IoT নেটওয়ার্ক অ্যাক্সেস টেকনোলজি (IoT Network Access Technologies)

শিক্ষামূলক স্লাইডের সহজ ও সংক্ষিপ্ত বাংলা সারাংশ (Summary)

এই ডকুমেন্টটি IoT ডিভাইসগুলো কীভাবে একে অপরের সাথে বা ইন্টারনেটের সাথে যোগাযোগ করে, তার বিভিন্ন প্রযুক্তি ও দিক নিয়ে আলোচনা করেছে। নিচে মূল পয়েন্টগুলো সহজ ভাষায় তুলে ধরা হলো।

১. যোগাযোগের মানদণ্ড (Communication Criteria)

IoT প্রযুক্তি নির্বাচনের সময় কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় মাথায় রাখতে হয়:

- **রেঞ্জ (Range):** একটি ডিভাইস থেকে আরেকটি ডিভাইস কত দূরত্ব পর্যন্ত সংযোগ স্থাপন করতে পারে।
- **ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড (Frequency Bands):** কোন রেডিও ফ্রিকোয়েন্সিতে ডিভাইসগুলো কাজ করবে।
- **পাওয়ার কনজাম্পশন (Power Consumption):** ডিভাইসটি কতটা বিদ্যুৎ খরচ করে (ব্যাটারি বা সরাসরি লাইনের মাধ্যমে)।
- **টপোলজি (Topology):** ডিভাইসগুলো কীভাবে সংযুক্ত থাকে (যেমন, স্টার, মেশ বা পিয়ার-টু-পিয়ার)।
- **সীমাবদ্ধ ডিভাইস (Constrained Devices):** ডিভাইসের মেমোরি, প্রসেসিং ক্ষমতা কেমন।

২. যোগাযোগের দূরত্ব ও প্রযুক্তি (Range and Technologies)

যোগাযোগের দূরত্বের উপর ভিত্তি করে প্রযুক্তিগুলোকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়:

রেঞ্জের ধরণ	দূরত্ব	উদাহরণ প্রযুক্তি
শর্ট রেঞ্জ	কয়েক মিটার (যেমন, ১০-২০ মিটার)	ব্লুটুথ (Bluetooth), ভিজিবল লাইট কমিউনিকেশন (VLC)
মিডিয়াম রেঞ্জ	কয়েক মিটার থেকে শত মিটার	ওয়াই-ফাই (WiFi), জিগবি (ZigBee), ইথারনেট (Ethernet)
লং রেঞ্জ	১.৬ কিলোমিটারের বেশি (মাইল)	মোবাইল নেটওয়ার্ক (২G, ৩G, ৪G), LoRa, স্যাটেলাইট যোগাযোগ

৩. ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড (Frequency Bands)

ওয়্যারলেস ডিভাইসগুলো রেডিও স্পেকট্রাম ব্যবহার করে। এই স্পেকট্রাম দুই ধরনের:

- **লাইসেন্সপ্রাপ্ত (Licensed):** নির্দিষ্ট কোম্পানি বা সংস্থা এই ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহারের অনুমতি দেয়। সাধারণত লং-রেঞ্জ প্রযুক্তিতে ব্যবহার হয় (যেমন: মোবাইল নেটওয়ার্ক)। উদাহরণ: সেলুলার (৯০০-২১০০ MHz), NB-IoT (৭০০-৯০০ MHz)।
- **অনলাইসেন্সপ্রাপ্ত (Unlicensed):** যে কেউ বিনা অনুমতিতে ব্যবহার করতে পারে, কিন্তু সিগন্যালে হস্তক্ষেপ (Interference) হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। বেশিরভাগ IoT ডিভাইস (WiFi, BLE, ZigBee) এই ব্যান্ডে কাজ করে। উদাহরণ: ২.৪ GHz, ৫ GHz (WiFi, BLE), ৯১৫ MHz (LoRa)।

ফ্রিকোয়েন্সির সুবিধা-অসুবিধা:

ফ্রিকোয়েন্সি	সুবিধা	অসুবিধা
৯০০ MHz	বেশি দূরত্ব অতিক্রম করতে পারে, দেয়াল ভেদ করতে সক্ষম।	ডেটা স্পিড কম, অ্যান্টেনা বড় হয়।
২.৪ GHz	ডেটা স্পিড বেশি, ডিভাইস ছোট ও সস্তা।	এই ব্যান্ডটি খুবই ভিড় (WiFi, মাইক্রোওয়েভ), সহজে সিগন্যাল দুর্বল হয়।
৫ GHz	খুব দ্রুত ডেটা ট্রান্সফার, কম হস্তক্ষেপ।	রেঞ্জ কম, বেশি পাওয়ার খরচ হয়।

৪. পাওয়ার কনজাম্পশন (Power Consumption)

IoT ডিভাইস সাধারণত ব্যাটারি চালিত হয়, তাই কম বিদ্যুৎ খরচ করা খুব জরুরি। নিচে কয়েকটি প্রযুক্তির বিদ্যুৎ খরচের তুলনা দেওয়া হলো:

প্রযুক্তি	স্লিপ মোডে (শক্তি সাশ্রয়)	ট্রান্সমিট করার সময়
Bluetooth	৯ µA	৩৯ mA
ZigBee	১২ µA	৫২ mA
WiFi	৩০ µA	২৫১ mA (সবচেয়ে বেশি খরচ)
LoRaWAN	০.১ µA (সর্বনিম্ন)	৪৪ mA
NB-IoT	৩ µA	২২০ mA

> **মূল কথা***: WiFi* দ্রুতগতির হলেও এটি প্রচুর বিদ্যুৎ খরচ করে। অন্যদিকে, *LoRaWAN* এবং *ZigBee* কম বিদ্যুৎ খরচের জন্য বেশি উপযোগী।

৫. নেটওয়ার্ক টপোলজি (Network Topology)

ডিভাইসগুলো কীভাবে সংযুক্ত থাকে, তার প্রধান তিনটি পদ্ধতি:

1. **স্টার (Star):** একটি কেন্দ্রীয় ডিভাইস (কোঅর্ডিনেটর) সবগুলো ডিভাইসের সাথে সংযুক্ত থাকে। (যেমন: WiFi রাউটার)
2. **মেশ (Mesh):** প্রতিটি ডিভাইস অন্যান্য ডিভাইসের সাথে সংযুক্ত থাকতে পারে এবং ডেটা এক ডিভাইস থেকে অন্য ডিভাইসের মাধ্যমে ছড়িয়ে পড়ে। (যেমন: ZigBee)
3. **পিয়ার-টু-পিয়ার (Peer-to-Peer):** দুটি ডিভাইস সরাসরি পরস্পরের সাথে সংযুক্ত থাকে। (যেমন: ব্লুটুথ)

৬. সীমাবদ্ধ ডিভাইস (Constrained Devices)

অনেক IoT ডিভাইসের মেমোরি এবং প্রসেসিং ক্ষমতা খুবই কম। RFC 7228 অনুযায়ী এদের তিন শ্রেণীতে ভাগ করা যায়:

- **Class 0:** খুব দুর্বল (RAM < ১০ KB) - শুধু অন/অফ সুইচের মতো কাজ করে।
- **Class 1:** মাঝারি (RAM > ১০ KB) - সেন্সর হিসেবে কাজ করে, কিন্তু পূর্ণাঙ্গ IP সাপোর্ট নেই।
- **Class 2:** তুলনামূলক ভালো (RAM > ৫০ KB) - স্মার্ট মিটারের মতো জটিল কাজ করতে পারে।

৭. সীমাবদ্ধ নেটওয়ার্ক (Constrained Networks)

এই নেটওয়ার্কগুলোতে ডেটার আকার (Payload) খুব ছোট হয়। যেমন:

- IEEE 802.15.4 (ZigBee) নেটওয়ার্কে সর্বোচ্চ ডেটা সাইজ **১২৭ বাইট**।
- কিন্তু IPv6 ইন্টারনেটের জন্য ডেটার সাইজ হতে হয় **১২৮০ বাইট**।
- তাই, বড় ডেনাকে ছোট ছোট টুকরো (Fragmentation) করে পাঠাতে হয়, যা নেটওয়ার্ককে ধীর করে দিতে পারে।

প্রযুক্তিগুলোর সংক্ষিপ্ত তুলনা (Comparison Table)

প্রযুক্তি	সর্বোচ্চ গতি	রেঞ্জ	পাওয়ার খরচ	ব্যবহার
WiFi	৭২ Mbps	১০০ মিটার	বেশি	হোম অটোমেশন, ক্যামেরা
Bluetooth (BLE)	২ Mbps	৭৫০ মিটার	কম	স্মার্টওয়াচ, ইয়ারফোন
ZigBee	২৫০ Kbps	১৩০ মিটার	খুবই কম	শিল্পক্ষেত্রে সেন্সর নেটওয়ার্ক
LoRa	৫০ Kbps	১০ কিলোমিটার	সবচেয়ে কম	স্মার্ট সিটি, দূরবর্তী সেন্সর
SigFox	১০০ bps	২৫ কিলোমিটার	খুবই কম	খুব কম ডেটার কাজ (যেমন: লক/আনলক)

শেষ কথা (সংক্ষিপ্ত উপসংহার)

- **ছোট জায়গায় ও দ্রুত গতির জন্য:** WiFi বা BLE ভালো।
- **ব্যাটারি দিয়ে অনেকদিন চালাতে হলে:** LoRa, ZigBee বা SigFox বেশি উপযোগী।
- **বড় শহর বা গ্রামের জন্য (দূরবর্তী):** LoRaWAN বা NB-IoT ব্যবহার করা হয়।

এই প্রযুক্তিগুলোর মধ্যে সঠিকটি বেছে নিতে হলে **দূরত্ব, ডেটার পরিমাণ এবং বিদ্যুৎ সাশ্রয়** - এই তিনটি বিষয় সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ।