

Jeu de NIM et « Machine Learning »

Objectif : découvrir l'intelligence artificielle à travers un algorithme

Prérequis

Il est recommandé de faire jouer les élèves au jeu de NIM au préalable, pour bien en comprendre les règles et découvrir ensemble la stratégie gagnante. En effet, c'est cette stratégie que la machine va apprendre « toute seule ».

Règle suivie ici : on dispose de 20 allumettes et 2 joueurs. Chaque joueur prend successivement 1 ou 2 allumettes. Celui qui prend la dernière allumette gagne.

Quelques explications sur le programme :

Les actions :

- Si on appuie sur la touche « e », on efface les nombres se trouvant dans les listes « parties » et « probabilités ordinateur ». On peut commencer par effectuer cette action.
- Si on appuie sur la touche « i », on initialise les probabilités de l'ordinateur pour chaque coup. Il faut forcément effectuer cette action avant **la première partie**.
- Si on appuie sur le drapeau, on commence une partie contre l'ordinateur. C'est toujours l'ordinateur qui commence. Une variable « décompte » indique le nombre d'allumettes restantes.
- Si on appuie sur la touche espace, on lance l'entraînement de la machine : elle va jouer alors 50 parties « contre elle-même ».

Les probabilités :

La liste « probabilités ordinateur » contient un nombre entre 0 et 10 pour chaque coup.

Dans la case 1, la « probabilité »¹ associée à l'action à jouer quand il reste une allumette.

Dans la case 2, la « probabilité » associée à l'action à jouer quand il reste 2 allumettes.

Dans la case 3, la « probabilité » associée à l'action à jouer quand il reste 3 allumettes.

Ainsi de suite jusqu'à 20. Ainsi l'ordinateur a une probabilité associée pour chaque situation de jeu.

¹ En réalité, c'est un nombre entre 0 et 10. La probabilité correspondante est $p/10$

Utilisation :

La machine tire au sort un nombre « tirage » entre 1 et 10.

On appelle p la « probabilité » associée au nombre d'allumettes en jeu (le « décompte »).

Si tirage $\leq p$ alors l'ordinateur joue 1

Si tirage $> p$ alors l'ordinateur joue 2.

Exemple : il reste 17 allumettes. Le nombre p correspondant dans la liste est 6. La probabilité de jouer 1 est donc $6/10$ et la probabilité de jouer 2 est $4/10$.

Conséquences :

- plus la valeur de p se rapproche de 0, plus l'ordinateur a de chances de jouer 2.
Si $p=0$, alors l'ordinateur joue forcément 2.
- plus la valeur de p se rapproche de 10, plus l'ordinateur a de chances de jouer 1.
Si $p=10$, alors l'ordinateur joue forcément 1.

Apprentissage de la machine :

Si la machine gagne, elle renforce tous les coups gagnants :

- en ajoutant 1 à la « probabilité » associée à un 1 joué (pour se rapprocher de 10)
- en enlevant 1 à la « probabilité » associée à un 2 joué (pour se rapprocher de 0)

Si la machine perd, elle pénalise tous les coups perdants :

- en enlevant 1 à la « probabilité » associée à un 1 joué (pour se rapprocher de 0)
- en ajoutant 1 à la « probabilité » associée à un 2 joué (pour se rapprocher de 10)

Exemple : Pour un décompte de 4 (soit 4 allumettes restantes), la machine a joué 2 et a perdu. Elle a a priori fait le mauvais choix. Elle doit donc essayer de jouer plutôt 1 quand il reste 4 allumettes. Pour cela, il faut que la « probabilité » associée à 4 s'approche de 10. Donc on ajoute 1 à la « probabilité » associée à 4. Si elle était à 5, alors elle passe à 6.

Activités envisageables avec les élèves :

1) Faire quelques parties contre l'ordinateur.

Objectifs :

- Se familiariser avec le jeu contre l'ordinateur
- Mettre en place la stratégie gagnante
- Voir comment se modifie la liste des probabilités de l'ordinateur

Déroulement :

- Ouvrir le fichier scratch, cliquer sur e, cliquer sur i, puis cliquer sur le drapeau.
- Jouer quelques parties en essayant de gagner contre l'ordinateur (l'élève se familiarise avec la variable Décompte)
- Cliquer à nouveau sur i et observer ce qui se passe (la liste se remplit de 5)
- Jouer à nouveau quelques parties et observer ce qui se passer (certains nombres augmentent d'1, d'autres baissent d'1).

2) Observer l'évolution de la liste des probabilités lors de quelques parties.

Objectif :

- Comprendre précisément comment évolue la liste des « probabilités », suivant si l'ordinateur a gagné ou s'il a perdu.

Déroulement :

- On prépare sur feuille un tableau comportant 20 lignes et entre 5 et 10 colonnes (une colonne par partie).
- Ouvrir le fichier scratch, cliquer sur e, cliquer sur i. Noter dans la première colonne les valeurs de la liste « Probabilités ordinateur »
- Effectuer une partie. A la fin de la partie, noter dans la 2^{ème} colonne les valeurs de la liste « Probabilités ordinateur ». Indiquer en dessous qui avait gagné la partie (« Ordinateur » ou « Joueur »).
- Recommencer jusqu'à effectuer 5 ou 10 parties, en notant à chaque fois les valeurs de la liste « Probabilités ordinateur » et en indiquant le gagnant.
- Effectuer une synthèse avec la classe sur l'évolution de ces probabilités :
 - ⇒ Renforcer les coups gagnants et « Punir » les coups perdants
 - ⇒ Les premières « probabilités » qui se stabilisent vers 0 ou 10 sont celles proches de la fin de la partie (quand il reste 1, 2 puis 4 ou 5 allumettes).

3) Observer l'évolution de la liste des probabilités après un entraînement.

Objectif :

- Voir en action le « machine learning ». Après une centaine de parties, l'ordinateur a appris la stratégie gagnante. Il devient difficile voire impossible de gagner contre lui.

Déroulement :

- On peut garder le même tableau que précédemment, et prévoir une colonne pour noter les « probabilités » après 50 parties, puis après 100 parties.
- Ouvrir le fichier scratch, cliquer sur e, cliquer sur i. Puis cliquer sur espace.
- Noter les « probabilités » après les 50 parties.
- Cliquer à nouveau sur espace.
- Noter les « probabilités » après 100 parties.
- Essayer de jouer contre l'ordinateur et constater qu'il a appris la stratégie gagnante.
- Faire le bilan sur la liste des « probabilités ». On peut alors tenter d'expliquer le bout de programme suivant :



On peut le faire sur un exemple : en utilisant la liste de « probabilités » après 100 parties, expliquer ce qui se passe étape par étape pour un décompte de 17.

Remarque : il se peut que l'ordinateur n'ait pas encore appris le premier coup à jouer (pour un décompte de 20, il doit jouer 2 allumettes pour arriver à 18). Dans ce cas, on peut l'entraîner « à la main » en le faisant perdre plusieurs fois s'il joue 1 allumette. Il devrait changer tout seul de stratégie !