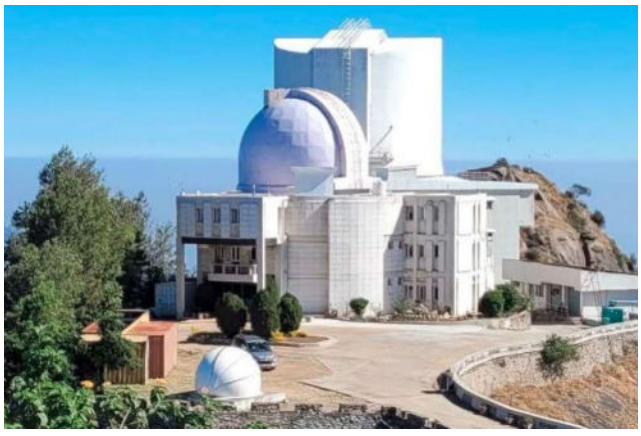
हिंदी तकनीकी संगोष्ठी

19 सितम्बर 2025

वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

लेख संग्रह



भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला
अहमदाबाद - 380009

निदेशक का प्राक्कथन

संदेश

विज्ञान और प्रौद्योगिकी ने आज के युग को अभूतपूर्व ऊँचाइयों तक पहुँचाया है। जिस गति से वैज्ञानिक शोध, नवाचार और तकनीकी विकास हो रहे हैं, उसने न केवल हमारे जीवन के प्रत्येक पहलू को प्रभावित किया है, बल्कि मानव सभ्यता को एक नए युग में प्रवेश दिलाया है।

भारतीय अंतरिक्ष विज्ञान के आधार के रूप में विख्यात भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (पी.आर.एल.) की स्थापना डॉ. विक्रम साराभाई ने 1947 में की थी। भारत सरकार के अंतरिक्ष विभाग की यूनिट के रूप में पी.आर.एल. में भौतिकी, अंतरिक्ष एवं वायुमंडलीय विज्ञान, खगोल विज्ञान, खगोल भौतिकी एवं सौर भौतिकी तथा ग्रहीय एवं भू-विज्ञान के चुनिंदा क्षेत्रों में मूलभूत अनुसंधान कार्य किया जाता है। हम वैज्ञानिक एवं तकनीकी कार्यों को आगे बढ़ाने के साथ-साथ राजभाषा कार्यान्वयन को भी आगे बढ़ाने में निरंतर प्रयासरत हैं। इस लेख संग्रह के माध्यम से हम विज्ञान एवं तकनीक को सर्वसाधारण तक पहुंचाने का प्रयास करेंगे।

पीआरएल द्वारा आयोजित वर्ष 2025 के हिंदी तकनीकी संगोष्ठी का विषय **"वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं"** में व्यापक एवं विविध विषयों तथा शोध क्षेत्रों का समावेश है। सूचना प्रौद्योगिकी, अंतरिक्ष विज्ञान, जैव प्रौद्योगिकी, ऊर्जा, चिकित्सा, पर्यावरण और संचार जैसे क्षेत्रों में हुई प्रगति ने समाज के विकास में क्रांतिकारी परिवर्तन ला दिया है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता, मशीन लर्निंग, इंटरनेट ऑफ थिंग्स, क्वांटम कंप्यूटिंग और नैनो-प्रौद्योगिकी जैसे नवीनतम क्षेत्रों में निरंतर हो रहे अनुसंधान भविष्य की नई दिशा निर्धारित कर रहे हैं। यह लेख संग्रह ऐसे कई विषयों पर चल रहे शोध अध्ययन की एक झलक प्रस्तुत करेगा।

इस लेख संग्रह का उद्देश्य वैज्ञानिक सोच को प्रोत्साहित करना, तकनीकी ज्ञान का प्रसार करना और नवीनतम प्रगतियों से पाठकों को अवगत कराना है। आशा है कि यह प्रयास विद्यार्थियों, शोधकर्ताओं, वैज्ञानिकों तथा तकनीकी विशेषज्ञों को लाभान्वित करेगा और उन्हें नई खोजों के लिए प्रेरित करेगा।

हमें विश्वास है कि यह संग्रह न केवल विज्ञान और तकनीक के प्रति रुचि को प्रगाढ़ करेगा, बल्कि आत्मनिर्भर भारत की दिशा में एक सशक्त कदम भी सिद्ध होगा।

सभी प्रतिभागी लेखकों, हिंदी तकनीकी संगोष्ठी आयोजन समिति 2025 एवं इस संगोष्ठी से जुड़े हर सदस्य को मेरी ओर से हार्दिक बधाई!

प्रो. अनिल भारद्वाज
निदेशक, पीआरएल

डीन का प्राक्कथन

संदेश

अनुसंधान — चाहे वह मूलभूत (Basic Research) हो या अनुप्रयुक्त (Applied Research) — किसी भी समाज, राष्ट्र और विश्व की प्रगति का मूल आधार होता है। आज जब हम चौथी औद्योगिक क्रांति, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), जलवायु परिवर्तन, और सतत विकास जैसे वैश्विक मुद्दों से जूझ रहे हैं, तो अनुसंधान की भूमिका और भी महत्वपूर्ण हो जाती है। मूलभूत और अनुप्रयुक्त अनुसंधान एक ही सिक्के के दो पहलू हैं। जहाँ एक ओर मूलभूत अनुसंधान विचारों की भूमि तैयार करता है, वहीं अनुप्रयुक्त अनुसंधान उन्हें फलदायी बनाता है। आज का युग अनुसंधान का युग है — और यदि हमें एक आत्मनिर्भर, समृद्ध और न्यायपूर्ण विश्व की कल्पना करनी है, तो अनुसंधान में निवेश, विभिन्न विभागों में आपसी सहयोग और मानव संसाधन की अभिवृद्धि अनिवार्य है।

साथियों, विज्ञान एक ऐसा क्षेत्र है जो हमारे जीवन के हर पहलू को छूता है — चाहे वह स्वास्थ्य हो, तकनीक हो, पर्यावरण हो या फिर अंतरिक्ष। लेकिन जब हम विज्ञान की पढ़ाई की बात करते हैं, तो हम देखते हैं कि अधिकतर सामग्री अंग्रेज़ी भाषा में उपलब्ध है। इसका परिणाम यह होता है कि जो विद्यार्थी अंग्रेज़ी में सहज नहीं हैं, वे विज्ञान जैसे विषय से दूरी बनाने लगते हैं।

सदियों पहले बने किलों, मंदिरों और स्मारकों के रूप में विद्यमान विशाल निर्माण, तथा खगोल विज्ञान, धातु विज्ञान, गणित, चिकित्सा, वनस्पति विज्ञान, रसायन विज्ञान आदि जैसे वैज्ञानिक क्षेत्रों में अंग्रेजों के भारत आने से पहले हुई प्रगति, भारतवर्ष में सदियों से विद्यमान उत्कृष्ट ज्ञान प्रणाली की उपस्थिति का प्रमाण है।

अतः अब यह प्रश्न उठता है क्या विज्ञान सिर्फ अंग्रेज़ी जानने वालों का ही क्षेत्र है? बिल्कुल नहीं। विज्ञान तर्क, प्रयोग, और निष्कर्षों पर आधारित होता है — और ये सभी विषय किसी भी भाषा में समझाई और सीखी जा सकती हैं।

अगर विज्ञान की शिक्षा मातृभाषा में दी जाए, तो:

- यह छात्रों को विषयों को गहराई से समझने में मदद करेगा।
- ग्रामीण और दूरदराज़ के छात्रों को भी विज्ञान में आगे बढ़ने का अवसर मिलेगा।
- वैज्ञानिक सोच समाज के हर वर्ग तक पहुँचेगी और भारत में नवाचार (innovation) को बल मिलेगा।

भारत जैसे देश में जहाँ 80% से अधिक लोग हिंदी या हिंदी से जुड़ी भाषाएँ बोलते हैं, वहाँ विज्ञान को हिंदी में पढ़ाना न केवल व्यवहारिक है, बल्कि यह सामाजिक समानता की दिशा में भी एक बड़ा कदम होगा।

सरकार और संस्थाओं को चाहिए कि वे हिंदी में वैज्ञानिक किताबें, कोर्स, शोधपत्र और वीडियो सामग्री उपलब्ध कराएँ। साथ ही, स्कूलों और कॉलेजों में विज्ञान की पढ़ाई के लिए द्विभाषिक व्यवस्था बनाई जाए, जिससे छात्रों को भाषा की वजह से ज्ञान से वंचित न रहना पड़े।

भाषा का उद्देश्य ज्ञान को सीमित करना नहीं, बल्कि उसे फैलाना होना चाहिए। अगर हम चाहते हैं कि भारत विज्ञान में विश्वगुरु बने, तो हमें विज्ञान की भाषा को भारत की भाषा बनाना होगा।

"विज्ञान सबका अधिकार है – और मातृभाषा में शिक्षा इसका सेतु बन सकती है।"

प्रो. डी. पल्लमराजू
डीन, पीआरएल

अध्यक्ष का प्राक्कथन

संदेश

यह संकलन उन सभी शोधकर्ताओं, वैज्ञानिकों के प्रयासों का परिणाम है, जिन्होंने ज्ञानवर्धक शोध पत्र प्रस्तुत किए हैं और विचार-विमर्श के माध्यम से इस मंच को समृद्ध किया है।

यह संगोष्ठी इस बात का प्रमाण है कि हिंदी केवल एक साहित्यिक भाषा नहीं, बल्कि एक सक्षम, सशक्त और वैज्ञानिक अभिव्यक्ति का माध्यम भी है। विज्ञान, प्रौद्योगिकी, और तकनीकी शिक्षा के क्षेत्र में हिंदी को अपनाना समय की आवश्यकता है, ताकि ज्ञान का प्रसार जड़ों तक पहुँचे।

"वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं" विषय पर हिंदी संगोष्ठी का उद्देश्य नवाचार, अनुसंधान और सहयोग को बढ़ावा देना रहा है, और मुझे विश्वास है कि यह लेख-संग्रह उसी दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम सिद्ध होगी। इसमें प्रकाशित प्रत्येक शोध-पत्र अपने-आप में एक मूल्यवान योगदान है, जो संबंधित क्षेत्र में आगे के अनुसंधान और संवाद को प्रेरित करेगा। इस संगोष्ठी का उद्देश्य भी यही है - कि हम तकनीकी विषयों को हिंदी में अभिव्यक्त करने की दिशा में ठोस प्रयास करें, शोधकर्ताओं को प्रोत्साहित करें, और एक ऐसा मंच प्रदान करें जहाँ तकनीक और भाषा का समन्वय हो।

मैं आयोजन समिति और सभी प्रतिभागियों को उनके सक्रिय सहयोग और समर्पण के लिए हार्दिक धन्यवाद देता हूँ। मुझे पूर्ण विश्वास है कि यह लेख-संग्रह न केवल ज्ञान का एक महत्वपूर्ण स्रोत बनेगी, बल्कि आगामी शोधकर्ताओं के लिए प्रेरणा का कार्य भी करेगी।

प्रो. संतोष वडवाले

अध्यक्ष, हिंदी तकनीकी संगोष्ठी 2025

विषय सूची

1 मंगल ग्रह पर धूल भरी आंधी के दौरान आवेशित धूल के अध्ययन हेतु संवेदक का विकास और परीक्षण 10

2 पी.सी.बी. वैद्युत संकेत और पॉवर अखंडता 13

3 इनसैट-3डीएस से सक्रिय अग्नि उत्पाद का वैधीकरण 17

4 संवाद-AI: एक सुरक्षित ऑफ़लाइन संवादात्मक AI 20

5 गहरे संवहनीय बादलों का उपयोग करके इनसैट-3डीएस इमेजर दृश्य चैनल का अंशांकन 23

6 चंद्रयान-2 छवियों से कनवोल्यूशन न्यूरल नेटवर्क का उपयोग करके चंद्र क्रेटर पता लगाने की एक नवीन तकनीक 26

7 नाविक – एल5 (NavIC – L5) मोड में स्थिति त्रुटि और GDOP प्रदर्शन पर उपलब्ध केवल 4 नाविक उपग्रहों के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए लॉग किए गए नाविक रिसीवर डेटा का विश्लेषण . 29

8 ऑफगैसिंग: पॉलिमरिक पदार्थ की मानव रेटिंग के लिए महत्वपूर्ण परीक्षण 35

9 उपग्रह प्रणालियों में 3डी मुद्रित सर्किट बोर्ड की संरचना एवं उपयोगिता 38

10 डिस्क-ग्रह अंत:क्रियाओं में चुंबकीय जलगतिकी प्रभाव और रॉस्बी तरंग अस्थिरता 41

11 मानव अंतरिक्ष मिशनों के लिए डिस्प्ले पैनल ड्राइवर का डिज़ाइन 44

12 एरोसोल निगरानी के लिए प्रस्तावित ध्रुवीयमापी संवेदक का अनुकरण आधारित प्रारंभिक अध्ययन . . 48

13 एयर- गैप नेटवर्क के लिए सुरक्षित डेटा ट्रांसफर सेवाओं का कार्यान्वयन 51

14 नेटवर्क-आधारित उपकरणों और सेवाओं की निगरानी हेतु सॉफ़्टवेयर सेवा का कार्यान्वयन 54

15 अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी में अंत:विषय सहयोग- नवाचार एवं अन्वेषण का वैश्विक मार्ग 58

16 सी-बैंड आवृत्ति जनित्र के लिए गुणक और एकीकृत फिल्टर का अभिकल्प एवं विकास 61

17 क्रायोजेनिक प्रौद्योगिकी में अनुसंधान: डिजिटल युग में युवाओं के लिए अवसर और संभावनाएं 64

18 अंतरतारकीय तंतुओं की पहचान के लिए प्रयुक्त विधियों का व्यापक विश्लेषण 67

19 भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम हेतू वैश्विक अनुसंधान में अंत:विषय सहयोग: सैक के योगदान 70

20 NISAR में ऑफ़सेट ट्रैकिंग तकनीक का डेटा उत्पाद परिप्रेक्ष्य 73

21 मशीन शिक्षण तकनीकों का उपयोग करके ईओएस-०८ डेटा से आंतरिक जल निकायों की पहचान . . 76

22 NISAR L-S बैंड लेवल-1 और लेवल-2 विज्ञान डेटा उत्पादों के लिए गुणवत्ता आश्वासन सॉफ़्टवेयर 78

23 अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी और उपग्रह प्रणालियों में उच्च गति पी.सी.बी. डिजाईन: लंबाई सुमेलन तकनीक . 80

24 गुजरात के अर्ध-शुष्क धान्य कृषि-पारिस्थितिकी तंत्र में मीथेन फ्लक्स का भूमि-आधारित एवं उपग्रहीय प्रेक्षणों द्वारा आकलन 83

25 उपग्रह प्रणालियों के लिए एल्युमीनियम के इलेक्ट्रोलाइटिक काले एनोडाइजिंग में समस्या निवारण . . . 87

26 डिजिटल युग में युवाओं की शोध क्षमताएँ एवं अवसर 90

27 सुरक्षित संचार हेतु क्वांटम उपग्रह प्रणाली: संभावनाएं एवं चुनौतियाँ 93

28 उपग्रहों की तापीय अभिकल्पना में आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और मशीन लर्निंग (AI/ML) के अनुप्रयोग 95

29 अंतरिक्ष मिशनों हेतु उन्नत गुणवत्ता प्रबंधन प्रौद्योगिकियाँ 98

30 जीऐसेट-1ए नीतभार प्राथमिक दर्पण के लघुकृत निरूपण मॉडल के साथ संरचनात्मक विश्लेषण . . . 101

31 छवि (CHHAVI) 104

32 विश्वसनीय अनुप्रयोगों के लिए कार्बन फाइबर प्रबलित पॉलिमर कंपोजिट का धातुकरण- उपलब्ध पद्धतियाँ और नया दृष्टिकोण 108

33 PRL Overleaf: एक कस्टमाइज्ड LaTeX सहयोगी प्लेटफार्म 111

34 पाई-होल के साथ DNS-स्तरीय नेटवर्क फ़िल्टरिंग 114

35 अंतरिक्ष उपयोग के लिए गगनयान परियोजना में स्टेनलेस स्टील धातु डोम स्विचपर स्वर्ण विलेपन की अर्हता118

36 प्राकृतिक और कृत्रिम स्रोतों द्वारा उत्पन्न बिजली के स्पेक्ट्रम का तुलनात्मक अध्ययन 120

37 कैमरा इंटरफ़ेस नियंत्रण सॉफ्टवेयर का विकास और उपकरण नियंत्रण सॉफ्टवेयर के साथ इसका एकीकरण122

38 जीआइसैट-भू-स्थिर कक्षा से उच्च रेजोल्यूशन सुदूर संवेदन की उपयोगिता एवं नवीनता 124

39 असेंबली और हर्मेटिक सील परीक्षण स्थितियों के तहत एल. टी. सी. सी. में विफलता का थर्मो-संरचनात्मक विश्लेषण 127

40 कोरोनल रेडियो साउंडिंग : सूर्य के निकट सौर पवन गतिशीलता की जांच के लिए एक प्रवीण तकनीक . 130

41 उत्तरी अरब सागर में उच्च विभेदन महासागरीय गतिशीलता का विश्लेषण: SWOT और OCM-३ के आंकड़ों का संयुक्त उपयोग 132

42 पॉलीनोमियल ट्रांसफर इक्वेशन वाले डिफरेंशियल इंडक्टिव सेंसर के लिए इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर-आधारित लीनियरिंग फ्रंट-एंड 135

43 उच्च थ्रूपुट उपग्रह संचार नेटवर्क के लिए प्रीफेचिंग तकनीक का उपयोग 137

44 विकिरण के प्रकार एवं मापन प्रणाली का वर्गीकरण 139

45 उच्च गति प्रकाशीय संचार उपग्रह का अनुप्रयोग और विकास अनुसंधान 141

46 सोलर हार्ड एक्स-रे पोलरीमीटर -- अनुप्रयोग विशिष्ट एकीकृत परिपथ (एसिक) आधारित रीडआउट . . 146

47 उपग्रह डेटा की विश्वसनीयता और सटीकता: प्रक्षेपण के बाद रेडियोमेट्रिक अंशांकन की निर्णायक भूमिका 148

48 सर्वम् अनित्यम् : टेम्पशेयर PRL में एक अस्थायी फ़ाइल-साझाकरण सेवा 151

49 पीआरएल नभ: एक सुरक्षित और स्व-होस्टेड सहयोग मंच 154

50 निम्न अक्षांश क्षेत्रों में IRI मॉडल में तल भाग आयनमंडल के कुल इलेक्ट्रॉन सामग्री (TECb)का अधिक आकलन 157

51 अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) इसरो से मेगा-कोन्सटेलेसन नेटवर्क के माध्यम से विश्व भर में ऑडियो विजुअल (एवी) स्ट्रीमिंग 160

52 ब्रह्मांड में तत्वों की उत्पत्ति 163

53 ज़ीरो-इंस्टॉल GPU-त्वरित पायथन प्लेटफ़ॉर्म: PARAM VIKRAM 1000 पर Jupyter-Hub की संगठित शक्ति 165

54 भाषासेतु: एक सुरक्षित ऑफ़लाइन बहुभाषी अनुवाद उपकरण 168

55 इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल सेंसर के लिए ऑनबोर्ड डेटा रेकोर्डिंग सिस्टम 172

56 L2 बिंदु पर स्थित एक खगोलीय दूरबीन का थर्मल प्रबंधन प्रणाली 175

57 विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन शिक्षण की उपयोगिता 177

58 डेटा-संचालित डिज़ाइन सत्यापन में परिमित अवयव विधियों द्वारा कम्प्यूटेशनल सिमुलेशन का उपयोग . 180

59 पीआरएल 2.5 मीटर माउंट आबू दूरबीन भारत के लिए माउंट आबू फेंट ऑब्जेक्ट स्पेक्ट्रोग्राफ और कैमरा- ईशेल स्पेक्ट्रोमीटर (M-FOSC-EP)के यांत्रिक डिजाइन पहलू 183

60 सामान्य कॉन्ड्राइट्स में नियॉन समस्थानिकों का अध्ययन 185

61 तरंग - पीआरएल में वाई-फाई अवसंरचना आधुनिकीकरण 187

62 आगामी अंतरिक्ष मिशन के लिए डिटेक्टर का चयन और फ्रंट-एंड और रीडआउट इलेक्ट्रॉनिक्स का विकास: एयरग्लो फोटोमीटर। 190

63 अरब सागर में खनिज आधारित महासागरीय क्षारीयता वृद्धि की संभावनाएं और प्रभाव: बायोअसे प्रयोगों से मिली जानकारी 193

64 राष्ट्रीय विकास के लिए डिजिटल पारिस्थितिकी तंत्र: युवाओं में क्षमता निर्माण में इसरो की भूमिका . . . 196

65 अंतरिक्ष मलबा प्रबंधन में एआई/एमएल की संभावनाएं 198

66 ई.पी.सी. का संरचनात्मक विश्लेषण 201

67 अंतरिक्ष अनुप्रयोगों हेतु क्रायोजेनिक डीटीई-प्रकार हीट स्विच का विकास 204

68 डिजिटल युग में अनुसंधान की बदलती प्रवृतियाँ: अंतरिक्ष उपयोग केंद्र अहमदाबाद के विशेष संदर्भ में . 206

69 ई-गवर्नेंस हेतु अंतरिक्ष आधारित सामाजिक अनुप्रयोग: सैक के योगदान 208

70 अंतरिक्ष में ऑनबोर्ड सॉफ्टवेयर अद्यतन के लिए नवीन कार्यप्रणाली 211

71 केयू (Ku)-बैंड तरंग-पथक से समाक्षीय समकोण सूक्ष्म तरंग (माइक्रोवेव) संक्रमण की उन्नत अभिकल्पना215

72 डीडीएस-रहित डिजिटल आवृत्ति अनुवाद और छनन तथा इसके विकिरण-सख्त कार्यान्वयन के लिए एक नवीन एल्गोरिथ्म 219

73 रैले पश्चप्रकीर्णन गुणांक में अनिश्चितताएँ और एरोसोल पश्चप्रकीर्णन पुनर्प्राप्ति पर उनका प्रभाव 224

74 बाहय ग्रहों के अन्वेषण में मूलभूत एवम अनुप्रयोगात्मक अनुसन्धान 227

75 लघु लागत एवं स्वदेशी एलडब्ल्यूए-कैलिस्टो प्रणाली द्वारा सौर रेडियो विस्फोटों का अध्ययन: यूएसओ-पीआरएल से प्रारंभिक परिणाम 230

76 विभेदक छवि गतियों का उपयोग करके फ्राइड पैरामीटर का अनुमान 233

77 बहु-लेन प्रकार II सौर रेडियो विस्फोट: कोरोना में आघात प्रसार की अंतर्दृष्टि 236

78 ASPEX-SWIS संचालन का एक वर्ष - अवलोकन और वैज्ञानिक क्षमता 239

79 अनुकूली प्रकाशिकी (ए.ओ.) टेस्टबेंच का विकास 242

80 पारस -2 द्वारा एक लघु-शनि TOI-6651b की खोज 244

81 निस्प उपकरण के लिए डिटेक्टर का शोर लक्षण वर्णन 247

82 क्षोभमंडलीय ओजोन के निर्माण में जैव-जनित वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों का महत्व 250

83 प्रस्तावित दक्ष उपग्रह की जी.आर.बी. स्थानीयकरण क्षमता में सुधार के लिए कोडेड मास्क इमेजिंग तकनीक का उपयोग 254

84 प्राकृतिक आपदाएँ और पृथ्वी विज्ञान की भूमिका 257

85 हिमालय की तलहटी में स्थित देहरादून के ऊपर वायुमंडलीय सीमा परत का अध्ययन 260

मंगल ग्रह पर धूल भरी आंधी के दौरान आवेशित धूल के अध्ययन हेतु संवेदक का विकास और परीक्षण

जयेश पी. पाबारी

प्रोफेसर, पी. एस. डी. एन., भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, अहमदाबाद, ई-मेल: jayesh@prl.res.in

सार

दक्षिणी गोलार्ध की गर्मियों के दौरान मंगल ग्रह की सतह के पास धूल भरी आँधी आती है। उनका व्हर्लपूल प्रभाव छोटे कणों को वायुमंडल में ऊपर उठाता है, जो बाद में ऑप्टिकल गहराई को प्रभावित करता है और आयन सांद्रता कम हो जाती है। **मंगल ग्रह पर** कम वायुमंडलीय दबाव और शुष्क, तेज़ पर्यावरण सुझाव देता है कि धूल ट्राइबोइलेक्ट्रिक चार्जिंग के प्रति अधिक संवेदनशील है । इस धूल का यथास्थान अध्ययन हेतु एक संवेदक की रचना और विकास किया गया है। इस सेमिनार में संवेदक की रचना एवं शुरुआत के परीक्षण के परिणाम दिखाए गए हैं। यह अध्ययन मंगल ग्रह पर ट्रोबोइलेक्ट्रिफिकेशन की पुष्टि कर सकता है, जो मंगल पर बिजली गिरने की संभावना दर्शाता है।

प्रस्तावना

मंगल ग्रह अपने दक्षिणी गोलार्ध के मध्य में ग्रीष्म ऋतु के दौरान होने वाली घटना, डस्ट डेविल्स (DDs) के लिए जाना जाता है धरती पर, अर्धशुष्क और शुष्क क्षेत्रों [1] में धूल भरी आंधियां आम हैं जबकि, मंगल ग्रह पर कुछ डस्ट डेविल्स देखे गए हैं [2-7]। वे पृष्ठभूमि अपारदर्शिता में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं [8-10]। डस्ट डेविल्स के अंदर कण ट्राइबो-चार्जिंग द्वारा या आयनों के साथ लगाव से चार्ज हो जाते हैं । पिछला कार्य [11] में मंगल की चालकता को पृथ्वी की तुलना में **100** गुना अधिक दिखाया गया हैं ।

डस्ट डेविल्स में सूक्ष्म धूल कणों सतह से ऊपर उड़ते है और उनके विद्युत गुणों के आधार पर मंगल की सतह के क्षेत्रो पर लग सकते है। मंगल की धूल का चार्ज और उनकी उड़ान अन्वेषण के लिए बड़ा खतरा बन सकती है। मंगल की सतह से उड़नेवाली धूल का यथास्थान अध्ययन अभी तक हुआ नहीं है। यह अध्ययन भविष्य में मिशन के लिए महत्वपूर्ण है।

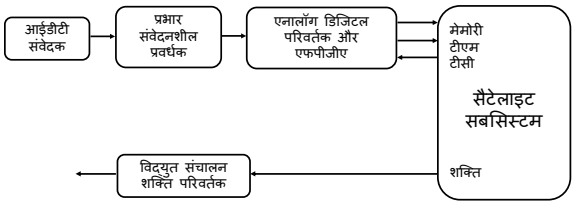
परिभाषा

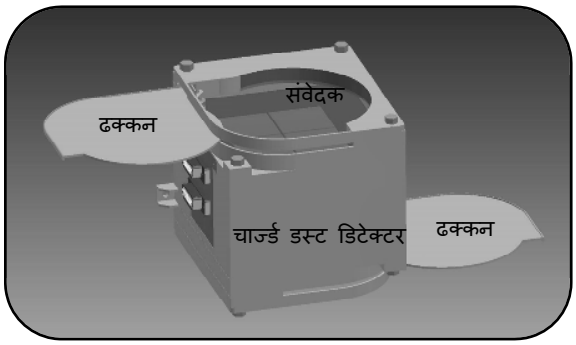
हमने मंगल ग्रह पर डस्ट डेविल्स से उड़ने वाली चार्ज धूल का यथास्थान अभ्यास करने के लिए एक संवेदक का प्रस्ताव दिया है। यह संवेदक को इंटर डिजिटेटेड ट्रांसड्यूसर (आई. डी. टी.) धूल संवेदक कहते हैं, जिसमें धातु की दो इन्टर्लीव्ड कंघी के आकार में इलेक्ट्रोड को रखा जाता है। यह संवेदक पर आधारित कार्य हमारी प्रयोगशाला में किया जा रहा है। वैश्विक परिप्रेक्ष्य से देखें तो इस अध्ययन का बहुत महत्व है।

रचना और परीक्षण

आई. डी. टी. धूल संवेदक पर आधारित मंगल चार्ज धूल पर्यवेक्षक प्रणाली की रचना चित्र 1 (अ) में दिखाई है। इसमें आई. डी. टी. धूल संवेदक, उसके ऊपर गिरी हुई चार्ज धूल का पता लगाता है। संकेत को चार्ज संवेदनशील प्रवर्धक को दिया जाता है और बाद में संकेत को एनालॉग-डिजिटल परिवर्तक को देते है। अंत में संकेत का संसाधन करके मेमोरी में रखा जाता है। साथ में एक विद्युत संचालन शक्ति परिवर्तक होता है जो इलेक्ट्रॉनिक्स को जरूरत के अनुसार शक्ति देता है। एल. डी. ओ. में संकेत का संसाधन करने हेतु एक माइक्रोप्रोसेसर होता है। चित्र 1 (ब) में एल. डी. ओ. की यांत्रिक रचना दिखाई है।

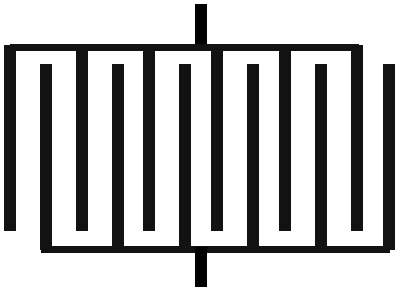
मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

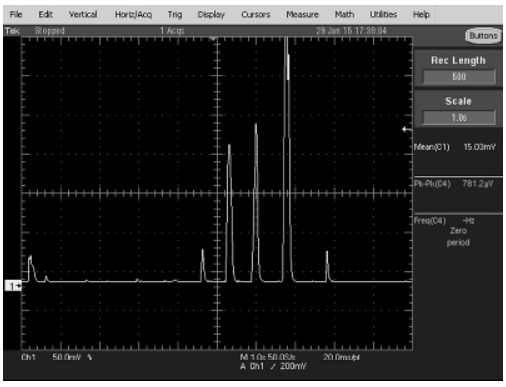




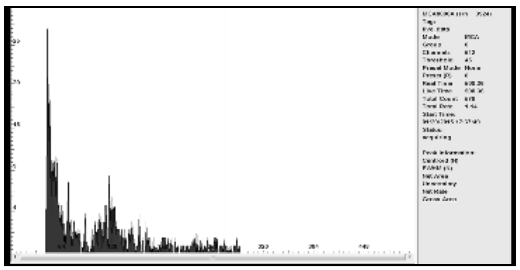
चित्र 1: आई. डी. टी. धूल संवेदक का (अ) खंड आरेख और (ब) यांत्रिक रचना

चित्र 2 (अ) में आई. डी. टी. संवेदक दिखाया है। आई. डी. टी. के इलेक्ट्रोड को शुरुआत में ताँबा और निकल से बनाया जाता है। बाद में उसके ऊपर सोने की कली या कोटिंग करी जाती है। सूक्ष्म धूल का चार्ज बहुत ही कम होता है और इसके लिए आई. डी. टी. के इलेक्ट्रोड को, विद्युत का अच्छा चालक होना जरुरी होता है। सोने का उपयोग करने से इलेक्ट्रोड के ऊपर ऑक्साइड की परत नहीं बनती है जो सूक्ष्म धूल के चार्ज का पता लगाने के लिए आवश्यक है। जब आई. डी. टी. के ऊपर चार्ज धूल गिरती है तो आई. डी. टी. विद्युत संचालन शक्ति का एक स्पंद उत्पन्न करता है। इस स्पंद को बाद में संसाधन करके आगे भेजा जाता है। हमने आई. डी. टी. का परिक्षण हमारी प्रयोगशाला में किया है। चित्र 2 (ब) में 10 माइक्रोन नाप की चार्ज धूल को आई. डी. टी. संवेदक पर गिराने से मिले हुए स्पंद दिखाए है। इस तरह से मिले हुए स्पंद को हम संतुलक को देते है जिसमे स्पंद की तुलना एक थ्रेशोल्ड के साथ करी जाती है। संतुलक का उत्पाद हमें स्पंद के सारे आंकड़े बताते हैं। प्रयोगशाला में इस कार्य हेतु हम आंकड़ा अर्जन प्रणाली का इस्तेमाल कर सकते हैं। हमने स्पंद की गिनती करने हेतु स्पंद को बहु चैनल विश्लेषक को दिए थे। बहु चैनल विश्लेषक को कम्प्यूटर के साथ जोड़कर सॉफ्टवेयर की मदद से स्क्रीन पर वर्णक्रम देख सकते हैं। चित्र 3 में इस प्रकार चैनल विश्लेषक से मिला हुआ वर्णक्रम दिखाया है जिसमें क्षैतिज अक्ष-रेखा स्पंद की विद्युत संचालन शक्ति दिखाती है जब की लंबरूप अक्ष-रेखा स्पंद की संख्या दिखाती है। इस तरह स्पंद की गिनती करके चन्द्रमा की सतह से ऊपर उठनेवाली धूल की अंक घनता का पता लगा सकते हैं।





चित्र 2: (अ) आई. डी. टी. धूल संवेदक और (ब) 10 माइक्रोन नाप की चार्ज धूल को आई. डी. टी. संवेदक पर गिराने से मिला हुआ स्पंद



चित्र 3: बहु चैनल विश्लेषक की मदद से 10 माइक्रोन नाप की चार्ज धूल का वर्णक्रम

निष्कर्ष

मंगल ग्रह पर डस्ट डेविल्स में सूक्ष्म , चार्ज धूल कणों सतह से ऊपर उड़ते हैं। मंगल पर सतह से ऊपर उठनेवाली चार्ज धूल का यथास्थान अध्ययन हेतु आई. डी. टी. धूल संवेदक की रचना और विकास किया है। संवेदक को लेकर पूरी प्रणाली के निर्माण का कार्य चल रहा है। आई. डी. टी. धूल संवेदक का शुरुआत का परिक्षण हमारी प्रयोगशाला में 10 माइक्रोन नाप की चार्ज धूल लेकर किया है। यह परिक्षण के परिणाम काफी संतोषजनक है।

सन्दर्भ

1. बामर, एम. और ग्रीली, आर., पृथ्वी और मंगल पर डस्ट डेविल्स, रे. जियोफिज., **44 (3)**, **22**, **2006.**
2. थॉमस, पी. और गीराश, पी.जे., मंगल ग्रह पर डस्ट डेविल्स, साइंस, **230 (4722)**, **175-177**, **1985**.
3. मेट्ज़गर, एस. एम. एवं सहयोगी, मार्स पाथफाइंडर कैमरा द्वारा देखे गए डस्ट डेविल, जि. आर. एल., **26 (18)**, **2781-2784**, **1999**.
4. कैंटर, बी. ए. एवं सहयोगी, मंगल ग्रह ऑर्बिटर कैमरे से मंगल ग्रह के डस्ट डेविल्स का अवलोकन और उनके ट्रैक (सितंबर **1997** से जनवरी **2006)** और भंवर मॉडल की सैद्धांतिक मूल्यांकन, जे. जी. आर., **111**, ई**12002-49**, **2006**.
5. स्टैन्ज़ेल, सी. एवं सहयोगी, मार्स एक्सप्रेस एचआरएससी द्वारा देखी गई डस्ट डेविल गति, गति की दिशाएँ और सामान्य विशेषताएं, इकारस, 197(1), 39-51, 2008.
6. ग्रीली, आर. एवं सहयोगी, मंगल गुसेव क्रेटर: तीन डस्ट डेविल्स के मौसम का अवलोकन, जे. जी. आर., 115, ई00एफ02, 2010.
7. चोई, डी. एस. और डंडास, सी. एम., मंगल ग्रह के डस्ट डेविल हवा का HiRISE से माप, जि. आर. एल., 38, एल24206, 2011.
8. न्यूमैन, सी. ई. एवं सहयोगी, मंगल ग्रह के धूल चक्र की मॉडलिंग. 1: धूल परिवहन प्रक्रियाओं का अभ्यावेदन, जे. जी. आर., 107(ई12), 5123, 2002.
9. न्यूमैन, सी. ई. एवं सहयोगी, मंगल ग्रह के धूल चक्र की मॉडलिंग. 2: बहुवार्षिक विकिरणात्मक रूप से सक्रिय धूल परिवहन सिमुलेशन, जे. जी. आर., 107(ई12), 5124, 2002.
10. व्हेल्ली, पी. एल. और ग्रीले, आर., डस्ट डेविल गतिविधि का मंगल पर वितरण, जे. जी. आर., 113, ई07002, 2008.
11. फैरेल, डब्ल्यू. एम. एवं सहयोगी, डस्ट डेविल का एक सरल इलेक्ट्रोडायनामिक मॉडल, जि. आर. एल., 30 (20), 2050, 2003.
12. जे. पी. पाबारी एवं सहयोगी, भविष्य के चंद्र मिशन के लिए मून इलेक्ट्रोस्टैटिक पोटेंशियल एंड डस्ट एनालाइजर (एमईएसडीए), 46वां चंद्र और ग्रह विज्ञान सम्मेलन, द वुडलैंड्स, टेक्सास, 16-20 मार्च 2015, #1167.

पी.सी.बी. वैद्युत संकेत और पॉवर अखंडता

श्री अमृत शांडिल्य, श्रीमती क्रिष्णा मकाणी

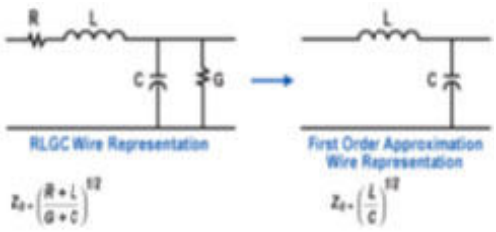
श्री अमृत शांडिल्य, वैज्ञानिक / अभियंता -'एस. डी.', पी. डी. एफ.डी , अंतरिक्ष उपयोग केंद्र अहमदाबाद एवं Amrit@sac.isro.gov.in

सार

डिजिटल दुनिया घंटे दर घंटे जटिल होती जा रही है, जबकि इससे जुड़ा हार्डवेयर काफी छोटा होता जा रहा है। अंतरिक्ष विज्ञान के सन्दर्भ में भी कम भार पेलोड, तंत्र तथा उपतंत्र की मांग बढ़ती जा रही है। पी.सी.वी. उद्योग सभी इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के विकास में एक प्रमुख भूमिका निभाता है। जैसे-जैसे घटकों का आकार सिकुड़ता जाता है, मुद्रित सर्किट बोर्ड निर्माता बदलते रुझानों के अनुकूल होते जाते हैं। उच्च पिन संख्या तथा फाइन पिच वाले सूक्ष्म अंतराल घटकों की संख्या तथा उनके बीच जुड़ने वाले संबंधन की घनता ने पी.सी.बी. डिजाइन के क्षेत्र में नई चुनौतियाँ प्रस्तुत की हैं। वैद्युत संकेत (सिग्नल) अखंडता की मांग के कारण पी.सी.बी. की विश्वसनीयता बरकरार रखना बेहद आवश्यक है। प्रस्तुत लेख में वैद्युत संकेत और पॉवर अखंडता से जुड़ी कुछ प्राथमिक जानकारी साझा की गई है।

प्रस्तावना

डिजिटल डिजाइन पहले एस.आई. और पी.आई. समस्या से प्रभावित नहीं होता था क्यूँकि उस समय पारंपरिक पी.सी.बी. डिजाइन में उच्च पिन संख्या तथा फाइन पिच वाले (सूक्ष्म अंतराल) घटकों की संख्या कम थीं या अगर थीं भी तो बहुत कम आवृत्ति पर डिजाइन काम करती थीं। आजकल लेआउट डिजाइन जोकि एक डिजिटल प्रणाली का अंग है वो उच्च गति संकेत और आवृत्ति (frequency) पर काम करती हैं जिसके कारण पी.सी.बी. में संचारण रेखा (Transmission Line) का प्रभाव रहता है। असल में संचारण रेखा एक धात्विक संबंध होता है जो प्रेषक और ग्राही के बीच में होता है और ये सिग्नल को वहन करता है। धीमी आवृत्ति पर पी.सी.बी. की तांबे की तार या रूट(route) एक आदर्श सर्किट रहती है परंतु उच्च आवृत्ति पर अवरोध (R), धारिता (C) और प्रेरकत्व (L) साथ ही ए.सी. विशिष्टता (A.C. characteristics) का प्रभाव पी.सी.बी. पर पड़ता है। परिधि मॉडल से हम विशिष्ट प्रतिबाधा (characteristic impedance) निकालते हैं। ये ही वह तत्व है जो एस.आई. (signal integrity) पर प्रभाव डालता है। एस.आई. के तीन प्रमुख पहलू हैं - कालमापन (timing), विचलन(Noise) और विद्युत-चुंबकीय व्यवधान (electromagnetic interference)।

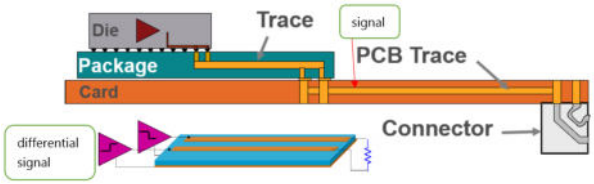


चित्र 1 संचारण रेखा(Transmission Line) का परिधि मॉडल

परिभाषा

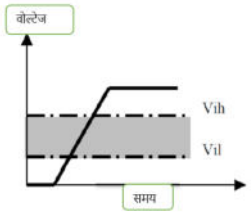
यह महत्वपूर्ण है कि हम वैद्युत संकेत (सिग्नल)और पॉवर अखंडता के मूल्य पहलू को समझें, उसी के अनुकूल उच्च गति डिजिटल डिजाइन करें। हमें यह समझना पड़ेगा कि हम कैसे एस.आई. को पी.सी.बी. डिजाइन के पहले लागू करें। नीचे प्रदर्शित आरेख में यह दर्शाया गया है कि एक मुद्रित सर्किट बोर्ड में कौन से मुख्य भाग हैं।

इनमें डाई (die), पैकेज(package), कार्ड(card), पी.सी.बी. की तांबे की तार (trace) और घटक(connector) हैं।



चित्र 2 पी.सी.बी. मॉडल

वैद्युत संकेत (सिग्नल) और पॉवर अखंडता ऊपर दर्शाये चित्र में सही समय में सिग्नल को डाई जो कि सिग्नल का उदगम है उसे ग्राही जोकि यहाँ एक घटक (connector) है वहाँ पहुँचने में मदद करता है। इसके कारण ही सिग्नल बिना विकृत हुये अपने गंतव्य पेर पहुँच जाता है।

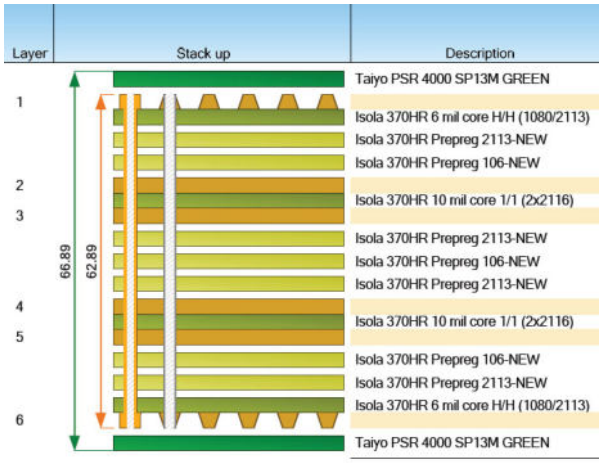


चित्र 3. आदर्श सिग्नल

चित्र 4 . विकृत सिग्नल

शीर्षक

पी.सी.बी. एक मुद्रित सर्किट बोर्ड है जिसमें तांबे की सतह, वायरिंग, लैमिनेट, घटक, सोल्डरमास्क और विया होते हैं। पी.सी.बी. पर सिग्नल इंटरकनेक्ट के द्वारा एक निर्धारित समय रेखा में संचारण होता है। इस संचारण में थोड़ा विलंब होता है, जो पी.सी.बी. की सामग्री पर आश्रित होता है। पी.सी.बी. की सामग्री में मूलतः लैमिनेट नामक सामग्री है जो संचारण के समय पर प्रभाव डालता है। अमूमन इसे एफ.आर.4 (FR4) कहते हैं। यह एक डाइ-इलेक्ट्रिक सामग्री है। अब हम एस.आई. के प्रमुख पहलू पर प्रकाश डालते हैं।



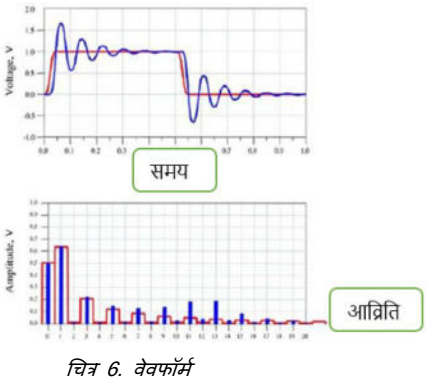
चित्र 5. पी.सी.बी लेयर स्टैक-अप तथा सामग्री

सिग्नल प्रतिबिम्बिता (signal reflection)

यह एक तथ्य है कि सिग्नल का जो मार्ग है वो संचारण रेखा के माध्यम से गुजरता है और सिग्नल में विकृति आवृत्ति पर निर्भर करती है जो इंटरकनेक्ट का भाग है। प्रतिबिम्बिता को इस प्रकार प्रदर्शित करते हैं।

$$\rho = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}$$

ρ = प्रतिबिम्बिता (reflection)
Z_2 = तात्कालिक प्रतिबाधा और Z_1 = इंटरकनेक्ट प्रतिबाधा

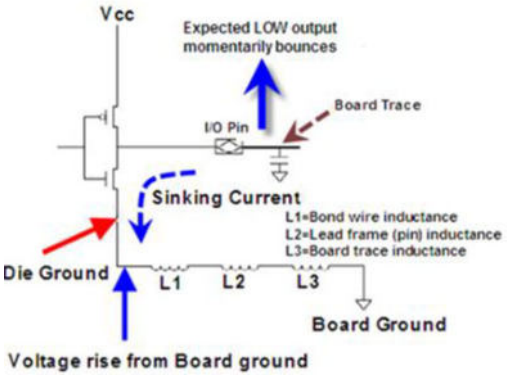


चित्र 6. वेवफॉर्म

सिग्नल ग्राउंड बाउंस (ground bounce)

यह संकेत (सिग्नल)अखंडता का चौथा मुख्य कारण है। यह एक प्रकार का क्रोसटॉक है जो पॉवर और ग्राउंड रेल में दिखता है। यहाँ रेल से यह तात्पर्य है कि पी.सी.बी. मुद्रित सर्किट बोर्ड में पॉवर और ग्राउंड सिग्नल के लिये समतल तांबे का ढाँचा बनाते हैं जिसे हम रेल से सम्बोधन करते हैं। इसे मुख्य रूप से एस.एस.एन.

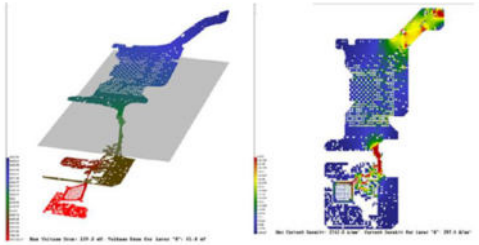
(SSN)- simultaneous switching noise और एस.एस.ओ. (SSO)- simultaneous switching output भी कहते हैं। वोल्टेज उस समय घटक के डाई (die) ग्राउंड और पी.सी.बी. ग्राउंड दोनों अलग होते हैं। नीचे दिखाये चित्र में यही दर्शाया गया है।



चित्र 7. ग्राउंड बाउंस (एस.एस.एन. और एस.एस.ओ.)

पॉवर अखंडता और पॉवर प्रदान तंत्र (पी.डी.एन.)

पी.आई. एक माध्यम है जिसके तहत हम पी.डी.एन. (पॉवर डिलिवरी नेटवर्क) को सदिग और आदर्श बनाते हैं। पॉवर प्रदान तंत्र से हम घटक के डाई को सही समय के अंदर सही पॉवर प्रदान करते हैं जिससे उच्च गति के सिग्नल रेल खराब होने से बच पाते हैं, साथ ही एस.एस.एन. और एस.एस.ओ. को सीमित रखते हैं। पॉवर प्रदान तंत्र आवृत्ति पर आश्रित होता है। पॉवर अखंडता को तरीके में बाँटते हैं। एक है डी.सी. (D.C.) और दूसरा है ए.सी. (A.C.)। डी.सी. (D.C.) कार्य प्रणाली में घटक के डाई के पॉवर सिग्नल को समतल तांबे का ढाँचा देते हैं न कि कोई विभाजित तांबे का ढाँचा या तार जो अमूमन हम इनपुट-आउट सिग्नल के लिये प्रयोग करते हैं। इस प्रक्रिया में पॉवर प्रदान तंत्र की वोल्टेज और विद्युत रूपरेखा बनाती है।

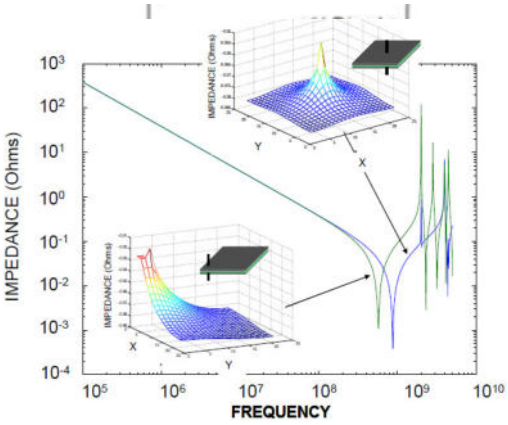


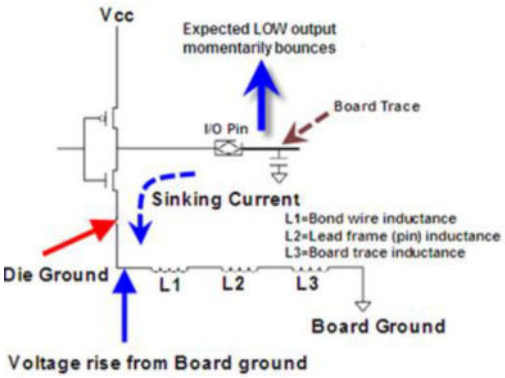
चित्र 8 पी.डी.एन. वोल्टेज रूपरेखा *चित्र 11 विद्युत रूपरेखा*

ए.सी. (A.C.) में हम अनुकूलतम प्रकार की विया और डि-कपलिंग (decoupling) धारिता का प्रयोग करते हैं। डी- कपलिंग (decoupling) धारिता एक प्रमुख जरिया है जिससे हम पॉवर अखंडता को प्राप्त करते हैं। डि-कपलिंग धारिता का आकर हम मान, ई.एस.एल. (ESL) और ई.एस.आर. (ESR) से निकालते हैं। पॉवर प्रदान तंत्र की प्रतिबाधा को हम ज़ेड टारगेट (Z-Target) से संबोधित करते हैं।

$$Z_{TARGET} = \left| \frac{VoltageRail \bullet \left(\frac{\%Ripple}{100} \right)}{MaxTransientCurrent} \right|$$

अगर पॉवर प्रदान तंत्र की प्रतिबाधा ज़ेड टारगेट से अधिक होती है तो घटक के डाई को सही समय के अंदर सही पॉवर नहीं मिलेगा और सिग्नल अखंडता की समस्या पैदा होगी जो डिजिटल प्रणाली को प्रभावित करेगी।





चित्र 9 पी.डी.एन. डि-कपलिंग धारिता की प्रतिबाधा

निष्कर्ष

उच्च गति पी.सी.बी. मुद्रित सर्किट बोर्ड में जो चुनौतियां होती हैं उसे कम करने में कुछ आवश्यक प्रयास करने पड़ते हैं जिससे वैद्युत संकेत अखंडता (एस.आई.) और पॉवर अखंडता (पी.आई.) प्राप्त की जाती है। यह प्रयास महत्वपूर्ण डिजाइन नियम और सावधानी से युक्त पी.सी.बी. डिजाइन से आता है। वैद्युत संकेत अखंडता (एस.आई.) और पॉवर अखंडता (पी.आई.) को पी.सी.बी पर देखने और समझने के लिये ई-कैड सॉफ्टवेयर की आवश्यकता पड़ती है। इन सॉफ्टवेयर में यह योग्यता होती है कि वे सिग्नल के हर पहलू को समय के साथ दिखा सकें। । हमें आशा है कि भविष्य में भी हम इस तकनीक का और ज्यादा उपयोग करके इसरो के नये-नये मिशनों में और अच्छा कार्य कर पायेंगे।

आभार

इस लेख को लिखने व प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु मूल्यांकन समिति और तकनीकी संगोष्ठी आयोजन समिति, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र का आभार। इस लेख की समीक्षा करने हेतु श्री आदित्य शर्मा, वैज्ञा./अभि.-एस.एफ. का आभार। लेखन और ज्ञान वर्धक प्रवृतियों के लिए सदा प्रेरित करते श्री विनय कुमार एस , प्रधान, पी. डी. एफ.डी एवं श्री अरुण बिंदल, ग्रुप निदेशक, ई.एफ.एम.जी., एस्सा को हार्दिक धन्यवाद। राजभाषा कार्यान्वयन के सतत प्रोत्साहन के लिए निदेशक, सैक को खूब-खूब धन्यवाद। हमेशा हिंदी में काम करने में मदद करने के लिए हिंदी कक्ष का बहुत बहुत आभार।

सन्दर्भ

[1] Signal nad Power Integrity Simplified-2nd edition- Dr. Eric Bogatin

[2] High Speed Digital Design-Handbook of Black magic- Dr. H. Johnson & Graham Martin

[3] HighSpeedBoarddesign:www.altera.com/literature/an075.

[4] C.F.Coombs, Ed., Printed Circuits Handbook, 6th ed. McGraw-Hill,2007

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

इनसैट-3डीएस से सक्रिय अग्नि उत्पाद का वैधीकरण

निमिषा सिंह[1,*], रोहित प्रधान[1], बिपाशा पॉल शुक्ला[1] और मेहुल आर पंड्या[1]

*लेखक: वैज्ञानिक/अभियंता-एसई, पर्यावरण विज्ञान प्रभाग, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद

(nimisha@sac.isro.gov.in)

सार

यह मॉसडैक पर कार्यरत इनसैट-3डीएस सक्रिय अग्नि उत्पाद के वैधीकरण पर आधारित एक शोध पत्र है। हमने मार्च से मई 2025 की अवधि के लिए इनसैट-3डीएस सक्रिय अग्नि उत्पाद का मॉडिस डेटा के साथ वैधीकरण किया है। मार्च, अप्रैल और मई 2025 के लिए मॉडिस डेटा के विरुद्ध वैधीकरण के दौरान प्रदर्शन में भिन्नता देखी गई: मार्च में इसने 116,485 आग का पता लगाया, जिसमें आग का पता लगाने की संभावना (पी.ओ.डी) 68.9% थी; अप्रैल में 85,118 आग का पता चला, जिसमें पी.ओ.डी 64.59% था; और मई में 41,248 आग दर्ज की गई, हालांकि इसमें पी.ओ.डी कम होकर 40.03% रहा।

प्रस्तावना

भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह-3डीएस (इनसैट-3डीएस) का सक्रिय अग्नि उत्पाद मौसम विज्ञान और समुद्र विज्ञान उपग्रह डेटा संग्रह केंद्र (मॉसडैक) पोर्टल पर 5 फरवरी, 2025 से परिचालित है। यह उत्पाद इनसैट-3डीएस के मिड-इन्फ्रारेड (एमआईआर) और थर्मल इन्फ्रारेड-1 (टीआईआर1) बैंड का उपयोग करता है। इसका मुख्य उद्देश्य भारतीय उपमहाद्वीप और आसपास के क्षेत्रों में हर 30 मिनट के अंतराल पर सक्रिय आग (जंगलों या अन्य स्थानों पर लगी आग) का पता लगाना है। यह सक्रिय अग्नि उत्पाद उपयोगकर्ताओं के लिए केएमएल प्रारूप में उपलब्ध कराया गया है। सक्रिय अग्नि उत्पाद के लिए हमने इनसैट-3डीएस इमेजर के एमआईआर और टीआईआर1 चैनलों से ब्राइटनेस तापमान डेटा का प्रयोग किया है। यह डेटा इसरो मॉसडैक (mosdac.gov.in) से लेवल-1B स्टैंडर्ड (L1B STD) उत्पादों के रूप में प्राप्त किया गया है। यह सक्रिय अग्नि एल्गोरिदम 0° से 40° उत्तरी अक्षांश और 60° से 105° पूर्वी देशांतर के भौगोलिक क्षेत्र पर लागू किया गया है। अधिक जानकारी के लिए सिंह एवं अन्य (2025) का सन्दर्भ लें।

सक्रिय अग्नि उत्पाद का वैधीकरण

इनसैट-3डीएस द्वारा आग की पहचान का वैधीकरण करने के लिए, हमने नासा के फायर इंफॉर्मेशन फॉर रिसोर्स मैनेजमेंट सिस्टम (एफ.आई.आर.ऍम.एस) से मॉडिस कलेक्शन 6.1 सक्रिय अग्नि उत्पाद का उपयोग किया है, जो firms.modaps.eosdis.nasa.gov/download/ पर उपलब्ध है। यह मॉडिस डाटासेट शेपफाइल प्रारूप में प्रदान किया जाता है जो आग का स्थान, अधिग्रहण की तारीख और समय, अग्नि विकिरण शक्ति आदि जैसी महत्वपूर्ण जानकारी देता है। हमने मार्च, अप्रैल और मई 2025 के दौरान इनसैट-3डीएस अवलोकनों का वैधीकरण करने के लिए मॉडिस कलेक्शन 6.1 सक्रिय अग्नि उत्पाद का प्रयोग एक संदर्भ डेटासेट के रूप में किया है। इसके लिए हमने मॉडिस भ्रमण-पथ के दिन और रात दोनों से आग के स्थानों को विश्लेषण में शामिल किया है। मॉडिस और इनसैट-3डीएस आग की पहचान को सह-स्थानित करने के लिए दो मानदंडों का उपयोग किया गया है :

(1) इनसैट-3डीएस द्वारा डेटा प्राप्ति का समय मॉडिस के भ्रमण-पथ के ±1 घंटे के भीतर होना चाहिए तथा

(2) मॉडिस का अग्नि पिक्सेल, इनसैट-3डीएस के जियोलोकेशन ग्रिड के अनुसार, इनसैट-3डीएस के अग्नि पिक्सेल के केंद्र वाले 3x3 पिक्सेल के दायरे में आना चाहिए।

इन मापदंडों का उपयोग करते हुए, हमने मार्च, अप्रैल और मई के मॉडिस अग्नि पिक्सेल का मानचित्रण किया जो स्थानिक और अस्थायी रूप से इनसैट-3डीएस द्वारा पता लगाए गए स्थानों से मेल खाते थे। मॉडिस अग्नि पिक्सेल में एक विश्वास मेट्रिक होता है, जिसमें पिछले अध्ययनों (हावबकर एवं अन्य., 2008; बोलानो- डीआज एवं अन्य., 2022) में अक्सर झूठे अलार्म को कम करने के लिए ≥80% की सीमा लागू की जाती है। वैधीकरण परिणामों पर विश्वास स्तरों के प्रभाव का आकलन करने के लिए, मॉडिस अग्नि का पता लगाने को तीन श्रेणियों में वर्गीकृत किया गया:

उच्च (≥80%), मध्यम (50–80%) तथा कम विश्वास (<50%)

प्रत्येक श्रेणी के लिए, हमने उन मॉडिस अग्नि पिक्सेल प्रतिशत परिकलित किया जो परिभाषित स्थानिक और अस्थायी मापदंडों के आधार पर इनसैट-3डीएस द्वारा पता लगाए गए स्थानों के साथ सह-स्थित थे। इनसैट-3डीएस अग्नि संसूचन एल्गोरिथम के प्रदर्शन का मूल्यांकन करने के लिए, हमने समीकरण 1-3 (ई.यू.एम.ई.टी.एस.ए.टी 2021) का उपयोग करते हुए तीन मानक मापदंडों की गणना की है : आग का पता लगाने की संभावना (पी.ओ.डी.), यथार्थता (पी.आर.ई.), और मिथ्या अलार्म दर (एफ.ए.आर.)। सत्य सकारात्मक (टी.पी.) को इनसैट-3डीएस अग्नि पिक्सेल की संख्या के रूप में परिभाषित किया गया है जो मॉडिस अग्नि संसूचन के साथ सह-स्थित थे। मिथ्य नकारात्मक (एफ.एन.) की गणना उन अद्वितीय इनसैट-3डीएस ग्रिड सेल की संख्या के रूप में की गई थी जिनमें कम से कम एक उच्च-विश्वास मॉडिस अग्नि पिक्सेल शामिल था, लेकिन जो किसी भी इनसैट-3डीएस अग्नि संसूचन से मेल नहीं खाता। मिथ्या सकारात्मक (एफ.पी.) का अनुमान लगाने के लिए, हमने प्रत्येक मॉडिस कक्षा के स्वाथ और अवलोकन समय अवधि के भीतर इनसैट-3डीएस अग्नि पिक्सेल तक विश्लेषण को सीमित कर दिया। इनसैट-3डीएस अग्नि पिक्सेल जो उसी समयावधि के दौरान मॉडिस स्वाथ के भीतर आए, लेकिन किसी भी मॉडिस द्वारा अवलोकित आग के साथ सह-स्थित नहीं थे, उन्हें मिथ्या सकारात्मक के रूप में वर्गीकृत किया गया। इन गणनाओं के आधार पर, इनसैट-3डीएस अग्नि उत्पाद को मान्य करने के लिए पी.ओ.डी., पी.आर.ई., एफ.ए.आर., चूक त्रुटि (ओ.ई.) और कमीशन त्रुटि (सी.ई.) (समीकरण 4-5) निकाला गया है। चित्र 1 में, मार्च से मई 2025 के महीनों के लिए मॉडिस से सक्रिय अग्नि को दिखाया गया है, जो इनसैट-3डीएस उत्पाद के साथ संरेखित है। इन्हीं महीनों के लिए सक्रिय अग्नि वैधीकरण के आंकड़े नीचे दिए गए सारणी 1 में दिखाए गए हैं।

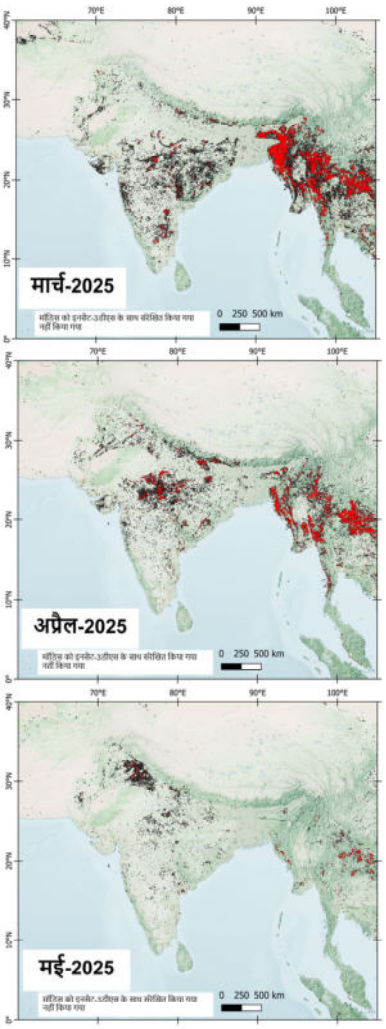
पी.ओ.डी. = टी.पी. /(टी.पी. + एफ.एन.) (1)

पी.आर.ई. = टी.पी. /(टी.पी. + एफ.पी.) (2)

एफ.ए.आर. = एफ.पी. /(टी.पी. + एफ.पी.) (3)

ओ.ई. =1- पी.ओ.डी (4)

सी.ई. =1- पी.आर.ई. = एफ.ए.आर (5)



चित्र 1: मार्च से मई 2025 तक मॉडिस से सक्रिय अग्नि पहचान जो इनसैट-3डीएस उत्पाद के साथ मिलती हैं।

सारणी 1: मार्च से मई 2025 तक सक्रिय अग्नि सत्यापन के आँकड़े।

माह	इनसैट-3डीएस अग्नि गणना	ऍमओडीआईएस अग्नि गणना	टीपी	एफएन	एफपी	पी.ओ.डी. (%)	पीआरई (%)	एफएआर (%)	ओई (%)	सीई (%)
मार्च-25	116485	82808	20238	9135	3617	68.9	84.84	15.16	31.1	15.16
अप्रैल-25	85118	43148	10424	5715	2801	64.59	78.82	21.18	35.41	21.18
मई-25	41248	11321	1016	1522	1528	40.03	39.94	60.06	59.97	60.06
कुल	242851	137277	31678	16372	7946	**65.93**	**79.95**	**20.05**	**34.07**	**20.05**

निष्कर्ष

यह कार्य मॉसडैक पर परिचालित इनसैट-3डीएस सक्रिय अग्नि उत्पाद के वैधीकरण को दर्शाता है। हमने मार्च से मई 2025 की अवधि के लिए मॉडिस डेटा के साथ इनसैट-3डीएस सक्रिय अग्नि का वैधीकरण किया है। मार्च, अप्रैल और मई 2025 के लिए मॉडिस डेटा के विरुद्ध वैधीकरण ने अलग-अलग प्रदर्शन दिखाया है। मार्च में इनसैट-3डीएस ने 116,485, अप्रैल में 85,118 तथा मई में 41,248 आग का पता लगाया है ।

आभार

लेखक डॉ. एन.एम. देसाई (निदेशक-सैक) और डॉ. रश्मि शर्मा (डीडी-ईपीएसए, सैक) को उनके बहुमूल्य मार्गदर्शन के लिए धन्यवाद देते हैं। इनसैट-3डीएस डेटा के लिए इसरो के मॉसडैक पोर्टल के आभारी हैं। नासा/लांस/फर्म्स से प्राप्त सक्रिय अग्नि डेटा के लिए भी आभार। सक्रिय अग्नि उत्पाद को मॉसडैक पर लागू करने के लिए हम श्री घनश्याम सांगर (वैज्ञानिक, सैक) के विशेष रूप से आभारी हैं।

सन्दर्भ

बोलानेओ-डियाज़ एस, कैमार्गो-कैसेडो वाई, सोरो टीडी, एन'ड्री एबी, बोलानेओ-ओर्टिज़ टीआर (2022). स्पशियो-टेम्पोरल कैरेक्टरराइजेशन ऑफ फायर यूजिंग ऍमओडीआईएस डेटा (2000-2020) इन कोलंबिया। फायर 5(5):134। https://doi.org/10.3390/fire5050134

ईयूएमईटीएसएटी (2021). SEVIRI FIR अपडेट वैलिडेशन रिपोर्ट। EUM/USC/DOC/21/1128257 v1A:21 जनवरी 2021 डार्मस्टेड, जर्मनी।

हॉबेकर टीजे, रैडेलॉफ वीसी, सिफर्ड एडी, झू जेड, स्टीवर्ट एसआई (2008) डिटेक्शन रेट्स ऑफ द ऍमओडीआईएस एक्टिव फायर प्रोडक्ट इन द यूनाइटेड स्टेट्स। रिमोट सेंसिंग ऑफ एनवायरनमेंट 112(5):2656-2664। https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.12.008

सिंह, एन., प्रधान, आर., शुक्ला, बी.पी., पंड्या, एम. आर. और शर्मा, आर. (2025) एक्टिव फायर डिटेक्शन यूज़िंग इंडियन जिओ-स्टेशनरी सैटेलाइट । सेंसिंग इन अर्थ सिस्टम साइंसेज । https://doi.org/10.1007/s41976-025-00233-4

संवाद-AI: एक सुरक्षित ऑफ़लाइन संवादात्मक AI

(श्री वैभव वरीश सिंह राठौर[1], श्री आलोक श्रीवास्तव[1])

श्री वैभव वरीश सिंह राठौर, वैज्ञानिक/ अभियंता-SD

सार

संवाद-AI एक इंट्रानेट आधारित संवादात्मक कृत्रिम बुद्धिमत्ता प्रणाली है, जो पारंपरिक चैटबॉट्स से अलग है। यह इंटरनेट कनेक्टिविटी पर निर्भर नहीं करता, बल्कि पूरी तरह से ऑफ़लाइन कार्य करता है, जिससे उपयोगकर्ता की प्रत्येक बातचीत गोपनीय और सुरक्षित बनी रहती है। यह संपूर्ण प्रणाली ओपन-सोर्स टूल्स की सहायता से विकसित की गई है, जो इसे परिवर्तनशील, पारदर्शी और अनुकूलन योग्य बनाती है। इस प्रणाली को संस्थान की विशिष्ट संरचना, सुरक्षा आवश्यकताओं और कार्यप्रणाली को ध्यान में रखते हुए अनुकूलित किया गया है।

1. संवाद-AI क्या है

संवाद-AI एक अत्याधुनिक इंट्रानेट आधारित संवादात्मक प्रणाली है, जो लार्ज लैंग्वेज मॉडल (LLM) पर आधारित है। यह आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI) की उन्नत तकनीक का उपयोग करता है, जो मानवीय भाषा को समझने, विश्लेषण करने और सटीक तथा प्रवाहपूर्ण उत्तर प्रदान करने में सक्षम है। इसे पुस्तकों, लेखों, वेबसाइटों और प्रोग्रामिंग कोड जैसी विशाल मात्रा में पाठ सामग्री पर प्रशिक्षित किया गया है, जिससे यह भाषा की संरचना, संदर्भ और बारीकियों की गहन समझ विकसित करता है। यह मॉडल वाक्य में संभावित अगले शब्द का अनुमान लगाकर उत्तर तैयार करता है, जिससे संवाद अधिक स्वाभाविक और सुसंगत बनता है – ठीक वैसे जैसे कोई जानकार साथी बात करता है।

"लार्ज" शब्द इस मॉडल की संरचनात्मक जटिलता को दर्शाता है, जिसमें अरबों पैरामीटर्स होते हैं जो इसे अर्थ निकालने, पैटर्न पहचानने और मानव-सरीखे संवाद करने की क्षमता प्रदान करते हैं। संवाद-AI उपयोगकर्ता को एक बुद्धिमान, संवेदनशील और तकनीकी रूप से दक्ष संवाद अनुभव प्रदान करता है, जो संस्थान की संरचना, गोपनीयता और कार्यप्रवाह के अनुसार अनुकूलित किया गया है।

संवाद-AI एक ऐसी संवादात्मक कृत्रिम बुद्धिमत्ता प्रणाली है जो पूरी तरह से ऑफ़लाइन कार्य करती है, और इस कारण यह उपयोगकर्ता की गोपनीयता को पूर्ण रूप से सुरक्षित रखते हुए उन्नत भाषा AI की क्षमताएँ प्रदान करती है। इसकी बहुमुखी प्रतिभा इसे कई क्षेत्रों में मूल्यवान बनाती है – जैसे शिक्षा में संवाद आधारित अधिगम को बढ़ावा देना, अनुसंधान में विषयवस्तु विश्लेषण को सरल बनाना, रचनात्मक लेखन में नवीन विचारों को जन्म देना, ग्राहक सहायता में तेज़ और सुसंगत प्रतिक्रिया देना, तथा अन्य संस्थानिक और व्यावसायिक उपयोगों में संवाद को स्वचालित और प्रभावी बनाना।

2. संवाद-AI की संरचना

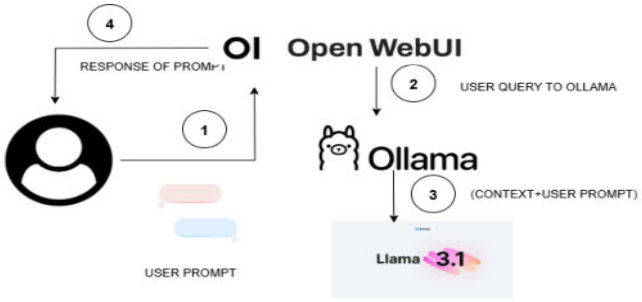


Figure 1 संवाद-AI की संरचना

संवाद-AI को इस प्रकार डिज़ाइन किया गया है कि यह उच्च प्रदर्शन वाली कृत्रिम बुद्धिमत्ता क्षमताएँ प्रदान करते हुए उपयोगकर्ताओं की गोपनीयता और सुविधा को प्राथमिकता देता है। इसकी वास्तुकला मॉड्यूलर और कंटेनर आधारित है, जिससे इसे संस्थानिक ढांचे में सहजता से स्थापित किया जा सकता है, सरलता से प्रबंधित किया जा सकता है, और आवश्यकतानुसार स्केलेबल बनाया जा सकता है। यह लचीली संरचना न केवल तकनीकी दक्षता को बढ़ाती है, बल्कि संस्थान को तेज़ी से बदलती ज़रूरतों के अनुसार समाधान को अनुकूलित करने की क्षमता भी देती है।

मुख्य अवसंरचना:

I. **डॉकर के साथ कंटेनरीकरण:** संवाद-AI की संरचना को इस प्रकार विकसित किया गया है कि इसके प्रत्येक मुख्य घटक स्वतंत्र रूप से अलग-अलग Docker कंटेनर में कार्य करते हैं। यह कंटेनरीकरण न केवल संसाधनों पर प्रभावी नियंत्रण की सुविधा प्रदान करता है, बल्कि सिस्टम के प्रत्येक हिस्से के बीच स्पष्ट अलगाव सुनिश्चित करता है। इस मॉडल के तहत अपडेट और रखरखाव की प्रक्रियाएँ भी कहीं अधिक सरल, सुव्यवस्थित और लचीली हो जाती हैं, जिससे संस्थान को तकनीकी प्रबंधन में अधिक दक्षता प्राप्त होती है।

II. **विज़ुअलाइज़ेशन नोड हार्डवेयर:** ये कंटेनर एक समर्पित नोड पर चलते हैं जिसमें डुअल NVIDIA A40 GPU लगे हैं, जो बड़े AI मॉडल को कुशलता से प्रोसेस करने में सक्षम हैं।

III. **OpenWebUI[I]:** यह एक यूजर-फ्रेंडली, स्वयं-होस्टेड AI प्लेटफ़ॉर्म है जिसे ऑफलाइन मोड में चलाने के लिए डिज़ाइन किया गया है। इसमें यूजर को सहज चैट इंटरफ़ेस मिलता है। इसे PRL की आवश्यकताओं के अनुसार कस्टमाइज़ किया गया

IV. **बैकएंड AI मॉडल**: बैकएंड में Ollama[II] फ्रेमवर्क का उपयोग किया गया है, जो स्थानीय हार्डवेयर पर बड़े भाषा मॉडल को कुशलता से चलाता है। इसमें विशेष रूप से Meta का LLaMA 3.1 70B मॉडल है, जो सभी भाषा-प्रसंस्करण कार्य करता है – जैसे प्रश्न समझना और उत्तर देना।

संवाद-AI की वास्तुकला सुरक्षा, पहुंच और अनुरक्षण के लिहाज़ से विशेष फायदे देती है। इसकी सबसे प्रमुख विशेषता है इसका ऑफ़लाइन मोड – क्योंकि पूरा सिस्टम (AI मॉडल और यूज़र इंटरफ़ेस सहित) स्थानीय रूप से चलता है, इसलिए इसे इंटरनेट कनेक्शन की आवश्यकता नहीं होती। यह इसे अनुसंधान प्रयोगशालाओं जैसे सुरक्षित वातावरणों के लिए उपयुक्त बनाता है। कंटेनरीकरण के कारण डिप्लॉयमेंट और अपग्रेड प्रक्रिया भी सरल होती है|

3. संवाद-AI के साथ संवाद

संवाद-AI के साथ संवाद की प्रक्रिया एक प्रॉम्प्ट से आरंभ होती है, जो उपयोगकर्ता द्वारा दिया गया कोई निर्देश, प्रश्न या अनुरोध होता है। इस प्रॉम्प्ट की स्पष्टता और विशिष्टता ही AI द्वारा प्रदान किए जाने वाले उत्तर की गुणवत्ता, गहराई और प्रासंगिकता को निर्धारित करती है। जहाँ सरल और संक्षिप्त प्रॉम्प्ट सीधे एवं छोटे उत्तर देते हैं, वहीं विस्तृत और बहु-स्तरीय प्रॉम्प्ट संवाद-AI से विश्लेषणात्मक रिपोर्ट, सारांश अथवा रचनात्मक सुझाव उत्पन्न कर सकते हैं। उपयोगकर्ता अपनी आवश्यकताओं के अनुसार प्रॉम्प्ट को दोहराकर या परिष्कृत करके AI की प्रतिक्रियाओं को नियंत्रित कर सकते हैं, जिससे संवाद-AI से अत्यंत सटीक, उद्देश्यपरक और अनुकूलित उत्तर प्राप्त किया जा सकता है।

4. संवाद-AI का एक्सेस

संवाद-AI वेब सेवा इस पते पर उपलब्ध है: https://samvad.lan.prl.res.in. इसे Nginx[III] वेब सर्वर

टूल की रिवर्स प्रॉक्सी मोड में विशिष्ट संरचना, सुरक्षा आवश्यकताओं और भौतिक अनुसन्धान प्रयोगशाला की कार्यप्रणाली को ध्यान में रखते हुए अनुकूलित किया गया है

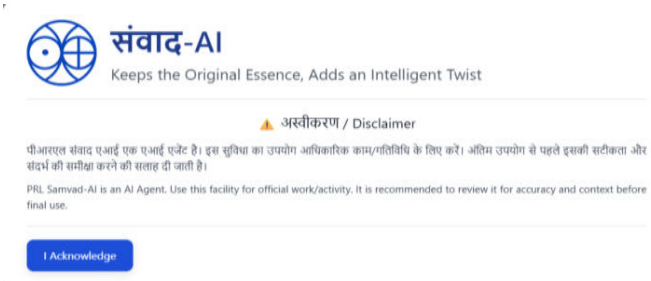


Figure 2 - संवाद-AI एक्सेस स्क्रीन

,

Figure 3 संवाद-AI का उदाहरण: प्रॉम्प्ट प्रश्न और उसका उत्तर

5. निष्कर्ष

संवाद-AI समावेशी और विश्वसनीय AI की दिशा में एक बड़ा कदम है। एक अत्याधुनिक LLM को पूरी तरह ऑफलाइन संरचना में समेकित करके, CNIT ने एक सुरक्षित प्लेटफ़ॉर्म बनाया है जहाँ उपयोगकर्ता उन्नत भाषा उपकरणों का उपयोग करते हुए अपनी डेटा गोपनीयता बनाए रख सकते हैं। यह प्लेटफ़ॉर्म गोपनीय अनुसंधान, संवेदनशील संवाद और सामुदायिक ज्ञान साझाकरण की नई संभावनाएं खोलता है।

6. आभार

हम प्रोफेसर अनिल भारद्वाज, निदेशक, PRL, के प्रति गहरी कृतज्ञता व्यक्त करते हैं, जिनके प्रोत्साहन और दूरदर्शी नेतृत्व ने हमें नवाचार की दिशा में आगे बढ़ने और उन्नत तकनीकों तथा टूल्स को अपनाने की प्रेरणा दी। हम PRL के रजिस्ट्रार और डीन के भी आभारी हैं, जिनके निरंतर सहयोग ने इस प्रयास को निरंतर बल प्रदान किया। इसके साथ ही, हम प्रोफेसर बिजय साहू, प्रोफेसर वरुण शील, प्रोफेसर नमित महाजन और डॉ. एम. शनमुगम के प्रति उनके बहुमूल्य सहयोग के लिए हार्दिक धन्यवाद ज्ञापित करते हैं। CNIT टीम के सभी सदस्यों के अथक समर्पण और प्रतिबद्धता के लिए हम विशेष रूप से आभारी हैं। अंततः, हम अपने सभी PRL सहयोगियों को उनके निरंतर समर्थन, विश्वास और सहभागिता के लिए धन्यवाद देते हैं, जिन्होंने इस पहल को साकार करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई।

7. संदर्भ

a. https://github.com/open-webui/open-webui
b. https://ollama.com/library/llama3.1
c. https://nginx.org/

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

गहरे संवहनीय बादलों का उपयोग करके इनसैट-3डीएस इमेजर दृश्य चैनल का अंशांकन

दानिश हुसैन और मन विनायक शुक्ला, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद।

प्रस्तुत करने वाले लेखक: दानिश हुसैन*, वैज्ञानिक/अभियंता-'एस.ई.', एम.ओ.वी.डी./ई.पी.एस.ए., अंतरिक्ष उपयोग केंद्र।

सार

इनसैट-3डीएस इमेजर दृश्य चैनल का अंशांकन मई 2025 के लिए गहरे संवहन बादलों का उपयोग करके किया गया है। गहरे संवहन बादलों का पता जल वाष्प और टीआईआर-1 चैनलों के चमक तापमान अंतर, गहरे संवहन बादलों की स्थानिक समरूपता और सौर ज्यामितीय रोशनी स्थितियों का उपयोग करके किया गया है। मई 2025 के लिए अंशांकन गुणांक 1.22 पाया गया है।

प्रस्तावना

यह आलेख मई 2025 के लिए इनसैट-3डीएस इमेजर दृश्य चैनल के गहरे संवहनीय बादलों के अंशांकन की रिपोर्ट प्रस्तुत करता है।

गहरे संवहनीय बादल इष्टतम सौर परावर्तक होते हैं तथा गैर-तिरछी रोशनी और दृश्य स्थितियों के तहत एक समदैशिक लक्ष्य के रूप में व्यवहार करते हैं। वे उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में बहुत आम हैं और सबसे चमकीले लक्ष्य हैं। ये ट्रोपोपॉज़ क्षेत्र के पास स्थित होते हैं जहाँ सतह पर दिखाई देने वाले विकिरण प्रभाव, एरोसोल और जलवाष्प अवशोषण का विकिरण प्रभाव न्यूनतम होता है। इन्हें सरल अवरक्त (इन्फ्रारेड) सीमा थ्रेशोल्ड तकनीकों का उपयोग करके पहचाना जा सकता है जो इन्हें अंशांकन के उद्देश्य के लिए आदर्श अपरिवर्तनीय लक्ष्य बनाती हैं। इस प्रकार गहरे संवहनीय बादलों का उपयोग करके उपग्रह इमेजर के दृश्य चैनल को सुसंगत और सुदृढ़ तरीके से अंशांकित किया जा सकता है।

डेटा और कार्यप्रणाली

इनसैट-3डीएस इमेजर एल1बी एसटीडी डेटा मई 2025 के लिए एम.ओ.एस.डी.ए.सी. वेबसाइट से लिया गया है। डेटा को क्रमशः दृश्यमान (0.55-0.75 माइक्रोमीटर), जल वाष्प (6.5 - 7.1 माइक्रोमीटर) और टीआईआर-1 (10.2 - 11.3 माइक्रोमीटर) चैनलों के आवश्यक दृश्यमान चमक और चमक तापमान मान प्राप्त करने के लिए संसाधित किया गया है। ये सभी चैनल 8 किलोमीटर के जल वाष्प चैनल रिज़ॉल्यूशन पर ग्रिड किए गए हैं।

इनसैट-3डी श्रृंखला डेटा के विवरण और विकिरण और चमक तापमान में गणनाओं के रूपांतरण के लिए, इच्छुक पाठक इनसैट-3 एल्गोरिथम के सैद्धांतिक आधार दस्तावेज़ प्राप्त करने के लिए एम.ओ.एस.डी.ए.सी. वेबसाइट पर जा सकते हैं।

अंशांकन के लिए पहला चरण इनसैट-3डीएस इमेजरी में गहरे संवहनीय बादलों की पहचान करना है। दूसरे चरण में दृश्य विकिरण के लिए पहचाने गए गहरे संवहनीय बादल पिक्सेल का प्रसंस्करण और दृश्य चैनल डेटा के प्रदर्शन का आकलन करने के लिए आगे सांख्यिकीय विश्लेषण शामिल है। गहरे संवहनीय बादलों की पहचान करने की प्रक्रिया तापीय अवरक्त विकिरण-1 (टीआईआर-1) की सीमा और जलवाष्प एवं टीआईआर-1 चैनलों के बीच चमक तापमान अंतर (बीटीडी) पर आधारित है।

इन मानदंडों का उपयोग करके गहरे संवहनीय बादल घोषित किए गए पिक्सेल को पूर्व शोधों साहित्य में गर्म जल वाष्प पिक्सेल कहा जाता है। इनसैट पर लागू तकनीक के बारे में पूरी जानकारी और चर्चा एक शोध पत्र में उपलब्ध है जो समीक्षाधीन है।

जिन चैनलों का उपयोग किया जाता है वे इस प्रकार हैं: (1) चैनल -1 (दृश्यमान) - इस चैनल का उपयोग प्रस्तावित रुचि के डोमेन पर दृश्यमान चमक प्राप्त करने के लिए किया गया है और (2) चैनल-4 और चैनल-5 (जल वाष्प और टीआईआर-1) चमक तापमान - इन चैनलों का उपयोग गहरे संवहनीय बादलों का पता लगाने के लिए किया गया है।

भारतीय क्षेत्र के भीतर अंतर-उष्णकटिबंधीय अभिसरण क्षेत्र को रुचिकर प्रस्तावित/विचाराधीन क्षेत्र माना गया। केवल उन्हीं पिक्सेल्स को लिया गया है जिनका टीआईआर-1 चमक तापमान <= 220 केल्विन के बराबर या उस से कम है और साथ ही जलवाष्प और टीआईआर-1 चैनलों के बीच चमक तापमान अंतर शून्य या उस से अधिक >=0.0 है। द्विदिशिक परावर्तन कारक और विषमदैशिक कारकों को ध्यान में रखते हुए, केवल उन्हीं पिक्सेल्स को लिया गया है जिनका दृश्य शीर्ष कोण और उपग्रह शीर्ष कोण 0 डिग्री से 30 डिग्री की सीमा में है।

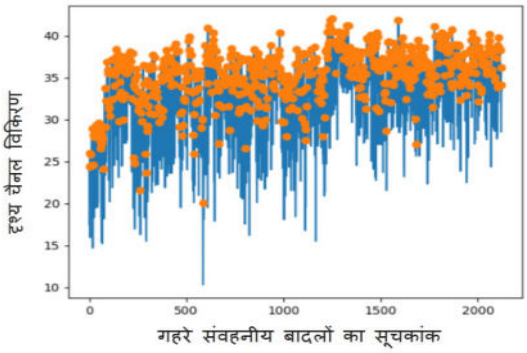
गहरे संवहनीय बादलों के पिक्सेल का पता लगाने के बाद, केवल उन्ही पिक्सेल के दृश्यमान विकिरण विकिरणों के मान एक फ़ाइल में लिखे गए। का उपयोग कर, मई 2025 के लिए प्रायिकता घनत्व फलन तैयार किया गया और सभी पहचाने गए गहरे संवहनीय बादलों के पिक्सेल के लिए प्लॉट किया गया। विकिरण स्थानांतरण मॉडल एस.बी.डी.ए.आर.टी. को गहरे संवहनीय बादलों वाले उष्णकटिबंधीय वायुमंडल के लिए कॉन्फ़िगर किया गया और तुलना के लिए संदर्भ प्रायिकता घनत्व फलन प्राप्त करने के लिए चलाया गया। दोनों प्रायिकता घनत्व फलनों के बहुलक की गणना की गई और अंशांकन गुणांक प्राप्त करने के लिए एस.बी.डी.ए.आर.टी. के बहुलक और उपग्रह दृश्यमान विकिरण के बहुलक के अनुपात की गणना की गई।

परिणाम और चर्चा

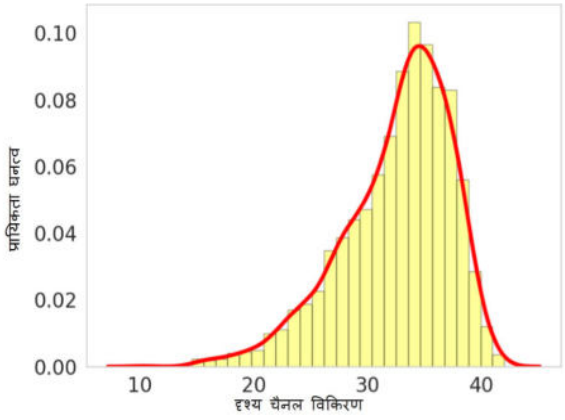
चित्र-1 में गहरे संवहनीय बादलों के लिए इनसैट-3डीएस इमेजर दृश्य चैनल रेडिएशन में परिवर्तन को दर्शाया गया है। यह 15 से 40 मिलीवाट प्रति वर्ग सेंटीमीटर प्रति स्टेरेडियन प्रति माइक्रोमीटर के मानों की एक श्रृंखला दर्शाता है। दृश्य रेडिएशन के माध्य, बहुलक, माध्यिका और मानक विचलन के मान क्रमशः 32.56, 35.45, 33.49 और 4.76 मिलीवाट प्रति वर्ग सेंटीमीटर प्रति स्टेरेडियन प्रति माइक्रोमीटर हैं। जबकि आँकड़ों का कर्टोसिस 0.71 है। कर्टोसिस का निम्न मान प्रायिकता वितरण फलनों के कम अंत को दर्शाता है।

चित्र-2 मई 2025 के लिए इनसैट-3डीएस गहरे संवहनीय बादलों की दृश्य चमक के संभाव्यता घनत्व वितरण फ़ंक्शन को दर्शाता है। संभाव्यता घनत्व वितरण फ़ंक्शन सभी पहचाने गए गहरे संवहनीय बादलों के दृश्य चमक मूल्यों के लिए उत्पन्न किए गए हैं।

मई 2025 के लिए इनसैट-3डीएस दृश्य विकिरण के लिए संभाव्यता घनत्व वितरण फलन के बहुलक का मान 35.45 मिली वाट प्रति वर्ग सेमी प्रति स्टारेडियन प्रति माइक्रोमीटर है। जबकि एस.बी.डी.ए.आर.टी. सिमुलेशन के लिए संभाव्यता घनत्व वितरण फलन के बहुलक का मान 43.85 मिली वाट प्रति वर्ग सेमी प्रति स्टारेडियन प्रति माइक्रोमीटर है। इसलिए मई 2025 के लिए इनसैट-3डीएस इमेजर दृश्य चैनल के लिए अंशांकन गुणांक 1.22 है।



चित्र-1: गहरे संवहनीय बादलों के लिए दृश्यमान चमक में परिवर्तन



चित्र-2: गहरे संवहनीय बादलों की दृश्य चमक के लिए संभाव्यता घनत्व फलन

निष्कर्ष

मई 2025 के लिए इनसैट-3डीएस इमेजर के दृश्य चैनल का अंशांकन गहन संवहनीय बादलों का उपयोग करके किया गया है। अंशांकन गुणांक की गणना विकिरण स्थानांतरण मॉडल के दृश्यमान विकिरण के मोड बहुलक मान का उपयोग करके की गई है। गहन संवहनीय बादलों का पता लगाना जल वाष्प और टीआईआर -1 चैनलों के थ्रेशोल्ड मानों पर आधारित है। मई 2025 के लिए इनसैट-3डीएस इमेजर के दृश्य चैनल का अंशांकन गुणांक 1.22 है।

आभार

लेखक निदेशक, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, उप निदेशक, ईपीएसए, समूह निदेशक, एटीवीजी को उनके मार्गदर्शन और समर्थन के लिए धन्यवाद देते हैं।

सन्दर्भ

[1] डेविड डोलिंग एट अल, "एक अपरिवर्तनीय अंशांकन लक्ष्य और एक दृश्य अंशांकन तकनीक के रूप में गहरे संवहनीय बादलों का लक्षण वर्णन", आई.ई.ई.ई. टी.जी.आर.एस., खंड 51, संख्या 3, पृष्ठ-1147, अप्रैल 2013।

[2] दानिश हुसैन, सी.एम. किश्तवाल और पी.के. पाल, "कल्पना-1 वी.एच.आर.आर. से गहन संवहनीय बादलों का पता लगाना: इनसैट-3डी इमेजर और साउंडर से आंधी-तूफान के पूर्वानुमान की दिशा में एक कदम", एसएसी/ईपीएसए/एओएसजी/एएसडी/एसआर/16/2012।

(संदर्भों का हिंदी अनुवाद यहां दिखाया गया है।)

*danish@sac.isro.gov.in

चंद्रयान-2 छवियों से कनवोल्यूशन न्यूरल नेटवर्क का उपयोग करके चंद्र क्रेटर पता लगाने की एक नवीन तकनीक

हेमंत कुमार लालवानी, अब्दुल्ला सुहेल, सुरेश के.
वैज्ञानिक/अभियंता-एसई, हाई रिज़ोल्यूशन डेटा प्रोसेसिंग डिवीजन, सिग्नल और इमेज प्रोसेसिंग एरिया
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो), अहमदाबाद-380015 (भारत)
hemant.lalwani@sac.isro.gov.in

सार

उच्च-रिज़ॉल्यूशन चंद्र इमेजिंग में हालिया प्रगति, विशेष रूप से एलआरओ के नैरो एंगल कैमरा और चंद्रयान-2 के ऑर्बिटर हाई रेज़ोल्यूशन कैमरा (ओएचआरसी) से, ने विश्वसनीय और स्वचालित क्रेटर पहचान विधियों की आवश्यकता उत्पन्न की है। मौजूदा एल्गोरिदम अक्सर इन उच्च-रिज़ॉल्यूशन ओएचआरसी छवियों में मीटर-स्तरीय क्रेटरों का पता लगाने में विफल रहते हैं, और मैन्युअल पहचान एक श्रमसाध्य और समय लेने वाला कार्य है। यह शोध एक अनुकूलित यू-नेट कन्वोल्यूशनल न्यूरल नेटवर्क (सीएनएन) का उपयोग करके एक गहन शिक्षण-आधारित दृष्टिकोण विकसित करने पर केंद्रित है ताकि उच्च-रिज़ॉल्यूशन ऑप्टिकल इमेजरी से छोटे मीटर-स्तरीय क्रेटरों का स्वचालित रूप से पता लगाया जा सके, जो क्रेटर वितरण विश्लेषण और आयु निर्धारण जैसे वैज्ञानिक अध्ययनों का समर्थन कर सके, और रोवर्स और लैंडर्स के लिए मिशन योजना में सहायता कर सके। विकसित मॉडल ने ओएचआरसी एवं टेरेन मैपिंग कैमरा (टीएमसी) छवियों का उपयोग करके 5 से 100 पिक्सेल तक के क्रेटरों का उच्च सटीकता के साथ सफलतापूर्वक पता लगाया, और छोटे क्रेटरों का पता लगाने में 85% सफलता दर प्राप्त की। यह प्रणाली उच्च-मात्रा वाली छवि पट्टियों के प्रसंस्करण में प्रभावी साबित हुई, जिससे शोधकर्ताओं को क्रेटर निष्कर्षण प्रक्रिया के बजाय बाद के वैज्ञानिक विश्लेषण पर ध्यान केंद्रित करने में मदद मिली।

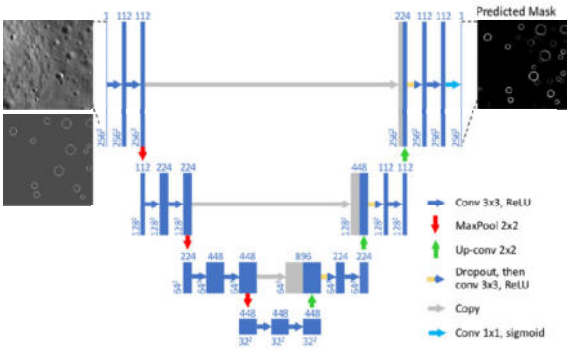
1. प्रस्तावना

उच्च-रिज़ॉल्यूशन ऑप्टिकल छवियों से चंद्रमा की सतह पर छोटे, मीटर-स्तरीय क्रेटरों का स्वचालित रूप से पता लगाने के लिए एक गहन शिक्षण-आधारित मॉडल विकसित किया गया है। अधिकांश एल्गोरिदम किलोमीटर से लेकर उप-किलोमीटर स्तर तक के आकार के क्रेटरों का पता लगाने या क्रेटरों का पता लगाने के लिए डिजिटल एलिवेशन मॉडल (डीईएम) का उपयोग करने तक सीमित हैं। यह शोध पिछले एल्गोरिदम की सीमाओं को संबोधित करती है जो उच्च-रिज़ॉल्यूशन छवियों और मैनुअल क्रेटर पहचान की श्रमसाध्य प्रकृति के साथ संघर्ष करते थे। यह शोध विशेष रूप से प्रासंगिक है क्योंकि अब लूनर रिकॉनिसेंस ऑर्बिटर (एलआरओ) के नैरो एंगल कैमरा और चंद्रयान-2 के ऑर्बिटर हाई रेजोल्यूशन कैमरा (ओएचआरसी) से उच्च-रिज़ॉल्यूशन डेटा उपलब्ध है। ये उपकरण अभूतपूर्व विवरण प्रदान करते हैं, जिससे क्रेटर वितरण, चंद्र सतह की आयु निर्धारण और द्वितीयक क्रेटर निर्माण को समझने जैसे वैज्ञानिक अध्ययनों के लिए स्वचालित और सटीक क्रेटर पहचान आवश्यक हो जाती है। क्रेटर कालक्रम का एक प्रमुख सिद्धांत यह है कि पुरानी सतहों पर नई सतहों की तुलना में क्रेटरों की संख्या और घनत्व अधिक होता है। आयु निर्धारण के अलावा, विस्तृत क्रेटर मानचित्रण रोवर नेविगेशन और आगामी चंद्र मिशनों के लिए सुरक्षित लैंडिंग स्थलों का चयन शामिल है।

एक प्रभावी क्रेटर खोज एल्गोरिदम (सीडीए) डिज़ाइन करना कई चुनौतियाँ प्रस्तुत करता है 1) एल्गोरिदम को भूमध्यरेखीय और ध्रुवीय दोनों क्षेत्रों में, छोटे से लेकर बड़े तक, सभी आकारों के क्रेटरों का पता लगाना होगा, जिनमें अतिव्यापी क्रेटरों का भी पता लगाना शामिल है। 2) चंद्र सतह की विषम प्रकृति, साथ ही रोशनी, सतह के गुणों और छवियों के स्थानिक रिज़ॉल्यूशन में भिन्नता, खोज को जटिल बनाती है। 3) विशेषता संगति: क्रेटरों में अक्सर मजबूत, सामान्य विशेषताओं का अभाव होता है, और उनका स्वरूप क्षरण और समूहीकरण से प्रभावित हो सकता है, जिससे उन्हें पहचानना मुश्किल हो जाता है।

2. क्रियाविधि

इस पत्र में, हमने यू-नेट आर्किटेक्चर [2] का एक अनुकूलित संस्करण प्रस्तावित किया है, जो पिक्सेल-वार छवि विभाजन के लिए डिज़ाइन किया गया एक कन्वोल्यूशनल न्यूरल नेटवर्क (सीएनएन) [1] है, जोकि चित्र 1 में दिखाया गया है। मॉडल को ऑप्टिकल छवियों और बाइनरी रिंग मास्क पर प्रशिक्षित किया गया है जो क्रेटर परिधि को रेखांकित करते हैं | परिणाम एक ग्रे-स्केल छवि है जहाँ उज्जवल पिक्सेल अनुमानित क्रेटर रिम्स को दर्शाते हैं। फिर इस आउटपुट से क्रेटर की सटीक स्थिति और आकार निकालने के लिए एक टेम्पलेट मिलान एल्गोरिथ्म का उपयोग किया जाता है। सामान्य कार्यप्रवाह में कई चरण शामिल हैं: प्रशिक्षण और परीक्षण डेटा तैयार करना, डिटेक्शन मॉडल डिज़ाइन और विकसित करना, मॉडलों को प्रशिक्षित और फ़ाइन-ट्यूनिंग करना, अलग-अलग रिज़ॉल्यूशन और रोशनी वाले डेटासेट के साथ प्रयोग करना, और अंत में, क्रेटर को उनकी स्थिति और त्रिज्या के साथ स्थानीयकृत करने के लिए पूर्वानुमानों का पोस्ट-प्रोसेसिंग करना।



चित्र1 यू-नेट पर आधारित कन्वोल्यूशनल न्यूरल नेटवर्क (सीएनएन) आर्किटेक्चर

3. प्रयोग और परिणाम

यह खंड प्रस्तावित एल्गोरिथ्म का उपयोग करके प्राप्त परिणामों के बारे में बात करता है। हमने चंद्रयान-2 ओएचआरसी और टीएमसी छवियों से प्राप्त 1,000 ऑप्टिकल छवियों का उपयोग करके अपने क्रेटर डिटेक्शन एल्गोरिदम का मूल्यांकन किया, जिनका स्थानिक रिज़ॉल्यूशन क्रमशः 28 सेमी और 5 मीटर था। प्रत्येक छवि को 512x512 पिक्सेल पर मानकीकृत किया गया था। डेटासेट को यादृच्छिक रूप से 70% प्रशिक्षण, 15% सत्यापन और 15% परीक्षण सेटों में विभाजित किया गया था| यह देखा गया कि मॉडल क्रेटरों की भविष्यवाणी करके संतोषजनक ढंग से काम कर रहा है।

3.1 गुणात्मक परिणाम

चित्र 2 प्रस्तावित विधि का उपयोग करके चंद्रयान-2 ओएचआरसी और टीएमसी छवियों पर गुणात्मक परिणाम दिखाता है ।

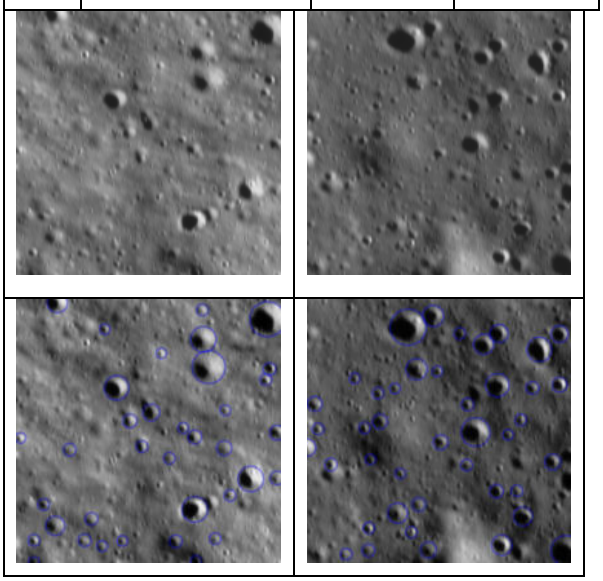
3.2 मात्रात्मक परिणाम

मॉडल के प्रदर्शन का मूल्यांकन विभिन्न कैमरों (ओएचआरसी, टीएमसी, और एलआरओ) से प्राप्त ऑप्टिकल छवियों पर प्रिसिशन और रिकॉल मेट्रिक्स का उपयोग करके किया गया था, जैसा कि तालिका 1 में सूचीबद्ध है।

तालिका 1 सभी डाटासेट के परिणामो का सारांश

स.	सेंसर	प्रिसिशन	रिकॉल

1.	ओएचआरसी	0.84	0.56
2.	टीएमसी	0.81	0.52
3.	एलआरओ	0.86	0.59



चित्र 2 चंद्रयान-2 ओएचआरसी छवि पर क्रेटर खोज एल्गोरिदम (सीडीए) के दृश्य परिणाम

4. निष्कर्ष

विकसित डीप लर्निंग मॉडल ने 85% की सटीकता दर के साथ 5 पिक्सेल जितने छोटे क्रेटरों का सफलतापूर्वक पता लगाया। इसने टीएमसी और ओएचआरसी दोनों कैमरों से प्राप्त बड़ी, उच्च-मात्रा वाली छवि पट्टियों को प्रभावी ढंग से संसाधित किया। मॉडल ने 5 से 100 पिक्सेल तक के क्रेटरों का सटीक रूप से पता लगाया, लेकिन कभी-कभी अपने ग्रहणशील क्षेत्र के आकार से बड़े क्रेटरों को नहीं पकड़ पाया। खोजे गए क्रेटरों के व्यास की सटीकता, जमीनी सच्चाई से तुलना करने पर 90% थी।भविष्य का कार्य अधिक व्यापक रूप से लेबल किए गए जमीनी सच्चाई डेटा के साथ मॉडल की सटीकता में सुधार और बड़े क्रेटरों का पता लगाने की मॉडल की क्षमता को बढ़ाने पर केंद्रित होगा। इस दृष्टिकोण को ट्रांसफर लर्निंग के माध्यम से अन्य ग्रहीय पिंडों पर क्रेटर का पता लगाने के लिए भी विस्तारित किया जा सकता है।

5. आभार

लेखक इस कार्य को करने का प्रोत्साहन देने के लिए अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (एसएसी) अहमदाबाद के निदेशक श्री नीलेश एम. देसाई के प्रति हार्दिक आभार व्यक्त करते हैं। हाई रिज़ोल्यूशन डेटा प्रोसेसिंग डिवीजन, एसआईपीए के सदस्यों से प्राप्त निरंतर समर्थन और प्रेरणा भी अत्यधिक सराहनीय है।

6. सन्दर्भ

1. गुडफेलो, वाई. बेंजियो और ए. कोरविल. "डीप लर्निंग ऍमआईटी प्रेस, 2016"|
2. रोनबर्गर, ओ., फिशर, पी., ब्रोक्स, टी. "यू-नेटः बायोमेडिकल इमेज सेगमेंटेशन के लिए कन्वोलुशनल नेटवर्क"।

नाविक - एल5 (NavIC - L5) मोड में स्थिति त्रुटि और GDOP प्रदर्शन पर उपलब्ध केवल 4 नाविक उपग्रहों के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए लॉग किए गए नाविक रिसीवर डेटा का विश्लेषण

श्री यज्ञेशकुमार आर. पटेल
वैज्ञानिक/इंजीनियर - एस. जी.
एन. एस. डी./एन. टी. ए. जी./एस. एस. ए. ए.
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन
yagnesh67@sac.isro.gov.in

सार

यह विश्लेषण 31 घंटे से अधिक की लंबी अवधि के लिए लॉग किए गए नाविक रिसीवर डेटा पर किया गया है। डेटा लॉगिंग 15-5-2025 को 10:18 बजे शुरू की गई थी और 16-5-2025 को 17:30 बजे रात तक जारी रही। NavIC - L5 मोड में स्थिति त्रुटि और GDOP प्रदर्शन पर केवल 4 NavIC उपग्रहों के प्रभाव का विस्तार से विश्लेषण किया गया था। अब हमारे पास PRN - 2, 6, 9 और 10 के साथ केवल 4 NavIC उपग्रह उपलब्ध हैं। PRN - 2 यानी 1B और PRN - 9 यानी 1I GSO उपग्रह हैं जो 8 का एक आंकड़ा बनाते हैं। शेष दो यानी PRN - 6 और 10 (1F और 1J) GEO उपग्रह हैं। 1C 7 जून 2024 तक ठीक से काम कर रहा था। लेकिन 8 जून 2024 से, 1C अंतिम परमाणु घड़ी की विफलता के कारण स्थिति निर्धारण के लिए उपलब्ध नहीं था। NavIC डेटा लगभग 12 महीने बाद लॉग किया गया था। 1D और 1E के खराब होने के बाद , 1C अगला उपग्रह है जिसकी घड़ी विफल हो गई है। NVS 01 के आकाश में होने के साथ, हम फिर से उपग्रहों की संख्या की आवश्यकता के महत्वपूर्ण चरण में हैं। उपर्युक्त अवधि के लिए लॉग किए गए डेटा के लिए GDOP और स्थिति त्रुटि डेटा का विस्तार से विश्लेषण किया गया है। स्थिति त्रुटि (Position Error - PE) और GDOP प्रदर्शन बहुत प्रभावित होता है। विश्लेषण नाविक - एल5 (NavIC - L5) पोजिशनिंग मोड के लिए किया गया है।

कीवर्ड - NavIC, GDOP, स्थिति त्रुटि, IRDAS

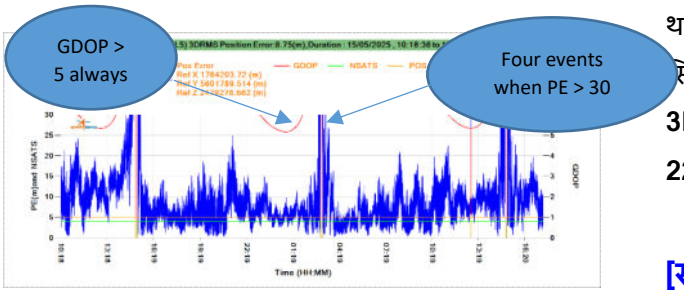
प्रस्तावना

नेविगेशन विद इंडियन कांस्टेलेशन (NavIC) एक स्वतंत्र, स्वदेशी रूप से विकसित उपग्रह नेविगेशन प्रणाली है जिसे भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (ISRO) द्वारा पूरी तरह से नियोजित, स्थापित और नियंत्रित किया जाता है। नाविक को पहले भारतीय क्षेत्रीय नेविगेशन सैटेलाइट सिस्टम (IRNSS) के रूप में जाना जाता था।

स्थिति त्रुटि विश्लेषण

मेसर्स एकॉर्ड सिस्टम्स ने नाविक रिसीवर बनाया है जो NavIC - L5 और S सिग्नल के साथ-साथ GPS - L1 सिग्नल को प्रोसेस करने में सक्षम है, इसे अंतरिक्ष उपयोग केंद्र की बिल्डिंग 24 में लगाया गया है। ट्राई-बैंड एंटीना को अच्छी तरह से सर्वे किए गए स्थान पर बिल्डिंग 24 की छत पर रखा गया है। इस बिंदु के स्थिति निर्देशांक को संदर्भ स्थान के रूप में लिया जाता है। इस स्थान के संबंध में स्थिति त्रुटि पाई जाती है।

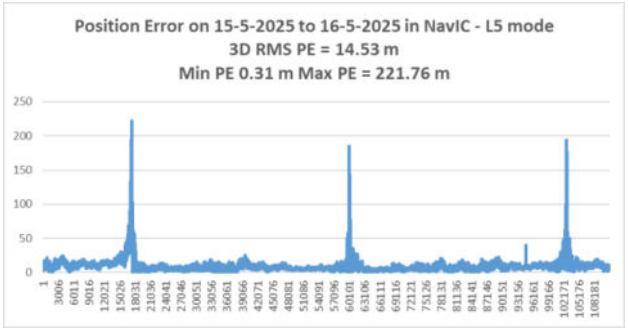
[ए] IRDAS उत्पन्न प्लॉट



चित्र 1 IRDAS उत्पन्न प्लॉट

अवलोकन: 3D RMS PE 8.75 मीटर है। GDOP हमेशा > 5 होता है। अधिकांश समय, GDOP > 6 होता है। IRDAS 30 मीटर से ऊपर और GDOP > 10 वाले PE पॉइंट को बाहर करता है। प्लॉट पर स्थिति खोने की चार घटनाएँ दिखाई देती हैं। **इसलिए सटीक 3D RMS PE और अधिकतम PE संख्याएँ प्राप्त करने के लिए मैन्युअल विश्लेषण आवश्यक है।**

[बी] मैन्युअल रूप से उत्पन्न स्थिति त्रुटि (PE) प्लॉट



चित्र 2 मैन्युअल रूप से उत्पन्न स्थिति त्रुटि (PE) प्लॉट

अवलोकन:

कुल 112308 सेकंड यानी 31 घंटे 11 मिनट 48 सेकंड (TOWC का लुप्त समय भी शामिल)

स्थिति मान (Position) खोई हुई घटनाएँ - कुल 4

प्रथम घटना 356 सेकंड के लिए (अर्थात लगभग 6 मिनट)

दूसरी घटना 349 सेकंड के लिए (अर्थात लगभग 6 मिनट)

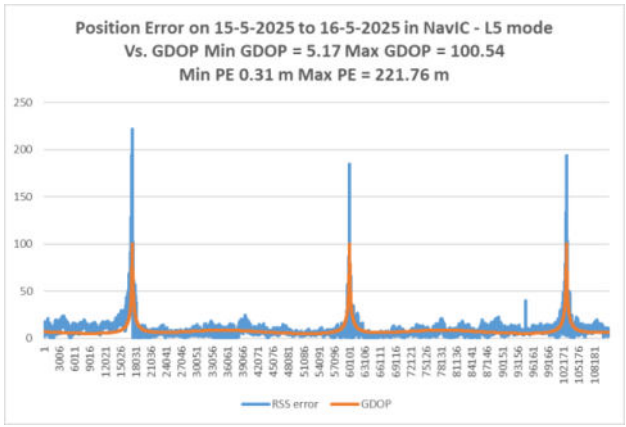
तिसरी घटना 48 सेकंड के लिए (अर्थात 1 मिनट से भी कम समय के लिए)

चौथी घटना 365 सेकंड के लिए (अर्थात लगभग 6 मिनट)

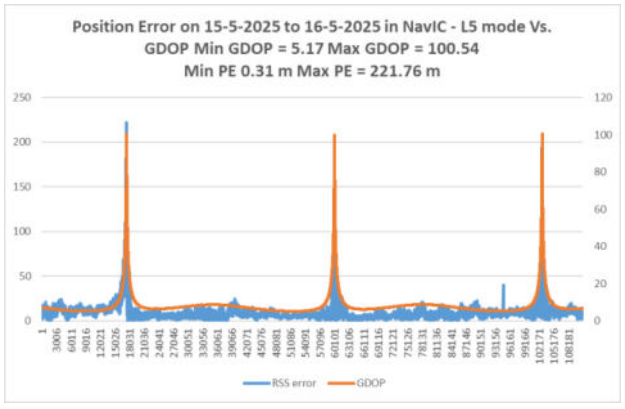
कुल 111167 सेकंड जब गैर शून्य स्थिति मान उपलब्ध था अतः स्थिति उपलब्धता = 98.98% (IRDAS गणना स्थिति उपलब्धता 99%)

3D RMS PE = 14.53 मीटर, अधिकतम स्थिति त्रुटि 221.76 मीटर, न्यूनतम स्थिति त्रुटि 0.31 मीटर

[सी] स्थिति त्रुटि विश्लेषण के साथ GDOP विश्लेषण



चित्र 3 स्थिति त्रुटि के साथ GDOP विश्लेषण

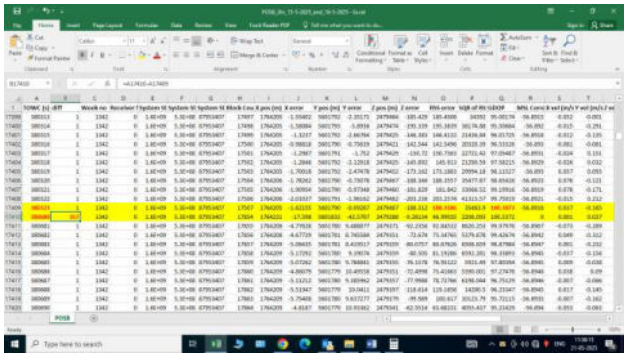


चित्र 4 PE के साथ GDOP विश्लेषण

अवलोकन: यह देखा गया है कि GDOP हमेशा > 5 रहता है और अधिकतम समय > 6 होता है। ऐसे 3 बिंदु हैं जब GDOP > 100 होता है। इन बिंदुओं पर, स्थिति त्रुटि बहुत उच्च मानों तक पहुँच जाती है। इसलिए रिसीवर स्थिति की गणना करना बंद कर देता है।

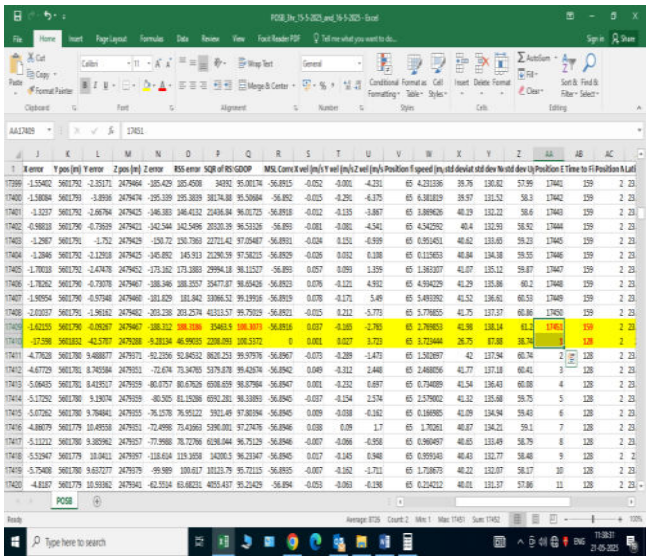
[डी] Position Lost अंक विश्लेषण:

[डी.1] प्रथम घटना



चित्र 5 प्रथम घटना

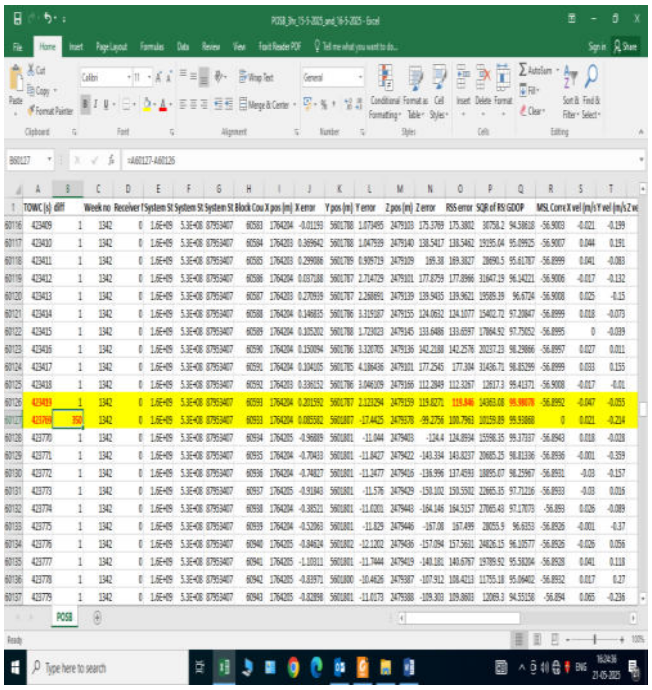
अवलोकन: पहली बार 356 सेकंड के लिए स्थिति खो गई। दिनांक 15-5-2025 IST 15:08:26 बजे से 15:14:21 बजे तक खो जाती है। स्थिति खोने से ठीक 1 सेकंड पहले स्थिति त्रुटि 188.32 मीटर है और GDOP 100 को पार कर गया है।



चित्र 6 प्रथम घटना

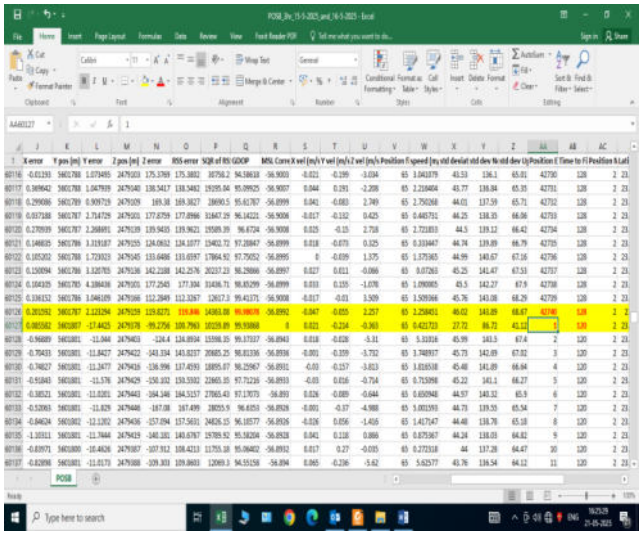
अवलोकन: IST 15:14:22 बजे 356 सेकंड के बाद स्थिति पुनः प्राप्त होती है। इस बिंदु पर नया TTFF प्राप्त होता है।

[डी.2] दूसरी घटना



चित्र 7 दूसरी घटना

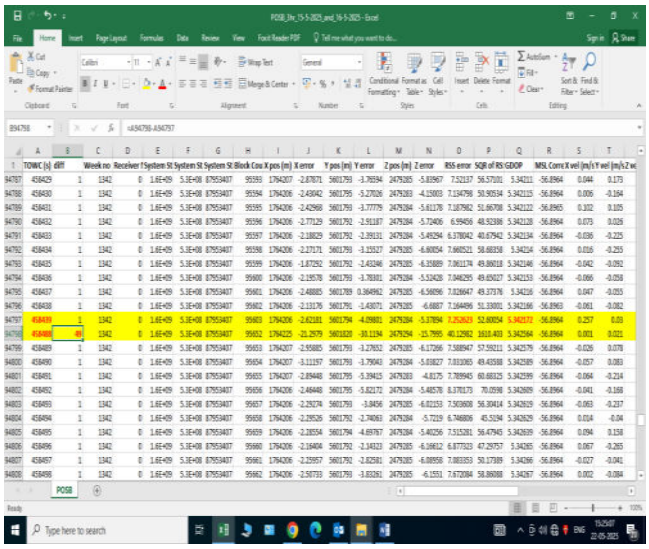
अवलोकन: दूसरी बार स्थिति खो गई 349 सेकंड के लिए। दिनांक 16-5-2025 समय 03:06:42 बजे से 03:12:30 बजे तक खो गई है। स्थिति खोने से ठीक 1 सेकंड पहले स्थिति त्रुटि 119.85 मीटर है और GDOP लगभग 100 के करीब पहुंच गई है।



चित्र 8 दूसरी घटना

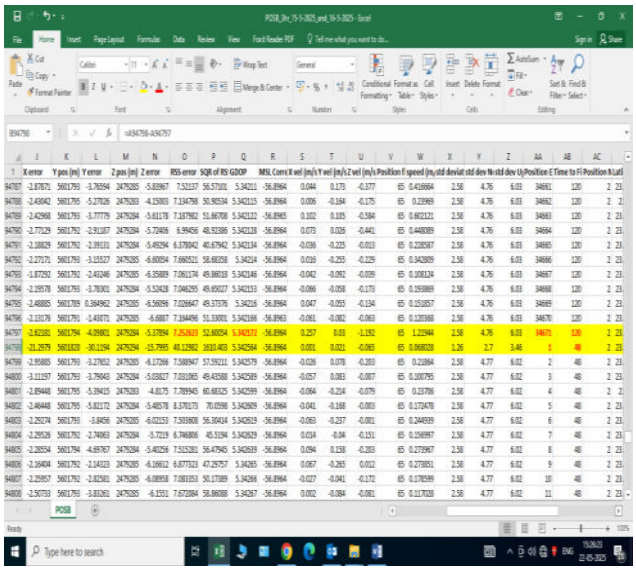
अवलोकन: स्थिति अनुमान समय TOWC 423469 पर 16-5-2025 को IST 03:12:31 बजे 1 पर रीसेट हो जाता है जब 349 सेकंड के बाद स्थिति पुनः प्राप्त होती है। इस बिंदु पर नया TTFF प्राप्त होता है।

[डी.3] तिसरी घटना



चित्र 8 तिसरी घटना

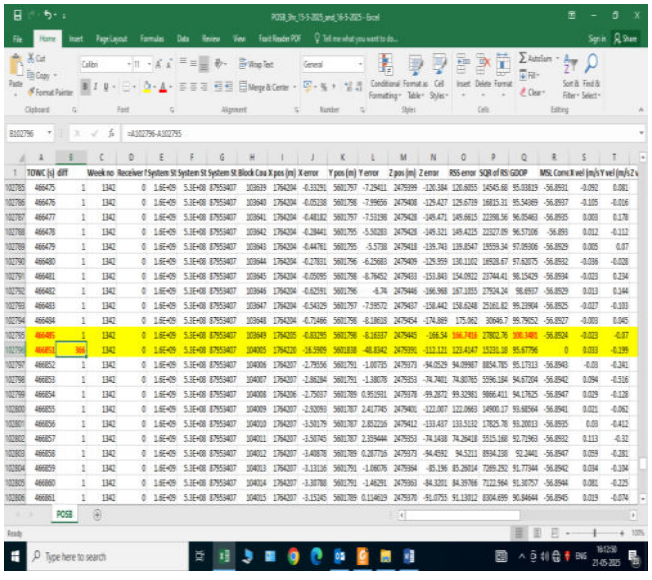
अवलोकन: तीसरी बार IST समय 12:50:22 बजे से 12:51:09 बजे तक खो गई है। स्थिति खोने से ठीक 1 सेकंड पहले 16-5-2025 के 6 घंटे के फोल्डर की POSB.csv फ़ाइल के विश्लेषण से ऐसा प्रतीत होता है कि यह क्षणिक अनलॉक है।



चित्र 9 तिसरी घटना

अवलोकन: स्थिति अनुमान समय IST 12:51:10 बजे 1 पर रीसेट हो जाता है जब 48 सेकंड के बाद स्थिति पुनः प्राप्त होती है। इस बिंदु पर नया TTFF प्राप्त होता है और यह 48 है। इसका मतलब है कि यह केवल क्षणिक अनलॉक है।

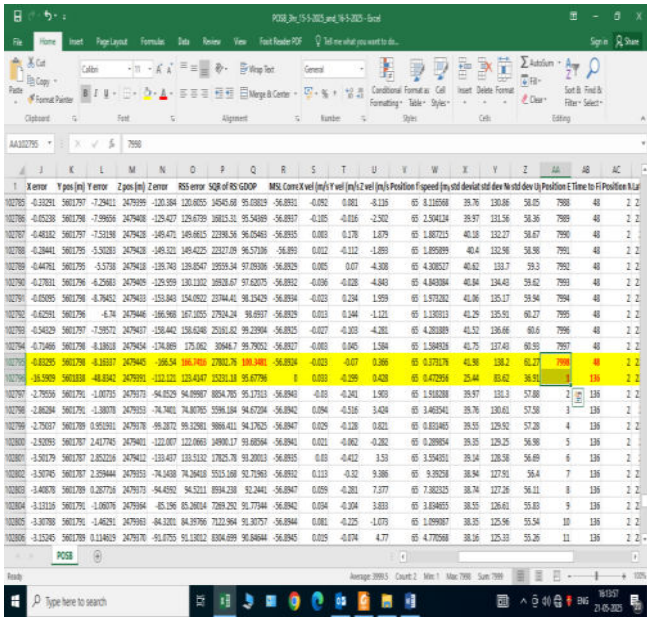
[डी.4] चौथी घटना



चित्र 10 चौथी घटना

अवलोकन: चौथी बार स्थिति खो गई 365 सेकंड के लिए। दिनांक 16-5-2025 IST समय 15:04:38 बजे से

15:10:50 बजे तक । स्थिति खोने से ठीक 1 सेकंड पहले स्थिति त्रुटि 166.74 मीटर है, जो बहुत अधिक है और GDOP 100.35 है, अर्थात सीमा पार हो गई है, जहां रिसीवर अनलॉक हो जाता है।



चित्र 11 चौथी घटना

अवलोकन: यह अनलॉक खराब GDOP के कारण है जो केवल 4 उपग्रहों के कारण बनी खराब ज्यामिति (Geometry) का प्रतिबिंब है।

[ई] Position Lost अवलोकन सारांश तालिका

खोया हुआ नंबर	प्रारंभ दिनांक और समय (आईएसटी)	अंतिम तिथि और समय (आईएसटी)	अवधि सेकंड में	अवलोकन टिप्पणियाँ
1.	15-5-2025 15:08:26	15-5-2025 15:14:21	356	खराब ज्यामिति
2.	16-5-2025 03:06:42	16-5-2025 03:12:30	349	खराब ज्यामिति
3.	16-5-2025 12:50:22	16-5-2025 12:51:09	48	क्षण भर के लिए अनलॉक।
4.	16-5-2025 15:04:38	16-5-2025 15:10:50	365	खराब ज्यामिति

[एफ] स्थिति त्रुटि (PE) और GDOP प्रदर्शन अवलोकन सारांश तालिका

स्थिति त्रुटि	न्यूनतम	अधिकतम	3D RMS PE
	0.31 मी.	221.76 मीटर	14.53 मी
GDOP	न्यूनतम	अधिकतम	
	5.17	100.54	

[जी] स्थिति उपलब्धता प्रदर्शन अवलोकन सारांश तालिका

PA की विधि	IRDAS आधारित PA	मैनुअल PA
PA % में	99 %	98.98 %

अवलोकन सारांश

1. **स्थिति हानि की चार घटनाएं हुईं, तीन घटनाएं लगभग 6 मिनट के लिए तथा एक बार केवल 48 सेकंड के लिए, जो कि बहुत ही कम अवधि है।**

2. **स्थिति हानि की तीन घटनाएं केवल 4 नाविक उपग्रहों द्वारा निर्मित ज्यामिति के कारण हैं ।**

3. अब पोजिशनिंग के लिए 4 उपग्रह उपलब्ध हैं। अधिकतम PE 221.76 मीटर है और ऐसे कई बिंदु हैं जहाँ PE > 30 मीटर है। **यही कारण है कि 3D RMS PE IRDAS के साथ 8.75 मीटर और मैनुअल गणना के साथ 14.53 मीटर है।**

4. **GDOP हमेशा > 5 होता है और 100.54 की उच्च संख्या तक पहुँच जाता है।** इसलिए PE प्रदर्शन भी कम हो जाता है। इसके अलावा, यदि किसी अवलोकन में GDOP > 10 या PE > 30 m है तो IRDAS utility 3D RMS PE वह अवलोकन को गणना से बाहर कर देती है। इसलिए, 3D RMS PE संख्या को मैन्युअल रूप से गणना करने की आवश्यकता है जो बहुत समय लेती है।

5. IRDAS के साथ स्थिति उपलब्धता (Position Availability) 99% और मैनुअल गणना के साथ 98.98% है।

निष्कर्ष

1. NavIC-1C की अनुपलब्धता के कारण GDOP और PE प्रदर्शन ख़राब हो गया है।
2. स्थिति निर्धारण की हानि से स्टैंडअलोन नाविक का उपयोग सीमित हो जाएगा।

आभार

लेखक अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के राजभाषा अनुभाग द्वारा आयोजित राजभाषा कार्यशाला में भाग लेने का अवसर प्रदान करने के लिए अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के निदेशक श्री नीलेश देसाई सर के आभारी हैं। लेखक उप-निदेशक - राजभाषा अनुभाग श्रीमती नीलू मैडम के प्रति भी आभारी हैं, जिन्होंने दैनिक कार्यों में हिंदी के प्रयोग हेतु प्रेरणादायी शब्द कहे। लेखक श्री मोहनचूड़ सरकार, प्रमुख एनएसडी, श्री देवल मेहता, समूह निदेशक, एनटीएजी और श्री के.के. सूद सर, उप-निदेशक, एसएसएए के प्रति भी आभारी हैं, जिन्होंने नाविक सिग्नल-इन-स्पेस प्रदर्शन मूल्यांकन के लिए प्रोत्साहन और सहयोग दिया। लेखक गूगल हिंदी टूल्स और अंतरिक्ष उपयोग केंद्र की आकाश वेबसाइट पर लिपि यंत्र के लिए भी आभारी है।

सन्दर्भ

मैनुअल गणना और इस विषय पर तकनीकी टिप्पणी संदर्भ के रूप में उपयोग किया गया है।

ऑफगैसिंग: पॉलिमरिक पदार्थ की मानव रेटिंग के लिए महत्वपूर्ण परीक्षण

अखिल कुमार पोद्दार[1], अरविंद कुमार[2]

[1]वैज्ञानिक/अभियंता - एसई, ऍम क्यू ए डी/ एस आर एस ए, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन

अहमदाबाद, गुजरात - 380015, भारत

परिचय

अंतरिक्ष प्रयासों में धातु, अधातु, मिश्र धातु, सिरेमिक, पॉलिमर, कम्पोजिट आदि सामग्रियों की एक विस्तृत श्रृंखला शामिल होती है। इन निष्क्रिय सामग्रियों का इच्छित प्रदर्शन, गुणवत्ता और विश्वसनीयता एक सफल मिशन के लिए किसी भी सक्रिय घटक या सॉफ़्टवेयर के सुनियोजित ढंग से कार्य करने के समान ही महत्वपूर्ण है। उच्च तापमान और कम दबाव पर उड़नशील गैसों को आसानी से छोड़ने की क्षमता के कारण अंतरिक्ष अनुप्रयोगों के लिए पॉलिमरिक सामग्री के चयन के लिए ऑपरेटिंग रेंज में कार्यात्मक गुणधर्म को पूरा करना एकमात्र मानदंड नहीं है। ये उत्सर्जित गैसें पदार्थ के बिगड़ने का कारण बनती हैं, संघनन के कारण सतह की गुणधर्म में बदलाव और साँस लेने पर अंतरिक्ष यात्रियों के स्वास्थ्य में बाधा उत्पन्न करती हैं।

पॉलिमरिक पदार्थ की मानव रेटिंग

जैसा कि हम जानते हैं कि लगभग सभी प्रकार की सामग्रियों का उपयोग अंतरिक्ष यान को साकार करने में किया जाता है। ऑफगैसिंग गुणों के कारण मानवरहित मिशनों में पॉलिमरिक सामग्री का उपयोग करना एक चुनौती है। ये न केवल इसके अभिन्न गुणधर्म को प्रभावित करती हैं, बल्कि उत्सर्जित गैसों के संघनन के कारण पड़ोसी घटकों को भी दूषित करती हैं। मानव मिशन के लिए उत्सर्जित गैसों की एकाग्रता निश्चित सीमा से अधिक मात्रा में होने के परिणामस्वरूप पॉलिमरिक सामग्री की विषाक्त खतरा सूचकांक 0.5 से ज्यादा हो जाएगा। इस परीक्षण को ऑफगैसिंग कहा जाता है इसमें पॉलिमरिक सामग्री से निकलने वाले वाष्पशील गैसों के उत्पाद की पहचान और सांद्रता का निर्धारण शामिल है। ऑफ गैसिंग परीक्षण के निष्कर्षों के आधार पर, सामग्री या असेंबल वस्तुओं के लिए विषाक्त खतरा सूचकांक और अधिकतम सीमा वजन की गणना की जाती है। इसलिए, पॉलिमरिक सामग्रियों की मानव रेटिंग के लिए ऑफगैसिंग और विषाक्तता महत्वपूर्ण परीक्षण हैं।

परीक्षण विधि/पैरामीटर

अंतर्राष्ट्रीय मानक आईएसओ 14624-3:2005 में वर्णित परीक्षण विधि; अंतरिक्ष प्रणालियाँ - सामग्रियों की सुरक्षा और अनुकूलता - भाग 3: यह परीक्षण सामग्रियों और एकत्रित वस्तुओं से ऑफगैसिंग उत्पादों का निर्धारण मानक विधि से किया जाएगा।

परीक्षण नमूनों को 72±1 घंटे के लिए 50±3° C पर साफ सीलबंद कंटेनर में रखा जाएगा। परीक्षण अवधि के समाप्त होते ही नमूना कंटेनर को (23 ± 3) ° C तक ठंडा किया जाएगा। जैसे ही परिवेश (कमरे) का तापमान प्राप्त हो जाए, पदार्थ से निकले गैस उत्पादों का नमूना संग्रह और विश्लेषण किया जाएगा। नमूनाकरण में सैंपलिंग पंप के माध्यम से परीक्षण कक्ष से गैसों को प्रत्येक गैस डिटेक्टर ट्यूबों से पारित करना शामिल है।

गणना:

M: प्रत्येक ऑफ-गैस घटक की मात्रा माइक्रोग्राम में (µg)

S: परीक्षण किए गए सामग्री नमूने की मात्रा ग्राम में (g)

Z: आवास क्षेत्र में उपयोग की जाने वाली सामग्री की वास्तविक या अनुमानित मात्रा (kg)

V: अंतरिक्ष यान का आयतन (m^3)

C: सामग्री की Z मात्रा और V अंतरिक्ष यान की मात्रा के लिए प्रत्येक ऑफ-गैस घटक की मात्रा प्रति घन मीटर में ($\frac{mg}{m3}$)

T 1,2,3----n : सामग्री की Z मात्रा (आयाम रहित) के लिए प्रत्येक ऑफ-गैस घटक के लिए T मान

T: विषाक्त खतरा सूचकांक

$$C\ \left(\frac{mg}{m3}\right)=\frac{M\ (\mu g)\ x\ Z\ (kg)}{S(gm)\ x\ V\ (m3)}$$

$$T1,2,3\text{----}n=\frac{C(mg/m3)}{SMAC\ (mg/m3)}$$

$$T=T1+T2+T3+\text{----}\ +Tn$$

अधिकतम सीमा वजन (MLW) के लिए गणना

$$MLW=\frac{0.5\ x\ Z}{T}$$

उदाहरण :

मान लीजिए, क्रू मॉड्यूल के आवास क्षेत्र में 100 kg (Z) की पॉलिमरिक सामग्री का उपयोग करने की योजना बनाई गई है। उस सामग्री के नमूने के 500g (S) को परीक्षण कक्ष की क्षमता (100 ltr मात्रा) के आधार पर ऑफगैसिंग परीक्षण के लिए लिया गया है और 5 m^3 (V) अंतरिक्ष यान का आयतन है। मान लीजिए, पॉलिमरिक सामग्री से निकलने वाली 11 गैसें अर्थात् फॉर्मेल्डिहाइड (HCHO), अमोनिया (NH_3), बेंजीन (C_6H_6), कार्बन मोनोऑक्साइड (CO), हेप्टानल ($C_7H_{14}O$), मेथनॉल (CH_3OH), प्रोपेनल (C_3H_4O), फ्यूरान (C_4H_4O), एसीटैल्डिहाइड (CH_3CHO), एसीटोनिट्राइल (C_2H_3N), एथिलीन ऑक्साइड (C_2H_4O) की पहचान की गई और उन्हें µg (तालिका 1) में मापा गया। यदि मिशन 7 दिनों के लिए नियोजित है, तो 7 दिनों की एक्सपोज़र अवधि (तालिका 1) के लिए सभी पूर्वकथित गैसों का SMAC मूल्य होना आवश्यक है।

तालिका 1: प्रत्येक ऑफगैस घटक के लिए C (mg/m^3) की गणना

क्रमांक	ऑफगैस घटक	मोलर द्रव्यमान	7 दिनों की एक्सपोज़र अवधि के लिए SMAC मूल्य		मान लीजिए गैसों का परीक्षण मूल्य µg (G)	C (mg/m^3) $=\frac{G\ x\ 100}{500\ x\ 5}$
			ppm	*(mg/m^3)*		
1	HCHO	30.03	0.04	0.049	0.2	0.008
2	NH_3	17	10	6.953	2	0.080
3	C_6H_6	78.11	0.5	1.597	3	0.120
4	CO	28.01	10	11.456	1	0.040
5	$C_7H_{14}O$	114.19	6	28.022	2	0.080
6	CH_3OH	32.04	7	9.173	5	0.200
7	C_3H_4O	56.06	0.015	0.034	0.3	0.012
8	C_4H_4O	68.08	0.04	0.111	0.05	0.002
9	CH_3CHO	44.05	2	3.603	1.5	0.060
10	C_2H_3N	41.05	4	6.716	4	0.160
11	C_2H_4O	44.05	10	18.016	5	0.200

तब,

$T_{1, 2, 3…11}$ - प्रत्येक ऑफगैस घटक के कारण विषाक्त खतरे की गणना निम्नानुसार की जाती है:

1) फॉर्मेल्डिहाइड के लिए,

$T_{1\ HCHO}$ (HCHO के कारण विषाक्त खतरा)
= 0.008/0.049 = 0.16

T (विषाक्त खतरा सूचकांक) की गणना = $T_{1\ HCHO} + T_{2\ NH3} + T_{3\ C6H6} + T_{4\ CO} + T_{5\ C7H14O} + T_{6\ CH3OH} + T_{7\ C3H4O} + T_{8\ C4H4O} + T_{9\ CH3CHO} + T_{10\ C2H3N} + T_{11\ C2H4O}$

T = 0.16 + 0.01 + 0.08 + 0.003 + 0.003 + 0.02 + 0.35 + 0.02 + 0.02 + 0.02 + 0.01

T = 0.696

$$MLW = \frac{0.5 \ x \ 100}{0.696}$$

$= 71.84$ kg

निष्कर्ष

उपरोक्त गणना और MLW परिणाम से, यह निष्कर्ष निकाला गया है कि अनुमानित सामग्री का वजन 7 दिनों की एक्सपोज़र अवधि के लिए अंतरिक्ष यान के आवास क्षेत्र में 100 किलोग्राम के बजाय 71.84 किलोग्राम तक सीमित रहेगा।

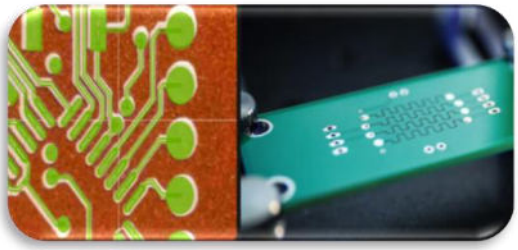
उपग्रह प्रणालियों में 3डी मुद्रित सर्किट बोर्ड की संरचना एवं उपयोगिता

लेखक :- श्री दीपक कुमार अग्रवाल (वैज्ञानिक / अभियंता -'एस. डी.'),
सह -लेखक :- श्री अमित शांडिल्य (वैज्ञानिक / अभियंता -'एस. डी.'), श्रीमती क्रिष्ना एस. मकाणी (तकनीकी अधिकारी-डी)
पी.सी.बी. डिजाईन ,संविचरन एवं योजना प्रभाग
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद ,(इसरो), भारत
संपर्क: 079-2691 4839
ई-मेल: deepak.a@sac.isro.gov.in

सार 3डी प्रिंटिंग तेज़, सस्ते और अधिक नवीन पी.सी.बी डिज़ाइन सक्षम कर सकती है और यह इलेक्ट्रॉनिक्स उद्योग की आपूर्ति समस्याओं को हल कर सकती है। मुद्रित सर्किट बोर्ड पारंपरिक उत्पादन विधियों की तुलना में बनाने में तेज़ होते हैं, अधिक बहुमुखी होते हैं| अधिक जटिल सर्किट का उत्पादन करते समय लगने वाली लागत में बचत प्रदान कर सकते हैं। तेजी से प्रोटोटाइप, कम मात्रा में उत्पादन और अद्वितीय इलेक्ट्रॉनिक उत्पादों (विशेष रूप से सैन्य या एयरोस्पेस अनुप्रयोगों के लिए) के लिए, 3डी प्रिंटिंग इलेक्ट्रॉनिक्स निर्माताओं को बाहरी निर्माताओं (आउटसोर्सिंग फैब्रिकेशन) की तुलना में घर में तेजी से और सस्ते में सर्किट बोर्ड बनाने का मार्ग प्रदान करती

1. प्रस्तावना

एम्बेडेड 3डी मुद्रित सर्किट बोर्ड की अपील यह है कि वे निर्माताओं को अपने सर्किट बोर्ड की आपूर्ति को नियंत्रित करने, शिपिंग मंदी, या भू-राजनैतिक हलचल से होने वाले व्यवधानों को खत्म करने की महत्वपूर्ण क्षमता प्रदान करे इन सभी की वजह से सर्किट बोर्ड आपूर्ति पूरी होने में बहुत संघर्ष करना पड़ रहा हैं , जिससे निर्माता नए विकल्प खोज रहे हैं। यह एक नयी तकनीक हैं जिसे बड़े पैमाने पर उत्पादन स्तर तक बढ़ाने के लिए अधिक अनुसंधान एवं विकास की आवश्यकता है| एक पारंपरिक सर्किट को बनाने में कई दिन या महीने लगते हैं वहीं 3डी तकनीक की सहायता से 24 घंटे से भी कम समय में एक कार्यात्मक सर्किट बोर्ड बनाया जा सकता हैं। 3डी प्रिंटर से पारंपरिक आयताकार बोर्ड के साथ ही कहीं अधिक जटिल आकृतियों के सर्किट बोर्ड भी बना सकते हैं, जिसमें लचीले बोर्ड, हनीकॉम्ब संरचनाएं और यहां तक कि पूरी तरह से त्रिआयामी बोर्ड भी शामिल हैं। 3डी मुद्रित पी.सी .बी प्रौद्योगिकियां आम तौर पर दो तरीकों से काम करती हैं एक सर्किटरी को सीधे प्रवाहकीय सामग्री के साथ प्रिंट करना और दूसरा सर्किट बोर्ड को खोखले चैनलों या खाइयों के साथ प्रिंट करना जो बाद में प्रवाहकीय सामग्री से भर दिए जाते हैं।



चित्र.1. 3डी मुद्रित सर्किट बोर्ड

2. बनाने की विधियाँ

2.1 प्रवाहकीय सामग्री (कंडक्टिव मटेरिअल)

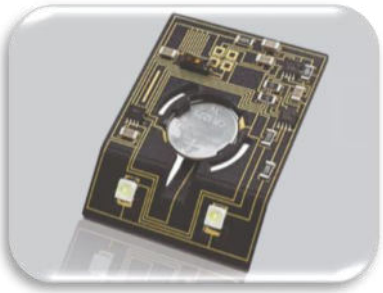
इस प्रकार की 3डी प्रिंटिंग हैं जिन्हें हम "3डी प्रिंटेड सर्किट बोर्ड" शब्द सुनते समय देखने की उम्मीद करते हैं। इस प्रकार के पी.सी.बी बनाने के लिए एक प्रवाहकीय सामग्री बिछाते हैं। ये सामग्रियां आमतौर पर चांदी, तांबा या ग्रेफाइट जैसे प्रवाहकीय कणों से युक्त स्याही (इंक) या फिलामेंट्स के रूप में आती हैं। व्यावसायिक रूप में 3डी पी.सी.बी

बनाने में स्याही अधिक सामान्य विकल्प है। सर्किट बोर्डों की छपाई के लिए प्रवाहकीय फिलामेंट्स एक अन्य विकल्प हैं। इन फिलामेंट्स को व्यावहारिक रूप से किसी भी एफडीएम प्रिंटर से प्रिंट कर सकते हैं, जो की इसे और अधिक लागत प्रभावी बनाता है।

चित्र.2. प्रवाहकीय सामग्री 3डी प्रिंटेड पी.सी.बी

2.2 खोखले निशान

दूसरी विधि खोखले चैनलों के साथ एक सर्किट बोर्ड बनाती है जहां परिपथ होगा। हम मुद्रण के बाद चैनलों में जमा की जाने वाली प्रवाहकीय सामग्री को रखने के लिए एक "केस" प्रिंट करते हैं। सर्किट को कार्य करने के लिए हमे बोर्ड को एबीएस या पीएलए जैसे गैर-प्रवाहकीय फिलामेंट के साथ प्रिंट करना होगा। यह विधि वस्तुतः किसी भी पर्याप्त सटीक 3डी प्रिंटर के साथ पी.सी.बी बनाने में सक्षम बनाती है। इसलिए यह एक बहुत ही किफायती समाधान भी है।



चित्र.3. खोखले निशान निर्मित पी .सी. बी.

