

# Sistemi Complessi: Modelli e Simulazioni

## Sciame di Droni con ARGoS

Preziosa A. 866142      Refolli F. 865955

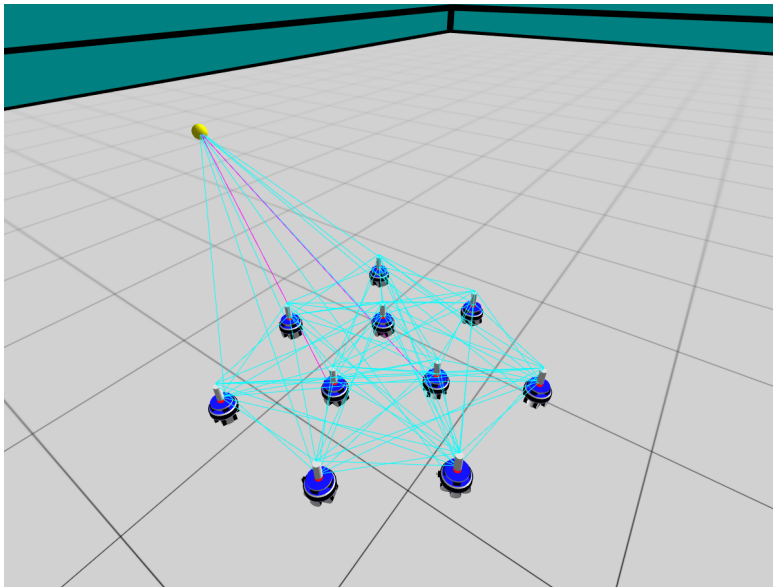
July 24, 2024

- 1 Introduzione
- 2 La Simulazione
- 3 Esempio
- 4 Esperimenti
  - Task Executor
  - Task Allocator
- 5 I Limiti
- 6 Conclusioni

