

INF4230 – Intelligence Artificielle

Recherche heuristique / Algorithme A* (Exercices)

Hiver 2017

Exercice 1a

Le tableau suivant définit les fonctions successeurs $succ$, heuristique h et but $goal$. La fonction successeur $succ(s)$ retourne un ensemble de paires $\{(s_1, c_1), \dots, (s_n, c_n)\}$ tel que s est un état donné, s_i est un état successeur, et c_i est le coût pour passer de l'état s à s_i . La fonction $h(s)$ retourne une estimation de la distance entre un état s et un état satisfaisant au but.

État s	s_0	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
$succ(s)$	$\{(s_1, 3), (s_2, 2), (s_3, 4)\}$	$\{(s_2, 1), (s_5, 4)\}$	$\{(s_4, 1)\}$	$\{(s_4, 5)\}$	$\{(s_6, 1)\}$	$\{(s_2, 1), (s_6, 1)\}$	$\{\}$	$\{\}$
$h(s)$	3	3	2	7	1	4	0	0
$goal(s)$	Faux	Faux	Faux	Faux	Faux	Faux	Vrai	Vrai

a) Donnez une trace d'exécution de l'algorithme A* en utilisant les fonctions définies précédemment et en considérant l'état initial s_0 . Pour chaque état dans les listes *open* et *closed*, donnez ses valeurs f et g . (2 points)

Itér.	Liste <i>open</i> (état, f , g), ...	Liste <i>closed</i> (état, f , g), ...
0	$(s_0, 3, 0)$	

Exercice 1a (solution)

État s	s_0	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
$\text{succ}(s)$	$\{(s_1,3), (s_2,2), (s_3,4)\}$	$\{(s_2,1), (s_5,4)\}$	$\{(s_4,1)\}$	$\{(s_4,5)\}$	$\{(s_6,1)\}$	$\{(s_2,1), (s_6,1)\}$	$\{\}$	$\{\}$
$h(s)$	3	3	2	7	1	4	0	0
$\text{goal}(s)$	Faux	Faux	Faux	Faux	Faux	Faux	Vrai	Vrai

Itér.	Liste <i>open</i> (état, f , g), ...	Liste <i>closed</i> (état, f , g), ...
0	$(s_0, 3, 0)$	
1	$(s_2, 4, 2), (s_1, 6, 3), (s_3, 11, 4)$	$(s_0, 3, 0)$
2	$(s_4, 4, 3), (s_1, 6, 3), (s_3, 11, 4)$	$(s_0, 3, 0), (s_2, 4, 2)$
3	$(s_6, 4, 4), (s_1, 6, 3), (s_3, 11, 4)$	$(s_0, 3, 0), (s_2, 4, 2), (s_4, 4, 3)$
4	Solution trouvée en tête de <i>open</i> : $(s_6, 4, 4)$, $(s_1, 6, 3), (s_3, 11, 4)$ Chemin : $\langle s_0, s_2, s_4, s_6 \rangle$	$(s_0, 3, 0), (s_2, 4, 2), (s_4, 4, 3), (s_6, 4, 4)$

Exercice 1b

État s	s_0	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
$\text{succ}(s)$	$\{(s_1,3), (s_2,2), (s_3,4)\}$	$\{(s_2,1), (s_5,4)\}$	$\{(s_4,1)\}$	$\{(s_4,5)\}$	$\{(s_6,1)\}$	$\{(s_2,1), (s_6,1)\}$	$\{\}$	$\{\}$
$h(s)$	3	3	2	7	1	4	0	0
$\text{goal}(s)$	Faux	Faux	Faux	Faux	Faux	Faux	Vrai	Vrai

b) La fonction heuristique h est-elle admissible? Justifiez.

Exercice 1b (solution)

État s	s_0	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
$\text{succ}(s)$	$\{(s_1,3), (s_2,2), (s_3,4)\}$	$\{(s_2,1), (s_5,4)\}$	$\{(s_4,1)\}$	$\{(s_4,5)\}$	$\{(s_6,1)\}$	$\{(s_2,1), (s_6,1)\}$	$\{\}$	$\{\}$
$h(s)$	3	3	2	7	1	4	0	0
$\text{goal}(s)$	Faux	Faux	Faux	Faux	Faux	Faux	Vrai	Vrai

b) La fonction heuristique h est-elle admissible? Justifiez.

Non. Pour les états s_3 et s_5 , la fonction h surestime le coût pour se rendre à un état but. Le coût restant minimal sont : $h^*(s_3)=6$ et $h^*(s_5)=1$.

Les conditions $h(s_5) > h^*(s_5)$ et $h(s_3) > h^*(s_3)$ sont suffisantes pour conclure que la fonction h n'est pas admissible.

Exercice 1c

État s	s_0	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
$\text{succ}(s)$	$\{(s_1,3), (s_2,2), (s_3,4)\}$	$\{(s_2,1), (s_5,4)\}$	$\{(s_4,1)\}$	$\{(s_4,5)\}$	$\{(s_6,1)\}$	$\{(s_2,1), (s_6,1)\}$	$\{\}$	$\{\}$
$h(s)$	3	3	2	7	1	4	0	0
$\text{goal}(s)$	Faux	Faux	Faux	Faux	Faux	Faux	FAUX	Vrai

c) Si la fonction but était modifiée tel que $B(s_6)=\text{Faux}$, que se passera-t-il?
Donnez le maximum d'observations que vous pouvez ...

Exercice 1c (solution)

État s	s_0	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
$\text{succ}(s)$	$\{(s_1,3), (s_2,2), (s_3,4)\}$	$\{(s_2,1), (s_5,4)\}$	$\{(s_4,1)\}$	$\{(s_4,5)\}$	$\{(s_6,1)\}$	$\{(s_2,1), (s_6,1)\}$	$\{\}$	$\{\}$
$h(s)$	3	3	2	7	1	4	0	0
$\text{goal}(s)$	Faux	Faux	Faux	Faux	Faux	Faux	FAUX	Vrai

c) Si la fonction but était modifiée tel que $B(s_6)=\text{Faux}$, que se passera-t-il? Donnez le maximum d'observations que vous pouvez ...

Dans ce cas, l'état s_7 sera l'unique état acceptant le but. Comme aucune action ne mène à cet état, aucune solution ne pourra être trouvée (à l'exception du cas spécial où l'état initial serait s_7). A^* devra explorer tous les états accessibles à partir de l'état initial avant de conclure d'aucune solution n'existe. Ainsi, h devient admissible, car elle ne surestime jamais le coût restant.