
Intelligence artificielle

Examen du 5 mai 2021 - Durée 1h30

Le barème est donné à titre indicatif et peut être modifié

Toutes les réponses doivent être justifiées

Exercice 1 (3 points) – Questions de cours

1. Expliquez la signification de chacun des deux symboles suivants: \models et \vdash_i . Quelle est la différence entre ces deux symboles ?
2. Qu'est ce qu'une procédure valide et complète?
3. Qu'est ce que l'hypothèse du monde clos?

Exercice 2 (5 points) – Puzzle crypto-arithmétique

Soit le puzzle crypto-arithmétique suivant. On rappelle qu'un tel puzzle doit être résolu en associant à chaque lettre une valeur comprise entre 0 et 9, de façon à ce que l'addition soit correcte, que chaque lettre ait une et une seule valeur, et que les valeurs des lettres soient toutes différentes. Les premières lettres d'un mot ne peuvent pas être égales à 0.

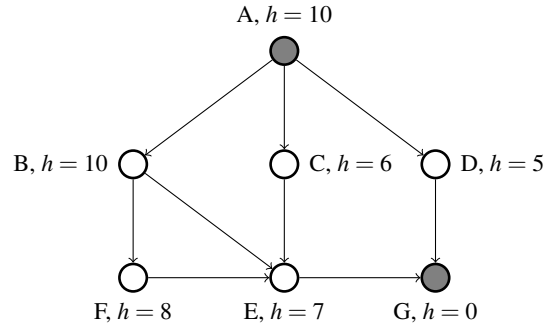
$$\begin{array}{r} \text{T O} \\ + \text{ G O} \\ \hline \text{O U T} \end{array}$$

1. Dessinez le graphe de contraintes correspondant à ce problème
2. Détaillez les contraintes de ce problème, ainsi que les domaines de chacune des variables et le nombre de contraintes qu'elles doivent satisfaire.
3. Trouvez une solution pour ce puzzle en utilisant la recherche par backtrack avec recherche en avant, l'heuristique MRV et l'heuristique du degré. Si plusieurs choix s'offrent à vous, vous choisirez la première variable dans l'ordre alphabétique, et la plus petite valeur disponible.
A chaque étape, vous justifierez votre choix en indiquant quelle heuristique vous avez appliqué.

Exercice 3 (4 points) – Traduire en logique des prédicats les phrases suivantes. N'oubliez pas de préciser le vocabulaire utilisé.

1. Osiris est une statue
2. C'est Philémon ou Roxane qui a volé Osiris
3. Philémon admire tous les objets sacrés
4. Quiconque vole un objet sacré n'est respecté par personne
5. Tous ceux qui admirent tous les objets sacrés sont respectés par quelqu'un.

Exercice 4 (3 points) – Considérez l’espace de recherche **orienté** suivant. Le but est de trouver le chemin le plus court de A vers G.



La valeur de l’heuristique h est indiquée pour chaque nœud. On souhaite récupérer le coût de tous les arcs entre deux nœuds. Pour cela, nous disposons d’une trace de l’algorithme A^* .

Pour chaque pas de l’algorithme est indiquée la liste des nœuds encore à traiter avec la valeur $f = g + h$. Si un nœud peut apparaître deux fois avec deux valeurs de f différentes, on conserve seulement celui avec la meilleure (c’est à dire la plus petite) valeur de f .

```

[ (A, f=10) ]
[ (D, f=12), (C, f=14), (B, f=15) ]
[ (C, f=14), (B, f=15), (G, f=22) ]
[ (B, f=15), (E, f=19), (G, f=22) ]
[ (F, f=16), (E, f=17), (G, f=22) ]
[ (E, f=17), (G, f=22) ]
[ (G, f=18) ]
  
```

En utilisant ces valeurs (et en étant bien attentif à chaque pas de l’algorithme) et votre connaissance du fonctionnement de l’algorithme A^* , calculez les coûts de tous les arcs. Justifiez précisément votre réponse.

Exercice 5 (5 points) – Soit le langage \mathcal{L} , dont la signature $\langle \mathcal{F}, \mathcal{R} \rangle$ est la suivante : $\mathcal{F} = \{A/0, B/0, C/0\}$, $\mathcal{R} = \{p/2, q/1, r/2, s/1\}$. Soit la base de connaissances suivante construite sur le langage \mathcal{L} :

1. $s(A)$
2. $p(B, A) \vee p(C, A)$
3. $\forall x, q(x) \Rightarrow r(B, x)$
4. $\forall x, s(x) \Rightarrow q(x)$
5. $\forall x, (\exists y, q(y) \wedge p(x, y)) \Rightarrow (\forall z, \neg r(z, x))$
6. $\forall x, \exists y, \neg q(x) \Rightarrow r(y, x)$
7. $\neg r(B, B)$

Prouvez par résolution que $p(C, A)$.