

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: 11 settembre 2013  
Versione: 1.1

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
1.1	Scopo del progetto . . . . .	1
1.2	Terminologia . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Analisi dei requisiti</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Progettazione</b>	<b>5</b>
3.1	Modello e componenti . . . . .	5
3.1.1	Modello . . . . .	5
3.1.2	Componenti . . . . .	6
3.2	Gara . . . . .	6
3.2.1	Circuito . . . . .	8
3.2.2	Lista dei segmenti . . . . .	9
3.2.3	Segmenti . . . . .	9
3.2.4	Griglia di partenza . . . . .	12
3.3	Piloti . . . . .	12
3.3.1	Simulazione accelerazione . . . . .	13
3.3.2	Simulazione decelerazione . . . . .	14
3.3.3	Simulazione tratto a velocità costante . . . . .	15
3.3.4	Azioni del pilota . . . . .	15
3.3.5	Invio dello stato del pilota . . . . .	19
3.4	Monitor . . . . .	19
3.5	StartUp . . . . .	20
<b>4</b>	<b>Distribuzione</b>	<b>21</b>
4.1	Partizionamento . . . . .	21
4.2	Comunicazione . . . . .	22

<b>5</b>	<b>Concorrenza</b>	<b>23</b>
5.1	Schieramento nella griglia di partenza . . . . .	23
5.2	Accesso ai segmenti . . . . .	24
5.2.1	Caso $T_i < T_a$ . . . . .	26
5.2.2	Caso $T_a < T_i < T_b$ . . . . .	27
5.2.3	Caso $T_i > T_b$ . . . . .	27
5.3	Stallo . . . . .	28
5.3.1	Accesso esclusivo a risorsa condivisa . . . . .	29
5.3.2	Inibizione del prerilascio . . . . .	29
5.3.3	Attesa circolare . . . . .	29
5.3.4	Accumulo di risorse . . . . .	29
5.4	Starvation . . . . .	30
5.5	Avvio e terminazione . . . . .	30
5.5.1	F1ControlPanel . . . . .	30
5.5.2	F1Engine . . . . .	31
5.6	Problemi legati alla granularità del tempo . . . . .	32
<b>6</b>	<b>Implementazione</b>	<b>35</b>
6.1	Nodo 1 . . . . .	35
6.2	Nodo 2 . . . . .	35
6.3	Middleware . . . . .	36
6.4	Accorgimenti . . . . .	36
<b>7</b>	<b>Compilazione, configurazione ed esecuzione</b>	<b>39</b>
7.1	Ambiente d'esecuzione . . . . .	39
7.2	Compilazione . . . . .	39
7.3	Configurazione . . . . .	39
7.4	File .trk . . . . .	40
7.5	File .car . . . . .	41
7.6	File .plt . . . . .	42
7.7	File .conf . . . . .	43
7.8	Esecuzione . . . . .	43

---

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 1: Requisiti funzionali obbligatori



# CAPITOLO 1

---

## Introduzione

---

### 1.1 Scopo del progetto

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

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.

Si nota subito la natura concorrente del problema, in quanto tra i vari aspetti di cui bisogna tener conto nella progettazione vi sono quelli legati ai sorpassi tra piloti impegnati a percorrere lo stesso tratto di pista e la gestione dell'accesso alla corsia dei box.

Analogamente il progetto si presta anche ad alcune valutazioni dal punto di vista della distribuzione, data la presenza di almeno 2 blocchi distinti: un primo che si occupa della simulazione della competizione e un secondo che si occupa della rappresentazione grafica del suo stato.

Addizionalmente per ottenere una simulazione verosimile della competizione vi sono poi tutta una serie di parametri di cui tener conto, come ad esempio le condizioni meteo, le differenti abilità dei piloti e le varie caratteristiche delle vetture.

## 1.2 Terminologia

Per chiarezza di seguito verranno spiegati alcuni termini usati all'interno della relazione, che altrimenti potrebbero ad una prima lettura sembrare ambigui.

**Tracciato** Con il termine tracciato si fa riferimento alla carreggiata della pista su cui corrono le vetture di formula 1, comprende anche la corsia dei box.

**Circuito** Con circuito fa riferimento a un tracciato dove sia stata stabilita una griglia di partenza.

**Gara** Gara rappresenta l'evento a cui partecipano i piloti di formula uno. Si tratta di un circuito su cui sono state impostati un numero totale di giri da eseguire e delle condizioni meteo.

**Concorrente** Si tratta dell'entità che partecipa alla gara, ogni concorrente è composto da un pilota e da una vettura a lui associata.

---

## CAPITOLO 2

---

### Analisi dei requisiti

---

I requisiti funzionali obbligatori del progetto sono elencati nella tabella 2.1

<b>CODICE</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
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

<b>CODICE</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
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

---

Durante la prima fase di progettazione si è cercato di individuare un modello per rappresentare lo scenario dato e le sue principali componenti.

### 3.1 Modello e componenti

#### 3.1.1 Modello

Per prima è stato necessario decidere con che modello rappresentare lo scenario. Dato che lo scopo del progetto è quello di concentrarsi sugli aspetti di natura concorrente e distribuita, è stato scelto di utilizzare un modello a tempo discreto.

Questo perché nel nostro caso non interessa valutare il sistema facendolo avanzare uno step alla volta, ma vogliamo che esso esegua in modo concorrente e in tempo reale, riportando uno stato coerente in determinati istanti.

Ciò porta ad analizzare prima di tutto la granularità del sistema, ovvero ogni quanto deve possibile determinarne un stato coerente. Perciò rapportandosi alla realtà della Formula 1, dove lo stato di ogni pilota viene rilevato in determinati settori della pista, si è scelto di rappresentare lo stato del sistema non in funzione del tempo ma in funzione della posizione dei piloti nella pista.

Ciò implica che non è più il tempo, ma la distanza percorsa la variabile indipendente tramite la quale si calcolano tutti gli altri dati (tra cui appunto il tempo di percorrenza)

In questo modo è possibile determinare dei punti della pista in cui poter recuperare uno stato coerente del sistema, analogamente a quanto succede quando un pilota termina in intermedio in una reale gara di Formula 1. Non

verrà quindi riportato lo stato del sistema quando un pilota si trova tra 2 intermedi, ma durante questi istanti verrà usato un modello di concorrenza per far sì che il sistema evolva in modo corretto.

Sulla base di ciò come prima cosa è stata elaborata l'idea di suddividere un tracciato in vari segmenti.

### 3.1.2 Componenti

Successivamente si è pensato a come scomporre il sistema, individuandone le varie componenti fondamentali

Per prima cosa sono state individuate 2 partizioni ben distinte, una chiamata *F1Engine* legata al funzionamento dell'applicazione e una chiamata *F1ControlPanel* legata alla visualizzazione dello stato della competizione.

La motivazione di questa prima suddivisione risiede nella necessità di poter poi distribuire l'intero sistema, creando 2 partizioni che potessero cooperare eseguendo però in modo indipendente l'una dall'altra.

Per ogni partizione del progetto sono state poi individuati i seguenti componenti:

- *F1Engine*
  - Gara
  - Concorrenti
  - StartUp
- *F1ControlPanel*
  - Monitor

Questi componenti verranno poi descritti in modo più approfondito per chiarire il loro compito all'interno del sistema.

## 3.2 Gara

Verrà ora descritto la struttura del componente *Gara*, con lo scopo di fornire una prima organizzazione gerarchica dei vari componenti e averne quindi una prima visione d'insieme.

La gara come detto rappresenta l'evento alla quale partecipano i vari concorrenti, ed è composta da un circuito, una condizione meteo e un numero di giri da percorrere.

Essa non svolge alcun ruolo attivo e la sua unica funzione è quella di accogliere i piloti impegnati nella competizione. La gestione della parte concorrente è effettuata mediante dei suoi sotto-componenti.

