खण्ड-12, अंक-1, वर्ष-2024, मु0प्र0 57-64
D.O.I.: https://doi.org/10.22445/avsp.v12i1.11
SJIF (2024) : 8.287



# Use of Artificial Intelligence to Understand Biodiversity and Biodiversity Trends

Usha Rani Singh
Department of Chemistry, D.N.P.G. College, Meerut-250 002, U.P., India
ursingh04@gmail.com

**Received: 15-07-2024, Accepted: 20-11-2024**

**Abstract-** Biological diversity is the variety of all living things and their interactions. Biodiversity changes with extinction and the evolution of new species. There are three levels of diversity: species, genetic, and ecosystem. These levels cannot be separated. Each level is important, interacts with, and affects the others. Change at one level can cause changes at other levels. For about 3.8 billion years, a complex web of life has been evolving on Earth. Millions of species inhabit land, freshwater, and ocean ecosystems. All species, including humans, are intricately connected through their interactions with each other and with the environment in which they live. Biodiversity loss is one of the most serious issues facing humanity, requiring immediate and coordinated action. Despite ongoing conservation efforts, biodiversity has declined drastically in recent decades. Artificial Intelligence (AI) is a tool that provides opportunities to accelerate action on biodiversity conservation. Biodiversity loss is one of the biggest challenges we face today and Artificial Intelligence (AI) emerges as a powerful tool to combat it, providing innovative solutions to monitor, analyse and protect nature. For example, smart cameras can identify and track wildlife, combat poaching, and monitor populations at risk. Bioacoustics sensors can identify species by their sounds, map biodiversity, and detect ecological changes. Drones and satellites can collect data on deforestation, overfishing and other activities that threaten nature. They help in identifying areas at risk of biodiversity loss from forecast models, enabling preventive action and adapting conservation strategies to help direct resources to areas and species in need for reforestation and recovery of degraded ecosystems. Artificial intelligence is a powerful tool that can help protect biodiversity. Through collaboration between scientists, conservationists and AI experts, innovative solutions can be developed to protect biodiversity and ensure a sustainable future for the planet. With the development and application of new technologies, we can ensure a more sustainable future.

**Key words**- Artificial intelligence, biodiversity

# जैव विविधता और जैव विविधता प्रवृत्तियों को समझने के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग

उषा रानी सिंह
रसायन विज्ञान विभाग, डी.एन. पी.जी. कॉलेज मेरठ–250 002, उ0प्र0, भारत
ursingh04@gmail.com

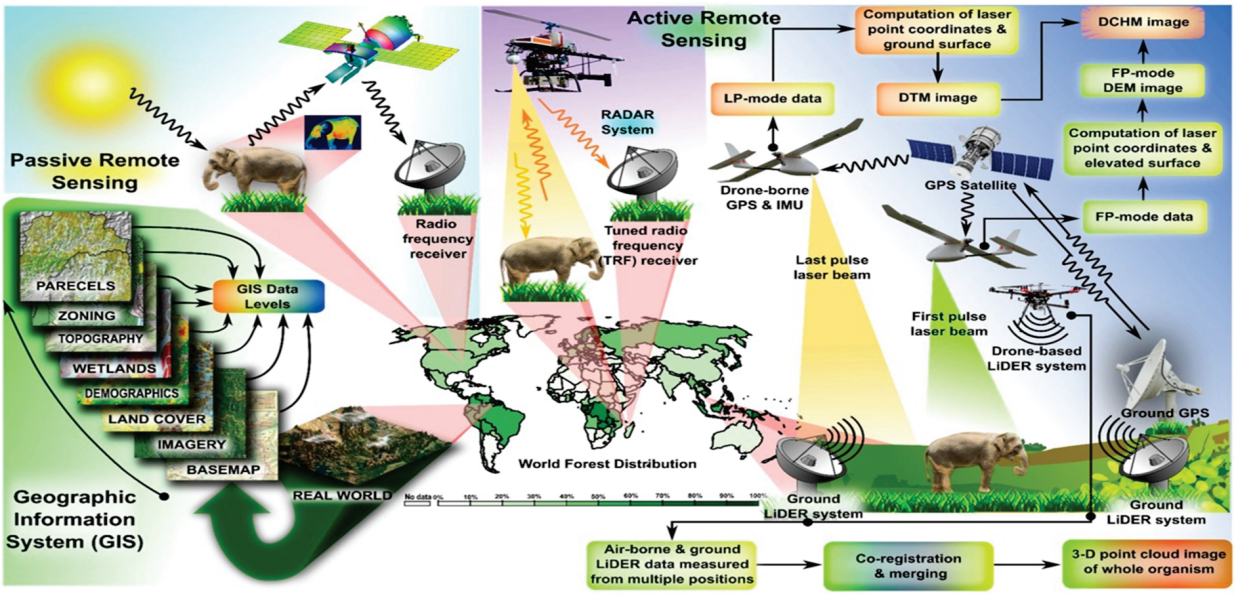
**सार**– जैव विविधता सभी जीवित पदार्थों और उनकी अंतःक्रियाओं की विविधता है। विलुप्त होने और नई प्रजातियों के विकास के साथ जैव विविधता बदलती है। विविधता के तीन स्तर हैं प्रजातियाँ, आनुवंशिक और पारिस्थितिकी तंत्र। इन स्तरों को अलग नहीं किया जा सकता है। प्रत्येक स्तर महत्वपूर्ण है, और दूसरों के साथ अंतःक्रिया करता है तथा उन्हें प्रभावित करता है। एक स्तर पर परिवर्तन अन्य स्तरों पर परिवर्तन का कारण बन सकता है। लगभग 3.8 बिलियन वर्षों से, पृथ्वी पर जीवन का एक जटिल जाल विकसित हो रहा है। लाखों प्रजातियाँ भूमि, मीठे पानी और महासागर पारिस्थितिकी तंत्र में निवास करती हैं। मनुष्यों सहित सभी प्रजातियाँ एक–दूसरे के साथ और जिस वातावरण में वे रहते हैं, उसके साथ अपनी अंतःक्रियाओं के माध्यम से जटिल रूप से जुड़ी हुई हैं। जैव विविधता का नुकसान मानवता के सामने सबसे गंभीर मुद्दों में से एक है, जिसके लिए तत्काल और समन्वित कार्रवाई की आवश्यकता है। चल रहे संरक्षण प्रयासों के बावजूद, हाल के दशकों में जैव विविधता में अत्यधिक तेजी से गिरावट आई है। आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस एक ऐसा उपकरण है जो जैव विविधता संरक्षण पर कार्रवाई में तेजी लाने के अवसर प्रदान करता है। जैव विविधता का नुकसान आज हमारे सामने सबसे बड़ी चुनौतियों

