

Implementazione di un filtro a particelle per la  
localizzazione di un carrello elevatore  
Report del terzo assignment di platforms and alghorithms for  
autonomous systems

ALESSANDRO APPIO

Matricola n. 207228  
*corso di laurea magistrale in informatica*  
296403@studenti.unimore.it

# Contents

<b>1</b>	<b>Descrizione ed obiettivi</b>	<b>3</b>
1.1	Resampling . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Scenario 1</b>	<b>4</b>
2.1	Parametri . . . . .	4
2.2	Risultati . . . . .	4
2.2.1	Traiettoria . . . . .	4
2.2.2	Tempi di esecuzione . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Scenario 2</b>	<b>6</b>
3.1	Parametri . . . . .	6
3.2	Risultati . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Scenario 3</b>	<b>7</b>
4.1	Parametri . . . . .	7
4.2	Risultati . . . . .	7
4.2.1	Traiettoria . . . . .	7
4.2.2	Tempi di esecuzione . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Scenario 4</b>	<b>8</b>
5.1	Parametri . . . . .	8
5.2	Risultati . . . . .	8
<b>6</b>	<b>Scenario 5</b>	<b>9</b>
6.1	Parametri . . . . .	9
6.2	Risultati . . . . .	9
6.2.1	Traiettoria . . . . .	9
6.2.2	Tempi di esecuzione . . . . .	9
<b>7</b>	<b>Scenario 5</b>	<b>10</b>
7.1	Parametri . . . . .	10
7.2	Risultati . . . . .	10

# 1 Descrizione ed obiettivi

Lo scopo del presente elaborato è quello di mostrare l'implementazione e i risultati ottenuti in vari scenari di un filtro a particelle, utile in varie applicazioni della robotica (tra cui la guida autonoma) per la localizzazione di un oggetto in un ambiente conosciuto (mappato).

Un particle filter si avvale di due differenti tipologie di dati:

- Lidar scan, cioè la nuvola di punti ricavata da un sensore lidar
- Odometria, ovvero la stima del movimento del robot a partire dal movimento delle ruote

In questo tipo di applicazione sono due i valori importanti:

- La precisione, ovvero quanto errore il sistema commette nello stimare la propria posizione
- I tempi di esecuzione, ovvero quanto tempo intercorre tra la ricezione dei dati e la stima effettiva della posizione nello spazio

È infatti importante che il sistema non sia né troppo lento, in quanto si perderebbero pacchetti di dati inviati dai sensori, né troppo impreciso, in quanto in questo caso la posizione ricavata non sarebbe sufficientemente affidabile.

L'obiettivo è dunque quello di analizzare i risultati ottenuti in vari scenari in modo da trovare un buon tradeoff tra la precisione del sistema e i tempi di esecuzione.

Nel corso del presente elaborato i vari scenari verranno suddivisi in base ai valori di alcuni parametri impostabili per l'esecuzione del filtro, questi parametri sono:

- Il numero di particelle
- La metodologia di assegnazione della posizione al tempo 0
- L'errore della posizione iniziale
- L'errore stimato della posizione calcolata

## 1.1 Resampling

Per eseguire il resampling delle particelle sono stati implementati due diversi algoritmi.

- wheel resampling
- systematic resampling

Sono stati effettuati test per entrambi i metodi, ma nel corso di questo elaborato verranno mostrati solo gli scenari che facevano utilizzo del systematic resampling, in quanto quest'ultimo ha mostrato risultati migliori in ogni singolo test.

Questi risultati sono dati da una significativa differenza tra i due algoritmi, infatti la tecnica del systematic resampling offre una varianza dei pesi selezionati molto minore rispetto al metodo di wheel resampling, che si riflette sui risultati come una maggiore precisione nei punti calcolati.

