



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO EN INFORMÁTICA DE GESTIÓN

Título del proyecto:

DESARROLLO DE UN SIMULADOR TEXTUAL DE
FÚTBOL

ALUMNO: Héctor Agustín Lana

TUTOR: Miguel Pagola Barrio

Pamplona, 15 de Julio de 2010

ÍNDICE

1-INTRODUCCIÓN -----	3
1.1-SIMULADORES DE FÚTBOL -----	3
1.2-OBJETIVOS DEL PFC -----	6
2- MODELO DE SIMULACIÓN -----	7
2.1-AUTÓMATA PROBABILÍSTICO -----	7
2.2-CADENAS DE MARKOV -----	8
2.3-EJEMPLO TEÓRICO -----	10
2.4-CÁLCULO DE PROBABILIDADES -----	14
3-DESARROLLO DE LA APLICACIÓN -----	17
3.1-IDENTIFICACIÓN DE LOS CASOS DE USO -----	17
3.2-DISEÑO DE LA INTERFAZ DE USUARIO -----	19
3.3-DESCRIPCIÓN DE INTERACCIONES ENTRE OBJETOS -----	21
3.4-DISEÑO DE CLASES -----	22
3.5-DISEÑO DE LA BASE DE DATOS -----	26
4-SIMULACIÓN COMPLETA DE UN PARTIDO -----	29
5-CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS -----	33
6-APÉNDICE: DESCRIPCIÓN DE ESTADOS -----	35
6.1-TIROS -----	35
6.2-PASES -----	40
6.3-CENTROS -----	43
6.4-BALONES DIVIDIDOS -----	45
6.5-REMATES -----	46
6.6-JUGADAS PERSONALES -----	48
6.7-TOMA DE DECISIONES -----	50
7-BIBLIOGRAFÍA -----	53

1-INTRODUCCIÓN

1.1-SIMULADORES DE FÚTBOL

Un simulador de fútbol es un programa que simula un partido de fútbol en función de unas entradas como pueden ser las alineaciones, jugadores, estrategias, etc... La salida del programa son los acontecimientos que van ocurriendo en la simulación de dicho partido. La simulación puede ser gráfica (2d o 3d) o textual.

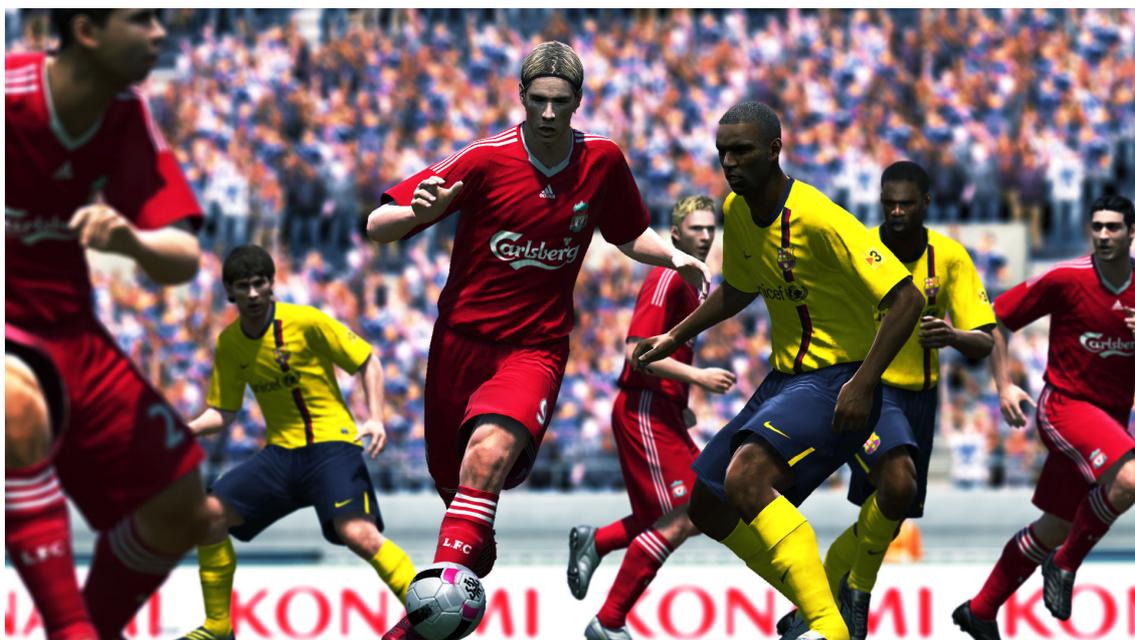


Figura 1.1. Motor 3d de PRO EVOLUTION SOCCER 2010.



Figura 1.2. Motor 2d de PC FUTBOL 5.0

Los simuladores de fútbol se engloban dentro de videojuegos más grandes conocidos como managers de fútbol o simuladores de gestión futbolística (figura 1.5) donde el jugador realiza las funciones de entrenador y/o manager de un equipo elegido a lo largo de una o más temporadas. Las series que más destacan son Football Manager de Sega y FIFA manager de Electronics Arts.

Además de estos managers también empezaron a tener éxito hace ya algún tiempo los managers en la web como Hattrick.org (figura 1.3), Freekick.org (figura 1.4) o strikermanager.com. En muchas ocasiones no es viable que estos videojuegos integren simuladores en 3d o 2d por lo que tienen que integrar simuladores textuales. Esto se debe principalmente a dos factores:

- Los gráficos ocupan mucho espacio y la velocidad de la red es escasa en algunos tramos por lo que se complica el envío de datos.
- La necesidad de servidores potentísimos ya que estos simuladores consumen gran cantidad de memoria y cpu y además tienen muchos usuarios (figura 1.5).

The screenshot shows the Hattrick.org website interface. At the top, there's a navigation bar with links like 'Mi Hattrick', 'Mi Club', 'Internacional', 'Foros', 'Tienda', 'Ayuda', and 'Salir'. The main content area displays a match report for 'Alcosas 1 - 4 carlos' (257802344) dated 06-03-2010 14:40. The report includes a detailed text-based description of the game, mentioning players like Iqor Gaioso, Gonzalo Tutau, and Jorge Ortiz Moreno. On the right side, there's a 'Resumen' (Summary) table showing goals and minutes for both teams.

Equipo	Jugador	Minuto
Alcosas	Gonzalo Tutau	24'
Alcosas	Jorge Ortiz Moreno	31'
Alcosas	Juan José Piñeiro	34'
Alcosas	Fernando Nora	41'
Carlos	Jaime Eva	71'
Carlos	Iqor Gaioso	14'
Carlos	Jorge Ortiz Moreno	40'
Carlos	Juan Fantoni	68'
Carlos	Jorge Ortiz Moreno	76'
Carlos	Miquel Alberto	74'
Carlos	Ascariz	
Carlos	Miquel Alberto	74'
Carlos	Ascariz	
Carlos	Guillermo	
Carlos	Terroba	

Figura 1.3. Simulador textual de Hattrick.org

Directo

8150 espectadores acudieron el 10-03-11 al Partido amistoso en el campo de Casa Cristo (27523). De ellos, 8 ocuparon asiento de palco, 408 de tribuna, 2717 de preferente y 5017 de general.



CEU'S
3ª división amateur (50)
Clasificación mundial **9,308**



tocote fc
3ª división amateur (59)
Clasificación mundial **12,873**

2 - 0 21'

Minuto 3
Ignacy Krzynowek de **CS** vio a Lasse Lauritsen pidiendo el balón y soltó un *soberbio* pase hacia el centro. Iñaki Guillén recibió un *pobre* apoyo de sus compañeros, quedando *demasiado lejos*. Lauritsen hizo una *buena* recepción, y consiguió controlar el balón.

Lauritsen vio a Sébastien Haubold pidiendo el balón y soltó un *excelente* pase corto alto hacia el área. Baybora Bakay recibió un apoyo *decente* de sus compañeros, quedando *allí*. Haubold hizo una *horrible* recepción, y Bakay hizo una entrada *excelente*. Bakay despejó la pelota fuera de peligro.

Minuto 6
Arthur Ferris de **CS** vio a Hrvoje Mačković pidiendo el balón y soltó un *buen* pase alto hacia el centro. Jan Suchodolski recibió un apoyo *decente* de sus compañeros, quedando *cerca*. Mačković hizo una *débil* recepción, y bajó la bola.

● Parar
● Muy lento
● Lento
● Normal
● Rápido
● **Muy rápido**



CS



tct

Tácticas ☐

Órdenes de equipo

Flexible **Flexible**

Estadísticas ☐

Oportunidades

4 (80%)	(20%) 1
----------------	----------------

Ocasiones de gol

3	0
----------	----------

Tiros a puerta

3	0
----------	----------

Goles ☐

6'	Ercan, E (A)	1 - 0
19'	Mačković, H (A)	2 - 0




Figura 1.4. Simulador textual de Freekick.org

Estadísticas	
Usuarios activos:	865 560
Partidos de la semana pasada:	1 062 434
Transferencias en las últimas 24h:	27 708
Mensajes escritos en el foro en las últimas 24 horas:	96 403

Figura 1.5. Estadísticas de Hattrick.org a 3/4/2010

1.2-OBJETIVOS DEL PFC

El objetivo del PFC será realizar un simulador de fútbol textual .A diferencia de otros simuladores como FreeKick que sólo muestran jugadas en algunos minutos del partido el que vamos a construir debe mostrar todas las jugadas del partido.

De una serie de equipos el usuario elegirá su equipo y el equipo rival. Una vez elegido el equipo, el usuario en función de los atributos de los jugadores deberá hacer la táctica y elegir lanzadores de corners, faltas y penaltis. Una vez hecho se simulará el partido durante unos 10 minutos y se irá mostrando por pantalla lo que irá ocurriendo.

Los atributos de los jugadores serán los siguientes: resistencia, pase, presión, centro, disparo, fuerza, regate, velocidad, reflejos, respuesta , remate de cabeza, salto, agresividad ,entrada ,control, mentalidad y trabajo en equipo.

La disposición táctica genérica será la mostrada en la figura 1.6.

PORTERO		
L.D	D.CENTRALES	L.I
CENTROCAMPISTAS DEFENSIVOS		
CENTROCAMPISTAS OFENSIVOS		
DELANTEROS		

Figura 1.6. Disposición táctica genérica.

2.-MODELO DE SIMULACIÓN

2.1-AUTOMATA PROBABILISTICO O MODELO DE MARKOV

Para la simulación del partido vamos a crear un sistema que se dividirá en estados. La permanencia en un estado u otro dependerá de la posición donde se encuentra el balón y del jugador lleva el balón. De esta forma tendremos estados como falta, corner, penalti, centro, disparo lejano, pase, etc. También tendremos estados de decisión donde dependiendo de sus características los jugadores decidirán realizar una acción u otra.

En este modelo la ocurrencia o no de un estado dependerá sólo de lo que ocurra en el estado anterior. Por ejemplo si nos encontramos en un estado de tiro a puerta dependiendo de si el jugador tira al poste, tira fuera o mete gol iremos a un estado u otro como puede ser saque de centro, corner o rechace.

Para realizar la transición entre estados utilizaremos un generador de números aleatorios y unas probabilidades que dependerán de los atributos de los jugadores.

Nuestro sistema será por tanto un autómata probabilístico o modelo de Markov y en concreto será una cadena de Markov.

2.2-CADENAS DE MARKOV

Una cadena de markov es un proceso en tiempo discreto en el que una variable aleatoria X_n va cambiando con el paso del tiempo. Las cadenas de Markov tienen la propiedad de que la probabilidad de que $X_n = j$ sólo depende del estado inmediatamente anterior del sistema: X_{n-1} .

Cuando las probabilidades de transición no se modifican con el tiempo también se habla de una cadena de Markov homogénea.

En una cadena homogénea finita con m posibles estados E_1, E_2, \dots, E_m se puede introducir la notación:

$q_{ij} = P(X_n = j \mid X_{n-1} = i)$, donde $i, j = 1, 2, \dots, m$. Si $q_{ij} > 0$ entonces se dice que el estado E_i puede comunicar con E_j .

Q_{ij} se llama probabilidad de transición en una etapa desde el estado i hasta el estado j .

