

# Feature set analysis for chess ΣNN networks

## Tesis de Licenciatura

Martín Emiliano Lombardo

Departamento de Computación  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Buenos Aires

2024



Introducción  
●○○○○○○○○○

Engine  
○

Feature set  
○  
○  
○  
○  
○  
○  
○  
○  
○  
○

ЭУИИ (NNUE)  
○○○○○

Training  
○

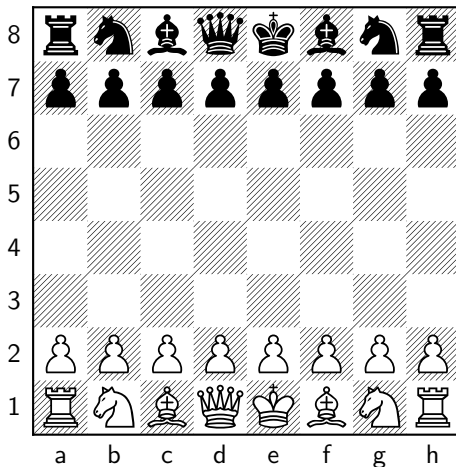
Experiments  
○

Conclusión  
○○

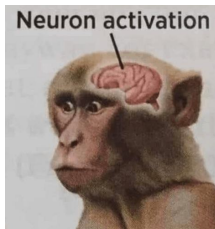
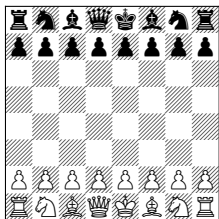
# Introducción

# Ajedrez

- Dos jugadores
- Suma cero

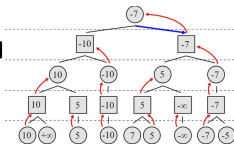


# Humano vs. Computadora



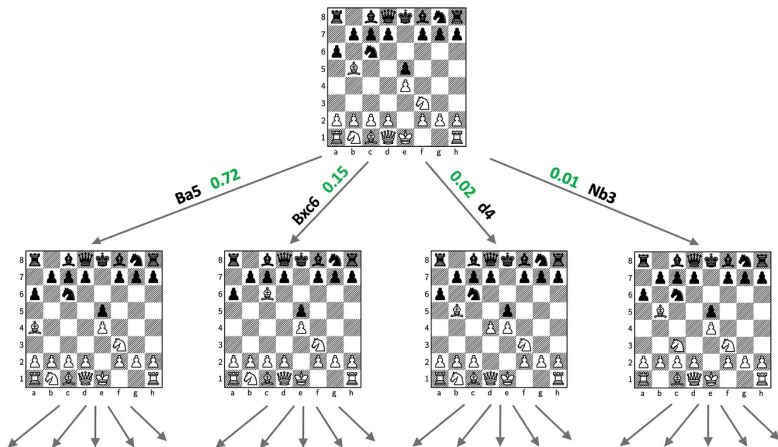
e2e4

## Chess Engine



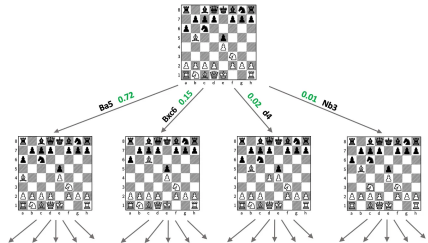
e2e4

# Ajedrez como árbol



# Motores de ajedrez (Chess Engines)

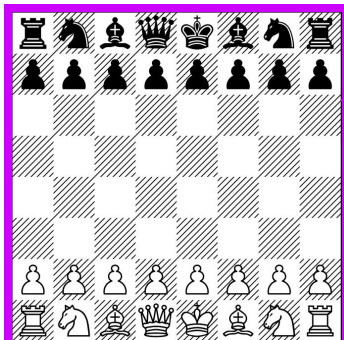
- Exploran el árbol de juego (Minimax, MCTS, etc.)
- Utilizan funciones de evaluación en las hojas
- La evaluación se propaga hacia arriba, según el algoritmo



# Función de evaluación

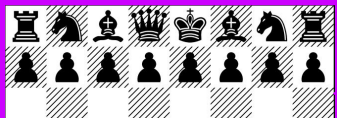
$$f \left( \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline \text{♠♙} & & & & \text{♠♚} & & & \text{♠♖} \\ \hline \text{♠♗} & & \text{♠♗} & & & \text{♠♗} & \text{♠♗} & \text{♠♗} \\ \hline & & \text{♠♘} & \text{♠♘} & \text{♠♙} & & & \\ \hline & \text{♠♗} & & & \text{♠♗} & & & \\ \hline \text{♙♙} & & & & \text{♙♙} & & & \\ \hline \text{♙♙} & & & \text{♙♙} & \text{♙♘} & \text{♙♙} & & \\ \hline & \text{♙♘} & & & \text{♙♙} & & & \text{♙♙} \\ \hline \text{♙♖} & & \text{♙♙} & \text{♙♚} & \text{♙♚} & & & \text{♙♖} \\ \hline \end{array} \right) = 5$$

(adelanto) Feature set: ¿Cómo transformar la posición a un vector?



$$f(?) = ?$$

feature set!