में से एक है। आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस इसका मुकाबला करने के लिए एक शक्तिशाली उपकरण के रूप में उभरता है, जो प्रकृति की निगरानी, विश्लेषण और सुरक्षा के लिए अभिनव समाधान प्रदान करता है। उदाहरण के लिए, स्मार्ट कैमरे वन्यजीवों की पहचान और उन्हें ट्रैक कर सकते हैं, अवैध शिकार से निपट सकते हैं और जोखिम में आबादी की निगरानी कर सकते हैं। बायोएकॉस्टिक सेंसर प्रजातियों को उनकी आवाज से पहचान सकते हैं, जैव विविधता का मानचित्र बना सकते हैं और पारिस्थितिक परिवर्तनों का पता लगा सकते हैं। ड्रोन और उपग्रह द्वारा वनों की कटाई, अत्यधिक मछली पकड़ने और प्रकृति को खतरा पहुंचाने वाली अन्य गतिविधियों पर डेटा एकत्र कर सकते हैं। पूर्वानुमान मॉडल जैव विविधता के नुकसान के जोखिम वाले क्षेत्रों की पहचान करने, निवारक कार्रवाई, जलवायु परिवर्तन और अन्य दीर्घकालिक खतरों की पहचान, प्रवृत्ति विश्लेषण सबसे अधिक जरूरत वाले क्षेत्रों और प्रजातियों तक सीधे संसाधन पहुँचाने में मदद करने के लिए संरक्षण रणनीतियों को अपनाने, पुर्नवनीकरण और खराब पारिस्थितिकी तंत्र की बहाली के लिए क्षेत्रों की पहचान करने में महत्वपूर्ण हैं।। कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) एक शक्तिशाली उपकरण है जो जैव विविधता की रक्षा करने में मदद कर सकता है। वैज्ञानिकों, संरक्षणवादियों और एआई विशेषज्ञों के बीच सहयोग के माध्यम से, जैव विविधता की रक्षा करने और ग्रह के लिए एक स्थायी भविष्य सुनिश्चित करने के लिए अभिनव समाधान विकसित किए जा सकते हैं। नई तकनीकों के विकास और अनुप्रयोग के साथ, हम एक अधिक टिकाऊ भविष्य सुनिश्चित कर सकते हैं।

**बीज शब्द**– कृत्रिम बुद्धिमत्ता, जैव विविधता

1. **परिचय**– कृत्रिम बुद्धिमत्ता कंप्यूटर प्रौद्योगिकियों की एक व्यापक शाखा है जो स्मार्ट मशीनों के निर्माण से संबंधित है जो दिन–प्रतिदिन के महत्वपूर्ण कार्यों को बढ़ाने, स्वचालित करने और गति देने में सक्षम हैं, जिनके लिए प्रायः मानव बुद्धिमत्ता की आवश्यकता होती है। इसमें पैटर्न निकालना, भविष्य की स्थिति की भविष्यवाणी करना और विसंगतियों का पता लगाना सम्मिलित है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता के क्षेत्र में कम्प्यूटेशनल, तकनीकी और अनुसंधान सफलताओं ने हर क्षेत्र में उनके अनुप्रयोग के उदय को बढ़ावा दिया है[1,2], जैव विविधता प्रभावशाली संरक्षण, आधारभूत माप तथा परिवर्तन निगरानी पर निर्भर करता है, जिसके लिए गहन अवलोकन और शोध की आवश्यकता होती है। परंपरागत रूप से, जैव विविधता निगरानी में डेटा संग्रह और विश्लेषण के लिए अधिकतर मैनुअल तरीके शामिल होते हैं, जो संसाधन और समय गहन होने के कारण, जैव विविधता निगरानी प्रयासों के स्थानिक, लौकिक और वर्गीकरण कवरेज को सीमित करते हैं। आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस इस क्षेत्र में एक संभावित सफलता प्रदान करता है, जो डेटा संग्रह और विश्लेषण दोनों की दक्षता को वृहद स्तर पर बढ़ाता है तथा स्थान और समय में जैव विविधता परिवर्तन के पैटर्न की निगरानी और मॉडल समझने के लिए तेजी से लागू होता है।

(ए. आई–संचालित) जैव विविधता निगरानी में सामान्यतः उपयोग किये जाने वाला डाटा प्रकार



जैव विविधता और जैव विविधता परिवर्तन के पैटर्न को समझने के लिए आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस के अनुप्रयोगों की तीन व्यापक श्रेणियों की पहचान की जा सकती है–

