

Bonjour à tous,

Le cours "Cognition Bayésienne" débutera le lundi 27 novembre 2023. Son but est de donner une introduction à la modélisation bayésienne, allant des fondements théoriques aux algorithmes pratiques, et des modèles du système nerveux central aux applications robotiques. Il est ouvert aux doctorants, chercheurs, et plus généralement toute personne intéressée par la modélisation bayésienne et son application en IA et en sciences cognitives.

Ce cours dure 18h, il aura lieu sur 9 séances de 2h entre Novembre et Décembre 2023 dans les bâtiments Phelma, soit du campus (351, rue de la Chimie) soit de Minatec (3 parvis Louis Néel) : voir planning détaillé et plan d'accès plus bas.

Pour vous inscrire, il suffit de se manifester par e-mail auprès de [julien.diard@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:julien.diard@univ-grenoble-alpes.fr), en précisant s'il vous plait votre école doctorale d'appartenance (l'inscription ne se fait pas dans ADUM).

Pour les doctorants, le cours peut être validé comme "Formation Scientifique". Ce cours est soutenu par l'école doctorale EDISCE, mais des étudiants d'autres ED (EDMSTII, EEATS, Physique, par exemple) ont déjà fait valider ce cours comme formation dans leur ED, par le passé. N'hésitez pas à contacter votre secrétariat, en joignant cette annonce, pour vérifier si ce cours peut être validé dans vos formations.

Ce cours n'a pas de prérequis particulier si ce n'est une formation de base en mathématiques et informatique. Le cours est en français, les transparents sont en anglais / français, les documents sont en anglais. Pendant le cours, je peux répondre en anglais à des questions en anglais. [Note for English speaking students: class is given in French, but slides are in a French-English mix, and I can answer in English if you ask questions in English. I advise you to take a look at slides beforehand to have an idea of the subject matter if you feel following the class in French would be too difficult.]

N'hésitez pas non plus à me contacter si vous souhaitez simplement plus d'informations sur ce cours.

A bientôt !  
Julien Diard

\*\*\*\*\*

Description :

Les systèmes sensorimoteurs, qu'ils soient naturels ou artificiels, doivent affronter la même difficulté centrale : comment survivre lorsqu'on ne sait pas tout ? Comment peuvent-ils utiliser un modèle incomplet et incertain de leur environnement pour percevoir, faire des inférences, décider, apprendre, et agir efficacement ?

En effet, tout modèle d'un phénomène réel est incomplet : il y a toujours des variables cachées, non prises en compte dans le modèle, qui influencent le phénomène. Ces variables cachées ont pour conséquence que le modèle et le phénomène ne se comportent jamais exactement de la même manière. L'incertitude est la conséquence directe et inévitable de l'incomplétude. Aucun modèle ne peut prévoir exactement les observations futures d'un phénomène, car ces observations sont

conditionnées par les variables cachées. Aucun modèle ne peut non plus prévoir exactement les conséquences de ses décisions.

La théorie des probabilités, en tant que modèle du raisonnement rationnel, alternative à la logique, est le formalisme mathématique idéal pour faire face à cette difficulté centrale. Dans cette approche, les techniques d'apprentissage sont utilisées dans un premier temps pour transformer l'incomplétude en une représentation quantitative de l'incertitude, par l'utilisation de distributions de probabilités ; ensuite, l'inférence est utilisée pour raisonner et prendre des décisions basées sur l'incertitude. Cette approche, appelée "l'approche subjectiviste des probabilités", permet des raisonnements sous incertitudes aussi complexes et formels que ceux faits avec la logique et des connaissances exactes.

Le but de ce cours est de donner une introduction à cette approche, allant des fondements théoriques aux algorithmes pratiques, et des modèles du système nerveux central aux applications industrielles.

Programme résumé :

- COURS 1 (séances 1 et 2) : Fondations et méthodologie
  - Limites du traitement de l'information par les systèmes perceptifs
  - Problème de l'incomplétude
  - Solution : représentation et manipulation de l'incertitude ; la théorie des probabilités comme alternative à la logique
    - Concepts de base : exemple minimal et exemple de la détection de spams
    - Méthodologie de la programmation bayésienne : définition
    - Panorama des classes de modèles bayésiens (réseaux bayésiens, filtres bayésiens, HMMs, filtres de Kalman, etc.)
  
- COURS 2 (séances 3 et 4) : Programmation bayésienne des robots
  - Apprentissage de comportements réactifs
  - Classification sensorielle et fusion capteurs
  - Reconnaissance d'objets et de situations sensorimotrices
  - Combinaison de comportements
  - Intégration : tâche du veilleur de nuit
  - Autres applications
  
- COURS 3 (séances 5, 6, 7) : Modélisation bayésienne d'agents cognitifs
  - Modèles "Bayes-optimaux" de perception
  - Modèles de perception multi-modale et multi-indices
  - Etude de cas : le modèle de perception visuo-haptique de Ernst & Banks (2002)
  - Modèle tri-modaux, modèle d'inférence causale
  - Modélisation algorithmique bayésienne : variables de cohérence et variables de cohérence contrôlées
    - Modélisation algorithmique bayésienne : modèle BRAID
    - Modélisation bayésienne de l'action
    - Modélisation bayésienne de la cognition ou modélisation de la cognition bayésienne ?
  
- COURS 4 (séances 8 et 9) : Sélection bayésienne de modèles
  - Cadre général : adéquation (fit), complexité, généralisation

- Méthodes de validation croisée
- Mesures de distances entre distributions de probabilités
- Comparaison probabiliste ou bayésienne des modèles
- Exemple : la méthode des moindres carrés
- Odds, log-odds, evidence, bits et nats, etc.
- Sélection bayésienne de modèles : AIC, BIC, MDL, BMS
- La "vraie" sélection bayésienne de modèles (vraisemblance marginale et rasoir d'Occam automatique)

Deux références d'introduction, disponibles sur <http://diard.wordpress.com> :

- F. Colas, J. Diard, and P. Bessière. Common Bayesian models for common cognitive issues. *Acta Biotheoretica*, 58(2-3):191–216, 2010

- O. Lebeltel, P. Bessière, J. Diard, and E. Mazer. Bayesian robot programming. *Autonomous Robots*, 16(1) :49–79, 2004

Les slides des années précédentes, les annales d'examens (pour les étudiants de M2), ainsi que l'enregistrement vidéo du cours 2020-2021, sont disponibles sur mon site :

<http://diard.wordpress.com/lectures/>

Planning détaillé (ATTENTION : jours et salles variables)

- > c1 lundi 27 nov 15h45-17h45 CAMPUS (salle à déterminer)
- > c2 mercredi 29 nov 15h45-17h45 MINATEC (salle à déterminer)
- > c3 lundi 4 dec 15h45-17h45 CAMPUS (salle à déterminer)
- > c4 mercredi 6 dec 15h45-17h45 MINATEC (salle à déterminer)
- > c5 lundi 11 dec 15h45-17h45 CAMPUS (salle à déterminer)
- > c6 mardi 12 dec 15h45-17h45 CAMPUS (salle à déterminer)
- > c7 mercredi 13 dec 15h45-17h45 MINATEC (salle à déterminer)
- > c8 lundi 18 dec 15h45-17h45 CAMPUS (salle à déterminer)
- > c9 mercredi 20 dec 15h45-17h45 CAMPUS (salle à déterminer)

Plan d'accès des bâtiments Phelma-campus et Phelma-Minatec :

<https://phelma.grenoble-inp.fr/fr/plan-d-acces>

--

Dr. Julien DIARD

Chargé de Recherche, CNRS

Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition

CNRS UMR 5105

Université Grenoble Alpes, Bat. Michel Dubois

1251 rue des Universités

CS 40 700

38058 Grenoble Cedex 9

Bureau E112

Tél. : [\(+33\) 4 76 74 81 40](tel:+33476748140)

<http://diard.wordpress.com>