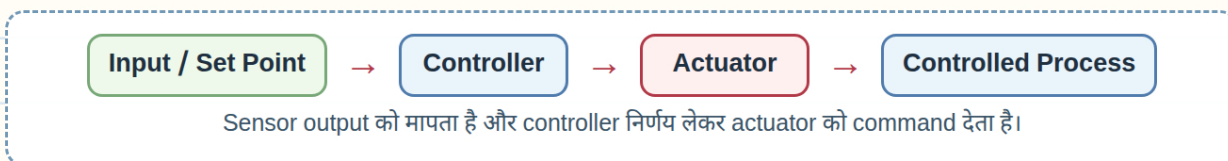




01. Working of Controlled Systems

Controlled System वह system है जिसमें किसी process या machine के व्यवहार को मापकर desired result प्राप्त करने के लिए control किया जाता है। IoT में sensors, controller और actuators मिलकर system को smart बनाते हैं।

मुख्य भाग



भाग	कार्य
Input / Set Point	वांछित value, जैसे 24°C temperature
Sensor	वर्तमान स्थिति को measure करता है
Controller	Input और measured value की तुलना करके decision लेता है
Actuator	Fan, motor, valve या relay जैसे action करने वाले devices
Output	System का actual result

Open-loop और Closed-loop

Open-loop

Feedback नहीं होता। Controller output को check नहीं करता। उदाहरण: timer से चलने वाला fan.

Closed-loop

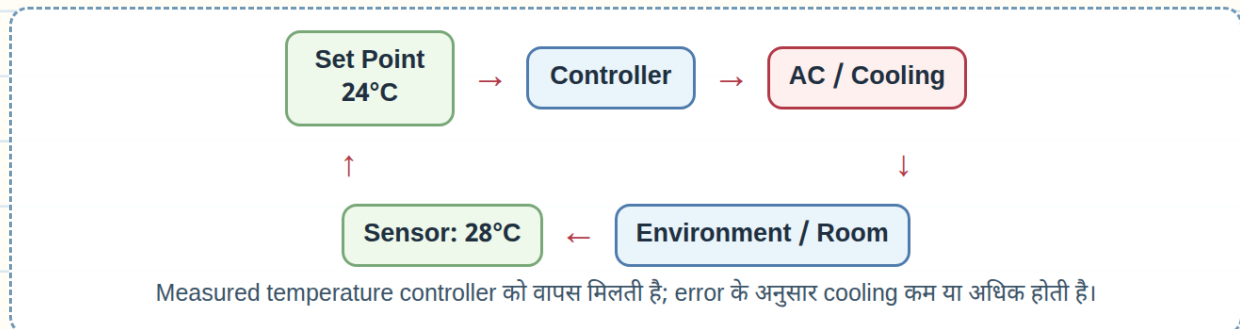
Feedback मौजूद होता है। Sensor output को वापस controller तक भेजता है और system correction करता है।

IoT का smart control सामान्यतः Closed-loop होता है, क्योंकि sensor data के आधार पर system अपने action को लगातार बदल सकता है।

02. Real-time Systems और Feedback Loop

Real-time system वह system है जो input के बाद निश्चित समय के अंदर response देता है। इसमें केवल सही result ही नहीं, बल्कि समय पर result देना भी जरूरी है।

Feedback loop कैसे काम करता है?



Refrigerator में उदाहरण

Thermostat temperature sensor से refrigerator का temperature मापता है। यदि temperature set point से अधिक हो जाए, तो compressor ON होता है। पर्याप्त cooling के बाद compressor OFF या low mode में चला जाता है।

AC में उदाहरण

AC का thermostat room temperature को लगातार check करता है। Set temperature से difference होने पर compressor और fan चलाए जाते हैं। Desired temperature के पास पहुँचने पर compressor की working कम या बंद हो जाती है।

Term	अर्थ
Set Point	वांछित temperature या value
Measured Value	Sensor से मिली actual value
Error	Set Point – Measured Value
Feedback	Output की information का controller तक वापस आना

Feedback loop energy बचाता है, temperature को stable रखता है और human intervention की जरूरत कम करता है।

