

Sistema Multi-Agente per la Gestione delle Emergenze Urbane

Alessio Erasmo, Christian Felicione

7 febbraio 2026

1 Introduzione

Il *CityEmergencyManagementSystem* è un sistema multi-agente sviluppato in DALI secondo la metodologia GAIA per la gestione coordinata di emergenze urbane quali incendi e incidenti. Il sistema coordina automaticamente unità di soccorso attraverso quattro ruoli principali: Dispatcher, DroneScout, AmbulanceUnit e FireRescueUnit.

2 Architettura

Il Dispatcher coordina centralmente il sistema ricevendo segnalazioni e orchestrando le unità operative. I DroneScout sorvegliano il territorio identificando emergenze autonomamente. Le AmbulanceUnit gestiscono il soccorso sanitario mentre le FireRescueUnit intervengono sugli incendi. Gli obiettivi sono salvare vite umane, contenere situazioni di pericolo e garantire risposte coordinate prevenendo escalation.

3 Dinamica Operativa

Le emergenze raggiungono il Dispatcher tramite chiamate esterne o rilevazioni automatiche dei droni. Quando un drone avvista un'emergenza, ne comunica immediatamente localizzazione e tipologia. Se mancano informazioni, il Dispatcher richiede una ricognizione specifica.

Una volta classificata l'emergenza, il Dispatcher assegna le risorse appropriate: AmbulanceUnit per emergenze sanitarie, FireRescueUnit per incendi. Le unità possono accettare confermando la presa in carico o rifiutare specificando il motivo. Al termine dell'intervento comunicano la conclusione delle operazioni, liberando le risorse.

4 Caratterizzazione degli Agenti

Agente	Comportamento
Dispatcher	Reattivo: orchestra operazioni senza iniziativa autonoma.
DroneScout	Reattivo a richieste; proattivo nel pattugliamento e gestione batteria.
AmbulanceUnit	Reattivo a dispatch; proattivo nel richiedere supporto antincendio.
FireRescueUnit	Reattivo a dispatch; proattivo nel richiedere supporto sanitario.

Tabella 1: Comportamenti degli agenti

5 Eventi e Azioni

Il sistema opera secondo un'architettura event-driven. Il Dispatcher gestisce `call_emergency` e `report_emergency`. I droni monitorano `spot_fire` e `spot_accident` oltre al livello di batteria. Le unità operative rispondono a eventi di dispatch gestendo il proprio stato tramite eventi interni come `accept_dispatch`, `refuse_dispatch` e `do_rescue`.

Le azioni specifiche includono `rescue_people` per le ambulanze e `turn_off_fire` per le unità antincendio. Entrambe notificano il completamento tramite `report(emergency_retired)`.

