



ARUN COMPUTER & IT

PGDCA Study Material

Syllabus Based on Higher Education Department, (M.P)

APS University Rewa (M.P.)

For Academic Session 2026–27

Paper-1



Next Generation Technologies: AI Tools



Module-4

Internet of things IOT and smart technologies

This educational material has been prepared with the assistance of AI models including ChatGPT and DeepSeek.
The content has been reviewed, organized and edited for academic and examination purposes.

हमारी वेबसाइट से डाउनलोड करें
Latest version available only at: www.hamararewa.in

© 2026 All Rights Reserved

Prepared & Compiled By
O.P. Shrivastava
Arun Computer & IT
Rewa (M.P.)



ARUN COMPUTER & IT

Contents

Chapter 1 – Internet of Things (IoT) का परिचय	3
Internet of Things (IoT)	3
IoT के मुख्य घटक.....	3
भविष्य में IoT	6
परीक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण बिंदु	6
अध्याय 2- IoT Architecture and Components	7
IoT आर्किटेक्चर एवं इसके प्रमुख घटक प्रस्तावना	7
IoT Architecture की प्रमुख Layers	8
IoT Architecture का कार्यप्रवाह (Step-by-Step Working)	10
IoT के प्रमुख Components	11
Sensors (सेंसर)	11
Actuators (एक्चुएटर्स)	11
Gateway (गेटवे)	12
Communication Network (संचार नेटवर्क)	12
Cloud Platform (क्लाउड प्लेटफॉर्म)	12
User Interface (यूजर इंटरफेस)	13
स्मार्ट कृषि (Smart Agriculture) प्रणाली का उदाहरण	13
IoT Architecture के लाभ	14
परीक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण बिंदु	14
निष्कर्ष	14
अध्याय 2- Sensors, Actuators and Real-Time Data Collection	15
सेंसर, एक्चुएटर एवं वास्तविक समय डेटा संग्रह प्रस्तावना	15
Sensors के प्रकार और उनके उपयोग	15
Actuator	17
Actuators के प्रकार और उनके उपयोग	17
Real-Time Data Collection क्या है?	19
Real-Time Monitoring	19
Smart Devices में Sensors का उपयोग	21
विभिन्न क्षेत्रों में Sensors और Actuators के उपयोग	21
Smart Agriculture का संपूर्ण उदाहरण (IoT सिस्टम में Sensors और Actuators)	22
Sensors और Actuators के लाभ	23
Sensors और Actuators की चुनौतियाँ	24



ARUN COMPUTER & IT

Sensors और Actuators का भविष्य	24
परीक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण बिंदु	24
निष्कर्ष	25
अध्याय 4- Smart Homes, Smart Cities and Industry 4.0	25
स्मार्ट होम, स्मार्ट सिटी एवं इंडस्ट्री 4.0 प्रस्तावना	25
Smart Home की प्रमुख विशेषताएँ	26
Smart Home के प्रमुख उपकरण और उनके उपयोग	26
Smart Home का कार्य उदाहरण – "Good Morning Routine"	27
Smart City (स्मार्ट सिटी) परिचय	28
Smart City की प्रमुख विशेषताएँ और अनुप्रयोग	28
Smart City के लाभ	29
Industry 4.0 (चौथा औद्योगिक क्रांति) परिचय	29
औद्योगिक क्रांतियों का संक्षिप्त परिचय और तुलना	30
Industry 4.0 के प्रमुख अनुप्रयोग (उद्योगवार)	32
Industry 4.0 के लाभ और चुनौतियाँ	33
परीक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण बिंदु	34
निष्कर्ष	35
Chapter 5- Applications of IoT in Agriculture, Healthcare and Retail	35
कृषि, स्वास्थ्य एवं रिटेल क्षेत्र में IoT के अनुप्रयोग प्रस्तावना	35
भाग 1 — कृषि क्षेत्र में IoT (IoT in Agriculture)	35
Smart Agriculture (स्मार्ट कृषि)	35
कृषि में IoT का संपूर्ण उदाहरण (Case Study)	37
भाग 2 — स्वास्थ्य क्षेत्र में IoT (IoT in Healthcare)	38
स्वास्थ्य क्षेत्र में IoT के प्रमुख अनुप्रयोग	38
स्वास्थ्य क्षेत्र में IoT का संपूर्ण उदाहरण — Remote Patient Monitoring (Case Study)	40
भाग 3 — रिटेल क्षेत्र में IoT (IoT in Retail)	41
RFID Technology (Radio Frequency Identification) —	41
Smart Shopping (स्मार्ट खरीदारी) —	42
Automated Billing System (स्वचालित बिलिंग प्रणाली) —	42
भविष्य की संभावनाएँ	45
निष्कर्ष	45
Module – 4 - परीक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण बिंदु	46
महत्वपूर्ण प्रश्न (Important Questions)	46



ARUN COMPUTER & IT

Chapter 1 – Internet of Things (IoT) का परिचय

IoT आधुनिक तकनीक का एक महत्वपूर्ण क्षेत्र है, जिसने हमारे जीवन, व्यवसाय, कृषि, स्वास्थ्य तथा उद्योगों के कार्य करने के तरीके को बदल दिया है। इसका मुख्य उद्देश्य उपकरणों को इंटरनेट से जोड़कर उन्हें अधिक बुद्धिमान (Smart) और स्वचालित (Automated) बनाना है।

Internet of Things (IoT)

वर्तमान डिजिटल युग में इंटरनेट केवल कंप्यूटर और मोबाइल तक सीमित नहीं रह गया है। आज अनेक उपकरण (Devices) जैसे स्मार्ट बल्ब, स्मार्ट टीवी, स्मार्ट घड़ियाँ, सुरक्षा कैमरे तथा उद्योगों में उपयोग होने वाली मशीनें भी इंटरनेट से जुड़कर कार्य कर रही हैं। इस प्रकार की तकनीक को Internet of Things (IoT) कहा जाता है।

IoT तकनीक में विभिन्न भौतिक वस्तुएँ (Physical Objects) सेंसर, सॉफ्टवेयर और संचार तकनीकों की सहायता से इंटरनेट से जुड़ती हैं। ये उपकरण जानकारी एकत्रित कर सकते हैं, उसे साझा कर सकते हैं तथा आवश्यकता अनुसार स्वतः कार्य भी कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, यदि घर का एयर कंडीशनर (AC) मोबाइल फोन से नियंत्रित किया जा सकता है, तो यह IoT का एक सामान्य उदाहरण है।

IoT की परिभाषा

Internet of Things (IoT) एक ऐसा नेटवर्क है जिसमें सेंसर, सॉफ्टवेयर और अन्य तकनीकों से युक्त उपकरण इंटरनेट के माध्यम से परस्पर जुड़े रहते हैं तथा डेटा का आदान-प्रदान करते हैं। इन उपकरणों को अक्सर Smart Devices कहा जाता है क्योंकि वे प्राप्त जानकारी के आधार पर स्वचालित रूप से प्रतिक्रिया देने या निर्णय लेने में सक्षम होते हैं।

IoT के मुख्य घटक

IoT प्रणाली चार प्रमुख घटकों पर आधारित होती है —

Things (उपकरण) — ये वे भौतिक उपकरण हैं जिनमें सेंसर और सॉफ्टवेयर लगे होते हैं। जैसे स्मार्ट वॉच, स्मार्ट बल्ब, स्मार्ट AC।

Connectivity (कनेक्टिविटी) — ये उपकरण इंटरनेट, Wi-Fi, Bluetooth, मोबाइल नेटवर्क (4G/5G) के माध्यम से जुड़ते हैं।

Data (डेटा) — ये उपकरण लगातार डेटा एकत्र करते हैं, जैसे तापमान, नमी, हृदय गति, स्थान, गति।

Analytics and Action (विश्लेषण और कार्य) — एकत्रित डेटा का विश्लेषण किया जाता है और उसके आधार पर स्वचालित कार्य किए जाते हैं या उपयोगकर्ता को सूचित किया जाता है।

IoT का विकास

IoT की अवधारणा इंटरनेट के विकास के साथ धीरे-धीरे विकसित हुई। प्रारंभ में इंटरनेट का उपयोग केवल कंप्यूटरों को जोड़ने के लिए किया जाता था। बाद में मोबाइल फोन और अन्य डिजिटल उपकरण इंटरनेट से जुड़ने लगे। तकनीकी प्रगति, कम लागत वाले सेंसर, तेज नेटवर्क तथा क्लाउड कंप्यूटिंग के विकास ने IoT को व्यापक रूप से



ARUN COMPUTER & IT

अपनाने योग्य बना दिया। आज अरबों उपकरण इंटरनेट से जुड़े हुए हैं और आने वाले वर्षों में इनकी संख्या और अधिक बढ़ने की संभावना है।

IoT की आवश्यकता

वर्तमान समय में तेज, सटीक और स्वचालित कार्यों की आवश्यकता लगातार बढ़ रही है। IoT इसी आवश्यकता को पूरा करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

स्वचालन (Automation) — IoT अनेक कार्यों को स्वतः करने में सक्षम बनाता है, जिससे मानवीय हस्तक्षेप कम हो जाता है।

समय की बचत — स्मार्ट उपकरण दूर से नियंत्रित किए जा सकते हैं, जिससे समय की बचत होती है।

संसाधनों का बेहतर उपयोग — ऊर्जा, पानी और अन्य संसाधनों का अधिक प्रभावी उपयोग किया जा सकता है।

बेहतर निगरानी — उपकरणों और प्रक्रियाओं की वास्तविक समय (Real-Time) में निगरानी संभव होती है।

निर्णय लेने में सहायता — डेटा के आधार पर अधिक सटीक और प्रभावी निर्णय लिए जा सकते हैं।

IoT की प्रमुख विशेषताएँ

Connectivity (कनेक्टिविटी) — IoT का सबसे महत्वपूर्ण तत्व इंटरनेट के माध्यम से उपकरणों को जोड़ना है। उपकरण एक-दूसरे से तथा केंद्रीय प्रणाली से जुड़े रहते हैं।

Real-Time Communication (वास्तविक समय संचार) — IoT उपकरण तुरंत डेटा भेज और प्राप्त कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, स्मार्ट कैमरा किसी गतिविधि का पता लगते ही मोबाइल पर सूचना भेज सकता है।

Automation (स्वचालन) — IoT प्रणाली कई कार्यों को बिना मानवीय हस्तक्षेप के पूरा कर सकती है। उदाहरण के लिए, तापमान बढ़ने पर स्मार्ट AC स्वतः चालू हो सकता है।

Data Collection (डेटा संग्रह) — IoT उपकरण लगातार डेटा एकत्र करते रहते हैं। यह डेटा आगे विश्लेषण और निर्णय लेने के लिए उपयोग किया जाता है।

Intelligence (बुद्धिमत्ता) — AI और डेटा विश्लेषण के साथ मिलकर IoT प्रणालियाँ अधिक स्मार्ट निर्णय लेने में सक्षम हो जाती हैं।

IoT के प्रमुख उदाहरण

हमारे दैनिक जीवन में IoT के अनेक उदाहरण देखने को मिलते हैं।

स्मार्ट वॉच (Smart Watch) — यह हृदय गति, कदमों की संख्या, नींद की गुणवत्ता तथा स्वास्थ्य संबंधी जानकारी रिकॉर्ड करती है और स्मार्टफोन से सिंक करती है। उदाहरण: Apple Watch, Fitbit, Samsung Galaxy Watch।

स्मार्ट टीवी — यह इंटरनेट के माध्यम से ऑनलाइन सामग्री (Netflix, YouTube, Amazon Prime) उपलब्ध कराता है और वॉयस कमांड से नियंत्रित किया जा सकता है।

स्मार्ट बल्ब — यह मोबाइल फोन या वॉयस असिस्टेंट (जैसे Alexa, Google Home) से नियंत्रित किया जा सकता है। रंग, चमक और ऑन/ऑफ दूर से बदला जा सकता है। उदाहरण: Philips Hue, Wipro Smart Bulb।



ARUN COMPUTER & IT

स्मार्ट सुरक्षा कैमरा — यह रियल-टाइम निगरानी, मोशन डिटेक्ट और अलर्ट प्रदान करता है। उदाहरण: Mi Camera, TP-Link Tapo, Ring Camera।

स्मार्ट होम सिस्टम — यह घर के विभिन्न उपकरणों (लाइट, AC, फैन, डोर लॉक) को एकीकृत रूप से नियंत्रित करता है। उदाहरण: Google Home, Amazon Alexa, Apple HomeKit।

स्मार्ट रेफ्रिजरेटर — यह अंदर के खाद्य पदार्थों की निगरानी करता है, एक्सपायरी डेट की याद दिलाता है और शॉपिंग लिस्ट बनाता है।

IoT के लाभ

कार्यक्षमता में वृद्धि — स्वचालन के कारण कार्य अधिक तेज़ी और सटीकता से किए जा सकते हैं।

लागत में कमी — स्वचालन के कारण संचालन लागत कम हो सकती है। ऊर्जा और संसाधनों का बेहतर उपयोग होता है।

ऊर्जा की बचत — स्मार्ट उपकरण अनावश्यक बिजली खपत को रोकते हैं। उदाहरण: कमरे में कोई न हो तो स्मार्ट लाइट अपने आप बंद हो जाती है।

बेहतर निर्णय — रियल-टाइम डेटा बेहतर और तीव्र निर्णय लेने में सहायता करता है।

सुविधा — उपयोगकर्ता कहीं से भी (दुनिया के किसी भी कोने से) इंटरनेट के माध्यम से उपकरणों को नियंत्रित कर सकता है।

IoT की चुनौतियाँ और सीमाएँ

सुरक्षा संबंधी समस्याएँ — इंटरनेट से जुड़े उपकरण साइबर हमलों (हैकिंग, मैलवेयर, ransomware) का लक्ष्य बन सकते हैं। कमजोर पासवर्ड और अपडेट की कमी से डिवाइस असुरक्षित हो जाती हैं।

गोपनीयता संबंधी चिंताएँ — IoT उपकरण लगातार व्यक्तिगत डेटा (स्थान, स्वास्थ्य जानकारी, आदतें) एकत्र करते हैं। इस डेटा के दुरुपयोग या लीक होने का खतरा बना रहता है।

तकनीकी जटिलता — बड़े IoT नेटवर्क का प्रबंधन, एकाधिक उपकरणों का एकीकरण और समस्या निवारण चुनौतीपूर्ण हो सकता है। विभिन्न कंपनियों के उपकरण आपस में संगत (compatible) नहीं होते।

इंटरनेट पर निर्भरता — अधिकांश IoT उपकरण इंटरनेट कनेक्शन पर निर्भर होते हैं। यदि इंटरनेट बंद हो जाए या धीमा हो, तो उपकरण ठीक से कार्य नहीं करते।

उच्च प्रारंभिक लागत — स्मार्ट उपकरण सामान्य उपकरणों की तुलना में अधिक महंगे होते हैं। पूरे घर या उद्योग को IoT-सक्षम बनाने में अधिक खर्च आता है।

विभिन्न क्षेत्रों में IoT का महत्व

घरों में — Smart Home प्रणाली के रूप में। लाइट, AC, फैन, सुरक्षा कैमरा, डोर लॉक, गीजर दूर से नियंत्रित किए जा सकते हैं।

उद्योगों में (Industrial IoT) — मशीनों की निगरानी, स्वचालन, पूर्वानुमानित रखरखाव (Predictive Maintenance) और उत्पादन अनुकूलन के लिए।



ARUN COMPUTER & IT

कृषि में (Smart Farming) — सिंचाई प्रणाली का स्वचालन, मिट्टी की नमी और मौसम की निगरानी, फसल की वृद्धि पर नज़र रखना। ड्रोन से खेतों का सर्वेक्षण।

स्वास्थ्य क्षेत्र में (Smart Healthcare) — रोगियों की दूरस्थ निगरानी (Remote Patient Monitoring), हृदय गति, ब्लड प्रेशर, शुगर लेवल की निरंतर जाँच, वृद्धों और अस्पताल से छुट्टी पाए रोगियों की निगरानी।

परिवहन में (Smart Transportation) — स्मार्ट ट्रैफिक प्रबंधन (ट्रैफिक लाइटें यातायात के अनुसार समायोजित होना), वाहन ट्रैकिंग (GPS), प्लैट प्रबंधन, पार्किंग सेंसर।

स्मार्ट सिटी में — स्ट्रीट लाइट का स्वचालित नियंत्रण, कचरा प्रबंधन (स्मार्ट बिन भरा होने पर सूचना), पानी की टंकी की निगरानी, प्रदूषण निगरानी।

IoT के विभिन्न क्षेत्रों में लाभ – तुलनात्मक सारांश

स्मार्ट होम — लाभ: ऊर्जा बचत, सुविधा, सुरक्षा। उदाहरण: स्मार्ट लाइट, स्मार्ट AC, स्मार्ट लॉक।

स्मार्ट हेल्थकेयर — लाभ: रोगी की निरंतर निगरानी, समय पर अलर्ट, टेलीमेडिसिन। उदाहरण: स्मार्ट वॉच, ग्लूकोज मॉनिटर, BP मॉनिटर।

स्मार्ट एग्रीकल्चर — लाभ: पानी की बचत, बेहतर फसल, मौसम पूर्वानुमान। उदाहरण: स्मार्ट सिंचाई, मिट्टी सेंसर, ड्रोन।

स्मार्ट ट्रांसपोर्टेशन — लाभ: ट्रैफिक कम, समय की बचत, ईंधन बचत। उदाहरण: GPS ट्रैकिंग, स्मार्ट ट्रैफिक लाइट।

स्मार्ट इंडस्ट्री — लाभ: उत्पादन बढ़ना, रखरखाव लागत कम, डाउनटाइम कम। उदाहरण: मशीन मॉनिटरिंग, प्रीडिक्टिव मेंटेनेंस।

भविष्य में IoT

विशेषज्ञों का मानना है कि आने वाले वर्षों में IoT का उपयोग और अधिक बढ़ेगा। 5G नेटवर्क (तेज गति, कम विलंबता), Artificial Intelligence (स्मार्ट निर्णय) तथा Cloud Computing (बड़े डेटा का भंडारण और विश्लेषण) के विकास से IoT प्रणालियाँ अधिक तेज, सुरक्षित और बुद्धिमान बनेंगी। भविष्य में Smart Cities (जहाँ ट्रैफिक, बिजली, पानी, कचरा सब IoT से प्रबंधित होगा), Smart Healthcare (मरीजों की दूरस्थ निगरानी और AI-आधारित निदान) तथा Smart Industries (पूर्णतः स्वचालित कारखाने) के विकास में IoT की महत्वपूर्ण भूमिका होगी।

परीक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण बिंदु

लघु उत्तरीय प्रश्न (2-4 अंक) — IoT क्या है? IoT के मुख्य घटक कौन-से हैं? IoT की प्रमुख विशेषताएँ लिखिए। IoT के दो लाभ एवं दो चुनौतियाँ लिखिए। स्मार्ट होम क्या है? उदाहरण दीजिए। IoT और इंटरनेट में अंतर स्पष्ट कीजिए।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (5-10 अंक) — Internet of Things (IoT) क्या है? इसकी विशेषताओं, लाभों और चुनौतियों का वर्णन कीजिए। विभिन्न क्षेत्रों में IoT के उपयोगों का विस्तार से वर्णन कीजिए। स्मार्ट होम, स्मार्ट हेल्थकेयर और स्मार्ट एग्रीकल्चर में IoT की भूमिका समझाइए।



निष्कर्ष

Internet of Things (IoT) आधुनिक तकनीक की एक महत्वपूर्ण अवधारणा है, जिसमें विभिन्न उपकरण इंटरनेट के माध्यम से आपस में जुड़े रहते हैं और डेटा का आदान-प्रदान करते हैं। यह तकनीक स्वचालन, संसाधनों के बेहतर उपयोग तथा वास्तविक समय में निगरानी की सुविधा प्रदान करती है। IoT के चार मुख्य घटक — Things, Connectivity, Data और Analytics — हैं। आज IoT का उपयोग घरों (स्मार्ट होम), उद्योगों (Industrial IoT), कृषि (स्मार्ट फार्मिंग), स्वास्थ्य (स्मार्ट हेल्थकेयर), परिवहन और स्मार्ट सिटी में किया जा रहा है। हालाँकि सुरक्षा, गोपनीयता और इंटरनेट निर्भरता जैसी चुनौतियाँ हैं, फिर भी भविष्य में इसका महत्व और अधिक बढ़ने की संभावना है। 5G, AI और Cloud Computing के साथ एकीकरण से IoT और अधिक शक्तिशाली और उपयोगी बन जाएगा।

अध्याय 2- IoT Architecture and Components

IoT आर्किटेक्चर एवं इसके प्रमुख घटक प्रस्तावना

Internet of Things (IoT) केवल इंटरनेट से जुड़े उपकरणों का समूह नहीं है, बल्कि यह एक सुव्यवस्थित प्रणाली है जिसमें विभिन्न स्तर (Layers) और घटक (Components) मिलकर कार्य करते हैं। किसी भी IoT प्रणाली का उद्देश्य विभिन्न उपकरणों से डेटा प्राप्त करना, उसे नेटवर्क के माध्यम से भेजना, उसका विश्लेषण करना तथा उपयोगकर्ता को उपयोगी जानकारी प्रदान करना होता है।

IoT Architecture यह बताती है कि डेटा किस प्रकार सेंसर से लेकर उपयोगकर्ता तक पहुँचता है और विभिन्न उपकरण आपस में किस प्रकार संवाद करते हैं। IoT Architecture को समझना किसी भी IoT प्रणाली की कार्यप्रणाली को समझने के लिए आवश्यक है। इसके बिना यह समझना कठिन है कि स्मार्ट होम, स्मार्ट सिटी या स्मार्ट एग्रीकल्चर जैसी प्रणालियाँ वास्तव में कैसे कार्य करती हैं।

IoT Architecture क्या है?

IoT Architecture उस संरचना (Structure) को कहते हैं जो IoT प्रणाली के विभिन्न भागों तथा उनके बीच होने वाले डेटा प्रवाह को दर्शाती है। यह Architecture सुनिश्चित करती है कि सेंसरों द्वारा एकत्रित डेटा सही तरीके से नेटवर्क के माध्यम से भेजा जाए, उसका विश्लेषण किया जाए तथा आवश्यक कार्यवाही की जाए।

सरल शब्दों में, IoT Architecture यह बताती है —

- डेटा कहाँ से प्राप्त होगा? (Sensors से)
- डेटा कैसे भेजा जाएगा? (Network के माध्यम से)
- डेटा का विश्लेषण कहाँ होगा? (Cloud या Edge पर)
- परिणाम उपयोगकर्ता तक कैसे पहुँचेंगे? (Mobile App या Dashboard के माध्यम से)

IoT Architecture की आवश्यकता

IoT Architecture की आवश्यकता निम्न कारणों से होती है — यह विभिन्न उपकरणों के बीच एकरूपता (Standardization) सुनिश्चित करती है, बड़ी मात्रा में डेटा का कुशल प्रबंधन करना संभव बनाती है, सिस्टम की



सुरक्षा और गोपनीयता को व्यवस्थित रूप से लागू करने में सहायता करती है, नए उपकरणों और सेवाओं को आसानी से जोड़ने की स्केलेबिलिटी (Scalability) प्रदान करती है, तथा विभिन्न कंपनियों के उपकरणों के बीच इंटरऑपरेबिलिटी (Interoperability) सुनिश्चित करती है।

IoT Architecture की प्रमुख Layers

सामान्यतः IoT Architecture को चार प्रमुख Layers में विभाजित किया जाता है। कुछ मॉडल्स में इसे तीन या पाँच Layers में भी विभाजित किया जाता है, लेकिन चार-लेयर मॉडल सबसे अधिक प्रचलित है।

1- Perception Layer (संवेदन स्तर)

यह IoT Architecture की सबसे निचली Layer होती है। इस स्तर पर विभिन्न Sensors और Devices वातावरण से जानकारी एकत्र करते हैं। इसे Sensor Layer या Physical Layer भी कहा जाता है।

इस Layer के मुख्य कार्य हैं — वातावरण से भौतिक डेटा एकत्र करना, एनालॉग डेटा को डिजिटल डेटा में परिवर्तित करना (Analog to Digital Conversion), और एकत्रित डेटा को Network Layer को भेजना।

इस Layer में उपयोग होने वाले उपकरणों के उदाहरण — तापमान सेंसर (Temperature Sensor), आर्द्रता सेंसर (Humidity Sensor), प्रकाश सेंसर (Light Sensor), गति सेंसर (Motion Sensor/PIR Sensor), धुआँ सेंसर (Smoke Sensor), गैस सेंसर (Gas Sensor), दबाव सेंसर (Pressure Sensor), जीपीएस (GPS), आरएफआईडी टैग (RFID Tag), तथा कैमरा (Camera)।

व्यावहारिक उदाहरण: यदि खेत में मिट्टी की नमी मापने वाला सेंसर (Soil Moisture Sensor) लगाया गया है, तो वह मिट्टी की नमी का डेटा एकत्र करेगा। यही डेटा आगे Network Layer को भेजा जाएगा।

2 - Network Layer (नेटवर्क स्तर)

यह Layer डेटा को एक स्थान से दूसरे स्थान तक पहुँचाने का कार्य करती है। Sensors द्वारा एकत्रित डेटा इसी Layer के माध्यम से सर्वर या क्लाउड तक भेजा जाता है। इसे Communication Layer या Transmission Layer भी कहा जाता है।

इस Layer के मुख्य कार्य हैं — डेटा को सुरक्षित रूप से स्थानांतरित करना, उपकरणों के बीच संचार स्थापित करना, विभिन्न संचार प्रोटोकॉल का उपयोग करना, और डेटा की अखंडता (Integrity) सुनिश्चित करना।

प्रमुख नेटवर्क तकनीकें और उनके उपयोग —

Wi-Fi — घरों और कार्यालयों में उच्च गति डेटा ट्रांसफर के लिए। उदाहरण: स्मार्ट टीवी, स्मार्ट कैमरा।

Bluetooth / BLE — कम दूरी और कम ऊर्जा वाले उपकरणों के लिए। उदाहरण: स्मार्ट वॉच, फिटनेस ट्रैकर।

Zigbee — कम ऊर्जा, मेश नेटवर्किंग के लिए। उदाहरण: स्मार्ट होम सेंसर।

LoRaWAN — लंबी दूरी, कम बैंडविड्थ के लिए। उदाहरण: स्मार्ट एग्रीकल्चर, स्मार्ट सिटी।

Cellular (4G/5G) — उच्च गति, व्यापक कवरेज के लिए। उदाहरण: स्मार्ट कार, ट्रैकिंग डिवाइस।

NFC — बहुत कम दूरी, संपर्क रहित संचार के लिए। उदाहरण: डोर एक्सेस, पेमेंट।



ARUN COMPUTER & IT

Ethernet — स्थिर उपकरणों के लिए वायर्ड कनेक्शन। उदाहरण: इंडस्ट्रियल IoT डिवाइस।

3 - Processing Layer (प्रसंस्करण स्तर)

यह Layer प्राप्त डेटा को संग्रहित (Store) और विश्लेषित (Process) करती है। यहाँ Cloud Computing, Edge Computing तथा Data Analytics जैसी तकनीकों का उपयोग किया जाता है। इसे Middleware Layer या Data Processing Layer भी कहा जाता है।

इस Layer के मुख्य कार्य हैं — बड़ी मात्रा में डेटा को संग्रहित करना (Data Storage), डेटा का विश्लेषण करके उपयोगी जानकारी निकालना (Data Analytics), निर्णय लेने के लिए एल्गोरिथ्म और AI का उपयोग करना, और डेटा को Application Layer के लिए तैयार करना।

व्यावहारिक उदाहरण: यदि तापमान सेंसर लगातार उच्च तापमान का डेटा भेज रहा है, तो Processing Layer उस डेटा का विश्लेषण करके यह निर्णय ले सकती है कि यह सामान्य उतार-चढ़ाव है या कोई समस्या। यह AI मॉडल का उपयोग करके तापमान के बढ़ने की भविष्यवाणी भी कर सकती है।

Processing Layer के दो मुख्य मॉडल हैं —

Cloud Computing — डेटा को इंटरनेट पर क्लाउड सर्वर पर भेजा जाता है जहाँ प्रोसेसिंग होती है। लाभ: बड़ी कंप्यूटिंग शक्ति, वैश्विक पहुँच। सीमा: विलंबता (Latency) अधिक हो सकती है।

Edge Computing — डेटा को Gateway या स्थानीय डिवाइस पर ही प्रोसेस किया जाता है। लाभ: विलंबता कम, इंटरनेट डाउन होने पर भी काम करता है। सीमा: सीमित कंप्यूटिंग शक्ति।

4 - Application Layer (अनुप्रयोग स्तर)

यह IoT Architecture की सबसे ऊपरी Layer होती है। यह उपयोगकर्ता को अंतिम सेवाएँ प्रदान करती है। यही वह स्तर है जहाँ उपयोगकर्ता IoT प्रणाली के परिणामों को देखता और उपयोग करता है। इसे User Interface Layer या Business Layer भी कहा जाता है।

इस Layer के मुख्य कार्य हैं — उपयोगकर्ता को डेटा को समझने योग्य रूप में प्रस्तुत करना, उपयोगकर्ता से निर्देश प्राप्त करना, विभिन्न उपकरणों को नियंत्रित करने का इंटरफेस प्रदान करना, और विभिन्न क्षेत्रों के लिए विशिष्ट अनुप्रयोग प्रदान करना।

इस Layer में आने वाले अनुप्रयोगों के उदाहरण —

स्मार्ट होम एप्लीकेशन — Google Home, Amazon Alexa, Samsung SmartThings। लाइट, AC, फैन, दरवाजे दूर से नियंत्रित करना।

स्मार्ट हेल्थकेयर एप्लीकेशन — Apple Health, Fitbit App, Practo। हृदय गति, ब्लड प्रेशर, शुगर लेवल की निगरानी।

स्मार्ट एग्रीकल्चर एप्लीकेशन — किसानों के लिए मोबाइल ऐप। मिट्टी की नमी, मौसम पूर्वानुमान, सिंचाई नियंत्रण।

स्मार्ट सिटी एप्लीकेशन — ट्रैफिक प्रबंधन, स्ट्रीट लाइट नियंत्रण, कचरा प्रबंधन।

इंडस्ट्रियल IoT एप्लीकेशन — मशीन मॉनिटरिंग डैशबोर्ड, प्रीडिक्टिव मेंटेनेंस सिस्टम।



ARUN COMPUTER & IT

IoT Architecture की चार Layers की तुलनात्मक सारांश तालिका

Layer	नाम	मुख्य कार्य	उपकरण/तकनीक	उदाहरण
Layer 1	Perception Layer	डेटा एकत्र करना	Sensors, Actuators	तापमान सेंसर, मोशन सेंसर
Layer 2	Network Layer	डेटा ट्रांसफर	Wi-Fi, Bluetooth, 5G, Zigbee	राउटर, गेटवे
Layer 3	Processing Layer	डेटा संग्रहण एवं विश्लेषण	Cloud, Edge, AI/ML Algorithms	AWS IoT, Google Cloud
Layer 4	Application Layer	उपयोगकर्ता सेवाएँ प्रदान करना	Mobile Apps, Web Dashboards	स्मार्ट होम ऐप, हेल्थ मॉनिटरिंग ऐप

