

Questions préparatoires
IA : techniques probabilistes et d'apprentissage

Question	Points
Q1	10
Q2	20
Q3	30
Total	60

Hiver 2024

Question 1 (Les énoncés vrai ou faux et des questions écrites (10 points))

Répondez True ou False pour les énoncés ci-dessous.

- 1) Si l'on adapte un modèle polynomial simple aux données pour faire des prévisions futures, la meilleure stratégie est toujours d'utiliser le polynôme le plus élevé possible.
- 2) Un perceptron à une seule couche est un modèle discriminatif pas génératif.
- 3) Le problème d'optimisation associé à l'apprentissage dans un réseau neuronal à une seule couche utilisant une fonction d'activation logistique est-il un problème convexe ?
- 4) Le problème d'optimisation associé à un perceptron multicouches avec une couche cachée est-il un problème convexe ?
- 5) Pourquoi de nombreux chercheurs et ingénieurs en apprentissage de machines ont-ils des problèmes convexes ?

Répondez avec quelques lignes de texte.

- 6) Expliquez pourquoi les chercheurs en apprentissage profond ont la tendance à utiliser la descente du gradient stochastique.
- 7) Quelles sont les motivations et les justifications théoriques pour l'utilisation du « dropout » ?

Question 1 (English version - True or False and Written Questions (10 points))

Answer either True or False for the statements below, explain your answer for each question, especially if the answer could changed depending on your perspective.

- 1) If one is fitting a simple polynomial model to data to make future predictions, the best strategy is always to use the highest order polynomial possible.
- 2) A single layer perceptron is a discriminative not a generative model.
- 3) Is the optimization problem associated with learning in a single layer neural network using a logistic activation function a convex problem ?
- 4) Is the optimization problem associated with a multilayer perceptron with one hidden layer a convex problem ?
- 5) Why do many machine learning researchers and engineers like convex problems ?

Answer with a few lines of text.

- 6) Explain why deep learning researchers tend to use stochastic gradient descent.
- 7) What are the motivations and theoretical justifications for the use of dropout.

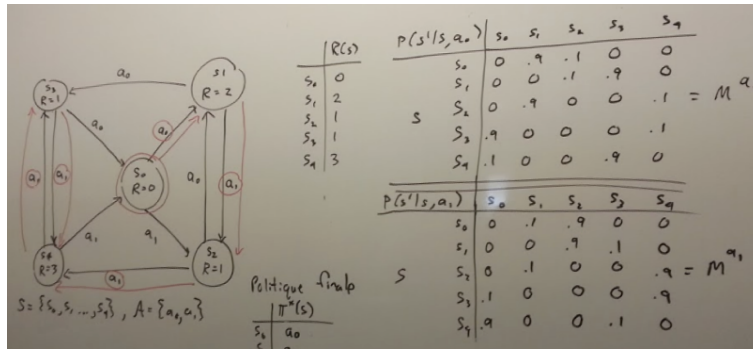


FIGURE 1 – Un problème de processus de décision de Markov présenté en classe. A Markov Decision Process problem presented in class.

Question 2 (version française) (20 points)

- Étant donné le problème du processus de décision de Markov (MDP) présenté en classe et illustré dans la figure ci-dessus, montrez comment calculer la première itération de l'itération de la politique.
- Expliquer la différence entre les méthodes basées sur un modèle et celles sans modèle dans l'apprentissage par renforcement.
- Expliquer la formulation générale d'un processus de décision de Markov « MDP » et résumer les approches de : l'itération de la valeur, l'itération de la politique, et l'apprentissage Q.
- Expliquez comment vous pourriez concevoir un système pour servir comme un agent d'intelligence artificielle dans un jeu vidéo du type « monde ouvert » à l'aide d'un processus de décision de Markov pour contrôler le personnage.

Question 2 (English version) (20 points)

- Given the Markov Decision Process (MDP) problem presented in class and illustrated in the figure above, show how to compute the first iteration of policy iteration.
- Explain the difference between model based and model free methods in reinforcement learning.
- Explain the general formulation of a Markov Decision Process and summarize the approaches of : value iteration, policy iteration and Q-learning.
- Explain how you could design a system that is to behave as an artificially intelligent agent in an open world video game using a Markov Decision Process to control the character.

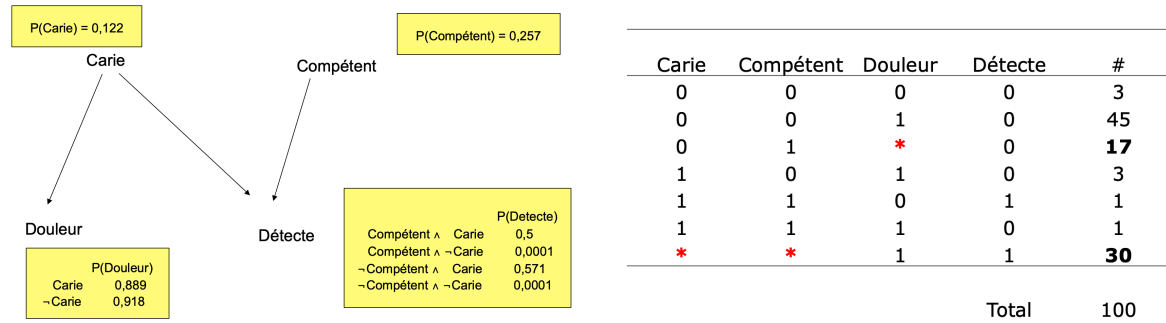


FIGURE 2 – (à gauche) Un réseau Bayésien avec les paramètres initiaux indiqués sur la figure. (à droite) Données à avec des valeurs manquantes indiquées par un *. (left) A Bayesian Network with initial parameters shown in the figure. (right) Data to with missing values indicated by a *.

Question 3 (version française) (30 points)

- Expliquez à l'aide de mathématiques (et non de valeurs spécifiques) comment utiliser l'algorithme "Expectation Maximization (EM)" pour apprendre les paramètres du réseau bayésien à l'aide de données de la forme de la figure ci-dessus.
- Comparez et contrastez PCA avec les auto-encodeurs, incluez une discussion sur les auto-encodeurs de débruitage.
- Comment sont des matrices de Toeplitz liées aux réseaux convolutifs? (Astuce : utiliser l'Internet, ceci est une question préparatoire donc l'utilisation de l'Internet est permis et encouragé.)
- Comparer les RNNs simples avec les LSTMs et les GRUs (expliquer cela mathématiquement).
- (12 points) Choisissez trois articles de recherche qui ont été présentés en classe et résumez-les dans vos propres mots en vous concentrant en particulier sur : a) la contribution technique apportée par l'article, et b) un résumé de la méthode, en utilisant les mathématiques pour apporter votre explication plus claire autant que possible.

Question 3 (English version) (30 points)

- Explain using mathematics (not specific values), how use the "Expectation Maximization (EM)" Algorithm to learn the parameters of the Bayesian Network using data of the form in the figure above.
- Compare and contrast PCA with Autoencoders, include a discussion of denoising autoencoders.
- How are Toeplitz matrices related to convolutional networks? (Hint : Use the internet, this is a practice question where that is allowed and encouraged.)
- Compare vanilla RNNs with LSTMs and GRUs (using math).
- (12 points) Pick three research articles that were presented in class and summarize them in your own words focus in particular on : a) the technical contribution that the article provided, and b) a summary of

the method, using mathematics to make your explanation clearer whenever possible.