

Dai sensori ai satelliti ovvero.... dal piccolo al grande per la logistica

Dr. Erina Ferro

Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

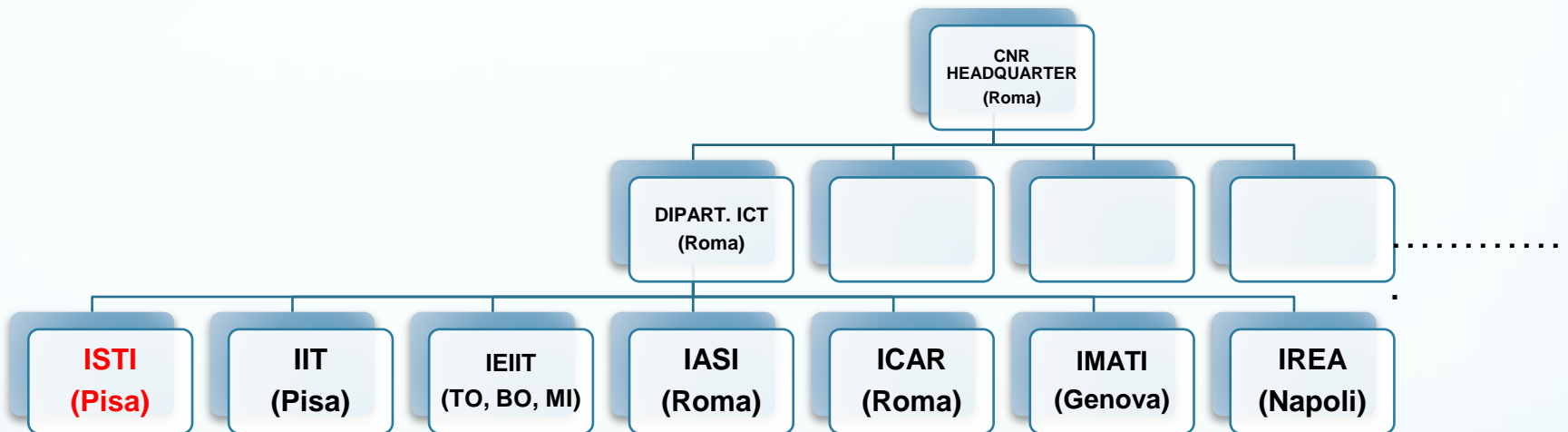
Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione (ISTI)

Area della Ricerca del CNR di Pisa

IL CNR e l'ICT

- Il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) è il maggiore ente pubblico nazionale di ricerca con il compito di svolgere, promuovere, diffondere, trasferire e valorizzare attività di ricerca nei principali settori di sviluppo delle conoscenze e delle loro applicazioni per lo sviluppo scientifico, tecnologico, economico e sociale del Paese (www.cnr.it).
- Le attività del CNR **ATTUALMENTE** si articolano in **11** macro-aree di ricerca scientifica e tecnologica (**DIPARTIMENTI**): **terra e ambiente, energia e trasporti, agroalimentare, medicina, scienze della vita, progettazione molecolare, materiali e dispositivi, sistemi di produzione, ICT, identità culturale, patrimonio culturale.**
- Ogni dipartimento aggrega un certo numero di Istituti del CNR, sparsi sul territorio nazionale (per un totale di 114 istituti).

