

Proposition de cours pour l'école doctorale des sciences fondamentales

Enseignant : Andrzej STOS, UFR Mathématiques

Titre : Réseaux de neurones et l'intelligence artificielle

Le monde actuel est en train de vivre un bouleversement majeur provoqué par des nouvelles technologies notamment l'intelligence artificielle. Dans les médias, on peut trouver toute sorte de prévisions projetant un futur où l'intelligence artificielle commence à déformer voire dominer l'humanité. Aussi, les réseaux de neurones (une de techniques de l'IA) apparaissent de plus en plus souvent dans de nombreux domaines de recherche scientifique, de mathématiques appliquées, par la physique, jusqu'aux sciences de la vie.

Dans ce cours, on se propose d'étudier de plus près les méthodes modernes de l'intelligence artificielle afin de mieux saisir le potentiel réel et comprendre les enjeux éthiques et sociétaux engendré par cette technologie.

Tout d'abord, il faut tenter de définir l'intelligence, ce qui nous renvoie aux travaux de Turing et Shannon, et à la célèbre session scientifique d'été au Dartmouth College (1956). Ensuite, en s'inspirant de la logique et de la pensée humaine, on développait des approches symboliques, algorithmiques et heuristiques. Nous allons présenter quelques de ces méthodes « classiques », avec un focus particulier sur les jeux et les arbres de recherche.

Nous étudierons ensuite la méthodologie statistique et l'apprentissage automatique. Il s'agit d'une approche probabiliste qui n'établit pas forcément des règles a priori (explicites et guidées par la logique), mais entreprend à inférer ces règles à partir d'observations de (nombreux) exemples. Le contraste de paradigme avec les méthodes classiques est saisissant et riche de conséquences. Un exemple emblématique de cette nouvelle approche est le réseau de neurones. Nous allons étudier le principe de fonctionnement et construire des modèles opérationnels pour réaliser des tâches fondamentales d'approximation où de classification. Nous mettrons un accent particulier sur la reconnaissance des images, l'élément clé et, d'ailleurs, provocateur du bouleversement actuel. On discutera aussi le rôle primordial des développements parallèles dans les domaines de matériel informatique et de science de données.

Enfin, dans la dernière partie du cours, nous allons analyser le fonctionnement des applications AlphaGo (AlphaZero) et GPT-3. Ce sont, à nos jours, les réalisations les plus marquantes de l'intelligence artificielle : au cœur, elles utilisent des réseaux de neurones.

D'une manière générale, il s'agit d'un cours assez descriptif où seront exposés surtout des concepts. Le formalisme mathématique avancé n'est pas exigé, mais on utilisera des notions enseignées en deux premières années de licences scientifiques (cf. une liste de prérequis ci-

dessous). En même temps, comme mentionné ci-dessus, nous réaliserons un certain nombre d'expériences pratiques (et guidées) de programmation pour construire des modèles illustrant les méthodes discutées. Nous allons utiliser le langage de programmation Python et ses bibliothèques.

Plan.

1. Les origines et les méthodes classiques de l'IA ; l'intelligence dans les jeux
2. Apprentissage statistique et réseaux de neurones : de la théorie aux réalisations pratiques
3. Applications de RN : réalisations récentes de l'intelligence artificielle.

Les prérequis.

- Mathématiques Générales 1ère année Licence Scientifique (calcul matriciel, dérivées partielles, gradient)
- Notions de base en probabilités et statistiques
- Bases de programmation et de structures de données (listes, tableaux...)
- Le langage Python sera nécessaire pour réaliser des expériences pratiques : un niveau débutant devrait être suffisant. Pour les étudiants souhaitant se remettre à niveau, ou de s'initier à Python ayant de l'expérience dans un autre langage, on pourra proposer des supports en auto-formation (mais une formation propre en Python ne fait *pas* partie de ce cours).