



# Avalanche Disaster Inspection Tools

Pianificazione Automatica Distribuita delle  
missioni di una flotta di droni e robot mobili



# Perché?



## Tempo di soccorso

Le probabilità che una persona sopravviva diminuiscono esponenzialmente col passare del tempo.



Motivazioni



## Pericolosità

Numero medio di vittime maggiore di 20 all'anno, senza considerare feriti e dispersi.



## Cambiamento climatico

L'innalzamento della temperatura aumenta il rischio di valanghe.

# La Soluzione

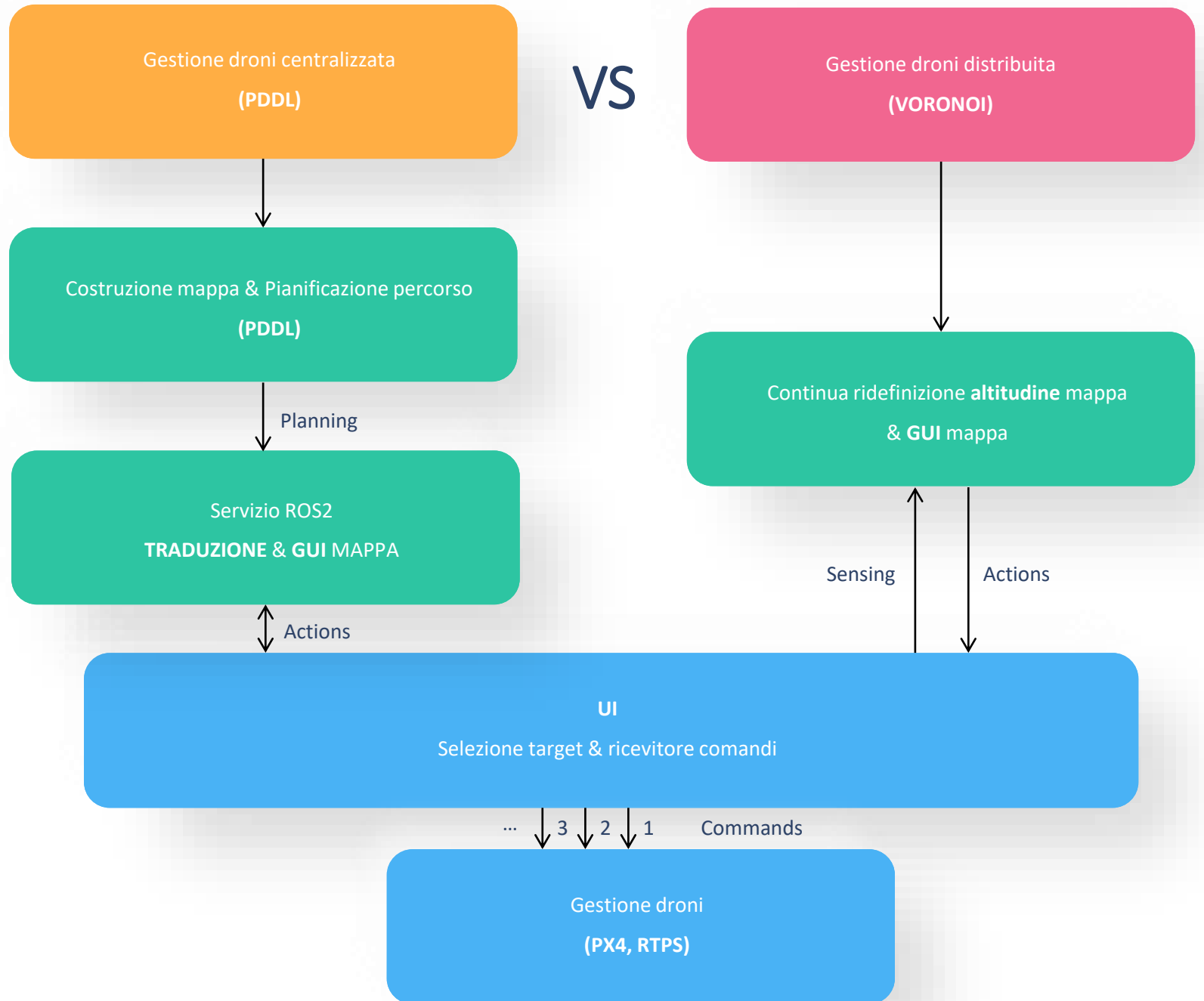
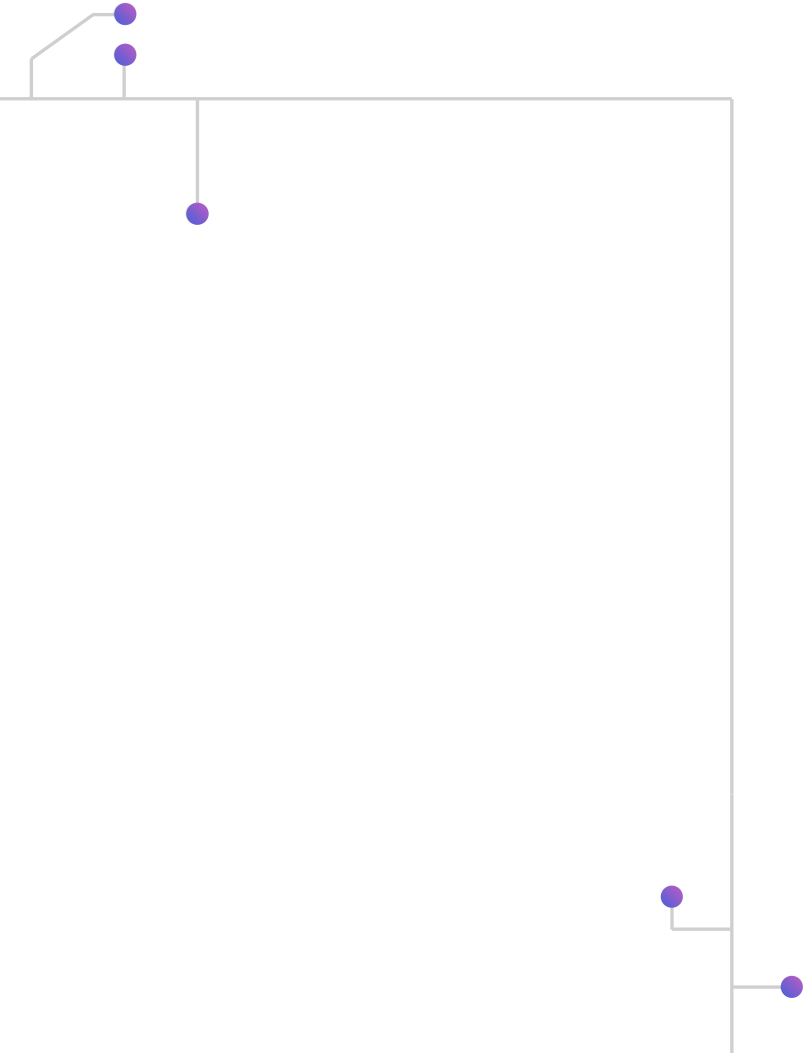


L'obiettivo è quello di monitorare e controllare la presenza di eventuali vittime dopo l'episodio di una valanga. Per fare ciò utilizziamo un insieme di agenti (con agenti si intendono robot terrestri e droni).

I robot terrestri hanno una maggiore autonomia, ma possono riscontrare difficoltà nel muoversi, mentre i droni, pur avendo un'autonomia minore, sono molto più rapidi e agili.



# Panoramica



# Decentralizzazione



01

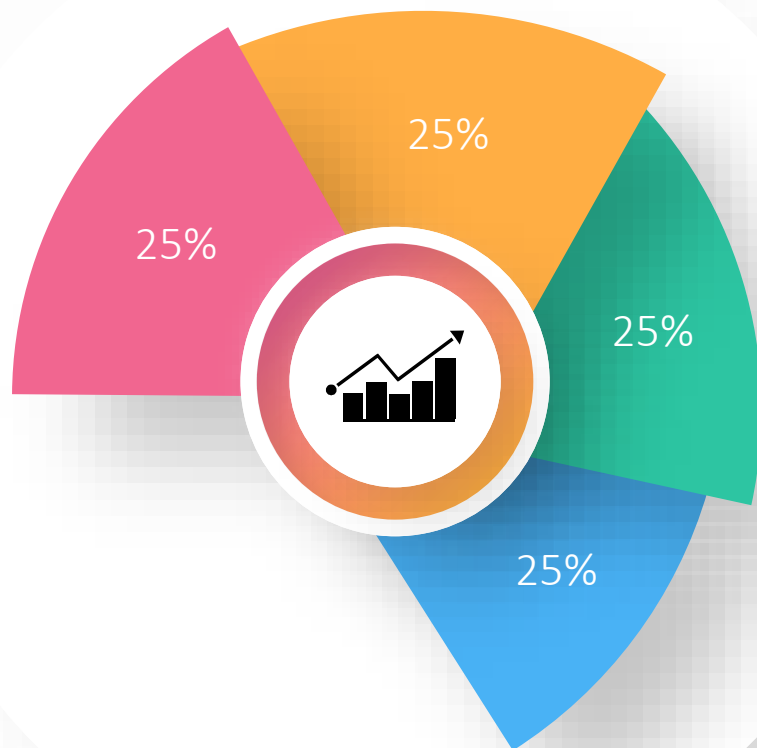
Divisione area con algoritmo di  
**K-Means**

02

Divisione area con algoritmo di  
**Lloyd**

03

Servizio **ROS2**



# Algoritmo

## K-Means



Si basa sul dividere i punti in gruppi (clusters) minimizzando la *varianza*.

- Semplice
- Converge
- Efficace
- Flessibile

# Procedura



L'algoritmo può essere diviso in 4 passaggi chiave.

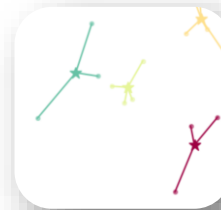
1. Generazione  
dei punti.

Con Distribuzione  
Gaussiana

2. Assegnazione  
ai clusters.

$$\arg \min_{\mathbf{S}} \sum_{i=1}^k \sum_{\mathbf{x} \in S_i} \|\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_i\|^2$$

3. Calcolo centroidi.



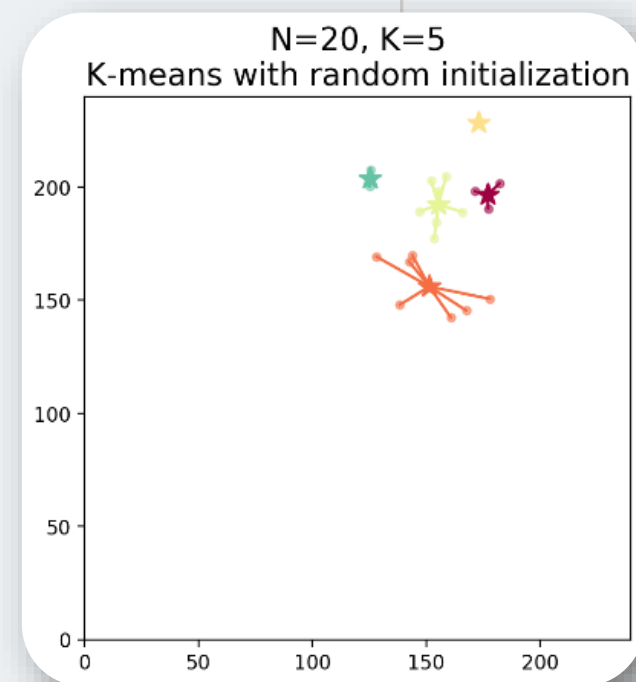
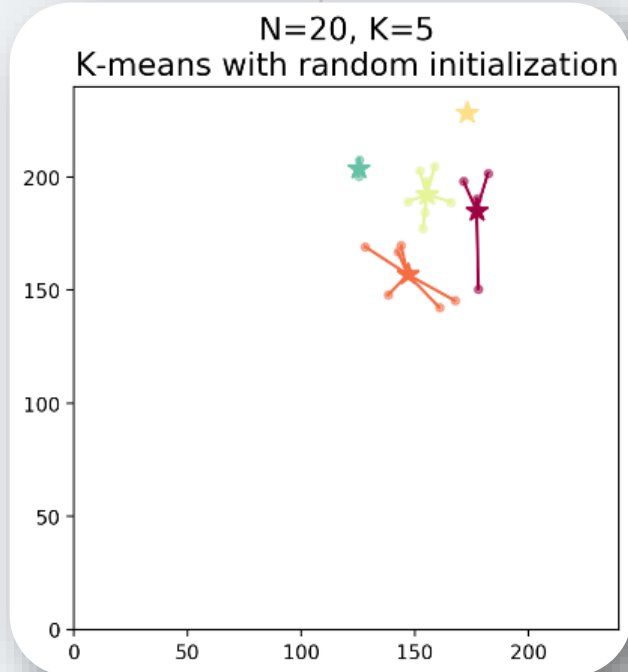
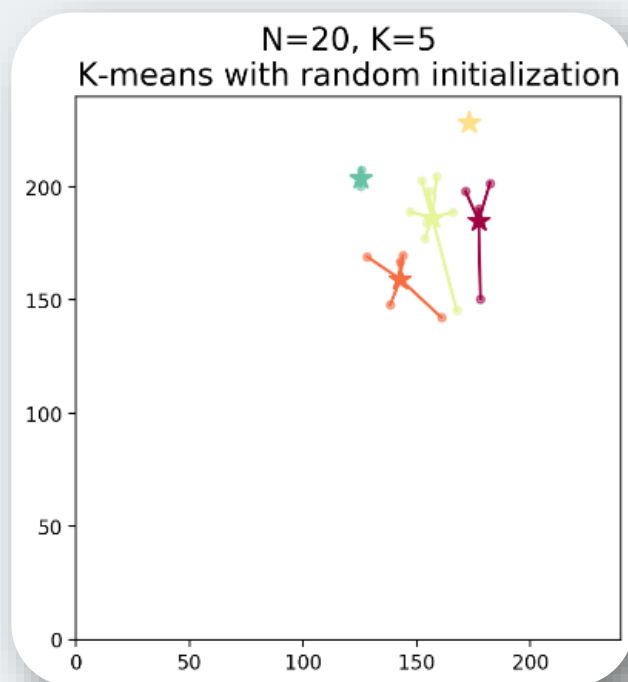
4. Spostamento  
verso il centroide.



# Esempio



Inizio



Fine



# Algoritmo di Lloyd

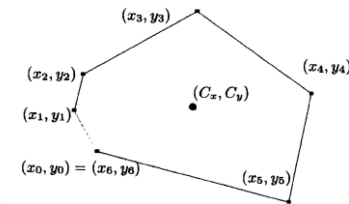


# Procedura



Possiamo dividere il compito di ogni agente in 3 passaggi.

1. Calcolo della cella di Voronoi.



2. Trovare il centroide della cella.

$$M_{V_i} = \frac{1}{2} \sum_{k=0}^{N_i-1} (x_k y_{k+1} - x_{k+1} y_k)$$

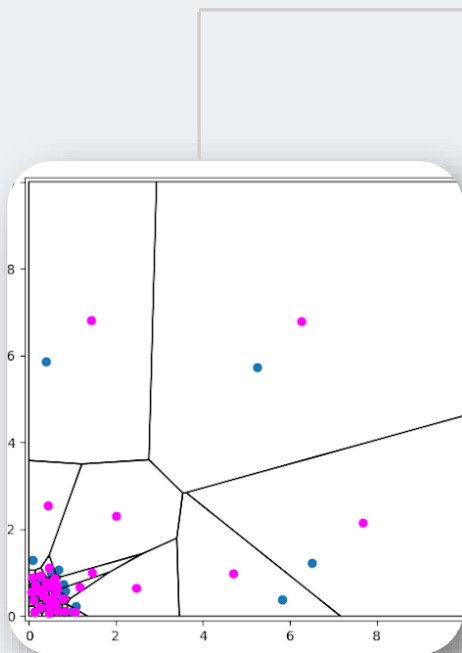
$$C_{V_i, x} = \frac{1}{6M_{V_i}} \sum_{k=0}^{N_i-1} (x_k + x_{k+1})(x_k y_{k+1} - x_{k+1} y_k)$$

$$C_{V_i, y} = \frac{1}{6M_{V_i}} \sum_{k=0}^{N_i-1} (y_k + y_{k+1})(x_k y_{k+1} - x_{k+1} y_k)$$

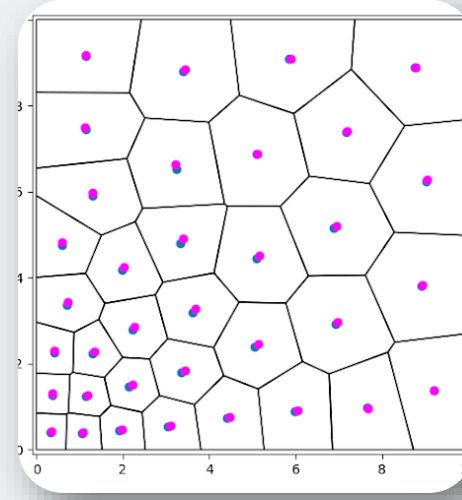
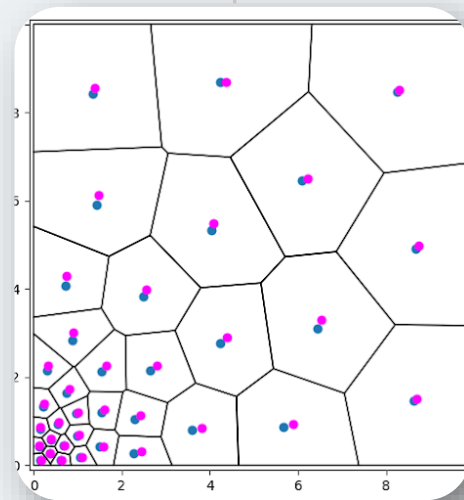
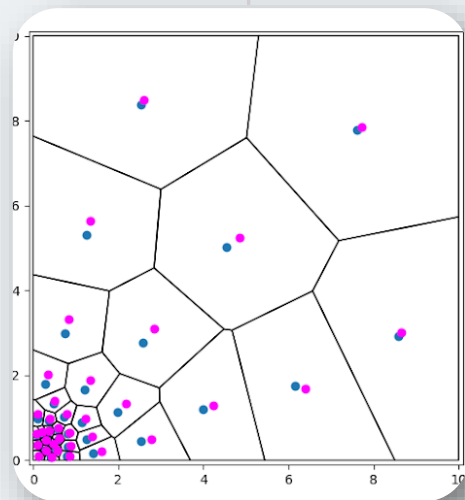
3. Spostarsi verso il baricentro



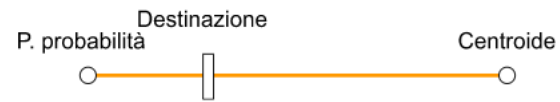
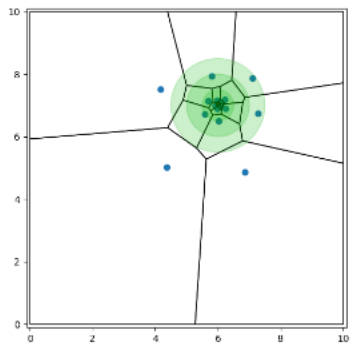
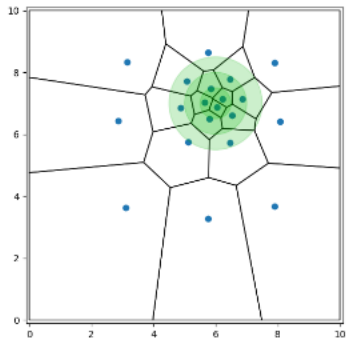
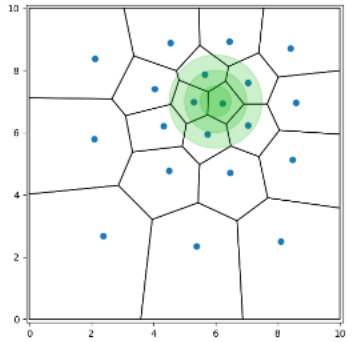
# Esempio



Inizio



Fine



# Lloyd pesato



Quando l'utente segnala la/e zona/e in cui c'è una maggiore probabilità di trovare vittime, è più conveniente disporre i droni in modo tale che siano più concentrati in queste zone, e conseguentemente più rari man mano che ci allontaniamo dalla zona.



# Servizio ROS2



E' il momento di unire tutte le parti, ossia l'algoritmo che si occupa della partizione dell'area, con la sezione relativa al controllo dei robot tramite scambio di messaggi.