Los q_{ij} se agrupan en la denominada matriz de transición de la CM:

$$Q = \begin{pmatrix} q_{00} & q_{01} & q_{02} & \dots \\ q_{10} & q_{11} & q_{12} & \dots \\ q_{20} & q_{21} & q_{22} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix} = (q_{ij})_{i,j \in S}$$

Por ser los q_{ij} probabilidades,

$$\forall i, j \in S, \quad q_{ij} \in [0,1]$$

Por ser 1 la probabilidad del suceso seguro, cada fila ha de sumar 1, es decir,

$$\forall i \in S, \quad \sum_{j \in S} q_{ij} = 1$$

Una matriz que cumpla estas dos propiedades se llama matriz estocástica

Aplicaciones de las cadenas de Markov : Modelo oculto de Márkov

Un modelo oculto de Markov es un modelo estadístico en el que se asume que el sistema a modelar es un proceso de Markov de parámetros desconocidos. El objetivo es determinar los parámetros desconocidos de dicha cadena a partir de los parámetros observables. Los parámetros extraídos se pueden emplear para llevar a cabo sucesivos análisis, por ejemplo en aplicaciones de reconocimiento de patrones.

En un modelo *oculto* de Markov, el estado no es visible directamente, sino que sólo lo son las variables influidas por el estado. Cada estado tiene una distribución de probabilidad sobre los posibles símbolos de salida. Consecuentemente, la secuencia de símbolos generada por un HMM proporciona cierta información acerca de la secuencia de estados.

Los modelos ocultos de Markov son especialmente aplicados a reconocimiento de formas temporales, como reconocimiento del habla, de escritura manual, de gestos, etiquetado gramatical o en bioinformática.

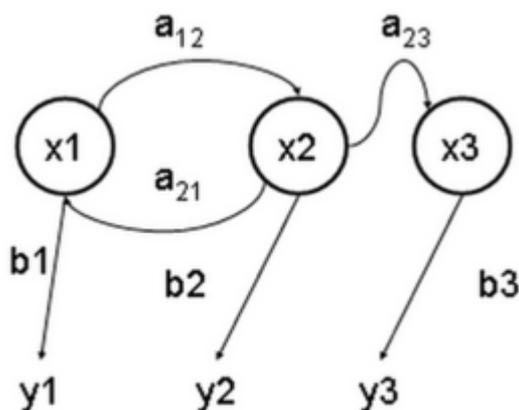


Figura 2.1. Modelo oculto de Markov.

- x — estados ocultos
- y — salidas observables
- a — probabilidades de transición
- b — probabilidades de salida

2.3 -EJEMPLO TEÓRICO

Para entender como funciona el simulador vamos a ver algunos estados de ejemplo. Una vez que le llega la pelota a un jugador nos encontraremos en el estado de decisión correspondiente para cada tipo de jugador ya que dependiendo de si es delantero o defensa podremos hacer diferentes jugadas. Como ejemplo vamos a suponer que un centrocampista ofensivo(CCO) tiene en su poder la pelota. Nos encontraremos en el estado `centro_ofen_decide`(figura 2.2) y el jugador tendrá que decidir entre las siguientes opciones:

- A-Pasar la pelota a otro centrocampista ofensivo.
- B-Disparar a portería.
- C-Atacar por banda encarando al lateral.
- D-Intentar un pase al hueco a un delantero.

Las probabilidades de ocurrencia de cada opción que serán $P(A), P(B), P(C)$ Y $P(D)$ dependerán de los atributos de los jugadores y el cálculo de estas probabilidades se explicará en el apartado 2.4.

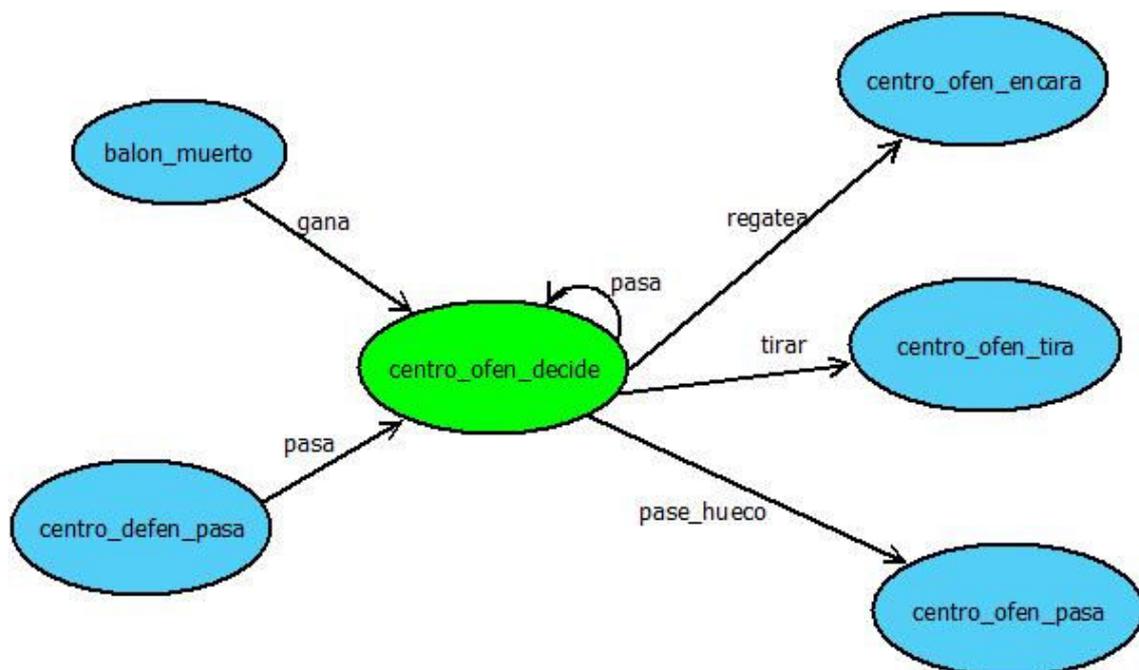


Figura 2.2. Contexto del estado `centro_ofen_decide`.

Para simular esta decisión generamos un número real aleatorio R entre 0 y 1 y llamamos al siguiente algoritmo:

```
if (R< p(A))
{
    IR A ESTADO CENTRO_OFEN_DECIDE
}
else if ((p(A)<=R) AND (R< (p(A)+p(B))))
{
    IR A ESTADO CENTRO_OFEN_TIRA
}
else if (((p(A)+p(B))<=R) AND (R< (p(A)+p(B)+p(C))))
{
    IR A ESTADO CENTRO_OFEN_ENCARA
}
else
{
    IR A ESTADO CENTRO_OFEN_PASA
}
```

Ahora suponemos que nuestro centrocampista ha decidido tirar a portería, llegaremos entonces a un nuevo estado centro_ofen_tira. Tras la generación del número aleatorio y el algoritmo anterior se producirá uno de los siguientes sucesos.

A="El portero atrapa la pelota."
B="El portero despeja la pelota al área."
C="El portero despeja la pelota a corner."
D="la defensa despeja a corner."
E="la defensa rechaza el balón."
F="La pelota va directamente fuera."
G="La pelota pega en el poste."
H="La pelota entra a gol."

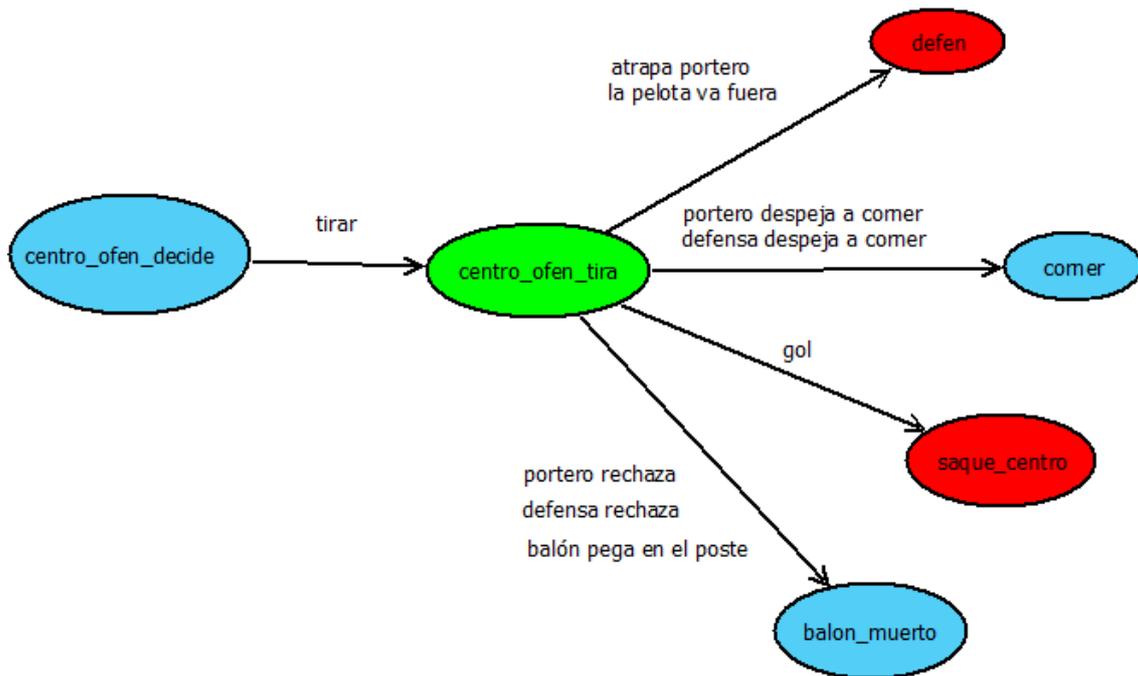


Figura 2.3. Contexto del estado centro_ofen_tira.

Nótese que los estados rojos suponen la pérdida del balón y el comienzo de un ataque por parte del otro equipo.

Si la decisión de nuestro centrocampista ofensivo hubiera sido la de pasar la pelota a un delantero estaríamos en el contexto de la figura 2.4.

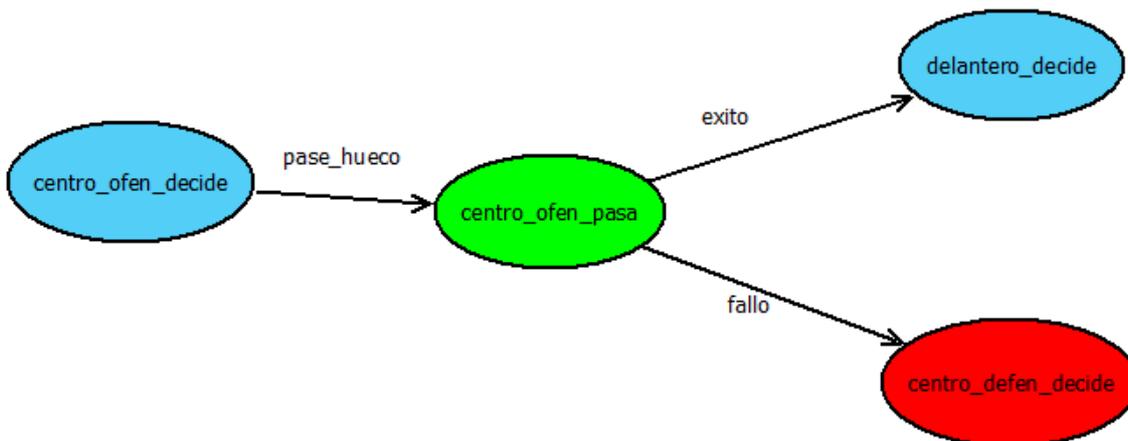


Figura 2.4. Contexto del estado centro_ofen_pasa.

El pase se realizará con éxito o un centrocampista defensivo del otro equipo recuperará la pelota e iniciará un nuevo ataque desde la posición donde recuperó.

Imaginemos ahora que nuestro centrocampista ofensivo hubiera elegido la opción de realizar un ataque por banda y atacar a un lateral en lugar de pasar la pelota o tirar. Tendríamos el contexto de la figura 2.5.

