



संसद प्रश्न: स्थानीय मौसम पूर्वानुमान में सुधार हेतु उन्नत कंप्यूटर सिमुलेशन मॉडल

प्रविष्टि तिथि: 10 DEC 2025 4:36PM by PIB Delhi

मिशन मौसम के अंतर्गत, भारत पूर्वानुमान प्रणाली (भारतएफएस), एक उन्नत कंप्यूटर सिमुलेशन मॉडल, पहले ही विकसित किया जा चुका है और यह 6 किलोमीटर के उच्च स्थानिक रिज़ॉल्यूशन पर कार्यरत है। इसमें 10 दिनों तक की वर्षा की घटनाओं का पूर्वानुमान प्रदान करने की क्षमता है, जिसमें अल्प और मध्यम अवधि के पूर्वानुमान शामिल हैं। अपने उच्च रिज़ॉल्यूशन और बेहतर गतिशीलता के कारण, यह पंचायत या पंचायतों के समूह स्तर पर मौसम पूर्वानुमान करता है। उच्च-रिज़ॉल्यूशन मॉडल सिमुलेशन के वास्तविक समय में संचालन को और अधिक सहयोग देने हेतु, कंप्यूटिंग सुविधाओं (अरुणिका और अर्का) में भारी वृद्धि की गई है ताकि विशाल डेटा को एकीकृत किया जा सके और मेसो-स्केल, क्षेत्रीय और वैश्विक मॉडल चलाए जा सकें।

इसके अलावा, एक महत्वपूर्ण उपलब्धि मिथुन पूर्वानुमान प्रणाली (मिथुन-एफएस) की शुरुआत है। यह नई पीढ़ी का वैश्विक युग्मित मॉडल अत्याधुनिक भौतिकी और उन्नत डेटा आत्मसात्करण ढांचे के साथ वायुमंडल, महासागर, भू-सतह और समुद्री बर्फ घटकों को एकीकृत करता है। वर्तमान में, यह पूर्वानुमान प्रणाली 12 किलोमीटर के रिज़ॉल्यूशन पर काम करती है, जो भारत की मध्यम श्रेणी की स्थानीय मौसम पूर्वानुमान क्षमता में एक महत्वपूर्ण प्रगति है। मिथुन-एफएस सूट में निम्नलिखित भी शामिल हैं:

- भारतीय उपमहाद्वीप में मानसून की गतिशीलता, चक्रवातों और मध्य-स्तरीय चरम घटनाओं के सटीक अनुकरण के लिए 4 किलोमीटर का उच्च-रिज़ॉल्यूशन वाला क्षेत्रीय मॉडल;
- दिल्ली क्षेत्र में कोहरे, दृश्यता और वायु गुणवत्ता के पूर्वानुमान के लिए 330 मीटर का अति-रिज़ॉल्यूशन वाला शहरी मॉडल।

ये मॉडल अरुणिका सुपरकंप्यूटर (8.24 पीएफएलओपी) पर संचालित होते हैं और रडार, उपग्रहों, स्वचालित मौसम स्टेशनों (एडब्ल्यूएस), प्रोफाइलर और महासागरीय प्रणालियों से प्राप्त सघन अवलोकन डेटा को आत्मसात् करते हैं। ये सभी मिलकर पंचायत स्तर पर वर्षा, आंधी-तूफान, कोहरा, गर्मी और प्रदूषकों के बारे में उच्च गुणवत्ता वाली भविष्यवाणियां करने में सक्षम बनाते हैं। यह कार्य भारत पूर्वानुमान प्रणाली (भारतएफएस) के संचालन में सहायक है।

मिशन मौसम के अंतर्गत ये मॉडल विशेष रूप से भारत की विविध जलवायु परिस्थितियों के अनुरूप तैयार किए गए हैं। इनमें मानसून के अनुरूप संवहन योजनाएं, उन्नत बादल सूक्ष्मभौतिकी, पश्चिमी घाट और हिमालय का बेहतर प्रतिनिधित्व और तटीय एवं शहरी भौतिकी के लिए विशिष्ट विशेषताएं शामिल हैं। 4 किलोमीटर का क्षेत्रीय डोमेन उपमहाद्वीप की विविधता को दर्शाता है, जबकि 330 मीटर का दिल्ली मॉडल शीतकालीन सीमा परत व्युत्क्रमण और प्रदूषण की घटनाओं को दर्शाता है। सघन रडार, उपग्रह और सतही अवलोकनों के समावेश से भारत के कृषि-जलवायु और आपदा-प्रवण क्षेत्रों के अनुरूप पूर्वानुमान प्राप्त होते हैं।

मल्टी-स्केल मिथुन-एफएस सूट वर्षा, तापमान और कोहरे की दृश्यता में होने वाली त्रुटियों को कम करता है। इंटेलिजेंस और मशीन लर्निंग (एआई/एमएल) आधारित पोस्ट-प्रोसेसिंग के साथ मिलकर, ये मॉडल मध्यम अवधि के पूर्वानुमानों को अधिक सटीक बनाते हैं, बेहतर नाउकास्टिंग क्षमता प्रदान करते हैं और अत्यधिक वर्षा, लू, कोहरे, वायु गुणवत्ता और गरज के साथ तूफान की जिला-स्तरीय संभावनाओं की अधिक विश्वसनीय जानकारी देते हैं।

मंत्रालय ने मौसम पूर्वानुमान श्रृंखला में एआई/एमएल को व्यवस्थित रूप से एकीकृत करने हेतु भारतीय मौसम विज्ञान विभाग, राष्ट्रीय मध्यम श्रेणी मौसम पूर्वानुमान केंद्र (एनसीएमआरडब्ल्यूएफ) और अन्य संस्थानों को शामिल करते हुए एक समर्पित वर्चुअल केंद्र स्थापित किया है। यह वर्चुअल केंद्र रडार, उपग्रहों और एडब्ल्यूएस नेटवर्क से प्राप्त डेटा के पूर्वाग्रह सुधार, सांख्यिकीय पोस्ट-प्रोसेसिंग, डाउनस्केलिंग, नाउकास्टिंग और बहु-स्रोत डेटा फ्यूजन के लिए एआई/एमएल उपकरणों के विकास का समन्वय करता है।

एनसीएमआरडब्ल्यूएफ लगभग 25 किलोमीटर रिज़ॉल्यूशन पर अरुणिका सुपरकंप्यूटर पर पांगू-वेदर, फोरकास्टनेट और ग्राफकास्ट जैसे वैश्विक परिचालन एआई मॉडल का प्रायोगिक परीक्षण भी करता है और उन्हें भारत के लिए परिष्कृत करता है। ये डेटा-संचालित घटक मंत्रालय के एचपीसी संसाधनों पर गतिशील एनडब्ल्यूपी प्रणालियों के साथ चलते हैं, जिससे कृषि, शहरी प्रबंधन और आपदा जोखिम न्यूनीकरण जैसे क्षेत्रों के लिए अनुकूलित हाइपरलोकल उत्पादों का तेजी से निर्माण संभव होता है।

एआई/एमएल एकीकरण से मोटे संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान (एनडब्ल्यूपी) क्षेत्रों को एमएल सुपर-रिज़ॉल्यूशन (जैसे, जीएन) और सीएनएन नाउकास्टिंग का उपयोग करके शहरी क्षेत्रों के लिए तेजी से डाउनस्केल किया जा सकता है। यह वास्तविक समय के प्रेक्षणों से कृषि (मानसून विराम), विमानन (कोहरे की दृश्यता) और शहरी प्रबंधन (पीएम_{2.5} अलर्ट) के लिए अनुकूलित उत्पाद तैयार करता है। अरुनिका पर डेटा फ्यूजन पाइपलाइन एपीआई से लेकर आईएमडी पोर्टल और हितधारक ऐप्स तक के ज़रिए अंतिम छोर तक वितरण को गति प्रदान करती हैं, जिससे उच्च प्रभाव वाली घटनाओं के दौरान निर्णय-केंद्रित पूर्वानुमानों में सहायता मिलती है। एआई/एमएल में अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों को मजबूत करने के लिए मंत्रालय के अधीन आईएमडी के भीतर एक समर्पित कार्यात्मक समूह स्थापित किया गया है।

एनसीएमआरडब्ल्यूएफ वैश्विक स्तर पर पूर्वप्रशिक्षित एआई/एमएल मॉडल का उपयोग करता है, जिनमें पांगू-वेदर (3डी पृथ्वी-विशिष्ट ट्रांसफॉर्मर), ग्राफकास्ट (ग्राफ न्यूरल नेटवर्क) और फोरकास्टनेट (अनुकूली फूरियर न्यूरल ऑपरेटर) शामिल हैं, जिनका प्रायोगिक परीक्षण अरुणिका सुपरकंप्यूटर पर 25 किमी रिज़ॉल्यूशन पर किया जा रहा है। अतिरिक्त तकनीकों में डीप लर्निंग-आधारित सांख्यिकीय पोस्ट-प्रोसेसिंग, रडार/उपग्रह नाउकास्टिंग के लिए कनवोल्यूशनल न्यूरल नेटवर्क (सीएनएन) और मशीन लर्निंग डाउनस्केलिंग विधियाँ जैसे सुपर-रिज़ॉल्यूशन जनरेटिव एडवरसैरियल नेटवर्क (जीएन) शामिल हैं, जिनका उपयोग मिथुन-एफएस आउटपुट को 12 किलोमीटर वैश्विक/4 किलोमीटर क्षेत्रीय से अति-स्थानीय स्तर तक परिष्कृत करने के लिए

किया जाता है। दिल्ली-एनसीआर क्षेत्र के लिए एक नया डीप लर्निंग मॉडल (मेटियोजीएन) विकसित किया गया है और 300 मीटर स्थानिक रिज़ॉल्यूशन पर ग्राउंड-बेस्ड और क्लाइमेट हैज़र्ड्स ग्रुप इन्फ्रारेड प्रेसिपिटेशन विद स्टेशन डेटा (सीएचआईआरपीएस) वर्षा विश्लेषण का उपयोग करके वर्षा डाउनस्केल के लिए इसका सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया है।

ये तकनीकें गतिशील एनडब्ल्यूपी आउटपुट में व्यवस्थित पूर्वाग्रहों को सीखकर सटीकता बढ़ाती हैं, जिससे वर्षा संचय (मध्यम श्रेणी की दक्षता में 20-30 प्रतिशत तक सुधार), तापमान की चरम सीमा, हवा की गति, कोहरे की दृश्यता और पीएम_{2.5} सांद्रता जैसे प्रमुख चरों में मूल माध्य वर्ग त्रुटियां कम हो जाती हैं, जो कच्चे मॉडल बेसलाइन की तुलना में बेहतर हैं। ग्राफ़कास्ट और पांगू-वेदर वायुमंडलीय पैमानों पर पदानुक्रमित विशेषता निष्कर्षण में उत्कृष्ट हैं, जो संवहनी घटनाओं, मानसून के विराम और शहरी प्रदूषकों का अधिक सटीक स्थानिक स्थानीयकरण प्रदान करते हैं, जबकि उच्च-आवृत्ति प्रेक्षकों से सीएनएन-आधारित नाउकास्टिंग पारंपरिक एक्सट्रपलेशन सीमाओं से परे कुशल अल्प-श्रेणी की भविष्यवाणियों (0-6 घंटे) का विस्तार करती है।

एआई/एमएल मॉडल पारंपरिक एनडब्ल्यूपी चक्रों की तुलना में 100-1000 गुना तेजी से पूर्वानुमान लगाते हैं, जिससे अरुनिका पर मुख्य गतिशील प्रक्रियाओं के बीच लगभग वास्तविक समय में अपडेट (हर 15-30 मिनट में) संभव हो पाते हैं। अरुनिका, आंधी-तूफान या दिल्ली में सर्दियों के कोहरे जैसी तेजी से बदलती घटनाओं के दौरान पंचायत स्तर की चेतावनियों के लिए अति-स्थानीय उत्पाद प्रदान करता है। पोस्ट-प्रोसेसिंग पाइपलाइन बहु-स्रोत डेटा (एडब्ल्यूएस, रडार, उपग्रह) को अंशशोधित संभाव्य मार्गदर्शन में एकीकृत करती हैं, जिससे कृषि, विमानन और आपदा प्रबंधन में हितधारकों तक अंतिम छोर के वितरण में तेजी आती है।

पीके/केसी/आर

(रिलीज़ आईडी: 2202097) आगंतुक पटल : 12

इस विज्ञप्ति को इन भाषाओं में पढ़ें: English , Urdu , Urdu