

Fundamentos del Deep Learning y desarrollo de un modelo de análisis de posiciones de ajedrez

Adrián Rodríguez Montero

Tutores:

Francisco Herrera Triguero

Francisco Javier Melero Rus

Universidad de Granada

2 de Diciembre de 2022



- ① Motivación
- ② Descripción del Problema
- ③ Problema del Aprendizaje
- ④ Redes Neuronales
- ⑤ Desarrollo del Problema
- ⑥ Conclusiones

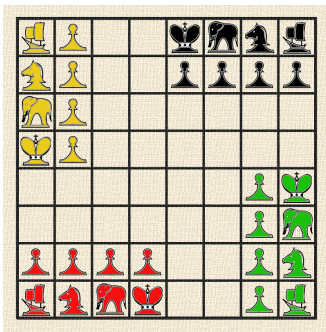


- 1 Motivación
- 2 Descripción del Problema
- 3 Problema del Aprendizaje
- 4 Redes Neuronales
- 5 Desarrollo del Problema
- 6 Conclusiones

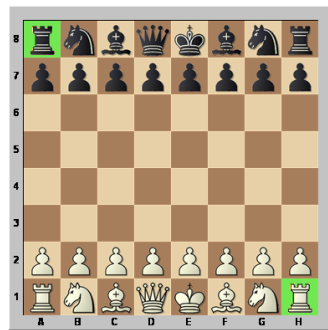


Motivación

¿Qué es el Ajedrez?



Chaturanga



Ajedrez

Motivación

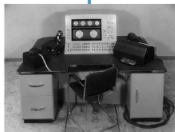
Ajedrez Computacional

Creación de autómatas



1912

AÑOS 50



Alan Turing
Claude Shannon

Deep Blue vs Kaspárov



1996-1997

2017



AlphaZero
Redes Neuronales

Motivación

Motor de Ajedrez

El motor es la parte pensante de un programa de ajedrez y está compuesto fundamentalmente por 3 partes:

- Generador de Movimientos
 - Representación del Tablero
- Módulo de Búsqueda
- Módulo de Evaluación



Motivación

Función de Evaluación

¿Y la semántica?



Evaluación: -2.9



Evaluación: $+1.7$



- 1 Motivación
- 2 Descripción del Problema
- 3 Problema del Aprendizaje
- 4 Redes Neuronales
- 5 Desarrollo del Problema
- 6 Conclusiones



Descripción del Problema

- Problema de clasificación de posiciones de ajedrez.
- Principal objetivo:
identificar patrones que se repiten antes de que se produzca una mala jugada.

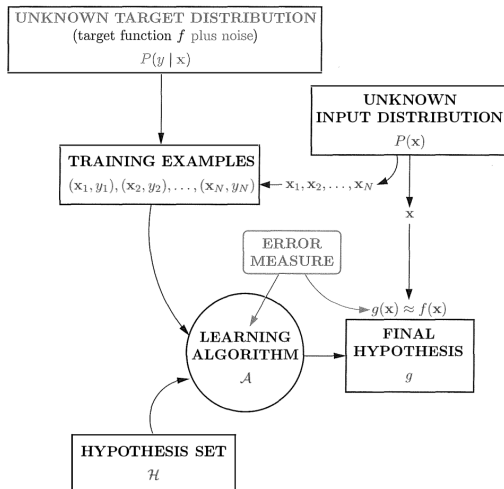


- 1 Motivación
- 2 Descripción del Problema
- 3 Problema del Aprendizaje**
- 4 Redes Neuronales
- 5 Desarrollo del Problema
- 6 Conclusiones



Problema del Aprendizaje

Problema General del Aprendizaje (Supervisado)



Problema del Aprendizaje

Teorema de No Free Lunch

Teorema (No Free Lunch)

Sea A cualquier algoritmo de aprendizaje para la tarea de clasificación binaria con respecto a la función de pérdida 0-1 sobre un dominio \mathcal{X} . Sea m un número menor que $|\mathcal{X}|/2$, que representa el tamaño del conjunto de entrenamiento. Entonces, existe una distribución \mathcal{D} sobre $\mathcal{X} \times \{0, 1\}$ tal que:

- 1 *Existe una función objetivo $f : \mathcal{X} \rightarrow \{0, 1\}$ con $L_{\mathcal{D}}(f) = 0$.*
- 2 *$\mathbb{P}_{S \sim \mathcal{D}^m} [L_{\mathcal{D}}(A(S)) \geq 1/8] \geq 1/7$.*

