

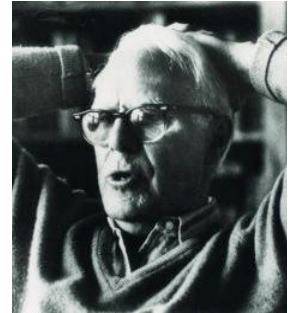
Hexapawn

Construisez une Intelligence Artificielle en papier capable de jouer à un jeu de plateau

Vous pensez qu'une intelligence artificielle (IA) est quelque chose de complexe que l'on ne trouve que dans des machines ? Pas du tout ! Nous allons vous apprendre comment réaliser à la maison un jeu de plateau nommé Hexapawn et une IA contre laquelle vous pourrez jouer, le tout avec des feuilles de papier et des ciseaux !

Qu'est-ce qu'Hexapawn ?

Hexapawn a été inventé par Martin Gardner (photo ci-contre), un écrivain américain de vulgarisation scientifique. C'est une sorte de jeu d'échecs miniature sur un damier de 9 cases avec 3 pions par joueur (d'où le nom « Hexapawn » qui signifie « six pions »). Son but était de créer un jeu dont le nombre de parties différentes est très petit: alors qu'au morpion, il est de 362 880, celui de Hexapawn n'est que de 66 ! Ce faible nombre permet de démontrer simplement l'apprentissage d'un jeu par un processus totalement mécanique que peut effectuer une machine pour créer une IA. Ici, c'est vous qui actionnerez la machine pour entraîner votre propre IA.



Martin Gardner (1914 - 2010)
Crédit : Konrad Jacobs (CC-BY-SA)

Qu'est-ce que l'Intelligence Artificielle ?

En Français, l'expression « Intelligence Artificielle » désigne les méthodes utilisées pour qu'un système artificiel puisse simuler certains traits de l'intelligence. Au sein de ce domaine, le courant dominant est le « machine learning » qui désigne les méthodes permettant d'effectuer l'apprentissage d'une machine sur une tâche spécifique. Généralement, il s'agit d'un programme informatique qui intègre des données numériques pour que son comportement se rapproche de celui d'un humain dans des tâches spécifiques. Dans la vie quotidienne, l'IA est très présente : les systèmes de reconnaissance vocale (Alexa, Siri, OK Google, ...), d'images, ou encore les recommandations sur YouTube sont gérés par des IA. Ces IA ont toutes un point commun : la quantité d'information à leur donner pour qu'elles apprennent et soient efficaces est énorme.

Mais comme nous allons le découvrir avec Hexapawn, une IA n'est pas toujours un programme informatique. Ici nous allons fabriquer une IA en papier à laquelle nous pourrions rapidement apprendre à jouer à Hexapawn puisque ce jeu ne permet que 66 parties différentes.

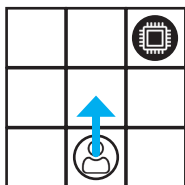
Intelligence Artificielle et Hexapawn

Pour construire une IA en papier capable de jouer à Hexapawn, il nous faut mettre les connaissances de ce jeu dans le papier ! Comment ? Ces connaissances seront en fait représentées par des jetons que vous placerez ou enlèverez dans des boîtes en papiers au fur et à mesure des parties que vous allez jouer contre l'IA selon des règles que nous allons vous expliquer. Au début, l'IA ne saura pas jouer mais à chaque partie, elle va « apprendre » un peu plus jusqu'à finir par vous battre de temps en temps !

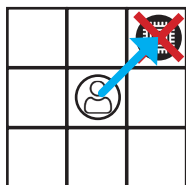
Comment jouer à Hexapawn ?