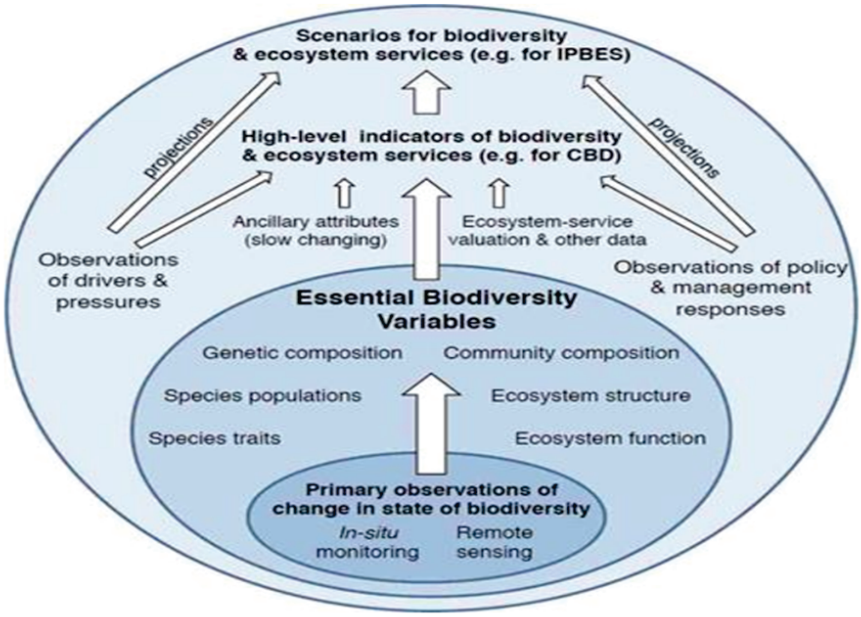
1) स्वचालित प्रत्यक्ष प्रजातियों की निगरानी के लिए आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस
2) स्थान और समय में व्युत्पन्न जैव विविधता मीट्रिक की भविष्यवाणी करने के लिए आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस
3) पर्यावरणीय चर का अनुमान लगाने के लिए आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस जो जैव विविधता के इन पैटर्न को और अधिक समझने और प्रबंधित करने के लिए महत्वपूर्ण हैं।

2. **स्वचालित प्रजाति पहचान**– शोधकर्ताओं का एक बड़ा क्षेत्र और अनुप्रयुक्त संरक्षणवादियों का एक बढ़ता हुआ समुदाय स्वचालित प्रजातियों की निगरानी के लिए आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस का उपयोग कर रहा है। क्षेत्र में तैनात ड्रोन, विमान या उपग्रहों पर लगाए गए ऑप्टिकल, ध्वनिक या थर्मल सेंसर से डेटा का उपयोग करके, एल्गोरिदम प्रजातियों की पहचान और कभी–कभी जनसंख्या बहुतायत अनुमान प्रदान करने में सक्षम हैं। इन उद्देश्यों के लिए एआई का उपयोग करने का एक बड़ा लाभ मैन्युअल डेटा विश्लेषण की तुलना में डेटा प्रोसेसिंग की बहुत अधिक दक्षता और सटीकता है। इस क्षेत्र में एआई के सबसे प्रारम्भिक और अभी भी सर्वाधिक अनुप्रयोगों में से एक कैमरा ट्रैप इमेजरी में प्रजातियों की पहचान है। कई प्लेटफॉर्म उपलब्ध हैं जो शोधकर्ताओं, वैज्ञानिकों और वन्यजीव उत्साही लोगों को कैमरा ट्रैप छवियों[6] को थोक में अपलोड करने और फिर स्वचालित प्रजातियों की पहचान के लिए मशीन और डीप लर्निंग–आधारित एल्गोरिदम लागू करने की अनुमति देते हैं मेगाडिटेक्टर एपीआई कैमरा ट्रैप इमेजरी में जानवरों (साथ ही मनुष्यों और वाहनों) का पता लगाता है, जिससे आगे की प्रक्रिया के लिए जानवरों वाली छवियों की बैच फिल्टरिंग और क्रॉपिंग सक्षम होती है। पशु प्रजातियों की पहचान एल्गोरिदम में अभी भी लगातार सुधार किया जा रहा है, नए अनुप्रयोगों में अधिक जटिल छवियों में स्वचालित पहचान पर ध्यान केंद्रित किया जा रहा है कीटों के लिए कैमरा ट्रैप अब क्षेत्र में दूर से और प्रयोगशाला में वृहद विश्लेषण के माध्यम से कीटों की आबादी का विस्तृत अवलोकन करने की अनुमति देता है।[8,9] पौधों के लिए, उपग्रह और हवाई सेंसर से ऑप्टिकल, मल्टी– और हाइपरस्पेक्ट्रल डाटा का उपयोग करके पता लगाने और प्रजातियों की पहचान करने के लिए बहुत सारे कार्य किये गये हैं। कोरल रीफ के लिए, फोटोग्राफिक और वीडियोग्राफिक डेटा का उपयोग करके स्वचालित कोरल रीफ निगरानी के लिए समाधान मौजूद हैं। कंप्यूटर विजन तकनीक स्वचालित प्रजातियों की पहचान, 3डी मॉडलिंग (फोटोग्रामेट्री) और उपयोगकर्ता द्वारा अपलोड की गई सामग्रियों (जैसे रीफसपोर्ट, रीफक्लाउड) से बेन्थिक कवर और प्रजातियों की संरचना का विश्लेषण करने में सक्षम बनाती है।आम जनता के लिए, उपयोगकर्ता द्वारा अपलोड की गई तस्वीरों में तत्काल पौधों की प्रजातियों की पहचान के लिए एआई एल्गोरिदम का उपयोग करके विभिन्न अनुप्रयोग भी मौजूद हैं। आम जनता के लिए स्वचालित पशु प्रजातियों की पहचान मर्लिन बर्ड आईडी के माध्यम से उपलब्ध है। ऑप्टिकल डेटा से स्वचालित प्रजाति पहचान भी संग्रहालयों और वनस्पति उद्यानों के लिए तेजी से प्रासंगिक है, ताकि नए नमूनों की अधिक तेजी से पहचान हो सके और इस प्रकार नई प्रजातियों का तेजी से वर्णन किया जा सके। यूरोपीय संग्रहालय दूरस्थ अनुसंधान और विश्लेषण में सहायता के लिए नमूनों के डिजिटल जुड़वाँ के विकास में शामिल हैं और एक नया यूरोपीय संघ–व्यापी डिजिटल एनोटेशन हाइब्रिड मानव और कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग करने वाली प्रणाली (वैज्ञानिक संग्रह की वितरित प्रणाली–DISSCO) ऑप्टिकल डेटा के अलावा, जैव विविधता निगरानी के लिए ए.आई. के बढ़ते अनुप्रयोग में ध्वनिक डाटा शामिल है। ध्वनिक सेंसर के आकार, वजन और लागत में कमी ने कम्प्यूटेशनल बायोएकॉस्टिक्स के माध्यम से जैव विविधता निगरानी अनुप्रयोगों के एक व्यापक क्षेत्र को जन्म दिया है। संरक्षण एनजीओ रेनफॉरेस्ट कनेक्शन स्वचालित प्रजातियों की पहचान के लिए साउंडस्केप रिकॉर्डिंग को अपलोड और विश्लेषण करने के लिए एक मंच प्रदान करता है।[4] समुद्री क्षेत्र में, सिटासियन आबादी संरचना और संचार की समझ को बेहतर बनाने के लिए ध्वनिक निगरानी का तेजी से उपयोग किया जा रहा है । फ्रेंच पोलिनेशिया में, स्वदेशी समुदाय संरक्षण समूह कोरल गार्डनर्स प्रत्यारोपित गर्मी प्रतिरोधी कोरल प्रजातियों के स्वास्थ्य की निगरानी के लिए पानी के नीचे ध्वनिक सेंसर और कैमरों (रीफओएस) के नेटवर्क का उपयोग करके एआई–सक्षम प्लेटफॉर्म रीफओएस का उपयोग करता है। नागरिक वैज्ञानिकों द्वारा और उनके लिए जैव ध्वनिक निगरानी के अनुप्रयोग भी अधिक सामान्य होते जा रहे हैं। उदाहरण के लिए, कैलिफोर्निया के सोनोमा काउंटी में एक नागरिक विज्ञान परियोजना, साउंडस्केप्स टू लैंडस्केप्स, ऑडियोमोथ ओपन एकॉस्टिक डिवाइस, क्राउड–सोर्स्ड बर्ड–कॉल लेबल और मशीन लर्निंग मॉडल का उपयोग करके क्षेत्र के विभिन्न हिस्सों में एवियन विविधता का आकलन करती है। विविधता के स्थान–आधारित आकलन को तब स्थान–आधारित विविधता डेटा को दूर से संवेदित जलवायु डेटा और अन्य भविष्यवक्ता जानकारी से जोड़कर स्थानिक मॉडलिंग तकनीकों का उपयोग करके अंतरिक्ष में एक्सट्रपलेशन किया जाता है, ताकि क्षेत्र भर में प्रजातियों की घटना के गतिशील मानचित्र तैयार किए जा सकें। शौकिया पक्षी प्रेमियों के लिए, कॉर्नेल लैब ऑफ ऑर्निथोलॉजी ने दो ऐसे अनुप्रयोग विकसित किए हैं जो उपयोगकर्ताओं को ध्वनि द्वारा पक्षियों की पहचान करने में मदद करने के लिए गहरे तंत्रिका नेटवर्क

