Algorithmie des Jeux d'accessibilité

Informatique
PSI * - Lycée Jean Perrin (13)

C-2 1

1

Jeux d'accessibilité : Exemples

2 joueurs, pas d'aléa, 3 situations finales :
joueur A gagnant ou *joueur B gagnant* ou *égalité*

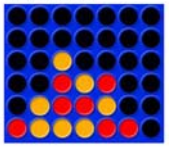
- Il existe des stratégies
- Il existe des positions avantageuses

Morpion
ou tic-tac-toe ou OXO:

Jeu de Nim

Le jeu commence avec un tas de bâtonnets
Ce jeu consiste à enlever 1, 2 ou 3 bâtonnets à chaque tour. Le vainqueur est celui qui peut jouer en dernier.

Puissance 4



C-2 2

2

Jeux d'accessibilité : Exemples

2 joueurs, pas d'aléa, 3 situations finales :
joueur A gagnant ou *joueur B gagnant* ou *égalité*

- Il existe des stratégies
- Il existe des positions avantageuses

Echec
Damier 8x8,
6 catégories de pions

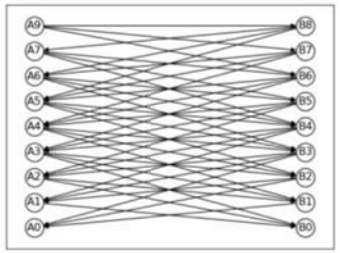
Jeu de GO
Damier 19x19,
1 catégorie de pions

C-2 3

3

Modélisation : Graphe biparti

- Un graphe $G = (S, A)$ est dit biparti si on peut partitionner son ensemble de sommets S en deux sous-ensembles S_A et S_B distincts, non vides, de sorte que toute arête ait une extrémité dans S_A et une extrémité dans S_B.



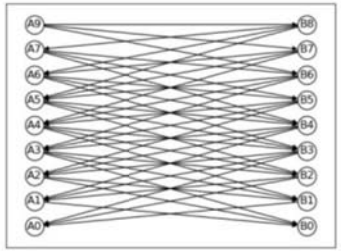
C-2 4

4

Modélisation : Graphe biparti

- Exemple : Jeu de Nim
  - Le jeu commence avec un tas de bâtonnets (9 par exemple);
  - Ce jeu consiste à enlever 1, 2 ou 3 bâtonnets à chaque tour. Le vainqueur est celui qui peut jouer en dernier (qui enlève le dernier bâtonnet).

Etats finaux :



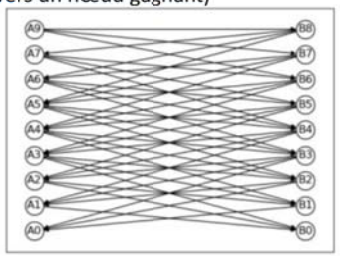
C-2 5

5

Stratégie gagnante, positions gagnantes

- Stratégie pour le joueur A :
  - Fonction d'un nœud qui définit le nœud suivant à choisir (de S_A vers S_B).
  - Une stratégie est dite gagnante pour A si toute partie jouée en suivant cette stratégie est gagnante pour A (elle amène la partie vers un nœud gagnant)

Exemple : Jeu de Nim
La stratégie gagnante est de laisser 4, 8, 12 ou 16 objets à l'adversaire (un multiple de 4).



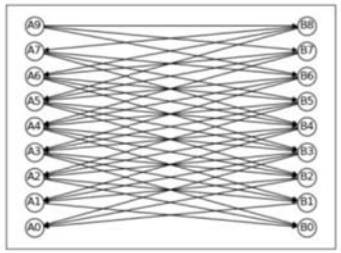
C-2 6

6

Stratégie gagnante, positions gagnantes

- Position gagnante :
  Une position s est dite gagnante lorsqu'il existe une stratégie gagnante pour une partie débutant au sommet s.

Attracteur :
- On construit une chaine de sommets à partir d'un premier sommet gagnant en remonte la stratégie.
- Ces sommets sont appelés « attracteurs »
- Si le joueur A arrive à se mettre sur un attracteur, il applique la stratégie pour être sûr de gagner.

