



27 janvier 2020

Questions de cours (3,5 pts) :

Algorithmes de résolution de problèmes d'exploration :

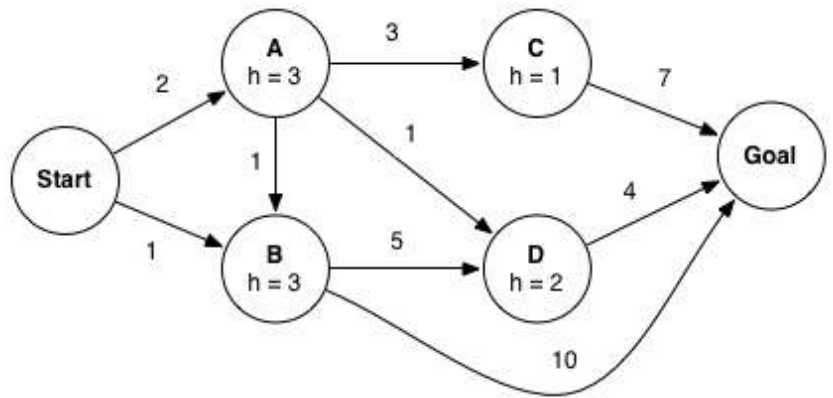
- Un algorithme est dit « complet » si et seulement si :
 - ☐ il explore tous les nœuds de l'arbre de recherche.
 - ☐ il explore les nœuds de tous les niveaux jusqu'à celui de la solution.
 - ☐ il explore tous les nœuds du niveau qui contient la solution.
 - ☐ il trouve toutes les solutions (sauf s'il n'y en a pas).
 - ☐ il trouve au moins une solution (sauf s'il n'y en a pas).
 - ☐ il trouve toujours la solution la moins coûteuse (sauf s'il n'y en a pas).
- Dans l'exploration en largeur d'abord :
 - ☐ il est nécessaire d'avoir plus de mémoire que pour l'exploration en profondeur d'abord
 - ☐ le temps mis pour trouver la solution est plus long que pour l'exploration en profondeur d'abord
 - ☐ on peut implémenter la frontière par une file de priorité
 - ☐ il est plus efficace d'implémenter la frontière par une pile LIFO
- Si une heuristique est cohérente, sa valeur :
 - ☐ est toujours égale à zéro pour l'état initial
 - ☐ ne surestime jamais le coût pour arriver au but depuis un état
 - ☐ ne sous-estime jamais le coût d'une action entre deux états
 - ☐ ne peut pas être nulle pour les états non buts
 - ☐ ne peut pas être la même pour deux états différents

Exploration en situation d'adversité :

- L'exploration de l'arbre de jeu :
 - ☐ se fait en largeur d'abord dans l'algorithme minimax
 - ☐ se fait en profondeur d'abord dans l'algorithme alpha-bêta
 - ☐ est récursive dans l'algorithme minimax
 - ☐ est récursive dans l'algorithme alpha-bêta
- Étant donné un jeu à somme nulle dont la racine de l'arbre est un nœud max ; supposons qu'on l'explore une première fois en utilisant l'algorithme minimax et que l'on note la valeur d'un certain nœud. On recommence une deuxième fois en utilisant l'algorithme d'élagage alpha-bêta. Si ce même nœud n'a pas été élagué et a une valeur plus petite la deuxième fois, on peut dire que ce nœud ne peut pas être :
 - ☐ le nœud racine
 - ☐ un nœud max intermédiaire
 - ☐ un nœud min intermédiaire
 - ☐ un nœud terminal
- Dans l'algorithme alpha-bêta, les successeurs du nœud Max racine peuvent être élagués dans les cas suivants :
 - ☐ si ce sont des nœuds terminaux (feuilles) dont la valeur est positive ou nulle
 - ☐ s'ils ont une valeur négative et un nœud terminal qui a été exploré auparavant a une valeur positive ou nulle
 - ☐ si un autre successeur de la racine a été exploré auparavant et a une valeur égale à la borne inférieure de l'intervalle des utilités
 - ☐ jamais (AUCUNE RÉPONSE JUSTE !)
- Une fonction d'évaluation :
 - ☐ permet d'estimer la valeur des nœuds terminaux (feuilles) uniquement
 - ☐ peut permettre de rendre l'élagage alpha-bêta plus efficace
 - ☐ renvoie la valeur minimax réelle d'un nœud
 - ☐ peut permettre de limiter la profondeur de l'exploration minimax

Exercice 1 (5 pts)

Soit le problème d'exploration dont le graphe d'espace d'états est donné ci-contre. Supposez qu'en cas d'égalité des priorités, les nœuds sont développés dans l'ordre alphabétique (par ex. S-A-Z est développé avant S-B-A).



