

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA KHOA HỌC & KỸ THUẬT MÁY TÍNH



BÁO CÁO GIỮA KỲ

Môn: Đồ án Đa ngành - hướng Trí tuệ nhân tạo

Đề tài: Hệ thống đèn giao thông thông minh

BÁO CÁO VỀ HỆ THỐNG VÀ TIẾN ĐỘ

Hướng dẫn:

ThS. Trần Ngọc Bảo Duy

ThS. Lê Bình Đăng

Sinh viên: Nhóm 06

Nguyễn Phúc Gia Khiêm

2211573

Trần Nguyên Bảo

2210277

Ngô Đức Anh

2210077

Lê Phúc Hoàng

2211081

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày 19 tháng 03, năm 2025

MỤC LỤC

1	Mô tả đề tài	1
1.1	Bối cảnh chung của đề tài	1
1.1.1	Nhiệm vụ	1
1.1.2	Chức năng	1
1.1.3	Lợi ích của đề tài	2
1.2	Các bên liên quan và nhu cầu	2
1.2.1	Người tham gia giao thông	2
1.2.2	Cơ quan quản lý giao thông	3
1.2.3	Đội ngũ phát triển	3
2	Yêu cầu	4
2.1	Yêu cầu chức năng	4
2.2	Yêu cầu phi chức năng	6
2.3	Các module của ứng dụng	7
2.3.1	Module 1: Nhận và hiển thị dữ liệu từ thiết bị	7
2.3.2	Module 2: Kiểm tra dữ liệu nhận được vượt quá ngưỡng cho phép	7
2.3.3	Module 3: Điều khiển thiết bị	7
2.3.4	Module 4: Ghi nhận hoạt động	9
2.3.5	Module 5: Ứng dụng Web/Mobile	9
3	Tương tác của hệ thống	11
3.1	Chi tiết các use-case	11
3.1.1	Đăng nhập và xác thực	11

3.1.2	Thu thập dữ liệu	12
3.1.3	Phân tích dữ liệu hình ảnh	13
3.1.4	Phân tích dữ liệu giao thông	15
3.1.5	Cài đặt hệ thống và các ràng buộc dành cho đèn giao thông	16
3.1.6	Hệ thống tự điều chỉnh đèn giao thông	18
3.1.7	Xử lý tình huống mật độ xe tăng đột ngột	19
3.1.8	Xem thông tin về hệ thống giao thông	21
3.1.9	Xem lịch sử thay đổi dữ liệu của đèn	22
3.2	Lược đồ use case	24
3.2.1	Module 1 - Nhận dữ liệu từ camera	24
3.2.2	Module 3 - Điều chỉnh đèn giao thông	25
3.2.3	Module 4 - Xem thông tin về hoạt động của hệ thống	25
3.2.4	Module 5 - Cài đặt hệ thống, xem lịch sử chỉnh sửa	26
4	Thiết kế giao diện người dùng	27
4.1	Trang Đăng nhập	27
4.2	Trang Chủ	29
4.3	Trang Đèn giao thông	30
4.4	Trang Camera	32
4.5	Trang điều chỉnh	33
4.6	Trang About us	34
5	Thiết kế cơ sở dữ liệu	36
5.1	Dữ liệu ảnh	36
5.2	Dữ liệu khác	36
5.2.1	Sơ lược về PostgreSQL	36
5.2.2	Thiết kế cơ sở dữ liệu cho ứng dụng	37
5.2.3	Lược đồ ER	42
5.2.4	Lược đồ Logical	43
6	Tiến độ hiện thực	44

6.1	Giao diện người dùng	44
6.2	Điều khiển đèn giao thông	44

Chương 1. MÔ TẢ ĐỀ TÀI

1.1 Bối cảnh chung của đề tài

1.1.1 Nghiệp vụ

Ở Việt Nam hiện nay, tình trạng giao thông ở các thành phố lớn nói riêng hay các khu vực đông dân cư nói chung đang rất báo động, với sự gia tăng về dân số vượt qua khả năng tải của nhiều con đường hiện nay, vấn nạn kẹt xe dần trở thành một nỗi đau âm ỉ trong đời sống thường ngày ở người dân, nhất là ở các khu vực đèn giao thông (ngã tư, ngã ba, ...). Thông thường, ở các giờ cao điểm khi lưu lượng xe trở nên quá lớn sẽ gây ra kẹt xe tại các điểm đèn giao thông vì thời gian chờ không phù hợp (đường đông xe phải chờ lâu hơn đường ít xe, hoặc thời gian không đủ để phương tiện di chuyển qua đèn), thông thường khi hiện tượng này xảy ra sẽ cần đến các cán bộ CSGT, CSTT ra điều phối. Tuy nhiên, trước tình hình thực trạng này ngày càng tăng, việc phát triển một ứng dụng tự động hóa vai trò điều phối của các đồng chí công an là vô cùng cần thiết.