दृष्टिकोण को लागू करते हैं[7]। प्रजातियों का पता लगाने के लिए ए.आई. एल्गोरिदम में थर्मल इमेजरी का भी उपयोग किया जाता है, उदाहरण के लिए कोआला[15], हिरण[18] और खरगोशों[12] की स्वचालित पहचान के लिए हवाई सेंसर (ड्रोन, यूएवी) से।

लोगों के लिए स्वचालित प्रजातियों की निगरानी के लिए एल्गोरिदम की बढ़ती उपलब्धता जैव विविधता ज्ञान का तेजी से लोकतंत्रीकरण कर रही है। स्मार्टफोन वाला कोई भी व्यक्ति इस तकनीक का उपयोग कर सकता है, और सस्ते अनुकूलित हार्डवेयर (जैसे फील्डकिट, बर्डबॉट) तेजी से उपलब्ध हो रहे हैं, जिससे स्थानीय जैव विविधता की समझ और जागरूकता में सुधार होगा, जिससे नागरिकों और समुदाय के नेतृत्व वाली पहलों को जैव विविधता निगरानी प्रयासों में भाग लेने के लिए बड़े अवसर मिलेंगे। यद्यपि, अभी भी कुछ चुनौतियाँ हैं, विशेषकर उपलब्ध तकनीक के बारे में जागरूकता फैलाने, डेटा ट्रांसफर की लागत कम करने (जैसे डिवाइस पर कंप्यूटेशन में सुधार करके) और उन लोगों को सक्षम बनाने के लिए जिनके पास आवश्यक डिवाइस (स्मार्टफोन, कैमरा, कंप्यूटर) तक पहुँच नहीं है, वे इस तकनीक का उपयोग कर सकें।

