



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

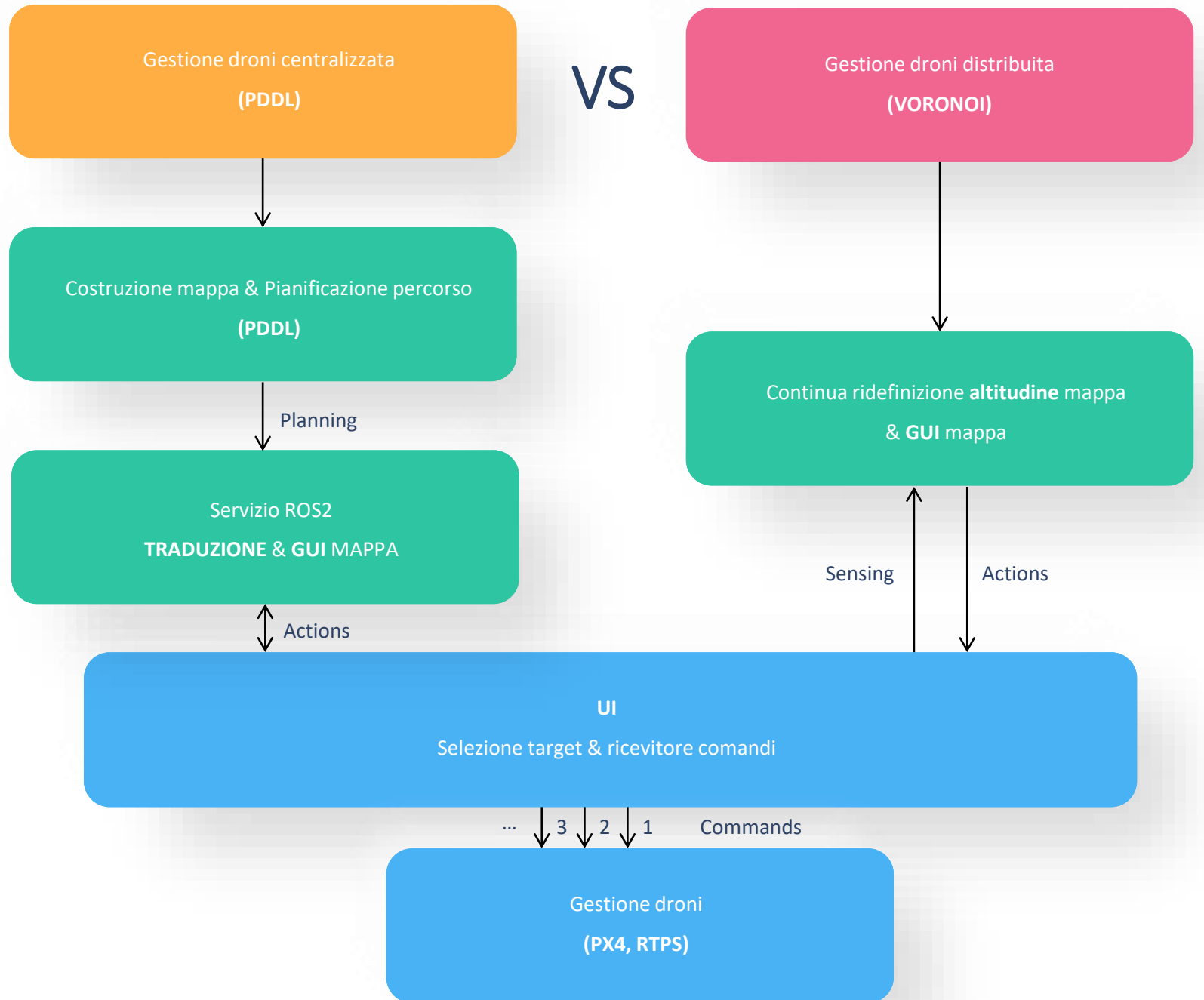
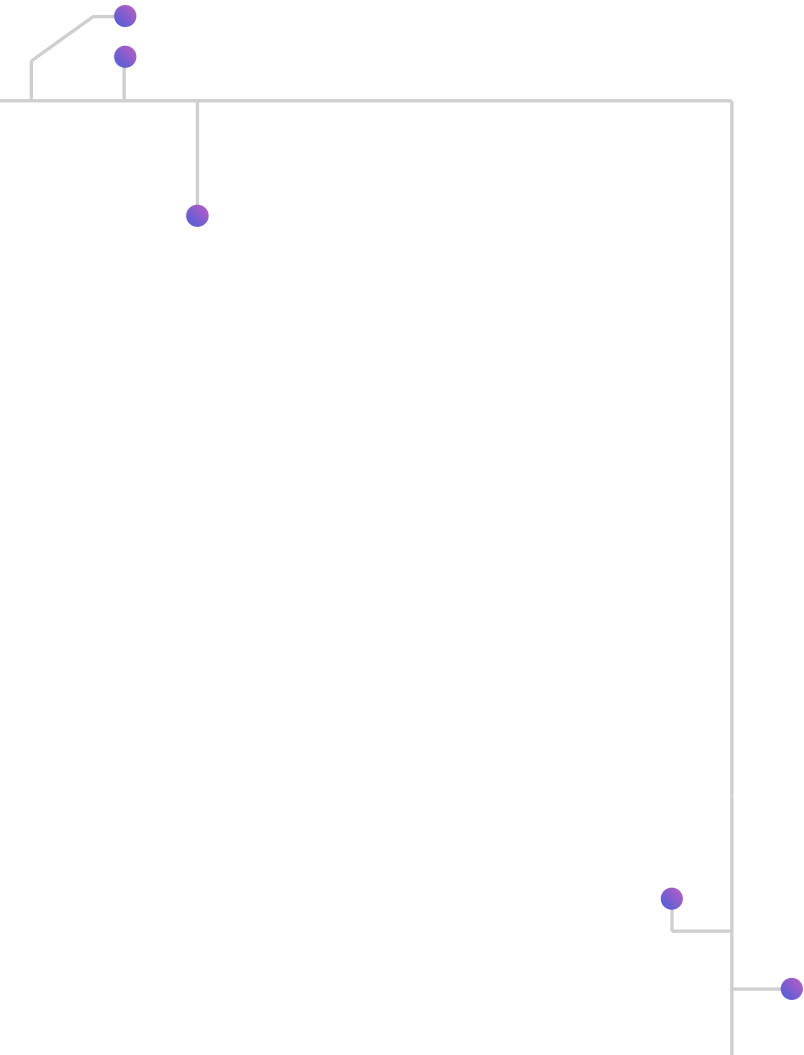


