

# Contents

<b>1</b>	<b>Gitghub</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Descrizione Generale</b>	<b>3</b>
2.1	Componenti Chiave e le loro Interazioni . . . . .	4
2.2	Flusso Operativo . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Requisiti Utente</b>	<b>5</b>
3.1	Diagramma uml . . . . .	5
3.1.1	Assegnazione delle rotte . . . . .	5
3.1.2	Creazione dei droni . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Requisiti di sistema</b>	<b>7</b>
4.1	Panoramica dell'Architettura del Sistema . . . . .	8
4.2	Activity Diagram UML . . . . .	8
4.3	State Diagram UML . . . . .	9
4.4	Message Sequence Chart . . . . .	9
<b>5</b>	<b>Implementation</b>	<b>10</b>
5.1	Pseudocodice . . . . .	10
5.2	Pseudocodice monitor . . . . .	16
5.2.1	Monitor battery check . . . . .	16
5.2.2	Monitor data integrity . . . . .	16
5.2.3	Monitor position . . . . .	17
5.2.4	Monitor route coverage . . . . .	18
5.2.5	System availability monitor . . . . .	19
5.3	Schema database . . . . .	20
5.4	Descrizione delle connessioni Redis . . . . .	21
5.4.1	Connessione per inviare istruzioni . . . . .	21
5.4.2	Connessione per ricevere lo stato dei droni . . . . .	21
5.4.3	Connessione per l'heartbeat . . . . .	21
5.5	Risultati della Simulazione del Sistema . . . . .	22
5.5.1	Creazione e Gestione dei Droni . . . . .	22
5.5.2	Esecuzione delle Missioni . . . . .	22
5.5.3	Monitoraggio e Risposte del Sistema . . . . .	22
5.5.4	Conclusioni . . . . .	23

# 1 Gitghub

Autori: Leuti Michele, Lorenzo Righi Il progetto è stato caricato sul github di ognuno degli autori al seguenti link:

- <https://github.com/MicheleLeuti/DMS/tree/master>
- <https://github.com/Raylath98/SE-Project/tree/master>

## 2 Descrizione Generale

Il **Drone Management System (DMS)** è progettato per gestire e monitorare efficientemente una flotta di droni per sorvegliare l'area di interesse. Il sistema è composto da diversi componenti interconnessi che lavorano insieme per garantire le prestazioni ottimali e l'affidabilità dei droni. I componenti chiave del DMS includono:

- **Centro di Controllo:** Questo è il fulcro centrale del sistema, responsabile dell'invio di istruzioni ai droni, del monitoraggio dei loro stati e della gestione della creazione e delle rotte dei droni.
- **Droni:** Questi sono le unità autonome che svolgono le missioni effettive. Ogni drone è dotato della capacità di ricevere istruzioni, seguire rotte, riportare lo stato, ricaricarsi e gestire le contingenze come batteria scarica o malfunzionamenti.
- **Monitor:** Questi sono componenti specializzati che garantiscono l'integrità, la sicurezza e l'efficienza del sistema controllando continuamente vari aspetti come i livelli di batteria, la copertura delle rotte, l'accuratezza della posizione e l'integrità dei dati.

## 2.1 Componenti Chiave e le loro Interazioni

- **Centro di Controllo:**

- **Connessione al Database:** Il centro di controllo si connette a un database PostgreSQL per controllare gli stati dei droni e aggiornare informazioni sulle rotte.
- **Gestione delle Istruzioni:** Invia istruzioni ai droni tramite un server Redis, utilizzando il canale *instruction\_channel*.
- **Monitoraggio dello Stato dei Droni:** Il centro di controllo si iscrive al canale *drone\_status* su Redis per ricevere aggiornamenti in tempo reale sugli stati dei droni.

- **Droni:**

- **Operazione Autonoma:** Ogni drone opera autonomamente, ricevendo istruzioni dal centro di controllo ed eseguendo le missioni di conseguenza.
- **Rapporto dello Stato:** I droni riportano periodicamente il loro stato, inclusi livello di batteria, posizione e stato della missione corrente, al centro di controllo.
- **Ricarica e Riparazione:** I droni gestiscono autonomamente la ricarica quando i livelli di batteria sono bassi e eseguono routine di auto-riparazione se necessario.

- **Monitor:**

- **Monitoraggio della Batteria:** Questo componente controlla continuamente i livelli di batteria di tutti i droni e solleva allarmi se qualche drone ha una batteria criticamente bassa.
- **Monitoraggio della Copertura delle Rotte:** Assicura che tutte le rotte siano coperte entro un tempo specificato. Se una rotta non viene visitata per un periodo prolungato, solleva un allarme.
- **Monitoraggio della Posizione:** Verifica che i droni rimangano all'interno dei confini operativi designati e solleva allarmi per eventuali anomalie.
- **Monitoraggio dell'Integrità dei Dati:** Controlla l'integrità dei dati nel database, assicurando che non ci siano duplicati, valori nulli o valori fuori intervallo.
- **Monitoraggio dell'Integrità delle Comunicazioni:** Garantisce l'integrità dei messaggi inviati e ricevuti attraverso i canali di comunicazione Redis, verificando il formato e il contenuto delle istruzioni e degli aggiornamenti di stato.

