

Sincronizzazione

Di seguito verranno elencate le componenti con i relativi stati

Zona:

1. Creazione
2. Ricezione mezzi
3. Ricezione pedoni
4. Attesa
5. Instradamento mezzi
6. Instradamento pedoni

Incrocio:

7. Gestione incrocio
8. Ricezione mezzi
9. Ricezione pedoni
10. Invio mezzi
11. Invio pedoni

Corsia:

12. Invio mezzo
13. Ricezione mezzo
14. Attesa

Marciapiede:

15. Invio pedone
16. Ricezione pedone
17. Attesa

Fermata:

18. Arrivo persona
19. Arrivo autobus
20. Partenza
21. Attesa

Autobus:

22. In movimento
23. In sosta

Automobile:

24. In movimento
25. In sosta

Pedone:

26. In movimento
27. In sosta

Tratto:

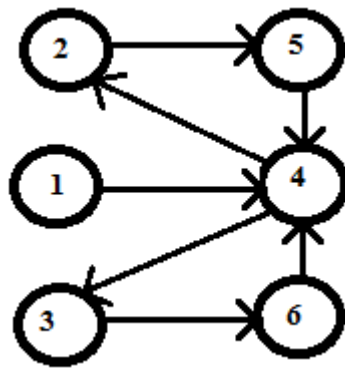
28. Invio mezzi
29. Ricezione mezzi
30. Attesa

Striscia pedonale:

31. Invio pedone
32. Ricezione pedone
33. Attesa

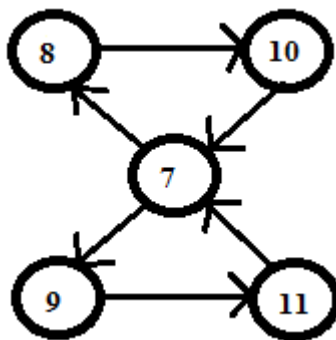
Zona

Questi sono gli stati assunti dalle varie zone. Una zona infatti dovrà solamente, dopo aver creato le sue componenti, ricevere mezzi o pedoni ed instradarli. La zona ovviamente resterà in stato di attesa se non deve eseguire operazioni di instradamento. Lo stato cambierà non appena riceverà dunque un messaggio.



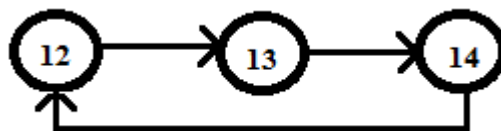
Incrocio

L'incrocio funziona esattamente come una zona, con la sola differenza che invece di restare in attesa, l'incrocio dovrà gestire i semafori ed inviare.



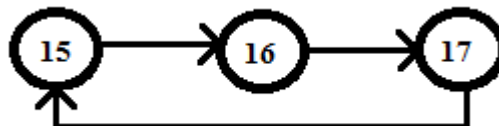
Corsia

Anche la corsia ha un comportamento molto simile. Riceverà infatti dei mezzi e dovrà inviarli appena possibile.



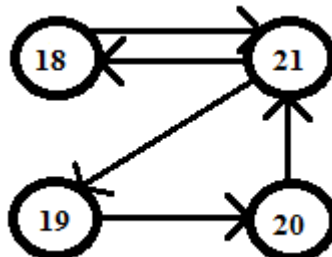
Marciapiede

Il marciapiede funziona allo stesso modo della corsia.



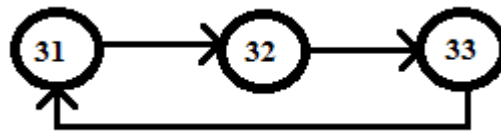
Fermata

Anche la fermata, come una zona o un incrocio, non deve fare altro che attendere persone o autobus. Ovviamente quando arriva un autobus, la fermata dovrà gestire la salita e la discesa dei pedoni.



Striscia pedonale

La striscia pedonale funziona allo stesso modo della corsia.



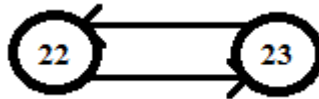
Tratto

Il tratto funziona allo stesso modo della corsia.



