

L'inquinamento alle code dei caselli autostradali

Federico Fuzzi <fuzzi@cs.unibo.it>
Iolao Cocco <icocco@cs.unibo.it>
Nicolo' Bassoli <nbassoli@cs.unibo.it>
Andrea Grassi <grassia@cs.unibo.it>

22 maggio 2006

Indice

1	Organizzazione del gruppo e del lavoro	2
1.1	Componenti e ruoli del gruppo	2
1.2	Sviluppo del lavoro e diagramma di Gantt	3
2	Sistema Organizzativo: Analisi dell'autostrada	4
3	L'aspetto dell'inquinamento	7
4	Il modello semplificato	9
5	Modellazione degli agenti	10
5.1	Veicoli	10
5.2	Caselli	11
6	Implementazione simulatore	12
6.1	Analisi Software	12
6.2	Progettazione	14
6.2.1	Diagramma delle classi	14
6.2.2	Diagramma dei casi d'uso	16
6.2.3	Diagramma di stato	23
6.2.4	Diagramma delle attivita'	26
6.2.5	Diagramma di sequenza	28

Capitolo 1

Organizzazione del gruppo e del lavoro

1.1 Componenti e ruoli del gruppo

L'assegnamento dei ruoli all'interno del gruppo è stato discusso e valutato attentamente in base alla disponibilità di tempo e alla conoscenza di ognuno dei componenti. Al termine si sono decisi i seguenti ruoli:

- Federico Fuzzi, **Project Manager**
- Iolao Cocco, **Tool Specialist**
- Nicolo' Bassoli, **Quality Engineer**
- Andrea Grassi, **Librarian**

1.2 Sviluppo del lavoro e diagramma di Gantt

Per poter iniziare in maniera completa il progetto, dopo aver deciso il caso di studio, abbiamo sviluppato in maniera quasi simultanea la ricerca di fonti e documentazione al fine di rendere il piú veritiera possibile la simulazione e la rappresentazione del Business Model del caso di studio scelto. Come evidenziato nel Diagramma di Gant, l'aggiornamento del sito WiKi è praticamente costante, tra rettifiche e aggiornamenti, cosí come la ricerca di fonti da cui prendere dati che saranno poi indispensabili per poter progettare e realizzare il modello.

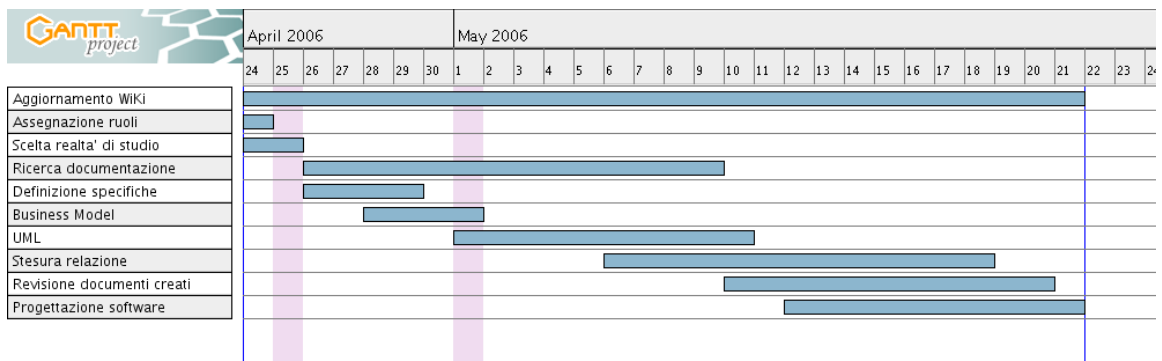


Figura 1.1: Diagramma di Gant

Capitolo 2

Sistema Organizzativo: Analisi dell'autostrada

Il mezzo piu' veloce per spostarsi con autoveicoli in Italia è l'autostrada. La rete autostradale, infatti, si estende su tutto il territorio nazionale per migliaia di chilometri e permette di spostarsi da una localita' all'altra in tempi relativamente brevi con mezzi privati. Oltre che dai mezzi privati (come per esempio le automobili o le moto) l'autostrada è attraversata anche da veicoli pesanti commerciali, come ad esempio i camion. Il calcolo dell'importo del pedaggio autostradale avviene mediante l'attraversamento di due caselli, uno di entrata e uno di uscita dal quale poi si valuta il tratto autostradale percorso.

A seconda dei casi il pagamento può essere effettuato **in contanti**, con **ViaCard** o con **Telepass** e a seconda del pagamento l'attraversamento del casello può risultare più o meno veloce. Le modalità di pagamento spesso incidono sul formarsi delle **code**. Il pagamento in contanti (o con carta di credito) solitamente è quello che fa accumulare più macchine in coda in quanto prevede che l'automobilista si fermi, consegni il ticket di ingresso all'autostrada, il casellante comunica l'importo e l'automobilista solo a quel punto può pagare; la fase di pagamento richiede tempo in quanto non sempre il contante è preciso (o gli automobilisti spesso non preparano prima i soldi) quindi il casellante deve dare il resto.

Pagare con ViaCard o con Telepass è il modo più rapido. La differenza fra i due è che con la ViaCard l'automobilista è costretto a fermarsi per inserire la carta, con il Telepass è sufficiente rallentare, senza fermarsi e questo rende lo scorrere della coda più fluido. Secondo delle stime di Autostrade s.p.a. un casello Telepass può far fluire **1800 autovetture in un' ora rispetto alle 120** di un casello normale.

Con questi dati alla mano si evince che in particolari giorni dell'anno, quando si verificano i famosi e tanto discussi esodi per le vacanze, in quei caselli senza Telepass si formano delle code piuttosto lunghe. Sempre secondo

dei dati presi da Autostrade S.p.a tali code sono da evitare per diversi aspetti. Quelli più futili si riferiscono a diverbi che possono nascere al casello durante le lunghe attese per uscire dall'autostrada. Quelli più seri (e nel nostro caso interessanti) si riferiscono **all'inquinamento atmosferico** dovuto alla concentrazione di molte macchine ferma col motore acceso.

Autostrade s.p.a. afferma che un'auto ferma per 3 minuti ad un casello autostradale col motore acceso inquina e consuma come l'equivalente di un kilometro percorso. Migliaia di veicoli incolonnati ai caselli, in mezz'ora, provocano un consumo di carburante ed emettono sostanze inquinanti corrispondenti a percorrenze dell'ordine di decine di migliaia di kilometri.