IoT Architecture का कार्यप्रवाह (Step-by-Step Working)

IoT प्रणाली सामान्यतः निम्न चरणों में कार्य करती है —

चरण 1 — डेटा संग्रह (Data Collection) — Sensors और Devices वातावरण से डेटा एकत्र करते हैं।
उदाहरण: तापमान सेंसर तापमान मापता है।

चरण 2 — डेटा संचार (Data Communication) — एकत्रित डेटा Network Layer के माध्यम से Gateway या सीधे Cloud पर भेजा जाता है। उदाहरण: सेंसर डेटा Wi-Fi के माध्यम से राउटर को भेजता है।

चरण 3 — डेटा विश्लेषण (Data Processing) — Processing Layer डेटा का विश्लेषण करती है, उसे संग्रहित करती है और उपयोगी जानकारी निकालती है। उदाहरण: लगातार उच्च तापमान को "असामान्य" के रूप में चिह्नित करना।

चरण 4 — निर्णय और कार्य (Decision and Action) — विश्लेषण के परिणाम के आधार पर स्वचालित निर्णय लिया जाता है या उपयोगकर्ता को सूचित किया जाता है। उदाहरण: तापमान अधिक होने पर AC चालू करना या उपयोगकर्ता को सूचना भेजना।

चरण 5 — उपयोगकर्ता संपर्क (User Interface) — Application Layer उपयोगकर्ता को परिणाम मोबाइल ऐप या डैशबोर्ड पर प्रदर्शित करती है और उपयोगकर्ता से निर्देश ले सकती है।



IoT के प्रमुख Components

किसी भी IoT प्रणाली के सफल संचालन के लिए कई महत्वपूर्ण घटकों की आवश्यकता होती है। ये Components आपस में मिलकर पूरी प्रणाली को कार्यशील बनाते हैं।

Sensors (सेंसर)

Sensor ऐसा उपकरण है जो वातावरण से जानकारी प्राप्त करता है। यह तापमान, प्रकाश, दबाव, नमी तथा गति जैसी जानकारियाँ माप सकता है। Sensors IoT प्रणाली की "आँख और कान" माने जाते हैं क्योंकि ये बाहरी दुनिया से जानकारी इकट्ठा करते हैं।

Sensors के प्रकार और उदाहरण –

तापमान सेंसर (Temperature Sensor) — तापमान मापता है। उपयोग: एसी, रेफ्रिजरेटर।

आर्द्रता सेंसर (Humidity Sensor) — हवा में नमी मापता है। उपयोग: मौसम स्टेशन, ग्रीनहाउस।

गति सेंसर (Motion Sensor / PIR Sensor) — हलचल का पता लगाता है। उपयोग: सुरक्षा कैमरा, ऑटोमैटिक दरवाजा।

प्रकाश सेंसर (Light Sensor / LDR) — प्रकाश की तीव्रता मापता है। उपयोग: स्ट्रीट लाइट, स्मार्ट बल्ब।

धुआँ सेंसर (Smoke Sensor) — धुएँ या आग का पता लगाता है। उपयोग: फायर अलार्म।

गैस सेंसर (Gas Sensor) — LPG, मीथेन, CO गैस का पता लगाता है। उपयोग: गैस लीक डिटेक्टर।

दबाव सेंसर (Pressure Sensor) — वायु या द्रव का दबाव मापता है। उपयोग: टायर प्रेशर, वेदर स्टेशन।

GPS (Global Positioning System) — स्थान (लोकेशन) ट्रैक करता है। उपयोग: वाहन ट्रैकिंग, नेविगेशन।

Actuators (एक्चुएटर्स)

Actuator ऐसा उपकरण है जो प्राप्त निर्देशों के आधार पर कोई भौतिक कार्य करता है। यदि Sensor जानकारी एकत्र करता है, तो Actuator उस जानकारी के आधार पर प्रतिक्रिया देता है। Actuator को IoT प्रणाली के "हाथ और पैर" कहा जा सकता है।

Actuators के प्रकार और उदाहरण –

इलेक्ट्रिक मोटर — घूर्णी गति उत्पन्न करती है। उपयोग: पंखा, ड्रोन, रोबोटिक आर्म।

सोलनॉइड वाल्व — द्रव या गैस के प्रवाह को नियंत्रित करता है। उपयोग: सिंचाई प्रणाली, वॉशिंग मशीन।

रिले — विद्युत सर्किट को ऑन/ऑफ करता है। उपयोग: लाइट, मोटर, हीटर नियंत्रण।

सर्वो मोटर — सटीक कोणीय गति के लिए। उपयोग: रोबोटिक्स, डोर लॉक।

स्पीकर / बजर — ध्वनि उत्पन्न करता है। उपयोग: अलार्म, नोटिफिकेशन।



ARUN COMPUTER & IT

लिक्विड क्रिस्टल डिस्प्ले (LCD) — जानकारी प्रदर्शित करता है। उपयोग: स्मार्ट मीटर, थर्मोस्टेट।

Gateway (गेटवे)

Gateway विभिन्न Sensors और IoT Devices को इंटरनेट या क्लाउड से जोड़ने का कार्य करता है। यह डेटा को एकत्र करके उचित स्थान तक पहुँचाता है।

Gateway के मुख्य कार्य हैं — डेटा एकत्र करना, विभिन्न संचार प्रोटोकॉल्स को एकीकृत करना, डेटा को संपीड़ित (Compress) और एन्क्रिप्ट (Encrypt) करना, Edge Computing (स्थानीय प्रोसेसिंग) करना, और क्लाउड सर्वर से डेटा का आदान-प्रदान करना।

व्यावहारिक उदाहरण: स्मार्ट होम में सभी सेंसर (दरवाजा, खिड़की, मोशन, तापमान) Gateway से जुड़ते हैं। Gateway सभी डेटा एकत्र करता है, उसे प्रोसेस करता है, और आवश्यक डेटा ही क्लाउड पर भेजता है।

Communication Network (संचार नेटवर्क)

IoT Devices को आपस में जोड़ने और डेटा के आदान-प्रदान के लिए Communication Network आवश्यक होता है। इसके बिना डेटा का आदान-प्रदान संभव नहीं है।

प्रमुख नेटवर्क तकनीकें —

वायर्ड नेटवर्क — Ethernet, PLC (Power Line Communication)। लाभ: स्थिर, सुरक्षित। सीमा: तारों की आवश्यकता।

वायरलेस शॉर्ट रेंज — Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, Z-Wave, NFC। लाभ: सुविधाजनक। सीमा: कम दूरी।

वायरलेस लॉन्ग रेंज — LoRaWAN, NB-IoT, Sigfox, Cellular (4G/5G)। लाभ: लंबी दूरी। सीमा: अधिक बिजली या लागत।

Cloud Platform (क्लाउड प्लेटफॉर्म)

Cloud Platform IoT प्रणाली का महत्वपूर्ण भाग है। यह बड़ी मात्रा में डेटा को संग्रहित, विश्लेषित और प्रबंधित करता है।

Cloud Platform के लाभ हैं —

विशाल डेटा भंडारण (पेटाबाइट्स डेटा स्टोर कर सकता है), तेज प्रसंस्करण (शक्तिशाली सर्वर), कहीं से भी पहुँच (इंटरनेट के द्वारा कहीं से भी डेटा देख सकते हैं), बेहतर सुरक्षा (एन्क्रिप्शन, बैकअप), स्केलेबिलिटी (आवश्यकतानुसार भंडारण और प्रोसेसिंग बढ़ा सकते हैं), और इंटीग्रेशन (AI, मशीन लर्निंग, एनालिटिक्स टूल्स के साथ आसानी से जोड़ा जा सकता है)।

प्रमुख Cloud Platforms —

Amazon AWS IoT, Google Cloud IoT, Microsoft Azure IoT, IBM Watson IoT, ThingsBoard (Open Source)।



User Interface (यूजर इंटरफेस)

User Interface वह माध्यम है जिसके द्वारा उपयोगकर्ता IoT प्रणाली के साथ संवाद करता है। यह मोबाइल ऐप, वेबसाइट, डैशबोर्ड या वॉयस कमांड के रूप में हो सकता है।

User Interface के प्रकार —

मोबाइल एप्लिकेशन — सबसे सामान्य। उदाहरण: Google Home ऐप, Mi Home ऐप।

वेब डैशबोर्ड — कंप्यूटर पर ब्राउज़र के माध्यम से। उदाहरण: Smart City कंट्रोल सेंटर।

वॉयस असिस्टेंट — आवाज से नियंत्रण। उदाहरण: Alexa, Google Assistant, Siri।

स्मार्ट वॉच / वियरेबल — कलाई पर पहनने योग्य। उदाहरण: Apple Watch, Fitbit।

IoT Components के बीच संबंध और कार्य का उदाहरण

IoT प्रणाली में सभी Components मिलकर कार्य करते हैं। नीचे एक संपूर्ण उदाहरण दिया गया है —

स्मार्ट कृषि (Smart Agriculture) प्रणाली का उदाहरण

1. मिट्टी का सेंसर (Soil Moisture Sensor) मिट्टी में नमी मापता है। यह Perception Layer का भाग है।
2. सेंसर डेटा को Gateway के माध्यम से भेजता है। Gateway Network Layer का भाग है और Zigbee/Wi-Fi का उपयोग करता है।
3. Gateway डेटा को Cloud Platform (जैसे AWS IoT) पर भेजता है। यह Processing Layer में आता है।
4. Cloud Platform डेटा का विश्लेषण करता है। यदि नमी 30% से कम है, तो सिस्टम निर्णय लेता है।
5. यह निर्णय Actuator (पानी की मोटर से जुड़ा रिले) को भेजा जाता है।
6. Actuator मोटर चालू कर देता है और खेत की सिंचाई शुरू हो जाती है।
7. साथ ही, User Interface (किसान का मोबाइल ऐप) पर सूचना आती है — "सिंचाई चालू की गई"।
8. जब मिट्टी की नमी 60% हो जाती है, तो सेंसर फिर से डेटा भेजता है, Cloud विश्लेषण करता है, और Actuator मोटर बंद कर देता है।
9. उपयोगकर्ता मोबाइल ऐप पर पूरी प्रक्रिया देख सकता है।

इस प्रकार IoT के सभी Components — Sensor, Gateway, Cloud Platform, Actuator और User Interface — मिलकर पूरी प्रणाली को स्वचालित और प्रभावी बनाते हैं।



IoT Architecture के लाभ

व्यवस्थित डेटा प्रबंधन — डेटा का संग्रह, प्रसंस्करण और उपयोग अधिक प्रभावी ढंग से होता है। हर Layer का अपना स्पष्ट कार्य होता है।

बेहतर निर्णय क्षमता — विश्लेषित डेटा के आधार पर तीव्र और सटीक निर्णय लिए जा सकते हैं। Real-Time Data से निर्णय की गुणवत्ता बढ़ती है।

स्वचालन — कई कार्य स्वतः किए जा सकते हैं, जिससे मानवीय हस्तक्षेप कम होता है और त्रुटियाँ कम होती हैं।

वास्तविक समय निगरानी — उपकरणों और प्रक्रियाओं की स्थिति तुरंत देखी जा सकती है। किसी भी अनियमितता का तुरंत पता चल जाता है।

स्केलेबिलिटी (विस्तारशीलता) — नए उपकरणों और सेवाओं को बिना पूरे सिस्टम को बदले आसानी से जोड़ा जा सकता है। Architecture इसे संभव बनाती है।

इंटरऑपरेबिलिटी (अंतर-संचालनशीलता) — विभिन्न कंपनियों के उपकरण और विभिन्न तकनीकों आपस में संवाद कर सकती हैं।

सुरक्षा — प्रत्येक Layer पर सुरक्षा उपाय लागू किए जा सकते हैं — Perception Layer पर डिवाइस प्रमाणीकरण, Network Layer पर एन्क्रिप्शन, Processing Layer पर एक्सेस कंट्रोल।

परीक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण बिंदु

लघु उत्तरीय प्रश्न (2-4 अंक) — IoT Architecture क्या है? इसकी आवश्यकता क्यों है? Perception Layer और Network Layer में अंतर लिखिए। Processing Layer के क्या कार्य हैं? Application Layer के दो उदाहरण दीजिए। Sensor और Actuator में क्या अंतर है? Gateway क्या है? Cloud Platform के कोई दो लाभ लिखिए।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (5-10 अंक) — IoT Architecture की चार Layers का विस्तार से वर्णन कीजिए। IoT के प्रमुख Components को उदाहरण सहित समझाइए। Sensor, Gateway और Cloud Platform की भूमिका स्पष्ट कीजिए। उदाहरण सहित IoT Architecture के कार्यप्रवाह (Working) को समझाइए।

निष्कर्ष

IoT Architecture किसी भी IoT प्रणाली की आधारभूत संरचना है। इसमें चार प्रमुख Layers — Perception Layer (डेटा संग्रह), Network Layer (डेटा संचार), Processing Layer (डेटा विश्लेषण) तथा Application Layer (उपयोगकर्ता सेवाएँ) — महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। Sensors (डेटा इकट्ठा करना), Actuators (कार्य करना), Gateway (कनेक्टिविटी), Communication Network (डेटा ट्रांसफर), Cloud Platform (भंडारण और विश्लेषण) तथा User Interface (उपयोगकर्ता संपर्क) इसके प्रमुख घटक हैं। ये सभी Layers और Components मिलकर डेटा संग्रह, संचार, विश्लेषण तथा नियंत्रण की पूरी प्रक्रिया को संभव बनाते हैं। IoT Architecture को समझने से यह स्पष्ट होता है कि आधुनिक स्मार्ट प्रणालियाँ किस प्रकार कार्य करती हैं और विभिन्न क्षेत्रों में स्वचालन एवं दक्षता को किस प्रकार बढ़ाती हैं।



अध्याय 2- Sensors, Actuators and Real-Time Data Collection

सेंसर, एक्चुएटर एवं वास्तविक समय डेटा संग्रह प्रस्तावना

Internet of Things (IoT) की सफलता का सबसे महत्वपूर्ण आधार डेटा है। किसी भी स्मार्ट प्रणाली को सही निर्णय लेने के लिए अपने आसपास के वातावरण की जानकारी प्राप्त करनी होती है। यह कार्य Sensors द्वारा किया जाता है। Sensors वातावरण से विभिन्न प्रकार की सूचनाएँ एकत्र करते हैं, जबकि Actuators प्राप्त निर्देशों के आधार पर आवश्यक कार्य करते हैं।

जब Sensors द्वारा प्राप्त जानकारी को तुरंत संग्रहित और विश्लेषित किया जाता है, तो इसे Real-Time Data Collection कहा जाता है। आज Smart Home, Smart Agriculture, Smart Healthcare तथा Smart Industries जैसी प्रणालियाँ इसी सिद्धांत पर कार्य करती हैं। इस अध्याय में हम Sensors और Actuators के प्रकार, कार्यप्रणाली, Real-Time Data Collection की प्रक्रिया तथा विभिन्न क्षेत्रों में उनके उपयोगों का विस्तार से अध्ययन करेंगे।

Sensor क्या है?

Sensor एक ऐसा इलेक्ट्रॉनिक उपकरण है जो अपने आसपास के वातावरण में होने वाले परिवर्तनों (जैसे तापमान, प्रकाश, गति, नमी, दबाव) का पता लगाकर उन्हें डिजिटल डेटा में परिवर्तित करता है। सरल शब्दों में, Sensor वातावरण को "महसूस" करता है और प्राप्त जानकारी को कंप्यूटर या अन्य उपकरण तक पहुँचाता है। Sensor IoT प्रणाली का सबसे महत्वपूर्ण भाग माना जाता है क्योंकि डेटा संग्रह की प्रक्रिया यहीं से प्रारंभ होती है।

Sensor की कार्यप्रणाली

Sensor किसी भौतिक परिवर्तन को पहचानता है और उसे विद्युत संकेत (Electrical Signal) में परिवर्तित कर देता है। यह संकेत Digital या Analog हो सकता है। Analog Signal को Microcontroller (जैसे Arduino, Raspberry Pi) में Analog to Digital Converter (ADC) की सहायता से डिजिटल डेटा में बदला जाता है। यह डेटा आगे IoT प्रणाली द्वारा संग्रहित, विश्लेषित और उपयोग किया जाता है।

उदाहरण: तापमान बढ़ने पर Temperature Sensor अपना प्रतिरोध (Resistance) बदलता है, जिससे वोल्टेज में परिवर्तन होता है। Microcontroller इस वोल्टेज को पढ़कर तापमान की गणना करता है।

Sensors के प्रकार और उनके उपयोग

IoT में विभिन्न प्रकार के Sensors उपयोग किए जाते हैं। नीचे प्रमुख Sensors का विस्तृत विवरण दिया गया है।

Temperature Sensor (तापमान सेंसर) —

यह वातावरण, मशीन या वस्तु का तापमान मापता है। इसके प्रकार हैं: Thermistor, LM35, DHT11, DS18B20। उपयोग: एयर कंडीशनर, रेफ्रिजरेटर, औद्योगिक मशीनें, मौसम निगरानी प्रणाली, स्मार्ट थर्मोस्टेट (जैसे Nest Thermostat)। उदाहरण: यदि कमरे का तापमान 30°C से अधिक हो जाता है, तो AC स्वतः चालू हो जाता है।



ARUN COMPUTER & IT

Humidity Sensor (आर्द्रता सेंसर) —

यह हवा या मिट्टी में नमी की मात्रा (Relative Humidity) मापता है। सामान्यतः यह Temperature Sensor के साथ संयुक्त रूप में आता है (जैसे DHT11, DHT22)। उपयोग: कृषि (मिट्टी की नमी), मौसम पूर्वानुमान, ग्रीनहाउस प्रबंधन, फूड स्टोरेज, गोदाम प्रबंधन। उदाहरण: यदि हवा में नमी 70% से अधिक हो तो स्वतः डीह्यूमिडिफायर चालू हो जाता है।

Light Sensor (प्रकाश सेंसर) —

यह प्रकाश की तीव्रता (Intensity) को मापता है। सामान्य प्रकार: LDR (Light Dependent Resistor), Photodiode, Phototransistor। उपयोग: स्मार्ट स्ट्रीट लाइट (अंधेरा होने पर लाइट चालू), मोबाइल फोन की स्क्रीन ब्राइटनेस नियंत्रण, सोलर पैनल ट्रैकिंग, कैमरा एक्सपोज़र कंट्रोल। उदाहरण: शाम ढलते ही स्ट्रीट लाइटें अपने आप चालू हो जाती हैं।

Motion Sensor (गति सेंसर) —

यह किसी वस्तु या व्यक्ति की गति का पता लगाता है। सामान्य प्रकार: PIR Sensor (Passive Infrared), Ultrasonic Sensor, Microwave Sensor। उपयोग: सुरक्षा प्रणाली (घुसपैठ का पता), स्वचालित दरवाजे, सीसीटीवी निगरानी (मोशन डिटेक्शन रिकॉर्डिंग), स्मार्ट लाइट कंट्रोल (कमरे में व्यक्ति होने पर लाइट ऑन), गेमिंग कंसोल (जैसे Kinect, Wii)। उदाहरण: जब कोई व्यक्ति कमरे में प्रवेश करता है, तो Motion Sensor का पता चलता है और लाइट अपने आप चालू हो जाती है।

Smoke Sensor (धुआँ सेंसर) —

यह धुएँ (Smoke) या गैस की उपस्थिति का पता लगाता है। सामान्य प्रकार: Ionization Smoke Sensor, Photoelectric Smoke Sensor, MQ-2 (गैस सेंसर), MQ-135 (वायु गुणवत्ता सेंसर)। उपयोग: अग्नि सुरक्षा प्रणाली (Fire Alarm), भवन सुरक्षा, खाना पकाने वाले क्षेत्रों में गैस लीक डिटेक्टर, औद्योगिक सुरक्षा। उदाहरण: यदि रसोई में धुआँ या गैस लीक होती है, तो Alarm बजने लगता है और स्मार्ट सिस्टम मोबाइल पर सूचना भेजता है।

Proximity Sensor (समीपता सेंसर) —

यह किसी वस्तु की निकटता (दूरी) मापता है। सामान्य प्रकार: Inductive (धातु के लिए), Capacitive, Ultrasonic, Infrared। उपयोग: स्मार्टफोन में (कान के पास ले जाने पर स्क्रीन बंद), पार्किंग सेंसर (गाड़ी की दूरी बताना), स्वचालित वॉशरूम (हाथ के पास जाने पर नल चालू), रोबोटिक्स (बाधा से बचना)। उदाहरण: जब हाथ पास जाता है तो टचलेस नल अपने आप चालू हो जाता है और दूर जाने पर बंद हो जाता है।

Pressure Sensor (दबाव सेंसर) —

यह दबाव (Pressure) को मापता है। सामान्य प्रकार: Piezoresistive, Capacitive, Optical Pressure Sensor। उपयोग: औद्योगिक मशीनें, वाहन प्रणाली (टायर प्रेशर मॉनिटरिंग सिस्टम - TPMS), चिकित्सा उपकरण (ब्लड प्रेशर मॉनिटर), मौसम स्टेशन (वायुमंडलीय दबाव), स्पर्श संवेदनशील स्क्रीन। उदाहरण: कार के टायर का दबाव कम होने पर Dashboard पर चेतावनी लाइट जलती है।

Accelerometer and Gyroscope (त्वरकमापी एवं जायरोस्कोप) —

Accelerometer रैखिक गति (Linear Motion) और झुकाव (Tilt) मापता है, जबकि Gyroscope घूर्णी गति (Rotational Motion) और कोणीय वेग मापता है। उपयोग: स्मार्टफोन में स्क्रीन रोटेशन, फिटनेस ट्रैकर (कदम और गतिविधि), ड्रोन का संतुलन, गेमिंग (जैसे Wii रिमोट), वाहन स्थिरता नियंत्रण। उदाहरण: फोन को घुमाने पर स्क्रीन का Portrait से Landscape मोड में बदलना।



ARUN COMPUTER & IT

Gas Sensor (गैस सेंसर) —

यह हवा में विशेष गैसों (जैसे LPG, मीथेन, CO, CO₂) की उपस्थिति का पता लगाता है। उपयोग: गैस लीक डिटेक्टर (घर और उद्योग में), वायु गुणवत्ता मॉनिटरिंग, CO डिटेक्टर (कार्बन मोनोऑक्साइड), खनन सुरक्षा।

Actuator

Actuator एक ऐसा उपकरण है जो IoT प्रणाली से प्राप्त निर्देशों (इलेक्ट्रिकल सिग्नल) के आधार पर कोई भौतिक कार्य करता है। यदि Sensor जानकारी एकत्र करता है, तो Actuator उस जानकारी के आधार पर प्रतिक्रिया देता है। सरल शब्दों में, Sensor "महसूस" करता है और Actuator "कार्य" करता है। Actuator को IoT प्रणाली का "हाथ और पैर" कहा जा सकता है।

Actuator की कार्यप्रणाली

जब IoT प्रणाली (Processing Layer में) किसी विशेष परिस्थिति का पता लगाती है, तो वह Actuator को निर्देश भेजती है। Actuator उस निर्देश को क्रिया (Action) में बदल देता है। यह क्रिया हो सकती है — मोटर चालू करना, दरवाजा खोलना, पंखा चालू करना, पानी का वाल्व बंद करना, अलार्म बजाना आदि।

उदाहरण: यदि Temperature Sensor अत्यधिक तापमान (35°C से अधिक) दर्ज करे, तो Processing Layer यह निर्णय लेती है कि पंखा चालू किया जाए। फिर वह निर्देश Actuator (Relay के माध्यम से पंखा) को भेजती है, और Actuator पंखा चालू कर देता है।

Actuators के प्रकार और उनके उपयोग

Electric Motor Actuator (इलेक्ट्रिक मोटर एक्चुएटर) —

यह विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक गति (घूर्णन) में बदलता है। सामान्य प्रकार: DC Motor, Stepper Motor, Servo Motor, AC Motor। उपयोग: रोबोटिक्स (रोबोटिक आर्म की गति), स्वचालित मशीनें (CNC, 3D प्रिंटर), पंखा, ड्रोन, इलेक्ट्रिक वाहन। उदाहरण: रोबोट में Servo Motor हाथ को सटीक कोण पर घुमाता है।

Relay Actuator (रिले एक्चुएटर) —

यह एक इलेक्ट्रो-मैकेनिकल स्विच है जो विद्युत उपकरणों को चालू या बंद करने का कार्य करता है। यह कम वोल्टेज (3.3V/5V) सिग्नल से अधिक वोल्टेज (220V) उपकरणों को नियंत्रित करता है। उपयोग: स्मार्ट होम सिस्टम (लाइट, AC, हीटर, पंखा नियंत्रण), औद्योगिक नियंत्रण, सिंचाई प्रणाली (पानी की मोटर चालू/बंद)। उदाहरण: मोबाइल ऐप से लाइट ऑन करने पर Relay सिग्नल प्राप्त करता है और लाइट सर्किट को पूरा कर देता है।

Hydraulic Actuator (हाइड्रोलिक एक्चुएटर) —

यह द्रव (Fluid) के दबाव का उपयोग करके भारी बल और गति उत्पन्न करता है। यह उच्च बल प्रदान करता है लेकिन आकार में बड़ा होता है। उपयोग: भारी मशीनें (एक्सकेवेटर, बुलडोजर), विमान (लैंडिंग गियर, फ्लैप्स), औद्योगिक प्रेस, क्रेन। उदाहरण: एक्सकेवेटर का हाइड्रोलिक आर्म भारी वजन उठाता है।

Pneumatic Actuator (न्यूमेटिक एक्चुएटर) —

यह संपीड़ित वायु (Compressed Air) का उपयोग करके रैखिक (Linear) या घूर्णी (Rotary) गति उत्पन्न करता है। यह हाइड्रोलिक से हल्का और साफ होता है। उपयोग: औद्योगिक स्वचालन (एसेम्बली लाइन में गति), पैकेजिंग



ARUN COMPUTER & IT

मशीनें, वाल्व नियंत्रण, रोबोटिक गिपर, निर्माण उद्योग में उपकरण। उदाहरण: पैकेजिंग मशीन में Pneumatic Actuator बॉक्स को धक्का देकर आगे बढ़ाता है।

Solenoid Actuator (सोलैनॉइड एक्चुएटर) —

यह विद्युत चुंबकीय क्षेत्र का उपयोग करके प्लंगर (आयरन रॉड) को अंदर-बाहर करता है। यह केवल दो स्थितियों में काम करता है — पुश या पुल। उपयोग: दरवाजा लॉक (एलेक्ट्रिक डोर लॉक), वॉशिंग मशीन (पानी का वाल्व नियंत्रण), सिंचाई प्रणाली (सोलैनॉइड वाल्व), कार का स्टार्टर मोटर। उदाहरण: IoT सिस्टम दरवाजा खोलने का निर्देश देता है, Solenoid Actuator लॉक को पीछे खींचता है और दरवाजा खुल जाता है।

Piezo Actuator (पीजो एक्चुएटर) —

यह पीजोइलेक्ट्रिक प्रभाव का उपयोग करता है (वोल्टेज लगाने पर क्रिस्टल का आकार बदलता है)। यह सूक्ष्म और सटीक गति के लिए उपयोग किया जाता है। उपयोग: इंकजेट प्रिंटर, प्रिसिजन मशीनरी, चिकित्सा उपकरण (अल्ट्रासाउंड ट्रांसड्यूसर)।

Actuators के प्रकारों की तुलनात्मक सारांश तालिका

Actuator का प्रकार	ऊर्जा स्रोत	आउटपुट गति	बल	उपयोग क्षेत्र	उदाहरण
Electric Motor	बिजली	घूर्णी (Rotary)	मध्यम	रोबोटिक्स, पंखे, ड्रोन	Servo Motor, DC Motor
Relay	बिजली (सिग्नल)	ऑन/ऑफ (Switch)	कोई नहीं	स्मार्ट होम, उद्योग	लाइट/AC/मोटर चालू-बंद
Hydraulic	द्रव (Fluid)	रैखिक/घूर्णी	बहुत अधिक	भारी मशीनें, क्रेन	एक्सकेवेटर आर्म
Pneumatic	संपीड़ित वायु	रैखिक/घूर्णी	मध्यम	औद्योगिक स्वचालन	पैकेजिंग, गिपर
Solenoid	विद्युत चुंबकत्व	रैखिक (पुश/पुल)	कम	लॉक, वॉशिंग मशीन, वाल्व	डोर लॉक, सिंचाई वाल्व

Sensor और Actuator में अंतर (तुलनात्मक सारांश)

Sensor — यह इनपुट डिवाइस है। कार्य: डेटा प्राप्त करता है। क्या करता है: वातावरण को महसूस करता है (Feel)। उदाहरण: Temperature Sensor, Humidity Sensor, Light Sensor, Motion Sensor, Smoke Sensor। आउटपुट: विद्युत संकेत (वोल्टेज, करंट, प्रतिरोध)। प्रश्न का उत्तर: क्या हो रहा है?



ARUN COMPUTER & IT

Actuator — यह आउटपुट डिवाइस है। कार्य: कार्य निष्पादित करता है। क्या करता है: वातावरण में परिवर्तन करता है (Act)। उदाहरण: Motor, Relay, Solenoid Lock, Valve, Heater। आउटपुट: यांत्रिक गति (घूर्णन, रैखिक), स्विचिंग। प्रश्न का उत्तर: क्या करना है?

Real-Time Data Collection क्या है?

