

Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria

*Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione,
delle Infrastrutture e dell'Energia Sostenibile (DIIES)*

Corso di Laurea in Ingegneria dell'Informazione



Sviluppo ed Implementazione di un Algoritmo di Pianificazione di Traiettoria per un plotone di velivoli

Relatore:
Prof. Valerio Scordamaglia

Candidato:
Angelo Massara

Correlatore:
Ing. Vito Antonio Nardi



Introduzione

- L'obiettivo di questo lavoro di tesi è lo sviluppo di un algoritmo di pianificazione di traiettoria per un plotone di velivoli autonomi
- **Creazione di un'architettura modulare**
- Costruzione di un percorso attraverso un problema di ottimizzazione su grafo
- **Viene minimizzata la cifra di costo, che è una combinazione convessa della lunghezza del percorso e del costo legato alla deformazione**
- Il costo legato alla deformazione dipende a sua volta dalla politica di calcolo del costo e dalla politica di deformazione
- **Viene quindi presentata un'analisi di sensitività attraverso degli esempi di questi elementi**

Swarm robotici

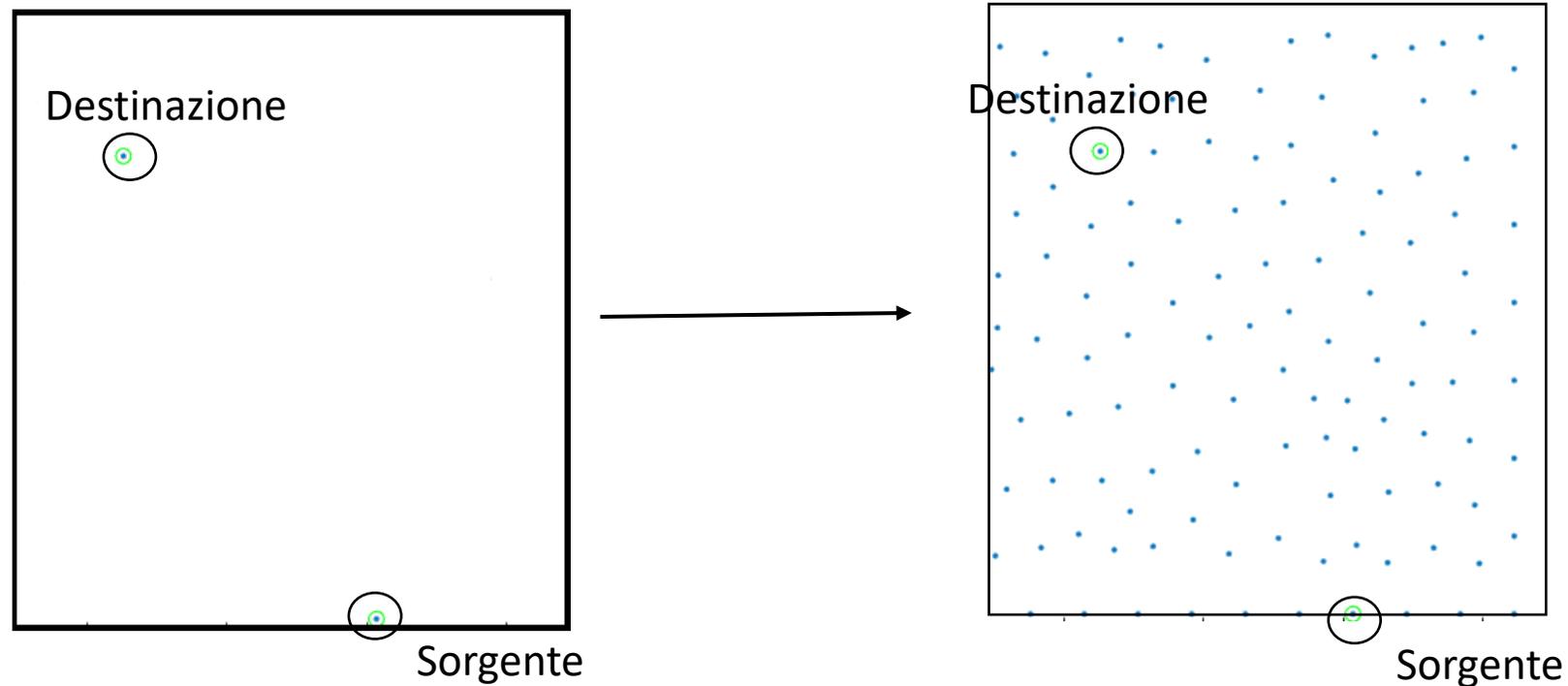
- **Garantiscono migliori performance in termini di tempo**
- Distribuzione delle capacità sensoriali e attuative
- **Capacità di svolgere missioni che non potrebbero essere eseguite da un singolo robot**