3. 3डी मुद्रित सर्किट बोर्ड के अनुप्रयोग

3.1 एयरोस्पेस और सैन्य

चरणबद्ध सरणी ऐंटेना (फेसेड़ अर्रे ऐंटेना) , ऐंटेना तत्वों की जटिल सरणी है जो ऑपरेटरों को ऐंटेना को भौतिक रूप से हिलाए बिना अपने विकिरण पैटर्न को बदलने की अनुमति देती हैं। सुरक्षित संचार की सुविधा के लिए ये उपकरण एयरोस्पेस और सैन्य अनुप्रयोगों दोनों में महत्वपूर्ण हैं। फ्लोरिडा स्थित कंपनी स्काइपेरियो ने अमेरिकी वायु सेना अनुसंधान प्रयोगशाला (एएफआरएल) के साथ साझेदारी में काम करते हुए घुमावदार सतहों पर जटिल, बहुपरत आरएफ विद्युत संरचनाओं को मुद्रित करने की विधि कीयको सफलतापूर्वक विकसित की है। यह कंपनी को विमान और अन्य एयरोस्पेस तथा सैन्य अनुप्रयोगों के लिए चरणबद्ध ऐंटेना ऐरे का उत्पादन करने में सक्षम बनाता है।

3.2 रेडियो आवृत्ति (फ्रीक्वेंसी) संचार

आरएफ तकनीक में रेडियो और टेलीविजन प्रसारण, वायरलेस संचार और रेडार सिस्टम में उपयोग किए जाने वाले एम्पलीफायर शामिल हैं, जो की अत्यधिक जटिल और महंगे होते है। अंतरिक्ष और इंटेलिजेंस विभाग के वरिष्ठ वैज्ञानिक, डॉ. आर्थर पाओलेला का मानना है कि “3डी तकनीक आरएफ सिस्टम बनाने की क्षमता में तेजी, किफायती प्रोटोटाइप और कम मात्रा में विनिर्माण के लिए एक रोचक साधन है।

चित्र.4. 3डी प्रिंटेड आरफ एम्पलीफायर सिस्टम

3.3 बायोमेडिकल अनुसंधान के लिए

कैलिफोर्निया में स्टैनफोर्ड विश्वविद्यालय में बाओ रिसर्च ग्रुप लचीले और बायोकंपैटिबल जैसे नए वैकल्पिक इलेक्ट्रॉनिक्स विकसित कर रहा है।

चित्र.5. लचकदार पी.सी.बी (फ्लेक्सिबल पी.सी.बी)

4. 3डी मुद्रित सर्किट बोर्ड के फायदे

4.1 उत्पादन गति

3डी प्रिंटर के साथ पी.सी.बी उत्पादन समय को दिनों में नहीं, बल्कि घंटों में गिना जाता है। वे सर्किट डिजाइन, प्रोटोटाइपिंग और पुनरावृत्ति से लेकर अंतिम-उपयोग उत्पादन और बाजार में रोलआउट तक, पूरी पाइपलाइन को गति दे सकते हैं।

4.2 डिज़ाइन की स्वतंत्रता

3डी प्रिंटर से निर्मित पी.सी.बी व्यावहारिक रूप से किसी भी आकार के हो सकते हैं, और उन्हें लचीली सामग्री के साथ प्रिंट करना भी संभव है।

4.3 ऑन-डिमांड उत्पादन

3डी प्रिंटिंग आवश्यकतानुसार सर्किट बोर्ड बनाने में सक्षम बनाती है ताकि तीसरे पक्ष के निर्माताओं से बड़े ऑर्डर के लिए प्रतिबद्ध ना होना पड़े, साथ ही आपूर्ति श्रृंखला में व्यवधान की संभावना भी समाप्त हो जाएगी।

4.4 उच्च सटीकता एवं अधिक परतें

3डी प्रिंटर पारंपरिक तरीकों की तुलना में पी.सी.बी उत्पादन में उच्च सटीकता प्राप्त कर सकते हैं।

5. निष्कर्ष

3डी पी.सी.बी में अनुसंधान एवं विकास विभिन्न उद्योग क्षेत्रों के लिए कई मोर्चों पर हो रहा है। सिर्फ बोर्ड नहीं, किसी भी आकार का परिपथ प्रिंट किया जा सकता है। यह एक अत्याधुनिक उत्पादन प्रक्रिया है, जो पर्यावरण के लिए तीन प्रमुख लाभ प्रदान करते हुए लागत को कम करेगी और आपूर्तिकर्ताओं पर लॉजिस्टिक निर्भरता को कम करेगी। कम सामग्री का उपभोग करना, कम ऊर्जा का उपयोग करना और कम अपशिष्ट पैदा करना और हमें उम्मीद है कि हम इस प्रक्रिया को उच्च मात्रा में बढ़ा देंगे, जिससे ग्राहकों की दस लाख सोल्डरेबल ट्रैक्स या उससे अधिक की मांग पूरी हो जाएगी।

6. सन्दर्भ

[1] http://www.nano-di.com

[2] https://www.voltera.io/nova

[3] https://www.botfactory.co

डिस्क-ग्रह अंतःक्रियाओं में चुंबकीय जलगतिकी प्रभाव और रॉस्बी तरंग अस्थिरता

विभूति भूषण झा[1], शुभंकर घरोटे[1], मन विनायक शुक्ल[1], मेहुल पंड्या[1],
[1]अंतरिक्ष विज्ञान प्रभाग, पृथ्वी और ग्रहीय विज्ञान एवं अनुप्रयोग क्षेत्र,
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र ,भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन, अहमदाबाद, गुजरात, भारत
(*vbjha@sac.isro.gov.in*)

कई मिलीमीटर/उप-मिमी प्रेक्षणों ने प्रोटोप्लेनेटरी डिस्क में गैर-अक्षीय सममित संरचनाओं की उपस्थिति दर्शाई है। प्रोटोप्लेनेटरी डिस्क के साथ युवा ग्रहों का गुरुत्वाकर्षण युग्मन सर्पिल घनत्व तरंगों को जन्म दे सकता है। ये सर्पिल घनत्व तरंगें प्रेक्षणों में गैर-अक्षीय सममित संरचनाओं जैसे वलयों, अंतरालों और अर्धचंद्राकार आकृतियों के रूप में प्रकट होती हैं। ये संरचनाएँ भंवर निर्माण का परिणाम हो सकती हैं, जो बदले में रॉस्बी तरंग अस्थिरता (RWI) द्वारा उत्तेजित हो सकती हैं। प्रोटोप्लेनेटरी डिस्क में भंवरों का जीवनकाल धूल के फंसने और एकत्र होने के माध्यम से ग्रह निर्माण में एक महत्वपूर्ण पैरामीटर है। इस कार्य में, हम 2D और 3D हाइड्रोडायनामिक सिमुलेशन का उपयोग करके भंवर के जीवनकाल पर RWI, VSI और MHD के संयुक्त प्रभाव का अध्ययन करते हैं। हम एक गैर-समतापी प्रक्रिया के माध्यम से डिस्क में तापीय गुणों का परिचय देते हैं और विश्लेषण करते हैं कि ऊष्मागतिकी और श्यानता के प्रतिस्पर्धी प्रभाव भंवर विकास को कैसे प्रभावित करतेहैं।इसके अलावा, हम प्रोटोप्लेनेटरी डिस्क में MHD-चालित पवनों की भूमिका और ग्रह-डिस्क अंतःक्रिया पर उनके प्रभावों का पता लगाते हैं।

प्रस्तावना

प्रोटोप्लेनेटरी डिस्क में देखी गई गैर-अक्षीय सममित संरचनाएँ, जैसे कि वलय, अंतराल, और अर्धचंद्राकार आकृतियाँ, इन ग्रह-निर्माण क्षेत्रों में होने वाली गतिशील प्रक्रियाओं की एक आकर्षक झलक प्रदान करती हैं। ये संरचनाएँ, जो अक्सर युवा ग्रहों के अपने मेज़बान डिस्क के साथ गुरुत्वाकर्षण युग्मन से जुड़ी होती हैं, अक्सर सर्पिल घनत्व तरंगों के लिए जिम्मेदार मानी जाती हैं। ग्रह-डिस्क की परस्पर क्रियाओं से उत्पन्न ऐसी तरंगें, डिस्क की भौतिक और प्रेक्षणात्मक विशेषताओं को आकार देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। प्रोटोप्लेनेटरी डिस्क के भीतर भंवरों की दीर्घायु ग्रह निर्माण को सुगम बनाने में उनकी भूमिका को समझने के लिए महत्वपूर्ण है। डिस्क तापमान, चुंबकीय क्षेत्र, अशांति और अन्य अस्थिरताओं सहित विभिन्न कारक, भंवर स्थिरता को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करते हैं[1]।

प्रोटोप्लेनेटरी डिस्क भौतिकी की समृद्ध प्रयोगशालाएँ हैं, जो हाइड्रोडायनामिक्स, थर्मोडायनामिक्स और चुंबकीय बलों के बीच जटिल अंतःक्रियाओं द्वारा नियंत्रित होती हैं। ALMA जैसे उपकरणों का उपयोग करके किए गए अवलोकनों ने गैर-अक्षीय सममित संरचनाओं के जटिल विवरणों को उजागर किया है [3], जो अंतर्निहित प्रक्रियाओं में मूल्यवान अंतर्दृष्टि प्रदान करते हैं। हालाँकि, इन अवलोकनों की व्याख्या करने और उन्हें
भौतिक तंत्रों से जोड़ने के लिए सैद्धांतिक और संख्यात्मक मॉडल आवश्यक हैं।

रॉस्बी तरंग अस्थिरता (RWI) एक मूलभूत प्रक्रिया है जो खगोलीय डिस्क में प्रतिचक्रवाती भंवरों के निर्माण को प्रेरित करती है। ये भंवर, उच्च दाब वाले क्षेत्र, धूल के जाल के रूप में कार्य करते हैं और ग्रहों के विकास में सहायक होते हैं[2] | हाइड्रोडायनामिक सिमुलेशन से पता चलता है कि प्रोटोस्टेलर इन्फॉल स्थानीय घनत्व वृद्धि के कारण अज़ीमुथल वेग में तीव्र रेडियल ग्रेडिएंट उत्पन्न करके RWI को प्रेरित कर सकता है। इन भंवरों की दीर्घायु और विकास डिस्क मापदंडों और स्व-गुरुत्वाकर्षण की उपस्थिति पर निर्भर करता है, जो भंवर विलय में बाधा डाल सकता है। [4]

उद्देश्य

अध्ययन का प्राथमिक उद्देश्य प्रोटोप्लेनेटरी डिस्क के भीतर भंवर जीवनकाल पर तापीय और श्यान गुणों के प्रभाव और अंतःक्रियाओं में उनकी भूमिका की जाँच करना है। 2D हाइड्रोडायनामिक सिमुलेशन के माध्यम से, हमारा उद्देश्य यह समझना है कि ये गुण, भंवरों की स्थिरता और ग्रह निर्माण पर उनके प्रभावों को कैसे प्रभावित करते हैं। इस अध्ययन के विशिष्ट उद्देश्यों में शामिल हैं:

• भंवर जीवनकाल: यह जाँचना कि डिस्क के तापीय और श्यान गुण भंवर स्थिरता और दीर्घायु को कैसे प्रभावित करते हैं।

• तापीय और श्यान प्रभाव: यह आकलन करना कि प्रतिस्पर्धी तापीय और श्यान बल भंवर गतिकी और डिस्क विकास को कैसे प्रभावित करते हैं |

इन उद्देश्यों की खोज करके, हमारा उद्देश्य भंवर गतिकी और डिस्क गुणों के साथ उनकी अंतःक्रिया के माध्यम से ग्रह निर्माण को नियंत्रित करने वाले भौतिक तंत्रों में अंतर्दृष्टि प्रदान करना है।

$$\frac{D\boldsymbol{\omega}}{Dt} = (\boldsymbol{\omega}\cdot\nabla)\mathbf{u} + \nu\nabla^2\boldsymbol{\omega} + \frac{1}{\rho}\nabla\times(\mathbf{J}\times\mathbf{B}).$$

निष्कर्ष

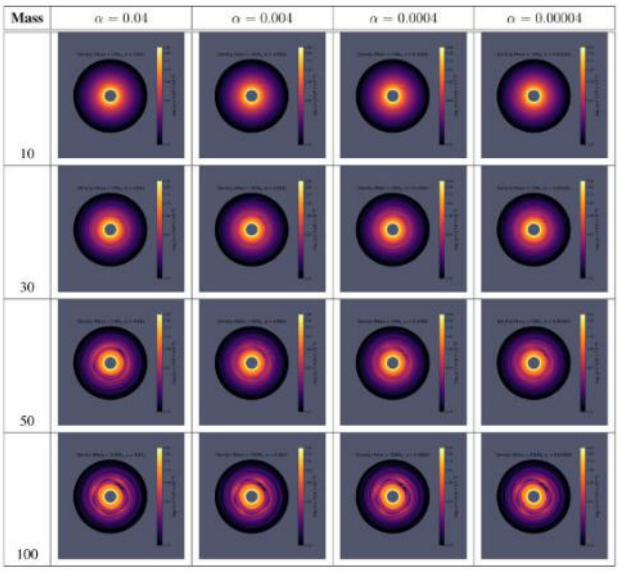
ग्रहों के द्रव्यमान के अलावा, भंवरों का विकास डिस्क की श्यानता से भी अत्यधिक प्रभावित होता है। इसका विश्लेषण करने के लिए, हमने ग्रहों के द्रव्यमान को स्थिर रखते हुए, गतिज श्यानता (ν) के विभिन्न मानों के साथ सिमुलेशन का एक सेट किया। यह जाँचने के लिए कि विभिन्न ग्रहों के द्रव्यमान भंवर निर्माण को कैसे प्रभावित करते हैं, हमने ग्रह-से-तारे के द्रव्यमान अनुपात में भिन्नता के साथ कई सिमुलेशन रन किए।

चित्र 1 इन विभिन्न मामलों में डिस्क उप-संरचनाओं की तुलना प्रस्तुत करता है:

• कम द्रव्यमान वाले ग्रह कमज़ोर दाब विक्षोभ उत्पन्न करते हैं, जिससे छोटे, अल्पकालिक भंवर बनते हैं।

• उच्च द्रव्यमान वाले ग्रह महत्वपूर्ण डिस्क विषमताएँ उत्पन्न करते हैं, जिससे बड़े पैमाने पर, दीर्घकालिक भंवर बनते हैं जिनमें अधिक अज़ीमुथल घनत्व विरोधाभास होते हैं और बड़े अंतराल निर्माण होते हैं।

ये निष्कर्ष बताते हैं कि भंवर निर्माण ग्रहों के द्रव्यमान के प्रति अत्यधिक संवेदनशील होता है, अधिक द्रव्यमान वाले ग्रह अधिक प्रबल RWI-चालित अस्थिरताओं को उत्पन्न करने में सक्षम होते हैं। इसका धूल फँसाने और ग्रहीय निर्माण के लिए महत्वपूर्ण निहितार्थ हैं, क्योंकि किसी भंवर की पदार्थ को केंद्रित करने की क्षमता सीधे उसके आकार और स्थिरता पर निर्भर करती है।



आभार

हम ईपीएसए की उपनिदेशक डॉ. रश्मि शर्मा, एसएसी के निदेशक डॉ. नीलेश देसाई और एसएसी के हिंदी प्रकोष्ठ को इस अध्ययन को करने और हिंदी में प्रस्तुत करने के लिए उनके निरंतर समर्थन और प्रेरणा के लिए धन्यवाद देते हैं।

सन्दर्भ

[1]. क्ले, डब्ल्यू. और नेल्सन, आर.पी., 2012. ग्रह-डिस्क अंतःक्रिया और कक्षीय विकास। खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी की वार्षिक समीक्षा, 50(1), पृष्ठ 211-249।

[2]. लवलेस, आर.वी.ई. और रोमानोवा, एम.एम., 2014. खगोलभौतिकीय डिस्क में रॉस्बी तरंग अस्थिरता। द्रव गतिकी अनुसंधान, 46(4), पृ.041401.

[3]. कैज़ोलेटी, पी., वैन डिशोक, ई.एफ., पिनिला, पी., तज़ारी, एम., फ़ैचिनी, एस., वैन डेर मारेल, एन., बेनिस्टी, एम., गरुफ़ी, ए. और पेरेज़, एल.एम., 2018. सर्पिलों से जुड़े एक विशाल धूल-फँसाने वाले भंवर के साक्ष्य - एचडी 135344बी प्रोटोप्लेनेटरी डिस्क का बहु-तरंगदैर्ध्य विश्लेषण। खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी, 619, पृष्ठ A161।

[4]. बे, जे., हार्टमैन, एल. और झू, जेड., 2015. क्या प्रोटोप्लेनेटरी डिस्क भंवरों के साथ पैदा होती हैं? रॉस्बी तरंग अस्थिरता प्रोटोस्टेलर इन्फॉल द्वारा संचालित होती है। द एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 805(1), पृष्ठ 15.

मानव अंतरिक्ष मिशनों के लिए डिस्प्ले पैनल ड्राइवर का डिज़ाइन

जयेश जयराजन, पायल शर्मा
अन्तरिक्ष उपयोग केंद्र
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन
अहमदाबाद, गुजरात- 380015,भारत
jayeshj@sac.isro.gov.in, payal@sac.isro.gov.in

सार

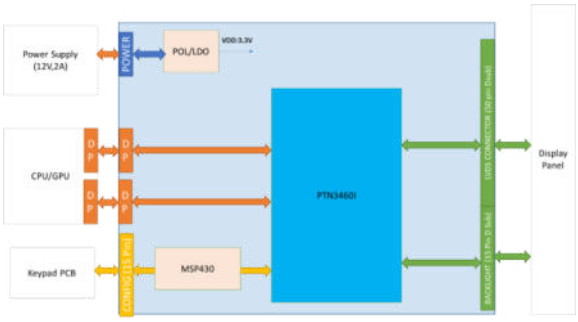
किसी भी मानव अंतरिक्ष उड़ान मिशन में, अंतरिक्ष यान के सबसिस्टम से अंतरिक्ष यात्रियों का संपर्क एक डिस्प्ले सिस्टम के माध्यम से होता है, जिसे सभी आवश्यक कार्यक्षमताएँ प्रदान करनी होती हैं। इसमें अंतरिक्ष यात्रियों और पृथ्वी के बीच ऑडियो, वीडियो संचार, केबिन के विभिन्न प्रणालियों का नियंत्रण जैसे प्रकाश व्यवस्था, पर्यावरण निगरानी और नियंत्रण, अग्नि पहचान आदि शामिल हैं। इन प्रणालियों को एक मजबूत ड्राइव इलेक्ट्रॉनिक्स की आवश्यकता होती है जो डिस्प्ले प्रोसेसर से इंटरफेस करता है और डिस्प्ले पोर्ट सिग्नल को LVDS सिग्नल में बदलता है ताकि डिस्प्ले मैट्रिक्स को ड्राइव किया जा सके। इस शोध पत्र में हम अंतरिक्ष यात्री कंसोल के पावर, वजन और आकार की सीमाओं के भीतर एक लघु आकार के डिस्प्ले पोर्ट से LVDS ड्राइवर कार्ड के विकास का प्रस्ताव देते हैं। यह डिज़ाइन 80x70x25mm³ आकार और 7 वाट से कम पावर (टच पैनल डिस्प्ले सहित) में साकार किया गया है।

परिचय

मानव अंतरिक्ष मिशनों में चालक दल कंसोल टच डिस्प्ले के विश्वसनीय संचालन के लिए ड्राइव इलेक्ट्रॉनिक्स का मजबूत डिज़ाइन अत्यंत महत्वपूर्ण है। हालांकि डिस्प्ले पोर्ट से LVDS पैनल ड्राइवर व्यावसायिक क्षेत्र में उपलब्ध हैं, लेकिन वर्तमान में कोई भी स्पेस-ग्रेड क्वालिफाइड ड्राइवर उपलब्ध नहीं है। इसलिए भारत के गगनयान और भारतीय अंतरिक्ष स्टेशन (BAS) जैसे मानव अंतरिक्ष कार्यक्रमों में उपयोग के लिए स्वदेशी स्पेस ग्रेड LVDS पैनल ड्राइवर का विकास किया गया है। यह डिज़ाइन दो डिफरेंशियल डिस्प्ले पोर्ट लाइनों (DP0 और DP1) को इनपुट के रूप में लेता है और तीन प्राथमिक रंगों (R[7:0], G[7:0] और B[7:0]) के लिए 8-बिट डेटा लाइनों को प्राप्त करने हेतु डी-सीरियलाइज़ेशन करता है। इसके बाद यह डेटा को फिर से सीरियलाइज़ कर 8 LVDS लाइनों में बदलता है जो डिस्प्ले पैनल मैट्रिक्स को ड्राइव करती हैं। इस डिज़ाइन में LED बैकलाइट ड्राइव करने के लिए एक माइक्रोकंट्रोलर भी शामिल है जिसमें PWM डिमिंग का प्रावधान है।

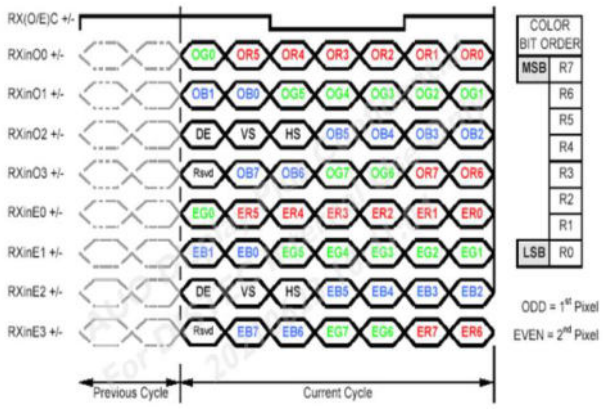
डिज़ाइन

डिस्प्ले ड्राइवर बोर्ड का टॉप लेवल ब्लॉक डायग्राम चित्र-1 में दिखाया गया है। इसमें 8V, 12V, 1A पावर सप्लाई, दो DP इनपुट और ब्राइटनेस एवं ऑन/ऑफ कंट्रोल के लिए कीपैड पीसीबी से इनपुट इंटरफेस है।



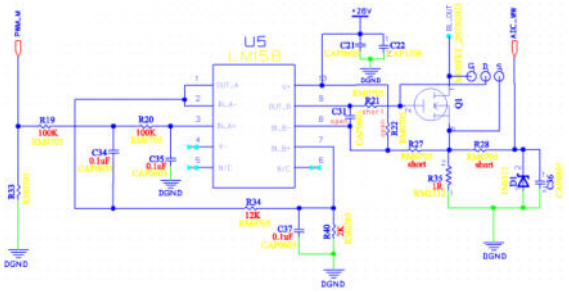
चित्र 1: ब्लॉक डायग्राम

यह LVDS कनेक्टर आउटपुट और डिस्प्ले पैनल को ड्राइव करने के लिए बैकलाइट आउटपुट प्रदान करता है। कार्ड का LVDS आउटपुट फॉर्मेट चित्र-2 में दिखाया गया है। इस बोर्ड में आवश्यक LDO/POL रेखाएं कम इलेक्ट्रॉनिक शोर वाले बायस वोल्टेज उत्पन्न करने के लिए और डिस्प्ले ड्राइवर के प्रोग्रामिंग आवश्यकताओं के लिए माइक्रोकंट्रोलर शामिल हैं।



चित्र 2: LVDS आउटपुट फॉर्मेट

डिस्प्ले पैनल में बैकलाइट जनरेशन के लिए LED स्ट्रिंग्स होते हैं, जिन्हें स्थिर करंट की आवश्यकता होती है। यह करंट एक प्रोग्रामेबल PWM से माइक्रोकंट्रोलर के माध्यम से उत्पन्न किया जाता है। PWM का ड्यूटी साइकल उपयोगकर्ता द्वारा बटन के माध्यम से नियंत्रित किया जाता है। यह PWM एक ऑप-एम्प में दिया जाता है जो Sallen Key फ़िल्टर के रूप में कॉन्फ़िगर किया गया है और उसके बाद LED चैन के लिए एक कॉन्स्टेंट करंट ड्राइवर होता है। इसका योजनात्मक चित्र चित्र-3 में दिखाया गया है।



चित्र 3: Sallen Key फ़िल्टर और कॉन्स्टेंट करंट ड्राइवर

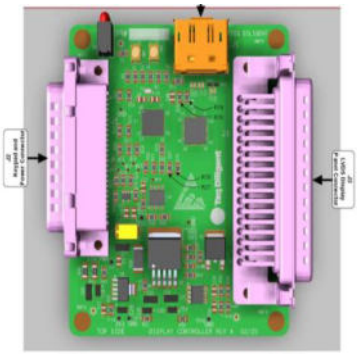
विशिष्टताएँ

निम्न तालिका में डिस्प्ले ड्राइवर की शीर्ष स्तर की विशिष्टताएँ दी गई हैं।

तालिका 1: डिस्प्ले ड्राइवर की मुख्य विशिष्टताएँ

क्रमांक	पैरामीटर	विशिष्टताएँ
1	इनपुट	दो स्टैंडर्ड डिस्प्ले पोर्ट इनपुट, कॉन्फ़िगरेशन बटन इनपुट
2	आउटपुट	LVDS आउटपुट सिग्नल LCD पैनल के लिए, बैकलाइट आउटपुट
3	पावर सप्लाई	+8VDC और +12VDC इनपुट सप्लाई, अधिकतम 1A
4	चिपसेट	NXP सेमीकंडक्टर का PTN3460I
5	कॉन्फ़िगरेशन	ब्राइटनेस बढ़ाना/घटना, डिस्प्ले ऑन/ऑफ, इनपुट चयन
6	वीडियो इनपुट	1024x768 रेज़ोल्यूशन @30FPS
7	वीडियो	8-बिट LVDS वीडियो आउटपुट

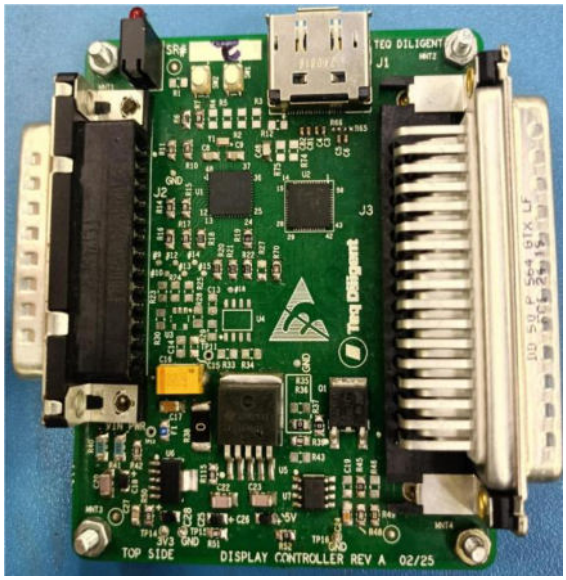
	आउटपुट	का एक चैनल
8	कनेक्टर प्रकार	DP के लिए स्टैंडर्ड कनेक्टर, अन्य के लिए D-Sub कनेक्टर, प्रोग्रामिंग के लिए 4-पिन कनेक्टर
9	ऑपरेटिंग तापमान	+10°C से +60°C



चित्र 4: डिस्प्ले ड्राइवर कार्ड

कार्यात्मक परीक्षण

PCB का डिज़ाइन और निर्माण स्वदेशी रूप से किया गया है। इसमें +8V और +12V की दो पावर सप्लाई की आवश्यकता होती है। निर्मित PCB को 1920x1080 रेज़ोल्यूशन वाले टच पैनल डिस्प्ले के साथ परीक्षण किया गया है और यह अपेक्षित प्रदर्शन कर रहा है।



चित्र 5: टच डिस्प्ले के साथ डिस्प्ले ड्राइवर कार्ड

परीक्षण परिणाम

तालिका 2: परीक्षण परिणाम

वोल्टेज लाइन	पावर
+8V	750mA
+12V	0.04mA

निष्कर्ष

भारत के भविष्य के मानव अंतरिक्ष मिशनों जैसे गगनयान और भारतीय अंतरिक्ष स्टेशन के चालक दल कंसोल के लिए डिस्प्ले ड्राइवर पीसीबी का डिज़ाइन और निर्माण पूर्णत: स्वदेशी रूप से किया गया है। यह डिज़ाइन 80x70x25mm³ आकार और 7 वॉट से कम पावर (टच पैनल डिस्प्ले सहित) में सफलतापूर्वक साकार किया गया है।

आभार

लेखक श्री अनुराग वर्मा, सहयोगी परियोजना निदेशक (गगनयान) और श्री एम. सेंथिल कुमार, उप निदेशक, मानव अंतरिक्ष उड़ान प्रौद्योगिकी क्षेत्र का इस कार्य को पूरा करने में उनके निरंतर प्रोत्साहन के लिए धन्यवाद देते हैं।

सन्दर्भ

[1] नासा मिशनों के लिए चालक दल की गहरी अंतरिक्ष प्रणाली मानव मूल्यांकन प्रमाणन आवश्यकताएँ और मानक, दस्तावेज़ संः हेओमडी-300

[2] नासा मानव प्रणाली एकीकरण पुस्तिका- NASA/SP-20210010952

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

एरोसोल निगरानी के लिए प्रस्तावित ध्रुवीयमापी संवेदक का अनुकरण आधारित प्रारंभिक अध्ययन

स्वाति मेहता[1], राधिका ए चिपेड[1], बिपाशा पॉल शुकला[1], मेहूल आर पांड्य[1]
वैज्ञानिक, अंतरिक्ष अनुप्रयोग केंद्र, अहमदाबाद (swatimehta@sac.isro.gov.in)

सार: एयरोसोल प्रकीर्णन और अवशोषण प्रक्रियाओं के माध्यम से पृथ्वी के विकिरण बजट और जलवायु पर महत्वपूर्ण प्रभाव डालते हैं।बहु-कोण ध्रुवीय माप एरोसोल लक्षण वर्णन को बढ़ाने के लिए एक आशाजनक अवसर प्रदान करते हैं, जो एरोसोल आकृति विज्ञान, आकार वितरण, स्तंभीय घनत्व और अवशोषण ऑप्टिकल गहराई के लक्षण वर्णन को सक्षम बनाता है. इसलिए, इसके साथ संरेखण में,ईसरो ने उन्नत ध्रुवीय संवेदक के प्रक्षेपण का प्रस्ताव दिया है। इस अध्ययन में, एक वनस्पति सतह पर एरोसोल ऑप्टिकल गहराई (ए. ओ. डी.), एरोसोल मॉडल प्रकार (शहरी, रेगिस्तान) को व्यवस्थित रूप से बदलते हुए अनुकरण किए गए थे.

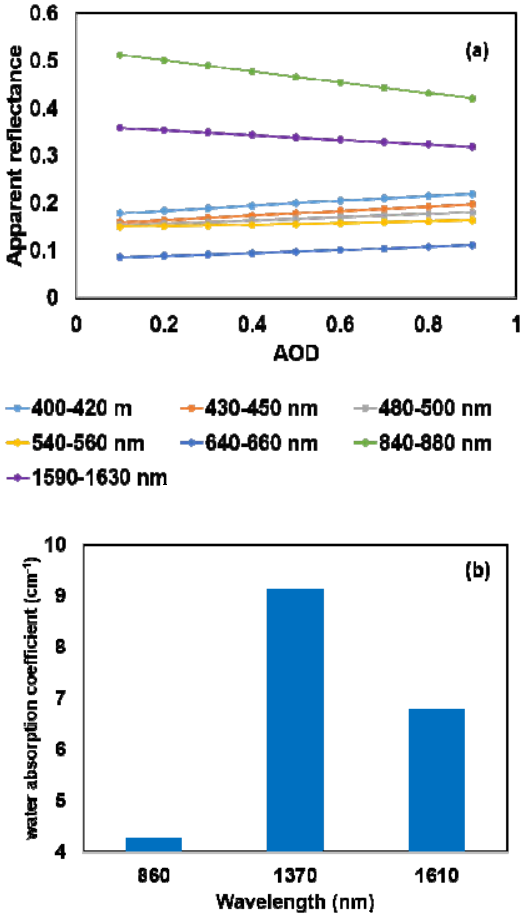
प्रस्तावना

एयरोसोल, वायुमंडल में निलंबित सूक्ष्म कण (एनएम से माइक्रोन), पृथ्वी के ऊर्जा बजट को संशोधित करने, क्लाउड माइक्रोफिजिक्स को प्रभावित करने और वायु की गुणवत्ता और मानव स्वास्थ्य को प्रभावित करने में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं । उनके महत्व के बावजूद, एयरोसोल जलवायु मॉडलिंग में अनिश्चितता के सबसे बड़े स्रोतों में से एक बने हुए हैं, मुख्य रूप से उनके स्थानिक वितरण, संरचना, ऑप्टिकल गुणों की जटिलता के कारण. बहु-कोण ध्रुवीय (मानचित्र) रिमोट सेंसिंग एयरोसोल निगरानी के लिए एक परिवर्तनकारी दृष्टिकोण के रूप में उभरा है । कई देखने के कोणों और वर्णक्रमीय बैंडों पर बिखरे हुए सूर्य के प्रकाश के रैखिक ध्रुवीकरण की स्थिति को पकड़कर, मानचित्र उपकरण प्रमुख पुनर्प्राप्ति अपक्षय को तोड़ सकते हैं और एयरोसोल गुणों का अधिक मजबूत और सटीक लक्षण वर्णन प्रदान कर सकते हैं । पोल्डर कई कोणों पर ध्रुवीकृत परावर्तन को मापने वाला पहला अंतरिक्ष संवेदक था, जिसने बेहतर आत्मविश्वास के साथ मूल्यवान एरोसोल और क्लाउड गुण प्रदान किए और बाद में पैरासोल (2013) पर। पोल्डर के बाद, 3mi, हार्प2 और स्पेक्सोन (जहाज की गति) जैसे अधिक उन्नत संवेदक का विकास किया गया है। पोल्डर अग्रणी था लेकिन ध्रुवीय परिशुद्धता में सीमित था क्योंकि इसमें केवल तीन वर्णक्रमीय बैंड हैं जो ध्रुवीकृत हैं. जबकि स्पेक्सोन में 5 ध्रुवीकृत बैंड हैं और हार्प2 में 10 ध्रुवीकृत बैंड है।

इस विरासत के आधार पर, भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (आई. एस. आर. ओ.) ने एयरोसोल निगरानी क्षमताओं में वृद्धि के उद्देश्य से उन्नत ध्रुवीय संवेदक के प्रक्षेपण का प्रस्ताव रखा है. इसलिए, प्रस्तावित पेलोड की व्यवहार्यता का आकलन करने के लिए, डिजाइन मापदंडों के प्रभाव का विश्लेषण करने वाला एक व्यापक संवेदनशीलता अध्ययन यहां प्रस्तुत किया गया है।

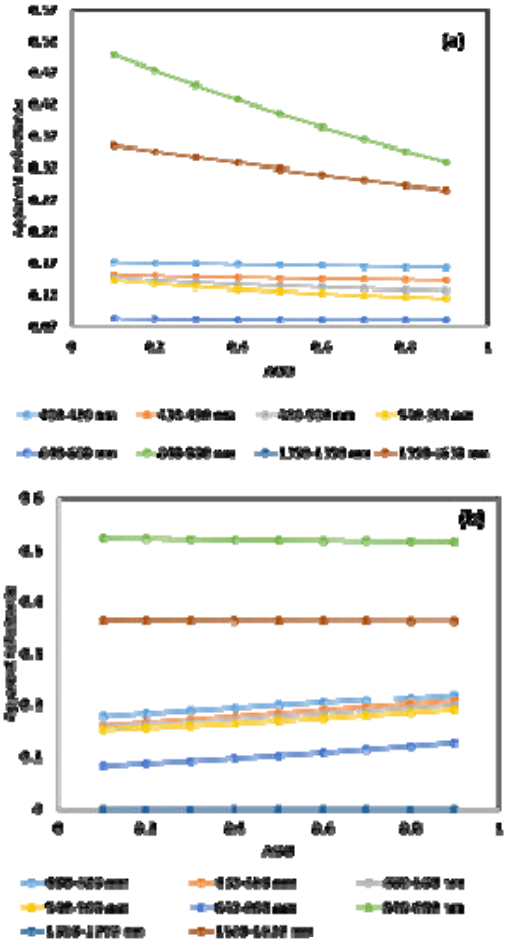
परिणाम और चर्चाएँ

एक विकिरणशील स्थानांतरण मॉडल का उपयोग करके आगे के मॉडल सिमुलेशन एयरोसोल पुनर्प्राप्ति के लिए विभिन्न बैंडों की संवेदनशीलता को निर्धारित करते हैं. यह खंड वायुमंडल के शीर्ष पर ध्रुवीकृत माप पर विभिन्न वायुमंडलीय स्थितियों के प्रभाव को प्रस्तुत करता है।



चित्र 1: प्रस्तावित उन्नत ध्रुवीय संवेदक के विभिन्न वर्णक्रमीय बैंडों के लिए ए. ओ. डी. के कार्य के रूप में ध्रुवीकृत परावर्तन में भिन्नता (बी) तरंग दैर्ध्य के कार्य के रूप में 0.5 के निश्चित ए. ओ. डी. पर जल अवशोषण गुणांक में भिन्नता।

चित्र 1 प्रस्तावित ध्रुवमापी के सभी वर्णक्रमीय बैंडों में एओडी के फलन के रूप में ध्रुवीकृत परावर्तन में परिवर्तन को दर्शाता है । 640 nm तक एओडी बढ़ने पर ध्रुवीकृत परावर्तन में कमी का रुझान देखा जाता है [चित्र 1(a)]। हालाँकि, 840-880 nm और 1590-1630 nm वर्णक्रमीय बैंडों के लिए, ध्रुवीकृत परावर्तन में कमी का रुझान दिखाई देता है, जिसका कारण प्रकीर्णन पर एरोसोल अवशोषण की प्रबलता हो सकती है । उल्लेखनीय रूप से, 1350-1390 nm वर्णक्रमीय श्रेणी में, ध्रुवीकृत परावर्तन लगभग नगण्य रहता है, जिसका मुख्य कारण इस तरंगदैर्ध्य श्रेणी में उच्च जल अवशोषण गुणांक है, जैसा कि चित्र 1(b) में दिखाया गया है।



चित्र 2:(a) शहरी (b) रेगिस्तानी एरोसोल मोड का उपयोग करते हुए विभिन्न स्पेक्ट्रल बैंडों के लिए AOD के एक फ़ंक्शन के रूप में TOA परावर्तन में भिन्नता

शहरी ऐरोसोल मॉडल के मामले में, TOA ध्रुवीकृत परावर्तन सेंसर के सभी वर्णक्रमीय बैंडों में बढ़ते एओडी के साथ घटती प्रवृत्ति प्रदर्शित करता है [चित्र 2(a)]। इसका कारण शहरी वातावरण में बहुविध प्रकीर्णन प्रभावों और बढ़े हुए ऐरोसोल अवशोषण के कारण ध्रुवीकृत प्रकाश का बढ़ा हुआ क्षीणन हो सकता है। रेगिस्तानी एरोसोल मॉडल के मामले में, एओडी में वृद्धि से TOA ध्रुवीकृत परावर्तन

में वृद्धि होती है [चित्र 2(b)], जो शहरी एरोसोल मॉडल में देखे गए रुझानों के विपरीत है। इस व्यवहार को विभिन्न मॉडलों में एरोसोल संरचना में अंतर के लिए जिम्मेदार ठहराया जा सकता है।

निष्कर्ष

यह अध्ययन प्रस्तावित ध्रुवमितीय सेंसर के सभी वर्णक्रमीय बैंडों में 6SV विकिरण स्थानांतरण मॉडल कोड का उपयोग करते हुए सिमुलेशन प्रस्तुत करता है, और विश्लेषण को बेहतर बनाने के लिए विभिन्न ऐरोसोल मॉडलों को शामिल करता है। निष्कर्ष बताते हैं कि सतह-ध्रुवीकृत परावर्तन, वायुमंडलीय-ध्रुवीकृत परावर्तन से काफी कम है, जो ऐरोसोल अध्ययनों में ध्रुवीकृत मापों की मौलिक भूमिका को उजागर करता है। AOD के फलन के रूप में TOA परावर्तन और ऐरोसोल मॉडलों में देखे गए परिवर्तन, ऐरोसोल संरचना, जल अवशोषण गुणांक आदि जैसे कई कारकों के जटिल अंतर्संबंध का संकेत देते हैं। ये अंतर्दृष्टियाँ वायुमंडलीय ऐरोसोलों की हमारी समझ को आगे बढ़ाने में ध्रुवमितीय प्रेक्षणों के महत्वपूर्ण महत्व को रेखांकित करती हैं।

आभार

लेखक इस कार्य को पूरा करने में उनके अमूल्य समर्थन और प्रोत्साहन के लिए इसरो के अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (एसएसी) के निदेशक नीलेश एम. देसाई और डीडी-ईपीएसए/एसएसी रश्मि शर्मा के प्रति हार्दिक आभार व्यक्त करते हैं।

सन्दर्भ

केके मूर्ति , एसके सतीश , एसएस बाबू और सीबीएस दत्त , एरोस्ल , *जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस, 11,* पीपी. 243-262 (2008)।

एम. बिलाल, जेई निकोल, एल. वांग*पर्यावरण का रिमोट सेंसिंग* , 197, पीपी 115-124 (2017)।

ए. महाविश , एम. कुमार, ए.के. मिश्रा, पी.के. श्रीवास्तव, टी. बनर्जी, बादल और वर्षा का रिमोट सेंसिंग, एल्सेवियर, पृ. 45-83 (2018)।

केएफ पामर, डी. विलियम्स, *जर्नल ऑफ ऑप्टिकल सोसाइटी ऑफ अमेरिका,* 64(8), पृ. 1107-1110 (1974)।

एफसी सेडेल, सी. पोप,*वायुमंडलीय माप तकनीक,* 5, पृष्ठ 1653-1665 (2012)

एयर- गैप नेटवर्क के लिए सुरक्षित डेटा ट्रांसफर सेवाओं का कार्यान्वयन

श्री ओम प्रकाश सोनी*, श्री प्रवीण कुमार चौधरी, श्री पंकज तांबुलकर, श्री रोहित त्यागी, श्री योगेश वर्मा
वैज्ञानिक/अभियंता- एस सी
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन, अहमदाबाद
*opsoni@sac.isro.gov.in

सार- इंट्रानेट, जिसे अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) द्वारा संचालित किया जाता है, एक एयर-गैप नेटवर्क है जिसे सुरक्षित और मिशन-क्रिटिकल संचालन के लिए डिज़ाइन किया गया है। इंटरनेट से जुड़े सिस्टमों से इसकी अलगाव स्थिति बनाए रखते हुए इंट्रानेट में आवश्यक डेटा ट्रांसफर करना एक अनोखी चुनौती प्रस्तुत करता है। यह शोध पत्र एक डेटा डायोड का उपयोग करके एक सुरक्षित एकतरफा डेटा ट्रांसफर समाधान को रेखांकित करता है। इसमें सिस्टम की संरचना, UDP-आधारित प्रोटोकॉल का उपयोग, और डेटा ट्रांसफर दक्षता बढ़ाने के लिए समानांतर चैनल रणनीति का विवरण दिया गया है।

1. परिचय

इंट्रानेट को बाहरी नेटवर्क से पूरी तरह से अलग रखा गया है ताकि उपग्रह टेलीमेट्री, पेलोड जानकारी और विभागीय संचार जैसे संवेदनशील डेटा की सुरक्षा हो सके। समय-समय पर बाहरी डेटा जैसे ओपन-सोर्स सॉफ्टवेयर अपडेट, एपिमेरिस डेटा और वैज्ञानिक अनुसंधान लाने की आवश्यकता होती है। प्रारंभ में, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र ने FIFO (प्रथम आगत प्रथम निर्गमन) विधि अपनाई थी जिसमें अधिकृत कर्मी स्वचालित स्क्रिप्ट के माध्यम से कतारबद्ध तरीके से फ़ाइलों को ट्रांसफर करते थे। जबकि इसने अलगाव को बनाए रखा, यह विधि लचीलेपन में कमी, रुकावट और बड़े पैमाने पर डेटा ट्रांसफर में विलंब का कारण बनी।

इन चुनौतियों को देखते हुए, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र ने एक अधिक मजबूत और स्केलेबल समाधान की आवश्यकता पहचानी। एक हार्डवेयर-आधारित डेटा डायोड सिस्टम विकसित किया गया ताकि इंटरनेट से जुड़े सिस्टमों से इंट्रानेट में केवल एकतरफा डेटा ट्रांसमिशन की अनुमति दी जा सके। इस समाधान ने एयर-गैप नीति से समझौता किए बिना प्रदर्शन और सुरक्षा दोनों को बढ़ाया ।

2. एयर-गैप सिस्टम की चुनौतियाँ

हालाँकि एयर-गैप नेटवर्क बाहरी खतरों से मज़बूत सुरक्षा प्रदान करते हैं, लेकिन इनकी अपनी सीमाएँ होती हैं:

- HTTPS और FTP जैसे मानक प्रोटोकॉल दो-तरफा संचार की आवश्यकता रखते हैं और यहाँ काम नहीं करते।
- बाहरी स्रोत से प्राप्त फाइलों में मैलवेयर का खतरा होता है, इसलिए इन्हें ट्रांसफर से पहले स्कैन करना आवश्यक होता है।
- मैनुअल या अर्ध-स्वचालित समाधान धीमे होते हैं और स्केलेबिलिटी में बाधा डालते हैं।

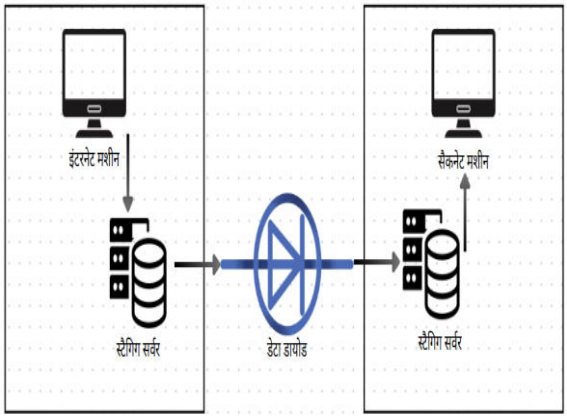
इन समस्याओं के समाधान के लिए अंतरिक्ष उपयोग केंद्र को एक स्वचालित, ऑडिटेबल और सुरक्षित डेटा इनजेशन पद्धति की आवश्यकता थी।

3. डेटा डायोड आधारित समाधान

इस समाधान में एक हार्डवेयर आधारित एकतरफा कनेक्शन शामिल है, जो इंट्रानेट से किसी भी डेटा की वापसी को पूरी तरह रोकता है, जिसे चित्र-1 में दर्शाया गया है। स्टेजिंग सर्वर पर डाउनलोड की गई फाइलों को पहले:

- एंटीवायरस स्कैन किया जाता है
- फाइल स्वरूप की पुष्टि की जाती है

जांच के बाद, फाइलों को UDP प्रोटोकॉल के माध्यम से इंट्रानेट -SACNET इनजेस्ट सर्वर पर भेजा जाता है। इंट्रानेट-SACNET प्रणाली सफलतापूर्वक डेटा प्राप्त करती है। यह सेटअप रिवर्स ट्रैफिक और बाहरी हस्तक्षेप की संभावना को समाप्त करता है।



चित्र 1 इंट्रानेट में डेटा डायोड आधारित एकतरफा डेटा ट्रांसफर संरचना

4. कार्यान्वयन रणनीति

प्रोटोकॉल डिजाइन

UDP को इसकी सरलता और एकतरफा लिंक की अनुकूलता के कारण चुना गया। डेटा को छोटे पैकेट्स में विभाजित किया जाता है और प्रत्येक में आवश्यक हेडर होते हैं।

समानांतर चैनल अनुकूलन

प्रदर्शन सुधारने के लिए हमने डायोड को 10 समानांतर चैनलों के साथ कॉन्फ़िगर किया। इससे डेटा का समवर्ती ट्रांसमिशन संभव हुआ और थ्रूपुट में काफी वृद्धि हुई। मुख्य लाभ:

- उच्च वॉल्यूम डेटा तेजी से ट्रांसफर
- प्रत्येक चैनल स्वतंत्र रूप से रिट्राई और एरर हैंडल करता है

पहले, फाइलें एक समय में एक ही स्थानांतरित की जाती थीं। समानांतर प्रक्रिया से सैक ने 10 गुना तेज प्रदर्शन हासिल किया, विशेष रूप से बड़े डेटा सेट्स में।

कस्टम स्क्रिप्ट-आधारित कार्यान्वयन

हार्डवेयर-आधारित डेटा डायोड कार्यान्वयन के अतिरिक्त, प्रारंभिक एकतरफा फ़ाइल ट्रांसफर को सुरक्षित रूप से सक्षम करने के लिए एक स्क्रिप्ट-आधारित विधि विकसित की गई। यह स्क्रिप्ट निम्नलिखित कार्य करती है:

- **मॉनिटर करें** : किसी निर्दिष्ट डायरेक्टरी में नई आने वाली फ़ाइलों का लगातार निरीक्षण करती है
- **स्थिरता जाँच**: फ़ाइल के स्थिर होने की प्रतीक्षा करती है ताकि यह सुनिश्चित हो सके कि लिखना पूर्ण हुआ है
- **नीति की जाँच**: फाइलों को मैलवेयर या पॉलिसी उल्लंघनों के लिए स्कैन करती है

डेटा डायोड विफल होने पर एक स्टैंडबाय बैकअप हार्डवेयर डिवाइस डेटा ट्रांसफर को सुरक्षित रूप से रीरूट करता है। हेल्थ

5. सुरक्षा लाभ और सीमाएँ

लाभ

- इंट्रानेट की एयर-गैप अखंडता को बनाए रखता है
- रिवर्स ट्रैफिक और बाहरी हमलों से पूर्ण सुरक्षा
- ट्रांसफर प्रक्रिया को स्वचालित कर मानव त्रुटियों और अंदरूनी खतरों में कमी

सीमा

- इंट्रानेट साइड से कोई पुष्टिकरण या सत्यापन संभव नहीं है, जिससे सफल ट्रांसफर की पुष्टि मानकर चलनी होती है

6. परिणाम और भविष्य में सुधार

नया डेटा डायोड सिस्टम पुराने FIFO विधि की तुलना में 7-10 गुना तेज ट्रांसफर स्पीड प्राप्त करने में सफल रहा। उदाहरण के लिए,

फ़ाइल का आकार	पुरानी विधि का समय	नई डेटा डायोड विधि का समय
2 KB	लगभग 2 मिनट	लगभग 30 मिनट
2 MB	लगभग 4 मिनट	लगभग 50 सेकंड
100 MB	लगभग 15 मिनट	लगभग 2 मिनट
1 GB	लगभग 40 मिनट	लगभग 5 मिनट

तालिका 1. पुराने और प्रस्तावित के बीच तुलना

सभी ट्रांसफर की गई फ़ाइलों ने हैश जांच पास की, जिससे 100% डेटा की शुद्धता सुनिश्चित हुई।

इस सिस्टम को और बेहतर बनाने के लिए हम निम्नलिखित उपायों पर विचार कर रहे हैं:

- एलईडी/ऑप्टिकल रीडर के माध्यम से दृश्य पुष्टिकरण चैनल
- स्टेजिंग सर्वर पर मशीन लर्निंग आधारित मैलवेयर स्कैनिंग
- स्वचालित फाइल वर्गीकरण और टैगिंग

इन सुधारों का उद्देश्य दक्षता बढ़ाना, प्रशासनिक भार को कम करना और सुरक्षा को और मजबूत करना है।

7. निष्कर्ष

सैक द्वारा इंट्रानेट में एकतरफा फाइल ट्रांसफर के लिए डेटा डायोड का उपयोग एक ऐसा उदाहरण है जिसमें साइबर सुरक्षा को परिचालन दक्षता के साथ जोड़ा गया है। FIFO आधारित स्क्रिप्टेड ऑटोमेशन से पूरी तरह समानांतर डायोड सेटअप में परिवर्तन से प्रदर्शन और स्केलेबिलिटी दोनों में ठोस सुधार प्राप्त हुआ है, जबकि एयर-गैप नियमों का पालन भी सुनिश्चित किया गया है।

हालाँकि इस प्रणाली में कुछ सीमाएँ हैं—जैसे इंट्रानेट साइड से पुष्टिकरण की अनुपलब्धता—लेकिन इसकी सुरक्षा क्षमताएँ इसे एक भरोसेमंद और प्रभावी समाधान बनाती हैं।

यह वास्तुकला इंटरनेट से इंट्रानेट में सुरक्षित डेटा ट्रांसफर के लिए एक व्यावहारिक और दूरदर्शी विधि प्रस्तुत करती है, जो अन्य महत्वपूर्ण रक्षा बुनियादी ढांचे के लिए महत्वपूर्ण है।

8. आभार

लेखक, दिए गए सुअवसर, प्रोत्साहन एवं दिशानिर्देशों के लिए, श्री निलेश एम. देसाई (निदेशक, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र), श्री डी. के. पटेल, (समूह-निदेशक, सीएसआईजी, श्री अजय कुमार शर्मा (सैक, आई.एस.ओ.) का तहेदिल से आभार प्रकट करता है।

9. सन्दर्भ

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Unidirectional_network

[2] https://bel-india.in/product/data-diode-2/

[3] https://advenica.com/learning-centre/articles/what-is-a-data-diode/

नेटवर्क-आधारित उपकरणों और सेवाओं की निगरानी हेतु सॉफ़्टवेयर सेवा का कार्यान्वयन

सत्यम थलपते*, अनिल राठवा, चित्राक्ष व्यास, प्रवीण चौधरी, अमितेश कीर्ति, रोहित त्यागी, योगेश वर्मा

तकनीशियन-डी

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन, अहमदाबाद

*satyam.t@sac.isro.gov.in

सार- यह शोधपत्र एक नेटवर्क निगरानी समाधान का कार्यान्वयन प्रस्तुत करता है जो एक ओपन सोर्स टूल, ज़ैबिक्स का मुख्य निगरानी प्लेटफ़ॉर्म के रूप में उपयोग करता है। यह समाधान नेटवर्क स्विच, फ़ायरवॉल, नेटवर्क-आधारित अनुप्रयोगों आदि सहित विषम नेटवर्क अवसंरचना की वास्तविक समय निगरानी की आवश्यकता को पूरा करता है। प्रस्तावित समाधान विविध नेटवर्क परिवेशों में बेहतर नेटवर्क दृश्यता, सक्रिय दोष पहचान और बेहतर परिचालन दक्षता प्रदर्शित करता है। प्रदर्शन मूल्यांकन नेटवर्क अपटाइम निगरानी में उल्लेखनीय सुधार दर्शाता है। इस *"सेवा के रूप में निगरानी"* का कार्यान्वयन सैक में विभिन्न सेवाओं की निगरानी के लिए की गई एक पहल है।

कीवर्ड: नेटवर्क निगरानी, ज़ैबिक्स, SNMP, नेटवर्क अवसंरचना, भू-स्थान निगरानी

1. परिचय

आधुनिक नेटवर्क अवसंरचनाएँ जटिल पारिस्थितिकी तंत्र हैं जिनमें विविध उपकरण, सेवाएँ और अनुप्रयोग कई स्थानों पर फैले हुए हैं।[1] यह जटिलता प्रदर्शन, उपलब्धता और सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए उन्नत निगरानी उपकरणों की मांग करती है। पारंपरिक निगरानी प्रणालियों को अक्सर विक्रेता लॉक-इन, सीमित मापनीयता और खराब एकीकरण जैसी चुनौतियों का सामना करना पड़ता है। इन चुनौतियों का समाधान करने के लिए, हमने कई परिसरों की निगरानी के लिए ज़ैबिक्स आधारित प्रणाली लागू की है, जो इसके विषम आईटी वातावरण की केंद्रीकृत और वास्तविक समय की निगरानी को सक्षम बनाती है। समाधान ऐसे वितरित बुनियादी ढांचे के लिए उपयुक्त एक स्केलेबल, लचीला और लागत प्रभावी ओपन-सोर्स समाधान प्रदान करता है। कार्यान्वयन के एक भाग के रूप में, हमने घटना प्रतिक्रिया को बेहतर बनाने के लिए महत्वपूर्ण मुद्दों के बारे में उपयोगकर्ताओं को तुरंत सूचित करने के लिए एक ईमेल अलर्ट तंत्र को कॉन्फ़िगर किया। इसके अतिरिक्त, हमने यह सुनिश्चित करने के लिए भूमिका-आधारित पहुँच नियंत्रण स्थापित किया।

1.1 एनएमएस प्रणाली के लाभ

नेटवर्क प्रबंधन प्रणाली (एनएमएस) के कार्यान्वयन से कई परिचालन और रणनीतिक लाभ मिलते हैं:

1.1.1 **सक्रिय निगरानी और अलर्ट:** एनएमएस नेटवर्क उपकरणों की वास्तविक समय निगरानी को सक्षम बनाता है, सीमा पार होने या उपकरण अनुपलब्ध होने पर तत्काल अलर्ट प्रदान करता है। यह सक्रिय दृष्टिकोण नेटवर्क डाउनटाइम को 40% तक कम करता है और महत्वपूर्ण मुद्दों पर त्वरित प्रतिक्रिया को सक्षम बनाता है ।

1.1.2 **केंद्रीकृत प्रबंधन:** एक एकीकृत डैशबोर्ड कई स्थानों पर सभी नेटवर्क घटकों की दृश्यता प्रदान करता है।

1.1.3 **लागत में कमी:** स्वचालित निगरानी से मैन्युअल नेटवर्क जांच और साइट पर दौरे की आवश्यकता कम हो जाती है।

2.साहित्य अध्ययन

निगरानी प्लेटफ़ॉर्म के रूप में ज़ैबिक्स का चयन विभिन्न नेटवर्क प्रबंधन प्रणालियों के व्यापक मूल्यांकन पर आधारित था। यह खंड ज़ैबिक्स की तुलना अन्य प्रमुख समाधानों से करता है और चयन मानदंडों को उचित ठहराता है [2]।

2.1 एनएमएस समाधानों का तुलनात्मक विश्लेषण

विशेषता/पहलू	ज़ैबिक्स	नागियोस	सोलरविड्स
मापनीयता	उच्च (10,000+ आइटम/ सर्वर)	मध्यम (2,000-3,000 आइटम/ सर्वर)	उच्च
इंटरफ़ेस	वेब-आधारित, आधुनिक	सीएलआई-आधारित कॉन्फ़िगरेशन	जीयूआई आधारित, सहज
लाइसेंसिंग और लागत	निःशुल्क और ओपन-सोर्स	निःशुल्क (नागियोस कोर), वाणिज्यिक (नागियोस XI) एक बार का लाइसेंस + पहले वर्ष का समर्थन (100 नोड्स) – लगभग ₹2,24,550 [3] ।	महंगे वाणिज्यिक लाइसेंस ₹५४० प्रति नोड प्रति माह से प्रारंभ होता है [4] ।

3.कार्यान्वयन

परिनियोजन संरचना एक केंद्रीय ज़ैबिक्स सर्वर के साथ वितरित निगरानी पद्धति का अनुसरण करती है।

3.1 मुख्य घटक:

बड़ी मात्रा में निगरानी डेटा संग्रहीत करने के लिए केंद्रीय ज़ैबिक्स सर्वर, वेब इंटरफ़ेस और MySQL डेटाबेस कॉन्फ़िगरेशन।

3.2 नेटवर्क विभाजन:

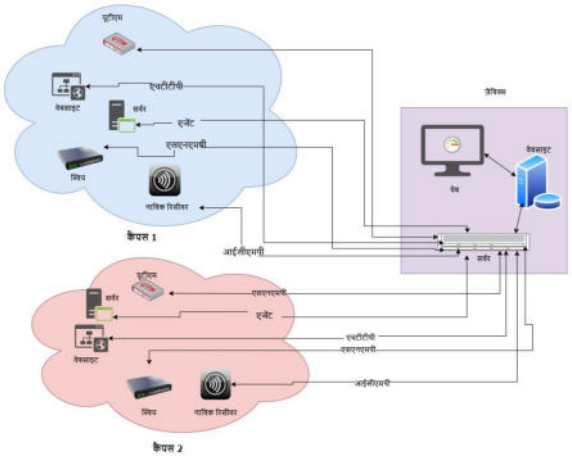
उत्पादन नेटवर्क: उत्पादन परिवेश में निगरानी किए गए उपकरण (सर्वर)।

DMZ नेटवर्क: वेब सेवाएँ और बाहरी-मुख वाले उपकरण।

3.3 कैप्चर किए गए पैरामीटर

निगरानी समाधान विभिन्न उपकरण श्रेणियों में व्यापक पैरामीटर कैप्चर करता है:

नेटवर्क स्विच: पोर्ट स्थिति, ट्रैफ़िक आँकड़े, CPU/मेमोरी उपयोग की निगरानी करते हैं, तापमान, पावर और पैकेट हानि को ट्रैक करते हैं।



चित्र 1 नेटवर्क टोपोलॉजी आरेख

फ़ायरवॉल और UTM: सत्र गणना, बैंडविड्थ उपयोग और पैकेट हानि को ट्रैक करता है।

CCTV कैमरे: कैमरे की स्थिति की निगरानी करता है, गति घटनाओं और बैंडविड्थ उपयोग को ट्रैक करता है।

वेब सेवाएँ: प्रतिक्रिया समय, कीवर्ड उपस्थिति, पृष्ठ लोड समय उपलब्धता और HTTP त्रुटि दर को मापता है।

IP-सक्षम उपकरण: उपकरण उपलब्धता, प्रतिक्रिया समय और पैकेट हानि की जाँच करता है।

3.4 प्रदर्शन और मापनीयता

- दो साइटों पर प्रति मिनट 1200 से अधिक आइटम की कुशलतापूर्वक निगरानी करता है और 100 से अधिक एक साथ उपयोगकर्ता सत्रों का समर्थन करता है।
- सिस्टम प्रदर्शन मेट्रिक्स कुशल बैकएंड संचालन दिखाते हैं, जिसमें डेटाबेस क्वेरीज़ 200 मिलीसेकंड से कम समय में पूरी होती हैं।
- उपयोगकर्ता अनुभव की प्रतिक्रिया अच्छी है, डैशबोर्ड लगभग 2 सेकंड में लोड हो जाता है और अलर्ट 15 सेकंड के भीतर जनरेट हो जाते हैं।
- स्थिति पहचान में 99.5% सटीकता के साथ विभिन्न साइटों पर 400 से अधिक उपकरणों का निर्बाध एकीकरण प्राप्त किया।

3.5 वास्तविक उपकरण एकीकृत

निगरानी समाधान को निम्नलिखित उपकरणों के साथ सफलतापूर्वक एकीकृत किया गया है:

स्विच जैसे नेटवर्क उपकरण; परिधि UTM जैसे सुरक्षा उपकरण; IP कैमरे जैसे CCTV सिस्टम; IP-सक्षम उपकरण जैसे पर्यावरण सेंसर और वेब सेवाएँ; सार्वजनिक वेबसाइट निगरानी और आंतरिक वेब अनुप्रयोग।

चित्र 2: मुख्य डैशबोर्ड

3.6 ग्राफिकल यूजर इंटरफेस

3.6.1 मुख्य डैशबोर्ड विशेषताएँ:

- रीयल-टाइम डिवाइस स्थिति अवलोकन और डिवाइस स्थिति संकेतकों के साथ नेटवर्क टोपोलॉजी मानचित्र
- हालिया अलर्ट और ईवेंट सारांश और महत्वपूर्ण डिवाइस निगरानी तक त्वरित पहुँच

3.6.2 **विशिष्ट डैशबोर्ड**: व्यापक नेटवर्क स्वास्थ्य सारांश, वेब स्वास्थ्य ईवेंट निगरानी और बैंडविड्थ एवं उपयोग मीट्रिक, स्थान-आधारित डिवाइस निगरानी।

चित्र 3: वेब मॉनिटरिंग डैशबोर्ड

4. निष्कर्ष और भविष्य की संभावनाएँ

ज़ैबिक्स का उपयोग करके एक व्यापक नेटवर्क मॉनिटरिंग समाधान के कार्यान्वयन ने आधुनिक नेटवर्क अवसंरचना मॉनीटरिंग की महत्वपूर्ण आवश्यकताओं को सफलतापूर्वक पूरा किया है।

एआई एकीकरण: विसंगति पहचान हेतु मशीन लर्निंग का उपयोग ।

5. आभार

लेखक, दिए गए सुअवसर, प्रोत्साहन एवं दिशानिर्देशों के लिए, श्री निलेश एम. देसाई (निदेशक, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र), श्री डी. के. पटेल, (समूह-निदेशक, सीएसआईजी, श्री अजय कुमार शर्मा (सैक, आई.एस.ओ.) का तहेदिल से आभार प्रकट करता है।

6. सन्दर्भ

[1] ज़ैबिक्स, "मियाज़ाकी प्रीफेक्चुरल गवर्नमेंट केस स्टडी," ज़ैबिक्स केस स्टडीज़, उपलब्ध: https://www.zabbix.co m/case_studies_miyazaki

[2] कुमार, एस., आदि. "नेटवर्क इन्फ्रास्ट्रक्चर में रीयल-टाइम सुरक्षा निगरानी।" आईईईई सुरक्षा, खंड 22, अंक 1, पृष्ठ 78-85, 2024.

[3] https://www.नागिओस.कॉम/प्राइसिंग-प्लान्स/

[4] https://www.सोलरविंड्स.com/प्राइसिंग |

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी में अंतःविषय सहयोग- नवाचार एवं अन्वेषण का वैश्विक मार्ग

लोकेन्द्र[1] (AC08778)

वैज्ञानिक/अभियंता - एस. ई., एंटीना यांत्रिक अभिकल्प विभाग, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद

lokendra@sac.isro.gov.in

सार

यह लेख अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी में प्रमुख अंतःविषयक क्षेत्रों और सहयोगात्मक अनुसंधान की बढ़ती आवश्यकता को रेखांकित करता है। प्रस्तुत लेख विद्यमान प्रमुख चुनौतियों का विश्लेषण करते हुए एक समन्वित, वैश्विक एवं बहु-विषयक अनुसंधान तंत्र के निर्माण हेतु रणनीतिक समाधान प्रस्तावित करता है। साथ ही, अंतरिक्ष क्षेत्र में नवाचार को गति देने और दीर्घकालिक स्थायित्व सुनिश्चित करने के लिए समेकित एवं एकीकृत दृष्टिकोण की अनिवार्यता पर विशेष बल प्रदान करता है।

प्रस्तावना

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अनुसंधान का परिदृश्य अब केवल पारंपरिक एयरोस्पेस इंजीनियरिंग तक सीमित न रहकर बहु-विषयक क्षेत्रों में विस्तृत हो चुका है। वर्तमान चुनौतियाँ एकल विषयक दृष्टिकोण से समाधेय नहीं हैं बल्कि बहु-विषयक सहभागिता के अधीन है। अतः अंतरिक्ष एजेंसियों, शैक्षणिक संस्थानों और औद्योगिक क्षेत्र को वैश्विक सहयोग बढ़ाते हुए अनुसंधान का एक नया प्रतिमान स्थापित करना चाहिए।

अंतरिक्ष अन्वेषण में बहु-विषयक सहयोग की अनिवार्यता

1. जटिल वैज्ञानिक चुनौतियों का समाधान

अंतरिक्ष अन्वेषण में अनेक गहन जटिलताएँ होती हैं जिनके समाधान हेतु वैमानिकी इंजीनियरिंग, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, जैवचिकित्सा और सामाजिक विज्ञानों जैसे विभिन्न क्षेत्रों का समन्वित ज्ञान आवश्यक है।

2. नवाचार का त्वरण

बहु-विषयक सहयोग विविध ज्ञान प्रणालियों को जोड़कर समस्या-समाधान की गति, रचनात्मक सोच और नई तकनीकों के विकास को तेज करता है।

3. संसाधन दक्षता एवं स्थिरता

वैश्विक सहभागिता तथा संसाधनों के साझा उपयोग से जिससे लागत में कमी आती है एवं दक्षता बढती है।

4. अन्वेषण नीति एवं अंतरिक्ष नैतिकी

अंतरिक्ष मलबा, ग्रह संरक्षण और अंतरिक्ष खनन जैसे मुद्दों के समाधान हेतु वैज्ञानिकों, विधि विशेषज्ञों और नीति निर्माताओं के बीच सहयोग आवश्यक है।

5. वैश्विक साझेदारियाँ

अंतराष्ट्रीय मिशन विभिन्न देशों को एकजुट करते हैं जिससे तकनीकी ज्ञान और सांस्कृतिक दृष्टिकोणों का संयोजन संभव हो पता है।

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के प्रमुख बहु-विषयक क्षेत्र

1. पृथ्वी अवलोकन एवं जलवायु निगरानी प्रणालियाँ

यह प्रणाली आपदा प्रबंधन, जलवायु परिवर्तन ट्रैकिंग, कृषि उत्पादकता और शहरी नियोजन में सहायक है।

▶संबंधित क्षेत्र: दूरसंचार, पर्यावरण विज्ञान, डेटा विज्ञान, लोक नीति।

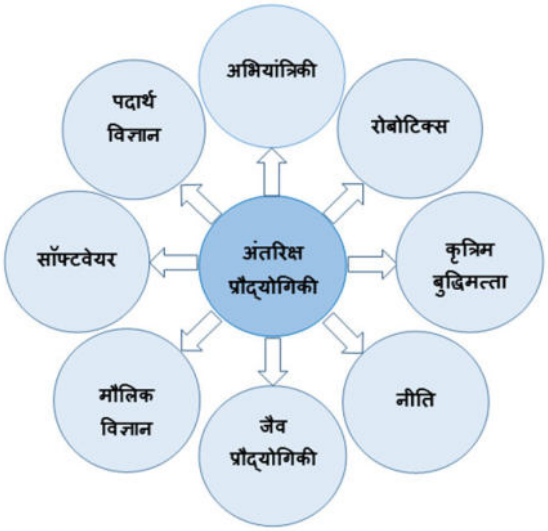
2. उपग्रह संचार और नेविगेशन प्रणाली

यह प्रणाली दूरदराज क्षेत्रों में इंटरनेट, दूरसंचार, और वैश्विक नेविगेशन उपग्रह प्रणाली में सहायता करती हैं।

▶संबंधित क्षेत्र: आर.एफ. अभियांत्रिकी, सिग्नल प्रोसेसिंग, कक्षीय यांत्रिकी, कृत्रिम बुद्धिमत्ता(कृ.बु.), एम्बेडेड सिस्टम।

3. अंतरिक्ष रोबोटिक्स और स्वचालन

यह अध्यन ग्रहों के अन्वेषण और अंतरिक्ष रखरखाव के लिए आवश्यक है जिसमें स्वायत्त नियंत्रण, गतिशीलता और दृष्टि-आधारित नेविगेशन शामिल हैं।



चित्र 1- अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी की बहु-विषयकता

▶संबंधित क्षेत्र: मेक्ट्रॉनिक्स, कृ.बु., यांत्रिक डिज़ाइन, अंतरिक्ष गतिकी।

4. अंतरिक्ष चिकित्सा और जीवन समर्थन प्रणाली

मानव मिशनों हेतु स्वास्थ्य निगरानी, सूक्ष्म गुरुत्व प्रभाव और मानसिक सहयोग भी आवश्यक हैं।

▶संबंधित क्षेत्र: बायोमेडिकल इंजीनियरिंग, शरीर क्रिया विज्ञान, मनोविज्ञान, जीवन समर्थन डिज़ाइन।

5. ऊष्मीय एवं संरचनात्मक अभियांत्रिकी

प्रक्षेपण भार के अनुकूल संरचना, तापमान नियंत्रण और संरचनात्मक अनुकूलन अनिवार्य है।

▶संबंधित क्षेत्र: सीमित तत्व विधि (एफ.ई.एम.), सामग्री विज्ञान, ऊष्मा स्थानांतरण, एयरोस्पेस डिज़ाइन।

6. अंतरिक्ष डेटा और सूचना विज्ञान

▶संबंधित क्षेत्र: डेटा विज्ञान, मशीन लर्निंग, भू-सूचना विज्ञान, क्लाउड कंप्यूटिंग।

वैश्विक अंतःविषय परियोजनाएँ

वैश्विक अंतःविषयी सहयोग विभिन्न राष्ट्रों और विशेषज्ञता के क्षेत्रों को एकजुट करता है ताकि नवाचार और तकनीकी उपलब्धियाँ हासिल की जा सकें। निम्नलिखित परियोजनाएं, अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी विकास में सफल अंतःविषयक और अंतर्राष्ट्रीय सहयोग का उदाहरण प्रस्तुत करती हैं।

परियोजना	सहयोगी संस्थाएँ
अंतरराष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन	नासा, रोस्कोस्मोस, ई.एस.ए, जाक्सा , सी.एस.ए.
निसार (NISAR)	इसरो, नासा
चंद्रयान-1	इसरो, नासा, ई.एस.ए
मंगलयान	इसरो, नासा
हबल स्पेस टेलीस्कोप	नासा, ई.एस.ए

चित्र 2- वैश्विक अंतःविषय परियोजनाएँ एवं सहयोगी संस्थाएं

बहु-विषयक अंतरिक्ष सहयोग की चुनौतियाँ

1. **एकीकृत सहयोग मंच का अभाव**

साझा वैश्विक मंच की अनुपस्थिति अंतःविषयक सहकारिता के एकीकरण में बाधाएँ उत्पन्न करती है।

2. **संचार एवं वैचारिक अंतर**

विभिन्न क्षेत्रों की भिन्न शब्दावली, सॉफ़्टवेयर टूल्स, प्रमाणीकरण प्रोटोकॉल और समस्या-समाधान की पद्धतियों के कारण प्रभावशीलता में कमी आती है।

3. **नेतृत्व एवं प्रशासन में अस्पष्टता**

अस्पष्ट नेतृत्व संरचना के कारण समन्वय और संचालन में असंगति उत्पन्न हो सकती है।

4. **संसाधनों का असमान वितरण**

विभिन्न अनुशासनों की लागत संरचनाओं और रणनीतिक प्राथमिकताओं में अंतर होने के कारण संसाधनों का आवंटन असंतुलित हो सकता है।

5. **नैतिकता और नियामक ढाँचों में असमानता**

विभिन्न क्षेत्रों की नैतिक और नियामक आवश्यकताओं में असमानता अंतर-क्षेत्रीय सहयोग में जटिलता उत्पन्न करती है।

सफल सहयोग हेतु रणनीतियाँ

1. **बहु-विषयक संघों की स्थापना**

विविध विशेषज्ञताओं को एकत्रित कर समर्पित अनुसंधान नेटवर्क का गठन होना चाहिए ताकि सहयोगात्मक नवाचार के माध्यम से जटिल चुनौतियों का समाधान किया जा सके।

2. **ओपन-सोर्स प्लेटफॉर्म**

पारदर्शी कोड, डेटा और उपकरणों के आदान-प्रदान हेतु साझा डिजिटल इकोसिस्टम का विकास होना चाहिए।

3. **मूलभूत विज्ञान - व्यावहारिक अनुप्रयोग साझेदारी**

मूलभूत विज्ञान और व्यावहारिक अनुप्रयोग को एकीकृत करने हेतु संयुक्त उपक्रमों एवं नीतिओं का निर्माण करें और क्रॉस-फंक्शनल टीमें गठित करें।

चित्र 3- मूलभूत विज्ञान, व्यावहारिक अनुप्रयोग

4. **क्रॉस-ट्रेनिंग कार्यक्रम का विकास**

विभिन्न क्षेत्रों की कार्यप्रणालियों की पारस्परिक समझ को बढ़ाने हेतु कार्यशालाओं और संयुक्त सेमिनारों का संचालन करें।

5. **अनुकूल नेतृत्व संरचनाओं का कार्यान्वयन**

संतुलित निर्णय-निर्माण बनाए रखने हेतु नेतृत्व भूमिकाओं का रोटेशन करें।

निष्कर्ष

अंतरिक्ष विज्ञान की प्रगति और जटिल वैश्विक चुनौतियों के समाधान के लिए अंतर-विषयक सहयोग अत्यावश्यक है। विविध वैज्ञानिक क्षेत्रों का यह समागम, जटिल समस्याओं, विशेष रूप से अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में समाधान प्रदान कर सकता है। वैज्ञानिक उन्नति में अग्रणी बनने की इच्छा रखने वाले राष्ट्रों और संस्थानों के लिए अंतःविषयक सहयोग को अपनाना ही भविष्य का मार्ग है।

आभार

हम हिंदी संगोष्ठी के आयोजन के लिए भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला का धन्यवाद करते हैं तथा लेख प्रस्तुति का अवसर प्रदान करने के लिए संगोष्ठी समिति का आभार व्यक्त करते हैं। हम हिंदी विभाग के सभी सदस्यों के भी आभारी हैं जिनकी समयोचित सूचना से लेख की जानकारी प्राप्त हो सकी।

सन्दर्भ

1. NASA. (2022). Interdisciplinary collaboration in Space Exploration: Best Practices. NASA Technical Reports Server.
2. European Space Agency. (2021). Cross-Disciplinary Approaches to Space Technology Innovation. ESA Science Publications.
3. Smith, J. & Lee, A. (2023). "Breaking Silos: How Interdisciplinary Teams Are Revolutionizing Space Tech" Nature Astronomy, 45-59.

सी-बैंड आवृत्ति जनित्र के लिए गुणक और एकीकृत फिल्टर का अभिकल्प एवं विकास

निधि सिंह[1], हर्षिता तोलानी[2], मुकेश कुमार पटेल[3], सी.एच.वी.एन.राव[4]

(वैज्ञानिक/अभियंता- एस.जी, सूक्ष्मतरंग संवेदक अभिग्राही प्रभाग, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, nidhi@sac.isro.gov.in)

सार

इस आलेख में सी-बैंड अंतरिक्ष नीतभार के आवृत्ति जनित्र के लिए 50x10 गुणक और एकीकृत फिल्टर के अभिकल्प और विकास का विवरण प्रस्तुत किया गया है। इसका उपयोग डिजिटल उपतंत्र के लिए घड़ी संकेत तथा आवृत्ति जनित्र को आंतरिक निवेश संकेत प्रदान करने में किया गया है। विकसित परिपथ में 500±50 मेगाहर्ट्ज की अवांछित आवृत्तियों पर 24 डीबीसी की अस्वीकृति प्राप्त की गयी है। इसका आकार 65 मिलीमीटर X 35 मिलीमीटर है। इसने अंतरिक्ष उपयोग के लिए सभी योग्यता परीक्षण सफलतापूर्वक उत्तीर्ण किये हैं।

प्रस्तावना

अंतरिक्ष नीतभार के आवृत्ति जनित्र के लिए संसक्त संकेत का उत्पादन प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष तकनीकों द्वारा किया जा सकता है। गुणक 'प्रत्यक्ष अनुरूप संसक्त संकेत संश्लेषण श्रेणी' के अंतर्गत आता है। आवृत्ति बढ़ने के साथ अच्छी शक्ति, स्थिरता और रव विशेषताओं के साथ मौलिक आवृत्ति दोलित्र का निर्माण करना मुश्किल होता है। 'आवृत्ति गुणक और एकीकृत बैंडपारक फिल्टर' द्वारा कम आवृत्ति दोलित्र के हार्मोनिक उत्पन्न करके वांछित संकेत प्राप्त किये जा सकते हैं। प्रस्तुत आलेख में सी-बैंड अंतरिक्ष नीतभार के आवृत्ति जनित्र के लिए 50x10 गुणक और एकीकृत फिल्टर के अभिकल्प और विकास का विवरण प्रस्तुत किया गया है जिसका उपयोग डिजिटल उपतंत्र के लिए घड़ी संकेत तथा आवृत्ति जनित्र को आंतरिक निवेश संकेत प्रदान करने में किया गया है।

तंत्र विन्यास

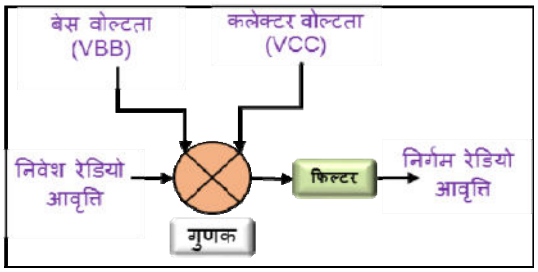
अंतरिक्ष कार्यक्रम के अंतर्गत सूक्ष्म तरंग नीतभार की उपप्रणालियों यथा अंकीय उपप्रणाली के लिए घड़ी संकेत, अभिग्राही उपप्रणाली के लिए लोकल दोलित्र संकेत और प्रेषित संकेत के लिए स्थिर और संसक्त संकेत की आवश्यकता होती है। आवृत्ति जनित्र में गुणक का उपयोग करके मौलिक आवृत्ति स्रोत को वांछित निर्गम आवृत्ति संकेत प्राप्त करने के लिए गुणा किया जाता है तथा एकीकृत फिल्टर का उपयोग करके अवांछित हार्मोनिक्स को अस्वीकार किया जाता है।

अभिकल्प उपगमन

आवृत्ति गुणक का अभिकल्प डायोड और ट्रांजिस्टर घटक द्वारा किया जा सकता है। डायोड गुणक ज्यवाक्रीय तरंग को विकृत करने के लिए डायोड की अरैखिक धारा और वोल्टता की विशेषताओं का उपयोग करता है लेकिन इसे उच्च शक्ति निवेश की आवश्यकता होती है। ट्रांजिस्टर गुणक में बीजेटी या फेट युक्तियों का उपयोग होता है जिसे निवेश पर कम शक्ति की आवश्यकता होती है। "युग्मित रेखा स्प्लिट रिंग अनुनादक प्रौद्योगिकी" के साथ अभिकल्पित एकीकृत बैंडपारक फिल्टर का उपयोग करके अवांछित हार्मोनिक्स को अस्वीकार किया गया है।

अभिकल्प क्रियाविधि

इस आलेख में प्रस्तुत गुणक के निर्गम में अधिक हार्मोनिक्स हैं जिन्हें फिल्टर द्वारा निर्गम पर ही अस्वीकार करना आवश्यकता था जिससे बाद के प्रवर्धन चरणों में यह प्रवेश नहीं कर सके। चित्र 1 में गुणक और एकीकृत फिल्टर का ब्लॉक आरेख दर्शाया गया है।

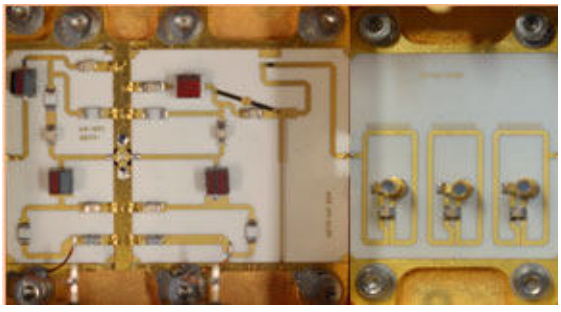


चित्र 1. गुणक और एकीकृत फिल्टर का ब्लॉक आरेख

उपरोक्त गुणक में बीजेटी युक्ति का उपयोग किया गया है। इसे उपयुक्त वोल्टता 'शक्ति प्रदाय वितरण परिपथ' द्वारा दी गई है जिसका चुनाव अंतरिक्ष अनुमतांक निम्नन दिशा-निर्देशों के अनुरूप किया गया है। धारा का सटीक निर्धारण करने के लिए बीजेटी युक्ति के बेस और कलेक्टर को अलग-अलग वोल्टता (VBB,VCC) दी गयी है। वियुग्मन संधारित्र द्वारा बाह्य निम्न आवृत्ति संकेत को गुणक के भीतर प्रवेश करने से रोका गया है तथा निवेश-निर्गम सुमेलन परिपथ द्वारा संकेत हानि को कम किया गया है। वांछित तापमान सीमा में थर्मोपैड का उपयोग करके तापमान की निष्क्रिय प्रतिपूर्ति की गई है। एकीकृत फ़िल्टर द्वारा 500±50 मेगाहर्ट्ज की अवांछित आवृत्तियों पर अस्वीकृति प्राप्त की गयी है।

विकास

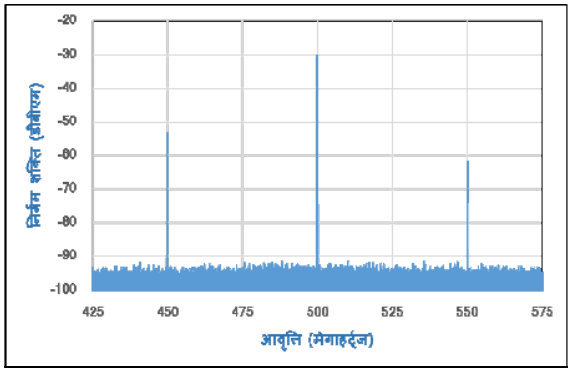
प्रस्तुत परिपथ को 25 मिल ऐलुमिना अवस्तर पर संविरचित किया गया है जिसका आकार 65 मिलीमीटर x 35 मिलीमीटर है। इसका तापमान परीक्षण -15°C से +55°C तक किया गया है। चित्र 2 में विकसित गुणक और एकीकृत फिल्टर को दर्शाया गया है।



चित्र 2. विकसित गुणक और एकीकृत फिल्टर

परीक्षण के परिणाम

गुणक और एकीकृत फिल्टर का परीक्षण 50 मेगाहर्ट्ज पर 1डीबीएम±1डीबी की निवेश शक्ति पर किया गया है। चित्र 3 में इसके निर्गम स्पेक्ट्रम को दर्शाया गया है।



चित्र 3. गुणक और एकीकृत फिल्टर निर्गम स्पेक्ट्रम

विकसित गुणक और एकीकृत फिल्टर के परीक्षण परिणाम तालिका-1 में दिखाए गए हैं:

क्रम. सं	प्राचल	विनिर्देश	परीक्षण परिणाम
1	निवेश आवृत्ति (मेगाहर्ट्ज़ में)	50	50
2	निर्गम आवृत्ति (मेगाहर्ट्ज़ में)	500	500
3	अधिकतम रूपांतरण हानि (डीबी में)	33	30
4	न्यूनतम अस्वीकृति 500 ± 50 MHz पर (डीबीसी में)	20	24.4
5	न्यूनतम निवेश और निर्गम हानि (डीबी में)	13	15.5

आत्मनिर्भरता एवं स्वदेशीकरण

आलेख में प्रस्तुत उच्च क्रम रेडियो आवृत्ति गुणक और एकीकृत फिल्टर के विकास का ध्येय है- अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी में आत्मनिर्भरता प्राप्त करना। बाजार में अंतरिक्ष श्रेणी के उच्च क्रम गुणक उपलब्ध नहीं हैं,

इसलिए इसे आवश्यकतानुसार कस्टम निर्मित किया गया है। इसके विकास हेतु केवल उच्च विश्वसनीयता श्रेणी के घटक और अवस्तर देश के बाहर से क्रय किये गये हैं। गुणक और एकीकृत फिल्टर का अभिकल्प, संविरचन, अभिलक्षणन और सभी पर्यावरणीय स्थितियों में अंतरिक्ष स्तरीय परीक्षण और मूल्यांकन पूरी तरह से हमारे केंद्र में ही किया गया है।

निष्कर्ष

अंतरिक्ष कार्यक्रम के अंतर्गत सूक्ष्म तरंग नीतभार के आवृत्ति जनित्र में गुणक और एकीकृत फिल्टर एक क्रांतिक परिपथ है। विकसित परिपथ में विनिर्देशों के अनुरूप 'मौलिक स्रोत आवृत्ति से विभिन्न' वांछित निर्गम आवृत्ति को उत्पन्न किया गया है तथा अवांछित संकेतों को अस्वीकार किया गया है।

आभार

लेखकगण इस कार्य को करने के लिए दिए गए सुअवसर, प्रोत्साहन एवं दिशा-निर्देश के लिए श्री एन.एम.देसाई (निदेशक-सैक) के अत्यंत आभारी है। लेखकगण अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के यांत्रिक और इलेक्ट्रोनिक संविरचन क्षेत्र के उन सभी सहयोगियों के आभारी हैं जिन्होंने प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से गुणक और एकीकृत फिल्टर के विकास में सहायता करके इसे सफल बनाया है।

सन्दर्भ

1."एफ.ई.टी. आवृत्ति गुणकों और संनादी दोलित्र का अभिकल्प" एडमार कामार्गो द्वारा, आरटेक हाउस माइक्रोवेव लाइब्रेरी।

2."संकीर्ण स्पंद से संनादी निकालने पर आधारित एक आवृत्ति गुणा विधि" मेई झोउ आदि द्वारा, IEEE एक्सेस जुलाई 2019।

3."एक्स बैंड पर सक्रिय आवृत्ति द्विगुणक" सृष्टि श्रीवास्तव आदि द्वारा, IEEE मेपकान (MAPCON), 2022।

4."संश्लेषी द्वारक रडार के लिए सी-बैंड आवृत्ति जनित्र" निधि सिंह आदि द्वारा, PIER लैटर (Letters), 2023।

क्रायोजेनिक प्रौद्योगिकी में अनुसंधान: डिजिटल युग में युवाओं के लिए अवसर और संभावनाएं

चिन्मय कुमार पात्रा[1]
यांत्रिक / अभियंता एसई
अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन
ई-मेल: chinmay@sac.isro.gov.in

सार

क्रायोजेनिक प्रौद्योगिकी अंतरिक्ष कार्यक्रमों के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है, विशेष रूप से रॉकेट प्रणोदन और अंतरिक्ष अन्वेषण में। भारत में इस क्षेत्र में अनुसंधान और बुनियादी ढांचे की कमी है, जिसके कारण देश को विदेशी विक्रेताओं पर निर्भर रहना पड़ता है। डिजिटल युग में, युवा शोधकर्ता डिजिटल प्रौद्योगिकियों का उपयोग करके क्रायोजेनिक अनुसंधान सुविधाओं को विकसित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं। यह लेख क्रायोजेनिक प्रौद्योगिकी में भारत की वर्तमान स्थिति, डिजिटल युग में अनुसंधान की संभावनाओं, और युवाओं के लिए अवसरों पर चर्चा करता है।

प्रस्तावना

क्रायोजेनिक प्रौद्योगिकी, जिसमें अत्यंत निम्न तापमान पर द्रव ऑक्सीजन, नाइट्रोजन और हाइड्रोजन जैसे प्रणोदकों का उपयोग शामिल है, आधुनिक अंतरिक्ष कार्यक्रमों की रीढ़ है। यह तकनीक रॉकेट इंजनों को उच्च दक्षता और शक्ति प्रदान करती है, जो भारी उपग्रहों को कक्षा में स्थापित करने और अंतरग्रहीय मिशनों के लिए आवश्यक है। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) ने हाल के वर्षों में स्वदेशी क्रायोजेनिक इंजन विकसित करने में प्रगति की है, लेकिन भारत अभी भी इस क्षेत्र में विकसित देशों जैसे संयुक्त राज्य अमेरिका और यूरोप से पीछे है [1]।

भारत में क्रायोजेनिक अनुसंधान के ढांचे की कमी एक प्रमुख चुनौती है। भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (आईआईटी) और राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान (एनआईटी) जैसे प्रमुख शैक्षणिक संस्थानों में भी इस क्षेत्र में उन्नत प्रयोगशालाओं और सुविधाओं का अभाव है [2]। इसके परिणामस्वरूप, भारत को क्रायोजेनिक उपकरणों और प्रौद्योगिकी के लिए विदेशी विक्रेताओं पर निर्भर रहना पड़ता है, जो न केवल महंगा है बल्कि राष्ट्रीय सुरक्षा और आत्मनिर्भरता के लिए भी जोखिम भरा है।

डिजिटल युग ने अनुसंधान और नवाचार के लिए नए अवसर खोले हैं। डिजिटल प्रौद्योगिकियां जैसे कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई), मशीन लर्निंग, और डेटा एनालिटिक्स अनुसंधान प्रक्रियाओं को तेज और अधिक कुशल बना सकती हैं [3]। युवा शोधकर्ता इन प्रौद्योगिकियों का उपयोग करके क्रायोजेनिक अनुसंधान में भारत की क्षमताओं को बढ़ा सकते हैं। यह पेपर क्रायोजेनिक प्रौद्योगिकी में अनुसंधान की आवश्यकता और डिजिटल युग में युवाओं के लिए अवसरों पर प्रकाश डालता है।

क्रायोजेनिक प्रौद्योगिकी की आवश्यकता

क्रायोजेनिक प्रौद्योगिकी अंतरिक्ष मिशनों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है क्योंकि यह उच्च ऊर्जा घनत्व वाले ईंधन को संग्रहित और उपयोग करने में सक्षम बनाती है। उदाहरण के लिए, द्रव हाइड्रोजन और द्रव ऑक्सीजन का

उपयोग करने वाले क्रायोजेनिक इंजन उच्च विशिष्ट आवेग (~450-460s) प्रदान करते हैं, जो रॉकेट की दक्षता को बढ़ाता है [4]। इसके अलावा, क्रायोजेनिक कूलिंग तकनीक अंतरिक्ष सिमुलेशन में उपयोग की जाती है ताकि अंतरिक्ष के अत्यंत निम्न तापमान को पृथ्वी पर अनुकरण किया जा सके, और उपग्रहों के डिटेक्टरों को ठंडा करने के लिए, जिससे उनकी सटीकता और प्रदर्शन में सुधार होता है। भारत का जीएसएलवी मार्क III, जो स्वदेशी क्रायोजेनिक अपर स्टेज (सीयूएस) का उपयोग करता है, इस क्षेत्र में भारत की प्रगति का एक उदाहरण है [1]। हालांकि, भारत अभी भी क्रायोजेनिक सामग्री, भंडारण प्रणालियों, और उन्नत परीक्षण सुविधाओं के विकास में पीछे है [5]।

भारत में क्रायोजेनिक अनुसंधान की चुनौतियां

भारत में क्रायोजेनिक अनुसंधान के सामने कई चुनौतियां हैं। पहली और सबसे बड़ी चुनौती है उन्नत प्रयोगशालाओं और परीक्षण सुविधाओं की कमी[2]।

दूसरी चुनौती है विशेषज्ञता की कमी। क्रायोजेनिक्स एक जटिल और विशिष्ट क्षेत्र है, जिसमें सामग्री विज्ञान, ऊष्मप्रवैगिकी, और यांत्रिक अभियांत्रिकी का गहन ज्ञान आवश्यक है।

तीसरी चुनौती है वित्तीय संसाधनों की कमी। क्रायोजेनिक अनुसंधान के लिए उच्च लागत वाले उपकरण जैसे क्रायोजेनिक भंडारण टैंक, शीतलन प्रणाली, और अतिचालकता सामग्री की आवश्यकता होती है। भारत में अधिकांश शोध संस्थानों को इन उपकरणों के लिए विदेशी विक्रेताओं पर निर्भर रहना पड़ता है, जो लागत को और बढ़ाता है।

डिजिटल युग में युवाओं की भूमिका

डिजिटल युग ने अनुसंधान में नई संभावनाएं खोली हैं। युवा शोधकर्ता डिजिटल तकनीकों का उपयोग कर क्रायोजेनिक अनुसंधान में योगदान दे सकते हैं। उदाहरण के लिए, सिमुलेशन सॉफ्टवेयर से क्रायोजेनिक प्रणालियों का डिज़ाइन और परीक्षण डिजिटल रूप में संभव है [3], जिससे समय, लागत और प्रयोगशाला निर्भरता कम होती है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग की मदद से क्रायोजेनिक सामग्री के ऊष्मीय और यांत्रिक गुणों का विश्लेषण कर सकते हैं, जो नई सामग्री के विकास को गति देता है [4]।

साथ ही, डेटा विश्लेषण से प्रणालियों के प्रदर्शन को बेहतर किया जा सकता है। युवा शोधकर्ता ऑनलाइन पाठ्यक्रमों, वेबिनार और ओपन-सोर्स टूल्स से ज्ञान बढ़ा सकते हैं और वैश्विक शोध समुदायों से जुड़कर नवीनतम तकनीकों को आत्मसात कर सकते हैं।

अवसर और भविष्य की संभावनाएं

डिजिटल युग में युवाओं के लिए क्रायोजेनिक अनुसंधान में कई अवसर उपलब्ध हैं। पहला अवसर है स्टार्टअप और नवाचार। युवा उद्यमी डिजिटल प्रौद्योगिकियों का उपयोग करके क्रायोजेनिक अनुसंधान के लिए किफायती समाधान विकसित कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, सेंसर-आधारित निगरानी प्रणालियां और स्वचालित क्रायोजेनिक टेस्टिंग उपकरण विकसित किए जा सकते हैं।

दूसरा अवसर है अंतरराष्ट्रीय सहयोग। डिजिटल प्लेटफार्मों के माध्यम से, भारतीय युवा शोधकर्ता नासा, ईएसए, और अन्य वैश्विक संगठनों के साथ सहयोग कर सकते हैं। यह सहयोग ज्ञान और संसाधनों के आदान-प्रदान को बढ़ावा देगा [4]।

तीसरा अवसर है सरकारी और निजी क्षेत्र की पहल। भारत सरकार की "आत्मनिर्भर भारत" और "मेक इन इंडिया" जैसी पहलें क्रायोजेनिक अनुसंधान के लिए वित्तीय और तकनीकी सहायता प्रदान कर सकती हैं। युवा शोधकर्ता इन योजनाओं का लाभ उठाकर अपने नवाचारों को लागू कर सकते हैं।

निष्कर्ष

क्रायोजेनिक प्रौद्योगिकी भारत के अंतरिक्ष और औद्योगिक विकास में अहम है। डिजिटल युग में युवा शोधकर्ता नई तकनीकों से इसमें आत्मनिर्भरता बढ़ा सकते हैं। सरकार, शैक्षणिक संस्थान और निजी क्षेत्र को मिलकर युवाओं को अवसर देने चाहिए।

आभार

इस प्रपत्र पर काम करने का अवसर प्रदान करने के लिए मैं श्री निलेश एम. देसाई, निदेशक, सैक, श्री राकेश आर. भावसर, जी डी, ईटीएसजी / ईसा और श्री राहुल खाण्डेकर, प्रधान, टीटीएसडी को धन्यवाद देना चाहूंगा। अपनी बहुमूल्य जानकारी और इस प्रपत्र का प्रकाशन में निरंतर समर्थन केलिए मैं सैक राजभाषा अनुभाग के सभी कर्मचारियों कों भी धन्यवाद देना चाहूंगा।

सन्दर्भ

[1] Narayanan, V. (2023). Cryogenic Propulsion Systems for ISRO's Launch Vehicles. Journal of Aerospace Sciences and Technologies, 69(1A), 174-180.

[2] Chhaniyara, A. (2013). Cryogenic Rocket Engine. International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, 2(4), 373-378.

[3] Sasikanth, P. (2024). A Critical Review on Superconducting Semi-Cryogenic Fuels for Advanced Space Propulsion and Deep Space Missions. Acceleron Aerospace Journal, 2(3), 226-231.

[4] Narayanan, V., Suresh, M. S., Jayan, N., & Bijukumar, K. S. (2014). Mathematical modelling of a cryogenic engine. IJ Advances in Engineering Sciences and Applied Mathematics, 6, 183-194.

[5] Ramesh, T. & Thyagarajan, K. (2014). Investigation Studies on Sub-Cooling of Cryogenic Liquids Using Helium Injection Method. American Journal of Applied Sciences, 11(5), 707-716.

अंतरतारकीय तंतुओं की पहचान के लिए प्रयुक्त विधियों का व्यापक विश्लेषण

विपिन कुमार[1], शिवम कुमारन[1]
वैज्ञानिक/अभियंता – एसडी
अंतरिक्ष विज्ञान प्रभाग/एसईएसजी/ ईपीएसए
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद
vipin7k@sac.isro.gov.in

सार

अंतरतारकीय माध्यम (ISM) सर्वव्यापी तंतु संरचनाओं से भरा हुआ पाया गया है जो तारा निर्माण की प्रक्रिया में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। हम खगोलीय चित्रों से तंतु संरचनाओं की पहचान के लिए सबसे प्रमुख रूप से प्रयुक्त विधियों, अर्थात् FilFinder, Getsf और DisPerSe, का एक व्यापक विश्लेषण प्रस्तुत करते हैं। हम पोलारिस आणविक बादल पर इन विधियों के अनुप्रयोग का प्रदर्शन करते हैं और ISM में तंतुओं की पहचान प्रक्रिया को बेहतर बनाने के लिए उनके कार्य सिद्धांतों और आवश्यकताओं के साथ-साथ सिफारिशों पर चर्चा करते हैं।

प्रस्तावना

अंतरतारकीय माध्यम में तारा निर्माण, विशेष रूप से विशाल तारा निर्माण ($M > 8M_{\odot}$) आणविक बादलों के भीतर धागे जैसी ISM संरचनाओं में होता है| इन संरचनाओं को अंतरतारकीय तंतु कहा जाता है [1,2]। ये तंतु गैस और धूल की लंबी संरचनाएँ होती हैं जिनकी चौड़ाई और लंबाई का अनुपात 1:3 [3] होता है। इन संरचनाओं के भीतर आणविक पदार्थ विभिन्न पदानुक्रमिक स्तरों पर स्वयं पर ढह जाते हैं जिससे तंतु विखंडित हो जाते हैं और प्रोटोतारों का निर्माण होता है।

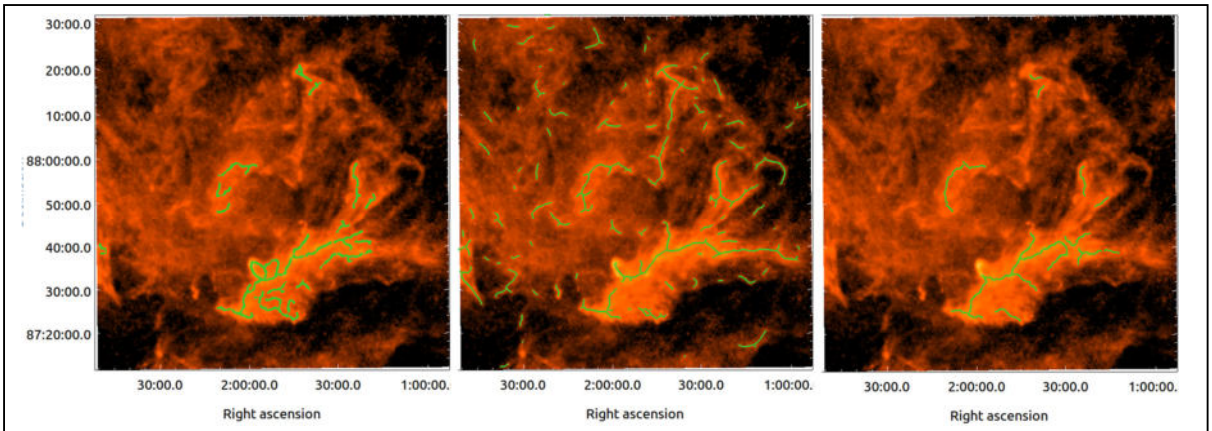
हर्शेल अंतरिक्ष वेधशाला [4] बड़े पैमाने पर तंतु संरचनाओं का अवलोकन करने वाली पहली वेधशाला थी। *हर्शेल* ने दूर-अवरक्त और उप-मिमी तरंगदैर्ध्य, अर्थात् 70, 100, 160, 250, 350 और 500 माइक्रोन, पर आकाश का अवलोकन किया। हालाँकि अंतरतारकीय तंतुओं की पहचान मुश्किल है क्योंकि उन्हें पृष्ठभूमि उत्सर्जन और अन्य स्रोतों से सावधानीपूर्वक अलग करना पड़ता है।

तंतु पहचान विधियाँ

अंतरतारकीय तंतुओं की पहचान के लिए कई विधियाँ विकसित की गई हैं। ये विधियाँ उनके अंतर्निहित सिद्धांतों और उन विशेषताओं के प्रकार के आधार पर भिन्न होती हैं जिनकी वे खोज करती हैं। कुछ विधियाँ छवि में सबसे चमकीली संरचनाओं के शिखरों या स्पाइन का पता लगाती हैं, जबकि अन्य पूर्वनिर्धारित कर्नेल या टेम्पलेट के संबंध में पैटर्न पहचान पर आधारित हैं। तंतु पहचान की कुछ विधियाँ हैं: FilFinder[5,6], DisPerSE[7], Getsf[8], हेसियन मैट्रिक्स विधि, और रोलिंग हफ़ ट्रांसफॉर्म। इस पत्र में, हम सबसे प्रमुख रूप से प्रयुक्त पहली तीन विधियों पर चर्चा करते हैं|

FilFinder

FilFinder सबसे पहले छवि को समतल करता है ताकि चमकीले, सघन स्रोतों के प्रभाव को कम किया जा सके। इसके बाद छवि में तंतु युक्त क्षेत्रों की पहचान करने के लिए एक बाइनरी मास्क बनाया जाता है। इसके लिए एक वैश्विक तीव्रता सीमा (पृष्ठभूमि उत्सर्जन को अलग करने के लिए), एक अनुकूली सीमा (तंतु की चौड़ाई की सूचना के लिए), एक सुचारू आकार मान (स्थानीय शोर को दूर करने के लिए) और एक आकार सीमा (अवास्तविक तंतुओं को हटाने के लिए), का चयन किया जाता है। मास्किंग के बाद पहचाने गए तंतुओं के मास्क को मध्य अक्ष रूपांतरण का उपयोग करके एकल-पिक्सेल-चौड़ाई वाले कंकालों में सिमटाया जाता है।



चित्र 1: पोलारिस आणविक बादल में विभिन्न विधियों द्वारा पहचानी गई तंतु संरचनाएं| बाएं: FilFinder मध्य: Getsf दाएँ: DisPerSE

Getsf

Getsf एक परिष्कृत विधि है जो बहु-तरंगदैर्ध्य वाली इनपुट छवियों से तंतु और स्रोत दोनों को एक साथ निकालती है। यह बहु-स्तरीय स्थानिक अपघटन का उपयोग करके विभिन्न स्थानिक पैमानों पर हावी छवि घटकों: छोटे पैमानों पर सघन स्रोतों और बड़े पैमानों पर विस्तारित तंतुओं को अलग करती है। स्थानिक घटकों को पृष्ठभूमि शोर से भी अलग किया जाता है। अवशिष्ट शोर को हटाने के लिए छवि को समतल किया जाता है और तंतुओं एवं स्रोतों की संयुक्त जानकारी देने के लिए पुनर्संयोजित किया जाता है।

DisPerSe

DisPerSE विधि वास्तविक टोपोलॉजिकल विशेषताओं और शोर या नमूनाकरण प्रभावों के कारण होने वाली संभावित विशेषताओं के बीच अंतर करने पर निर्भर करती है। यह छवि में शून्य ढाल (स्थानीय न्यूनतम, स्थानीय अधिकतम और सैडल) बिंदुओं की पहचान करती है। तंतु संरचनाओं की पहचान ढाल क्षेत्र की अभिन्न रेखाओं के रूप में की जाती है जो सैडल बिंदुओं को अधिकतम से जोड़ती हैं। DisPerSE 'दृढ़ता' की अवधारणा का उपयोग करता है जो दर्शाता है कि एक टोपोलॉजिकल विशेषता कितनी वास्तविक है। उच्च दृढ़ता विशेषताओं को कम दृढ़ता की तुलना में अधिक वास्तविक माना जाता है। इसलिए, इनपुट छवि पर एक दृढ़ता सीमा लागू की जाती है जिससे ऊपर स्थित दृढ़ता जोड़े पहचानी गई तंतु संरचनाओं का निर्माण करते हैं।

तुलनात्मक विश्लेषण

हमने FilFinder, DisPerSE और Getsf विधियों को HGBS सर्वेक्षण संग्रह [9] से लिए गए पोलारिस आणविक बादल के H_2 स्तंभ घनत्व चित्र पर लागू किया। प्राप्त परिणाम चित्र 1 में दिखाए गए हैं। DisPerSE अधिकांश प्रमुख संरचनाओं की पहचान करने में सक्षम रहा है। Getsf छोटी संरचनाओं की भी पहचान करता है। FilFinder के परिणाम DisPerSE और Getsf के मध्यवर्ती हैं।

प्रत्येक विधि के अपने फायदे और नुकसान हैं। FilFinder छवि गुणों को मात्रात्मक रूप से मापता है और विभिन्न डेटा प्रारूपों के साथ काम करने में सक्षम है परन्तु इनपुट मापदंडों पर अत्यधिक निर्भर है। Getsf बहु-तरंगदैर्ध्य डेटा को संभालने में सक्षम है, पैरामीटर-मुक्त है और स्रोत पहचान भी प्रदान करता है। हालाँकि, यह तीनों में से सबसे अधिक समय लेने वाली विधि है। DisPerSE शोर के प्रति बहुत मज़बूत है और विभिन्न डेटा में बहुमुखी है, लेकिन इसकी कार्यप्रणाली जटिल है और पहचान प्रक्रिया चयनित दृढ़ता सीमा पर अत्यधिक निर्भर करती है।

निष्कर्ष

यह शोधपत्र ISM में तंतु संरचनाओं की पहचान के लिए विभिन्न प्रमुख विधियों (FilFinder, Getsf और

DisPerSE) का विस्तृत विवरण प्रदान करता है| हम उनकी कार्य-पद्धतियों और पोलारिस आणविक बादल पर उनके निष्कर्षों की तुलना करते हैं। तीनों के फायदे और नुकसान एक ऐसी एकल विधि की आवश्यकता की ओर इशारा करते हैं जिसमें सभी लाभ शामिल हों जैसे कि विभिन्न स्वरूपों में अनुकूलता, बहु-तरंगदैर्ध्य समर्थन और गुणों का मात्रात्मक मापन, साथ ही गणना में कम समय लेने वाला और न्यूनतम पैरामीटर निर्भरता। ऐसी विधि ISM में तंतु संरचनाओं की पहचान करने के लिए अत्यधिक उपयोगी होंगी।

आभार

हम सैक के निदेशक डॉ. नीलेश देसाई, ईपीएसए की उप निदेशक डॉ. रश्मि शर्मा, एसईएसजी के समूह निदेशक डॉ. मेहुल पंड्या और एसएसडी के प्रमुख डॉ. मन विनायक शुक्ला को उनके मार्गदर्शन और समर्थन के लिए धन्यवाद देना चाहते हैं।

संदर्भ

[1] Goldsmith P. F., Heyer M., Narayanan G., Snell R., Li D., Brunt C., 2008, ApJ, 680, 428

[2] Myers P. C., 2009, ApJ, 700, 1609

[3] Arzoumanian D., et al., 2011, A&A, 529, L6

[4] Pilbratt G. L., et al., 2010, A&A, 518, L1

[5] Koch E. W., Rosolowsky E. W., 2015, MNRAS, 452, 3435

[6] Koch E. W., Rosolowsky E. W., 2016, FilFinder: Filamentary structure in molecular clouds, Astrophysics Source Code Library, record ascl:1608.009

[7] Men'shchikov A., 2020, getsf: Multi-scale, multi-wavelength sources and filaments extraction, Astrophysics Source Code Library, record ascl:2012.001

[8] Sousbie T., Pichon C., Kawahara H., 2011, MNRAS, 414, 384

[9] Arzoumanian D., et al., 2019, A&A, 621, A42

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम हेतू वैश्विक अनुसंधान में अंतःविषय सहयोग: सैक के योगदान

डॉ. आभा छाबरा[1] एवं अंकिता विशाल पटेल

[1] प्रधान, रिसपांड एवं अनुसंधान प्रबंधन प्रभाग, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, इसरो, अहमदाबाद

ई-मेल: abha@sac.isro.gov.in

सार

इस शोध पत्र में भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम हेतू वैश्विक अनुसंधान में अंतःविषय सहयोग के क्षेत्र में सैक के प्रयासों और उपलब्धियों का विशेष रूप से उल्लेख किया गया है| इन प्रयासों में शैक्षणिक एवं अनुसंधान संस्थानों के साथ प्रायोजित अनुसंधान की भी चर्चा की गयी है | वैश्विक अंतरिक्ष विज्ञान अनुसंधान बहु-विषयक सहयोग का लाभ उठाकर जटिल वैज्ञानिक चुनौतियों का समाधान और नवाचार को बढ़ावा दे सकता है| भविष्य में अनुसंधान को सहयोग के लिए मानकीकृत रूपरेखा विकसित करने, वित्त पोषण मॉडल बनाने, डेटा इंटरऑपरेबिलिटी बढ़ाने और बहु-विषयक प्रशिक्षण को बढावा देने पर ध्यान देना चाहिए।

प्रस्तावना

वैश्विक स्तर पर अंतरिक्ष अनुसंधान पृथक वैज्ञानिक प्रयासों से जटिल अंतःविषय परियोजनाओं में परिवर्तित हो गया है। इसी परिपेक्ष्य में भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) भी वर्तमान एवं भावी मिशनों हेतू अंतःविषय सहयोग द्वारा वैश्विक अनुसंधान के क्षेत्र में त्वरित गति से अग्रसर है | इसरो के मिशनों के वैश्विक प्रभाव को बेहतर बनाने, नवाचार के नये अवसर प्रदान करने, देश में अंतरिक्ष अनुसंधान को सुदृण बनाने की दिशा में अंतःविषय सहयोग महत्वपूर्ण कदम हैं। समय के साथ वैश्विक अनुसंधान में निरंतर प्रगतिशील साझेदारी और अंतःविषय सहयोग आज इसरो की प्राथमिकता है |

इसरो के दृष्टिकोण *'अंतरिक्ष विज्ञान अनुसंधान और ग्रहों की खोज को आगे बढ़ाते हुए राष्ट्रीय विकास के लिए अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का दोहन'* के अनुसरण में, अंतरिक्ष उप्रयोग केंद्र (सैक), अहमदाबाद की प्रमुख भूमिका है। वर्षों के सतत प्रयासों द्वारा सैक को विभिन्न सामाजिक अनुप्रयोगों के साथ-साथ राष्ट्रीय विकास एवं रणनीतिक उद्देश्यों में अंतरिक्ष और हवाई उपकरणों/पेलोड के विकास में उत्कृष्टता प्राप्त है। अंतरग्रहीय विज्ञान मिशनों, भारत के महत्वाकांक्षी मानव अंतरिक्ष कार्यक्रम 'गगनयान' के साथ-साथ अंतरिक्ष क्वांटम फ्रंटियर्स और भविष्य की अनेक प्रौद्योगिकियों के लिए उन्नत अनुसंधान एवं विकास के माध्यम से अंतरिक्ष अन्वेषण में सैक सक्रिय रूप से महत्वपूर्ण योगदान दे रहा है।

उद्देश्य और परिकल्पना

अध्ययन दर्शाते हैं कि बहु-विषयक सहयोग मिशन की सफलता, डेटा व्याख्या और तकनीकी नवाचार को बढ़ाता है। इसरो सहित अन्य अंतरिक्ष एजेंसियों जैसे नासा, ईसा ने भी अंतरिक्ष मिशनों में इंजीनियरिंग, भौतिकी, जीवविज्ञान और डेटा विज्ञान इत्यादि विषयों के एकीकरण द्वारा प्राप्त उपलब्धियों को प्रदर्शित किया है। बहु-विषयक साझेदारियाँ और नवाचार द्वारा महत्वपूर्ण वैश्विक विषय जैसे मौसम विज्ञान एवं जलवायु परिवर्तन, भू-स्थानिक अनुप्रयोग, आपदा प्रधान, सामाजिक अनुप्रयोग, भू-अवलोकन एवं अंतर-ग्रही मिशन, मानव अंतरिक्ष कार्यक्रम इत्यादि में इसरो के विभिन्न विशेषज्ञों के शोध कार्यों का समागम है |

इस शोध पत्र में भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम हेतू वैश्विक अनुसंधान में अंतःविषय सहयोग के क्षेत्र में सैक के प्रयासों और उपलब्धियों का विशेष रूप से उल्लेख किया गया है| इन प्रयासों में शैक्षणिक एवं अनुसंधान संस्थानों के साथ प्रायोजित अनुसंधान की भी चर्चा की गयी है |

अनुसंधान कार्यप्रणाली

इसरो के प्रायोजित अनुसंधान कार्यक्रम एवं तकनीकी विकास परियोजनओं में सैक देश के शैक्षणिक एवं अनुसंधान संस्थानों के विशेषज्ञों को महत्वपूर्ण अवसर प्रदान कर रहा है (इसरो 2022, 2023) | प्रायोजित अनुसंधान हेतु सक्रिय दृष्टिकोण एवं अनुसंधान गतिविधियों के पूरे जीवनचक्र में निरंतर समन्वय एवं परियोजनाओं के परिणामों का तकनीकी-प्रबंधकीय मूल्यांकन इत्यादि जैसे कदम, सैक में अंतःविषय प्रायोजित अनुसंधान प्रबंधन को विशिष्ट बनाते हैं।

जैसा कि विदित है भारत के महत्वाकांक्षी 'गगनयान मिशन' हेतू विभिन्न वैज्ञानिक एवं तकनीकी पहलुओं, प्रणालियों के विकास में सैक के अनेक विषय-विशेषज्ञ बहुमुखी रूप से अंतःविषय सहयोग प्रदान कर रहे हैं | इस कार्य में भारतीय एवं अंतर्राष्ट्रीय शैक्षणिक संस्थानों एवं उद्योगों के विशेषज्ञों का भी निरंतर अंतःविषय सहयोग प्राप्त हो रहा है | उदाहरण के तौर पर वर्तमान में सैक में गगनयान मिशन हेतू विभिन्न शोध कार्यों में अंतःविषय सहयोग को चित्र 1 में दर्शाया गया है | विज्ञान, प्रौद्योगिकी प्रबंधन के विभिन्न अंतःविषय विशेषज्ञों जैसे- कृषि, अंतरिक्ष जीव विज्ञान, पर्यावरण विज्ञान, चिकित्सा विज्ञान, यांत्रिकी, इलेक्ट्रानिक्स, एंटीना, उपग्रह नौवहन, मानव केंद्रित विश्वसनीयता परीक्षण एवं अनुसंधान प्रबंधन इत्यादि | इसके अंतर्गत आईआईटी (बीएचयू), आईआईएससी बंगलोर, आईआईटी (मद्रास), पुणे विश्वविधालय के शोधकर्ताओं का प्रायोजित अनुसंधान परियोजनाओं के माध्यम से भी योगदान है|

चित्र 1: गगनयान मिशन हेतू सैक में अंतःविषय सहयोग

वैश्विक अंतरिक्ष अनुसंधान में उत्पादक अंतरविषयक सहयोग को बढ़ावा देने वाले तंत्रों की पहचान करना है। परिकल्पना की गई है कि संरचित सहयोगात्मक मंच और एकीकृत प्रशिक्षण कार्यक्रम अनुसंधान उत्पादकता और नवाचार को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ाते हैं। अंतरविषयक सहयोग वैश्विक अंतरिक्ष विज्ञान अनुसंधान को ऊँचाई प्रदान कर सकता है। हालाँकि, लगातार वित्तपोषण, डेटा तक समान पहुँच और नीति समन्वय की आवश्यकता बनी रहती है। भविष्य का अनुसंधान साझा डिजिटल अवसंरचना और अंतरविषयक पाठ्यक्रम के विकास पर केंद्रित होना चाहिए। उभरती अर्थव्यवस्थाओं को इन वैश्विक प्रयासों में बेहतर ढंग से शामिल किया जाना चाहिए।

NASA(2023), ESA(2022) और नेचर एस्ट्रोनॉमी जैसी अग्रणी पत्रिकाओं द्वारा किए गए अध्ययनों से पता चलता है कि पारंपरिक खगोल विज्ञान में डेटा वैज्ञानिकों, एआई विशेषज्ञों और जलवायु शोधकर्ताओं की भूमिका बढ़ती जा रही है। सौर भौतिकी परियोजनाएँ प्लाज़्मा भौतिकी और मशीन लर्निंग को शामिल कर रही हैं। JWST, मंगल सैंपल रिटर्न और पार्कर सोलर प्रोब जैसी सहयोगात्मक मिशन अंतरराष्ट्रीय और अंतरविषयक सहयोग के प्रमुख उदाहरण हैं (Smith et al., 2021।

वैश्विक साझेदारियाँ और अंतःविषय सहयोग अन्तर्राष्ट्रीय स्पेस स्टेशन में अध्ययन के सफल उदाहरण प्रस्तुत करते हैं।

निष्कर्ष एवं भविष्य की दिशा

बहु-विषयक सहयोग अनुसंधान परिणामों को बेहतर बनाता है। विविध विषयों का एकीकरण समग्र समझ और नवाचार को बढ़ावा देते हैं। परिणाम अंतरिक्ष अनुसंधान में वैश्विक प्रवृत्तियों के अनुरूप हैं। इसरो विविध वैज्ञानिक दृष्टिकोणों और सहयोगी मॉडलों को अपनाकर अपनी वैश्विक प्रासंगिकता और नवाचार क्षमता को बढ़ा सकता है।

वैश्विक अंतरिक्ष विज्ञान अनुसंधान बहु-विषयक सहयोग का लाभ उठाकर जटिल वैज्ञानिक चुनौतियों का समाधान और नवाचार को बढ़ावा दे सकता है| भविष्य में अनुसंधान को सहयोग के लिए मानकीकृत रूपरेखा विकसित करने, वित्त पोषण मॉडल बनाने, डेटा इंटरऑपरेबिलिटी बढ़ाने और बहु-विषयक प्रशिक्षण को बढ़ावा देने पर ध्यान देना चाहिए।

आभार

लेखक मार्गदर्शन एवं प्रोत्साहन के लिए निदेशक सैक के प्रति अपनी कृतज्ञता व्यक्त करते हैं। हम उप निदेशक, मीसा एवं समूह निदेशक आरटीएमजी का भी आभार व्यक्त करते हैं|

सन्दर्भ

[1] इसरो (2022, 2023) वार्षिक रिपोर्ट।

[2] ESA. (2022). *European space missions: A decade of discovery*. European Space Agency.

[3] NASA. (2023). *NASA Science Plan 2023-2027*. National Aeronautics and Space Administration.

[4] Smith, J., Kumar, R., & Al-Sayed, M. (2021). Cross-disciplinary approaches in planetary exploration. *Acta Astronautica*, 184, 245-252.