3. **मान्यता से परे आवश्यक जैव विविधता चर**– प्रत्यक्ष प्रजातियों के अवलोकन और पहचान के अतिरिक्त, एआई का उपयोग जैव विविधता के विभिन्न व्युत्पन्न मापों की भविष्यवाणी करने के लिए भी किया जा रहा है, जो स्थान और समय में जैव विविधता परिवर्तन का अध्ययन, रिपोर्ट और प्रबंधन करने के लिए आवश्यक हैं।[13] इन व्युत्पन्न मापों को आवश्यक जैव विविधता चर के रूप में संदर्भित किया जाता है। EBV's की भविष्यवाणी एक तेजी से बढ़ने वाला क्षेत्र है, जिसमें नियमित रूप से नए डाटा सेट तैयार किए जा रहे हैं, जैसे कि स्थलीय और जलीय आवासों का तेजी से सूक्ष्म वर्गीकरण, जो अजैविक–जैविक संबंधों और समुदाय संरचना के चालकों की बेहतर समझ को सक्षम बनाता है। एआई प्रजातियों के लक्षणों को वर्गीकृत करने और निगरानी करने में विशेष लाभ प्रदान करता है, जैसे कि पशु व्यवहार, खासकर जब इसे एनिमलबोर्न टैग (बायोलॉगर्स) के साथ संयोजन में उपयोग किया जाता है जो बड़ी मात्रा में डेटा उत्पन्न करता है। पशु व्यवहार और अन्य प्रजातियों के लक्षणों को ध्वनिक डेटा और घटना डाटा से भी एआई द्वारा वर्गीकृत किया जा सकता है। जनसंख्या–स्तर पर, एआई मॉडल का उपयोग आमतौर पर दूर से संवेदित डेटा के साथ किया जाता है, ताकि कच्चे जैव विविधता डेटा की विविधता और विरलता को दूर किया जा सके और ऐसी भविष्यवाणियाँ की जा सकें जो स्थान और समय में सन्निहित हों और वैश्विक हों । स्वचालित जनसंख्या बहुतायत अनुमान अक्सर पिक्सेल–आधारित वर्गीकरण और थ्रेशोल्डिंग विधियों में उपग्रह डेटा का उपयोग करते हैं । उदाहरणों में वाइल्डबीस्ट और जेबरा, हाथी, पैक–आइस सील और अल्बाट्रोस की गिनती शामिल है।[14] बहुत उच्च–रिजॉल्यूशन वाली सैटेलाइट इमेजरी अधिक व्यापक रूप से उपलब्ध होने के साथ जैसे, "वर्ल्डव्यू–3, जियोआई" ऑब्जेक्ट–आधारित विधियों के लिए नए एल्गोरिदम भी विकसित किए जा रहे हैं जैसे, व्हेल प्रजाति की पहचान और जनसंख्या आकलन। कई अनुप्रयुक्त संरक्षण पहल भी कंप्यूटर विजन मशीन लर्निंग का लाभ उठाते हैं ताकि प्राकृतिक चिह्नों, आनुवंशिक पहचानकर्ताओं या स्वरों का उपयोग करके वन्यजीव आबादी में अलग–अलग जानवरों को ट्रैक करने के लिए भीड़–स्रोत वाली कैमरा छवियों को स्वचालित रूप से संसाधित किया जा सके, जनसंख्या स्तर के विश्लेषण को सक्षम करने के लिए डेटाबेस के भीतर से व्यक्तियों का मिलान किया जा सके (उदाहरण के लिए वाइल्डमी, बियरआईडी प्रोजेक्ट, वाइल्डलाइफ.एआई)। कॉर्नेल के ईबर्ड स्टेटस एंड ट्रेंड्स प्रोग्राम के शोधकर्ता 1000 से अधिक पक्षी प्रजातियों के लिए पूर्ण वार्षिक चक्र वितरण और जनसंख्या प्रवृत्तियों को मॉडल करने के लिए नागरिक विज्ञान–व्युत्पन्न प्रजातियों की सूचियों से एआई और पक्षियों की उपस्थिति और अनुपस्थिति के विशाल डेटा का उपयोग करते हैं । अंत में, शोधकर्ता अभी तक अनदेखी जैव विविधता के वितरण पैटर्न की भविष्यवाणी करने के लिए मशीन लर्निंग मॉडल का भी उपयोग कर रहे हैं।[11] समुदाय स्तर पर, एआई का उपयोग प्रजातियों की विविधता और समृद्धि के मेट्रिक्स का अनुमान लगाने के लिए किया गया है। आणविक पारिस्थितिकी में अगली पीढ़ी की अनुक्रमण तकनीकों को मुख्यधारा में लाने ने भी यहाँ एक भूमिका निभाई है, जिससे जीनोमिक अनुक्रम डाटा की विशाल मात्रा का उपयोग करने के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग करते हुए जनसंख्या आनुवंशिक अनुमान के लिए कम्प्यूटेशनल पद्धतियों को बढ़ावा मिला है। उदाहरण के लिए, मशीन लर्निंग विधियों का उपयोग करने वाले शोधकर्ता प्रजातियों की सीमा डाटा और जीवन इतिहास लक्षणों और बहुत उच्च–रिजॉल्यूशन वाले उपग्रह डाटा से क्रमशः उभयचरों में आनुवंशिक विविधता की भविष्यवाणी करने में सक्षम हैं। एआई का उपयोग प्रजातियों की बहुतायत, आनुवंशिक भिन्नता और कार्यात्मक लक्षणों के संयुक्त पूर्वानुमान प्राप्त करने और पिछले प्रभावी जनसंख्या आकार इतिहास का अनुमान लगाने के लिए भी किया जाता है। पारिस्थितिकी तंत्र–स्तर पर, पारिस्थितिकी तंत्र के कामकाज के मेट्रिक्स भी एआई का उपयोग करके तेजी से प्राप्त किए जा रहे हैं, जैसे कि पारिस्थितिकी तंत्र का क्षरण और अखंडता मेट्रिक्स। अंत में, एआई जैव विविधता डेटा के आसपास वैज्ञानिक कार्य संवहन को उच्चतर बनाने में भूमिका निभाना प्रारम्भ कर रहा है। एआई–संचालित टेक्स्टक्लासिफिकेशन दृष्टिकोणों का उपयोग प्रकाशित साहित्य में प्रासंगिक जैव विविधता लेखों की पहचान करने, आगे के मैक्रोइकोलॉजिकल अध्ययनों में उपयोग के लिए बड़े जैव विविधता डाटासेट का निर्माण और संवर्द्धन करने के लिए किया गया है। जैव विविधता डेटा स्रोतों की बढ़ती बहुतायत और असंगतता से निपटने के लिए बेहतर कार्य संवहन विकसित करने में सहायता करने के लिए भी ए.आई. का प्रस्ताव हैं।




