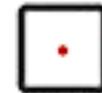


Bluetooth Low Energy per Applicazioni “Contact Tracing”: potenzialità e sfide

- Caratteristiche BLE
- Applicazioni di «Contact Tracing»
- *Ranging*: stima della distanza
- Misure sperimentali

Il **Bluetooth Low Energy** grazie alle sue caratteristiche che permettono di **avere un consumo ridotto del 50%** rispetto alla versione originale Bluetooth, risulta essere la soluzione attualmente più diffusa e adottata da tutti i principali brand di smartphone



| Technology | Accuracy | Range | Suitable for | Tracking | Transmitter power supply | Battery lifetime |
|------------|---|---|---|---|--|--|
| Wi-Fi |  < 15 m |  < 150 m |  area detection |   |  or  |  medium |
| BLE | 4.0  < 8 m |  < 75 m |  area detection |    |  |  high |
| | 5.1  < 1 m with line-of-sight | | | | | |
| UWB |  < 30 cm |  < 150 m |  area detection |    |  or  |  medium |
| RFID | presence detection only |  < 1 m |  spot detection |    | — (passive RFID tag) | — (passive RFID tag) |

https://www.infsoft.com/Portals/0/Images/solutions/basics/whitepaper/infsoft-Whitepaper-EN-Indoor-Positioning_download.pdf

- Le future applicazioni per smartphone per realizzare un sistema efficace di controllo dell'epidemia si baseranno sulla realizzazione di una "tracciabilità dei contatti» che secondo quanto fornito dall'OMS* richiedono contemporaneamente
 - ***vicinanza reciproca : inferiore a 2 m***
 - ***tempo di esposizione : superiore a 15 min***
- ***Maggiore è la capacità di riconoscere affidabilmente un contatto, maggiore è l'efficacia complessiva dell'iniziativa di contact tracing e la conseguente adozione delle app da parte dei cittadini***

* WHO, «Contact Tracing in the context of COVID-19», May 2020

Ranging: Modelli di canale BLE per stima distanza

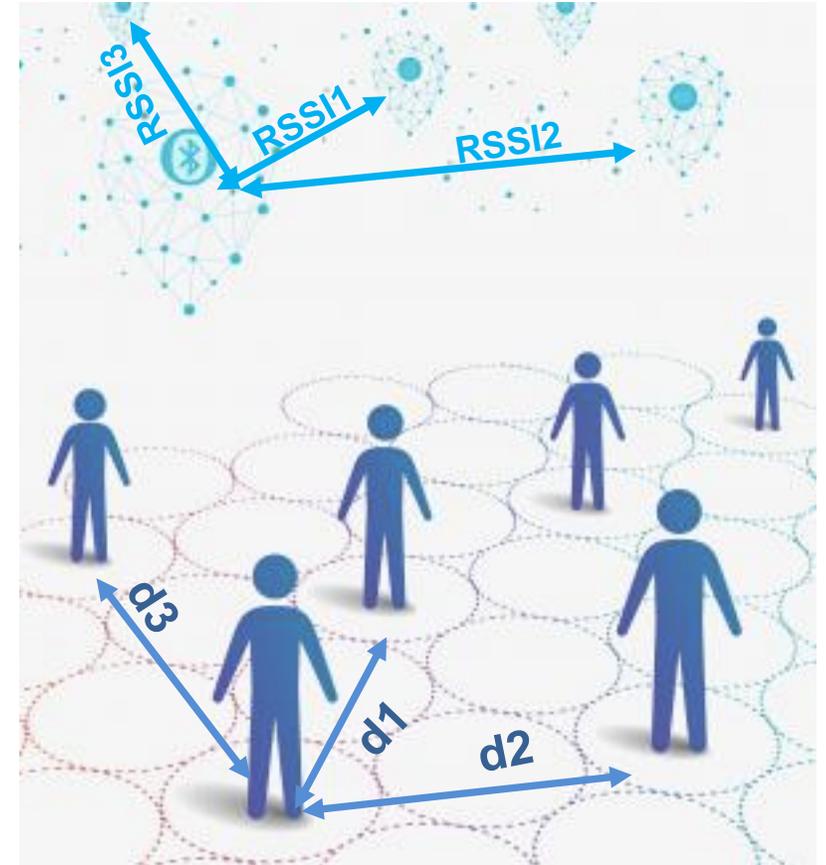
- Un modo semplice per stimare la distanza è basato sull'acquisizione del segnale ricevuto RSSI (**Received Signal Strength Indicator**) e dedurre la distanza corrispondente

$$RSSI(d) = \overline{RSSI}_{d_0} - 10\alpha \log_{10} (d / d_0) + \tilde{W}$$

*variabile aleatoria delle
fluttuazioni in d_0*

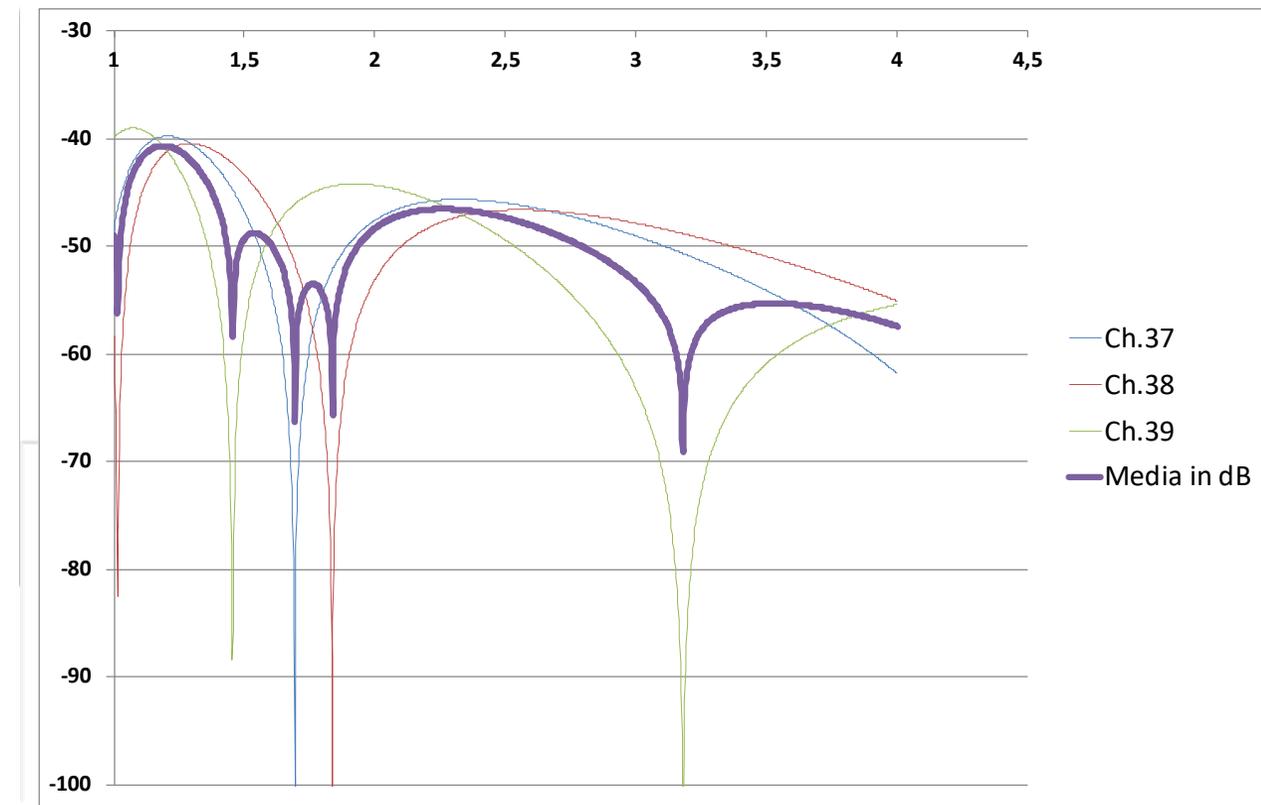
*Variabilità a breve
e a lungo termine*

$$d_{est} = 10^{\frac{(\overline{RSSI}_{d_0} + \tilde{W}) - RSSI(d)}{10\alpha}}$$



- Le **variazioni di segnale ricevuto RSSI nel tempo** anche considerando due terminali posti in posizioni fisse alla medesima distanza che possono essere ricondotte a differenti aspetti

- Modello di Ray-tracing**
- Orientamento delle antenne**
- Interferenza tecnologie ISM**
- Canali Broadcast BLE**



Misure sperimentali per stima modello di canale BLE

- LOS in visibilità
- NLOS non in visibilità (in mano di un utente che ostruisce la visibilità)
- NLOS Blockage : in tasca



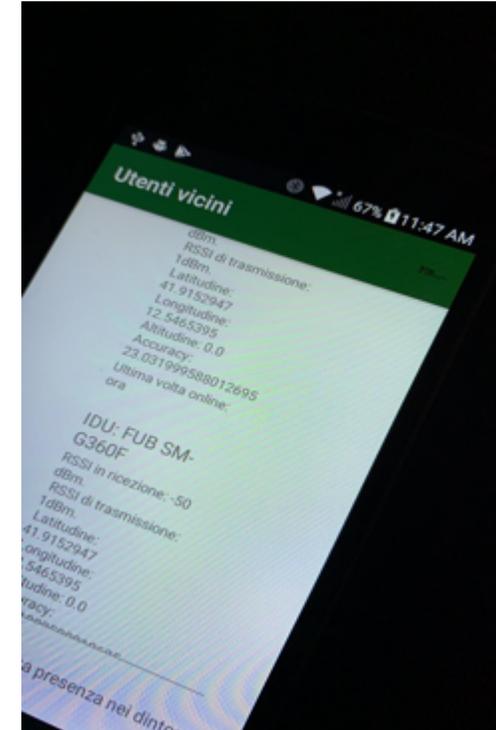
indoor



outdoor

*Misure effettuate da
1 m a 4 m*

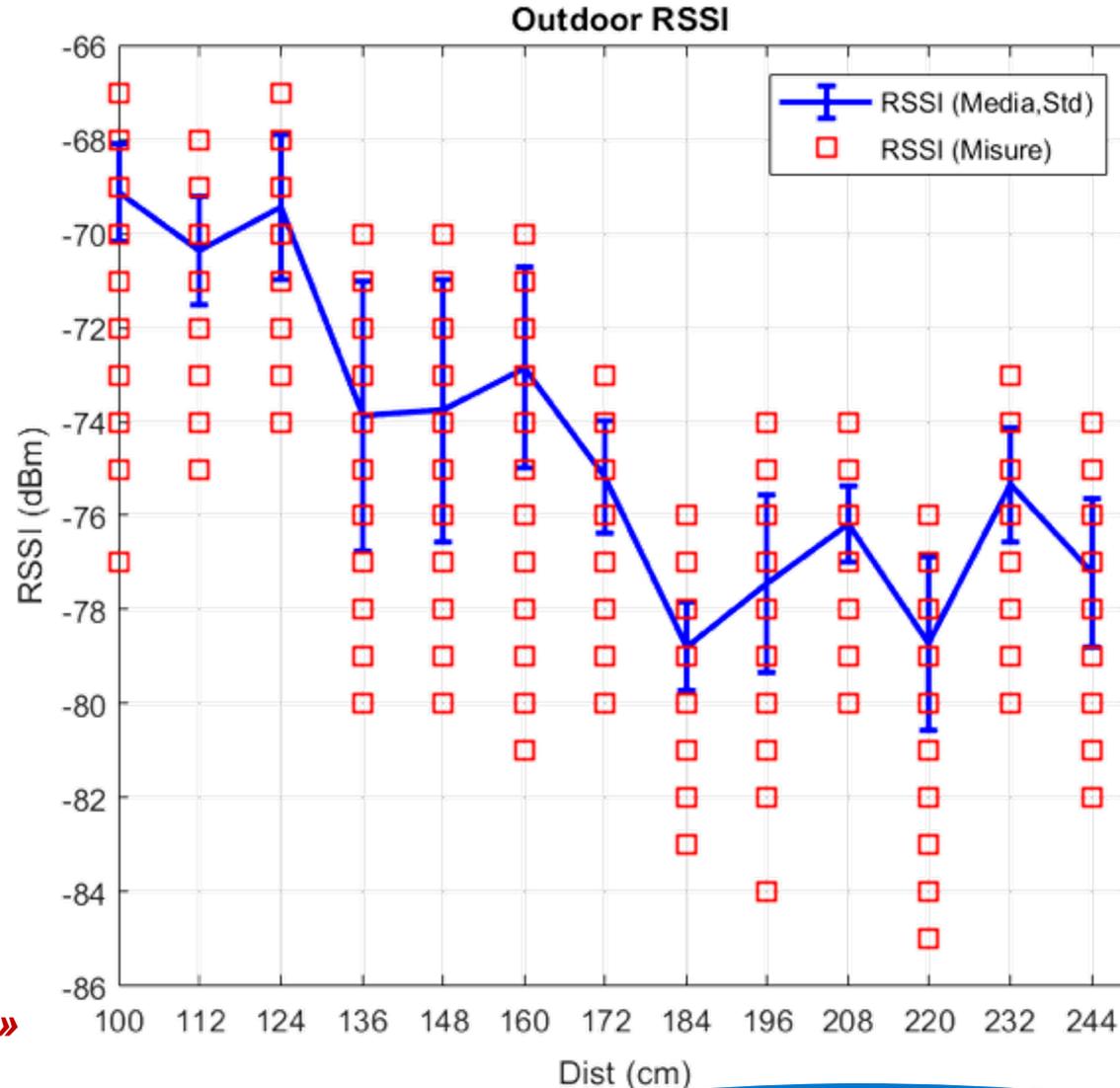
- *HIGH:POWER: Tx = 1 dBm*
- *MEDIUM_POWER: TX = -7 dBm*
- *LOW_POWER: Tx = -15 dBm*
- *ULTRA_LOW_POWER: Tx = -21 dBm*



Le fluttuazioni di RSSI sono così ampie che l'errore sulla posizione può essere non trascurabile

Ptx: Medium Power

outdoor LOS con terminali «edge to edge»



Modello Canale BLE e App Contact Tracing

- Una soluzione per contenere l'incertezza della posizione (generazione di **falsi positivi, falsi negativi**) è la valutazione di soglie di riferimento

- *Decentralized-Privacy-Preserving Proximity Tracking*



- *Google/Apple GAEN*



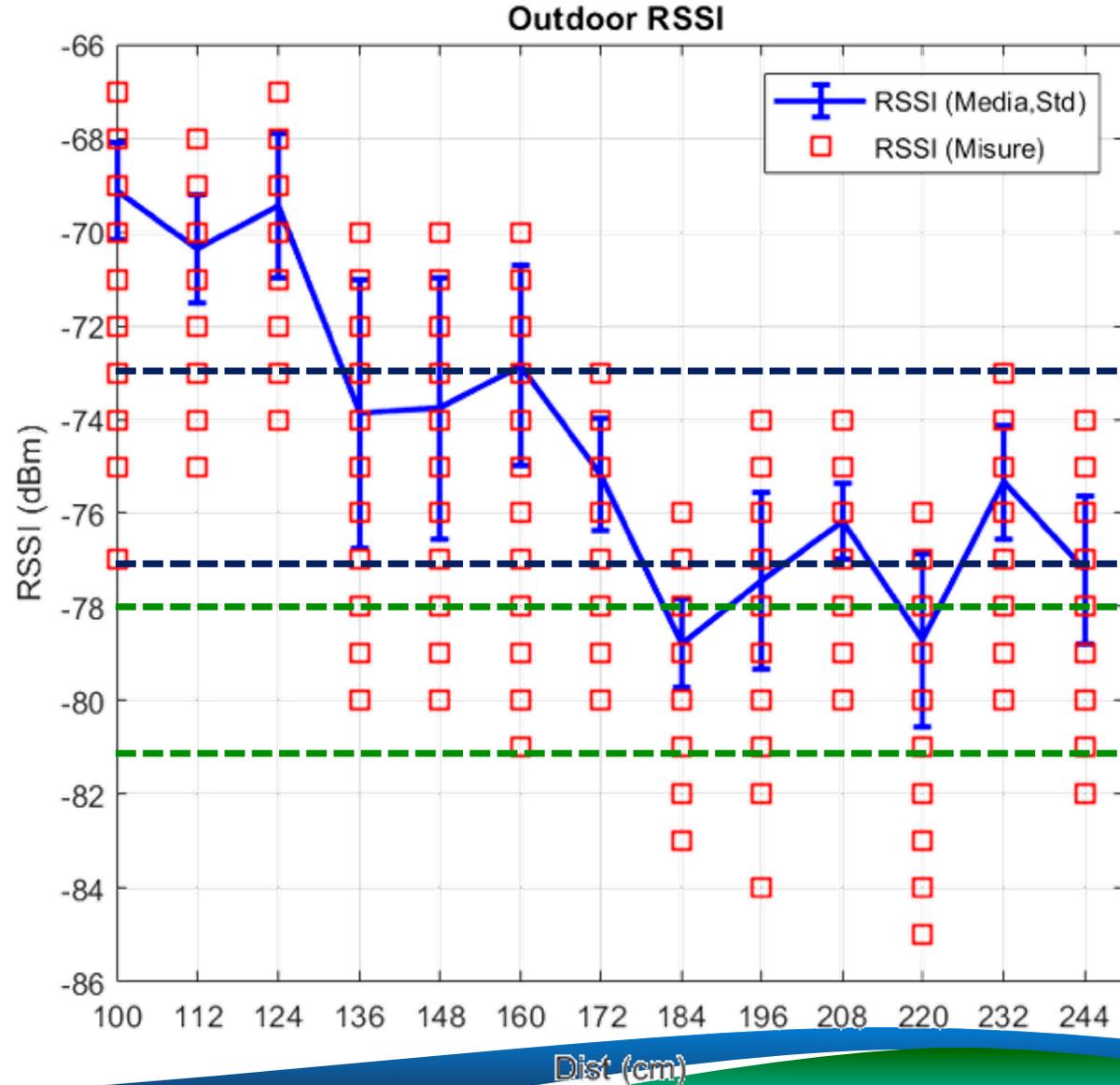
- *Exposure Score (ES): stima della durata dell'esposizione entro i 2 m di prossimità*
- *Il protocollo DP-3T effettua un filtraggio pesato dei RSSI ricevuti per calcolare l'ES, basato su*
 - *Due soglie: fasce di valori RSSI per determinare i «bucket» B1, B2, B3*
 - *Tre pesi: W1, W2, W3 del tempo di esposizione*

$$ES = W1B1 + W2B2 + W3B3$$

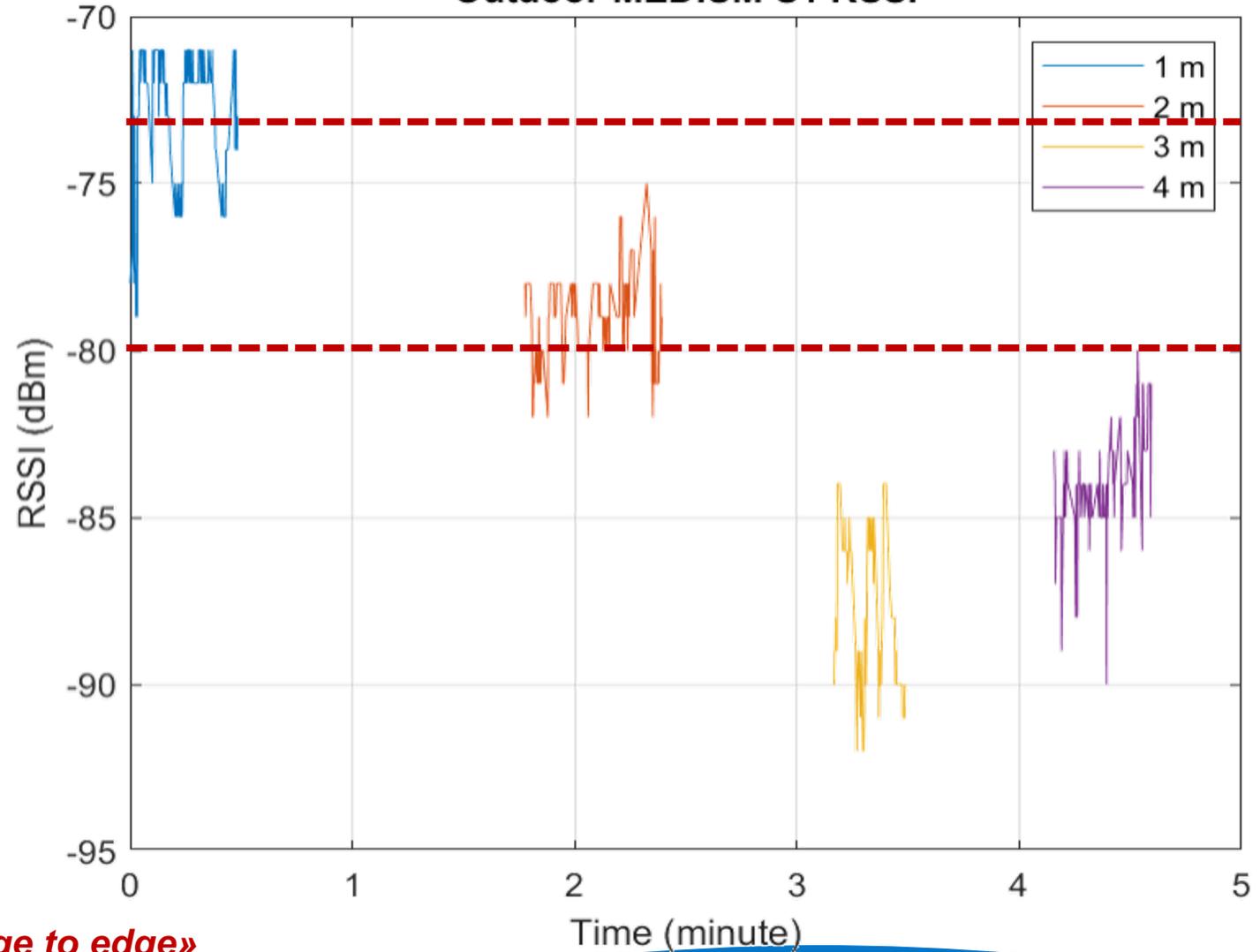
Misure BLE e App Contact Tracing

Avrò una percentuale rilevante falsi negativi

Avrò una percentuale rilevante falsi positivi



Outdoor MEDIUM S1 RSSI



B1

B2

B3

$$ES = W1B1 + W2B2 + W3B3$$

W1=1

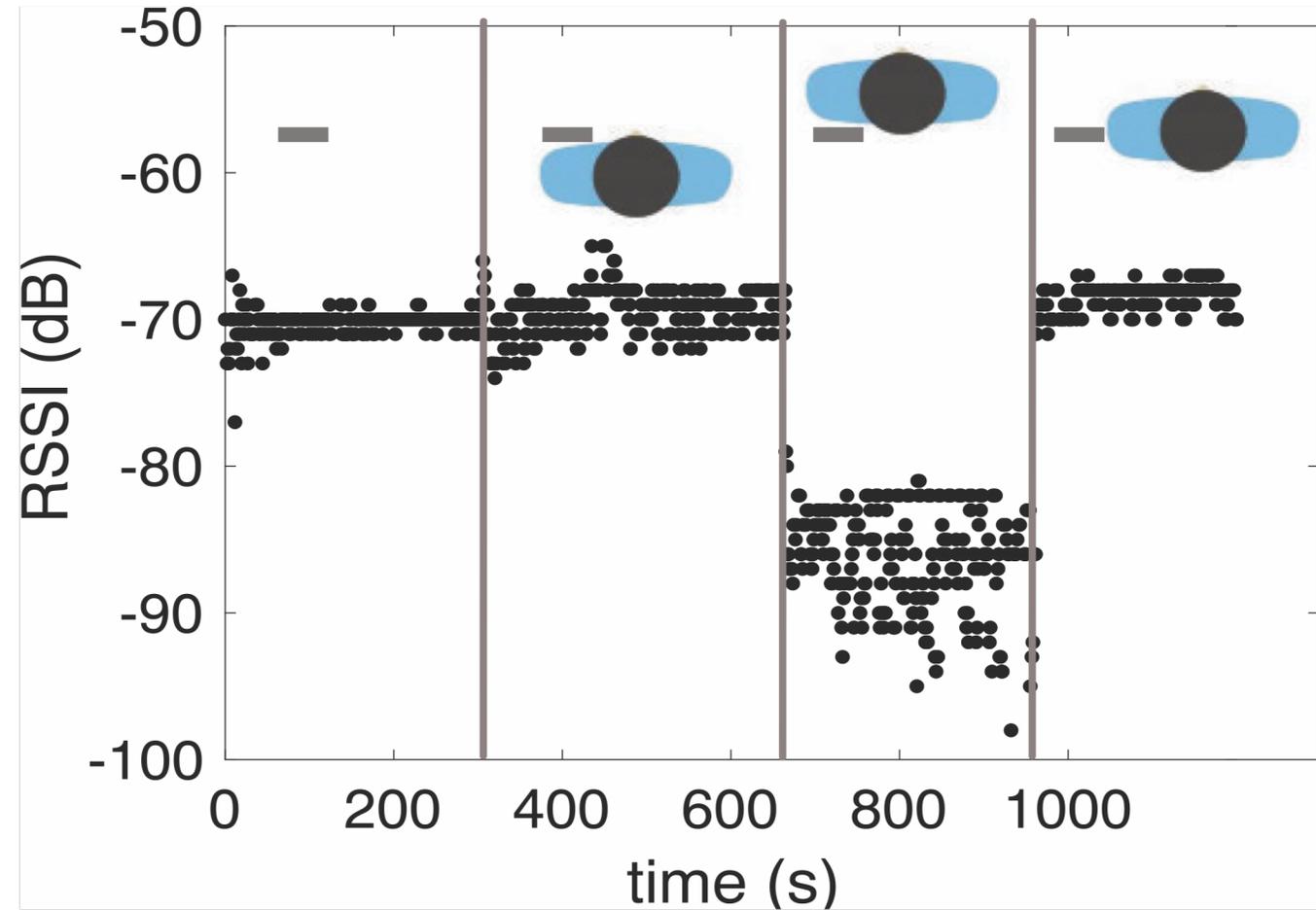
W2=0.5

W3=0

Caso outdoor LOS con terminali «edge to edge»

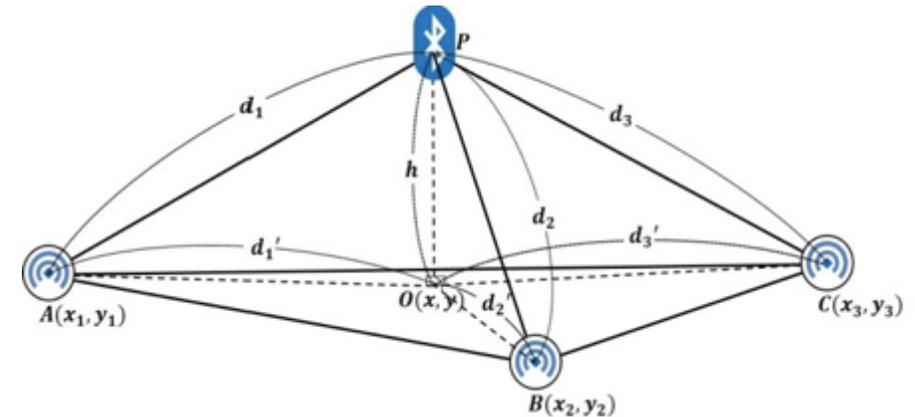
*Attenuazioni
d'ambiente
RSSI@1 m >
20 dBm*

RSSI (dB)

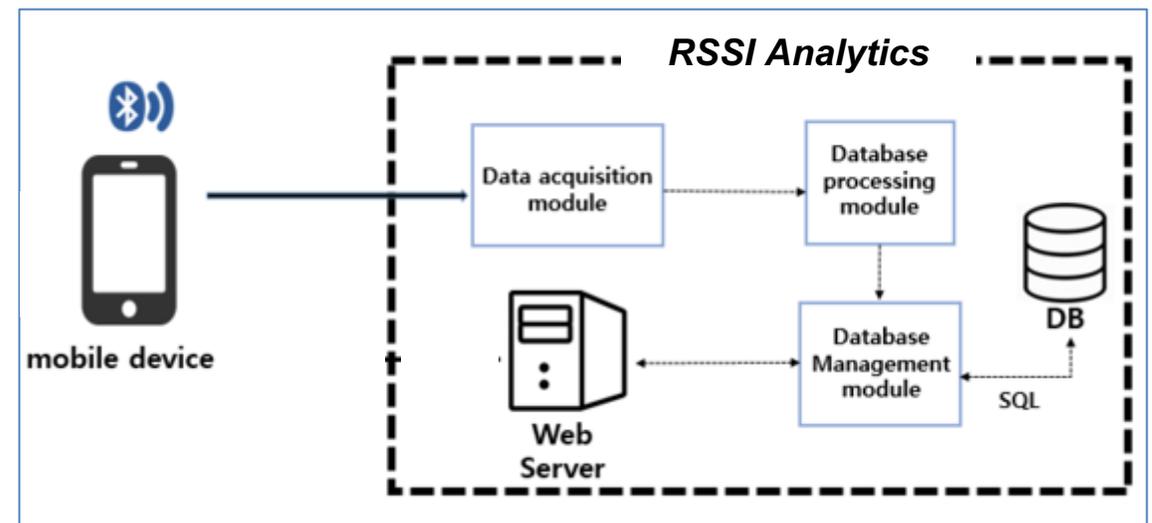


- **Per ovviare alle attenuazioni d'ambiente, si potrebbe ricorrere**

- algoritmi **più complessi di “positioning”** che attraverso l'uso di nodi in posizione fisse e note (anchor node) consentano di ridurre l'incertezza



- **Disponibilità dei valori distribuiti di RSSI**, che attraverso l'uso di diversi algoritmi di elaborazione è possibile minimizzare le incertezze



Grazie per l'attenzione!