

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 γ 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.

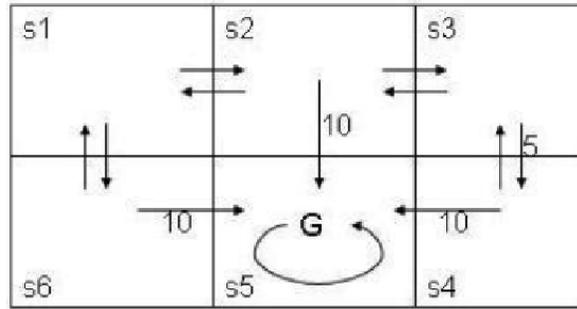


Figure 1: Monde de grille / *Grid world*.

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 $s5$.