NISAR में ऑफ़सेट ट्रैकिंग तकनीक का डेटा उत्पाद परिप्रेक्ष्य

वात्सल्य गुप्ता*, कृष्ण मुरारी अग्रवाल

*वैज्ञानिक/अभियंता 'एस.सी.', अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, इसरो, अहमदाबाद, vatsalyagupta@sac.isro.gov.in

सार: यह अध्ययन SAR इमेजरी का उपयोग करके हिमनद और हिम चादर की गति को मापने के लिए पिक्सेल ऑफ़सेट ट्रैकिंग तकनीक का विश्लेषण करता है। ALOS-1 डेटा से प्राप्त परिणामों ने इस पद्धति की प्रभावशीलता को प्रदर्शित किया है। इसके अलावा, NISAR के परिचालन ऑफ़सेट उत्पादों (ROFF और GOFF) की संरचना और डिज़ाइन प्रस्तुत किया है। ये उत्पाद उच्च-रिज़ॉल्यूशन, भू-संदर्भित, सटीक माप (एक पिक्सेल के 1/128वें भाग तक) प्रदान करते हैं, जो बर्फ की गतिशीलता के मॉडलिंग के लिए महत्त्वपूर्ण हैं।

प्रस्तावना

हाल के दशकों में विशेष रूप से ध्रुवीय क्षेत्रों में भूमि और समुद्री बर्फ के पिघलने में चिंताजनक तेज़ी देखी गई है। NISAR, NASA-इसरो संश्लेषी द्वारक रेडार (Synthetic Aperture Radar) मिशन, जो स्वीपसार (SweepSAR) तकनीक [1] पर आधारित है, क्रायोस्फीयर को समझने में महत्त्वपूर्ण प्रगति करने के लिए तैयार है। आम तौर पर उपयोग की जाने वाली इंटरफेरोमेट्रिक सिंथेटिक एपर्चर रडार (InSAR) तकनीकों के विपरीत, ऑफ़सेट ट्रैकिंग (जिसे पिक्सेल ऑफ़सेट ट्रैकिंग या इन्कोहेरेंट स्पेकल ट्रैकिंग भी कहा जाता है) भूकंप, ज्वालामुखी गतिविधि और ग्लेशियर/बर्फ की चादर की गति जैसी घटनाओं से होने वाले विरूपण का पता लगाने में विशेष रूप से उपयोगी है [2]।

ऑफ़सेट ट्रैकिंग का सिद्धांत

संदर्भ (रेफरेंस) और द्वितीयक (सेकेंडरी) सिंगल लुक कॉम्प्लेक्स (SLC) प्रतिबिम्ब के बीच पिक्सेल-दर-पिक्सेल ऑफ़सेट मैप को ऑर्बिट एफेमेरिस, डिजिटल एलिवेशन मॉडल (DEM), और SAR जियोलोकेशन एल्गोरिदम का उपयोग करके तैयार किया जाता है। द्वितीयक (सेकेंडरी) प्रतिबिम्ब को इस ऑफ़सेट मैप का उपयोग करके संदर्भ (रेफरेंस) से को-रजिस्टर किया जाता है। हालाँकि, यह ऑफ़सेट मैप समय-सम्बंधी परिवर्तनों को ध्यान में नहीं रखता, इसलिए इसे कोरिलेशन द्वारा परिष्कृत किया जाता है [3]। प्रक्रिया:

- प्राथमिक प्रतिबिम्ब में एक छोटा पैच/क्षेत्र चुना और फिर इसे द्वितीयक (सेकेंडरी) में खोजते हैं।
- सर्च स्पेस का विंडो आकार संदर्भ (रेफरेंस) क्षेत्र की तुलना में बड़ा रखा जाता है।
- दोनों पैच से लोकल मीन्स घटाए जाते हैं, फिर सहसंबंधन (कोरिलेशन) कोएफिशिएंट $\gamma(i, j)$ प्राप्त करने के लिए समीकरण (1) लागू किया जाता है।

एलियासिंग त्रुटियों और γ के विकृति को रोकने के लिए कॉम्प्लेक्स संदर्भ (रेफरेंस) और द्वितीयक (सेकेंडरी) SLCs को कम से कम 2 के फैक्टर से अपसैंपल किया जाता है और फिर 64 के फैक्टर से आगे अपसैंपल कर के मैक्सिमा का स्थान निकाला जाता है।

$$\gamma(i,j) = \sum_{p}^{P}\sum_{q}^{Q} \frac{A_r(m_r+p, n_r+q)\, A_s(m_s+p+i, n_s+q+j)}{\sqrt{\overline{A_r}}\sqrt{\overline{A_s}}} \quad (1)$$

$$\overline{A_r} = \sum_{p}^{P}\sum_{q}^{Q} A_r(m_r+p, n_r+q)^2 \quad (2)$$

$$\overline{A_s} = \sum_{p}^{P}\sum_{q}^{Q} A_s(m_s+p+i, n_s+q+j)^2 \quad (3)$$

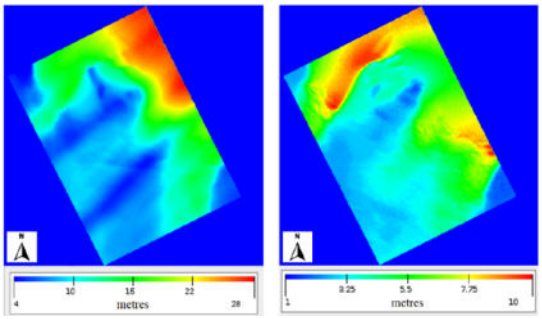
यहाँ A_r प्राथमिक प्रतिबिम्ब का आयाम है और A_s द्वितीयक (सेकेंडरी) प्रतिबिम्ब का आयाम है। m_r, n_r संदर्भ स्थान की प्रारंभिक स्थिति (प्राथमिक प्रतिबिम्ब) और m_s, n_s द्वितीयक स्थान की प्रारंभिक स्थिति। इस प्रक्रिया में उत्पन्न होने वाले परास (रेंज) और दिगंश (एज़िमुथ) ऑफ़सेट केवल ऑर्बिटल अशुद्धि, स्थलाकृति या टाइमिंग/रेंज ऑफ़सेट के कारण हो सकते हैं। हालाँकि,

NISAR में ऑर्बिट की सटीकता 10 से.मी. के क्रम की है, इसलिए ऑफ़सेट मैप ऑर्बिट एफेमेरिस की वजह से त्रुटियों से मुक्त माना जाता है।

ऑफ़सेट अनुमानों में आउटलायर का समाधान

ऑफ़सेट आउटलायर से प्रभावित हो सकते हैं, जो ग्राउंड फीचर विविधताओं या प्रबल स्कैटरर की उपस्थिति के कारण उत्पन्न होते हैं। इसे हल करने के लिए, फ़िल्टरिंग लागू की जाती है। फ़िल्टरिंग प्रक्रिया:

- प्रत्येक ऑफ़सेट स्थान पर एक 9x9 कर्नेल लागू करें, और उन आउटलायर्स को फ़्लैग करें जिनका MAD (Median Absolute Deviation) थ्रेशोल्ड से अधिक हो।
- IQR (Inter-Quartile Range) की गणना करें और निचले 20% और ऊपरी 80% से बाहर आउटलायर के रूप में मार्क करें।
- आउटलायर स्थानों को पड़ोस के वैध ऑफ़सेट अनुमानों का औसत लेकर और बाइलीनियर इंटरपोलेशन से भरा जाता है।



चित्र 1 भारती अनुसंधान केंद्र अंटार्कटिका के निकट ALOS-1 PALSAR डेटासेट के लिए ऑफसेट ट्रैकिंग परिणाम। क्रमशः दिगंश (एज़िमुथ) और परास (रेंज) ऑफसेट को मीटर में दर्शाते हैं। दृश्य केंद्र निर्देशांक 70.440766°S, 14.459448°E हैं।

चित्र 1 में हम ALOS-1 PALSAR डेटा पर उपरोक्त प्रक्रिया का उपयोग करके प्राप्त ऑफसेट परिणाम दिखाते हैं। क्रमशः ALPSRP252635700-L1.0 (अधिग्रहीत: 22-10-2010) और ALPSRP259345700-L1.0 (अधिग्रहीत: 07-12-2010) डेटासेट उपयोग किए गए हैं। यह क्षेत्र भारती अनुसंधान केंद्र, अंटार्कटिका के पास फिम्बुल/जुटुलस्ट्रॉमेन आइस शेल्फ है।

डेटा विवरण

NISAR में दो मुख्य ऑफ़सेट उत्पाद परिभाषित हैं, जिन्हें डेटा प्रोडक्ट जनरेशन सिस्टम (DPGS) द्वारा तैयार किया जाएगा: परास (रेंज) डॉपलर निकटतम-समय पिक्सेल ऑफ़सेट (ROFF), जियोकोडेड निकटतम-समय पिक्सेल ऑफ़सेट (GOFF)। ये मुख्य रूप से क्रायोस्फीयर अनुप्रयोगों के लिए बनाए जाएंगे और केवल अंटार्कटिका, ग्रीनलैंड और पर्वतीय ग्लेशियरों पर लागू होंगे। ये उत्पाद इसरो-एन.आर.एस.सी. के भूनिधि वेब पोर्टल पर उपलब्ध कराए जाएंगे [https://bhoonidhi.nrsc.gov.in]।

- ROFF: रडार कॉर्डिनेट्स में पिक्सेल ऑफ़सेट लेयर, जिनमें विभिन्न फीचर साइज और बर्फ की गति को ट्रैक किया जा सकता है। रजिस्टर्ड प्रतिबिम्ब पर सहसंबंधन (कोरिलेशन) द्वारा परिणाम प्राप्त किए जाते हैं। लगभग 90 मीटर के ग्राउंड स्पेसिंग के साथ प्रदान किए जाते हैं।
- GOFF: यह लेवल-2 उत्पाद है जिसे ROFF से जियोकोडेड ग्रिड पर प्रोजेक्ट किया जाता है। अंटार्कटिका और ग्रीनलैंड के लिए UPS (Universal Polar Stereographic) और बाकी जगहों के लिए UTM (Universal Transverse Mercator) में मैप किया जाता है। प्रत्येक परिणाम को 80 मीटर की ग्राउंड स्पेसिंग के साथ प्रदान किया जाता है।
- प्रत्येक अधिग्रहण में HDF5 फाइल, .met मेटाडेटा फाइल और JPEG ब्राउज़ प्रतिबिम्ब शामिल होते हैं। मेटाडेटा क्यूब की उपलब्धता के कारण उपयोगकर्ता द्वारा DEM बदलकर अपनी आवश्यकता अनुसार डेटा देखा जा सकता है।

निष्कर्ष

यह अध्ययन क्रायोस्फीयर परिवर्तनों की निगरानी में पिक्सेल ऑफ़सेट ट्रैकिंग की महत्त्वपूर्ण भूमिका को दर्शाता है, विशेष रूप से NISAR मिशन के संदर्भ में। हमने

ROFF और GOFF उत्पादों के परिचालन डिज़ाइन पर चर्चा की और ALOS-1 डेटा से उदाहरण दिए। NISAR का ऑफ़सेट ट्रैकिंग फ्रेमवर्क वैश्विक स्तर पर ग्लेशियर डायनेमिक्स मूल्यांकन में योगदान देगा और जलवायु योजना को मज़बूत करेगा।

आभार

लेखक मार्गदर्शन के लिए एस.ए.सी. के निदेशक, एस.आई.पी.ए./एस.ए.सी. के उप-निदेशक और सभी वरिष्ठ सहयोगियों भी आभार व्यक्त करते हैं।

सन्दर्भ

1. S. Thakur, et al., “NISAR SweepSAR data processing,” IEEE India Geoscience and Remote Sensing Symposium, pp. 1-4, 2024.
2. X. Hu, et al., “Measuring coseismic displacements with point-like targets offset tracking,” IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 11, no. 1, pp. 283-287, 2014.
3. I. Joughin, “Ice-sheet velocity mapping: a combined interferometric and speckle-tracking approach,” Annals of Glaciology, vol. 34, pp. 195-201, 2002.

मशीन शिक्षण तकनीकों का उपयोग करके ईओएस-०८ डेटा से आंतरिक जल निकायों की पहचान

चोपडा मयुर डाह्याभाई[1], देवांग एम मांकड[2]

वैज्ञानिक/अभियंता - एसडी, एनडीपीडी, एमडीपीजी, एसआईपीए, सैक, इसरो, mdchopda@sac.isro.gov.in

सार

आंतरिक जल निकायों का पता लगाना जल विज्ञान प्रक्रियाओं को समझने, जल संसाधनों के प्रबंधन और बाढ़ जोखिमों को कम करने के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। प्रस्तावित कार्यप्रणाली में GNSS-R डेटा का उपयोग करते हुए आंतरिक जल निकायों की मज़बूत पहचान हेतु उन्नत मशीन लर्निंग (एमएल) मॉडल (एडाबूस्ट और टेब-ट्रांसफोर्मर) विकसित किए गए हैं जिनमें से टेब-ट्रांसफोर्मर से प्राप्त परिणाम मौजूदा साहित्यिक विधियों से बेहतर है।

प्रस्तावना

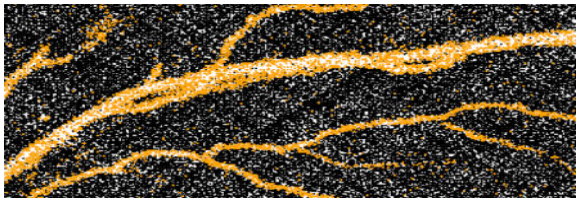
उन्नत तकनीकों का एकीकरण, जैसे ग्लोबल नेविगेशन सैटेलाइट सिस्टम रिफ्लेक्टोमेट्री (GNSS-R), आंतरिक जल का पता लगाने की सटीकता और विश्वसनीयता बढ़ाने के लिए एक आशाजनक समाधान प्रस्तुत करता है। यह बाईस्टैटिक रडार के सिद्धांत पर कार्य करता है। इस डेटा का उपयोग आंतरिक जल का पता लगाने के लिए कई अध्ययनों में किया गया है। एक विधि सिग्नल-टू-नॉइज़ अनुपात (SNR) [१] पर आधारित है। यह जल सतहों की उच्च परावर्तकता के कारण अत्यंत संवेदनशील पाई गई, और कांगो बेसिन क्षेत्र में लगभग 85% सटीकता प्राप्त की। हालांकि, इस अध्ययन में यह भी देखा गया कि विशेषकर घने वन क्षेत्रों में गीली मिट्टी और वनस्पति से जल को अलग करने में कठिनाई होती है। केवल एसएनआर पर निर्भरता से जल-भूमि सीमाओं की जटिलता को पूरी तरह से पकड़ने की क्षमता सीमित हो गई, जिससे कुछ गलत वर्गीकरण हुए। एक अन्य दृष्टिकोण [२], जिसमें, डिले-डॉपलर मैप्स (DDM) से प्राप्त संकेतों का उपयोग होता है, जैसे अधिकतम परावर्तकता (reflectivity), विचलन और कर्टोसिस। इस विधि से कांगो बेसिन क्षेत्र में लगभग 90% सटीकता प्राप्त हुई, जो [१] से बेहतर था। हालाँकि, यह विधि संकीर्ण या अस्थायी जल निकायों का पता लगाने में चुनौतियों का सामना करती है। प्रस्तावित कार्यप्रणाली में प्रयुक्त संकेतों के साथ कुछ अतिरिक्त संकेतों को जोड़ कर एक उन्नत एमएल मॉडल प्रस्ताव किया है।

कार्यप्रणाली

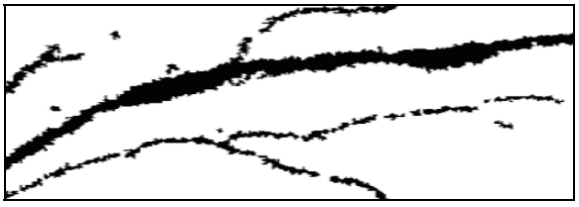
इस अध्ययन के लिए दो क्षेत्रों का चयन किया गया है: कांगो बेसिन और अमेज़न वर्षावन। विभिन्न मॉडलों को प्रशिक्षित और मूल्यांकित करने की कार्यप्रणाली को CYGNSS डेटा सेट का उपयोग करके स्थापित किया गया है। इसके बाद, उसी आर्किटेक्चर का उपयोग ईओएस-०८ स्तर-1 डेटा उत्पादों पर परीक्षण के लिए किया गया।१ GSW टाइलों का उपयोग प्रशिक्षण डेटा को लेबल करने और सत्यापन के लिए किया गया है। डेटा पूर्व-संसाधन के लिए, उच्च रेज़ोल्यूशन वाली GSW टाइल को प्रशिक्षण डेटा के अनुरूप मोटे (coarse) रेज़ोल्यूशन में बदला और DDMs में उपस्थित रव (noise) को हटाने के लिए गुणवत्ता नियंत्रण उपाय (quality control measures) अपनाए गए हैं। डेटा सेट को और शुद्ध किया गया है, जहाँ उन स्पेक्युलर बिंदुओं को फ़िल्टर किया गया है जिनका आपतन कोण 15° से 60° की सीमा के बाहर है, क्योंकि यह सतह के साथ सिग्नल की पारस्परिक क्रिया को प्रभावित करता है। अभिलक्षनो का निष्कर्षण आंतरिक जल का पता लगाने हेतु एक प्रभावी मॉडल विकसित करने के लिए अत्यंत आवश्यक है। मुख्य प्रेक्षण जिनका उपयोग किया गया है, वे हैं: गामा पीक, गामा वैरिएंस, गामा कर्टोसिस, SNR_c, Coherency Ratio. टेब-ट्रांसफोर्मर एक अत्याधुनिक डीप शिक्षण मॉडल है जिसे विशेष रूप से टैब्युलर डेटा (संरचित, संख्यात्मक, या श्रेणीगत अभिलक्षनो) के लिए अभिकल्प किया गया है।

परिणाम और चर्चा

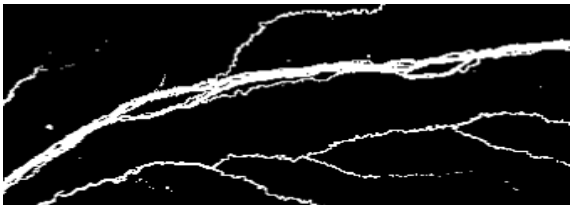
आंतरिक आंतरिक जल संसाधनों की पहचान के लिए सर्वश्रेष्ठ प्रदर्शन करने वाले गहन शिक्षण मॉडल को पहचानने हेतु, एडा बूस्ट और कस्टम टेब-ट्रांसफोर्मर आर्किटेक्चर (जिसमें Multihead Attention शामिल है) – के परीक्षण की शुद्धता की तुलना CYGNSS अमेज़न वर्षावन डेटा पर की गई। व्यापक वश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि सभी मॉडल जल की मात्रा का अधिक अनुमान लगाते हैं, जिससे सटीकता (precision) कम होती है, लेकिन पुनःप्राप्ति (recall) अधिक होती है। चूंकि इस अध्ययन का मुख्य उद्देश्य अधिकतम जल बिंदुओं की पहचान करना है, इसलिए सभी मॉडलों द्वारा प्राप्त उच्च Recall को एक सकारात्मक परिणाम माना गया है। टेब-ट्रांसफोर्मर मॉडल, जिसे उपयुक्त अवसीमा (threshold) और भूमि/जल के साथ प्रशिक्षित किया गया, उपलब्ध साहित्यिक विधियों की तुलना में बेहतर प्रदर्शन करता है। इसलिए इस मॉडल को प्रमुख परिणाम के रूप में प्रस्तुत किया गया है। प्रस्तावित मॉडल को आगे ईओएस-०८ डेटा का उपयोग करके कांगो और अमेज़न क्षेत्रों में भी परीक्षण किया गया है।



चित्र १ प्रस्ताव मॉडल परिणाम



चित्र २ वाटरमास्क मॉडल [२] परिणाम



चित्र ३ GSW Tile परिणाम

निष्कर्ष

प्रस्तावित कार्यप्रणाली, जिसमें एक ट्रांसफॉर्मर आधारित संरचना को शामिल किया गया है, परंपरागत डीप शिक्षण मॉडलों की तुलना में बेहतर प्रदर्शन करती है। इसने उच्च रिकॉल और F1-स्कोर प्राप्त कर, जटिल विशेषताओं के अंतःक्रियाओं को पकड़ने और वर्गीकरण सटीकता में सुधार करने में एडवांस्ड आर्किटेक्चरों की प्रभावशीलता को उजागर किया है। इस अध्ययन में GNSS-R से प्राप्त पैरामीटर – जैसे पीक रिफ्लेक्टिविटी, वेरियंस, कर्टोसिस, SNR और कोहेरेंसी रेशियो – का उपयोग किया गया, जिससे परावर्तित सिग्नल का व्यापक प्रतिनिधित्व संभव हुआ और मजबूत जल निकायों की पहचान की जा सकी। यह अध्ययन डेटा असंतुलन, अधिक अनुमान, और पारंपरिक विधियों की सीमाओं से जुड़ी चुनौतियों को संबोधित करता है, और विशेष रूप से उन परिदृश्यों में बेहतर प्रदर्शन दर्शाता है जहाँ पारंपरिक विधियाँ अक्सर विफल हो जाती हैं – जैसे कि जल से घिरे छोटे स्थलीय क्षेत्र (चित्र १,२,३) ।

आभार

लेखक, श्री निलेश देसाई, निदेशक, सैक, श्री देब ज्योति धर, उप निदेशक, एसआईपीए, श्री रामानुजम, समूह प्रधान, एमडीपीजी, और विशेष रूप से डॉ. दिनेशकुमार जैन, पूजा कक्कड़ तथा अन्य सहकर्मियों को धन्यवाद, जिनसे हमेशा सहयोग प्राप्त हुआ।

सन्दर्भ

[१] Gerlein-Safdi, Cynthia, and Christopher S. Ruf. "A CYGNSS-based algorithm for the detection of inland waterbodies." Geophysical Research Letters 46, no. 21 (2019): 12065-12072

[२] “Ghasemigoudarzi, Pedram et al, “A Machine Learning Method for Inland Water Detection Using CYGNSS Data.” IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters 19 (2020): 1-5

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

NISAR L-S बैंड लेवल-1 और लेवल-2 विज्ञान डेटा उत्पादों के लिए गुणवत्ता आश्वासन सॉफ़्टवेयर

वसीम अकरम[1], राघव मेहरा[2], जल्पा मोदी[3]
वैज्ञानिक 'डी', अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, इसरो, wasimakram@sac.isro.gov.in

सार

NISAR डेटा प्रोसेसिंग के एक भाग के रूप में, गुणवत्ता आश्वासन (क्यू.ए) सॉफ्टवेयर डिज़ाइन किया गया है। यह सॉफ्टवेयर डेटा उत्पादों की गुणवत्ता को प्रमाणित करेगा और उपयोगकर्ता समुदाय को जारी करने से पहले उत्पादों की गुणवत्ता और अखंडता सुनिश्चित करेगा, जिससे NISAR की वैज्ञानिक क्षमता का पूर्ण उपयोग सुनिश्चित हो सके।

प्रस्तावना

NISAR के प्राथमिक विज्ञान उद्देश्यों को पूरा करने के लिए, लेवल 0 के कच्चे डेटा को उच्च स्तर के उत्पादों में परिवर्तित किया जायेगा, जिनमें से सभी उपयोगकर्ता समुदाय के लिए स्वतंत्र और खुले तौर पर उपलब्ध होंगे। ये उत्पाद काफी भिन्न होते हैं: लेवल 1 (L1) उत्पाद रडार की मूल रेंज-डॉपलर समन्वय प्रणाली में डेटा प्रदान करते हैं। अथवा लेवल 2 (L2) उत्पाद मानचित्र समन्वय प्रणाली पर आधारित हैं। मिशन के पूरे जीवनकाल के दौरान, NISAR भारी मात्रा में डेटा उत्पाद उत्पन्न करेगा। एक मजबूत और स्वचालित क्यू.ए (गुणवत्ता आश्वासन) प्रणाली के बिना, इस डेटा के एक छोटे से हिस्से को भी सटीकता, निरंतरता और पूर्णता के लिए मैन्युअल रूप से जांचना एक असंभव, संसाधन-गहन और समय लेने वाला कार्य होगा। इस मूलभूत आवश्यकता को पूरा करने के लिए, एक QA सॉफ्टवेयर डिज़ाइन किया गया है जो डेटा उत्पादों की गुणवत्ता को प्रमाणित करेगा और उपयोगकर्ता समुदाय को जारी करने से पहले उत्पादों की गुणवत्ता और अखंडता सुनिश्चित करेगा, जिससे NISAR की वैज्ञानिक क्षमता का पूर्ण उपयोग सुनिश्चित हो सके।

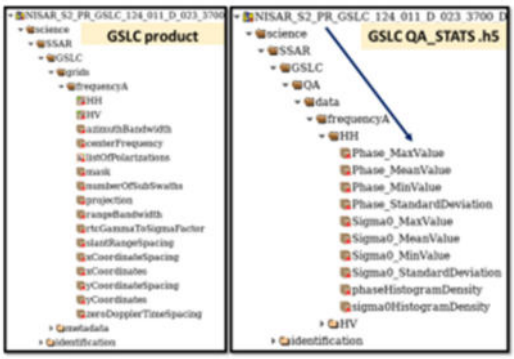
NISAR डेटा प्रोसेसिंग के एक भाग के रूप में, QA (गुणवत्ता आश्वासन) NISAR के प्रत्येक डेटा उत्पाद पर स्वचालित महत्वपूर्ण जांचों की एक श्रृंखला निष्पादित करता है। क्यू.ए सॉफ्टवेयर को इस तरह से डिज़ाइन किया गया है कि जब भी QA जांच महत्वपूर्ण उत्पाद मापदंडों के गैर-अनुपालन (non-compliance) का खुलासा करती है, तो यह उत्पाद के प्रसार को रोक देता है और डेटा प्रोसेसिंग टीम को एक अलर्ट जारी करता है। चित्र 1 QA ज़िप फ़ाइल की सामग्री का सारांश प्रस्तुत करता है।

चित्र 1: QA ज़िप फ़ोल्डर की सामग्री

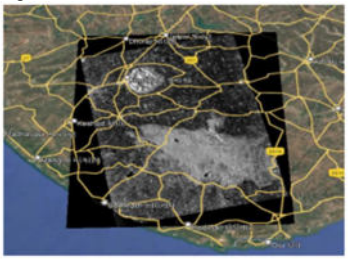
प्रत्येक लेवल 1 और लेवल 2 उत्पाद में प्रत्येक मुख्य इमेजरी रास्टर के लिए, QA (गुणवत्ता आश्वासन) स्वचालित रूप से न्यूनतम, अधिकतम, माध्य और मानक विचलन जैसे मौलिक मेट्रिक्स की गणना और रिकॉर्ड करता है। यह महत्वपूर्ण डेटा विशेषताओं जैसे अमान्य (NaN/fill_value) पिक्सेल का प्रतिशत भी उजागर करता है।

इसके अलावा, जब हिस्टोग्राम तैयार किए जाते हैं, तो उनका वितरण (बिन्स और काउंट्स) भी संग्रहीत किया जाता है। निर्बाध एकीकरण के लिए डिज़ाइन किया गया, QA STATS.h5 की आंतरिक HDF5 संरचना सीधे मूल NISAR उत्पादों की संरचना को दर्शाती है, जिससे उपयोगकर्ताओं के लिए डेटा संदर्भ को नेविगेट करना और समझना आसान हो जाता है। चित्र 2 में वही दिखाया गया है। सामान्य आंकड़ों के अतिरिक्त, क्यू.ए फाइल प्रत्येक NISAR डेटा उत्पाद की अनूठी विशेषताओं के अनुरूप उत्पाद-विशिष्ट मेट्रिक्स की एक विस्तृत श्रृंखला को भी शामिल करती है। रडार सिंगल लुक काम्प्लेक्स उत्पादों के

लिए मेट्रिक्स में कॉर्नर रिफ्लेक्टर का उपयोग करके आवेग प्रतिक्रिया विश्लेषण (इम्पल्स रिस्पांस एनालिसिस), सीमा और दिगंश (रेंज और एज़िमुथ) स्पेक्ट्रम,प्रोफाइल, सिग्मा नॉट और फेज के आंकड़े शामिल हैं। QA एक JPEG ब्राउज़ इमेज के साथ एक KML फाइल भी उत्पन्न करता है। चित्र 3 में Google Earth पर GSLC के.एम.एल को ब्राउज़ छवि के साथ ओवरले किया गया है। इसके अलावा, एक व्यापक रिपोर्ट (.PDF) भी क्यू.ए का भाग है जो डेटा उत्पाद की विशेषताओं और अखंडता को दर्शाने वाले सांख्यिकीय प्लॉटों, विस्तृत हिस्टोग्राम और अन्य महत्वपूर्ण मेट्रिक का एक व्यापक समूह प्रदान करता है।



चित्र 2: इनपुट GSLC के संबंध में QA_STAT.h5 की तुलना



चित्र 3: GSLC ब्राउज़ छवि को Google Earth Pro में क्यू.ए के.एम.एल फ़ाइल का उपयोग करके विज़ुअलाइज़ किया गया

निष्कर्ष

वर्तमान में, बिग डेटा के युग में, NISAR मिशन से प्राप्त होने वाला डेटा अविश्वसनीय अवसर और महत्वपूर्ण चुनौतियां दोनों प्रस्तुत करता है। यह मिशन पृथ्वी अवलोकन डेटा की एक अभूतपूर्व मात्रा प्रदान करेगा। यह अत्यधिक मात्रा और डेटा वॉल्यूम मौलिक रूप से मजबूत स्वचालित जाँच प्रक्रिया को आवश्यक बनाता है, जिसे विशेष रूप से गुणवत्ता आश्वासन (क्यू.ए) उत्पाद द्वारा संबोधित किया जाता है। पारंपरिक डेटा समीक्षा विधियाँ यह प्रदान नहीं कर पातीं। क्यू.ए सॉफ्टवेयर अंतरिक्ष अनुप्रयोग केंद्र (एस.ए.सी), इसरो डेटा उत्पाद (DP) टीम द्वारा विकसित डी.पी.जी.एस के साथ एकीकृत है। डी.पी.जी.एस को राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केंद्र (एन.आर.एस.सी) में पृथ्वी अवलोकन उपग्रहों के लिए एकीकृत बहु-मिशन ग्राउंड सेगमेंट (IMGEOS) में स्थापित किया जाएगा और लॉन्च के बाद उत्पादों को परिचालनात्मक रूप से उत्पन्न किया जाएगा। सभी क्यू.ए उत्पाद एन.आर.एस.सी द्वारा भूनिधि पोर्टल पर प्राथमिक L1/L2 NISAR उत्पादों के साथ होस्ट किए जाएंगे और सभी उपयोगकर्ताओं के लिए मुफ्त में उपलब्ध होंगे। इन समृद्ध, फिर भी संक्षिप्त, क्यू.ए उत्पादों को प्रत्येक विज्ञान डेटा उत्पाद के लिए प्रदान करके; यह पूरे NISAR डेटा संग्रह में व्यापक रुझानों और पैटर्न के कुशल विश्लेषण को सक्षम बनाता है, अंततः इस अभूतपूर्व मिशन के वैज्ञानिक प्रतिफल और प्रभाव को अधिकतम करता है।

आभार

लेखक NISAR क्यू.ए डेटा प्रोसेसिंग में उनके निरंतर मार्गदर्शन के लिए श्री नीलेश एम. देसाई, निदेशक, एस.ए.सी./इसरो और श्री देबाज्योति धर, उप निदेशक, एस.आई.पी.ए./एस.ए.सी./इसरो के आभारी हैं। इस शोध पत्र में NISAR पेलोड और एप्लिकेशन टीम के योगदान को भी स्वीकार किया जाता है।

सन्दर्भ

[1] “नासा-इसरो एसएआर (निसार) मिशन विज्ञान उपयोगकर्तापुस्तिका,”:https://nisar.jpl.nasa.gov/system/documents/फ़ाइलें/26 निसार अंतिम 9-6-19.pdf।

[2] पी. अरोड़ा, एस. ठाकुर, क्यू. साकिब, वी. गुप्ता, आर. मेहरा, के. एम. अग्रवाल, जे. मोदी, वी. एम. रामानुजम, "इसरो द्वारा निसार डेटा उत्पादों पर अपडेट," 2024 आईईईई इंडिया जियोसाइंस एंड रिमोट सेंसिंग सिम्पोजियम (इनगार्स), 2024, पृष्ठ 1-4 में।

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी और उपग्रह प्रणालियों में उच्च गति पी.सी.बी. डिजाईन: लंबाई सुमेलन तकनीक

श्रीमती क्रिष्ना एस. मकाणी (तकनीकी अधिकारी-'डी.'), श्री अमित शांडिल्य (वैज्ञानिक / अभियंता -'एस. डी.'),
श्री दीपक अग्रवाल (वैज्ञानिक / अभियंता -'एस. डी.')
पी.सी.बी. डिजाईन संविचरन एवं योजना प्रभाग/ इ.एफ.एम.जी./ इ.एस.एस.ए.,
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद, भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठ(इसरो), भारत
संपर्क: 079-2691 4838 / 4839

सार

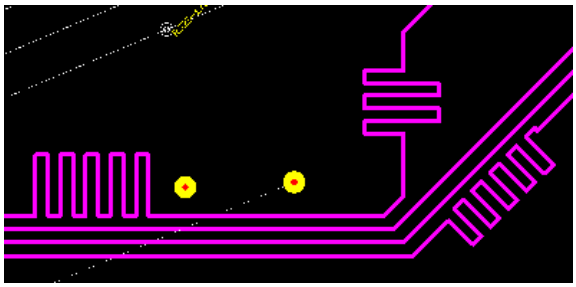
अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में नविन तकनीकों वाले पेलोड, प्रणाली तथा उप प्रणाली का उपयोग बढता जा रहा है| आधुनिक पेलोड की कार्यक्षमता उसमें लगने वाली पीसीबी (PCB- printed circuit board) के डिजाईन तथा संविरचन पर आधारित होती है| उच्च गति वाले पीसीबी डिज़ाइन में सिग्नल अखंडता बनाए रखने के लिए आवश्यक कई बिंदुओं में से एक महत्वपूर्ण बिंदु लंबाई सुमेलन है। प्रस्तुत लेख उच्च गति पी.सी.बी. डिजाईन में लंबाई सुमेलन की आवश्यकता तथा डिजाईन तकनीक के बारे में है|

प्रस्तावना

उच्च गति एवम छोटे आकार वाले घटकों के चलते पीसीबी डिज़ाइन और पीसीबी संविरचन की तकनीकें भी उन्नत हो रही हैं| अंतरिक्ष आधारित प्रणाली तथा उप प्रणाली के विश्वसनीय प्रदर्शन को सुनिश्चित करने के लिए सिग्नल अखंडता एक आवश्यक कारक बन गई है। उच्च गति वाले पीसीबी में प्रतिबाधा असंगतता, सिग्नल परावर्तन, विद्युत चुम्बकीय हस्तक्षेप (EMI - Electro-magnetic Interference) और रव (noise) उत्पादन जैसी समस्याएँ शामिल हैं। इनसे बचने के लिए पीसीबी डिज़ाइन के दौरान अपनाई जाने वाली तकनीकों में प्रतिबाधा नियंत्रित रूटिंग, अंतरी संकेत रूटिंग, लम्बाई सुमेलन, रूट कवचन, विया जुड़ाव, पावर तथा ग्राउन्ड परत नियमन का समावेश होता हैं। इ-कैड सैक में डिजाईन की जानेवाली उच्च गति पीसीबी में भी आवश्यकता के अनुसार इन तकनीकों का समावेश किया जाता है, जिसमें से विशेषतः लंबाई सुमेलन तकनीक की चर्चा इस लेख में की गई है|

लंबाई सुमेलन क्या है

उच्च गति पीसीबी में परिपथ की आवश्यकता के अनुसार संकेतों के समूह को एक साथ एक ही समय पर अपने प्रेषण स्थान से अभिग्राही स्थान तक पहुंचाना होता है| घटक स्थापन तथा उनके पिन नियमन के कारण पीसीबी पर इन संकेत समूहों की भौतिक लंबाई एक - दुसरे से भिन्न होती है, जो सिग्नल अखंडता को प्रभावित करती है| ले-आउट डिजाईन के दौरान रूट की भौतिक लंबाई को आवश्यकता के अनुसार बढ़ाने अथवा घटाने की तकनीक को लंबाई सुमेलन कहा जाता है|



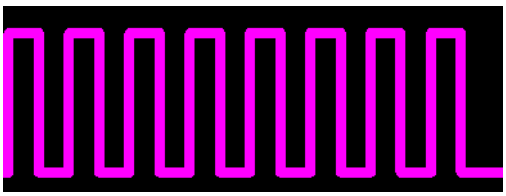
चित्र 1: लंबाई सुमेलन

लंबाई सुमेलन संरचनाएँ:

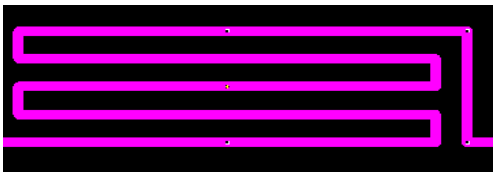
सामान्यतः पीसीबी में लंबाई सुमेलन संरचनाएँ तीन हैं|

1. अकॉर्डियन: इसका उपयोग किया जाता है ताकि अतिरिक्त लंबाई को सीधे ट्रेस के साथ एक छोटी दूरी

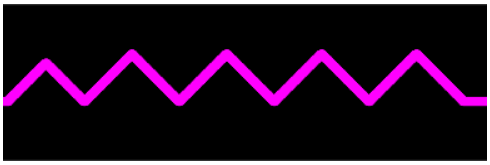
में फिट किया जा सके।



2. ट्रॉम्बोन : इस विधि का उपयोग अक्सर कम गति वाले सिग्नलों से निपटने या कम अंतराल में रूटिंग करते समय किया जाता है|



3. सॉटूथ: जिसका उद्देश्य मोड रूपांतरण और विस्तारित खंडों के बीच क्रॉसटॉक की उपस्थिति को सीमित करना है।



लंबाई सुमेलन कहाँ महत्वपूर्ण है?

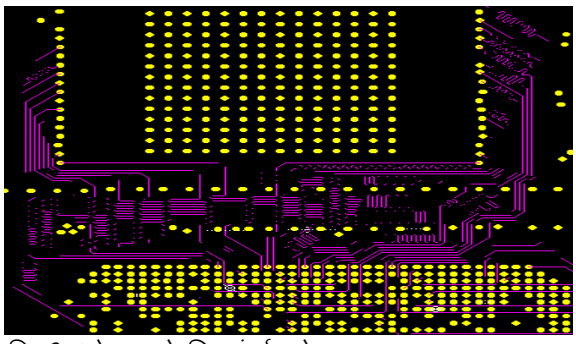
पीसीबी में परिपथ के व्यवधान तथा उपयोगिता के अनुसार लंबाई सुमेलन तकनीक को विविध समूहों पर लागू किया जाता है, जिसका विवरण यहाँ पर दिया गया है|

मेमोरी इंटरफ़ेस: DDR, DDR2, DDR3, DDR4

समानांतर बसें: PCI, PCIe, GPIO, डेटा/एड्रेस लाइनें

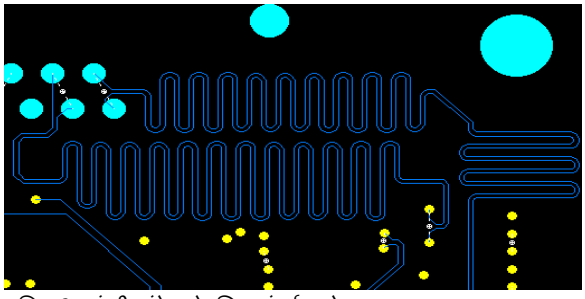
उच्च-गति इंटरफ़ेस: USB, ईथरनेट, LVDS

समानांतर संकेत : लंबाई सुमेलन का लक्ष्य समानांतर डेटा बस पर skew को रोकना है। एक समानांतर बस में, सबसे छोटे ट्रेस पर प्रसारित होने वाला सिग्नल सबसे पहले पहुँचेगा, इसलिए यह बस पर अन्य सिग्नलों से पहले एक डाउनस्ट्रीम गेट को ट्रिगर करेगा, जो डेटा विरूपण का कारण बन सकती हैं। लंबाई सुमेलन संकेत के आगमन को समकालिक बनाकर skew को रोकने में मदद करता है|



चित्र 2: अड्रेस बस के लिए लंबाई सुमेलन

अंतरी संकेत: अंतरी संकेतों में, लंबाई सुमेलन सुनिश्चित करता है कि दोनों रूट की लंबाई समान हो, जिससे रव निरसन अधिकतम हो और EMI समस्याओं को रोका जा सके।



चित्र 3: अंतरी संकेत के लिए लंबाई सुमेलन

लंबाई सुमेलन के लिए दिशानिर्देश

पीसीबी डिज़ाइन नियम आमतौर पर लंबाई मिलान प्रतिबंधों को निर्दिष्ट करते हैं, जिन्हें पीसीबी संविरचन से पहले डिज़ाइन नियम जाँच (DRCs) के माध्यम से सत्यापित किया जाता है। ये नियम सिग्नल समय विश्लेषण और निर्माता क्षमताओं पर आधारित होते हैं।

- क्लॉक संकेतों का उनके संबंधित डेटा/एड्रेस/नियंत्रण लाइनों से मिलान करें।
- समय सम्बन्धी आवश्यकताओं के आधार पर विशिष्ट सहनशीलता के भीतर डेटा तथा अड्रेस समूहों का मिलान करें।

- डेटा तथा अड्रेस समूह संकेत के बीच में समान तथा पर्याप्त अंतर रखें ताकि सुमेलन सहजता पूर्वक हो सके|
- लंबाई सुमेलन प्राप्त करने के लिए सर्पेन्टाइन ट्रेस या जॉग जैसी विलंब ट्यूनिंग संरचनाओं का उपयोग करें।
- अंतरी संकेत में सुमेलन तकनीक को अभिग्राही बिंदु पर लागू करें|
- अंतरी संकेत में सुमेलन को बहुत ही कम अंतराल के लिए लागू करें|

- अनावश्यक विया के उपयोग को टालकर रूट की लंबाई को नियंत्रित करें|

निष्कर्ष

उच्च गति पीसीबी में लंबाई सुमेलन पीसीबी डिज़ाइन का एक महत्वपूर्ण पहलू है, जो सिग्नल अखंडता, समय सटीकता और समग्र प्रणाली विश्वसनीयता को सीधे प्रभावित करता है। लंबाई सुमेलन के पीछे के सिद्धांतों को समझना और अंतरी संकेत तथा डेटा / अड्रेस संकेत समूहों के लिए उचित दिशानिर्देशों के अनुसार रूटिंग करना आधुनिक पीसीबी डिजाईन और संविरचना के लिए आवश्यक अभ्यास हैं। इ-कैड, सैक में हम पीसीबी डिजाईन के दौरान लंबाई सुमेलन और अन्य सिग्नल अखंडता चुनौतियों का सटीकता और सावधानी से समाधान सुनिश्चित करते हैं ताकि एक विश्वसनीय और उच्च-प्रदर्शन वाले पे-लोड का निर्माण किया जाए।

आभार

इस लेख को लिखने व् प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु मूल्यांकन समिति और तकनीकी संगोष्ठी आयोजन समिति, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला का आभार| हम श्री विनय कुमार, प्रधान, पी.सी.बी. डिजाईन संविचरन एवं योजना प्रभाग, श्री अरुण बिंदल, समूह निदेशक इ.एफ.एम.जी के अत्यन्त आभारी हैं जिन्होंने हमें यह लेख लिखने के लिए प्रेरित किया। | राजभाषा कार्यान्वयन के सतत प्रोत्साहन के लिए श्री निलेश देसाई, निदेशक, सैक को खूब खूब धन्यवाद।हम वरिष्ठ हिन्दी अधिकारी तथा हिन्दी कक्ष के सभी सहकर्मियों के भी अत्यंत आभारी हैं जिनके सहयोग से यह लेख संपूर्ण हो सका है ।

सन्दर्भ

[1] M. Hosseini, “Length matching in PCB: Techniques, formulas, and tolerances for high-speed design,” *Arshon Inc. Blog - We offer complete end-to-end electronic design and manufacturing services*, 19-Mar-2025. .

[2] Https://www.nwengineeringllc.com/article/guide-to-pcb-trace-length-matching-in-high-speed-design.php#analog-differential-signals. [Accessed: 18-Jul-2025].

[3] “High speed PCB design techniques,” *TronicsZone*, 29-Feb-2020. .

गुजरात के अर्ध-शुष्क धान्य कृषि-पारिस्थितिकी तंत्र में मीथेन फ्लक्स का भूमि-आधारित एवं उपग्रहीय प्रेक्षणों द्वारा आकलन

राहुल निगम

वैज्ञानिक/अभियंता एसजी, सटीक कृषि एवम् फसल पूर्वानुमान प्रभाग / कृषि, वानिकी तथा पारिस्थिति तंत्र विज्ञान तथा अनुप्रयोग समूह, पृथ्वी और ग्रहीय विज्ञान एवं अनुप्रयोग क्षेत्र, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो) अहमदाबाद ईमेल rahulnigam@sac.isro.gov.in

सार

इस अध्ययन में चावल की खेती से मीथेन (CH_4) उत्सर्जन का आकलन एड्डी कोवेरियंस मापन तकनीक से किया गया, जबकि खेती का क्षेत्रफल और फसल अवधि की जानकारी Sentinel-1 SAR उपग्रह डेटा से प्राप्त की गई। यह अध्ययन 100 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र में खरीफ 2021 और 2023 के मौसम के लिए किया गया। 2021 में चावल का क्षेत्रफल 5,39,627 हेक्टेयर था, जो 2023 में 1.84% बढ़कर 5,49,726 हेक्टेयर हो गया। समय पर रोपा गया धान क्षेत्र का लगभग 50% था, इसके बाद जल्दी और देर से रोपाई वाले क्षेत्र थे। फसल अवधि 90 से 110 दिनों के बीच रही, जो अर्ध-शुष्क जलवायु और कम अवधि वाली प्रजातियों की किसानों की पसंद के कारण अपेक्षाकृत कम थी। 2021 में अधिकतम मीथेन फ्लक्स 3.8 mmol m^{-2} $दिन^{-1}$ था, जबकि 2023 में यह 5.1 mmol m^{-2} $दिन^{-1}$ रहा। कुल उत्सर्जन 2021 में 167 mmol m^{-2} से बढ़कर 2023 में 368 mmol m^{-2} हो गया, जिसका मुख्य कारण महामारी के बाद जैविक पदार्थ का पुनः उपयोग रहा।

प्रस्तावना

वैश्विक तापवृद्धि का अर्थ पृथ्वी की सतह के समीप तापमान में वृद्धि है, जो मुख्यतः मानवीय गतिविधियों से उत्सर्जित ग्रीनहाउस गैसों (GHGs) की अधिकता के कारण हो रही है (मायरे एवं अन्य, 2013)। हालांकि जलवायु परिवर्तन के प्रभाव विभिन्न कृषि-जलवायविक क्षेत्रों में भिन्न-भिन्न रूप में प्रकट होते हैं, अधिकांश क्षेत्रों में इसकी वजह से फसल उत्पादन और उत्पादकता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ रहा है, जिससे फसल गुणवत्ता और बाजार मूल्य में अस्थिरता उत्पन्न हो रही है (IPCC, 2022)। हालिया तापवृद्धि प्रवृत्तियों के कारण प्रमुख खाद्य फसलों की वृद्धि अवधि घट गई है, जिससे वैश्विक कृषि उत्पादन पर गंभीर खतरा मंडरा रहा है (तान एवं अन्य, 2024)।

एक वैश्विक अध्ययन के अनुसार, 1961 से 2017 के बीच मानवजनित तापवृद्धि के कारण तीन प्रमुख फसलों–मक्का, गेहूं और चावल–की औसतन 5.3% उपज में कमी आई, जिसमें मक्के की उपज में 5.9%, गेहूं में 4.9% और चावल में 4.2% की गिरावट दर्ज की गई (मूर एवं अन्य, 2020)। ग्रीनहाउस गैसों का अत्यधिक उत्सर्जन जलवायु परिवर्तन और वैश्विक तापवृद्धि का प्रमुख कारण है। इनमें मुख्य रूप से कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2), मीथेन (CH_4), नाइट्रस ऑक्साइड (N_2O) और जल वाष्प (H_2O) शामिल हैं।

मीथेन (CH_4) फ्लक्स मापने की एड्डी कोवेयरिएंस विधि

एड्डी कोवेयरिएंस (EC) विधि, सतह और वायुमंडल के बीच मीथेन (CH_4) फ्लक्स मापने की एक विश्वसनीय और व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली तकनीक है। यह विधि वायुमंडलीय गति में मौजूद घूमते हुए छोटे-बड़े भंवरों पर आधारित है, जो गैसों को सतह से ऊपरी वातावरण तक ले जाते (चित्र 1) ।

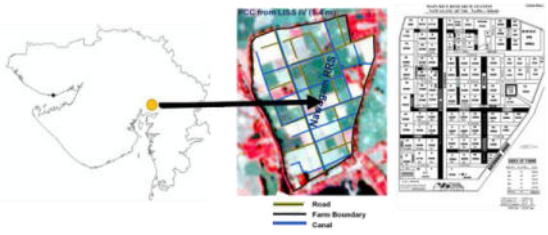
चित्र 1. एडी कोवेरियंस प्रणाली की संरचना

अध्ययन के उद्देश्य

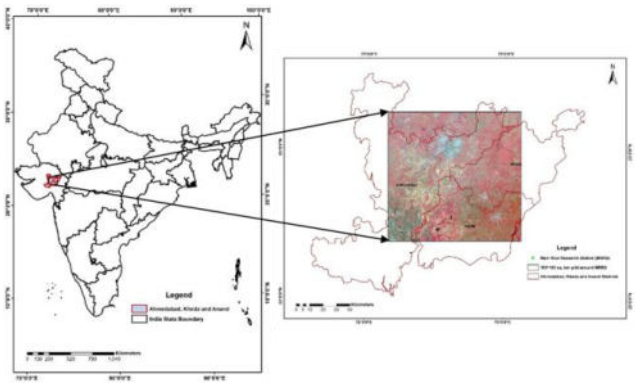
धान के मुख्य जैविक चरणों में मीथेन (CH_4) उत्सर्जन गुणांकों का निर्धारण करना। लैंडस्केप स्तर पर मीथेन उत्सर्जन का आकलन।

अध्ययन क्षेत्र का संक्षिप्त विवरण :

यह अध्ययन गुजरात राज्य के खेड़ा और आसपास के जिलों में किया गया, जैसा कि चित्र 3 में दर्शाया गया है। यह क्षेत्र उत्तर गुजरात कृषि-जलवायु क्षेत्र में आता है, जहाँ खरीफ मौसम में मुख्य रूप से धान की खेती होती है (चित्र 2 3) ।



चित्र 2. नवगाम स्थित मुख्य धान अनुसंधान केंद्र का विस्तृत अध्ययन क्षेत्र।



चित्र 3. अध्ययन क्षेत्र: गुजरात के खेड़ा एवं आस-पास के जिले

उपग्रह डेटा इस अध्ययन में सेंटीनेल-**1** उपग्रह का C-बैंड सार डेटा उपयोग किया गया, जिसकी स्थानिक विभ 10 मीटर है।

स्थानिक आंकड़े मीथेन फ्लक्स प्रणाली

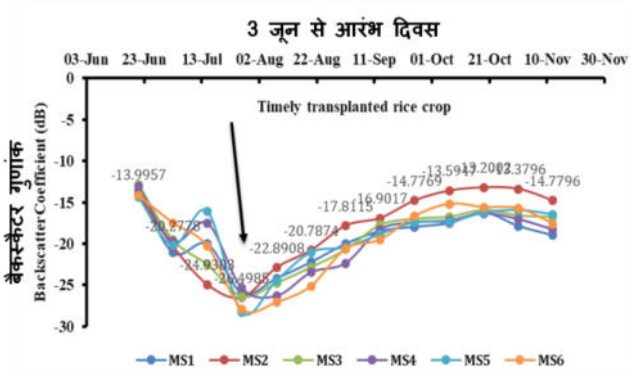
गुजरात के अर्ध-शुष्क क्षेत्र में धान के खेतों से मीथेन (CH_4) उत्सर्जन की ऋतुकालीन और दैनिक प्रवृत्तियों का अध्ययन करने के लिए, आनंद कृषि विश्वविद्यालय के अंतर्गत नवगाम स्थित मुख्य धान अनुसंधान केन्द्र पर LI-7700 ओपन-पाथ मीथेन एनालाइज़र आधारित फ्लक्स प्रणाली स्थापित की गई (चित्र 1)।

कार्यप्रणाली

इस अध्ययन में **2021** और **2023** के तीन वर्षों के लिए धान की फसल का वितरण, फेनोलॉजी और अवधि मानचित्रित करने हेतु सार डेटा का उपयोग किया गया। साथ ही, एड्डी कोवेरिएंस प्रणाली से प्राप्त स्थल-आधारित मीथेन फ्लक्स डेटा का उपयोग कर धान के विभिन्न विकास चरणों के दौरान दैनिक और चरण-वार औसत मीथेन उत्सर्जन की गणना की गई। प्रत्येक चरण की अवधि के आधार पर कुल मीथेन उत्सर्जन और **100** किमी² क्षेत्र के लिए संचयी फ्लक्स निकाला गया। साथ ही, मौसम डेटा को शामिल कर प्रमुख प्रभावी कारकों का विश्लेषण किया गया।

सार बैकस्कैटर प्रोफाइल से धान की फेनोलॉजी को मॉडल करने के लिए एक गणितीय अभिव्यक्ति तैयार की गई

(चित्र 4), जिससे फसल की वृद्धि अवस्था का सटीक अनुमान लगाया जा सका।



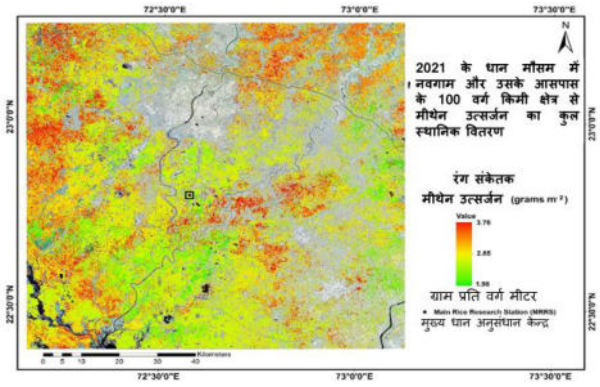
चित्र 4. धान के बैकस्कैटर प्रोफाइल द्वारा फेनोलॉजी का अवलोकन

परिणाम

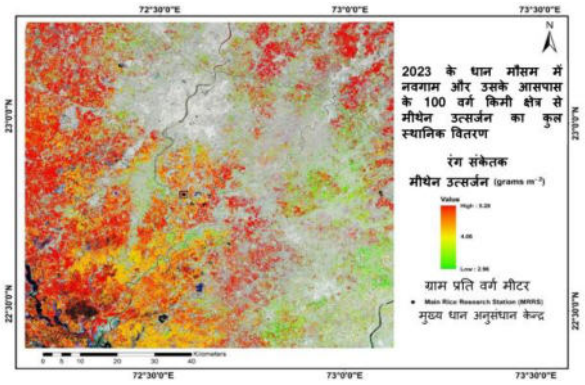
खरीफ **2021:** मीथेन उत्सर्जन **1.98** से **3.76** ग्राम/मी² तक रहा। प्रारंभिक रोपाई वाले क्षेत्रों में उत्सर्जन अधिक था क्योंकि फसल अवधि लंबी थी (चित्र 5)।

खरीफ **2023:**

मीथेन उत्सर्जन **2.96** से **5.28** ग्राम/मी² तक दर्ज हुआ (चित्र 6)। **MRRS** में भी उत्सर्जन इसी सीमा में रहा। **2023** में जैविक पदार्थ (**OM**) का **50%** अधिक प्रयोग और वर्षा (**868** मिमी बनाम **800** मिमी) के कारण उत्सर्जन अधिक रहा।



चित्र 5.



चित्र 6.

चित्र 5 **एवं चित्र** 6 **में** 2021, 2023 के धान मौसम में नवगाम और उसके आसपास के **100** वर्ग किमी क्षेत्र से मीथेन उत्सर्जन का कुल स्थानिक वितरण

निष्कर्ष

जैविक पदार्थ का प्रभाव:

2021 में महामारी के कारण जैविक पदार्थ की कमी से CH_4 उत्सर्जन और उत्पादन कम रहा, जबकि **2023** में जैविक कम्पोस्ट के पुनः उपयोग से उत्सर्जन और उपज दोनों में वृद्धि हुई।

बेहतर प्रबंधन से **2023** में उत्सर्जन और उपज दोनों में वृद्धि हुई, जो उत्पादन और पर्यावरणीय प्रभाव के बीच संतुलन की आवश्यकता को दर्शाता है।

आभार

हम निदेशक, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो), अहमदाबाद एवं उप निदेशक (EPSA) तथा समूह निदेशक (AESG) के प्रति अपनी हार्दिक कृतज्ञता व्यक्त करते हैं, जिन्होंने हमें यह परियोजना करने और पूर्ण करने का अवसर प्रदान किया।

सन्दर्भ

मायरे, जी., शिन्डेल, डी., ब्रेओं, एफ.-एम., कॉलिन्स, डब्ल्यू., फुगलेस्टवेड्ट, जे., हुआंग, जे., कोच, डी., लामार्क, जे.-एफ., ली, डी., मेंडोज़ा, बी., नाकाजिमा, टी., रोबॉक, ए., स्टीफेन्स, जी., ताकेमुरा, टी., एवं झांग, एच. (2013)। मानवजनित और प्राकृतिक विकिरण बल। जलवायु परिवर्तन 2013: भौतिक विज्ञान आधार (IPCC

कार्य समूह-I की पाँचवीं मूल्यांकन रिपोर्ट में योगदान), पृष्ठ 659-740। केम्ब्रिज विश्वविद्यालय प्रेस।

मूर, टी. आर.; रूलेट, एन. टी.; और नोल्स, आर. (1990)। उप-आर्कटिक/उत्तरी बोरियल फेन्स (दलदली क्षेत्रों) से मीथेन फ्लक्स की स्थानिक और कालिक विविधता। ग्लोबल बायोजियोकेमिकल साइकल्स, 4(1), 29-46। https://doi.org/10.1029/GB004i001p00029

तान, झेली; याओ, हुआक्सिया; मेलैक, जॉन; ग्रोसेर्ट, हांस-पीटर; जानसेन, योआखिम; बलथान्दायुथबानी, सिवाकिरुथिका; सारग्स्यान, खाचिक; और ल्यांग, एल. रूबी। (2024)। ग्लोबल मीथेन उत्सर्जन के लिए एक झील जैव-रसायन मॉडल: मॉडल विकास, स्थल-स्तरीय प्रमाणीकरण, और वैश्विक प्रयोज्यता। जर्नल ऑफ एडवांसेज़ इन मॉडलिंग अर्थ सिस्टम्स, प्रथम प्रकाशन:। https://doi.org/10.1029/2024MS004275

उपग्रह प्रणालियों के लिए एल्युमीनियम के इलेक्ट्रोलाइटिक काले एनोडाइजिंग में समस्या निवारण

डॉ. वैशाली उमरानिया*, शरद शुक्ल

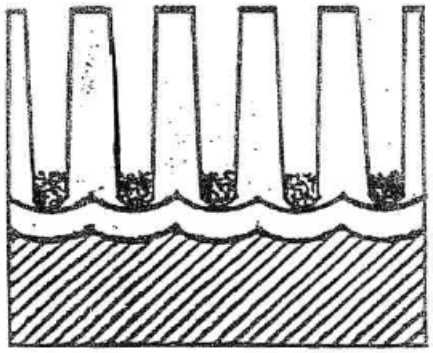
*वैज्ञानिक/अभियंता एस.डी., अंतरीक्ष उपयोग केन्द्र,अहमदाबाद vaishali@sac.isro.gov.in

सार

एल्युमीनियम के इलेक्ट्रोलाइटिक काले एनोडाइजिंग में कई समस्याएँ सामने आ सकती हैं, जैसे रंग का असमान होना, समय के साथ फीका पड़ना, सतह पर दोष, फटना और बुलबुले। इन समस्याओं के समाधान के लिए सतह की सही तैयारी आवश्यक है। प्रक्रिया के दौरान इलेक्ट्रोलाइट का उचित घोल, पी.एच., तापमान और वोल्टेज का सटीक नियंत्रण जरूरी है। प्रक्रिया के समय रंग की समानता के लिए मिश्रण और समय का ध्यान रखना चाहिए। सतह को अच्छी तरह सील करने से रंग की स्थिरता और टिकाऊपन बढ़ता है। नियमित निरीक्षण और गुणवत्ता जांच से दोषों का तुरंत पता लगाना संभव है। इन उपायों का पालन कर, काले एनोडाइजिंग की गुणवत्ता, स्थिरता और सौंदर्य बढ़ाया जा सकता है, जिससे उत्पाद की औद्योगिक और व्यावसायिक मान्यता में सुधार होता है।

प्रस्तावना :

एल्यूमीनियम के लिए यह रासायनिक फिल्म विसर्जन काली परत एक सुरक्षात्मक फिल्म प्रदान करती है। यह प्रक्रिया उचित ओक्साइड प्रतिरोध प्रदान करती है और कोई सराहनीय आयामी परिवर्तन नहीं करती है। परत एक उत्कृष्ट पेंट आधार है और अक्सर कैमरा, ऑप्टिकल और विद्युत घटकों के साथ-साथ अन्य घटकों पर उपयोग की जाती है जिन्हें गैर-प्रतिबिंबित सतह की आवश्यकता होती है। इस प्रक्रिया को जीसैट और आईआरएनएसएस अंतरिक्ष यान के कुछ ऑनबोर्ड इलेक्ट्रॉनिक पैकेजों पर सफलतापूर्वक लागू किया गया है।



चित्र 1 एल्यूमीनियम पर एक एनोडिक कोटिंग का रेखाचित्र

हालाँकि यह लेख समस्या निवारण पर केंद्रित है, फिर भी सबसे पहले उन अभ्यासों का उल्लेख करना ज़रूरी है जो समस्याओं को रोकने में मदद करते हैं। चित्र 1 में काले एनोडाइज़िंग प्रक्रिया का अनुप्रस्थ छेद दिखाया गया है जो छिद्रों के अंदर परत, एनोडिक छिद्र और जमा धातु को दर्शाता है।। एनोडाइजिंग सल्फ्यूरिक अम्ल घोल में किया जाता है और काले एनोडाइजिंग कोबाल्ट एसीटेट, निकल सल्फेट और बोरिक अम्ल घोल में किया जाता है।

एनोडाइज़िंग प्रक्रिया के लिए प्रचाल

- सल्फ्यूरिक अम्ल की सांद्रता 180±20 ग्राम/लीटर
- घुले हुए एल्यूमीनियम की सांद्रता 2-20 ग्राम/लीटर
- बाथ का परिचालन तापमान 22±5°C
- केथोड़ लेड रखें।
- धारा घनत्व 14±3 V (DC)
- एनोडाइजिंग घोल का ज़ोरदार लेकिन एक समान वायु-आवेग बनाए रखें।

• बाथ के तापमान और वायु-आवेग की एकरूपता की जाँच करें।

रंगाई प्रक्रिया के लिए प्राचल

• काउंटर इलेक्ट्रोड पंक्तियों के बीच समान दूरी बनाए रखें।

• इलेक्ट्रोड स्ट्रिप्स को नियमित रूप से जांचें और आवश्यकतानुसार बदलें।

• घोल का हल्का और एकसमान परिसंचरण बनाए रखें।

• बाथ के रसायन विज्ञान को निर्धारित प्राचल अनुसार बनाए रखें।

एनोडाइजिंग प्रक्रिया से संबंधित सबसे आम समस्याओं का निवारण

समस्या	संभावित कारण	समाधान
घटक एनोडाइज नहीं हुआ है	अनुचित जिगिंग या ढीले संपर्क	एनोडिक परत को हटा कर घटक को उचित जिगिंग सुनिश्चित करते हुए पुनः संसाधित करना
घटक को एनोडाइज्ड किया गया है और उसके रिक्त स्थानों में एनोडिक फिल्म नहीं है।	रिक्त स्थानों में हवा या गैस की पॉकेट	बाथ सॉल्यूशन का परिसंचरण सुनिश्चित करें, घटकों को ठीक से रखें या एनोडिक परत को हटा कर पुनः संसाधित करें
इलेक्ट्रो डिस्चार्ज मशीन्ड (ईडीएम) सतह एनोडाइजिंग के बाद भी कनेक्टिविटी दिखाती है।	ईडीएम सतह का खुरदरापन एनोडाइज़ेशन के लिए अनुकूल नहीं है।	एनोडाइज़ेशन से पहले घटक पर अधिकतम संभव सतह पुनर्रचना का प्रयास करना।
किसी भाग के अंदर असमान रंग	कोटिंग की मोटाई में 3 माइक्रोमीटर (0.12 मिली) से अधिक भिन्नता	विद्युत संपर्कों की जाँच करें, बाथ केमिस्ट्री और तापमान पर कड़ा नियंत्रण बनाए रखें।
गहरे रंग	कम एनोडाइजिंग वोल्टेज। उच्च सल्फ्यूरिक अम्ल। उच्च घुलित एल्युमीनियम	बाथ तापमान कम करें। सल्फ्यूरिक अम्ल का स्तर कम करें। एल्युमीनियम का स्तर कम करें।
हल्के रंग	उच्च एनोडाइजिंग वोल्टेज। कम बाथ तापमान। कम सल्फ्यूरिक अम्ल। कम घुलित एल्युमीनियम	वोल्टेज कम करें। बाथ तापमान बढ़ाएँ। सल्फ्यूरिक अम्ल बढ़ाएँ। एल्युमीनियम का स्तर बढ़ाएँ।
धब्बेदार रंग	असमान वायु प्रवाह खराब तापमान नियंत्रण	कार्यभार के नीचे से और पूरी लंबाई में वायु प्रवाह प्रदान करें। थर्मोस्टेट की जाँच करें।

रंगाई प्रक्रिया से संबंधित सबसे आम समस्याओं का निवारण

समस्या	संभावित कारण	समाधान
चित्र फ्रेमिंग - कार्यभार के	बाथ अम्ल स्तर बहुत अधिक,	अम्ल स्तर कम करें।

समस्या	संभावित कारण	समाधान
बाहर रंग गहरा और अंदर हल्का।	बाथ चालकता बहुत अधिक, वोल्टेज बहुत कम	बाथ चालकता कम करें। वोल्टेज बढ़ाएँ।
चित्र फ़्रेमिंग उलटें - कार्यभार के बाहर रंग हल्का और अंदर गहरा।	बाथ अम्ल स्तर, बहुत कम, बाथ चालकता बहुत कम, वोल्टेज बहुत अधिक।	अम्ल स्तर बढ़ाएँ। बाथ चालकता बढ़ाएँ। वोल्टेज कम करें।
काली एनोडाइज़्ड सतह पर छिलना।	काली एनोडाइज़िंग के दौरान निम्न pH और उच्च वोल्टेज।	काली एनोडाइज़िंग बाथ के pH और सभी मापदंडों को बनाए रखें।
पुर्जों पर खड़ी ज़ेबरा धारियाँ।	खराब हुए काउंटर इलेक्ट्रोड। बिजली का कोई संपर्क नहीं।	खराब हुए इलेक्ट्रोड की जाँच करें और उन्हें बदलें। बिजली के संपर्क की जाँच करें और उन्हें कसें।

निष्कर्ष

एनोडाइजिंग बाथ रसायन विज्ञान और उसके संचालन मापदंडों पर कड़े नियंत्रण बनाए रखना जरूरी है। ये पैरामीटर रंग की एकरूपता और फिनिश की निरंतर गुणवत्ता के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। प्रक्रिया के दूसरे चरण के दौरान इलेक्ट्रोलाइटिक रंगाई द्वारा उत्पादित फिनिश की गुणवत्ता, नीचे की एनोडाइज्ड फिल्म की गुणवत्ता का बहुत हद तक प्रतिबिंब होती है। ऊपर चर्चा किए गए महत्वपूर्ण मापदंडों को नियंत्रित करने के लिए आवश्यक कदम उठाकर, अस्वीकृत उत्पादों की संख्या कम की जा सकती है और निरंतर गुणवत्ता बनाए रखी जा सकती है।

आभार

हम पी.आर.एल. राजभाषा कार्यान्वन समिति के अध्यक्ष एवं सभी सदस्यों के प्रति अत्यंत आभारी हैं जिन्होंने हमें यह लेख लिखने का अवसर प्रदान किया। लेखक समूह निदेशक, समीक्षकों का आभार व्यक्त करते हैं। सह निदेशक और निदेशक-सैक को धन्यवाद।

सन्दर्भ

[1] बी. श्रीनिवासन, "एल्युमीनियम के विद्युत अपघटनी रंग एनोडाइज़ेशन का समस्या निवारण," सर्फ, पृष्ठ 757-763, 2006।

[2] एम. फ्रेंको, एस. अनूप, आर. उमा रानी, और ए. के. शर्मा, "विद्युत रासायनिक अध्ययनों द्वारा एनोडाइज़्ड और ब्लैक-एनोडाइज़्ड एल्युमीनियम की छिद्रपूर्ण परत का लक्षण वर्णन," आईएसआरएन कोरोस, खंड 2012, पृष्ठ 1-12, 2012।

[3] ए. के. शर्मा, आर. यू. रानी, ए. मालेक, के. एस. एन. आचार्य, एम. मुद्दू, और एस. कुमार, "मैग्नीशियम-लिथियम मिश्रधातु का ब्लैक एनोडाइज़ेशन," मेट. फ़िनिश, खंड 94, संख्या 4, पृष्ठ 16-27, 1996।

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

डिजिटल युग में युवाओं की शोध क्षमताएँ एवं अवसर

यशश जैन

वैज्ञानिक अभियंता - एससी, एम.आर.एस.ए, सैक, अहमदाबाद, yashashjain@sac.isro.gov.in

सार

डिजिटल युग वैज्ञानिक अनुसंधान को नया रूप दे रहा है, जिससे युवाओं के लिए असीमित अवसर पैदा हो रहे हैं। यह लेख इन्हीं क्षमताओं और अवसरों पर प्रकाश डालता है, साथ ही भारत सरकार की ANRF, NQM, और ONOS जैसी अभिनव पहलों की भी समीक्षा करता है। भारत हर क्षेत्र में उल्लेखनीय प्रगति कर रहा है, जैसे अंतरिक्ष (चंद्रयान-3, आदित्य-एल1), डिजिटल सार्वजनिक इंफ्रास्ट्रक्चर (UPI), टीका विकास (ZyCoV-d) और क्वांटम संचार। ये प्रगति युवाओं के लिए अंतःविषय, समस्या-संचालित अनुसंधान में महत्वपूर्ण ढाँचा प्रदान कर रही हैं। हालाँकि, अनेक चुनौतियों जैसे कम जीईआरडी (जीडीपी का लगभग 0.7% अनुसंधान पर खर्च), सरकारी धन पर निर्भरता और डिजिटल विभाजन शामिल हैं। इन समस्याओं के निवारण हेतु मेंटरशिप, विविध वित्त फंडिंग, मुक्त विज्ञान और उद्योग-अकादमिक संबंधों में तीव्रता की आवश्यकता हैं |

प्रस्तावना

डिजिटल युग ने वैश्विक वैज्ञानिक परिदृश्य को मौलिक रूप से बदल दिया है, जिससे राष्ट्रीय विकास और प्रतिस्पर्धात्मकता के लिए एक मजबूत अनुसंधान पारिस्थितिकी तंत्र की मांग बढ़ गई है। भारत, अपनी बड़ी युवा आबादी और बढ़ते डिजिटल बुनियादी ढांचे के साथ, इस परिवर्तन के एक महत्वपूर्ण मोड़ पर है। यह पत्र भारत की वर्तमान अनुसंधान क्षमताओं, इसके युवाओं के लिए उभरते अवसरों, प्रमुख अनुसंधान राष्ट्रों से सीखने वाले सबक और लगातार चुनौतियों का पता लगाता है, जिसमें रणनीतिक सरकारी पहलों और उद्योग-अकादमिक तालमेल की भूमिका पर जोर दिया गया है।

देश की अनुसंधान क्षमताएँ

भारत ने विभिन्न क्षेत्रों में विश्व स्तरीय विशेषज्ञता का प्रदर्शन किया है:

अंतरिक्ष अन्वेषण: भारत ने **चंद्रयान-3** (चंद्रमा पर सफल लैंडिंग) और **आदित्य-एल1** (सूर्य का अध्ययन करने वाला मिशन) जैसे मिशनों के साथ अंतरिक्ष अन्वेषण में अपनी शक्ति का प्रदर्शन किया है। [1]

डिजिटल पब्लिक इंफ्रास्ट्रक्चर: देश ने **आधार** और **UPI** (एकीकृत भुगतान इंटरफ़ेस) जैसे अत्याधुनिक डिजिटल **उपयोग आने वाले बिहारनगरीय ई-चुनाव प्रक्रिया में प्रयोग में लाये जाने के प्रयास हैं|** [2]

टीका विकास: भारत ने **ZyCoV-D** (विश्व का पहला डीएनए-आधारित कोविड-19 टीका) जैसे नवाचारों के साथ त्वरित टीका विकास में अपनी क्षमता साबित की है। [3]

क्वांटम प्रौद्योगिकियां: SAC/DRDO/IIT दिल्ली के सुरक्षित संचार प्रयासों जैसी पहल के साथ क्वांटम प्रौद्योगिकियों में भी महत्वपूर्ण प्रगति हुई है।

AI/ML का अनुप्रयोग: भारत स्थानीय चुनौतियों के समाधान के लिए AI और ML का सक्रिय रूप से उपयोग कर रहा है, जैसे कम समय में टाइफाइड X -Ray मशीन एवं AI की मदद से TB बीमारी का पता लगाना। [4]

युवाओं के लिए उभरते अनुसंधान अवसर

इन बढ़ी हुई क्षमताओं को राष्ट्रीय पहलों द्वारा पूरक किया जा रहा है जो युवाओं की भागीदारी को बढ़ावा दे रही हैं:

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

चित्र 1 अनेक क्षेत्रों में अनुसंधान के अवसर

"वन नेशन वन सब्सक्रिप्शन" (ONOS): जनवरी 2025 से लागू होने वाली यह पहल, लगभग 1.8 करोड़ छात्रों के लिए

वैश्विक अकादमिक लेखों तक पहुंच को लोकतांत्रिक बनाएगी, जिससे ज्ञान का प्रसार होगा।

अनुसंधान नेशनल रिसर्च फाउंडेशन (ANRF): फरवरी 2024 में स्थापित, ANRF युवा शोधकर्ताओं के लिए **प्रधानमंत्री प्रारंभिक करियर अनुसंधान अनुदान (PM ECRG)**, मेंटरशिप के लिए **PAIR**, और समावेशी भागीदारी के लिए **IRG** जैसी योजनाएं प्रदान करता है।

राष्ट्रीय क्वांटम मिशन (NQM): ₹6,003.65 करोड़ के बजट के साथ, NQM थीमेटिक हब के माध्यम से अत्याधुनिक क्वांटम क्षेत्रों में प्रत्यक्ष अवसर पैदा करता है।[5]

चुनौतियाँ

भारत के अनुसंधान पारिस्थितिकी तंत्र को कई चुनौतियों का सामना करना पड़ता है जो सूची1 में दर्शाया गया हैं। सकल घरेलू उत्पाद (जीडीपी) का केवल **लगभग 0.7%** ही अनुसंधान पर खर्च होता है और **लगभग 59% वित्त पोषण सरकार से** आता है, जबकि अमेरिका/चीन में यह निजी क्षेत्र से 75-80% होता है। **डिजिटल विभाजन** के कारण लगभग 44.7% आबादी ऑफलाइन है और केवल 28.5% युवाओं में बुनियादी डिजिटल साक्षरता है। **बुनियादी ढांचे की कमी, प्रतिभा पलायन और नौकरशाही** के कारण अनुसंधान को वाणिज्यिक उत्पादों में बदलने में भी बाधाएँ आती हैं।

अन्य देशों से सीख एवं नवीन पहल

भारत अपने अनुसंधान की गति को बढ़ाने के लिए वैश्विक सर्वोत्तम प्रथाओं को अपना सकता है। इसमें अमेरिका/यूरोपीय संघ के मॉडल के समान, शुरुआती करियर के शोधकर्ताओं के लिए **संरचित मेंटरशिप** और विविध करियर मार्गों को संस्थागत बनाना शामिल है। **ONOS** से परे मुक्त विज्ञान पहल का विस्तार कर मजबूत डेटा रिपॉजिटरी और अनिवार्य डेटा प्रबंधन योजनाओं को शामिल करने से पारदर्शिता बढ़ेगी। वित्त

मापदंड	भारत	चीन	USA
अनुसंधान और विकास पर सकल व्यय (GERD) [1]	0.7%	2.4%	3.4%
अनुसंधान एवं विकास वित्त पोषक	59% (सरकार)	80% (निजी क्षेत्र)	75% (निजी क्षेत्र)
ग्लोबल इनोवेशन इंडेक्स (GII) (2024) [6]	39th	11th	3rd
विज्ञान प्रकाशनों में वैश्विक रैंक (2023) [7]	3rd	1st	2nd
QS शीर्ष 100 विश्वविद्यालयों में (2025-26) [8]	0	2	~30+

पोषण स्रोतों में विविधता लाना, विशेष रूप से **₹1 लाख करोड़ के नवाचार कोष** जैसे तंत्रों के माध्यम से निजी क्षेत्र के योगदान को बढ़ाना, अधिक जोखिम लेने वाले और अन्वेषक-शुरू किए गए अनुसंधान को प्रोत्साहित करेगा। **ANRF के EV-मिशन** में देखे गए उद्योग-अकादमिक संबंधों को मजबूत करना प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के लिए महत्वपूर्ण है। अंत में, औपचारिक **विज्ञान संचार प्रशिक्षण** में निवेश से सार्वजनिक जुड़ाव बढ़ेगा, जो विज्ञान में विश्वास बनाने के अंतर्राष्ट्रीय प्रयासों के अनुरूप होगा| **साथ ही ISRO/DRDO जैसे संस्थाओ को अपने अनुसंधान क्षमताओं को और निखारने**

एवं देश के उच्च शिक्षण संस्थाओ जैसे IIT/NIT/IIIT के साथ मिलकर नयी तकनीकी की खोज करना आवश्यक है|

निष्कर्ष

डिजिटल इंडिया युवाओं के लिए अनुसंधान के आशाजनक अवसर प्रदान कर रहा है, जो रणनीतिक सरकारी पहलों और तकनीकी प्रगति से प्रेरित हैं। अंतरिक्ष, डिजिटल इन्फ्रास्ट्रक्चर, वैक्सीन और क्वांटम तकनीक में उपलब्धियों के बावजूद, कुछ चुनौतियाँ बनी हुई हैं: कम GERD (जीडीपी का 0.7%), सरकारी वित्त पोषण पर अत्यधिक निर्भरता, और डिजिटल असमानताएँ। मेंटरशिप, विविध वित्त फंडिंग, मुक्त विज्ञान और उद्योग-अकादमिक सहयोग में वैश्विक सर्वोत्तम प्रथाओं को अपनाना महत्वपूर्ण है। भारत की उल्लेखनीय प्रगति अनुसंधान के भविष्य को आकार देने में अपने युवाओं को पूरी तरह सशक्त बनाने के लिए निरंतर निवेश, मजबूत साझेदारी और मौजूदा कमियों को दूर करने की आवश्यकता को रेखांकित करती है।

आभार

लेखक श्री उत्सव बनर्जी (IISc प्रोफेसर) को उनकी व्यावहारिक तकनीकी चर्चाओं के लिए आभार व्यक्त करते हैं। श्रीमती रिंकू अग्रवाल, और श्री बी सरवना कुमार को उनके बहुमूल्य फीडबैक के लिए विशेष धन्यवाद दिया जाता है। साथ ही सभी सहकर्मी एवं पूर्व विद्यार्थी मित्रो का भी विशेष आभार व्यक्त करते हैं|

सन्दर्भ

[1] विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार।(2022-23)। अनुसंधान एवं विकास सांख्यिकी एक नज़र।

[3]https://www.newsonair.gov.in/bihar-becomes-1st-state-to-launch-e-voting-system-for-urban-polls/

[3] https://en.wikipedia.org/wiki/ZyCoV-D

[4]https://indianexpress.com/article/health-wellness/indias-tb-x-factor-ai-powered-portable-kit-early-fast-detection-10124712/

[5]प्रेस सूचना ब्यूरो (पीआईबी), भारत सरकार। (विभिन्न विज्ञप्ति, 2023-2025)। अंतरिक्ष मिशन, राष्ट्रीय क्वांटम मिशन, एएनआरएफ, डिजिटल इंडिया पर अपडेट।

[6]विश्व बौद्धिक संपदा संगठन (WIPO)। (2024)। वैश्विक नवाचार सूचकांक 2024।

[7] डिजिटल 2025: भारत - वैश्विक डिजिटल अंतर्दृष्टि।

[8]क्यूएस वर्ल्ड यूनिवर्सिटी रैंकिंग। (2025-2026)। परिणाम और विश्लेषण।

सुरक्षित संचार हेतु क्वांटम उपग्रह प्रणाली: संभावनाएं एवं चुनौतियाँ

देवांग मांकड़
प्रभाग प्रधान, एनडीपीडी, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो), devang@sac.isro.gov.in

सार

दूरसंचार क्रांति ने दुनिया को एक सूत्र में बांधने और सूचना के आदान-प्रदान को त्वरित और सुलभ बनाने में अहम भूमिका निभाई है। इस क्रांति में विशेष रूप से उपग्रहों ने महत्वपूर्ण योगदान दिया, जिससे दूरसंचार तकनीकों में क्रांतिकारी बदलाव आए। तकनीकी विकास के साथ, उपग्रह संचार प्रणाली ने बेहतर कवरेज और उच्च डेटा ट्रांसमिशन क्षमता प्रदान की है। इन संचार प्रणालियों में हैकिंग और साइबर हमले का खतरा रहता है। भविष्य में क्वांटम संचार के कारण उपग्रह संचार की सुरक्षा में अप्रतिम वृद्धि होने की संभावनाएं हैं। इस लेख में क्वांटम उपग्रह प्रणाली की संभावनाओं एवं चुनौतियों को दर्शित किया गया है।

प्रस्तावना

दूरसंचार क्रांति में उपग्रहों की शीर्षस्थ भूमिका रही है। उपग्रहों ने सूचना प्रसारण की गति और पहुँच में भारी मात्रा में अभिवृद्धि की है। 1970 और 1980 के दशक में संचार उपग्रह प्रणालियों का विस्तार हुआ। इनसैट(भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह प्रणाली) श्रृंखला के उपग्रहों से हमारे देश के अनेक इलाकों में संचार की सुविधा प्राप्त हुई। क्वांटम संचार जैसी आधुनिक तकनीकें सुरक्षित और हैकिंग-मुक्त संचार की दिशा में कारगर कदम साबित होंगे। इस लेख के अगले खंडों में क्वांटम उपग्रहों की कार्यप्रणाली, क्वांटम उपग्रहों से जुड़े कुंजी वितरण एवं एनटेंगलमेंट जैसे सिद्धांत, क्वांटम उपग्रहों के विकास से संभवित लाभ एवं चुनौतियाँ और क्वांटम तकनीकी के इसरो द्वारा किए गए प्रयोग का विवरण दिया गया है।

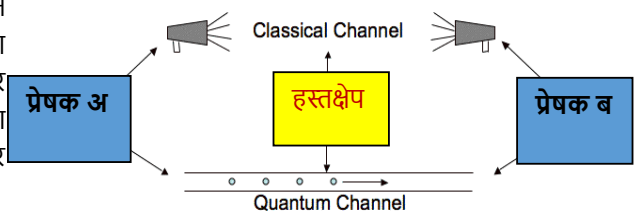
क्वांटम उपग्रह: परिभाषा और कार्यप्रणाली

क्वांटम यांत्रिकी उन नियमों का समूह है जो परमाणु और उपपरमाण्विक (सब-एटमिक) कणों (जैसे फोटोन) के व्यवहार को नियंत्रित करते हैं। जो उपग्रह क्वांटम यांत्रिकी के कुंजी वितरण एवं एनटेंगल जैसे सिद्धांतों के उपयोग से सुरक्षित और हैकिंग-मुक्त संचार की व्यवस्था को सुनिश्चित करते हैं, उन्हें क्वांटम उपग्रह कहा जाता है। इन उपग्रहों से वैश्विक संचार प्रणाली को सशक्त करने, साइबर सुरक्षा को नया स्वरूप प्रदान करने और अंतरिक्ष अन्वेषण के क्षेत्र में नवाचार लाने में सहायता मिलेगी। क्वांटम उपग्रहों का कार्य क्वांटम बिट्स के आधार पर डेटा का संचार करना है। पारंपरिक उपग्रह रेडियो तरंगों का उपयोग करते हैं जबकि क्वांटम उपग्रह में डेटा प्रेषित और अभिग्राहित करने हेतु क्वांटम यांत्रिकी के सिद्धांतों का प्रयोग होता है। क्वांटम एनटेंगलमेंट और सुपरपोज़िशन की सहायता से अत्यधिक सुरक्षित संचार चैनल की रचना होती है। क्वांटम एनटेंगल्ड फ़ोटोन के समूह के प्रयोग से इस प्रणाली को हैक करना लगभग असंभव हो जाता है।

क्वांटम कुंजी वितरण (क्वांटम की डिस्ट्रीब्यूशन)

क्वांटम कुंजी वितरण एक गूढ़लेखन (क्रिप्टोग्राफ़ी) तकनीक है जो सुरक्षित संचार के लिए आवश्यक कुंजी का आदान-प्रदान करती है। इसका मुख्य सिद्धांत यह है कि यदि कोई तीसरा पक्ष संदेश में हस्तक्षेप करने का प्रयत्न करता है तो उस हस्तक्षेप का पता तुरंत चल जाता है। इसका कारण यह है कि क्वांटम यांत्रिकी में किसी भी अवलोकन या हस्तक्षेप से क्यूबिट्स की स्थिति परिवर्तित हो जाती है, जिससे संदेश की सुरक्षा के उल्लंघन के बारे में स्पष्ट रूप से जानकारी प्राप्त हो जाती है। इस तकनीक के उपयोग से उपग्रहों में संचार की सुरक्षा और गोपनीयता में वृद्धि हो जाती है।

डेटा एन्क्रिप्शन के लिए कार्यरत पारंपरिक क्रिप्टो सिस्टम गणितीय एल्गोरिदम की जटिलता पर निर्भर करते हैं, जबकि क्वांटम संचार द्वारा प्रदत्त सुरक्षा भौतिकी के नियमों पर आधारित होती है। चित्र 1 में क्वांटम कुंजी वितरण को दर्शाया गया है ।



चित्र 1 क्वांटम कुंजी वितरण दर्शाता हुआ चित्र

क्वांटम एनटेंगलमेंट

क्वांटम एनटेंगलमेंट एक ऐसी स्थिति है जिसमें दो कण, उनके बीच के अंतर पर आधारित नहीं होते हुए, इस प्रकार से जुड़े हुए होते हैं कि एक कण में किए गए किसी भी परिवर्तन का दूसरे कण पर तत्काल प्रभाव पड़ता है। यह सिद्धांत क्वांटम उपग्रहों में संचार के लिए उपयोगी है क्योंकि यह संचार को अत्यधिक सुरक्षित बनाता है।

क्वांटम उपग्रह के लाभ

क्वांटम उपग्रह सुरक्षित संचार चैनल प्रदान करने के गुणधर्म से वैश्विक संचार को सशक्त बनाते हैं। इन उपग्रहों के कार्यान्वयन से सुदूर क्षेत्रों में संयोजकता (कनेक्टिविटी) की कमी का समाधान संभव है। सार्थक रूप से "लास्ट माईल कनेक्टिविटी" इससे संभव होगी। इससे पृथ्वी पर संचार में सुधार के साथ अंतरिक्ष से संबंधित डेटा की सुरक्षित प्राप्ति संभव होगी।

क्वांटम उपग्रह के विकास में चुनौतियाँ

क्वांटम उपग्रह के विकास में कई तकनीकी चुनौतियाँ आती हैं। सबसे मुख्य चुनौती क्वांटम डेटा को लंबे समय तक सुरक्षित रखने की है। उपग्रहों के माध्यम से संचार हेतु क्यूबिट्स को अधिक सावधानी से संरक्षित करना होता है, जिससे उनकी स्थिति में कोई परिवर्तन न आ जाए। इसके अलावा, क्वांटम उपग्रह को अंतरिक्ष में स्थापित करने में ज़्यादा लागत आती है।

क्वांटम तकनीकी का इसरो द्वारा सफल प्रयोग

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन ने 300 मीटर की दूरी पर मुक्त-अंतरिक्ष क्वांटम संचार का सितंबर 2023 के दौरान सफलतापूर्वक प्रदर्शन किया [1]। इस उपलब्धि को प्राप्त करने हेतु स्वदेशी रूप से विकसित तकनीकों में प्रेषित्र (ट्रांसमीटर) और अभिग्राही (रिसीवर) मॉड्यूल के बीच समय के समन्वय के लिए स्वदेशी रूप से विकसित नाविक रिसीवर का उपयोग और ऑप्टिकल संरेखण के लिए जिम्बल तंत्र प्रणाली का उपयोग शामिल है। इस प्रदर्शन में क्वांटम-की-एन्क्रिप्टेड संकेतों का उपयोग करके लाइव वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग जैसे कार्यकलाप शामिल किए गए। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में परिसर के भीतर दो इमारतों के बीच, क्यूकेडी का प्रदर्शन किया गया। यह प्रयोग रात में किया गया जिससे सूर्य के प्रकाश का कोई व्यवधान न हो। यह प्रयोग उपग्रह आधारित क्वांटम संचार (एसबीक्यूसी) के प्रदर्शन के इसरो के लक्ष्य की दिशा में एक बड़ी सफलता थी।

निष्कर्ष

वर्तमान में, उपग्रह संचार प्रणालियाँ तार सहित और तार रहित नेटवर्क के माध्यम से डेटा स्थानांतरित करती हैं। इन प्रणालियों में हैकिंग एवं सायबर हमलों का खतरा रहता है। क्वांटम तकनीकी से लेज़ उपग्रहों से सुरक्षित डेटा हस्तान्तरण की गारंटी प्राप्त होती है। क्वांटम तकनीकी का उपयोग विश्वभर के अंतरिक्ष से जुड़े संस्थानों में धीरे-धीरे बढ़ रहा है। भारत ने भी इस दिशा में अपना कदम बढ़ाया है। क्वांटम उपग्रह वास्तव में भविष्य की उन्नत तकनीकों में से एक "गेम चेंजर" साबित हो सकता है।

आभार

निदेशक-सैक, उप निदेशक-सीपा और समूह प्रधान-एमडीपीजी, प्रभाग के सभी कर्मियों एवं तकनीकी संगोष्ठी आयोजन समिति का हार्दिक धन्यवाद।

सन्दर्भ

[1] इसरो वेबसाइट

उपग्रहों की तापीय अभिकल्पना में आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और मशीन लर्निंग (AI/ML) के अनुप्रयोग

कमलेश कुमार बराया
वैज्ञानिक/अभियंता-एस जी, तापीय अभियांभिकी प्रभाग, अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र,
ईमेल आईडी - kkbaraya@sac.isro.gov.in

सार

उपग्रहों की तापीय नियंत्रण प्रणाली यह सुनिश्चित करती है कि उपग्रह के सभी घटक अनुमत तापमान की सीमाओं में ही अपना निर्दिष्ट कार्य करें। जैसे-जैसे उपग्रह मिशनों की जटिलता और क्षमताएं बढ़ती जा रही हैं, पारंपरिक तापीय डिजाइन प्रक्रियाएं कम लचीली और धीमी होती जा रही हैं। ऐसी परिस्थितियों में आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI) और मशीन लर्निंग (ML) तकनीकें इस प्रक्रिया को तेज़, अधिक सटीक और कुशल बना सकती हैं। इस लेख में उपग्रहों की तापीय डिज़ाइन में AI और ML के अनुप्रयोगों पर प्रकाश डाला गया है, तथा उनके लाभ, चुनौतियाँ और भविष्य की संभावनाओं पर भी चर्चा की गई है।

प्रस्तावना

अंतरिक्ष का वातावरण अत्यंत उग्र होता है। वहाँ पर तापमान में तीव्र बदलाव हो सकते हैं क्योंकि अंतरिक्ष के निर्वात के कारण संवहन (convection) जैसी ऊष्मा विनिमय विधियाँ अनुपलब्ध होती हैं। उपग्रहों को केवल चालन (conduction) और विकिरण (radiation) के माध्यम से ही ऊष्मा का प्रबंधन करना पड़ता है। पारंपरिक रूप से तापीय डिजाइन में बहुत समय लगता है और यह तापीय डिजाइन करने वाले की विशेषज्ञता पर भी निर्भर करता है। सॉफ़्टवेयर जैसे Simcenter 3D, SINDA/FLUINT इत्यादि का प्रयोग कर सटीक तापमान मॉडलिंग की जाती है। परंतु AI/ML तकनीकों की सहायता से यह प्रक्रिया काफी तेज़ और स्वयं ही निर्णय लेने वाली हो सकती है।

उपग्रहों में तापीय अभिकल्पना की मुख्य चुनौतियां

उपग्रह अंतरिक्ष में विस्तृत तापमान में अंतर का सामना करते हैं। सूर्य के सामने वाले हिस्से का तापमान +150°C तक और छाया वाले हिस्से का -150°C तक पहुंच सकता है। अंतरिक्ष में निर्वात के कारण उपग्रह से ऊष्मा का निष्कासन केवल तापीय विकिरणों के माध्यम से ही किया जा सकता है। उपग्रह मिशनों की अवधि 10 या इससे भी अधिक वर्षों लम्बी हो सकती है। उपग्रहों में मिशन की पूरी अवधि के लिए तापमानों का उनकी अनुमत सीमाओं में बनाए रखना आवश्यक होता है। उपग्रहों पर आने वाले आन्तरिक एवं बाहरी तापीय भारों में विविधता, इसके अतिरिक्त उपग्रह के विभिन्न उपकरणों एवं नीतभारों की तापीय आवश्यकताएं अलग-अलग होती है। आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और मशीन लर्निंग की तकनीकें इन समस्याओं के समाधान के लिए उपयोगी सिद्ध हो रही हैं।

उपग्रहों की तापीय अभिकल्पना में आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और मशीन लर्निंग (AI/ML) के उपयोग

AI और ML का एक प्रमुख उपयोग थर्मल डिज़ाइन के अनुकूलन (optimization) में होता है। पारम्परिक तापीय अभिकल्पना की प्रक्रिया में तापीय अभिकल्पना में बार-बार परिवर्तन किये जाते हैं। ये परिवर्तन तब तक किये जाते हैं जब तक हमें उपग्रह के सभी घटकों के तापमान अनुमत सीमाओं के अंदर हो जाएं तथा द्रव्यमान, आयतन, विद्युत शक्ति इत्यादि संबंधित सीमाएं भी सन्तुष्ट हो जाएं। इस प्रकार यह एक मैनुअल प्रक्रिया होती है जो लम्बे समय तक चलती रहती है।

Genetic Algorithms, Bayesian Optimization, और Reinforcement Learning का उपयोग कर सर्वश्रेष्ठ थर्मल समाधान ढूंढे जा सकते हैं। Neural Networks से तापमान अनुमान लगाए जा सकते हैं, जिससे सिमुलेशन का समय कम हो जाता है। उदाहरण के लिए अमरिकी अंतरिक्ष संस्था नासा नें ने Deep Neural Networks का उपयोग कर थर्मल डिज़ाइन के कई विकल्पों का मूल्यांकन किया है, जिससे समय और संसाधनों की महत्वपूर्ण बचत हुई।

सरोगेट मॉडलिंग (Surrogate Modeling) का उपयोग भी वास्तविक तापीय सिमुलेशन का समान तेजी से परिणाम प्रदान करनें में होता है। सरोगेट मॉडल वे होते हैं जो वास्तविक थर्मल सिमुलेशन के समान परिणाम बहुत तेज़ी से दे सकते हैं। इस प्रक्रिया में पहले उच्च गुणवत्ता वाले सिमुलेशन डेटा से ML मॉडल को प्रशिक्षित किया जाता है। फिर नए इनपुट्स पर तापमान का अनुमान सरोगेट मॉडल द्वारा लगाया जाता है। इसका लाभ यह होता है कि उसके उपयोग के द्वारा उपग्रह के तापीय डिज़ाइन का चक्र छोटा हो जाता है। परिणामस्वरूप मिशन प्लानिंग में तेज़ निर्णय लेना संभव हो जात है।

उपग्रह की तापीय अभिकल्पना में दोष पहचान और पूर्वानुमान (Fault Detection & Prediction) में AI का उपयोग कर उपग्रह में थर्मल असामान्यताओं (thermal anomalies) की पहचान की जा सकती है। Unsupervised Learning के उपयोग से असामान्य तापमान पैटर्न की पहचान की जा सकती है। LSTM जैसे Time-series मॉडल से भविष्य के तापमानों की स्थितियों का पूर्वानुमान किया जा सकता है। उपग्रह के सक्रिय थर्मल नियंत्रण में Reinforcement Learning का उपयोग किया जा सकता है। उदाहरण के लिए ESA के Herschel Space Observatory ने क्रायोकूलर के तापमान पूर्वानुमान हेतु ML का उपयोग किया था।

AI/ML का उपयोग भविष्यवाणी पर आधारित मॉडलिंग (Predictive Modeling) के लिए भी किया जा सकता है। AI/ML का उपयोग कर मिशन डेटा से ऐसे मॉडल बनाए जाते हैं जो भविष्य के तापमान का पूर्वानुमान लगा सकते हैं। इसके लिए कक्षा (orbit) की जानकारी, विद्युत खपत, सतह की विशेषताएँ इत्यादि इनपुट डेटा होते हैं। आउटपुट के रूप में हमें उपग्रह के विभिन्न घटकों का अनुमानित तापमान प्राप्त होता है। उस तरह की मॉडलिंग के लिए Random Forest, SVM, Deep Neural Networks जैसे एल्गोरिद्म उपयोगी होते हैं।

बुद्धिमान तापीय नियंत्रण प्रणाली (Smart Thermal Control) के लिए AI के माध्यम से अंतरिक्ष यान अपनी ऊष्मा व्यवस्था को स्वायत्त रूप से नियंत्रित कर सकते हैं। Reinforcement Learning से तापमान संतुलन रखते हुए ऊर्जा की बचत होती है।

हालाँकि AI/ML के फायदे बहुत हैं, लेकिन कुछ चुनौतियां एवं सीमाएँ भी हैं। उच्च गुणवत्ता वाला मिशन डेटा अक्सर गोपनीय होता है। थर्मल असामान्यता के टैग किए गए डेटा की भी कमी होती है। डीप लर्निंग मॉडल अक्सर ब्लैक बॉक्स होते हैं, जो अंतरिक्ष जैसी संवेदनशील जगहों में जोखिम भरा हो सकता है। किसी भी AI मॉडल को मिशन में उपयोग करने से पहले से कठोर परीक्षण की आवश्यकता होती है। AI मॉडल विशेषज्ञ इंजीनियरों का विकल्प नहीं, बल्कि सहयोगी टूल होना चाहिए।

भविष्य में हाइब्रिड फिजिक्स-AI मॉडल का विकास किया ता सकता है जो भौतिक नियमों के साथ डेटा से भी

सीखे। डिजिटल ट्विन्स - अंतरिक्ष यान का वर्चुअल रूप होता है जो रीयल टाइम उपग्रह के घटकों के तापमान बता सकेगा।

निष्कर्ष

उपग्रहों की तापीय अभिकल्पना में AI/ML के उपयोग से समय और संसाधनों की बचत के साथ-साथ हमें पारम्परिक विधियों की तुलना में बेहतर परिणाम प्राप्त होते हैं। भविष्य में AI/MLका उपयोग पूर्णतः स्वायत्त अंतरिक्ष यान जो खुद से थर्मल नियंत्रण अपने हाथों में ले सके, तैयार करने की है। डिज़ाइन ज्ञान निष्कर्षण (Knowledge Extraction) AI का उपयोग करके पहले के मिशनों से थर्मल डिज़ाइन के नियम और पैटर्न सीखे जा सकते हैं। पुराने मिशन डेटा से डिजाइन ट्रेंड्स निकालकर नए मिशनों को पुराने मिशनों के आधार पर सुझाव दिये जा सकते हैं।

आभार

मैं, निदेशक, सैक का हिंदी में कार्य को सतत प्रोत्साहन के लिए अत्यंत आभारी हूं।

सन्दर्भ

1. Artificial Intelligence Techniques in Space Systems Engineering," G. Di Lizia et al., 2021

अंतरिक्ष मिशनों हेतु उन्नत गुणवत्ता प्रबंधन प्रौद्योगिकियाँ

दिनेश कुमार अग्रवाल

प्रधान आई एन सी सी- मीसा, सैक इसरो अहमदाबाद, dinesh@sac.isro.gov.in / dkaisro24@gmail.com

सार

अंतरिक्ष कार्यक्रमों के लिए विश्वसनीयता और गुणवत्ता नियमन / प्रोटोकॉल में निरंतर विकास हुआ है, जिसका उद्देश्य अत्याधुनिक विश्वसनीयता तकनीकों के साथ तालमेल बनाए रखना है। इस महत्वाकांक्षी लक्ष्य के बावजूद, भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रमों की विश्वसनीयता गतिविधियों की अपनी विशेषताएं, बाधाएं और चुनौतियां हैं। इसरो ने अपने कार्यक्रमों में इसे अपनाने / सामंजस्य स्थापित करने के लिए कहीं और से ज्ञात संगठनात्मक पैटर्न को नहीं अपनाया। इस संदर्भ में यहाँ इस बात पर करीब से नज़र डाली गई है कि मशीन लर्निंग किस तरह से अंतरिक्ष उद्योग में संयोजन और निरीक्षण के प्रमुख पहलुओं को बदल रही है। इस प्रक्रिया के विभिन्न पहलुओं को स्पष्ट करने के लिए, अतीत की परियोजनाओं से सीखे गए कुछ सबकों को वर्णित किया गया है। लेख में उपतंत्रों हेतु एआई/एमएल की सहायता से संविरचन तथा सूक्ष्म एकीकृत परिपथों के संविरचन एवं संयोजन दोषों का निराकरण करते हुए उच्च गुणवत्ता हासिल करने हेतु सुझावों का विवरण दिया है अर्थात व्यावहारिक अनुभव से एयरोस्पेस उद्योग एवं उपग्रह निर्माण में विश्वसनीयता की आवश्यकताओं और शून्य दोष संयोजन की चुनौतियों का समाधान उपायों एवं सतत विकास का बखूबी समागम किया गया है।

प्रस्तावना

देश के भीतर प्रौद्योगिकी का निर्माण कुछ समग्र विश्वसनीयता संहिताकरण और प्रबंधन निर्देशों की मांग करता है। यहां महत्वपूर्ण चुनौती उत्पाद की 'विरासत' को बनाए रखने के संतुलन कार्य को विवेकपूर्ण तरीके से निष्पादित करना और साथ ही उभरते रुझानों के साथ तालमेल रखना होती है।

यह भी आवश्यक है कि देश के भीतर औद्योगिक बुनियादी ढांचे, बजट और अनुसूचन/कार्य की समय सीमा की बाधाओं के साथ रहा जाए। भारतीय अंतरिक्ष गतिविधियों की उल्लेखनीय विशेषता उपग्रह प्रक्षेपण वाहनों, उपग्रहों, भू-प्रणालियों के विकास तथा देश में इसरो और अन्य राष्ट्रीय एजेंसियों में उपलब्ध प्रतिभा का उपयोग करके आवश्यक अनुप्रयोग उपकरणों के विकास में संपूर्ण क्षमता प्राप्त करना है। नीतभार की गुणवत्ता एवं विश्वसनीयता हेतु प्रबंधन प्रक्रियाओं का वर्णन किया गया है।

अंतरिक्ष इलेक्ट्रोनिकी में गुणवत्ता अनुपालन और विश्वसनीयता का महत्व:

अंतरिक्ष इलेक्ट्रोनिकी में गुणवत्ता प्रबंधन के प्रमुख सिद्धांतों में से एक दोषों की पहचान करने और उन्हें रोकने के लिए व्यवस्थित दृष्टिकोण का उपयोग करना है। यह विभिन्न प्रकार के उपकरणों और तकनीकों के उपयोग के माध्यम से प्राप्त किया जाता है, जैसे कि सांख्यिकीय प्रक्रिया नियंत्रण **(SPC)**, प्रयोगों की डिज़ाइन **(DOE)** और विफलता मोड प्रकार और प्रभाव विश्लेषण **(FMEA)**।

विश्वसनीय और सफल अंतरिक्ष मिशनों हेतु उन्नत प्रौद्योगिकियाँ: इस क्षेत्र में तकनीकी प्रगति के

आधार पर गुणवत्ता प्रबंधन प्रणाली को मशीन विज़न, वर्चुअल रियलिटी, इमेजिंग सिस्टम, बार कोड, डेटा माइनिंग और सूचना प्रौद्योगिकी द्वारा नया और उन्नत विकास किया जा सकता है। आवश्यकतानुसार सिस्टम को बेहतर बनाने और गुणवत्ता से संबंधित हमारी वास्तविक समय की समस्याओं को हल करने के लिए **निम्नलिखित प्रौद्योगिकियों और विधियों का** उपयोग शुरू किया जा रहा है।

* एकीकृत सॉफ़्टवेयर के साथ बार कोड पहचान * प्रलेखित जानकारी मशीन विज़न वर्चुअल असेंबली पर आधारित स्वचालित निरीक्षण प्रणाली * आभासी वास्तविकता पर आधारित सत्यापन

❖ लेखा परीक्षा प्रक्रिया में स्वचालन * मानक छवि तुलना के लिए जोड़ों (जाइंट्स) की इमेजिंग और संयोजित पीसीबी की स्कैनिंग।

गुणवत्ता आश्वासन के लिए चुनौतियाँ

• तनाव मुक्त असेंबली	• संदूषण नियंत्रण
• सफलता और विश्वसनीयता लक्ष्य पर खरे उतरना।	• क्रिटिकल सब-असेंबली
• प्रणाली की जटिलता इसे प्राप्त करना कठिन बनाती है।	• असेंबली संरेखण और इसकी स्थिरता
• उप-प्रणाली स्तर के प्रदर्शन के विनिर्देशों को परिभाषित करना।	• सटीक फ़िल्टर
• संपूर्ण नीतभार का शुरू से अंत तक परीक्षण।	• प्रकाशीय और वर्णक्रमीय प्रदर्शन अभिलक्षणन
•अत्याधुनिक डिवाइस प्रौद्योगिकियों का उपयोग, जो परिपक्व नहीं हैं या केवल व्यावसायिक संस्करणों में उपलब्ध है।	• घूर्णन/दोलन तंत्र वाले नीतभार का निष्पादन अभिलक्षण
• निर्माता के पास उत्पादन डेटा शीट भी नहीं हो सकती है।	• संदूषण नियंत्रण • संरेखण • बड़े ऐंटेना तंत्र
• आवेदन दिशानिर्देशों का	• संरेखण
अभाव एवं डिज़ाइन मार्जिन।	• लक्षण वर्णन
• उच्च शक्ति आरएफ की स्क्रीनिंग अवयव।	• संदूषण नियंत्रण
• चुनौतीपूर्ण चुनौतियों के साथ आक्रामक डिजाइन दृष्टिकोण।	• क्रिटिकल सब-असेंबली

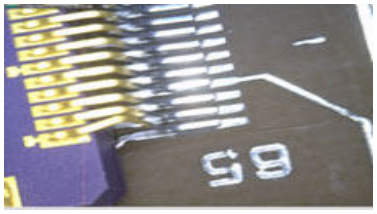
स्वीकार्य सोल्डरिंग जोड़ों की मानक छवि संग्रहालय का उपयोग: यदि हमारे पास सही सोल्डर जोड़ों की छवियों के लिए मानक छवि संग्रहालय है और फिर फैब्रिकेटर द्वारा बनाए गए सोल्डर जोड़ की मानक छवि के साथ तुलना करें, तो उसमें गुणवत्ता विसंगति की पहचान की जा सकती है। इमेज लाइब्रेरी पुनः कार्य (री-वर्क) के लिए उस छवि और उच्च गुणवत्ता वाले सही सोल्डर जोड़ की तुलना करती है। इस नवाचार के अनुप्रयोग से हीटिंग को कम किया जा सकता है, टाला जा सकता है / समय बचाया जा सकता है / कार्ड बचाया जा सकता है। इससे क्षमता में बढ़ोतरी होगी और ऑपरेटरों के साथ-साथ डिजाइनरों को भी कम तनाव होगा। इसके पालन से कम से कम त्रुटि, बेहतर स्पष्टता, संयोजन और निरीक्षण में आसानी, समय की बचत, निर्णय में आसानी बेहतर विश्वसनीयता त्रुटि को ठीक किया जा सकता है।

ए.आई. / एम.एल. का इलेक्ट्रॉनिक्स निर्माण गुणवत्ता निरीक्षण में योगदान:

पारंपरिक रूप से, मानव कार्यकर्ता उत्पादों के निर्माण प्रवाह चित्र के माध्यम से यात्रा करते हुए उनका निरीक्षण किया करते थे, लेकिन जैसे-जैसे उत्पाद मांग और समय-माप की गति बढ़ी, गुणवत्ता निरीक्षण को द्रुत गति से और सही रूप से करना और अधिक मुश्किल हो गया। निरीक्षण मानक लगातार विस्तृत हो गए, जिसमें विद्युत तार, परिचालन तंतु, लेबल और प्रमुख घटकों के दोषों को शामिल किया गया। इसमें शिफ्ट के दौरान, कर्मचारियों की आँखों पर दबाव बढ़ने लगा, जिससे अधिक गलतियां होने लगीं। इसे देखते हुए इलेक्ट्रॉनिक संयोजन में एआई/एमएल द्वारा निरीक्षण बहुत ही कारगर सिद्ध होगा। अंतरिक्ष घटकों के विनिर्माण के निरंतर विकसित

होते परिदृश्य में, सटीकता, दक्षता और सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए अत्याधुनिक तकनीकों का एकीकरण सर्वोपरि हो गया है। डेटा विश्लेषण की शक्ति का उपयोग करके, निर्माता वांतरिक्ष इलेक्ट्रोनिक्स घटकों के उत्पादन में उच्च स्तर की सटीकता, विश्वसनीयता और सुरक्षा प्राप्त कर सकते हैं, जो समग्र रूप से प्रौद्योगिकी की उन्नति में योगदान है।

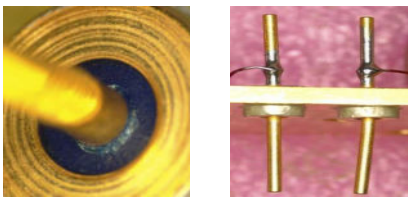
सी क्यू एफ पी लीड का मुड़ना
सीखे गए सबक
अवलोकन: कार्यात्मक परीक्षण के दौरान CQFP पिन का मुड़ा होना



चित्र 1 सी क्यू एफ पी लीड का मुड़ना

मूल कारण: कार्यात्मक परीक्षण के दौरान जांच स्पर्श।
प्रभाव: पिन अन्य पिन से छोटा हो सकता है और डिवाइस क्षतिग्रस्त हो सकता है।

विचलन : फीड थ्रू का मुड जाना एवं चिपिंग



चित्र 2 फीड थ्रू का मुडना

उपचारात्मक कार्रवाई आवश्यक सावधानियों के साथ सीपी की पैकिंग के दौरान हार्ड फॉम के बजाय सॉफ्ट ईएसडी फॉम का उपयोग किया जाएगा क्योंकि उसमें जिसमें अधिक नरमाई और गहराई होती है।

निष्कर्ष :

विफलताओं से सबक लेकर, नई प्रौद्योगिकी का समागम कर शून्य दोष और उच्च गुणवत्ता एवं विश्वसनीयता सुनिश्चित की जा सकती है। आज अंतरिक्ष प्रणालियों को अधिक स्वायत्तता एवं स्वतंत्रता, त्रुटि सहनशील सुविधाओं, और सामान्य एवं आकस्मिक मिशन संचालन को संभालने के लिए बिल्ट-इन इंटेलिजेंस फीचर्स के साथ

विकसित किया जा रहा है। यह विशेष रूप से मुख्य और उप प्रणालियों की उच्च विश्वसनीयता और गुणवत्ता का संयोजन है। इसके अतिरिक्त, उपग्रह प्रौद्योगिकी में सॉफ़्टवेयर एम्बेडेड प्रणालियों के बढ़ते उपयोग से स्वायत्तता के साथ उच्च गुणवत्ता वाली सुविधाएँ उपलब्ध हो रही हैं।

आभार

लेखक यह लेख लिखने की प्रेरणा देने के लिए निदेशक, सैक का आभारी है। लेखक उपनिदेशक - मीसा सैक का भी आभारी है। लेखक इस लेख को प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु तकनीकी संगोष्ठी आयोजन समिति का आभार व्यक्त करता है।

सन्दर्भ

चंद्रयान / आदित्य-एल-1, गगनयान इलेक्ट्रॉनिकी फेब्रिकेशन तकनीकी चर्चा / बैठक, लेखक के अपने लेख, इसरो की वेब साईट एवं गूगल सहयोग।

जीऐसेट-1ए नीतभार प्राथमिक दर्पण के लघुकृत निरूपण मॉडल के साथ संरचनात्मक विश्लेषण

वी.एस.जगदीश[1]

1वैज्ञानिक/अभियंता एसजी, संरचनात्मक प्रणाली प्रभाग, संरचनात्मक परीक्षण प्रणाली समूह, अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र -इसरो- अहमदाबाद, दूरभाष :079-26913952/3932, ई-मेल - vsj@sac.isro.gov.in

सार

सुदूर संवेदन उपग्रहों के संरचनात्मक विश्लेषण की संख्यात्मक विधियों मे परिमिति अवयव विधि अत्यंत विस्तार रूप से उपयोग किया जाता है। यह संरचनात्मक विश्लेषण मे प्रत्येक घटक के विश्लेषण अलावा संबंधित घटकों का प्रभाव का भी आकलन करना जरूरी है। संबंधित घटकों के अनुसंधान के कारण परिमिति अवयव का अनुरूप मॉडल के माप / आकार बढ जाता है और परिणाम गणन के समय ज्यादा होता है। इसलिए गणितीय प्रस्तुतीकरण मे लघुकृत निरूपण मॉडल को उपयुक्त अभिकल्पना के साथ के साथ उपयोग करना चाहिए। इस के संबंध मे अभिकल्पना के विवरण दूसरे विभाग से प्राप्त हुए लघुकृत निरूपण मॉडल के साथ संरचनात्मक विश्लेषण करना चाहिए। इसके साथ अभिकल्पना का गोपनीय रखना भी आवश्यक है। इस पत्र में यह पद्धति को संक्षिप्त रूप मे प्रस्तुत किया गया है।

प्रस्तावना

भू-स्थिर कक्षा के सुदूर संवेदन उपग्रह GISAT-1A परियोजना एक उच्च विभेदी भू-प्रेक्षण (earth observation) उपग्रह है। इस परियोजना मे चार प्रकार के प्रतिबिंबन संवेदक (imaging sensors) उपलब्ध है। वे ,Multi Spectral VNIR(~50m), हइपर स्पेक्टोमी अवरक्त यंत्र Hyper-spectral VNIR(~350m), Hyper-spectral SWIR (~200m), Multi-spectral LWIR (~1200 m) है। इस परियोजना के मुख्य घटक प्राथमिक दर्पण कोडांतरण, आधार फलक के ऊपर निर्धारित जगह पर सी.एफ.आर.पी पीएफडी के द्वारा स्थिर किया गया है।

परिभाषा

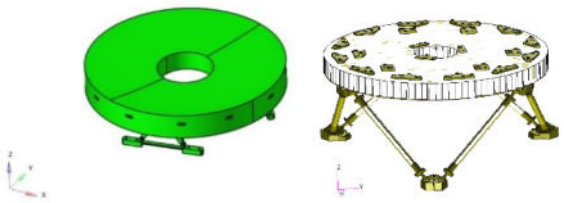
कुल 3 अवस्थाओं के लिए संरचनात्मक विश्लेषण किया गया है। वे - पूर्ण कोडांतरण प्रकृतिक आवृत्ति आकलन, पेलोड फिक्सेषण युक्ति – पीएफडी कोडांतरण -दर्पण कोडांतरण के लघुकृत निरूपण मॉडल के साथ, प्राथमिक दर्पण कोडांतरण-पी एफ डी के लघुकृत निरूपण मॉडल के साथ

2.1 प्राथमिक दर्पण कोडांतरण (चित्र.1)

इस कोडांतरण – 705 मि.मि व्यास दर्पण – 33.68कि.ग्रा द्रव्यमान के साथ- आधार फलक के ऊपर 3 बिंदु स्थिरीकरण नियम के द्वारा एम एफ डी – (दर्पण स्थिरीकरण युक्ति) से स्थिर किया गया है।

2.2 पेलोड फिक्सेषण युक्ति - पीएफडी (चित्र.1)

इस कोडांतरण – 935 मि.मि - व्यास 6 कैंची (truss structure) आधार फलक के साथ कुल द्रव्यमान – 31.27 कि.ग्रा 3 बिंदु स्थिरीकरण नियम के द्वारा स्थिर किया गया है। आधार फलक अन्य घटकों को निर्धारित जगह पर स्थिर करने के लिए उपयोग किया गया है।

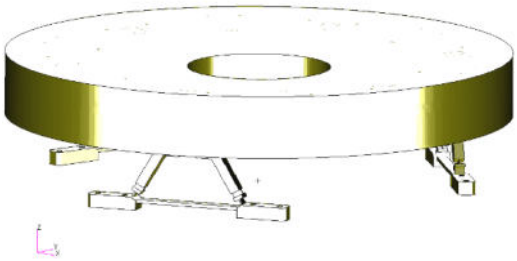


चित्र . 1. प्राथमिक दर्पण कोडांतरण और पेलोड फिक्सेषण युक्ति - पीएफडी

3. संरचनात्मक विश्लेषण के लिए अक्षीय नामांकन पद्धति (AXIS DEFINITION): (चित्र.2)

इस पत्र मे निम्न तरीके का नामांकन पद्धति उपयोग किया गया है।

1. X-अक्ष दर्पण स्थिरीकरण लग समांतर दिशा
2. Y-अक्ष दर्पण स्थिरीकरण लग तिर्यक दिशा
3. Z-अक्ष दर्पण स्थिरीकरण लग / प्रकाशी स्थिर बेंच अभिलंब दिशा



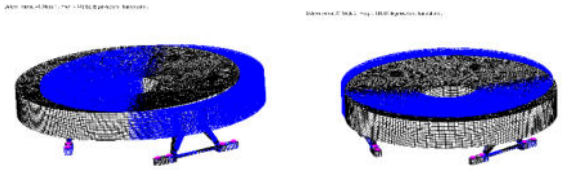
चित्र. 2. अक्षीय नामांकन

4. संरचनात्मक विश्लेषण पद्धति – सुपर अवयव विधि इस विधि दो प्रकार के है। पूर्ण परिमिति अवयव निदर्श के अनुसार विश्लेषण करना और संक्षिप्त रूप के दुर्नम्यता, द्रव्यमान इत्यादि गणितीय आव्यूह को परिसीमा के अंतर्गत बिंदुओं से बाह्य बिंदुओं पर आकलन करके आंशिक विश्लेषण करना। इस से बहुत अवयव मॉडल को कम साधन से गणन कर सकते है। उपयुक्त उपाय से अभिकल्पना के परिवर्तन को समंजन (accommodate) कर सकते है। प्रतिकृति (replica components) अवयव के निदर्श बनाना और गणन करने का समय कम कर सकते है। प्रतिबंधित और संवेदितशील अभिकल्पना को रक्षा कर सकते है।

4.1 अवस्था – 1 - पूर्ण कोडांतरण प्रकृतिक आवृत्ति आकलन

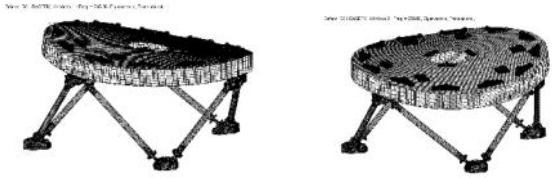
प्राथमिक दर्पण कोडांतरण और पी एफ डी कोडांतरण का संरचनात्मक व्यवहार जानने के लिए और कार्यकारी समस्याओं को जानने के लिए प्रत्येक अवयव काआवृत्ति आकलन करना जरूरी है।

संरचनात्मक विश्लेषण: प्रथमिक दर्पण कोडांतरण प्रकृतिक आवृत्ति आकलन किया गया है। आधार पर 6 जगह पर स्थिर किए, और आधार स्थिर प्रकृतिक आवृत्ति 148.6,148.6,211 Hz. (चित्र.3) प्राप्त हुए।



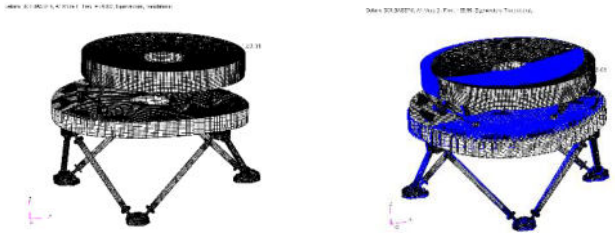
चित्र.3. विधा आकृति - प्रथमिक दर्पण कोडांतरण - 148 Hz.

संरचनात्मक विश्लेषण: पी एफ डी कोडांतरण प्रकृतिक आवृत्ति आकलन - आधार पर 3 जगह पर स्थिर किए, पी एफ डी कोडांतरण प्रकृतिक आवृत्ति आधार स्थिर आवृत्ति 245,250,304 Hz. (चित्र.4) प्राप्त हुए।



चित्र. 4. विधा आकृति - पी एफ डी कोडांतरण -245 Hz.

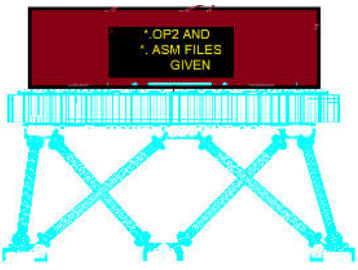
संरचनात्मक विश्लेषण: पूर्ण कोडांतरण प्रकृतिक आवृत्ति आकलन - पूर्ण कोडांतरण दर्पण और पीएफडी दोनों के परिमिति अवयव मॉडल उपलब्द है और आधार स्थिर आवृत्ति पीएफडी के साथ 84,85 Hz. प्राप्त हुए। (चित्र.5)



चित्र.5 विधा आकृति - 84,85 Hz.

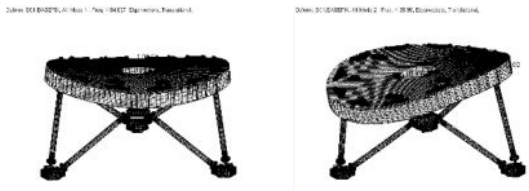
4.2 अवस्था – 2 - पेलोड फिक्सेषण युक्ति – पीएफडी कोडांतरण -दर्पण कोडांतरण के लघुकृत निरूपण मॉडल के साथ

पूर्ण कोडांतरण मे दर्पण की परिमिति अवयव मॉडल उपलब्द नही है केवल आधार स्थिर पीएफडी का मॉडल उपलब्द है। इस के साथ, दर्पण के प्रतिबंधित और संवेदितशील अभिकल्पना को रक्षा करने के कारण दर्पण के परिमिति अवयव मॉडल को उपलब्द नही किया लेकिन सिर्फ सुपर अवयव के रूप मे लघुकृत *.op2, *.asm files दिया गया है। (चित्र.6)



चित्र. 6. दर्पण के लघुकृत मॉडल -पीएफडी के साथ

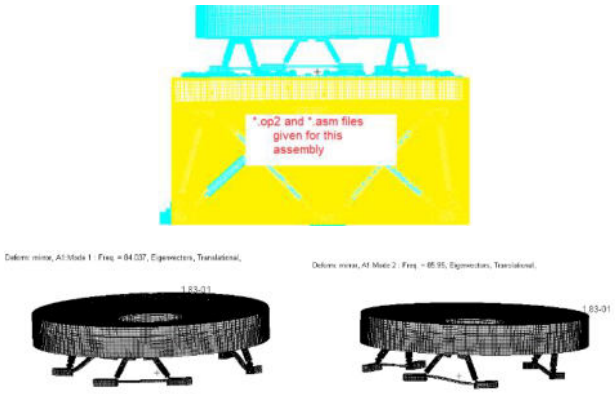
इस डाटा के साथ सुपर अवयव विधि के अनुसार प्राप्त किए गए परिणाम- 84,85 Hz. (चित्र.7)



चित्र. 7. विधा आकृति - 84,85 Hz.

4.3 अवस्था – 3 - पेलोड फिक्सेषण युक्ति – पीएफडी कोडांतरण -दर्पण कोडांतरण के लघुकृत निरूपण मॉडल के साथ

पूर्ण कोडांतरण मे केवल दर्पण की परिमिति अवयव मॉडल उपलब्द है और आधार स्थिर आवृत्ति पीएफडी का मॉडल उपलब्द नही है । संवेदितशील अभिकल्पना को रक्षा करने के लिए सिर्फ सुपर अवयव के रूप मे *.op2, *.asm file दिया गया है(चित्र.8)। इस अवस्था मे दूसरा कोडांतरण का प्रभाव दर्पण के ऊपर आकलन किया गया है। इस डाटा के साथ सुपर अवयव विधि के अनुसार प्राप्त किए गए परिणाम- 84,85 Hz. (चित्र.8)



चित्र.9. पीएफडी के लघुकृत मॉडल - दर्पण के साथ विधा आकृति - 84,85 Hz.

पूर्ण कोडांतरण प्रकृतिक आवृत्ति आकलन का परिणाम विविध घटको के लघुकृत *.op2, *.asm files के साथ भी कर सकते है। प्रतिबंधित और संवेदितशील अभिकल्पना को रक्षा कर सकते है। सुपर अवयव विधि के अनुसार आकलन किया परिणाम पूर्ण कोडांतरण के आकलन का परिणाम 84,85 Hz. के तुल्य पया गया है।

तालिका 1. प्राकृतिक आवृत्ति का आकलन

क्र.सं	प्राकृतिक आवृत्ति (Hz.)		
	पूर्ण कोडांतरण अवस्था-1	*पी एफ डी – दर्पण के लघुकृत मॉडल के साथ - अवस्था-2*	*दर्पण– पी एफ डी के लघुकृत मॉडल के साथ - अवस्था-3*
1.	84,85	84,85	84,85

निष्कर्ष

इस पत्र मे सुपर अवयव विधि के अनुसार दूसरे कोडांतरण के प्रभाव का आकलन किया गया है। जीऐसेट-1ए मिशन के अंतर्गत इस विधि से आधार घटक का प्रभाव दर्पण घटक के ऊपर जानने के लिए विश्लेषण किया गया है। इस पद्धति के अनुसार प्रतिबंधित अभिकल्पना को रक्षा कर सकते है। और संरचनात्मक विश्लेषणों का समय कम किया जा सकता है।

आभार

मै, निर्देशक सैक श्री निलेश एम देसाई का अत्यंत आभारी हूँ, जिन्होने मुझे यह लेख लिखने के लिए प्रेरित किया। मै, समूह प्रधान एस.टी.एस.जी, श्री जैमिन बी रामी एवं मेरे अन्य सहयोगियों को भी अत्यन्त आभारी हूँ, जिन्होने मुझे यह लेख लिखने के लिए प्रेरित किया। मै, हिन्दी कक्ष के सभी सदस्यो के भी आभारी हूँ, जिनकी मदद से यह लेख पूरा हो सका है। मै वी.टी.एफ के अन्य सहयोगियों का भी आभारी हूँ, कि उनके द्वारा यह नीतभार का यांत्रिक अभीकल्पना का कंपन जॉच प्रयोग किए गए है।

सन्दर्भ

[1] जीऐसट पेलोड - पी.डी.आर - दस्तावेज
[2] सीमित अवयव प्रक्रियाएं, के.जे. बाथे, प्रेटिंस हाल इंडिया,नई दिल्ली 1997।
[3] स्पंदन की बुनियादी बातें, एल.मीरोविच, मैक. ग्रा हिल,सिंगापुर,2001।
[4] Nastran / Nx साफ्टवेयर हेल्प
[5] कृत्रिम उपग्रहों की संरचनात्मक अभीक्लपना - पुरुषोत्तम गुप्ता

छवि (CHHAVI)

(श्री प्रशांत जांगिड़[1], श्री वैभव वरीश सिंह राठौर[1], श्री जिगरभाई ए रावल[1])

श्री प्रशांत जांगिड़, वैज्ञानिक/ अभियंता-एस.डी.

