



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

## Proyecto final Matemáticas discretas II

Paul Letelier Moros Anacona

[pmoros@unal.edu.co](mailto:pmoros@unal.edu.co)

Martín Alonso Gómez Uribe

[mgomezu@unal.edu.co](mailto:mgomezu@unal.edu.co)

Diciembre de 2020

# 1. Introducción

## 1.1. Descripción del problema

Mucha veces en un juego, las estrategias aportan tanto como la habilidad del jugador, por esto un juego como FIFA la formación que se utilice puede significar la victoria de un partido, porque en el momento en que se esta en un partido tener una alineación ofensiva si no se tiene buenos jugadores en el medio del campo solo haría que el sistema sea susceptible a la perdida del balón en una zona importante del campo, o tener una alineación defensiva, sin jugadores habilidosos en el ataque, condenaría al equipo a no tener oportunidades de anotar; con el propósito de ayudar en esto, se planea desarrollar un algoritmo que ayude a la hora de realizar la alineación. Para solventar esto, se tiene que obtener la mejor formación posible de acuerdo a la plantilla, y los jugadores mas óptimos para cada posición de la formación.

## 1.2. Estado de arte

Se han desarrollado modelos que permiten establecer los mejores equipos por distintas características en el videojuego FIFA, como los son: presupuesto, edad, país, etc. Sin embargo aún no se han creado modelos que permitan dar con la mejor alineación para un equipo que ya cuenta con jugadores. Por otra parte, se han implementado múltiples modelos matemáticos al fútbol con el fin de determinar mejores alineaciones y hacer predicciones estadísticas, para esto modelan los equipos como grupos, grafos y demás estructuras que permitan desarrollar un análisis matemático más profundo.

# 2. Materiales y métodos

## 2.1. Descripción de los datos

Los datos necesarios para este proyecto involucran a equipos de fútbol y sus jugadores. Con el fin de mantener el alcance del proyecto, se toma desde un reconocido repositorio especializado en el videojuego [2], la plantilla de los jugadores del equipo Getafe F.C. Se ha decidido escoger este equipo para el análisis debido a su recortada plantilla y variedad de habilidades técnicas de sus jugadores. A continuación se presenta un descripción detallada de los datos a utilizar.

- La plantilla: en esta se incluyen todos los jugadores del equipo, incluidos los jugadores que tienen un papel secundario en el equipo y los suplentes que son las terceras opciones para la plantilla.
- Datos de cada jugador: se toman solamente los datos relevantes para el proyecto, estos son: el numero del jugador como un identificador, puntuación media (habilidad del jugador) y posición para poder alterar la puntuación media del jugador en el esquema táctico.

- Alineación: Esta es una formación donde ya se han asignado las posiciones a jugadores de la plantilla del equipo.
- Formaciones de FIFA: se utiliza para hacer las alineaciones del equipo, además se va a tener en cuenta los pros y contras de cada formación en cuanto a ataque y defensa se refiere.

## 2.2. Descripción matemática de los métodos

Para el desarrollo del proyecto se plantea un algoritmo principal que requiere de la aplicación de conceptos de aritmética modular como lo son: el algoritmo de Euclides y conceptos de congruencias. Partimos entonces de una formación con unas posiciones, estas tendrán valores primos diferentes, puesto que, debido al teorema fundamental de la aritmética, esto garantiza que el número resultante sea único para cada una de las filas de la formación. Posteriormente aplicando el algoritmo de Euclides, hallamos el máximo común divisor entre la posición que usualmente juega nuestro jugador y las posiciones disponibles en la formación garantizamos que vamos a obtener un único valor que será el que mejor se adapte a nuestro jugador principal. Luego continuamos colocando el resto de nuestros jugadores en orden de habilidad en su mejor posición.

