Intelligence artificielle

ENSIIE

Semestre 4 – 2019/20

Algorithmes de jeux

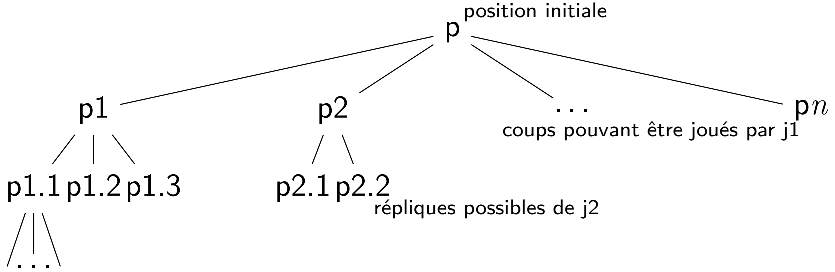
Jeux

Dans ce cours, essentiellement :

- jeux à deux joueurs
- séquentiels
- symétriques
- à somme nulle (si l'un gagne, l'autre perd)
- chaque adversaire a une connaissance de l'ensemble du jeu et de ce que chacun peut faire
- sans aléa

Arbre et/ou

Les différentes parties possibles peuvent être représentée par un arbre



Feuilles : état terminal dans lequel j1 a gagné, fait nul ou perdu.

Procédé minimax

Construction de l'arbre, ou d'une partie

- Différents coups jusqu'à une profondeur limitée

Évaluation des feuilles

- Fonction d'évaluation qu'on cherche à maximiser
- Évalue une situation pour j1 (la machine)

Remontée des valeurs : principe min ou max selon le joueur

- Une position où j1 joue = la valeur max de ses fils
- Une position où j2 joue = la valeur min de ses fils

(Suppose une stratégie identique pour les 2 joueurs)

Exemple de fonction d'évaluation

Au morpion :

- arbre complet
- gagné = 1, perdu = -1, nul = 0

Aux échecs :

- arbre incomplet !
- $\sum_{\text{type de pièce } t} w_t \times d_t(a)$
  avec w_t un poids pour les pièces de type t
  $d_t(a)$ différence entre le nombre de pièces du type t dans la configuration a

Caractéristiques de minimax

- Complète si l'arbre est fini
- Complexité en temps : $O(b^m)$
- Complexité en espace : $O(bm)$
- Optimal si l'adversaire est optimal

Efficacité de minimax

Aux échecs, $b \simeq 35$
Dans un temps donné, si on veut explorer $b^m = 10^6$ nœuds, on peut donc aller au plus à la profondeur $m = 4$

Idée : ne pas calculer de nœuds inutilement

- dont on sait déjà qu'ils seront inférieurs au max
  ou supérieur au min

Élagage $\alpha\beta$

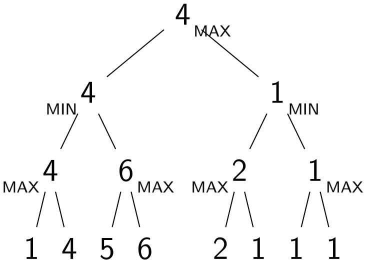
Intuition :
On parcours le nœuds avec une fenêtre $\alpha \dots \beta$

- on est sûr que MAX renverra au moins α
- on est sûr que MIN renverra au plus β

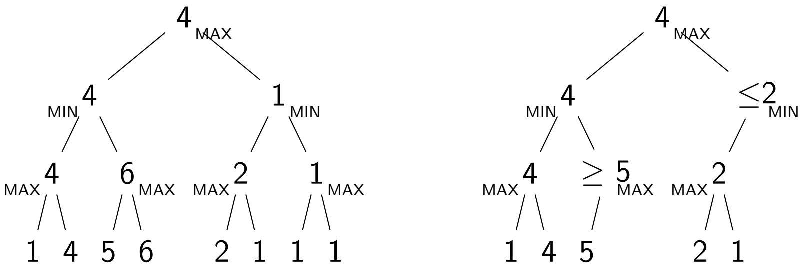
Le calcul de la valeur d'un nœud permet d'affiner la fenêtre pour le calcul de ses frères

Pas besoin de calculer si fenêtre vide

Exemple



Exemple


4 MAX
MIN 4
1 MIN
MAX 4
6 MAX
MAX 2
1 MAX
1 4 5 6 2 1 1 1
4 MAX
MIN 4
≤2 MIN
MAX 4
≥ 5 MAX
MAX 2
1 4 5 2 1

Algorithme $\alpha\beta$

```
fonction alphabeta(nœud, α, β)
   si nœud est une feuille alors retourner la valeur de nœud
   sinon si nœud est de type Min alors
           v = +∞
           pour tout fils de nœud faire
               v = min(v, alphabeta(fils, α, β))
               si v ≤ α alors  /* coupure alpha */
                   retourner v
               β = Min(β, v)
    sinon
           v = -∞
           pour tout fils de nœud faire
               v = max(v, alphabeta(fils, α, β))
               si v ≥ β alors /* coupure beta */
                   retourner v
               α = Max(α, v)
    retourner v
```