Pianificazione della traiettoria

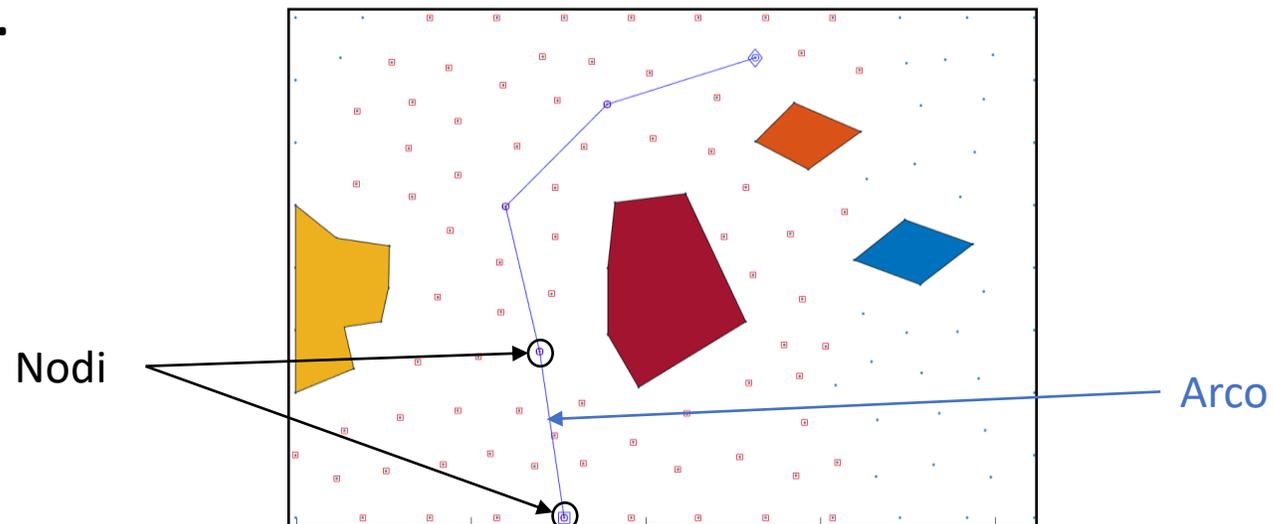
La pianificazione della traiettoria è svolta attraverso una serie di operazioni:

- discretizzazione dello spazio di movimento attraverso una griglia di punti;



Pianificazione della traiettoria

- i punti ottenuti e i segmenti che li collegano corrispondono a nodi e archi di un grafo pesato in cui il peso è la distanza fra i punti;
- **sul grafo pesato viene calcolato un percorso ottimo mediante l'utilizzo dell'algoritmo di pianificazione A*;**
- viene restituita una traiettoria ottima compatibile con i vincoli e la dinamica del sistema.



Definizione del costo

- Combinazione convessa della lunghezza del segmento (l) e del costo della deformazione (c)

$$\text{Costo} = \alpha * l + \beta * c$$

- Costo della deformazione definito come distanza euclidea tra posizione attuale e posizione originale: viene restituito un vettore
- Prima politica di costo in esame: somma delle distanze euclidee
- Seconda politica di costo in esame: valore massimo delle distanze
- Le diverse politiche vengono attuate a contesti differenti

Definizione del costo

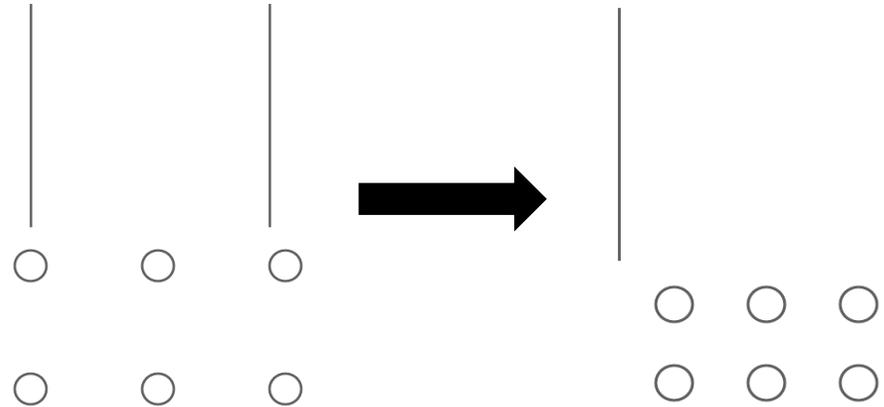
Ad applicazioni diverse corrispondono scelte diverse dell'architettura

