

TITRE DE LA THESE:

IA distribuée sur objets connectés : prédiction de l'intention et optimisation des communications

Direction de thèse :

Amer Baghdadi (Prof., IMT Atlantique), Brest, France.

Co-encadrant·es :

Jean-Philippe Diguët (DR CNRS, IRL CROSSING), Adelaïde, Australie

Ehsan Abbasnejad (As/Prof., Université d'Adelaïde), Adelaïde, Australie.

Laboratoire(s) :

GEPEA IRISA **Lab-STICC** LATIM
Lego LEMNA LS2N hors Laboratoire

Equipe(s) de recherche : 2AI (Algorithm-Architecture Interactions)

Département(s) IMT Atlantique :

DAPI DSEE INFO ITI LCI LUSSI
MEE MO OPT SSG SRCD SUBATECH

S'agit-il d'une thèse en cotutelle internationale ?

Oui Non

Si oui, organisme avec lequel la cotutelle est envisagée : Université d'Adelaïde

Le sujet proposé présente-il un caractère interdisciplinaire ?

Oui Non

Si oui, expliquer brièvement pourquoi (2 ou 3 lignes) :

Le sujet proposé est interdisciplinaire dans le sens où il soulève des défis scientifiques à la fois au niveau algorithmique (IA, apprentissage distribué, prédiction de l'intention) qu'au niveau des implémentations optimisées des systèmes embarqués avec des ressources de traitement et de communication limitées.

La source du co-financement est-elle identifiée ?

Oui Non

Si oui, préciser quel co-financement est envisagé : Université d'Adelaïde

Autres informations :

Informations utiles que vous souhaiteriez communiquer (si pertinent) :

Contexte ou état de l'art scientifique :

Les systèmes embarqués se caractérisent par des ressources de traitement et de communications limitées. Ils doivent aussi généralement fonctionner avec une énergie restreinte. Malgré ces contraintes, il reste possible de réaliser des tâches de fusion de données et d'inférence en appliquant un modèle préalablement entraîné. Cependant tous les cas de figure et contextes spécifiques ne peuvent être pris en compte lors de l'apprentissage hors ligne et donc celui-ci doit se poursuivre en ligne. Nous proposons dans cette thèse d'étudier les possibilités de poursuivre un apprentissage qui pourra bénéficier de la diversité apportée par un système embarqué distribué (multi-contextes, multi- ressources de traitement) pour apprendre en ligne tout en prenant en compte les contraintes de communications et d'énergie qui rendent impossible une mise à jour régulière d'une modèle complexe.

En effet, les verrous scientifiques se situent au niveau de l'apprentissage et de la généralisation de l'application des modèles. Si l'apprentissage supervisé hors-ligne est particulièrement efficace pour mettre en œuvre une inférence en ligne, il requiert des bases d'objets labellisés importantes qui malgré tout ne peuvent intégrer l'ensemble des cas rencontrés dans des conditions réelles variables. Des mises à jour à l'aide de nouvelles données sont nécessaires mais doivent se conformer au partage entre des traitements réalisés sur le système embarqué ou dans sa périphérie proche et d'autres sur des serveurs distants dont l'accès est contraint par la bande passante et l'énergie disponibles. Dans ce contexte, disposer de systèmes distribués permet d'envisager de partager les résultats des actions des autres, cependant il se heurte à la difficulté inhérente du partage de données communes cohérentes.

Les études associant ces aspects algorithmiques multiples sous contraintes de ressources distribuées sont peu étudiées ou de manière partielle [GUP18]. Typiquement on trouve des travaux portant sur un système embarqué et/ou système sur puce exécutant des tâches d'inférence ou encore les deux volets (exploration/exploitation) d'un algorithme d'apprentissage par renforcement. Un tel algorithme distribué ou multi-agents en général a été largement étudié mais classiquement implanté sur une seule machine ou serveur sans la prise en compte des contraintes des ressources distribuées. Par ailleurs, la simulation réaliste (moteurs physiques et *hardware-in-the-loop* [MOR20]) est de notre point de vue indispensable à la validation car les données traitées doivent être celles d'une possible scénario incluant les aléas afférents.