L'obiettivo è quello di monitorare e controllare la presenza di eventuali vittime dopo l'episodio di una valanga. Per fare ciò utilizziamo un insieme di agenti (con agenti si intendono robot terrestri e droni).

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

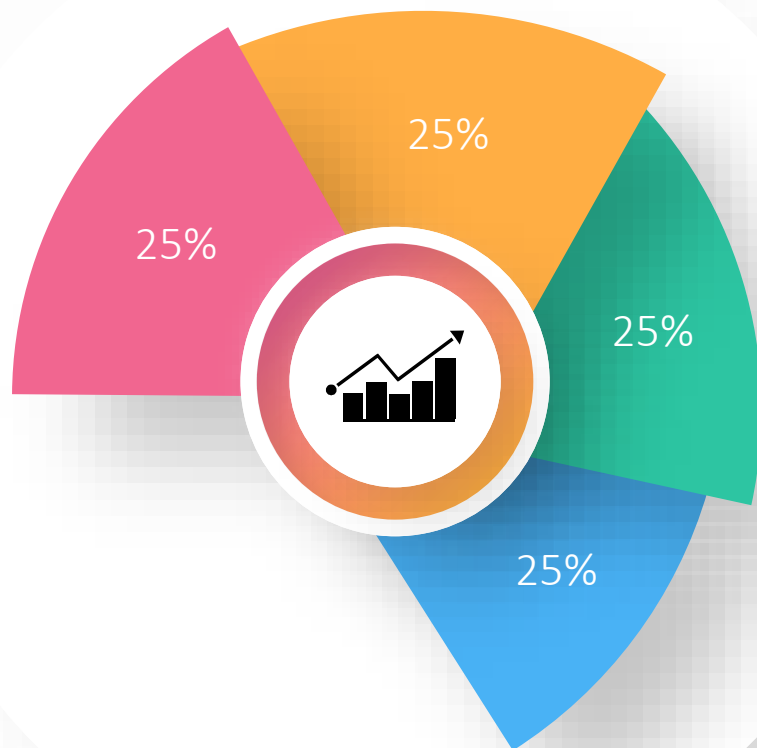
Divisione area con algoritmo di
K-Means

02

