

## TD1 : Espaces de recherche

### Exercice 1. Les cubes

---

On dispose de 3 cubes A, B et C sur une table. Un cube peut-être soit directement sur la table, soit sur un autre cube. On est dans la situation où les cubes A et B sont à même la table et le cube C est posé sur le cube A. On cherche à obtenir la situation où les 3 cubes sont empilés de la façon suivante : le cube B sur le A lui-même sur le C. La seule action possible est de déplacer un cube en haut de pile soit sur la table soit sur une autre pile.

- 1) Formaliser le problème en terme d'états, d'actions, de but.
- 2) Dessiner le graphe des états (représentant l'espace de recherche)
- 3) Appliquer l'algorithme de recherche en largeur. Combien de nœuds sont générés et explorés ? Combien de fois l'état initial est-il exploré ?
- 4) Appliquer l'algorithme de recherche en profondeur. Quel problème cela pose-t-il ?
- 5) On décide maintenant d'ajouter aux algorithmes de recherche un test évitant de ré-étudier un état déjà étudié. Expliquer comment prendre en compte ce test dans l'algorithme de recherche. Réaliser la recherche en largeur avec ce test. Combien de nœuds sont générés et explorés ?
- 6) Même question pour la recherche en profondeur.
- 7) Donner un algorithme récursif pour la recherche en profondeur.
- 8) Préciser quel test minimal faut-il intégrer à cet algorithme pour garantir la complétude de la recherche en profondeur.
- 9) Insérer dans votre algorithme une instruction de suppression explicite des nœuds inutiles, i.e. ceux ayant conduit à un échec. Cette suppression permet de garantir que l'espace mémoire utilisé reste linéaire en nombre d'états. Peut-on alors garantir de ne pas ré-explorer un état déjà exploré ?
- 10) Peut-on restaurer la complétude de la recherche en profondeur sans tester la ré-exploration d'un nœud ? Distinguer les cas où on a une information sur l'espace de recherche de celui où aucune information n'est disponible.

### Exercice 2. Missionnaires et cannibales

---

Inspiré d'un exercice de "AI, a modern approach"

Le problème des missionnaires et des cannibales est le suivant : 3 missionnaires et 3 cannibales sont d'un côté d'une rivière, avec une barque qui peut transporter 1 ou 2 personnes à la fois. Trouver une façon de faire passer tout ce monde de l'autre côté de la rivière, sans jamais laisser en un lieu des missionnaires en minorité par rapport aux cannibales (auquel cas il ne resterait plus rien des missionnaires).

- 1) Formaliser le problème sous la forme de parcours d'un espace de recherche :
  - Comment est défini un état ? On ne veut définir comme état que des situations où les missionnaires ne sont pas en minorité.
  - Quel est l'état initial ?
  - Quelles actions permettent de passer d'un état à un autre ?
  - Qu'est-ce qu'un état but ?  
*[On ne se pose pas le problème du coût d'un chemin de l'état initial à un état final, mais on pourrait envisager de compter le nombre de traversées effectuées]*

- 2) Combien y-a-t-il d'états ? Dessiner l'espace de recherche.
- 3) Trouver une solution optimale en terme de nombre d'étapes.
- 4) Une recherche en profondeur (avec détection des états explorés) permet elle de trouver une solution optimale ? Cela dépend il de l'ordre d'exploration des états ?

### Exercice 3. Le puzzle du zèbre

---

Le puzzle du zèbre est un jeu logique bien connu, attribué à Albert Einstein ou à Lewis Carroll, sans certitude que l'inventeur soit l'un des deux. Il existe plusieurs variantes de ce jeu, voici l'énoncé d'origine.

1. There are five houses.
2. The Englishman lives in the red house.
3. The Spaniard owns the dog.
4. Coffee is drunk in the green house.
5. The Ukrainian drinks tea.
6. The green house is immediately to the right of the ivory house.
7. The Old Gold smoker owns snails.
8. Kools are smoked in the yellow house.
9. Milk is drunk in the middle house.
10. The Norwegian lives in the first house.
11. The man who smokes Chesterfields lives in the house next to the man with the fox.
12. Kools are smoked in the house next to the house where the horse is kept. [*should be "... a house ...", see discussion below*]
13. The Lucky Strike smoker drinks orange juice.
14. The Japanese smokes Parliaments.
15. The Norwegian lives next to the blue house.

Now, who drinks water? Who owns the zebra? In the interest of clarity, it must be added that each of the five houses is painted a different color, and their inhabitants are of different national extractions, own different pets, drink different beverages and smoke different brands of American cigarets [sic]. One other thing: in statement 6, *right* means *your* right.

— *Life International*, December 17, 1962

Il faut aussi ajouter que les maisons sont supposées être sur une ligne. La question « qui boit de l'eau » doit être comprise comme « sachant quelqu'un boit de l'eau, qui est-ce ? » (sinon, on peut trouver une solution où personne ne boit de l'eau). De même la question « qui possède le zèbre » doit être comprise comme « sachant que quelqu'un possède le zèbre, qui est-ce ? ». Si on sait que quelqu'un boit de l'eau et que quelqu'un possède un zèbre, on peut en fait déterminer qui vit où, la couleur de sa maison, sa nationalité, ce qu'il boit et fume, et son animal de compagnie.

Modéliser ce problème comme un problème d'affectation de valeurs à des variables tout en satisfaisant un certain nombre de conditions (ou contraintes). Quelle est la taille de l'espace de recherche ? Peut-on reformuler certaines contraintes pour diminuer l'espace de recherche.