जब डेटा को उसी समय एकत्र किया जाए और तुरंत उपयोग किया जाए, तो उसे Real-Time Data Collection (वास्तविक समय डेटा संग्रह) कहा जाता है। इस प्रक्रिया में डेटा संग्रह और विश्लेषण के बीच बहुत कम समय का अंतर होता है — मिलीसेकंड से लेकर कुछ सेकंड तक। डेटा को बैच में एकत्र नहीं किया जाता (जैसे दिन में एक बार), बल्कि निरंतर और तुरंत संसाधित किया जाता है।

Real-Time Data Collection की आवश्यकता

त्वरित निर्णय — डेटा तुरंत उपलब्ध होने से शीघ्र निर्णय लिए जा सकते हैं। उदाहरण: मशीन में दोष आते ही उसे बंद किया जा सकता है।

बेहतर निगरानी — उपकरणों की स्थिति लगातार देखी जा सकती है। उदाहरण: अस्पताल में रोगी की हृदय गति लगातार मॉनिटर की जाती है।

सुरक्षा — खतरनाक परिस्थितियों का तुरंत पता लगाया जा सकता है। उदाहरण: गैस लीक होते ही Alarm बज जाता है और वाल्व बंद हो जाता है।

कार्यक्षमता — प्रणालियाँ अधिक प्रभावी ढंग से कार्य कर सकती हैं। उदाहरण: ट्रैफिक लाइटें रियल-टाइम ट्रैफिक घनत्व के अनुसार समायोजित होती हैं।

डेटा संग्रह में विलंबता (Latency) — कोई देरी नहीं या नगण्य देरी। डेटा लगभग तुरंत उपलब्ध होता है।

Real-Time Monitoring

किसी प्रणाली की स्थिति को लगातार और तत्काल देखना Real-Time Monitoring कहलाता है। यह IoT की सबसे महत्वपूर्ण विशेषताओं में से एक है। इसमें एक या अधिक Sensors लगातार डेटा भेजते हैं, और एक डैशबोर्ड (मोबाइल ऐप या कंप्यूटर स्क्रीन) पर वह डेटा वास्तविक समय में प्रदर्शित होता है।

Real-Time Monitoring के उदाहरण:

रोगी की हृदय गति की निगरानी — स्मार्ट वॉच हृदय गति को लगातार मापती है और यदि असामान्य हो तो तुरंत सूचना भेजती है।

ट्रैफिक प्रबंधन — CCTV और Sensors सड़क पर वाहनों की संख्या और गति मापते हैं। Traffic Control Room में रियल-टाइम ट्रैफिक मैप प्रदर्शित होता है।

मशीनों की निगरानी — औद्योगिक मशीनों पर लगे Sensors तापमान, कंपन, गति डेटा लगातार भेजते हैं। डैशबोर्ड पर किसी भी असामान्यता का पता चलता है।



ARUN COMPUTER & IT

मौसम निगरानी — तापमान, आर्द्रता, हवा की गति, वर्षा के डेटा रियल-टाइम में मौसम विभाग को भेजे जाते हैं।

Real-Time Data Collection की प्रक्रिया (Step-by-Step)

चरण 1 — डेटा एकत्र करना (Data Acquisition) — Sensor वातावरण से डेटा एकत्र करता है। उदाहरण: Soil Moisture Sensor मिट्टी की नमी मापता है। यह Data Acquisition (DAQ) System के माध्यम से किया जाता है, जो Analog सिग्नल को डिजिटल में बदलता है।

चरण 2 — डेटा भेजना (Data Transmission) — डेटा Network Layer (Gateway, Router) के माध्यम से सर्वर या क्लाउड तक भेजा जाता है। उपयोग होने वाले प्रोटोकॉल हैं: MQTT, CoAP, HTTP, WebSocket। MQTT IoT के लिए सबसे लोकप्रिय प्रोटोकॉल है।

चरण 3 — डेटा प्रसंस्करण (Data Processing) — Cloud या Edge Server पर डेटा का विश्लेषण (Processing) किया जाता है। इसमें Data Cleaning (शोर हटाना), Data Aggregation (डेटा को सार्थक रूप में बदलना), और Analytics (तुलना, पैटर्न पहचान, थ्रेशोल्ड चेक) शामिल हैं।

चरण 4 — निर्णय और कार्य (Decision and Action) — आवश्यक होने पर Actuator को निर्देश भेजे जाते हैं या उपयोगकर्ता को अलर्ट भेजा जाता है। इसमें Rule-based Decision (यदि-तो नियम) या AI-based Decision (मशीन लर्निंग मॉडल) का उपयोग होता है।

चरण 5 — उपयोगकर्ता इंटरफेस (User Interface) — उपयोगकर्ता को परिणाम (Result) Mobile App, Web Dashboard, या Smart Watch पर प्रदर्शित किए जाते हैं। उपयोगकर्ता मैन्युअल निर्देश भी दे सकता है।

Real-Time Data Collection का उदाहरण (पूर्ण प्रक्रिया)

स्मार्ट होम में तापमान नियंत्रण का उदाहरण

1. Temperature Sensor (DHT11) कमरे का तापमान 32°C मापता है (चरण 1)
2. Sensor डेटा को Gateway (ESP8266/Raspberry Pi) को Wi-Fi से भेजता है (चरण 2)
3. Gateway डेटा को Cloud Platform (AWS IoT / ThingsBoard) पर MQTT प्रोटोकॉल से भेजता है (चरण 2)
4. Cloud Platform तापमान की तुलना सेट थ्रेशोल्ड (28°C) से करता है। $32^{\circ}\text{C} > 28^{\circ}\text{C}$ (चरण 3)
5. Cloud निर्णय लेता है — "AC चालू करो" (चरण 4)
6. यह निर्देश Relay Actuator को भेजा जाता है, जो AC से जुड़ा है (चरण 4)
7. Relay Actuator AC सर्किट को पूरा करता है और AC चालू हो जाता है (चरण 4)
8. साथ ही, उपयोगकर्ता के Mobile App पर सूचना आती है — "Temperature is high. AC turned ON automatically" (चरण 5)
9. उपयोगकर्ता Mobile App पर रियल-टाइम तापमान ग्राफ देख सकता है (चरण 5)

पूरी प्रक्रिया में लगने वाला समय: Sensor reading → Cloud → Actuator response: लगभग 1-3 सेकंड



Smart Devices में Sensors का उपयोग

आज अनेक Smart Devices Sensors की सहायता से कार्य करते हैं।

Smart Watch (स्मार्ट वॉच) — इसमें Accelerometer (कदम गिनना), Heart Rate Sensor (हृदय गति), SpO2 Sensor (ऑक्सीजन लेवल), Temperature Sensor (त्वचा तापमान), Gyroscope (हाथ की गति), GPS (स्थान ट्रैकिंग) लगे होते हैं। ये सभी रियल-टाइम डेटा स्मार्टफोन को भेजते हैं और स्वास्थ्य की निगरानी करते हैं। उदाहरण: Apple Watch, Fitbit, Samsung Galaxy Watch, Mi Band।

Smart Phone (स्मार्ट फोन) — इसमें Light Sensor (स्क्रीन ब्राइटनेस), Proximity Sensor (कॉल के दौरान स्क्रीन बंद), Accelerometer + Gyroscope (स्क्रीन रोटेशन, गेमिंग), Fingerprint Sensor (अनलॉक), Hall Sensor (चुंबकीय), Barometer (ऊँचाई माप) लगे होते हैं। उदाहरण: सभी Android और iOS फोन।

Smart Home Devices (स्मार्ट होम) — Motion Sensor (रात में लाइट चालू), Temperature + Humidity Sensor (AC/हीटर नियंत्रण), Smoke + Gas Sensor (फायर अलार्म), Door/Window Sensor (सुरक्षा चेतावनी), Water Leak Sensor (पानी रिसाव डिटेक्टर)। उदाहरण: Google Nest, Amazon Echo (Alexa), Philips Hue, Xiaomi Smart Home Suite, TP-Link Tapo।

Smart Car (स्मार्ट कार) — GPS (नेविगेशन), Proximity Sensor (पार्किंग सहायता), Temperature Sensor (AC नियंत्रण), Pressure Sensor (टायर प्रेशर मॉनिटरिंग), Accelerometer (एयरबैग ट्रिगर), Camera + LiDAR (स्वचालित ड्राइविंग सेंसर), Ultrasonic Sensor (ब्लाइंड स्पॉट डिटेक्शन)। उदाहरण: Tesla Autopilot, ADAS (Advanced Driver Assistance Systems)।

विभिन्न क्षेत्रों में Sensors और Actuators के उपयोग

उद्योगों में (Industry 4.0 / Industrial IoT) — Industry 4.0 (चौथा औद्योगिक क्रांति) में Sensors और Actuators का व्यापक उपयोग किया जा रहा है। उपयोग: मशीनों की रियल-टाइम निगरानी (कंपन, तापमान, दबाव), स्वचालित उत्पादन लाइन (Conveyor Belt कंट्रोल), गुणवत्ता नियंत्रण (Vision Sensors से उत्पाद की जाँच), Predictive Maintenance (मशीन के खराब होने का पूर्वानुमान), सुरक्षा प्रणाली (इमरजेंसी शटडाउन), ऊर्जा प्रबंधन (मशीनों की बिजली खपत मॉनिटरिंग)। इससे उत्पादन क्षमता बढ़ती है, डाउनटाइम कम होता है, रखरखाव लागत घटती है और गुणवत्ता बेहतर होती है।

कृषि में (Smart Agriculture / Precision Farming) — कृषि क्षेत्र में Sensors किसानों को वास्तविक समय की जानकारी प्रदान करते हैं, जिससे वे बेहतर निर्णय ले सकते हैं। उदाहरण: Soil Moisture Sensor (मिट्टी की नमी — सिंचाई नियंत्रण), Temperature and Humidity Sensor (फसल के अनुसार तापमान/नमी निगरानी), Rain Sensor (वर्षा माप), pH Sensor (मिट्टी की अम्लता/क्षारीयता), Weather Station (तापमान, आर्द्रता, हवा की गति, वर्षा), Drone with Multispectral Sensor (फसल स्वास्थ्य निगरानी)। Actuators: Solenoid Valve (स्वचालित सिंचाई), Motor/Pump Controller (पानी की मोटर चालू/बंद), Servo Motor (ड्रोन में फसल स्प्रेडिंग)। उदाहरण: नमी कम होने पर Solenoid Valve अपने आप खुल जाता है



ARUN COMPUTER & IT

और ट्रिप सिंचाई शुरू हो जाती है। किसान मोबाइल ऐप पर सारा डेटा देख सकता है और दूर से मोटर चालू/बंद कर सकता है।

स्वास्थ्य क्षेत्र में (Smart Healthcare / Remote Patient Monitoring) — स्वास्थ्य सेवाओं में Sensors महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहे हैं, विशेषकर रोगियों की दूरस्थ निगरानी (Remote Patient Monitoring) में। उदाहरण: Heart Rate Sensor (ECG/EKG — हृदय गति और लय), Blood Pressure Sensor (ब्लड प्रेशर मॉनिटर), Glucose Sensor (Continuous Glucose Monitor — डायबिटीज रोगी), Body Temperature Sensor (शरीर का तापमान), SpO2 Sensor (ऑक्सीजन संतृप्ति — COVID-19 में महत्वपूर्ण), Respiratory Rate Sensor (साँस लेने की दर), Accelerometer (रोगी की गतिविधि, गिरने का पता लगाना)। Actuators: Infusion Pump Controller (दवा की स्वचालित डोज़), Ventilator Controller, Alarm System (क्रिटिकल स्थिति में अलार्म)। उदाहरण: वृद्ध रोगी की हृदय गति सामान्य से अधिक हो जाती है। Sensor तुरंत क्लाउड को डेटा भेजता है। सिस्टम डॉक्टर और परिजनों को SMS/Alarm भेजता है। यह जीवन रक्षक हो सकता है। इसी तरह, Continuous Glucose Monitor डायबिटीज रोगी का शुगर लेवल लगातार मॉनिटर करता है और यदि असामान्य हो तो इंसुलिन पंप Actuator को सक्रिय करता है।

स्मार्ट सिटी में — स्ट्रीट लाइट (Light Sensor से अंधेरे में ऑन), कचरा प्रबंधन (Ultrasonic Sensor बिन भरा होने पर सूचना), पार्किंग (Proximity Sensor खाली जगह बताता है), वायु गुणवत्ता मॉनिटरिंग (Air Quality Sensor प्रदूषण मापता है), ट्रैफिक प्रबंधन (IR/Ultrasonic Sensor ट्रैफिक घनत्व मापता है), पानी टंकी लेवल (Ultrasonic Float Sensor), सार्वजनिक सुरक्षा (CCTV + Motion Sensor)।

परिवहन में (Smart Transportation) — GPS (स्थान ट्रैकिंग), Accelerometer और Gyroscope (वाहन की स्थिरता और झटके), Pressure Sensor (टायर प्रेशर मॉनिटरिंग), Ultrasonic Sensor (ब्लाइंड स्पॉट डिटेक्शन, पार्किंग सहायता), RFID (टोल टैक्स, फ्लीट मैनेजमेंट), Camera + LiDAR (स्वचालित ड्राइविंग), Temperature Sensor (कोल्ड चेन मॉनिटरिंग — दवाओं/खाद्य के ट्रांसपोर्ट में), Fuel Level Sensor (ईंधन की मात्रा मॉनिटरिंग)।

Smart Agriculture का संपूर्ण उदाहरण (IoT सिस्टम में Sensors और Actuators)

एक किसान ने अपने खेत में IoT आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रणाली लगाई है।

Sensors: Soil Moisture Sensor (मिट्टी की नमी), Temperature and Humidity Sensor (हवा का तापमान और आर्द्रता), Rain Sensor (वर्षा का पता लगाने के लिए), Water Flow Sensor (पानी का प्रवाह मापने के लिए)।

Actuators: Solenoid Valve (सिंचाई लाइन में पानी को रोकना/चालू करना), Relay + Pump Controller (पानी की मोटर चालू/बंद), Servo Motor (ड्रोन में फसल स्प्रेडिंग के लिए)।

कार्यप्रणाली:

1. Soil Moisture Sensor मिट्टी की नमी को लगातार मापता है।
2. यदि नमी 35% से कम हो जाती है, तो डेटा Gateway के माध्यम से Cloud पर भेजा जाता है।



ARUN COMPUTER & IT

3. Cloud विश्लेषण करता है — क्या पिछले 6 घंटों में बारिश हुई? (Rain Sensor Data) क्या दिन का तापमान बहुत अधिक है? (Temp Sensor)
4. यदि स्थितियाँ अनुकूल हैं, तो Cloud निर्णय लेता है — Solenoid Valve खोलो और Pump चालू करो।
5. निर्देश Actuators (Relay और Solenoid Valve) को भेजा जाता है।
6. Solenoid Valve खुलता है और पानी की लाइन में प्रवाह शुरू होता है।
7. Pump Controller Relay मोटर चालू करता है।
8. सिंचाई शुरू हो जाती है।
9. जब Soil Moisture Sensor नमी 60% दिखाता है, तो Cloud फिर से निर्देश भेजता है — Solenoid Valve बंद करो, Pump बंद करो।
10. किसान अपने मोबाइल ऐप पर पूरी प्रक्रिया (नमी का लाइव ग्राफ, सिंचाई चालू/बंद का रिकॉर्ड, कुल पानी का उपयोग) देख सकता है।

परिणाम: पानी की 30-40% बचत, मैनुअल श्रम की बचत (खेत पर जाने की आवश्यकता नहीं), बेहतर फसल स्वास्थ्य, कहीं से भी (शहर से भी) नियंत्रण संभव।

Sensors और Actuators के लाभ

स्वचालन में सहायता — मानवीय हस्तक्षेप न के बराबर हो जाता है। कार्य अपने आप होते हैं। उदाहरण: कमरे में प्रवेश करने पर लाइट अपने आप चालू हो जाती है। इससे सुविधा बढ़ती है और त्रुटियाँ कम होती हैं।

सटीकता और विश्वसनीयता — मानव की तुलना में Sensors अधिक सटीक (Precise) और सुसंगत (Consistent) डेटा प्रदान करते हैं। मानवीय त्रुटियाँ (Human Errors) समाप्त हो जाती हैं। उदाहरण: मानव केवल यह "अनुमान" लगा सकता है कि मिट्टी सूखी है या गीली, जबकि Soil Moisture Sensor सटीक प्रतिशत (35%) बता सकता है।

समय की बचत — तुरंत प्रतिक्रिया संभव होती है। सिस्टम सेकंडों में निर्णय लेता है। मैनुअल कार्यों में घंटों लग सकते थे। उदाहरण: मैनुअल सिंचाई में किसान को खेत जाना, मोटर चालू करना, इंतजार करना, मोटर बंद करना — इसमें 2-3 घंटे लग सकते हैं। IoT सिस्टम यह सब स्वतः करता है।

बेहतर निगरानी — वास्तविक समय में स्थिति की जानकारी प्राप्त होती है। उपयोगकर्ता कहीं से भी डेटा देख सकता है। उदाहरण: अस्पताल से छुट्टी पाने के बाद भी रोगी की हृदय गति की निगरानी घर पर हो सकती है।

ऊर्जा और संसाधनों की बचत — Sensors और Actuators की बदौलत लाइट, AC, पानी, बिजली का केवल आवश्यकता पड़ने पर ही उपयोग होता है। अनावश्यक खपत बंद हो जाती है। उदाहरण: स्मार्ट लाइट कमरे में कोई न होने पर अपने आप बंद हो जाती है, जिससे बिजली की बचत होती है।



ARUN COMPUTER & IT

सुरक्षा में वृद्धि — खतरनाक स्थितियों (गैस लीक, आग, अत्यधिक दबाव, गिरना) का तुरंत पता चल जाता है और स्वतः अलार्म या ऐक्शन (गैस वाल्व बंद करना, फायर स्पिंकलर ऑन करना) ले लिया जाता है। उदाहरण: रसोई गैस में रिसाव होते ही Gas Sensor + Solenoid Valve गैस सप्लाई अपने आप बंद कर देता है और मोबाइल पर अलर्ट भेजता है।

Sensors और Actuators की चुनौतियाँ

उच्च प्रारंभिक लागत — अच्छी गुणवत्ता वाले Sensors और Actuators, Gateway, और अन्य हार्डवेयर खर्चिले हो सकते हैं। पूरे सिस्टम की स्थापना में अधिक खर्च आता है।

बिजली और इंटरनेट पर निर्भरता — अधिकांश Sensors और Actuators को बिजली चाहिए (बैटरी से चलने वाले भी हैं लेकिन सीमित समय के लिए) और डेटा ट्रांसफर के लिए इंटरनेट आवश्यक है। बिजली या इंटरनेट बंद होने पर प्रणाली काम नहीं करती।

रखरखाव — Sensors समय के साथ खराब हो सकते हैं या कम सटीक हो सकते हैं। उन्हें कैलिब्रेट (Calibrate) करने और बदलने की आवश्यकता होती है। बाहरी वातावरण (धूल, नमी, तापमान) में लगे Sensors पर मौसम का प्रभाव पड़ता है।

सुरक्षा जोखिम — कनेक्टेड Sensors (इंटरनेट से जुड़े) हैकिंग का लक्ष्य बन सकते हैं। एक हैक किया गया Sensor फर्जी डेटा भेज सकता है या Actuator को गलत निर्देश दे सकता है। उदाहरण: कोई हैकर Temperature Sensor को हैक करके फर्जी उच्च तापमान भेजे तो AC बंद हो सकता है (DoS Attack)।

डेटा प्रबंधन — बड़े पैमाने पर प्रणाली में (जैसे Smart City) हज़ारों Sensors होते हैं। हर सेकंड टेराबाइट्स डेटा उत्पन्न होता है। इस डेटा को स्टोर, प्रोसेस और विश्लेषित करना बहुत बड़ी चुनौती है।

Sensors और Actuators का भविष्य

विशेषज्ञों के अनुसार, भविष्य में Sensors और Actuators अधिक स्मार्ट, शक्तिशाली, ऊर्जा-कुशल और सस्ते हो जाएंगे। MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) तकनीक से छोटे और कम लागत वाले Sensors उपलब्ध हो रहे हैं। Energy Harvesting (सौर ऊर्जा, कंपन ऊर्जा) से Batteryless Sensors संभव हो रहे हैं। AI और Edge Computing के साथ एकीकरण से Sensors स्थानीय स्तर पर (बिना क्लाउड जाए) निर्णय लेने में सक्षम हो जाएंगे। नए प्रकार के Sensors — जैसे Chemical Sensors, Biological Sensors, Smart Dust (सूक्ष्म सेंसर), Flexible and Wearable Sensors — विकसित हो रहे हैं। Actuators में Nano-actuators (नैनो तकनीक) और Soft Robotics (मुलायम रोबोट) के क्षेत्र में अनुसंधान तेज़ी से हो रहा है।

परीक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण बिंदु

लघु उत्तरीय प्रश्न (2-4 अंक) — Sensor क्या है? Actuator क्या है? Sensor और Actuator में अंतर लिखिए। किन्हीं चार Sensors के नाम और उनके उपयोग लिखिए। Actuators के चार प्रकार लिखिए। Real-Time Data Collection क्या है? Real-Time Monitoring क्या है? Motion Sensor और Proximity Sensor में क्या अंतर है?



ARUN COMPUTER & IT

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (5-10 अंक) —

Sensors के प्रकारों का वर्णन उदाहरण सहित कीजिए।

Actuators के प्रकार और उनके उपयोगों का वर्णन कीजिए।

Real-Time Data Collection की प्रक्रिया को समझाइए।

Smart Agriculture में Sensors और Actuators के उपयोगों का वर्णन कीजिए।

Smart Healthcare में Sensors की भूमिका स्पष्ट कीजिए।

उदाहरण सहित समझाइए कि Sensors और Actuators किस प्रकार स्वचालन में सहायक होते हैं।

निष्कर्ष

Sensors और Actuators IoT प्रणाली के सबसे महत्वपूर्ण और मौलिक घटक हैं। Sensors वातावरण से भौतिक डेटा (तापमान, नमी, प्रकाश, गति, दबाव, गैस) एकत्र करते हैं और उसे विद्युत संकेतों में परिवर्तित करते हैं। Actuators इन्हीं संकेतों के आधार पर भौतिक कार्य करते हैं — मोटर चालू करना, दरवाजा खोलना, वाल्व बंद करना, अलार्म बजाना आदि। Real-Time Data Collection और Monitoring की सहायता से Sensors द्वारा एकत्रित डेटा का तुरंत विश्लेषण किया जाता है और Actuators को त्वरित प्रतिक्रिया दी जाती है। यही वह प्रक्रिया है जो IoT को स्मार्ट, स्वचालित और प्रभावी बनाती है। Smart Home, Smart Agriculture (Precision Farming), Smart Healthcare (Remote Patient Monitoring), Industry 4.0, Smart City और Smart Transportation जैसे क्षेत्रों में इन तकनीकों का व्यापक उपयोग हो रहा है। हालाँकि उच्च लागत, इंटरनेट निर्भरता, रखरखाव, सुरक्षा जोखिम और डेटा प्रबंधन जैसी चुनौतियाँ हैं, फिर भी भविष्य में Sensors और Actuators और अधिक स्मार्ट, किफायती और शक्तिशाली होने की संभावना है। IoT में Sensors और Actuators की समझ किसी भी स्मार्ट प्रणाली के निर्माण और संचालन के लिए अनिवार्य है।

अध्याय 4- Smart Homes, Smart Cities and Industry 4.0

स्मार्ट होम, स्मार्ट सिटी एवं इंडस्ट्री 4.0 प्रस्तावना

Internet of Things (IoT) ने हमारे घरों, शहरों और उद्योगों के कार्य करने के तरीके को मौलिक रूप से बदल दिया है। आज अरबों उपकरण इंटरनेट से जुड़े हुए हैं और आपस में जानकारी का आदान-प्रदान कर सकते हैं। इसके परिणामस्वरूप Smart Home, Smart City तथा Industry 4.0 जैसी आधुनिक अवधारणाएँ विकसित हुई हैं।

इन प्रणालियों का उद्देश्य तकनीक की सहायता से जीवन को अधिक सुरक्षित, सुविधाजनक, कुशल तथा उत्पादक बनाना है। ये तीनों ही क्षेत्र IoT, Sensors, Artificial Intelligence, Cloud Computing और Data Analytics जैसी तकनीकों पर आधारित हैं। इस अध्याय में हम इन तीनों प्रणालियों की विशेषताओं, उपयोगों, उदाहरणों और चुनौतियों का विस्तार से अध्ययन करेंगे।



ARUN COMPUTER & IT

Smart Home (स्मार्ट होम) परिचय

Smart Home वह घर होता है जिसमें विभिन्न उपकरण (लाइट, फैन, AC, टीवी, कैमरा, डोर लॉक, गीजर आदि) इंटरनेट के माध्यम से जुड़े होते हैं तथा उन्हें मोबाइल फोन, टैबलेट, कंप्यूटर या वॉयस असिस्टेंट (जैसे Amazon Alexa, Google Assistant) द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है। उपयोगकर्ता इन उपकरणों को दूर से भी (दुनिया के किसी भी कोने से) नियंत्रित कर सकता है।

Smart Home का मुख्य उद्देश्य दैनिक जीवन को अधिक सुविधाजनक, ऊर्जा-कुशल और सुरक्षित बनाना है।

Smart Home की प्रमुख विशेषताएँ

स्वचालित नियंत्रण (Automation) — उपकरण स्वतः और बिना मानवीय हस्तक्षेप के कार्य कर सकते हैं।

उदाहरण: सुबह उठने के समय कॉफी मशीन अपने आप चालू हो जाती है, रात 10 बजे सभी लाइटें अपने आप बंद हो जाती हैं, कमरे में कोई न होने पर फैन और लाइट अपने आप बंद हो जाते हैं (Motion Sensor के आधार पर)।

दूरस्थ नियंत्रण (Remote Control) — मोबाइल फोन या वेब ऐप से कहीं से भी (घर से हजारों किलोमीटर दूर से भी) उपकरणों को नियंत्रित किया जा सकता है। उदाहरण: कार्यालय से घर लौटते समय रास्ते में ही AC चालू कर देना ताकि पहुँचने पर कमरा ठंडा हो; छुट्टी पर होने पर लाइट ऑन/ऑफ करके ऐसा दिखाना कि घर में कोई है।

ऊर्जा की बचत (Energy Efficiency) — बिजली एवं अन्य संसाधनों का बेहतर और अनुकूलित उपयोग होता है। उदाहरण: Smart Bulbs और Smart ACs उपयोग के पैटर्न सीखकर अनावश्यक बिजली खपत को रोकते हैं; रूम सेंसर के आधार पर लाइटें अपने आप बंद हो जाती हैं।

सुरक्षा में वृद्धि (Enhanced Security) — घर की सुरक्षा व्यवस्था अधिक प्रभावी, सक्रिय और रियल-टाइम बनती है। उदाहरण: Smart Door Lock जिसे मोबाइल से लॉक/अनलॉक किया जा सकता है; Door/Window Sensor जो दरवाजा खुलने पर अलर्ट भेजता है; Smart CCTV Camera जिसमें Motion Detection हो और संदिग्ध गतिविधि पर तुरंत मोबाइल पर सूचना भेजे।

वॉयस कंट्रोल (Voice Control) — वॉयस असिस्टेंट (Alexa, Google Assistant, Siri) से उपकरणों को नियंत्रित किया जा सकता है। उदाहरण: "Alexa, bedroom light off" बोलते ही लाइट बंद हो जाती है।

Smart Home के प्रमुख उपकरण और उनके उपयोग

Smart Bulb (स्मार्ट बल्ब) — मोबाइल फोन या वॉयस से चालू-बंद किया जा सकता है; रंग और चमक बदली जा सकती है; शेड्यूल सेट किया जा सकता है (सुबह 6 बजे धीरे-धीरे चमक बढ़ना)। उदाहरण: Philips Hue, Wipro Smart Bulb, Syska, Xiaomi Yeelight।

Smart AC (स्मार्ट एसी) — तापमान, फैन स्पीड, मोड (कूल/हीट/फैन) को मोबाइल से नियंत्रित किया जा सकता है; जियो-फेंसिंग (Geo-fencing) से घर के पास पहुँचने पर AC चालू हो सकता है; अनावश्यक उपयोग रोकने के लिए ऑटो ऑफ टाइमर। उदाहरण: LG Smart AC, Daikin, Voltas, Blue Star (IoT-enabled models), या IR Blaster (जैसे Wi-Fi IR Controller) से पुराने AC को भी स्मार्ट बनाया जा सकता है।

Smart Door Lock (स्मार्ट डोर लॉक) — PIN कोड, फिंगरप्रिंट, मोबाइल ऐप, RFID कार्ड या वॉयस कमांड से दरवाजा खोला/बंद किया जा सकता है; रिमोट अनलॉक (कहीं से भी); असफल अनलॉक प्रयासों की सूचना; दरवाजा



ARUN COMPUTER & IT

खुलने/बंद होने की लॉग हिस्ट्री। उदाहरण: Godrej Smart Lock, Samsung Smart Lock, Yale, Ultraloq।

Smart CCTV Camera (स्मार्ट सुरक्षा कैमरा) — रियल-टाइम निगरानी (लाइव देखना); मोशन डिटेक्शन (हलचल होने पर रिकॉर्डिंग और अलर्ट); नाइट विजन (रात में भी स्पष्ट दृश्य); टू-वे ऑडियो (बात करने की सुविधा); क्लाउड या मेमोरी कार्ड पर रिकॉर्डिंग। उदाहरण: Mi Camera, TP-Link Tapo, CP Plus, Hikvision, Ring Camera।

Smart Speaker (स्मार्ट स्पीकर) — वॉयस कमांड से संगीत बजाना, जानकारी पूछना (मौसम, समाचार), अन्य स्मार्ट उपकरणों को नियंत्रित करना, अलार्म और रिमाइंडर सेट करना, घर के उपकरणों को "सीन" (Good Morning, Good Night) के रूप में समूहबद्ध करना। उदाहरण: Amazon Echo (Alexa), Google Nest (Google Assistant), Apple HomePod (Siri), Xiaomi Mi Smart Speaker।

Smart Plug (स्मार्ट प्लग) — यह एक छोटा उपकरण है जिसमें कोई भी सामान्य उपकरण (पंखा, हीटर, कॉफी मेकर, रेडियेटर) लगाकर उसे स्मार्ट बनाया जा सकता है। उदाहरण: TP-Link Kasa, Wipro, Realme Smart Plug।

Smart Home Hub (स्मार्ट होम हब) — यह सभी स्मार्ट उपकरणों को एक केंद्रीय बिंदु से नियंत्रित करता है और विभिन्न कंपनियों के उपकरणों को एक साथ काम करने में सक्षम बनाता है। उदाहरण: Samsung SmartThings, Hubitat, Amazon Echo Plus।

Smart Home का कार्य उदाहरण — "Good Morning Routine"

1. सुबह 6:30 बजे (शेड्यूल के अनुसार) Smart Bulb धीरे-धीरे चमकना शुरू करती है (प्राकृतिक सूर्योदय सिम्युलेट)।
2. Smart Coffee Maker (Smart Plug से जुड़ा) 6:35 बजे चालू हो जाता है।
3. Smart Speaker (Alexa) 6:40 बजे मौसम पूर्वानुमान और दिन की खबरें सुनाना शुरू करता है।
4. जब बेडरूम से बाहर निकलते हैं, तो Motion Sensor या Door Sensor पता लगाता है और बेडरूम की लाइट और फैन अपने आप बंद हो जाते हैं।
5. रसोई में कदम रखते ही Motion Sensor से लाइट चालू हो जाती है।
6. सब कुछ Google Home App या Alexa App पर देखा और नियंत्रित किया जा सकता है।

Smart Home के लाभ और चुनौतियाँ

लाभ — सुविधा (एक ऐप से सब कुछ नियंत्रित करना), ऊर्जा बचत (अनावश्यक उपकरण ऑटो बंद), सुरक्षा (रिमोट मॉनिटरिंग और अलर्ट), विकलांगों और वृद्धों के लिए सहायक (वॉयस कंट्रोल), समय की बचत (स्वचालित दिनचर्या), और कहीं से भी नियंत्रण।