सार

किसी वैज्ञानिक सम्मेलन, संस्थागत कार्यक्रम या पारिवारिक आयोजन में हजारों तस्वीरें ली जाती हैं। अब यदि किसी को पी.आर.एल द्वारा आयोजित कार्यक्रमों में केवल प्रो. के. कस्तूरीरंगन की सभी तस्वीरें चाहिए हों, तो मैन्युअल रूप से यह पता लगाना अत्यंत कठिन है कि वह किन-किन छवियों में हैं। यही चुनौती हमारी सामाजिक ज़िंदगी में भी आती है – जैसे किसी पारिवारिक आयोजन में कोई रिश्तेदार सिर्फ उन्हीं तस्वीरों की मांग करता है जिसमें वह स्वयं दिखते हों।

छवि (Comprehensive Human Image Visualization Interface) इस समस्या का समाधान है। यह प्रणाली InsightFace और परम विक्रम-1000 HPC क्लस्टर का उपयोग कर चेहरे की पहचान और नाम से तस्वीर खोजने की सुविधा देती है। छवि अब आयोजनों की स्मृतियाँ बाँटने और संरक्षित रखने का एक आधुनिक माध्यम बन गई है।

1. परिचय

आज के डिजिटल युग में, किसी सम्मेलन, सेमिनार या पारिवारिक आयोजन के बाद सैकड़ों या हजारों तस्वीरें इकट्ठा हो जाती हैं। लेकिन जब कोई सदस्य या सहकर्मी केवल उन्हीं तस्वीरों की मांग करता है जिनमें वह या उनका कोई प्रियजन (जैसे प्रो. यू. आर. राव) दिखाई देता है, तो सभी छवियों को मैन्युअली छाँटना अत्यंत कठिन हो जाता है।

यह स्थिति केवल संस्थानों में ही नहीं, सामाजिक जीवन में भी होती है। उदाहरण के लिए, एक पारिवारिक समारोह के बाद जब कोई रिश्तेदार कहता है, "मुझे मेरी सभी तस्वीरें भेज दो," तब यह कार्य बेहद समय-साध्य हो जाता है।

इसी व्यवहारिक चुनौती को हल करने हेतु छवि प्रणाली विकसित की गई है, जो चेहरे की पहचान और नाम के आधार पर छवियाँ खोजने की सुविधा देती है। यह प्रणाली InsightFace फ्रेमवर्क और परम विक्रम-1000 GPU क्लस्टर पर आधारित है, जो वैज्ञानिक, प्रशासनिक और सामाजिक आयोजनों में स्मृति संकलन को तेज़, सटीक और सहज बनाती है।

2. छवि की प्रणाली और कार्यप्रणाली

छवि एक स्वचालित बहु-चरणीय प्रणाली है जो इवेंट छवियों में मौजूद चेहरों की पहचान, विश्लेषण और मिलान करती है। यह प्रक्रिया चार मुख्य चरणों में संपन्न होती है:

एम्बेडिंग निर्माण:
आयोजनों से संबंधित प्रमुख व्यक्तियों (जैसे वक्ता/अतिथि) की छवियाँ ArcFace मॉडल से गुज़रकर एक 512-आयामी वेक्टर (एम्बेडिंग) में बदली जाती हैं।

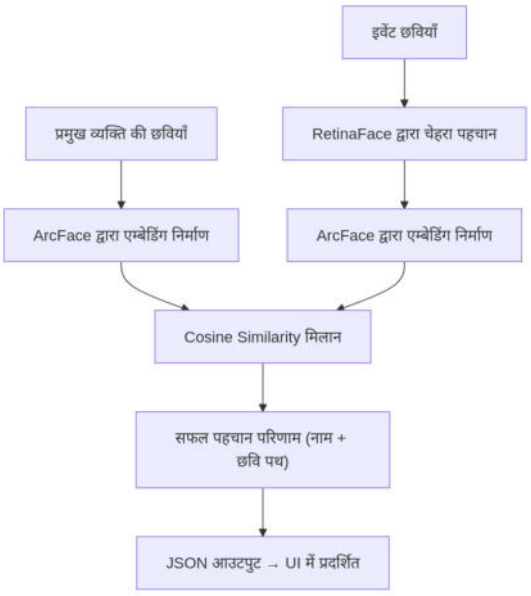
इनपुट छवियों का विश्लेषण:
RetinaFace से इवेंट की हर तस्वीर में चेहरों की पहचान होती है और ArcFace से उनकी एम्बेडिंग तैयार की जाती है।

समानता मिलान:

Cosine Similarity द्वारा दोनों एम्बेडिंग की तुलना होती है – उच्च स्कोर पर पहचान तय होती है।

JSON आउटपुट:

व्यक्ति का नाम, इवेंट और छवि पथ संग्रहीत कर UI में



चित्र: छवि की कार्यप्रणाली

प्रदर्शित किया जाता है।

3. तकनीकी संरचना: HPC और GPU प्रोसेसिंग

छवि को उच्च प्रदर्शन देने के लिए इसे **परम विक्रम-1000** हाई परफॉर्मेंस कंप्यूटिंग **(HPC)** क्लस्टर से जोड़ा गया है। प्रारंभिक रूप से जब सभी प्रोसेसिंग **CPU** पर की जाती थी, तब **600** छवियों को प्रोसेस करने में लगभग **21 घंटे** लगते थे। समय की इस बाधा को दूर करने के लिए **GPU-आधारित प्रोसेसिंग** अपनाई गई।

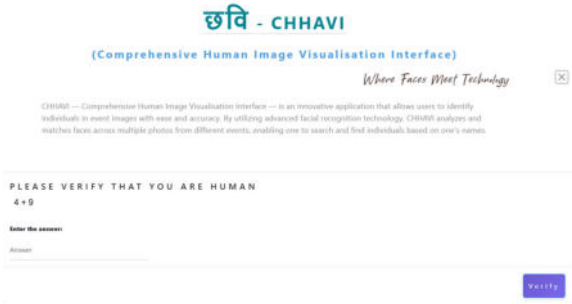
सभी ज़रूरी Python पुस्तकालयों को CUDA-संगत संस्करणों में अनुकूलित किया गया। इसके बाद **SLURM जॉब मैनेजर** के माध्यम से डेटा प्रोसेसिंग को कई GPU पर समानांतर रूप से वितरित किया गया।

इस अनुकूलन के परिणामस्वरूप:

- GPU (एकल) पर समय: ~7 घंटे
- GPU (HPC क्लस्टर) पर: **केवल 40 मिनट**

यह संरचना **छवि** को बड़ी मात्रा में छवियाँ प्रोसेस करने में सक्षम बनाती है – वह भी तेज़ी और विश्वसनीयता के साथ।

4. यूज़र इंटरफ़ेस और सुरक्षा संरचना



चित्र: छवि का GUI

छवि का यूज़र इंटरफ़ेस HTML5, Bootstrap और jQuery पर आधारित है, जो उपयोगकर्ता को एक सहज और उत्तरदायी अनुभव प्रदान करता है। बैकएंड Python आधारित API से संचालित होता है, जिससे डेटा प्रोसेसिंग और नाम खोज जैसे कार्य संभाले जाते हैं।

फ्रंटएंड-बैकएंड विभाजन से सिस्टम को मॉड्यूलर और सुरक्षित बनाया गया है। सुरक्षा के लिए **Apache mod_security** लागू किया गया है, जो OWASP Top 10 के अनुरूप अनुरोधों की निगरानी करता है। साथ ही, **गणितीय CAPTCHA** स्वचालित बॉट्स को रोकता है।

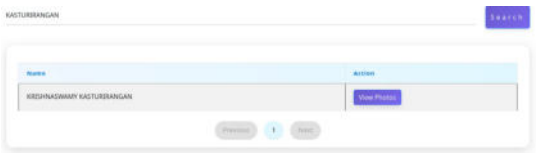
उपयोगकर्ता आंशिक नाम खोजकर POST API के माध्यम से अनुरोध भेजते हैं, जिसे सिस्टम प्रोसेस करके JSON उत्तर लौटाता है – जिसमें छवियों के लिंक और पहचान की गई जानकारी शामिल होती है।

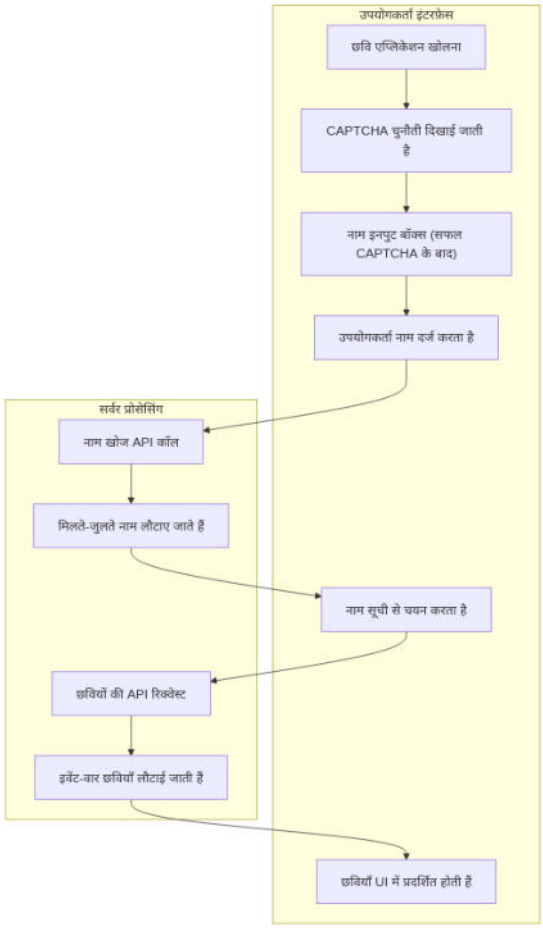
संपूर्ण संरचना **Defence-in-Depth** रणनीति अपनाती है, जिससे **छवि** न केवल उपयोग में आसान बल्कि सुरक्षा की दृष्टि से भी सशक्त बनती है।

5. उपयोग उदाहरण (Use Case)

मान लीजिए कोई उपयोगकर्ता प्रो. यू. आर. राव से संबंधित आयोजनों की तस्वीरें खोजना चाहता है। छवि का इंटरफ़ेस उपयोगकर्ता को केवल नाम टाइप करने की सुविधा देता है, जिसके बाद प्रणाली उस व्यक्ति की सभी उपयुक्त छवियों को UI पर प्रदर्शित करती है।

नीचे प्रदर्शित स्क्रीनशॉट इस प्रक्रिया को दर्शाता है, जहाँ केवल कुछ सेकंड में प्रो. राव से संबंधित तस्वीरें उपयोगकर्ता के सामने प्रस्तुत हो जाती हैं – बिना पूरी गैलरी छाँटे।





चित्र: क्रमवार क्वेरी एवं प्रतिउत्तर

6. निष्कर्ष और भविष्य की दिशा

छवि एक शक्तिशाली प्रणाली है जो चेहरे की पहचान, GPU आधारित प्रोसेसिंग और सुरक्षित वेब आर्किटेक्चर को जोड़कर आयोजनों में छवि विश्लेषण को सरल और प्रभावी बनाती है। यह उपयोगकर्ताओं को नाम द्वारा खोज, छवियों की पहचान और डिजिटल संग्रह की सुविधा देती है।

भविष्य की दिशा:

- पहचान की गई छवियों को डाउनलोड करने की सुविधा
- किसी व्यक्ति की सभी छवियों की सूची

- उन्नत छवि खोज विकल्प (जैसे चेहरा+तिथि)
- पूर्णतः स्वचालित एंड-टू-एंड प्रणाली

इन पहलुओं के साथ **छवि** एक समर्पित इवेंट एनालिटिक्स प्लेटफ़ॉर्म के रूप में उभरती है, जो अनुसंधान, प्रशासन और तकनीकी संस्थानों के लिए अत्यंत उपयोगी सिद्ध हो सकती है।

7. आभार

हम **प्रो. अनिल भारद्वाज**, निदेशक, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (PRL) के प्रति हार्दिक आभार व्यक्त करते हैं, जिनके मार्गदर्शन और प्रेरणा से यह प्रणाली विकसित हो सकी। हम PRL के **रजिस्ट्रार** एवं **डीन** के भी आभारी हैं, जिन्होंने निरंतर सहयोग दिया।

साथ ही, **प्रो. बिजय साहू, प्रो. वरुण शील, प्रो. नमित महाजन** और **डॉ. एम. शनमुगम** को उनके अमूल्य योगदान हेतु धन्यवाद देते हैं। अंत में, **CNIT टीम** और PRL के सभी सहयोगियों को उनके सतत समर्थन के लिए हम धन्यवाद देते हैं।

8. संदर्भ

- https://github.com/serengil/retinaface
- https://insightface.ai/arcface

विश्वसनीय अनुप्रयोगों के लिए कार्बन फाइबर प्रबलित पॉलिमर कंपोजिट का धातुकरण- उपलब्ध पद्धतियाँ और नया दृष्टिकोण

योगेश सोपान घोटेकर[1], विमलभाई एम.शाह[2] और धवल वर्तक[3]

वैज्ञानिक अधिकारी-सी,प्रणाली विश्वसनियता एंव सुरक्षा क्षेत्र,सैक,अहमदाबाद,मेल- yogeshghotekar@sac.isro.gov.in

सार

कार्बन फाइबर प्रबलित पॉलिमर (सीएफआरपी)का धातुकरण विभिन्न क्षेत्रों में इसके अनुप्रयोगों का विस्तार करने के लिए आवश्यक है। यह पेपर सीएफआरपी धातुकरण के लिए मौजूदा विधियों की संक्षेप्त में जानकारी, लाभ और कमियों पर प्रकाश डालता है। पेपर में प्रवाहकीय सीएफआरपी के संश्लेषण के लिए नए अभिनव दृष्टिकोण को भी उजागर किया है जिसका धातुकरण सरल तरीके से किया जा सकता है।

प्रस्तावना

कार्बन फाइबर प्रबलित पॉलिमर (सीएफआरपी) कंपोजिट उसकी हल्की प्रकृति और उच्च विशिष्ट शक्ति के कारण एयरोस्पेस अनुप्रयोगों के लिए अन्य तुलनीय सामग्रियों से ज्यादा सक्षम होते है। वर्तमान में, अंतरिक्ष क्षेत्र में सीएफआरपी कंपोजिट के अनुप्रयोग संरचनात्मक संयोजनों तक ही सीमित हैं [1]। सीएफआरपी की गैर-प्रवाहकीय प्रकृति अंतरिक्ष उपयोगों में उसके व्यापक विस्तार के लिए मुख्य बाधा है। एयरोस्पेस क्षेत्र में सीएफआरपी के अनुप्रयोगों को व्यापक बनाने के लिए सीएफआरपी का धातुकरण आवश्यक है। सीएफआरपी का धातुकरण आर.एफ.(रेडियो आवृत्ति) प्रदर्शन वृद्धि, विद्युत चुम्बकीय परिरक्षण क्षमता को बढ़ाने, बिजली के हमलों से विमान की सुरक्षा, यांत्रिक, तापीय गुणों में वृद्धि और कई अन्य सहित विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए सीएफआरपी के विद्युत गुणों को बढ़ाने में सक्षम बनाता है [2,3]। फ़िलहाल में थर्मल स्प्रे, भौतिक वाष्प निक्षेपण (पीव्हीडी),चिपकने वाले ग्लु के उपयोग से धातु परत का सीएफआरपी पृष्ठभाग से जोड़ और इलेक्ट्रोलेस-इलेक्ट्रोप्लेटिंग प्रक्रियाओं का सीएफआरपी धातुकरण के लिए किया जाती हैं [3]।

पीव्हीडी विधि में सामग्री को ठोस या तरल स्रोत से वाष्पीकृत किया जाता है और फिर गैसीय-अवस्था निक्षेपण तकनीक का उपयोग करके एक सब्सट्रेट पर जमा किया जाता है। वैक्यूम वाष्पीकरण या स्पटरिंग तकनीक का उपयोग पीव्हीडी विधि में धातु परतों को सब्सट्रेट पर जमा करने के लिए किया जाता है [4]। जटिल आकार की वस्तुओं पर इस पद्धति की असहजता और सब्सट्रेट के साथ धातु परत की कम आसंजन क्षमता पीव्हीडी में मुख्य चुनौती है। सीएफआरपी का धातुकरण सतह पर धातु की परत (पतली फिल्म) के सीधे बंधन द्वारा भी किया जाता है [3,4]। धातु की परत और सीएफआरपी एक विशिष्ट इंटरफेस के साथ मिलकर एक संरचना में जुड़ जाते हैं।

मजबूत धातु- पॉलिमर जोड़ के लिए मजबूत गोंद का चयन

और उपयुक्त सतह की पुर्व-तैयारी की आवश्यकता होती है। धातु-पॉलिमर इंटरफेस के साथ एक महत्वपूर्ण चुनौती थर्मल विस्तार गुणांक (सीटीई) में पर्याप्त अंतर है, उसके कारण गरम-ठंडा चक्र के प्रति वह संवेदनशील होता है। इलेक्ट्रोकेमिकल प्लेटिंग और इलेक्ट्रोलेस प्लेटिंग जैसी तकनीकों का उपयोग भी सीएफआरपी धातुकरण के लिए किया जाता है, जिसमें इलेक्ट्रोलेस प्लेटिंग को अक्सर

अकेले या इलेक्ट्रोप्लेटिंग के संयोजन में उपयोग किया जाता है [2]। शुरू में, सब्सट्रेट पर एक पतली प्रवाहकीय परत जमा की जाती है, जिसेसे फिर अतिरिक्त इलेक्ट्रोप्लेटिंग चरण का उपयोग करके वांछित मोटाई पाई जाती है [5]। यह विधि विशेष रूप से जटिल आकार की वस्तुओं के धातु विलेपन के लिए उपयोगी है। हालाँकि, इस पद्धति में महत्वपूर्ण कमियाँ हैं, विशेष रूप से विषाक्त क्रोमिक एसिड (क्रोमियम$^{+6}$) का उपयोग होता है, जो उत्परिवर्तक, एलर्जी और कार्सिनोजेनिक प्रभावों के साथ-साथ पर्यावरण प्रदूषण सहित गंभीर स्वास्थ्य जोखिम पैदा करता है [6]।

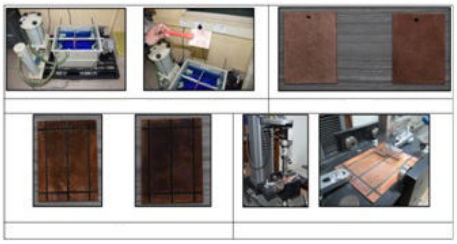
उपलब्ध विधियों की जटिल प्रकृति और सीमाएँ आंतरिक रूप से प्रवाहकीय सीएफआरपी विकसित करने के लिए नई सोच कों दिशा देती हैं, जो सरल विधियों द्वारा धातुकरण करने में सक्षम हो। सीएफआरपी के विद्युत गुणों में वृद्धि करने के लिए,उसके निर्माण प्रक्रिया के दौरान कार्बन नैनोट्यूब(सीएनटी)कों एकसमान फैलाकर प्राप्त किया है जो अंततः प्रवाहकीय सीएफआरपी नैनोकोम्पोजिट देता है। सीएफआरपी कंपोजिट के गुणों को बढ़ाने के लिए उसमें सीएनटी का समान वितरण / फैलाव आवश्यक है। मौजूदा हैण्ड इन्फुजन निर्माण विधि की सीमा को दूर करने के लिए एक नवीन सीएनटी समावेशन तकनीक कों हमने विकसित किया है [2,3]। वर्तमान लेख स्प्रे-वैक्यूम सहायता प्राप्त इन्फुजन (स्प्रे-व्ही.ए.आई.) विधि के संयोजन का उपयोग करके प्रवाहकीय सीएनटी-सीएफआरपी नैनोकंपोजिट्स के संश्लेषण और धातुकरण के लिए विद्युतविलेपन विधि के विकास पर जोर देता है।

सीएनटी-सीएफआरपी नैनोकंपोजिट्स का निर्माण और विद्युतविलेपन पद्धति का विकास

स्प्रे-व्ही.ए.आई. विधि के संयोजन का उपयोग करके हमने प्रवाहकीय सीएनटी-सीएफआरपी नैनोकंपोजिट्स का निर्माण किया [2,3] और बाद में उसके उपर विद्युत विलेपन पद्धति द्वारा चांदी और कॉपर परत का विलेपन किया गया [चित्र-1,2]।

अ आ इ ई

चित्र 2 सीएनटी-सीएफआरपी नैनोकम्पोजिट्स पर विद्युतविलेपन प्रक्रिया-(अ) सीएनटी-सीएफआरपी परीक्षण कूपन, (आ) सीएनटी-सीएफआरपी नैनोकम्पोजिट्स पर सिल्वर विद्युतविलेपन प्रक्रिया, (इ) विलेपित सीएनटी-सीएफआरपी नैनोकम्पोजिट परीक्षण कूपन और (ई) चांदी से विलेपित सीएनटी-सीएफआरपी नैनोकम्पोजिट परीक्षण कूपन का बैच



चित्र 2 सीएनटी-सीएफआरपी नैनोकम्पोजिट्स पर विद्युतविलेपन प्रक्रिया से कॉपर परत का विलेपन और परीक्षण

निष्कर्ष

सीएफआरपी में 0.5% एसडब्ल्यूसीएनटी का अंतःस्थापन, बिना-सीएनटी वाले सीएफआरपी की तुलना में विद्युत चालकता को 251 गुना तक बढ़ाता है और उसको प्रत्यक्ष विद्युतविलेपन के लिए सक्षम बनाता है। सीएफआरपी नैनोकम्पोजिट की विद्युत प्रवाहकीय प्रकृति के कारण आसानी से विद्युतविलेपन किया जा सकता है। यह नई विकसित सीएनटी-सीएफआरपी विद्युतविलेपन विधि जटिल धातुकरण तकनीकों (पीव्हीडी, स्प्रे, सीएफआरपी से धातु की परत का सीधा जोड़) के उपयोग से बचाती है। सीएनटी-सीएफआरपी नैनोकंपोजिट्स के लिए प्रस्तावित प्रत्यक्ष विद्युतविलेपन विधि उपलब्ध इलेक्ट्रोलेस प्लेटिंग विधि का एक उत्कृष्ट विकल्प है क्योंकि यह महंगे उत्प्रेरक (ऑटोकैटलिसिस के लिए) और कुछ हद तक खतरनाक इचेंट (पिघलानेवाले) रसायनों के उपयोग से बचाता है। एक चिकनी सतह पर पूर्ण प्लेटिंग (विलेपन) कवरेज प्राप्त करने के लिए सीएनटी-सीएफआरपी की इलेक्ट्रोप्लेटिंग प्रक्रिया में इचिंग चरण

को शामिल करने की आवश्यकता है और यह चरण यांत्रिक इंटरलॉकिंग के माध्यम से सीएफआरपी सब्सट्रेट के साथ विलेपित परत के मजबूत आसंजन के लिए आवश्यक है। सुरक्षा और पर्यावरणीय नियमों को ध्यान में रखते हुए नई पर्यावरण के अनुकूल और कम खतरनाक इचिंग प्रक्रियाएँ या सतह उपचार के तरीकों को विकसित करने की आवश्यकता है। एयरोस्पेस क्षेत्र में धातुकृत सीएफआरपी कंपोजिट की भारी मांग है, प्रवाहकीय सीएफआरपी-नैनोकंपोजिट के संश्लेषण के लिए यह अभिनव नैनोसाइंस दृष्टिकोण और उस पर विद्युत विलेपन प्रक्रिया का विकास, सीएफआरपी के विश्वसनीय संचालन के लिए उपयोगी साबित होता है।

आभार

हम निदेशक और उपनिदेशक (एसआरएसए), सैक,अहमदाबाद को उनके समर्थन और प्रोत्साहन के लिए धन्यवाद देते हैं।

सन्दर्भ

1. वाई. घोटेकर, डी. वर्तक, एन. देशपांडे, बी. मकवाना, पी. भट्ट, एम. उपाध्याय और ए. के. लाल, "अंतरिक्ष उपयोग के लिए विद्युत प्रवाहकीय कार्बन फाइबर प्रबलित बहुलक बनाने के लिए नैनोभराव सामग्री का अनुकूलन," कंपोजिट: यांत्रिकी, संगणना, अनुप्रयोग: अंतरराष्ट्रीय जर्नल, वॉल्यूम 14, नंबर 1,पीपी 79-88, 2023। डी.ओ.आई: 10.1615/CompMechComputAppIntJ.2022044938
2. वाई. घोटेकर, डी. वर्तक, जे. परमार, एन. देशपांडे, वी. शाह, एन. शर्मा और बी. सत्यनारायण, "अंतरिक्ष अनुप्रयोगों के लिए सीएनटी-सीएफआरपी समग्र घटकों का विकास और योग्यता," कंपोजिट: मैकेनिक्स, कम्प्यूटेशन, एप्लीकेशन: इंटरनेशनल जर्नल, वॉल्यूम 15, नंबर 3, पीपी 69-85, 2024।डी.ओ.आई:10.1615/CompMechComputAppIntJ.2024051460
3. आर. मेलेंटियेव, ए. युधान्तो, आर. ताओ, टी. वुचकोव, जी. लुबिनोव,पॉलिमर और कंपोजिट का धातुकरणः अत्याधुनिक दृष्टिकोण, सामग्री और डिजाइन 221 (2022)।डी.ओ.आई:10.1016/j.matdes.2022.110958
4. डी. एम. मैटॉक्स, भौतिक वाष्प निक्षेपण (पी. वी. डी.) प्रसंस्करण की पुस्तिका, एल्सवियर, 2010।
5. जे. जे. कुज़मिक, इलेक्ट्रोलेस प्लेटिंग और उसके लिए समाधान के लिए प्लास्टिक सब्सट्रेट की तैयारी। संयुक्त राज्य अमेरिका पेटेंट (यूएस 3790400A)।
6. यूरोपीय संघ जोखिम मूल्यांकन रिपोर्ट, यूरोपीय आयोग, 2002।

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

PRL Overleaf: एक कस्टमाइज्ड LaTeX सहयोगी प्लेटफार्म

(श्री दिनेश मेहता[1] ,श्री वैभव वरीश सिंह राठौर[1], श्री जिगर रावल[1])

श्री दिनेश मेहता, वैज्ञानिक/ अभियंता-SE

सार

LaTeX ने पीआरएल के शोध परिदृश्य में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है–शोधपत्र प्रकाशन से लेकर मेनुस्क्रिप्ट और शोध-प्रबंधों के निर्माण तक। इन क्षमताओं को एक सुरक्षित, सहयोगात्मक क्षेत्र में विस्तारित करने के लिए, हमने PRL Overleaf को लागू किया है, जो एक अनुकूलित प्लेटफ़ॉर्म है जो वैज्ञानिक लेखन पर शोधकर्ताओं के साथ मिलकर काम करने के तरीके को नए सिरे से परिभाषित करता है। इसमें 188 से अधिक प्रोजेक्ट बनाए गए और 98 से अधिक सक्रिय सहयोगियों ने विभिन्न विभागों में योगदान दिया। PRL Overleaf एक वेब-आधारित LaTeX संपादन प्लेटफार्म है। यह Overleaf के ओपन-सोर्स कम्युनिटी संस्करण पर आधारित है, जो एक ऑनलाइन सहयोगात्मक LaTeX संपादक है। इसे एक Docker युक्त वातावरण में परिनियोजित किया गया है और PRL कम्युनिटी की विशिष्ट आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए व्यापक रूप से अनुकूलित किया गया है।

1. परिचय

क्या होगा अगर आप किसी शोध पत्र पर काम कर रहे हों और चाहते हों कि आपके सहकर्मी आपके नवीनतम बदलावों को तुरंत देख सकें? या क्या होगा अगर आप में से दो (या ज़्यादा) लोग एक ही दस्तावेज़ को एक साथ संपादित करना चाहें – बिना अंतहीन ईमेल अटैचमेंट भेजे? क्या होगा अगर आपका पूरा बैच किसी क्लास प्रोजेक्ट पर सहयोग करना चाहता हो, एक-दूसरे के काम की समीक्षा करना चाहता हो, और पूरी तरह से तालमेल बनाए रखना चाहता हो?

पीआरएल ओवरलीफ़ इसका जवाब है।

यह लेटेक्स पर आधारित है जो एक उच्च-गुणवत्ता वाला टाइपसेटिंग सिस्टम है, जो सामान्यतः तकनीकी और वैज्ञानिक दस्तावेजों के लिए प्रयोग किया जाता है। यह जटिल गणितीय समीकरणों, सन्दर्भ-सूचियों और संरचित स्वरूपण को संभालने की क्षमता के लिए जाना जाता है। LaTeX अब अकादमिक और अनुसंधान लेखन का मानक बन चुका है। पारंपरिक वर्ड प्रोसेसर के विपरीत, LaTeX सामग्री को स्वरूपण से अलग करता है, जिससे लेखक अपने दस्तावेज़ों के स्वरूप और संरचना पर सटीक नियंत्रण रख सकते हैं।

Overleaf[1] एक वेब-आधारित LaTeX संपादक है जो LaTeX दस्तावेज़ों को लिखने और साझा करने की प्रक्रिया को सरल बनाता है। यह एक सहज इंटरफेस और स्वचालित पूर्वावलोकन जैसी अंतर्निहित विशेषताओं के साथ, कई उपयोगकर्ताओं को एक ही दस्तावेज़ पर वास्तविक समय में सहयोग करने की अनुमति देता है। Overleaf, LaTeX पैकेजों को स्थापित करने और दस्तावेज़ों को स्थानीय रूप से संकलित करने की परेशानी को समाप्त करता है, और इंट्रानेट एक्सेस वाले किसी भी उपकरण से सुलभ एक सुव्यवस्थित अनुभव प्रदान करता है।

Docker एक ऐसा प्लेटफॉर्म है जो डेवलपर्स को एप्लिकेशन और उसकी निर्भरताओं को हल्के कंटेनरों में पैकेज करने की अनुमति देता है। ये कंटेनर विभिन्न वातावरणों में एप्लिकेशन को विश्वसनीय रूप से चलाने में सक्षम बनाते हैं, जिससे परिनियोजन, रखरखाव और अपडेट आसान हो जाते हैं।

PRL में अनुसंधान कार्य की सहयोगात्मक प्रकृति और दस्तावेज़ीकरण के लिए LaTeX पर बढ़ती निर्भरता को देखते हुए, हमने Overleaf के कम्युनिटी[2] संस्करण को अपनाया

और इसे PRL कम्युनिटी की विशिष्ट आवश्यकताओं के अनुरूप अनुकूलित किया है, जिससे बेहतर एकीकरण, सुरक्षा और प्रदर्शन सुनिश्चित होता है।

2. Docker क्या है और इसके लाभ

Docker एक ओपन-सोर्स प्लेटफॉर्म है जो हल्के, पोर्टेबल कंटेनरों के अंदर एप्लिकेशन के परिनियोजन को स्वचालित करता है। ये कंटेनर एप्लिकेशन चलाने के लिए आवश्यक सभी घटक — कोड, रनटाइम, लाइब्रेरी और सिस्टम टूल — शामिल करते हैं, जिससे वे प्लेटफॉर्म-स्वतंत्र और अत्यंत सुसंगत बन जाते हैं।

PRL Overleaf के संदर्भ में Docker का मुख्य लाभ इसकी सरलता और दक्षता में निहित है। सुरक्षा की दृष्टि से, Docker कंटेनर होस्ट और एक-दूसरे से पृथक किए जा सकते हैं, जिससे सिस्टम में कमजोरियों के फैलने का जोखिम कम होता है। सुरक्षा पैच भी आसानी से लागू किए जा सकते हैं।

अपडेट और स्केलेबिलिटी के मामले में, Docker इस प्रक्रिया को निर्बाध बनाता है। नई विशेषताएं या बग फिक्स कंटेनरों को पुनः प्रतिस्थापित कर के तुरंत लागू की जा सकती हैं। Docker Compose के माध्यम से हम बहु-कंटेनर एप्लिकेशन को व्यवस्थित कर सकते हैं, जैसे PRL Overleaf में संपादक, डेटाबेस, और फ़ाइल सिस्टम के घटकों का प्रबंधन।

संक्षेप में, Docker PRL Overleaf के बुनियादी ढांचे को फुर्तीला, विश्वसनीय और स्केलेबल बनाता है, जिससे यह अनुसंधान परिवेश के लिए एक मजबूत समाधान बन जाता है।

3. PRL Overleaf अवलोकन

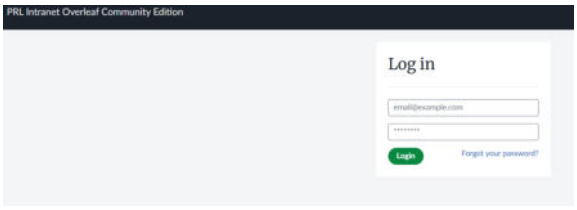


Figure 1 PRL-ओवरलीफ़ का वेब GUI

PRL Overleaf को आधिकारिक रूप से 18/02/2025 को लॉन्च किया गया था, जिसका उद्देश्य PRL कम्युनिटी में सहयोगात्मक अकादमिक लेखन को समर्थन देना था। इसके लॉन्च के बाद से, इस प्लेटफार्म ने उल्लेखनीय उपयोग देखा है, जिसमें 188 से अधिक प्रोजेक्ट बनाए गए और 98 से अधिक सक्रिय सहयोगियों ने विभिन्न विभागों में योगदान दिया।

उत्पन्न कर सकते हैं। उपयोगकर्ता अपनी आवश्यकताओं के अनुसार प्रॉम्प्ट को दोहराकर या परिष्कृत करके AI की

Figure 2 पीआरएल-ओवरलीफ़ प्रोजेक्ट इंटरफ़ेस

PRL Overleaf के कस्टम संस्करण में कम्युनिटी संस्करण की तुलना में कई सुधार शामिल हैं:

- फ्री Overleaf खातों में अधिकतम 50 MB की फ़ाइल अपलोड सीमा होती है, जबकि PRL Overleaf में यह सीमा 100 MB तक है, जिसे आवश्यकता अनुसार बढ़ाया जा सकता है।
- फ्री Overleaf संस्करण में अधिकतम तीन सहयोगियों तक सीमित है, जबकि PRL Overleaf में असीमित परियोजना सहयोगियों को अनुमति दी जाती है।
- यह समाधान पूरी तरह से पीआरएल के आंतरिक ढांचे पर आधारित है, जिससे यह सुनिश्चित होता है कि संवेदनशील दस्तावेज़ हमारे सुरक्षित नेटवर्क में ही रहें।

4. निष्कर्ष

PRL Overleaf PRL अनुसंधान कम्युनिटी के लिए एक अनिवार्य उपकरण बन चुका है। LaTeX, Overleaf और Docker की खूबियों को मिलाकर, हमने एक शक्तिशाली प्लेटफ़ॉर्म तैयार किया है जो वैज्ञानिक लेखन को सरल और

सहयोगात्मक बनाता है। इस सेवा ने विभिन्न विभागों के बीच समन्वय को सुलभ बनाया है, जिससे शोधपत्र, थीसिस और प्रोजेक्ट दस्तावेज़ बिना किसी तकनीकी परेशानी के सहलेखन किए जा सकते हैं। इसकी अनुकूलता और विश्वसनीयता, शोधकर्ताओं की बदलती आवश्यकताओं को समर्थन देती है और एक खुले, कुशल और सहयोगात्मक शोध संस्कृति को बढ़ावा देती है।

5. आभार

हम प्रोफेसर अनिल भारद्वाज, निदेशक, PRL, के प्रति गहरी कृतज्ञता व्यक्त करते हैं, जिनके प्रोत्साहन और दूरदर्शी नेतृत्व ने हमें नवाचार की दिशा में आगे बढ़ने और उन्नत तकनीकों तथा टूल्स को अपनाने की प्रेरणा दी। हम PRL के रजिस्ट्रार और डीन के भी आभारी हैं, जिनके निरंतर सहयोग ने इस प्रयास को निरंतर बल प्रदान किया।

इसके साथ ही, हम प्रोफेसर बिजय साहू, प्रोफेसर वरुण शील, प्रोफेसर नमित महाजन और डॉ. एम. शनमुगम के प्रति उनके बहुमूल्य सहयोग के लिए हार्दिक धन्यवाद ज्ञापित करते हैं। CNIT टीम के सभी सदस्यों के अथक समर्पण और प्रतिबद्धता के लिए हम विशेष रूप से आभारी हैं।

अंततः, हम अपने सभी PRL सहयोगियों को उनके निरंतर समर्थन, विश्वास और सहभागिता के लिए धन्यवाद देते हैं, जिन्होंने इस पहल को साकार करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई।

6. संदर्भ

1. https://www.overleaf.com/
2. https://github.com/overleaf/toolkit

पाई-होल के साथ DNS-स्तरीय नेटवर्क फ़िल्टरिंग

(श्री आलोक श्रीवास्तव, श्री वैभव वरीश सिंह राठौर, श्री जिगर रावल)

श्री आलोक श्रीवास्तव, वैज्ञानिक/अभियंता - SE

सार

क्या होगा जब हमें हर बार वेबसाइट पर जाने के लिए उसके नाम के बजाय उसका आईपी पता टाइप करना पड़े? उदारण स्वरूप, आपको हर बार जब आप सरल और सुरुचिपूर्ण prl.res.in के बजाय 103.98.60.51 टाइप करना पड़े, तो यह थकाऊ लगता है, है ना? लेकिन क्या आपने कभी आश्चर्य करना बंद कर दिया है-आपका ब्राउज़र कैसे जानता है कि prl.res.in कहाँ है? कौन सी छिपी हुई प्रक्रिया इस जादू को पर्दे के पीछे करती है? अब, इस रहस्य को उजागर करते हैं: डोमेन नाम प्रणाली (डी. एन. एस.) कैसे काम करती है-अदृश्य अनुवादक जो नामों को संख्याओं से जोड़ता है और इंटरनेट को मानव-अनुकूल रखता है. और इससे भी महत्वपूर्ण बात यह है कि हम आपको दिखाएंगे कि कैसे पाई-होल, एक शक्तिशाली डी. एन. एस. सिंकहोल, विज्ञापनों, ट्रैकरों और दुर्भावनापूर्ण डोमेन को अवरुद्ध करने के लिए कदम, नेटवर्क स्तर पर आपकी ऑनलाइन गतिविधि को चुपचाप और कुशलता से सुरक्षित करता है।

1. परिचय

आज के डिजिटल इकोसिस्टम में, जहाँ हर एप्लिकेशन और डिवाइस बाहरी सर्वरों से लगातार संचार कर रहा है, DNS (डोमेन नेम सिस्टम) ट्रैफ़िक को नियंत्रित और सुरक्षित रखना नेटवर्क स्वच्छता का एक आधारभूत उपाय बन गया है। DNS, जिसे अक्सर "इंटरनेट की फ़ोनबुक" कहा जाता है, मानव-पठनीय डोमेन नामों (जैसे, www.example.com) को मशीन-पठनीय IP पतों (जैसे, 192.0.2.1) में बदलने के लिए ज़िम्मेदार है। जब भी कोई उपयोगकर्ता किसी वेबसाइट पर जाता है, वीडियो स्ट्रीम करता है, या कोई एप्लिकेशन खोलता है, तो एक DNS अनुरोध ट्रिगर होता है। आवश्यक होने के साथ-साथ, DNS विज्ञापन, ट्रैकिंग और मैलवेयर डिलीवरी के लिए भी एक सामान्य माध्यम है।

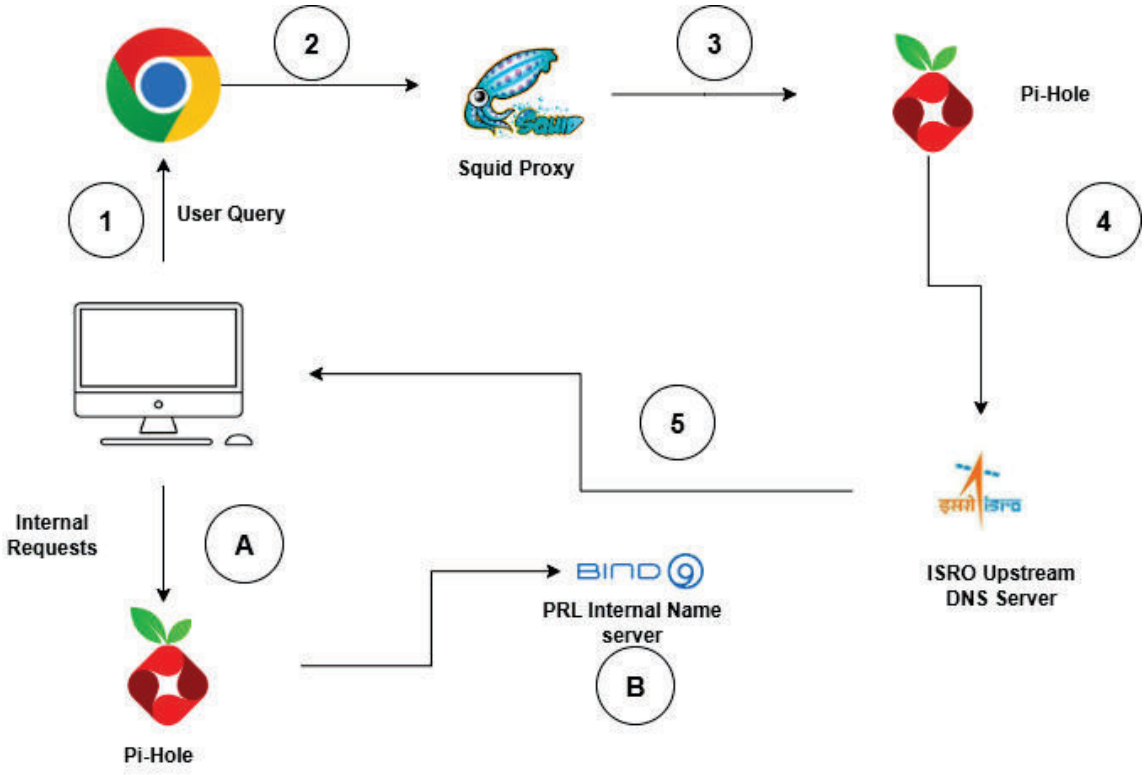
इन खतरों को कम करने के लिए, DNS सिंकहोलिंग (या DNS ब्लैकहोलिंग) तकनीक का इस्तेमाल किया जाता है। यह तरीका ज्ञात दुर्भावनापूर्ण या अवांछित डोमेन के लिए DNS क्वेरीज़ को इंटरसेप्ट करता है और उन्हें एक गैर-रूट करने योग्य पते पर रीडायरेक्ट करता है, जिससे पहुँच को प्रभावी ढंग से रोका जा सकता है। यह सक्रिय फ़िल्टरिंग तंत्र विशेष रूप से एंटरप्राइज़ और घरेलू नेटवर्क में लाभदायक है जहाँ उपयोगकर्ता की गोपनीयता बनाए रखना और विज्ञापनों व टेलीमेट्री से बैंडविड्थ की बर्बादी को कम करना महत्वपूर्ण है।

पाई-होल[1] एक ओपन-सोर्स डीएनएस सिंकहोल समाधान है जिसे नेटवर्क स्तर पर विज्ञापनों, ट्रैकर्स और दुर्भावनापूर्ण सामग्री को ब्लॉक करने के लिए डिज़ाइन किया गया है। यह अंतर्निहित फ़िल्टरिंग क्षमताओं के साथ एक डीएनएस सर्वर के रूप में कार्य करता है और नेटवर्क के भीतर किए गए सभी डीएनएस अनुरोधों की दृश्यता प्रदान करता है। इसके हल्के वज़न और उपयोग में आसान इंटरफ़ेस ने इसे सिस्टम प्रशासकों और गोपनीयता के प्रति जागरूक उपयोगकर्ताओं के बीच एक लोकप्रिय विकल्प बना दिया है।

2. पाई-होल आर्किटेक्चर

इस परियोजना में Pi-hole को Docker[2] का उपयोग करके परिनियोजित किया गया है, जो एक हल्का

- सरलीकृत परिनियोजन, विशेष रूप से डॉकर कम्पोज़ जैसे उपकरणों का उपयोग करना।
- यह Docker को Pi-hole जैसी नेटवर्क-महत्वपूर्ण सेवाओं को सुरक्षित रूप से चलाने के लिए एक



आकृति 1 पाई-होल आर्किटेक्चर

कंटेनरीकरण प्लेटफ़ॉर्म है जो एप्लिकेशन परिनियोजन को सरल बनाता है। Pi-hole और उसकी सभी निर्भरताओं को एक ही कंटेनर में पैक करके, Docker यह सुनिश्चित करता है:

- अलगाव के माध्यम से सुरक्षा, क्योंकि सेवा होस्ट सिस्टम से स्वतंत्र रूप से चलती है।
- प्लेटफ़ॉर्म स्वतंत्रता, जिससे इसे न्यूनतम परिवर्तनों के साथ विभिन्न प्रणालियों में तैनात किया जा सकता है।
- रखरखाव में आसानी, होस्ट को प्रभावित किए बिना त्वरित अपडेट और रोलबैक की अनुमति

आदर्श विकल्प बनाता है।

यहां डिज़ाइन किया गया पाईहोल-आर्किटेक्चर स्तरित सुरक्षा, लॉगिंग और DNS नियंत्रण पर केंद्रित है, जिसमें निम्नलिखित चरण शामिल हैं:

1. उपयोगकर्ता किसी वेबसाइट तक पहुंचने के लिए अनुरोध करता है।
2. अनुरोध पहले नेटवर्क प्रॉक्सी से होकर गुजरता है, जो रूटिंग और बुनियादी फ़िल्टरिंग का काम संभालता है।
3. प्रॉक्सी से, DNS अनुरोध हमारे DNS फ़िल्टरिंग इंजन, Pi-hole को भेजा जाता है।

4. पाई-होल निम्नलिखित क्रियाएं करता है:

   a. यदि डोमेन LAN-आधारित है, तो अनुरोध का समाधान हमारे स्थानीय DNS सर्वर के माध्यम से आंतरिक रूप से किया जाता है

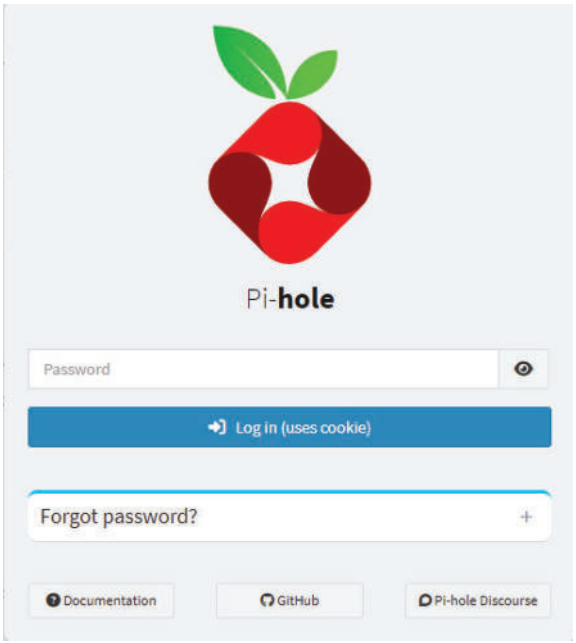
   b. यदि डोमेन बाहरी है, तो Pi-hole अनुरोध को गोपनीयता और गति के लिए कॉन्फ़िगर किए गए सुरक्षित अपस्ट्रीम ISRO DNS सर्वर पर अग्रेषित करता है।

5. प्रत्येक अनुरोध - चाहे वह स्वीकृत हो या अवरुद्ध - अनुपालन और नेटवर्क निगरानी के लिए पाई-होल द्वारा लॉग किया जाता है।

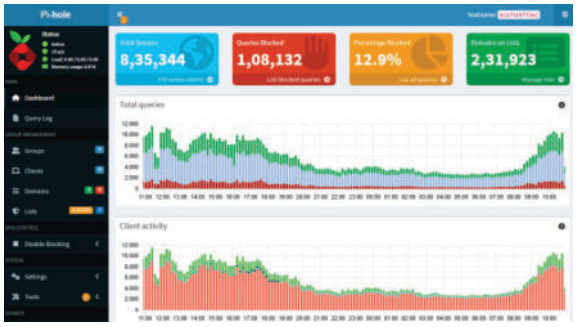
6. अंततः, समाधानित आईपी पता वापस कर दिया जाता है, और उपयोगकर्ता को इच्छित सेवा से जोड़ दिया जाता है।

3. पाई-होल अवलोकन

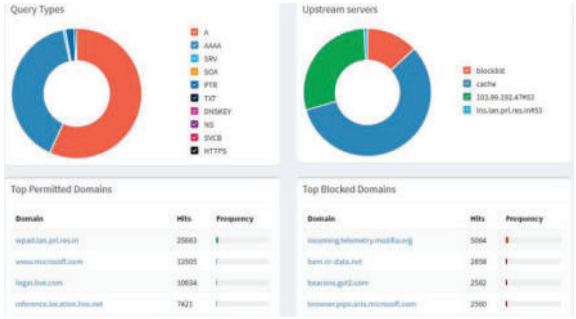
निम्नलिखित स्क्रीनशॉट लाइव PRL-Pihole का अवलोकन प्रदान करते हैं:



आकृति 2 Pi-Hole का लॉगिन डैशबोर्ड



आकृति 3 पाई-होल लाइव डेटा अवलोकन



आकृति 4 पी-होल का अधिकतम क्लाइंट उपयोग और अधिकतम अस्वीकरण

4. निष्कर्ष

Docker का उपयोग करके Pi-hole का कार्यान्वयन DNS ट्रैफ़िक को प्रबंधित करने और नेटवर्क गोपनीयता को बेहतर बनाने के लिए एक कुशल, स्केलेबल और सुरक्षित तरीका प्रदान करता है। बुनियादी ढाँचे के स्तर पर DNS सिंकहोलिंग का लाभ उठाकर, Pi-hole विज्ञापनों, ट्रैकिंग डोमेन और संभावित मैलवेयर वितरण को प्रभावी ढंग से ब्लॉक करता है, और वह भी क्लाइंट-साइड इंस्टॉलेशन या ब्राउज़र एक्सटेंशन की आवश्यकता के बिना।

Docker का कंटेनरीकरण इस सेटअप को मॉड्यूलर और रखरखाव योग्य बनाए रखने की अनुमति देता है, जिससे यह उन सिस्टम प्रशासकों के लिए विशेष रूप से उपयुक्त हो जाता है जो परिनियोजन पाइपलाइनों में स्थिरता और विश्वसनीयता को महत्व देते हैं। Dockerized वातावरण में Pi-hole का एकीकरण दर्शाता है कि कैसे आधुनिक DevOps प्रथाओं को पारंपरिक नेटवर्क सुरक्षा अवधारणाओं के साथ जोड़कर वेब एक्सेस और डेटा गोपनीयता पर बेहतर नियंत्रण प्रदान किया जा सकता है।

5. आभार

हम प्रोफेसर अनिल भारद्वाज, निदेशक, PRL, के प्रति गहरी कृतज्ञता व्यक्त करते हैं, जिनके प्रोत्साहन और दूरदर्शी नेतृत्व ने हमें नवाचार की दिशा में आगे बढ़ने और उन्नत तकनीकों तथा टूल्स को अपनाने की प्रेरणा दी। हम PRL के रजिस्ट्रार और डीन के भी आभारी हैं, जिनके निरंतर सहयोग ने इस प्रयास को निरंतर बल प्रदान किया।

इसके साथ ही, हम प्रोफेसर बिजय साहू, प्रोफेसर वरुण शील, प्रोफेसर नमित महाजन और डॉ. एम. शनमुगम के प्रति उनके बहुमूल्य सहयोग के लिए हार्दिक धन्यवाद ज्ञापित करते हैं।

CNIT टीम के सभी सदस्यों के अथक समर्पण और प्रतिबद्धता के लिए हम विशेष रूप से आभारी हैं। अंततः,

हम अपने सभी PRL सहयोगियों को उनके निरंतर समर्थन, विश्वास और सहभागिता के लिए धन्यवाद देते हैं, जिन्होंने इस पहल को साकार करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई।

संदर्भ

[1] https://pi-hole.net/

[2] https://www.docker.com/

अंतरिक्ष उपयोग के लिए गगनयान परियोजना में स्टेनलेस स्टील धातु डोम स्विचपर स्वर्ण विलेपन की अर्हता

लेखक विमलभाई एम.शाह[1],जयेशभाई बी.पराडीया[2]

वैज्ञानिक/अभियंता-एसएफ,प्रणाली विश्वसनियता एंव सुरक्षा क्षेत्र,सैक,अहमदाबाद, ईमेल:vmshah@sac.isro.gov.in

सार

स्वर्ण विलेपन का उपयोग उच्च विद्युत चालकता, कम संपर्क प्रतिरोध, अच्छी संधि क्षमता, ऑक्साइड के निर्माण के लिए प्रतिरोध, निष्क्रियता, उत्कृष्ट प्रतिबिंब आदि के लिए किया जाता है। अंतरिक्ष हार्डवेयर में विलेपन के लिए सोने के विलेपन प्रक्रिया का उपयोग किया जाता है। परिचालन के दौरान सोने के गुणधर्म में गिरावट होती है तों उप प्रणाली के कार्य क्षमता पर प्रभाव पड़ता है इसलिए उच्च विश्वसनीयता की आवश्यकता होती है।

प्रस्तावना

एक अंतरिक्ष यान में कई प्रणाली / उप प्रणाली शामिल होती हैं जो कि उचित सतही उपचार किए जाने पर ठीक से काम करेंगी। अंतरिक्ष हार्डवेयर के लिए स्वर्ण विलेपन की प्रक्रिया का इस्तेमाल करते समय उसे अपने पूरे डिजाइन जीवनकाल में हार्डवेयर की अंतर्निहित उच्च विश्वसनीयता को बना रहना चाहिए। ऐसा करने के लिए उसे उपग्रह भंडारण, प्रमोचन एवं कक्षा में जीवनकाल के दौरान पर्यावरणीय तनाव में हार्डवेयर के कार्यात्मक प्रदर्शन को प्रभावित किए बिना और गुणवत्ता में गिरावट के बिना टिके रहना होता है। संविरचित ऑनबोर्ड के रूप में इसे नियोजित करने के पूर्व प्रक्रिया की गुणवत्ता से आश्वस्त होने के लिए यह आवश्यक है कि प्रक्रिया के लिए अर्हताप्राप्त की जाए, जिसमें इसका पर्यावरण और कार्यात्मक परीक्षणों की श्रृंखला तथा दृश्यमान जाँच से गुजरना शामिल है। अर्हता परीक्षण में सीमाओं को पहचानने में मदद मिलती है; और उसका इष्टतमीकरण किया जा सकता है।दूसरे चरण में अर्हता प्रक्रिया के दौरान लॉग की गई मापदंडों से प्रक्रिया पहचान दस्तावेज (पीआईडी) तैयार करने में मदद करती है इससे बाद में निर्माण के दौरान प्रक्रिया की गुणवत्ता के दोहराव को सुनिश्चित करने में मदद मिलती है।इस आलेख में अर्हता की आवश्कता, अर्हता दर्शन, अर्हता पूरा करने वाली जरूरतों और अंतरिक्ष उपयोग के लिए स्टेनलेस स्टील धातु डोम स्विच पर स्वर्ण विलेपन अर्हता के लिए प्ररूपी अर्हता योजना की आवश्यकता पर चर्चा की गई है।

अर्हता कार्य कलाप

अंतरिक्ष उपयोग के लिए स्वर्ण विलेपन प्रक्रिया की अर्हता के लिए; एक प्रक्रिया अर्हता योजना (पीक्यूएटीपी) बनाई जाती है जिसमें आधार सामग्री, प्रक्रिया और विलेपित नमूनों/ भागों के आधार पर आवश्यकताओं की पहचान का दस्तावेजीकरण किया जाता है। परीक्षण प्रक्रिया, नमूना विन्यास, निरीक्षण और परीक्षण अनुक्रम, मापदंड आदि को निर्दिष्ट किया जाता है। इस योजना में स्वीकृति परीक्षण भी शामिल है, जिन्हें प्रक्रिया के सफल समापन के बाद भागों के बैच पर किया जाएगा। विलेपन प्रक्रिया अर्हता के पहले चरण में अर्हता बैच के स्टेनलेस स्टील धातु डोम स्विच नमूनों पर परीक्षण किया जाता है। पीक्यूपी के अनुसार विलेपित नमूनों पर निरीक्षण और परीक्षण किया जाता है। अर्हता परीक्षण के दौरान सभी प्रक्रिया मापदंडों की लॉगबुक में प्रविष्टि की जाती है और सहिष्णुता की पहचान की जाती है। स्टेनलेस स्टील धातु डोम स्विच नमूनों पर अर्हता के सफलतापूर्वक पूरा होने के बाद, स्टेनलेस स्टील धातु डोम स्विच (चित्र-1) पर सोना उसी प्रक्रिया प्राचल से विलेपित किया जाता है जिनका उपयोग स्टेनलेस स्टील धातु नमूनों के विलेपन के लिए किया गया था, जो सभी अर्हता परीक्षणों पर खरे उतरे थे। अर्हता के लिए फ्लो चार्ट के अनुसार अर्हता बैच

के स्वर्ण विलेपित स्टेनलेस स्टील धातु डोम स्विच पर निरीक्षण और परीक्षण किया जाता है।

चित्र 1 नमूना चित्र

अर्हता परीक्षण

स्टेनलेस स्टील धातु डोम स्विच पर स्वर्ण विलेपन प्रक्रिया की गुणवत्ता का मूल्यांकन करने के लिए अर्हता निम्नलिखित परीक्षण किये जाते हैं। अगर किसी भी नमूना किसी भी निरीक्षण / परीक्षण के लिए निर्दिष्ट आवश्यकताओं को पूरा करने में विफल रहता है, तो पूरे अर्हता बैच को खारिज कर दिया जाता है और नमूने का एक नया बैच प्रस्तुत करने की आवश्यकता होती है।

अर्हता परीक्षण की आवश्यकताएं सारणी -1 के अनुसार हैं। स्वर्ण विलेपित सामान्य दोष व उसके कारण और उपचारात्मक कार्य सारणी-2 के अनुसार है।

सारणी-1 : अर्हता परीक्षण आवश्यकताएं

परीक्षण / निरीक्षण	स्वीकृति मापदंड
दृश्यमान निरीक्षण	स्वर्ण विलेपन निरंतर, चिकनी, पक्षपाती और दिखने में एक जैसी होनी चाहिए और इसे ब्लिस्टर, खरोंच, छिछोरा, जलने का संकेत, बढ़त निर्माण और अन्य चढ़ाव के कार्यात्मक उपयोग के लिए हानिकारक दोष से मुक्त होना चाहिए।
मोटाई	2-3 माइक्रोन के भीतर
उष्णता प्रतिरोध परीक्षण के बाद दृश्यमान निरीक्षण	परीक्षण के बाद नमूनों, किसी भी मलिनीकरण, ब्लिस्टरिंग, छीलने या सोना चढ़ाना के किसी भी अन्य गिरावट को नहीं दिखाना चाहिए।
तापीय शॉक परीक्षण के बाद दृश्यमान निरीक्षण	तापीय चक्र परीक्षण के बाद दृश्यमान निरीक्षण में कोई गिरावट नहीं होनी चाहिए ।
आर्द्रता परीक्षण के बाद दृश्यमान निरीक्षण	आर्द्रता परीक्षण के बाद दृश्यमान निरीक्षण में कोई गिरावट नहीं होनी ।
तापनिर्वात परीक्षण के बाद दृश्यमान निरीक्षण	तापनिर्वात परीक्षण के बाद दृश्यमान निरीक्षण में कोई गिरावट नहीं होनी चाहिए ।
संधि क्षमता परीक्षण	डी-वेटिंग, नॉन-वेटिंग और पिनहोल से मुक्त होना चाहिए
कठोरता परीक्षण	85 से 90 एचके

सारिणी-2 : सामान्य दोष

दोष	*कारण*	*उपचारात्मक कार्रवाई*
सोने पर खुरदरापन	उच्च तापमान और उच्च निकेल सामग्री	मापदंडों को बनाए रखें
स्वर्ण विलेपित सतह पर पैच	सतह को अच्छी तरह से साफ किया जाए, अनुचित बाथ और सतह की सफाई	बाथ और सतह की उचित सफाई
स्वर्ण विलेपित सतह पर उच्च / कम मोटाई	उच्च / कम सोने की धातु सामग्री	उचित मापदंड, स्वर्ण घोल का उचित परिचालन एवं एनोड-कैथोड की उचित दूरी बनाए रखना।
स्वर्ण विलेपित सतह पर ब्लिस्टर	सतह की सफाई की समस्याएं और कम स्वर्ण धातु सामग्री	सतह को अच्छी तरह से साफ करें, आरओ / डीआई पानी का उपयोग करें, बाथ मापदंडों का पालन करें।
नोड्यूल	बाथ में अशुद्धियाँ	स्वर्ण विलेपन से पहले बाथ को साफ करें

निष्कर्ष

ऊपर दी गई सामान्य योग्यता प्रक्रिया को अंतरिक्ष यान की गगन यान परियोजना के लिए लागू की गई है। वायुमंडलीय परीक्षणों से पहले और बाद में लक्षित गुणवत्ता मापदंडों का स्वीकार्य सीमाओं के भीतर मूल्यांकन किया गया था और इसलिए स्टेनलेस स्टील धातु डोम स्विच नमूना पर स्वर्ण विलेपन प्रक्रिया अंतरिक्ष उपयोग के लिए अर्हताप्राप्त किया है।

आभार

यह पत्र लिखने के लिए लेखकों को प्रोत्साहित करने हेतु ग्रुप निदेशक- एस.आर.एस.ए., सैक के प्रति भी आभार व्यक्त करते हैं।

सन्दर्भ

[1] मिल-डीटीएल-45204डी-गोल्ड-प्लेटिंग-इलेक्ट्रोडिपोजिटेड

[2] मिल -एसटीडी-883

[3] मिल -एसटीडी-202, विधि 208, संधि क्षमता परीक्ष

प्राकृतिक और कृत्रिम स्रोतों द्वारा उत्पन्न बिजली के स्पेक्ट्रम का तुलनात्मक अध्ययन

सोनम जीतरवाल

वैज्ञानिक/इंजीनियर 'एसडी', पीआईडीएस/ पीएसडीएन, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला

सार

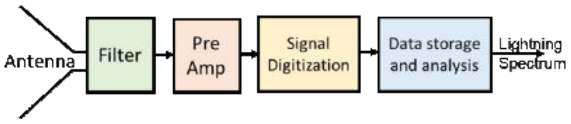
बिजली के उपकरण में, एंटीना एक सेंसर के रूप में काम करता है जिसका उपयोग बिजली उत्पन्न विद्युत चुम्बकीय तरंगों का पता लगाने के लिए किया जाता है। हमने मानसून के दौरान पीआरएल में बिजली के उपकरण का उपयोग करके बिजली के स्पंद को कैप्चर किया है। इस कैप्चर किए गई बिजली के स्पंद में, समय-आवृत्ति स्थानीयकरण तकनीक का उपयोग करके डेटा का विश्लेषण किया। यह पेपर बिजली के प्राकृतिक स्रोत और कृत्रिम स्रोत, यानी वैन डे ग्राफ जनरेटर द्वारा का उपयोग करके समय क्षेत्र में एवं समय-आवृत्ति क्षेत्र में बिजली स्पेक्ट्रम परीक्षण परिणामों को प्रस्तुत करता है जो हमें बिजली की विशेषताओं को समझने और उससे होने वाले दुष्प्रभाव के निवारण मे सहायता प्रदान करेगा।

प्रस्तावना

बिजली की घटना मूल रूप से बहुत कम अवधि का एक बड़ा विद्युत निर्वहन है। जब बिजली उत्पन्न होती है, तो यह एक विस्तृत आवृत्ति रेंज में विद्युत चुम्बकीय तरंगों का उत्सर्जन करती है। बिजली तीन अलग-अलग रूपों में होती है यानी बादलों के भीतर, बादलों के बीच में, बादल से ज़मीन तक। पृथ्वी पर बादलों की ऊंचाई लगभग एक से बीस किमी है, और इसलिए बादलों से जमीन के बीच विद्युत निर्वहन की संभावना है। डिस्चार्ज, बादलों के बीच में या बादलों के भीतर होने की उम्मीद भी है। बिजली मापन हेतु उपकरण, पीआरएल में विकास के अधीन है। इसमें, हम बिजली की स्पंद प्राप्त करने के लिए एक विद्युत रूप से छोटे द्विध्रुवीय एंटीना को सेंसर के रूप उपयोग करते हैं। इस काम में, मानसून में बिजली के प्राकृतिक स्रोत और कृत्रिम स्रोत, यानी वैन डे ग्राफ जनरेटर का उपयोग करके समय क्षेत्र में कैप्चर की गई स्पंद को दर्शाया है। इसके अलावा, दोनों स्रोतों के समय-आवृत्ति क्षेत्र में बिजली स्पेक्ट्रम की तुलना और चर्चा की गई है।

बिजली मापन हेतु उपकरण की रचना:

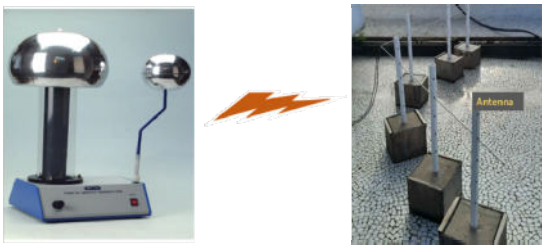
उपकरण का एक ब्लॉक आरेख चित्र 1 में दिखाया गया है जहां विद्युतयी रूप से छोटे द्विध्रुवीय वी आकार एंटीना को सेंसर के रूप में उपयोग किया और इसकी सहायता से बिजली के संकेतो का पता लगाया जाता है और आगे की इलेक्ट्रॉनिक्स स्टेज में सिग्नल को संसाधित किया जाता है। एंटीना द्वारा बिजली के संकेतों में से पावर लाइन पिक-अप (50 हर्ट्ज) को हटाने के लिए एक नॉच फिल्टर लगाया गया, इसके बाद सिग्नल कंडीशनिंग के लिए प्री-एम्पलीफायर (AD524) का उपयोग किया और उसके पश्चात् सिग्नल डिजिटलीकरण करके, विश्लेषण के लिए डाटा को स्टोर किया गया है।



चित्र 1: उपकरण का ब्लॉक आरेख

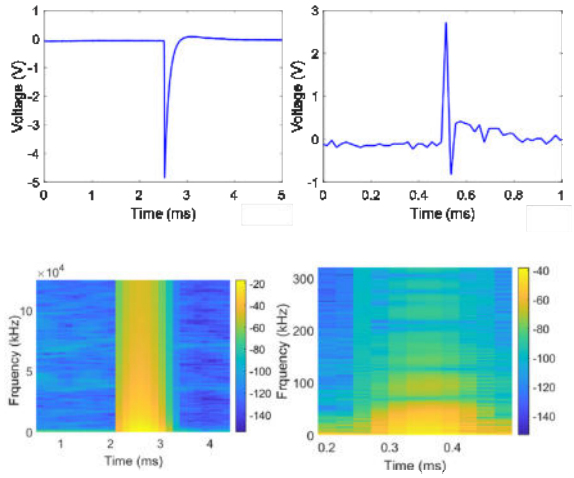
उपकरण का परीक्षण सेट अप और परिणाम

एक 1.5 मीटर एंटीना सेटअप पीआरएल थलतेज टेरेस में किया है जिसका उपयोग दोनों स्रोतों द्वारा उत्पन्न बिजली से परीक्षण के लिए किया और समय क्षेत्र में कैप्चर की गई घटना को रिकॉर्ड किया जैसा कि चित्र 2 में दर्शाया गया है।



चित्र 2: परीक्षण सेटअप

चित्र 3 (अ) प्राकृतिक स्रोत और कृत्रिम स्रोत द्वारा रिकॉर्ड की गई स्पंद को दिखाता है। दोनों स्रोतों से समय क्षेत्र में कैप्चर की गई स्पंद की तुलना की गई। समय आवृत्ति स्थानीयकरण के लिए, हिल्बर्ट हुआंग रूपांतरण (HHT) का उपयोग किया गया क्योंकि यह अन्य रूपांतरणों की तुलना में कम कार्यान्वयन जटिलता के साथ उच्च रिज़ॉल्यूशन देता है जैसा कि चित्र 3 (ब) में दिया गया है।



चित्र 3: (अ) बिजली के कृत्रिम स्रोत, यानी वैन डे ग्राफ जनरेटर एवं प्राकृतिक स्रोत द्वारा उत्पन्न समय डोमेन स्पंद (ब) दोनों स्रोतों के समय-आवृत्ति क्षेत्र में बिजली का स्पेक्ट्रम

इसमें हम देखते हैं कि दोनों स्रोतों द्वारा उत्पन्न समय डोमेन स्पंद की अवधि समान स्तर यानी कुछ सैकड़ों की माइक्रोसेकंड रेंज में है। इसके अलावा, दोनों स्रोतों के समय-आवृत्ति क्षेत्र में बिजली स्पेक्ट्रम की तुलना की गई । जिसकी सहायता से आवर्ती का पता लगाया गया, जो की बिजली के कृत्रिम स्रोत, यानी वैन डे ग्राफ जनरेटर और बिजली के प्राकृतिक स्रोत के लिए मेघा हर्ट्ज़ और किलो हर्ट्ज़ रेंज में है।

निष्कर्ष

यहां हमने दोनों स्रोतों से कैप्चर किये गए बिजली के स्पंद का विश्लेषण किया ताकि हर्ट्ज से किलो हर्ट्ज रेंज में बिजली उत्पन्न विद्युत चुम्बकीय तरंगों को उत्पन्न करने वाले उपयुक्त स्रोत का पता लगाया जा सके। इस उद्देश्य के लिए, हमने द्विध्रुवीय वी आकार एंटीना को दोनों स्रोतों के साथ परीक्षण किया । टाइम डोमेन सिग्नल का अवधि स्तर के अनुसार तुलना से, यह बहुत स्पष्ट है कि हम वैन डे ग्राफ जनरेटर को स्रोत के रूप में उपयोग कर सकते हैं पर यदि हम आवृत्ति के अनुसार देखें तो कृत्रिम स्रोत मेघा हर्ट्ज़ रेंज में है जो प्राकृतिक बिजली स्रोत की तुलना में एक आर्डर अधिक है। मानसून में बिजली के प्राकृतिक स्रोत से उत्पन्न विद्युत चुम्बकीय तरंगों का उपयोग करके आगे का अनुकूलन जारी है।

आभार

मैं इस काम में योगदान देने वालों को धन्यवाद देना चाहती हूं।

सन्दर्भ

1) स्कार्फ एवं सहयोगी "द पायनियर वीनस ऑर्बिटर प्लाज़्मा वेव इन्वेस्टिगेशन" IEEE ट्रांजेक्शन ऑन जियोसाइंस एंड रिमोट सेंसिंग,1980,36-38 ।

2) रसेल एवं सहयोगी "ग्रहों की बिजली" पृथ्वी ग्रह विज्ञान 1993, 43-87 ।

3) गुरनेट एवं सहयोगी "कैसिनी रेडियो और प्लाज्मा तरंग जांच" अंतरिक्ष विज्ञान की समीक्षा, 2004,395-463।

4) जे.पी. पबारी एवं सहयोगी "फ्यूचर वीनस ऑर्बिटर के लिए लाइटनिंग इंस्ट्रूमेंट" 49 चंद्र और ग्रह विज्ञान सम्मेलन 2018, 1391 ।

5) सोनम जीतरवाल एवं सहयोगी, "बिजली अध्ययन के लिए इलेक्ट्रोस्टैटिक डिस्चार्ज का समय-आवृत्ति स्थानीयकरण",18वीं VEXAG बैठक 2020, 8010।

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

उप-विषय : अंतरिक्ष विज्ञान , ग्रहीय विज्ञान , खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी, सौर भौतिकी

शीर्षक: कैमरा इंटरफ़ेस नियंत्रण सॉफ्टवेयर का विकास और उपकरण नियंत्रण सॉफ्टवेयर के साथ इसका एकीकरण

अंकिता पटेल[1], कशिश शाह [2], मुदित श्रीवास्तव [3]

वैज्ञानिक/अभियंता -"एस डी ", खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, ankita@prl.res.in

सार

प्रोटोपोल यंत्र को PRL माउंट आबू टेलीस्कोप पर स्वदेशी विकसित GUI के माध्यम से संचालित किया जाता है, जो यंत्र की गतिशीलता के साथ-साथ विभिन्न पैरामीटरों के नियंत्रण के लिए विकसित किया गया था। हालाँकि, कैमरा डिटेक्टर नियंत्रण इस प्रणाली में एकीकृत नहीं था। अब हमने एंडोर कैमरा डिटेक्टर के लिए एक समर्पित GUI विकसित किया है और इसे मुख्य यंत्र GUI के साथ सफलतापूर्वक एकीकृत किया है, जिससे सुचारू संचालन संभव हुआ है और कैमरा पैरामीटर की निगरानी और नियंत्रण की संपूर्ण सुविधा प्राप्त हुई है। इसके अलावा, हमने स्वचालित स्क्रिप्ट्स भी विकसित की हैं जो यंत्र के कुछ संचालन मॉड्यूल्स को बिना किसी मानव हस्तक्षेप के चला सकती हैं, जिससे इसका उपयोग और अधिक सहज हो गया है।

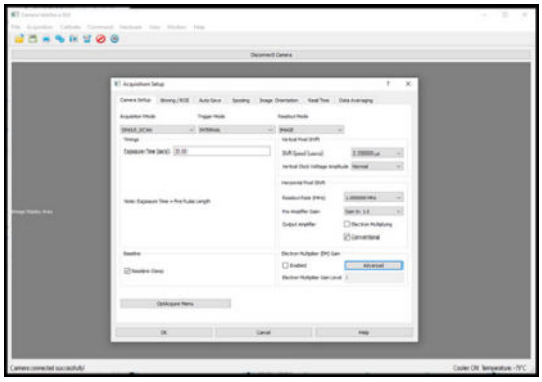
प्रस्तावना

आधुनिक वैज्ञानिक अनुसंधान और सटीक निगरानी के लिए इंस्ट्रूमेंटेशन सिस्टम एक मूल आधार के रूप में कार्य करते हैं, लेकिन पूर्ववर्ती नियंत्रण इंटरफेस तेजी से विकसित हो रही आवश्यकताओं को पूरा करने में अक्सर असमर्थ रहते हैं। वैज्ञानिक इमेजिंग, विशेषकर CCD कैमरों के उपयोग में, पर्यवेक्षकों को कैमरे के महत्वपूर्ण पैरामीटर को वास्तविक समय में नियंत्रित करने के लिए मॉड्यूलर और उपयोगकर्ता-अनुकूल सॉफ्टवेयर की आवश्यकता होती है। अकृत्रिम सॉफ्टवेयर संरचनाएँ और पुरानी GUI सीमाएँ कार्यकुशलता को बाधित करती हैं और स्वचालन में रुकावट डालती हैं। इन चुनौतियों को ध्यान में रखते हुए, हमने CCD कैमरा नियंत्रण के लिए एक मॉड्यूलर ग्राफिकल यूज़र इंटरफेस विकसित किया है। यह नया सिस्टम मौजूदा प्रोटोपोल इंस्ट्रूमेंट कंट्रोल GUI के साथ सहज रूप से एकीकृत होता है, जिससे हार्डवेयर और डिटेक्टर संचालन का समन्वित नियंत्रण संभव होता है। इसके माध्यम से लाइव मॉनिटरिंग, इंटरैक्टिव कॉन्फ़िगरेशन और स्वचालित स्क्रिप्टिंग जैसे फीचर्स उपलब्ध होते हैं, जो अवलोकन कार्यप्रवाह को अधिक सुगम और कार्यकुशल बनाते हैं।

एंडोर कैमरा इन-हाउस विकसित GUI

यह सॉफ्टवेयर प्रणाली Python 3.10 पर आधारित है, जो मॉड्यूलर विकास को आसान बनाता है। GUI के लिए PyQt5 और इमेज विज़ुअलाइजेशन के लिए PyQtGraph का उपयोग किया गया है। NumPy इमेज डेटा की गणनाएँ संभालता है, जबकि कैमरा SDK हार्डवेयर नियंत्रण प्रदान करता है। JSON और OS जैसी स्टैंडर्ड लाइब्रेरियाँ कॉन्फ़िगरेशन और सेशन डेटा को संभालती हैं, जिससे सिस्टम मॉड्यूलर, मेंटेनेबल और स्वचालन के लिए उपयुक्त बनता है। यह वैज्ञानिक इमेजिंग लेआउट से प्रेरित है ताकि प्रयोग आसान और रीयल-टाइम रिस्पॉन्सिव रहे। विकसित एंडोर CCD कैमरा GUI को लचीले और प्रभावी नियंत्रण के लिए कई मॉड्यूलर भागों में विभाजित किया गया है। इसमें एक्विज़ीशन सेटअप, शटर व तापमान नियंत्रण और लाइव इमेज डिस्प्ले के

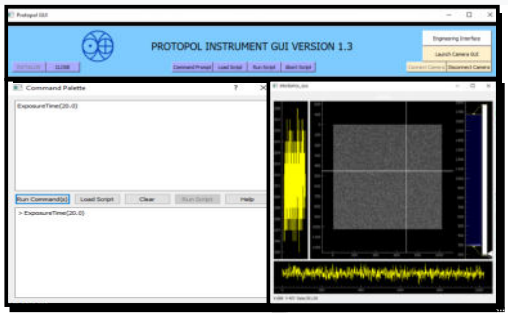
लिए अलग-अलग विजेट हैं, जो रखरखाव और उपयोगकर्ता अनुभव को बेहतर बनाते हैं।



चित्र 1: इन-हाउस विकसित कैमरा GUI

एक्विज़ीशन सेटअप मॉड्यूल कैमरा के एक्सपोज़र टाइम, बिनिंग, ROI, मोड, इत्यादि को सेट करता है। **तापमान मॉड्यूल** सेंसर कूलिंग और रीयल-टाइम मॉनिटरिंग संभालता है। **शटर मॉड्यूल** शटर को मैनुअल या ऑटो मोड में नियंत्रित करता है और **इमेज डिस्प्ले मॉड्यूल** लाइव इमेज व्यू, पिक्सल-स्तरीय निरीक्षण और सिग्नल प्रोफाइल दिखाने की सुविधा प्रदान करता है।

उपकरण GUI - कैमरा GUI एकीकरण



चित्र 2: उपकरण GUI में कैमरे की नई एकीकृत सुविधाएँ

CCD कैमरा कंट्रोल को प्रोटोपोल GUI में एकीकृत करने के लिए पुराने सिस्टम को Python 2/PyQt4 से Python 3/PyQt5 में अपग्रेड किया गया। एक नया लॉन्च बटन, कमांड इंटरफेस और स्क्रिप्ट एक्सीक्यूशन फ्रेमवर्क जोड़े गए ताकि दोनों सिस्टम समन्वित रूप से चल सकें। सिग्नल-स्लॉट आर्किटेक्चर और मल्टीथ्रेडिंग के ज़रिये रीयल-टाइम फीडबैक, सुरक्षित संचालन और भविष्य के विस्तार को आसान बनाया गया है। यह मॉड्यूल प्रोटोपोल GUI से प्राप्त कमांड स्क्रिप्ट्स को निष्पादित करता है, जैसे एक्सपोज़र सेट करना, इमेज लेना, सेव करना या कैलिब्रेशन यूनिट को मूव करना। इसमें स्क्रिप्ट लोड, रन और सुरक्षित रूप से रोकने की सुविधा है। सभी मॉड्यूल कैमरा SDK इंटरफेस के माध्यम से हार्डवेयर से जुड़े रहते हैं, इमेज डेटा प्रोसेस होता है और एक अलग डिस्प्ले विंडो में प्रदर्शित किया जाता है। अपग्रेडेड प्रोटोपोल GUI, कैमरा विंडो को लॉन्च करने में सक्षम है और कमांड इंटरफेस के ज़रिये रीयल-टाइम नियंत्रण प्रदान करता है।

निष्कर्ष

विकसित नियंत्रण सॉफ़्टवेयर की विश्वसनीयता और शुद्धता सुनिश्चित करने के लिए व्यापक कार्यात्मक परीक्षण पद्धति अपनाई गई। प्रत्येक मॉड्यूल का अलग-अलग और सामूहिक रूप से परीक्षण किया गया, ताकि सामान्य संचालन और किन्हीं असामान्य स्थितियों में भी इसका व्यवहार सही रहे। इस परियोजना ने सभी मुख्य कार्यों वाला एक सहज CCD कैमरा नियंत्रण इंटरफेस विकसित किया है, जिसे उन्नत प्रोटोपोल सिस्टम में सफलतापूर्वक एकीकृत किया गया। मॉड्यूलर डिजाइन और स्वचालन सुविधाएँ भविष्य में इंस्ट्रूमेंटेशन और कार्यप्रवाह को और बेहतर बनाने के लिए मजबूत आधार प्रदान करती हैं।

आभार

इस परियोजना के विकास को भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, अहमदाबाद, अंतरिक्ष विभाग, भारत सरकार द्वारा वित्त पोषित किया गया है। इसके विकास में समर्थन के लिए हम निदेशक, पीआरएल के आभारी हैं।

सन्दर्भ

एंडॉर टेक्नोलॉजी लिमिटेड। (2017)। *एंडॉर सॉफ्टवेयर डेवलपमेंट किट उपयोगकर्ता मार्गदर्शिका* (संस्करण 2.102.30000.0) [पीडीएफ]। ऑक्सफोर्ड इंस्ट्रूमेंट्स एंडॉर। प्राप्त किया गया: https://andor.oxinst.com/downloads/uploads/Andor_Software_Development_Kit_2.pdf

जीआइसैट-भू-स्थिर कक्षा से उच्च रेजोल्यूशन सुदूर संवेदन की उपयोगिता एवं नवीनता

जितेन्द्र कुमार

वैग्या./अभि.-एसऍफ़,
इलेक्टो-ऑप्टिकल पेलोड इंटीग्रेशन डिवीज़न, सेडा,
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र,इसरो,अहमदाबाद, , jitendra@sac.isro.gov.in

सार

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी में निरंतरता के फलस्वरूप रक्षा विज्ञान से लेकर अंतरिक्ष विज्ञान तक हर क्षेत्र में नयी ऊँचाइयाँ प्राप्त हो रहीं हैं। जहाँ एक ओर दुश्मन को ठिकाने लगाने के लिए विज्ञान जनित अत्याधुनिक हथियारों की आवश्यकता है तो दूसरी ओर उसके ठिकानों को खोजने के लिए सटीक निगरानी की। अंतरिक्ष जनित प्रौद्योगिकियों के माध्यम से भू-स्थिर कक्षा से सूदूर संवेदन इसी दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है।

यद्यपि कम ऊँचाई वाले लिओ आर्बिट से उच्च स्थानिक विभेदन तो मिल जाता है परन्तु किसी विशेष लक्ष्य को पुनः देखने के लिये कई दिनों का इंतज़ार करना पड़ता है,जिसका समाधान या तो निम्न ऊँचाई वाले ऑर्बिट में उपग्रहों का तारामंडल (constellation) हो सकता है या भू-स्थिर कक्षा में उच्च विभेदन क्षमता वाले उपग्रह को स्थापित करके किया जा सकता है। इस लेख में भू-स्थिर कक्षा से उच्च स्थानिक विभेदन की आवश्कता,उसे प्राप्त करने संबंधी विभिन्न गतिविधियों के साथ-साथ इसकी महत्ता पर भी चर्चा की गयी है।

प्रस्तावना

हर लक्ष्य की अपनी विशेष पहचान उसके स्पेक्ट्रल सिग्नेचर में छिपी होती है, सुदूर संवेदन इसी ऊर्जा को पकड़ कर प्रसंस्कृत किया जाता है। जिओ ऑर्बिट से हाई रेजोल्यूशन संबंधी सुदूर संवेदी डेटा प्राप्त करने के उद्देश्य से जीएचआरसी कैमरा, जीसैट-29 प्लेटफार्म पर एक तकनीकी निरूपण के उद्देश्य से सफल प्रयोग था, उसे और आगे ले जाते हुये, जीआइसैट जोकि पूर्णतः एक सुदूर संवेदी कैमरा है, की अवधारणा को मूर्त रूप देते हुये विकसित किया जा रहा है।

सुदूर संवेदन संबंधी प्राचल

सूदर संवेदन प्रणाली में प्रयुक्त संवेदक का चुनाव लक्ष्य की विविधताओं पर निर्भर करता है,जिसको मापने के लिये प्रयुक्त इकाईको विभेदन कहते हैं। सुदूर संवेदन में प्रयुक्त ऑप्टिकल कैमरे की विभेदनता को निम्न श्रेणियों में बाँटा जा सकता है;

स्थानिक विभेदन (धरातलीय)

भू-पृष्ठ पर दो पास-पास स्थित परन्तु भिन्न वस्तुओं को एक दूसरे से अलग कर पहचान पाने की क्षमता, (चित्र-1)

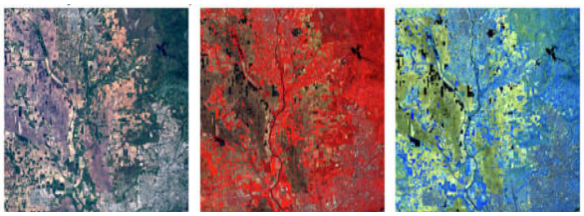
चित्र : 1-10मी. 15मी. 120मी.

वर्ण क्रमीय या स्पेक्ट्रल विभेदन

जब किसी लक्ष्य की आंतरिक संरचना उसके धरातलीय विभेदन से कहीं ज्यादा सूक्ष्म हो जाती है तब लक्ष्य के स्पेक्ट्रम को समझना पड़ता है। (चित्र-2), एक ही लक्ष्य को कई स्पेक्ट्रल (तरंग-दैर्ध्य) में देखा जाता है। ऐसे सिद्धांतों पर आधारित संवदेक मल्टी-स्पेक्ट्रल एवं हायपर स्पेक्ट्रल संवेदक की श्रेणी में आते हैं।

रेडियोमेट्रिक विभेदन

विकरणमितीय या रेडियोमेट्रिक विभेदन संवेदक की दो भिन्न लक्ष्यों की



चित्र-2 : R-G-B बैंड NIR-R-G बैंड SWIR-NIR बैंड

(एयरप्लेन से देखे दृश्य के समान) (पकी हुयी वनस्पतियां) (कृषि क्षेत्र की मिट्टी की विशेषतायें)

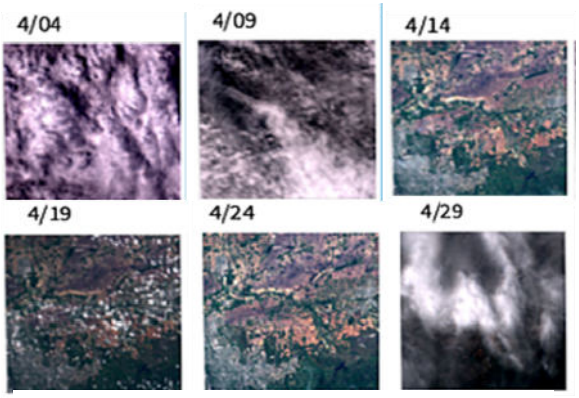
भिन्नता को पहचाने की क्षमता को दर्शता है। संवेदक द्वारा दो लक्ष्य क्षेत्रों के बीच के अंतर को उनकी ऊर्जा के द्वारा पहचाना जा सकता है।

कालिक विभेदन

यह किसी स्थान या लक्ष्य के दो लगातार इमेज ले सकने वाले समय की मात्रा को परिभाषित करता है। एक ही स्थान दो इमेजों में लगने वाला समय, यद्यपि आर्बिटल की विशेषताओं के साथ-साथ ऑर्बिट में प्रयुक्त नीतभार (या सेंसर) की क्षमताओं पर भी निर्भर करता है। कालिक विभेदन के उच्च हो जाने पर उसका री-विजिटिंग डिले कम हो जाता है, चित्र-3।

सामान्यतः कालिक विभेदन क्षमता स्थानिक विभेदन क्षमता पर निर्भर करती है, स्थानिक विभेदन क्षमता जितनी उच्च होगी उसका कालिक विभेदन उतना ही कम होगा एवं इसका विपरीत भी। यद्यपि भू-स्थिर कक्षा तथा पॉइंटेबल सेंसर इसके अपवाद हैं। इसरो के कार्टोसैट (निम्न कक्षा के आर्बिट से) का कालिक विभेदन 5 दिन का है वहीं जीएचआरसी (भू-स्थिर आर्बिट से) कुछ मिनट के ऑर्डर (कोटि) का है।

चित्र-3 समान क्षेत्र का विभिन्न तिथियों पर निरीक्षण



सभी सुदूर संवेदन संबंधी उपग्रह प्रणालियों को उनके स्थापित ऑर्बिट (कक्षा) द्वारा भी जाना जा सकता है। जिन्हें सामान्यतः सूर्य समकालिक या धुवीय और भू-स्थैतिक अर्बिट कहा जाता है।

उच्च कक्षाओं से सुदूर संवेदन के लाभ

उच्च कक्षा में स्थापित, भूस्थैतिक उपग्रह, भूमध्य रेखा के समानांतर कक्षा का अनुसरण करते हुए पृथ्वी के घूर्णन की समान दिशा में 24 घंटे की अवधि के साथ परिक्रमा करतें हैं। इस प्रकार ये उपग्रह या तो पृथ्वी की सतह के एक ही खंड को देखतें हैं या पृथ्वी पर सदैव एक ही क्षेत्र एवं वायुमंडल के संबंध में स्थिर प्रतीत होते हैं। अतः लगातार लक्ष्य स्थान की निगरानी करना संभव हो जाता है। उपग्रह की कक्षा की ऊंचाई अधिक होने के कारण ज्यामितीय (स्थानिक) विभेदन बहुत कम होता है।

भूस्थैतिक उपग्रह की यही स्थिरता इसको बादलों और मौसम की निरंतर निगरानी करने के योग्य बना देती है|

जिओ-स्टेशनरी ऑर्बिट से तात्कालिक बड़े क्षेत्र की कवरेज के अतिरिक्त, लक्ष्य और संवेदक के बीच कोई सापेक्षिक गति नहीं होने के कारण रणनीतिक लाभ भी प्राप्त होता है। जिससे लंबे समय तक एक्सपोजर समय की व्यवहार्यता प्राप्त होने से कम प्रदीप्त लक्ष्य से भी उच्च SNR मान के आंकड़े प्राप्त किये जा सकते हैं।

जीएचआरसी : भू-स्थैतिक मंच से सुदूर संवेदन- एक प्रयोग

जिओ-हाई-रेजोल्यूशन-कैमरा (जीएचआरसी) जीसैट-29 अंतरिक्ष यान पर एक प्रयोगात्मक इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल उपकरण था, जो अपनी तरह का पहला प्रयास था, यह भूस्थैतिक कक्षा से पृथ्वी और उसके पर्यावरण की उच्च विभेदन क्षमता ~50 मीटर स्थानिक विभेदन की इमेजरी प्रदान करता है। इसमें विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के निकट अवरक्त क्षेत्र (NIR) को छह स्पेक्ट्रल बैंड में कवर करने के उद्देश्य से बनाया गया। इस कैमरे का निर्माण विभन्न तकनीकी नवाचारों को समाहित करते हुये बहुत ही कम समय में किया गया। (चित्र-4)

चित्र-4: एकीकृत जीएचआरसी पेलोड का एसएनआर मापन तथा जीसैट-29 मंच पर जीएचआरसी कैमरा

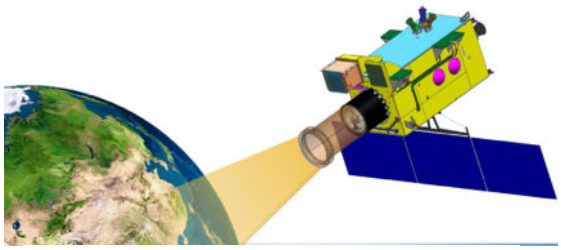
जीआइसैट : हाई रेजोल्यूशन सुदूर-संवेदन में नवीनता

जिओ-स्टेशनरी ऑर्बिट के प्रायोगिक कैमरे, जीएचआरसी से प्राप्त आँकड़ों ने भविष्य के लिए हाई रेजोल्यूशन सुदूर-संवेदन के लिये बेहद आशान्वित कर दिया था। आज,इस क्रम को और आगे बढ़ाते हुये जीआइसैट का विकास किया जा रहा है,जो जीएचआरसी की तुलना में काफी शक्तिशाली होने के कारण विभिन्न रणनीतिक लाभों के साथ-साथ आपदा निरिक्षण, कृषि तथा खनिजीय अन्वेषणों आदि के लिये अत्यंत महत्वपूर्ण है। इसके मुख्य तकनीकी पहलुओं का जीएचआरसी के साथ सारिणी-1 में तुलनात्मक प्रदर्शन किया गया है।

तालिका 1.जीएचआरसी की तुलना में जीआइसैट कैमरे का विन्यास

क्रम संख्या	उप-प्रणाली/पैरामीटर	डिजायन पहलू	जीआइसैट	जीएचआरसी
1	डिजाइन	चार चैनलों में 0.4-13.5UM तक बृहद स्पेक्ट्रल कवरेज - विनिर क्षेत्र में 06 बैंड का बहुस्पेक्ट्रमी चैनल, विनिर क्षेत्र में 150 बैंड का हाइपर स्पेक्ट्रल चैनल, स्विर क्षेत्र में 250 बैंड का हाइपर स्पेक्ट्रल चैनल तथा शक्तिशाली ल्विर (LWIR) क्षेत्र में छह स्पेक्ट्रल बैंड		0.4-9UM तक विनिर क्षेत्र में एक 06 बैंड का बहुस्पेक्ट्रमी चैनल
2	संसूचक (डिटेक्टर)	चारों चैनलों में अलग-अलग प्रकार के सेंसर, अतः ~40 मीटर के स्थानिक विभेदन के अतिरिक्त 4NM तक का स्पेक्ट्ली विभेदन		बड़े प्रारूप एवं छोटे पिक्सेल के क्षेत्रीय व्यूह सेंसर द्वारा स्नेप शाट इमेजिंग
3	टेलीस्कोप के मुख्य प्राचल	शक्ति ~90W, वजन ~160 किग्रा, आकार ⌀ 1000मिमी x 1600 मिमी		शक्ति ~50W, वजन ~80 किग्रा, आकार ⌀ 300मिमी x 700 मिमी
4	एसएनआर	>250		>100

सारिणी-1 से स्पष्ट है कि जीआईसैट विभिन्न एवं नवीन कार्यक्षमताओं से सम्बद्ध एक बहुत ही उन्नत सुदूर संवेदी सेटेलाइट है जिसमें सुदूर संवेदन की वे खूबियाँ जैसे सेटलाइट विसिबिलिटी सीमा में किसी भी जगह का उच्च पुनरीक्षण समय,वास्तविक समय में निगरानी भी समाहित है जोकि एक पोलर ऑर्बिट में कार्यरत सैटेलाइट से संभव नहीं है। इसके अतिरिक्त एक ही प्लेटफोर्म से उच्च स्थानिक विभेदन वाले मल्टी-स्पेक्ट्रल,हायपर-स्पेक्ट्रल चैनल और इन्फ्रा-रेड क्षेत्र में भी उच्च-मध्यम (moderately high) विभेदन इसकी महत्ता को कई गुना बढ़ा देता है। दृश्य तथा विनिर बैंड मल्टीस्पेक्ट्रल में उच्च स्थानिक विभेदन की इमेजिंग भारतीय भूमि और तटीय क्षेत्रों की त्वरित निगरानी के लिए है। वहीं ल्विर (LWIR)स्पेक्ट्रल क्षेत्र में हाइपर स्पेक्ट्रल चैनल की उपलब्धता इसको भारतीय उप महाद्वीप के आसपास के क्षेत्र में 24 घंटे आधारित विभिन्न रणनीतिक जानकारियाँ देने में सक्षम बनाता है। वीएनआईआर और शॉर्टवेव इन्फ्रारेड (SWIR)बैंड में सीमित क्षेत्र की हाइपर स्पेक्ट्रल इमेजरी से कृषि एवं खनिज विज्ञान के लिए सुदूर संवेदी आँकड़े प्रदान करते हैं। चित्र-5 में जीअईसैट का प्रतीकात्मक दृश्य दिखाया गया है।



चित्र5-: जीआइसैट का प्रतीकात्मक चित्र

निष्कर्ष

जिओ-स्टेशनरी ऑर्बिट से 80-90 के दशक में ~10 कि.मी. का स्थानिक विभेदन प्राप्त करना तात्कालिक स्टेट-ऑफ-द आर्ट था। आज हर क्षेत्र में जिओ-स्टेशनरी ऑर्बिट से उच्च-स्थानिक विभेदन वाली इमेजरी प्राप्त करना, एक रणनीतिक आवश्यकता है। संवेदक, ऑप्टिकल और इलेक्ट्रोनिक्स क्षेत्र में नवीनतम प्रौद्योगिकियों के विकास ने उच्च विभेदनता की सीमा किलोमीटर एवं मीटर को लाँघते हुये अब सब-मीटर तक में पहुँच बना ली है। जिओ-स्टेशनरी ऑर्बिट से उच्च स्थानिक विभेदन के साथ-साथ उच्च कालिक विभेदन का लाभ भी मिल जाता है। इस तरह के सैटलाईट प्रतिबिंब विभिन्न रणनीतिक अनुप्रयोगों के लिये अत्यंत महत्वपूर्ण हैं।

आभार

हम निदेशक सैक श्री नीलेश देसाई जी एवं श्री एस.एस.सरकार, उप-निदेशक सेडा,के अत्यंत आभारी हैं,जिन्होंने हमें इस चुनौती भरे स्टेट-ऑफ-द-आर्ट प्रोजेक्ट पर कार्य करने का अवसर प्रदान किया। परिजोयना टीम द्वारा प्राप्त अमूल्य जानकारी एवं निरंतर सहयोग ने इस लेख को लिखने में अहम भूमिका निभायी।

सन्दर्भ

[1] इसरो के डिजाइन स्तर के आंतरिक दस्तावेज आईसीडी, ईआईडी, पीडीआर, सीडीआर आदि रूप में।

[2] जिओ-हाई-रेजोल्यूशन-कैमरा: एन एक्सपेरिमेंटल आई इन स्पेस-इट्स इंटरीगेशन, चेलेंजस एंड मिटिगेशन, जितेन्द्र कुमार, नितेश थापा, आरती सरकार, एच के दवे।

असेंबली और हर्मेटिक सील परीक्षण स्थितियों के तहत एल. टी. सी. सी. में विफलता का थर्मो-संरचनात्मक विश्लेषण

चंद्रशेखर[1], वी. एस. जगदीश[2], जे. बी. रामी[3]

वैज्ञानिक/अभियंता-एस. जी., संरचनात्मक प्रणाली प्रभाग, सैक/इसरो, अहमदाबाद, email: shekhar@sac.isro.gov.in

सार

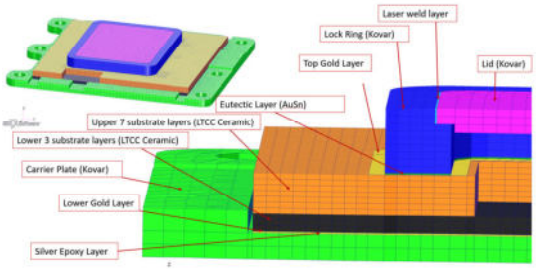
लो टेम्परेचर को-फायर्ड सिरेमिक (एल. टी. सी. सी.) एक व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली मल्टी-चिप मॉड्यूल सिरेमिक तकनीक है, जो मोनोलिथिक माइक्रोवेव इंटीग्रेटेड सर्किट (एम. एम. आई. सी.) की स्थानीयकृत हर्मेटिक सीलिंग के माध्यम से आकार और वजन को कम करने की अपनी क्षमता के लिए मूल्यवान है। हालांकि, एल. टी. सी. सी. मॉड्यूल इसके असेंबली में शामिल डाउनस्ट्रीम प्रक्रिया प्रसंस्करण चरणों के दौरान उत्पन्न तापीय और संरचनात्मक प्रतिबल के कारण महत्वपूर्ण चुनौतियों का सामना करती हैं। यह पेपर मॉड्यूल असेंबली प्रक्रिया और हर्मेटिक सीलिंग के साथ एक एल. टी. सी. सी. पैकेज के परीक्षण के दौरान उत्पन्न होने वाले संभावित विफलता कारणों की जाँच के लिए किये गए एक थर्मो-संरचनात्मक संख्यात्मक अध्ययन को प्रस्तुत करता है।

प्रस्तावना

आर. एफ. अनुप्रयोगों के लिए एल. टी. सी. सी. पैकेजिंग में मुख्य चुनौतियों में से एक उच्च प्रसंस्करण तापमान है, विशेष रूप से धातु वाहक प्लेट (सी. पी.) और सील रिंग अटैचमेंट के दौरान, जो असेंबली प्रक्रिया में गोल्डटिन सोल्डर या एपॉक्सी बॉन्डिंग का उपयोग करके किया जाता है| इसके अलावा, हर्मेटिसिटी को सत्यापित करने के लिए सकल रिसाव परीक्षण किया जाता है, जो एल. टी. सी. सी. पैकेज को उच्च तापमान के अधीन करता है| इसकी बहु-सामग्री संरचना के कारण, एल. टी. सी. सी. असेंबली, जब एक परीक्षण बॉक्स पर लगाया जाता है, तो यह महत्वपूर्ण थर्मो-मैकेनिकल प्रतिबल का अनुभव करता है, जो इसकी संरचनात्मक अखंडता और विश्वसनीयता को प्रभावित कर सकता है।

समस्या की परिभाषा

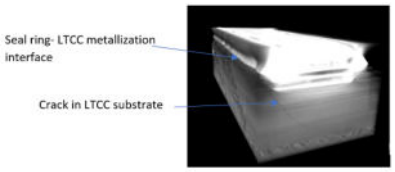
असेंबली सीक्वेंस के अनुसार, 1 मिमी की चौड़ाई और 2 मिमी की ऊंचाई वाली नीकल-ओरम प्लेटेड कोवार सील रिंग को 285 डिग्री सेल्सियस पर गोल्डटिन (AuSn) सोल्डर का उपयोग करके एलटीसीसी मॉड्यूल से जोड़ा गया था| इसके बाद, सब्सट्रेट (सील रिंग-अटैच्ड मॉड्यूल) को सिल्वर एपॉक्सी का उपयोग करके नीकल-ओरम प्लेटेड कोवार सीपी से जोड़ा गया था, जिसे 80 डिग्री सेल्सियस पर जमाया (cured) जाता है| घटक (module) को माउंटिंग और इंटरकनेक्शन करने के बाद विद्युत परीक्षण के लिए परीक्षण बक्से में इस असेंबली को फिट किया गया| विद्युत परीक्षण करने के बाद, स्थानीय हर्मेटिक सीलिंग के लिए मॉड्यूल को परीक्षण बक्से से हटा दिया गया| उसके बाद उसे एक इन-हाउस, स्पेस-योग्य लेजर सीलिंग प्रक्रिया का उपयोग करके सील किया गया। एलटीसीसी असेंबली का एक मॉडल चित्र 1 में दिखाया गया है।



चित्र 1 एलटीसीसी असेंबली

असेंबली को पूरा करने के बाद, मॉड्यूल को परीक्षण बक्से में फिट किया गया| विद्युत परीक्षण के लिए आपस में जोड़ा गया, और स्क्रीनिंग परीक्षण के अधीन किया गया| सकल रिसाव परीक्षण में, स्क्रीनिंग प्रक्रिया के दौरान, सील रिंग धातुकरण क्षेत्र में बुलबुले

देखे गए जो रिसाव का संकेत देते हैं| बाद में दृश्य निरीक्षण (visible inspection) और एक्स-रे इमेजिंग से एल. टी. सी. सी. सिरेमिक में दरारें सामने आईं, जो सील रिंग धातुकरण के क्षेत्र से उत्पन्न होती दिखाई दी| जैसा कि चित्र 2 में दिखाया गया है।



चित्र 2 एलटीसीसी असेंबली की विफलता

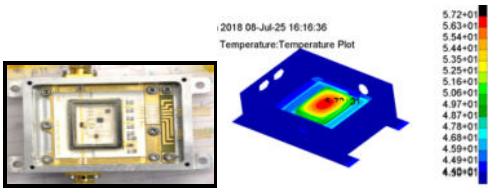
उपरोक्त विफलता के मूल कारण की जांच करने के लिए किए गए थर्मो-मैकेनिकल अध्ययनों को बाद के खंडों में प्रस्तुत किया गया है।

परिमित अवयव विभेदिकरण (Finite Element Discretization)

पैकेज घटकों और सामग्री संरचना के विवरण का उपयोग करके, एक सी. ए. डी. मॉडल (CAD model) बनाया गया है| एम. एस. सी. पेट्रान (MSC Patran) सॉफ्टवेयर का उपयोग करके ज्यामितीय मॉडल का विभेदन (Discretization) किया गया है जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है।

सकल रिसाव परीक्षण के लिए तापीय-संरचनात्मक अनुकरण

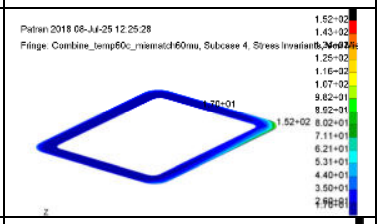
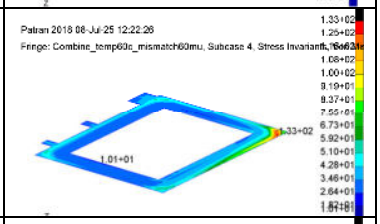
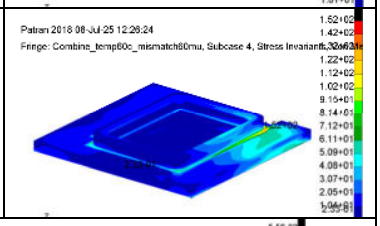
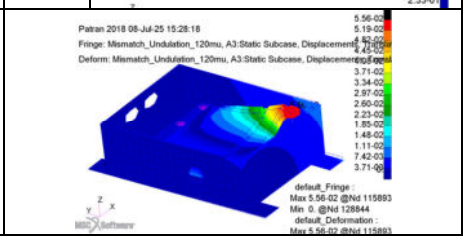
विद्युत और स्क्रीनिंग परीक्षण करने के लिए एल. टी. सी. सी. असेंबली को एक एल्यूमीनियम परीक्षण बॉक्स के अंदर लगाया गया है, जैसा कि चित्र 3 में दिखाया गया है| विद्युत और स्क्रीनिंग परीक्षण पूरा होने के बाद एल. टी. सी. सी. असेंबली पर लगाए गए परीक्षण बॉक्स पर सकल रिसाव परीक्षण किया गया| परीक्षण बॉक्स के साथ एल. टी. सी. सी. पैकेज का संरचनात्मक एफ. ई. मॉडल चित्र 3 में दिखाया गया है।



चित्र 3 तापमान भार के साथ एक परीक्षण बॉक्स पर एल. टी. सी. सी. पैकेज का संरचनात्मक एफ. ई. मॉडल

समतलीय असंतुलन को शामिल करने के साथ, सकल रिसाव परीक्षण स्थितियों के तहत असेंबली प्रतिबल का अनुमान लगाने के लिए संख्यात्मक अनुकरण किए गए थे| इस अनुकरण अध्ययन से प्राप्त परिणाम तालिका-1 में दिखाए गए हैं।

तालिका I. परीक्षण बॉक्स प्लेनेरिटी बेमेल के साथ संयोजन में सकल रिसाव परीक्षण के कारण तापीय-संरचनात्मक प्रतिबल

घटक	प्रतिबल (MPa)	समोच्च
यूटेक्टिक गोल्डटिन सोल्डर	152	
निकटवर्ती सोने की परत	133	
एल. टी. सी. सी. पैकेज	152	
मिमी इकाइ में पैकेज विस्थापन पैटर्न		

निष्कर्ष

तालिका-I से यह देखा जा सकता है कि सोने की परत 133MPa. परिमाण के प्रतिबल का अनुभव करती है और यह यूटेक्टिक गोल्डटिन सोल्डर से सटे शीर्ष सोने की परत (जिसकी विफलता सीमा 120MPa **है)** से संरचनात्मक विफलता का कारण बन सकता है. एल. टी. सी. सी. मॉड्यूल भी 152 MPa. के प्रतिबल का अनुभव करता है| यह शीर्ष सोने की परत की विफलता के साथ

और बिगड़ जाएगा जिसके परिणामस्वरूप एल. टी. सी. सी. मॉड्यूल में दरार पड़ सकती है।

आभार

हम निर्देशक सैक "श्री निलेश देसाई जी" के अत्यंत आभारी हैं जिनकी मार्गदर्शन में यह काम हो सका| हम एस. एस. डी. एवं एस. टी. एस. जी. के सहयोगियों के अत्यंत आभारी हैं, जिन्होने हमे यह लेख लिखने के लिए प्रेरित किया। हम हिन्दी कक्ष के सभी सदस्यों के भी आभारी हैं, जिनकी मदद से यह लेख पूरा हो सका।

सन्दर्भ

[1] वाई. सी. फंग, पी. टोंग, "शास्त्रीय और कम्प्यूटेशनल ठोस यांत्रिकी", विश्व वैज्ञानिक, इंजीनियरिंग विज्ञान में उन्नत श्रृंखला-खंड 1, 2015। (Y. C. Fung, P. Tong, "Classical and computational solid mechanics," World Scientific, Advanced Series in Engineering Science-Vol. 1, 2015.)

कोरोनल रेडियो साउंडिंग : सूर्य के निकट सौर पवन गतिशीलता की जांच के लिए एक प्रवीण तकनीक

ऋचा नजा जैन[1]

1. पीडीएफ, अंतरिक्ष और वायुमंडलीय विज्ञान प्रभाग, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला , richanaja@prl.res.in

सार

कोरोनल रेडियो तकनीकों ने सूर्य के निकटम कोरोनल माध्यम में जानकारी प्रदान करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है जहां इन-सीटू प्लाज्मा मापन काफी चुनौतीपूर्ण हैं. इस सारांश पत्र में, हमने अक्टूबर-नवंबर 2022, 'स्माइली सन' घटना के दौरान अकात्सुकी मिशन द्वारा किए गए कोरोनल रेडियो प्रयोग के हमारे विश्लेषण में अपनाई गई कार्यप्रणाली और परिणामों को साझा किया है|

प्रस्तावना

आंतरिक-मध्य कोरोनाल क्षेत्रों में सौर पवन उत्पादन और त्वरण तंत्रों की गहन समझ अंतरिक्ष मौसम की घटनाओं की भविष्यवाणी करने की हमारी क्षमता में सुधार के लिए महत्वपूर्ण है। अंतरिक्ष भौतिकी समुदाय में सबसे महत्वपूर्ण चर्चा सौर पवन धाराओं की उत्पत्ति और ऊर्जाकरण के पीछे के तंत्र और पृथ्वी के निकट अंतरिक्ष मौसम के वातावरण पर उनके प्रभाव पर केंद्रित है। ये दोनों तंत्र एक-दूसरे से जुड़े हुए हैं, क्योंकि सौर कोरोना पर विभिन्न स्रोतों का विन्यास और उनकी ऊर्जा इनपुट अंततः घटना सौर पवन धारा की गति एवं भू-प्रभावशीलता को निर्धारित करते हैं [1]।

हालाँकि, सौर कोरोना की जटिल परिस्थितियाँ, जिनमें उच्च तापमान और तीव्र चुंबकीय क्षेत्र शामिल हैं, वहाँ अवलोकनों को काफी चुनौतीपूर्ण बना देती हैं। इस संदर्भ में, अंतरिक्ष यान संकेतों का उपयोग करते हुए सक्रिय कोरोना रेडियो साउंडिंग तकनीकें, सूर्य के कोरोना माध्यम के निकट प्लाज्मा विक्षोम प्रक्रिया, के बारे में जानकारी प्राप्त करने के लिए अमूल्य साबित हुई हैं [2,3]।

सौर कोरोना की जाँच के लिए उपयोग किए जाने वाले रेडियो सिग्नल अंतरग्रहीय अंतरिक्ष यान द्वारा तब प्रेषित किए जाते हैं जब वे सौर संयोजन विन्यास में होते हैं। सौर संयोजन वह अवधि है जब कोई ग्रह पृथ्वी की अपेक्षा में सूर्य के विपरीत दिशा में होता है। यह ज्ञात है कि प्लाज्मा माध्यम के इलेक्ट्रॉन घनत्व और आपतित विद्युत चुम्बकीय तरंग की आवृत्ति में एक सम्बन्ध है, जिसे डिस्पेरशन रिलेशन कहते हैं। चूँकि सौर कोरोना भी एक आयनित प्लाज्मा है, जिसमे विक्षोम भी अंतर्निहित है , उसके प्रभाव उसमे से गुजरने वाली रेडियो तरंग की आवृत्ति के मापदंडों में दर्ज हो जाते हैं। इन्ही रेडियो तरंगों का विश्लेषण करके, कोरोनल साउंडिंग तकनीक हमे सूर्य से उपजने वाली सौर वायु के अध्ययन में सहयोग करती है ।

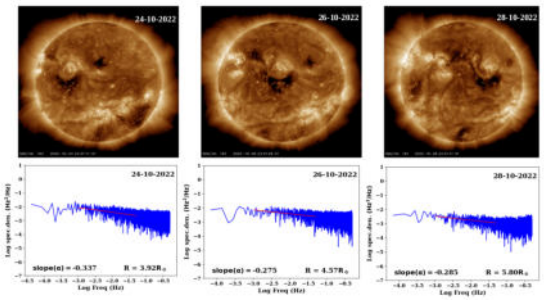
डेटा और कार्यप्रणाली

ये प्रयोग एक्स-बैंड रेडियो संकेतों का उपयोग करके किए गए थे, जिन्हें रेडियो साइंस (आरएस) पेलोड द्वारा अकात्सुकी अंतरिक्ष यान से प्रसारित किया गया था। संकेतों को यूडीएससी (उसुडा डीप स्पेस न्यूटॉर्क), जापान ग्राउंड स्टेशन पर रिकॉर्ड किया गया था।

यह प्रयोग अक्टूबर २०२२ के वीनस-सोलर कंजंक्शन के दौरान किआ गया था। यान से प्रक्षेपित रेडियो सिग्नल जब आयनित कोरोनल माध्यम से यात्रा करता है, तब ग्राउंड स्टेशन पर प्राप्त सिग्नल के चरण (फ्रीकेंसी) में एक परिवर्तन अथवा डॉप्लर शिफ्ट अपेक्षित होती है । प्राप्त सिग्नलों को रेडियो ऑकल्टेशन प्रयोगों में अपनाई गई मानक तकनीक का उपयोग करके प्रेक्षित डॉप्लर शिफ्ट ज्ञात करने के लिए संसाधित किया गया , इस तकनीक का विस्तार में वर्णनं के लिए कृपया हमारे पूर्व प्रकाशित कार्यों को देखें [4,5]। इससे आवृत्ति अवशेषों में शून्य माध्य मान के आसपास उतार-चढ़ाव प्राप्त हुए। इन प्रेक्षणों को डॉप्लर आवृत्ति विपर्यय कहा जाता है , और ये उतार-चढ़ाव उस माध्यम में रेडियो तरंगों के संचरण से उत्पन्न होते हैं जिसके अपवर्तनांक मानों में आंतरिक अंतर प्लाज्मा घनत्व की भिन्नता के कारण होता है। फास्ट फूरियर ट्रांसफॉर्म (एफएफटी) एल्गोरिथम का उपयोग करके इन मानों का वर्णक्रमीय विश्लेषण किया गया, जिससे आवृत्ति के विक्षोम का स्पेक्ट्रम प्राप्त हो सके। इन आवृत्ति विपर्यय स्पेक्ट्रा को एक सीधी रेखा (लॉग-लॉग प्लॉट में) के साथ, इनर्शिअल आवृत्ति रेंज में फिट किया गया था [4,5] | फिर लॉग प्लॉट पर रैखिक फ़िट द्वारा स्लोप का सीधा अनुमान लगाया जा सकता है, यह स्लोप (लाल

सीधी रेखा, चित्र 1) स्पेक्ट्रल इंडेक्स af के मान को दर्शाती है। डेटा विश्लेषण और पैरामीटर अनुमान के विस्तृत चरण [4,5] में दिए गए हैं।

परिणाम



चित्र 1 स्माइली सूर्य घटना के दौरान रेडियो संकेत, आवृत्ति में अस्थिरता का विक्षोम स्पेक्ट्रम।

इस सार में, हमने ऐसे ही एक कोरोनल साउंडिंग प्रयोग का परिणाम प्रस्तुत किया है जो अक्टूबर 2022 के दौरान अकात्सुकी अंतरिक्ष यान द्वारा किया गया था। यहाँ, चित्र १ में तीन प्रयोग दिनों पर आवृत्ति विपर्यय विक्षोम स्पेक्ट्रम को प्रस्तुत किया गया है। उपरोक्त परिणामों की व्याख्या सौर वायु विक्षोम सिद्धांतों [2, 3] के अनुसार की गई है, जो मानते हैं कि सौर वायु विक्षोम चुंबकीय-जलगतिकी (MHD) तरंगों की सौर प्लाज्मा कणों के साथ परस्पर क्रिया द्वारा संचालित होता है। यह विक्षोम कोरोनल क्षेत्र में ऊर्जा स्थानांतरण को स्थापित करता है, कोरोनल माध्यम को गर्म करता है और अंतरग्रहीय माध्यम में प्रसारित होने वाले सौर वायु प्लाज्मा के सुपरसोनिक त्वरण की ओर ले जाता है। ऐसा वस्तुतः पाया गया है कि छोटी सोलर ओफ़्सेट दूरियों पर विक्षोम शक्ति स्पेक्ट्रम एक स्पेक्ट्रल इंडेक्स af (0:2-0:3) के साथ समतलता प्रदर्शित करता है, जो सौर वायु त्वरण क्षेत्र के अनुरूप है। सूर्य की सतह से दूर जाने पर दूरियों पर, स्पेक्ट्रम अपने वर्णक्रमीय सूचकांक af (0:6-0:8) के साथ तीव्र हो जाता है, जो एक विकसित कोल्मोगोरोव-प्रकार विक्षोभ स्पेक्ट्रम के 2/3 मान के करीब है।

परन्तु हमारे चित्र १ में जैसा आप देख सकते हैं, सोलर ओफ़्सेट दुरी बढ़ने पर भी , स्पेक्ट्रल इंडेक्स का मान नहीं बढ़ रहा है। हमने अपने अध्ययन के अनुसार, अपने प्रयोग में इस अवलोकन को सौर भूमध्य रेखा के निकट बड़े कोरोनाल छिद्रों की अद्वितीय तिकड़ी की उपस्थिति को समर्पित किया है । कुछ पूर्व अध्ययनों [3, 5] ने दर्शाया है कि विक्षोभ स्पेक्ट्रम अधिक प्रबल चुंबकीय क्षेत्रों जैसे कि कोरोनल छिद्रों के पास अविकसित होने की संभावना है, और यह समतल ढलानों द्वारा दर्शाया जाता है। स्पेक्ट्रल इंडेक्स में परिवर्तन, कोरोनल छिद्र से निकलने वाली तेज़ सौर हवा के लिए सौर सतह से अधिक दूरी पर होता है, सक्रिय क्षेत्रों [2,5] से निकलने वाली धीमी सौर हवा की तुलना में। हमने प्रयोग के सभी दिनों में अपने डेटा में समतल विक्षोम स्पेक्ट्रम की उपस्थिति देखी, जो दर्शाता है कि रेडियो किरण पथ कोरोनल छिद्रों के प्रभाव में अंतर्निहित है।

निष्कर्ष

इस अध्ययन में, हमने अकात्सुकी रेडियो साउंडिंग प्रयोग का उपयोग करके 3 से 9 सौर त्रिज्याओं की सूर्यकेंद्रित दूरी वाले क्षेत्र से सौर भूमध्यरेखीय के पास स्थित तीन कोरोनल छिद्रों के समूह से निकलने वाली सौर हवाओं के प्रवाह की जाँच की। हमने पाया की रेडियो सिग्नल्स का विक्षोम स्पेक्ट्रम समतल था और आंतरिक मध्य कोरोन में प्रवाह की गति 180 से 400 किमी/सेकंड निकली, इसका श्रेय तेज़ गति वाली धारा को दिया जाता है, जिसका आगमन पृथ्वी के निकट अंतरिक्ष में दो-तीन के बाद दर्ज किया गया।

इस अत्यंत प्रभावी रेडियो साउंडिंग तकनीक के अनुप्रयोग ने हमें आंतरिक कोरोनाल क्षेत्र को समझने में मदद की, जो सबसे कम अध्ययन किआ गया क्षेत्र है। यह हमें परिवेशी सौर पवन के गुणों के साथ-साथ सौर क्षणिक प्रसंगों की भविष्यवाणी करने में मदद कर सकता है जो अंतरिक्ष मौसम के घटनाओं को जन्म दे सकती हैं जो पृथ्वी के निकट के वातावरण को प्रभावित करती हैं।

आभार

मैं जापान के यूडीएससी ग्राउंड स्टेशन और अकात्सुकी अंतरिक्ष यान टीम की सराहना करती हूँ। ऋचा जैन ने ये अध्ययन डॉ. राजकुमार चौधरी के मार्गदर्शन में किए।

सन्दर्भ

1. क्रैनमर, एस. आर., et.al., अंतरिक्ष विज्ञान समीक्षाएँ, खंड 212, संख्या 34, पीपी. 1345-1384,2017. डोई: 10.1007/s11214-017-0416-y
2. एन. ए. आर्मंड, et.al. खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी, 183 (1): 135141, सितंबर 1987।
3. डेविड बी. वेक्सलर et.al.,. खगोलीय पत्रिका, 871 (2): 202, जनवरी 2019।
4. ऋचा जैन, et.al. रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी के नोटिस, 511 (2): 17501756,01 2022।
5. जैन, आर. एन., et.al. रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी के पत्रों की मासिक सूचनाएं, खंड 529, pp.l123l129,2024. |

उत्तरी अरब सागर में उच्च विभेदन महासागरीय गतिशीलता का विश्लेषण: SWOT और OCM-३ के आंकड़ों का संयुक्त उपयोग

नीरज अग्रवाल

वैज्ञानिक/अभियंता-एसजी

पृथ्वी और ग्रह विज्ञान और अनुप्रयोग क्षेत्र (EPSA)

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (SAC), इसरो

neeraj@sac.isro.gov.in

सार

उप-मेसोस्केल महासागरीय प्रक्रियाएँ (१-५० किमी), जो ऊपरी महासागर की गतिशीलता और जैव-रासायनिक परिवर्तनशीलता के लिए महत्वपूर्ण हैं, पारंपरिक अल्टीमेट्री द्वारा अनसुलझे रहे हैं। सतही जल और महासागर स्थलाकृति (**SWOT**) मिशन अब उच्च-रिज़ॉल्यूशन वाली समुद्री सतह की ऊँचाई (**SSH**) डेटा प्रदान करता है जो इन विशेषताओं को हल करने में सक्षम है। यह अध्ययन उत्तरी अरब सागर में उप-मेसोस्केल परिवर्तनशीलता की जांच करने के लिए **EOS-**०६ से ओशन कलर मॉनिटर-३ (**OCM-**३) क्लोरोफिल-ए इमेजरी के साथ **SWOT- SSH** (२ किमी रिज़ॉल्यूशन) को एकीकृत करता है। **OCM-**३ अवलोकनों से उच्च क्लोरोफिल-ए सांद्रता (**>**०.४ **mg m^{-3}**) के साथ सूक्ष्म-स्तरीय भँवर और तंतु (१०-४० किमी) का पता चलता है। वर्तमान लेख उप-मेसोस्केल समुद्र विज्ञान अनुसंधान को आगे बढ़ाने के लिए SWOT-OCM-३ तालमेल की क्षमता का सारांश प्रस्तुत करता है।

प्रस्तावना

ओशन कलर मॉनिटर-३ (OCM-३) से प्राप्त आंकड़े, समुद्र की सतह पर अति सूक्ष्मिय स्वरूप को ख़ूबसूरती से दर्शाते हैं। ये स्वरूप अक्सर उप-मेसोस्केल गतिशीलता (०.१-१० k.m. के पैमाने पर होने वाली प्रक्रियाएं) की ओर इशारा करते हैं जो महासागर परिसंचरण, ऊर्जा बजट और जैव-रासायनिक चक्रों को आकार देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं (मैकगिलिकुडी एट अल., २०१५)। ये विशेषताएँ प्रबल ऊर्ध्वाधर वेगों जो प्रायः १०० मीटर/दिन की गति तक पहुँच जाते हैं| एवं उप-मेसोस्केल गतियों से जुड़े तीव्र क्षैतिज तनाव से उत्पन्न होती हैं (महादेवन और टंडन, २००६)। यह प्रबल ऊर्ध्वाधर परिवहन, पोषक तत्वों को उपसतह से सूर्यप्रकाशित परत तक लाता है, जिससे फाइटोप्लांकटन की मात्रा मे अत्यधिक वृद्धि होती (टेलर और थॉम्पसन, २०२३)।

इन गतिकीओं को पारंपरिक अल्टीमेट्री, जो विभेदन और noise संबंधी सीमाओं के कारण इन सूक्ष्म-स्तरीय प्रक्रियाओं को समझने में कठिनाई का सामना करती है (मॉरो एट अल., २०१९)। यह अवलोकन संबंधी अंतर विशेष रूप से अरब सागर जैसे गतिशील रूप

से जटिल क्षेत्रों में स्पष्ट है, जहाँ मानसूनी हवाएँ, तीव्र स्तरीकरण और एक उत्पादक पारिस्थितिकी तंत्र इस प्रक्रिया को और जटिल बना देते हैं

दिसंबर २०२२ में सतही जल और महासागर स्थलाकृति (SWOT) मिशन का प्रक्षेपण उप-मेसोस्केल गतिकी के अवलोकन और समझने की हमारी क्षमता में एक महत्वपूर्ण उपलब्धि है। Ka-बैंड रडार इंटरफेरोमीटर (KaRIn) से सुसज्जित, SWOT एक विस्तृत पट्टी पर उच्च-रिज़ॉल्यूशन वाली समुद्री सतह की ऊँचाई (SSH) माप प्रदान करता है, जो १५-३० किमी तक की समुद्रीय आकृतियों को स्पष्ट रूप से विभक्त करने की क्षमता रखता है । SWOT अवलोकनों को OCM-३ जैसे सेंसरों से प्राप्त महासागर रंग डेटा के साथ एकीकृत करने से उप-मेसोस्केल गतिकी और महासागरों में जैवभौतिकीय अंतःक्रियाओं पर

उनके प्रभाव की हमारी समझ को आगे बढ़ाने की अपार संभावनाएँ हैं।

इस अध्ययन का उद्देश्य OCM-३ और SWOT के अनूठे दृष्टिकोणों को मिलाकर, अरब सागर में उप-मेसोस्केल गतिकी और जैवभौतिकीय अंतःक्रियाओं के बीच जटिल अंतर्संबंध को प्रदर्शित करना है।

आँकड़े और विधियाँ

समुद्री सतह का तापमान

उच्च-रिज़ॉल्यूशन समुद्री सतह तापमान (GHRSST) स्तर ४ (L४) ०.०११ डिग्री रिज़ॉल्यूशन डेटा प्राप्त किया जाता है।

क्लोरोफिल सांद्रता

ओशन कलर मॉनिटर (OCM३) से प्राप्त जनवरी-मार्च २०२४ के आंकड़ों का उपयोग ३६६ मीटर रिज़ॉल्यूशन पर किया गया है।

समुद्र तल विसंगति

इस अध्ययन में, SWOT-L३ के 'बेसिक' संस्करण का उपयोग किया गया है, जिसमें २ किमी x २ किमी ग्रिड पर उपलब्ध समुद्री सतह ऊँचाई विसंगति (SSHA) चर और भूस्थैतिक वेग शामिल हैं। इस डेटा में नादिर समुद्र तल के आंकड़ों को भी शामिल किया गया है।

समुद्री सतह वेग

स्तर ४ ग्रिडेड समुद्र तल डेटा DUACS DT-२०१८ संस्करण का उपयोग ०.२५° x ०.२५° रिज़ॉल्यूशन पर दैनिक समुद्री सतह वेग को प्राप्त करने के लिए किया जाता है।

कार्यप्रणाली

समुद्र सतह की ऊँचाई (h) से भूस्थैतिक वेग के क्षेत्रीय (u_g) और देशांतर घटक (v_g) की गणना निम्न सूत्र का उपयोग करके की जाती है:

$$u_g = -\frac{g}{f}\frac{\partial h}{\partial y}, v_g = \frac{g}{f}\frac{\partial h}{\partial x} \quad (१)$$

सामान्यीकृत विकृति दर

$$S = \frac{g}{f}\sqrt{(u_x - v_y)^2 + (v_x + u_y)^2} \quad (२)$$

और भंवरता का सामान्यीकृत ऊर्ध्वाधर घटक ζ

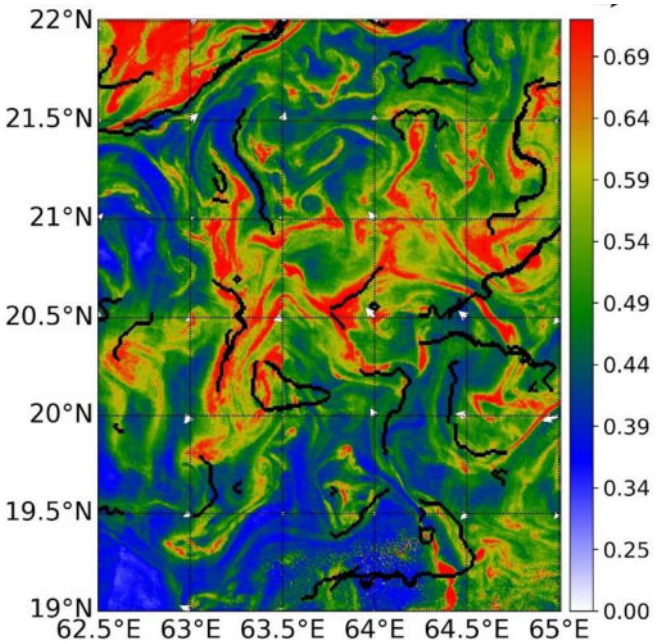
$$\zeta = \frac{g}{f}(v_x - u_y) \quad (३)$$

जहाँ, $f = 2\Omega \sin \Phi$ कोरिओलिस प्राचल है, g गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण है, उप-अंक x और y क्रमशः x और y के सापेक्ष u या v के आंशिक अवकलज को दर्शाते हैं।

परिणाम

महासागर कलर डेटा में सूक्ष्म पैमाने की विशेषताएँ

अरब सागर में २१ फ़रवरी २०२४ के OCM-३ LAC डेटा (चित्र १a) से प्राप्त क्लोरोफिल-a सांद्रता की छवि में उच्च परिवर्तनशीलता दिखाई देती है, जिसमें तट के निकट स्पष्ट रूप से उच्च मान हैं। गुजरात तट से दूर एक छोटे से क्षेत्र में उपसमूह डोमेन (३° x ३° क्षेत्र) में स्पष्ट रूप से भंवर जैसी विशेषताएँ और उप-मध्यम पैमाने के तंतु स्पष्ट रूप से दिखाई देते हैं। ये विशेषताएँ आकार में १० से ४० किमी तक भिन्न होती हैं, और इन विशेषताओं के केंद्र में क्लोरोफिल-a की सांद्रता आसपास के क्षेत्रों की तुलना में अधिक (> ०.४ mg/m३) है।



चित्र १:भारत के गुजरात के पश्चिमी तट पर, EOS-०६ पर सवार OCM-३ से क्लोरोफिल-a (mg/m³) का स्थानिक वितरण, अति सूक्ष्म पैमाने के तंतुओं और संरचनाओं को दर्शाता है। काले रंग की रेखाएँ समुद्रीय ताप के आँकड़ों से तापीय प्रवणता को दर्शा रही हैं। समुद्रीय वेग के सदिश सफ़ेद रंग से दिखाई गये हैं। ये चित्र २१ फ़रवरी २०२४ के आँकड़ों से बनाया गया है।

प्रत्येक भँवर अकार के केंद्र में उच्च क्लोरोफिल सांद्रता यह संकेत देती है कि ये चक्रवाती भंवर हो सकते हैं। उच्च विभेदन समुद्री सतही तापमान समान आकृतियों को प्रकट करता है, जिनके केंद्र में अपेक्षाकृत ठंडा तापमान होता है, और इनमें से कुछ भंवरों की परिधि पर एक तीव्र तापमान प्रवणता होती है।

SWOT से भूविक्षेपी वेग

खंड २ में वर्णित कार्यप्रणाली का उपयोग करते हुए, हमने २ किमी x २ किमी क्षैतिज रिज़ॉल्यूशन पर मिलने वाली SWOT समुद्र सतह ऊंचाई विसंगति से भूस्थैतिक धाराओं की गणना की और इन वर्तमान वेक्टरों को चित्र २ में क्लोरोफिल सांद्रता छवि पर ओवरले किया गया है। क्लोरोफिल-a के वितरण में उप-मध्यम पैमाने के प्रवाहों का स्पष्ट प्रभुत्व SWOT से प्राप्त भूविक्षेपी धाराओं के साथ अच्छी तरह से संरेखित देखा जा सकता है, जो अरब सागर के लिए पहली बार है।

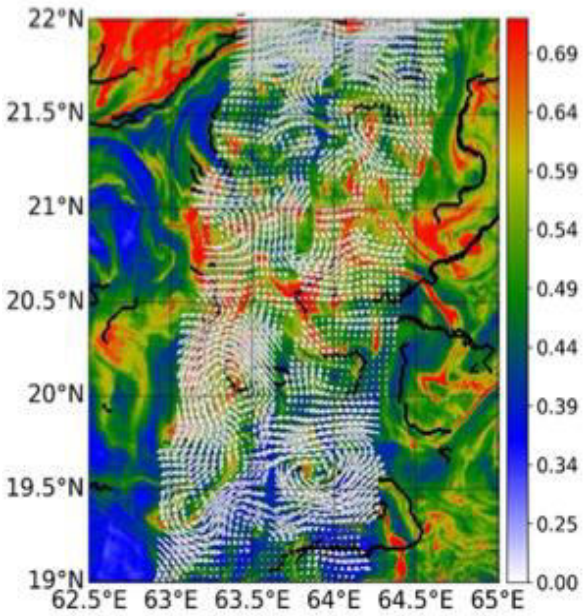
सारांश

यह अध्ययन SWOT अवलोकनों से उप-मेसोस्केल गतिकी निकालने और उन्हें तटीय और खुले महासागरीय क्षेत्रों में जैवभौतिकीय अंतःक्रियाओं को समझने के लिए महासागर रंग डेटासेट के साथ युग्मित करने हेतु एक आशाजनक ढाँचा प्रस्तुत करता है।

उच्च रिज़ॉल्यूशन पर भूस्थैतिक अनुमानों से प्राप्त धाराओं से कोई भी व्याख्या करते समय सावधानी बरतने की आवश्यकता है। जबकि मेसोस्केल धाराएँ काफी हद तक भूस्थैतिक होती हैं, उप-मेसोस्केल विशेषताओं का अध्ययन करने के लिए आवश्यक उच्च रिज़ॉल्यूशन उन गतियों को प्रकट करता है जहाँ आयुस्थैतिक घटक भी महत्वपूर्ण हो जाते हैं और भूस्थैतिक संतुलन कम प्रभावी होता है (उदाहरण के लिए टेलर और थॉम्पसन २०२३)।

आभार

लेखक, निदेशक, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र और EPSA के उपनिदेशक के निरंतर सहयोग और प्रेरणा के लिए अत्यंत आभारी हैं। श्री आदित्य चौधरी एवं डॉ जिशाद को ग्राफ़िक्स में सहायता की लिए धन्यवाद।



चित्र २: २१ फरवरी २०२४ के लिए SWOT से जियोस्ट्रोफिक धाराओं (०.५ मीटर/सेकंड तक स्केल) के वेक्टर २१ फरवरी २०२५ के क्लोरोफिल-ए सांद्रता क्षेत्र पर overlay किया गया है।

संदर्भ

महादेवन, ए., और टंडन, ए. (२००६)। उप-मध्यमस्तरीय के तंत्रों का विश्लेषण। *Ocean Modelling*, १४(३-४), २४१-२५६।

मैकगिलिकुडी et. al. (२०१५)। भंवर/हवा की परस्पर क्रियाएँ असाधारण मध्य-महासागरीय प्लवक प्रस्फुटन को प्रेरित करती हैं। Science, ३४६(६२११), १२५७९६७.

मॉरो, आर et. al. (२०१९). सतही जल और महासागरीय स्थलाकृति (एसडब्ल्यूओटी) मिशन के साथ सूक्ष्म पैमाने पर महासागरीय सतह स्थलाकृति के वैश्विक अवलोकन। *Frontiers in Marine Science*, ६, २३२.

टेलर, जे. आर., और थॉम्पसन, ए. एफ. (२०२३). ऊपरी महासागर में उप-मेसोस्केल गतिकी। *Annual Review of Fluid Mechanics*, ५५(१), १०३-१२७.

विगर्ट, जे. डी., हूड, आर. आर., बैंस, के., और किंडल, जे. सी. (२००५). अरब सागर में मानसून-संचालित जैव-भू-रासायनिक प्रक्रियाएँ। *Progress in Oceanography*, ६५(२-४), १७६-२१३.

