

Examen  
Module Apprentissage et Fouille de Données  
Master Recherche Université Paris-Sud  
2008-2009

3 / 12 / 2008

L'examen comprend 2 parties. Merci d'utiliser deux copies séparées pour répondre (2 points de présentation). Il est conseillé de lire toutes les questions avant de commencer.

*The exam includes 2 parts, Please use different sheets of paper for each part. Read all questions before starting.*

## 1 Questions de cours / about the course (11)

### 1.1 Arbres de décision / *Decision trees* (3)

- Qu'est-ce qu'un arbre de décision ?  
*What is a decision tree ?*
- Quelles sont ses limitations ? Pour quel type de données est-il conçu initialement ? Comment peut-on l'adapter aux autres données ?  
*What are the limitations? For which kind of data type was it originally designed? How to adapt it to other types of data?*
- Quelle est sa complexité algorithmique (par rapport au nombre d'exemples et d'attributs) ?  
*What is the algorithmic complexity (wrt number of examples and attributes)?*

### 1.2 Réseau de Neurones / *Neural Nets* (3)

- Qu'est-ce qu'un neurone artificiel ? Comment calcule-t-on la sortie à partir des entrées ?  
*What is an artificial neuron ? How to compute the output from the input ?*

- Comment fixe-t-on le nombre de neurones ? Toutes choses égales par ailleurs, vaut-il mieux un grand ou un petit nombre de neurones ?  
*How to select the number of neurons? Everything else being equal, should one prefer a high or a low number of neurons?*
- Quels sont les critères usuels pour arrêter l'apprentissage d'un réseau de neurones ?  
*What are the standard stopping criteria when learning a neural net?*

### 1.3 Apprentissage actif / *Active learning* (1)

- Quelle est la différence entre l'apprentissage actif et le cadre classique de l'apprentissage ?  
*What is the difference between active learning and the standard learning setting?*
- Quels problèmes posent l'apprentissage actif ? (Pensez au choix des exemples et à l'évaluation)  
*What are the main problems associated with active learning? (Hint: think about the choice of the examples and the evaluation of learning.)*

### 1.4 Apprentissage en-ligne / *On-line learning* (1)

- Comment régler la mémoire du passé dans l'apprentissage en-ligne ?  
*How to deal with the model of the past data in on-line learning?*

### 1.5 Classification (3 points)

Décrivez l'algorithme AdaBoost (avec decision stumps) et exécutez le sur l'échantillon suivant jusqu'à ce que l'erreur d'entraînement devienne 0. Montrer comment le vecteur de poids ( $\mathbf{w}$  sur les transparents) change à chaque itération. / *Describe the AdaBoost algorithm (with decision stumps) and execute it on the following sample until the training error becomes 0. Show how the weight vector ( $\mathbf{w}$  in the course slides) change in each iteration.*

$x_1$	$x_2$	label
2	-1	1
1	-1	-1
1	0	1
0	0	-1
0	1	1
0	2	-1

## 2 Compréhension/Understanding (14)

### 2.1 Construisez votre application / *You are Principal Investigator* (7)

Vous avez trois mois. Décrivez une application d'apprentissage que vous aimeriez réaliser (champ libre, allant de l'apprentissage pour les jeux vidéo au robot chauffeur) : quel est le but ? comment récolter les données ? comment les pré-traiter ? quel algorithme choisir ? comment valider les résultats ?

*You've been offered a 3-month internship in Machine Learning. Which kind of applications would you choose (ranging from ML for video games to automatic driving): what is the learning goal? how to gather the dataset? what is the pre-processing? which kind of algorithm? how to validate the results?*

### 2.2 Filtrage collaboratif / collaborative filtering (4 points)

Considérez les trois problèmes présentés pendant le cours / *Consider the three problems presented in the course* (Netflix, last.fm, Amazon).

- Netflix : utilisateurs/films (*users/films*), notes 1 à 5
- last.fm : utilisateurs/chansons (*users/songs*), étiquettes (*labels*) "love"/"ban"
- Amazon : utilisateurs/produits (*users/products*), étiquettes (*labels*) "acheté" (*"bought"*)

- a) Expliquez l'information disponible dans les trois cas. / *Explain the available information in the three cases.* (0.5 points)
- b) Décrivez l'objectif du filtrage collaboratif dans les trois cas en expliquant les similarités et les différences. / *Describe the goal of collaborative filtering in the three cases by explaining the similarities and the differences.* (0.5 point)
- c) Définissez formellement les fonctions d'objectif à maximiser (ou erreurs à minimiser) dans les trois cas. / *Define formally the objective functions (to be maximized) or errors (to be minimized) in the three cases.* (1 point)
- d) Proposez deux algorithmes significativement différents pour résoudre les problèmes. / *Propose two significantly different algorithms to solve the problems.* (2 points)

### 2.3 Apprentissage par renforcement / *Reinforcement learning* (3)

Considérez le monde de la Figure 1, comprenant 6 états (les cases) où le but est la case *s5*. Les récompenses immédiates associées à certaines transitions entre

cases sont indiquées, autrement les récompenses sont à 0. Les actions sont les directions  $N, S, E, O$  (Nord, Sud Est, Ouest). On utilise un facteur  $\gamma$  valant 0.6. Consider the deterministic grid world shown below with the absorbing goal state  $s5$ . The immediate rewards are indicated on the Figure (e.g. 10 from  $s2$  to  $s5$ ) and 0 otherwise.

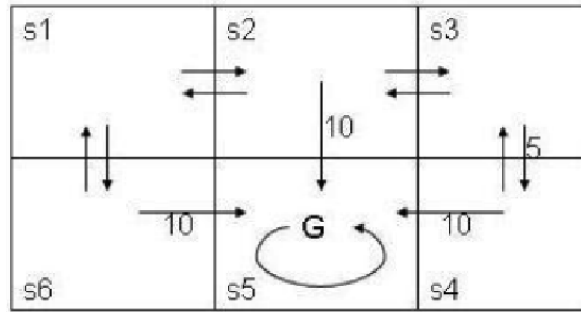


Figure 1: Monde de grille / *Grid world*.

1. Donnez les valeurs de  $V^*(s1), V^*(s2), V^*(s3), V^*(s4), V^*(s5)$  et  $V^*(s6)$   
Give the  $V^*$  value for every state in this grid world.
2. Donnez les valeurs de  $Q(s1, E), Q(s1, S), Q(s2, E), Q(s3, S), Q(s4, W)$  et  $Q(s6, E)$ .  
Give the  $Q(s, a)$  value for  $Q(s1, E), Q(s1, S), Q(s2, E), Q(s3, S), Q(s4, W)$  et  $Q(s6, E)$ .
3. Donnez une politique optimale pour ce monde. Est-elle unique ?  
Give an optimal policy for this world. Is it unique?

On suppose que l'on applique le Q-learning, initialisant la fonction Q à 0. On suppose que dans chaque épisode, l'agent voyage dans le sens des aiguilles d'une montre à partir de  $s6$  jusqu'à ce qu'il atteigne le but en  $s5$ .

Now consider applying the Q learning algorithm to this grid world, assuming the value function to be initialized to 0. Assume the agent starts in  $s6$  and then travels clockwise ( $s1, s2, s3, s4, s5$ ).

1. Comment Q se modifie lorsque l'agent voyage de  $s6$  à  $s5$  (premier épisode) ?  
Give the Q values after the first travel of the agent from  $s6$  to  $s5$ .
2. Comment Q se modifie après le deuxième épisode ?  
Give the Q values after the second travel of the agent from  $s6$  to  $s5$ .