ARUN COMPUTER & IT

चुनौतियाँ — उच्च प्रारंभिक लागत, इंटरनेट पर निर्भरता (इंटरनेट डाउन होने पर अधिकांश सुविधाएँ काम नहीं करतीं), विभिन्न कंपनियों के उपकरणों का Interoperability (एक साथ काम करना) का मुद्दा, साइबर सुरक्षा जोखिम (हैकिंग, डेटा लीक), और डेटा गोपनीयता (स्मार्ट स्पीकर लगातार सुन रहे होते हैं — यह चिंता का विषय है)।

Smart City (स्मार्ट सिटी) परिचय

Smart City वह शहर होता है जहाँ सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी (ICT), IoT, AI, Sensors और Data Analytics का उपयोग करके नागरिकों को बेहतर, तीव्र और पारदर्शी सेवाएँ प्रदान की जाती हैं। इसका उद्देश्य संसाधनों का प्रभावी और न्यायसंगत उपयोग, बेहतर यातायात व्यवस्था, ऊर्जा प्रबंधन, कचरा प्रबंधन, सुरक्षा, स्वास्थ्य सेवाएँ तथा नागरिक सुविधाओं में सुधार करना है। भारत में Smart Cities Mission (2015 में शुरू) के अंतर्गत 100 शहरों को स्मार्ट सिटी के रूप में विकसित किया जा रहा है।

Smart City की प्रमुख विशेषताएँ और अनुप्रयोग

Smart Governance (स्मार्ट प्रशासन) — नागरिक सेवाएँ ऑनलाइन उपलब्ध होती हैं, पारदर्शिता बढ़ती है, शिकायतों का त्वरित निवारण होता है। उदाहरण: ऑनलाइन नगर निगम सेवाएँ (जन्म-मृत्यु प्रमाणपत्र, संपत्ति कर, लाइसेंस), मोबाइल ऐप से शिकायत दर्ज करना और स्टेटस ट्रैक करना (जैसे Swachhata App, IChange MyCity), ई-टेंडरिंग, डिजिटल सिग्नेचर, ऑनलाइन परमिट।

Smart Transportation (स्मार्ट परिवहन) — स्मार्ट ट्रैफिक नियंत्रण, सार्वजनिक परिवहन की रियल-टाइम ट्रैकिंग, स्मार्ट पार्किंग, एकीकृत टिकटिंग प्रणाली। उदाहरण: Intelligent Traffic Management System (सेंसर और CCTV से ट्रैफिक घनत्व मापना और ट्रैफिक लाइट समय समायोजित करना), GPS बस ट्रैकिंग (बस अब कहाँ है?), स्मार्ट पार्किंग (Parking Sensor खाली जगह बताता है और मोबाइल ऐप से रिजर्व), ई-टोल (FASTag), मेट्रो और बसों में कॉमन कार्ड (One Nation One Card)।

Smart Energy Management (स्मार्ट ऊर्जा प्रबंधन) — ऊर्जा की खपत को अनुकूलित करना, नवीकरणीय ऊर्जा का एकीकरण, स्मार्ट ग्रिड (Smart Grid)। उदाहरण: Smart Meter (बिजली के रियल-टाइम उपयोग को मापना, ऑनलाइन बिल भुगतान, पीक आवर्स में खपत कम करने की सलाह), Solar Street Light (Light Sensor से अंधेरा होने पर चालू), Demand Response System (बिजली की मांग अधिक होने पर कुछ क्षेत्रों में लाइट कम करना)।

Smart Waste Management (स्मार्ट कचरा प्रबंधन) — कचरा संग्रहण और प्रबंधन की आधुनिक व्यवस्था। उदाहरण: Smart Bin (Ultrasonic Sensor से बिन भरने पर सूचना भेजना), GPS ट्रैकिंग के साथ कचरा संग्रहण वाहनों का अनुकूलित रूट प्लानिंग, नागरिकों के लिए कचरा छूटाई और रीसाइक्लिंग के लिए मोबाइल ऐप, Wet Waste और Dry Waste का अलग संग्रहण।

Smart Water Management (स्मार्ट जल प्रबंधन) — पानी की खपत पर नज़र रखना, लीक का पता लगाना, गुणवत्ता की निगरानी। उदाहरण: Smart Water Meter (घरों में पानी की खपत रियल-टाइम में मापना, लीक का पता चलने पर सूचना), Pressure Sensor (पाइपलाइन में दबाव कम होने पर लीक का पता), pH Sensor और Turbidity Sensor (पानी की गुणवत्ता मॉनिटरिंग)।



ARUN COMPUTER & IT

Smart Security (स्मार्ट सुरक्षा) — CCTV तथा निगरानी प्रणालियों का उपयोग; आपातकालीन स्थितियों में तीव्र प्रतिक्रिया। उदाहरण: City-wide CCTV Network (AI-based Crime Detection — संदिग्ध गतिविधि का पता लगाना), SOS Button (सार्वजनिक स्थानों पर आपातकालीन बटन), Automatic Fire Detection and Alert System (Smoke Sensor और Heat Sensor से आग का पता), Disaster Management System (बाढ़, भूकंप, तूफान के रियल-टाइम अलर्ट)।

Smart Environment (स्मार्ट पर्यावरण) — वायु गुणवत्ता, शोर स्तर, तापमान की निगरानी। उदाहरण: Air Quality Monitoring Station (AQI डेटा रियल-टाइम में प्रदर्शित), Noise Pollution Monitor (शोर स्तर मापना और उच्च होने पर नियंत्रण)।

Smart City के लाभ

बेहतर नागरिक सेवाएँ — नगर निगम, बिजली, पानी, स्वास्थ्य, परिवहन सेवाएँ अधिक तीव्र, पारदर्शी और सुलभ हो जाती हैं। घर बैठे अधिकांश कार्य ऑनलाइन हो जाते हैं।

समय की बचत — ट्रैफिक कम होता है, कतारों में नहीं लगना पड़ता, ऑनलाइन सेवाओं से काम जल्दी होता है। उदाहरण: पहले पार्किंग के लिए घंटों लग सकते थे, अब Smart Parking से पहले से पता चल जाता है।

प्रदूषण में कमी — बेहतर ट्रैफिक प्रबंधन से वाहनों का धुआँ कम होता है, Smart Grid से बिजली की बचत होती है, वायु गुणवत्ता में सुधार होता है।

ऊर्जा संरक्षण — Smart Meters, Smart Grid और ऑटोमेटेड स्ट्रीट लाइट से बिजली की खपत कम होती है।

सुरक्षित वातावरण — CCTV नेटवर्क, Emergency Alerts, Fire Detection Systems से नागरिक अधिक सुरक्षित महसूस करते हैं।

उदाहरण (Smart City क्षेत्रों में संभावित प्रश्नों के उत्तर)

प्रश्न: Traffic Management में IoT कैसे मदद करता है?

उत्तर: Traffic Management में IoT Sensors (इंडक्टिव लूप, IR, Radar) और CCTV कैमरे का उपयोग किया जाता है। ये सेंसर हर रोड पर वाहनों की संख्या, गति और घनत्व (Density) को रियल-टाइम में मापते हैं। यह डेटा केंद्रीय Traffic Control System (Cloud) को भेजा जाता है। AI एल्गोरिथ्म के द्वारा विश्लेषण करके ट्रैफिक सिग्नल के समय (Green Light Duration) को स्वतः समायोजित किया जाता है। उदाहरण के लिए, जिस रोड पर अधिक वाहन हों, उसे अधिक हरा समय मिले। इससे जाम कम होता है, ईंधन की बचत होती है और प्रदूषण कम होता है।

Industry 4.0 (चौथा औद्योगिक क्रांति) परिचय

औद्योगिक विकास के इतिहास में विभिन्न चरणों को औद्योगिक क्रांति (Industrial Revolution) कहा जाता है। ये क्रांतियाँ समय-समय पर तकनीकी छलाँगों के रूप में आई हैं। वर्तमान समय की चौथी औद्योगिक क्रांति को Industry 4.0 कहा जाता है (जर्मनी सरकार ने यह नाम दिया था, जहाँ 4.0 का अर्थ "चौथा संस्करण" है)।



ARUN COMPUTER & IT

Industry 4.0 में IoT, Artificial Intelligence (AI), Robotics, Cloud Computing, Big Data Analytics, 3D Printing, Augmented Reality (AR) और Digital Twin जैसी तकनीकों का उपयोग किया जाता है। इसका मुख्य लक्ष्य उत्पादन को पूर्णतः स्वचालित, डेटा-संचालित (Data-driven) और बुद्धिमान (Intelligent) बनाना है।

औद्योगिक क्रांतियों का संक्षिप्त परिचय और तुलना

Industry 1.0 (पहली औद्योगिक क्रांति ~ 1784) — मुख्य तकनीक: भाप इंजन (Steam Engine), यांत्रिक उत्पादन (Mechanization), पानी और भाप शक्ति का उपयोग। उदाहरण: भाप से चलने वाली लूम (बुनाई मशीन), भाप इंजन रेलगाड़ी। यह यांत्रिक उत्पादन का युग था।

Industry 2.0 (दूसरी औद्योगिक क्रांति ~ 1870) — मुख्य तकनीक: विद्युत शक्ति (Electricity), असेम्बली लाइन (Assembly Line), बड़े पैमाने पर उत्पादन (Mass Production)। उदाहरण: Ford Motor Company की असेम्बली लाइन, बिजली से चलने वाली मशीनें, टेलीग्राफ, टेलीफोन। यह बिजली और बड़े पैमाने पर उत्पादन का युग था।

Industry 3.0 (तीसरी औद्योगिक क्रांति ~ 1969) — मुख्य तकनीक: कंप्यूटर (Computers), प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर (PLC), स्वचालन (Automation), इंटरनेट। उदाहरण: कंप्यूटर-नियंत्रित मशीनें (CNC), रोबोटिक्स, इंटरनेट का उदय। यह कंप्यूटर और स्वचालन का युग था।

Industry 4.0 (चौथी औद्योगिक क्रांति ~ 2011 से वर्तमान) — मुख्य तकनीक: IoT, AI, साइबर-फिजिकल सिस्टम्स (Cyber-Physical Systems), Cloud Computing, Big Data, 5G, Digital Twin, Edge Computing, Smart Factory। उदाहरण: Smart Factory (जहाँ मशीनें आपस में बात करती हैं), प्रीडिक्टिव मेंटेनेंस (मशीन के खराब होने का पूर्वानुमान), AI-आधारित गुणवत्ता नियंत्रण, Digital Twin (वर्चुअल Factory), कोलैबोरेटिव रोबोट (Cobots)। यह डेटा, कनेक्टिविटी और AI पर आधारित स्मार्ट विनिर्माण का युग है।

औद्योगिक क्रांतियों की तुलनात्मक तालिका

क्रांति	काल (लगभग)	मुख्य तकनीक	मुख्य विशेषता	उदाहरण
Industry 1.0	1784	भाप इंजन	यांत्रिक उत्पादन	भाप से चलने वाली लूम
Industry 2.0	1870	बिजली, असेम्बली लाइन	बड़े पैमाने पर उत्पादन	Ford Assembly Line
Industry 3.0	1969	कंप्यूटर, PLC	स्वचालन (Automation)	CNC मशीन, रोबोटिक्स



ARUN COMPUTER & IT

क्रांति	काल (लगभग)	मुख्य तकनीक	मुख्य विशेषता	उदाहरण
Industry 4.0	2011 से	IoT, AI, Cloud, Big Data	स्मार्ट फैक्ट्री, डेटा-संचालित निर्णय	सेंसर-युक्त मशीनें, Digital Twin

Industry 4.0 की प्रमुख तकनीकें (Core Technologies)

IoT (Internet of Things) — मशीनों, उपकरणों, सेंसरों को इंटरनेट से जोड़ना और उनसे रियल-टाइम डेटा एकत्र करना।

AI और Machine Learning — डेटा का विश्लेषण करके पैटर्न पहचानना, पूर्वानुमान लगाना, निर्णय लेना, गुणवत्ता नियंत्रण में दोष पहचानना।

Cloud Computing — बड़े डेटा का किफायती भंडारण, कहीं से भी पहुँच, स्केलेबिलिटी, वैश्विक एकीकरण।

Big Data Analytics — उत्पादन डेटा के विश्लेषण से दक्षता में सुधार, मांग का पूर्वानुमान, दोषों के कारणों की पहचान।

Cyber-Physical Systems (CPS) — भौतिक मशीनों और डिजिटल सिस्टम (कंप्यूटर, सॉफ्टवेयर) का एकीकरण। सेंसर से डेटा आता है, कंप्यूटर विश्लेषण करता है, और Actuator कार्य करता है।

Digital Twin (डिजिटल ट्विन) — किसी भौतिक मशीन या प्रोसेस का वर्चुअल (डिजिटल) कॉपी। वास्तविक मशीन में क्या हो रहा है, इसका अनुकरण Digital Twin पर किया जा सकता है। इससे बिना वास्तविक मशीन को रोके परीक्षण और सुधार किए जा सकते हैं।

Robotics and Automation — Collaborative Robots (Cobots) जो मनुष्यों के साथ सुरक्षित रूप से काम कर सकते हैं। स्वचालित रोबोटिक आर्म्स, AGV (Automated Guided Vehicles) — self-driving कार्ट जो फैक्ट्री में सामान ढोती हैं।

Additive Manufacturing (3D Printing) — परत दर परत उत्पाद बनाना, तुरंत प्रोटोटाइप (Rapid Prototyping), कस्टमाइज्ड उत्पादन।

Augmented Reality (AR) / Virtual Reality (VR) — मरम्मत और रखरखाव में AR चश्मे से मशीन के बारे में जानकारी प्राप्त करना, दूरस्थ विशेषज्ञ सहायता।

5G Connectivity — Ultra-low latency (1ms), high bandwidth, massive number of devices (1 million per sq km) — जो IoT और AI के लिए आवश्यक है।

Industry 4.0 की प्रमुख विशेषताएँ

Smart Manufacturing (स्मार्ट विनिर्माण) — उत्पादन प्रक्रिया अधिक बुद्धिमान, लचीली (Flexible) और स्वचालित होती है। मशीनें स्वयं निर्णय ले सकती हैं (Self-optimizing machines)। उत्पादन को ग्राहक की आवश्यकता के अनुसार रीयल-टाइम में बदला जा सकता है (Mass Customization)।



ARUN COMPUTER & IT

Real-Time Monitoring (वास्तविक समय निगरानी) — मशीनों की स्थिति (तापमान, कंपन, दबाव, गति, बिजली खपत) पर लगातार निगरानी रखी जाती है। किसी भी असामान्यता का तुरंत पता चल जाता है।

Automation and Robotics (स्वचालन और रोबोटिक्स) — मानवीय हस्तक्षेप न्यूनतम कर दिया गया है। रोबोट 24x7 बिना थकान के काम कर सकते हैं। स्वचालित मटेरियल हैंडलिंग, पैकेजिंग, असेंबली, पेंटिंग, वेल्डिंग।

Data Analytics and Predictive Maintenance (डेटा विश्लेषण और पूर्वानुमानित रखरखाव) — डेटा के आधार पर यह भविष्यवाणी की जाती है कि मशीन कब खराब हो सकती है (Predictive Maintenance)। उदाहरण: मशीन के कंपन डेटा से पता चलता है कि बेयरिंग अगले 2 सप्ताह में खराब हो सकती है। तब सिस्टम ऑटोमेटिकली मंटेनेंस टीम को अलर्ट भेजता है और स्पेयर पार्ट ऑर्डर कर देता है। इससे अचानक मशीन बंद नहीं होती (Unexpected Downtime कम होता है)।

Machine-to-Machine Communication (M2M) — मशीनें आपस में बिना मानवीय हस्तक्षेप के संवाद (Communicate) कर सकती हैं और निर्णय ले सकती हैं। उदाहरण: Conveyor Belt Sensor को पता चलता है कि बॉक्स की संख्या बहुत अधिक है, तो वह Packing Machine को धीमा करने का संदेश भेजता है।

Horizontal and Vertical Integration — Horizontal Integration: एक फैक्ट्री के विभिन्न विभाग (प्रोडक्शन, क्वालिटी, मंटेनेंस, लॉजिस्टिक्स) एक साथ जुड़ते हैं। Vertical Integration: फैक्ट्री फ्लोर से लेकर ऑफिस, सप्लायर और ग्राहक तक सब एक साथ जुड़ते हैं। यह End-to-End Visibility प्रदान करता है।

Decentralized Decisions (विकेन्द्रीकृत निर्णय) — सेंट्रल कंट्रोल सिस्टम (जैसे क्लाउड) के अलावा, एज कंप्यूटिंग के माध्यम से फैक्ट्री फ्लोर पर ही मशीनें स्थानीय निर्णय ले सकती हैं (उदाहरण: इंटरनेट डाउन होने पर भी मशीन ठीक काम करती है)।

Industry 4.0 के प्रमुख अनुप्रयोग (उद्योगवार)

ऑटोमोबाइल उद्योग — स्वचालित असेंबली लाइन (रोबोटिक्स), गुणवत्ता नियंत्रण (AI Vision System), प्रीडिक्टिव मंटेनेंस, सप्लाय चैन प्रबंधन, कस्टमाइज़्ड ऑर्डर (Mass Customization)। उदाहरण: Tesla Factory, जहाँ बहुत से रोबोट हैं और मशीनें आपस में संवाद करती हैं।

उत्पादन विनिर्माण (Manufacturing) — स्वचालित मशीनें, डिजिटल ट्विन, रीयल-टाइम प्रोडक्शन मॉनिटरिंग, प्रीडिक्टिव मंटेनेंस, एनर्जी ऑप्टिमाइजेशन।

ऊर्जा क्षेत्र — स्मार्ट ग्रिड (Smart Grid), विंड टरबाइन और सोलर पैनल का रिमोट मॉनिटरिंग, प्रीडिक्टिव मंटेनेंस (टरबाइन ब्लेड्स), रीयल-टाइम डिमांड-सप्लाय मैनेजमेंट।

लॉजिस्टिक्स और सप्लाय चैन — माल की रीयल-टाइम ट्रैकिंग (GPS + IoT सेन्सर), गोदाम प्रबंधन (स्वचालित रैक, AGV), रूट ऑप्टिमाइजेशन, ड्रोन डिलीवरी, सेल्फ-ड्राइविंग ट्रक।

फार्मास्युटिकल (दवा उद्योग) — बैच प्रोडक्शन मॉनिटरिंग, तापमान और आर्द्रता मॉनिटरिंग (कोल्ड चैन), गुणवत्ता नियंत्रण (AI Vision), ट्रैक एंड ट्रेस (हर दवा का ट्रैकिंग कोड)।

Food and Beverage (खाद्य उद्योग) — उत्पादन लाइन ऑटोमेशन, पैकेजिंग क्वालिटी चेक (AI Vision), खराब होने वाले खाद्य का तापमान मॉनिटरिंग, ट्रेसिबिलिटी (खेत से ग्राहक तक)।



Industry 4.0 के लाभ और चुनौतियाँ

लाभ — उत्पादकता में भारी वृद्धि (24x7 उत्पादन, त्रुटियाँ कम), लागत में कमी (कम श्रम लागत, कम डाउनटाइम, कम रखरखाव लागत), गुणवत्ता में सुधार (रीयल-टाइम क्वालिटी कंट्रोल, AI से दोष पहचान), लचीलापन (Flexibility) — एक ही लाइन पर कस्टमाइज़्ड प्रोडक्ट बनाना, सुरक्षा में सुधार (खतरनाक कार्य रोबोट से करवाना), और बेहतर डेटा-संचालित निर्णय।

चुनौतियाँ — उच्च प्रारंभिक निवेश (सेंसर, रोबोट, AI सिस्टम, क्लाउड), साइबर सुरक्षा जोखिम (हैकिंग, ransomware, डेटा लीक — कनेक्टेड फैक्ट्री में एक मशीन हैक करने से पूरी फैक्ट्री रुक सकती है), कर्मचारियों को नए कौशल की आवश्यकता (reskilling/upskilling), विरासत प्रणालियों (Old Machinery) का एकीकरण कठिन, और डेटा गोपनीयता (संवेदनशील उत्पादन डेटा क्लाउड पर)।

Smart Home, Smart City और Industry 4.0 — तुलनात्मक सारांश

क्षेत्र	उद्देश्य	मुख्य तकनीकें	उपयोगकर्ता	उदाहरण
Smart Home	जीवन को सुविधाजनक, सुरक्षित और ऊर्जा-कुशल बनाना	IoT, Sensors, Voice Assistants, Mobile Apps, AI	व्यक्ति, परिवार	Smart Bulb, Smart AC, Smart Lock, Smart CCTV, Alexa
Smart City	नागरिकों को बेहतर, तीव्र और पारदर्शी सेवाएँ देना	IoT, AI, CCTV, Cloud, Big Data, Smart Grids, Smart Meters	नागरिक, प्रशासन	स्मार्ट ट्रैफिक, स्मार्ट पार्किंग, स्मार्ट बिन, CCTV, ऑनलाइन सेवाएँ
Industry 4.0	उत्पादन दक्षता, गुणवत्ता और लचीलापन बढ़ाना, लागत कम करना	IoT, AI, Robotics, Cloud, Digital Twin, Edge Computing, 5G	उद्योग, कंपनियाँ	स्मार्ट फैक्ट्री, प्रेडिक्टिव मेंटेनेंस, कोबोट, AGV

Smart Home, Smart City और Industry 4.0 का परस्पर संबंध

इन तीनों प्रणालियों का आधार IoT है। ये तीनों Sensors, Networks (Wi-Fi, 4G/5G, LoRaWAN), Cloud Computing, Data Analytics और AI का उपयोग करती हैं। इनके बीच सूक्ष्म संबंध यह है कि जो तकनीक एक घर को स्मार्ट बनाती है, वही एक शहर या एक कारखाने को भी स्मार्ट बनाती है।

Smart Home — व्यक्ति के जीवन को सुविधाजनक बनाता है।

Smart City — नागरिकों को बेहतर सेवाएँ प्रदान करती है (Smart Homes का समूह + सार्वजनिक सेवाएँ)।

Industry 4.0 — उत्पादन और औद्योगिक कार्यक्षमता को बढ़ाती है (ये कारखाने स्मार्ट सिटी के बाहरी इलाकों या



ARUN COMPUTER & IT

औद्योगिक क्षेत्रों में होते हैं, और Smart City इन कारखानों के लिए स्मार्ट लॉजिस्टिक्स, स्मार्ट ट्रैफिक, स्मार्ट एनर्जी प्रदान करती है।

सभी तीनों में साझा चुनौतियाँ

साइबर सुरक्षा (Cybersecurity) — डेटा चोरी, हैकिंग, ransomware अटैक, सर्वर डाउन होने का खतरा। Smart Home में हैकर आपके घर के लॉक खोल सकता है। Smart City में हैकर ट्रैफिक सिग्नल या बिजली ग्रिड बंद कर सकता है। Industry 4.0 में हैकर पूरी फैक्ट्री बंद कर सकता है।

गोपनीयता (Privacy) — व्यक्तिगत जानकारी (स्मार्ट होम में आप कब उठते हैं, क्या देखते हैं; स्मार्ट सिटी में आप कहाँ जाते हैं; Industry 4.0 में उत्पादन डेटा) एकत्र होती है। यह डेटा किसके पास जाता है? इसका क्या उपयोग होता है? ये बड़े प्रश्न हैं।

उच्च प्रारंभिक लागत (High Initial Cost) — सभी तीनों प्रणालियों को स्थापित करने में अधिक खर्च आता है। स्मार्ट डिवाइस सामान्य डिवाइस से महंगे होते हैं। स्मार्ट सिटी के बुनियादी ढाँचे (Infrastructure) में बहुत अधिक निवेश चाहिए। Industry 4.0 में पुरानी मशीनों को बदलना या अपग्रेड करना खर्चीला है।

तकनीकी जटिलता (Technical Complexity) — इन प्रणालियों को डिजाइन, स्थापित, इंटीग्रेट और मेंटेन करने के लिए विशेषज्ञों (Data Scientist, IoT Engineer, Cybersecurity Expert) की आवश्यकता होती है। एक आम उपयोगकर्ता के लिए Troubleshooting मुश्किल है।

इंटरनेट और बिजली पर निर्भरता — इंटरनेट बंद होने या बिजली कटने पर अधिकांश स्मार्ट सिस्टम बेकार हो जाते हैं (हालाँकि कुछ Edge Computing सक्षम सिस्टम ऑफलाइन भी काम करते हैं, पर सीमित)।

भविष्य की संभावनाएँ

5G (Ultra-low latency, Massive IoT), Artificial Intelligence (ज्यादा सटीक निर्णय, स्वचालन का स्तर बढ़ना), Edge Computing (डेटा को क्लाउड नहीं भेजना, स्थानीय प्रोसेसिंग — जिससे विलंबता कम हो और बैंडविड्थ बचे), Digital Twin (वर्चुअल सिमुलेशन और ऑप्टिमाइजेशन), और Quantum Computing के विकास के साथ Smart Home, Smart City और Industry 4.0 का महत्व और उपयोगिता लगातार बढ़ रही है। भविष्य में अधिक से अधिक उपकरण और प्रक्रियाएँ इंटरनेट से जुड़ेंगी, स्वचालन का स्तर और अधिक विकसित होगा, और AI इतना स्मार्ट हो जाएगा कि ये सिस्टम मानवीय हस्तक्षेप के बिना भी बेहतर निर्णय लेने लगेंगे।

संभावित भविष्य के परिदृश्य — पूरी तरह से स्वचालित घर (Robot केयरटेकर), Self-driving cars और AI-नियंत्रित ट्रैफिक, पूर्णतः स्वचालित "Lights-out Factory" (जहाँ रोशनी की भी आवश्यकता नहीं, सब रोबोट करते हैं)।

परीक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण बिंदु

इस अध्याय से संबंधित परीक्षा में निम्नलिखित प्रश्न पूछे जा सकते हैं —

लघु उत्तरीय प्रश्न (2-4 अंक) — Smart Home क्या है? इसकी दो विशेषताएँ लिखिए। Smart City से क्या आशय है? Industry 4.0 क्या है? चार औद्योगिक क्रांतियों के नाम लिखिए। Industry 4.0 की कोई चार प्रमुख तकनीकों के नाम लिखिए। Smart Home और Smart City में अंतर लिखिए। Smart Bin क्या है?



ARUN COMPUTER & IT

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (5-10 अंक) — Smart Home के उपकरणों एवं विशेषताओं का वर्णन कीजिए। Industry 4.0 की प्रमुख तकनीकों एवं विशेषताओं का विस्तार से वर्णन कीजिए। Smart City की विशेषताओं एवं लाभों का वर्णन कीजिए। चारों औद्योगिक क्रांतियों की तुलना कीजिए। Smart Home, Smart City और Industry 4.0 में संबंध स्पष्ट कीजिए। Predictive Maintenance क्या है? Industry 4.0 में इसकी भूमिका समझाइए। Digital Twin क्या है? Industry 4.0 में इसके क्या उपयोग हैं?