## 2 Scenario 1

### 2.1 Parametri

Per lo scenario 1 si vanno ad analizzare delle condizioni approssimativamente standard, i parametri sono dunque:

- Numero particelle: 10000
- Inizializzazione a partire dalle coordinate gps
- Errore della posizione iniziale: 0.05, 0.05, 0.05
- Errore della posizione calcolata: 0.2,0.2,0.2

### 2.2 Risultati

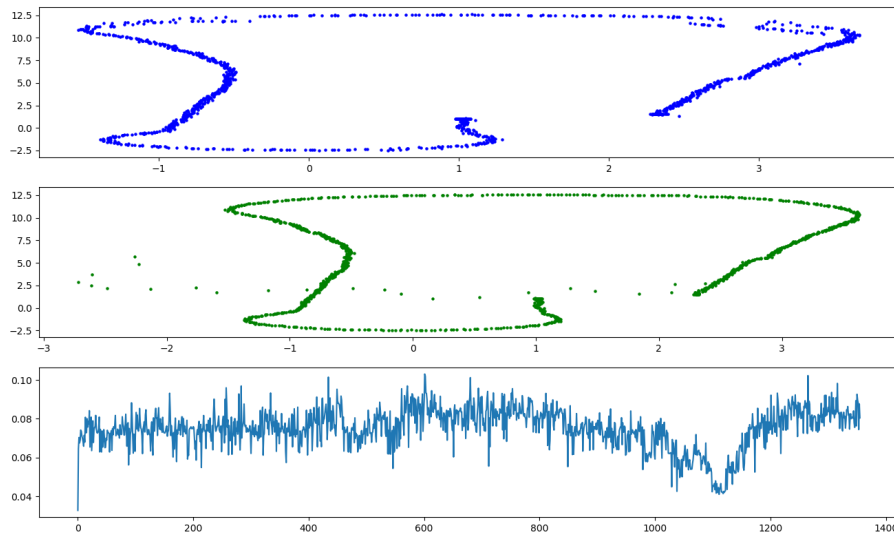


Figure 1: Grafico risultante scenario 1

Il grafico in figura 1 ci è utile ad analizzare la qualità della stima della traiettoria e i tempi di esecuzione, i tre grafici rappresentano infatti:

- La traiettoria calcolata dal sistema implementato
- La traiettoria effettiva (ground truth)
- Il tempo di esecuzione di ogni calcolo della posizione

#### 2.2.1 Traiettoria

Per quanto concerne la traiettoria calcolata, possiamo vedere che in linea di massima risulta coerente con la ground truth, per quanto si verifichino alcuni punti in cui il sistema ha una previsione poco precisa (e.g. in alto a sinistra, ovvero il momento in cui il carrello elevatore inizia la prima curva).

Tuttosommato il sistema risulta sufficientemente preciso per l'applicazione preposta.

### **2.2.2 Tempi di esecuzione**

Andando ad analizzare i tempi di esecuzione invece notiamo che i valori rimangono mediamente sui 75 millisecondi di esecuzione per previsione, con alcuni picchi che raggiungono però i 100 millisecondi.

considerando che il sistema durante le analisi riceve informazioni dai sensori ad una frequenza di 10hz, ci accorgiamo subito che in linea di massima il sistema riesce ad elaborare i dati con una buona tempistica in buona parte delle occasioni, il fatto però che in alcuni momenti si raggiunga il limite massimo della deadline di 100 millisecondi, ci porta a voler provare a limitare tali tempistiche.

## 3 Scenario 2

In questo scenario si va a controllare come il sistema descritto precedentemente si comporta nel caso in cui la posizione iniziale non sia nota.

### 3.1 Parametri

- Numero particelle: 10000
- Inizializzazione randomica
- errore della posizione iniziale: 0.05, 0.05, 0.05
- Errore della posizione calcolata: 0.2,0.2,0.2

### 3.2 Risultati

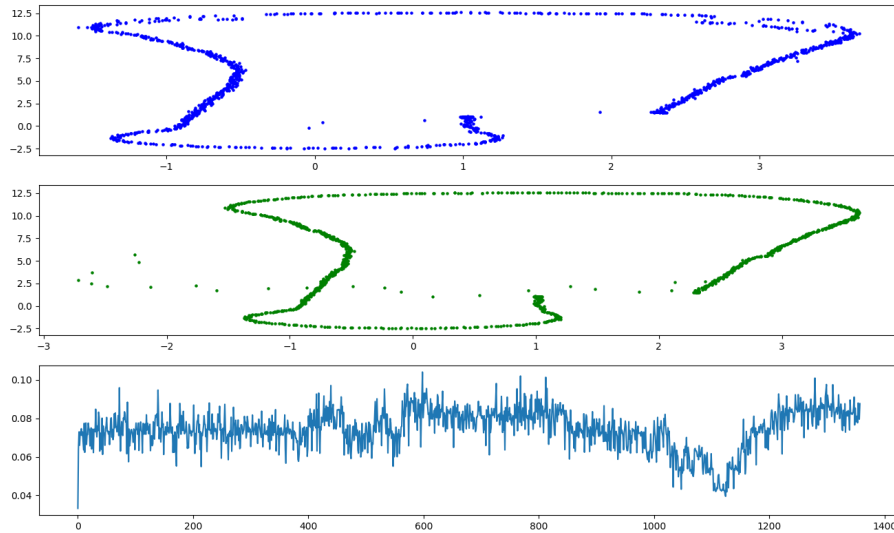


Figure 2: Grafico risultante scenario 2

Il sistema dopo un primo momento di assestamento, conferma la stabilità vista nella sezione precedente. La traiettoria rimane abbastanza precisa e le tempistiche sono molto compatibili con quelle riscontrate precedentemente.

## 4 Scenario 3

Per il secondo scenario si vanno a modificare i parametri per risolvere la criticità riscontrata nella sezione 2, ovvero il tempo di esecuzione.

### 4.1 Parametri

Per limitare i tempi di esecuzione, si prova quindi a diminuire il numero di particelle, aumentando leggermente gli errori.

- Numero particelle: 5000
- Inizializzazione a partire dalle coordinate gps
- errore della posizione iniziale: 0.05, 0.05, 0.05
- Errore della posizione calcolata: 0.22,0.22,0.22

### 4.2 Risultati

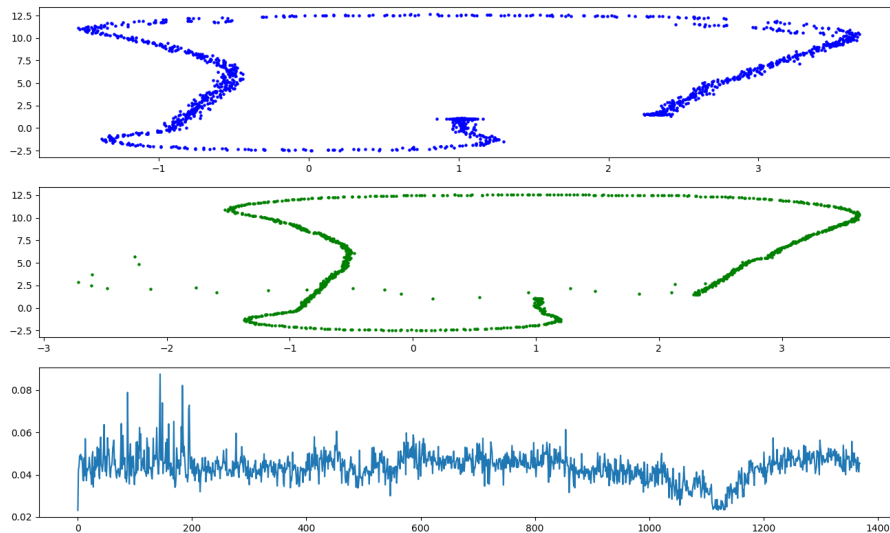


Figure 3: Grafico risultante scenario 3

#### 4.2.1 Traiettoria

La traiettoria in questo caso risulta essere meno precisa, in quanto avendo meno particelle il sistema è più in difficoltà nella previsione della traiettoria, questo fattore è però compensato anche se in minima parte dal parametro che riguarda l'errore del calcolo della posizione.