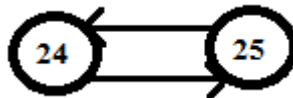
Autobus

L'autobus alterna solamente due stati. In movimento e in sosta (in coda al semaforo o alla fermata). Con movimento/viaggio si intende l'invio e l'accodamento nella mailbox del mezzo. In questo modo i mezzi non devono compiere alcuna azione in quanto tutte le operazioni vengono gestite dalle strade o dalle fermate. Non è il mezzo stesso che fa cambiare lo stato quindi, ma le altre componenti.



Automobile

L'automobile alterna solamente due stati. In movimento (ad ogni ricezione e ad ogni invio) e in sosta (in coda al semaforo o a destinazione).

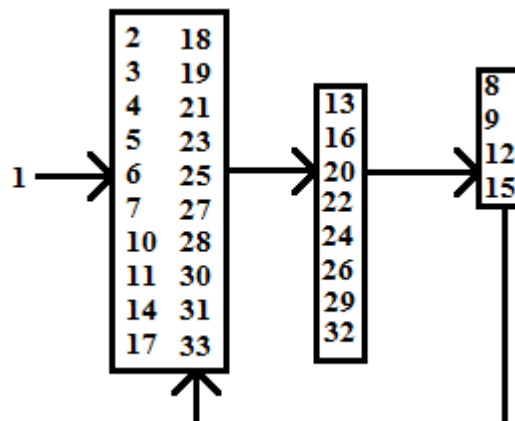


Pedone

L'automobile alterna solamente due stati. In movimento (ad ogni ricezione, ad ogni invio o mentre è in un autobus) e in sosta (in coda al semaforo o a destinazione).



Aggregando ora le macchine a stati finiti trovate si ottiene:



Nel primo gruppo ci sono gli stati che le varie componenti assumono in seguito alla creazione della zona.

Nel primo gruppo infatti si possono subito notare i vari stati di attesa (4, 7, 14, 17, 21, 30, 33).

Nel secondo gruppo ci sono gli stati relativi alla ricezione per le strade (13, 16, 29, 32).

Nel terzo invece ci sono gli stati relativi agli invii (12, 15). 2 e 3 (gestione mezzi e pedoni nella zona) sono nel primo gruppo in quanto l'invio dalle strade causa la ricezione dei mezzi nelle varie zone vicine. Per lo stesso motivo anche gli stati 10, 11 (incrocio), 18 e 19 (stazione) sono nel primo gruppo.

Gli stati 23, 25 e 27 (mezzi e persone in sosta) sono nel primo gruppo in quando, in seguito ad un invio, essi possono giungere a destinazione e quindi i mezzi ed i pedoni non sono più in movimento. Gli stati 22, 24 e 26 (in movimento) al contrario sono nel secondo gruppo in quanto mezzi e persone assumono questi stati subito dopo essere partiti (ovvero subito dopo essere stati instradati dalla zona o subito dopo essere stati inviati da tratti o strisce pedonali).

Concorrenza

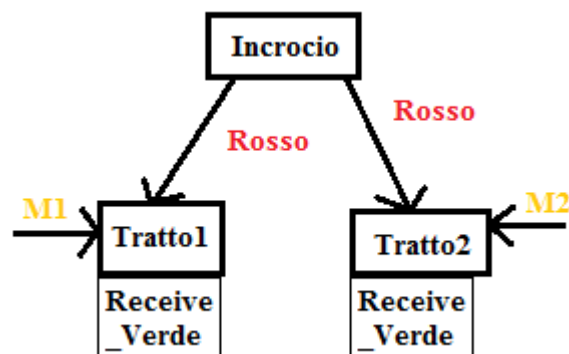
Ogni componente del progetto è rappresentata da un attore. Queste entità comunicano tra di loro in modo diretto tramite scambio di messaggi. In questo modo ho più comunicazione, ma è meno probabile che si verifichino situazioni pericolose o deadlock. Di conseguenza non saranno presenti variabili condivise tra gli attori: ogni attore avrà delle proprie variabili modificabili solamente da se stesso in seguito alla ricezioni di certi messaggi. Non vi è nemmeno bisogno di utilizzare `synchronized`, `wait()` o `notify()` per la gestione di eventuali liste. Ogni messaggio infatti verrà gestito singolarmente, mentre tutti gli altri rimarranno in attesa di essere letti.

