



Concours d'accès à la formation doctorale de troisième cycle

10/11/2012

Epreuve 2 : Image & Intelligence Artificielle

14h - 15h :30

NB. Choisir l'un des deux sujets

Sujet 1 : Image (20 points)

Exercice 1 (8 points)

Le modèle des particules est une approche intéressante pour modéliser des objets dynamiques évoluant dans le temps, dont la forme est décrite difficilement à l'aide de la surface de ces objets.

- 1- Décrire le principe de représentation des objets flous.
- 2- Quels sont les attributs des particules, et comment se fait la génération et l'évolution de ces particules ?
- 3- Ecrire un pseudo-code pour animer un phénomène naturel, tel que le nuage. Donner le principe avant d'écrire le code.

Exercice 2 (6 points)

Soit une scène 3D représentée par des voxels, modélisée par la méthode des octrees et soit un point d'observation $P(x,y,z)$.

- Décrire la représentation en Octrees des scènes 3D en proposant les structures de données nécessaires.
- Décrire une méthode permettant de déterminer les voxels visibles à partir du point d'observation P dans une scène 3D.
- Discuter la complexité de cette méthode et son éventuelle optimisation.

Exercice 3 (6 points)

- 1- Quelles sont les transformations géométriques de base ? Quel est l'attribut manipulé pour chacune de ces transformations ?
- 2- La méthode de modélisation en fil de fer est une méthode de représentation des scènes 3D. Expliquer le principe de cette méthode et donner ses avantages et ses inconvénients.
- 3- L'algorithme du peintre est un des algorithmes d'élimination des parties cachées. Expliquer son principe.

Sujet 2 : Intelligence Artificielle (20 points)

Exercice N°01 (06 points) :

On désire réaliser un système de commerce mobile (M-business) à base de système multi-agent. L'objectif est de proposer une conception du système à mettre en place.

Ainsi il est demandé de :

- 1- justifier que ce problème est modélisable par un SMA ;
- 2- Quel type d'agent est préférable à utiliser : cognitif, réactif ou hybride, situé ou mobile ?
- 3- Donner une architecture de description à trois niveau.
- 4- Quel type de communication peut-on utiliser ?
- 5- Pour chaque niveau de l'architecture, décrire les composants nécessaires (agent).
- 6- A l'aide d'un diagramme, expliquer le fonctionnement de votre architecture.

Exercice N°02 (05 points):

Dans le cas où la densité de probabilité est de type gaussien, nous avons, pour un élément de la classe ζ_i :

$$p(x/\zeta_i) = \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu_i}{\sigma_i}\right)^2\right)$$

D'après la règle de vraisemblance et pour un problème à deux classes, nous avons :

$$p(\zeta_1) \cdot p(x/\zeta_1) \geq \lambda \cdot p(\zeta_2) \cdot p(x/\zeta_2)$$

Nous souhaitons évaluer la valeur de l'élément x , sachant que :

$$p_1 = p(\zeta_1), p_2 = p(\zeta_2), p_1 = p_2, \sigma_1 = \sigma_2, \mu_1 = 1, \mu_2 = 3, \lambda = 1.$$

1. Calculer la valeur de x .
2. Vérifier le résultat graphiquement.

Exercice N°03 (05 points):

On s'intéresse à la mise en œuvre d'un système expert simplifié permettant à partir d'un ensemble F de faits et d'un ensemble R de règles de répondre à une requête Q. Plus précisément :

- les faits sont des symboles propositionnels ;
- les règles sont de la forme $(H1 \wedge H2 \dots \wedge Hn) \Rightarrow C$ où C et les H_i sont des symboles propositionnels ;
- les requêtes sont de la forme $Q1 \wedge Q2 \dots \wedge Qk$ où les Q_i sont des symboles propositionnels.

Etant donné F, R et Q un tel système doit répondre «oui» si $F \cup R \models Q$ et «non» sinon.

