

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Date de la soutenance : **02 décembre 2024**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur ARMETTA Frédéric**

Titre des travaux : « *Autonomie et Représentation de l'Environnement* »



Résumé

L'intelligence artificielle (IA) a connu des avancées spectaculaires ces dernières années, transformant profondément de nombreux domaines d'application et ouvrant des perspectives inédites pour l'avenir. Ces progrès s'accompagnent cependant de défis considérables.

L'un des enjeux majeurs de l'IA réside dans la conception de structures adaptées pour accueillir et organiser les connaissances. Le positionnement suivi au cours de mes recherches propose au système de construire sa représentation subjective de son environnement, utile à ses propres objectifs. Ce positionnement interpelle, car il ne s'intéresse pas à calquer une représentation réaliste, dont il n'existe pas de version dans l'absolu. Le système s'appuie plutôt sur ses interactions avec son environnement pour valider ce qui peut faire sens pour lui. Idéalement cet apprentissage est réalisé de façon autonome et sans supervision.

Le mémoire rassemble des contributions à la résolution de différents problèmes applicatifs qui manifestent sous différentes formes les difficultés et défis propres à un tel apprentissage.

J'ai tout d'abord exploré cet apprentissage d'un point de vue décentralisé. Ce fut le cas pour l'étude des propriétés topologiques d'une structure décentralisée émergente à base de phéromones, utile au partage de documents dans un réseau pair-à-pair. Ce fut également le cas dans l'étude des mécanismes de fiabilisation d'informations partagées entre agents pour la cartographie collaborative. Ces projets permettent d'étudier la dynamique propre aux systèmes apprenant sans mécanisme de coordination centralisé.

Au cours de ce mémoire, on s'intéresse également à l'apprentissage de régularités environnementales de bas niveau. Le travail mené sur l'intelligence ambiante introduit des mécanismes originaux et agnostiques pour la discrétisation de signaux continus à partir d'une motivation intrinsèque auto-justifiée. Les motifs sont utiles car ils participent à d'autres motifs, le tout permettant d'extraire les régularités comportementales de l'environnement.

À un niveau de conceptualisation sémantique plus abstrait, nous étudions des mécanismes d'apprentissage automatique de classes d'objets à partir d'un signal vidéo continu dans différents contextes. Cet apprentissage peut s'appuyer sur les régularités spatio-temporelles observées, inclure l'action précédant la perception ou simplement exploiter la similarité statistique des images perçues.

L'aspect simulation intervient en filigrane de beaucoup de projets. C'est notamment essentiel pour les algorithmes d'apprentissage par renforcement étudiés. Le système complexe formé par une voie d'insertion sur autoroute est simulé, et permet un apprentissage par renforcement de la régulation à effectuer. L'aspect combinatoire est très présent en IA, et peut être abordé sous la forme d'un arbre de recherche complété par une évaluation Monte-Carlo tel que proposé par l'algorithme MCTB (Monte Carlo tree search). Nous avons pu proposer pour cet algorithme une mutualisation des connaissances entre

les phases de cet l'algorithme pour les jeux combinatoires, mais également introduire un nouveau signal de renforcement issu de réifications de stratégies locales.

L'apprentissage d'algorithmes comme objets d'apprentissage pour les IA se développe depuis quelques années. Dans le cadre de cet apprentissage, on souhaite apprendre un algorithme explicatif des régularités perçues par le système, avec peut-être à terme des capacité de généralisation algorithmique pour nos IA. Nous proposons pour cela des mécanismes de transfert utiles à l'apprentissage d'algorithmes par réseaux de neurones.