ISSN : 1549-523-X
UGC-CARE Listed Journal

वर्ष : 19, अंक 4, अक्टूबर-दिसम्बर 2021
Vol. 19, No. 4, October-December 2021

आज़ादी का अमृत महोत्सव

विज्ञान प्रकाश
VIGYAN PRAKASH

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल
Research Journal of Science & Technology

लोक विज्ञान परिषद, दिल्ली
एवं
विश्व हिन्दी न्यास, न्यूयॉर्क
का प्रकाशन

लोक हिताय विज्ञानम्

ISSN : 1549-523-X, UGC-CARE Listed Journal

विज्ञान प्रकाश - विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल, वर्ष:19, अंक 4, अक्टूबर-दिसम्बर, 2021

VIGYAN PRAKASH : Research Journal of Science & Technology, **Vol. 19, No. 4, October-December 2021**

संस्थापक मुख्य सम्पादक / Founder Chief Editor

- **स्व. प्रो. राम चौधरी / Late Prof. Ram Chaudhari**
  54, Perry Hill Raod, Oswego, NY, 13126, USA

मुख्य सम्पादक / Chief Editor

- **प्रो. ओम विकास / Prof. Om Vikas**
  Hon. Advisor, Bhartiya Vidya Bhavan, Delhi
  President, Lok Vigyan Parishad
  Formerly, Director, ABV-Indian Inst. of IT & Management Gwalior;
  & Counsellor (S&T), Indian Embassy, Japan;
  & Sr. Director, Ministry of Electronics & IT
  dr.omvikas@gmail.com

सलाहकार मण्डल / Advisory Board

- **डॉ. विजय कुमार सारस्वत / Dr. V. K. Saraswat**
  Member, NITI Aayog, Govt. of India &
  Chancellor, Jawaharlal Nehru University, New Delhi.
  Formerly, Secretary, Defence (R&D)
  & Scientific Adviser to Raksha Mantri
  & DG DRDO (Ministry of Defence).
  vk.saraswat@gov.in
- **प्रो. जगदीश नारायण / Prof. Jagdish Narayan**
  Distinguished Chair Professor & Director,
  NSF Center for Advanced Materials and Smart Structures,
  Dept. of Materials Science and Engineering,
  Centennial Campus, North Carolina State University,
  Raleigh, NC 27695-7907.
  J_Narayan@ncsu.edu
- **डॉ. श्याम कुमार शुक्ल / Dr. Shyam K. Shukla**
  Executive Director, World Hindi Foundation
  44949 Cougar Circle, Fremont, CA 94539, USA
  shuklas@comcast.net
- **प्रो. आलोक कुमार / Prof. Alok Kumar**
  Department of Physics, State University of New York,
  Oswego, New York 13126
  Alok.kumar@oswego.edu

सम्पादक मण्डल / Editorial Board

- **प्रो. ओउम् प्रकाश शर्मा / Prof. Oum Prakash Sharma**
  Director, NCIDE, IGNOU, New Delhi-110068
  & Gen. Secy., Lok Vigyan Parishad
  opsharma@ignou.ac.in
- **प्रो. अनुपम शुक्ल / Prof. Anupam Shukla**
  Director, Indian Institute of Information Technology,
  (IIIT), Pune, Maharashtra
  dranupamshukla@gmail.com
- **प्रो. (डॉ.) अजय चौधरी / Prof. (Dr.) Ajay Choudhary**
  Professor & Head, Dept. of Neurosurgery,
  ABV-Institute of Medical Sciences & RML Hospital,
  New Delhi
  ajay7.choudhary@gmail.com
- **प्रो. प्रतापानन्द झा / Prof. Pratapanand Jha**
  Director, Cultural Informatics Lab (CIL)
  & National Manuscripts Mission, IGNCA, New Delhi
  pjha@ignca.nic.in
- **प्रो. कृष्ण कुमार मिश्र / Prof. Krishna Kumar Mishra**
  Homi Bhabha Centre for Science Education, TIFR,
  Mumbai - 400088
  kkm@hbcse.tifr.res.in
- **श्री रामशरण दास / Sh. Ram Sharan Das**
  49, Sector-4, Vaishali, Ghaziabad 201010, U.P.
  rsgupta_248@yahoo.co.in

प्रकाशन सहयोग / Publication Support

- **लोक विज्ञान परिषद् / Lok Vigyan Parishad**
  C-15, Tarang Apratment, 19 IP Extension, Delhi-110092
  www.LokVigyanParishad.in / www.VigyanPrakash.in

ऑनलाइन प्रदर्श (वैबसाइट) / Online Presence (Website)

- **दिव्या शर्मा / Divya Sharma**
  Designer's Bliss, Sydney, NSW, Australia
  www.designersbliss.com

विश्व हिन्दी न्यास से संस्थापित एवं लोक विज्ञान परिषद, दिल्ली द्वारा प्रकाशित

UGC-CARE समिति से अनुमोदित हिन्दी में विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल - **विज्ञान प्रकाश**

ISSN : 1549-523-X; www.VigyanPrakash.in

विज्ञान प्रकाश रिसर्च जर्नल में प्रकाशित लेख/सामग्री लेखकों के अपने निजी विचार हैं। **विज्ञान प्रकाश** के संपादक मंडल तथा प्रकाशक का कोई दायित्व नहीं है।

UGC-CARE Listed Journal ISSN: 1549-523-X

विज्ञान प्रकाश : विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल, वर्ष :19, अंक 4, अक्टूबर-दिसम्बर, 2021

VIGYAN PRAKASH : Research Journal of Science & Technology, Vol. 19, No. 4, October-December 2021

(www.VigyanPrakash.in)

विषय क्रम

- सलाहकार एवं सम्पादक मण्डल /**Advisory & Editorial Board** — Inner Cvr
- सम्पादकीय : श्रुति क्रान्ति की ओर / **Towards Shruti Revolution** *ओम विकास* — 2

अंतरराष्ट्रीय सम्मेलनः "सुदृढ़ खुशहाल समाज के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता", 8-9 जनवरी, 2022
International conference on "AI for Resilient Happy Society", 8-9 January 2022

- आयोजन का प्रोग्राम विवरण / **Programme Schedule** — 7
- शोध पत्र सूची / **List of Papers** — 9
- मुख्य अतिथि का उद्धाटन सम्बोधन : वर्तमान समय में सुदृढ़ समाज के सृजन में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का महत्व / **The Importance of Artificial Intelligence in the Creation of a Vibrant Society in the Present Times** *डॉ. विजय कुमार सारस्वत, सदस्य नीति आयोग* — 14

शोध आलेख / **Research Articles**

- मशीन लर्निंग तकनीक का उपयोग करके COVID-19 महामारी को समझना / Understanding **The Covid-19 Pandemic Using the Machine Learning Techniques** *मोना भटनागर, सुयश कुमार एवं चेतना जैन* — 18
- डीप लर्निंग तकनीक का उपयोग करते हुए भ्रूण वृद्धि प्रतिधारण की भविष्यवाणी : एक समीक्षा / **Prediction of Fetal Growth Retention using Deep Learning Techniques: A Review** *कौलेश्वर प्रसाद, एम.वी. पद्मावती एवं पवन कुमार पटनायक* — 29
- पानी में भारी धातुओं की विषाक्तता कम करने में पादपकीलेटर्स की क्षमता का आकलन / **Assessing the Potential of Phytochelators in Reducing Heavy Metal Water Poisoning** *डॉ. नीना कुमार धीमान और डॉ. रश्मि सैनी* — 40
- उच्च दक्षता सौर सेल के लिए चतुष्क अमोनियम धनायन युक्त स्थायी लेड हैलाइड पेरोवस्काइट / **Stable Lead Halide Perovskite with Quaternary Ammonium Cations for High Efficiency Solar Cell** *नमन शुक्ला, बी.गोपाल कृष्णा एवं संजय तिवारी* — 47
- सीमित लंबाई के सोशल मीडिया के लिए स्वचालित स्पैमर डिटेक्शन / **Automated Spammer Detection for Limited Length Social Media** डॉ शिल्पा मेहता — 56

रेडियो संचार पर विशेष

- रेडियो स्पेक्ट्रम – आवश्यकताएँ और प्रबंधन / **Radio Spectrum- Requirements and its Management** *डॉ. अशोक चन्द्र* — 66

भारत ज्ञान परंपरा / **Indian Knowledge Tradition**

- सोपान संगीत – केरल के मंदिरों में प्रचलित संगीत की विशिष्ट गायन शैली / **Sopan Sangeet: A Unique Temple Tradition of Kerala** प्रो. दीप्ति ओमचेरी भल्ला — 75

प्रतिक्रियाएं / **Feedback** — 80

समीक्षक सूची / **List of Reviewers** — Back Inner Cvr

पून्तानं नम्बूतिरी की रचना "ज्ञानप्पाना" से सूक्तियाँ (मलयालम में) — Back Cvr

श्रुति क्रान्ति की ओर
Towards *Shruti* Revolution

Abstract :

Industrialisation began in 18th century in some western countries that led to mechanization of production processes, and development of innovative technologies for economic growth. This improved the standard of living. This accompanies with shift of enterprises in villages to factories in cities – a societal restructuring. Computer and communication technologies combined with content gave rise to exponential growth of Information Technology (IT) that led to the Information Revolution. Businesses transformed from local to global. 21st century witness rapid emergence of newer innovative technologies to solve problems in agriculture, health, education, trade, defence, services, etc. There is also a trend of increasing divide in wealth, linguistic and cultural identities. Information highways are globally flooded with a wide variety of pollutants raising concerns to issues relating to inequality, privacy, community and cultural identities. Innovative applications of AI may be encouraged prudently in various sectors of economy.

In order to safeguard our languages and cultural identities, we need to connect up with scientifically classified speech sound and the correspondingly derived phonetic script with 1-to-1 correspondence, and the grammar for Sanskrit language that is the mother of Indian Languages. What you speak what you hear and what you write – a shruti tradition. In early 1980s Government of India brought out phonetic based encoding scheme ISCII, and phonetic keyboard layout INSCRIPT. But later on non-phonetic glyph-based Unicode was adopted. Advantages of phonetic approach are not there. It is proposed to take up R&D initiative in developing computing tools based on phonetic enhanced Devanagari script encoding scheme, and developing Universal Phonetic Encoding Scheme, Universal Phonetic Alphabet, Concept based Networking Language, and other NLP development tools. We may term this phonetic based initiative as *Shruti* Revolution. Of course India will remain globally competitive in emerging technologies, and also develop requisite technologies to preserve and enrich our languages, cultural values, traditional knowledge, and open up new research avenues with focus on inclusive innovation.

औद्योगिक क्रान्ति

परिवर्तन सामान्य प्रक्रिया है – प्रकृति में, समाज में, तकनीकी में और लगभग सभी क्षेत्रों में। परिवर्तन में हेरफेर अधिक हो, पुरानी व्यवस्था की जगह नई व्यवस्था जगह ले तो इसे क्रान्ति (Revolution) की संज्ञा देते हैं। आधुनिक विज्ञान और टेक्नोलॉजी के उत्तरोत्तर विकास से उद्योगों में मशीनीकरण तेजी से बढ़ा। पुरानी टेक्नोलॉजी की जगह नई टेक्नोलॉजी (disruptive technology) अपनाने के आधार बिंदु थे – लागत और समय में कमी, बेहतर प्रचालन प्रक्रियाएं और अधिक उपयोगी, प्रयोग–सुगम, गुणवत्तापूर्ण उत्पादों की संभावनाएं। मानव–शक्ति की सीमाओं को वाष्प (Steam), विद्युत (electric) ऊर्जा के प्रयोग से बहुत

अधिक पार किया। औद्योगिक क्रान्ति से सामाजिक और आर्थिक सुधार हुए, लोगों का जीवन स्तर बेहतर हुआ।

आरंभ में आर्थिक, सामाजिक, सांस्कृतिक प्रगति के आधार स्तम्भ थे – कृषि और कुटीर उद्योग।

पाश्चात्य देशों में औद्योगिक क्रान्ति का प्रारम्भ 18वीं शताब्दी के आरंभ से हुआ। पहली औद्योगिक क्रान्ति (18वीं सदी) में प्राकृतिक संसाधनों जैसे कोयला, जल, वाष्प से मशीनों को चलाकर अधिक उत्पादन किया जाने लगा। नई नई टेक्नॉलॉजी का आविष्कार हुआ। उद्योग गाँव से हटकर शहरों की फैक्टरियों में होने लगे। पलायन बढ़ा।

दूसरी औद्योगिक क्रान्ति (19वीं सदी) में बिजली से चलनेवाली मशीनों से तेजी से फैक्टरी में बड़ी संख्या में उत्पादन सम्भव हुआ। पेट्रोल–डीजल से चलनेवाले वाहन बनाए जाने से यातायात बढ़ा। देश भर में और दूसरे देशों को भी व्यापार आसान हुआ। प्राकृतिक संसाधनों का दोहन बढ़ने लगा।

तीसरी औद्योगिक क्रान्ति (20वीं सदी) में कंप्यूटर का विकास हुआ। कंप्यूटर के विकास से गणना की गति बढ़ी; मानव बुद्धि की अनुकृति (AI: आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस) के प्रयास बढ़े। भाषा संसाधन पर भी कई सफल प्रयास हुए। कंप्यूटर और कम्यूनिकेशन के संयोग से संचार साधनों में तेजी से विकास हुआ। कंप्यूटर और कम्युनिकेशन के संयोग से *सूचना क्रान्ति* का सूत्रपात्र हुआ। वैश्वीकरण को बढ़ावा मिला। बहुसंख्य सामान्य जनशक्ति के लिए रोजगार के मायने बदलने लगे; विशिष्ट ज्ञान–कौशल की मांग बढ़ी। अमीर–गरीब और विकसित–अविकसित–विकासशील देशों के बीच आर्थिक एवं सामाजिक विषमता में बढ़ोतरी होने लगी।

चौथी औद्योगिक क्रान्ति में Cyber–Physical Systems जो साइबर स्पेस में भौतिक तन्त्र या कृत्रिम बुद्धि प्रणाली (AI) से कई वस्तुओं को कंप्यूटर–आधारित एल्गोरिदम द्वारा नियंत्रित किया जाता है। यह मानव–मशीन दोनों की क्षमताओं का सहयोजन है। AI, Genome Editing, Renewable Energy, Nanotechnology, Biotechnology, Cognitive Science, आदि उभरती टेक्नॉलॉजी का प्रयोग विस्तार होगा। ये तकनीकियां हमारे जीवन में घुलमिल कर हमारी रुचिओं और आकांक्षाओं को भी प्रभावित करेंगी। कुछ सचेष्ट करनेवाले चिंतनीय संकेत हैं, जैसे आर्थिक और सामाजिक विषमता में वृद्धि, असुरक्षा, वैयक्तिक गोपनीयता उलंघन, वैश्वीकरण और लोकीकरण के बीच द्वंद, भाषा एवं संस्कृतियों में विकृतियां और लोप, इत्यादि। सूचना का बाज़ार बड़ा है। इसमें धन लाभ है, राजनैतिक, सामाजिक, आर्थिक विप्लव कर सकने की ताकत है। सूचना प्रदूषण से वैचारिक स्वास्थ्य प्रभावित होता है, जो धार्मिक उन्माद, हिंसा, कामोत्तेजना, प्रमाद को उद्दीप्त करने में समर्थ है।

पथ अपना आप प्रशस्त करो

क्या भारतीय भाषाएं सूचना सुनामी के प्रचण्ड रौद्र रूप से विकृत होते होते लोप के कगार पर हैं ? क्या समाज को सोशल मीडिया के माध्यम से वैचारिक पंगुता की ओर ढकेला जा रहा है ? भाषा और संस्कृति के चक्रवृद्धि ह्रास को रोकने के संभव उपायों के बारे में विचार करने और कार्यनीति बनाने की आवश्यकता है।

उद्धरेदात्मनात्मानं नात्मानमवसादयेत्।
आत्मैव ह्यात्मनो बंधुरात्मैवरिपुरात्मनः
।। भगवद्गीता 6.5 ।।

अर्थात् – अपने द्वारा अपना उद्धार करे, अपना पतन न करे; क्योंकि आप ही अपना मित्र है, और आप ही अपना शत्रु है।

कुछ तकनीकी विकास पाश्चात्य तकनीकी विकास क्रम के अनुरूप में भी उच्च स्तर के हुए है। नई सोच और इन्नोवेशन में भी अग्रणी बन सकते हैं। भारत की भाषाएं और संस्कृतियां भी समृद्ध हैं।

प्रकृति प्रेम, परोपकार, पुरुषार्थ, विश्व बंधुत्व भारतीय संस्कृति की विशेषताएं हैं। भारत का अतीत ज्ञान विज्ञान से समृद्ध है। भारत में तकनीकी विकास अपनी भाषा, संस्कृति के अनुकूल करने का भी सामर्थ है।

भारतीय भाषाओं की जननी संस्कृत भाषा वैज्ञानिक है। मानव के विचार शब्द रूप में ध्वनित होते हैं। शब्द ध्वनि को लिपि के माध्यम से लिख–पढ़ सकते हैं। ध्वनि प्राकृतिक (natural) है। लिपि मानवकृतिक (artificial) है।

भाषा के माध्यम से पारस्परिक व्यवहार होता है। वक्ता और श्रोता के बीच "शब्द" संवाद की इकाई है। वैदिक काल में वेदों के सूत्रमय ज्ञान को जैसा सुना वैसा पीढ़ी दर पीढ़ी दिया गया। संस्कृत भाषा का ध्वन्यात्मक स्वरूप था। वेदों के निहित ज्ञान को समझने और व्यवहार में लाने की दृष्टि से छह वेदांगो की रचनाएं हुई – शिक्षा (शुद्ध उच्चारण प्रविधि), व्याकरण (शब्द अनुशासन एवं वाक्य संरचना), निरुक्त (अर्थ निर्वचन), छंद (गायन प्रकार एवं मानक), ज्योतिष (काल गणना), कल्प (यज्ञादि कर्म विधि)।

वाक् शक्ति विश्व व्यवहार का प्रमुख आधार है। वाणी के चार पाद बताए गए हैं : परा, पश्यन्ती, मध्यमा, वैखरी । पहले तीन अंतःकरण में अव्यक्त हैं। परा में प्राण वायु से उत्प्रेरण; पश्यन्ती में बुद्धि के संयोग से मनःपटल पर चित्रण और अर्थ निरूपण; मध्यमा में शरीर की ऊर्जा से प्रेरित कण्ठ तक पहुँच लेकिन सुनाई न देने वाली ध्वनि। चौथे पाद में पाँच स्पर्श स्थानों की सहायता से सर्व स्वर, व्यंजन, युग्माक्षर के रूप में व्यक्त वाणी को वैखरी कहा गया। शब्द उच्चरित होने से पहले वक्ता के मस्तिष्क में उसके संदर्भ में गुण आदि विविध विचार बिना किसी क्रम में आते हैं। इस प्रक्रिया को भतृहरि ने "स्फोट" कहा। शब्द यात्रा के 3 चरण हैं:–

1. वक्ता द्वारा अवधारणा (Conceptualisation)
2. बोलने की प्रक्रिया (Speaking)
3. श्रोता द्वारा अवबोधन (Understanding)

वक्ता और श्रोता की वैचारिक एवं सांस्कृतिक पृष्ठभूमि पर निर्भर करता है शब्द का प्रयोग और शब्दार्थ।

ध्वनि प्राकृतिक है, और लिपि मानवकृतिक है। ध्वन्यात्मक लिपि के विज्ञानपरक सिद्धांतों को भारतीय मनीषियों ने हजारों वर्ष पहले प्रतिपादित किया। महर्षि पाणिनि (लगभग 500 ई. पू.) ने संस्कृत भाषा की संरचना को नियमबद्ध किया। अष्टाध्यायी में 4000 सूत्र दिए। धातु पाठ में 10 गणों में 2000 धातुएं हैं। लिंगानुशासन में लिंग निर्धारण के नियम दिए।

ध्वनि आधारित 14 माहेश्वर सूत्रों (प्रथम चार में स्वर और शेष 10 में व्यंजन) को आधार बनाकर वर्णमाला निर्धारित की। संस्कृत भारतीय भाषाओं की जननी है। ब्राह्मी लिपि से निकली सभी लिपियों की वर्णमाला में क्रम समान है।

पाणिनी ने स्वर तंत्री (Vocal Cord) से निःसृत लघुतम ध्वनि इकाई को वर्ण की संज्ञा दी। उच्चारण के स्थान (कंठ, तालु, मूर्ध, दंत, ओष्ठ) और उच्चारण तरीके (वायु कम–अधिक निकलने के आधार पर अल्पप्राण और महाप्राण) तथा स्वर तंत्री झंकृत होने और न होने पर सघोष और अघोष के अनुसार वर्गीकृत किया।

वर्ण समूह से "शब्द" बनता है। वाक्य में प्रयुक्त सार्थक शब्द को "पद" कहते हैं। एक या अधिक वर्णो को एक स्वर से समाविष्ट कर बने वर्ण यौगिक और स्वर को "अक्षर" (syllable) कहते हैं। इसकी स्वतंत्र उच्चारण सत्ता है।

क्, च्, न्, अ, इ, ... आदि "वर्ण" है। वर्ण यौगिक हैं क (क्+अ), चे (च्+ए), त्स्य (त्+स्+य्+अ), वृ (व्+ऋ), त्ति (त्+त्+इ), वाक् (व्+आ+क्) .... आदि। अक्षर अर्थात् स्वर और वर्ण यौगिक की स्वतंत्र उच्चारण सत्ता है।

वर्ण–> अक्षर–> शब्द (सार्थक)–> पद–> वाक्य

वाक्य में क्रियापद, नाम पद, क्रिया विशेषण पद, नाम विशेषण पद हो सकते हैं । पद में प्रत्यय जुडने से सम्बंध बोध होता है।

महर्षि पाणिनी, कात्यायन, पतंजलि आदि मनीषियों ने संस्कृत को पूर्ण, तर्क सम्मत और संस्कारित भाषा बनाया। कुछ आधुनिक वैज्ञानिकों ने संस्कृत को कम्प्यूटर और कृत्रिम बद्धि के लिए उपयुक्त माना है।

संस्कृत भाषा की प्रमुख विशेषताएं हैंः–

1. ध्वन्यात्मक वर्णमाला और सुस्पष्ट व्याकरण
2. स्वर और व्यंजन अलग–अलग क्रम में
3. संकल्पना की मूल धातु से शब्द निर्माण
4. उपसर्ग प्रत्यय के प्रयोग से संकल्पना शब्द विस्तार
5. उत्तरोत्तर समृद्ध साहित्य (हजारों वर्ष से)
6. सूत्र भाषा (Meta Language) – किसी भाषा को परिभाषित करने के नियम सूत्र

कंप्यूटर प्रोग्रामिंग लैंग्वेज के संदर्भ में प्रचलित BNF नोटेशन को Panini-Backus Form कहना उचित होगा।

[Ingerman, P.Z (1967), "Panini-Backus Form Suggested", Comm ACM 10, 3, P137]

श्रव्य को दृश्य पटल पर रखनेवाली लिपि की वैज्ञानिकता पर विवेचन आवश्यक है। संस्कृत आधारित देवनागरी लिपि वैज्ञानिक है। रोमन लिपि गैर–ध्वन्यात्मक है।

आज के सभी कम्पूटर की आधार भाषा रोमन लिपि पर आधारित हैं। कंप्यूटर और कम्युनिकेशन टेक्नॉलॉजी के संयोग से सूचना क्रान्ति का सूत्रपात हुआ। भारत में भारतीय भाषाओं में कंप्यूटरीकरण को सुगम बनाने के लिए कई प्रोजेक्ट शुरू हुए, पूरे हुए और कई नए प्रोजेक्ट पर कार्य चल रहा है। भारतीय भाषाओं की मूल प्रकृति संस्कृत पर आधारित है, इसलिए परिवर्धित देवनागरी को प्रस्तावित किया। ध्वन्यात्मक कीबोर्ड का डिजाइन INSCRIPT मानक बनाया गया। ध्वन्यात्मक वर्णमाला क्रम में कोडित करके ISCII (Indian Script standard Code for Information Interchange) मानक बनाया गया। अंतरराष्ट्रीय मानकों के पालन करने के कारण गैर–ध्वन्यात्मक UNICODE का प्रचलन ही बढ़ा। और रोमन लिपि आधारित QWERTY कीबोर्ड का ही प्रयोग बढ़ा। आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस टेक्नोलॉजी की मदद से मोबाइल स्मार्टफोन पर अपनी भाषा और लिपि में संदेश भेजना आसान बनता जा रहा है, लेकिन गैर–ध्वन्यात्मक रोमन लिपि पर ध्वन्यात्मक भारतीय भाषा आधार लिपि को आरोपित करने से भाषा संसाधन जटिल बनता है। परिवर्धित देवनागरी में करीब 40 व्यंजन और 15 स्वर, 15 मात्रा, 10 अन्य चिह्न एवं 10 संख्या प्रतीक हैं । इन्हें रोमन लिपि के 26 प्रतीकों पर बिना क्रम के आरोपित करना होता है। यूनिकोड लिपि आकृति आधारित (Glyph based) है, ध्वन्यात्मक नहीं है। भारतीय भाषाओं के बहुसंख्य (95% से अधिक) सामान्य प्रयोगकर्ता स्मार्टफोन पर वर्तनी दोष करते हैं। विशेष चिह्नों (Diacritical Marks) का प्रयोग मुश्किल होने से कार्य गति धीमी हो जाती है। कुछ वर्णों का धीरे–धीरे लोप हो रहा है। लिप्यन्तरण भी प्रायः दोष युक्त होता है। ध्वन्यात्मक कोड में परिवर्धित देवनागरी को आधार बनाते हुए, अन्य भाषा ध्वनियों को भी लिप्यंकित करने का प्रावधान दिया जा सकता है। प्रत्येक व्यंजन के दो, स्वरों के लिए , व्यंजन–स्वर एवं व्यंजन–स्वर–व्यंजन योगिक वर्णों के लिए, व्यंजन–व्यंजन–स्वर यौगिक वर्णों आदि के लिए कोड का प्रावधान 16–बिट ध्वन्यात्मक कोड में संभव है। PUnicode के मानकीकरण पर विचार आवश्यक है।

भाषा संसाधन के लिए पाणिनि के द्वारा दिए गए और व्यवहार में प्रचलित कारक सहित क्रिया–केन्द्रित वाक्य संरचना (Case Based Verb Centric Syntax)

का विश्लेषण क्रिया–केन्द्रित समग्रतापूर्ण है, सुगम है। पाश्चात्य भाषा विज्ञानियों के द्वारा प्रस्तावित विश्लेषण में वाक्य को संज्ञा पद (NP) और क्रियापद (VP) के रूप में तरु–शाखा में विभाजित किया जाता हैं। भारतीय भाषाओं के संसाधन में इसी पाश्चात्य पद्धति का अनुकरण हो रहा है।

सर्व भाषिक ज्ञान अंतरण के उद्देश्य से यूनिवर्सल नेटवर्किंग लैंग्वेज (UNL) के विकास में संकल्पनाओं के लिए अंग्रेजी शब्दों का प्रयोग किया गया, लेकिन प्रचलन में नहीं आ सका। धातु आधारित संस्कृत शब्द से वस्तु अथवा घटना के संदर्भ का भी बोध होता हैं। जैसे नदी वह है जिसमें उद्‌गम के समय नाद है, धीरे–धीरे प्रवाहवान होने पर सरिता कहलाती है, खग का तात्पर्य खे (आकाश में) गमन करने वाला पक्षी है। कमल पंक में जन्मा तो पंकज, बहते पानी में नीरज, तालाब में जन्मा तो सरोज कहलाता है, इत्यादि कई उदाहरण हैं। इसलिए यूनिवर्सल नेटवर्किंग के लिए मध्यस्थ भाषा (Intermediate Language) का विकास संस्कृत संकल्पनाओं को आधार बनाकर किया जाना उचित होगा। इसे CNL (Concept based Networking Language) कह सकते हैं। संस्कृत के ध्वन्यात्मक वर्णों के आधार पर विश्व भाषाओं के लिए PUnicode (Universal Phonetic Alphabet) का डिज़ाइन महत्त्वपूर्ण होगा। Semantic Web (अर्थपरक वेब) डिज़ाइन भी सम्बंध और संदर्भ द्योतक संस्कृत शब्दों के आधार पर सार्थक होगा। इससे इंटरनेट पर अंतरभाषिक अर्थपरक ज्ञानांतरण संभव होगा।

इस प्रकार कतिपय शोध एवं विकास दिशाओं का उल्लेख हुआ। अब समय है –

"उत्तिष्ठत जाग्रत प्राप्य वरान्निबोधत।"

उद्‌घोष हो *श्रुति क्रान्ति* का, नई टेक्नोलॉजी (Disruptive Technology) के विकास का। जिसमें भाषा इनपुट ध्वन्यात्मक कोड (Phonetic Encoding Scheme) में हो, ध्वनित वाक्य और इसके लिप्यंकित स्वरूप में एकरूपता हो, जैसा सुना, वैसा बोला, वैसा लिखा। शब्द और दृश्य पटल में एकरूपता हो। वाक्य विन्यास में क्रिया–केन्द्रित कारक विभक्ति संयुक्त सभी पदों का समग्र रूप से विश्लेषण हो। विश्वभाषाओं के लिए संस्कृत आधारित ध्वन्यात्मक संदर्भात्मक संकल्पना शब्दों के प्रयोग से मध्यस्थ भाषा (Intermediate Language) का विकास हो। इस सब को आसान बनाने के लिए संस्कृत आधारित प्रचालन प्रणाली (OS: ऑपरेटिंग सिस्टम) का भी विकास किया जाए।

मंत्र आदि में वर्ण, अक्षर के उदात्त, अनुदात्त, स्वरित उच्चारण, और गायन में रागादि का मस्तिष्क पर प्रभाव जैसे मानवोपयोगी अनुसंधान किए जाने की संभावना है।

आजकल कृत्रिम बुद्धि (Artificial Intelligence) के प्रयोग से शिक्षा, स्वास्थ्य, रक्षा, सेवा क्षेत्रों आदि में बहुत सुधार किए जा रहे हैं। AI में भी ध्वन्यात्मक इनपुट महत्त्वपूर्ण योगदान कर सकता है। विश्वव्यापार में वाक् अनुवाद की महत्ता बढ़ रही है। वाक् ध्वनि सत्यापन के लिए उपयोगी हो सकता है। स्पीच थेरेपी में भी इस विधा से अच्छे परिणाम आ सकते हैं।

प्रयोग–सुगम नई उपयुक्त टेक्नॉलॉजी के विकास और प्रयोग–संवर्धन से संस्कृत और भारतीय भाषाओं के अध्ययन–अध्यापन एवं शोध कार्य नवाचारमय बन सकेंगे। भारतीय भाषाओं के साहित्य भी उत्तरोत्तर समृद्ध होंगे।नवीन उभरती टेक्नॉलॉजी में विश्वस्तरीय प्रतिद्वंदी बने रहकर भारत अपनी भाषा, संस्कृति, और परंपरागत ज्ञान को प्रयोग एवं शोध सुलभ बनाने के लिए भी ध्वन्यात्मक मानक एवं टैक्नोलोजी का विकास कर सकता है। आत्मनिर्भर भारत – संकल्प से सिद्धि।

. . . ओम विकास
dr.omvikas@gmail.com

अंतरराष्ट्रीय सम्मेलन : "सुदृढ़ खुशहाल समाज के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता"
International conference on "AI for Resilient Happy Society"

8th – 9th January, 2022

Indian Institute of Information Technology (IIIT) Pune

IIIT पुणे ने विज्ञान प्रकाश और शिक्षा संस्कृति उत्थान न्यास के सहयोग से "सुदृढ़ खुशहाल समाज के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता" (AI for Resilient and Happy Society) विषय पर अंतरराष्ट्रीय सम्मेलन 8–9 जनवरी 2022 को ऑनलाइन आयोजन में प्रस्तुति के लिए शोधकर्ताओं ने अपने रिसर्च पेपर हिन्दी में लिख भेजे। 28 पेपर को सम्मेलन के विभिन्न सत्रों में प्रस्तुति के लिए स्वीकृत किए गए। इनकी सूची और आयोजन का प्रोग्राम विवरण इस प्रकार है –

8th January 2022 (Day-1)

Time	Event	Duration
2:00 PM to 2:02 PM	Welcoming the gathering and Saraswati Vandana	2 minutes
2:02 PM to 2:07 PM	Welcome Address by General Chairs (**Dr. Tanmoy Hazra** followed by a brief introduction about the conference by **Dr. Rahul Dixit**)	5 Minutes
2:07 PM to 2:12 PM	Address by **Prof. Om Vikas, Editor-In-Chief, Vigyan Prakash**	5 Minutes
2:12 PM to 2:13 PM	Introduction of the Chief Guest	1 Minute
2:13 PM to 2:28 PM	Address by the Chief Guest: **Dr. V. K Saraswat, Member, NITI Aayog, and Chancellor, Jawaharlal Nehru University**	10-15 Minutes
2:28 PM to 2:29 PM	Introduction of the **Director, IIIT Pune, Prof Anupam Shukla**	1 Minutes
2:29 PM to 2:34 PM	Address by Director, IIIT Pune	5 Minutes
2:34 PM to 2:35 PM	National Anthem	1 Minute
2:35 PM to 2:58 PM	**Buffer time-1**	23 Minutes
2:58 PM to 3:00 PM	Introduction of the Keynote Speaker	2 Minutes
3:00 PM to 3:45 PM	Keynote address by the keynote speaker- **Prof. Debasish Ghose, IISc Bangalore**	45 Minutes
3:45 PM to 4:15 PM	**Break-I**	30 Minutes
4:15 PM to 6:45 PM	Track-I Paper Presentations (AI in Industry and Agriculture)	2 Hours 30 Minutes
6:45 PM to 7:43 PM	**Break-II**	58 Minutes
4:15 PM to 6:45 PM	Track-II Paper Presentations (AI in Healthcare) [Parallel session with Track-I]	2 Hours 30 Minutes
6:45 PM to 7:43 PM	**Break-II***	58 Minutes
7:43 PM to 7:45 PM	Introduction of the Keynote Speaker	2 Minutes
7:45 PM to 8:30 PM	Keynote address by keynote speaker- **Dr. Abdallah Khreishah, New Jersey Institute of Technology, USA**	45 Minutes

8:30 PM to 8:43 PM	**Buffer time- 2**	13 Minutes

9th January 2022 (Day-2)

Time	Event	Duration
2:00 PM to 3:15 PM	Track-III Paper Presentations (AI in Education)	1 hour 15 Minutes
3:15 PM to 4:00 PM	**Break-I**	45 minutes
4:00 PM to 5:45 PM	Track-IV Paper Presentations (AI in Society)	1 Hour 45 Minutes
5:45 PM to 6:30 PM	**Break-II**	45 Minutes
6:30 PM to 6:32 PM	Introduction of the Keynote Speaker - **Dr. Sharad Tripathi, Fluidyn, Paris, France**	2 Minutes
6:32 PM to 7:17 PM	Keynote address by keynote speaker- **Dr. Sharad Tripathi, Fluidyn, Paris, France**	45 Minutes
7:17 PM to 7:30 PM	**Buffer time-1**	13 Minutes
7:30 PM to 7:32 PM	Introduction of the Keynote Speaker - **Prof. Shive Chaturvedi, The Ohio State University, USA**	2 Minutes
7:32 PM to 8:17 PM	Keynote address by keynote speaker- **Prof. Shive Chaturvedi, The Ohio State University, USA**	45 Minutes
8:17 PM to 8:30 PM	**Buffer time-2**	13 Minutes
8:30 PM to 8:32 PM	Introduction of the Keynote Speaker - **Prof. Sajal Das, Missouri University of Science and Technology, USA**	2 Minutes
8:32 PM to 9:17 PM	Keynote address by keynote speaker- **Prof. Sajal Das, Missouri University of Science and Technology, USA**	45 Minutes
9:17 PM to 9:30 PM	**Buffer time-3**	13 Minutes
9:30 PM to 9:33 PM	Closing Ceremony: Welcoming the gathering and Introduction of the Chief Guest	3 Minutes
9:33 PM to 9:48 PM	Closing Ceremony: Address by the Chief Guest – **Dr. Ajit Kumar Chaturvedi, Director, IIT Roorkee**	10-15 Minutes
9:48 PM to 9:53 PM	Closing Ceremony: Vote of thanks	6 Minutes

Following is the list of papers accepted for presentation after preliminary scrutiny:

S. No.	Paper Details
1	प्रोक्ति–विश्लेषण एवं मानव–मशीन अंतरापृष्ठ **Discourse Analysis and Man-Machine Interface** अरिमर्दन कुमार त्रिपाठी Centre for Endangered Languages, Visva-Bharati, Santiniketan arimardankt@gmail.com
2	इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी) पर आधारित स्मार्ट ऊर्जा मीटर का एक अभिनव डिजाइन और विकास दृष्टिकोण **An Innovative Design and Development Approach of Smart Energy Meter based on Internet of Things (IoT)** आदित्य तिवारी[1], आशीष यादव[2], प्रवीण कुमार बडोदिया[3], विनीत बनोधा[4] [1,2,3,4] Department of Fire Technology & Safety Engineering, IPS Academy, Indore (M.P), India [1] adityatiwary0217@gmail.com, [2] aashishy271@gmail.com, [3] pravinbadodia.2011@gmail.com, [4] vbanodha@gmail.com
3	गहरे अधिगम की तकनीकों पर आधारित निरीक्षण प्रणाली **Proctoring System using Deep Learning Techniques** अनघा अजनाडकर[1], भुवन थिरवानी[2], कुणाल कानाडे[3], नवजीत कौर[4], भूपेंद्र सिंह[5] [1, 2, 3, 4 5]Indian Institute of Information Technology, Pune, Maharashtra, India [1] anaghaajnadkar@gmail.com , [2] bhuvanthirwani@gmail.com , [3] kunalkanade8@gmail.com , [4] navjit3010@gmail.com , [5] bhupendra@iiitp.ac.in
4	डीप न्यूरल नेटवर्क मॉडल का उपयोग करके प्रारंभिक चरण में पौधे की पत्ती के फंगल और जीवाणु रोगों का पता लगाना **Detection of Fungal and Bacterial Leaf Diseases at Early Stage using Deep Neural Network Models** योगेश कुमार राठौर[1], रेख राम जंघेल[2] [1] Department of Information and Technology, National Institute of Technology, Raipur, and Assistant professor in department of computer science and engineering, Shri Shankaracharya institute of professional management and technology,(Chhattisgarh), INDIA, [2] Assistant Professor, department of Information and Technology, National Institute of Technology, Raipur (Chhattisgarh), INDIA, [1]*y.rathore@ssipmt.com, [2] rrjanghel.it@nitrr.ac.in
5	बहुकारक प्रमाणित कुंजी विनिमय प्रोटोकाफल के लिए एक सामान्य ढांचे को डिजाइन और विकसित करने के लिए **To design and develop a generic framework for multifactor authenticated key exchange protocol** विवेक कुमार सिन्हा[1], डॉ. दिव्या[2], डॉ. सरोज पाण्डेय[3] [1,2,] Lovely Professional University, Phagwara,India [3]GLA University, Mathura, India [1] sinha.vivekkumar7@gmail.com, [2] divyaanand.y@gmail.com, [3] saroj.pandey@gla.ac.in

6	सपोर्ट वेक्टर मशीन क्लासिफायर का उपयोग करके ईसीजी सिग्नल से एरिथिमिया की प्रारंभिक भविष्यवाणी **Early Prediction of Arrhythmias from ECG signal using Support Vector Machine Classifier** मनोज कुमार ओझा[1], डॉ एस वाधवानी[2], डॉ ए के वाधवानी[3], डॉ अनुपम शुक्ला[4] [1,2,3]MITS Gwalior, India [4]IIIT Pune, India [1] manojojha15@gmail.com, [2] dr.s.wadhwani@gmail.com, [3] wadhwani_arun@rediffmail.com, [4] wadhwani_arun@rediffmail.com
7	संचार चैनल की सेवा की गुणवत्ता तक पहुँचने के लिए एम–एरी मॉड्यूलेशन आधारित मेडिकल इमेज वॉटरमार्किंग **M-ary Modulation based Medical Image Watermarking for accessing Quality of Service of Communication Channel** उल्लास कुमार अग्रवाल[1], डॉ. पंकज कुमार मिश्रा[2] [1,2]Chhattisgarh Swami Vivekanand Technical University Bhilai,(C.G) [1] ullasagrawal01@yahoo.com, [2] pmishra1974@yahoo.co.in
8	IoT में AI की भूमिका **Role of AI in IoT** अदिति द्विवेदी[1], डॉ० नागेंद्र कुशवाहा[2], [1,2] IIIT Pune, India [1] aditidwivedi19@ece.iiitp.ac.in , [2] nagendra@iiitp.ac.in
9	अभिकलनात्मक इष्ट्तमीकरण द्वारा उच्च दक्षता युक्त $MASnI^3$ पेरोवस्काइट सौर सेल हेतु इलेक्ट्रॉन एवं होल ट्रांसपोर्ट लेयर द्रव्य का चयन **Electron and hole transport layer material selection for high efficiency $MASnI^3$ perovskite solar cells via computational optimization** धरम लाल[1], नमन शुक्ला[2], संजय तिवारी[3] [1] National Institute of Technology, Goa [2] Photonics Research Laboratory, S.O.S. in Electronics and Photonics, Pt. Ravishankar Shukla University Raipur, Chhattisgarh [2] naman.shukla43@gmail.com
10	कोविड–१९ महामारी के व्यापक मूल्यांकन के लिए आदर्श समाधान **Novel Solution for Comprehensive Assessment of COVID-19** देव सौरव पांडा[1], डॉ. राहुल दीक्षित[2],, प्रो. अनुपम शुक्ला[3] [1,2,3]Indian Institute of Information Technology Pune, Maharashtra [1] pandadevsourav@gmail.com, [2] rahul2012ism@gmail.com, [3] dranupamshukla@gmail.com
11	डीप लर्निंग मॉडल का उपयोग करके एमआरआई से ब्रेन ट्यूमर का वर्गीकरण **Classification of Brain Tumors from MRI using Deep Learning Models** राम निवास गिरि[1], डॉ. आर. आर. जंघेल[2] [1,2] National Institute of Technology, Raipur [1] ramnivasgiri7@gmail.com , [2] rrjanghel.it@nitrr.ac.in

