

Localizzazione in reti di sensori wireless: tecnologia e applicazioni

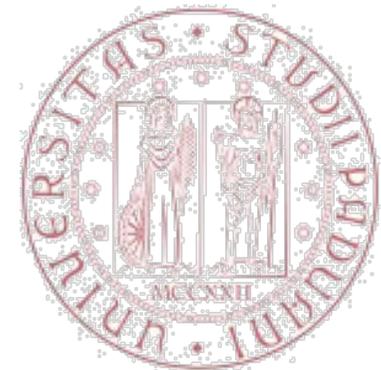
Prof. Luca Schenato



schenato@dei.unipd.it



+39 049 827 7925





DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE

Collaboratori



Angelo Cenedese
Ricercatore



Simone del Favero
Post-doc



Filippo Zanella
Dottorando



Saverio Bolognani
Post-doc



Massimo Marra
Collaboratore



Damiano Varagnolo
Post-doc



Claudio Lora
Collaboratore



Wireless Sensor Actuator Networks (WSANs)

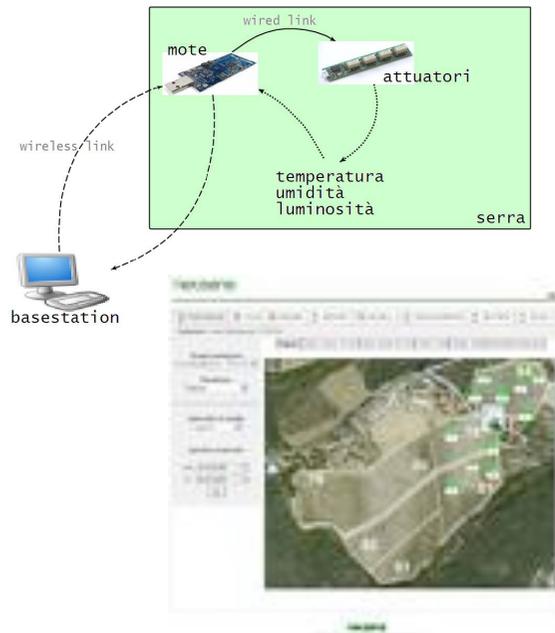
- Dispositivi piccole dimensioni
 - μ Controllore, Memoria
 - Wireless radio
 - Sensori & Attuatori
 - Batterie
- Poco costosi
- Comunicazione multi-hop
- Programmabili (micro-PC)



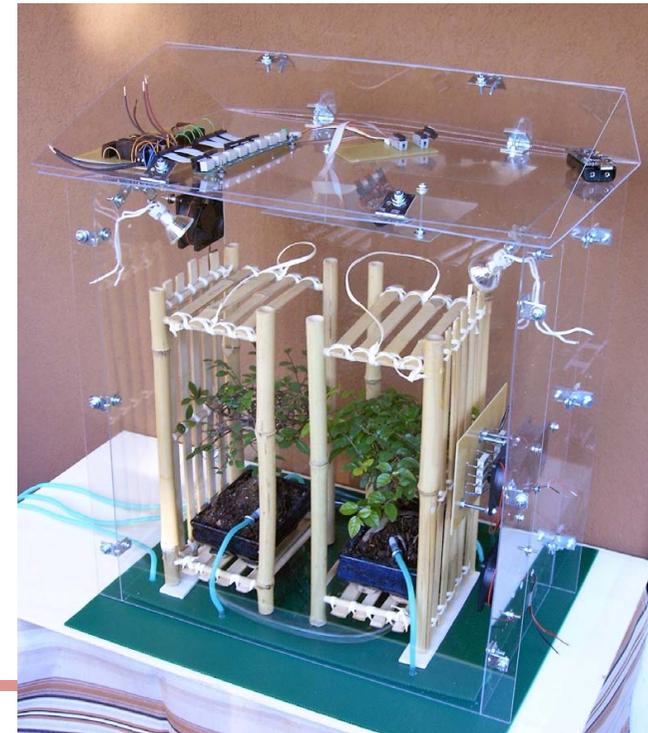


DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE

Serre Intelligenti e “precision agriculture”



- Microclimi
- Regolazione remota
- Stima e controllo distribuito e predittivo





DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE

Certificazione efficienza termodinamica

Energy	
Manufacturer Model	Fridge-Freezer
More efficient	
A	A
B	
C	
D	
E	
F	
G	
Less efficient	
Energy consumption kWh/year (Based on standard test results for 24h)	325
<small>Actual consumption will depend on how the appliance is used and where it is located</small>	
Fresh food volume l	190
Frozen food volume l	126

Noise (dB(A) re 1 pW)	
<small>Further information is contained in product brochures</small>	
<small>Norm EN 153 May 1990 Refrigerator Label Directive 94/2/EC</small>	

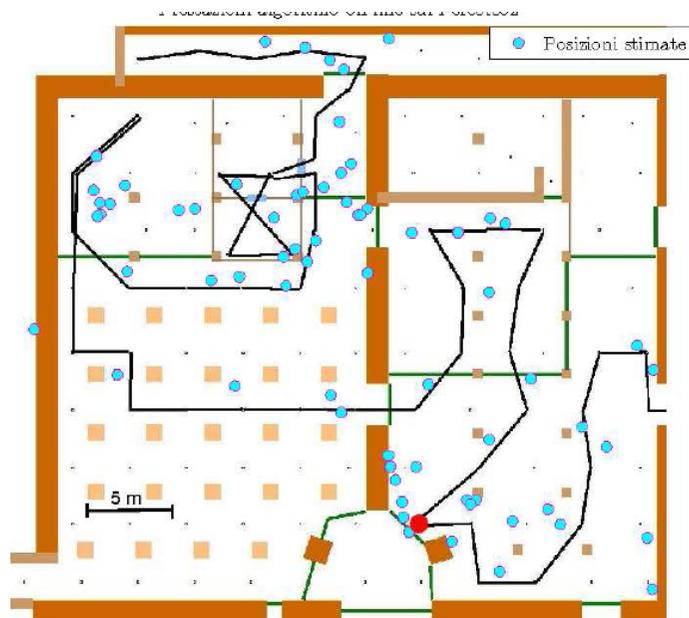
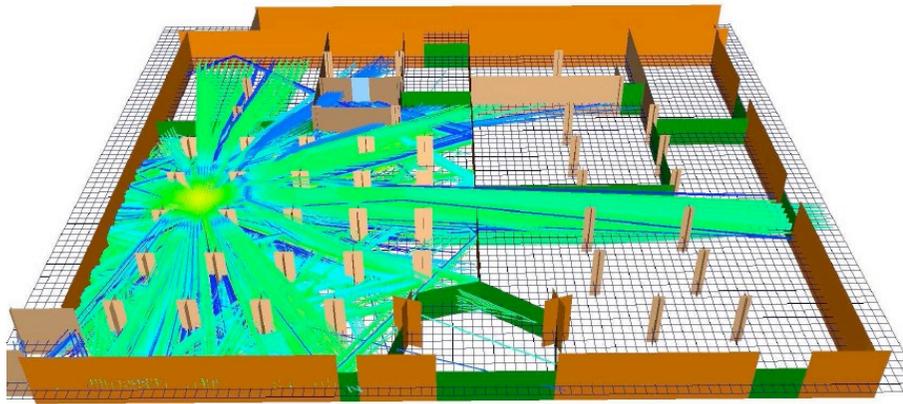