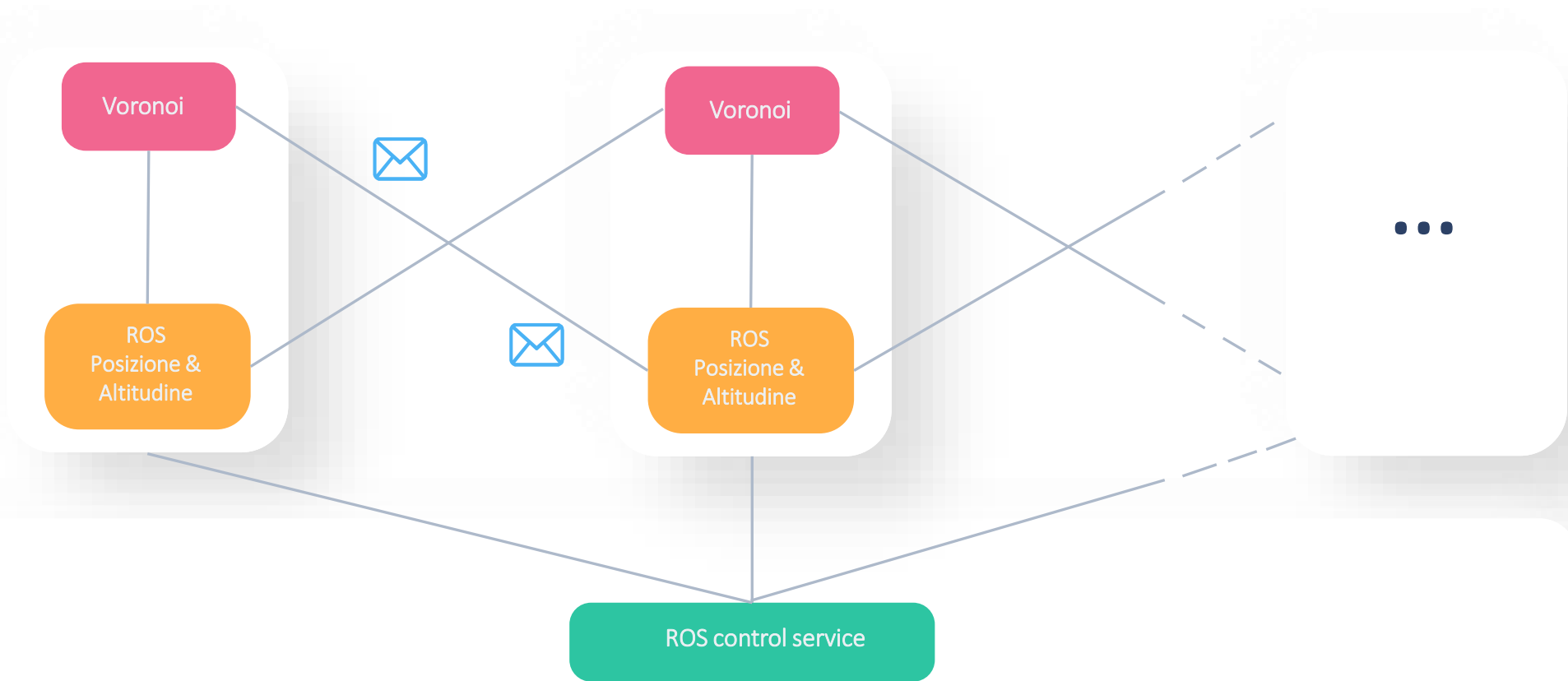
# Schema



Agente 1

Agente 2

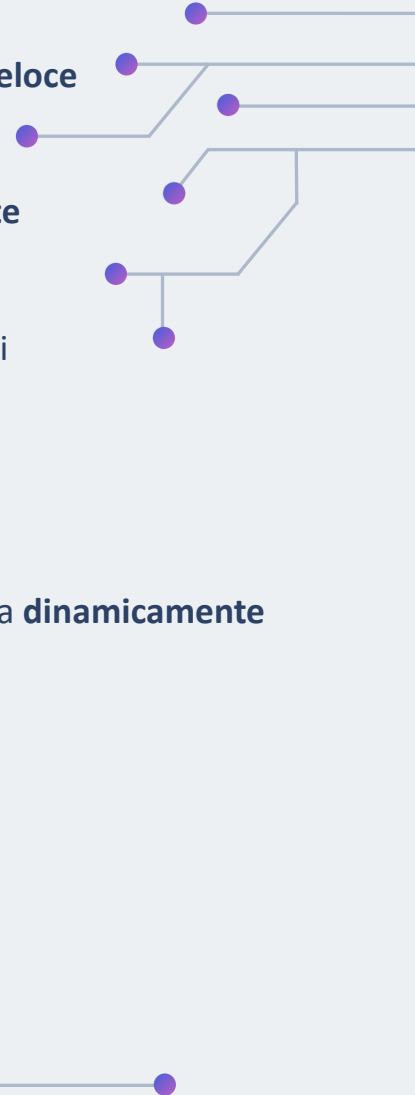
Agente N



# Centralizzato vs Distribuito

- ✓ Calcoli e decisioni presi da una **sola macchina**
- ✓ Non ha bisogno di **ricevere informazioni** dall'ambiente
- ✓ Non c'è bisogno di **comunicazione continua**
- ✓ Strada probabilmente più **veloce** e calcolata a priori

- ✓ Partizione dell'area in maniera **equa** e **veloce**
- ✓ Non ha bisogno di **coordinate conosciute**
- ✓ **Adattivo** al terreno ed eventuali ostacoli
- ✓ Più resistente a **malfunzionamenti**
- ✓ La strada percorsa può essere modificata **dinamicamente**



# Crescita e Innovazione.



## Tipologie di robot

È possibile implementare diversi automi, come tecnologia acquatica o satellitare.



## Situazioni

La flessibilità permette di estendere questa tecnologia ad ambienti molto diversi tra loro.



## Intelligenza Artificiale

Concentrandoci sulla localizzazione, si può allenare un modello e migliorare il riconoscimento di persone.