#### 4.2.2 Tempi di esecuzione

i tempi di esecuzione, come previsto sono stati limitati, se prima infatti si seguiva una media di 750 millisecondi, ora il sistema nella maggior parte dei casi rimane sui 500/450 millisecondi. Si presentano comunque alcuni picchi, ma che non superano i 100 millisecondi.

## 5 Scenario 4

In questo scenario si vanno ad analizzare le stesse condizioni dello scenario precedente, ma partendo senza una stima della posizione iniziale.

### 5.1 Parametri

- Numero particelle: 5000
- Inizializzazione randomica
- errore della posizione iniziale: 0.05, 0.05, 0.05
- Errore della posizione calcolata: 0.22,0.22,0.22

### 5.2 Risultati

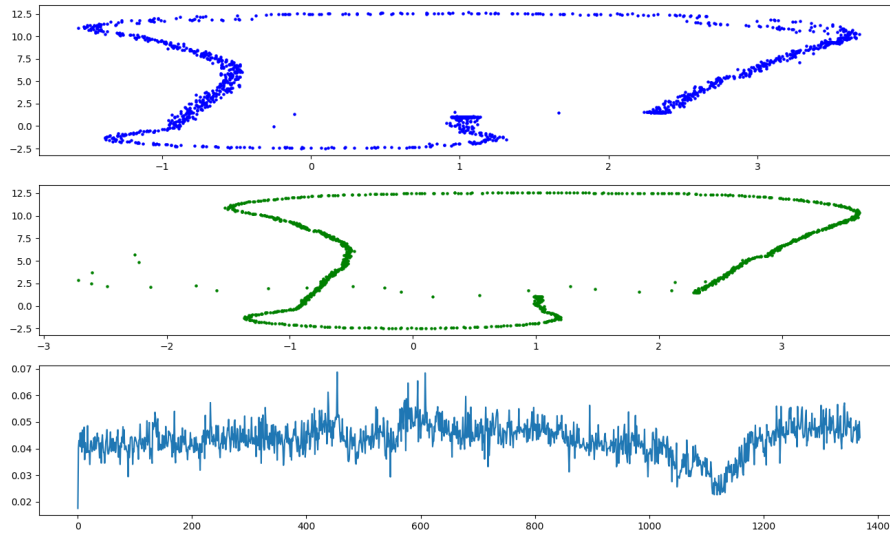


Figure 4: Grafico risultante scenario 4

Il sistema risulta essere leggermente meno preciso nella parte iniziale, tuttosommato però si riconfermano le analisi precedenti.



## 6 Scenario 5

In questo scenario si va a verificare come il sistema si comporti, nel caso in cui le particelle siano maggiori dei casi precedenti, così da verificare quanto guadagno si possa ottenere in termini di precisione.

### 6.1 Parametri

- Numero particelle: 15000
- Inizializzazione a partire dalle coordinate gps
- errore della posizione iniziale: 0.05, 0.05, 0.05
- Errore della posizione calcolata: 0.17,0.17,0.17

### 6.2 Risultati

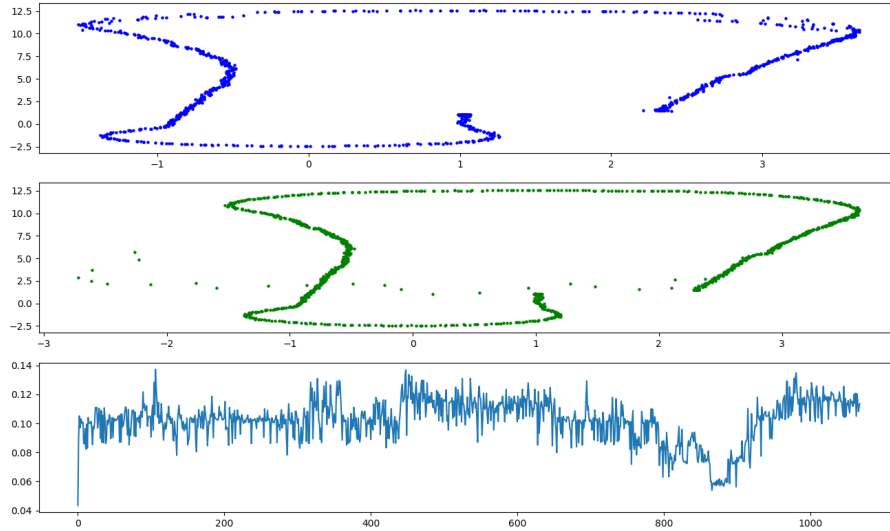


Figure 5: Grafico risultante scenario 5

#### 6.2.1 Traiettorie

Come ci si aspettava, la traiettoria in questo caso risulta molto più precisa e definita, fattore che si può anche apprezzare dal grafico in figura 5.

#### 6.2.2 Tempi di esecuzione

Come è apprezzabile dal grafico i tempi di esecuzione sono aumentati, mancando in media la deadline di 10 millisecondi, raggiungendo anche picchi di 140 millisecondi, queste tempistiche sono chiaramente dovute al numero maggiore di particelle e dunque al numero di calcoli che il sistema deve eseguire ad ogni iterazione.

## 7 Scenario 5

Si va ora a verificare come il sistema descritto nella sezione 6 si comporti nel caso in cui non si abbia una stima iniziale della posizione.

### 7.1 Parametri

- Numero particelle: 15000
- Inizializzazione randomica
- errore della posizione iniziale: 0.05, 0.05, 0.05
- Errore della posizione calcolata: 0.17,0.17,0.17

### 7.2 Risultati

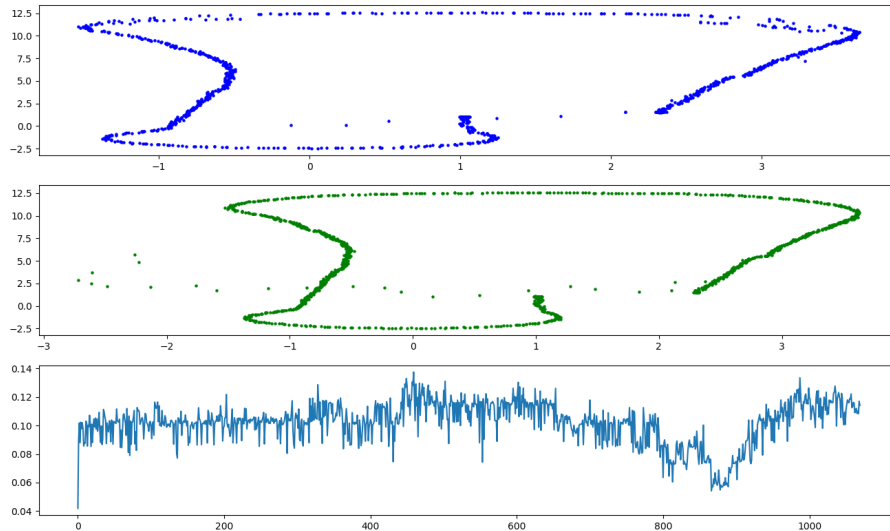


Figure 6: Grafico risultante scenario 6

Come si poteva apprezzare nei casi precedenti, il fatto di non avere una stima della posizione iniziale non ha creato grandi stravolgimenti nei dati. Dopo un primo momento di assestamento infatti il sistema risulta coerente con quanto determinato nella sezione precedente.