03. Connectivity Models: TCP/IP और OSI

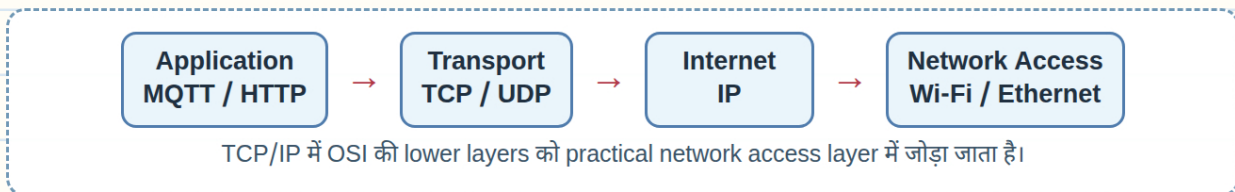
IoT devices को आपस में communicate करने के लिए connectivity models और protocols की आवश्यकता होती है। OSI एक conceptual reference model है, जबकि TCP/IP Internet में widely used practical model है।

OSI Model — 7 Layers

Layer	मुख्य कार्य और उदाहरण
7. Application	User services; HTTP, MQTT, FTP
6. Presentation	Data format, encryption और compression
5. Session	Session establish, maintain और terminate करना
4. Transport	End-to-end delivery; TCP, UDP
3. Network	Routing और logical addressing; IP
2. Data Link	Frames, MAC address और error detection
1. Physical	Cables, radio signals और electrical bits

TCP/IP Model — 4 Layers

Layer	मुख्य कार्य
Application	HTTP, DNS, MQTT जैसे application protocols
Transport	TCP या UDP द्वारा delivery
Internet	IP addressing और routing
Network Access	Ethernet, Wi-Fi और physical transmission



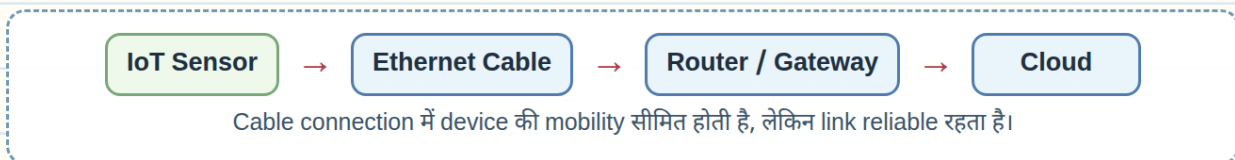
याद रखें: OSI = 7-layer reference model; TCP/IP = Internet communication का practical protocol suite. IoT में MQTT और HTTP application layer पर उपयोग हो सकते हैं।

04. Wired Connectivity Methodology

Wired connectivity में devices physical cable के द्वारा जुड़े होते हैं। यह method stable connection, कम interference और अधिक predictable data transfer दे सकता है।

Wired media के प्रकार

Method	विशेषता और IoT उपयोग
Ethernet	LAN में high-speed और reliable connection; cameras, gateways और industrial devices
Twisted Pair	दो copper wires की twisted pair; Ethernet cables में सामान्य
Coaxial Cable	Shielded cable; CCTV और कुछ broadband systems
Optical Fiber	Light signals के द्वारा बहुत high speed और long distance communication



फायदे और सीमाएँ

फायदे

- Stable और reliable link
- Security control आसान
- कम radio interference
- Power over Ethernet (PoE) संभव

सीमाएँ

- Installation में cable की जरूरत
- Mobility कम
- Maintenance और rewiring कठिन
- दूर के devices में cost बढ़ सकती है

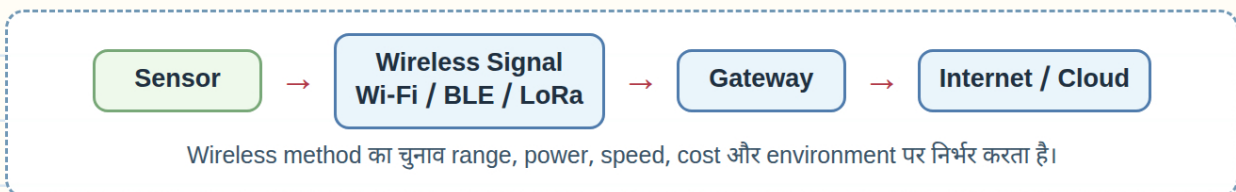
Factory automation और fixed smart devices में wired connectivity उपयोगी है, जहाँ reliability और low latency अधिक महत्वपूर्ण होते हैं।

05. Wireless Connectivity Methodology

Wireless connectivity में data radio waves या short-range wireless signals से transmit होता है। इससे devices को cable के बिना install और move करना आसान होता है।

Wireless methods

Method	मुख्य उपयोग और विशेषता
Wi-Fi	High data rate; home appliances, cameras और gateways
Bluetooth / BLE	Short range और low power; wearable और personal sensors
Zigbee	Low power mesh network; smart home और automation
Cellular 4G/5G	Wide-area coverage; vehicles और remote IoT devices
LoRaWAN	Long range, low power और small data packets; agriculture और smart city
NFC / RFID	बहुत short range identification और contactless reading



