



DEMANDE D'ALLOCATION DOCTORALE DE RECHERCHE DE L'ED SIE
Année universitaire 2023/2024
SUJET DE THESE

1. LABORATOIRE

Nom ou sigle : LISTIC
Statut :EA

2. DIRECTION DE THÈSE

Directeur de thèse (HDR) : Flavien VERNIER
Codirecteur éventuel : Mickael Bettinelli

Laboratoire partenaire ou collaborations éventuels :

3. SUJET DE THÈSE

Titre : Conception et déploiement d'une architecture distribuée d'IA

4. RESUME

(Français et Anglais)

Nous vivons une révolution socio-industrielle où notre monde physique devient hyper connecté au travers de l'IoT et « intelligent » grâce à l'explosion des capacités de l'IA. Les données, l'information, la connaissance sont omniprésentes et n'ont jamais été aussi faciles d'accès. Chaque objet connecté en porte, des confidentiels, des redondantes, des complémentaires. Le sujet de thèse proposé se place dans ce contexte et pose le problème de leurs modélisations, leurs gestions et leurs utilisations dans un cadre distribué afin de permettre à des entités logicielles ou cyber-physique, mais également des humains d'interagir ensemble. Les travaux toucheront donc naturellement aux domaines de l'IA distribuée (fédérée), à la gestion de la connaissance et des apprentissages ainsi qu'à leurs échanges. Ils s'appuieront sur le concept d'objet sage, il est donc attendu des approches conceptuelles de haut niveau et générique, ainsi que leur déploiement sur un, ou plusieurs, domaines applicatifs qui restent ouverts.

Mots Clés : IA Distribuée, Gestion de la Connaissance, Gestion de l'Apprentissage, Objet Sage, Fog/Edge Computing

We are living through a new industrial revolution where our physical world is becoming hyper-connected through IoT and "intelligent" thanks to the explosion of AI capabilities. Data, information, knowledge are everywhere and have never been so easily accessible. Each connected object carries some, they can be confidential, redundant, complementary. The proposed thesis topic is placed in this context and focuses on the problem of their modeling, management and use in a distributed framework in order to allow software or cyber-physical entities, but also humans to interact together. The work will therefore naturally touch on the fields of distributed (federated) AI, knowledge management and learning process as well as their exchanges. This work is a part of wise object project, thus we expect a high-modeling level, generic approaches as well as their deployment on one or more application domains that remain open.

Key Words: Distributed AI, Knowledge and Learning Management, Wise Object, Fog/Edge Computing



5. PROJET DE RECHERCHE DÉTAILLÉ

(2 pages environ)

Contexte :

L'Internet des objets (IoT) représente l'extension d'Internet à des choses et à des lieux du monde physique impliquant des échanges d'informations et de données provenant de dispositifs présents dans le monde réel (domotique, e-santé, etc.). La complexité croissante de ce monde englobant un grand nombre d'entités physiques et/ou logicielles, plus ou moins autonomes, plus ou moins intelligentes nécessite que le contrôle soit décentralisé.

Plusieurs approches sont proposées pour réduire et arriver à contrôler la complexité des systèmes distribués. Parmi elles, celles fondées sur : les systèmes multi-agents, les systèmes dits intelligents, les systèmes autoadaptatifs. Dans toutes ces approches, les agents apprennent généralement de leurs accointances à travers leurs interactions. À la place, nous proposons un système d'apprentissage introspectif prioritaire sur les apprentissages inter-agents. Ceci présenterait plusieurs bénéfices :

- Un contrôle décentralisé : pas d'obligation de définir un contrôle global a priori ; chaque élément du système peut, par apprentissage, évoluer et apprendre à mieux contrôler à son niveau les actions à faire selon la situation et le contexte dans lesquels il se trouve ;
- Chaque élément du système peut améliorer sa « performance » et potentiellement celle du système.

Nous appelons les entités dotées de ces capacités « objets sages » (``Wise Object'' : WO) [1][2]. Un objet sage est une entité logiciel – objet, service, composant... – qui apprend à se connaître par introspection et apprend la manière dont il est utilisé par analyse de log. Ceci implique, au sein du WO, un mécanisme d'apprentissage (IA) et de gestion de la connaissance. Au sein du système, un ensemble de WO peuvent opérer, nous parlerons dans ce cas de système sage où chaque WO acquiert sa propre connaissance.