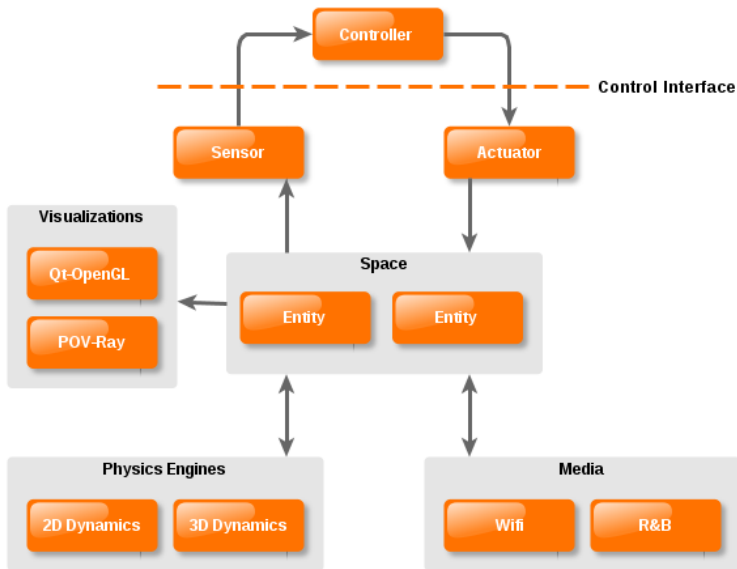
# Introduzione

# Swarm Robotics



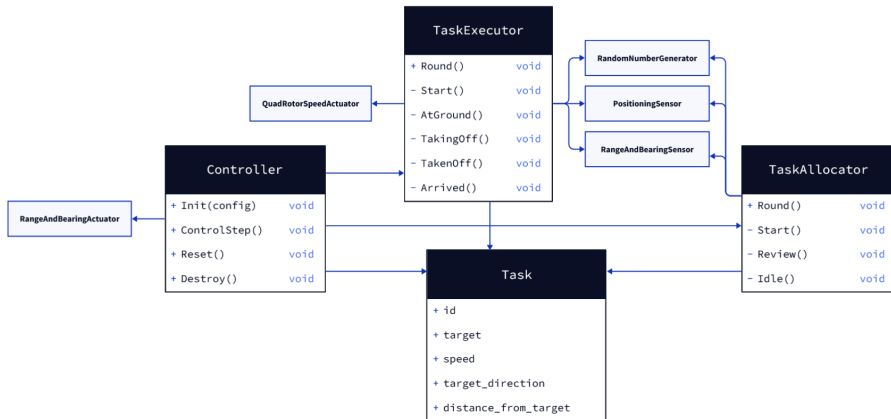


# Architettura di ARGoS



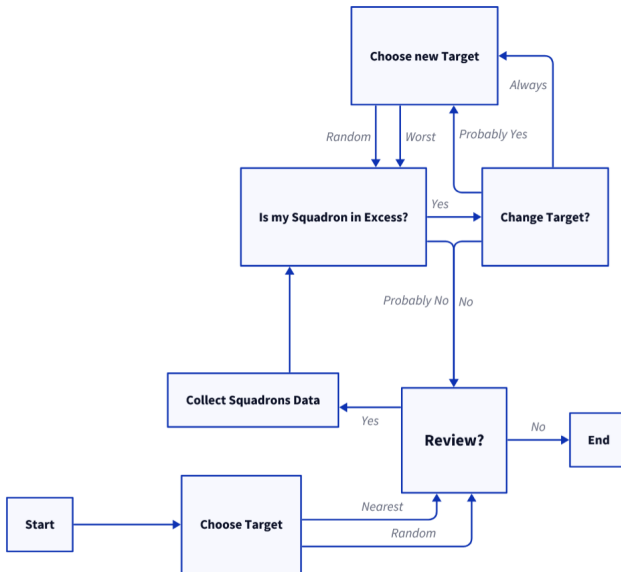
# La Simulazione

# Modello della Simulazione





# Task Allocator

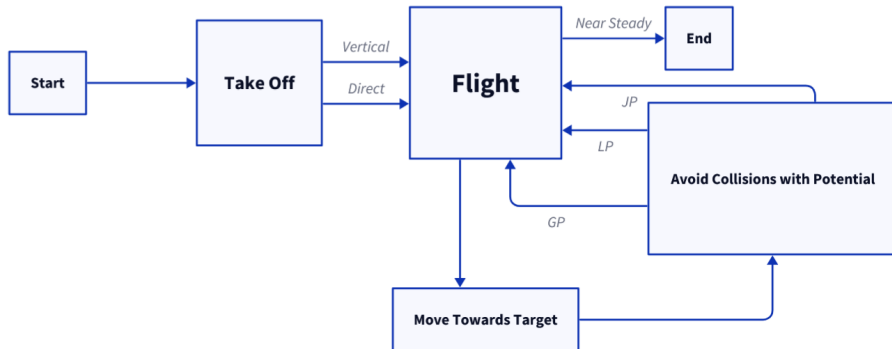


Nelle prove sul task allocator variano i seguenti componenti:

- Scelta iniziale target: **Random** o **Nearest**.
- **Review**: presente o no.
- (se review presente) Review: Probable **Minority** vs Probable **Random**

Durante le prove sul task allocator viene usato un task executor con decollo verticale, LP come potenziale e senza rumore negli attuatori.

# Task Executor



# Task Executor: I Potenziali

Detta  $d$  la distanza tra due corpi soggetti alla forza repulsiva (i droni),  $A$  un moltiplicatore specifico di ogni potenziale utilizzato per ottimizzarne l'intensità e  $D$  una distanza media che si vuole mantenere tra due droni, si riportano le formule per ricavare le forze di attrazione:

- $GP(d) = -A_{GP} \frac{|D-d|}{d}$
- $JP(d) = -A_{JP} \frac{D-d}{d^2}$
- $LP(d) = -A_{LP} 4 \left( \frac{D^6}{d} - \frac{D^{12}}{d} \right)$

