# एडैप्टिवस्प्लैट: कम गॉसियन इकाइयों से त्रिआयामी दृश्य बनाने की विधि

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी / कृत्रिम बुद्धिमत्ता (मुख्य परीक्षा: सामान्य अध्ययन-III) | पूर्वप्रकाशन की तारीख: 5 जुलाई 2026 | प्रकाशित: 24 अक्टूबर 2026

## खबरों में क्यों

बद्रीनाथ सिंघल, श्रीहरि के. जी., श्रीहरि अय्यर, अंकित धीमान और वेंकटेश बाबू राधाकृष्णन का एडैप्टिवस्प्लैट शोध त्रिआयामी गॉसियन आवंटन को नियंत्रित करने की विधि प्रस्तुत करता है। इसका पूर्वप्रकाशित शोधपत्र 5 जुलाई 2026 को सार्वजनिक हुआ। यूरोपीय कंप्यूटर दृष्टि सम्मेलन के आधिकारिक कार्यक्रम में इसका पोस्टर 10 सितंबर 2026 के लिए दर्ज है। संस्थान के विभागीय विवरण ने सितंबर में इसकी उपयोगिता समझाई। शोध का विषय तस्वीरों से दृश्य पुनर्निर्माण है, न कि कोई नया कैमरा, उपग्रह या तैयार स्वचालित वाहन प्रणाली।

## दृश्य की जटिलता और इकाइयों का बँटवारा

अलग-अलग कोणों से ली गई तस्वीरों को जोड़कर किसी कमरे, इमारत या खुले क्षेत्र का त्रिआयामी दृश्य बनाना कंप्यूटर दृष्टि का उपयोगी काम है। चुनौती केवल अच्छी तस्वीर बनाना नहीं, उसे कम संसाधनों में संभालना भी है। भारतीय विज्ञान संस्थान से जुड़े शोधकर्ताओं की एडैप्टिवस्प्लैट विधि दृश्य के हर हिस्से को एक जैसा महत्व देने के बजाय उसकी बारीकियों के अनुसार गणनात्मक इकाइयां बांटती है। इसका केंद्रीय विचार है कि चिकनी दीवार और जटिल बनावट वाले हिस्से को समान संख्या में इकाइयों की जरूरत नहीं होती।

## त्रिआयामी गॉसियन प्रतिनिधित्व क्या होता है?

इस प्रकार के दृश्य प्रतिनिधित्व में अनेक छोटी गणितीय इकाइयां मिलकर स्थान, रंग और दृश्य रूप का वर्णन करती हैं। प्रत्येक गॉसियन इकाई के साथ उसका त्रिआयामी स्थान, आकार, दिशा और अपारदर्शिता जैसी विशेषताएं जुड़ी होती हैं। इन इकाइयों से दृश्य को किसी दूसरे कैमरा कोण से दिखाया जा सकता है। इसे समझने के लिए अलग-अलग आकार के रंगीन धब्बों से बनी तस्वीर की कल्पना की जा सकती है, हालांकि वास्तविक गणना साधारण चित्रकारी से अधिक जटिल होती है।

कई फीड-फॉरवर्ड मॉडल इनपुट तस्वीरों के पिक्सेलों से जुड़ी गॉसियन इकाइयां बनाते हैं। फीड-फॉरवर्ड का आशय यहां प्रशिक्षित प्रणाली द्वारा सीधे आगे की गणना से दृश्य का अनुमान देना है। समस्या यह है कि इस व्यवस्था में दृश्य की जटिलता के अनुसार इकाइयों की संख्या स्पष्ट रूप से नियंत्रित नहीं होती। साधारण क्षेत्र में भी बहुत-सी इकाइयां बन सकती हैं। उन्हें बिना सोच हटाने पर नए कोण से दिखाई गई तस्वीर में खाली हिस्से, काले धब्बे या जरूरत से अधिक धुंधलापन आ सकता है।

## नई विधि किस समस्या को हल करती है?

एडैप्टिवस्प्लैट उपयोगकर्ता को बची रहने वाली इकाइयों की संख्या पर नियंत्रण देने का प्रयास करता है। पहले तस्वीर की स्थानीय बनावट का अनुमान लगाया जाता है। जहां रंग और तीव्रता में महीन बदलाव ज्यादा हैं, वहां विवरण बचाना जरूरी माना जाता है। जहां बदलाव कम हैं, वहां अपेक्षाकृत कम इकाइयों से काम लेने की संभावना देखी जाती है। इस प्रकार इकाइयों की छंटाई केवल संख्या घटाने का काम नहीं रहती; उसे दृश्य के अलग-अलग हिस्सों की जरूरत से जोड़ा जाता है।

PCSMANTRA.COM

यह अंतर महत्वपूर्ण है, क्योंकि बहुत कम इकाइयों वाला मॉडल हमेशा अच्छा मॉडल नहीं होता। यदि किसी जरूरी किनारे या बनावट को ही हटा दिया गया तो बचत के साथ सूचना की हानि होगी। शोध इसलिए गुणवत्ता और आकार के बीच संतुलन पर केंद्रित है। यहां इकाइयों की संख्या का बजट आर्थिक बजट नहीं, गणनात्मक प्रतिनिधित्व की तय सीमा है। तुलना करते समय समान छंटाई स्तर पर दृश्य की गुणवत्ता देखना जरूरी है, केवल छोटी फाइल देखकर सफलता घोषित करना पर्याप्त नहीं है।

## बनावट की पहचान कैसे की जाती है?

विधि तस्वीरों पर डिस्क्रीट वेवलेट ट्रांसफॉर्म लगाती है। यह गणितीय प्रक्रिया क्षैतिज, ऊर्ध्व और तिरछी दिशाओं में बारीक बदलावों का संकेत देती है। इन संकेतों को स्थानीय बनावट के माप में जोड़ा जाता है। इसके बाद त्रिआयामी बिंदुओं को स्थान और रंग की समानता के आधार पर समूहों में बांटा जाता है। शोधपत्र इन्हें सुपरक्लस्टर कहता है। समूह स्तर की बनावट यह तय करने में मदद करती है कि कहां अधिक छंटाई की जा सकती है और कहां विवरण बचाना चाहिए।

इस विवरण में प्रयुक्त ऊर्जा शब्द तस्वीर में उच्च आवृत्ति वाले बदलाव के गणितीय संकेत के लिए है। इसे बिजली की खपत या किसी वस्तु की भौतिक ऊर्जा नहीं समझना चाहिए। कम बनावट वाले क्षेत्रों में कुछ चुनी हुई इकाइयां बचाई जाती हैं, जबकि अधिक बारीकियों वाले क्षेत्रों को अधिक संरक्षण मिलता है। यह मानवीय पहचान की तरह वस्तु का अर्थ समझना नहीं है। प्रणाली मुख्यतः दृश्य संकेतों के आधार पर काम करती है; इसीलिए चमक और बनावट के बीच भ्रम उसकी एक सीमा भी बन सकता है।

## छंटाई के बाद खाली जगह कैसे भरी जाती है?

केवल इकाइयां हटाने से समस्या पूरी तरह हल नहीं होती। इसलिए शोध में एक अनुकूलनशील गॉसियन हेड जोड़ा गया है। यह तंत्र बची हुई इकाइयों के आकार, दिशा, अपारदर्शिता और दृश्य रूप से संबंधित गुणों का फिर अनुमान लगाता है। कम बनावट वाले हिस्से में अपेक्षाकृत बड़ी इकाइयां हटाई गई इकाइयों की जगह ढक सकती हैं। इस समायोजन से वही दृश्य कम इकाइयों में दिखाने का प्रयास होता है। किसी अदृश्य वस्तु की प्रमाणित जानकारी पैदा करना इसका उद्देश्य नहीं है।

प्रशिक्षण में अलग-अलग छंटाई स्तर दिखाए जाते हैं, ताकि प्रणाली केवल एक संख्या के लिए न सीखे। शोध के अनुसार बाद में उपयोगकर्ता चुना हुआ छंटाई स्तर दे सकता है और मॉडल सीधे अनुकूलित गुणों का अनुमान लगा सकता है। यह प्रत्येक नए दृश्य पर लंबा अलग अनुकूलन करने की जरूरत घटाने का प्रयास है। फिर भी प्रशिक्षण की लागत शून्य नहीं है। शोधकर्ताओं ने अपने प्रशिक्षण में प्रति डेटासेट 48 ग्राफिक्स-प्रसंस्करण घंटों का उल्लेख किया है; इसे मुफ्त या बिना शक्तिशाली हार्डवेयर वाली प्रक्रिया नहीं कहना चाहिए।

## परीक्षण और परिणाम क्या बताते हैं?

PCSMANTRA.COM

शोध में अंदरूनी, बाहरी और बहुदृश्य डेटासेटों पर जाँच की गई। प्रमुख नाम रियलएस्टेट10के, एसिड और डीएल3डीवी हैं; डीटीयू तथा टैंक्स एंड टेम्पल्स पर भी मूल्यांकन दर्ज है। तुलना में तस्वीर की त्रुटि, संरचनात्मक समानता और दृश्य अनुभूति से संबंधित मापों का उपयोग हुआ। परिणामों में प्रस्तावित विधि ने जाँची गई छंटाई पद्धतियों के मुकाबले गुणवत्ता और इकाइयों की संख्या के बीच बेहतर संतुलन दिखाया। यह दावा उन्हीं परीक्षणों और तुलनाओं की सीमा में पढ़ना चाहिए, सभी संभावित दृश्यों के लिए नहीं।

संस्थान ने मॉडल आकार में 80 प्रतिशत तक कमी की संभावना बताई है। प्राथमिक शोध में 80 प्रतिशत छंटाई का अर्थ गॉसियन इकाइयों का इतना हिस्सा हटाना है। इसे अपने-आप 80 प्रतिशत बिजली बचत, हर उपकरण पर इतनी ही स्मृति बचत या समान अनुपात में तेज गति नहीं मान सकते। शोधपत्र आधार मॉडल के समान ग्राफिक्स स्मृति भार का भी उल्लेख करता है। संख्या घटने, दृश्य दिखाने की गति और पूरे तंत्र की स्मृति में कमी अलग माप हैं।

## तुलना को सावधानी से क्यों पढ़ना चाहिए?

कुछ मुख्य तुलनाओं में वैकल्पिक विधियों को छंटाई के बाद दृश्य-विशिष्ट सुधार का अवसर दिया गया, और पूरक भाग में बिना उस सुधार के परिणाम भी हैं। इससे सीधी गणना और अतिरिक्त अनुकूलन वाली विधियों का अंतर सामने आता है। पाठक को प्रशिक्षण, नए दृश्य पर अनुमान और उसके बाद दृश्य दिखाने की गति को एक ही समय-माप नहीं मानना चाहिए। अध्ययन में प्रतिपादन की गति जाँचने के लिए एक हजार नए कोणों से दृश्य बनाने का उल्लेख है; यह पूरे उत्पाद की गति का सार्वभौमिक प्रमाण नहीं है।

## सीमाएं और संभावित उपयोग

चिकनी सतह पर जटिल छपा पैटर्न या तेज चमक होने पर बनावट संकेत भ्रामक हो सकता है। पूरक भाग में ऐसा उदाहरण दिया गया है, जिसमें समतल समूह के छोटे हिस्से को अधिक ऊर्जा मिलती है और अधिक छंटाई पर गुणवत्ता गिरती है। यानी दृश्य का रंगीन विवरण और वास्तविक ज्यामिति हमेशा एक-दूसरे के समान नहीं होते। लेखकों ने दोनों को बेहतर ढंग से जोड़ने को आगे के काम के रूप में रखा है। इस सीमा को छिपाकर हर दृश्य में समान गुणवत्ता का दावा करना गलत होगा।

संभावित उपयोगों में संवर्धित वास्तविकता, आभासी वास्तविकता, रोबोटिक्स और डिजिटल सामग्री निर्माण शामिल हैं। कम अनावश्यक इकाइयों से दृश्य संभालना उपयोगी हो सकता है। लेकिन शोध ने सड़क पर स्वचालित वाहन की सुरक्षा प्रमाणित नहीं की और न मोबाइल पर हर परिस्थिति में काम करने की गारंटी दी है। सार्वजनिक कोड प्रयोग दोहराने का अवसर देता है; कोड उपलब्ध होना स्वतंत्र पुनरुत्पादन का पूरा प्रमाण नहीं है। सुरक्षा-संवेदनशील उपयोगों में औसत सुंदर तस्वीर से आगे त्रुटियों और दुर्लभ परिस्थितियों की जाँच चाहिए।

## मुख्य परीक्षा के लिए महत्व

यह अध्ययन कृत्रिम बुद्धिमत्ता में संसाधन दक्षता का उदाहरण है। सुधार केवल बड़ा मॉडल बनाने से नहीं, सही जगह पर्याप्त प्रतिनिधित्व देने से भी आ सकता है। उत्तर में समस्या, बनावट आधारित छंटाई, बची इकाइयों का समायोजन और सीमाओं का क्रम रखा जा सकता है। भारत के शोध परिदृश्य के लिए सीख यह है कि कंप्यूटर दृष्टि की उपयोगिता का मूल्यांकन गुणवत्ता के साथ लागत और दोहराने योग्य परीक्षण से हो। यह नीतिगत विवेचना है, किसी सरकारी तैनाती या व्यावसायिक स्वीकृति की खबर नहीं।

## आगे क्या देखना होगा?

अगली कसौटी होगी कि स्वतंत्र समूहों, नए डेटासेटों और अलग हार्डवेयर पर गुणवत्ता तथा गति के लाभ कितने दोहराए जाते हैं। चमकदार सतहों और दृश्य बनावट से भ्रम की समस्या कम करना भी जरूरी होगा। स्मृति, समय और ऊर्जा की अलग-अलग मापी गई तुलना व्यावहारिक उपयोग स्पष्ट करेगी। फिलहाल उपलब्धि सीमित लेकिन उपयोगी है: दृश्य की जरूरत के अनुसार गॉसियन इकाइयां चुनने और उन्हें समायोजित करने का तरीका मिला है। इसे हर उपकरण पर हर दृश्य की त्रुटिहीन प्रतिकृति बनाने वाली प्रणाली नहीं कहना चाहिए।

**अभ्यास प्रश्न:** कृत्रिम बुद्धिमत्ता में संसाधन दक्षता का मूल्यांकन केवल मॉडल की इकाइयों की संख्या से क्यों नहीं किया जा सकता? एडैप्टिवस्प्लैट के उदाहरण से गुणवत्ता, गति, स्मृति और ऊर्जा के मापों में अंतर स्पष्ट कीजिए। (250 शब्द)

**स्रोत:** पूर्वप्रकाशित शोध; मूल विधि और परीक्षण; सम्मेलन कार्यक्रम; आईआईएससी विभागीय विवरण; शोध परियोजना।

PCSMANTRA.COM