12	**फेफड़ों के कैंसर का पता लगाने के लिए एक कुशल और उपयोगी हाइब्रिड दृष्टिकोण** **An Efficient and Useful Hybrid Approach for Detection of Lung Cancer** दीपक राव खड़तकर[1], 'डॉ. जेपी पात्रा[2] [1] Department of Computer Science and Engineering, Shri Shankaracharya Institute of Professional Management and Technology, Raipur (CG) *[2] Department of Computer Science and Engineering, Shri Shankaracharya Institute of Professional Management and Technology, Raipur (CG) [1] d.khadatkar@ssipmt.com, *[2] jp.patra@ssipmt.com
13	**आयुर्वेदीय चिकित्सा और अनुसंधान के लिए आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (ए–आई) प्रणाली का अवलोकन** लक्ष्मी पानट सह निदेशक, एप्लाइड ए–आई ग्रुप, कार्यस्थल–प्रगत संगणन विकास केंद्र, पुणे, महाराष्ट्र, भारत lakshmip@cdac.in
14	**स्मार्ट होम मॉनिटरिंग और कंट्रोलिंग के लिए इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी) पर आधारित एक अभिनव डिजाइन और विकास दृष्टिकोण** **An Innovative Design and Development Approach based on Internet of Things (IoT) for Smart Home Monitoring and Controlling** आदित्य तिवारी[1], आर. एस. मंडलोई [2] [1] Department of Fire Technology & Safety Engineering, IPS Academy, Indore (M.P), India [2] Department of Electrical Engineering, Shri G.S. Institute of Technology & Science, Indore (M.P), India [1] raditya2002@gmail.com, [2] ravindrasmandloi@yahoo.com
15	**कुल हार्मोनिक विरूपण को कम करने के लिए 31–स्तरीय कैस्केड इनवर्टर टोपोलॉजी** **31-Level Cascaded Inverter Topology for Reducing Total Harmonic Distortion** हेमकिरण वर्मा[1], अल्बर्ट जॉन वर्गीस[2], सत्यधर्म भारती[3], रेजो रॉय[4] [1]Rungta College of Engineering & Technology Bhilai, India. [2,3,4] Department of Electrical Engineering, Rungta College of Engineering & Technology Bhilai, India. [1] hemkiran1996@gmail.com, [2] albert.varghese@rungta.ac.in, [3] s.bharti@rungta.ac.in , [4] rejo.roy@rungta.ac.in
16	**पीवी सिस्टम में प्रयुक्त अधिकतम पावर प्वाइंट ट्रैकिंग तकनीकों का अध्ययन और समीक्षा** **Study and Review of Maximum Power Point Tracking Techniques used in PV System** विनीत कुमार, अल्बर्ट जॉन वर्गीस, सत्यधर्म भारती, रेजो रॉय Department of Electrical Engineering, Rungta College of Engineering & Technology Bhilai, India. [1] vinitgavel555@gmail.com, [2] albert.varghese@rungta.ac.in, [3] s.bharati@rungta.ac.in, [4] rejo.roy@rungta.ac.in
17	**अनुकूलित एएनएन का उपयोग करके सौर ऊर्जा भविष्यवाणी के लिए एक हाइब्रिड दृष्टिकोणः एक समीक्षा** **A Hybrid Approach for Solar Power Prediction using optimized ANN: A Review** प्राजेश जैन[1], रिजो राय [2], अल्बर्ट जॉन वर्गीस[3] [1]Rungta College of Engineering & Technology Bhilai, India. [2,3] Department of Electrical Engineering, Rungta College of Engineering & Technology Bhilai, India. [1] prajeshjain10@gmail.com, [2] rejo.roy@rungta.ac.in, [3] albert.varghese@rungta.ac.in

18	**नौ–स्तरीयस्विच–कैपेसिटर आधारित बहुस्तरीय इन्वर्टर कम डिवाइस के साथ** **Nine-level Switched-Capacitors based Multilevel Inverter with Reduced Device** पूर्णेश पटेल[1], रेजो रॉय[2], अल्बर्ट जॉन वर्गीस[3], सत्यधर्म भारती[4] [1]Rungta College of Engineering & Technology Bhilai, India. [2,3,4] Department of Electrical Engineering, Rungta College of Engineering & Technology Bhilai, India. [1] purneshpatel07@gmail.com, [2] rejo.roy@rungta.ac.in, [3] albert.varghese@rungta.ac.in, [4] s.bharti@rungta.ac.in
19	**स्वास्थ्य सेवा में कम्प्यूटेशनल इंटेलिजेंस** **Computational Intelligence in Healthcare Service** लोकेश कुमार साहू[1], कविता ठाकुर[2] [1,2] SoS in Electronics and Photonics, Pt. Ravishankar Shukla University Raipur (C.G.) [1] sahulucky14@gmail.com, [2] kavithakur67@gmail.com
20	**स्वास्थ्य के क्षेत्र में इंटरनेट ऑफ थिंग्स** **Internet of Things in the Field of Healthcare** वैशाली सोनी[1], प्रफुल्ल व्यास [2] [1]Pt. Ravishankar Shukla University Raipur Chhattisgarh, [2]Disha College Raipur Chhattisgarh [1]vaishalisoni2310@gmail.com, [2]prafullavyas@gmail.com
21	MASnI आधारित डाई सेंसिटाइज्ड सौलर सेलः निर्माण, गुणधर्म एवं IoTs के क्षेत्र में संभावनाएं **TiO^2 based Dye Sensitized Solar Cell: Fabrication, Characterization and Potential towards IoTs** अनुपम अग्रवाल[1], सत्यधर्म भारती[2] [1]Department of Electrical and Electronics Engineering, Bhilai Institute of Technology, Durg, India. [2]Department of Electrical Engineering, Rungta College of Engineering & Technology Bhilai, India. [1]anupamagrawal123@gmail.com, [2] s.bharti@rungta.ac.in
22	**सामुदायिक विकास के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता द्वारा युवा शक्ति की भूमिका का विश्लेषणात्मक अध्ययन** **Analytical study of the role of youth power through artificial intelligence for community development** सत्यधर्म भारती[1], कपिल कुमार नागवंशी[2] [1]Rungta College of Engineering & Technology Bhilai, India. [2]Amity University, Jaipur, India [1]s.bharti@rungta.ac.in, [2]dr.kapil@ieee.org
23	**शिक्षा के क्षेत्र में मशीन सीखने की तकनीकः एक सर्वेक्षण** **Machine Learning Techniques in Education: A Survey** प्रेरणा रावत[1], तन्मय हाजरा[2], भूपेंद्र सिंह[3] Department of CSE, IIIT Pune, India [1]omprerna28@gmail.com , [2]tanmoyhazra316@gmail.com, [3]bhupi.pal08@gmail.com

24	**कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीक के साथ फोटोवोल्टिक ग्रिड इंटीग्रेशन का उन्नयन** **Advancements of Photovoltaic Grid Integration System with AI Technology** सौरभ कुमार[1], अनुपम अग्रवाल[2], सत्यधर्म भारती[3] [1,2,3] Department of Electrical Engineering, Rungta College of Engineering & Technology Bhilai, India. [1] sourabhajgaley@gmail.com, [2] anupamagrawal123@gmail.com, [3] s.bharti@rungta.ac.in
25	**स्मार्ट होम मॉनिटरिंग और कंट्रोलिंग के लिए इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी) पर आधारित एक अभिनव डिजाइन और विकास दृष्टिकोण** **An Innovative Design and Development Approach based on Internet of Things (IoT) for Smart Home Monitoring and Controlling** आदित्य तिवारी[1], आर. एस. मंडलोई[2] [1]Department of Fire Technology & Safety Engineering, IPS Academy, Indore (M.P), India [2]Department of Electrical Engineering, Shri G.S. Institute of Technology & Science, Indore (M.P), India [1] raditya2002@gmail.com, [2] ravindrasmandloi@yahoo.com
26	**हाई वोल्टेज के क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीक के नए आयाम** **New Dimensions of Artificial Intelligence Technology in the field of High Voltage** सत्यधर्म भारती [1], आकाश श्रीवास्तव[2], मनोराज दाहरे[3], हिमांशु लाल [4], आदित्य सिंह उज्जवल[5] [1,2,3,4,5] Deptt. of Electrical Engineering, Rungta College of Engineering & Technology Bhilai, India. [1] s.bharti@rungta.ac.in , [2] aakashshri99@gmail.com , [3] manorajdahare123@gmail.com, [4]himanshulal.11@gmail.com , [5]adityasinghujjwal007@gmail.com
27	**उच्च प्रदर्शन पेरोवस्काइट सौर सेल हेतु मशीन लर्निंग दृष्टिकोण** **Machine learning outlook for high performance perovskite solar cells** नमन शुक्ला१, संजय तिवारी२ [1,2,]Pt. Ravishankar Shukla University Raipur, Chhattisgarh [1] naman.shukla43@gmail.com, [2] drsanjaytiwari@gmail.com
28	**एमडीएलपी और मल्टीनेकई मेट्राईसेस पर आधारित नई डिजिटल हस्ताक्षर योजना** **New Digital Signature Scheme based on MDLP and Multinacci Matrices** मंजू सांघी[1], एस. सी. गुप्ता[2], सत्यधर्म भारती[3] [1]Department of Mathematics, Rungta College of Engineering & Technology Bhilai, India. [2]Department of Mathematics, Central Institute of Plastics Engineering & Technology, Raipur, India. [3]Department of Electrical Engineering, Rungta College of Engineering & Technology Bhilai, India. [1] manjusanghi13@gmail.com , [2] crexam2018@gmail.com, [3] s.bharti@rungta.ac.in

वर्तमान समय में सुदृढ़ समाज के सृजन में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का महत्व

The Importance of Artificial Intelligence in the Creation of a Vibrant Society in the Present Times

डॉ. विजय कुमार सरस्वत
Dr. Vijay Kumar Saraswat
Member, NITI Aayog, Govt. of India, & Chancellor, Jawaharlal Nehru University
vk.saraswat@gov.in

आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस - AI

मशीनें हमारे काम को सरल और आसान बनाती हैं, लेकिन अगर मशीनों में इंसान जैसी समस्याओं को सुलझाने और परिणाम देने की क्षमता आ जाती है तो यह "कृत्रिम बुद्धिमत्ता" (आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस) कहलाता है। यह कंप्यूटर विज्ञान की उन्नत शाखाओं में से एक है। आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस के जनक 'जॉन मैकार्थी' के अनुसार यह इंटेलिजेंट मशीनों, विशेष रूप से इंटेलिजेंट कंप्यूटर प्रोग्राम को बनाने का विज्ञान और अभियांत्रिकी है, अर्थात यह मशीनों द्वारा प्रदर्शित किया गया इंटेलिजेंस है। वर्तमान में हम AI के साथ तमाम तरह के उपकरणों से घिरे हुए हैं, उदाहरण के लिए, एयर कंडीशनर, कंप्यूटर, मोबाइल, बायोसेंसर, वीडियो गेम, आदि। विज्ञान और प्रौद्योगिकी के इस युग में AI या मशीन इंटेलिजेंस आजकल हमारे जीवन के लगभग हर पहलू को प्रभावित कर रहा है ताकि दक्षता में सुधार और हमारी मानव क्षमताओं को बढ़ाने में मदद मिल सके।

AI -2.0

AI 2.0 अनुसंधान का एक नया चरण है जो पिछले 60 वर्षों के AI अनुसंधान से भिन्न है। AI 2.0 मानवों के बौद्धिक क्रियाकलाप को परिष्कृत करने के लिए प्राकृतिक बुद्धिमत्ता और कृत्रिम बुद्धिमत्ता को एकीकृत करेगा, और मानव जीवन (क्रॉस–मीडिया और स्वायत्त प्रणाली) में मानव शरीर (हाइब्रिड संवर्धित intelligence) का एक हिस्सा बनने तक जानकारी एकीकृत करेगा।

इसके अतिरिक्त, यह दैनिक जीवन, उत्पादन, संसाधन उपयोग और पर्यावरण सहित सामाजिक समस्याओं के संबंध में सुझाव देने के लिए मानव ज्ञान को पढ़ने, प्रबंधित करने और पुनर्संयोजन करने में सक्षम होगा। भविष्य में, AI 2.0 की सहायता से मानव, शहरी विकास, पारिस्थितिक संरक्षण, आर्थिक प्रबंधन और वित्तीय जोखिम सहित जटिल मैक्रोस्कोपिक प्रणालियों के साथ अंतःक्रिया के लिए बेहतर अंतर्दृष्टि और प्रभावी प्रबंधन प्राप्त करने में सक्षम होंगे। AI 2.0 चिकित्सा उपचार, उत्पाद डिजाइन, ऊर्जा संरक्षण और सुरक्षित ड्राइविंग जैसी समस्याओं का समाधान करने में भी सक्षम होगा।

AI -3.0

AI 3.0 ऐसी AI होगी, जो लाइफ 3.0 की भांति, अपने "हार्डवेयर" और अपने "सॉफ्टवेयर" दोनों को परिवर्तित सकती है। जैसा कि आपने देखा होगा, यहां "सॉफ्टवेयर" का अर्थ कौशल और ज्ञान है, जैसा कि यह सजीवों में होता है, न कि AI का वास्तविक स्रोत कोड। वास्तव में, इस संदर्भ में, स्रोत कोड "हार्डवेयर", AI की "बॉडी'', का भाग होगा। अपने स्वयं के उद्देश्यों के लिए अपने स्वयं के स्रोत कोड के पुनःलेखन में

सक्षम AI, दीर्घावधि के लिए, अपने स्वयं के भविष्य का संचालक होगा। निस्संदेह, वास्तविक कंप्यूटर में परिवर्तन करने में सक्षम होने के कारण AI कार्यशील है (उदाहरण के लिए, खुद को अधिक कंप्यूटिंग क्षमता देने के लिए अतिरिक्त प्रोसेसर जोड़ना) जिससे AI को और भी अधिक स्वतंत्रता मिलेगी, और मैं कहूंगा कि इन दोनों में सक्षम AI ही AI 3.0 है।

AI 3.0, Intelligence में बड़ी विकास उत्पन्न कर सकता है।

विश्व में अभी तक AI 3.0 का पहला चरण शुरू नहीं हुआ है, किंतु जब ऐसा होगा, तो विश्व पहले जैसा नहीं रहेगा। AI 3.0, बुद्धिमत्ता में बड़ी मात्रा में वृद्धि उत्पन्न कर सकता है, जिसमें AI अपने स्रोत कोड का पुनःलेखन करता है और अंततः अधिक से अधिक सक्षम बनने के लिए अधिक से अधिक कंप्यूटिंग संसाधन प्राप्त करता है। AI 3.0 के परिण ामस्वरूप विश्व पर पड़ने वाला प्रभाव, अनुकूल या प्रतिकूल रूप से, आश्चर्यजनक होगा।

Resilient **कैसे बने ?**

सीधे तौर पर, तमेपसपमदज होने के लिए, AI और व्यवसायी दोनों को निम्नलखित कार्य करने होंगे :

1. परिस्थितियों के अनुकूल बनें और शीघ्र परिवर्तित हो जाएं।

   Resilience साहस के तुलनीय है। बदलती परिस्थितियों का सामना करते समय AI को Resilient होने के लिए कुछ साहस की आवश्यकता होती है।

2. व्यवस्थित परिस्थितियां जो पूर्ण समाधान स्थान और उपलब्ध व्यवहार्य परिदृश्यों का पता लगाना।

   AI संभावित परिदृश्यों और समाधानों की एक अंतहीन श्रृंखला प्रदान करती है। Resilient AI के लिए आपको ऐसी परिस्थितियाँ का सृजन करने की आवश्यकता है जो विभिन्न संभावनाएं और प्रत्येक के लिए आपकी प्रतिक्रियाएँ विकसित करे।

3. स्थानीय बाधाओं के प्रभावों को ध्यान में रखें, और समय से पहले स्थगन के शमन हेतु इन स्थितियों पर काबू पाएं (डाटा के लिए एक मॉडल को ओवरफिटिंग करते हुए)।

   Resilient AI आपके लघु और दीर्घकालिक उद्देश्यों को संतुलित करता है। आप स्थानीय बाधाओं और उनके परिणामों पर कैसे विचार रखते हैं? आप जो प्राप्त करने की कोशिश कर रहे हैं उसमें डाटा को रखने वाला मॉडल आपको कैसे सीमित करता है? अपने अंतिम लक्ष्य तक पहुँचने के लिए आप उन परिस्थितियों को कैसे पार कर सकते हैं?

Resilience **की तीन मुख्य विशेषताएं**

अधिक Resilient AI की ओर अपनी प्रगति को मापने, बेंचमार्क और कार्यनीति तैयार करने के लिए, निम्नलिखित तीन प्रमुख विशेषताओं पर विचार करना चाहिए।

1. जोखिमों को समझना

   प्रचालन जोखिम प्रबंधन – या जोखिमों को समझना – में संभावित खतरों की संभावना और गंभीरता को मापना शामिल है। इसका लक्ष्य, यह उजागर करना है कि आपने जोखिमों की संभावना और गंभीरता को कितनी अच्छी तरह पहचाना है? आपने अस्वीकार्य जोखिमों को सक्रिय रूप से कैसे कम किया है?

2. प्रतिक्रिया योजना

   विफलता मोड और प्रभाव विश्लेषण (FEMA) विफलता के संभावित बिंदुओं की पहचान करने और गुणवत्ता की समस्याओं को उत्पन्न होने से पहले रोकने में मदद करता है। एक बार जब आप जोखिमों को समझ लेते हैं, तो आप प्रक्रिया, संभावित विफलता मोड, संभावित प्रभाव, गंभीरता, स्थिति रैंकिंग और परिचयन रैंकिंग की समीक्षा

करने के लिए एक प्रणाली कैसे विकसित करते हैं, फिर जोखिम प्राथमिकता संख्या (RPN) प्राप्त करते हैं? FEMA सॉफ्टवेयर और अभ्यास मैकेनिकल, सिविल और सिस्टम इंजीनियरिंग में बहुत प्रचलित हैं – AI के क्षेत्रों में FEMA को समझना और लागू करना हम पर है। दूसरे शब्दों में, अपरिहार्य दुर्घटना होने पर, आपकी प्रतिक्रिया क्या होगी?

3. प्रभाव अनुकूलन

पूर्वानुमान मूल्य वर्धन (FVA : Forecast Value Add) एक मापक है जिसका उपयोग पूर्वानुमान प्रक्रिया में गतिविधियों और प्रतिभागियों के प्रदर्शन का मूल्यांकन करने के लिए किया जाता है ताकि यह देखा जा सके कि वे मूल्य वर्धन करते हैं या नहीं। मैं "प्रभाव सामंजस्य" नामक मापक बनाने के लिए FVA में प्रबलन ज्ञानार्जन को शामिल करना पसंद करता हूं, जो आपको परिवर्तनशील परिस्थितियों की निगरानी के लिए निरंतर फीडबैक को शामिल करने की अनुमति देता है। कौन से टचप्वाइंट या लोग आपके पूर्वानुमान में मूल्य वर्धन कर रहे हैं?

जोखिम और resilience की योजना बनाना कोई नई बात नहीं है – हम इसे AI के परिदृश्य में फिट करने के लिए केवल आधुनिकीकरण कर रहे हैं। अंत में, एक Resilient AI प्रणाली बनाने के लिए पूछे जाने वाले मुख्य प्रश्न हैं: क्या आप जोखिम को समझते हैं? क्या किसी के पास जोखिम के लिए कोई प्रतिक्रिया योजना है? प्रभावों, प्रत्याशित या अप्रत्याशित, के समायोजन के लिए कोई अपनी योजना को समय के साथ कैसे अनुकूलन कर रहा है?

Resilient Society के लिए AI का महत्व

- कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) को एक प्रमुख तकनीक माना जाता है।
- इसका हमारे समाज पर बहुत बड़ा प्रभाव है। बहुत–से सकारात्मक प्रभावों के अलावा, इसके कुछ नकारात्मक प्रभाव या खतरे भी हैं।
- समाज के लिए इनमें से कुछ खतरे सुज्ञात हैं, उदाहरण के लिए, शस्त्र या किलर रोबोट। किंतु ऐसे खतरे भी हैं जिन्हें नजरअंदाज कर दिया जाता है।
- ये सुज्ञात किंतु अबोधगम्य तथ्य या ब्लाइंड स्पॉट गोपनीयता को प्रभावित करते हैं, तथा हेरफेर और गलत पहचान की सुविधा प्रदान करते हैं।
- हम अब डेटा, ऑडियो, वीडियो और पहचान पर भरोसा नहीं कर सकते। डेमोक्रेसी, सुज्ञात और बोधगम्य रूप से ज्ञात खतरों से निपटने में सक्षम हैं।
- सुज्ञात किंतु अबोधगम्य तथ्यों को सुज्ञात और बोधगम्य तथ्यों में परिवर्तित करना प्रत्यास्थी समाजों की एक महत्वपूर्ण आधारशिला है।
- एक AI–अनुकूल समाज नई AI प्रौद्योगिकियों जैसे कि जनरेटिव एडवरसैरियल नेटवर्क (Generative Adversarial Networks) के कारण होने वाले खतरों को बदलने में सक्षम है। Resilience को इन खतरों के सकारात्मक अनुकूलन के रूप में देखा जा सकता है।
- हम इस अनुकूलन को प्राप्त करने के लिए तीन कार्यनीतियों का प्रस्ताव करते हैं : जागरूकता, समझौते और चेतावनी।

सिफारिशें/ सुझाव

1. सार्थक मानव नियंत्रण, पारदर्शिता, व्याख्यात्मकता, निष्पक्षता, न्याय, समावेशिता, स्थिरता और शिक्षा के संदर्भ में मानव–केंद्रित AI को परिभाषित करें। तकनीकी और दार्शनिक विचारों को संयोजित करें। एक मौलिक मानवाधिकार रूपरेखा को अपनाएं।
2. OECD AI सिद्धांतों का समर्थन करें।
3. AI प्रणालियों की व्याख्या मानव निर्णय–निर्माण

के समर्थन के रूप में करें, न कि प्रतिस्थापन के रूप में। मशीनों को नैतिक एजेंट के रूप में न स्वीकारें और उन्हें इलेक्ट्रॉनिक व्यक्तित्व या पहचान न दें।

4. AI प्रणालियों में व्याख्यात्मकता और पारदर्शिता की आवश्यकता है।

5. निष्पक्षता और सामाजिक न्याय पर AI के प्रभाव का आकलन करने के लिए मेट्रिक्स, और ऐसे मेट्रिक्स को बेहतर बनाने के लिए कार्यनीतिक योजनाओं को परिभाषित करें।

6. AI से संबंधित सभी निर्णयों के लिए बहु–हितधारक दृष्टिकोण अपनाएं।

7. पर्यावरण पर AI के प्रभाव को मापें। AI से संबंधित पहलों, प्रोत्साहनों, वित्त–पोषण और नीतियों पर निर्णय लेते समय वर्तमान और भविष्य दोनों पीढ़ियों की भलाई पर विचार करें।

8. विज्ञान पाठ्यक्रम में डाटा और प्रौद्योगिकी नैतिकता को शामिल करें। आजीवन ज्ञानार्जन पहलों का विस्तार करें। नागरिकों के लिए AI साक्षरता गतिविधियां बनाएं।

9. प्रत्येक सरकार में और G–20 स्तर पर एक स्वतंत्र और बहु–विषयक AI आचार–नीति समिति की स्थापना करें।

10. AI को विनियमित करते समय, AI (और न कि स्वतः AI) के उपयोग पर शर्तें लागू करें, और एक गैर–क्षेत्रीय दृष्टिकोण अपनाएं जिससे किसी विशिष्ट देश के नियम उस देश में AI को परिनियोजित करने वाले पर लागू हों।

11. मानव–केंद्रित AI के सभी पहलुओं सहित एक मानक शब्दावली को परिभाषित करें।

12. तीन अक्षों (मानव–केंद्रित AI स्तंभ, राज्य कार्य, परिपक्वता स्तर) के साथ वर्तमान AI अपनाने का आकलन करने के लिए साझा KPIs को परिभाषित करें।

13. सभी 20 देश–स्तरीय AI आचार–नीति समितियों के प्रतिनिधियों सहित एक स्वतंत्र और बहु–अनुशासनात्मक AI आचार–नीति समिति की स्थापना करें।

14. मानव–केंद्रित AI की ओर कम AI – परिपक्व देशों द्वारा की गई प्रगति का समर्थन करने और इसमें तेजी लाने के लिए अधिक AI –परिपक्व देशों को शामिल करने के तरीकों की पहचान करें।

15. सभी सरकारों के लिए प्रचालन दृष्टिकोण को अपनाने और लागू करने के लिए उपलब्धि–चरण (माइलस्टोन) और समयसीमा को परिभाषित और साझा करें।

निष्कर्ष

AI का प्रसार इतना व्यापक हो गया है कि अब हमें इसके साथ ही चलना होगा। हम अब डाटा, चित्र, ऑडियो, वीडियो और पहचान पर भरोसा नहीं कर सकते। इसलिए हमें तत्काल एक AI – अनुकूल समाज का निर्माण करने की आवश्यकता है, जो ग्रहणशीलता और ज्ञान हस्तांतरण पर आधारित हो।

मशीन लर्निंग तकनीक का उपयोग करके COVID-19 महामारी को समझना

UNDERSTANDING THE COVID-19 PANDEMIC USING THE MACHINE LEARNING TECHNIQUES

मोना भटनागर[1], सुयश कुमार[2], चेतना जैन[3]

Mona Bhatnagar[1], Suyash Kumar[2], Chetana Jain[3]

[1]Department of Electronics, Hansraj College, University of Delhi, Delhi 110007,
[2]Department of Computer Science, Hansraj College, University of Delhi, Delhi 110007,
[3]Department of Physics, Hansraj College, University of Delhi, Delhi 110007.

[1]suyash@hrc.du.ac.in, [1]monabhatnagar@hrc.du.ac.in, [3]chetanajain11@hrc.du.ac.in

सारांश

कोरोना वायरस रोग (COVID-19) दुनिया भर में स्वास्थ्य की दृष्टि से एक गंभीर चिंता का विषय बन गया है। इसने दुनिया भर में आर्थिक, सामाजिक और सांस्कृतिक गतिविधियों को गंभीर रूप से प्रभावित किया है। इस वायरस पर नियंत्रण पाने हेतु सम्पूर्ण विश्व आज स्वास्थ्य देखभाल प्रणाली और चिकित्सा आपूर्ति की बढ़ती मांग की चुनौती से संघर्ष कर रहा है। इसलिए इस रोग के मामलों की संख्या में वृद्धि और गिरावट के पैटर्न को समझने के लिए और एक पूर्वानुमान मॉडल डिजाइन करने के लिए इस रोग की संचरण दर की जानकारी होना आवश्यक है। यह अध्ययन मार्च 2020 से मई 2021 के दौरान भारत में पुष्ट मामलों के स्कोपिंग विश्लेषण पर आधारित है। हमने गंभीर रूप से प्रभावित पांच भारतीय राज्यों (आंध्र प्रदेश, कर्नाटक, केरल, महाराष्ट्र और तमिलनाडु) में पुष्ट मामलों के आंकड़ों का भी अध्ययन किया है। सार्वजनिक रूप से उपलब्ध आंकड़ों के आधार पर, प्रतिगमन (Regression) विश्लेषण मॉडल का उपयोग भारत में पहली और दूसरी COVID-19 लहर के दौरान मामलों की संख्या की भविष्यवाणी के लिए किया गया है। इन मॉडलों के उत्साहजनक परिणाम सामने आए हैं और हमने पाया है कि यदि 14 मार्च, 2020 से 30 नवंबर, 2020 के दौरान एकत्रित आंकड़ों की तुलना, छठी डिग्री पॉलीनोमियल के प्रतिगमन विश्लेषण के द्वारा प्राप्त आंकड़ों से की जाए तो उससे सबसे कम रूट मीन स्क्वायर त्रुटि (RMSE) प्राप्त होती है। 29 मार्च, 2021 से 31 मई, 2021 के दौरान के आंकड़ों के लिए, चौथी डिग्री पॉलीनोमियल सर्वोत्तम परिणाम देता है। हमने R^2 मूल्यों की भी गणना की है जो एक सांख्यिकीय उपाय है कि आंकड़े फिट प्रतिगमन लाइन के कितने करीब हैं। हमने अपने परिणामों के साथ तुलना भी प्रस्तुत की है।

ABSTRACT

The Coronavirus disease (COVID-19) has become a crucial health concern worldwide. It has given rise to serious economic and socio-cultural activities across the globe; and the healthcare system has been struggling to cope with the increasing demand for critical medical supplies. It is therefore important to understand the pattern of rise and fall in the number of cases and to design a forecasting model in order to be cognizant of the transmission rate of the disease. This work is based on a scoping analysis of the confirmed cases in India during March 2020 to May 2021. We have also studied the statistics of the confirmed cases in five severely hit Indian states (Andhra

Pradesh, Karnataka, Kerala, Maharashtra, and Tamil Nadu). Based on the publicly available data, regression analysis models were used for prediction of the number of cases during the first and secondCOVID-19 wave in India. These models have yielded encouraging results and we have found that during March 14, 2020 to November 30, 2020, the regression analysis with a sixth degree polynomial gives the least root mean square error when compared with the data. For data during March 29, 2021 to May 31, 2021, the fourth degree polynomial gives the best results. We have also calculated the corresponding R^2 values which is a statistical measure of how close the data is to the fitted regression line. We also present a comparison with the state of the art results.

मुख्य शब्दः कृत्रिम बुद्धि, प्रतिगमन (Regression) विश्लेषण मॉडल, मशीन लर्निंग, आरएमएसई, COVID-19.

Keywords: Artificial Intelligence, COVID-19, Machine learning, Regression analysis models, RMSE.

1. परिचय

भारत में नॉवल कोरोना वायरस रोग (COVID-19) की पहली लहर वर्ष 2020 में मई माह में आयी और तभी से वैज्ञानिक दृष्टिकोण के माध्यम और एक नियोजित संसाधन प्रबन्धन से गंभीर संक्रामक रोग को कम करना एक उच्च सार्वजनिक स्वास्थ्य प्राथमिकता बनी हुई है। महामारी की दूसरी लहर (COVID-2.0) अधिक गंभीर और घातक थी और इसने चिकित्सा आपूर्ति की गंभीर कमी और अस्पताल के बिस्तरों की बढ़ी हुई मांग के संदर्भ में हमारी अधूरी तैयारी को उजागर किया (1,2)। स्वास्थ्य सेवा क्षेत्र ने बढ़ते मामलों के आधार पर संक्रमण के प्रसार को रोकने तथा जीवन के लिए खतरे को कम करने के लिए नियमित रूप से निदान, परीक्षण और पोर्टेबल समाधान के रूप में कई सरकारी सलाह जारी की (3, 4)। यह अनुमान लगाया जा रहा है कि COVID की तीसरी लहर भी आने की संभावना है, जिससे एक बार फिर चिकित्सा क्षेत्र के बुनियादी ढांचे की परीक्षा होगी। इसलिए यह महत्वपूर्ण है कि पहली दो लहरों के दौरान संक्रमित मामलों में वृद्धि और गिरावट की प्रवृत्ति को समझा जाए, जिससे कि भविष्य में किसी भी स्थिति के लिए तैयार रहा जा सके (5)। इस शोधपत्र में मार्च 2020 से मई 2021 के दौरान भारत में COVID-19 संक्रमित मामलों के राज्यवार विश्लेषण के लिए पॉलीनोमियल प्रतिगमन मॉडल का उपयोग किया गया है।

2. साहित्य सर्वेक्षण

कृत्रिम बुद्धि (आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस) और मशीन लर्निंग तकनीक भविष्य के विश्लेषण के लिए फायदेमंद हैं। यह सांख्यिकीय मॉडल (6) और कंप्यूटर एल्गोरिदम (7,8) पर आधारित है जो आंकड़ों में एक प्राकृतिक छिपे हुए पैटर्न को पहचान सकता है, स्वचालित रूप से सुधार कर सकता है और बिना किसी स्पष्ट निर्देश के समान आंकड़ों के बारे में भविष्यवाणियां करने में सक्षम है। आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस तकनीक आंकड़ों में छुपे जटिल पैटर्न को समझ सकती है जो मानव की क्षमता से परे है और इसकी क्षमता को बायोमेडिकल अनुप्रयोगों (9) में आज तेजी से नियोजित किया जा रहा है। महामारी के बाद से, वायरस पैटर्न के प्रसार को समझने और इसके बेतहाशा प्रसार में कमी करने के लिए चिकित्सीय तकनीकों को विकसित करने की मांग बढ़ रही है। COVID-19 संक्रमण का मुकाबला करने के लिए, कई शोधकर्ताओं ने उन्नत एल्गोरिदम विकसित करने और डेटा माइनिंग तकनीकों (10,11) पर आधारित लेखों को संग्रहीत करने के लिए गठजोड़ किया है।COVID-19 जीनोम (12) को वर्गीकृत करने, लॉजिस्टिक और रोगनिरोधी मॉडल (13,14) विकसित करने, गंभीर रूप से प्रभावित रोगियों के जीवित रहने और मृत्यु दर की भविष्यवाणी करने के लिए (15)

औरCOVID-19 के खिलाफ चिकित्सीय एजेंटों की खोज करने के कार्य में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है (16)। प्रतिगमन विश्लेषण, मशीन लर्निंग में एक पर्यवेक्षित शिक्षण तकनीक है, जो मूल रूप से आउटपुट के साथ इनपुट को मैप करता है। यह एक सांख्यिकीय विधि है जो हमें निर्भर और स्वतंत्र चर के बीच संबंधों को समझने में सक्षम बनाती है। आंकड़ों के रुझानों के आधार पर, यह विधि निरंतर स्वतंत्र चर के मूल्य का अनुमान लगा सकती है। भारत और दुनिया भर में COVID-19 के विभिन्न चरणों में जीवित रहने/मृत्यु दर की प्रवृत्ति और अल्पकालिक पूर्वानुमानों को मॉडल करने के लिए कई प्रतिगमन तकनीकों का उपयोग किया गया है (17,18,19)।

शेष लेख का आयोजन निम्न रूप में किया गया है। खंड 3 आंकड़ों का विश्लेषण और निर्णय मॉडल प्रस्तुत करता है जिसका उपयोग मामलों की भविष्यवाणी करने के लिए किया जाता है, खंड 4 परिणामों और चर्चा का वर्णन करता है, और खंड 5 संक्षिप्त सारांश के साथ परिणाम का निष्कर्ष निकालता है।

3. डेटा विश्लेषण और निर्णय म०डल

3.1 डेटा सेट

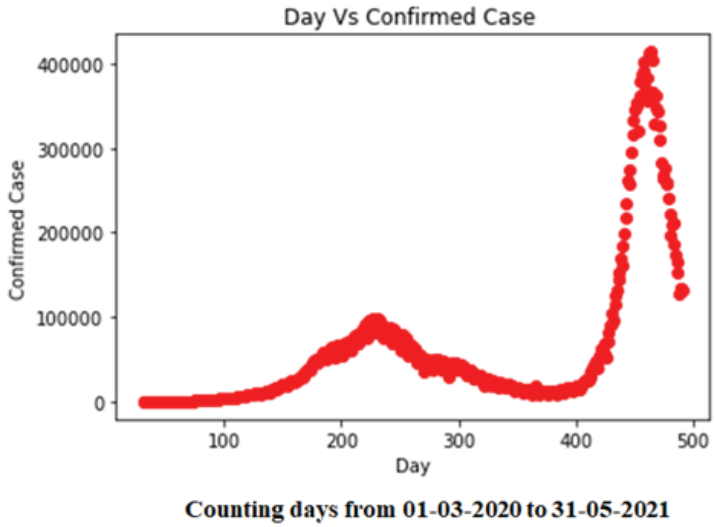
भारत में COVID-19 मामलों की संख्या में वृद्धि और गिरावट में प्रवृत्ति को समझने के लिए आंकड़ों को मशीन लर्निंग के लिए सार्वजनिक रूप से उपलब्ध स्रोत (https://github.com/covid19india/api और https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19) से लिया गया है। यह आंकड़ों का स्रोत, 2019 नॉवल कोरोना वायरस विजुअल डैशबोर्ड के लिए जॉन्स हॉपकिंस यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर सिस्टम्स साइंस एंड इंजीनियरिंग (जे.एच.यू .सी.एस.ई.) द्वारा संचालित है। इस शोधपत्र में, विश्लेषण किए गए आंकड़ों की संरचना प्रतिदिन संक्रमित लोगों की संख्या पर आधारित है।

3.2 डेटा विश्लेषण

अवलोकन तिथि के एक फंक्शन के रूप में पूरे आंकड़ों का वितरण चित्र 1 में दर्शाया गया है। भारत में पुष्ट मामलों की संख्या अवलोकन तिथि के एक फंक्शन के रूप में y-एक्सिस पर दर्शायी गयी है। भारत में COVID-19 रोग की दो लहरें इस आंकड़े से स्पष्ट हैं जिनके दौरान पुष्ट मामलों की संख्या में काफी वृद्धि हुई।

3.3.1 प्रतिगमन (रिग्रेशन) मॉडल

इस पत्र में हमने पॉलीनोमियल रिग्रेशन तकनीक का इस्तेमाल किया है। रिग्रेशन विश्लेषण का यह प्रकार स्वतंत्र और आश्रित चर के बीच संबंध पर आधारित है जिसकी n^{th} डिग्री पॉलीनोमियल पर मॉडलिंग की जाती है। पॉलीनोमियल रिग्रेशन, रैखिक (स्पदमंत) रिग्रेशन का एक बेहतर प्रकार है क्योंकि यह गैर–रैखिक डेटा मॉडल (20) पर फिट बैठता है। सांख्यिकीय अनुमान समस्या के रूप में, पॉलीनोमियल रिग्रेशन फंक्शन अज्ञात मापदंडों में रैखिक है जो आंकड़ों से अनुमानित हैं और कई रैखिक रिग्रेशन का एक विशेष मामला भी माना जाता है। सपोर्ट वेक्टर रिग्रेशन (एसवीआर), डिसिशन ट्री (Decision Tree), रैंडम फॉरेस्ट (Random Forest) जैसे अन्य रिग्रेशन मशीन लर्निंग मॉडल एकल स्वतंत्र चर के कारण हमारे आंकड़ों के सेट के लिए उपयुक्त नहीं थे। हाइपर–प्लेन की फिटिंग के कारण एसवीआर कम्प्यूटेशनल रूप से महंगा है। इसके अलावा, एकल स्वतंत्र चर की उपस्तिथि में डिसिशन ट्री (Decision Tree) के केवल एक ही दिशा में बढ़ने की उम्मीद है। उपरोक्त विश्लेषण के आधार पर पॉलीनोमियल रिग्रेशन सबसे उपयुक्त मशीन लर्निंग मॉडल है।



चित्र 1: इस कार्य में विश्लेषण किए गए डेटा का वितरण प्लॉट

3.3.2 बहुपद प्रतिगमन (रिग्रेशन) मॉडल

बहुपद प्रतिगमन मॉडल जैसा कि समीकरण (1) में है (6), को मैट्रिक्स रूप में डिजाइन मैट्रिक्स X, एक प्रतिक्रिया वेक्टर $\vec{y}$, एक पैरामीटर वेक्टर $\vec{\beta}$ और यादृच्छिक त्रुटियों के वेक्टर के संदर्भ में व्यक्त किया जा सकता है। ith पंक्ति की X और $\vec{y}$ ith आंकड़ों के नमूने के लिए x और y वैल्यू शामिल होगी। फिर मॉडल को समीकरण (2) के रूप में रैखिक समीकरणों की एक प्रणाली के रूप में लिखा जा सकता है:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + . \quad . \quad . + \beta_m x_i^m + \varepsilon_i \qquad (i = 1,2,. \quad . \quad .n) \quad (1)$$

$$\vec{y} = X\vec{\beta} + \vec{\varepsilon} \quad (2)$$

अनुमानित बहुपद रिग्रेशन गुणांकों का सदिश (साधारण न्यूनतम वर्ग अनुमान का प्रयोग करके) समीकरण (3) में दिखाया गया है।

$\beta = (X^T X)^{(-1)} X^T y$ (3)

यहाँ हमने $m < n$ मान लिया है जो मैट्रिक्स के व्युत्क्रमणीय होने के लिए आवश्यक है।

4. परिणाम और अवलोकन

हमने आंकड़ों के सेट को तीन चरणों में विभाजित किया है। चरण 1 (14 मार्च, 2020 से 30 नवंबर, 2020) के आंकड़े पहली लहर के दौरान सरकार द्वारा लगाए गए पूर्ण और आंशिक लॉकडाउन से मेल खाते है। चरण 2 (30 मार्च, 2021 से 31 मई, 2021) के आंकड़े COVID 2.0 के दौरान राज्यवार लॉकडाउन की अवधि से मेल खाते है। तीसरे चरण के आंकड़ों को मध्य चरण (01 दिसंबर, 2020 से 29 मार्च, 2021) के रूप में चिह्नित किया गया है। यह पहली और दूसरी लहर के बीच अनलॉक की गई अवधि से मेल खाते है। चित्र 1 में, हमने 14–03–2020 से 31–05 2021 तक पुष्ट मामलों की संख्या का वितरण दिखाया है। जैसा कि

पिछले खंड में चर्चा की गई है, हमने द्वितीय डिग्री, तृतीय डिग्री, चौथी डिग्री, पांचवीं डिग्री और छठी डिग्री पॉलीनोमियल के लिए प्रतिगमन विश्लेषण किया है जिसके अलावा फिट मापदंडों की अच्छाई यहाँ अभिसरण दिखाना शुरू कर देती है।

हमने अपने परिणामों का अनुकरण करने के लिए स्पाइडर आईडीई का उपयोग किया है। प्रारम्भ करने के लिए, हमने द्वितीय डिग्री, तृतीय डिग्री, चौथी डिग्री, पांचवीं डिग्री और छठी डिग्री के साथ पॉलीनोमियल प्रतिगमन मॉडल को प्रशिक्षित किया; और मीन ऐब्सोल्यूट त्रुटि (MAE), मीन स्क्वायर त्रुटि (MSE), रूट मीन स्क्वायर त्रुटि (RMSE) और R^2 मूल्य की गणना की। हमारे मॉडल के लिए पॉलीनोमियल की डिग्री प्राप्त उच्चतम R^2 मूल्य के आधार पर चुनी गयी थी।

हमने निर्धारित किया है कि छठी डिग्री पॉलीनोमियल सबसे अच्छा वास्तविक और भविष्यवाणी मामलों के लिए फिट बैठता है। चित्र 2 में, हमने भारत के पांच गंभीर रूप से प्रभावित राज्यों के लिए चरण 1 के आंकड़ों के लिए छठी डिग्री पॉलीनोमियल फिट प्रस्तुत किया हैः आंध्र प्रदेश (एपी), कर्नाटक (केए), केरल (केएल), महाराष्ट्र (एमएच) और तमिलनाडु (तमिलनाडु) और पूरे देश के लिए भी। छठी डिग्री पॉलीनोमियल फिट के लिए गुणांक तालिका 1 में सूचीबद्ध किया गया है। छठी डिग्री पॉलीनोमियल के लिए एमएई (MAE), एमएसई (MSE), आरएमएसई (RMSE) और आर² (R^2) वैल्यू को तालिका 2 में सूचीबद्ध किया गया है। अनुमानित COVID मामले भारत, कर्नाटक और तमिलनाडु के ग्राफ में वास्तविक मामलों के बहुत करीब हैं।

