

ỨNG DỤNG GIẢNG DẠY MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP DỰ ĐOÁN NHU CẦU SỬ DỤNG ĐIỆN TẠI CÁC TRẠM SẠC XE Ô TÔ ĐIỆN CHO SINH VIÊN NGÀNH CƠ KHÍ Ô TÔ TRƯỜNG ĐẠI HỌC TIỀN GIANG

Huỳnh Văn Lộc
Trường Trường Đại học Tiền Giang

Tóm tắt: Dự đoán nhu cầu sử dụng điện tại các trạm sạc xe ô tô điện là một yếu tố quan trọng trong việc tối ưu hóa vận hành trạm sạc, cân bằng lưới điện và nâng cao hiệu suất sử dụng năng lượng. Các phương pháp dự báo phổ biến bao gồm phương pháp thống kê, mô hình học máy và học sâu, cũng như các phương pháp lai ghép. Phương pháp thống kê như hồi quy tuyến tính, ARIMA, SARIMA phù hợp với dữ liệu có tính quy luật cao. Các mô hình học máy như Random Forest, XGBoost và SVR có khả năng xử lý dữ liệu phi tuyến và phức tạp hơn. Trong khi đó, các mô hình học sâu như LSTM, GCN-LSTM và Transformer giúp khai thác dữ liệu chuỗi thời gian và không gian hiệu quả hơn.

Từ khóa: Trạm sạc xe ô tô điện, Dự báo nhu cầu điện, Mô hình học máy, Kỹ thuật học sâu, Tối ưu hóa ổn định lưới điện

APPLICATION OF TEACHING SOME METHODS FOR PREDICTING ELECTRICITY DEMAND AT ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS FOR AUTOMOTIVE MECHANICAL ENGINEERING STUDENTS AT TIEN GIANG UNIVERSITY

Huynh Van Loc
Tien Giang University

Abstract: Forecasting electricity demand at electric vehicle charging stations is an important factor in optimizing charging station operations, balancing the grid, and improving energy efficiency. Common forecasting methods include statistical methods, machine learning and deep learning models, as well as hybrid methods. Statistical methods such as linear regression, ARIMA, SARIMA are suitable for data with high regularity. Machine learning models such as Random Forest, XGBoost, and SVR are capable of handling nonlinear and more complex data. Meanwhile, deep learning models such as LSTM, GCN-LSTM, and Transformer help exploit time series and spatial data more effectively.

Keywords: Electric vehicle charging stations, Electricity demand forecasting, Machine learning models, Deep learning techniques, Grid stability optimization

Nhận bài: 16/03/2025

Phản biện: 11/04/2025

Duyệt đăng: 16/04/2025

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, sự phát triển các dòng xe ô-tô điện đang trở thành một xu hướng mang tính đột phá trong ngành công nghiệp xe hơi toàn cầu. Xu hướng này được dự báo sẽ ngày càng thu hút được sự quan tâm của nhiều quốc gia và khách hàng, khi sở hữu các ưu điểm vượt trội về bảo vệ môi trường, tận dụng năng lượng tái tạo.

Xe điện đã xuất hiện từ đầu thế kỷ 19 và từng có vị thế cạnh tranh với xe hơi nước. Từ năm 1832 đến 1839, Robert Anderson phát minh ra chiếc xe điện đầu tiên, và đến năm 1842, Thomas Davenport cùng Robert Davidson đã sử dụng pin trong ô tô điện. Sự cải tiến về pin của Camille Faure năm 1865 giúp xe điện có tầm hoạt động xa hơn. Pháp và Anh là những nước tiên phong phát triển xe điện vào thế kỷ 18, tuy nhiên, đầu thế kỷ 20, xe điện dần mất thị phần trước ô tô động cơ đốt trong do chi phí cao và công nghệ hạn chế. Đến năm 1935, xe điện gần như biến mất khỏi thị trường.

Từ thập niên 1960-1970, khủng hoảng năng lượng và ô nhiễm môi trường thúc đẩy sự quan

tâm trở lại với xe điện. Hiện nay, xe điện được phân thành ba loại chính: BEV (xe chạy hoàn toàn bằng điện), PHEV (xe hybrid sạc điện) và HEV (xe hybrid). Theo dự báo của GlobalData, ngành công nghiệp xe điện toàn cầu sẽ tăng trưởng trung bình 15,9% mỗi năm trong giai đoạn 2023-2035, với số lượng xe điện chạy pin ước tính đạt 44 triệu chiếc vào năm 2035, tăng mạnh so với 7,3 triệu xe bán ra năm 2022.

Nhiều hãng xe lớn như Jaguar, Volvo và Volkswagen đã đặt mục tiêu chuyển đổi hoàn toàn sang xe điện trong thập kỷ tới. Tại Trung Quốc, doanh số xe điện năm 2022 tăng 80% với 4,53 triệu chiếc, trong khi châu Âu và Mỹ cũng ghi nhận mức tăng trưởng mạnh. Tesla dẫn đầu thị trường Mỹ nhờ mô hình kinh doanh tối ưu và công nghệ tiên tiến. Các quốc gia Đông Nam Á, điển hình là Singapore, đang đặt mục tiêu loại bỏ xe xăng vào năm 2040. Sự phát triển của xe điện được thúc đẩy bởi hạ tầng sạc mở rộng, chi phí nhiên liệu tăng và nhu cầu giảm ô nhiễm môi

trường.

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Nhu cầu sử dụng xe điện trong tương lai

Theo Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA), thị phần ô tô điện toàn cầu dự kiến đạt 35% vào năm 2030, tăng so với mức dưới 25% trước đây, và tổng số xe điện trên thế giới có thể đạt 125 triệu chiếc vào năm 2035. Năm 2025 được kỳ vọng là bước ngoặt khi giá xe điện có thể cạnh tranh với xe xăng, thúc đẩy sự phát triển mạnh mẽ của thị trường. Xu hướng này phản ánh sự dịch chuyển của khách hàng sang các phương tiện “xanh”, đồng thời khiến các hãng xe lớn đầu tư mạnh vào thị phần xe điện để hướng đến một tương lai bền vững.

Sự phát triển của ô tô điện được thúc đẩy bởi nhiều yếu tố, trong đó bảo vệ môi trường là lý do quan trọng nhất. Khi kinh tế phát triển, vấn đề ô nhiễm ngày càng trở nên nghiêm trọng, khiến xe điện – với khả năng giảm phát thải – trở thành lựa chọn tối ưu. Bên cạnh đó, xe điện có thể tận dụng năng lượng tái tạo như điện mặt trời, điện gió, giúp đảm bảo nguồn cung bền vững. Ngoài ra, chi phí vận hành và bảo trì xe điện thấp hơn so với xe động cơ đốt trong, do động cơ điện có ít bộ phận hao mòn hơn.

Xu hướng “xanh hóa” nền kinh tế đang thúc đẩy sự đổi mới công nghệ trong ngành ô tô, đặc biệt là về pin, hệ thống điều khiển và công nghệ xe thông minh. Việc chuyển đổi sang ô tô điện không chỉ góp phần giảm ô nhiễm môi trường mà còn mở ra nhiều cơ hội phát triển công nghệ mới, định hình tương lai của ngành công nghiệp ô tô toàn cầu.

2.2. Xu hướng sử dụng xe điện tại Việt Nam và thế giới

Theo JATO Dynamics, xe điện chiếm 6% tổng lượng xe bán ra toàn cầu năm 2021, gần gấp đôi so với 3,1% của năm 2020. Doanh số xe điện toàn cầu đạt 4,2 triệu chiếc trong năm 2021, tăng mạnh so với 2,01 triệu chiếc của năm trước. Đến năm 2022, dữ liệu từ MarkLines Co cho thấy doanh số xe điện tiếp tục tăng 66,6%, đạt 7,26 triệu chiếc, chiếm 9,5% tổng doanh số ô tô toàn cầu. Trung Quốc dẫn đầu với mức tăng 80%, đạt 4,53 triệu xe, trong khi châu Âu ghi nhận mức tăng 30%, đạt 1,53 triệu xe.

