

Section Sciences et Ingénierie de l'environnement Design Project 2022 (semestre de printemps)

Proposition n°27

**API pour la simulation de la demande de chauffage
à court terme dans un réseau de chaleur à distance
avec des modèles de *machine learning***

Partenaire externe

Jérôme KAEMPF

jerome.kaempf@idiap.ch

Idiap Research Institute

Téléphone 027 721 74 30

Taille de l'entreprise (nbre de collaborateurs) : 130

Centre du Parc, Rue Marconi 19, 1920 Martigny

www.kaemco.ch & www.idiap.ch

Encadrant EPFL

EPFL ENAC IIE LASIG

Prof. François Golay

GC D2 408 – Station 18

1015 Lausanne

francois.golay@epfl.ch

021/ 693 57 81

Descriptif du projet

Dans le cadre d'une collaboration entre le centre de recherche de l'Idiap, dont la spécialité est l'intelligence artificielle, et l'entreprise kaemco SARL qui met à disposition des outils informatiques en énergétique urbaine, ce projet vise la problématique de simulation de la consommation des bâtiments. Il sera partie intégrante d'un projet plus large qui a comme but le développement de modèles d'intelligence artificielle pour la gestion et l'optimisation de réseaux de chaleur à distance (CAD) et qui nécessite - comme entrant - de la consommation des bâtiments connectés au réseau. Les CAD contribuent à relever le défi de la transition énergétique permettant une efficacité énergétique accrue et l'intégration de sources d'énergies renouvelables et/ou bas carbone, tout en devant optimiser leur fonctionnement pour réduire les coûts et rester compétitifs, notamment en utilisant des modèles de prédiction.

Nos partenaires gestionnaires de CAD se sont équipés de *smart meters* qui permettent d'obtenir les informations de consommation de chaque sous-station (point de consommation d'un bâtiment) avec une résolution temporelle à trois heures, ainsi que de stations météo gérées par l'Idiap. Nous nous attendons de pouvoir utiliser les données réelles (et éventuellement les résultats de simulations physiques) pour pouvoir créer des modèles statistiques rapides et précis pour la simulation à court terme (de quelques heures à une semaine) de la demande énergétique, et de pouvoir la représenter dans un outil SIG.

Objectif et buts

Le but général de ce projet est de développer des modèles statistiques de prédiction (*machine learning*) qui remplacent les modèles physiques, afin d'avoir des prédictions plus rapides et de les déployer dans une architecture informatique légère, flexible et adaptée à l'information géographique. En particulier, nous visons les objectifs suivants :

- *Création d'un modèle de prédiction de la demande de chauffage (tri)horaire de chaque sous-station, basé sur les caractéristiques des bâtiments et/ou l'historique de la demande de chauffage (disponibles en format CityGML Energy ADE) ainsi que la météo (passée et future).*
- *Création d'un modèle de graphe pour représenter les flux d'énergie du réseau et calculer la demande totale à la station de chauffage.*
- *Déploiement des modèles avec des API basées sur des formats standard en entrée (CityGML avec Energy ADE pour les bâtiments, EPW pour la météo, GeoJSON pour le réseau) et en sortie (CityGML avec Energy ADE pour les bâtiments augmentés des prédictions et GeoJSON pour la visualisation dans un SIG).*
- *Création d'une simple interface (au minimum, en ligne de commande) pour interroger l'API et visualiser le GeoJSON de réponse sur QGIS.*

Descriptif tâches

Le projet est constitué des tâches suivantes :

1. Exploration des données
 - a. Création/adaptation de modules de parsing des fichiers de texte entrants (XML en format CityGML, fichier météo EPW)
 - b. Description de *features* des bâtiments à partir du modèle CityGML
 - c. Description du modèle géographique du réseau CAD en graphe (p.x., avec la librairie NetworkX)
2. Développement d'un modèle de prédiction instantanée sur les prochains pas de temps
 - a. Choix et comparaison de différents modèles (*Markov Model, Artificial Neural Network, Random Forest*) avec les *features* les plus appropriés pour chaque modèle (historique de la consommation et/ou description des caractéristiques des bâtiments, météo)
 - b. Choix des architectures et des hyper-paramètres
 - c. Apprentissage, calibration et évaluation par rapport à une *baseline*
3. Déploiement
 - a. Création d'un *container* Docker contenant un API REST (p.ex., avec la librairie Flask) avec un *endpoint* pour déployer chaque modèle
 - b. Création d'une interface pour l'interrogation de l'API (au minimum en ligne de commande, si possible comme plugin QGIS)
 - c. Visualisation des résultats sur QGIS

Divers

- Bien que le projet vise à créer des modèles pour la prédiction future, le modèle sera appliqué ici a priori pour la prédiction sur le passé (sur une période différente que celle utilisée pour l'entraînement).
- Le projet demande des bonnes bases en programmation Python ainsi qu'en *machine learning* (ou au moins un fort intérêt et prédisposition pour apprendre).