Un Framework Java (WOF) a été développé et permet la création de tels types d'objets, et par conséquent, la création de systèmes sages. Ce framework fournit déjà le mécanisme complet d'acquisition de la connaissance au sein des WO, en s'appuyant sur un mécanisme de plugins d'IA modulable. Il ne permet cependant pas, à l'heure actuelle, la gestion de l'IA distribuée/fédérée entre les différents WO.

Objectifs :

La thèse se place dans ce contexte et porte plus particulièrement sur l'enrichissement du framework existant WOF, pour permettre la gestion d'une IA distribuée/fédérée au sein d'un système sage. Ainsi, les problématiques principalement liées au sujet de thèse traiteront de :

- l'IA distribuée/fédérée
- la gestion des connaissances et méthodes d'apprentissage, au sein des entités logicielles
- le partage de connaissances et méthodes d'apprentissage, entre entités logicielles

Dans un premier temps, le travail de thèse consistera donc en l'étude bibliographique relative à l'IA distribuée/fédérée.

Le champ d'application des WO étant large, celui de la thèse reste ouvert, les données d'entrées pouvant être multivariées par nature (séries temporelles discrètes ou continues, numériques ou symboliques...), au sein du laboratoire, les domaines d'applications privilégiés sont l'IoT, les workflows scientifiques, le traitement d'image.

Bibliographie :

A new software architecture for the Wise Object Framework: Multidimensional Separation of Concerns, Sylvain Lejambre, Ilham Alloui, Sébastien Monnet, Flavien Vernier, 17th International Conference on Software Technologies, Jul 2022, Lisbon, Portugal. [10.5220/0000163800003266](https://doi.org/10.5220/0000163800003266)

Towards a Semantic Model for Wise Systems - A Graph Matching Algorithm, Abdelhafid Dahhani, Ilham Alloui,



Sébastien Monnet , Flavien Vernier, 2022, ADVCOMP 2022, The Sixteenth International Conference on Advanced Engineering Computing and Applications in Sciences, 978-1-61208-990-4
Huang, Wenke, Mang Ye, and Bo Du. "Learn from others and be yourself in heterogeneous federated learning." *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2022.
Shen, Tao, et al. "Federated mutual learning." *arXiv preprint arXiv:2006.16765* (2020).

6. CANDIDAT RECHERCHE :

La/le candidat-e sera issu-e d'une formation de niveau master ou équivalent dans le domaine de l'informatique ou d'un domaine scientifique avec de solides bases en apprentissage machine (*machine learning*) et en programmation (orientée objet Java, Python). La/le candidat-e aura un intérêt particulier pour les technologies permettant le déploiement de systèmes logiciels distribués.

La/le candidat-e saura rédiger de façon rigoureuse des documents structurés et aura une bonne maîtrise (écrite et orale) soit de l'anglais soit du français.

Le financement étant attribué en grande partie sur l'excellence du candidat, les relevés de notes de licence et master, ainsi que le classement sera pris en compte.

7. FINANCEMENT DE LA THÈSE : *Le contrat doctoral fixe une rémunération principale, indexée sur l'évolution des rémunérations de la fonction publique. Arrêté du 26 décembre 2022 modifiant l'arrêté du 29 août 2016 fixant le montant de la rémunération du doctorant contractuel NOR : ESRH2235820A - Article 1 - L'article 1er de l'arrêté du 29 août 2016 susvisé est remplacé par les dispositions suivantes : «Art. 1er. - La rémunération mensuelle minimale des doctorants contractuels est fixée ainsi qu'il suit, sous réserve des dispositions prévues à l'article 2 du présent arrêté :» - à compter du 1er janvier 2023 : 2 044,12 euros brut*

Des heures d'enseignements peuvent être effectuées dans la limite de 64 heures équivalent TD par année universitaire après autorisation du président de l'université et rémunérées au taux fixé pour les travaux dirigés en vigueur. D'autres activités complémentaires au contrat doctoral sont prévues par l'article 5 du décret n° 2009-464 du 23 avril 2009 modifié. La durée totale des activités complémentaires aux activités de recherche confiées au doctorant dans le cadre du contrat doctoral ne peut excéder un sixième du temps de travail annuel.

8. CONTACT :

Nom prénom : Mickael Bettinelli et Vernier Flavien

Email : mickael.bettinelli@univ-smb.fr / flavien.vernier@univ-smb.fr