

Solution Examen mi-session

Intelligence Artificielle II (IFT-17587)

Dimanche 21 mars 2004

De 8h30 à 11h20 en salles PLT-2341

- *Tout document est permis.*
 - *Le nombre de points accordés à chacune des questions est inscrit entre parenthèses.*
 - *Le questionnaire a 8 questions sur 4 pages.*
-

1 (12 pts) Donnez la PEAS et les propriétés de l'environnement pour un agent responsable des lumières à une intersection. Quelle architecture d'agent utiliseriez-vous pour ce type d'agents et pourquoi?

- *Mesure de performance : Le temps d'attente moyen des autos et des piétons.*
- *Environnement : Les autos, les lumières, les routes, les piétons.*
- *Effecteur : Les lumières pour les autos et pour les piétons.*
- *Capteur : Pesé sur la route et bouton pour les piétons.*

Propriétés de l'environnement : Partiellement observable, stochastique, séquentiel, dynamique, continu, mono agents.

Architecture : Agent basé sur l'utilité. La fonction d'utilité doit tenir compte du temps moyen d'attente des autos et des piétons.

2 (4 pts) Quel est l'état initial, le test de but, la fonction successeur et la fonction de coût pour un problème qui consiste à colorier une carte en utilisant seulement quatre couleurs de manière à ce qu'aucunes régions adjacentes n'est la même couleur?

État initial : Carte vide

But : Carte où toutes les régions sont coloriées.

Fonction successeur : Colorier une région vide.

Fonction coût : 1 par assignation de couleur à une région.

3 (10 pts) Dans l'espace de recherche suivant, l'état S est l'état de départ et les états $G1$ et $G2$ sont des états qui satisfont le test de but. Le nombre au dessus d'un arc représente le coût pour le parcourir. La valeur de la fonction heuristique h est inscrite dans le cercle. Pour chacune des méthodes de recherche suivantes : indiquez quel but est atteint et donnez la liste, dans l'ordre, de tous les états qui ont été choisis pour être explorés. S'il y a égalité, choisissez les nœuds en ordre alphabétique.

a) Profondeur itérative (profondeur d'abord)

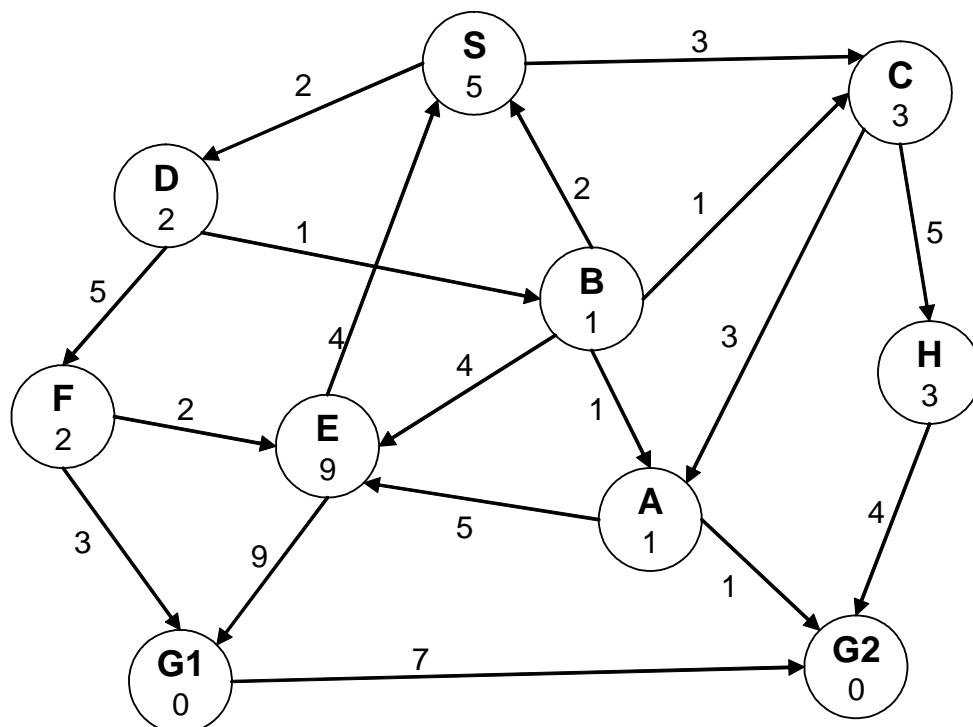
S-S-C-D-S-C-A-H-D-B-F-S-C-A-E-G2

b) A*

S-D-B-A-G2

c) Recherche bidirectionnelle pour le but $G2$. Les deux algorithmes doivent être des algorithmes de recherche à coût uniforme. Pour l'algorithme partant du but, considérez les flèches à l'envers. Vous devez identifier clairement les nœuds développés par les deux algorithmes.

