

HỆ THỐNG BÃI ĐỖ XE THÔNG MINH

Đề xuất dự án ứng dụng công nghệ AIoT

Ngày 22 tháng 5 năm 2025

Tóm tắt nội dung

Báo cáo này trình bày đề xuất phát triển hệ thống bãi đỗ xe thông minh ứng dụng công nghệ AIoT, nhằm tự động hóa và tối ưu hóa quy trình quản lý bãi đỗ xe. Giải pháp đề xuất kết hợp các công nghệ nhận diện hình ảnh (biển số xe, khuôn mặt người lái) và hệ thống cảm biến IoT để theo dõi tình trạng chỗ đỗ trong thời gian thực, loại bỏ thao tác thủ công và giảm thiểu sai sót trong quá trình vận hành. Các tính năng chính bao gồm: tự động nhận diện phương tiện ra vào, giám sát trạng thái chỗ đỗ, lưu trữ dữ liệu trên nền tảng cloud và cung cấp giao diện dashboard trực quan cho người quản lý. Hệ thống có thể triển khai linh hoạt tại nhiều môi trường khác nhau như trường học, khu dân cư, bãi xe công cộng, góp phần xây dựng hạ tầng đô thị thông minh và hiện đại.

Mục lục

1	Giới thiệu	3
1.1	Bối cảnh	3
1.2	Giải pháp	3
1.3	Phát Biểu Bài toán	4
1.3.1	Dữ liệu đầu vào (input)	4
1.3.2	Kết quả đầu ra (ouput)	4
1.3.3	Giới hạn hệ thống	4
1.4	Đóng góp chính của đề tài	5
2	Mô hình mô phỏng và luồng hoạt động	5
2.1	Mô hình hệ thống	5
2.2	Luồng hoạt động chính của hệ thống	6
3	Kế hoạch thực hiện	7
3.1	Phân công nhân lực	7
3.2	Timeline	7
3.3	Chi phí thực hiện (chi phí thiết bị, chi phí làm)	8

1 Giới thiệu

1.1 Bối cảnh

Hiện nay, nhiều bãi đỗ xe tại các khu vực như chung cư, trường học, tòa nhà văn phòng đã bắt đầu áp dụng phần mềm và thẻ từ (hoặc thẻ RFID) để quản lý việc ra vào. Tuy nhiên, các hệ thống này chủ yếu chỉ dừng lại ở mức cơ bản: người dùng quét thẻ khi vào – ra, hệ thống ghi lại thời gian và biển số xe (nếu có camera phụ trợ), sau đó lưu dữ liệu cục bộ. Chúng không kết nối với các cảm biến để giám sát tình trạng từng vị trí đỗ, không cung cấp thông tin theo thời gian thực cho người dùng hoặc người quản lý, và thường thiếu khả năng đồng bộ dữ liệu lên nền tảng trực tuyến để truy xuất khi có sự cố.

Hệ quả là việc vận hành vẫn phụ thuộc nhiều vào thao tác thủ công, dễ xảy ra sai sót như mất thẻ, quên quét thẻ, hoặc ghi nhận sai thời gian. Đồng thời, người dùng cũng gặp bất tiện khi không thể biết trước bãi còn chỗ hay không, dẫn đến mất thời gian di chuyển và tìm kiếm chỗ đỗ. Trong bối cảnh đô thị hóa nhanh chóng, nhu cầu tự động hóa và tối ưu hóa quản lý bãi đỗ xe trở nên cấp thiết hơn bao giờ hết.

Công nghệ AIoT – kết hợp giữa trí tuệ nhân tạo (AI) và Internet vạn vật (IoT) – mang đến giải pháp khả thi để xây dựng các bãi đỗ xe thông minh: tự động nhận diện xe qua camera, cập nhật tình trạng chỗ đỗ theo thời gian thực, hỗ trợ giám sát tập trung và nâng cao trải nghiệm người dùng, hướng tới một hệ thống hạ tầng đô thị hiện đại và hiệu quả hơn.

1.2 Giải pháp

Nhóm đề xuất phát triển một hệ thống **Bãi đỗ xe thông minh**, nhằm tự động hóa và tối ưu hóa quy trình quản lý bãi xe. Hệ thống bao gồm các chức năng chính sau:

- **Tự động nhận diện biển số xe** hoặc **khuôn mặt tài xế** khi phương tiện ra vào, giúp loại bỏ thao tác thủ công như quét thẻ hay ghi tay.
- **Ghi nhận thời điểm vào – ra một cách chính xác**, đồng bộ dữ liệu theo thời gian thực.
- **Giám sát tình trạng chỗ đỗ (còn/trống)** thông qua cảm biến đặt tại từng vị trí và hiển thị bằng hệ thống đèn báo trực quan.