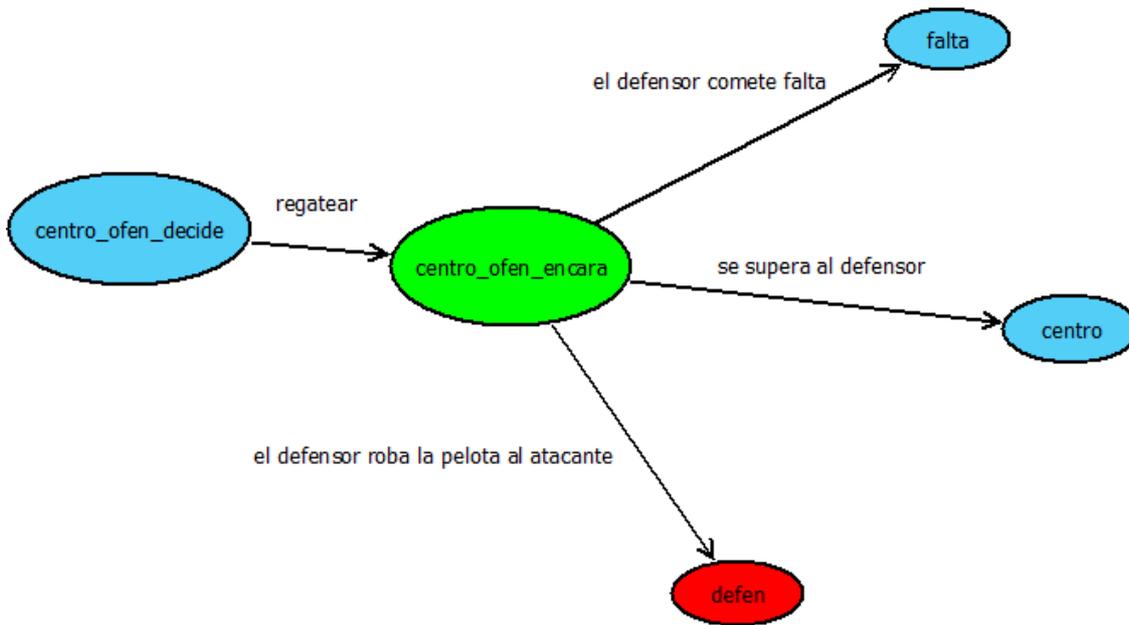


Figura 2.5. Contexto del estado centro_ofen_encara.

Puede ocurrir que nuestro centrocampista ofensivo consiga regatear al lateral y pase al estado de centrar al área, que el lateral cometa falta sobre nuestro centrocampista ofensivo o que el lateral nos robe la pelota e inicie un nuevo ataque.

Para más información sobre los estados del simulador se puede consultar el apéndice.

2.4 CÁLCULO DE PROBABILIDADES

Las probabilidades de transiciones entre estados atributos de los jugadores que participan en dicho estado y serán calculadas dinámicamente.

Recordemos que los atributos de los jugadores eran los siguientes: resistencia, pase, presión, centro, disparo, fuerza, regate, velocidad, reflejos, respuesta, remate de cabeza, salto, agresividad, entrada, control, mentalidad y trabajo en equipo.

Cada atributo es un entero positivo contenido en el intervalo [0, 99].

Para tener unas probabilidades formalmente correctas para una cadena de Markov el requisito que tenemos que cumplir es que para un estado la suma de las probabilidades de todas las transiciones sea 1.

Ahora bien, además de que nuestras probabilidades sean formalmente correctas necesitamos tener unas probabilidades que nos permitan tener un simulador realista.

Normalmente cada transición tendrá su atributo o atributos favorables para que ocurra. Es decir a mayor valor de ese atributo más probabilidad de que ocurra dicha transición. Por ejemplo supongamos que un delantero va a regatear a un defensa, el atributo favorable para que lo regatee será la capacidad de regate del delantero mientras que el atributo favorable para que el defensa robe el balón será la capacidad de robo del mismo. Ahora bien no siempre todas las transiciones van a tener el mismo número de atributos favorables ni todos los atributos van a tener la misma relevancia por lo que además asignaremos un peso ω_i para modificar las probabilidades a nuestro gusto.

Entonces para cada transición t la probabilidad es:

$$P(t) = \omega_t \frac{\sum \text{atributos_favorables}(t)}{\sum_{i=1}^N \omega_{t_i} \sum \text{atributos_favorables}(t_i)}$$

donde N es el número de

transiciones de salida de un estado.

Pero tenemos que verificar que siguiendo esta metodología

$$\sum_{i=1}^N P(t_i) = 1$$

Demostración:

$$\sum_{i=1}^N P(t_i) = \frac{\sum_{i=1}^N \omega_{t_i} \sum \text{atributos_favorables}(t_i)}{\sum_{j=1}^N \omega_{t_j} \sum \text{atributos_favorables}(t_j)}$$

Como $\forall i \in [1, N]$ $\sum_{j=1}^N \omega_{t_j} \sum \text{atributos_favorables}(t_j)$ es una constante:

$$\sum_{i=1}^N P(t_i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^N \omega_{t_j} \sum \text{atributos_favorables}(t_j)} \sum_{i=1}^N \omega_{t_i} \sum \text{atributos_favorables}(t_i) =$$

$$\frac{\sum_{i=1}^N \omega_{t_i} \sum \text{atributos_favorables}(t_i)}{\sum_{j=1}^N \omega_{t_j} \sum \text{atributos_favorables}(t_j)} = 1$$

Ejemplo: estado delantero encara.

Un delantero intenta regatear a un defensa central.

El espacio muestral es $\Omega = \{A, B, C\}$ donde

A="El delantero consigue regatear al lateral"

B="El defensa central comete penalti sobre el delantero"

C="El defensa central roba la pelota al delantero"

SUCESO	TRANSICIÓN
A	Remate_bocajarro(a,b)
B	penalti(a,b)
C	defen(b,a)

Nótese en la columna transición la sintaxis estado(a,b). Esto indica que en ese estado atacará el equipo a y defiende el equipo el equipo b. Denotaremos cómo x al delantero que intenta el regate y cómo y al defensa central.

Las probabilidades se calculan de la siguiente forma:

$$P(A) = \omega \frac{\sum \text{atributos}_{\text{ favorables}}(A)}{\sum_{i=1}^N \omega_{t_i} \sum \text{atributos}_{\text{ favorables}}(t_i)} = \frac{\text{velocidad}(x) + \text{regate}(x)}{\text{velocidad}(x) + \text{regate}(x) + \text{velocidad}(y) + \text{entrada}(y) + \text{agresividad}(y)}$$

$$P(B) = \omega_B \frac{\sum \text{atributos}_{\text{ favorables}}(B)}{\sum_{i=1}^N \omega_{t_i} \sum \text{atributos}_{\text{ favorables}}(t_i)} = \frac{\text{agresividad}(y)}{\text{velocidad}(x) + \text{regate}(x) + \text{velocidad}(y) + \text{entrada}(y) + \text{agresividad}(y)}$$

$$P(C) = \omega_C \frac{\sum \text{atributos}_{\text{ favorables}}(C)}{\sum_{i=1}^N \omega_{t_i} \sum \text{atributos}_{\text{ favorables}}(t_i)} = \frac{\text{velocidad}(y) + \text{entrada}(y)}{\text{velocidad}(x) + \text{regate}(x) + \text{velocidad}(y) + \text{entrada}(y) + \text{agresividad}(y)}$$

Nótese que para este estado no ha hecho falta hacer uso de los pesos y su valor ha sido 1.

Para más información sobre estados consultar el apéndice.

3.-DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

-Para el desarrollo de la aplicación hemos usado el UP (proceso unificado de desarrollo de software) junto con algunos patrones de diseño de software.

3.1-IDENTIFICACION DE LOS CASOS DE USO

Podemos identificar dos casos de uso principales:

-JugarPartido (figura 3.2)

-HacerCambios(figura 3.3)

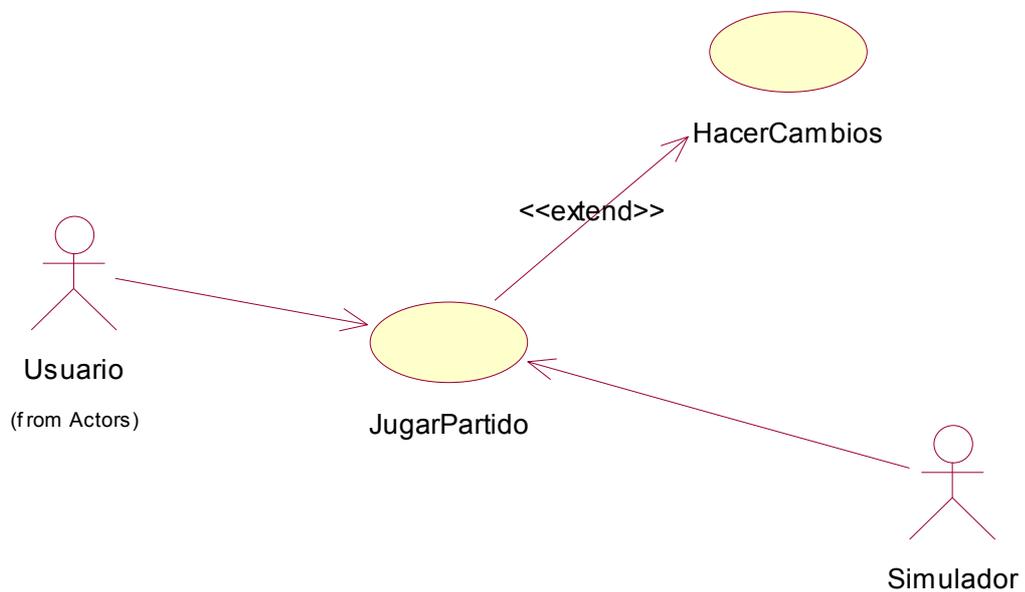


Figura 3.1. Diagrama de casos de uso del sistema.

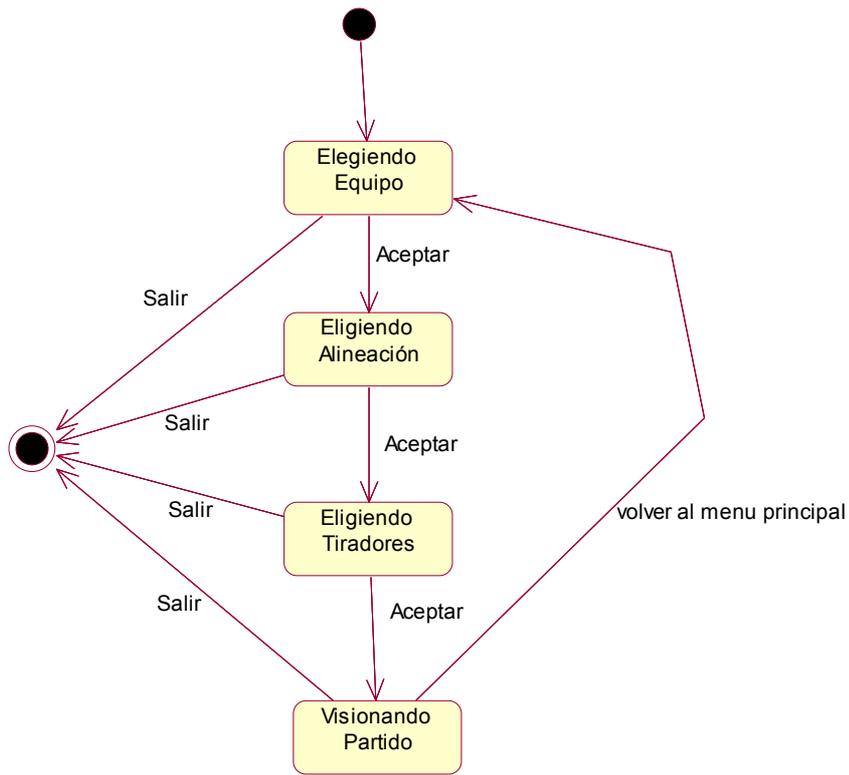


Figura 3.2. Diagrama de estados del caso de uso JugarPartido.

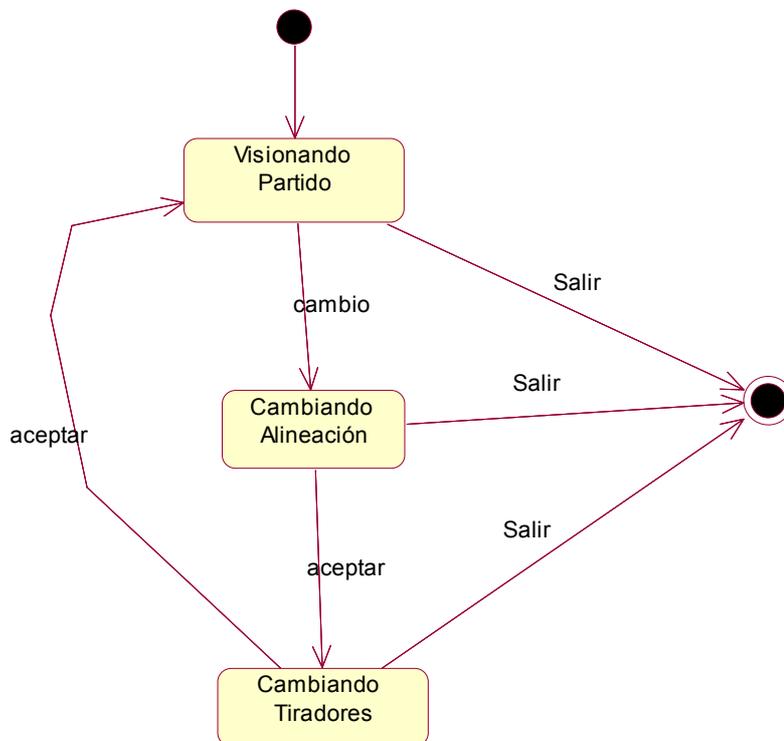


Figura 3.3. Diagrama de estados del caso de uso HacerCambios.

3.2-DISEÑO DE LA INTERFAZ DE USUARIO

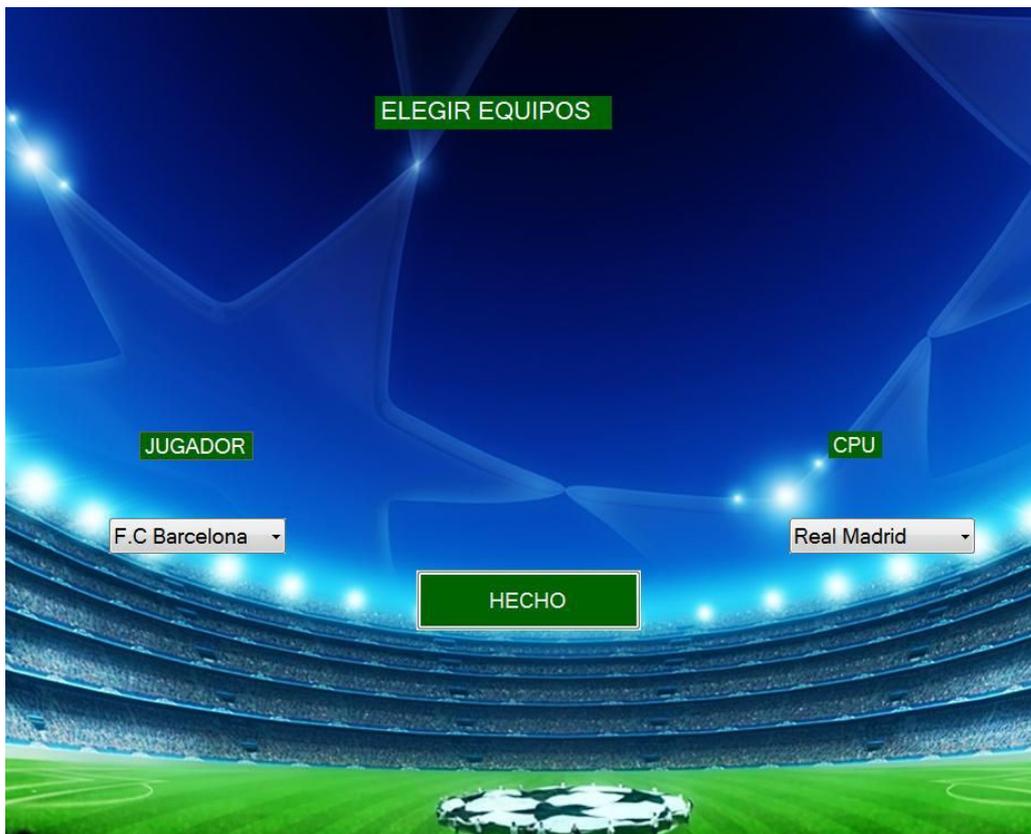


Figura 3.4. Formulario de elección de Equipos



Figura 3.5. Formulario de elección de alineación



Figura 3.6. Formulario de elección de tiradores

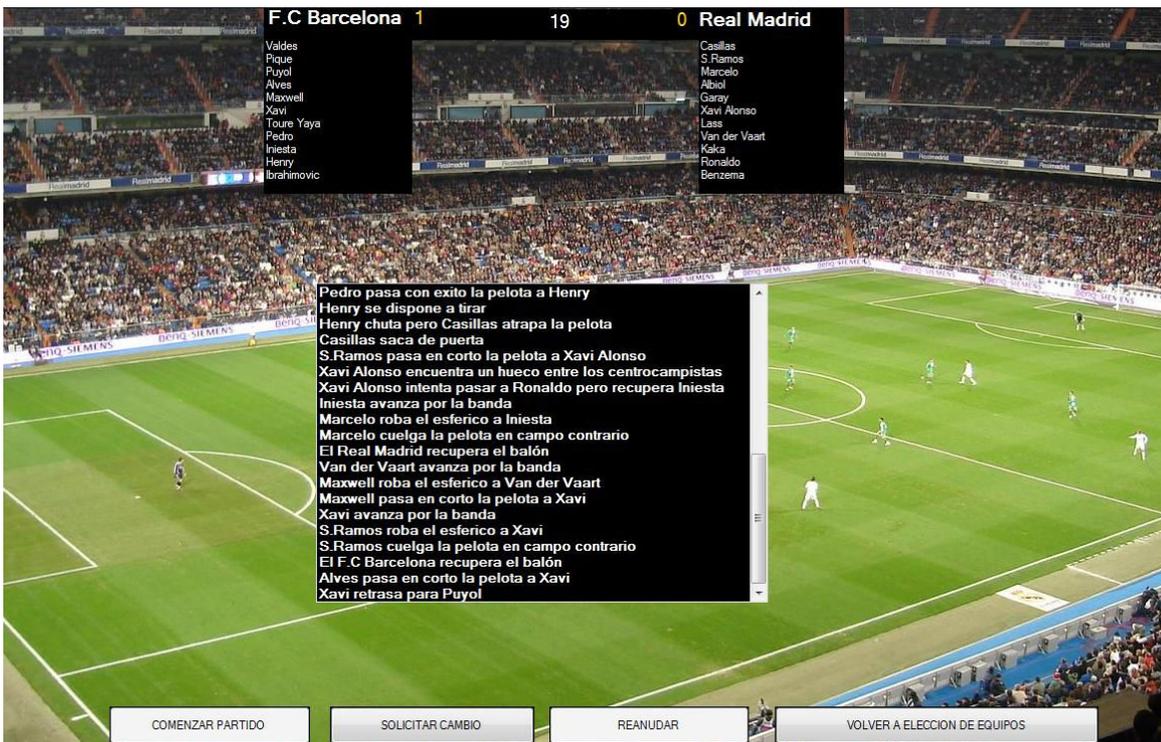


Figura 3.7. Formulario de visionado del partido

3.3-DESCRIPCIÓN DE INTERACCIONES ENTRE OBJETOS

A continuación se exponen los diagramas de secuencia para cada caso de uso.

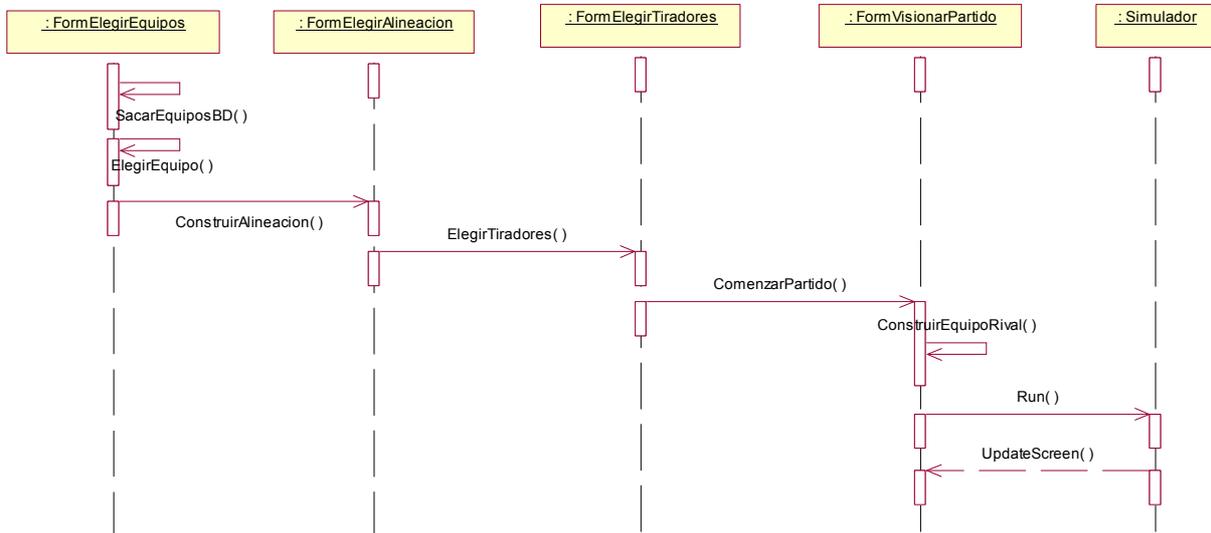


Figura 3.8. Diagrama de secuencia del caso de uso JugarPartido.

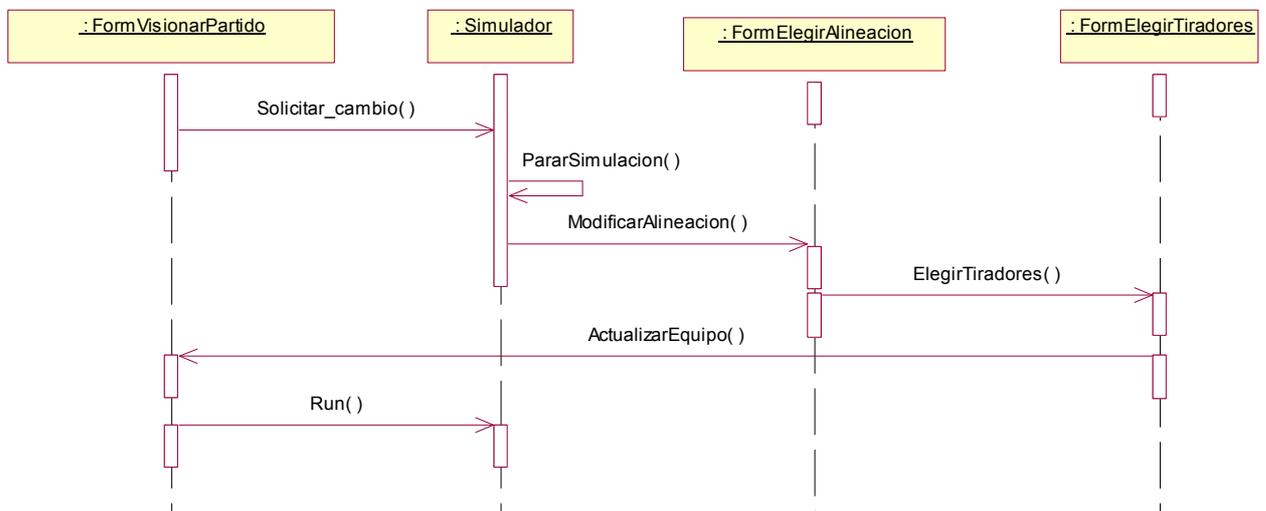


Figura 3.9. Diagrama de secuencia del caso de uso HacerCambios.

3.4 DISEÑO DE CLASES

Para diseñar las clases del simulador se han usado patrones de diseño ampliamente conocidos: el patrón State, que nos permite implementar de forma sencilla un autómata y el patrón Template que nos permite ahorrar mucho código fuente a la hora de implementar estados parecidos.

PATRÓN TEMPLATE

Define una operación, el esqueleto de un algoritmo, delegando en las subclasses algunos de sus pasos. Permite que las subclasses redefinan ciertos pasos del algoritmo sin cambiar su estructura. La clase que define el esqueleto del algoritmo se define como abstracta.