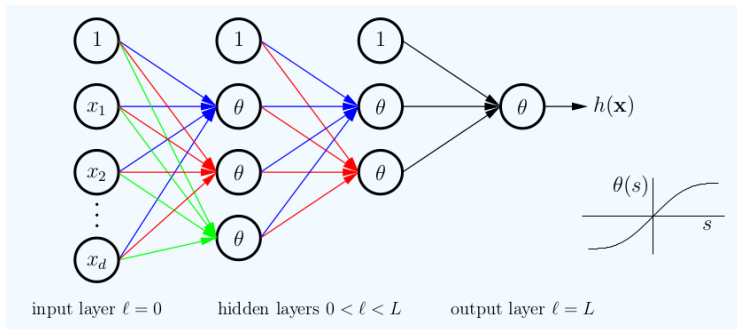


- 1 Motivación
- 2 Descripción del Problema
- 3 Problema del Aprendizaje
- 4 Redes Neuronales**
- 5 Desarrollo del Problema
- 6 Conclusiones



Redes Neuronales

Redes Neuronales Prealimentadas



Entrenamiento:

- Optimización: Método del Gradiente Descendente.
- Cálculo del gradiente: Algoritmo de BackPropagation.

Redes Neuronales

Teorema de Aproximación Universal

Teorema

Las redes neuronales con funciones de activación ReLU o funciones de activación sigmoides son aproximadores universales.



Redes Neuronales

Teorema de Aproximación Universal

Teorema

Las redes neuronales con funciones de activación ReLU o funciones de activación sigmoides son aproximadores universales.

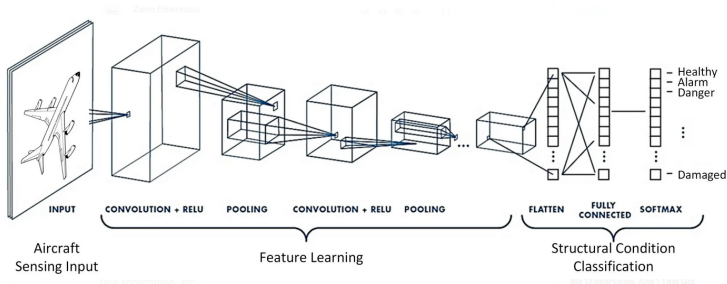
Otros resultados:

- Se puede extender a redes neuronales con más capas.
- Versiones para otras funciones de activación.
- Versión para problemas de clasificación.



Redes Neuronales

Redes Neuronales Convolucionales



Capas de una CNN:

- Capas de convolución.
- Capas de agrupación (pooling).
- Capas totalmente conectadas.

- 1 Motivación
- 2 Descripción del Problema
- 3 Problema del Aprendizaje
- 4 Redes Neuronales
- 5 Desarrollo del Problema**
- 6 Conclusiones



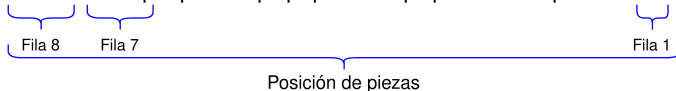
Base de Datos

- Base de partidas de Lichess.
- Se le aplican una serie de filtros.
- 50.000 posiciones previas a una mala jugada.



Notación FEN:

3b1r1k/RQnq4/2p1n3/NpPp1p2/1P1PpPp1/2B1P1Pp/4B2P/7K b - - 4 43;f8f7



Etiquetas

Motivos posicionales

- Etiquetas comunes:
 - Ventaja de espacio.
 - Columnas abiertas.
 - Alfiles del mismo color.
 - Alfiles de distinto color.
- Etiquetas por jugador:
 - Columnas semiabiertas.
 - Peones.
 - Caballos.
 - Alfiles.
 - Torres.
 - Damas.
 - Estructuras de peones.
 - ...



Aplicación Web

**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

Trabajo Fin de Grado

Esta página web ha sido desarrollada durante el curso 2021/2022 como parte del Trabajo de Fin de Grado de Adrián Rodríguez Montero, alumno del Doble Grado de Ingeniería Informática y Matemáticas en la Universidad de Granada.

ACCEDER

[Inglés](#)
[Español](#)
[Francés](#)

En primer lugar seleccione el idioma. Para comenzar a etiquetar posiciones seleccione la plataforma y el nivel de ELO en dicha plataforma.

Seleccione las etiquetas que se adecúan con la posición mostrada. Puede cambiar las etiquetas no seleccionadas con el botón "cambiar etiquetas". Una vez seleccionadas las etiquetas pulse enviar.



TFG - Adrián Rodríguez Montero - DGIIM

Aplicación Web

The screenshot shows a web application interface for chess analysis. On the left is a chessboard with a black rook on c8 highlighted in yellow. On the right is a control panel with a blue header "CAMBIAR ETIQUETAS NO SELECCIONADAS", a grid of buttons for chess concepts, and a blue footer "ENVIAR".

Buttons in the control panel:

- Tormenta de Peones
- Torre en séptima
- Profilaxis
- Garita del Caballo
- Coordinación de Piezas
- Columna Abierta
- Control de Columna
- Garita del Caballo
- Traslado de Torre
- Falange de Peones
- Ninguna opción

Aplicación Web



The screenshot shows the header of the University of Granada website. On the left is the university's coat of arms. To its right, the text 'UNIVERSIDAD DE GRANADA' is displayed. Further right, the title 'Trabajo Fin de Grado' is shown. Below this title, a small paragraph states: 'Esta página web ha sido desarrollada durante el curso 2021/2022 como parte del Trabajo de Fin de Grado de Adrián Rodríguez Montero, alumno del Doble Grado de Ingeniería Informática y Matemáticas en la Universidad de Granada.' In the center, a large green button contains the text 'VOLVER A LA PÁGINA'. Below the button, the text 'Muchas gracias, ¡vuelva pronto!' is displayed. At the bottom of the page, a small footer reads 'TFG - Adrián Rodríguez Montero - DGIIM'.

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Trabajo Fin de Grado

Esta página web ha sido desarrollada durante el curso 2021/2022 como parte del Trabajo de Fin de Grado de Adrián Rodríguez Montero, alumno del Doble Grado de Ingeniería Informática y Matemáticas en la Universidad de Granada.

Muchas gracias, ¡vuelva pronto!

VOLVER A LA PÁGINA

TFG - Adrián Rodríguez Montero - DGIIM

Algoritmos

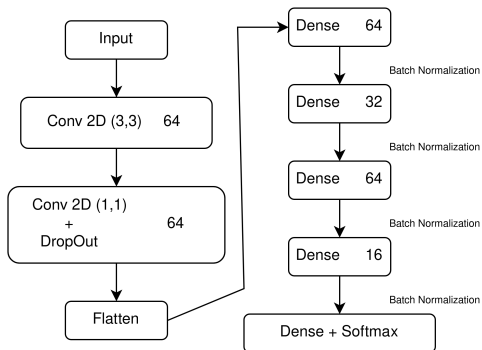
- Alternativa a la aplicación web.
- Etiqueta las posiciones.
- Codifica las posiciones.



Modelos

Modelo Primera Representación (3D)

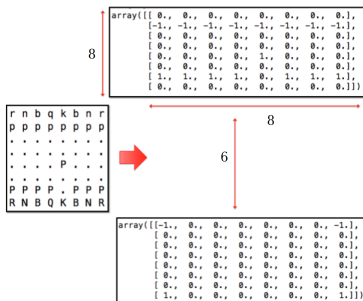
Arquitectura



Modelos

Modelo Segunda Representación (1D)

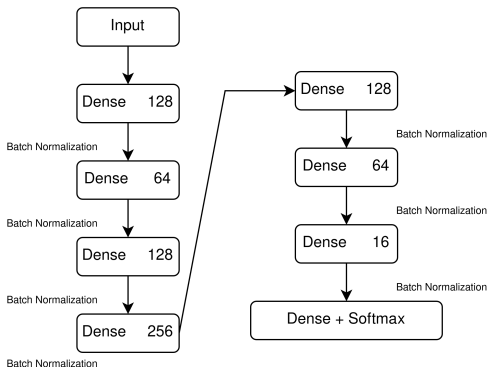
Segunda Representación



Modelos

Modelo Segunda Representación (1D)

Arquitectura



Modelos

Modelo Tercera Representación (2D)

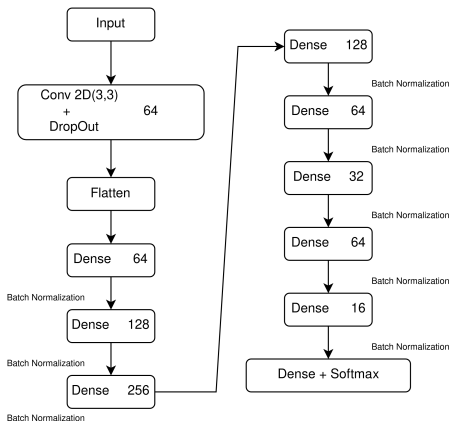
Tercera Representación



Modelos

Modelo Tercera Representación (2D)

Arquitectura



Resultados

Etiquetas Comunes

| Métrica F1-score Macro Average | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Etiquetas | Primera Repr. (3D) | Segunda Repr. (1D) | Tercera Repr. (2D) |
| Ventaja Espacio | 0.8171 | 0.5577 | 0.5836 |
| Columnas Abiertas | 0.9872 | 0.9807 | 0.9603 |
| Alfiles Mismo Color | 0.9998 | 0.9895 | 0.4496 |
| Alfiles Distinto Color | 0.9996 | 1.0 | 0.4912 |



Resultados

Etiquetas Piezas Blancas

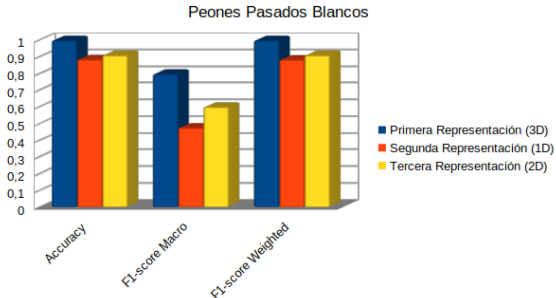
| Métrica F1-score Macro Average | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Etiquetas | Primera Repr. (3D) | Segunda Repr. (1D) | Tercera Repr. (2D) |
| Columnas Semiabiertas B | 0.9918 | 0.9737 | 0.9954 |
| Peones B | 1.0 | 0.8309 | 0.9988 |
| Caballos B | 0.9996 | 0.9837 | 0.5399 |
| Alfiles B | 0.9999 | 0.9853 | 0.5263 |
| Torres B | 1.0 | 0.9888 | 0.5969 |
| Damas B | 0.8889 | 0.8327 | 0.4992 |
| Torre en Séptima B | 1.0 | 0.9944 | 0.9865 |
| Torres Dobladas B | 0.9785 | 0.8644 | 0.5276 |
| Torres Ligadas B | 0.9963 | 0.9723 | 0.9605 |
| Pistola de Alekhine B | 0.4999 | 0.4999 | 0.4999 |
| Peones Doblados B | 0.6762 | 0.5853 | 0.7194 |
| Peones Aislados B | 0.9522 | 0.7835 | 0.8938 |
| Peones Retrasados B | 0.9951 | 0.7918 | 0.9957 |
| Peones Pasados B | 0.7956 | 0.4737 | 0.5978 |
| Islas de Peones B | 1.0 | 0.9894 | 1.0 |
| Falanges de Peones B | 0.9953 | 0.9402 | 0.9995 |
| Peones Conectados B | 0.9995 | 0.9257 | 0.9906 |



Resultados

Etiqueta: Peones Pasados (Blancas)

| Modelos | Métrica | | |
|-----------------------------|----------|----------------|-------------------|
| | Accuracy | F1-score Macro | F1-score Weighted |
| Primera Representación (3D) | 0.9966 | 0.7956 | 0.9966 |
| Segunda Representación (1D) | 0.883 | 0.4737 | 0.8807 |
| Tercera Representación (2D) | 0.9077 | 0.5978 | 0.9079 |



Caso Práctico

Analizamos un caso práctico:

- 3000 posiciones.
- Mismo Jugador.
- Piezas Blancas.



Caso Práctico

Etiquetas comunes

| Columnas Abiertas | |
|-------------------|-------------------------------|
| Ninguna | 15% de las posiciones |
| Una | 32% de las posiciones |
| Dos | 27% de las posiciones |
| Tres | 17% de las posiciones |
| Cuatro | 6.5% de las posiciones |
| Cinco | 2% de las posiciones |
| Seis | 0.5% de las posiciones |
| Siete | 0% de las posiciones |
| Ocho | 0% de las posiciones |



Caso Práctico

Etiquetas por bando

| Número de Caballos | | |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Blancas/Prop | Negras/Riv |
| Ninguno | 47.5% de las posiciones | 45.2% de las posiciones |
| Uno | 42% de las posiciones | 43.5% de las posiciones |
| Pareja de Caballos | 10.5% de las posiciones | 11.3% de las posiciones |

| Número de Alfiles | | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Blancas/Prop | Negras/Riv |
| Ninguno | 38% de las posiciones | 37% de las posiciones |
| Uno | 45.8% de las posiciones | 46.3% de las posiciones |
| Pareja de Alfiles | 16.2% de las posiciones | 16.7% de las posiciones |



- 1 Motivación
- 2 Descripción del Problema
- 3 Problema del Aprendizaje
- 4 Redes Neuronales
- 5 Desarrollo del Problema
- 6 Conclusiones**



Conclusiones

- No existe un algoritmo de aprendizaje universal.
- Potencial del aprendizaje profundo.
- Mejores Resultados: Primer Modelo.
- Resultados mejorables.



Trabajo Futuro

- Mejorar la calidad de la base de datos.
- Mejorar los modelos.
- Aumentar el número de etiquetas (motivos tácticos).
- Agrupar clases
- Distinguir las fases del juego.



¡Gracias por su atención!

