الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة العليا للإعلام الآلي 08٠ ماي 5491٠ بسيدي بلعباس
École Supérieure en Informatique
-08 Mai 1945- Sidi Bel Abbès

THESIS

To obtain the **Master's degree**
Field: **Computer Science**
Specialty: **Artificial Intelligence and Data Science (IASD)**

Theme

Comprehensive Study on Energy Demand Forecasting and Placement Optimization for Electric Vehicles Charging Stations

---

Presented by:
Latifa Aya ZEKRI

Submission Date: **Sept, 2024**
In front of the jury composed of:

Pr RAHMOUN Abdellatif	President
Pr. SENOUCI Sidi-Mohammed	Co-Supervisor
Dr KHALDI Belkacem	Supervisor
Dr BENSENANE Hamdan	Examiner

Academic Year : 2023/2024

Abstract

As the demand for Electric Vehicle (EV) Charging Stations (CSs) continues to rise due to the rapid growth of electric mobility, the need for accurate forecasting of charging loads and strategic deployment of these stations becomes increasingly critical. This thesis presents a comprehensive review of the state of the art in forecasting energy consumption for EV CSs and optimizing their placement. We explore various methodologies employed in the literature, including time-series models, deep learning techniques, and graph-based neural networks, to predict charging demand and improve the efficiency of charging networks. Additionally, we examine optimization frameworks that consider spatial dynamics, demographic variables, and Points of Interest (POIs) to enhance the accessibility and operational effectiveness of EV CSs. Our analysis underscores the importance of integrating advanced AI-driven models and optimization strategies to address the challenges associated with the growing demand for electric mobility infrastructure.

Keywords— Electric Vehicles, Charging Stations, Energy Forecasting, Optimization, Graph Neural Networks, Machine Learning, Deep Learning.

الملخص

مع تزايد الطلب على محطات شحن المركبات الكهربائية بسبب النمو السريع للتنقل الكهربائي، يصبح من الضروري التنبؤ بدقة بكمية استهلاك الطاقة والتوزيع الاستراتيجي لهذه المحطات. تقدم هذه الأطروحة مراجعة شاملة لأحدث الأساليب في التنبؤ باستهلاك الطاقة لمحطات شحن المركبات الكهربائية وتحسين توزيعها. نستعرض منهجيات مختلفة مستخدمة في الأبحاث، بما في ذلك نماذج السلاسل الزمنية، وتقنيات التعلم العميق، والشبكات العصبية البيانية، للتنبؤ بالطلب على الشحن وتحسين كفاءة شبكات الشحن. بالإضافة إلى ذلك، ندرس أطر التحسين التي تأخذ في الاعتبار العوامل المكانية والمتغيرات الديموغرافية ونقاط الاهتمام لتعزيز الوصول والفعالية التشغيلية لمحطات الشحن. تؤكد تحليلاتنا على أهمية دمج النماذج المتقدمة المدفوعة بالذكاء الاصطناعي واستراتيجيات التحسين لمواجهة التحديات المرتبطة بالطلب المتزايد على بنية التنقل الكهربائي.

الكلمات المفتاحية--- المركبات الكهربائية، محطات الشحن، التنبؤ بالطاقة، التحسين، الشبكات العصبية البيانية، تعلم الآلة، التعلم العميق.

Résumé

Avec l'augmentation continue de la demande pour les stations de recharge de véhicules électriques (EV) en raison de la croissance rapide de la mobilité électrique, le besoin de prévisions précises des charges de recharge et de déploiement stratégique de ces stations devient de plus en plus crucial. Cette thèse présente une revue complète de l'état de l'art en matière de prévision de la consommation d'énergie pour les stations de recharge EV et d'optimisation de leur placement. Nous explorons diverses méthodologies employées dans la littérature, y compris les modèles de séries temporelles, les techniques d'apprentissage profond et les réseaux neuronaux basés sur les graphes, pour prédire la demande de recharge et améliorer l'efficacité des réseaux de recharge. De plus, nous examinons les cadres d'optimisation qui prennent en compte les dynamiques spatiales, les variables démographiques et les Points d'Intérêt (POIs) pour améliorer l'accessibilité et l'efficacité opérationnelle des stations de recharge EV. Notre analyse souligne l'importance d'intégrer des modèles avancés basés sur l'IA et des stratégies d'optimisation pour relever les défis associés à la demande croissante d'infrastructure de mobilité électrique.

Mots-clés — Véhicules Électriques, Stations de Recharge, Prévision de l'Énergie, Optimisation, Réseaux Neuronaux Graphiques, Apprentissage Automatique, Apprentissage Profond.