

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



Proyecto 2: Simulación de Eventos Discretos

Asignatura: Inteligencia Artificial



Coordinador

José Luis Salmerón Silvera

Estudiante & Autor

Jaime Ruiz <jaime.ruiz@cunef.edu>

Pablo Ruiz <pablo.ruizburgos@cunef.edu>

May 13, 2024

Contents

1	Link Repositorio Github	ii
1.0.1	Github Link	ii
2	Contexto y Objetivos Fundamentales De La Práctica	iii
2.0.1	Contexto	iii
2.0.2	Objetivos	iii
3	Variables a Analizar	iv
3.0.1	Variables Climatológicas	iv
3.0.2	Degradación de Neumaticos	v
3.0.3	Paradas en Boxes	vi
3.0.4	Elección de Compuestos: Toma de Decisiones De Markov	vii
3.0.5	Accidentes en Carrera	vii
4	Sistema de Puntuación	viii
4.0.1	Sistema de Puntuación por Carrera	viii
5	Código	ix
5.0.1	Código Principal	ix
5.0.2	Clase: Vehiculo	x
5.0.3	Clase: Boxes	xi
5.0.4	Clase: Track	xii
5.0.5	Clase: StatisticsCollector	xiii
6	Conclusiones	xiv
6.0.1	Ver Análisis de Datos en el Jupyter Notebook: analisis.ipynb	xiv

Chapter 1

Link Repositorio Github

1.0.1 Github Link

Link del proyecto con toda la documentación:

<https://github.com/pabloruizburgos/F1Simulation/tree/main>

Chapter 2

Contexto y Objetivos Fundamentales De La Práctica

2.0.1 Contexto

La Fórmula 1 es la máxima expresión del automovilismo, donde equipos y pilotos compiten en un emocionante campeonato mundial. Con monoplazas de alta tecnología, diseñados para ser rápidos y ágiles, corren en circuitos internacionales desafiantes, enfrentando curvas rápidas, rectas largas y estrategias tácticas.

A lo largo de la temporada, los pilotos acumulan puntos en cada Gran Premio, compitiendo por el título de Campeón Mundial de Pilotos y por el prestigioso Campeonato Mundial de Constructores, todo mientras los equipos buscan constantemente mejorar el rendimiento de sus coches. La Fórmula 1 fusiona la emoción de la velocidad con la precisión técnica y la estrategia, cautivando a audiencias de todo el mundo.

2.0.2 Objetivos

- **Validación de Estrategias de Carrera:** Podemos estudiar diferentes estrategias de carrera bajo una variedad de condiciones, como diferentes niveles de degradación de neumáticos o temperaturas del circuito. Esto nos permite determinar qué estrategias son más efectivas en diferentes situaciones y cómo optimizar las paradas en boxes para maximizar el rendimiento.
- **Desarrollo de Estrategias de adelantamiento:** Mediante la simulación, podemos analizar diferentes técnicas y estrategias de adelantamiento en la pista. Esto incluiría estudiar la mejor manera de aprovechar las oportunidades de adelantamiento en circuitos específicos, así como evaluar el impacto de la posición en parrilla y la estrategia de carrera en las posibilidades de adelantamiento.
- **Análisis de Riesgos y Accidentes:** Nos permite simular accidentes de pilotos y evaluar cómo afectan a la carrera en términos de resultados y estrategias. Podemos utilizar estos datos para identificar cuánto riesgo asumir al aplazar la parada y desarrollar estrategias para minimizar el impacto de los accidentes en el rendimiento general del equipo.
- **Estudio de Condiciones Ambientales:** Al simular diferentes condiciones ambientales, como la temperatura del circuito, podemos analizar cómo afectan al rendimiento del coche y a los riesgos asumidos. Esto nos permite tomar decisiones informadas sobre riesgo a asumir y estrategias de carrera.

Chapter 3

Variables a Analizar

3.0.1 Variables Climatológicas

Circuito	Temperatura	Probabilidad Despejado	Probabilidad de Lluvia
Suzuka	45	0.8	0.2
Monza	33	0.7	0.3
Interlagos	40	0.6	0.4
Monaco	30	0.5	0.5
Silverstone	21	0.4	0.6
Spa	20	0.2	0.8
Hungaroring	27	0.8	0.2
Hockenheimring	22	0.7	0.3
YasMarina	60	0.6	0.4
Shanghai	57	0.5	0.5
Sepang	55	0.4	0.6
RedBullRing	25	0.3	0.7
GillesVilleneuve	30	0.2	0.8
Bahrain	60	0.9	0.1
Sochi	20	0.8	0.2
Australia	30	0.7	0.3
Imola	59	0.6	0.4

La probabilidad de **lluvia ligera** o **lluvia fuerte** es de 0.5 una vez que se haya dado la opción de lluvia

3.0.2 Degradación de Neumaticos

Tipo de compuestos	Duración (Vueltas)	Tiempo por vuelta inicial (Segundos)
Soft	20 - 30	90 - 93 *
Medium	25 - 35	95 - 98 *
Hard	30 - 40	100 - 103 *
Intermediates	20 - 30	133 - 147 *
Wet	19 - 29	141 - 144 *

* Tiempo por vuelta inicial (Segundos)

- **Soft:** Tiempo por Vuelta Inicial * ((1 + (0.003 * numero de vueltas del compuesto)) + (1 + (0.03 * temperatura del compuesto)))
- **Medium:** Tiempo por Vuelta Inicial * ((1 + (0.003 * numero de vueltas del compuesto)) + (1 + (0.03 * temperatura del compuesto)))
- **Hard:** Tiempo por Vuelta Inicial * ((1 + (0.003 * numero de vueltas del compuesto)) + (1 + (0.03 * temperatura del compuesto)))
- **Intermediates:** Tiempo por Vuelta Inicial * ((1 + (0.003 * numero de vueltas del compuesto)) + (1 + (0.03 * temperatura del compuesto)))
- **Wet:** Tiempo por Vuelta Inicial * ((1 + (0.003 * numero de vueltas del compuesto)) + (1 + (0.03 * temperatura del compuesto)))



Figure 3.1: Compuestos F1 Blandos, Medios, Duros, Intermedios, Wet

3.0.3 Paradas en Boxes

1. Decisión de Parada

Las paradas en boxes se realizarán dependiendo de la duración de cada neumático obligando a parar a los pilotos en una franja designada aleatoriamente.

Cuando cada vehículo alcanza el máximo de sus neumáticos tiene un **0.6** de probabilidad de parar en esa vuelta. Por cada vuelta adicional se le agrega un **0.02** de probabilidad de parar adicional, haciendo así que en cada vuelta adicional la probabilidad de que paren sea superior.

Esto nos permite un poco más de **variabilidad estratégica** puesto que favorece a aquellos pilotos que asumen el riesgo de pinchazo que conlleva continuar a cambio de extender la duración del neumático.

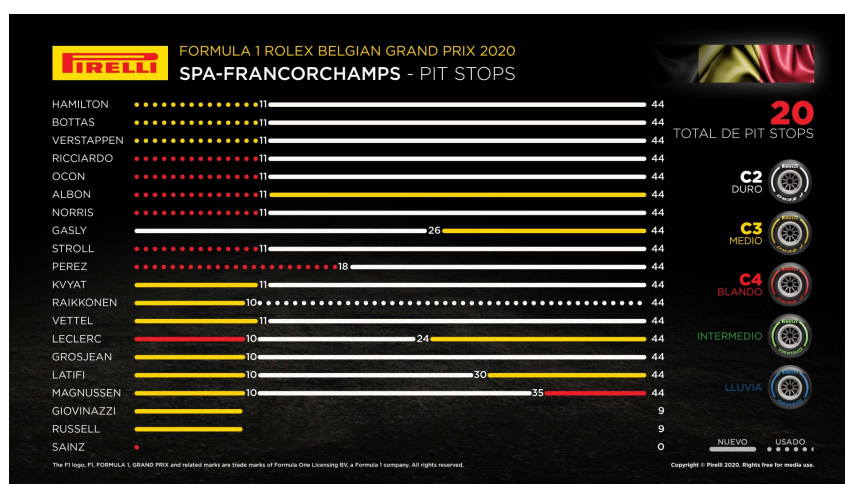


Figure 3.2: Mapa de Cambios de Neumático en una carrera

2. Tiempo de Parada

El tiempo de parada es un número asignado de forma aleatoria que incluye decimales y está entre **20-30** segundos.

DHL FASTEST PIT STOP AWARD FORMULA 1 GRAN PREMIO DE MÉXICO 2016				
RANKING	TEAM	DRIVER		TIME
1	WILLIAMS	MASSA		2.06 SECONDS
2	MERCEDES	HAMILTON		2.09 SECONDS
3	MERCEDES	ROSBERG		2.12 SECONDS
4	RED BULL	RICCIARDO		2.17 SECONDS
5	RENAULT	MAGNUSSEN		2.27 SECONDS

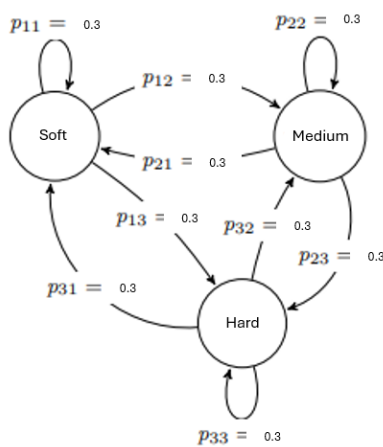
Figure 3.3: Gráfico con las paradas más rápidas en una carrera

3.0.4 Elección de Compuestos: Toma de Decisiones De Markov

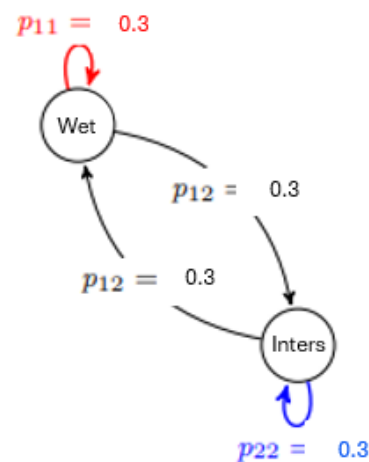
A la hora de elegir neumáticos, cada vehículo no almacena información acerca de la situación pasada, lo único que conoce es el compuesto actual. La elección de neumáticos sigue un modelo de **toma de decisiones de Markov** donde todos los valores de nuestra matriz de transición es de 0.3.

Estos valores han sido elegidos por nosotros para facilitar la simulación pero podrían ser modificados siguiendo una política de planificación que permitiera crear distintas estrategias de carrera. De esta forma, cada escudería elegiría una estrategia al comienzo de la carrera y por lo tanto la toma de decisiones sería determinista y no estocástica como hemos seleccionado nosotros.

El objetivo de elegir una toma de decisiones estocásticas es simular la idea de que la estrategia inicial no es permanente y va modificandose a lo largo de la carrera, estableciendo esto, nos permite descubrir cual hubiera sido la toma de decisiones (Política/Estrategia) ideal a seguir desde el primer momento.



(a) Diagrama Transición: Caso Seco



(b) Diagrama Transición: Caso Húmedo

3.0.5 Accidentes en Carrera

Factores que aumentan la probabilidad de accidente

- **Lluvia Ligera:** Al comienzo de la carrera y en caso de lluvia ligera se asigna un **0.00025** de probabilidad de accidente.
- **Lluvia Fuerte:** Al comienzo de la carrera y en caso de lluvia fuerte se asigna un **0.0005** de probabilidad de accidente.
- **Temperatura:** Al comienzo de la carrera y en caso de temperaturas superiores a 40 grados se asigna un **0.0003** de probabilidad de accidente.
- **Pinchazos:** La probabilidad de pinchazo se inicializa en 0 y se va añadiendo un valor aleatorio entre **0.00001** y **0.00005** por cada vuelta tras haber superado la duración máxima del compuesto empleado.
- **Uso Inadecuado de Neumáticos :** En el caso de lluvia fuerte y únicamente cuando se hayan colocado unos neumáticos distintos a los neumáticos de lluvia extrema se añadirá una probabilidad de **0.005** de accidente.

Cuando un vehículo sufre un accidente de forma inmediata abandona la carrera.

Chapter 4

Sistema de Puntuación

4.0.1 Sistema de Puntuación por Carrera

Posición	Puntos
1º	25
2º	18
3º	15
4º	12
5º	10
6º	8
7º	6
8º	4
9º	2
10º	1

El sistema de puntuación en la Fórmula 1 premia a los diez primeros pilotos que cruzan la línea de meta en cada carrera, otorgando puntos decrecientes desde 25 puntos para el ganador hasta 1 punto para el décimo clasificado. Se conceden puntos adicionales por registrar la vuelta más rápida en carrera*.

Estos puntos contribuyen tanto al Campeonato de Pilotos como al Campeonato de Constructores, donde los equipos suman los puntos de sus dos pilotos para competir por el título de constructores.

* En nuestro modelo no hemos añadido el punto adicional por vuelta rápida para simplificar el análisis de la toma de decisiones de los vehículos

CLASIFICACION MUNDIAL DE PILOTOS DE FORMULA 1 2016																											
POS	COCHE	PILOTO	Nº	ESCUDERÍA	AUS	BAH	CHI	RUS	ESP	MON	CAN	EUR	AUS	GBR	HUN	ALE	BEL	ITA	SIN	MAL	JAP	EEUU	MEX	BRA	ABU	TOTAL	
2		Nico Rosberg	6	Mercedes AMG F1	25	25	25	25	OUT	6	10	25	12	15	18	12	25	25	25	15							288
1		Lewis Hamilton	44	Mercedes AMG F1	18	15	6	18	OUT	25	25	10	25	25	25	25	15	18	15	OUT							265
3		Daniel Ricciardo	3	Red Bull Racing	12	12	12	0	12	18	6	6	10	12	15	18	18	10	18	25							204
4		Kimi Räikkönen	7	Scuderia Ferrari	OUT	18	10	15	18	OUT	8	12	15	10	8	8	2	12	12	12							160
5		Sebastian Vettel	5	Scuderia Ferrari	15	OUT	18	OUT	15	12	18	18	OUT	2	12	10	8	15	10	OUT							153
6		Max Verstappen	33	Red Bull Racing	1	8	4	OUT	25	OUT	12	4	18	18	10	15	0	6	8	18							147
7		Valtteri Bottas	77	Williams F1 Team	4	2	1	12	10	0	15	8	2	0	2	2	4	8	OUT	10							80
8		Sergio Pérez	11	Force India	0	0	0	2	6	15	1	15	0	8	0	1	10	4	4	8							74
10		Nico Hülkenberg	27	Force India	6	0	0	OUT	OUT	8	4	2	OUT	6	1	6	12	1	OUT	4							50
13		Fernando Alonso	14	McLaren Honda	OUT	-	0	8	OUT	10	0	OUT	OUT	0	6	0	6	0	6	6							42
9		Felipe Massa	19	Williams F1 Team	10	4	8	10	4	1	OUT	1	OUT	0	0	OUT	1	2	0	0							41
11		Carlos Sainz	55	Toro Rosso	2	OUT	2	0	8	4	2	OUT	4	4	4	0	OUT	0	0	0							30
12		Romain Grosjean	8	Haas F1 Team	8	10	0	4	OUT	0	0	0	6	OUT	0	0	0	0	0	OUT							28
14		Daniil Kvyat	26	Toro Rosso	OUT	6	15	0	1	OUT	0	OUT	OUT	1	0	0	0	OUT	2	0							25
15		Jenson Button	22	McLaren Honda	0	OUT	0	1	2	2	OUT	0	8	0	OUT	4	OUT	0	OUT	2							19
16		Kevin Magnussen	20	Renault F1 Team	0	0	0	6	0	OUT	0	0	0	OUT		0	OUT	0	1	OUT							7
17		Stoffel Vandoorne	47	McLaren Honda	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								1
18		Pascal Wehrlein	94	Manor Racing	0	0	0	0	0	0	0	OUT	1	OUT	0	0	OUT	OUT	0	0							1
19		Jolyon Palmer	30	Renault F1 Team	0	OUT	0	0	0	OUT	OUT	0	0	OUT	0	0	0	OUT	0	1							1
20		Marcus Ericsson	9	Sauber F1 Team	OUT	0	0	0	0	OUT	0	0	0	OUT	0	0	OUT	0	0	0							0
21		Felipe Nasr	12	Sauber F1 Team	0	0	0	0	0	OUT	0	0	0	0	0	OUT	0	OUT	0	OUT							0
22		Rio Haryanto	88	Manor Racing	0	0	0	OUT	0	0	0	0	0	OUT	0	0	-	-	-	-							0
23		Esteban Ocon	31	Manor Racing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0							0
24		Esteban Gutierrez	21	Haas F1 Team	OUT	OUT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	OUT							0

Figure 4.1: Ejemplo de tabla de clasificación de Temporada F1

Chapter 5

Código

5.0.1 Código Principal

- **Inicialización:**
 - **Parámetros de Simulación:** Se establecen los parámetros de tiempo de simulación y el número de pilotos.
 - **Objeto de Estadísticas (statistics):** Se crea una instancia del objeto ‘StatisticsCollector’ para recopilar datos estadísticos durante la simulación.
 - **Diccionario de Clasificación de Carrera (race_classification):** Se inicializa un diccionario vacío para almacenar la clasificación de la carrera.
 - **Definición de Circuitos:** Se crean instancias de objetos ‘Track’ para representar diferentes circuitos de carreras.
- **Ejecución de la Simulación:**
 - Para cada circuito en la lista de circuitos:
 - * Se crea un entorno de simulación de Simpy y una estación de boxes para el circuito actual.
 - * Se muestra la información del circuito, como el nombre, el clima y la temperatura.
 - * Se ejecuta el generador de vehículos en el entorno de simulación.
 - * La simulación se ejecuta hasta que se alcanza el tiempo máximo de simulación.
 - * Se clasifican los pilotos según su tiempo de carrera y se actualiza la clasificación de la carrera.
- **Generador de Vehículos (vehicle_generator):**
 - Este generador crea vehículos y los envía a la estación de boxes para su preparación antes de la carrera.
 - Cada vehículo se inicializa con un compuesto de neumáticos seleccionado aleatoriamente y comienza la simulación de su carrera en el circuito correspondiente.
 - El generador actualiza continuamente la clasificación de la carrera a medida que los vehículos completan la carrera.
- **Guardado de Estadísticas:**
 - Los datos estadísticos recopilados durante la simulación se guardan en archivos CSV utilizando pandas DataFrames.
 - Se guardan tres conjuntos de datos: estadísticas de paradas en boxes, clasificación de carrera y clasificación de temporada.

5.0.2 Clase: Vehiculo

- 1. Inicialización:

- 1. **Entorno de simulación (env)**
- 2. **Identificación (name)**: Es el nombre del vehículo. Se utiliza para identificar el vehículo en la simulación y en los registros de estadísticas.
- 3. **Tipo de compuesto(compoundType)**: Representa el tipo de compuesto de neumáticos que utiliza el vehículo en la carrera. Esto afecta al rendimiento y a la estrategia de paradas en boxes.
- 4. **Tiempo de parada en boxes (pitStopTime)**: Es el tiempo que el vehículo pasa en boxes durante una parada en boxes. Este tiempo se genera aleatoriamente dentro de un rango especificado.
- 5. **Vueltas del compuesto completadas (compoundLapsCompleted)**: Lleva un registro del número de vueltas completadas por el vehículo con el mismo compuesto de neumáticos.
- 6. **Probabilidad de pinchazo (probPinchazo)**: Representa la probabilidad de que el vehículo sufra un pinchazo durante la carrera. Esta probabilidad aumenta con cada vuelta.
- 7. **Estación de carga (chargingStation)**: Es la estación de carga o boxes donde el vehículo realiza paradas durante la carrera. Se utiliza para simular el proceso de cambio de neumáticos.
- 8. **Vueltas de la carrera completadas (raceLapsCompleted)**: Lleva un registro del número de vueltas completadas por el vehículo en la carrera.
- 9. **Probabilidad de accidente (accidentProbability)**: Es la probabilidad de que el vehículo sufra un accidente en cada vuelta de la carrera. Esta probabilidad se calcula en función de las condiciones del circuito y del tipo de compuesto de neumáticos.
- 10. **Recolector de estadísticas (statistics)**: Es una instancia de StatisticsCollector utilizada para recopilar estadísticas de la carrera, como tiempos de vuelta y paradas en boxes.

- 2. Métodos:

- 1. **Carrera**: El método **racing()** simula la carrera del vehículo. Durante la carrera, el vehículo avanza por el circuito, calculando los tiempos de vuelta y evaluando la probabilidad de accidente y pinchazo en cada vuelta. Además, decide si parar en boxes según ciertas condiciones y actualiza su estado de carrera.
- 2. **Llegada a boxes**: El método **arriveBoxes()** simula la llegada del vehículo a los boxes para un cambio de neumáticos. Finalización de la carrera: El método **finish()** registra el tiempo en que el vehículo termina la carrera y actualiza la clasificación de la carrera, considerando si el vehículo sufrió un accidente durante la carrera.
- 3. **Finalización de la carrera**: El método **finish()** registra el tiempo en que el vehículo termina la carrera y actualiza la clasificación de la carrera, considerando si el vehículo sufrió un accidente durante la carrera.

5.0.3 Clase: Boxes

- **Inicialización:**

- **Entorno de simulación (env):** Representa el entorno de simulación de Simpy.
- **Selección de Compuesto (selectCompound):** Método para seleccionar el tipo de compuesto para el vehículo, basado en el tipo de circuito y las condiciones climáticas.

- **Métodos:**

- **Cambio de Neumáticos (changeTires):** Simula el cambio de neumáticos para un vehículo en los boxes. Selecciona un nuevo tipo de compuesto para el vehículo y espera el tiempo de parada en boxes antes de que el vehículo pueda continuar en la carrera.

```
import simpy
from typing import Generator
import random
import aux_function_module

class Boxes:
    def __init__(self, env: simpy.Environment) -> None:
        """Initialize the charging station"""

        Args:
            env (simpy.Environment): Simpy simulation environment
        """
        self.env = env

    def selectCompound(self, circuito):
        soft_compound_duration=random.randint(20,30)
        medium_compound_duration=random.randint(25,35)
        hard_compound_duration=random.randint(30,40)
        intermediates_compound_duration=random.randint(20,30)
        wet_compound_duration=random.randint(19,29)
        types = [{"soft":soft_compound_duration}, {"medium":medium_compound_duration}, {"hard":hard_compound_duration}, {"intermediates":intermediates_compound_duration}, {"wet":wet_compound_duration}]
        if circuito.typeRain == None:
            return random.choice(types[0:3])
        elif circuito.typeRain == "Light Rain":
            return random.choice(types[3:5])
        else:
            return random.choice(types[3:5])

    def changeTires(self, vehicle: object, circuito) -> Generator:
        """Refuel a vehicle"""

        Args:
            vehicle (object): Vehicle instance

        Yields:
            Generator: Simpy event generator
        """

        vehicle.compound_type = self.selectCompound(circuito)
        yield self.env.timeout(vehicle.pitStop_time)
        print(f"[Vehicle {vehicle.name}] Compound: {vehicle.compound_type}]t exits boxes at",aux_function_module.convertir_a_minutos_y_segundos(self.env.now))
        print()
```

Figure 5.1: CapturaCodigo Clase Boxes

5.0.4 Clase: Track

- **Inicialización:**
 - **Nombre (name):** El nombre del circuito.
 - **Probabilidad de Lluvia (rain):** Representa la probabilidad de lluvia en el circuito.
 - **Vueltas de la Pista (trackLaps):** El número de vueltas del circuito.
 - **Temperatura Promedio (avgTemperature):** La temperatura promedio del circuito.
 - **Clasificación de la Carrera (raceClassification):** Un diccionario que almacena la clasificación de la carrera.
 - **Estadísticas (statistics):** El recolector de estadísticas.
- **Métodos:**
 - **Probabilidad de Lluvia (rain_probability):** Calcula la probabilidad de lluvia en función del nombre del circuito.
 - **Clasificar Pilotos (classify_pilots):** Clasifica a los pilotos que completaron la carrera según su tiempo y actualiza sus puntos en función de su posición.
 - **Mostrar Información del Circuito (showTrackInfo):** Muestra la información del circuito, incluyendo el clima, el nombre, y la temperatura promedio.

```
import random
from statistics import StatisticsCollector

class Track:

    def __init__(self, name, trackLaps, avgTemperature, statistics: StatisticsCollector) -> None:
        self.name = name
        self.rain = self.rain_probability()
        self.trackLaps = trackLaps
        self.avgTemperature = avgTemperature
        self.race_classification = dict()
        if self.rain:
            self.typeRain = random.choice(["Heavy Rain", "Light Rain"])
        else:
            self.typeRain = None
        self.statistics = statistics

    def rain_probability(self):
        # ...

    def classify_pilots(self, race_classification):
        # Filtra los pilotos con tiempo de carrera y los ordena por tiempo
        valid_pilots = [(pilot, time) for pilot, (time) in self.race_classification.items() if time is not None]
        sorted_pilots = sorted(valid_pilots, key=lambda item: item[1])

        # Convierte la lista de pilotos ordenados de nuevo en un diccionario ordenado
        classification = {i + 1: (pilot, (time)) for i, (pilot, (time)) in enumerate(sorted_pilots)}

        # Agrega los pilotos sin tiempo de carrera al final del ranking
        no_time_rank = len(classification) + 1
        for pilot, (time) in self.race_classification.items():
            if time is None:
                classification[no_time_rank] = (pilot, (None))
                no_time_rank += 1

        self.race_classification = classification
        # Imprime cada piloto con su tiempo en una línea separada y actualiza sus puntos según su ranking
        print("\nResultados de la carrera:")
        for rank, (pilot, (time)) in self.race_classification.items():
            print(f"{rank} {pilot} {time}")

        self.statistics.add_data_race_classification(self.name, self.race_classification)

    def showTrackInfo(self):
        print("-----")
        if self.typeRain == None:
            print("Weather: Clear")
        else:
            print("Weather:", self.typeRain)

        print("Track Name:", self.name)
        print("Average Temperature:", self.avgTemperature, "C°")
        print("-----")
```

Figure 5.2: Captura Código Clase Track

5.0.5 Clase: StatisticsCollector

- **Inicialización:**

- **Datos (data):** Una lista que almacena los datos de las paradas en boxes de los vehículos.
- **Datos de Clasificación de Temporada (data_season_classification):** Una lista que almacena los datos de la clasificación de la temporada.
- **Datos de Clasificación de Carrera (data_race_classification):** Una lista que almacena los datos de la clasificación de la carrera.

- **Métodos:**

- **Agregar Datos de Paradas en Boxes (add_data_pit_stops):** Agrega datos de una parada en boxes de un vehículo a la lista de datos.
- **Agregar Datos de Clasificación de Temporada (add_data_season_classification):** Agrega datos de la clasificación de temporada a la lista de datos de clasificación de temporada.
- **Agregar Datos de Clasificación de Carrera (add_data_race_classification):** Agrega datos de la clasificación de carrera a la lista de datos de clasificación de carrera.
- **Convertir a DataFrame (to_dataframe_pit_stops):** Convierte los datos de las paradas en boxes en un DataFrame de pandas.
- **Convertir a DataFrame (to_dataframe_race_classification):** Convierte los datos de la clasificación de carrera en un DataFrame de pandas.
- **Convertir a DataFrame (to_dataframe_season_classification):** Convierte los datos de la clasificación de temporada en un DataFrame de pandas.

Chapter 6

Conclusiones

6.0.1 Ver Análisis de Datos en el Jupyter Notebook: `analysis.ipynb`

1. A pesar de esto y tras el estudio de los datos podemos concluir que las estrategias que mejor resultan son las más conservadoras. Esto quiere decir, parar aproximadamente cuando el neumático llega a sus vueltas recomendadas sin posponerlo mucho, pero tampoco arriesgándose y parando antes para poder hacer mejores tiempos de vuelta (por el propio tiempo de parada añadido). Parando a poner neumáticos de lluvia cuando corresponde y así evitando un accidente que es el mayor "castigo" para un campeonato así.
2. La selección de temperatura podría haberse ajustado más a la realidad debido al amplio efecto que estas tienen sobre los vehículos
3. El ajuste y probabilidades de lluvia se ha calculado acorde a las probabilidades reales y tiene efectos similares a la realidad
4. El ajuste y probabilidades de accidente se ha calculado acorde a las probabilidades reales y tiene efectos similares a la realidad
5. El ajuste de la degradación se ha calculado acorde a las probabilidades reales y tiene efectos similares a la realidad