## 2.3. Algoritmos

- Asignación de código para las formaciones: En cada formación tenemos un atributo el cual es el valor de equilibrio, este número solo puede ser  $-1$ ,  $0$  o  $1$ , el  $-1$  indica que la formación es defensiva, el  $0$  indica que la formación es equilibrada y el  $1$  indica que la formación es ofensiva, dependiendo de este valor y ya que la formación cuenta con tres líneas, tomamos la línea dependiendo de este valor de equilibrio, tomamos la línea defensiva si es una formación defensiva, la línea del medio del campo si es una formación equilibrada, y la línea de ataque si es una formación ofensiva, ya que a cada posición le hemos asignados un número primero, multiplicamos entre si las posiciones de la línea escogida, esto nos dará un código no único para cada formación.
- Escoger el mejor jugador de la plantilla: Esto lo hacemos de acuerdo con la media, en el caso de que hayan dos jugadores con la misma media se seleccionara como el mejor jugador aquel con el número mas bajo, y en el caso de que sea el portero se pasara al siguiente jugador con la media mas alta, de este jugador obtenemos el número asignado a su posición.
- Escoger la mejor formación posible: Buscamos el máximo común divisor entre el código de cada formación y el número de la posición del mejor jugador, las formaciones que den como resultado el número de la posición serán escogidas porque significan que potencian al jugador, en caso de que hayan mas de una formación se

hará lo mismo con el siguiente mejor jugador, y en caso de que al siguiente jugador no se encuentren formaciones se sacara un puntaje para este jugador para las formaciones y la de mayor resultado sera escogida.

- Escoger la mejor alineación posible: Con la formación escogida se harán comparaciones donde se le asignara a cada jugador un puntaje que va desde 91 a 100, estos puntajes se sumaran y se calculara el mod 100, lo cual nos dará un valor de 1 a 100, la alineación con mayor valor sera la alineación definitiva.

## 2.4. Configuración experimental

Para el experimento vamos a seleccionar a la plantilla del Getafe Club de fútbol, y con cuatro formaciones escogidas previamente. Vamos a realizar el algoritmo anteriormente mostrado, esto nos da una formación y una alineación. Después para poder demostrar que tenemos la mejor formación y alineación posible, primero vamos a aplicar el algoritmo para escoger la mejor alineación posible con las otras tres formaciones, esto nos dará tres alineaciones, vamos a simular 10 partidos contra cada una de estas alineaciones, para así demostrar que la formación escogida es la mejor posible, luego vamos a escoger aleatoriamente 3 alineaciones con la misma formación, simulamos 10 partidos contra estas alineaciones, esto para demostrar que la alineación escogida es la mejor posible.

Formaciones escogidas:



Figura 1: *Formaciones a utilizar*

						<div>Search</div>		
13	<div>POR</div>	<div></div>	<div></div>	<div>8284</div>	David Soria	<div>POR</div>	27	
22	<div>LD</div>	<div></div>	<div></div>	<div>8080</div>	Damián Suárez	<div>LD</div>	32	
2	<div>DFO</div>	<div></div>	<div></div>	<div>8283</div>	Dakonam Djéné	<div>DFO</div>	28	
4	<div>DR</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7575</div>	Etzeita	<div>DFO</div>	33	
17	<div>LI</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7785</div>	Mathías Olivera	<div>LI</div> <div>MI</div>	23	
20	<div>MDO</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7984</div>	Nemanja Maksimović	<div>MCD</div> <div>MC</div>	25	
18	<div>MD</div>	<div></div>	<div></div>	<div>8085</div>	Mauro Arambarri	<div>MCD</div> <div>MC</div>	25	
12	<div>MD</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7575</div>	Allan Nyom	<div>MD</div> <div>LI</div> <div>LD</div>	32	
15	<div>MI</div>	<div></div>	<div></div>	<div>8189</div>	Cucurella	<div>MI</div> <div>LI</div>	22	
23	<div>DD</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7581</div>	Juan Camilo Hernández	<div>DC</div> <div>MD</div> <div>MCO</div>	21	
7	<div>DI</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7579</div>	Mata	<div>DC</div>	32	
8	<div>Sup.</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7575</div>	Portillo	<div>MD</div> <div>MI</div>	30	
1	<div>Sup.</div>	<div></div>	<div></div>	<div>6872</div>	Rubén Yáñez	<div>POR</div>	27	
19	<div>Sup.</div>	<div></div>	<div></div>	<div>6271</div>	Darío Poveda	<div>DC</div>	23	
32	<div>Sup.</div>	<div></div>	<div></div>	<div>6477</div>	David Alba	<div>DFO</div>	21	
26	<div>Sup.</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7082</div>	Mollejo	<div>MI</div> <div>MD</div>	19	
14	<div>Sup.</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7284</div>	Ante Palaversa	<div>MC</div> <div>MCD</div> <div>MCO</div>	20	
10	<div>Sup.</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7581</div>	Enes Ünal	<div>DC</div>	23	
11	<div>Sup.</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7575</div>	Abdoulay Diaby	<div>MD</div> <div>MI</div>	29	
9	<div>Sup.</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7979</div>	Ángel	<div>DC</div>	33	
6	<div>Sup.</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7274</div>	Chema Rodríguez	<div>DFO</div> <div>LI</div>	28	
3	<div>Sup.</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7479</div>	Erick Cabaco	<div>DFO</div>	25	
24	<div>Sup.</div>	<div></div>	<div></div>	<div>7272</div>	Timor	<div>MC</div> <div>MCD</div> <div>DFO</div>	31	