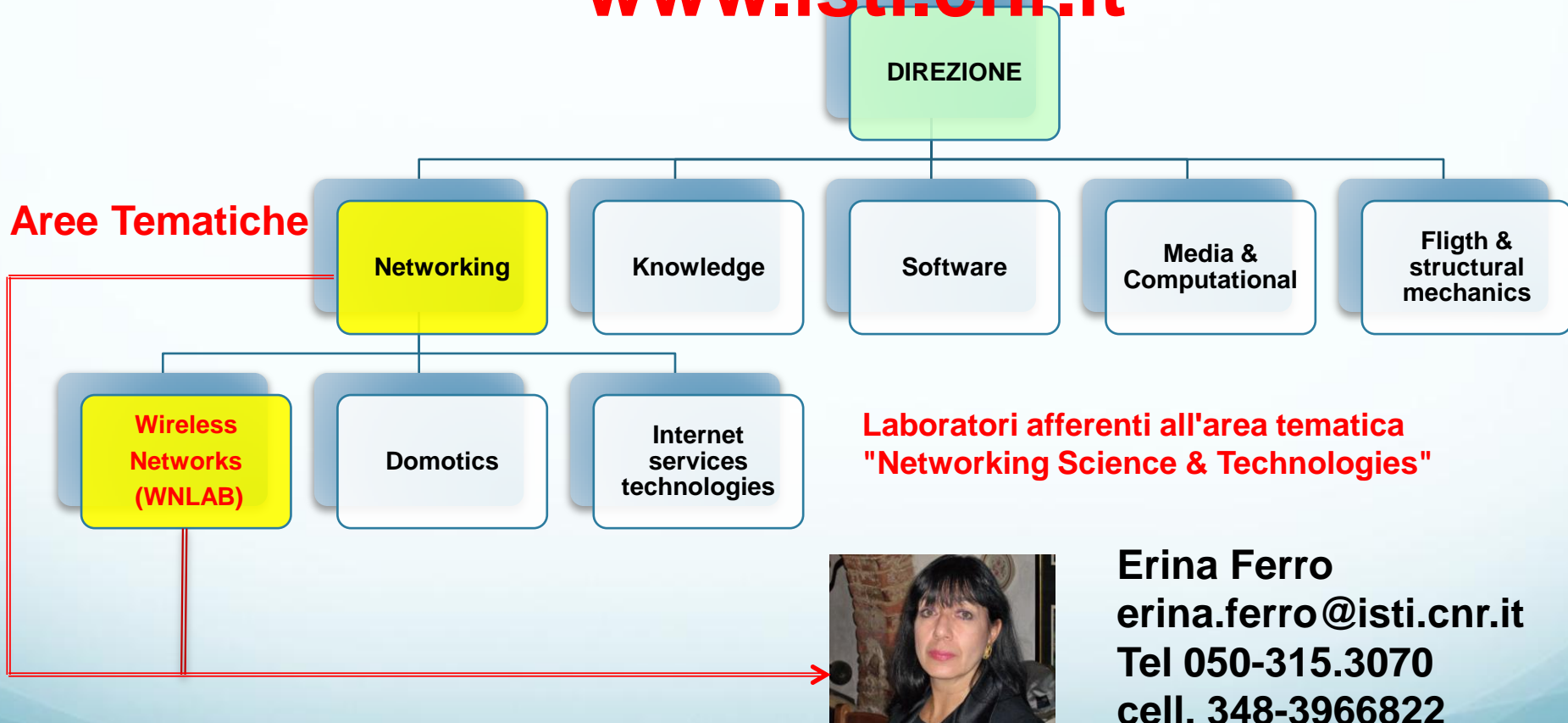
L'organizzazione CNR



ISTITUTI ATTUALMENTE AFFILIATI AL DIP. ICT

L'organizzazione dell' ISTI

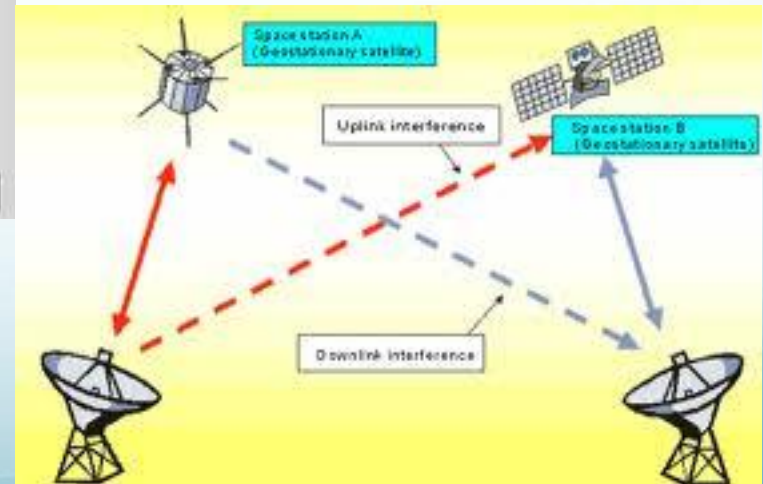
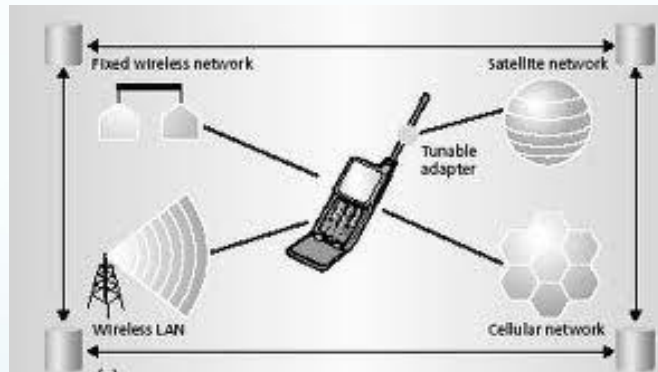
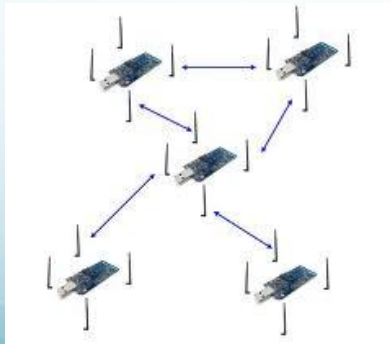
www.isti.cnr.it