पॉलीनोमियल ट्रांसफर इक्वेशन वाले डिफरेंशियल इंडक्टिव सेंसर के लिए इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर-आधारित लीनियरिंग फ्रंट-एंड

भावेश राज सिंह नेहरा[1], अनूप चंद्रिका श्रीकांतन[2]
भावेश राज सिंह नेहरा[1]- वैज्ञानिक/अभियंता-'SC, ग्रहीय विज्ञान प्रभाग, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, bhavnehra@prl.res.in

सार

यह पेपर डिफरेंशियल इंडक्टिव सेंसर (DIS) के नॉनलाइनियर सिग्नल को प्रोसेस करने के लिए एक नए **लीनियरिंग इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर (LIA)** का प्रस्ताव करता है। यह डिज़ाइन पारंपरिक IA और मल्टीप्लायरों को जोड़कर अलग लीनियराइज़र सर्किट की आवश्यकता को खत्म करता है। LIA, DIS की बहुपद विशेषताओं को व्युत्क्रम रूप से संश्लेषित करके रैखिक आउटपुट प्रदान करता है।**LVDT एप्लीकेशन** में परीक्षणों से 100 मिमी रेंज पर **0.93% नॉनलाइनियरिटी** (मूल NL से 6× बेहतर) और **61 dB से अधिक SNR** दर्शाया गया। यह तकनीक एयरोस्पेस जैसे क्षेत्रों में DIS की प्रदर्शन क्षमता बढ़ाती है।

प्रस्तावना

इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर (IA) अपनी उच्च लाभ सटीकता और कॉमन-मोड रिजेक्शन के कारण डिफरेंशियल सेंसर्स के लिए आदर्श होते हैं[1]। हालाँकि, LVDT जैसे कई डिफरेंशियल इंडक्टिव सेंसर्स (DIS) का एक गैर-रैखिक आउटपुट होता है, जिसके लिए न्यूरल नेटवर्क या इनवर्स पॉलीनोमियल्स जैसी जटिल रैखिकीकरण विधियों की आवश्यकता होती है। ये मौजूदा तकनीकें अक्सर जटिल होती हैं और अतिरिक्त सर्किटरी की मांग करती हैं। LVDT एयरोस्पेस, औद्योगिक स्वचालन और CNC मशीनरी में सटीक विस्थापन संवेदन के लिए महत्वपूर्ण हैं।

प्रस्तावित रैखिकीकरण IA के लिए DIS

प्रस्तावित LIA परिपथ (चित्र-1) DIS के आउटपुट vS_1 और vS_2 को स्वीकार करता है। अंतर संकेत $vD = vS_1 - vS_2$ मापनीय राशि x की जानकारी वहन करता है। vD और x के बीच संबंध बहुपदीय हो सकता है, जैसा कि समीकरण (1) में दर्शाया गया है: जहाँ c_1 और c_2 बहुपद गुणांक हैं।

$$v_D = v_{S1} - v_{S2} = c_1x - c_2x^3 \quad (1)$$

LIA, vS_1 और vS_2 को प्रोसेस करके x का रैखिक आउटपुट देता है। यह एक IA, एक मल्टीप्लायर (MUL) और RP व RQ के रेसिस्टेंस नेटवर्क से बना है। IA के आउटपुट vIA को समीकरण (2) के अनुसार व्यक्त किया जाता है: जहाँ G गेन और VREF रेफरेंस वोल्टेज है।

$$v_{IA}=G\times(v_{S1} - v_{S2}) + V_{REF} = G\times(c_1x - c_2x^3) + V_{REF} \quad (2)$$

जैसा कि चित्र 1 के अनुसार, मल्टीप्लायर स्टेज $VREF = K \times vIA^3$ सुनिश्चित करता है, जहाँ $K = RP / (RP + RQ)$ है। इस मान को समीकरण (2) में प्रतिस्थापित करने और सरलीकरण करने पर निम्न समीकरण प्राप्त होता है:

$$v_{IA} - K \times v_{IA}^3 = G \times (c_1x - c_2x^3) \quad (3)$$

LIA को x के समानुपाती आउटपुट vIA देने के लिए डिज़ाइन किया जाता है। माना p आनुपातिकता स्थिरांक है, अतः

$vIA = p \times x$ इस संबंध को समीकरण (3) में प्रतिस्थापित करने पर समीकरण (4) प्राप्त होता है। नियतांक को दर्शाता है। तब, हम लिख सकते हैं:

$$p \times x - K\times p^3\times x^3 = G\times c_1\times x - G\times c_2\times x^3 \quad (4)$$

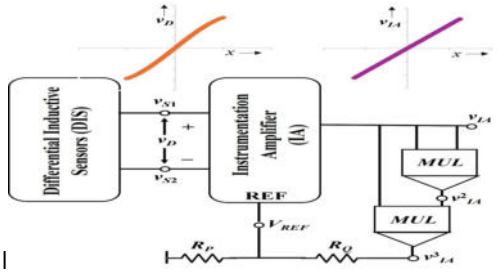
समीकरण (4) के दोनों पक्षों में गुणांकों की तुलना करने पर हमें प्राप्त होता है:

$$p = G \times c_1;\ K \times p^3 = G \times c_2 \quad (5)$$

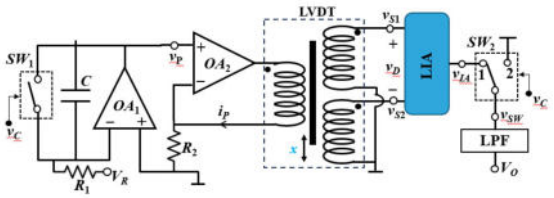
दूसरे शब्दों में, हम $vIA = G \times c1 \times x$ प्राप्त कर सकते हैं, बशर्ते K का मान (6) के अनुसार चुना गया हो।

$$K=G\times c_2/p_3 = c_2/(c_3\times G^2) = R_P/(R_P+R_Q) \quad (6)$$

LIA सर्किट DIS सिग्नल को x के समानुपाती आउटपुट ($vIA = p \times x$) में परिवर्तित करता है। RP और RQ प्रतिरोधों को समीकरण (6) के अनुसार चुना जाता है। यह डिज़ाइन विभिन्न DIS सेंसर के लिए अनुकूलनीय है। LVDT हेतु LIA आधारित परिपथ प्रस्तावित है।



चित्र 1: DIS के लिए प्रस्तावित LIA का परिपथ आरेख।



चित्र 2: LVDT के लिए LIA-आधारित अनुप्रयोग परिपथ।

LVDT सिग्नल कंडीशनिंग में LIA का अनुप्रयोग

प्रस्तावित LIA-L एक स्विच्ड इंटीग्रेटर (OA1) और ट्रांसकंडक्टेंस एम्पलीफायर (OA2) के माध्यम से LVDT प्राथमिक को सॉ-टूथ धारा (i_p) प्रदान करता है तथा द्वितीयक वोल्टेज (v_{s1}, v_{s2}) को संसाधित करता है। पल्स v^c द्वारा नियंत्रित दो-चरणीय संचालन होता है।

$$i_P = R_2 v_P = -R1R_2C_1V_R \times t = d_p \times t \quad (7)$$

इससे d_p स्थिर रहता है, अतः किसी विस्थापन x के लिए वोल्टेज v_{s1}, v_{s2} और उनका अंतर vD स्थिर रहकर समीकरण (1) का पालन करते हैं। LIA, vD को रैखिक बनाकर v_IA उत्पन्न करता है (समीकरण 5)। LP चरण में SW2 → 1 होने पर vSW = vIA तथा SW2 → 2 होने पर vSW = 0 होता है।

$$v_{SW} = [\ v_{IA}, \text{ जब } t \in T_L \text{ और } 0, \text{ जब } t \in T_R \quad (8)$$

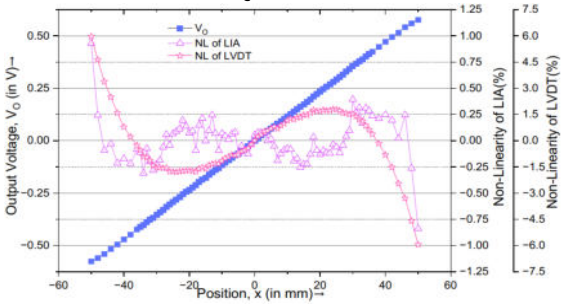
इस प्रकार, v_{SW} एक पल्स ट्रेन (ON समय T^L, अवधि $T = T^L + T^R$) बन जाता है। एक लो-पास फिल्टर (LPF) जिसका कटऑफ $\ll 1/T$ होता है, इसे औसत करके निम्नलिखित प्राप्त करता है:

$$V_O = v_{IA} \times (T_L/T_L + T_R) = G \times c_1 \times x \times (T_L/T) = c_T \times x \quad (9)$$

अतः आउटपुट VO, विस्थापन x के अनुक्रमानुपाती होता है। संवेदनशीलता cT को G के माध्यम से समायोजित किया जाता है। अवधि T को कम करने से रूपांतरण समय Tcon कम होता है, जिससे गति बढ़ जाती है। संपूर्ण LIA-आधारित LVDT परिपथ चित्र 2 में दर्शाया गया है। प्रणाली का प्रायोगिक मूल्यांकन किया गया, जिसके परिणाम चित्र 3 में प्रस्तुत हैं।

निष्कर्ष

LIA-L, एक रैखिकीकरण इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर, ने LVDT के साथ मूल्यांकन में 0.93% अरैखिकता, 61 dB SNR और 100 मिमी रेंज के साथ उत्कृष्ट प्रदर्शन दिया।



चित्र 3: 100 मिमी रेंज के लिए LIA हार्डवेयर परीक्षण परिणाम

पारंपरिक विधियों से भिन्न, यह एकल IA परिपथ में रैखिकीकरण और डिमॉड्यूलेशन को समेकित करता है, जिससे अलग चरणों या जटिल ब्लॉकों की आवश्यकता समाप्त होती है। फीडबैक प्रतिरोध समायोजन द्वारा विभिन्न सेंसरों के लिए अनुकूलनीय है, जिससे कम कॉइल्स वाले कुशल डिजाइन संभव होते हैं। LIA-L सादगी, घटक संख्या और प्रदर्शन में श्रेष्ठ है तथा एयरोस्पेस निगरानी हेतु उपयुक्त है।

आभार

अनूप चंद्रिका श्रीकांतन , मैं अपने मार्गदर्शक का हृदय से आभार व्यक्त करता हूँ, जिन्होंने इस परियोजना में मेरी सहायता करने के साथ-साथ मार्गदर्शन का सहारा दिया।

सन्दर्भ

[1] ए. एस. मॉरिस और आर. लैंगारी, "अध्याय 8 - डेटा अधिग्रहण एवं सिग्नल प्रसंस्करण के सिद्धांत", *मापन एवं इंस्ट्रुमेंटेशन*, तृतीय संस्करण, एकेडमिक प्रेस, 2021, पृ. 211-241. doi: 10.1016/B978-0-12-817141-7.00008-6.

[2] एच. गणेशन, बी. जॉर्ज और एस. अनिरुद्धन, "LVDT के लिए रिलैक्सेशन ऑसिलेटर-आधारित इंटरफेस सर्किट का डिजाइन एवं विश्लेषण," *IEEE ट्रांस. इंस्ट्रम. मेस.*, खंड 68,

[3] बी. आर. एस. नेहरा और ए. सी. श्रीकांतन, "LVDT के लिए सरल रैखिकीकरण सर्किट टोपोलॉजी का मूल्यांकन," *IEEE सेंसर्स लेटर्स*, खंड 7, अंक 12, पृ. 1-4, दिसंबर 2023.

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

उच्च थ्रूपुट उपग्रह संचार नेटवर्क के लिए प्रीफेचिंग तकनीक का उपयोग

आशिष जैन [1], कपिल शर्मा [2], अरविन्द कुमार त्यागी[3], सुधीर अग्रवाल[4]

वैज्ञानिक / अभियंता - एसडी, सी.ए.डी / सी.टी.ए.जी. / एस.एस.ए.ए, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक), भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो), ashish35@sac.isro.gov.in

सार

उपग्रह संचार नेटवर्क ब्रॉडबैंड इंटरनेट, नेविगेशन, पर्यावरण निगरानी और आपातकालीन प्रतिक्रिया सहित विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए महत्वपूर्ण बुनियादी ढांचे के रूप में काम करते हैं। हालाँकि, उनकी अंतर्निहित गुण जैसे लंबी विलंबता और सीमित बैंडविड्थ संसाधन, अंतर्निहित परिवहन प्रोटोकॉल उपयोगकर्ता के ब्राउज़िंग अनुभव की गुणवत्ता को काफी कम कर देते हैं। हमने एक प्रीफ़ेचिंग तकनीक विकसित की हैं। जो वेब ब्राउज़िंग को तेज़ करती हैं। और उपयोगकर्ता के ब्राउज़िंग अनुभव और सैटेलाइट संसाधनों के उपयोग को बेहतर बनाती है। प्रस्तावित तकनीकों का मूल्यांकन नेटवर्क एमुलेटर और जीसैट-11 उपग्रह का परीक्षण करके किया गया हैं। जिस से पता चलता है कि उपग्रह आधारित ब्रॉडबैंड इंटरनेट में प्रस्तावित तकनीकों को तैनात करके कई लाभ प्राप्त किए जा सकते हैं।

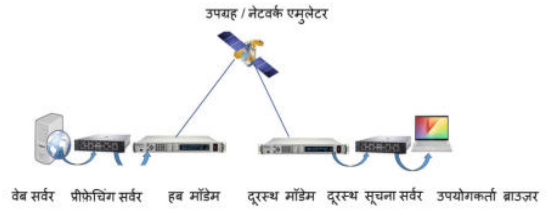
प्रस्तावना

ब्रॉडबैंड उपग्रह दूरदराज के समुदायों के लिए इंटरनेट की सुविधा प्रदान करता हैं। दूरस्थ उपयोगकर्ता के वेब ब्राउज़िंग अनुभव की गुणवत्ता अधिक राउंड ट्रिप का समय में देरी (भूस्थैतिक उपग्रहों के लिए लगभग 512 मिलीसेकंड), उच्च बिट त्रुटि रूप और उपग्रह प्रणाली की सीमित बैंडविड्थ से प्रतिकूल रूप से प्रभावित होती है।

प्रस्तावित उपग्रह संचार नेटवर्क आरेख

प्रस्तावित उपग्रह संचार नेटवर्क आरेख को चित्र-1 में दर्शाया गया है । इसमें निम्नलिखित शामिल हैं।

- वेब सर्वर - हब साइड से जुड़ा हुआ है ।
- प्रीफ़ेचिंग सर्वर- हब साइड पर स्थापित है ।
- उपग्रह/नेटवर्क एमुलेटर
- सूचना सर्वर जो दूरस्थ साइड पर स्थापित है ।
- दूरस्थ उपयोगकर्ता ब्राउज़र का उपयोग करता है।



चित्र 1 *प्रस्तावित उपग्रह संचार नेटवर्क आरेख*

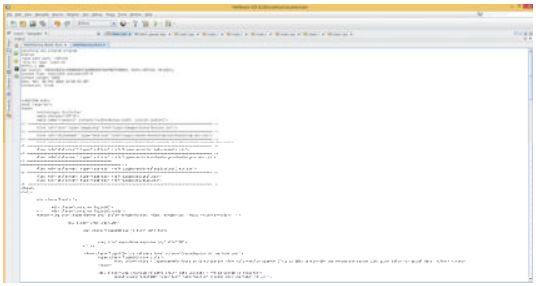
प्रीफेचिंग सर्वर का विवरण

एक प्रीफ़ेचिंग एल्गोरिथम ब्राउज़र को उस सामग्री को प्रदर्शित करने के लिए आवश्यक संसाधनों को चुपचाप प्राप्त करने की अनुमति देता है जिसे उपयोगकर्ता निकट भविष्य में एक्सेस करता है। प्रीफ़ेचिंग के कई प्रकार मौजूद हैं। सबसे व्यापक रूप से इस्तेमाल की जाने वाली विधि लिंक प्रीफ़ेचिंग है। लिंक प्रीफ़ेचिंग ऐसी तकनीक है जो वेब ब्राउज़र को वेब पेजों की लोडिंग और रेंडरिंग को तेज़ करने के लिए संसाधनों को प्रीलोड करता हैं।

प्रीफेचिंग एल्गोरिथ्म मॉड्यूल विकास प्रक्रिया

जब कोई दूरस्थ उपयोगकर्ता किसी विशिष्ट वेब पृष्ठ को इंटरनेट में ढूँढता है। प्रारंभिक "सिंक" पैकेट भेजा जाता है। और सूचना सर्वर इन पैकेट को प्रीफेचिंग सर्वर को भेजता है। प्रीफेचिंग सर्वर इन पैकेट को प्राप्त करता है। और मूल वेब सर्वर आईपी के अनुसार, यह तीन-तरफा हैंडशेकिंग का उपयोग करके एक टीसीपी कनेक्शन स्थापित करता है। इनके बाद, प्रीफेचिंग सर्वर को प्राप्त वेब पृष्ठ अनुरोध के साथ यूआरएल प्राप्त होता है। और इन अनुरोध को मूल वेब सर्वर को भेजता है। वेब सर्वर यूआरएल से जुड़े मुख्य पृष्ठ को लाता है। और एचटीएमएल प्रतिक्रिया को प्रीफेचिंग सर्वर को वापस भेजता है। इन प्रक्रिया के बाद, हमारा प्रीफेचिंग सर्वर

एल्गोरिदम चलता है। जो एचटीएमएल पार्सर मॉड्यूल का उपयोग करके मुख्य पृष्ठ को पार्सिंग करता है। मुख्य पृष्ठ प्रतिक्रिया को चित्र-2 में दिखाया गया है। प्रीफेचिंग सर्वर सभी इन-लाइन वेब संसाधनों का सेट ढूंढता है जो मुख्य एचटीएमएल (पृष्ठ में एम्बेडेड है। इनके अलावा, यह वेब सर्वर से इन सभी नेस्टेड संसाधनों को लाता है। साथ ही, प्रीफेचिंग सर्वर संसाधन को उपग्रह के माध्यम से सूचना सर्वर को भेजता है। दूरस्थ सूचना सर्वर इन संसाधनों को अपने स्थानीय मेमोरी में संग्रहीत करता है। जिससे वह अनुरोधित डेटा को तेजी से भेज सकता है।



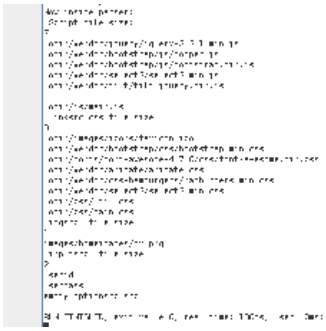
चित्र 2 *मुख्य एचटीएमएल पृष्ठ*

प्रस्तावित तकनीक का परीक्षण सेटअप

प्रस्तावित तकनीकों की प्रभावशीलता को सत्यापित करने के लिए प्रयोगशाला में नेटवर्क एमुलेटर का और उपग्रह लिंक परीक्षण के लिए जीसैट-11 उपग्रह लिंक का उपयोग करके एक परीक्षण सेटअप तैयार किया गया है।

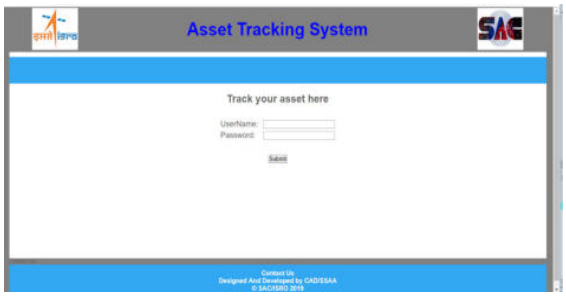
परिणाम और चर्चा

प्रीफेचिंग एल्गोरिदम मुख्य एचटीएमएल पृष्ठ से प्राप्त वेब संसाधनों/लिंक के सेट को ढूंढता है जो मुख्य पृष्ठ में अंतर्निहित हैं। जैसा की चित्र 3 में दिखाया गया है।



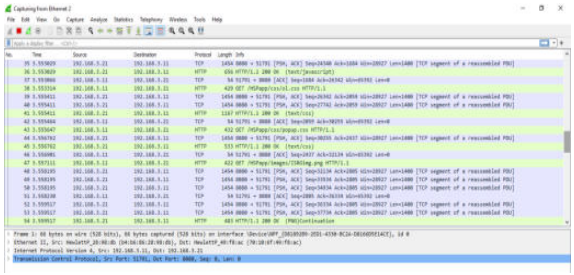
चित्र 3 *मुख्य एचटीएमएल पृष्ठ से प्राप्त सभी नेस्टेड संसाधनों का सेट*

प्रस्तावित प्रीफेचिंग तकनीकों का उपयोग करते हुए दूरस्थ उपयोगकर्ता सफलतापूर्वक वेब पृष्ठ को प्राप्त करता है। जैसा की चित्र 4 में दिखाया गया है।



चित्र 4 *दूरस्थ उपयोगकर्ता वेब पृष्ठ को प्राप्त करता है।*

वायरशार्क (पैकेट कैप्चरिंग और विश्लेषण सॉफ्टवेयर) में पैकेट प्रवाह को चित्र 5 में दर्शाया गया है। उपयोगकर्ता एक टीसीपी कनेक्शन स्थापित कर एचटीएमएल डेटा का आदान - प्रदान करता हैं।



चित्र 5 *वायरशार्क सॉफ्टवेयर में पैकेट प्रवाह*

निष्कर्ष

प्रस्तावित तकनीक का उपग्रह लिंक में मूल्यांकन और नेटवर्क एमुलेटर का उपयोग करने से पता चलता है कि उपग्रह आधारित इंटरनेट एक्सेस नेटवर्क में प्रस्तावित तकनीकों को तैनात करने से कई लाभ प्राप्त किए जा सकते हैं। उपग्रह लिंक में संसाधनो को आदान-प्रदान की मात्रा में कमी आई हैं। पृष्ठ लोड समय में उल्लेखनीय कमी आई हैं। दूरस्थ उपयोगकर्ता पक्ष में एक साथ कनेक्शन संसाधनों की संख्या में कमी आई हैं। वेब सर्वर लोड में कमी आई हैं। और उपग्रह बैंडविड्थ का उपयोग की बेहतर हुआ हैं।

आभार

लेखक समूह के सभी वरिष्ठ अधिकारियों एवं प्रभाग के सभी सहकर्मियों का आभार प्रकट करते हैं।

विकिरण के प्रकार एवं मापन प्रणाली का वर्गीकरण

डॉ. अर्पित पटेल

वैज्ञानिक/अभियंता - SE, ग्रहीय विज्ञान प्रभाग, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, arpitp@prl.res.in

सार

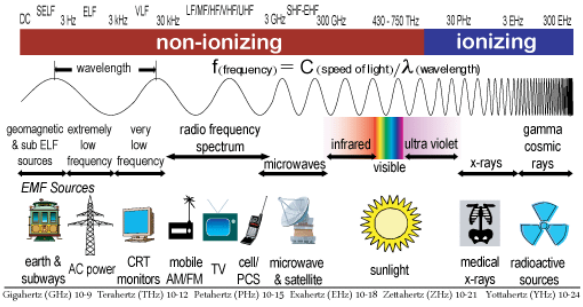
विकिरण मापन प्रणाली के विकास से पूर्व विकिरण के प्रकारों की स्पष्ट समझ आवश्यक है। विकिरण एक ऐसी ऊर्जा है जो तरंगों या कणों के रूप में प्रसारित होती है और इसे उसकी आयनीकरण क्षमता के आधार पर आयनीकरण एवं अनायनीकरण विकिरण में वर्गीकृत किया जाता है। विकिरण मापन में प्रयुक्त डिटेक्टरों को उनकी कार्यप्रणाली के अनुसार दो मुख्य श्रेणियों–प्रत्यक्ष रूपांतरण डिटेक्टर और अप्रत्यक्ष रूपांतरण डिटेक्टर–में विभाजित किया गया है। यह वर्गीकरण डिटेक्टर की रूपांतरण क्षमता, ऊर्जा विभेदन और अनुप्रयोग के आधार पर किया जाता है, जो कि विभिन्न वैज्ञानिक और औद्योगिक क्षेत्रों में विकिरण की सटीक माप हेतु महत्वपूर्ण है।

प्रस्तावना

किसी भी विकिरण मापन यंत्र को डिज़ाइन करने से पहले, विकिरण के प्रकार और उसके स्वरूप को समझना बहुत आवश्यक होता है। विकिरण एक प्रकार की ऊर्जा है, जो कि किरणों, तरंगों या सूक्ष्म कणों के रूप में फैलती है। कुछ विकिरण जैसे दृश्यमान प्रकाश और अवरक्त विकिरण हमें दिखाई या महसूस हो सकते हैं, लेकिन एक्स-रे और गामा-किरणें जैसी अन्य विकिरणें सीधे दिखाई नहीं देतीं और इन्हें विशेष यंत्रों की मदद से ही मापा जा सकता है।

विकिरण को दो मुख्य प्रकारों में बाँटा जाता है: **आयनीकरण (Ionizing)** और **अनायनीकरण (Non-ionizing)** विकिरण। यह वर्गीकरण इस बात पर आधारित होता है कि विकिरण किसी वस्तु या परमाणु के साथ किस प्रकार की क्रिया करता है। इसी के आधार पर यह तय होता है कि उसे मापने के लिए कौन सी तकनीक या यंत्र उपयोगी होगा।

अनायनीकरण विकिरण में इतनी ऊर्जा नहीं होती कि वह परमाणुओं या अणुओं से इलेक्ट्रॉन निकाल सके। यह हमारे दैनिक जीवन में सामान्य रूप से पाया जाता है। जैसे कि माइक्रोवेव ओवन, मोबाइल फोन, जीपीएस, टेलीविज़न और रेडियो ट्रांसमिशन, बेबी मॉनिटर, और अन्य वायरलेस उपकरण। इसके अलावा पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र, पावर लाइनों, घर की वायरिंग और घरेलू उपकरणों से उत्पन्न विद्युत-चुंबकीय क्षेत्र भी इसी श्रेणी में आते हैं। इन बहुत ही कम आवृत्ति वाली तरंगों को **अत्यंत निम्न आवृत्ति (ELF)** विकिरण कहा जाता है।



चित्र 1: विद्युतचुंबकीय वर्णक्रम पर विकिरण के प्रकार [1]

विकिरण मापन हेतु प्रयुक्त प्रणालियाँ

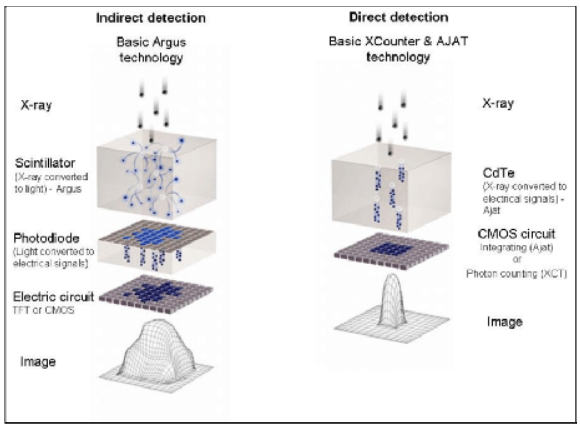
सेंसर या डिटेक्टर एक ऐसा यंत्र होता है जो किसी प्रणाली का घटक होता है और भौतिक, रासायनिक, जैविक अथवा अन्य किसी भी मापनीय मान को मापने के लिए प्रयोग किया जाता है। विद्युतचुंबकीय वर्णक्रम में विकिरण को उस ऊर्जा के रूप में परिभाषित किया जाता है, जो किसी स्रोत से तरंगों और कणों के माध्यम से प्रसारित होती है – जैसे रेडियो तरंगें (न्यूनतम ऊर्जा) से लेकर गामा विकिरण (अत्यधिक ऊर्जा) तक।

विकिरण डिटेक्टरों का सिद्धांत इस बात पर आधारित होता है कि वे आयनीकरण की प्रक्रिया द्वारा अल्फा, बीटा, गामा किरणों, एक्स-रे, प्रोटॉन और न्यूट्रॉन जैसे विकिरण कणों की पहचान कर सकते हैं। जब कोई

अत्यधिक ऊर्जा वाला कण किसी पदार्थ में प्रवेश करता है, तो वह उस माध्यम को आयनित करता है, जिसे विभिन्न प्रकार के सेंसर द्वारा मापा जा सकता है।

डिटेक्टर सामग्री से टकराने पर जो फोटॉन ऊर्जा निकलती है, उसे **प्रत्यक्ष (Direct)** या **अप्रत्यक्ष (Indirect)** प्रक्रिया द्वारा विद्युत संकेत (Electrical Signal) में बदला जाता है। यह रूपांतरण डिटेक्टर के प्रकार पर निर्भर करता है। इस आधार पर विकिरण डिटेक्टरों को मुख्यतः दो प्रकारों में वर्गीकृत किया जाता है:

1. प्रत्यक्ष रूपांतरण डिटेक्टर
2. अप्रत्यक्ष रूपांतरण डिटेक्टर

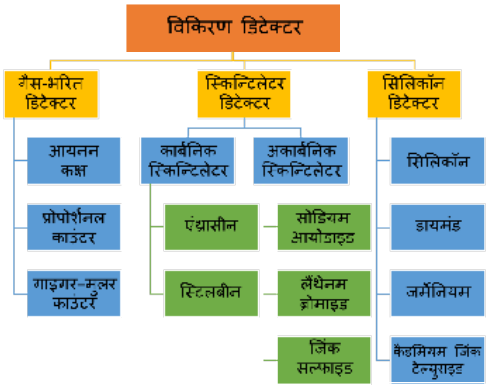


चित्र 2: प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष रूपांतरण प्रकार एक्स-रे डिटेक्टरों में चार्ज कैरियर (इलेक्ट्रॉन-होल जोड़ी) के निर्माण की योजनात्मक रूपरेखा [2]

प्रत्यक्ष रूपांतरण डिटेक्टर वह होते हैं जिनमें आने वाला फोटॉन सीधे विद्युत संकेत में बदल जाता है। जबकि **अप्रत्यक्ष रूपांतरण डिटेक्टरों** में यह प्रक्रिया दो चरणों में होती है: पहले चरण में, फोटॉन को दृश्य प्रकाश में बदला जाता है और दूसरे चरण में इस प्रकाश को विद्युत संकेत में रूपांतरित किया जाता है। प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष रूपांतरण डिटेक्टरों में चार्ज कैरियर (इलेक्ट्रॉन-होल जोड़ी) के निर्माण की योजनात्मक संरचना **चित्र 2** में दर्शाई गई है।

सिलिकॉन डिटेक्टर प्रत्यक्ष रूपांतरण डिटेक्टर हैं जो विकिरण (जैसे X-ray या γ-ray) को सीधे विद्युत संकेत (इलेक्ट्रॉन-होल जोड़े) में परिवर्तित करते हैं।

स्किन्टिलेशन डिटेक्टर अप्रत्यक्ष रूपांतरण प्रकार के डिटेक्टर होते हैं, जिनमें आने वाले विकिरण को पहले दृश्य या उसके आसपास की सीमा के प्रकाश कणों (फोटॉनों) में बदला जाता है। ये फोटॉन फिर फोटोडिटेक्टर की मदद से एकत्र किए जाते हैं और उन्हें विद्युत आवेश (इलेक्ट्रिकल चार्ज) में बदला जाता है। चित्र 3 में विकिरण डिटेक्टरों का वर्गीकरण दर्शाया गया है।



चित्र 3: विकिरण डिटेक्टरों का वर्गीकरण

निष्कर्ष

विकिरण का प्रभावी और सटीक मापन केवल तब संभव है जब उसके प्रकारों और उनकी विशेषताओं की स्पष्ट समझ हो। आयनीकरण और अनायनीकरण विकिरण के बीच का अंतर न केवल डिटेक्टर चयन को प्रभावित करता है, बल्कि मापन तकनीक की सटीकता को भी निर्धारित करता है। इसलिए, विकिरण डिटेक्शन प्रणाली का निर्माण एक बहुआयामी समझ और उपयुक्त तकनीकी चुनाव पर आधारित होना चाहिए।

आभार

लेखक इस कार्य में मार्गदर्शन एवं सहयोग देने वाले सभी सहकर्मियों और संस्थान का आभार व्यक्त करता है।

सन्दर्भ

[1] M. Uthman, F. Shaibu, N. Bara'u Gafai and I. Labaran, "5G Radiation and COVID-19: The Non-Existent Connection," International journal of research in electronics and computer engineering, pp. 34-38, June- 2020.

[2] www.XCounter.com.

उच्च गति प्रकाशीय संचार उपग्रह का अनुप्रयोग और विकास अनुसंधान

विकास अग्रवाल[1], सिद्धार्थ सिंह[2],प्रणव कुमार पांडे [3]

वैज्ञानिक -अभियंता एस.इ., ओ.सी.एस.डी./एच.एस.टी.ए./सैक, vikasagl@sac.isro.gov.in

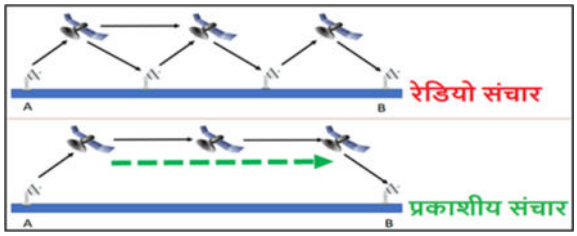
सार

यह आलेख विकासशील देश जैसे भारत के विकास हेतु उच्च गति प्रकाशीय संचार उपग्रह लिए उच्च गति ऑन-ऑफ-कीइंग प्रकाशीय प्रेक्षक और आदाता की रूप-रेखा और विकास को प्रस्तुत करता है जिसका उपयोग उच्च गति संचार और अंतर उपग्रह संचार में किया जाता है। यह कार्य 10 जी.बी.पी.एस. तक की डेटा दर के संचार को प्रस्तुत करता है जो अत्याधुनिक विश्व स्तरीय टर्मिनल जैसे टी.ई.एस.ए.टी. में है। इस कार्य में प्रकाशीय प्रेक्षक को ऑन-ऑफ-कीइंग एम.जेड.एम. अधिमिश्रण और प्रकाशीय आदाता के लिए ए.पी.डी और टी.आई.ए.(ट्रांस इम्पीडेन्स एम्पलीफायर) का उपयोग किया गया है।

संकेत शब्द - ऑन-ऑफ-कीइंग, एक्सटिंक्शन रेशियो बीईआर

प्रस्तावना

रेडियो संचार की तुलना में प्रकाशीय संचार का प्राथमिक लाभ उच्च डेटा दर, लाइसेंस मुक्त प्रकाशीय स्पेक्ट्रम, सुगठित टर्मिनल और अंतर-उपग्रह संचार के लिए सबसे उपयुक्त विकल्प होता है। यह आलेख सुगठित प्रकाशीय टर्मिनलों के लिए प्रकाशीय संचार लिंक, लघुकृत और उच्च गति ऑन-ऑफ-कीइंग प्रकाशीय प्रेक्षक और आदाता की रूप-रेखा और विकास को प्रस्तुत करता है जिसका उपयोग उच्च गति, "लियो-ग्राउंड", "जियो-ग्राउंड" संचार और "लियो अंतर उपग्रह संचार" में किया जाता है। इंटेंसिटी अधिमिश्रण तकनीक,लेज़र के इंजेक्शन करंट को सीधे अधिमिश्रण या प्रकाश बाह्य अधिमिश्रण से प्राप्त किया जाता है। अधिमिश्रण में सीधे अधिमिश्रण का निर्माण सरल है, लेकिन इसका प्रदर्शन लेज़र रिलैक्सेशन ऑस्किलेटर और उच्च आवृत्तियों पर चिर्प इफ़ेक्ट के कारण उच्च डाटा दरों पर सीमित है।



चित्र.1. अंतर उपग्रह प्रकाशीय संचार का प्राथमिक लाभ

चित्र.2. अंतरिक्ष में रेडियो संचार की तुलना में प्रकाशीय संचार

अंतरिक्ष में प्रकाशीय संचार लिंक और उच्च संवेदनशीलता आदाता की जरुरत

अंतरिक्ष में प्रकाशीय संचार लिंक में मूल प्रकाशीय संचार घटक शामिल है, जो चित्र 3 में दिखाया गया है।

लिंक मार्जिन = $P_{\text{प्राप्त}} - P_{\text{संवेदनशीलता}}$ **[1]**

$P_{\text{संवेदनशीलता}}$ प्रकाशीय आदाता के लिए पहले से ही पूर्व निर्धारित मूल्य है। निम्नलिखित सूत्र (2) के उपयोग से प्राप्त शक्ति और लिंक मार्जिन की गणना की जाती है।

$$P_{\text{प्राप्त}} = P_{tx} + E_{tx} + E_{rx} + G_{tx} + G_{rx} - PL_{tx} - PL_{rx} - I.L. - C.L. - F.S.P.L. \quad \textbf{[2]}$$

जहां, P_{tx} संचारित पॉवर , E_{tx} और E_{rx} टेलीस्कोप श्रमता के मान , G_{tx} और G_{tx} टेलीस्कोप लाभ , PL_{tx} और PL_{rx} टेलीस्कोप संचारण सांकेतिक नुकसान, *I.L.* और *C.L.* क्रमशः इंसर्शन और कपलिंग हानि ,*F.S.P.L.* मुक्त अंतरिक्ष पथ हानि है, जो लिंक की लंबाई पर निर्भर करता है।

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

तालिका 1. प्रकाशीय संचार लिंक गणना के सूत्र

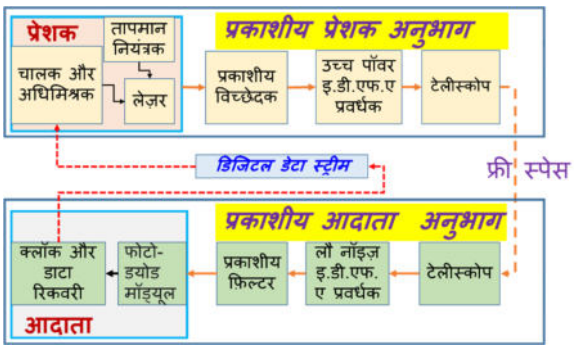
पैरामीटर	प्रतीक	सूत्र
डाइवर्जेन्स कोण (Divergence Angle)	θ	$\frac{2.44\,\lambda}{D}$
संचारित एंटीना लाभ (Tranmitter Anteena Gain)	G_{tx}	$\frac{32}{\theta^2}$
आदता एंटीना लाभ (Receiver Anteena Gain)	G_{rx}	$(\frac{\pi D}{\lambda})^2$
मुक्त स्थान पथ हानि (Free Space Path Losses)	*F.S.P.L.*	$(\frac{4\pi R}{\lambda})^2$

जहाँ D टेलिस्कोप व्यास,λ तरंग दैर्ध्य (वेवलेंथ),R लिंक लम्बाई है।

टेलिस्कोप अपर्चर $\alpha \frac{1}{\text{आवश्यक रिसीवर सेंसिटिविटी}}$ **[3]**

तालिका 2.प्रकाशीय अंतर उपग्रह लियो संचार की लिंक गणना

पैरामीटर	यूनिट	mm 200 टेलिस्कोप	mm 150 टेलिस्कोप
ट्रांसमिट पॉवर	dBm	37.00	37.00
ट्रांसमीटर और रिसीवर टेलिस्कोप	mm	200.00	150.00
ट्रांसमिट डेटा रेट	Gbps	10.00	10.00
संचार रैंज	km	5000.00	5000.00
रिसीवड पॉवर	dBm	-35.03	-40.08
आवश्यक लिंक मार्जिन	dB	3.00	3.00
आवश्यक रिसीवर सेंसिटिविटी	dBm	-32.03	-37.08



चित्र.3. अंतरिक्ष में प्रकाशीय संचार का प्रारूप

प्रकाशीय प्रेक्षक

ऑन-ऑफ-कीइंग पर आधारित मैक-जेंडर(इलेक्ट्रो-ऑप्टिक प्रभाव जिसमें अर्धचालक $LiNbO_3$, Ga.As. के अपवर्तक सूचकांक (रेफ्रेक्टिव इंडेक्स) में अधिमिश्रण , समीकरण (4,5,6) का उपयोग किया जाता है। इलेक्ट्रो-एब्जोर्प्शन (6 -8 dB एक्सटिंक्शन रेश्यो) की तुलना में एम.जेड.एम. में एक्सटिंक्शन रेश्यो (20 dB) बेहतर जिससे अंतरिक्ष संचार में इसको प्राथमिकता दी जाती है।

$$n(E_r) = n - \frac{1}{2}.r_p.n^3.E_r{}^1 \quad [4]$$

$$n(E_r) = n - \frac{1}{2}.\xi_k.n^3.E_r{}^2 \quad [5]$$

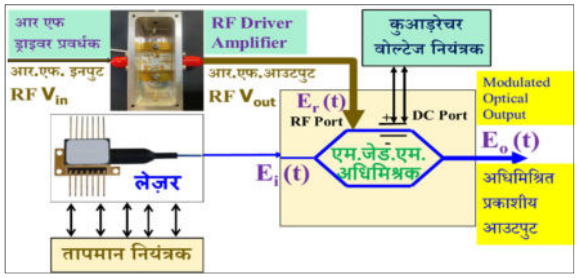
$$E_o(t) = E_i e^{+j(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda_0} n(E_r).z)} \quad [6]$$

$$E_{out}(t) = \frac{1}{2}E_{in}(t)\left[e^{+j\emptyset_u(t)} + 1\right] \quad [7]$$

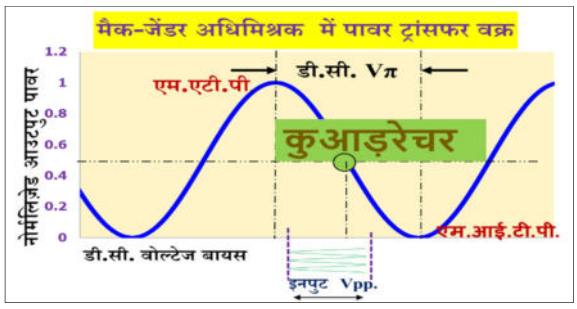
$$\emptyset_u(t) = \pi \frac{V_{in}}{V_\pi} \quad [8]$$

$$\frac{P_{out}(t)}{P_{in}(t)} = \left|\frac{E_{out}(t)}{E_{in}(t)}\right|^2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}cos\left(\frac{\pi V_{in}}{V_\pi}\right) \quad [9]$$

यहां, n अपवर्तक सूचकांक, $n(E)$ विद्युत क्षेत्र के अनुप्रयोग पर अपवर्तक सूचकांक, r_p"पॉकेल्स गुणांक", ξ_k"केर गुणांक" है। समीकरण (4) पॉकेल्स प्रभाव और समीकरण (5) केर प्रभाव है।



चित्र.4. प्रस्तावित प्रकाशीय प्रेक्षक मॉड्यूल का ब्लॉक आरेख



चित्र.5. एम.जेड.एम. में डीसी वोल्टेज के साथ पॉवर ट्रांसफर प्रोफाइल

- **एम.जेड.एम. प्रदर्शन और उपयुक्त क्यू प्वाइंट चयन**

इस कार्य में, $LiNbO_3$ आधारित एम.जेड.एम. (IMC1550-20, ऑप्टिलाब) का उपयोग किया गया है जिसका डी.सी., प्रकाशीय और इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल मापित परिणामों को,"लाइट-वेव कॉम्पोनेन्ट एनालाइज़र" के उपयोग से विश्लेषण किया गया है। तालिका-3, चित्र 6 में एम.जेड.एम. के मापित परिणाम दर्शाए गए हैं।

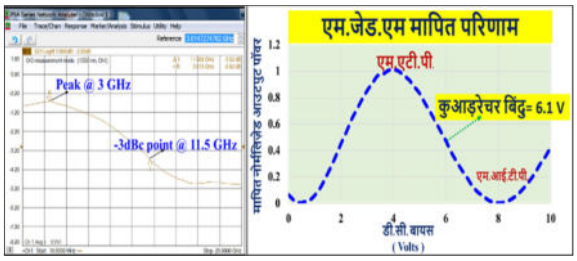
- **एम.जेड.एम. चालक प्रवर्धक (ड्राइवर एम्पलीफायर)**

एम.जेड.एम. चालक प्रवर्धक का उपयोग इनपुट वोल्टेज (0.5-1 Vpp.) को प्रवर्धित करके आउटपुट वोल्टेज (4-6V pp.) तक किया जाता है। एम.जेड.एम. के लिए आवश्यक आर.एफ. वोल्टेज विभिन्न भागों के कारण 4-6 Vpp.से भिन्न होता है इसलिए प्रवर्धक को 4-6 Vpp. प्रदान के लिए बनाया है जो इनपुट डी.सी. करंट की भिन्नता द्वारा प्राप्त किया जाता है। बायसिंग घटकों बहुखंडीय स्टब प्रतिबाधा मैचिंग नेटवर्क और परिणामों को चित्र 7-8, में दिखाया गया है।

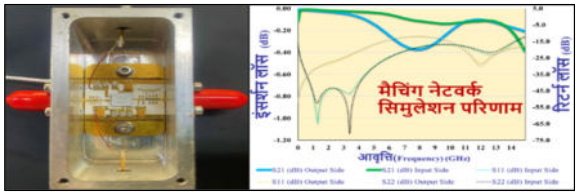
तालिका 3. एम.जेड.एम. डी.सी.-प्रकाशीय लक्षण वर्णन परिणाम

पैरामीटर	परिणाम
तरंग दैर्ध्य (वेवलेंथ)	1548 nm (1530 -1560 nm) *
प्रकाशीय S21	≤ 2 dB (≤ 5 dB) *
एक्सटिंक्शन अनुपात	≥ 25 dB (≥ 25 dB)*
3 dB बैंडविड्थ	11.5 GHz
कुआडरेचर बिंदु	6 V
एम.ए.टीपी. बिंदु	4V
एमपी.टी.आई. बिंदु	8V

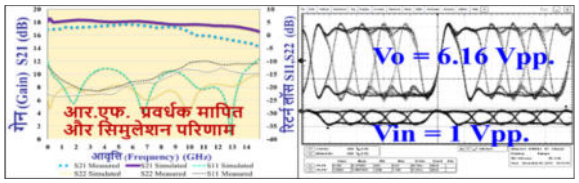
नोट: * डेटाशीट मानों का प्रतिनिधित्व करता है।



चित्र6-एम.जेड.एम.आवृत्ति प्रतिक्रिया,एम.जेड.एम.बायस मापित-परिणाम



चित्र 7-आर.एफ.प्रवर्धक, प्रतिबाधा मैचिंग नेटवर्क के सिमुलेशन परिणाम



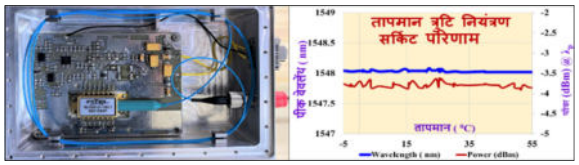
चित्र.8. एम.जेड.एम. चालक प्रवर्धक: सिमुलेशन,मापित परिणाम

- **फाइबर लेज़र स्रोत**

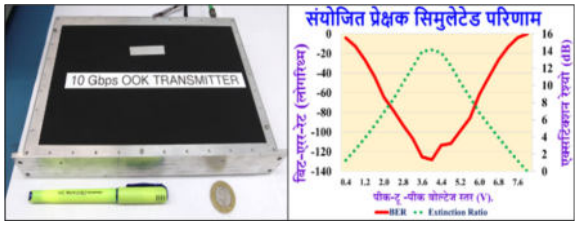
प्रकाशीय स्रोत के लिए फाइबर पिगटेल एफ.सी. कनेक्टर में वितरित-फीडबैक-लेज़र के संचालन हेतु लेज़र ड्राइवर सर्किट और"तापमान नियंत्रण सर्किट" (चित्र 9) जो वेवलेंथ के बहाव से बचने के लिए बनाया है। तापमान नियंत्रण, 50°C के परिवर्तन में वेवलेंथ को 0.2 nm में रखता है।

- **संयोजित प्रकाशीय प्रेक्षक**

संयोजित प्रेक्षक की रूपरेखा के लिए "ऑप्टिसिस्टम सॉफ्टवेयर" में सिमुलेशन किया गया है, सिमुलेशन परिणाम (चित्र10) दिखाते हैं कि जब इनपुट वोल्टेज,एम.जेड.एम. के डी.सी.Vπ के बराबर होता है, इस स्थिति में बिट-एरर-रेट न्यूनतम और एक्सटिंक्शन रेश्यो अधिकतम है।प्रेक्षक को"डिजिटल-सीरियल-ऑप्टिकल एनालाइजर"पर मापित परिणामों को चित्र10 में दिखाया गया है।



चित्र.9 फाइबर लेज़र स्रोत और तापमान नियंत्रक संयोजित पैकेज



चित्र.10: संयोजित प्रकाशीय प्रेक्षक और सिमुलेटेड परिणाम

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

प्रकाशीय आदाता

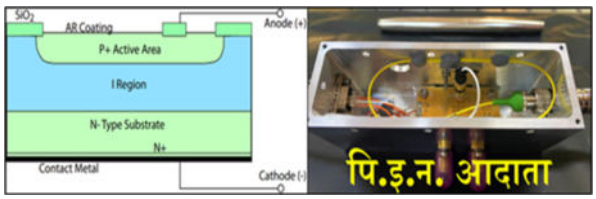
प्रकाशीय संचार में आदाता संसूचक डिटेक्टर दो प्रकार के होते हैं। पॉजिटिव इंट्रिंसिक नेगेटिव (पि.इ.न.) और एवलांच फोटो डायोड (ए.पी.डी.) जो प्रकाशीय डिमॉडुलेसन के रूप में कार्य करता है, जिसके उपरांत ट्रांस-इम्पेडेंस एम्पलीफायर (टी.आई.ए.), जो विद्युत धारा को वोल्टेज में परिवर्तित करता है।

- **पि.इ.न. (PIN) प्रकाशीय आदाता**

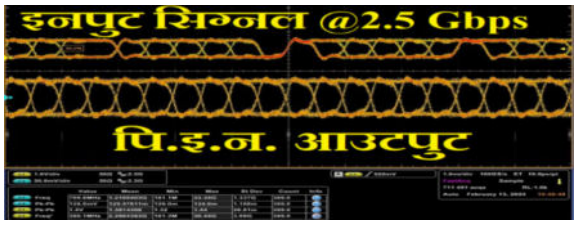
पि.इ.न. फोटोडायोड पी.-एन. जंक्शन के समान है जिसमें दो-डोप्ड परतों के बीच अनडोप्ड आंतरिक (इन्ट्रिंसिक) परत रखी जाती है। यह इन्ट्रिंसिक परत जंक्शन केपेसिटंस कम करती है।इन्ट्रिंसिक परत की बढ़ी हुई चौड़ाई से इलेक्ट्रॉन-होल रूपांतरण की मात्रा अत्यधिक बढ़ती है जिससे उच्च क्वांटम दक्षता भी प्राप्त होती है।

- **एवलांच (ए.पी.डी.) प्रकाशीय आदाता**

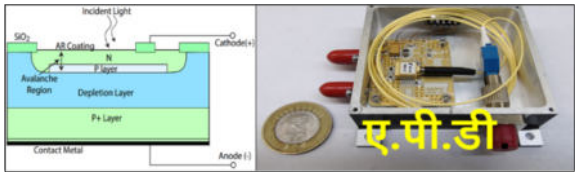
एवलांच प्रकाशीय आदाता (ए.पी.डी.), पी.-एन.जंक्शन डायोड में उच्च रिवर्स बायस का उपयोग करके आंतरिक लाभ (इंटरनल गेन) बनाने के लिए एवेलांचे इफ़ेक्ट का उपयोग करते हैं। प्रत्येक फोटो-जनरेटेड वाहक अधिक इलेक्ट्रॉन-होल जोड़े बनाता है और इसलिए आउटपुट विद्युत धारा में, "एवेलांचे मल्टिप्लिकेशन फैक्टर M" से गुणा किया जाता है। एवेलांचे इफ़ेक्ट के कारण,ए.पी.डी. बेहतर संवेदनशीलता प्रदर्शन प्रदान करता है।



चित्र.11: पि.इ.न.डायोड संरचना, पि.इ.न. प्रकाशीय आदाता

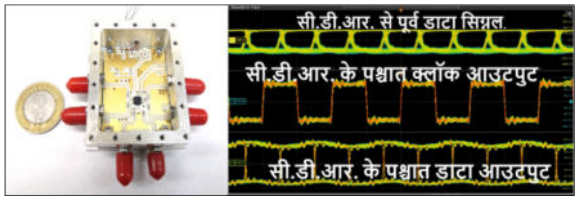


चित्र.12:पि.इ.न.प्रकाशीय आदाता:मापित सेन्सिटिविटी -16dBm @2.5G



चित्र.13: ए.पी.डी डायोड संरचना , ए.पी.डी. प्रकाशीय आदाता

चित्र-14: ए.पी.डी. और पि.इ.न. आदाता का तुलनात्मक मापित परिणाम : इनपुट प्रकाशीय पॉवर -34 dBm @ 1 Gbps



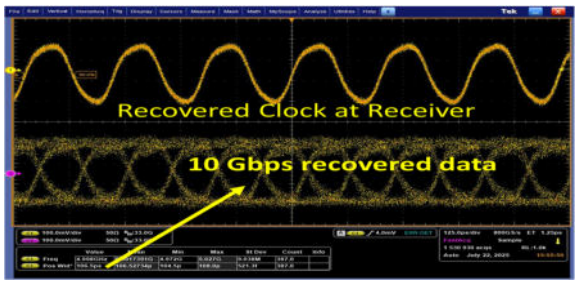
चित्र.15: संयोजित क्लॉक और डेटा रिकवरी और मापित परिणाम

- **क्लॉक और डेटा रिकवरी (सी.डी.आर.)**

सी.डी.आर. प्रकाशीय डिटेक्टर के पश्चात इलेक्ट्रॉनिक्स का एक अभिन्न अंग है जिसका उपयोग डेटा में जिटर को कम करने और हाई-स्पीड डेटा से क्लॉक प्राप्ति के लिए किया जाता है। सी.डी.आर. और मापित परिणामों को चित्र 15 में दिखाया गया है।

एकीकृत प्रकाशीय प्रेक्षक-आदाता

प्रकाशीय प्रेक्षक को हाई पॉवर ई.डी.एफ.ए. के साथ एकीकृत किया गया है जिसके पश्चात् ऑप्टिकल एटेन्यूएटर और प्रकाशीय लो-नॉइज़ -प्रवर्धक(ओ.एल.एन.ए.)को शामिल किया गया है। ए.पी.डी.आदाता के इनपुट पर,"ऑप्टिकल-सिग्नल-टू-न्वाइज रेश्यो" को बेहतर बनाने के लिए ओ.एल.एन.ए. के आउटपुट पर फ़िल्टर का उपयोग किया गया है। ओ.एल.एन.ए. सहित ,"एकीकृत प्रकाशीय आदाता" की मापी गई संवेदनशीलता -36 dBm @10 Gbps है जिसके मापित परिणाम चित्र-16 में है।



चित्र.16: एकीकृत प्रेक्षक-आदाता के मापित परिणाम@ 10 Gbps

निष्कर्ष

आई.एस.एल. समूहों के लिए सुगठित उपग्रह टर्मिनल में प्रकाशीय प्रेक्षक के एक्सटिंक्शन रेश्यो 10 dB से अधिक होना चहिये, जिसके लिए बाह्य अधिमिश्रण तकनीक सर्वोत्तम है जिसमें से मैक-जेंडर अधिमिश्रक सबसे उपयुक्त।आदाता के दृष्टिकोण से सुगठित टर्मिनल के लिए आदाता की उच्च संवेदनशीलता बेहतर समाधान है जिसमें ए.पी.डी. उत्तम विकल्प है जिसकी संवेदनशीलता पि.इ.न. से अधिक है।

आभार

लेखक, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के निदेशक, उपग्रह नौवहन नीतभार क्षेत्र के उप निदेशक, समानव अंतरिक्ष उड़ान प्रौद्योगिकी क्षेत्र के उप निदेशक और क्वांटम प्रौद्योगिकी समूह के समूह निदेशक, सैक, इसरो, गुजरात, भारत के आभारी हैं जिनकी मदद से यह कार्य और लेख पूरा हो सका।

सन्दर्भ

1. ए.एच. ग्नौक, टी.ई. डार्सी और जी.ई. बोदीप "1.5um तरंग दैर्ध्य पर 1.5 um लाइटवेव ट्रांसमिशन के लिए प्रत्यक्ष और बाह्य माडुलक की तुलना", इलेक्ट्रॉनिक्स पत्र, वॉल्यूम। 28, 24 सितंबर 2014।
2. एडुआर्ड सैकिंगर "प्रकाशीय फाइबर कम्युनिकेशन के लिए ब्रॉडबैंड सर्किट", जॉन विले एंड संस, इंक।, 2005।

सोलर हार्ड एक्स-रे पोलरीमीटर -- अनुप्रयोग विशिष्ट एकीकृत परिपथ (एसिक) आधारित रीडआउट

शिवम् अजय, अर्पित पटेल , मिथुन एन. पी. एस.

प्रस्तुतकर्ता : शिवम् अजय (वैज्ञानिक/अभियंता-SD; भौतिक अनुसन्धान प्रयोगशाला, shivam@prl.res.in)

सार

हार्ड एक्स-रे ध्रुवमापक उपकरण को फोकल प्लेन कॉम्पटन ध्रुवमापक प्रोटोटाइप के विस्तार के रूप में प्रस्तावित किया गया है जिसे 2016 में पहले पी. आर. एल. में विकसित किया गया था । यह पहली बार 20-200 के.ई.वी. की हार्ड एक्स-रे ऊर्जा सीमा में कई स्रोतों के ध्रुवीकरण को मापने में सक्षम कॉलिमेटेड कॉम्पटन ध्रुवमापक इकाइयों की एक बड़ी श्रृंखला का हिस्सा है । इन ऊर्जाओं पर हार्ड एक्स-रे ध्रुवीकरण माप को नरम एक्स-रे व्यवस्था में ध्रुवीय माप के साथ अच्छी तरह से पूरक किया जाएगा, जिससे एक व्यापक ऊर्जा सीमा पर ध्रुवीकरण की ऊर्जा निर्भरता की जांच करने की अनुमति मिलती है । यह लेख अनुप्रयोग विशिष्ट एकीकृत परिपथ (एसिक) और सिलिकॉन फोटोमल्टीप्लायरों (एस. आई. पी. एम.) के साथ सोडियम आयोडाइड सिंटिलेटर का उपयोग करके एक्स-रे घटनाओं के रीडआउट पर केंद्रित है।

प्रस्तावना

भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (पी. आर. एल.), अहमदाबाद, हार्ड एक्स - रे ऊर्जा व्यवस्था में काम करने वाले एक कॉम्पैक्ट कॉम्पटन एक्स - रे पोलरीमीटर के निर्माण की दिशा में विकास पिछले दशक में किया गया है । इस अवधारणा में सिंटिलेटर डिटेक्टरों के रीडआउट के लिए पारंपरिक फोटो - मल्टीप्लायर ट्यूबों (पी. एम. टी.) के बजाय सिलिकॉन फोटो - मल्टीप्लायर (एस. आई. पी. एम.) नामक नई पीढ़ी के ऑप्टिकल फोटॉन सेंसिंग उपकरणों का उपयोग किया जाता है ।

वर्तमान में प्रस्तावित सोलर हार्ड एक्स-रे पोलरीमीटर (एस. एच. एक्स. पी.) मिशन अंतरिक्ष में सक्रिय स्कैटरर के साथ एस्ट्रोसैट और एक्सपोसैट के उत्तराधिकारी के रूप में ब्रॉड बैंड एक्स-रे पोलरीमेट्री मिशन के लिए प्रस्तावित बड़े मिशन के लिए एक पथप्रदर्शक के रूप में काम करेगा।

यह उपकरण सौर-ज्वालाओं के एक्स-रे ध्रुवीकरण माप करेगा; जो त्वरित इलेक्ट्रॉन्स की अनिसोट्रोपी की जांच के लिए आवश्यक है । इसके साथ ही, यह क्रेब नाब्युला और पल्सर जैसे अन्य उज्ज्वल खगोलीय स्रोतों के एक्स-रे ध्रुवीकरण माप करेगा।

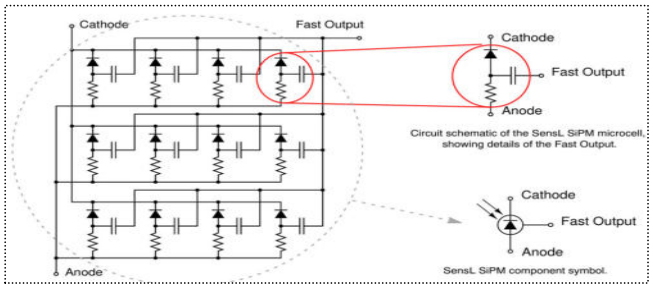
उपकरण इलेक्ट्रॉनिक्स विवरण

उपकरण प्रसंस्करण इलेक्ट्रॉनिक्स को प्रणाली के मस्तिष्क के रूप में एक एफ. पी. जी. ए. द्वारा नियंत्रित किया जाता है । सभी नियंत्रण, इनपुट/आउटपुट और निगरानी संचालन एफ. पी. जी. ए. द्वारा किए जाते हैं । उपकरण के केंद्र में एक प्लास्टिक स्कैटरर (बी. सी. 408) बैठता है, जो सीधे फोटो-मल्टीप्लायर ट्यूब से जुड़ा है । यह स्कैटरर उपकरण के सूर्य-सूचक अक्ष के साथ इनलाइन होगा । इस से टकरा कर प्रकीर्णन हुए एक्स-रे प्लास्टिक स्कैटरर के चारों ओर एक रिंग के रूप में स्थित सोडियम आयोडाइड क्रिस्टल से बने सिंटिलेटर (कुल12) पर गिरेंगे। इन सिंटिलेटर से उत्पन्न फोटॉन की कुल संख्या का पता अत्याधुनिक फोटॉन डिटेक्टर-सिलिकॉन फोटोमल्टीप्लायर (एस. आई. पी. एम.) द्वारा लगाया जाएगा।

सिलिकॉन फोटो मल्टीप्लायर (एस. आई. पी. एम)

एस. आई. पी. एम. एक आधुनिक प्रकाश संवेदन उपकरण है जो आकर में बहुत निम्न होता है । सॉलिड - स्टेट इलेक्ट्रॉनिक्स में, यह एकल-फोटॉन को मापने के लिए संवेदनशील उपकरण हैं जो सामान्य सिलिकॉन सब्सट्रेट पर लागू किए गए एकल - फोटॉन अवलांचे डायोड (एस.पी.ए.डी.) के पिक्सेल पर आधारित हैं । (चित्र-1) एस. आई. पी. एम. प्राप्त प्रकाश संकेत की मात्रा के आधार पर वोल्टेज स्पंद उत्पन्न करते हैं । ये

विद्युत स्पंद समय अवधि में बहुत कम हैं - लगभग कुछ नेनोसेकंड; एवं इन को इलेक्ट्रॉनिक्स में सार्थक डेटा प्रसंस्करण के लिए ठीक से आकार वाले संकेतों में परिवर्तित करने की आवश्यकता है । संकेतों को ट्रिगर्स में परिवर्तित करने का यह हिस्सा एक अनुप्रयोग विशिष्ट एकीकृत परिपथ (एसिक) का उपयोग करके

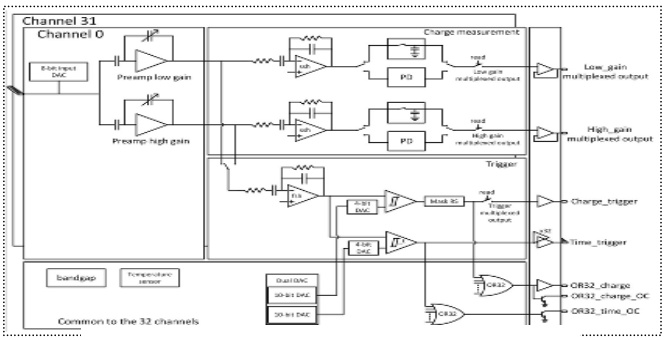


चित्र 1 - एस. आई. पी. एम. का अंदरूनी परिपथ मानचित्र

किया जा रहा है।

अनुप्रयोग विशिष्ट एकीकृत परिपथ (एसिक)

एसिक एक कार्य विशेष के लिए निर्मित किया गया परिपथ होता है. इसका प्रमुख उद्देश्य न्यूनतम उर्जा का उपयोग कर के अधिकतम गति, सटीकता एवं बहुत छोटे आकर में उस कार्य को संपन्न करना होता है । इस प्रयोग में उपयोग किए जाने वाले *सिटीरोक-1ए* एसिक का ब्लॉक आरेख चित्र 2 में दिखाया गया है। इसमें एस. आई. पी. एम. संकेतों के उचित आकार देने एवं लगाने के लिए आवश्यक सभी घटक हैं जिनमें शामिल हैं- चार्ज संवेदनशील प्री-एम्पलीफायर, शेपर, ट्रिगर जनरेटर और पीक डिटेक्टर एंड होल्ड सर्किट भी उपलब्ध हैं। इसके द्वारा उत्पन्न एनालॉग सिग्नल को डिजिटल में पपरिवर्तित कर के एफ. पी. जी. ए. द्वारा संसाधित कर के योग्य रूप में परिवर्तित किया जाएगा एवं एवं पृथ्वी पर स्टेशन को भेजा जाएगा।

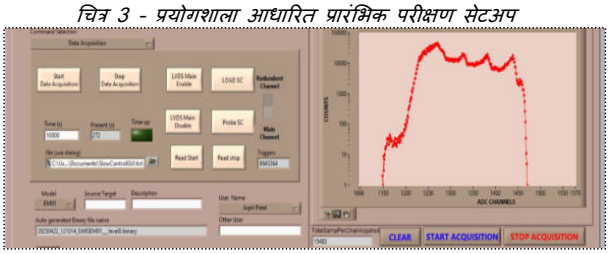


चित्र 2 - सिटीरोक-1 एसिक का ब्लॉक आरेख

निष्कर्ष

प्रारंभिक चरण में, प्रसंस्करण इलेक्ट्रॉनिक्स पी. सी. बी. बनाया गया है और एफ. पी. जी. ए. का उपयोग करके एसिक नियंत्रण सफलतापूर्वक स्थापित किया गया है (चित्र 3) । लैबव्यू आधारित चेकआउट सॉफ्टवेयर (चित्र 4) का उपयोग करके सिम्युलेटेड इलेक्ट्रिकल पल्सेस का स्पेक्ट्रम भी सफलतापूर्वक प्राप्त किया गया है ।

चित्र 3 - प्रयोगशाला आधारित प्रारंभिक परीक्षण सेटअप



चित्र 4 - लैबव्यू आधारित चेकआउट सॉफ्टवेयर

आभार

लेखक इस लेख के लिए अपना तकनीकी एवं सैधांतिक योगदान प्रदान करने के लिए समस्त SHXP टीम का आभार व्यक्त करते हैं । इस कार्य में प्रत्यक्ष एवं परोक्ष रूप से सहयोग करने वाले पी. आर. एल. के समस्त जनों का भी आभार व्यक्त करते हैं ।

सन्दर्भ

[१] Intricacies of Astrophysical X-ray Spectroscopy and Investigations of Multi-Scale Solar Flares; 2024; Mithun N.P.S (PhD Thesis)

[२] Citiroc 1A Scientific Instrumentation SiPM Read-Out Chip Data Sheet, Weeroc ; ऑनलाइन [https://www.weeroc.com/download-center/citiroc-1a/]

[३] Onsemi C-Series SIPM Sensors Datasheet [https://www.onsemi.com]

[४] Development of a hard x-ray focal plane compton polarimeter: a compact polarimetric configuration with scintillators and Si photomultipliers; T. Chattopadhyay et. al.;DOI: 10.1007/s10686-015-9481-y

उपग्रह डेटा की विश्वसनीयता और सटीकता: प्रक्षेपण के बाद रेडियोमेट्रिक अंशांकन की निर्णायक भूमिका

प्रतिभा खेमसरा[1], नीरज बादल[२], वैभव मल्होत्रा[३], शिल्पा प्रकाश[४]

प्रतिभा खेमसरा, वैज्ञानिक - एस.डी., प्रकाशीय डेटा गुणवत्ता मूल्यांकन एवं कैलिब्रेशन प्रभाग/सीपा, अंतरिक्ष अनुप्रयोग केन्द्र (इसरो), pratibhasoni@sac.isro.gov.in

सार

उपग्रह प्रौद्योगिकी में डेटा की गुणवत्ता और सटीकता अत्यधिक महत्वपूर्ण है, क्योंकि यह कई महत्वपूर्ण क्षेत्रों जैसे मौसम पूर्वानुमान, आपदा प्रबंधन, पर्यावरण अध्ययन, रिमोट सेंसिंग और अन्य वैज्ञानिक शोधों में इस्तेमाल होता है। इन उपग्रहों कि सफलता डेटा की सटीकता और विश्वसनीयता में है। हालांकि, उपग्रहों से प्राप्त डेटा अक्सर विभिन्न कारकों, जैसे सेंसर ड्रिफ्ट, पर्यावरणीय प्रभाव, और कक्षा में बदलाव के कारण प्रभावित हो सकता है। प्रक्षेपण के बाद रेडियोमेट्रिक अंशांकन की प्रक्रिया उपग्रह डेटा की सटीकता को बनाए रखने में अहम भूमिका निभाती है। इस लेख में हम प्रक्षेपण के बाद ऑप्टिकल एवं थर्मल सेंसर के अंशांकन के महत्व, उसके प्रभाव, और इसके उपग्रह डेटा की गुणवत्ता पर पड़ने वाले प्रभावों को विस्तार से समझेंगे।

प्रस्तावना

प्रक्षेपण से पूर्व सेंसर का विस्तारपूर्वक केलिब्रेशन किया जाता है, फिर भी प्रक्षेपण के दौरान यांत्रिक या थर्मल प्रभावों के कारण उसकी सवेंदनशीलता में बदलाव संभव है| उपग्रह अंतरिक्ष के कठोर वातावरण में काम करते हैं, जहां तापमान में उतार-चढ़ाव, विकिरण के प्रभाव और कक्षा में परिवर्तन जैसे कारक भी सेंसर की प्रदर्शन क्षमता को प्रभावित कर सकते हैं। इसके अलावा, समय के साथ सेंसर में होने वाली गिरावट या ड्रिफ्ट भी डेटा की गुणवत्ता को प्रभावित कर सकती है। प्रक्षेपण पश्चात होने वाले रेडियोमेट्रिक अंशांकन(कैलिब्रेशन) इन समस्याओं का समाधान प्रदान करता है, जिससे उपग्रहों द्वारा एकत्र किया गया डेटा सटीक और विश्वसनीय बना रहता है। यह न केवल वैज्ञानिक अनुसंधान और पर्यावरणीय निगरानी के लिए महत्वपूर्ण है, बल्कि मौसम पूर्वानुमान, जलवायु परिवर्तन अध्ययन और भूमि उपयोग प्रबंधन जैसे महत्वपूर्ण क्षेत्रों में भी गुणवत्ता सुनिश्चित करता है। इसलिए, उपग्रहों के दीर्घकालिक और प्रभावी संचालन के लिए रेडियोमेट्रिक कैलिब्रेशन एक अनिवार्य प्रक्रिया है।

प्रक्षेपण पश्चात कैलिब्रेशन कि विविध तकनीकें

कैलिब्रेशन तकनीकें उन विधियों को संदर्भित करती है जो उपग्रह सेंसर के प्रदर्शन को कक्षा में स्थापित होने के बाद मान्य और सुधारने के लिये उपयोग की जाती हैं| ये तकनीकें यह सुनिश्चित करती हैं कि सेंसर समय के साथ सटीक, निरंतर और वैज्ञानिक रूप से महत्वपूर्ण डेटा प्रदान करता रहे| यहां प्रमुख कैलिब्रेशन तरीकों का विवरण दिया गया है:

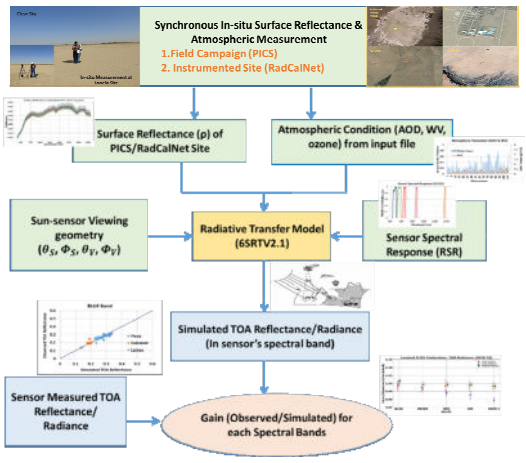
क. ऑनबोर्ड कैलिब्रेशन तकनीकें - यह तकनीक उपग्रह के अंदर हार्डवेअर का उपयोग करती हैं ताकि सेंसर के प्रदर्शन की निगरानी की जा सके|

i. **सोलर डिफ्यूज़र कैलिब्रेशन** - एक ज्ञात लेम्बर्शियन डिफ्यूज़र पैनल का उपयोग किया जाता है, जो सूर्य कि रोशनी को सेंसर मे परावर्तित करता है| यह रेडियोमेट्रिक कैलिब्रेशन के लिये एक संदर्भ प्रदान करता है| यह लेंडसेट, मोडिस, सेंटिनल-३ में ऑप्टिकल बैंड्स के लिये उपयोग किया जाता है|

ii. **ऑनबोर्ड ब्लैकबॉडी कैलिब्रेशन** - यह थर्मल सेंसर के लिए होता है। ऑनबोर्ड ब्लैकबॉडी (जो एक निर्धारित तापमान पर होती है) रेडियंस संदर्भ प्रदान करती हैं। यह थर्मल बैंड्स में सेंसर ड्रिफ्ट को सुधारने के लिए उपयोग किया जाता है।

iii. **स्पेस व्यू** - यह गहरे अंतरिक्ष (तापमान ~४K एवं जिसका रेडियंस शून्य होता है) को देखता है, ताकि सेंसर के ऑफसेट का अनुमान लगाया जा सके| यह थर्मल ऑफसेट सुधारने में मदद करता है।

ख. प्रतिनियुक्त कैलिब्रेशन - यह विधि उपग्रह सेंसर से प्राप्त आंकड़ो को धरातल पर मौजूद मानक और स्थिर लक्ष्यों (जैसे रेगिस्तान, सुखी झील, साफ़ पानी आदि) पर किये गये प्रत्यक्ष मापों के साथ तुलना करके सेंसर की सटीकता जॉची और सुधारी जाती है|



चित्र 1 ग्राउंड-आधारित प्रतिनियुक्ति कैलिब्रेशन

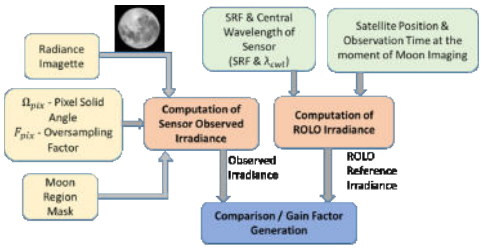
इस प्रक्रिया से सेंसर की त्रुटि और ड्रिफ्ट सुधारकर डेटा की विश्वसनीयता बढ़ाई जाती है|

ग. क्रॉस- कैलिब्रेशन(इंटर-सेंसर) - इस प्रक्रिया में सेंसर के डेटा की सटीकता और संगति जांचने के लिए अन्य अच्छी तरह कैलिब्रेट किए गए सेंसर के डेटा से तुलना की जाती है| दोनों सेंसर द्वारा एक ही समय पर एक ही स्थान पर देखे गए डेटा को ज्योमेट्रिक तथा रेडियोमेट्रिक नोर्मलाईजेशन कर, अंत में क्रॉस-हिस्टोग्राम विशलेषण द्वारा दोनों सेंसरों के डेटा का सांख्यिकीय संबंध निकाला जाता है|

घ. कक्षा में रेडियोमेट्रिक प्रदर्शन निगरानी - कक्षा मे रेडियोमेट्रिक प्रदर्शन निगरानी के लिये उचित रेडियोमेट्रिक संदर्भो का उपयोग किया जाता है| जैसे

i. **कृत्रिम-अपरिवर्तनीय कैलिब्रेशन स्थल (PICS)**- CEOS द्वारा मान्य PICS आधारित कैलिब्रेशन में स्थिर और रेडियोमेट्रिक रूप से समान स्थलों, जैसे उज्जवल रेगिस्तान(Libya-4) का उपयोग किया जाता है| ये स्थल समय के साथ बहुत कम बदलते हैं, जिससे उपग्रह सेंसर के प्रदर्शन की लंबी अवधि तक निगरानी और सुधार संभव होता है|

ii. **चंद्रमा कि सतह रेडियोमेट्रिक निगरानी** - चंद्रमा की सतह का परावर्तन स्थिर और पूर्वानुमेय होता है, इसलिए यह एक विश्वसनीय स्त्रोत के रूप में उपयोग किया जाता है| इस तकनीक में उपग्रह द्वारा चंद्रमा की रोशनी को मापा जाता है और इसे ज्ञात चंद्र मॉडल(जैसे ROLO) के साथ तुलना करके सेंसर की सटीकता और स्थिरता की जाँच की जाती है|



चित्र२ चंद्रमा आधारित रेडियोमेट्रिक निगरानी

निष्कर्ष

उपग्रह के प्रक्षेपण के बाद किए जाने वाले सभी रेडियोमेट्रिक कैलिब्रेशन तकनीकें डेटा की सटीकता को सुधारने में अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। ऑनबोर्ड कैलिब्रेशन, प्रतिनियुक्ति कैलिब्रेशन, इंटर-सेंसर कैलिब्रेशन, स्थिर स्थल आधारित कैलिब्रेशन, और कक्षा में प्रवृत्ति निगरानी जैसी तकनीकें मिलकर उपग्रह सेंसर द्वारा प्राप्त सूचनाओं में त्रुटियों और संगतियों की पहचान करती हैं तथा उन्हें सही करने के लिये सुधार गुणांक की गणना की जाती हैं| इन सुधार गुणांक को सेंसर डेटा पर लागू कर उसमें सुधार किया जाता है| इन तकनीकों के माध्यम से सेंसर के ड्रिफ्ट, ऑफसेट और अन्य त्रुटियों को नियमित रूप से सुधारा जाता है| रेडियोमेट्रिक कैलिब्रेशन तकनीकें उपग्रह डेटा की गुणवत्ता सुधारकर व्यापक वैज्ञानिक और व्यावहारिक क्षेत्रों में उपयोगिता बढ़ाती हैं।

आभार

लेखकगण SAC निदेशक एवं सभी वरिष्ट गणों का हृदय से आभार व्यक्त करते हैं, जिन्होंने हिंदी लेखन के लिये निरंतर समर्थन एवं प्रोत्साहन प्रदान किया हैं|

सन्दर्भ

- Barnes, W.L., Pagano, T.S., & Salomonson, V.V.(1998). Prelaunch and on-orbit calibration of the moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS). *IEEE*
- Teillet, P.M., Fedosejevs, G., Barsi, J.A., Markham, B., & Buechel, S.(2012). Vicarious calibration of Landsat sensors to support cross-calibration.
- Salomonson, V.V., & Barnes, W.L.(1990). Radiometric stability and calibration sites. *IEEE*
- Morris, R.L., & Masuoka, E.J.(2010). Use of the Moon for on-orbit radiometric calibration of Earth observing sensors. *IEEE*

सर्वम् अनित्यम् : टेम्पशेयर PRL में एक अस्थायी फ़ाइल-साझाकरण सेवा

(श्री गिरीश पडिया [1], श्री वैभव वरीश सिंह राठौर[2], श्री जिगर रावल[3])

श्री गिरीश पडिया, वैज्ञानिक/अभियंता-एस.डी., padia@prl.res.in

सार

पीआरएल में सुरक्षित और अस्थायी फ़ाइल साझा करने की आवश्यकता को ध्यान में रखते हुए "टेम्पशेयर" नामक एक वेब-आधारित समाधान विकसित किया गया है। यह समाधान ओपन-सोर्स Plik सॉफ़्टवेयर पर आधारित है, जो बिना किसी इंस्टॉलेशन के उपयोगकर्ताओं को फ़ाइलें साझा करने की सुविधा देता है। इसकी प्रमुख विशेषताओं में कस्टम समाप्ति समय (TTL), पासवर्ड सुरक्षा, वनशॉट डाउनलोड, स्ट्रीमिंग और वेब यूजर इंटरफेस शामिल हैं। यह प्रणाली PRL के इंट्रानेट और स्पेसनेट दोनों नेटवर्क पर कार्य करती है, जिससे नेटवर्क के बीच सुरक्षित फ़ाइल हस्तांतरण संभव होता है। प्रारंभ में 10 GB फ़ाइल सीमा थी जिसे बाद में 30 GB तक बढ़ाया गया। यह समाधान USB प्रतिबंध और पारंपरिक साझाकरण विधियों की सीमाओं को दूर करता है। "टेम्पशेयर" का उपयोग अब पीआरएल के अधिकांश कर्मचारी कर रहे हैं और यह संगठन के भीतर सुरक्षित, त्वरित और कुशल फ़ाइल साझाकरण को सुनिश्चित करता है।

1. परिचय

एक उपयोगकर्ता से दूसरे उपयोगकर्ता के बीच फ़ाइल साझा करना किसी भी संगठन की एक अनिवार्य आवश्यकता है। पीआरएल में, विभिन्न विभागों के उपयोगकर्ता अक्सर अपना काम (कंप्यूटर फ़ाइल के माध्यम से) अन्य उपयोगकर्ताओं के साथ साझा करते हैं। फ़ाइलें दस्तावेज़, स्प्रेडशीट, प्रस्तुतियाँ, एप्लिकेशन, ज़िप संग्रह, फ़ोल्डर आदि हो सकती हैं। किसी भी कंप्यूटर पर यूएसबी उपकरणों के उपयोग पर प्रतिबंध के साथ, फ़ाइल साझा करना बहुत कठिन और कष्टदायक हो गया है।
इस समस्या के समाधान के लिए, सीएनआईटी ने एक नया
समाधान, "टेम्पशेयर" विकसित किया है, जो उपयोगकर्ताओं को एक कंप्यूटर से दूसरे कंप्यूटर पर फ़ाइलें/फ़ोल्डर साझा करने की अनुमति देता है।
यह समाधान वेब-आधारित है और इसके लिए उपयोगकर्ताओं को अपने पीसी पर कोई सॉफ़्टवेयर इंस्टॉल करने की आवश्यकता नहीं है।
यह पीआरएल इंट्रानेट के साथ-साथ पीआरएल स्पेसनेट पर भी काम करता है और इन दो अलग-अलग नेटवर्क के बीच फ़ाइलों को साझा करने की अनुमति देता है।

2. PRL में फ़ाइल-साझाकरण विकल्प

पीआरएल उपयोगकर्ता फ़ाइलें साझा करने के लिए विभिन्न तरीकों का उपयोग कर रहे हैं;

i. **PRL ईमेल के माध्यम से फ़ाइलें साझा करना-**

पीआरएल उपयोगकर्ताओं द्वारा एक या अधिक उपयोगकर्ताओं को ईमेल अटैचमेंट के रूप में फ़ाइल भेजने के लिए यह सबसे आम तरीका है। हालाँकि, इस पद्धति का नुकसान यह है कि यदि उपयोगकर्ता मेल हटाना भूल जाता है और मुख्य फ़ाइल सर्वर सिस्टम पर अनावश्यक स्थान घेरता है, तो साझा की गई फ़ाइल उपयोगकर्ता के मेलबॉक्स में ही रहती है।

ii. **पीआरएल नभ लिंक के माध्यम से फ़ाइलें साझा करना:**

इस विधि का उपयोग करने के लिए, उपयोगकर्ता को लॉग इन करना होगा और

अपने व्यक्तिगत संग्रहण में एक फ़ाइल अपलोड करनी होगी। उपयोगकर्ता एक या अधिक उपयोगकर्ताओं के साथ फ़ाइल/फ़ोल्डर साझा कर सकता है और उसे लिंक के रूप में साझा कर सकता है। यह विधि तब उपयोगी होती है जब कोई व्यक्ति फ़ाइल को या तो PRL उपयोगकर्ताओं के साथ या गैर-PRL उपयोगकर्ताओं के साथ साझा करना चाहता हो। अपलोड और साझा होने के बाद, PRL-नभ सभी कंप्यूटरों/उपकरणों के साथ फ़ाइलों को सिंक कर देता है।

iii. **श्वेतसूचीबद्ध USB ड्राइव:**

सक्षम प्राधिकारी की स्वीकृति से, उपयोगकर्ता

किसी विशिष्ट USB-आधारित पेन ड्राइव/हार्ड ड्राइव को श्वेतसूची में शामिल कर सकते हैं। हालाँकि, यह केवल अधिकृत उपयोगकर्ताओं तक ही सीमित है।

iv. **साझा फ़ोल्डर या FTP के माध्यम से फ़ाइलें साझा करना**

इस विकल्प के लिए विंडोज़ शेयर या एफ़टीपी सेवा पर फ़ाइलें साझा करने के लिए बहुत कम तकनीकी कौशल की आवश्यकता होती है। माइक्रोसॉफ्ट विंडोज़ फ़ाइल शेयरिंग को अक्सर विभिन्न सरकारी साइबर सुरक्षा एजेंसियों द्वारा एक असुरक्षित सेवा के रूप में सूचीबद्ध किया जाता है और कभी-कभी रैंसमवेयर हमलों का भी सामना करना पड़ता है। इसलिए, जब तक कोई उपयोगकर्ता इसके बारे में सुनिश्चित न हो, उसे इस सेवा का उपयोग नहीं करना चाहिए।

3 PRL में एक अस्थायी फ़ाइल-साझाकरण समाधान

हमने ऊपर बताई गई फ़ाइल शेयरिंग समस्याओं को दूर करने के लिए एक वेब-आधारित, अस्थायी फ़ाइल-शेयरिंग समाधान लागू किया है। यह ओपन-सोर्स सॉफ़्टवेयर Plik (https://github.com/root-gg/plik) पर आधारित है। Plik एक स्केलेबल और अनुकूल अस्थायी फ़ाइल अपलोड और शेयरिंग सिस्टम है जिसे Golang का उपयोग करके विकसित किया गया है।इसकी मुख्य विशेषताएं हैं-

- उपयोग में आसान वेब UI
- शक्तिशाली कमांड लाइन क्लाइंट
- वनशॉट: पहली बार डाउनलोड करने के बाद फ़ाइलें नष्ट/नष्ट हो जाती हैं
- स्ट्रीम: फ़ाइलें अपलोडर से डाउनलोडर तक स्ट्रीम की जाती हैं (सर्वर-साइड पर कुछ भी संग्रहीत नहीं किया जाता है)
- हटाने योग्य: अपलोडर को किसी भी समय फ़ाइलें हटाने की क्षमता प्रदान करें
- TTL (Time to live): कस्टम समाप्ति तिथि
- पासवर्ड: लॉगिन/पासवर्ड से अपलोड को सुरक्षित करें (Auth Basic)
- टिप्पणियाँ: एक कस्टम संदेश जोड़ें (मार्कडाउन प्रारूप में)
- उपयोगकर्ता प्रमाणीकरण
- प्रशासक CLI और वेब UI

हमने इस PLIK को PRL में "टेम्पशेयर" के रूप में नामित किया है, यह दर्शाता है कि इस प्लेटफ़ॉर्म पर जो भी उपयोगकर्ता साझा करते हैं, वह एक निश्चित समय के बाद सर्वर से स्वचालित रूप से हटा दिया जाएगा। हमने पीआरएल नेटवर्क (इंट्रानेट) और स्पेसनेट पर टेम्पशेयर लागू किया है ताकि इंट्रानेट पर साझा की गई

फ़ाइलों को स्पेसनेट विज़-ए-विज़ से डाउनलोड किया जा सकता है।

4 निष्कर्ष

यह सुविधा पीआरएल के सभी कर्मचारी द्वारा उपयगो की जा रही है। शुरुआत मे इस सुविधा मे महतम 10 GB फ़ाइल साज़ा करने की सुविधा थी। बाद मे यूसर की बढ़ती आवश्यकता तो ध्यान मे रखते हुए हमने 30 GB फ़ाइल साज़ा करने की सुविधा कर दी है।

5 आभार

हम प्रोफेसर अनिल भारद्वाज, निदेशक, PRL, के प्रति गहरी कृतज्ञता व्यक्त करते हैं, जिनके प्रोत्साहन और दूरदर्शी नेतृत्व ने हमें नवाचार की दिशा में आगे बढ़ने और उन्नत तकनीकों तथा टूल्स को अपनाने की प्रेरणा दी। हम PRL के रजिस्ट्रार और डीन के भी आभारी हैं, जिनके निरंतर सहयोग ने इस प्रयास को निरंतर बल प्रदान किया।

इसके साथ ही, हम प्रोफेसर बिजय साहू, प्रोफेसर वरुण शील, प्रोफेसर नमित महाजन और डॉ. एम. शनमुगम के प्रति उनके बहुमूल्य सहयोग के लिए हार्दिक धन्यवाद ज्ञापित करते हैं। CNIT टीम के सभी सदस्यों के अथक समर्पण और प्रतिबद्धता के लिए हम विशेष रूप से आभारी हैं।

अंततः, हम अपने सभी PRL सहयोगियों को उनके निरंतर समर्थन, विश्वास और सहभागिता के लिए धन्यवाद देते हैं, जिन्होंने इस पहल को साकार करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई।

6 संदर्भ

a. https://github.com/root-gg/plik
b. https://nginx.org/
c. https://tempshare.lan.prl.res.in/

पीआरएल नभ: एक सुरक्षित और स्व-होस्टेड सहयोग मंच

(श्री राहुल शर्मा [1], श्री जिगर रावल[1])

श्री राहुल शर्मा, वैज्ञानिक/ अभियंता-**SD**

सार

आधुनिक डिजिटल युग में, अनुसंधान संगठन और वैज्ञानिक संस्थान अपने डेटा, सहयोग उपकरणों और संचार वर्कफ़्लो पर पूर्ण नियंत्रण की मांग करते हैं। व्यावसायिक क्लाउड समाधान अक्सर छिपे हुए जोखिमों के साथ आते हैं—जैसे कि डेटा संप्रभुता के मुद्दों से लेकर दीर्घकालिक गोपनीयता संबंधी चिंताओं और यूजर लॉक-इन तक। इन जोखिमों को कम करने के लिए, हमने पीआरएल में पीआरएल नभ विकसित किया है, जो ओपन-सोर्स नेक्स्टक्लाउड फ्रेमवर्क पर आधारित एक इन-हाउस क्लाउड प्लेटफ़ॉर्म है। पीआरएल नभ हमारी पीआरएल ड्राइव सेवा का उन्नत संस्करण है यह स्व-होस्टेड समाधान सख्त साइबर स्वच्छता और एक्सेस कंट्रोल द्वारा समर्थित सुरक्षित फ़ाइल संग्रहण, डेटा सिंकिंग और साझाकरण क्षमताएँ प्रदान करता है। ओपन-सोर्स का लाभ उठाकर और इसे अपने सुरक्षित बुनियादी ढाँचे में लागू करके, पीआरएल नभ यह सुनिश्चित करता है कि महत्वपूर्ण और संवेदनशील डेटा कभी भी संस्थागत सीमाओं से बाहर न जाए, साथ ही एक आधुनिक क्लाउड सेवा का पूर्ण लचीलापन और कार्यक्षमता भी प्रदान करता है। वर्तमान में पीआरएल के 100 से अधिक उपयोगकर्ता इस सुविधा का उपयोग कर रहे हैं|

1. परिचय

अंतरिक्ष विभाग (DOS) के अधीन कार्यरत PRL, वैज्ञानिक डेटा और संवेदनशील सूचनाओं का प्रबंधन करता है। इस संदर्भ में, डेटा के संचलन, उपयोगकर्ता पहुँच और सूचना साझाकरण पर कठोर नियंत्रण बनाए रखना अनिवार्य है। एक निजी, सुरक्षित और स्केलेबल क्लाउड इन्फ्रास्ट्रक्चर की आवश्यकता को समझते हुए, हमने PRL NABH विकसित किया है, जो हमारी संस्थागत आवश्यकताओं के अनुरूप एक नेक्स्टक्लाउड[1]-आधारित समाधान है।

सार्वजनिक क्लाउड सेवाओं के विपरीत, PRL NABH उपयोगकर्ताओं को डेस्कटॉप या मोबाइल उपकरणों से अपनी महत्वपूर्ण फ़ाइलों को सिंक करने और डेटा सुरक्षा या संप्रभुता से समझौता किए बिना, कहीं से भी उन तक पहुँचने की अनुमति देता है। शोधकर्ता और कर्मचारी अब सुरक्षित माध्यमों से विभागों या दूरस्थ स्थानों के साथियों के साथ सहजता से सहयोग कर सकते हैं और फ़ाइलें साझा कर सकते हैं। यह प्रणाली हमारी आंतरिक प्रमाणीकरण और नेटवर्क नीतियों के साथ एकीकृत होती है, जिससे सुविधा और अनुपालन दोनों सुनिश्चित होते हैं।

2. पीआरएल नभ सुविधाओं का अवलोकन

पीआरएल नभ हमारी पीआरएल ड्राइव सेवा का उन्नत संस्करण है| डिफ़ॉल्ट रूप से प्रत्येक उपयोगकर्ता को 10 जीबी स्थान दिया जाता है, जिसे अनुमोदन के आधार पर आवश्यकतानुसार बढ़ाया जा सकता है।

i. सुरक्षित फ़ाइल सिंक और शेयर - उपयोगकर्ता अपने काम को कई डिवाइस पर सुरक्षित और तुरंत अपलोड, संग्रहीत और सिंक कर सकते हैं।

ii. दो-कारक प्रमाणीकरण (TOTP सक्षम) - हमने सभी उपयोगकर्ता खातों के लिए समय-आधारित वन-टाइम पासवर्ड (TOTP) लागू किया है।

iii. स्व-होस्टेड और पूरी तरह से पृथक अवसंरचना - थर्ड पार्टी क्लाउड प्रदाताओं पर कोई निर्भरता नहीं।

iv. कोलाबोरा ऑनलाइन एकीकरण - वास्तविक समय में कार्यालय दस्तावेज़ों के सहयोगी संपादन की अनुमति देता है।

v. भूमिका-आधारित पहुँच नियंत्रण (RBAC) - भूमिकाओं के आधार पर अनुकूलित फ़ोल्डर संरचनाएँ और अनुमतियाँ।

vi. संस्करण और फ़ाइल पुनर्प्राप्ति - आकस्मिक विलोपन के लिए स्वचालित संस्करण और पुनर्प्राप्ति।

vii. मोबाइल और डेस्कटॉप क्लाइंट - सिंकिंग और एक्सेस के लिए क्रॉस-प्लेटफ़ॉर्म समर्थन

viii. सम्मेलनों और वैज्ञानिक कार्यक्रमों में पीआरएल नभ का एक महत्वपूर्ण उपयोग पीआरएल द्वारा आयोजित विभिन्न वैज्ञानिक सम्मेलनों, कार्यशालाओं और शैक्षणिक कार्यक्रमों के आयोजन के दौरान हुआ है। सम्मेलन आयोजकों ने प्रतिभागियों से सार, प्रस्तुतियाँ, पंजीकरण दस्तावेज़ और अन्य प्रासंगिक डेटा एकत्र करने के लिए पीआरएल नभ की सुरक्षित फ़ाइल अपलोड और साझाकरण कार्यक्षमता का व्यापक उपयोग किया है। नेक्स्टक्लाउड के नवीनतम अपग्रेड के साथ, यह प्रणाली अब तेज़ अपलोड गति का समर्थन करती है, जिससे व्यस्ततम ट्रैफ़िक अवधि के दौरान भी एक सहज और कुशल अनुभव प्राप्त होता है। प्रदर्शन अनुकूलन यह सुनिश्चित करता है कि सैकड़ों प्रतिभागी बिना किसी देरी या प्रदर्शन संबंधी बाधाओं के एक साथ फ़ाइलें अपलोड कर सकें—जो पहले आकार सीमा या सुरक्षा चिंताओं के कारण ईमेल या तृतीय-पक्ष क्लाउड टूल के साथ चुनौतीपूर्ण था। इस क्षमता ने न केवल परिचालन दक्षता को बढ़ाया, बल्कि पीआरएल के आंतरिक साइबर सुरक्षा प्रोटोकॉल का अनुपालन भी सुनिश्चित किया, क्योंकि सभी फ़ाइलें पीआरएल के आंतरिक सर्वरों तक ही सीमित रहीं, जिससे डेटा लीक होने का जोखिम काफी कम हो गया।

ix. पीआरएल नभ फॉर्म: गूगल फॉर्म का एक सुरक्षित विकल्प-

पीआरएल नभ प्लेटफ़ॉर्म का एक और अभिनव उपयोग पीआरएल नभ फ़ॉर्म्स का उपयोग है, जो गूगल फ़ॉर्म्स जैसे बाहरी सर्वेक्षण टूल का एक सुविधा संपन्न और गोपनीयता-अनुपालक विकल्प है। फ़ॉर्म बिल्डर मॉड्यूल का उपयोग विभिन्न विभागों में पंजीकरण, आंतरिक सर्वेक्षण, प्रशिक्षण फ़ीडबैक और इवेंट प्रबंधन आदि के लिए डेटा एकत्र करने हेतु व्यापक रूप से किया जाता है।

व्यावसायिक प्लेटफ़ॉर्म्स के विपरीत, पीआरएल नभ फ़ॉर्म्स यह सुनिश्चित करता है कि सभी फ़ॉर्म प्रतिक्रियाएँ पीआरएल नेटवर्क के भीतर संग्रहीत हों, और डेटा गोपनीयता और वर्गीकरण संबंधी आंतरिक नीतियों का पालन करें। उपयोगकर्ता विभिन्न फ़ील्ड प्रकारों (टेक्स्ट, ड्रॉपडाउन, चेकबॉक्स, फ़ाइल अपलोड) के साथ अनुकूलन योग्य फ़ॉर्म बना सकते हैं, एक्सेस नियंत्रण लागू कर सकते हैं, और विश्लेषण के लिए परिणाम निर्यात कर सकते हैं—ये सब एक ही सुरक्षित वातावरण में।

एक एकीकृत और संस्थागत रूप से नियंत्रित फ़ॉर्म सेवा प्रदान करके, पीआरएल नभ कर्मचारियों को गोपनीयता से समझौता करने वाले बाहरी टूल पर निर्भर हुए बिना महत्वपूर्ण डेटा एकत्र करने की शक्ति प्रदान करता है।

3. पीआरएल नभ लाइव अवलोकन

पीआरएल नभ कार्यान्वयन के लिए कुछ लाइव चित्र निम्नलिखित हैं-

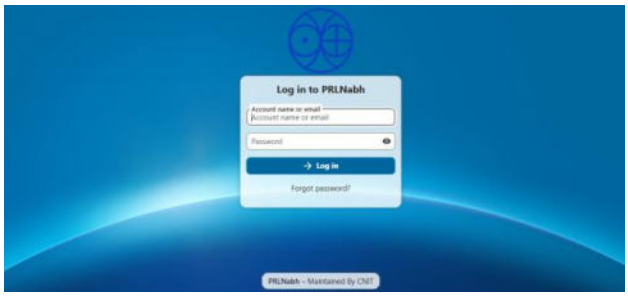


Figure 1 पीआरएल नभ का लॉगिन पृष्ठ

3 निष्कर्ष

पीआरएल नभ के साथ, हमने सफलतापूर्वक एक सुरक्षित, आत्मनिर्भर और उपयोगकर्ता-अनुकूल क्लाउड सहयोग पारिस्थितिकी तंत्र बनाया है जो पीआरएल की डेटा गवर्नेंस और अनुसंधान सहयोग आवश्यकताओं के अनुरूप है। नेक्स्टक्लाउड जैसे ओपन-सोर्स टूल्स का लाभ उठाकर और उन्हें टीओटीपी-आधारित टू-फैक्टर ऑथेंटिकेशन, ऑन-प्रिमाइसेस कोलैबोरा एडिटिंग और रोल-बेस्ड एक्सेस जैसी सुरक्षित सुविधाओं के साथ एकीकृत करके, हमने यह सुनिश्चित किया है कि हमारे वैज्ञानिक और कर्मचारी किसी तृतीय-पक्ष प्लेटफ़ॉर्म पर निर्भर हुए बिना प्रभावी ढंग से सहयोग कर सकें।

पीआरएल नभ का विकास इस बात का प्रमाण है कि यह न केवल उत्पादकता और पहुँच में सुधार करता है, बल्कि ऐसे समय में हमारी संस्थागत साइबर स्थिति को भी मजबूत करता है जब डेटा सुरक्षा पहले से कहीं अधिक महत्वपूर्ण है।

4 आभार

हम प्रोफेसर अनिल भारद्वाज, निदेशक, PRL, के प्रति गहरी कृतज्ञता व्यक्त करते हैं, जिनके प्रोत्साहन और दूरदर्शी नेतृत्व ने हमें नवाचार की दिशा में आगे बढ़ने और उन्नत तकनीकों तथा टूल्स को अपनाने की प्रेरणा दी। हम PRL के रजिस्ट्रार और डीन के भी आभारी हैं, जिनके निरंतर सहयोग ने इस प्रयास को निरंतर बल प्रदान किया।

इसके साथ ही, हम प्रोफेसर बिजय साहू, प्रोफेसर वरुण शील, प्रोफेसर नमित महाजन और डॉ. एम. शनमुगम के प्रति उनके बहुमूल्य सहयोग के लिए हार्दिक धन्यवाद ज्ञापित करते हैं। CNIT टीम के सभी सदस्यों के अथक समर्पण और प्रतिबद्धता के लिए हम विशेष रूप से आभारी हैं।

अंततः, हम अपने सभी PRL सहयोगियों को उनके निरंतर समर्थन, विश्वास और सहभागिता के लिए धन्यवाद देते हैं, जिन्होंने इस पहल को साकार करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई।

5 संदर्भ

[1] https://nextcloud.com/

[1]- https://nextcloud.com/

निम्न अक्षांश क्षेत्रों में IRI मॉडल में तल भाग आयनमंडल के कुल इलेक्ट्रॉन सामग्री (TECb) का अधिक आकलन

एच. कवा, के. वेंकटेश, डी. पल्लमराजू

एच. कवा, कनिष्ठ अनुसंधान फेलो-डीएसटी-एसआरजी, अंतरिक्ष एवं वायुमंडलीय विज्ञान प्रभाग, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, harshkava@prl.res.in

सार

निम्न अक्षांशों पर इंटरनेशनल रेफरेंस आयनोस्फीयर (IRI) मॉडल द्वारा अनुमानित कुल इलेक्ट्रॉन सामग्री (TEC) में वास्तविक मानों की तुलना में बड़ा अंतर पाया गया है। हालांकि TEC में आयनमंडल के शीर्ष भाग की भूमिका पर कई अध्ययन हुए हैं, लेकिन तल भाग की भूमिका पर अध्ययन सीमित संख्या में हैं। इस अध्ययन में अहमदाबाद के डिजीसॉन्ड मापों द्वारा 2015 और 2018 के दौरान तल भाग के कुल इलेक्ट्रॉन सामग्री (TECb) का मूल्यांकन कर उसकी तुलना IRI मॉडल से की गई। पाया गया कि IRI मॉडल दिन के समय अधिक आकलन करता है। अंततः विभिन्न मापदंडों के बीच तुलनात्मक विश्लेषण से यह निष्कर्ष निकाला गया की आयनमंडल की मोटाई (B0) का विसंगति में योगदान अधिकतम है। यह अध्ययन IRI मॉडल सुधार हेतु महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करता है।

प्रस्तावना

आयनमंडलीय कुल इलेक्ट्रॉन सामग्री (TEC) एक अत्यंत महत्वपूर्ण मापदंड है, जिसकी सटीक जानकारी रेडियो सिग्नलों द्वारा आयनमंडल को पार करते समय होने वाली रेंज विलंबता के आकलन हेतु आवश्यक होती है। भूमध्यरेखीय और निम्न अक्षांश क्षेत्रों में TEC स्थान और समय के अनुसार अत्यधिक परिवर्तनशील होता है, क्योंकि इन क्षेत्रों में आयनमंडलीय प्लाज्मा का वितरण विद्युत-गतिकीय प्रक्रियाओं से प्रभावित होता है। परिणामस्वरूप, निम्न अक्षांश क्षेत्रों में TEC के व्यवहार का सटीक मॉडलिंग करना एक जटिल कार्य है। निम्न अक्षांश क्षेत्रों में किए गए प्रेक्षणों की तुलना में IRI मॉडल द्वारा अनुमानित TEC में कई विसंगतियाँ पाई गई हैं। IRI मॉडल में किसी निर्धारित स्थान और समय पर TEC का अनुमान लंबवत इलेक्ट्रॉन घनत्व प्रोफाइल के समाकलन द्वारा लगाया जाता है। IRI मॉडल में आयनमंडलीय इलेक्ट्रॉन घनत्व प्रोफाइल के निर्माण को मुख्यतः दो भागों में वर्गीकृत किया जा सकता है – एक है तल भाग प्रोफाइल और दूसरा है शीर्ष भाग प्रोफाइल। हालांकि, अब तक IRI मॉडल के तल भाग TEC अनुमान के व्यवहार पर केंद्रित कोई अध्ययन नहीं किया गया है। यह अध्ययन तल भाग आयनमंडल में IRI मॉडल के प्रदर्शन का मूल्यांकन करता है, ताकि उन प्रमुख कारकों की पहचान की जा सके जो TECb के अनुमान में पाए जाने वाले विचलनों के लिए जिम्मेदार हैं। IRI मॉडल तल भाग इलेक्ट्रॉन घनत्व प्रोफाइल को निम्नलिखित समीकरण (रामकृष्णन, एस. एवं रॉवर, 1972) से प्रस्तुत करता है:

$$N_e(h) = N_m F_2 \frac{\exp(-x^{B_1})}{\cosh(x)} \quad \ldots (1)$$

$$x = \frac{h_m F_2 - h}{B_0} \quad \ldots (2)$$

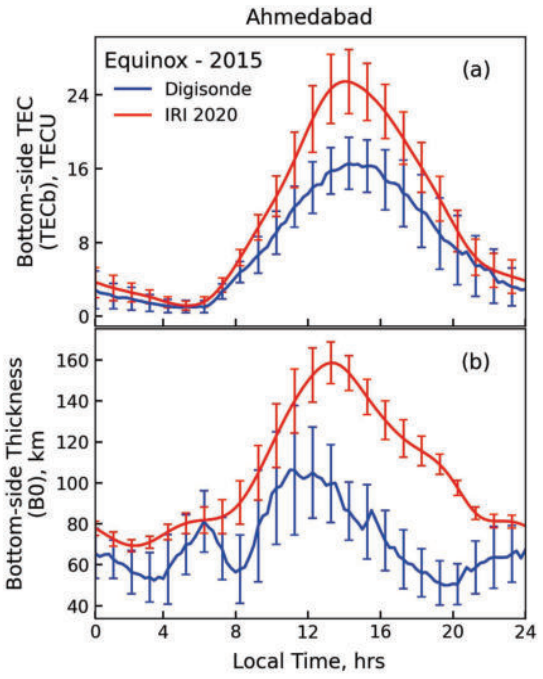
Ne इलेक्ट्रॉन घनत्व है, h ऊँचाई है, NmF2 F-लेयर की अधिकतम इलेक्ट्रॉन घनत्व है, hmF2 वह ऊँचाई है जहाँ NmF2 प्राप्त होता है, B0 आयनमंडल की मोटाई है जिसे (NmF2 - 0.24×NmF2) के रूप में दर्शाया जाता हे और B1 तल भाग प्रोफाइल के आकार को दर्शाता है। इनमें से किसी भी मापदंड में त्रुटि होने पर तल भाग TEC के अनुमान में भी त्रुटि उत्पन्न होती है। प्रत्येक मापदंड के

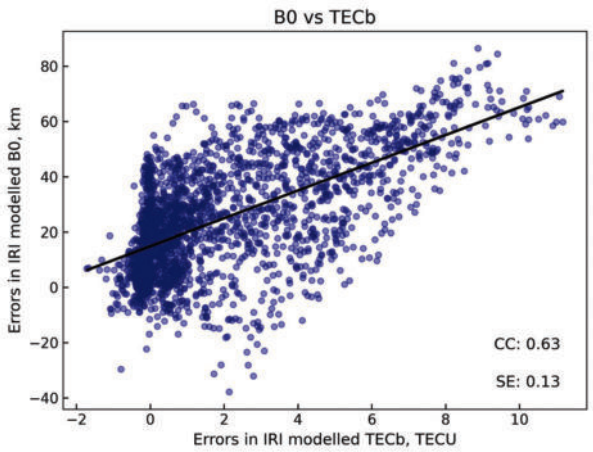
सापेक्ष योगदान को समझने के लिए तुलना को आगामी अनुभागों में प्रस्तुत किया गया है।

TECb के अधिक अनुमान में विभिन्न मापदंडो (NmF2, hmF2, B0 और B1) की भूमिका

चित्र 1 (बाईं तरफ) विषुव 2015 (जब मॉडल त्रुटिया अधिकतम है) के दौरान IRI मॉडल द्वारा अनुमानित मानों (लाल रेखा) और डिजीसॉन्ड प्रेक्षणों (नीली रेखा) के मौसमी औसत को प्रस्तुत करता है। जबकि त्रुटि रेखाए संबंधित मौसम के दौरान मानक त्रुटि प्रस्तुत करती हैं। स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है कि अधिकांश दिन के समय IRI मॉडल द्वारा TECb का अनुमान अधिक किया गया है। जब इन विशेषताओं की अन्य मापदंडो से तुलना की गई तब सब ने अलग अलग बर्ताव दिखाया जैसे की NmF2 में दोपहर के समय कम अनुमान देखा गया। दूसरी ओर, hmF2 दैनिक परिवर्तन में कभी अधिक और कभी कम अनुमान का मिश्रित रुझान दिखाता है। हालाँकि, B0 के त्रुटिपूर्ण मान TECb के त्रुटियों के अनुरूप प्रतीत होते हैं, क्योंकि इसमें भी समान ऋतु और स्थानीय समय के दौरान अधिक अनुमान दिखता है। जबकि B1 के परिवर्तन TECb की त्रुटियों को स्पष्ट रूप से नहीं समझा पाते। गहन विश्लेषण के लिए B0 एवं TECb की मॉडल त्रुटिओं (IRI - डिजीसॉन्ड) का मूल्यांकन किया गया (दाईं तरफ)। जो दोनों मापदंडो के बिच का सहसंबंध गुणांक काफी उल्लेखनीय (0.63) दर्शाता है।

यह स्पष्ट रूप से दर्शाता है कि तल भाग कुल इलेक्ट्रॉन सामग्री (TECb) के अधिक अनुमान के लिए विभिन्न मापदंडो में से B0 की त्रुटियाँ सबसे अधिक जिम्मेदार हैं। क्योकि उसमे देखे गए मौसमी और स्थानीय समय आधारित विचलन TECb के साथ बेहतर मेल खाते हैं। जबकि इसके विपरीत NmF2 और hmF2 कुछ विशेष समयों पर विचलन दिखाते हैं, वे TECb की त्रुटियों से सीधे और लगातार मेल नहीं खाते।





चित्र 1 अहमदाबाद के ऊपर डिजीसॉन्ड प्रेक्षणों एवं मॉडल की जांचो के बिच में TECb एवं B0 की तुलना (बाईं तरफ), TECb एवं B0 में मॉडल त्रुटिओ की तुलना (दाईं तरफ)।

निष्कर्ष

निम्न अक्षांशो पर केंद्रित इस अध्ययन में IRI मॉडल द्वारा अनुमानित तल भाग के कुल इलेक्ट्रॉन सामग्री (TECb) की तुलना वास्तविक डिजीसॉन्ड मापों से की गई। पाया गया कि मॉडल दिन के समय कुल इलेक्ट्रॉन सामग्री को अधिक दर्शाता है, चाहे मौसम या सौर गतिविधि कोई भी हो। तल भाग की रचना में शामिल सभी मापदंडो में से तल भाग की मोटाई (B0) का योगदान मॉडल त्रुटि में सबसे प्रमुख है। निष्कर्षतः, B0 के दैनिक व मौसमी व्यवहार में सुधार और उसके संरूपण के बेहतर मानचित्रण से IRI मॉडल की सटीकता बढ़ाई जा सकती है।

आभार

लेखक इंटरनेशनल रेफरेंस आयनोस्फीयर मॉडल टीम का हार्दिक धन्यवाद व्यक्त करते हैं, जिन्होंने IRI-2020 मॉडल का FORTRAN स्रोत कोड प्रदान किया। इस अध्ययन में उपयोग की गई अहमदाबाद स्थित डिजीसॉन्ड का संचालन भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, अहमदाबाद द्वारा किया गया है। यह अध्ययन विज्ञान एवं अभियांत्रिकी अनुसंधान बोर्ड (SERB), भारत सरकार द्वारा प्रदान किए गए स्टार्ट-अप रिसर्च ग्रांट (SRG/2023/001814) और अंतरिक्ष विभाग, भारत सरकार के सहयोग से संभव हो पाया।

सन्दर्भ

रामकृष्णन, एस. एवं रॉवर, के. (1972), प्रयोगसिद्ध विधियों द्वारा प्राप्त मॉडल इलेक्ट्रॉन घनत्व प्रोफाइल। प्रकाशित: स्पेस रिसर्च XII में, संपादक: एस. ए. बोव्हिल, जे. डी. जाफ्फे, एवं एम. जे. रायक्रॉफ्ट (पृष्ठ 1253-1259)।

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक), इसरो से मेगा-कोन्सटेलेसन नेटवर्क के माध्यम से विश्व भर में ऑडियो विजुअल (एवी) स्ट्रीमिंग

निखिल कौशल [1], जीगेश एम शाह [2]
[1] निखिल कौशल, वैज्ञानिक/ इंजीनियर-एसडी, इलेक्ट्रोनिकी प्रणाली सहायता प्रभाग, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
[2] जीगेश एम शाह, प्रधान, इलेक्ट्रोनिकी प्रणाली सहायता प्रभाग, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
kaushalnikhil@sac.isro.gov.in
jig_shah@sac.isro.gov.in

सार

इस पत्र में दूरदराज और कम सेवा वाले क्षेत्रों में ऑडियो-विजुअल (एवी) स्ट्रीमिंग के लिए मेगा कोन्सटेलेसन नेटवर्क (एमसीएन) का उपयोग करने की व्यवहार्यता पर चर्चा की गई है। यह रेखांकित करता है कि कम पृथ्वी कक्षा (एलईओ) उपग्रह उच्च बैंडविड्थ और कम विलंबता प्रदान करते हैं, जिससे उन्हें लाइव एवी ट्रांसमिशन के लिए उपयोग किया जा सकता है। यह पत्र सैक के उन्नत एवी सेटअप का भी वर्णन करता है, जिसमें उच्च-रिज़ॉल्यूशन वीडियो सिस्टम, पेशेवर-ग्रेड ऑडियो और आईपी-आधारित स्ट्रीमिंग बुनियादी ढांचा शामिल है। एमसीएन के साथ, सैक जैसे स्थानों से लाइव प्रसारण स्थलीय नेटवर्क सीमाओं की परवाह किए बिना वैश्विक दर्शकों तक पहुंच सकते हैं ।

प्रस्तावना

स्ट्रीमिंग तकनीक एक दशक से अधिक समय से उपयोग में है और अब व्यक्तिगत और पेशेवर दोनों संदर्भों में नियमित रूप से उपयोग में है। नेटवर्किंग प्रोटोकॉल, हार्डवेयर और बुनियादी ढांचे में प्रगति ने तेजी से एवी स्ट्रीमिंग को विभिन्न अनुप्रयोगों में एक व्यावहारिक समाधान बना दिया है। हालांकि, दूरस्थ क्षेत्रों में मौजूदा नेटवर्क बुनियादी ढांचे की सीमाओं ने एवी स्ट्रीमिंग के व्यापक कार्यान्वयन में ऐतिहासिक रूप से बाधा डाली है। मेगा- कोन्सटेलेसन नेटवर्क (एमसीएन) का उद्भव, जैसे स्पेसएक्स का स्टारलिंक, हजारों कम पृथ्वी कक्षा उपग्रहों से बना है, इन चुनौतियों को दूर करने का एक आशाजनक अवसर प्रस्तुत करता है। यह पेपर दूरस्थ और कम स्थानों में एवी स्ट्रीमिंग को सक्षम करने के लिए स्पेसएक्स के स्टारलिंक एमसीएन का उपयोग करने की व्यवहार्यता की पड़ताल करता है।

खंड I - एवी स्ट्रीमिंग क्या है?

एवी स्ट्रीमिंग वास्तविक समय या कंप्यूटर नेटवर्क पर ऑन-डिमांड में ऑडियो और वीडियो डेटा प्रसारित करने की प्रक्रिया को संदर्भित करता है। [3] में, Y. Tian et al वास्तविक समय में निर्माता से अंतिम उपयोगकर्ता तक की जानकारी की एक निर्बाध धारा के रूप में स्ट्रीमिंग को संदर्भित करता है, मूल वीडियो या ऑडियो स्ट्रीम डेटा के साथ, संचरण के लिए कई पैकेट में विभाजित होता है। एवी स्ट्रीमिंग कई कारकों पर निर्भर करती है जैसे: ए) वीडियो रिज़ॉल्यूशन, बी) बिट दर/ बैंडविड्थ, सी) नेटवर्क इन्फ्रास्ट्रक्चर और डी) विलंबता।

खंड II - संपीड़न की आवश्यकता

जब कंप्यूटर नेटवर्क पर वीडियो और ग्राफिक सिग्नल वितरित किए जाते हैं, तो उनकी डेटा दरों को नेटवर्क की उपलब्ध बैंडविड्थ क्षमता के भीतर फिट होना चाहिए। उभरते हुए 4K और UHD वीडियो मानक 10 Gbps से अधिक डेटा दरों का विस्तार कर रहे हैं। इसलिए, वीडियो को पुन: पेश करने के लिए आवश्यक डेटा की मात्रा को कम करने की क्षमता भंडारण स्थान को बचाती है ।

संपीड़न क्या है?

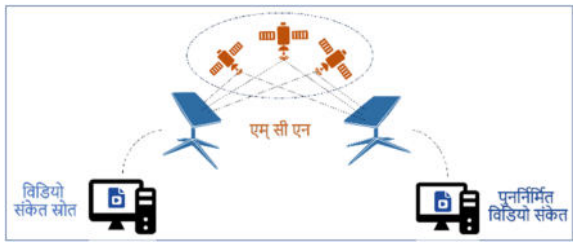
संपीड़न, चित्र 1 में दिखाए गए अनुसार संचरण के लिए वीडियो सिग्नल को पुन: पेश करने के लिए आवश्यक डेटा की मात्रा को कम करने की प्रक्रिया है. पुनर्निमाण संपीडित डाटा से वीडियो संकेत प्राप्त करने की प्रक्रिया है। [4]

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

चित्र1 - संपीड़न और पुनर्निर्माण

खंड III - एमसीएन के माध्यम से एवी स्ट्रीमिंग की आवश्यकता

पृथ्वी पर कई स्थानों में इंटरनेट का उपयोग नहीं होता है क्योंकि वे तारों या केबलों जैसे पारंपरिक जमीन आधारित बुनियादी ढांचे के लिए अनुपयुक्त या लागत-निषिद्ध हैं। स्टारलिंक एक नई उपग्रह इंटरनेट सेवा है जो कम पृथ्वी की कक्षा में समूहों के रूप में तैनात हजारों छोटे उपग्रहों का उपयोग करती है, ग्राउंड रिसीवर के साथ संयुक्त, स्टारलिंक उन स्थानों को ब्रॉडबैंड इंटरनेट कनेक्शन प्रदान करने में सक्षम होगा जो पहले दुर्गम थे। इसलिए, एवी स्ट्रीमिंग एमसीएन का उपयोग करके दुनिया भर में उपलब्ध होगी जैसा कि चित्र 2 में दिखाया गया है।



चित्र2 - एमसीएन के माध्यम से एवी स्ट्रीमिंग

वीडियो स्ट्रीमिंग के लिए स्टारलिंक के लाभ

स्टारलिंक का अनूठा दृष्टिकोण भविष्य में लाइवस्ट्रीमिंग के लिए आदर्श हो सकता है क्योंकि सेवा अधिक बैंडविड्थ, कम विलंबता और बेहतर पहुंच प्रदान करती है।

चूंकि वीडियो स्ट्रीमिंग के लिए उच्च बैंडविड्थ महत्वपूर्ण है, इसलिए स्टारलिंक का भविष्य प्रक्षेपण जो सेवा भविष्य में 1 जीबीपीएस बैंडविड्थ प्रदान कर सकती है। सेवा की शुरुआती रिपोर्ट बताती है कि 20 एमबीपीएस अपलोड बैंडविड्थ वर्तमान में अधिक यथार्थवादी है।

लेटेंसी वह समय है जब डेटा को अपने गंतव्य और पीछे तक पहुंचने में समय लगता है, जिसमें स्टारलिंक उपग्रह से जुड़ना शामिल होगा। चूंकि स्टारलिंक उपग्रह पृथ्वी की सतह से लगभग 342 मील ऊपर हैं, पारंपरिक उपग्रह इंटरनेट समाधानों की तरह 22,200 मील की बजाय, विलंबता 20-40 मिलीसेकंड जितनी कम हो सकती है। Z. GAL [2] द्वारा 5423 स्टारलिंक लियो उपग्रहों पर किए गए अध्ययन से पता चला है कि 2ms - 12ms जितनी कम की विलंबता भी प्राप्त की जा सकती है। यह पेपर सैक में उपलब्ध अत्याधुनिक स्ट्रीमिंग बुनियादी ढांचे के उपयोग से एवी ट्रांसमिशन के लिए इन बेहद कम विलंबता सुविधाओं का उपयोग करने पर केंद्रित है।

खंड IV - अंतरिक्ष अनुप्रयोग केंद्र (सैक) एवी इन्फ्रास्ट्रक्चर

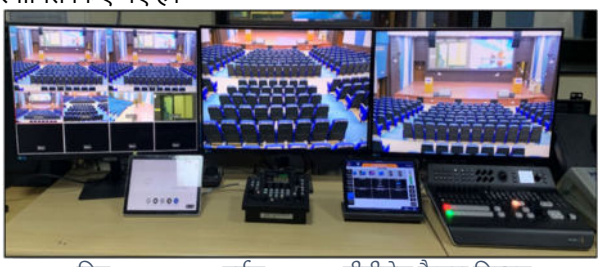
सैक में एक यशपाल ऑडिटोरियम है जो एक बड़ा आयोजन स्थान है जिसे व्याख्यान, प्रस्तुतियों, सेमिनार, प्रदर्शन आदि जैसे विभिन्न उद्देश्यों के लिए लगभग 500 दर्शकों को समायोजित करने के लिए डिज़ाइन किया गया है | यशपाल ऑडिटोरियम में कार्यक्रम अन्य स्थानों पर लाइव-स्ट्रीम किए जाते हैं और बाद में उपयोग के लिए भी दर्ज किए जाते हैं। एवी सिस्टम का प्रमुख विवरण नीचे दिया गया है:

प्रदर्शन प्रणाली - ए) विशाल 32 फीट x फीट सक्रिय एलईडी वीडियो वॉल, जैसा कि चित्र 3 में दिखाया गया है, बी) दो नग 3840 x 2160 स्लाइडिंग एलईडी फीडबैक मॉनिटर और सी) दो नग ग्रीन रूम में एलईडी डिस्प्ले।

चित्र3 - 32 फीट x 9 फीट सक्रिय एलईडी वीडियो दीवार

ऑडियो प्रणाली - लाइन ऐरे स्पीकर, फ्रंट फिल स्पीकर, 2 नग स्टेज मॉनिटर स्पीकर, 17 नग छत वक्ताओं, 3 नग वॉल स्पीकर, एम्पलीफायर, डिजिटल सिग्नल प्रोसेसर, 48 चैनल डिजिटल मिक्सिंग कंसोल और सभी प्रकार के माइक्रोफोन स्थापित है।

कैमरा प्रणाली - कैमरा सिस्टम जिसमें 4 नग शामिल हैं PTZ (पैन, झुकाव और ज़ूम) कैमरे 4K @ 60Hz रिज़ॉल्यूशन, 8.4 MP, 24X ऑप्टिकल ज़ूम जैसी सुविधाओं के साथ चित्र 4 में दिखाए गए अनुसार स्थापित किए गए हैं।



चित्र 4 - 4K @ 60 हर्ट्ज (4: 4: 4) पीटीजेड कैमरा सिस्टम

स्विचिंग सिस्टम - आईपी पर एवी (इंटरनेट प्रोटोकॉल पर ऑडियो-विजुअल) स्विचिंग सिस्टम जिसमें 69 नग 4K @ 60Hz (4: 4: 4) एनकोडर और डिकोडर शामिल हैं।

एसएसीएन से एवी स्ट्रीमिंग

सैक में अत्याधुनिक स्ट्रीमिंग सेट-अप है जिसमें एवी स्रोत, एनकोडर और नेटवर्क शामिल हैं जो नीचे दी गई तालिका में वर्णित हैं:

सबसिस्टम	विवरण
AV Source	• कोई भी PC या Laptop • यशपाल ऑडिटोरियम एवी मिक्सर आउटपुट
एनकोडर	• इसमें H.264/ MPEG-4 और AAC कोडेक के लिए AVC समर्थन शामिल है
नेटवर्क	• 5 एमएस से कम विलंबता के साथ मल्टीकास्ट ट्रैफ़िक के लिए उपयुक्त

निष्कर्ष

सबसे महत्वपूर्ण बात, MCNs उन क्षेत्रों में लाइव प्रसारण सक्षम बनाता है जिनके पास पहले खराब या गैर-मौजूद नेटवर्क पहुंच थी। चूंकि उपग्रह सेवा पारंपरिक जमीनी बुनियादी ढांचे के लिए असहज है, इसलिए अंतरिक्ष अनुप्रयोग केंद्र से दुनिया में कहीं भी लाइव वीडियो स्ट्रीमिंग प्राप्त करना संभव है, चाहे वह ग्रामीण क्षेत्र, अविकसित क्षेत्र, जहाज, विमान और अन्य चरम स्थितियां हों।

आभार

लेखक इसरो के अंतरिक्ष अनुप्रयोग केंद्र में अपने वरिष्ठ प्रबंधन को धन्यवाद देना चाहते हैं, जिसमें श्री डी.के. पटेल, समूह निदेशक - सीएसआईजी/ सीआईटीए, श्री सुमीतेश सरकार, एसोसिएट निदेशक - सैक और श्री एन.एम. देसाई, निदेशक सैक में अत्याधुनिक स्ट्रीमिंग बुनियादी ढांचे के कार्य और स्थापना के दौरान उनके निरंतर समर्थन और मार्गदर्शन के लिए निदेशक सैक।

सन्दर्भ

[1] जे झाओ, वाई। लियू, के। झाओ, डब्ल्यू। ली और वाई। फांग, "स्टारलिंक लियो नक्षत्र पर समय-संवेदनशील अनुप्रयोगों के लिए एंड-टू-एंड विलंब विश्लेषण," चीन इंस्ट्रूमेंट एंड कंट्रोल सोसाइटी (एसीसीआईएस) के 2024 अकादमिक सम्मेलन, चेंगदू, चीन, 2024, पीपी। 153-157, doi: 10.1109/ACCIS62068.2024.10948654.

[2] जेड। गैल और डी। तलबी, "इनसाइट्स इन लो अर्थ ऑर्बिट सैटेलाइट कम्युनिकेशन डायनेमिक्स: कनेक्शन व्यवहार, विलंबता और डॉपलर शिफ्ट की सेवा विश्लेषण की गुणवत्ता," इलेक्ट्रॉनिक संचार, इंटरनेट ऑफ थिंग्स और बिग डेटा (आईसीईआईबी), ताइपे, ताइवान, 2024, पीपी पर 116 आईईईई 121 वां अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन। 2024-4, doi: 10.1109/iceib61477.2024.10602698.

