

Hexapion

Hexapion est le nom francisé que nous donnons au jeu inventé par Martin Gardner, l'Hexapawn (Hexa préfixe signifiant six en grec et pawn, signifiant pion en anglais).

Martin Gardner était un vulgarisateur scientifique et de mathématiques en particulier. En 1962 il a publié dans la revue Scientific American un article intitulé : **Jeux mathématiques - Comment fabriquer un jeu d'apprentissage automatique et lui apprendre à jouer et gagner** (Mathematical games - How to build a game-learning machine and then teach it to play and win).

Un scan de l'article original est disponible au téléchargement ici :

<https://www.cs.drexel.edu/~jpopyack/Courses/AI/Wi12/assignments/HW2/Hexapawn.pdf>

Fabrication du jeu :

matériel :

- 10 perles vertes
- 14 perles rouges
- 13 perles bleues
- 18 perles jaunes
- 3 pions blancs, 3 pions noirs
- 24 boîtes d'allumettes
- de la colle (en bâton c'est parfait).
- Un plus grande boîte de rangement.



Impressions (ou dessins à main levé) :

- plateau de jeu
- tableau de suivi des victoires
- cartes des situations (suivant votre imprimante choisissez la planche des cartes à colorier vous-même ou celle en couleur directement).

Fabrication alternative :

- pour les pions j'ai imprimé ce fichier : <https://www.thingiverse.com/thing:1371033>
- pour les perles j'ai imprimé cette sphère en 10 mm de diamètre : <https://www.thingiverse.com/thing:115644/files>

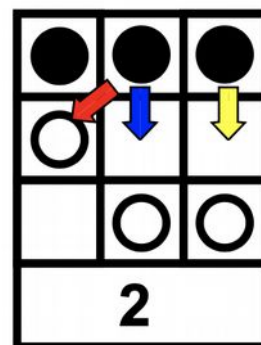
Les règles du jeu de l'Hexapion sont les suivantes :

- 1) Les pions ne peuvent se déplacer que d'une case en ligne droite.
- 2) Les pions ne peuvent manger l'adversaire qu'en diagonale.
- 3) Il y a trois manières de gagner à l'Hexapion :
 - Amener un de ses pions sur la ligne opposée dans le camp adverse.
 - Prendre tous les pions de l'adversaire.
 - Bloquer l'adversaire (qui ne peut plus prendre ou avancer à son tour).

Déroulement d'une partie :

- L'animateur joue le rôle de l'IA. Il a les pions noirs.
- Le joueur humain a les pions blancs, c'est lui qui commence la partie et il jouera comme il l'entend.

L'animateur joue pour l'IA en utilisant les boîtes d'allumettes qui représentent des états du jeu. Les positions équivalentes du point de vue des actions de l'IA ne sont pas représentées (par exemple, seule la boîte avec le pion de gauche avancé est représenté, c'est l'équivalent de la situation avec le pion droit avancé).



Tour 1 : Le joueur humain avance un pion.

Tour 2 : L'IA joue avec une des boîtes marquées 2.

L'animateur prend la boîte d'allumette correspondante et tire une perle au hasard. Il joue le coup de la couleur indiquée et garde la perle (il la pose sur la boîte par exemple).

Tour 3 : Il y a deux situations possibles : le joueur humain gagne ou la partie continue.

- Si le joueur humain gagne, l'IA estime que son coup était mauvais, on retire la perle du jeu, c'est ainsi que l'IA apprend !
- Si la partie continue, l'IA estime que son coup était ni bon ni mauvais, on remet la perle dans la boîte.

Tour 4 : L'IA joue avec une des boîtes marquées 4. l'animateur tire une perle hasard et joue pour l'IA. Il n'y a que 2 résultats possibles :

- L'IA gagne, dans ce cas, l'IA estime que son coup était bon, on remet la perle dans la boîte.
- Le jeu peut continuer. l'IA estime que son coup était ni bon ni mauvais, on garde la perle (il la pose sur la boîte par exemple).

Tour 5 : ce tour possède la même mécanique de jeu que le tour 3.

si l'IA perd, la perle du tour 4 est retirée du jeu sauf si c'est la dernière perle. Les autres perles sont remises dans leurs boîtes.

Etc...

Au fur et à mesure des parties, les perles correspondantes aux mauvais coups sont retirées, l'IA apprend et ne conserve que les coups qui lui font gagner.

Variante :

Il est possible d'entraîner l'IA non par élimination des mauvais choix mais par renforcement des coups qui aboutissent à une victoire en ajoutant une perle de la couleur qui mène à la victoire.

Conseils d'animation :

Notez les parties, pour chaque partie notez qui gagne pour constater l'évolution du nombre de victoire de l'IA.

vous pouvez confier le rôle de l'IA à des participants.

Il est possible de faire appel à l'intelligence collective en en prenant l'avis du groupe pour chaque coup.

Vous pouvez faire tourner les personnes qui incarnent le joueur.

L'algorithme converge au bout d'une dizaine partie environ (regardez le nombre de perles extraites !). L'Hexapion est très fort au bout de 4 à 6 défaites et quasi imbattable à 8-10.

Explications :

L'Hexapion est un jeu dit « résolu ». Un jeu résolu est un jeu dont le résultat (gagner, perdre ou match nul) peut être correctement prédit à partir de n'importe quelle position, en supposant que les deux joueurs jouent à la perfection. Exemples de jeux résolus : Tic-Tac-Toe, puissance 4, Awalé, ...

Les boîtes d'allumettes représentent l'arbre des possibles du jeu dans son intégralité.

Chaque fois que l'IA perd c'est une des branches de l'arbre qui mène à la défaite de l'IA qui est coupée. Petit à petit il y a de moins en moins de perles dans les boîtes, c'est-à-dire qu'il y a de moins en moins de possibilité de perdre pour l'IA.

Si il ne reste plus qu'une perle par boîte, il est impossible de gagner contre l'IA.

Ce jeu permet d'illustrer ce qu'est l'apprentissage par renforcement utilisé en IA, de voir émerger un algorithme optimal et de s'interroger sur la notion d'« intelligence » dans ce système (particulièrement sur l'intelligence d'un système de boîtes d'allumettes !).

C'est l'humain qui crée la donnée nécessaire au système pour apprendre.

C'est un apprentissage supervisé puisque c'est nous qui fixons les règles de ce qu'est un « bon coup » ou un « mauvais coup ».

Notre IA possède également deux atouts de l'informatique :

- Une mémoire parfaite
- La capacité de répétition

Ainsi la machine ne fait jamais deux fois la même erreur.

Conclusion

Pour finir, ce jeu peut également servir à faire émerger des stratégies face à la machine, comme prendre des risques qui paraîtraient illogiques contre un humain, afin d'explorer des scénarios dans lesquels l'IA n'a pas encore appris.

On peut également s'interroger sur la méthode pédagogique ou d'apprentissage à adopter, puisqu'au lieu de « punir » en enlevant la perle indésirable, on pourrait aussi bien « récompenser » en ajoutant par exemple une perle de même couleur à chaque coup gagnant de l'IA. Ce procédé a d'ailleurs un avantage puisqu'il s'il permet d'améliorer les performances de l'IA d'un point de vue statistique, il laisse toujours une opportunité au joueur humain de gagner.

Pour aller plus loin

Dans le principe, tous les jeux résolus se prêtent bien aux démonstrations d'apprentissage par renforcement.

Il existe des variantes pour le jeu de Nîm (qui vous permettra de recycler vos allumettes) ou encore du Morpion (mais il vous faudra alors 304 boites d'allumettes).

L'implémentation dans un programme devient alors plus intéressante et vous pourrez trouver des exemples sous Scratch ou en Python.

