

GESTION COLLABORATIVE ET CONTROLE INTELLIGENT DES BATIMENTS INDUSTRIELS

Sujet

Dans le cadre de la transition numérique souhaitée dans les domaines de smart-building et smart-city, nous nous intéressons dans ce projet au développement d'un outil d'aide à la décision basé sur l'apprentissage fédéré [1]. L'adoption de cette approche vise à améliorer à la fois l'efficacité et l'efficacité des bâtiments industriels en termes de consommation énergétique tout en garantissant un haut niveau de confidentialité des données. Concrètement, cet outil exploitera les données collectées par les objets connectés déployés dans les bâtiments via la maquette BIM (Building Information Modeling) [2, 3]. Ces données sont par la suite traitées au niveau des serveurs Edge qui jouent un rôle de nœud client assurant un apprentissage local. L'idée est d'adapter un apprentissage collaboratif où chaque nœud client entraîne son modèle de Machine Learning de façon décentralisée. Le processus d'entraînement du modèle est donc effectué séparément sur chacun des nœuds et seuls les paramètres du modèle appris sont échangés. En effet, contrairement aux solutions d'apprentissage centralisées, le Federated Learning permettrait à un ensemble de participants de résoudre collectivement un problème d'apprentissage automatique sans partager leurs données [4]. Une telle approche d'apprentissage décentralisé est parfaitement adaptée à la gestion des bâtiments d'une ville intelligente toute en résolvant les problèmes de confidentialité des données.

L'enjeu de ce projet est donc de proposer et de valider un modèle d'aide à la décision, capable de prendre conscience de ce qui se passe au niveau de l'environnement du bâtiment et de prédire les cas futurs en fonction des besoins des usagers/opérateurs. Ce modèle basé sur l'apprentissage fédéré et les techniques d'optimisation hybrides permet d'assurer un pilotage énergétique optimal. Notre approche d'apprentissage collaboratif vise à collecter et à mettre à jour de manière itérative le modèle révélé à chaque itération au travers des paramètres qui sont échangés entre les différentes entités.

Ce sujet de thèse se décomposera en deux parties principales, la première portera sur la modélisation du comportement des usagers d'un bâtiment industriel basée sur les données collectées et les approches d'IA, tandis que la deuxième se focalisera sur la conception et l'implémentation d'outil d'aide à la décision tout en garantissant un haut niveau de confidentialité.

Mots clés : IoT, aide à la décision, optimisation, IA, apprentissage fédéré, Edge computing.

Laboratoires d'accueil

L'Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (**IRIMAS**) est une équipe d'accueil (EA 7499) de l'Université de Haute-Alsace (UHA). Cet institut interdisciplinaire rassemble tous les travaux de recherche liés aux disciplines des mathématiques, de l'informatique, de l'électronique, de l'électrotechnique, de l'automatique et du traitement du signal et de l'image à l'Université de Haute-Alsace. L'IRIMAS est associé à l'École Doctorale 269 Mathématiques, Sciences de l'Information et de l'Ingénieur (MSII) de l'Université de Haute-Alsace et de l'Université de Strasbourg.

Plan de travail

Ce travail traitera les différentes phases suivantes :

- La collecte des données du bâtiment à partir de la maquette numérique (BIM) ainsi que des objets connectés déployés
- Le développement des modèles d'apprentissage locaux adaptés au type de données collectées au niveau de chaque bâtiment (calcul assuré par les serveurs Edge).
- L'agrégation des modèles adaptés localement, via des méthodes d'optimisation, pour créer un modèle général performant.
- Déploiement du modèle global à tous les nœuds participants pour appliquer les mises à jour.
- Exploitation du modèle général par l'outil d'aide à décision (cas d'étude : bâtiments industriels).
- Évaluation et validation des performances de la plateforme.

Prérequis

- Le candidat a obtenu un master 2 recherche en informatique ou équivalent. Il doit avoir une bonne connaissance dans les domaines suivants : recherche opérationnelle, techniques d'IA, l'apprentissage fédéré, science des données. Des connaissances en BIM et IoT serait un plus.
- Langage de programmation : Python et Java.
- Le candidat doit avoir un bon niveau en anglais.

Contacts

- Abdelhafid ABOUIAISSA (IRIMAS, PrU, abdelhafid.abouaissa@uha.fr)
- Amine BRAHMIA (LINEACT, EC, abrahmia@cesi.fr)

Candidature

Les candidats intéressés devraient envoyer leur dossier en format PDF aux contacts ci-dessus. Les dossiers doivent comporter les éléments suivants (en français ou anglais) :

- CV
- Lettre de motivation
- Relevés de notes et résultats en Licence, M1, M2, ou équivalent
- Lettre(s) de recommandation

Références

[1] Sater, R. A., & Hamza, A. B. (2021). A federated learning approach to anomaly detection in smart buildings. *ACM Transactions on Internet of Things*, 2(4), 1-23.

[2] W. M. Dahmane, M. -e. -A. Brahmia, J. -F. Dollinger and S. Ouchani, "A BIM-based framework for an Optimal WSN Deployment in Smart Building," 2020 11th International Conference on Network of the Future (NoF), 2020, pp. 110-114.

[3] K. Zaimen, M.E.A. Brahmia, J.F. Dollinger, L. Moalic, A. Abouaissa and L. Idoumghar, "A Overview on WSN Deployment and a Novel Conceptual BIM-based Approach in Smart Buildings," 2020 7th International Conference on Internet of Things: Systems, Management and Security (IoTSMS), 2020, pp. 1-6.

[4] Zheng, Zhaohua, et al. "Applications of federated learning in smart cities: recent advances, taxonomy, and open challenges." *Connection Science* (2021): 1-28.