निष्कर्ष

Smart Home, Smart City तथा Industry 4.0 आधुनिक IoT आधारित प्रणालियों के प्रमुख, प्रभावशाली और दृश्यमान उदाहरण हैं। ये तकनीकें जीवन को अधिक सुविधाजनक, सुरक्षित, ऊर्जा-कुशल तथा उत्पादक बनाती हैं। Smart Home व्यक्ति के दैनिक जीवन की सुविधा बढ़ाता है, Smart City नागरिकों को बेहतर सार्वजनिक सेवाएँ प्रदान करती है, और Industry 4.0 विनिर्माण और उत्पादन को अधिक कुशल, लचीला और प्रतिस्पर्धी बनाती है। IoT, AI, Sensors, Cloud Computing, 5G, Robotics और Data Analytics के संयुक्त उपयोग से भविष्य में और अधिक स्मार्ट, स्वचालित और कुशल प्रणालियाँ विकसित होंगी। हालाँकि साइबर सुरक्षा, गोपनीयता, उच्च लागत और तकनीकी जटिलता चुनौती बनी हुई है, फिर भी ये प्रणालियाँ समाज और उद्योगों के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएँगी।

Chapter 5- Applications of IoT in Agriculture, Healthcare and Retail

कृषि, स्वास्थ्य एवं रिटेल क्षेत्र में IoT के अनुप्रयोग प्रस्तावना

Internet of Things (IoT) केवल तकनीकी प्रयोगशालाओं या उद्योगों तक सीमित नहीं है। आज इसका उपयोग कृषि, स्वास्थ्य, व्यापार, परिवहन, शिक्षा और अनेक अन्य क्षेत्रों में किया जा रहा है। IoT के माध्यम से विभिन्न उपकरण इंटरनेट से जुड़कर डेटा एकत्र करते हैं, उसका विश्लेषण करते हैं और आवश्यक कार्यवाही करते हैं।

कृषि (Agriculture), स्वास्थ्य (Healthcare) और रिटेल (Retail) ऐसे क्षेत्र हैं जहाँ IoT ने कार्य करने के पारंपरिक तरीकों में महत्वपूर्ण परिवर्तन किए हैं। इन क्षेत्रों में IoT के उपयोग से कार्यक्षमता बढ़ी है, लागत कम हुई है, संसाधनों की बचत हुई है तथा सेवाओं की गुणवत्ता में सुधार हुआ है। इस अध्याय में हम इन तीनों क्षेत्रों में IoT के अनुप्रयोगों, लाभों, वास्तविक उदाहरणों और चुनौतियों का विस्तार से अध्ययन करेंगे।

भाग 1 — कृषि क्षेत्र में IoT (IoT in Agriculture)

भारत एक कृषि प्रधान देश है और यहाँ की अधिकांश जनसंख्या कृषि पर निर्भर है। पारंपरिक कृषि पद्धतियों में किसानों को फसल, मिट्टी, मौसम और सिंचाई के बारे में सटीक जानकारी नहीं मिल पाती थी। IoT किसानों को वास्तविक समय (Real-Time) में फसल, मिट्टी, मौसम और सिंचाई से संबंधित सटीक जानकारी प्रदान करता है। इससे कृषि कार्य अधिक वैज्ञानिक, सटीक और प्रभावी बनते हैं। इस आधुनिक कृषि प्रणाली को Smart Agriculture या Precision Farming (सटीक खेती) कहा जाता है।

Smart Agriculture (स्मार्ट कृषि)



ARUN COMPUTER & IT

Smart Agriculture वह प्रणाली है जिसमें IoT आधारित उपकरणों, सेंसरों, ड्रोनों और स्वचालित मशीनों का उपयोग करके खेती की निगरानी और प्रबंधन किया जाता है। इसका उद्देश्य फसल उत्पादन बढ़ाना, लागत कम करना, संसाधनों (पानी, उर्वरक, कीटनाशक) का बेहतर उपयोग करना और पर्यावरण की रक्षा करना है।

कृषि में IoT के प्रमुख अनुप्रयोग

Soil Monitoring (मिट्टी की निगरानी) —

मिट्टी में विभिन्न प्रकार के सेंसर लगाए जाते हैं जो मिट्टी की नमी (Soil Moisture), तापमान, pH मान (अम्लता/क्षारीयता), और पोषक तत्वों (Nitrogen, Phosphorus, Potassium) की जानकारी एकत्र करते हैं। उदाहरण: Soil Moisture Sensor मिट्टी में पानी की मात्रा बताता है; pH Sensor बताता है कि मिट्टी अम्लीय है या क्षारीय; NPK Sensor बताता है कि मिट्टी में कौन-सा पोषक तत्व कम है। इन जानकारियों के आधार पर किसान उचित निर्णय ले सकता है — कितना पानी देना है, कौन-सा उर्वरक डालना है, कितनी मात्रा में डालना है।

लाभ: पानी की बचत (30-50% तक), उर्वरकों का अधिकतम उपयोग, फसल की बेहतर वृद्धि, उत्पादन में वृद्धि, और मिट्टी के स्वास्थ्य में सुधार।

Smart Irrigation System (स्मार्ट सिंचाई प्रणाली) —

IoT आधारित सिंचाई प्रणाली मिट्टी की नमी (Soil Moisture), मौसम पूर्वानुमान (Rain Forecast) और फसल की आवश्यकता के अनुसार स्वतः पानी उपलब्ध करा सकती है। जब मिट्टी में नमी एक निर्धारित सीमा (Threshold) से कम हो जाती है, तो प्रणाली स्वतः सिंचाई प्रारंभ कर सकती है। जब नमी पर्याप्त हो जाती है, तो सिंचाई बंद हो जाती है। यह Solenoid Valve और Motor Controller Relay के माध्यम से किया जाता है।

लाभ: जल संरक्षण (40-60% तक पानी की बचत), श्रम की बचत (खेत पर जाने की आवश्यकता नहीं), बेहतर सिंचाई प्रबंधन, फसल में समान पानी वितरण, और किसान कहीं से भी (मोबाइल ऐप से) सिंचाई नियंत्रित कर सकता है।

Weather Monitoring (मौसम निगरानी) —

IoT आधारित मौसम स्टेशन (Weather Station) किसानों को तापमान, आर्द्रता, वर्षा, हवा की गति और दिशा, वायुमंडलीय दबाव की रियल-टाइम जानकारी प्रदान करते हैं। यह जानकारी फसल बोने, कटाई, उर्वरक डालने, कीटनाशक छिड़कने और सिंचाई के लिए निर्णय लेने में सहायक होती है। उदाहरण: यदि अगले 24 घंटों में भारी बारिश की संभावना है, तो किसान सिंचाई नहीं करेगा और फसल की कटाई टाल सकता है।

लाभ: फसल संबंधी निर्णय अधिक प्रभावी और सटीक बनते हैं, मौसमी नुकसान कम होता है, और फसल की गुणवत्ता बेहतर होती है।

Precision Farming (सटीक खेती) —

इसमें GPS, GIS, Remote Sensing और IoT Sensors का उपयोग करके खेत के हर छोटे हिस्से (Zone) की अलग-अलग निगरानी की जाती है। किसान को पता चलता है कि खेत के किस हिस्से में कितना पानी चाहिए, कितना उर्वरक चाहिए। Variable Rate Technology (VRT) के माध्यम से उर्वरक और कीटनाशक की मात्रा को ज़ोन-वार नियंत्रित किया जा सकता है।

लाभ: उर्वरक और कीटनाशक का 30-40% कम उपयोग, उत्पादन में 20-30% वृद्धि, पर्यावरण प्रदूषण में कमी।



ARUN COMPUTER & IT

Livestock Monitoring (पशुधन निगरानी) —

पशुओं (गाय, भैंस, बकरी) के गले में IoT कॉलर (Smart Collar) या टैग लगाया जाता है जिसमें GPS, तापमान सेंसर और एक्टिविटी सेंसर होते हैं। यह पशु की लोकेशन, शरीर का तापमान, हृदय गति, खाने-पीने की गतिविधि, और प्रजनन चक्र की निगरानी करता है। यह डेटा किसान के मोबाइल ऐप पर भेजा जाता है।

लाभ: बीमार पशु का शीघ्र पता लगाना, खोए हुए पशु को ढूँढ़ना, प्रजनन समय की सटीक जानकारी, दूध उत्पादन में वृद्धि।

Drone Technology in Agriculture (कृषि में ड्रोन) —

ड्रोन में मल्टीस्पेक्ट्रल कैमरा, थर्मल सेंसर, और LiDAR लगे होते हैं। ड्रोन खेत का हवाई सर्वेक्षण करते हैं और फसल की सेहत, पानी की कमी, कीटों के हमले, बीमारी का पता लगाते हैं। ड्रोन से कीटनाशक और उर्वरक का सटीक छिड़काव भी किया जा सकता है।

लाभ: बड़े खेतों का तेजी से सर्वेक्षण, फसल रोगों का जल्द पता लगाना, कीटनाशक का कम उपयोग, और कठिन इलाकों में भी पहुँच।

कृषि में IoT के लाभों का सारांश

अनुप्रयोग	मुख्य कार्य	लाभ
Soil Monitoring	मिट्टी की नमी, pH, पोषक तत्व मापना	पानी की बचत, उर्वरक का सटीक उपयोग
Smart Irrigation	आवश्यकतानुसार स्वतः सिंचाई	40-60% जल संरक्षण, श्रम बचत
Weather Monitoring	तापमान, वर्षा, आर्द्रता, हवा की गति	मौसमी नुकसान कम, बेहतर फसल योजना
Precision Farming	ज़ोन-वार उर्वरक और कीटनाशक नियंत्रण	उत्पादन 20-30% बढ़ना, लागत घटना
Livestock Monitoring	पशुओं का स्थान, स्वास्थ्य, प्रजनन	बीमारी का शीघ्र पता, दूध उत्पादन बढ़ना
Drones	फसल सर्वेक्षण, कीटनाशक छिड़काव	तेज सर्वेक्षण, कम कीटनाशक

कृषि में IoT का संपूर्ण उदाहरण (Case Study)

एक किसान के पास 10 एकड़ का गेहूँ का खेत है। उसने IoT आधारित Smart Agriculture System लगाया है:



ARUN COMPUTER & IT

1. खेत में Soil Moisture Sensors (4 स्थानों पर) लगे हैं। एक डैशबोर्ड पर रियल-टाइम नमी प्रतिशत (मौजूदा: 32%) दिखता है।
2. Weather Station से पता चलता है कि अगले 3 दिनों में वर्षा की संभावना 10% है और तापमान 35°C है।
3. किसान ने मोबाइल ऐप में थ्रेशोल्ड सेट किया है — 30% से कम नमी होने पर सिंचाई चालू हो।
4. जब नमी 28% हो जाती है, तो सिस्टम स्वतः Solenoid Valve खोलता है और Pump चालू करता है।
5. सिंचाई शुरू हो जाती है। किसान ऐप पर देख सकता है कि कितने लीटर पानी उपयोग हुआ।
6. जब नमी 55% हो जाती है, तो सिस्टम स्वतः पंप बंद कर देता है।
7. नमी का पूरा इतिहास (History) ऐप पर ग्राफ के रूप में देखा जा सकता है।
8. परिणाम: पानी की 50% बचत, उत्पादन 25% बढ़ा, श्रम लागत 70% घटी, और किसान को खेत पर बार-बार नहीं जाना पड़ता।

भाग 2 — स्वास्थ्य क्षेत्र में IoT (IoT in Healthcare)

स्वास्थ्य सेवाओं (Healthcare) में IoT का महत्व तेजी से बढ़ रहा है। IoT आधारित उपकरण रोगियों की स्थिति पर निरंतर (Continuous) और वास्तविक समय (Real-Time) में निगरानी रख सकते हैं, चिकित्सकों को आवश्यक जानकारी उपलब्ध करा सकते हैं, और आपातकालीन स्थिति में तुरंत अलर्ट भेज सकते हैं। इस क्षेत्र को Smart Healthcare या Internet of Medical Things (IoMT) कहा जाता है।

स्वास्थ्य क्षेत्र में IoT के प्रमुख अनुप्रयोग

Remote Patient Monitoring (RPM) (दूरस्थ रोगी निगरानी) — इस प्रणाली में रोगी के घर पर विभिन्न स्वास्थ्य सेंसर लगाए जाते हैं या रोगी Wearable Devices (जैसे स्मार्ट वॉच) पहनता है। ये सेंसर रोगी के महत्वपूर्ण स्वास्थ्य मापदंडों (Vital Parameters) को लगातार मापते हैं।

मापे जाने वाले प्रमुख पैरामीटर:

- हृदय गति (Heart Rate) — सामान्य 60-100 bpm
- रक्तचाप (Blood Pressure) — सामान्य 120/80 mmHg
- शरीर का तापमान (Body Temperature) — सामान्य 98.6°F (37°C)
- ऑक्सीजन संतृप्ति (SpO2) — सामान्य 95% से अधिक
- रक्त शर्करा (Blood Glucose) — डायबिटीज रोगियों के लिए
- श्वसन दर (Respiratory Rate) — साँस लेने की दर



ARUN COMPUTER & IT

यह जानकारी IoT Gateway के माध्यम से Cloud पर भेजी जाती है। डॉक्टर अपने मोबाइल ऐप या डैशबोर्ड पर रोगी का रियल-टाइम डेटा देख सकते हैं। यदि कोई पैरामीटर असामान्य होता है (जैसे हृदय गति 120 से अधिक), तो सिस्टम स्वतः डॉक्टर और परिजनों को अलर्ट (SMS/Email/App Notification) भेजता है।

लाभ: अस्पताल में बार-बार जाने की आवश्यकता नहीं, गंभीर रोगियों (हार्ट पेशेंट, डायबिटीज, हाई BP) की निरंतर निगरानी, आपातकालीन स्थिति में तुरंत मदद, अस्पताल के बिस्तरों की बचत, और अस्पताल जाने के खर्च में कमी।

Wearable Devices (पहनने योग्य उपकरण) —

ये ऐसे उपकरण हैं जिन्हें शरीर पर पहना जा सकता है (जैसे कलाई पर, गले में, कमर पर)। ये उपकरण स्वास्थ्य संबंधी जानकारी लगातार एकत्र करते हैं और उपयोगकर्ता को रियल-टाइम फीडबैक देते हैं।

Wearable Devices के उदाहरण और उनके कार्य:

Smart Watch (Apple Watch, Samsung Galaxy Watch, Fitbit) — हृदय गति, ECG (अनियमित दिल की धड़कन का पता), SpO2, कदम, कैलोरी, नींद की गुणवत्ता, गिरने का पता लगाना (Fall Detection)।

Fitness Band (Mi Band, Fitbit Charge) — कदम, दूरी, कैलोरी, हृदय गति, नींद ट्रैकिंग।

Continuous Glucose Monitor (CGM) (Dexcom, Freestyle Libre) — डायबिटीज रोगियों के लिए त्वचा के नीचे लगा सेंसर जो हर 5 मिनट में शुगर लेवल मापता है और स्मार्टफोन पर भेजता है।

Smart Inhaler (Propeller Health) — अस्थमा (Asthma) के मरीजों के लिए, इनहेलर के उपयोग की तारीख, समय और स्थान रिकॉर्ड करता है, यह बताता है कि कब और कहाँ दौरा पड़ता है।

Smart Patch (VitalPatch) — सीने पर चिपकने वाला पैच, जो हृदय गति, श्वसन दर, तापमान, गिरने का पता लगाता है। अस्पतालों में उपयोग होता है।

लाभ: स्वास्थ्य की निरंतर निगरानी, रोगों का शीघ्र पता लगाना (जैसे Atrial Fibrillation), व्यायाम और फिटनेस में सहायता, स्वास्थ्य डेटा का लंबे समय तक इतिहास बनाना, और डॉक्टर के पास जाने से पहले डेटा साझा करना।

Smart Healthcare Systems (स्मार्ट हेल्थकेयर सिस्टम) — अस्पतालों में IoT आधारित प्रणालियाँ रोगियों की निगरानी, दवा प्रबंधन, उपकरण ट्रैकिंग और अस्पताल संचालन को अधिक प्रभावी बनाती हैं।

अस्पतालों में IoT के उपयोग के उदाहरण:

Smart Bed — स्मार्ट बेड मरीज के वजन, मूवमेंट, हृदय गति, श्वसन दर मापता है। यह बेड सोर (Bed Sore) को रोकने के लिए स्वतः मरीज की पोजीशन बदल सकता है। नर्स को बताता है कि मरीज बेड से उठने की कोशिश कर रहा है।

Smart Asset Tracking — अस्पताल के उपकरणों (व्हीलचेयर, वेंटिलेटर, इन्फ्यूजन पंप, मॉनिटर) पर BLE (Bluetooth Low Energy) टैग या RFID लगे होते हैं। अस्पताल का स्टाफ रियल-टाइम में देख सकता है कि कोई उपकरण कहाँ है। इससे उपकरण ढूँढ़ने में लगने वाला समय 80% कम हो जाता है।

Smart Pill Dispenser (स्मार्ट दवा डिस्पेंसर) — यह उपकरण समय पर दवा निकालता है (जैसे सुबह 8 बजे), मरीज को ध्वनि और प्रकाश से याद दिलाता है, यदि मरीज ने दवा नहीं ली तो परिजन या डॉक्टर को सूचना भेजता है।



ARUN COMPUTER & IT

Emergency Alert System — वृद्ध रोगियों के लिए आपातकालीन बटन (Pendant Button) जो गिरने या SOS दबाने पर सीधे एम्बुलेंस और परिजन को अलर्ट भेजता है (GPS लोकेशन सहित)।

लाभ: त्वरित स्वास्थ्य सेवाएँ, बेहतर रोगी देखभाल, चिकित्सा खर्च में कमी, अस्पताल कर्मचारियों का समय बचता है, मरीज और डॉक्टर के बीच बेहतर संवाद, और इलाज के परिणाम (Treatment Outcomes) बेहतर होते हैं।

स्वास्थ्य क्षेत्र में IoT के लाभों का सारांश

अनुप्रयोग	मुख्य कार्य	लाभ
Remote Patient Monitoring	रोगी के स्वास्थ्य पैरामीटर्स की दूरस्थ निगरानी	अस्पताल में बार-बार जाने की आवश्यकता नहीं, त्वरित अलर्ट
Wearable Devices	हृदय गति, SpO2, शुगर, कदम, नींद ट्रैक	स्वास्थ्य की निरंतर निगरानी, रोगों का शीघ्र पता
Smart Bed	रोगी की गतिविधि, हृदय गति, श्वसन दर माप	बेड सोर रोकना, गिरने से बचाना
Asset Tracking	अस्पताल उपकरणों की लोकेशन ट्रैकिंग	उपकरण ढूँढ़ने का समय कम, लागत बचत
Smart Pill Dispenser	समय पर दवा निकालना और याद दिलाना	दवा छूटने से बचाव, बेहतर उपचार

स्वास्थ्य क्षेत्र में IoT का संपूर्ण उदाहरण — Remote Patient Monitoring (Case Study)

एक 65 वर्षीय व्यक्ति को हार्ट अटैक हुआ था और वह अस्पताल से छुट्टी पा गया है। डॉक्टर ने उसे RPM (Remote Patient Monitoring) किट दी है:

1. रोगी के घर पर BP Monitor, Digital Stethoscope, और Smart Watch (ECG + Heart Rate + SpO2 + Fall Detection) उपलब्ध हैं।
2. रोज सुबह 8 बजे और शाम 6 बजे, Smart Watch स्वतः BP और ECG माप लेता है।
3. सारा डेटा सीधे अस्पताल के क्लाउड सर्वर पर भेजा जाता है।



ARUN COMPUTER & IT

4. डॉक्टर अपने मोबाइल ऐप पर रोगी का BP (मौजूदा 140/90, पिछले 7 दिनों का ग्राफ) और ECG देख सकते हैं।
5. एक दिन रात 2 बजे रोगी बाथरूम जाते समय गिर गया। Fall Detection ने पहचान लिया कि रोगी गिर गया है।
6. सिस्टम ने तुरंत डॉक्टर, परिजन और एम्बुलेंस को अलर्ट भेजा (GPS लोकेशन के साथ)।
7. एम्बुलेंस 10 मिनट में पहुँच गई और रोगी को अस्पताल ले जाया गया।
8. डॉक्टर को पहले से ECG डेटा मिल चुका था, जिससे उपचार जल्दी शुरू हो सका।
9. परिणाम: रोगी की जान बच गई। RPM के कारण रोगी अस्पताल में लंबे समय तक नहीं रुका और अस्पताल के बिस्तर (Bed) दूसरे मरीजों के लिए खाली रहे।

भाग 3 — रिटेल क्षेत्र में IoT (IoT in Retail)

Retail Sector (खुदरा व्यापार) में IoT का उपयोग ग्राहकों को बेहतर, तेज और व्यक्तिगत (Personalized) सेवाएँ प्रदान करने तथा व्यापार संचालन को अधिक प्रभावी, लागत-कुशल और डेटा-संचालित (Data-driven) बनाने के लिए किया जाता है। IoT के माध्यम से उत्पादों, ग्राहकों और स्टॉक (Inventory) की वास्तविक समय (Real-Time) में निगरानी की जा सकती है।

रिटेल क्षेत्र में IoT के प्रमुख अनुप्रयोग

Smart Inventory Management (स्मार्ट स्टॉक प्रबंधन) — Inventory का अर्थ है व्यापार में उपलब्ध वस्तुओं का भंडार। IoT आधारित प्रणाली वस्तुओं की उपलब्धता, स्थान, और मात्रा पर लगातार निगरानी रखती है।

कैसे काम करता है? प्रत्येक उत्पाद पर RFID टैग लगा होता है। शेल्फ के पीछे RFID रीडर लगे होते हैं। जब कोई उत्पाद शेल्फ से हटाया जाता है, तो रीडर तुरंत पहचान लेता है और सेंट्रल सर्वर को अपडेट भेजता है। जब किसी उत्पाद की संख्या एक निर्धारित सीमा (Threshold) से कम हो जाती है, तो सिस्टम स्वतः सप्लायर को ऑर्डर भेज देता है।

लाभ: स्टॉक की सटीक रियल-टाइम जानकारी, उत्पादों की कमी (Out of Stock) से बचाव, गोदाम (Warehouse) का बेहतर प्रबंधन, और अधिक स्टॉक रखने (Overstocking) से बचाव।

RFID Technology (Radio Frequency Identification) —

RFID एक ऐसी तकनीक है जिसका उपयोग वस्तुओं की पहचान (Identification) और ट्रैकिंग (Tracking) के लिए किया जाता है। इसमें एक छोटा टैग (Tag) और एक रीडर (Reader) होता है। टैग में एक चिप (Chip) और एंटीना होता है जो रेडियो तरंगों के माध्यम से रीडर को जानकारी भेजता है।

Retail Sector में RFID के उपयोग:

- Product Tracking — उत्पाद कब बना, कहाँ से आया, किस शेल्फ पर रखा गया, कब बेचा गया — सब ट्रैक किया जा सकता है।



ARUN COMPUTER & IT

- Checkout (बिलिंग) — RFID रीडर के सामने कार्ट रखते ही सेकंडों में सभी उत्पादों का पता चल जाता है और बिल बन जाता है। लाइन में लगने की आवश्यकता नहीं — "Just Walk Out" Technology (Amazon Go)।
- Theft Prevention (चोरी रोकना) — RFID टैग के गेट से बिना डी-एक्टिवेट किए गुजरने पर अलार्म बजता है।

लाभ: चोरी में कमी, तेज बिलिंग, ग्राहक संतुष्टि में वृद्धि, और सटीक इन्वेंट्री डेटा।

Smart Shopping (स्मार्ट खरीदारी) —

IoT ग्राहकों को अधिक सुविधाजनक, व्यक्तिगत (Personalized) और आकर्षक खरीदारी अनुभव प्रदान करता है।

Smart Shopping के उदाहरण:

Smart Shopping Cart — शॉपिंग कार्ट में टैबलेट और सेंसर लगे होते हैं। ग्राहक उत्पाद डालते ही सेंसर पहचान लेता है, टैबलेट पर उत्पाद का नाम, कीमत और कुल बिल दिखने लगता है। ग्राहक कार्ट में ही स्कैनर से भुगतान कर सकता है और कैश काउंटर को बायपास कर सकता है।

Digital Price Tag (ई-इंक डिस्प्ले) — शेल्फ पर लगे डिजिटल प्राइस टैग केंद्रीय सर्वर से वायरलेस तरीके से कनेक्ट होते हैं। जब कीमत बदलनी होती है (जैसे डिस्काउंट या सेल), तो सारे टैग एक साथ सेकंडों में अपडेट हो जाते हैं। मैन्युअल रूप से पेपर टैग बदलने की आवश्यकता नहीं।

Beacon Technology — स्टोर में ब्लूटूथ डिवाइस (Beacons) लगे होते हैं। जब ग्राहक किसी उत्पाद के पास आता है, तो सिस्टम उसकी लोकेशन पहचान लेता है और मोबाइल ऐप पर उस उत्पाद पर छूट, ऑफर, या सुझाव भेजता है।

Automated Billing System (स्वचालित बिलिंग प्रणाली) —

IoT आधारित प्रणालियाँ वस्तुओं की पहचान करके स्वतः बिल तैयार कर सकती हैं, जिससे ग्राहकों को लंबी कतारों (Queues) में प्रतीक्षा नहीं करनी पड़ती।

उदाहरण — Amazon Go (Seattle, USA, लेकिन अब अन्य शहरों और UK में भी):

1. ग्राहक दुकान के गेट पर अपने Amazon Go App से QR code स्कैन करता है।
2. वह दुकान से उत्पाद उठाता है और सीधे बाहर चला जाता है।
3. What happens? दुकान की छत पर सैकड़ों कैमरे (Computer Vision) और शेल्फ पर वजन सेंसर (Weight Sensor) होते हैं। सिस्टम ट्रैक करता है कि किस ग्राहक ने कौन-सा उत्पाद उठाया और कौन-सा वापस रखा।
4. ग्राहक के अमेज़न अकाउंट से स्वतः बिल कट जाता है और रसीद ऐप पर आ जाती है।
5. No Checkout Line, No Cashier, No Waiting.



ARUN COMPUTER & IT

रिटेल में IoT के लाभों का सारांश

अनुप्रयोग	मुख्य कार्य	लाभ
Smart Inventory Management	रियल-टाइम स्टॉक ट्रैकिंग, ऑटोमैटिक री-ऑर्डर	उत्पादों की कमी से बचाव, लागत बचत
RFID Technology	उत्पादों की पहचान, ट्रैकिंग और एंटी-थेफ्ट	चोरी कम, सटीक इन्वेंट्री, तेज बिलिंग
Smart Shopping Cart	सेल्फ-स्कैनिंग, मोबाइल पेमेंट	कैश काउंटर पर लाइन नहीं लगनी, ग्राहक संतुष्टि बढ़ना
Digital Price Tag	सेंट्रलाइज़्ड प्राइस अपडेट	समय बचत, त्रुटियाँ कम, फ्लेक्सिबल प्राइसिंग
Automated Billing	कैमरा और सेंसर से उत्पाद पहचान कर ऑटो-बिलिंग	बिलिंग लाइन नहीं, लागत कम, बेहतर अनुभव

रिटेल क्षेत्र में IoT का संपूर्ण उदाहरण – Amazon Go (Case Study)

Amazon Go एक Just Walk Out स्टोर है:

1. ग्राहक Amazon Go App डाउनलोड करता है और उसमें क्रेडिट कार्ड जोड़ता है।
2. स्टोर में प्रवेश करते समय वह QR code स्कैन करता है।
3. वह शेल्फ से उत्पाद (जैसे सैंडविच, ड्रिंक, चिप्स) उठाता है।
4. Computer Vision (उच्च-रिजोल्यूशन कैमरे) ट्रैक करता है कि किस ग्राहक ने कौन-सा उत्पाद उठाया।
5. Weight Sensors (शेल्फ पर) पुष्टि करते हैं कि उत्पाद शेल्फ से हटाया गया और कितने ग्राम का उत्पाद था।
6. Sensor Fusion (AI + Data from multiple sensors) यह सुनिश्चित करता है कि उत्पाद की पहचान 100% सटीक हो।
7. ग्राहक स्टोर से बाहर चला जाता है — कैश काउंटर पर नहीं रुकता।
8. कुछ सेकंड बाद, उसके Amazon अकाउंट से बिल कट जाता है और Digital Receipt ऐप पर आ जाती है।

9. परिणाम: ग्राहक का समय बचता है (कोई कतार नहीं), स्टोर की परिचालन लागत कम होती है (कैशियर की आवश्यकता नहीं), डेटा के आधार पर स्टोर बेहतर प्रोडक्ट प्लेसमेंट कर सकता है।

तीनों क्षेत्रों में IoT की तुलनात्मक सारांश तालिका

क्षेत्र	मुख्य अनुप्रयोग	प्रमुख उपकरण/तकनीक	लाभ	चुनौतियाँ
Agriculture	Soil Monitoring, Smart Irrigation, Weather Monitoring, Precision Farming, Livestock Monitoring, Drones	Soil Moisture Sensor, Weather Station, Drone, GPS, Solenoid Valve, RFID	पानी की बचत, उत्पादन बढ़ना, लागत कम, श्रम बचत	उच्च लागत, इंटरनेट की कमी, तकनीकी ज्ञान की कमी
Healthcare	Remote Patient Monitoring, Wearable Devices, Smart Bed, Asset Tracking, Smart Pill Dispenser	Smart Watch, BP Monitor, Glucose Sensor, RFID Tag, Smart Bed	24x7 निगरानी, त्वरित अलर्ट, अस्पताल में बिस्तर की बचत, बेहतर उपचार	डेटा गोपनीयता, उच्च लागत, डॉक्टरों का प्रशिक्षण
Retail	Smart Inventory, RFID, Smart Shopping Cart, Digital Price Tag, Automated Billing	RFID Tag/Reader, Smart Cart, Beacon, Weight Sensor, Computer Vision Camera	तेज बिलिंग, सटीक इन्वेंट्री, चोरी रोकना, ग्राहक संतुष्टि	सुरक्षा, उच्च प्रारंभिक लागत, गोपनीयता चिंता

तीनों क्षेत्रों में साझा चुनौतियाँ

उच्च प्रारंभिक लागत — IoT सेंसर, RFID टैग, कैमरा, ड्रोन, गेटवे, क्लाउड सेवाओं की स्थापना महंगी है। छोटे किसानों, छोटे क्लिनिकों या छोटे रिटेलर्स के लिए यह वहन करना कठिन होता है।

इंटरनेट और बिजली पर निर्भरता — अधिकांश IoT उपकरणों को निरंतर इंटरनेट कनेक्शन और बिजली की आवश्यकता होती है। ग्रामीण क्षेत्रों में (जहाँ कृषि होती है), अक्सर इंटरनेट और बिजली की समस्या होती है।



ARUN COMPUTER & IT

डेटा गोपनीयता (Privacy) — किसान का खेत डेटा, मरीज का स्वास्थ्य डेटा, ग्राहक की खरीदारी डेटा — ये सब अत्यंत संवेदनशील हैं। यह डेटा किसके पास जाता है? इसका क्या उपयोग होता है? क्या यह हैक हो सकता है? ये बड़े प्रश्न हैं।

साइबर सुरक्षा (Cybersecurity) — हैकर्स IoT उपकरणों को हैक कर सकते हैं। कृषि में — फर्जी डेटा भेजकर फसल बर्बाद करना। स्वास्थ्य में — मरीज का डेटा चोरी या ransomware attack (अस्पताल का सिस्टम बंद करना)। रिटेल में — RFID डेटा हैक करना, ऑटो-बिलिंग सिस्टम में हेरफेर करना।

तकनीकी ज्ञान (Technical Literacy) — किसानों, नर्सों, डॉक्टरों, दुकानदारों को IoT उपकरणों का उपयोग करना सीखना होगा। उपकरणों की स्थापना, मेंटेनेंस, ट्रबलशूटिंग के लिए विशेषज्ञों की आवश्यकता होती है।

भविष्य की संभावनाएँ

भविष्य में IoT आधारित कृषि प्रणाली किसानों को और भी अधिक सटीक, स्वचालित और लागत-कुशल समाधान प्रदान करेगी। AI के साथ एकीकरण से फसल रोगों का पूर्वानुमान, उपज का अनुमान, और बाजार मूल्य की भविष्यवाणी संभव होगी। ड्रोन और रोबोट से खेती पूरी तरह स्वचालित हो सकती है।

स्वास्थ्य क्षेत्र में रोगियों की निगरानी और उपचार अधिक प्रभावी, व्यक्तिगत (Personalized Medicine) और दूरस्थ होगा। AI-आधारित निदान (Diagnosis), पहनने योग्य (Wearable) डिवाइस से लगातार डेटा संग्रह, और Telemedicine के साथ एकीकरण से स्वास्थ्य सेवाएँ सभी के लिए सुलभ हो जाएँगी।

Retail Sector में पूर्णतः स्वचालित स्टोर (जैसे Amazon Go का विस्तार), स्मार्ट खरीदारी प्रणालियाँ, और AI-आधारित Personalized Recommendation (आपकी पिछली खरीदारी के अनुसार उत्पाद सुझाव) आम हो जाएंगे। AR/VR (Augmented Reality/Virtual Reality) के साथ एकीकरण से ग्राहक घर बैठे स्टोर घूम सकेंगे।

5G, Artificial Intelligence, Edge Computing, और Cloud Computing के विकास के साथ इन तीनों क्षेत्रों में IoT का उपयोग और अधिक व्यापक, किफायती, और शक्तिशाली होने की संभावना है।

निष्कर्ष

Internet of Things (IoT) कृषि (Agriculture), स्वास्थ्य (Healthcare) और रिटेल (Retail) क्षेत्र में गहरा और स्थायी परिवर्तन ला रहा है। Smart Agriculture (Soil Monitoring, Smart Irrigation, Weather Monitoring, Precision Farming, Livestock Monitoring, Drones) किसानों को वास्तविक समय की सटीक जानकारी प्रदान कर रही है, जिससे पानी की 40-60% बचत, उर्वरकों का 30-40% कम उपयोग, और उत्पादन में 20-30% वृद्धि हो रही है। Smart Healthcare / Internet of Medical Things (IoMT) (Remote Patient Monitoring, Wearable Devices, Smart Bed, Asset Tracking, Smart Pill Dispenser) रोगियों की निरंतर निगरानी, त्वरित अलर्ट, और अस्पतालों के कुशल संचालन को संभव बना रही है, जिससे मरीजों का जीवन बच रहा है और स्वास्थ्य सेवाएँ अधिक सुलभ हो रही हैं। Smart Retail (Smart Inventory, RFID, Smart Shopping Cart, Digital Price Tag, Automated Billing) ग्राहकों को तेज, व्यक्तिगत और आकर्षक खरीदारी अनुभव प्रदान कर रहा है, साथ ही व्यापारियों को सटीक इन्वेंट्री प्रबंधन, चोरी रोकने और लागत कम करने में सहायता कर रहा है।



ARUN COMPUTER & IT

हालाँकि उच्च प्रारंभिक लागत, इंटरनेट/बिजली पर निर्भरता, डेटा गोपनीयता, साइबर सुरक्षा जोखिम, और तकनीकी ज्ञान की कमी जैसी चुनौतियाँ विद्यमान हैं, फिर भी 5G, AI, Edge Computing, और Cloud Computing के विकास के साथ भविष्य में इन क्षेत्रों में IoT का महत्व और उपयोगिता और अधिक बढ़ेगी। IoT आज केवल एक तकनीक नहीं है, बल्कि यह कृषि, स्वास्थ्य और व्यापार के भविष्य का आधार है।

Module – 4 - परीक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण बिंदु

लघु उत्तरीय प्रश्न (2-4 अंक) — Smart Agriculture क्या है? Soil Monitoring में कौन-से सेंसर उपयोग होते हैं? Smart Irrigation System कैसे काम करता है? Remote Patient Monitoring क्या है? Wearable Devices के दो उदाहरण दीजिए। RFID Technology क्या है? Smart Inventory Management क्या है? Automated Billing System कैसे काम करता है? Smart Shopping Cart क्या है?

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (5-10 अंक) — कृषि क्षेत्र में IoT के अनुप्रयोगों का विस्तार से वर्णन कीजिए। स्वास्थ्य क्षेत्र में IoT के उपयोगों को उदाहरण सहित समझाइए। रिटेल क्षेत्र में IoT के विभिन्न अनुप्रयोगों का वर्णन कीजिए। Remote Patient Monitoring के लाभ और चुनौतियाँ लिखिए। Precision Farming क्या है? इसके क्या लाभ हैं? RFID तकनीक का रिटेल क्षेत्र में क्या उपयोग है? Amazon Go के Automated Billing System को समझाइए। कृषि, स्वास्थ्य और रिटेल में IoT के उपयोगों की तुलना कीजिए।

महत्वपूर्ण प्रश्न (Important Questions)

अति लघु उत्तरीय प्रश्न (Very Short Answer Questions) – 2 अंक प्रत्येक

प्रश्न 1. Internet of Things (IoT) क्या है?

उत्तर: Internet of Things (IoT) एक ऐसी तकनीक है जिसमें विभिन्न भौतिक वस्तुएँ (जैसे सेंसर, उपकरण, मशीनें) इंटरनेट से जुड़कर डेटा का आदान-प्रदान करती हैं तथा आवश्यकतानुसार स्वतः कार्य कर सकती हैं।

उदाहरण: स्मार्ट बल्ब, स्मार्ट AC, स्मार्ट वॉच।

प्रश्न 2. IoT का पूर्ण रूप लिखिए।

उत्तर: IoT का पूर्ण रूप Internet of Things है।

प्रश्न 3. Smart Device क्या है?

उत्तर: Smart Device वह उपकरण है जो इंटरनेट से जुड़कर डेटा एकत्र, प्रोसेस और साझा कर सकता है तथा दूर से नियंत्रित किया जा सकता है। उदाहरण: स्मार्ट फोन, स्मार्ट वॉच, स्मार्ट टीवी।

प्रश्न 4. IoT Architecture क्या है?



ARUN COMPUTER & IT

उत्तर: IoT Architecture उस संरचना (Structure) को कहते हैं जो IoT प्रणाली के विभिन्न भागों तथा उनके बीच होने वाले डेटा प्रवाह को दर्शाती है। इसे चार Layers में बाँटा गया है — Perception, Network, Processing और Application Layer।

प्रश्न 5. Perception Layer क्या है?

उत्तर: Perception Layer IoT Architecture की सबसे निचली Layer है। यह Sensors और Devices के माध्यम से वातावरण से डेटा एकत्र करती है। इसे Sensor Layer भी कहते हैं।

प्रश्न 6. Network Layer का कार्य क्या है?

उत्तर: Network Layer Sensors द्वारा एकत्रित डेटा को इंटरनेट के माध्यम से सर्वर या क्लाउड तक पहुँचाने का कार्य करती है। यह Wi-Fi, Bluetooth, 5G, Zigbee जैसी तकनीकों का उपयोग करती है।

प्रश्न 7. Processing Layer क्या है?

उत्तर: Processing Layer वह Layer है जहाँ प्राप्त डेटा को संग्रहित (Store) और विश्लेषित (Process) किया जाता है। यह Cloud Computing और Data Analytics का उपयोग करती है।

प्रश्न 8. Application Layer क्या है?

उत्तर: Application Layer IoT Architecture की सबसे ऊपरी Layer है। यह उपयोगकर्ता को अंतिम सेवाएँ प्रदान करती है, जैसे Smart Home App, Smart Healthcare System, Smart City Dashboard।

प्रश्न 9. Sensor क्या है?

उत्तर: Sensor एक ऐसा इलेक्ट्रॉनिक उपकरण है जो वातावरण में होने वाले परिवर्तनों (जैसे तापमान, प्रकाश, गति, नमी, दबाव) का पता लगाकर उन्हें डिजिटल डेटा में परिवर्तित करता है। उदाहरण: Temperature Sensor, Motion Sensor, Smoke Sensor।

प्रश्न 10. Actuator क्या है?

उत्तर: Actuator एक ऐसा उपकरण है जो IoT प्रणाली से प्राप्त निर्देशों के आधार पर कोई भौतिक कार्य करता है। उदाहरण: Motor, Relay, Solenoid Valve, Heater। यह IoT प्रणाली का "हाथ और पैर" होता है।

प्रश्न 11. Gateway क्या है?

उत्तर: Gateway विभिन्न Sensors और IoT Devices को इंटरनेट या क्लाउड से जोड़ने का कार्य करता है। यह डेटा एकत्र करता है, उसे रूपांतरित करता है और सुरक्षित रूप से भेजता है।

प्रश्न 12. Real-Time Data Collection क्या है?

उत्तर: जब डेटा को उसी समय एकत्र किया जाए और तुरंत विश्लेषण कर उपयोग किया जाए, तो उसे Real-Time Data Collection कहते हैं। उदाहरण: रोगी की हृदय गति की निरंतर निगरानी।

प्रश्न 13. Smart Home क्या है?

उत्तर: Smart Home वह घर होता है जिसमें विभिन्न उपकरण (लाइट, AC, फैन, कैमरा, डोर लॉक) इंटरनेट से जुड़े होते हैं और उन्हें मोबाइल फोन या वॉयस असिस्टेंट से दूर से नियंत्रित किया जा सकता है।



ARUN COMPUTER & IT

प्रश्न 14. Smart City क्या है?

उत्तर: Smart City वह शहर है जहाँ ICT, IoT, AI और Sensors का उपयोग करके नागरिकों को बेहतर सेवाएँ प्रदान की जाती हैं, जैसे स्मार्ट ट्रैफिक, स्मार्ट पार्किंग, स्मार्ट स्ट्रीट लाइट, और ऑनलाइन नगर निगम सेवाएँ।

प्रश्न 15. Industry 4.0 क्या है?

उत्तर: Industry 4.0 चौथी औद्योगिक क्रांति है जिसमें IoT, AI, Robotics, Cloud Computing और Big Data का उपयोग करके स्मार्ट फैक्ट्री (Smart Factory) और स्वचालित उत्पादन किया जाता है।

प्रश्न 16. RFID का पूर्ण रूप लिखिए।

उत्तर: RFID का पूर्ण रूप Radio Frequency Identification है।

प्रश्न 17. Smart Irrigation क्या है?

उत्तर: Smart Irrigation एक IoT आधारित सिंचाई प्रणाली है जो मिट्टी की नमी और मौसम के अनुसार स्वतः पानी उपलब्ध कराती है। इससे पानी की 40-60% बचत होती है।

प्रश्न 18. Wearable Device क्या है?

उत्तर: Wearable Device ऐसा उपकरण है जिसे शरीर पर पहना जा सकता है और यह स्वास्थ्य संबंधी जानकारी (हृदय गति, कदम, नींद, SpO2) एकत्र करता है। उदाहरण: Smart Watch, Fitness Band, Continuous Glucose Monitor.

प्रश्न 19. Smart Inventory Management क्या है?

उत्तर: Smart Inventory Management RFID और IoT Sensors का उपयोग करके रियल-टाइम में स्टॉक (उत्पादों की संख्या) पर निगरानी रखने और स्वतः ऑर्डर भेजने की प्रणाली है।

प्रश्न 20. IoT का एक अनुप्रयोग लिखिए।

उत्तर: कृषि क्षेत्र में Smart Irrigation System — जहाँ Soil Moisture Sensor मिट्टी की नमी मापता है और कम होने पर स्वतः पानी की मोटर चालू कर देता है।

लघु उत्तरीय प्रश्न (Short Answer Questions) - 4 अंक प्रत्येक

प्रश्न 1. Internet of Things (IoT) का परिचय दीजिए।

उत्तर: Internet of Things (IoT) एक ऐसी तकनीक है जिसमें भौतिक वस्तुएँ (उपकरण, सेंसर, मशीनें) इंटरनेट से जुड़कर आपस में संवाद करती हैं और डेटा का आदान-प्रदान करती हैं। इसका उद्देश्य उपकरणों को अधिक बुद्धिमान और स्वचालित बनाना है। IoT के उदाहरण हैं — स्मार्ट होम (स्मार्ट बल्ब, स्मार्ट AC), स्मार्ट सिटी (स्मार्ट ट्रैफिक, स्मार्ट पार्किंग), स्मार्ट हेल्थकेयर (Remote Patient Monitoring), और स्मार्ट एग्रीकल्चर (स्मार्ट सिंचाई)। IoT में Sensors डेटा एकत्र करते हैं, Network Layer डेटा ट्रांसफर करती है, Processing Layer विश्लेषण करती है, और Application Layer उपयोगकर्ता को सेवाएँ प्रदान करती है।

प्रश्न 2. IoT की प्रमुख विशेषताएँ लिखिए।



ARUN COMPUTER & IT

उत्तर: IoT की प्रमुख विशेषताएँ निम्नलिखित हैं — (1) Connectivity (कनेक्टिविटी): उपकरण इंटरनेट से जुड़े रहते हैं। (2) Real-Time Communication: डेटा तुरंत भेजा और प्राप्त किया जाता है। (3) Automation: कार्य स्वतः और बिना मानवीय हस्तक्षेप के होते हैं। (4) Data Collection: उपकरण लगातार डेटा एकत्र करते हैं। (5) Intelligence: AI के साथ एकीकरण से स्मार्ट निर्णय लिए जाते हैं। (6) Scalability: नए उपकरण आसानी से जोड़े जा सकते हैं। (7) Remote Monitoring: उपयोगकर्ता कहीं से भी उपकरणों की स्थिति देख और नियंत्रित कर सकता है।

प्रश्न 3. IoT की आवश्यकता क्यों है?

उत्तर: IoT की आवश्यकता निम्न कारणों से है — (1) स्वचालन (Automation): मानवीय हस्तक्षेप कम होता है, कार्य स्वतः होते हैं। (2) समय की बचत: दूर से नियंत्रण और रियल-टाइम डेटा से कार्य तेज होते हैं। (3) संसाधनों का बेहतर उपयोग: ऊर्जा, पानी, उर्वरक की बचत। (4) बेहतर निगरानी: उपकरणों और प्रक्रियाओं की निरंतर निगरानी। (5) बेहतर निर्णय: डेटा विश्लेषण के आधार पर सटीक निर्णय। (6) लागत में कमी: स्वचालन और ऊर्जा बचत से परिचालन लागत घटती है।

प्रश्न 4. IoT Architecture को समझाइए।

उत्तर: IoT Architecture चार प्रमुख Layers में विभाजित है। (1) Perception Layer: यह सबसे निचली Layer है। Sensors और Devices वातावरण से डेटा एकत्र करते हैं। उदाहरण: Temperature Sensor, Humidity Sensor। (2) Network Layer: यह डेटा को Wi-Fi, Bluetooth, 5G, Zigbee के माध्यम से क्लाउड तक भेजती है। (3) Processing Layer: यहाँ डेटा को Cloud या Edge पर संग्रहित और विश्लेषित किया जाता है। (4) Application Layer: यह उपयोगकर्ता को अंतिम सेवाएँ प्रदान करती है, जैसे Smart Home App, Smart Healthcare Dashboard, Smart City Portal।

प्रश्न 5. Perception Layer की भूमिका स्पष्ट कीजिए।

उत्तर: Perception Layer IoT Architecture की सबसे निचली और आधारभूत Layer है। इसे Sensor Layer भी कहते हैं। इसकी भूमिका है — (1) वातावरण से भौतिक डेटा (तापमान, प्रकाश, गति, नमी, दबाव) एकत्र करना। (2) एनालॉग सिग्नल को डिजिटल डेटा में परिवर्तित करना (Analog to Digital Conversion)। (3) एकत्रित डेटा को Network Layer को भेजना। इस Layer में उपयोग होने वाले उपकरण हैं: Temperature Sensor, Humidity Sensor, Motion Sensor, Light Sensor, Smoke Sensor, GPS, RFID Tag, Camera। Perception Layer के बिना IoT प्रणाली को डेटा ही प्राप्त नहीं होगा, इसलिए यह सबसे महत्वपूर्ण Layer है।

प्रश्न 6. Network Layer के कार्य लिखिए।

उत्तर: Network Layer के प्रमुख कार्य निम्नलिखित हैं — (1) Perception Layer से प्राप्त डेटा को सर्वर या क्लाउड तक सुरक्षित रूप से पहुँचाना। (2) विभिन्न संचार प्रोटोकॉल्स (MQTT, CoAP, HTTP) और तकनीकों (Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRaWAN, 4G/5G, Ethernet) का उपयोग करना। (3) उपकरणों के बीच संचार स्थापित करना (Machine-to-Machine Communication)। (4) डेटा की अखंडता (Integrity) और सुरक्षा सुनिश्चित करना। (5) Gateway और Router के माध्यम से डेटा रूटिंग और स्विचिंग करना। Network Layer के बिना IoT उपकरण आपस में या इंटरनेट से नहीं जुड़ पाएँगे।

प्रश्न 7. Processing Layer क्या है?



ARUN COMPUTER & IT

उत्तर: Processing Layer IoT Architecture की तीसरी Layer है। इसे Middleware Layer या Data Processing Layer भी कहते हैं। इस Layer के मुख्य कार्य हैं — (1) Network Layer से प्राप्त डेटा को संग्रहित (Store) करना। (2) डेटा का विश्लेषण (Analytics) करके उपयोगी जानकारी निकालना। (3) AI/ML एल्गोरिथ्म का उपयोग करके पैटर्न पहचानना और भविष्यवाणी करना। (4) थ्रेशोल्ड चेक करना और निर्णय लेना (यदि तापमान $> 35^{\circ}\text{C}$ तो AC चालू करो)। (5) प्रोसेस्ड डेटा को Application Layer को भेजना। Processing Layer Cloud Computing (AWS IoT, Google Cloud, Azure) या Edge Computing पर चल सकती है।

प्रश्न 8. Application Layer को उदाहरण सहित समझाइए।

उत्तर: Application Layer IoT Architecture की सबसे ऊपरी Layer है। यह उपयोगकर्ता को अंतिम सेवाएँ प्रदान करती है। इस Layer के कार्य हैं — (1) प्रोसेस्ड डेटा को उपयोगकर्ता को समझने योग्य रूप में प्रदर्शित करना (Mobile App, Dashboard, Web Portal)। (2) उपयोगकर्ता से निर्देश (Command) प्राप्त करना। (3) विभिन्न उपकरणों को नियंत्रित करने का इंटरफेस प्रदान करना। (4) अलर्ट, नोटिफिकेशन और रिपोर्ट भेजना।

उदाहरण: Smart Home Application (Google Home, Alexa App) जहाँ उपयोगकर्ता लाइट, AC, कैमरा नियंत्रित कर सकता है। Smart Healthcare Dashboard जहाँ डॉक्टर रोगी की हृदय गति, BP, SpO2 रियल-टाइम देख सकता है। Smart City Portal जहाँ नागरिक ऑनलाइन सेवाएँ ले सकते हैं और शिकायत दर्ज कर सकते हैं।

प्रश्न 9. Sensor क्या है? इसके प्रकार लिखिए।

उत्तर: Sensor एक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण है जो वातावरण में होने वाले परिवर्तनों (तापमान, प्रकाश, गति, नमी, दबाव) का पता लगाकर उन्हें डिजिटल डेटा में परिवर्तित करता है। Sensors के प्रकार और उनके उपयोग — (1) Temperature Sensor: तापमान मापना (AC, रेफ्रिजरेटर)। (2) Humidity Sensor: हवा/मिट्टी में नमी (कृषि, मौसम)। (3) Light Sensor: प्रकाश तीव्रता (स्ट्रीट लाइट, फोन ब्राइटनेस)। (4) Motion Sensor (PIR): गति/हलचल का पता (सुरक्षा कैमरा, दरवाजे)। (5) Smoke/Gas Sensor: धुआँ, LPG, CO (फायर अलार्म, गैस लीक डिटेक्टर)। (6) Proximity Sensor: वस्तु की निकटता (पार्किंग सेंसर, टचलेस नल)। (7) Pressure Sensor: दबाव (टायर प्रेशर, BP Monitor)। (8) Accelerometer: रैखिक गति/झुकाव (स्क्रीन रोटेशन, फिटनेस ट्रैकर)। (9) GPS: स्थान ट्रैकिंग।

प्रश्न 10. Actuator क्या है?

उत्तर: Actuator एक ऐसा उपकरण है जो IoT प्रणाली से प्राप्त विद्युत निर्देशों (Electrical Signals) के आधार पर कोई भौतिक कार्य (Physical Action) करता है। यह IoT प्रणाली का "हाथ और पैर" होता है। Actuators के प्रकार और उदाहरण — (1) Electric Motor: घूर्णी गति (पंखा, रोबोट, ड्रोन)। (2) Relay: विद्युत उपकरण चालू/बंद (लाइट, AC, मोटर)। (3) Solenoid Valve: द्रव/गैस का प्रवाह नियंत्रण (सिंचाई, वॉशिंग मशीन)। (4) Hydraulic Actuator: द्रव दबाव से भारी बल (एक्सकेवेटर, क्रेन)। (5) Pneumatic Actuator: संपीड़ित वायु से गति (पैकेजिंग मशीन, ग्रिपर)। (6) Servo Motor: सटीक कोणीय गति (रोबोटिक आर्म, डोर लॉक)।

प्रश्न 11. Sensor और Actuator में अंतर स्पष्ट कीजिए।

उत्तर: Sensor और Actuator के बीच मुख्य अंतर निम्नलिखित हैं — (1) Sensor इनपुट डिवाइस है, Actuator आउटपुट डिवाइस है। (2) Sensor डेटा प्राप्त करता है, Actuator कार्य करता है। (3) Sensor वातावरण को महसूस करता है (Feel), Actuator वातावरण में परिवर्तन करता है (Act)। (4) Sensor का



ARUN COMPUTER & IT

आउटपुट विद्युत संकेत (वोल्टेज, करंट, प्रतिरोध) होता है, Actuator का आउटपुट यांत्रिक गति (घूर्णन, रैखिक गति, स्विचिंग) होता है। (5) Sensor उदाहरण: Temperature Sensor, Motion Sensor, Humidity Sensor। Actuator उदाहरण: Motor, Relay, Solenoid Valve, Heater। (6) Sensor "क्या हो रहा है?" प्रश्न का उत्तर देता है, Actuator "क्या करना है?" प्रश्न के अनुसार कार्य करता है।

प्रश्न 12. Real-Time Monitoring क्या है?

उत्तर: Real-Time Monitoring (वास्तविक समय निगरानी) एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें किसी प्रणाली, उपकरण या प्रक्रिया की स्थिति को लगातार (Continuously) और तत्काल (Instantly) देखा जाता है। इसमें Sensors लगातार डेटा भेजते हैं, और वह डेटा Mobile App, Dashboard या Web Portal पर बिना किसी देरी (Latency) के प्रदर्शित होता है। उदाहरण: (1) रोगी की हृदय गति की निरंतर निगरानी (यदि असामान्य हो तो तुरंत अलर्ट)। (2) ट्रैफिक प्रबंधन में CCTV और Sensors से रियल-टाइम ट्रैफिक घनत्व देखना। (3) मशीनों के तापमान, कंपन और दबाव की निगरानी (यदि थ्रेशोल्ड से अधिक हो तो तुरंत चेतावनी)। (4) मौसम निगरानी (तापमान, वर्षा, हवा की गति रियल-टाइम में)।

प्रश्न 13. Smart Home की विशेषताएँ लिखिए।

उत्तर: Smart Home की प्रमुख विशेषताएँ निम्नलिखित हैं — (1) स्वचालित नियंत्रण (Automation): उपकरण स्वतः कार्य करते हैं। उदाहरण: कमरे में कोई न होने पर लाइट बंद हो जाती है। (2) दूरस्थ नियंत्रण (Remote Control): मोबाइल ऐप से कहीं से भी उपकरण नियंत्रित किए जा सकते हैं। (3) ऊर्जा की बचत: स्मार्ट उपकरण अनावश्यक बिजली खपत रोकते हैं। (4) वॉयस कंट्रोल: Alexa, Google Assistant से आवाज द्वारा नियंत्रण। (5) सुरक्षा: Smart Door Lock, Smart CCTV, Motion Sensor से घर अधिक सुरक्षित। (6) एकीकरण (Integration): सभी उपकरण एक ही ऐप से नियंत्रित किए जा सकते हैं। (7) शेड्यूलिंग: उपकरणों को समय-सारणी के अनुसार चलाया जा सकता है (जैसे सुबह 7 बजे कॉफी मशीन चालू)।

प्रश्न 14. Smart City की अवधारणा समझाइए।

उत्तर: Smart City वह शहर है जहाँ सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी (ICT), IoT, AI, Sensors और Data Analytics का उपयोग करके नागरिकों को बेहतर, तीव्र और पारदर्शी सेवाएँ प्रदान की जाती हैं। Smart City की अवधारणा का उद्देश्य संसाधनों का प्रभावी उपयोग, बेहतर यातायात व्यवस्था, ऊर्जा प्रबंधन, कचरा प्रबंधन, सुरक्षा और नागरिक सुविधाओं में सुधार करना है। Smart City के प्रमुख घटक हैं — (1) Smart Transportation: रियल-टाइम ट्रैफिक प्रबंधन, GPS बस ट्रैकिंग, स्मार्ट पार्किंग। (2) Smart Energy: Smart Grid, Smart Meter, सोलर स्ट्रीट लाइट। (3) Smart Waste Management: Smart Bin (भरने पर सूचना)। (4) Smart Governance: ऑनलाइन नगर निगम सेवाएँ, ई-टेंडरिंग। (5) Smart Security: CCTV नेटवर्क, आपातकालीन अलर्ट। (6) Smart Environment: वायु गुणवत्ता, शोर स्तर, जल गुणवत्ता निगरानी।

प्रश्न 15. Industry 4.0 का परिचय दीजिए।

उत्तर: Industry 4.0 (चौथी औद्योगिक क्रांति) वर्तमान समय की औद्योगिक क्रांति है जिसमें IoT, Artificial Intelligence (AI), Robotics, Cloud Computing, Big Data Analytics, Digital Twin, और 5G जैसी तकनीकों का उपयोग करके स्मार्ट फैक्ट्री (Smart Factory) और स्वचालित उत्पादन किया जाता है। पहली औद्योगिक क्रांति (Industry 1.0) भाप इंजन पर आधारित थी, दूसरी (Industry 2.0) बिजली पर, तीसरी (Industry 3.0) कंप्यूटर और स्वचालन पर। Industry 4.0 साइबर-फिजिकल सिस्टम्स (Cyber-Physical Systems) पर आधारित है, जहाँ मशीनें आपस में संवाद करती हैं (M2M Communication) और डेटा के



ARUN COMPUTER & IT

आधार पर स्वतंत्र निर्णय लेती हैं। Industry 4.0 का मुख्य लक्ष्य उत्पादन को अधिक कुशल, लचीला, गुणवत्तापूर्ण और लागत-प्रभावी बनाना है।

प्रश्न 16. Smart Agriculture क्या है?

उत्तर: Smart Agriculture (स्मार्ट कृषि) या Precision Farming IoT आधारित कृषि प्रणाली है जिसमें Sensors, Drones, GPS, और Automated Machines का उपयोग करके खेती की निगरानी और प्रबंधन किया जाता है। Smart Agriculture के प्रमुख अनुप्रयोग हैं — (1) Soil Monitoring: मिट्टी की नमी, pH, पोषक तत्व मापना। (2) Smart Irrigation System: मिट्टी की नमी के अनुसार स्वतः सिंचाई (40-60% पानी की बचत)। (3) Weather Monitoring: तापमान, आर्द्रता, वर्षा की रियल-टाइम जानकारी। (4) Precision Farming: ज़ोन-वार उर्वरक और कीटनाशक नियंत्रण। (5) Livestock Monitoring: पशुओं के स्वास्थ्य और स्थान की निगरानी। (6) Drone Technology: फसल सर्वेक्षण और कीटनाशक छिड़काव। Smart Agriculture से उत्पादन बढ़ता है, पानी और उर्वरक की बचत होती है, और किसानों की लागत घटती है।

प्रश्न 17. Healthcare में IoT के उपयोग लिखिए।

उत्तर: Healthcare क्षेत्र में IoT के प्रमुख उपयोग निम्नलिखित हैं — (1) Remote Patient Monitoring (RPM): रोगी के हृदय गति, BP, SpO2, तापमान, शुगर लेवल की दूरस्थ निगरानी। असामान्य होने पर तुरंत डॉक्टर को अलर्ट। (2) Wearable Devices: Smart Watch, Fitness Band, Continuous Glucose Monitor (CGM) से स्वास्थ्य डेटा की निरंतर ट्रैकिंग। (3) Smart Bed: मरीज की गतिविधि, हृदय गति, श्वसन दर मापना; गिरने या बिस्तर छोड़ने पर अलर्ट। (4) Smart Pill Dispenser: समय पर दवा निकालना और याद दिलाना; दवा न लेने पर परिजन को सूचना। (5) Asset Tracking: अस्पताल के उपकरणों (व्हीलचेयर, वेंटिलेटर) की रियल-टाइम लोकेशन ट्रैकिंग। (6) Emergency Alert System: वृद्ध रोगियों के लिए SOS बटन या Fall Detection (गिरने का पता)।

प्रश्न 18. Wearable Devices क्या हैं?