# Motores de ajedrez (breve historia)

# Plan

asdasd

- Text visible on slide 1
- Text visible on slide 2
- Text visible on slide 3
- Text visible on slide 4

asdasd

# Contenido

- 1 Introducción
- 2 Engine
- 3 Feature set
  - Motivación
  - Definición
  - Operadores
  - Feature sets conocidos
  - Resumen
- 4 ЭУИИ (NNUE)
- 5 Training
- 6 Experiments
- 7 Conclusión

Introducción  
○○○○○○○○○○○

Engine  
●

Feature set  
○  
○  
○  
○  
○  
○  
○  
○  
○  
○

ЭНН (NNUE)  
○○○○○

Training  
○

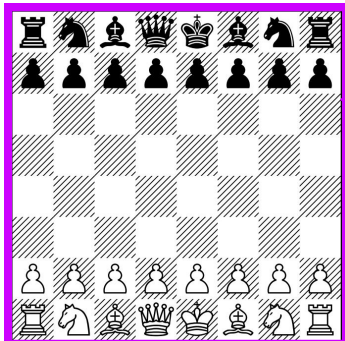
Experiments  
○

Conclusión  
○○

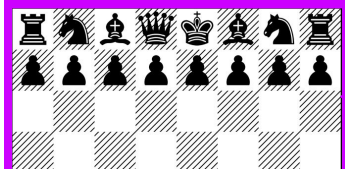
Engine

Feature set

# ¿Cómo transformar la posición a un vector?



$$f(?) = ?$$



feature set!

$$f(?) = ?$$

# Definición

Un **feature set**  $S_P$  se define con un conjunto  $S$  y un predicado asociado  $P(e)$ , donde:

- $S$  es un conjunto de conceptos (rol, color, celda, número, etc.).
- $P(e)$  es un predicado que determina si  $e$  está presente (o *activo*) en la posición (implícita).
- Cada elemento en  $S_P$  es un *feature*.
- Cada *feature* es un valor en el vector de entrada, valiendo 1 si está *activo* y 0 si no.

# Ejemplos de S

Información posicional:

$$\text{FILES} = \{a, b, \dots, h\}$$

$$\text{RANKS} = \{1, 2, \dots, 8\}$$

$$\text{SQUARES} = \{a1, a2, \dots, h8\}$$

8	a8	b8	c8	d8	e8	f8	g8	h8
7	a7	b7	c7	d7	e7	f7	g7	h7
6	a6	b6	c6	d6	e6	f6	g6	h6
5	a5	b5	c5	d5	e5	f5	g5	h5
4	a4	b4	c4	d4	e4	f4	g4	h4
3	a3	b3	c3	d3	e3	f3	g3	h3
2	a2	b2	c2	d2	e2	f2	g2	h2
1	a1	b1	c1	d1	e1	f1	g1	h1
	a	b	c	d	e	f	g	h

Información sobre las piezas:

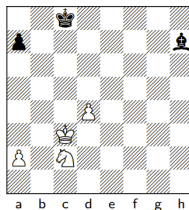
$$\text{ROLES} = \{ \text{♟ Pawn}, \text{♞ Knight}, \text{♚ Bishop}, \text{♖ Rook}, \text{♑ Queen}, \text{♔ King} \}$$

$$\text{COLORS} = \{ \text{○ White}, \text{● Black} \}$$



## Definición

## Ejemplo completo



	Feature set	
	$(\text{FILES} \times \text{COLORS})_P$	$(\text{FILES} \times \text{ROLES})_Q$
Active features	$\langle \mathbf{a}, \bigcirc \rangle, \langle \mathbf{a}, \bullet \rangle, \langle \mathbf{c}, \bullet \rangle,$ $\langle \mathbf{c}, \bigcirc \rangle, \langle \mathbf{d}, \bigcirc \rangle, \langle \mathbf{h}, \bullet \rangle$	$\langle \mathbf{a}, \text{♔} \rangle, \langle \mathbf{c}, \text{♕} \rangle, \langle \mathbf{c}, \text{♖} \rangle,$ $\langle \mathbf{d}, \text{♔} \rangle, \langle \mathbf{h}, \text{♗} \rangle$

$P(\langle f, c \rangle)$ : there is a piece in file  $f$  with color  $c$ .

$Q(\langle f, r \rangle)$ : there is a piece in file  $f$  with role  $r$ .

# Operación: Suma $\oplus$ (concatenación)

Hay veces que es útil combinar información de dos *feature sets*

$S_P, T_Q$  : feature sets

$$S_P \oplus T_Q = (S \cup T)_R$$

$$\text{where } R(e) = \begin{cases} P(e) & \text{if } e \in S \\ Q(e) & \text{if } e \in T \end{cases}$$

## Operadores

# Feature set: ALL

La codificación más natural de una posición de ajedrez

$ALL : (SQUARES \times ROLES \times COLORS)_P$   
 $P(\langle s, r, c \rangle)$ : there is a piece in square  $s$  with role  $r$  and color  $c$

- Es pequeño:  $64 \times 6 \times 2 = 768$  *features*
- Es completo: contiene toda la información de la posición
- Es muy rápido computar cuáles *features* están activas

Feature set: KING-ALL ó “KA”

Los engines modernos usan variaciones del siguiente feature set. Permite entender la posición en relación a la posición del rey:

$$\text{KING-ALL} = \text{SQUARE}_K \times \text{ALL}$$

$K(s)$ :  $s$  is the square of the king of the side to move

- Es grande:  $64 \times 768 = 49152$  *features*
- Es muy rápido como ALL
- Entrenarlo requiere un dataset más grande y lleva más tiempo (no me meto acá)

## Feature sets: resumen

- **S**: set of concepts (roles, colors, squares, files, ranks, etc.).
- **$P(e)$** : predicate that defines when the feature  $e$  is present in the (implicit) position.
- **$S_P$** : a feature set. Every element in  $S_P$  is a feature. Features that satisfy  $P$  are *active*.
- $S_P \times T_Q = (S \times T)_R$  where  $R(\langle e_0, e_1 \rangle) = P(e_0) \wedge Q(e_1)$
- $S_P \oplus T_Q = (S \cup T)_R$  where  $R(e) = \begin{cases} P(e) & \text{if } e \in S \\ Q(e) & \text{if } e \in T \end{cases}$

ENNN (NNUE)

## ΕUINN: Efficiently Updatable Neural Networks



# EUNN: Neural Networks

- El input es un vector one-hot generado por el *feature set*.
  - Debe tener pocos *features* activos (rara): introduce una cota superior.
- La red es una *feedforward* clásica con dos capas ocultas.

# EUNE: Efficient Updates

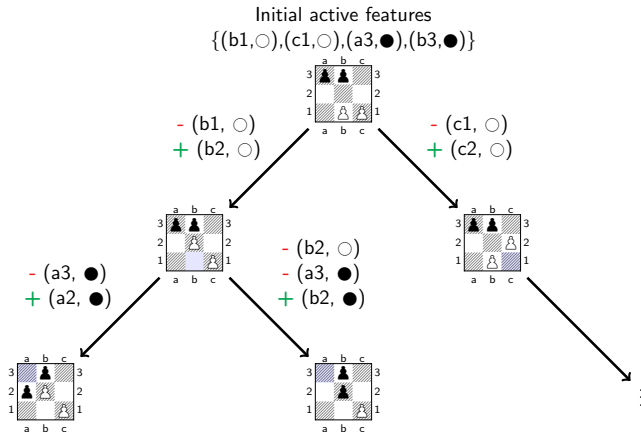


Figure: Partial tree of feature updates (removals and additions) for (SQUARES  $\times$  COLORS) (white's point of view) in a simplified 3x3

# ΣUUN: Tradeoff

## motivacion comparacion de burns

Introducción  
oooooooooooo

Engine  
o

Feature set  
o  
o  
o  
o  
o  
o  
o  
o  
o

ЭУИИ (NNUE)  
ooooo

Training  
●

Experiments  
o

Conclusión  
oo

Training



Introducción  
○○○○○○○○○○

Engine  
○

Feature set  
○  
○  
○  
○  
○  
○  
○  
○  
○  
○

ЭУИИ (NNUE)  
○○○○○

Training  
○

Experiments  
○

Conclusión  
●○

Conclusión

# Ajedrez

■ asdasd