2 recherches : S-D-B et G2-A-B, donc le chemin final est S-D-B-A-G2



4 (15 pts) En considérant les instances suivantes, à l'aide de la technique des k-voisins les plus proches avec distance pondérée, quelle serait la valeur pour la fonction visée de la nouvelle instance : {2,4,6,1,3}. La fonction visée est une fonction continue. Montrez tous les calculs.

Instances	A1	A2	A3	A4	A5	Fonction visée
X1	3	5	4	6	1	1,5
X2	4	6	10	3	2	2
X3	8	3	4	2	6	3,2
X4	2	1	4	3	6	1,8
X5	2	5	1	4	8	2,1

$$\text{Dist}(X, X1)^2 = 35, \text{Dist}(X, X2)^2 = 29, \text{Dist}(X, X3)^2 = 51, \text{Dist}(X, X4)^2 = 26, \text{Dist}(X, X5)^2 = 60$$

$$F(X) = (1/35 * 1.5 + 1/29 * 2 + 1/51 * 3.2 + 1/26 * 1.8 + 1/60 * 2.1) / (1/35 + 1/29 + 1/51 + 1/26 + 1/60)$$

$$F(X) = 0.2788 / 0.1378 = 2.02$$

5 (15 pts) En considérant les exemples d'apprentissage suivant, quel serait la racine de l'arbre de décision construit à partir de ces données? Montrer tous les calculs.

Exemples	A	B	C	Classification
1	S	W	Z	Non
2	S	X	Z	Oui
3	V	W	Z	Oui
4	S	W	Y	Non
5	T	W	Z	Oui
6	V	X	Z	Oui
7	S	W	Z	Non
8	V	W	Y	Non
9	T	X	Y	Oui
10	S	W	Y	Non
11	S	X	Z	Oui
12	V	X	Z	Oui
13	S	X	Y	Oui
14	V	W	Z	Oui

Dans la réponse, tous les log sont des log en base 2.

Entropie : $(-9/14) \log(9/14) + (-5/14) \log(5/14) = 0.94$

Pour l'attribut A :

Entropie S : $(-3/7) \log(3/7) + (-4/7) \log(4/7) = 0.985$

Entropie T : $(-2/2) \log(2/2) + (-0/2) \log(0/2) = 0$

Entropie V : $(-4/5) \log(4/5) + (-1/5) \log(1/5) = 0.722$

Gain : $0.94 - ((7/14) * 0.985 + 0 + (5/14) * 0.722) = 0.1896$

Pour l'attribut B :

Entropie W : $(-3/8) \log(3/8) + (-5/8) \log(5/8) = 0.954$

Entropie X : $(-6/6) \log(6/6) + 0 = 0$

Gain : $0.94 - ((8/14) * 0.954 + 0) = 0.395$

Pour l'attribut C :

$$\text{Entropie Z : } (-7/9)\log(7/9) + (-2/9)\log(2/9) = 0.764$$

$$\text{Entropie Y : } (-2/5)\log(2/5) + (-3/5)\log(3/5) = 0.971$$

$$\text{Gain : } 0.94 - ((9/14) * 0.764 + (5/14)*0.971) = 0.102$$

Donc, on choisit l'attribut B comme racine de l'arbre de décision.

- 6 (15 pts) En utilisant les mêmes exemples que la question précédente, utilisez l'algorithme de recherche de la meilleure hypothèse courante, vu au chapitre 19. Vous devez montrer les trois premières étapes de l'algorithme, c'est-à-dire les hypothèses générées à partir des trois premiers exemples. Vous devez montrer clairement tout le raisonnement en spécifiant et justifiant les étapes de spécialisation ou de généralisation.

$$H1 : \forall x \text{ Classification}(x) \Leftrightarrow \text{False}$$

On généralise parce que l'exemple 2 est un faux négatif.

$$H2 : \forall x \text{ Classification}(x) \Leftrightarrow B(x, X)$$

On spécialise parce que l'exemple 3 est un faux positif

$$H3 : \forall x \text{ Classification}(x) \Leftrightarrow B(x, X) \vee A(x, V)$$

- 7 (14 pts) Dans le graphe de contraintes suivant, les contraintes sont identifiées sur les liens et le domaine de chacune des variables est indiqué entre accolades.

- a) Montrez toutes les étapes de l'algorithme de cohérence des arcs sur ce problème. Vous devez identifier tous les arcs qui sont vérifiés et montrer les changements aux domaines de valeur des variables à chaque étape.