## 2.2 Flusso Operativo

- **Generazione delle Rotte:**

- Le rotte vengono generate e memorizzate nel database, ognuna con coordinate specifiche e ID unici.

- **Inizializzazione e Gestione dei Droni:**

- Il centro di controllo inizializza i droni e assegna le rotte. Monitora continuamente gli stati dei droni e invia istruzioni secondo necessità.

- **Monitoraggio in Tempo Reale e Allarmi:**

- I monitor funzionano in parallelo, assicurando che il sistema operi entro parametri di sicurezza ed efficienza predefiniti. Qualsiasi anomalia o problema viene immediatamente segnalato per l'azione correttiva.

- **Aggiornamenti del Database:**

- Il centro di controllo e i droni aggiornano il database con le ultime informazioni riguardanti gli stati dei droni, le rotte coperte e eventuali problemi riscontrati.

Sfruttando questi componenti e le loro interazioni, il **Drone Management System** garantisce un framework robusto e affidabile per la gestione di una flotta di droni autonomi.

### 3 Requisiti Utente

I requisiti degli utenti definiscono ciò che il sistema deve fare per soddisfare le esigenze degli utenti finali. Ogni requisito è numerato e descrive un singolo vincolo sul sistema. Di seguito sono elencati i requisiti utente del **Drone Management System (DMS)**:

1. **Creazione di Droni:**

Il sistema deve permettere la creazione di nuovi droni.

2. **Assegnazione delle Rotte:**

Il sistema deve consentire l'assegnazione di rotte specifiche ai droni.

3. **Monitoraggio in Tempo Reale:**

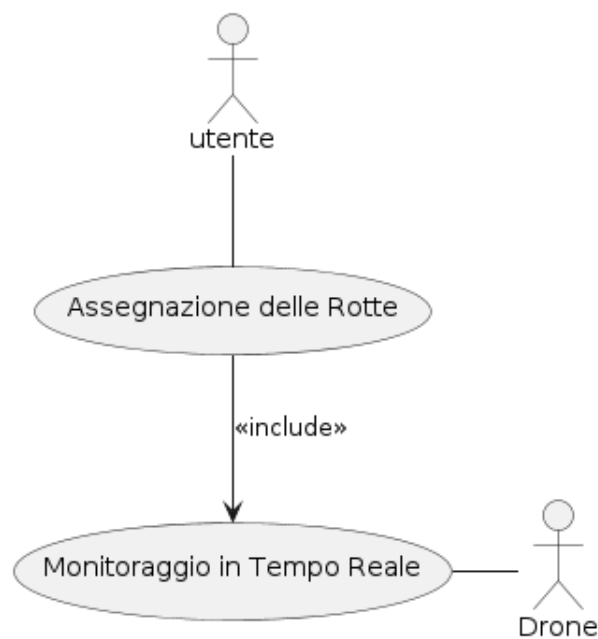
Il sistema deve monitorare in tempo reale lo stato dei droni, inclusi livello di batteria, posizione e stato della missione.

4. **Gestione della Ricarica:**

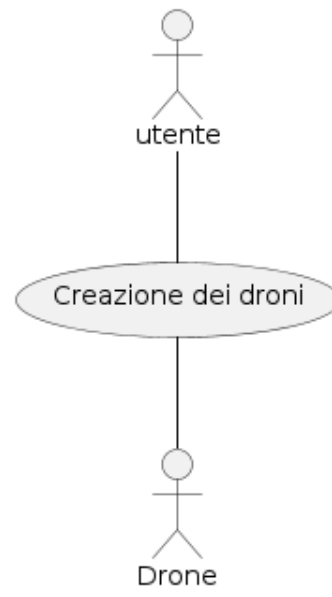
Il sistema deve gestire la ricarica automatica dei droni quando i livelli di batteria sono bassi.

#### 3.1 Diagramma uml

##### 3.1.1 Assegnazione delle rotte



### 3.1.2 Creazione dei droni



## 4 Requisiti di sistema

I requisiti di sistema definiscono ciò che il sistema deve fare per soddisfare i requisiti utente. Ogni requisito è numerato e descrive un singolo vincolo sul sistema. Di seguito sono elencati i requisiti di sistema del Drone Management System (DMS):

1. **Creazione Automatica dei Droni**

Il sistema deve creare automaticamente nuovi droni quando il numero di droni idle è inferiore al numero di rotte assegnate.

2. **Gestione delle Istruzioni**

Il sistema deve inviare istruzioni ai droni tramite un server Redis utilizzando il canale *instruction\_channel*.

3. **Monitoraggio dello Stato**

Il sistema deve monitorare lo stato dei droni in tempo reale tramite il canale *drone\_status* su Redis.