Si riportano anche i valori dei coefficienti  $A$  che abbiamo utilizzato:

- $A_{GP} = 4.0$
- $A_{JP} = 16.0$
- $A_{LP} = 0.2$

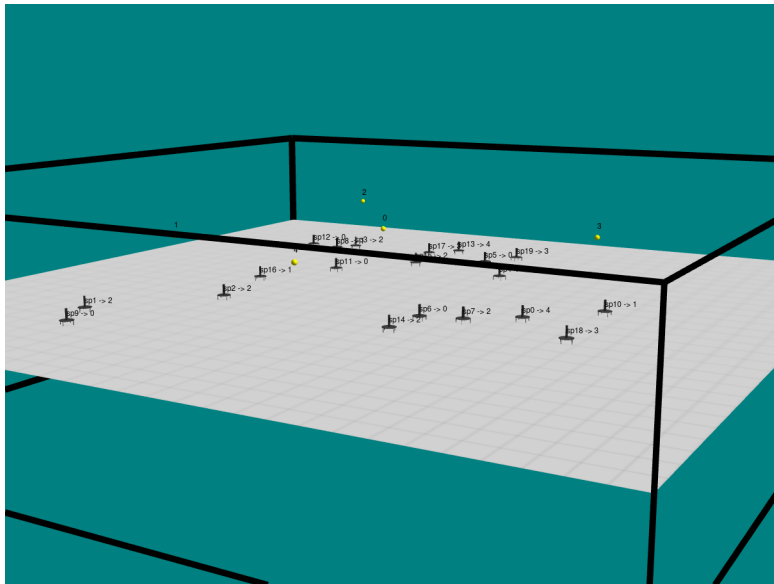
Nelle prove sul task executor variano i seguenti componenti:

- **Potenziale**: uno tra LP, GP e JP.
- **Rumore** nell'attuatore: presente o no.
- Tipo di decollo: **Verticale** o **Diretto**.

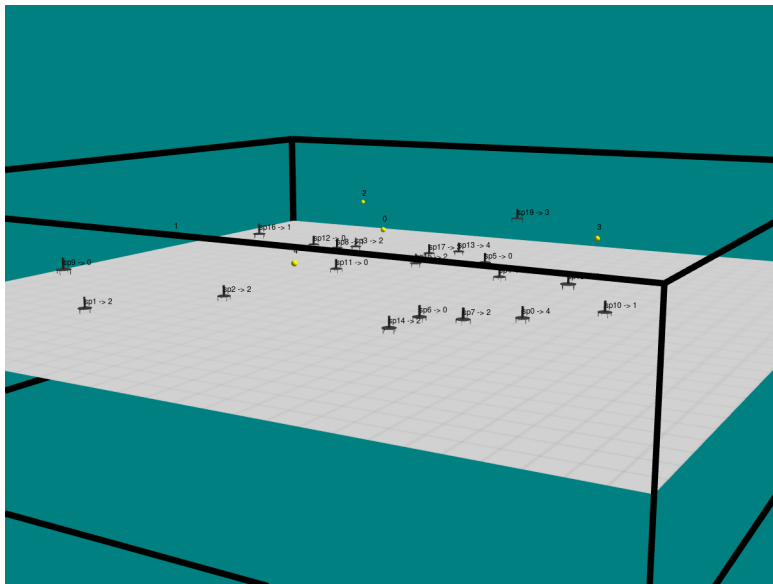
Durante le prove sul task executor viene usato un task allocator con scelta iniziale Random e nessuna iterazione di Review.