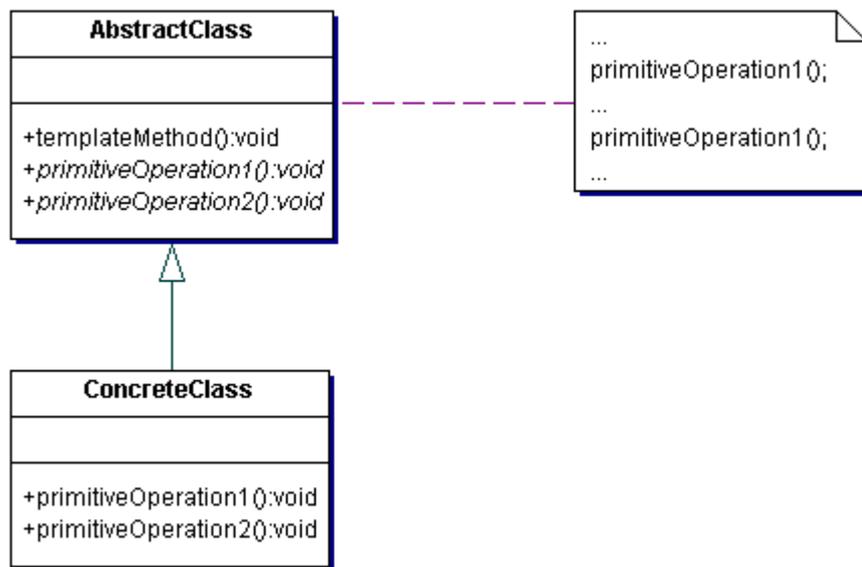


Figura 3.10. Diagrama de clases genérico para el patrón template.

En nuestro programa utilizamos a menudo este patrón, el cual nos permite ahorrar mucho código fuente. Imaginemos que queremos implementar distintos estados de tiros a puerta, por ejemplo tiro desde lejos, desde cerca, etc. Para cada estado de tiro las probabilidades serán distintas puesto que marcar un gol desde lejos será más difícil que marcarlo desde cerca pero la estructura algorítmica del estado será la misma puesto que las transiciones que se producen tras generar el número aleatorio son las mismas(gol, pierde, corner o rechace).

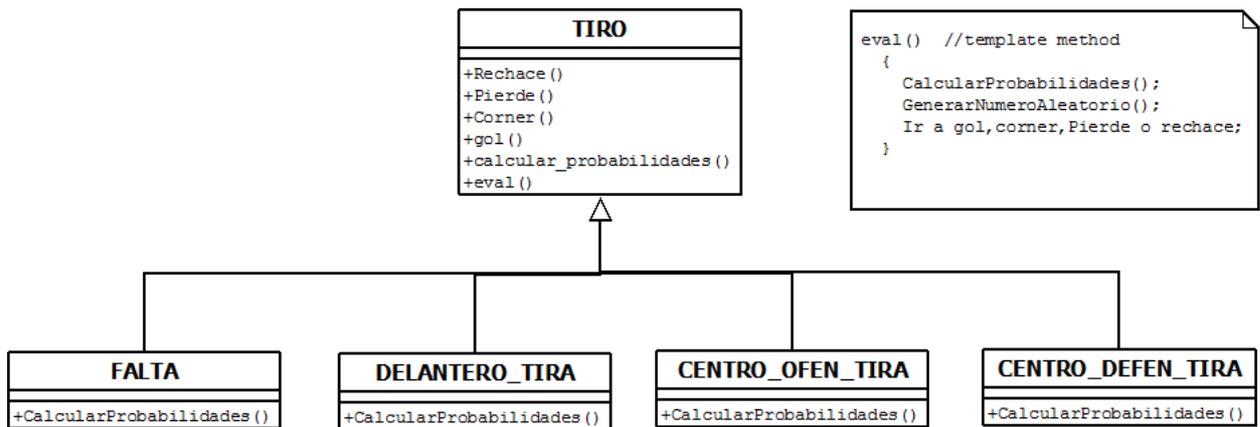


Figura 3.11. Ejemplo de uso de Template para la colección de estados Tiro.

PATRÓN STATE

El patrón State nos permite implementar un autómata.

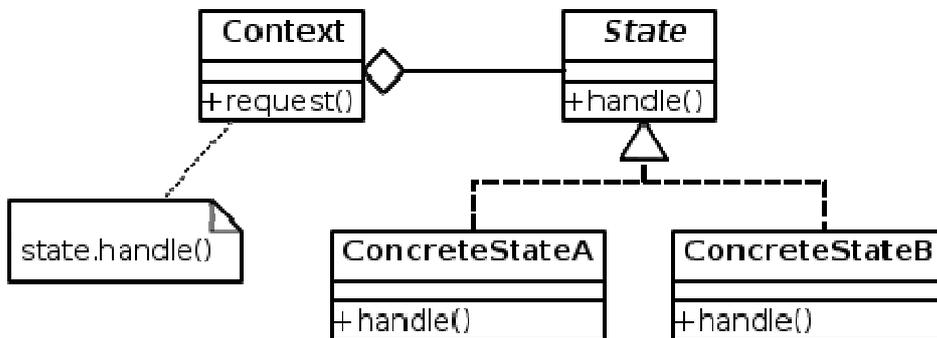


Figura 3.12. Diagrama de clases genérico para el patrón State.

Context: Define la Interfaz y mantiene una instancia con el estado actual.

State: Define una interfaz para el comportamiento asociado a un determinado estado del Contexto.

ConcreteState: Cada subclase implementa el comportamiento asociado con un estado del contexto.

-El diseño de clases del simulador tras usar ambos patrones es el siguiente es el de la figura 3.13.

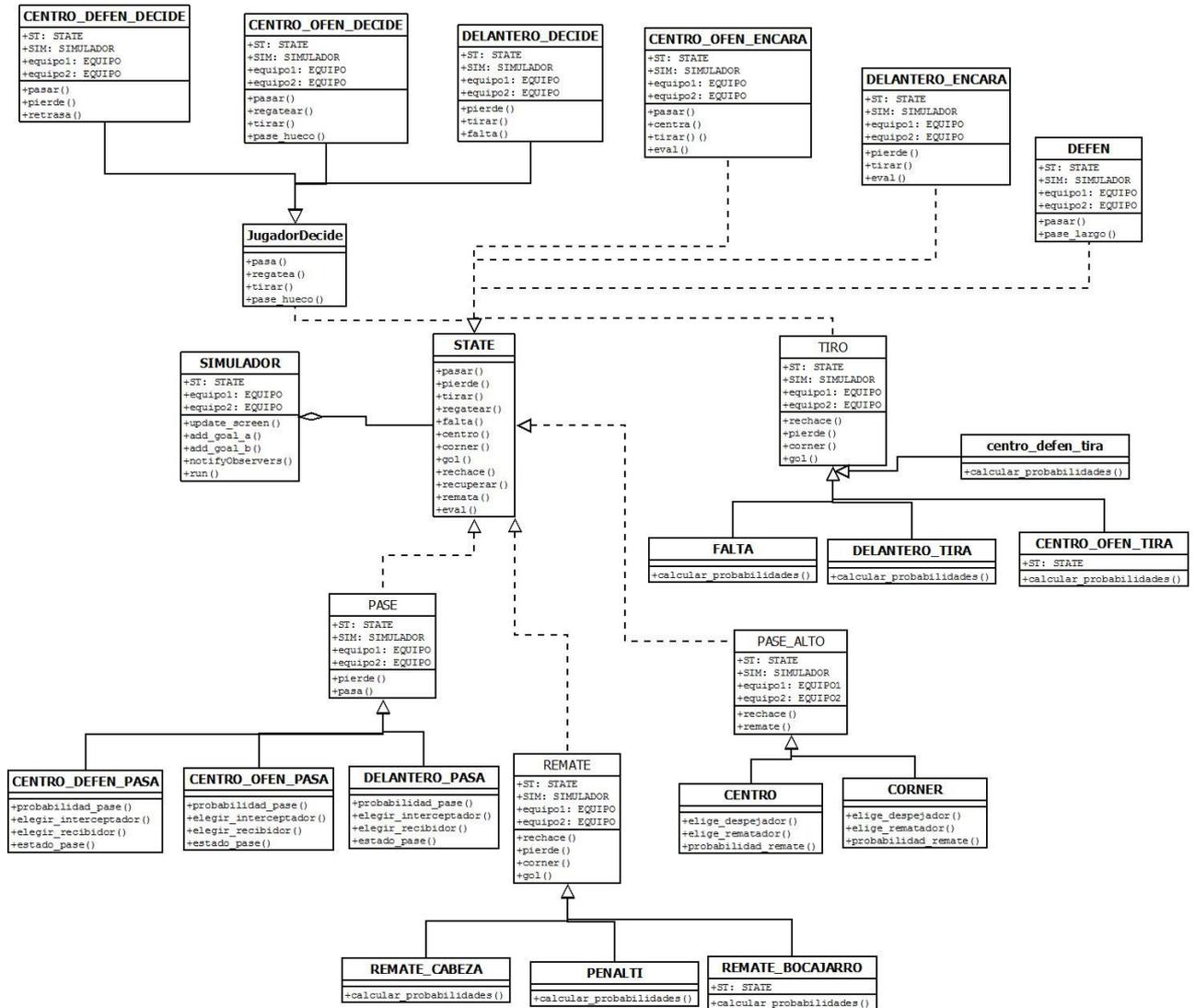


Figura 3.13. Diagrama de clases del motor de simulación.

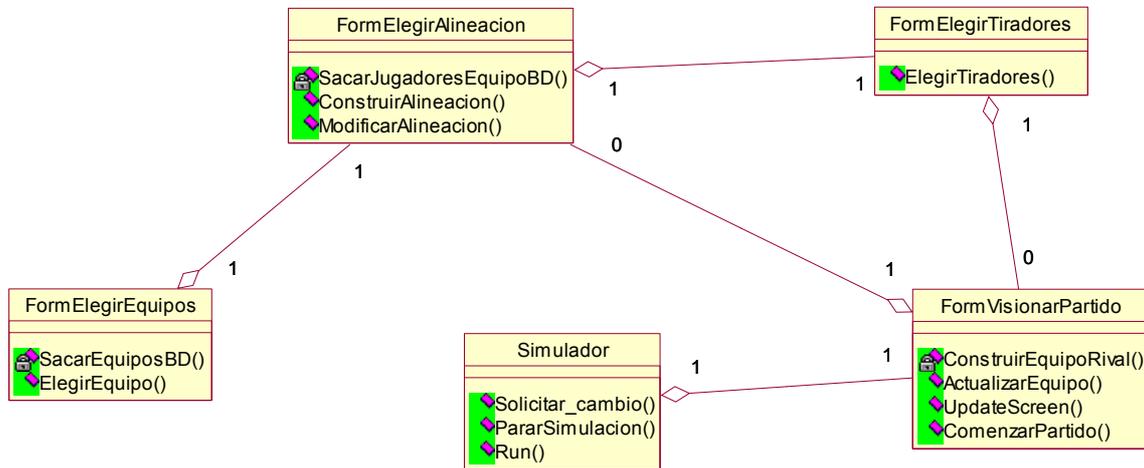


Figura 3.14. Diagrama de clases de la aplicación.

3.5 –DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

SEMÁNTICA

Un equipo tiene entre 15 Y 23 jugadores. Cada equipo tiene un nombre único, pertenece a un país, tiene un estadio y un escudo. Cada jugador solo puede pertenecer a un equipo. Cada jugador tiene un dorsal único para su equipo, en consecuencia dos jugadores de distintos equipos puedan tener el mismo dorsal. Además del dorsal de cada jugador se desea saber el nombre, puestos y atributos futbolísticos. Los atributos futbolísticos son: resistencia, pase, presión, centro, disparo, fuerza, regate, velocidad, reflejos, respuesta, remate de cabeza, salto, agresividad ,entrada ,control, mentalidad y trabajo en equipo. Cada uno de estos atributos futbolísticos irá comprendido entre en el rango [0,99].

MODELADO E/R

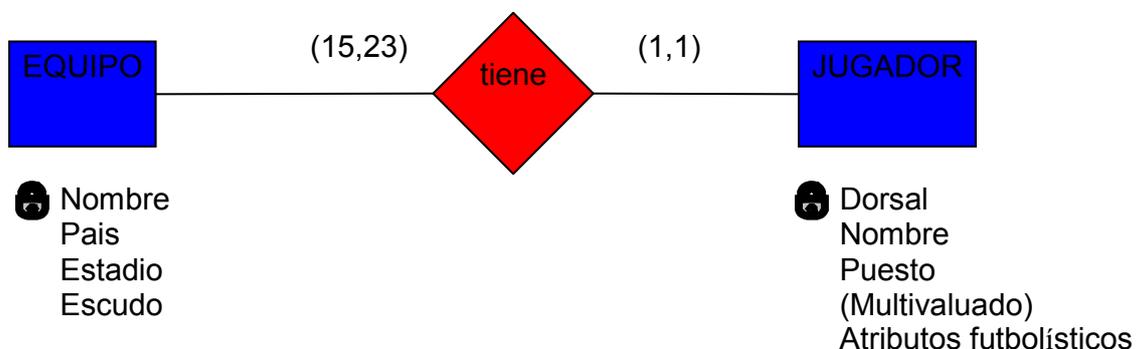


Figura 3.15. Diagrama entidad-relación

PASO AL MODELO RELACIONAL

De la forma habitual hacemos el paso a tablas del diagrama e/r. Nos hará falta otra tabla para el atributo multivaluado.

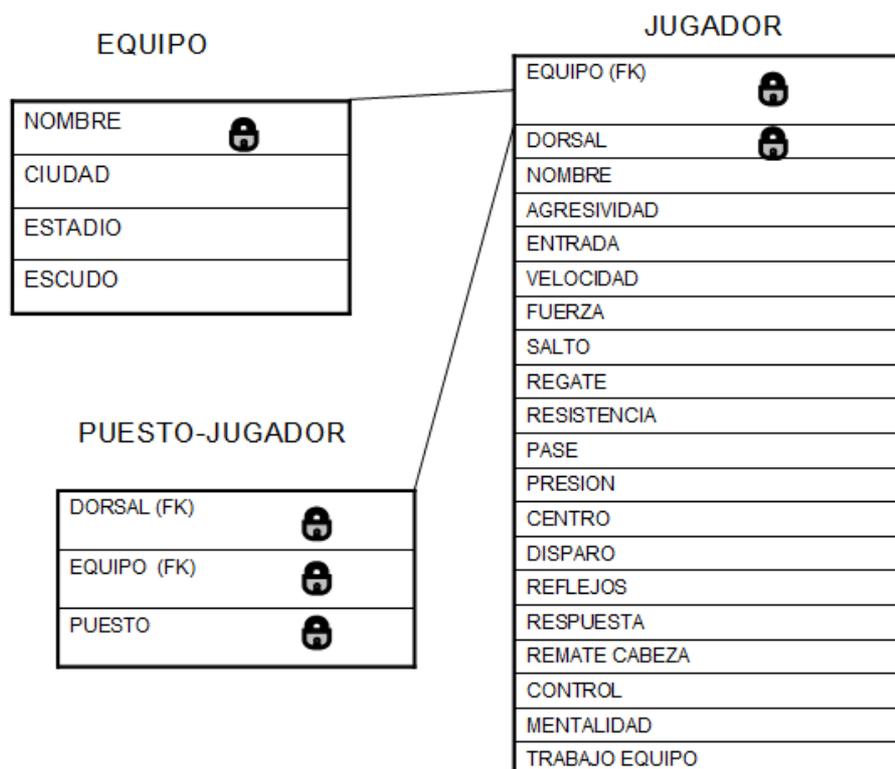


Figura 3.16. Paso a tablas del modelo entidad-relación.

IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS

Puesto que no queremos que el cliente tenga que instalar ningún sistema gestor de bases de datos en su máquina necesitaremos usar una base de datos embebida.

Una base de datos embebida es aquella que no inicia un servicio en nuestra máquina independiente de la aplicación, pudiéndose enlazar directamente a nuestro código fuente o bien utilizarse en forma de librería.

A la hora de elegir un SGBD para crear bases de datos empotradas nos hemos encontrado con varias opciones como Firebird, SQLite, HSQLDB. Al final nos hemos decantado por Firebird debido a lo siguiente:

- Es de código abierto.
- Es multiplataforma, y actualmente puede ejecutarse en los sistemas operativos: Linux, HP-UX, FreeBSD, Mac OS, Solaris y Microsoft Windows.
- Ejecutable pequeño, con requerimientos de hardware bajos.
- Soporte de transacciones ACID y claves foráneas.
- Es medianamente escalable.
- Buena seguridad basada en usuarios/roles.
- Diferentes arquitecturas, entre ellas el Servidor Embebido.

4.-SIMULACIÓN COMPLETA DE UN PARTIDO.

-A continuación ofrecemos las capturas de pantalla de una simulación entre Real Madrid y F.C Barcelona.

**Comienza el partido.
Real Madrid saca de centro.
El Real Madrid saca de centro y Xavi Alonso controla la pelota
Xavi Alonso retrasa para Albiol.
Albiol pasa en corto la pelota a Lass.
Lass retrasa para Albiol.
Albiol pasa en corto la pelota a Lass.
Lass encuentra un hueco entre los centrocampistas.
Lass intenta pasar a Kaka pero recupera Pedro.
Pedro mira la portería.
Pedro chuta y la defensa despeja a comer.
Henry centra al area pequeña pero despeja Lass.
El Real Madrid recupera el balón.
S.Ramos pasa en corto la pelota a Lass.
Lass retrasa para Albiol.
Albiol pasa en corto la pelota a Xavi Alonso.
Xavi Alonso encuentra un hueco entre los centrocampistas.
Xavi Alonso pasa con exito la pelota a Ronaldo.
Ronaldo mira la portería.
Ronaldo chuta y la defensa despeja a comer.**

Xavi Alonso centra al area pequeña.
Pepe remata de cabeza.
La pelota pega en el poste.
El Real Madrid recupera el balón.
Ronaldo pasa la pelota a Kaka.
Kaka avanza por la banda.
Kaka regatea a Maxwell.
Kaka centra al area pequeña.
Benzema remata de cabeza.
Gol!!! Gol del Real Madrid.
El F.C Barcelona saca de centro y Xavi controla la pelota.
Xavi retrasa para G.Milito.
G.Milito pasa en corto la pelota a Xavi.
Xavi encuentra un hueco entre los centrocampistas.
Xavi intenta pasar a Pedro pero recupera Kaka.
Kaka avanza por la banda.
Alves roba el esférico a Kaka.
Alves cuelga la pelota en campo contrario.
El Real Madrid recupera el balón.
Arbeloa pasa en corto la pelota a Lass.
Lass encuentra un hueco entre los centrocampistas.
Lass pasa con exito la pelota a Kaka.
Kaka avanza por la banda.
Maxwell roba el esférico a Kaka.
Maxwell cuelga la pelota en campo contrario.
El Real Madrid recupera el balón.
Arbeloa pasa en corto la pelota a Lass.
Lass retrasa para Albiol.
Albiol pasa en corto la pelota a Lass.
Lass encuentra un hueco entre los centrocampistas.
Lass intenta pasar a Kaka pero recupera Pedro.
Pedro avanza por la banda.
Pedro regatea a Arbeloa.
Pedro centra al area pequeña pero despeja Albiol.
El Real Madrid recupera el balón.
Arbeloa pasa en corto la pelota a Xavi Alonso.
Xavi Alonso retrasa para Albiol.
Albiol pasa en corto la pelota a Lass.
Lass encuentra un hueco entre los centrocampistas.
Lass intenta pasar a Kaka pero recupera Pedro.

Pedro avanza por la banda.
Pedro regatea a S.Ramos.
Pedro centra al area pequeña pero despeja Albiol.
El F.C Barcelona recupera el balón.
Pedro mira la portería.
Pedro chuta pero Casillas atrapa la pelota.
Casillas saca de puerta.
Pepe pasa en corto la pelota a Lass.
Lass encuentra un hueco entre los centrocampistas.
Lass intenta pasar a Kaka pero recupera Pedro.
Pedro avanza por la banda.
S.Ramos roba el esférico a Pedro.
S.Ramos pasa en corto la pelota a Xavi Alonso.
Xavi Alonso avanza por la banda.
Maxwell roba el esférico a Xavi Alonso.
Maxwell cuelga la pelota en campo contrario.
El F.C Barcelona recupera el balón.
Pedro ve un hueco.
Pedro intenta pasar a Henry pero recupera Xavi Alonso.
Xavi Alonso avanza por la banda.
Alves roba el esférico a Xavi Alonso.
Alves pasa en corto la pelota a Marquez.
Marquez avanza por la banda.
Marquez regatea a Arbeloa.
Marquez centra al area pequeña.
Bojan remata de cabeza.
Gol!!! Gol del F.C Barcelona.
El Real Madrid saca de centro y Xavi Alonso controla la pelota.
Xavi Alonso encuentra un hueco entre los centrocampistas.
Xavi Alonso intenta pasar a Kaka pero recupera Pedro.
Pedro mira la portería.
Pedro chuta y la defensa despeja a comer.
Henry centra al area pequeña pero despeja Benzema.
El Real Madrid recupera el balón.
S.Ramos pasa en corto la pelota a Lass.
Lass retrasa para Albiol.
Albiol pasa en corto la pelota a Xavi Alonso.
Xavi Alonso encuentra un hueco entre los centrocampistas.
Xavi Alonso intenta pasar a Kaka pero recupera Pedro.
Pedro mira la portería.
Pedro chuta y la defensa despeja a comer.
Henry centra al area pequeña pero despeja Benzema.
El Real Madrid recupera el balón.
S.Ramos pasa en corto la pelota a Lass.
Lass avanza por la banda.
Alves roba el esférico a Lass.
Alves pasa en corto la pelota a Xavi.
Xavi avanza por la banda.
Xavi regatea a Arbeloa.
Xavi centra al area pequeña.
Ibrahimovic remata de cabeza.
Casillas atrapa la pelota.
Casillas saca de puerta.

Pepe cuelga la pelota en campo contrario.
El Real Madrid recupera el balón.
Ronaldo pasa la pelota a Kaka.
Kaka mira la portería.
Kaka chuta y Valdes rechaza.
El F.C Barcelona recupera el balón.
G.Milito pasa en corto la pelota a Xavi.
Xavi encuentra un hueco entre los centrocampistas.
Xavi intenta pasar a Pedro pero recupera Kaka.
Kaka mira la portería.
Kaka chuta y Valdes despeja a comer.
Xavi Alonso centra al area pequeña pero despeja Ibrahimovic.
El F.C Barcelona recupera el balón.
Maxwell pasa en corto la pelota a Marquez.
Marquez retrasa para G.Milito.
G.Milito pasa en corto la pelota a Xavi.
Xavi encuentra un hueco entre los centrocampistas.
Xavi intenta pasar a Pedro pero recupera Kaka.
Kaka mira la portería.
Kaka chuta y la defensa despeja a comer.
Xavi Alonso centra al area pequeña pero despeja Henry.
El F.C Barcelona recupera el balón.
Maxwell pasa en corto la pelota a Marquez.
Marquez retrasa para G.Milito.
G.Milito pasa en corto la pelota a Xavi.
Xavi encuentra un hueco entre los centrocampistas.
Xavi intenta pasar a Pedro pero recupera Ronaldo.
Ronaldo pasa la pelota a Kaka.
Kaka avanza por la banda.
Kaka regatea a Maxwell.
Kaka centra al area pequeña pero despeja G.Milito.
El Real Madrid recupera el balón.
Ronaldo ve un hueco.
Ronaldo intenta pasar a Benzema pero recupera Toure Yaya.
Toure Yaya retrasa para G.Milito.
G.Milito pasa en corto la pelota a Xavi.
Xavi retrasa para G.Milito.
G.Milito pasa en corto la pelota a Xavi.
Xavi retrasa para G.Milito.
G.Milito pasa en corto la pelota a Marquez.

5.-CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La principal dificultad a la hora de comenzar este proyecto ha sido que no se ha encontrado ningún proyecto previo de este tipo para tomarlo como referencia. Además las empresas que fabrican este tipo de simuladores no facilitan los detalles de diseño de los mismos. Así que como quien dice este proyecto ha comenzado desde cero. Esto supone una desventaja frente a otros proyectos en los que se toman como base proyectos anteriores y los mejoran pero supone también la ventaja de que todo su contenido es original.

Pero no todo han sido dificultades, el hecho tener un patrón de diseño (State) específico para la implementación de autómatas ha facilitado bastante el diseño. También ha supuesto una ventaja tener conocimientos en el dominio de la aplicación ya que hace falta tener algunos conocimientos futbolísticos para realizar un motor de simulación de este tipo. En caso contrario habría que haber perdido bastante tiempo formándose en dicho aspecto.

Otra ventaja ha sido la implementación del simulador en el lenguaje C# con el entorno Visual de Microsoft y el Framework .NET. Este entorno de programación ha sido el más cómodo e intuitivo en el que he trabajado ya que tenemos las ventajas de tener un API tan potente como el de Java pero a la vez nos permite crear programas que no necesitan de una máquina virtual para su ejecución con lo que ganamos velocidad de ejecución.

Como conclusión hemos sacado que los simuladores textuales son una buena alternativa a los simuladores gráficos en la web ya que consumen pocos recursos. Obviamente los simuladores gráficos son mucho más descriptivos e interesantes.

Además hubiera estado bien crear un algoritmo que hiciera de entrenador inteligente para la máquina y que dependiendo de las estadísticas del partido haga cambios en la alineación y en la formación con el objetivo de ganar el partido. Por ejemplo si el equipo va perdiendo cambiara por ejemplo a una alineación más ofensiva y metiera otro delantero o que si por el contrario se va ganando el partido haga cambios para que el equipo juegue más a la defensiva.

Para hacer esto podríamos crear una función de evaluación heurística que cada cierto tiempo nos diera un valor que resumiera el partido. Nuestra función de evaluación asignaría un peso a cada estadística del partido. Por ejemplo:

ACCION	PESO
Gol a favor	10
Corner a favor	1
Tiro a puerta a favor	2
Gol en contra	-10
Corner en contra	-1
Tiro a puerta en contra	-2

La función de evaluación podría ser algo parecido a lo siguiente:

```
Function evaluacion(Statistics s)
{
    Value=10*s.gol_a_favor+1*s.corner_a_favor+2*s.tiro_a_favor-
    10*s.gol_en_contra-1*s.corner_en_contra-2*s.corner_en_contra;

    If (Value > 25)
    {
        Realizar Cambio defensivo.
    }
    Else if (Value< -25)
    {
        Realizar Cambio ofensivo.
    }
    Else
    {
        No hacer cambios.
    }
}
```

6.-APÉNDICE: DESCRIPCIÓN DE ESTADOS

Nótese en la columna transición la sintaxis estado(x,y). Esto indica que en ese estado atacará el equipo x y defiende el equipo y. Denotaremos cómo equipo a al equipo que ataca en el estado actual y equipo b al equipo que defiende en el estado actual.

A partir de ahora se supondrá la siguiente codificación de posiciones:

PORTERO (P)
LATERAL DERECHO (L.D)
L.I (L.I)
DEFENSA CENTRAL (D.C)
CENTROCAMPISTA DEFENSIVO(CCD)
CENTROCAMPISTA OFENSIVO(CCO)
DELANTERO(D)

6.1-TIROS

Dependiendo de la distancia a la portería tendremos 3 estados distintos de tiro. El espacio muestral será el mismo para cada tiro, lo único que se modificarán son las probabilidades.

$\Omega = \{ A, B, C, D, E, F, G, H \}$ donde

A="El portero atrapa la pelota."
B="El portero despeja la pelota al área."
C="El portero despeja la pelota a corner."
D="la defensa despeja a corner."
E="la defensa rechaza el balón."
F="La pelota va directamente fuera."
G="La pelota pega en el poste."
H="La pelota entra a gol."

SUCESO	TRANSICIÓN
A	Defen(b,a)
B	Balon_muerto(a,b)
C	Corner(a,b)
D	Corner(a,b)
E	Balon_muerto(a,b)
F	Defen(b,a)
G	Balon_muerto(a,b)
H	Saque_centro (b,a)

ESTADO CENTRO DEFEN TIRA

Un centrocampista defensivo tira a puerta.

suma_total=

$$\sum_{i=1}^c \text{respuesta}(i) + \sum_{i=1}^d \text{respuesta}(i) + \sum_{i=1}^r \text{respuesta}(i) + \text{disparo}(\text{tirador}) + \text{reflejos}(\text{portero}) + \text{salto}(\text{portero})$$

Donde

$$c = |\text{DC}|$$

$$d = |\text{CCD}|$$

$$r = |\text{CCO}|$$

$$P(A) = \frac{\text{reflejos}(\text{portero}) + \text{salto}(\text{portero})}{3 * \text{suma_total}}$$

$$P(B) = P(A)$$

$$P(C) = P(A)$$

$$P(D) = \frac{\sum_{i=1}^c \text{respuesta}(i) + \sum_{i=1}^d \text{respuesta}(d) + \sum_{i=1}^r \text{respuesta}(r)}{2 * \text{suma_total}}$$

$$P(E) = P(D);$$

$$P(F) = \frac{\text{disparo}(\text{tirador})}{3 * \text{suma_total}}$$

$$P(G) = P(F)$$

$$P(H) = P(F)$$

ESTADO CENTRO OFEN TIRA

Un centrocampista ofensivo tira a puerta.

$$\begin{aligned} & \text{Suma_total} \\ & = \\ & \sum_{i=1}^c \text{respuesta}(i) + \sum_{i=1}^d \text{respuesta}(i) + \text{disparo}(\text{tirador}) + \text{reflejos}(\text{portero}) + \text{salto}(\text{portero}) \end{aligned}$$

Donde

$$c = |\text{DC}|$$

$$d = |\text{CCD}|$$

$$P(A) = \frac{\text{reflejos}(\text{portero}) + \text{salto}(\text{portero})}{3 * \text{suma_total}}$$

$$P(B) = P(A)$$

$$P(C) = P(A)$$

$$P(D) = \frac{\sum_{i=1}^c \text{respuesta}(i) + \sum_{i=1}^d \text{respuesta}(d)}{2 * \text{suma_total}}$$

$$P(E) = P(D);$$

$$P(F) = \frac{\text{disparo}(\text{tirador})}{3 * \text{suma_total}}$$

$$P(G) = P(F)$$

$$P(H) = P(F)$$

ESTADO DELANTERO TIRA

Un delantero tira a puerta.

Suma_total=

$$\sum_{i=1}^c \text{respuesta}(i) + \sum_{i=1}^d \text{respuesta}(i) + \text{disparo}(\text{tirador}) + \text{reflejos}(\text{portero}) + \text{salto}(\text{portero})$$

Donde

$$c = |\text{DC}|$$

$$d = |\text{CCD}|$$

$$P(A) = \frac{\text{reflejos}(\text{portero}) + \text{salto}(\text{portero})}{3 * \text{suma_total}}$$

$$P(B) = P(A)$$

$$P(C) = P(A)$$

ESTADO FALTA

El lanzador de faltas seleccionado tira la falta.

Suma_total=

$$\sum_{i=1}^c \text{respuesta}(i) + \sum_{i=1}^d \text{respuesta}(i) + \text{disparo}(\text{tirador}) + \text{reflejos}(\text{portero}) + \text{salto}(\text{portero})$$

Donde

$$c = |\text{DC}|$$

$$d = |\text{CCD}|$$

$$P(A) = \frac{\text{reflejos}(\text{portero}) + \text{salto}(\text{portero})}{3 * \text{suma_total}}$$

$$P(B) = P(A)$$

$$P(C) = P(A)$$

$$P(D) = \frac{\sum_{i=1}^c \text{respuesta}(i) + \sum_{i=1}^d \text{respuesta}(d)}{2 * \text{suma_total}}$$

$$P(E) = P(D);$$

$$P(F) = \frac{\text{disparo}(\text{tirador})}{3 * \text{suma_total}}$$

$$P(G) = P(F)$$

$$P(H) = P(F)$$

6.2-PASES

Un futbolista intenta dar un pase a otro futbolista. Dependiendo de la posición del pasador estaremos en un estado que caracterizará los recibidores e interceptadotes de los pases.

ESTADO CENTRO DEFEN PASA

Un centrocampista defensivo lanza un pase a un centrocampista ofensivo elegido al azar.

Dependiendo de la habilidad de pase del pasador, la habilidad de control del recibidor y la suma de la habilidad de presión de cada uno de los centrocampistas ofensivos rivales el pase se realizará con éxito o un centrocampista ofensivo del otro equipo elegido al azar recuperará la pelota e iniciará un nuevo ataque.

Entonces el espacio muestral será : $\Omega = \{ A, B \}$ donde

A="El centrocampista ofensivo elegido recibe la pelota."

B="Algún centrocampista ofensivo del otro equipo intercepta el pase."

SUCESO	TRANSICIÓN
A	Centro_ofen_decide(a,b)
B	Centro_ofen_decide (b,a)

$$P(A) = \frac{\text{pase}(p) + \text{control}(r)}{\text{pase}(p) + \text{control}(r) + \sum_{i=1}^k \text{presion}(i)}$$

$$P(B) = \frac{\sum_{i=1}^k \text{presion}(i)}{\text{pase}(p) + \text{control}(r) + \sum_{i=1}^k \text{presion}(i)}$$

Donde p es el pasador, r es el recibidor y k es el número de centrocampistas ofensivos del otro equipo.

ESTADO CENTRO OFEN PASA

Un centrocampista ofensivo lanza un pase a un delantero elegido al azar.

Dependiendo de la habilidad de pase del pasador, la habilidad de control del receptor y la suma de la habilidad de presión de cada uno de todos los centrocampistas defensivos rivales el pase se realizará con éxito o un centrocampista defensivo del otro equipo elegido al azar recuperará la pelota e iniciará un nuevo ataque.

Entonces el espacio muestral será $\Omega = \{A, B\}$ donde

A=“El delantero elegido recibe la pelota.”

B=“Algún centrocampista defensivo del otro equipo intercepta el pase.”

SUCESO	TRANSICIÓN
A	DelanteroDecide (a,b)
B	Centro defen decide (b,a)

$$P(A) = \frac{\text{pase}(p) + \text{control}(r)}{\text{pase}(p) + \text{control}(r) + \sum_{i=1}^k \text{presion}(i)}$$

$$P(B) = \frac{\sum_{i=1}^k \text{presion}(i)}{\text{pase}(p) + \text{control}(r) + \sum_{i=1}^k \text{presion}(i)}$$

Donde p es el pasador, r es el receptor y k es el número de centrocampistas defensivos del otro equipo.

ESTADO DELANTERO PASA

Un delantero intenta un pase a otro delantero elegido al azar. Este estado se puede alcanzar solamente si el usuario ha configurado una alineación con al menos dos delanteros.

Dependiendo de la habilidad de pase del pasador, la habilidad de control del receptor y la suma de la habilidad de presión de todos los defensas centrales rivales el pase se realizará con éxito o un centrocampista defensivo del otro equipo elegido al azar recuperará la pelota e iniciará un nuevo ataque.

Entonces el espacio muestral será $\Omega = \{A, B\}$ donde

A=“El delantero elegido recibe la pelota.”

B=“Algún defensa central del otro equipo intercepta el pase.”

SUCESO	TRANSICIÓN
A	DelanteroDecide (a,b)
B	defen (b,a)

$$P(A) = \frac{pase(p) + control(r)}{pase(p) + control(r) + \sum_{i=1}^k presion(i)}$$

$$P(B) = \frac{\sum_{i=1}^k presion(i)}{pase(p) + control(r) + \sum_{i=1}^k presion(i)}$$

Donde p es el pasador, r es el receptor y k es el número de defensas centrales del otro equipo.

6.3-CENTROS

ESTADO CORNER

El lanzador de corners elegido saca el corner. En caso de éxito algún futbolista rematará de cabeza, en caso contrario el portero o algún futbolista del otro equipo despejará la pelota.

$\Omega = \{A, B\}$ donde

A="Un futbolista elegido al azar remata de cabeza."

B="El portero u otro jugador despeja la pelota."

Suponiendo que ataca un equipo a y defiende un equipo b

SUCESO	TRANSICIÓN
A	Remate_cabeza(a,b)
B	Balon_muerto(a,b)

Entonces

$$P(A) = \frac{\sum_{i=1}^k fuerza(i) + \sum_{i=1}^k salto(i) + centro(c)}{\sum_{i=1}^k fuerza(i) + \sum_{i=1}^k salto(i) + \sum_{i=1}^L fuerza(i) + \sum_{i=1}^L salto(i) + centro(c)}$$

$$P(B) = \frac{\sum_{i=1}^L fuerza(i) + \sum_{i=1}^L salto(i)}{\sum_{i=1}^k fuerza(i) + \sum_{i=1}^k salto(i) + \sum_{i=1}^L fuerza(i) + \sum_{i=1}^L salto(i) + centro(c)}$$

Donde c es el jugador elegido para lanzar el corner , $k = |\text{equipo_atacante}| - 2$ (portero y centrador) y $L = |\text{equipo_defensor}|$

ESTADO CENTRO

Un futbolista lanza un centro al área pequeña. En caso de éxito algún delantero rematará de cabeza, en caso contrario el portero o algún defensa central del otro equipo despejará la pelota.

$\Omega = \{A, B\}$ donde

A = "Un delantero elegido al azar remata de cabeza."

B = "El portero u otro jugador despeja la pelota."

SUCESO	TRANSICIÓN
A	Remate_cabeza(a,b)
B	Balon_muerto(a,b)

Entonces

$$P(A) = \frac{\sum_{i=1}^k fuerza(i) + \sum_{i=1}^k salto(i) + centro(c)}{\sum_{i=1}^k fuerza(i) + \sum_{i=1}^k salto(i) + \sum_{i=1}^L fuerza(i) + \sum_{i=1}^L salto(i) + centro(c)}$$

$$P(B) = \frac{\sum_{i=1}^L fuerza(i) + \sum_{i=1}^L salto(i)}{\sum_{i=1}^k fuerza(i) + \sum_{i=1}^k salto(i) + \sum_{i=1}^L fuerza(i) + \sum_{i=1}^L salto(i) + centro(c)}$$

Donde c es el jugador que centra, $k = |D|$ y $L = |D.C|$

6.4-BALONES DIVIDIDOS

ESTADO BALON MUERTO

El balón queda muerto cerca del área contraria tras un rechace o un despeje.

$\Omega = \{A, B\}$ donde

A="El equipo atacante recupera la pelota y un cco elegido al azar inicia otra jugada."

B="El equipo defensivo recupera la pelota y un d.c elegido al azar inicia la jugada."

Suponiendo que ataca un equipo a y defiende un equipo b

SUCESO	TRANSICIÓN
A	Centro_ofen_decide(a,b)
B	defen (b,a)

Entonces

$$P(A) = \frac{\sum_{i=1}^k \text{respuesta}(i)}{\sum_{i=1}^K \text{respuesta}(i) + \sum_{i=1}^L \text{respuesta}(i)}$$

$$P(B) = \frac{\sum_{i=1}^L \text{respuesta}(i)}{\sum_{i=1}^K \text{respuesta}(i) + \sum_{i=1}^L \text{respuesta}(i)}$$

Donde c es el jugador que centra, $k = |\text{CCO}| + |\text{D}|$ y $L = |\text{D.C}| + |\text{CCD}|$

6.5-REMATES

Son Tiros en los que sólo interviene el rematador y el portero.

En el simulador tendremos tres tipos de remates: remate a bocajarro, remate de cabeza y penalti.

Para estos tres tipos de remates las transiciones serán las mismas aunque serán distintas las probabilidades.

$\Omega = \{A, B, C, D, E, F\}$ donde

A="El portero atrapa la pelota."

B="El portero rechaza al área pequeña."

C="El portero despeja a corner."

D="la pelota va directamente fuera."

E="la pelota pega en el poste."

F="la pelota cruza la línea de gol."

SUCESO	TRANSICIÓN
A	Defen(b,a)
B	Balon_muerto(a,b)
C	Corner(a,b)
D	Defen(b,a)
E	Balon_muerto(a,b)
F	Saque_inicial (b,a)

ESTADO REMATE BOCAJARRO

Un delantero (r) remata solo contra el portero (p) tras haber superado a los defensas centrales

$$P(A) = \frac{\text{reflejos}(p)}{3 * (\text{reflejos}(p) + \text{disparo}(r))}$$

$$P(B) = P(A)$$

$$P(C) = P(A)$$

$$P(D) = \frac{\text{disparo}(r)}{3 * (\text{reflejos}(p) + \text{disparo}(r))}$$

$$P(E) = P(D)$$

$$P(F) = P(D)$$

ESTADO REMATE CABEZA

Un delantero (r) remata un centro o un corner de cabeza. El portero (p) intentará parar la pelota.

$$P(A) = \frac{\text{reflejos}(p)}{3 * (\text{reflejos}(p) + \text{remate_cabeza}(r))}$$

$$P(B) = P(A)$$

$$P(C) = P(A)$$

$$P(D) = \frac{\text{disparo}(r)}{3 * (\text{reflejos}(p) + \text{remate_cabeza}(r))}$$

$$P(E) = P(D)$$

$$P(F) = P(D)$$

ESTADO PENALTI

El lanzador de penaltis tira un penalti.

$$\text{habilidad_tirador} = 3 * \text{mentalidad} + 3 * \text{disparo}$$

$$\text{habilidad_portero} = \text{mentalidad} + \text{reflejos}$$

$$P(A) = \frac{\text{habilidad_portero}}{3 * (\text{habilidad_tirador} + \text{habilidad_portero})}$$

$$P(B) = P(A)$$

$$P(C) = P(A)$$

$$P(D) = \frac{1 * \text{habilidad_tirador}}{10 * (\text{habilidad_tirador} + \text{habilidad_portero})}$$

$$P(E) = \frac{1 * \text{habilidad_tirador}}{10 * (\text{habilidad_tirador} + \text{habilidad_portero})}$$

$$P(F) = \frac{8 * \text{habilidad_tirador}}{10 * (\text{habilidad_tirador} + \text{habilidad_portero})}$$

6.6-JUGADAS PERSONALES

ESTADO CENTRO OFEN ENCARA

Un centrocampista encara a un lateral elegido al azar:

$\Omega = \{A, B, C\}$ donde

A="El centrocampista consigue regatear al lateral."

B="El lateral comete falta sobre el centrocampista."

C="El lateral roba la pelota al centrocampista."

SUCESO	TRANSICIÓN
A	centro(a,b)
B	Falta(a,b)
C	defen(b,a)

$$P(A) = \frac{velocidad(x) + regate(x)}{velocidad(x) + regate(x) + velocidad(y) + entrada(y) + agresividad(y)}$$

$$P(B) = \frac{agresividad(y)}{velocidad(x) + regate(x) + velocidad(y) + entrada(y) + agresividad(y)}$$

$$P(C) = \frac{velocidad(y) + entrada(y)}{velocidad(x) + regate(x) + velocidad(y) + entrada(y) + agresividad(y)}$$

Donde x es el centrocampista e y es el lateral.

ESTADO DELANTERO ENCARA

Un delantero intenta regatear a un defensa central.

$\Omega = \{A, B, C\}$ donde

A="El delantero consigue regatear al central."

B="El defensa central comete penalti sobre el delantero."

C="El defensa central roba la pelota al delantero."

SUCESO	TRANSICIÓN
A	Remate_bocajarro(a,b)
B	penalti(a,b)
C	defen(b,a)

$$P(A) = \frac{velocidad(x) + regate(x)}{velocidad(x) + regate(x) + velocidad(y) + entrada(y) + agresividad(y)}$$

$$P(B) = \frac{agresividad(y)}{velocidad(x) + regate(x) + velocidad(y) + entrada(y) + agresividad(y)}$$

$$P(C) = \frac{velocidad(y) + entrada(y)}{velocidad(x) + regate(x) + velocidad(y) + entrada(y) + agresividad(y)}$$

Donde x es el delantero e y es el defensa central.

6.7 TOMA DE DECISIONES

ESTADO DEFEN

Un defensa juega la pelota.

$\Omega = \{A, B\}$ donde

A="El defensa pasa en corto la pelota a un centrocampista defensivo elegido al azar."

B="El defensa despeja la pelota a campo contrario ante la presión de los centrocampistas ofensivos."

SUCESO	TRANSICIÓN
A	Centro_defen_decide (a,b)
B	Balon_muerto (a,b)

$$P(A) = \frac{6 * pase(d)}{6 * pase(d) + \sum_{i=1}^N presion(i)}$$

$$P(B) = \frac{\sum_{i=1}^N presion(i)}{6 * pase(d) + \sum_{i=1}^N presion(i)}$$

donde d es el defensa central y N es el numero de centrocampistas ofensivos del otro equipo.

ESTADO CENTRO DEFEN DECIDE

Un centrocampista defensivo(c) tiene en su poder la pelota y decide lo que hacer con ella.

$\Omega = \{A, B, C, D\}$ donde

A="El centrocampista defensivo pasa la pelota a un defensa elegido al azar."

B="El centrocampista defensivo dispara a portería."

C="El centrocampista defensivo avanza por la banda."

D="El centrocampista defensivo intenta un pase a un centrocampista ofensivo."

SUCESO	TRANSICIÓN
A	Defen(a,b)
B	Centro_defen_tira(a,b)
C	Centro_ofen_encara(a,b)
D	Centro_defen_pasa(a,b)

$$\text{Habilidad_encarar} = \frac{\text{velocidad}(c) + \text{regate}(c)}{2}$$

$$\text{Suma_total} = 2 * \text{habilidad_encarar}(c) + 5 * \text{pase}(c) + \text{tiro}(c) + 3 * \text{trabajo_equipo}(c)$$

$$P(A) = \frac{3 * \text{trabajo_equipo}(c)}{\text{suma_total}}$$

$$P(B) = \frac{\text{tiro}(c)}{\text{suma_total}}$$

$$P(C) = \frac{2 * \text{habilidad_encarar}}{\text{suma_total}}$$

$$P(D) = \frac{5 * \text{pase}(c)}{\text{suma_total}}$$

ESTADO CENTRO OFEN DECIDE

Un centrocampista ofensivo(c) tiene en su poder la pelota y decide lo que hacer con ella.

$\Omega = \{A, B, C, D\}$ donde

A="El centrocampista ofensivo pasa la pelota a otro centrocampista ofensivo en caso de que lo haya. En caso contrario dará el pase a un centrocampista defensivo."

B="El centrocampista ofensivo dispara a portería."

C="El centrocampista ofensivo avanza por la banda."

D="El centrocampista ofensivo intenta un pase a un delantero."

Suponiendo que ataca un equipo a y defiende un equipo b

SUCESO	TRANSICIÓN
A	Centro_ofen_decide(a,b)
B	Centro_ofen_tira(a,b)
C	Centro_ofen_encara(a,b)
D	Centro_ofen_pasa(a,b)

$$\text{Habilidad_encarar} = \frac{\text{velocidad}(c) + \text{regate}(c)}{2}$$

$$\text{Suma_total} = \text{habilidad_encarar}(c) + \text{pase}(c) + 2 * \text{tiro}(c) + \text{trabajo_equipo}(c)$$

$$P(A) = \frac{\text{trabajo_equipo}(c)}{\text{suma_total}}$$

$$P(B) = \frac{2 * tiro(c)}{suma_total}$$

$$P(C) = \frac{habilidad_encarar}{suma_total}$$

$$P(D) = \frac{pase(c)}{suma_total}$$

ESTADO DELANTERO DECIDE

Un delantero (c) tiene en su poder la pelota y decide lo que hacer con ella.

$\Omega = \{A, B, C, D\}$ donde

A="El delantero pasa la pelota a un centrocampista ofensivo."

B="El delantero dispara a portería."

C="El delantero se interna en el área."

D="El delantero intenta un pase a otro delantero."

Suponiendo que ataca un equipo a y defiende un equipo b

SUCESO	TRANSICIÓN
A	Centro_ofen_decide(a,b)
B	delantero_tira(a,b)
C	delantero_encara(a,b)
D	delantero_pasa(a,b)

$$Habilidad_encarar = \frac{velocidad(c) + regate(c)}{2}$$

$$Suma_total = habilidad_encarar(c) + pase(c) + 2 * tiro(c) + trabajo_equipo(c)$$

$$P(A) = \frac{trabajo_equipo(c)}{suma_total}$$

$$P(B) = \frac{2 * tiro(c)}{suma_total}$$

$$P(C) = \frac{habilidad_encarar}{suma_total}$$

$$P(D) = \frac{pase(c)}{suma_total}$$

7.-BIBLIOGRAFÍA

STEWART, William J. .Probability, Markov Chains, Queues, and Simulation: The Mathematical Basis of Performance Modeling. Princeton University Press. Año 2009

NORRIS, J.R.. Markov Chains. Cambridge University Press. Año 1996.

JACOBSON, Ivar; BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. Pearson Addison-Wesley. Año 2000.

CEBALLOS, Francisco Javier. Enciclopedia de Microsoft C#.RA-MA. 2º Edición Año 2007.

LARMAN C.. UML y Patrones: Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado. 2ª Edición. Prentice Hall. Año 2003.

ELMASRI Y NAVATHE. Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos (3ªed.) Addison-Wesley. Año 2000.

BORRIE, Helen. The Firebird Book : A Reference for Database Developers.APRESS. Año 2004.

"Cadena de Markov", sitio web "WIKIPEDIA", consultado el 12/ 11/ 2009. URL: http://es.wikipedia.org/wiki/Cadena_de_Markov