**(स्रोत GEO BON)**

4. **जैव विविधता– प्रासंगिक पर्यावरणीय सहसंयोजक**– प्रत्यक्ष प्रजातियों और जैव विविधता की निगरानी के अतिरिक्त, ए.आई. का उपयोग आमतौर पर पर्यावरणीय चर का अनुमान लगाने के लिए भी किया जाता है जो आगे की जैव विविधता मॉडलिंग के लिए प्रासंगिक हैं। ऐसे चर में, उदाहरण के लिए, भूमि उपयोग/आवरण, मिट्टी की नमी सामग्री, जमीन के ऊपर बायोमास और कार्बन स्टॉक और पानी की गुणवत्ता का वर्गीकरण शामिल है। उपग्रह–आधारित और हवाई दूर–संवेदी इमेजरी को बड़े पैमाने पर भूमि कवर और भूमि उपयोग डेटासेट में वर्गीकृत करने के लिए मशीन लर्निंग और आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस का अनुप्रयोग व्यापक और अच्छी तरह से विकसित है। नए विकासों में हवाई हाइपरस्पेक्ट्रल और LiDAR डेटा से उपवर्ग वनस्पति वर्गीकरण शामिल हैं। उपग्रह आधारित एआई का एक अन्य अनुप्रयोग उपरोक्त कार्बन स्टॉक के अनुमान पर केंद्रित है, उदाहरण के लिए वन कार्बन फ्लक्स का मानचित्रण और स्वचालित बड़े पैमाने पर उच्च रिजॉल्यूशन कार्बन स्टॉक अनुमान मुफ्त में उपलब्ध, उच्च गुणवत्ता वाले कार्बन स्टॉक अनुमान कार्बन स्टॉक हानि और संबंधित कारकों के बारे में व्यापक जानकारी प्रदान कर सकते हैं, जिससे जलवायु और जैव विविधता संकटों में बेहतर जवाबदेही सुनिश्चित हो सकती है।[16] आग की निगरानी और प्रबंधन को बेहतर बनाने के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता के साथ उपग्रह इमेजरी का भी उपयोग किया जाता है। उदाहरणों में आग की संवेदनशीलता मॉडलिंग, ईंधन नमी सामग्री की भविष्यवाणी करना, और मिट्टी की नमी सामग्री मानचित्रण शामिल हैं। IoT नेटवर्क में सुधार का उपयोग अग्नि निगरानी के लिए भी किया जाता है, जिससे सार्वजनिक और निजी भूस्वामियों (जैसे ड्रायड) के लिए अति–प्रारंभिक अग्नि–पता लगाने वाली प्रणालियाँ सक्षम होती हैं। एक चुनौती ऐसी प्रणालियों को अधिक व्यापक रूप से स्केल करना और स्थानीय समुदायों और स्वदेशी लोगों जैसे कम तकनीकी रूप से उन्नत उपयोगकर्ता समूहों तक पहुँच प्रदान करना है जो आग लगने वाली भूमि के बड़े क्षेत्रों का प्रबंधन करते हैं।

5. **नागरिक विज्ञान और स्वदेशी लोगों और स्थानीय समुदायों द्वारा निगरानी**– स्थानीय समुदाय और स्वदेशी लोग सभी का अपने पर्यावरण से अनूठा संबंध होता है, जो अक्सर स्थानीय जैव विविधता पैटर्न के बारे में विशेष ज्ञान या रुचि को जन्म देता है। नागरिक विज्ञान परियोजनाएँ अक्सर डेटा संग्रह या वर्गीकरण में जनता को शामिल करती हैं,एआई क्षमताओं को नियोजित करने वाले नागरिक विज्ञान परियोजनाओं के उदाहरण स्थानीय जैव विविधता पैटर्न (जैसे साउंडस्केप्स 2 लैंडस्केप्स, श्रीलंकाई टर्टल आईडी प्रोजेक्ट, बैट डिटेक्टिव) की जानकारी प्राप्त करने के लिए छोटे पैमाने की परियोजनाओं से लेकर व्यवस्थित डेटा संग्रह के लिए वैश्विक प्रणालियों (जैसे ईबर्ड, ईमैमल, जूनिवर्स) तक हैं। नागरिक हैकथॉन (जैसे अर्थ हैक्स) के माध्यम से संरक्षण निगरानी प्रयासों में भी योगदान दे सकते हैं। ये सभी