4. **Ricarica Automatica**

Il sistema deve inviare istruzioni ai droni per ricaricarsi automaticamente quando i livelli di batteria sono bassi.

5. **Riparazione Automatica**

Il sistema deve gestire la riparazione automatica dei droni in caso di malfunzionamenti.

6. **Aggiornamento del Database**

Il sistema deve aggiornare il database PostgreSQL con le informazioni più recenti riguardanti lo stato dei droni e le rotte coperte.

7. **Gestione della Copertura delle Rotte**

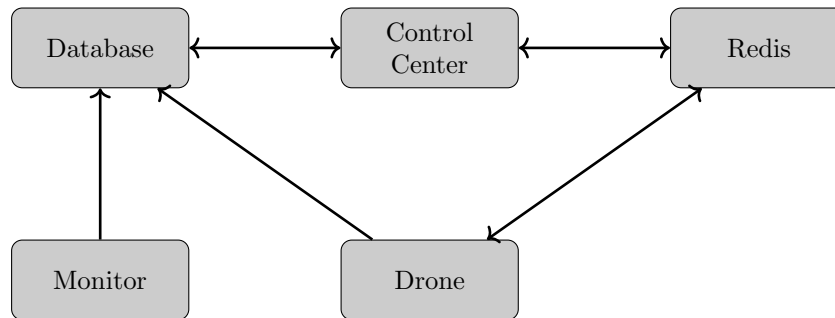
Il sistema deve garantire che tutte le rotte siano coperte entro un intervallo di tempo specificato.

8. **Verifica della Posizione**

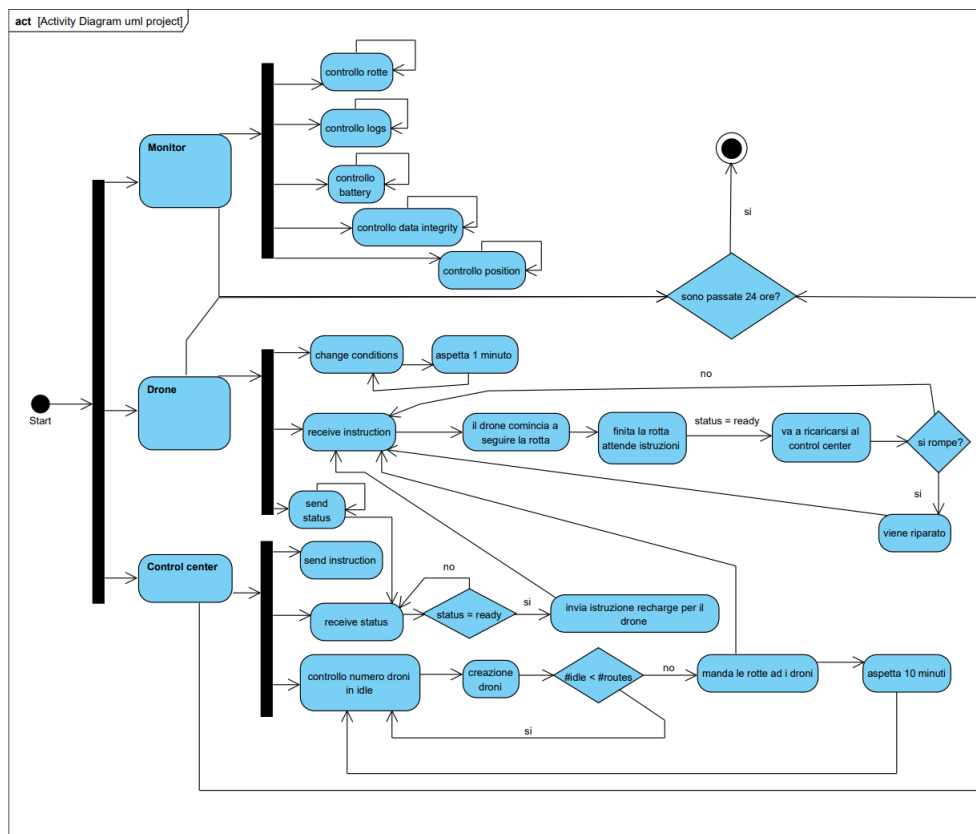
Il sistema deve verificare che i droni rimangano all'interno dei confini operativi designati.

