

FICHE DE POSTE

Apprenti chercheur – Apprentie chercheuse en Sciences du Numérique

STRUCTURE D'ACCUEIL DE L'APPRENTI.E	
Nom du laboratoire d'accueil	LEAT
Nom de l'équipe de recherche d'accueil	EDGE
Prénom et Nom du maître ou de la maîtresse d'apprentissage	Cécile Belleudy
E-mail de contact du maître ou de la maîtresse d'apprentissage	cecile.belleudy@univ-cotedazur.fr
Localisation géographique de l'équipe de recherche d'accueil et du bureau de l'apprenti.e	Laboratoire LEAT – Campus SophiaTech Bâtiment Forum, 930 Rte des Colles, 06410 Biot

ENCADREMENT DE L'APPRENTI.E
<p>Cet apprentissage se déroulera au sein du laboratoire LEAT dans l'équipe EDGE (Edge Computing and Digital Systems) qui a une expérience reconnue dans le domaine des méthodes de déploiement de modèle d'apprentissage pour des systèmes embarqués, des architectures de réseaux de capteurs sans fil économes en énergie et collaboration avec l'équipe CMA qui a, entre autre, une expérience reconnue dans la conception de capteurs sans fil faible consommation.</p> <p>Durant son apprentissage, l'étudiant(e) sera inscrit au master Electronique de l'université côte d'azur/EUR DS4H. Cette formation est en adéquation parfaite avec le sujet proposé notamment sur les disciplines suivantes : système numérique, signal et ses applications (incluant les méthodes d'apprentissage pour les systèmes embarqués), protocole de communication et réseaux de capteur sans fil.</p> <p>Le suivi de l'apprenti(e) sera organisé comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none">- une réunion de travail sera programmée tous les 14 jours pendant la période d'enseignement puis tous les 7 jours et plus fréquemment selon les besoins,- présentation de l'avancée des travaux tous les mois,- rédaction d'un rapport d'avancement tous les 6 mois.
SUJET DE RECHERCHE (1 page maximum)
Sujet de recherche : Etude et Conception de réseau de capteur cognitif et économe en énergie pour des applications d'agriculture durable et régénérative.

Description du sujet :

Le développement d'applications frugales ne cesse de croître dans le contexte de l'IoT permettant le déploiement de solution en milieu agricole [1].

L'objectif de ce projet est de concevoir un système basé sur un réseau de capteur cognitif et frugal en énergie pour la gestion intelligente de ressources naturelles, d'apports divers comme les nutriments, dans le contexte de l'agriculture durable et régénérative.

Le plus souvent déployé dans des milieux naturels étendus, l'autonomie de ces systèmes est un facteur important nécessitant l'intégration de systèmes de récupération d'énergie.

Nos recherches actuelles au LEAT tentent de répondre à cette problématique par la conception d'une part de capteurs sans fil frugaux, d'architecture de communication adaptée et d'autre part, des méthodes d'intelligence artificielle embarquées.

Les communications restant un des éléments le plus énergivore, une gestion énergétique frugale devra être définie en se basant notamment sur la recherche de configuration optimale des capteurs sans fil (technologie de communication, protocole, modulation, mode repos, wakeup radio, ...) associée à une organisation efficace du réseau tout en prenant en compte la disponibilité de l'énergie et en maintenant des services non dégradés.

Les capteurs seront amenés, pour augmenter la confiance de leur décision, à collaborer entre eux en utilisant des communications à faible coût.

De plus, des mécanismes attentionnels [2], permettant de réduire le nombre de nœuds actifs dans le réseau au minimum, et ainsi réduire encore plus la consommation énergétique, seront étudiés dans ce projet.

Les modèles étudiés d'apprentissage peuvent souffrir d'adaptation, éventuellement nécessaire à un déploiement sur le long terme, comme exigé dans l'agriculture, et d'agilité en raison de la diversité et de la variabilité des environnements de déploiement.

L'objectif est d'étudier puis de définir des méthodes de déploiement de modèles récurrents [3][4] de types RNN, LSTM, GRU et leurs variantes, afin de pouvoir déployer sur des capteurs à faible ressource dans un territoire agricole, comme par exemple, au service de la maîtrise du biotope dans un contexte durable et de régénération des sols.

Dans nos travaux [5], nous avons étudiés le déploiement de ce type de modèles sur des capteurs pour une réduction de la quantité de communication via un apprentissage hors ligne basé sur des datasets généralistes. Ces ensembles de données ne peuvent pas représenter assez finement les situations de chaque capteur.

Dans les recherches de ce projet, chacun de ces modèles aura la possibilité de se perfectionner, via un apprentissage en ligne sur le système cible pour augmenter la qualité des prédictions. Cependant, cette qualité entraînera une augmentation des traitements, de l'empreinte mémoire et de l'énergie consommée. La recherche de compromis entre l'autonomie du système, sa précision et son agilité devra être étudiée.