Come detto in precedenza, non possono verificarsi dei deadlock non verificandosi tutte e 4 le condizioni relative al deadlock. Non ci sono infatti situazioni di accumulo di risorse necessarie ad altri processi (ogni attore riceve mezzi o persone, ma non deve bloccarsi per aspettarle). Non sono presenti quindi situazioni di attesa circolare che potrebbero portare ad uno stallo.

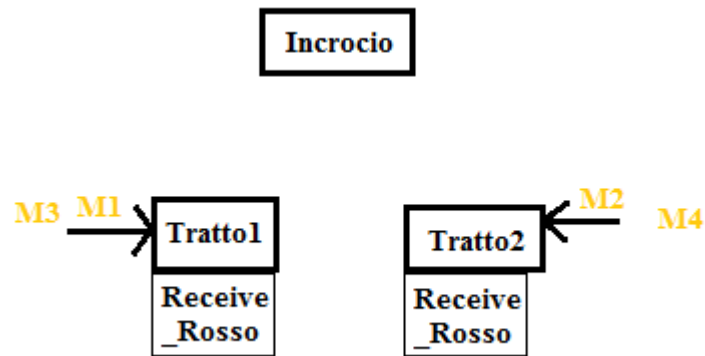
Non si può verificare nemmeno una situazione di starvation; i vari attori infatti non avranno priorità diverse. L'unica situazione in cui vengono gestite priorità diverse è quella della ricezione di messaggi relativi ai semafori. All'arrivo di un messaggio "semaforo rosso" o "semaforo verde", questi saranno letti subito dopo il messaggio attuale. Akka però garantisce l'ordinamento dei messaggi con la stessa priorità provenienti dallo stesso mittente, quindi tutti i messaggi relativi a mezzi o pedoni saranno letti prima o poi. Tale gestione delle priorità avverrà nel seguente modo: verranno usati due stati (due metodi "receive") per poter gestire correttamente gli invii, uno da usare quando il semaforo è rosso e l'altro da usare quando il semaforo è verde. Il primo riceverà i mezzi e li salva nella coda. Appena verrà ricevuto un messaggio (semaforo verde), lo stato verrà cambiato. Il secondo dunque invierà i mezzi in coda ed eventuali nuovi mezzi ricevuti finché non riceverà un certo messaggio (semaforo rosso). In questo caso si ritornerà al primo metodo "receive".

Per gestire correttamente i semafori e quindi fermare subito il trasferimento dei mezzi, l'attore necessita di una mailbox particolare. Sarà infatti necessario l'utilizzo di una "BoundedStablePriorityMailbox" in quanto essa gestisce messaggi con priorità, garantendo al tempo stesso l'ordinamento corretto di messaggi con la stessa priorità.

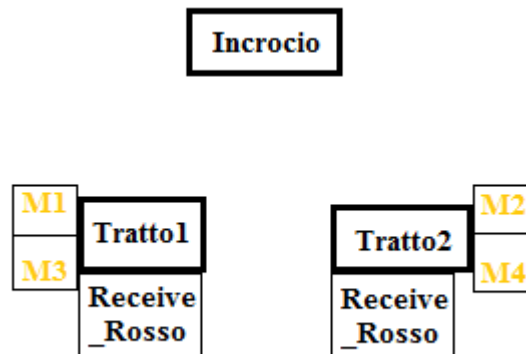
Di seguito si potrà vedere uno schema che dimostra la correttezza dell'idea appena presentata.