पहल जैव विविधता डेटा संग्रह और विश्लेषण को बहुत लोकतांत्रिक बनाती हैं, नागरिकों को जैव विविधता की स्थिति के बारे में जानकारी प्रदान करती हैं और बेहतर पर्यावरणीय निर्णय लेने के लिए वकालत में शामिल होने के अवसर प्रदान करती हैं। यद्यपि, एआई और जैव विविधता नागरिक विज्ञान को और एकीकृत करने की काफी संभावना है। संयुक्त मानव–मशीन टीमें, जिन्हें मानव–इन–द–लूप शोध डिजाइन के रूप में जाना जाता है। दुनिया के सर्वश्रेष्ठ का लाभ उठा सकती हैं, पैटर्न का पता लगाने के लिए एल्गोरिदम की शक्ति का लाभ उठा सकती हैं, जबकि विसंगतियों को समझने के लिए मानव स्थानीय पारिस्थितिक ज्ञान का उपयोग कर सकती हैं। यह संभावित पूर्वाग्रहों की पहचान करने में विशेष रूप से महत्वपूर्ण है। नागरिकों द्वारा डेटा संग्रह के लिए एक व्यवस्थित दृष्टिकोण नागरिक विज्ञान वैश्विक भागीदारी CSGP है। सीएसजीपी मौजूदा नागरिक विज्ञान चिकित्सकों के सहयोग को अंतर्राष्ट्रीय संगठनों और सरकारों के साथ समन्वयित कर रहा है, और सतत विकास की दिशा में वैश्विक प्रयास में एक प्रमुख योगदानकर्ता के रूप में नागरिक विज्ञान डेटा और उपकरणों के उपयोग का समर्थन करता है। यह भौगोलिक क्षेत्रों, संस्कृतियों और शोध क्षेत्रों में विविध और समावेशी भागीदारी स्थापित करता है, नागरिक विज्ञान को परिवर्तन के लिए एक एकीकृत, सक्षम और गुणक शक्ति के रूप में बढ़ावा देता है। स्वदेशी समुदायों का प्रकृति से एक अंतर–पीढ़ीगत संबंध है और अक्सर वे इससे आजीविका प्राप्त करते हैं, जिससे उन्हें अपने स्थानीय पारिस्थितिकी तंत्र के बारे में ज्ञान का खजाना मिलता है, जिसकी तुलना आधुनिक विज्ञान से नहीं की जा सकती। यह स्वदेशी ज्ञान ऐतिहासिक आधार रेखाओं को समझने और जैव विविधता की स्थिति और प्रवृत्तियों की निगरानी करने के लिए महत्वपूर्ण है और ऐसी नीतियों को विकसित करने में सहायता कर सकता है जो स्वदेशी समुदाय की आजीविका और संस्कृति के रखरखाव को सुनिश्चित करते हुए जैव विविधता के लिए महत्वपूर्ण हैं। बढ़ते खतरों के साथ, कई समुदायों ने पारिस्थितिकी तंत्र की निगरानी करना प्रारम्भ कर दिया है और प्रयासों और संसाधनों को एक साथ लाने के लिए कुछ प्रयास उपलब्ध हैं।[3] यह देखते हुए कि स्वदेशी ज्ञान और विज्ञान बहुत अलग–अलग ज्ञान प्रणालियों से निकलते हैं, यह महत्वपूर्ण है कि इनको एक साथ लाने वाले ढांचे को विकसित करने में सावधानीपूर्वक विचार किया जाए। एक साथ काम करते हुए, स्वदेशी ज्ञान और एआई निगरानी को बदल सकते हैं और स्थानीय समुदायों के हाथों में शक्ति दे सकते हैं जिससे वे स्थानीय संकेतकों का उपयोग करने में सक्षम हो सकें जिन्हें वे विशिष्ट रूप से समझते हैं और महत्व देते हैं और पारिस्थितिकी तंत्र में क्या हो रहा है, इस बारे में जानकारी प्राप्त करते हैं। ऐसा ही एक उदाहरण Microsoft और CSIRO के बीच साझेदारी है। इस परियोजना में, स्वदेशी रेंजरों द्वारा ड्रोन फुटेज एकत्र की जाती है और कंप्यूटर विजन का उपयोग पौधों और जानवरों की पहचान करने के लिए किया जाता है और परिणामों का उपयोग स्थानीय निर्णय लेने के लिए किया जाता है। ऐसे एआई संचालित निगरानी दृष्टिकोणों को विकसित और लागू करते समय, यह आवश्यक है कि स्थानीय समुदायों को शामिल किया जाए, पर्याप्त प्रशिक्षण प्रदान किया जाए और डेटा संप्रभुता को बनाए रखने और इसका उपयोग करने की उनकी क्षमता पर विचार किया जाए।[17] ऐसे प्रयासों को बढ़ाने और मानकीकृत करने का अवसर है ताकि उनका उपयोग वैश्विक स्तर पर और नीति को सूचित करने सहित कई पैमानों पर किया जा सके।

6. **भविष्य में जैव विविधता निगरानी के अवसर**– निकट भविष्य में, जैव विविधता निगरानी प्रयासों को और प्रभावी बनाने के लिए एआई तकनीक के लिए विभिन्न विकास क्षेत्र मौजूद हैं। प्रजातियों की निगरानी के मामले में, कैप्चर पर डाटा को संसाधित करने के लिए एज एनालिटिक्स का उपयोग करने वाले अनुप्रयोगों में वृद्धि की उम्मीद है। ऑन–डिवाइस, इन–सीटू, स्थानीय डेटा विश्लेषण डाटा हस्तांतरणीयता और स्वामित्व संबंधी मुद्दों पर काबू पाने का एक समाधान प्रदान करता है जब डेटा को दूरस्थ कंप्यूटिंग संसाधनों में स्थानांतरित करना संभव नहीं होता है, बहुत महंगा होता है, या अन्यथा अवांछनीय होता है। कैप्चर पर डेटा को संसाधित करने से डेटा संग्रहण का बोझ भी कम होता है क्योंकि केवल संसाधित डेटा ही संग्रहीत और संभावित रूप से स्थानांतरित होता है। डेटा पूर्वाग्रह और कमी को दूर करने में भी एआई के बढ़ते उपयोग की आशा है। डेटा–विरल सिस्टम, क्षेत्रों या समयावधि में डेटा का अनुमान लगाने के लिए एआई एल्गोरिदम लागू किए जा सकते हैं। इससे जैव विविधता आधार रेखाओं और रुझानों का पूर्वानुमान और बढ़ेगा तथा बेहतर होगा जहाँ मौजूदा डेटा सीमित है। जैव विविधता निगरानी में एक और प्रवृत्ति हाइपरस्पेक्ट्रल डेटा की बढ़ती उपलब्धता और उपयोग है।[10] इस तरह के डेटा का विश्लेषण बढ़े हुए टैक्सोनोमिक और विषयगत संकल्पों पर निगरानी को जन्म दे रहा है। उपग्रह और हवाई हाइपरस्पेक्ट्रल डेटा का विश्लेषण, उदाहरण के लिए, प्रजातियों के स्तर पर वनस्पति मानचित्रण को सक्षम कर रहा है। हाइपरस्पेक्ट्रल डेटा कई अन्य पर्यावरणीय चर, जैसे मिट्टी की कार्बन सामग्री, पौधों का स्वास्थ्य, या (सूक्ष्म) प्रदूषकों के स्तर में समृद्ध अंतर्दृष्टि भी प्रदान कर सकता है। बेहतर जैव विविधता मीट्रिक और चर (जैसे–ईबीवी) प्राप्त करने के लिए, दूर से संवेदी डाटा के साथ क्षेत्र–आधारित प्रजाति डेटा अभिलेखागार (जैसे, जीवन इतिहास लक्षण, आवास प्राथमिकताएं) को एकीकृत करने में भी एआई तेजी से महत्वपूर्ण है। यह विकास जैव विविधता निगरानी डाटा की अधिकाधिक गुणवत्ता और गहराई प्रदान करेगा और अंतरिक्ष और समय में जमीन आधारित अवलोकनों के तेज स्केलिंग को सक्षम करेगा। जैव विविधता निगरानी के लिए एआई में एक और प्रवृत्ति प्रजातियों की निगरानी के लिए लेबल किए गए प्रशिक्षण डाटा के पुस्तकालयों का विकास और खुले तौर पर साझा करना है (उदाहरण के लिए LILA BC)। उदाहरण के लिए