# Esempio con decollo verticale

# Situazione Iniziale

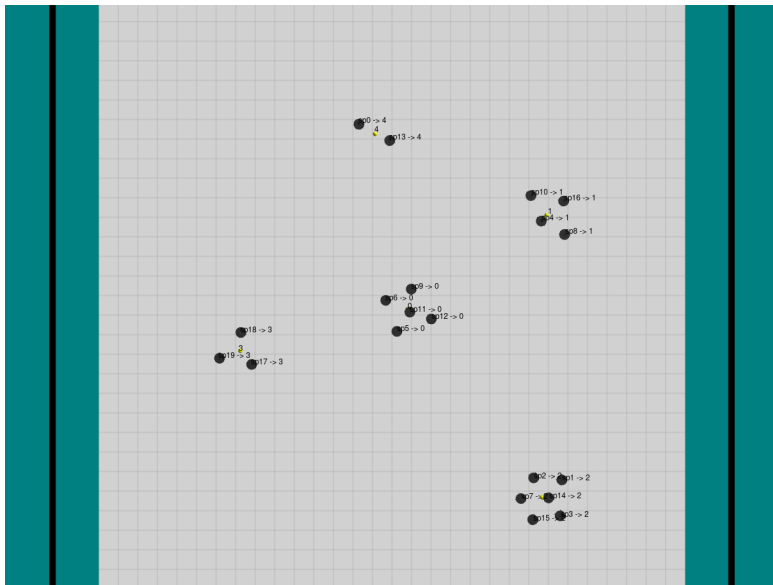


# Fase di Ascesa



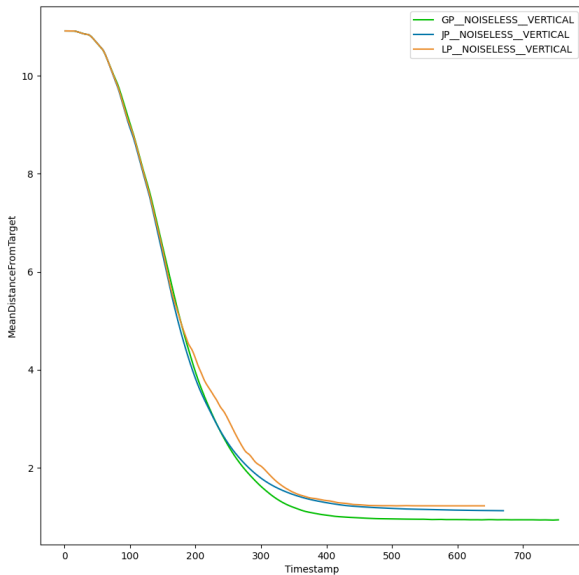


# Situazione Finale

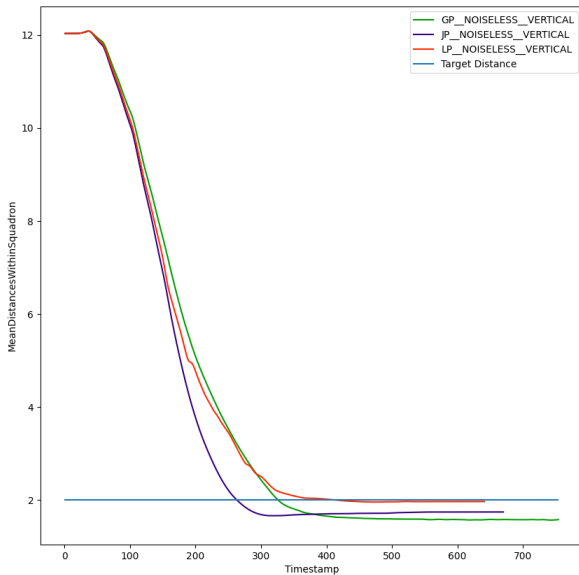


# Esperimenti

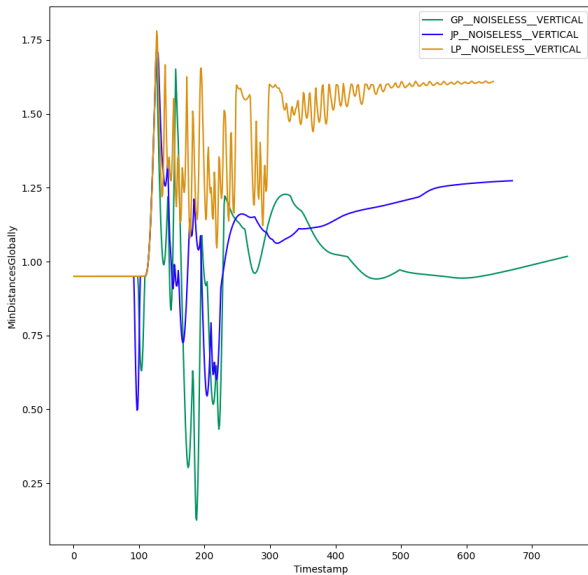
# I Potenziali a Confronto / 1



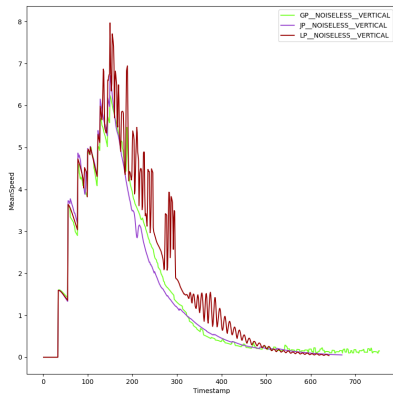
# I Potenziali a Confronto / 2



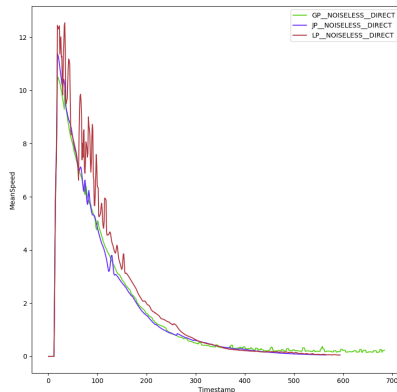
