

POLITECNICO DI TORINO

Laurea Triennale in Ingegneria Gestionale L-8



Laurea Triennale

Applicazione per simulazione campionato F1

Supervisore

Candidato

Prof. Fulvio CORNO

Enrico CIUFFREDA

AA. 2020/2021

Sommario

Lo sport è da sempre in grado di regalare emozioni perchè riesce ad aggiungere una componente di imprevedibilità a quello che sarebbe altrimenti soltanto un'applicazione di fenomeni fisici e matematici in un determinato ambiente ed in determinate condizioni. Ad esempio possiamo pensare alla F1 dove lo studio dei fenomeni fisici è fondamentale per costruire una macchina, farla girare in pista ed in seguito confrontarla con le altre vetture. L'assegnazione dei punti però non è fatta solo in base ai numeri, alle possibili prestazioni teoriche della macchina ma è fatta in base alla classifica d'arrivo dei piloti e questo aggiunge dell'imprevedibilità data dalla bravura dei piloti, dai possibili guasti alle vetture, dalla pioggia o da migliaia di altri fattori che rendono appunto la F1 uno degli sport più seguiti al mondo.

Indice

Elenco delle tabelle	VI
Elenco delle figure	VII
Acronyms	IX
1 Proposta di Progetto	1
1.1 Titolo della proposta	1
1.2 Descrizione del problema proposto	1
1.3 Descrizione della rilevanza gestionale del problema	1
1.4 Descrizione dei data-set per la valutazione	2
1.5 Descrizione preliminare degli algoritmi coinvolti	2
2 Descrizione dettagliata del problema	4
2.1 Campionato di F1	4
2.2 Obiettivi	5
2.3 Criticità	5
3 Dataset	6
3.1 Informazioni introduttive	6
3.2 Descrizione delle tabelle	7
3.2.1 tabella circuits	7
3.2.2 tabella drivers	8
3.2.3 tabella constructors	8
3.2.4 tabella races	8
3.2.5 tabella pitStops	9
3.2.6 tabella lapTimes	9
3.2.7 tabella qualifying	9
3.2.8 tabella results	10
3.2.9 tabella driverStandings	11
3.2.10 tabella constructorStandings	11

3.2.11	tabella constructorResults	11
4	Strutture dati e algoritmi utilizzati	12
4.1	Struttura del progetto	12
4.2	Software utilizzati	13
4.3	Algoritmi	14
4.3.1	Algoritmo di modifica dati in base a parametri scelti dall'utente	14
4.3.2	Algoritmo di generazione eventi	14
4.3.3	Algoritmo di simulazione della qualifica	14
4.3.4	Algoritmo di simulazione della gara	15
5	Diagramma delle classi principali	17
6	Interfaccia dell'applicazione	20
7	Esempi d'uso e risultato	24
7.1	Parametri utilizzati	24
7.2	Analisi	26
7.3	Parametri introduzione nuovo pilota	28
7.4	Analisi	28
8	Conclusione e possibili miglioramenti	30

Elenco delle tabelle

4.1	schema dei package	12
-----	------------------------------	----

Elenco delle figure

3.1	Diagramma ER	7
4.1	Flowchart simulazione	13
5.1	Diagramma UML package SimulazioneF1	17
5.2	Diagramma UML package Model	18
5.3	Diagramma UML package DB	19
6.1	Schermata impostazione della simulazione	20
6.2	Classifica Piloti e griglia di partenza della gara in Messico	21
6.3	Classifica Scuderia e classifica finale della gara in Messico	21
6.4	Schermata impostazione della simulazione con dati scelti dall'utente	22
6.5	Classifica Piloti e griglia di partenza della gara in bahrein	22
6.6	Classifica Scuderia e classifica finale della gara in bahrein	23
7.1	Classifica Piloti in diverse simulazioni	24
7.2	Classifica Piloti in diverse simulazioni	25
7.3	Classifica Scuderia in diverse simulazioni	25
7.4	Classifica Scuderia dopo l'introduzione di un nuovo pilota	27
7.5	Classifica Piloti dopo l'introduzione di un nuovo pilota	27

Acronyms

F1

Formula 1

FIA

Federazione internazionale dell'automobile

DB

Database

SQL

Structured Query Language

IDE

Integrated development environment

UML

Unified Modeling Language

Capitolo 1

Proposta di Progetto

1.1 Titolo della proposta

Applicazione per simulazione campionato F1

1.2 Descrizione del problema proposto

L'applicazione ha come obiettivo quello di simulare un campionato di Formula 1 per assegnare il titolo iridato al pilota che ha guadagnato più punti all'interno delle gare previste e per assegnare il cosiddetto campionato costruttori, ovvero il premio alla scuderia che ha guadagnato più punti. La simulazione sarà basata sui dati reali dei vari anni e quindi sulle capacità dei vari piloti e dalle performance delle macchine delle varie scuderie. La simulazione verrà effettuata gara per gara.

1.3 Descrizione della rilevanza gestionale del problema

L'applicazione può avere diversi scopi in base al ruolo dell'utente. Nel caso in cui l'utente faccia parte di una scuderia allora l'applicazione servirebbe per simulare il campionato sostituendo un pilota con uno nuovo o scambiando due piloti di due scuderie diverse o per simulare il campionato dopo aver investito un extra nella scuderia e quindi vedendo la propria macchina migliorata. Nel caso in cui l'utente sia un semplice fruitore allora potrebbe usare l'applicazione per raccogliere dati per quanto concerne il settore delle scommesse.

1.4 Descrizione dei data-set per la valutazione

L'applicazione fa uso di un solo dataset disponibile all'indirizzo <http://ergast.com/mrd/db>, in cui sono presenti i dati di tutti i circuiti, di tutti i piloti e di tutti i risultati delle varie qualifiche e gare. Il database è rilasciato con licenza "Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported Licence". Al dataset viene aggiunto una tabella contenente la valutazione di ogni pilota. Questi ultimi dati vengono presi direttamente dal gioco "F12020" licenziato dalla FIA e prodotto da Codemaster e una tabella contenente i vari importi degli investimenti fatti da ciascuna scuderia nel corso del 2019 ricavati dai budget pubblici rilasciati dalle diverse scuderie.

1.5 Descrizione preliminare degli algoritmi coinvolti

Il principale algoritmo coinvolto è un algoritmo simulativo a eventi discreti. Le tipologie di eventi sono: Qualifica, Gara, Incidente, Sorpasso. I tempi della qualifica si baseranno sui dati degli anni precedenti sullo stesso circuito. Poiché sono presenti solo le valutazioni dei piloti dell'anno in corso viene preso il giro più veloce e vengono aggiunti o sottratti secondi in base alla differenza di valutazione del pilota, alla valutazione della macchina e ad un fattore casuale così da poter formare la griglia di partenza per la gara. L'evento gara permetterà di simulare l'intera gara e quindi i diversi giri, nei quali i piloti potranno sorpassare le vetture che li precedono attraverso l'evento sorpasso che si attiverà quando i due piloti sono ad una distanza prefissata. L'evento sorpasso avrà una probabilità di riuscita che dipende dall'abilità del pilota, alla valutazione della macchina, ad un fattore casuale e alla presenza della scia. Al termine della gara verranno assegnati i punti ai piloti in base al loro posizionamento e una volta finite le gare verrà assegnato il premio per il pilota con più punti e la scuderia con più punti. Descrizione preliminare delle funzionalità previste per l'applicazione software L'applicazione sarà divisa in due parti. La prima parte presenterà un menù a tendina dal quale è possibile scegliere se scambiare un pilota di una scuderia con un altro pilota di un'altra scuderia, scambiare un pilota di una scuderia con un pilota esterno al circus e in questo caso il nome potrà essere impostato direttamente dall'utente così come la valutazione del pilota che potrà essere generata in maniera casuale o inserita dall'utente. Una terza opzione del menù permetterà di inserire l'importo (in milioni di euro) da investire per aumentare la qualità della macchina. L'ultima impostazione che l'utente può inserire la possibilità di pioggia durante le qualifiche e durante le gara. Un bottone "SIMULA" permetterà all'utente di iniziare la simulazione. La seconda parte invece presenterà i risultati relativi alla simulazione. I risultati saranno visualizzati in

tabella e con un menù a tendina sarà possibile passare dalla classifica piloti alla classifica costruttori. Sarà inoltre possibile visualizzare i risultati di ogni gara. Un bottone “NUOVA SIMULAZIONE” permetterà all’utente di tornare alla prima sezione e ripristinare le varie classifiche.

Capitolo 2

Descrizione dettagliata del problema

2.1 Campionato di F1

Il campionato di F1 è un campionato mondiale automobilistico organizzato dalla FIA. Il campionato è composto da un numero variabile di gare che possono essere disputate nei vari Paesi del Mondo. In genere una settimana in cui vi è la gara è composta da 3 parti:

- **Prove libere** (generalmente svolte il venerdì), dove vengono provati i vari setup per le macchine;
- **Qualifiche** (generalmente svolte il sabato), dove i piloti si qualificano alla gara e cercano di avere il miglior posto possibile in griglia di partenza per la gara;
- **Gara** (generalmente svolta la domenica).

Al termine del campionato vengono assegnati due tipi diversi di titoli: il **Premio Costruttore**, assegnato alla scuderia che ha totalizzato più punti nel corso del campionato e il **Premio pilota**, assegnato al pilota che ha totalizzato più punti nel corso del campionato .