Divisione area con algoritmo di
Voronoi

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.

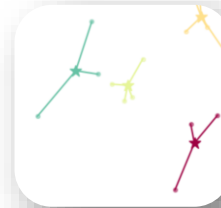
1. Generazione
dei punti.

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.



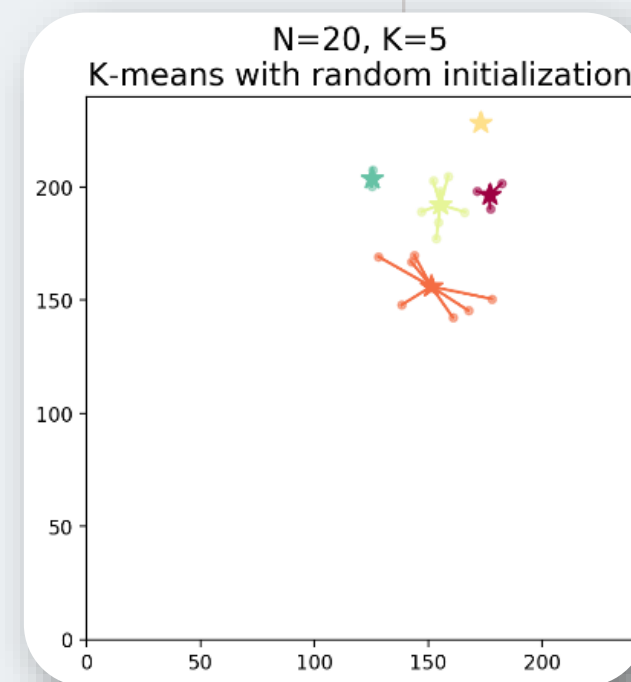
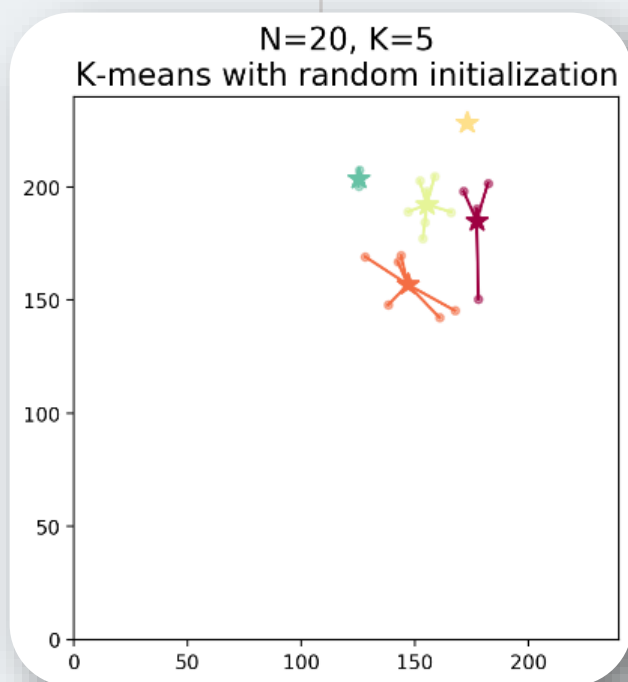
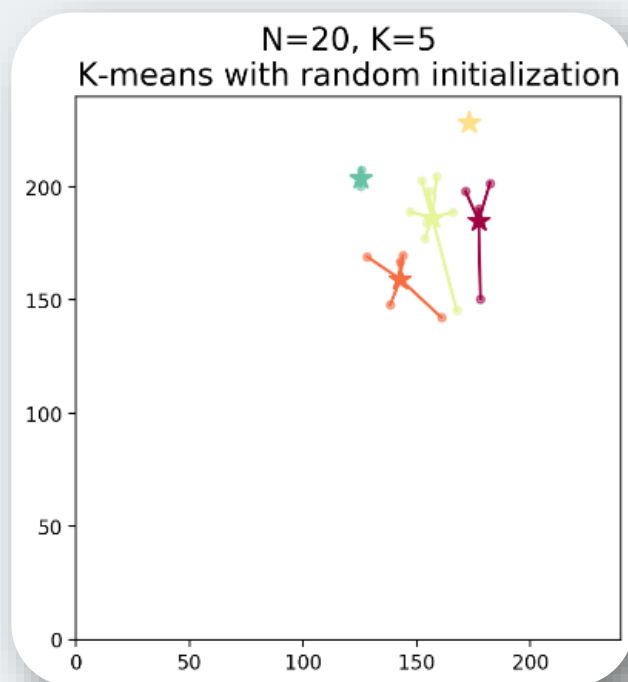
4. Spostamento
verso il centroide.