Il s'agit d'une sorte de jeu d'échecs miniature contenant 9 cases. Chaque joueur a trois pions positionnés sur le bord du plateau à l'opposé de ceux de son adversaire. Chaque pion a 2 possibilités de déplacement et une partie peut se gagner de 3 manières différentes :

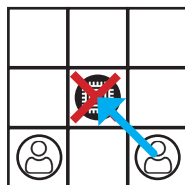
2 coups possibles



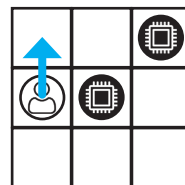
Déplacement simple
Se déplacer d'une case vers l'adversaire (il faut que la case d'arrivée soit vide)



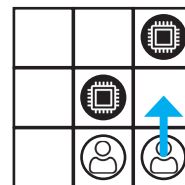
Attaque
Se déplacer d'une case en diagonale vers l'adversaire (il faut que la case d'arrivée contienne un pion de l'adversaire)



Destruction
Détruire tous les pions de l'adversaire par l'attaque

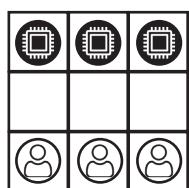


Conquête
Atteindre la zone de départ de l'adversaire



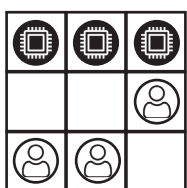
Blocage
Empêcher l'adversaire de se déplacer lors de son tour. Ici, il ne peut faire aucun des deux coups possibles

Exemple de partie



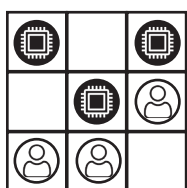
Mise en place

Les pions blancs commencent



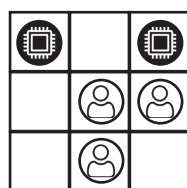
Coup 1

Le joueur blanc fait un déplacement simple avec son pion de droite



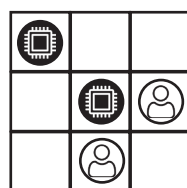
Coup 2

Le joueur noir fait un déplacement simple avec son pion du milieu



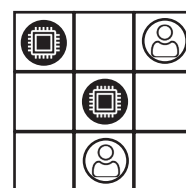
Coup 3

Le joueur blanc fait une attaque avec son pion de gauche vers le pion noir du milieu



Coup 4

Le joueur noir fait une attaque avec son pion de droite vers le pion blanc au milieu



Coup 5

Le joueur blanc fait un déplacement simple avec son pion de droite.

Il atteint la ligne adverse donc il gagne !

L'intelligence Artificielle pour Hexapawn

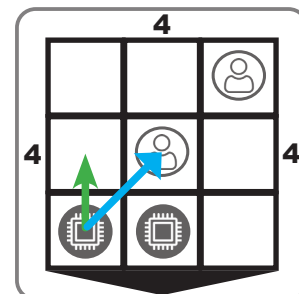
L'IA est constituée de 24 boîtes correspondant aux 24 positions possibles du jeu lorsqu'elle doit jouer. Dans cette version de notre intelligence Artificielle, c'est l'adversaire humain qui commence. Il y a alors 3 groupes de boîtes représentant les second, quatrième et sixième coup. C'est donc l'humain qui joue en premier, avec les pions blancs.

Même si une partie peut aller jusqu'à 8 coups, il n'y a pas de boîte pour le 8^{ème} coup car dans tous les cas, soit l'humain gagne au tour 7, soit il n'y a plus qu'un seul coup possible à jouer pour l'IA au tour 8.

Sur chacune des boîtes est dessiné un plateau de jeu avec des pions dessus. Il s'agit des différentes situations dans lesquelles on utilisera ces boîtes.

Les flèches présentes sur le plateau représentent les coups possibles pour l'IA dans cette situation.

Dans l'exemple ci-contre, comme le pion noir en bas à droite ne peut faire aucun des deux coups possibles, le pion de gauche est le seul qui a des flèches. Il a deux coups possibles. Pour les sélectionner, et donc faire jouer l'IA, on tire au hasard un jeton dans la boîte. Si c'est un jeton vert qui est sélectionné, le pion de gauche fera un déplacement simple, et si c'est un jeton bleu, il attaquera le pion blanc du milieu.