Alla base di ciò nella progettazione di *Gara* si è tenuto conto i questi aspetti:

---

- 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
- Le prestazioni possono essere influenzate dalle condizioni meteo

Come detto la componente *Gara* in se non svolge alcun ruolo attivo, e trattandosi di una semplice collezione di dati non necessita di particolari accorgimenti come ad esempio possono richiederne una risorsa protetta o un'entità passiva-reattiva. È dunque possibile modellare tale componente come un semplice record di dati che verrà condiviso tra tutti i piloti, contenente i seguenti campi:

- Circuito
- Numero di giri
- Condizioni meteo

*Numero di giri* è un semplice campo numerico, mentre *Condizioni meteo* può assumere i valori asciutto o bagnato. Quest'ultimo andrà poi a influenzare il tempo necessario ad un pilota per compiere un giro di pista, in quando con pista bagnata le prestazioni decrescono sensibilmente.

*Circuito* rappresenta invece il tracciato su cui si svolge la gara, comprendendo la relativa griglia di partenza. Come per *Gara* anche quest'ultimo non ha nessun ruolo attivo e può nuovamente essere rappresentato come un semplice record di dati con i seguenti campi:

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

*Nome del circuito* e *Lunghezza del giro* sono dei semplici campi che contengono appunto il nome del circuito e la lunghezza di ogni giro (corsia dei box esclusa)

Data la necessità di fissare dei punti in cui poter recuperare lo stato di un pilota e dato che in un reale circuito di Formula 1 si possono distinguere tratti di pista contigui con caratteristiche simili (come ad esempio curve e rettilinei o anche tratti che consentono o meno ai vari piloti i sorpassarsi), si è deciso di suddividere il tracciato in vari segmenti, che sono appunto tratti di pista contigui con simili caratteristiche. Un tracciato è dunque rappresentato come una successione di questi

Anche *Griglia di partenza* non è un semplice campo dati, ma si tratta di una entità un po' più complessa in quanto rappresenta la griglia di partenza nella quale i piloti si schiereranno nell'attesa del via.

Per chiarezza uno schema della struttura del componente *Gara* è riportato nella figura 3.1

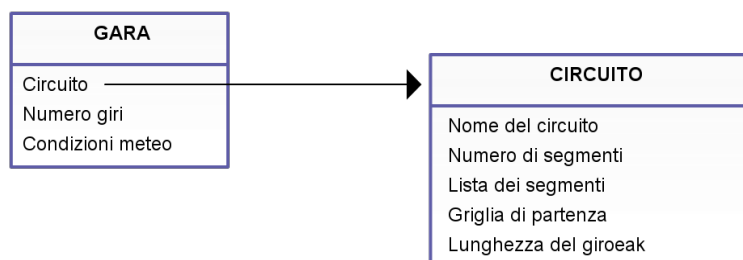


Figura 3.1: Schema di Gara

Ora che è stata data una visione d'insieme dell'intera struttura di *Gara*, è possibile descriverne con più chiarezza i componenti principali.

### 3.2.1 Circuito

Come già detto rappresenta il tracciato su cui si svolge la competizione che viene rappresentato come una successione di segmenti, e la relativa griglia di partenza.

Sulla base di ciò *Circuito* contiene quindi le seguenti proprietà:

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

### 3.2.2 Lista dei segmenti

Questo parametro contiene la lista dei segmenti di cui è composto il circuito. Nella sua composizione dovranno essere rispettati i seguenti vincoli:

- I primi 3 segmenti rappresentano l'ingresso ai box, la corsia box e l'uscita dai box
- Il rettilineo col traguardo deve essere il quarto segmento
- Presenza di almeno 4 intermedi, l'ultimo dei quali coincidente col traguardo

Inoltre si assume che la linea del traguardo sia collocata all'inizio del quarto segmento, che l'ingresso dei box sia collocato all'inizio del rettilineo del traguardo e che l'uscita box sia collocata alla fine del rettilineo del traguardo.

### 3.2.3 Segmenti

La loro funzione, oltre a quella di descrivere il tracciato su cui si svolge la gara, è quella di gestire la parte di concorrenza relativa ai sorpassi tra piloti determinando i loro tempi di attraversamento in modo coerente rispetto alla presenza o meno di altri piloti.

Le caratteristiche in base alla quale vengono raggruppati i tratti di pista contigui per dare origine ai segmenti sono:

- Numero di corsie del tratto di pista
- Tipologia del tratto di pista (accelerazione, frenata, curva, entrata ai box, uscita dai box, corsia dei box)

Il *numero di corsie* specifica quanti piloti possono attraversare il tratto di pista contemporaneamente uno in fianco all'altro. La *tipologia del tratto di pista* invece rappresenta il modo in cui si deve comportare un pilota quando lo attraversa, le varie tipologie sono accelerazione, frenata, curva, entrata ai box, uscita dai box e corsia dei box.

Perciò un segmento è dunque rappresentato da un record contenenti i seguenti campi:

- Codice segmento
  - Tipologia
  - Lunghezza
  - Velocità massima
-

- Numero di corsie
- Presenza fotocellula
- Risorsa protetta

### Codice segmento

Serve per poter distinguere i vari segmenti tramite un codice univoco crescente che ne determina il loro ordinamento nella composizione del circuito.

Per semplicità di implementazione si è scelta la seguente numerazione dei segmenti

- 1: il segmento di entrata ai box
- 2: il segmento della corsia dei box
- 3: il segmento di uscita dai box
- 4: il segmento del rettilineo principale (quello in cui è presente il traguardo)
- i4: gli altri segmenti che vengono dopo il traguardo

### Tipologia

Un segmento deve essere in grado di rappresentare il più fedelmente possibile il tratto di pista a lui corrispondente. Compatibilmente con i requisiti del progetto sono state individuate 3 classi di tipologia di segmento:

- Segmenti di accelerazione
- Segmenti a velocità costante
- Segmenti di decelerazione

I segmenti di accelerazione modellano tratti in cui i piloti accelerano, ovvero rettilinei e uscita dai box. I segmenti di decelerazione modellano invece ingressi in curva, staccate e corsia di entrata ai box. Infine i segmenti a velocità costanti modellano curve e corsia dei box.

### Lunghezza

Descrive semplicemente la lunghezza in metri del segmento

---

### **Velocità massima**

Il significato di questo dato varia in base alla tipologia del segmento. Nel caso in cui esso sia associato ad un segmento di accelerazione indica la massima velocità che la vettura può raggiungere, questo è utile ad esempio per modellare rettilinei non completamente dritti. Nei segmenti di decelerazione la velocità massima indica invece la velocità che dovrà avere la vettura al termine del segmento, per poter poi effettuare una curva o entrare in un segmento a velocità controllata come ad esempio la corsia dei box. Infine nei tratti a velocità costante il valore rappresenta la velocità massima con cui il segmento potrà essere attraversato, e avrà lo stesso valore del precedente tratto di decelerazione.

Un tratto a velocità costante deve essere sempre preceduto da un tratto di decelerazione o di accelerazione che abbia la sua stessa velocità massima. Concettualmente è molto simile ad un tratto di accelerazione con velocità massima limitata, però tale distinzione risulterà poi comoda a livello implementativo per risparmiar inutili calcoli di accelerazione.

Tutti i valori della velocità massima sono solo indicativi e servono per dare una descrizione del segmento, i reali valori di attraversamento verranno calcolati anche in base alle caratteristiche e allo stato di vettura e pilota, come sarà spiegato nella sezione 3.3.4

### **Numero di corsie**

Rappresenta il numero di corsie presenti nel segmento, influenzando la possibilità di poter effettuare sorpassi da parte dei piloti. Il loro numero determina infatti quanti piloti possono trovarsi contemporaneamente nello stesso tratto di segmento

In un segmento con una sola corsia sarà dunque impossibile effettuare sorpassi, mentre saranno più agevoli al loro aumentare.

Le corsie d'ingresso e uscita dai box, la corsia dei box e le curve hanno sempre il numero di corsie pari a 1

### **Presenza fotocellula**

Un circuito di Formula uno è solitamente diviso in 4 intermedi, alla fine dei quali è presente un dispositivo per rilevare i tempi dei vari piloti. Questo parametro indica se alla fine del segmento deve essere rilevato tale tempo, e in caso affermativo specifica anche il numero dell'intermedio alla quale tale tempo si riferisce.