6 Sequence Diagram

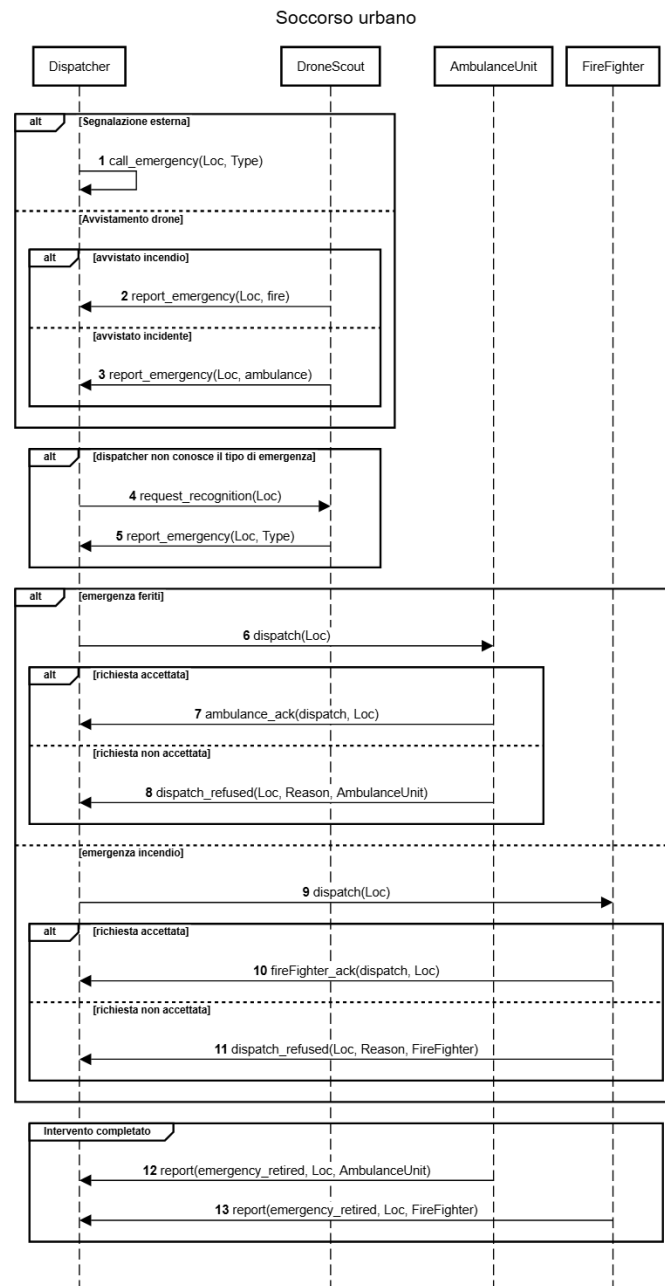


Figura 1: Sequence diagram per la gestione di un'emergenza

7 Class Diagram

Di seguito è riportato il class diagram del sistema multi-agente, che illustra le classi principali, i loro attributi e metodi, nonché le relazioni tra di esse. Il diagramma evidenzia la struttura modulare del sistema, con una chiara separazione dei ruoli e delle responsabilità di ciascun agente.

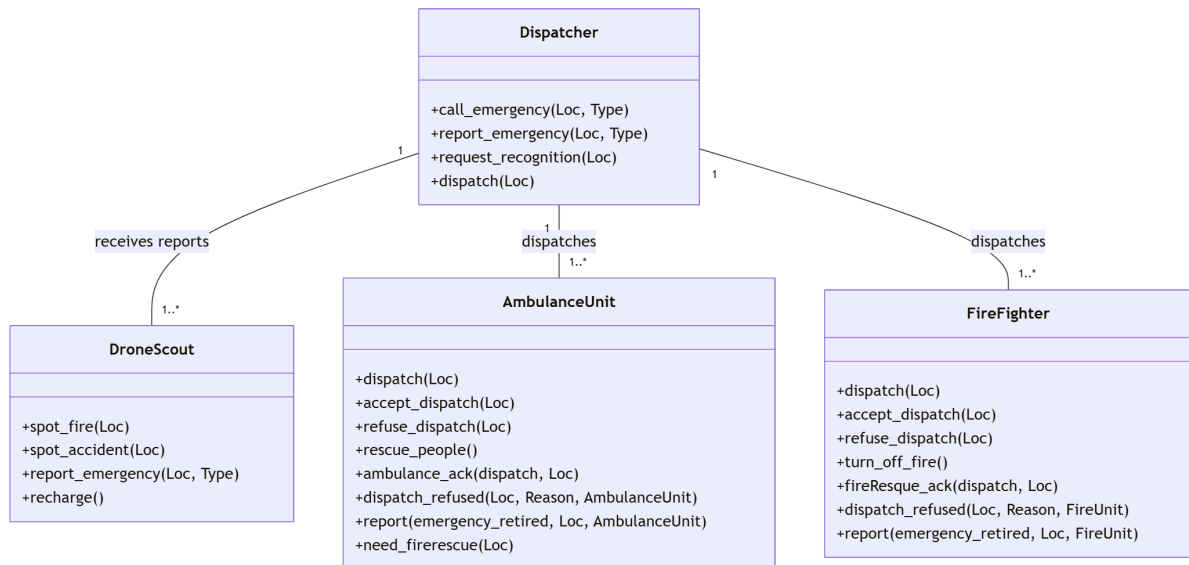
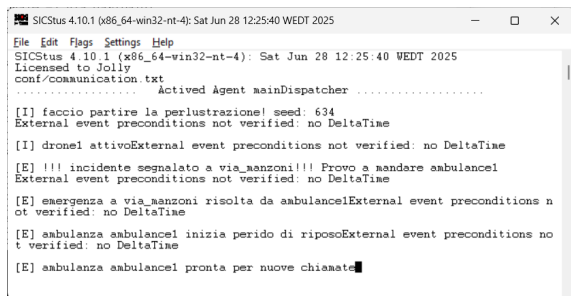


Figura 2: Class diagram del sistema multi-agente

Ogni classe, eccetto il dispatcher, dispone di più istanze, rappresentando le diverse unità operative e droni presenti nella città. Il dispatcher funge da coordinatore centrale, gestendo le comunicazioni e le assegnazioni di compiti tra le varie unità.

