



UNIMORE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze e Metodi
dell'Ingegneria

Tecnologie Web e Internet of Things

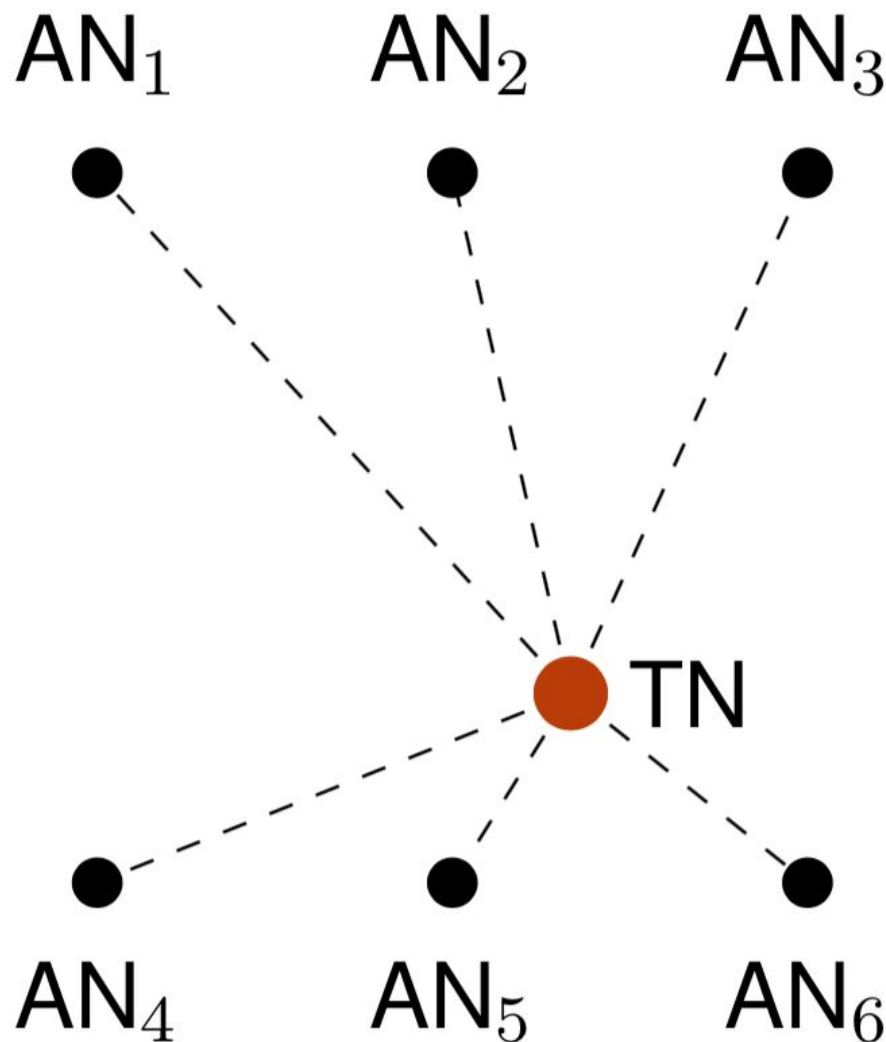
Stefania Monica
stefania.monica@unimore.it



Localizzazione

Tecnologie Web e Internet of Things

- Il posizionamento indoor range-based usa stime delle distanze tra i nodi di una rete di sensori wireless (*Wireless Sensors Networks*, **WSN**)
- In queste WSN vengono utilizzati due tipi di nodi
 - Un nodo da collocare nell'ambiente indoor, denominato *Target Node* (**TN**)
 - Diversi nodi fissati in posizioni note dell'ambiente interno, chiamati *Anchor Nodes* (**AN**)



Il posizionamento indoor è un problema che si trova in diversi contesti applicativi

- Sistemi software a supporto dell'automazione in stabilimenti industriali
- Sistemi di salvataggio per situazioni di emergenza
- Sistemi di assistenza domiciliare per gli anziani (*Ambient Assisted Living*, **AAL**)
- Giochi didattici (*serious games*) per aumentare l'interattività di musei e mostre
- Analisi statistiche sulla presenza di persone all'interno di grandi ambienti (ad esempio: centri commerciali, aeroporti, ...)

Esistono diverse tecnologie che possono essere usate in questo contesto:

- Wifi
- Bluetooth
- Radio Frequency Identification (RFID)
- Ultra Wide Band (UWB)