### **Risorsa protetta**

Ogni segmento contiene al suo interno una risorsa protetta, che ha essenzialmente due compiti. Il primo è quello di rendere possibile un accesso ai

---



segmenti congruente ai vari vincoli imposti, il secondo è quello di permettere un ordinamento dei piloti in base alla loro posizione.

Una spiegazione dettagliata del loro funzionamento sarà data nella sezione 5.2

### 3.2.4 Griglia di partenza

La griglia di partenza è il luogo dove i piloti prendono posto attendendo l'inizio della gara, ed è anch'essa modellata mediante una risorsa protetta. Il suo funzionamento verrà spiegato nella sezione 5.1

## 3.3 Piloti

I piloti sono le entità che dovranno gareggiare nella competizione attraversando il circuito. Lo scopo di ognuno d'essi è quello di percorrere tutti i giri previsti 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), 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:

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

La skill di accelerazione e la skill di decelerazione indicano rispettivamente la capacità del pilota di iniziare l'accelerazione il più presto possibile e la capacità del pilota di frenare il più tardi possibile prima di un inserimento in curva. Bassi valori in queste skill implicheranno che il pilota inizia ad accelerare troppo tardi e a frenare troppo presto 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 decelerazione
  - Velocità massima
-

- Tenuta di strada
- Consumo degli pneumatici

I coefficienti di accelerazione e di decelerazione indicano le prestazioni di accelerazione e frenata della vettura, vetture con alti coefficienti avranno quindi migliori capacità di accelerazione e decelerazione che comporteranno prestazioni migliori.

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

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

Ogni pilota inoltre possiede una propria strategia, che rappresenta l'elenco dei giri in cui fermarsi per effettuare il cambio gomme. E' importante bilanciare il vantaggio di avere sempre pneumatici in buone condizioni con lo svantaggio di doversi fermare per sostituirli.

Infine piloti che utilizzano vetture con un basso consumo di carburante potranno completare la gara immagazzinando alla partenza un minor quantitativo d'esso, rendendo così la vettura più leggera e performante.

### 3.3.1 Simulazione accelerazione

Dato che simulare la reale curva di accelerazione di una vettura di formula è una operazione complessa, è stato deciso di semplificarne la sua rappresentazione. L'aspetto chiave da tenere in considerazione è il fatto che la forza di accelerazione 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  $v$  in funzione della distanza  $x$  percorsa è dunque la seguente:

$$v(x) = 80 * \log\left(\frac{x}{100} + 1\right)$$

La funzione inversa per calcolare lo spazio percorso  $x$  in funzione della velocità raggiunta  $v$  è invece:

$$x(v) = 100 * [10^{(v/80)} - 1]$$

Il tempo necessario all'attraversamento viene poi calcolato ipotizzando di attraversare il segmento ad una velocità costante pari alla media tra la velocità di ingresso e quella d'uscita.

---

Nella figura 3.2 viene rappresentato il grafico della funzione usata per simulare il valore della velocità raggiunta in funzione della distanza percorsa.

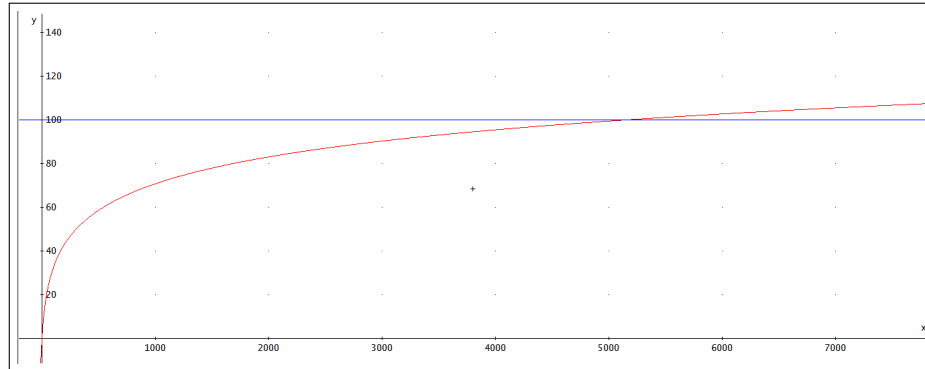


Figura 3.2: Andamento della velocità in base alla distanza percorsa di una vettura con velocità iniziale pari a 0m/s

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  $v_0$  diversa da 0 è sufficiente traslare il grafico fino a intersecare tale valore  $v_0$  con l'asse delle ordinate, come nell'esempio in figura 3.3

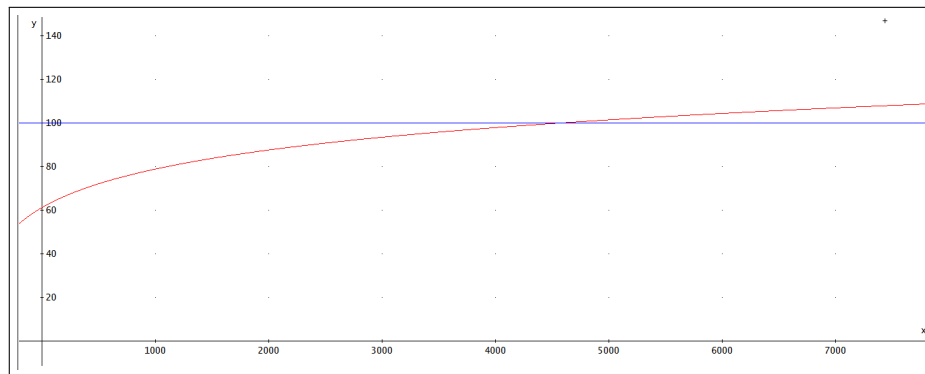


Figura 3.3: Andamento della velocità in funzione della distanza, assumendo che la vettura abbia una velocità iniziale  $v_0$  di 60m/s

### 3.3.2 Simulazione decelerazione

La simulazione della 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 simulazione di una decelerazione viene effettuata calcolando per prima cosa lo spazio necessario alla frenata, in modo da determinare per quanto spazio il pilota continuerà ad accelerare e per quanto spazio eseguirà la frenata. Ad ogni vettura è associato quindi un coefficiente  $EffDec$ , che misura la forza sua forza di decelerazione

La formula con la quale essa viene calcolato lo spazio di frenata  $x$  necessario per effettuare una variazione di velocità  $\Delta V$  alla velocità iniziale  $v_i$  è la seguente:

$$x(\Delta V) = \frac{1}{2} * EffDec * \frac{\Delta V^2}{EffDec^2} + v_i * \frac{\Delta v}{EffDec}$$

Il tempo necessario per effettuare la frenata sarà invece

$$t(\Delta v) = \frac{\Delta v}{DecEff}$$

### 3.3.3 Simulazione tratto a velocità costante

Il questo caso per calcolare il tempo di attraversamento di usano le leggi del moto rettilineo uniforme, dove  $v$  è la velocità di attraversamento e  $l$  la lunghezza del segmento

$$t(v) = l/v$$

### 3.3.4 Azioni del pilota

Nel loro ciclo di vita i piloti compiono le seguenti azioni:

- Schieramento nella griglia di partenza
- Partenza
- Attraversamento dei segmenti
- Eventuali soste ai box
- Terminazione della gara

#### Schieramento nella griglia di 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.

---

### Partenza

Una volta tutti i piloti sono schierati nella griglia di partenza il sistema resta in attesa di un input da parte dell'utente per poter dare inizio alla gara.

Appena ricevuto il segnale i piloti partono e iniziano l'attraversamento dei segmenti.

### Attraversamento dei segmenti

In questa fase i piloti attraversano i vari segmenti del tracciato nel tentativo di completare tutti i giri nel minor tempo possibile.

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.

Nel caso in cui il pilota sia impegnato in un tratto di a velocità costante il tempo di attraversamento viene calcolato nel seguente modo:

1. In base alla velocità del pilota e alla lunghezza del segmento viene calcolato il tempo di attraversamento previsto
2. Si calcolano poi delle penalità che verranno aggiunte a tale tempo, che sono:
  - Condizioni meteo e tenuta di strada (max 10% del tempo calcolato)
  - Stato degli pneumatici (max 4% del tempo calcolato)
  - Peso della benzina nella vettura (0,05% in più del tempo per ogni litro nel serbatoio)

Tali penalità vengono poi sommate al tempo di attraversamento

3. A questo punto il pilota chiede l'accesso alla risorsa protetta del segmento comunicando il tempo atteso per l'attraversamento. La risorsa risponde comunicando il tempo effettivo di attraversamento sulla base della presenza o meno di altri piloti

Nel caso invece in cui il pilota sia impegnato in un tratto di accelerazione i passi per calcolare il tempo necessario al suo attraversamento sono:

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, che sarà quindi tanto maggiore quanto il pilota sarà abile nell'accelerare il prima possibile
-

3. In base dello 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 (max 10% del tempo calcolato)
  - Stato degli pneumatici (max 4% del tempo calcolato)
  - Peso della benzina nella vettura (0,05% in più del tempo per ogni litro nel serbatoio)

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 risorsa risponde comunicando il tempo effettivo di attraversamento sulla base della presenza o meno di altri piloti

Infine nel caso in cui il pilota sia impegnato in un tratto di decelerazione il procedimento è il seguente:

1. Viene calcolato lo spazio di frenata in base alla skill 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, che sarà quindi tanto minore quanto il pilota sarà abile nel frenare il più tardi possibile
  4. In base allo spazio di frenata effettivo viene calcolato il tempo di attraversamento atteso, tale valore verrà poi modificato in base alle skill del pilota e alle caratteristiche della vettura
  5. Si calcolano poi delle penalità che verranno aggiunte a tale tempo, che sono:
    - Condizioni meteo e tenuta di strada (max 10% del tempo calcolato)
-

- Stato degli pneumatici (max 4% del tempo calcolato)
- Peso della benzina nella vettura (0,05% in più del tempo per ogni litro nel serbatoio)

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 risorsa risponde comunicando il tempo effettivo di attraversamento sulla base della presenza o meno di altri piloti

### Soste ai box

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 mediante le soste ai box. La strategia di gara specifica la benzina iniziale che la vettura avrà nel serbatoio a inizio gara, e i giri in cui ci si fermerà per il cambio degli pneumatici.

Entrambi i fattori sono importanti. Bisognerà sia caricare il minimo quantitativo di benzina necessario per portare a termine la gara (avendo così la vettura il più leggera possibile) e sia schedulare al meglio le soste ai box per il cambio pneumatici, tenendo presente che con pneumatici usurati le prestazioni decrescono in maniera significativa ma allo stesso la sosta ai box per la loro sostituzione è un'operazione che richiede una certa quantità di tempo.

Dato che nelle competizioni reali le soste ai box sono diventate estremamente veloci (specialmente dopo il divieto di poter effettuare rifornimenti di carburante), nel sistema progettato una sosta ai box viene simulata mediante l'attraversamento della corsia box a velocità ridotta.

### Fine della gara

Molte volte nelle competizioni di Formula 1 un pilota termina la propria gara non perché abbia completato tutti i giri previsti, ma a causa di altri eventi come ad esempio incidenti, gusti o altro.

Volendo riportare questa caratteristica anche nel progetto, sono stati fissati 3 motivi per i quali un pilota può terminare la propria gara, e sono:

- Completamento di tutti i giri previsti
- Fine della benzina
- Guasto nella vettura

Ogni volta che si conclude il giro viene fatto un controllo per determinare se il pilota ha abbastanza benzina per completare un altro giro. In caso

---

affermativo esso procede normalmente effettuando il giro successivo, in caso contrario esso si ritira dalla competizione terminando così la sua gara

In base all'affidabilità della vettura poi un pilota ha una certa probabilità che durante la percorrenza del giro la sua vettura possa rompersi causandone il suo ritiro

### 3.3.5 Invio dello stato del pilota

Il pilota inoltre in determinati momenti invia delle informazioni sul suo stato al monitor, che poi le elabora per la loro visualizzazione a video.

Le informazioni trasmesse da un pilota sono le seguenti:

- Schieramento del pilota nella griglia di partenza
- Comunicazione del tempo fatto registrare in un determinato intermedio
- Ingresso ai box
- Uscita dai box
- Comunicazione della benzina rimasta e dello stato degli pneumatici
- Comunicazione di gara terminata da parte del pilota

Nella sezione 4.2 si spiegherà come queste informazioni vengono effettivamente inviate al monitor

## 3.4 Monitor

Il monitor è una semplice interfaccia grafica che raccoglie le informazioni sullo stato dei piloti ordinati secondo la loro posizione.

Essa è modellata come un'entità reattiva, in quando il suo unico compito è quello di ricevere i messaggi sullo stato della competizione e riportarli a video.

Le informazioni vengono visualizzate in una tabella dove ad ogni riga è associato un pilota, per ognuno di essi viene visualizzato:

- Nome Pilota
  - Numero
  - Costruttore
  - Tempo primo intermedio
  - Tempo secondo intermedio
-



- Tempo terzo intermedio
- Tempo al traguardo
- Distacco dal primo
- Numero giri fatti
- Stato del pilota (in gara, ai box o ritirato)
- Numero soste ai box fatte
- Carburante presente nel serbatoio
- Usura delle gomme
- Strategia del pilota (elenco dei giri in cui si fermerà)
- Tempo di gara (Visualizzato solo quando il pilota termina la competizione)

Vengono inoltre visualizzate informazioni come nome del circuito, tempo meteorologico, numero di giri previsti, stato della gara e miglior giro effettuato

Il modo con cui tale informazioni vengono raccolte è spiegato nella sezione 4.2

### 3.5 StartUp

Il componente StartUp si occupa della creazione di Gara e piloti e dell'avvio della competizione. Esso è l'unico metodo invocato dal main di F1Engine e ha il seguente ciclo di vita:

1. Creazione della gara
  2. Creazione dei piloti
  3. Attesa schieramento dei piloti sulla griglia di partenza
  4. Attesa della conferma da parte dell'utente per la partenza
  5. Attesa della fine della gara
  6. Terminazione a fine gara
-

#### 4.1 Partizionamento

Il progetto svolto si presta ad alcune considerazioni sull'aspetto della distribuzione. Si può infatti notare che esso è strutturato in 2 parti ben distinte, una contenente la logica della competizione (piloti e gara), e una contenente il monitor per la visualizzazione dello stato della competizioni.

Inoltre entrambi i blocchi sono indipendenti uno dall'altro. I piloti possono infatti gareggiare anche senza la presenza del monitor, mentre quest'ultimo può eseguire anche senza che nessun pilota stia gareggiando (ovviamente non mostrerà nessun dato).

Tale suddivisione è inoltre giustificata dal fatto che le parti che richiedono un certo carico computazionale (seppur modesto) sono quelle relative ai piloti e al monitor, mentre Gara, trattandosi di una collezione di record di memoria e di risorse protette, ha solamente un ruolo passivo e richiede perciò una capacità di calcolo molto inferiore

Queste considerazioni hanno portato quindi a scomporre il progetto in 2 nodi così composti:

- Nodo 1:
  - Piloti
  - Gara
- Nodo 2:
  - Monitor

## 4.2 Comunicazione

Una parte fondamentale della distribuzione riguarda la scelta del meccanismo di scambio informazioni tra i 2 nodi.

Nel nostro caso le informazioni scambiate hanno una sola direzione, in quanto il monitor ha il solo compito di ricevere le informazioni dal nodo F1Engine e mostrarle a video.

Dato che molte informazioni vengono inviate dal pilota, non è desiderabile che esso attenda la risposta di avvenuta ricezione del messaggio da parte del monitor, in quanto questo trasformerebbe l'operazione di invio messaggio in una operazione bloccante, influenzando così in modo indesiderato il suo comportamento.

Un'altra considerazione riguarda il fatto che un'informazione non ricevuta o ricevuta in ritardo non causerebbe un'inconsistenza dello stato della competizione a livello logico, ma solo una inconsistenza dei dati mostrati a video. Tale fenomeno si risolverebbe poi mano a mano che la gara avanza e che i nuovi dati aggiornati vengono ricevuti.

Tali considerazioni suggeriscono quindi la possibilità di usare una comunicazione asincrona nello scambio dei messaggi tra i 2 nodi basata su chiamate a procedure remote, con semantica oneway best-efford

Uno schema della distribuzione è riportato nella figura 4.1

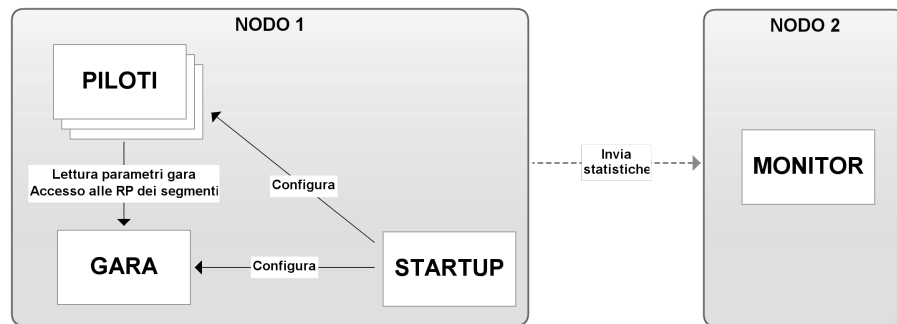


Figura 4.1: Schema di distribuzione del progetto

## CAPITOLO 5

---

### Concorrenza

---

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

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

### 5.1 Schieramento nella griglia di partenza

La griglia di partenza è stata modellata come una risorsa protetta, in modo da potervi accodare i piloti 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`, inizialmente chiusa
- Uno pubblico controllato da guardia chiamato `Wait_To_Pilots`, inizialmente chiusa

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 di `Wait_To_Pilots` 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 poi riaccordato 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

## 5.2 Accesso ai segmenti

L'accesso ai segmenti è la parte cruciale di tutto il sistema in quanto tramite essi viene gestita tutta la dinamica della gara, ovvero tempi di percorrenza del circuito, sorpassi e accesso ai box. Fornisce inoltre il meccanismo di ordinamento dei piloti durante la competizione

Come detto un segmento è composto da una o più corsie gestite mediante una risorsa protetta per garantire l'accesso in mutua esclusione, esse 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. Lo stato della risorsa protetta associata al segmento consiste nella memorizzazione dell'istante in cui l'ultimo pilota che vi ha chiesto l'accesso uscirà dalla corsia.

Inoltre ad ogni segmento è assegnato un contatore, che eroga dei ticket decrescenti ai piloti ogni volta ognuno di essi esce dal segmento. In questo modo è possibile ordinare i piloti con relativa semplicità senza dover tenere in considerazione alcun aspetto legato al calcolo dei tempi.

I piloti vengono infatti ordinati, nel momento in cui escono dai segmenti aventi la fotocellula per il rilevamento dei tempi, in base al giro in cui sono, al segmento in cui si trovano e al ticket in loro possesso. Il caso più difficile è

---

quando si confrontano 2 piloti nello stesso giro usciti dallo stesso segmento, rendendo così necessario analizzare il momento temporale in cui sono usciti. Con l'utilizzo dei ticket sarà invece sufficiente vedere chi dei 2 ha il ticket più alto, in quanto vorrà dire che sarà quello uscito prima dal segmento.

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 ad un segmento da parte di un pilota è il seguente:

- 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 alla procedura d'ingresso al segmento 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  $T_r$
- Accesso in mutua esclusione alla risorsa protetta
- Chiamata alla procedura di uscita dal segmento per assegnamento ticket
- Aggiornamento della risorsa protetta
- Rilascio della risorsa protetta

$T_i$  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 1 occupata da un pilota  $P_b$  con istante d'uscita  $T_{Pb} = 8$
-

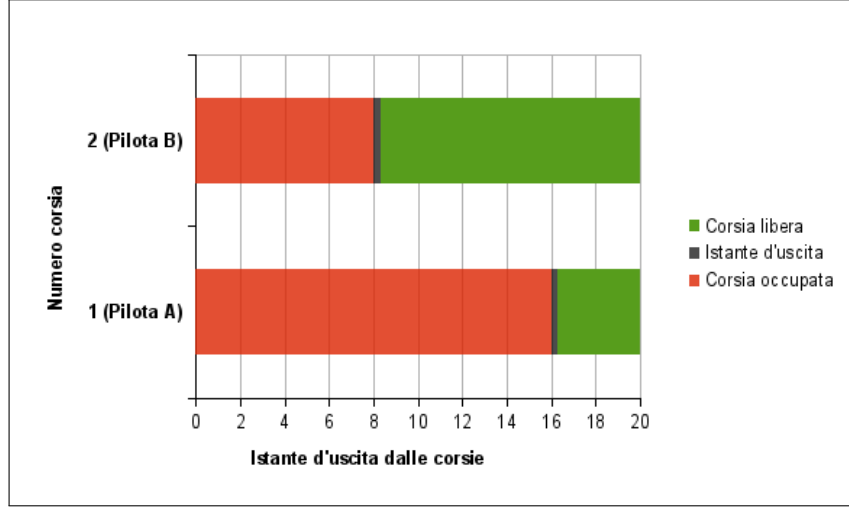


Figura 5.1: Stato del segmento S all'istante in cui il pilota C chiede l'accesso

$T_{c1}$  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 5.1

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. L'utilizzo di tale parametro verrà chiarito nella sezione 5.6

Vediamo ora come si calcolerà il tempo d'uscita del pilota  $P_c$  per ognuno di questi 3 casi.

### 5.2.1 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  $T_r = T_{c1} + T_{min}$  uscendo subito dopo il pilota  $P_2$ . L'ordine d'uscita dal segmento sarà 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 segmento ponendo  $T_{C1} = T_r$  in 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 5.2

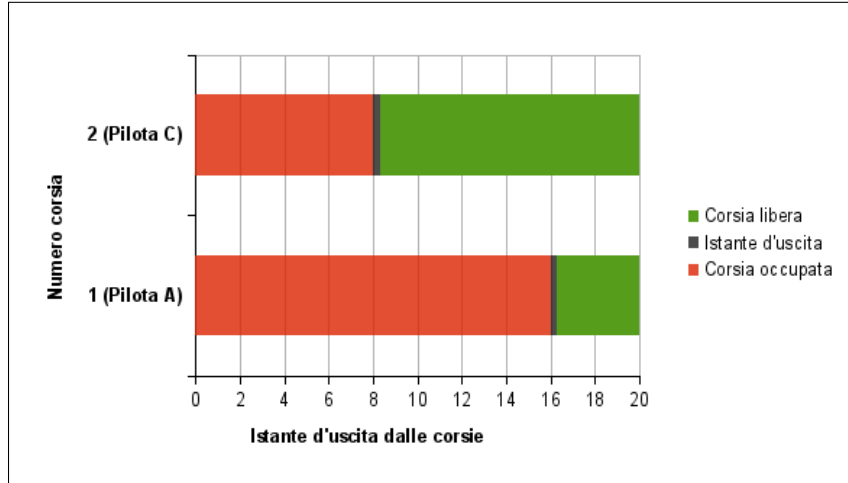


Figura 5.2: Caso 1: Stato del segmento S dopo che il pilota C ha effettuato l'accesso

### 5.2.2 Caso $T_a < T_i < T_b$

In questo caso il pilota  $P_c$  uscirebbe dopo  $P_a$  e prima di  $P_b$ , questo è compatibile con lo stato del segmento in quando  $P_c$  vede la corsia  $C_1$  virtualmente libera poichè 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 dal 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 5.3

### 5.2.3 Caso $T_i > T_b$

In questo caso il pilota  $P_c$  uscirebbe sia dopo  $P_a$  che dopo  $P_b$ , 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  $C_2$ .



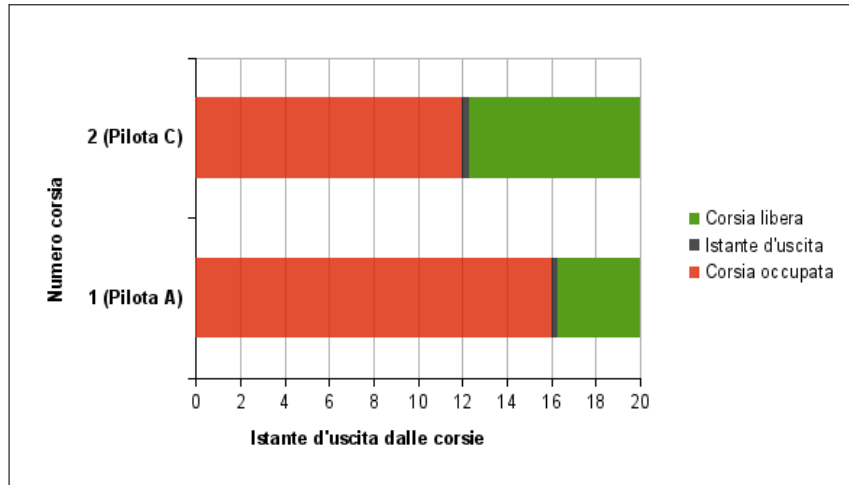


Figura 5.3: Caso 2: Stato del segmento  $S$  dopo che il pilota  $C$  ha effettuato l'accesso

Lo stato della risorsa protetta associata al segmento  $S$  sarà modificata ponendo  $T_{C2} = T_r$ , come rappresentato in figura 5.4, e l'ordine d'uscita sarà come previsto  $P_a- > P_b- > P_c$ .

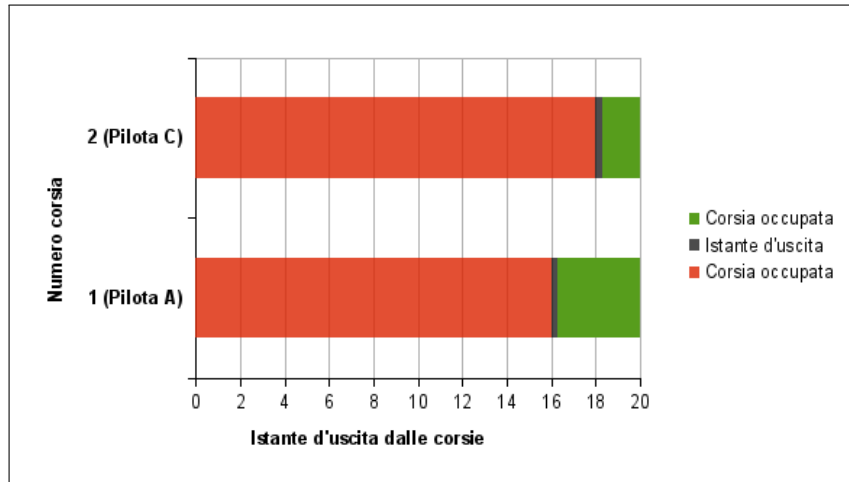


Figura 5.4: Caso 3: Stato del segmento  $S$  dopo che il pilota  $C$  ha effettuato l'accesso

### 5.3 Stallo

Affinché in un sistema possa esserci possibilità di stallo devono verificarsi queste 4 condizioni necessarie e sufficienti:

1. Accesso esclusivo a risorsa condivisa
2. Inibizione di prerilascio
3. Accumulo di risorse
4. Condizione di attesa circolare

Cerchiamo di analizzare ora queste 4 condizioni per determinare se nel sistema progettato possa esserci possibilità di stallo.

#### 5.3.1 Accesso esclusivo a risorsa condivisa

Questa condizione è una parte fondamentale del sistema, in quanto non sarebbe possibile garantire uno stato coerente della competizione nel caso in cui 2 processi potessero accedere contemporaneamente allo stesso corsia dello stesso segmento modificandone lo stato.

Riportandoci ad una caso reale sarebbe come se 2 vetture occupassero la stessa posizione nella stessa corsia di un segmento contemporaneamente, cosa ovviamente impossibile e da evitare.

#### 5.3.2 Inibizione del prerilascio

Anche questa condizione non può essere evitata, in quanto sarebbe scorretto consentire ad un processo di potersi appropriare di una risorsa protetta in uso da un altro processo.

Nel caso reale ciò sarebbe paragonabile alla situazione in cui un pilota eseguisse un sorpasso senza aver a disposizione una corsia libera. Anche questo deve essere vietato e quindi non è possibile rinunciare all'inibizione del prerilascio.

#### 5.3.3 Attesa circolare

Data la natura circolare di un tracciato di Formula 1 esistono le condizioni necessarie affinché possa verificarsi dell'attesa circolare, ma la dimensione del tracciato rapportata al numero di concorrenti fa sì che questo evento di difficile avvenimento.

#### 5.3.4 Accumulo di risorse

Nel sistema progettato un processo per poter avanzare con l'esecuzione necessita al massimo dell'acquisizione di una sola risorsa protetta, quindi viene a mancare il caso in cui esso possa accumulare solo una parte di risorse attendendone altre prima di continuare.

---

In conclusione dato il non verificarsi della condizione di accumulo risorse possiamo affermare che il sistema progettato è esente da possibili stalli.

## 5.4 Starvation

La starvation si verifica quando un processo non viene mai eseguito restando sempre in uno stato di wait.

Nel nostro caso l'Utilizzo di politiche ad ordinamento temporale e gli accodamenti di tipo FIFO dovrebbero garantire una certa sicurezza al rischio di starvation.

Inoltre i processi che rappresentano i vari piloti sono in stato di sleep per quasi tutta la loro esistenza, e non richiedono quindi un uso intensivo della CPU per poter eseguire garantendo la presenza di slot per eseguire altri processi.

## 5.5 Avvio e terminazione

Di seguito verrà spiegato come sono stati gestiti l'avvio e la terminazione dei vari componenti.

Come già detto i 2 nodi devono poter eseguire in modo indipendente, anche se ovviamente è necessario che entrambi siano attivi per avere un completo funzionamento del sistema.

### 5.5.1 F1ControlPanel

Questo deve essere il primo nodo ad essere eseguito, in quanto pubblica lo IOR necessario al nodo F1Engine per poterlo contattare.

#### Avvio

L'avvio del nodo non ha particolari aspetti rilevanti, in quanto si tratta semplicemente di un pannello che visualizza le informazioni ricevute dall'altro nodo.

Le operazioni eseguite sono:

- Inizializzazione di Corba
  - Pubblicazione dello IOR
  - Creazione del pannello per visualizzare dai ricevuti
  - Ascolto per la ricezione dei messaggi
-

### Terminazione

Come per l'avvio anche la terminazione del nodo F1ControlPanel non ha aspetti molto rilevanti. La sua terminazione è infatti decisa dall'utente, in quanto siccome contiene tutte le informazioni della gara è desiderabile che tali informazioni siano visibili anche al suo termine.

### Caduta o mancanza del nodo F1Engine

Come detto la caduta del nodo F1Engine non ha ripercussioni sull'esecuzione di F1ControlPanel. Tale nodo resterà comunque attivo anche se ovviamente non riceverà più alcun aggiornamento sullo stato della gara. Potrà comunque essere utilizzato per visualizzare i dati di una nuova gara eventualmente avviata tramite un nuovo nodo F1Engine.

#### 5.5.2 F1Engine

Questo deve essere eseguito solo dopo aver avviato il nodo F1ControlPanel, in quanto necessita dello IOR da esso pubblicato per poter spedire i dati

### Avvio

L'avvio del nodo consiste nelle seguenti operazioni:

1. Avvio del metodo main di F1Engine che invoca StartUp
2. Avvio del metodo StartUp che crea Gara e i task Piloti
3. Attesa dello schieramento dei piloti
4. Attesa del via da parte dell'utente
5. Partenza dei piloti

Nella figura 5.5 sono chiariti gli scope dei vari componenti lanciati.

### Terminazione

La terminazione inizia quando tutti i piloti concludono la gara secondo questa serie di eventi:

1. L'ultimo pilota conclude la gara e termina la propria esecuzione
  2. A questo punto tutti i task creati da StartUp sono terminati
  3. Gara non è più riferita da nessun componente al di fuori di StartUp
  4. StartUp può terminare la sua esecuzione
-

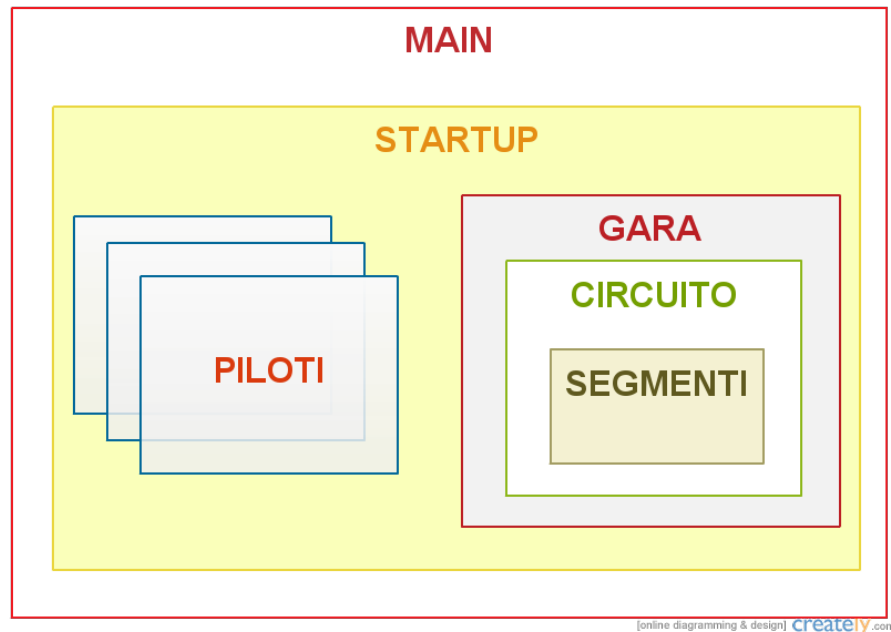


Figura 5.5: Scope del nodo F1Engine

5. Main ha invocato solamente StartUp, una volta che esso termina può a sua volta terminare

Il metodo main dunque termina dopo che tutti i piloti hanno concluso la loro gara, facendo così terminare tutto il nodo F1Engine

#### Caduta o mancanza del nodo F1ControlPanel

La caduta o la mancanza del nodo F1ControlPanel non pregiudica il corretto svolgimento della gara, semplicemente F1Engine continuerà la propria esecuzione senza però poter mandare alcuna informazione sul proprio stato al monitor, ma visualizzando tali informazioni nel terminale anche se in modo poco pratico e non completo.

## 5.6 Problemi legati alla granularità del tempo

Nelle prime esecuzione del sistema si sono notate delle problematiche relative alla granularità con cui il sistema operativo gestisce lo scorrere del tempo.

Questo aspetto comportava il risveglio in ordine sbagliato dei piloti, dovuto al fatto che lo scheduler non riesce a gestire in modo corretto il risveglio di thread con istanti di risveglio molto vicini tra loro. Questo sostanzialmente comportava il verificarsi di sorpassi non possibili (ad esempio su segmenti con una sola corsia), e sono state pensate 2 possibili soluzioni per evitarli

La prima soluzione consisteva nel creare un sistema di prenotazione in modo che un pilota potesse prenotare la mutua esclusione della risorsa protetta del segmento successivo. Se la risorsa protetta associata ad un segmento riceveva la richiesta di mutua esclusione da parte di un pilota diverso dal primo in lista nell'elenco delle prenotazioni, allora tale pilota doveva essere riaccordato nella stessa coda. Tale processo di riaccodamento proseguiva finché il pilota che chiedesse l'accesso in mutua esclusione alla risorsa protetta fosse effettivamente quello in cima alla lista di prenotazione.

Tale strategia, corretta dal punto di vista logico, comporta l'accumularsi di ritardi dovuti alla grande capacità di calcolo richiesta per eseguire un riaccodamento, in quanto si tratta di una operazione molto onerosa.

La soluzione alternativa, che è quella che è stata poi implementata nel sistema, è molto più semplice ed è basata sul fatto che in una reale competizione i Formula 1 2 piloti su una stessa corsia non possono avere un distacco inferiore ad un certo limite, in quanto ciò significherebbe che essi sono sovrapposti.

Anche nel sistema progettato è stato quindi inserito un distacco minimo tra i piloti, che garantisce il fatto che 2 o più di essi non si risveglino mai in istanti così vicini da non essere ben gestiti dallo scheduler.

Varie prove hanno portato a scegliere come distacco minimo tra 2 piloti il tempo di 0.05 secondi.



## CAPITOLO 6

---

### Implementazione

---

La presenza di 2 nodi distinti e con diverse funzioni ha portato a diverse considerazioni riguardo alla scelta dei linguaggi di programmazione da utilizzare nell'implementazione.

#### 6.1 Nodo 1

Come già detto il nodo 1 contiene la gara, i piloti e il relativo StartUp e gestisce tutti gli aspetti legati alla concorrenza e alla temporizzazione.

É stato quindi scelto di implementare questo nodo mediante il linguaggio ADA, che assicura un buon supporto sia riguardo alla concorrenza che riguardo alla distribuzione.

#### 6.2 Nodo 2

Il nodo 2 ha caratteristiche del tutto diverse rispetto a quelle del nodo 1, in quanto non gestisce nessun aspetto legato alla concorrenza ma solamente quelli legati alla visualizzazione grafica.

Per questi motivi è stato scelto di utilizzare Java per la sua implementazione, in quanto garantisce un buon supporto all'aspetto grafico con la presenza di vari tool ne consente la progettazione mediante semplice drag-and-drop. Questo linguaggio garantisce inoltre un buon supporto alla distribuzione.



### 6.3 Middleware

Come Middleware è stato scelto di utilizzare Corba, per via della sua diffusione e per il buon supporto dato ad entrambi i linguaggi usati

### 6.4 Accorgimenti

In fase di implementazione sono stati tuttavia necessari degli accorgimenti che hanno leggermente modificato la struttura iniziale del progetto, riportato in figura 4.1

I problemi sono sorti quando più piloti utilizzano contemporaneamente il middleware Corba per inviare messaggi al monitor, in quando ci sono state delle difficoltà nell'impostare Corba con una tasking policies che supportasse più thread per il lato ADA

Per non superare ulteriormente il limite delle ore da dedicare al progetto si è scelto quindi di modificarne leggermente la struttura, introducendo una nuova entità chiamata Sender.

Essa ha il compito di serializzare i messaggi inviati al monitor, in modo che non ce ne siano più di spediti contemporaneamente. Nella sua realizzazione è stata modellata come una risorsa protetta, con una procedura esposta per ogni tipo di evento che il pilota o lo StartUp può segnalare al monitor.

Il fatto che si tratti di procedure garantisce che esse siano eseguite in mutua esclusione e quindi serializzate. Esse comunque devono solo consegnare il messaggio al middleware, usando ugualmente una politica best-effort e non introducono ritardi evidenti in fase di esecuzione.

Lo stesso problema si è ripercosso anche nel nodo 2, in quanto poteva capitare che venissero chiamati più metodi del monitor allo stesso tempo causando degli errori nella visualizzazione. Anche questo è stato risolto eseguendo tutti i metodi per l'aggiornamento dell'interfaccia grafica in mutua esclusione, e anche in questo caso non ci sono ripercussioni in quanto nel peggiore dei casi l'unico inconveniente che si avrebbe sarebbe un leggero ritardo nell'aggiornamento dell'interfaccia grafica, difficilmente rilevabile e che non ne compromette la consistenza.

Uno schema con l'architettura dopo l'introduzione dell'entità Sender è rappresentato nella figura 6.1

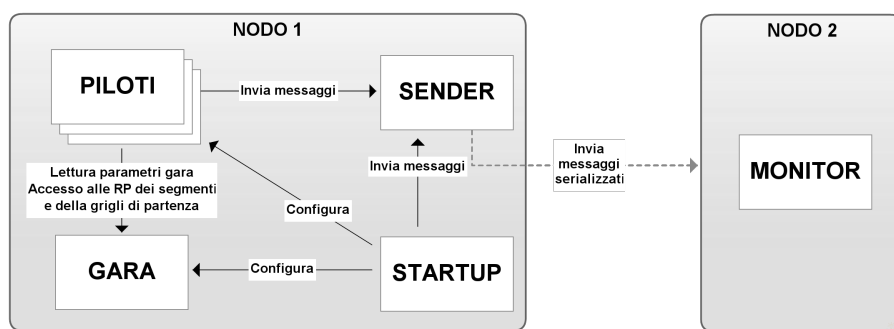


Figura 6.1: Schema di distribuzione dopo l'aggiunta dell'entità Sender



## CAPITOLO 7

---

### Compilazione, configurazione ed esecuzione

---

#### 7.1 Ambiente d'esecuzione

Il progetto è stato testato sia su sistema operativo Ubuntu 13.04 che su sistema operativo virtualizzato Ubuntu 10.04.

Oltre alle librerie standard del sistema operativo sono necessari i seguenti pacchetti:

- polyorb-server
- libpolyorb2
- oracle-jdk-7 o una distribuzione Java equivalente

#### 7.2 Compilazione

Nel progetto sono presenti 2 script, chiamati CompileEngine.sh e CompilePanel.sh che servono per compilare rispettivamente la partizione F1Engine e la partizione F1ControllPanel in modo indipendente.

#### 7.3 Configurazione

Il progetto prevede tutta una serie di file di configurazione per personalizzare la competizione. Questi file sono salvati nella cartella conf dell'F1Engine, e possono essere di 4 differenti tipi:

- file .trk, contenuti nella sotto cartella circuits\_set
- file .car, contenuti nella sotto cartella cars\_set

- file .plt, contenuti nella sotto cartella pilots\_set
- file .conf, contenuti nella cartella conf

## 7.4 File .trk

Ognuno di questi file descrive un circuito su cui è possibile svolgere una competizione, ogni riga contiene i parametri che descrivono un singolo segmento (quindi la prima riga contiene i parametri del primo segmento, la seconda quelli del secondo segmento e così via)

I parametri per ogni segmento sono:

- Segment\_Type (dec, acc, const, box)
- Lenght (Integer 1.. $\infty$ )
- Speed (Float 1.. $\infty$ )
- Num\_Lane (Integer 1..2)
- Has\_Time\_Check (Positive 0..4)

### Segment\_Type

Identifica il tipo di segmento (acc => accelerazione, const => curva, dec => decelerazione, box => box). I box devono occupare i primi 3 segmenti (decelerazione, box e accelerazione) e devono avere complessivamente una lunghezza pari al segmento di partenza (che è alla terza posizione).

### Lenght

Indica la lunghezza del segmento in metri.

### Speed

Indica la velocità (m/s) massima in caso di un segmento di accelerazione, la velocità di uscita in caso di un segmento di decelerazione o la velocità di percorrenza in caso di segmento a velocità costante. Se un segmento di accelerazione o di decelerazione precede un segmento a velocità costante, dovranno avere l'attributo Speed uguale.

### Num\_Lane

Indica il numero di corsie del segmento.

---

**Has\_Time\_Check**

Indica se il segmento viene usato per la rilevazione dei tempi, devono essere in tutto 4. Indica anche il numero dell'intermedio.

## 7.5 File .car

Questi file di configurazione stabiliscono le possibili vetture che possono essere assegnate ai vari piloti. Ogni file definisce una vettura, e viene indicato un suo parametro per ogni riga col seguente ordine:

- Manufacturer : String;
- Coeff\_Acceleration : (Integer 1..10)
- Coeff\_Deceleration : (Integer 1..10)
- Max\_Speed: (Integer 1..100)
- Coeff\_Roadholding: (Integer 1..10)
- Coeff\_Tire\_Wear: (Integer 1..10)
- Consupction: (Float 1.. $\infty$ )
- Max\_Fuel\_Level: (Float 1.. $\infty$ )
- Reliability: (Integer 1..10)

**Manufacturer**

Indica la casa costruttrice della vettura.

**Coeff\_Acceleration**

Indica il coefficiente di accelerazione, che è massimo se vale 10 e minimo se vale 1.

**Coeff\_Deceleration**

Indica il coefficiente di decelerazione, che è massimo se vale 10 e minimo se vale 1.

**Max\_Speed**

Indica la velocità massima che l'auto può raggiungere in metri al secondo.

---

**Coeff\_Roadholding**

Indica il coefficiente di tenuta, che è massimo se vale 10 e minimo se vale 1.

**Coeff\_Tire\_Wear**

Indica il coefficiente di usura gomme, più alto è e meno si consumano.

**Consumption**

Indica il consumo dell'auto, misurato in litri per chilometro.

**Max\_Fuel\_Level**

Indica la capienza del serbatoio in litri.

**Reliability**

Indica l'affidabilità della vettura.

## 7.6 File .plt

I file .plt descrivono un pool di piloti da cui è possibile scegliere quelli che effettivamente parteciperanno alla competizione.

Ogni file descrive un diverso pilota, e in ogni riga si specifica una sua skill con il seguente ordine:

- Name : (String);
- Number : (Positive)
- Skill\_Acceleration : (Integer 1..10)
- Skill\_Deceleration: (Integer 1..10)

**Number**

Indica il numero del pilota.

**Name**

Indica il nome del pilota.

**Skill\_Acceleration**

Indica la skill di accelerazione, che è massimo se vale 10 e minimo se vale 1.

---

### Skill Deceleration

Indica la skill di decelerazione, che è massimo se vale 10 e minimo se vale 1.

## 7.7 File .conf

Ognuno di questo file descrive una competizione. Nella prima parte si specificano, uno per riga, le seguenti opzioni della competizione:

- Nome del file con la configurazione del circuito
- Numero di giri previsti (Positive)
- Condizioni meteo (dry, wet)

Nella seconda parte del file invece si elencano tutti i piloti che partecipano alla competizione, specificando quale vettura è a loro assegnata, la quantità di benzina a inizio gara e i giri in cui entrare a i box per cambiare gli pneumatici.

Per ogni riga verranno dunque indicati:

- Nome del file del pilota
- Nome del file della vettura assegnata al pilota
- Litri di benzina caricati a inizio gara (Positive)
- Elenco dei giri in cui fermarsi ai box (Elenco di Positive)

Nel progetto sono già inclusi vari file di configurazione, con la quale è possibile testare il tutto. Il file `test_1lane.conf` contiene una configurazione che avvia una competizione senza soste ai box in cui il circuito è interamente ad una corsia, e nonostante la presenza di auto lente nelle prime posizioni si può notare come esse facciano da tappo in quanto su tale tracciato non è possibile eseguire sorpassi.

Il file `test_2lane.conf` avvia invece una competizione con soste ai box in un circuito con la presenza alcuni di segmenti con 2 corsie, dove si può notare l'esecuzione di sorpassi ai danni dei piloti più lenti.

## 7.8 Esecuzione

Per semplificare la fase di test si ipotizza che entrambi i nodi siano eseguiti sullo stesso terminale, in modo che lo IOR del server dei nomi possa essere condiviso mediante un semplice file di testo accessibile da entrambi i nodi.

Nel progetto sono presenti 2 script per lanciare il software.

---



Per prima cosa bisognerà avviare lo script con nome StartControlPanel.sh che ha il compito di avviare il pannello per la visualizzazione delle statistiche e il server dei nomi per la distribuzione.

Una volta avviato il pannello sarà necessario lanciare lo script StartEngine.sh, che si occuperà di avviare il nodo F1Engine usando lo IOR precedentemente salvato dal nodo F1ControlPanel. Lo script StartEngine.sh deve inoltre ricevere in ingresso una stringa contenente il nome del file .conf desiderato.

Un esempio di una possibile esecuzione partendo dalla cartella Workspace del progetto è la seguente:

```
cd F1ControlPanel
sh StartControlPanel.sh
cd ..
cd F1Engine
sh StartEngine.sh test_2lane.conf
```