Avant le début de l'apprentissage, il faut donc qu'il y ait, dans chacune des boîtes, un jeton de la même couleur que chacune des flèches apparaissant sur son dessin. Dans notre exemple, il faut donc un jeton vert et un jeton bleu.

ATTENTION : Le jeton sélectionné ne doit surtout pas être remis dans la boîte tout de suite mais gardé de côté (voir la section sur l'apprentissage).

Comment s'effectue l'apprentissage de l'IA ?

Faire jouer notre IA, c'est amusant mais l'intérêt c'est qu'elle apprenne ! Pour notre IA, c'est à la fin d'une partie que l'apprentissage va s'effectuer.

D'où l'importance de garder les jetons tirés au sort pendant la partie à l'extérieur des boîtes. En fin de partie :

- Si l'**IA a perdu**, retirez le dernier jeton sélectionné puis remettez les autres jetons dans leurs boîtes
- Si l'**IA a gagné**, remettez simplement les jetons dans leurs boîtes.

Dans cet apprentissage, l'IA n'apprend qu'en cas de défaite : on retire le jeton qui lui a fait perdre le dernier coup. Une victoire ne lui apporte aucune information : on remet tous les jetons dans les boîtes dont le contenu est donc le même qu'avant la partie, comme s'il ne s'était rien passé.

Il s'agit d'une méthode d'apprentissage parmi d'autres mais d'autres IA similaires à celle-ci existent, comme MENACE pour jouer au morpion.