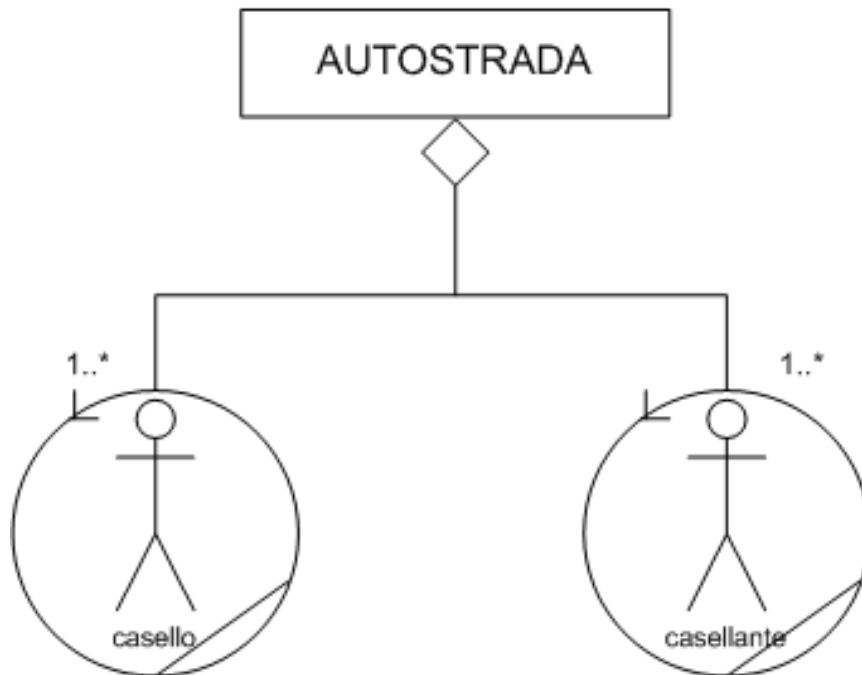


Figura 2.1: Diagramma di sequenza Business Model

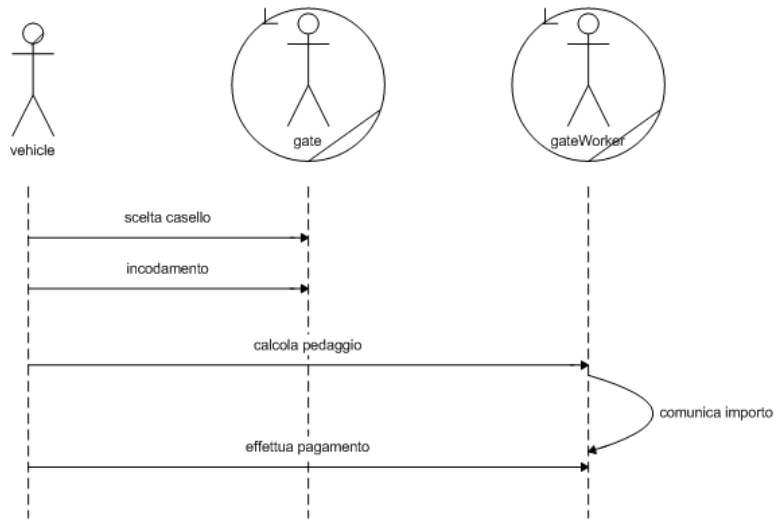


Figura 2.2: Diagramma Business Model

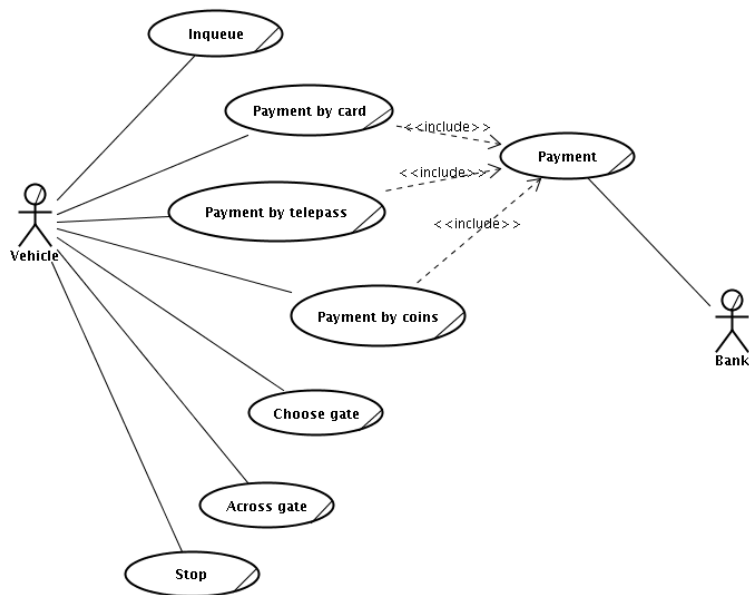


Figura 2.3: Diagramma dei casi d'uso Business Model

Capitolo 3

L'aspetto dell'inquinamento

Come detto in precedenza il formarsi delle code implica una situazione di inquinamento abbastanza seria.

Vediamo da vicino che cosa si intende per inquinamento prodotto dalle automobili. La combustione dei carburanti delle automobili, genera dei gas contenenti diverse componenti dannose sia per l'uomo che per l'ambiente.

L'accumulo di questi gas a sua volta dà luogo allo *smog* parola derivante dall'inglese *smoke* (fumo) e *fog* (nebbia).

Questi gas sono:

- Ossido di Carbonio (CO);
- Monossido di Azoto (NO);
- Idrocarburi Totali (HC);
- Anidride Carbonica (CO_2).

L'**Ossido di Carbonio** è un gas inodore, incolore, insapore e velenoso. L'inalazione in grandi quantità può causare mal di testa, fatica e problemi respiratori. Viene generato da una combustione incompleta del carburante nei cilindri.

Il **Monossido di Azoto** è irritante per gli occhi ed il tratto respiratorio. I vari ossidi di azoto reagiscono inoltre con gli idrocarburi nell'atmosfera per generare smog fotochimico.

Gli **Idrocarburi Totali** provengono dalla non combustione del traffico veicolare basato sul petrolio e i suoi derivati e dal fenomeno dell'evaporazione.

L'**Anidride Carbonica** è emessa principalmente dai processi di combustione, particolarmente dagli scarichi di veicoli con motori a idrocarburi, escluso il metano.

Sotto l'aspetto delle emissioni bisogna tenere conto di quanta **massa inquinante** emette un veicolo nell'unità (mg/min) di tempo e in che concentrazione (mg/m^3).

Come si evince dalla descrizione dei gas inquinanti emessi dai veicoli, il flusso di emissione della massa e la sua concentrazione dipendono dal tipo di motore e dai suoi giri (rpm), dalla cilindrata del veicolo, dai chilometri percorsi dal motore e anche da un coefficiente da aggiungere alla lista che si chiama **coefficiente di riempimento dei cilindri**.

Capitolo 4

Il modello semplificato

Per ragioni implementative si è scelto di semplificare il modello riducendo quindi il numero di variabili in gioco e mettere quelle che più ci interessavano al fine della modellazione.

Per quello che riguarda l'autostrada si è scelto di modellare il solo casello di uscita e, semplificando ancora, si è assunto che questo potesse essere solamente Telepass o il tradizionale casello con casellante e pagamento in contanti.

Il campo dei veicoli è piuttosto stretto, ci si limita a tenere in considerazione solamente automobili (con motori diesel, benzina e GPL), i camion (motori diesel di grossa cilindrata) escludendo quindi le moto e altri veicoli presenti in minori quantità nelle autostrade. La variazione della cilindrata per i diversi veicoli è stata comunque tenuta in considerazione.

Dal modello è stato poi escluso per ovvi motivi l'eventuale tratto autostradale e la rampa di uscita che porta al casello di uscita ma si assume che comunque il motore dei veicoli sia **caldo**.

Dal punto di vista delle immissioni nell'atmosfera di sostanze inquinanti si è optato per il monossido di carbonio (CO) perchè si è ritenuto che questo fosse abbastanza interessante da valutare in quanto è causa di sintomi piuttosto immediati sul corpo umano.

Capitolo 5

Modellazione degli agenti

Gli agenti da noi utilizzati nella modellazione del casello autostradale sono i **veicoli** e i **caselli**.

5.1 Veicoli

Nonostante ci siano diverse tipologie di veicoli transitanti sul territorio, si è deciso di differenziarli in 2 macrocategorie: **automobili** e **camion** che a loro volta possono essere di tipo **TELEPASS** o no.

Il fatto che siano TELEPASS o meno, influisce sul tempo di attraversamento del casello (il cui valore medio è di circa 2 secondi) e ovviamente anche sull'instradamento dello stesso in quanto i veicoli TELEPASS sceglieranno caselli di tipo TELEPASS.

La percentuale di veicoli aventi il TELEPASS è definito dall'utente tramite file di configurazione e modificabile tramite l'interfaccia e sarà l'engine che si occuperà di creare un flusso costante di veicoli con il giusto rapporto.

Monitorando il quantitativo di **monossido di carbonio (CO)** che si viene a creare a ridosso del casello al variare delle code, ogni veicolo ha un suo **flusso di emissione di CO** generato in maniera casuale dall'**engine**, ovviamente attenendosi ai dati medi di rilevazione dell'**ARPA**.

Basandoci sui dati raccolti, le le autovetture sono state divise in **benzina**, **diesel** e **GPL**, tutte contraddistinte da un diverso valor medio del flusso di emissione e da un diverso **volume di gas di scarico** misurato in m^3/min . L'engine si occupa di assegnare il volume di gas di scarico, generato casualmente su determinati range (diversi per ogni tipo di autovettura) e di calcolare, in base a questo coefficiente espresso in mg/min , il quantitativo di mg/m^3 emesso dal veicolo ad ogni istante. Maggiore è il tempo di sosta in coda, maggiore sarà la concentrazione di CO emessa nell'aria.

La colorazione che verrà visualizzata sul monitor, è indicata da un valore unico per ogni veicolo in una scala che va da 0 a 255. Man mano che il

veicolo permane in coda, la sua colorazione si abbassa verso lo 0 e l'engine si occuperà di aggiornare costantemente il monitor.

5.2 Caselli

I caselli interessati dalla modellazione sono di 2 tipi: TELEPASS e NON-TELEPASS (comprendenti pagamenti in contanti, Viacard, Bancomat, etc...). Ogni casello dispone di una lista di veicoli in coda, prende il tempo di attraversamento del primo veicolo da servire e lo tiene fermo. Al termine del tempo necessario, il veicolo viene rimosso dalla lista del casello.

Capitolo 6

Implementazione simulatore

6.1 Analisi Software

Per riuscire a creare una modellazione e una simulazione efficace abbiamo dovuto scomporre attentamente il caso di studio. Come prima cosa abbiamo dovuto estrapolare gli agenti che prendono parte al modello.

Nel caso di un casello autostradale le tipologie di agenti si riconducono ai caselli e ai veicoli che escono dall'autostrada e transitano attraverso di essi. Nell'ambito della simulazione abbiamo considerato solo due tipologie di veicoli: **Car** e **Truck**.

Agent

Prima di entrare nello specifico di ogni agente dobbiamo sottolineare che tutte le classi degli Agenti si riconducono alla classe astratta **Agent**.

Abbiamo preferito questa gerarchia nell'implementazione perché caselli e veicoli hanno in comune il metodo di pagamento. Infatti possiamo definire se un agente (casello o auto) ha il metodo di pagamento Telepass, anche se successivamente verrà implementato in maniera completamente differente per ogni tipologia d'agente.

Oltre alla possibilità di settare il metodo di pagamento, abbiamo anche un'operazione che permette di restituire se un agente ha il telepass o meno.

Gate

Quando viene creato un oggetto **Gate**, ciò implica il fatto che questo oggetto sia *active*. Se un oggetto è *active*, prende parte alla simulazione. Ciò è definito da un valore booleano. Ogni casello ha un Id univoco che lo identifica all'interno della simulazione e un attributo che memorizza la fila dei veicoli che si viene a creare con l'avanzare dei tick di tempo. Naturalmente ogni casello può restituire l'Id assegnatogli. Altra operazione che può fare è quella di dare il via alle operazioni di pagamento di ogni oggetto **Vehicle**,

prima di fare ciò ha bisogno di aggiungere ogni veicolo nella sua coda. L'interazione tra gli oggetti di tipo **Gate** e l'engine della simulazione avviene in questo modo: una volta creato un nuovo casello, gli viene assegnato un Id univoco. Quando veicoli arrivano per incolonnarsi, sarà l'engine stesso che provvederà all'incodamento a un casello specifico, basando la sua scelta in base alla lunghezza della coda già presente e al tipo di pagamento, che deve essere compatibile con quello del veicolo. Sarà sempre l'engine che restituisce il valore di lunghezza della coda, in quanto serve a se stesso per organizzare l'instradamento dei veicoli successivi che arriveranno. Ogni volta che un veicolo deve transitare attraverso il casello per eseguire le operazioni di transito e di successivo pagamento, sarà direttamente l'oggetto **Gate** che prenderà in consegna queste operazioni.

Vehicle

Gli agenti della simulazione di questo tipo si dividono in auto (**Car**) e camion (**Truck**). Ogni tipo di veicolo è creato dall'engine della simulazione e appena viene fatto ciò, gli viene assegnato un Id univoco. Inoltre gli vengono assegnati un livello di inquinamento, una lunghezza che varierà in base al fatto che sia una **Car** o un **Truck**. Per rendere noto in ogni momento il suo status o di accodato o di pagamento in esecuzione si fa riferimento a due attributi booleani. Viene gestito anche il tempo di attraversamento, variabile in relazione al tipo di pagamento utilizzato. Anche gli oggetti di tipo **Vehicle** interagiscono con l'engine, quando vengono creati gli vengono assegnati gli Id relativi. La gestione del livello di inquinamento iniziale di un singolo veicolo è controllato dall'engine che gli attribuisce un valore random ottenuto muovendosi all'interno di un certo range calcolato in base al tipo di carburante di un veicolo. Viene settata anche la lunghezza dall'engine grafico. Essa è calcolata con interi in base al tipo di veicolo: da 1 a 2 per gli oggetti **Car** e da 3 a 5 per oggetti **Truck**. Abbiamo implementato un modo per calcolare il tempo che un veicolo è stato in attesa; è un calcolo fondamentale per riuscire a elaborare correttamente l'inquinamento prodotto dal veicolo durante il tempo che è stato incolonnato. Tramite un'operazione risaliamo a questo lasso di tempo, sottraendo il tempo che intercorre tra l'inizio della simulazione e la sua entrata in essa al tempo totale della simulazione. Un altro aspetto importante è dato dal tempo di attraversamento del casello: questo valore si ottiene random considerando il tipo di pagamento supportato dal veicolo. L'unica interazione che un oggetto di classe **Gate** può gestire è quella riguardo appunto il tempo di attraversamento del casello, prendendo il valore restituito.

Parte Grafica

Per quanto riguarda la parte grafica abbiamo deciso di usare e sviluppare la nostra simulazione attraverso una libreria di Eclipse che gestisce gli ambienti grafici: la Java SWT.

L'output grafico visualizzato all'utente consisterà in un monitor di sistema semplice ma funzionale, dove l'utente potrà avviare la simulazione, stopparla oppure caricare parametri. Un'altro componente dell'output grafico sarà il grafico dove verrà visualizzato l'andamento dell'inquinamento in base alle unità di tempo trascorse. Infine l'ultimo output grafico consisterà nella visualizzazione di un numero di caselli schematici dove oltre a essere visualizzate le code generate, verrà posta attenzione sul livello di inquinamento che sovrasta il tutto.

6.2 Progettazione

6.2.1 Diagramma delle classi

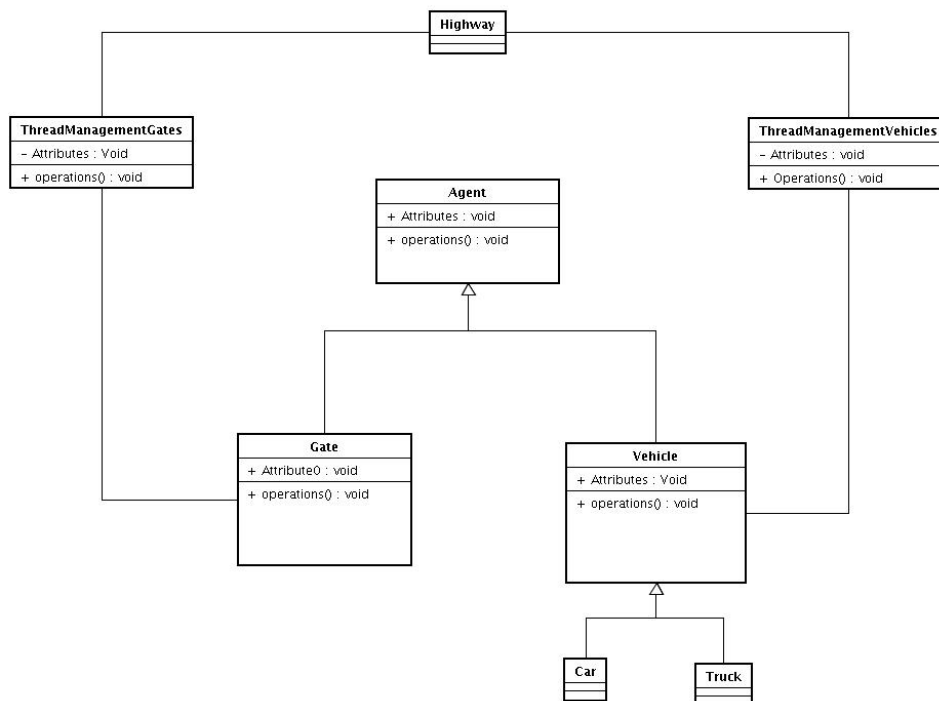


Figura 6.1: Diagramma delle classi

Classe Agent

Nella nostra simulazione ad agenti è presente una classe astratta **Agent** contenente un attributo che la caratterizza : `IsTelepass`, viene settato con un valore di tipo booleano nelle sottoclassi **Gate** e **Vehicle**.

Questa implementazione deriva dallo sviluppo delle sottoclassi, in quanto è previsto l'uso del telepass nei veicoli e i caselli a loro volta devono essere muniti di telepass per far funzionare il tutto. Il metodo `setTelepass()` serve per definire il valore dell'attributo `IsTelepass`.

Classe Gate

I Gate rappresentano i caselli del nostro modello e a parte la diversificazione sul tipo di pagamento, questi si occupano soltanto di prendere il `CrossingTime` del primo veicolo da servire e bloccarlo per tale valore.

`QueuedCars` un tipo di `ArrayList` e contiene la lunghezza visiva della coda presente al casello determinata in maniera random differentemente se il veicolo è una macchina (da 1 a 2) oppure un camion (da 3 a 5). Inoltre è presente l'attributo privato `IDgate` che identifica con un valore di tipo intero ogni oggetto della classe `Gate`.

Classe Vehicle

La classe **Vehicle** istanzia oggetti che nella simulazione prendono il nome di **Truck** e **Car**. Ogni vehicle ha diversi attributi: `Pollution` che rappresenta il coefficiente di inquinamento sul quale andremo a porre attenzione durante la simulazione ad agenti; `CrossingTime` dipende dal tipo di veicolo in questione, ci dà informazioni sulla durata dello svolgimento delle operazioni di pagamento e attraversamento del casello; l'attributo `Length` fornisce la lunghezza del veicolo in questione; infine l'`IDVehicle` di tipo intero e' un valore univoco che identifica ogni singolo veicolo.

Tutti gli attributi vengono definiti dall'engine che in base a determinati range e parametri assegna una lunghezza (visiva) e un coefficiente di inquinamento propri del veicolo.

Classe ThreadManagementGate

La classe **ThreadManagement Gates** viene avviata dall'engine e si occupa della gestione primaria dei caselli, sarà lei quindi ad avere la lista dei caselli con il relativo accesso alle code.

Classe ThreadManagement Vehicle

La classe **ThreadManagement Vehicle** viene anch'essa avviata dall'engine, crea e gestisce tutti i veicoli che entrano ed escono dalla simulazione assegnandoli i giusti parametri relativi alla propria tipologia di appartenenza (telepass o no, car o truck)

6.2.2 Diagramma dei casi d'uso

Nei diagrammi di casi d'uso si specifica chi fa cosa.

Casi d'uso Vehicle

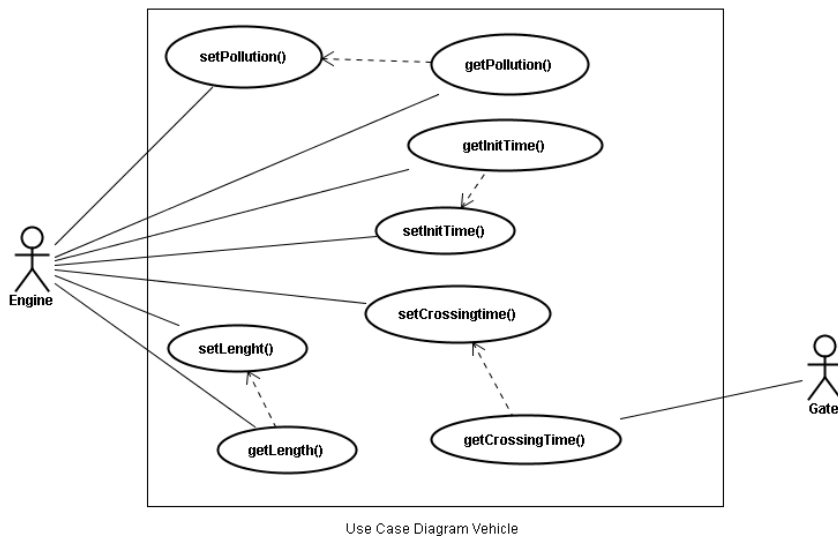


Figura 6.2: Diagramma dei casi d'uso Vehicle

L'engine è il responsabile di molti casi d'uso legati ai Vehicles in quanto è lui stesso a settarne i parametri, richiamarli quando necessario, creare e distruggere i veicoli che entrano ed escono dal modello. L'engine richiama `setPollution`, dove viene impostata in maniera random l'inquinamento di ogni oggetto vehicle. Il fatto che l'engine sia intervenuto nell'assegnare al vehicle un coefficiente di inquinamento permette (relazione di dipendenza) di poter intervenire sul caso d'uso **getPollution**. Inoltre l'engine setta random anche la lunghezza del veicolo, che deve essere compresa tra 1 e 2 se è Car e tra 3 e 5 se è Truck. Questo è gestito dal caso d'uso `setLength`. Viene settato in maniera casuale anche il `CrossingTime` di ogni veicolo in base al fatto che questo sia Telepass o meno e che sia Car o Truck. Da questo caso d'uso dipende `getCrossingTime`, che è associato all'agente Gate. In questa

circostanza, ogni casello ottiene quanto un veicolo impiega per attraversare un casello.

Caso d'uso: setPollution
ID: UCV1
Sequenza degli eventi: 1. Il caso d'uso inizia quando viene creato un nuovo oggetto Vehicle 2. Il numero generato dall'engine viene assegnato all'oggetto

Tabella 6.1: Caso d'uso 1 vehicle

Caso d'uso: setLength
ID: UCV2
Precondizioni: Sequenza degli eventi: 1. Il caso d'uso inizia quando viene creato un nuovo oggetto Vehicle 2. Il numero generato dall'engine compreso tra 1 e 2 per le Car e tra 3 e 5 per i Truck viene assegnato all'oggetto

Tabella 6.2: Caso d'uso 2 vehicle

Caso d'uso: getInitTime
ID: UCV3
Precondizioni: 1. Oggetto veicolo attivo 2. Oggetto casello attivo 3. Simulazione iniziata
Sequenza degli eventi: 1. Il caso d'uso inizia quando un oggetto Vehicle deve essere abbinato a un casello 2. L'engine confronta il timer attuale della simulazione con l'initTime del veicolo, ottenendone quindi il tempo in cui è rimasto in coda
Postcondizioni: 1. L'oggetto e' assegnato in coda a un casello

Tabella 6.3: Caso d'uso 3 vehicle

Caso d'uso: getPollution
ID: UCV4
Precondizioni: 1. Oggetto vehicle attivo
Sequenza degli eventi: 1. L'engine richiama il valore Pollution dell'oggetto Vehicle
Postcondizioni: 1. L'engine ottiene il valore Pollution aggiornato

Tabella 6.4: Caso d'uso 4 vehicle

Caso d'uso: getLength
ID: UCV5
Precondizioni: 1. Oggetto Vehicle attivo
Sequenza degli eventi: 1. Il caso d'uso inizia quando l'engine richiede la lunghezza di tutte le auto in coda ad ogni casello

Tabella 6.5: Caso d'uso 5 vehicle

Caso d'uso: getCrossingTime
ID: UCV6
Precondizioni: 1. Oggetto Vehicle attivo 2. Oggetto Gate attivo
Sequenza degli eventi: 1. Il caso d'uso inizia quando l'oggetto Gate richiede il valore CrossingTime dell'oggetto Vehicle
Postcondizioni: 1. Il Gate ottiene il valore CrossingTime dell'oggetto

Tabella 6.6: Caso d'uso 6 vehicle

Caso d'uso: setCrossingTime
ID: UCV7
Sequenza degli eventi: 1. Il caso d'uso inizia quando viene creato un nuovo oggetto Vehicle 2. L'engine genera un numero casuale di secondi in base alla tipologia del veicolo

Tabella 6.7: Caso d'uso 7 vehicle

Caso d'uso: setInitTime
ID: UCV8
Sequenza degli eventi: 1. Il caso d'uso inizia quando viene creato un nuovo oggetto Vehicle 2. L'engine assegna il tick attuale al Vehicle

Tabella 6.8: Caso d'uso 8 vehicle

Casi d'uso Gate

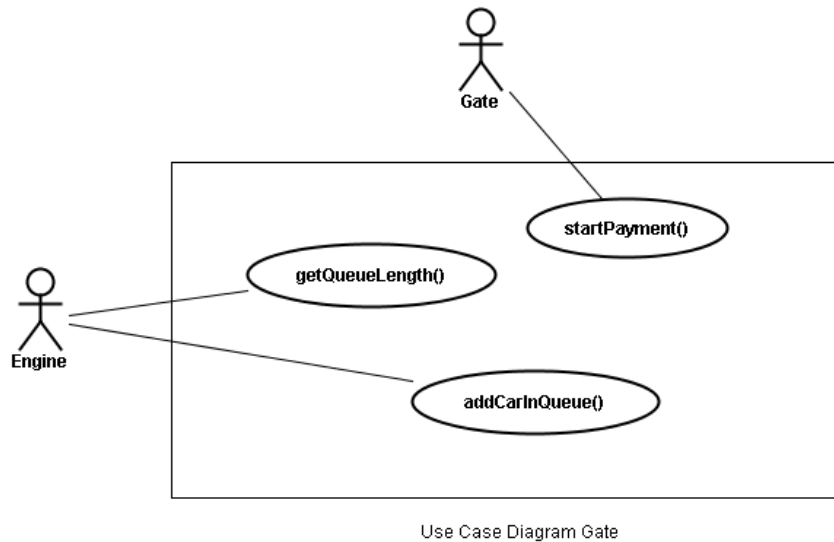


Figura 6.3: Diagramme dei casi d'uso Gate

Ogni oggetto Gate interagisce in maniera consistente con l'engine della simulazione in quanto quest'ultimo creando ogni oggetto, si cura anche di assegnargli un Id univoco. Durante l'operazione di accodamento dei veicolo in arrivo è l'engine che si preoccupa di assegnare al casello con la coda più corta un veicolo con il metodo di pagamento corrispondente. Sarà poi il casello a gestire la sua coda e ricevere i veicoli per il pagamento.

Caso d'uso: addCarInQueue
ID: UCG1
Precondizioni: 1. Oggetto Vehicle attivo 2. Oggetto Gate attivo
Sequenza degli eventi: 1. Il caso d'uso inizia quando l'engine prende il primo oggetto Vehicle in coda e lo accoda nel primo casello libero con la stessa tipologia di pagamento
Postcondizioni: 1. L'oggetto Vehicle è accodato a un oggetto Gate

Tabella 6.9: Caso d'uso 1 Gate

Caso d'uso: startPayment
ID: UCG2
Precondizioni: 1. Oggetto Gate attivo 2. Oggetto Vehicle attivo in coda al Gate
Sequenza degli eventi: 1. Il caso d'uso inizia quando l'oggetto Gate trova un oggetto Vehicle nella coda 2. Viene quantificato dal Gate il CrossingTime del Vehicle e viene memorizzato 3. Trascorso il CrossingTime il veicolo viene rimosso dalla coda
Postcondizioni: 1. L'oggetto Vehicle viene rimosso dalla simulazione

Tabella 6.10: Caso d'uso 2 Gate

Caso d'uso: getQueueLength
ID: UCG3
Precondizioni: 1. Oggetto Gate attivo
Sequenza degli eventi: 1. Inizia quando l'engine richiede la lunghezza della coda a un oggetto Gate
Postcondizioni: 1. La lunghezza della coda è restituita all'engine

Tabella 6.11: Caso d'uso 3 Gate

Casi d'uso Utente

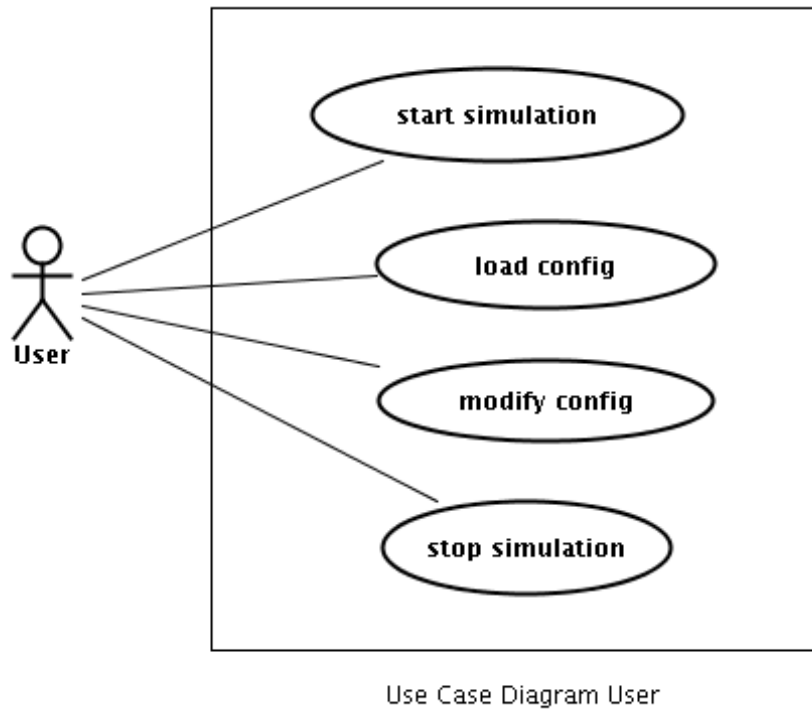


Figura 6.4: Diagramma dei casi d'uso Utente

Al momento dell'esecuzione della simulazione l'utente si trova davanti a varie possibilità, infatti può:

- dare inizio alla simulazione cliccando l'apposito pulsante sull'interfaccia grafica;
- caricare dei parametri tramite file di configurazione;
- inserire manualmente dei parametri per rendere la simulazione adatta alle proprie esigenze e salvare i nuovi parametri;
- fermare la simulazione, una volta iniziata, per soffermarsi sugli aspetti che più gli interessano dei risultati in output.