MDEK 1001



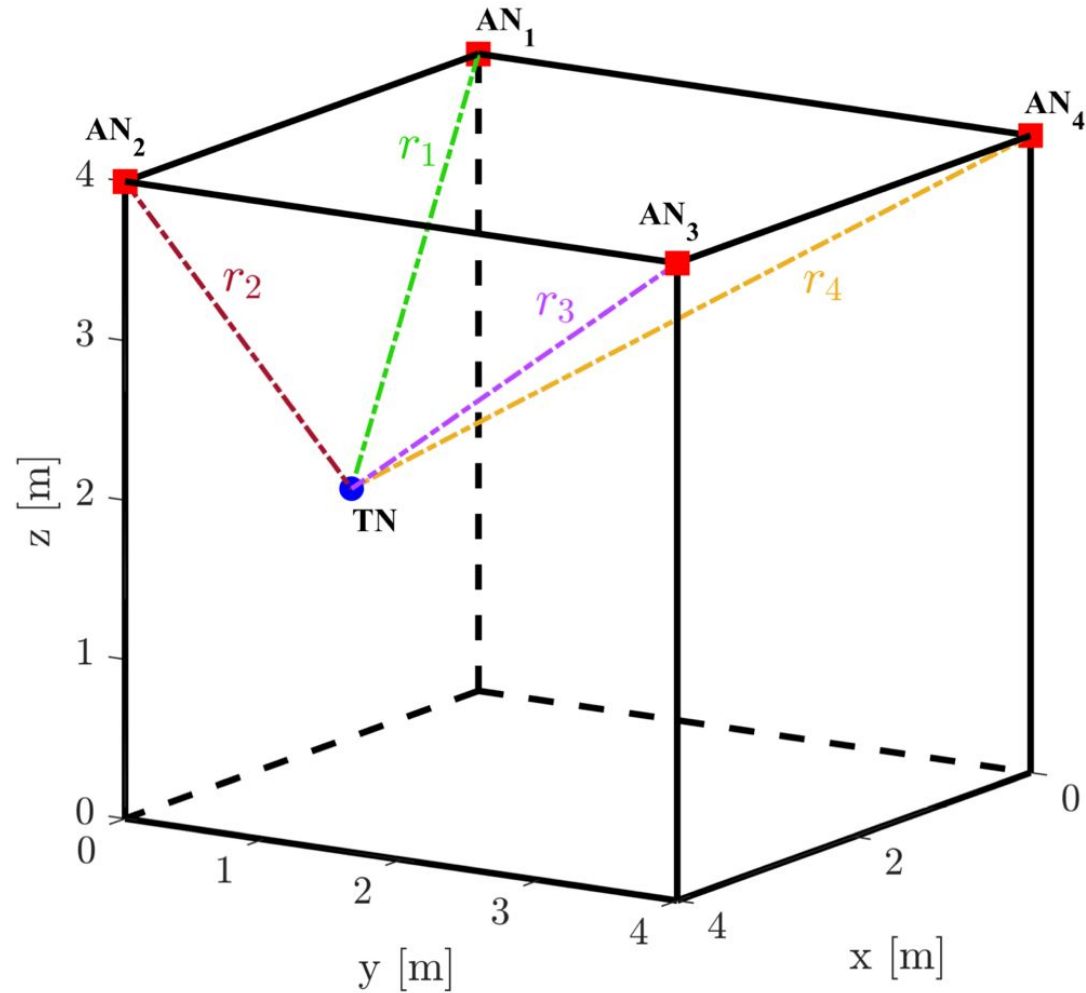
Esistono diverse tecniche per ottenere le stime della distanza

- Analisi della Received Signal Strength (RSS)
- Analisi del tempo di volo dei segnali (Time of Flight, ToF)

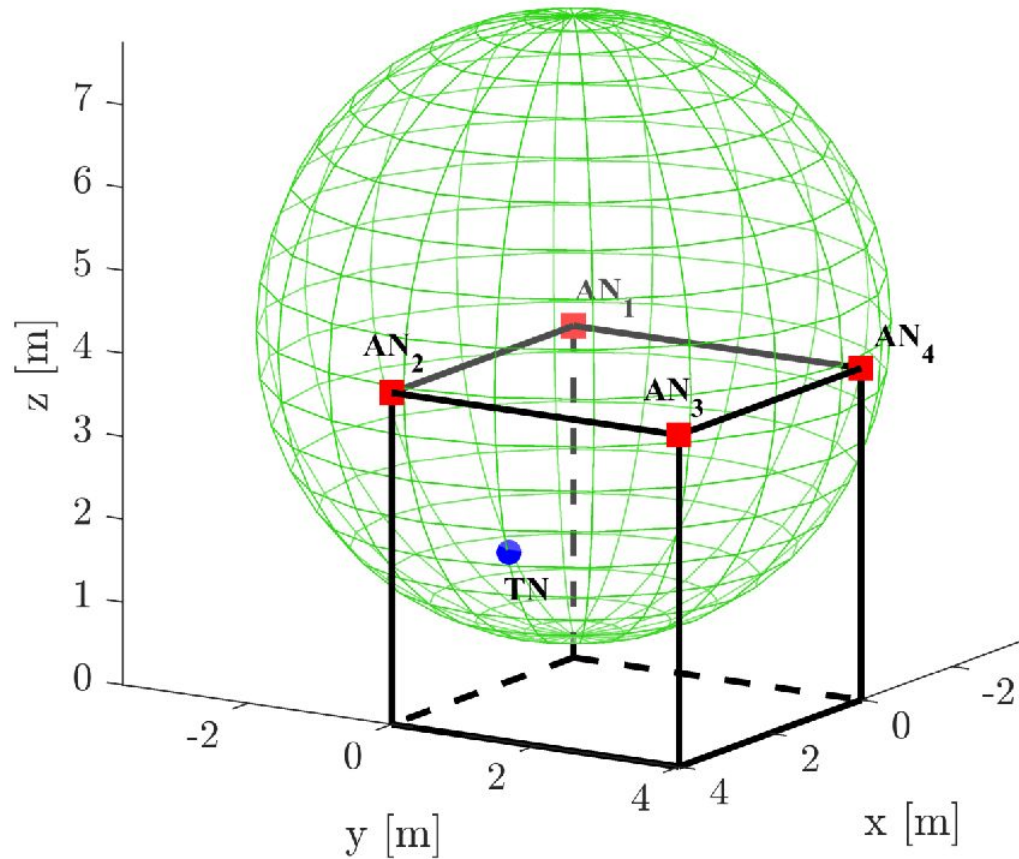
Se si usa la tecnologia UWB, particolarmente promettente, le stime della distanza sono ottenute sulla base del ToF dei segnali tra nodi della rete.