## 4.1 Panoramica dell'Architettura del Sistema

L'architettura del DMS può essere visualizzata come mostrato nel diagramma seguente:



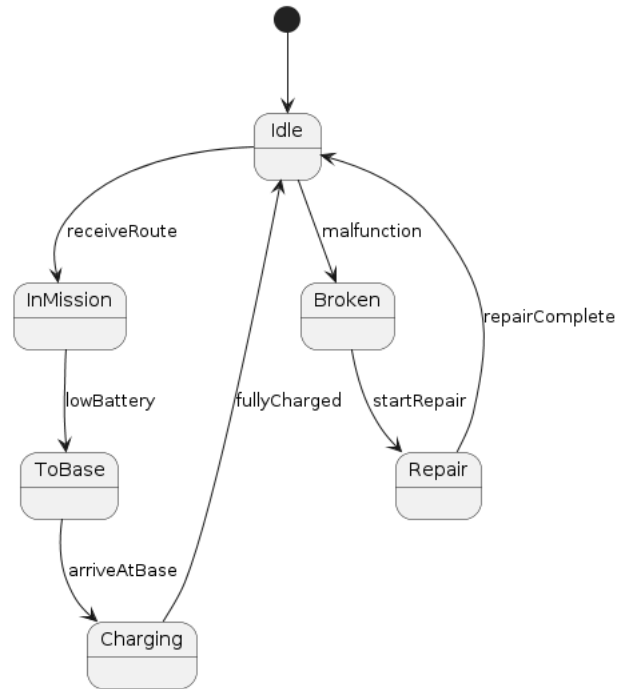
## 4.2 Activity Diagram UML



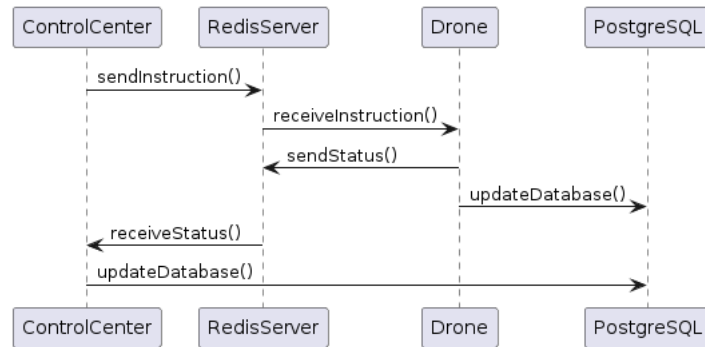


### 4.3 State Diagram UML

Nella seguente figura è riportato lo state diagram UML per il componente Drone:



### 4.4 Message Sequence Chart



## 5 Implementation

### 5.1 Pseudocodice

#### Pseudocodice di Control Center

---

Metodo sendInstructions

- Collegarsi al database
  - If la connessione fallisce then
    - Registrare l'errore e uscire
  - EndIf
  - While true do
    - Contare i droni inattivi
    - If ci sono meno droni inattivi rispetto alle rotte then
      - Creare nuovi droni
    - EndIf
    - Recuperare gli ID dei droni inattivi
    - If il numero di droni inattivi è ancora insufficiente then
      - Registrare l'errore e continuare
    - EndIf
    - Inviare le rotte ai droni
    - Attendere prima di ripetere il ciclo
  - EndWhile
  - Chiudere la connessione al database
- 

Metodo heartbeat

- Connettersi a Redis
  - If la connessione fallisce then
    - Registrare l'errore e uscire
  - EndIf
  - Iscrivere al canale "heartbeat\_channel"
  - While true do
    - Attendere messaggi di heartbeat
    - If ricevuto un messaggio di heartbeat then
      - Rispondere con un messaggio al canale di risposta
    - EndIf
  - EndWhile
  - Chiudere la connessione a Redis
- 

Metodo sendCreateInstruction

- Connettersi a Redis
  - If la connessione fallisce then
    - Registrare l'errore e uscire
  - EndIf
  - Pubblicare il messaggio di creazione sul canale di istruzioni
  - Chiudere la connessione a Redis
- 

Metodo sendRouteInstruction

- Connettersi a Redis
- If la connessione fallisce then
  - Registrare l'errore e uscire
- EndIf
- Formattare il messaggio di istruzione con i dettagli della rotta
- Pubblicare il messaggio sul canale di istruzioni
- Chiudere la connessione a Redis

---

Metodo sendRechargeInstruction

- Connettersi a Redis
  - If la connessione fallisce then
    - Registrare l'errore e uscire
  - EndIf
  - Formattare il messaggio di ricarica con i dettagli della destinazione
  - Pubblicare il messaggio sul canale di istruzioni
  - Chiudere la connessione a Redis
- 

Metodo sendDroneOnRoute

- Chiamare sendRouteInstruction con i dettagli della rotta e l'ID del drone

Metodo receiveStatus

- Connettersi a Redis
  - If la connessione fallisce then
    - Registrare l'errore e uscire
  - EndIf
  - Iscrivere al canale "drone\_status"
  - While true do
    - Attendere messaggi di stato dei droni
    - If ricevuto un messaggio di stato then
      - Analizzare e aggiornare lo stato del drone
      - If il drone è pronto then
        - Inviare istruzione di ricarica
    - EndIf
  - EndIf
  - EndWhile
  - Chiudere la connessione a Redis
- 

Metodo updateDatabase

- While true do
    - Collegarsi al database
    - If la connessione fallisce then
      - Registrare l'errore e uscire
    - EndIf
    - Aggiornare lo stato delle rotte nel database
    - Inserire nuovi log dei droni nel database
    - Chiudere la connessione al database
    - Attendere un minuto
  - EndWhile
- 