Caso d'uso: start simulation
ID: UCU1
Precondizioni: 1.Engine avviato 2.Ambiente grafico avviato
Sequenza degli eventi: 1. L'utente fa partire la simulazione dopo aver inserito i parametri
Postcondizioni: 1. La simulazione e' avviata 2. L'engine crea gli oggetti Vehicle e Gate

Tabella 6.12: Caso d'uso 1 Utente

Caso d'uso: load config
ID: UCU2
Precondizioni: 1. Interfaccia avviata
Sequenza degli eventi: 1. L'utente carica i parametri della simulazione descritti nel file di configurazione
Postcondizioni: 1. La simulazione inizia caricando i parametri del file di configurazione

Tabella 6.13: Caso d'uso 2 Utente

Caso d'uso: modify config
ID: UCU3
Precondizioni: 1. Interfaccia avviata
Sequenza degli eventi: 1. L'utente specifica i nuovi parametri della simulazione
Postcondizioni: 1. La simulazione inizia caricando i nuovi parametri

Tabella 6.14: Caso d'uso 3 Utente

6.2.3 Diagramma di stato

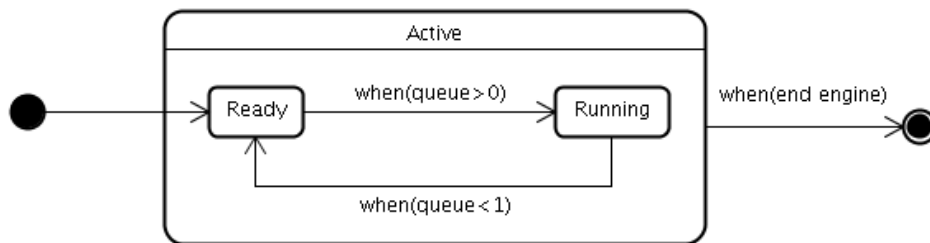
Gate

Il casello al momento dell'inizio della simulazione risulta essere in uno stato composto **attivo** che mantiene per tutto il tempo della simulazione, eccezion fatta per lo stato finale dove giungerà a simulazione terminata.

Nello stato Attivo il casello può essere o ready o running. Osservando la

Caso d'uso: stop simulation
ID: UCU4
Precondizioni: 1. Simulazione in corso
Sequenza degli eventi: 1. L'utente ferma la simulazione attraverso l'apposito comando
Postcondizioni: 1. La simulazione e' arrestata

Tabella 6.15: Caso d'uso 4 Utente



Gate State Diagram

Figura 6.5: Diagramma di stato Gate

coda presente, decide quale dei due stati assumere. Naturalmente se la coda è maggiore di 0 diventa running, eseguendo le operazioni di pagamento e aspettando che un veicolo sia transitato. Ogni volta che un veicolo termina le operazioni di pagamento e transito ,ricontrolla la coda per verificarne la lunghezza.

Esegue questo ciclo di stati finché la simulazione non termina e l engine non smette di essere in esecuzione

Vehicle

Gli oggetti della classe vehicle hanno solo lo stato attivo finché la simulazione e quindi l'engine, è in esecuzione.

In questo stato principale, sono presenti vari sottostati. Il primo è gateChoose, dove il vehicle decide su quale casello mettersi in coda. La scelta è effettuata sul tipo di casello e nella stessa tipologia di caselli, viene scelto quello con meno coda. Successivamente entra nello stato di Routing, dove è in attesa che la coda sia smaltita dal casello e arrivi il suo turno. Finché la coda non è = 0, il vehicle rimane in stato queued. In questo stato controlla

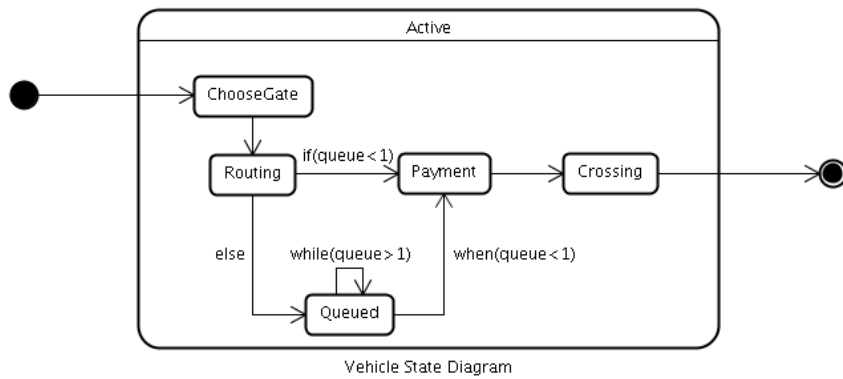


Figura 6.6: Diagramma di stato Vehicle

costantemente che sia ancora in coda, e quando non lo è più passa dallo stato routing allo stato payment, dove avviene il pagamento.

Quando il pagamento è effettuato entra nello stato crossing, dove viene compiuto materialmente l'attraversamento del casello e l'uscita definitiva.

6.2.4 Diagramma delle attività'

Attraversamento Gate

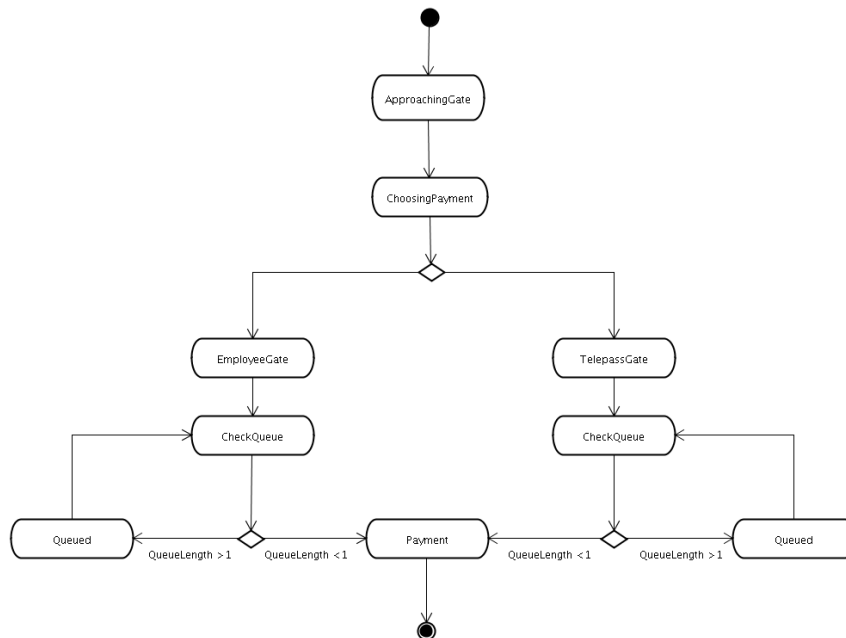


Figura 6.7: Diagramma di stato Attività CrossGate

L'oggetto vehicle entra in scena nella simulazione quando si avvicina al casello, anche se non ha ancora deciso quale casello scegliere. Ciò avviene in ApproachingGate. Successivamente sceglie il tipo di pagamento che vuole effettuare se col telepass o con il casellante, in ChoosingPayment.

A questo punto abbiamo la prima condizione che influisce sulla simulazione, cioè se l'oggetto sceglie un tipo di pagamento o l'altro. Qualsiasi metodo scelga, si troverà di fronte a una possibile coda e quindi dovrà verificarne l'effettiva lunghezza. Ciò viene esaminato con un'altra condizione che, osservando la lunghezza della coda, decide se mandare l'oggetto in Queued (quindi verificare ancora la coda finché non è < 1), oppure in Payment, dove vengono svolte le operazioni di pagamento.

Questo procedimento è effettuato per ognuno dei 2 tipi di pagamento. Una volta effettuato il pagamento, l'oggetto termina la sua esecuzione e esce quindi dalla simulazione.

A corsie

Nel diagramma a corsie troviamo una più chiara esemplificazione dell'andamento degli eventi al momento dell'attraversamento del casello da parte di

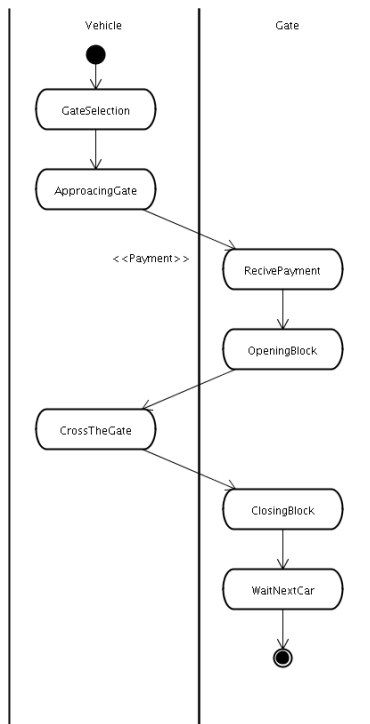


Figura 6.8: Diagramma delle Attività Lanes

un veicolo. Il casello è scelto dal veicolo (o meglio, dall'engine) e attraverso la fase ApproachingGate viene esaurita l'attesa in coda. Successivamente il veicolo effettua il pagamento, quindi l'oggetto Gate riceve il pagamento, e una volta avvenuto ciò, alza la sbarra che permette al veicolo di transitare e uscire dal casello. Successivamente la sbarra si richiude e il casellante aspetta il veicolo successivo.

6.2.5 Diagramma di sequenza

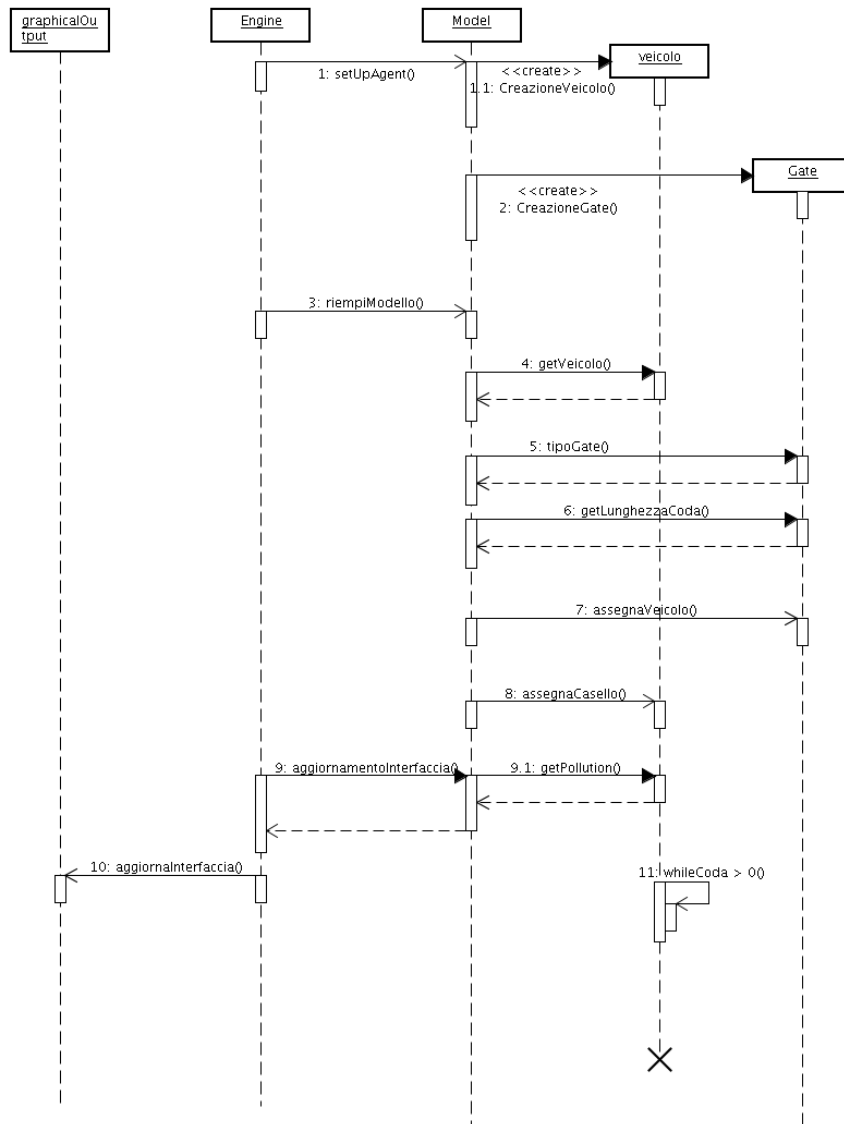


Figura 6.9: Diagramma di Sequenza

Il diagramma è diviso in due parti: le azioni compiute dal vehicle e quelle compiute dal gate.

E' il vehicle a iniziare le operazioni dovendo scegliere su quale gate effettuare il pagamento, quindi si sposterà sull'attività GateSelection, dopodichè sempre il vehicle per effettuare il pagamento dovrà spostarsi sull'attività ApproachingGate che andrà ad interagire con un'attività del Gate (ReceivePayment) per ricevere il pagamento. Una volta ricevuto il pagamento si

passa ad un'altra attività del Gate: `OpeningGateBar` per sollevare la sbarra di uscita dall'autostrada. A questo punto torna in funzione il vehicle che dovrà attraversare l'intero Gate: `CrossTheGate`. Una volta che il vehicle avrà attraversato il casello, il gate torna in funzione richiudendo la sbarra: `ClosingGateBar`. Ora che il Gate è libero, è pronto a ricevere il prossimo vehicle : `WaitNextCar`.