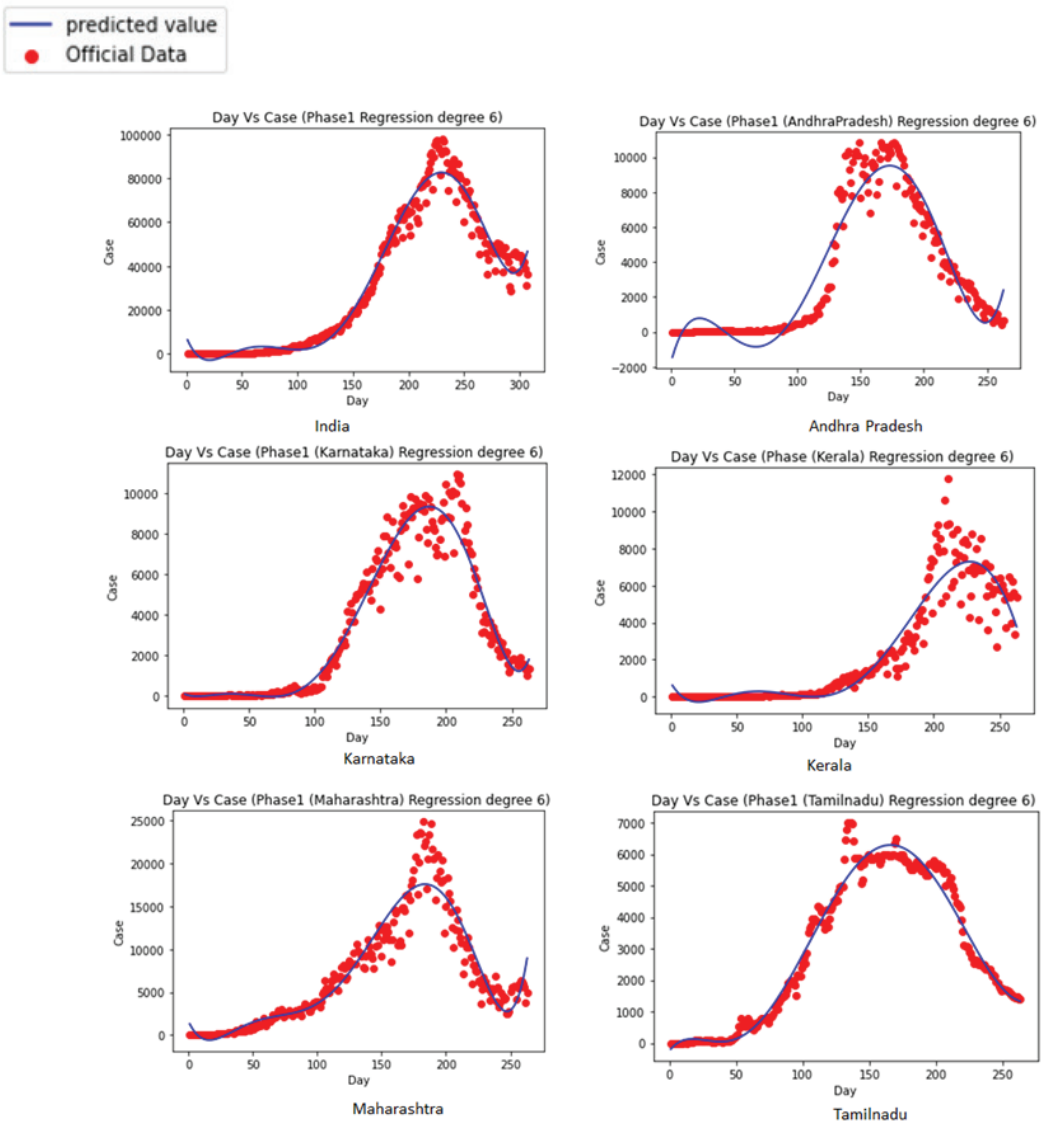
मध्य चरण और चरण 2 के लिए, प्रतिगमन विश्लेषण सबसे अच्छा फिट के रूप में एक चौथी डिग्री पॉलीनोमियल द्वारा मिले। इसी गुणांक को क्रमशः तालिका 3 और तालिका 4 में सूचीबद्ध किया गया है। फिट मापदंडों की अच्छाई तालिका 5 और तालिका 6 में सूचीबद्ध की गया है। चित्र 3 और चित्र 4 क्रमशः मध्य और दूसरे चरण के लिए वास्तविक और भविष्यवाणी मूल्य की तुलना दिखाता है।

तालिका 1: चरण 1 के छठी डिग्री बहुपद के लिए गुणांक

गुणक	भारत	एपी	केए	केएल	महाराष्ट्र	तमिलनाडु
X	-1260.86	266.095	-30.8848	-120.329	-327.125	54.9079
X^2	50.754	-9.13586	2.25804	4.76234	15.8837	-2.65228
X^3	-0.802399	0.109229	-0.0588162	-0.0735084	-0.28909	0.0478121
X^4	0.00580227	-0.000479083	0.00063814	0.000511682	0.00247169	-0.000314625
X^5	-1.87E-05	5.96E-07	-2.79E-06	-1.57E-06	-9.56E-06	8.55E-07
X^6	2.18E-08	3.65E-10	4.18E-09	1.71E-09	1.35E-08	-8.14E-10
अवरोधन	7496.57232	-1703.144704	98.29213509	733.1097425	1606.408311	-245.9723716

तालिका 2: चरण 1 के लिए त्रुटि अनुमान

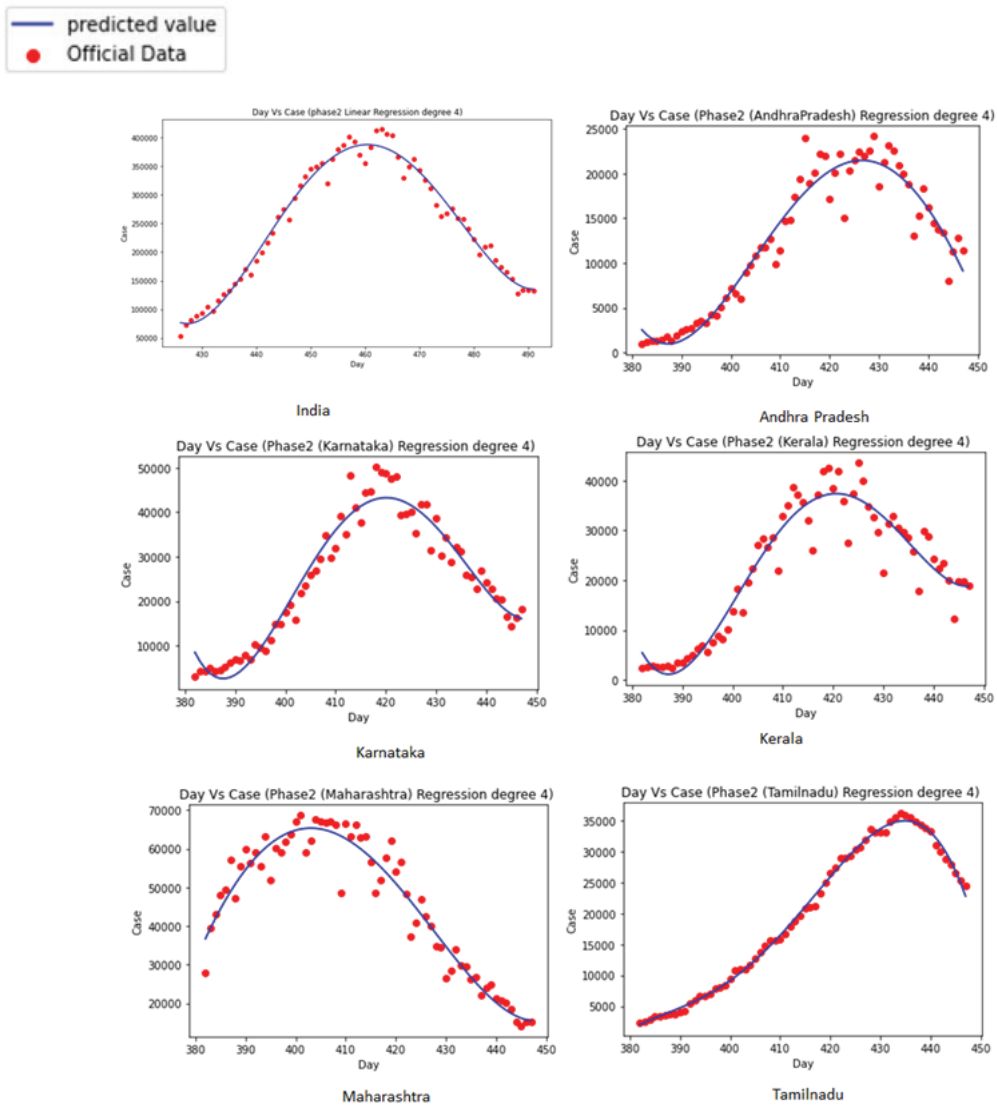
पैरामीटर	भारत	एपी	केए	केएल	महाराष्ट्र	तमिलनाडु
MAE	3606.031725	907.632911	490.3999633	585.6072845	1264.293792	269.4298731
MSE	24692342.04	1272662.898	639058.1119	920792.1766	3696275.527	150337.994
RMSE	4969.138964	1128.123618	799.4111032	959.5791664	1922.570032	387.7344375
R^2	0.973991649	0.91109129	0.948695412	0.891582142	0.905627944	0.971481684



चित्र 2: चरण 1 से डेटा के लिए छठी डिग्री बहुपद फिट

तालिका 3: चरण 2 के चौथे डिग्री बहुपद के लिए गुणांक

गुणक	भारत	एपी	केए	केएल	महाराष्ट्र	तमिलनाडु
X	-8.28645e+07	-2153140	-11734000	-9916560	-1708180	3151540
X^2	300405	7537.69	42195	35692.9	6734.44	-11784.7
X^3	-483.088	-11.6817	-67.3172	-56.999	-11.6655	19.5626
X4	0.29077	0.00676156	0.0402036	0.034076	0.00750163	-0.0121609
Intercept	8555197992.24	2.30E+08	1.22E+09	1.03E+09	1.60E+08	-3.16E+08



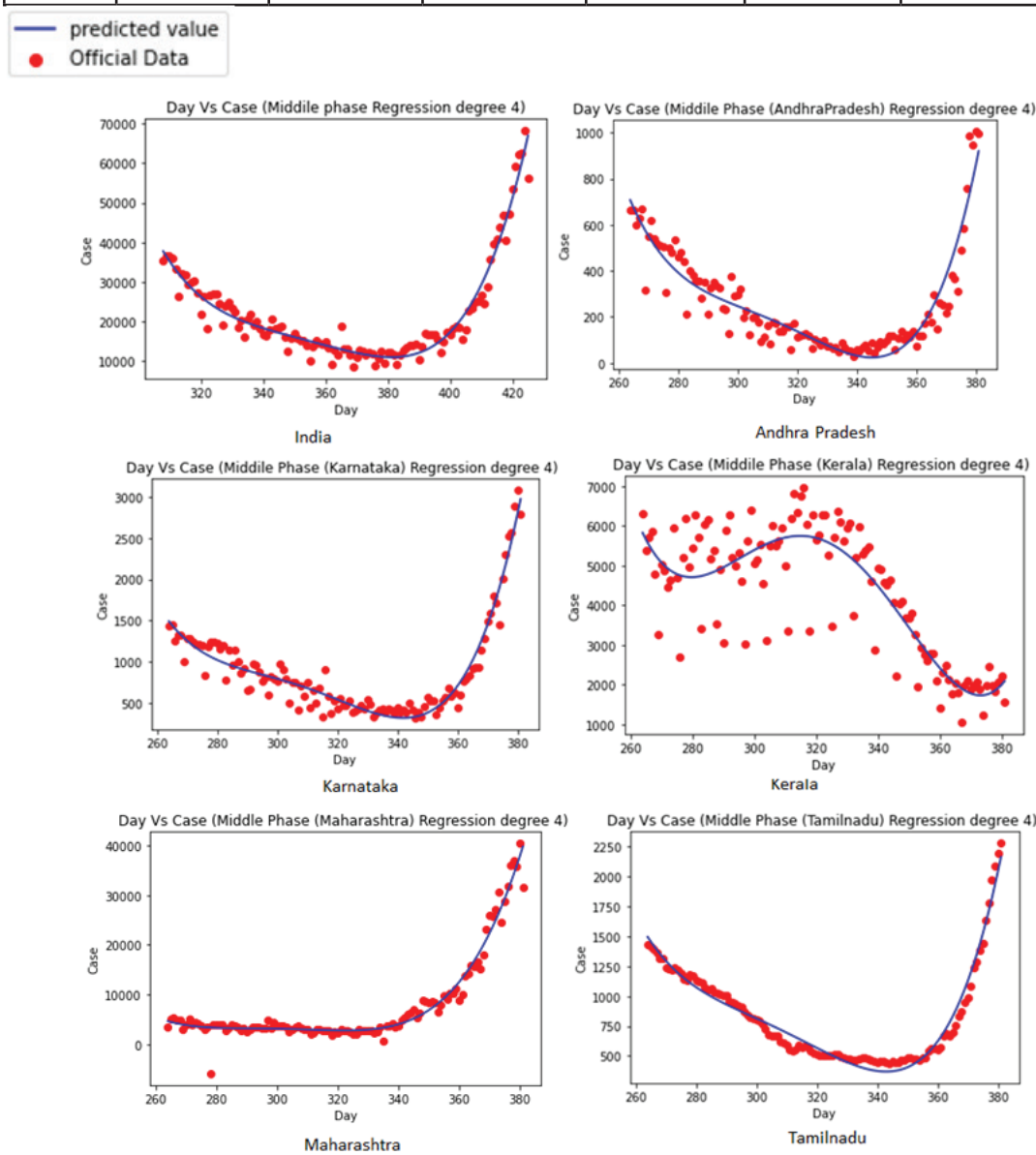
चित्र 3: चौथा डिग्री बहुपद चरण 2 से आंकड़ों के लिए उपयुक्त है

तालिका 4: मध्य चरण के चौथे डिग्री बहुपद के लिए गुणांक

गुणक	भारत	एपी	केए	केएल	महाराष्ट्र	तमिलनाडु
X	-479342	-7389.92	-15962.7	-62328	-110279	-10614.8
X^2	2026.7	35.4785	77.9384	293.856	550.886	51.7544
X^3	-3.81034	-0.0756775	-0.168961	-0.611571	-1.22182	-0.11217
X^4	0.00268655	6.04687E-05	0.000137119	0.000473894	0.00101505	0.000091078
Intercept	4.26E+07	5.78E+05	1.23E+06	4.93E+06	8.27E+06	8.18E+05

तालिका 5: चरण 2 के लिए त्रुटि अनुमान

पैरामीटर	भारत	एपी	केए	केएल	महाराष्ट्र	तमिलनाडु
MAE	11805.5707	1318.601199	2660.599615	2697.994135	3293.607539	504.5271936
MSE	231158439.6	3723371.073	10367292.91	13958656.04	18733910.49	432369.2906
RMSE	15203.89554	1929.603864	3219.828087	3736.128483	4328.268764	657.5479379
R^2	0.978866329	0.934085967	0.947569592	0.913879954	0.934960431	0.996701157



चित्र 4: चौथी डिग्री बहुपद मध्य चरण से आंकड़ों के लिए उपयुक्त है

तालिका ६: मध्य चरण के लिए त्रुटि अनुमान

पैरामीटर	भारत	एपी	केए	केएल	महाराष्ट्र	तमिलनाडु
MAE	2019.401361	54.03076278	104.1618551	605.8606018	1009.522994	58.07301625
MSE	7270489.25	5477.042858	18496.12675	716122.6792	2914563.097	4714.59337
RMSE	2696.384477	74.007046	136.000466	846.24032	1707.209155	68.6628966
R^2	0.9526	0.888013391	0.941023237	0.723785671	0.963508226	0.971286364

5. निष्कर्ष

इस शोधपत्र में, भारत में पुष्टि किए गए COVID-19 मामलों और पांच गंभीर रूप से प्रभावित भारतीय राज्यों का सार्वजनिक रूप से उपलब्ध आंकड़ों का उपयोग करके विश्लेषण किया गया है। उपलब्ध आंकड़ों पर एक व्यापक पॉलीनोमियल प्रतिगमन विश्लेषण किया गया है। हमारे मॉडल के परिणाम बताते हैं कि:

पहली लहर के दौरान, पुष्टि किए गए मामलों की संख्या में वृद्धि और गिरावट भारत, कर्नाटक और तमिलनाडु के लिए इसी तरह की प्रवृत्ति का अनुसरण करते हैं। छठी डिग्री पॉलीनोमियल से युक्त प्रतिगमन मॉडल इस प्रवृत्ति को उत्तम रूप से दर्शाता है जिसमें R^2 मूल्य इन मामलों में 94% से अधिक है। यह स्पष्ट रूप से फिट की एक उचित अच्छाई को इंगित करता है।

दूसरी लहर के लिए, पुष्टि किए गए मामलों की संख्या में वृद्धि और गिरावट भारत, महाराष्ट्र और तमिलनाडु के लिए समान प्रवृत्ति का अनुसरण करती है। एक प्रतिगमन मॉडल जिसमें चौथी डिग्री पॉलीनोमियल शामिल है, इस प्रवृत्ति को R^2 मान के साथ इन मामलों में 93% से अधिक होने के साथ दर्शाता है।

मध्य चरण के दौरान, केरल को छोड़कर सभी राज्यों में संक्रमित मामलों की संख्या में समान प्रवृत्ति दिखाई देती है। यह पूरे भारत में त्योहारी सीजन के अनुरूप अवधि थी। यहां तक कि दूसरे चरण में भी, संक्रमित मामलों की संख्या केरल राज्य के लिए एक विशेष पैटर्न का पालन नहीं करती है। यह आंकड़ों की गलत रिपोर्टिंग और यादृच्छिक परीक्षण जैसे कारणों से हो सकता है।

चरण 2 के लिए हमारे मॉडल के आधार पर, हम अगले 11 दिनों के लिए अपेक्षित मामलों की भविष्यवाणी कर सकते हैं जैसा कि तालिका 7 में दिखाया गया है। हमने 24 मई, 2021 से 3 जून, 2021 तक की तारीखों के लिए अपने मॉडल का परीक्षण किया है। लेकिन गलत रिपोर्टिंग, कम परीक्षण और लोगों द्वारा बरती गई सावधानियों के कारण वास्तविक मामलों की संख्या भिन्न हो सकती है।

तालिका 7: 24 मई, 2021 और 3 जून, 2021 के बीच रिपोर्ट किए गए वास्तविक और अनुमानित आंकड़े

दिनांक	वास्तविक आंकड़े	अनुमानित आंकड़े	दिनांक	वास्तविक आंकड़े	अनुमानित आंकड़े
24/मई/2021	195857	205126	30/मई/2021	153396	147688
25/मई/2021	208992	193383	31/मई/2021	126883	142381
26/मई/2021	211510	182287	01/जून/2021	133152	138793
27/मई/2021	186075	171997	02/जून/2021	134044	137128
28/मई/2021	174083	162682	03/जून/2021	132424	137595
29/मई/2021	165282	154519			

COVID-19 महामारी का भविष्य में होने वाले प्रकोप की संभावनाओं का पूर्वानुमान लगाने वाले विश्लेषणों पर पहले के अधिकांश कार्यों (5 – 9) ने पूरे देश में संक्रमित मामलों की अल्पकालिक संख्या के आधार पर होने वाली भविष्यवाणियों पर ही ध्यान केंद्रित किया है। हमने आंकड़ों के एक बड़े सेट का विश्लेषण किया है जिसमें मार्च 2020 से लेकर आज तक के संक्रमित मामलों की संख्या शामिल है। यह मामलों की संख्या में प्रवृत्ति की एक स्पष्ट तस्वीर प्रस्तुत करता है। यह कार्य पांच गंभीर रूप से प्रभावित भारतीय राज्यों के व्यापक विश्लेषण को भी दर्शाता है क्योंकि देश के विभिन्न क्षेत्रों में COVID-19 का प्रभाव काफी भिन्न है। भविष्य में हम टीकाकरण एवं हर्ड इम्युनिटी को शामिल कर इस कार्य का एक नए रूप में विश्लेषण कर सकते हैं तथा उसके आधार पर संक्रमण की दर की भविष्यवाणी कर सकते हैं।

शोध पत्र में उपयोग किये गए तकनीकी अंग्रेजी शब्दों की हिंदी शब्दावली

Artificial Intelligence	कृत्रिम बुद्धि
Linear	रैखिक
Polynomial	बहुपद
Regression	प्रतिगमन

संदर्भ सूचीः

[1]. Arora, P., Kumar, H. and Panigrahi, B. K. (2020), "Prediction and analysis of COVID-19 positive cases using deep learning models: a descriptive case study of India", Chaos Solitons Fractals, Vol. 139, pp. 1–9.

[2]. Bedi, P., Dhiman, S., Gole, P. and Jindal, V. (2021), "Prediction of COVID-19 Trend in India and Its Four Worst-Affected States Using Modified SEIRD and LSTM Models, SN COMPUT. SCI. Vol. 2, pp. 224.

[3]. Ghosh, S. (2020), "Predictive model with analysis of the initial spread of COVID-19 in India", International Journal of Medical Informatics, Vol. 143, pp. 104262.

[4]. Ghosh, P., Ghosh, R., Chakraborty, B. (2020), "COVID-19 in India: Statewise Analysis and Prediction", JMIR Public Health Surveill, Vol. 6 No. 3

[5]. Rath, R. S., Dixit, A. M., Koparkar, A. R., Kharya, P., Joshi, H. S. (2020), "COVID-19 pandemic in India: A Comparison of pandemic pattern in Selected States", Nepal J Epidemiol, Vol. 10 No. 2, pp. 856-864.

[6]. Ken Black, 5th (2009), Business statistics for contemporary decision making, Wiley, India.

[7]. Emmanuel, Adinyira; Emmanuel, Adjei, Akoi-Gyebi; Kofi, Agyekum, (2021), " Application of machine learning in predicting construction project profit in Ghana using Support Vector Regression Algorithm (SVRA)", engineering construction and architectural management, 10.1108/ECAM-08-2020-0618.

[8]. Band, SS; Janizadeh, S; Saha, S; Mukherjee, K; Bozchaloei, SK; Cerda, A; Shokri, M; Mosavi, A , (2020), "Evaluating the Efficiency of Different Regression, Decision Tree, and Bayesian Machine Learning Algorithms in Spatial Piping Erosion Susceptibility Using ALOS/ PALSAR Data", LAND, Vol. 9 Issue 10, 10.3390/land9100346

[9]. Shilo, S; Rossman, H; Segal, E, (2020), "Axes of a revolution: challenges and promises of big data in healthcare", Nature Medicine, 26, 29–38, pmid:31932803

[10]. Alimadadi, A, et al., (2020), "Artificial intelligence and machine learning to fight COVID-19", Physiol. Genomics, Vol. 52, Issue 4, Pages 200–202, pmid:32216577

[11]. COVID-19 Open Research Dataset (CORD19), (2020), https://pages. semanticscholar.org/ coronavirus-research

[12]. Randhawa, GS; Soltysiak, MPM; El Roz, H; de Souza, CPE; Hill, KA; Kari, L, (2020), "Machine learning using intrinsic genomic signatures for rapid classification of novel pathogens: COVID-19 case study", bioRxiv

[13]. Wang, P; Zheng, X; Li, J; Zhu, B, "Prediction of epidemic trends in covid-19 with logistic model and machine learning technics", (2020), Chaos, Solitons & Fractals, 139, 110058, pmid:32834611

[14]. Yan, L; Zhang, H-T; Xiao, Y; Wang, M; Sun, C; Liang, J; Li, S; Zhang, M; Guo, Y; Xiao, Y, (2020), "Prediction of survival for severe Covid-19 patients with three clinical features: development of a machine learning-based prognostic model with clinical data in Wuhan", medRxiv, doi:10.1101/2020.02.27.20028027

[15]. Yan, L; et al, (2020), "An interpretable mortality prediction model for covid-19 patients", Nature Machine Intelligence, 1–6

[16]. Ge, Y; Tian, T; Huang, S; Wan, F; Li, J; Li, S; Yang, H; Hong, L; Wu, N; Yuan, E; Cheng, L; Lei, Y; Shu, H; Feng, X; Jiang, Z; Chi, Y; Guo, X; Cui, L; Xiao, L; Li, Z; Yang, C; Miao, Z; Tang, H; Chen, L; Zeng, H; Zhao, D; Zhu, F; Shen, X; Zeng, J, (2020), "A data-driven drug repositioning framework discovered a potential therapeutic agent targeting COVID-19", bioRxiv, doi:10.1101/2020.03.11.986836

[17]. Ghosal, S; Sengupta, S; Majumder, M; Sinha, B, (2020), "Linear Regression Analysis to predict the number of deaths in India due to SARS-CoV-2 at 6 weeks from day 0", Diabetes Metab Syndr, 14(4):311-315, doi:10.1016/j.dsx.2020.03.017

[18]. Poonia, N; Azad, S, (2020), "Short-term forecasts of COVID-19 spread across Indian states until 1 May 2020", https://arxiv.org/abs/2004.13538

[19]. Stephen, C; Jeffrey, C; Yuanyuan, Z; Saralees, N, (2021), "Count regression models for COVID-19", Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Volume 563, 125460

[20]. Yadav, R. S. (2020), "Data analysis of COVID-2019 epidemic using machine learning methods: a case study of India", International journal of information technology: an official journal of Bharati Vidyapeeth's Institute of Computer Applications and Management, pp. 1–10, Advance online publication. https://doi.org/10.1007/s41870-020-00484-y.

डीप लर्निंग तकनीक का उपयोग करते हुए भ्रूण वृद्धि प्रतिधारण की भविष्यवाणी : एक समीक्षा

Prediction of Fetal Growth Retention using Deep Learning Techniques: A Review

कौलेश्वर प्रसाद[1], एम.वी. पद्मावती[2], पवन कुमार पटनायक[3]

Kauleshwar Prasad[1], M.V. Padmavati[2], Pawan Kumar Patnaik[3]

[1]Assistant Professor, Bhilai Institute of Technology, Durg, Chhattisgarh, India

[2]Professor, Bhilai Institute of Technology, Durg, Chhattisgarh, India

[3]Associate Professor, Bhilai Institute of Technology, Durg, Chhattisgarh, India

[1]kauleshwarprasad@gmail.com, [2]vmetta@gmail.com, [3]pawanpatnaik37@gmail.com

सारांश

गर्भावस्था के दौरान कुछ ऐसी जटिलताएं जैसे संक्रमण, अवरुद्ध प्रसव और अत्यधिक रक्तस्राव उत्पन्न होती है जिसके कारण बच्चे या बच्चे की मां की मृत्यु की संभावनाएं होती हैं। गर्भावस्था से संबंधित बीमारियों और मौत के रोकथाम के लिए उचित प्रसव की प्रक्रिया एवं निगरानी प्रणाली की आवश्यकता है। यह शोध पत्र गर्भावस्था के दौरान भ्रूण के स्वास्थ्य की स्थिति पर केंद्रित है। प्रसव के समय उत्पन्न अधिकतर जटिलताएं भ्रूण मृत्यु का कारण बन जाती है। भ्रूण के उचित विकास के लिए यह आवश्यक है कि प्रसव की जटिलताओं के उत्पन्न होने के पूर्व ही जोखिम की भविष्यवाणी कर दी जाए। कन्वॉल्यूशन न्यूरल नेटवर्क (CNN) एक डीप लर्निंग तकनीक है जिसमें अल्ट्रासोनोग्राफी से इमेज फीचर्स उद्धरण किया जाता है। इसके पश्चात टेक्स्ट फीचर्स और इमेज फीचर्स को मिलाकर एक नया फीचर तैयार किया जाता है। भ्रूण वृद्धि प्रतिशोध की भविष्यवाणी के लिए बहुत सारे मशीन लर्निंग एल्गोरिथ्म (Machine Learning Algorithm) जैसे डिसीजन ट्री (Decision Tree), लॉजिस्टिक रिग्रेशन (Logistic Regression), रेंडम फॉरेस्ट (Random Forest), सपोर्ट वेक्टर मशीन (Support Vector Machine) का इस्तेमाल किया जा सकता है। हमारा उद्देश्य भ्रूण वृद्धि प्रतिशोध (Fetal Growth Retardation) की भविष्यवाणी से संबन्धित किए गए शोध की समीक्षा करना है। अभी तक किए गए शोध में या तो केवल टेक्स्ट फीचर्स या इमेज फीचर्स का इस्तेमाल करके भ्रूण वृद्धि प्रतिशोध की भविष्यवाणी वाले पत्रो की समीक्षा की गई है। इस समीक्षा पत्र में टेक्स्ट फीचर्स और इमेज फीचर्स दोनों प्रकार के शोध पत्रो का इस्तेमाल किया गया है।

Abstract

The pregnancy related complications such as infections, obstructed labor and excessive bleeding directly contribute to either diseases for mother or baby or maternal deaths. For the prevention of pregnancy related diseases and deaths there is proper delivery process and monitoring system for the labor with appropriate action-based findings. This research focuses on condition of fetal health during pregnancy. Most complications during pregnancy lead to fetus death. Safe pregnancy period by predicting risk levels before the occurrence of complications encourage proper fetal growth. Convolution Neural Network (CNN) is a

deep learning technique which is used for the extraction of image features from ultrasonography images. After that text features and image features are combined to get final features. In order to predict the occurrence of fetal growth retardation (FGR) any of the machine learning algorithms like Decision Tree, Logistic Regression (LR), Random Forest (RF) and Support Vector Machine (SVM) may be used. The objective is to produce review research done on the prediction of fetal growth retardation (FGR). Research to date has used either only text features or image features to predict fetal growth retaliation. Research paper with both text features and image features have been used in this review paper.

मुख्य शब्द : भ्रूण वृद्धि प्रतिशोध, मशीन लर्निंग एल्गोरिदम, डिसीजन ट्री, सपोर्ट वेक्टर मशीन, लॉजिस्टिक रिग्रेशन, रैंडम फॉरेस्ट, कॉन्वोलुशन न्यूरल नेटवर्क

Keywords : Fetal growth retardation, machine learning algorithm, Decision Tree, Support Vector Machine, Logistic Regression, Random Forest, Convolution Neural Network

1. परिचय :

इक्कीसवीं सदी की शुरुआत में डेटा नेटवर्किंग, सांख्यिकी और कम्प्यूटेशनल विज्ञान के क्षेत्रों में डीप लर्निंग ने अहम भूमिका निभाई है। हाल में यह देखा गया है कि स्वास्थ्य सुरक्षा विश्लेषिकी के क्षेत्र में काफी अनुसंधान हुआ है। प्रसूतिशास्त्र में, गर्भावस्था के प्रतिकूल परिणामों ने दुनिया भर में अधिक से अधिक ध्यान आकर्षित किया है। गर्भावस्था वह समय है जिसके दौरान एक या एक से अधिक संतान गर्भ के अंदर विकसित होती हैं और उस अवधि को गर्भावधि भी कहा जाता है। गर्भावस्था के लक्षण हर महिलाओं के अलग अलग हो सकते हैं लेकिन कुछ सामान्य लक्षण हैं जो हरेक महिलाएं अनुभव कर सकती हैं। नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ चाइल्ड हेल्थ एंड ह्यूमन डेवलपमेंट (NICHD) के अनुसार सिरदर्द, मतली/उल्टी, सूजे हुए स्तन या निपल्स, हल्का रक्तस्राव, निविदा, थकान, लगातार पेशाब, मिजाज परिवर्तन जैसे गर्भावस्था के लक्षण हैं (1)।

सामान्यतः किसी भी बीमारी में केवल एक व्यक्ति जो उस बीमारी से ग्रसित है वही प्रभावित होता है। परंतु प्रसव एक ऐसी स्थिति है जिसमें दो जिंदगियां प्रभावित होती हैः एक गर्भवती मां और दूसरा गर्भ में पल रहा बच्चा। जिन महिलाओं का उम्र 20 से 30 साल के बीच होता है उनको गर्भावस्था से संबंधित जटिलताएं कम होने का की उम्मीद होती है परंतु जिनकी उम्र 20 से कम या 30 से ज्यादा होता है उन्हें गंभीर जटिलताओं का सामना करना पड़ सकता है।

पेपर का शेष भाग निम्नानुसार आयोजित किया गया हैः खंड (section) 2 में पृष्ठभूमि, खंड (section) 3 में संबन्धित कार्य शामिल है, खंड 4 में प्रस्तावित पद्धति का वर्णन किया गया है। इसके अलावा खंड (section) 5 में भविष्यवाणी के लिए इस्तेमाल किए जाने वाले मशीन लर्निंग एल्गोरिथम प्रस्तुत की गई है और अंत में खंड (section) 6 में प्रस्तुत शोध पत्र का निष्कर्ष दिया गया है।

2. पृष्ठभूमि :

नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ चाइल्ड हेल्थ एंड ह्यूमन डेवलपमेंट (NICHD) के अनुसार (1), गर्भावस्था के दौरान कुछ सामान्य जटिलताओं में शामिल हैं जैसे प्रीक्लेम्पसिया, गर्भपात, उच्च रक्तचाप, गर्भकालीन मधुमेह, संक्रमण, अपरिपक्व श्रम इत्यादि। गर्भावस्था की अवधि के दौरान भ्रूण की वृद्धि की निगरानी करना अत्यंत आवश्यक है। गर्भावस्था के दौरान और बाद में शिशु का आकार और वजन सामान्य होना चाहिए। स्टैनफोर्ड चिल्ड्रन्स हेल्थ के अनुसार (2), गर्भावस्था में कुछ बच्चे औसत से छोटे होते हैं जिसे Small- for-gestational-age (SGA) कहा जाता है। SGA उन नवजात शिशुओं पर लागू होता

है जिनका जन्म वजन 10 वें प्रतिशत से कम है। ये बच्चे एक ही गर्भकालीन उम्र के कई अन्य शिशुओं की तुलना में छोटे होते हैं।

Small for Gestational Age Advisory Board द्वारा आयोजित सम्मेलन के अनुसार, SGA से प्रभावित शिशुओं के वजन और/ या ऊंचाई समान गर्भावधि उम्र के लिए 3 प्रतिशत से कम है। SGA बच्चों को जन्म के समय, स्कूल के समय और वयस्कता के दौरान विभिन्न चुनौतियों का सामना करना पड़ता है, क्योंकि उनके जन्म के समय उनका वजन कम होता है। इसके अलावा, नवजात श्वसन संकट सिंड्रोम, नवजात हाइपोथर्मिया, नवजात हाइपोग्लाइसीमिया, और समयपूर्वता स्तर III रेटिनोपैथी जैसे रोग विकसित हो सकते हैं। SGA संक्रमित बच्चों के लिए सबसे डरावना तो तब होता है जब उन्हें मौत का सामना करना पड़ता है। बच्चों का छोटा होने का मुख्य कारण उनका विकास में वृद्धि कम होना होता है। उन बच्चों को बराबर मात्रा में ऑक्सीजन या पोषक पदार्थ न मिलने के कारण उनके अंगों और ऊतकों का विकास नहीं हो पाता है। अंतर–गर्भाशय वृद्धि अवरोध (IUGR) के रूप में जाना जाने वाला एक विकार इन शिशुओं में से कई को प्रभावित करता है। माँ में बीमारी, प्लेसेंटा की गंभीर समस्या आदि के कारण, गर्भावस्था और प्रसव के दौरान शिशुओं और माँ दोनों को जीवन के जोखिमों में वृद्धि होती है और उस स्थिति को अंतर–गर्भाशय वृद्धि अवरोध (IUGR) कहा जाता है। यदि सही निगरानी, समय पर डिलीवरी और प्रारंभिक नवजात प्रबंधन किया जाता है, तो SGA की प्रसवकालीन रुग्णता और मृत्यु दर के जोखिम को कम किया जा सकता है।

FGR या IUGR एक ऐसी स्थिति है जिसमें एक अजन्मा बच्चा (भ्रूण) अपेक्षा से छोटा होता है। यूनिवर्सिटी ऑफ रेचेस्टर मेडिकल सेंटर में प्रकाशित हेल्थ एनसाइक्लोपीडिया के अनुसार, FGR का प्रभाव बच्चे की उम्र, साथ ही अंग ऊतक और कोशिका विकास पर भी दिखाई देता है। कभी–कभी ऐसा होता है कि FGR शिशुओं में कोई प्रभाव दिखाई नहीं देता है। माताओं में FGR का कारण शराब का सेवन, धूम्रपान, कम वजन, अपर्याप्त आहार या वजन बढ़ना होता है। बच्चे में FGR का कारण संक्रमण, जन्म दोष, हृदय दोष और जीन या गुणसूत्रों के साथ समस्या होता है।

3. सम्बंधित कार्य :

गर्भावस्था के दौरान होने वाले जटिलताओं के क्षेत्र में विभिन्न प्रकार के शोध किए गए हैं। गर्भावस्था के दौरान जटिलताओं के पूर्वानुमान के लिए विभिन्न मशीन लर्निंग तकनीकों का उपयोग किया जाता है। 2005 में, कुछ लेखकों (12) ने गर्भावस्था के दौरान small for gestational age (SGA) नामक एक महत्वपूर्ण जटिलताओं पर प्रकाश डाला। भ्रूण की जटिलताओं के बढ़ते जोखिम के कारण, SGA भ्रूण को पहचानने की आवश्यकता है। मातृ कारकों और जैव-भौतिक और जैव रासायनिक मार्करों के आधार पर 11-13 सप्ताह के गर्भ में, प्रीक्लेम्पसिया (PE) की अनुपस्थिति में SGA के पूर्वानुमान के लिए एक मॉडल बनाया गया था (6)। भविष्यवाणी हेतु लिए गए मापदंडों में मुख्य रूप से PAPP-A, मातृ विशेषताएं, NT की मोटाई और β -hCG थे। इन्होंने रिग्रेशन एनालिसिस तकनीक का इस्तेमाल किया था।

2011 में कुछ लेखकों (11) ने प्रीक्लेम्पसिया की अनुपस्थिति में SGA नवजात शिशु के predictors की खोज की। उनके अनुसार जैसा कि George Karagiannis ने 2010 बतलाया था वही प्रिडिक्टर हम इस्तेमाल कर सकते हैं। St. Louis City में गर्भकालीन आयु वर्ग के लिए जन्म और मृत्यु के प्रमाण पत्र से प्राप्त रिकॉर्ड का उपयोग करके SGA से संबंधित सामाजिक, गतिविधि और शारीरिक जोखिम वाले कारकों को समझने के लिए 2014 में एक गहन अध्ययन किया गया था (14)। 2015 में कुछ लेखकों (8) ने एक पेपर प्रकाशित किया था जिसमें SVM, RF, LR और Sparse LR जैसे विभिन्न मशीन लर्निंग तकनीकों के बीच तुलना की गई थी।

2015 में कुछ लेखकों (17) ने SGA नवजात शिशुओं की भविष्यवाणी पर ध्यान केंद्रित किया, जिसमें प्री–एक्लेम्पसिया (PE) की अनुपस्थिति में भ्रूण बायोमेट्रिक्स द्वारा 30 से 34 सप्ताह में स्क्रीनिंग की गई थी। यहां विश्लेषण हेतु पैरामीटर मातृ कारक, पेट परिधि, सिर परिधि का z Score और जांघ की हड्डी की लंबाई या अनुमानित भ्रूण वजन लिए गए थे। भ्रूण की असामान्यता (20) का पता लगाने के लिए विधी रावत द्वारा समान मापदंडों का उपयोग किया गया था। SGA का अनुमान लगाने के लिए मल्टीवीरेबल लॉजिस्टिक रिग्रेशन का इस्तेमाल किया गया था।

2018 में कुछ लेखकों के द्वारा (10) sFlt-1 / PlGF परिमाणात्मक संबंध को जन्म के समय SGA के अनुमान के लिए मापदंडों के रूप में इस्तेमाल किया किया जाने वाला मापदंड बतलाया गया। 2019 में Anca Ciobanu और उनकी टीम ने SGA नवजात शिशुओं के पूर्वानुमान पर ध्यान केंद्रित किया। पारंपरिक दृष्टिकोण की तुलना में तीसरी तिमाही के दौरान सोनोग्राफी भ्रूण की बायोमेट्री द्वारा सटीकता देखी जाती है (1)।

SGA की भविष्यवाणी के लिए विभिन्न कारक जिम्मेदार हैं जिनमें मातृ कारक और विकास वेग महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। यदि मूल्यांकन और जन्म के बीच का अंतराल संक्षिप्त है, तो SGA की भविष्यवाणी के लिए सोनोग्राफिक गणना योग्य भार का प्रदर्शन उच्चतम है। 2020 में JING CHENG और उनकी टीम ने SGA और AGA late period शिशुओं के लिए अव्यक्त जोखिम कारकों के विश्लेषण पर प्रकाश डाला। उनके (9) अनुसार SGA के प्रसवकालीन जोखिम कारक असामान्य गर्भनाल, maternal pregnancy induced hypertension, गर्भकालीन मधुमेह, गर्भावस्था के दौरान संक्रमण और अंतर्गर्भाशयी संकट हैं। 2020 में (15) मातृ विशेषताओं और केस हिस्ट्री से SGA प्रभावित नए जन्मे शिशुओं की भविष्यवाणी पर ध्यान केंद्रित करते हैं। यहाँ प्रसव के समय निषेचन आयु और जन्म–भार Z- स्कोर वर्ग माप को निरंतर चर के रूप में माना जाता है। उनके द्वारा किए गए विश्लेषण कार्य के अनुसार, SGA की भविष्यवाणी में प्रत्येक निषेचन आयु का वितरण और जन्म–भार Z- स्कोर शामिल है। एक मॉडल विकसित किया गया है, जिसके भीतर प्रसव के समय किसी भी विशिष्ट कट–ऑफ जेड–स्कोर और निषेचन आयु के जोखिम को रेखांकित करने के लिए लागू किया जाता है।

अंतर – गर्भाशय वृद्धि अवरोध (IUGR) की भविष्यवाणी करने के लिए बायोमार्कर की समीक्षा 2013 में कुछ लेखकों के द्वारा की गई थी और प्रसूति और स्त्री रोग (3) के लिए एक अंतरराष्ट्रीय पत्रिका में प्रकाशित हुई थी। 2018 में Preterm Infants Survival Assessment (PISA) प्रेडिक्टर पर एक वैज्ञानिक रिपोर्ट (20) प्रकाशित की गई थी। Association for the Advancement of Artificial Intelligence (21) में एक पेपर प्रकाशित किया गया था जिसमें रैंडम फारेस्ट, XGBoost, और लाइट जीबीएम एल्गोरिथ्म शामिल थे, इसमें गर्भावधि उम्र के साथ भ्रूण के वजन की भविष्यवाणी की गई थी।

टेबल 1: सारांश

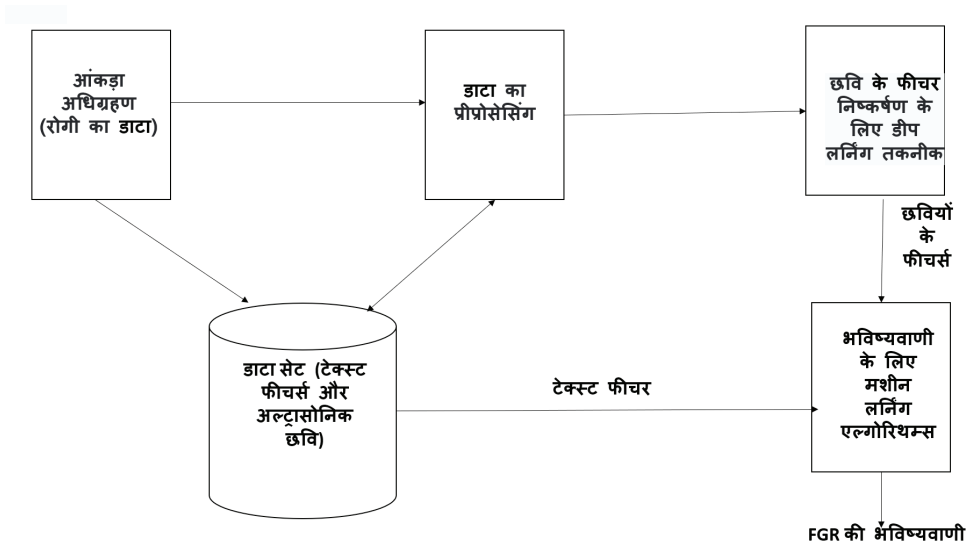
क्रमांक	पेपर का शीर्षक	वर्ष	सार
1.	Abnormal fetal growth: intrauterine growth retardation, small for gestational age, large for gestational age	2004	भ्रूण के विकास के लिए जिम्मेदार कारक मातृ आकार और पोषण, मातृ रोग, बाहरी कारक, अपरा कारक, भ्रूण कारक, बाल स्वास्थ्य संबंधी विचार, नवजात जटिलताएं हैं।

2.	Ultrasound Estimation of Fetal Weight by Artificial Neural network Using crown coccyx length	2010	भ्रूण के वजन के अनुमान में सुधार के लिए Computerized artificial neural network विकसित किया गया। Biparietal diameter (BPD), occipitofrontal diameter (OFD), abdominal circumference (AC), femur length (FL) और crown coccyx length (CCL) को भ्रूण के वजन का अनुमान लगाने के लिए एक पैरामीटर के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है।
3.	Novel biomarkers for predicting intrauterine growth restriction: a systematic review and meta-analysis	2013	IUGR की भविष्यवाणी के लिए बायोमार्कर के रूप में बायोफिजिकल पैरामीटर और मातृ विशेषताएं इस्तेमाल किया जा सकता है।
4.	Machine Learning for Fetal Growth Prediction	2018	भ्रूण के वजन की भविष्यवाणी सपदमंत और quantile regression, random forests, Bayesian additive regression trees, और generalized boosted models का उपयोग करके की जा सकती है।
5.	Feature Extraction using Convolution Neural Networks (CNN) and Deep Learning	2018	KNN, SVM, SOFTMAX, Fully Connected NN और CNN जैसे विभिन्न वर्गीकरण एल्गोरिदम का उपयोग किया गया है जिसमें छवि वर्गीकरण के लिए CNN 85.97% सटीकता देता है।
6.	Machine-learning-based automatic identification of fetal abdominal circumference from ultrasound images	2018	CNN और U-Net का उपयोग 2 D अल्ट्रासाउंड डेटा से स्वचालित भ्रूण बायोमेट्री अनुमान के लिए विधि के रूप में किया जा सकता है।
7-	Ensemble Machine Learning for Estimating Fetal Weight at Varying Gestational Age	2019	प्रस्तावित म्देमउइसम मॉडल अन्य एकल मशीन लर्निंग मॉडल की तुलना में भ्रूण के जन्म के वजन की भविष्यवाणी बेहतर करता है। Random Forest, XGBoost, और LightGBM एल्गोरिदम से युक्त Ensemble मॉडल का उपयोग किया जाता है।
8.	Deep learning for heterogeneous medical data analysis	2019	डीप लर्निंग टेक्नोलॉजी पूरी तरह से अन्य तकनीक को प्रतिस्थापित नहीं कर सकती है, लेकिन नए मॉडल को स्थापित करने के लिए डीप लर्निंग और पारंपरिक मॉडल के संयोजन की खोज करने की आवश्यकता है।

9.	Achieving accurate estimates of fetal gestational age and personalized predictions of fetal growth based on data from an international perspective cohort study: a population-based machine learning study	2020	अल्ट्रासाउंड–व्युत्पन्न और भ्रूण बायोमेट्रिक डेटा का उपयोग करके गर्भकालीन आयु का सटीक अनुमान लगाने के लिए मशीन लर्निंग विकसित किया गया है।

4. प्रस्तावित पद्धति :

हमारे प्रस्तावित कार्य बच्चों में मृत्यु दर और रुग्णता के प्रमुख कारणों के लिए मॉडल के विकास पर आधारित होंगे। गर्भावस्था के दौरान कम वजन वाला बच्चा ज्वलंत जटिलताओं में से एक है। हमारा शोध भारतीय महिला के लिए भ्रूण वृद्धि प्रतिशोध (FGR) की भविष्यवाणी पर आधारित है। चित्रः 1 हमारे प्रस्तावित कार्य के प्रणाली कार्य प्रवाह को दर्शाता है।

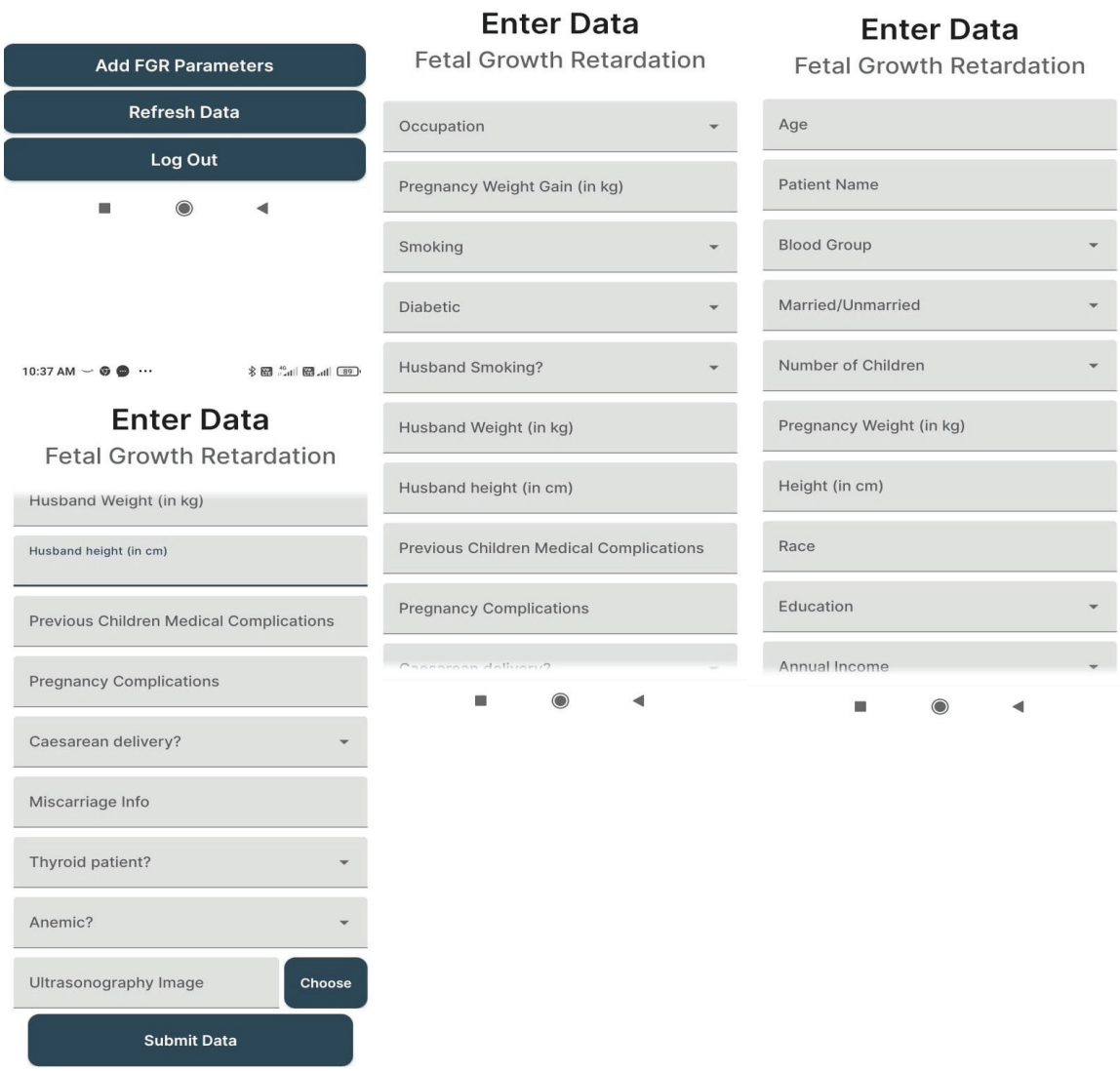


चित्र 1: प्रणाली कार्य प्रवाह

प्रणाली कार्य प्रवाह को चार भागों में वर्गीकृत किया गया है।

क. आंकड़ा अधिग्रहणः

आंकड़ा अधिग्रहण के लिए, अस्पताल में स्थापित ऐप का उपयोग करके डेटा एकत्र किया जा सकता है। ऐप के द्वारा टेक्स्ट फीचर्स और अल्ट्रासोनोग्राफिक चित्र को एकत्रित किया जा सकता है। जिस ऐप के माध्यम से हम इमेज और टेक्स्ट फीचर एकत्र करेंगे, वह चित्र 2 में दिखाया गया है।



चित्र 2 : ऐप के द्वारा आंकड़ा अधिग्रहण

1. टेक्स्ट फीचर्सः टेक्स्ट फीचर्स में मूल रूप से रोगी की सामान्य जानकारी, रोगी के बच्चों की जानकारी, रिश्तेदारों की जानकारी (रोगी के पिता पक्ष), रक्त शामिल होंगे। रोगी की सामान्य जानकारी में नाम, जन्म तिथि, लिंग, मोबाइल नंबर, पता, रक्त समूह, विवाहित / अविवाहित, बच्चों की संख्या, धूम्रपान करने की आदतें, मधुमेह, गर्भावस्था के पूर्व वजन, ऊंचाई, वंश, सामाजिक आर्थिक स्थिति, गर्भावस्था में वजन बढ़ना, पति की धूम्रपान की स्थिति और पति का वजन और ऊंचाई शामिल हैं। रोगी के बच्चों की जानकारी में किसी भी चिकित्सा जटिलताओं, गर्भावस्था के दौरान जटिलताओं और प्रसव और गर्भपात की जानकारी के दौरान जटिलताएं शामिल हैं। रक्त जांच फीचर्स में हीमोग्लोबिन होता है।

2. छवि फीचर्सः इसे अल्ट्रासोनोग्राफी से एकत्र किया जा सकता है। एकत्र की गई फीचर्स डॉपलर, बायोफिजिकल प्रोफाइल (BPP), शराब, अनुमानित वजन, फंडल ऊंचाई, पेट की परिधि, नैदानिक वजन अनुमान और भ्रूण चाल हो सकते हैं।

ख. डाटा प्रीप्र०सेसिंगः

एप्लिकेशन के माध्यम से डाटा एकत्र किए जाने के बाद डाटा को प्रीप्रोसेस करना आवश्यक है। इसके लिए निम्नलिखित बिंदु उपयोगी हैं।

- पहले से मौजूद डाटा की संशोधित प्रतियों को जोड़कर डाटा की मात्रा बढ़ाई जा सकती है। इस विधि को डाटा वृद्धि कहा जाता है।
- शून्य मानों को संभालने के लिए विभिन्न समाधानों को अपनाया जा सकता है। उसके लिए शून्य मानों की जगह पर खाली जगह, माध्य या संबंधित कॉलम में मोड के साथ बदल दिया जाता है या फिर डाटा महत्वपूर्ण नहीं है तो रिकॉर्ड को हटा दिया जाता है।
- डेटासेट के गुम मानों को कुछ मानों के साथ प्रतिस्थापित किया जाता है। प्रक्रिया को इंप्यूटेशन कहा जाता है।
- मानकीकरण की प्रक्रिया को अपनाया जा सकता है।
- ऑर्डिनल और नाममात्र श्रेणीबद्ध चर को प्रीप्रोसेस करने की आवश्यकता है।

ग. छवि की फीचर्स निष्कर्षण के लिए क०न्वोलुशन न्यूरल नेटवर्क (CNN):

CNN डीप न्यूरल नेटवर्क का एक वर्ग है जिसमें इसका उपयोग दृश्य कल्पना के विश्लेषण के लिए किया जाता है। रेगुलर न्यूरल नेटवर्क और CNN के बीच अंतर यह है कि CNN की परतें 3 आयामों की ऊंचाई, गहराई और चौड़ाई है। CNN में परतों के बीच ऐसा कोई निर्भरता नहीं है जैसा कि रेगुलर न्यूरल नेटवर्क में होता है। CNN में 2 प्रमुख भाग होते हैं:

फीचर्स निकासीः

यहाँ फीचर्स को निकालने के लिए कॉन्वोलुशन और पूलिंग संचालन का क्रम किया जाता है। हमारे काम में, निकाली गई छवि फीचर्स के रूप में डॉपलर, बायोफिज़िकल प्रोफ़ाइल, liquor और अनुमानित वजन हैं।

1) कॉन्वोलुशनः कॉन्वोलुशन ऑपरेशन का उपयोग करके फीचर एक्सट्रैक्शन में एक कर्नेल / फिल्टर वाली इनपुट इमेज ली जाती है। स्क्रीन की चौड़ाई को कवर करने के बाद ऊपर से थोड़ा नीचे और बाएं से दाएं जाने वाली स्क्रीन को स्कैन किया जाता है। कुल स्क्रीन स्कैन होने तक यह विधि पुनरावृत्ति होती है। उदाहरण के लिए, इनपुट छवि और फ़िल्टर निम्नानुसार दिखाई देते हैं:

1	1	1	0	0
0	1	1	1	0
0	0	1	1	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0

चित्र 2 (अ): इनपुट इमेज

1	0	1
0	1	0
1	0	1

चित्र 2 (ब): कर्नेल / फिल्टर

इस पर खिसकने पर, फ़िल्टर अपने स्वयं के मानो को छवि के अत्यधिक मानो के साथ गुणा करता है और उन सभी को जोड़ती है और प्रत्येक ओवरलैप के साथ एक मूल्य को आउटपुट करता है। संपूण

र्ा कार्य का एक उदाहरण चित्र में दिखाया गया है।

4	3	4
2	4	3
2	3	4

चित्र 2 (स): आउटपुट मैट्रिक्स

आउटपुट को रेक्टिफाइड लीनियर फ़ंक्शन के इनपुट के रूप में दिया जाता है जो नकारात्मक को शून्य और सकारात्मक मानों में परिवर्तित करता है।

2) पूलिंगः पूलिंग लेयर, निकाले गए फीचर के स्थानिक आकार को कम करता है। दो प्रकार की पूलिंग उपलब्ध हैः मैक्स पूलिंग और औसत पूलिंग।

घ. वर्गीकरणः

यहां, इन निकाले गए फीचर के ऊपर से, पूरी तरह से जुड़ी हुई परतें एक क्लासिफायरियर के रूप में कार्य करेंगी। वे इस बात की संभावना को बताएंगे कि एल्गोरिथ्म छवि पर ऑब्जेक्ट के लिए इसकी भविष्यवाणी करता है।

5. भविष्यवाणी के लिए मशीन लर्निंग एल्गोरिथमः

डिसीजन ट्री (Decision Tree), लॉजिस्टिक रिग्रेशन (Logistic Regression), रेंडम फॉरेस्ट (Random Forest), सपोर्ट वेक्टर मशीन (Support Vector Machine) जैसे कई मशीन लर्निंग एल्गोरिदम हैं जो भ्रूण के विकास मंदता की भविष्यवाणी करने के लिए उपलब्ध हैं। डिसीजन ट्री डेटा माइनिंग की एक विधि है जिसका उपयोग कई कोवरिएट के आधार पर वर्गीकरण के लिए किया जाता है। इसका उपयोग लक्ष्य चर भविष्यवाणी एल्गोरिथ्म के विकास के लिए किया जाता है। सपोर्ट वेक्टर मशीन वर्गीकरण और प्रतिगमन के अध्ययन के लिए उपयोग की जाने वाली पर्यवेक्षण सीखने के लिए एक दृष्टिकोण है। SVM का उद्देश्य N - dimensional space (N = फीचर्स की संख्या) में अत्यधिक मार्जिन वाले hyper plane का निरीक्षण करना है जो डेटा बिंदुओं को वर्गीकृत करता है। रेंडम फॉरेस्ट या रेंडम डिसीजन फॉरेस्ट एक एंसेंबल क्लासीफायर है जो डिसीजन ट्री एल्गोरिथम को बेतरतीब ढंग से इस्तेमाल करता है। लॉजिस्टिक रिग्रेशन (LR) कुछ घटना या वर्ग के संभावित मॉडल पर आधारित है, जैसे कि विफल / पास, हार / जीत, बीमार / स्वस्थ या मृत / जीवित।

6. निष्कर्षः

भ्रूण के विकास मंदता के पूर्वानुमान के रूप में विभिन्न कारकों जैसे मातृ कारक, बायोफिजिकल और जैविक मार्कर को लिया जाता है। ये पैरामीटर टेक्स्ट और छवियों के रूप में हो सकते हैं। डीप लर्निंग तकनीक जैसे कन्वॉल्यूशन न्यूरल नेटवर्क का उपयोग किया जाता है जिसमें छवि वर्गीकरण में बड़े अनुप्रयोग होते हैं। FGR की भविष्यवाणी के लिए मशीन लर्निंग का भी उपयोग किया जा सकता है।

इस समीक्षा पत्र से प्रस्तावित किया जाता है कि FGR की भविष्यवाणी के लिए टेक्स्ट और इमेज फीचर्स का इस्तेमाल किया जा सकता है जिसमें कन्वॉल्यूशन न्यूरल नेटवर्क (CNN) का इस्तेमाल कर अल्ट्रासोनोग्राफी से इमेज फीचर्स उद्धरण किया जा सकता है। इसके पश्चात टेक्स्ट फीचर्स और इमेज फीचर्स को मिलाकर एक नया फीचर तैयार कर भ्रूण वृद्धि प्रतिशोध की भविष्यवाणी के लिए बहुत सारे मशीन लर्निंग एल्गोरिथ्म (Machine Learning Algorithm) जैसे डिसीजन ट्री (Decision Tree), लॉजिस्टिक रिग्रेशन (Logistic Regression), रेंडम फॉरेस्ट (Random Forest), सपोर्ट वेक्टर मशीन (Support Vector Machine) का इस्तेमाल किया जा सकता है।

7. प्रमुख शब्दों की तालिका :

Technical Terms (English)	तकनीकी शब्द (हिंदी)
Classification	वर्गीकरण
Convolution Neural Network	कन्वॉल्यूशन न्यूरल नेटवर्क
Data Acquisition	आंकड़ा अधिग्रहण
Fetal Growth Retardation	भ्रूण के विकास मंदता
Logistic Regression	लॉजिस्टिक रिग्रेशन
Machine Learning Algorithm	मशीन लर्निंग एल्गोरिथ्म
Random Forest	रेंडम फॉरेस्ट
Support Vector Machine	सपोर्ट वेक्टर मशीन

संदर्भः

[1] A. CIOBANU, C. F. (2019). Prediction of small-for-gestational-age neonates at 35– 37weeks' gestation: contribution of maternal factors and growth velocity between 20 and 36weeks. Ultrasound Obstet Gynecol, 488-495.

[2] Anca Ciobanu, M., Angeliki Rouvali, M., Argyro Syngelaki, P., Ranjit Akolekar, M., & Kypros H. Nicolaides, M. (2019). Prediction of small for gestational age neonates: screening by maternal factors, fetal biometry, and biomarkers at 35-37 weeks' gestation. American Journal of Obstetrics, 1-11.

[3] A Conde-Agudelo, A. P. (2013). Novel biomarkers for predicting intrauterine growth restriction: a systematic review and meta-analysis. International Journal of Obstetrics and Gynaecology, 681-694.

[4] Ashley I. Naimi, R. W. (2018). Machine Learning for Fetal Growth Prediction. Wolters Kluwer Health, Inc., 1-28.

[5] Bukweon Kim, K. C.-Y. (2018). Machine-learning-based automatic identification of fetal abdominal circumference from ultrasound images. IPEM, 1-22.

[6] George Karagiannis, R. A. (2010). Prediction of Small-for-Gestation Neonates from Biophysical and Biochemical Markers at 11–13 Weeks. Karger, 1-7.

[7] Hanieh Mohammadi, M. J. (2010). Ultrasound Estimation of Fetal Weight by Artificial Neural network Using crown coccyx lenght. International Conference on Measurement and Control Engineering (ICMCE), (pp. 518-522).

[8] Jianqiang Li, L. L.-J. (2015). Comparison of Different Machine Learning Approaches to Predict Small for Gestational Age Infants. IEEE TRANSACTIONS ON BIG DATA, 1-14.

[9] JING CHENG, J. L. (2020). Analysis of perinatal risk factors for small for gestational age and appropriate for gestational age late term infants. EXPERIMENTAL AND THERAPEUTIC MEDICINE, 1719-1724.

[10] Lena Heidi Bækgaard Thorsen, L. B. (2018). Prediction of birth weight small for gestational age with and without preeclampsia by angiogenic markers: An Odense Child Cohort study. The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine.

[11] Leona C. Y. Poon, G. K. (2011). Reference range of birth weight with gestation and first-trimester prediction of small-for-gestation neonates. Prenat Diagn, 58–65.

[12] Lin Yue, D. T. (2019). Deep learning for heterogeneous medical data analysis. Springer, 1-23.

[13] MOLIN, P. G. (2005). Does antenatal identification of small-for-gestational age fetuses significantly improve their outcome? Ultrasound Obstet Gynecol, 258-264.

[14] Pamela K. Xaverius, J. S. (2014). Predictors of Size for Gestational Age in St. Louis City and County. Hindawi, 1-8.

[15] PAPASTEFANOU, D. W. (2020). Competing-risksmodel for prediction of small-for-gestational age neonate from maternal characteristics and medical history. Ultrasound Obstet Gynecol, 196-205.

[16] Russell Fung, J. V.-U. (2020). Achieving accurate estimates of fetal gestational age and personalised predictions of fetal growth based on data from an international prospective cohort study: a population based machine learning study. Lancet, 368-375.

[17] S. BAKALIS, M. S. (2015). Prediction of small-for-gestational-age neonates: screening by fetal biometry at 30–34 weeks. Ultrasound Obstet Gynecol, 551-558.

[18] Stefan Kuhle, B. M. (2018). Comparison of logistic regression with machine learning methods for the prediction of fetal growth abnormalities: a retrospective cohort study. BMC Pregnancy and Childbirth, 1-9.

[19] Utpala (''Shonu'') G. Das, a. G. (2004). Abnormal fetal growth: intrauterine growth retardation, small for gestational age,large for gestational age. Elsevier, 639-654.

[20] Vidhi Rawat, A. J. (2018). Automated Techniques for the Interpretation of Fetal Abnormalities: A Review. Hindawi Applied Bionics and Biomechanics, 1-12.

[21] Yu Lu, X. Z. (2019). Ensemble Machine Learning for Estimating Fetal Weight at Varying Gestational Age. The Thirty-First AAAI Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence (IAAI-19), (pp. 9522-927).

भारतीय परमाणु कार्यक्रम के जनक ड० होमी जहांगीर भाभा
(30 अक्तूबर, 1909 – 24 जनवरी, 1966)

भारतीय परमाणु कार्यक्रमों को विश्व के उन्नत और सफल परमाणु कार्यक्रमों में शुमार करने और परमाणु शक्ति–संपन्न राष्ट्रों की अग्रिम पंक्ति में खड़ा करने का श्रेय जाता है भारतीय परमाणु कार्यक्रम के जनक डॉ होमी जहांगीर भाभा को। डॉ होमी जहांगीर भाभा यानी परमाणु भौतिकी विज्ञान का ऐसा चमकता सितारा, जिसका नाम सुनते ही हर भारतवासी का सीना गर्व से चौड़ा हो जाता है। डॉ होमी जहांगीर भाभा ही वह शख्स थे, जिन्होंने भारत के परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम की कल्पना की, और भारत को परमाणु शक्ति सम्पन्न तथा वैज्ञानिक अनुसंधान के क्षेत्र में अग्रसर होने का मार्ग प्रशस्त किया। मुट्ठी भर वैज्ञानिकों की सहायता से परमाणु क्षेत्र में अनुसंधान का कार्य शुरू करने वाले डॉ भाभा ने समय से पहले ही परमाणु ऊर्जा की क्षमता और अलग–अलग क्षेत्रों में उसके उपयोग की संभावनाओं की परिकल्पना कर ली थी। यही वजह है कि उन्हें "भारतीय परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम का जनक" कहा जाता है।

होमी भाभा की प्रारंभिक शिक्षा मुंबई में हुई। साल 1927 में होमी भाभा आगे की पढ़ाई के लिए इंग्लैंड चले गए और वहां उन्होंने कैंब्रिज विश्वविद्यालय से मैकेनिकल इंजीनियरिंग की परीक्षा पास की। साल 1934 में कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय से उन्होंने डॉक्टरेट की उपाधि हासिल की। भाभा ने जर्मनी में कॉस्मिक किरणों का अध्ययन किया और उन पर अनेक प्रयोग भी किए। वर्ष 1933 में भाभा ने अपना रिसर्च पेपर "द अब्जॉर्वेशन ऑफ कॉस्मिक रेडिएशन" शीर्षक से जमा किया। इसमें उन्होंने कॉस्मिक किरणों की अवशोषक और इलेक्ट्रॉन उत्पन्न करने की क्षमताओं को प्रदर्शित किया। इस शोध पत्र के लिए उन्हें साल 1934 में 'आइजैक न्यूटन स्टूडेंटशिप' भी मिली। डॉ भाभा अपनी शिक्षा पूरी करने के बाद साल 1939 में भारत लौट आए। भारत आने के बाद वह बेंगलुरु के इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस से जुड़ गए, और साल 1940 में रीडर के पद पर नियुक्त हुए। इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस में उन्होंने कॉस्मिक किरणों की खोज के लिए एक अलग विभाग की स्थापना की। कॉस्मिक किरणों पर उनकी खोज के चलते उन्हें विशेष ख्याति मिली, और उन्हें साल 1941 में रॉयल सोसाइटी का सदस्य चुन लिया गया।

(शेष पृष्ठ 55 पर .....)

पानी में भारी धातुओं की विषाक्तता कम करने में पादपकीलेटर्स की क्षमता का आकलन

Assessing the Potential of Phytochelators in Reducing Heavy Metal Water Poisoning

डॉ नीना कुमार धीमान[1] और डॉ रश्मि सैनी[2]

Dr. Neena Kumar Dhiman[1] and Dr Rashmi Saini[2]

[1,2] Assistant Professor, Department of Zoology, Gargi College, University of Delhi, Delhi

Corresponding Author : [2]rashmi.saini@gargi.du.ac.in, [1]neena.kumar@gargi.du.ac.in

सारांश :

बढ़ती जनसंख्या हेतु कृषि उपज की निरन्तर बढ़ रही मांगों को पूरा करने के लिए, औद्योगीकरण, शहरीकरण ने नतीजतन दुर्भाग्यवश प्रत्येक संसाधन में विषाक्त पदार्थ उत्पन्न तथा मुक्त किये हैं। विषाक्त एवं प्रदूषित जल के जैव–उपचारण के लिए जैव शोषण को अत्यधिक प्रभावी, कुशल, आर्थिक रूप से व्यवहारिक और पर्यावरण के अनुकूल पद्धति माना गया है। वर्तमान अध्ययन में धनिया (*Coriander sativum*), मेंथा (*Mentha piperita*) और गेहूं–घास (*Thinopyrum intermedium*) को इनकी उच्च धातु बाध्यकारी क्षमता के कारण इन से उपचारित पानी में क्रोमियम (Cr), मैंगनीज (Mn), कोबाल्ट (Co), निकल (Ni), तांबा (Cu), जस्ता (Zn), कैडमियम (Cd) और सीसा (Pb) की मात्रा का आंकलन करने के लिए आईसीपी–एमएस (मास स्पेक्ट्रोस्कोपी/MASS-SPECTROSCOPY) तकनीक के द्वारा प्रत्येक की दो भिन्न मात्राओं (0.1 ग्राम और 1.0 ग्राम) के साथ प्रयोग किया गया है। भारी धातुओं के प्रतिशत अवशोषण का अनुक्रमण धनिया द्वारा Mn>Co>Cr>Zn>Cd>Ni>Cu, मेंथा द्वारा Mn>Ni>Pb>Cu>Co>Cd>Zn और गेहूं–घास द्वारा Mn>Cr>Zn>Co>Cd>Ni पाया गया। वर्तमान अध्ययन से यह निष्कर्ष निकलता है कि पादपकीलेटर्स की कौन–सी प्रभावी मात्रा पादपउपचारीकरण तकनीक के रूप में लागू की जा सकती है।

Abstract:

To meet the ever increasing demands of agricultural produce for growing human population, consequent industrialization, urbanization have led to unfortunate generation and release of toxicants in every resource. For bioremediation of contaminated waters, biosorption is proved to be highly effective, efficient, economically viable and environmental friendly methodology. Owing to their high metal binding capacity, present studies were carried to investigate the Chromium (Cr), Manganese (Mn), Cobalt (Co), Nickle (Ni), Copper (Cu), Zinc (Zn), Cadmium (Cd) and Lead (Pb) contents in waters treated with two doses of each of coriander (*Coriander sativum)*, peppermint (*Mentha piperita*) and wheatgrass (*Thinopyrum intermedium*) by employing ICP&MS (Mass Spectroscopy). Percentage absorption of heavy metals by coriander followed the trend Mn>Co>Cr>Zn>Cd>Ni>Cu, for peppermint Mn>Ni>Pb>Cu>Co>Cr>Cd>Zn and for wheatgrass Mn>Cr>Zn>Co>Cd> Ni. The study also concluded an effective dose of phyto-chelators for implementing it as an integrated phytoremediation technology.

मुख्य शब्द : जैव मात्रा, जैव उपचार, जैव शोषण, भारी धातु, पादपउपचारीकरण, पादपकीलेटर।

Keywords: Biomass, Bioremediation, Biosorption, Heavy metals, Phytoremediation, Phytochelators.

1. प्रस्तावना :

खाद्य श्रृंखला के प्रत्येक पोषण स्तर पर भारी धातुओं का पानी में जैव संचय होता है जिससे जल संदूषित हो जाता है। पानी में बढती हुई भारी धातु की मात्रा, दुनिया भर के पर्यावरण के लिए एक आम खतरा बन चुकी है।यह भारी धातु संदूषण, खाद्य श्रृंखला के शीर्ष पर विद्यमान समूची मानव जाति के लिए स्वास्थ्य सम्बंधित हानि उत्पन्न करता है। यह प्रदूषण प्राकृतिक और मानवजनित स्रोतों से पैदा हो सकता है। मानवजनित स्रोतों से उत्पन्न प्रदूषण, अधिक महत्वपूर्ण है और चिंता का मुख्य विषय है। मानवजनित संदूषण कई कारणों से हो सकता है जैसे कि खनन, औद्योगिक गतिविधियाँ, यातायात, रासायनिक उर्वरकों का अंधाधुंध और अपर्याप्त उपयोग और कीचड़ मल का संशोधन। वर्तमान जल–शुद्धिकरण क्षमतायें पर्याप्त नहीं हैं तथा केवल 60% औद्योगिक अपशिष्ट जल का उपचार किया जाता है जबकि 26% घरेलू अपशिष्ट जल का उपचार किया जाता है (1)। भारी धातु जैसे कैडमियम (Cd), तांबा (Cu), सीसा (Pb), पारा (Hg), निकल (Ni) और जस्ता (Zn) प्रमुख भारी धातु हैं जो प्रदूषक माने गए हैं और जो अन्य जीवन रूपों के लिए भी खतरा पैदा कर सकते हैं। आर्सेनिक (As), सीसा (Pb), कैडमियम (Cd) और पारा (Hg) जैसे तत्वों का अति सूक्ष्मस्तर में भी शरीर में प्रवेश करना असुरक्षित माना गया है। मानव शरीर में इन भारी धातुओं की आवश्यकता नहीं है,लेकिन पर्यावरण में इनकी बढ़ती हुई सांद्रता हमारी चिंता का प्रमुख विषय बन चुका है। इनके कैंसर कारक गुणों, जैव संचय एवं जैव अवक्रमण ना हो पाने के कारण इनका मानव स्वास्थ्य पर विपरीत प्रभाव पड़ता जा रहा है। शरीर में भारी धातुओं की अत्यधिक मात्रा से सेश्लैष्मिक जलन (mucosal irritation), व्यापक कोशिका क्षति (extensive cell damage), यकृत और गुर्दे के परिगलित परिवर्तन (necrotic changes), केंद्रीय तंत्रिका तंत्र की समस्यायें, अवसाद और पेट व आंत की जलन जैसी समस्यायें उत्पन्न हो सकतीं हैं।

अपने अत्यधिक विषैले गुणों के लिए जानी जाने वाली यह भारी धातुएं जलीय पारिस्थितिक तंत्र के लिए एक अदृश्य लेकिन गंभीर खतरा पैदा करती हैं। भारी धातुओं में अपनी अलग घुलनशीलता की क्षमता होती है, लेकिन यह पौधों द्वारा संचित की जा सकती है (2)। सब्जियों और फसलों में भारी धातुओं का संचय न केवल एक बड़े खतरे का कारण बन सकता है, बल्कि कुछ विशिष्ट पौधों की प्रजातियों का खेती में प्रयोग कर के मिटटी से भारी धातुओं को हटाने की संभावना भी दर्शाता है (3)। इस तकनीक को पादप उपचारीकरण (*phyto-remediation*) के नाम से जाना जाता है। पादप उपचारीकरण दूषित मिट्टी का विषहरण करने के लिए एक प्रभावी तकनीक है। प्रकृति में दूषित जल से विषाक्त धातुओं का अपमार्जन करने की अच्छी क्षमता है।

पर्यावरण में उनका विघटन, और संचय प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष मानव गतिविधियों का ही परिणाम है जिसमें बढ़ता हुआ औद्योगिकीकरण और शहरीकरण प्रमुख हैं (4)। Mn, Cu, Zn, Co, Mo और Fe की अत्यधिक मात्रा को विषाक्त माना जाता है व उनका जैव संचय, लम्बे समय तक चलने वाली बीमारियों और मौत का प्रमुख कारण भी बनता है (5)। अपशिष्ट जल को बिना उपचारण किये सिंचाई हेतु उपयोग नहीं करना चाहिए एवं खाद्य श्रृंखला में भारी धातुओं की नियमित निगरानी करनी चाहिए (6)। अपशिष्ट जल से भारी धातुओं को हटाने के तरीकों को विकसित करना, पर्यावरण वैज्ञानिकों का महत्वपूर्ण उद्धेश्य है (7)। महंगी शुद्धि निष्कर्षण प्रक्रियाओं के हानिकारक प्रभावों को ध्यान में रखते हुए, एक वैकल्पिक पद्धति को अपनाया जाना चाहिए जिसमें कम लागत, रासायनिक और जैविक कीचड़ के न्यूनतम उत्पादन के साथ उच्च दक्षता हो। विभिन्न जैविक सामग्री की धातु बाध्यकारी क्षमताओं का उपयोग करके

जहरीले धातुओं को अपशिष्ट जल से निकालने की तकनीक को जैवशोषण (Biosorption) कहते है (8)। इसलिए जैवशोषण धातु के आयनों को दूषित मिश्रण से निकालने में बहुत प्रभावी साबित होता है। वास्तव में जैव शोषण को ही पादप उपचारीकरण (phyto remediation) का दूसरा रूप माना जाता है।

रोज़मर्रा की ज़िन्दगी में धनिया, मेंथा और गेहूं–घास नियमित रूप से हर रसोई में पाए जाते हैं। इन्हें दुनिया के कई हिस्सों में आसानी से उगाया जा सकता है और प्रभावी रूप से जैव शोषण सामग्री बनाने के लिए बड़ी मात्रा में उपलब्ध भी कराया जा सकता है। कार्बोक्जिलिक समूहों (carboxylic groups) और लिग्नोसेलुलोसिक (Ligno-cellulosic) आदि तत्वों से भरपूर होने की वजह से इन कृषि अपशिष्टों में धातुओं के अवशोषण की क्षमता होती है (9,10)। इन यौगिकों से भरपूर धनिया, मेंथा और गेहूं–घास को वर्तमान शोध कार्य मे इस्तेमाल किया गया। उनकी धातु संचय में दक्षता का आकलन दूषित पानी से विषाक्त भारी धातुओं को हटाने के लिए किया गया। धनिया, मेंथा और गेहूं–घास प्रत्येक की दो भिन्न मात्राओं 0.1 ग्राम और 1.0 ग्राम द्वारा उपचारित पानी में क्रोमियम (Cr), मैंगनीज (Mn), कोबाल्ट (Co), निकल (Ni), तांबा (Cu), जस्ता (Zn), कैडमियम (Cd) और सीसा (Pb) की मात्रा का आंकलन किया गया। ये सभी पादपकीलेटर (चीलवबीमसंजवते) आसानी से उपलब्ध हैं और कई लोगों को इन्हें उगाने का अनुभव होता है। विशेष बात यह है कि यह दैनिक आधार पर घरों मे इस्तेमाल भी किये जाते हैं।

2. सामग्री और क्रियाविधि :

पूरी प्रक्रिया को चार चरणों में विभाजित किया गया: (1) पौधों को उगाना (2) जैव मात्रा के पाउडर की तैयारी, (3) दूषित पानी के नमूनों के परीक्षण की तैयारी और (4) वास्तविक प्रयोग।

2.1 पौधों को उगानाः

गेहूं–घास के बीजों को छलनी में डाल कर साफ़ पानी से धोया गया। इस प्रक्रिया में कीटनाशक–मुक्त बीजों का प्रयोग किया गया था। बीजों को भिगोने के लिए साफ़ पानी उपयोग किया। भिगोने से अंकुरण की प्रक्रिया आसानी से हो जाती है। जैविक खाद की दो से तीन इंच मोती परत को ट्रे के अंदर बिछा कर, कुछ दूरी पर इन बीजों को बोया गया। बीजों का रोपण समान रूप से और हलके पानी के छिड़काव के साथ किया गया। बीजों के अंकुरण होने तक ट्रे को हलके सिक्त अखबारों की परत से ढक दिया गया था ताकि अंदर नमी रह सके। अंकुरण के बाद गेहूं –घास को 9 से 10 दिनों के समय पर काट लिया गया था। धनिया भी इसी तरह बीजों से उगाया गया था जबकि मेंथा को उगाने के लिए तने को काट कर इस्तेमाल किया गया। जड़ों के साथ अंकुरित पौधों को12–13 दिनों तक उगाने के बाद उनकी कटाई की गई।

2.2 जैव मात्रा का पाउडर बनानाः

धनिया, मेंथा और गेहूं घास को जैविक मिटटी में उगाने के बाद इसको धातु मुक्त पानी से सींचा गया। इन सब जैव मात्रा को बढ़ जाने पर काटा गया। कटाई के बाद इसे विआयनीकृत (deionized) जल से अच्छी प्रकार से धोया गया। फिर इसे 60 डिग्री सेल्सियस (^oC) पर 2 से 4 घंटे के लिए ओवन में सुखाया गया। सूखने पर प्राप्त इनके पाउडर को जैव शोषण सामग्री के रूप में उपयोग करने के लिए इन्हें अलग अलग संग्रहीत कर लिया गया था।

2.3 भारी धातु परिक्षण के लिए घोल की तैयारीः

विश्लेषणात्मक श्रेणी के निम्नलिखित रसायनों का उपयोग घोल बनाने में किया गया, $K_2Cr_2O_7$, $MnSO_4$, $CoSO_4.7H_2O$, $NiSO_4.7H_2O$, $CuSO_4.7H_2O$, $ZnSO_4.7H_2O$, $Zn(CH_3COO)_2.2H_2O$, $Cd(NO_3)_2.4H_2O$ और $Pb(C_2H_3O_2)_2$ ।

इन रसायनों को क्रमशः क्रोमियम (Cr), मैंगनीज (Mn), कोबाल्ट (Co), निकल (Ni), तांबा (Cu), जस्ता (Zn), कैडमियम (Cd) और सीसा (Pb) प्राप्त करने के लिए आसुत जल में घोला गया। इस प्रकार तैयार धातुयुक्त घोलों का उपयोग जैव मात्रा के द्वारा जैव शोषण की क्षमता को जानने के लिए विभिन्न प्रयोगों में किया गया (11)। घोल की सांद्रता का मूल्यांकन आईसीपी एमएस (ICP-MS) तकनीक द्वारा किया।

2.4 वास्तविक प्रयोगः

जैव मात्रा का भारी धातु के पानी के घोल के साथ ऊष्मायन 30 डिग्री सेल्सियस (°C) तापमान पर 6 घंटे के लिए किया गया। फिर इसे मध्यम आकार के फिल्टर पेपर (Whatman Paper 125 मिमी Ø) और अंत में 0.22 माइक्रोन सिरिंज फिल्टर (Syringe Filter) के माध्यम से छाना गया। आईसीपी–एमएस माप, स्वचालित क्वाड्रोपोल एगिलेंट 7900 आईसीपी–एमएस (automated quadrupole Agilent 7900 ICP-MS) के उपयोग द्वारा किया गया था। उपकरण का इनपुट वोल्टेज 200–240 वोल्ट, 30 एम्पियर और 50/60 हर्ट्ज पर रखा गया। ठन्डे पानी का प्रवाह 5 लीटर प्रति मिनट, तापमान 15–40 डिग्री सेल्सियस (°C) और दबाव 230–400 किलो पास्कल (KPa) बना कर रखा था। 10–12 मिलीलीटर प्रति मिनट सहायक गैस प्रवाह, 20 लीटर प्रति मिनट शीतलक गैस का प्रवाह और 0.2 मिलीलीटर प्रति मिनट का नेबुलाइजर प्रवाह बनाए रखा गया था। अंशांकन (Calibration) के लिए, 10, 50, 100, 250, 500, 1000, 1500 और 2000 पीपीबी (ppb) के मानक मिश्रण तैयार किए गए थे। सभी मिश्रणों की तैयारी के लिए विआयनीकृत (deionized) पानी का उपयोग किया गया था। सभी मिश्रणों की तैयारी के लिए उपयोग किए जाने वाले पदार्थ उच्च विश्लेषण ात्मक शुद्धता के थे। सभी नमूनों को अपकेंद्रित्र (centrifuge), निस्पंदन (filter) किया गया और आई सी पी शीशियों में स्थानांतरित किया गया। इसके उपरांत आई सी पी–एम एस तकनीक द्वारा इनको चलाया गया। समीकरण के लिए निम्नलिखित गणना का उपयोग किया गया थाः

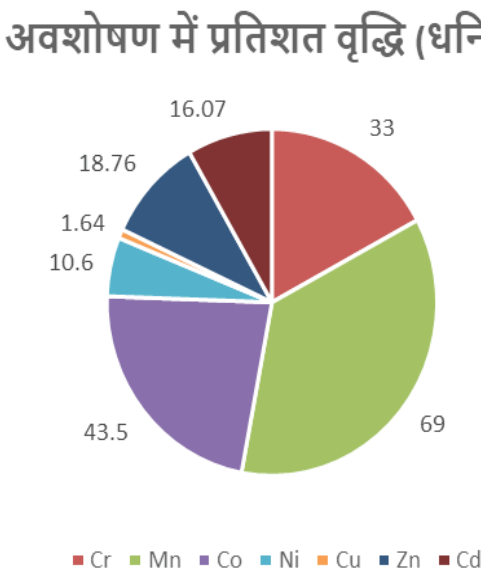
$$100 - (Ce / Ck \times 100) = X$$

जहाँ, Ce की गणना माध्य प्रायोगिक धातु सांद्रता (mean experimental metal concentration) (जैव मात्रा उपचार के बाद ICP के माध्यम से निर्धारित) है, Ck जैव मात्रा जोड़ के बिना ज्ञात धातु एकाग्रता है (धातु नियंत्रण नमूनों में निर्धारित मूल्य से मेल खाती है) और X निकाले गए धातु का प्रतिशत है।तत्वों के बीच संबंध का आकलन करने और तत्व उत्थान प्रक्रिया में बेहतर अंतर्दृष्टि देने के लिए प्रायोगिक डेटा पर सहसंबंध विश्लेषण (Correlation analysis) लागू किया गया था।

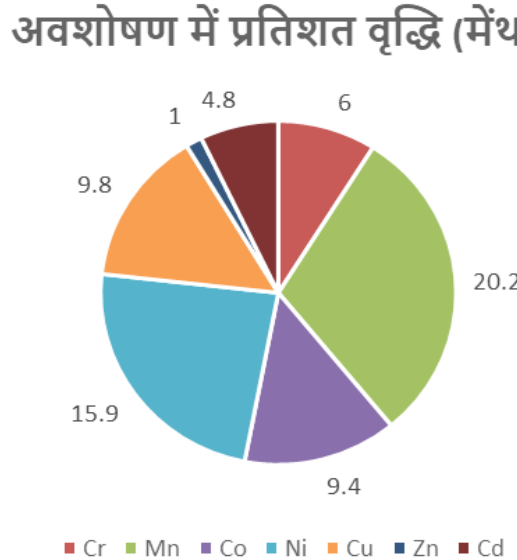
3. परिणाम और परिचर्चा :

इस अध्ययन में धनिया, मेंथा और गेहूं घास के जैव मात्रा द्वारा क्रोमियम (Cr), मैंगनीज (Mn), कोबाल्ट (Co), निकल (Ni), तांबा (Cu), जस्ता (Zn), कैडमियम (Cd) और सीसा (Pb) का जैव शोषण किया गया। धातु आयनों के लिए इन तीन जड़ी बूटियों के जैव मात्रा की बाध्यकारी क्षमता को कार्बोक्जिलिक एसिड समूहों (COOH) और हाइड्रॉक्सिल समूहों (OH) की उच्च मात्रा की उपस्थिति के लिए जिम्मेदार ठहराया जाता है, जहां से यह धातु हाइड्रोजन आयन विनिमय कर सकते हैं। परिणामों से यह स्पष्ट है कि प्रत्येक पौधे के 1.0 ग्राम जैव मात्रा से विलयन से विषाक्त तत्वों को हटाने का प्रतिशत उसी पौधे के 0.1 ग्राम की तुलना में काफी अधिक है, जिससे संकेत मिलता है कि विलयन में विषैले तत्वों की समान सांद्रता (5 पीपीएम) को हटाने के लिए 0.1 ग्राम से अधिक उचित मात्रा 1.0 ग्राम है (चित्र 1–4)।

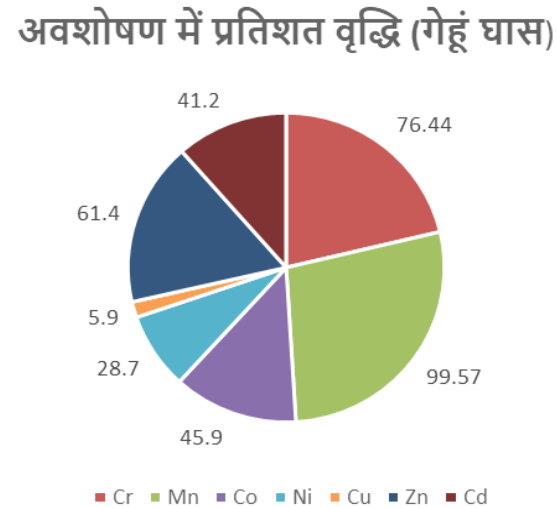
सभी आठ विषाक्त तत्वों के लिए औसत मान चित्र– 4 में प्रस्तुत किए गए हैं। Cr की मात्रा गेहूं–घास में 76.4% एवं धनिया और मेंथा में 33% और 6% प्राप्त हुई। अतः Cr अवशोषण के लिए गेहूं–घास की उच्चतम दक्षता की पुष्टि होती है। Mn के लिए, सबसे अधिक मात्रा गेहूं–घास (99.5%) में पाई गई। धनिया (69%) और मेंथा (20%) में इसकी मात्रा कम प्राप्त हुई। अतः Mn अवशोषण के लिए भी गेहूं–घास की उच्चतम दक्षता की पुष्टि होती है। Co के अवशोषण के लिए, गेहूं घास (45.9%) को, धनिया (43%) और मेंथा (9.3%) की तुलना में सबसे अधिक कुशल पाया गया। Ni के अवशोषण के लिए, मेंथा (15.9%) और धनिया (10.6%) की तुलना में, गेहूं घास को सबसे प्रभावी (28.7%) पाया गया। Cu अवशोषण के लिए, मेंथा (9-7%) को गेहूं घास (5. 8%) और धनिया (1.6%) की तुलना में सबसे प्रभावी पाया गया। Zn के अवशोषण के लिए, गेहूं घास (61.3%) को धनिया (18.7%) और मेंथा (1.0%) से अधिक कुशल पाया गया।



चित्र 1. धनिया में भारी धातुओं का प्रतिशत अवशोषण।



चित्र 2. मेंथा में भारी धातुओं का प्रतिशत अवशोषण।



चित्र 3. गेहूं घास में भारी धातुओं का प्रतिशत अवशोषण।

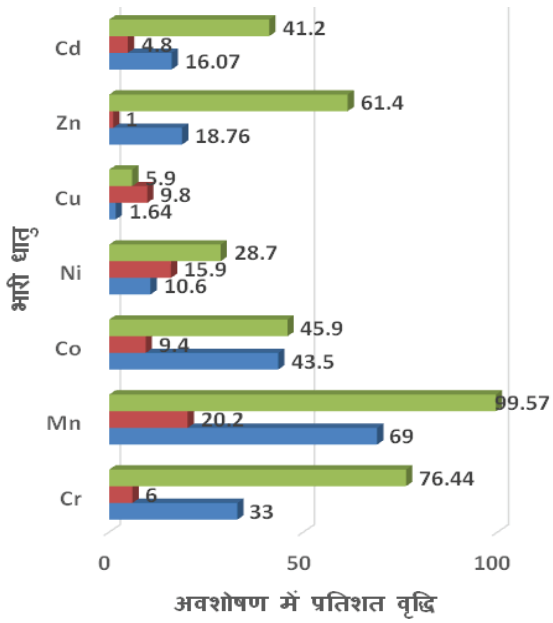
Cd का अवशोषण गेहूं घास में 41.1%, धनिया में 16% और मेंथा में 4.8% पाया गया। केवल मेंथा ही Pb (13%) को अवशोषित करने में सक्षम था, जबकि धनिया और गेहूं–घास का Pb के अवशोषण में कोई योगदान नहीं पाया गया।

गेहूं घास द्वारा थोरियम (Th) और यूरेनियम (U), जैसे रेडियोधर्मी तत्वों को संचित करने की जानकारी भी प्राप्त है। गेहूं–घास के अलावा बाजरा में भारी धातु के संचय की भी जानकारी प्राप्त है। पूर्व में किये गये शोध कार्यो मे यह ज्ञात हुआ है कि मक्का (Zea mays) मे लोहा (Fe), मैंगनीज (Mn) एवं तांबा (Cu) को संचय करने की क्षमता है। इसके अतरिक्त जई (Avena sativa), जौ (Hordeum vulgare), और सरसों (Brassica juncea) मे भी जस्ता (Zn) के संचय की भी जानकारी प्राप्त है। मेथी, काला ज़ीरा और अजवाइन में भी यह गुण होते हैं।

अरबिंद कुमार और सीमा (2016) द्वारा किए गए एक अध्ययन में, जब धनिया को अपशिष्ट जल से सिंचित किया गया तो भारी धातुओं के संचय की सीमा कैडमियम (Cd) के लिए 0.58–1. 47 मिलीग्राम / किलोग्राम, सीसा (Pb) के लिए 1.2–5.0 मिलीग्राम / किलोग्राम, जस्ता (Zn) के लिए 41.2–70.2 मिलीग्राम/ किलोग्राम, तांबा (Cu) के लिए 3.8–8.8 मिलीग्राम / किलोग्राम, क्रोमियम (Cr) के लिए 1.35–2.38 मिलीग्राम / किलोग्राम और निकल (Ni) के लिए 2.4–4.5 मिलीग्राम / किलोग्राम प्राप्त हुई थी (6)। उन्होंने अपशिष्ट जल से सिंचित सब्जियों में भारी धातुओं के संचय का मानव स्वास्थ्य जोखिम सूचकांक (Human Health Risk Index / HRI) भी दिया, जो इस क्रम में है Pb (0. 726)>Cd (0.327)>Ni (0.1083)>Cu (0.094,04)>Zn (0.0652)>Cr (0.00798)। इसी तरह के परिणाम पहले भी दर्शाये गए हैं (6)। Torabian और Mahjouri, 2002 ने बताया कि अपशिष्ट जल से सिंचित पौधों में Cd का जमाव मेंथा के लिए सबसे अधिक था (12)।

4. निष्कर्षः

धनिया, मेंथा और गेहूं–घास के जैव मात्रा को अगर समान मात्रा में मिलाया जाता है, तो इन पौधों से अलग–अलग भारी धातुओं को अलग किया जा सकता है। गेहूं–घास में Cr, Mn, Co, Ni, Zn और Cd के संचय की क्षमता अधिकतम पाई गई। मेंथा में Cu के संचय की क्षमता सबसे अधिक प्राप्त हुई। वर्तमान शोध कार्य में यह भी पाया गया कि Pb का अवशोषण करने के लिए इनमे से सिर्फ मेंथा ही कारगर था।यह तकनीक अत्यंत सुरक्षित और प्रभावी है। इसका उपयोग स्वास्थ्य और पर्यावरण के लिए लाभदायक है।



चित्र 4. अवशोषण में प्रतिशत वृद्धि का तुलनात्मक अध्ययन।

हिंदी शब्दावली तालिका

Absorption	अवशोषण
Automated	स्वचालित
Binding capacity	बाध्यकारी क्षमता
Bio-accumulation	जैव–संचय
Biodegradation	जैव–अवक्रमण
Biomass	जैव–मात्रा
Bio-remediation	जैव–उपचारण
Biosorption	जैवशोषण

Calibration	अंशांकन
Carboxylic groups	कार्बोक्जिलिक समूहों
Centrifuge	अपकेंद्रित्र
Concentration	सांद्रता
Contamination	संदूषण
Coriander sativum	धनिया
Correlation analysis	सहसंबंध विश्लेषण
Deionized	विआयनीकृत
Exchange	विनिमय
Extensive cell damage	व्यापक कोशिका क्षति
Filter	निस्पंदन
Human Health Risk Index (HRI)	मानव स्वास्थ्य जोखिम सूचकांक
Ligno-cellulosic	लिग्नोसेलुलोसिक
Mean experimental metal concentration	माध्य प्रायोगिक धातु सांद्रता
Mentha piperita	मेंथा
Mucosal irritation	सेश्लैष्मिक जलन
Necrotic changes	परिगलित परिवर्तन
Phytochelators	पादपकीलेटर्स
Phytoremediation	पादपउपचारीकरण
Syringe Filter	सिरिंज फिल्टर
Wheatgrass (Thinopyrum intermedium)	गेहूं–घास
Toxicity	विषाक्तता

संदर्भ सूची :

[1] Bhati M. (2016), Nanotechnology Application in Water Purification: An Indian Context. Vigyan Prakash, 14(1& 2),19-28.

[2] Shah K and Reddy M N. (2010), Accumulation of heavy metals by some aquatic macrophytes In: Engineering and Technology, 3(4), 11125-11134.

[3] Karamtothu G N, Devi M A and Naik S J K. (2015), Heavy Metals in Soils and Vegetables Irrigated with Urban Sewage water - A Case Study of Grat-er Hyderabad. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci., 4 (5), 1054-1060.

[4] Akpor O B and M Muchie (2010), Remediation of heavy metals in drinking water and wastewater treatment systems: Processes and applications. Int. J. Phys. Sci., 5 (12), 1807-1817.

[5] Aate J, Urade P, Potey L and Kosalge S. (2017), A Review: Wheat grass and its Health Benefits. Int. J. Pharm. and pharm. Res., 9(4), 288-298.

[6] Kumar A and Seema. (2016), Accumulation of heavy metals in soil and green leafy vegetables, Irrigated with wastewater. IQSR J. Env. Sci. Toxic Food Tech., 10 (10), 8-9.

[7] Baysal A, Ozbek N, and Akman S. (2013), Determination of Trace Metals in Waste Water and their removal processes. In: Waste Water–Treatment Technologies and Recent Analytical Developments. Intech open Science publishers, Ch-7.

[8] Ahluwalia S S and Goyal D. (2007), Microbial and plant derived biomass for removal of heavy metals from wastewater. Biores. Tech., 98 (12), 2243-2257.

[9] Bhat S, Kaushal P, Kaur M and Sharma H K. (2014), Review. Coriander (Coriandrum sativum L.): Processing, nutritional and functional aspects Afr. J. Plant Sci., 8(1), 25-33.

[10] Dinu C, Gheorghe S, Tenea A G, Stoica C, Vasile G, Popescu R L, Serban E A and Pascu L F. (2021), Toxic Metals (As, Cd, Ni, Pb) Impact in the Most Common Medicinal Plant (Mentha piperita) . Int. J. Environ. Res. Public Health, 18(8), 3904.

[11] Welna M, Madeja A S and Pohl P. (2011), Quality of the Trace Element Analysis: Sample Preparation Steps, Wide Spectra of Quality Control, In: Waste Water–Treatment Technologies and Recent Analytical Developments. Intech open Science publishers, Ch-4.

[12] Torabian A and Mahjouri M. (2002), Heavy metals uptake by vegetable crops irrigated with waste water in South Tehran. J. Env. Study, 16 (2), 34.

उच्च दक्षता सौर सेल के लिए चतुष्क अमोनियम धनायन युक्त स्थायी लेड हैलाइड पेरोवस्काइट

Stable Lead Halide Perovskite with Quaternary Ammonium Cations for High Efficiency Solar Cell

नमन शुक्ला, बी.गोपाल कृष्णा, संजय तिवारी

Naman Shukla[1], B.Gopal Krishna[2], Sanjay Tiwari[3]

[1,2,3] Photonics Research Laboratory, SOS in Electronics and Photonics,

Pt. Ravishankar Shukla University, Raipur, Chhattisgarh- 492010

[1]naman.shukla43@gmail.com, [2] krishna_burra85@yahoo.com, [3] drsanjaytiwari@gmail.com

सारांश

कार्बनिक अकार्बनिक लेड हैलाइड पेरोवस्काइट अपने उच्च प्रकाश–अवशोषण–गुणांक तथा लगभग 1.5 eV से 2.0 eV के परिवर्तनीय ऊर्जा बैंड अन्तराल के कारण प्रकाशवोल्टीय युक्ति के लिए उपयुक्त है। किन्तु हैलाइड पेरोवस्काइट आधारित सौर सेलों में तापीय अस्थायित्व और नमी सवेंदनशीलता विद्यमान है, जो सेल के स्थायित्व और दक्षता को प्रभावित करते हैं। इस शोधपत्र में, सौर सेल अनुप्रयोगों के लिए चतुष्क अमोनियम धनायन आधारित लेड हैलाइड पेरोवस्काइट $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ के संश्लेषण की रिपोर्ट प्रस्तुत किया गया हैं। विजिबल–अल्ट्रावायलेट वर्णक्रम (UV-Vis) के स्पेक्ट्रोस्कोपिक अध्ययनों से संश्लेषित पेरोवस्काइट का ऑप्टिकल बैंडगैप 2.61 eV प्राप्त किया गया है। $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ आधारित पेरोवस्काइट सौर सेल में इलेक्ट्रान आवेश परिवहन को सुगम बनाने हेतु TiO_2 व धनात्मक आवेश परिवहन के लिए PEDOT:PSS का उपयोग किया गया है। सौर सेल की डिवाइस संरचना पारम्परिक n-i-p प्रकार की है। FTO / c-TiO_2 / $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ / PEDOT:PSS / Al का ओपन सर्किट वोल्टेज (Voc), शॉर्ट सर्किट करंट डेन्सिटी (Jsc)और दक्षता क्रमशः 0.5 V, 6.7 mA / cm^2 और 2.09% हैं। इन परिणामों से स्थापित होता है कि चतुष्क अमोनियम धनायन युक्त लेड हैलाइड पेरोवस्काइट $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ का उपयोग स्थाई प्रकाशवोल्टीय युक्तियों के निर्माण हेतु किया जा सकता है।

Abstract

Organic Inorgnic lead halide Perovskites are promising photovoltaic materials with high light absorption coefficient and tunable band gap of 1.5 to 2.0 eV. But these materials are thermally instable and moisture sensitive. In this paper, we report the synthesis of lead halide perovskites $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ with quaternary ammonium cations for solar cell applications. The UV-Vis spectroscopic studies revealed that the optical band gap of synthesized perovskite is 2.61 eV. $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ based Perovskite solar cell was fabricated in ambient conditions by usingTiO_2as electron charge transport material and a PEDOT: PSS as hole transport material. The architecture of fabricated solar cell is conventional n-i-p type device structure. The open-circuit voltage (Voc), short circuit current density (Jsc) and efficiency of FTO/ c-TiO_2/ $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ / PEDOT:PSS/ Al are 0.5 V, 6.7 mA / cm^2 and 2.09 % respectively. These results shows that lead halide perovskites with quaternary ammonium cations can be used for fabricating stable photovoltaic devices.

विशिष्ट शब्द : पेरोवस्काइट, ऊर्जा बैंड अन्तराल, फोटोवोल्टिक युक्ति।

Keywords: Perovskite, Energy band gap, photovoltaic device.

1. प्रस्तावना

पेरोवस्काइट सौर सेल पर लगभग 14 वर्ष से भी कम शोध अवधि में जो परिणाम प्राप्त हुए हैं, वह सौर सेल के गुणधर्म के अनुकूल व आदर्शात्मक है। सौर ऊर्जा को विद्युत् ऊर्जा में परिवर्तित करने की उच्च दक्षता और साधारण व सस्ती फैब्रिकेशन तकनीक के कारण ही यह सौर अनुसंधान का केन्द्र बिंदु बना हुआ है। इसकी विशेषताएं, जैसे उच्च अवशोषण गुणांक (High Absorption Coefficient) (लगभग 10^5 cm^{-1}) (1), अधिक विसरण लम्बाई (large diffusion Length), तीव्र गति से आवेशों के अलग–अलग होने की प्रक्रिया (fast charge separation process), इलेक्ट्रॉन व होल (charge) की अधिक परिवहन दूरी (long transport distance of electrons and holes), बैंड अंतराल ट्यूनेबिलिटी (band gap tunability) (2) और इलेक्ट्रोमैग्नेटिक स्पेक्ट्रम के विजिबल व अल्ट्रावायलेट वर्णक्रम के अधिकतर भाग में अवशोषण क्षमता (broad absorption spectrum) का होना है। विभिन्न पेरोवस्काइट यौगिकों में कार्बनिक–अकार्बनिक हैलाइड पेरोवस्काइट भी सम्मिलित है, जिसका सामान्य अणु फार्मूला (molecular formula)ABX_3 है। इसमें A एक कार्बनिक धनायन (organic cation) जैसे CH_3NH_{3+}, B एक धातु धनायन (metal cation) (जैसे Sn^{2+}or Pb^{2+} इत्यादि) और X एक हैलोजन ऋणायन (जैसे F^-, Cl^-, Br^- or I^- इत्यादि) है। पेरोवस्काइट मिथाइल अमोनियम लेड आयोडाइड ($CH_3NH_3PbI_3$) को सबसे अधिक उपयोग में लाया गया है, जिसको संश्लेषित करने के लिए कार्बनिक यौगिक मिथाइल अमोनियम आयोडाइड (MAI) का उपयोग करते हैं, और मुख्य लेड साल्ट PbI_2 या $PbCl_2$ होता है।

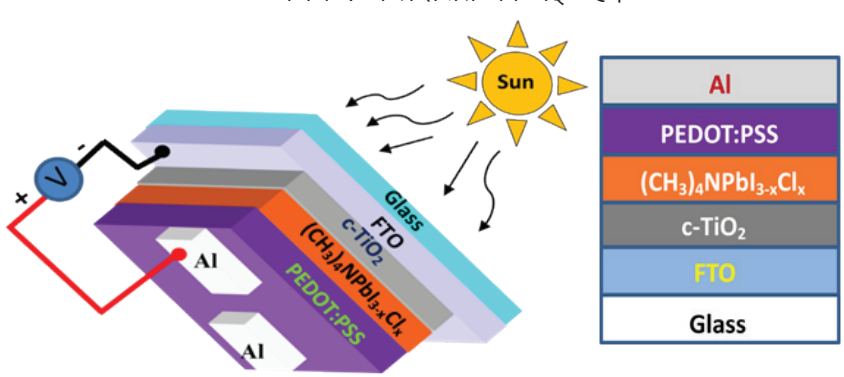
सर्वप्रथम 2009 में, मियासका और उनके सहयोगियों द्वारा लगभग 3.8 % की दक्षता रिपोर्ट की गई थी। इसमें ऑर्गनोमेटल हैलाइड पेरोवस्काइट ($CH_3NH_3PbI_3$) को डाई–सेंसिटाइज़्ड सौर सेल (DSSC) आर्किटेक्चर में डाई के रूप में प्रयोग किया गया था (3)। तीन वर्ष से कम समय में ही माइक ली, हेनरी स्नैथ और उनके साथियों द्वारा डीएसएससी (DSSC) के तरल इलेक्ट्रोलाइट को ठोस होल (charge) परिवहन परत (hole transport layer) द्वारा प्रतिस्थापित करके 9.7% पॉवर रूपांतरण दक्षता प्राप्त की गई (4)। इस युक्ति में, mp-TiO_2 को Spiro-MeOTAD को क्रमशः इलेक्ट्रान ट्रांसपोर्ट लेयर व होल ट्रांसपोर्ट लेयर के रूप में उपयोग किया गया था। बुरश्का और उनके साथियों (Burschka et al.) ने संवेदीकृत आर्किटेक्चर में दो–चरणी लेपन प्रसंस्करण का प्रयोग करके 15% से अधिक सेल दक्षता की तकनीक प्रस्तुत की गयी थी (5)। झोउ व अन्य साथियों (Zhou at al.) द्वारा एक प्लेनर हेट्रोजंक्शन पेरोव्सकाइट सौर सेल में चार्ज ट्रांसपोर्ट लेयर में वाहक (carrier) की गतिशीलता को नियंत्रित करके 19.3% दक्षता को रिपोर्ट किया गया था (6)। यांग व अन्य साथियों (Yang et al.) नें इंट्रामोल्युलर एक्सचेंज व त्रुटि को नियंत्रित करके फॉर्मिमिडीनियम लेड आयोडाइड ($FAPbI_3$) निर्मित सौर सेल में लगभग 20% से भी अधिक दक्षता प्राप्त की थी। इसमें प्लेनर थिन फिल्म आर्किटेक्चर पर प्रयोग हुआ था (7)। वर्तमान में, पेरोवस्काइट (कार्बनिक अकार्बनिक हैलाइड तत्व) सौर सेल में लगभग 25% तक की कार्यक्षमता को रिपोर्ट किया गया है (8)। इतने कम शोध काल में, दक्षता की इतनी वृद्धि आकर्षित करने वाली है। सहज प्रौद्योगिकी प्रक्रियाओं से बना पेरोवस्काइट सौर सेल कम मूल्य में, सुगम व एक सुनहरे विकल्प के रूप में देखा जा रहा है। पेरोवस्काइट लेयर पारदर्शी होने के कारण इसे सिलिकॉन सौर सेल के साथ टैंडेम सौर सेल (Tandem Solar Cell) के रूप में भी

अध्ययन किया गया है। अभी इसमें कुछ चुनौतियाँ भी हैं, जैसे– नमी युक्त वातावरण में प्रतिकूल प्रभाव के कारण दक्षता एवं स्थायित्व में तेजी से गिरावट को रिपोर्ट किया गया है। उच्च तापमान और यूवी विकिरण में पेरोवस्काइट सौर सेल का प्रति पल क्षरण होता है और गुणवत्ता में कमी आती है, जिसके कारण सेल का प्रदर्शन लगातार बिगड़ता है। 2017 में, जफ़रज़ादेह और अन्य सहयोगियों ने (Jafarzadeh et al.) ने स्थिर पेरोवस्काइट टेट्रामिथाइलअमोनियम लेड आयोडाइड ($TMAPbI_3$) के संश्लेषण और लक्षण वर्णन को रिपोर्ट किया है। इसमें सौर सेल के अनुप्रयोग को नही दर्शाया गया है (9)। बनर्जी और उनके साथी (Banerjee et al.) द्वारा लेड रहित टेट्रा मिथाइल अमोनियम पेरोवस्काइट में फोटोवोल्टीय प्रभाव को रिपोर्ट किया गया है (10)।

प्रौद्योगिकी के विकास व औद्योगिकीकरण हेतु अनेकों वैज्ञानिक व शोधवेत्ताओं का समूह पेरोवस्काइट के भिन्न–भिन्न पहलुओं पर शोध कार्य कर रहे हैं। प्रायः मिथाइलमोनियम (MA^+) और फॉर्मामिडिनम (FA^+) को कार्बनिक धनायन व लेड (Pb^{++}) को कुशल अकार्बनिक धनायन के रूप में प्रयोग किया गया है। Cl^-, I^- और Br^- हैलाइड घटक जैसे प्रयोग किये हैं। भिन्न–भिन्न हैलाइड (Cl, I और Br इत्यादि) प्रयोग करके ऊर्जा अंतराल को परिवर्तित कर सकते हैं, जिससे पेरोवस्काइट सौर सेल से इलेक्ट्रोमैग्नेटिक स्पेक्ट्रम के विजिबल व अल्ट्रावायलेट वर्णक्रम के सभी भागों पर अवशोषण सुनिश्चित कर सकते हैं। अत्यधिक पारदर्शी ZnO और TiO_2 के पतली फिल्मों को व्यापक रूप से इलेक्ट्रॉन ट्रांसपोर्ट लेयर और पीइडॉटःपीएसएस (PEDOT:PSS), स्पाइरोमीटेड (Spiro-MeOTAD) और बहुलकित एसडब्लूसीएनटी द्रव्य को होल ट्रांसपोर्ट लेयर के लिए इस्तेमाल किया जाता है (11) (12)। यहाँ हम सरल और कम लागत में रासायनिक संश्लेषण तकनीक द्वारा एक स्थिर चतुष्क अमोनियम धनायन आधारित लेड हैलाइड पेरोवस्काइट $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ के संश्लेषण और प्रकाशवोल्टीय उपयोग की रिपोर्ट करते हैं। पेरोवस्काइट $TMAPbI_{3-x}Cl_x$ में पारम्परिक धनायन मिथाइल अमोनियम आयोडाइड के स्थान पर धनायन टेट्रामिथाइलअमोनियम आयोडाइड का उपयोग किया गया है। चतुष्क अमोनियम धनायन आधारित लेड हैलाइड पेरोवस्काइट को बहुत ही सस्ते कच्चे द्रव्यों से संश्लेषित किया गया है। सामान्यतः इसमें भी एक कार्बनिक यौगिक और एक लेड साल्ट है। $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ पर आधारित पेरोवस्काइट सौर सेल में इलेक्ट्रॉन आवेश परिवहन को सुगम बनाने हेतु TiO_2 एवं धनात्मक आवेश परिवहन के लिए PEDOT:PSS का प्रयोग किया गया है। इस सौर सेल की पारम्परिक डिवाइस संरचना n-i-p प्रकार की है। FTO / c-TiO_2 / $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ / PEDOT:PSS / Al का ओपन सर्किट वोल्टेज (Voc), शॉर्ट सर्किट करंट डेन्सिटी (Jsc) और दक्षता क्रमशः 0.5 V, 6.7 mA / cm^2 और 2.09% हैं।

2. डिवाइस संरचना

इस कार्य में, पारम्परिक n-i-p युक्ति संरचना (device structure) Glass / FTO / c-TiO_2 / $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ / PEDOT:PSS / Al क्रमशः नीचे से ऊपर स्टैकफॉर्म में लिए थे। डिवाइस संरचना चित्र 1 में प्रदर्शित की गई है।



चित्र – 1 युक्ति एवं युक्ति संरचना

2.1 प्रयोग के विभिन्न तत्वों के विषय में जानकारी

सभी रसायन सामग्रियों को मर्क, सिग्मा एल्ड्रिच व सिस्को रिसर्च लेबोरेटरीज प्रा. लि.से खरीदा गया था। जिस रूप में प्राप्त हुआ था, वैसे ही प्रयोग में लाया गया था। इसमें कोई अन्य शुद्धिकरण का उपयोग नहीं किया गया था। टेट्रामेथाइलअमोनियम आयोडाइड (TMAI, 99%), लेड क्लोराइड (TMAI, 99%), डाइमिथाइलफॉर्माइड (N,N DMF, 99%), टाइटेनियम डाइआइसोप्रोपोऑक्साइड (TTIP, 97%), जिंक पाउडर (Zn, 99%), हाइड्रोक्लोरिक एसिड (HCl, 99%)। पॉली (3,4–ईथीलीनडाइऑक्सीथियोफिन–पॉली (स्टाइरीनसल्फोनेट)) PEDOT:PSS, एथेनॉल (CH_3CH_2OH, 99%), एसिटिक एसिड ग्लासिअल (CH_3COOH, 99%) मुख्य कच्चे पदार्थ थे।

2.2 टाइटेनियम डाइऑक्साइड TiO_2 लेयर निर्माण विधि

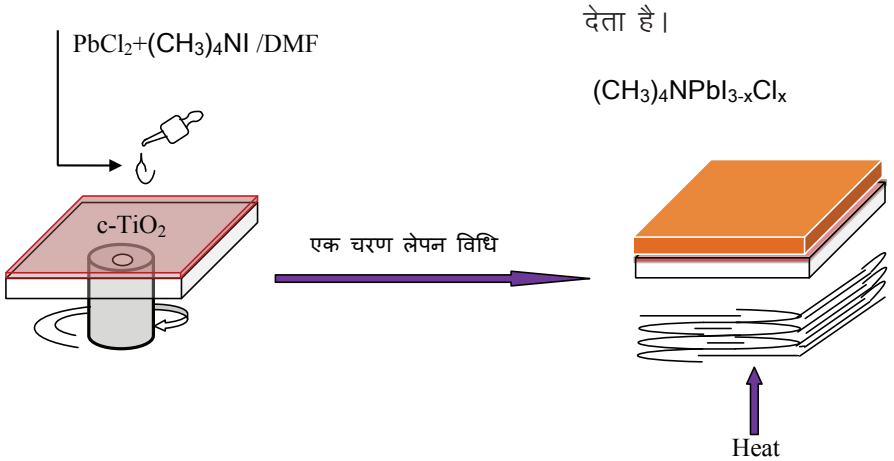
TiO_2 सघन परत बनाने के लिए सोल–जेल तकनीक Sol-gel Technique का इस्तेमाल किया गया था, जिसमें 2M डाइआइसोप्रोपोऑक्साइड (CH_3COOH, 99%) के साथ उपयुक्त मात्रा में 4 उस एसिटिक एसिड व 1 उस विआयनीकृत जल (deionized water) का प्रयोग किया गया था।

2.3 पेरोवस्काइट सक्रिय लेयर $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ का संश्लेषण

$(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ (टेट्रामिथाइल अमोनियम लेड आयोडाइडक्लोराइड) बनाने के लिए टेट्रामिथाइल अमोनियम आयोडाइड और लेड क्लोराइड लिये थे। रासायनिक क्रिया निम्नलिखित है :

$$(CH_3)_4NI + PbCl_2 \rightarrow (CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$$

पेरोवस्काइट सक्रिय परत $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ को एक–चरण लेपन विधि से बनाया गया था, जैसा चित्र 2 में दिखाया गया है। इस पद्धति में तरल द्रव को जिसमें दोनों अवयव होते हैं, सब्सट्रेट पर स्पिन कोटिंग यूनिट द्वारा लेपित करते हैं। लेपित करने के बाद थर्मल एनीलिंग प्रक्रिया के दौरान ही घटक आपस में क्रिया करके पेरोवस्काइट का निर्माण करते हैं। $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ (टेट्रामिथाइल अमोनियम लेड आयोडाइड क्लोराइड) बनाने के लिए टेट्रामिथाइल अमोनियम आयोडाइड और लेड क्लोराइड का उपयोग किया है। मिथाइलअमोनियम आयोडाइड (MAI) के व्यापक अध्ययन हेतु इष्टतम (optimum) परिणाम के आधार पर टेट्रामिथाइल अमोनियम आयोडाइड और लेड क्लोराइड को क्रमशः 3:1 मोलर अनुपात में 1.8 wt% डाइमिथाइलफॉर्माइड DMF में घोला गया था। इस मिश्रण को हॉट प्लेट पर 135°C ताप पर 3 घंटे के लिए मैग्नेटिक बिट की सहायता से मिलाया गया है। यह द्रव अत्यधिक पीला और समरूप दिखाई देता है।



चित्र 2 पेरोवस्काइट लेयर बनाने हेतु एक चरण लेपन विधि (single step coating process)

2.4 युक्ति निर्माण Device Fabrication

सब्सट्रेट के रूप में फ़्लोरिन डोप्ड टिन ऑक्साइड कोटेड ग्लास का प्रयोग किया गया हैं। एक निश्चित आकार का सब्सट्रेट बनाने के लिए कटीन्ग व इचिंग प्रक्रिया की गयी थी। इलेक्ट्रॉड की व्यवस्थित संरचना तय करने हेतु इचिंग प्रक्रिया अत्यंत महत्वपूर्ण है। इचिंग प्रक्रिया में Zn पाउडर, DI वाटर के साथ 2 मोल HCl लिए गए थे। इस प्रक्रिया के दौरान ऐच्छीक एफटीओ (FTO, फ्लोरिन डोप्ड टिन ऑक्साइड) अर्थात वह भाग जिनमें एफटीओ आवश्यक है, उस भाग की सतह को थर्मल टेप से ढक दिया गया था। पैटर्न एफटीओ को प्रत्येक 20 मिनट के लिए साबुन के पानी, विआयनीकृत पानी, एसीटोन और आइसोप्रोपिल अल्कोहल के साथ अल्ट्रासोनिकेशन द्वारा साफ किया गया था। उसके बाद क्लीनिंग प्रोसेस में सब्सट्रेट से कार्बनिक अशुद्धि को निकालने के लिए UV ओजोन क्लीनर में 30 मिनट रखा गया था। सौर सेल बनाने के लिए पेरोवस्काइट के सक्रिय परत को इलेक्ट्रान आवेश परिवहन TiO_2 की सघन परत तथा धनात्मक आवेश परिवहन PEDOT:PSS परत के मध्य रखा गया हैं। अतः सर्वप्रथम स्पिन कोटिंग यूनिट की सहायता से 1800 RPM पर TiO_2 नैनो पार्टिकल (anatase) को FTO कोटेड ग्लास सतह के ऊपर लेपित किया गया था। इस परत को रूटाइल फॉर्म में अर्थात सघन बनाने के लिए 450°C पर 1 घंटे तापभट्टी (Furnace) में रखा गया था। TiO_2 के सघन परत पर पेरोवस्काइट की सक्रिय परत को एक चरण लेपन विधि से बनाया गया, और फिर इसे 150°C के ताप पर 1 घंटे के लिए रखे थे। युक्ति में पेरोवस्काइट लेयर की मोटाई लगभग 400 nm है। पेरोवस्काइट लेयर पर PEDOT:PSS की धनात्मक आवेश परिवहन परत की कोटिंग किये थे। फिर इसके ऊपर अल्युमीनियम मेटेरियल के इलेक्ट्रॉड को वैक्यूम एवापोरेशन डेपोजिशन मेथड से बनाया गया। इसकी मोटाई लगभग 90 nm थी। मोटाई को वैक्यूम कोटिंग यूनिट के डीटीएम से नियंत्रित किया गया था।

3. उपकरण वर्णन

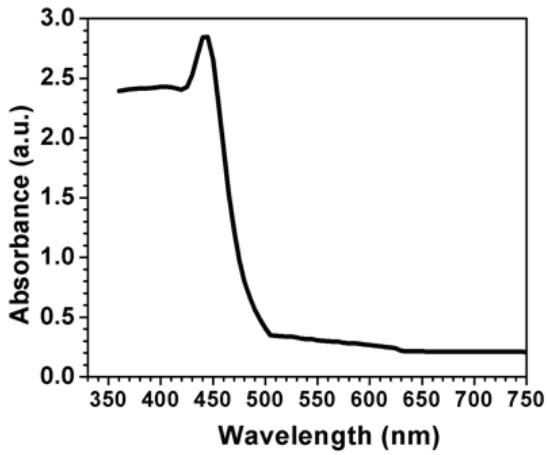
किथ्ले सोर्स मीटर–2400 का उपयोग करके वोल्टेज – करंट कैरैक्टरिस्टिक्स लिया गया था। इसमें सौर ऊर्जा के कृत्रिम स्रोत 100 mW/cm^2 की तीव्रता के AM 1.5 यंत्र का प्रयोग किया गया है। इसकी तीव्रता को एक सिंगल क्रिस्टल सिलिकॉन (Si) सौर सेल मानक से कैलिब्रेट किया गया था। उत्सर्जन स्पेक्ट्रा कैरैक्टरिस्टिक्स को वरियन करी इक्लिप्स फ्लोरीमीटर (varian cary eclipse fluorimeter) से लिया गया था। थर्मो साइंटिफिक इवोल्यूशन 300 से विजिबल–अल्ट्रावायलेट वर्णक्रम (UV-Vis) में अवशोषण ग्राफ लिया गया। निर्माण–प्रक्रिया में होलमार्क का स्पिन कोटर HO-TH-05 मॉडल का प्रयोग किया गया। इलेक्ट्रोड बनाने के लिए हिन्द हाई वैक्यूम कोटिंग मॉडल 12A4D यूनिट का इस्तेमाल हुआ था।

4. परिणाम और चर्चा

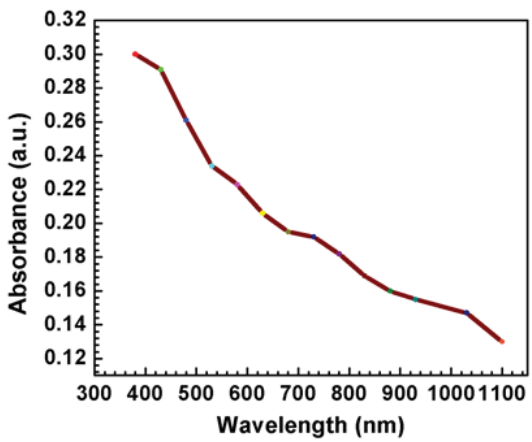
4.1 प्रकाशीय अध्ययन व विश्लेषण

सौर सेल की कार्य करने की निपुणता (performance) प्रकाश ऊर्जा अवशोषक क्षमता से सीधे तौर पर जुड़ी हुई है। चित्र–3 पेरोवस्काइट लेयर का अवशोषण स्पेक्ट्रा, सौर स्पेक्ट्रम रेंज में अवशोषण की पुष्टि करता है। चित्र–4 में पेरोवस्काइट सौर सेल (सभी लेयर सम्मिलित) के अवशोषण ग्राफ को दिखाया गया है। इसमें भी सौर स्पेक्ट्रम रेंज में संतोषजनक अवशोषण प्राप्त हुआ है। पेरोवस्काइट के पारगम्यता स्पेक्ट्रा को चित्र 5 में दिखाया गया है। इसमें पारगम्यता स्पेक्ट्रा के सिरे पर तेजी से गिरावट को देख सकते हैं। यह पेरोवस्काइट के अच्छे क्रिस्टल निर्माण को प्रदर्शित करता है। पारगम्यता के प्रथम अवकलन (तरंग दैर्घ्य λ के सापेक्ष) से प्राप्त ग्राफ से बैंड अंतराल का

आकलित मान लगभग 2.61 eV निकाला गया।

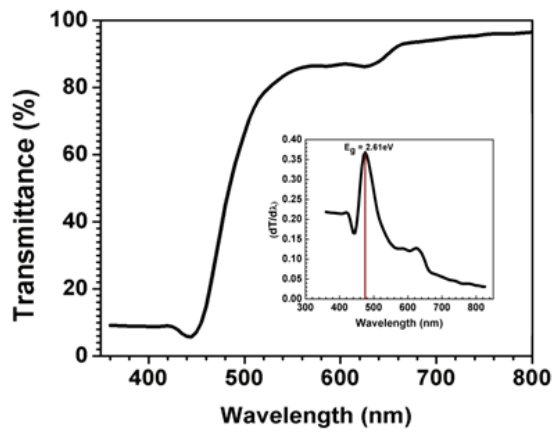


चित्र 3 पेरोवस्काइट सक्रीय लेयर का अवशोषण स्पेक्ट्रम

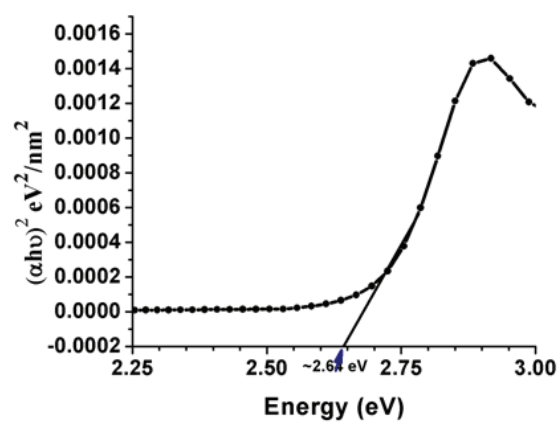


चित्र 4 पेरोवस्काइट सौर सेल का अवशोषण स्पेक्ट्रम (सभी लेयर सम्मिलित है)

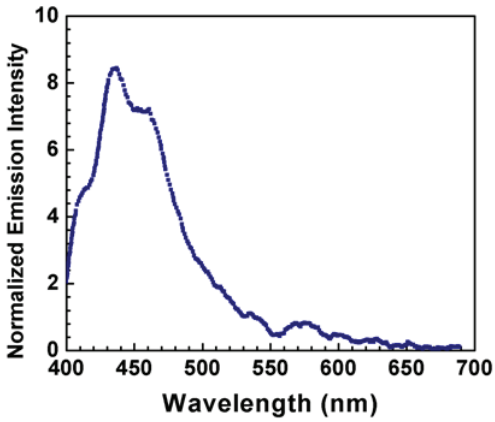
चित्र–5 पारगम्यता स्पेक्ट्रम के इनसेट में dT / dλ बनाम तरंग दैर्घ्य λ का ग्राफ दिया गया है। एक अन्य मेथड टॉक प्लाट (tauc plot) से भी बैंड अंतराल का आकलित मान लगभग 2.61 eV के निकट ही है। चित्र 6 में टॉक प्लाट को प्रदर्शित किया गया है। इस ग्राफ में फोटॉन ऊर्जा के सापेक्ष $(\alpha h\upsilon)^2$ को दर्शाया गया है। पेरोवस्काइट उत्सर्जन स्पेक्ट्रम को चित्र 7 में दिखाया गया है, जिसमें उत्सर्जन भी विज़िबल रेंज में पाया गया है। इसमें अधिकतम उत्सर्जन लगभग 435 नैनोमीटर के तरंग दैर्घ्य पर प्राप्त हुई है। उत्सर्जन स्पेक्ट्रा के लिए द्रव सैंपल को 380 नैनोमीटर के तरंग दैर्ध्य पर मोनोक्रोमैटिक प्रकाश द्वारा उत्तेजित किये थे और उत्सर्जन स्पेक्ट्रम (emission spectrum) को 400 से 750 नैनोमीटर के बीच प्राप्त किया गया था।



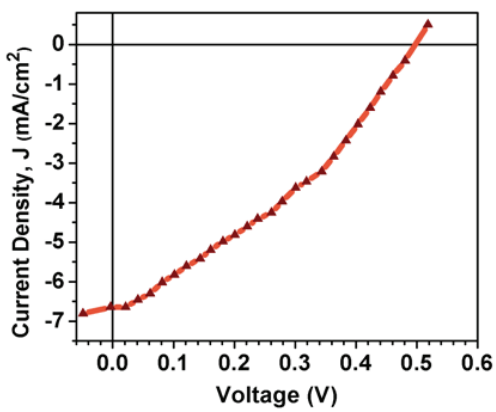
चित्र 5 पेरोवस्काइट का पारगम्यता स्पेक्ट्रा (इनसेटः बैंड गैप का अनुमान लगाने के लिए dT / dλ बनाम λप्लॉट)



चित्र 6 टॉक प्लाट से अनुमानित बैंड अंतराल परिणाम



चित्र 7 पेरोवस्काइट $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ द्रव का उत्सर्जन स्पेक्ट्रा



चित्र 8 पेरोवस्काइट सौर सेल J-V अभिलक्षणन ग्राफ

सारणी 1: फ्रेश सेल एवं दो दिवस उपरांत सेल से प्राप्त परिणाम

पैरामीटर / सेल	Jsc (mA/cm²)	Voc (V)	FF	η(%)
फ्रेश सेल	6.7	0.5	0.25	2.09
2 दिवस उपरान्त सेल	6.5	0.5	0.25	2.03

उल्लेखनीय है कि पेरोवस्काइट हैलाइड सौर सेल का निर्माण प्रयोगशाला में सामान्य वातावरण में किया गया तथा प्राप्त परिणामों से यह परिलक्षित होता है कि सौर सेल के आवश्यक प्राचलों और दक्षता में कोई परिवर्तन नहीं हुआ है।

4.2 इलेक्ट्रिकल लक्षण वर्णन

जैसा चित्र–1 में दर्शाया गया है कि प्रकाश एक पेरोवस्काइट सौर सेल के पारदर्शी इलेक्ट्रोड से होकर पेरोवस्काइट परत पर जाती है तो अवशोषित होकर इलेक्ट्रॉन–होल जोड़े बनाती है। ये आवेशित कण (Charge Particles) कम बंधन ऊर्जा (low binding energy) के कारण अलग हो जाते है। और फिर इलेक्ट्रॉन व धनात्मक आवेश परिवहन परत (electron and hole charge transport layer) के माध्यम से सबंधित इलेक्ट्रॉड तक पहुँचते हैं और विद्युत प्रवाह (electric current) उत्पन्न करते हैं। वोल्टेज एवं करंट कैरैक्टरिस्टिक्स एक किथ्ले सोर्स मीटर–2400 का उपयोग करके लिया गया था। कृत्रिम AM 1.5 के 100 mW/cm² की प्रकाश तीव्रता में प्राप्त ग्राफ से पता चलता है कि डिवाइस प्रकाशवोल्टीय अनुप्रयोग के लिए उपयुक्त है। इस $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ आधारित पेरोवस्काइट सौर सेल में इलेक्ट्रॉन आवेश परिवहन को सुगम बनाने हेतु c-TiO_2 व धनात्मक आवेश परिवहन के लिए PEDOT:PSS के पतली फिल्म का प्रयोग किया गया है। सौर सेल की डिवाइस संरचना पारम्परिक n-i-p प्रकार की है। FTO/c-TiO_2/$(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$/PEDOT:PSS/Al का ओपन सर्किट वोल्टेज (Voc), शॉर्ट सर्किट करंट डेन्सिटी (Jsc), फिल फैक्टर और दक्षता क्रमशः 0.5 V, 6.7 mA/cm², 0.25 और 2.09% हैं। J-V अभिलक्षण परिणाम को चित्र 8 में देख सकते है। इन परिणामों से स्पष्ट है कि चतुष्क अमोनियम धनायन आधारित लेड हैलाइड पेरोवस्काइट $(CH_3)_4NPbI_{3-x}Cl_x$ का उपयोग स्थिर फोटोवोल्टिक उपकरणों के निर्माण के

लिए किया जा सकता है। फिल फैक्टर बहुत ही कम आने के कारण दक्षता सीमित हो गई है। पेरोवस्काइट और इंटरफेसियल लेयर को इष्टतम परिचालन की अवस्था में उत्कृष्ट परिणाम मिल सकते है, जिसमें अन्य प्राचलों के साथ फिल फैक्टर के भी बढ़ने के आसार रहेंगे।

5. निष्कर्ष

नए कार्बनिक-अकार्बनिक आर्गेनिक हैलाइड पेरोवस्काइट $TMAPbI_{3-x}Cl_x$ का संश्लेषण व लक्षण वर्णन किया गया है। पेरोवस्काइट $TMAPbI_{3-x}Cl_x$ में पारम्परिक MAI के स्थान पर TMAI का प्रयोग धनायन के रूप में किया गया है। $FTO / TiO_2 / TMAPbI_{3-x}Cl_x / PEDOT:PSS / Al$ युक्ति में 2.09 % photovoltaic दक्षता प्राप्त हुई है। ऑप्टिकल अध्ययन से अनुमानित बैंड गैप 2.61 eV प्राप्त हुआ है। सेल बनाने के लिए यह तत्व बहुत ही सस्ता, नमी में भी स्थायित्व का गुण बनाये रखने वाला व आसान तकनीक के कारण उपयुक्त है।

आभार

फोटॉनिक्स शोध प्रयोगशाला, इलेक्ट्रॉनिक्स एंड फोटॉनिक्स अध्ययनशाला, पं.रविशंकर शुक्ल विश्वविद्यालय, रायपुर, छत्तीसगढ़, भारत द्वारा प्रदान की गयी निर्माण (Fabrication) और लक्षण वर्णन तकनीकी (Characterization Techniques) सुविधाओं के लिए आभारी है।

Table of the Hindi equivalents for the technical terms

absorption	अवशोषण
coating	विलेपन, परत चढ़ाना
current density	धारा घनत्व
cutting	कटाई
degraded state	निम्नीकृत अवस्था
device	युक्ति
efficiency	दक्षता
emission	उत्सर्जन
etching	निक्षारण, निकालना
evaporation	वाष्पीकरण
excite	उत्तेजित करना
fabrication	संरचन
intensity	तीव्रता
layer	परत
lead Salt	सीसा नमक
optical	प्रकाशिक
photovoltaic	प्रकाशवोल्टीय
solar cell	सौर सेल
spectrum	वर्णक्रम
synthesize	संश्लेषण
transmission	पारगम्यता
tunability	ट्यून करने की योग्यता, समस्वरणशीलता
ultrasonication	पराश्रवण
ultraviolet	पराबैंगनी
vacuum	निर्वात
Visible	गोचर, दृश्यता
Voltage	वोल्टता
wavelength	तरंग दैर्घ्य

सन्दर्भ :

[1] Green, M., Ho-Baillie, A. and Snaith, H. (2014). The emergence of perovskite solar cells. Nature Photon 8, 506–514.

[2] Eperon, G.E., Stranks, S.D., Menelaou, C., Johnston, M.B., Herz, L. M. and Snaith, H.J. (2014). Formamidinium lead trihalide: a broadly tunable perovskite for efficient planar heterojunction solar cells. Energy Environ. Sci., 7-982–988.

[3] Kojima, A., Teshima, K., Shirai, Y. and Miyasaka, T. (2009). Organometal Halide Perovskites as Visible-Light Sensitizers for

Photovoltaic Cells. Journal of the American Chemical Society. 131 (17): 6050–6051.

[4] Lee, M. M., Teuscher, J., Miyasaka, T., Murakami, T. N., Snaith, H. J. (2012) Efficient Hybrid Solar Cells Based on Meso-SuperstructuredOrganometal Halide Perovskite. Science, 338 (6107): 643–647.

[5] Burschka, J., Pellet, N., Moon, S.J., Baker, R.H., Gao, P., Nazeeruddin, M.K. and Grätzel, M. (2013). Sequential deposition as a route to high-performance perovskite-sensitized solar cells. Nature 499, 316–319.

[6] Zhou, H.,Chen, Q., Li, G., Luo, S., Song, T.B., Duan, H.S., Hong, Z., You, J., Liu, Y. and Yang, Y. (2014).Interface engineering of highly efficient provskite solar cells. Science, vol. 345, 542-546.

[7] Yang, W.S, Park, B.W., Jung, E.H., Jeon, N.J., Kim, Y.C., Lee, D.U., Shin, S.S., Seo, J., Kim, E.K., Noh, J.H. and Seok, S.I. (2017). Iodide management in formamidinium-lead-halidebased perovskite layers for efficient solar cells. Science 356, 1376.

[8] National Renewable Energy Laboratory, Best research-cell efficiencies. https://www.nrel.gov/pv/assets/pdfs/best-research-cell-efficiencies.20200104.pdf

[9] Jafarzadeh, F., Javadpour, S. and Shariat, M.H., Fabrication and investigation of a new highly humidity stable nanocrystalline perovskite, tetramethylammonium lead triiodide be used in solar cells, Ceram. Int. 43 (2017) 11552–11555 https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.05.030.

[10] S. Banerjee and R.N. Gayen, Tetramethylammonium based lead free perovskite active layer for solar cellapplication, Ceramics International 45 (2019) 17438–17441.

[11] B. Krishna, G.Rathore, N. Shukla, & S. Tiwari (2021). Perovskite solar cells: A review of architecture, processing methods, and future prospects, Hybrid Perovskite Composite Materials, Woodhead Publishing, 2021, 375-412.

[12] Verma, A.K., Shukla, N. and Tiwari, S. (2020), Effect of ZnO ETL and MoO3 HTL with PCDTBT:PC70BM-based BHJ organic solar cells, Nanomaterials and Energy 9:2, 245-252.

(.....पृष्ठ 39 से आगे)

होमी भाभा की उपलब्धियों को देखते हुए साल 1944 में मात्र 31 साल की उम्र में उन्हें प्रोफेसर बना दिया गया। बुहमुखी प्रतिभा के धनी डॉ होमी जहांगीर भाभा की शास्त्रीय संगीत, मूर्तिकला, चित्रकला और नृत्य के क्षेत्र में गहरी रुचि और पकड़ थी।

भारत को परमाणु शक्ति संपन्न बनाने के लिए साल 1948 में डॉ भाभा ने भारतीय परमाणु ऊर्जा आयोग की स्थापना की और अंतरराष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा मंचों पर भारत का प्रतिनिधित्व किया। साल 1955 में संयुक्त राष्ट्र संघ द्वारा आयोजित 'शांतिपूर्ण कार्यों के लिए परमाणु ऊर्जा का उपयोग' के पहले सम्मलेन में डॉ. होमी भाभा को सभापति बनाया गया। तत्कालीन प्रधानमंत्री जवाहरलाल नेहरू ने भी कहा था कि हम परमाणु ऊर्जा का दुरुपयोग नहीं करेगें। लेकिन, उनकी मृत्यु के बाद परिदृश्य में आये बदलाव ने भारत की परमाणु नीति को प्रभावित किया। भारत की सुरक्षा को देखते हुए तत्कालीन प्रधानमंत्री लालबहादुर शास्त्री ने भारत को परमाणु हथियार न बनाने की प्रतिबद्धता से मुक्त कर दिया। वर्ष 1957 में भारत ने मुंबई के करीब ट्रांबे में पहला परमाणु अनुसंधान केंद्र स्थापित किया। वर्ष 1967 में इसका नाम भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र कर दिया गया। यह होमी भाभा को देश की ओर से विनम्र श्रद्धांजलि थी। इस संस्थान ने एक विशिष्ट नाभिकीय अनुसंधान संस्थान के रूप में अपनी पहचान स्थापित की है। आज यहाँ नाभिकीय भौतिकी, वर्णक्रमदर्शिकी, ठोस अवस्था भौतिकी, रसायन एवं जीव विज्ञान, रिएक्टर इंजीनियरी, यंत्रीकरण, विकिरण संरक्षा एवं नाभिकीय चिकित्सा आदि महत्वपूर्ण क्षेत्रों में मूलभूत अनुसंधान हो रहे हैं। होमी जहांगीर भाभा ने भारत को परमाणु शक्ति संपन्न बनाने का जो सपना देखा था, वह अपने विस्तृत स्वरूप में आगे बढ़ रहा है।

(Source & https://www-vigyanprasar-gov-in@isw@Father-of-indian-nuclear-program-dr-homi-jehangir-bhabha-hindi.html)

सीमित लंबाई के सोशल मीडिया के लिए स्वचालित स्पैमर डिटेक्शन

Automated Spammer Detection for Limited Length Social Media

डॉ शिल्पा मेहता
Dr. Shilpa Mehta
Professor ECE – SoE, Presidency University Bangalore.
shilpamehta1.official@gmail.com, shilpamehta@presidencyuniversity.in

सारांशः

आज विभिन्न प्रसिद्ध सूचना साझाकरण और सामाजिक नेटवर्किंग सेवाएं जैसे ऑरकुट, ट्विटर, फेसबुक, आदि उपयोगकर्ताओं को संदेशों का आदान–प्रदान करने की अनुमति देती हैं। ट्विटर संदेशों को एक निश्चित लंबाई तक सीमित करता है। इसकी प्रकृति एक खुली हुई प्रकृति है, और इसके उपयोगकर्ताओं का विश्व भर में एक विशाल उपयोगकर्ता आधार है। स्पैमर इस सुविधा का उपयोग करते हैं। अफवाह फैलाना, साइबर हमला करना, ट्रोल करना और पीछा करना जैसे साइबर अपराध आम हैं। यहां प्रस्तावित तरीके उपयोगकर्ताओं को अपने अनुयायियों के साथ बातचीत के आधार पर चिह्नित करने की कोशिश करते हैं। स्पैमर स्वयं अपनी गतिविधियों को समायोजित करके पारंपरिक तरीकों को मूर्ख बना सकते हैं। लेकिन यह विधि उपयोगी साबित होती है, क्योंकि उपयोगकर्ता अपनी गतिविधियों को नियंत्रित कर सकता है, लेकिन अनुयायियों की गतिविधियों और सुविधाओं को नियंत्रित करना उनके लिए संभव नहीं है। तीन क्लासिफायर, डिसिशन ट्री, बायेसियन नेटवर्क, और रैंडम फ़ॉरेस्ट का उपयोग उपयोगकर्ता के बारे में सीखने और ट्वीट के लक्षण पहचानने के लिए किया गया। अध्ययन दर्शाता है कि इंटरएक्टिव विशेषताएं और समुदाय–आधारित विशेषताएं स्पैम उपयोगकर्ताओं की पहचान करने में अच्छी साबित होती हैं, मेटाडेटा आधारित निर्णयों की तुलना में उनका प्रदर्शन बेहतर पाया गया है।

Abstract:

Today, various famous social networking services like Orkut, Twitter, Facebook, and many others, openly and freely allow users to exchange messages among themselves. In this paper, we talk of Twitter, which restricts the messages to a character limit. It has an open nature and a huge user base, and spammers utilize this characteristic. Cybercrimes are quite commonplace. A few commonly known ones are, spreading rumors, cyberbullying, trolling, and stalking. The approaches proposed in this work try to characterize users for the detection of such unwanted things. While traditional approaches try to do this based on the content of the messages, the approaches discussed here work based on the interactions of users with their followers along with the content. This is extremely useful, as a user who is spamming can easily control one's own activities, but controlling the activities of ones' network (followers) is not possible. Three classifiers are used for learning and characteristic identification. They are Decision Tree, Bayesian network, and Random Forest. Dataset from both genuine real users and spammers was used for testing. Study indicates that Interactive characteristics and community-based characteristics prove good in identifying spam users. They perform better than Metadata based decisions.

संकेत शब्दः ट्विटर, स्पैम, सोशल मीडिया, साइबर अपराध

Keywords: Twitter, Spam Detection, Social Media, Cybercrime

1. विषय परिचयः Introduction

ट्विटर और अन्य सोशल मीडिया प्लेटफॉर्म, अपने उपयोगकर्ताओं को दुनिया के लिए वास्तविक समय (Real Time) में विभिन्न विषयों और रुचियों की जानकारी उपलब्ध कराते हैं। ऐसे प्लेटफ़ॉर्म ऑनलाइन सोशल नेटवर्क (OSN) कहलाते हैं, जो उपयोगकर्ताओं को अपनी–अपनी रुचि की चीज़ों को साझा करने में सक्षम बनाते हैं। इसमें समाचार, विभिन्न चीजों के बारे में उनकी अपनी राय, पारिवारिक आउटिंग और अन्य तस्वीरें और वीडियो, समारोह और उनके मूड शामिल हैं। वे अपने जानकार अन्य उपयोगकर्ताओं के साथ विभिन्न विषयों पर तर्क और चर्चा करते हैं, जैसे राजनीति, महत्वपूर्ण घटनाएँ, वर्तमान विश्व परिस्थितियाँ और इसी तरह अन्य विषय भी। जब कोई उपयोगकर्ता कुछ भी ट्वीट करता है, तो अनुयायी उसे आमतौर पर पढ़ते हैं और पुनः ट्वीट भी करते हैं। इससे जानकारी का व्यापक फैलाव हो पाता है। OSNs ऑनलाइन प्लेटफॉर्म पर उपयोगकर्ताओं के व्यवहार के अध्ययन और विश्लेषण की आवश्यकता होती है।

ट्विटर की शुरुआत 2006 में हुई थी। इसमें अक्षर सीमा की नीति है। आम तौर पर एक ट्वीट में अधिकतम 280 वर्ण हो सकते हैं। उपयोगकर्ता अपनी पसंद के अनुसार अन्य लोगों (प्रसिद्ध हस्तियों सहित) का अनुसरण कर सकते हैं। समाचार चैनलों का अनुसरण करने और सदस्यता लेने के विकल्प भी उपलब्ध हैं। प्रत्येक पंजीकृत अनुयायी को सदस्यता खातों की अपडेट प्राप्त होती है। ट्विटर और फेसबुक जैसे OSN मूल रूप से सामाजिक उद्देश्यों के लिए बनाए गए थे, लेकिन वे खुले हैं और उनके विशाल जनाधार हैं। उनके पास संदेश साझा करने के लिए आरामदायक और आसान विकल्प हैं। ये दो विशेषताएं "सामाजिक बॉट" और साइबर अपराधियों को आकर्षित करती हैं।

OSNs नए परिष्कृत और जटिल हमलों और खतरों, जैसे साइबर बदमाशी, गलत सूचना फैलाना, कट्टरपंथीकरण और विभिन्न अन्य अवैध गतिविधियों में प्रवीण हैं। फ़िशिंग (phishing) और स्पैमिंग जैसे आम पारंपरिक साइबर हमलों की भी समस्या है। जैसे–जैसे इन्हे पकड़ने के तरीके विकसित हुए, वैसे–वैसे उनके साथ ही समानांतर रूप से पता लगाने से बचने के लिए होशियार संस्करण विकसित हुए। रिपोर्टों का कहना है कि उपयोगकर्ताओं के साथ–साथ ट्वीट का एक बड़ा प्रतिशत क्रमशः बॉट और स्पैम है। स्पैम बॉट्स पहले तो दुसरे उपयोगकर्ताओं के विश्वासपात्र बनने के लिए मानवीय व्यवहार की नकल करते हैं, और फिर इसका उपयोग अनचाही गतिविधियों के लिए करते हैं। (1)

2. साहित्य सर्वेक्षण : Literature Review

उद्योग जगत के एक्सपर्ट और शिक्षाविद, दोनों प्रकार के शोधकर्ता साइबर अपराधियों को हराने के लिए काम कर रहे हैं, और उपयोगकर्ताओं को OSNs पर एक सुरक्षित और सुखद अनुभव देने का प्रयास कर रहे हैं। विभिन्न स्पैम डिटेक्शन एप्रोच सभी प्लेटफार्मों पर उपलब्ध हैं, और नए एप्रोच लगातार प्रस्तावित हो रहे हैं (2, 3)। दुर्भाग्य से, पता लगाने की तकनीक के साथ साथ ही पता लगाने से बचने के लिए तकनीक विकसित होती है। अधिकांश तरीके उपयोगकर्ता के स्वयं के प्रोफाइल और गतिविधियों के लक्षणों का उपयोग करते हैं। इसलिए स्पैमर ऐसी कमजोरियों का उपयोग करके पकड़े जाने से बच जाते हैं। अधिकांश उपयोगकर्ता जो एक–दूसरे से बातचीत करते हैं, वे एक–दूसरे की वास्तविक पहचान जानते हैं। वास्तविक लोग असल जीवन में अपने पड़ोस, मित्र मंडली, कार्यालय मंडल और व्यक्तिगत पसंद–नापसंद के अनुसार विभिन्न समुदायों से संबंध रखते हैं, और एक दूसरे का अनुसरण करते हैं। इसके विपरीत, स्पैमर अनियमित उपयोगकर्ताओं का अनुसरण करते हैं, जिसके कारण उन्हें बहुत कम पारस्परिकता मिलती है। इसके अतिरिक्त, ऐसे अनुयायियों के बीच कम पारस्परिक कनेक्शन होते हैं, जो बातचीत को और साथ ही समुदाय

आधारित विशेषताओं को कम करते हैं। वास्तविक उपयोगकर्ताओं और स्पैमर्स के बीच यह अंतर हमें स्पैमर्स का पता लगाने में उपयोग की जाने वाली एक विधि प्रदान करता है। इस तरह के पहचान तंत्र से बचने के लिए, स्पैमर एक–दूसरे का अनुसरण करते हैं, और नकली समुदाय बनाते हैं। लेकिन यह वास्तविक लोगों को स्पैम करने के उनके मूल उद्देश्य को हरा देगा, क्योंकि वे स्पैमिंग समूहों के भीतर रहने के लिए प्रतिबंधित हो जाते हैं। इसके अलावा, इन नकली समुदायों के सदस्यों का बड़ा प्रतिशत स्पैमर्स का होगा और समान व्यवहार होंगे, जिससे समग्र का पता लगाने की संभावना बढ़ जाती है।

स्पैम ने उन दिनों से समस्याएँ पैदा की हैं जब इंटरनेट की शुरुआत हुई थी। इन्हें 1978 में ARPANET में रिपोर्ट किया गया था। लेकिन उस समय, किसी को इसकी चिंता नहीं थी। ई–मेल बस शुरुआत कर रहे थे, और स्पैम को अभी तक मान्यता नहीं मिली थी। लेकिन यह समस्या समय के साथ और तेज होती गई, और यह आज एक विशाल संकट बन गई है। अनचाहे स्पैमिंग (स्पैम ईमेल / सोशल बॉट्स / और स्पैम्बोट्स) के विभिन्न रूपों को पकड़ने में सक्षम कई तकनीकों को बनाया गया है। शोध पत्र (4) में, पहचान की धोखे की रोकथाम तकनीक प्रस्तावित है। यह सामान्य योगदान नेटवर्क डेटा का उपयोग करता है और उप–समुदाय में प्रवेश करने की कोशिश कर रहे भ्रामक खातों की पहचान करता है। धोखे का तात्पर्य है, किसी ऐसे व्यक्ति को झूठी जानकारी जानबूझकर हस्तांतरित करना, जो झूठ से अनजान है। यह एक पहचान और रोकथाम तंत्र दोनों के रूप में प्रभावी प्रतीत होता है। लेकिन इसकी दक्षता काफी कम है, खासकर बड़े नेटवर्क में तो बहुत ही कम है।

WARNINGBIRD (5) को स्पैमर्स के ट्विटर स्ट्रीम में पाए जाने वाले संदिग्ध URL को वर्गीकृत करने और "लगभग" वास्तविक समय ऑपरेटिंग सिस्टम के रूप में कार्य करने के लिए डिज़ाइन किया गया था। इसका उद्देश्य केवल ट्वीट्स को वर्गीकृत करना है, न कि उन पृष्ठों की जांच करना,जो वहां से खुल रहे हैं। सहसंबंध (correlation) को कई ट्वीट्स से निकाला जा सकता है। हमलावर के पास भी तो असीमित संसाधन नहीं हैं और इसलिए URL का अनिवार्य रूप से पुनः उपयोग किया जाता है। ऐसी सहसंबद्ध या साझा URL पुनर्निर्देशित श्रृंखलाओं का पता लगाने में अच्छी तरह से काम करता है। इस तकनीक की मुख्य सीमाएँ इसकी धीमी गति और संसाधनों का अप्रभावी और कम उपयोग हैं। शोध पत्र (6) स्पैम जांच के लिए एक विधि प्रस्तावित करता है, जो ट्विटर की अपनी स्पैम नीति का उपयोग करता है। बायेसियन वर्गीकरण एल्गोरिथ्म (6) सामान्य और संदिग्ध प्रकार के व्यवहारों को अलग करता है। ग्राफ़–आधारित सुविधाएँ भी उपयोगी पायी जाती हैं, क्योंकि स्पैम खाते आवश्यक रूप से बड़ी संख्या में उपयोगकर्ताओं का अनुसरण करते हैं। जब हम सामग्री आधारित विशेषताओं की जांच करते हैं, तो स्पैम खातों में आमतौर पर कई डुप्लिकेट ट्वीट पाए जाते हैं, जो इसकी पहचान का कारण बन जाता है। हालांकि, वास्तविक उपयोगकर्ता बार–बार ट्वीट पोस्ट कर सकते हैं, इसलिए यह एक प्रामाणिक विधि नहीं है।

3. **प्रस्तावित प्रणालीः एक सम्मिश्रित दृष्टिकोण** The Proposed Technique: A Hybrid Approach

प्रस्तावित कार्यप्रणाली विभिन्न तकनीकों के संयोजन पर काम करती है, जिसमें सामग्री, सामुदायिक विशेषताएं और इंटरैक्शन शामिल हैं। नेटवर्क श्रेणी को समुदाय–आधारित और इंटरैक्शन प्रकारों के लिए उप–वर्गीकृत किया गया है, जो इंटरैक्शन नेटवर्क से आते हैं। मेटाडेटा विशेषताएँ उपयोगकर्ताओं के स्वयं के ट्वीट से आती हैं, और सामग्री–आधारित विशेषताएँ पोस्ट की गुणवत्ता और पोस्टिंग व्यवहार का उपयोग करती हैं। स्पैमर सामग्री और मेटाडेटा आधारित पहचान से बचने के लिए स्वयं अपने पोस्ट तो समायोजित कर सकते हैं, लेकिन अनुयायियों और समुदाय–आधारित विशेषताओं को बायपास करना मुश्किल होता है।

3.1 विधि और डाटासेट : Methodology and Dataset

हम प्रयोगात्मक विश्लेषण और मूल्यांकन के लिए, वास्तविक उपयोगकर्ताओं और स्पैमर्स दोनों के ट्विटर डेटासेट के उपयोग पर चर्चा करते हैं। प्रत्येक उपयोगकर्ता की प्रोफ़ाइल जानकारी के साथ साथ ही उसके अनुयायी और उसकी अनुसरण सूची, और ट्वीट का विवरण भी उपलब्ध होता है। हम अनुयायियों वाले उपयोगकर्ताओं का डाटासेट लेकर काम करेंगे। प्रतीकों के लिए तालिका 1 देखें:

Symbol	Description
$\overleftarrow{u}$	Follower set of user u (set of users that follow u)
$\overrightarrow{u}$	Following set of user u (set of users that are followed by u)
$N(u)$	Total number of tweets tweeted by user u
$u_{\overleftarrow{v}}$	A follower, named v, of user u
$\overrightarrow{u_{\overleftarrow{v}}}$	Following set of the follower v of user u

तालिका 1: प्रतीक विवरण

हम अपनी तकनीकों को निम्न लिखित मुख्य गुणों पर आधारित करेंगे:

3.2 मेटाडेटा–आधारित व्यवस्था Metadata Based Techniques

3.3 सामग्री–आधारित विशेषताएँ Content-Based Characteristics

3.4 पारस्परिक विचार–विमर्श आधारित गुण: Interaction-Based Characteristics

3.5 समुदाय आधारित विशेषताएँ Community-Based Characteristics

3.2 मेटाडेटा–आधारित व्यवस्था Metadata Based Techniques:

मेटाडेटा ट्वीट विशेषताओं का वर्णन करने वाली जानकारी का प्रतिनिधित्व करता है, और सूचना स्रोत खोजने में उपयोगी हो सकता है। इन चार विशेषताओं को पहचान के लिए उपयोग किया जाता है।

3.2.1 रीट्वीट का अनुपात Retweet Ratio (RR)

स्वचालित स्पैमर मनुष्यों की तरह ट्वीट नहीं करते। बॉट सामान्य रूप से दूसरों के ट्वीट को रीट्वीट करते हैं, या डेटाबेस से ट्वीट का उपयोग करते हैं, या फिर संभाव्य तरीकों का उपयोग करके ट्वीट बनाते हैं। इस का मूल्यांकन RR के साथ किया जा सकता है, जो कि के उपयोगकर्ता द्वारा दिए गए रीट्वीट का कुल ट्वीट पर अनुपात है। यह वास्तविक लोगों के लिए कम होना चाहिए जबकि यह स्पैमर के मामले में उच्च होगा। गणितीय रूप से,

$$RR(u) = \{RT(u)\} / \{N(u)\}, \quad \textit{(Eq 3.2.1)}$$

जहाँ RT(u) उस उपभोक्ता के कुल रीट्वीट और N(u) उस उपभोक्ता के कुल ट्वीट है।

3.2.2 स्वचालित ट्वीट अनुपात Automated Tweet Ratio (AR)

कुछ स्पैमिंग खाते OSNs द्वारा प्रदान किए गए API का उपयोग करते हैं। ट्विटर में एक सार्वजनिक एपीआई है, और इसका उपयोग कई स्पैमर्स द्वारा किया जाता है। अपंजीकृत और तृतीय–पक्ष एप्लिकेशन से उत्पन्न ट्वीट्स को स्वचालित ट्वीट कहा जाता है। किसी दिए गए उपयोगकर्ता का AR, उस के एपीआई से ट्वीट और कुल ट्वीट्स का अनुपात है।

$$AR(u) = \{A(u)\} / \{N(u)\}, \quad \textit{(Eq 3.2.2)}$$

जहां A(u) एपीआई का उपयोग करते हुए ट्वीट्स की संख्या है। वास्तविक लोगों के लिए AR कम होना चाहिए, जबकि स्पैमर के लिए अधिक।

3.2.3 ट्वीट टाइम स्टैंडर्ड डेविएशन Tweet Time Standard Deviation (TSD)

स्वचालित स्पैमर अपनी गतिविधि का समय निर्धारित करने के लिए रैंडम नंबर जनरेटर का उपयोग करते हैं। बॉट टाइम एक्टिवेशन फ़ंक्शन के अनुसार समय में एक निर्दिष्ट बिंदु पर सक्रिय हो जाते हैं। हालाँकि वे एल्गोरिदम भी कुछ नियमों का पालन करते हैं। जैक ट्वीट समय भिन्नताओं को कैप्चर करता है। गणितीय रूप से:

$$TSD(u) = \frac{\sum_{i=1}^{N(u)} (t_i - \bar{t})^2}{N(u)} \quad \textit{(Eq 3.2.3)}$$

जहां ti iवीं ट्वीट समय है, ट्वीट्स के बीच औसत समय $\bar{t}$ है, और N (u) उपभोक्ता u द्वारा किए गए कुल ट्वीट हैं। स्वचालित स्पैमर में कम टीएसडी होगा जबकि वास्तविक लोगों में पास अधिक।

3.2.4 ट्वीट समय अंतराल मानक विचलन Tweet Time Interval Standard Deviation (TISD)

TISD लगातार गतिविधियों में पैटर्न का उपयोग करता है। बॉट्स द्वारा किए गए ट्वीट में नियमित अंतराल होता है जबकि मनुष्यों में अनियमित अंतराल होता है। गणितीय रूप से,

$$TISD(u) = \frac{\sum_{i=1}^{n} (T_i - \bar{T})^2}{N(u)} \quad \textit{(Eq 3.2.4)}$$

जहां T1, T2, ..., Tn लगातार ट्वीट्स के बीच समय अंतराल देते हैं और औसत समय अंतराल है। स्वचालित स्पैमर्स के लिए यह भी कम होगा।

3.3 सामग्री–आधारित विशेषताएँ Content-Based Characteristics

वर्तमान विधियां सामग्री गुणवत्ता का उपयोग एक संकेतक के रूप में भी करती हैं। स्पैमर्स उपयोगकर्ताओं को लुभाने और धोखा देने के लिए ट्वीट पोस्ट करते हैं, और विशिष्ट विशेषताओं का भी उपयोग किया जा सकता है। जैसे कि:

3.3.1 URL अनुपात URL Ratio (UR)

उपयोगकर्ता आमतौर पर अपनी रुचि के विचार और विचार पोस्ट करते हैं, और समाचार लेख और कहानियां साझा करते हैं। इस तरह के ट्वीट में कभी –कभी तो संबंधित पृष्ठ के स्रोत URL हो सकते हैं, लेकिन हमेशा नहीं होंगे। RR का समीकरण देखिए

UR(u) = {U(u)} / { N(u)}, *(Eq 3.3.1)*

जहां U(u) ट्वीट में उपयोग किए गए URL के साथ ट्वीट्स की संख्या है, और N(u) यू द्व ारा किए गए कुल ट्वीट हैं। स्पैमर्स को URL का उपयोग करना आवश्यक है, ताकि वे जो वो चाहते हैं, वह करने में सक्षम हो सकें, ताकि वे सामान्य उपयोगकर्ताओं को अपने लक्षित पृष्ठों पर खींच सकें। इसके लिए, Spammers को URL का उपयोग करना ही होता है। इसलिए उनके ज्यादातर ट्वीट्स में URL होते हैं, और इसलिए UR मान लगभग 1 हो जाता है। इसके विपरीत, वास्तविक उपयोगकर्ताओं के UR छोटे (0 के करीब) होते हैं, क्योंकि अधिकांश समय वे अपनी भावनाओ को व्यक्त कर रहे होते हैं और यूआरएल पोस्ट नहीं करते। यह भी वास्तविक उपयोगकर्ता से स्पैमर का पता लगाने का एक और तरीका है।

3.3.2 अद्वितीय URL अनुपात न्दपुनम URL Ratio (UUR)

URL का अत्यधिक उपयोग अपने आप में संदेहास्पद है, लेकिन एक ही URL के बार–बार दोहराया जाने से संदेह की तीव्रता बढ़ जाती है। स्पैमर्स बार–बार एक ही URL का उपयोग करके उपयोगकर्ताओं को फंसाने की कोशिश करते हैं, उन्हें दुर्भावनापूर्ण साइट पर पुनर्निर्देशित करने के लिए। उपयोगकर्ताओं के ट्वीट में URL की विशिष्टता के लिए अद्वितीय URL अनुपात का उपयोग करके इसकी पहचान की जाती है।

UUR(u) = {UU(u)} / {U(u)}, *(Eq 3.3.2)*

जहां UU (u) अद्वितीय URL है और U(u) ट्वीट्स में कुल URL हैं। यह स्पैमर के लिए लगभग 1 होगा लेकिन वास्तविक उपयोगकर्ताओं के लिए कम मूल्य होगा, जिससे स्पैमर का पता लगाया जा सकेगा।

3.3.3 उल्लेख अनुपात Mention Ratio (MR)

ट्विटर हैंडल "@userid" का उपयोग करके उपयोगकर्ताओं को ट्वीट्स में दूसरों को टैग करने की अनुमति देता है। स्पैमर्स ट्वीट में उपयोगकर्ता नामों का उल्लेख करके इस सुविधा का उपयोग करते हैं, एवं उन्हें संदेश भेजने वाले के बारे में जानने के लिए क्लिक करने के लिए उकसाते हैं।

$MR(u) = \{M(u)\} / N(u)$, *(Eq 3.3.3)*

जहाँ M(u) उल्लेखों की गिनती है। यह पैरामीटर भी वास्तविक लोगों के लिए कम और स्पैम बॉट के लिए उच्च होना अपेक्षित है।

3.3.4 अद्वितीय उल्लेख अनुपात Unique Mention Ratio (UMR)

वास्तविक उपयोगकर्ताओं के वास्तविक लोगों के साथ कई संबंध हो सकते हैं लेकिन बातचीत सभी के साथ नहीं होती है। यही कारण है कि कोई भी वास्तविक उपयोगकर्ता अपने सभी परिचितों को टैग नहीं करता है। इसके विपरीत, स्पैमर किसी को भी अनियमितरूप से टैग करते हैं। गणितीय रूप से, यूएमआर अनुपात निम्नलिखित समीकरण द्वारा निर्धारित किया जाता है:

$UMR(u) = \{UM(u)\} / \{M(u)\}$, *(Eq 3.3.3)*

जहां UM(u) उपयोगकर्ता यू द्वारा किये गए अद्वितीय उल्लेख है, और M(u) यू द्वारा किये गए कुल उल्लेख हैं। वास्तविक लोगों के लिए UMR कम है क्योंकि वे विशिष्ट लोगों के साथ बातचीत करते हैं। यह स्पैम के लिए उच्च होना अपेक्षित है।

3.4 पारस्परिक विचार–विमर्श आधारित गुणः Interaction-Based Characteristics:

OSNs से उपलब्ध उपयोगकर्ता इंटरैक्शन डेटा हमें उचित निर्णय लेने के लिए कई स्तरों पर बहुत सारी जानकारी प्रदान करता है। यह धोखाधड़ी का पता लगाने, उपयोगकर्ता की वास्तविक दुनिया की पहचान, ग्राहक व्यवहार विश्लेषण और उपयोगकर्ता के व्यवहार का पूर्वानुमान लगाने में हमारी मदद करता है। कोई भी उपयोगकर्ता दूसरों की सदस्यता / गतिविधियों का पालन अपनी ओर से कर सकता है, लेकिन दूसरों को उसका अनुसरण करने के लिए मजबूर नहीं कर सकता है। यह हमें और अधिक पहचान कर पाने की तरकीबें / तकनीक प्रदान करता है। इसके कई प्रकार हैं जो नीचे समझाए गए हैं।

3.4.1 अनुयायी अनुपात Follower Ratio (FR)

एक उपयोगकर्ता के अनुयायियों की गिनती अन्य उपयोगकर्ताओं के बीच उसके विश्वास स्तर को इंगित करती है। ओएसएन नेटवर्क में जुड़े लोग आम तौर पर वास्तविक दुनिया में भी एक दूसरे को जानते हैं (सेलिब्रिटी / लोकप्रिय उपयोगकर्ताओं को छोड़कर)। इसलिए, वास्तविक लोगों के लिए फॉलो–बैक दर सामान्य रूप से अधिक होती है। उपयोगकर्ता u का FR नेटवर्क में उस का अनुयायी अनुपात है। FR (फॉलो–बैक दर) वास्तविक उपयोगकर्ताओं के लिए उच्च और स्पैमर्स के लिए कम होती है।

$$FR(u) = \frac{|\overleftarrow{u}|}{|\overrightarrow{u} \bigcup \overleftarrow{u}|} \qquad \textit{(Eq 3.4.1)}$$

3.4.2 प्रतिष्ठा और पारस्परिकता Reputation and Reciprocity

समाज में लोगों की वास्तविक विश्व में प्रतिष्ठा उनके समुदाय में उनके विचारों और उनके प्रति लोगों के विश्वासों को इंगित करती है, और आभासी दुनिया में भी यही लागू होता है। इसका मतलब है कि यदि A ट्विटर पर B का अनुसरण करता है, तो यही अपेक्षित होगा कि B भी A का अनुसरण करे, जिससे A के लिए उच्च पारस्परिकता दर हो। पारस्परिकता दर नेमत के किसी का अनुसरण करने के बाद, वापस अनुसरण के अनुपात को इंगित करता है।

$$R(u) = \frac{|\overleftarrow{u} \cap \overrightarrow{u}|}{|\overrightarrow{u}|} \quad \textit{(Eq 3.4.2)}$$

R(u) आम तौर पर स्पैमर्स के लिए कम और वास्तविक उपयोगकर्ताओं के लिए उच्च होना अपेक्षित है।

3.4.3 अनुयायी–आधारित प्रतिष्ठा Follower-Based Reputation (FBR)

एक उपयोगकर्ता की प्रतिष्ठा उसके साथ जुड़े उपयोगकर्ताओं से विरासत में मिली हो सकती है। इस विशेषता का उपयोग, उपयोगकर्ता के अनुयायियों की प्रतिष्ठा से उसकी प्रतिष्ठा तय करने के लिए किया जाता है। FBR दिए गए उपयोगकर्ताओं के अनुयायियों की औसत प्रतिष्ठा है। गणितीय रूप से,

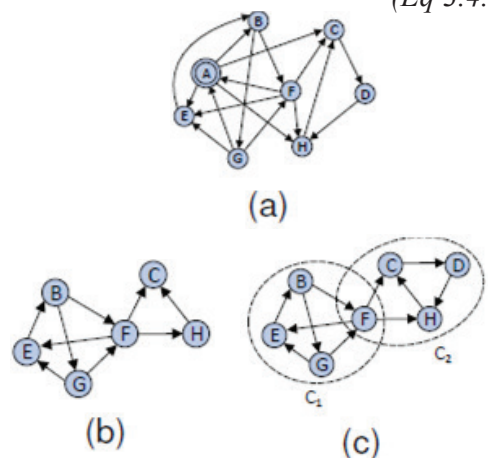
$$FBR(u) = \frac{\sum_{u_{\overleftarrow{v}} \epsilon \overleftarrow{u}} R(u_{\overleftarrow{v}})}{|\overleftarrow{u}|} \quad \textit{(Eq 3.4.3)}$$

जहाँ R(u) अनुयायियों की प्रतिष्ठा है, FBR आम तौर पर स्पैमर्स के लिए कम और वास्तविक उपयोगकर्ताओं के लिए उच्च होना अपेक्षित है।

3.4.4 क्लस्टरिंग गुणांक Clustering Coefficient (CC)

नेटवर्क नोड का CC, उस विशेष नोड से गुजरने वाले कनेक्शनों को छोड़कर, आसन्न नोड्स के इंटरकनेक्टिविटी के घनत्व का प्रतिनिधित्व करता है। यह स्वयं पड़ोसियों के बीच विश्वास स्तर को इंगित करता है भले ही यह उपयोगकर्ता मौजूद न हो। क्योंकि वास्तविक लोगों के वास्तविक नेटवर्क हैं और सभी एक दूसरे से परस्पर परिचित हैं, वास्तविक दुनिया में जुड़े उपयोगकर्ताओं के बीच विश्वास होने पर वास्तविक उपयोगकर्ता के पास उच्च CC (1 के करीब) हो सकता है। एक स्पैमर नेटवर्क की तुलना में उनका नेटवर्क घना है।

$$CC(u) = \frac{E_u}{K_u \times (K_u - 1)} \quad \textit{(Eq 3.4.4)}$$



चित्र 3.4.4 (अ) "ए" का नेटवर्क (ब) अ के न होते हुए उसके सम्बंधित बिंदुओं का आपसी नेटवर्क, (स) "ए" के पड़ोसियों के बीच एक समुदाय का नमूना।

Fig. 3.5 **समुदाय आधारित विशेषताएँ**
Community - Based Characteristics

मानव प्राचीन काल से समाज में एक साथ रह रहे हैं। वास्तविक विश्व समुदायों में, उपयोगकर्ता एक दूसरे को जानते हैं और उनके बीच एक विश्वास स्तर है, और बाहरी लोगों की तुलना में आपस में उच्च संबंध घनत्व भी। अब हम इसके आधार पर कुछ दृष्टिकोणों को देखते हैं।

3.5.1 समुदाय–आधारित प्रतिष्ठा Community-Based Reputation (CBR)

किसी भी उपयोगकर्ता की प्रतिष्ठा उनके समुदायों की प्रतिष्ठा और उसके संबंधित सदस्यों की प्रतिष्ठा के अनुपात में है। वास्तविक उपयोगकर्ताओं के साथ जुड़े समुदायों में अच्छी प्रतिष्ठा हो, तो उसकी अपनी प्रतिष्ठा भी बढ़ जाती है। इस प्रकार, अच्छी प्रतिष्ठा वाले समुदायों में सम्मिलित होने भर से, उपयोगकर्ता की प्रतिष्ठा बढ़ जाती है यदि उपयोगकर्ता C1, C2, C3 के रूप में नामित समुदायों में मौजूद

है, तब उसका CBR मान यह होगाः

$$CBR(u) = \frac{\sum_{i=1}^{k}\left(\left(\sum_{j=1}^{|C_i|} R(C_i(j))\right)/|C_i|\right)}{k} \quad (Eq\,3.5.1)$$

जहां R (Ci (j)) ith समुदाय के रजी उपयोगकर्ता के लिए प्रतिष्ठा है। सीबीआर स्पैमर्स के लिए कम और वास्तविक उपयोगकर्ताओं के लिए उच्च है।

3.5.2 समुदाय आधारित क्लस्टरिंग गुणांक Community-Based Clustering Coefficient (CBCC)

यह गुणांक समुदायों के समूहों को इंगित करता है जिसमें उपयोगकर्ता मौजूद है। यदि CCi ith समुदाय का क्लस्टर गुणांक है, और उपयोगकर्ता U ऐसे K समुदायों का सदस्य है, तो U के लिए CBCC यह होगा,

$$CBCC(u) = \frac{\sum_{i=1}^{k} CC_i}{k}, \quad (Eq\ 3.5.2)$$

सीबीसीसी वास्तविक लोगों के लिए उच्च और स्पैमर्स के लिए कम होगा, क्योंकि स्पैमर्स से जुड़े स्वतंत्र उपयोगकर्ता शायद ही कभी अंतर–समुदाय होते हैं।