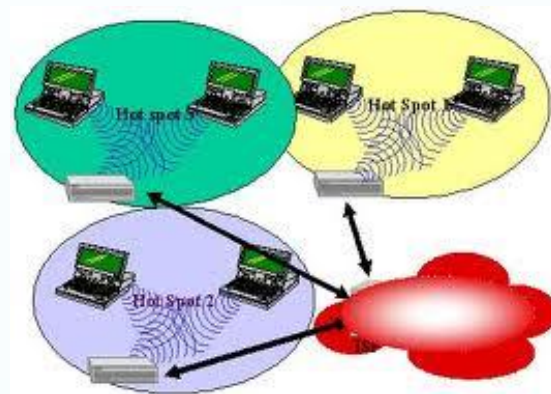
<http://www.isti.cnr.it/research/unit.php?unit=WN>

LE RETI WIRELESS

- Con il termine “RETI WIRELESS” si intendono tutte le reti senza fili:
 - reti di sensori, reti wireless terrestri, reti via satellite
 - ❖ Integrazione di tali reti



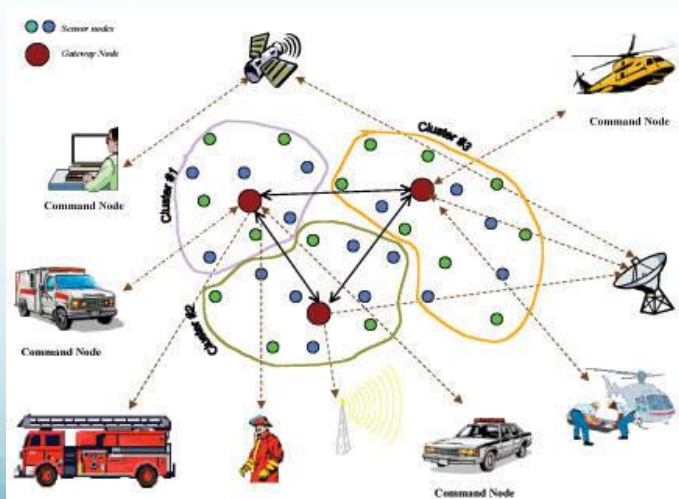
RETI WIRELESS INTEGRATE



I dati multimediali devono poter passare da sorgente a destinatario attraversando tecnologie diverse.

Problemi:

- protocollari
- tempi di consegna
- sicurezza di consegna
- sicurezza dell'integrità del dato
- privacy legata ai dati sensibili



Partiamo dal piccolo: il sensore

Una Wireless Sensor Network (WSN) è costruita da poche a diverse centinaia o addirittura migliaia di "nodi", in cui ogni nodo è collegato a uno o più sensori. Ogni nodo di una WSN è in genere costituito da più parti: un ricetrasmittitore radio con un'antenna interna o la connessione ad un'antenna esterna, un microcontrollore, un circuito elettronico per l'interfacciamento con i sensori e una fonte di energia, di solito una batteria o una forma integrata di raccolta di energia.

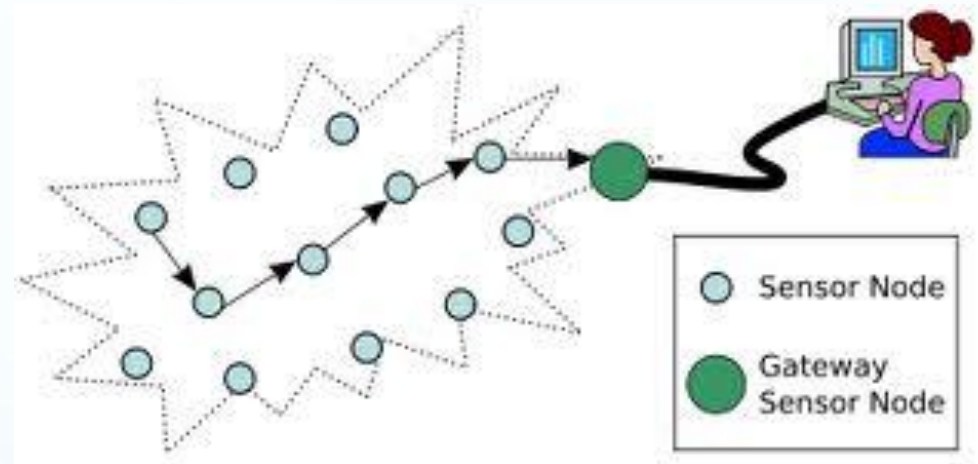


Costituzione di un sensore

- Un sensore ha:
 - Materiale “sensing” (per il rilevamento)
 - ❖ **Fisico** – Magnetico, Luce, Suono
 - ❖ **Chimico** – CO, Vapori Chimici
 - ❖ **Biologico** – Batteri, Virus, Proteine
 - Circuiti Integrati (VLSI)
 - ❖ Convertitore analogico->digitale
 - Imballaggio per la sicurezza ambientale
 - Fonte di energia
 - ❖ **Passiva** – energia solare, vibrazioni
 - ❖ **Attiva** – batteria, induttanza a radio frequenza