Metodo calculateDistanceToBase

- Calcolare e restituire la distanza dalla base utilizzando le coordinate
- 

Metodo calculateTimeToBase

- Calcolare e restituire il tempo necessario per raggiungere la base in base alla distanza
- 

Metodo updateDroneStatus

- Aggiornare lo stato del drone nel sistema con i nuovi dati
- 

Metodo extractDroneNumber

- Estrarre e restituire il numero del drone dall'ID del drone
- 

Metodo printMap

- Ordinare e stampare lo stato di tutti i droni
-

## Pseudocodice di Drone

---

Metodo startThreads

- If droneId è 0 then
    - Avviare il thread per sendStatus
    - Avviare il thread per printStatus
    - Avviare il thread per receiveInstruction
    - Avviare il thread per updateDatabase
    - Avviare il thread per changeConditions
    - Avviare il thread per heartbeat
  - Else
    - Avviare il thread per receiveInstruction
  - EndIf
- 

Metodo changeConditions

- While true do
    - Generare un valore casuale per il vento
    - Generare un valore casuale per il tempo
    - Assegnare il valore del tempo (sunny, rainy, foggy)
    - Stampare i parametri cambiati
    - Attendere un minuto
  - EndWhile
- 

Metodo printStatus

- While true do
    - Stampare lo stato corrente dei droni
    - Attendere 10 secondi
  - EndWhile
- 

Metodo heartbeat

- Connettersi a Redis
  - If la connessione fallisce then
    - Registrare l'errore e uscire
  - EndIf
  - Iscrivere al canale "heartbeat\_channel"
  - While true do
    - Attendere messaggi di heartbeat
    - If ricevuto un messaggio di heartbeat then
      - Rispondere con un messaggio al canale di risposta
    - EndIf
  - EndWhile
  - Chiudere la connessione a Redis
- 

Metodo updateDatabase

- Attendere 5 secondi
  - Collegarsi al database
  - If la connessione fallisce then
    - Registrare l'errore e uscire
  - EndIf
  - While true do
    - Creare la query di aggiornamento per lo stato dei droni
    - Eseguire la query
    - If la query fallisce then
      - Registrare l'errore
    - EndIf
  - EndWhile
  - Chiudere la connessione al database
-

---

Metodo createNewDrone

- Generare un nuovo ID per il drone
- Generare casualmente la vita del drone
- Creare un nuovo drone e aggiungerlo alla mappa dei droni
- Incrementare il contatore dei droni inattivi
- Collegarsi al database
- If la connessione fallisce then
  - Registrare l'errore e uscire
- EndIf
- Inserire il nuovo drone nel database
- Avviare i thread del nuovo drone
- Stampare il messaggio di creazione del drone

---

Metodo repair

- Attendere 10 secondi
- Ripristinare la batteria del drone
- Generare casualmente il tempo di riparazione
- Stampare il messaggio di inizio riparazione
- Attendere il tempo di riparazione generato
- Generare casualmente la nuova vita del drone
- Aggiornare lo stato del drone a "idle"
- Stampare il messaggio di fine riparazione

---

Metodo sendStatus

- While true do
  - Per ogni drone:
    - Connettersi a Redis
    - Generare il messaggio di stato del drone
    - Pubblicare il messaggio sul canale "drone\_status"
    - Chiudere la connessione a Redis

---

Metodo receiveInstruction

- Connettersi a Redis
- If la connessione fallisce then
  - Registrare l'errore e uscire
- EndIf
- Iscrivere al canale "instruction\_channel"
- While true do
  - Attendere messaggi di istruzione
  - If ricevuto un messaggio di istruzione then
    - If istruzione è "create\_drone" then
      - Creare un nuovo drone
    - Else
      - Estrarre i dettagli dell'istruzione
      - Chiamare followInstruction con i dettagli dell'istruzione
  - EndIf
- EndIf

---

Metodo followInstruction

- If l'ID dell'istruzione non corrisponde al drone then
  - Uscire
- EndIf
- If il tipo è "recharge" then
  - Estrarre le coordinate di destinazione
  - If lo stato del drone è "ready" then
    - Aggiornare lo stato del drone a "to\_base"
    - Chiamare moveToDestination con le coordinate
  - EndIf
- Else if il tipo è "follow\_route" then
  - If lo stato del drone non è "idle" then
    - Uscire
  - EndIf
  - Estrarre i punti della rotta
  - Aggiornare lo stato del drone a "in\_mission"
  - Chiamare followRoute con la rotta
- EndIf