Enfin, des mécanismes attentionnels [2] bio-inspirés seront explorés dans le but de maintenir un sous ensemble de nœuds responsables de la détection d'une anomalie dans l'environnement, pour réveiller les nœuds capables de traiter cette information uniquement lorsque cela est nécessaire.

Références :

[1] Md Mohinur Rahaman, Md Azharuddin, "Wireless sensor networks in agriculture through machine learning: A survey" in international journal of Computers and Electronics in Agriculture, elsevier 2022, doi: 10.1016/j.compag.2022.106928

[2] H. Ning, X. Ye, A. Ben Sada, L. Mao and M. Daneshmand, "An Attention Mechanism Inspired Selective Sensing Framework for Physical-Cyber Mapping in Internet of Things," in *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 6, no. 6, pp. 9531-9544, Dec. 2019, doi:

10.1109/JIOT.2019.2929552

[3] T. Kim, L. F. Vecchiotti, K. Choi, S. Lee and D. Har, "Machine Learning for Advanced Wireless Sensor Networks: A Review," in *IEEE Sensors Journal*, vol. 21, no. 11, pp. 12379-12397, 1 June 2021, doi: 10.1109/JSEN.2020.3035846

[4] H. Ren, D. Anicic and T. A. Runkler, "TinyOL: TinyML with Online-Learning on Microcontrollers," *2021 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, Shenzhen, China, 2021, pp. 1-8, <https://doi.org/10.1109/IJCNN52387.2021.9533927>.

[5] I. Abdoulaye, C. Belleudy, L. Rodriguez and B. Miramond, "Semi-Decentralized Prediction Method for Energy-Efficient Wireless Sensor Networks," in *IEEE Sensors Letters*, vol. 8, no. 4, pp. 1-4, April 2024, Art no. 7500304, doi: 10.1109/LSENS.2024.3378520.

ACTIVITES CONFIEES A L'APPRENTI.E

L'apprenti chercheur- apprentie chercheuse approfondira les savoirs-être et savoirs-faire suivants :

- Se familiariser au contexte de la recherche scientifique, la méthodologie scientifique et les interactions entre la science et les besoins de la société.
- Evoluer dans un environnement scientifique avec ses collaborations et les interactions entre les institutions académiques et industrielles.
- Effectuer un état de l'art et compiler une bibliographie en lien avec le sujet proposé
- Publier les résultats scientifiques obtenus, faire face à l'évaluation du travail scientifique par des pairs et présenter l'activité scientifique à un public spécialisé.
- Acquérir des connaissances dans le domaine des architectures de capteur sans fil et de leur mise en réseau, de l'intelligence artificielle, le déploiement de modèles, les contraintes de déploiement pour des systèmes à faibles ressources.
- Etudier et proposer des architectures de communication et des méthodes de déploiement de modèle d'apprentissage en ligne pour des systèmes communiquant à très faibles ressources en lien avec le contexte applicatif étudié.
- Proposer des solutions scientifiques innovantes, en particulier pour des méthodes d'apprentissage en ligne puis des mécanismes attentionnels pour des réseaux de capteurs sans fil.
- Evaluer les méthodes proposées pour des contextes applicatifs en lien avec l'agriculture durable et régénérative.

Organisation du travail:

- 1ère partie :

Etude et conception de capteurs sans fil pour le contexte applicatif de ce projet, en s'appuyant sur les plateformes du projet Européen EcoSentinel,
Etude et Définition d'une architecture de communication frugale en énergie et de son potentiel adaptatif au niveau des capteurs sans fil et du réseau,
Etude des apprentissages en ligne puis des mécanismes attentionnels pour des capteurs sans fil à faible ressource.

- 2ème partie :

Conception d'une architecture de communications intégrant un apprentissage en ligne puis des mécanismes attentionnels.
Déploiement et validation dans un milieu agricole en lien avec le territoire de la communauté de commune côte d'azur.

COMPETENCES REQUISES POUR REALISER LES ACTIVITES

L'apprenti.e devra être titulaire d'un master1 en électronique ou équivalent.

Il/Elle doit posséder des compétences en :

- technologies de communication,
- protocole de communication,
- conception de systèmes embarqués
- capteur,
- algorithmes d'apprentissage.

PERSPECTIVES APRES LA PERIODE D'APPRENTISSAGE

Ce poste d'apprenti chercheur – apprentie chercheuse a vocation à préparer le candidat ou la candidate à une éventuelle poursuite en doctorat.

Le travail de recherche qui sera mené pendant le contrat d'apprentissage pourra donner lieu à des publications scientifiques, où l'apprenti.e pourra être co-auteur dans la perspective d'une thèse.