NEW ERA AGRICULTURE MAGAZINE

कृषि मशीनीकरण के लिए IoT-आधारित वास्तविक समय निगरानी प्रणाली: भारत के लिए अवधारणा और परिप्रेक्ष्य

यशपाल यादव[1*] एवं मीनू[2]

सार: -

इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) के नाम से जाने जाने वाले उपकरणों का नेटवर्क मशीन-टू-मशीन (M2M) संचार को सुविधाजनक बनाने के लिए वायर्ड और वायरलेस इंटरनेट दोनों का उपयोग करता है। कृषि में IoT एक अत्याधुनिक तकनीक है जिसका उपयोग कृषि उत्पादन बढ़ाने के लिए पूरे वर्ष किया जा सकता है। इस अध्ययन का उद्देश्य कृषि स्वचालन के लिए IoT अनुप्रयोगों का अवलोकन प्रदान करना है, साथ ही भारत में बढ़ते IoT उपयोग के अवसरों और बाधाओं के बारे में बात करना है।कृषि में मानव रहित मशीनों, नियंत्रण प्रणालियों, निगरानी प्रणालियों और प्रबंधन प्रणालियों के लिए IoT का व्यापक रूप से उपयोग किया गया। इसके अलावा, IoT-आधारित कृषि ने कृषि में उपयोग की जाने वाली विभिन्न वायरलेस संचार तकनीकों का उपयोग किया, जिसमें वाई-फाई, ब्लूटूथ, ज़िगबी और लंबी दूरी के वाइड एरिया नेटवर्क (लोरावान) के साथ-साथ मोबाइल संचार भी शामिल है।

इंटरनेट ऑफ थिंग्स टेक्नोलॉजीज

इंटरनेट को पहले सिर्फ़ यूजर द्वारा नियंत्रित किया जाता था। वैज्ञानिकों ने मशीन-टू-मशीन (M2M) तकनीक का आविष्कार किया है, जो वायर्ड और वायरलेस इंटरनेट को बुद्धिमान संचार के साथ जोड़ती है। M2M एक निष्क्रिय विचार है जो जानकारी एकत्र करने, डेटा साझा करने और उपयोगकर्ताओं को जानकारी प्रदान करने के लिए सेंसर और नेटवर्क का उपयोग करता है।एक शोध के अनुसार, IoT आर्किटेक्चर में तीन परतें होती हैं: पहचान के लिए धारणा, डेटा ट्रांसमिशन और रिसेप्शन के लिए नेटवर्क, और कृषि अनुप्रयोगों के लिए अनुप्रयोग। सेंसर नोड्स को वास्तविक समय में मापदंडों को मापने के लिए खेतों, फसलों, पशुधन, ग्रीनहाउस और कृषि मशीनरी में तैनात किया जाता है।मापे गए डेटा को स्थानीय गेटवे पर रिले किया जाता है, जो फिर नेटवर्क परत पर वायरलेस सेंसर नेटवर्क (WSN) के माध्यम से इसे क्लाउड पर अपलोड करता है। इस प्रणाली के कृषि

यशपाल यादव[1*] एवं मीनू[2]

[1]शोध छात्र, फार्म मशीनरी एवं पावर इंजीनियरिंग विभाग, कॉलेज ऑफ टेक्नोलॉजी एंड इंजीनियरिंग, एमपीयूएटी, उदयपुर।

[2]शोध छात्रा, संसाधन प्रबंधन और उपभोक्ता विज्ञान विभाग इंद्रा चक्रवर्ती सामुदायिक विज्ञान महाविद्यालय, चौधरी चरण सिंह हरियाणा कृषि विश्वविद्यालय, हिसार, हरियाणा