Objectifs de la thèse :

La question scientifique de la thèse portera sur un aspect critique du problème général: considérant l'utilisation d'algorithme du type Reinforcement Learning distribué, comment prédire l'intention des autres agents et déterminer la configuration optimale pour minimiser les communications tout en garantissant un niveau de performance donné ?

Le sujet de thèse sera mené en collaboration avec une autre thèse entre IMT Atlantique et l'Université d'Adelaïde qui sera focalisée sur la perception spatiale collaborative et l'optimisation du RL distribué. Les deux thèses partageront le développement de l'environnement de simulation.

La présente thèse dans ce contexte visera en priorité l'optimisation des communications en étudiant notamment des méthodes de prédiction d'intention multi-agents, la prédiction du contenu échangé, la sélection des données à communiquer, l'adaptation dynamique de la fréquence des échanges, et la parallélisation des tâches de traitement sur les différents agents.

Les travaux attendus et résultats associés sont listés ci-après :

[T0+4] Etude et analyse des méthodes de navigation visuelle utilisées reposant sur l'apprentissage par renforcement sur système unique [GUP17, SOU12] et la réutilisation pour le suivi d'objets multiples de solutions existantes, développées au sein de l'Université d'Adelaïde [HOA20].

[T0+9] Développement de l'environnement de simulation dans un monde virtuel pour l'exploration des solutions. Cet environnement sera couplé aux cartes qui seront embarquées via l'approche Hardware-in-the-loop (HIL).

[T0+12] Optimisation des communications en explorant le potentiel des approches par prédiction, sélection des données, adaptation de la fréquence des échanges et parallélisation du calcul. Rédaction d'un article de type review comparant les différentes approches.

[T0+24] Première proposition et validation par simulation HIL. Rédaction d'un 2^e article.

[T0+30] Seconde proposition et tests. Rédaction d'un 3^e article et du manuscrit de thèse.

[T0+36] Soutenance de thèse.

Références :

[GUP17] S. Gupta, J. Davidson, S. Levine, R. Sukthankar and J. Malik, "Cognitive Mapping and Planning for Visual Navigation", 2017 IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Honolulu, USA, 2017.

[GUP18] O. Gupta and R. Raskar "Distributed learning of deep neural network over multiple agents". In arXiv:1810.06060, Oct. 2018.

[HOA20] V. N. Hoa, H. Rezatofighi, V. Ba-Ngu and D.C. Ranasinghe. "Online UAV Path Planning for Joint Detection and Tracking of Multiple Radio-Tagged Objects". IEEE Trans. On Signal Processing, 67(20), 5365-5379, 2020.

[MOR20] E. Moréac, E. M. Abdali, F. Berry, D. Heller, J-Ph. Diguët, “Hardware-in-the-loop simulation with dynamic partial FPGA reconfiguration applied to computer vision in ROS-based UAV”, 31st Int. Workshop on Rapid System Prototyping (RSP), ESWeek, Sep. 2020.

[SOU12] J.R. Souza, G. Pessin, G.B. Eboli, C.C. T. Mendes, F. S. Osório and D.F. Wolf “Vision and GPS-based autonomous vehicle navigation using templates and artificial neural networks”, 27th ACM Symp. on Applied Computing (SAC), Italy, 2012.

Compétences attendues du ou de la candidat·e :

Lister les principales compétences nécessaires pour ce sujet de thèse.

- Informatique
- Intelligence artificielle
- Systèmes embarqués

Remarque : Nous avons déjà identifié 2 très bonnes candidatures avec qui nous sommes en phase d’entretiens et d’échanges avec nos partenaires australiens. Nous allons transmettre le dossier complet du candidat soutenu par les encadrants avant le 17 mai.