

L'IA et l'apprentissage automatique aux échecs

Les jeux combinatoires captivent mon intérêt, offrant un terrain fertile pour l'IA. Leur complexité stimulante incite à l'exploration algorithmique, où la fusion de stratégies humaines et d'algorithme élaboré révèle de nouvelles dimensions de compréhension. Animé par la quête d'innovation, je suis résolu à comprendre les limites de cette convergence intellectuelle.

Le but de ce travail est de comprendre comment fonctionnent les algorithmes de machine Learning, y compris AlphaGo Zero, pour pouvoir ensuite de faire une version qui joue aux échecs. Finalement, une interface utilisateur physique sera créée, c'est-à-dire un échiquier avec lequel un être humain peut directement jouer contre l'algorithme.

Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- *MATHEMATIQUES (Mathématiques Appliquées)*
- *INFORMATIQUE (Informatique Théorique)*
- *PHYSIQUE (Physique Théorique)*

Mots-clés (ÉTAPE 1) :

Mots-clés (en français) Mots-clés (en anglais)

<i>Les réseaux de neurones</i>	<i>Neural Networks</i>
<i>Descente de gradient</i>	<i>Gradient Descent</i>
<i>Capteur à effet Hall</i>	<i>Hall effect sensor</i>
<i>Raspberry Pi</i>	<i>Raspberry Pi</i>
<i>L'électro-aimant</i>	<i>The electromagnet</i>

Bibliographie commentée

Au début des années 50, des scientifiques comme Shannon et Turing réfléchissaient déjà à la manière dont une machine pourrait jouer aux échecs de manière autonome [1], [2]. Au

cours des trente premières années, l'évolution des algorithmes est linéaire bien que la capacité et la puissance des ordinateurs augmentent exponentiellement selon la loi de Moore [3]. Son énorme complexité (~10¹²⁰ états différents), combinée à sa popularité et à sa riche histoire, en ont fait le Saint Graal de la recherche sur l'intelligence artificielle dans la seconde moitié du 20^e siècle. La recherche atteint son apogée en 1997 lorsque Deep Blue le superordinateur d'IBM a réussi à remporter un duel avec le champion du monde humain de l'époque, Garry Kasparov

[4]. IL s'appuyait sur une recherche en profondeur avec élagage Alpha-Beta qui permet de réduire le

nombre de nœuds à évaluer en éliminant les branches non prometteuses de l'arbre de recherche, ainsi qu'une fonction d'évaluation heuristique pour évaluer la force relative des positions qui prenait en compte des critères tels que le matériel, la structure des pions, la mobilité des pièces, la sécurité du roi, etc.[5]

La démocratisation de l'accès au jeu d'échecs s'est accélérée avec l'événement d'AlphaZero. En Octobre 2017, un algorithme AlphaGo Zero, révolutionne le machine Learning, développé par DeepMind basé sur la recherche arborescente Monte-Carlo (MCTS) et un réseau de neurones [6] convolutif et récurrent à apprentissage par renforcement [7] en apprenant strictement par lui-même et c'est ainsi que les meilleurs joueurs de Go ont pu être vaincus. Quelque mois plus tard, AlphaZero (une généralisation d'AlphaGo Zero) sort. Il est capable de jouer un jeu de Go, aux échecs et au Shogi (version japonaise des échecs) et bat de loin n'importe quel être humain et ordinateur après seulement trois jours d'apprentissage. AlphaZero est classé autour de 3750 points Elo [8], alors que Stockfish est classé 100 points Elo au-dessus d'un autre à 64% de chance de gagner [9].

Jouer aux échecs comme un humain, bien sûr, n'est pas la même chose que penser aux échecs comme un humain ou apprendre comme tel. Il existe un vieil adage selon lequel le jeu est la drosophile de l'IA : ce que la mouche des fruits l'est pour les biologistes, les jeux comme le Go et les échecs le sont pour les informaticiens qui étudient les mécanismes de l'intelligence. C'est une analogie évocatrice. Et pourtant, il se pourrait que la tâche de jouer aux échecs, une fois convertie en tâche de recherche de dizaines de milliers de nœuds par seconde dans un arbre de jeu, exerce un type d'intelligence différent de celui qui nous tient le plus à cœur. Joués de cette manière, les échecs ressemblent peut-être plus à des travaux de terrassement qu'on ne le pensait : une activité qui, en fin de compte, n'est pas notre fort et ne devrait donc pas être si chère à nos âmes. Pour apprendre, AlphaZero doit jouer à des millions de jeux de plus qu'un humain, mais une fois terminé, il joue comme un génie. Il s'appuie sur une vitesse de rotation plus rapide qu'une personne ne le pourrait jamais grâce à un arbre de recherche approfondi, puis utilise un réseau neuronal pour traiter ce qu'il trouve en quelque chose qui ressemble à de l'intuition. Le programme nous apprend sûrement quelque chose de nouveau sur l'intelligence. Mais son succès souligne également à quel point les meilleurs joueurs humains du monde peuvent voir au moyen d'un processus très différent, basé sur la lecture, la parole et les sentiments, en plus du jeu. Ce qui est peut-être le plus surprenant, c'est que nous, les humains, avons fait aussi bien que nous dans des jeux qui semblent, désormais, avoir été conçus pour les machines.[10]

Problématique retenue

Comment implémenter les règles des échecs de manière optimale? Comment fonctionne AlphaGo Zero, l'algorithme de DeepMind ? Comment implémenter un algorithme de machine Learning basé sur AlphaGo Zero, ou sur un algorithme efficace ? Comment faire une interface utilisateur captivante ?

Objectifs du TIPE du candidat

- On expliquera comment fonctionne la version d'AlphaGo Zero.

La simulation sera divisée en deux grandes parties :

- Le cerveau :

- programmation de Minimax avec élagage Alpha-Beta

- La fonction d'évaluation

- Le corps :

- Exécuter le déplacement des pièces sur l'échiquier

- Explication du code liant le corps et le cerveau

Ces sections traitent respectivement des règles des échecs et de la génération de coups permis à partir d'une certaine position, de l'algorithme qui décide du meilleur coup à jouer selon son environnement , et finalement de l'interface utilisateur physique. C'est une analogie à l'être humain.

Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

[1] CLAUDE E.SHANNON : Programming a computer for playing chess : *Philosophical Magazine*, 44(314)1950

[2] ALAN TURING : chess : *Digital computer applied to Games*, 1953

[3] FUTURA SCIENCE : Loi de Moore : qu'est-ce que c'est ? : <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-loi-moore-2447/>

[4] MURRAY CAMPBELL, JOSEPH HOANE JR : Feng-hsiung Hsu Deep Blue : *Artificial Intelligence*, Vol. 134, p57-83, 2002

[5] FENG-HSIUNG HSU : Behind Deep Blue : *Building the computer that defeated the World Chess Champion*. Princeton University Press, 2004.

- [6] IBM : Qu'est-ce qu'un réseau de neurones ? : <https://www.ibm.com/fr-fr/topics/neural-networks#:~:text=Chaque%20n%C5%93ud%2C%20ou%20neurone%20artificiel,la%20couche%20suivante%20du%20r%C3%A9seau>.
- [7] BERND BRUGMANN : Monte Carlo Go : *Technical report, Max-Planck-Institute of physics, Munich, 1993.*
- [8] GORDON R. : What is the Elo rating of AlphaZero? : <https://quora.com/What-is-the-Elo-rating-of-Alpha-Zero>.
- [9] CHESS STACK EXCHANGE : What is the Elo rating of Stockfish version that played AlphaZero? : <https://chess.stackexchange.com/questions/20139/what-is-the-elo-rating-of-stockfish-version-that-played-alphazero>
- [10] IBM : IBM AI AND DATA SCIENCE : <https://community.ibm.com/community/user/ai-datascience/blogs/moloy-de1/2020/02/27/alphazero-and-artificial-intelligence>