Pour aller plus loin : MENACE sur le morpion

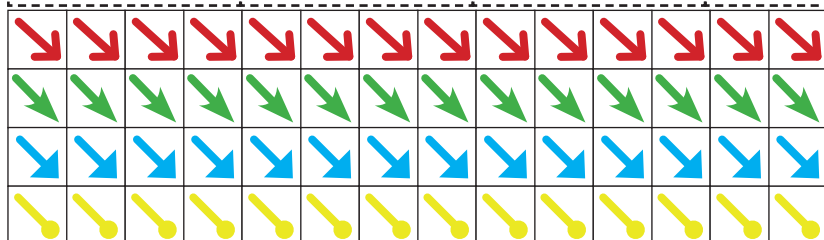
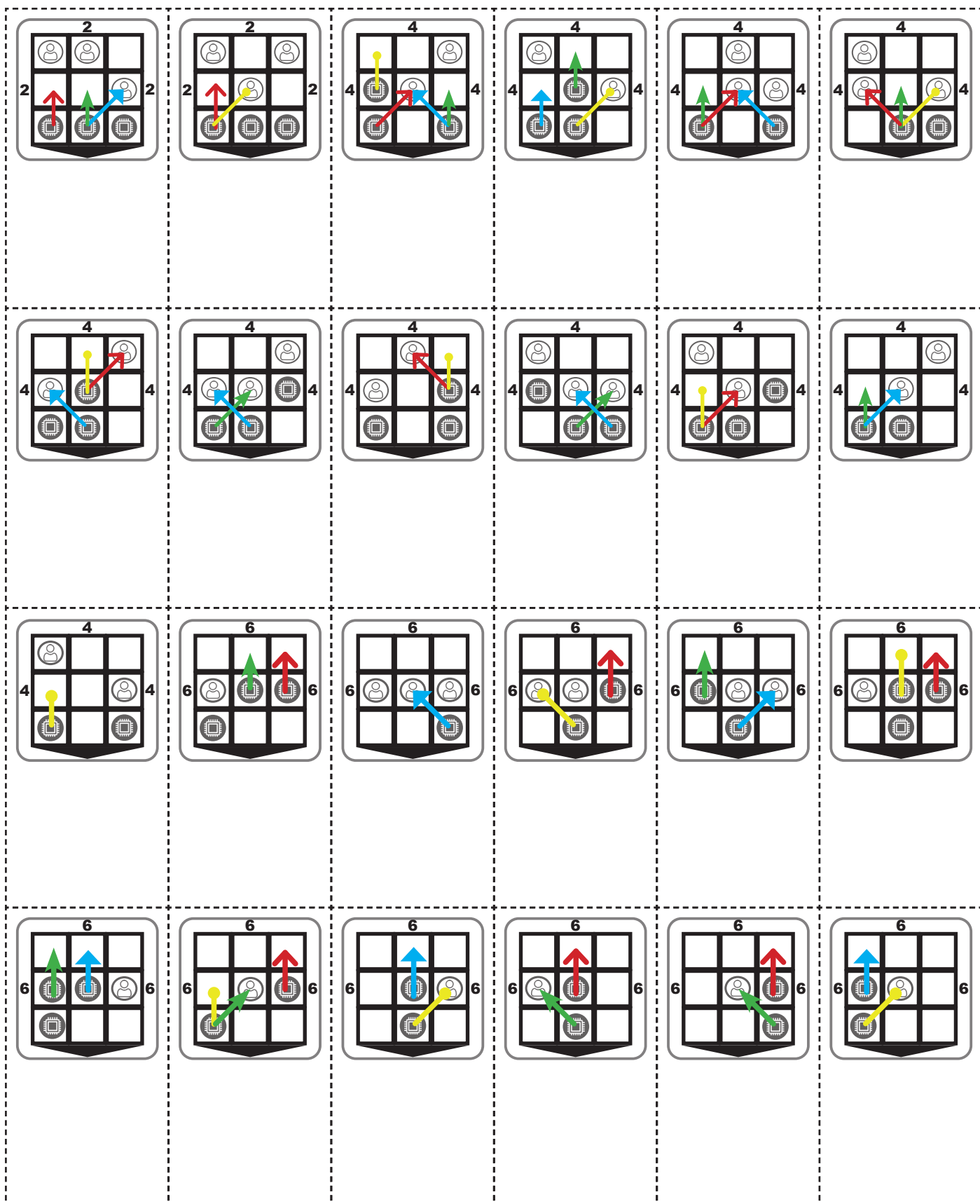
MENACE est une IA également constituée de boîtes représentant les différentes situations possibles, mais pour le jeu du morpion. Cependant, contrairement à l'IA d'Hexapawn, elle ne contient pas moins de 304 boîtes ! Sa méthode d'apprentissage est constituée de 3 cas.

- Si l'**IA a gagné**, le jeton sélectionné de chacune des boîtes utilisées est remis à l'intérieur de sa boîte, et 3 jetons identiques à celui-ci sont ajoutés en plus dans la boîte.
- S'il y a **match nul**, le jeton sélectionné de chacune des boîtes utilisées est remis à l'intérieur de sa boîte, et avec un jeton identique supplémentaire.
- Si l'**IA a perdu**, le jeton sélectionné est retiré de chacune des boîtes utilisées.

Le principal intérêt de cette méthode, c'est que l'apprentissage est plus souple. Comme le jeu du morpion est plus complexe que Hexapawn, cela évite qu'une erreur d'apprentissage ne vienne dégrader les résultats de la machine. Dans le cas d'un jeu simple comme Hexapawn, cette précaution n'est pas nécessaire.

Références :

- Article «Hexapawn», Wikipédia (<https://en.wikipedia.org/wiki/Hexapawn>)
- Vidéo «The Game That Learns», Vsauce2 (<https://youtu.be/sw7UAZNgg8>)



Préparer son IA

1 - Avant de commencer à jouer, découpez chacun des rectangles ci-dessus. Ce sont les «boîtes» de l'IA.

2 - Dans chacune des boîtes, pour chaque flèche, placez un jeton de la même couleur dessus (carrés ci-contre).

3 - Jouez contre votre IA et effectuez l'apprentissage à chaque fin de partie (voir la page 3 de la notice).