- **Lưu trữ toàn bộ dữ liệu** về phương tiện, người dùng và lịch sử ra vào trên nền tảng cloud (ví dụ như Firebase hoặc ThingsBoard), hỗ trợ truy xuất và phân tích khi cần.
- **Cung cấp giao diện dashboard trực quan**, giúp ban quản lý dễ dàng theo dõi tình trạng bãi xe, thống kê lưu lượng phương tiện và kiểm tra lịch sử hoạt động.

Hệ thống này không chỉ giúp **rút ngắn thời gian xử lý, giảm sai sót do con người**, mà còn có thể **triển khai linh hoạt** tại các khu vực như **trường học, khu dân cư, bãi xe công cộng hoặc cơ quan hành chính**, góp phần xây dựng hạ tầng đô thị thông minh và hiện đại.

1.3 Phát Biểu Bài toán

1.3.1 Dữ liệu đầu vào (input)

- Hình ảnh/video từ camera tại lối vào và lối ra bãi xe.

1.3.2 Kết quả đầu ra (output)

- Kết quả nhận diện biển số hoặc khuôn mặt tại thời điểm vào – ra.
- Ghi nhận và lưu trữ thời điểm vào – ra xe.
- Hiển thị trạng thái chỗ đỗ (còn trống hoặc đã chiếm chỗ) theo thời gian thực.
- Giao diện trực quan cho người quản lý và người dùng.
- Dữ liệu được lưu trữ và truy xuất thông qua nền tảng cloud.

1.3.3 Giới hạn hệ thống

- Môi trường lắp đặt (ánh sáng yếu, thời tiết xấu) ảnh hưởng đến độ chính xác nhận diện.
- Hệ thống cần camera có độ phân giải tối thiểu và lắp đặt đúng góc.
- Tài nguyên xử lý (RAM, bộ nhớ, mạng) cần đảm bảo để hệ thống hoạt động thời gian thực.
- Độ trễ thấp là yêu cầu bắt buộc để đảm bảo trải nghiệm người dùng.

1.4 Đóng góp chính của đề tài

- Đề xuất mô hình hệ thống bãi đỗ xe thông minh tích hợp công nghệ **AIoT**, ứng dụng được vào thực tế.
- Tích hợp **nhận diện hình ảnh (biển số/khuôn mặt)** và **cảm biến IoT** để tự động hóa hoàn toàn quy trình vận hành.
- Thiết kế giao diện dashboard giúp quản lý dễ dàng theo dõi, giám sát và truy xuất lịch sử.
- Định hướng mở rộng và triển khai tại các bãi giữ xe trường học, tòa nhà, trung tâm thương mại...
- Hướng đến việc **giảm sai sót con người, nâng cao hiệu quả quản lý và tối ưu trải nghiệm người dùng**.

2 Mô hình mô phỏng và luồng hoạt động

2.1 Mô hình hệ thống

Hệ thống bãi đỗ xe thông minh ứng dụng nhận diện khuôn mặt được chia làm 3 khu vực chính:

1. Cổng vào:

- Camera AI: quét và nhận diện khuôn mặt người điều khiển xe.
- Màn hình hiển thị: thông báo vị trí chỗ đỗ xe đã được gán.
- Barrier tự động: mở khi xác minh khuôn mặt thành công.
- ESP32 / Raspberry Pi: xử lý tín hiệu từ camera, gửi dữ liệu đến server và điều khiển barrier.

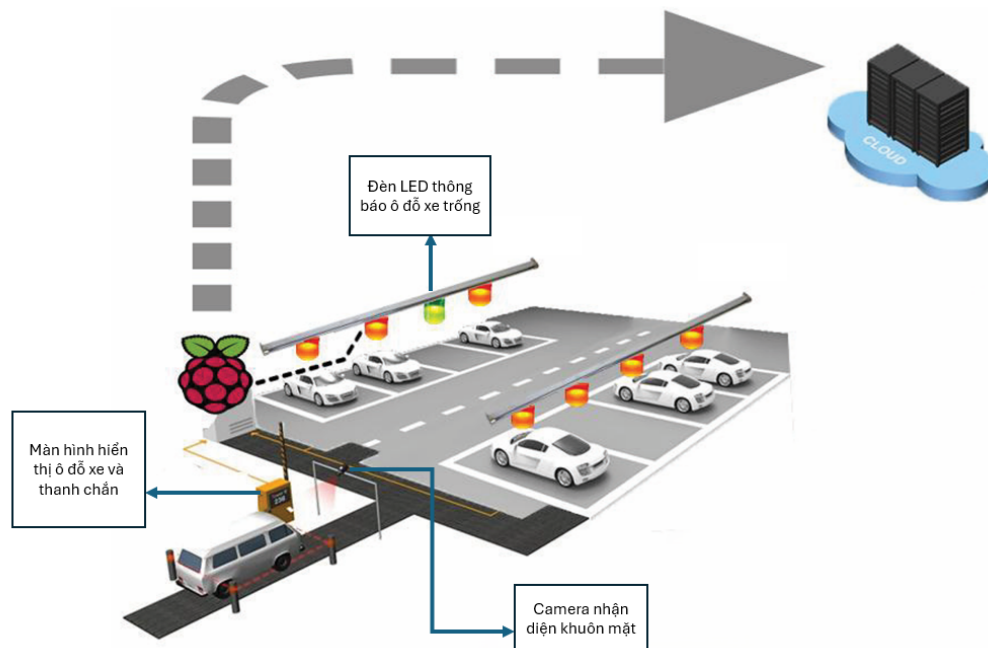
2. Khu đỗ xe:

- Cảm biến hiện diện (IR / siêu âm): phát hiện xe đã đỗ vào slot.
- LED chỉ dẫn: sáng lên ở slot được cấp để hỗ trợ người lái điều hướng.
- Các thiết bị kết nối về server trung tâm để cập nhật trạng thái slot.

3. Cổng ra:

- Camera AI: quét khuôn mặt lần nữa để xác thực người rời bãi.

- Barrier tự động: mở nếu khuôn mặt trùng khớp với faceID đã gán slot trước đó.
- Sau khi xe rời khỏi slot, hệ thống cập nhật trạng thái trả slot thành trống.



Hình 1: Mô hình tham khảo cho hệ thống

2.2 Luồng hoạt động chính của hệ thống

1. Xe đến cổng vào:

- Camera quét khuôn mặt người điều khiển.
- Hệ thống AI xử lý ảnh → tạo `face_vector` (mã đặc trưng khuôn mặt).
- Lưu tạm thời `face_vector` vào bộ nhớ đệm hoặc cơ sở dữ liệu tạm.

2. Tìm và gán ô đỗ xe trống:

- Kiểm tra cảm biến tại các ô → tìm ô trống (ví dụ: B3).
- Gán `face_vector` → `slot_id` (B3).
- Màn hình LCD hiển thị: “**Chỗ đậu: B3**”.
- Hệ thống mở barrier → cho xe đi vào.
- Đèn LED tại ô B3 bật sáng để hướng dẫn.

3. Trong quá trình đỗ xe:

- Cảm biến xác nhận có xe trong ô → cập nhật trạng thái ô là “**ĐÃ ĐỖ**”.

4. Xe rời bãi (cổng ra):

- Camera tại cổng ra quét lại khuôn mặt.

- Hệ thống AI so sánh ảnh với danh sách `face_vector` đã lưu.
- Nếu khớp:
 - Tìm ra ô đã gán (VD: B3).
 - Cập nhật B3 là “TRỐNG”.
 - Xóa `face_vector` khỏi bộ nhớ.
 - Mở barrier cho xe ra khỏi bãi.

3 Kế hoạch thực hiện

3.1 Phân công nhân lực

Thành viên	Vai trò chính	Nhiệm vụ cụ thể
Cao Uyển Nhi	Trưởng nhóm, quản lý tiến độ	
Phụ trách AI – Nhận diện biển số/khuôn mặt	Tổng hợp báo cáo, điều phối nhóm, hỗ trợ kỹ thuật	
Thu thập dữ liệu, huấn luyện mô hình, triển khai xử lý ảnh		
Trần Thị Cát Tường	Phụ trách IoT – Cảm biến và cloud	Kết nối cảm biến, lập trình ESP32, gửi dữ liệu lên Firebase/ThingsBoard
Võ Lê Việt Tú	Thiết kế phần cứng – Mạch, cảm biến	Lắp ráp hệ thống, bố trí camera và sensor thực tế
Lưu Thanh Thuý	Giao diện & báo cáo	Thiết kế dashboard, lập trình hiển thị và làm tài liệu

3.2 Timeline

Tuần	Công việc chính
1–2	Nghiên cứu tài liệu, xác định yêu cầu, phân công nhiệm vụ
3–4	Thu thập dữ liệu khuôn mặt/biển số, khảo sát thiết bị cần thiết
5–6	Triển khai mô hình AI nhận diện, kết nối cảm biến với ESP32
7–8	Thiết kế giao diện dashboard, xây dựng cơ sở dữ liệu trên cloud
9–10	Tích hợp toàn hệ thống: AI + IoT + giao diện
11	Chạy thử, hiệu chỉnh, test toàn bộ quy trình thực tế
12	Viết báo cáo, chuẩn bị slide thuyết trình, hoàn thiện demo

3.3 Chi phí thực hiện (chi phí thiết bị, chi phí làm)

Hạng mục	Số lượng	Đơn giá (VNĐ)	Thành tiền (VNĐ)
ESP32	2	120.000	240.000
Camera ESP32-CAM	2	180.000	360.000
Cảm biến siêu âm (HC-SR04)	4	30.000	120.000
Breadboard, dây nối, điện trở,...	-	100.000	100.000
Nguồn, adapter	2	50.000	100.000
Vật tư lắp đặt, hộp, khung mô hình	-	200.000	200.000
Tổng chi phí dự kiến			1.120.000

Chi phí có thể thay đổi tùy vào lựa chọn thiết bị và nguồn cung ứng.