1- Soit $F = \{b, c\}$, $R = \{(c \wedge d) \Rightarrow a, b \Rightarrow e, (e \wedge a) \Rightarrow f, (e \wedge c) \Rightarrow a\}$ et soit $Q = e \wedge f$, calculez la forme clausale nécessaire pour appliquer la méthode de résolution pour répondre au problème $F \cup R \models Q$.

On décide d'utiliser la stratégie de résolution suivante : toujours réutiliser la dernière clause obtenue et toujours effectuer *une résolution* permettant d'effacer le premier littéral de cette dernière clause obtenue (si la dernière clause est $\neg p \vee \neg q$, on

cherche à effectuer une résolution avec une autre clause selon le symbole p). Cette stratégie de résolution démarre avec la clause associée à la requête.

2- Sur l'exemple précédent, donnez deux dérivations différentes obtenues selon cette stratégie l'une conduisant à un arrêt par absence de résolution possible et l'autre à la clause vide.

Exercice 4 (04 points):

Le réseau de Hopfield est un modèle de mémoire associative.

- 1) Qu'entendez-vous par la mémoire associative ?
- 2) Trouver la matrice de transformation W (poids) pour emmagasiner la formes $X_1 = [1 \ 1 \ 1 \ -1]$ dans un réseau de Hopfield discret de 4 neurones $V_1 \ V_2 \ V_3 \ V_4$, selon la règle de Hebb.
- 3) On présente le stimulus $X_2 = [-1 \ -1 \ 1 \ -1]$ au réseau. (les coefficients synaptiques correspondant seulement à l'apprentissage de $X_1 = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4]$). Calculer la sortie de chaque neurone pour la première itération du cycle de relaxation ; l'ordre de visite d'évaluation des neurones est fixé à : $V_1 \ V_4 \ V_3 \ V_2$. Sachant que :

$$a_i(t+1) = x_i + \sum_j^n s_j(t) w_{ij} ; \text{ pour } 1 \leq i \leq n ;$$

$$s_j = \text{sgn}(a_j) = \begin{cases} -1 & \text{pour } a_j < 0 \\ +1 & \text{pour } a_j \geq 0 \end{cases}$$

et w_{ij} est le poids entre le neurone i et j . s_j est la valeur de sortie du neurone j .



Concours d'accès à la première année de la formation 3^{ème} cycle (doctorat LMD)

Domaine : Mathématique – Informatique

Intitulé de la formation : Techniques de l'image et de l'intelligence Artificielle

Epreuve II : Image – Intelligence artificielle

14h00 – 15h30

Corrigé Type

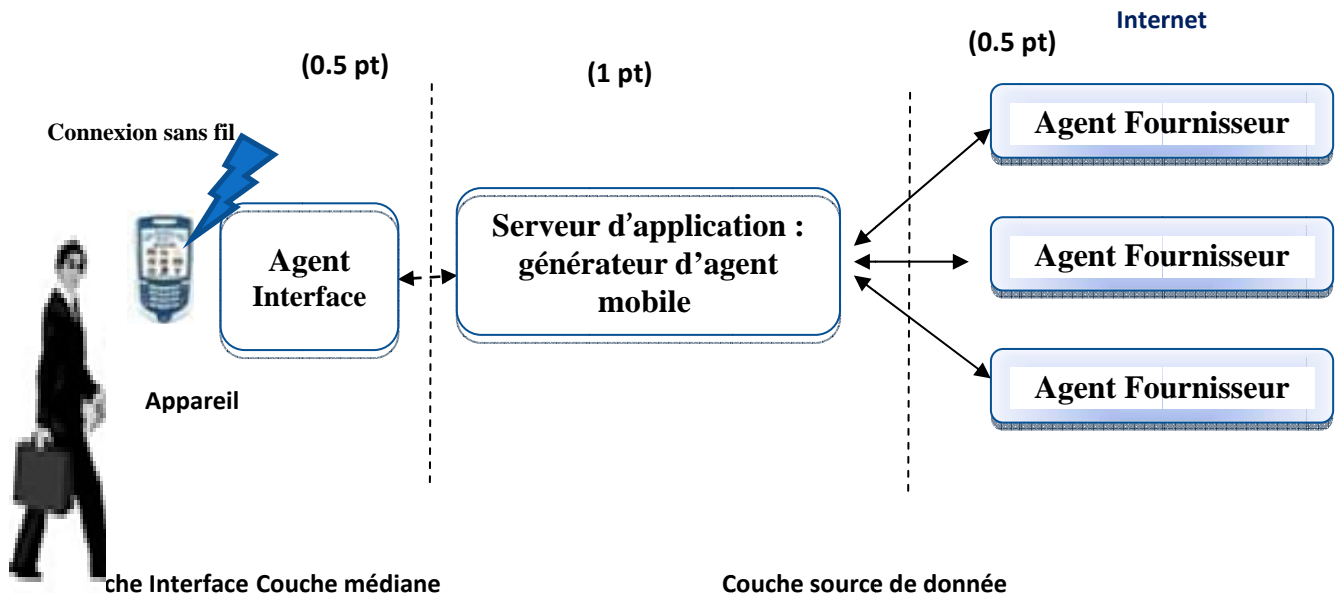
Exercice N°01 (06 points):

