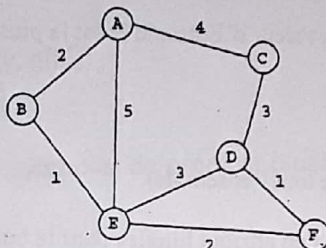


Examen : Intelligence Artificielle

Durée 2 h 30

Exercice 1 :

Considérons le graphe suivant (A : départ, F: but)



- 1- Quel est l'algorithme de recherche qui convient le mieux à ce graphe: profondeur ou largeur ? Justifier
Par la suite : on ne régénère pas un nœud déjà visité
- 2- Appliquer l'algorithme coût-minimum (détailler le calcul) avec chemin, coût est complexités
- 3- On considère l'heuristique $h(n)$: le minimum d'arcs séparant n et F .
Mettre les valeurs de h sur chaque nœud. Est-ce que h est admissible ? (justifier)
- 4- Appliquer A^* (détailler le calcul) avec chemin, coût est complexités

Exercice 2 :

Ali et Bobker sont élèves dans une école. On sait que :

- Ali pratique toutes les activités sportives.
- Toutes les activités se déroulant après 18h00 sont des activités sportives.
- Bobker pratique l'activité dispensée par Mr Moha.
- Seuls les élèves en 3ème année peuvent pratiquer une activité avant 18h00 sans rater de cours.
- Bobker n'a jamais raté de cours et n'est pas en 3ème année.

Montrez par une preuve de réfutation qu'Ali pratique aussi l'activité dispensée par Mr Moha.

Pour cela on retranscrit au préalable ces assertions dans un langage approprié du calcul des prédicats.

Indication : on peut utiliser les prédicats suivants :

$S(x)$: x est une activité sportive

$D(x)$: x est une activité se déroulant après 18h00

$T(x)$: x est un élève en troisième année

$P(x,y)$: l'élève x pratique l'activité y

$R(x)$: l'élève x a raté un cours

Exercice 3:

Soit le programme Prolog suivant définissant les prédicats $pred1$ et $pred2$

R1 $pred1(X, [X/L]) : -!$

R2 $pred1(X, [Y/L]) : -pred1(X, L).$

R3 $pred2([], L, []).$

R4 $pred2([X/L1], L2, [X/L3]) : -pred1(X, L2), !, pred2(L1, L2, L3).$

R5 $pred2([X/L1], L2, L3) : -pred2(L1, L2, L3)$

- a) Donner le résultat du but (indiquer les règles appliquées): $pred2([3,1,2],[3,2,4],L)$
- b) Expliquer ce que font $pred1$ et $pred2$.

Exercice 4:

Votre vaisseau spatial vient d'atterrir sur une planète étrangère, et votre équipage a commencé à enquêter sur la faune locale. Malheureusement, la plupart de votre équipement scientifique est rompu, de sorte que tout ce que vous pouvez dire au sujet d'un objet donné est de quelle couleur il est, combien il a des yeux, et si oui ou non il est vivant. Vous allez utiliser un arbre de décision pour classer les objets à proximité de votre site d'atterrissage que soit vivant ou non vivant. Utilisez le tableau ci-dessous (à gauche) pour répondre aux questions suivantes:

Objet	Couleur	Nombre des yeux	Vivant
A	Rouge	4	Oui
B	Noir	42	Non
C	Rouge	13	Oui
D	Vert	3	Oui
E	Noir	27	Non
F	Rouge	2	Oui
G	Noir	1	Oui
H	Vert	11	Non

$E(0,1) = 0$
$E(1/8, 7/8) = 0,54$
$E(1/4, 3/4) = 0,81$
$E(3/8, 5/8) = 0,95$
$E(1/2, 1/2) = 1$
$E(2/3, 1/3) = 0,92$
$E(1/5, 4/5) = 0,72$
$E(2/5, 3/5) = 0,97$
$E(1/6, 5/6) = 0,65$

$$E(x,y) = -x \log(x) - y \log(y)$$

- Lequel des éléments suivants (A,B,C ou D) la valeur d'Entropie H est la plus grande? (sans calcul, juste observer la table):
 - $H(\text{Vivant} \mid \text{Nombre des yeux} > 10)$
 - $H(\text{Vivant} \mid \text{Nombre des yeux} < 5)$
 - $H(\text{Vivant} \mid \text{Couleur} = \text{Vert})$
 - $H(\text{Vivant} \mid \text{Couleur} = \text{Noir})$
- Quelle est l'entropie de Vivant? (l'Entropie de tout l'ensemble)
- Quel est le gain G (Vivant | Couleur)?
- On veut transformer « Nombre des yeux » dans un attribut binaire dans le but de construire un arbre de décision. Lequel des critères de binarisation suivants (A,B ou C) se traduit par la plus grande valeur du gain G (Vivant | Nombre des yeux)?
 - {Nombre des yeux = 11, Nombre des yeux ≠ 11}
 - {Nombre des yeux ≤ 4, Nombre des yeux > 4}
 - {Nombre des yeux ≤ 13, Nombre des yeux > 13}
- On veut construire un arbre de décision pour ces données:
 - Tout d'abord, on départage en utilisant l'attribut selon le critère que vous choisissez dans la question précédente.
 - Puis, on départage en utilisant l'attribut Couleur.
 - Construire l'arbre correspondant
 - Comment cet arbre peut classer les objets suivants? (En cas d'égalité à un nœud feuille, classer l'objet comme non vivant:
 - (vivants ou non) Un objet rouge avec 23 yeux
 - (vivants ou non) Un objet noir avec 1,5 yeux

Exercice 5 :

Soient les bases d'apprentissage et de test suivantes :

x_1	x_2	y
-1	1	1
0	0	-1
1	-1	1
1	0	-1

Apprentissage

x_1	x_2
-0.6	0
-0.3	1
0	1
-1	-2

Test

- Représenter l'ensemble d'apprentissage dans le plan (x_1, x_2) en représentant la classe positive par des ronds et la classe négative par des croix. Tracer la frontière de décision (droite) la plus simple possible qui classe correctement les données d'apprentissage. Quelle est l'équation de cette frontière de décision? Donner alors le vecteur poids W^{PIF} dans l'espace (x_1, x_2, x_0) , (avec $x_0=1$).
 - Utiliser cette règle de décision pour classer les données de Test
- On utilise un perceptron à entrées dans l'espace (x_1, x_2, x_0) , (avec $x_0=1$), pour déterminer le vecteur poids W^{PER} à l'aide de la règle d'apprentissage suivante ($X=[x_1, x_2, x_0]$, $W=[w_1, w_2, w_0]$, X' : transposé de X , WX' : produit scalaire):

$$\Delta W = -\rho \sum_{\text{exemple}} (\text{signe}(WX') - y) X \quad (\text{somme sur tous les exemples})$$

Où $\rho = 1/4$ est le coefficient d'apprentissage. (rappel: $\text{signe}(0)=0$).

- On donne ici le vecteur poids initial $W^{PER}=[0,0,0]$ et on procède par itérations pour sa mise à jours. Pour le calcul on peut l'effectuer selon le tableau suivant:

x_1	x_2	x_0	y	WX'	$s = \text{sign}(WX')$	$s_2 = s - y$	$(s_2) X$
-------	-------	-------	-----	-------	------------------------	---------------	-----------

chaque ligne constitue un exemple et la somme s'effectue sur la colonne $(s_2)X$,

Calculer ΔW , puis mettre à jour W^{PER} pour les 3 premières itérations.

- Pourquoi on s'arrête à l'itération 3? Donner alors l'équation de la nouvelle droite frontière. Classer les données Test