A seguito della pandemia da Covid-19, il campionato di F1 2020 è stato caratterizzato da un numero ridotto di gare, dall'assenza di alcuni piloti in determinate gare e dall'introduzione di un sistema che ha come obiettivo quello di minimizzare il gap tra le varie scuderie limitando gli investimenti delle scuderie e limitando il numero di possibili sostituzioni nei pezzi che compongono la vettura.

2.2 Obiettivi

L'applicazione ha vari obiettivi che però possono essere raggruppati in due insiemi. Da una parte abbiamo gli obiettivi finalizzati ad aiutare una scuderia nelle scelte effettuate ad inizio anno, come possono essere quelle della scelta del pilota o della scelta della quantità di investimenti da effettuare. Inoltre poichè l'applicazione simula e riporta la classifica di ogni gara, una scuderia può anche cercare di migliorare le prestazioni in quella determinata gara. D'altra parte abbiamo invece, gli obiettivi finalizzati ad un calcolo probabilistico della vittoria del titolo piloti, del titolo costruttori e della griglia di partenza e della classifica finale di ogni gara; questi risultati, ottenuti dalla simulazione ripetuta più volte, possono essere ad esempio una base di partenza per calcolare la quotazione di ogni evento da parte dei bookmakers.

2.3 Criticità

L'applicazione presenta varie criticità dovute soprattutto all'impossibilità di recuperare qualsiasi tipo di dato relativo alle varie vetture poichè questi dati rimangono segreti all'interno delle varie scuderie e non vengono pubblicati. Non è quindi possibile analizzare le varie componenti e conseguentemente non è possibile nemmeno quantificare le prestazioni come ad esempio la velocità massima o la velocità in curva.

Un'ulteriore criticità è rappresentata dall'irrealistica, ma efficace a livello simulativo, semplificazione dell'abilità di un pilota. Infatti l'applicazione non tiene conto delle varie qualità che un pilota può avere, un esempio potrebbe essere il caso in cui un pilota potrebbe schivare un altro pilota e quindi non effettuare un incidente grazie alla sua destrezza mentre nella stessa situazione un altro pilota potrebbe essere coinvolto poichè i suoi riflessi non sono così eccellenti.

Un'ulteriore criticità è quella di non implementare una strategia di scuderia per ogni gara ma utilizzare una strategia fornita dai dati degli anni passati.

Le ultime due criticità sono rappresentate dal consumo degli pneumatici e dalla temperatura e dallo stato dell'asfalto.

Capitolo 3

Dataset

3.1 Informazioni introduttive

I dati utilizzati sono divisibili in tre diverse categorie:

- Dati dei circuiti, dei piloti e delle scuderie e relative prestazioni in tutte le gare;
- Dati utilizzati per quantificare il valore tecnico di ciascun pilota;
- Dati riguardanti gli investimenti fatti dalle scuderie nel 2020.

Il software è stato realizzato per poter essere aggiornato con le prestazioni dei piloti e delle scuderie negli anni successivi.

A scopo di esempio e per testare le funzionalità dell'applicazione sono stati utilizzati i dati riguardanti tutte le stagioni fino alla fine del campionato di F1 del 2020. Tali dati sono stati estratti al seguente indirizzo: <http://ergast.com/mrd/db/>. Allo script sql, rilasciato con licenza Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported Licence, è poi necessario aggiungere uno script sql che comprende una tabella per assegnare i punteggi ad ogni pilota ed una tabella che riporta gli importi spese dalle scuderie.

Nella directory "db" è possibile trovare un file in formato sql che contiene al suo interno sia i dati delle prestazioni sia i dati riguardanti il punteggio dei piloti e le spese dei vari team; è inoltre disponibile anche il solo esempio dei punteggi e delle spese ed è anche disponibile un altro file utile se si ha già un database chiamato "F1".

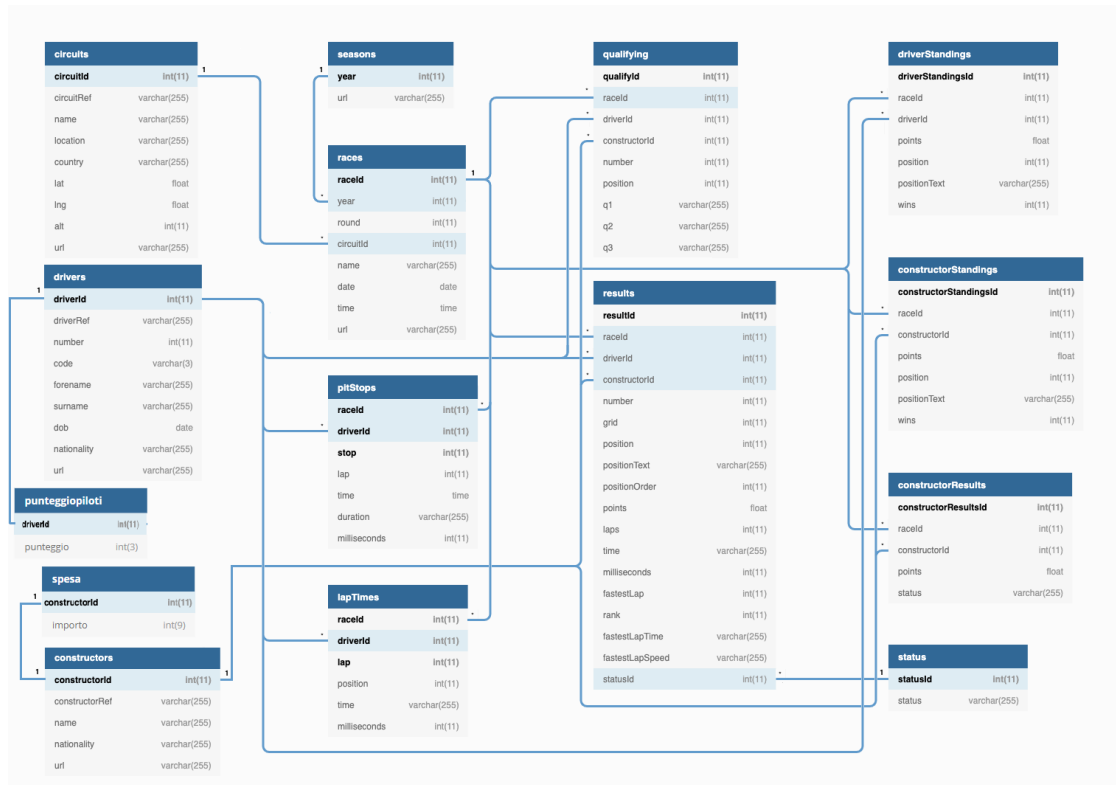


Figura 3.1: Diagramma ER

3.2 Descrizione delle tabelle

3.2.1 tabella circuits

1. **circuitid**: codice identificativo del circuito;
2. **circuitRef**: stringa identificativa per il circuito;
3. **name**: nome del circuito;
4. **location**: città in cui si trova il circuito;
5. **country**: Paese in cui si trova il circuito;
6. **lat**: latitudine del punto in cui si trova il circuito;
7. **lng**: longitudine del punto in cui si trova il circuito;
8. **alt**;
9. **url**: link wikipedia del circuito;

3.2.2 tabella drivers

1. **driversid**: codice identificativo del pilota;
2. **driverRef**: stringa identificativa per il pilota (generalmente uguale al surname);
3. **number**: numero utilizzato dal pilota;
4. **code**: stringa di 3 caratteri per identificare il pilota;
5. **forename**: nome del pilota;
6. **surname**: cognome del pilota;
7. **dob**: data di nascita del pilota;
8. **nationality**: Paese del pilota;
9. **url**: link wikipedia del pilota;

3.2.3 tabella constructors

1. **constructorId**: codice identificativo della scuderia;
2. **constructorRef**: stringa identificativa per la scuderia (generalmente uguale al name);
3. **nome**: nome della scuderia; **nationality**: Paese della scuderia;
4. **url**: link wikipedia della scuderia;

3.2.4 tabella races

1. **raceid**: codice identificativo della gara;
2. **year**: anno di svolgimento della gara;
3. **round**: numero progressivo annuale;
4. **circuitid**: codice identificativo del circuito;
5. **name**: nome che viene dato alla gara;
6. **data**: data in cui si svolge la gara;
7. **time**: orario in cui si svolge la gara;
8. **url**: link wikipedia della gara;

3.2.5 tabella pitStops

1. **raceid**: codice identificativo della gara;
2. **driverid**: codice identificativo;
3. **stop**: numero progressivo di stop per ogni pilota per ogni gara;
4. **lap**: giro in cui è stato effettuato il pitstop;
5. **time**: ora in cui è stato effettuato il pitstop;
6. **duration**: durata del pitstop;
7. **milliseconds**: durata del pitstop in millisecondi;

3.2.6 tabella lapTimes

1. **raceid**: codice identificativo della gara;
2. **driverid**: codice identificativo del pilota;
3. **lap**: giro in cui è stato effettuato il pitstop;
4. **position**: posizione in cui si trova il pilota all'inizio del giro;
5. **time**: durata del giro;
6. **milliseconds**: durata del pitstop in millisecondi;

3.2.7 tabella qualifying

1. **qualifyid**: codice identificativo della qualifica, diverso per ogni gara e per ogni pilota;
2. **raceid**: codice identificativo della gara;
3. **driverid**: codice identificativo del pilota;
4. **constructorid**: codice identificativo della scuderia;
5. **number**: numero del pilota;
6. **position**: posizione guadagnata dal pilota in griglia di partenza;
7. **q1**: durata del miglior giro in q1;
8. **q2**: durata del miglior giro in q2;
9. **q3**: durata del miglior giro in q3;

3.2.8 tabella results

1. **resultid**: codice identificativo del risultato di una gara;
2. **raceid**: codice identificativo della gara;
3. **driverid**: codice identificativo del pilota;
4. **constructorid**: codice identificativo della scuderia;
5. **number**: numero del pilota;
6. **grid**: posizione iniziale del pilota;
7. **position**: posizione finale del pilota (null per piloti che si sono ritirati durante la gara);
8. **positionText**: viene riportato sotto forma di stringa la posizione o il motivo di ritiro;
9. **positionOrder**: posizione finale del pilota;
10. **points**: punti guadagnati in gara;
11. **laps**: numero di giri compiuti;
12. **time**: durata della gara;
13. **milliseconds**: durata della gara in millisecondi;
14. **fastestLap**: indicazione del giro in cui è stato fatto il miglior tempo;
15. **rank**: posizione rispetto agli altri piloti per quanto riguarda i giri veloci;
16. **fastestLapTime**: durata in millisecondi del miglior giro del pilota;
17. **fastestLapSpeed**: velocità media di percorrenza del giro veloce;
18. **statusId** : numero che corrisponde allo status del pilota (nella tabella status viene indicato a cosa corrisponde ogni numero);

3.2.9 tabella driverStandings

1. **driverStandingsid**: codice identificativo del risultato del pilota in una gara;
2. **raceid**: codice identificativo della gara;
3. **driverid**: codice identificativo del pilota;
4. **points**: punti guadagnati in gara;
5. **position**: posizione finale del pilota (null per piloti che si sono ritirati durante la gara);
6. **positionText**: viene riportato sotto forma di stringa la posizione o il motivo di ritiro;
7. **wins**: valore binario per indicare la vittoria o no del pilota;

3.2.10 tabella constructorStandings

1. **constructorStandingsid**: codice identificativo del risultato della scuderia in una gara;
2. **raceid**: codice identificativo della gara;
3. **constructorid**: codice identificativo della scuderia;
4. **points**: punti guadagnati in gara;
5. **position**: posizione finale della scuderia;
6. **positionText**: viene riportato sotto forma di stringa la posizione o il motivo di ritiro;
7. **wins**: valore binario per indicare la vittoria o no della scuderia;

3.2.11 tabella constructorResults

1. **constructorResultsid**: codice identificativo del risultato della scuderia in una gara;
2. **raceid**: codice identificativo della gara;
3. **constructorid**: codice identificativo della scuderia;
4. **points**: punti guadagnati in gara;
5. **status**: variabile per indicare il motivo di ritiro della scuderia;

Capitolo 4

Strutture dati e algoritmi utilizzati

Nome del package	Numero di classi	Descrizione
DB	3	Collegamento al database
Model	14	Algoritmi
SimulazioneF1	5	Controller interfaccia grafica

Tabella 4.1: schema dei package

4.1 Struttura del progetto

L'applicazione, scritta in linguaggio Java, segue il pattern pattern MVC(Model View Controller), quindi dividendo la struttura software in 3 parti principali: model, view e controller. Inoltre l'applicazione sfrutta il pattern DAO (Database Access Object), che permette di accedere ai dati sul database, basandosi sugli input dell'utente (ad esempio il numero di gare) e ricavando informazioni poi processate dal Model.

Il progetto dell'applicazione è disponibile nel repository Github al seguente link: <https://github.com/TdP-prove-finali/CiuffredaEnrico>.

Il progetto si compone di 3 package:

- **DB:** contiene tutte le classi utili a: collegarsi al database ed estrarne i dati seguendo il pattern DAO;
- **Model:** contiene tutte le classi utilizzati per memorizzare i dati, tutte le classi necessarie per la memorizzazione dei dati, le classi utilizzate per stampare

dei dati e le classi utilizzate per la generazione degli eventi gara e qualifica e quindi per la loro simulazione;

- **SimulazioneF1:** contiene tutte le classi per gestire l'interfaccia grafica dell'applicazione. Al suo interno è disponibile una classe *Controller* per ognuna delle due scene, la prima che permette al pilota di impostare alcuni parametri nella simulazione e la seconda utilizzata per stampare a schermo i risultati ottenuti dalla simulazione. La classe *CambiaScena* è invece utilizzata per passare dalla prima scena alla seconda e viceversa.

4.2 Software utilizzati

L'applicazione è stata realizzata tramite l'IDE Eclipse. Per la realizzazione di parte dell'interfaccia grafica è stato utilizzato il software SceneBuilder.

Il DBMS utilizzato è MariaDB con interfaccia grafica HeidiSQL.

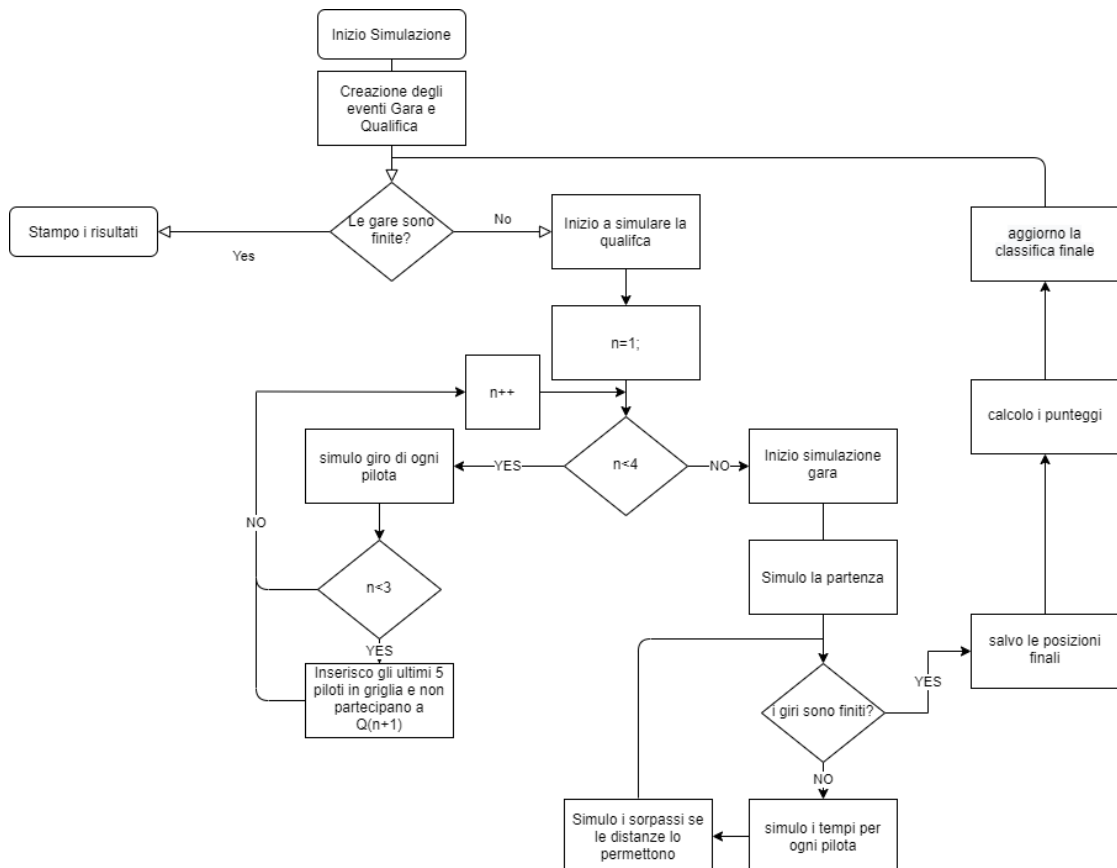


Figura 4.1: Flowchart simulazione

4.3 Algoritmi

L'applicazione presenta alcuni algoritmi fondamentali.

4.3.1 Algoritmo di modifica dati in base a parametri scelti dall'utente

Lo scopo di questo algoritmo, contenuto nella classe *Model*, è quello di poter permettere all'utente di influenzare la simulazione attraverso 3 procedure:

- Sostituzione di un pilota presente in lista con un pilota con dati introdotti dall'utente;
- Scambio di scuderia tra due piloti. Lo scambio prevede che i tempi dei piloti siano diminuiti o aumentati in base alla differenza di punteggio assegnato alle due diverse macchine;
- Miglioramento di una scuderia attraverso l'investimento di un numero, inserito dall'utente, di milioni di euro. L'investimento fa sì che i tempi dei giri di gara e qualifica dei due piloti della scuderia vengano diminuiti in base al miglioramento apportato alla macchina utilizzando questi nuovi fondi.

4.3.2 Algoritmo di generazione eventi

Lo scopo di questo algoritmo, contenuto nella classe *Simulatore*, è quello di generare gli eventi su cui effettuare la simulazione. Come possiamo notare dalla classe *Evento*, abbiamo due tipi di eventi che possono essere creati: evento QUALIFICA ed evento GARA; questi eventi vengono generati insieme poichè ad ogni gara deve corrispondere una ed una sola qualifica ed ad ogni qualifica deve corrispondere una ed una sola gara. Questo algoritmo utilizza i dati proveniente dal database per scegliere quali sono i circuiti in cui i piloti dovranno gareggiare.

4.3.3 Algoritmo di simulazione della qualifica

Lo scopo di questo algoritmo, contenuto nella classe *SimulatoreQualifica*, è quello di riuscire a simulare l'intera qualifica e quindi di poter generare una griglia di partenza per la gara del giorno successivo. L'algoritmo può essere diviso in diverse parti:

- **Simulazione del giro:** in base ai risultati ottenuti da un pilota nelle qualifiche degli anni precedenti viene stimato un tempo di percorrenza del giro. Questo tempo viene poi diminuito o aumentato in base ad una variabile casuale (ogni valore viene aumentato in percentuale se durante la qualifica piove);

- **Calcolo del tempo impiegato per un giro:** nel caso in cui il pilota, del quale si vuole calcolare il tempo di percorrenza del giro, non abbia mai corso su quel circuito allora il tempo del giro viene calcolato attraverso un algoritmo basato sulla differenza di abilità tra il pilota e un altro pilota estratto da quelli presenti in lista e sulla differenza del punteggio assegnato alla macchina del pilota e dello stesso pilota scelto come confronto. Questo tempo viene poi diminuito o aumentato in base ad una variabile casuale (ogni valore viene aumentato in percentuale se durante la qualifica piove);
- **Sostituzione piloti infortunati e incidenti:** Ad ogni giro compiuto da un pilota è presente una probabilità che esso faccia un incidente. L'incidente può essere di 3 entità:
 1. il pilota rimane illeso e può partecipare alla gara ma parte nell'ultima posizione disponibile. Nel caso l'incidente avvenga in Q1 la posizione è uguale all'ultimo posto, in Q2 equivale al quindicesimo posto e in Q3 equivale al decimo posto;
 2. il pilota dovrà saltare la gara del giorno dopo;
 3. il pilota dovrà saltare la gara del giorno dopo e un'ulteriore gara.

Nei casi in cui un pilota è infortunato viene sostituito da un altro pilota che potrà ottenere punti per la scuderia e punti per sè stesso ma non per il pilota che viene sostituito.

- **Aggiornamento griglia di partenza:** Il sistema knock-out, utilizzato in F1, prevede 3 step. Al primo step partecipano tutti i piloti. Alla fine dei primi due step vengono eliminati 5 piloti e le loro posizioni in griglia di partenza vengono calcolate in base ai loro tempi. Nell'ultimo step vengono poi assegnati le prime dieci posizioni in base allo stesso criterio.

4.3.4 Algoritmo di simulazione della gara

Lo scopo di questo algoritmo, contenuto nella classe *SimulatoreGara*, è quello di riuscire a simulare l'intera gara e quindi di poter assegnare i punti in base alla posizione finale del pilota. L'algoritmo può essere diviso in diverse parti:

- **Simulazione del giro:** in base ai risultati ottenuti da un pilota nelle gare degli anni precedenti sullo stesso circuito viene stimato un tempo di percorrenza del giro. I giri sono suddivisi in gruppi di cinque poichè in questo modo è possibile considerare l'usura delle gomme e attenuare l'effetto di un pitstop sul tempo di percorrenza di un giro. Questo tempo viene poi diminuito o aumentato in base ad una variabile casuale (ogni valore viene aumentato in percentuale se durante la qualifica piove);

- **Calcolo del tempo impiegato per un giro:** nel caso in cui il pilota, del quale si vuole calcolare il tempo di percorrenza del giro, non abbia mai corso su quel circuito allora il tempo del giro viene calcolato attraverso un algoritmo basato sulla differenza di abilità tra il pilota e un altro pilota estratto da quelli presenti in lista e sulla differenza del punteggio assegnato alla macchina del pilota e dello stesso pilota scelto come confronto. Questo tempo viene poi diminuito o aumentato in base ad una variabile casuale (ogni valore viene aumentato in percentuale se durante la qualifica piove);
- **Sostituzione piloti infortunati e incidenti:** Ad ogni giro compiuto da un pilota è presente una probabilità che esso faccia un incidente. L'incidente può essere di 3 entità:
 1. il pilota rimane illeso ma il tempo di ogni giro viene aggravato da una penalità che ne aumenta il tempo di percorrenza di un giro di un quarto;
 2. il pilota non terminerà la gara in corso;
 3. il pilota non terminerà la gara in corso e non prenderà parte alla prossima gara.

Nei casi in cui un pilota è infortunato viene sostituito da un altro pilota che potrà ottenere punti per la scuderia e punti per sè stesso ma non per il pilota che viene sostituito.

Capitolo 5

Diagramma delle classi principali

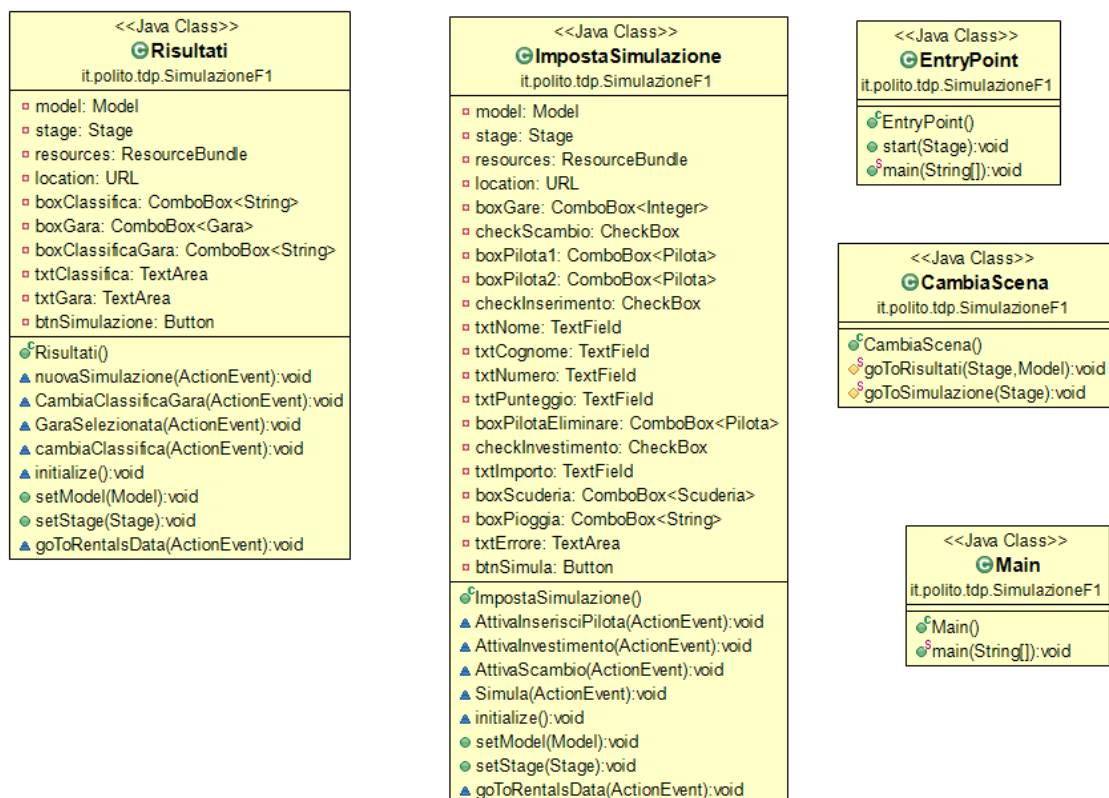


Figura 5.1: Diagramma UML package SimulazioneF1

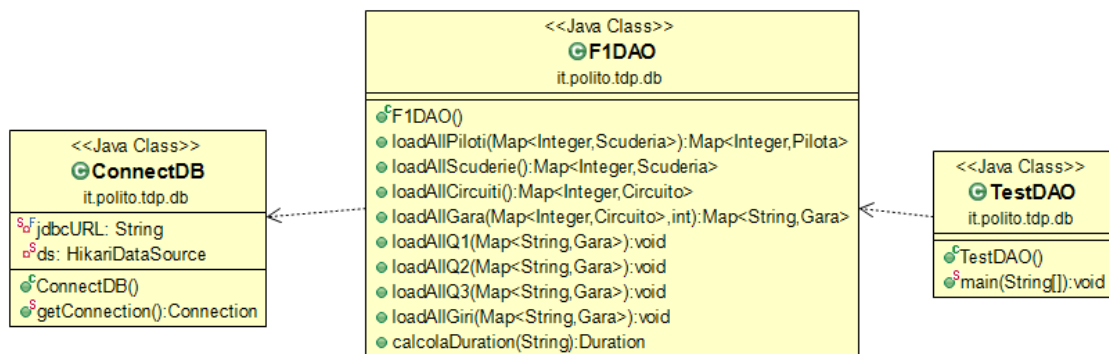
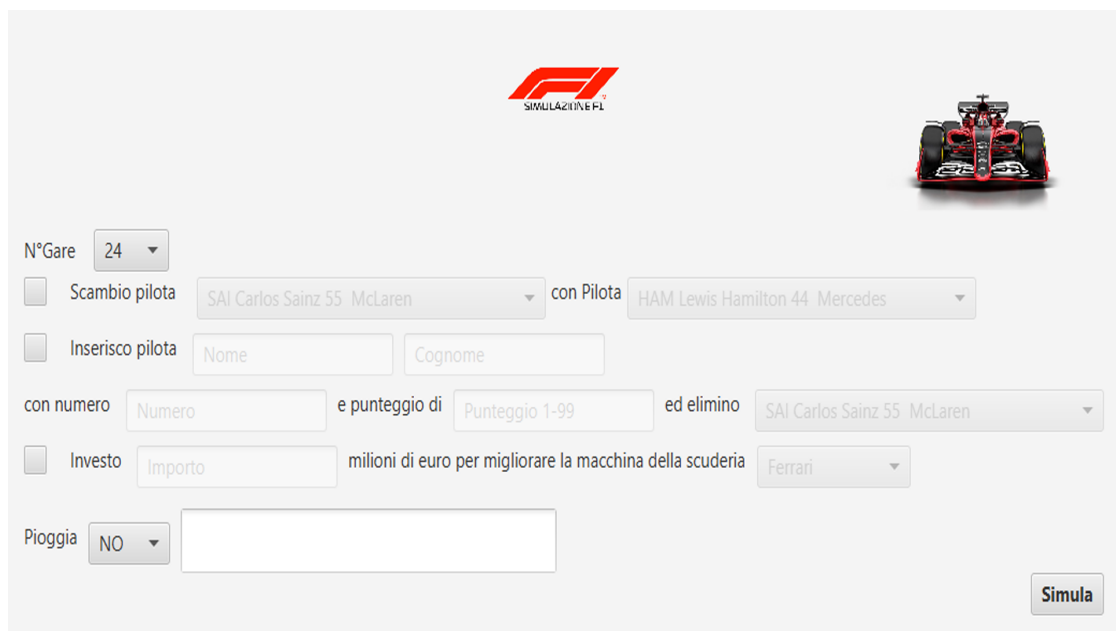


Figura 5.3: Diagramma UML package DB

Capitolo 6

Interfaccia dell'applicazione

L'applicazione si compone di 2 schermate, la prima per impostare i dati della simulazione e attraverso il tasto "SIMULA" è possibile passare alla seconda schermata che contiene i risultati della simulazione.



The screenshot shows a web-based interface for setting up a simulation. At the top center is a logo with a red stylized 'F' and the text 'SIMULAZIONE F1'. To the right of the logo is a small image of a red and black Formula 1 car. Below these elements are several form fields and controls:

- N°Gare**: A dropdown menu with the value '24' selected.
- Scambio pilota**: A checkbox that is unchecked. To its right are two dropdown menus: the first shows 'SAI Carlos Sainz 55 McLaren' and the second shows 'HAM Lewis Hamilton 44 Mercedes'.
- Inserisco pilota**: A checkbox that is unchecked. To its right are two text input fields labeled 'Nome' and 'Cognome'.
- con numero**: A text input field with the placeholder 'Numero'.
- e punteggio di**: A text input field with the placeholder 'Punteggio 1-99'.
- ed elimino**: A dropdown menu showing 'SAI Carlos Sainz 55 McLaren'.
- Investo**: A checkbox that is unchecked. To its right is a text input field with the placeholder 'Importo'.
- milioni di euro per migliorare la macchina della scuderia**: Text following the 'Importo' field.
- Ferrari**: A dropdown menu.
- Pioggia**: A dropdown menu with the value 'NO' selected.
- Simula**: A button located at the bottom right of the form area.

Figura 6.1: Schermata impostazione della simulazione

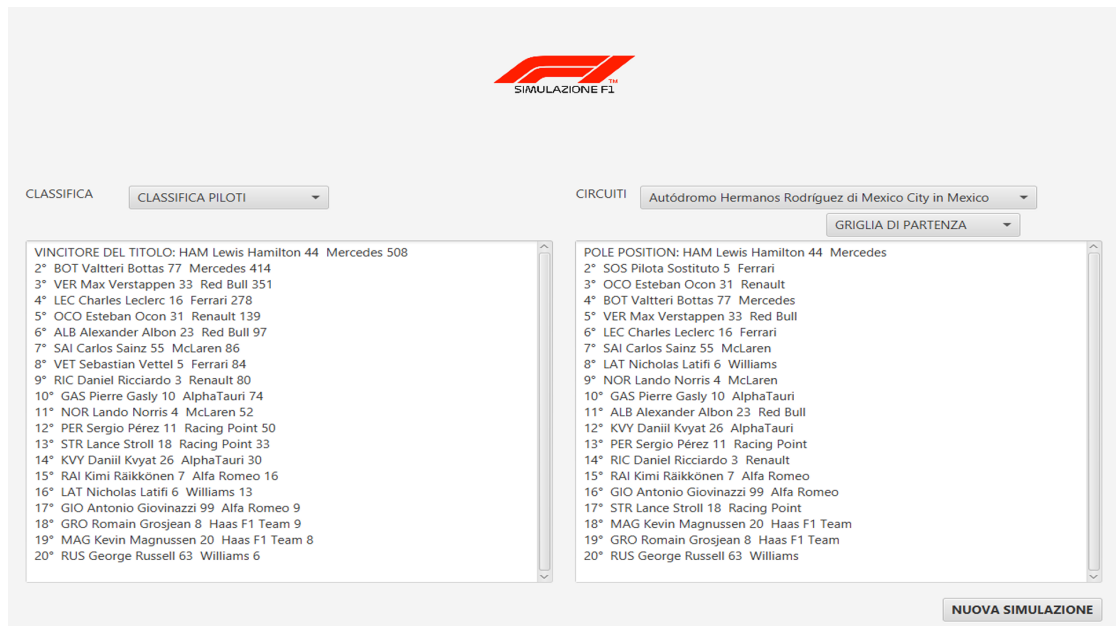


Figura 6.2: Classifica Piloti e griglia di partenza della gara in Messico

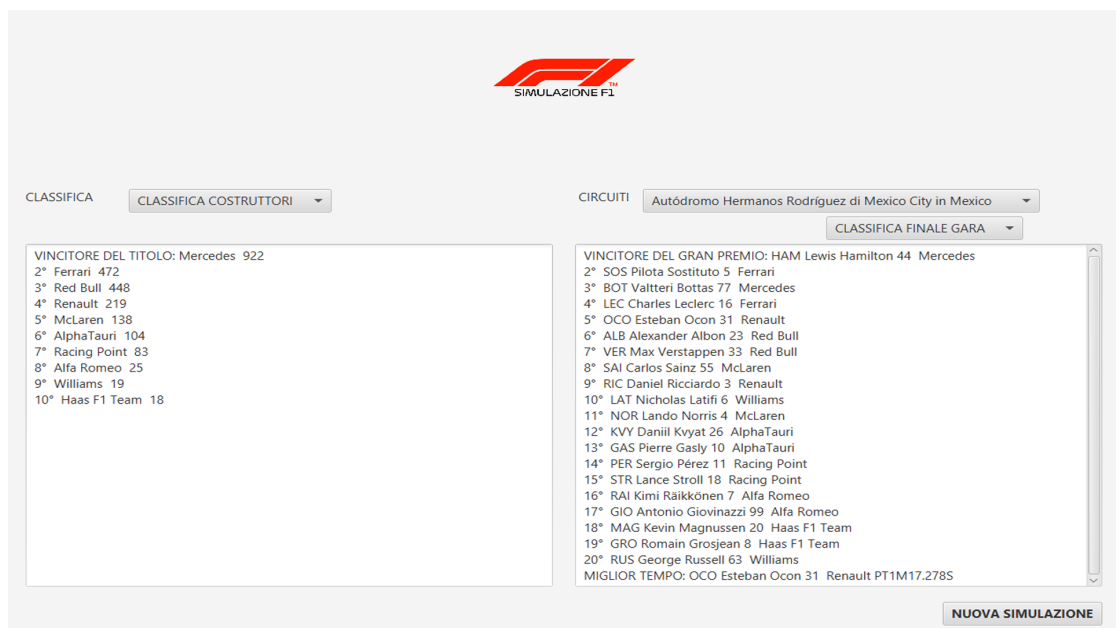
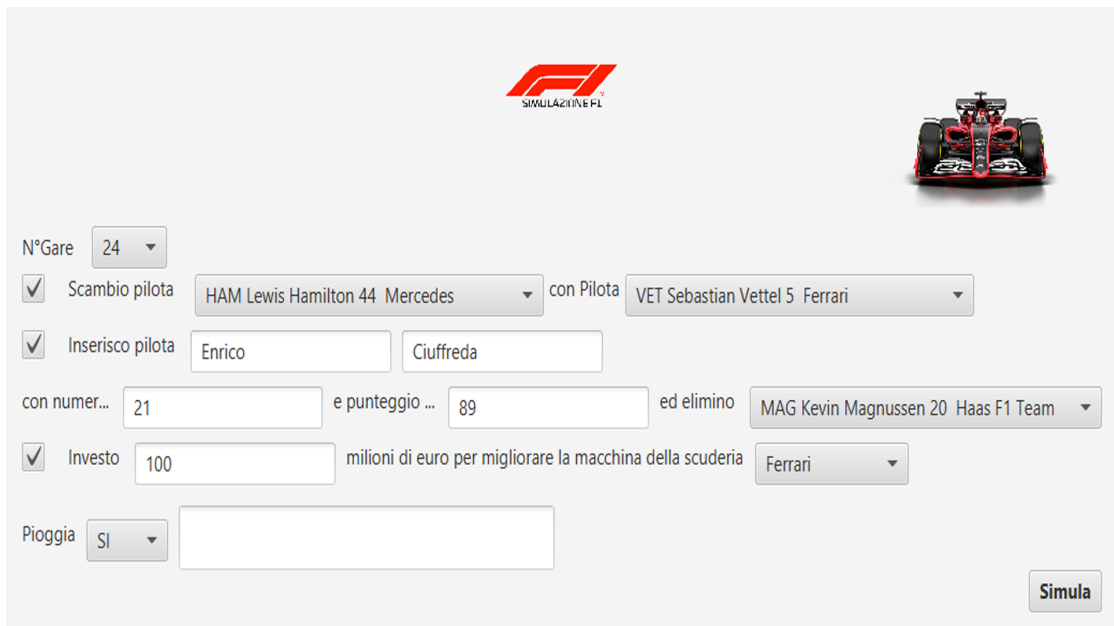


Figura 6.3: Classifica Scuderia e classifica finale della gara in Messico



N°Gare

☒ Scambio pilota con Pilota

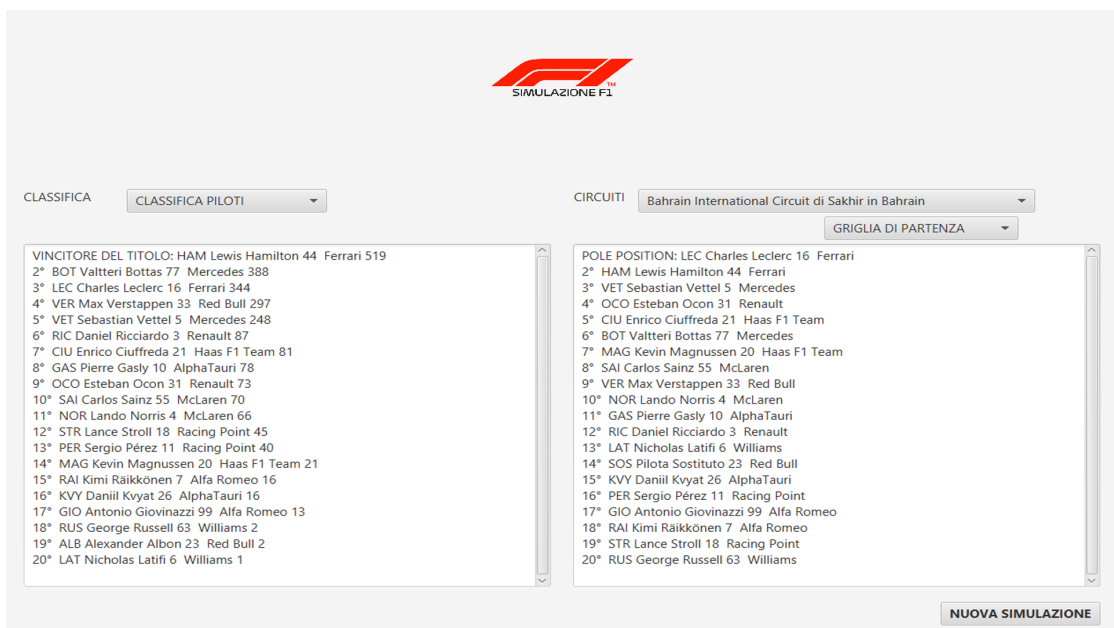
☒ Inserisco pilota

con numer... e punteggio ... ed elimino

☒ Investo milioni di euro per migliorare la macchina della scuderia

Pioggia

Figura 6.4: Schermata impostazione della simulazione con dati scelti dall'utente



CLASSIFICA

CIRCUITI

VINCITORE DEL TITOLO: HAM Lewis Hamilton 44 Ferrari 519	POLE POSITION: LEC Charles Leclerc 16 Ferrari
2° BOT Valtteri Bottas 77 Mercedes 388	2° HAM Lewis Hamilton 44 Ferrari
3° LEC Charles Leclerc 16 Ferrari 344	3° VET Sebastian Vettel 5 Mercedes
4° VER Max Verstappen 33 Red Bull 297	4° OCO Esteban Ocon 31 Renault
5° VET Sebastian Vettel 5 Mercedes 248	5° CIU Enrico Ciuffreda 21 Haas F1 Team
6° RIC Daniel Ricciardo 3 Renault 87	6° BOT Valtteri Bottas 77 Mercedes
7° CIU Enrico Ciuffreda 21 Haas F1 Team 81	7° MAG Kevin Magnussen 20 Haas F1 Team
8° GAS Pierre Gasly 10 AlphaTauri 78	8° SAI Carlos Sainz 55 McLaren
9° OCO Esteban Ocon 31 Renault 73	9° VER Max Verstappen 33 Red Bull
10° SAI Carlos Sainz 55 McLaren 70	10° NOR Lando Norris 4 McLaren
11° NOR Lando Norris 4 McLaren 66	11° GAS Pierre Gasly 10 AlphaTauri
12° STR Lance Stroll 18 Racing Point 45	12° RIC Daniel Ricciardo 3 Renault
13° PER Sergio Pérez 11 Racing Point 40	13° LAT Nicholas Latifi 6 Williams
14° MAG Kevin Magnussen 20 Haas F1 Team 21	14° SOS Pilota Sostituto 23 Red Bull
15° RAI Kimi Räikkönen 7 Alfa Romeo 16	15° KVV Daniil Kvyat 26 AlphaTauri
16° KVV Daniil Kvyat 26 AlphaTauri 16	16° PER Sergio Pérez 11 Racing Point
17° GIO Antonio Giovinazzi 99 Alfa Romeo 13	17° GIO Antonio Giovinazzi 99 Alfa Romeo
18° RUS George Russell 63 Williams 2	18° RAI Kimi Räikkönen 7 Alfa Romeo
19° ALB Alexander Albon 23 Red Bull 2	19° STR Lance Stroll 18 Racing Point
20° LAT Nicholas Latifi 6 Williams 1	20° RUS George Russell 63 Williams

Figura 6.5: Classifica Piloti e griglia di partenza della gara in bahrein

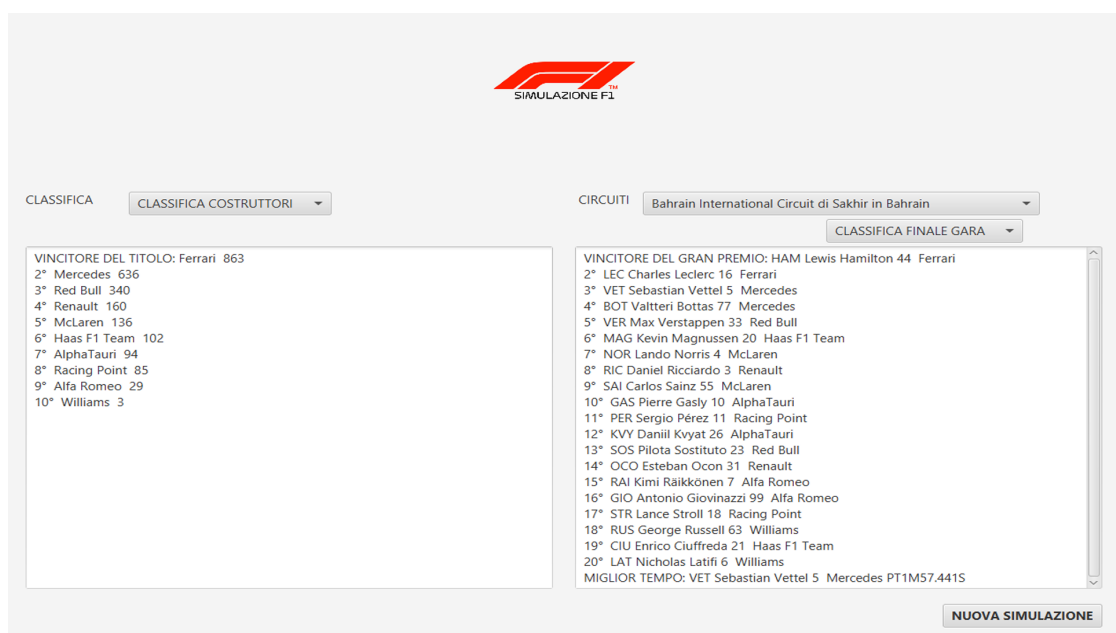


Figura 6.6: Classifica Scuderia e classifica finale della gara in bahrein

Capitolo 7

Esempi d'uso e risultato

7.1 Parametri utilizzati

Sono state effettuate cinque diverse simulazione. Le prime tre simulazioni sono state effettuate senza effettuare variazioni. La quarta simulazione è stata effettuata dopo aver scambiato la scuderia di due piloti; il pilota "Lewis Hamilton" della scuderia "Mercedes" è stato scambiato con il pilota "Carlos Sainz" della scuderia "McLaren". La quinta e ultima simulazione è invece stata effettuata dopo aver investito nella scuderia "Ferrari" un quantitativo di milioni di euro pari a trecento.

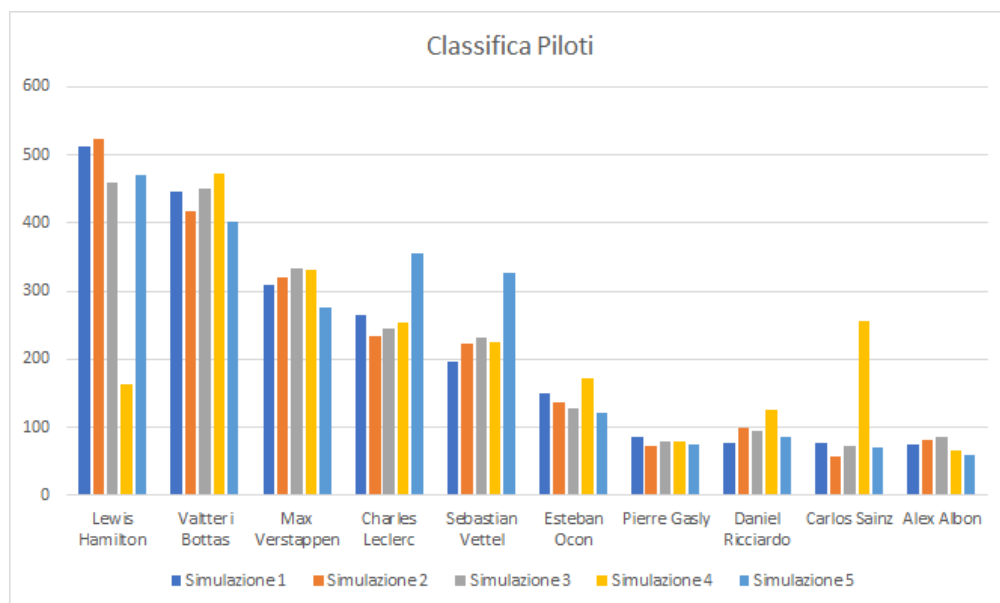


Figura 7.1: Classifica Piloti in diverse simulazioni

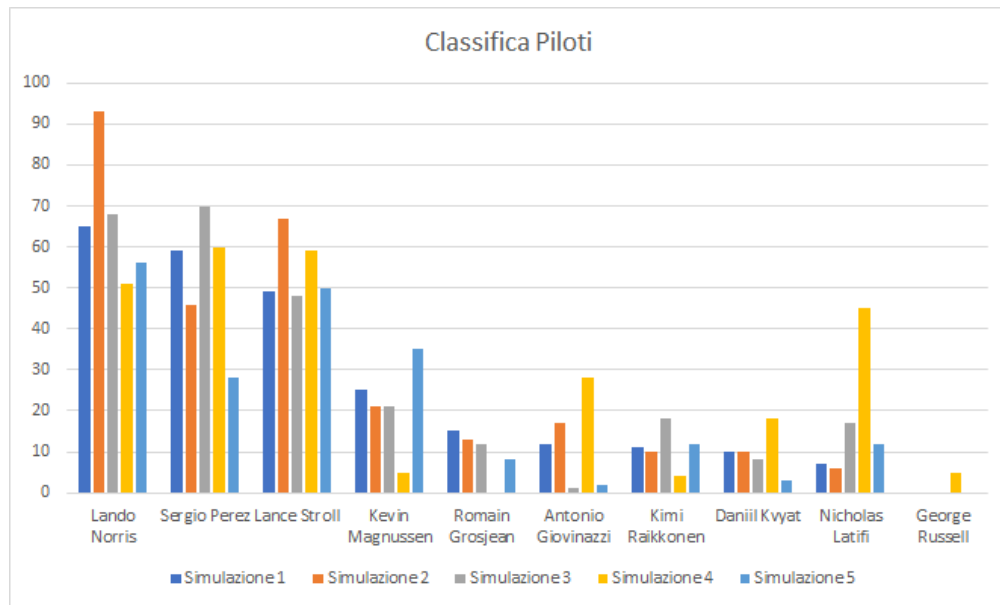


Figura 7.2: Classifica Piloti in diverse simulazioni

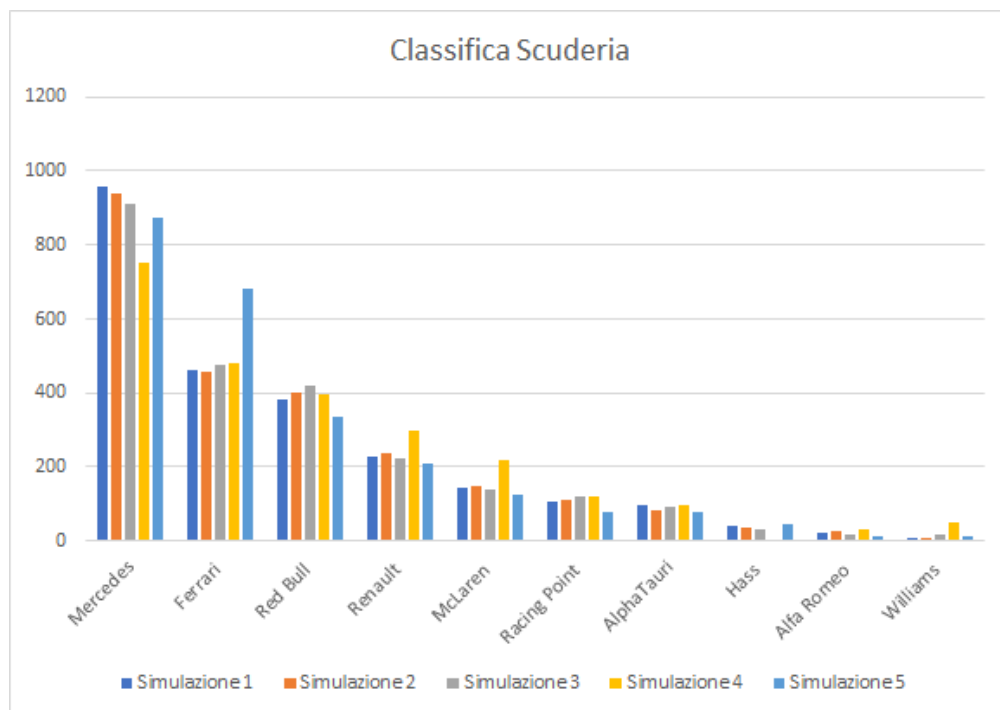


Figura 7.3: Classifica Scuderia in diverse simulazioni

7.2 Analisi

Dalle figure 7.1, 7.2 e 7.3 è possibile analizzare i risultati delle diverse simulazioni. Come era facilmente pronosticabile il campione del mondo risulta per quattro volte su cinque "Lewis Hamilton" poichè egli ha il punteggio abilità più elevato tra i piloti in griglia, guida la macchina con il punteggio più alto e negli anni precedenti ha ottenuto i migliori tempi. È importante notare che nella figura 7.2 i punteggi dei piloti siano scalati graficamente sul punteggio del pilota che occupa l'undicesima posizione nella prima simulazione. Nella quarta simulazione possiamo osservare gli evidenti effetti di uno scambio di vettura tra due piloti di due scuderie diverse; in questo caso possiamo notare come i due piloti tendano a variare le loro posizioni finali in base alla differenza di punteggio assegnato alle due vetture. Nell'ultima simulazione invece si può vedere come i due piloti della scuderia "Ferrari": "Charles Leclerc" e "Sebastian Vettel" riescano a colmare il gap con "Max Verstappen" ma non il gap con i primi due piloti, entrambi della scuderia "Mercedes"; questo avviene poichè prima della simulazione numero cinque sono stati aumentati i fondi alla scuderia "Ferrari" di un ammontare di milioni pari a trecento e quindi del conseguente miglioramento dei tempi di percorrenza dei giri e del punteggio assegnato alla vettura.

Per concludere, una breve riflessione sui dati generati dalle simulazioni. Seppur le simulazioni includono delle variabili aleatorie, i dati che esse producono sono affetti da una notevole dipendenza dei dati delle stagioni passate. Questo si ripercuote sulla poca variabilità delle posizioni finali dei primi classificati; è facilmente intuibile dalle figure 7.2 e 7.3 come la parte centrale della classifica è più affetta a variabilità sia in termini di punteggi finali sia in termini di posizioni questo poichè i punteggi delle vetture, dei piloti e i tempi di giri sono molto vicini tra loro e dunque le variabili casuali tendono a disordinare le posizioni finali dei piloti.

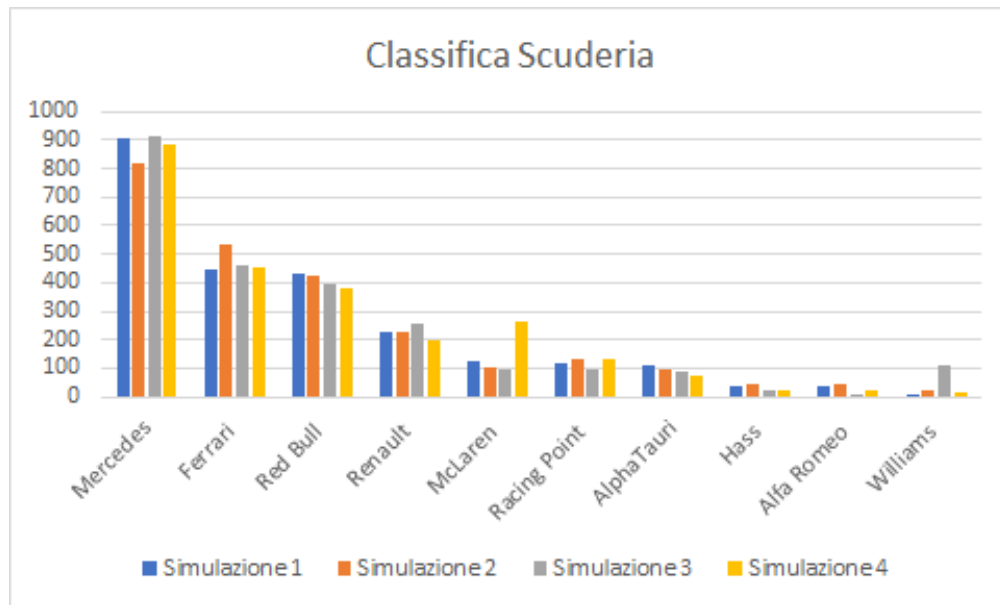


Figura 7.4: Classifica Scuderia dopo l'introduzione di un nuovo pilota

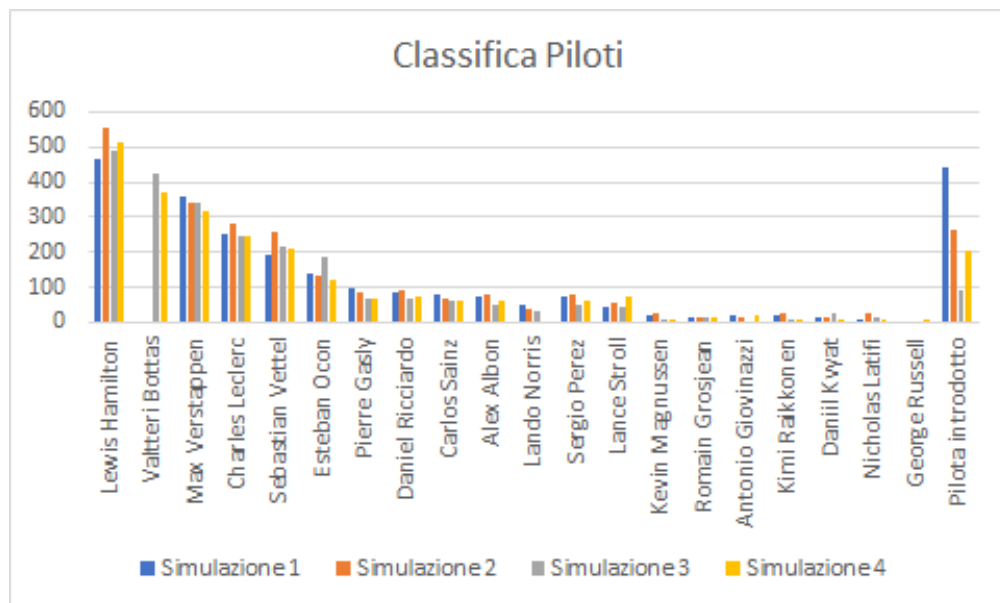


Figura 7.5: Classifica Piloti dopo l'introduzione di un nuovo pilota

7.3 Parametri introduzione nuovo pilota

Sono state effettuate quattro diverse simulazione. Al pilota introdotto è stato modificato il punteggio abilità nel corso delle diverse simulazioni ed è variato il pilota sostituito così da poter cercare di analizzare l'influenza che il punteggio abilità e la scuderia scelta hanno sulla simulazione del campionato.

1. il pilota introdotto ha il punteggio abilità massimo (99) e viene scambiato con il secondo pilota con il punteggio più alto e introdotto nella scuderia "Mercedes" che risulta la scuderia con il punteggio più alto;
2. il pilota introdotto ha un punteggio abilità simile a quello del pilota con il punteggio più basso in griglia (70) e viene scambiato con il secondo pilota con il punteggio più alto e introdotto nella scuderia "Mercedes" che risulta la scuderia con il punteggio più alto;
3. il pilota introdotto ha un punteggio abilità nella media dei punteggi dei piloti in griglia (85) e viene scambiato con il pilota con il punteggio più basso e introdotto nella scuderia "Williams" che risulta la scuderia con il punteggio più basso;
4. il pilota introdotto ha un punteggio abilità nella media dei punteggi dei piloti in griglia (85) e viene scambiato con un pilota che ha un punteggio minore e introdotto nella scuderia "McLaren" che risulta una scuderia che ha un punteggio nella media.

7.4 Analisi

Dalle figure 7.4 e 7.5 è possibile analizzare i risultati delle diverse simulazioni. Nella prima simulazione è importante notare come il campionato venga vinto da "Lewis Hamilton" anche se il pilota introdotto guida la stessa vettura ed ha un punteggio abilità più alto; questo è dovuto al fatto che la differenza dei tempi tra "Lewis Hamilton" e il pilota eliminato "Valtteri Bottas" non è spiegata solamente dalla differenza di abilità dei due piloti. Il pilota introdotto risulta comunque secondo al termine del campionato. Nella seconda simulazione il pilota viene introdotto con un punteggio abilità molto basso e questo fa sì che il pilota introdotta raggiunga soltanto la quarta posizione seppur avendo la migliore vettura. Nella simulazione 3 viene introdotto un pilota con un punteggio medio nella scuderia che prima dello scambio risultava ultima nelle diverse simulazioni effettuate in precedenza e in 7.1 e 7.2. In questo caso il pilota raggiunge la settima posizione e questo poichè la differenza tra il pilota eliminato e quello introdotto è molto elevata. Nell'ultima simulazione il pilota è introdotto con punteggio medio e al posto di

un pilota con punteggio minore. Aggiungendo a questa differenza di abilità, il posizionamento della scuderia nella parte centrale della classifica, ovvero quella soggetta a più variazione in presenza di nuovi fattori, il pilota introdotto raggiunge la sesta posizione e quindi vi è un netto miglioramento nel posizionamento della scuderia "McLaren" nel campionato costruttori.

Capitolo 8

Conclusione e possibili miglioramenti

L'applicazione raggiunge tutti gli obiettivi che sono stati previsti in fase di progetto; tuttavia è possibile apportare vari miglioramenti ad essa. Alcuni esempi potrebbero essere l'introduzione di determinati fattori che possono variare i risultati di una gara e di conseguenza anche dell'intero campionato. Tra i vari esempi di fattori non considerati o che potrebbero ottenere un miglioramento possiamo trovare:

- **Abilità del pilota:** questo fattore è stato considerato ma l'abilità è stata valutata attraverso una media di varie abilità possedute dal pilota. Il miglioramento potrebbe consistere nella scissione di questo valore poichè in questa competizione i layout dei vari tracciati delle varie gare sono molto diversi tra loro e questo porterebbe ad una più reale simulazione della gara.
- **Usura delle gomme:** questo fattore è molto influente in F1 poichè le prestazioni di una vettura in un determinato tracciato dipendono dall'usura degli pneumatici. Questo fattore è stato considerato prendendo come riferimento per il tempo di percorrenza di ogni giro il tempo impiegato da un pilota per percorrere l'iesimo giro e quindi al netto dell'usura delle gomme. Essa, l'usura, potrebbe essere simulata per ogni vettura e ogni pilota poichè anche lo stile di guida potrebbe influenzarla e tutto ciò porterebbe ad una più reale simulazione del campionato;
- **Layout tracciati:** questo fattore non è stato considerato. L'introduzione di questo fattore potrebbe variare in modo significativo la simulazione poichè ogni tracciato prevede ad esempio curve dove vi è un coefficiente di difficoltà di sorpasso molto più alto rispetto a dei rettilinei.

- **Strategia Team:** questo fattore potrebbe essere implementato attraverso un algoritmo di machine learning. Un Team-principal decide quali sono le strategie da adottare in gara attraverso l'analisi delle telemetrie, attraverso l'esperienze e attraverso il suo intuito. Eliminando quest'ultima componente, questo lavoro può essere effettuato da una macchina.

Infine, soffermandosi ad analizzare i tempi di esecuzione dell'applicazione, si può trarre che la durata della simulazione non sia influenzata notevolmente dal numero di gare che si decide di far disputare questo poichè si passa da un tempo stimato di circa 45 millisecondi con 24 gare ad un tempo stimato di circa 20 millisecondi con 10 gare; la durata è invece molto influenzata dalla lettura dei dati dal database. Questo accade poichè oltre al tempo di estrazione dei dati, vi è un tempo per elaborare i dati nelle apposite strutture create e il tempo stimato per questo processo è di circa 1 secondo (in media, calcolata su 10 simulazioni, è di 1096 millisecondi). Tenendo conto di queste considerazioni, si ritiene che il margine di miglioramento dei tempi di esecuzione dell'applicazione sia nella possibilità di elaborare query SQL più ottimizzate.



Quest'opera è distribuita con licenza Creative Commons «Attribuzione – Non commerciale – Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale».