

Simulazione di semafori e rotonde: verifica dell'efficienza al variare del traffico

Abstract
Tecnologie utilizzate
Aspetti rilevanti

Progetto sviluppato durante il corso di
Sistemi Intelligenti Distribuiti LS

Daniele Albonetti
Anno Accademico 2004-2005

1. Abstract

L'obiettivo di questo progetto è quello di creare un sistema multi-agente che simuli il traffico cittadino e che confronti l'efficienza dei convenzionali sistemi di coordinazione dei veicoli agli incroci: semafori e rotonde. In particolare si vorrebbe creare uno strumento che possa stabilire qual è la soluzione migliore al variare dell'intensità del traffico a cui è sottoposto un incrocio.

E' stato implementato un solo tipo di agente, che però si può comportare in due modi distinti: uno per simulare gli automobilisti disciplinati e il secondo per simulare quelli indisciplinati che non seguono alcune delle regole imposte dal codice della strada.

L'incrocio considerato è sempre composto da quattro strade perpendicolari (il classico incrocio a X) ad una sola corsia.

L'aspetto più rilevante di questo progetto è quello della coordinazione: utilizzando TuCSoN, sono stati implementati due ambienti (uno per i semafori e uno per le rotonde) il cui scopo è quello di permettere a tutti gli agenti di raggiungere il loro unico obiettivo: attraversare l'incrocio senza incidenti.

2. Tecnologie utilizzate

La maggior parte del progetto è stata implementata in Java: l'interfaccia grafica e il relativo controllo, il motore del simulatore, gli agenti che impersonano gli automobilisti e gli agenti che controllano il flusso della simulazione usano infatti

questa tecnologia. Oltre che per comodità, questa scelta è stata dettata dal fatto che l'ambiente di coordinazione degli agenti utilizzato è TuCSoN.

Gli agenti addetti al set-up dei centri di tuple necessari alla simulazione, alla loro inizializzazione e alla loro pulizia, invece sono stati realizzati in Prolog.

Probabilmente sarebbe stato più semplice ed efficace implementare tutti (o quasi) gli agenti in Prolog, ma l'elemento che mi ha fatto decidere per diversificarli è stata la necessità di avere istruzioni di temporizzazione all'interno della prima classe di agenti. Ad esempio il semaforo necessita di un timer che, ad intervalli regolari, lo avvisi di cambiare il proprio stato; gli agenti automobile non possono limitarsi ad attraversare un incrocio, ma devono impiegare un determinato tempo nel compiere tale operazione, altrimenti non si potrebbe fare statistiche attendibili sui tempi di servizio; il generatore di traffico non può creare agenti automobile continuamente, ma ad intervalli dipendenti dall'intensità di traffico desiderata; etc...

3. Aspetti rilevanti

3.1 Gli agenti automobile

Tra i vari tipi di agente che compongono il sistema, questi sono sicuramente i più numerosi e i più rilevanti per il suo funzionamento.

Il loro obiettivo personale è quello di attraversare l'incrocio che si trovano davanti, sia che esso sia dotato di semaforo o che sia una rotonda. Esplicitamente non hanno alcun obiettivo globale, tanto che non sono nemmeno direttamente consapevoli dell'esistenza di altri agenti automobile (sanno capire se la strada davanti a sé è libera o meno, ma se è occupata non si interessano di chi la occupa). Nonostante ciò, il loro comportamento, guidato dall'ambiente circostante, li porta a realizzare l'obiettivo

globale del sistema di riuscire a far giungere ogni automobile alla destinazione prefissata, senza incidenti e seguendo alcune regole inviolabili, a partire da qualsiasi configurazione iniziale.

L'agente non ha bisogno di pianificare un particolare piano ogni volta, perché le operazioni che deve compiere sono sempre le stesse, però le deve fare in modo diverso a seconda dello stato dell'ambiente circostante e a seconda di dove si trova. Ad esempio l'agente deve avere consapevolezza di dove si trova per poter adattare il suo comportamento futuro; deve aspettare la luce verde solo se si trova in prossimità di un semaforo; quando si trova in una rotonda deve continuare a girare finché non giunge alla propria uscita; a seconda che sia stato creato come agente 'buono' o 'cattivo' rispetta sempre o solo a volte le precedenza.

Come si vede, quindi, l'agente automobile in sé non si può definire particolarmente intelligente in quanto esegue piccole varianti di un piano predefinito, ma l'intelligenza emerge dal comportamento complessivo dell'intero sistema.

3.2 Ambiente di coordinazione

Sono stati implementati due ambienti: uno per gli incroci con semaforo e uno per le rotonde. Essi hanno dei componenti in comune, come ad esempio il meccanismo di gestione degli agenti in coda di tipo FIFO. Nella realtà ogni automobilista segue quello che lo precede (stabilisce un legame che dura finché i due percorrono la stessa strada), ma questa soluzione non è implementabile perché, come detto i precedenza, gli agenti non hanno consapevolezza diretta degli altri agenti. È stato usato un meccanismo ispirato a quello che succede in certi supermercati o in alcuni uffici pubblici: un utente per mettersi in coda prende un biglietto e aspetta che nel tabellone compaia il proprio numero. Secondo lo stesso principio, l'ambiente genera una tupla (artefatto di coordinazione) per ogni strada in cui è contenuto un numero. Ogni volta che un utente si 'impossessa' della tupla l'ambiente provvede a fornirne un'altra corrispondente alla posizione successiva. Anche il tabellone è costituito da una tupla: questa però non viene presa da alcun agente, ma solamente letta e confrontata con

quella corrispondente al proprio biglietto. Anche in questo caso la tupla rappresentante il tabellone viene aggiornata dall'ambiente ogni volta che un'automobile esce dalla fila per entrare nell'incrocio.

Il secondo comportamento che i due ambienti hanno in comune è l'accumulo delle statistiche: ogni volta che un agente entra nel sistema, viene aggiornato il conteggio degli agenti presenti per ogni strada e il loro totale; ogni volta che un agente esce lascia all'ambiente le informazioni riguardanti il tempo di servizio.

La struttura dei due tipi di incroci ovviamente è diversa: l'incrocio con semaforo è l'ambiente più semplice: è composto dall'artefatto semaforo implementato con lo stesso meccanismo descritto precedentemente per il tabellone e da un solo spazio che può essere occupato da un solo utente per volta (è sufficiente un solo spazio perché le strade sono a una corsia e in ogni istante solo una di esse "ha il verde").

La struttura della rotonda è un po' più complicata: è stata suddivisa in quattro settori in cui ognuno di essi si può immaginare come il pezzo di strada che unisce un'entrata/uscita all'altra. Un agente per entrare nella rotonda rispettando le precedenze deve assicurarsi che sia libero sia lo spazio alla propria destra (che va dalla sua entrata alla prossima uscita) che quello a sinistra da cui potrebbe arrivare qualcun altro. Per garantire il funzionamento senza dead-lock l'agente chiede all'ambiente l'uso esclusivo dell'intera entrata che è composta da due spazi, una volta ottenuta lascia immediatamente libero lo spazio dietro di sé e trattiene solo quello che occupa veramente. Ovviamente è l'ambiente che provvede a fornire l'entrata all'agente, con una sola operazione atomica, solo quando entrambi gli spazi necessari sono liberi.