में अनुप्रयोग हैं, जैसे प्रबंधन, निगरानी, नियंत्रण और मानव रहित मशीनरी।

धारणा परत

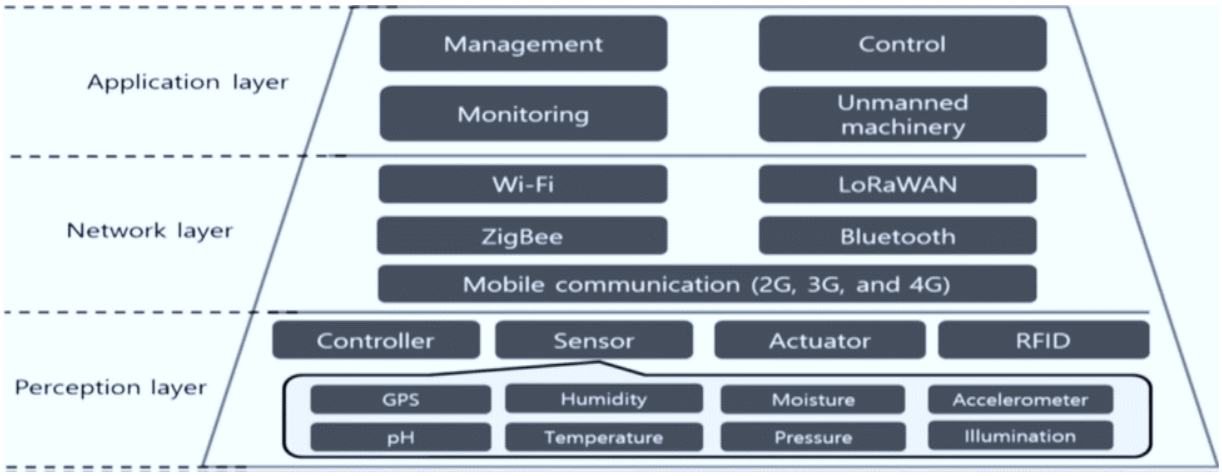
IoT में परसेप्शन लेयर लक्ष्यों के भौतिक पहलुओं को पहचानती है, जैसे फसलें, खेत, मवेशी और मशीनें। कई शोधों के अनुसार, परसेप्शन लेयर में सेंसर, कृषि मशीनरी, वायरलेस सेंसर नेटवर्क, एक्ट्यूएटर, कंट्रोलर और RFID शामिल हैं। सेंसर का इस्तेमाल आमतौर पर कृषि में वातावरण, मिट्टी, कृषि क्षेत्र, ग्रीनहाउस और पानी सहित कई चरों की निगरानी के लिए किया जाता है। आमतौर पर इस्तेमाल किए जाने वाले सेंसर में तापमान, नमी, आर्द्रता, दबाव, पीएच, अल्ट्रासोनिकेशन और एक्सेलेरोमीटर शामिल हैं। IoT सेंसिंग तकनीकों में WSN, NFC, RFID, इमेज प्रोसेसिंग और GPS शामिल हैं। भौतिक दुनिया पर वास्तविक समय, उच्च-रिज़ॉल्यूशन की जानकारी देने के लिए कृषि में वायरलेस सेंसर नेटवर्क (WSN) का उपयोग किया गया है।

नेटवर्क परत

नेटवर्क लेयर परसेप्शन लेयर से रियल-टाइम डेटा का विश्लेषण करती है और इसे दूरसंचार नेटवर्क, LAN या इंटरनेट के माध्यम से एप्लिकेशन लेयर पर भेजती है। एक शोध के अनुसार, नेटवर्क लेयर में एक माइक्रोप्रोसेसर या माइक्रोकंट्रोलर होता है जो संचार मॉड्यूल के माध्यम से परसेप्शन लेयर से एप्लिकेशन लेयर तक डेटा भेजता है। डेटा को 3G/4G/5G, वाई-फाई, ब्लूटूथ, IEEE-802.11, NFC, GSM, ZigBee और GPRS सहित कई मीडिया द्वारा ट्रांसपोर्ट किया जा सकता है। इस प्रकार, नेटवर्क लेयर न केवल परसेप्शन लेयर में एकत्र किए गए विभिन्न प्रकार के डेटा को एप्लिकेशन लेयर तक पहुंचाता है, बल्कि परसेप्शन लेयर को एप्लिकेशन लेयर के कंट्रोल कमांड भी भेजता है ताकि परसेप्शन लेयर में संबंधित डिवाइस को सक्रिय किया जा सके।

अनुप्रयोग परत

एक वैज्ञानिक के अनुसार, एप्लीकेशन लेयर IoT आर्किटेक्चर का शीर्ष स्तर है और नेटवर्क लेयर से डेटा प्रोसेस करता है। इस लेयर में बुद्धिमान सिस्टम होते हैं जो कृषि डेटा का प्रबंधन करते हैं, पौधों, जानवरों,



