

Esame Software Engineering (AA 2024/25)

12 Giugno 2025 Lab. Colossus - Via salaria 113

Enrico Tronci

Computer Science Department, Sapienza University of Rome
Via Salaria 113 - 00198 Roma - Italy

tronci@di.uniroma1.it

<https://raise.uniroma1.it>

Esercizio 1 (25 punti)

Ci sono N veicoli autonomi (UV, *unmanned vehicles*) che si muovono nel piano (ad esempio, *unmanned ships*).

Ogni veicolo si muove a velocità costante V (in m/s).

La direzione di un veicolo è definita con l'angolo $\theta \in [0, 2\pi]$ rispetto alla verticale. Quindi, ad esempio, $\theta = 0$ significa che il veicolo si muove verso nord, $\theta = \frac{\pi}{4}$ significa che il veicolo si muove verso nord-est, etc. $\theta = \frac{\pi}{2}$ significa che il veicolo si muove verso est, $\theta = \pi$ significa che il veicolo si muove verso sud, $\theta = \frac{3}{2}\pi$ significa che il veicolo si muove verso ovest, etc.

Ogni veicolo ha una destinazione target. Cioè il veicolo i ha target $z_i = [z_{i,1}, z_{i,2}]$. Sia $x_i = [x_{i,1}, x_{i,2}]$ la posizione del veicolo i . Sia $X = [x_1, \dots, x_n]$ il vettore i cui elementi sono le posizioni degli UV. Cioè $X_i = x_i = [x_{i,1}, x_{i,2}]$. Sia A un valore reale in $[0, 1]$. Definiamo

$$F_i(X) = A \sum_{k=1}^2 (x_{i,k} - z_{i,k})^2 - (1 - A) \sum_{j \neq i}^N \sum_{k=1}^2 (x_{j,k} - x_{i,k})^2 \quad (1)$$

Ogni T secondi il veicolo i sceglie un valore per la sua direzione θ_i e si muove lungo la direzione scelta.

L'intervallo $[0, 2\pi]$ viene diviso in Q quanti: $0, \frac{1}{Q}2\pi, \frac{2}{Q}2\pi, \dots, \frac{Q-1}{Q}2\pi$.

Al tempo t il veicolo i sceglie un valore per θ_i il valore tra i Q quanti che minimizza il valore della funzione $F_i(X(t))$. Si noti che $F_i(X(t))$ dipende dalla distanza al tempo t del veicolo i dagli altri veicoli e dalla posizione target z_i .

Siano w_1, w_2 scelti uniformemente a random nell'intervallo $[-2\frac{\pi}{Q}, 2\frac{\pi}{Q}]$.

La posizione per il veicolo i è data da:

$$x_{i,1}(t+T) = x_{i,1}(t) + TV \sin(\theta_i + w_1) \quad (2)$$

$$x_{i,2}(t+T) = x_{i,2}(t) + TV \cos(\theta_i + w_2) \quad (3)$$

Si possono ignorare le collisioni. Cioè i veicoli non sono danneggiati dalle collisioni.

La posizione iniziale dei veicoli (cioè al tempo 0) è scelta nel quadrato $[-50, 50] \times [-50, 50]$. Cioè per ogni $i = 1, \dots, N$, $k = 1, 2$, $x_{i,k}(0) \in [-50, 50]$.

Per $i = 1, \dots, N$, $k = 1, 2$ la posizione target z_i è definita come segue: $z_{i,k} = -50 + 100 \frac{i-1}{N-1}$.

1 Obiettivo

Si ha una collisione quando due o più veicoli sono a distanza minore od uguale a 0.1 m. Il *collision rate* è il numero totale di collisioni diviso alla fine della simulazione diviso l'orizzonte di simulazione. Si vuole riportare in uscita il valore atteso del *collision rate* calcolato eseguendo M simulazioni Montecarlo.

2 Formato dei parametri di input

I parametri della simulazione sono fornito nel file `parameters.txt` formattato come segue.

- La prima riga di `parameters.txt` ha il formato
H <orizzonte di simulazione>
e definisce l'orizzonte di simulazione (in secondi).
- La prima riga di `parameters.txt` ha il formato
M <numero di simulazioni Montecarlo>
e definisce il parametro M .
- La riga successiva di `parameters.txt` ha il formato
N <numero dei veicoli>
e definisce il numero di veicoli dispiegati.
- La riga successiva di `parameters.txt` ha il formato
A <valore reale in $[0, 1]$ >
e definisce il valore del parametro A .
- La riga successiva di `parameters.txt` ha il formato
V <valore della velocità>
e definisce il valore del parametro V .
- La riga successiva di `parameters.txt` ha il formato
Q <numero di quanti>
e definisce il valore del parametro Q .
- La riga successiva di `parameters.txt` ha il formato
T <valore in secondi del time step>
e definisce il valore del parametro T .

Un esempio di file `parameters.txt` è:

```
H 1.8
M 100
N 2
A 0.9
V 0.1
Q 7
T 0.5
```

Il file sopra indica che l'orizzonte di simulazione è 1.8 secondi, eseguiamo 100 simulazioni MOntecarlo, che ci sono 2 veicoli che si muovono con velocità $V = 0.1$ m/s , che il time step della simulazione è 0.5 secondi, che $A = 0.9$ e l'intervallo $[0, 2\pi]$ è diviso in 7 quanti.

3 Formato di output

L'output dell'esercizio è memorizzato nel file `results.txt` la cui prima riga è formattata come indicato nelle istruzioni generali.

Le rimanenti righe del file `results.txt` hanno il formato

- C <collision rate>

Un esempio di file `results.txt` per il file `parameters.txt` dato sopra è:

```
2025-01-09-Mario-Rossi-1234567
C 124.67
```