---

Metodo moveToDestination

- While la distanza alla destinazione è maggiore della visibilità do
  - Calcolare la distanza alla destinazione
  - Calcolare il passo di movimento
  - Aggiornare le coordinate del drone
  - Ridurre la batteria del drone
  - If la batteria è scarica then
    - Aggiornare lo stato del drone a "broken"
    - Chiamare repair
  - EndIf
  - Attendere 1 millisecondo
- EndWhile
- If lo stato è "to\_base" then
  - Ridurre la vita del drone
  - If la vita è zero then
    - Aggiornare lo stato a "broken"
    - Chiamare repair
  - Else
    - Aggiornare lo stato a "recharge"
    - Chiamare recharge
  - EndIf
- EndIf

---

Metodo followRoute

- If lo stato è "in\_mission" then
    - Per ogni punto della rotta:
      - Chiamare moveToDestination con il punto
    - Aggiornare lo stato del drone a "ready"
  - EndIf
-

---

Metodo recharge

- Generare casualmente il tempo di ricarica
- Stampare il messaggio di ricarica
- While il tempo di ricarica è maggiore di zero do
  - Attendere 1 millisecondo
  - Ridurre il tempo di ricarica
- EndWhile
- Ripristinare la batteria del drone
- Aggiornare lo stato del drone a "idle"

---

Metodo distanceTo

- Calcolare e restituire la distanza tra il drone e le coordinate specificate
-

## 5.2 Pseudocodice monitor

### 5.2.1 Monitor battery check

---

Metodo run

- Collegarsi al database
  - If la connessione fallisce then
    - Registrare l'errore e uscire
  - EndIf
  - While true do
    - Connessione al database
    - 
    - Query per contare i droni con battery\_seconds = 0 e status 'in\_mission' o 'ready' o 'broken'
    - If la query fallisce then
      - Registrare l'errore e uscire
    - EndIf
    - 
    - Estrazione del risultato della query
    - If il conteggio è maggiore di 0 then
      - Stampare un messaggio di allarme con il numero di droni con batteria scarica
      - Attendere 10 secondi
    - EndIf
  - EndWhile
  - Chiudere la connessione al database
- 

### 5.2.2 Monitor data integrity

---

Metodo run

- Collegarsi al database
- If la connessione fallisce then
  - Registrare l'errore e uscire
- EndIf
- While true do
  - Verifica di duplicati
    - Eseguire la query per trovare duplicati
    - If la query fallisce then
      - Registrare l'errore
    - Else
      - If ci sono duplicati then
        - Stampare un messaggio di errore
        - Per ogni duplicato
          - Stampare l'ID del drone e il numero di duplicati
          - Attendere 10 secondi
      - EndFor
    - EndIf
  - EndIf
  - Liberare la memoria della query
  - 
  - Verifica di nulli in colonne obbligatorie
    - Eseguire la query per trovare valori nulli
    - If la query fallisce then
      - Registrare l'errore
    - Else
      - If ci sono valori nulli then
        - Stampare un messaggio di errore
        - Attendere 10 secondi
      - EndIf
    - EndIf
    - Liberare la memoria della query



- Verifica di valori fuori range
  - Eseguire la query per trovare valori fuori range
  - If la query fallisce then
    - Registrare l'errore
  - Else
    - If ci sono valori fuori range then
      - Stampare un messaggio di errore
      - Attendere 10 secondi
    - EndIf
  - EndIf
  - Liberare la memoria della query
- EndWhile
- Chiudere la connessione al database

---

### 5.2.3 Monitor position

---

Metodo run

- Collegarsi al database
- If la connessione fallisce then
  - Registrare l'errore e uscire
- EndIf
- While true do
  - Definire la query per verificare le posizioni fuori dai limiti
  - Eseguire la query
  - If la query fallisce then
    - Registrare l'errore e uscire
  - EndIf
  - 
  - Estrarre il numero di righe nel risultato
  - If ci sono righe nel risultato then
    - Per ogni riga nel risultato:
      - Estrarre l'ID del drone, posX, e posY
      - Stampare un messaggio di anomalia di posizione
      - Attendere 10 secondi
    - EndFor
  - EndIf
  - Liberare la memoria della query
- EndWhile
- Chiudere la connessione al database

---

#### 5.2.4 Monitor route coverage

---

Metodo populateRoutes

- Collegarsi al database
  - If la connessione fallisce then
    - Registrare l'errore e uscire
  - EndIf
  
  - Definire la query per contare le rotte
  - Eseguire la query
  - If la query fallisce then
    - Registrare l'errore e uscire
  - EndIf
  
  - Estrarre il numero di rotte
  - If il numero di rotte è maggiore di 0 then
    - Uscire (le rotte sono già popolate)
  - EndIf
  
  - Definire la query per inserire una rotta
  - For ogni valore di y da 0.01 a 6.0 con passo 0.02 do
    - Formattare il valore di y
    - Definire i parametri della query
    - Eseguire la query di inserimento
    - If la query fallisce then
      - Registrare l'errore
    - EndIf
  - EndFor
  
  - Chiudere la connessione al database
  - Stampare il messaggio di successo
- 

Metodo run

- Collegarsi al database
  - If la connessione fallisce then
    - Registrare l'errore e uscire
  - EndIf
  
