

Intelligence artificielle, Théorie & Algorithmes

Examen de rattrapage

février-2023

Durée : 2 heures. **Documents autorisés :** 2 feuilles recto-verso. Le barème est donné à titre indicatif.

1 Jeux (6 points)

On considère le problème du *8-puzzle* dans lequel nous avons une grille 3×3 dont une case est vide et les 8 autres occupées par les entiers 1 à 8. Le but est de réarranger les cases de la grille de manière à passer d'une configuration initiale (par exemple celle de la figure 1 (a)) à la configuration finale (celle de la figure 1 (b)). Les seuls mouvements autorisés sont ceux qui consistent à échanger la position de la case vide avec celle de l'une de ses voisines verticales ou horizontales.

1. Donnez une modélisation du problème. On précisera au passage le nombre total d'états.
2. Pour chaque case de la grille, quel est le nombre d'états pour lesquels cette case est blanche ?
3. Rappelez la définition du facteur du branchement (moyen) et son utilité. Calculez sa valeur dans ce problème.

On considère l'heuristique h définie comme suit :

$h(e)$ = nombre de cases pleines qui ne sont pas situées sur la 'bonne' colonne + nombre de cases pleines qui ne sont pas situées sur la 'bonne' ligne.

On entend par 'bonne' ligne ou colonne celle de la case dans l'état final.

4. Montrez que h est coïncidente, monotone et minorante (on dit aussi admissible).

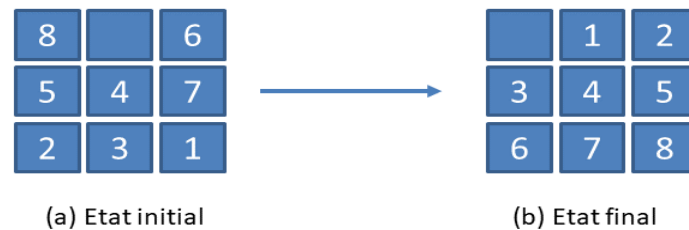


FIGURE 1 – (8-puzzle).

5. Expliquez brièvement (3 phrases au maximum) pourquoi on qualifie la recherche effectuée par l'algorithme A^* de recherche **guidée**.
6. Lorsque l'algorithme A^* a le choix entre plusieurs états, quel critère utilise-t-il pour choisir l'état qu'il va considérer (c'est-à-dire la branche de l'arbre qu'il va suivre) ?
7. Montrez les 3 premiers niveaux (en comptant la racine) de l'arbre construit par A^* .

2 Data mining I : réseaux de neurones (3 points)

On considère un réseau de neurones dont le rôle est de classer des images représentant des chiffres décimaux (0 ... 9) manuscrits. On suppose que ce réseau a une seule couche cachée et que cette dernière se compose de 5 neurones. On suppose que les images considérées sont des images à niveau de gris de taille 8×8 .

1. Quel nombre de neurones la couche de sortie doit-elle avoir? Quelle fonction d'activation doit-elle utiliser? (vous devez, bien entendu, justifier vos réponses).
2. Quels sont les hyperparamètres de ce réseau ?
3. Quels sont les paramètres de ce réseau ? Donnez la formule générale permettant de calculer leur nombre et appliquez-la à cet exemple.
4. Expliquez brièvement (3 – 4 phrases) la manière dont le réseau apprendra ses paramètres.

3 Data mining II : Arbre de décision (4 points)

On considère l'ensemble de données suivant que nous souhaiterions utiliser comme ensemble d'apprentissage pour un arbre de décision permettant de prédire la valeur de la variable '*Embauché*'.

Langue	Diplôme	Sexe	Âge	Embauché ?
Anglais	Ingénieur	M	Jeune	Non
Anglais	Ingénieur	M	Senior	Non
Espagnol	Ingénieur	M	Jeune	Oui
Chinois	Management	M	Jeune	Oui
Chinois	Littérature	F	Jeune	Oui
Chinois	Littérature	F	Senior	Non
Espagnol	Littérature	F	Senior	Oui
Anglais	Management	M	Jeune	Non
Anglais	Littérature	F	Jeune	Oui
ChiNois	Management	F	Jeune	Oui

1. En appliquant l'algorithme vu en cours, déterminez la racine de l'arbre de décision (vous détaillerez et justifierez vos calculs).
2. Expliquez brièvement (3 phrases) comment cet algorithme construit le reste de l'arbre.
3. Une fois cet arbre construit, expliquez comment le tester, puis comment l'appliquer à un nouveau candidat.

4 Data mining III : Classifieur bayésien (4 points)

1. Rappelez les entrées et les sorties de l'algorithme permettant de construire un classifieur bayésien.

2. Illustrez votre réponse en reprenant le même ensemble d'apprentissage que dans la question précédente (vous détaillerez et commenterez vos calculs).
3. Appliquez le classifieur construit dans la question précédente à un exemple (un candidat à l'embauche) de votre choix.

5 Optimisation : Algorithme de Little (4 points)

Soit la matrice suivante représentant un TSP asymétrique :

	1	2	3	4
1	∞	4	9	5
2	6	∞	4	8
3	9	4	∞	9
4	5	8	9	∞

1. Appliquer l'algorithme de Little pour trouver la solution à ce TSP. Vous devez justifier toutes les branches que vous coupez.
2. Combien de noeuds avez-vous évités de parcourir par rapport à l'algorithme naïf qui teste tous les chemins hamiltoniens ?