Wireless चुनते समय ध्यान दें

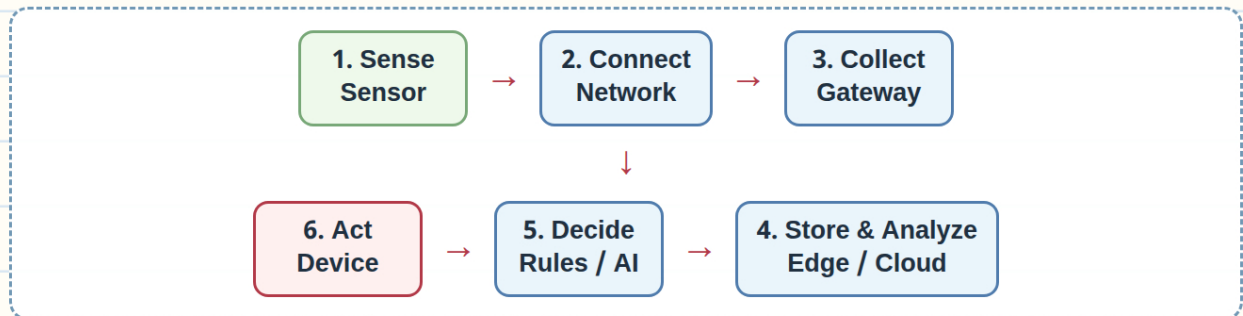
Range कितनी चाहिए? Battery कितने समय चलनी चाहिए? Data कितना है? क्या network में कई devices होंगे? Security और interference का स्तर क्या है? इन प्रश्नों के आधार पर सही technology चुनी जाती है।

कम data और long battery life के लिए LoRaWAN या BLE उपयोगी हो सकते हैं; high-speed local data के लिए Wi-Fi और wide-area mobility के लिए Cellular अच्छा विकल्प है।

06. IoT Application का Process Flow

IoT application physical world से data लेकर उसे network के माध्यम से process करती है और आवश्यकता के अनुसार action या information user तक पहुँचाती है।

End-to-end flow



Step	विवरण
1. Sense	Sensor temperature, light, motion, pressure या अन्य data मापता है।
2. Connect	Data Wi-Fi, Ethernet, BLE, LoRaWAN या Cellular से भेजा जाता है।
3. Collect	Gateway या edge device data को collect, filter और forward करता है।
4. Store & Analyze	Cloud या edge platform data store करके analysis करता है।
5. Decide	Rules, dashboard या AI के आधार पर decision बनाता है।
6. Act / Notify	Actuator action करता है या user को alert / notification मिलता है।

उदाहरण: Smart Agriculture

Soil-moisture sensor मिट्टी का data लेता है → LoRaWAN gateway data cloud तक भेजता है → platform moisture कम पहचानता है → irrigation rule activate होता है → water pump ON होता है → dashboard पर किसान को status दिखता है।

IoT का पूरा cycle है: Sense → Connect → Process → Decide → Act. Security, privacy और reliable connectivity हर stage पर आवश्यक हैं।



07. Quick Revision और Practice

एक नज़र में Unit

Topic	याद रखने योग्य बात
Controlled System	Input और output को control करके desired result प्राप्त करता है
Feedback Loop	Output की information controller को वापस मिलती है
Real-time System	निश्चित समय के अंदर response देता है
OSI Model	7-layer conceptual reference model
TCP/IP Model	Internet का practical 4-layer model
Wired Method	Cable आधारित, stable और reliable
Wireless Method	Radio signal आधारित, flexible और mobile
IoT Flow	Sense → Connect → Process → Decide → Act

महत्वपूर्ण अंतर

Wired

Cable, stable link, कम interference, installation कठिन.

Wireless

Radio signal, mobility, installation आसान, interference संभव.

Practice Questions

1. Controlled System और Open-loop system में क्या अंतर है?
2. Refrigerator या AC में feedback loop कैसे काम करता है?
3. OSI की सात layers के नाम लिखिए।
4. TCP/IP model की layers कौन-सी हैं?
5. Wired और Wireless connectivity के दो-दो फायदे लिखिए।
6. IoT application का process flow उदाहरण सहित समझाइए।

Exam Tip: Diagram बनाते समय Sensor → Controller / Gateway → Cloud → Actuator का flow और arrows स्पष्ट दिखाएँ।