A	B	C	D	Arcs à visiter
{1,2,3,4,5}	{1,2,3,4,5}	{1,2,3,4,5}	{1,2,3,4,5}	A-B, B-A, A-C, C-A, C-D, D-C, B-D, D-B
{2,3,4,5}				B-A, A-C, C-A, C-D, D-C, B-D, D-B
	{1,2,3,4}			A-C, C-A, C-D, D-C, B-D, D-B, A-B
{2,3,4}				C-A, C-D, D-C, B-D, D-B, A-B, B-A
		{3,4,5}		C-D, D-C, B-D, D-B, A-B, B-A, A-C

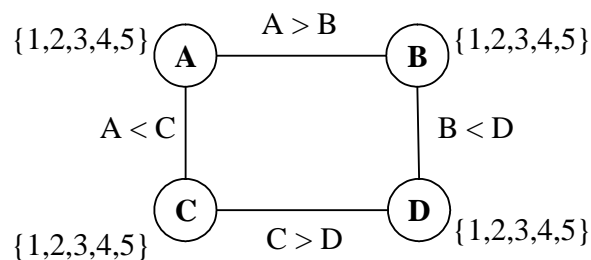
				D-C, B-D, D-B, A-B, B-A, A-C
			{1,2,3,4}	B-D, D-B, A-B, B-A, A-C, C-D
	{1,2,3}			D-B, A-B, B-A, A-C, C-D
			{2,3,4}	A-B, B-A, A-C, C-D, B-D
				B-A, A-C, C-D, B-D
				A-C, C-D, B-D
				C-D, B-D
				B-D

Donc, les domaines finaux sont: A({2,3,4}), B({1,2,3}), C({3,4,5}), D({2,3,4})

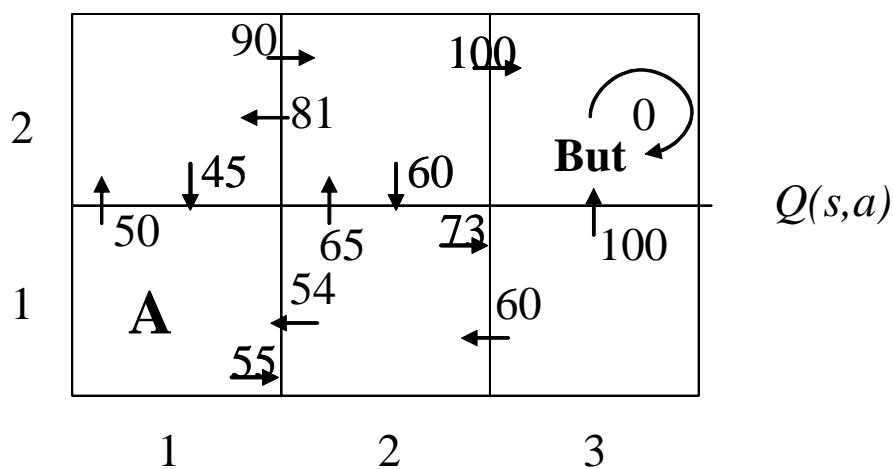
- b) Trouvez une solution à ce problème en utilisant l'algorithme de recherche en avant (forward checking). Utilisez l'heuristique MRV (livre p. 143) pour choisir les variables. S'il y a des égalités entre les variables, choisissez-les dans l'ordre alphabétique. Les valeurs sont essayées en ordre croissant.

A	B	C	D
{1,2,3,4,5}	{1,2,3,4,5}	{1,2,3,4,5}	{1,2,3,4,5}
1	{}	{2,3,4,5}	{1,2,3,4,5}
	Échec		
2	{1}	{3,4,5}	{1,2,3,4,5}
2	1	{3,4,5}	{2,3,4,5}
2	1	3	{2}
2	1	3	2

La solution est d'assigner 2 à A, 1 à B, 3 à C et 2 à D.



8 (15 pts) En considérant la table des Q-valeurs suivantes pour un agent utilisant l'algorithme du Q-learning pour atteindre le but. Supposons que l'agent choisi toujours la meilleure action à chaque tour, donnez le chemin parcouru par l'agent pour se rendre au but (3,2) en partant de l'état de départ (1,1). Par ailleurs, effectuez toutes les mises à jour aux Q-valeurs occasionnées par cette nouvelle expérience. Le renforcement est de 0 partout, sauf pour l'état but où il est de 100. $\gamma = 0.8$



L'agent va et (1,2). Le poids de 55 entre la case (1,1) et (1,2) est mis à jour de la manière suivante :

$$\text{NouvelleValeur} = 0 + 0.8 * \max\{65,73,54\} = 58.4$$

Par la suite, l'agent va en (1,3). Le poids de 73 entre les cases (1,2) et (1,3) est mis à jour de la manière suivante :

$$\text{NouvelleValeur} = 0 + 0.8 * \max\{60,100\} = 80$$

Par la suite, l'agent va en (2,3). Le poids de 100 entre les cases (1,3) et (2,3) est mis à jour de la manière suivante :

$$\text{NouvelleValeur} = 100 + 0.8 * \max\{0\} = 100$$