Esempio



Inizio



Fine

Algoritmo di Voronoi

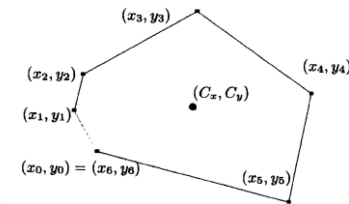


Procedura



Possiamo dividere il compito di ogni agente in 3 passaggi.

1. Calcolo della cella di Voronoi.



2. Trovare il centroide della cella.

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

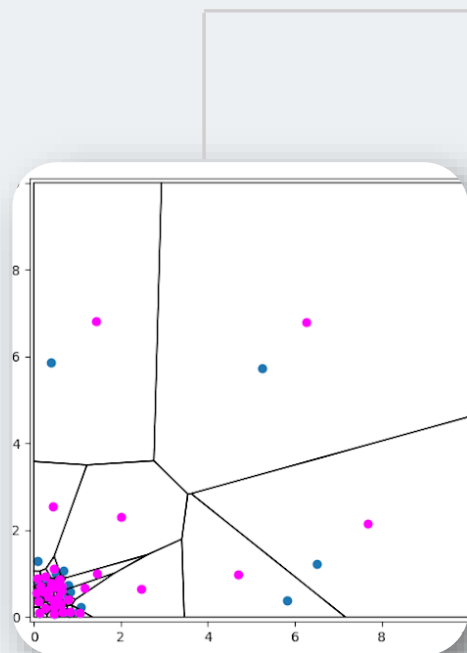
$$C_{V_i, x} = \frac{1}{6M_{V_i}} \sum_{k=0}^{N_i-1} (x_k + x_{k+1})(x_k y_{k+1} - x_{k+1} y_k)$$

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

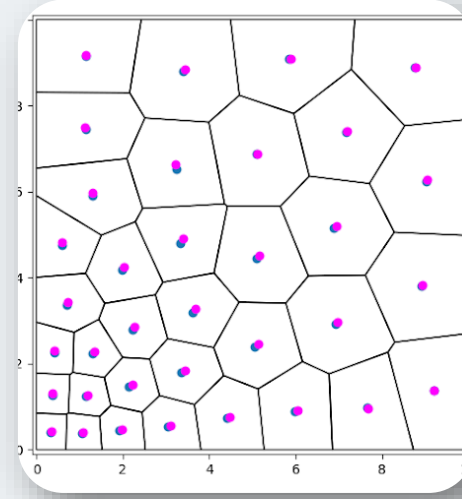
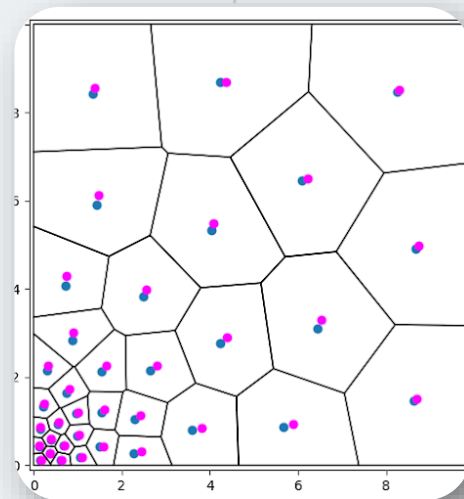
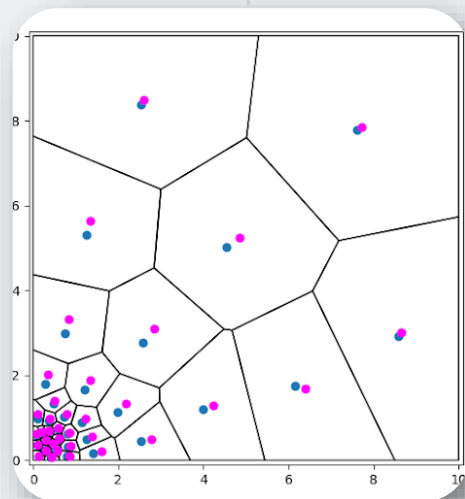
3. Spostarsi verso il baricentro



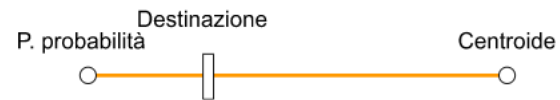
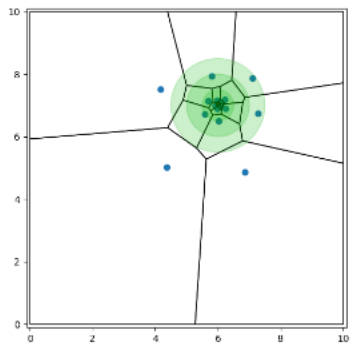
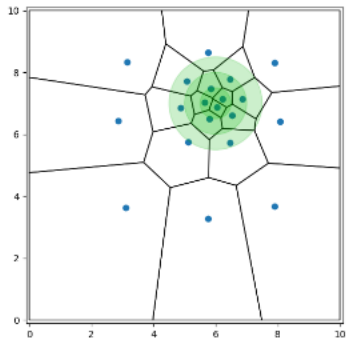
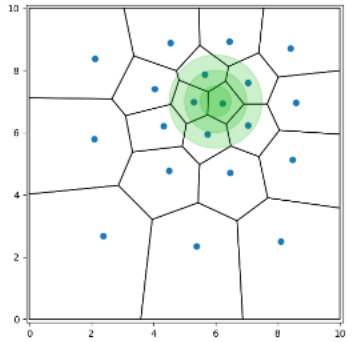
Esempio



Inizio



Fine



Lloyd pesato



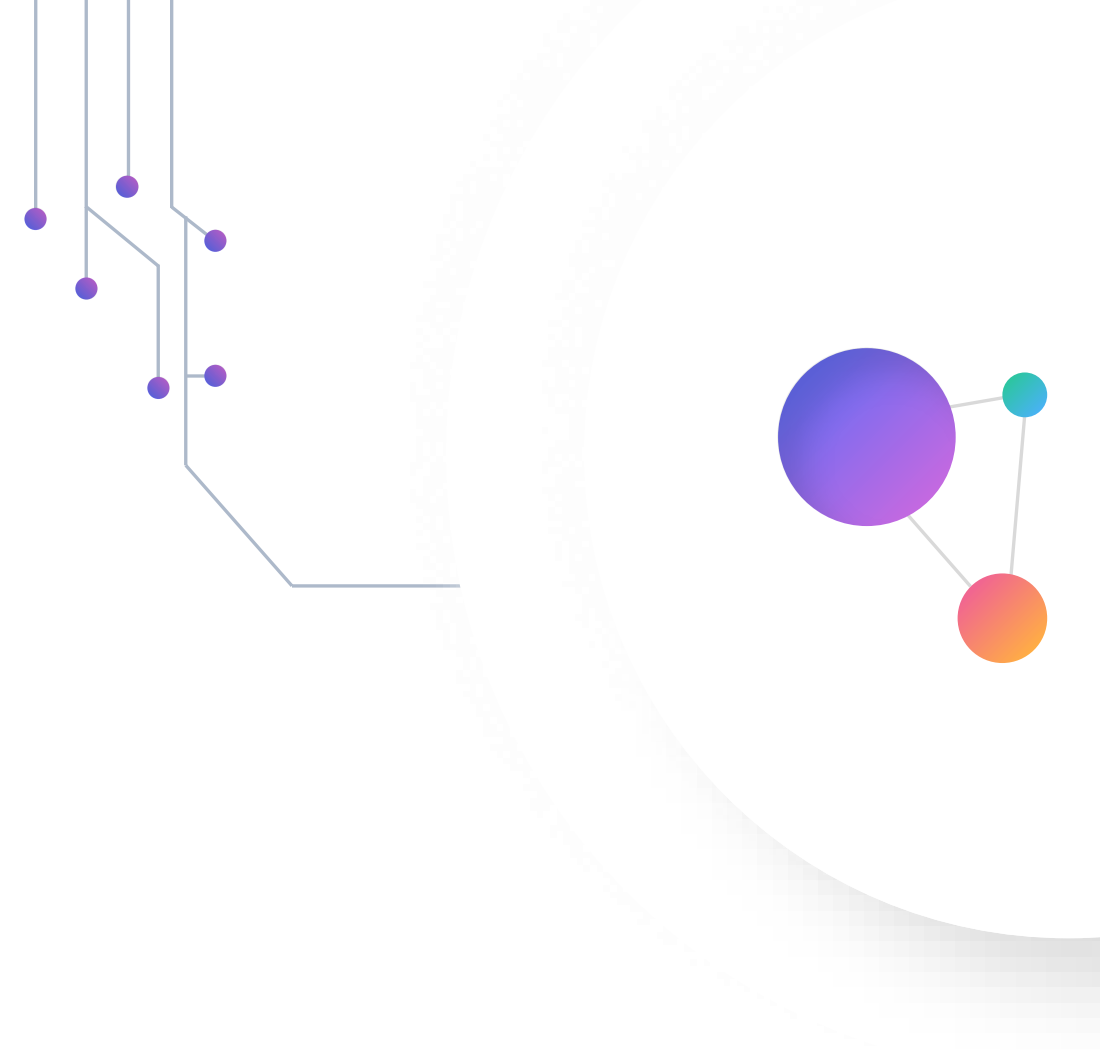
Quando l'utente segnala la/e zona/e in cui c'è una maggiore probabilità di trovare vittime, è più conveniente disporre i droni in modo tale che siano più concentrati in queste zone, e conseguentemente più rari man mano che ci allontaniamo dalla zona.



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.



