

Master internship (English version)

GENERAL INFORMATION

Key-terms: Machine Learning ; Behavioral analysis ; Energy optimization.

Title: AI methods for analyzing and predicting residential energy consumption based on the user's behavior.

Duration and period: 5 months ideally from March 2025

Work environment: UCBL Lyon1, LIRIS laboratory, UMR 5205 CNRS, Lyon, France

Type: Bac + 5, Master 2

Supervisors: Dr M. Essaid KHANOUCHE, Pr. Frédérique BIENNIER and Pr. Parisa GHODOUS

Application: Send CV and academic transcripts of 2022/2023 and 2023-2024 to mohamed-essaid.khanouche@univ-lyon1.fr

Description

Residential energy consumption accounts for a significant share (approximately 30%) of global energy demand. User behaviors directly influence this consumption, but this aspect is often overlooked in traditional approaches, which focus on the technical or structural features of homes. This project aims to integrate behavioral data to model and optimize the impact of occupant behaviors on energy consumption using AI methods. The goal is to propose personalized and efficient strategies to reduce energy usage. This project is guided by the following five objectives:

1. Data analysis from reference datasets (RECS 2020, ENERGIHAB, etc.) to identify the impact of user's behavior on residential energy consumption.
2. Develop predictive models using machine learning techniques to forecast energy consumption based on user's behavior.
3. Propose optimization strategies to reduce energy consumption through the developed models, enabling a better understanding of user's behavior.
4. Collaborate with socio-economic partners, particularly energy providers, to validate the models and proposed strategies in real-world contexts.
5. Publication of the obtained results in established journals or presentations at specialized conferences.

Required profile.

- Strong knowledge of machine learning concepts (e.g., XGBoost, CNN, reinforcement learning, Transformer) and data analysis (preparation, cleaning, and exploration).
- Python programming (Pandas, Scikit-learn, TensorFlow/PyTorch) and data visualization tools (Matplotlib, Seaborn).
- Awareness of issues related to energy efficiency.

Planning

- Conduct exploratory analysis and prepare data to identify behavioral trends.
- Select relevant behavioral variables.
- Propose models to predict energy consumption based on user's behavior.
- Perform cross-validation of the models and provide recommendations for energy-efficient practices.
- Publication of results in journal or international conferences.

References.

- [1] Sun, Jiayi, Gan, Wensheng, Chao, Han-Chieh, Philip, S Yu, Ding, Weiping. Internet of behaviors: A survey. *IEEE Internet of Things*, vol. 10, no. 13, pp. 11117 – 11134, 2023.
- [2] Zhao, Q., Li, G., Cai, J., Zhou, M., and Feng, L. A Tutorial on Internet of Behaviors: Concept, Architecture, Technology, Applications, and Challenges. *IEEE Comm. Surveys & Tutorials*, vol. 25, no. 2, pp. 1227 –1260, 2023.
- [3] Ziani, L., Khanouche, M. E., Belaid A.: Internet of behaviors: A literature review of an emerging technology. In *1st Int. Conf. on Big Data, IoT, Web Intelligence and Applications*, pp. 42–47, Sidi Bel Abbes, Algeria, 2022,
- [4] Mezair, Tinhinane, Djenouri, Youcef, Belhadi, Asma, Srivastava, Gautam, Lin, Jerry Chun-Wei. Towards an Advanced Deep Learning for the Internet of Behaviors: Application to Connected Vehicles. *ACM Transactions on Sensor Networks*, vol. 19, no. 2, pp. 1–18, 2022.
- [5] Elayan, H., Aloqaily, M., Karray, F., Guizani M.: Internet of behavior (IoB) and explainable AI systems for influencing Internet of Things behavior. *IEEE Network*, 2022.

- [6] Elayan, Haya, Aloqaily, Moayad, Karray, Fakhri, Guizani, Mohsen. Decentralized IoB for Influencing IoT-based Systems Behavior. IEEE Int. Conference on Communications, pp. 3340–3345, 2022.
- [7] Heinrich, M., Ruellan, M., Oukhellou, L., Samé, A., Lévy, J. P.: From energy behaviors to lifestyles: Contribution of behavioural archetypes to the description of energy consumption patterns in the residential sector. *Energy and Buildings*, 269, 112249, 2022.
- [8] Moradi Sani, H., Omidvar Tehrani, S., Behkamal, B., Amintoosi, H.: Extracting effective features for descriptive analysis of household energy consumption using smart home data. In *2nd Int. Cong. on High Perf. Comp. and Big Data Analysis*, pp. 240-252, Tehran, Iran, 2019.
- [9] M. Labiadh, Methodology for construction of adaptive models for the simulation of energy consumption in buildings, PhD thesis, UCBL Lyon 1, 2021.