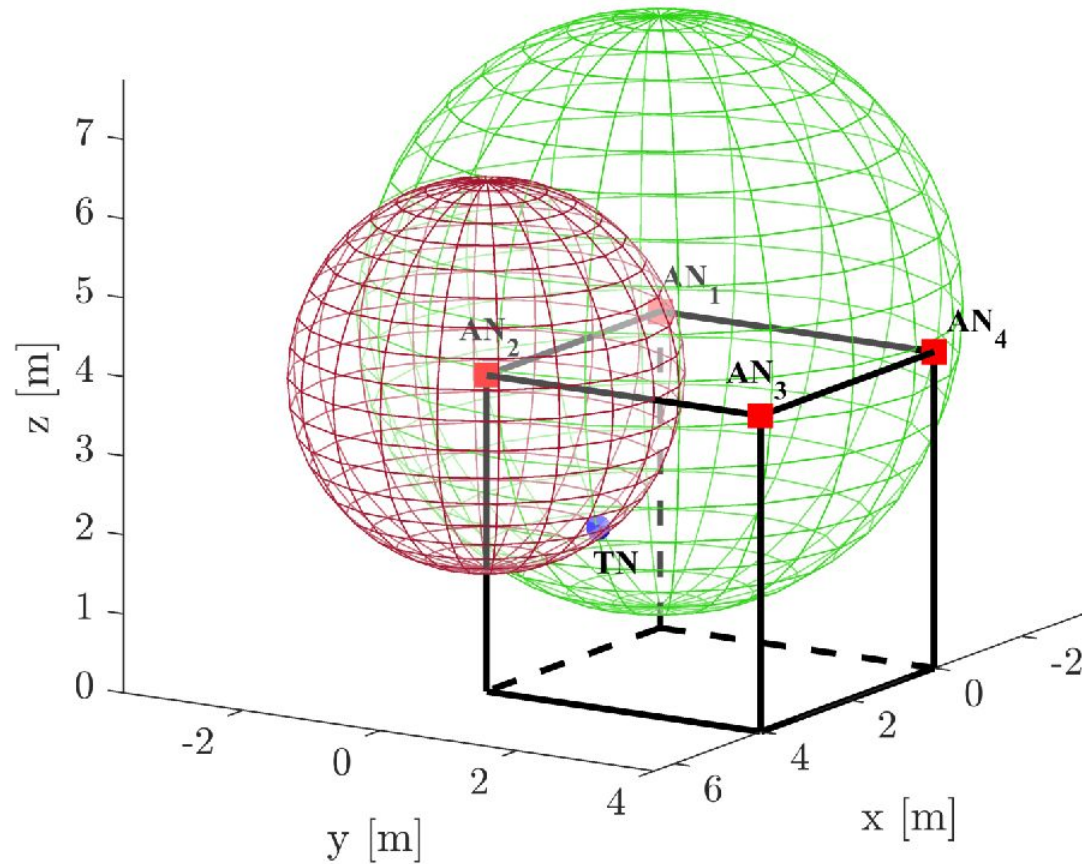
Tecnologie Web e Internet of Things

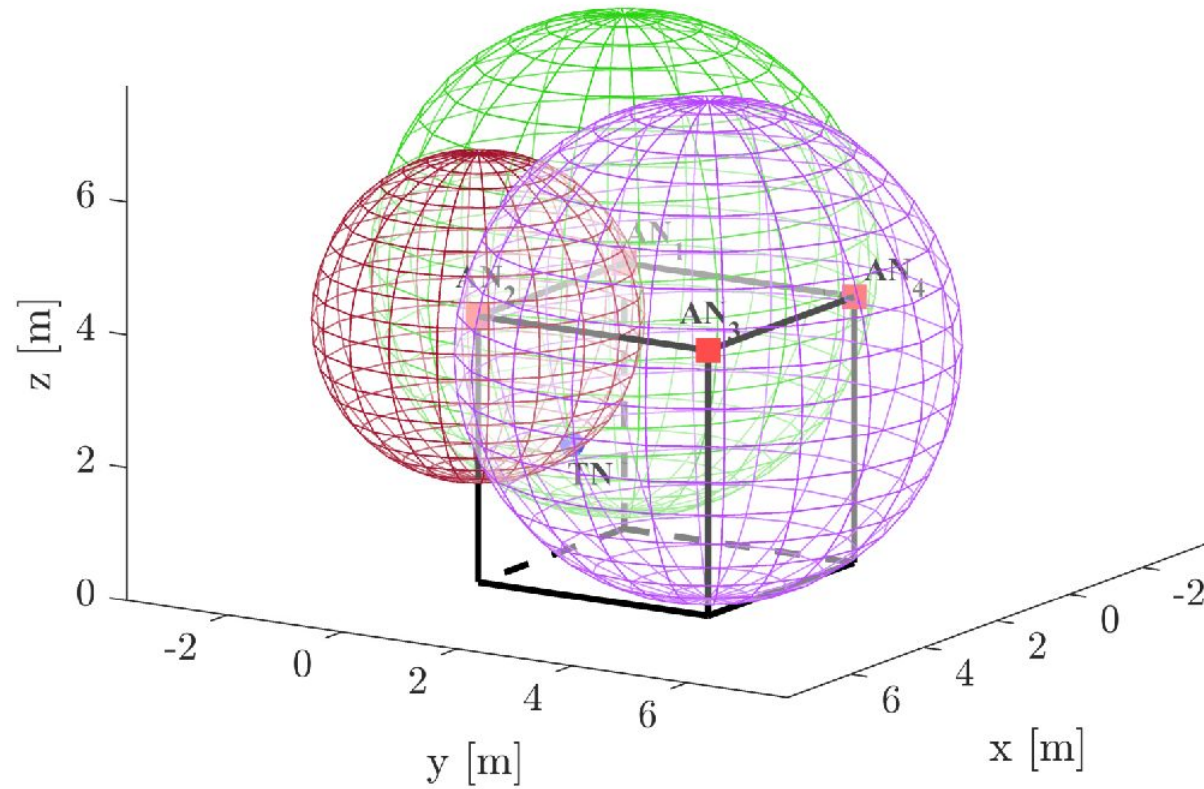
r_i distanza tra
i-esimo AN e
TN

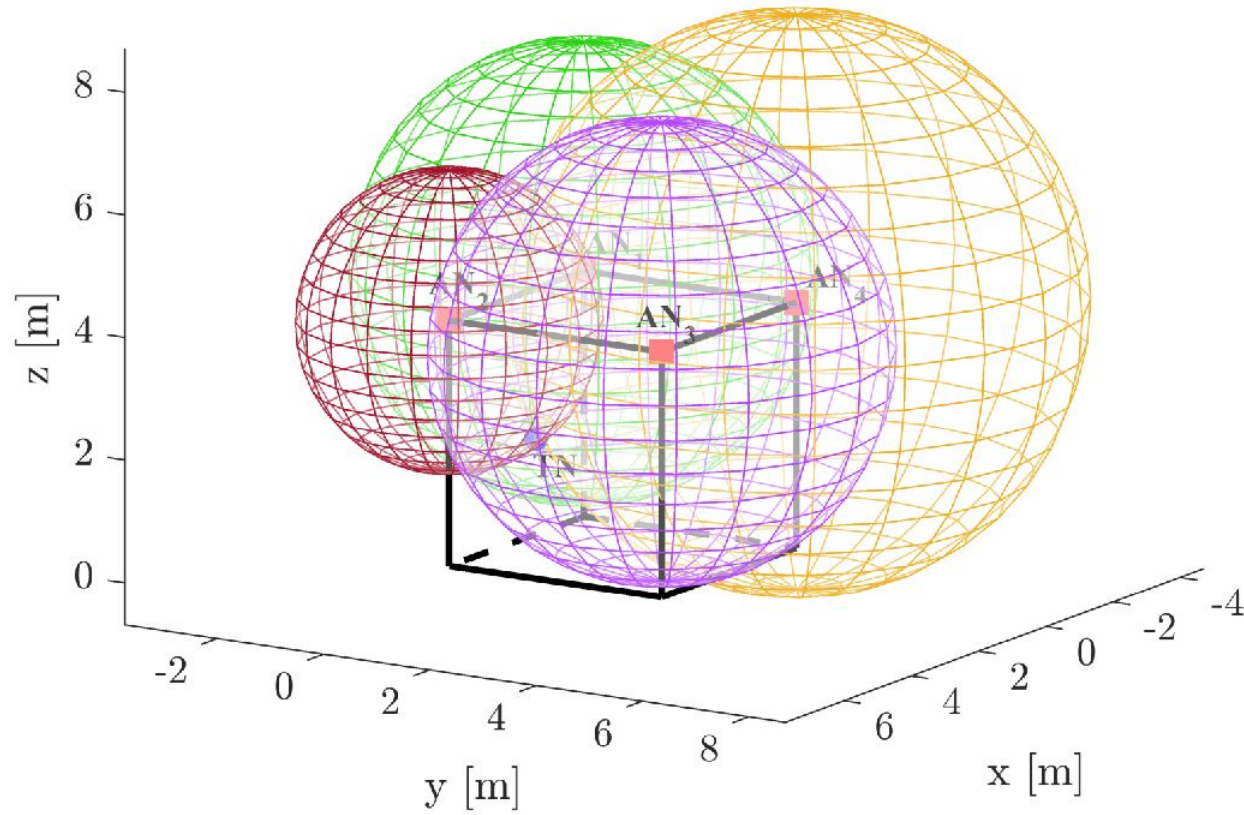


Tecnologie Web e Internet of Things



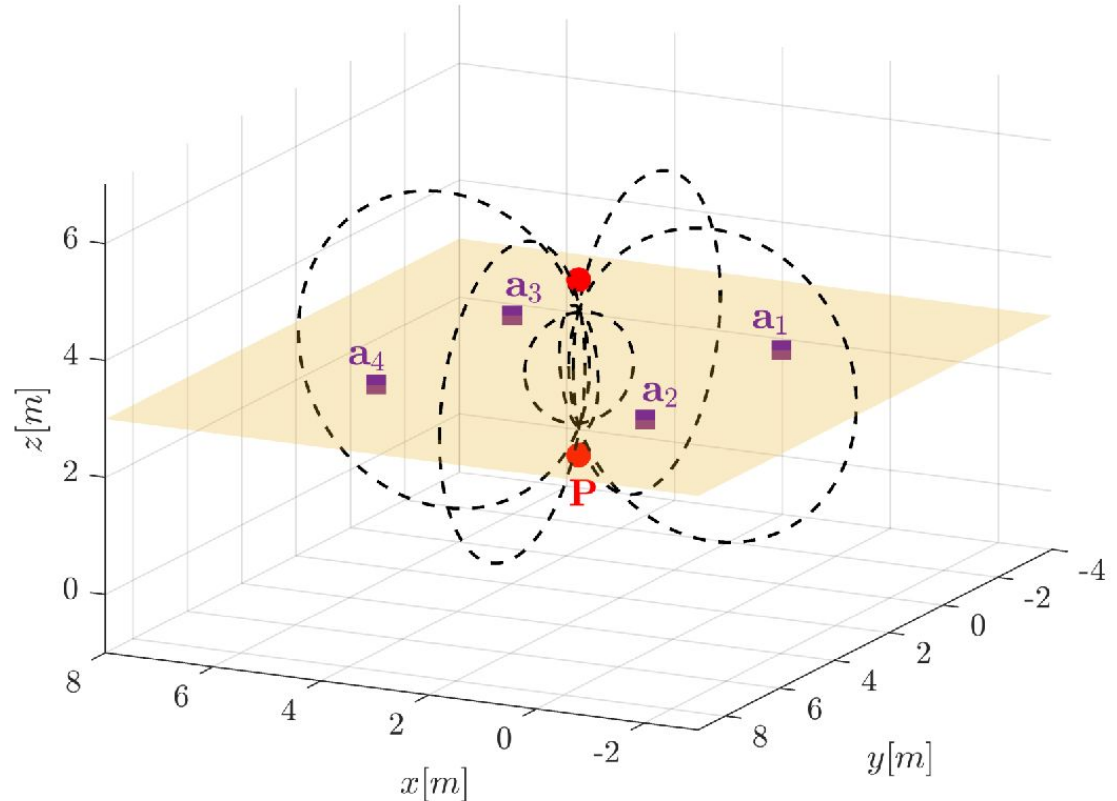






Normalmente il posizionamento in ambienti interni funziona meglio se gli AN sono posizionati sul soffitto (piano) dell'ambiente