Le reti di sensori

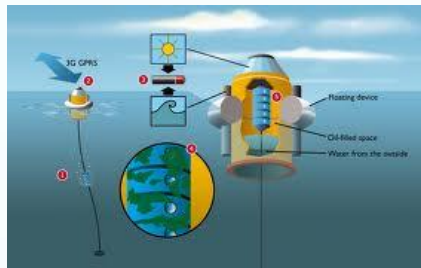
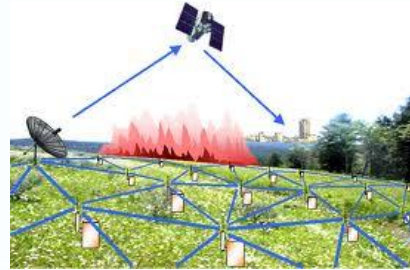
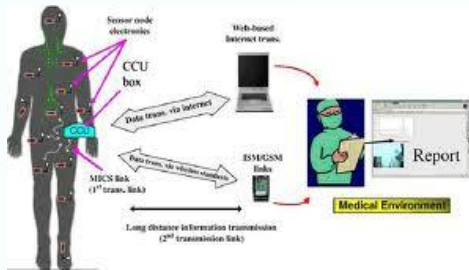
- Una rete di sensori wireless (WSN) è costituita da sensori autonomi, spazialmente distribuiti, in grado di monitorare condizioni fisiche o ambientali, come temperatura, suono, vibrazione, pressione, movimento o inquinanti e di passare in modo cooperativo i propri dati attraverso la rete verso un nodo centrale (SINK).



- Le reti più moderne sono bidirezionali, e consentono anche il controllo dell'attività del sensore. Lo sviluppo delle reti di sensori wireless è stata motivata da applicazioni militari, quali la sorveglianza di battaglia. Oggi le WSN sono utilizzate in molte applicazioni industriali e di consumo

- Un nodo sensore può variare nelle dimensioni, da quella di una scatola da scarpe fino alle dimensioni di una capocchia di spillo.
- Il costo dei nodi sensore è altrettanto variabile: vanno da pochi dollari a centinaia di dollari, a seconda della complessità dei singoli sensori. **I limiti delle dimensioni e del costo impattano su risorse come energia, memoria, velocità di calcolo e larghezza di banda delle comunicazioni.**
- **La topologia della WSN può variare da una rete a stella semplice a una rete avanzata wireless mesh multi-hop.** La tecnica di propagazione tra i salti di una rete può seguire un percorso ben preciso (routing) o essere invasivo, come una inondazione (flooding).
- ZigBee è il nome di una specifica per un insieme di protocolli di comunicazione ad alto livello che utilizzano piccole antenne digitali a bassa potenza e basato sullo standard IEEE 802.15.4
- In informatica e telecomunicazioni, reti di sensori wireless sono un campo di ricerca attivo con numerosi workshop e conferenze organizzate ogni anno.

APPLICAZIONI...esempi



Smart Home / Smart Office

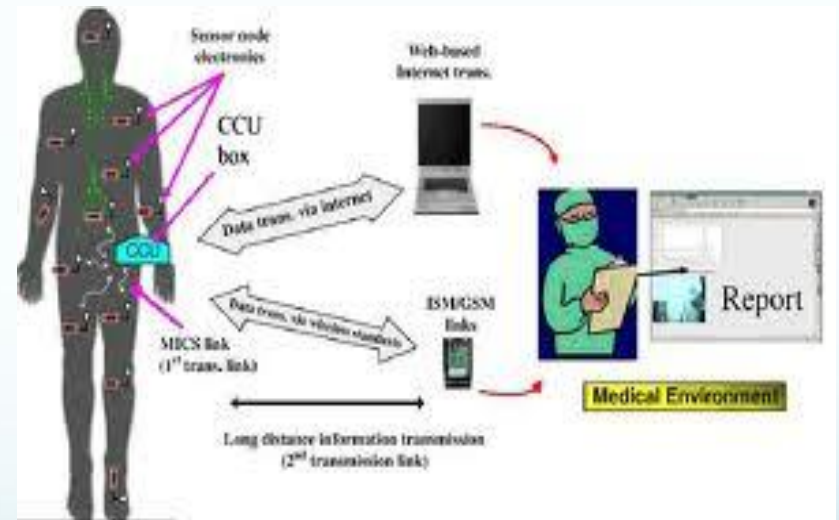
- I sensori controllano gli apparecchi e i dispositivi elettrici della casa
- Migliore illuminazione e climatizzazione degli ambienti



- Il Pentagono usa estensivamente i sensori.

