

IoT का परिचय और Overview

Internet of Things (IoT) वह व्यवस्था है जिसमें physical objects—जैसे sensor, appliance, vehicle और machine—Internet के माध्यम से data collect, share और act करते हैं।

मुख्य विचार

वस्तुएँ केवल connected नहीं होतीं; वे अपने वातावरण को sense करती हैं, data भेजती हैं और आवश्यकता पर स्वतः प्रतिक्रिया देती हैं।
उदाहरण: Smart thermostat कमरे का तापमान पढ़कर heating नियंत्रित करता है।

साधारण Internet बनाम IoT

साधारण Internet में लोग मुख्यतः information साझा करते हैं। IoT में devices भी एक-दूसरे और cloud/platform से data साझा करके वास्तविक दुनिया की सेवाएँ चलाते हैं।

उदाहरण

Smart home • wearable health band • connected car • smart agriculture • industrial monitoring

लाभ और सावधानी

Automation, दूरस्थ निगरानी और बेहतर निर्णय IoT के लाभ हैं। साथ में privacy, security, reliable connectivity और power-management का ध्यान आवश्यक है।

डेटा चक्र

Sense → Connect → Process → Act

IoT Devices, विशेषताएँ और Applications

IoT device कोई भी physical वस्तु है जिसमें sensing/actuation, processing और communication की क्षमता हो। सभी devices में ये सभी भाग समान रूप से होना आवश्यक नहीं।

Device की प्रमुख विशेषताएँ

पहचान (unique identity), sensors/actuators, सीमित memory व processing, network connectivity, कम power खपत, स्वतः/दूरस्थ संचालन तथा सुरक्षा की आवश्यकता। कई devices resource-constrained होते हैं।

Sensor और Actuator

Sensor वातावरण से input मापता है—जैसे temperature, light, motion। Actuator output देता है—जैसे motor घुमाना, valve खोलना या alarm बजाना।

Applications

घर: smart lights, locks; स्वास्थ्य: wearable, remote monitoring; कृषि: soil-moisture आधारित irrigation; शहर: smart parking, street lights; उद्योग: predictive maintenance; परिवहन: fleet tracking।

उदाहरण प्रवाह

Soil sensor → gateway/network → irrigation rule → water pump actuator

ध्यान रखें

IoT application में device के साथ user, connectivity, data processing और उपयोगी सेवा भी शामिल होती हैं।

Building Blocks of IoT

IoT ecosystem अनेक परतों/घटकों से मिलकर बनता है। हर application में architecture अलग हो सकता है, लेकिन सामान्य building blocks समान रहते हैं।

मुख्य Blocks

1. Things/Devices: sensors, actuators, embedded controller। 2. Connectivity: wired/wireless network और protocols। 3. Gateway/Edge: protocol conversion, local filtering व तेज प्रतिक्रिया।

आगे के Blocks

4. Data Processing & Storage: edge/cloud में rules, analytics और database। 5. Application/UI: dashboard, mobile app, alerts और reports। 6. Security & Management: identity, access control, updates, monitoring।

डेटा का रास्ता

वस्तु data बनाती है → network उसे पहुँचाता है → edge/cloud उसे process करता है → application परिणाम दिखाती है → command device तक लौटती है।

सरल Architecture

Thing / Sensor → Gateway / Edge → Cloud / IoT Platform → App / User

उदाहरण

Smart building में temperature sensors cloud को readings भेजते हैं; dashboard trends दिखाता है और controller HVAC को adjust करता है।

IoT Ecosystem की Technologies

IoT किसी एक technology का नाम नहीं; यह sensing, embedded computing, networking, cloud, analytics और security का मेल है।

Device व Communication

Sensors/actuators और microcontrollers (जैसे MCU/SBC) physical world से जुड़ते हैं। Connectivity में Wi-Fi, Bluetooth Low Energy (BLE), Zigbee, Thread, cellular (4G/5G), LPWAN (LoRaWAN, NB-IoT), Ethernet और satellite शामिल हो सकते हैं।

Protocols व Platform

Application protocols: MQTT (lightweight publish/subscribe), CoAP (constrained devices), HTTP/REST। Gateway अलग protocols के बीच bridge कर सकता है। IoT platform device registry, message handling और application services देता है।

Data व Security

Edge/Fog local processing और कम latency देते हैं; Cloud scalable storage/compute देता है। Analytics/AI patterns खोजते हैं। Security में authentication, encryption, secure updates, least privilege और monitoring शामिल हैं।

चयन कैसे करें?

Range • data rate • latency • power • cost • coverage • security

याद रखें

एक ही network हर काम के लिए सर्वोत्तम नहीं; battery sensor और high-bandwidth camera की जरूरतें अलग होती हैं।

IoT Levels / Deployment Patterns

IoT Levels अलग-अलग deployments की complexity और processing/data-flow का वर्णन करते हैं। पाठ्यक्रमों में level की संख्या/नाम भिन्न मिल सकते हैं; नीचे एक प्रचलित 1-6 वर्गीकरण का सार है।

Level 1-3

L1: एक device, local sensing/actuation और local processing।
L2: एक device तथा cloud storage/analytics, सामान्यतः एकल node। L3: एक device cloud से जुड़ा है; अधिक data analysis/visualization cloud में।

Level 4-6

L4: कई devices, cloud coordination और application-level analytics। L5: अनेक end nodes gateway/coordinator के जरिए cloud से जुड़े हैं। L6: बड़े, बहु-स्तरीय system—कई independent subsystems, cloud analytics और coordinated control।

चुनाव के कारक

Devices की संख्या, data मात्रा, latency, local बनाम cloud processing, reliability और लागत। Safety-critical काम में local/edge control उपयोगी हो सकता है।

मानसिक चित्र

Single node → Cloud-assisted node → Multi-device + Gateway → Large coordinated system

परीक्षा संकेत

Level labels आपकी prescribed NIELIT material से मिलाएँ; मूल अंतर architecture और processing के वितरण में हैं।

IoT Design Methodology

IoT Design Methodology समस्या से शुरू होकर deploy और maintain किए जाने वाले system तक पहुँचने की चरणबद्ध प्रक्रिया है। पहले आवश्यकता स्पष्ट करें, फिर उपयुक्त architecture चुनें।

मुख्य चरण 1-4

1. Purpose & Requirements: समस्या, users, constraints और success criteria लिखें। 2. Process Specification: उपयोग-प्रक्रिया व घटनाओं का क्रम तय करें। 3. Domain Model: entities, roles और उनके संबंध पहचानें। 4. Information Model: कौन-सा data, उसका format, unit और meaning परिभाषित करें।

मुख्य चरण 5-8

5. Service Specification: sensing, alert, control जैसी services तय करें। 6. IoT Level/Architecture चुनें। 7. Functional View: system functions और interactions दर्शाएँ। 8. Operational View: device, network, deployment और runtime तय करें।

अंतिम चरण

9. Device व Component Integration: hardware/software जोड़ें। 10. Application Development, testing, security review, deployment और ongoing maintenance करें।

Design loop

Requirements → Model → Architecture → Build → Test → Deploy → Improve

महत्व

Power, connectivity loss, privacy, scalability और failure recovery को शुरू से design में शामिल करें।

Physical Design of IoT

Physical Design बताता है कि वास्तविक IoT system में कौन-सी चीजें (Things), hardware और communication technologies उपयोग होंगी।

Physical Entities

Things भौतिक वस्तुएँ हैं—जैसे meter, vehicle, wearable या machine। Sensor मापन करता है; actuator system को भौतिक क्रिया करने देता है।

Device Hardware

सामान्य device में sensor/actuator, microcontroller/processor, memory, power source, communication interface और firmware हो सकते हैं। Gateway कई devices को जोड़ सकता है।

Communication व पहचान

Device को पहचानने/पते देने और data भेजने के लिए उपयुक्त network व protocol चुनें। उदाहरण: BLE/Wi-Fi/LoRaWAN; MQTT/CoAP/HTTP। चयन range, power और data-rate पर निर्भर है।

Physical flow

भौतिक वस्तु → Sensor/MCU → Network/Gateway → Platform

उदाहरण

Smart meter बिजली खपत मापता है, सुरक्षित network से readings भेजता है और utility dashboard पर consumption दिखाता है।

S.P Group of Institute

Internet of Things and its Applications Notes

Unit Name: Introduction

Logical Design of IoT

Logical Design hardware से स्वतंत्र होकर बताता है कि IoT system के functional components किस तरह काम और संवाद करते हैं।

Functional Groups

Device: sensing/actuation | Communication: messages का आदान-प्रदान | Services: data collection, event processing और control | Management: configuration, health, updates |

Applications व Security

Application user-facing features देती है। Security functions identity, authentication, authorization, confidentiality और integrity की रक्षा करते हैं। ये concerns हर layer में लागू होते हैं।

मुख्य Communication Models

Request-Response: client request करता है, server उत्तर देता है। Publish-Subscribe: publisher topic पर message भेजता है; broker उसे subscribers तक पहुँचाता है। Push-Pull: producer queue में data देता है, worker लेता है। Exclusive Pair: दो endpoints के बीच लगातार, द्विदिश session।

उदाहरण

Sensor → MQTT broker (topic) → Dashboard subscriber; user command → device

याद रखें

Logical design = functions/data-flow; Physical design = वास्तविक device/network चयन।

IoT Functional Blocks

Functional Blocks system की जिम्मेदारियों को अलग-अलग हिस्सों में बाँटते हैं। इससे design, testing और troubleshooting सरल होती है।

मुख्य Blocks

1. Devices: sense/actuate और local logic। 2. Communication: devices, gateways और services के बीच data transport। 3. Services: data acquisition, storage, event handling, discovery और control।

अन्य Blocks

4. Management: provisioning, configuration, diagnostics और firmware updates। 5. Security: identity, authentication, authorization, encryption और audit। 6. Application: उपयोगकर्ता को monitoring, analytics, alerts व controls देना।

कैसे सहयोग करते हैं?

Device measurement बनाता है → Communication उसे Services तक पहुँचाता है → Application परिणाम प्रस्तुत करती है। Management व Security पूरे lifecycle में सभी blocks को सहायता देते हैं।

उदाहरण: Leak Alert

Water sensor leak detect करता है; service event बनाती है; app user को alert देती है; authorized command valve actuator बंद करता है।

एक पंक्ति में

Device + Communication + Services + Management + Security + Application

Development Tools और Quick Revision

IoT development में planning, circuit prototyping, firmware, connectivity, cloud, testing और monitoring के tools लगते हैं। सही tool project की जरूरत के अनुसार चुनें।

Hardware / Firmware

Arduino IDE: शुरुआती microcontroller prototyping। PlatformIO: कई boards के लिए development workflow। ESP-IDF: ESP32 ecosystem। Raspberry Pi: Linux-based edge/SBC projects। आवश्यकतानुसार sensor datasheet और circuit tools भी उपयोग करें।

Testing / Connectivity

Serial monitor, multimeter और logic analyzer debugging में मदद करते हैं। MQTT Explorer/Mosquitto client MQTT topics जाँचते हैं; Wireshark network packets inspect कर सकता है।

Cloud / Applications

Node-RED visual flows/prototyping; ThingsBoard IoT dashboards/device management; cloud IoT services device messaging, storage और rules देते हैं। सेवा चुनने से पहले availability, security और pricing जाँचें।

एक संपूर्ण workflow

Problem → Sensor/Actuator → Firmware → Connectivity → Platform/Database → Dashboard → Test & Secure

त्वरित पुनरावृत्ति

IoT = Things + Connectivity + Data/Services + Application; Sensor input लेता है, Actuator action करता है; Edge पास में process करता है; Cloud दूरस्थ scale देता है।