चित्र 1 IoT की वास्तुकला जिसमें अनुप्रयोग परत, नेटवर्क परत और धारणा परत शामिल है

मशीनरी और खेतों की निगरानी और नियंत्रण करते हैं, बीमारी और कीटों के संक्रमण का पता लगाते हैं और स्वायत्त मशीनों को चलाते हैं। एप्लीकेशन लेयर डेटा को

प्रोसेस और विश्लेषण करता है, सिस्टम का मूल्यांकन करता है, भविष्य के रुझानों की भविष्यवाणी करता है, पिछले डेटा के आधार पर निर्णय लेता है और अंतिम उपयोगकर्ताओं को नुस्खे भेजता है। इस प्रकार, कृषि में होने वाली समस्याओं को समय रहते उचित तरीके से संबोधित करके नुकसान को कम करना और उत्पादन दक्षता को अधिकतम करना संभव है, जिससे किसानों की आय में सुधार में योगदान मिलता है।

IoT के लिए RFID प्रौद्योगिकी

RFID तकनीक, जिसे स्वचालित पहचान और डेटा कैप्चर (AIDC) के रूप में भी जाना जाता है, को अक्सर IoT की नींव माना जाता है। एक RFID सिस्टम में आम तौर पर तीन हिस्से होते हैं। RFID तकनीक में तीन घटक होते हैं: एक टैग जिसमें एक चिप भौतिक वस्तु में लगी होती है, रिमोट पूछताछ के लिए एंटीना वाला एक रीडर, और RFID उपकरण प्रबंधित करने, डेटा फ़िल्टर करने और अंतर-और अंतर-संगठनात्मक लेनदेन को सुविधाजनक बनाने के लिए एक मिडलवेयर एप्लिकेशन वाला एक होस्ट कंप्यूटर। एप्लिकेशन के आधार पर RFID सिस्टम के लिए चार आवृत्ति बैंड हैं: 125 kHz पर कम आवृत्ति, 13.56 MHz पर उच्च आवृत्ति, यूरोप में 433 MHz या 868 MHz पर अल्ट्रा-हाई आवृत्ति सक्रिय टैग लगातार संकेत प्रेषित करने के लिए एक अंतर्निर्मित बैटरी का उपयोग करते हैं, जिससे निष्क्रिय टैग की तुलना में लंबी संचार सीमा, तीव्र डेटा संचरण और अधिक भंडारण क्षमता मिलती है। RFID टैग बार कोड और द्वि-आयामी कोड जैसी पिछली तकनीकों की तुलना में लाभ प्रदान करते हैं, जैसे कि अद्वितीय आइटम/उत्पाद पहचान, दृष्टि की रेखा की आवश्यकता नहीं, कई टैग स्कैनिंग, डेटा भंडारण में वृद्धि और पढ़ने/लिखने की क्षमताएं। यह चीजों के लिए सटीक वास्तविक समय स्थान की जानकारी प्रदान करता है। RFID तकनीक कंटेनरों, वस्तुओं या जानवरों में प्रत्यारोपित अदृश्य टैग को स्कैन कर सकती है। RFID टैग विभिन्न सेंसर का उपयोग करके आर्द्रता, तापमान, पीएच, प्रकाश और गैसों पर डेटा एकत्र कर सकते हैं। RFID टैग, जब हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर के साथ संयुक्त होते हैं, तो वास्तविक समय की निगरानी, पर्यावरण संवेदन और ट्रेसिंग प्रदान कर सकते हैं। RFID तकनीक IoT सेंसिंग के अंतर्गत आती है और इसमें उत्पादन क्षमता बढ़ाने की क्षमता है।

IoT के लिए सेंसर प्रौद्योगिकी

IoT सेंसिंग में सेंसर महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। सेंसर तकनीक इंटरनेट ऑफ़ थिंग्स (IoT) में गतिशील परिवर्तनों के बारे में जानकारी एकत्र करने और संप्रेषित करने का एकमात्र तरीका है। इसलिए, IoT के लिए सेंसर तकनीकों की जांच करना महत्वपूर्ण है। सेंसर तकनीक 1860 के दशक की है और इसमें संवेदनशील तत्व, रूपांतरण सर्किट और सहायक शक्ति शामिल हैं। सेंसर को उनके मूल प्रभावों के आधार पर भौतिक, रासायनिक या बायोसेंसर के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है। रासायनिक सेंसर सबसे सक्रिय और सफल क्षेत्रों में से एक हैं। यह उपकरण छोटे आकार, महान संवेदनशीलता, एक बड़ी माप सीमा और उचित मूल्य का दावा करता है। यह स्वचालित माप का भी समर्थन करता है। रासायनिक सेंसर का घरेलू और विदेशी वैज्ञानिकों द्वारा लंबे समय से अध्ययन किया जा रहा है, जिससे कई विश्लेषणात्मक उपकरणों का विकास हुआ है जो लोगों के जीवन की गुणवत्ता में सुधार करते हैं। बाहरी चर सेंसर में अस्थिरता पैदा कर सकते हैं, उनके व्यावहारिक अनुप्रयोगों को सीमित कर सकते हैं।

IoT के लिए जीपीएस तकनीक

इंटरनेट की तरह ही GPS भी हमारे दैनिक जीवन में अधिक प्रचलित होता जा रहा है। यह ज़मीन पर स्थिर लक्ष्यों को खोजने और समुद्र, ज़मीन और हवा में गतिशील लक्ष्यों को नेविगेट करने के लिए उपग्रह संकेतों का उपयोग करता है। GPS ने तारा-आधारित नेविगेशन तकनीक में क्रांति ला दी है, जिससे स्वर्ण युग की शुरुआत हुई है। GPS सिस्टम में तीन भाग होते हैं: अंतरिक्ष उपग्रह समूह, भू नियंत्रण प्रणाली और उपयोगकर्ता उपकरण। GPS उपग्रह की वास्तविक समय स्थिति उपलब्ध होने पर स्थान का सटीक निर्धारण करने के लिए दूरी मिलन सिद्धांत का उपयोग करता है। GPS ने पोजिशनिंग धारणा में क्रांति ला दी है। GPS एक वैश्विक नेविगेशन सैटेलाइट सिस्टम है जो पृथ्वी पर या उसके आस-पास कहीं भी रिसीवर को जियोलोकेशन और टाइमिंग की जानकारी प्रदान करता है। GPS का व्यापक रूप से इसके उपयोगकर्ता-मित्रता, सभी मौसमों में कामकाज, सटीक स्थान निर्धारण, नेविगेशन और टाइमिंग क्षमताओं के लिए उपयोग किया जाता है। GPS पारंपरिक नेविगेशन सिस्टम की तुलना में अलग-अलग लाभ प्रदान करता है। GPS की वैश्विक कवरेज 98% है, जिसमें किसी भी स्थान पर कम से कम चार उपग्रह दिखाई देते हैं। मौसम की स्थिति जैसे बादल, कोहरा, हवा, बारिश या बर्फ़बारी की परवाह किए बिना, दिन के किसी भी समय GPS माप लिया जा सकता है। GPS सटीक 3D स्थान, गति और समय की जानकारी दे सकता है। पोजिशनिंग सटीकता सेंटीमीटर-स्तर की होती है, जिसमें गति की अशुद्धि 0.01 m/s से कम और समय की सटीकता 20 ns होती है। GPS सिस्टम और सॉफ़्टवेयर को अपडेट करने से त्वरित और आसान स्थिर स्थान प्राप्त किया जा सकता है। बेस स्टेशन के 15 किमी के भीतर एक मोबाइल स्टेशन का निरीक्षण करने में केवल 1-2 मिनट लगते हैं, जबकि डायनेमिक पोजिशनिंग या गति माप में कुछ सेकंड लगते हैं। GPS का उपयोग करना आसान है और इसे जहाँ भी GPS सिग्नल प्राप्त होता है, वहाँ लगाया जा सकता है। GPS रिसीवर को स्वचालित करने से मापने के प्रयास और श्रम तीव्रता में उल्लेखनीय कमी आती है।