STAGE de Master 2 (version Française)

INFORMATIONS DU STAGE

Thématique : Apprentissage automatique ; Analyse comportemental ; Optimisation énergétique

Titre : Méthodes IA pour l'analyse et la prédiction de la consommation d'énergie résidentielle à partir du comportement des utilisateurs

Durée et période : 5 mois, idéalement à partir de mars 2025

Environnement de travail : UCBL Lyon1, laboratoire LIRIS, UMR 5205 CNRS, Lyon, France

Type : Bac + 5, Master 2

Responsables : Dr M. Essaid KHANOUCHE, Pr. Frédérique BIENNIER & Pr. Parisa GHODOUS

Candidature : Adresser CV et relevés de notes 2022/2023 et 2023-2024 à mohamed-essaid.khanouche@univ-lyon1.fr

Description du sujet

La consommation d'énergie résidentielle représente une part significative (environ 30 %) de la demande énergétique globale. Le comportement des utilisateurs influence directement cette consommation, mais cet aspect est souvent négligé dans les approches traditionnelles qui se concentrent sur les caractéristiques techniques ou structurelles des habitations. Ce projet vise à intégrer des données comportementales pour modéliser et optimiser l'impact du comportement des occupants sur la consommation d'énergie en utilisant des méthodes de l'Intelligence Artificielle. Cela permettra de proposer des stratégies personnalisées et efficaces pour réduire cette consommation. Ce projet est guidé par les cinq objectifs suivants :

1. Analyser les données des datasets de références (RECS 2020, ENERGIHAB, etc.) pour identifier l'impact du comportement des utilisateurs sur la consommation d'énergie résidentielle ;
2. Développer des modèles prédictifs basés sur des techniques d'apprentissage automatique pour estimer la consommation d'énergie en fonction du comportement des utilisateurs ;
3. Proposer des stratégies d'optimisation pour réduire la consommation d'énergie grâce aux modèles développés qui permettent une meilleure compréhension du comportement des utilisateurs ;
4. Collaborer avec des partenaires socio-économiques notamment des fournisseurs d'énergie pour valider les modèles et les stratégies proposées dans des contextes réels ;
5. Valorisation des résultats obtenus par des publications dans des revues de renommée établie ou des participations à des conférences spécialisées.

Profil recherché

- Maîtrise des concepts d'apprentissage automatique (e.g., XGBoost, CNN, apprentissage par renforcement, Transformer) et expérience en analyse de données (préparation, nettoyage et exploration) ;
- Programmation en Python (Pandas, Scikit-learn, TensorFlow/PyTorch) et maîtrise des outils de visualisation des données (Matplotlib, Seaborn) ;
- Sensibilité aux problématiques liées à l'efficacité énergétique.

Planning

- Analyse exploratoire et préparation des données pour identifier les tendances comportementales ;
- Sélection des variables comportementales pertinentes ;
- Proposition de modèles pour prédire la consommation d'énergie à partir du comportement des utilisateurs ;
- Validation croisée des modèles et recommandations pour des pratiques énergétiques efficaces.
- Diffusion des résultats par la rédaction d'articles scientifiques et présentations en conférences internationales.

Références

- [1] Sun, Jiayi, Gan, Wensheng, Chao, Han-Chieh, Philip, S Yu, Ding, Weiping. Internet of behaviors: A survey. *IEEE Internet of Things*, vol. 10, no. 13, pp. 11117 – 11134, 2023.
- [2] Zhao, Q., Li, G., Cai, J., Zhou, M., and Feng, L. A Tutorial on Internet of Behaviors: Concept, Architecture, Technology, Applications, and Challenges. *IEEE Comm. Surveys & Tutorials*, vol. 25, no. 2, pp. 1227 –1260, 2023.
- [3] Ziani, L., Khanouche, M. E., Belaid A.: Internet of behaviors: A literature review of an emerging technology. In *1st Int. Conf. on Big Data, IoT, Web Intelligence and Applications*, pp. 42–47, Sidi Bel Abbes, Algeria, 2022,
- [4] Mezair, Tinhinane, Djenouri, Youcef, Belhadi, Asma, Srivastava, Gautam, Lin, Jerry Chun-Wei. Towards an Advanced Deep Learning for the Internet of Behaviors: Application to Connected Vehicles. *ACM Transactions on Sensor Networks*, vol. 19, no. 2, pp. 1–18, 2022.
- [5] Elayan, H., Aloqaily, M., Karray, F., Guizani M.: Internet of behavior (IoB) and explainable AI systems for influencing Internet of Things behavior. *IEEE Network*, 2022.
- [6] Elayan, Haya, Aloqaily, Moayad, Karray, Fakhri, Guizani, Mohsen. Decentralized IoB for Influencing IoT-based Systems Behavior. *IEEE Int. Conference on Communications*, pp. 3340–3345, 2022.
- [7] Heinrich, M., Ruellan, M., Oukhellou, L., Samé, A., Lévy, J. P.: From energy behaviors to lifestyles: Contribution of behavioural archetypes to the description of energy consumption patterns in the residential sector. *Energy and Buildings*, 269, 112249, 2022.
- [8] Moradi Sani, H., Omidvar Tehrani, S., Behkamal, B., Amintoosi, H.: Extracting effective features for descriptive analysis of household energy consumption using smart home data. In *2nd Int. Cong. on High Perf. Comp. and Big Data Analysis*, pp. 240-252, *Tehran, Iran*, 2019.
- [9] M. Labiadh, Methodology for construction of adaptive models for the simulation of energy consumption in buildings, PhD thesis, UCBL Lyon 1, 2021.