  - While true do
    - Definire la query per verificare le rotte non visitate negli ultimi 10 minuti
    - Eseguire la query
    - If la query fallisce then
      - Registrare l'errore e continuare
    - EndIf
  
    - Estrarre il numero di righe nel risultato
    - For ogni riga nel risultato do
      - Estrarre posX e posY
      - Stampare un messaggio di allarme per la rotta non visitata
      - Attendere 10 secondi
    - EndFor
  
    - Liberare la memoria della query
  - EndWhile
  
  - Chiudere la connessione al database
-

### 5.2.5 System availability monitor

---

Costruttore SystemAvailabilityMonitor

- Connettersi a Redis
  - If la connessione fallisce then
    - Registrare l'errore
  - EndIf
- 

Distruttore ~SystemAvailabilityMonitor

- If context è non nullo then
    - Liberare context
  - EndIf
- 

Metodo run

- Attendere 20 secondi
  - Avviare il thread per sendHeartbeat
  - Avviare il thread per receiveHeartbeat
  - Avviare il thread per checkComponentStatus
  - Attendere la terminazione dei thread
- 

Metodo sendHeartbeat

- While true do
    - Inviare il messaggio di heartbeat a Redis
    - If invio fallisce then
      - Registrare l'errore
    - EndIf
    - Attendere 5 secondi
  - EndWhile
- 

Metodo receiveHeartbeat

- Connettersi a Redis come subscriber
  - Iscrivere al canale "heartbeat\_response\_channel"
  - If la connessione fallisce then
    - Registrare l'errore
  - EndIf
  - While true do
    - Attendere i messaggi di heartbeat di risposta
    - If il messaggio è valido then
      - Aggiornare l'ultimo heartbeat per il componente
    - EndIf
  - EndWhile
  - Liberare la connessione subscriber
- 

Metodo checkComponentStatus

- While true do
    - Ottenere il tempo corrente
    - For ogni componente in lastHeartbeat do
      - Calcolare la durata dall'ultimo heartbeat
      - If la durata è maggiore di 10 secondi then
        - Stampare un messaggio di errore
      - Else
        - Stampare un messaggio di disponibilità
      - EndIf
    - EndFor
    - Attendere 60 secondi
  - EndWhile
-

### 5.3 Schema database

---

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS drone (  
    id SERIAL PRIMARY KEY,  
    drone_id VARCHAR(50),  
    status VARCHAR(50),  
    battery_seconds INT,  
    pos_x DOUBLE PRECISION,  
    pos_y DOUBLE PRECISION,  
    log_time TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP  
);
```

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS routes (  
    id SERIAL PRIMARY KEY,  
    pos_x DOUBLE PRECISION,  
    pos_y DOUBLE PRECISION,  
    visited BOOLEAN DEFAULT FALSE,  
    visited_time TIMESTAMP  
);
```