Figura 2: *Plantilla del Getafe.*

### 3. Resultados

Una vez se han implementado los algoritmos en Python, procedemos a comprobar la eficacia de estos, al colocar cuatro alineaciones de prueba como entradas para el programa. En las alineaciones hemos especificado las posiciones correspondientes utilizando la notación de FIFA. Esto lo hemos colocado en arreglos bidimensionales, de la siguiente forma:

Ahora el algoritmo debe permitirnos determinar cuál de estas formaciones sería la mejor para nuestro equipo, además de darnos a conocer también los jugadores más adecuados para ocupar estos lugares. Una vez corremos nuestro programa, obtenemos el siguiente resultado:

```
["DFC", "DFC", "DFC"], ["MD", "MC", "MC", "MI"], ["ED", "DC", "EI"]], [
["DFC", "DFC", "DFC"], ["MD", "MCD", "MCO", "MCD", "MI"], ["DC", "DC"]
["LD", "DFC", "DFC", "LI"], ["MC", "MC"], ["ED", "DC", "DC", "EI"]], [[
["LD", "DFC", "DFC", "LI"], ["MD", "MC", "MI"], ["ED", "DC", "EI"]], [[
```

Figura 3: *Alineaciones de prueba.*

En la salida del programa se aprecian los números de los jugadores correspondientes para la posición y la linea, partiendo desde la primera linea (portero) y terminando con la linea de ataque.

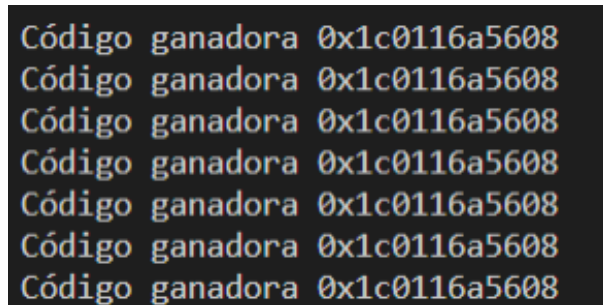
```
13
22  3  6  17
12  11  24
7  9  10
```

Figura 4: *Alineación impresa.*



Figura 5: *Alineación resultante.*

Luego se realizaron comparaciones con otras alineaciones generadas de forma aleatoria por medio de permutaciones, y se compararon con la alineación que se obtuvo como resultado del algoritmo.



```
Código ganadora 0x1c0116a5608
Código ganadora 0x1c0116a5608
Código ganadora 0x1c0116a5608
Código ganadora 0x1c0116a5608
Código ganadora 0x1c0116a5608
Código ganadora 0x1c0116a5608
Código ganadora 0x1c0116a5608
```

Figura 6: *Pruebas realizadas.*

## 4. Conclusiones

El uso de teoría de números y aritmética modular al momento de realizar estrategias en los videojuegos, en particular FIFA, puede resultar beneficioso para el jugador, ya que permite estar en total ventaja frente al adversario. En este caso tenemos que nuestra alineación resulta superior en todo aspecto a las alineaciones que se pueden construir para un equipo. Tenemos además que al construir los algoritmos con la teoría de números como eje central, hemos logrado reducir la complejidad de estos de gran manera, de haber optado por una solución más tradicional que implicara el uso de fuerza bruta (prueba y error), la complejidad del programa se habría incrementado a tal punto de llegar a requerir de probar aproximadamente  $2,20 \cdot 10^{15}$  opciones posibles, mientras que a nuestro algoritmo le toma 0,0019 segundos completarse.

## Referencias

- [1] Uppsala Universitet, 2007. Football And Mathematics a Search For A Relation Between Passing Structure And Successful Results. David Sumpter.
- [2] Lewinter, M., Meyer, J. (2016). Elementary number theory with programming. Hoboken, New Jersey: Wiley.
- [3] <https://www.fifaindex.com/es/players/fifa19/>
- [4] <https://es.fifauteam.com/formaciones-para-fifa-19-ultimate-team/>