4. परिणाम और तुलना के लिए पैरामीटर Results and Parameters of Comparison

डेटासेट पर इस एल्गोरिथ्म के प्रदर्शन का विश्लेषण (और तुलना), मशीन लर्निंग के इन तीन तरीकों के साथ किया गयाः डिसिशन ट्री, रैंडम फारेस्ट और बैसिअन नेटवर्क। तुलना के लिए प्रयुक्त किये गए मीट्रिक थे अवास्तविक सकारात्मक या झूठी सकारात्मक दर false positive rate (FPR), खोज या पता लगाने की दर कमजमबजपवद तंजम (DR), और एफ–स्कोर F-Score।

$$DR = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$FPR = \frac{FP}{FP + TN}$$

$$F\text{-}Score = \frac{2 \times precision \times recall}{precision + recall}$$

TP (True Positive) टीपी वास्तविक सकारात्मकता संख्या को इंगित करता है, जो यह बताती है कि कितने असली स्पैमर्स को सही तरह से स्पैमर के रूप में वर्गीकृत किया गया। इसके विपरीत, एफ़ एन FN (False Negative) गलत नकारात्मकता है, जो यह बताती है कि कितने असली स्पैमर्स को गलती से असली उपयोगकर्ता समझ लिया। ठीक उसी तरह, एफपी FP (False Positive) झूठी सकारात्मकता संख्या है; यह वह संख्या है जो बताती है कि कितने वास्तविक लोगों को गलत तरह से स्पैमर के रूप में वर्गीकृत किया गया। और अंत में टीएन TN (true negatives) सच्चे नकारात्मकता संख्या हमें सही ढंग से वर्गीकृत वास्तविक उपयोगकर्ताओं की संख्या बताता है।

एफपीआर झूठी सकारात्मक दर है। FPR (false positive rate) एफपी (FP) और टीएन (TN) के संयोजन से प्राप्त होता है, जो कि कुल वास्तविक उपयोगकर्ताओं के अनुपात में स्पैमर्स के रूप गलत तरीके से वर्गीकृत वास्तविक उपयोगकर्ताओं का अंश है। एक अच्छे क्लासीफायर में कम थ्व्त होना चाहिए।

इसी तरह, डीआर (DR or recall rate or detection rate) टीपी (TP) और एफएन (FN) का संयोजन है। यह "पकडे गए " स्पैमर का कुल स्पैमर से अनुपात देता है। अच्छे क्लासिफायर में यह दर अधिक होनी चाहिए।

और अंत में, एफ–स्कोर (F Score) औसत सटीकता / नीर क्षीर विवेकशीलता की शक्ति है, यह सभी पहचाने गए स्पैमर्स में से सही ढंग से पकडे गए (गलत पहचानों को छोड़ कर सिर्फ सही पहचाने गए स्पैमर्स की संख्या) स्पैमर्स का अनुपात है। यह

वर्गीकरणकर्ता की विभेदकारी शक्ति को दर्शाता है। एक उच्च एफ–स्कोर वाला क्लासिफायर वांछनीय है। ऊपर दिए गए समीकरण देखें। तालिका 2 इन मापदंडों के साथ विभिन्न एल्गोरिदम के प्रदर्शन की तुलना करके प्राप्त परिणामों को दिखाती है। अध्ययन यह भी बताते हैं कि, प्रदर्शन डेटासेट में "स्पैमर्स की गणना" के "वास्तविक उपयोगकर्ताओं की गणना" के अनुपात के साथ भी बदलता है। यह तालिका ३ में देखा जा सकता है।

Feature Set	Random Forest			Decision Tree			Bayesian Network		
	DR	FPR	F-score	DR	FPR	F-score	DR	FPR	F-score
F	0.97	0.01	0.97	0.94	0.04	0.94	0.90	0.01	0.94
F\Metadata Feature Set	0.96	0.03	0.97	0.93	0.05	0.94	0.92	0.02	0.94
F\Content Feature Set	0.95	0.02	0.96	0.92	0.05	0.93	0.90	0.04	0.94
F\Interaction Feature Set	0.93	0.02	0.95	0.93	0.05	0.93	0.85	0.04	0.89
F\Community Feature Set	0.94	0.02	0.95	0.93	0.05	0.93	0.84	0.02	0.90

तालिका 2: इन मापदंडों के साथ विभिन्न एल्गोरिदम के प्रदर्शन की तुलना के परिणाम

Spammers and Benign Users Ratio	random forest			Bayesian network			decision tree		
	DR	FPR	F-score	DR	FPR	F-score	DR	FPR	F-score
1:2	0.96	0.009	0.96	0.88	0.01	0.92	0.92	0.02	0.93
1:5	0.92	0.007	0.92	0.88	0.01	0.90	0.89	0.02	0.88
1:10	0.87	0.002	0.91	0.90	0.00	0.93	0.86	0.01	0.86

तालिका 3: वास्तविक उपयोगकर्ताओं और स्पैमर्स के विभिन्न अनुपातों के साथ एल्गोरिदम के प्रदर्शन में बदलाव

5. निष्कर्ष CONCLUSION

पुराने तरीके अपने प्रदर्शन और प्रोफाइल के आधार पर स्पैमर उपयोगकर्ताओं की पहचान करते हैं, जबकि प्रस्तावित दृष्टिकोण यह तो करता ही है, लेकिन इसके साथ ही इसके पड़ोसी नोड्स के आधार पर और इंटरैक्शन नेटवर्क के आधार पर भी काम करता है। मेटाडेटा–आधारित तकनीकों का प्रदर्शन उतना अच्छा नहीं होता है, क्योंकि वे विभिन्न एल्गोरिदम द्वारा मूर्ख बनाये जा सकते हैं। बातचीत– और समुदाय आधारित विशेषताओं को प्रयुक्त करने वाले तरीके और तरकीबें, ऊपर परिभाषित सभी मापदंडों के आधार पर बेहतर प्रदर्शन करती पायी गयीं हैं। आज जब सारी दुनिया अंतरजाल का प्रयोग करती है, और पैसे के लेन देन भी अंतरजाल पर होते हैं, इसीलिये यह आवश्यक है कि स्पैम को पहचाना जा सके और अंतरजाल को सुरक्षित बनाया जा सके। इसके लिए ये सभी तकनीकें बहुत वांछनीय हैं।

प्रयुक्त शब्दावली

Community Based Features	समुदाय आधारित विशेषताएं
Correlation	सह – संबंध
Cyber Crime	साइबर अपराध, अंतराजाल पर होने वाले अपराध
DR (Detection rate)	गलत सन्देश पकड़ने की दर
FN (False Negative)	जो सन्देश गलत था उसकी सही के रूप में गलती से हुई पहचान
FP (False Positive)	जो सन्देश गलत नहीं था उसकी गलत के रूप में गलती से हुई पहचान
FPR (False Positive Rate)	झूठी सकारात्मक दर
F Score	सटीकता / नीर क्षीर विवेकशीलता की शक्ति
Genuine (human) users	वास्तविक (मानव) उपयोगकर्ता

Metadata Based Techniques	पोस्ट या ट्वीट की सामग्री आधारित निर्णय व्यवस्था
OSN/ Open Social Network	अंतर्जाल पर उपलब्ध खुली हुई सामाजिक बातचीत आदि की सेवाएं जिन्हे कोई भी उपयोग में ले सकता है।
Phishing	व्यक्तिगत जानकारी, जैसे पासवर्ड और क्रेडिट कार्ड नंबर प्रकट करने के लिए व्यक्तियों को प्रेरित करने के लिए प्रतिष्ठित कंपनियों से ईमेल भेजने का फर्जी अभ्यास।
Random Forest, Decision Tree and Bayesian Network	वर्गीकरण / तुलना के तरीके
Random number Generator	अनियमित संख्याएँ बनाने वाले कम्प्यूटर प्रोग्राम
Real Time	जब अंतर्जाल पर जो हो रहा है उस पर आधारित त्वरित निर्णय उसी समय लिए जाना
Registered Follower	पंजीकृत अनुयायी
Social Bots	सामाजिक अंतरजाल पर मनुष्य की ही तरह झूठे पोस्ट या ट्वीट करने वाले सॉफ्टवेयर प्रोग्राम
Spam	लोगों को गुमराह करने या फंसाने के लिए भेजे गए झूठे सन्देश या पोस्ट
Spammer	झूठे संदेश या पोस्ट भेजने वाले स्रोत (मनुष्य भी और बॉट भी)
Time Activation Function	समय सक्रियण सबरूटीन जिससे ट्वीट ट्रिगर हो जाता है
TN (True negative)	जो सन्देश सही था (वास्तविक उपयोगकर्ता का सच्चा सन्देश) उसकी सही के रूप में सही पहचान
TP (True positive)	जो सन्देश गलत था उसकी गलत के रूप में सटीक पहचान

संदर्भ References :

1. Fazil, Mohd & Abulaish, Muhammad. (2018). "A Hybrid Approach for Detecting Automated Spammers in Twitter". IEEE Transactions on Information Forensics and Security. PP. 1-1. 10.1109/TIFS.2018.2825958.
2. K. Soundararajan , U Eranna , Shilpa Mehta, "A Neural Technique for Classification of Intercepted e-mail Communications with Multilayer Perceptron using BPA with LMS Learning" International Journal of Advances in Electrical and Electronics Engineering, https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.639.3947&rep=rep1&type=pdf
3. Shilpa Mehta , U Eranna , K. Soundararajan "A Fuzzy Technique for Classification of Intercepted Communication" International Journal of Communication Engineering Applications-IJCEA, ISSN: 2230-8520; e-ISSN: 2230-8539, pp 412- 416, Volume 3 Issue 1 https://www.researchgate.net/profile/Shilpa_Mehta2/publication/267558855_A_Fuzzy_Technique_for_Classification_of_Intercepted_Communication/links/578f372b08ae9754b7ecc2e1.pdf
4. M. Tsikerdekis, "Identity deception prevention using common contribution network data," IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 2017, vol. 12, no. 1, pp. 188–199.
5. S. Lee and J. Kim, "Warningbird: A near real-time detection system for suspicious urls in twitter stream," IEEE Transaction on Dependable and Secure Computing, 2013, vol. 10, no. 3, pp. 183–195.
6. A. H. Wang, "Don't follow me: Spam detection in twitter," in Proc. SECRYPT, Athens, 2010, pp. 1– 10
7. Y. Boshmaf, I. Muslukhov, K. Beznosov, and M. Ripeanu, "Design and analysis of social botnet," Computer Networks, 2013, vol. 57, no. 2, pp. 556– 578.
8. G. Stringhini, C. Kruegel, and G. Vigna, "Detecting spammers on social networks," in Proc. ACSAC, Austin, Texas, 2010, pp. 1–9.
9. H. Yu, M. Kaminsky, P. B. Gibbons, and A. Flaxman, "Sybilguard: Defending against sybil attacks via social networks," IEEE/ACM Transactions on Networking, 2008, vol. 16, no. 3, pp. 576–589.

रेडियो स्पेक्ट्रम – आवश्यकताएँ और प्रबंधन

Radio Spectrum- Requirements and its Management

डॉ. अशोक चन्द्र, डी. एस–सी.

Dr. Ashok Chandra, D.Sc.
Wireless Adviser to the Government of India (Former);
Expert, International Telecommunications Union (ITU)
drashokchandra@gmail.com

सारांश

इस लेख में, रेडियो स्पेक्ट्रम की ज़रूरतें और इसके प्रबंधन की आवश्यकताओं का अवलोकन प्रस्तुत किया गया है। रेडियो स्पेक्ट्रम एक प्राकृतिक संसाधन है जो सीमित मात्रा में उपलब्ध है। वायरलेस तकनीकी, उच्च क्षमता की ब्रॉडबैंड सेवाएं प्रदान करने में बहुत ही महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। रेडियो स्पेक्ट्रम, वायरलेस तकनीकी का प्राण तत्व है। यह उल्लेख करना है कि जल, स्थल और नभ जहाँ भी, सूचनाओं का आदान प्रदान, बिना किसी भौतिक माध्यम से होता है, वह बेतार प्रणाली से संभव है। रेडियो स्पेक्ट्रम के छोटे भागों में एक से अधिक सेवाएं समाहित होती है। अतः, कुशलतापूर्वक रेडियो संचार सेवाओं को प्रदान करने के लिए अत्यावश्यक है कि दक्षता से रेडियो स्पेक्ट्रम का प्रबंधन किया जाये। अंतर्राष्ट्रीय दूरसंचार संघ (ITU), संयुक्त राष्ट्र की एक विशेष एजेंसी, विश्व स्तर पर रेडियो स्पेक्ट्रम प्रबंधन के लिए उत्तरदायी है। ITU का रेडियोसंचार सेक्टर, अध्ययन समूहों (Study Groups) और उनकी वर्किंग पार्टी (Working Parties) के माध्यम से काम करता है। सभी अध्ययन समूहों के लिए बहुत सारे अध्ययन प्रश्नों को परिभाषित किया गया है। विश्व में कई शोध संस्थाएं और वैज्ञानिक, रेडियो स्पेक्ट्रम विषयों पर सतत शोध करते रहते हैं। इन संस्थानों और विषय विशेषज्ञों ने बहुत सारे कीर्तिमान स्थापित किये हैं। उनके कार्यों की विवेचना और उपयोग, राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर आकलित होता रहता है। एक उदाहरण के लिए, इन्ही शोधों के परिणामस्वरूप 2G, 3G, 4G और 5G की उपयोगिताएं, हमारे जीवन का अभिन्न हिस्सा बन चुकी है। इस लेख में, उदाहरण स्वरूप शोध के लिए दो अध्ययन प्रश्नों का उल्लेख किया गया है। वर्तमान समय में इन अध्ययनों का कार्यकाल 2023 तक है, और तदुपरांत इसके शोध परिणाम, ITU के रिपोर्ट के रूप में प्रकाशित होंगे। भारत में, भले ही अन्य विषयों में बड़े शोध संस्थान स्थापित किए गए हों, लेकिन रेडियो स्पेक्ट्रम प्रबंधन अनुसंधान की गतिविधियों के लिए विशिष्ट रूप से समर्पित कोई संस्था नहीं है।

Abstract

In this Article, an overview of the requirements of Radio spectrum and its management, has been presented. The need for digitalization has been drastically accelerated due to Covid-19 pandemic situations faced by the entire world including India. We are able to conduct our works/meetings, activities through ONLINE. This trend shall be more vigorous during Post Covid-19, as we will be more dependent on Information & Communications Technologies (ICT) requiring much lesser human intervention. Most of the ICT systems shall be energized using wireless technologies. For the functioning of ICT systems, we will require robust and very high-speed broadband structure.

Life line for the wireless Technologies is the Radio spectrum. The advantages of wireless technologies are savings of often complex and expensive cables, cable protection and plugs, the increased mobility and flexibility etc. The radio spectrum caters to forty-one different types of radio communication services, including safety services, viz., aeronautical, maritime, radio navigation, radiolocation, radio astronomy, meteorological, broadcasting, satellite broadcasting, fixed, fixed-satellite, mobile, mobile-satellite, and space services etc. Here, the role of the International Telecommunications Union (ITU) in the spectrum management has been described. Further, briefly about Study Groups and their Working Parties have been elaborated. Two Study Questions of Study Group-1 have been indicated for research purposes. It may be mentioned that in India, even though large research establishments in several disciplines have been established by the Governments, no professional institution is exclusively dedicated to Radio Spectrum Management research activities. Only piece meals of work relating to Radio Spectrum are being undertaken by some of the existing institutes, which would not suffice to fulfill the demand of research needs to be undertaken towards radio spectrum engineering and management.

प्रस्तावना

इस असाधारण Covid-19 महामारी संकट ने कई व्यवसायों, सेवाओं और अनुप्रयोगों के डिजिटलाइजेशन को तेज कर दिया है विशेष रूप से दूरसंचार, स्वास्थ्य देखभाल, अपरिहार्य वस्तुओं और शिक्षा का प्रबंधन आदि। COVID –19, के उपरान्त हम उन चीजों पर भरोसा करेंगे, जिनमें न्यूनतम मानवीय शारीरिक सहभागिता शामिल है, और इसलिए चिकित्सा सहायता, टेलीमेडिसिन, आर्थिक, संचार, स्वचालित उद्योग 4.0/5.0 आदि क्षेत्रों में सुधारात्मक और सहायक दृष्टिकोण की आवश्यकता होगी। इन सब कार्यों को संचालित और सम्पादित करने के लिए अति उच्च क्षमता के ब्राडबैंड नेटवर्क की आवश्यकता पड़ती है। यह नेटवर्क या तो तार (ऑप्टिकल फाइबर) द्वारा या बेतार (वायरलेस) द्वारा स्थापित किया जा सकता है। यहां पर हम वायरलेस नेटवर्क के बारे में चर्चा करेंगें। इसके संचालन के लिए रेडियो स्पेक्ट्रम की अत्यंत आवश्यकता पड़ती है। रेडियो स्पेक्ट्रम, वायरलेस तकनीक की जीवन रेखा है। रेडियो तरंगों के बिना जीवन की कल्पना करना मुश्किल है। यह सभी वायरलेस अनुप्रयोगों के लिए एक महत्वपूर्ण प्राकृतिक दुर्लभ संसाधन है।

पिछले कुछ दशकों में सामाजिक–तकनीकी विकास ने आईसीटी (ICT) विकास को ब्रॉडबैंड संचार के माध्यम से महत्वपूर्ण रूप से संचालित किया है। विकसित और विकासशील, दोनों तरह के देशों के आर्थिक और सामाजिक विकास में ICT महत्वपूर्ण योगदान दिया है। मोबाइल ब्रॉडबैंड संचार पूरे समाज के दैनिक जीवन में बारीकी से एकीकृत हो गए हैं। यह उम्मीद की जाती है कि सामाजिक–तकनीकी रुझान और मोबाइल संचार प्रणालियों का विकास एक साथ मिलकर और मजबूती से बना रहेगा। आईसीटी क्षेत्र में दुनिया भर में, प्रौद्योगिकियों और उपकरणों के तेजी से विकास और आविष्कारों के कारण एक अभूतपूर्व घटना हो रही है। इस प्रक्रिया में, कोई भी देश विकास की गति को अपनाने में पीछे नहीं रह सकता है। अन्यथा वह देश न केवल प्रौद्योगिकी की दृष्टि से बल्कि आर्थिक मोर्चे पर भी बहुत पीछे हो सकता है। अब यह कोई रहस्य नहीं है कि आईसीटी किसी देश की आर्थिक वृद्धि में एक प्रमुख भूमिका निभाता है। सुरक्षा, और गोपनीयता हमेशा किसी भी देश के एजेंडे में सबसे ऊपर होते हैं। अधिक जानकारी स्थानांतरित करने में सक्षम कम शक्ति वाले उपकरण दुनिया में क्रांति करने वाले हैं। अधिकांश विकासशील देशों में मुख्य रूप से निर्धारित ब्रॉडबैंड की तुलना में मोबाइल ब्रॉडबैंड अधिक किफायती और प्रचलित होता जा रहा है। रेडियो फ्रिक्वेंसी स्पेक्ट्रम, सभी आईसीटी विस्तार और भविष्य की योजनाओं की

बुनियाद होने के नाते, आर्थिक और संचार प्रौद्योगिकी विकास में एक प्रमुख भूमिका निभाता है।

दूरसंचार जगत में तेजी से बदलाव ने रेडियो स्पेक्ट्रम को किसी भी देश की अर्थव्यवस्था के लिए सबसे मूल्यवान और जीवंत संसाधन बना दिया है। स्पेक्ट्रम के प्रभावी उपयोग से देश की समृद्धि में बड़ा बदलाव आ सकता है, खासकर जहां संचार बेतार प्रौद्योगिकियों पर बहुत अधिक निर्भर हैं। प्रभावी विनियमन (Regulation) से ज्ञानवर्धक समाज का विकास करने में मदद मिलती है और जितना संभव हो सके रेडियो स्पेक्ट्रम से लाभ निकालने के लिए उचित प्लेटफॉर्म प्रदान करता है। दूरसंचार परिचालनों के अलावा, रेडियो फ्रीक्वेंसी स्पेक्ट्रम का उपयोग विभिन्न सरकारी और निजी संगठनों जैसे रक्षा, पुलिस, खुफिया और अन्य सुरक्षा एजेंसियों, प्रसारण, रेलवे, सार्वजनिक उपयोगिता संगठनों, तेल और बिजली उपयोगिता, परमाणु ऊर्जा, खनन और इस्पात, शिपिंग आदि करते हैं। इसके अतिरिक्त एयरलाइंस, एयरोनॉटिकल और समुद्री सुरक्षा संचार, रडार, भूकंपीय सर्वेक्षण, रॉकेट और उपग्रह प्रक्षेपण, पृथ्वी की खोज, प्राकृतिक आपदा पूर्वानुमान आदि भी बड़े पैमाने पर रेडियो स्पेक्ट्रम का उपयोग करते हैं।

रेडियो स्पेक्ट्रम क्या है ?

रेडियो फ्रीक्वेंसी स्पेक्ट्रम, विद्युत चुम्बकीय विकिरण के परिवार के सदस्यों में से एक है। रेडियो स्पेक्ट्रम भी प्रकाश की गति के साथ विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम की तरह गति करता है। रेडियो स्पेक्ट्रम, विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम में तरंगदैर्ध्य के साथ 1 मिमी (मिलीमीटर) से अधिक या अवरक्त (Infrared) प्रकाश की तुलना में लंबा होता है। रेडियो तरंगों की तरंगदैर्ध्य कुछ मिलीमीटर से कम और सैकड़ों किलोमीटर तक होती है। जेम्स क्लर्क मैक्सवेल द्वारा 1865 में किए गए गणितीय कार्यों से पहली बार रेडियो तरंगों की भविष्यवाणी की गई थी। मैक्सवेल ने विद्युत और चुंबकीय अवलोकनों में प्रकाश और समानता के तरंगदैर्ध्य गुणों को देखा। सन् 1887 में, हेनरिक हट्र्ज ने अपनी प्रयोगशाला में प्रयोगात्मक रूप से रेडियो तरंगों को उत्पन्न करके मैक्सवेल की विद्युत चुम्बकीय तरंगों की वास्तविकता का प्रदर्शन किया। सर जगदीश चन्द्र बोस को रेडियो–संचार का जनक माना जाता है, जिन्होंने रेडियो तथा सूक्ष्म तरंगों (Microwave) की प्रकाशिकी पर कार्य किया। मिलीमीटर (mm) स्तर की तरंगें पैदा करने का श्रेय सर बोस को जाता है (देखें बॉक्स)। रेडियो फ्रीक्वेंसी (Radio Frequency) विद्युतचुम्बकीय तरंगों (Wlwcrromagnetic Waves) के परिवार का एक सदस्य है। विद्युतचुम्बकीय तरंगों का फैलाव गामा तरंग से लेकर रेडियो तरंगों तक है दृश्य प्रकाश भी इसी समूह का सदस्य है। कई आविष्कारों ने अंतरिक्ष के माध्यम से जानकारी स्थानांतरित करने के लिए रेडियो तरंगों का व्यावहारिक उपयोग किया। रेडियो स्पेक्ट्रम, 10 KHz से 300 GHz (या, समतुल्य, लगभग 1 मिमी से अधिक तरंगदैर्ध्य) तक होता है, जिसे रेडियो तरंगों के रूप में माना जाता है। यूँ कहा जाये तो, रेडियो स्पेक्ट्रम को नौ आवृत्ति बैंडों में विभाजित किया जाएगा, जिसे निम्न तालिका के अनुसार पूर्ण संख्याओं द्वारा निर्दिष्ट किया जाता है। चूंकि आवृत्ति की इकाई हट्र्ज (Hz) है, इसलिए विभिन्न बैंड की आवृत्तियों को निम्न रूप से व्यक्त किया गया है:

- किलोहट्र्ज़ (kHz) में, तक और 3 000 kHz सहित;
- मेगाहट्र्ज़ (MHz) में, 3 MHz से ऊपर, और 3000 MHz तक;
- गीगाहट्र्ज़ (GHz) में, 3GHz से ऊपर और 3 000 GHz तक।

दूसरे संसाधनों के विपरीत, रेडियो स्पेक्ट्रम का स्वामित्व की तरह उपयोग नहीं किया जा सकता है, लेकिन विभिन्न देशों, सेवाओं, उपयोगकर्ताओं, प्रौद्योगिकियों आदि के बीच इसका उपयोग और साझा किया जा सकता है। नीचे दी गयी तालिका में विभिन्न आवृत्तियों के लिए विभिन्न अनुप्रयोगों का

उल्लेख किया गया है।

तालिका–1

बैंड नंबर	सिम्बल्स	आवृत्ति सीमा	उपयोग
4	VLF	3 जव 30 kHz	निकट–सतह पनडुब्बी संचार
5	LF	30 जव 300 kHz	एएम ब्रॉडकास्टिंग, एयरक्राफ्ट बीकन
6	MF	300 जव 3 000 kHz	एएम ब्रॉडकास्टिंग, एयरक्राफ्ट बीकन
7	HF	3 जव 30 MHz	स्काईवेव लॉन्ग रेंज रेडियो कम्युनिकेशनः शॉर्टवेव ब्रॉडकास्टिंग, मिलिट्री, मैरीटाइम, अमेचर टू–वे रेडियो आदि
8	VHF	30 जव 300 MHz	एफएम रेडियो प्रसारण, टेलीविजन प्रसारण, डिजिटल वीडियो ब्रॉडकास्टिंग–टेरेस्ट्रियल पर्सनल मोबाइल रेडियो (पीएमआर) आदि
9	UHF	300 जव 3 000 MHz	पर्सनल मोबाइल रेडियो, टेलीविजन प्रसारण, माइक्रोवेव ओवन, जीपीएस, मोबाइल फोन संचार (2G, 3G, 4G), वायरलेस लोकल एरिया नेटवर्क (WLAN) आदि
10	SHF	3 जव 30 GHz	सैटेलाइट टेलीविजन प्रसारण, WLAN, माइक्रोवेव रिले, रडार, 5G आदि
11	EHF	30 जव 300 GHz	माइक्रोवेव रिले, इंटर–सैटेलाइट लिंक, हाई रेजोल्यूशन रडार, G आदि
12		300 जव 3 000 GHz	अभी निर्धारित नहीं किया गया है।

रेडियो स्पेक्ट्रम व्यर्थ हो जाता है, यदि इसका उपयोग कुशलता से नहीं किया जाता है। रेडियो स्पेक्ट्रम हमेशा अदृश्य तरंगों के रूप में हमारे आसपास होता है। रेडियो स्पेक्ट्रम का उपयोग अनगिनत प्रौद्योगिकियों द्वारा किया जाता है जो हमारे जीवन के अधिकांश पहलुओं को प्रभावित करते हैं। रेडियो/दूरदर्शन कार्यक्रम देखना–सुनना, लाइव मैच देखना या मोबाइल फोन का उपयोग करना इस अनुप्रयोग के उदाहरण हैं। यह हमें एक दूसरे से संवाद करने और दुनिया को करीब लाने में मदद करता है। आज, रेडियो स्पेक्ट्रम लगभग सभी के जीवन को प्रभावित करता है और राष्ट्रीय सकल घरेलू उत्पाद (जीडीपी) में एक प्रमुख राजनीतिक विषय और महत्वपूर्ण योगदानकर्ता बन गया है। रेडियो स्पेक्ट्रम को दुनिया भर में एक राष्ट्र के सामाजिक आर्थिक विकास के लिए एक महत्वपूर्ण उपकरण के रूप में मान्यता दी गई है।

रेडियो स्पेक्ट्रम अंतरराष्ट्रीय भौगोलिक सीमाएं नहीं मानता क्योंकि यह एक बड़े स्थलीय क्षेत्र में फैला हुआ है। रेडियो स्पेक्ट्रम को 41 रेडियो–संचार सेवाओं के लिए पूरे रेडियो स्पेक्ट्रम रेंज में आवंटित किया गया है। सुरक्षा सेवाओं, अर्थात, वैमानिकी, समुद्री, रेडियोनैविगेशन, रेडियोलोकेशन, रेडियोएस्ट्रोनॉमी, मौसम विज्ञान, प्रसारण, उपग्रह प्रसारण, फिक्स्ड–सैटेलाइट, मोबाइल, मोबाइल–सैटेलाइट, अंतरिक्ष सेवाओं सहित आदि, विभिन्न प्रकार की रेडियो संचार सेवाएं हैं। अंतरराष्ट्रीय संधियों के अनुसार, सभी आवृत्ति बैंड विभिन्न देशों के लिए विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों और प्रौद्योगिकियों के लिए विभिन्न प्रकार के रेडियो–संचार सेवाओं के बीच साझा किए जाते हैं। वर्तमान समय में सभी व्यावसायिक मोबाइल अनुप्रयोगों के लिए रेडियो स्पेक्ट्रम का उपयोग 1–6 GHz के बीच सीमित है।

रेडियो का विनियमन तंत्र (Regulatory Mechanism), सामान्य गतिविधियों में अन्य गतिविधियों के विनियमन (Regulation) से पूरी तरह से अलग है। यह मुख्यतः प्रकृति की वैज्ञानिक विशेषताओं और भौतिक नियमों द्वारा शासित है। रेडियो फ्रीक्वेंसी स्पेक्ट्रम उपयोग को विभिन्न रेडियो सेवाओं के बीच साझा किया जाता है और इसे राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय कानूनों के अनुरूप कुशलतापूर्वक उपयोग किया जाना चाहिए। वायरलेस प्रौद्योगिकियों के प्रभावी कार्यान्वयन से नए राजस्व और व्यावसायिक मॉडल उत्पन्न होंगे और वर्तमान सेवाओं की दक्षता और प्रभावशीलता को भी बढ़ाएंगे। अध्ययन बताते हैं कि संचार प्रौद्योगिकी की पैठ बढ़ी है। अध्ययनों से पता चलता है कि संचार प्रौद्योगिकी की बढ़ती पहुंच वास्तव में विकास के साथ जुड़ी हुई है।

रेडियो फ्रीक्वेंसी स्पेक्ट्रम का प्रबंधन

रेडियो स्पेक्ट्रम का प्रबंधन कानूनी व्यवधानों के साथ प्रशासनिक और तकनीकी प्रक्रियाओं का संयोजन है, जो हानिकारक हस्तक्षेप का कारण बने बिना रेडियो कम्यूनिकेशन सेवाओं के कुशल संचालन को सुनिश्चित करने के लिए आवश्यक है। इसलिए, कुशल और प्रभावी स्पेक्ट्रम प्रबंधन, राष्ट्रीय हितों से समझौता किए बिना समन्वित तरीके से स्पेक्ट्रम आवंटन की सावधानीपूर्वक योजना, बनाने की कला और विज्ञान है। रेडियो सिग्नल व्यापक हैं, यानी, वे मानव निर्मित सीमाओं (अंतरराष्ट्रीय सीमाओं सहित) को नहीं पहचानते हैं। व्यावहारिक रूप में इसका मतलब यह है कि कोई भी दो वायरलेस ट्रांसमिशन एक ही आवृत्ति, एक ही समय और एक ही भौगोलिक क्षेत्र में मौजूद नहीं हो सकते हैं। रेडियो स्पेक्ट्रम को विनियमित (Regulate) किया जाता है ताकि तकनीकी साधनों द्वारा इसके उपयोग को कई गुना किया जा सके। रेडियो स्पेक्ट्रम का प्रबंधन, नियामक ढांचे (Regulatory Framework) के चार स्तरों पर किया जाता है:

(i) रेडियो विनियमों (Radio Regulations) में परिभाषित 41 विभिन्न प्रकार की रेडियो सेवाओं (संदर्भ 4) के लिए फ्रीक्वेंसी बैंड का अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर आवंटन;

(ii) आवृत्ति बैंड का क्षेत्रीय स्तर पर आवंटन;

(iii) राष्ट्रीय आवृत्ति आवंटन योजना (National Frequency Allocation Plan); और

(iv) संबंधित देश द्वारा रेडियो स्पेक्ट्रम लाइसेंसिंग।

अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर

अंतर्राष्ट्रीय दूरसंचार संघ (ITU) को इस संबंध में वैश्विक नेतृत्व प्रदान करने के लिए मान्यता दी गयी है। ITU, संचार नेटवर्क में अंतरराष्ट्रीय कनेक्टिविटी को सुविधाजनक बनाने के लिए 1865 में स्थापित किया गया था। ITU वैश्विक स्तर पर रेडियो स्पेक्ट्रम और उपग्रह कक्षाओं का आवंटन करता है। जहां तक अंतरिक्ष सेवाओं का संबंध है, आईटीयू, अंतरिक्ष प्रणालियों और पृथ्वी स्टेशनों के लिए अंतर्राष्ट्रीय समन्वय, अधिसूचना और रिकॉर्डिंग प्रक्रियाएं करता है और फ्रीक्वेंसी असाइनमेंट नोटिस की जांच भी करता है। आईटीयू के Telecom World ने सार्वजनिक और निजी क्षेत्र के विशेषज्ञों को दुनिया भर के विकासशील और विकसित बाजारों से एक साथ लाया, इस विषय पर प्रदर्शनी, बहस और नेटवर्क का प्रदर्शन किया। यह भी ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि रेडियो आवृत्ति स्पेक्ट्रम एक अंतर्राष्ट्रीय संसाधन है जिसे सभी देशों और कई रेडियो–संचार सेवाओं द्वारा साझा किया जाना चाहिए। इस तथ्य को वर्तमान में लागू ITU (संदर्भ1) (www.itu.int) संविधान में मान्यता दी गई है, जो निर्दिष्ट करता है कि रेडियो आवृत्ति स्पेक्ट्रम एक सीमित प्राकृतिक संसाधन है जिसे सभी देशों द्वारा समान रूप से साझा किया जाना चाहिए। उपयुक्त रेडियो फ़्रीक्वेंसी की सीमित उपलब्धता, सभी देशों के सभी रेडियो– संचार सेवाओं के लिए इस संसाधन का प्रबंधन के लिए प्रत्यक्ष और

परोक्ष रूप से अति महत्वपूर्ण है। आईटीयू (ITU), सरकारों और निजी क्षेत्र के लिए वैश्विक केंद्र बिंदु है। आईटीयू, तीन मुख्य क्षेत्रों (मबजवते) के माध्यम से कार्य करता है और दुनिया की मदद करता है:

a) आईटीयू–डी (ITU-D): विकास (Development) सेक्टर (संदर्भ 2)– दूरसंचार विकास क्षेत्र निवेश को आकर्षित करने और सार्वभौमिक पहुंच को बढ़ावा देने के लिए एक स्थिर और पारदर्शी ढांचा बनाने के लिए आईसीटी क्षेत्र में सुधार करने में सरकारों का समर्थन करता है। यह विकासशील देशों की मदद करने के लिए व्यावहारिक कार्यशालाएं, सर्वोत्तम अभ्यास और उपकरण भी प्रदान करता है। ITU-D, प्रौद्योगिकी, नीति और नियामक परिवर्तनों के साथ कदम रखने के लिए दूरसंचार इंजीनियरों, उच्च–स्तरीय प्रबंधकों और नीति–निर्माताओं को प्रशिक्षित करने में भी मदद करता है।

b) आईटीयू–टी (ITU-T): मानकीकरण (Standardization) सेक्टर (संदर्भ 3)– दूरसंचार मानकीकरण क्षेत्र (ITU-T) के कर्तव्यों में तकनीकी और परिचालन संबंधी प्रश्नों का अध्ययन करना और दुनिया के दूरसंचार नेटवर्क और प्रणालियों के निर्बाध संपर्क को बढ़ावा देने के लिए सिफारिशें जारी करना है। यह सेक्टर एक एकीकृत वातावरण में मल्टीमीडिया आधारित संचार की एक नई दुनिया के विकास की सुविधा प्रदान करता है। यह सेक्टर अंतर्राष्ट्रीय दूरसंचार सेवाओं के लिए टैरिफ और लेखा सिद्धांतों पर सिफारिशों को भी अपनाता है और सामग्री (Content) से संबंधित नीतिगत मुद्दों पर विचार करता है।

c) आईटीयू–आर (ITU-R): रेडियोसंचार सेक्टर – अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर, आवृत्ति बैंड का अंतर्राष्ट्रीय आवंटन, आईटीयू (रेडियो–आर) के रेडियोकम्यूनिकेशन सेक्टर की मुख्य गतिविधि है जो रेडियो–फ्रीक्वेंसी स्पेक्ट्रम और उपग्रह कक्षाओं के वैश्विक प्रबंधन में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। ITU-R, बड़ी संख्या में सेवाओं की मांग जैसे कि फिक्स्ड, मोबाइल, ब्रॉडकास्टिंग, अमेचर रेडियो (Amateur Radio), अंतरिक्ष अनुसंधान, आपातकालीन दूरसंचार, मौसम विज्ञान, ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम, पर्यावरण निगरानी और संचार सेवाएं (जो समुद्र और आसमान में जमीन पर जीवन की सुरक्षा सुनिश्चित करती हैं) का अध्ययन कर सिफारिशें देता है। आईटीयू–आर Sector (संदर्भ 4), अध्ययन समूहों (Study Groups) और उनकी वर्किंग पार्टी (Working Parties), विश्व रेडियो संचार सम्मेलन (World Radio communications Conferences- WRC), विश्व सम्मेलन की तैयारी बैठकें (Conference Preparatory Meetings) के माध्यम से काम करता है। विश्व रेडियो संचार सम्मेलन (WRC) दुनिया भर में प्रबंधन और रेडियो आवृत्ति स्पेक्ट्रम के विनियमन (Regulation) के लिए सर्वोच्च संस्था है। ITU के संविधान की शर्तों के तहत WRC निम्नलिखित कार्य कर सकता है:

(i) रेडियो विनियमों (Radio Regulations) और किसी भी संबद्ध रेडियो फ्रिक्वेंसी असाइनमेंट और अलॉटमेंट प्लान का संशोधन;

(ii) विश्व के रेडियोसंचार संबंधित किसी भी विषय को संबोधित करना;

(iii) रेडियो विनियमन बोर्ड (Radio Regulation Board) और रेडियोसंचार ब्यूरो (Radio Communications Bureau) को अपनी गतिविधियों की समीक्षा करने का निर्देश दें; और

(iv) अध्ययन समूहों द्वारा, अध्ययन के लिए प्रश्न निर्धारित करें।

अंतर्राष्ट्रीय दूरसंचार संघ (ITU) ने, रेडियो

फ्रीक्वेंसी स्पेक्ट्रम के आबंटन के लिए दुनिया को तीन क्षेत्रों में विभाजित किया है: –

क्षेत्र 1– में पूरा यूरोप, अफ्रीका, मध्य पूर्व और एशिया का उत्तरी भाग शामिल है;

क्षेत्र 2– में अमेरिका शामिल है; तथा

क्षेत्र 3– में दक्षिण एशिया का भाग, ऑस्ट्रेलिया शामिल है।

यह ध्यान देने योग्य बात है कि हमारा देश, क्षेत्र 3 के अंतर्गत आता है।

राष्ट्रीय स्तर पर रेडियो फ्रीक्वेंसी स्पेक्ट्रम का प्रबंधन

दुनिया के प्रत्येक देश का अपना रेडियो स्पेक्ट्रम प्रबंधन का प्राधिकरण है। जैसे संयुक्त राज्य अमेरिका एक द्विभाजित स्पेक्ट्रम प्रबंधन प्रणाली में कार्य करता है। संघीय संचार आयोग (FCC) (संदर्भ 5), वाणिज्यिक (Commercial) वायरलेस संचार उपयोगकर्ताओं (नेमते), राज्य, और स्थानीय सरकार के स्पेक्ट्रम उपयोगकर्ताओं को नियंत्रित करता है। जबकि राष्ट्रीय दूरसंचार और सूचना प्रशासन (NTIA) (संदर्भ 6), संघीय सरकार के उपयोग में आने वाले स्पेक्ट्रम को नियंत्रित करता है। यूनाइटेड किंगडम (UK) में रेडियो स्पेक्ट्रम प्रबंधन की ज़िम्मेदारी OFCOM (संदर्भ 7) की है। भारत में, वायरलेस प्लानिंग एंड कोऑर्डिनेशन (WPC) विंग (Wing), भारत सरकार का राष्ट्रीय रेडियो नियामक प्राधिकरण (National Radio Spectrum Authority) की है। भारत देश में, WPC Wing (संदर्भ 8), रेडियो फ्रीक्वेंसी स्पेक्ट्रम प्रबंधन के लिए पूर्णतया जिम्मेदार है। रेडियो स्पेक्ट्रम प्रबंधन में, रेडियो स्पेक्ट्रम प्रबंधन प्राधिकरण की निम्नलिखित तीन आवश्यक भूमिकाएँ हैं:

- रेडियो स्पेक्ट्रम आबंटन की नीति और योजना बनाना;
- रेडियो स्पेक्ट्रम उपयोग के लिए तकनीकी स्थितियों की स्थापना; और
- उपयोगकर्ताओं को रेडियो स्पेक्ट्रम का वितरण और स्पेक्ट्रम लाइसेंस जारी करना।

रेडियो स्पेक्ट्रम प्रबंधन संबंधी शोध के आयाम

जैसा कि उपर्युक्त पैरा में दर्शाया गया हैं, आईटीयू–आर सेक्टर, अध्ययन समूहों (Study Groups) और उनकी वर्किंग पार्टी (Working Parties) द्वारा निर्दिष्ट कार्यों को सम्पादित करता है। अध्ययन समूह, विश्व रेडियोसंचार सम्मेलन में लिए गए फैसलों के लिए तकनीकी आधार विकसित करते हैं और वैश्विक मानक (सिफारिशें), रिपोर्ट और हैंडबुक (Handbook) तैयार करते हैं। विभिन्न संगठनों से 5000 से अधिक विशेषज्ञ, अध्ययन समूहों के लिए काम करते हैं। इन अध्ययन समूहों की संरचना 4 वर्षों के लिए होती है। इस समय की स्टडी साइकिल 2023 तक है। इन वर्षों की अवधि के लिए, छह (6) अध्ययन समूहों की पहचान की गई है। अध्ययन समूह 1, 3, 4, 5, 6 और 7 हैं। यहाँ पर हम अध्ययन समूह 1– स्पेक्ट्रम प्रबंधन–के बारे में चर्चा करेंगें। इसकी तीन वर्किंग पार्टी (Working Parties) हैं। 1A– स्पेक्ट्रम इंजीनियरिंग तकनीक, 1B- स्पेक्ट्रम प्रबंधन के तरीके और आर्थिक रणनीति, और 1C- स्पेक्ट्रम मॉनिटरिंग (Monitoring)।

अध्ययन समूहों (Study Groups) और उनकी वर्किंग पार्टी (Working Parties) की, अंतर्राष्ट्रीय (ITU) और राष्ट्रीय स्तरों पर बैठकें सतत चलती रहती हैं जहाँ विशेषज्ञ के शोध कार्यों पर विस्तार से चर्चा की जाती है। वैसे तो उपर्युक्त अध्ययन समूहों के लिए परिभाषित अध्ययन हेतू बहुत सारे प्रश्न (Study Questions) हैं पर नमूने के तौर हम यहां अध्ययन समूह 1– "स्पेक्ट्रम प्रबंधन" संबंधी दो अध्ययन प्रश्नों को जो शोध कार्यों के लिए उचित है, उसका वर्णन करेंगे। इन प्रश्नों को ITU ने परिभाषित किया है और इसे अपने देश के संदर्भ में शोध कर सकते हैं। उपरोक्त अध्ययन 2023 तक पूरा किया जाना है।

(A) प्रश्न संख्या **ITU-R** 238/1

ब्राडबैंड (Broadband) **संचार के लिए दृश्य प्रकाश** (Visible Light) **का उपयोग**

अध्ययन के विषयः

(i) दृश्य प्रकाश भाग में ब्रॉडबैंड संचार के विकास का क्या उद्देश्य हैं?