Tại Việt Nam, nền kinh tế phát triển ổn định tạo điều kiện thuận lợi cho ngành ô tô, đặc biệt là xe điện. Tuy nhiên, tỷ lệ sở hữu ô tô vẫn còn thấp, chỉ 46 xe/1.000 người, thấp hơn nhiều so với Thái Lan và Malaysia. Đây là cơ hội lớn để các hãng xe

đầu tư vào thị trường Việt Nam. Chính phủ đã có chính sách hỗ trợ kịp thời, như giảm thuế tiêu thụ đặc biệt cho xe điện dưới 9 chỗ từ 15% xuống 3% từ ngày 1/3/2022, miễn thuế trước bạ trong 3 năm từ 1/3/2023, và giảm 50% thuế trước bạ trong 2 năm tiếp theo.

Giá dầu thế giới biến động theo tình hình địa chính trị, ảnh hưởng đến quyết định mua xe của người tiêu dùng. Theo khảo sát của một diễn đàn ô tô uy tín tại Việt Nam, 99,4% người tiêu dùng trên 25 tuổi biết đến ô tô điện, 82% đã tìm hiểu về loại xe này và hơn 45% có kế hoạch mua trong 12 tháng tới. Sự quan tâm ngày càng tăng đối với xe điện cho thấy tiềm năng phát triển mạnh mẽ của thị trường ô tô điện tại Việt Nam trong tương lai.

2.3. Một số phương pháp dự đoán nhu cầu sử dụng điện tại các trạm sạc

Dự đoán nhu cầu sử dụng điện tại các trạm sạc xe điện là một bài toán quan trọng để tối ưu hóa hệ thống lưới điện và cải thiện trải nghiệm người dùng. Một số phương pháp dự đoán phổ biến bao gồm:

2.3.1. Phương pháp thống kê truyền thống

Trung bình động (Moving Average - MA): Sử dụng dữ liệu lịch sử để tính trung bình trượt, giúp xác định xu hướng tiêu thụ điện.

Hồi quy tuyến tính (Linear Regression): Xây dựng mô hình tuyến tính để dự báo nhu cầu điện dựa trên các yếu tố như thời gian, ngày trong tuần, thời tiết...

Phương pháp ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average): Áp dụng cho chuỗi thời gian để dự đoán nhu cầu sử dụng điện trong tương lai.

2.3.2. Phương pháp học máy (Machine Learning)

Hồi quy đa biến (Multiple Regression): Xây dựng mô hình dự báo dựa trên nhiều yếu tố đầu vào như số lượng xe điện, thời tiết, khung giờ sử dụng...

Random Forest & Gradient Boosting: Cải thiện độ chính xác bằng cách sử dụng nhiều cây quyết định (Decision Trees).

Mạng nơ-ron nhân tạo (Artificial Neural Network - ANN): Mô hình phi tuyến mạnh mẽ, có thể học từ dữ liệu lịch sử để dự đoán chính xác hơn.

2.3.3. Phương pháp học sâu (Deep Learning)

Mạng nơ-ron tích chập (CNN): Phù hợp khi dữ liệu đầu vào có dạng hình ảnh hoặc bản đồ nhiệt về mật độ sạc.

Mạng nơ-ron hồi tiếp (Recurrent Neural

Network - RNN) và LSTM: Xử lý dữ liệu chuỗi thời gian, giúp dự đoán theo từng khung giờ dựa trên xu hướng trong quá khứ.

Transformer (ví dụ: Temporal Fusion Transformer - TFT): Mô hình tiên tiến có thể dự đoán tốt hơn trong các hệ thống phức tạp với nhiều biến số.

2.3.4. Phương pháp tối ưu hóa và mô phỏng

Mô phỏng Monte Carlo: Dự báo dựa trên kịch bản ngẫu nhiên để ước tính nhu cầu điện trong tương lai.

Tối ưu hóa dựa trên thuật toán di truyền (Genetic Algorithm - GA) hoặc HHO (Harris Hawks Optimization): Tối ưu hóa việc phân bổ tài nguyên trạm sạc dựa trên dữ liệu dự báo.

Mô phỏng hệ thống dựa trên Agent-based Model (ABM): Mô phỏng hành vi của người dùng xe điện để dự đoán nhu cầu sử dụng điện.

2.4. Ví dụ phương pháp được sử dụng để dự đoán nhu cầu sử dụng điện tại trạm sạc trong tương lai

Bước 1: Thu thập và tiền xử lý dữ liệu

Dữ liệu đầu vào có thể là:

- Dữ liệu lịch sử về lượng điện tiêu thụ tại trạm sạc (theo giờ/ngày/tuần).
- Ảnh hưởng của thời gian trong ngày (giờ cao điểm, thấp điểm).
- Yếu tố bên ngoài (thời tiết, số lượng xe điện trong khu vực).

Tiền xử lý:

- Kiểm tra dữ liệu có bị thiếu hay không.
- Xử lý ngoại lệ nếu có.
- Chuyển đổi dữ liệu về dạng phù hợp.

Bước 2: Kiểm tra tính dừng của chuỗi thời gian

Một chuỗi thời gian được gọi là dừng nếu kỳ vọng và phương sai của nó không thay đổi theo thời gian.

Cách kiểm tra:

- Vẽ đồ thị: Quan sát xu hướng và mùa vụ.
- Dickey-Fuller Test (ADF Test): Kiểm tra chuỗi có dừng hay không.

Nếu chuỗi không dừng, ta thực hiện sai phân (differencing) để làm dừng chuỗi.

Bước 3: Xác định các tham số (p, d, q)

Sau khi chuỗi đã dừng, ta xác định các tham số:

- p (bậc của AR): Dựa vào đồ thị Partial AutoCorrelation Function (PACF).
 - q (bậc của MA): Dựa vào đồ thị AutoCorrelation Function (ACF).
 - d: Số lần sai phân để làm dừng chuỗi.
- Dùng phương pháp thử nghiệm với các giá trị

khác nhau để tìm mô hình tối ưu.

Bước 4: Xây dựng và huấn luyện mô hình ARIMA

Sau khi xác định các tham số, ta xây dựng mô hình:

$$Y_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$$

Trong đó:

- ϕ_i là hệ số của thành phần AR.
- θ_j là hệ số của thành phần MA.
- ε_t là nhiễu trắng.

Sử dụng thư viện statsmodels trong Python để huấn luyện mô hình.

```
1. from statsmodels.tsa.arima.model import ARIMA
2. import pandas as pd
3. # Đọc dữ liệu
4. data = pd.read_csv("electric_demand.csv",
                    parse_dates=["date"], index_col="date")
5. # Khởi tạo mô hình ARIMA với các tham số (p, d, q)
6. model = ARIMA(data['demand'], order=(2,1,2))
7. model_fit = model.fit()
8. # Dự báo nhu cầu sử dụng điện trong 7 ngày tiếp theo
9. forecast = model_fit.forecast(steps=7)
10. print(forecast)
```

Bước 5: Đánh giá mô hình

Sau khi huấn luyện, ta đánh giá mô hình bằng:

- Mean Absolute Error (MAE)
- Mean Squared Error (MSE)
- Root Mean Squared Error (RMSE)

```
1. from sklearn.metrics import mean_absolute_error, mean_squared_error
2. import numpy as np
3. # Dự báo trên tập kiểm tra
4. y_pred = model_fit.predict(start=len(data)-30, end=len(data)-1)
5. y_true = data['demand'][-30:]
6. # Tính MAE, MSE, RMSE
7. mae = mean_absolute_error(y_true, y_pred)
8. mse = mean_squared_error(y_true, y_pred)
9. rmse = np.sqrt(mse)
10. print(f'MAE: {mae}, MSE: {mse}, RMSE: {rmse}')
```

Bước 6: Triển khai và cập nhật mô hình

Dữ liệu thời gian thực có thể thay đổi, do đó mô hình cần được cập nhật liên tục.

Kết hợp với các mô hình khác như LSTM, XGBoost để cải thiện độ chính xác.

Ưu điểm và hạn chế của ARIMA

Ưu điểm:

- Hiệu quả trong các chuỗi thời gian có xu hướng rõ ràng.
- Có thể dự báo ngắn hạn với độ chính xác cao.
- Không yêu cầu nhiều dữ liệu đầu vào bổ sung (như thời tiết, số lượng xe điện).

Hạn chế

- Không hoạt động tốt với dữ liệu có mùa vụ rõ rệt (cần SARIMA).
- Không thể xử lý tốt nếu có nhiều biến số ảnh hưởng.
- Dự báo dài hạn có thể không chính xác bằng các mô hình học sâu như LSTM.

III. KẾT LUẬN

Sự phát triển mạnh mẽ của xe ô tô điện trên toàn cầu là một xu hướng tất yếu, thúc đẩy bởi nhu cầu bảo vệ môi trường, tối ưu chi phí vận hành và tận dụng năng lượng tái tạo. Các số liệu

thống kê cho thấy doanh số xe điện tăng trưởng vượt bậc qua từng năm, với sự đầu tư mạnh mẽ từ các hãng sản xuất và chính sách hỗ trợ từ các chính phủ. Tại Việt Nam, thị trường xe điện vẫn đang trong giai đoạn phát triển nhưng tiềm năng là rất lớn nhờ sự quan tâm của người tiêu dùng và các chính sách ưu đãi kịp thời. Tuy nhiên, để thúc đẩy sự chuyển đổi từ xe xăng sang xe điện, cần tiếp tục hoàn thiện hạ tầng trạm sạc, tối ưu công nghệ pin, và đảm bảo giá cả hợp lý.

Dự báo nhu cầu sử dụng điện tại các trạm sạc đóng vai trò quan trọng trong việc quản lý và vận hành hệ thống sạc hiệu quả. Trong đó, phương pháp ARIMA đã chứng minh được tính ứng dụng cao trong việc phân tích chuỗi thời gian và dự báo ngắn hạn. Tuy nhiên, để nâng cao độ chính xác, có thể kết hợp ARIMA với các mô hình học máy và học sâu, đặc biệt khi dữ liệu có tính mùa vụ rõ rệt. Tóm lại, xe điện không chỉ là xu hướng mà còn là giải pháp bền vững cho tương lai. Sự kết hợp giữa công nghệ tiên tiến, chính sách hỗ trợ và hạ tầng đồng bộ sẽ quyết định tốc độ phát triển của thị trường xe điện cũng như hệ thống trạm sạc trong thời gian tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Theo báo Công thương, *Bài toán trạm sạc xe điện: Chính phủ quyết tâm, doanh nghiệp vào cuộc*, <https://www.erav.vn/tin-tuc/t57032/bai-toan-tram-sac-xe-dien-chinh-phu-quyet-tam-doanh-nghiep-vao-cuoc.html>
2. Theo báo Vietnamnet *Xe điện bùng nổ, giá điện cho trạm sạc cao nhất lên tới 4.937 đồng/kWh*, <https://vietnamnet.vn/xe-dien-bung-no-gia-dien-cho-tram-sac-cao-nhat-len-toi-4-575-dong-kwh-2362457.html>
3. Feng, Jiangpeng, et al. "Electric vehicle charging load prediction model considering traffic conditions and temperature." *Processes* 11.8 (2023): 2256.
4. Kim, Yunsun, and Sahm Kim. "Forecasting charging demand of electric vehicles using time-series models." *Energies* 14.5 (2021): 1487.
5. Ren, Fei, et al. "A hybrid method for power demand prediction of electric vehicles based on SARIMA and deep learning with integration of periodic features." *Energy* 250 (2022): 123738.