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS drone_logs (  
    id SERIAL PRIMARY KEY,  
    descrizione VARCHAR(255),  
    log_time TIMESTAMP  
);
```

---

- **Tabella drone**

- **id**: Chiave primaria, auto-incrementante.
- **drone\_id**: Identificatore del drone, tipo stringa.
- **status**: Stato del drone, tipo stringa.
- **battery\_seconds**: Durata della batteria in secondi, tipo intero.
- **pos\_x**: Posizione X del drone, tipo double.
- **pos\_y**: Posizione Y del drone, tipo double.
- **log\_time**: Timestamp dell'ultima registrazione, con valore predefinito l'ora corrente.

- **Tabella routes**

- **id**: Chiave primaria, auto-incrementante.
- **pos\_x**: Posizione X della rotta, tipo double.
- **pos\_y**: Posizione Y della rotta, tipo double.
- **visited**: Booleano che indica se la rotta è stata visitata, con valore predefinito **false**.
- **visited\_time**: Timestamp dell'ultima visita.

- **Tabella drone\_logs**

- **id**: Chiave primaria, auto-incrementante.
- **descrizione**: Descrizione del log, tipo stringa.
- **log\_time**: Timestamp del log.

## 5.4 Descrizione delle connessioni Redis

Nel progetto, Redis viene utilizzato come meccanismo di messaggistica per facilitare la comunicazione tra il centro di controllo e i droni. Di seguito sono descritte le varie connessioni Redis e i canali utilizzati:

### 5.4.1 Connessione per inviare istruzioni

Il centro di controllo utilizza Redis per inviare istruzioni ai droni tramite il canale `instruction_channel`. Le istruzioni possono essere di tre tipi principali: `create_drone`, `follow_route` e `recharge`. Ogni tipo di istruzione ha un formato specifico.

- **create\_drone:** Questa istruzione viene utilizzata per creare un nuovo drone. Il messaggio pubblicato su `instruction_channel` è semplicemente `create_drone`.
- **follow\_route:** Questa istruzione contiene l'ID del drone, il tipo di istruzione, l'ID del percorso e le coordinate del percorso. Esempio di formato del messaggio:  
`drone_1:follow_route:routeId:123:0.0,2.31;6.0,2.31`.
- **recharge:** Questa istruzione contiene l'ID del drone, il tipo di istruzione, l'ID del percorso e le coordinate della destinazione di ricarica. Esempio di formato del messaggio:  
`drone_1:recharge:routeId:0`.

### 5.4.2 Connessione per ricevere lo stato dei droni

I droni utilizzano il canale `drone_status` per inviare periodicamente il loro stato al centro di controllo. Ogni messaggio di stato include l'ID del drone, il tempo di batteria rimanente, la posizione corrente (coordinate  $x$  e  $y$ ), lo stato attuale del drone e l'ID del percorso (di default se non vi è alcuna rotta assegnata). Esempio di formato del messaggio: `drone_1:1200:4.34,5.78:idle:0`. Il

### 5.4.3 Connessione per l'heartbeat

Sia il centro di controllo che i droni utilizzano il canale `heartbeat_channel` per monitorare la disponibilità del sistema. Il monitor invia un messaggio `heartbeat` a cui i droni e il centro di controllo rispondono con i rispettivi messaggi di risposta (`drone` per i droni e `Control.center` per il centro di controllo) sul canale `heartbeat_response_channel`.

## 5.5 Risultati della Simulazione del Sistema

La simulazione del sistema di controllo dei droni ha prodotto diversi risultati significativi che sono stati analizzati per valutare l'efficacia e la robustezza del sistema. Di seguito vengono riportati i principali risultati ottenuti:

### 5.5.1 Creazione e Gestione dei Droni

Durante la simulazione, il sistema è stato in grado di creare nuovi droni dinamicamente in risposta alla domanda. In particolare:

- **Numero di droni creati:** Il sistema per un ora di esecuzione ha creato un totale di circa 3000 droni
- **Tempo medio di creazione:** Il tempo medio per la creazione di 300 droni è di circa 15 secondi.

### 5.5.2 Esecuzione delle Missioni

Le missioni sono state assegnate e completate dai droni in modo efficiente. I risultati specifici includono:

- **Numero di missioni completate:** per un ora di esecuzioni circa 2700 missioni completato con successo
- **Tempo medio per missione:** Il tempo medio per completare una missione è stato di 15 minuti.
- **Percentuale di successo:** Il tasso di successo delle missioni è stato del 100%.

### 5.5.3 Monitoraggio e Risposte del Sistema

Il sistema di monitoraggio ha rilevato e risposto efficacemente a vari eventi. In particolare, sono stati effettuati test appositi per far attivare i monitor e ognuno ha funzionato egregiamente, in particolare:

- Abbiamo assegnato ai droni una posizione non valida (non nell'area di sorveglianza). Il monitor ha rilevato subito l'anomalia.
- Abbiamo fatto in modo di inserire dati non validi nel database. Il monitor ha rilevato subito l'anomalia.
- Durante l'esecuzione abbiamo stoppato il processo dei droni, mentre il control center era ancora in esecuzione. Il monitor ha rilevato subito l'anomalia.
- Abbiamo assegnato una durata di batteria molto inferiore a quella prevista per fare in modo che i droni si scaricassero durante la missione. Il monitor ha rilevato subito l'anomalia.
- Non abbiamo assegnato tutte le rotte ai droni. Il monitor ha rilevato subito l'anomalia.

#### 5.5.4 Conclusioni

I risultati della simulazione dimostrano che il sistema di controllo dei droni è robusto e capace di gestire un elevato numero di droni e missioni con la massima affidabilità. I monitoraggi implementati hanno garantito la correttezza delle operazioni e la disponibilità del sistema, contribuendo a un elevato tasso di successo delle missioni.

Una delle principali sfide affrontate in questo progetto è stata l'integrazione e l'interazione tra tutte le componenti del sistema. La gestione di un gran numero di droni ha presentato difficoltà significative, soprattutto in termini di coordinamento e comunicazione. Tuttavia, siamo riusciti a superare questi ostacoli e a garantire una comunicazione efficace tra tutte le parti coinvolte.

Per migliorare ulteriormente l'efficienza del sistema e ridurre il numero di droni necessari, suggeriamo le seguenti strategie:

- **Migliorare l'autonomia dei droni:** Aumentare la durata della batteria per ridurre la frequenza delle ricariche.
- **Migliorare la visibilità dei droni:** Ottimizzare i sensori e le tecnologie di visione per una sorveglianza più efficace.
- **Ridurre l'area da sorvegliare:** Concentrarsi su aree di maggiore importanza per una copertura più efficiente.
- **Ridurre il tempo di ricarica:** Implementare stazioni di ricarica rapida per minimizzare i tempi di inattività dei droni.
- **Aumentare l'intervallo per la sorveglianza di ogni punto**

In conclusione, nonostante le sfide affrontate, il progetto ha dimostrato che è possibile gestire con successo un sistema complesso di droni attraverso una comunicazione e un coordinamento efficaci.