# I Potenziali a Confronto / 3



# Decollo Verticale e Decollo Diretto / 1

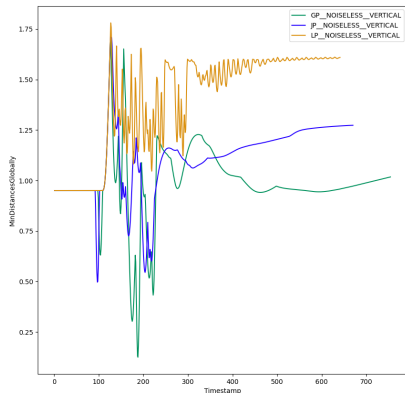


**Figure:** Velocità media voluta dai droni nel tempo con Decollo Verticale

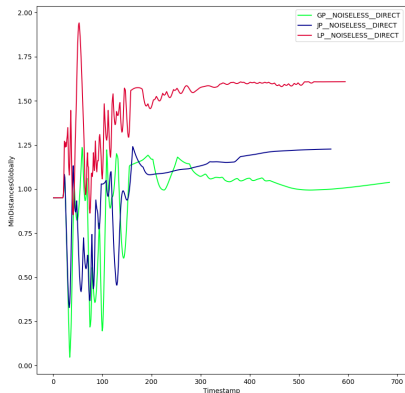


**Figure:** Velocità media voluta dai droni nel tempo con Decollo Diretto

# Decollo Verticale e Decollo Diretto / 2

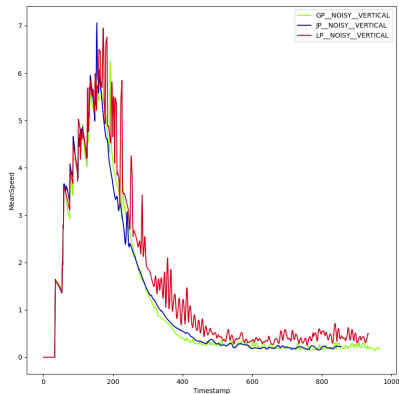


