

Per quanto riguarda il problema della distribuzione una soluzione centralizzata **NON VA SEMPRE BENE** e come di:

- connessione col server richiede
- lunghi ritardi

La capacità di muoversi dei sensori facilita il **SELF DEPLOY** che a volte è una caratteristica essenziale.

Ogni sensore deve eseguire un ciclo **LOOK - COMPUTE - MOVE**.

2 possibili approcci:

1 FORZE VIRTUALI

Trovare i sensori come particelle coniche:

- troppo vicini → si allontanano
- lontani non possono comunicare → si avvicinano
- non possono comunicare → si ignorano

- i sensori oscillano
- È richiesto un tuning manuale dei parametri
- Tendono a non attraversare le porte

2

DIAGRAMMA DI VORONOI

Sia $P = \text{set di } n \text{ siti nel piano}$, un **diagramma di Voronoi** di P è una partizione del piano in n celle V_i tali che:

1. V_i ha un sito

2. Se un punto $q \in V_i \Rightarrow d(q, p_i) < d(q, p_j) \forall p_{i,j} \in P$

- Le celle sono divise dagli **assi**
- L'incrocio di 2 assi crea un **vertice**
- Un **segmento** è una porzione di uno confinato in 2 vertici
- Una cella può essere **limitata / illimitata**

Proprietà

1. Un punto q è su un segmento tra p_i e p_j se è equidistante da p_i e p_j
2. Un punto q è su un vertice tra p_n, p_i e p_j se è equidistante da p_i, p_j e p_n

COMPLESSITÀ

Th. $|V| \leq 2n - 5$ e $|E| \leq 3n - 6$ se $n \geq 3$

Proof. Dato un VD aggiungiamo un dummy node connetto con tutti gli altri per renderlo plonore.

$$\Rightarrow |V| - |E| + f = 2 \quad (\text{formula di Eulero})$$

$$|V| - |E| + m + f = 2$$

Inoltre $\sum_v \text{grado}(v) = 2|E|$ e $\text{grado}(v) \geq 3$



$$3|V| \leq 2|E|$$



$$- |V| \leq 2m - 5$$

$$- |E| \leq 3m - 6$$



TRIANGOLAZIONE DI DELAUNAY (NON IMPORTANTE)



Decomposizione del piano che si ottiene intersecando ogni cerchio con un segmento che collega 2 siti.

PROPRIETÀ:

1. Il cerchio che contiene un T.D.D. non ha siti al suo interno
2. Non ci sono segmenti ILLEGALI (vedi slide)

COME OTTENERE UN V.D.?

1. INTERSEZIONE DI SEMIPIANI: Ogni cella è il risultato dell'intersezione di K semipiani che si ottiene tramite un algoritmo Div-et-Imp:

DIVIDE: Splitta ricorsivamente il set di K semipiani

IMPERA: Il semipiano foglio è intersecato con un
ogni figlio \leftarrow rettangolo $R \rightarrow$ il search state
non un poligono

COMBINA: Calcola ricorsivamente l'intersezione di 2 fratelli
(bottom-up) e metti il risultato nel nodo padre.

Per trovare una cella $\rightarrow O(n)$ semipiani da intersecare

$\Rightarrow O(n \lg n)$ per cella $\Rightarrow O(n^2 \lg n)$ per l'intero
algoritmo.

2. ALGORITMO DI FORTUNE

IDEA: Usa una **sweep line** che scansiona il piano e
"scopre" il diagramma gradualmente.

BEACH LINE \rightarrow Curva dinamica composta da pezzi di parabole
e che rappresenta i punti del piano equidistanti dai siti
proceduti e dalla sweep line.

EVENTO SITO \rightarrow La sweep line incontra un nuovo sito (ES)

EVENTO CERCHIO \rightarrow Quando una parabola sulla beach line
si chiude e genera un arco (EC)

Algoritmo

- ORDINA i siti secondo l'one y
- La sweep line si move dall'alto al basso e la beach line cambia piano incidente
- IF ES → Aggiungi un arco alla beach line
IF EC → Un arco scopre e si crea un vertice
- Eventi → $O(1)$
- Ordinamento iniziale → $O(n \log n)$
- Ogni struttura dati contiene $O(n)$ informazioni
- Ogni evento necessita di $O(\log n)$.

cc. $O(n \log n)$

SENSORI ETERogenei

I sensori non sono tutti uguali, infatti possono differire per il range di comunicazione.

Nel caso in cui abbiano sensori diversi, gli approcci precedenti possono non essere validi:
con i VD non si prendono infatti in considerazione le capacità di copertura

SOLUZIONE: Utilizzare una nuova notazione di distanza:

DISTANZA DI LAGUERRE

Doti 2 punti $P = (x, y, z)$ e $Q = (x', y', z')$:

$$D_L^2(P, Q) = (x - x')^2 + (y - y')^2 + (z - z')^2$$

dove x, y sono le **COORDINATE** del centro di un cerchio con raggio z .

- DISTANZA TRA 2 CERCHI:

$$D_C^2(C_1, C_2) = D_L^2(P_1, P_2) - (r_2 - r_1)^2$$

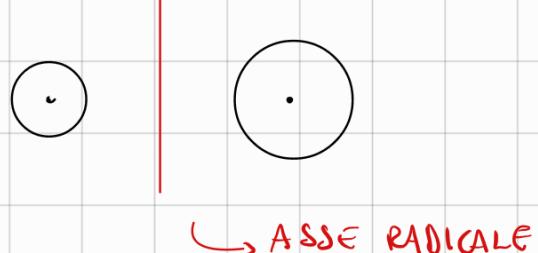
$\downarrow \quad \downarrow$
centro centro
 $C_1 \quad C_2$

- DISTANZA PUNTO - CERCHIO: $P(x, y)$ $C = (x', y', r)$

$$D_P^2(P, C) = (x - x')^2 + (y - y')^2 - r^2$$

Lemma: Doti 2 cerchi C_1, C_2 :

2. L'insieme dei pt equidistanti da C_1 e C_2 è una linea



2. I loro centri potrebbero trovarsi nello stesso
punto dell'una radicale

Diagramma di Voronoi con Larghezza Distanze

Il V. D. di un insieme di cerchi C_1, \dots, C_n (con L. D.) è
un V. D. V con delle differenze:

- Ci potrebbe essere esterni ad una cella
- Vi potrebbe essere vuoto.

→ Modifica la grandezza delle celle in modo t.c.

Algoritmo: celle grandi hanno cerchi grandi e viceversa

If sensore si

Calcolo Vi

If $s_i \neq v_i$: centro del cerchio C_i

if $c_i \neq v_i$:

muoviti verso il minimax

else:

muoviti verso il minimax **SOLO SE** lo copertura
di V_i aumenta

else: do nothing

Th. L'algoritmo CONVERGE e, ponendo un threshold
di movimento TERMINA (altrimenti oscillerebbe per sempre!)