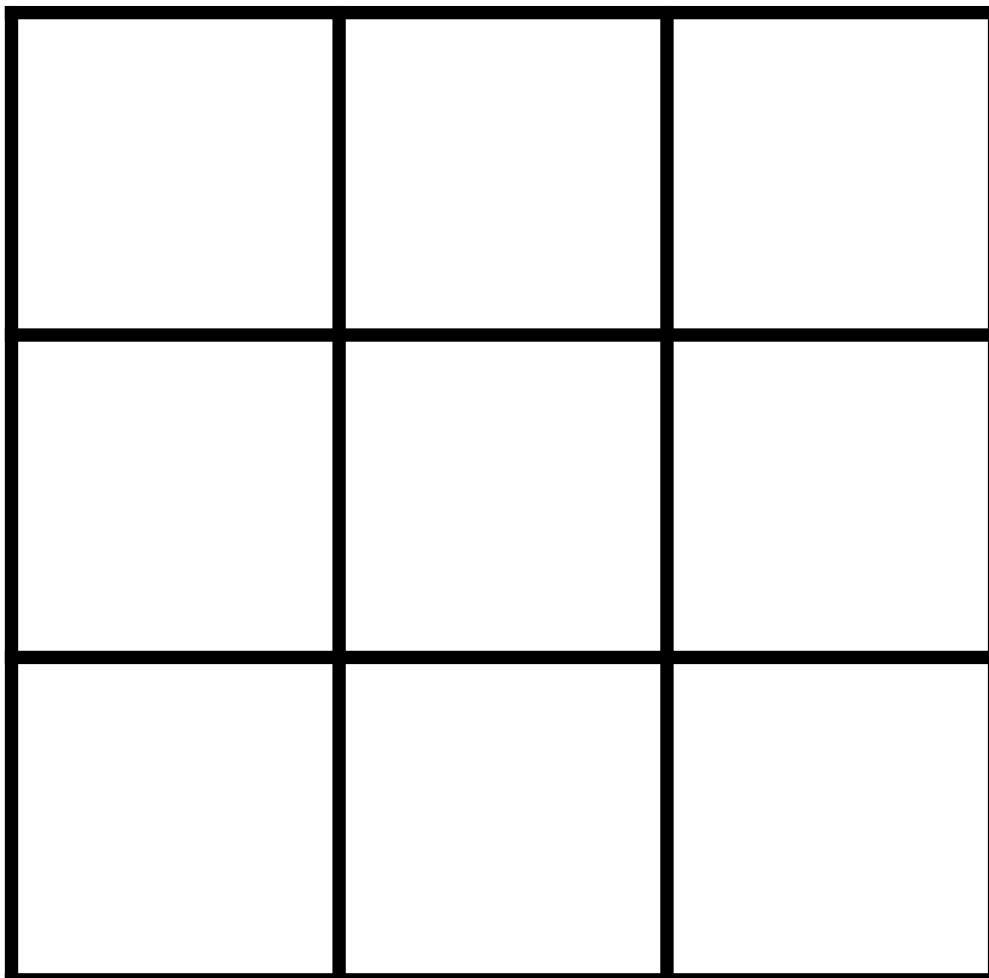
Dans ce dernier cas, quelques instructions conditionnelles permettront à l'algorithme d'explorer tout seul l'ensemble des options possibles en jouant contre lui-même.

Ce qui permet aux apprenants de coder eux-mêmes leur IA et de voir émerger la stratégie optimale au bout de quelques centaines de parties soit quelques secondes pour l'ordinateur.

Exemples sur scratch en anglais : https://en.scratch-wiki.info/wiki/Artificial_Intelligence



Hexapion ♀ on



Règles du jeu de l'Hexapion :

- 1) Un pion ne peut se déplacer que d'une case en ligne droite (avancer).
- 2) Un pion peut manger un autre : en diagonale (il prend la place du pion mangé qui est retiré du jeu).
- 3) Il y a trois manières de gagner à l'Hexapion :
 - Amener un de ses pions sur la ligne opposée dans le camp adverse
 - Prendre tous les pions de l'adversaire
 - Bloquer l'adversaire (qui ne peut plus prendre ou avancer à son tour)

Suivi des victoires.

Faites une croix dans case correspondante.

Tour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Joueur														
IA														

Tour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Joueur														
IA														

Tour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Joueur														
IA														

Tour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Joueur														
IA														