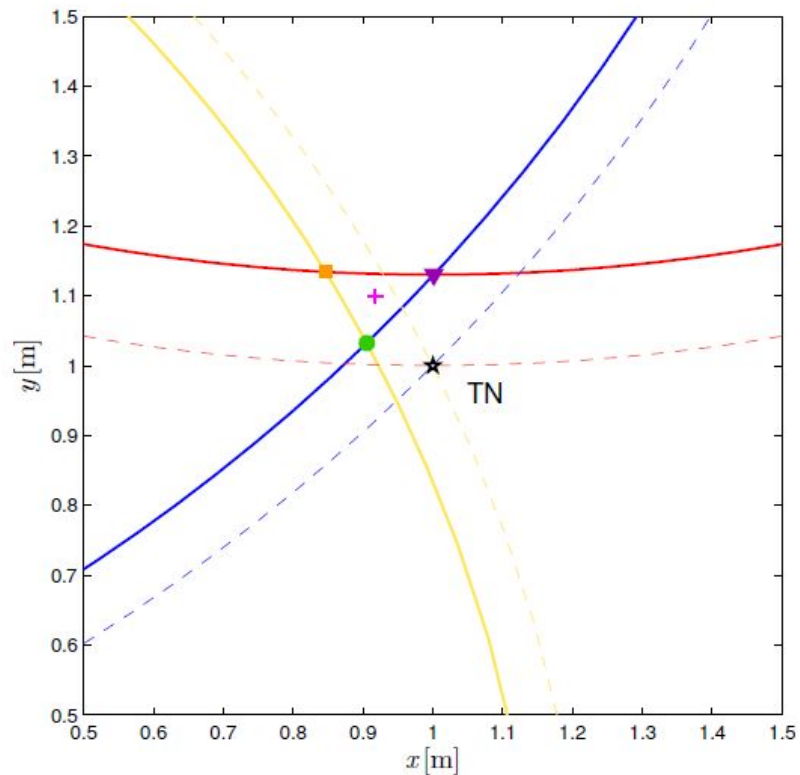
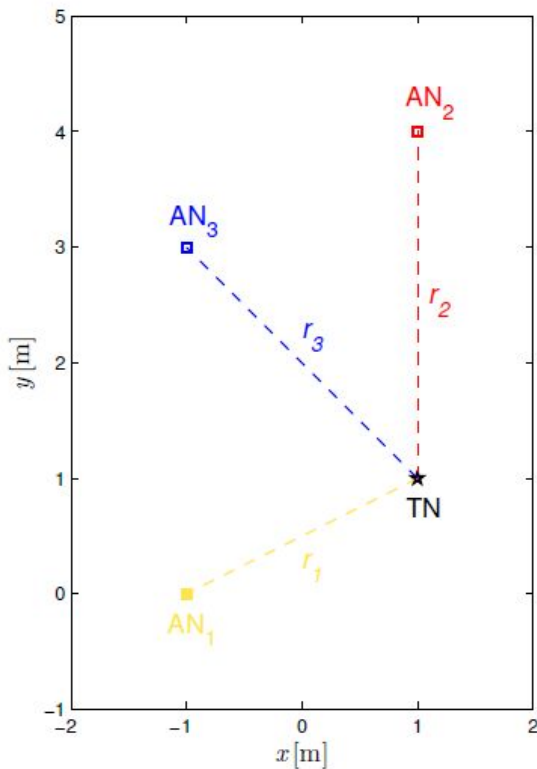
- Migliore copertura
- Ridotte interferenze causate da ostacoli
- Distribuzione più semplice dei cavi d'alimentazione



Gli AN complanari hanno una particolarità

- Anche senza errori di misurazione, il sistema di equazioni associato al problema del posizionamento è singolare
- Piccole perturbazioni delle posizioni degli AN rendono il sistema (fortemente) mal condizionato
- Pertanto, gli algoritmi di posizionamento (geometrici) ordinari non sono applicabili

Ai problemi di mal condizionamento, si aggiungono i problemi legati alla disponibilità della stima delle distanze e non delle distanze vere



Il problema della localizzazione si può formulare nel modo seguente

$$\begin{cases} (\hat{x} - x_1)^2 + (\hat{y} - y_1)^2 + (\hat{z} - z_1)^2 = \hat{r}_1^2 \\ \dots \\ (\hat{x} - x_M)^2 + (\hat{y} - y_M)^2 + (\hat{z} - z_M)^2 = \hat{r}_M^2 \end{cases}$$

e può essere scritto in forma matriciale come

$$\mathbf{1} \hat{\mathbf{u}}^T \hat{\mathbf{u}} + \mathbf{A} \hat{\mathbf{u}} = \hat{\mathbf{k}}$$

dove

$$\hat{k}_i = \hat{r}_i^2 - (x_i^2 + y_i^2 + z_i^2)$$

$$\mathbf{A} = -2 \begin{pmatrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_M & y_M & z_M \end{pmatrix}$$

Tecnologie Web e Internet of Things

Il problema può essere riscritto nei termini di un problema di minimizzazione

$$\hat{\mathbf{u}} = \arg \min_{\mathbf{u} \in D} F(\mathbf{u})$$

dove

$$F(\mathbf{u}) = \|\hat{\mathbf{k}} - (\mathbf{1} \hat{\mathbf{u}}^T \hat{\mathbf{u}} + \mathbf{A} \hat{\mathbf{u}})\|^2$$

Optimization Algorithms

Deterministic

Swarm-intelligence algorithms

- Particle Swarm Optimization (PSO)
- Artificial Bee Colony (ABC)
- Honey Badger Algorithm (HBA)
- Whale Optimization Algorithm (WOA)