1. **Trasporto di carichi** → **minimizzare la lunghezza del percorso**
2. **Mappatura di un territorio** → **minimizzare la deformazione**
3. **Ispezione infrastrutture** → **minimizzare il massimo scostamento**

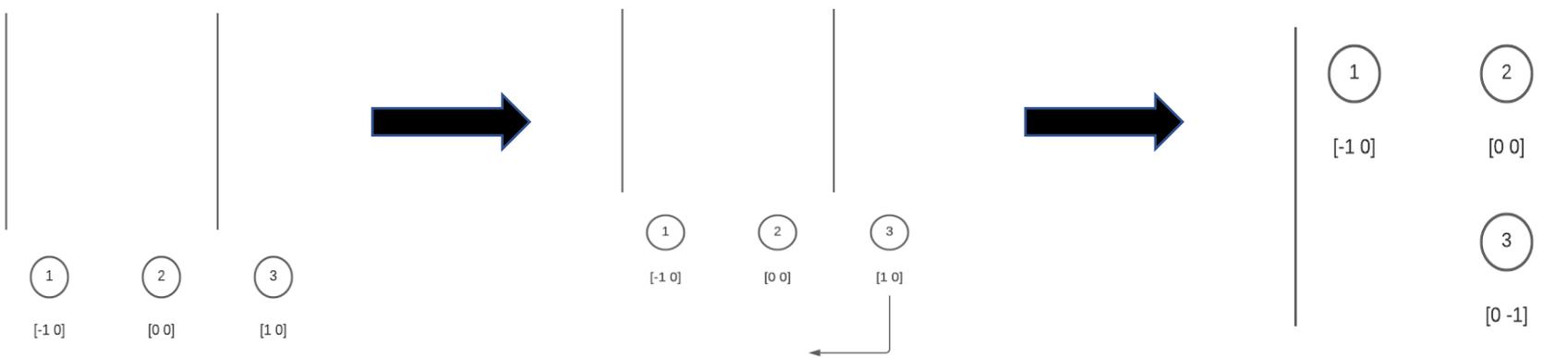


Politiche di deformazione

- Scalatura della formazione

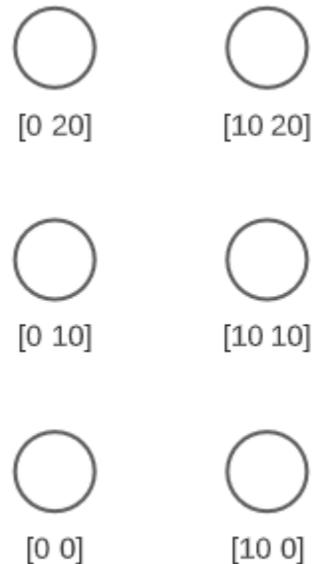


- Riordino in file



Politiche di deformazione

- Supponendo di considerare una formazione del tipo:



- Distanza minima che deve essere garantita tra velivoli = 5

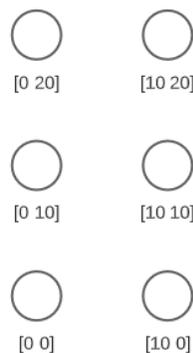
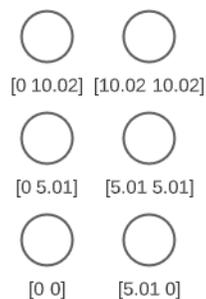
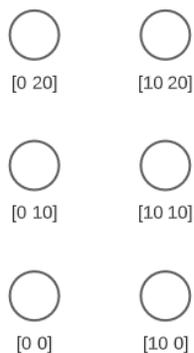
Politiche di deformazione

Scalatura:

- - costo 1 = 38.17
- - costo 2 = 11.15

Riordino:

- - costo 1 = 33.54
- - costo 2 = 11.18



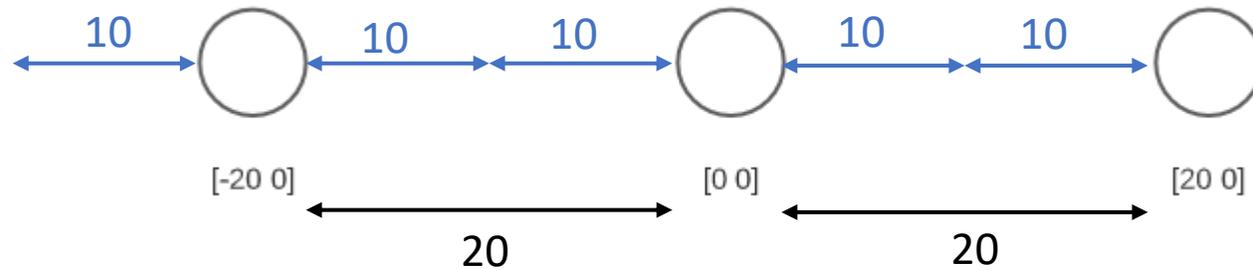
Risultati

Sono state considerate 3 differenti casi per la pianificazione di traiettoria:

- Attuando solo la scalatura
- Attuando solo il riordino in file
- Attuando entrambe le politiche di deformazione

Risultati

- Formazione considerata:

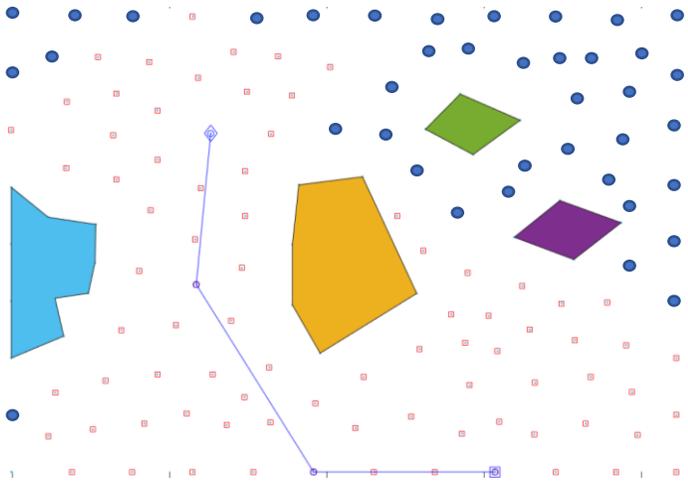


$$\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 20 & 0 \\ -20 & 0 \end{bmatrix}$$

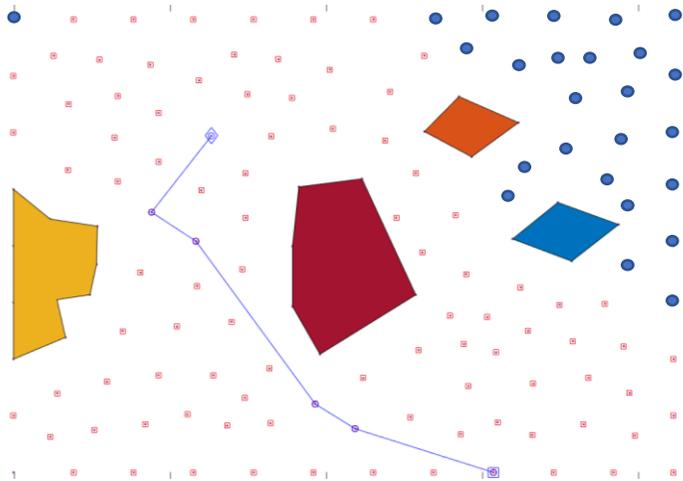
- Distanza minima che deve essere sempre garantita tra i velivoli = 10
- Larghezza formazione = 40
- Lunghezza formazione = 0

Risultati

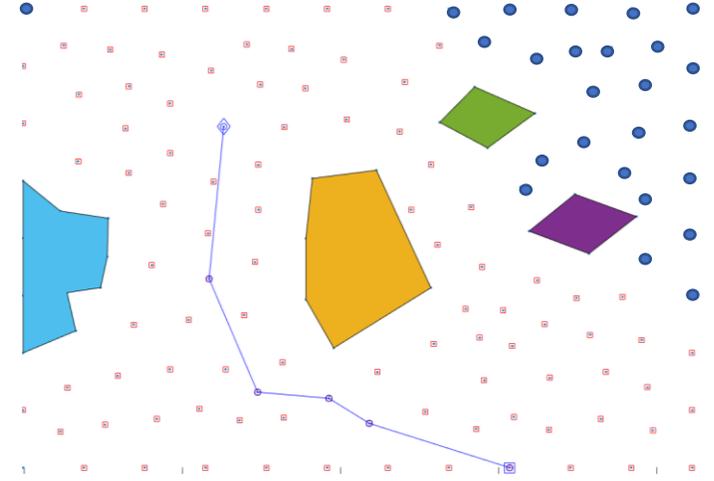
1. Solo scalatura



2. Solo riordino in file



3. Entrambe le politiche di deformazione



- Nodi esplorati → punti rossi
- Nodi non esplorati → punti blu

Conclusioni

- È stato realizzato un algoritmo di pianificazione di traiettoria che permette di costruire un percorso ottimo per plotone di velivoli autonomi
- Viene minimizzata la cifra di costo, che è una combinazione convessa della lunghezza del percorso e del costo legato alla deformazione
- Il costo legato alla deformazione dipende a sua volta dalla politica di calcolo del costo e dalla politica di deformazione
- Per dimostrare l'efficace della soluzione proposta è stata condotta una campagna di prove numeriche in ambiente MATLAB.