

Università degli Studi di Padova
Corso di Laurea
Magistrale in Informatica

Relazione del progetto per il corso di Sistemi Concorrenti e
Distribuiti

Simulatore concorrente e
distribuito di una competizione
di formula 1

Studente: Cacco Federico
Matricola: 624686
Data: 16 giugno 2012

Indice

1	Introduzione	1
1.1	Scopo del progetto	1
1.2	Struttura del documento	2
2	Analisi dei requisiti	3
3	Progettazione	5
3.1	Entità coinvolte	5
3.2	Gara	5
3.3	Piloti	7
3.3.1	Fasi della gara	9
3.3.2	Simulazione accelerazione	11
3.3.3	Simulazione decellerazione	12
3.3.4	Simulazione tratto a velocità costante	12
3.3.5	Strategia	12
3.4	Sender	13
3.5	Monitor	14
3.6	Concorrenza	14
3.6.1	Schieramento nella griglia di partenza	14
3.6.2	Acceso ai segmenti	15
3.7	Distribuzione	18
4	Implementazione	21
4.1	Circuito	21
5	Configurazione	23
6	Compilazione ed esecuzione	25

CAPITOLO 1

Introduzione

1.1 Scopo del progetto

Il progetto didattico per il corso di Sistemi Concorrenti e Distribuiti consiste nell'analisi e la risoluzione delle problematiche di progettazione di un simulatore concorrente e distribuito di una competizione paragonabile ad una gara Formula 1.

Ci sono vari aspetti di cui bisogna tener conto nella progettazione, come ad esempio la gestione dei sorpassi tra piloti e le politiche di utilizzo dei box.

Addizionalmente ci sono tutta una serie di parametri che possono influenzare le prestazioni di un concorrente, come ad esempio le condizioni meteo, le abilità dei piloti e le caratteristiche delle vetture

Il sistema da simulare dovrà prevedere:

- Un circuito, possibilmente selezionabile in fase di configurazione, dotato almeno della pista e della corsia di rifornimento. Entrambe dovranno essere soggette a regole congruenti di accesso, condivisione, tempo di percorrenza, condizioni atmosferiche, ecc.
- Un insieme configurabile di concorrenti, ciascuno con caratteristiche specifiche di prestazione, risorse, strategia di gara, ecc.
- Un sistema di controllo capace di riportare costantemente, consistentemente e separatamente, lo stato della competizione, le migliori prestazioni (sul giro, per sezione di circuito) e anche la situazione di ciascun concorrente rispetto a specifici parametri tecnici
- Una particolare competizione, con specifica configurabile della durata e controllo di terminazione dei concorrenti a fine gara.

1.2 Struttura del documento

***** DO-TO *****

CAPITOLO 2

Analisi dei requisiti

I requisiti funzionali obbligatori del progetto sono elencati nella tabella 2.1

CODICE	DESCRIZIONE
RFOBB-01	Presenza di un circuito nella competizione
RFOBB-02	Presenza di piloti nella competizione
RFOBB-03	Presenza di un sistema di controllo della competizione
RFOBB-04	Il circuito deve essere dotato di una pista e della corsia di rifornimento
RFOBB-05	La pista deve essere soggetta a regole congruenti di accesso
RFOBB-06	La corsia dei box deve essere soggetta a regole congruenti di accesso
RFOBB-07	La pista e la corsia box devono essere condivisibili tra i piloti
RFOBB-08	La pista e la corsia box devono avere tempi di percorrenza verosimili
RFOBB-09	La pista e la corsia box devono essere soggette a condizioni atmosferiche
RFOBB-10	I concorrenti devono possedere personali caratteristiche di prestazione
RFOBB-11	I concorrenti devono possedere una strategia di gara
RFOBB-12	I concorrenti devono possedere una vettura con specifiche caratteristiche prestazionali

RFOBB-13	Il sistema di controllo deve riportare lo stato della competizione
RFOBB-14	Il sistema di controllo deve riportare le prestazioni e o stato dei piloti
RFOBB-15	Il sistema di controllo deve tener traccia delle migliori prestazioni
RFOBB-16	Durata e condizione meteo della gara devono essere configurabili
RFOBB-17	Presenza di un controllo di terminazione dei concorrenti a fine gara

Tabella 2.1: Requisiti funzionali obbligatori

I requisiti funzionali opzionali del progetto sono invece elencati nella tabella 2.2

CODICE	DESCRIZIONE
RFOPZ-01	Il circuito può essere scelto in fase di configurazione
RFOPZ-02	I piloti devono poter essere configurabili

Tabella 2.2: Requisiti funzionali opzionali

CAPITOLO 3

Progettazione

3.1 Entità coinvolte

Durante la fase di progettazione sono state individuate le seguenti entità costitutive:

- Gara
- Concorrenti
- StartUp
- Sender
- Monitor

Concorrenti e Gara hanno vari parametri di configurazione che vengono impostati prima dell'esecuzione del programma

Di seguito verranno descritte in modo più approfondito per chiarire il loro compito all'interno del programma.

3.2 Gara

L'entità Gara rappresenta la competizione vera e propria nella quale si sfideranno i vari concorrenti. Essa è descritta dalle seguenti proprietà:

- Circuito
- Numero di giri
- Meteo

Meteo

Può essere asciutto o bagnato, e rappresenta la condizione climatica al momento della gara. Nel caso in cui esso sia impostato su bagnato si avranno dei peggioramenti nei tempi con cui ogni pilota completerà i giri della pista, simulando quindi un asfalto bagnato e con meno aderenza

Circuito

Rappresenta il tracciato su cui si svolge la competizione, contiene le informazioni ad esso relative come ad esempio il nome e la sua conformazione

Come detto rappresenta il tracciato su cui si svolge la competizione. Dato che in un reale circuito di formula uno si possono distinguere tratti di pista con caratteristiche diverse come ad esempio curve e rettilinei o anche tratti che consentono o meno ai vari piloti i sorpassarsi.

Questi aspetti sono stati presi in considerazione anche nella realizzazione del progetto, per cui si è deciso di suddividere il tracciato in vari segmenti, ovvero tratti di pista con caratteristiche uguali

Un tracciato contiene quindi le seguenti proprietà:

- Nome del circuito
- Numero di segmenti
- Lista dei segmenti
- Griglia di partenza
- Lunghezza del giro

I segmenti rappresentano i tratti di pista che un pilota dovrà percorrere per completare un giro. Ogni segmento contiene la descrizione del tratto di pista che rappresenta e si occupa di fornire ai piloti il tempo necessario per il suo attraversamento, gestendo anche gli eventuali sorpassi (questi aspetti saranno chiariti poi nella sezione METTERE RIFERIMENTO)

La griglia di partenza è il luogo dove i piloti si schierano in attesa di partire, anche questo aspetto verrà chiarito nella sezione METTERE RIFERIMENTO

La griglia di partenza e i segmenti sono le entità che gestiscono l'aspetto concorrente del progetto, questi aspetti verranno descritti nella sezione

Ogni segmento contiene le seguenti proprietà

- Codice univoco
 - Tipologia
 - Lunghezza
-

- Velocità massima
- Numero di corsie
- Presenza fotocellula

nel quale si svolge la gara, dato che non deve eseguire alcuna azione si tratta di una entità passiva che ha lo solo scopo di accogliere i piloti impegnati ad affrontare la competizione. Dovrà comunque regolamentare la loro attività garantendo che vengano rispettate delle regole di accesso congrue ad una ipotetica competizione reale. Le caratteristiche e le regole che il circuito dovrà fornire saranno le seguenti:

- Dovrà essere specificata una lunghezza del circuito
- Il circuito deve avere una larghezza variabile durante la sua percorrenza, non in tutti i tratti sarà ad esempio possibile eseguire un sorpasso per via dello spazio limitato
- Nel circuito dovranno essere presenti sia tratti curvi che rettilinei, che avranno quindi diverse velocità di percorrenza
- Dovranno esserci dei punti per il rilevamento delle prestazioni
- Dovrà essere presente una corsia per i box, con relative regole di accesso
- Tutte queste opzioni dovranno poter essere configurate mediante file di configurazione

Questa risorsa sarà condivisa da più piloti allo stesso tempo, sarà quindi necessario gestire tutte le problematiche di concorrenza derivate.

METTERE DESCRIZIONE TIPI SEGMENTO

3.3 Piloti

I piloti sono le entità che dovranno gareggiare nella competizione attraversando il circuito. Lo scopo di ognuno di essi è quello di percorrere tutti i giri prefissi nella gara nel minor tempo possibile, il tutto in modo coerente con le caratteristiche del circuito.

Dato che nella realtà ogni pilota ha le proprie abilità (come ad esempio la prontezza di riflessi o la capacità di valutare i punti esatti in cui effettuare le staccate)¹, anche in questo caso ad ogni pilota dovranno essere associate delle caratteristiche, chiamate skill, che possano modellarne il comportamento in pista. Le skill che ogni pilota possiede sono:

¹Con il termine staccata si indica la fase in cui un pilota dopo un tratto rettilineo frena bruscamente per iniziare l'inserimento in curva

- Numero del pilota
- Nome del pilota
- Skill di accelerazione
- Skill di decellerazione

La skill di ascelerazione e la skill di decellarazione indicano rispettivamente la capacità del pilota di frenare il più tardi possibile prima di un inserimento in curva e la capacità del pilota di iniziare l'accelerazione il più presto possibile. Bassi valori in queste skill implicheranno che il pilota inizierà a frenare troppo presto e ad eccelerare troppo tardi rispetto all'istante ottimale, peggiorando così le sue prestazioni nel giro di pista.

Ad ogni pilota viene poi associata una vettura, anch'essa caratterizzata da delle skill che ne influenzeranno le prestazioni in pista. Esse sono:

- Costruttore
- Coefficiente di accelerazione
- Coefficiente di decellazione
- Velocità massima
- Tenuta di strada
- Consumo degli pneumatici

Il coefficiente di accelerazione e di decellazione indicano le prestazioni di accelerazione e frenata della vettura, vetture con alti coefficienti avranno quindi migliori capacità di ccelerazione e decellerazione che comporteranno prestazioni migliori

La tenuta di strada viene invece usata per calcolare i tempi di perorrenza nelle curve e quanto peggiorano le prestazioni in caso di pista bagnata

Il consumo degli peumatici invece stabilisce in quanti giri essi degradano e hanno bisogno di essere sostituiti ai box. Vetture con un basso degrado degli pneumatici potranno compiere più giri senza doversi vermare ai box

Ogni pilota inoltre possiede un propria strategia, che rappresenta l'elenco dei giri in cui fermarsi per effettuare il calmbio gomme

Inoltre piloti con un basso consumo di caburante potranno completare la gara immagazinando alla partenza un minor quantitativo d'esso, rendendo così la vettura più leggera e performante

3.3.1 Fasi della gara

Partenza

Questa è la prima fase della gara, semplicemente una volta che il pilota è stato creato viene posizionato nella griglia di partenza nell'attesa di iniziare la gara.

Una volta che tutti i piloti saranno schierati la gara potrà partire e i piloti inizieranno a gareggiare

Attraversamento dei segmenti

In questa fase i piloti attraversano i vari segmenti del tracciato nel tentativo di completare tutti i giri il primapossibile.

L'attraversamento di un segmento si svolge in modo analogo sia che il tratto di pista sia di accelerazione, di frenata o a velocità costante (curva), cambia solo il modo con cui esso viene determinato il tempo di attraversamento

Tratto di accelerazione

Nel caso in cui il pilota sia impegnato in un tratto di accelerazione, per calcolare il tempo del suo attraversamento vengono seguiti questi passi

1. In base alle caratteristiche del pilota viene calcolato lo spazio di ritardo con cui il pilota inizierà l'accelerazione. Tale spazio potrà essere al massimo il 10% della lunghezza del segmento
 2. Viene quindi calcolato lo spazio effettivo di accelerazione SA_{eff} , che sarà quindi tanto maggiore quanto il pilota sarà abile nell'accelerare il prima possibile
 3. In base allo spazio di accelerazione effettivo viene calcolata la velocità massima che il pilota avrà alla fine del tratto di accelerazione, tale velocità sarà ridotta al massimo del 10% sulla base delle prestazioni in accelerazione della vettura, e non sarà comunque superiore alla velocità massima della vettura
 4. Sulla base della velocità di entrata del segmento e di quella di uscita si calcola il tempo di attraversamento
 5. Si calcolano poi delle penalità che verranno aggiunte a tale tempo, che sono:
 - Condizioni meteo e tenuta di strada
 - Stato degli pneumatici
 - Peso della benzina nella vettura
-

Tali penalità vengono poi sommate al tempo di attraversamento

6. A questo punto il pilota chiede l'accesso alla risorsa protetta del segmento comunicando il tempo atteso per l'attraversamento. La risposta risponde comunicando il tempo effettivo di attraversamento sulla base della presenza o meno di altri piloti.
7. a tale tempo vengono aggiunte delle penalità (ciascuna non superiore al 10% del tempo di attraversamento)
8. Viene calcolato un tempo ideale T_a di attraversamento in base alla funzione di simulazione dell'accelerazione
9. Si aggiunge una penalità massima del 10% in base

Tratto di decelerazione Nel caso in cui il pilota sia impegnato in un tratto di decelerazione, per calcolare il tempo del suo attraversamento vengono seguiti questi passi

1. Viene calcolato lo spazio di frenata in base al punteggio di frenata dell'auto
 2. In base alle caratteristiche del pilota viene calcolato lo spazio di anticipo con cui il pilota inizierà la decelerazione. Tale spazio potrà essere al massimo il 10% della lunghezza del segmento. Maggiore è questo spazio maggiore sarà l'anticipo della frenata, fatto che causerà una diminuzione delle prestazioni.
 3. Viene quindi calcolato lo spazio effettivo di frenata SA_{eff} , che sarà quindi tanto maggiore quanto il pilota sarà abile nell'accelerare il prima possibile
 4. In base dello spazio di decelerazione effettivo viene calcolata la velocità massima che il pilota avrà alla fine del tratto di decelerazione, tale velocità sarà ridotta al massimo del 10% sulla base delle prestazioni in decelerazione della vettura, e non sarà comunque superiore alla velocità massima della vettura
 5. Sulla base della velocità di entrata del segmento e di quella di uscita si calcola il tempo di attraversamento
 6. Si calcolano poi delle penalità che verranno aggiunte a tale tempo, che sono:
 - Condizioni meteo e tenuta di strada
 - Stato degli pneumatici
 - Peso della benzina nella vettura
-

Tali penalità vengono poi sommate al tempo di attraversamento

7. A questo punto il pilota chiede l'accesso alla risorsa protetta del segmento comunicando il tempo atteso per l'attraversamento. La risposta risponde comunicando il tempo effettivo di attraversamento sulla base della presenza o meno di altri piloti.
8. a tale tempo vengono aggiunte delle penalità (ciascuna non superiore al 10% del tempo di attraversamento)
9. Viene calcolato un tempo ideale T_a di attraversamento in base alla funzione di simulazione dell'accelerazione
10. Si aggiunge una penalità massima del 10% in base

partenza attraversamento segmenti eventuali soste fine gara

3.3.2 Simulazione accelerazione

Dato che simulare la reale curva di accelerazione di una vettura di formula è una operazione complessa, è stato deciso di semplificare la sua rappresentazione. L'aspetto chiave da tenere in considerazione è il fatto che essa varia in funzione della velocità, più precisamente più bassa è la velocità e maggiore è l'accelerazione che si riesce ad imprimere alla vettura

In più, dato che tutto il sistema di riferimento è in base allo spazio percorso e non al tempo, la velocità viene calcolata in base alla distanza percorsa e non in base al tempo

La funzione scelta per rappresentare la velocità in funzione della distanza percorsa è dunque la seguente:

METTEREFUNZIONE

Nella figura 3.1 viene rappresentato il grafico della funzione usata per simulare il valore della velocità raggiunta in funzione della distanza percorsa.

Tale grafico presuppone che la vettura parta da una velocità iniziale di 0m/s, ma questo si verifica solo alla partenza. Per calcolare la variazione di velocità della vettura in funzione della distanza percorsa, nel caso in cui la vettura abbia una velocità iniziale v_0 è sufficiente traslare il grafico fino a intersecare tale valore di partenza con l'asse delle ordinate, come nell'esempio in figura 3.2

Il valore finale sarà poi ridimensionato in base alle caratteristiche della vettura. Il valore finale della velocità non potrà comunque essere superiore a quello massimo raggiungibile dalla vettura

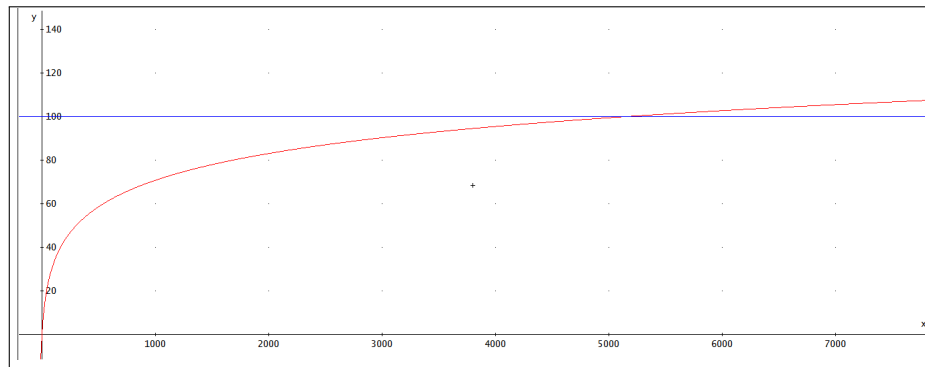


Figura 3.1: Andamento della velocità in base alla distanza percorsa di una vettura con velocità iniziale pari a 0m/s

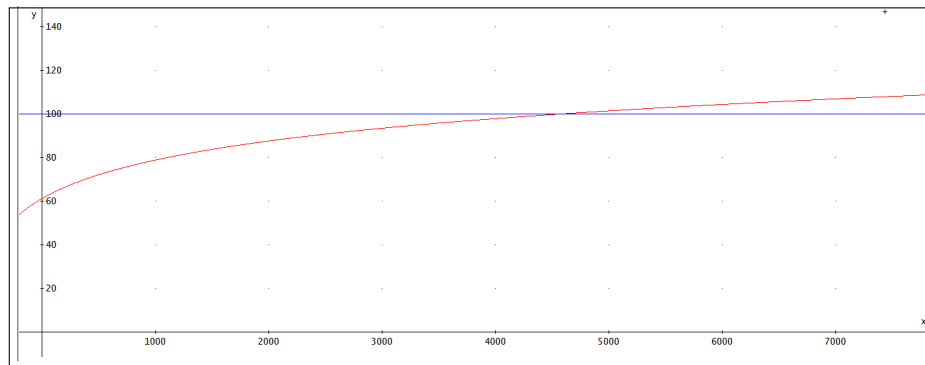


Figura 3.2: Andamento della velocità in funzione della distanza, assunto che la vettura abbia una velocità iniziale di 60m/s

3.3.3 Simulazione decelerazione

La decelerazione risulta molto più semplice rispetto a quella dell'accelerazione in quanto si può approssimare il fatto che durante la frenata la forza impressa dal freno sia costante

La formula con la quale essa viene modellata è la seguente:

$$M E T T E R E F O R M U L A D E C E L L A Z I O N E$$

3.3.4 Simulazione tratto a velocità costante

3.3.5 Strategia

I piloti avranno poi una loro personale strategia di gara, questo consentirà loro di effettuare i sorpassi non solo durante la percorrenza del giro, ma anche raggiungendo un buon compromesso tra numero di soste ai box e prestazioni su pista. Infatti maggiori saranno le soste e migliori saranno le prestazioni

sul giro, dato che il pilota avrà presumibilmente un minore quantitativo di benzina, e quindi un minor peso, nella vettura. Bisognerà fare comunque attenzione che la programmazione delle soste sia tale da consentire al pilota di concludere la gara, evitando che esso finisca il carburante prima del suo termine

Le caratteristiche che dovranno avere i piloti saranno quindi:

- Nome
- Numero
- Skill misurante la capacità di eseguire il prima possibile le accelerazioni in uscita dalle curve
- Skill misurante la capacità di ritardare il più possibile la staccata prima di un inserimento in curva ²
- Una strategia di gara che regoli le soste ai box

Ad ogni pilota sarà poi assegnata una vettura, anche questa dotata di determinate caratteristiche che influenzeranno il suo comportamento in pista. Esse saranno:

- Nome del costruttore
- Forza frenante
- Potenza di accelerazione
- Tenuta in curva
- Consumo per chilometro
- Velocità massima
- Livello attuale di carburante

3.4 Sender

Questa entità si occupa di inizializzare l'intera competizione e di avviare la gara. Contiene meteo, numero di giri, piloti.....

²La staccata dovrà essere comunque effettuata in modo tale da garantire la corretta percorrenza della curva

3.5 Monitor

3.6 Concorrenza

Gli aspetti del progetto in cui entrano in gioco problemi di natura concorrenziale sono 3:

- Schieramento nella griglia di partenza
- Attraversamento dei segmenti da parte dei piloti

3.6.1 Schieramento nella griglia di partenza

La griglia di partenza è stata modellata come una risorsa protetta, in modo da potervi accodare i piloti fino nell'attesa della partenza.

Questo è stato necessario in quanto la gara può partire solo una volta che tutti i piloti sono stati schierati,

La risorsa protetta contiene 3 canali d'accesso:

- Uno pubblico sempre aperto chiamato `Place_On_Grid`
- Uno privato controllato da una guardia chiamato `Wait_To_Start`
- Uno pubblico controllato da guardia chiamato `Wait_To_Pilots`

Il protocollo d'accesso alla griglia di partenza è il seguente, e comprende 2 serie di eventi concorrenti:

Thread di gestione della gara

- Una volta che ha creato tutti i piloti chiede accesso al canale `Wait_To_Pilots`, inizialmente con guardia chiusa
- Una volta che tutti i piloti sono schierati la guardia viene aperta e il controllore si pone in attesa del segnale di inizio gara da parte dell'utente
- Una volta ricevuto tale segnale viene aperta la guardia `Wait_To_Start`

Thread dei piloti:

- Un pilota viene creato e chiede di schierarsi nella griglia di partenza tramite il canale `Place_On_Grid`
 - Il numero di piloti in griglia viene aumentato di uno
 - Il pilota viene riaccodato nel canale `Wait_To_Start` (inizialmente chiuso)
-

- Quando il numero dei piloti schierati è uguale al numero di piloti che devono prendere parte alla gara la guardia di `Wait_To_Pilots` viene aperta
- i piloti attendono ora l'apertura della guardia `Wait_To_Start` da parte del controllore

3.6.2 Accesso ai segmenti

L'accesso ai segmenti è la parte cruciale della gara, in quanto tramite essi viene gestita tutta la dinamica della gara, ovvero tempi di percorrenza del circuito, sorpassi e accesso ai box

Come detto un segmento è composto da una o più corsie gestite mediante una risorsa protetta per garantire l'accesso in mutua esclusione, queste consentono ai piloti di entrare nello stesso segmento contemporaneamente e di effettuare sorpassi. Se un segmento è composto da una sola corsia i piloti dovranno necessariamente accodarsi in un'unica fila e attraversare il segmento senza alcuna possibilità di effettuare sorpassi

L'accesso viene modellato mediante una risorsa protetta associata a ciascun segmento, che contiene la rappresentazione delle sue corsie e il loro stato, ovvero per ogni corsia viene memorizzato l'istante in cui l'ultimo pilota uscirà da essa

La modalità d'accesso ai segmenti non varia in base alla sua tipologia, restando la medesima per ognuno d'essi.

Per semplicità il protocollo d'accesso verrà spiegato tramite un esempio. Supponiamo dunque che un pilota C voglia attraversare un generico segmento S composto da 2 corsie, esso effettuerà per prima cosa le seguenti operazioni:

- Reperimento delle informazioni del segmento
 - Calcolo del tempo di attraversamento ideale T_i in base al suo stato e alle caratteristiche del segmento
 - Accesso in mutua esclusione alla risorsa protetta del segmento
 - Chiamata al metodo della risorsa protetta del segmento, che risponderà comunicando il reale tempo di attraversamento T_r calcolato in base al suo stato
 - Aggiornamento dello stato della risorsa protetta
 - Rilascio della risorsa protetta
 - Sospensione del pilota per un tempo T_r
-

T_i non fa nessuna considerazione sugli aspetti relativi alla concorrenza, ma calcola il tempo assumendo che il segmento non sia occupato da nessuna vettura. Questo tempo serve alla risorsa protetta come base di partenza per calcolare T_r .

Il procedimento con cui viene calcolato T_r può essere spiegato mediante un esempio, poi facilmente generalizzabile.

Supponiamo quindi che all'istante $T_0 = 0$ un pilota P_c debba attraversare un segmento S con 2 corsie che si trovano nel seguente stato:

- Corsia 1 occupata da un pilota P_a con istante d'uscita $T_{Pa} = 16$
- Corsia 2 occupata da un pilota P_b con istante d'uscita $T_{Pb} = 8$

T_{c1} e T_{c2} sono gli istanti in cui l'ultimo pilota libera rispettivamente la corsia 1 e la corsia 2, quindi si avrà $T_{c1} = T_{Pa}$ e $T_{c2} = T_{Pb}$

Uno schema dello stato del segmento è rappresentato nella figura 3.3

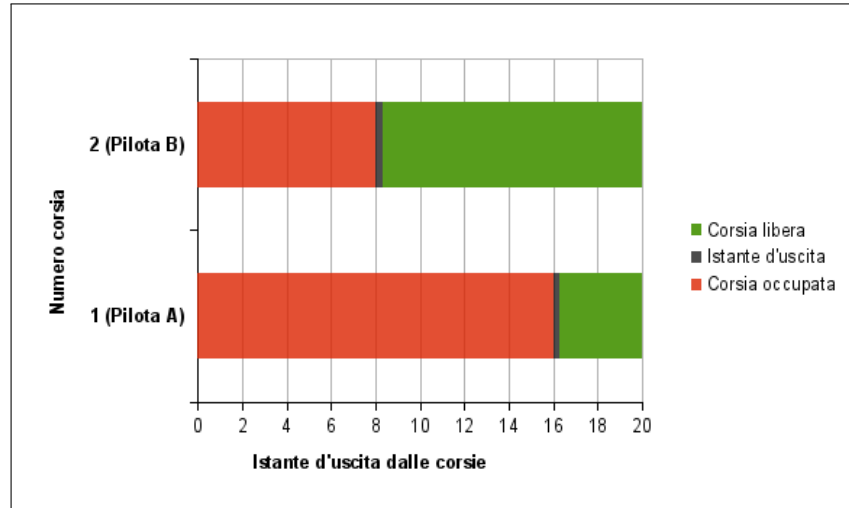


Figura 3.3: Stato del segmento S all'istante in cui il pilota C chiede l'accesso

Ora a seconda del valore di T_i relativo al pilota A si possono ipotizzare tre possibili scenari, che sono

- $T_i < T_a$
- $T_a < T_i < T_b$
- $T_i > T_b$

Occorre anche introdurre un tempo chiamato T_{min} , ovvero il distacco minimo che 2 vetture possono avere stando sulla stessa corsia senza sovrapporsi. Vediamo ora come si calcolerà il tempo d'uscita del pilota P_c per ognuno di questi 3 casi.

Caso $T_i < T_a$

In questo caso il pilota P_c uscirebbe sia prima di P_a che di P_b , questo tuttavia non è possibile in quanto entrambe le corsie sono già occupate da piloti che la liberano dopo di lui in quanto $T_i < T_a < T_b$

Il pilota P_c verrà dunque inserito nella corsia con il tempo di uscita minore, ovvero C_2 , e quindi attraverserà il segmento S usando la corsia C_2 in tempo $T - r = T_{C1} + T_{min}$ usacendo subito dopo il pilota P_2 . L'ordine d'uscita dal segmento sraà dunque $P_a - > P_c - > P_b$ (P_c riesce a sorpassare P_b)

Bisognerà poi aggiornare lo stato del segmento, ponendo l'aggiornamento dello stato del segmeneto ponendo $T_{C1}=T_r$ i quanto ora P_c è l'ultimo pilota ad uscirà dalla corsia C_2 , uno schema del nuovo stato del segmento è riportato nella figura 3.4

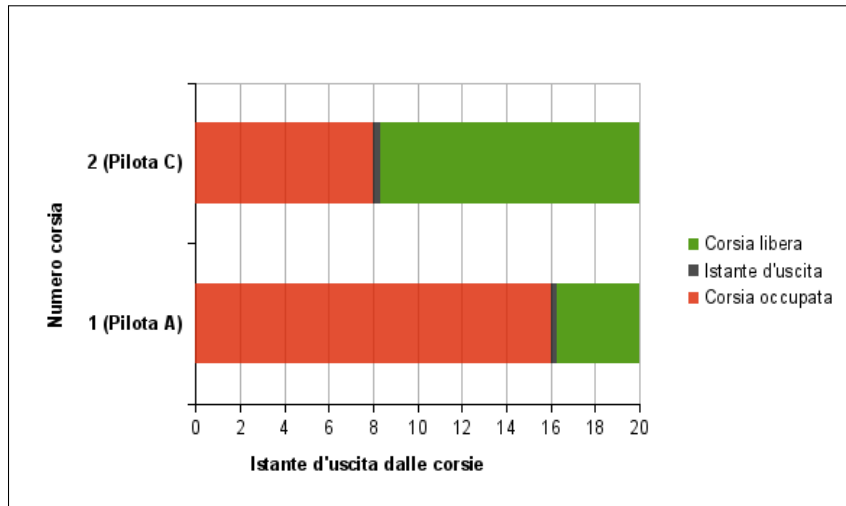


Figura 3.4: Caso 1: Stato del segmento S dopo che il pilota C ha effettuato l'accesso

Caso $T_a < T_i < T_b$

In questo caso il pilota P_c uscirebbe dopo P_a prima di P_b , questo è compatibile con lo stato del segmento in quando P_c vede la corsia C_1 virtualmente libera in quanto il pilota che la impegna esce in ogni caso prima di lui e non comporta nessun ostacolo alla sua percorrenza

P_c viene dunque inserito nella corsia con il tempo d'uscita minore, ovvero C_2 e dato che $T - i < T_{C2}$ potrà attraversare il segmento in un tempo $T_r = T_i$. Nello stato della risorsa protetta del segmento verrà posto $TC_2 = T_r$, mentre TC_1 resterà invariato. L'ordine d'uscita sal segmento sarà poi $P_a - > P_c - > P_b$, e il pilota P_c avrà effettivamente superato P_b come previsto.

Uno schema del nuovo stato della risorsa protetta relativa al segmento S è illustrato nella figura 3.5

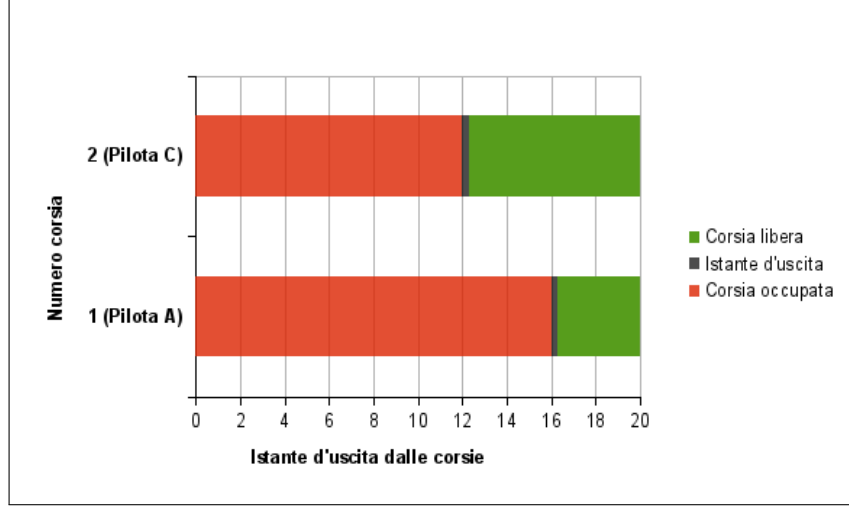


Figura 3.5: Caso 2: Stato del segmento S dopo che il pilota C ha effettuato l'accesso

Caso $T_i > T_b$

In questo caso il pilota P_c uscirebbe sia dopo P_a che dopo P_c , per lui il segmento è virtualmente libero in quanto nessuno dei 2 piloti gli crea intralcio. P_c attraverserà dunque il segmento in tempo $T_r = T_i$ utilizzando comunque la corsia con il tempo d'uscita minore, ovvero C_2 .

Lo stato della risorsa protetta associata al segmento S sarà modificata ponendo $T_{C2} = T_r$, come rappresentato in figura 3.6, e l'ordine d'uscita sarà come previsto $P_a - > P_b - > P_c$.

3.7 Distribuzione

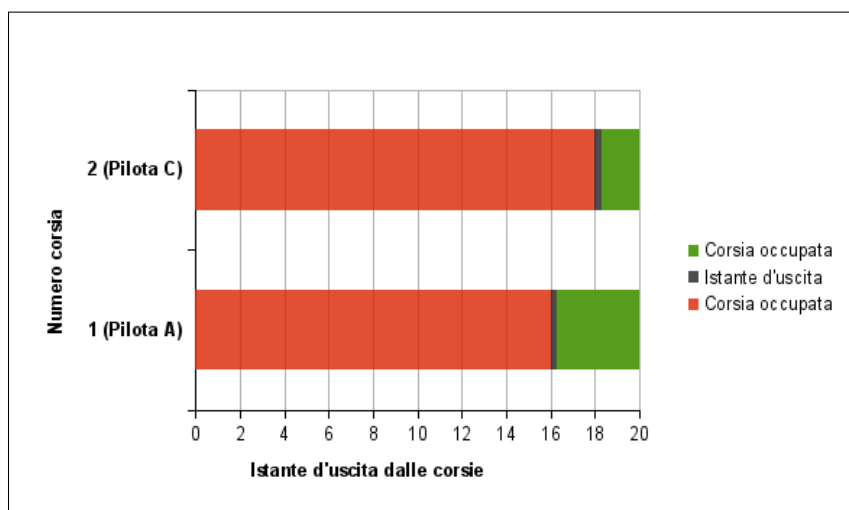


Figura 3.6: Caso 3: Stato del segmento S dopo che il pilota C ha effettuato l'accesso

CAPITOLO 4

Implementazione

Dato che il progetto presenta alcune problematiche di concorrenza, per la sua realizzazione è stato scelto di utilizzare il linguaggio di programmazione ADA.

Di seguito verrà descritto come sono state realizzate le varie entità

4.1 Circuito

CAPITOLO 5

Configurazione

CAPITOLO 6

Compilazione ed esecuzione