1- Le problème est modélisable par un SMA car :

Existe (entre autre): modularité, négociation, raisonnement, connaissances, coopération **(0.5 pt)** ;

2- Agent interface et fournisseur : cognitif et situé et les autres des agents mobiles **(0.75 pt)**

3- Architecture **(2.0 pts)**



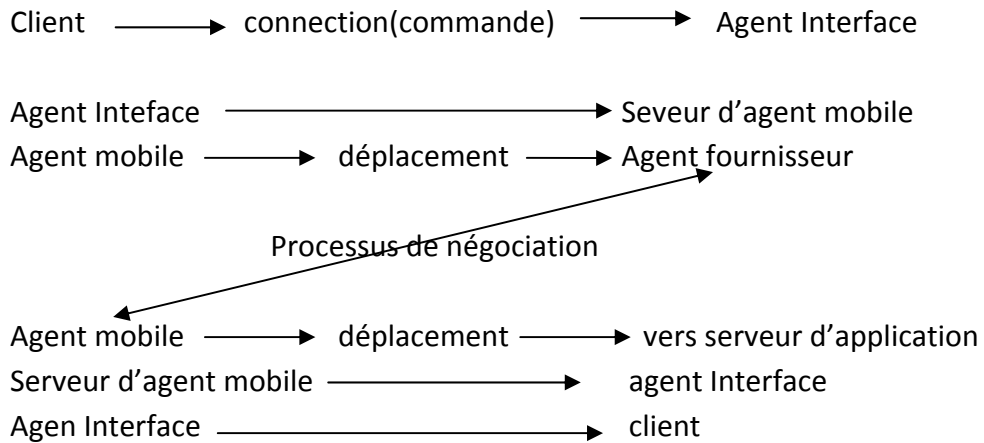
4- Le mode de communication à utiliser : envoi de message. **(0.25 pt)**

5- L'architecture des agents est sous forme de schéma qui contiendra :

a- Pour l'agent Interface : module de communication, base de connaissance et raisonnement (d'autres modules peuvent aussi intégrés) **(0.5 pt)**

- b- Pour l'agent **Mobile** : module de communication, base de connaissance et raisonnement, module de négociation (d'autres modules peuvent aussi être intégrés : comme planification, etc) **(0.5 pt)**
- c- Pour l'agent **Fournisseur** : module de communication, base de connaissance et raisonnement (d'autres modules peuvent aussi être intégrés). **(0.5 pt)**

6- Fonctionnement de l'architecture : **(1 pt)**



Exercice N°02 (05 points):

1 - La règle de décision est, d'après la règle de vraisemblance (relation de Bayes) :

$$p(\zeta_1) \cdot p(x/\zeta_1) \geq \lambda \cdot p(\zeta_2) \cdot p(x/\zeta_2)$$