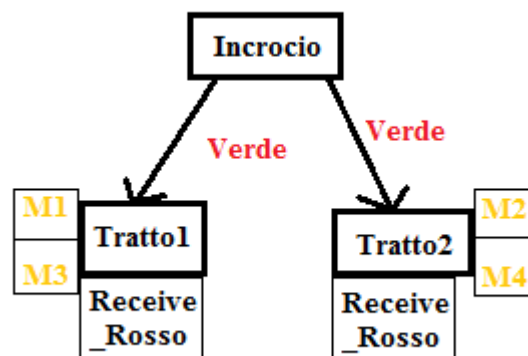
Un attore inizia con il "receive" relativo al semaforo verde. Questo legge un mezzo ricevuto e lo rimanda al tratto o alla strada di destinazione. Supponiamo ora che l'attore stia ricevendo dei mezzi ed un messaggio "Semaforo rosso". All'arrivo di un messaggio "Semaforo rosso", questo verrà letto prima dei vari mezzi in arrivo.



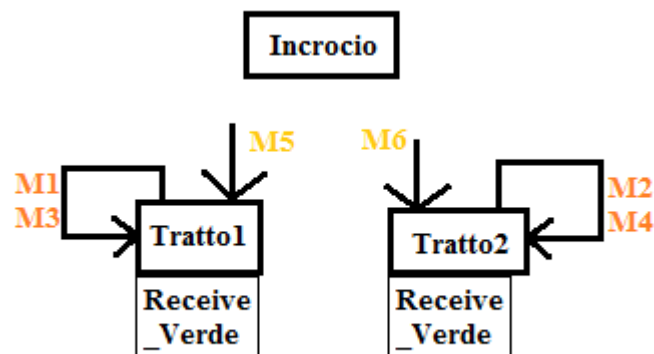
Quel messaggio farà cambiare mailbox all'attore. Gli altri messaggi non ancora gestiti verranno quindi letti con la nuova mailbox.



Tale mailbox ora ha il compito di salvare tutti i mezzi in arrivo, simulando quindi la coda che si forma quando c'è un semaforo rosso.



Supponendo ora che arrivi un messaggio "Semaforo verde", lo stato dell'attore cambierà nuovamente.



La gestione dei semafori inoltre risulta molto semplice. Basta solo impostare un timer per poter inviare a se stesso un messaggio per fare scattare i semafori. Tale messaggio però dovrà essere letto subito (e dovrà quindi avere una maggiore priorità rispetto a mezzi e pedoni), quindi ci sarà bisogno di una "PriorityMailbox" anche per l'incrocio.

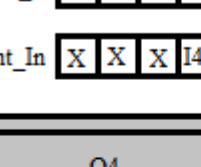


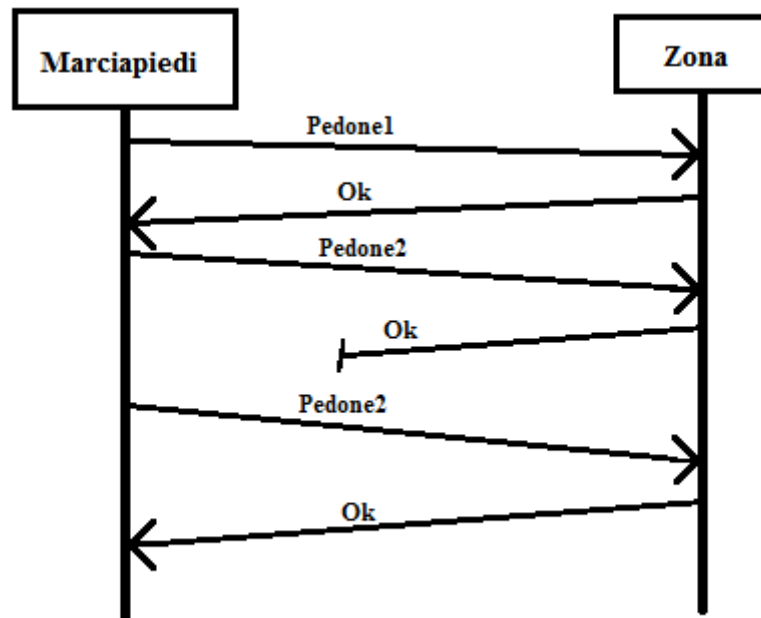
Diagram illustrating a 4x4 grid world environment. The grid is divided into four quadrants by a central vertical and horizontal line. The top-left quadrant contains a robot (black circle) and a goal (yellow square). The top-right quadrant contains a goal (yellow square). The bottom-left quadrant contains a goal (yellow square). The bottom-right quadrant contains a goal (yellow square). The grid is labeled with 'I1' to 'I4' for the top row, 'O1' to 'O4' for the right column, and 'I4_1' to 'I4_2' for the bottom row. The robot's path is shown as a sequence of cells: (1,1) to (1,2) to (2,2) to (2,3) to (3,3) to (3,4) to (4,4). The path is highlighted in orange. The robot's current position is at (1,1). The goal is at (4,4). The grid is labeled with 'I1' to 'I4' for the top row, 'O1' to 'O4' for the right column, and 'I4_1' to 'I4_2' for the bottom row. The robot's path is labeled 'Strade_In' and 'Cont_In' for the input and 'Strade_Out' and 'Cont_Out' for the output.

