



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat

École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes
Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Monsieur Mohamed Aymane AHAJJAM

soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Informatique

Le Lundi 06 Décembre 2021 à 14h00 au Grand amphi à l'ENSIAS

Intitulé de la thèse

MONITORING, CLASSIFICATION, FORECASTING OF ELECTRICITY CONSUMPTION FOR SMART GRIDS

Devant le Jury composé de :

Président :

Pr. Ali IDRI, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Directeur de thèse :

Pr. Abdellatif KOBANE, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Co-Directeur de thèse :

Pr. Mounir GHOGHO, PES, UIR, Rabat

Rapporteurs :

Pr. Syed Ali RAZA ZAIDI, Associate Professor, University of Leeds, UK

Pr. Ghassane ANIBA, PES, EMI, Université Mohammed V de Rabat

Pr. Essaid SABIR, PH, ENSEM, Université Hassan II de Casablanca

Examineur :

Pr. Maryam Hafeez, Associate Professor, University of Huddersfield, UK



MONITORING, CLASSIFICATION, FORECASTING OF ELECTRICITY CONSUMPTION FOR SMART GRIDS

Abstract:

Electricity has become an indispensable energy for almost all aspects of our lives. Such increase in electricity demand amounts to more pressure on the grid to not just generate, transmit, and distribute enough supply but a supply with adequate characteristics and under reasonable costs. Indeed, the rising impacts of gas emissions on the environment, the ubiquity of non-linear and sensible electronic devices, and the eased access to electricity in most regions of the world, all have challenged the standard ways electricity is produced and managed in the electric grid. Hence, pushing governments, industries, and utilities to conjoin their efforts and propose new solutions, updates, and upgrades.

Smart grids are the culmination of such efforts, where the integration of various sustainable sources of energy and inclusion of all parties in the energy chain especially the consumers can be achieved along with enhanced efficiency, reliability, and diminished energy wastage. Despite these advantages, ensuring such goals in real-world contexts is still challenging, especially in the context of developing countries where interest in such technologies is low. This dissertation's fundamental goal is to study smart grid techniques enabling better management of electricity consumption in the context of Morocco as an example of a developing country.

This thesis starts with proposing a complete system for the acquisition and processing of electricity consumption in buildings. The ultimate aim in this part is to integrate in one system several functionalities that enable an easy, concise, and user-customized usage to capture consumption data for research purposes. As to get a better understanding of electricity consumption behavior enabling the development of adequate techniques, we launched a data acquisition campaign in Moroccan urban areas by collecting different electricity consumption data from diverse premises and residents. The ensuing dataset is offered as an open dataset to empower and galvanize other researchers to study this field using data from under-represented yet equally important communities.

Furthermore, we rely on machine learning to study three energy-related problems: load identification, load forecasting, and power quality. In the context of load identification, we consider low sampling frequency data as they can be acquired and processed more practically than higher sampling frequency data, yet for increased difficulty. In the context of load forecasting, we consider residential settings for multi-horizon short-term forecasting. Finally, in the context of power quality, we aim to mimic the reasoning of human experts to detect and identify disturbances in the power signal.

Keywords: Smart grid, Load identification, Load forecasting, Power Quality



Résumé :

L'électricité est le moteur de la révolution technologique que le monde entier connaît. Elle est devenue une énergie indispensable pour presque tous les aspects de notre vie. Une telle augmentation de la demande d'électricité met une pression accrue sur le réseau pour non seulement générer, transmettre, et distribuer suffisamment d'électricité, mais une alimentation avec des caractéristiques adéquates et à des coûts raisonnables. En effet, les impacts croissants sur l'environnement, l'omniprésence des appareils électroniques non linéaires et sensibles, et l'accès facilité à l'électricité dans la plupart des régions du monde, ont tous remis en question comment l'électricité est produite et gérée dans le réseau. Par conséquent, plusieurs solutions sont proposées pour faire face à ces problèmes.

Les réseaux intelligents représentent la culmination de ces efforts, où l'intégration de diverses sources d'énergie durables et l'inclusion de toutes les parties formant la chaîne énergétique peuvent être réalisées avec une meilleure efficacité et fiabilité ainsi qu'une minimisation totale du gaspillage d'énergie. Malgré ces avantages, garantir de tels objectifs est encore un défi, surtout dans le contexte des pays en développement où l'intérêt pour ces technologies est encore faible. L'objectif fondamental de cette thèse est d'étudier les techniques du réseau intelligent permettant une meilleure gestion de la consommation d'électricité dans le contexte du Maroc en tant qu'exemple de pays en développement.

Cette thèse commence par proposer un système d'acquisition et de traitement des consommations électriques des bâtiments. L'objectif ultime de cette partie est d'intégrer dans un même système plusieurs fonctionnalités permettant une utilisation simple, concise, et personnalisée pour capturer des données de consommation d'électricité. Afin de mieux comprendre les comportements de consommation d'électricité et ainsi le développement de techniques adéquates, nous avons lancé une campagne d'acquisition de données au Maroc en collectant différentes données de consommation d'électricité auprès de divers locaux et résidents. L'ensemble de données qui s'ensuit est proposé en tant qu'ensemble de données ouvert pour galvaniser d'autres chercheurs à étudier ce domaine en utilisant des données provenant de communautés sous-représentées mais tout aussi importantes.

De plus, nous nous employons l'intelligence artificielle pour étudier trois problèmes liés à la consommation de l'énergie: l'identification de la charge, la prédiction de la charge, et la qualité de l'électricité. En ce qui concerne le premier problème, nous considérons les données à faible fréquence d'échantillonnage car ils peuvent être acquis et traités d'une manière plus pratique que celles à fréquence d'échantillonnage plus élevée, mais pour une difficulté plus élevée. Concernant la prédiction de la charge, nous considérons la consommation des foyers pour une prédiction multi-horizons à court terme. Enfin, dans le contexte de la qualité de l'énergie, nous visons à imiter le raisonnement d'experts humains pour détecter et identifier les perturbations dans le signal.

Mots-clés: Réseau intelligent, Identification de la charge, Prédiction de la charge, Qualité de l'électricité.