Biomedico/Medico

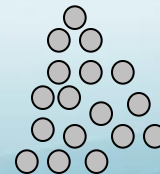
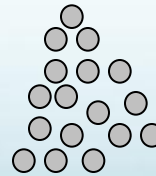
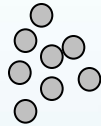
- Monitoraggio della salute
- Malattie croniche
 - Retina artificiale
 - Impianti cocleari (udito)
- Negli ospedali
 - Monitoraggio dei segnali vitali
 - Registrazione delle anomalie
- Riabilitazione



Militare



Distribuzione remota di sensori per il monitoraggio tattico dei movimenti delle truppe nemiche



Gestione e monitoraggio del traffico



✓ Sensori incorporati nelle strade:

- Monitorare il traffico
- Fornire aggiornamenti in tempo reale sulla viabilità

- ✓ Le auto usano già sensori per:
- prevenire incidenti
 - contrastare i furti
 - parcheggiare



MONITORAGGIO AMBIENTALE



Include vulcani, oceani, foreste, etc. Le maggiori aree applicative sono il monitoraggio di:

- ✓ inquinamento atmosferico
- ✓ Incendi boschivi
- ✓ Stato delle serre
- ✓ Movimenti del suolo
- ✓ Stato delle acque
- ✓ Migrazioni di uccelli e movimenti degli animali
- ✓

Industriale e Commerciale

- Numerose applicazioni industriali e commerciali:
 - Condizioni delle colture agricole
 - Gestione dei magazzini
 - Tracciamento dei processi
 - RFID – deterrente per il furto e tracciabilità del cliente
 - Monitoraggio della manutenzione
 - Monitoraggio merci in stoccaggio
 - Monitoraggio merci in transito



Divertimento



Perchè le reti di sensori?

- **La tecnologia mette a disposizione, in piccole dimensioni, sufficienti prestazioni della CPU disponibile, con bassi requisiti di potenza.**
- **La ricerca nella Scienza dei Materiali ha portato a nuovi materiali di rilevazione per molti parametri sensibili in, biologia, fisica e chimica.**
- **I ricetrasmittitori per i dispositivi wireless stanno diventando sempre più piccoli, meno costosi e meno bisognosi di potenza**
- **I miglioramenti nelle fonti di alimentazione a batterie, così come nelle fonti di energia passiva (energia solare o di vibrazione) stanno aprendo nuovi campi applicativi.**

Alcune sfide tecnologiche

sensori affetti da rumore...

I sensori possono sbagliare nel leggere i dati. Il protocollo deve accorgersi di ciò.



GPS Sensor

Accuratezza entro i

2.8 metri

Sensore di umidità relativa

Accuratezza del $\pm 5\%$

$\pm 8\%$ al 90% di umidità relativa

$\pm 2\%$ con la calibrazione



...condizioni del canale wireless

- Limitazioni del canale wireless
 - Rumore
 - Interferenza
 - Tipo di connessione
 - Link unidirezionali



- Di fatto però, il canale wireless è un mezzo **broadcast**

..... da fattori ambientali

- I sensori wireless devono operare in condizioni disagiati:

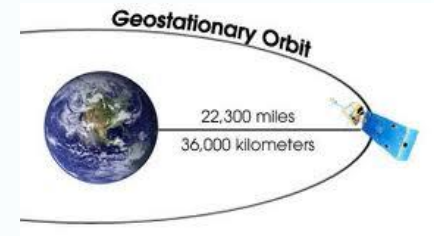
- Pioggia, nevischio, neve, grandine, etc.
- Forti variazioni di temperatura
- Alta umidità
- Sostanze saline o altre sostanze corrosive
- Venti forti
-



I Grandi: i satelliti.....

- GEO (a 36000 km di altezza, sull'equatore; 3 satelliti coprono la terra)

➤ **alto ritardo di propagazione (1/4 sec)**



- LEO sono posizionati ad una altitudine compresa tra l'atmosfera e le fasce di van Allen, ovvero tra i 160 ed i 2000 km.

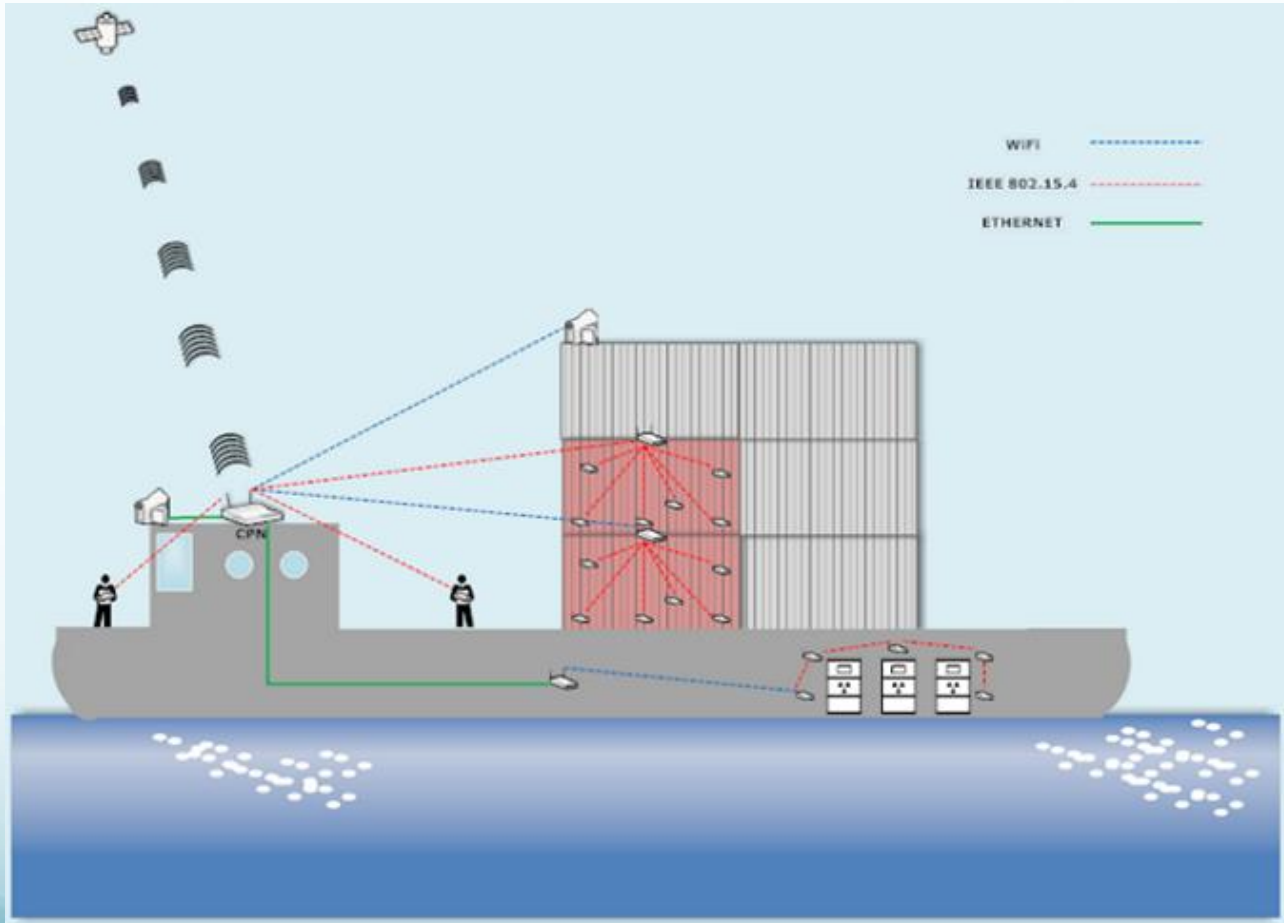
➤ periodo di rivoluzione di circa 90 minuti (velocità circa 27400 Km/h)

➤ È necessaria una flotta di 50-200 satelliti per coprire l'intera superficie del globo terrestre.

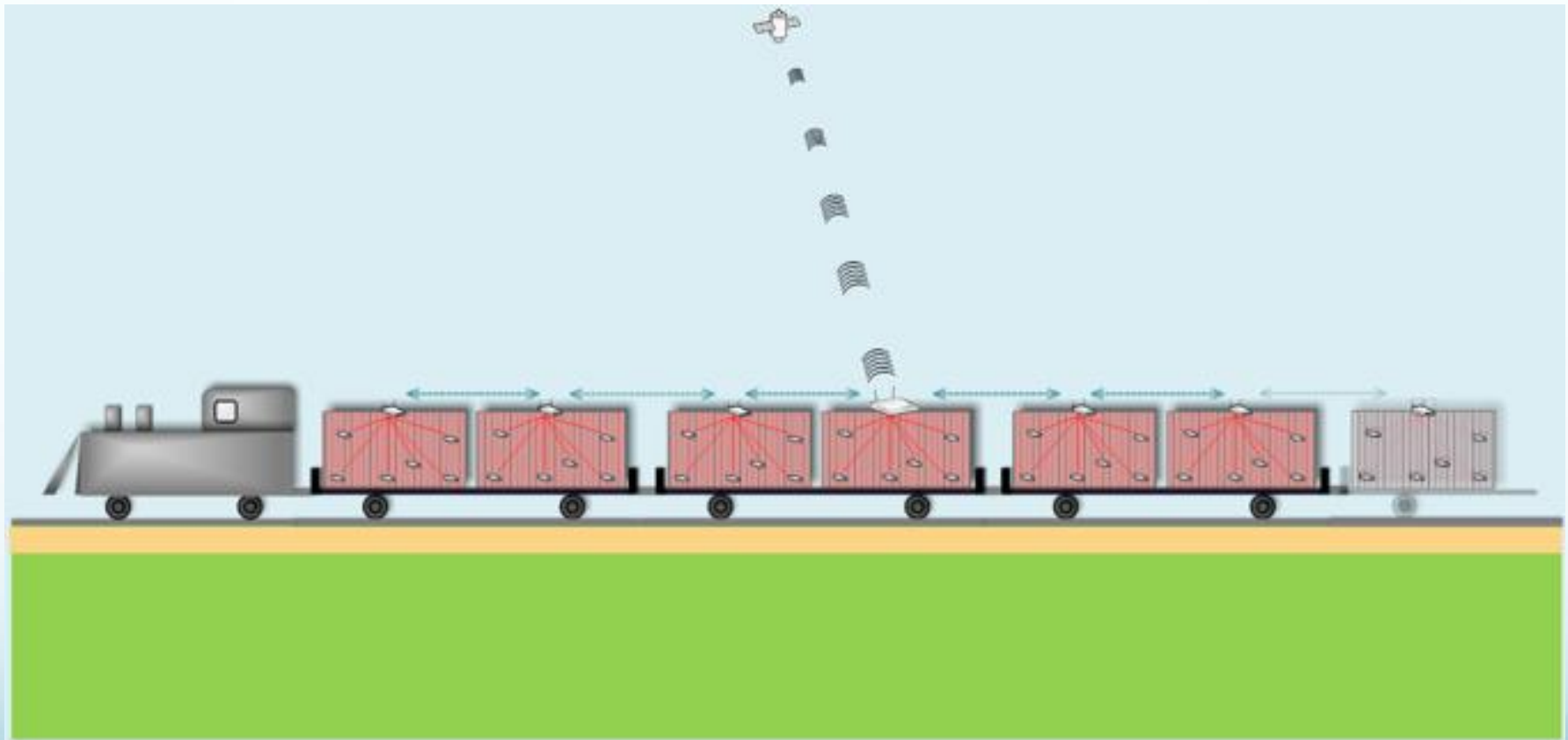
❖ **basso ritardo di propagazione**



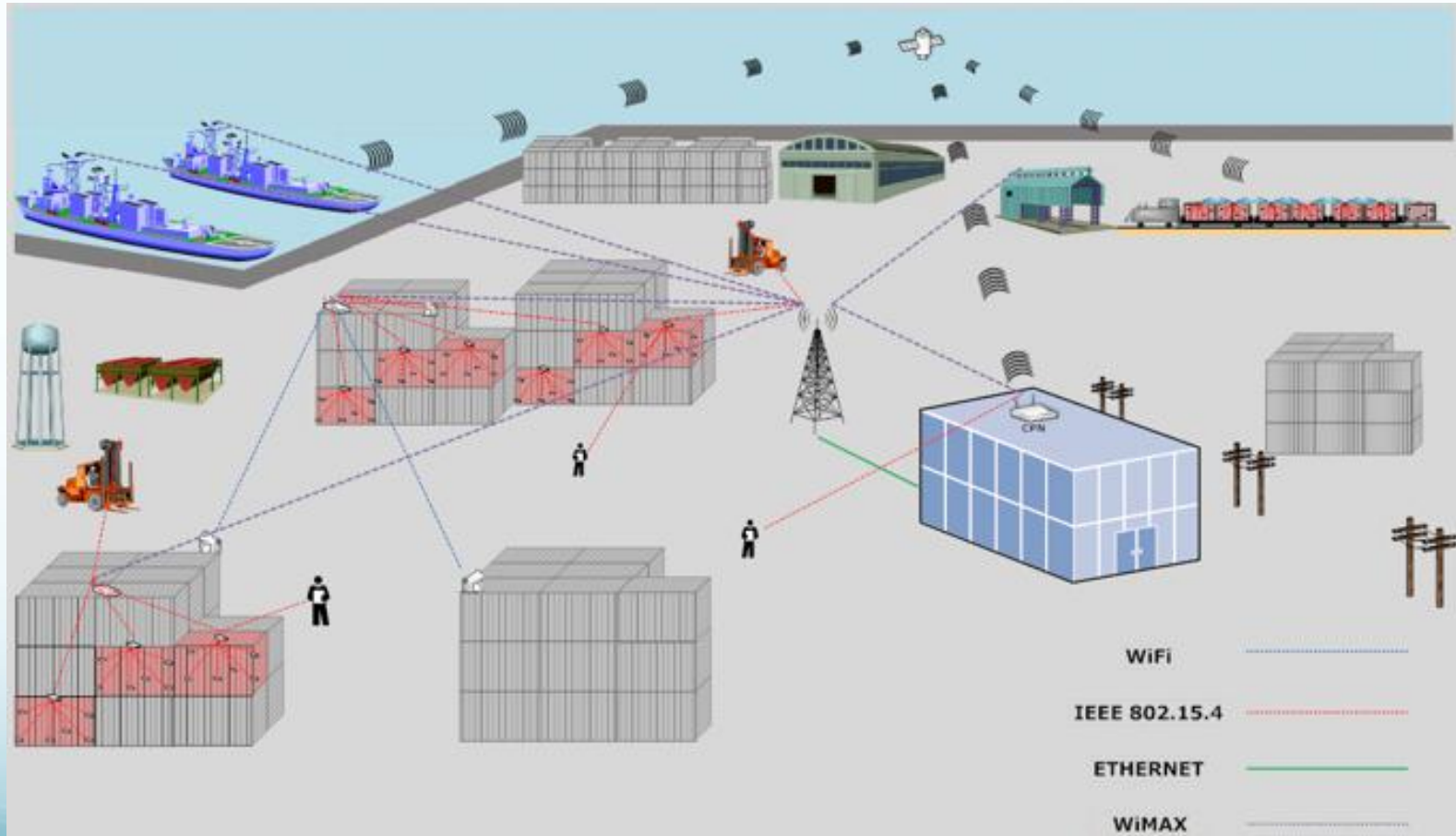
Sensori e satelliti per la logistica. Esempio 1



Sensori e satelliti per la logistica. Esempio 2



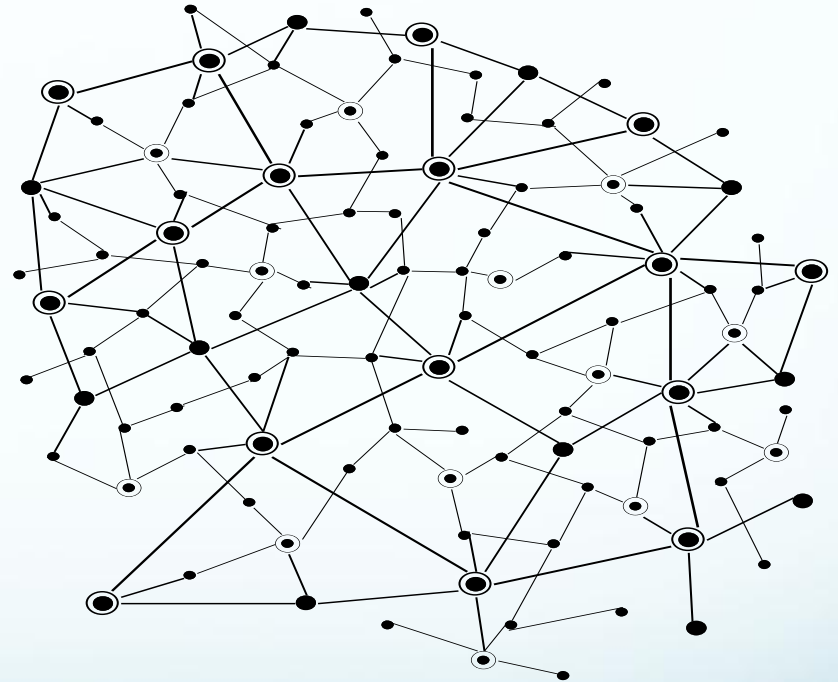
Sensori e satelliti per la logistica. Esempio 3



Cosa saranno le reti di sensori
in un prossimo futuro?

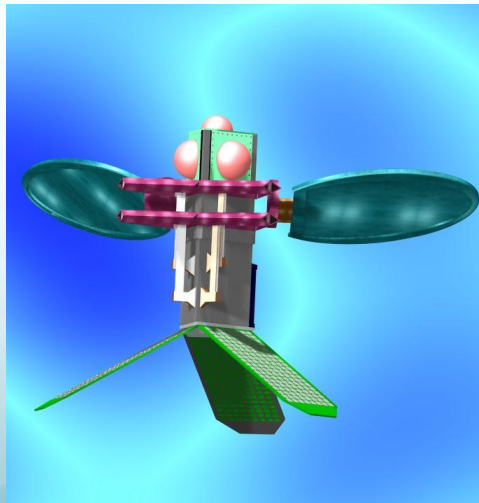
Dispiego su larga scala

- Le reti di sensori esploderanno per:
 - Basso costo
 - Migliori protocolli
 - Vantaggi delle rete dense



Sensori eterogenei

- Sensori con diverse funzioni, sempre piu' miniaturizzati
- Gerarchia di sensori– pochi sensori molto potenti associati a sensori molto economici
 - ❖ utili per tipi speciali di comunicazione
- Sensori equipaggiati con GPS
- Sensori mobili, con micromacchine a bassa potenza



Misto di cablato e wireless

- Le reti di sensori diventeranno la parte senza soluzione di continuità di reti molto più ampie
 - Combinando sensori cablati con sensori wireless
 - ❖ I sensori cablati possono avere più potenza e possono eseguire TCP/IP
 - Accedendo wireless sensors attraverso Internet. Occorre:
 - ❖ un gateway per tradurre le richieste
 - ❖ Uploading/downloading dell'informazione da remoto
 - ❖ modificare da remoto i compiti del sensore

Alcune sfide per le future applicazioni

Occorre un'interfaccia standardizzata

- ✓ L'interazione automatica fra sensori implica che ci siano meccanismi standard per la comunicazione!
 - tecnologia wireless compatibile
 - standardizzazione
 - **TCP/IP** per l' Internet
 - **Java** per la programmazione Internet
 - **Jini, SLP**, etc. per i device wireless IEEE 802.11
- ✓ Serve un protocollo per la scoperta del servizio (service discovery protocol)
 - che abiliti **un'interfaccia standard** fra sensori sopra il livello fisico

Service Discovery Protocol



Anyone need a printer?



"Dear Mom...I'm sitting..."

I problemi delle trasmissioni wireless

- Le trasmissioni devono essere affidabili (reliable transmissions), cioè i protocolli di trasmissione devono garantire la consegna dei dati
- La qualità del servizio deve essere mantenuta (il max possibile)
- I dati devono essere sicuri (il dato trasmesso deve essere uguale al dato ricevuto)
- Gestione delle enormi mole di dati raccolti
 - Segretezza dei dati sensibili