

MA4402 Simulación Estocástica. Semestre Primavera 2023

Profesor: Joaquín Fontbona Auxiliares: Álvaro Márquez Catalina Lizana G. Matías Ortiz Ángel

Integrantes: Ricardo Ziegele A. Luciano Villarroel Sepúlveda

Motor de ajedrez: Crimson Red

El ajedrez, con raíces que se remontan a mediados del siglo XV, ha capturado el interés de los matemáticos durante casi un siglo, dada la abrumadora complejidad de sus posiciones, con alrededor de 10^{40} combinaciones únicas de movimientos legales. La resolución del juego mediante fuerza bruta es prácticamente imposible, es por esto que surge el proyecto **Crimson Red**, en homenaje a *Deep Blue*, la primera computadora que derrotó a un campeón mundial de ajedrez (Gary Kasparov en 1997). El objetivo de este proyecto es desarrollar un motor de ajedrez siguiendo la línea de *StockFish*, el motor líder en la actualidad.

En concordancia con la estrategia de *StockFish*, que se basa en el algoritmo *minimax* para explorar posibles movimientos hasta cierta profundidad, **Crimson Red** también utiliza este enfoque. La parte principal de **Crimson Red** es una red neuronal diseñada para evaluar las posiciones de una partida, asignando valores positivos a favor de las blancas, negativos para las negras y cero para posiciones equilibradas. Este enfoque se integra con el algoritmo *minimax*, en particular, su variante α - β -*pruning* para lograr un motor de ajedrez eficiente.

La arquitectura de **Crimson Red** se basa en la estructura de AlphaZero, constituyendo una red neuronal de 22 capas con neuronas de convolución y activación *ReLU*. La entrada de la red es un tensor de dimensión $17 \times (8 \times 8)$, donde cada 'capa' de (8×8) , representa al tablero de ajedrez. Cada tipo de pieza de cada color (peón, alfil, caballo, reina, torre y rey) tiene su capa correspondiente, indicando la presencia de la pieza con un 1 y la ausencia con 0. Además, se incorporan 4 capas para codificar todos los posibles derechos de enroque y una capa para señalar el turno de juego (blancas o negras). El resultado de la red es un número real, reflejando la evaluación de la posición para las piezas blancas o negras, siendo su signo el que indica para quién es favorable la posición, y su magnitud lo que indica cuán favorable es dicha posición.

La red se entrenó con posiciones de 5000 partidas descargadas de [lichess](https://lichess.org/), donde cada posición de cada partida tenía como etiqueta la evaluación de *StockFish* de la posición. El entrenamiento se llevó a cabo utilizando *TensorFlow*, con error cuadrático medio como función de pérdida, algoritmo de optimización *Adam*, *learning rate* de 0,001 y se entrenó por 50 épocas.

Crimson Red fue puesto a prueba jugando partidas contra *StockFish* de 1300 de ELO. Si bien **Crimson Red** no logró superar los 1300 de elo, analizando las partidas, es posible observar que sí aprendió elementos claves del ajedrez tales como aperturas y desarrollo de sus piezas.

Referencias

- [1] Marco Block et al. «Using Reinforcement Learning in Chess Engines». en. En: ().
- [2] Dominik Klein. *Neural Networks for Chess*. arXiv:2209.01506 [cs]. Sep. de 2022. DOI: [10.48550/arXiv.2209.01506](https://arxiv.org/abs/2209.01506). URL: <http://arxiv.org/abs/2209.01506> (visitado 14-12-2023).
- [3] Matthew Lai. *Giraffe: Using Deep Reinforcement Learning to Play Chess*. arXiv:1509.01549 [cs]. Sep. de 2015. URL: <http://arxiv.org/abs/1509.01549> (visitado 09-11-2023).

- [4] Claude E. Shannon. «XXII. Programming a computer for playing chess». en. En: *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 41.314 (mar. de 1950), págs. 256-275. ISSN: 1941-5982, 1941-5990. DOI: [10.1080/14786445008521796](https://doi.org/10.1080/14786445008521796). URL: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14786445008521796> (visitado 09-11-2023).
- [5] David Silver et al. *Mastering Chess and Shogi by Self-Play with a General Reinforcement Learning Algorithm*. arXiv:1712.01815 [cs]. Dic. de 2017. DOI: [10.48550/arXiv.1712.01815](https://doi.org/10.48550/arXiv.1712.01815). URL: <http://arxiv.org/abs/1712.01815> (visitado 14-12-2023).