**Figure:** Distanza minima tra droni nel tempo con Decollo Verticale

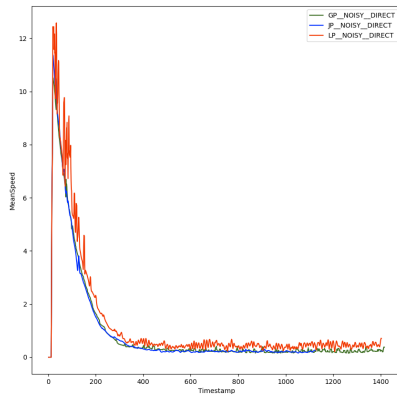


**Figure:** Distanza minima tra droni nel tempo con Decollo Diretto

# Aggiunta di Rumore



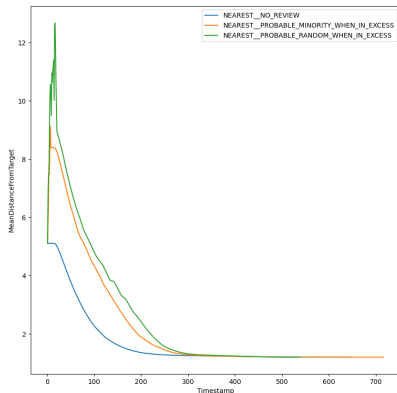
**Figure:** Velocità media voluta dai droni nel tempo con Decollo Verticale e Rumore



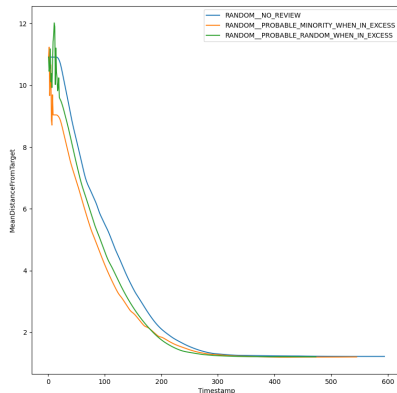
**Figure:** Velocità media voluta dai droni nel tempo con Decollo Diretto e Rumore