1. Dans quel ordre les états sont-ils développés par l'exploration A* en graphe ?

- ☐ Start, A, B, C, D, Goal
- ☐ Start, A, C, Goal
- ☒ Start, B, A, D, C, Goal
- ☐ Start, A, D, Goal
- ☐ Start, A, B, Goal
- ☐ Start, B, A, D, B, C, Goal

2. L'heuristique est-elle :

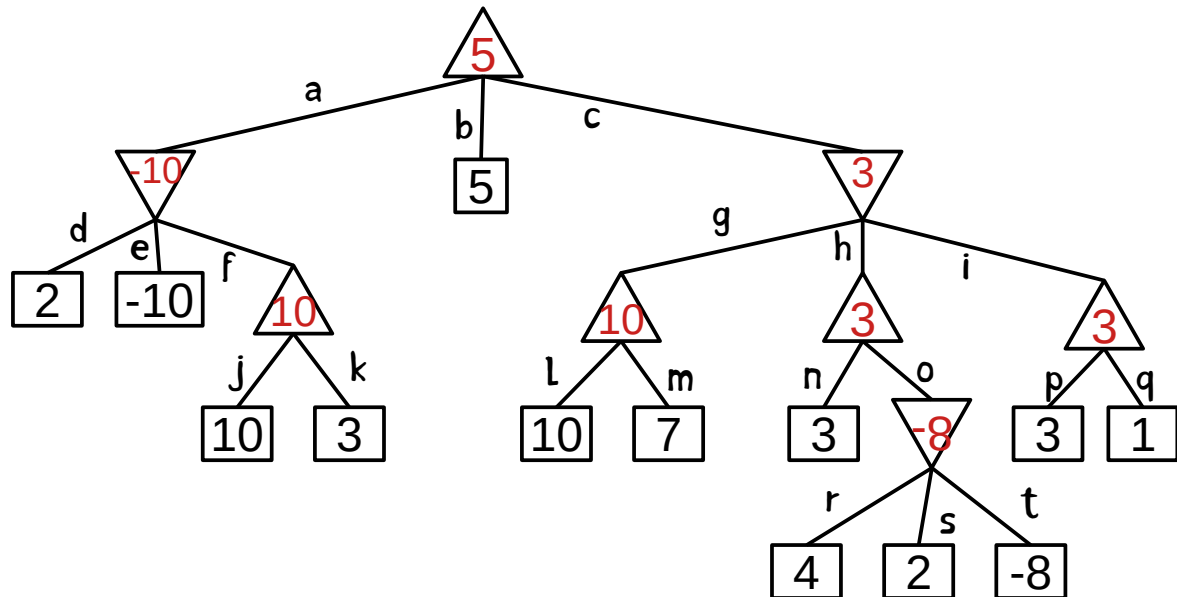
- cohérente ? ☒ oui ☐ non, car
- admissible ? ☒ oui ☐ non, car

3. Quel chemin est renvoyé par :

- | | | |
|---|--|---|
| • l'exploration A* en graphe ? | • l'exploration gloutonne en graphe ? | • l'exploration à coût uniforme en graphe ? |
| <input type="checkbox"/> Start-A-C-Goal | <input type="checkbox"/> <u>Start-A-C-Goal</u> | <input type="checkbox"/> Start-A-C-Goal |
| <input type="checkbox"/> Start-B-Goal | <input type="checkbox"/> Start-B-Goal | <input type="checkbox"/> Start-B-Goal |
| <input checked="" type="checkbox"/> <u>Start-A-D-Goal</u> | <input type="checkbox"/> Start-A-D-Goal | <input checked="" type="checkbox"/> <u>Start-A-D-Goal</u> |
| <input type="checkbox"/> Start-A-B-Goal | <input type="checkbox"/> Start-A-B-Goal | <input type="checkbox"/> Start-A-B-Goal |
| <input type="checkbox"/> Start-A-B-D-Goal | <input type="checkbox"/> Start-A-B-D-Goal | <input type="checkbox"/> Start-A-B-D-Goal |

Exercice 2 (5 pts)

Soit l'arbre de jeu suivant, où les triangles pointant vers le haut (comme la racine) représentent les choix du joueur maximiseur et les triangles pointant vers le bas ceux du minimiseur. Les rectangles sont les nœuds feuilles terminaux.