Come già detto inoltre, non è necessario l'utilizzo di liste per poter salvare mezzi e pedoni. Tali code saranno infatti gestite automaticamente dalle mailbox dei vari attori (che gestiscono in maniera automatica l'ordinamento. Akka infatti garantisce la lettura ordinata dei messaggi ricevuti dallo stesso mittente).

Distribuzione

Per la realizzazione del sistema si vuole utilizzare il Clustering di Akka. Ogni cluster rappresenta un insieme di nodi (la cui posizione non è necessariamente nota al programmatore). L’Akka Clustering è stato preferito rispetto all’Akka Remoting in quanto, con quest’ultimo, ci sarebbe l’obbligo a conoscere gli indirizzi IP di tutte le zone. Nonostante ogni zona venga assegnata ad un nodo diverso, tutte le zone fanno parte dello stesso Actor System. In questo modo, ogni zona può richiedere (tramite un semplice *“context.actorSelection(...)”*) e ricevere i riferimenti alle zone vicine. Tali riferimenti verranno quindi utilizzati dalle varie componenti per permettere l’invio di mezzi e persone.

La normale comunicazione tra le varie zone, dato che avviene tramite messaggi, utilizza una semantica "at-most-once". Questo non va bene in quanto non è garantito l'arrivo e la conseguente lettura dei messaggi da parte delle altre zone. Prima di poter dunque eliminare definitivamente un mezzo da una zona, bisogna essere certi che quella vicina l'abbia ricevuto correttamente. Una semplice soluzione sarebbe quella di utilizzare il trait *"AtLeastOnceDelivery"*, ma esso comporta la gestione automatica di ulteriori invii in seguito a dei fallimenti, non garantendo più quindi il corretto ordinamento dei messaggi. Si è optato quindi per l'utilizzo dei Futures. Ogni corsia o marciapiede dovrà aspettare una risposta dalla zona di destinazione prima di poter inviare il mezzo successivo. In caso la risposta non venga ricevuta in tempo, si dovrà ritentare con un nuovo invio. Ovviamente ogni zona dovrà essere in grado di scartare eventuali duplicati tramite l'uso delle liste *"mezziRicevuti"* e *"personeRicevute"*.



Questo può causare dei rallentamenti, ma consentirà al sistema di funzionare correttamente. L'importante è non scegliere un tempo di attesa troppo breve (non voglio inviare troppi messaggi inutili), ma nemmeno troppo esteso (non voglio causare troppi rallentamenti solo per aspettare un messaggio).

La progettazione è stata fatta in modo tale da rendere il sistema più scalabile possibile. Il sistema infatti funziona con una quantità qualsiasi di zone. Come già spiegato per la parte concorrente infatti, basterà passare i riferimenti corretti alle strade uscenti durante la fase di creazione per poter avere un numero arbitrario di zone.