

Realizzazione di un sistema semaforico intelligente

Andrea Buda

Indice

Introduzione.....	3
Descrizione del sistema.....	4
Conclusioni.....	9

Introduzione

Con il presente progetto si è voluto realizzare un sistema semaforico intelligente, che preveda l'accesso al sistema dei semafori di due tipologie di utenti (utenti automobilisti e utenti mezzi di emergenza), e sia in grado di smaltire nel migliore dei modi il traffico presente istante per istante.

In particolare, oltre al funzionamento di ciclo normale indipendente di ogni semaforo, che prevede una temporizzazione massima per la durata della luce verde di ogni fila del semaforo ed ha il vantaggio di cambiare le direzioni di verde non appena gli utenti di una certa direzione sono terminati, è prevista una coordinazione di più alto livello tra i semafori che permettono di far scattare un'onda verde nella direzione principale non appena il traffico in queste direzioni aumenta e sorpassa delle soglie di allerta. Questo permette di smaltire più velocemente il traffico della direzione principale, facendo in modo che non appena un utente libera un semaforo, si trova anche in quello successivo il segnale verde...

Oltre a questo è prevista anche la gestione del passaggio di mezzi di emergenza (ambulanze, polizia...), che deve portare alla visualizzazione del segnale rosso in tutte le direzioni del semaforo specifico interessato dal passaggio del mezzo di emergenza. In questo modo si ha la sicurezza di avere la sede dell'incrocio libera da macchine.

Per realizzare questo sistema complesso si utilizza un sistema multi agente MAS dotato di un infrastruttura rappresentante gli incroci che gli utenti devono percorrere, la quale darà l'abilitazione (con un pass) ad ogni utente di attraversare l'incrocio, facendo in modo che questi sia l'unico che attraversa il semaforo (a parte quello proveniente dalla direzione opposta); l'infrastruttura conterrà la politica con cui tutto il sistema deve essere governato.

Descrizione del sistema

Il sistema prevede due diverse tipologie di utenti che possono accedervi, rappresentati dai rispettivi agenti:

- **Agente macchina** – ogni agente entra nel sistema da uno dei punti di accesso, e non appena arriva al semaforo (dopo un tempo dipendente dalla lunghezza della strada) decide la direzione nella quale dirigersi (e di conseguenza la fila nella quale mettersi) in base a un meccanismo inferenziale che riproduce le reali probabilità di direzione. Emette una tupla indicante il suo arrivo in fila e attende il pass personale per poter attraversare e poi liberare il passaggio, senza essere al corrente della politica con la quale gli viene assegnato il pass personale.
- **Agente mezzo di emergenza** – analogo all'agente sopra, con la differenza che avendo notificato in anticipo il suo arrivo, una volta arrivato al semaforo attraversa direttamente l'intersezione. Le altre file infatti sono già state bloccate.

Ogni semaforo che gestisce il passaggio di un incrocio presenta quattro direzioni di accesso (Nord-Sud-Ovest-Est), le quali hanno ognuna due file, una per gli utenti che devono svoltare a destra o andare dritto(fila C), e una per quelli che devono svoltare a sinistra(fila L). Così ogni semaforo è composto da otto file: nC, nL, sC, sL, oC, oL, eC,eL.

Ogni semaforo è realizzato utilizzando i seguenti agenti:

- **Agente che gestisce il livello 1** – questo rappresenta il funzionamento normale del semaforo, cioè in condizioni di traffico delle direzioni principali sotto le soglie di allerta. Ogni direzione ha un tempo limite durante il quale vi è il verde, inoltre questo semaforo permette di risparmiare quei tempi (o cicli morti) in cui il verde rimane (o viene abilitato) a file che non presentano utenti. Infatti non appena una direzione esaurisce il suo numero di macchine nelle file, il verde passerà alla prossima direzione che presenta utenti; se nessun'altra fila presenta macchine, allora il verde non cambierà. Questo agente effettua un ciclo ogni secondo, e se abilitato al comando, aggiorna la sua

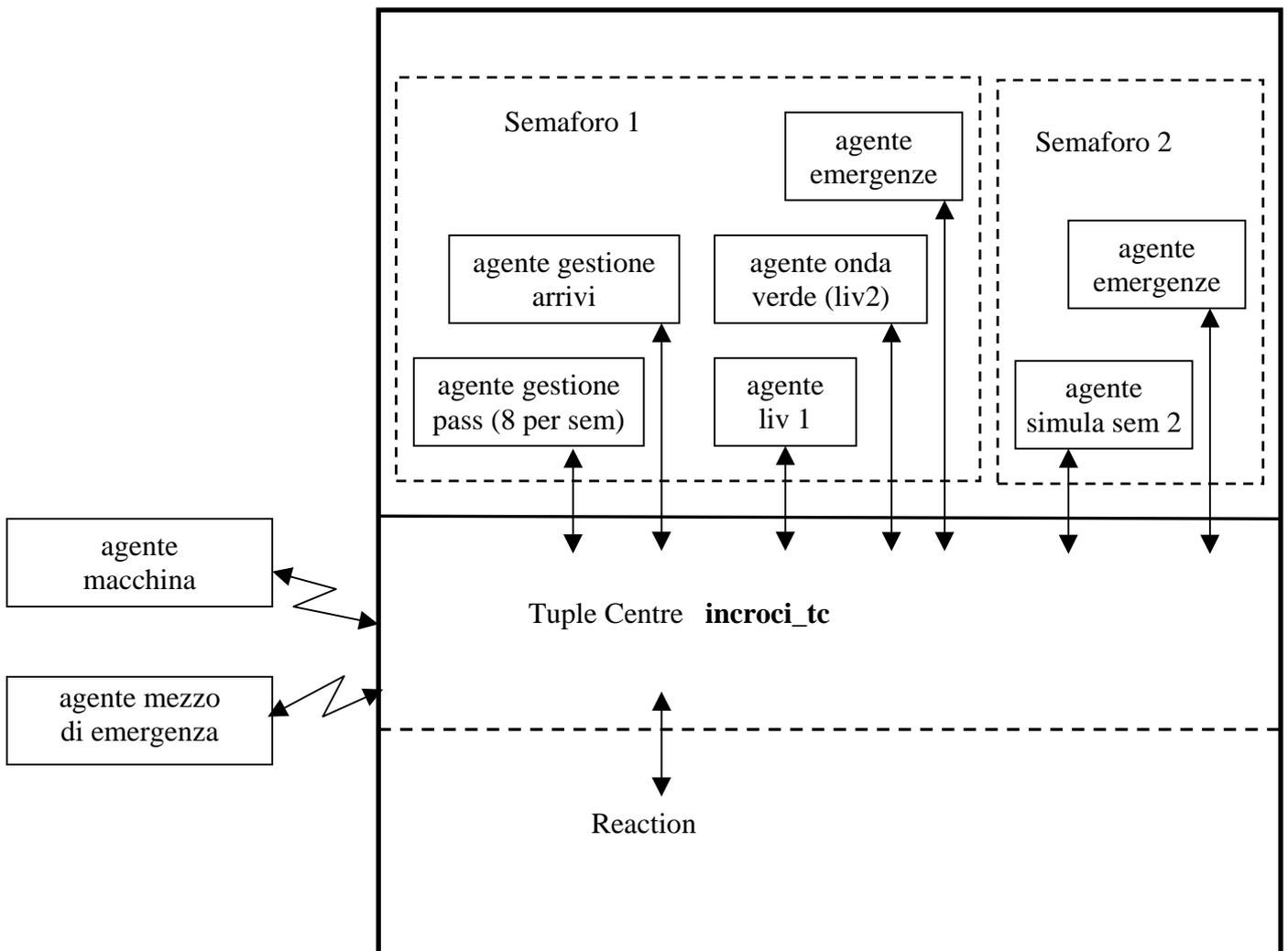
rappresentazione del mondo e effettua le sue scelte nel modo descritto sopra.

- **Agente che gestisce il livello 2 (onda verde)** – questo agente prende il comando non appena una delle file della direzione principale (Nord-Sud) dei vari semafori presenta un numero di utenti superiore a una soglia di allerta. In questo modo, non appena i verdi imposti dal livello 1 sono stabili, viene abilitato il verde nella direzione Nord-Sud dei semafori (o se già presente, viene lasciato) permettendo di smaltire velocemente gli utenti presenti nel sistema; infatti siccome questi in maggioranza accedono al sistema semaforico dai punti a Nord o a Sud e per la maggior parte seguono la direzione principale, una volta usciti da un semaforo incontrano il verde nel semaforo successivo, liberando così il sistema velocemente... Questo agente, una volta terminato il suo ciclo, torna in stand-by, cioè rimane in attesa di essere chiamato nuovamente in causa.
- **Agente che gestisce il livello di emergenza** – questo agente si occupa di imporre la presenza del rosso in tutte le direzioni del semaforo soggetto al passaggio di un mezzo di emergenza. Infatti non appena un mezzo come ambulanze o polizia... segnalano il loro arrivo, questo agente entra in funzione togliendo i verdi dal semaforo interessato, attendendo un certo tempo e il passaggio del mezzo con priorità, per poi riportare il semaforo nella situazione precedente il momento della segnalazione dell'emergenza, con i relativi verdi e livelli che comandavano.
- **Agente che gestisce l'arrivo di utenti** – questo agente entra in funzione non appena viene rilevato un utente in arrivo a una delle file del semaforo, permettendo di legare l'utente alla posizione in cui si trova e aggiornando la prossima posizione libera della relativa fila. Tramite questo sarà poi possibile emettere pass personalizzati per utente per abilitarlo all'attraversamento dell'intersezione.
- **Agente che gestisce il passaggio di utenti** (1 per ogni corsia del semaforo) – questo agente entra in funzione quando sono verificate le condizioni di utenti presenti nella sua fila, + quando è presente il pass di attraversamento di questa fila (in questo modo vien abilitato un utente alla volta all'attraversamento dell'incrocio) + quando è presente il verde nella fila di sua competenza. Una volta in funzione, emette il

pass per il primo utente che deve passare, aggiornando anche la tupla rappresentante il prossimo utente passante. Una volta che l'utente precedente ha restituito il pass (è uscito dal semaforo), se è ancora presente il verde per quella fila, continuerà a distribuire il pass all'utente successivo...

Questi ultimi agenti fanno parte dell'infrastruttura e non sono visibili da parte degli agenti macchine. Ciò che si è realizzato può essere riassunto nel seguente grafico.

SISTEMA SEMAFORICO



Il centro di tuple conterrà delle tuple iniziali e sarà utilizzato come mezzo nel quale ci si scambiano le tuple di coordinazione tra i vari agenti.

Le reaction (cioè il comportamento reattivo) del centro di tuple sono state utilizzate per realizzare l'incremento o il decremento del numero delle macchine presenti nelle varie file nel caso rispettivamente di un nuovo arrivo in fila o di una partenza.

Altre due reaction invece, sono utilizzate per gestire la segnalazione della necessità di provocare un'onda verde. Una infatti controlla che il numero di utenti nelle file principali (nC e sC) non superi una soglia max di allerta, e nel caso affermativo deve verificarsi un'onda verde abilitando l'agente apposito.

L'altra reaction controlla che il numero di utenti in tutte le file sia inferiore a una soglia min, e nel caso affermativo toglie l'onda verde dai vari semafori che continueranno poi a funzionare con i cicli rispettivi.

Dopo la realizzazione e il test del primo semaforo, si è proceduto alla creazione dell'interfaccia grafica per effettuare un inserimento dinamico degli agenti utenti nelle varie file e per verificare graficamente l'andamento del traffico, ma si è visto come con il presente computer non si riesca poi ad avere una simulazione in tempo reale, in quanto dal momento in cui si cliccava il pulsante per l'inserimento di un agente macchina al momento in cui veniva inserito effettivamente e aggiornato il contatore passavano svariati secondi, che aumentavano sempre più se si inserivano altri utenti. In seguito controllando le prestazioni della CPU, si è potuto osservare come il solo test di un semaforo (senza interfaccia grafica) con l'arrivo di un numero non alto di agenti macchina (+ i 12 agenti del semaforo), facesse schizzare l'utilizzo della CPU al 100% per l'alto numero di agenti concorrenti che si dividono la CPU.

Per questo motivo si è deciso di salvaguardare la parte riguardante la perfetta coordinazione tra tutti gli agenti, verificando il corretto funzionamento del sistema tramite più sequenze di test adatte ognuna per mettere in risalto un diverso caso del sistema (far scattare l'onda verde o l'arrivo di mezzi di emergenza...). L'osservazione dell'andamento delle file e dello smaltimento del traffico viene effettuata tramite l'ispettore del centro di tuple.

Inoltre si è deciso di effettuare una sua simulazione del semaforo 2, non inserendolo così completo di tutti gli agenti: vi sarà un solo agente che

riproduce l'andamento delle sue file di onda verde per verificare la corretta coordinazione con il semaforo 1.

Questo per lo stesso motivo sopra citato e per non aggiungere tante altre tuple che possono rendere difficile l'osservazione del tuple centre, in e per far risaltare la giusta coordinazione che avviene tra i semafori, senza verificare il corretto funzionamento del singolo semaforo 2, come avviene già per il semaforo 1, e sarebbe perciò inutile e ridondante.

A questo proposito sono state inserite le ultime due reaction, che servono per effettuare i controlli per abilitare e togliere lo stato di onda verde, in base alle variazioni simulate del semaforo 2 (serve una reazione a delle out e non alle out_r, visto che la tupla col numero di macchine in fila la varia un agente e non l'infrastruttura...).

Conclusioni

Questa esperienza è stata molto interessante per poter applicare i concetti appresi durante il corso, in primo luogo come i sistemi multi-agente MAS siano in grado di rappresentare sistemi complessi, come nel nostro caso è il sistema semaforico; fondamentale è l'aspetto relativo alla coordinazione che deve avvenire fra agenti diversi. La coordinazione avviene attraverso lo scambio di tuple (il linguaggio di comunicazione).

In questo caso vi sono gli agenti macchina o mezzo di emergenza che come obiettivo hanno quello di uscire dal sistema semaforico andando nella direzione voluta, e utilizzano l'infrastruttura come servizio per arrivare al loro scopo.

L'infrastruttura invece contiene l'obiettivo sociale, cioè quello di servire tutti gli utenti con la giusta priorità, rispettando l'ordine di arrivo, con la massima sicurezza evitando gli incidenti tra vetture e ottimizzando lo smaltimento delle vetture nella direzione principale ed evitando tempi morti in cui si servono file sprovviste di utenti.

L'infrastruttura è vincolante e governante delle interazioni. All'interno di questa è inserita la politica di coordinazione che si deve seguire, che è all'oscuro dell'utente. La politica di coordinazione varia in base agli ingressi del sistema e allo stato.

In questo caso l'infrastruttura non è solamente reattiva, ma il fatto che dentro di se contenga degli agenti (non visibile dagli utenti) le da un comportamento proattivo, infatti anche se non vi sono arrivi al sistema, questo compirà ugualmente delle azioni (si aggiorna il tempo e viene mantenuto il verde nella direzione attuale); poi in base a eventi come l'arrivo e la partenza di utenti la parte reattiva provvederà all'aggiornamento della rappresentazione del mondo e in base a questa può variare il comportamento dell'infrastruttura.