उत्तर: Wearable Devices ऐसे इलेक्ट्रॉनिक उपकरण हैं जिन्हें शरीर पर पहना जा सकता है (जैसे कलाई पर, गले में, कमर पर, त्वचा पर चिपकाकर)। ये उपकरण स्वास्थ्य और गतिविधि से संबंधित डेटा को लगातार एकत्र करते हैं और स्मार्टफोन या क्लाउड पर भेजते हैं। Wearable Devices के उदाहरण और उनके कार्य — (1) Smart Watch (Apple Watch, Samsung Galaxy Watch): हृदय गति, ECG, SpO2, कदम, नींद, कैलोरी, Fall Detection। (2) Fitness Band (Mi Band, Fitbit): कदम, दूरी, कैलोरी, हृदय गति, नींद। (3) Continuous Glucose Monitor (CGM) (Dexcom, Freestyle Libre): डायबिटीज रोगियों के लिए लगातार शुगर लेवल मापना। (4) Smart Patch (VitalPatch): सीने पर चिपकने वाला पैच; हृदय गति, श्वसन दर, तापमान मापना। (5) Smart Ring (Oura Ring): नींद की गुणवत्ता, हृदय गति, शरीर का तापमान मापना। (6) Smart Inhaler (Propeller Health): अस्थमा रोगियों के लिए इनहेलर के उपयोग की ट्रैकिंग।

प्रश्न 19. Retail Sector में IoT की भूमिका समझाइए।

उत्तर: Retail Sector (खुदरा व्यापार) में IoT की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण है। यह ग्राहकों को बेहतर, तेज और व्यक्तिगत (Personalized) खरीदारी अनुभव प्रदान करती है और व्यापारियों को परिचालन दक्षता बढ़ाने में सहायता करती है। Retail में IoT के प्रमुख अनुप्रयोग हैं — (1) Smart Inventory Management: RFID टैग और सेंसर से रियल-टाइम स्टॉक ट्रैकिंग; स्टॉक कम होने पर स्वतः ऑर्डर। (2) RFID Technology: उत्पादों की पहचान, ट्रैकिंग और चोरी रोकना। (3) Smart Shopping Cart: शॉपिंग कार्ट में सेंसर और टैबलेट; उत्पाद डालते



ARUN COMPUTER & IT

ही बिल दिखना और मोबाइल पेमेंट। (4) Digital Price Tag: ई-इंक डिस्प्ले पर कीमत केंद्रीय रूप से अपडेट करना। (5) Automated Billing System (Amazon Go): कैमरा और सेंसर से उत्पाद पहचान और ऑटो-बिलिंग; कोई कैश काउंटर नहीं। (6) Beacon Technology: ग्राहक की लोकेशन पहचानकर मोबाइल ऐप पर ऑफर भेजना।

प्रश्न 20. RFID Technology का परिचय दीजिए।

उत्तर: RFID (Radio Frequency Identification) एक वायरलेस तकनीक है जिसका उपयोग वस्तुओं की पहचान (Identification) और ट्रैकिंग (Tracking) के लिए किया जाता है। RFID सिस्टम में दो मुख्य घटक होते हैं — (1) RFID Tag (टैग): एक छोटी चिप जिसमें उत्पाद की जानकारी (ID) संग्रहित होती है। (2) RFID Reader (रीडर): टैग को पढ़ने वाला उपकरण। RFID टैग बिना सीधे संपर्क (Contactless) के रीडर द्वारा पढ़ा जा सकता है। Retail Sector में RFID का उपयोग — (1) Smart Inventory Management: स्टॉक की रियल-टाइम जानकारी। (2) Automated Billing: कार्ट में सभी उत्पाद एक साथ स्कैन हो जाते हैं। (3) Theft Prevention: टैग डी-एक्टिवेट किए बिना गेट से गुजरने पर अलार्म। (4) Product Tracking: उत्पाद की लोकेशन और हिस्ट्री ट्रैक करना।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (Long Answer Questions) – 10 अंक प्रत्येक

प्रश्न 1. Internet of Things (IoT) क्या है? इसकी विशेषताओं, लाभों एवं चुनौतियों का वर्णन कीजिए।

उत्तर: Internet of Things (IoT) एक ऐसी तकनीक है जिसमें विभिन्न भौतिक वस्तुएँ (उपकरण, सेंसर, मशीनें, वाहन, घरेलू उपकरण) इंटरनेट से जुड़कर डेटा का आदान-प्रदान करती हैं तथा आवश्यकतानुसार स्वतः कार्य कर सकती हैं। IoT का मुख्य उद्देश्य उपकरणों को अधिक बुद्धिमान (Smart) और स्वचालित (Automated) बनाना है।

विशेषताएँ: (1) Connectivity: उपकरण इंटरनेट से जुड़े रहते हैं। (2) Real-Time Communication: डेटा तुरंत भेजा और प्राप्त किया जाता है। (3) Automation: कार्य बिना मानवीय हस्तक्षेप के स्वतः होते हैं। (4) Data Collection: उपकरण लगातार डेटा एकत्र करते हैं। (5) Intelligence: AI के साथ एकीकरण से स्मार्ट निर्णय। (6) Scalability: नए उपकरण आसानी से जोड़े जा सकते हैं। (7) Remote Monitoring: कहीं से भी नियंत्रण और निगरानी।

लाभ: (1) स्वचालन से मानवीय हस्तक्षेप कम, त्रुटियाँ कम। (2) ऊर्जा, पानी, उर्वरक की बचत। (3) समय की बचत, दूर से नियंत्रण। (4) रियल-टाइम डेटा से बेहतर निर्णय। (5) परिचालन लागत में कमी। (6) ग्राहक संतुष्टि और सेवा गुणवत्ता में सुधार।

चुनौतियाँ: (1) साइबर सुरक्षा: हैकिंग, ransomware, डेटा लीक का खतरा। (2) गोपनीयता (Privacy): व्यक्तिगत डेटा का दुरुपयोग। (3) उच्च प्रारंभिक लागत। (4) इंटरनेट और बिजली पर निर्भरता। (5) तकनीकी जटिलता और विशेषज्ञों की आवश्यकता। (6) विभिन्न कंपनियों के उपकरणों में Interoperability (अंतर-संचालनशीलता) की समस्या।

प्रश्न 2. IoT Architecture का विस्तृत वर्णन कीजिए तथा इसकी विभिन्न Layers को समझाइए।



ARUN COMPUTER & IT

उत्तर: IoT Architecture उस संरचना (Structure) को कहते हैं जो IoT प्रणाली के विभिन्न भागों तथा उनके बीच होने वाले डेटा प्रवाह को दर्शाती है। इसे चार प्रमुख Layers में विभाजित किया जाता है —

(1) Perception Layer (संवेदन स्तर): यह सबसे निचली Layer है। इसमें Sensors और Devices वातावरण से डेटा एकत्र करते हैं। ये सेंसर तापमान, प्रकाश, गति, नमी, दबाव, धुआँ, गैस आदि मापते हैं। एकत्रित एनालॉग डेटा को डिजिटल डेटा में बदलकर Network Layer को भेजा जाता है। उदाहरण: Temperature Sensor, Humidity Sensor, Motion Sensor, GPS, Camera. इसे Sensor Layer या Physical Layer भी कहते हैं।

(2) Network Layer (नेटवर्क स्तर): यह Layer Perception Layer से प्राप्त डेटा को Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRaWAN, 4G/5G, Ethernet जैसी संचार तकनीकों के माध्यम से सर्वर या क्लाउड तक पहुँचाने का कार्य करती है। यह डेटा की सुरक्षा और अखंडता (Integrity) भी सुनिश्चित करती है। Gateway, Router, Switch इस Layer के उपकरण हैं। इसे Communication Layer या Transmission Layer भी कहते हैं।

(3) Processing Layer (प्रसंस्करण स्तर): यह Layer प्राप्त डेटा को संग्रहित (Store) और विश्लेषित (Process) करती है। यहाँ Cloud Computing (AWS IoT, Google Cloud, Azure) या Edge Computing का उपयोग करके डेटा एनालिटिक्स, AI/ML एल्गोरिथ्म, थ्रेशोल्ड चेक किए जाते हैं। यह Layer डेटा से उपयोगी जानकारी निकालती है और निर्णय लेती है (जैसे यदि तापमान $> 35^{\circ}\text{C}$ तो AC चालू करो)। इसे Middleware Layer या Data Processing Layer भी कहते हैं।

(4) Application Layer (अनुप्रयोग स्तर): यह सबसे ऊपरी Layer है। यह उपयोगकर्ता को अंतिम सेवाएँ प्रदान करती है। प्रोसेस्ड डेटा को Mobile App, Web Dashboard, या Smart Watch पर प्रदर्शित किया जाता है। उपयोगकर्ता इस Layer के माध्यम से निर्देश भी दे सकता है। उदाहरण: Smart Home App (Google Home, Alexa), Smart Healthcare Dashboard, Smart City Portal, Smart Agriculture Mobile App।

प्रश्न 3. IoT के प्रमुख Components (Sensors, Actuators, Gateway, Cloud Platform आदि) का वर्णन कीजिए।

उत्तर: IoT प्रणाली के प्रमुख घटक (Components) निम्नलिखित हैं —

(1) Sensors (सेंसर): Sensor वह उपकरण है जो वातावरण से भौतिक डेटा (तापमान, प्रकाश, गति, नमी, दबाव, धुआँ, गैस) एकत्र करता है और उसे डिजिटल सिग्नल में बदलता है। उदाहरण: Temperature Sensor, Humidity Sensor, Motion Sensor (PIR), Smoke Sensor, Gas Sensor, Proximity Sensor, GPS, Accelerometer. Sensors IoT प्रणाली की "आँख और कान" होते हैं।

(2) Actuators (एक्चुएटर्स): Actuator वह उपकरण है जो IoT प्रणाली से प्राप्त निर्देशों के आधार पर कोई भौतिक कार्य करता है। उदाहरण: Electric Motor (पंखा, रोबोट), Relay (लाइट, AC, मोटर चालू/बंद), Solenoid Valve (पानी/गैस वाल्व), Hydraulic/Pneumatic Actuator (भारी मशीनें), Servo Motor (रोबोटिक आर्म), Heater. Actuators IoT प्रणाली के "हाथ और पैर" होते हैं।

(3) Gateway (गेटवे): Gateway विभिन्न Sensors और IoT Devices को इंटरनेट या क्लाउड से जोड़ने का कार्य करता है। यह डेटा एकत्र करता है, विभिन्न प्रोटोकॉल्स को एकीकृत करता है, डेटा को कंप्रेस और एन्क्रिप्ट करता



ARUN COMPUTER & IT

है, और Edge Computing (स्थानीय प्रोसेसिंग) कर सकता है। उदाहरण: Raspberry Pi, Arduino with Wi-Fi/GSM Shield, Industrial IoT Gateway.

(4) Communication Network (संचार नेटवर्क): यह उपकरणों को आपस में और क्लाउड से जोड़ता है। प्रमुख तकनीकें: Wi-Fi (घर/कार्यालय), Bluetooth/BLE (कम दूरी, कम ऊर्जा), Zigbee (स्मार्ट होम मेश नेटवर्क), LoRaWAN (लंबी दूरी, कम बैंडविड्थ), 4G/5G Cellular Network (उच्च गति, व्यापक कवरेज), Ethernet (वायर्ड).

(5) Cloud Platform (क्लाउड प्लेटफॉर्म): यह बड़ी मात्रा में डेटा को संग्रहित, विश्लेषित और प्रबंधित करता है। यह स्केलेबिलिटी, वैश्विक पहुँच, सुरक्षा और AI/ML सेवाएँ प्रदान करता है। उदाहरण: Amazon AWS IoT, Google Cloud IoT, Microsoft Azure IoT, IBM Watson IoT, ThingsBoard (Open Source).

(6) User Interface (यूजर इंटरफेस): यह उपयोगकर्ता को IoT प्रणाली के साथ संवाद करने का माध्यम है। यह Mobile App, Web Dashboard, Voice Assistant (Alexa, Google Assistant), या Smart Watch के रूप में हो सकता है।

प्रश्न 4. Sensors एवं Actuators क्या हैं? इनके प्रकार तथा उपयोगों का वर्णन कीजिए।

उत्तर: Sensor एक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण है जो वातावरण में होने वाले परिवर्तनों का पता लगाकर उन्हें डिजिटल डेटा में परिवर्तित करता है। Actuator वह उपकरण है जो IoT प्रणाली से प्राप्त निर्देशों के आधार पर कोई भौतिक कार्य करता है। Sensor "महसूस" करता है, Actuator "कार्य" करता है।

Sensors के प्रकार और उपयोग: (1) Temperature Sensor (LM35, DHT11, DS18B20): तापमान मापना; उपयोग: AC, रेफ्रिजरेटर, मौसम स्टेशन, औद्योगिक मशीन। (2) Humidity Sensor (DHT11, DHT22): आर्द्रता (नमी) मापना; उपयोग: कृषि, ग्रीनहाउस, मौसम, गोदाम। (3) Light Sensor (LDR, Photodiode): प्रकाश तीव्रता; उपयोग: स्ट्रीट लाइट, फोन ब्राइटनेस, सोलर ट्रैकिंग। (4) Motion Sensor (PIR, Ultrasonic): गति/हलचल का पता; उपयोग: सुरक्षा कैमरा, स्वचालित दरवाजे, ऑटो लाइट। (5) Smoke/Gas Sensor (MQ-2, MQ-135): धुआँ, LPG, CO, CO₂; उपयोग: फायर अलार्म, गैस लीक डिटेक्टर, वायु गुणवत्ता। (6) Proximity Sensor (Inductive, IR, Ultrasonic): वस्तु की निकटता/दूरी; उपयोग: पार्किंग सेंसर, टचलेस नल, रोबोटिक्स। (7) Pressure Sensor: दबाव; उपयोग: टायर प्रेशर मॉनिटर (TPMS), ब्लड प्रेशर मॉनिटर, औद्योगिक मशीन। (8) GPS: स्थान ट्रैकिंग; उपयोग: वाहन ट्रैकिंग, नेविगेशन, लॉजिस्टिक्स। (9) Accelerometer & Gyroscope: रैखिक और घूर्णी गति; उपयोग: स्क्रीन रोटेशन, फिटनेस ट्रैकर, ड्रोन स्थिरीकरण।

Actuators के प्रकार और उपयोग: (1) Electric Motor (DC, Stepper, Servo): घूर्णी गति; उपयोग: पंखा, रोबोटिक आर्म, ड्रोन, 3D प्रिंटर, इलेक्ट्रिक वाहन। (2) Relay: विद्युत स्विच; उपयोग: लाइट, AC, मोटर, हीटर चालू/बंद (स्मार्ट होम, स्मार्ट सिंचाई)। (3) Solenoid Valve: द्रव/गैस प्रवाह नियंत्रण; उपयोग: स्मार्ट सिंचाई, वॉशिंग मशीन, गैस सप्लाई कट। (4) Hydraulic Actuator: द्रव दबाव; उपयोग: भारी मशीनें (एक्सकेवेटर, क्रेन, बुलडोजर)। (5) Pneumatic Actuator: संपीड़ित वायु; उपयोग: औद्योगिक स्वचालन, पैकेजिंग मशीन, रोबोटिक ग्रीपर।

प्रश्न 5. Real-Time Data Collection एवं Real-Time Monitoring की अवधारणा को उदाहरण सहित समझाइए।



ARUN COMPUTER & IT

उत्तर: Real-Time Data Collection (वास्तविक समय डेटा संग्रह) वह प्रक्रिया है जिसमें Sensors और Devices द्वारा एकत्रित डेटा को बिना किसी देरी (Latency) के तुरंत संग्रहित और प्रोसेस किया जाता है। Real-Time Monitoring वह प्रक्रिया है जिसमें किसी प्रणाली, उपकरण या प्रक्रिया की स्थिति को लगातार (Continuously) और तत्काल (Instantly) देखा जाता है।

Real-Time Data Collection की प्रक्रिया: (चरण 1) Sensor वातावरण से डेटा एकत्र करता है। (चरण 2) डेटा Network Layer (Gateway, Wi-Fi, 5G) के माध्यम से क्लाउड पर भेजा जाता है। (चरण 3) Processing Layer (Cloud/Edge) डेटा का विश्लेषण करती है। (चरण 4) आवश्यक होने पर Actuator को निर्देश भेजा जाता है या उपयोगकर्ता को अलर्ट भेजा जाता है। (चरण 5) उपयोगकर्ता Mobile App या Dashboard पर डेटा देख सकता है।

उदाहरण 1 (Healthcare — Remote Patient Monitoring): एक हृदय रोगी के घर पर ECG और Heart Rate Sensor लगा है। यह सेंसर हर सेकंड डेटा क्लाउड पर भेजता है। डॉक्टर अपने मोबाइल ऐप पर रोगी की हृदय गति (मौजूदा 92 bpm, सामान्य 60-100) रियल-टाइम देख सकता है। यदि हृदय गति 120 से ऊपर जाती है, तो सिस्टम तुरंत डॉक्टर और परिजन को अलर्ट (SMS/ऐप नोटिफिकेशन) भेजता है।

उदाहरण 2 (Smart Agriculture — Soil Monitoring): खेत में Soil Moisture Sensor लगा है। Sensor हर 10 मिनट में नमी डेटा (मौजूदा 32%) क्लाउड पर भेजता है। किसान मोबाइल ऐप पर रियल-टाइम ग्राफ देख सकता है। जब नमी 30% से कम होती है, तो सिस्टम स्वतः Solenoid Valve खोलकर और पंप चालू करके सिंचाई शुरू कर देता है। सिंचाई चालू होने की तत्काल सूचना किसान को मिलती है।

उदाहरण 3 (Smart Traffic — Real-Time Monitoring): सड़क पर लगे CCTV और Vehicle Count Sensors हर मिनट ट्रैफिक डेटा Traffic Control Room को भेजते हैं। Traffic Dashboard पर रियल-टाइम ट्रैफिक घनत्व (लाल: जाम, हरा: सहज) दिखता है। AI एल्गोरिथ्म ट्रैफिक घनत्व के अनुसार ट्रैफिक सिग्नल समय को स्वतः समायोजित कर देता है।

Real-Time Monitoring का महत्व: त्वरित निर्णय, समय पर प्रतिक्रिया (अलर्ट), आपातकालीन स्थितियों में जीवन रक्षा, मशीनों के खराब होने का पूर्वानुमान (Predictive Maintenance), संसाधनों की बचत, और बेहतर योजना बनाना।

प्रश्न 6. Smart Home क्या है? इसके प्रमुख उपकरणों एवं लाभों का वर्णन कीजिए।

उत्तर: Smart Home वह घर होता है जिसमें विभिन्न उपकरण (लाइट, फैन, AC, टीवी, दरवाजा, कैमरा, गीजर, कॉफी मेकर) इंटरनेट के माध्यम से जुड़े होते हैं और उन्हें मोबाइल फोन, टैबलेट, कंप्यूटर या वॉयस असिस्टेंट से दूर से (कहीं से भी) नियंत्रित किया जा सकता है। Smart Home का उद्देश्य जीवन को अधिक सुविधाजनक, ऊर्जा-कुशल और सुरक्षित बनाना है।

Smart Home के प्रमुख उपकरण: (1) Smart Bulb (Philips Hue, Wipro, Xiaomi): मोबाइल से ऑन/ऑफ, रंग और चमक बदलना, शेड्यूल सेट करना। (2) Smart AC (LG, Daikin, Voltas, या IR Blaster के साथ पुराना AC): मोबाइल से तापमान, फैन स्पीड, मोड नियंत्रण; जियो-फेंसिंग से घर के पास पहुँचने पर ऑन। (3) Smart Door Lock (Godrej, Samsung, Yale): PIN कोड, फिंगरप्रिंट, मोबाइल ऐप से लॉक/अनलॉक; रिमोट एक्सेस; असफल अनलॉक प्रयासों पर अलर्ट। (4) Smart CCTV Camera (Mi, TP-Link, Ring): रियल-टाइम निगरानी, मोशन डिटेक्शन, टू-वे ऑडियो, नाइट विजन। (5) Smart Speaker (Amazon Echo (Alexa), Google Nest): वॉयस कमांड से संगीत, जानकारी, उपकरण नियंत्रण। (6)



ARUN COMPUTER & IT

Smart Plug (TP-Link Kasa, Wipro): किसी भी सामान्य उपकरण (पंखा, हीटर, कॉफी मेकर) को स्मार्ट बनाना। (7) Motion Sensor: कमरे में गति का पता लगाकर लाइट ऑन/ऑफ। (8) Smoke/Gas Sensor: धुआँ या गैस लीक होने पर अलार्म और मोबाइल अलर्ट।

Smart Home के लाभ: (1) सुविधा: एक ही ऐप से सभी उपकरण नियंत्रित करना; वॉयस कंट्रोल। (2) ऊर्जा की बचत: अनावश्यक बिजली खपत रोकना (स्मार्ट लाइट, स्मार्ट AC); बिजली बिल में 20-30% कमी। (3) सुरक्षा: रिमोट मॉनिटरिंग (दरवाजा खुला देखना, कैमरा लाइव देखना), त्वरित अलर्ट। (4) विकलांगों और वृद्धों के लिए सहायक: वॉयस कमांड, ऑटोमैटिक शेड्यूल, गिरने का पता (Fall Detection)। (5) समय की बचत: शेड्यूलिंग (सुबह 7 बजे कॉफी मेकर ऑन, सूर्यास्त के समय लाइट ऑन) और ऑटोमेशन (दरवाजा खुलने पर लाइट ऑन) से मैनुअल कार्य कम। (6) कहीं से भी नियंत्रण: कार्यालय से घर का AC चालू करना, छुट्टी पर लाइट ऑन/ऑफ करके घर में किसी के होने का भ्रम देना।

प्रश्न 7. Smart City की अवधारणा एवं प्रमुख विशेषताओं का वर्णन कीजिए।

उत्तर: Smart City वह शहर है जहाँ सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी (ICT), IoT, AI, Sensors, Big Data और Cloud Computing का उपयोग करके नागरिकों को बेहतर, तीव्र, पारदर्शी और सुलभ सेवाएँ प्रदान की जाती हैं। Smart City का मुख्य उद्देश्य संसाधनों का प्रभावी उपयोग, जीवन की गुणवत्ता में सुधार, आर्थिक विकास और सतत विकास (Sustainable Development) है। भारत में Smart Cities Mission के अंतर्गत 100 शहरों को स्मार्ट सिटी के रूप में विकसित किया जा रहा है।

Smart City की प्रमुख विशेषताएँ (घटक/अनुप्रयोग):

(1) Smart Transportation (स्मार्ट परिवहन): Intelligent Traffic Management System (CCTV और Sensors से ट्रैफिक घनत्व मापना और सिग्नल समय स्वतः समायोजित करना); GPS बस ट्रैकिंग (बस अब कहाँ है?); स्मार्ट पार्किंग (Parking Sensor से खाली जगह बताना और मोबाइल ऐप से रिजर्व); ई-टोल (FASTag); एकीकृत टिकटिंग प्रणाली (One Nation One Card)।

(2) Smart Energy Management (स्मार्ट ऊर्जा प्रबंधन): Smart Meter (बिजली की रियल-टाइम खपत मापना, ऑनलाइन बिल भुगतान, पीक आवर्स में खपत कम करने की सलाह); सोलर स्ट्रीट लाइट (Light Sensor से अंधेरा होने पर चालू); Smart Grid (बिजली की मांग और आपूर्ति का संतुलन); नवीकरणीय ऊर्जा का एकीकरण।

(3) Smart Waste Management (स्मार्ट कचरा प्रबंधन): Smart Bin (Ultrasonic Sensor से बिन भरने पर सूचना भेजना); GPS ट्रैकिंग के साथ कचरा संग्रहण वाहनों का अनुकूलित रूट प्लानिंग; Wet/Dry Waste का अलग संग्रहण; नागरिकों के लिए कचरा छँटाई ऐप।

(4) Smart Water Management (स्मार्ट जल प्रबंधन): Smart Water Meter (पानी की खपत रियल-टाइम मापना, लीक का पता चलने पर सूचना); Pressure Sensor (पाइपलाइन में दबाव कम होने पर लीक का पता); पानी की गुणवत्ता निगरानी (pH, Turbidity, Chlorine sensor)।

(5) Smart Governance (स्मार्ट प्रशासन): ऑनलाइन नगर निगम सेवाएँ (जन्म-मृत्यु प्रमाणपत्र, संपत्ति कर, लाइसेंस); मोबाइल ऐप से शिकायत दर्ज करना और स्टेटस ट्रैक करना (जैसे Swachhata App, IChange MyCity); ई-टेंडरिंग; डिजिटल सिग्नेचर; पारदर्शी और उत्तरदायी प्रशासन।



ARUN COMPUTER & IT

(6) Smart Security and Safety (स्मार्ट सुरक्षा): City-wide CCTV Network (AI-based Crime Detection — संदिग्ध गतिविधि का पता); SOS Button (सार्वजनिक स्थानों पर आपातकालीन बटन); Automatic Fire Detection and Alert System (Smoke Sensor और Heat Sensor से आग का पता); Disaster Management System (बाढ़, भूकंप, तूफान के रियल-टाइम अलर्ट)।

(7) Smart Environment (स्मार्ट पर्यावरण): Air Quality Monitoring Station (AQI डेटा रियल-टाइम प्रदर्शित); Noise Pollution Monitor; वायु गुणवत्ता सूचकांक के आधार पर प्रदूषण नियंत्रण उपाय।

Smart City के लाभ: बेहतर नागरिक सेवाएँ, समय की बचत, प्रदूषण में कमी, ऊर्जा संरक्षण, सुरक्षित वातावरण, पारदर्शी और उत्तरदायी प्रशासन, आर्थिक विकास, और जीवन की गुणवत्ता में सुधार।

प्रश्न 8. Industry 4.0 क्या है? इसकी विशेषताओं एवं अनुप्रयोगों का वर्णन कीजिए।

उत्तर: Industry 4.0 (चौथी औद्योगिक क्रांति) वर्तमान समय की औद्योगिक क्रांति है जिसमें IoT, Artificial Intelligence (AI), Robotics, Cloud Computing, Big Data Analytics, Digital Twin, Augmented Reality (AR), 5G और Edge Computing जैसी तकनीकों का उपयोग करके स्मार्ट फैक्ट्री (Smart Factory) और स्वचालित उत्पादन किया जाता है। पहली औद्योगिक क्रांति (Industry 1.0) भाप इंजन पर, दूसरी (Industry 2.0) बिजली और असेम्बली लाइन पर, तीसरी (Industry 3.0) कंप्यूटर और स्वचालन पर आधारित थी। Industry 4.0 साइबर-फिजिकल सिस्टम्स (Cyber-Physical Systems) पर आधारित है, जहाँ मशीनें आपस में संवाद करती हैं (Machine-to-Machine Communication) और डेटा के आधार पर स्वतंत्र निर्णय लेती हैं।

Industry 4.0 की प्रमुख विशेषताएँ (तकनीकें):

(1) IoT (Internet of Things): मशीनों, उपकरणों, सेंसरों को इंटरनेट से जोड़ना और रियल-टाइम डेटा एकत्र करना।

(2) AI and Machine Learning: डेटा का विश्लेषण करके पैटर्न पहचानना, पूर्वानुमान लगाना (Predictive Maintenance), गुणवत्ता नियंत्रण में दोष पहचानना, निर्णय लेना।

(3) Cyber-Physical Systems (CPS): भौतिक मशीनों और डिजिटल सिस्टम (कंप्यूटर, सॉफ्टवेयर) का एकीकरण। सेंसर से डेटा आता है, कंप्यूटर विश्लेषण करता है, और Actuator कार्य करता है।

(4) Digital Twin (डिजिटल ट्विन): किसी भौतिक मशीन या प्रोसेस का वर्चुअल (डिजिटल) कॉपी। वास्तविक मशीन में क्या हो रहा है, इसका अनुकरण (Simulation) Digital Twin पर किया जा सकता है। इससे बिना मशीन रोके परीक्षण और सुधार किए जा सकते हैं।

(5) Big Data Analytics: उत्पादन डेटा के विश्लेषण से दक्षता में सुधार, मांग का पूर्वानुमान, दोषों के कारणों की पहचान, और आपूर्ति श्रृंखला (Supply Chain) अनुकूलन।

(6) Robotics and Automation: Collaborative Robots (Cobots) जो मनुष्यों के साथ सुरक्षित रूप से काम कर सकते हैं; स्वचालित रोबोटिक आर्म्स; AGV (Automated Guided Vehicles) — self-driving कार्ट जो फैक्ट्री में सामान ढोती हैं।

(7) Additive Manufacturing (3D Printing): परत दर परत उत्पाद बनाना; तुरंत प्रोटोटाइप (Rapid Prototyping); कस्टमाइज़्ड प्रोडक्शन।



ARUN COMPUTER & IT

(8) Cloud Computing and Edge Computing: बड़े डेटा का किफायती भंडारण, कहीं से भी पहुँच, स्केलेबिलिटी; Edge Computing से कम विलंबता (Latency) और ऑफलाइन निर्णय।

(9) 5G Connectivity: Ultra-low latency (1ms), high bandwidth, massive number of devices — जो रीयल-टाइम नियंत्रण और IoT के लिए आवश्यक है।

Industry 4.0 के अनुप्रयोग (उद्योगवार):

(1) ऑटोमोबाइल उद्योग (Tesla, BMW): स्वचालित असेंबली लाइन (रोबोटिक्स), AI Vision System से गुणवत्ता नियंत्रण, प्रीडिक्टिव मेंटेनेंस, कस्टमाइज़्ड ऑर्डर।

(2) उत्पादन विनिर्माण (Manufacturing): डिजिटल ट्विन, रीयल-टाइम प्रोडक्शन मॉनिटरिंग, एनर्जी ऑप्टिमाइजेशन, स्वचालित गुणवत्ता नियंत्रण।

(3) ऊर्जा क्षेत्र: स्मार्ट ग्रिड (Smart Grid), विंड टरबाइन और सोलर पैनल का रिमोट मॉनिटरिंग, प्रीडिक्टिव मेंटेनेंस।

(4) लॉजिस्टिक्स और सप्लाई चेन: GPS + IoT Sensors से माल की रीयल-टाइम ट्रैकिंग, स्वचालित गोदाम (AGV, रोबोटिक रैक), रूट ऑप्टिमाइजेशन, ड्रोन डिलीवरी।

(5) फार्मास्युटिकल (दवा उद्योग): बैच प्रोडक्शन मॉनिटरिंग, तापमान और आर्द्रता मॉनिटरिंग (कोल्ड चेन), AI Vision क्वालिटी कंट्रोल, ट्रैक एंड ट्रेस।

Industry 4.0 के लाभ: उत्पादकता में भारी वृद्धि, लागत में कमी, गुणवत्ता में सुधार, लचीलापन (Flexibility), सुरक्षा में सुधार (खतरनाक कार्य रोबोट से), बेहतर डेटा-संचालित निर्णय, और प्रतिस्पर्धात्मक लाभ।

प्रश्न 9. Smart Home, Smart City एवं Industry 4.0 का तुलनात्मक अध्ययन कीजिए।

उत्तर: Smart Home, Smart City और Industry 4.0 तीनों ही IoT आधारित प्रणालियाँ हैं, लेकिन इनका उद्देश्य, दायरा, उपयोगकर्ता और अनुप्रयोग भिन्न हैं। तुलनात्मक अध्ययन निम्नलिखित है —

उद्देश्य: Smart Home का उद्देश्य व्यक्ति के जीवन को अधिक सुविधाजनक, ऊर्जा-कुशल और सुरक्षित बनाना है। Smart City का उद्देश्य नागरिकों को बेहतर, तीव्र और पारदर्शी सार्वजनिक सेवाएँ प्रदान करना है। Industry 4.0 का उद्देश्य उत्पादन को अधिक कुशल, लचीला, गुणवत्तापूर्ण और लागत-प्रभावी बनाना है।

दायरा (Scope): Smart Home का दायरा छोटा (एक घर) है। Smart City का दायरा बड़ा (पूरा शहर) है। Industry 4.0 का दायरा औद्योगिक (एक फैक्ट्री या एकाधिक कारखाने) है।

उपयोगकर्ता: Smart Home के उपयोगकर्ता व्यक्ति या परिवार हैं। Smart City के उपयोगकर्ता नागरिक, प्रशासन और शहर प्रबंधक हैं। Industry 4.0 के उपयोगकर्ता उद्योग, कंपनियाँ, इंजीनियर, ऑपरेटर हैं।

मुख्य तकनीकें: तीनों में IoT, Sensors, Networks (Wi-Fi, 5G), Cloud Computing, AI, Data Analytics साझा हैं। Smart Home में Voice Assistants (Alexa, Google Assistant), Mobile Apps अधिक प्रचलित हैं। Smart City में CCTV, GIS, Smart Grid, LoRaWAN, Digital Governance प्रमुख हैं। Industry 4.0 में Robotics, Digital Twin, Edge Computing, Additive Manufacturing (3D Printing), Collaborative Robots (Cobots) प्रमुख हैं।



ARUN COMPUTER & IT

उदाहरण: Smart Home — Smart Bulb, Smart AC, Smart Lock, Smart CCTV. Smart City — Smart Traffic Management, Smart Parking, Smart Bin, Smart Meter, City-wide CCTV. Industry 4.0 — Smart Factory, Predictive Maintenance, Digital Twin, AGV (Automated Guided Vehicle), Collaborative Robot.

लाभ: Smart Home — सुविधा, ऊर्जा बचत, सुरक्षा, समय बचत। Smart City — बेहतर सेवाएँ, कम प्रदूषण, ऊर्जा संरक्षण, सुरक्षित वातावरण, पारदर्शी प्रशासन। Industry 4.0 — उच्च उत्पादकता, कम लागत, बेहतर गुणवत्ता, लचीलापन, सुरक्षा।

परस्पर संबंध: ये तीनों प्रणालियाँ परस्पर जुड़ी हुई हैं। Smart Homes एक स्मार्ट शहर का हिस्सा होते हैं। Industry 4.0 स्मार्ट सिटी के औद्योगिक क्षेत्रों में लागू होता है। Smart City Industries (Factory) को स्मार्ट ट्रेफिक, स्मार्ट एनर्जी और स्मार्ट लॉजिस्टिक्स सेवाएँ प्रदान करती है।

प्रश्न 10. कृषि क्षेत्र में IoT के अनुप्रयोगों का विस्तृत वर्णन कीजिए।

उत्तर: कृषि क्षेत्र (Agriculture) में IoT के अनुप्रयोगों को Smart Agriculture या Precision Farming (सटीक खेती) कहा जाता है। IoT किसानों को रियल-टाइम, सटीक और उपयोगी जानकारी प्रदान करता है, जिससे फसल उत्पादन बढ़ता है, लागत कम होती है, और संसाधनों (पानी, उर्वरक) की बचत होती है।

कृषि में IoT के प्रमुख अनुप्रयोग:

(1) Soil Monitoring (मिट्टी की निगरानी): मिट्टी में लगाए गए सेंसर (Soil Moisture Sensor, pH Sensor, NPK Sensor) मिट्टी की नमी, अम्लता/क्षारीयता (pH), और पोषक तत्वों (Nitrogen, Phosphorus, Potassium) की जानकारी रियल-टाइम में एकत्र करते हैं। इस डेटा के आधार पर किसान जान सकता है — कितना पानी देना है, कौन-सा उर्वरक डालना है, कितनी मात्रा में डालना है। लाभ: पानी और उर्वरक की बचत, फसल की बेहतर वृद्धि।

(2) Smart Irrigation System (स्मार्ट सिंचाई): मिट्टी की नमी (Soil Moisture) के अनुसार सिंचाई स्वतः नियंत्रित होती है। जब मिट्टी की नमी एक निर्धारित सीमा (Threshold) से कम हो जाती है, तो सिस्टम स्वतः Solenoid Valve खोलता है और पानी की मोटर चालू करता है। जब नमी पर्याप्त हो जाती है, तो पंप बंद हो जाता है। लाभ: 40-60% पानी की बचत, श्रम की बचत (खेत पर जाने की आवश्यकता नहीं), किसान कहीं से भी मोबाइल ऐप से सिंचाई नियंत्रित कर सकता है।

(3) Weather Monitoring (मौसम निगरानी): IoT मौसम स्टेशन (Weather Station) तापमान, आर्द्रता, वर्षा, हवा की गति, वायुमंडलीय दबाव की रियल-टाइम जानकारी प्रदान करता है। यह डेटा बुवाई, सिंचाई, उर्वरक डालने, कीटनाशक छिड़कने और कटाई के निर्णयों में सहायक होता है। लाभ: मौसमी नुकसान कम, फसल की गुणवत्ता बेहतर।

(4) Precision Farming (सटीक खेती): GPS, GIS, Remote Sensing और IoT Sensors का उपयोग करके खेत के छोटे-छोटे हिस्सों (Zones) की अलग-अलग निगरानी की जाती है। Variable Rate Technology (VRT) के माध्यम से उर्वरक, कीटनाशक और पानी की मात्रा को ज़ोन-वार नियंत्रित किया जाता है। लाभ: उर्वरक और कीटनाशक का 30-40% कम उपयोग, उत्पादन में 20-30% वृद्धि, पर्यावरण प्रदूषण में कमी।

(5) Livestock Monitoring (पशुधन निगरानी): पशुओं (गाय, भैंस, बकरी) के गले में IoT कॉलर (Smart Collar) लगाया जाता है जिसमें GPS, तापमान सेंसर और एक्टिविटी सेंसर होते हैं। यह पशु की लोकेशन, शरीर का



ARUN COMPUTER & IT

तापमान, हृदय गति, गतिविधि और प्रजनन चक्र की निगरानी करता है। लाभ: बीमार पशु का शीघ्र पता, खोए हुए पशु को ढूँढ़ना, प्रजनन समय की सटीक जानकारी, दूध उत्पादन में वृद्धि।

(6) Drone Technology (कृषि में ड्रोन): ड्रोन में मल्टीस्पेक्ट्रल कैमरा, थर्मल सेंसर लगे होते हैं। ड्रोन खेत का हवाई सर्वेक्षण करते हैं और फसल की सेहत, पानी की कमी, कीटों के हमले, बीमारी का पता लगाते हैं। ड्रोन से कीटनाशक और उर्वरक का सटीक छिड़काव भी किया जा सकता है। लाभ: बड़े खेतों का तेजी से सर्वेक्षण, फसल रोगों का जल्द पता, कम कीटनाशक।

कृषि में IoT के लाभों का सारांश: 40-60% पानी की बचत, 30-40% उर्वरक की बचत, 20-30% उत्पादन वृद्धि, श्रम लागत में 50-70% कमी, बेहतर फसल गुणवत्ता, पर्यावरण संरक्षण, और किसान की आय में वृद्धि।

प्रश्न 11. Healthcare Sector में IoT की भूमिका समझाइए।

उत्तर: Healthcare Sector (स्वास्थ्य सेवाओं) में IoT की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण और जीवन रक्षक है। IoT आधारित उपकरण रोगियों की स्थिति पर निरंतर (Continuous) और वास्तविक समय (Real-Time) में निगरानी रख सकते हैं, चिकित्सकों को आवश्यक जानकारी उपलब्ध करा सकते हैं, आपातकालीन स्थिति में तुरंत अलर्ट भेज सकते हैं, और अस्पतालों के संचालन को अधिक कुशल बना सकते हैं। इस क्षेत्र को Internet of Medical Things (IoMT) या Smart Healthcare कहा जाता है।

Healthcare में IoT के प्रमुख अनुप्रयोग:

(1) Remote Patient Monitoring (RPM) (दूरस्थ रोगी निगरानी): रोगी के घर पर सेंसर और Wearable Devices लगे होते हैं जो हृदय गति, Blood Pressure (BP), SpO2 (ऑक्सीजन स्तर), शरीर का तापमान, Blood Glucose (शुगर), श्वसन दर (Respiratory Rate) की लगातार निगरानी करते हैं। यह डेटा Cloud पर भेजा जाता है। डॉक्टर अपने मोबाइल ऐप या Dashboard पर रोगी का रियल-टाइम डेटा देख सकते हैं। यदि कोई पैरामीटर असामान्य होता है (जैसे हृदय गति 120 से अधिक), तो सिस्टम स्वतः डॉक्टर और परिजनों को अलर्ट भेजता है। लाभ: अस्पताल में बार-बार जाने की आवश्यकता नहीं, गंभीर रोगियों की निरंतर निगरानी, आपातकालीन स्थिति में तुरंत मदद, अस्पताल के बिस्तरों की बचत।

(2) Wearable Devices (पहनने योग्य उपकरण): ये उपकरण शरीर पर पहने जाते हैं और स्वास्थ्य डेटा एकत्र करते हैं। उदाहरण और कार्य — (i) Smart Watch (Apple Watch, Samsung Galaxy Watch): हृदय गति, ECG (अनियमित दिल की धड़कन का पता), SpO2, कदम, नींद, Fall Detection (गिरने का पता)। (ii) Fitness Band (Mi Band, Fitbit): कदम, हृदय गति, कैलोरी, नींद। (iii) Continuous Glucose Monitor (CGM) (Dexcom, Freestyle Libre): डायबिटीज रोगियों के लिए त्वचा के नीचे लगा सेंसर जो हर 5 मिनट में शुगर लेवल मापता है और स्मार्टफोन पर भेजता है। (iv) Smart Patch (VitalPatch): सीने पर चिपकने वाला पैच; हृदय गति, श्वसन दर, तापमान, गिरने का पता।

(3) Smart Healthcare Systems in Hospitals (अस्पतालों में स्मार्ट प्रणालियाँ): (i) Smart Bed: मरीज के वजन, मूवमेंट, हृदय गति, श्वसन दर मापता है; बेड सोर (Bed Sore) रोकने के लिए स्वतः पोजीशन बदल सकता है; मरीज के बिस्तर छोड़ने पर नर्स को अलर्ट। (ii) Asset Tracking (संपत्ति ट्रैकिंग): अस्पताल के उपकरणों (व्हीलचेयर, वेंटिलेटर, इन्फ्यूजन पंप) पर RFID/BLE टैग लगे होते हैं; स्टाफ रियल-टाइम देख सकता है कि कोई उपकरण कहाँ है; उपकरण ढूँढ़ने का समय 80% कम हो जाता है। (iii) Smart Pill Dispenser (स्मार्ट दवा डिस्पेंसर): समय पर दवा निकालना, ध्वनि और प्रकाश से याद दिलाना; दवा न लेने पर परिजन/डॉक्टर को सूचना।



ARUN COMPUTER & IT

(4) Emergency Alert System (आपातकालीन अलर्ट प्रणाली): वृद्ध या गंभीर रोगियों के लिए SOS बटन (Pendant Button) या Fall Detection (स्मार्ट वॉच में)। गिरने या बटन दबाने पर सिस्टम तुरंत एम्बुलेंस, डॉक्टर और परिजन को अलर्ट भेजता है (GPS लोकेशन सहित)।

Healthcare में IoT के लाभ: (1) 24x7 निरंतर रोगी निगरानी। (2) आपातकालीन स्थिति में त्वरित प्रतिक्रिया (जीवन रक्षा)। (3) अस्पताल में बार-बार जाने की आवश्यकता नहीं (Remote Monitoring)। (4) अस्पताल के बिस्तरों और संसाधनों की बचत। (5) अस्पताल संचालन (उपकरण, स्टाफ, बेड) अधिक कुशल। (6) गंभीर रोगियों (हार्ट पेशेंट, डायबिटीज, उच्च रक्तचाप) की निरंतर निगरानी। (7) बेहतर उपचार परिणाम (Treatment Outcomes)।

प्रश्न 12. Retail Sector में IoT के विभिन्न उपयोगों का वर्णन कीजिए।

उत्तर: Retail Sector (खुदरा व्यापार) में IoT का उपयोग ग्राहकों को बेहतर, तेज और व्यक्तिगत (Personalized) खरीदारी अनुभव प्रदान करने तथा व्यापारियों को परिचालन दक्षता बढ़ाने, लागत कम करने और चोरी रोकने में सहायता करता है।

Retail Sector में IoT के प्रमुख उपयोग:

(1) Smart Inventory Management (स्मार्ट स्टॉक प्रबंधन): प्रत्येक उत्पाद पर RFID टैग लगा होता है। शेल्फ के पीछे RFID रीडर लगे होते हैं। जब कोई उत्पाद शेल्फ से हटाया जाता है, तो रीडर तुरंत पहचान लेता है और सेंट्रल सर्वर को अपडेट भेजता है। जब किसी उत्पाद की संख्या निर्धारित सीमा (Threshold) से कम हो जाती है, तो सिस्टम स्वतः सप्लायर को ऑर्डर भेज देता है। लाभ: स्टॉक की सटीक रियल-टाइम जानकारी, उत्पादों की कमी (Out of Stock) से बचाव, अधिक स्टॉक रखने (Overstocking) से बचाव, गोदाम प्रबंधन बेहतर।

(2) RFID Technology (रेडियो फ्रीक्वेंसी आइडेंटिफिकेशन): RFID एक वायरलेस तकनीक है जिसका उपयोग वस्तुओं की पहचान और ट्रैकिंग के लिए किया जाता है। Retail में RFID के उपयोग — (i) Product Tracking: उत्पाद कब बना, कहाँ से आया, किस शेल्फ पर रखा गया, कब बेचा गया — सब ट्रैक करना। (ii) Automated Billing: RFID रीडर के सामने कार्ट रखते ही सभी उत्पादों का पता चल जाता है और सेकंडों में बिल बन जाता है — "Just Walk Out" Technology (Amazon Go)। (iii) Theft Prevention: RFID टैग के गेट से बिना डी-एक्टिवेट किए गुजरने पर अलार्म बजता है।

(3) Smart Shopping Cart (स्मार्ट शॉपिंग कार्ट): शॉपिंग कार्ट में टैबलेट और सेंसर लगे होते हैं। ग्राहक उत्पाद डालते ही सेंसर पहचान लेता है, टैबलेट पर उत्पाद का नाम, कीमत और कुल बिल दिखने लगता है। ग्राहक कार्ट में ही स्कैनर से भुगतान कर सकता है और कैश काउंटर को बायपास कर सकता है। लाभ: कतारों (Queues) में नहीं लगना, तेज खरीदारी, ग्राहक संतुष्टि बढ़ना।

(4) Digital Price Tag (डिजिटल प्राइस टैग): शेल्फ पर लगे ई-इंक डिस्प्ले (Digital Price Tag) केंद्रीय सर्वर से वायरलेस तरीके से कनेक्ट होते हैं। जब कीमत बदलनी होती है (डिस्काउंट, सेल), तो सारे टैग एक साथ सेकंडों में अपडेट हो जाते हैं। मैन्युअल रूप से पेपर टैग बदलने की आवश्यकता नहीं। लाभ: समय की बचत, त्रुटियाँ कम, फ्लेक्सिबल प्राइसिंग (ग्राहक घनत्व के अनुसार डायनामिक प्राइसिंग)।

(5) Automated Billing System (स्वचालित बिलिंग प्रणाली) — Amazon Go Example: (i) ग्राहक दुकान के गेट पर Amazon Go App से QR code स्कैन करता है। (ii) दुकान की छत पर सैकड़ों कैमरे (Computer Vision) और शेल्फ पर Weight Sensors होते हैं। (iii) सिस्टम ट्रैक करता है कि किस ग्राहक ने



ARUN COMPUTER & IT

कौन-सा उत्पाद उठाया और कौन-सा वापस रखा। (iv) ग्राहक दुकान से बाहर चला जाता है — कैश काउंटर पर नहीं रुकता। (v) उसके Amazon अकाउंट से स्वतः बिल कट जाता है और Digital Receipt ऐप पर आ जाती है। लाभ: No Checkout Line, No Cashier, No Waiting — ग्राहक का समय बचता है, स्टोर की परिचालन लागत कम होती है।

(6) Beacon Technology (बीकन तकनीक): स्टोर में Bluetooth Low Energy (BLE) डिवाइस (Beacons) लगे होते हैं। जब ग्राहक किसी उत्पाद के पास आता है, तो Beacons उसकी लोकेशन पहचान लेते हैं और मोबाइल ऐप पर उस उत्पाद पर छूट, ऑफर, या सुझाव (Personalized Notification) भेजते हैं। लाभ: बेहतर ग्राहक अनुभव, लक्षित विपणन (Targeted Marketing), बिक्री वृद्धि।

Retail में IoT के लाभ: सटीक इन्वेंट्री प्रबंधन, चोरी में कमी, तेज बिलिंग, ग्राहक संतुष्टि में वृद्धि, परिचालन लागत में कमी, बेहतर ग्राहक डेटा और व्यवहार विश्लेषण, और लक्षित विपणन।

प्रश्न 13. Smart Agriculture, Smart Healthcare एवं Smart Retail की अवधारणा समझाइए।

उत्तर: Smart Agriculture, Smart Healthcare और Smart Retail तीनों ही IoT-आधारित प्रणालियाँ हैं जिनमें Sensors, Connectivity, Cloud Computing, Data Analytics और AI का उपयोग करके पारंपरिक प्रक्रियाओं को अधिक कुशल, सटीक और स्वचालित बनाया जाता है।

Smart Agriculture (स्मार्ट कृषि / Precision Farming): यह IoT-आधारित कृषि प्रणाली है जिसमें Soil Moisture Sensor, pH Sensor, NPK Sensor, Weather Station, GPS, और Drones का उपयोग करके खेती की निगरानी और प्रबंधन किया जाता है। मुख्य अनुप्रयोग: Soil Monitoring (मिट्टी की नमी, pH, पोषक तत्व), Smart Irrigation (मिट्टी की नमी के अनुसार स्वतः सिंचाई), Weather Monitoring, Precision Farming (ज़ोन-वार उर्वरक/कीटनाशक), Livestock Monitoring, Drone Survey। लाभ: 40-60% पानी की बचत, 30-40% उर्वरक की बचत, उत्पादन में 20-30% वृद्धि, श्रम लागत में कमी।

Smart Healthcare (स्मार्ट स्वास्थ्य सेवाएँ / IoMT): यह IoT-आधारित स्वास्थ्य सेवा प्रणाली है जिसमें Wearable Devices, Remote Patient Monitoring (RPM), Smart Bed, Smart Pill Dispenser, और Asset Tracking का उपयोग करके रोगियों की निगरानी, उपचार और अस्पताल प्रबंधन किया जाता है। मुख्य अनुप्रयोग: Remote Patient Monitoring (हृदय गति, BP, SpO2, शुगर, तापमान की दूरस्थ निगरानी), Wearable Devices (Smart Watch, CGM, Smart Patch), Smart Bed (मरीज की गतिविधि और महत्वपूर्ण मापदंडों की निगरानी), Smart Pill Dispenser (समय पर दवा), Emergency Alert (SOS, Fall Detection)। लाभ: 24x7 निगरानी, त्वरित अलर्ट (जीवन रक्षा), अस्पताल में बार-बार जाने की आवश्यकता नहीं, अस्पताल संसाधनों की बचत, बेहतर उपचार परिणाम।

Smart Retail (स्मार्ट खुदरा व्यापार): यह IoT-आधारित खुदरा व्यापार प्रणाली है जिसमें RFID, Smart Inventory Management, Smart Shopping Cart, Digital Price Tag, और Automated Billing का उपयोग करके ग्राहकों को बेहतर खरीदारी अनुभव और व्यापारियों को बेहतर प्रबंधन क्षमता प्रदान की जाती है। मुख्य अनुप्रयोग: Smart Inventory (RFID से रियल-टाइम स्टॉक ट्रैकिंग, ऑटोमैटिक री-ऑर्डर), RFID (उत्पाद ट्रैकिंग, चोरी रोकना, तेज बिलिंग), Smart Shopping Cart (सेल्फ-स्कैनिंग, मोबाइल पेमेंट), Digital Price Tag (सेंट्रलाइज्ड कीमत अपडेट), Automated Billing (Amazon Go — Just Walk Out)। लाभ: सटीक इन्वेंट्री, चोरी में कमी, तेज बिलिंग, ग्राहक संतुष्टि, परिचालन लागत कम।



ARUN COMPUTER & IT

समानताएँ (Similarities): तीनों में Sensors (IoT) का उपयोग डेटा एकत्र करने के लिए होता है। तीनों Network Layer (Wi-Fi, 5G, LoRaWAN) और Cloud Platform का उपयोग करते हैं। तीनों Data Analytics और AI का उपयोग निर्णय लेने के लिए करते हैं। तीनों का उद्देश्य कार्यक्षमता बढ़ाना, लागत कम करना, और उपयोगकर्ता (किसान/रोगी/ग्राहक/व्यवसायी) को बेहतर सेवाएँ प्रदान करना है।

प्रश्न 14. IoT के लाभ, सीमाएँ एवं भविष्य की संभावनाओं पर चर्चा कीजिए।

उत्तर: Internet of Things (IoT) एक परिवर्तनकारी तकनीक है जिसने कई क्षेत्रों में महत्वपूर्ण सुधार लाए हैं। इसके लाभ, सीमाएँ और भविष्य की संभावनाएँ निम्नलिखित हैं —

IoT के लाभ: (1) स्वचालन (Automation): मानवीय हस्तक्षेप कम होता है; कार्य स्वतः और त्रुटि-रहित होते हैं। उदाहरण: Smart Irrigation में पानी की मोटर स्वतः चालू/बंद। (2) ऊर्जा और संसाधनों की बचत: स्मार्ट लाइट, स्मार्ट AC, स्मार्ट सिंचाई से पानी और बिजली की 40-60% बचत। (3) समय की बचत: दूर से नियंत्रण (Remote Control) और रियल-टाइम डेटा से निर्णय तीव्र होते हैं। (4) बेहतर निर्णय: रियल-टाइम डेटा और डेटा एनालिटिक्स के आधार पर अधिक सटीक और प्रभावी निर्णय लिए जा सकते हैं। (5) लागत में कमी: स्वचालन, ऊर्जा बचत, और प्रेडिक्टिव मेंटनेंस से परिचालन लागत कम होती है। (6) बेहतर निगरानी (Monitoring): रोगियों, मशीनों, फसलों, ट्रैफिक की 24x7 निरंतर निगरानी। (7) सुरक्षा में वृद्धि: स्मार्ट कैमरा, गैस लीक डिटेक्टर, फायर अलार्म, Fall Detection से दुर्घटनाओं और अपराधों में कमी। (8) जीवन की गुणवत्ता में सुधार: Smart Home, Smart Healthcare, Smart City से नागरिकों का जीवन अधिक सुविधाजनक और सुरक्षित होता है।

IoT की सीमाएँ और चुनौतियाँ: (1) साइबर सुरक्षा (Cybersecurity): इंटरनेट से जुड़े उपकरण हैकिंग, ransomware, मेलवेयर, और DDoS attacks के लिए असुरक्षित होते हैं। एक हैक किया गया IoT डिवाइस पूरे नेटवर्क को खतरे में डाल सकता है। (2) गोपनीयता (Privacy): IoT डिवाइस लगातार व्यक्तिगत डेटा (स्थान, स्वास्थ्य, आदतें) एकत्र करते हैं। इस डेटा के दुरुपयोग या लीक होने का खतरा बना रहता है। (3) उच्च प्रारंभिक लागत (High Initial Cost): सेंसर, RFID टैग, गेटवे, कैमरा, क्लाउड सेवाओं की स्थापना महंगी होती है। (4) इंटरनेट और बिजली पर निर्भरता: अधिकांश IoT उपकरण निरंतर इंटरनेट और बिजली पर निर्भर होते हैं। ग्रामीण क्षेत्रों में यह बड़ी समस्या है। (5) तकनीकी जटिलता (Technical Complexity): IoT प्रणालियों को डिजाइन, स्थापित, इंटीग्रेट और मेंटन करने के लिए विशेषज्ञों की आवश्यकता होती है। (6) Interoperability (अंतर-संचालनशीलता): विभिन्न कंपनियों के उपकरण आपस में संगत (Compatible) नहीं होते। (7) डेटा प्रबंधन: अरबों उपकरणों से टेराबाइट्स डेटा उत्पन्न होता है; इस डेटा को स्टोर, प्रोसेस और एनालाइज करना बहुत बड़ी चुनौती है।

IoT की भविष्य की संभावनाएँ: (1) 5G नेटवर्क: Ultra-low latency (1ms), high bandwidth, massive device connectivity — जो रियल-टाइम नियंत्रण (जैसे सेल्फ-ड्राइविंग कार, रिमोट सर्जरी) को संभव बनाएगा। (2) AI और Machine Learning का एकीकरण: IoT डेटा के साथ AI मिलकर बेहतर पूर्वानुमान, स्वचालित निर्णय और सेल्फ-हीलिंग सिस्टम (स्वयं ठीक होने वाली मशीनें) विकसित करेगा। (3) Edge Computing: डेटा को क्लाउड भेजने के बजाय डिवाइस पर ही प्रोसेस करना; इससे विलंबता कम होगी, बैंडविड्थ बचेगी, और इंटरनेट डाउन होने पर भी काम चलेगा। (4) स्मार्ट सिटी का विस्तार: पूर्णतः स्वचालित ट्रैफिक, स्मार्ट पार्किंग, स्मार्ट कचरा, स्मार्ट बिजली, स्मार्ट पानी व्यवस्था विकसित होगी। (5) Smart Healthcare Advancements: पूर्णतः दूरस्थ निगरानी, AI-आधारित निदान (Diagnosis), रोबोटिक सर्जरी, और व्यक्तिगत उपचार (Personalized Medicine) संभव होगा। (6) Digital Twin का व्यापक उपयोग: फैक्ट्रियों, शहरों और यहाँ तक कि मानव शरीर के Digital Twin बनाए जाएँगे जिससे सिमुलेशन और पूर्वानुमान बेहतर होगा। (7) सस्ते और अधिक शक्तिशाली सेंसर: MEMS तकनीक और नैनो-सेंसर से बहुत छोटे, कम ऊर्जा खपत वाले और



ARUN COMPUTER & IT

किफायती सेंसर आएँगे। (8) Autonomous Systems: सेल्फ-ड्राइविंग कार, ड्रोन डिलीवरी, पूर्णतः स्वचालित फैक्ट्रियाँ (Lights-out Factory) और रोबोटिक किसान सामान्य हो जाएँगे। (9) Sustainable Development: IoT से ऊर्जा, पानी, उर्वरक, ईंधन की बचत होगी, जिससे पर्यावरण संरक्षण और सतत विकास (Sustainable Development) संभव होगा।

निष्कर्ष: IoT अत्यधिक लाभकारी तकनीक है, लेकिन इसकी चुनौतियों (विशेषकर सुरक्षा और गोपनीयता) का समाधान करना आवश्यक है। 5G, AI, Edge Computing और नए सेंसर के विकास से IoT और अधिक शक्तिशाली, किफायती और सुरक्षित बन जाएगा।

प्रश्न 15. आधुनिक समाज के विकास में IoT की भूमिका पर एक विस्तृत टिप्पणी लिखिए।

उत्तर: आधुनिक समाज के विकास में Internet of Things (IoT) की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण और बहुआयामी है। IoT केवल एक तकनीक नहीं है, बल्कि यह समाज के लगभग हर क्षेत्र — घर, शहर, कृषि, स्वास्थ्य, व्यापार, परिवहन, ऊर्जा, पर्यावरण — को प्रभावित कर रही है और इन क्षेत्रों को अधिक स्मार्ट, कुशल और सुरक्षित बना रही है।

आर्थिक विकास में योगदान: (1) उत्पादकता में वृद्धि: Industry 4.0 (स्मार्ट फैक्ट्री) से विनिर्माण क्षेत्र में उत्पादकता बढ़ी है, लागत घटी है, और गुणवत्ता में सुधार हुआ है। (2) नई नौकरियाँ: IoT ने नए क्षेत्रों में रोजगार सृजित किए हैं — IoT Engineer, Data Scientist, AI/ML Specialist, Drone Operator, और Smart Agriculture Consultant। (3) कृषि में आय वृद्धि: Smart Agriculture से किसानों की उत्पादकता और आय में 20-30% की वृद्धि हुई है, साथ ही पानी और उर्वरक की बचत से लागत घटी है।

जीवन की गुणवत्ता में सुधार: (1) Smart Home: घरों को अधिक सुविधाजनक, ऊर्जा-कुशल और सुरक्षित बनाता है। वॉयस कंट्रोल, ऑटोमेशन, रिमोट कंट्रोल से दैनिक जीवन आसान हो गया है। (2) Smart Healthcare: Remote Patient Monitoring, Wearable Devices, और Emergency Alert Systems से रोगियों का जीवन सुरक्षित हुआ है। वृद्ध और गंभीर रोगियों की निरंतर निगरानी संभव हो गई है। (3) Smart Transportation: स्मार्ट ट्रैफिक, स्मार्ट पार्किंग, GPS ट्रैकिंग से यात्रा का समय कम हुआ है, ईंधन की बचत हुई है, और प्रदूषण कम हुआ है। (4) सुरक्षा: स्मार्ट कैमरा, गैस लीक डिटेक्टर, फायर अलार्म, Fall Detection से जीवन और संपत्ति सुरक्षित हुई है।

संसाधन संरक्षण और पर्यावरण: (1) ऊर्जा बचत: स्मार्ट मीटर, स्मार्ट लाइट, स्मार्ट AC, स्मार्ट ग्रिड से बिजली की खपत में 20-30% की कमी आई है। (2) जल संरक्षण: Smart Irrigation System से खेतों में 40-60% पानी की बचत होती है। स्मार्ट वॉटर मीटर से शहरों में लीक का पता चलता है और पानी की बर्बादी रुकती है। (3) पर्यावरण निगरानी: Air Quality Sensors, Water Quality Sensors, Noise Pollution Monitors से प्रदूषण का रियल-टाइम डेटा मिलता है, जिससे नियंत्रण के उपाय किए जा सकते हैं। (4) कचरा प्रबंधन: Smart Bin से कचरा संग्रहण अनुकूलित होता है, जिससे ईंधन की बचत और सफाई कर्मियों का समय बचता है।

शहरी विकास (Smart City): (1) स्मार्ट ट्रैफिक और परिवहन: ट्रैफिक जाम कम हुआ, सार्वजनिक परिवहन अधिक विश्वसनीय हुआ। (2) स्मार्ट प्रशासन: ऑनलाइन नगर निगम सेवाएँ, शिकायतों का त्वरित निवारण, पारदर्शिता। (3) स्मार्ट ऊर्जा और पानी: संसाधनों का कुशल प्रबंधन। (4) स्मार्ट सुरक्षा: CCTV नेटवर्क और आपातकालीन अलर्ट से शहर अधिक सुरक्षित।

सामाजिक चुनौतियाँ और समाधान: IoT से कुछ चुनौतियाँ भी उत्पन्न हुई हैं — (1) डिजिटल विभाजन (Digital Divide): ग्रामीण क्षेत्रों में इंटरनेट और तकनीकी संसाधनों की कमी। (2) गोपनीयता और सुरक्षा: व्यक्तिगत डेटा का



ARUN COMPUTER & IT

दुरुपयोग रोकने के लिए मजबूत कानूनों और सुरक्षा उपायों की आवश्यकता। (3) रोजगार पर प्रभाव: कुछ पारंपरिक नौकरियाँ समाप्त हो सकती हैं, लेकिन नए कौशल और नई नौकरियों के अवसर बन रहे हैं।

भविष्य की संभावनाएँ: 5G, AI, Edge Computing, और Quantum Computing के विकास के साथ IoT और अधिक व्यापक, शक्तिशाली और सुरक्षित होगा। पूर्णतः स्वचालित घर (Robotic Caretakers), सेल्फ-ड्राइविंग कार और ड्रोन डिलीवरी, पूर्णतः स्वचालित फैक्ट्रियाँ, रिमोट सर्जरी (दूरस्थ शल्य चिकित्सा), और पूरी तरह से एकीकृत स्मार्ट सिटीज़ — ये सब IoT के कारण संभव होंगे।

निष्कर्ष: आधुनिक समाज के विकास में IoT की भूमिका एक मार्गदर्शक, सक्षमकर्ता और परिवर्तनकारी बल (Transformative Force) के रूप में है। यह समाज को अधिक स्मार्ट, कुशल, सुरक्षित, टिकाऊ (Sustainable) और समावेशी (Inclusive) बनाने में सहायता कर रही है। IoT के समुचित, जिम्मेदार और नैतिक उपयोग से भविष्य का समाज एक स्मार्ट, कनेक्टेड और मानव-केंद्रित समाज होगा।

परीक्षा की दृष्टि से अत्यंत महत्वपूर्ण प्रश्न (Most Important Questions for Exam)

- प्रश्न 1. Internet of Things (IoT) क्या है? इसकी विशेषताओं एवं अनुप्रयोगों का वर्णन कीजिए।
- प्रश्न 2. IoT Architecture का चित्र सहित वर्णन कीजिए। (चारों Layers समझाइए)
- प्रश्न 3. Sensors एवं Actuators क्या हैं? उदाहरण सहित समझाइए।
- प्रश्न 4. Smart Home एवं Smart City की अवधारणा स्पष्ट कीजिए।
- प्रश्न 5. Industry 4.0 क्या है? इसकी प्रमुख विशेषताओं का वर्णन कीजिए।
- प्रश्न 6. कृषि क्षेत्र में IoT के अनुप्रयोगों की चर्चा कीजिए। (Smart Agriculture)
- प्रश्न 7. Healthcare में IoT की भूमिका का वर्णन कीजिए। (Smart Healthcare / IoMT)
- प्रश्न 8. Retail Sector में IoT के उपयोग समझाइए। (Smart Retail, RFID, Automated Billing)
- प्रश्न 9. Real-Time Data Collection क्या है? IoT में इसका महत्व स्पष्ट कीजिए।
- प्रश्न 10. IoT के लाभ, चुनौतियाँ एवं भविष्य की संभावनाओं का वर्णन कीजिए।