



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 THÈSE DE DOCTORAT

Monsieur Youssef NAITMALEK

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Informatique

Le Samedi 25 Mars 2023 à 11H00 au Grand amphi à l'ENSIAS

Intitulé de la thèse

**CONTRIBUTION TOWARD A SMART EMS USING IOT AND MACHINE
LEARNING FOR ELECTRIC VEHICLES**

Devant le Jury composé de :

Président :

Pr. Hassan BERBIA, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Directeur de thèse :

Pr. Mohamed ESSAIDI, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Co-Directeur de thèse :

Pr. Mohamed BAKHOUYA, PES, Université internationale de Rabat

Rapporteurs :

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

Pr. Youssef FARHAOUI, PES, FST-Errachidia, Université Moulay Ismail, Meknès

Pr. Rachid LATIF, PES, ENSA, Université Ibn Zohr, Agadir

Examineur :

Pr. Driss EL OUADGHIRI, PES, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, Meknès

Invité :

Pr. Mehdi NAJIB, PA, Université internationale de Rabat





Résumé: Le contexte général de cette thèse concerne le développement et l'intégration d'un système intelligent de gestion de l'énergie pour les véhicules électriques (EV) utilisant les technologies récentes IoT, Big Data et Machine Learning afin d'augmenter leur autonomie. En fait, l'intégration des véhicules électriques dans les systèmes de transport augmente d'année en année. Cependant, les véhicules électriques sont confrontés à de nombreux défis qui sont généralement liés à l'autonomie des véhicules électriques. Ce dernier dépend de divers facteurs et paramètres associés au véhicule électrique et à son environnement. Par exemple, l'autonomie du véhicule électrique dépend de la capacité de la batterie de traction du véhicule électrique, plus elle est grande, plus l'autonomie est longue. Néanmoins, la capacité de la batterie de traction est fixée lors de la phase de fabrication, et l'augmentation de la capacité de la batterie augmentera son encombrement, ce qui conduira à des véhicules lourds et encombrants. De plus, une autre solution pour augmenter l'autonomie pourrait être le déploiement massif de bornes de recharge, ce qui réduira l'anxiété d'autonomie à laquelle sont confrontés les conducteurs de VE. Pourtant, cette solution est soumise à certaines limitations, dont deux sont: le coût de déploiement d'une telle infrastructure, et le temps de recharge qui est très élevé par rapport au temps pour faire le plein d'un véhicule classique. Par conséquent, d'autres solutions devraient être envisagées afin d'augmenter la conduite des véhicules électriques tout en conservant les mêmes composants de véhicules électriques et d'infrastructure. Ces solutions pourraient être classées en stratégies de contrôle et en systèmes de gestion de l'énergie.

Cette thèse se concentre sur le développement et le déploiement d'une plate-forme appelée HELECAR, qui intègre les récents IoT, Big Data et Machine Learning afin de permettre un système intelligent de gestion de l'énergie pour les véhicules électriques. L'approche proposée est basée sur une approche de contrôle prédictif nommée MAPCASTE (Measure, Analyze, Plan, foreCAST, and Execute), qui est développée et testée dans des scénarios réels. La plate-forme proposée est composée de deux composants principaux ; composant matériel et composant logiciel. Le composant matériel est un système embarqué qui est développé et déployé dans le véhicule électrique afin de surveiller son état et de collecter les données internes et externes nécessaires du véhicule qui affectent son autonomie. De plus, le composant logiciel est une plate-forme qui prend les données de surveillance collectées en entrée pour former un algorithme d'apprentissage automatique afin de prédire les futurs paramètres du véhicule, par conséquent, prendre des décisions de contrôle pour minimiser la consommation d'énergie de la batterie et augmenter l'autonomie du véhicule électrique. Des expériences et des simulations ont été menées à l'aide d'un véhicule électrique réel pour prouver l'utilité de la plateforme proposée.

Abstract: The general context of this thesis concerns the development and integration of a smart energy management system for electric vehicles (EV) using recent IoT, Big Data and Machine Learning technologies in



order to increase their driving range. In fact, the integration of EVs into the transportation systems is increasing year after year. However, EVs are facing many challenges that are in general related to the driving range of the EVs. This later depends on various factors and parameters that are associated to EV and its environment. For instance, the EV driving range depends on the EV's traction battery capacity, the bigger is, the longer the driving range is. Nonetheless, the traction battery capacity is fixed at the manufacturing phase, and increasing the battery's capacity will increase its footprint, which will lead to heavy and bulky vehicles. Moreover, another solution of increasing the driving range could be the massive deployment of charging stations, which will decrease the range anxiety that faces EV drivers. Yet, this solution is subject to some limitations, two of which are: the cost of deployment of such infrastructure, and the charging time which is very high compared to the time taken to refuel a conventional vehicle. Therefore, other solutions should be considered in order to increase the EV driving while keeping the same EV and infrastructure components. Those solution could be categorized into control strategies and energy management systems.

This thesis focus on the development and deployment of a platform called HELECAR, that integrates recent IoT, Big Data and Machine Learning in order to enable a smart energy management system for electric vehicles. The proposed approach is based on a predictive control approach named MAPCASTE (Measure, Analyze, Plan, foreCAST, and Execute), which is developed and tested in real-sitting scenarios. The proposed platform is composed to two main components; hardware component and software component. The hardware component is an embedded system that is development and deployed into the electric vehicle in order to monitor its state and collect the needed internat and external vehicle's data that affect its driving range. Moreover, the software component is a platform that takes the collected monitoring data as input to train a Machine Learning algorithm to predict the future vehicle parameters', therefore, take control decisions to minimize the battery power consumption and increase the EV driving range. Experiments and simulations have been conducted using real electric vehicle to prove the usefulness of the proposed platform.