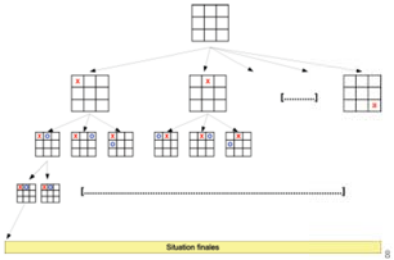


C-2 7

7

Première synthèse sur le jeu de Nim

- Problème simple : Graphe à 18 nœuds
- Stratégie simple :
  - Simple à déterminer
  - Simple à exprimer
- Cas du morpion
  - 6 000 situations

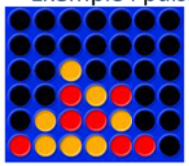


C-2 8

8

Méthodes heuristiques pour le jeu

- S'appuie sur une fonction heuristique :
  - $G \to \mathbb{R}$
  - $p \in G \longmapsto h(p)$
- Un joueur peut chercher à maximiser $h(p)$: plus $h(p)$ est grand, plus le joueur est proche de gagner
- Exemple : puissance 4



3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

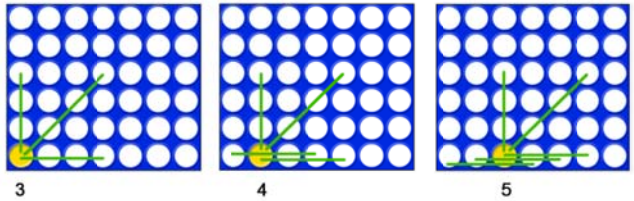
$$h(p) = \sum couleur \times score$$

C-2 9

9

Méthodes heuristiques pour le jeu

- Exemple : puissance 4 (justification)

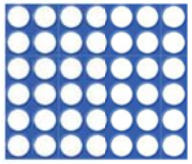


C-2 10

10

Méthodes heuristiques pour le jeu

- Exemple : puissance 4 – Approche gloutonne



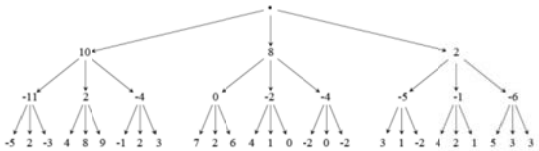
3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

C-2 11

11

Méthodes heuristiques pour le jeu

- Exemple : puissance 4 – Choix avec plus de profondeur (anticipation de plusieurs coups)
- le coup suivant = 7 grilles.
- Pour chacune : 7 grilles.
- Avec un profondeur de 3, ça fait 343 grilles.



C-2 12

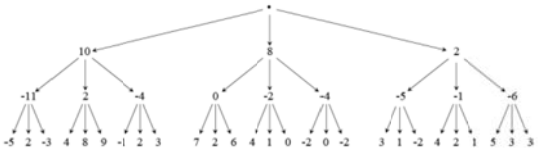
12

Méthodes heuristiques pour le jeu

- Algorithme MiniMax
  - Mise en œuvre récursive

$$minimax(p) = \begin{cases} h(p) \text{ si } p \text{ est une grille correspondant à la profondeur désirée ;} \\ \max\big(minimax(q_1), \dots, minimax(q_n)\big) \text{ si } p \text{ est une grille Joueur A ;} \\ \min\big(minimax(q_1), \dots, minimax(q_n)\big) \text{ si } p \text{ est une grille Joueur B ;} \end{cases}$$

où une grille p possède n grilles filles $q_1, \dots, q_n$.



Remarques

- Puissance 4 en python, avec une profondeur de 9 : 15 minutes de calcul – 47 069 401 grilles
- Jeu d'échec :
  - Les meilleurs heuristique s'appuie sur une soixante de fonctions « score ».
- Autre heuristique : aléatoire
  - Pour une position, on va faire 100 coups au hasard et on regarde la probabilité que le coup soit gagnant.
- Usage de l'I.A. :
  - Apprentissage : utilisation de parties anciennes
  - Inférence : utilisation des heuristiques acquises par apprentissage