

1

## En IA déterministe

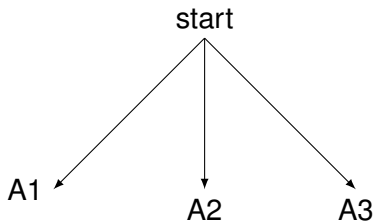
- Construction de l'arbre
- Pruning

2

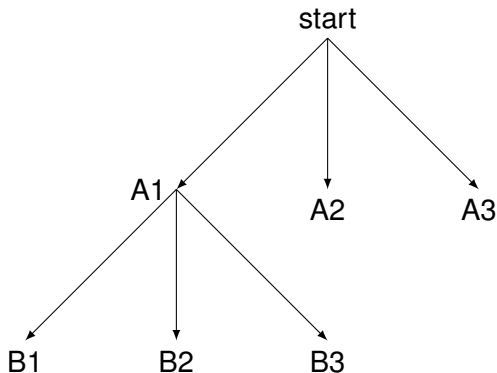
## Arbres en classification

- Arbres de décision sur des données
- Pruning dans un arbre aléatoire

# Arbre de décision A/B



# Arbre de décision A/B



# Principe

On cherche à optimiser la stratégie A à chaque étape, sachant que l'adversaire essaiera de trouver la pire réponse B en fonction de A.

$$\mathcal{G} = \text{Max}_{A \in \mathcal{A}} \text{Min}_{B \in \mathcal{B}(A)} G(A, B)$$

# Matrice de paiement

	B1	B2	B3	B4	B5
A1	+1	0	-2		
A2	-1			-2	+1
A3	+2			+4	0

## Vertus et limites

- Permet de résoudre exactement des jeux simples (Nim).

## Vertus et limites

- Permet de résoudre exactement des jeux simples (Nim).
- Complexité en  $O(a^p)$  où  $a$  est l'arité et  $p$  la profondeur.

## Vertus et limites

- Permet de résoudre exactement des jeux simples (Nim).
- Complexité en  $O(a^p)$  où  $a$  est l'arité et  $p$  la profondeur.
- Impossible de prévoir plus que quelques coups de profondeur.



## Exercice

*Construisez l'arbre de décision et la matrice des paiements associés au processus de pulvérisation des sommets d'un cube par des demi-espaces.*

1

## En IA déterministe

- Construction de l'arbre
- Pruning

2

## Arbres en classification

- Arbres de décision sur des données
- Pruning dans un arbre aléatoire

## Pruning I : evaluation

On procède à des évaluations intermédiaires pour réduire la profondeur :

- Evaluation exacte d'une situation (scoring intermédiaire d'une manche),
- Evaluation approximative déterministe, basée sur des critères a priori (valeur des pièces restantes aux échecs),
- Evaluation approximative par apprentissage, basée sur la statistique de victoire conditionnelle à une situation (valeur d'un plateau de go).

## Pruning II : bornes

- On effectue des prospection en profondeur (par ex. aléatoires)
- Qui nous permettent d'établir des bornes sur les paiements
- Et donc de couper les sous-arbres inefficaces

## Pruning III : memoization

- On étudie tous les sous-arbres de faible profondeur
- On stocke les résultats dans un tableau
- Ces résultats deviennent les feuilles d'un arbre de plus faible profondeur

## Apprentissage (exemple)

- On effectue un grand nombre de parties  $N$ .

## Apprentissage (exemple)

- On effectue un grand nombre de parties  $N$ .
- Un sous-ensemble de ces parties  $N(X) \subset N$  passe par la situation  $X$ .

## Apprentissage (exemple)

- On effectue un grand nombre de parties  $N$ .
- Un sous-ensemble de ces parties  $N(X) \subset N$  passe par la situation  $X$ .
- On définit le score de  $X$  comme étant le pourcentage de victoires finales ( $V$ ) parmi  $N(X)$ .

$$\mathcal{G}(X) = \frac{N(V \cap X)}{N(X)} \sim P(V|X)$$



1 **En IA déterministe**

- Construction de l'arbre
- Pruning

2 **Arbres en classification**

- Arbres de décision sur des données
- Pruning dans un arbre aléatoire

# Principe

Chaque noeud correspond à une décision conditionnelle.

Soit  $C$  le chemin de la racine à  $i$ , les arêtes du noeud  $i$  sont des partitions sur les valeurs possibles de :

$$X_i | \bigwedge_{c_j \in C} (X_j = c_j)$$

A chaque feuille on associe une prédiction :

$$Y | \bigwedge_{c_j \in C} (X_j = c_j)$$

# Estimateur

$\tilde{f}_T(x)$  est la feuille obtenue en suivant le chemin  $X_j = x_j$  à chaque noeud  $j$  de l'arbre  $T$ .

On cherche l'arbre  $T$  qui minimise le risque de l'estimateur associé  $\tilde{f}_T(x)$

# exercice

Quel(s) processus de décision associer au tableau suivant ?

X1	X2	X3	Y
T	F	T	T
T	F	F	T
T	T	F	F
T	T	T	T
F	T	F	T
F	F	T	F
F	F	T	F
F	F	T	F

# Evaluation I

ERM :

$$D(\tilde{f}_T) = \frac{1}{N} \sum_{i \in I} \left( LF(\tilde{f}_T(X_i), Y_i) \right)$$

# Evaluation II

Entropie :

$$H(E, G) = - \sum_{y \in G} p(y) \log p(y)$$

avec

$$p(y) = \frac{|\{(X, Y) \in E \times G, Y = y\}|}{|E \times G|}$$

# Evaluation II

Objectif : choisir un test qui réduit au maximum l'entropie.

$$\max H(E, G) - \sum \frac{|E_k \times F|}{|E \times G|} H(E_k, Y)$$

Où  $(E_k)$  est la partition résultant du branchement.

1 En IA déterministe

- Construction de l'arbre
- Pruning

2 Arbres en classification

- Arbres de décision sur des données
- Pruning dans un arbre aléatoire



Pas au programme cette année finalement