

Intitulé de l'Unité d'Enseignement (UE) : Fondamentaux de l'IA

Responsable de l'UE : Daniel Racoceanu (daniel.racoceanu@sorbonne-universite.fr)

Code UE : UM4RBI10-FondIA

Volumes horaires / étu : 14h Cours, h TD, 14h TP

Nombre de crédits de l'UE/EC : 3 ECTS

Parcours-type :	- E3A :	☐ CIMES	☐ Syscom	☐ IPS
	- AR :	☐ ROBOT	☒ SI	☐ MeDH
	- MECA :	☐ MS2	☐ MF2A	☐ CompMech
		☐ ACOU	☐ EE	☐ EE APP

Semestre où l'enseignement est proposé : ☒ S1 ☐ S2 ☐ S3 ☐ S4

Langue d'enseignement : ☒ Français ☐ Anglais

Public concerné : ☒ Département SDI ☐ Autre (préciser) :

Localisation : ☒ Campus PMC ☐ Autre (préciser) :

Thématique

Cette UE propose un approfondissement des concepts de base utilisés en intelligence artificielle et apprentissage machine, avec un focus sur les paradigmes / algorithmes fondamentaux et un renforcement théorique et méthodologique

Mots-clés : Apprentissage supervisé, non-supervisé, auto-supervisé ; processus markoviens, approches bayésiennes, approches fréquentistes, problèmes inverses, arbres de décision, forte aléatoire, apprentissage ensembliste (ensemble learning), machines à vecteurs de support (support vector machines), astuce du noyau (kernel trick), fonction de perte (loss function), méthodologies d'évaluation, biais, optimisation stochastique, approches gloutonnes.

Prérequis

Afin de suivre cette UE, doivent être acquis précédemment :

- Mathématiques : Algèbre linéaire, calcul vectoriel et matriciel, optimisation numérique de fonctions continues à plusieurs variables, probabilités
- Informatique : Programmation (sous Python : numpy, etc...), algorithmie
- Apprentissage machine (souhaitable) : Bases de l'apprentissage machine, évaluation des performances en apprentissage machine (faux-positif, faux-négatifs, rappel / recall, précision, F1-score)

Acquis d'apprentissage visés (AAV)

À l'issue de cette UE, les étudiantes ou étudiants seront capables de :

1. Analyser un problème : Choisir un algorithme adapté à la tâche, aux données, et aux ressources
2. Conception : Fondements algorithmiques
3. Conception : Choisir le processus d'apprentissage
4. Mise en oeuvre : Maîtriser une librairie haut niveau dédiée à l'apprentissage pour implémenter l'algorithme
5. Mise en oeuvre : Préparer les données pour l'apprentissage
6. Mise en oeuvre : Réaliser l'apprentissage défini dans la phase de conception pour optimiser les paramètres et les méta-paramètres de l'algorithme
7. Mise en oeuvre : Reproduire des apprentissages et des résultats expérimentaux
8. Evaluation : Elaborer un protocole expérimental adéquat pour évaluer les performances d'un modèle
9. Evaluation : Diagnostiquer les causes d'un comportement sous-optimal du réseau afin de proposer des solutions y remédiant

10. Evaluation : Interpréter et expliquer les décisions d'un modèle : carte d'attention, vérification des biais, etc...

Séquencement et modalités de l'enseignement (indicatif)

Semaine	C/TD/TP	Contenu	Préparation	AAV associé(s)
S1	C1	Processus markoviens, programmation dynamique, équations de Bellman, lien avec l'apprentissage par renforcement	Propriété de markov, processus markoviens, programmation dynamique, apprentissage par renforcement.	AAV1,2,3
S2	TP1 (3h)	Apprentissage par renforcement : utilisation des processus markovien et de la programmation dynamique dans ce contexte. Cas d'utilisation typiques.	Regarder en détail les concepts abordés en C1	AAV1-6,8
S3	C2	Approches bayésiennes vs. fréquentistes, réseaux bayésiens, lien avec les problèmes inverses.	Théorème de Bayes, définition des problèmes inverses.	AAV1,2,3
S4	TP2 (3h)	Systèmes bayésiens et approches bayésiennes vs. approches fréquentistes, problèmes inverses	Regarder en détail les concepts abordés en C2	AAV1-6,8
S5	C3	Optimisation stochastique dans un espace discret		AAV1,2,3
S6	TP3 (3h)	Optimisation stochastique : espaces discret et continu	Regarder en détail les concepts abordés dans les cours C1 à C3	AAV1-6,8
S7	C4	Optimisation stochastique dans R^n espace discret, espace continu		AAV1,2,3
S8	TP4 (3h)	Optimisation stochastique et apprentissage par renforcement	Regarder en détail les concepts abordés au dans le cours C1 à C4	AAV1-6,8
S9	C5	Arbre de décision, forêts aléatoires, apprentissage ensembliste	Arbre de décision, forêts aléatoires	AAV1,2,3
S10	C6	Machines à vecteurs de support (SVM) : nature fondamentalement statistique de l'approche, astuce du noyau (kernel trick) ;	SVM - astuce du noyau	AAV1,2,3
S11	C7	Méthodologies d'évaluation / validation et de vérification de biais.	Evaluation, vérification, biais	AAV 5,6,7,8, 10
S12	TP5 (2h)	Méthodologies de validation et de vérification de biais. Cas d'utilisation inspirées des avancées récentes dans le domaine.	Regarder en détail les concepts abordés en C7	AAV 5,6,7,8,10

Déroulement de l'UE

L'UE se déroule en 3 séquences successives :

- Séquence 1 : processus markoviens / approches bayésiennes (C1/2 + TP1/2 + Quiz1)
- Séquence 2 : optimisation stochastique (C4/5 + TP3/4 + Quiz 2)
- Séquence 3 : convergence / fonction de perte + evaluation - biais (C5/6/7 + TP5) + ER global (ensemble des cours et TP)

Les TP auront une partie TME (sur machine) au début de la séance, afin de pouvoir instantier les concepts du cours, d'une manière aisée, avant le démarrage proprement-dit de l'exercice du TP.

Modalités d'évaluation des acquis d'apprentissage (1ère session)

Semaine	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %
S6	Collectif	Présentiel	Quiz	AAV1-6,8	25 %
S8	Collectif	Présentiel	Quiz	AAV1-6,8	12 %
S10	Collectif	Présentiel	Quiz	AAV1-6,8	12 %
S15	Collectif	Présentiel	Écrit	AAV 1-10	50 %

2nde session

Session	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %
2	Collectif	Présentiel	Écrit	AAV 1-10	50 %
1	Collectif	Présentiel	Quiz	AAV1-8	50 %

Références bibliographiques

- Stuart Russell & Peter Norvig, Artificial Intelligence : A Modern Approach, Fourth edition, 2020
- Richard S. Sutton et Andrew G. Barto, Reinforcement Learning : An Introduction, second edition , 2018