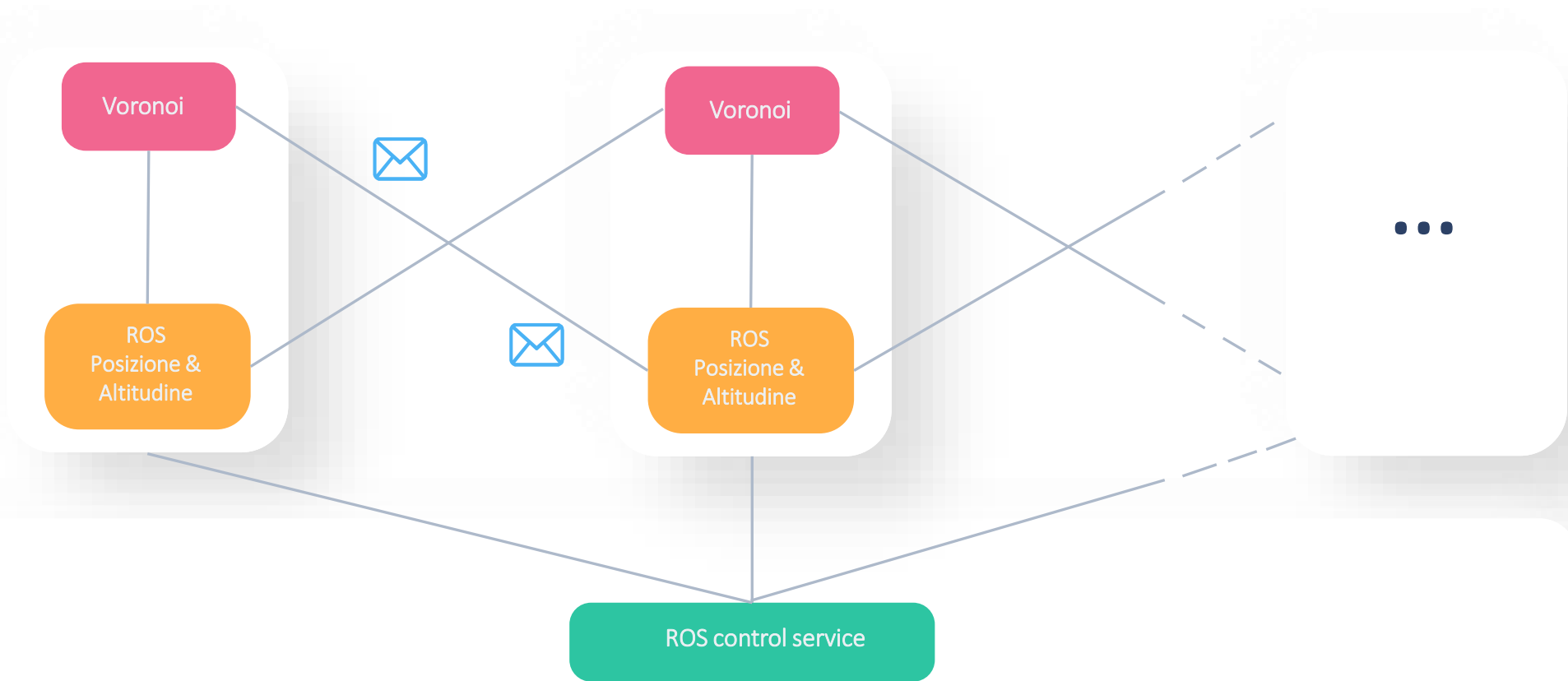
Schema



Agente 1

Agente 2

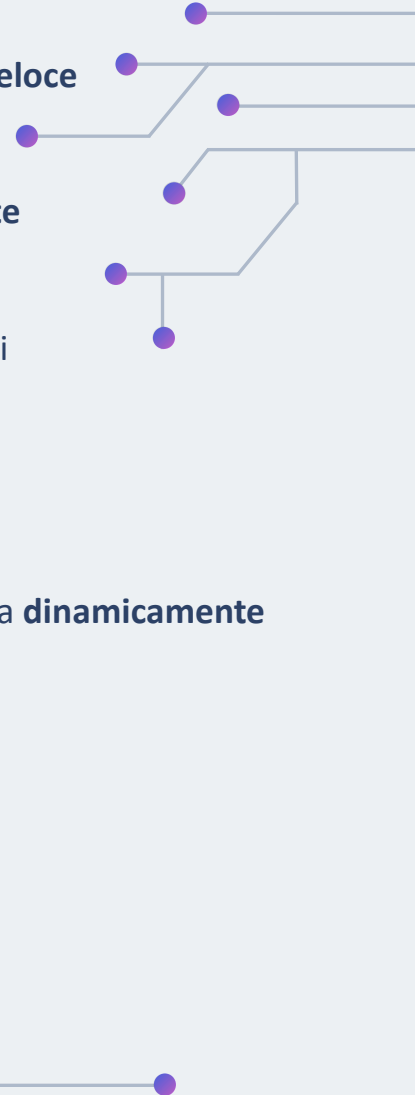
Agente N



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.