[3] वाई। तियान, "स्ट्रीमिंग मीडिया टेक्नोलॉजी के आधार पर ऑडियो रीडिंग के लिए ऑनलाइन शिक्षण प्रणाली का अनुसंधान और अभ्यास," *2022 सूचना प्रणाली, कम्प्यूटिंग और शैक्षिक प्रौद्योगिकी पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (आईसीआईएससीईटी)*, मॉन्ट्रियल, क्यूसी, कनाडा, 2022, पीपी 95-97, doi: 10.1109/ICISCET56785.2022.000332।

[4] https://www.extron.com/article/videocompressioncodecs?tab=tools

मुख्य विषय : हम तारे हैं -ब्रह्मांडीय तत्वों की उत्पत्ति और तारकीय पुरातत्त्व की दृष्टि से मानव अस्तित्व की खोज

ब्रह्मांड में तत्वों की उत्पत्ति

पल्लवी सराफ [1]
शोधकर्ता, खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी विभाग, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, pallavi@prl.res.in

सार

ब्रह्मांड में रासायनिक तत्वों की उत्पत्ति और वितरण को समझना तारकीय खगोल वैज्ञानिकों के लिए सबसे महत्वपूर्ण प्रश्नों में से एक है। हमारी आकाशगंगा के सबसे पुराने तारे प्रारंभिक ब्रह्मांड से बचे हुए दुर्लभ जीवाश्म हैं। ये तारे सबसे पहले बने तारों और सुपरनोवा विस्फोटों की रासायनिक छापों को सहेजकर रखते हैं। इसलिए, इन्हें अध्ययन में लेकर हम 13 अरब वर्ष पहले तत्व निर्माण की प्रक्रियाओं से जुड़े अनुत्तरित प्रश्नों का समाधान खोज सकते हैं। मैं बड़े दूरदर्शियों की मदद से धातु-हीन तारों का अवलोकन करती हूँ, और उनके रासायनिक गुणों का विश्लेषण करके ब्रह्मांड में तत्वों के निर्माण की गुत्थियों को सुलझाने का प्रयास करती हूँ।

प्रस्तावना

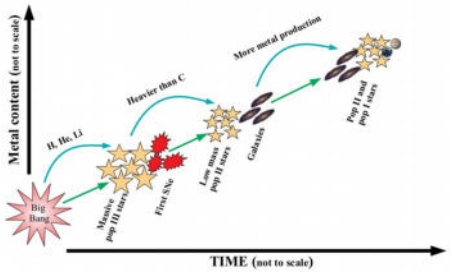
हमारे चारों ओर की हर वस्तु—हमारा शरीर, पहने हुए आभूषण, पीने का पानी, दैनिक उपयोग की वस्तुएँ—किसी न किसी रासायनिक तत्व से बनी हैं। परंतु क्या आपने कभी सोचा है कि ये तत्व आखिर आए कहाँ से? क्या ये पृथ्वी पर बने या ब्रह्मांड में कहीं और इनकी रचना हुई? यही प्रश्न मेरे शोध का मूल आधार है, जिसका उत्तर हमें "तारों" से मिलता है।

तत्वों की उत्पत्ति एवं तारकीय पुरातत्त्व

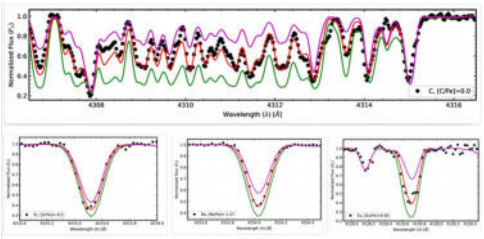
ब्रह्मांड में रासायनिक तत्वों की उत्पत्ति की खोज, खगोल भौतिकी का एक मौलिक और कालजयी प्रश्न रहा है। बिगबैंग के तुरंत बाद ब्रह्मांड केवल हल्के तत्वों—हाइड्रोजन, हीलियम और लिथियम—से बना था। भारी तत्वों की रचना, जो हमारी पृथ्वी, शरीर, और जीवन की नींव हैं, तारों के भीतर जटिल नाभिकीय प्रक्रियाओं द्वारा हुई। ये तत्व किसी प्रयोगशाला में नहीं बनाए गए, बल्कि अत्यधिक ताप, दाब और न्यूट्रॉन घनत्व वाली खगोलीय घटनाओं—जैसे सुपरनोवा या न्यूट्रॉन स्टार विलयन—के दौरान निर्मित हुए।

तारों की यह तत्व-निर्माण की प्रक्रिया हमें उनके प्रकाश में छिपे संकेतों से पता चलती है। जब हम तारों के स्पेक्ट्रा—यानि उनके प्रकाश को उसके अवयवों में विभाजित करके—का अध्ययन करते हैं, तो हमें पता चलता है कि उसमें कौन-कौन से तत्व मौजूद हैं, वे कितनी मात्रा में हैं, और किस प्रक्रिया से उत्पन्न हुए हैं। यही क्षेत्र "तारकीय पुरातत्त्व" कहलाता है, जिसमें हम सबसे पुराने तारों का विश्लेषण करके ब्रह्मांड के प्रारंभिक रासायनिक इतिहास को पुनः निर्मित करते हैं। विश्लेषण करके ब्रह्मांड के प्रारंभिक रासायनिक इतिहास को पुनः निर्मित करते हैं।

लेख से संबंधित चित्र



चित्र 1: ब्रह्मांड की रासायनिक समृद्धि का योजनाबद्ध चित्रण



चित्र 2: r-प्रक्रिया-समृद्ध तारे में विभिन्न वर्णक्रमीय रेखाओं का विश्लेषण

r-प्रक्रिया और सुपरनोवा अवशेष तारे

मेरे शोध का मुख्य विषय "r-प्रक्रिया से समृद्ध धातु-हीन तारे" हैं, जो आकाशगंगा के प्राचीनतम अवशेषों में गिने जाते हैं। इन तारों में यूरोपियम (Eu), स्ट्रॉन्शियम (Sr), बैरियम (Ba) जैसे भारी तत्वों की उपस्थिति यह दर्शाती है कि इनका निर्माण अत्यंत न्यूट्रॉन-धनी घटनाओं के प्रभाव से हुआ है।

इन भारी तत्वों के निर्माण की प्रक्रिया को "r-प्रक्रिया" कहा जाता है, जिसमें बीज नाभिक प्रति सेकंड सैकड़ों न्यूट्रॉन को पकड़ते हैं। यह प्रक्रिया अत्यंत तीव्र, ऊर्जा-समृद्ध और दुर्लभ खगोलीय स्थितियों में ही संभव होती है—जैसे न्यूट्रॉन तारों का विलयन।

2017 में घटित गुरुत्वाकर्षण तरंगों की ऐतिहासिक घटना GW170817 ने r–प्रक्रिया के वास्तविक अवलोकन का अवसर प्रदान किया। इस न्यूट्रॉन तारा विलयन को LIGO और VIRGO वेधशालाओं ने दर्ज किया, और इसके साथ देखे गए विद्युत–चुंबकीय संकेतों ने पुष्टि की कि ऐसी घटनाओं में भारी तत्वों—विशेष रूप से लैन्थेनाइड्स—का निर्माण होता है।

अवलोकन तकनीक और खोज प्रक्रिया

इन न्यूट्रॉन–धनी घटनाओं को समझने के लिए हमें ठोस प्रमाणों की आवश्यकता होती है—और ऐसा प्रमाण हमें धातु–हीन तारों के अध्ययन से प्राप्त होता है। ये तारे, जो आकाशगंगा के हैलो क्षेत्र में स्थित हैं, अपने भीतर पहले तारों और सुपरनोवा विस्फोटों की रासायनिक छाप को सँजोए हुए हैं।

इनकी धात्विकता, जो सूर्य की तुलना में अत्यंत कम होती है, यह संकेत देती है कि ये दूसरी या तीसरी पीढ़ी के तारे हैं—उन तारों से उत्पन्न जो ब्रह्मांड के प्रारंभिक युग में बने थे।

धातु–हीन तारों की खोज एक बहु–स्तरीय प्रक्रिया है: पहले चरण में संभावित तारों की पहचान की जाती है। इसके बाद, निम्न विभेदन स्पेक्ट्रोस्कोपी के माध्यम से उनके धातु संकेतों—विशेषकर कैल्शियम की H और K रेखाओं—का विश्लेषण होता है। इसके पश्चात मध्यम तथा उच्च विभेदन स्पेक्ट्रोस्कोपी द्वारा उनके विस्तृत रासायनिक संघटन की पुष्टि की जाती है।

यह पूरी प्रक्रिया न केवल अत्यधिक समय–साध्य होती है, बल्कि इसमें सूक्ष्म विश्लेषणात्मक कौशल और तकनीकी दक्षता की भी आवश्यकता होती है। इन प्रयासों के माध्यम से हम यह जानने में सक्षम होते हैं कि r–प्रक्रिया से प्रभावित तत्वों की उत्पत्ति किस प्रकार और किन खगोलीय घटनाओं के फलस्वरूप हुई।

निष्कर्ष

मेरे शोध में, मैं ऐसे धातु–हीन तारों की खोज करती हूँ और उनके स्पेक्ट्रा का गहन विश्लेषण करती हूँ, ताकि यह समझा जा सके कि उनमें पाए जाने वाले भारी तत्व किस r–प्रक्रिया घटनाओं से जुड़े हैं। इस विश्लेषण के माध्यम से, मैं "तारकीय पुरातत्त्व" की विधि अपनाकर ब्रह्मांड की प्रारंभिक रासायनिक कहानी को उजागर करने का प्रयास करती हूँ। यह खोज ब्रह्मांड को देखने का एक नया दृष्टिकोण प्रदान करती है—एक ऐसा दृष्टिकोण जिसमें हर तारा, हर वर्णक्रमीय रेखा, और हर तत्व हमें हमारे खगोलीय मूल की ओर ले जाता है।

आभार

मैं भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (PRL), अहमदाबाद को उनके बुनियादी ढांचे और समर्थन हेतु धन्यवाद देती हूँ, एवं अपने शोध मार्गदर्शकों और सहयोगियों की योगदानात्मक भूमिका को भी सम्मानपूर्वक स्वीकार करती हूँ।

सन्दर्भ

1. Abbott et al. (2017), GW170817 discovery paper
2. Frebel & Norris (2015), Annual Review on Metal–Poor Stars
3. Sneden et al. (2008), r–process abundance patterns in halo stars
4. Saraf et. al (2023), Decoding the composition of four bright r–process enhanced stars

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

"ज़ीरो-इंस्टॉल, GPU-त्वरित पायथन प्लेटफ़ॉर्म: PARAM VIKRAM 1000 पर JupyterHub की संगठित शक्ति"

(श्री अतुल अशोक माणके[1], श्री प्रशांत जांगिड़[1], श्री वैभव वरीश सिंह राठौर[1])

श्री अतुल अशोक माणके, वैज्ञानिक/ अभियंता-SE

सार

क्या आपने कभी सोचा है कि आज की AI क्रांति को गति देने वाली भाषाएँ–जैसे कि Python–को जटिल इंस्टॉलेशन की झंझट के बिना कैसे सीखा और समझा जा सकता है? इन चुनौतियों का समाधान करने के लिए, हम एक JupyterHub-आधारित समाधान प्रस्तुत कर रहे हैं जो PARAM VIKRAM 1000 विज़ुअलाइज़ेशन नोड की उच्च-प्रदर्शन क्षमताओं द्वारा समर्थित, एक शून्य-इंस्टॉल, ब्राउज़र-सुलभ Python वातावरण प्रदान करता है। इस लेख में, हम JupyterHub की वास्तुकला, परिनियोजन और व्यावहारिक लाभों पर गहराई से चर्चा करते हैं, और इस बात पर प्रकाश डालते हैं कि यह AI और डेटा विज्ञान अनुप्रयोगों के लिए स्केलेबल, GPU-त्वरित संगणना को सक्षम करते हुए उपयोगकर्ता ऑनबोर्डिंग को कैसे सरल बनाता है। वर्तमान में हमारे पास 18 से अधिक उपयोगकर्ता स्वतंत्र रूप से Jupyterhub सेवा का उपयोग कर रहे हैं।

1. परिचय

पिछले दशक में, पायथन[1] आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (एआई), मशीन लर्निंग (एमएल) और डीप लर्निंग (डीएल) के क्षेत्र में आधारशिला भाषा के रूप में उभरी है। इसके अभिव्यंजक वाक्यविन्यास, व्यापक लाइब्रेरी समर्थन (जैसे TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn) और सक्रिय ओपन-सोर्स समुदाय ने इसे शिक्षा जगत और उद्योग जगत में व्यापक रूप से अपनाया है। जैसे-जैसे एआई/एमएल परिदृश्य तेज़ी से विकसित हो रहा है, विकास और प्रयोग के लिए सहयोगी, मापनीय और उच्च-प्रदर्शन वाले वातावरण की माँग सर्वोपरि हो गई है।

परंपरागत रूप से, व्यक्तिगत उपयोगकर्ताओं को स्थानीय विकास परिवेशों को कॉन्फ़िगर करने की आवश्यकता होती थी - एक ऐसा कार्य जो अक्सर संगतता समस्याओं, संस्करण बेमेल और स्थापना जटिलता से ग्रस्त होता था। टीम सेटिंग या शैक्षिक परिवेश में, यह अतिरिक्त कार्यभार कई गुना बढ़ जाता है, जिससे उत्पादकता और निरंतरता प्रभावित होती है। ये चुनौतियाँ एक केंद्रीकृत, ब्राउज़र-आधारित और सहयोगी कंप्यूटिंग परिवेश की तत्काल आवश्यकता को रेखांकित करती हैं।

यही वह जगह है जहाँ जुपिटरहब[2] एक महत्वपूर्ण बदलाव साबित होता है। जुपिटरहब, जुपिटर नोटबुक का एक बहु-उपयोगकर्ता संस्करण है - जो एक लोकप्रिय इंटरैक्टिव कंप्यूटिंग वातावरण है - जो उपयोगकर्ताओं को बिना किसी स्थानीय इंस्टॉलेशन की आवश्यकता के, वेब ब्राउज़र में पायथन कोड लिखने और निष्पादित करने की अनुमति देता है। इससे भी महत्वपूर्ण बात यह है कि जुपिटरहब को शक्तिशाली उच्च-प्रदर्शन कंप्यूटिंग (एचपीसी) बुनियादी ढाँचे द्वारा समर्थित किया जा सकता है, जिससे यह सुनिश्चित होता है कि उपयोगकर्ता अपने ब्राउज़र सत्रों से सीधे विशाल कंप्यूटिंग संसाधनों का लाभ उठा सकते हैं।

हमारे संस्थान में, हमने हाल ही में परम विक्रम 1000 विज़ुअलाइज़ेशन नोड पर जुपिटरहब को लागू किया है, जिसे विशेष रूप से एचपीसी संदर्भ में पायथन कोडिंग वर्कफ़्लो को बेहतर बनाने के लिए डिज़ाइन किया गया है। यह कार्यान्वयन प्रदान करता है:

- शून्य-क्लाइंट इंस्टॉलेशन: उपयोगकर्ताओं को आरंभ करने के लिए केवल एक एचपीसी खाते और एक वेब ब्राउज़र की आवश्यकता होती है।
- उच्च प्रदर्शन: हमारा JupyterHub सर्वर इनसे संचालित होता है:
  - 2 × Intel® Xeon® Platinum 8358 प्रोसेसर
  - 2 × Nvidia A40 GPU
  - 512 GB RAM

ये विशिष्टताएँ गहन डेटा विश्लेषण, मशीन लर्निंग मॉडल प्रशिक्षण और विज़ुअलाइज़ेशन कार्यभार के निर्बाध संचालन को सुनिश्चित करती हैं।

यह पहल उपयोगकर्ता ऑनबोर्डिंग की कठिनाइयों को कम करती है, उच्च-स्तरीय कंप्यूटिंग तक पहुँच को लोकतांत्रिक बनाती है, और विभिन्न विषयों में Python उपयोगकर्ताओं के लिए एक सुसंगत, सहयोगात्मक विकास वातावरण को बढ़ावा देती है।

2. जुपिटरहब आर्किटेक्चर: एक सरलीकृत अवलोकन

यह समझने के लिए कि जुपिटरहब आंतरिक रूप से कैसे काम करता है, आइए सरल शब्दों में इसकी वास्तुकला का पता लगाएं।

प्रॉक्सी (कॉन्फ़िगर करने योग्य HTTP प्रॉक्सी): यह एक फ्रंट-फेसिंग राउटर की तरह काम करता है। यह एक आईपी और पोर्ट पर सुनता है और ट्रैफ़िक को उपयुक्त उपयोगकर्ता नोटबुक सर्वर पर भेजता है।

हब (मस्तिष्क): हब एक केंद्रीय नियंत्रक है जो उपयोगकर्ता प्रमाणीकरण का प्रबंधन करता है, नोटबुक सर्वर उत्पन्न करता है और प्रॉक्सी के साथ संचार करता है। यह उपयोगकर्ता सत्रों और संसाधनों के प्रबंधन के लिए ज़िम्मेदार है।

स्पॉनर्स: जब कोई उपयोगकर्ता लॉग इन करता है, तो हब उस उपयोगकर्ता के लिए ज्यूपिटर नोटबुक सर्वर बनाने के लिए स्पॉनर का उपयोग करता है। हमने अपने सेटअप में स्थानीय प्रक्रिया स्पॉनर का उपयोग किया है|

उपयोगकर्ता नोटबुक सर्वर: प्रत्येक उपयोगकर्ता को अपना अलग नोटबुक सर्वर (बैकएंड में चलने वाला एक पायथन कर्नेल) मिलता है, जो उनके ब्राउज़र में उपलब्ध होता है। इससे यह सुनिश्चित होता है कि उपयोगकर्ता स्वतंत्र रूप से कोड लिख और चला सकें।

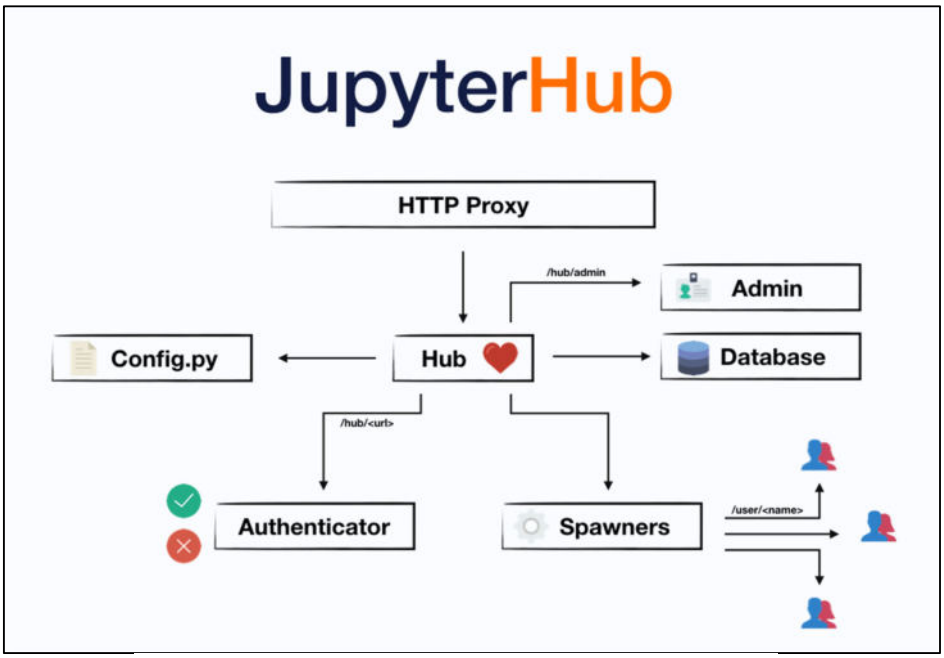


Figure 1जुपिटरहब आर्किटेक्चर: एक सरलीकृत अवलोकन

3 निष्कर्ष

एचपीसी इन्फ्रास्ट्रक्चर पर जुपिटरहब का कार्यान्वयन उच्च-प्रदर्शन कंप्यूटिंग को अधिक सुलभ, उपयोगकर्ता-अनुकूल और सहयोगात्मक बनाने की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है। एआई और डेटा विज्ञान में पायथन के एक प्रमुख भाषा बनने के साथ, जुपिटरहब जैसे उपकरण कच्ची कंप्यूटिंग शक्ति और व्यावहारिक उपयोगिता के बीच की खाई को पाटते हैं।

क्लाइंट-साइड निर्भरताओं को समाप्त करके, ऑनबोर्डिंग को सरल बनाकर और एक वेब-आधारित इंटरैक्टिव वातावरण प्रदान करके, जुपिटरहब शोधकर्ताओं, डेटा वैज्ञानिकों और छात्रों को समान रूप से उन चीज़ों पर ध्यान केंद्रित करने में सक्षम बनाता है जो वास्तव में महत्वपूर्ण हैं - नवाचार, प्रयोग और परिणाम। हमारे परम विक्रम विज़ुअलाइज़ेशन नोड के साथ इसका एकीकरण मज़बूत प्रदर्शन और अत्याधुनिक हार्डवेयर तक निर्बाध पहुँच सुनिश्चित करता है, जिससे यह हमारे एचपीसी पारिस्थितिकी तंत्र के लिए एक आधारशिला सेवा बन जाती है।

4 आभार

हम प्रोफेसर अनिल भारद्वाज, निदेशक, PRL, के प्रति गहरी कृतज्ञता व्यक्त करते हैं, जिनके प्रोत्साहन और दूरदर्शी नेतृत्व ने हमें नवाचार की दिशा में आगे बढ़ने और उन्नत तकनीकों तथा टूल्स को अपनाने की प्रेरणा दी। हम PRL के डीन के भी आभारी हैं, जिनके निरंतर सहयोग ने इस प्रयास को निरंतर बल प्रदान किया।

CNIT टीम के सभी सदस्यों के अथक समर्पण और प्रतिबद्धता के लिए हम विशेष रूप से आभारी हैं।

अंततः, हम अपने सभी PRL सहयोगियों को उनके निरंतर समर्थन, विश्वास और सहभागिता के लिए धन्यवाद देते हैं, जिन्होंने इस पहल को साकार करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई।

संदर्भ

[1] https://www.python.org/downloads/

[2] https://jupyter.org/hub

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

भाषासेतुः एक सुरक्षित ऑफ़लाइन बहुभाषी अनुवाद उपकरण

(श्रीमती सृष्टि शर्मा[1], श्री अतुल अशोल मानके[1], श्री जिगर रावल[1])

श्रीमती सृष्टि शर्मा, वैज्ञानिक/ अभियंता-**SD**

सार

क्या हो अगर आपको अत्यंत संवेदनशील जानकारी का अनुवाद करना हो, लेकिन आप ऑनलाइन अनुवाद सेवाओं पर भरोसा नहीं कर सकते? पीआरएल जैसे अनुसंधान संस्थानों में, जहाँ डेटा की गोपनीयता सर्वोपरि होती है, इंटरनेट पर निर्भर रहना कोई विकल्प नहीं होता। इसी कारण हमने भाषासेतु को विकसित किया है — एक पूर्णतः इन-हाउस भाषा अनुवाद प्रणाली, जो गोपनीयता और दक्षता दोनों सुनिश्चित करती है, और सुरक्षित संगठनात्मक उपयोग के लिए विशेष रूप से तैयार की गई है। भाषासेतु एक इंट्रानेट आधारित बहुभाषी अनुवाद उपकरण |यह उपकरण पूर्णतः ओपन-सोर्स टूल्स की सहायता से विकसित किया गया है और संस्थान के आंतरिक उपयोग के लिए अनुकूलित है।

1. भाषासेतु क्या है

भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (PRL) के कंप्यूटर नेटवर्किंग एवं सूचना प्रौद्योगिकी (CNIT) विभाग ने भाषाई समावेशन और सटीक संचार सुनिश्चित करने के उद्देश्य से एक अत्याधुनिक बहुभाषी अनुवाद टूल — Bhashasetu (भाषासेतु)— का सफलतापूर्वक विकास और परिनियोजन किया है। यह टूल PRL के इंट्रानेट पर पूर्णतः ऑफ़लाइन कार्य करता है और अंग्रेज़ी, हिंदी, गुजराती, मराठी जैसी प्रमुख भाषाओं के बीच द्विदिश अनुवाद की सुविधा प्रदान करता है।

प्रारंभ में, SAC द्वारा विकसित अंग्रेज़ी से हिंदी अनुवाद टूल 'Lipiyantra' का अध्ययन किया गया। इस अध्ययन के आधार पर, PRL के CNIT विभाग ने उसकी कार्यप्रणाली को समझते हुए एक नई, विस्तारित और पूर्णतः स्वदेशी प्रणाली — Bhashasetu (भाषासेतु): एक बहुभाषी अनुवाद उपकरण' — का विकास किया, जो 22 भारतीय भाषाओं के बीच द्विदिश अनुवाद की सुविधा प्रदान करता है।

2. भाषासेतु की संरचना

भाषासेतु को एक सुरक्षित, विश्वसनीय और उच्च प्रदर्शन बहुभाषी अनुवाद प्रणाली के रूप में डिज़ाइन किया गया है। यह AI4Bharat द्वारा विकसित IndicTrans2 मॉडल पर आधारित है और उच्च निष्पादन संगणन (High Performance Computing) प्रणाली के विज़ुअलाइज़ेशन नोड पर चलाया जा रहा है। इसकी संरचना मॉड्यूलर है, जो इसे संस्थान के इंट्रानेट वातावरण में आसानी से एकीकृत और प्रबंधित करने योग्य बनाती है। Hugging Face इंटरफेस के माध्यम से यह तेज़ और सटीक अनुवाद अनुभव प्रदान करता है, बिना किसी बाहरी इंटरनेट कनेक्टिविटी के।

3. कार्यान्वयन की प्रमुख विशेषताएँ

1. एआई अनुवाद इंजन

भाषासेतु 'IndicTrans2' [1] मॉडल का उपयोग करता है जो भारतीय भाषाओं के लिए उन्नत मशीन अनुवाद प्रदर्शन प्राप्त करता है। इस मॉडल को पीआरएल की वैज्ञानिक, तकनीकी और प्रशासनिक शब्दावली के अनुसार

फाइन-ट्यून किया गया है।

2. वास्तविक समय प्रदर्शन और उच्च उपलब्धता
यह प्रणाली वास्तविक समय में अनुवाद को समर्थन प्रदर्शन, पीआरएल के आंतरिक सर्वरों के साथ सहज एकीकरण, और इसके सुरक्षित

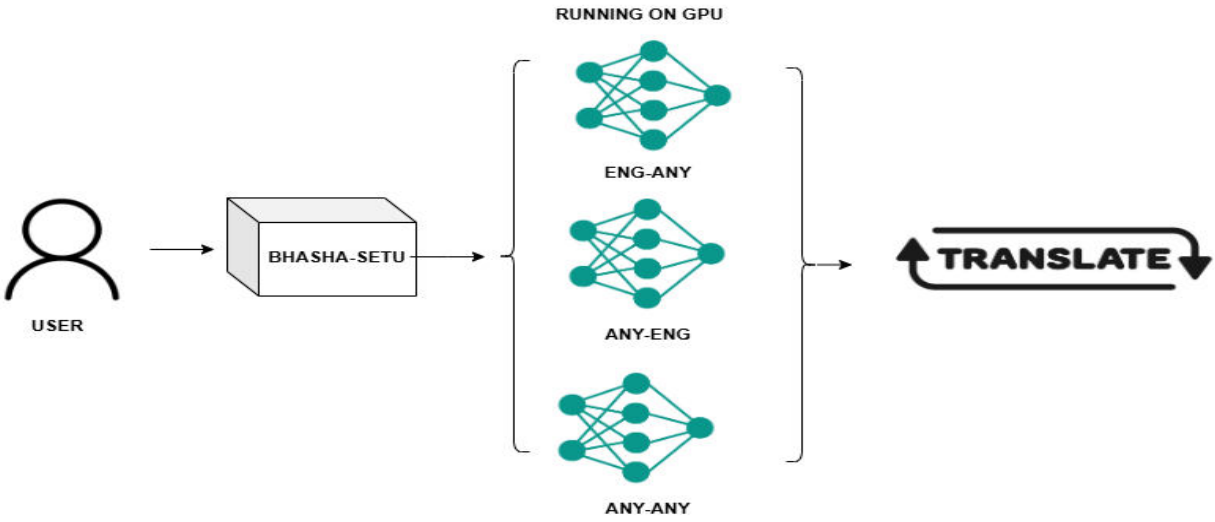


Figure 1भाषा सेतु की आंतरिक संरचना

देने के लिए बनाई गई है, जिसमें न्यूनतम विलंब होता है, चाहे कई उपयोगकर्ता एक साथ इसका उपयोग करें। बैकएंड ऑप्टिमाइज़ेशन और कैशिंग मैकेनिज्म सभी विभागों के लिए एक सहज अनुभव सुनिश्चित करते हैं।

3. सुरक्षित इन्ट्रानेट तैनाती
भाषासेतु को पीआरएल के सुरक्षित इन्ट्रानेट वातावरण में पूर्ण रूप से तैनात किया गया है। सभी अनुवाद क्वेरी और परिणाम स्थानीय रूप से संभाले जाते हैं, कोई बाहरी एपीआई कॉल या इंटरनेट निर्भरता नहीं होती। यह डिज़ाइन अधिकतम डेटा गोपनीयता सुनिश्चित करता है और संस्थागत साइबर सुरक्षा नीतियों के अनुरूप है।

4. एचपीसी विज़ुअलाइज़ेशन नोड पर तैनाती और नेटवर्क अनुकूलता
भाषासेतु को वर्तमान में पीआरएल के हाई-परफॉर्मेंस कम्प्यूटिंग (एचपीसी) पर्यावरण के विज़ुअलाइज़ेशन नोड पर तैनात किया गया है। यह सेटअप उच्च कम्प्यूटेशनल नेटवर्क इंफ्रास्ट्रक्चर के साथ संगतता सुनिश्चित करता है।

5. अनुवाद लॉग
यह प्रणाली उपयोगकर्ता अनुवाद गतिविधियों का 30-दिवसीय सुरक्षित लॉग भी बनाए रखती है, जिससे उपयोगकर्ता अपने पिछले कार्य की पुनरावृत्ति कर सकते हैं और जवाबदेही सुनिश्चित होती है।

6. उपयोगकर्ता-अनुकूल इंटरफेस
भाषासेतु में एक साफ़-सुथरा और उत्तरदायी वेब इंटरफेस[3] है, जो उपयोगकर्ताओं को 22 समर्थित विकल्पों में से स्रोत और लक्ष्य भाषा चुनने की अनुमति देता है। इनपुट और आउटपुट क्षेत्र स्पष्टता के लिए सुव्यवस्थित हैं, और इतिहास पुनःप्राप्ति, क्लिपबोर्ड पर कॉपी करना, और त्रुटि अलर्ट जैसी अतिरिक्त सुविधाएँ भी शामिल हैं।

7. **Bhashasetu** (भाषासेतु) में अनुवाद के लिए पाठ की लंबाई पर कोई सीमा नहीं है — उपयोगकर्ता सामान्य संवादों से लेकर तकनीकी रिपोर्ट तक किसी भी लंबाई के

दस्तावेज़ को अनुवादित कर सकते हैं। यह इसे शोध, प्रशासन और संचार के लिए अत्यंत उपयोगी बनाता है।

4. रीयल-टाइम ट्रांसलेशन: Bhashasetu (भाषासेतु) की प्रभावशीलता

Bhashasetu (भाषासेतु) अब PRL के इंट्रानेट में पूर्णतः कार्यरत है। उपयोगकर्ता आंतरिक पोर्टल के माध्यम से इस सेवा तक पहुँच सकते हैं, पाठ दर्ज कर सकते हैं और तुरंत अनुवाद प्राप्त कर सकते हैं। यह टूल विशेष रूप से निम्नलिखित परिदृश्यों में सहायक सिद्ध हुआ है:

- परिपत्रों, सूचनाओं और आंतरिक संचार का अनुवाद
- द्विभाषी रिपोर्टों का निर्माण
- प्रशासनिक दस्तावेज़ों में हिंदी उपयोग को बढ़ावा
- संस्थान में भाषाई समावेशन को प्रोत्साहन

5. भाषासेतु का एक्सेस

भाषासेतु वेब सेवा इस पते पर उपलब्ध है: https://bhashasetu.lan.prl.res.in. इसे Nginx[2] वेब सर्वर टूल की रिवर्स प्रॉक्सी मोड में सुरक्षित रूप से कॉन्फ़िगर किया गया है।

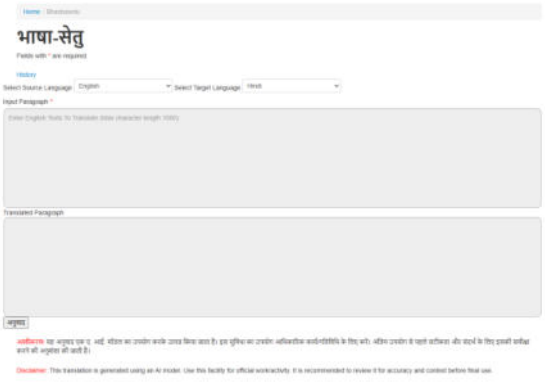


Figure 2 - भाषा सेतु का यूजर-इंटरफेस

,

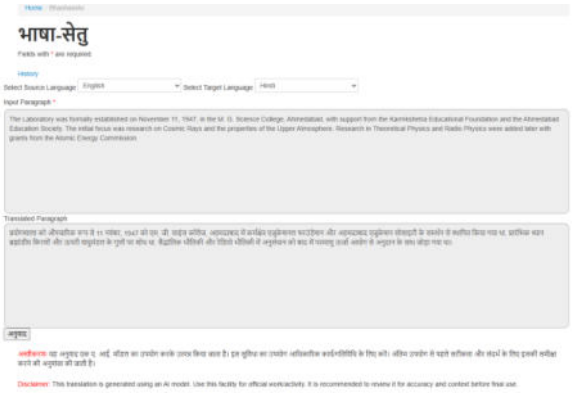


Figure 3 भाषा सेतु द्वार अनुवाद

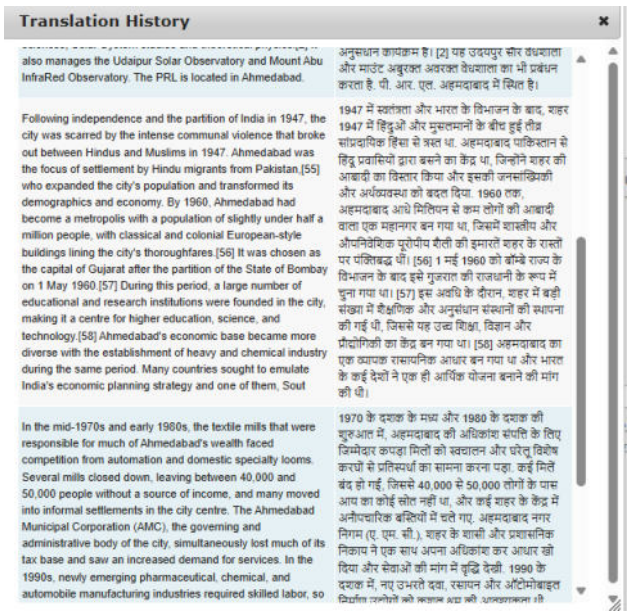


Figure 4 भाषा सेतु में इतिहास संरक्षित करने की व्यवस्था

6. निष्कर्ष

भाषासेतु PRL की बहुभाषी आवश्यकताओं को पूरा करने वाला एक सशक्त, सटीक और सुरक्षित अनुवाद टूल है। यह टूल न केवल अनुवाद प्रक्रिया को सरल बनाता है, बल्कि भाषा की बाधाओं को भी कम करता है। IndicTrans2 जैसे उन्नत AI मॉडल, GPU आधारित तेज़ प्रोसेसिंग, सुरक्षित इन्फ्रास्ट्रक्चर और उपयोगकर्ता-अनुकूल इंटरफ़ेस इसे वैज्ञानिक, प्रशासनिक और संचार

आवश्यकताओं के लिए एक अत्यंत उपयोगी संसाधन बनाते हैं।

भाषासेतु का सफल परिनियोजन PRL की डिजिटल रूपांतरण और स्थानीयकरण यात्रा में एक महत्वपूर्ण मील का पत्थर है। यह इस बात का प्रमाण है कि हम ऐसे उपकरणों के निर्माण के लिए प्रतिबद्ध हैं जो न केवल कार्यक्षमता बढ़ाते हैं, बल्कि भारत की भाषाई विविधता का भी सम्मान करते हैं। अंग्रेज़ी और हिंदी के बीच की खाई को पाटते हुए, यह टूल विभिन्न विभागों के स्टाफ को अधिक प्रभावी और समावेशी ढंग से संवाद करने में सक्षम बनाता है।

7. आभार

हम प्रो. अनिल भारद्वाज, निदेशक, PRL, के प्रति हार्दिक आभार व्यक्त करते हैं, जिनके प्रोत्साहन और दूरदर्शी नेतृत्व ने हमें नई तकनीकों और टूल्स को अपनाने के लिए प्रेरित किया। हम PRL के रजिस्ट्रार और डीन के भी आभारी हैं, जिन्होंने निरंतर समर्थन प्रदान किया।

हम प्रो. बिजय साहू, प्रो. वरुण शील, प्रो. नमित महाजन, और डॉ. एम. शनमुगम को उनके सहयोग के लिए धन्यवाद देते हैं। CNIT के सभी सदस्यों के समर्पण के लिए हम विशेष रूप से आभारी हैं। अंततः, हम अपने सभी PRL सहयोगियों को उनके निरंतर समर्थन के लिए धन्यवाद देते हैं।

8. संदर्भ

[1] . https://github.com/AI4Bharat/IndicTrans2/
[2]. https://nginx.org/
[3].https://www.yiiframework.com/doc/guide/1.1/en

इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल सेंसर के लिए ऑनबोर्ड डेटा रेकोर्डिंग सिस्टम

रंजन परनामी, राजेंद्र सी. बोलकोटगी

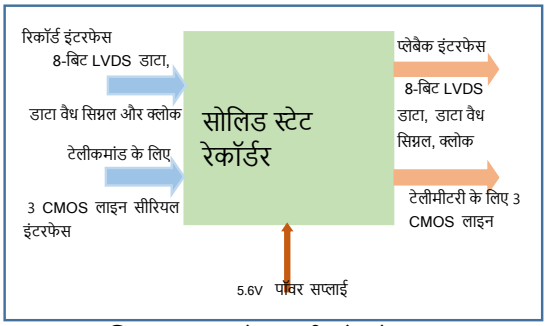
वैज्ञानिक/अभियंता-'एस एफ', अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, इसरो, ranjanparnami@sac.isro.gov.in

सार

इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल सेंसर पृथ्वी अवलोकन पेलोड होते है जो कि उपग्रह से पृथ्वी की सतह का चित्र लेते हैं| इमेजिंग सत्र के दौरान पेलोड डेटा को ऑनबोर्ड रेकॉर्ड करने की आवश्यकता रहती है और बाद मे इस रेकॉर्ड किये डेटा को पुनः प्राप्त कर आरएफ संचार लिंक के माध्यम से डेटा को जमीन पर प्रसारित किया जाता है। इसके अतिरिक्त जब भी पेलोड डेटा दर डाउनलिंक डेटा दर से अधिक हो तो इस डेटा रेकॉर्ड प्रणाली का उपयोग डेटा बफर के रूप मे भी किया जाता है। इन पेलोड की उच्च गति और बड़ी मात्रा में डेटा रेकोर्डिंग की आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए,SLC NAND Flash फ्लैश तकनीक पर एक संक्षिप्त, कम वजन, कम शक्ति और उच्च गति वाले सॉलिड स्टेट रेकॉर्डर(SSR) का डिजाइन और विकास किया गया है। यह लेख NAND फ्लैश तकनीक पर आधारित कम वजन, कम शक्ति और उच्च थ्रूपुट वाले सॉलिड स्टेट रेकॉर्डर के डिजाइन और विकास का वर्णन करता है।

प्रस्तावना

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, इसरो के विभिन्न केंद्रों में से एक प्रमुख केंद्र है। यहाँ संचार, रिमोट सेंसिंग और अन्य वैज्ञानिक उपग्रहों के लिए विभिन्न पेलोड का डिजाइन और विकास किया जाता है। उपग्रह में सेंसर द्वारा उत्पन्न पेलोड डेटा को संपीड़ित (Compress) और एन्कोडेड किया जाता है। फिर इस डेटा को स्टोरेज के लिए सॉलिड स्टेट रेकॉर्डर (एसएसआर) में रेकॉर्ड किया जाता है। ग्राउंड स्टेशन दृश्यता (visiblity) के दौरान, एसएसआर डेटा को एंटीना के माध्यम से ट्रांसमिशन के लिए संचार प्रणाली में प्लेबैक किया जाता है। इस प्रकार, पेलोड डेटा को ग्राउंड स्टेशन की अदृश्यता (non-visiblity) वाले क्षेत्रों में एसएसआर में रेकॉर्ड किया जाता है और बाद में ग्राउंड स्टेशनों पर भेजा जाता है। यह हार्डवेयर डिज़ाइन FPGA पर आधारित है और इसका संचालन ग्राउंड कमांड के माध्यम से पूरी तरह से नियंत्रित किया जा सकता है। NAND flash मेमोरी कंट्रोलर का डिजाइन पूर्णतः FPGA मे किया गया है। 256 जीबी NAND फ्लैश डिवाइस का उपयोग मेमोरी मॉड्यूल के रूप में



चित्र.1. SSR के बाहरी इंटरफेस

अलावा, फ्लैश उपकरणों की नॉन-वोलेटाइल प्रकृति बिजली की आवश्यकता को काफी कम कर देती है क्योंकि एसएसआर को केवल रेकॉर्ड और प्लेबैक समय के दौरान ही चालू रखने की आवश्यकता होती है। इस SSR में दो 256 Gb NAND फ्लैश चिप्स का उपयोग करके 512 Gb भंडारण क्षमता हासिल की गई है।

हार्डवेयर विन्यास

चित्र-1 के अनुसार, SSR में डेटा इनपुट/आउटपुट, टेली-कमांड और टेलीमेट्री इंटरफेस होते हैं। SSR 3-बिट

सारणी-1 : SSR की विशेषताएं/ विनिर्देश

सीरियल डेटा कमांड के जरिए अपने ऑपरेशन का चयन करता है और टेलीमेट्री के माध्यम से अपने वर्तमान ऑपरेशन की स्थिति की जानकारी भी प्रदान करता है। SSR नियंत्रण कमांड के अनुरूप, रेकॉर्ड मोड में इनपुट डेटा को रेकॉर्ड करता है और प्लेबैक मोड में रेकॉर्ड किए गए डेटा को आउटपुट लाइनों पर भेजता है। यह पॉवर सप्लाई से 5.6V DC आपूर्ति लेता है।

क्र.स.	प्रचालक	विनिर्देश
1	भण्डारण क्षमता	512 Gb
2	डेटा I/O दर	100 Mbps
3	प्रचालन मोड	8 - मोड 1. मिटाना(Erase) 2. रेकॉर्ड 3. प्लेबैक 4.प्लेबैक जारी 5.भू-प्रदत्त एड्रेस से प्लेबैक 6. शटडाउन 7. NAND निदान (diagnostics) 8. रिसेट

SSR के मुख्य कार्यों में शामिल हैं:

- पेलोड डेटा का प्राप्त करना
- डेटा को NAND मेमोरी में संग्रहीत तथा प्लेबैक करना
- टेली कमांड्स को निष्पादित करना
- टेलीमेट्री और SSR की स्थिति को प्रदान करना

इन कार्यों को पूरा करने के लिए, SSR हार्डवेयर को निम्नलिखित घटकों में विभाजित किया गया है:

- डेटा इनपुट पोर्ट
- NAND फ्लैश मेमोरी चिप्स
- डेटा आउटपुट पोर्ट
- डिजिटल लॉजिक के लिए FPGA
- डीसी पावर इंटरफेस

SSR कार्ड का डिज़ाइन FPGA पर आधारित है। ऊपर लिखित सभी कार्य FPGA द्वारा किए जाते हैं।

SSR नियंत्रक का डिज़ाइन

यदि NAND फ्लैश मेमोरी डिवाइस SSR का दिल है, तो NAND फ्लैश मेमोरी कंट्रोल लॉजिक SSR का मस्तिष्क है। यह लॉजिक डिज़ाइन FPGA में लागू किया गया है, जो कि एक SRAM आधारित FPGA है। FPGA नियंत्रक लॉजिक टेली कमांड के अनुसार NAND फ्लैश डिवाइस को प्रारंभ करना, पेलोड डेटा को उपयुक्त फ्लैश मेमोरी स्थानों में रिकॉर्ड करना, डाटा प्लेबैक करना तथा साथ ही अगला SSR स्थिति को संकेतित करना जैसे महत्वपूर्ण कार्यों को सम्पादित करता है|

घिसाव समतलन/ Wear Levelling

NAND फ्लैश मेमोरी में एक स्थान पर डेटा लिखते रहने से वो लोकेशन खराब हो जाती है इससे बचने के लिए Wear Levelling तकनीक का प्रयोग किया जाता है, जिसके तहत पहले से उपयोग किए गए मेमोरी एड्रेस को पहचानकर अगला डेटा नए स्थान पर लिखा जाता है।

ख़राब मेमोरी ब्लॉक प्रबंधन

NAND फ्लैश मेमोरी के उपयोग के दौरान उत्पन्न हुए खराब ब्लॉकों की खराब ब्लॉक प्रबंधन लॉजिक की मदद से की जाती है और उन्हें उपयोग से बाहर रखा जाता है। यह ख़राब मेमोरी ब्लॉक प्रबंधन लॉजिक कंट्रोलर डिज़ाइन का एक हिस्सा है।

अंतरिक्ष में संचालन के लिए हार्डवेयर का अनुकूलन

SSR हार्डवेयर को अंतरिक्ष के कठोर वातावरण में में उपयोग के लिए डिज़ाइन किया गया था। इसके लिए मेमोरी चिप्स के अलावा, सभी अन्य घटक स्पेस-ग्रेड के लिए गए। मेमोरी चिप्स को रेडिएशन से सुरक्षा के लिए टैंटेलम शीट से ढका गया। हार्डवेयर को -40°C से +55°C तापमान रेंज में सक्रिय थर्मल चक्र परीक्षण के अंतर्गत सफलतापूर्वक पास किया गया।

निष्कर्ष

पेलोड डाटा के लिए Solid-State Recorder के सफलतापूर्वक डिज़ाइन, विकास और परीक्षण के बाद इसे अंतरिक्ष में भेजा गया और वर्तमान में यह वहां कार्य कर रहा है।

आभार

लेखक श्री नीलेश एम. देसाई, निदेशक, सैक और श्री सौम्य एस. सरकार, उपनिदेशक, सेडा और श्री आशीष बी. मिश्रा, समूह निदेशक, पीसीइजी के विशेष रूप से आभारी हैं जिन्होंने SSR विकास के दौरान मार्गदर्शन किया।

सन्दर्भ

- https://in.micron.com/products/storage/nand-flash/slc-nand/part-catalog?capacity=64Gb

उप-विषय : अंतरिक्ष विज्ञान , ग्रहीय विज्ञान , खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी, सौर भौतिकी

शीर्षक: L2 बिंदु पर स्थित एक खगोलीय दूरबीन का थर्मल प्रबंधन प्रणाली

लेखक: कपिल कुमार भारद्वाज[1]

वैज्ञानिक/अभियंता -"एस ई ", खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, kapilb@prl.res.in

सार

भारत का भास्कराचार्य वेधशाला फॉर सर्च ऑफ एक्सोप्लानेट्स (BOSE) मिशन एल-2 बिंदु पर स्थापित होने वाला पहला खोज-आधारित अंतरिक्ष दूरबीन मिशन है। इसका उद्देश्य उच्च विभेदन क्षमता के साथ पृथ्वी जैसे ग्रहों की खोज करना है। इस कार्य में एल-2 बिंदु, उसकी कक्षाएँ और थर्मल प्रबंधन प्रणाली पर विस्तृत अध्ययन प्रस्तुत है। निष्क्रिय (Passive) प्रणाली को BOSE के लिए सबसे उपयुक्त पाया गया है, क्योंकि यह ऊर्जा की बचत करते हुए -30°C संचालन तापमान बनाए रख सकती है। अध्ययन में एल्यूमिनाइज्ड कैप्टन से निर्मित, वैक्यूम-पृथक तीन परतों वाले गोलाकार सनशील्ड को सबसे प्रभावी पाया गया। सिमुलेशन से तापीय ग्रेडिएंट में कमी और तापमान स्थिरता सिद्ध हुई। यह अध्ययन भविष्य के भारतीय अंतरिक्ष मिशनों में थर्मल प्रबंधन प्रणाली के लिए एक प्रभावी मार्गदर्शिका प्रदान करता है।

प्रस्तावना

ब्रह्मांड की उत्पत्ति और बाह्य जीवन की खोज सदैव मानव जिज्ञासा का केंद्र रही है। इस दिशा में अंतरिक्ष मिशनों ने नई संभावनाओं के द्वार खोले हैं। एक अंतरिक्ष मिशन के मुख्य घटक हैं - अंतरिक्ष यान, प्रक्षेपण यान, ग्राउंड स्टेशन और थर्मल प्रबंधन प्रणाली। इनमें थर्मल प्रबंधन प्रणाली अत्यंत महत्त्वपूर्ण है क्योंकि अंतरिक्ष में तापमान अत्यधिक भिन्नताओं से यान के उपकरण प्रभावित हो सकते हैं।

एल-2 बिंदु, जो पृथ्वी से लगभग 15 लाख किमी दूर है, सूर्य-पृथ्वी प्रणाली के सापेक्ष स्थिर स्थिति में स्थित है। यह स्थान निरंतर ठंडी और स्थिर परिस्थितियाँ प्रदान करता है, जिससे अंतरिक्ष दूरबीनों के लिए यह आदर्श स्थान बन जाता है। ESA के Gaia और NASA के James Webb Space Telescope (JWST) जैसे मिशन एल-2 बिंदु पर कार्यरत हैं। भारत का BOSE मिशन भी एल-2 बिंदु पर स्थापित होकर पृथ्वी जैसे ग्रहों की खोज में क्रांतिकारी योगदान देगा। इस हेतु उपयुक्त थर्मल प्रबंधन प्रणाली का चयन अत्यावश्यक है।

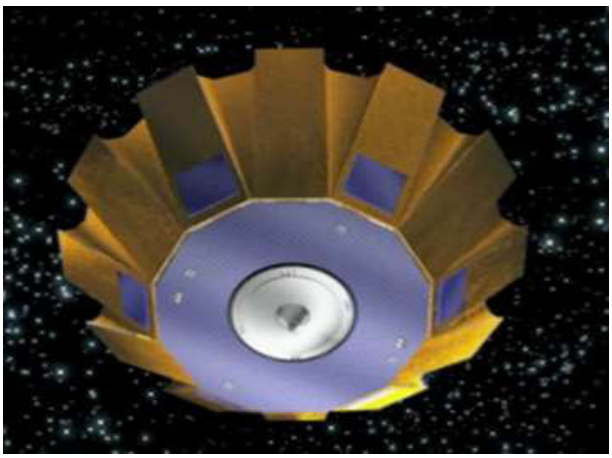
थर्मल प्रबंधन प्रणाली और सनशील्ड

अंतरिक्ष यानों के लिए तापीय प्रबंधन अत्यंत महत्त्वपूर्ण है क्योंकि उपकरणों का प्रदर्शन स्थिर तापमान पर ही संभव है। BOSE मिशन का संचालन तापमान लगभग -30°C निर्धारित है। इसके लिए निष्क्रिय थर्मल प्रबंधन प्रणाली (Passive Cooling) को अपनाया गया है क्योंकि यह ऊर्जा खपत नहीं करती। इसमें थर्मल कोटिंग्स, मल्टी-लेयर इन्सुलेशन (MLI), रेडिएटर और पैसिव हीट पाइप का उपयोग होता है।

बाहरी विकिरण से सुरक्षा के लिए सनशील्ड का उपयोग किया जाता है। ESA के Gaia मिशन में प्रयुक्त सनशील्ड के डिज़ाइन का अध्ययन कर BOSE मिशन के लिए उपयुक्त आयाम और परतों की संख्या तय की गई। Gaia सनशील्ड की तरह BOSE में भी वैक्यूम-पृथक परतें तापीय विकिरण को प्रभावी रूप से अवरुद्ध करती हैं। अध्ययन में पाया गया कि एल्यूमिनाइज्ड कैप्टन से बनी तीन वैक्यूम-पृथक परतों वाली गोलाकार

सनशील्ड BOSE के लिए सबसे उपयुक्त है। सिमुलेशन से तापमान में कमी और स्थिरता प्राप्त हुई।

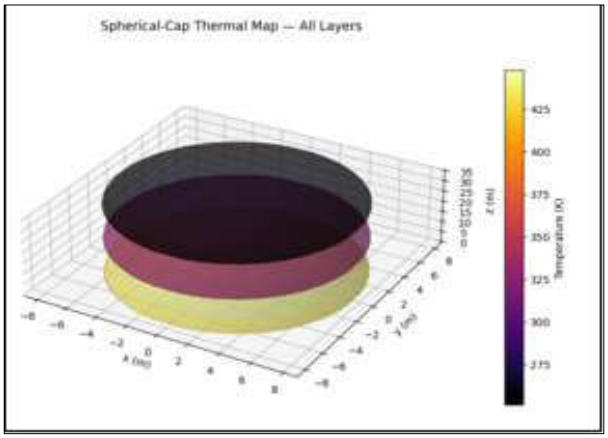
सनशील्ड डिज़ाइन की कार्यप्रणाली



चित्र 1: गाइया दूरबीन की सनशील्ड

BOSE मिशन के लिए सनशील्ड बाहरी सौर विकिरण को रोककर उपकरणों को **-30°C** पर बनाए रखने हेतु डिज़ाइन किया गया है। सौर विकिरण $S=1361\ W/m^2$ के लिए विकिरण संतुलन:

$$(1-\rho)S=\epsilon\sigma T^4$$



चित्र 2: गोलाकार टोपी आकार की परतें। प्रत्येक परत का तापमान प्रवणता तब स्पष्ट होती है जब उसे एक समय में देखा जाता है।

जहाँ $\rho=0.9$, $\epsilon=0.1$; इससे पहली परत का तापमान $T\approx394K$ मिला। इसके पश्चात प्रत्येक परत की बैक रेडिएशन को ध्यान में रखते हुए तापमान क्रमशः घटकर दूसरी परत पर लगभग **10°C** और तीसरी परत पर **-30°C** हो गया। सनशील्ड को **तीन वैक्यूम-पृथक एल्यूमिनाइज्ड कैप्टन परतों** से बनाया गया, जिसकी त्रिज्या लगभग **13 मीटर** है। यह Gaia मिशन के सनशील्ड सिद्धांत पर आधारित है, जहाँ प्रत्येक परत सौर विकिरण को परावर्तित कर तापीय ग्रेडिएंट को नियंत्रित करती है और उपकरणों को आवश्यक तापमान पर सुरक्षित रखती है।

निष्कर्ष

इस अध्ययन में BOSE मिशन के लिए एल-2 बिंदु पर उपयुक्त थर्मल प्रबंधन प्रणाली और सनशील्ड के डिज़ाइन की विस्तृत कार्यप्रणाली प्रस्तुत की गई। निष्क्रिय थर्मल प्रबंधन प्रणाली को प्राथमिकता दी गई, जो कम ऊर्जा खपत के साथ उपकरणों को स्थिर तापमान पर बनाए रख सकती है। एल्यूमिनाइज्ड कैप्टन से निर्मित तीन वैक्यूम-पृथक परतों वाले गोलाकार सनशील्ड का चयन किया गया, जिससे बाहरी सौर विकिरण को प्रभावी रूप से अवरुद्ध कर -30°C संचालन तापमान प्राप्त किया गया। सिमुलेशन परिणामों ने तापमान ग्रेडिएंट को नियंत्रित करने और थर्मल स्थिरता बनाए रखने की इसकी क्षमता सिद्ध की। यह डिज़ाइन न केवल BOSE मिशन के लिए उपयुक्त है, बल्कि भविष्य के भारतीय अंतरिक्ष वेधशालाओं और एक्सोप्लानेट खोज मिशनों के लिए भी एक मानक मॉडल के रूप में उपयोगी सिद्ध होगा।

आभार

इस परियोजना के विकास को भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, अहमदाबाद, अंतरिक्ष विभाग, भारत सरकार द्वारा वित्त पोषित किया गया है। इसके विकास में समर्थन के लिए हम निदेशक, पीआरएल के आभारी हैं।

सन्दर्भ

1. शिए, जे. एवं अन्य (2021). एल-2 कक्षा में स्थित अंतरिक्ष दूरबीनों के लिए थर्मल नियंत्रण डिज़ाइन. जर्नल ऑफ स्पेसक्राफ्ट एंड रॉकेट्स।

2. नासा/WMAP टीम (2021). लैग्रेंज बिंदु और अंतरिक्ष वेधशालाओं का तापीय परिवेश. नासा तकनीकी रिपोर्ट।

3. ईएसए (2013). अंतरिक्ष दूरबीनों हेतु बहु-परत सनशील्ड का डिज़ाइन और प्रदर्शन. यूरोपीय अंतरिक्ष एजेंसी प्रकाशन।

विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन शिक्षण की उपयोगिता

सुनील शर्मा,

तकनीकी अधिकारी - डी, प्रशासन-ईएफएएसडी-सीएमजी/ सैक, ईमेल आईडी: s_sharma@sac.isro.gov.in

सार

प्रस्तुत लेख विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और मशीन लर्निंग (ML) के बढ़ते उपयोग पर केंद्रित है। जैसे-जैसे ऊर्जा की मांग बढ़ रही है, वैसे-वैसे परंपरागत प्रणालियों की सीमाएं स्पष्ट होती जा रही हैं। AI और ML आधुनिक तकनीकें हैं जो विद्युत प्रणालियों को अधिक स्मार्ट, कुशल और विश्वसनीय बनाती हैं। इस लेख में लोड पूर्वानुमान, स्मार्ट ग्रिड प्रबंधन, फॉल्ट डिटेक्शन, ऊर्जा हानि की पहचान, तथा पूर्वानुमान आधारित रखरखाव जैसे प्रमुख उपयोगों का वर्णन किया गया है। साथ ही इनके लाभ, चुनौतियाँ और भविष्य की संभावनाओं को भी विस्तार से बताया गया है। यह अध्ययन दर्शाता है कि कैसे AI और ML भारत जैसे विकासशील देश के विद्युत क्षेत्र में क्रांति ला सकते हैं।

प्रस्तावना

वर्तमान युग तकनीकी क्रांति का है जहाँ कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग जैसे उन्नत उपकरण लगभग हर उद्योग में अपनी भूमिका निभा रहे हैं। विद्युत क्षेत्र, जो कि किसी भी देश की आर्थिक और सामाजिक प्रगति का आधार है, इन तकनीकों से अछूता नहीं है। पारंपरिक विद्युत प्रणालियाँ अब स्मार्ट ग्रिड, डेटा विश्लेषण और पूर्वानुमान क्षमताओं से युक्त हो रही हैं। AI और ML न केवल विद्युत उत्पादन और वितरण को कुशल बना रहे हैं, बल्कि उपभोक्ताओं को भी बेहतर सेवाएँ प्रदान कर रहे हैं। इस लेख के माध्यम से हम जानेंगे कि ये तकनीकें कैसे विद्युत क्षेत्र में दक्षता और स्थिरता ला रही है। [1]

विद्युत क्षेत्र में AI और ML की आवश्यकता

1. बढ़ती विद्युत मांग के चलते उत्पादन, वितरण और उपभोग के प्रबंधन में नई तकनीकों की आवश्यकता है।

2. ऊर्जा हानि को कम करना और प्रणाली की विश्वसनीयता बढ़ाना जरूरी हो गया है।

3. उपयोगकर्ताओं की विविध आवश्यकताओं को तुरंत पहचानना और तदनुसार सेवा देना आवश्यक है।

4. पूर्वानुमान आधारित रखरखाव से उपकरणों की खराबी को पहले ही पहचान कर रोका जा सकता है।

विद्युत क्षेत्र में AI और ML के प्रमुख उपयोग

1. लोड पूर्वानुमान (Load Forecasting)

AI और ML की मदद से किसी क्षेत्र विशेष में भविष्य में बिजली की मांग का अनुमान लगाया जा सकता है। यह डेटा आधारित होता है जिसमें मौसम, समय, उपभोग का इतिहास, आदि को ध्यान में रखकर भविष्यवाणी की जाती है। इससे बिजली का उत्पादन और वितरण संतुलित किया जा सकता है।

2. स्मार्ट ग्रिड प्रबंधन

स्मार्ट ग्रिड एक ऐसा विद्युत नेटवर्क है जो दो-तरफा संचार करता है। इसमें सेंसर, स्वचालित नियंत्रण और डेटा एनालिटिक्स की सहायता से बिजली की गुणवत्ता और वितरण को नियंत्रित किया जाता है। AI इन ग्रिड्स में डेटा को तेजी से प्रोसेस कर निर्णय लेने की प्रक्रिया को सक्षम बनाता है।

3. फॉल्ट डिटेक्शन और ऑटोमैटिक रिपेयर

ML एल्गोरिथम द्वारा विद्युत लाइनों और ट्रांसफॉर्मर में संभावित खराबियों या शॉर्ट सर्किट का तुरंत पता लगाया जा सकता है। कुछ स्मार्ट सिस्टम खुद ही स्वचालित रिपेयर की प्रक्रिया शुरू कर देते हैं या ऑपरेटर को सूचित कर देते हैं।

4. ऊर्जा हानि की पहचान

बिजली वितरण प्रणाली में कई बार तकनीकी और व्यावसायिक हानि होती हैं। AI इन हानियों के पैटर्न को पहचानता है और संभावित कारणों का संकेत देता है। इससे चोरी रोकने और दक्षता बढ़ाने में मदद मिलती है।

5. पूर्वानुमान आधारित रखरखाव

परंपरागत रखरखाव प्रणाली समय-समय पर जांच करती है, भले ही उसमें कोई खराबी हो या नहीं। जबकि AI और ML डेटा के आधार पर बताते हैं कि कब और कहाँ

रखरखाव जरूरी है। इससे लागत भी कम होती है और सेवा की निरंतरता बनी रहती है।

6. ग्रिड स्थिरता और बैलेंसिंग

AI एल्गोरिथम बिजली की वोल्टेज और फ्रिक्वेंसी को स्थिर बनाए रखने में मदद करते हैं। खासतौर पर जब नवीकरणीय स्रोतों (जैसे सौर और पवन) से उत्पादन होता है, तब एआई असंतुलन को तेजी से संभालता है।

7. ऊर्जा खपत का इष्टतम उपयोग

AI आधारित स्मार्ट मीटर उपभोक्ताओं को यह सुझाव दे सकते हैं कि वे किस समय बिजली का उपयोग करें जिससे बिल कम आए और ग्रिड पर लोड संतुलित रहे। इससे ऊर्जा बचत को बढ़ावा मिलता है।

8. नवीकरणीय ऊर्जा एकीकरण:

एआई मौसम के पैटर्न के आधार पर नवीकरणीय ऊर्जा उत्पादन का पूर्वानुमान लगाता है, जिससे ग्रिड ऑपरेटरों को इन स्रोतों की परिवर्तनशीलता को बेहतर ढंग से प्रबंधित करने की अनुमति मिलती है और ग्रिड की स्थिरता बनाए रखने में मदद मिलती हैं।

प्रमुख उदाहरण

- टाटा पॉवर और अदानी इलेक्ट्रिसिटी जैसे निजी और सरकारी संगठन AI आधारित तकनीक अपना रहे हैं।
- Google DeepMind ने एक प्रोजेक्ट के तहत डेटा सेंटर की बिजली खपत में 40% तक कमी की।
- भारत में राष्ट्रीय स्मार्ट ग्रिड मिशन (NSGM) के तहत AI का उपयोग हो रहा है।

फायदे

- बिजली की बचत और दक्षता में वृद्धि
- सिस्टम की विश्वसनीयता और स्थायित्व में सुधार
- मैनुअल इंटरवेंशन की आवश्यकता में कमी
- उपभोक्ता को बेहतर सेवा और कम लागत
- नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का बेहतर प्रबंधन

चुनौतियाँ

1. उच्च लागत - AI सिस्टम स्थापित करने की प्रारंभिक लागत अधिक होती है।

2. तकनीकी ज्ञान की कमी - विद्युत इंजीनियरों को AI/ML में प्रशिक्षण की आवश्यकता है।

3. साइबर सुरक्षा - डेटा चोरी और साइबर अटैक का खतरा बढ़ जाता है।

4. डेटा की गुणवत्ता - गलत या अधूरा डेटा गलत निर्णय को जन्म दे सकता है।

भविष्य की संभावनाएँ

भविष्य में AI और ML तकनीकों के और अधिक परिष्कृत रूप सामने आएंगे। डिस्ट्रिब्यूटेड एनर्जी रिसोर्सेस (DER), इलेक्ट्रिक व्हीकल चार्जिंग नेटवर्क, और होम एनर्जी मैनेजमेंट सिस्टम जैसे क्षेत्रों में AI की भूमिका और बढ़ेगी। डिजिटल ट्विन जैसी तकनीकों के माध्यम से ग्रिड और सबस्टेशनों की आभासी निगरानी भी संभव होगी।

निष्कर्ष

AI और ML विद्युत क्षेत्र में एक क्रांतिकारी बदलाव ला रहे हैं। इन तकनीकों के प्रयोग से न केवल ऊर्जा की बचत संभव है, बल्कि यह सिस्टम की सुरक्षा, विश्वसनीयता और उपभोक्ता सेवा को भी नया आयाम देती हैं। आने वाले वर्षों में, यह उम्मीद की जा सकती है कि भारत जैसे विकासशील देशों में भी इन तकनीकों का विस्तार होगा और विद्युत क्षेत्र और भी स्मार्ट और दक्ष बनेगा।

आभार

हम हिंदी अनुभाग पी.आर.एल., राजभाषा कार्यान्वन समिति के अध्यक्ष एवं सभी सदस्यों के आभारी जिन्होंने हमें यह लेख लिखने का अवसर प्रदान किया। हम श्री निलेश देसाई, निदेशक सैक, श्री मीसाला सी ए नायडू, समूह-प्रधान सीएमजी, श्री संजीव कुमार, प्रधान ईएफएएसडी / सीएमजी के भी अत्यन्त आभारी हैं जिन्होंने हमें यह लेख लिखने के लिए प्रेरित किया। हम वरिष्ठ हिन्दी अधिकारी तहै हिन्दी कक्ष के सभी सहकर्मियों के भी अत्यंत आभारी हैं जिनके सहयोग से यह लेख संपूर्ण हो सका है ।

सन्दर्भ

1. राष्ट्रीय स्मार्ट ग्रिड मिशन (NSGM), भारत सरकार
2. Google DeepMind – ऊर्जा दक्षता में AI का उपयोग
3. Tata Power – स्मार्ट ऊर्जा समाधानों में AI का उपयोग

4. Adani Electricity – स्मार्ट ग्रिड और AI आधारित सिस्टम
5. International Energy Agency (IEA) – Digitalisation and Energy Report
6. भारतीय मानक ब्यूरो (BIS) – स्मार्ट ग्रिड और AI संबंधित दिशानिर्देश

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

उपविषय: कम्प्यूटेशनल नवाचार और डेटा-संचालित अनुसंधान(मॉडलिंग, सिमुलेशन और अनुसंधान में बड़े डेटा विश्लेषण के लिए कंप्यूटर विज्ञान का लाभ उठाना)

डेटा-संचालित डिज़ाइन सत्यापन में परिमित अवयव विधियों द्वारा कम्प्यूटेशनल सिमुलेशन का उपयोग

दीपक कुमार[1]
वैज्ञानिक/अभियंता – एसडी, संरचनात्मक प्रणाली प्रभाग (SSD), संरचनात्मक परीक्षण प्रणाली समूह (STSG)
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (SAC), भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (ISRO)
deepak.kumar@sac.isro.gov.in

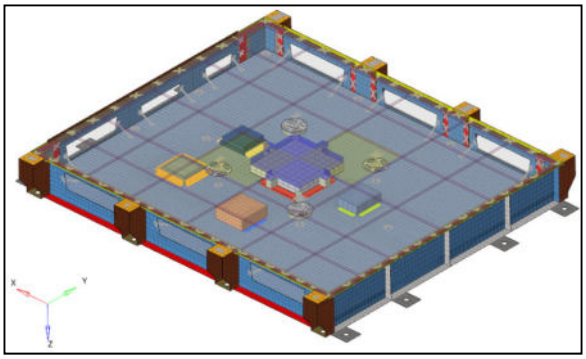
सार
आज की तेज़ी से बदलती दुनिया में, विज्ञान और इंजीनियरिंग की समस्याएँ पहले से कहीं अधिक जटिल होती जा रही हैं। इन समस्याओं के समाधान के लिए केवल पारंपरिक सिद्धांत ही नहीं, बल्कि उन्नत उपकरणों की भी आवश्यकता है। कंप्यूटर सिमुलेशन आज सभी क्षेत्रों में शोधकर्ताओं का एक शक्तिशाली सहयोगी बन चुका है। यह शोध पत्र यांत्रिक अंतरिक्ष क्षेत्र में एक डिज़ाइन समस्या पर आधारित है। पैकेज का विश्लेषण कंप्यूटर मॉडलिंग और सिमुलेशन तकनीक सीमित अवयव विधि (Finite Element Method) का उपयोग करके किया गया है, और वास्तविकता में अनुभव होने वाले रैंडम लोडिंग के लिए तनावों का अनुमान लगाया गया है।

प्रस्तावना
आज के युग में जब इंजीनियरिंग डिज़ाइन पहले से कहीं अधिक जटिल हो गया है, तब डिज़ाइन सत्यापन (Design Validation) का कार्य केवल परंपरागत परीक्षणों तक सीमित नहीं रह गया है। पारंपरिक रूप से किसी यांत्रिक भाग को डिज़ाइन करने के बाद उसका प्रोटोटाइप बनाया जाता है और फिर वास्तविक परीक्षण किए जाते हैं। इसमें काफी समय, लागत और संसाधनों की जरूरत होती है। अब कंप्यूटर आधारित मॉडलिंग, सिमुलेशन, और डेटा विश्लेषण के माध्यम से डिज़ाइनों की गुणवत्ता, सुरक्षा और विश्वसनीयता को आंका जाता है।

इस शोध पत्र में यह बताया गया है कि कैसे फाइनेट एलिमेंट विश्लेषण (Finite Element Analysis - FEA) और डेटा-संचालित तकनीकों के संयोजन से एयरोस्पेस उत्पादों को तेज़ी से और अधिक सुरक्षित रूप से डिज़ाइन और सत्यापित किया जा सकता है। इसके लिए एक इलेक्ट्रॉनिक पैकेज का कंप्यूटर सिमुलेशन के माध्यम से विश्लेषण किया गया है और रैंडम लोडिंग की स्थिति में महत्वपूर्ण डिवाइसेज़ में उत्पन्न तनावों का अनुमान लगाया गया है।

परिमित अवयव नमूना (Finite element model)

धुरी की परिभाषा और धारणाएँ
इस रिपोर्ट में, X, Y और Z अक्ष संरचना में निम्नलिखित दिशाओं को दर्शाते हैं: (चित्र 1)



चित्र 1: परिमित तत्व मॉडल

- X-अक्ष: आधार तल के समानांतर।
- Y-अक्ष: आधार तल के समानांतर।
- Z-अक्ष: आधार फिक्सिंग के लिए उर्ध्व है।

संरचनात्मक विश्लेषण के दौरान निम्नलिखित माना गया है कि इंटरफ़ेस पर्याप्त कठोरता (rigidity) प्रदान करेगा और फिक्सिंग बिंदुओं पर 100% स्थिरता (fixity) मानी गई है। महत्वपूर्ण डिवाइसेज़ को मॉडल में शामिल किया गया है।

भौतिक और द्रव्यमान गुण:

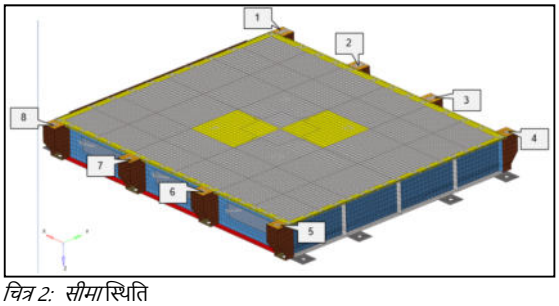
सामग्री के गुणों को तालिका-1 में दिखाया गया है। परिमित अवयव नमूना में **द्रव्यमान 2.4 किलोग्राम** है जिसमे से पीसीबी का द्रव्यमान 1.1 किग्रा हैं ।

तालिका 1: उपयोग किये गए पदार्थ का सारांश

सामग्री	Components	E यंग मापांक Young's Modulus (Pa)	μ पोइजन अनुपात (Poisson's Ratio)	ρ घनत्व Density (Kg/ m3)
एल्यूमिनियम (AL-2024)	ट्रे	73.1e9	0.33	2770
FR4	पीसीबी	50e9	0.118	1880
KOVAR	डिवाइस पिन	138e9	0.317	8360
PbSn8020		20e9	0.4	10200

सीमा स्थिति

बेस प्लेट को नीचे के भाग पर 8 स्थानों पर तय किया गया है। स्वतंत्रता की सभी डिग्री तय की गई हैं। चित्र 2 में दिखाया गया है।



चित्र 2: सीमा स्थिति

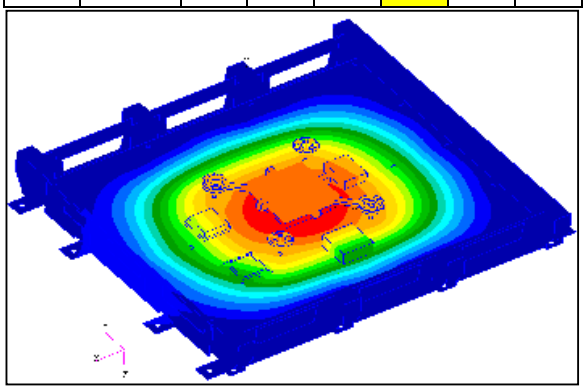
प्राकृतिक आवृत्ति अनुमान (Normal Modal Analysis)

चर्चा की गई सीमा स्थितियों के लिए प्राकृतिक आवृत्ति विश्लेषण किया गया है। अनुमानित परिणाम तालिका 2 में दिखाए गए हैं। तालिका 2 में वर्तमान विनिर्देश के लिए पहली तीन आवृत्तियाँ दिखाई गई हैं। पहली आवृत्ति को चित्र 3 में दिखाया गया है।

सभी अक्षों में मोडल प्रभावी द्रव्यमान प्रतिशत भी तालिका में दिखाया गया है। उच्च प्रतिशत को हाइलाइट किया गया है। संरचनात्मक गतिशीलता और कंपन विश्लेषण में मोडल मास भागीदारी एक महत्वपूर्ण अवधारणा है, जो इस बारे में अंतर्दृष्टि प्रदान करती है कि विभिन्न मोड किसी सिस्टम की समग्र गतिशील प्रतिक्रिया में कैसे योगदान करते हैं। जैसा कि डेटा से पता चलता है 226.3Hz Z-अक्ष में पहली आवृत्ति है जो समतल के सामान्यतः है।

तालिका 2: प्राकृतिक आवृत्ति अनुमान के परिणामों का सारांश

स्पंदन संख्या	आवृत्ति (हर्ट्ज)	मोडल प्रभावी द्रव्यमान प्रतिशत					
		Tx	*Ty*	*Tz*	*Rx*	*Ry*	*Rz*
1	226.3	0	0	51	0	0	0
2	405.3	0	0	0	2	28	0
3	505.4	0	0	0	20	3	0



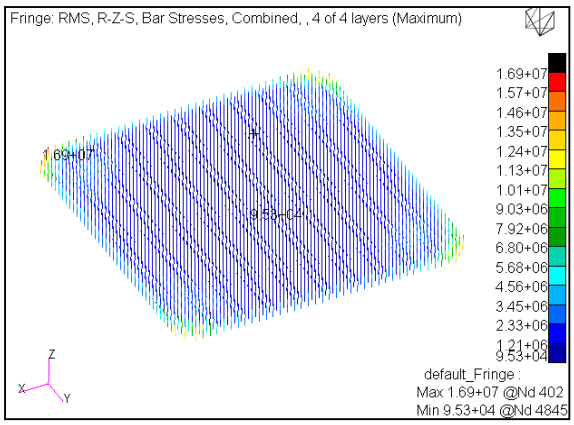
चित्र 3: आवृत्ति एक 226.3Hz का कंपन आकार

यादृच्छिक प्रतिक्रिया विश्लेषण (Random Response Analysis)

यादृच्छिक प्रतिक्रिया विश्लेषण अनियमित और वास्तविक गतिशील भार जैसे रॉकेट प्रक्षेपण के प्रभाव में संरचनाओं के व्यवहार को समझने के लिए अत्यंत आवश्यक है। यह थकान आयु का आकलन, संरक्षा सुनिश्चित करने और डिजाइन को अनुकूलित करने में सहायक होता है।

बेस एक्साइटेशन योग्यता के लिए संपूर्ण आवृत्ति स्पेक्ट्रम हेतु 3% मानक अवमंदन कारक (damping coefficient) को ध्यान में रखते हुए 2000Hz तक यादृच्छिक प्रतिक्रिया विश्लेषण किया गया, जो आधार तल (Z-अक्ष) के सामान्यतः 17.5g और आधार तल (X और Y अक्ष) के समांतर 11.8g है। डिवाइस पिनों के लिए प्रतिबल का अनुमान लगाया गया है जो Z-अक्ष में 23.7MPa का अधिकतम प्रतिबल दर्शाता है। आगे के विश्लेषण से पता चलता है कि पीसीबी बेस को चोथर्म सामग्री के

साथ ट्रे से जोड़कर प्रतिबल को 16.9MPa (चित्र 4) तक कम किया जा सकता है।



चित्र 4: Z अक्ष में 17.5g आधार यादृच्छिक इनपुट के लिए पिन का तनाव समोरेखा चित्र

निष्कर्ष

डेटा-संचालित डिज़ाइन सत्यापन, विशेष रूप से परिमित अवयव विधियों के माध्यम से, एयरोस्पेस उद्योग में डिज़ाइन की सुरक्षा और विश्वसनीयता को एक नई ऊँचाई पर ले जा रहा है। इस शोध में प्रस्तुत केस अध्यन इस बात का उदाहरण है कि कैसे आधुनिक गणनात्मक तकनीकें पारंपरिक परीक्षणों की आवश्यकता को कम कर सकती हैं, और साथ ही अधिक प्रभावी, तेज़ और सटीक डिज़ाइन समाधान प्रदान कर सकती हैं।

आभार

मै, निर्देशक सैक श्री निलेश एम देसाई का अत्यंत आभारी हूँ, जिन्होने मुझे यह लेख लिखने के लिए प्रेरित किया। मै, समूह प्रधान एस.टी.एस.जी, श्री जैमिन बी रामी, प्रधान एस. एस.डी., श्री वी एस जगदीश एवं मेरे अन्य सहयोगियों को भी अत्यन्त आभारी हूँ, जिन्होने मुझे यह लेख लिखने के लिए प्रेरित किया। मै, हिन्दी कक्ष के सभी सदस्यो के भी आभारी हूँ, जिनकी मदद से यह लेख पूरा हो सका।

पीआरएल 2.5 मीटर माउंट आबू दूरबीन, भारत के लिए माउंट आबू फेंट ऑब्जेक्ट स्पेक्ट्रोग्राफ और कैमरा- ईशेल स्पेक्ट्रोमीटर (M-FOSC-EP) के यांत्रिक डिजाइन पहलू

भावेश कुमार मिस्त्री[1], मुदित के. श्रीवास्तव[2], अरिजीत मैती[3] , अंकिता पटेल[4] , जय चित्रोडा[5]
तकनीकी सहायक, खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, bhavesh@prl.res.in

सार

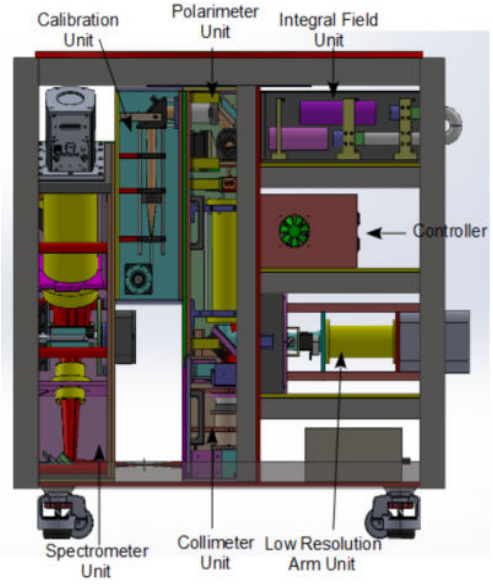
माउंट आबू फेंट ऑब्जेक्ट स्पेक्ट्रोग्राफ और कैमरा-ईशेल पोलरिमीटर (M-FOSC-EP) एक द्वि-चैनल, बहु-प्रकार का यंत्र है जो वर्तमान में माउंट आबू, भारत में 2.5-मीटर टेलीस्कोप के लिए विकासाधीन है, जिसका प्रबंधन फिजिकल रिसर्च लैबोरेटरी (पीआरएल) द्वारा किया जा रहा है। यह बहुमुखी यंत्र इमेजिंग और स्पेक्ट्रोस्कोपिक क्षमताएँ दोनों प्रदान करेगा। लो रेजोल्यूशन आर्म (LRA) सीमित दृश्य इमेजिंग और कम-रिज़ॉल्यूशन स्पेक्ट्रोस्कोपी का समर्थन करेगा, जिसमें R 500-800 का रिसॉलविंग पावर (R) होगा। हाई रेजोल्यूशन आर्म (HRA) मध्य-रिज़ॉल्यूशन स्पेक्ट्रो-पोलरिमेट्रिक क्षमताएँ प्रदान करेगा, जिसमें दृश्य तरंगदैर्ध्य में R 10,000 से 15,000 तक होगा। दोनों आर्म एक सामान्य कोलिमेटर और कैलिब्रेशन यूनिट साझा करते हैं, जो कुशल संचालन और संरेखण सुनिश्चित करता है। प्रत्येक आर्म एक समर्पित डिटेक्टर सिस्टम से सुसज्जित है। एलआरए के लिए 1K × 1K ईएमसीसीडी, जो कम-रिज़ॉल्यूशन स्पेक्ट्रोस्कोपी और बैंड-सीमित इमेजिंग के लिए उपयुक्त है, और एचआरए के लिए 2K × 2K CCD, जो मध्य-रिज़ॉल्यूशन स्पेक्ट्रो-पोलरिमीट्री के लिए अनुकूलित है। यह विन्यास M-FOSC-EP को खगोल विज्ञान के विस्तृत क्षेत्र के लिए एक शक्तिशाली उपकरण बनाता है।

प्रस्तावना

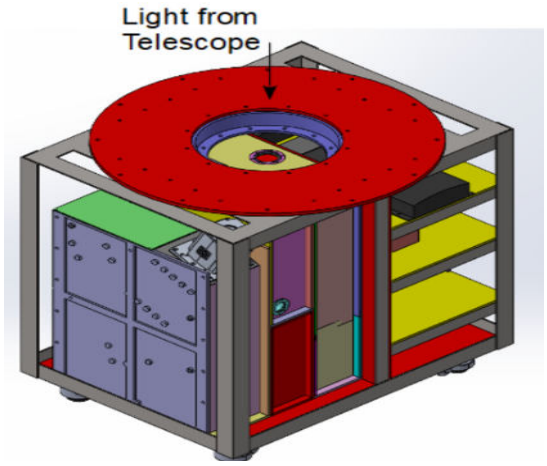
स्पेक्ट्रो-पोलरिमेटर के यांत्रिक डिजाइन में उच्च-प्रिसिजन ऑप्टिकल घटकों का सटीक संरेखण सुनिश्चित करना, कंपन और झुकाव को कम करना, सीमित स्थान में जटिल गतिमान भागों का एकीकरण, तथा थर्मल स्थिरता बनाए रखना चुनौतिपूर्ण होता है। विभिन्न पर्यावरणीय परिस्थितियों में संवेदनशीलता और कैलिब्रेशन सटीकता बनाए रखना भी कठिन होता है। इसके आलावा उपकरण का आकर भी बड़ा होने क कारण उसका संभालना, संचालन और मरमत्त करना भी कठिन होता है।

मॉड्यूलर दृष्टिकोण से उपकरण की प्रणाली

उपकरण की ऑप्टो-मैकेनिकल प्रणाली को मॉड्यूलर दृष्टिकोण से डिज़ाइन किया गया है। उपकरण में 5 अलग-अलग मॉड्यूल हैं। 1) कोलिमेटर यूनिट जिसमें 4 लीनियर स्टेज होते हैं जो उपकरण में विभिन्न मोड सक्रिय करते हैं और HRA तथा LRA दोनों आर्म के लिए एक सामान्य कोलिमेटर ऑप्टिक्स होते हैं। LRA आर्म को सक्रिय करने के लिए एक फोल्ड मिरर फिट किया गया है जो LRA मोड सक्षम करता है।



चित्र १: उपकरण के विभिन्न भाग



चित्र २: मिकेनिकल केज के साथ उपकरण

2) पोलरिमीटर यूनिट में हाफ वे प्लेट होती है जिसे पीआरएल द्वारा निर्मित रोटेशनल स्टेज से घुमाया जाता है, एक वॉलेस्टम प्रिज्म और पोलरिमीटर कैमरा ऑप्टिक्स होते हैं जो आने वाली बीम को दो ऑर्थोगोनल पोलराइज्ड O और E बीम में विभाजित करते हैं, जिन्हें ईशेल स्पेक्ट्रोमीटर यूनिट में भेजा जाता है। 3) ईशेल स्पेक्ट्रोमीटर यूनिट में एक ईशेल ग्रेटिंग और दो क्रॉस डिस्पर्सर ग्रेटिंग्स होती हैं, जो कोलिमेटर-कैमरा ऑप्टिकल सिस्टम के साथ ANDOR निर्मित 2Kx2K डिटेक्टर सिस्टम में स्पेक्ट्रा रिकॉर्ड करने के लिए होती हैं। 4) एक कैलिब्रेशन यूनिट में स्पेक्ट्रल लैंप और अतिरिक्त ऑप्टिक्स होते हैं जो टेलिस्कोप बीम और प्यूपिल का सिमुलेशन करते हैं, जिसे स्पेक्ट्रल कैलिब्रेशन के उद्देश्य से उपकरण को दिया जाता है। इसके अलावा, उपकरण के पोलराइजेशन कैलिब्रेशन के लिए ग्लान टेलर प्रिज्म भी प्रदान किया गया है। 5) लो-रिज़ॉल्यूशन स्पेक्ट्रोस्कोपी (LRS) आर्म जो कोलिमेटर सेक्शन से कोलिमेटेड टेलिस्कोप बीम को स्वीकार करता है, और इसमें इमेजिंग फिल्टर्स, ग्रिस्म्स और एक कैमरा ऑप्टिक्स होता है जो बीम को 1Kx1K EMCCD डिटेक्टर सिस्टम पर फोकस करता है।

इन सभी के अलावा, एक और मॉड्यूल भी उपलब्ध है जो प्रोटोटाइप इंटीग्रल फील्ड यूनिट (IFU) को LRS आर्म से जोड़ता है। फ़ील्ड की पहचान के लिए, कौलिमेटर सेक्शन में फील्ड व्यूअर कैमरा स्थापित किया गया है। इसके अलावा, ऑब्ज़र्वेशन के दौरान स्लिट पर तारे को ट्रैक करने के लिए एक ट्रैकिंग कैमरा भी दिया गया है। ये सभी मॉड्यूल उपयुक्त माउंटिंग अरेंजमेंट्स और सही संरेखण प्रावधानों के साथ जुड़कर एक पूर्ण उपकरण प्रणाली बनाते हैं। साथ ही, सभी घटक एक मजबूत मिकेनिकल केज-स्ट्रक्चर सिस्टम में एकीकृत हैं, जो उपकरण को टेलीस्कोप से मजबूती से जोड़ता है।

निष्कर्ष

मॉड्यूलर तरीके से यंत्र तैयार करने के कारण इसे आसानी से जोड़ा और खोला जा सकता है, जिससे इसे एक जगह से दूसरी जगह ले जाना आसान हो जाता है। इस उपकरण की सहायता से हम विज्ञान के मामलों जैसे कि सिम्बायोटिक सितारे, एम-ड्वार्फ़, एजीएन, नोवा और सुपरनोवा आदि का अवलोकन कर सकते हैं।

आभार

इस परियोजना का विकास भारत सरकार के अंतरिक्ष विभाग के अधीन, अहमदाबाद स्थित फिजिकल रिसर्च लेबोरेटरी (पीआरएल) द्वारा वित्तपोषित है। हम पीआरएल, अहमदाबाद के निदेशक महोदय का उनके उदार समर्थन के लिए हार्दिक आभार व्यक्त करते हैं।

सन्दर्भ

कुमार, वी., श्रीवास्तव, एम. के., दीक्षित, वी., मिस्त्री, बी., लाड, के., पटेल, ए., और राजपुरोहित, ए. एस.,"माउंट आबू फैंट ऑब्जेक्ट स्पेक्ट्रोग्राफ और कैमर ईशेल पोलरिमीटर (M-FOSC-EP) तथा उसका प्रोटोटाइप: पीआरएल की 1.2 मीटर और 2.5 मीटर माउंट आबू दूरबीनों के लिए स्पेक्ट्रो-पोलरिमीटर का डिज़ाइन,"*ग्राउंड-बेस्ड एंड एयरबोर्न इंस्ट्रूमेंटेशन फॉर एस्ट्रोनॉमी IX* में,एवांस, सी. जे., ब्रायंट, जे. जे., और मोतोहारा, के. (संपादक), खंड 12184, पेपर 121845B, इंटरनेशनल सोसाइटी फॉर ऑप्टिक्स एंड फोटोनिक्स, एसपीआईई (2022)।

सामान्य कॉन्ड्राइट्स में नियॉन समस्थानिकों का अध्ययन

अवध कुमार[1], आर. आर. महाजन[1]
[1]भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, अहमदाबाद-380009
(ईमेल: avadh@prl.res.in)
(वरिष्ठ वैज्ञानिक सहायक - अ, ग्रहीय विज्ञान, ग्रहीय प्रयोगशाला विश्लेषण अनुभाग)

सार

इस अध्ययन का उद्देश्य सामान्य कॉन्ड्राइट्स के विभिन्न उल्कापिंडों के बारे में और उसमें नियॉन के घटकों को समझना है। उल्कापिंडों में नियॉन समस्थानिक की जानकारी कॉस्मोजेनिक गैस की गणना के लिए महत्वपूर्ण होती है।

प्रस्तावना

उल्कापिंड वे अंतरिक्षीय पत्थर टुकड़े होते हैं जो क्षुद्रग्रहों पर विभिन्न टक्करों और प्रभावों के कारण उनसे अलग होकर पृथ्वी पर आते हैं। सामान्य कॉन्ड्राइट्स उपलब्ध उल्कापिंडों की सबसे बड़ी श्रेणी हैं। लगभग ~86% उल्कापिंड कॉन्ड्राइट्स हैं, शेष अकोन्ड्राइट्स हैं। सामान्य कॉन्ड्राइट्स को उनकी रासायनिक संरचना के आधार पर तीन वर्गों में बाँटा गया है।

हालाँकि विश्व संग्रहालयों में बड़ी संख्या में उल्कापिंड संग्रहित हैं, लेकिन संपूर्ण नमूनों में नियॉन डेटा केवल सीमित उल्कापिंडों के लिए प्रकाशित हुआ है।

इस कार्य में, हमने प्रकाशित साहित्य से 790 सामान्य कॉन्ड्राइट्स में नियॉन समस्थानिक डेटा संकलित किया है। इनकी श्रेणीवार संख्या निम्नलिखित है:

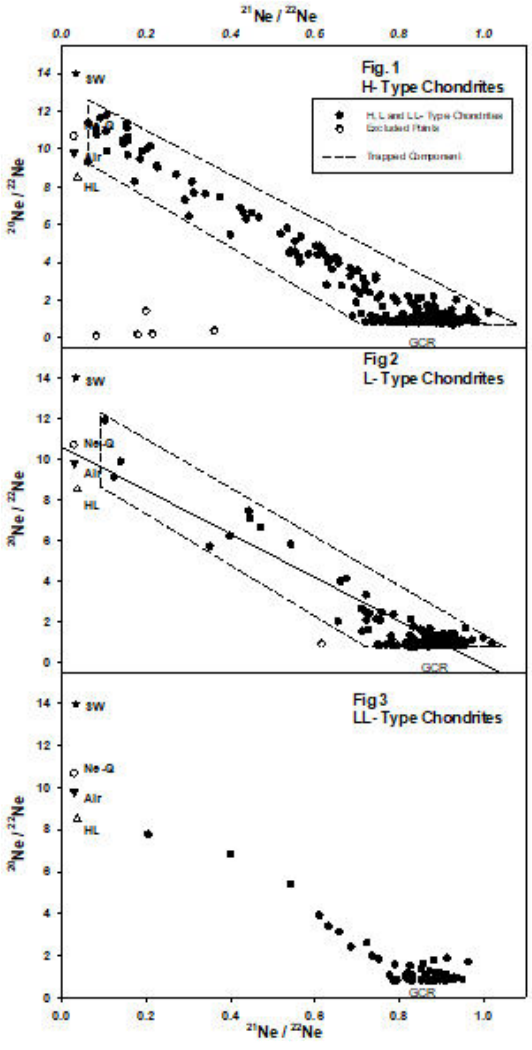
H समूह: 443 उल्कापिंड

L समूह: 264 उल्कापिंड

LL समूह: 83 उल्कापिंड

नियॉन तीन समस्थानिक प्लॉट:

H, L और LL प्रकार के कॉन्ड्राइट्स के लिए नियॉन के तीन समस्थानिक प्लॉट चित्र 1, 2 और 3 में दर्शाए गए हैं। अंतिम-घटक स्रोत हैं: सोलर विंड (SW), Ne-Q, वायुमंडल (Ne-Air), और HL



चित्र 1, 2 और 3 में, विभिन्न वर्गों के उल्कापिंडों (H-समूह, L-समूह और LL-समूह) में घटकों को एक बिंद्वीय क्षेत्र के रूप में दिखाया गया है।

हमने प्रकाशित विधियों द्वारा नमूनों में $^{20}Ne_t$ की सांद्रता (10^{-8} cm^3 STP/g में) की गणना की है। विभिन्न श्रेणियों के लिए परिणाम तालिका 1 में दिए गए हैं।

तालिका 1: कार्बोनेशियस कॉन्ड्राइट्स और सामान्य कॉन्ड्राइट्स (यह अध्ययन) के लिए $^{20}Ne_t$ की सांद्रता (10^{-8} cm^3 STP/g में)

उल्कापिंड प्रकार	न्यूनतम	अधिकतम	औसत
H समूह	0.022	565.55	16.36
L समूह	0.054	248.90	6.78
LL समूह	0.064	141.56	6.27
कार्बोनेशियस कॉन्ड्राइट	01.30	459.00	67.77

सामान्य चर्चा:

हमने H, L और LL प्रकार के कॉन्ड्राइट्स में $^{20}Ne_t$ की सांद्रता का दायरा और औसत निर्धारित किया। कार्बोनेशियस कॉन्ड्राइट्स की तुलना में सामान्य कॉन्ड्राइट्स में यह सांद्रता काफी कम है। कई उल्कापिंडों में Q-घटक प्रमुख रूप से पाया गया, जबकि कुछ में सौर पवन प्रमुख स्रोत रहा।

कुछ H और L कॉन्ड्राइट्स में सौर पवन का संकेत दो संभावनाओं के कारण पाया गया:

1.क्षुद्रग्रह सतह रेगोलिथ में सौर हवा (SW) और सौर कॉस्मिक किरणों (SCR) का आरोपण:

क्षुद्रग्रह बेल्ट में मौजूद वस्तुओं की सतहें सौर हवा (~KeV रेंज) और सौर कॉस्मिक किरणों (~MeV रेंज) के निरंतर आरोपण के संपर्क में रहती हैं। क्षुद्रग्रह की सतह पर मौजूद रेगोलिथ आमतौर पर सामग्री पुनर्वितरण से गुजरता है। इस प्रक्रिया के दौरान, सतह की सामग्री के सौर हवा और सौर कॉस्मिक किरणों के संपर्क में आने की संभावना होती है। इससे सौर हवा द्वारा सौर गैसों का आरोपण उजागर सामग्री में होता है। सौर हवा के संपर्क में आई सतह सामग्री वाले उल्कापिंड में सौर हवा की नोबल गैसों के हस्ताक्षर दिखाते हैं

2. प्रारंभिक सौर प्रक्रियाएँ से गैसों का परस्पर क्रिया

हमारा सौर मंडल लगभग 4.6 बिलियन वर्ष पहले अंतरतारकीय गैस बादल और धूल के सौर संक्षेपण के साथ बना। यह संभव है कि हमारे द्वारा मापी जा रही उल्कापिंड सामग्री का सौर हवा (SW) का संपर्क हुआ हो या उसने सौर हवा (SW) को नोबल गैस को अपने अंदर समाहित किया हो।

निष्कर्ष:

सामान्य कॉन्ड्राइट्स में थोक नमूनों की तुलना में कार्बोनेशियस कॉन्ड्राइट्स में $^{20}Ne_t$ की सांद्रता काफी अधिक है। सामान्य कॉन्ड्राइट्स में Q घटक प्रमुख है और कुछ में सौर पवन (SW) भी पाई जाती हैं।

आभार:

हम भारत सरकार की अंतरिक्ष विभाग के आर्थिक समर्थन हेतु आभार प्रकट करते हैं।

सन्दर्भ:

[1] एंडर्स ई. आदि (1973). द मून 8, 3-24 [2] केरिज जे.एफ. आदि (1988) मेटियोरिटिक्स एंड द अर्ली सोलर सिस्टम [3] मैकस्वीन एच. वाई. जूनियर (1976). ईपीएसएल 31, 193-199. 72701 [4] ग्रेडी एम. मोनिका आदि (2014) एटलस ऑफ मेटियोराइट्स [5] माज़ोर ई. (1970) जीसीए वॉल. 34, 781 से 824 [6] पेपिन आर. ओ. आदि (2012) जीसीए 89, 62-80 [7] ब्यूसमैन एच. आदि (2000) मेटियोरिटिक्स प्लैनेट. साइ. 35, 949-973 [8] ओज़िमा एम. और पोडोसेक एफ. ए. (2002) नोबल गैस जियोकेमिस्ट्री, दूसरा संस्करण [9] महाजन आर. आर. आदि (2018) प्लैनेट. एंड स्पेस साइ. 152, 136-141 [10] महाजन आर. आर. (2020) अर्थ, मून, एंड प्लैनेट्स 124, 3-13

तरंग - पीआरएल में वाई-फाई अवसंरचना आधुनिकीकरण

(श्री लकुम याग्निक [1], श्री आलोक श्रीवास्तव[1] , श्री वैभव वरिश सिंह राठौर[1])

श्री लकुम याग्निक, तकनीशियन-G

सार

भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (पीआरएल) के विभिन्न परिसरों में कार्यरत शोधकर्ताओं के लिए, उच्च गति, विश्वसनीय और सुरक्षित इंटरनेट पहुँच वैज्ञानिक आदान-प्रदान और अन्वेषण का आधार है पी.आर.एल में, जहाँ सहयोग नवाचार को बढ़ावा देता है, निर्बाध कनेक्टिविटी कोई विलासिता नहीं है—यह एक आवश्यकता है। । इन बढ़ती मांगों को पूरा करने के लिए, हमने एक महत्वाकांक्षी वाई-फाई आधुनिकीकरण यात्रा शुरू की है - तरंग की. वाई-फाई 6 तकनीक द्वारा संचालित और दोहरे नियंत्रक आर्किटेक्चर के माध्यम से सुदृढ़ नई प्रणाली उच्च उपलब्धता और सुरक्षा दोनों सुनिश्चित करती है मेन तथा थलतेज परिसरों में स्थापित.पीआरएल के परिसर में वितरित 142 बुद्धिमानी से प्रबंधित एक्सेस पॉइंट्स के साथ, नेटवर्क अब निर्बाध गतिशीलता, मजबूत प्रदर्शन और सुरक्षित कनेक्टिविटी के लिए एक एकीकृत मंच प्रदान करता है।

1. परिचय

हम अपने अनुसंधान और संस्थागत संचालनों को सहयोग देने के लिए उन्नत तकनीकों को अपनाने में हमेशा अग्रणी रहे हैं। इसी दृष्टिकोण के अनुरूप, हमने सभी पीआरएल परिसरों में पुराने वायरलेस बुनियादी ढाँचे को उन्नत किया है। "तरंग" का उद्देश्य पुराने वाई-फाई उपकरणों को नवीनतम पीढ़ी के वायरलेस एक्सेस पॉइंट्स और केंद्रीकृत प्रबंधन प्रणालियों से बदलकर वायरलेस नेटवर्क परिवेश का आधुनिकीकरण करना है।

तरंग के अंतर्गत, हमने वाई-फाई 6[1] तकनीक—जिसे 802.11ax भी कहा जाता है—को लागू किया है, जो वायरलेस प्रदर्शन में उल्लेखनीय सुधार लाती है, जिसमें तेज़ गति, ज़्यादा डिवाइस क्षमता और सघन वातावरण में बेहतर विश्वसनीयता शामिल है। हमारे पास वाई-फाई नियंत्रक-आधारित प्रबंधन आर्किटेक्चर है, जो एक सुरक्षित, केंद्रीकृत नियंत्रित और स्केलेबल नेटवर्क वातावरण सुनिश्चित करता है।

यह केंद्रीकृत नियंत्रक-आधारित दृष्टिकोण समग्र नेटवर्क प्रशासन को सरल बनाता है, साइबर सुरक्षा को बढ़ाता है, और सभी परिसरों में एक समान नीति प्रवर्तन को सक्षम बनाता है। नियंत्रक रीयल-टाइम डिवाइस ऑनबोर्डिंग, फ़र्मवेयर अपग्रेड, निगरानी, निदान और पैच प्रबंधन को निर्बाध और कुशल तरीके से प्रबंधित करते हैं।

2. तरंग की आर्किटेक्चर

तरंग इंफ्रास्ट्रक्चर को एंटरप्राइज़-ग्रेड वाई-फाई एक्सेस पॉइंट्स और केंद्रीकृत वाई-फाई कंट्रोलर्स की रणनीतिक तैनाती के माध्यम से उच्च प्रदर्शन और लचीलापन प्रदान करने के लिए डिज़ाइन किया गया है। ये घटक पीआरएल के चार परिसरों में तैनात हैं:

- मुख्य परिसर (नवरंगपुरा, अहमदाबाद) – 61 वाई-फाई डिवाइस
- थलतेज परिसर (अहमदाबाद) – 65 वाई-फाई डिवाइस
- उदयपुर परिसर – 12 वाई-फाई डिवाइस
- माउंट आबू वेधशाला परिसर – 4 वाई-फाई डिवाइस

इससे कुल 142 वाई-फ़ाई एक्सेस पॉइंट हो गए हैं, जो विभिन्न भौतिक और भौगोलिक स्थानों पर फैले हुए हैं।

3. वाई-फाई सिस्टम में वाई-फाई नियंत्रकों की भूमिका

वाई-फाई नियंत्रकों की भूमिका

दोहरे RR400[2] वाई-फाई नियंत्रक निम्नलिखित क्षेत्रों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं:

- **केंद्रीकृत कॉन्फ़िगरेशन प्रबंधन**: सभी QN-470[3] एक्सेस पॉइंट स्वचालित रूप से प्रावधानित होते हैं और एक केंद्रीय प्रबंधन इंटरफ़ेस के माध्यम से कॉन्फ़िगर किए जाते हैं, जिससे SSID नामकरण, VLAN टैगिंग, प्रमाणीकरण प्रोटोकॉल और एन्क्रिप्शन मानकों में स्थिरता सुनिश्चित होती है।
- **निर्बाध सॉफ़्टवेयर अपडेट**: नियंत्रक सभी कनेक्टेड डिवाइस पर एक साथ फ़र्मवेयर और सॉफ़्टवेयर पैच भेजते हैं, जिससे मैन्युअल हस्तक्षेप की आवश्यकता नहीं होती और डाउनटाइम कम होता है। यह यह भी सुनिश्चित करता है कि सभी एक्सेस पॉइंट हर समय नवीनतम, सुरक्षित संस्करण चला रहे हों।
- **नेटवर्क निगरानी और निदान:** वास्तविक समय स्वास्थ्य जांच, लॉग, प्रदर्शन मेट्रिक्स और विफलता अलर्ट एक ही डैशबोर्ड के माध्यम से सुलभ हैं, जिससे त्वरित समस्या समाधान और सक्रिय प्रबंधन संभव हो पाता है।
- **साइबर सुरक्षा प्रवर्तन**: पहुंच नीतियों और फ़ायरवॉल नियमों को केंद्रीकृत करके, नियंत्रक एक सुरक्षित वायरलेस वातावरण बनाए रखने, दुष्ट पहुंच बिंदुओं को रोकने और जहां आवश्यक हो, वहां MAC-आधारित या प्रमाणपत्र-आधारित प्रमाणीकरण लागू करने में मदद करते हैं।
- **लोड संतुलन और रोमिंग**: नियंत्रक बुद्धिमानी से एक्सेस पॉइंट्स पर क्लाइंट लोड को संतुलित करते हैं और उनके बीच तीव्र रोमिंग का समर्थन करते हैं, जिससे भवनों के भीतर या परिसर क्षेत्रों में आने-जाने वाले उपयोगकर्ताओं के लिए निर्बाध कनेक्टिविटी सुनिश्चित होती है। नेटवर्क इंफ्रास्ट्रक्चर के साथ संगतता सुनिश्चित करता है।

4. तरंग: एक दृष्टि

Figure 1 तरंग का लॉगिन डैशबोर्ड

Figure 2 किसी निश्चित समय पर कुल वाई-फ़ाई उपयोगकर्ता

Figure 3 किसी निश्चित समय पर कुल वाई-फ़ाई उपयोगकर्ता (OS)

4. निष्कर्ष

तरंग परियोजना, पीआरएल के आईटी बुनियादी ढाँचे के आधुनिकीकरण में एक महत्वपूर्ण मील का पत्थर है। वाई-फाई 6 (क्यूएन470) एक्सेस पॉइंट्स की स्थापना और केंद्रीकृत आरआर400 वाई-फाई नियंत्रकों के माध्यम से उनका प्रबंधन करके, पीआरएल ने अपने चारों परिसरों में एक सुरक्षित, स्केलेबल और उच्च-प्रदर्शन वाला वायरलेस इकोसिस्टम स्थापित किया है।

यह परियोजना न केवल पुराने वाई-फाई हार्डवेयर को प्रतिस्थापित करती है, बल्कि पूरे परिसर में निरंतर, उच्च-गति वाली वायरलेस पहुँच सुनिश्चित करके शोधकर्ताओं, संकाय सदस्यों और कर्मचारियों के लिए उपयोगकर्ता अनुभव को भी बेहतर बनाती है। नियंत्रक-आधारित आर्किटेक्चर नेटवर्क प्रशासन को सरल बनाने, अद्यतनों को सुव्यवस्थित करने और संगठन-व्यापी सुरक्षा नीतियों को लागू करने में अमूल्य साबित हुआ है।

तरंग महज एक बुनियादी ढांचे का उन्नयन नहीं है - यह एक डिजिटल छलांग है, जो निर्बाध सहयोग, तीव्र डेटा विनिमय, तथा आज और कल के अनुसंधान समुदाय के लिए अनुकूलित नेटवर्क वातावरण को सक्षम बनाता है।

आभार

हम प्रो. अनिल भारद्वाज, निदेशक, PRL, के प्रति हार्दिक आभार व्यक्त करते हैं, जिनके प्रोत्साहन और दूरदर्शी नेतृत्व ने हमें नई तकनीकों और टूल्स को अपनाने के लिए प्रेरित किया। हम PRL के रजिस्ट्रार और डीन के भी आभारी हैं, जिन्होंने निरंतर समर्थन प्रदान किया।

हम प्रो. बिजय साहू, प्रो. वरुण शील, प्रो. नमित महाजन, और डॉ. एम. शनमुगम को उनके सहयोग के लिए धन्यवाद देते हैं। CNIT के सभी सदस्यों के समर्पण के लिए हम विशेष रूप से आभारी हैं। अंततः, हम अपने सभी PRL सहयोगियों को उनके निरंतर समर्थन के लिए धन्यवाद देते हैं।

5. संदर्भ

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi_6

[2] https://www.qnt.net/wifi/indoor-access-points/access-point-wifi6-qni470/

[3] https://www.qnt.net/wp-content/uploads/2024/01/QN-RR-400-Data-Sheet.pdf

आगामी अंतरिक्ष मिशन के लिए डिटेक्टर का चयन और फ्रंट-एंड और रीडआउट इलेक्ट्रॉनिक्स का विकास: एयरग्लो फोटोमीटर।

राहुल पाठक[1], दिब्येंदु चक्रवर्ती[1]

साइंटिस्ट/इंजीनियर- 'एसडी', भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, rpathak@prl.res.in

सार

यह पहली बार है जब पीआरएल में डिटेक्टर्स के लिए फ्रंट-एंड और रीडआउट इलेक्ट्रॉनिक्स का विकास किया जा रहा है। ये डिटेक्टर्स आगामी एरोनॉमी और ग्रहों से संबंधित मिशनों में विभिन्न उत्सर्जन रेखाओं का पता लगाने वाले उपकरणों, जैसे एयरग्लो फोटामीटर, में उपयोग किए जाएंगे।एयरग्लो फोटोमीटर,जिसका उद्देश्य उत्सर्जन रेखाओं का पता लगाना है। इसके लिए स्पेक्ट्रल बैंडविड्थ (Signal-to-Noise Ratio यानी SNR को बढ़ाने के लिए) और फील्ड ऑफ व्यू (FOV, ताकि उत्सर्जन में सूक्ष्म स्थानिक परिवर्तन भी दर्ज किए जा सकें) को सीमित किया गया है। इन तरंग दैर्ध्य को मापने के लिए उपयुक्त ऑप्टिकल डिटेक्टर का चयन अत्यंत महत्वपूर्ण है, क्योंकि यह प्रणाली की समग्र कार्यक्षमता और क्षमता को निर्धारित करता है। अतः डिटेक्टर का चयन SNR के व्यापक गणना पर आधारित है, जिसमें FOV, स्पेक्ट्रल बैंडविड्थ, डार्क नॉइज़, रीडआउट नॉइज़, पिक्सेल आकार आदि जैसे मापदंडों का ध्यानपूर्वक अध्ययन किया गया है।हमने विभिन्न बरे CMOS चिप्स – जैसे C650 चिप, CAPELLA-CIS120 चिप और CMV4000-3E12M1PP – का परीक्षण किया है, ताकि एयरग्लो पेलोड का एक कार्यात्मक प्रोटोटाइप तैयार किया जा सके। यह प्रोटोटाइप फ्रंट-एंड, प्रोसेसिंग और ग्राउंड चेकआउट सिस्टम से युक्त है।C650 चिप को पूर्व में हायसिस (HySIS) पेलोड (चंद्रयान-1 मिशन) तथा LiVHySI पेलोड (यूथसैट मिशन) में उपयोग किया गया है। वहीं, CMV4000-3E12M1PP चिप को मंगलयान मिशन के 'मंगल रंगीन कैमरा (MCC)' पेलोड में उपयोग किया गया है।इस प्रस्तुति में, मैं SCMOS चिप्स का उपयोग करते हुए प्राप्त प्रारंभिक परिणामों को साझा करूंगा, SCMOS डिटेक्टर चिप्स के चयन के पीछे के तर्क को स्पष्ट करूंगा तथा उनके विकास पर चर्चा करूंगा।

प्रस्तावना

इस अध्ययन का उद्देश्य आगामी अंतरिक्ष मिशनों के लिए उत्सर्जन रेखाओं के प्रभावी अवलोकन हेतु उपयुक्त डिटेक्टर का चयन एवं प्रोटोटाइप विकास करना है। प्रणाली की आवश्यकताओं के आधार पर, विभिन्न प्रकार के डिटेक्टर (CCD और SCMOS) का परीक्षण किया गया। प्रारंभिक चरण में, 1024 × 1024 पिक्सेल प्रारूप वाला बैक-इलुमिनेटेड CCD डिटेक्टर विचाराधीन था। किन्तु, उच्च शक्ति खपत और तापीय प्रबंधन संबंधी सीमाओं के कारण इस विकल्प को आगे नहीं बढ़ाया गया। प्रारंभ में, SCMOS CAPELLA-CIS120 डिटेक्टर उपयुक्त विकल्प के रूप में पहचाना गया था। हालांकि, इसकी अनुपलब्धता के कारण प्रयोगशाला में C650 नामक बरे चिप्स का उपयोग करके इस श्रेणी के SCMOS डिटेक्टरों के लिए सिद्धांत की पुष्टि की गई।

C650 चिप का उपयोग कर एक प्रारंभिक प्रोटोटाइप तैयार किया गया, जिसमें फ्रंट-एंड सिस्टम, प्रोसेसिंग यूनिट्स और ग्राउंड चेकआउट प्रणाली सम्मिलित थीं। हालांकि, सिद्धांत की पुष्टि सफल रही, परंतु उच्च डार्क करंट के कारण C650 डिटेक्टर को अनुपयुक्त पाया गया।बाद में, CAPELLA-CIS120 के कुछ सैंपल प्राप्त होने पर एक ब्रेडबोर्ड मॉडल विकसित किया गया, जिसमें फ्रंट-एंड ऑप्टिक्स, डिटेक्टर इलेक्ट्रॉनिक्स एवं प्रोसेसिंग यूनिट्स को एकीकृत किया गया। ग्राउंड चेकआउट प्रणाली भी डिज़ाइन की गई और इसने भी सिद्धांत की पुष्टि में सफलता प्राप्त की। परंतु, लगभग 15 माह की लीड टाइम और प्रति इकाई ₹1.8 करोड़ की लागत के कारण इस विकल्प को आगे नहीं अपनाया गया।विभिन्न समीक्षात्मक बैठकों और आंतरिक चर्चाओं के पश्चात CMV4000-3E12M1PP डिटेक्टर को अंतिम रूप दिया गया, क्योंकि यह वैज्ञानिक उद्देश्यों को पूरा करता है और इसकी आपूर्ति समयसीमा अनुकूल है।

ये प्रोटोटाइप निम्नानुसार फ्रंट-एंड इलेक्ट्रॉनिक्स, प्रोसेसिंग सिस्टम और ग्राउंड चेकआउट सिस्टम को सम्मिलित करते हैं:

फ्रंट-एंड इलेक्ट्रॉनिक्स:

प्रत्येक डिटेक्टर के लिए फ्रंट-एंड इलेक्ट्रॉनिक्स कार्ड एक प्रिंटेड सर्किट बोर्ड पर विकसित किया गया है। इस कार्ड में डिटेक्टर चिप्स के लिए आवश्यक एनालॉग एवं डिजिटल पावर सप्लाई शामिल है, जो लाइनियर वोल्टेज रेगुलेटर ICs के माध्यम से प्राप्त की जाती है। कार्ड में डिटेक्टर चिप की माउंटिंग, LVDS ड्राइवर ICs, रेजिस्टर, कैपेसिटर तथा अन्य आवश्यक घटक भी शामिल हैं। डिटेक्टर चिप के विभिन्न आवश्यक पैरामीटर्स जैसे गेन नियंत्रण, डार्क वोल्टेज कैंसलेशन, ADC एक्सटर्नल इनपुट चयन तथा डेटा आउटपुट मोड को नियंत्रित करने हेतु एक समर्पित प्रोसेसिंग कार्ड को FPGA PROASIC3E A3PE1500 PQ208 चिप का उपयोग करते हुए डिजाइन और निर्मित किया गया है।

प्रोसेसिंग सिस्टम:

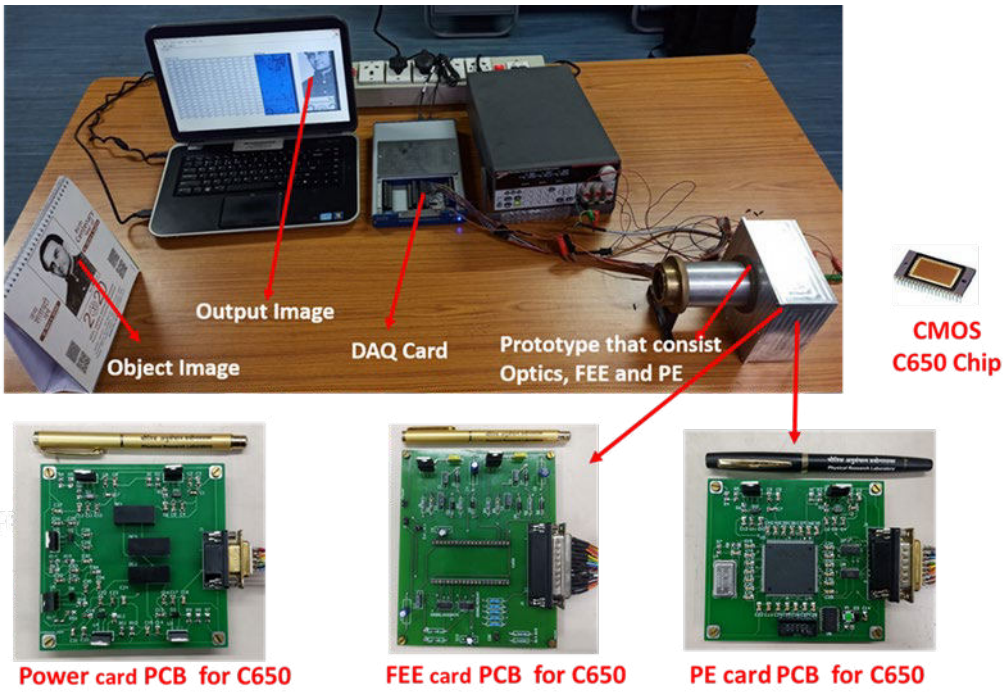
प्रोसेसिंग इलेक्ट्रॉनिक्स कार्ड को भी प्रिंटेड सर्किट बोर्ड पर डिजाइन किया गया है। इसका कार्य चिप के लिए क्लॉक लॉजिक जनरेट करना तथा अन्य संचालन संबंधित पैरामीटरों को नियंत्रित करना है। इस कार्ड में FPGA PROASIC3E A3PE1500 PQ208 चिप, वोल्टेज लेवल ट्रांसलेटर ICs, बफर ICs, रेजिस्टर, कैपेसिटर, क्रिस्टल ऑस्सीलेटर तथा अन्य सहायक घटक शामिल हैं। जब फ्रंट-एंड कार्ड के माध्यम से डिटेक्टर चिप को सभी आवश्यक एनालॉग व डिजिटल पावर इनपुट एवं क्लॉक संकेत दिए जाते हैं, तब प्रिंटेड सर्किट बोर्ड कार्ड 12-बिट समानांतर (पैरेलल) आउटपुट डेटा उपलब्ध कराता है।

ग्राउंड चेकआउट सिस्टम:

फ्रंट-एंड से प्राप्त 12-बिट समानांतर आउटपुट डेटा को DAQ कार्ड के माध्यम से अधिग्रहित कर उसे काउंट/इमेज प्रारूप में प्रोसेस किया गया है। प्राप्त 12-बिट डेटा को पहले दशमलव मानों में परिवर्तित किया जाता है, फिर उसे एक 1D ऐरे में व्यवस्थित किया जाता है, जिसे आगे LabVIEW सॉफ़्टवेयर की सहायता से 2D ऐरे में बदला जाता है। यह 2D ऐरे ग्रेस्केल छवि निर्माण के लिए उपयोग किया जाता है।

निष्कर्ष

1.C650 चिप का उपयोग करते हुए एक ब्रेडबोर्ड मॉडल विकसित किया गया है, जिसे चित्र 1 में प्रदर्शित किया गया है।SCMOS CAPELLA-CIS120 तथा CMV4000 डिटेक्टर चिप्स का उपयोग करते हुए भी एक ब्रेडबोर्ड मॉडल विकसित किया गया है। इस मॉडल का विकास इन डिटेक्टर चिप्स की कार्यक्षमता, सिग्नल प्रोसेसिंग क्षमताओं तथा सिस्टम-स्तरीय एकीकरण का प्रयोगशाला परिवेश में मूल्यांकन करने के उद्देश्य से किया गया।



चित्र 1: CMOS चिप C650 का उपयोग करते हुए विकास

आभार

यह परियोजना भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला द्वारा वित्तपोषित है, जो अंतरिक्ष विभाग की एक इकाई है।

हम श्री शशांक उर्मिला के सहयोग हेतु उनका हार्दिक आभार व्यक्त करते हैं।हम कार्यशाला (वर्कशॉप) के कर्मचारियों का भी इस परियोजना के यांत्रिक मॉडल के निर्माण में उनके महत्वपूर्ण योगदान के लिए धन्यवाद करते हैं।

अरब सागर में खनिज आधारित महासागरीय क्षारीयता वृद्धि की संभावनाएं और प्रभाव: बायोअसे प्रयोगों से मिली जानकारी

लेखक1: मान्सा सिंह[1,2]

लेखक2: श्रेया मेहता[3,1]

लेखक3: अरविंद सिंह[1]

संस्थान:

[1] भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (Physical Research Laboratory), नवरंगपुरा, अहमदाबाद - 380006, भारत

[2] गुजरात विश्वविद्यालय, अहमदाबाद - 380009, भारत

[3] इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी गांधीनगर, गुजरात - 382424, भारत

प्रस्तुत करने वाले लेखक का पद, प्रभाग, संस्थान एवं ईमेल आईडी:

मानसा सिंह

जूनियर रिसर्च फेलो, भूविज्ञान विभाग, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (PRL), अहमदाबाद

ईमेल: mansa@prl.res.in

सार

महासागरीय क्षारीयता संवर्धन (OAE) वायुमंडल से कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) को हटाने और क्षारीय खनिजों को घोलकर महासागरीय अम्लीकरण का प्रतिकार करने की एक रणनीति है। वर्तमान में, प्राकृतिक समुद्री जल में OAE के लिए उपयुक्त कई खनिजों की घुलनशीलता के बारे में महत्वपूर्ण ज्ञान अंतराल हैं। कैल्शियम कार्बोनेट ($CaCO_3$) के द्वितीयक अवक्षेपण से पहले कितना क्षारीय खनिज घुल सकता है, यह समझना महत्वपूर्ण है, क्योंकि द्वितीयक $CaCO_3$ अवक्षेपण OAE की परिवेशी CO_2 अवशोषण क्षमता को सीमित करता है। पूर्वी अरब सागर में हमारे सूक्ष्म प्रयोग से पता चला कि पेरिक्लेज़ को 200 µmol kg^{-1} की लक्षित क्षारीयता पर प्रयोग करने पर, कोई द्वितीयक अवक्षेपण नहीं हुआ और pH स्थिर बना रहा, जो महासागरीय अम्लीकरण को कम करने की इसकी क्षमता को दर्शाता है।

प्रस्तावना

लगभग 8,00,000 वर्षों तक वायुमंडलीय CO_2 180-280 ppmv के बीच था, लेकिन औद्योगिक युग के मात्र ~250 वर्षों में यह ~420 ppmv तक पहुँच गया; इसी दौरान 2011-2020 में वैश्विक सतह तापमान 1850-1900 के औसत से ~1.1°C अधिक रहा (IPCC, 2023)। वर्तमान में ~42% उत्सर्जित CO_2 वायुमंडल में रहकर वार्मिंग बढ़ाता है, जबकि ~26% महासागर में घुलकर अम्लीकरण उत्पन्न करता है; इसलिए केवल उत्सर्जन घटाना पर्याप्त नहीं, इसके पूरक रूप में कार्बन डाइऑक्साइड निष्कासन (CDR) आवश्यक है। समुद्री CDR प्राकृतिक सिंक–महासागर-वायुमंडल विनिमय और कार्बोनेट रसायन–को कृत्रिम रूप से तीव्र कर मानवजनित CO_2 की भरपाई का प्रयास करता है; इसी संदर्भ में यह लेख महासागर क्षारीयता संवर्द्धन (OAE) पर केंद्रित है।

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

OAE के पीछे मूलभूत तथ्य

समुद्री जल की **क्षारीयता** को प्रोटॉन दाताओं-ग्राहियों के संतुलन के रूप में समझा जा सकता है; वायुमंडलीय pCO_2 बढ़ने पर अधिक CO_2 घुलकर H_2CO_3 बनाती है जो H^+ छोड़ती है, pH घटता है, जिसे HCO_3^-/CO_3^{2-} आयन आंशिक रूप से बफ़र करते हैं। कुल क्षारीयता बढ़ाने से समुद्री जल की CO_2 को अवशोषित और बनाए रखने की रासायनिक क्षमता बढ़ती है, जिससे दीर्घकालिक कार्बन पृथक्करण में सहायता मिलती है इसी सिद्धांत पर, सिलिकेट/कार्बोनेट खनिजों के अपक्षय/संवर्धन से क्षारीयता बढ़ाने वाला OAE एक आशाजनक जलवायु-शमन उपाय है, जो CO_2 अवशोषण बढ़ाते हुए महासागरीय अम्लीकरण भी घटाता है

पीआरएल द्वारा प्रायोगिक अध्ययन

सिलिकेट या कार्बोनेट क्षारीयता बढ़ा सकते हैं। अध्ययनों से पता चलता है कि क्षारीयता बढ़ाने के संभावित कारक ब्रुसाइट, पेरीक्लेज़ या फ़ोरस्टेराइट जैसे मैग्नीशियम-समृद्ध खनिज और बिना बुझे और हाइड्रेटेड चूना जैसे कैल्शियम-समृद्ध खनिज हो सकते हैं।

खनिज का विघटन खनिज के प्रकार, कण के आकार और समुद्री जल के गुणों जैसे तापमान और लवणता पर निर्भर करता है।

हालांकि आशाजनक, OAE के लिए इष्टतम खनिज विकल्प अनिश्चित बना हुआ है।

इसलिए, इन शोध कमियों को दूर करने के लिए, पूर्वी अरब सागर के खुले समुद्री जल में सागर संपदा 407 (SS-407) पर दो सूक्ष्म प्रयोग किए गए, ताकि पूर्वी अरब सागर में कार्बोनेट रसायन पर पेरीक्लेज़ और ओलिवाइन के विघटन के प्रभाव की जाँच की जा सके और द्वितीयक कार्बोनेट अवक्षेपण के लिए प्रारंभिक स्थितियाँ निर्धारित की जा सकें।

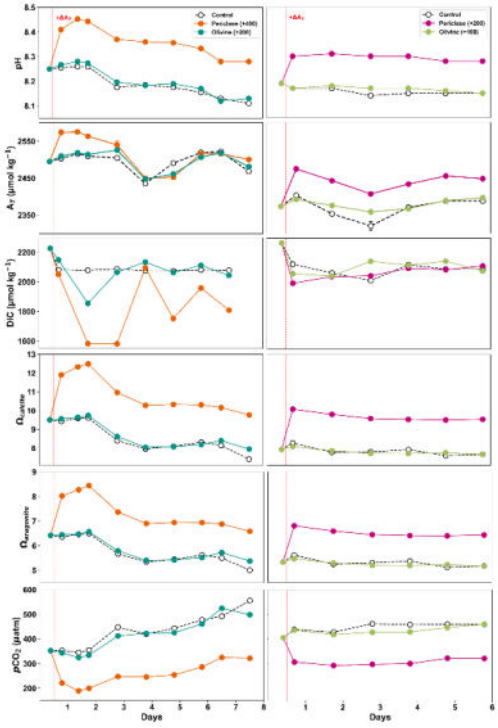


Figure 1: 6 दिनों के सूक्ष्म जगत प्रयोग के परिणाम और विभिन्न मापदंडों के संबंध में विभिन्न पैरामीटर परिवर्तन

चूँकि पिछले अध्ययनों से संकेत मिलता है कि क्षारीयता की सीमा से अधिक होने पर कार्बोनेट का द्वितीयक अवक्षेपण बढ़ जाता है जिससे अम्लता बढ़ जाती है और इसलिए आवश्यकता से अधिक नकारात्मक प्रभाव पड़ता है।

पेरिक्लेज़ के साथ 400 µmol kg-1 के +ΔAT पर द्वितीयक कार्बोनेट अवक्षेपण देखा गया, जिससे क्षारीयता के साथ-साथ CO2 निक्षेपण दक्षता भी कम हो गई।

इसके विपरीत, 200 µmol kg-1 +ΔAT पर पेरीक्लेज़ में द्वितीयक अवक्षेपण का कोई संकेत नहीं दिखा और इसने एक स्थिर pH बनाए रखा, जो समुद्री अम्लीकरण को कम करने की इसकी क्षमता का संकेत देता है।

पेरिक्लेज़ के दोनों +ΔAT के लिए pCO2 में गिरावट, ओलिवाइन की तुलना में CO2 निक्षेपण की इसकी अधिक क्षमता को दर्शाती है।

निष्कर्ष

बढ़ते CO2 स्तरों पर तत्काल ध्यान देने की आवश्यकता है और चूँकि महासागर CO2 के लिए एक विशाल सिंक हैं, इसलिए समुद्री CDR विधियाँ एक आशाजनक समाधान के रूप में उभर रही हैं। हमारा अध्ययन OAE प्रभावों से संबंधित कई अज्ञात कारकों पर आधारित है, दो नियंत्रित मेसोकोसम अध्ययनों के माध्यम से पेरीक्लेज़ क्षारीयता बढ़ाने के लिए अधिक कुशल खनिजों के रूप में उभरा है। हालाँकि, इसका उपयोग नियंत्रित क्षारीयता स्तरों पर ही किया जाना चाहिए, क्योंकि इसकी अधिक मात्रा द्वितीयक अवक्षेपण को ट्रिगर कर सकती है जिससे निक्षेपण दक्षता कम हो जाती है। ये निष्कर्ष OAE तकनीकों के अनुप्रयोग में आवश्यक नाजुक संतुलन को उजागर करते हैं।

आभार

हम भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (पीआरएल), अहमदाबाद के प्रति इस अध्ययन के लिए आवश्यक सुविधाएं और सहयोग प्रदान करने हेतु हार्दिक आभार व्यक्त करते हैं। हम **जितेन्द्र कुमार, अबुल क़ासिम, सिपाई नज़ीरअहमद, और संजीव कुमार** के प्रति भी विशेष आभार व्यक्त करते हैं

सन्दर्भ

1. फ्राइडलिंगस्टीन, पी., जोन्स, एम.डब्ल्यू., ओ'सुलिवन, एम. एट अल. (2022)। वैश्विक कार्बन बजट 2022। अर्थ सिस्टम साइंस डेटा, 14, 4811-4900। https://doi.org/10.5194/essd-14-4811-2022

2. फुहर, एम., मोरास, सी.ए., हार्टमैन, जे. (2022)। महासागरीय क्षारीयता वृद्धि में खनिज विघटन के बाद द्वितीयक कार्बोनेट अवक्षेपण। फ्रंटियर्स इन क्लाइमेट, 4, 853670। https://doi.org/10.3389/fclim.2022.853670

3. फेडरर, ए., हॉक, जे., क्रुमिन्स, वी. एट अल. (2022)। समुद्री कार्बन डाइऑक्साइड निष्कासन: जोखिमों, लाभों और शासन की एक व्यापक समीक्षा। समुद्री विज्ञान में सीमाएँ, 9, 856347. https://doi.org/10.3389/fmars.2022.856347

4. गट्टूसो, जे.-पी., दाई, एम., गार्सिया, एच.ई. एट अल. (2021)। जलवायु परिवर्तन और समुद्री पारिस्थितिक तंत्र पर इसके प्रभावों से निपटने के लिए समुद्री समाधान। समुद्री विज्ञान में सीमाएँ, 8, 667979. https://doi.org/10.3389/fmars.2021.667979

5. हार्टमैन, जे., वेस्ट, ए.जे., रेनफोर्थ, पी. एट अल. (2013)। वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड को कम करने, पोषक तत्वों की आपूर्ति करने और महासागरीय अम्लीकरण को कम करने के लिए एक भू-इंजीनियरिंग रणनीति के रूप में उन्नत रासायनिक अपक्षय। जियोफिजिक्स की समीक्षा, 51, 113-149। https://doi.org/10.1002/rog.20004

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

राष्ट्रीय विकास के लिए डिजिटल पारिस्थितिकी तंत्रः युवाओं में क्षमता निर्माण में इसरो की भूमिका

सिनी सुसन वर्गीस [1], अंकिता विशाल पटेल[2] एवं डॉ. आभा छाबरा[3]
[1]सामाजिक अनुसंधान अधिकारी-सी, रिसपांड एवं अनुसंधान प्रबंधन प्रभाग, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, इसरो, अहमदाबाद
ईमेल आईडी: sini@sac.isro.gov.in

सार : डिजिटल युग में युवाओं की विज्ञान में भागीदारी, उनका डेटा तक पहुँच, अनुसंधान में शामिल होने और उन्नत तकनीक के उपयोग पर निर्भर करती है। नवाचार प्रणाली सिद्धांत का उपयोग करते हुए यह अध्ययन, कौशल विकास, अनुसंधान एवं विकास के अवसर और वैज्ञानिक सहयोग में इसरो की भूमिका का विश्लेषण करता है। इसमें मोस्डेक, आई.आई.आर.एस के ऑनलाइन शिक्षण पाठ्यक्रम और प्रायोजित अनुसंधान परियोजनाओं जैसे प्लेटफॉर्मों के 600 से अधिक युवा उपयोगकर्ताओं के सर्वेक्षण आंकड़ों का उपयोग किया गया है। निष्कर्ष बताते हैं कि आउटरीच एवं शैक्षिक प्लेटफॉर्म ज्ञान को विकेंद्रीकृत करते हैं।

प्रस्तावना

इंडस्ट्री 4.0 के डिजिटल युग में, युवाओं की STEM में भागीदारी स्थायी नवाचार प्रणालियों के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन इस प्रणाली को सशक्त बनाने में एक केंद्रीय संस्थान के रूप में कार्य करता है, जो डेटा, ज्ञान एवं क्षमता विकास के संसाधन व्यापक रूप से उपलब्ध कराता है। मोस्डक, एवं वेदास जैसे इसरो द्वारा विकसित वेब पोर्टल साथ ही आई.आई.आर.एस के ऑनलाइन शिक्षण कार्यक्रम, आउटरीच एवं प्रायोजित अनुसंधान परियोजनाएँ मिलकर एक राष्ट्रीय नवाचार अवसंरचना का निर्माण करते हैं। यह अवसंरचना डेटा भंडार, अनुसंधान वित्तपोषण एवं परामर्श, तकनीकी कौशल संवर्धन तथा वास्तविक समय के अंतरिक्ष मिशनों के अनुभव को एकीकृत रूप में प्रदान करती है।

उद्देश्य

नवाचार प्रणाली सिद्धांत (Lundvall, 1992) के अंतर्गत,यह शोध पत्र इसरो के डेटा साझा केंद्रों, ऑनलाइन पाठ्यक्रमों, प्रायोजित अनुसंधान तथा स्पेस ट्यूटरों के माध्यम से आउटरीच गतिविधियों जैसे प्लेटफॉर्मों द्वारा युवाओं की अनुसंधान एवं विकास क्षमताओं को सशक्त बनाने पर चर्चा करता है।

दृष्टिकोण/कार्यप्रणाली

यह शोध पत्र इसरो के डिजिटल प्लेटफार्मों के उपयोगकर्ताओं के बीच किए गए सामाजिक सर्वेक्षणों के निष्कर्षों को संकलित करता है, जिसमें 233 मोस्डक उपयोगकर्ता, 381 आई.आई.आर.एस ऑनलाइन पाठ्यक्रम के प्रतिभागी, तथा अन्य सहायक द्वितीयक डेटा शामिल हैं। अतिरिक्त समर्थन के लिए बिब्लियोमेट्रिक डेटा और अन्य उपयोगकर्ता संबंधी द्वितीयक स्रोतों का भी उपयोग किया गया है।

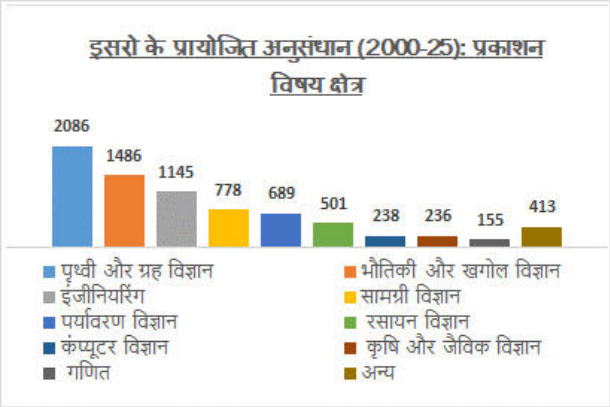
निष्कर्ष :

इसरो के मोस्डेक और वेदास जैसे प्लेटफॉर्म युवाओं और नवशोधकर्ताओं को वास्तविक डेटा पर वैज्ञानिक अभ्यास हेतु विश्लेषणात्मक उपकरण एवं मार्गदर्शिका प्रदान करते हैं। 2020 तक मोस्डेक वेबसाइट का उपयोग 8,506 वैश्विक उपयोगकर्ताओं ने किया, जिनमें अधिकतर युवा भारतीय शोधकर्ता थे (Silpa et al., 2021) । सर्वेक्षण में शामिल 233 उपयोगकर्ताओं में से 36 ने मोस्डेक डेटा का उपयोग कर 147 शोध पत्र प्रकाशित किए, जबकि 53 ने 212 शैक्षणिक प्रस्तुतियाँ दीं। ये आंकड़े दर्शाते हैं कि सार्वजनिक डेटा-सेट्स ज्ञान सृजन को सक्रिय रूप से बढ़ावा देते हैं।

इसरो के ऑनलाइन कोर्स (आई.आई.आर.एस) : शुरुआत (2007) से अब तक 500 से अधिक विश्वविद्यालयों और 19,000 से ज्यादा विद्यार्थी जुड़े हैं। सर्वेक्षण मे शामिल आई.आई.आर.एस के 400 शिक्षार्थियों में से 100 से अधिक ने छवि अधिग्रहण, प्रोसेसिंग, स्थानिक विश्लेषण और मानचित्रण में उच्च दक्षता की जानकारी दी है। इसके अलावा, 75% शिक्षार्थियों ने बताया कि अपने कार्यक्षेत्र में इन कौशलों का वास्तविक रूप में इस्तेमाल कर रहे हैं।

प्रायोजित अनुसंधान: सन् 2000 से 2025 तक, इसरो के प्रायोजित अनुसंधान के तहत स्कोपस डेटाबेस में 7727 दस्तावेज़ प्रकाशित हुए हैं। (स्रोत : स्कोपस) विशेष रूप से, सैक ने 2024 में 200 रिस्पांड परियोजनाएँ पूरी की हैं, जिनके तहत: 403 अंतरिक्ष कार्यक्रम से संबंधित

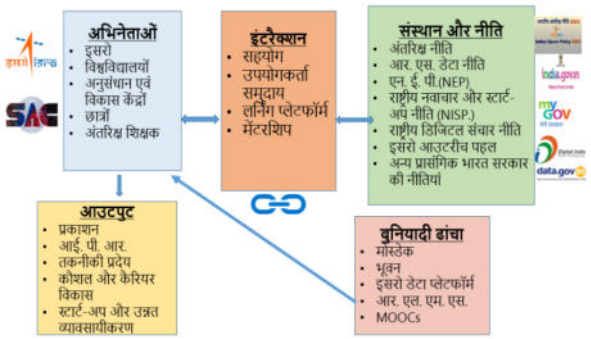
डिलीवरबल्स तैयार किए गए, 577 शोधकर्ताओं को प्रशिक्षण मिला (जिसमें 98 पीएच.डी. और 147 मास्टर्स थीसिस शामिल हैं) और कुल 1,073 प्रकाशन हुए हैं। यह उपलब्धियाँ दिखाती हैं कि इसरो का प्रायोजित अनुसंधान न केवल वैज्ञानिक प्रकाशनों बल्कि शोधकर्ताओं के प्रशिक्षण और अंतरिक्ष कार्यक्रम के लिए उपयोगी परिणामों में भी महत्वपूर्ण योगदान देता है।



चित्र.1: इसरो के प्रायोजित अनुसंधान प्रकाशन (2000-25). स्रोत: स्कोपस डेटाबेस

आउटरीच गतिविधियाँ: प्रतियोगिताओं और प्रदर्शनियों के आयोजन के अलावा, इसरो देशभर में स्पेस ट्यूटर्स के साथ सहयोग भी करता है। इन ट्यूटर्स की सामुदायिक संरचना विशेष रूप से टियर 2 और टियर 3 शहरों के छात्रों को औपचारिक संस्थानों के बाहर भी अपनी क्षमताएँ बढ़ाने और अंतरिक्ष विज्ञान में अन्य छात्रों का मार्गदर्शन करने का अवसर प्रदान करती है।

चर्चा : 1,000 से अधिक अनुसंधान-प्रधान संस्थानों के संदर्भ में, इसरो की पहलें—जैसे रिस्पांड, ई-लर्निंग और खुले डेटा प्लेटफॉर्म- वैज्ञानिक अवसरों के लोकतंत्रीकरण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। फिर भी, डिजिटल असमानता और सीमित विस्तार चुनौतियां बनी हुई हैं। क्षेत्रीय भाषा सामग्री, ऑफ़लाइन उपकरण, ट्विन प्रौद्योगिकी और अन्य सिमुलेशन तकनीकों के उपयोग द्वारा शैक्षिक संस्थानों में डिजिटल इनोवेशन लैब्स की स्थापना,पाठ्यक्रम समावेशन और वैश्विक सहयोग से स्थानीय आउटरीच सशक्त बनाकर भारतीय युवाओं को वैश्विक अनुसंधान एवं विकास में प्रतिस्पर्धात्मक बना सकते हैं।



चित्र 2: क्षमता निर्माण में इसरो नवाचार तंत्र

परिणाम

नवाचार प्रणाली के दृष्टिकोण से, यह देखा जाता है कि सार्वजनिक संस्थान, शैक्षिक कार्यकर्ता, डेटासेट और डिजिटल उपकरण किस प्रकार परस्पर क्रिया कर एक स्व-संचालित नवाचार पारिस्थितिकी तंत्र का निर्माण करते हैं। (चित्र.2) इसरो के प्लेटफॉर्म उपयोगकर्ताओं से प्राप्त 614 प्राथमिक आंकड़े इस संरचना को सुदृढ़ करते हैं।

इसरो न केवल राष्ट्रीय विकास के लक्ष्यों की पूर्ति करता है, बल्कि भारत को खुले विज्ञान और शोध एवं विकास के वैश्विक माध्यम के रूप में स्थापित करता है। इन प्रयासों के विस्तार से सुनिश्चित किया जा सकता है कि भारतीय युवा केवल डिजिटल नवाचार के उपभोक्ता न रहें, बल्कि वैश्विक ज्ञान अर्थव्यवस्था के सक्रिय योगदानकर्ता बनें। इसरो का यह समर्थन संयुक्त राज्य के 2030 एजेंडा और यूनेस्को के खुले विज्ञान ढांचे जैसे वैश्विक आह्वानों के अनुरूप है। इसरो इस बात का उदाहरण है कि अंतरिक्ष एजेंसियाँ डेटा की सीमाओं को पाट सकती हैं, ज्ञान के असमानता को घटा सकती हैं, और युवाओं को परिवर्तन के प्रेरक एजेंट के रूप में सशक्त बना सकती हैं।

आभार

लेखक मार्गदर्शन एवं प्रोत्साहन के लिए निदेशक सैक के प्रति अपनी कृतज्ञता व्यक्त करते हैं। हम उप निदेशक, मीसा एवं समूह निदेशक आरटीएमजी का भी आभार व्यक्त करते हैं|

सन्दर्भ

लुंडवाल, बी.-ओ. (संपादक). (1992). *नेशनल सिस्टम्स ऑफ इनोवेशन: टुवर्ड अ थ्योरी ऑफ इनोवेशन एंड इंटरएक्टिव लर्निंग*। पिंटर पब्लिशर्स

पी.एस. शिल्पा, वर्गीस, एस. (2021). *इम्पैक्ट ऑफ मोसडैक (MOSDAC) वेब पोर्टल ऑन रिसर्च एक्टिविटीज ऑफ यूजर्स*। DECU-PPEG-SRED-2021-275

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

अंतरिक्ष मलबा प्रबंधन में एआई/एमएल की संभावनाएं

प्रसून कुमार[1], नीतेश कुमार पटेरिया[2]
1 वैज्ञानिक-एस.डी., आई.टी.आई.डी./सी.एस.आई.जी./सी.आई.टी.ए.,prasunk@sac.isro.gov.in