En remplaçant les densités de probabilité par leur valeur et en prenant le logarithme de chaque membre, la fonction de décision limite s'écrit :

$$\text{Log } P_1 - \text{Log } \sigma_1 - \frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu_1}{\sigma_1} \right)^2 = \text{Log } P_2 - \text{Log } \sigma_2 - \frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu_2}{\sigma_2} \right)^2 \quad (0.5 \text{ pt})$$

$$\text{Log } \frac{P_1}{P_2} + \text{Log } \frac{\sigma_2}{\sigma_1} - \frac{1}{2} \left[\left(\frac{x - \mu_1}{\sigma_1} \right)^2 - \left(\frac{x - \mu_2}{\sigma_2} \right)^2 \right] = 0 \quad (0.5 \text{ pt})$$

Sachant que :

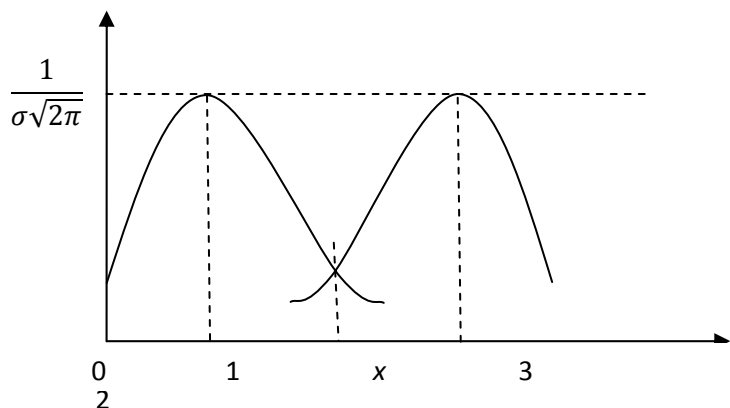
$$p_1 = p(\zeta_1), p_2 = p(\zeta_2), p_1 = p_2, \sigma_1 = \sigma_2, \mu_1 = 1, \mu_2 = 3, \lambda = 1.$$

Donc :

$$(x - 1)^2 - (x - 3)^2 = 0 \quad (1 \text{ pt})$$

Qui a pour solution : $x = 2$ **(1 pt)**

2 - (2 pts)



Ce résultat peut être vérifié en remarquant que la seconde courbe est obtenue en décalant la première de deux unités de l'axe des abscisses. L'abscisse de leur point d'intersection x , est nécessairement sur la médiatrice de ce segment et a donc la valeur 2

Exercice N°03 (05 points):

1 - La forme clausale nécessaire pour appliquer la méthode de résolution :

On a $F \cup R \models Q$ est valide il faut que $F \cup R \cup \{\neg Q\}$ est incohérent,
 $F \cup R \cup \{\neg Q\} = \{b, c, (c \wedge d) \Rightarrow a, b \Rightarrow e, (e \wedge a) \Rightarrow f, (e \wedge c) \Rightarrow a, \neg e \vee f\}$

$$= \{b, c, \neg c \vee \neg d \vee a, \neg b \vee e, \neg e \vee \neg a \vee f, \neg e \vee \neg c \vee a, \neg e \vee f\}$$

Doc la forme clausale est la suivante : $b \wedge c \wedge (\neg c \vee \neg d \vee a) \wedge (\neg b \vee e) \wedge (\neg e \vee \neg a \vee f) \wedge (\neg e \vee \neg c \vee a) \wedge (\neg e \vee f)$
(1.5pt)

On a 7 clauses.

a) Les dérivations :
 - la dérivation conduisant un arrêt par absence de résolution.