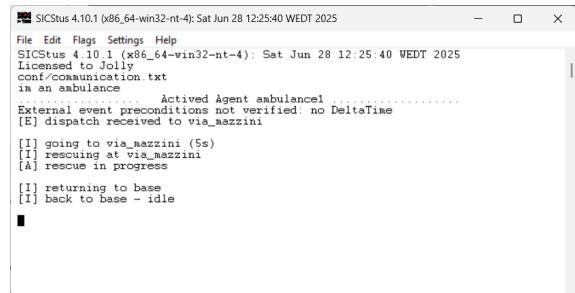
8 Esempio di Esecuzione

Dopo l'avvio del sistema, il Dispatcher si attiva e invia un messaggio di **activate** al DroneScout. Il drone inizia a pattugliare l'area, monitorando costantemente per emergenze. Se il drone rileva un'emergenza, invia immediatamente un messaggio al Dispatcher con la posizione. Il Dispatcher quindi classifica l'emergenza e invia un messaggio di **dispatch** all'opportuna unità, che se libera accetta l'incarico e si dirige verso il luogo selezionato per intervenire.



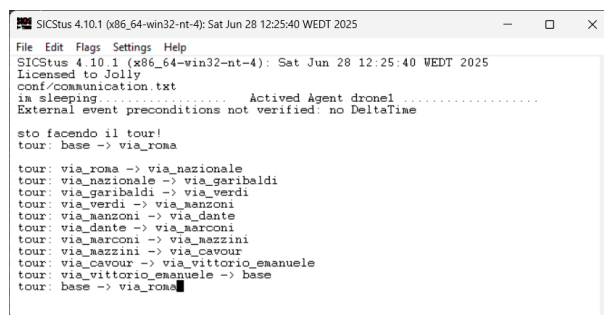
```
SICStus 4.10.1 (x86_64-win32-nt-4): Sat Jun 28 12:25:40 WEDT 2025
File Edit Flags Settings Help
SICStus 4.10.1 (x86_64-win32-nt-4): Sat Jun 28 12:25:40 WEDT 2025
Licensed to Jolly
conf/communication.txt
..... Activated Agent mainDispatcher .....
[I] faccio partire la perlustrazione! seed: 634
External event preconditions not verified: no DeltaTime
[I] drone1 attivoExternal event preconditions not verified: no DeltaTime
[E] !!! incidente segnalato a via_manzoni!!! Provo a mandare ambulancel
External event preconditions not verified: no DeltaTime
[E] emergenza a via_manzoni risolta da ambulancelExternal event preconditions not verified: no DeltaTime
[E] ambulanza ambulancel inizia periodo di riposoExternal event preconditions not verified: no DeltaTime
[E] ambulanza ambulancel pronta per nuove chiamate!
```

Figura 3: Ciclo di controllo del dispatcher



```
SICStus 4.10.1 (x86_64-win32-nt-4): Sat Jun 28 12:25:40 WEDT 2025
File Edit Flags Settings Help
SICStus 4.10.1 (x86_64-win32-nt-4): Sat Jun 28 12:25:40 WEDT 2025
Licensed to Jolly
conf/communication.txt
in an ambulance
..... Activated Agent ambulancel .....
External event preconditions not verified: no DeltaTime
[E] dispatch received to via_mazzini
[I] going to via_mazzini (5s)
[I] rescuing at via_mazzini
[A] rescue in progress
[I] returning to base
[I] back to base - idle
```

Figura 4: Gestione dell'emergenza da parte dell'ambulanza



```
SICStus 4.10.1 (x86_64-win32-nt-4): Sat Jun 28 12:25:40 WEDT 2025
File Edit Flags Settings Help
SICStus 4.10.1 (x86_64-win32-nt-4): Sat Jun 28 12:25:40 WEDT 2025
Licensed to Jolly
Conf/communication.txt
is sleeping ..... Activated Agent drone1 .....
External event preconditions not verified: no DeltaTime
sto facendo il tour!
tour: base -> via_roma
tour: via_roma -> via_nazionale
tour: via_nazionale -> via_garibaldi
tour: via_garibaldi -> via_verdi
tour: via_verdi -> via_manzoni
tour: via_manzoni -> via_dante
tour: via_dante -> via_marconi
tour: via_marconi -> via_mazzini
tour: via_mazzini -> via_cavour
tour: via_cavour -> via_vittorio_emanuele
tour: via_vittorio_emanuele -> base
tour: base -> via_roma
```

