

THÔNG TIN LUẬN ÁN

Đề tài nghiên cứu: MỘT SỐ MÔ HÌNH HỌC SÂU ĐA BIẾN THEO CHUỖI THỜI GIAN THỰC CHO BÀI TOÁN PHÒNG ĐOÁN THÔNG SỐ NĂNG LƯỢNG PIN

Ngành: KHOA HỌC MÁY TÍNH

Mã số ngành: 9480101

Họ và tên NCS: PHẠM CÔNG THIÊN

Tập thể hướng dẫn: PGS. TS. QUẢN THÀNH THƠ

Cơ sở đào tạo: TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA – ĐHQG TP HCM

NỘI DUNG

Có thể nhận thấy các ứng dụng thực tế được xây dựng trên hạ tầng 5G, cùng với sự hỗ trợ từ các nhóm ứng dụng có liên quan như dữ liệu lớn (Big Data) và lập trình trên thiết bị biên (Edge Computing) đang trở nên rất phổ biến trong thời gian gần đây. Các yếu tố này đóng góp đáng kể vào hoạt động của thành phố thông minh, cho phép truyền tải một lượng thông tin cực lớn với độ trễ rất thấp. Tuy vậy, điểm trở ngại lớn của các công nghệ vừa nêu đi kèm với sự gia tăng đột biến của mức tiêu thụ năng lượng. Đối với 5G, truyền dẫn tốc độ cao và lưu lượng dữ liệu lớn đã khiến nhu cầu năng lượng tăng đột biến, lên hơn 68% so với mức tiêu thụ truyền thống trước đó và gây áp lực lớn lên hệ thống cung cấp điện. Để giải quyết vấn đề này, cần hiện đại hóa hệ thống cung cấp năng lượng. Một giải pháp hiệu quả là kết hợp pin Lithium-ion (LIB) và năng lượng thông minh, hiện được áp dụng trên 90% các hệ thống đảm bảo năng lượng cho 5G. Việc sử dụng LIB đòi hỏi phải theo dõi tình trạng sức khỏe của pin một cách liên tục, chính xác và dự đoán trước tình trạng trong tương lai. Đây là lý do thúc đẩy các nghiên cứu về phỏng đoán dung lượng pin, cụ thể là chỉ số State-of-Health (SOH) của LIB, được đặt ra trong luận án này.

Đối với LIB, sức khỏe pin SoH có xu hướng suy giảm trong quá trình sử dụng. Việc sạc năng lượng cho pin tuân theo một quy trình phổ biến gọi là CC-CV (Constant Current – Constant Voltage) áp dụng cho hầu hết các LIB, và chính là quy trình được sử dụng trong các tập dữ liệu (dataset) có trong luận án này. Trong đó, quá trình sạc được chuẩn hóa theo từng giai đoạn, còn quá trình xả pin được để tự do thay đổi theo yêu cầu của ứng dụng. Việc lưu trữ và khai thác dữ liệu của chu kỳ pin giúp đánh giá sức khỏe hiện tại và dự đoán tình trạng tương lai của LIB. Từ các công việc khảo sát dữ liệu, có thể thấy rằng dung lượng pin SoH của các phần tử pin, thuộc tập dữ liệu phổ biến NASA và CALCE, có xu hướng giảm dần. Ngoài ra, các đỉnh (peak) đặc trưng cũng xuất hiện trong chu kỳ của từng phần tử. Nhiệm vụ của luận án là phỏng đoán giá trị dung lượng tương lai dựa vào các thông tin trong quá khứ và hiện tại. Đồng thời, giá trị phỏng đoán phải chính xác, ổn định

và đủ độ tin cậy. Ngoài ra, thời gian huấn luyện và mức tiêu tốn bộ nhớ cần được tối ưu. Tất cả những yêu cầu trên chính là bài toán cần giải quyết trong luận án này.

Từ những nhu cầu thực tế, luận án đề xuất các câu hỏi nghiên cứu bao gồm:

- **[Câu hỏi 1]:** Đã có tồn tại một khảo sát toàn diện cho bài toán phỏng đoán dung lượng pin LIB, đặc biệt là khảo sát các phương pháp học sâu hiện đại áp dụng cho bài toán hay chưa?
- **[Câu hỏi 2]:** Dựa vào đặc thù phức tạp và khó đoán của dữ liệu pin, cùng với sự phát triển nhanh chóng của các mô hình học sâu trên các bài toán khác, yêu cầu là trích xuất cả dữ liệu theo từng chu kỳ và theo từng kênh để đưa vào một mô hình học sâu tiên tiến nhằm đạt được những tiến bộ tương ứng cho bài toán này. Vậy yêu cầu này có thực hiện được không?
- **[Câu hỏi 3]:** Thuộc tính trong một chu kỳ pin, gọi chung là on-cycle attributes, đã được đề cập trong **[Câu hỏi 2]**. Tuy nhiên, các thuộc tính có được bằng việc rút trích từ nhiều chu kỳ pin (off-cycle attributes) vẫn chưa được sử dụng đến. Một ví dụ dễ thấy nhất là thông tin về thời gian nghỉ giữa hai chu kỳ. Vậy có cách nào tận dụng các thuộc tính này trong các mô hình để cải thiện khả năng phỏng đoán với dữ liệu pin có những đỉnh nhọn đặc thù không?

Mục tiêu của luận án là giải quyết các câu hỏi này thông qua các định hướng cải tiến và các kết quả thực nghiệm chứng minh. Luận án sẽ trình bày hướng tiếp cận để giải quyết từng câu hỏi trên trong các chương chính, tương ứng với các mô hình đề nghị và các kết quả thực nghiệm. Trong đó, mỗi chương sẽ đi từ phân tích câu hỏi nghiên cứu, đánh giá tình hình các nghiên cứu liên quan, nhận xét những điểm hạn chế có thể cải thiện, đề xuất các mô hình học sâu để khắc phục các hạn chế đó, trình bày kết quả thực nghiệm liên quan và cuối cùng nhận xét, đánh giá kết quả đạt được tương ứng với từng mô hình. Các đóng góp của luận án gắn liền với việc trả lời ba câu hỏi nghiên cứu, bao gồm:

- Luận án đề xuất rằng một công trình khảo sát toàn diện cho bài toán trong nghiên cứu là rất cần thiết để giúp có một cái nhìn toàn cảnh về các phương pháp đã sử dụng, khó khăn gặp phải và hướng giải quyết, cũng như nhìn thấy được các hướng nghiên cứu sẽ được đầu tư trong tương lai. Luận án đã đề xuất ra những phân tích toàn diện và chuyên sâu này. Nội dung này nhằm trả lời cho câu hỏi **[Câu hỏi 1]** đã đề ra.
- Luận án đề nghị một số cải tiến trong việc trích xuất dữ liệu channel-wise và cycle-wise cho pin LIB giúp mô hình huấn luyện và phỏng đoán dung lượng pin hoạt động chính xác hơn. Bên cạnh đó, nhờ vào thành công của các mô hình hiện đại như Self-Attention với Fixed-point Positional Encoding, Transformer, Graph Convolutional Networks, luận án đã từng bước áp dụng những mô hình này vào bài toán và thu nhận được các kết quả thực nghiệm khả quan. Đóng góp này của luận án nhằm trả lời cho **[Câu hỏi 2]** đã đề ra. Đồng thời, nhờ vào đóng góp này, luận án công bố được các công trình tương ứng như đã trình bày trong luận án.

- Luận án nhận xét rằng thông tin liên chu kỳ (off-cycle) sẽ đóng vai trò quan trọng bên cạnh thông tin bên trong chu kỳ (on-cycle). Do đó, luận án phân tích dữ liệu, nhận định một cách bản chất của dữ liệu, và đưa thêm thông tin thời gian liên chu kỳ relaxation-effect, góp phần cải tiến mạnh mẽ chất lượng phỏng đoán dung lượng và trả lời cho [Câu hỏi 3] của luận án. Các công bố liên quan đạt được nhờ cải tiến này cũng được trình bày trong luận án.

Luận án đã thực hiện những đóng góp chính theo mục tiêu đã đặt ra, tương ứng với ba câu hỏi nghiên cứu được xác định ban đầu. Các kết quả thực nghiệm đã cho thấy các định hướng nghiên cứu và đề xuất của luận án có kết quả tốt và được ghi nhận trong các công bố. Hướng tiếp cận của luận án có thể xem là phù hợp cho bài toán riêng phỏng đoán dung lượng pin LIB, hoặc các bài toán tương tự trong nhóm phỏng đoán dung lượng chuỗi thời gian nói chung.

Tập thể hướng dẫn

Nghiên cứu sinh

PGS. TS. Quản Thành Thơ

Phạm Công Thiện