# Scelta Iniziale: Random vs Nearest / 1

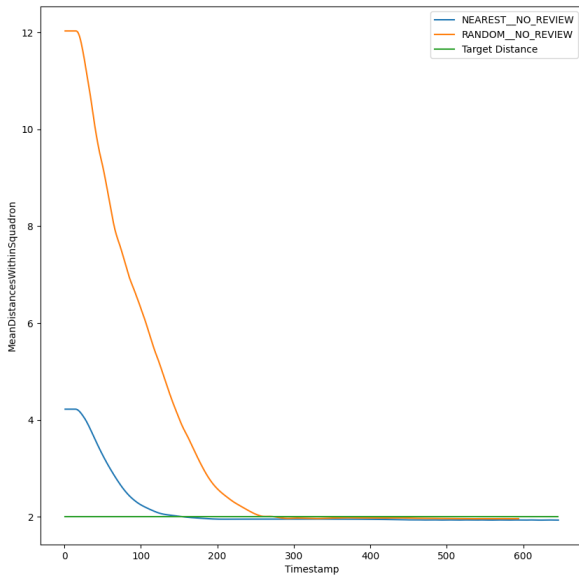


**Figure:** Distanza media dal target nel tempo con scelta iniziale Nearest



**Figure:** Distanza media dal target nel tempo con scelta iniziale Random

# Scelta Iniziale: Random vs Nearest / 2



# Fase di Review / 1

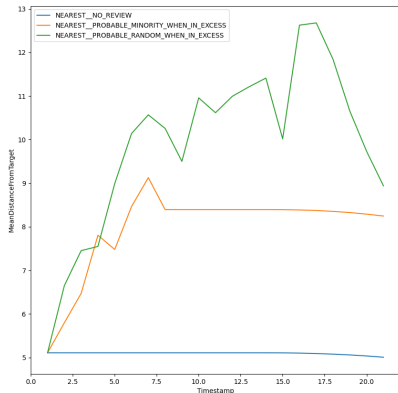


Figure: distanza media dei droni dai target con scelta iniziale Nearest

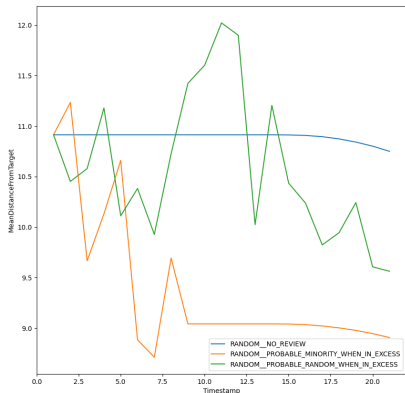
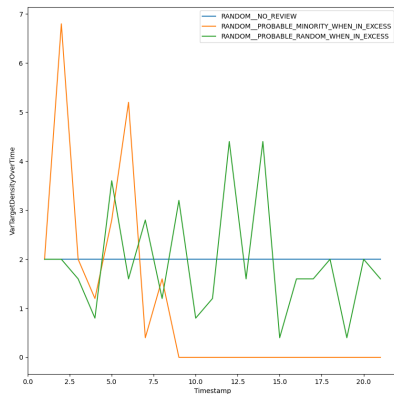
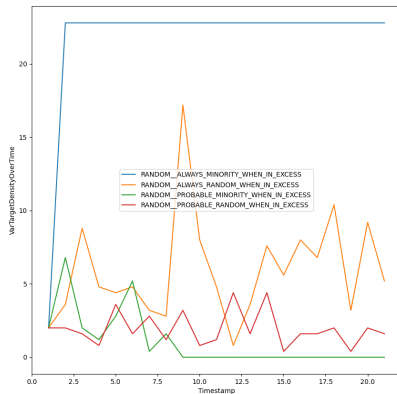


Figure: distanza media dei droni dai target con scelta iniziale Random



**Figure:** varianza di distribuzione dei droni sui target con probabilità di cambio bassa



**Figure:** confronto varianza di distribuzione dei droni sui target con probabilità di cambio bassa e alta

# I Limiti

Il simulatore ha diversi problemi:

- rallenta molto con tante entità e arena grande
- difficoltà nell'inserire molte entità nell'arena
- attuatore velocità con implementazione parziale e non allacciato
- dati RAB devono essere scritti ogni volta

ARGoS gestisce in modo non chiaro le rotazioni dei vettori  $\Rightarrow$  Le forze repulsive per la separazione agiscono solo sul piano orizzontale

- I droni hanno un'altezza non definita e sono immaginati piatti
- ARGoS non gestisce le collisioni tra droni
- Nessun comportamento specifico in caso di collisione



Problemi di implementazione per il Decollo Diretto e ambiguità relativa al criterio:

- Se il drone è arrivato allora è fermo
- Se il drone è impossibilitato a proseguire allora è fermo

Contromisure:

- Monitoraggio grafico
- Aggiunta di rumore

- La simulazione è deterministica fissato il seed  $\Rightarrow$  esecuzione di una sola simulazione per combinazione di parametri sperimentali.
- Controllo di coerenza tra i risultati delle analisi di diverse esecuzioni
- I nostri risultati sono relativi al nostro setup sperimentale, che può diventare più generale cambiando i valori dei parametri delle simulazioni e mediando i risultati.

- inizializzare con Nearest piuttosto che con Random  $\Rightarrow$  distanza media da percorrere inferiore e distanze tra droni dello stesso squadrone inferiori.
- con assegnamento iniziale Random e metodo di revisione Probable Minority  $\Rightarrow$  tanto più è probabile la rilocalizzazione, tanto più essi generano squadroni squilibrati.
- in sistemi privi di rumore il Decollo Diretto permette di risparmiare energia, mentre se è presente rumore allora il Decollo Verticale è molto meglio in questo.
- LP  $\Rightarrow$  potenziale che garantisce una distanza minima tra i droni in volo.

# Fine