बायोएकॉस्टिक वर्गीकरण और कैमरा ट्रैप इमेज वर्गीकरण के लिए अधिक से अधिक ऐसे खुले पुस्तकालय उपलब्ध हो रहे हैं, जबकि बहुत उच्च–रिजॉल्यूशन वाले उपग्रह डेटा से ऑब्जेक्ट–आधारित प्रजातियों की पहचान या हाइपरस्पेक्ट्रल रिमोट–सेंस्ड डेटा के लिए पुस्तकालय कुछ हद तक दुर्लभ हैं। लेबल किए गए प्रशिक्षण डेटा के पुस्तकालयों की बढ़ती उपलब्धता उन जगहों पर आगे के विश्लेषण को बढ़ावा देगी जहाँ सामयिक डाटा उपलब्ध नहीं है।

7. **निष्कर्ष**– अंत में, प्रकृति में मानवीय अनुभव को बढ़ाने और इसके गेमीफिकेशन में ए.आई. की भूमिका बढ़ती हुई प्रतीत होती है। संवर्धित वास्तविकता (ए.आर.) का उपयोग पर्यावरण में प्रजातियों का पता लगाने और उन्हें वास्तविक समय में वर्गीकृत करने में सहायता के लिए तेजी से किया जा रहा है (उदाहरण के लिए, पक्षियों की पहचान करने की क्षमता वाले दूरबीन, वास्तविक समय में पक्षियों की आवाज को सक्षम करने वाले मोबाइल फोन ऐप या पौधों की पत्तियों की पहचान)। इसका उपयोग स्थानीय समुदायों को भूमि उपयोग परिवर्तन के भविष्य के परिदृश्यों का पता लगाने में सक्षम बनाने के लिए भी किया जा सकता है, जैसे कि वृक्षारोपण में वृद्धि। यह एक ऐसा क्षेत्र है जिसमें अनुप्रयोगों का विस्तार हो सकता है, क्योंकि प्रकृति के प्रति उत्साही लोग अपने पर्यावरण से जुड़ने व जैव विविधता संरक्षण के नए तरीके खोज रहे हैं और यह नए दर्शकों को प्रकृति से जोड़ने में एक उपकरण प्रदान कर सकता है।

## References


1. Hooper et al. (2005) effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge, Ecological Monographs Volume 75, Issue1, Pages 3-35. https://doi.org/10.1890/04-0922
2. Haines Young and Potschin (2012) The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being Published online by Cambridge University Press: 05 June 2012
3. Shivaprakash et al. (2022) Potential for Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) Applications in Biodiversity Conservation, Managing Forests, and Related Services in India Sustainability 14(12),7154, https://doi.org/10.3390/su14127154
4. Kellenberger et al. (2020), Wildlife Insights, Accelerating image-based ecological surveys with interactive machine learning, Volume 11, Issue12, Pages 1716-1727 https://doi.org/10.1111/2041-210X.13489
5. Kim, K.S.; Park, J. (2009) A survey of applications of artificial intelligence algorithms in eco-environmental modelling. Environ. Eng. Res. 14, 102–110.
6. Beery et al. (2019) Efficient Pipeline for Camera Trap Image Review https://doi.org/10.48550/arXiv.1907.06772
7. Atanbori et al. (2016) Automatic classification of flying bird species using computer vision techniques, Volume 81, Pages 53-62 https://doi.org/10.1016/j.patrec.2015.08.015
8. Bjerge et al. (2021) An Automated Light Trap to Monitor Moths (Lepidoptera) Using Computer Vision-Based Tracking and DeepLearning, 21(2), 343. https://doi.org/10.3390/s21020343
9. Droissart et al. (2021) PICT: A low-cost, modular, open-source camera trap system to study plant–insect interactions https://doi.org/10.1111/2041-210X.13618
10. Ryan R Jensen, Perry J Hardin, and Andrew J Hardin. (2012) Classification of urban tree species using hyperspectral imagery. Geocarto International, 27 (5):443–458. https://doi.org/10.1080/10106049.2011.638989
11. Grant, Van Horn, Steve Branson, Ryan Farrell, Scott Haber, Jessie Barry, Panos Ipeirotis, Pietro Perona, Serge Belongie (2015) Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 595-604.
12. Psiroukis et. al. (2021) Monitoring of free-range rabbits using aerial thermal imaging Smart Agricultural Technologyhttps://doi.org/10.1016/j.atech.2021.100002
13. Pereira, H.M. et al. (2013) Essential Biodiversity Variables A global system of harmonized observations is needed to inform scientists and policy-makers, Vol. 339, Issue 6117, pp. 277-278. DOI: 10.1126/science.1229931

14. Isla Duporge et al. (2020) Using very-high-resolution satellite imagery and deep learning to detect and count African elephants in heterogeneous landscapes Zoological Society of London. https://doi.org/10.1002/rse2.195
15. Avitabile, V., Baccini, A., Friedl, M.A., Schmullius, C. (2012) Capabilities and limitations of Landsat and land cover data for aboveground woody biomass estimation of Uganda. Remote Sensing of Environment, Vol. 117, pp. 366–380.
16. Baccini, A., Goetz, S. J., Walker, W. S. et al. (2012) Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. Nature Climate Change, Vol. 2, pp. 182–185.
17. Shmuel, A. and Heifetz, E. (2022), Global Wildfire Susceptibility Mapping Based on Machine Learning Model Forests, Vol. 13, Issue 7, p. 1050. https://doi.org/10.3390/f13071050
18. Sudholz, A. et al. (2021) A comparison of manual and automated detection of rusa deer (Rusatimorensis) from RPAS-derived thermal imagery. Wildlife Research 49(1)46-53 https://doi.org/10.1071/WR20169