- $(\neg e \vee f)$ et $(\neg b \vee e)$ ----- $\rightarrow \neg f \vee \neg b$
- $(\neg f \vee \neg b)$ et $(\neg e \vee \neg a \vee f)$ ----- $\rightarrow \neg b \vee \neg e \vee a$
- $(\neg b \vee \neg e \vee a)$ et b ----- $\rightarrow \neg e \vee a$
- $(\neg e \vee a)$ et $(\neg b \vee e)$ ----- $\rightarrow \neg a \vee b$
- $(\neg a \vee b)$ et $(\neg c \vee \neg d \vee a)$ ----- $\rightarrow \neg b \vee \neg c \vee d$
- $(\neg b \vee \neg c \vee d)$ et b ----- $\rightarrow \neg c \vee d$
- $(\neg c \vee d)$ et c ----- $\rightarrow \neg d$ (un arrêt on ne peut pas appliquer la règle de résolution) **(1.75pts)**

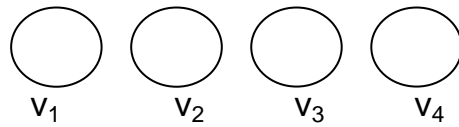
- la dérivation conduisant le vide.

- $(\neg e \vee f)$ et $(\neg b \vee e)$ ----- $\rightarrow \neg f \vee \neg b$
- $(\neg f \vee \neg b)$ et $(\neg e \vee \neg a \vee f)$ ----- $\rightarrow \neg b \vee \neg e \vee a$
- $(\neg b \vee \neg e \vee a)$ et b ----- $\rightarrow \neg e \vee a$
- $(\neg e \vee a)$ et $(\neg b \vee e)$ ----- $\rightarrow \neg a \vee b$
- $(\neg a \vee b)$ et $(\neg e \vee \neg c \vee a)$ ----- $\rightarrow \neg b \vee \neg e \vee c$
- $(\neg b \vee \neg e \vee c)$ et b ----- $\rightarrow \neg e \vee c$
- $(\neg e \vee c)$ et $(\neg b \vee e)$ ----- $\rightarrow \neg c \vee b$
- $(\neg c \vee b)$ et c ----- $\rightarrow \neg b$
- $\neg b$ et b ----- \rightarrow vide. **(1.75pts)**

Exercice 4 (04 points):

1 - Mémoire associative : mémoire d'adressage par son contenu **(0.5 pt)**

2 - Architecture de réseau



Détermination de la matrice des poids par l'apprentissage par Hebbien

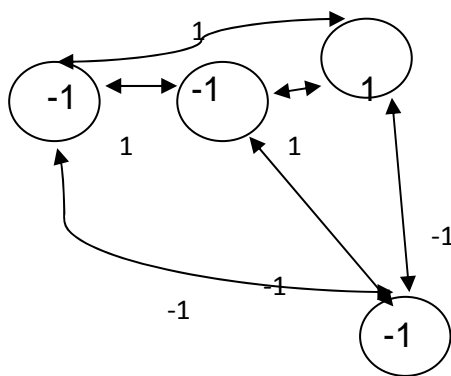
La forme : $X1 = [1 \ 1 \ 1 \ -1]$

W	1	1	1	-1	
1	1	1	1	-1	(0.5 pt)
1	1	1	1	-1	
1	1	1	1	-1	
-1	-1	-1	-1	1	

(0.5 pt)

$W_1 = W - P * I ; P=1$

W_1	V_1	V_2	V_3	V_4	
1	0	1	1	-1	V_1
1	1	0	1	-1	V_2
1	1	1	0	-1	V_3
-1	-1	-1	-1	0	V_4



(0.5 pt)

3 - Entrée du neurone X2= [-1 -1 1 -1]

Relaxation

Ordre : V1 V4 V3 V2

$$a_i(t+1) = x_i + \sum_j^n s_j(t) w_{ij} \quad ; \quad \text{pour } 1 \leq i \leq n$$

$$s_i = \text{sgn}(a_i) = \begin{cases} -1 & \text{pour } a_i < 0 \\ +1 & \text{pour } a_i \geq 0 \end{cases}$$

w_{ij} est le poids entre le neurone i et j , s_j : valeur de sortie du neurone j

Neurone 1 (0.5 pt)

+1	-1	1	-1
----	----	---	----

Neurone 4 (0.5 pt)

+1	-1	1	-1
----	----	---	----

Neurone 3 (0.5 pt)

+1	-1	1	-1
----	----	---	----

Neurone 2 (0.5 pt)

+1	-1	1	-1
----	----	---	----