(ii) ब्रॉडबैंड संचार के लिए उपयोग किए जाने वाले दृश्य प्रकाश से जुड़े नए अनुप्रयोग क्या हैं?

(iii) दृश्य प्रकाश संचार के और अधिक विकास के लिए आवश्यक तकनीकी विशेषताएँ क्या हैं?

(B) प्रश्न संख्या **ITU-R** 205–2/1

स्पेक्ट्रम उपयोग के लिए दीर्घकालिक (Long Term) **रणनीति** (Strategy)

अध्ययन के विषयः

(i) स्पेक्ट्रम उपयोग के लिए दीर्घकालिक रणनीति विकसित करने के लिए उपयुक्त तरीके क्या हैं?

(ii) दीर्घकालिक स्पेक्ट्रम उपयोग के लिए विकासशील रणनीतियों को ध्यान में रखते हुए कौन से महत्वपूर्ण तकनीकी कारक (Factors) हैं?

(iii) वर्तमान स्पेक्ट्रम उपयोग से दीर्घकालिक उद्देश्यों के लिए परिवर्तनकाल (Transition) के लिए क्या उपयुक्त प्रक्रियाएं हैं?

उपरोक्त अध्ययनों के शोध परिणामों को आईटीयू (ITU) की सिफारिशें/रिपोर्ट में शामिल किया जायेगा।

उपसंहार

सूचना और संचार प्रौद्योगिकी (ICT) सिस्टम्स के द्वारा कार्यकलापों को संचालित करने के लिए उच्च क्षमता वाले ब्रॉडबैंड की आवश्यकता पड़ती है। यह वायरलेस तकनीकी से ही सुचारु रूप से संभव है। वायरलेस सिस्टम्स रेडियो स्पेक्ट्रम चालीस से अधिक विभिन्न स्पेक्ट्रम बैंड में रेडियो कम्यूनिकेशन सेवाओं के प्रयुक्त होते हैं। रेडियो स्पेक्ट्रम प्रबंधन यह सुनिश्चित करती है कि सेवाएं निर्बाध रूप से हस्तक्षेप मुक्त तरीके से चलित हों। अंतर्राष्ट्रीय दूरसंचार संघ (ITU), अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर स्पेक्ट्रम का प्रबंधन करता है। अंतर्राष्ट्रीय संधि (International Treaty) के तहत सभी देश स्पेक्ट्रम प्रबंधन में मोटे तौर पर बँधे होते हैं। विश्व रेडियो कम्युनिकेशन सम्मलेन– WRC, जो हर तीन या चार वर्षो में होती है, ITU की सर्वोच्च संस्था है। यह विभिन्न स्पेक्ट्रम बैंड में स्पेक्ट्रम का निर्धारण करती है। WRC में लिए गए निर्णय के आधार पर रेडियो विनियमन (Regulation) निर्मित होता है। WRC, अध्ययन समूहों और उनकी वर्किंग पार्टी, में निर्धारित अध्ययन प्रश्नों के परिणाम के आधार पर भी कार्य करती है। इस लेख में उदहारण के तौर पर दो प्रश्नों का उल्लेख किया गया है, जिस पर इस देश में शोध कार्य हो सकता है। इसके अलावा और भी प्रश्नों पर शोध कार्य हो सकता है। ITU द्वारा निर्धारित अध्ययन समय 2023 तक है।

तालिका–2: लेख में प्रयुक्त होने वाले अंग्रेजी शब्दावली और तदनुरूप उनके हिंदी शब्दावली

Technical Terminology in English	तदनुरूप हिंदी शब्दावली
Aeronautical	वैमानिकी
Amateur Radio	अमेचर रेडियो
Characteristics	विशेषताएँ
Commercial	वाणिज्यिक
Ionosphere	आयनमंडल
Maritime Mobile	समुद्री मोबाइल
Navigation	नेविगेशन
Radio Astronomy	रेडियो खगोलविज्ञान
Regulation	विनियमन

Remote Sensing	सुदूर संबेदन
Standardization	मानकीकरण
Terrestrial	स्थलीय

संदर्भ / References

1. www.itu.int
2. https://www.itu.int/en/ITU-D/Pages/default.aspx
3. https://www.itu.int/en/ITU-T/Pages/default.aspx
4. https://www.itu.int/pub/R-REG,https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/Pages/default.aspx
5. https://www.fcc.gov/
6. https://www.ntia.doc.gov/
7. https://www.ofcom.org.uk/home
8. https://dot.gov.in/spectrum-management/2457

रेडियोसंचार के जनक थे
डॉ. जगदीश चन्द्र बोस

डॉ. जगदीश चन्द्र बोस (30–11–1958 – 23–11–1937) को रेडियो–संचार का जनक माना जाता है। वे ऐसे विज्ञानी थे जिन्होंने पहले भौतिकी में शोधकार्य किया, फिर बाद में शरीरक्रिया विज्ञान में अनुसंधान किया। वे पहले वैज्ञानिक थे जिन्होंने रेडियो तथा सूक्ष्म तरंगों की प्रकाशिकी पर कार्य किया। बेतार के तार के क्षेत्र में जिस आधारभूत शोध कार्य के लिए वे जाने जाते हैं उसे हम वायरलेस टेलीग्राफी कहते हैं। इस पद्धति में बिना तार के संदेश एक जगह से दूसरी जगह विद्युतचुंबकीय तरंगों के जरिये भेजे जाते हैं। हेनरिख हट्र्ज ने 60 सेन्टीमीटर तरंगदैर्ध्य की विद्युतचुंबकीय तरंगें उत्पन्न कीं तथा उनके गुणों का अध्ययन किया। लेकिन मिलीमीटर स्तर की तरंगें पैदा करने का श्रेय डॉ. बोस को जाता है जिन्होंने 5 मिलीमीटर तरंगदैर्ध्य की विद्युतचुंबकीय तरंगें पैदा कीं। संदेश–संप्रेषण में छोटी तरंगों की उपयोगिता को वे पहले ही समझ गये थे। वायरलेस टेलीग्राफी के क्षेत्र में बोस के कार्य मील के पत्थर सदृश हैं। ऐसा माना जाता है कि मार्कोनी ने अटलांटिक पार संदेश भेजने के लिए जिस युक्ति का प्रयोग किया था वह बोस के आविष्कार पर आधारित था। डॉ. बोस को माइक्रोवेव आप्टिक्स का अग्रणी माना जाता है। सर्वप्रथम उन्होंने ही समझाया था कि अर्द्धचालकों के इस्तेमाल से रेडियो तरंगों का पता लगाया जा सकता है। उनका गैलीना रिसीवर, लेड सल्फाइड फोटोसंचालक उपकरण का नमूना था, जिसके लिए उन्हें अमेरिकी पैटेन्ट प्राप्त हुआ था। यह उनका एक मात्र पेटेन्ट था जिसके लिए उन्होंने अपने मित्रों के बहुत आग्रह पर आवेदन किया था। उनका मानना था कि शोधकार्य सर्वसुलभ तथा अधिकारमुक्त होना चाहिए।

– डॉ. कृष्ण कुमार मिश्र

सोपान संगीत – केरल के मंदिरों में प्रचलित संगीत की विशिष्ट गायन शैली
Sopan Sangeet: A Unique Temple Tradition of Kerala

प्रोफेसर दीप्ति ओमचेरी भल्ला
Prof. Deepti Omcherry Bhalla
Dean and Head, Department of Music, Delhi University, India
lasyangam@rediffmail.com

Abstract:

Spirituality has been at the center of Indian knowledge and science. Music has a special place in the fine arts. This tradition, which originated from Samaveda, being strengthened by the treatises like Natyashastra, Sangeet Ratnakara etc., in its Classical and Folk forms, continues to evolve with changing times, into new moulds, in different regions of the country. Music is the easiest path, that leads towards union with the Ishta devata (God). The singing developed into a distinct mode when associated with temple rituals and services. This article, is an attempt to highlight the unique aspects of Sopana Sangeet, the temple music of Kerala, for its readers, to acquaint themselves with the unique singing style of ancient music prevalent in the temples of Kerala.

सारांशः

आध्यात्म भारतीय ज्ञान–विज्ञान के केन्द्र में रहा है। ललित कलाओं में संगीत का एक विशेष स्थान है। सामवेद से निकली यह परम्परा, नाट्यशास्त्र, संगीत रत्नाकर आदि शास्त्रों से पुष्ट होते हुए, अपने देशी एवं मार्गी रूप में, आज भी देश के विभिन्न भागों में नित नया प्रयोग कर रही है। संगीत इष्ट तक पहुँचने का सबसे सुगम मार्ग है। गायन की शैली यदि खास तौर से मन्दिरों के लिए हो तो वह और विशिष्ट हो जाती है। इस लेख में केरल के मंदिरों में प्रचलित, प्राचीन संगीत की विशिष्ट गायन शैली "सोपान संगीत" के महत्त्वपूर्ण बिन्दुओं को पाठकों के सन्मुख रखने का प्रयास किया है।

सोपान संगीत केरल के मंदिरों में, मुख्य रूप से गर्भगृह में, गाए जाने वाले संगीत की एक विशिष्ट गायन शैली है। केरल के मंदिरों में प्रवेश करते ही हम इडक्क्या(वाद्ययंत्र) की आवाज सुनते हैं। इडक्क्या, एक मधुर वाद्य है जिसमें से नाद प्रतिध्वनित और ओजस्वी रूप से प्रकट होती है। गर्भगृह के अन्दर, पुजारी के पूजा करने के समय गर्भगृह का द्वार बंद किया जाता है। उस समय कोट्टीपाड़ी (कोट्टी –बजाना, पडी–गाना) सेवक गर्भगृह की सीढ़ियों के समीप खड़े होकर, इस वाद्ययंत्र को बजाते हुए, भक्ति गीत गाता है, जो पूजा को सार्थक करता है, और भक्त को तत्क्षण भगवान से जोड़ता है। 'इड़ा' अर्थात् 'बीच' या 'जोड़'। भक्त और ईश्वर को जोड़ने के इस प्रयास कारण ही इस वाद्ययंत्र को इडक्क्या नाम दिया गया है। केरल के कई अन्य वाद्यों की तुलना में, इसकी ध्वनि अत्यंत कोमल और मधुर है।

1. इडक्क्या वाद्ययंत्र

2. पद्मश्री डॉ. लीला ओमचेरी एवं अन्य कलाकार

सोपान संगीत प्रारंभ में मंदिर गर्भगृह में और बाद में कथकली और मोहिनीअपट्टम के संगीत में विकसित और विस्तारित हुआ। इस संगीत में स्वरों की अभिव्यक्ति, दक्षिण के कर्नाटक संगीत के स्वरों से भिन्न है। विशेष रूप से इस संगीत में प्रयोग किए गए गमक, स्वरों में कम्पन, आंदोलन इत्यादि, जो सोपान संगीत को एक विशिष्ट शैली बनाता है। सोपान संगीत के इन विशेष प्रयोगों का विश्लेषण करने की कोशिश मैंने अपनी मां के साथ, 1990 के दशक में, केरल के मंदिरों की यात्रा कर एवं सोपान संगीत पर पीएचडी करने के दौरान की थी। सोपान संगीत की प्रारंभिक शिक्षा (मौखिक रूप से) मैंने अपनी मां से ली, जिन्होंने मौखिक रूप से अपनी दादी गोरीकुटिपिला, मां लक्ष्मीकुटियम्मा और श्री सुब्रमण्यम, जो उस समय कन्याकुमारी जिले के तिरुवट्टार आदिकेशव मंदिर के स्थानविद् थे, से शिक्षा ग्रहण की।

इससे पहले कि हम इस गायन शैली को समझें, हमारे लिए इस क्षेत्र के संगीत को समझना महत्वपूर्ण है। 15वीं शताब्दी तक केरल के प्रादेशिक संगीत के सामूहिक रूप को "पा" या "पाट्टु" शब्द से जाना जाता था। इस संगीत में एक सहजता, नैसर्गिक सुंदरता और भावनात्मक अपील थी। इनमे कुछ पाट्टु (गीत) भक्तिपूर्ण, कुछ मनोरंजक और ऐतिहासिक थे। इनमें से कई गीतों में, शब्दों का केवल एक गौण विचार होता था, जिसमें प्रत्येक अक्षर या शब्दांश को किसी भी अवधि तक बढ़ाया जा सकता था। इस रचना पद्धति के अन्तर्गत स्तोत्र, पाणर पाट्टु, कलमएझुत्तु पाट्टु, मुड़िएट्टू पाट्टु, अरिवु पाट्ट, उन्याल पाट्टु आदि आते हैं। इन गीतों में सरल भाव और माधुर्यता है। कई पाट्टु (गीत) के प्रस्तुतीकरण में शास्त्रीय गायन जैसा शुद्ध रूप न होते हुए भी, दिलचस्प रूप से लय और माधुर्य के लिए लोकप्रिय हैं। कभी–कभी तो बिना किसी उपकरणों के, सामंजस्य प्रस्तुत किए जाते हैं।

उन्निवारियर, 18वीं शताब्दी के केरल के प्रसिद्ध गीत एवं नाट्य रचनाकार ने इस शैली के कई लोक धुनों को, कथकली की एक लोकप्रिय नाटक "नलचरितम्" के संगीत में, उनके माधुर्य और लय से समृद्ध करने वाली रचनाओं में निबद्ध किया है।

सोपान संगीत में भारतीय शास्त्रीय संगीत अर्थात् हिंदुस्तानी और कर्नाटक की सभी सांगीतिक तत्व सम्मिलित हैं। इसमें स्वर है, राग है, ताल है, गमक और रचनाएं हैं। शास्त्रीय संगीत के विपरीत यह राग विस्तार पर अधिक जोर नहीं देता। सोपान संगीत एक भाव प्रधान गायन शैली है जिस कारण यह रागों में केवल उन स्वरों का प्रयोग करता है जो उस भाव को व्यक्त करने में पूरी तरह सक्षम हो। इसी कारण इन रागों का चयन भी, दिन के विभिन्न समय प्रहर में होने वाले मंदिर के अनुष्ठानों को, पूर्ण रूप से प्रभावित करने के अनुसार होता है। शास्त्रीय संगीत के सभी रागोंलक्षणों का प्रयोग सोपान संगीत में नहीं किया जाता है। इस विशिष्ट पहलू को कर्नाटक शास्त्रीय संगीत पंडितों ने कुछ दशक पहले, बिना समझे इस शैली के गायकों के प्रस्तुतीकरण की कठोर निंदा कर, उनके मनोबल को अत्यंत ठेस पहुँचाया है।

दक्षिण में, कर्नाटक संगीत की बढ़ती लोकप्रियता के कारण, अन्य प्रान्तीय संगीत की भाँति सोपान संगीत पर भी प्रभाव पड़ा है। सोपान संगीत के पारंपरिक अभ्यासकर्ता भले ही अपनी कला में निपुण रहे थे, परन्तु न तो वे संगीतशास्त्री थे और न ही शास्त्रों के पंडित। इसलिए लिखित रूप में इस शैली की विशेषता को व्यक्त करने में कुछ असमर्थ रहे। मगर अपनी इस कला को परम्परा अनुसार, मौखिक रूप से, पीढ़ी दर पीढ़ी द्वारा जीवित रखा।

मुझे स्पष्ट रूप से याद है जब मैं केरल के

प्रसिद्ध सोपान गायक जनार्दनन नेडूँगाड़ी से कुछ तीन दशक पहले मिली तो उनको गाते सुन मैंने उनसे उन विशेष संगीत तत्वों और उनके प्रयोगों का विशलेषण करने का आग्रह किया जिसे मैने उनके गायन मे अनुभव किया। मुझसे कहते – "मैं इस संगीत का शास्त्रकार नहीं जो तुम्हें उत्तर दे पाऊँ। मैंने अपने गुरु से मौखिक रूप से ग्रहण किया है जिसे मैं तुम्हें सुना रहा हूँ। मैंने शास्त्रीय संगीत की तरह प्रत्येक स्वर और स्वरस्थानों का विश्लेषण करना आवश्यक नहीं समझा। यदि इसमें तुम्हारी रूचि है, तो तुम स्वयं विश्लेषण कर सकती हो"। उनके अनुसार, जिस क्षण हम एक संगीत के शब्दांश को एक संकेतन में डालते हैं, उसका सार और उसका सांगीतिक गुण, जो उस शब्दांश में गायक की अपनी भावनाओं और विचारों से निहित होता है, बिखर जाता है और नष्ट हो जाता है। इसलिए, जब पारंपरिक संगीतकारों से बातचीत करते हैं तो हमें केवल उनके गायन को ध्यानपूर्वक सुन और अनुभव करना आवश्यक होता है। उनसे विश्लेषण और लेखन करने का प्रयास करें तो सार खो जाता है और यही मैंने कई सोपान गायकों के साथ अपनी बातचीत से अनुभव किया है।

सोपान संगीत केरल के मंदिरों के गर्भगृह में गायी जाने वाली एक बहुत पुरानी परम्परा है। सोपान शब्द 8वीं शताब्दी के आसपास अस्तित्व में आया, जब दक्षिण भारत में कई मंदिरों का निर्माण हुआ और मंदिरों में, विमान, गोपुरम्, श्रीकोविल और सोपान की स्थापना हुई। जहाँ सोपान गर्भगृह की ओर ले जाने वाले राह को दर्शाता है, वहीं संगीत, सोपान के निकट खड़े होकर, मंदिर के सेवक द्वारा गायन को सम्बोधित करता है। यह मुख्य रूप से संगीत के माध्यम से धार्मिक उत्साह को प्रदर्शित करने वाला संगीत है।

इस शब्द का एक और व्याख्यान इसके गायन शैली में परिलक्षित होता है, जहां इस संगीत के लय की बढ़त, धीमी गति से धीरे–धीरे तेज गति के अंतिम चरम में परिणत होती है जिसे मनुष्य के मोक्ष प्राप्ति का एक प्रतीक माना जाता है। सोपान संगीत के प्रतिपादन में अनुष्ठानों के समय का पालन करना आवश्यक है, जो सभी मंदिरों में समान रूप से मान्य है। इसके संगीत में विशेष रूप से कुछ श्लोक गाये जाते हैं – जिन्हें 'त्यानी' अर्थात् 'ध्यान–श्लोक' कहते हैं। जिस प्रकार हर पूजा का समय निर्धारित किया जाता उसी तरह उस पूजा को प्रभावित करने हेतु रागों और तालों का चयन किया जाता है। समय–सिद्धांत की यह प्रक्रिया, आज भी केरल के मंदिरों में प्रस्तुत सोपान संगीत में विद्यमान है।

14वीं शताब्दी में महाकवि जयदेव के गीतिकाव्य गीत–गोविंद का केरल के भक्ति संगीत में एक विशेष प्रभाव पड़ा जिसने जनसाधारण को इस काव्य की ओर अत्यंत आकर्षित किया। बंगाल के, वैष्णव संत अपने धर्म का प्रचार करते हुए, गीत–गोविन्द को दक्षिण भारत के प्रांतो में लेकर आए जिसमें केरल भी सम्मिलित हुआ। इन संतो ने सरल अभिव्यंजक नृत्य आंदोलनों के साथ गीत–गोविन्द के अष्टपदियों को गाया। मधुर भक्ति द्वारा ईश्वर की उपासना करने के इस नए मार्ग की ओर, केरल के साधारण जन अत्यंत आकर्षित हुए और देखते ही देखते यह अत्यंत लोकप्रिय हो गया। इसकी लोकप्रियता का एक कारण था इसकी भाषा। संस्कृत केरल की क्षेत्रीय भाषा मलयालम का आधार है जिस कारण संस्कृत भाषा में रचित गीत–गोविंद को समझने के लिए जनसाधारण को विशेष प्रयास नहीं करना पड़ा। गीत–गोविंद की गेय शैली सौम्य और सरल शब्दांशों द्वारा चिह्नित होने के कारण, इस नृत्य काव्या–रचना ने, केरल में, संगीत और काव्य के सभी प्रेमियों को मंत्रमुग्ध कर दिया था। सरल साहित्यिक संरचना और इसकी छंद की तरलता ने इसे सभी गायन शैली के लिए उपयुक्त बना दिया।

कथकली पदम में एक विशिष्ट राग है पाड़ी राग जो सोपान संगीत का एक मुख्य राग है। इस राग का विस्तार कथकली, कृष्ण–नाट्टम जैसी पारम्परिक मंदिर कलाओं के मंच प्रदर्शन द्वारा हुआ है। सोपान संगीत के सीमित राग प्रयोग से उभर कर, यह राग अब एक पूर्ण राग में विकसित हो गया है। कर्नाटक

संगीत में भी पाड़ी राग मिलता है जो सोपान संगीत के पाड़ी राग से भिन्न है।

इस संगीत में उपयुक्त कई राग है जो सम्पूर्ण होते हुए भी, सभी स्वरों का प्रयोग नहीं करते हैं। यदि आप मुझसे पूछें कि पाड़ी राग का आरोह और अवरोह क्या है तो मैं सही उत्तर न दे सकूँ। क्योंकि इस राग के प्रस्तुतीकरण में इस राग के कुछ स्वरों और स्वर समूहों का ही प्रयोग किया जाता है जो एक विशेष भाव को अभिव्यक्त करता है। यहाँ कर्नाटक संगीत की तरह एक संपूर्ण राग संरचना की आवश्यकता नहीं है।

जब सोपान संगीत की बात आती है, तो भाव इतना महत्वपूर्ण हो जाता है कि एक राग के आरोह और अवरोह का सख्ती से पालन न करते हुए, स्वरों को लांघ कर केवल विशिष्ट स्वरों पर जोर दिया जाता है जो एक विशेष भाव को व्यक्त करते हैं।

कर्नाटक संगीत और सोपान संगीत के इस अंतर को हम कुछ इस प्रकार व्याख्यान कर सकते हैं:–

1. सोपान संगीत एक नाट्य संगीत है जिसमें रागों में केवल उन स्वरों का प्रमोद होता है जो संगीत को अभिनेता या गायकों के नाटकीय भावों को व्यक्त करने में सक्षम है, जबकि कर्नाटक संगीत एक सभा गान संगीत है, जो राग दारी है और उसके विस्तार पर अधिक ज़ोर देता है।

2. सोपान संगीत तौर्यत्रिका संगीत है जिसमें तीन अंग सम्मिलित हैं – गीत, वाद्य और नृत्य। 13वीं शताब्दी तक संगीत इन तीन अंगों से परिभाषित था।

"गीतम वाद्यम च नृत्तम त्रयम संगीतमुच्चयते"

3. सोपान संगीत पुरुष कंठ के लिए सबसे उपयुक्त है जबकि कर्नाटक संगीत में ऐसा कोई लिंग भेद नहीं है। सोपान संगीत में, "सा" और "पा" जैसे अचल स्वर भी भावपूर्ण अभिव्यक्ति के लिए चलित किये जाते हैं। कर्नाटक संगीत में ये दोनो स्वर अचल हैं, जिन्हें आधार या विश्राम बिंदु माना जाता है।

4. सोपान संगीत में कुछ विशिष्ट स्वर कंपन प्रयोग में लाए जाते हैं जो कर्नाटक संगीत में प्रचलित नहीं हैं।

5. सोपान संगीत ने द्राविड़ संगीत की पुरातन पण (राग का आधुनिक नाम) वर्गीकरण योजना को अपनाया है जिसे गंधर्व जाति संगीत का विस्तार माना जाता है। इसमें एक राग के कुछ स्वर और उनके समीप स्वरों से बुने गए स्वरांश मुख्यतः प्रमुख बन जाते हैं और शेष स्वरों का या तो अल्प प्रयोग होता है या पूरी तरंह कट जाते है। हिंदुस्तानी शास्त्रीय संगीत के राग–अंग पद्धति से काफी मिलता जुलता है।

6. कर्नाटक और हिंदुस्तानी संगीत में लय, विलम्बित, मध्य और द्रुत में विभाजित हैं। मगर इनके प्रस्तुतीकरण में अंतर है। हिंदुस्तानी संगीत में विलंबित से द्रुत तक, लय की बढ़त धीरे धीरे होती है। इस बढ़त को आप केवल महसूस कर सकते हैं। कर्नाटक संगीत में मध्य लय विलंबित का ठीक दुगुना है और द्रुत, मद्य लय का ठीक दुगुना है। सोपान संगीत में हिंदुस्तानी संगीत के लय प्रक्रिया का ही पालन किया जाता है, जहां गति धीरे–धीरे सबसे धीमी से सबसे तेज गति की ओर बढ़ती है, जो एक प्रकार के अर्धचंद्र की ओर ले जाती है और मूल गति पर वापस आती है, जिसे आप हिंदुस्तानी संगीत के लय प्रतिपादन में पाते हैं।

7. सोपान संगीत में राग आलापना भी ताल बद्ध है जिसे कथकली गायन में अपनाया गया है। गायक इस आलापना का प्रतिपादन काँसे के थाल (गोंग) को बजाते हुए गायन प्रस्तुत करता है। इसका विवरण संगीत–रत्नाकर में मिलता है, जिसके अनुसार एक हल्के ठेके के साथ अलाप का प्रतिपादन, गायन की सुंदरता को बढ़ाता है।

8. सोपान संगीत में पदविन्यास में किसी एक शब्द

पर अधिक जोर दिया जाता है जिसे किसी विशेष भाव को व्यक्त करने के लिए बार–बार गाया जाता है। कथकली नृत्य शैली में इसे विशेष रूप से अपनाया गया है, जहां किसी भी शब्द के अधिकतम नाटकीय प्रभाव को सामने लाने के प्रयास पर उसे बार–बार गया दोहराया जाता है। कर्नाटक संगीत में, इसके विपरीत, एक शब्द को, ताल के समय चक्र के अंतर्गत लाने के लिए कभी–कभी विभाजित किया जाता हैं। शब्द का पहला भाग पहले आवर्तन के अंदर आता है और दूसरा अगले आवर्तन में।

9. सोपान संगीत में जब स्वर धीमी से तेज गति की ओर बढ़ रहे होते हैं तो गायक स्वतः हरिओम, ओम हरि गाना शुरू कर देते हैं, क्योंकि यह मोक्ष प्राप्ति की ओर केंद्रित है। इस तरह का अवलोकन २०वीं शताब्दी के कर्नाटक संगीत के मंच प्रस्तुतीकरण में पाया गया है जहां कुछ कलाकार अलाप करते समय हरी और ओम् का उच्चारण करते थे मगर आजकल इस तरह का प्रस्तुतीकरण नहीं मिलता है।

अंत में मैं केवल यह कहना चाहूँगी की हर प्रांत के संगीत और संगीत शैली की एक विशेषता है जो शास्त्रीय संगीत से भिन्न होते हुए भी शास्त्रीय तत्वों पर आधारित है जो इसे विशिष्ट और आकर्षक बनाता है। ऐसी शैलियों को जीवित और सुरक्षित रखना, सभी कला प्रेमियों का एक कर्तव्य है।

Terminologies:

Term in Malayalam	Meaning in English
इडक्क्या	Musical instrument like drum
पाट्टु	Songs
पाणर पाट्टु	Folk songs of Panar community
मुड़िएट्टू पाट्टु	Songs sung in mudiyettu, a ritualistc dance drama
अरिवु पाट्टु	Songs of folklore
उन्याल पाट्टु	The swing songs
कलमएझुत्तु पाट्टु	Songs sung during kalamezhuttu, pictoral drawing of a diety on the floor

अनुकरणीय जीवन – प्रोफेसर डी. एस.कोठारी (1906 – 1993)

पद्मविभूषण प्रोफेसर डी. एस.कोठारी (दौलत सिंह कोठारी) एक महान भारतीय भौतिकीविद और शिक्षाविद थे। रक्षा अनुसंधान एवं विकास तथा शिक्षा के आधुनिकरण के क्षेत्र में उनके नवाचारी योगदान के कारण वे आधुनिक भारत के निर्माताओं में से एक माने जाते हैं।

सीमात गांधी खान अब्दुल गफ्फार खान का परिचय कराते हुए प्रसिद्ध हिन्दी साहित्यकार कन्हैया लाल मिश्र प्रभाकर ने एक जनसभा में कहा था, कुछ लोग होते हैं जिनकी जबान बोलती है जैसे नेता कुछ लोग होते हैं " जिनका कंठ बोलता है जैसे गायक, कुछ लोग होते हैं जिनका दिल बोलता है जैसे शायर, पर कुछ लोग होते हैं जिनका पूरा जीवन बोलता है जैसे हमारे सीमांत गांधी"। डा. कोठारी भी उन लोगों में शामिल हैं जिनका पूरा जीवन बोलता है। उन्होंने ऐसा शुद्ध, सतर्क, आदर्श जीवन जिया कि वे पीढ़ियों के लिए मर्यादित जीवन का अनुकरणीय उदाहरण बन गए। उनका निम्नलिखित संस्मरण यह बात स्पष्ट करने के लिए पर्याप्त हैं:

माडर्न स्कूल बाराखम्बा रोड पर अखिल भारतीय शिक्षक संघ के सम्मेलन में ऊर्जा संरक्षण पर कार्यक्रम था। डा. कोठारी मुख्य वक्ता थे। उनके पद और महत्त्व को ध्यान में रखते हुए आयोजकों ने ऑडिटोरियम को जगमगा रखा था। डा. कोठारी मच पर आए और बोलने के लिए खड़े हुए पर बोले कुछ नहीं, हॉल में जलती बड़ी बड़ी लाइटों को निहारते रहे। उनके हाव–भाव से आयोजकों को समझ आया कि वे उन लाइटों से असुविधा महसूस कर रहे हैं उन्होंने गैर जरूरी लाइटे बन्द करा दी। तब डा. कोठारी ने बोलना शुरू किया, "अब ठीक है। मेरा आग्रह है कि सिर्फ चर्चाएं ही न करें। जो हम मानते हैं वही कहें और जो कहें उसे आचरण में उतारें। औपचारिकताओं में ऊर्जा का अपव्यय न करें.... "। इस व्यवहारिक प्रदर्शन से शिक्षा प्राप्त कर उस दिन जो लोग लौटे होंगे, उनका ऊर्जा संरक्षण में कितना भी अल्प सही योगदान अवश्य रहा होगा।

प्रतिक्रियाएं / Feedbacks

AICTE के प्रचार–प्रसार के माध्यम से मुझे इस पत्रिका की जानकारी मिलीं। इस पत्रिका में प्रकाशित शोध पत्र बहुत ही आकर्षक व रुचिकर हैं। आदरणीय डॉ. ओम विकास जी की "विज्ञान शोध लेखन : पग–पग पथ बन जायें" से प्रेरणा लेकर अपना शोध पत्र हिंदी में लिखना प्रारंभ किया। पहले एक–दो पेज लिखने में यह बहुत ही कठिन प्रतीत हुआ। फिर विज्ञान प्रकाश पत्रिका में शोध पत्र लेखन हेतु गाइडेंस ने बहुत सहायता की। शोध समीक्षा के दौरान समीक्षकों के कमेंट्स ने शोध पत्र की गुणवत्ता बढाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। इस शोध पत्र के अनुभव से हिंदी में शोध लेखन में स्वयं को सहज पाता हूँ। हिंदी में उच्च कोटि के गुणवत्तापूर्ण शोध लेखन हेतु निरन्तर प्रयासरत विज्ञान प्रकाश पत्रिका से जुड़े सभी लोगों को बधाई व धन्यवाद देता हूँ।

Authors: नमन शुक्ला, बी.गोपाल कृष्णा एवं डॉ. संजय तिवारी, इलेक्ट्रॉनिकी एवं फोटॉनिकी अध्ययनशाला, पं. रविशंकर शुक्ल विश्वविद्यालय, रायपुर, छत्तीसगढ़ naman.shukla43@gmail.com, krishnabgopal@gmail.com, drsanjaytiwari@gmail.com

सर्वप्रथम हम आपको धन्यवाद देना चाहते हैं कि आप अति उत्साह के साथ विज्ञान जैसे गंभीर विषय को अति सरल रूप में विज्ञान प्रकाश जर्नल के माध्यम से पाठकों तक पहुंचा रहे हैं ५ हिंदी माध्यम में विज्ञान प्रकाश जर्नल में प्रकाशित कई शोध पत्रों का अध्ययन एवं जर्नल में दिए गए दिशा निर्देशों का पालन करते हुए अपने रिसर्च पेपर को हिंदी में लिखना चुनौतीपूर्ण रहा।

विज्ञान प्रकाश में प्रकाशित शोध पत्र उच्च श्रेणी के हैं एवं डाटा, चार्ट व पिक्चर प्रस्तुति अति स्पष्ट है। हमें आशा हे की हमारा शोध पत्र अति शीघ्र विज्ञान प्रकाश जर्नल के आगामी अंक में प्रकाशित होगा।

Authors: डॉ. नीना कुमार धीमान, एवं डॉ. रश्मि सैनी, जंतु विज्ञान विभाग, गार्गी महाविद्यालय, दिल्ली neena.kumar@gargi.du.ac.in , rashmi.saini@gargi.du.ac.in

मेरे लिए अत्यंत प्रसन्नता का विषय है कि विज्ञान प्रकाश के द्वारा मुझे एक ऐसा आधार दिया गया जहाँ मैं हिंदी भाषा में अपनी शोध का उल्लेख कर सकूँ ५ पाठकों के लिए यह जर्नल लाभकारी साबित होगा क्योंकि इसकी लेखनी अत्यंत सरल है ५ विज्ञान प्रकाश में प्रकाशित शोध पत्र उच्च श्रेणी के हैं एवं डाटा, चार्ट व पिक्चर प्रस्तुति अति स्पष्ट है। हमें आशा हे की हमारा शोध पत्र अति शीघ्र विज्ञान प्रकाश जर्नल के आगामी अंक में प्रकाशित होगा।

Authors: कौलेश्वर प्रसाद, एम.वी. पद्मावती एवं पवन कुमार पटनायक, भिलाई प्रौद्योगिकी संस्थान, दुर्ग, छत्तीसगढ़, kauleshwarprasad@gmail.com, vmetta@gmail.com, pawanpatnaik37@gmail.com

प्रतिष्ठित पत्रिका विज्ञान प्रकाश से जुड़ना मेरे लिए अत्यंत सौभाग्य का विषय है। सबसे पहले में मुख्य संपादक प्रो० डॉ० ओम विकास और उनकी टीम के प्रति आभार व्यक्त करता हूं जिनके प्रयासों ने इस वैज्ञानिक पत्रिका को अंतरराष्ट्रीय स्तर पर हिंदी में उपलब्ध कराया है। साथ ही में समीक्षकों का आभार व्यक्त करता हूं जिनसे शोध पत्र में तकनीकी एवं भाषा सुधार हेतु बहुत अच्छे सुझाव प्राप्त हुए। विज्ञान प्रकाश की संपूर्ण टीम को हार्दिक धन्यवाद।

Author: सुयशकुमार, संगणक विज्ञान विभाग, हंसराज महाविद्यालय, दिल्ली, भारत suyash@hrc.du.ac.in

– – – LIST OF REVIEW COORDINATORS – – –

- **Dr. Priyanka Jain**
  Associate Director, C-DAC, Delhi
  priyankaj@cdac.in
- **Prof. P Jha**
  Director, CIL & NMM, IGNCA
  pjha@ignca.nic.in
- **Dr. A. K. Sharma**
  Regional Education Officer,
  Bhartiya Vidya Bhawan, Delhi
  draksharma7@gmail.com
- **Prof. Avanish Kumar,**
  Dept of Math Sc. & Comp App,
  Bundelkhand University, Jhansi
  dravanishkumar@yahoo.com
- **Prof. Prem Kumar Singh**
  Department of CSE,
  GITAM University,
  Vishakhapatnam, Andhra Pradesh
  Premsingh.csjm@gmail.com
- *भाषा सुधार* (Language Comprehension)
  Prof. K K Mishra
  Homi Bhabha Center for Science Education, TIFR,
  Mumbai- 400088
  kkm@hbcse.tifr.res.in

– – – LIST OF REVIEWERS – – –

- **Dr. Sanjay Kumar,**
  Asst. Prof. I.T. Dept., NIT, Raipur
  skumar.it@nitrr.ac.in
- **Dr. Santar Pal Singh**
  Dept. of Comp. Sc.& Engg.,
  Thapar Inst. of Engg. and Tech.,
  Patiala
  santarpal.singh@thapar.edu
- **Dr. Sitansu Kumar Das**
  Asso. Prof., Dep. of Comp. Sc.,
  Chittaranjan College, Kolkata,
  sitansukumardas@gmail.com
- **Mr. Falguni Sinhababu**
  Asst. Prof., Dept. of Comp. Sc.
  and Engg., Govt. College of Engg.
  and Leather Tech., Kolkata,
  fsinha@gmail.com
- **Dr. Amrita Ruperee**
  Prof., Elec. and Tele. Engg.,
  Vidyavardhini's College of Engg.
  and Tech., Univ. of Mumbai
  amrita.ruperee@vcet.edu.in
- **Dr. Rita Jain**
  Prof. & Head (EC), Lakshmi
  Narain College of Tech., Bhopal
  ritajainbpl@gmail.com
- **Dr. Vivek Kumar Shukla**
  Asst. Prof., Gautam Buddha
  Univ.
  vkshuk@gmail.com
- **Dr. Rakesh Kumar Pandey**
  Asst. Prof., Dept. of Physics,
  GGV, Bilaspur
  rkpandeyggv@gmail.com
- **Dr. Arun Dev Dhar Dwivedi**
  Dept. of Micro and Nano Elec.,
  SENSE, VIT Univ. Vellore
  adddwivedi@gmail.com
- **Dr. Preeti Bajpai**
  Asso. Prof. Dept. of Zoology
  Mahatma Gandhi Central Univ.,
  Motihari East Champaran, Bihar
  preeti2874@gmail.com
- **Dr. Shilpy Shakya Asst. Prof.**
  Dept. of Zoology, Govt. Post
  Graduate College Fatehabad, Agra
  shilpy.shilpy@gmail.com
- **Dr. Rashmi Srivastava**
  Asst. Prof. Dept. of Zoology
  Dr. Harisingh Gour Central Univ.
  Sagar, M.P
  rashmisri3@gmail.com
- **Shri Ram Sharan Das**
  49, Sector-4, Vaishali, Ghaziabad
  201010, UP
  rsgupta_248@yahoo.co.in
- **Prof. Ajay Kumar Bansal**
  Dept of Electrical Engineering
  Central University of Haryana
  Mahendragarh, Haryana 123031
  ajaybansal@cuh.ac.in

VIGYAN PRAKASH : Research Journal of Science & Technology : UGC-CARE listed journal, ISSN:1549-523-X

Vision: High-Tech research to reach out widely promoting inclusive innovation and entrepreneurship

Mission: Publication of quality research articles in Hindi in *Sciences* (Physics, Chemistry, Mathematics, Bio-science, Medical Science, AYUSH, Management Science, Agriculture and Environment), *Engineering* and *Technology*, and promoting creative ideas for innovation, incubation and entrepreneurship.

Submission: Title, Author affiliation, abstract and keywords be in both Hindi and English, and references as they are originally referred to. Overview Articles and research papers must be **original without plagiarism**. Authors need to mention three or more subject experts also from different institutions to review the submitted article. For technical terms in Hindi authors may refer to the website of Commission for scientific and technichal terminology, www.csttpublication.mhrd.gov.in/english/. Articles may be submitted to Editor@VigyanPrakash.in

Printing support:. Rohit K Kaushik, Arth Studio, kaushik.rohit@gmail.com, arthstudios@yahoo.co.in

पून्तानं नम्बूतिरी की रचना "ज्ञानप्पाना" से

പത്തു കിട്ടുകിൽ നൂറു മതിയെന്നും ശതമാകിൽ സഹസ്രം മതിയെന്നും
ആയിരം പണം കയ്യിലുണ്ടാകുമ്പോൾ അയുതമാകിലാശ് ചര്യമെന്നതും

पतू किट्टूकिल नूरु मतिएन्नुम, शतमाकिल सहस्रम मतिएन्नुम, अयिरं पणाम काय्यिलूंड़ेंकिल, आयतुमा कीला आस्चर्यामेन्नतूम ।

When people get ten (rupees), they wish to have hundred, If it is hundred, they would like to have thousand, Even if they have thousand on hand, it is strange, They will find even that to be insufficient.

अगर किसी को दस (रुपये) मिलता है तो, वह चाहता है कि सौ मिल जाय, अगर सौ है तो सोचता है कि हज़ार मिल जाय, विस्मयकारी बात यह है कि अगर उस के पास हज़ार है तो भी, वह सोचता है कि वह भी काफी नहीं है।

വിദ്യകൊണ്ടറിയേണ്ടതറിയാതെ വിദ്വാനെന്നു നടിക്കുന്നിതു ചിലർ;
കുങ്കുമത്തിന്റെ ഗന്ധമറിയാതെ കുങ്കുമം ചുമക്കുമ്പോലെ ഗർദ്ദഭം.

विद्याकोन्डारियेंडतारियाते, विद्वानेन्नु नाडिक्कुन्नीतु चिलर, कुंकुमतीनटे गंधमारियाते, कुंकुमम चुमक्कूम पोले गर्दभं।

Some people who do not possess adequate knowledge To understand the matters pretend themselves to be scholars. It is like a donkey carrying a load of saffron without sensing the fragrance of that.

जो बातें अध्ययन (विद्या) से ही संभव है, यह जाने बिना ही कुछ लोग अपने आप को विद्वान समझते हैं, ठीक उसी प्रकार जैसे कुमकुम का सुगंध जाने बिना, गर्दभ कुमकुम का बोझ लेकर चलता है।

കൂടിയല്ലാ പിറക്കുന്ന നേരത്തും കൂടിയല്ലാ മരിക്കുന്ന നേരത്തും
മദ്ധ്യേയിങ്ങനെ കാണുന്ന നേരത്തു മത്സരിക്കുന്നതെന്തിന്നു നാം വ്യഥാ?

कूड़ेयल्ला पिराक्कुन्ना नेरातुम, कूड़ेयल्ला मरिक्कुन्ना नेरातूम, मध्येयिंगने कानूनन नेरातु, मतसरिक्कुन्नतेंतीनू नाम वृथा?

We are not born together, nor do we die together, Then why should we fight in vain when meet during our life time.

न हमारा जन्म साथ होता है, न हमारी मृत्यु साथ होगी, फिर हम क्यों लड़ते हैं यूं ही, जब कभी मिलते हैं ज़िन्दगी में ?

സ്ഥാനമാനങ്ങൾ ചൊല്ലിക്കലഹിച്ചു നാണംകെട്ടു നടക്കുന്നിതു ചിലർ
മദമത്സരം ചിന്തിച്ചു ചിന്തിച്ചു മതി കെട്ടു നടക്കുന്നിതു ചിലർ;

स्तानमानंगल चोल्ली कलाहीचु नानं केट्टु नडाक्कुन्नीतु चिलर, मदमत्सरम चिंतीचु, चिंतीचु, मति केट्टु नडाक्कुन्नीतु चिलर।

Some people who fight for position and respect, walk around shamelessly,
Some people roam around senselessly, thinking of lust, anger, greed and illusion.

कुछ लोग अपने पद और सम्मान के लिए लड़कर, रहते हैं शर्मिंदा होकर और कुछ लोग काम, क्रोध, लोभ, मोह और माया के बारे में सोच-सोचकर परेशान रहते हैं जीवन भर।

ज्ञानप्पाना दिव्य ज्ञान का एक भंडार है जो इस दुनिया के वास्तविक अनुभवों पर आधारित है । समकालीन जीवन से लिए गए ठोस चित्रण की एक श्रृंखला के माध्यम से, पून्तानं नम्बूतिरी (सोलहवीं शताब्दी) ने जीवन के अल्पकालिक पहलुओं की प्रकृति की अपनी धारणा को अलंकारिक विशेषताओं के साथ मलयालम भाषा में प्रस्तुत किया है।