INTELIGENCE ARTIFICIELLE
IFT615

Département d'informatique
Université de Sherbrooke

SOLUTION DE EXAMEN INTRA
AUTOMNE 2006

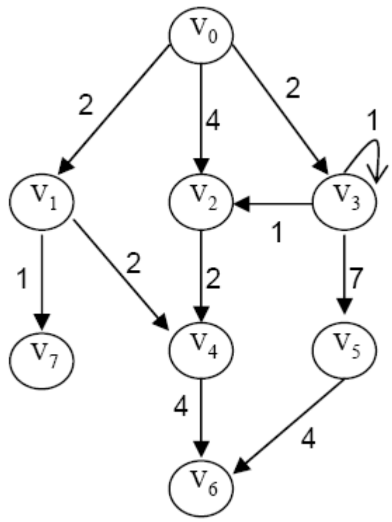
PROFESSEUR
Froduald Kabanza, PhD
http://www.planiart.usherbrooke.ca/kabanza

ASSISTANT
Éric Beaudry, Msc
http://www.planiart.usherbrooke.ca/eric

Dans les deux questions suivantes A* désigne « l'algorithme A* vu dans le cours ». Vous devez supposer que les coûts des transitions sont toujours positifs et que la fonction heuristique retourne toujours une valeur positive.

Question 1 (8 points)

Soit l'espace d'états (v_1, …, v_7) et la fonction de transition représentés par le graphe suivant : un arc allant de l'état v_i à l'état v_j signifie que v_j est parmi les successeurs de v_i; le nombre étiquetant l'arc est le coût de la transition entre les deux états.



Soit les fonctions heuristiques h_1 et h_2 définies sur l'espace d'états précédent comme suit :

État	h_1	h_2
v_0	6	6
v_1	5	12
v_2	2	11
v_3	2	2
v_4	3	15
v_5	2	2
v_6	0	0
v_7	2	2

a. (5 points) Donnez, ci-après, une trace d'exécution de A* avec comme entrées : la fonction de transition décrite par le graphe précédent; l'état initial v_0; la fonction de but qui retourne vrai pour l'état v_6 et faux pour tout autre argument; et la fonction heuristique h_1. Votre trace doit indiquer avec exactitude le contenu des listes *open* et *close*, à chaque itération de A*. Pour chaque état sur cette liste vous devez indiquer, dans l'ordre et entre parenthèses, les composantes (*état*, *valeur g*, *parent*), séparées par une virgule.

L’ordre a une importance sur *open*. L’ordre n’a pas d’importance sur *close*.

Itération	*open*	*close*
0	(v_0, 0, -)	
1	(v_3, 2, v_0) (v_2, 4, v_0) (v_1, 2, v_0)	(v_0, 0, -)
2	(v_2, 3, v_3) (v_1, 2, v_0) (v_5, 9, v_3)	(v_3, 2, v_0) (v_0, 0, -)
3	(v_1, 2, v_0) (v_4, 5, v_2) (v_5, 9, v_3)	(v_2, 3, v_3) (v_3, 2, v_0) (v_0, 0, -)
4	(v_7, 3, v_1) (v_4, 4, v_1) (v_5, 9, v_3)	(v_1, 2, v_0) (v_2, 3, v_3) (v_3, 2, v_0) (v_0, 0, -)
5	(v_4, 4, v_1) (v_5, 9, v_3)	(v_7, 3, v_1) (v_1, 2, v_0) (v_2, 3, v_3) (v_3, 2, v_0) (v_0, 0, -)
6	(v_6, 8, v_4) (v_5, 9, v_3)	(v_4, 4, v_1) (v_7, 3, v_1) (v_1, 2, v_0) (v_2, 3, v_3) (v_3, 2, v_0) (v_0, 0, -)
7	(v_5, 9, v_3)	(v_6, 8, v_4) (v_4, 4, v_1) (v_7, 3, v_1) (v_1, 2, v_0) (v_2, 3, v_3) (v_3, 2, v_0) (v_0, 0, -)
8	Note : c’est correcte aussi pour ceux qui arrêtent à l’étape 6.	
9		
10		
11		

b. (1 point) Quelle est la solution retournée par A* pour le problème précédent ?

v_0 v_1 v_4 v_6

c. (2 points) En supposant les mêmes données que pour la question précédente, à part la fonction heuristique qui devient h_2, quelle est la solution retournée par A*?

v_0 v_3 v_5 v_6

Question 2 (4 points)

Encerclez les affirmations correctes. Les réponses à cette question seront évaluées en prenant la différence entre le nombre des affirmations encerclées correctement et le nombre de celles encerclées fautivement. Une différence négative sera ramenée à 0.