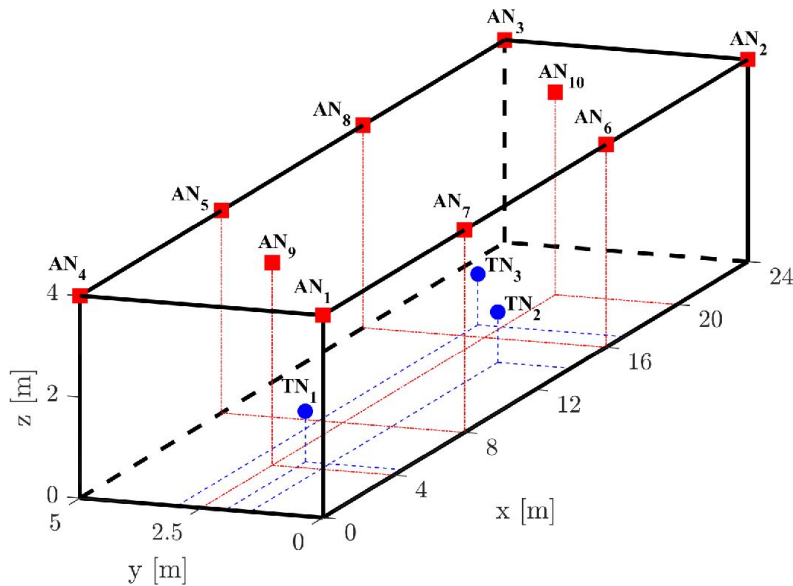
Stochastic

Metaheuristic

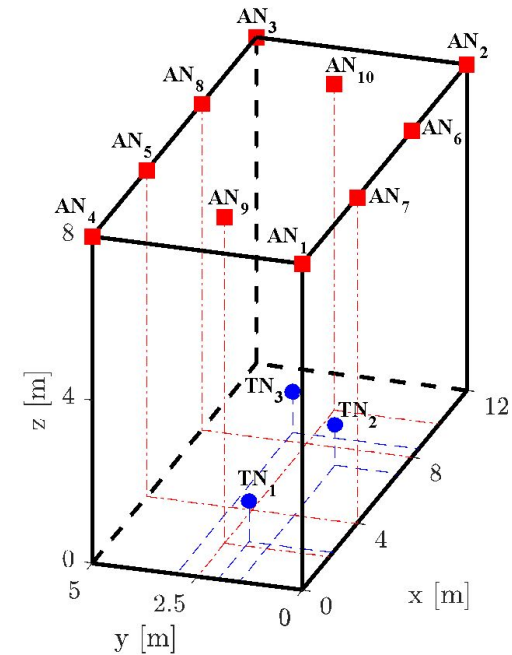
Swarm
Intelligence

Evolutionary and
Physics-based

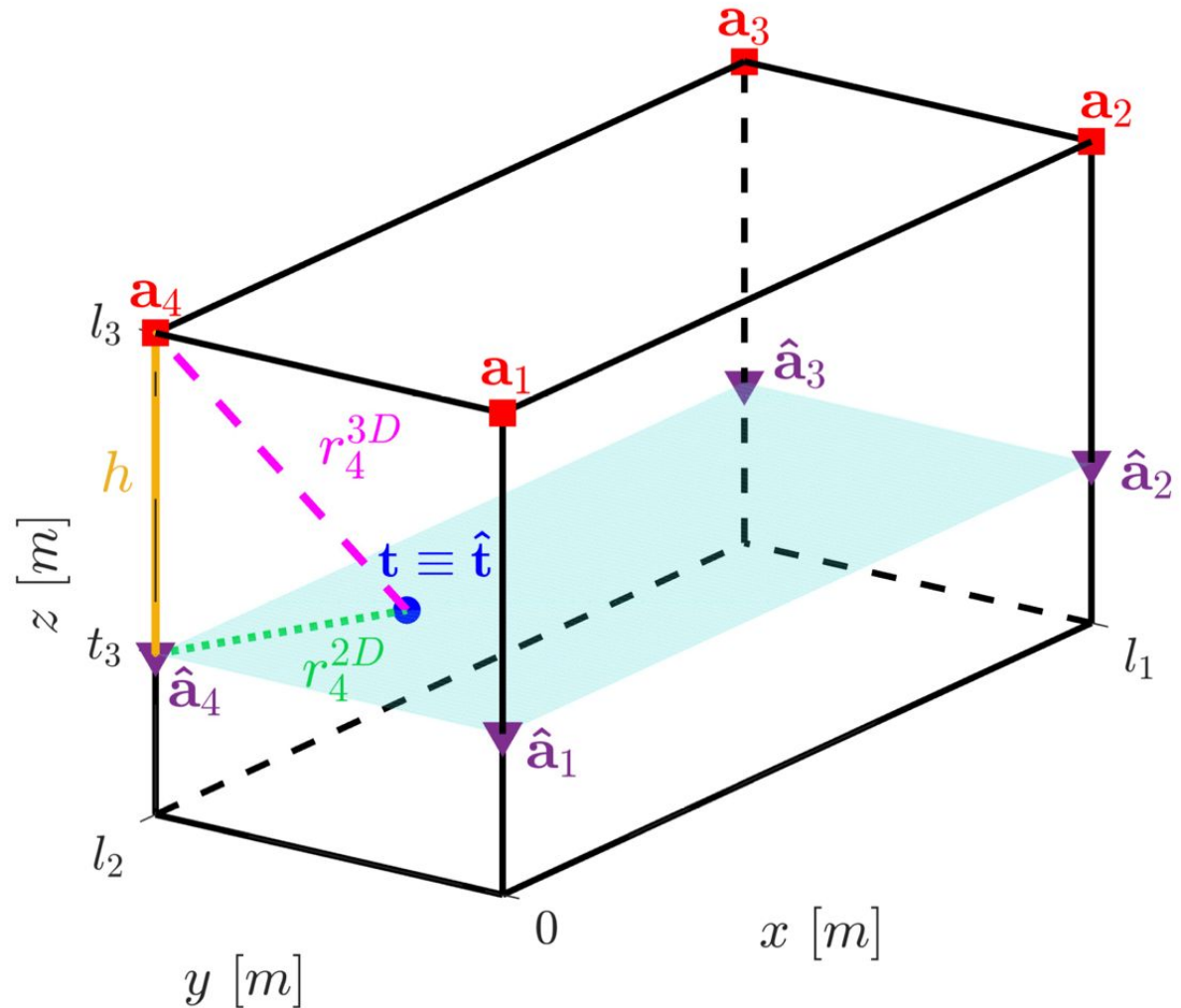
Scenario 1

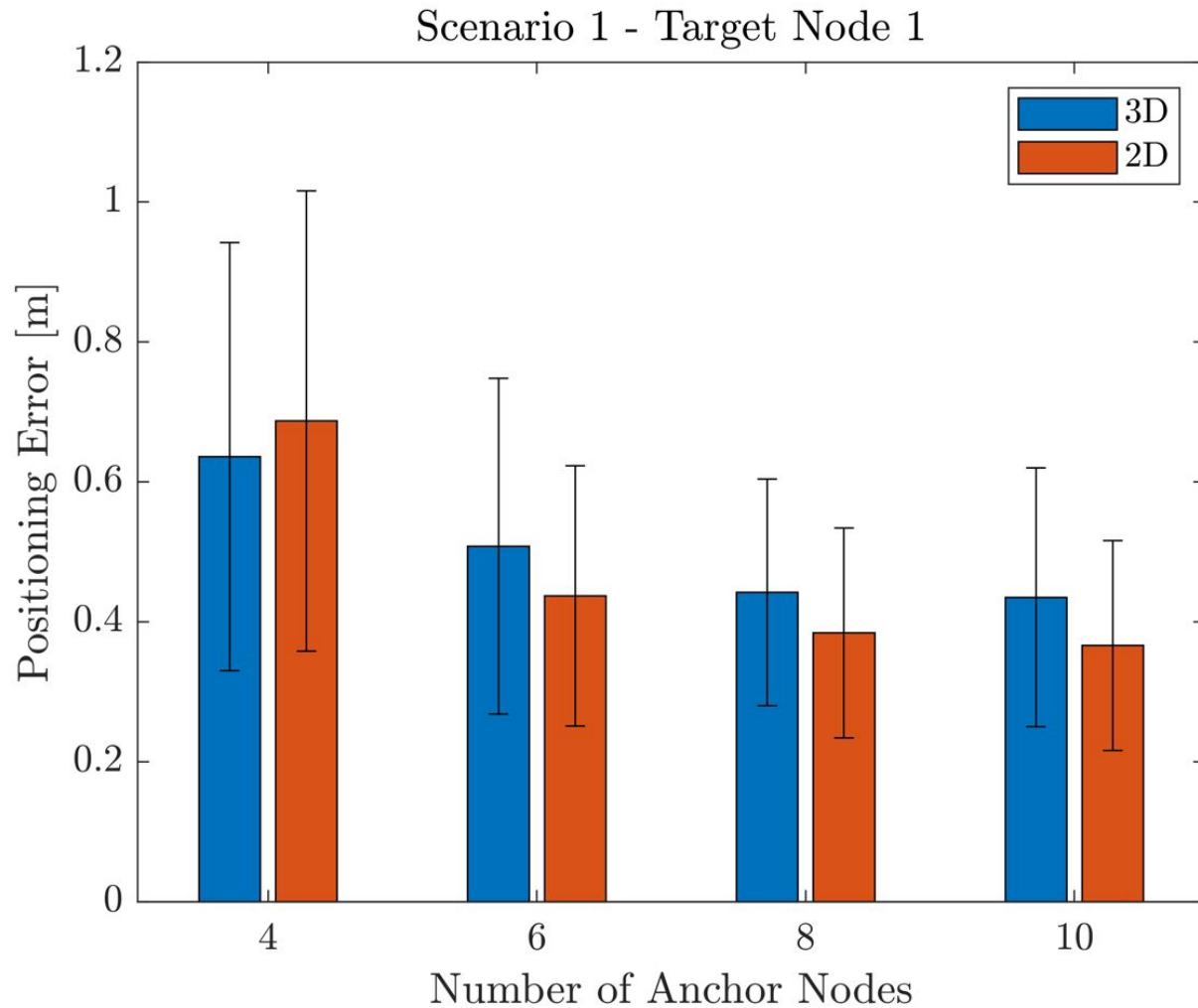


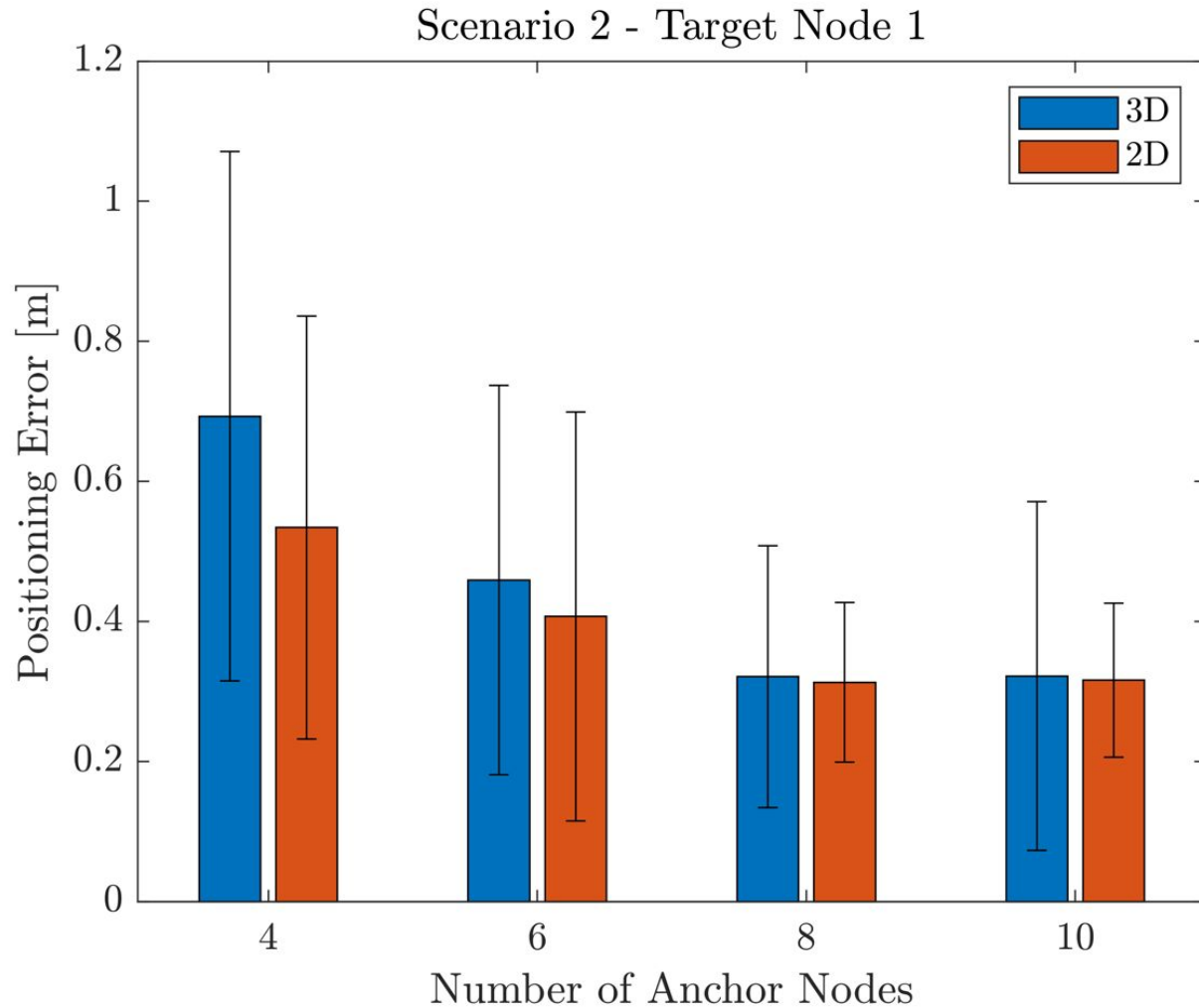
Scenario 2



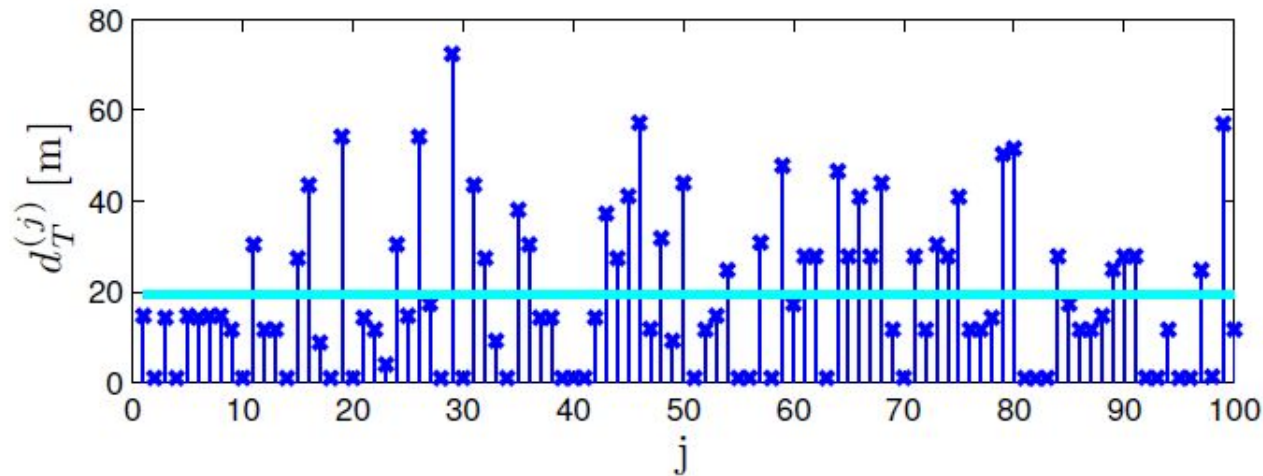
Il problema si può tradurre in un problema su un piano



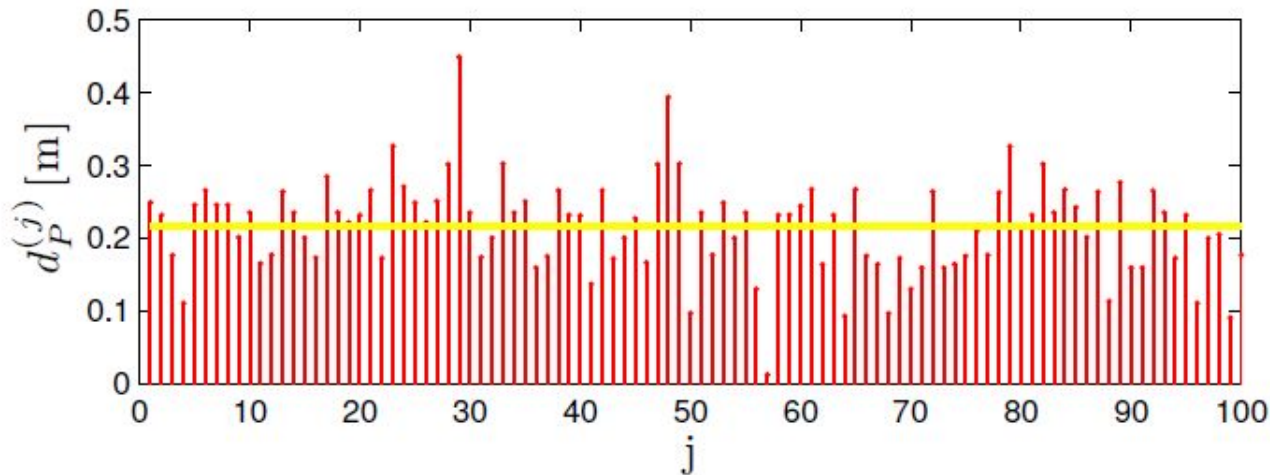




Tecnologie Web e Internet of Things



TSML



PSO

Vantaggi degli algoritmi metaeuristici

- Nascono da concetti semplici e possono essere facilmente implementati
- Il gradiente della funzione non deve essere calcolato
- Possono facilmente consentire di uscire da eventuali minimi locali
- Possono essere applicati in diverse problematiche grazie alla loro versatilità

Sono caratterizzati da due fasi:

- **Exploration:** l'algoritmo genera diverse soluzioni in modo da esplorare lo spazio di ricerca su scala globale
- **Exploitation:** l'algoritmo ricerca in una regione locale sfruttando le informazioni note

Tecnologie Web e Internet of Things

- Sono algoritmi iterativi
- Prevedono l'uso di agenti (particelle) che si muovono durante la ricerca, con modalità ispirate ad alcuni comportamenti degli animali
- In ciascuna iterazione viene valutata la funzione obiettivo in ciascuna particella, cercando di raggiungere il minimo della funzione obiettivo
 - Algoritmi diversi usano strategie di ricerca diverse
 - Possono essere dati pesi diversi alle fasi di exploration e exploitation