- Riduzione consumi energetici
- Ristrutturazioni mirate
- Miglioramento comfort



DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE

Localizzazione, tracking e navigazione



FIRE Eye From Moteiv

- Rescue system with wirelessly networked sensors and electronic maps
- Delivers critical information to firefighters during an emergency
- Cooperation between Chicago Fire Department, Moteiv and UC Berkley engineers
- Monitors occupancy, smoke, light and fire
- Tracks emergency crew inside the building and displays the details inside the firefighter's mask

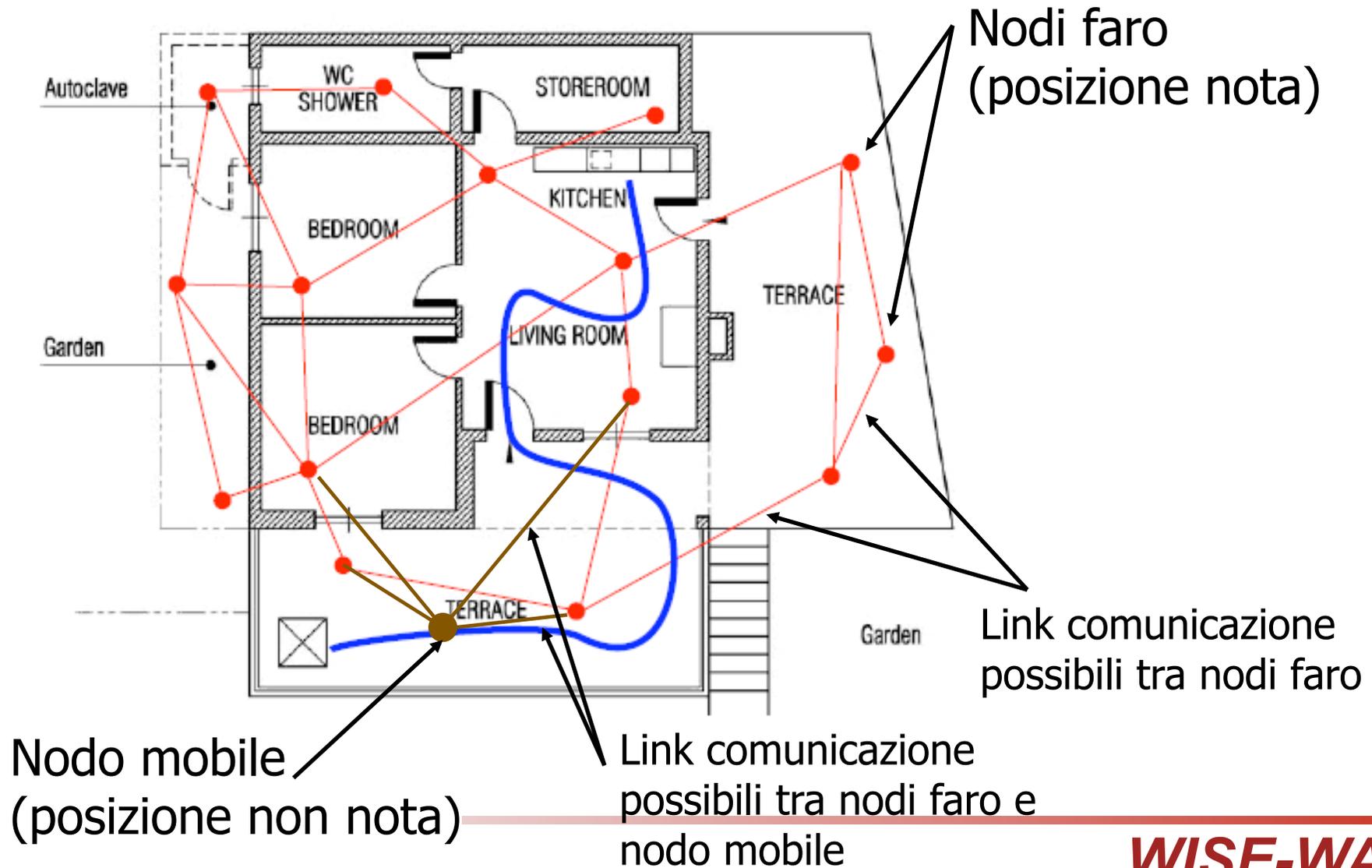
Technology for Innovators™

TEXAS INSTRUMENTS

- Utilizzazione dell'intensità del segnale radio per stimare distanze relative

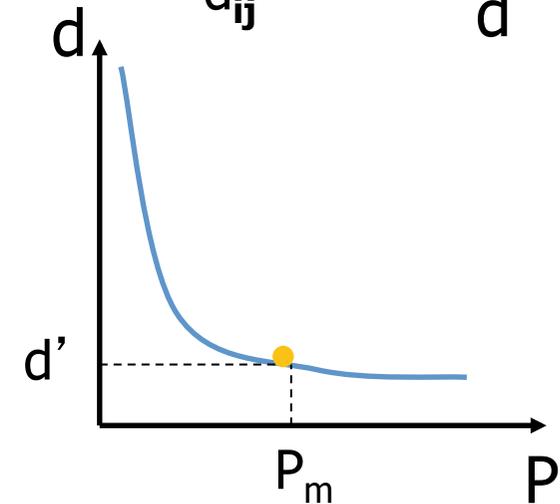
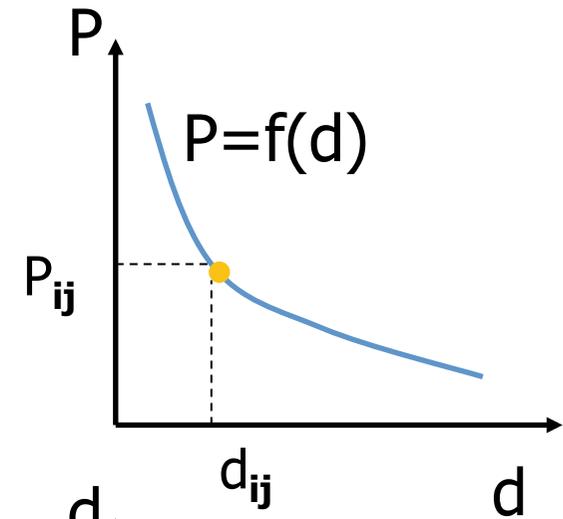
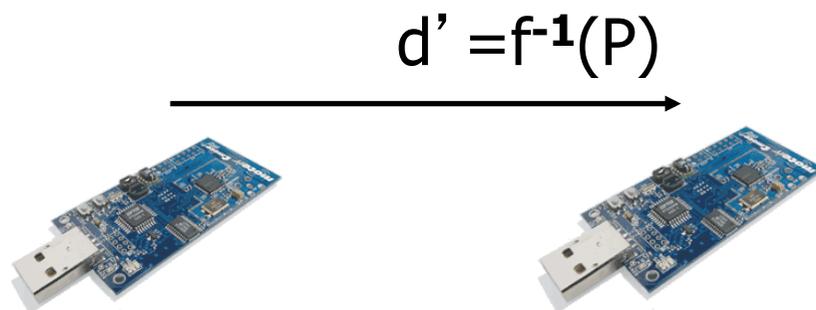
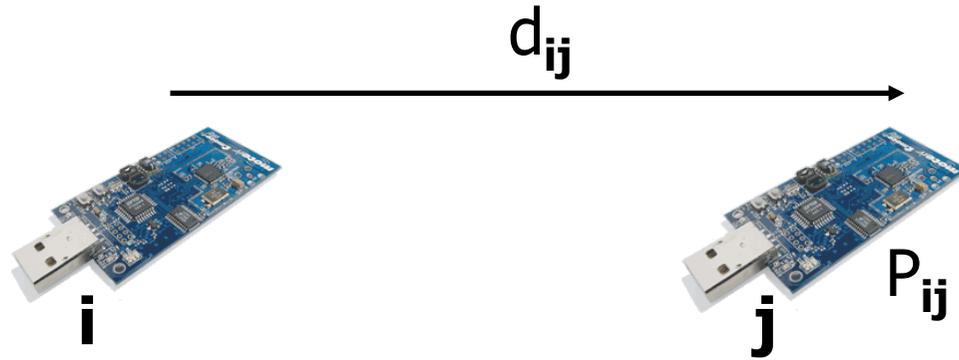


Localizzazione tramite WSN



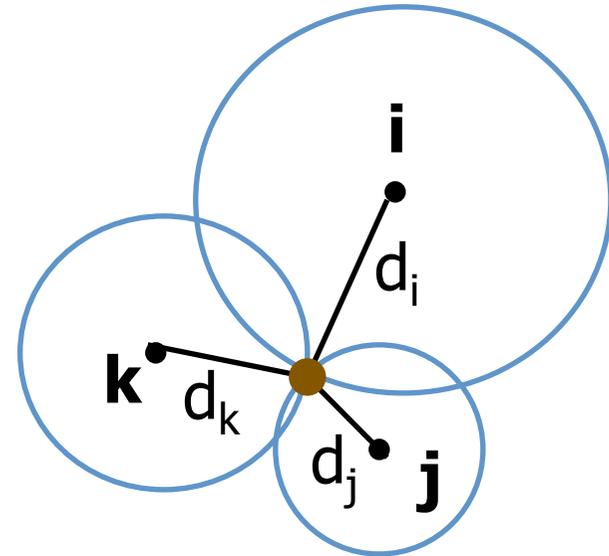
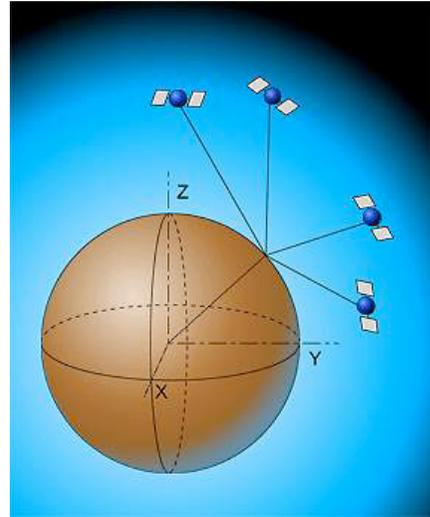


Segnale radio vs distanza

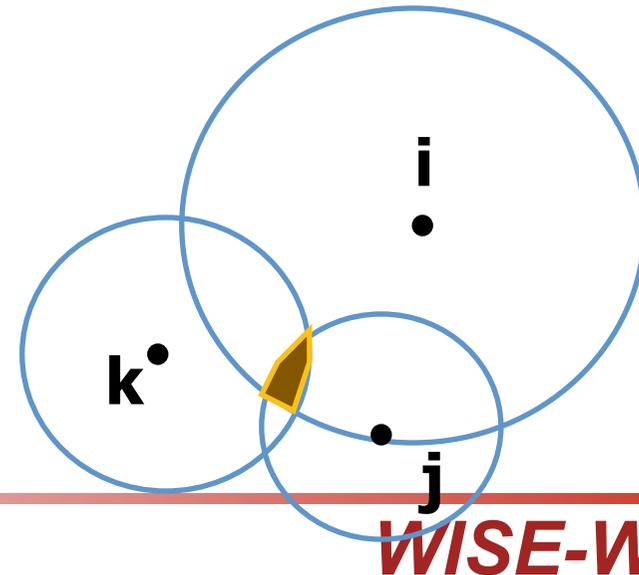




Trilaterazione (GPS)

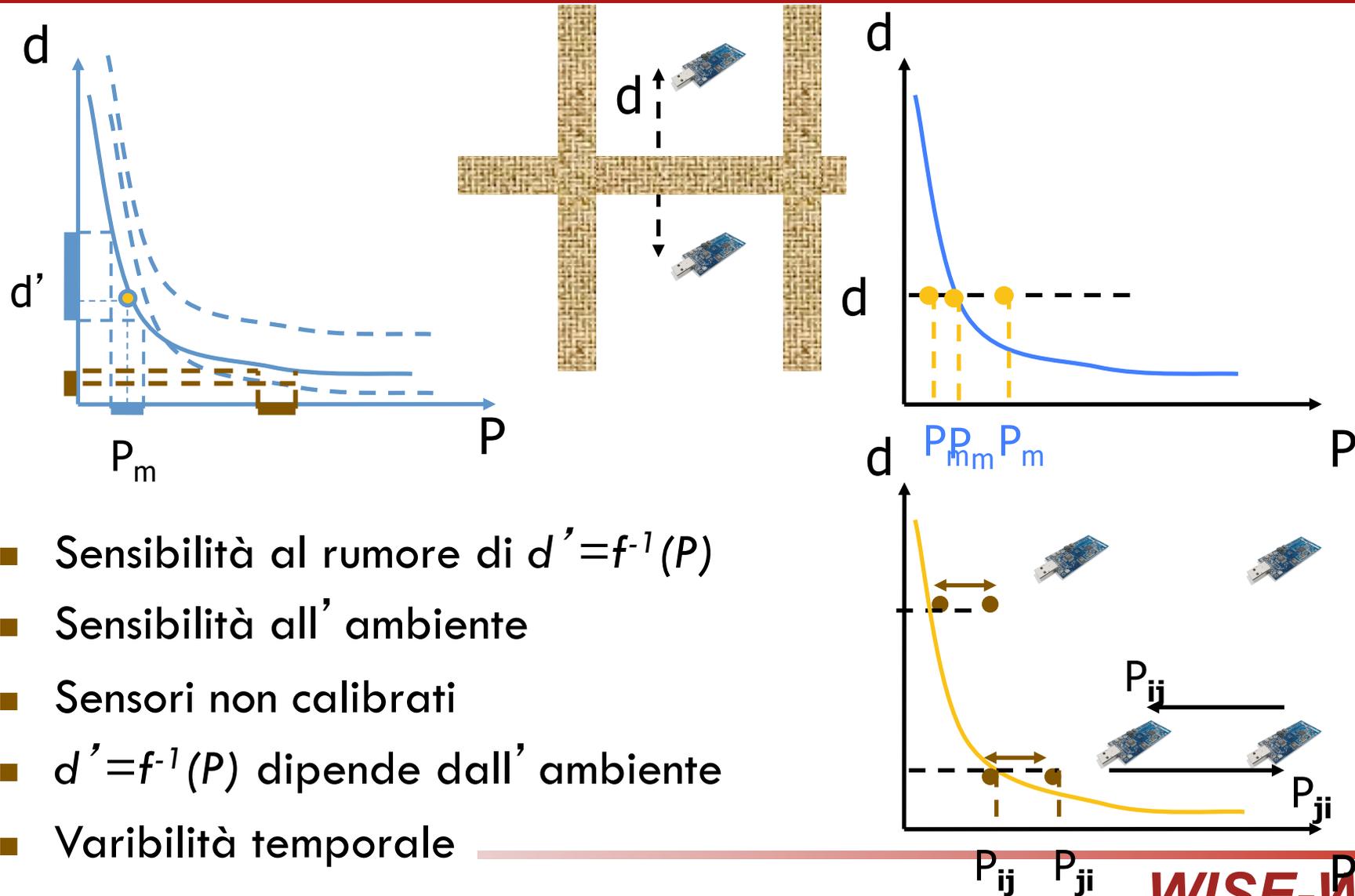


- note posizioni (x,y,z) dei nodi i,j,k
- note distanze d_i, d_j, d_k
- trovare posizione (x,y,z) nodo mobile





Problematiche in WSN



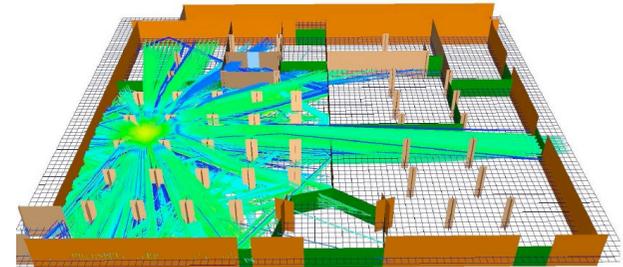
- Sensibilità al rumore di $d' = f^{-1}(P)$
- Sensibilità all' ambiente
- Sensori non calibrati
- $d' = f^{-1}(P)$ dipende dall' ambiente
- Variabilità temporale



Possibili soluzioni

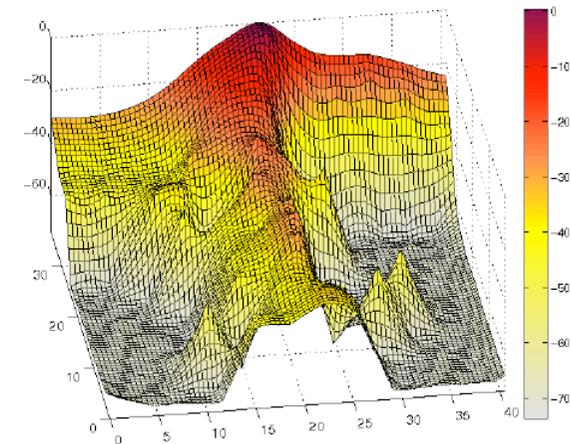
■ Basate sulla distanza (range-based)

- Trilaterazione GPS con rumore (minimi quadrati)
- Massima verosimiglianza (MV)
- Filtro di Kalman Esteso
- PRO: bassa complessità
- CONTRO: alta densità nodi faro



■ Basate su mappe (map-based)

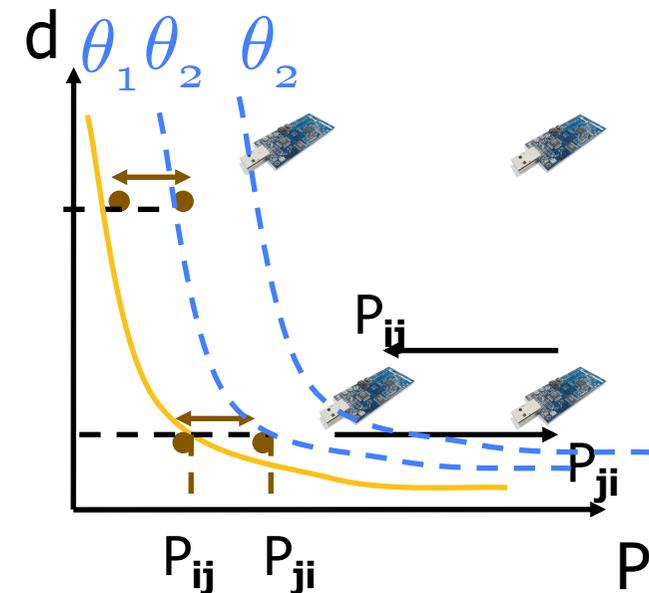
- Matching
- Learning
- PRO: accuratezza
- CONTRO: complessità, tempo installazione elevato





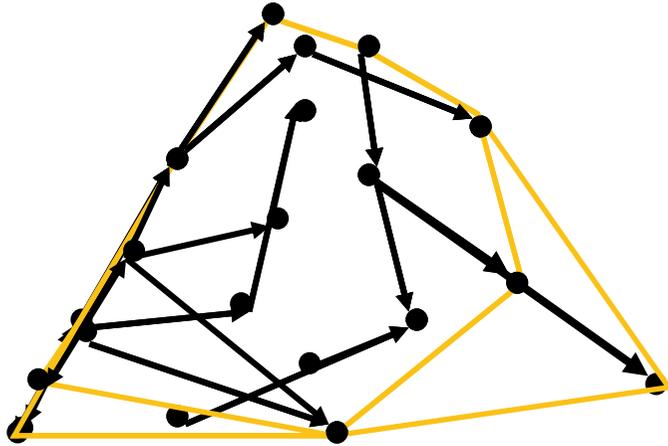
Il nostro approccio

- Sensibilità al rumore di $d' = f^{-1}(P)$
 - uso della correlazione temporale (filtro di Kalman)
- Sensibilità all'ambiente
 - alta densità nodi faro
 - Stima parametrica di $P = f(d, \theta)$ con algoritmi di consenso
- Sensori non calibrati
 - Uso di algoritmi di consenso





Il consenso come rendezvous



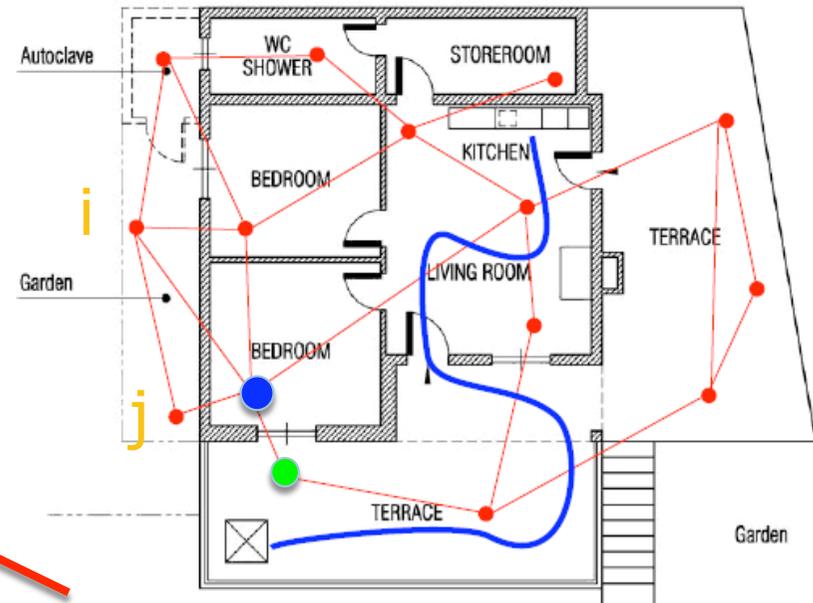
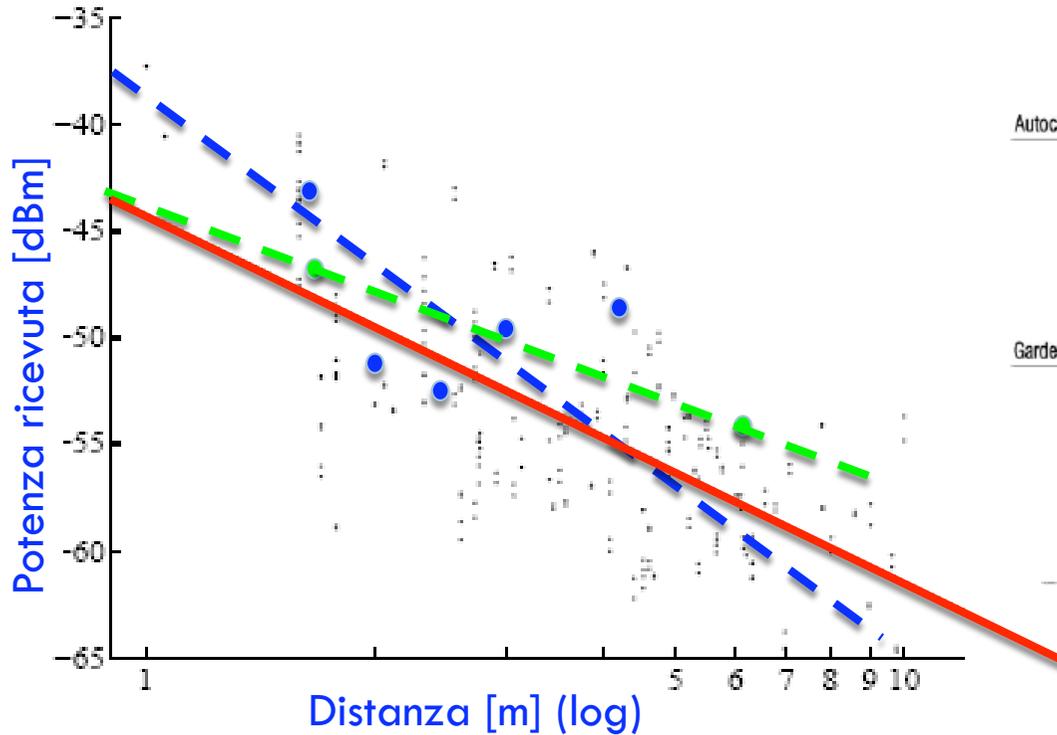
$$x_i(t + 1) = \frac{1}{2}x_i(t) + \frac{1}{2}x_j(t)$$

I vicini con cui comunico
possono cambiare

- Il poligono esterno può solo restringersi)
- Se il grafo è sufficientemente connesso, il poligono collassa in un punto.
- Si converge alla media delle posizioni iniziali



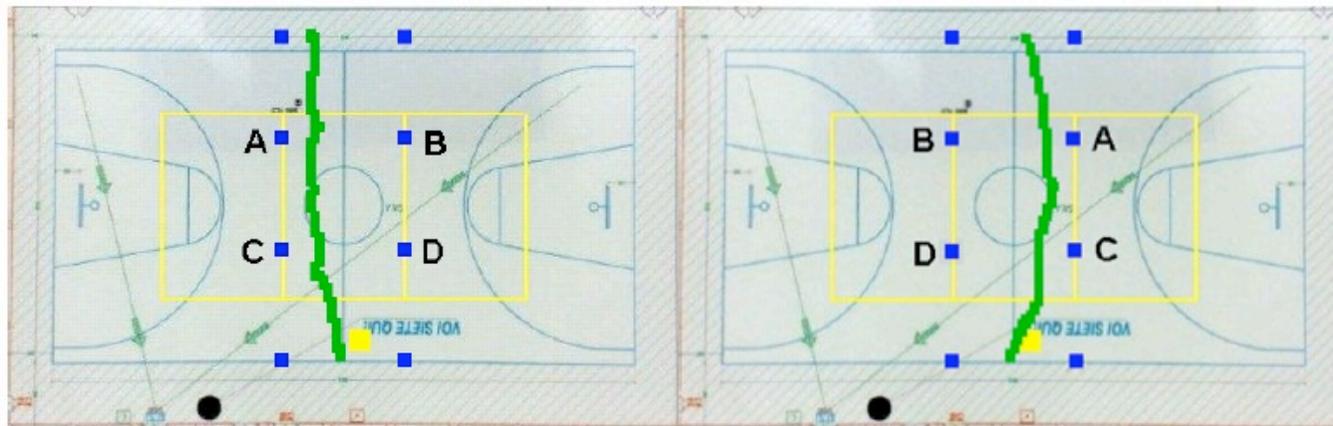
Modelizzazione canale





Conseguenze dell'offset

Reception offset is particularly harmful for localization applications,
Experiment inside a basketball court.[S 07]²



²[S 07] Courtesy of ST Microelectronics,
I. Solida, "Localization services for IEEE802.15.4/Zigbee devices.
Mobile node tracking (in Italian)", Master Thesis,
Department of information Engineering, University of Padua, 2007





Calibrazione dei sensori

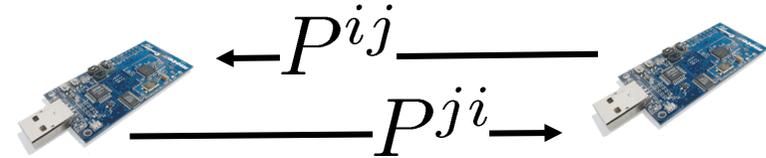
Obiettivo:

- Stimare offset o_i : \hat{o}_i
- Usare stima \hat{o}_i per rimuovere offset:
 $o_i - \hat{o}_i = 0$

In realtà non possibile, però è possibile fare in modo che

$$o_i - \hat{o}_i = \alpha, \quad \text{per tutti i nodi}$$

e $\alpha \approx 0$ tramite [algoritmi di consenso](#)



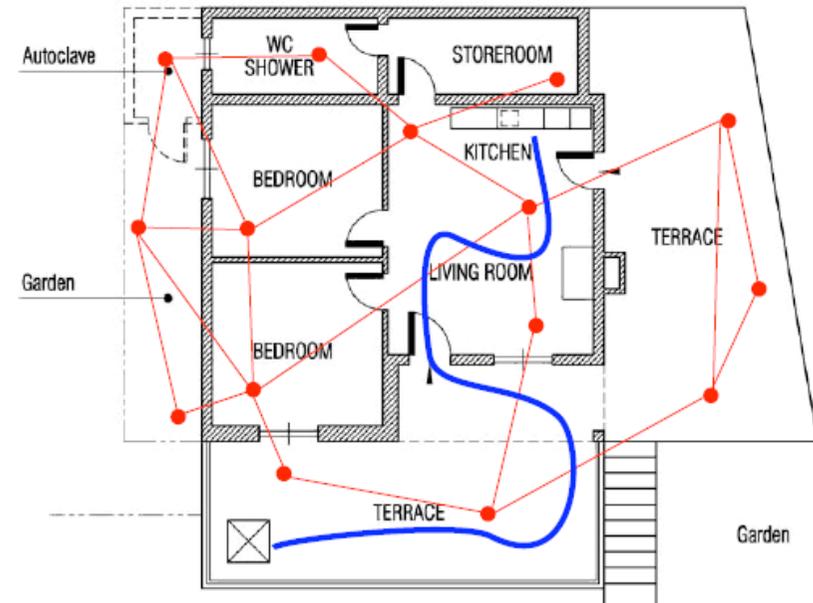
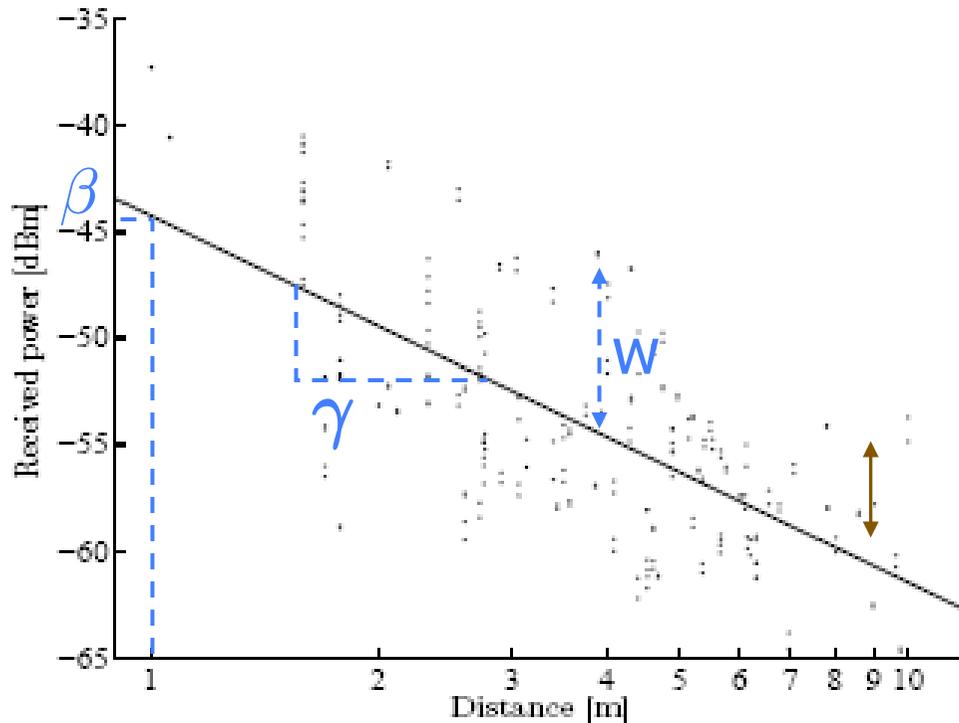
$$P_{rx}^{ij} = g(x_i, x_j) + o_i$$

$$P_{rx}^{ji} = g(x_j, x_i) + o_j$$

$$P_{rx}^{ij} - P_{rx}^{ji} = o_i - o_j$$



Identificazione parametri

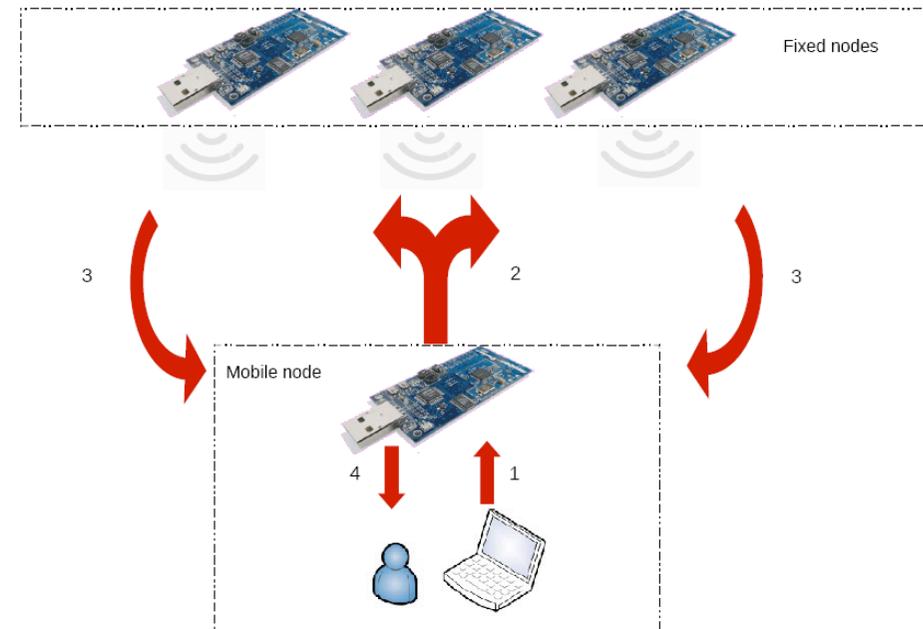
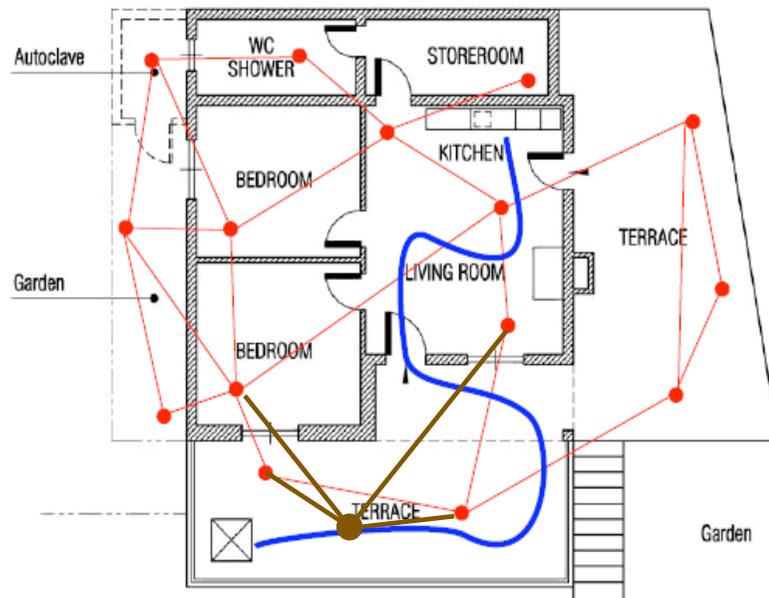


$$P_{rx}^{ij} = \beta - 10\gamma \log_{10}(\|x_i - x_j\|) + w_{ij}$$

E' possibile calcolare β, γ in maniera distribuita tramite algoritmi di consenso



Architettura per tracking



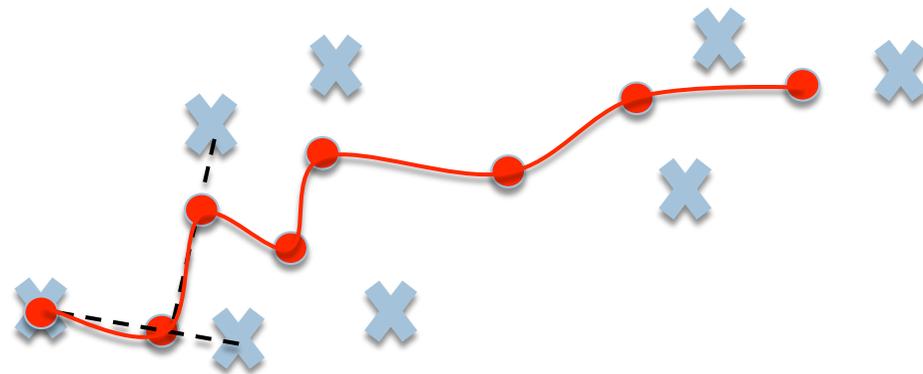


Tracking alla Kalman

■ Usa modello della dinamica del target

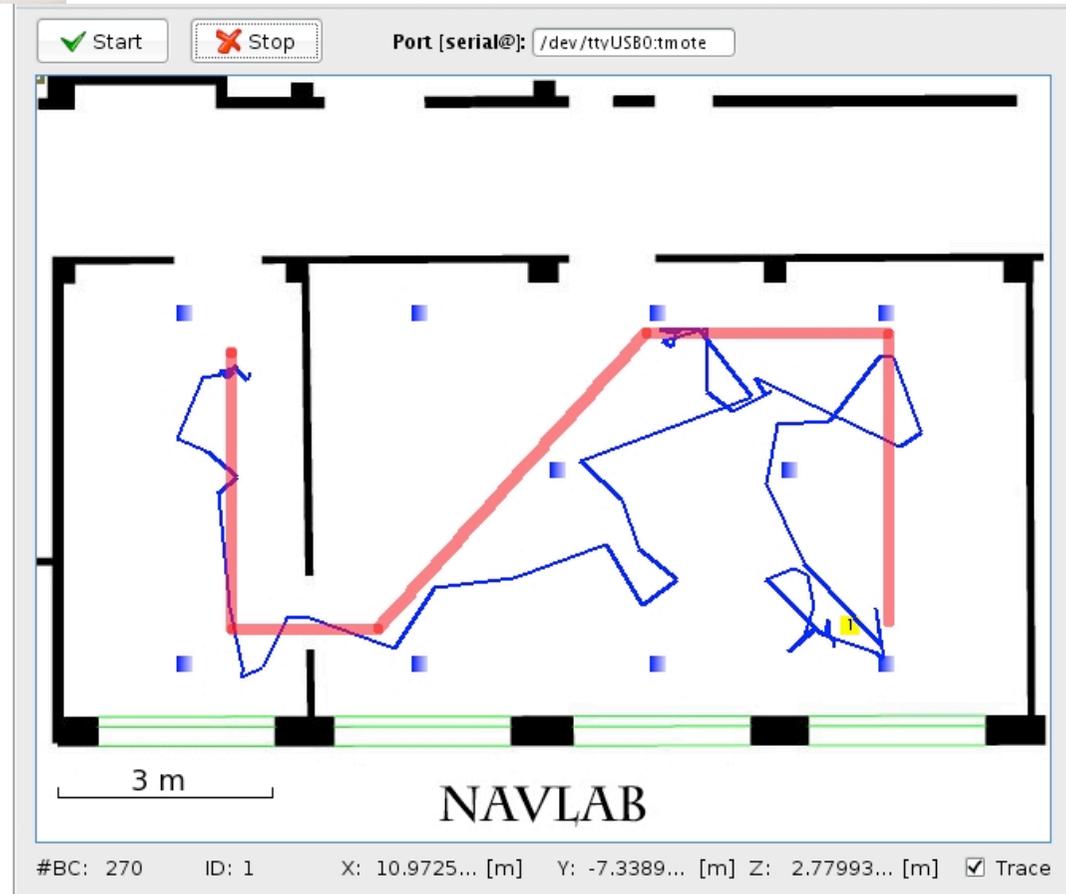
- Stima posizione meno rumorosa (filtraggio)
- Tiene conto di eventuali perdite di pacchetto
- Relativamente semplice da implementare

- ✕ Misura da stima "GPS"
- Stima posizione target





Risultati sperimentali

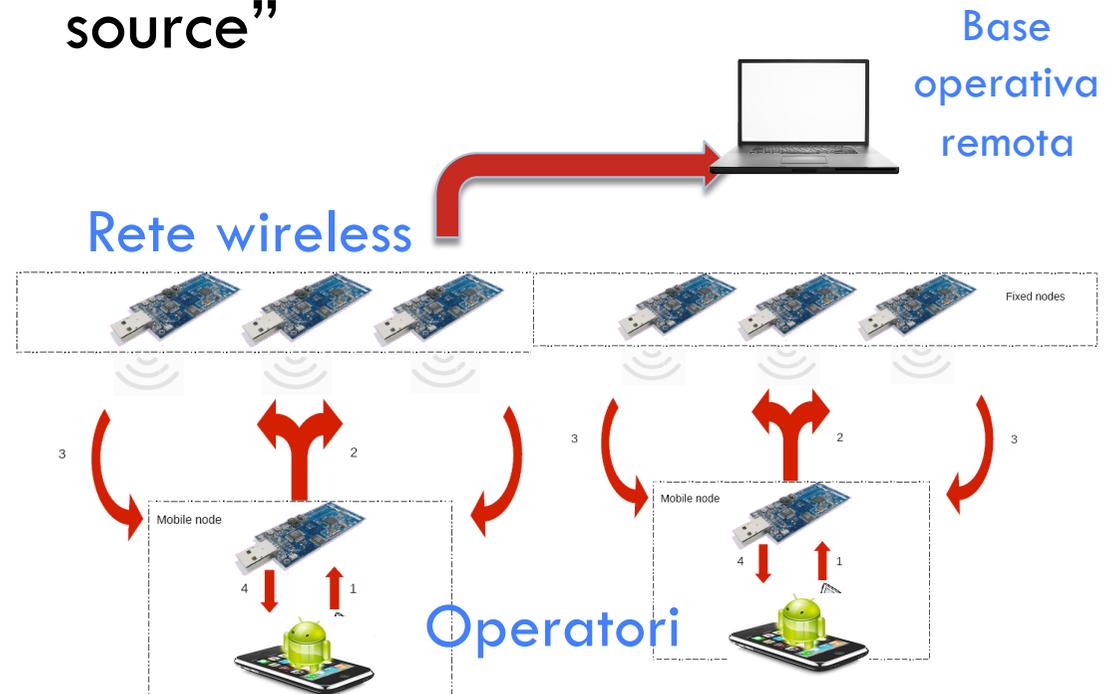




Sviluppi correnti



- Utilizzo mappe per potenziali repulsivi
- Uso di palmari e software “open source”





Conclusioni

- **Localizzazione:**
 - Errori localizzazione: circa $0.2-0.3 * \text{distanza_nodi_fissi_media}$
 - RSSI non creato per localizzazione
 - Localizzazione non molto accurata ma sufficiente per molte applicazioni
- **Futuro delle Reti di Sensori Wireless**
 - Reti di sistemi per monitoraggio e controllo saranno sempre più importanti
 - Coordinazione ed algoritmi distribuiti saranno una necessità
 - Interdisciplinarietà sarà la norma
 - Vedi presentazione del pomeriggio