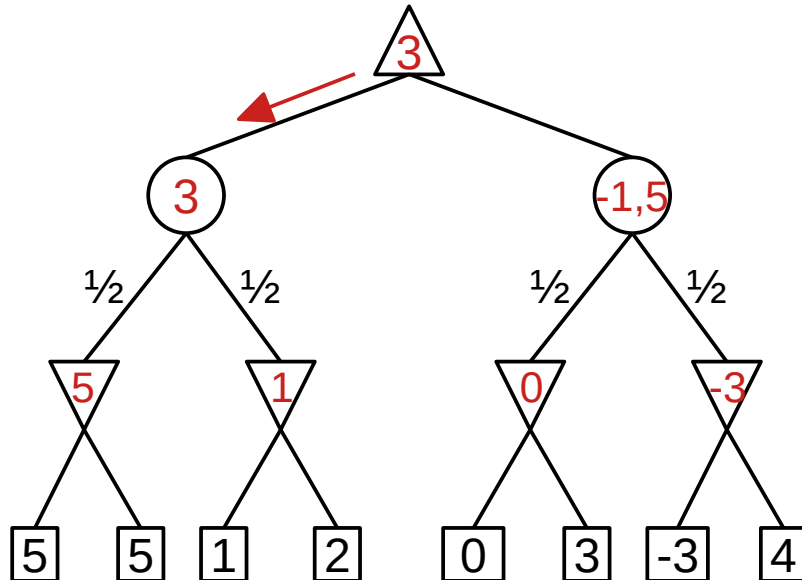
1. Remplir dans la figure les valeurs des nœuds en utilisant l'algorithme minimax

2. On suppose que l'intervalle des valeurs des utilités n'est pas connu à l'avance et donc qu'elles peuvent prendre toute valeur dans \mathbb{R} . On applique alors l'élagage alpha-bêta en explorant les nœuds de gauche à droite. Quelles branches seront alors élaguées (donnez les lettres correspondantes) ? i, k, s, t

3. On suppose que l'intervalle des valeurs des utilités est connu à l'avance et qu'elles prennent leurs valeurs dans $[-10, 10]$. On applique alors l'élagage alpha-bêta en explorant les nœuds de gauche à droite. Quelles branches seront alors élaguées (donnez les lettres correspondantes) ? f, i, m, s, t

Exercice 3 (6,5 pts)

Dans l'arbre de jeu ci-dessous, le nœud racine représente un choix pour le joueur maximiseur, les deux nœuds circulaires représentent des choix aléatoires équiprobables (probabilité = $\frac{1}{2}$ pour chaque action), les quatre autres nœuds triangulaires représentent les choix du joueur minimiseur, et les utilités des nœuds feuilles terminaux (rectangulaires) ne sont connues qu'au moment de leur évaluation et sont supposées pouvoir prendre n'importe quelle valeur entre $-\infty$ et $+\infty$.



On suppose dans les questions suivantes que les deux joueurs jouent de façon optimale.

1. En appliquant l'algorithme d'exploration expectiminimax, inscrivez dans la figure les valeurs de chaque nœud et indiquez (par une flèche) l'action qui sera choisie par le joueur maximiseur.
2. Quelle est la plus petite valeur du gain que pourra obtenir le joueur maximiseur ?..... **1**et la plus grande ?..... **5**
3. En supposant que le parcours des nœuds se fait de gauche à droite, peut-on effectuer un élagage de cet arbre ? Si oui, donnez les valeurs des nœuds feuilles qui ne seront pas explorés :..... **oui, 4**

On suppose maintenant pour les questions suivantes que les valeurs des nœuds feuilles sont dans l'intervalle $[-5 ; 5]$:

4. Après avoir évalué les deux premières feuilles (de valeur 5), quel sera l'intervalle possible pour la valeur du nœud de hasard de gauche ? **[0 ; 5]**
5. À présent, quelles sont les feuilles qui ne seront pas visitées si l'on effectue l'élagage ? **3, -3 et 4**
6. Si l'on remplace la valeur de la première feuille par une inconnue x (au lieu de 5), est-il possible que l'action choisie par le maximiseur change ? Si oui, pour quelles valeurs de x ? **oui, si $x < -4$**

Bon courage