

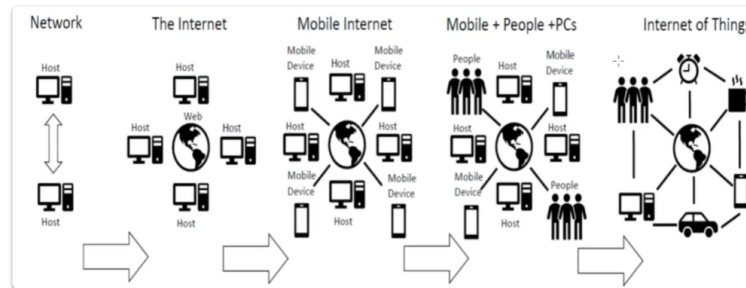
IoT (Internet of Things) --> IoE

COS'E'

Dispositivi/Oggetti (disposti ovunque e con varie caratteristiche) vengono messi in rete

- Gli oggetti possono interagire tra loro oppure con centri di computazione che possono essere
 - In prossimità degli oggetti → Edge/Fog computing
 - Remote → Cloud computing
- Prevede una tecnica di comunicazione **avanzata**: è trasversale a più tecnologie di comunicazione (un po' come l'IP con il livello trasporto) - *si adatta a più tecniche di accesso*
Ad esempio: Bluetooth, WiFi, FiD etc...
- Servizi sicuri (specie perché sono talvolta utilizzati in ambienti "delicati")
- Affidabili (integrità dati / qualità dei servizi)
- Ha fatto nascere col tempo le cosiddette **reti intelligenti**: reti dotate di capacità di AI che li consente di saper configurarsi autonomamente e di prevedere eventuali eventi (paradigma: **zero touch network** - non servono interventi esterni umani per la configurazione) (Automatizzazione attività di management della rete)

Evoluzione della rete



PROBLEMATICHE

Nonostante quanto detto, esistono alcune problematiche:

- Ancora non si ha un servizio *real-time* con tempi di risposta estremamente piccoli ($\rightarrow 0$)
- Ancora siamo un po' indietro sulla capacità di autoconfigurarsi o riconfigurarsi sulla base di errori o guasti (intelligenza per resilienza ai guasti)

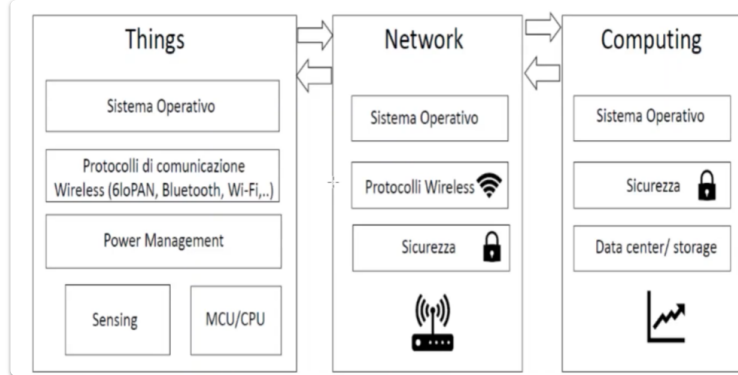
OGGETTO INTELLIGENTE

Un oggetto fisico si definisce *intelligente* se acquisisce dall'esterno delle informazioni su grandezze fisiche ed è in grado di interpretarle, connettendosi in rete (in modo Edge/Fog oppure Cloud) con altri dispositivi - per trasmettere le informazioni



SISTEMA INTELLIGENTE

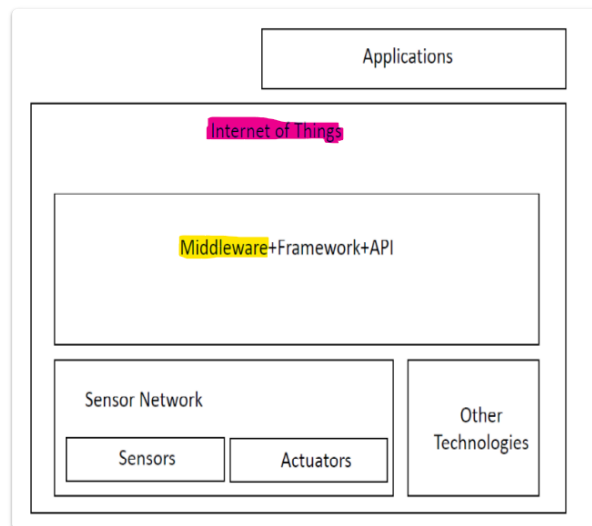
- Composto da tre elementi base: *things, network, computing*
 - Things (Cose): suddivisibili in livelli - vedi figura
 - Si connettono alla rete (non vanno direttamente sul Cloud ad esempio)
 - Network (Rete): cose che abbiamo visto - con attenzione alla *sicurezza*
 - Computing (Sistemi di elaborazione): possono essere locali o remoti come detto



L'informazione elaborata dall'oggetto intelligente viene trasferita a sistemi più potenti (in prossimità o remoti) che procedono alla condivisione - a volte soprattutto oggi giorno gli oggetti hanno già al loro interno tutto il necessario (SW e HW) per la gestione/condivisione dell'informazione

IoT MIDDLEWARE

- Architettura a livelli



Il **Middleware** è un software che offre soluzioni a problemi comuni e ricorrenti (esempio: aiuta per la capacità di operare su tecnologie diverse)

Funzionalità che offre

- **Architettura a livelli;**
- **Scalabilità;**
- **Accessibilità tramite API;**
- **Debugging;**
- **Adattività al contesto;**
- **Supporto alla mobilità;**
- **Condivisione dell'informazione;**
- **Ottimizzazione delle risorse**
- **Monitoraggio degli eventi.**

ARCHITETTURA IoT

Architettura a Livelli come detto (riassumibile in tre/quattro livelli)

- Ogni livello ha le sue funzioni ciascuna con un proprio scopo/utilizzo
- Ancora non è stato standardizzato ma è a buon punto con la consolidamento

Livelli "pila" IoT:

- **Perception layer;**
- **Network layer;**
- **Service layer;**
- **Application layer.**

LIVELLO PERCEZIONE

- Si occupa di far interagire l'oggetto con il mondo fisico in cui è inserito
 - Si effettuano in questo modo diverse operazioni, tra cui: controllo dell'ambiente, misurazione delle informazioni
 - Si procede quindi a trasferire tali informazioni ai processi che ne hanno necessità (anche a processi AI)
 - Utile anche per costruire una realtà virtuale composta da oggetti reali (digital twin)



LIVELLO RETE

- Livello che permette effettivamente di trasferire le informazioni all'esterno
- Utilizza protocolli noti: WiFi, Bluetooth etc...

LIVELLO SERVIZIO

- Simile al livello presentazione - esegue una astrazione dei dati in modo tale che le applicazioni possono godere delle informazioni raccolte
- Caratteristiche:
 - *Gestisce l'interfaccia*: standardizza le varie modalità di scambio delle informazioni dei vari layer (indipendente dal tipo di informazione)
 - *Gestisce il servizio*: rendere disponibile all'uso tutti i dispositivi e le risorse per attuare un servizio - detta anche orchestrazione (gestire le risorse per attuare servizi)
 - *Middleware*: software che interagisce tra il mondo fisico e quello digitale (cfr. descrizione già fatta in precedenza)

LIVELLO APPLICAZIONE

Tutte le informazioni vengono finalmente utilizzate "ad alto livello"

- Esempio: realtà virtuale