सार

अंतरिक्ष मलबा, जिसे अक्सर "स्पेस जंक" के रूप में जाना जाता है, अब अंतरिक्ष अन्वेषण में सबसे गंभीर समस्याओं में से एक बन गया है। जैसे-जैसे पृथ्वी की कक्षा में मानव गतिविधियाँ बढ़ रही हैं, वैसे-वैसे गैर-कार्यात्मक उपग्रहों, छोड़े गए रॉकेट चरणों और पूर्वकालीन टकरावों से उत्पन्न टुकड़ों का संचय बड़ा खतरा बनता जा रहा है। हजारों मलबे के टुकड़े जो अत्यधिक गति से यात्रा करते हैं, वे वर्तमान मिशनों और भविष्य में अंतरिक्ष संचालन के लिए गंभीर खतरा उत्पन्न करते हैं। इस खतरे से निपटने के लिए, नई तकनीकों का इस्तेमाल किया जा रहा है, विशेष रूप से इस लेख में, हम ए. आई. (कृत्रिम बुद्धिमत्ता)और एम. एल. (मशीन लर्निंग)का उपयोग करके इस मुद्दे से निपटने के तरीकों का विश्लेषण और खोज कर रहे हैं।

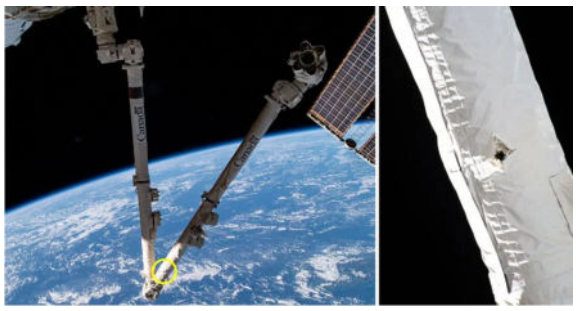
प्रस्तावना

जैसे-जैसे मानव अंतरिक्ष में अपनी उपस्थिति बढ़ा रहा है, अंतरिक्ष मलबे का बढ़ता हुआ संचय कक्षीय स्थिरता के लिए एक गंभीर चुनौती बन गया है। अंतरिक्ष मलबे में निष्क्रिय उपग्रह, प्रयुक्त रॉकेट चरण, टकराव से बने टुकड़े आदि शामिल होते हैं। हालिया अनुमान के अनुसार, पृथ्वी की कक्षा में 10 सेमी से बड़े 36,000 से अधिक ऑब्जेक्ट्स और लाखों छोटे टुकड़े मौजूद हैं, जो सक्रिय उपग्रहों, स्पेस स्टेशन और भविष्य के मिशनों के लिए गंभीर खतरा पैदा करते हैं।

पारंपरिक ट्रैकिंग तरीकों से इस समस्या को हल करना अब पर्याप्त नहीं है। यहाँ कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और मशीन लर्निंग (ML) महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहे हैं।

बढ़ता खतरा और केसलर सिंड्रोम

1978 में नासा वैज्ञानिक डोनाल्ड जे. केसलर ने केसलर सिंड्रोम का सिद्धांत प्रस्तुत किया। यह स्थिति बताती है कि यदि निम्न पृथ्वी कक्षा (LEO) में ऑब्जेक्ट्स के बीच टकराव से मलबा उत्पन्न होता है, तो यह मलबा आगे और टकराव की संभावना बढ़ाता है। यह श्रृंखलाबद्ध प्रभाव कक्षाओं को दशकों तक अनुपयोगी बना सकता है, जिससे संचार, मौसम पूर्वानुमान और अंतरिक्ष अन्वेषण पर गंभीर प्रभाव पड़ सकता है। केसलर सिंड्रोम अब केवल एक सैद्धांतिक अवधारणा नहीं है। आज जब स्टारलिंक और वनवेब जैसी सैटेलाइट कॉन्स्टेलेशन बढ़ रही हैं, कक्षाओं में ऑब्जेक्ट्स का घनत्व केसलर सिंड्रोम के खतरे को और निकट ला रहा है। हाल ही में इस तरह की एक अवांछित घटना अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन (ISS) के काम करने के साथ देखी गई है जब जून 2021 में, 1 सेंटीमीटर से भी छोटे मलबे के एक टुकड़े ने ISS के रोबोटिक आर्म में छेद कर दिया।



यह नुकसान घातक नहीं था, लेकिन इसने यह दिखाया कि कक्षा में 28,000 किमी/घंटा की गति से घूमते सूक्ष्म टुकड़े भी कितने खतरनाक हो सकते हैं। 2023 और 2024 में, ISS को कई बार कक्षीय परिवर्तन करने पड़े ताकि मलबे से टकराव टाला जा सके। यह ईंधन की खपत और वैज्ञानिक प्रयोगों में बाधा डालता है, और बढ़ते खतरे की वास्तविकता को दर्शाता है।

पारंपरिक ट्रैकिंग की सीमाएँ

वर्तमान में अमेरिकी अंतरिक्ष कमान और अन्य एजेंसियाँ रडार और टेलीस्कोप की मदद से कक्षीय ऑब्जेक्ट्स का कैटलॉग रखती हैं। लेकिन डेटा की मात्रा इतनी विशाल है कि पारंपरिक विश्लेषण और पूर्वानुमान विधियाँ पर्याप्त नहीं हैं। विशेषकर छोटे मलबे के मामले में, जिन्हें ट्रैक करना मुश्किल है लेकिन जो गंभीर नुकसान पहुँचा सकते हैं।

एआई/एमएल: अंतरिक्ष मलबा प्रबंधन में क्रांति

एआई और एमएल अंतरिक्ष मलबे की पहचान, भविष्यवाणी और निवारण में क्रांतिकारी बदलाव ला रहे हैं। ये तकनीकें बड़े डेटा सेट को प्रोसेस करने, पैटर्न पहचानने और वास्तविक समय में निर्णय लेने में सक्षम हैं।

- **उन्नत ट्रैकिंग और डिटेक्शन:** एआई एल्गोरिद्म रडार, ऑप्टिकल टेलीस्कोप और सैटेलाइट सेंसर के डेटा को मिलाकर मलबे की सटीक पहचान कर सकते हैं। एमएल मॉडल फॉल्स पॉजिटिव को फ़िल्टर करते हैं और छोटे, अनट्रैक्ड मलबे के रास्ते का अनुमान लगा सकते हैं।
- **टकराव की भविष्यवाणी और परिहार**: एमएल मॉडल लाखों कक्षीय परिदृश्यों का अनुकरण कर सकते हैं और संभावित टकरावों का प्रायिकता-आधारित पूर्वानुमान दे सकते हैं। एआई-आधारित स्वायत्त टकराव परिहार सिस्टम सैटेलाइट को खुद निर्णय लेने की क्षमता देते हैं।
- **मलबा हटाने का अनुकूलन**: एआई सक्रिय मलबा हटाने, मिशनों के लिए सही लक्ष्य चुनने, और इंटरसेप्शन पथ की योजना बनाने में मदद कर सकता है। एमएल जोखिम और आर्थिक कारकों के आधार पर प्राथमिकता तय कर सकता है कि कौन-सा मलबा पहले हटाया जाए।
- **उपग्रह में विसंगति की पहचान**: एआई सैटेलाइट की स्वास्थ्य निगरानी कर सकता है और संभावित विफलताओं का समय रहते पता लगा सकता है, जिससे मलबा बनने की संभावना कम होती है।
- **नीति और अनुकरण**: एआई-आधारित अनुकरण दीर्घकालिक प्रभावों का मॉडल बना सकते हैं, जिससे नीतियाँ बनाने और अंतर्राष्ट्रीय रणनीतियाँ तय करने में मदद मिलती है।

एआई/एमएल का वास्तविक दुनिया में अनुप्रयोग

- यूरोपीय अंतरिक्ष एजेंसी अपने अंतरिक्ष सुरक्षा कार्यक्रम में एआई का उपयोग कर रही है।
- नासा अपने विभिन्न कार्यक्रमों में, जैसे कि कारा प्रोग्राम में एमएल से टकराव पूर्वानुमान सुधारने पर काम कर रहा है।
- लियो लेब्स एआई-सक्षम रडार ट्रैकिंग से रीयल-टाइम मलबा मानचित्रण कर रहा है।
- क्लियरस्पेस-1 मिशन एआई-आधारित विजुअल नेविगेशन से मलबा पकड़ने की योजना बना रहा है।

चुनौतियाँ

- **डेटा की गुणवत्ता**: गलत या अधूरा डेटा एआई की सटीकता को प्रभावित कर सकता है।
- **रियल-टाइम कम्प्यूटेशन**: वास्तविक समय की गणनाओं के लिए विशाल सैटेलाइट नेटवर्क एवं भारी प्रक्रमण शक्ति की आवश्यकता होती है।
- **अंतर्राष्ट्रीय सहयोग**: सुरक्षा कारणों से डेटा साझा करना सीमित रहता है।
- **सूक्ष्म मलबा**: 1 सेंटीमीटर से छोटे टुकड़े अभी भी चुनौती हैं।

भविष्य की दिशा

- **स्वायत्त सैटेलाइट स्वार्म**: एआई की मदद से खुद-ब-खुद टकराव से बचने वाले सैटेलाइट।
- **स्पेस ट्रैफिक मैनेजमेंट**: एआई-संचालित अंतरिक्ष यातायात नियंत्रण प्रणाली।
- **डीप लर्निंग से अनट्रैक्ड मलबे की पहचान**: माइक्रो-कोलिजन डेटा के आधार पर अनुमान लगाना।

निष्कर्ष

अंतरिक्ष मलबे का प्रबंधन अब वैकल्पिक नहीं बल्कि अनिवार्य हो चुका है। केसलर सिंड्रोम हमें चेतावनी देता है कि अगर अभी कार्रवाई नहीं की गई तो कक्षाएँ दशकों तक उपयोग के योग्य नहीं रहेंगी। अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन (ISS) को हालिया नुकसान यह साबित करता है कि खतरा वास्तविक और बढ़ रहा है।

एआई और एमएल इस चुनौती का सामना करने के लिए सबसे शक्तिशाली उपकरण हैं। ये न केवल पहचान और भविष्यवाणी में मदद करते हैं, बल्कि निवारक कदम उठाने में भी सक्षम बनाते हैं। आने वाले वर्षों में, एआई-संचालित समाधान और वैश्विक सहयोग यह तय करेंगे कि क्या अंतरिक्ष मानवता के लिए सुरक्षित और स्थायी बना रह सकेगा या मलबे का कब्रिस्तान बन जाएगा।

आभार

लेखक आभारी है श्री नीलेश एम्. देसाई,- निदेशक सैक, श्री दर्शन कुमार पटेल - समूह निदेशक सी.एस.आई.जी, प्रभाग प्रधान - श्रीमती संपा रॉय (आई टी आई डी) एवं श्रीमती नविता ठक्कर (आई टी एस डी). के सुझावों का ,जिनके कारण ये प्रपत्र इस रूप में लिखा जा सका |

ई.पी.सी. का संरचनात्मक विश्लेषण

अरविन्द पटेल

वैज्ञानिक/अभियंता, संरचनात्मक प्रणाली प्रभाग, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, ईमेल: arvind.patel@sac.isro.gov.in

सार

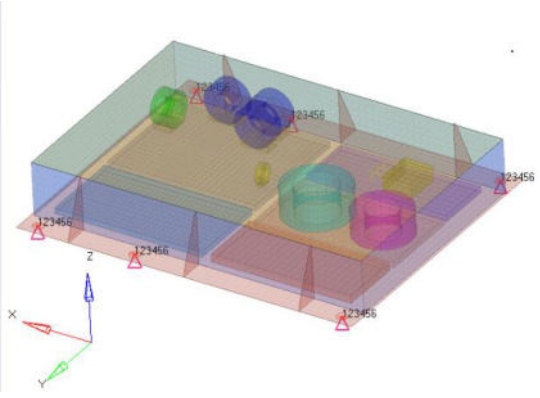
प्रक्षेपण यान और वायुमंडल के बीच आवेग एक उपग्रह को लॉन्च करने की प्रक्रिया के दौरान बहुत अधिक शोर और कंपन उत्पन्न कर सकता है।इस स्थिति में, कंपन डिवाइस के इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों की खराबी का कारण बन सकता है। इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों की सुरक्षा प्राकृतिक आवृत्ति, मोड के आकार और इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों में पीसीबी के गतिशील विक्षेपण से संबंधित है। इलेक्ट्रॉनिक पैकेज के संरचनात्मक कंपन विश्लेषण और ई.पी.सी. जैसे उनके इलेक्ट्रॉनिक घटकों को एफईएम या कंपन परीक्षण का उपयोग करके किया जा सकता है। यह अध्ययन इलेक्ट्रॉनिक पैकेज और उनके इलेक्ट्रॉनिक घटकों के परिमित तत्व मॉडलिंग और संरचनात्मक विश्लेषण के लिए विधि प्रस्तुत करता है।

प्रस्तावना

संचार उपग्रहों में, इलेक्ट्रिकल पावर कंडीशनिंग सभी ऑनबोर्ड सिस्टम, विशेष रूप से संचार पेलोड के विश्वसनीय संचालन और इष्टतम प्रदर्शन को सुनिश्चित करने के लिए आवश्यक है। इसमें प्राथमिक शक्ति स्रोत (आमतौर पर सौर पैनलों और बैटरी) से विभिन्न सबसिस्टम में विद्युत ऊर्जा के प्रवाह का प्रबंधन करना शामिल है, वोल्टेज को विनियमित करना, शक्ति वितरित करना, और अधिभार और विफलताओं से बचाना।

परिमित अवयव नमूना और धुरी की परिभाषा

इस रिपोर्ट में, X, Y और Z अक्ष संरचना में निम्नलिखित दिशाओं को दर्शाते हैं: (चित्र: 1)



चित्र: 1 ई.पी.सी. का परिमित अवयव नमूना

X-अक्ष पीसीबी तल के साथ, आधार तल के समानांतर।

Y-अक्ष पीसीबी तल के पार, आधार तल के समानांतर।

Z-अक्ष आधार फिक्सिंग के लिए उर्ध्व है।

संपूर्ण संयोजन/असेंबली का परिमित अवयव नमूना में द्रव्यमान 0.435 किलोग्राम है।

धारणाएँ

संरचनात्मक विश्लेषण के दौरान निम्नलिखित माना लिया गया है

- इंटरफ़ेस पर्याप्त कठोरता (rigidity) प्रदान करेगा.
- फिक्सिंग बिंदुओं पर 100% स्थिरता (fixity) मानी जाती है।
- प्रतिक्रिया अनुमान के लिए 3.0% गंभीर अवमंदन (critical damping) माना गया है।

भौतिक गुण

विश्लेषण के दौरान निम्नलिखित भौतिक गुणों पर माना गया है:

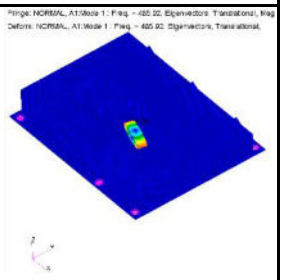
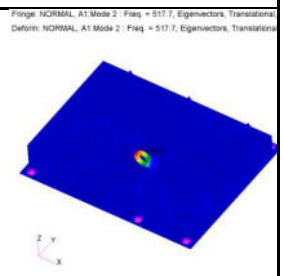
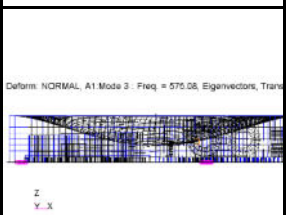
तालिका-1 ई.पी.सी. संयोजन/असेंबली का परिमित अवयव नमूना में प्रयुक्त सामग्रियाँ

सामग्री	E यंग मापांक Young's Modulus (GPa)	μ पोइजन अनुपात (Poisson's Ratio)	ρ घनत्व Density (Kg/m^3)
एल्यूमिनियम (अल-6061)	70	0.30	2700
कोवर	138	0.25	8360
चीनी मिट्टी	370	0.22	2300
एफआर-4	25	0.30	2500

प्राकृतिक आवृत्ति अनुमान

ई.पी.सी. संयोजन की पहली तीन आवृत्ति अनुमान नीचे तालिका में दिए गए हैं। संयोजन का प्रथम प्राकृतिक आवृत्ति 100 हर्ट्ज से ऊपर है|

तालिका-2 ई.पी.सी. संयोजन/असेंबली का प्राकृतिक आवृत्ति अनुमान

मोड क्र.	आवृत्ति (हर्ट्ज)	स्पंदन आकृति
1	486	
2	517.7	
3	575	

तालिका-3 ई.पी.सी. संयोजन/असेंबली का प्राकृतिक आवृत्ति अनुमान मास पार्टिसिपेशन फैक्टर (%)

स्पंदन संख्या	आवृत्ति (हर्ट्ज)	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
1	328.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.1	0.0
2	385.5	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0
3	567.6	0.2	0.0	51.5	0.0	1.1	0.0
4	604.3	0.0	0.0	3.9	2.7	2.2	0.0
5	637.8	0.0	0.1	0.1	0.8	0.0	0.0
6	654.2	0.0	0.2	0.0	6.9	0.0	0.0
7	716.3	0.2	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0
8	744.0	0.1	1.2	0.2	13.4	0.0	0.0
9	792.8	0.8	1.1	0.4	4.9	5.6	0.0
10	801.1	0.2	0.8	1.4	5.0	4.4	0.0

अर्ध-स्थैतिक प्रतिबल अनुमान

सभी अक्षों में स्वतंत्र रूप से 25g भार के लिए अर्ध-स्थैतिक प्रतिबल का अनुमान लगाया गया है। परिमित अवयव अनुकरण से प्राप्त परिणाम तालिका-4 में दिए गए हैं।

तालिका-4 ई.पी.सी. संयोजन असेंबली में अर्ध-स्थैतिक प्रतिबल अनुमान

भार दिशा	अधिकतम प्रतिबल (MPa)
25g X-अक्ष	अधिकतम पिन प्रतिबल =4.0MPa
25g Y-अक्ष	अधिकतम पिन प्रतिबल 2.35MPa
25g Z-अक्ष	अधिकतम पिन प्रतिबल =4.1MPa

तालिका-5 ई.पी.सी. संयोजन/असेंबली की बाधा स्थान पर प्रतिक्रिया बल (N)

बाधा स्थान पहचान संख्या	अर्ध-स्थैतिक प्रतिबल 25g-x-अक्ष			अर्ध-स्थैतिक प्रतिबल 25g-y-अक्ष			अर्ध-स्थैतिक प्रतिबल 25g-z-अक्ष		
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz
2580	-12.9	6.8	2.8	3.4	-13.3	-2.2	0.0	-7.6	-12.5
2581	-24.9	-0.7	-0.7	3.9	-18.9	-0.9	3.9	-16.0	-21.0
2582	-16.9	-6.0	-2.1	-4.0	-20.4	-2.6	-4.9	-11.3	-22.4
2583	-16.3	7.1	-2.0	3.9	-20.6	2.7	-3.7	10.6	-21.0
2584	-23.6	-0.1	-0.2	-4.2	-19.5	0.4	5.2	15.5	-18.4
2585	-12.0	-7.1	2.2	-3.1	-13.8	2.6	-0.5	8.9	-11.2

निष्कर्ष

ई.पी.सी. का संरचनात्मक विश्लेषण प्रस्तुत किया गया है। पीसीबी घटकों को परियोजना से प्रदान किए गए सीएडी/सामग्री (CAD/material) विवरण के अनुसार तैयार किया गया है।

- 2.4 मिमी पीसीबी के साथ संरचना की पहली प्राकृतिक आवृत्ति 486 हर्ट्ज (तालिका -2) है।
- 25g के अर्ध-स्थैतिक भार के लिए अधिकतम पिन प्रतिबल 4.0MPa संरचनात्मक X-अक्ष में है (तालिका-4)।

आभार

मै, निर्देशक सैक के अत्यंत आभारी हू, जिन्होंने मुझे यह लेख लिखने के लिए प्रेरित किया। मै, समूह प्रधान एस.टी.एस.जी., उप-निर्देशक और अन्य सहयोगियों के अत्यन्त आभारी हू, जिन्होंने मुझे यह लेख लिखने के लिए प्रेरित किया। मै हिन्दी कक्ष के सभी सदस्यो के भी आभारी हू, जिनकी मदद से यह लेख पूरा हो सका।

सन्दर्भ

1. *पेलोड - पी.डी.आर - दस्तावेज*
2. *सीमित अवयव प्रक्रियाएं, के.जे. बाथे, प्रेटिंस हाल इंडिया,नई दिल्ली 1997।*
3. *स्पंदन की बुनियादी बातें, एल.मीरोविच, मैक. ग्रा हिल,सिंगापुर, 2001।*
4. *Nastran / Nx साफ्टवेयर हेल्प*
5. *कृत्रिम उपग्रहों की संरचनात्मक अभीक्लपना - पुरुषोतम गुप्ता*

अंतरिक्ष अनुप्रयोगों हेतु क्रायोजेनिक डीटीई-प्रकार हीट स्विच का विकास

सुरेंद्र सिंह सिसोदिया[1], दीपक प्रधान[2] ,विवेक कुमार सिंह

1. वैज्ञानिक/अभियंता,तापीय भियांत्रिकी प्रभाग, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, ईमेल: sssisodia@sac.isro.gov.in

सार

उपग्रहों में उपयोग होने वाले ताप-संवेदनशील उपकरणों को क्रायोकूलर से नियंत्रित रूप से जोड़ने और अलग करने हेतु विश्वसनीय हीट स्विच की आवश्यकता होती है। पारंपरिक हीट स्विचों की प्रतिक्रियाशीलता धीमी होती है तथा इनमें जटिल एक्चुएटर्स की आवश्यकता होती है। इन चुनौतियों से निपटने हेतु, इसरो-SAC द्वारा एक नया क्रायोजेनिक हीट स्विच विकसित किया गया है, जो डिफरेंशियल थर्मल एक्सपैंशन (DTE) सिद्धांत पर आधारित है। Invar 36, Al 6063, एवं Ultem 1000 की भिन्न थर्मल विस्तार दरों का उपयोग कर, यह स्विच +25°C से -170°C तापमान रेंज में स्वतः कार्य करता है, जिसका कुल वजन मात्र 200 ग्राम है। यह बिना किसी गतिशील भाग के कार्य करता है और मात्र 102 माइक्रोन गैप को ठंडा होते ही स्वतः बंद कर देता है। उल्टेम 1000 पर लगे फॉयल हीटर की सहायता से हीटिंग द्वारा

परिचय

क्रायोजेनिक हीट स्विच (CHS) ऐसे यंत्र होते हैं जो बहुत कम तापमानों पर ऊष्मा के प्रवाह को नियंत्रित करने में सक्षम होते हैं। इनकी कार्यप्रणाली दो सतहों को यांत्रिक रूप से जोड़ने एवं अलग करने पर आधारित होती है। ON स्थिति में सतहें संपर्क में आती हैं और ऊष्मा का संचालन होता है, जबकि OFF स्थिति में दोनों सतहें अलग होती हैं और ऊष्मा अवरोधित रहती है।

स्विचिंग अनुपात (γ = Roff / Ron) CHS की प्रभावशीलता का मानदंड है–जितना अधिक यह अनुपात, उतना ही बेहतर ऊष्मा अवरोधन। साथ ही, स्विचिंग समय स्थिरांक (τ) यह दर्शाता है कि स्विच स्थिति परिवर्तन कितनी तेजी से करता है। DTE आधारित स्विच में किसी बाहरी शक्ति की आवश्यकता नहीं होती, जिससे यह निष्क्रिय प्रणाली के रूप में अत्यंत उपयुक्त बनता है।

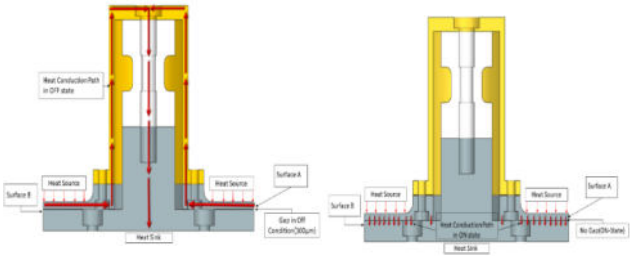
डिज़ाइन व निर्माण

इसरो-SAC द्वारा विकसित DTE हीट स्विच का वजन 200 ग्राम रखा गया है। इसका केंद्र Invar 36 और Ultem 1000 से बना है, जहाँ Invar का CTE बहुत कम है जबकि Ultem 1000 का CTE बहुत अधिक (~52.1 µm/m-°C) होता है। इससे तापमान परिवर्तन पर गैप स्वतः बंद होता है।

Ultem की कम थर्मल कंडक्टिविटी (~0.22 W/m-K) अनावश्यक ऊष्मा प्रवाह को रोकती है। Invar और Al6063 के बीच GFRP वॉशर लगाए गए हैं ताकि थर्मल अलगाव बना रहे। सतह A और B पर गोल्ड प्लेटिंग की गई है जिससे संपर्क प्रतिरोध कम और विश्वसनीयता अधिक होती है।

कार्य सिद्धांत

हीट स्विच को क्रायोकूलर और पेलोड सेंसर के बीच लगाया जाता है। कमरे के तापमान पर यह OFF स्थिति में होता है और 102 माइक्रोन का गैप बनाए रखता है। जैसे ही तापमान घटता है, Ultem सिकुड़ता है जिससे सतहें संपर्क में आ जाती हैं–ON स्थिति। Ultem को हीटिंग द्वारा पुनः



फैलाकर सतहों को अलग किया जाता है और स्विच OFF हो जाता है। यह प्रक्रिया पूरी तरह से निष्क्रिय (passive) है और बिना किसी जटिल एक्चुएटर के कार्य करती है।

चित्र १: हीट स्विच का ओन व ऑफ स्तथी में उस्मा चालन

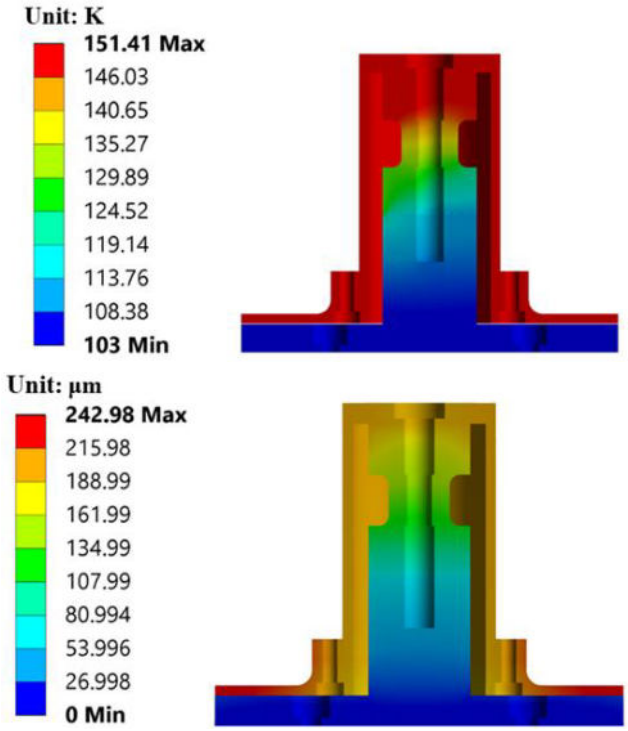
संख्यात्मक मॉडलिंग और सिमुलेशन

ANSYS 2024 R2 द्वारा युग्मित थर्मो-स्ट्रक्चरल विश्लेषण किया गया। थर्मल विश्लेषण में सतहों पर विभेदक तापमान शर्तें लागू कर तापमान वितरण प्राप्त किया गया।

इसके बाद वही तापमान स्ट्रक्चरल विश्लेषण में प्रयोग कर विकृति का मान निकाला गया।

Invar 36, Ultem 1000 और Al6063 की ताप-आश्रित थर्मल गुणांक व CTE को NIST समीकरणों से निर्धारित किया गया। सिमुलेशन में पाया गया कि 244 माइक्रोन की कुल विकृति उत्पन्न हुई, जो 102 माइक्रोन के प्रारंभिक गैप से अधिक है और पूर्ण संपर्क हेतु पर्याप्त है।

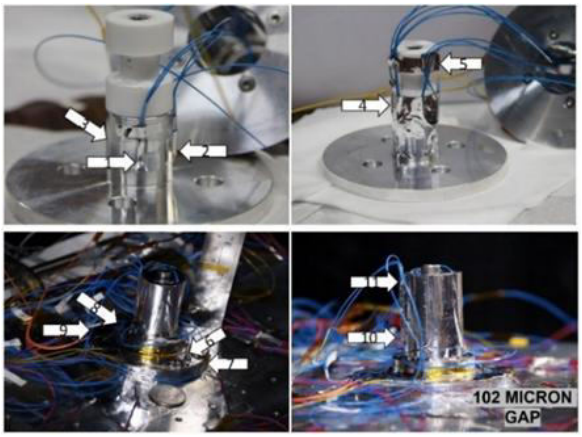
स्विच के ON स्थिति में 0.56°C/W और OFF स्थिति में 80.11°C/W का प्रतिरोध प्राप्त हुआ, जिससे सिमुलेटेड स्विचिंग अनुपात ~143 प्राप्त हुआ।



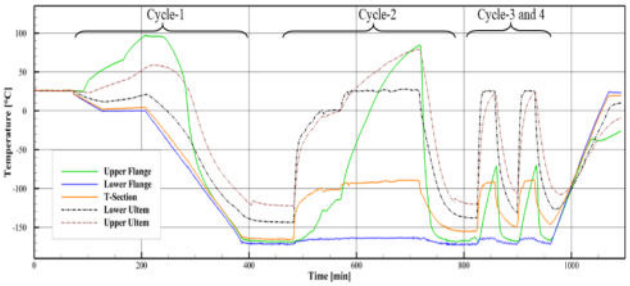
चित्र २ : हीट स्विच का थर्मल विश्लेषण व स्ट्रक्चरल विश्लेषण

प्रयोगात्मक परीक्षण

एक 1.2 मीटर डायामीटर थर्मो-वैक्यूम चैंबर में परीक्षण किए गए। स्विच को एक चिलर प्लेट पर लगाया गया और 298K से 100K तक नियंत्रित ठंडा किया गया। 11 RTD सेंसर से तापमान मापा गया। 1.76W की हीटिंग पावर से OFF स्थिति में Roff = 77.2°C/W तथा ON स्थिति में Ron = 1.93°C/W प्राप्त हुआ। बाद में पावर बूस्टिंग (2.94W, 4.42W, 5.915W) परीक्षणों में तापमान भिन्नता नहीं के बराबर रही, जिससे यह प्रमाणित हुआ कि 1.76W ही पर्याप्त है। अधिकतम 5.9W हीटिंग पर स्विच का स्विचिंग अनुपात ~182 और समय स्थिरांक ~30 मिनट पाया गया।



चित्र ३ : हीट स्विच का थर्मल इम्प्लेमेंट



चित्र ४ : हीट स्विच का थर्मल साइकिल

निष्कर्ष और भविष्य कार्य

इस अध्ययन में सफलतापूर्वक एक निष्क्रिय DTE-प्रकार का हीट स्विच डिज़ाइन, सिमुलेट और परीक्षण किया गया जो +97°C से -170°C के बीच कार्य करने में सक्षम है। सिमुलेशन और प्रयोगात्मक मानों में अच्छा सामंजस्य पाया गया है। यह स्विच बिना किसी सक्रिय नियंत्रण के उच्च विश्वसनीयता व प्रदर्शन देता है।

भविष्य में, इसका वजन ≤100g तक घटाया जाएगा, तापमान कार्य क्षेत्र ≤30K तक विस्तारित किया जाएगा और एक नई Roff कैलकुलेशन विधि विकसित की जाएगी जिससे स्विचिंग अनुपात को और बढ़ाया जा सके।

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

डिजिटल युग में अनुसंधान की बदलती प्रवृतियाँ: अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद के विशेष संदर्भ में

डॉ. दीप चन्द्र [1] एवं डॉ. आभा छाबरा[2]

रिसपांड एवं अनुसंधान प्रबंधन प्रभाग, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, इसरो, अहमदाबाद

ईमेल-dcsankhwar@sac.isro.gov.in

सार

डिजिटल युग की शुरुआत 1970 के बाद मानते हैं जब अनुसंधान के अलावा इंडस्ट्री में कंप्यूटर का आगमन शुरू हुआ था। इस डिजिटलीकरण का उपयोग अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक), अहमदाबाद में अंतरिक्ष अनुसंधान में भी विभिन्न प्रकार के डिजिटल संसाधनों का उपयोग कर रहा है। इसके प्रयोग से अंतरिक्ष अनुसंधान की प्रवृतियों में बदलाव अनवरत रूप से जारी है। इस शोध लेख के माध्यम से सैक में हो रहे अंतरिक्ष अनुसंधान में इस डिजिटल युग से अनुसंधान की प्रवृतियों में हए बदलाव को प्रस्तुत किया गया है। प्रमुख शब्द: डिजिटल युग, अंतरिक्ष अनुसंधान, इसरो, सैक

प्रस्तावना

डिजिटल युग जिसे हम सूचना युग या कंप्यूटर युग के नाम से भी जानते हैं। जिसकी शुरुआत 1970 के बाद मानते हैं जब अनुसंधान के अलावा इंडस्ट्री में कंप्यूटर का आगमन शुरू हुआ था। वर्ष 1990 आते-आते लगभग सभी जगह चाहे वो सरकारी संस्था हो या निजी सभी जगह इसका प्रयोग बड़े स्तर पर होने लगा। इस डिजिटलीकरण का प्रभाव एवं इसका उपयोग भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो), द्वारा अंतरिक्ष अनुसंधान के क्षेत्र में भी शुरू किया गया है। इसरो

डिजिटल युग का उदाहरण

के प्रमुख केंद्र, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),में भी इस डिजिटल युग का प्रभाव पड़ा यहाँ पर हो रहे अंतरिक्ष अनुसंधान में भी विभिन्न प्रकार के डिजिटल संसाधनों का उपयोग हो रहा है। इस शोध लेख के माध्यम से सैक में हो रहे अंतरिक्ष अनुसंधान में इस डिजिटल युग के प्रभाव एवं अनुसंधान की प्रवृतियों हुए बदलाव को प्रस्तुत किया गया है।

सैक, इसरो का एक प्रमुख केंद्र है जहाँ पर अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी, अंतरिक्ष अनुप्रयोगों के साथ-साथ सामाजिक अनुप्रयोगों पर भी अनुसंधान किया जा रहा है।

जिनका विवरण आगे प्रस्तुत किया जा रहा है।

नवीन प्रौद्योगिकियों में डिजिटलीकरण

इस केंद्र द्वारा विभिन्न प्रकार के अंतरिक्ष तकनीकी आधारित अनुप्रयोगों जैसे दूर संवेदन, संचार और अंतरग्रिहीय अनुसंधान किया जा रहा है. साथ ही, दूर-शिक्षा, दूर-चिकित्सा जैसे सामाजिक अनुप्रयोगों में डिजिटलीकरण पूर्ण रूप से किया जा चुका है.

सुदूर संवेदन सैक के अनुसंधान का एक प्रमुख है। वर्तमान में, इस क्षेत्र में उच्च-विभेदन डेटा और कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित विश्लेषण पर ध्यान केंद्रित किया जा रहा है। सैक

अनुप्रयोगों हेतु एआई रेडी डेटा प्रोसेसिंग मॉडल

ने ओशनसैट और रिसोर्ससैट जैसे उपग्रहों के डेटा का उपयोग करके कृषि, जल संसाधन प्रबंधन, और आपदा प्रबंधन में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। उदाहरण के लिए, रिसोर्ससैट-2 ने टिड्डी हमलों जैसे प्राकृतिक आपदाओं की निगरानी में मदद की है, जिससे समय पर कार्रवाई संभव हुई। कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग का उपयोग करके, सैक अब उपग्रह डेटा से स्वचालित और सटीक विश्लेषण कर रहा है।

सैक, संचार और नौवहन उपग्रहों के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह प्रणाली और नाविक जैसे कार्यक्रमों ने भारत को संचार और नौवहन में आत्मनिर्भर बनाया है। सैक ने उच्च-थ्रूपुट के डिज़ाइन अनुसंधान शुरू किया है, जो ग्रामीण और शहरी क्षेत्रों में इंटरनेट कनेक्टिविटी को बेहतर बनाएंगे। इसके अलावा, क्वांटम संचार जैसी उभरती प्रौद्योगिकियों पर अनुसंधान तेज हो रहा है, जो डेटा सुरक्षा को बढ़ाएगा।

सैक ने आपदा प्रबंधन में उपग्रह-आधारित प्रौद्योगिकियों का उपयोग बढ़ाया है। इनसैट 3 डी /3डी आर जैसे उपग्रह चक्रवातों और अन्य प्राकृतिक आपदाओं की रियल-टाइम निगरानी करने मे सक्षम हैं । सैक आज पर्यावरण मॉनिटरिंग के लिए उच्च-विभेदन ऐरोसॉल डेटा की पुनर्प्राप्ति के लिए नई एल्गोरिदम विकसित किए हैं। इनसे जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम किया जा सकता है।

सैक का अनुसंधान सामाजिक-आर्थिक लाभों पर केंद्रित है। परिशुद्ध कृषि, आपदा प्रबंधन, और शहरी नियोजन जैसे क्षेत्रों में उपग्रह डेटा का उपयोग बढ़ रहा है। भुवन जियोपोर्टल ने आपदा प्रबंधन और फसल निगरानी में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है।

सैक में तकनीकी तौर पर बदलती अनुसंधान प्रवृतियाँ

आज इस केंद्र में अनुसंधान मुख्य क्षेत्र एंटीना, पृथ्वी और ग्रहीय विज्ञान, समानव अंतरिक्ष उड़ान एवं उन्नत प्रौद्योगिकी, यांत्रिक अभियांत्रिकी प्रणाली, सूक्ष्मतंरग सुदूर संवेदक, प्रबंधन एवं सूचना प्रणाली, संवेदक विकास, संकेत एवं प्रतिबिंब संसाधन, उपग्रह-संचार एवं उपग्रह-नौवहन अनुप्रयोग, उपग्रह संचार एवं नौवहन नीतभार, प्रणाली विश्वसनीयता एवं सुरक्षा इत्यादि क्षेत्रों के विभिन्न आयामों पर अनुसंधान कार्य किया जा रहा है।

उपरोक्त क्षेत्रों में इस केंद्र ने अंतरिक्ष अनुसंधान का प्रयोग देश में सामाजिक विकास की परियोजना से शरू किया और बाद में अंतरिक्ष अनुसंधान के विभिन्न पहलुओं में भी शुरू किया। इस डिजिटलीकरण के बाद अनुसंधान में लगातार बदलाव हो रहे हैं।

निष्कर्ष

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में हो रहे, अंतरिक्ष अनुसंधान में अद्यतन सॉफ्टवेयर, एल्गोरिदम और ऑटोमेशन का उपयोग किया जा रहा है। साथ ही, विभिन्न प्रकार के पेलोड, कैमरा, भू-अवलोकन, नाविक, मंगल अभियान, चंद्रयान, आदित्य एल वन में इस डिजिटलीकरण का उपयोग सफलता पूर्वक किया गया है। इसके अतिरिक्त, नए-नए कार्यक्षेत्रों जैसे- क्रू संचार, नेविगेशन, उन्नत उपग्रह संचार, क्वांटम संचार, कृषि, पृथ्वी, समानव अभियान, उन्नत दूर-संवेदन, उन्नत सिग्नल इमेज शोधन प्रकार के कंप्यूटर तकनीकी का उपयोग किया

वर्तमान में अंतरिक्ष अनुप्रयोग केंद्र अनुसंधान के क्षेत्र में तेजी से बदलाव देख जा रहा है।

आभार

लेखक मार्गदर्शन एवं प्रोत्साहन के लिए निदेशक सैक के प्रति अपनी कृतज्ञता व्यक्त करते हैं। हम उप निदेशक, मीसा एवं समूह निदेशक आरटीएमजी का भी आभार व्यक्त करते हैं।

सन्दर्भ

https://www.sac.gov.in
https://www.digitalsociology.org.uk
https://www.isro.gov.in
https://ndem.nrsc.gov.in
https://ndem.nrsc.gov.in
https://vyom.sac.gov.in/CommNavApplications?lang=en

ई-गवर्नेंस हेतु अंतरिक्ष आधारित सामाजिक अनुप्रयोग: सैक के योगदान

डॉ. नारायण मोहन्ती[1], डॉ. आभा छाबरा[2]

रिसपांड एवं अनुसंधान प्रबंधन प्रभाग, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद

ई-मेल:narayanm@sac.isro.gov.in

सार: सैक/ इसरो ने अंतरिक्ष आधारित सामाजिक अनुप्रयोगों के लिए विभिन्न प्रणाली/एप/डैसबोर्ड को विकसित किया है, जो ई-गवर्नेन्स और सामाजिक समस्या के निराकरण में सहायक हैं, जो इसरो के प्रमुख उद्देश्य को दर्शाता है। यह प्रणालियां वास्तविक समय निगरानी, पारदर्शी संचालन, ऊर्जा सुरक्षा, सतत कृषि, सुरक्षित परिवहन, समुद्री सुरक्षा को बढ़ावा दे रही हैं। उपग्रह संचार एवं नौवहन आधारित सामाजिक अनुप्रयोग प्रणालियां विकसित की गई हैं, जिनका उपयोगकर्ता मंत्रालयों जैसे रेल, विमानन, कृषि आदि के द्वारा उपयोग किया जा रहा है। ये अनुप्रयोग ग्रामीण एवं शहरी विकास एवं सरकारी योजनाओं के प्रभावी क्रियान्वयन को सुनिश्चित कर रही हैं।

प्रस्तावना

अंतरिक्ष अनुप्रयोग केंद्र (सैक), इसरो द्वारा विकसित विभिन्न प्रणाली/एप/डैसबोर्ड, जैसे वैश्विक सोलर कैलकुलेटर, कृषि निर्णय समर्थन प्रणाली, रेलवे एवं विमानों के लिए नौवहन संचार अनुप्रयोगों, जहाज संचार और समर्थन प्रणाली, सागरमित्र, नाविक आधारित वाहन ट्रैकिंग यूनिट, टोल संग्रह प्रणाली, एवं आपदा प्रबंधन सहायता आदि क्रांतिकारी तकनीकियाँ है, जिसे ई-गवर्नेन्स और सामाजिक निराकरण को बढ़ाने के लिए डिज़ाइन किया गया है। सभी प्रणालियाँ पूरे भारत में उपग्रह-आधारित समय, स्थान एवं ट्रैकिंग को वास्तविक समय पर निगरानी को सक्षम बनाता है। इस शोध पत्र में विभिन्न अंतरिक्ष आधारित अनुप्रयोगों के ई-गवर्नेंस और सामाजिक स्थिति को समझने के लिए समीक्षा की है।

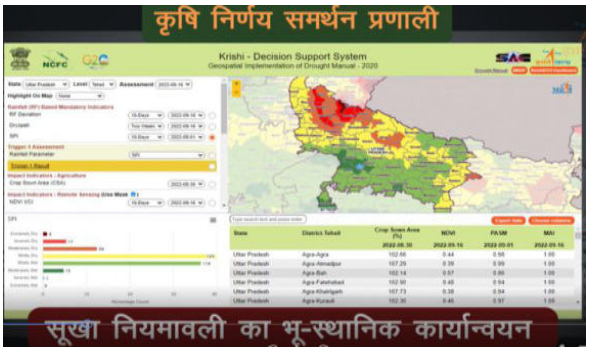
वैश्विक सौर कैलकुलेटर: यह जीआईएस आधारित एप/डैसबोर्ड है, यह मानचित्र, इमेजरी, मासिक सौर उत्पन्न व तापमान, सूर्य पथ और स्थलवर्ती छाया के माध्यम से सौर ऊर्जा उत्पादन का पूर्वानुमान देता है। इससे ग्रामीण व शहरी क्षेत्रों में सौर ऊर्जा की योजना व स्थापना को बढ़ावा देता है।

वैश्विक सौर कैलकुलेटर एप:

चित्र 1: वेदास

इससे किसानों को उनकी ज़मीन के अनुसार सौर ऊर्जा क्षमता का सही मूल्यांकन करने में मदद करता है। इससे पीएम-कुसुम योजना के तहत सौर संयंत्र लगाने से पहले लागत, उत्पादन और लाभ का पूर्व आकलन आसानी से किया जा सकता है, जिससे वे कृषि संबंधित सही निर्णय ले सकते हैं।

कृषि निर्णय समर्थ प्रणाली (कृषि- डीएसएस): इस प्रणाली से सूखा नियमावली का भूस्तानी कार्यावयन महत्वपूर्ण पहलू है, जो कृषि कार्यों को प्रभावित करने वाले प्रमुख पर्यावरणीय कारकों जैसे सेटेलाइट आधारित डाटा से फसल, मिट्टी की नमी, पानी के भंडार, मौसम, जलाशय, भूजल स्तर आदि की रीयल-टाइम जानकारी मिलती है। इससे सटीक कृषि संबंधित निर्णयों में सहायता करती है, जिससे किसान, सरकार और नीति निर्माता त्वरित, वैज्ञानिक और स्थानीय नियमावली के अनुरूप सूखा, बाढ़, और अन्य मौसम परिवर्तन से संबंधित सही निर्णय ले सकते हैं।



कृषि- डीएसएस डैसबोर्ड:

चित्र 2: वेदास

वास्तविक समय रेल ट्रैकिंग सूचना प्रणाली (आरटीआईएस): इस प्रणाली से रेलवे रियल-टाइम ट्रेन इंफॉर्मेशन सिस्टम है जो उपग्रह चित्रण के माध्यम से ट्रेनों की स्थिति का सटीक ट्रैकिंग करती है। यह हर 30 सेकंड में अपडेट प्रदान करती है। इससे हर स्टेशन पर ट्रेन के आने-जाने के समय को स्वचालित रूप से रिकॉर्ड करता है और इसे प्रदर्शित किया जाता है। इससे रेल संचालन में पारदर्शिता बढ़ी एवं यात्रियों की सुरक्षा भी बढ़ी है।

विमानों के लिए नौवहन संचार अनुप्रयोग: यह अनुप्रयोग अहमदाबाद हब से संचालित कंट्रोल सिस्टम डिस्प्ले व कॉकपिट नेविगेशन स्क्रीन जीएनएसएस आधारित सेवाएं देती हैं। जिससे उड़ान के दौरान असामान्य स्थिति से बचा जा सकता है। इससे हवाई यात्राओं की निगरानी, मार्गदर्शन और नियंत्रण किया जाता है। इससे वायुयान दुर्घटनाओं की संभावना कम रहती है।

समुद्री जहाज संचार और समर्थन प्रणाली: हाल ही में इस प्रणाली का शुभारंभ किया है। नाविक उपग्रहों द्वारा जहाजों की सटीक स्थिति का ट्रैकिंग किया जाता है। एसएसएस टर्मिनल जहाजों पर वास्तविक समय में संचार सेवाएं प्रदान करता है, जिससे समुद्र में स्थित जहाजों को सुरक्षा और मार्गदर्शन मिलता है। इससे मछुआरों और व्यापारिक जहाजों के लिए सुरक्षित और प्रभावी परिवहन मार्ग उपलब्ध होगा, जो सामाजिक और आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण है।

सागरमित्र संकट चेतावनी ट्रांसमीटर: यह मछुआरों को विपदा चेतावनी, मौसम अपडेट, संभावित मछली क्षेत्र, व आपातकालीन संदेश भेजने की सुविधा देती है। इससे निरंतर मौसम की स्थिति को ट्रैक करता है और पाबंदी के साथ निरंतर से चेतावनियाँ भेजता है, इससे मछुआरों की जान-माल की सुरक्षा, सुनिश्चित होती है।

सागरमित्र प्रणाली:

चित्र 3: सैक, इसरो

नाविक आधारित वाहन ट्रैकिंग यूनिट: यह अत्याधुनिक प्रणाली नेविगेशन का उपयोग करती है। इससे सार्वजनिक व वाणिज्यिक वाहनों की यात्रा विवरण, स्टॉप्स, व रीयल-टाइम स्थिति, गति और मार्ग का सटीक ट्रैकिंग और निगरानी होती है। इससे महिला सुरक्षा, यातायात प्रबंधन, चोरी नियंत्रण, व दुर्घटना प्रतिक्रिया प्रणाली सशक्त होती है, जो ई-गवर्नेंस की दक्षता को दर्शाता है।

जीएनएसएस-नाविक आधारित टोल संग्रह प्रणाली: यह तकनीक फास्टैग से भी आगे जाकर स्थान आधारित टोल संग्रह करती है, जिससे बिना रोक-टोक वाहन से टोल काटा जा सकता है। यह प्रणाली यातायात के प्रवाह को बढ़ावा देगी और टोल प्लाज़ा पर वाहनों की लंबी कतारों को समाप्त करेगी। इससे सड़क सुरक्षा बढ़ती है और ट्रैफिक जाम की समस्या में कमी आयेगी एवं भ्रष्टाचार कम करेगी।

निष्कर्ष

सैक द्वारा विकसित विभिन्न प्रणालियाँ/एप/डैशबोर्ड, ई-गवर्नेंस को मजबूत बनाकर सामाजिक विकास में क्रांतिकारी योगदान दे रही हैं। जिससे वास्तविक समय निगरानी, सटीक पूर्वानुमान और पारदर्शी संचालन के माध्यम से ऊर्जा सुरक्षा, सतत कृषि, सुरक्षित परिवहन, और समुद्री सुरक्षा को बढ़ावा देती हैं। यातायात में दुर्घटनाओं को घटाती हैं, साथ ही यह महिला सुरक्षा औरयातायात प्रबंधन को सशक्त बनाती है। इसके

अतिरिक्त ये अनुप्रयोग पर्यावरण संरक्षण, आर्थिक स्थिरता को सुनिश्चित करते हैं।

आभार

लेखक मार्गदर्शन एवं प्रोत्साहन के लिए निदेशक सैक के प्रति अपनी कृतज्ञता व्यक्त करते हैं। हम उप-निदेशक, मीसा एवं समूह निदेशक आरटीएमजी का भी आभार व्यक्त करते हैं।

सन्दर्भ

1) **https://vedas.sac.gov.in/solar-calculator/**
2) **https://vedas.sac.gov.in/krishi/dss/index.html**
3) **https://cris.org.in/loadpage?page=proRTIS**
4) **https://www.isro.gov.in/MobileApps.html**
5) **https://www.sac.gov.in/Vyom/SatNavApplications?lang=en**
6) **https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2050195**
7) **https://www.isro.gov.in/SatelliteNavigationServices.html**
8) **https://www.isro.gov.in/IRNSS_Programme.html**
9) **https://www.mosdac.gov.in/insat-3d-introduction**

अंतरिक्ष में ऑनबोर्ड सॉफ्टवेयर अद्यतन के लिए नवीन कार्यप्रणाली

आनंद मोहन राय [1] पुरुषोतम तम्माली [2], विजय व कदम [3]
[1]वैज्ञा/अभि.-" एसडी", उपग्रह नौवहन नीतभार इलेक्ट्रॉनिकी प्रभाग, उपगह संचार एवं नौवहन नीतभार क्षेत्र , roy.anand@sac.isro.gov.in
[2]वैज्ञा/अभि.-" एसई", उपग्रह नौवहन नीतभार इलेक्ट्रॉनिकी प्रभाग, उपगह संचार एवं नौवहन नीतभार क्षेत्र, purushotham145@sac.isro.gov.in
[3]वैज्ञा/अभि.-" एसजी", उपग्रह नौवहन नीतभार इलेक्ट्रॉनिकी प्रभाग, उपगह संचार एवं नौवहन नीतभार क्षेत्र, vvkadam@sac.isro.gov.in

सार – ऑनबोर्ड सॉफ़्टवेयर-परिभाषित पेलोड अंतरिक्ष मिशनों का अभिन्न अंग है। सॉफ़्टवेयर की बढ़ती जटिलता के कारण त्रुटि-रहित डिज़ाइन चुनौतीपूर्ण हो जाता है, इसलिए मिशन आवश्यकताओं और अंतर्निहित कमियों को संबोधित करने हेतु गतिशील पुनः-प्रोग्रामेबिलिटी अनिवार्य है। इस पेपर में LEON-3 सॉफ्ट-कोर प्रोसेसर आधारित RTG-4 FPGA पर बेयर-मेटल सॉफ़्टवेयर प्रवाह और स्मृति आर्किटेक्चर प्रस्तुत है, जिसमें फ्लैश व SRAM प्रयोग किए गए। कस्टम लिंकर स्क्रिप्ट द्वारा सॉफ्टवेयर मॉडयल हेत पथक स्मति आवंटन किया गया है. जिससे सॉफ्टवेयर की विस्तारण क्षमता सनिश्चित होती है।

परिचय

अंतरिक्ष मिशनों में ऑनबोर्ड सॉफ़्टवेयर की पुनः-प्रोग्रामेबिलिटी एक महत्वपूर्ण क्षमता है, जो उपलब्ध हार्डवेयर पर नई आवश्यकताओं को पूरा कर मिशन की अनुकूलन क्षमता सुनिश्चित करती है। कोड की बढ़ती जटिलता के कारण पूर्णत: त्रुटिरहित सॉफ़्टवेयर का निर्माण एक चुनौतीपूर्ण कार्य है, तथा साधारण बग भी मिशन विफलता का कारण बन सकता है। अतः ऑनबोर्ड सॉफ़्टवेयर विफलताओं एवं नई कार्यात्मक आवश्यकताओं की पूर्ति हेतु डायनामिक सॉफ़्टवेयर पुनः विन्यास आवश्यक हो जाता है। प्रस्तुत शोध-पत्र ऑनबोर्ड सूक्ष्म नियंत्रक सॉफ़्टवेयर के पूर्ण/आंशिक पुनर्विन्यास की एक नवीन पद्धति प्रस्तुत करता है। अंतरिक्ष वातावरण में विकिरण के प्रभाव के कारण अद्यतन प्रक्रिया बाधित हो सकती है, इसलिए वापसी विकल्प (फ़ॉल-बैक तंत्र) अनिवार्य है। प्रस्तावित विधि मौजूदा सॉफ़्टवेयर छवि को प्रभावित किए बिना निष्क्रिय समय में अद्यतन सम्पन्न करती है। नैनोसैटेलाइट्स हेतु सॉफ़्टवेयर अपडेट पर हालिया प्रयासों एवं उनसे सम्बंधित चुनौतियों का गहन अध्ययन [1] में वर्णित है।

संपूर्ण सॉफ़्टवेयर छवि फ्लैश स्मृति में संग्रहीत होती है, जो सेक्टर-इरेज़ेबल संरचना पर आधारित है। प्रत्येक फ़ंक्शन को निश्चित एवं पृथक पता स्थान आवंटित किया गया है, जो उसके वास्तविक आकार से बड़ा है, जिससे मापनीयता (स्केलेबिलिटी)और आंशिक संशोधन में सुविधा मिलती है [2]।

प्रस्तावित योजना RTG4 FPGA पर लियोन-3 सॉफ़्ट-कोर प्रोसेसर द्वारा कार्यान्वित की गई है, जो बाहरी फ्लैश टेलीकमांड से किया जाता है और पावर-ऑन पर सक्रिय फ्लैश से सॉफ़्टवेयर SRAM में लोड होकर निष्पादित होता है।

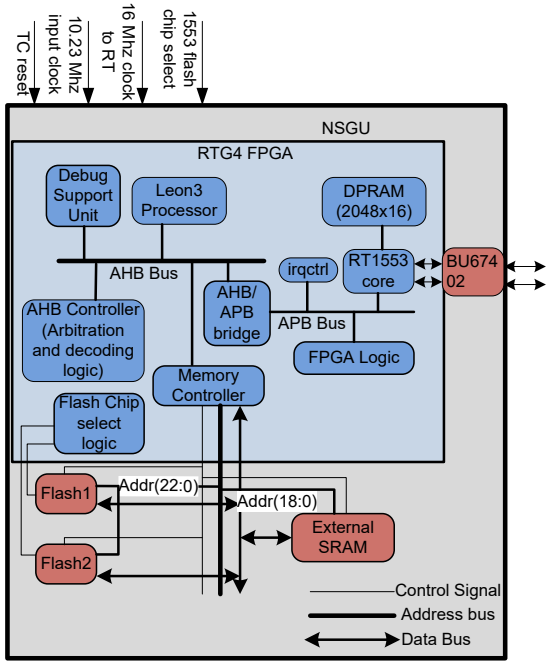
संशोधित बाइनरी को RF लिंक द्वारा टीसीटीएम प्रणाली से अपलिंक किया जाता है, जो MIL-STD-1553 इंटरफ़ेस से TRU से जुड़ी है। ऑनबोर्ड टीसी प्रणाली एन्क्रिप्शन, प्रमाणीकरण और डेटा अखंडता सुनिश्चित करती है। प्राप्त बाइनरी का 32-बिट CRC सत्यापन उपरांत, सेक्टर अद्यतन तीन चरणों में सम्पन्न होता है: i) सेक्टर मिटाना, ii) रिक्तता जाँच, iii) डेटा लेखन एवं रीड-बैक सत्यापन। संपूर्ण सॉफ़्टवेयर परिवर्तन हेतु यह प्रक्रिया क्रमशः दोहराई जाती है और अंत में संशोधित फ्लैश से बूट सक्रिय करने के लिए सॉफ़्ट रीसेट जारी किया जाता है।

शोध-पत्र की संरचना निम्नवत है: खंड II में लियोन-3 सूक्ष्म नियंत्रक का स्मृति अंतरापृष्ठ, खंड III में सॉफ़्टवेयर छवि तैयारी, खंड IV में अपनाई गई रिप्रोग्रामिंग पद्धति, खंड V में हार्डवेयर कार्यान्वयन और खंड VI में निष्कर्ष प्रस्तुत हैं।

स्मृति अंतरापृष्ठ

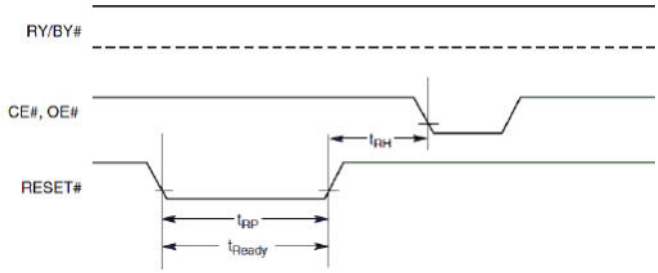
चित्र 1 में दर्शित अनुसार, लियोन-3 प्रोसेसर दो बाहरी फ्लैश से इंटरफ़ेस करता है। फ़्लैश1 डिफ़ॉल्ट सॉफ़्टवेयर छवि संग्रहीत करता है जो पावर-ऑन पर सक्रिय होती है, जबकि फ़्लैश2 में उसी छवि की प्रतिलिपि संरक्षित रहती है। फ़्लैश2 का उद्देश्य मौजूदा सॉफ़्टवेयर में संशोधन अथवा नए मॉड्यूल जोड़ने की स्थिति में न्यूनतम अपलिंक सुनिश्चित करना है। टेलीकमांड/टेलीमेट्री (टीसीटीएम) प्रणाली, एमआईएल-एसटीडी-

1553 इंटरफ़ेस के माध्यम से ग्राउंड से कमांड प्राप्त करती है, जिसके द्वारा सक्रिय फ्लैश का चयन किया जाता है। यदि संशोधित बाइनरी निष्पादन के दौरान कोई त्रुटि उत्पन्न होती है, तो टीसी रीसेट कमांड टीआरयू को किसी भी अज्ञात स्थिति से बाहर लाकर सामान्य संचालन सुनिश्चित करता है



चित्र 1: स्मृति अंतरापृष्ठ के साथ टीआरयू का हार्डवेयर ब्लॉक आरेख

चित्र-2 में दर्शित अनुसार, सॉफ़्टवेयर छवि के सफल बूट हेतु पावर-अप के समय बाहरी फ्लैश स्मृति का रीड मोड में होना अनिवार्य है। डिवाइस पावर-अप उपरांत स्वतः ऐरे डेटा रीड स्थिति में सेट हो जाता है। इस अवस्था को सुनिश्चित करने तथा समय आवश्यकता की पूर्ति के लिए न्यूनतम t_{RP} अवधि तक फ्लैश रीसेट सक्रिय किया जाना आवश्यक है। सूक्ष्म नियंत्रक द्वारा रीड प्रारंभ करने से पूर्व, फ्लैश स्मृति को रीसेट अवस्था से बाहर आकर न्यूनतम t_{RH} समय पूर्ण करना चाहिए।



चित्र 2: एम्बेडेड एल्गोरिदम के दौरान फ़्लैश रीसेट# समय नहीं [3]

सॉफ्टवेयर छवि की तैयारी

सॉफ़्टवेयर छवि तैयार करने के लिए LEON-3 स्पार्क आर्किटेक्चर [5] संगत GCC 10.2.0 कंपाइलर का उपयोग किया गया। कोड अनुकूलन अक्षम रखा गया है, जिससे विश्वसनीयता और पारदर्शिता सुनिश्चित हो सके। कस्टम लिंकर स्क्रिप्ट प्रत्येक मॉड्यूल को निश्चित व बफर एड्रेस स्पेस आवंटित करती है, जिससे स्केलेबिलिटी बनी रहती है। संशोधित मॉड्यूल का आकार यदि आवंटित सीमा में हो तो केवल वही अपलिंक किया जाता है, सम्पूर्ण सॉफ़्टवेयर नहीं। संकलन उपरांत mkprom2 उपयोगिता द्वारा PROM फ़ाइल [6] उत्पन्न की जाती है, जिसमें बूट कोड, सिस्टम इनिशियलाइज़ेशन, एप्लिकेशन लोडर तथा RAM एप्लिकेशन सम्मिलित रहते हैं।

तालिका 2 विभिन्न कंपाइलर स्विच के प्रभाव को दिखाती है । उदाहरण के लिए, **-O0** स्विच के तहत कोई कोड अनुकूलन नहीं होता, जबकि **-ffunction-sections** प्रत्येक फ़ंक्शन को अलग अनुभाग में रखकर मेमोरी प्रबंधन और आंशिक अद्यतन की सुविधा प्रदान करता है।

तालिका 1 :सॉफ़्टवेयर संकलन में उपयोग किए गए **कंपाइलर स्विच विकल्प**

क्रमांक	कंपाइलर स्विच	विवरण
1	-ओ0	कोई अनुकूलन नहीं
2	- एफफ़ंक्शन-अनुभाग	आउटपुट ऑब्जेक्ट फ़ाइल में प्रत्येक फ़ंक्शन को उसके अपने अनुभाग में रखें

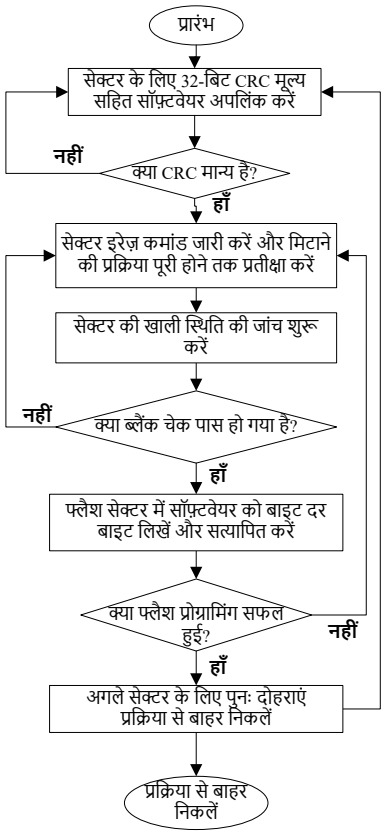
पुन:प्रोग्रामिंग पद्धति

संशोधित बाइनरी तैयार होने पर इसे टेलीकमांड RF लिंक से अपलिंक किया जाता है। डेटा को कई फ़्रेमों में विभाजित कर प्रत्येक फ़्रेम के साथ स्वतंत्र चेकसम जोड़ा जाता है। यदि चेकसम असफल होता है, तो संबंधित फ़्रेम पुनः प्रसारित किया जाता है। किसी सेक्टर (8KB/64KB) का डेटा सफलतापूर्वक अपलिंक होने के बाद TRU उसे MIL-STD-1553 इंटरफ़ेस से ग्रहण कर

बाहरी SRAM में संग्रहीत करता है। तत्पश्चात CRC आधारित अखंडता जांच की जाती है, जिसमें अपलिंक किए गए CRC मान की तुलना TRU में पुनः गणना किए गए मान से होती है। परिणामस्वरूप CRC PASS/FAIL स्थिति टेलीमेट्री के माध्यम से जमीन पर भेजी जाती है।

इसके बाद फ़्लैश प्रोग्रामिंग अनुक्रम आरंभ होता है। UT8QNF8M8 डेटाशीट के अनुसार, चिप/सेक्टर इरेज़ और प्रोग्राम ऑपरेशन के लिए परिभाषित कमांड अनुक्रम अनिवार्य है। एक बाइट लिखने में चार चक्र लगते हैं, जिससे संपूर्ण सेक्टर लिखने हेतु निश्चित समय आवश्यक होता है। यह कार्य उस निर्धारित समयावधि में किया जाता है जब प्रोसेसर निष्क्रिय होता है। रीप्रोग्रामिंग के चरणों में पहले फ़्लैश 2 को सक्रिय किया जाता है। CRC सत्यापन सफल होने पर PROM WRITE ENABLE बिट सक्रिय की जाती है [4] और उचित पते के साथ सेक्टर इरेज़ कमांड जारी होता है। इरेज़ पूरा होने पर ब्लैंक चेक ट्रिगर होता है। इस चरण में सभी पता स्थानों को 0xFF के रूप में पढ़ा जाना चाहिए। असफलता की स्थिति में इरेज़ दोहराया जाता है। सफल ब्लैंक चेक के बाद प्रोग्राम कमांड जारी किया जाता है।

प्रोग्रामिंग के दौरान प्रत्येक बाइट फ़्लैश में लिखकर पुनः पढ़ा जाता है और SRAM में संग्रहित मान से तुलना की जाती है। असंगति पर तीन पुनः प्रयास किए जाते हैं। यदि यह भी विफल हो, तो प्रोग्राम फेल टेलीमेट्री उत्पन्न होती है। सभी बाइट सफलतापूर्वक सत्यापित होने पर प्रोग्राम पास टेलीमेट्री जारी होती है। इस प्रकार अपलिंक किए गए सेक्टर का विश्वसनीय रूप से पुनर्लेखन सुनिश्चित होता है। पूर्ण फ्लैश री-राइट प्रवाह को चित्र 3 में फ्लो चार्ट के माध्यम से दर्शाया गया है।

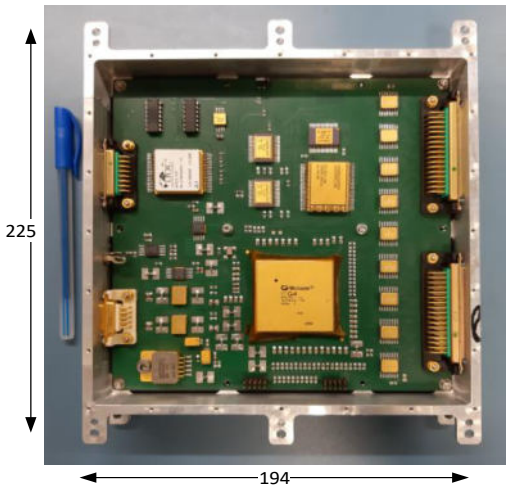


चित्र 3: संशोधित सॉफ़्टवेयर छवि को फ़्लैश स्मृति में लिखने का फ़्लो चार्ट

हार्डवेयर कार्यान्वयन और परिणाम विश्लेषण

प्रस्तुत ऑनबोर्ड सॉफ़्टवेयर रीप्रोग्रामिंग तकनीक को RTG4 आधारित कस्टम बोर्ड (TRU) पर कार्यान्वित किया गया है, जिसमें सॉफ्ट-कोर LEON-3 प्रोसेसर तथा MIL-STD-1553 इंटरफ़ेस हेतु सॉफ्ट-कोर रिमोट टर्मिनल सम्मिलित है। यह कस्टम बोर्ड IRNSS पेलोड का एक महत्वपूर्ण उपतंत्र है। चित्र 4 लियोन3 सॉफ्ट-कोर प्रोसेसर के साथ आरटीजी4 एफपीजीए के साथ विकसित TRU सबसिस्टम को दर्शाता है तथा तालिका 2 विभिन्न फ्लैश प्रोग्रामिंग चरणों के लिए CPU निष्पादन समय को दर्शाती है। इसमें दिखाया गया है कि जैसे सेक्टर का आकार बढ़ता है, रिक्तता जाँच और डेटा लेखन प्रक्रियाओं में लगने वाला समय भी बढ़ जाता है। जैसा कि तालिका में दर्शाया गया है, 8KB फ़्लैश इरेज़ एवं लेखन संचालन के लिए CPU निष्पादन समय तुलनात्मक रूप से कम है। अतः पूरी अपलिंक बाइनरी फ़ाइल को 8KB या उससे छोटे खंडों में विभाजित कर

सॉफ़्टवेयर पुनःकॉन्फ़िगरेशन किया जा सकता है, जिससे TRU के वर्तमान CPU कार्य एवं कार्यात्मकता बाधित न हों।



चित्र 4: आरटीजी4 एफपीजीए के साथ विकसित TRU सबसिस्टम

तालिका 2: विभिन्न चरणों के लिए सीपीयू निष्पादन समय

S. No	Particulars	Sector size (KB)	सीपीयू निष्पादन समय(msec)
1	रिक्तता जाँच प्रक्रिया	8	57.8
2	डेटा लेखन प्रक्रिया	8	214
3	रिक्तता जाँच प्रक्रिया	64	461.6
4	डेटा लेखन प्रक्रिया	64	1715

नोट: प्रोसेसर 10.23 मेगाहर्ट्ज की क्लॉक फ्रीक्वेंसी पर चल रहा है

बूट कोड सहित सॉफ़्टवेयर छवि का आकार 400 KB है और उपयोग की गई डेटा स्मृति लगभग 300 KB है।

निष्कर्ष

ऑनबोर्ड सॉफ़्टवेयर री-प्रोग्रामेबिलिटी सुविधा को अगली पीढ़ी के नेविगेशन उपग्रह हेतु TRU पर कार्यान्वित व परीक्षण किया गया है, जो LEON-3 सॉफ्ट-कोर प्रोसेसर आधारित RTG4 FPGA पर निर्मित है। प्रस्तुत दृष्टिकोण द्वारा पूर्ण एवं आंशिक दोनों प्रकार के सॉफ़्टवेयर अद्यतन संभव हैं। डिफ़ॉल्ट सॉफ़्टवेयर छवि राइट-प्रोटेक्टेड फ़्लैश में सुरक्षित रहती है, जबकि संशोधित छवि एक अलग फ़्लैश में संग्रहीत की जाती है जिससे आकस्मिक संशोधन से बचाव होता है। अपलिंक के दौरान बाइनरी की त्रुटि पहचान हेतु दो-स्तरीय डेटा अखंडता जांच की जाती है। [7] में वर्णित समान विधि एकल फ़्लैश का उपयोग करती है, जिसमें फ़ॉलबैक विकल्प का अभाव है।

संदर्भ:

[1] नैनोसैटेलाइट्स के लिए फ़र्मवेयर अपडेटिंग सिस्टम, डीओआई। क्रमांक 10.1109/एमएईएस.2016.150162

[2] मानवयुक्त अंतरिक्ष यान के लिए ऑन-बोर्ड सॉफ़्टवेयर रखरखाव, के लियांग, जुआन गुओ और जिंगहुआ वांग, मानवयुक्त अंतरिक्ष यान सिस्टम इंजीनियरिंग संस्थान, चीन अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अकादमी बीजिंग, चीन

[3] UT8QNF8M8 64Mbit NOR फ्लैश स्मृति डेटाशीट 1993

[4] जीआरएलआईबी आईपी कोर उपयोगकर्ता मैनुअल मार्च 2020, संस्करण 2020.1

[5] बेयर सी क्रॉस कंपाइलर संस्करण 2.2.0 सितंबर 2020”

[6] MKPROM2 उपयोगकर्ता मैनुअल संस्करण 2.0.63 दिसंबर 2017

[7] एम. इविंस्की और जे. सोस्नोव्स्की, "एम्बेडेड सिस्टम में रिमोट सॉफ्टवेयर रीप्रोग्रामिंग", PAK, वॉल्यूम। 59, पृ. 769-771, 2013-जुलाई

केयू (Ku)-बैंड तरंग-पथक से समाक्षीय समकोण सूक्ष्म तरंग (माइक्रोवेव) संक्रमण की उन्नत अभिकल्पना

राहुल गुप्ता[1], तुषार गज्जर[2]

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन, अहमदाबाद

[1]वैज्ञानिक/अभियंता-एस ई, नीतभार अक्रिय घटक प्रभाग, rahulgupta@sac.isro.gov.in

[2]प्रभाग प्रधान, वैज्ञानिक/अभियंता- जी, नीतभार अक्रिय घटक प्रभाग, gajjartv@sac.isro.gov.in

सार

केयू (Ku)-बैंड (10-15 गीगाहर्ट्ज) मानक तरंग-पथक(वेवगाइड WR75) से 50Ω समाक्षीय(कोएक्सिअल 2.92 मिमी) सूक्ष्मतरंग(माइक्रोवेव) संक्रमण(ट्रांजिशन) को स्वदेशी रूप से अभिकल्पित किया गया है। यह डिस्क-लोडेड समाक्षीय अन्वेषी शलाका (कोएक्सिअल प्रोब)[1] वाला एक लघुकृत कटकयुक्त(शोर्टएंडेड रिज्ड) तरंगपथक(वेवगाइड) है जो विद्युत-चुम्बकीय क्षेत्र सुमेलन और प्रतिबाधा सुमेलन के सिद्धांतों पर आधारित है। इसे कटकयुक्त तरंग-पथक, अनुकूलित समाक्षीय अन्वेषी शलाका(कोएक्सिअल प्रोब) और पश्च लघुपथ(बैकशॉर्ट) दूरी[2][3] के माध्यम से प्राप्त किया गया है। संहत एकल खण्ड(कॉम्पैक्ट सिंगल पीस) संक्रमण के परिणामस्वरूप इसका हल्का वजन, एकीकरण में आसानी और <-90dBc(मापित) का उत्कृष्ट रेडियोआवृति क्षरण(RF रिसाव) प्राप्त होता है। सदिश नेटवर्क विश्लेषक(VNA) पर प्रकीर्णन(स्कैटरिंग) मापदंडों को मापने के लिए पूर्ण द्विप्रद्वार(टू-पोर्ट) अडैप्टर-रिमूवल तकनीक [4] [5] का उपयोग किया गया है। मापित वोल्टता स्थिर तरंग अनुपात(VSWR) और निवेशन हानि क्रमशः < 1.07 और 0.12dB से बेहतर है। यह मानक संक्रमण(सदिश नेटवर्क विश्लेषक अंशांकन किट का भाग) की तुलना में महत्वपूर्ण सुधार है, जिसमें वोल्टता स्थिर तरंग अनुपात(VSWR) <1.22 और निवेशन हानि 0.15dB से बेहतर है।

1. परिचय

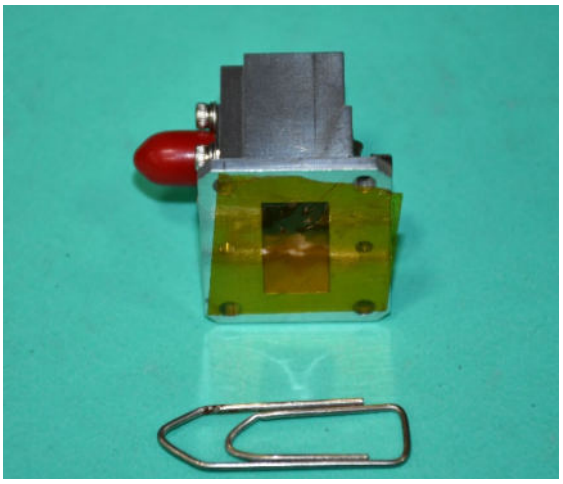
सूक्ष्मतरंग (माइक्रोवेव) उप-प्रणालियों में विभिन्न समाक्षीय(SMA, K, 3.5 मिमी, 2.92 मिमी) और तरंग-पथक(WR22, WR28, WR34, WR51, WR75) अन्तरापृष्ठ होते हैं, जिन्हें एकीकरण के दौरान ऐसे संक्रमणों की आवश्यकता होती है। एंटीना निवेश(फीड) को तरंग-पथक से समाक्षीय संक्रमण का उपयोग करके अन्य उप-प्रणालियों के साथ एकीकृत किया जाता है। यह विद्युत-चुम्बकीय क्षेत्र मिलान(तरंग-पथक में TE10 मोड को समाक्षीय लाइन में TEM मोड में परिवर्तित करना) और प्रतिबाधा मिलान के सिद्धांतों पर कार्य करता है। इन सूक्ष्मतरंग(माइक्रोवेव) संक्रमणों को विस्तृत बैंड आवृत्ति परास के लिए अच्छे शक्ति मिलान के साथ संचालित होना चाहिए और निर्माण, एकीकरण और परीक्षण में आसानी होनी चाहिए।

2. अभिकल्पना, अनुकार प्रवधि (सिमुलेशन) और निर्माण

केयू (Ku)-बैंड (10-15 गीगाहर्ट्ज) मानक तरंग-पथक(WR75) से 50Ω समाक्षीय(कोएक्सिअल 2.92 मिमी) सूक्ष्मतरंग(माइक्रोवेव) संक्रमण को स्वदेशी रूप से अभिकल्पित किया गया है। यह एक लघु-छोर वाला कटकयुक्त तरंग-पथक है जिसमें डिस्क-लोडेड समाक्षीय अन्वेषी शलाका(प्रोब) डालने के लिए चौड़ी सतह पर छेद है[1]। व्यापक आवृत्ति बैंड पर विद्युत-चुम्बकीय क्षेत्र मिलान

और उच्च प्रतिबाधा मिलान तरंग-पथक में चरण असंततता(रिज), समाक्षीय अन्वेषी शलाका(प्रोब) में बड़े व्यास(डिस्क-लोडेड) वाले ट्रांसफ़ॉर्मिंग सेक्शन, रिज के विपरीत समाक्षीय अन्वेषी शलाका(प्रोब) को रखने और पीछे की ओर दूरी को चौथाई तरंगदैर्ध्य के रूप में रखने से प्राप्त किया जाता है[2][3]। एक वाट शक्ति हैंडलिंग के लिए, Ku-बैंड में वोल्टता स्थिर तरंग अनुपात(VSWR) < 1.25, और 0.4dB से बेहतर निवेशन हानि के लिए पूर्ण-तरंग त्रि-आयामी विद्युत-चुम्बकीय अनुकारक(सिम्युलेटर) का उपयोग करके अभिकल्पना को विद्युत-चुंबकीय और ज्यामितीय रूप से अनुकूलित किया गया है।

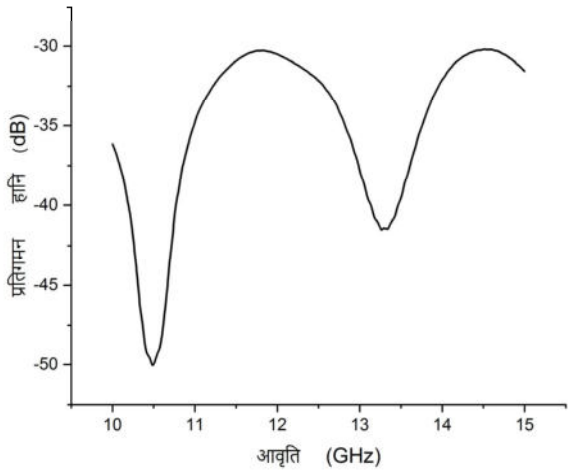
संहत एकल खण्ड(कॉम्पैक्ट सिंगल पीस) संक्रमण एल्युमीनियम मिश्र धातु Al6061 से निर्मित है। इसके परिणामस्वरूप इसका वज़न हल्का है, एकीकरण आसान है और <-90dBc(MIL-STD-461E-RS103 माप) का बेहतर रेडियो-आवृति क्षरण(RF रिसाव) है। निर्मित और संयोजित संक्रमण को तरंग-पथक और समाक्षीय पोर्ट के बीच प्रभावी क्षेत्र-संक्रमण के लिए और भी अनुकूलित किया गया है।

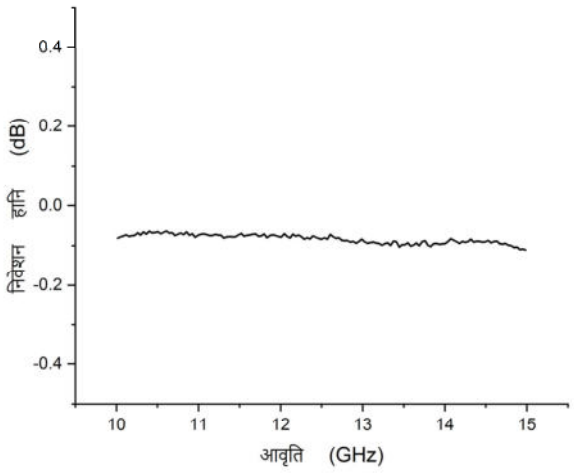


चित्र 1. विकसित तरंग-पथक से समाक्षीय समकोण सूक्ष्मतरंग(माइक्रोवेव) संक्रमण

3. मापन और परिणाम

पूर्ण-प्रकीर्णन (स्कैटरिंग) मैट्रिक्स मापन, पारंपरिक पूर्ण द्वि-प्रद्वार (टू-पोर्ट) अडैप्टर-रिमूवल तकनीक[4][5] के माध्यम से अंशांकित सदिश नेटवर्क विश्लेषक / वेक्टर नेटवर्क एनालाइज़र(VNA) पर किया गया है। हालाँकि पारंपरिक पूर्ण द्वि-प्रद्वार(टू-पोर्ट) अडैप्टर-रिमूवल तकनीक मापन-गहन है और केबल स्थिति-परिवर्तन और बारम्बार मेटिंग-डीमेटिंग के कारण त्रुटियों के प्रति अधिक संवेदनशील है, लेकिन यह अन्य विधियों के विपरीत द्वारक(पोर्ट्स) के बीच पारस्परिकता से अप्रभावित रहती है।





चित्र 2. स्वदेशी रूप से विकसित संक्रमण के लिए सदिश नेटवर्क विश्लेषक द्वारा मापे गए प्रकीर्णन प्राचल- प्रतिगमन हानि(S11) और निवेशन हानि(S21)

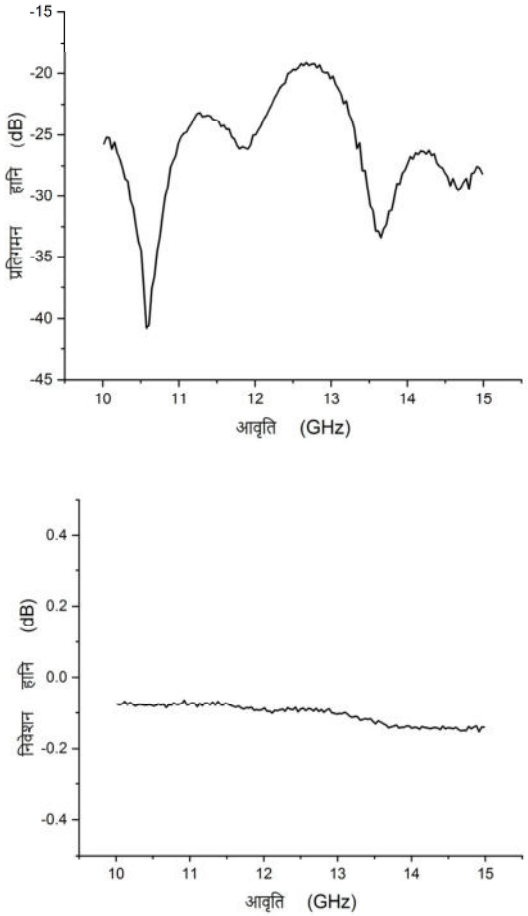
मापित वोल्टता स्थिर तरंग अनुपात(VSWR) < 1.07 प्राप्त किया गया। प्रतिगमन हानि(रिटर्नलॉस) और निवेशन हानि क्रमशः 30dB और 0.12dB से बेहतर मापे गए हैं, जैसा कि चित्र 2 में दिखाया गया है। यह मानक संक्रमण की तुलना में महत्वपूर्ण सुधार दर्शाता है, जिसमें वोल्टता स्थिर तरंग अनुपात(VSWR) <1.22 है, प्रतिगमन हानि(रिटर्नलॉस) और निवेशन हानि क्रमशः 20dB और 0.15dB से बेहतर हैं|

सारणी 1. तरंग-पथक से समाक्षीय समकोण सूक्ष्मतरंग (माइक्रोवेव) संक्रमण का तुलनात्मक अध्ययन

प्राचल (Parameter)	विनिर्देश (Specification)	स्वदेशी विकसित संक्रमण	मानक संक्रमण
वोल्टता स्थिर तरंग अनुपात (VSWR)	< 1.25	<1.07	<1.22
प्रतिगमन हानि (Return Loss)(dB)	>17	>30	>20
निवेशन हानि (Insertion Loss)(dB)	<0.4	<0.12	<0.15

4. अनुप्रयोग एवं भविष्य में सुधार की संभावनाएँ

विकसित एवं मापित संक्रमण अंतरिक्ष-आधारित उप-प्रणालियों के लिए अभिकल्पित किए गए स्वदेशी प्रथक्कारी(आइसोलेटर) के आंतरिक विद्युत-चुम्बकीय व्यतिकरण/सुसंगतता (EMI/EMC) परीक्षण के लिए प्रभावशाली विकिरण परिरक्षण प्रदान करता है। इस संक्रमण में अन्य सख्त निर्वात एवं ताप परीक्षणों के बाद इसकी सैन्य और अंतरिक्ष-आधारित इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियों में उपयोगिता सुनिश्चित की गयी है। यह स्वदेशी रूप से विकसित एवं परीक्षित संक्रमण भू-स्थैतिक उपग्रह में उपयोग के लिए प्रदान किया गया है| भविष्य में इसे उच्च शक्ति तंत्रों में उपयोग हेतु अनुकूलित किया जा सकता है|



चित्र 3. मानक संक्रमण के लिए सदिश नेटवर्क विश्लेषक द्वारा मापे गए प्रकीर्णन प्राचल- प्रतिगमन हानि(S11) और निवेशन हानि(S21)

5. आभार

लेखक श्री जयेश ठक्कर, समूह-निदेशक, रेडियो आवृत्ति प्रणाली समूह, श्री एस. सी. बेरा, उप-निदेशक, उपग्रह संचार एवं नौवहन नीतभार क्षेत्र, श्री सुमितेश सरकार, सह-निदेशक और श्री निलेश एम देसाई, निदेशक, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र द्वारा प्रदान किए गए समर्थन और मार्गदर्शन के लिए आभार व्यक्त करते हैं।

6. संदर्भ

1. वांग यी, एन ली, गाओफेंग गुओ और रुइक्सिंग नी, "एक एक्स-बैंड समाक्षीय-से-आयताकार तरंग-पथक संक्रमण," सूक्ष्म तरंग (माइक्रोवेव) टेक्नोलॉजी एवं कम्प्यूटेशनल इलेक्ट्रोमैग्नेटिक्स(आईसीएमटीसीई) आईईईई इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस, पृष्ठ129-131,2011|

2. गुलाम मेहदी, हू एनयोंग और जुंगांग मियाओ, "एक अत्यधिक एकीकृत Ka-बैंड अग्रछोर-ग्राही(फ्रंट-एंड रिसीवर)," इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ कंप्यूटर साइंस इश्यूज़ (आईजेसीएसआई), पृष्ठ271-279, खण्ड10, भाग3,अंक 2, मई2013।

3. वी. ए. रुदाकोव, वी. ए. स्लेडकोव, ए. पी. मेयोरोव और एम. बी. मनुइलोव, "X एवं Ku-बैंड के लिए संहत / कॉम्पैक्ट विस्तृत-बैण्ड समाक्षीय से तरंग-पथक सूक्ष्मतरंग (माइक्रोवेव) संक्रमण", इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन एंटीना थ्योरी एंड टेक्निक्स,2013, ओडेसा, यूक्रेन, पृष्ठ475-477।

4. "नॉनइंसर्टेबल डिवाइसेस का मापन", एचपी कंपनी, सांता रोजा, कैलिफ़ोर्निया, उत्पाद नोट 8510-13, अगस्त1988।

5. जे. रांडा, वोज्शिएक वाइटर, और रॉबर्ट एल. बिलिंगर, "अडैप्टर अंशांकन विधियों की तुलना", सूक्ष्मतरंग (माइक्रोवेव) थ्योरी एंड टेक्निक्स आईईईई ट्रांजेक्शन्स, पृष्ठ2613-2620, खंड47, अंक12, दिसंबर1999।

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

डीडीएस-रहित डिजिटल आवृत्ति अनुवाद और छनन तथा इसके विकिरण-सख्त कार्यान्वयन के लिए एक नवीन एल्गोरिथ्म

पुरुषोत्तम तम्माली [1], नीरज मिश्रा [2], दीपक मिश्रा [3]

वैज्ञा/अभि.-" एसई", उपग्रह नौवहन नीतभार इलेक्ट्रॉनिकी प्रभाग, उपगह संचार एवं नौवहन नीतभार क्षेत्र, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, purushotham145@sac.isro.gov.in

सार

रेडियो आवृत्ति (RF) संकेत सामान्यतः I–Q डाउन-कन्वर्ज़न तकनीक का उपयोग करके प्राप्त किए जाते हैं, जहाँ I और Q शृंखलाएँ समान होती हैं। इससे संसाधनों की खपत दुगुनी हो जाती है, लेकिन वर्णक्रमीय दक्षता बेहतर होती है। इस विधि में साइन(ज्या) और कोसाइन(कोज्या) संकेत उत्पन्न करने के लिए प्रत्यक्ष डिजिटल संश्लेषक (डी. डी. एस.) का प्रयोग किया जाता है। सावधानीपूर्वक चुनी गई नमूना आवृत्तियों का उपयोग करके संकेत बैंड को बिना अप या डाउन कन्वर्टर्स और डी. डी. एस. के स्थानांतरित किया जा सकता है। यह तरीका I–Q द्विशृंखला और डी. डी. एस. की आवश्यकता समाप्त कर देता है, जिससे संसाधनों की खपत काफी कम हो जाती है। गुणांक सममिति, संसाधन पुनःप्रयोग और मल्टी-रेट फ़िल्टरिंग तकनीक से डिज़ाइन को और बेहतर बनाया गया है, जिसका प्रोटोटाइप Virtex-4 पर और अंततः RTAX4000D-1 एफ.पी.जी.ए पर लागू किया गया है।

परिचय

इस शोधकार्य में एक बैंडपास फ़िल्टरिंग पद्धति प्रस्तावित की गई है, सैम्पलिंग में होने वाले अलियासिंग और मल्टीरेट एफ. आई. आर. फ़िल्टरिंग [1] का लाभ लिया गया है। आर. एफ. संकेतों को सीधे प्रथम नाइक्विस्ट ज़ोन में बैंडपास सैम्पल किया जाता है, उसके बाद सैम्पलिंग दर को घटाने के लिए देसिमेषण किया जाता है [2]।

इस कार्यान्वयन में गुणांक समरूपता और संसाधन का पुनः उपयोग [3, 4] का भी उपयोग किया गया है, जबकि [5] में प्रयुक्त समानांतर तकनीक धीमी घड़ी पर चलने के लिए संसाधनों की अधिक खपत करती है।

खंड II बैंडपास सैंपलिंग और हार्मोनिक विश्लेषण का अवलोकन प्रस्तुत करता है। खंड III डिजिटल डाउन रूपांतरण पर चर्चा करता है। खंड IV बैंडपास फ़िल्टरिंग के बारे में संक्षिप्त जानकारी देता है। खंड V डिजिटल अप रूपांतरण पर चर्चा करता है। खंड VI हार्डवेयर कार्यान्वयन का विश्लेषण करता है। खंड VII परिणामों का सारांश प्रस्तुत करता है।

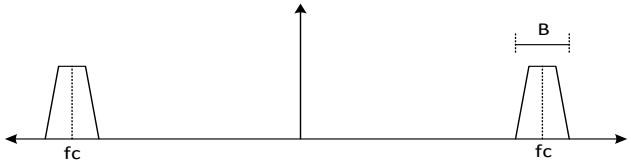
I. बैंड पास सैंपलिंग और हार्मोनिक विश्लेषण

पारंपरिक नाइक्विस्ट सैम्पलिंग प्रत्यक्ष आर. एफ. सैम्पलिंग के लिए प्रभावी नहीं है क्योंकि आवश्यक बहुत उच्च सैम्पलिंग दर एफ.पी.जी.ए की क्लॉक सीमा से अधिक हो जाती है। एलिएसिंग से बचने हेतु सैम्पलिंग आवृत्ति का सही चयन करके आर. एफ. संकेत का सही सैम्पलिंग किया जा सकता है, जैसा कि समीकरण (1) में दिया गया है।

$$\frac{2f_c-B}{m} \geq f_s \geq \frac{2f_c+B}{m+1} \quad (1)$$

मान्य सैम्पलिंग आवृत्ति सीमा ज्ञात करने के बाद अंतिम चयन हार्मोनिक विकृति विश्लेषण पर आधारित होता है। fc = 70.185 MHz और B = 350 kHz वाला आर. एफ. संकेत चित्र 1 में दिखाया गया है।

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं



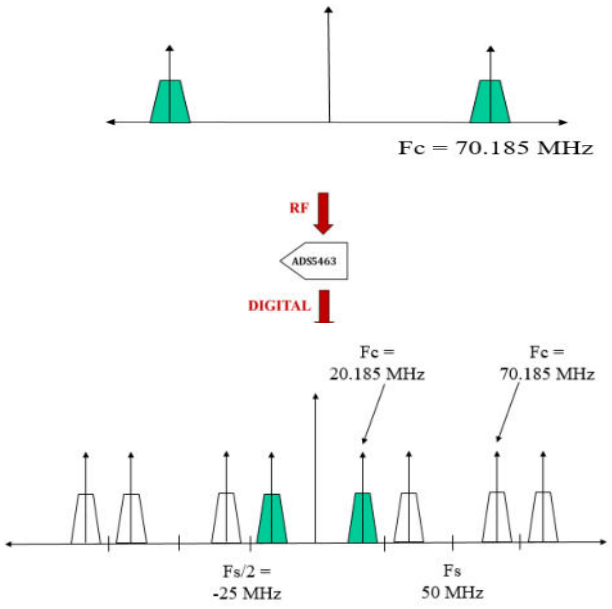
चित्र 1: सैंपलिंग से पूर्व इनपुट आर. एफ. सिग्नल का वर्णक्रम (स्पेक्ट्रम)

इस कार्य में m = 2 के लिए मान्य सैम्पलिंग सीमा 47–70 MHz है। समीकरण (2) और समीकरण (3) का उपयोग करके मुख्य रूप से 2nd और 3rd हार्मोनिक्स को ध्यान में रखा जाता है।

$$f_{in_samp} = |\pm Kf_s \pm f_{in}| (2)$$

$$f_{c_alias} = f_{in_samp} = 20.185MHz \quad (3)$$

50 MHz की सैम्पलिंग दर चुनी गई है और उस से सम्प्लिंग का परिणाम चित्र 2 में दर्शाया गया है।



चित्र 2: सैंपलिंग के पश्चात एलियास्ड वर्णक्रम

II. डेसिमेशन का उपयोग करके डिजिटल डाउन रूपांतरण

डाउन सैंपलिंग दो चरणों में की जाती है यानी पहले चरण में 7 से डेसिमेशन और दूसरे चरण में 2 से डेसिमेशन, जिससे 14 के कारक द्वारा कुल डाउनसैंपलिंग प्राप्त होती है यदि रुचि का बैंड $\frac{kf_s}{2M}$ और के बीच स्थित है $\frac{(k+1)*f_s}{2M}$, तो किसी भी पूर्णांक k के लिए बैंडविड्थ B और डेसिमेशन फैक्टर M वाले सममित बैंडपास एंटीएलियासिंग फ़िल्टर के विनिर्देश तालिका 1 में दिखाए अनुसार दिए गए हैं।

तालिका 1 फ़िल्टर किनारा आवृत्तियों की समीकरण

एस.एन.	विनिर्देश	कीमत
1	पासबैंड किनारों	$f_c - \frac{B}{2}$, $f_c + \frac{B}{2}$
2	स्टॉपबैंड किनारों	$f_c - \frac{B}{2} - \min\{\left(\frac{(k+1)*f_s}{2M} - f_c - \frac{B}{2}\right), \left(f_c - \frac{B}{2} - \frac{kf_s}{2M}\right)\}$, $f_c + \frac{B}{2} + \min\{\left(\frac{(k+1)*f_s}{2M} - f_c - \frac{B}{2}\right), \left(f_c - \frac{B}{2} - \frac{kf_s}{2M}\right)\}$

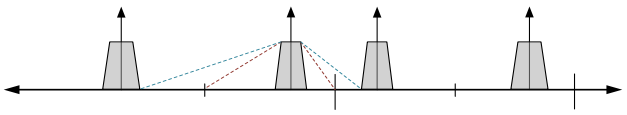
हालाँकि, अन्य नाइक्विस्ट क्षेत्रों में कट-ऑफ आवृत्तियों को पड़ोसी नाइक्विस्ट क्षेत्रों के पासबैंड किनारों तक फैलाकर फ़िल्टर की आवश्यकता को और कम किया जा सकता है । अनुमत ओवरलैपिंग तकनीक वाले बैंडपास फ़िल्टर के फ़िल्टर विनिर्देश चित्र 3, चित्र 4 और तालिका 2 में दर्शाए गए हैं।

तालिका 2विस्तारित फ़िल्टर किनारा आवृतियों की समीकरण

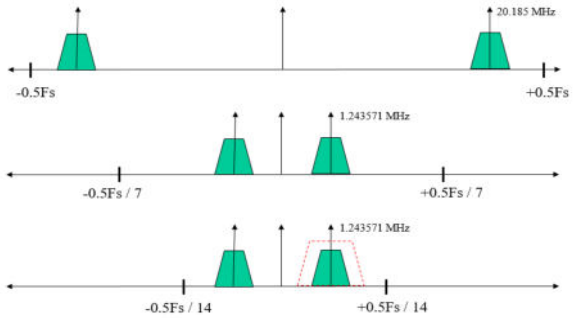
एस.एन.	विनिर्देश	कीमत
1	पासबैंड किनारों	$f_c - \frac{B}{2}$, $f_c + \frac{B}{2}$
2	स्टॉपबैंड किनारों	$f_c - \frac{B}{2} - \min\{\left(\frac{(k+1)*f_s}{2M} - f_c - \frac{B}{2}\right), \left(f_c - \frac{B}{2} - \frac{kf_s}{2M}\right)\} + \Delta$, $f_c + \frac{B}{2} + \min\{\left(\frac{(k+1)*f_s}{2M} - f_c - \frac{B}{2}\right), \left(f_c - \frac{B}{2} - \frac{kf_s}{2M}\right)\} + \Delta$

$\Delta = \min\{\frac{1}{2} * [(\pm\frac{n1*Fs}{M} \pm f_c - \frac{B}{2}) - (\pm\frac{n2*Fs}{M} \pm f_c + \frac{B}{2})], \frac{1}{2} * [(\pm\frac{n2*Fs}{M} \pm f_c - \frac{B}{2}) - (\pm\frac{n3*Fs}{M} \pm f_c + \frac{B}{2})]\}$

जहाँ n1, n2, n3 चर का उपयोग पड़ोसी नाइक्विस्ट क्षेत्रों में उपनामों को साकार करने के लिए किया जाता है।



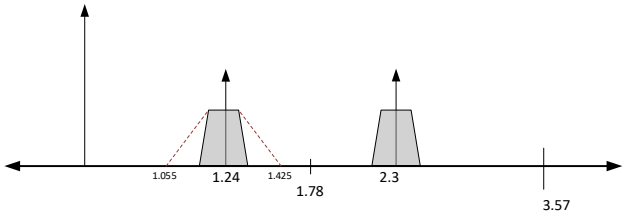
चित्र 3: ओवरलैप रहित विस्तारित स्टॉपबैंड सीमा को दर्शाने वाला चित्र



चित्र 4: डेसिमेशन विधि द्वारा आवृत्ति का नीचला रूपांतरण

III. बेस बैंड फ़िल्टरिंग

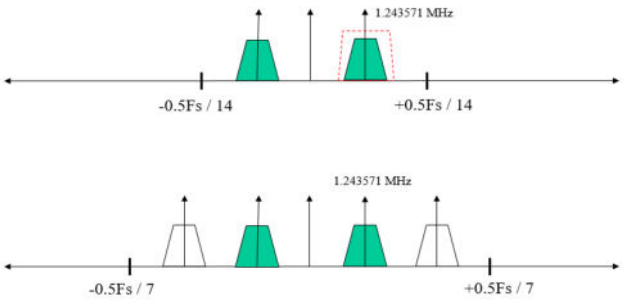
सामान्यतः बेसबैंड फ़िल्टरिंग बैंडपास आवृत्ति को शून्य आवृत्ति में परिवर्तित की जाती है| इस शोधपत्र में चूँकि डी. डी. एस. का उपयोग नहीं किया गया है, इसलिए बैंडपास आवृत्ति को 14 से कम किया गया है , जो इसे शून्य आवृत्ति में परिवर्तित नहीं कर सकता है। इसलिए लो-पास फ़िल्टर के बजाय बैंडपास फ़िल्टर का उपयोग किया जाता है। चित्र 5 नैरोबैंड फ़िल्टर का आरेख दर्शाता है।



चित्र 5: संकीर्ण बैंड फ़िल्टरिंग की प्रक्रिया

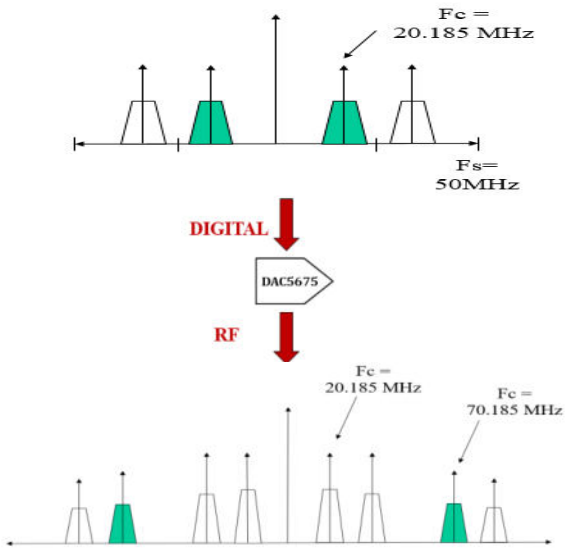
IV. इंटरपोलेशन का उपयोग करके डिजिटल अप-रूपांतरण

नैरोबैंड फ़िल्टर द्वारा फ़िल्टर किया गया सिग्नल को IF आवृत्ति, यानी 70MHz पर वापस ट्रांसलेट करना होता है। इसके लिए इंटरपोलेशन विधि का उपयोग किया जाता है। यह दो चरणों में (2 और 7 द्वारा इंटरपोलेशन) किया जाता है। इन फ़िल्टरों के लिए फ़िल्टर विनिर्देश नीचे तालिका 5 में दिए गए हैं और भाग 3 में वर्णित अतिरिक्त रिलैक्सेशन विधि चित्र 6 में दर्शाई गई है।



चित्र 6: इंटरपोलेशन विधि द्वारा आवृत्ति का उच्चतर रूपांतरण

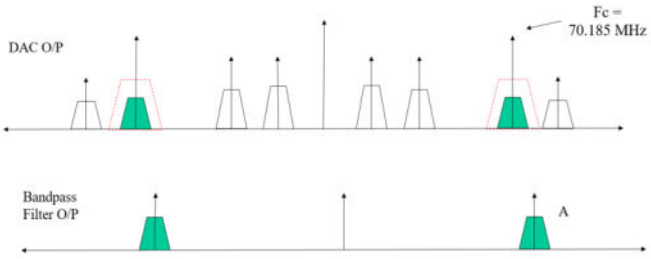
एफ.पी.जी.ए में सिग्नल की डिजिटल प्रोसेसिंग पूरी होने के बाद, 20.185 मेगाहर्ट्ज के आसपास केंद्रित और 50 मेगाहर्ट्ज की सैंपलिंग आवृत्ति वाला सिग्नल डिजिटल से एनालॉग रूपांतरण के लिए डी.ए.सी को प्रस्तुत किया जाता है। चित्र 7 में, डिजिटल डोमेन में रुचि के बैंड का स्पेक्ट्रम दिखाया गया है।



चित्र 7: डिजिटल संकेत का आर. एफ. संकेत में रूपांतरण

V. आरएफ स्तर पर फ़िल्टरिंग

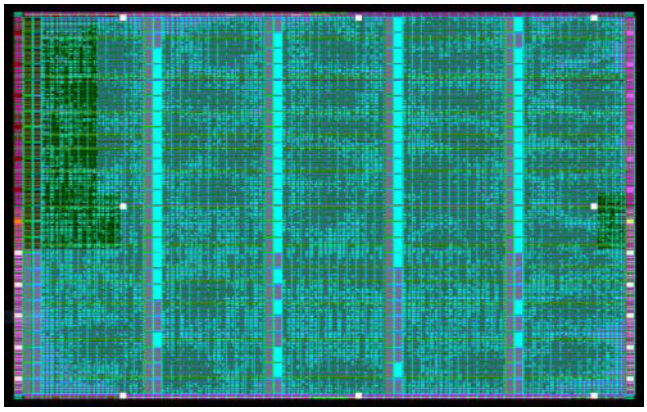
जैसा कि चित्र 8 में देखा जा सकता है, एनालॉग डोमेन उन छवि आवृत्तियों को दर्शाता है जो प्रथम नाइक्विस्ट क्षेत्र के अलावा उच्च नाइक्विस्ट क्षेत्रों में मौजूद हैं । इन छवियों को आरएफ स्तर पर एक बैंडपास फ़िल्टर का उपयोग करके फ़िल्टर किया जाना चाहिए।



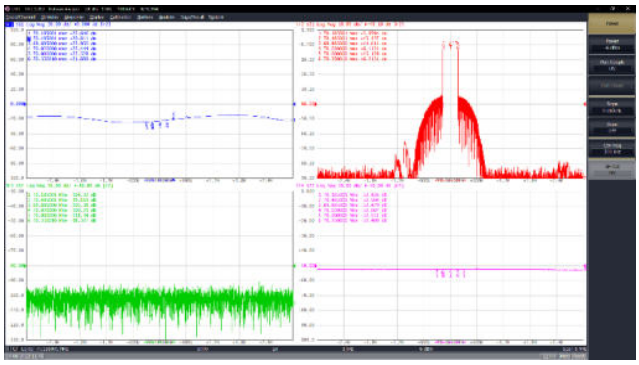
चित्र 8: रेडियो फ्रीक्वेंसी स्तर पर संकेत छानना

VI. हार्डवेयर कार्यान्वयन और परिणाम विश्लेषण

ऊपर वर्णित एल्गोरिथम को विर्टेक्स 4 [4] आधारित बोर्ड जिसमें ए.डी.सी और डी.ए.सी शामिल हैं उसे उपयोग करके प्रोटोटाइप किया गया था। । फिर उसे स्पेस ग्रेड ओ.टी.पी डिवाइस RTAX4000D-1 [6] पर लागू किया जाता है। संसाधन उपयोग तालिका 3 में दिखाया गया है और हार्डवेयर परिणाम चित्र 9, 10 और तालिका 4 में दिखाए गए हैं।



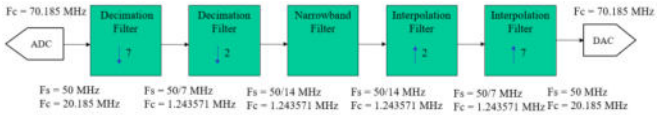
चित्र 9: पूर्णतः रूट किया गया FPGA डिज़ाइन



चित्र 10: हार्डवेयर डिजाइन के परिणाम

VII. निष्कर्ष

70.185 मेगाहर्ट्ज की केंद्र आवृत्ति और 350 किलोहर्ट्ज की बैंडविड्थ वाले एक आरएफ सिग्नल को 50 मेगाहर्ट्ज की सैंपलिंग क्लॉक वाले एडीसी द्वारा बैंडपास सैंपलिंग तकनीक का उपयोग करके सैंपल किया जाता है। समग्र ब्लॉक आरेख चित्र 11 में दिखाया गया है।



चित्र 11: एफपीजीए में फ़िल्टर इम्प्लीमेंटेशन की प्रक्रिया

तालिका 3 RTAX4000D-1 *का संसाधन उपयोग*

एस.एन.	संसाधन	उपयोग	उपयोग प्रतिशत
1	संयोजन कोशिकाएं	10762/36960	29%
2	अनुक्रमिक कोशिकाएँ	17548/18480	95%
3	डीएसपी ब्लॉक	68/120	57%

तालिका 3 टी एंड ई के दौरान थर्मो-वैक्यूम परीक्षणों के परिणाम

एस.एन.	पैरामीटर	इकाई	कीमत
1	इनपुट पावर स्तर	डी बी एम	-36 से -6
2	इन्सेर्शन लॉस	डीबी	6
3	गेन फ्लैटनेस	डीबीपीपी	0.3
5	स्पुरियस	डीबीसी	-130
6	इनपुट/आउटपुट रिटर्न लॉस	डीबी	24/40

संदर्भ

[1] P. P. Vaidyanathan, "Multirate digital filters, filter banks, polyphase networks, and applications: a tutorial," in Proceedings of the IEEE, vol. 78, no. 1, pp. 56-93, Jan. 1990.

[2] M. L. Psiaki, S. P. Powell, Hee Jung and P. M. Kintner, "Design and practical implementation of multifrequency RF front ends using direct RF sampling," in *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Oct. 2005,

[3] P. Tammali, R. P. Sabarinathan, N. Mishra, G. R. Khot and S. D. Mehta, "FPGA Implementation of Polyphase Mixing and Area efficient Polyphase FIR Decimation algorithm for High speed Direct RF sampling ADCs," *2022 IEEE INDICON*, Kochi, India

[4] T. Jayachandran and M. Priyanka, "Energy and Area-Efficient FIR Filter Architecture for Low-Power EEG Signal Processing," 2025 DevIC, Kalyani, India

[5] C. -F. Li and J. -K. Hwang, "Implementation and Verification of an SDR-Based NB-IoT gNB with Two-Stage Band-Edge Filter for GEO-Relayed NTN Scenario," *2024 IEEE COMCAS*, Tel Aviv, Israel

रैले पश्चप्रकीर्णन गुणांक में अनिश्चितताएँ और एरोसोल पश्चप्रकीर्णन पुनर्प्राप्ति पर उनका प्रभाव

विष्णु कुमार धाकड़, राजेश टी.ए.

वरिष्ठ वैज्ञानिक सहायक-ए, अंतरिक्ष और वायुमंडलीय विज्ञान प्रभाग, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला,

vishnu@prl.res.in

सार

इस अध्ययन में शीत ऋतु (फरवरी 2024) के दौरान 0-25 किमी ऊँचाई सीमा में रेडियोसोंडे, अमेरिकी मानक वायुमंडल तथा ERA5 प्रोफाइल से प्राप्त आण्विक पश्चप्रकीर्णन गुणांक (βm) की तुलना की गई। सभी प्रोफाइल्स में βm ऊँचाई के साथ घटता है। ERA5 का विचलन रेडियोसोंडे के सापेक्ष अधिकांश सीमा में ±5% तक रहा, जबकि अमेरिकी मानक प्रोफाइल में 6-10 किमी पर सकारात्मक तथा 10 किमी से ऊपर −15% तक विचलन पाया गया। आण्विक प्रोफाइल में परिवर्तन से एरोसोल व्युत्क्रमण में 6-14 किमी पर 1-3% तक अंतर आया। निष्कर्षतः जब रेडियोसोंडे उपलब्ध न हो तो ERA5 एक विश्वसनीय विकल्प है।

1. प्रस्तावना

लिडार (Lidar: Light Detection and Ranging) एक सक्रिय सुदूर संवेदन तकनीक है, जिसका उपयोग वायुमंडलीय घटकों जैसे एरोसोल, गैसों एवं बादलों के ऊर्ध्वाधर वितरण की जानकारी प्राप्त करने हेतु किया जाता है। यह तकनीक वस्तुतः रडार के सिद्धांत पर आधारित है, क्योंकि दोनों प्रणालियाँ किसी वस्तु अथवा कण की दूरी का निर्धारण विद्युत-चुंबकीय तरंगों के उड्डयन काल को माप कर करती हैं। हालाँकि, दोनों में प्रमुख अंतर प्रयुक्त तरंगदैर्ध्य का है – जहाँ रडार रेडियो तरंगों का उपयोग करता है, वहीं लिडार दृश्यमान, अवरक्त अथवा पराबैंगनी स्पेक्ट्रम में स्थित लेज़र विकिरण का उपयोग करता है, जो अपेक्षाकृत छोटे तरंगदैर्ध्य पर कार्य करता है और सूक्ष्म कणों का पता लगाने में अधिक सक्षम होता है।

2. मापन स्थल और कार्यप्रणाली

2.1. मापन स्थल

इस अध्ययन में प्रयुक्त लिडार प्रणाली सूक्ष्म स्पंदन संचरण के सिद्धांत पर आधारित है। ये मापन भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (PRL) में किए गए, जो भारत सरकार के अंतरिक्ष विभाग की एक इकाई है और अहमदाबाद, गुजरात (23.03°N, 72.55°E; औसत समुद्र तल से 55 मीटर ऊंचाई) में स्थित है (चित्र 1)।

2.2. डेटासेट

इस अध्ययन में निम्नलिखित डेटासेट का उपयोग किया गया ।

1. रेडियोसोंडे मापन [1]
2. मानक वायुमंडलीय प्रोफ़ाइल [2]
3. ERA5 पुनःविश्लेषण डेटासेट [3]

चित्र 1. मापन स्थल (स्रोत: गूगल मैप)

2.3. आणविक पश्चप्रकीर्णन गुणांक की गणना

वायुमंडलीय आण्विक पश्चप्रकीर्णन गुणांक की गणना एक मानक समीकरण के माध्यम से की जाती है, जिसमें ऊँचाई (z) पर तापमान T(z) और दाब P(z) का प्रयोग किया जाता है। इन तापमान एवं दाब मानों को विभिन्न स्रोतों जैसे कि प्रत्यक्ष माप (रेडियोसोंडे), मानक वायुमंडलीय प्रोफ़ाइल तथा पुनःविश्लेषण डेटासेट (जैसे ERA5) से प्राप्त किया जा सकता है। निम्नलिखित समीकरण ऊँचाई पर निर्भर आण्विक पश्चप्रकीर्णन गुणांक प्रदान करता है।

$$\beta_{(mol)} = \frac{\{9\pi^2(m_{air}^2 - 1)^2\}}{\{\lambda^4 N_s^2(m_{air}^2 + 2)^2\}} \cdot \frac{(6 - 3\gamma)}{(6 - 7\gamma)} \cdot N_s \frac{T_0 \cdot [p(z)]}{P_0 \cdot [T(z)]}$$

जहाँ m वायु के अपवर्तनांक (1.0003), γ वायु के विध्रुवण (0.02, 532 nm तरंगदैर्ध्य λ पर), N_s आण्विक संख्या घनत्व (2.547 x 10^{25} m^{-3}), T_0 मानक तापमान (288.15 K), P_0 मानक वायुमंडलीय दबाव (1013.25 मिलीबार) [4]

2.4. आणविक पश्चप्रकीर्णन गुणांक में प्रतिशत परिवर्तन

अमेरिकी मानक वायुमंडल और ERA5 पुनःविश्लेषण डेटा से प्राप्त आण्विक पश्चप्रकीर्णन गुणांक की तुलना समस्थानिक रेडियोसोंडे प्रेक्षणों से प्राप्त मानों के साथ की गई। प्रतिशत परिवर्तन निम्नलिखित सूत्र से ज्ञात किया गया:

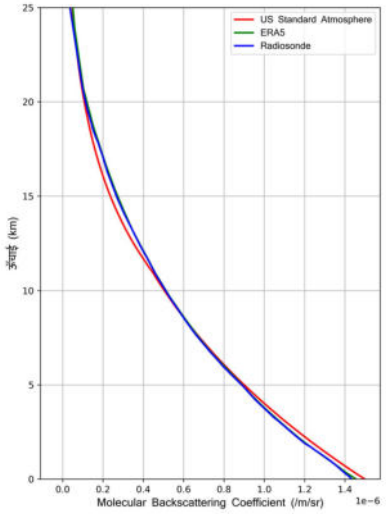
$$\% \text{ परिवर्तन} = \frac{\beta m, \text{ मॉडल} - \beta m, \text{ रेडियोसोंडे}}{\beta m, \text{ रेडियोसोंडे}} x100$$

जहाँ: βm, मॉडल = अमेरिकी मानक वायुमंडल और ERA5 पुनःविश्लेषण डेटा से प्राप्त आण्विक पश्चप्रकीर्णन गुणांक,

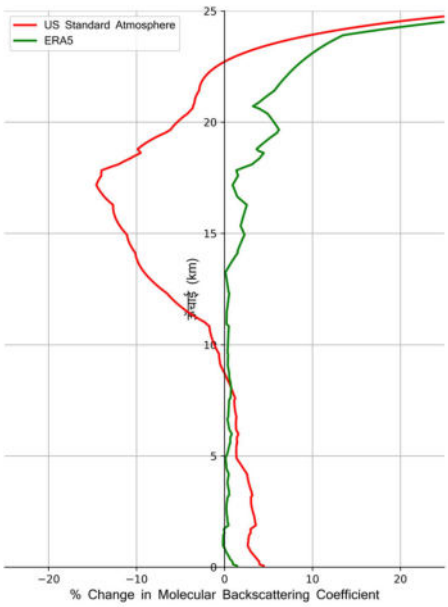
βm, रेडियोसोंडे = रेडियोसोंडे प्रोफ़ाइल से गणना किया गया आण्विक पश्चप्रकीर्णन गुणांक ।

3. परिणाम

चित्र 2 में रेडियोसॉन्ड, अमेरिकी मानक वायुमंडल और ERA5 से प्राप्त आण्विक पश्चप्रकीर्णन गुणांक (βm) का 0-25 किमी ऊँचाई तक तुलनात्मक विश्लेषण किया गया है। सभी प्रोफाइल्स में βm ऊँचाई के साथ घटता है। रेडियोसॉन्ड वास्तविक प्रेक्षणों पर आधारित होने से इसे संदर्भ माना गया है।



चित्र 2. अमेरिकी मानक वायुमंडल (लाल), ERA5 पुनःविश्लेषण (हरा) और रेडियोसोंडे (नीला) से प्राप्त आण्विक पश्चप्रकीर्णन गुणांक प्रोफ़ाइल



चित्र 3. रेडियोसोंडे डेटा की तुलना में अमेरिकी मानक वायुमंडल (लाल) और ERA5 डेटा (हरा) के आण्विक पश्चप्रकीर्णन गुणांक में प्रतिशत परिवर्तन।

चित्र 3 में प्रतिशत विचलन दर्शाया गया है, जहाँ ERA5 का विचलन अधिकतर 20 किमी तक ±5% के भीतर पाया गया, जबकि अमेरिकी मानक वायुमंडल 6-10 किमी पर ERA5 के अनुरूप है लेकिन ऊँचाई बढ़ने पर −15% तक विचलित हो जाता है।

परिणाम बताते हैं कि वास्तविक प्रोफाइल (रेडियोसॉन्ड) से व्युत्क्रम एल्गोरिदम अधिक सटीक होता है। रेडियोसॉन्ड अनुपलब्ध होने पर ERA5 बेहतर विकल्प है, जबकि अमेरिकी मानक वायुमंडल सामान्यीकृत होने से सीमित उपयोगी है। अध्ययन में यह भी पाया गया कि प्रोफाइल बदलने पर एरोसोल पश्चप्रकीर्णन गुणांक में 1-3% तक परिवर्तन आता है, विशेषकर 6-14 किमी की ऊँचाई पर।

4. निष्कर्ष

यह अध्ययन दर्शाता है कि वास्तविक प्रेक्षणों के अभाव में ERA5 पुनःविश्लेषण प्रोफाइल आण्विक पश्चप्रकीर्णन गुणांक की गणना के लिए उपयुक्त विकल्प है। इससे एरोसोल पश्चप्रकीर्णन गुणांक में ~3% तक परिवर्तन पाया गया, जो परिणामों को प्रभावित कर सकता है।

5. सन्दर्भ

[1] वायोमिंग विश्वविद्यालय द्वारा साउंडिंग डेटा हेतु: “https://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html”

[2] अमेरिकी मानक वायुमंडल 1976 (USSA-1976)

[3] हर्सबैक, एच., बेल, बी., बेरिसफोर्ड, पी., बियावती, जी., होरानी, ए., मुनोज़ सबाटर, जे., निकोलस, जे., प्यूबे, सी., राडू, आर., रोज़म, आई., शेपर्स, डी., सिमंस, ए., सोसी, सी., डी, डी., थेपॉट, जे-एन. (2023): 1940 से वर्तमान तक एकल स्तरों पर ERA5 प्रति घंटा डेटा। कोपरनिकस जलवायु परिवर्तन सेवा (C3S) जलवायु डेटा भंडार (CDS)

[4] बी. सुधर्शन रेड्डी और वाई. भवानी कुमार द्वारा "वायुमंडलीय कणिकीय पदार्थ की सक्रिय रिमोट सेंसिंग के लिए एक उपकरण के रूप में माइक्रो पल्स लिडार"।

बाहय ग्रहों के अन्वेषण में मूलभूत एवम अनुप्रयोगात्मक अनुसन्धान

हरीश सेठ , धीरज अदलखा

वैज्ञानिक/अभियंता एस जी(१) , वैज्ञानिक/अभियंता एस एफ (२) ,अंतरिक्ष अनुप्रयोग केंद्र अहमदाबाद

सार

प्रस्तुत लेख में बाहय ग्रहों कि खोज और इनके अध्ययन एवम इस क्षेत्र में उपलब्ध नवीनतम जानकारी का विस्तार से उल्लेख किया गया है | वर्तमान में सैक इसरो में भी इस दिशा में कार्य प्रारंभ हो चुका है | प्रस्तुत लेख में इसरो द्वारा प्रस्तावित उपकरण कि प्रारंभिक रूपरेखा का भी उल्लेख किया गया है |

प्रस्तावना

क्या पृथ्वी के बाहर कही और जीवन है? प्रारंभ में यहाँ अटकलों भरा प्रश्न था, परन्तु वर्तमान में करीब 5600 से अधिक बाहय ग्रहों की खोज के साथ यह विज्ञान में बहुत ही उभरता हुआ गतिशील क्षेत्र है| बाहय ग्रहों के अध्ययन हेतु विश्व में कई प्रयोगशालाओ में मूलभूत एवम अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान जारी है| बाहय ग्रहों के बारे में प्राप्त जानकारी से हम हमारे सोरमंडल को भी बेहतर ढंग से समझ सकते है और इसके अलावा पृथ्वी के अलावा कही और जीवन पनप रहा है या नहीं , यदि है तो वह की बुद्धिमान जीवन के बारे में और जानकारी जुटाना है | वर्तमान में विज्ञान एवम तकनीकि क्षेत्र में हुई अभूतपूर्व प्रगति और अत्यधिक संवेदनशील संवेदको के निर्माण से इस क्षेत्र में नित्य नयी जानकारीयां आती जा रही है| प्रस्तुत लेख में वैश्विक परिद्रश्य में उपयोग आने वाले संवेदको कि चर्चा कि गयी है साथ ही इसरो में भी इस दिशा में हो रहे संवेदक के अभिविन्यास को विस्तार से दर्शाया गया है |

बाहय ग्रहों कि खोज हेतु प्रयुक्त वैज्ञानिक सिद्दान्त:

अगर हम द्रश्य क्षेत्र में प्रयुक्त संवेदक से बाहय ग्रहों का चाहिए तो हमारा उपकरण बहुत ही संवेदनशील होना और उसका रव् अनुपात (SNR) भी पर्याप्त होना चाहिए| बाहय ग्रहों के अवलोकन हेतु कई विधियों का उपयोग किया जाता है इसमें जिसमे पारगमन विधि, अप्रतक्ष्य विधि, गुरुत्वाकर्षण लेंसिंग, एस्ट्रोमेट्रि इत्यादि है | पारगमन विधि के अन्तर्गत शक्तिशाली टेलिस्कोप से लम्बे समय तक तारे का अवलोकन किया जाता है। उसकी प्रकाशीय तीव्रता को रिकार्ड किया जाता है। यदि उसकी प्रकाशीय तीव्रता में पेरिऑडिक कमी आती है तो वह उसके किसी ग्रह के पारगमन की वजह से हो सकता है। इस विधि द्वारा अब तक करीब 3759 बाहय गृहों की खोज की जा चुकी है| , दूसरी प्रमुख विधि अप्रत्यक्ष विधि (Radial Velocity) है जिसके अंतर्गत किसी तारे का रेडियल वेग को लम्बे समय तक अवलोकन करते हैं। यदि हमें तारे के प्राप्त प्रतिबिंब में उसके लड़खडाहट (अपनी जगह से हिलना i.e. wobbling) का निरीक्षण हो तो वह उसके किसी ग्रह के नजदीक से गुजरने से हो सकता है जिसके फलस्वरूप दोनो पिण्डों के गुरूत्वाकर्षण द्वारा उनकी स्थिर स्थिति में सूक्ष्म बदलाव आ सकता है। इस विधि द्वारा भी अब तक 915 बाहय ग्रहों की खोज हो चुकी है| इसके अलावा अन्य विधियां गुरुत्व मिक्रोलेंसिंग (gravitational microlensing) है जों आइंस्टीन के सापेक्षता सिद्धांत पर आधारित है | इसके अलावा एस्ट्रोमेट्री विधि में किसी तारे का लंबे समय तक अवलोकन किया जाता है और उसमे होने वाले अति सूक्ष्म बदलाव जों उसकी स्थिति में आये उसका अध्ययन किया जाता है | यदि तारे कि स्थिति में यदि

सूक्ष्म परिवर्तन आये तो यह संभावना हो सकती है के उसके पास में कोई ग्रह हो | इस प्रकार इन प्रचलित विधियों से बाह्य ग्रह कि उपस्थिति का पता लगाया जा सकता है और जैसा के पहले लिखा गया है कि अब तक ५००० से ज्यादा बाय ग्रहों कि खोज हो चुकी है और यहाँ संख्या लगातार बढ़ रही है| इसके बाद सबसे बड़ी चुनोती यह है कि उस बाह्य ग्रह के गुणधर्मो का अध्ययन करना है जिससे के उसके बारे में और अधिक जानकारी प्राप्त कि जा सके |

बाह्य ग्रहों के अध्ययन हेतु प्रमुख वैज्ञानिक लक्ष्य :

बाह्य ग्रह कि उपस्थिति पता लगाने के बाद उसके गुणधर्मो का पता लगाना बहुत ही चुनोती पूर्वक है | इसका मुख्य कारण दुसरे तारों कि पृथ्वी से दूरी है | अगर हम सूर्य और पृथ्वी के बीच कि दूरी को 1 AU में व्यक्त करे तो भी किसी दुसरे तारे कि लघुतम दूरी 300000 AU अर्थात तीन लाख AU जितनी होगी और बाह्य ग्रह तो इससे भी कई गुना दूर हो सकते है ऐसे में उन तारों कि स्थिति में कुछ आर्क सेकंड जितना ही परिवर्तन मापा जा सकता है | बाह्य ग्रह के कुछ मुख्य गुणधर्म जिनका अध्ययन महत्त्वपूर्ण है वह इस प्रकार है|

अ) ग्रह का द्रव्यमान और त्रिज्या

ब) ग्रह कि तारे से दूरी

स) ग्रह पर मोजूद वातावरण , तापमान का अध्ययन

द) ग्रह कि संरचना का अध्ययन

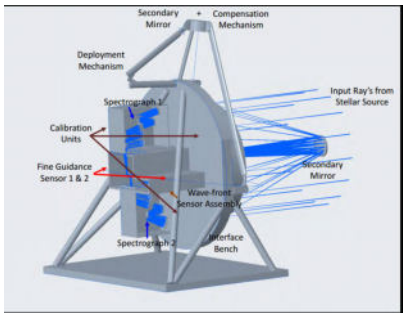
बाह्य ग्रहों के अध्ययन हेतु प्रयुक्त प्रमुख अंतरिक्ष आधारित प्रकाशीय टेलेस्कोप :

नासा और दूसरी कई अंतरिक्ष एजेंसी ने बाह्य ग्रहों के अध्ययन हेतु अति संवेदनशील शक्तिशाली टेलीस्कोप अंतरिक्ष में भेजे है जिसमे केपलर , टेस , जेम्स वेब टेलीस्कोप, हबल, इत्यादि महत्वपूर्ण है इसके अलावा भी भविष्य में कई नए मिशन प्रस्तावित है | केपलर मिशन ने पारगमन विधि द्वारा करीब 5000 बाह्य ग्रहों कि खोज की | इसी मिशन ने सर्व प्रथम बताया कि बाह्य ग्रह सर्वव्यापी है और उनका आकार पृथ्वी के आकार के बराबर से लेकर पृथ्वी से करीब 22 गुना तक है | इसके अलावा टेस मिशन का मुख्य लक्ष सूर्य के नजदीक उपस्थित संभावित बाह्य ग्रहों के खोज करना था | टेस मिस्सिओं ने 300 प्रकाश वर्ष दूर तक अंतरिक्ष का अति सूक्ष्म एवम विस्तार से अध्ययन किया और कई महत्वपूर्ण बाह्य ग्रहों कि खोज की | इसरो भी इस दिशा में महत्त्वपूर्ण कार्य कर रहा है |

इसरो के बाह्य ग्रह अभियान के प्रमुख वैज्ञानिक लक्ष एवम उपकरण कि अभिकल्पना:

इसरो द्वारा प्रस्तावित मिशन का मुख्य लक्ष बाह्य ग्रहों कि खोज करना ही नहीं वरन उसके बारे में विस्तार से अध्ययन करना भी है | बाह्य ग्रह के वातावरण का अध्ययन अति महत्त्वपूर्ण है इसके अलावा वातावरण में पाए जाने वाले प्रमुख रासायनिक तत्वों का भी पता लगाना प्रस्तावित है | दूसरा प्रमुख लक्ष्य बाह्य ग्रह की संरचना , द्रव्यमान त्रिज्या इत्यादि के बरे में भी सटीक जानकारी एकत्रित करना है जिससे वह पर संभावित जीवन के बारे में पता लग सके | इन्ही उद्धेश्यो के प्राप्ति हेतु सैक अहमदाबाद में अति संवेदनशील नवीनतम तकनीक पर आधारित प्रकाशीय टेलेस्कोप कि परिकल्पना की जा रही है | इस हेतु प्रस्तावित टेलेस्कोप का व्यास 1.6 मीटर या उससे अधिक होना चाहिए और उसमे दो प्रमुख स्पेक्ट्रोमीटर होंगे जों बाह्य ग्रह के वातावरण के अध्ययन में सहायक होंगे | पहला स्पेक्ट्रोमीटर द्रश्य और निकट इन्फ्रारेड तरंगधैर्य क्षेत्र में होगा और दूसरा स्पेक्ट्रोमीटर अवरक्त क्षेत्र में कार्य करेगा | इसके अलावा संपूर्ण उपकरण को 50-60 केल्विन तक ठंडा रखा जायगा जिससे उपकरण का सिगनल-रव् अनुपात अधिकतम मिले जिससे उपकरण अति संवेदनशील होगा | इसके अलावा इस उपकरण को लग्रंगे -२(lagrange-2) कक्षा में प्रक्षेपित

करना प्रस्तावित है | नीचे चित्र में प्रस्तावित उपकरण का अभिविन्यास दिखाया गया है |



इसरो सैक द्वारा प्रस्तावित उपकरण का रेखाचित्र

निष्कर्ष

वर्तमान में तकनीकि अनुसंधान में हुई अभूतपूर्व प्रगति से बाह्य ग्रहों कि खोज स्वर्ण युग में पहुच चुकी है | नासा का जेम्स वेब टेलीस्कोप में सर्वप्रथान अति विशाल ६.५ मीटर का प्रकाशीय उपकरण का प्रयोग किया गया है और उसका तापमान अत्यधिक ठंडा रखा गया है जिससे उस उपकरण कि संवेदनशीलता कई गुना बढ़ गयी है और यहाँ उपकरण अंतरिक्ष से आने वाले अति सूक्ष्म सिगनल का भी पता लगा सकता है | इसरो भी इस दिशा में महत्व पूर्ण कार्य कर रहा है और इसरो द्वारा प्रस्तावित उपकरण का मुख्य उद्देश्य बाह्य ग्रह कि संरचना और उसके वातावारण का अध्ययन करना है | आशा है इसरो और दूसरी अंतरिक्ष एजेन्सी द्वारा इस दिशा में और अधिक विस्तार से कार्य क्या जा सकेगा और हम इस प्रश्न का भी जवाब ढूँढ पाए कि क्या हम इस विशाल अंतरिक्ष में अकेले है या कही और भी जीवन है |

आभार

लेखक उन सभी सह अभियांतायाओ को धन्यवाद ज्ञापित करता है जिन्होंने इस उपकरण के निर्माण एवम परिक्षण में कार्य कर रहे है | इसके अलावा लेखक संस्थान के निदेशक, सहा निदेशक एवम ग्रुप निदेशक का भी धन्यवाद ज्ञापित करता है जिनकी सतत प्रेरणा से यहाँ लेख लिख सका | लेखक पी आर एल हिन्दी विज्ञान को भी संगोष्ठी हेतु हार्दिक धन्यवाद ज्ञापित करता है |

लेखक परिचय:

डॉ. हरीश सेठ ने वर्ष 1993 में सुखाड़िया यूनिवर्सिटी से एम.एस.सी (फिजिक्स) की डिग्री एवं 2019 में निरमा यूनिवर्सिटी से पीचडी की उपाधि प्राप्त की। वर्ष 1997 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में सुदूर संवदेन क्षेत्र में कार्य प्रारंभ किया एवं वर्तमान में वरिष्ठ वैज्ञानिक के पद पर कार्यरत है।

लघु लागत एवं स्वदेशी एलडब्ल्यूए-कैलिस्टो प्रणाली द्वारा सौर रेडियो विस्फोटों का अध्ययन: यूएसओ-पीआरएल से प्रारंभिक परिणाम

कुशाग्र उपाध्याय[1], भुवन जोशी

[1]वैज्ञानिक/इंजीनियर 'एसडी', [1]उदयपुर सौर वेधशाला, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (पीआरएल), उदयपुर, भारत

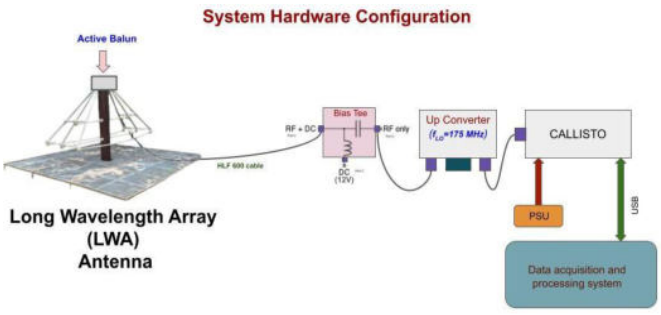
सार

सौर ज्वालाएं, किरीटीय द्रव्यमान उत्सर्जन (सीएमई) के दौरान उत्पन्न रेडियो उत्सर्जन, जिन्हें सौर रेडियो बर्स्ट कहा जाता है, यह सौर वायुमंडल में होने वाली उच्च-ऊर्जा प्रक्रियाओं की प्रत्यक्ष जानकारी प्रदान करते हैं। 10 से 80 MHz की न्यून आवृत्ति पर इन सिग्नलों का अवलोकन सौर प्लाज्मा की संरचना और उसकी गतिकी को समझने में सहायक होता है। इस उद्देश्य हेतु भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (पीआरएल) के अधीन उदयपुर सौर वेधशाला (यूएसओ-पीआरएल) में एक स्वदेशी, लघु लागत युक्त, और कॉम्पैक्ट रेडियो स्पेक्ट्रोग्राफ प्रणाली विकसित की गई है। इसमें एलडब्ल्यूए ऐंटेना, सक्रिय बैलून, 175 MHz अप-कन्वर्टर एवं कैलिस्टो रिसीवर सम्मिलित हैं। यह लेख प्रणाली के डिज़ाइन, संचालन विधियों और प्रारंभिक वैज्ञानिक परिणामों की विवेचना करता है।

प्रस्तावना

सौर विस्फोटक घटनाओं से जुड़े क्षणिक रेडियो उत्सर्जन को अक्सर रेडियो विस्फोट कहा जाता है जिससे अंतर्निहित ऊर्जा उत्सर्जन प्रक्रिया की संक्षिप्त, ऊर्जावान और विस्फोटक विशेषताओं पर ज़ोर दिया जा सके। इन विस्फोटों का निम्न-आवृत्ति क्षेत्र (~10-80 मेगाहर्ट्ज) तक विस्तार, सूर्य की गतिशील प्लाज्मा प्रक्रियाओं के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करता है यह चुंबकीय सौर वायुमंडल में ज्वालाओं और किरीटीय द्रव्यमान उत्सर्जन (सीएमई) की प्रतिक्रिया में उत्पन्न होती हैं। ऐसी घटनाओं का व्यवस्थित रूप से अवलोकन करने के लिए, एक निम्न-आवृत्ति सौर रेडियो स्पेक्ट्रोग्राफ विकसित किया गया है और उदयपुर सौर वेधशाला, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (यूएसओ-पीआरएल) में तैनात किया गया है। जनवरी 2024 से चालू, यह प्रणाली एक दीर्घ तरंगदैर्ध्य ऐंटेना (एलडब्ल्यूए), एक सक्रिय बैलुन सर्किट, एक 175 मेगाहर्ट्ज अप-कन्वर्टर और एक कैलिस्टो स्पेक्ट्रोमीटर को एकीकृत करती है। सक्रिय बैलून वाले एलडब्ल्यूए ऐंटेना का S-पैरामीटर पूरे बैंड में लगातार स्वीकार्य सीमा में बना रहता है, जो अच्छी संवेदनशीलता के लिए महत्वपूर्ण है। यह शोधपत्र प्रतिबाधा-मिलान पद्धतियों, सिस्टम रणनीतियों, अभिकल्प, सिग्नल प्रदर्शन सहित प्रसंस्करण बेंचमार्क का अवलोकन प्रस्तुत करता है। इसके अतिरिक्त, हम 24 जुलाई, 2024 को दर्ज किए गए एक सुपरिभाषित सौर रेडियो विस्फोट को प्रदर्शित करते हैं, जो सक्रिय क्षेत्र AR13751 से M3.6 GOES एक्स-रे श्रेणी के सौर प्रज्वाल से जुड़ा है। इस नव स्थापित एलडब्ल्यूए आधारित सौर रेडियो स्पेक्ट्रोमीटर प्रणाली द्वारा दर्ज किए जा रहे उत्कृष्ट डेटा, कॉम्पैक्ट और लागत प्रभावी उपकरणों के माध्यम से अंतरिक्ष मौसम अनुसंधान और कोरोनल चुंबकीय क्षेत्र निदान को आगे बढ़ाने में इसकी क्षमताओं को दर्शाते हैं।

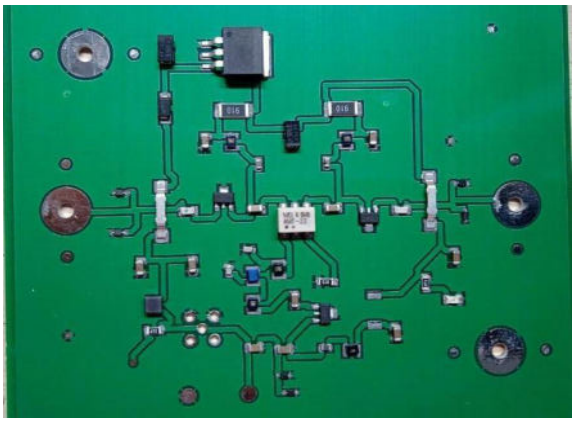
हार्डवेयर विन्यास



चित्र 1. नव स्थापित एलडब्ल्यूए-आधारित सौर रेडियो स्पेक्ट्रोमीटर प्रणाली का हार्डवेयर विन्यास।

एलडब्ल्यूए आधारित प्रणाली के फ्रंट-एंड में एक इनवर्टेड-V द्विध्रुवीय ऐंटेना शामिल है [1], जिसे एक्टिव बैलून

सर्किट [2] से जोड़ा गया है। इस सर्किट में प्रतिबाधा-मिलान नेटवर्क, दो Gali-74 प्रवर्धक, बैंडपास फिल्टर (10-80 MHz), और एक 12V स्थिर वोल्टेज स्रोत है। यह एक्टिव बैलून उच्च सिग्नल-टू-नॉइज़ अनुपात प्राप्त करने हेतु अभिकल्प किया गया है। ऐंटेना के निर्गम को एक Mini-Circuits हाइब्रिड कपलर (AMT-32+) के माध्यम से जोड़ा गया है जो डिफरेंशियल मोड सिग्नलों को 50 ओम में बदल देता है। बैक-एंड में एक 175 MHz का अप-कन्वर्टर है जो सिग्नल को कैलिस्टो रिसीवर [3] की कार्यशील सीमा (45-870 MHz) में परिवर्तित करता है।



चित्र 3: सक्रिय बालुन सर्किट की पीसीबी

ऐंटेना अभिकल्प एवं सिमुलेशन

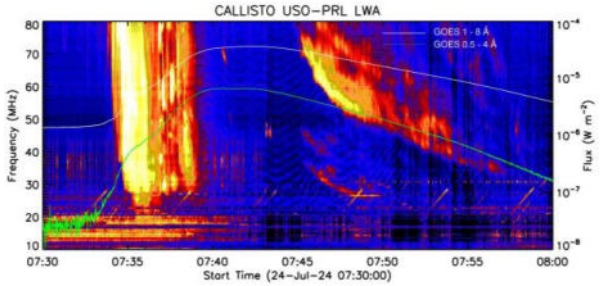
एलडब्ल्यूए ऐंटेना का प्रत्येक ब्लेड त्रिकोणीय आकार (1.542×1.542×0.8 मीटर) में निर्मित है तथा यह लकड़ी के खंभे पर लगाया गया है। इसके नीचे 3×3 मीटर की स्टेनलेस स्टील ग्राउंड स्क्रिन लगाई गई है जिससे संकेतों की परावृत्ति कम होती है। ऐंटेना को CST सॉफ्टवेयर में सिम्युलेट किया गया है, जिससे 10 Ω से 550 Ω तक की उच्च प्रतिबाधा भिन्नता का पता चलता है, जिसमें S-पैरामीटर संपूर्ण आवृत्ति रेंज में -5 dB से अधिक रहता है। इसके अतिरिक्त, ऐंटेना की लब्धि 1 dB से कम रहती है।

चित्र 2. यूएसओ-पीआरएल, उदयपुर में स्थापित दीर्घ तरंगदैर्ध्य ऐरे (एलडब्ल्यूए) ऐंटेना प्रणाली का चित्र। चित्र में सक्रिय बलून सर्किट और स्टेनलेस स्टील की जाली भी दिखाई दे रही है।

प्रतिबाधा मिलान और प्रवर्धन की समस्या का निरूपण करने के लिए, एक सक्रिय बैलून (चित्र 3 और चित्र 4) अभिकल्प किया गया है, जिसमें एक मिलान नेटवर्क, प्रवर्धक, बैंडपास फ़िल्टर और 12 V विनियमित विद्युत प्रदाय शामिल है। चित्र 3 में दर्शाए गए सक्रिय बैलून में प्रत्येक ब्लेड टर्मिनल पर दो Gali-74 प्रवर्धक हैं, जो 2.5 dB के रव आंकड़े के साथ 25.5 dB का लब्धि प्रदान करते हैं। प्रवर्धक आंतरिक रूप से 50 Ω से मेल खाता है, जिससे 50 Ω निर्गम प्रतिबाधा सुनिश्चित होती है। विभेदक निर्गम एक मिनी-सर्किट हाइब्रिड कपलर (AMT-32+), एक विस्तृत बैंड, दो-तरफ़ा, 0°/180° सरफेस-माउंट मैजिक-टी स्प्लिटर/कॉम्बिनर से जुड़े होते हैं। यह कपलर संचालन आवृत्ति रेंज में उच्च पृथक्करण के साथ न्यूनतम आयाम और कला असंतुलन प्रदर्शित करता है। जब 180° हाइब्रिड कपलर के निवेश पोर्ट पर एक विभेदक सिग्नल लगाया जाता है, तो सम पोर्ट (Σ) को समान-परिमाण, विपरीत-कला सिग्नलों के रद्द होने के कारण आदर्श रूप से कोई शक्ति प्राप्त नहीं होती है। सम पोर्ट को 50 Ω से टर्मिनेट करने से कोई भी अवशिष्ट उभयनिष्ठ-मोड सिग्नल अवशोषित हो जाता है, जिससे परावर्तन को रोका जा सकता है और रव को कम किया जा सकता है। चूँकि कपलर 50 Ω प्रतिबाधा सुनिश्चित करते हुए, प्रतिबाधा संतुलन बनाए रखता है एवं सभी अंतर-मोड शक्ति अंतर पोर्ट (Δ) की ओर निर्देशित होती है। यह विशेषता हाइब्रिड कपलर को एक प्रतिबाधा-मिलान

नेटवर्क के रूप में कार्य करने की अनुमति देती है। अंतर पोर्ट से निर्गम को 10-80 मेगाहर्ट्ज के पासबैंड वाले बटरवर्थ बैंडपास फ़िल्टर के माध्यम से आगे संसाधित किया जाता है, जिसके बाद लब्धि बढ़ाने के लिए गैली-6 प्रवर्धक का उपयोग किया जाता है। अंतिम निर्गम को आगे सिग्नल संसाधन के लिए एक समाक्षीय केबल के माध्यम से बैक-एंड सिस्टम में प्रेषित किया जाता है।

अवलोकन परिणाम



चित्र 4. सौर गतिशील स्पेक्ट्रम 24 जुलाई, 2024 को M3.6 सौर ज्वाला से जुड़े रेडियो विस्फोटों को दर्शाता है। प्रज्वाल विकास के चरणों के साथ रेडियो गतिविधियों के बीच तुलना के लिए, GOES के 0.5-4 और 1-8 Å चैनलों में ज्वाला के प्रकाश वक्रों को ओवरप्लॉट किया गया है।

24 जुलाई 2024 को सक्रिय क्षेत्र AR13751 में उत्पन्न M3.6 GOES श्रेणी की सौर ज्वाला के दौरान कैलिस्टो प्रणाली द्वारा एक प्रमुख रेडियो डायनामिक स्पेक्ट्रम दर्ज किया गया। इस स्पेक्ट्रम में 07:34-07:39 UTC के मध्य एक तीव्र टाइप III रेडियो बर्स्ट रिकॉर्ड हुआ, जो तेज़ गति से बाहर निकलते इलेक्ट्रॉनों का संकेत देता है। इसके बाद एक धीमी गति से बहता हुआ टाइप II बर्स्ट देखा गया, जो CME द्वारा संचालित कोरोनल प्रघात से उत्पन्न होता है। न्यूकिर्क मॉडल [4] के अनुसार इस प्रघात की अनुमानित गति 432.65 किमी/सेकंड रही, जबकि SECCHI Cor2 के अनुसार उसी CME की श्वेत प्रकाशीय गति ~408 किमी/सेकंड मापी गई।

निष्कर्ष

यूएसओ-पीआरएल द्वारा विकसित एलडब्ल्यूए-कैलिस्टो प्रणाली सौर विस्फोटों के अध्ययन हेतु एक विश्वसनीय, लघु लागत एवं स्वदेशी समाधान प्रदान करती है। इस प्रणाली की उच्च संवेदनशीलता एवं स्पेक्ट्रल परास इसे सौर गतिविधियों के नियमित अवलोकन हेतु उपयुक्त बनाती है। प्रारंभिक अवलोकनों से यह सिद्ध होता है कि यह प्रणाली रेडियो स्पेक्ट्रम में जटिल सौर घटनाओं का सफलतापूर्वक विश्लेषण कर सकती है।

आभार

लेखकगण भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (पीआरएल) के निदेशक डॉ. अनिल भारद्वाज को परियोजना में समर्थन एवं मार्गदर्शन हेतु धन्यवाद देते हैं। साथ ही श्री हितेश वाघेला (पीआरएल वर्कशॉप प्रमुख) को ऐंटेना निर्माण में सहयोग हेतु विशेष आभार।

सन्दर्भ

[1] Paravastu et al., LWA Engineering Memos, 2007

[2] Hicks et al., Active Antenna Designs, 2005

[3] Benz et al., e-CALLISTO, Earth Moon Planet, 2009

[4] Newkirk, G., The Astrophysical Journal, 1961

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

<< विभेदक छवि गतियों का उपयोग करके फ्राइड पैरामीटर का अनुमान >>

श्रुति सिन्हा[1], ए. राजा बयाना[2]

<< कनिष्ठ अनुसंधान फ़ेलो, यूएसओ-पीआरएल, shruti@prl.res.in>>

सार

वायुमंडलीय विक्षोभ किसी भी भू-आधारित दूरबीन की छवि गुणवत्ता को कम कर देता है। परिणामस्वरूप, खगोलविदों के लिए उन उच्च आवृत्ति विशेषताओं की पहचान करना कठिन हो जाता है जो उनके विवर्तन-सीमित प्रकाशिक तंत्रों द्वारा "अनुमत" होती हैं, जिससे उनकी दृश्यता सीमित हो जाती है। वायुमंडलीय विक्षोभ की तीव्रता का परिणाम, अवलोकन स्थल पर वायुमंडलीय विक्षोभ से संबंधित फ्राइड पैरामीटर नामक एक सांख्यिकीय मात्रा की गणना करके किया गया है। इस कार्य में, उदयपुर सौर वेधशाला के अवलोकन स्थल के लिए विभेदक छवि गत विधि का उपयोग करके फ्राइड पैरामीटर का अनुमान लगाया गया है। प्रारंभिक परिणाम यहां प्रस्तुत हैं।

प्रस्तावना

वायु की संवहन गतियाँ विक्षोभ उत्पन्न करती हैं। ऐसे विक्षुब्ध माध्यम से गुजरने वाली प्रकाश किरण तरंगाग्र विकृतियों से गुज़रेगी जिसे खगोलीय दृष्टि कहते हैं। अतः, वायुमंडलीय विक्षोभ किसी भी भू-आधारित दूरबीन के विभेदन को सीमित कर देता है। वायुमंडलीय विक्षोभ की प्रबलता फ्राइड के पैरामीटर (r0) द्वारा अभिलक्षित होती है। इसे एक वृत्ताकार क्षेत्र के व्यास के रूप में परिभाषित किया जाता है जिस पर तरंगाग्र-उतार-चढ़ाव का प्रसरण 1 वर्ग रेडियन से कम होता है। अतः, एपर्चर D > r0 वाली दूरबीनों में दृश्यता सीमित होगी। विक्षोभ का सिद्धांत बताता है कि r0 उच्च तरंगदैर्घ्य पर बेहतर होता है जिससे कला में उतार-चढ़ाव कम होता है, इस प्रकार उच्च तरंगदैर्घ्य पर प्रतिबिंबन कम प्रभावित होगा।[3]

दृश्य क्षेत्र की दृश्य सीमा से परे छवि गुणवत्ता में सुधार के लिए कुछ विधियां मौजूद हैं; अनुकूली प्रकाशिकी उनमें से एक है, जो वास्तविक समय में वायुमंडलीय विक्षोभ की क्षतिपूर्ति करती है। हालांकि, इन सभी विधियों के लिए फ्राइड पैरामीटर और संसक्ति समय का ज्ञान आवश्यक है। r0 ज्ञात करने के लिए कई विधियाँ हैं, जैसे (a) प्रस्फुटन (b) आगमन कोण में उतार-चढ़ाव, (c) विभेदक छवि गति, और (d) वर्णक्रमीय अनुपात विधि... आदि।

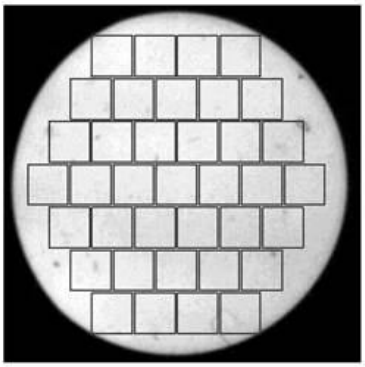
इस कार्य में, हम उदयपुर सौर वेधशाला में दृश्यता का अनुमान लगाने के लिए विभेदक प्रतिबिम्ब गतिविधि का प्रयोग कर रहे हैं। ये अवलोकन उदयपुर सौर वेधशाला में कार्यरत 50-सेमी बहु-अनुप्रयोग सौर दूरबीन (MAST) का उपयोग करके प्राप्त किए गए थे। MAST का उद्देश्य सौर चुंबकत्व और सौर गतिविधि की गतिशीलता को समझने के लिए प्रकाशिक तरंग दैर्ध्य में सौर प्रकाशमंडल और वर्णमंडल के उच्च-रिज़ॉल्यूशन अवलोकन प्राप्त करना है।

प्रयोग का विवरण:

जैसा कि पहले बताया गया है, हमने यूएसओ पर दृश्यता का अनुमान लगाने के लिए विभेदक छवि गतिविधि (डीआईएमएम) [1] का उपयोग किया। डीआईएमएम आगमन कोण में उतार-चढ़ाव का एक संशोधित संस्करण है।

इस विधि में दूरबीन तल में रखे गए दो उप-छिद्रों के बीच आगमन कोण में उतार-चढ़ाव के अंतर के कारण, विभेदक छवि गतियों को देखकर r0 का अनुमान लगाना शामिल है। हालांकि, हमारे पास यूएसओ में डीआईएमएम के लिए स्टैंड-अलोन ऑप्टिकल सेटअप नहीं है, इसलिए, हमने विभेदक छवि गति की निगरानी के लिए मौजूदा शेक-हार्टमैन वेवफ्रंट सेंसर (एसएचडब्ल्यूएफएस) का इस्तेमाल किया। एसएचडब्ल्यूएफएस यूएसओ में मौजूदा

निम्न-क्रम अनुकूली प्रकाशिकी प्रणाली का एक हिस्सा है। एसएचडब्ल्यूएफएस में 37 वर्ग लेंसलेट के साथ एक माइक्रो-लेंस सरणी शामिल है। चित्र 1 दूरबीन के पुनः-प्रतिबिंबित पुतली पर लेंसलेट ज्यामिति को दर्शाता है। उप-छिद्र छवियों का प्लेट स्केल लगभग 0.625 आर्कसेकेंड प्रति पिक्सेल है। उप-छिद्रों के बीच पृथक्करण 6.45 सेमी है विभेदक छवि गति निगरानी के लिए हमने आवश्यक समीकरणों [2, 4] के साथ उप-छिद्रों के विभिन्न संयोजनों का उपयोग किया है।

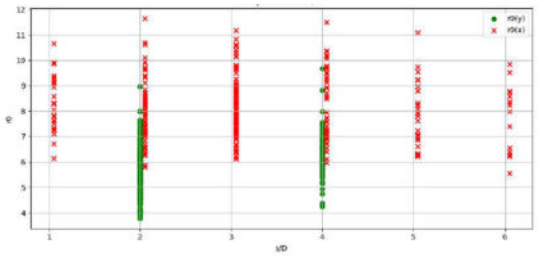


चित्र-1: MAST दूरबीन के पुनः-चित्रित पुतली तल पर लेंसलेट सरणी ज्यामिति।

डेटा विश्लेषण और प्रारंभिक परिणाम

SHWFS से ओपन-लूप डेटा (अर्थात अनुकूली प्रकाशिकी सुधार के बिना) 24.04.2025 को प्राप्त किया गया। इस डेटा सेट में लगभग 9 सेकंड में प्राप्त 8192 माप शामिल हैं। डेटा फ़ाइल में समय की जानकारी के साथ-साथ x- और y-दिशाओं में वायुमंडलीय विक्षोभ के कारण 37 उप-छिद्रों में देखी गई छवि गति शामिल है।

विभिन्न उप-एपर्चर संयोजनों के अनुरूप अनुदैर्ध्य और अनुप्रस्थ विभेदक छवि गतियों के डेटा-सेट के लिए r0 का औसत मान, के बीच गणितीय संबंधों की सहायता से गणना की गई है।



चित्र 2: विभिन्न उप-छिद्र संयोजनों के अनुरूप अनुदैर्ध्य (लाल) और अनुप्रस्थ (हरा) विभेदक छवि गतियों से r0 मान।

चित्र 2 में s/D के विभिन्न मानों के लिए अनुदैर्ध्य और अनुप्रस्थ विभेदक छवि गतियों के अनुरूप r0 के लिए प्राप्त मूल्यों में देखे गए बदलावों का चित्रमय प्रतिनिधित्व दिखाया गया है। नीले बिंदु अनुप्रस्थ विस्थापन के लिए गणना किए गए बिंदुओं को दर्शाते हैं, जबकि लाल निशान अनुदैर्ध्य विस्थापन के लिए गणना किए गए बिंदुओं को दर्शाते हैं। विभेदक छवि गति के अनुदैर्ध्य और अनुप्रस्थ विचरण से अनुमानित फ्राइड का पैरामीटर एक दूसरे से सहमत नहीं है, जिसे समझने की आवश्यकता है। विभिन्न लेन्सलेट संयोजनों के लिए प्राप्त r0 के इन सभी मूल्यों का औसत लगभग 7 सेमी निकलता है। संबंधित अवलोकन स्थल के लिए r0 का समग्र अनुमान प्राप्त करने के लिए, वर्ष भर अलग-अलग मौसमों में, अलग-अलग समय पर एक ही प्रक्रिया को किया जाना चाहिए।

निष्कर्ष

वायुमंडलीय विक्षोभ की विशेषता बताने वाले फ्राइड पैरामीटर का ज्ञान, दृश्यता को कम करने वाली विधियों को विकसित करने के लिए महत्वपूर्ण है। इस कार्य में, हमने मौजूदा SHWFS के विभिन्न उप-छिद्रों में विभेदक छवि गति की निगरानी करके r0 मान का अनुमान लगाया। विभिन्न लेंसलेट संयोजनों के लिए प्राप्त r0 के इन सभी मानों का औसत लगभग 7 सेमी निकला।

वायुमंडलीय विक्षोभ की विशेषता बताने वाले फ्राइड पैरामीटर का ज्ञान, दृश्यता को कम करने वाली विधियों को विकसित करने के लिए महत्वपूर्ण है। इस कार्य में, हमने मौजूदा SHWFS के विभिन्न उप-छिद्रों में विभेदक छवि गति की निगरानी करके r0 मान का अनुमान लगाया। विभिन्न लेंसलेट संयोजनों के लिए प्राप्त r0 के इन सभी मानों का औसत लगभग 7 सेमी निकला।

आभार

मैं डॉ. ए. राजा बयाना के मार्गदर्शन के लिए तथा MAST टीम के प्रति आभार व्यक्त करना चाहूंगी , जिन्होंने मुझे MAST डेटा उपलब्ध कराया।

सन्दर्भ

1. फ्राइड, डी.एल.: 1975, रेडियो साइंस, 10, 71
2. सरज़िन, एम. और रोडियर, एफ.: 1990, खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी, 227, 294.
3. टायसन, आर.के.: 1991, बोस्टन: एकेडमिक प्रेस, 1991
4. शार्मर, जी.बी., एट अल., 2019, खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी, 626, A55

बहु-लेन प्रकार II सौर रेडियो विस्फोट: कोरोना में आघात प्रसार की अंतर्दृष्टि

दिव्या पालीवाल, नादीया के. [2], **अंशु कुमारी** [3]

कनिष्ठ अनुसंधान फ़ेलो , यूएसओ-पीआरएल, divya@prl.res.in

सार

सौर रेडियो विस्फोट, सूर्य पर छोटे और बड़े पैमाने पर होने वाले विस्फोटों के पीछे अंतर्निहित भौतिक तंत्रों के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान कर सकते हैं। चूँकि मीट्रिक रेडियो अवलोकन हमें आंतरिक और मध्य कोरोना तक सीधी पहुँच प्रदान करते हैं, इसलिए वे कोरोना की गतिशीलता की निगरानी और समझने के लिए मूल्यवान उपकरण हैं। टाइप II मीट्रिक रेडियो विस्फोट, कोरोना के झटकों के संकेत हैं और लगभग 1.1-2.5 R_सूर्य की ऊँचाई सीमा में अवलोकनों के लिए प्रॉक्सी के रूप में कार्य करते हैं। हमने एक टाइप II रेडियो विस्फोट का अध्ययन किया जिसमें मूल और हार्मोनिक दोनों लेन के स्पष्ट संकेत थे, जिनमें से प्रत्येक में विभाजित बैंड दिखाई दे रहे थे। दिलचस्प बात यह है कि हार्मोनिक बैंड ने निम्न आवृत्तियों पर और अधिक विभाजन दिखाया। रेडियो इमेजिंग का उपयोग करके प्रारंभिक विश्लेषण से कई इलेक्ट्रॉन त्वरण स्थलों का पता चलता है. जैसा कि नैन्से रेडियोहेलियोग्राफ (NRH) डेटा दवारा देखा गया है।

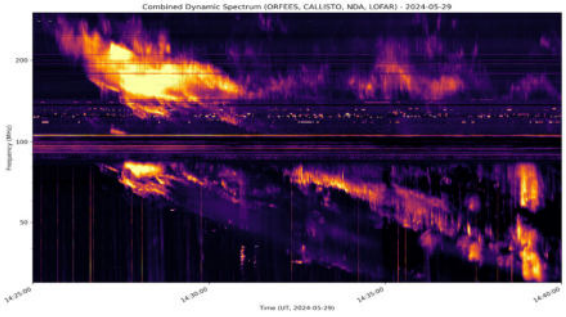
प्रस्तावना

सूर्य की गतिशील प्रकृति इसे प्लाज्मा और विद्युत चुम्बकीय प्रक्रियाओं की एक विस्तृत श्रृंखला की खोज के लिए एक शक्तिशाली प्रयोगशाला बनाती है। सौर गतिविधियों का अध्ययन करने के लिए उपयोग किए जाने वाले कई उपकरणों में, रेडियो अवलोकन एक विशिष्ट रूप से महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। दृश्य, EUV, या एक्स-रे अवलोकनों के विपरीत, सौर रेडियो उत्सर्जन इलेक्ट्रॉन त्वरण और प्लाज्मा अस्थिरता जैसी गैर-तापीय प्रक्रियाओं के प्रति अत्यधिक संवेदनशील होते हैं, जिससे वे ज्वालाओं, प्रघात तरंगों और कोरोनल द्रव्यमान उत्सर्जन (CME) जैसी ऊर्जावान घटनाओं को समझने के लिए आवश्यक हो जाते हैं। ऊर्जावान सौर घटनाओं के निदान के रूप में रेडियो विस्फोट सौर रेडियो विस्फोट, कोरोनाल प्लाज्मा के साथ परस्पर क्रिया करने वाली ऊर्जावान इलेक्ट्रॉन आबादी से उत्पन्न क्षणिक उत्सर्जन हैं। इन विस्फोटों को उनकी वर्णक्रमीय आकृति विज्ञान, अवधि और संबंधित भौतिक प्रक्रियाओं के आधार पर कई प्रकारों (I-V) में वर्गीकृत किया गया है।

डेटा विश्लेषण और परिणाम:

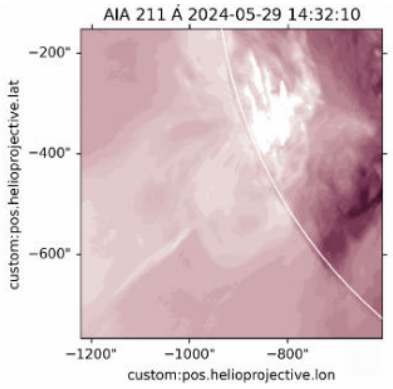
हम 29 मई 2024 की सौर रेडियो घटना का विश्लेषण करते हैं, और मल्टीलेन टाइप II रेडियो बर्स्ट की उत्पत्ति पर ध्यान केंद्रित करते हैं–गतिशील स्पेक्ट्रम में कई, निकट-अंतरित लेन के रूप में देखी गई सूक्ष्म संरचनाएँ।

पारंपरिक रूप से शॉक-संबंधी घनत्व परिवर्तनों के कारण बैंड विभाजन से जुड़े, ये लक्षण विशिष्ट स्थानिक स्रोतों से भी उत्पन्न हो सकते हैं। नैन्से रेडियोहेलियोग्राफ़ (NRH) से प्राप्त उच्च-रिज़ॉल्यूशन इमेजिंग का उपयोग करते हुए, डायनेमिक स्पेक्ट्रा के साथ, हम इस संभावना की जाँच करते हैं। इसके अतिरिक्त, AIA बहु-तरंगदैर्ध्य प्रेक्षण विभिन्न कोरोनल तापमानों पर फ्लेयर चिह्नों को प्रकट करते हैं, जो शॉक-संचालित गतिविधि की उपस्थिति का समर्थन करते हैं।

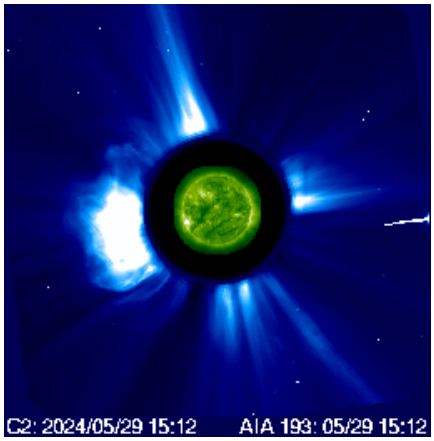


चित्र 1: टाइप II बर्स्ट का ज़ूम-इन किया गया गतिशील स्पेक्ट्रम, उन्नत कंट्रास्ट और कलरमैप के साथ, बैंड

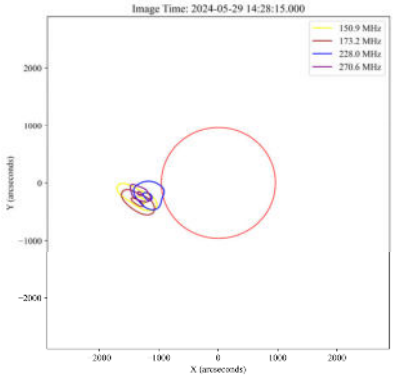
विभाजन के भीतर मल्टीलेन उपसंरचनाओं को प्रकट करता है।



चित्र 2: AIA EUV चैनल प्रारंभिक चरण के विस्फोट को दर्शाते हैं



चित्र 3: LASCO-C2 छवि, CME के प्रारंभिक प्रसार के दौरान असममित प्रघात संरचना को दर्शाती है

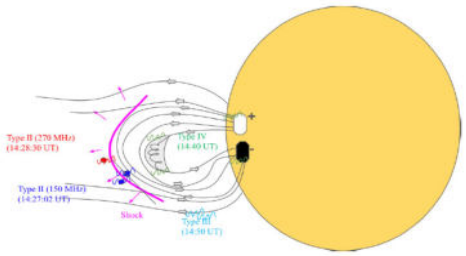


चित्र 4: पार्श्व किनारों (बाएँ) की तुलना में अधिक तीक्ष्ण और विस्तृत है, जो असमान विस्तार को दर्शाता है। दाएँ फलक: 14:28:15 UT पर 228 MHz स्रोत 270.6 MHz स्रोत के नीचे स्थित है, जो अपेक्षित आवृत्ति-ऊँचाई संबंध का उल्लंघन करता है।

<u>भौतिक परिदृश्य:</u>

नीचे चित्र एक सौर विस्फोटक घटना के दौरान देखे गए विभिन्न प्रकार के सौर रेडियो विस्फोटों के लौकिक और वर्णक्रमीय विकास को दर्शाता है। 14:28:30 UT (लाल) पर, 270 मेगाहर्ट्ज पर एक उच्च-आवृत्ति वाला टाइप II विस्फोट देखा गया, जो सघन, निचले कोरोना से उत्सर्जन का संकेत देता है। यह एक मजबूत झटके की उपस्थिति या घने चुंबकीय छोरों के साथ बातचीत का सुझाव देता है। 14:27:02 UT (नीला) पर 150 मेगाहर्ट्ज पर एक निम्न-आवृत्ति वाला टाइप II विस्फोट दिखाई देता है, जो उच्च और अधिक विरल कोरोना (संभवतः झटके का अग्रणी किनारा) से उत्पन्न होता है। बाद में, 14:40 UT (हरा) पर सीएमई या पोस्ट-फ्लेयर लूप में फंसे इलेक्ट्रॉनों से व्यापक, लंबी अवधि के उत्सर्जन को दर्शाता है;

इससे पता चलता है कि शॉक ज्यामिति और प्लाज्मा असमानता रेडियो लेन की देखी गई आवृत्तियों और ऊंचाइयों को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करती है



चित्र 5: सीएमई-चालित शॉक और उससे जुड़े रेडियो बर्स्ट प्रकारों का योजनाबद्ध आरेख। विस्तारित सीएमई, कोरोना के माध्यम से एक शॉक फ्रंट को चलाता है, जिसके परिणामस्वरूप ऊँचाई, घनत्व और चुंबकीय संरचनाओं के आधार पर विभिन्न प्रकार के रेडियो उत्सर्जन होते हैं।

निष्कर्ष

यह अध्ययन 29 मई 2024 को देखे गए एक जटिल मल्टी-लेन टाइप II सौर रेडियो बर्स्ट का विश्लेषण करता है, जिसमें नानकाय रेडियोहेलियोग्राफ़ (NRH) से कैलिब्रेटेड डायनेमिक स्पेक्ट्रा और उच्च-रिज़ॉल्यूशन इमेजिंग का उपयोग किया गया है। बर्स्ट ने स्पष्ट मूल और हार्मोनिक उत्सर्जन लेन, विशिष्ट बैंड विभाजन और ठीक संरचनाओं के साथ, विशेष रूप से निम्न आवृत्तियों पर, प्रदर्शित किए। ये विशेषताएं एक संरचित और विकसित शॉक फ्रंट की उपस्थिति का सुझाव देती हैं जो अमानवीय सौर कोरोना के साथ परस्पर क्रिया करता है। इमेजिंग डेटा से पता चला कि विभिन्न लेन के रेडियो स्रोत सह-स्थानिक नहीं थे, जो शॉक फ्रंट के विभिन्न क्षेत्रों के साथ कई इलेक्ट्रॉन त्वरण साइटों का संकेत देते हैं। दिलचस्प बात यह है कि कुछ निम्न-आवृत्ति स्रोत उच्च-आवृत्ति स्रोतों की तुलना में कम ऊंचाई पर दिखाई दिए | मानक प्लाज़्मा उत्सर्जन सिद्धांत की अपेक्षाओं के विपरीत, जो उच्च आवृत्तियों को सघन, निम्न कोरोनल क्षेत्रों से जोड़ता है।यह असामान्य आवृत्ति-ऊँचाई संबंध जटिल प्रघात ज्यामिति, विषमदैशिक चुंबकीय क्षेत्रों और कोरोनल घनत्व में स्थानीय विविधताओं की ओर इशारा करता है। ये निष्कर्ष सरल एक-आयामी घनत्व मॉडल और मूल-हार्मोनिक युग्मों की पारंपरिक व्याख्या के उपयोग को चुनौती देते हैं। इसके बजाय, अध्ययन त्रि-आयामी कोरोनल मॉडलिंग और गतिशील प्रघात विश्लेषण के महत्व पर ज़ोर देता है।

आभार

हम डेटा को उपलब्ध कराने के लिए SDO, SOHO, STEREO टीमों का धन्यवाद करते हैं। हम रेडियो स्पेक्ट्रल डेटा के लिए e-CALLISTO नेटवर्क और IDOLS (इंक्रीमेंटल डेवलपमेंट ऑफ़ LOFAR स्पेसवेदर) परियोजना और इमेजिंग डेटा के लिए नैन्से रेडियोहेलियोग्राफ़ (NRH) का भी आभार व्यक्त करते हैं।

सन्दर्भ

1. मैकलीन और लैब्रम, *सौर रेडियोभौतिकी*, 1985.
2 .मैया एट अल., *रेडियो शॉक सिग्नेचर*, एपीजे लेट., 2000.
3. केन्र्स और रॉबिन्सन, *हेरिंगबोन बर्स्ट*, 1987.
4. हुंडहौसेन, *कोरोनल मास इजेक्शन*, 1999

मुख्य विषय : AL1-ASPEX-SWIS द्वारा सौर पवन की सटीक एवं दीर्घकालिक निगरानी का मूल्यांकन

ASPEX-SWIS संचालन का एक वर्ष - अवलोकन और वैज्ञानिक क्षमता

अभिषेक कुमार, शिवम पराशर, दीब्येंदु चक्रवर्ती
पद: अभिषेक कुमार , वैज्ञानिक/ अभियंता - 'एससी', प्रभाग: अंतरिक्ष एवं वायुमंडलीय विज्ञान
संस्थान: भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (Physical Research Laboratory), अहमदाबाद
ईमेल आईडी: abhishekkumar@prl.res.in

सार

आदित्य-एल1 मिशन, जो सूर्य-पृथ्वी प्रणाली के पहले लैग्रेंज बिंदु (L1) पर भारत का पहला समर्पित सौर वेधशाला मिशन है, अपने ASPEX पेलोड सूट के अंतर्गत सोलर विंड आयन स्पेक्ट्रोमीटर (SWIS) को लेकर गया है। यहां तक कि हेलो कक्षा में स्थिर होने से पहले ही, SWIS ने सौर वायु आयन स्पेक्ट्रा का लगभग सतत इन-सीटू मापन करना प्रारंभ कर दिया था। आयन वेग वितरण फलन (VDFs) के क्षणों की गणना करके सौर वायु के मूलभूत मापदंड जैसे घनत्व, औसत वेग, तापमान आदि निकाले गए हैं। इस अध्ययन के माध्यम से हम SWIS (जिसे आगे AL1-ASPEX-SWIS कहा गया है) के प्रदर्शन का मूल्यांकन Wind मिशन से प्राप्त समकालीन आंकड़ों के साथ तुलना करते हैं। 17 महीनों (जनवरी 2024 से मई 2025) की सांख्यिकीय तुलना से बल्क वेग में उच्च समानता ($R^2 \approx 0.94$, Wind मिशन के साथ) पाई गई, जबकि थर्मल स्पीड और घनत्व में अपेक्षित अंतर उपकरणों के भिन्न होने के कारण देखे गए। ये परिणाम यह पुष्टि करते हैं कि AL1-ASPEX-SWIS अस्थायी घटनाओं और दीर्घकालिक सौर वायु परिस्थितियों की निगरानी के लिए वैज्ञानिक रूप से अत्यंत उपयोगी है।

प्रस्तावना

आदित्य-एल1 मिशन भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (ISRO) का पहला समर्पित सौर वेधशाला मिशन है, जिसे सूर्य-पृथ्वी प्रणाली के पहले लैग्रेंज बिंदु (L1) पर स्थापित किया गया है। इस मिशन का उद्देश्य सूर्य और सौर गतिविधियों का निरंतर अवलोकन करना है, जिससे पृथ्वी पर अंतरिक्ष मौसम की समझ में सुधार हो सके। मिशन में शामिल ASPEX (Aditya Solar wind Particle Experiment) पेलोड सौर वायु के कणों का विश्लेषण करता है, और इसका एक महत्वपूर्ण घटक है सोलर विंड आयन स्पेक्ट्रोमीटर (SWIS)।

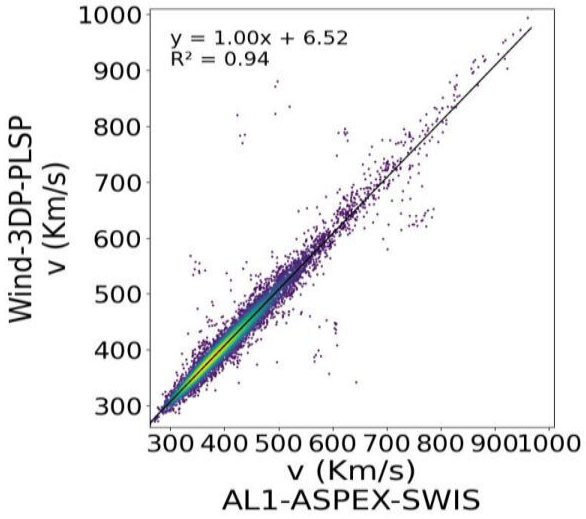
SWIS उपकरण का कार्य सौर वायु में उपस्थित आयनों के ऊर्जा-वितरण और वेग वितरण का मापन करना है। यह इन-सीटू मापन प्रणाली सौर वायु के घनत्व, वेग और तापमान जैसे मूलभूत गुणों को स
मझने में सहायता करती है। SWIS ने आदित्य-एल1 के हेलो कक्षा में स्थापित होने से पूर्व ही वैज्ञानिक डेटा एकत्र करना प्रारंभ कर दिया था। इस अध्ययन में SWIS के प्रदर्शन का मूल्यांकन किया गया है तथा इसे Wind मिशन द्वारा प्राप्त डेटा के साथ तुलना करके इसकी सटीकता और वैज्ञानिक उपयोगिता को प्रदर्शित किया गया है।

AL1-ASPEX-SWIS का दीर्घकालिक प्रदर्शन मूल्यांकन

AL1-ASPEX-SWIS के दीर्घकालिक प्रदर्शन और माप स्थिरता का आकलन करने के लिए, हमने जनवरी 2024 और मई 2025 के बीच एकत्रित प्रोटॉन मोमेंट डेटा का उपयोग करके एक क्रॉस-मिशन सत्यापन विश्लेषण किया। इस अंतराल के दौरान, सभी प्रासंगिक हाउसकीपिंग पैरामीटर–वोल्टेज, तापमान और धाराओं सहित–नाममात्र परिचालन सीमाओं के भीतर रहे, जिससे उपकरण का सुसंगत व्यवहार और डेटा अखंडता सुनिश्चित हुई।

तुलना की गई तीन राशियों में, बल्क वेग (v) पवन-SWE-PLSP के साथ सबसे प्रबल सहमति प्रदर्शित करता है, जिससे R^2 मान 0.94 और लगभग एकता ढलान प्राप्त होता है, जो AL1-ASPEX-SWIS वेग मापन की उच्च परिशुद्धता और विश्वसनीयता को उजागर करता है। इसके विपरीत, घनत्व और तापीय वेग की तुलना में, विशेष रूप से पवन-3DP और DSCOVR-

PlasMag के सापेक्ष, अधिक प्रकीर्णन देखा जाता है। ये विचलन अंतर-यंत्र अंशांकन अंतर, भिन्न स्थानिक नमूनाकरण, या सौर पवन प्लाज्मा में आंतरिक स्थानिक विषमता के कारण उत्पन्न हो सकते हैं। ये परिणाम सामूहिक रूप से सौर पवन वेग निदान के लिए AL1-ASPEX-SWIS के मजबूत प्रदर्शन की पुष्टि करते हैं, साथ ही उन क्षेत्रों की भी पहचान करते हैं–अर्थात् घनत्व और तापीय वेग अनुमान–जहाँ आगे शोधन या क्रॉस-अंशांकन सहमति को बढ़ा सकता है।



चित्र 1 जनवरी 2024 से मई 2025 तक विंड-SWE-PLSP और AL1-ASPEX-SWIS के बीच v की तुलना। y-अक्ष विंड-SWE-PLSP मानों को दर्शाता है; x-अक्ष AL1-ASPEX-SWIS मानों को दर्शाता है। रैखिक समाश्रयण फिट और R2 मान ओवरलेड हैं। बिंदु घनत्व को नीले (कम) से पीले (उच्च) तक रंग द्वारा दर्शाया गया है।

निष्कर्ष

इस अध्ययन के परिणामों से यह स्पष्ट होता है कि आदित्य-एल1 मिशन के अंतर्गत स्थापित सोलर विंड आयन स्पेक्ट्रोमीटर (AL1-ASPEX-SWIS) सौर वायु के इन-सीटू मापन में अत्यंत सक्षम और विश्वसनीय उपकरण है। SWIS ने, हेलो कक्षा में पूर्णतः स्थापित होने से पहले ही, लगभग निरंतर रूप से सौर वायु के आयनों का उच्च गुणवत्ता वाला डेटा एकत्र करना आरंभ कर दिया था। इसने सौर वायु के वेग वितरण फलन (VDFs) के क्षणों के आधार पर घनत्व, बल्क वेग, तापमान आदि जैसे महत्वपूर्ण भौतिक मापदंडों की गणना संभव बनाई।

जनवरी 2024 से मई 2025 की 17 महीनों की अवधि में AL1-ASPEX-SWIS द्वारा दर्ज किए गए आंकड़ों की तुलना Wind मिशन से प्राप्त समकालीन डेटा के साथ की गई। इस तुलनात्मक विश्लेषण में बल्क वेग के मामले में दोनों उपकरणों के आंकड़ों में उच्च स्तर की संगति देखी गई ($R^2 \approx 0.94$), जो SWIS की सटीकता को प्रमाणित करता है। हालांकि, थर्मल गति और घनत्व जैसे मापदंडों में अपेक्षित भिन्नताएं पाई गईं, जो अलग-अलग मापन विधियों और उपकरणीय संवेदनशीलताओं के कारण स्वाभाविक हैं।

उपग्रह अवसंरचना, संचार प्रणालियों, नेविगेशन नेटवर्क और पावर ग्रिड को सौर गतिविधि के प्रतिकूल प्रभावों से बचाने के लिए सौर पवन के गुणों और विशेषताओं को समझना अत्यंत महत्वपूर्ण है। L1 जैसे रणनीतिक स्थानों पर सौर पवन की सटीक और निरंतर निगरानी, सौर क्षणिक घटनाओं और परिवेशी प्लाज्मा स्थितियों की पूर्व चेतावनी और विस्तृत लक्षण-निर्धारण के लिए आवश्यक है। इस संदर्भ में, AL1-ASPEX-SWIS उपकरण का मूल्यांकन घटना-स्तरीय निदान और दीर्घकालिक निगरानी दोनों के माध्यम से सौर पवन गतिशीलता को पकड़ने में इसके प्रदर्शन के लिए किया गया है। विश्लेषण के सभी चरणों में, SWIS ने परिचालन स्थिरता और वैज्ञानिक अखंडता का प्रदर्शन किया है।

इन परिणामों से यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि AL1-ASPEX-SWIS न केवल सौर वायु की स्थायी अवस्थाओं की निगरानी में सक्षम है, बल्कि यह अस्थायी घटनाओं – जैसे सौर ज्वालाओं और कोरोनल मास इजेक्शन (CMEs) – की पहचान और विश्लेषण में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। यह उपकरण भविष्य में सौर-स्थलीय अंतःक्रियाओं की बेहतर समझ, अंतरिक्ष मौसम के पूर्वानुमान, और वैश्विक सौर भौतिकी अनुसंधान में भारत को एक अग्रणी स्थान दिलाने की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है।

आभार

आदित्य-एल1 एक वेधशाला-श्रेणी का मिशन है जो भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) द्वारा पूर्णतः वित्तपोषित और संचालित है। इस मिशन की परिकल्पना

और क्रियान्वयन विभिन्न इसरो केंद्रों की सहायता से किया गया है। विज्ञान पेलोड और विज्ञान-तैयार डेटा उत्पादों का निर्माण पेलोड पीआई संस्थानों द्वारा इसरो केंद्रों के साथ घनिष्ठ सहयोग से किया गया है। हम भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) के आदित्य-एल1 मिशन के डेटा के उपयोग के लिए आभार व्यक्त करते हैं, जो भारतीय अंतरिक्ष विज्ञान डेटा केंद्र (आईएसएसडीसी) में संग्रहीत है। लेखक आदित्य-एल1 मिशन के डिज़ाइन, विकास, एकीकरण, परीक्षण और संचालन में शामिल इसरो विज्ञान और इंजीनियरिंग टीमों और विभिन्न इसरो केंद्रों की टीमों को धन्यवाद देते हैं जिनके प्रयासों से यह मिशन संभव हो पाया है

सन्दर्भ

कुमार, अभिषेक, पराशर, शिवम, कुमार, प्रशांत, चक्रवर्ती, दीब्येंदु, बापट, भास, सरकार, अवीक, शाह, मनन एस., अदालजा, हितेशकुमार एल., पटेल, अर्पित आर., अध्यारु, प्रणव आर., शन्मुगम, एम., बैनर्जी, स्वरूप बी., सुब्रमणियम, के. पी., लाडिया, टिंकल, सेबास्टियन, जैकब, दलाल, बिजॉय, गुप्ता, आकाश, दधानिया, एम. बी., वडवाले, संतोष वी., गोयल, शिव कुमार, तिवारी, नीरज कुमार, सरड़ा, आदित्य, कुमार, सुशील, सिंह, निशांत, पैंकरा, दीपक कुमार, शर्मा, पीयूष, वर्मा, अभिषेक जे., जनार्दन, पी., एवं भारद्वाज, अनिल (2025)।

ASPEX-SWIS के एक वर्ष के संचालन की विशेषताएँ, अवलोकन और वैज्ञानिक संभावनाएँ।

arXiv: https://arxiv.org/abs/2507.17523

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

उप-विषय : अंतरिक्ष विज्ञान, ग्रहीय विज्ञान, खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी, सौर भौतिकी

शीर्षक : अनुकूली प्रकाशिकी (ए.ओ.) टेस्टबेंच का विकास

जय चित्रोदा[1], अंकिता पटेल[2], भावेश मिस्त्री[3], अरिजीत मैती[4], मुदित श्रीवास्तव[5]
वैज्ञानिक/इंजीनियर-एस.सी., खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी विभाग, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला,
jaychitroda@prl.res.in

सार

वायुमंडलीय प्रक्षोभ दूरबीनों की संवेदनशीलता और कोणीय विभेदन को गंभीर रूप से कम कर देता है। अनुकूली प्रकाशिकी (ए.ओ.) वायुमंडल के कारण होने वाली तरंगाग्र विकृति की भरपाई करने के लिए एक स्थापित तकनीक है। हमने इस तकनीक का लाभ उठाने के लिए प्रयोगशाला में ए.ओ. टेस्टबेंच विकसित किया और कई प्रयोग किए। हम इन प्रयोगों से प्रारंभिक परिणाम प्रस्तुत करते हैं और उन पर चर्चा करते हैं। यह टेस्टबेंच माउंट आबू वेधशाला के वायुमंडल का सफलतापूर्वक अनुकरण करने में सक्षम है। यह टेस्टबेंच पी.आर.एल. 2.5 m दूरबीन के लिए ए.ओ. आधारित उपकरण तैयार करने से पहले एक मजबूत नींव के रूप में कार्य करता है।

प्रस्तावना

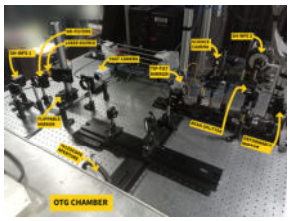
अपवर्तक सूचकांक में यादृच्छिक उतार-चढ़ाव दूर के स्रोत से पृथ्वी तक पहुंचने वाले समतल-समानांतर तरंगाग्र में विकृतियों का परिचय देते हैं। ये विकृतियां स्थान और समय दोनों में भिन्न होती हैं। हमारी टेस्टबेंच इस तरह के तरंगाग्र विकृतियों के स्थानिक और कालिक सांख्यिकीय गुणों को निर्धारित कर सकती है एवं संवेदक और नियंत्रकों का उपयोग करके इन विकृतियों की भरपाई भी कर सकती है।

टेस्टबेंच घटक और प्रकाश पथ

50 mm व्यास की समांतरित लेज़र किरण को ओ.टी.जी. कक्ष से पारित किया जाता है जो किरण के मार्ग में प्रक्षोभ लाता है। प्रक्षोभ्ध प्रकाश को दो भुजाओं में विभाजित किया जाता है: (1) ओ.टी.जी. लक्षण भुजा और (2) संवृत नियंत्रण पाश भुजा।

ओ.टी.जी. लक्षण भुजा में किरण को फ़्लिपेबल दर्पण से दो भागों में विभाजित किया जाता है। पहला भाग थोरलैब्स (मॉडल: WFS20-5C) के शैक-हार्टमैन तरंगाग्र संवेदक (SH-WFS) पर आपतित होता है, जबकि दूसरा भाग को डाइटेक्ट (मॉडल: HAS-U1) के तेज़ कैमरे पर केंद्रित किया जाता है।

संवृत नियंत्रण पाश भुजा में प्रक्षोभ्ध प्रकाश को फिजिक इंस्ट्रूमेंटे (मॉडल: S330.4SH) के टिप-टिल्ट दर्पण (TTM) और बी.एम.सी. (मॉडल: Multi-3.5 DM) के विकृत दर्पण (DM) पर आपतित किया जाता है। DM के बाद किरणपुंज विपाटक प्रक्षोभ्ध प्रकाश को फिर से दो भुजाओं में विभाजित करता है: (A) विज्ञान कैमरा भुजा और (B) तरंगाग्र संवेदक भुजा। (A) में किरण को FLIR, टेलीडाइन (मॉडल: BFS-U3-16S2M-CS) के कैमरे पर केंद्रित किया जाता है। (B) में किरण को थोरलैब्स (मॉडल: MLA300-14AR) के माइक्रोलेंस एरे और एंडोर (मॉडल: iXon Ultra 888) के कैमरे पर केंद्रित किया जाता है।



चित्र 1: ए.ओ. टेस्टबेंच लेआउट

गर्म हवा आधारित ऑप्टिकल प्रक्षोभ जनित्र (ओ.टी.जी.) का लक्षण वर्णन

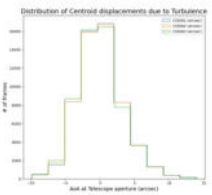
फ्रीड पैरामीटर (r_0) तरंगाग्र विकृतियों की सुसंगतता लंबाई बताता है। जबकि $_0$ वह समय अंतराल बताता है जिसमें

ये विकृतियां किसी दिए गए स्थान पर सहसंबद्ध होती हैं। 6mm पुतली में तरंगाग्र चरण माप WFS20-5C से किए जाते हैं। फ्रीड (1965) और नॉल (1976) के अनुसार, इस पुतली के भीतर तरंगाग्र चरण की भिन्नता r_0 से संबंधित है:

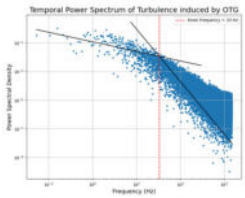
$$\sigma_1^2 = 1.03 \left(\frac{d}{r_0}\right)^{5/3} \quad (1)$$

परीक्षण में जब पंखे की गति="LOW", T=80 K और पुतली व्यास=6mm था तब समीकरण (1) का उपयोग करते हुए, हमने D/r_0=8.33 पाया। पी.आर.एल. 2.5m दूरबीन के छिद्र पर r_0=30cm से मेल खाता है। r_0 को तापमान अंतर और वायु प्रवाह वेग जैसे मापदंडों को बदलकर ट्यून किया जा सकता है। $_0$ को एंगल ओफ अराइवल (AoA) विधि से निर्धारित किया जाता है। कम एक्सपोजर की श्रृंखला को HAS-U1 से लिया जाता है और संबंधित AoA को मापा जाता है। ऐसी एक प्रतिनिधि श्रृंखला के लिए AoA का वितरण चित्र (2) में दिखाया गया है। फूरियर ट्रांसफार्म से AoA टेम्पोरल पॉवर स्पेक्ट्रम का निर्धारण किया जाता है। मापा गया स्पेक्ट्रम कोनन (1995) द्वारा दिए गए एक खंडित घात नियम पर फिट किया जाता है। नी आवृत्ति वह संक्रमण बिंदु है जहां खंडित घात नियम की ढलान -2/3 से -11/3 में बदल जाती है:

$$f_c = 0.3 \left(\frac{V}{D}\right) \quad (2)$$



चित्र 2: AoA का वितरण



चित्र 3: AoA टेम्पोरल पॉवर स्पेक्ट्रम

चित्र (3) एक प्रतिनिधि AoA समय श्रृंखला के लिए टेम्पोरल पॉवर स्पेक्ट्रम को दर्शाता है। यह अनुमानित नी आवृत्ति = 33 Hz के साथ सबसे अच्छे फिट किए गए खंडित घात नियम को भी दर्शाता है। यह हवा के वेग, V = 66 cm/s और सुसंगतता समय, $_0$ = 55 ms से मेल खाता है। इस विधि का उपयोग करके टर्बुलेटर वेग को भी कैलिब्रेट किया जा सकता है।

संवृत नियंत्रण पाश

रियल-टाइम ए.ओ. नियंत्रण प्रणाली में, 2 PC सर्वर-क्लाइंट वास्तुकला विकसित की गई है। क्लाइंट प्रणाली की निगरानी करने और सर्वर को आदेश भेजने के लिए जी.यू.आई. (GUI) का उपयोग करता है। सर्वर का उपयोग विशेष रूप से संवेदक डेटा प्राप्त करने और वास्तविक समय में नियंत्रण आदेशों को निष्पादित करने के लिए किया जाता है। सर्वर हमारे ए.ओ. टेस्टबेंच के दो नियंत्रण उपकरण (TTM और DM) और एक संवेदक (SH-WFS) से जुड़ा हुआ है। ये सभी उपकरण मिलकर एक संवृत पाश प्रणाली बनाते हैं। क्लाइंट और सर्वर TCP/IP प्रोटोकॉल से साकेट प्रोग्रामिंग के माध्यम से संवाद करते हैं।

निष्कर्ष

हमने माउंट आबू के वातावरण का अनुकरण करने के लिए प्रयोगशाला में प्रक्षोभ उत्पन्न कीया. हमने उत्पन्न प्रक्षोभ के कारण होने वाली तरंगाग्र विकृतियों की भरपाई के लिए एक संवृत पाश में विभिन्न संवेदक और नियंत्रकों को भी एकीकृत किया।

आभार

इस परियोजना के विकास को भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, अहमदाबाद, अंतरिक्ष विभाग, भारत सरकार द्वारा वित्त पोषित किया गया है। इसके विकास में समर्थन के लिए हम निदेशक, पी.आर.एल. के आभारी हैं।

सन्दर्भ

1. केस्किन ओ., (2006) एप्लि. ऑप्ट. 45, 4888-4897

2. फ्रीड, डी. एल. (1965), जे. ऑप्ट. सोस. एम., 55, 1427-35

3. नॉल, आर. जे. (1976) जे. ऑप्ट. सोस. एम., 66, 207-11

4. कोनन, जे. -एम. (1995) जे. ऑप्ट. सोस. एम., A, 12, 1559

मुख्य विषय : वैश्विक परिप्रेक्ष्य में मूलभूत एवं अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान- आवश्यकताएं एवं संभावनाएं

उप-विषय : अंतरिक्ष विज्ञान , ग्रहीय विज्ञान , खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी, सौर भौतिकी

पारस -2 द्वारा एक लघु-शनि TOI-6651b की खोज

ऋषिकेश शर्मा[1], संजय बालीवाल[1], अभिजीत चक्रबर्ती[1], निकिता जितेन्द्रन[1], नीलम जे एस एस वी प्रसाद[1], कपिल कुमार भारद्वाज[1], केवीकुमार लाड [1], आशिर्बाद नायक[1], विशाल जोशी[1]

[1] खगोलशास्त्र एवं खगोल विज्ञान, भौतिक अनुसन्धान प्रयोगशाला

वैज्ञानिक/अभियंता - एस सी, खगोलशास्त्र एवं खगोल विज्ञान, भौतिक अनुसन्धान प्रयोगशाला, rishikesh@prl.res.in

सार

हमने TOI 6651b नामक एक बाह्य ग्रह की खोज और उसका अभिलक्षण किया है, जिसमें पारस -2 से रेडियल वेग, TESS से ट्रांजिट फोटोमेट्री और PRL के 2.5 मीटर टेलीस्कोप से प्राप्त स्पेकल इमेजिंग प्रेक्षणों का उपयोग किया गया है। यह पारस-2 स्पेक्ट्रोग्राफ और पीआरएल 2.5 मीटर टेलीस्कोप से की गयी प्रथम बाह्य ग्रह की खोज है। यह ग्रह अभी तक ज्ञात समग्र लघु-शनि ग्रहों में दूसरा सबसे घना तथा TESS द्वारा खोजे गए लघु-शनि ग्रहों में सबसे घना लघु-शनि ग्रह है। इसके फलस्वरूप यह ग्रह, ग्रहों के द्रव्यमान और उनके मेजबान तारे की धात्विकता के बीच की सकारात्मक सहसंबंध को दर्शाता है। यह खोज यह दर्शाती है कि विशाल और घने लघु-शनि जैसे ग्रहों के निर्माण में गतिक प्रक्रियाओं और वायुमंडलीय विकास के बीच जटिल अंतःक्रिया होती है।

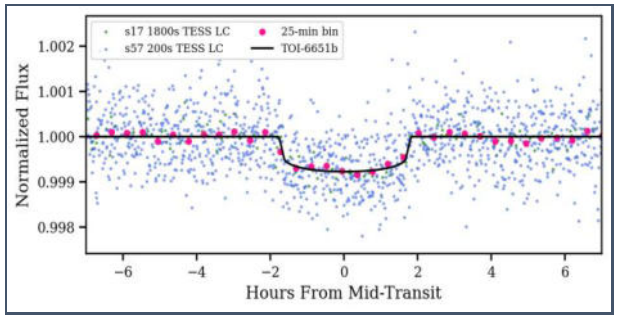
प्रस्तावना

लघु शनि प्रकार के ग्रह वो बाह्य ग्रह हैं जो पृथ्वी से 4 -8 गुना बड़े होते है अर्थात वरुण ग्रह से बड़े लेकिन शनि ग्रह से छोटे। इस श्रेणी के ग्रह हमारे सौर मंडल में अनुपस्थित है तथा अभी तक खोजे हुए लगभग 6000 बाह्य ग्रहों में से ~80 ही लघु शनि जैसे ग्रह पाए गए हैं, जो दर्शाता है की अन्य श्रेणी के ग्रहों के मुकाबले इनकी संख्या काफी कम है। अतएव ऐसे ग्रहों की खोज करना और उनके गुणधर्मों की जांच करना बहुत आवश्यक है।

प्रेक्षण

ट्रांज़िटिंग एक्सोप्लैनेट सर्वे सैटेलाइट (TESS) ने अब तक इसने हजारों संभावित ग्रहों की पहचान की है, जिनमें से कई की पुष्टि हो चुकी है। इन ग्रहों को TOI (TESS Objects of Interest) नाम दिया जाता है। TOI 6651 का सर्वप्रथम TESS के द्वारा सेक्टर 17 और 57 में प्रेक्षण हुआ। TESS लाइट कर्व के अनुसार इस तारे के आसपास ~ 5 दिन की कक्षा में लगभग 6.4 गुना पृथ्वी से बड़े खगोल पिंड (संभावित ग्रह) का होना पाया गया।

तत्पश्चात इसकी पुष्टि के लिए तथा ग्रह का द्रव्यमान मापन करने के लिए, TOI 6651 का पारस-2 स्पेक्ट्रोग्राफ द्वारा फॉलो-उप किया गया। पारस-2, एक उच्च विभेदनशील स्पेक्ट्रोग्राफ (R ~ 110,000) है जो की पी आर एल माउंट आबू वेधशाला में 2.5 मीटर दूरबीन के साथ लगा हुआ है। हमने नवम्बर 2023 से जनवरी 2024 तक इस तारे का अवलोकन किया और 27 स्पेक्ट्रा अधिग्रहित किये। सभी स्पेक्ट्रा का अधिग्रहण समय 3600 सेकंड था, RV परिशुद्धता ~ 3-13 मीटर प्रति सेकंड रही ।



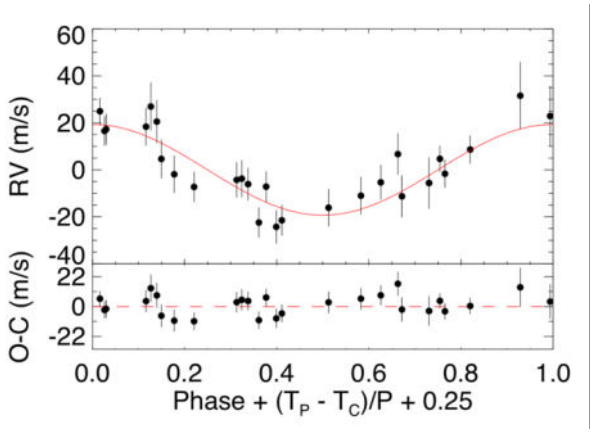
चित्र-1 : TOI-6651 b का फेज़-फोल्डेड लाइट कर्व, जिसमें लाल बिंदु 25-मिनट के लिए बिन किए हुए डेटा हैं, तथा काला ठोस वक्र हमारे संयुक्त फिट विश्लेषण से TOI-6651b के लिए सर्वोत्तम-फिट ट्रांजिट मॉडल को दर्शाता है।

TOI-6651 के तारकीय पैरामीटर

हमने पाया की TOI-6651 एक G-प्रकार का उप-बृहत् तारा है, जो सूर्य से थोड़ा अधिक द्रव्यमान और तापमान वाला है। इसकी सतही गुरुत्वाकर्षण (log g) लगभग 4.087 है और धात्विकता +0.225 dex पाई गई है, जो यह दर्शाती है कि यह तारा अपेक्षाकृत धातु-समृद्ध है — एक ऐसा गुण जो ग्रह निर्माण की प्रक्रिया में सहायक माना जाता है। इस तारे की विशेषता यह है कि यह अपने मुख्य अनुक्रम जीवन से आगे बढ़ चुका है।

डाटा मॉडलिंग

TOI-6651b के कक्षीय और भौतिक गुणधर्मों को निर्धारित करने के लिए हमने **ट्रांजिट (TESS)** और **रेडियल वेलोसिटी (PARAS-2)** डेटा को **संयुक्त रूप से फिट** किया। इसमें EXOFASTv2 टूल का उपयोग किया गया, जो डिफरेंशियल इवोल्यूशन मार्कोव चेन मोंटे कार्लो (dMCMC) विश्लेषण का उपयोग करता है। MCMC रन के साथ विभिन्न पैरामीटर्स के सटीक मान और अनिश्चितताएँ निकाली गईं, जिससे TOI-6651b की त्रिज्या, द्रव्यमान, घनत्व, परिक्रमण काल आदि पैरामीटर्स का परिशुद्ध मान निकाला गया।



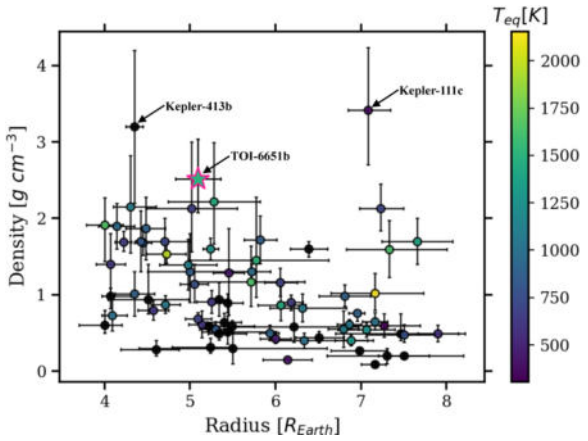
चित्र-2: TOI-6651 b का फेज़-फोल्डेड RV वक्र, जिसमें काले बिंदु पारस-2 से लिए हुए डेटा पॉइंट्स है, तथा लाल ठोस वक्र हमारे संयुक्त फिट विश्लेषण से TOI-6651b के लिए सर्वोत्तम-फिट मॉडल को दर्शाता है।

ग्रह TOI-6651b की भौतिक विशेषताएं

इस ग्रह का द्रव्यमान $61.0_{-7.9}^{+7.6}$ गुना पृथ्वी के द्रव्यमान के बराबर और त्रिज्या $5.09_{-0.26}^{+0.27}$ गुना पृथ्वी की त्रिज्या के बराबर है। यह ग्रह $5.056973_{-0.000018}^{+0.000016}$ दिन की परिक्रमा अवधि में, $0.091_{-0.062}^{+0.096}$ उत्केन्द्रता के साथ अपने तारे की परिक्रमा करता है। इस ग्रह का औसत घनत्व $2.52_{-0.44}^{+0.52}$ ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर है — जो इसे अब तक खोजे गए सबसे घने लघु-शनि ग्रहों में से एक बनाता है। इतने अधिक घनत्व के पीछे कारण यह है कि इसके कुल द्रव्यमान का 87% हिस्सा भारी तत्वों, जैसे पत्थर और लोहा, से मिलकर बना हुआ है। इसका कोर काफी बड़ा और ठोस है, जबकि इसके ऊपर का गैसीय आवरण अपेक्षाकृत पतला है — केवल 13% द्रव्यमान ही H/He गैसों से बना है। इससे पता चलता है की या तो यह ग्रह एक भारी कोर के साथ बना और गैस न होने के कारण लघु-शनि ही रह गया। या फिर यह शुरू में एक पूर्ण गैसीय ग्रह था लेकिन प्रकाश-वाष्पीकरण और ज्वारीय तापन जैसे प्रभावों के कारण इसका वायुमंडल उड़ गया और अब केवल घना कोर रह गया है। इसके अलावा 5-10 दिन की कक्षा में नेप्च्यून जैसे ग्रह बहुत कम पाए जाते हैं उस क्षेत्र को "नेप्च्यूनियन डेज़र्ट" कहते हैं। इसका कारण कक्षाओं में तारे की तीव्र विकिरण के कारण वायुमंडल का क्षरण होना होता है । TOI 6651b भी इस डेजर्ट की सीमा पर स्थित है तथा यह ऐसे ग्रहों के अस्तित्व की पुष्टि करता है और यह बताता है कि कुछ ग्रह इस वातावरण में भी टिक सकते हैं।

निष्कर्ष

हमने TOI 6651b नामक एक बाह्य ग्रह की खोज और उसका अभिलक्षण किया, जो की पारस-2 स्पेक्ट्रोग्राफ और पीआरएल 2.5 मीटर टेलीस्कोप से की गयी प्रथम बाह्य ग्रह की खोज है। यह ग्रह आकार में लघु-शनि है, लेकिन इसका घनत्व में अत्यधिक अधिक है, जिससे यह संकेत मिलता है कि इसका कोर बहुत भारी और ठोस है। इसकी कक्षा अत्यंत निकट और गर्म है, और यह नेप्च्यूनियन मरुभूमि की सीमा पर स्थित है। इस ग्रह की खोज और अध्ययन से ग्रह निर्माण के सिद्धांतों की समझ को गहरा करने में मदद मिलेगी।



चित्र-3 :- ज्ञात लघु-शनि ग्रहों का घनत्व, उनकी त्रिज्या के विरुद्ध बाएं प्लॉट में दिखाया गया है, जिसमें TOI-6651b उनमें तीसरा सबसे अधिक घनत्व वाला ग्रह है।

आभार

हम भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (PRL), अंतरिक्ष विभाग (भारत सरकार) तथा निदेशक, PRL के प्रति हार्दिक आभारव्यक्त करते हैं, जिनके उदार सहयोग से पारस -2 स्पेक्ट्रोग्राफ के लिए अनुदान प्राप्त हुआ । हम माउंट आबू वेधशाला के सभी कर्मचारियों के प्रति भी विशेष रूप से आभार प्रकट करते हैं, जिनका अवलोकन के दौरान तकनीकी और प्रायोगिक सहायता अमूल्य रही।

सन्दर्भ

बालीवाल एवं साथी, 2024 , चक्रबर्ती एवं साथी, 2018 , चक्रबर्ती एवं साथी, 2024, रीकेर एवं साथी, 2015, पेटिगुरा एवं साथी, 2016, विस्साप्रगदा एवं साथी, 2022

मुख्य विषय : मौलिक और अनुप्रयुक्त अनुसंधान को एकीकृत करना

निस्प उपकरण के लिए डिटेक्टर का शोर लक्षण वर्णन

अल्का[1], निस्प टीम

वैज्ञानिक/अभियंता-'एसडी', खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी प्रभाग, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला अहमदाबाद

सार

प्रस्तावित उपकरण, निकट-अवरक्त इमेजर, स्पेक्ट्रोमीटर और पोलारिमीटर (निस्प) को माउंटआबू में पीआरएल के 2.5 मीटर दूरबीन के लिए एक बहुआयामी उपकरण के रूप में विकसित किया जा रहा है। यह उपकरण 0.8 से 2.5 μm की तरंग दैर्ध्य सीमा अर्थात् Y, J, H और Ks खगोलीय ब्रॉडबैंड पर इमेजिंग, स्पेक्ट्रोस्कोपी और पोलारिमेट्री क्षमताएं रखता है। इस उद्देश्य के लिए हम टेलीडाइन के H2RG (2K x 2K पिक्सल) डिटेक्टर का उपयोग कर रहे है, जो एक अवरक्त(आईआर)डिटेक्टर है। अवरक्त डिटेक्टरों में शोर लक्षण वर्णन उनके प्रदर्शन को समझने और अनुकूलित करने के लिए महत्वपूर्ण है। इसमें विभिन्न शोर स्रोतों की पहचान, मात्रा निर्धारित करना और विश्लेषण करना शामिल है जो डिटेक्टर के संकेत उत्पादन, अवरक्त विकिरण का सटीक पता लगाने और मापने की इसकी क्षमता को प्रभावित कर सकते हैं। इस पेपर में, विभिन्न मापदंडों के संबंध में डिटेक्टर के शोर भिन्नता का पता लगाने के लिए किए गए आवश्यक प्रयोगों को प्रस्तुत किया जा रहा है।

प्रस्तावना

दूरबीन पर नियमित अवलोकन के लिए किसी भी उपकरण को स्थापित करने से पहले, हमें शोर को कम करने के लिए प्रयोगशाला में डिटेक्टर को चिह्नित करने की आवश्यकता होती है। उचित शोर लक्षण-वर्णन यह सुनिश्चित करता है कि पता लगाया गया संकेत शोर में उतार-चढ़ाव के कारण अस्पष्ट या गलत व्याख्यायित न हो। H2RG डिटेक्टर के शोर लक्षण वर्णन में समग्र शोर प्रदर्शन के लिए डार्क करंट, रीड नॉइज़ का विश्लेषण करना शामिल है।

इन शोर को कम करने के लिए हम संपूर्ण ऑप्टिक्स, डिटेक्टर और उसके नियंत्रण ASIC को एक उच्च निर्वात (5 × 10-6 मिलीबार) और क्रायोजेनिक रूप से ठंडा (तापमान = 80 केल्विन) दीवार के अंदर के रख रहे हैं। सब परीक्षण 10,000 कक्षा वाले स्वच्छ कक्ष में किये हैं। समग्र ऑप्टो-इलेक्ट्रॉनिक्स प्रयोगशाला सेट-अप और प्राप्त परिणामों का विवरण आगामी अनुभागों में प्रस्तुत किया गया है।

डिटेक्टर के साथ क्रायोजेनिक तापमान पर किया गया शोर लक्षण वर्णन और इमेजिंग

वर्तमान में H2RG डिटेक्टर पर किए गए प्रयोगों में पढ़ने का शोर (रीड नॉइज़) और अदीप्त धारा (डार्क करंट) माप शामिल हैं।

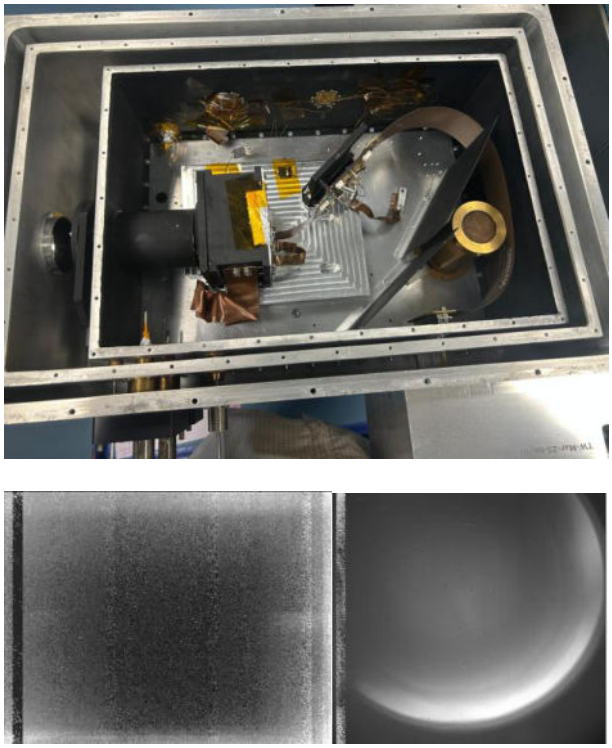
रीड नॉइज़: रीड नॉइज़ एक प्रकार का इलेक्ट्रॉनिक शोर है जो एक अवरक्त डिटेक्टर से संकेत को पढ़ने की प्रक्रिया के दौरान उत्पन्न होता है। यह रीडआउट एम्पलीफायरों और डिटेक्टर के सर्किटरी सहित विभिन्न कारकों के कारण हो सकता है। यह डिटेक्टर के संकेत-से-शोर अनुपात को प्रभावित करता है, विशेष रूप से कम एक्सपोजर समय पर। रीड नॉइज़ डिटेक्टर में निहित है जिसे कई रीडिंग के औसत से कम किया जाना चाहिए।

डार्क करंट: डार्क करंट वह अवशिष्ट विद्युत प्रवाह है जो उपकरण के माध्यम से तब भी बहता है जब कोई आपतित प्रकाश नहीं होता। उच्च डार्क करंट कम संकेत-से-शोर अनुपात की ओर ले जाता है, जिसका अर्थ है कि डिटेक्टर धुंधले अवरक्त संकेतों के प्रति कम संवेदनशील होता है। हम डिटेक्टर को क्रायोजेनिक

तापमान (80 केल्विन) पर संचालित कर रहे हैं जो तापमान-निर्भर डार्क करंट तंत्रों को कम कर सकता है।

हमने भविष्य में डिटेक्टर की रैखिकता, क्वांटम दक्षता और रूपांतरण लाभ निर्धारित करने के लिए डिटेक्टर पर प्रयोग करने हेतु सेटअप तैयार किया है।

शोर लक्षण वर्णन के लिए प्रयोगशाला सेटअप

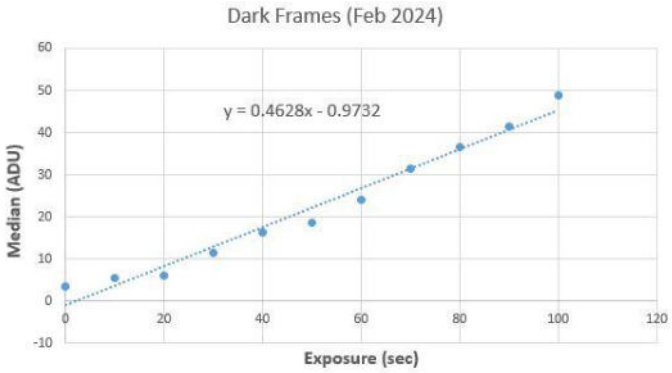


चित्र 1: (ऊपर) H2RG और SIDECAR ASIC का नॉइज़ परीक्षण करने के लिए दीवार के अंदर किया गया सेटअप, (नीचे) क्रायोजेनिक तापमान पर ली गयी कुछ छवियां

उपरोक्त सेटअप में H2RG डिटेक्टर अपने नियंत्रक साइडकार एसिक के साथ एक बेस प्लेट पर लगाया गया है और एक Y फिल्टर (λeff = 1020nm, δλ = 120nm) इसके सामने रखा गया ताकि आपतित प्रकाश की अवांछित तरंग दैर्ध्य को फ़िल्टर किया जा सके। डिटेक्टर पर एक समान रोशनी के लिए हमारे पास 1050nm की कटऑफ तरंग दैर्ध्य के साथ IR LED का सेटअप है जो फाइबर, पिनहोल और एक कॉलिमेटर की मदद से एक बिंदु स्रोत के रूप में बनाया गया है। ऑप्टिकल विंडो के माध्यम से प्रकाश पथ एक समान होता है जो वाई फ़िल्टर के सामने लगे बैरल के माध्यम से नियंत्रित होता है। अधिग्रहित छवि को चित्र 1 (नीचे - राइट) में दिखाया गया है।

विभिन्न परिणाम

1. डार्क करंट:- डार्क करंट गणना के लिए, डिटेक्टर को एक ठंडे काले शटर से ढक दिया गया था



और हर 10 सेकंड के अंतराल के भीतर 0-100 सेकंड के बीच एक्सपोजर पर कई फ्रेम लिए गए थे। मीडियन डार्क काउंट और एक्सपोजर टाइम के बीच एक रैखिक फिट डार्क करंट / पिक्सेल / सेकंड पैदा करता है (जैसा कि ऊपर प्लॉट में दिखाया गया है) ।

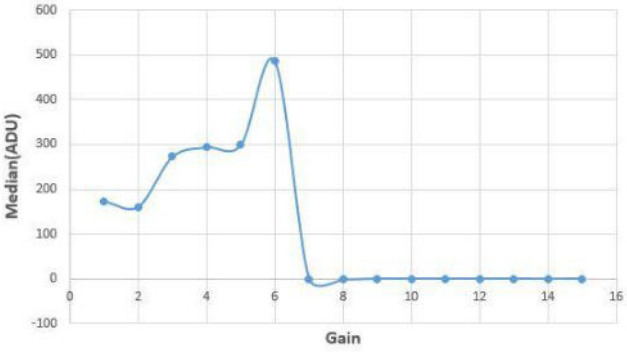
H2RG के माध्यम से अनुमानित डार्क करंट हैः - 0.0011 एडीयू/पिक्सल/सेकंड

अधिग्रहित डार्क फ्रेम को चित्र 1 (नीचे - बाएं) में दिखाया गया है ।

2. रीड नॉइज़:- शून्य बायस एक्सपोजर के 10 फ्रेम के औसत गणना के रूप में रीड नॉइज़ का अनुमान लगाया गया था।

H2RG के माध्यम से अनुमानित रीड नॉइज़ हैः

16 एडीयू



विभिन्न डिटेक्टर एम्पलीफायर गेन पर शोर भिन्नता ऊपर प्लॉट की गई है। परिणाम बताता है कि कम गेन सेटिंग्स पर शोर न्यूनतम होता है और उच्च गेन के लिए बढ़ता है। डिटेक्टर बहुत अधिक गेन सेटिंग्स पर संतृप्त हो रहा है इसलिए वे गेन सेटिंग्स हमारे शोध रुचि के लिए उपयोगी नहीं हैं।

निष्कर्ष

- रीड नॉइज़ और डार्क करंट के परिणाम बताते हैं कि आईआर स्रोत के प्रति डिटेक्टर की प्रतिक्रिया विभिन्न डिटेक्टर मापदंडों के प्रति सही और संवेदनशील है। इन मापदंडों को अनुकूलित करके, हम बेहतर अवलोकनों के लिए डिटेक्टर को और अधिक कैलिब्रेट करने की योजना बना रहे हैं।
- इलेक्ट्रॉनिक्स डिज़ाइन और विकास योजना को लागू करने से पहले तकनीकी मूल्यांकन समिति (टीईसी), पीआरएल को प्रस्तुत किया गया था।

आभार

इस उपकरण के विकास में वित्तीय सहायता प्रदान करने के लिए हम अंतरिक्ष विभाग का आभार व्यक्त करते है। हम परियोजना के अनुमोदन, समर्थन और प्रोत्साहन के लिए पीआरएल के निदेशक प्रोफेसर अनिल भारद्वाज को धन्यवाद देते हैं।

सन्दर्भ

1. RATIR कैमरे के लिए H2RG डिटेक्टरों और साइडकार एसिक्स का प्रदर्शन और अंशांकन https://doi.org/10.1117/12.926620
2. TANSPEC: TIFR-ARIES नियर - इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रोमीटर https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1538-3873/ac81eb
3. RIMAS और उपकरण दक्षता के लिए H2RG डिटेक्टर लक्षण वर्णन https://doi.org/10.1117/12.2230181

क्षोभमंडलीय ओजोन के निर्माण में जैव-जनित वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों का महत्व

दिब्यानी सिंह[1], मानसी गुप्ता[1], टी.के. सुनील कुमार[1], एल.के. साहू[1]
प्रस्तुत करने वाले लेखक:

दिब्यानी सिंह कनिष्ठ अनुसंधान अध्यवृत्ति, अंतरिक्ष और वायुमंडलीय विज्ञान , भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (पीआरएल) अहमदाबाद, विद्युत पत्र: dibyani@prl.res.in

सार

पृथ्वी के वायुमंडल में, बायोजेनिक (जैव-जनित) वाष्पशील कार्बनिक यौगिक प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले रसायन हैं जो पौधों, पेड़ों, महासागरों, मिट्टी और सूक्ष्मजीवों द्वारा उत्सर्जित होते हैं। आइसोप्रीन (C_5H_8) और मोनोटेरपीन($C_{10}H_{16}$; -पाइनीन और -पाइनीन)दो प्रमुख बीवीओसी हैं,जो विभिन्न उष्णकटिबंधीय पादप प्रजातियों से महत्वपूर्ण मात्रा में उत्सर्जित होते हैं। यद्यपि ये अल्प मात्रा में उपस्थित होते हैं, फिर भी ये वायुमंडलीय रसायन विज्ञान में, विशेष रूप से क्षोभमंडलीय ओज़ोन और द्वितीयक कार्बनिक एरोसोल के उत्पादन में, महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इस शोधपत्र में हम बीवीओसी के प्रमुख स्रोतों, उनके प्रकारों, रासायनिक व्यवहार और क्षोभमंडलीय ओज़ोन के प्रकाश-रासायनिक उत्पादन में उनकी भूमिकाओं पर चर्चा करते हैं। हम उच्च परिशुद्धता पर उनके मापन के लिए उपयोग किए जाने वाले उन्नत उपकरणों, गैस गुणसूत्रलेख जिसमें ज्वाला आयनीकरण संसूचक संयोजित है, तथा प्रोटॉन स्थानांतरण अभिक्रिया द्रव्यमान वर्णक्रमिकी का प्रयोग करते हैं।

प्रस्तावना

क्षोभमंडलीय ओज़ोन एक हरितगृह गैस है, जो पृथ्वी से उत्सर्जित दीर्घ तरंग अवरक्त विकिरण को अवशोषित करके दोबारा विकिरित करता है, और निम्न वायुमंडलीय सतह को गर्म कर देता है। इसके अलावा, जमीनी स्तर पर ओज़ोन के उच्च सांद्रता के संपर्क में आने से मानव स्वास्थ्य और फसल की पैदावार पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ सकता है; इसलिए इसे खराब ओज़ोन कहा जाता है। समताप मंडल में ओज़ोन के उत्पादन के विपरीत, क्षोभमंडलीय ओज़ोन वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों और नाइट्रोजन ऑक्साइड्स के बीच सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में होने वाली रासायनिक अभिक्रियाओं के माध्यम से होता है।। हालाँकि, ओज़ोन के उत्पादन में अलग-अलग वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों का योगदान भी अलग-अलग हो सकता है ।

जैव-जनित वाष्पशील कार्बनिक यौगिक के उत्सर्जन स्रोत और प्रकार

बीवीओसी विभिन्न स्थलीय और समुद्री जैवजनित स्रोतों जैसे पेड़ों, झाड़ियों, घासों और मृदा सूक्ष्मजीवों आदि से उत्सर्जित होते हैं (केसेलमेयर, जे. और स्टॉड्ट, एम.,1999)। प्रमुख बीवीओसी में आइसोप्रीन, मोनोटेरपीन, सेस्क्यूटरपीन, एल्डिहाइड, कीटोन और अल्कोहल शामिल हैं। बीवीओसी में, आइसोप्रीन सबसे प्रचुर मात्रा में पाया जाता है, जो मुख्य रूप से गर्म, धूप वाले मौसम में चौड़ी पत्ती वाले पेड़ों द्वारा उत्सर्जित होता है। मोनोटेरपीन मुख्यतः चीड़ के पेड़ों से उत्सर्जित होते हैं और द्वितीयक एरोसोल निर्माण में महत्वपूर्ण योगदान करते हैं। महासागर भी वायु-समुद्र विनिमय प्रक्रियाओं के माध्यम से कई बीवीओसी का स्रोत हैं, लेकिन इनका उत्सर्जन स्थलीय वनस्पतियों से होने वाले उत्सर्जन जितना अधिक नहीं है।

बीवीओसी की उत्सर्जन दर प्रजातियों, तापमान, प्रकाश, आर्द्रता, मिट्टी और अन्य पर्यावरणीय परिस्थितियों के आधार पर भिन्न होती है। हालाँकि, प्रकाश और तापमान दो प्रमुख कारक हैं जो पौधों की वृद्धि और बीवीओसी उत्सर्जन को नियंत्रित करते हैं। गर्म, धूप वाला मौसम बीवीओसी विशेष रूप से आइसोप्रीन के उत्सर्जन को बढ़ाता है, जबकि शुष्क मिट्टी उष्णकटिबंधीय जंगलों जैसे

नम और गर्म क्षेत्रों की तुलना में बीवीओसी उत्सर्जन को कम करती है। गुएंथर एट अल (1995) के अनुसार, बीवीओसी का कुल वैश्विक उत्सर्जन लगभग 1150 Tg C प्रतिवर्ष होने का अनुमान है।

क्षोभमंडलीय ओजोन निर्माण में जैव-जनित वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों की भूमिका

वायुमंडल में, बीवीओसी तेज़ी से ऑक्सीकारकों जैसे हाइड्रॉक्सिल रैडिकल्स (OH), ओज़ोन (O_3) और नाइट्रेट रैडिकल्स (NO_3) के साथ अभिक्रिया करते हैं। इन अभिक्रियाओं के परिणामस्वरूप पैरॉक्सी (RO_2 और HO_2) मूलक बनते हैं, जो नाइट्रिक ऑक्साइड (NO) को नाइट्रोजन डाइऑक्साइड (NO_2) में परिवर्तित कर देते हैं। NO_2 प्रकाश अपघटन की प्रक्रिया में NO और परमाणु ऑक्सीजन $O(^3P)$ में विभाजित हो जाता है। यह परमाणु ऑक्सीजन बाद में O_2 अणुओं के साथ संयोजित होता है और ओज़ोन (O_3) का निर्माण करता है। अतः, सूर्य के प्रकाश और $NO_x(=NO+NO_2)$ की उपस्थिति में बीवीओसी के ऑक्सीकरण से ओज़ोन का उत्पादन हो सकता है।

$$BVOC + OH\bullet \rightarrow RO_2\bullet + H_2O$$

$$RO_2\bullet + NO \rightarrow RO\bullet + NO_2$$

$$NO_2 + h\nu \rightarrow NO + O(^3P) \quad (< 420\ nm)$$

$$O(^3P) + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$$

मापन तकनीकें

1. गैस गुणसूत्रलेखन - ज्वाला आयनीकरण संसूचक (जीसी-एफआईडी):

चित्र 1:एजिलेंट 7890ए जीसी-एमएस लैब, पीआरएल

चित्र 2:पीटीआर-टीओएफ-एमएस लैब, पीआरएल

जीसी-एफआईडी (चित्र 1) एक विश्लेषणात्मक तकनीक है जिसका उपयोग एकत्रित वायु नमूनों से वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों (वीओसी) को अलग करने और उनकी पहचान करने के लिए किया जाता है। गैस गुणसूत्रलेखन में, वायु नमूने में उपस्थित यौगिक एक स्थिर चरण और एक वाहक गैस के साथ उनकी पारस्परिक क्रिया के आधार पर पृथक होते हैं। पृथक यौगिकों का पता एक ज्वाला आयनीकरण संसूचक द्वारा लगाया जाता है, यह कार्बन युक्त यौगिकों, जिनमें आइसोप्रीन या टेरपीन जैसे वाष्पशील कार्बनिक यौगिक शामिल हैं, के प्रति अत्यधिक संवेदनशील है।

2. प्रोटॉन स्थानांतरण अभिक्रिया द्रव्यमान वर्णक्रमिकीपर (पीटीआर-एमएस):

पीटीआर-एमएस (चित्र 2) निरंतर और वास्तविक समय मे मापन के लिए एक शक्तिशाली संवेदनशील तकनीक है, जिसका व्यापक रूप से आइसोप्रीन, मोनोटेरपीन और ऑक्सीजन युक्त वीओसी जैसे जैवजनित वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों (बीवीओसी) का पता लगाने और मात्रा निर्धारित करने के लिए उपयोग किया जाता है। पीटीआर-एमएस तकनीक मृदु आयनीकरण हाइड्रोनियम आयन (H_3O^+), प्रोटॉन को वीओसी यौगिक में स्थानांतरित करता है। यह प्रोटॉन स्थानांतरण बीवीओसी को बिना खंडित किए आयनित करता है, जिससे प्रोटॉनयुक्त बीवीओसी [RH^+] बनते हैं।

$$H_3O^+ + R \rightarrow [RH^+] + H_2O$$

इन प्रोटोनेटेड बीवीओसी का विश्लेषण द्रव्यमान-आवेश अनुपात (m/z) के आधार पर द्रव्यमान वर्णक्रमी द्वारा किया जाता है।

पर्यावरणीय प्रभाव और नियंत्रण

क्षोभमंडलीय ओज़ोन मानव स्वास्थ्य, पारिस्थितिक तंत्र और जलवायु पर प्रतिकूल प्रभाव डालता है। यह श्वसन रोगों में योगदान देता है, फसलों की वृद्धि को कम करता है और अल्पकालिक जलवायु प्रदूषक के रूप में कार्य करता है। हालाँकि वीओसी को सीधे नियंत्रित नहीं किया जा सकता है, लेकिन उनके प्रभाव को निम्न तरीकों से कम किया जा सकता है:

- वाहनों के निकास, ताप विद्युत संयंत्रों एवं औद्योगिक क्रियाकलापों से उत्पन्न NO गैसों के उत्सर्जन को कम करना अत्यंत आवश्यक है, क्योंकि ये वायुमंडलीय ओज़ोन के निर्माण में प्रमुख अग्रदूत की भूमिका निभाते हैं।

- प्रदूषित शहरी क्षेत्रों में ओक और नीलगिरी जैसे उच्च-आइसोप्रीन उत्सर्जक पौधे लगाने से बचें।

- जैविक द्रव्यमान (जैव ईंधन) के दहन को नियंत्रित करना (जैसे – जंगलों में आग लगना, फसलों का जलाया जाना), क्योंकि इससे वायुमंडल में NO और जैविक यौगिक दोनों उत्सर्जित होते हैं।

निष्कर्ष

बीवीओसी क्षोभमंडलीय ओजोन निर्माण में महत्वपूर्ण योगदान देते हैं, खासकर जब NO_x मौजूद है। हालाँकि ये प्राकृतिक रूप से उत्सर्जित होते हैं, लेकिन वायु गुणवत्ता में ओज़ोन के स्तर को बढ़ाने में इनकी भूमिका पर विचार किया जाना चाहिए। बीवीओसी और वायुमंडलीय ऑक्सीकारकों के बीच होने वाली रासायनिक अभिक्रियाएँ जटिल प्रकाश-रासायनिक चक्रों की शुरुआत करती हैं, जो ओज़ोन का निर्माण करती हैं, विशेष रूप से उन क्षेत्रों में जहाँ NO की अधिकता होती है, जैसे कि शहरी और वन क्षेत्रों की सीमाएँ। हालाँकि हम वनस्पतियों से होने वाले बीवीओसी उत्सर्जन को सीधे नियंत्रित नहीं कर सकते, लेकिन हम NO_x के मानवजनित स्रोतों को कम करके वायु गुणवत्ता पर उनके प्रभाव को कम कर सकते हैं। शहरी क्षेत्रों में कम उत्सर्जन वाली पौधों की प्रजातियों का चयन, और मौसमी एवं क्षेत्रीय बीवीओसी उत्सर्जनों के बारे में हमारी समझ में सुधार। वैश्विक जलवायु परिवर्तन के संदर्भ में, बढ़ता तापमान बीवीओसी उत्सर्जन को और बढ़ा सकता है, जिससे ओज़ोन उत्पादन में वृद्धि हो सकती है।

आभार

हम अपने मित्र अचिंत्या, नीलिमा, भावेश, नमित, समर्पण और अभिषेक के योगदान के लिए आभार और धन्यवाद व्यक्त करते हैं।

संदर्भ

1.एटकिंसन, आर. एट अल. (2003). 'बायोजेनिक कार्बनिक यौगिकों का वायुमंडलीय रसायन विज्ञान.' जर्नल ऑफ जियोफिजिकल रिसर्च.

2.एल.के. साहू, पी. सक्सेना / वायुमंडलीय अनुसंधान 164-165 (2015) 84-94https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.04.021

3.हैरिस, डी.सी., और लूसी, सी.ए. (2016). मात्रात्मक रासायनिक विश्लेषण (9वां संस्करण). डब्ल्यू.एच. फ्रीमैन एंड कंपनी.

4. मोनसन, आर.के. और हॉलैंड, ई.ए. (2001). 'बायोस्फीयर-वायुमंडलीय अंतःक्रियाएँ' नेचर।

5. शर्मा, एस. और त्रिपाठी, एस.एन. (2020). 'भारतीय वनों में द्वितीयक कार्बनिक एरोसोल निर्माण में बीवीओसी की भूमिका' वायुमंडलीय पर्यावरण।

6. आईआईटीएम रिपोर्ट्स (2022). 'भारतीय पारिस्थितिक तंत्रों में जैवजनित उत्सर्जन' भारतीय उष्णकटिबंधीय मौसम विज्ञान संस्थान, पुणे।

7. एटकिंसन, आर. और एरी, जे. (2003) बायोजेनिक वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों का गैस चरण क्षोभमंडलीय रसायन: एक समीक्षा। वायुमंडलीय पर्यावरण, 37: S197-219

8. शहरी परिदृश्यों से उत्पन्न जैवजनित उत्सर्जन का ग्रीष्मकालीन ओजोन और महानगरों में द्वितीयक कार्बनिक एरोसोल निर्माण पर प्रभाव। https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152654

9. केसेलमेयर, जे. और स्टॉड, एम. (1999). बायोजेनिक वाष्पशील कार्बनिक यौगिक (वीओसी): उत्सर्जन, शरीरक्रिया विज्ञान और पारिस्थितिकी पर एक अवलोकन।

10.शहरों में ओज़ोन सांद्रता पर शहरी वृक्षों द्वारा उत्सर्जित जैवजनित वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों (बीवीओसी) की भूमिका: एक समीक्षा https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.03.012

प्रस्तावित दक्ष उपग्रह की जी.आर.बी. स्थानीयकरण क्षमता में सुधार के लिए कोडेड मास्क इमेजिंग तकनीक का उपयोग।

आशीष कुमार मंडल

आशीष कुमार मंडल, एस.आर.एफ., खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी प्रभाग, पी.आर.एल.,
ashishm@prl.res.in

सार

गामा किरण विस्फोट (जी.आर.बी.) ब्रह्मांड में गामा किरणों की बहुत छोटी और सबसे चमकीली चमक होती हैं। ये विस्फोटक घटनाओं विशाल तारों के पतन और न्यूट्रॉन तारों या ब्लैक होल के द्विआधारी समूह में विलय से उत्पन्न होते हैं। इनमें प्रारंभिक ब्रह्मांड के गुणों के निशान मौजूद होते हैं। कुछ जी.आर.बी. हमें अंतरिक्ष में सोने जैसे भारी धातुओं (Z>26) का संक्लेषण के बारे में सूचना प्रदान करती है। पता चलने के बाद इनके अध्ययन के लिए उनकी सटीक दिशात्मक जानकारी की आवश्यकता होती है। दक्ष एक प्रस्तावित उच्च-ऊर्जा क्षणिक मिशन है जिसका प्राथमिक उद्देश्य गुरुत्वाकर्षण तरंग स्रोतों के विद्युत चुम्बकीय समकक्षों और जी.आर.बी. का अध्ययन करना। इस कार्य में, हम कोडेड मास्क इमेजिंग (सी.एम.आई.) तकनीक का उपयोग करके जी.आर.बी. की स्थिति निर्धारित करने की सटीकता बढ़ाने की संभावना का पता लगा रहे हैं।

प्रस्तावना

जी.आर.बी. हमारी आकाशगंगा के बाहर से अनियमित रूप से उत्पन्न होने वाली संक्षिप्त गामा-किरण चमकें हैं (चित्र-1)। ये कब और कहाँ दिखाई देंगी, इसकी हमें कोई पूर्व जानकारी नहीं होती है। ये थोड़े समय के लिए पूरे गामा-किरण आकाश को ढक लेती हैं, और कुछ ही सेकंड में उतनी ऊर्जा उत्पन्न करती हैं जितनी सूर्य अपने पूरे जीवनकाल में भी उत्पन्न नहीं करता हो। खुले समतल संसूचक पर गामा-किरण संकेत में अचानक वृद्धि जी.आर.बी. के आगमन का संकेत देती है। उपग्रह में, विभिन्न दिशाओं में स्थित ऐसे कई संसूचकों का उपयोग करके सरल ज्यामिति माध्यम से संकेत के आगमन की दिशा का मोटे तौर पर अनुमान लगया जाता है।

1967 में अमेरिकी सेना के वेला उपग्रहों पर लगे गामा-किरण संसूचकों द्वारा संयोगवश जी.आर.बी. की खोज की गई थी। इन उपग्रहों को मूल रूप से पृथ्वी के वायुमंडल और आस-पास के अंतरिक्ष में परमाणु विस्फोटों की ब्रह्मांडीय विस्फोटों का पता लगाया, बाद में जिसका नाम जी.आर.बी. रखा गया। उसके बाद, इनके अवलोकन के लिए कई समर्पित मिशन तैयार किए गए।

दो प्रकार के जी.आर.बी. देखे गए हैं: लघु-विस्फोट (विस्फोट अवधि <2s) और दीर्घ-जीआरबी (विस्फोट अवधि>2s), हालाँकि दोनों के पूर्वज अलग-अलग हैं। दीर्घ-विस्फोट विशाल तारों के पतन के कारण होते हैं, जबकि लघु-विस्फोट न्यूट्रॉन तारे-न्यूट्रॉन तारे या न्यूट्रॉन तारे-ब्लैक होल के द्विआधारी में विलय से हैं। औसतन प्रतिदिन एक जी.आर.बी. होता है।

लंबे जी.आर.बी. को प्रारंभिक ब्रह्मांड में तारा निर्माण दर का पता लगाने के लिए और छोटे को द्वि-तारकीय विकास की जानकारी के लिए इस्तेमाल क्या जाता है। लघु जी.आर.बी. गुरुत्वाकर्षण तरंगों के स्रोत हैं, और इनके पूर्वजों से निकलने वाले पदार्थ भारी तत्वों (Z > 26) के संश्लेषण के संभावित स्थल हैं, जिनमें सोना भी शामिल है । अत्यंत चमकदार जी.आर.बी. हमें कुछ सौ मिलियन वर्ष पुराना ब्रह्मांड का (इसकी वर्तमान आयु का लगभग 5%) अध्ययन

केलिए अबसर प्रदान करती है। इनके अत्यधिक उच्च-ऊर्जावान फोटॉन का उपयोग भौतिकी के कुछ मूलभूत सिद्धांतों के सत्यापन के लिए किया जाता है । जी.आर.बी. अवलोकन ब्रह्मांडीय विस्तार, गुप्त ऊर्जा की प्रकृति और विकास, ब्रह्मांड के त्वरण, पुनःआयनीकरण के युग, प्रारंभिक ब्रह्मांड में अंतरतारकीय और अंतराकाशीय माध्यम के रासायनिक संवर्धन पर प्रकाश डाल सकते हैं । पहला चरण है जी.आर.बी. की स्थिति का सटीक निर्धारण करना, जिसके ऊपर और सभी अध्ययन निर्भर करता है।

दक्ष भारत का एक उच्च ऊर्जा क्षणिक मिशन है, जिसे एक भारतीय वैज्ञानिक समूह द्वारा गुरुत्वाकर्षण तरंग स्रोतों के विद्युत चुम्बकीय समकक्षों और जी.आर.बी. के अध्ययन हेतु प्रस्तावित किया गया है। प्रस्तावित विन्यास में, दक्ष की जी.आर.बी. स्थानीयकरण सटीकता **5°** और **10°** के बीच होने की उम्मीद है। हालाँकि, त्वरित अनुवर्ती अध्ययन के लिए सटीक स्थानीयकरण **(<1°)** की आवश्यकता होती है। इस कार्य में, हम सी.एम.आई. तकनीक का उपयोग करके सटीक स्थानीयकरण बढ़ाने के लिए डिटेक्टरों के प्रदर्शन की जाँच कर रहे हैं।

दक्ष मिशन

प्रस्तावित दक्ष मिशन (चित्र-2) में दो उपग्रह शामिल है, जो पृथ्वी के विपरीत दिशाओं में स्थित हो कर कार्य करेंगे। प्रत्येक उपग्रह में तीन प्रकार के डिटेक्टर लगे हैं जो विस्तृत ऊर्जा रेंज में उच्च बाह्यगैलेक्टिकसंवेदनशीलता, पूर्ण-आकाश कवरेज प्रदान करते हैं। जी.आर.बी. निगरानी के अलावा, दक्ष एक बहुमुखी वेधशाला के रूप में कार्य कर सकता है।

वैज्ञानिक उद्देश्य

हमारा उद्देश्य है कि दक्ष का संवेदनशीलता में कोई महत्वपूर्ण परिवर्तन किए बिना उसके कोणीय विभेदन को छोटा करना (5° -10° से 1°)। ऐसा करने का एक संभावित तरीका सी.एम.आई. तकनीक है।

तरीका

सी.एम.आई. तकनीक में दो चरण शामिल हैं: कोडेड अपर्चर मास्क (सी.ए.एम.) के माध्यम से आपतित सिग्नल का पता लगाना, और सिग्नल से आकाश की छवि का पुनर्निर्माण करना। सी.ए.एम. को एक स्थिति-संवेदी डिटेक्टर और आकाश के बीच एक आधार संरचना द्वारा स्थापित किया जाता है। यह एक विशिष्ट पैटर्न में व्यवस्थित टैंटलम से बने बंद और खुले आयतों से बना होता है। स्रोत की प्रत्येक दिशा के लिए डिटेक्टर तल पर एक विशिष्ट छाया बनती है। पता लगाए गए सिग्नल और मास्क पैटर्न का उपयोग करके, एक आकाश मानचित्र तैयार किया जाता है। मानचित्र में वस्तुओं की स्थिति अनिश्चितता मास्क तत्व के आकार के समानुपाती और डिटेक्टर और मास्क के पृथक्करण के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

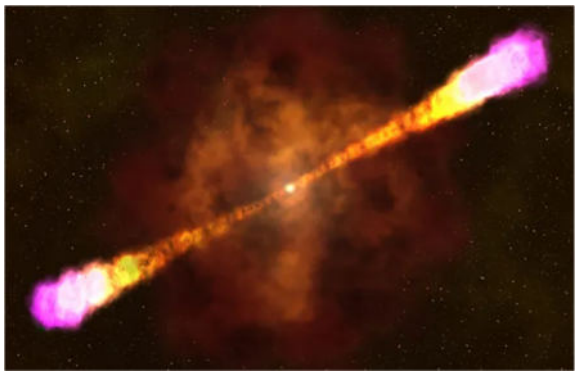
परिणाम और चर्चा

हमने चार पिक्सेलयुक्त निम्न-ऊर्जा डिटेक्टरों का सिमुलेशन किया है जो कोडेड मास्क लागू करने के लिए दक्ष के मौजूदा गैर-पिक्सेलयुक्त निम्न-ऊर्जा डिटेक्टरों की जगह ले सकते हैं। इनमें से तीन अच्छी संवेदनशीलता के साथ ~0.7 डिग्री का कोणीय विभेदन प्रदान कर सकते हैं। इस तकनीक के कार्यान्वयन से दक्ष 1 के भीतर जी.आर.बी. के एक बड़े अंश का स्थानीयकरण कर सकता है। यह उपलब्धि दक्ष के वैज्ञानिक परिणामों को उल्लेखनीय रूप से बढ़ावा देगी।

निष्कर्ष

निम्न-ऊर्जा-सी.ए.एम. तकनीकी रूप से व्यवहार्य है और दक्ष की वैज्ञानिक क्षमता को काफ़ी बढ़ाएगा। यह दक्ष को एक्स-रे आकाश के लिए एक सच्चे सर्व-आकाशीय मॉनिटर में भी बदल देगा, जिससे इसकी उपयोगिता केवल समय-क्षेत्रीय खगोल विज्ञान में सिमित नहीं रहेगी।

लेख से संबंधित चित्र



चित्र-1: गामा-किरण विस्फोट के निर्माण का एक कलात्मक दृश्य। गामा-किरणें सापेक्षिक द्विध्रुवीय शंक्वाकार जेट के साथ उत्सर्जित होती हैं। केंद्रीय इंजन एक तारकीय द्रव्यमान वाला ब्लैक होल है। सौजन्य- जी.आर.बी. वेबसाइट

चित्र-2: एक दक्ष उपग्रह की छवि। तीन प्रकार के डिटेक्टरों को एक गुंबद के आकार में व्यवस्थित किया गया है और उपग्रह बस के ऊपर रखा गया है। गुंबद के दोनों ओर दो सौर पैनल हैं।सौजन्य- दक्ष वेबसाइट

प्राकृतिक आपदाएँ और पृथ्वी विज्ञान की भूमिका

केशव प्रसाद[1]

तकनीकी सहायक, सीएमजी, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, ई-मेल keshav@prl.res.in

सार

यह निबंध भारत में हाल की प्रमुख प्राकृतिक आपदाओं–बाढ़, चक्रवात, भूस्खलन, लू और सूखे–के कारण, प्रभाव और समाधान पर केंद्रित है। इसमें जलवायु परिवर्तन, अनियंत्रित शहरीकरण, वनों की कटाई और संसाधनों के अति-दोहन को मुख्य कारण बताया गया है। वर्ष 2024–25 में इन आपदाओं से ₹47,500 करोड़ से अधिक का नुकसान हुआ। निबंध में पृथ्वी विज्ञान और संस्थाओं जैसे IMD, ISRO, NDMA की भूमिका पर ज़ोर दिया गया है, जो पूर्वानुमान और आपदा प्रबंधन में सहायक हैं। समाधान के रूप में नीतिगत सुधार, जन-जागरूकता, स्थानीय भागीदारी और तकनीकी उपयोग की आवश्यकता बताई गई है।

प्रस्तावना

भारत एक विशाल और विविध भौगोलिक क्षेत्र वाला देश है, जिसमें हिमालय जैसे ऊँचे पर्वत, गंगा जैसे विशाल नदी तंत्र, थार का शुष्क रेगिस्तान, पश्चिमी घाट जैसे जैव विविधता संपन्न पर्वतीय क्षेत्र और विस्तृत तटीय क्षेत्र शामिल हैं। इसी भौगोलिक विविधता के कारण भारत प्राकृतिक आपदाओं की दृष्टि से अत्यंत संवेदनशील राष्ट्र माना जाता है। पिछले कुछ दशकों में, जलवायु परिवर्तन, अनियंत्रित शहरीकरण, वनों की कटाई, और प्राकृतिक संसाधनों के अत्यधिक दोहन के चलते प्राकृतिक आपदाओं की आवृत्ति, तीव्रता और प्रभावशीलता में भारी वृद्धि हुई है।

प्राकृतिक आपदाएँ: स्वरूप, कारण और उदाहरण

1. बाढ़: असम और बिहार (जुलाई-अगस्त 2024)

अत्यधिक मानसूनी वर्षा और हिमालय से आने वाले प्रवाह के कारण असम और बिहार के कई हिस्सों में भयंकर बाढ़ आई। ब्रह्मपुत्र, कोसी, गंडक और बागमती नदियों का जलस्तर कई स्थानों पर खतरे के निशान से ऊपर चला गया। इस बाढ़ से लगभग 30 लाख लोग प्रभावित हुए, हजारों घर बह गए और अनुमानतः ₹12,000 करोड़ की आर्थिक क्षति हुई (NDMA रिपोर्ट, 2024)।

मुख्य कारण:

- अत्यधिक वर्षा
- नदी के बहाव क्षेत्र में अवैध निर्माण
- जल निकासी की अपर्याप्त व्यवस्था

समाधान:

- बहाव क्षेत्र को संरक्षित करना
- नदी पुनर्जीवन कार्यक्रम
- पूर्व चेतावनी प्रणाली को स्थानीय स्तर तक पहुँचाना

2. चक्रवात 'रेमो' और 'मिचुंग' (2024-25)

बंगाल की खाड़ी से उत्पन्न इन दो चक्रवातों ने ओड़िशा, पश्चिम बंगाल और आंध्र प्रदेश के तटीय क्षेत्रों में भारी तबाही मचाई। लाखों लोग बेघर हुए, फसलों को नुकसान पहुँचा और करीब ₹20,000 करोड़ की क्षति हुई (IMD, 2025)।

कारण:

- समुद्र सतह का बढ़ता तापमान (IPCC, 2023 के अनुसार

- वैश्विक समुद्री तापमान औसतन 0.8°C बढ़ चुका है)
- तटीय पारिस्थितिकी का विनाश (मैंग्रोव, रेत के टीले)

समाधान:

- मैंग्रोव वनों का पुनरुद्धार
- तूफान रोधी आश्रयगृहों का निर्माण
- सुदृढ़ पूर्व चेतावनी तंत्र

3. हिमालयी क्षेत्र में भूस्खलन (हिमाचल और उत्तराखंड)

भारी वर्षा और अनियंत्रित निर्माण के कारण पर्वतीय क्षेत्रों में बार-बार भूस्खलन की घटनाएँ घट रही हैं। वर्ष 2024 में ही ₹5,500 करोड़ से अधिक की क्षति का अनुमान लगाया गया है (Earth Sciences Ministry Report, 2024)।

मुख्य कारण:

- अनियंत्रित सड़क एवं भवन निर्माण
- वनस्पति की कमी से ढलानों की अस्थिरता
- अत्यधिक पर्यटक दबाव

समाधान:

- जैविक भूसंरक्षण उपाय
- मजबूत जल निकासी प्रणाली
- पर्यावरणीय आकलन को अनिवार्य बनाना

4. लू और सूखा (अप्रैल-जून 2025)

उत्तर भारत में तापमान 49°C तक पहुँच गया। इससे न केवल जनस्वास्थ्य पर गहरा असर पड़ा, बल्कि पानी की भारी कमी और फसल क्षति भी हुई। यह आपदा मुख्यतः जलवायु परिवर्तन और पर्यावरणीय असंतुलन का परिणाम है।

कारण:

- जल स्रोतों का क्षरण
- वनस्पति की भारी कमी
- ग्लोबल वार्मिंग (NASA Earth Observatory, 2023 के अनुसार भारत में औसत वार्षिक तापमान में 1.2°C की वृद्धि)

समाधान:

- वर्षा जल संचयन
- सूखा-रोधी फसलें
- शहरी हरित पट्टियाँ

भारत में प्राकृतिक आपदाओं का आर्थिक प्रभाव

प्राकृतिक आपदाएँ केवल जीवन और संपत्ति को ही नहीं, बल्कि अर्थव्यवस्था को भी गंभीर रूप से प्रभावित करती हैं। वर्ष 2024–25 में भारत को कुल मिलाकर ₹47,500 करोड़ से अधिक की प्रत्यक्ष एवं अप्रत्यक्ष क्षति हुई है। इन आपदाओं ने विशेष रूप से ग्रामीण आजीविका, कृषि उत्पादन, बुनियादी ढांचे, और सार्वजनिक स्वास्थ्य प्रणालियों पर नकारात्मक प्रभाव डाला है।

पृथ्वी विज्ञान की भूमिका

पृथ्वी विज्ञान, जिसमें भूगोल, मौसम विज्ञान, जलवायु विज्ञान, समुद्र विज्ञान और भूगर्भशास्त्र शामिल हैं, प्राकृतिक आपदाओं के अध्ययन, पूर्वानुमान और प्रबंधन में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

प्रमुख संस्थाओं की भूमिका

1. भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD): तूफान, वर्षा, तापमान और अन्य मौसम संबंधित पूर्वानुमान जारी करता है
2. भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (ISRO): सैटेलाइट के माध्यम से वर्षा, भूस्खलन और बाढ़ की निगरानी करता है
3. राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन प्राधिकरण (NDMA): आपदा प्रबंधन नीतियाँ और दिशानिर्देश बनाता है
4. पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES): समुद्री, वायुमंडलीय और भौगोलिक अनुसंधान को बढ़ावा देता है
5. IITs, IISc, और अन्य अनुसंधान संस्थान: कृत्रिम बुद्धिमत्ता, GIS और मशीन लर्निंग के उपयोग से चेतावनी प्रणाली का विकास

समाधान की दिशा में सामूहिक प्रयास

- नीतिगत सुधार: निर्माण परियोजनाओं में पर्यावरण प्रभाव आकलन अनिवार्य हो।
- जन जागरूकता: आपदा शिक्षा को विद्यालय पाठ्यक्रम में शामिल किया जाए।
- स्थानीय भागीदारी: ग्राम स्तर पर आपदा प्रतिक्रिया टीमों का गठन।
- तकनीकी समावेशन: मोबाइल आधारित चेतावनी ऐप्स, रीयल-टाइम डेटा एनालिटिक्स का उपयोग।

निष्कर्ष

प्राकृतिक आपदाएँ केवल प्राकृतिक घटनाएँ नहीं हैं, बल्कि मानवजनित कारणों से भी उत्पन्न होती हैं। भारत जैसे विविध भूगोल वाले देश में पृथ्वी विज्ञान न केवल आपदाओं का पूर्वानुमान लगाने, बल्कि उनकी तीव्रता को कम करने और समय रहते लोगों को सुरक्षित करने का सशक्त माध्यम है। आवश्यकता है कि वैज्ञानिक अनुसंधान, सरकारी नीतियाँ और जनसहभागिता एकजुट होकर एक सुरक्षित, संतुलित और सतत भारत की दिशा में कार्य करें।

आभार

मैं अपने सहकर्मियों और मार्गदर्शकों का भी धन्यवाद करता हूँ, जिनके सुझावों और प्रेरणा ने इस निबंध को पूर्ण करने में सहयोग दिया। अंततः, पाठकों के प्रति भी आभार व्यक्त करता हूँ, जिनकी जिज्ञासा और सहभागिता ही ऐसे विषयों पर गंभीर विमर्श को प्रोत्साहित करती है।

सन्दर्भ

1. Ministry of Earth Sciences (MoES) - Annual Report 2024-25
2. Indian Space Research Organisation (ISRO) - https://isro.gov.in
3. National Disaster Management Authority (NDMA) - https://ndma.gov.in
4. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Report 2023
5. NASA Earth Observatory - India Climate Overview 2023
6. India Meteorological Department (IMD) - https://mausam.imd.gov.in

हिमालय की तलहटी में स्थित देहरादून के ऊपर वायुमंडलीय सीमा परत का अध्ययन

अरुण, सोम कुमार शर्मा, अनिकेत, धर्मेंद्र कामत

वैज्ञानिक/अभियंता 'एससी' , अंतरिक्ष और वायुमंडलीय विज्ञान प्रभाग, पीआरएल

ईमेल : arun@prl.res.in

सार

यह अध्ययन देहरादून में स्थापित धरती-आधारित सीलोमीटर लिडार से वर्ष 2023 के दौरान वायुमंडलीय सीमा-प्रवाही परत (एबीएल) की ऊँचाई में मौसमी और दैनिक परिवर्तन का विश्लेषण प्रस्तुत करता है । ग्रीष्मपूर्व ऋतु में अधिकतम बीएलएच (~2000 मीटर) पाई गई, जबकि मानसून में बादल और आर्द्रता के कारण बीएलएच न्यूनतम (~665 मीटर) रही। सर्दियों में बीएलएच कम और मानसूनोत्तर में मध्यम रही। यह प्रवृत्ति स्थलाकृति और मौसम से प्रभावित है। अध्ययन से यह स्पष्ट होता है कि उच्च रेजोल्यूशन वाले लिडार उपकरण, एबीएल की सतत अध्ययन के लिए अत्यंत उपयोगी हैं, विशेषकर उन क्षेत्रों में जहाँ उपग्रह, रेडियोसोंड और पुनःविश्लेषण आंकड़े सीमित होते हैं।

प्रस्तावना

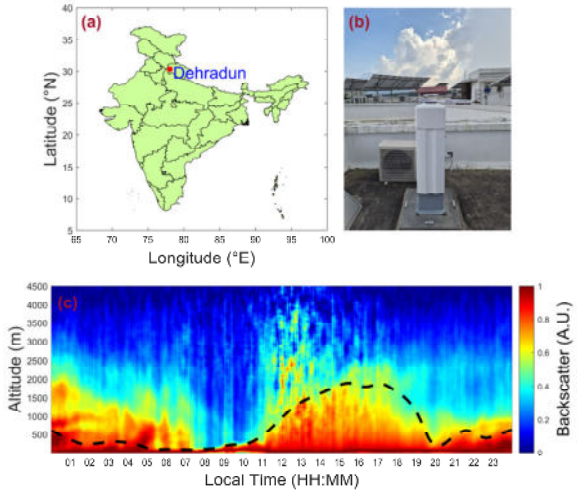
वायुमंडलीय सीमाप्रवाही परत (एबीएल) वायुमंडल का सबसे निचला भाग है, जो सतही प्रक्रियाओं से सीधे और कम समय (लगभग एक घंटे) में प्रभावित होता है (स्टल, 1988)। इसकी ऊँचाई कुछ मीटर से लेकर कई किलोमीटर तक हो सकती है, जो सौर ताप, अशांति और स्थलाकृति पर निर्भर करती है (गैरेट, 1994; कलथॉफ और अन्य, 1998)। दिन में संवहन के कारण यह परत फैलती है और रात में सिकुड़ती है (मार्ट, 1999)। एबीएल सतह और मुक्त वायुमंडल के बीच ऊष्मा, आर्द्रता और संवेग के आदान-प्रदान में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है (डॉनर, 1995; सू और अन्य, 2020a) तथा वायु गुणवत्ता और प्रदूषण के प्रसार से घनिष्ठ रूप से जुड़ी होती है (डोंग और अन्य, 2017; ली और अन्य, 2017)। शहरीकरण और स्थलाकृति के प्रभाव से इसकी संरचना और अधिक जटिल हो जाती है (बार्लो और अन्य, 2015; चेन और अन्य, 2009)। पारंपरिक यंत्र जैसे रेडियोसोंड और उपग्रह सीमित क्षमता रखते हैं, जबकि ग्राउंड-बेस्ड यंत्र, विशेषकर सीलोमीटर लिडार, अधिक सटीक और निरंतर मापन में सक्षम हैं (बियान्को और अन्य, 2008; म्यूनकल और रासानेन, 2004)।

यह अध्ययन भारतीय सुदूर संवेदन संस्थान, देहरादून (30.34°N, 78.04°E) में स्थापित उच्च समयिक (16 सेकंड) और ऊर्ध्वाधर (15 मीटर) रिज़ोल्यूशन वाले सीलोमीटर लिडार से देहरादून की जटिल स्थलाकृति में एबीएल की विशेषताओं का मूल्यांकन करता है, जो तेज़ शहरीकरण के चलते अध्ययन के लिए उपयुक्त क्षेत्र है।

अध्ययन क्षेत्र, डेटा सेट, और कार्यविधि

यह अध्ययन देहरादून शहर में किया गया है, जो हिमालय की तराई में स्थित दून घाटी में स्थित है (चित्र 1a)। यह क्षेत्र आर्द्र उपोष्णकटिबंधीय जलवायु वाला है, जहाँ मौसमी और दैनिक स्तर पर मौसम में तीव्र परिवर्तन होते हैं, जिससे यह सीमावर्ती परत के अध्ययन के लिए उपयुक्त स्थान बन जाता है। भारतीय सुदूर संवेदन संस्थान, देहरादून में एक ग्राउंड-आधारित सीलोमीटर (चित्र 1b) स्थापित किया गया है, जिसका उपयोग वायुमंडलीय एरोसोल और सीमावर्ती परत की ऊँचाई की निगरानी के लिए किया गया। यह सीलोमीटर लेज़र पल्स छोड़ता है और वायुमंडल में उपस्थित कणों से परावर्तित संकेत को मापकर सीमावर्ती परत की ऊँचाई का अनुमान लगाता है। इस अध्ययन के लिए जनवरी से दिसंबर 2023 तक का सतत सीलोमीटर डेटा उपयोग में

लिया गया। उदाहरण के रूप में, चित्र 1c में 11 अप्रैल 2023 को दिन भर के दौरान बैकस्कैटर सिग्नल और अनुमानित सीमावर्ती परत की ऊँचाई को दर्शाया गया है।

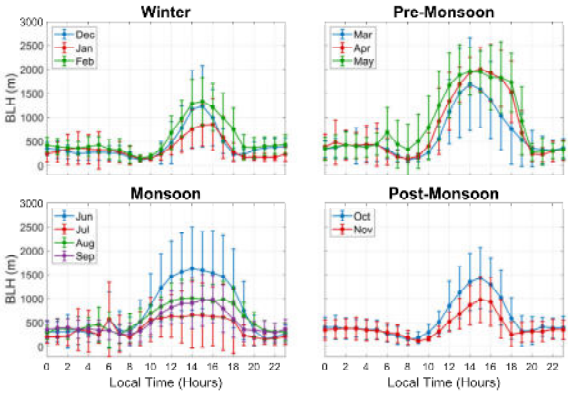


चित्र 1: (a) अध्ययन क्षेत्र, (b) देहरादून में स्थापित सीलोमीटर लिडार , (c) 11 अप्रैल 2023 को अनुमानित वायुमंडलीय सीमावर्ती परत की ऊँचाई में दैनिक परिवर्तन।

प्रातःकाल में बीएलएच न्यूनतम देखी गई, जो सूर्योदय के बाद सतही गर्मी और संवहन की क्रिया के कारण बढ़ती है और दोपहर में लगभग 2000 मीटर तक पहुँचती है, फिर सूर्यास्त के बाद पुनः घट जाती है। काले डैश लाइन से सीमावर्ती परत की अनुमानित ऊँचाई दर्शाई गई है। यह डेटा पूरे वर्ष भर स्थानीय मौसम और स्थलाकृति के प्रभावों के साथ सीमावर्ती परत की प्रक्रिया को समझने में सहायक है।

परिणाम एवं चर्चा

देहरादून में 2023 के दौरान सीमा-प्रवाही परत की ऊँचाई (बीएलएच) में मौसमी परिवर्तन स्पष्ट रूप से मासिक रूप में देखा गया (चित्र 2)। सर्दियों के महीनों में बीएलएच अपेक्षाकृत निम्न रहती है - जनवरी में अधिकतम 846 मीटर, फरवरी में 1327 मीटर और दिसंबर में 1227 मीटर - जो वायुमंडल की स्थिर स्थितियों को दर्शाता है। ग्रीष्मपूर्व (प्री-मॉनसून) अवधि में सतही ऊष्मन और तीव्र संवहन गतिविधियों के कारण वर्ष की सर्वाधिक बीएलएच प्राप्त होती है - मार्च में 1686 मीटर, अप्रैल में 2004 मीटर और मई में 1962 मीटर। मानसून के महीनों में बीएलएच में तीव्र गिरावट आती है - जून में 1633 मीटर से घटकर जुलाई में वर्ष का न्यूनतम मान 665 मीटर तक पहुँचता है, जिसके बाद अगस्त (1012 मीटर) और सितंबर (983 मीटर) में हल्की पुनःवृद्धि देखी जाती है। यह गिरावट बादल आवरण और उच्च आर्द्रता के कारण होती है, जो संवहनीय परत के विकास को बाधित करती है। मानसूनोत्तर (पोस्ट-मॉनसून) अवधि में बीएलएच मध्यम रहती है, जिसमें अक्टूबर (1433 मीटर) की ऊँचाई नवंबर (977 मीटर) से अधिक होती है। मानक विचलन दर्शाता है कि विशेष रूप से प्री-मॉनसून अवधि के मध्याह्न समय में बीएलएच में स्पष्ट दैनिक और मौसमी विविधता देखी जाती है, जब संवहनीय अशांति अपने चरम पर होती है।



चित्र 2: वर्ष 2023 के दौरान देहरादून में बीएलएच का मौसमी दैनिक परिवर्तन। प्रत्येक उपचित्र एक ऋतु को दर्शाता है: शीत ऋतु, ग्रीष्मपूर्व ऋतु, मानसून ऋतु तथा शरद ऋतु। त्रुटि पट्टियाँ मानक विचलन को दर्शाती हैं, जो दैनिक एवं मौसमी विविधताओं को सूचित करती हैं।

जब देहरादून के अवलोकनों की तुलना साहा और अन्य (2022) द्वारा रिपोर्ट किए गए अहमदाबाद के आंकड़ों से की जाती है, तो यह पाया जाता है कि मौसमी प्रवृत्ति समान है-प्री-मॉनसून में अधिकतम और मानसून में न्यूनतम बीएलएच। हालांकि, देहरादून में बीएलएच के निरपेक्ष मान सामान्यतः

कम पाए जाते हैं, जिसका कारण इसकी हिमालय की तराई में स्थित घाटी जैसी भौगोलिक स्थिति है। यहाँ की जटिल स्थलाकृति, सर्दियों में सीमित सौर विकिरण और मानसून के दौरान बारंबार बादल छाए रहने से संवहनीय परत का विकास अहमदाबाद की अर्ध-शुष्क समभूमि की तुलना में सीमित रहता है।

निष्कर्ष

वर्ष 2023 में देहरादून में सीलोमीटर लिडार से प्राप्त आंकड़ों से स्पष्ट हुआ कि वायुमंडलीय सीमा-प्रवाही परत (बीएलएच) में स्पष्ट मौसमी व दैनिक परिवर्तन होता है। ग्रीष्मपूर्व में अधिकतम और मानसून में न्यूनतम बीएलएच देखी गई। सर्दियों में बीएलएच निम्न रही, जो स्थिर परिस्थितियों को दर्शाती है। देहरादून की स्थलाकृति और जलवायु इस पर महत्वपूर्ण प्रभाव डालते हैं। यह अध्ययन वायु गुणवत्ता और मौसम मॉडलिंग के लिए उपयोगी सिद्ध हो सकता है।

आभार

लेखक भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (पीआरएल) के निदेशक, प्रो. अनिल भारद्वाज का विशेष रूप से आभार व्यक्त करते हैं, जिनके मार्गदर्शन और सहयोग से भारतीय सुदूर संवेदन संस्थान (आईआईआरएस), देहरादून में पीआरएल के भारतीय लिडार नेटवर्क (आईएलआईएन) कार्यक्रम के अंतर्गत लिडार प्रयोगशाला की स्थापना संभव हो सकी। IIRS (ISRO) देहरादून के पूर्व और वर्तमान निदेशकों को उनके सहयोग के लिए, तथा लिडार के नियमित संचालन में सहायता के लिए स्टाफ सदस्यों को धन्यवाद| सभी प्रकार की सहायता और समर्थन के लिए पीआरएल, अंतरिक्ष विभाग, भारत सरकार को धन्यवाद।

सन्दर्भ

1. स्टल, आर. बी. (1988). सीमा परत मौसम विज्ञान का परिचय. क्लूवर अकादमिक प्रकाशक.

2. साहा और अन्य (2022). पश्चिमी भारतीय क्षेत्र में सीलोमीटर लिडार, कॉस्मिक जीपीएस आरओ उपग्रह, रेडियोसॉन्ड और ईआरए-5 पुनर्विश्लेषण डेटासेट का उपयोग करके वायुमंडलीय सीमा परत विशेषताओं की जाँच। वायुमंडलीय अनुसंधान, 268, 105999।

हिंदी तकनीकी संगोष्ठी समिति

प्रो. संतोष वी. वडवाले
अध्यक्ष

प्रो. नंदिता श्रीवास्तव
सह-अध्यक्ष

प्रो. नमित महाजन
सह-अध्यक्ष

प्रो. लोकेश कुमार साहू
सह-अध्यक्ष

श्रीमती रुमकी दत्ता
संयोजक

श्री सौरभ गोयल
सह-संयोजक

सदस्य

प्रो. ब्रजेश कुमार

श्रीमती मनीषा डी. पटेल

डॉ. योगिता कडलग

डॉ. प्रशांत कुमार

श्री निर्भय के. उपाध्याय

डॉ. प्रज्ञा पांडे

डॉ. अरविंद एस. राजपुरोहित

श्री अतुल ए. माणके

श्री वैभव वी. एस. राठोड़

श्री विष्णुभाई आर. पटेल

श्री विवेक के. मिश्रा

श्री पी. नरेंद्र बाबू

श्रीमती ऋचा पी. कुमार

श्री प्रदीप के. शर्मा

श्रीमती ज्योति लिम्बात

सुश्री कोलेनचेरी जि. निकिता

श्रीमती प्रीति के. पोद्दार

सुश्री श्रीया नटराजन

श्रीमती हर्षाबेन परमार

हिंदी तकनीकी संगोष्ठी - 2025
भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला
अहमदाबाद - 380009