a. Étant donné une fonction heuristique non admissible, l'algorithme A* donne toujours une solution lorsqu'elle existe, mais il n'y a pas de certitude qu'elle soit optimale.

b. Si les coûts des arcs sont tous égaux à 1 et la fonction heuristique retourne tout le temps 0, alors A* retourne toujours une solution optimale lorsqu'elle existe.

c. Lorsque la fonction de transition contient des boucles et que la fonction heuristique n'est pas admissible, A* peut boucler indéfiniment même si l'espace d'états est fini.

d. Avec une heuristique monotone, A* n'explore jamais le même état deux fois.

e. Étant donné deux fonctions heuristiques h_1 et h_2 telles que $0 \leq h_1(s) < h_2(s) \leq h^*(s)$, pour tout état s, h_2 est plus efficace que h_1 dans la mesure où les deux mènent à une solution optimale, mais h_2 le fait en explorant moins de nœuds.

f. Étant donné deux fonctions heuristiques h_1 et h_2 telles que $0 \leq h_1(s) < h_2(s) \leq h^*(s)$, pour tout état s, h_2 est moins efficace que h_1 dans la mesure où les deux mènent à une solution optimale, mais h_2 le fait en explorant plus de nœuds.

g. Étant donné deux fonctions heuristiques h_1 et h_2 telles que $0 \leq h_1(s) < h_2(s) \leq h^*(s)$, pour tout état s, h_1 peut être plus efficace que h_2 et vice-versa dépendamment de la fonction de transition.

h. Si h=h*, l'optimalité de A* n'est plus garantie.

i. Si h est monotone alors A* effectue une recherche en largeur (*breadth-first*).

j. Si h est monotone alors A* effectue une recherche en profondeur (*depth-first*).

Question 3 (4 points)

Calculez l'unificateur le plus général (upg) pour les paires de littéraux suivants. Si l'unificateur n'existe pas, écrivez « n'existe pas » comme réponse.

Dans ce qui suit, *x, y* et *z* sont des variables; *a* et *b* sont des constantes; *f*, *g* et *h* sont des symboles fonctionnels; *P* est un symbole de prédicat.

Répondez juste après les pointillés.

a. (1 point) L'upg de P(x,f(x)) et P(a,z) est …**{(?x, a), (?z, f(a))}**

b. (1 point) L'upg de P(f(x),f(x)) et P(y,a) est …**n'existe pas**

c. (1 point) L'upg de P(f(x),h(x)) et P(x,y) est …**n'existe pas**

d. (1 point) L'upg de P(x,g(f(x),h(y))) et P(y,z) est …**{(?x, ?y), (?z, g(f(?y), h(?y)))}**

Question 4 (2 points)

Soit les clauses suivantes, telles que *x, y* et *z* sont des variables; *a* et *b* sont des constantes; *p, q* et *r* sont des symboles de prédicats :

1. ¬ p(a,b)
2. ¬ p(a,b) ∨ q(b) ∨ r(a)
3. q(x) ∨ p(y,z) ∨ ¬ r(z)
4. q(b) ∨ p(a,b)
5. ¬ q(a)
6. q(b) ∨ p(a,a)
7. r(b)

Utilisez la preuve par résolution pour démontrer qu'elles sont contradictoires. Vous devez indiquer clairement les différentes étapes, les clauses résolvantes à chaque étape et leurs unifications.

8.	q(x) ∨ p(y,b)	7, 3 {(z, b)}
9.	p(y,b)	8, 5 {(x, a)}
10.	False	9, 1 {(y, a)}

Question 5 (1 point) Citez quatre caractéristiques de la robotique mobile qui rendent les approches de planification déterministes telles que A* impraticables à elles seules.

Quatre parmi les suivants (ou autres qui font du sens) :

- Environnement partiellement connu
- Environnement dynamique
- Imprécision des capteurs (bruits)
- Les modèles de représentation ne sont que des approximations de la réalité
- Temps réel
- Capacité de calcul limitée
- Autonomie énergétique

Question 6 (1 point) Expliquez brièvement (trois lignes maximum) en quoi consiste le problème de localisation en robotique mobile. Expliquez ensuite brièvement (cinq lignes maximum) une technique courante utilisée pour solutionner ce problème.

Le problème de localisation consiste à estimer/déterminer la position et l'orientation du robot dans son environnement physique, à partir des données de capteurs, d'odométrie, d'une carte de l'environnement et d'un estimé de la position antérieure du robot à un moment donné.

Parmi les techniques couramment utilisées il y a les filtres de Kalman ou les filtre de particules. Ce sont des approches probabilistes qui consistent à mettre à jour, itérativement, des estimés de la position du robot en fonction des observations (corriger la position prédite sachant l'observation réalisée par les capteurs) et de la dynamique du robot (prédire la position sachant l'action de déplacement appliquée).