कृषि में संभावित IoT मूल्य

हाल के वर्षों में दुनिया की आबादी को खाना खिलाना मुश्किल हो गया है। एफएओ की एक रिपोर्ट के अनुसार, जनसंख्या वृद्धि के कारण 2050 में 2006 की तुलना में लगभग 70% अधिक भोजन की आवश्यकता होगी। रिपोर्टों के अनुसार, आसन्न खाद्य समस्या को दूर करने के लिए खेती में IoT एक अभूतपूर्व विचार है। खाद्य सुरक्षा के लिए IoT तकनीक के अनुप्रयोग पर कई अध्ययन किए गए हैं। पर्यावरणीय समस्याओं को हल करने और उत्तरपश्चिमी स्पेन में अंगूर के बागों में पर्यावरण प्रबंधन को बढ़ाने के लिए, लिबेलियम ने 3 जी तकनीक

कृषि में IoT-आधारित स्मार्ट प्रबंधन प्रणाली का अनुप्रयोग

	सेंसर	नेटवर्क
कृषि यंत्र	GPS GPS	जीपीआरएस, वाई-फाई, 4जी जीपीआरएस, ब्लूटूथ
खेत	मृदा तापमान सेंसर, मृदा पीएच सेंसर, मृदा नमी सेंसर	वाई-फाई
पानी	नमी सेंसर, निष्क्रिय इन्फ्रारेड सेंसर, तापमान सेंसर दबाव सेंसर, फ्लोमीटर, अल्ट्रासोनिक सेंसर	जीएसएम, वाई-फाई

की तैनाती की। निष्कर्षों से पता चला कि वृद्धि उत्पादन में लगभग 15% की वृद्धि हुई, जबकि उर्वरक और कवकनाशी जैसे फाइटोसैनिटरी उपचार 20% से अधिक कम हो गए। एक ग्रीनहाउस में, रोमेन लेट्यूस को एक एकीकृत नियंत्रण रणनीति (ICS) विधि का उपयोग करके सिंचित किया गया था यह पाया गया कि एआईएस पारंपरिक सिंचाई प्रणाली की तुलना में 90% कम पानी का उपयोग करता है।

निष्कर्ष

हाल ही में कई कृषि प्रौद्योगिकी उद्योगों में IoT का व्यापक रूप से उपयोग किया गया है। हम इस पेपर में कृषि स्वचालन के लिए IoT अनुप्रयोगों का विस्तृत विश्लेषण प्रदान करते हैं। सबसे पहले, इंटरनेट ऑफ थिंग्स आर्किटेक्चर की धारणा, नेटवर्क और अनुप्रयोग परतों का त्वरित अवलोकन किया गया। दूसरा, कृषि में IoT अनुप्रयोग के उदाहरणों को वर्गीकृत और जांचा गया। परिणामस्वरूप, IoT-आधारित कृषि के लिए चार श्रेणियां उभरीं: स्वायत्त मशीनरी, नियंत्रण प्रणाली, निगरानी प्रणाली और प्रबंधन प्रणाली। IoT विशेष रूप से सिंचाई प्रणालियों, खेत और ग्रीनहाउस पर्यावरण स्थितियों को नियंत्रित करने और मिट्टी, मवेशियों और ग्रीनहाउस की निगरानी के लिए कृषि में उपयोगी है। इसके बाद, इंटरनेट ऑफ थिंग्स-आधारित कृषि के लिए सबसे लोकप्रिय संचार तकनीकों की विशेषताओं की जांच की गई, जिसमें वाई-फाई, लोरावन, मोबाइल संचार (जैसे, 2G, 3G और 4G), ज़िगबी और ब्लूटूथ शामिल हैं। कृषि IoT किसानों के लिए अत्यधिक कुशल और सस्ते में संचालित हो सकता है यदि वे IoT ऑपरेटिंग वातावरण को ध्यान में रखते हुए ट्रांसमिशन रेंज, बिजली की खपत और प्रत्येक नेटवर्क की लागत जैसे कारकों के आधार पर सेंसर और नेटवर्क चुनते हैं। इसके अलावा, चुनौतीपूर्ण बाहरी कृषि परिवेशों में IoT उपकरणों की सुरक्षा करना तथा स्थिर नेटवर्क और डेटा सुरक्षा की गारंटी देना भी आवश्यक है।

NEW ERA AGRICULTURE MAGAZINE