Figura 5: Drone in pattuglia

9 Messaggi di Test Manuali

Il sistema DALI permette di testare le interazioni tra agenti inviando messaggi manuali tramite l'interfaccia “New message”. Questa funzionalità è particolarmente utile per verificare il comportamento del sistema in scenari controllati.

9.1 Trigger di Emergenze Esterne

Per simulare una chiamata di emergenza al Dispatcher:

Emergenza sanitaria in Via Roma:

```
To: mainDispatcher
From: user
Message: send_message(call_emergency(via_roma, ambulance), user).
```

Emergenza incendio in Via Nazionale:

```
To: mainDispatcher
From: user
Message: send_message(call_emergency(via_nazionale, fire), user).
```

Emergenza generica in Via Garibaldi:

```
To: mainDispatcher
From: user
Message: send_message(call_emergency(via_garibaldi, null), user).
```

9.2 Simulazione di Eventi Rilevati dai Droni

Per testare la capacità dei droni di rilevare emergenze autonomamente:

Rilevamento incendio:

```
To: drone1
From: environment
Message: send_message(spot_fire, environment).
```

Rilevamento incidente:

```
To: drone1
From: environment
Message: send_message(spot_accident, environment).
```

10 Installazione

Il sistema richiede **SICStus Prolog 4.x** e i file del progetto DALI MAS. Le procedure di installazione differiscono tra Linux e Windows.

10.1 Installazione su Linux

10.1.1 Requisiti

- SICStus Prolog 4.x (licenza di valutazione sufficiente)
- tmux (richiesto dagli script di avvio)

10.1.2 Procedura

1. Installazione di SICStus Prolog Scaricare SICStus dal sito ufficiale e richiedere una licenza di valutazione.

2. Installazione di tmux Su Debian/Ubuntu:

```
sudo apt update
sudo apt install -y tmux
```

Per distribuzioni Fedora/RHEL:

```
sudo dnf install -y tmux
```

3. Configurazione del PATH Verificare se sicstus è già nel PATH:

```
which sicstus
```

Se non presente, cercare il percorso:

```
sudo find /usr/local -maxdepth 4 -type f -name sicstus 2>/dev/null
sudo find /opt -maxdepth 5 -type f -name sicstus 2>/dev/null
```

Aggiungere SICStus al PATH modificando ~/.bashrc:

```
echo 'export VISUAL=vim' >> ~/.bashrc
echo 'export EDITOR=vim' >> ~/.bashrc
echo 'export PATH="$PATH:/usr/local/sicstus4.10.1/bin"' >> ~/.bashrc
source ~/.bashrc
```

4. Verifica dell'installazione Verificare che tmux e SICStus siano correttamente installati:

```
tmux -V
```

```
sicstus --version
```

10.2 Installazione su Windows

10.2.1 Requisiti

- SICStus Prolog 4.x (licenza di valutazione sufficiente)

10.2.2 Procedura

1. Installazione di SICStus Prolog Scaricare e installare SICStus dal sito ufficiale, quindi richiedere e attivare una **licenza di valutazione**.

2. Configurazione di startmas.bat Modificare il file `startmas.bat` indicando il percorso della cartella `bin` di SICStus:

```
set sicstus_home=C:\Program Files\SICStus Prolog VC16 4.10.1\bin
```

Verificare che la directory esista e contenga `sicstus.exe`.

3. Avvio del sistema Eseguire `startmas.bat` con doppio clic o da `cmd.exe` per avviare il MAS.

11 Conclusioni

L'architettura modulare garantisce scalabilità e manutenibilità. La combinazione di comportamenti reattivi e proattivi consente risposte flessibili a scenari complessi, mentre il coordinamento centralizzato assicura coerenza globale. L'implementazione in DALI sfrutta le capacità del linguaggio per eventi, comunicazione inter-agente e ragionamento ibrido, traducendo direttamente i costrutti della metodologia GAIA.