Trước nhu cầu nêu trên, nhóm quyết định phát triển một ứng dụng IoT liên kết với các đèn giao thông ở các điểm ngã tư, ngã ba kết hợp với camera để tiến hành tự điều tiết giao thông thông qua điều chỉnh thời gian các loại đèn xanh, đỏ, vàng một cách tự động tùy theo tình trạng giao thông được thu nhận thông qua camera.

1.1.2 Chức năng

Về mặt chức năng, ứng dụng là sự kết hợp giữa phần mềm với AI nắm vai trò chủ đạo cùng với phần cứng (hệ thống đèn giao thông và camera).

Về mặt phần cứng, hệ thống camera giúp thu nhận hình ảnh thông qua ảnh chụp một phần đường tại đèn giao thông, truyền dữ liệu về server sau một khoảng thời gian cụ thể và hệ thống đèn giao thông sẽ nhận chỉ thị từ server để tự điều chỉnh về thời gian.

Về mặt phần mềm, server nhận được dữ liệu hình ảnh từ camera, sử dụng mô hình AI được huấn luyện trước để phân tích hình ảnh, nhận diện mật độ giao thông tại điểm chụp là tắc nghẽn, bình thường hay thông thoáng, sau đó gửi dữ liệu qua một thuật toán/mô

hình khác chịu trách nhiệm phân tích dữ liệu trích xuất được để đưa ra quyết định về thời gian chờ dựa trên tình trạng của đèn hiện tại và các đèn hàng xóm (cùng một ngã tư, ngã ba, ...).

Ứng dụng cung cấp một giao diện cho các cơ quan quản lý giao thông có thể can thiệp vào quá trình điều chỉnh tín hiệu đèn của ứng dụng. Họ có thể cài đặt thời gian chờ tối thiểu, tối đa cho từng loại đèn ở các cây đèn cụ thể, có thể bật/tắt sự điều chỉnh của ứng dụng để chuyển sang điều phối thủ công cũng như có thể xem được dữ liệu về tình hình giao thông tại các điểm (tình trạng giao thông, thời gian chờ đèn).

1.1.3 Lợi ích của đề tài

Là một phần của hệ thống đô thị thông minh tương lai, đề tài góp phần vào quy trình tự động hóa, số hóa của quốc gia với các lợi ích cụ thể sau:

- Cung cấp công cụ quản lý trực quan cho các cơ quan quản lý về tình trạng kẹt xe theo thời gian thực, góp phần tăng khả năng điều phối kịp thời, tránh ùn tắc giao thông.
- Cung cấp công cụ điều phối tự động hiệu quả dựa trên trí tuệ nhân tạo, giúp tự động hóa quy trình điều phối từ đó giảm tải khối lượng công việc cho lực lượng CSGT, CSTT.
- Có thể tích hợp, phát triển hơn thành các hệ thống khác như nhận diện lỗi khi tham gia giao thông. Hệ thống đề xuất di chuyển bằng phương tiện công cộng cho người sử dụng phương tiện công cộng.

1.2 Các bên liên quan và nhu cầu

1.2.1 Người tham gia giao thông

- **Vai trò:** Là người trực tiếp tham gia giao thông theo tín hiệu đèn giao thông, từ đó chịu ảnh hưởng trực tiếp từ hoạt động của ứng dụng.
- **Nỗi đau:** Là một người tham gia giao thông, tôi mong muốn một hệ thống điều tiết tốt giúp cho giao thông thuận lợi, giảm thiểu tình trạng ùn tắc hiện tại ở các vị trí đèn giao thông.

1.2.2 Cơ quan quản lý giao thông

- **Vai trò:** Là bên cung cấp về phần cứng (đèn giao thông và camera) cũng như bên trực tiếp quản lý hoạt động của ứng dụng dựa trên giao diện và các chứng năng tương tác của ứng dụng.
- **Nỗi đau:** Là một nhà quản lý đô thị/giao thông, tôi mong muốn có một công cụ giúp thu thập, hiển thị dữ liệu trực quan về tình trạng giao thông tại các điểm đèn giao thông trên rộng khắp địa bàn cũng như một quy trình tự động hóa thông minh nhằm kiểm soát hiệu quả tình trạng kẹt xe tại các điểm này nhằm giảm tải khối lượng công việc của lực lượng điều tiết.

1.2.3 Đội ngũ phát triển

Là đội ngũ trực tiếp phát triển ứng dụng và duy trì ứng dụng.

Chương 2. YÊU CẦU

2.1 Yêu cầu chức năng

Trong một hệ thống điều khiển giao thông thông minh, các tính năng sau đây cần được triển khai để đảm bảo hiệu quả vận hành và tối ưu hóa luồng giao thông:

- Hệ thống cho phép người dùng tùy chỉnh giữa chế độ điều khiển thủ công chi tiết từng đèn hoặc điều khiển tự động bằng hệ thống trí tuệ nhân tạo.
- Đối với chức năng tinh chỉnh thủ công, người dùng có thể thiết lập giá trị thời gian của các loại đèn xanh, đỏ và vàng cho **phase** đèn tiếp theo. Trong đó Một phase đèn được tính là một lượt chạy của đèn qua cả ba giai đoạn: Xanh, đỏ và vàng với bắt đầu của phase được tính là đèn xanh và kết thúc của phase là đèn đỏ.
- Người dùng có thể thiết lập ngưỡng tối thiểu và tối đa cho thời gian hoạt động của từng tín hiệu trên đèn giao thông.
- Người dùng có thể định nghĩa các thông số tại các giao lộ như:
 - Chiều dài hai đoạn giao lộ.
 - Chiều dài đoạn đường tương ứng với từng đèn.
 - Chiều rộng đoạn đường tương ứng với từng đèn.
 - Tổng thời gian chu kỳ đèn.
- Người dùng có thể tinh chỉnh thời gian camera gửi ảnh về hệ thống.
- Đối với chức năng tinh chỉnh tự động bằng trí tuệ nhân tạo, hệ thống có khả năng nhận ảnh từ camera và sử dụng mô hình trí tuệ nhân tạo nhằm phân tích hình ảnh trả về số phương tiện được ghi nhận trong ảnh.
- Khi có dữ liệu về số phương tiện trong ảnh, hệ thống có khả năng tự động tính toán các thông số:
 - Mật độ phương tiện.
 - Tình trạng giao thông.

Mật độ phương tiện được tính như sau:

$$\text{Mật độ người} = \frac{\text{Số lượng người}}{\text{Chiều dài đoạn đường} \cdot \text{Chiều rộng đoạn đường}} \quad \left(\text{người}/m^2 \right)$$

Đối với tình trạng giao thông, ta sử dụng các ngưỡng đối với mật độ phương tiện D :

- $0 \leq D < 0.25$: Thông thoáng
 - $0.25 \leq D < 0.35$: Bình thường
 - $0.35 \leq D$: Tắc nghẽn
- Khi có dữ liệu về tình trạng giao thông của một giao lộ (gồm 4 đèn giao thông), hệ thống có khả năng đưa ra quyết định về thời gian đèn xanh, đèn đỏ của từng đèn trong giao lộ đó nhằm tối ưu về lưu thông giao thông. Cụ thể, quyết định được đưa ra như sau:

1. Xác định đầu vào: Tại thời điểm t , ta xác định:

- D_1, D_2 : Mật độ phương tiện ở hai giao lộ.
- L_1, L_2 : Chiều dài hai giao lộ (m).
- T_c : Tổng thời gian một chu kỳ đèn.

2. Tính các trọng số: Ta cần xác định dựa trên hai tiêu chí:

- a. *Tính trọng số về mật độ phương tiện* Tỷ lệ đèn xanh cho hướng 1 trong một chu kỳ đèn được quyết định như sau:

$$r_g = \frac{D_1}{D_1 + D_2}$$

Như vậy tỷ lệ đèn xanh cho hướng 2 là $1 - r_g$.

- b. *Điều chỉnh bằng chiều dài giao lộ* Chiều dài giao lộ cung cấp một hệ số điều chỉnh cho hướng 1 như sau:

$$R = \frac{L_1}{L_1 + L_2}$$

Khi đó, tỷ lệ đèn xanh của hướng 1 được tính:

$$\alpha \cdot r_g + (1 - \alpha) \cdot R$$

Với α là một hệ số điều chỉnh cho phép ta ưu tiên mật độ hơn hay ưu tiên chiều dài hơn. Giá trị của α phụ thuộc vào tương quan mật độ của hai giao lộ, mặc định là 0.5. Nếu có sự tăng đột ngột về mật độ phương tiện trên một hướng, α tại giao lộ đó sẽ được tăng lên để ưu tiên giải quyết vấn đề mật độ.

- Hệ thống cho phép người dùng xem báo cáo về tình trạng của từng giao lộ, bao gồm:

- Thời gian giao lộ ở trong tình trạng *Thông thoáng*.
- Thời gian giao lộ ở trong tình trạng *Bình thường*.
- Thời gian giao lộ ở trong tình trạng *Tắc nghẽn*.
- Số lần điều chỉnh mà sau đó tình trạng giao thông được cải thiện, từ trạng thái xấu hơn về tốt hơn.

Trong đó với mỗi giao lộ, thời gian mà giao lộ ở một trạng thái giao thông sẽ là trung bình cộng thời gian các đèn của giao lộ ở trạng thái giao thông đó.

- Hệ thống cho phép người dùng tương tác với bản đồ thật để thấy được các đèn giao thông tại các giao lộ.
- Người dùng có thể thêm các đèn giao thông mới vào hệ thống, khi thêm mới, người dùng phải khởi tạo thời gian đèn xanh, đỏ, vàng, lựa chọn giao lộ mà đèn thuộc về cũng như trạng thái sau khi thêm là **Bật** hay **Tắt**.
- Người dùng cũng có thể bật tắt các đèn giao thông trong hệ thống tùy ý, các đèn giao thông ở trạng thái **Tắt** đi, sẽ ngừng hoạt động.

Lưu ý: Ở đây từ người dùng là người sử dụng phần mềm, tức là các cảnh sát giao thông hoặc những người có đủ thẩm quyền.

2.2 Yêu cầu phi chức năng

- Hệ thống phải có khả năng kết nối Internet ổn định để nhận dữ liệu từ camera IoT và gửi lệnh điều khiển đèn giao thông từ xa. Cần đảm bảo hệ thống hoạt động được trên cả mạng có dây (Ethernet) và không dây (Wi-Fi, 4G/5G).
- Dữ liệu từ camera phải được cập nhật liên tục với khoảng thời gian giữa các lần gửi được người dùng tùy chỉnh.
- Độ trễ về việc gửi dữ liệu đến các đèn giao thông phải dưới 3 giây nhằm đảm bảo an toàn cho người tham gia giao thông khi có sự thay đổi về thời gian đèn.
- Hệ thống phải đảm bảo hoạt động liên tục 24/24, bao gồm cả xử lý dữ liệu và điều khiển đèn tín hiệu.
- Giao diện web cần trực quan, dễ sử dụng ngay cả với những người không có chuyên môn kỹ thuật. Ứng dụng hỗ trợ hiển thị dữ liệu theo cách dễ hiểu (đồ thị, bản đồ, hình ảnh thời gian thực). Hỗ trợ trên đa nền tảng (máy tính, tablet, điện thoại) và tương thích với các trình duyệt phổ biến.

2.3 Các module của ứng dụng

2.3.1 Module 1: Nhận và hiển thị dữ liệu từ thiết bị

Hệ thống sẽ nhận dữ liệu truyền về từ camera là những ảnh chụp tại các điểm đèn giao thông về tình trạng đường đi, phương tiện. Camera được đặt cách đèn giao thông ở một khoảng cách nhất định nhằm đưa ra điều chỉnh kịp thời cho đèn. Hành động gửi dữ liệu của camera được lặp lại sau một khoảng thời gian chờ cố định.

Sau đó, mô hình trí tuệ nhân tạo sẽ tiến hành phân tích, đánh giá số lượng người tham gia giao thông tại thời điểm đó, cùng với thông số về chiều dài, rộng đoạn đường được chụp được gán sẵn sẽ hiển thị cho bên quản lý các dữ liệu sau:

- Số lượng người trích xuất được từ ảnh.
- Mật độ người tham gia giao thông (như đã đề cập ở phần **Yêu cầu**).
- Tình trạng giao thông (được lấy từ module 2).
- Thời gian của các loại đèn xanh, đỏ, vàng ở thời điểm hiện tại.

2.3.2 Module 2: Kiểm tra dữ liệu nhận được vượt quá ngưỡng cho phép

Hệ thống sẽ ghi nhận 3 loại trạng thái của giao thông là *Tắc nghẽn*, *Bình thường*, *Thông thoáng*.

Sau khi nhận được dữ liệu từ camera ở module 1, mô hình trí tuệ nhân tạo bắt đầu tiến hành phân tích ảnh và đưa ra các dữ liệu như đã đề cập ở module 1.

Trong đó, đối với dữ liệu về mật độ người tham gia giao thông, hệ thống sẽ kiểm tra xem mật độ phương tiện lưu thông có vượt quá các ngưỡng dành cho từng tình trạng giao thông hay không như đã đề cập ở phần **Yêu cầu**.

2.3.3 Module 3: Điều khiển thiết bị

Sau khi model AI phân tích và trả về giá trị cho các nốt (cụ thể trong đề án này là các đèn giao thông), với mỗi đèn giao thông sẽ có một giá trị thời gian riêng. Kế tiếp, mỗi đèn giao thông sẽ dựa vào dữ liệu được trả về đó để cài đặt cho giá trị đợi của mỗi đèn và mỗi đèn sẽ thiết lập đèn đỏ, xanh, vàng. Việc thay đổi dựa trên các giai đoạn đèn (gọi tắt là các phase đèn), cụ thể như sau:

- 1 Một phase đèn được tính là một lượt chạy của đèn qua cả ba giai đoạn: Xanh, đỏ và vàng với bắt đầu của phase được tính là đèn xanh và kết thúc của phase là đèn đỏ.
- 2 Khi đang trong phase đèn thứ i , nếu có sự điều chỉnh về thời gian đèn từ hệ thống, sự thay đổi này sẽ được áp dụng ở phase thứ $i + 1$ để đảm bảo tính nhất quán của đèn, không gây khó khăn cho người tham gia giao thông, trừ một số trường hợp sau:

- **Sự tương tác giữa các đèn giao thông:** Giả sử ta đang xét đèn giao thông A , S_A là tập hợp các đèn giao thông cùng nằm ở một giao lộ với đèn A . Hơn nữa, gọi:

- R_A là thời gian đèn đỏ của đèn A .
- G_A là thời gian đèn xanh của đèn A .
- Y_A là thời gian đèn vàng của đèn A .

Khi đó, xét đèn $B \in S_A$, nếu trong một phase, hệ thống nhận thấy mật độ xe tiến đến A tăng đột ngột trong khi mật độ xe tiến đến B không tăng đáng kể và tình trạng giao thông tại B được đo lường là *Bình thường* hoặc *Thông thoáng*, từ đó có hai trường hợp.

- Nếu A đang là đèn đỏ: Thời gian đèn đỏ của A giảm xuống và thời gian đèn xanh của B giảm xuống để vẫn đảm bảo sự phù hợp về mặt thời gian giữa hai đèn.
- Nếu A đang là đèn xanh: Thời gian đèn xanh của A tăng lên và thời gian đèn đỏ của B cũng tăng lên.

Sự thay đổi này được thực hiện dưới một số tiêu chí sau:

- Cho dù là tăng hay giảm thời gian đèn thì cũng phải đảm bảo thời gian đèn xanh, đỏ của cả A và B không được vượt quá một ngưỡng (được cài đặt bởi ban quản lý) nhằm tránh những rủi ro của mô hình, cũng như việc giảm thời gian đèn quá nhiều có thể dẫn đến sự bất ngờ, gây khó khăn cho người dân.
- Thời gian đèn phải phù hợp cho sự thay đổi, sự tương tác này chỉ được thực hiện ở những giao lộ mà thời gian chờ đèn (xanh và đỏ) đủ lớn, vì chỉ khi thời gian chờ đủ lớn mới có thể thiết lập ngưỡng phù hợp.

Ví dụ 1: Nếu ta có $R_A = 80s$ và $G_B = 77s$ tại một ngã tư ở trong một phase tại một thời điểm. Nếu trường hợp 1 nêu trên xảy ra, các giá trị này có thể điều chỉnh thành $R_A = 50s$ và $G_B = 47s$ ngay trong phase. Ta thấy rằng với thời gian giảm từ $77s$ xuống $47s$ vẫn là một mức phù hợp để người tham gia giao thông đưa ra quyết định.

Ví dụ 2: Nếu ta có $R_A = 20s$ và $G_B = 17s$ thì dù trường hợp nào xảy ra sự tương tác trên cũng không thực hiện được vì thời gian đèn không đạt đủ ngưỡng cho sự tương tác (nếu ta giảm đèn xanh của B xuống thì thời gian quá ngắn, có thể gây nguy hiểm cho người tham gia giao thông).

2.3.4 Module 4: Ghi nhận hoạt động

Hệ thống có cơ chế để tự đánh giá hoạt động điều chỉnh đèn. Cụ thể, để đánh giá mô hình hoạt động tốt hay không, hệ thống tự thống kê các thông tin sau:

- Thời gian mà tình trạng giao thông ở một giao lộ bị *Tắc nghẽn*
- Thời gian mà tình trạng giao thông ở một giao lộ bị *Bình thường*
- Thời gian mà tình trạng giao thông ở một giao lộ bị *Thông thoáng*
- Số lần **Giải quyết tắc nghẽn**: Là số lần mà sau từ một đến năm lần điều chỉnh, tình trạng giao thông ở một đèn chuyển biến tích cực (từ *Tắc nghẽn* về *Bình thường* hoặc *Thông thoáng*).

Trong đó với mỗi giao lộ, thời gian mà giao lộ ở một trạng thái giao thông sẽ là trung bình cộng thời gian các đèn của giao lộ ở trạng thái giao thông đó.

2.3.5 Module 5: Ứng dụng Web/Mobile

Ứng dụng Web/Mobile sử dụng kiến trúc Client-Server. Nhóm triển khai module front-end như sau:

- Ứng dụng phải hiển thị hình ảnh giao thông từ camera tại từng ngã tư giám sát, cho phép người dùng có thể theo dõi tình hình giao thông tại từng địa điểm theo thời gian thực.
- Ứng dụng cung cấp các thông tin giao thông quan trọng, bao gồm:
 - Số lượng phương tiện/người đi bộ trên đường.
 - Mật độ giao thông ước tính.
 - Đèn giao thông hiện tại (đỏ, vàng, xanh) và thời gian đếm ngược.
- Người dùng có thẩm quyền có thể bật hoặc tắt tính năng điều khiển đèn giao thông tự động cho từng ngã tư cụ thể.
- Người dùng có thẩm quyền có thể chỉnh sửa thời gian đèn tín hiệu thủ công cho một số ngã tư trong trường hợp khẩn cấp hoặc sự kiện đặc biệt.

Nhóm triển khai module back-end như sau:

- Gọi API từ Adafruit IO để lấy dữ liệu giao thông:

- Hình ảnh giao thông từ camera IoT theo thời gian thực.
- Số liệu giao thông (số lượng phương tiện, mật độ giao thông, tình trạng chiếm dụng đường).
- Thời gian đếm ngược hiện tại của các đèn tín hiệu.
- Xử lý và lưu trữ dữ liệu giao thông để phục vụ phân tích theo thời gian thực.
- Triển khai mô hình AI để tự động điều chỉnh thời gian đèn tín hiệu dựa trên điều kiện giao thông. Cụ thể, mô hình sẽ dự đoán thời gian tối ưu cho đèn xanh/đỏ dựa trên dữ liệu thời gian thực và dữ liệu lịch sử. Mô hình sẽ thích ứng với các tình huống giao thông như: tai nạn, giờ cao điểm, trường hợp khẩn cấp.
- Cung cấp API cho phép điều chỉnh thời gian đèn tín hiệu từ xa cho từng ngã tư được giám sát.

Chương 3. TUỞNG TÁC CỦA HỆ THỐNG

3.1 Chi tiết các use-case

3.1.1 Đăng nhập và xác thực

Mã số use-case	UC-000
Tên use-case	Đăng nhập
Tác nhân	Người dùng
Mô tả	Người dùng đăng nhập bằng tài khoản do người quản trị tạo trước
Kích hoạt	Người dùng vào trang web của ứng dụng và ấn vào nút Đăng nhập
Tiền điều kiện	<ol style="list-style-type: none">1. Người dùng đã có tài khoản trên hệ thống.2. Server sẵn sàng để nhận dữ liệu.
Hậu điều kiện	Dữ liệu người dùng được xác thực, người dùng đăng nhập thành công.

Luồng bình thường	<ol style="list-style-type: none"> 1. Người dùng ấn vào nút Đăng nhập trên màn hình ứng dụng. 2. Người dùng nhập các thông tin yêu cầu bao gồm: <ul style="list-style-type: none"> • Mã số cán bộ. • Mật khẩu. 3. Người dùng ấn Đăng nhập sau khi đã nhập xong thông tin. 4. Server xác nhận thông tin người dùng. 5. Điều hướng người dùng đến trang chủ.
Luồng thay thế & ngoại lệ	<p>Luồng thay thế: Không có</p> <p>Ngoại lệ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ngoại lệ ở bước 4.: <ol style="list-style-type: none"> 4.a. Thông tin người dùng sai, thông báo lỗi và trả về bước 2.. 4.b. Nếu người dùng nhập thông tin sai quá 5 lần, khóa đăng nhập tạm thời đối với thiết bị.

3.1.2 Thu thập dữ liệu

Mã số use-case	UC-001
Tên use-case	Thu thập dữ liệu
Tác nhân	Camera của hệ thống
Mô tả	Hệ thống thu thập hình ảnh được gửi về từ camera
Kích hoạt	Dữ liệu được tự động gửi bởi camera định kỳ sau một khoảng thời gian 5 phút

Tiền điều kiện	<ol style="list-style-type: none"> 1. Camera hoạt động và được kết nối với hệ thống. 2. Server sẵn sàng để nhận dữ liệu.
Hậu điều kiện	Dữ liệu được ghi nhận thành công bởi server, được đưa vào hàng chờ
Luồng bình thường	<ol style="list-style-type: none"> 1. Camera chụp ảnh khi đến thời gian định kỳ. 2. Camera gửi ảnh vào đường truyền đến hệ thống và bắt đầu chờ thông tin phản hồi trong 3 phút. 3. Server nhận hình ảnh và phản hồi rằng dữ liệu đã nhận thành công giành cho camera.
Luồng thay thế & ngoại lệ	<p>Luồng thay thế: Không có</p> <p>Ngoại lệ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ngoại lệ ở bước 3.: <ol style="list-style-type: none"> 3.a. Sau 3 phút, camera không nhận được phản hồi từ server thì sẽ lặp lại bước 2. đến khi qua kỳ gửi dữ liệu tiếp theo. 3.b. Nếu server nhận được hình ảnh đã nhận từ trước (trùng về thời gian chụp, địa điểm) thì sẽ loại bỏ ảnh đó, không xử lý và tiếp tục gửi thông tin đến camera thông báo đã nhận hình ảnh thành công.

3.1.3 Phân tích dữ liệu hình ảnh

Mã số use-case	UC-002
Tên use-case	Phân tích dữ liệu hình ảnh
Tác nhân	Mô hình AI phân tích hình ảnh
Mô tả	Hệ thống sử dụng mô hình AI để phân tích hình ảnh nhận được từ camera

Kích hoạt	Sau khi dữ liệu hình ảnh được camera gửi đến server
Tiền điều kiện	<ol style="list-style-type: none"> 1. Server nhận được dữ liệu thành công. 2. Mô hình AI đã được huấn luyện và sẵn sàng. 3. Dữ liệu đến lượt xử lý trong hàng chờ.
Hậu điều kiện	Dữ liệu về tình trạng giao thông được trả về: Số lượng phương tiện, độ dài đoạn đường, chiều dài quãng đường và mật độ phương tiện.
Luồng bình thường	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dữ liệu được lấy ra từ hàng đợi và đưa vào mô hình AI. 2. Mô hình AI tiến hành phân tích hình ảnh và trả ra thông tin về số lượng phương tiện có trong hình ảnh. 3. Hệ thống ghi nhận kết quả nhận được từ AI, tiến hành kiểm tra với các ngưỡng về số phương tiện tối đa được xuất hiện trong ảnh. 4. Hệ thống hiển thị dữ liệu đã ghi nhận và tính toán được, bao gồm: <ul style="list-style-type: none"> • Hình ảnh. • Thời gian chụp. • Vị trí. • Số phương tiện trong ảnh. • Chiều dài đoạn đường. • Chiều rộng đoạn đường. • Mật độ phương tiện. • Tình trạng giao thông (<i>Thông thoáng, Bình thường</i> hay <i>Tắc nghẽn</i>). 5. Dữ liệu được lưu trữ lại trong cơ sở dữ liệu để sẵn sàng đưa vào hàng chờ.

<p>Luồng thay thế & ngoại lệ</p>	<p>Luồng thay thế: Không có</p> <p>Ngoại lệ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ngoại lệ ở bước 3.: <p>3.a. Nếu kết quả đưa ra không thỏa mãn điều kiện về ngưỡng, hình ảnh được trả về cuối hàng đợi để chờ đợt xử lý tiếp theo (từ bước 1.).</p> <p>3.b. Nếu hình ảnh đã được xử lý lại lần hai nhưng vẫn cho ra kết quả không tốt, dữ liệu bị loại bỏ và thông tin được ghi lại trong lịch sử lỗi của hệ thống.</p>
---	---

3.1.4 Phân tích dữ liệu giao thông

Mã số use-case	UC-003
Tên use-case	Phân tích dữ liệu giao thông
Tác nhân	Mô hình AI về dữ liệu giao thông
Mô tả	Mô hình AI tiến hành phân tích dữ liệu về tình trạng giao thông được cung cấp bởi hệ thống ở use case 3.1.3
Kích hoạt	Sau khi nhận được dữ liệu từ đầu ra của 3.1.3
Tiền điều kiện	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dữ liệu đầu ra từ 3.1.3 đầy đủ. 2. Mô hình AI đã được huấn luyện và sẵn sàng. 3. Dữ liệu đã đến lượt xử lý trong hàng chờ.
Hậu điều kiện	Dữ liệu phù hợp về các tín hiệu xanh, đỏ, vàng được thiết lập dành cho đèn giao thông tương ứng

Luồng bình thường	<ol style="list-style-type: none">1. Dữ liệu được lấy ra từ hàng đợi và đưa vào mô hình AI.2. Mô hình AI tiến hành phân tích dữ liệu và đưa ra quyết định bao gồm:<ul style="list-style-type: none">• Thời gian của đèn đỏ.• Thời gian của đèn xanh.3. Hệ thống kiểm tra dữ liệu được trả ra từ mô hình AI dựa trên các ràng buộc được cài đặt trước.4. Dữ liệu được ghi nhận và sẵn sàng để áp dụng vào các đèn giao thông.
Luồng thay thế & ngoại lệ	<p>Luồng thay thế: Không có</p> <p>Ngoại lệ:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ngoại lệ ở bước 3.: <p>3.a. Nếu kết quả đưa ra không thỏa mãn điều kiện về ngưỡng, hệ thống yêu cầu mô hình xử lý lại (từ bước 1.).</p> <p>3.b. Nếu dữ liệu đã được xử lý lại lần hai nhưng vẫn cho ra kết quả không tốt, dữ liệu bị loại bỏ và thông tin được ghi lại trong lịch sử lỗi của hệ thống và thông báo rằng không thể tìm được bộ thời gian phù hợp cho người dùng (ban quản lý) để tiến hành xử lý.</p>

3.1.5 Cài đặt hệ thống và các ràng buộc dành cho đèn giao thông

Mã số use-case	UC-004
Tên use-case	Cài đặt hệ thống và các ràng buộc dành cho đèn giao thông
Tác nhân	Người dùng (ban quản lý giao thông)
Mô tả	Người dùng cài đặt các ràng buộc chung cho hệ thống và cho các tín hiệu đèn giao thông

Kích hoạt	Khi người dùng ấn vào biểu tượng Cài đặt trên màn hình
Tiền điều kiện	<ol style="list-style-type: none">1. Người dùng đã đăng nhập và được xác thực.2. Người dùng có đủ quyền được chỉnh sửa cài đặt hệ thống.
Hậu điều kiện	Các cài đặt của hệ thống và đèn giao thông được thiết lập
Luồng bình thường	<ol style="list-style-type: none">1. Người dùng ấn vào biểu tượng Cài đặt ở màn hình chính.2. Người dùng tìm kiếm bằng tên, mã số hoặc chọn vị trí đèn ở trên bản đồ để đi tới cài đặt cho đèn đó.3. Người dùng tiến hành cài đặt, bao gồm:<ul style="list-style-type: none">• Thời gian tối đa của đèn xanh.• Thời gian tối đa của đèn đỏ.• Thời gian của đèn vàng (cố định).• Thời gian tối thiểu của đèn xanh.• Thời gian tối thiểu của đèn đỏ.• Kỳ hạn mà camera gửi dữ liệu về cho hệ thống (tối thiểu phải là 5 phút).• Chiều dài đoạn đường.• Chiều rộng đoạn đường.• Thời gian đèn xanh mặc định nếu không có sự tác động của AI.• Thời gian đèn đỏ mặc định nếu không có sự tác động của AI.4. Người dùng xác thực quyền và xác nhận rằng chấp nhận thay đổi.5. Thay đổi về cài đặt được lưu lại trong lịch sử hệ thống.

<p>Luồng thay thế & ngoại lệ</p>	<p>Luồng thay thế:</p> <ul style="list-style-type: none"> Thay thế ở bước 2.: <p>2.a. Người dùng chọn nút Cài đặt để cài đặt chung cho hệ thống.</p> <p>2.b. Người dùng tiến hành cài đặt chung cho hệ thống, bao gồm bật/tắt hoạt động của hệ thống AI ở một số giao lộ cụ thể và sử dụng cài đặt mặc định.</p> <p>2.c. Tiếp tục tiến hành từ bước 4..</p> <p>Ngoại lệ:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ngoại lệ ở bước 4.: <p>4.a. Người dùng không xác nhận việc thay đổi hoặc không đủ thẩm quyền thay đổi, trả về màn hình điều chỉnh ở bước 3..</p>
---	---

3.1.6 Hệ thống tự điều chỉnh đèn giao thông

Mã số use-case	UC-005
Tên use-case	Hệ thống tự điều chỉnh đèn giao thông
Tác nhân	Đèn giao thông
Mô tả	Hệ thống tương tác với đèn giao thông để tiến hành điều chỉnh thông số về thời gian chờ của các loại đèn
Kích hoạt	Khi dữ liệu được xác nhận thành công ở use case 3.1.4
Tiền điều kiện	<ol style="list-style-type: none"> Đèn giao thông được kết nối với hệ thống. Dữ liệu đầu ra đã sẵn sàng.
Hậu điều kiện	Thông số về thời gian chờ của các tín hiệu đèn dành cho phase sau được cập nhật tại đèn giao thông

Luồng bình thường	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dữ liệu được gửi đến đèn giao thông. 2. Máy tính của đèn cập nhật các thông số về thời gian chờ dành cho phase sau. 3. Đèn giao thông gửi thông tin cho server xác nhận đã thiết lập thay đổi thành công.
Luồng thay thế & ngoại lệ	<p>Luồng thay thế: Không có</p> <p>Ngoại lệ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ngoại lệ ở bước 3.: <ol style="list-style-type: none"> 3.a. Nếu server không nhận được tín hiệu trả về từ đèn giao thông, sau khoảng 10 giây sẽ tiếp tục gửi dữ liệu cho đến khi có dữ liệu mới thuộc về đèn đó được mô hình AI cung cấp. 3.b. Nếu đèn giao thông nhận được dữ liệu trùng với dữ liệu đã được cập nhật (về mã số), sẽ không có sự thay đổi nào, đèn vẫn sẽ trả thông tin về cho server thông báo cập nhật thành công.

3.1.7 Xử lý tình huống mật độ xe tăng đột ngột

Mã số use-case	UC-006
Tên use-case	Xử lý tình huống mật độ xe tăng đột ngột
Tác nhân	Đèn giao thông, mô hình AI phân tích dữ liệu giao thông
Mô tả	Mô hình AI phân tích dữ liệu các đèn giao thông tại một giao lộ có nguy cơ bị tắc nghẽn bởi sự gia tăng đột ngột về mật độ xe, từ đó đưa ra quyết định thay đổi thời gian chờ của các đèn ngay trong phase
Kích hoạt	Khi dữ liệu về hình ảnh được phân tích thành công ở 3.1.3 và hệ thống nhận thấy có sự gia tăng đột ngột về mật độ phương tiện

Tiền điều kiện	<ol style="list-style-type: none">1. Dữ liệu hình ảnh được phân tích thành công ở bước 3.1.3.2. Có sự gia tăng đột ngột về mật độ phương tiện từ mức <i>Thông thoáng</i> hoặc <i>Bình thường</i> ở bộ hình ảnh trước đến <i>Tắc nghẽn</i> ở hình ảnh hiện tại. Sự gia tăng xảy ra ở một số tình huống quy định tại phần Yêu cầu chức năng.3. Thời gian chờ xanh, đỏ còn lại của các đèn giao thông ở giao lộ phù hợp để tiến hành thay đổi (sự phù hợp được mô tả ở phần Yêu cầu chức năng).4. Mô hình AI được huấn luyện và sẵn sàng.5. Đèn giao thông được kết nối với hệ thống.6. Các đèn ở giao lộ chỉ đang ở hai trạng thái: Xanh hoặc đỏ.
Hậu điều kiện	Thông số về thời gian chờ của các tín hiệu đèn được cập nhật ngay trong phase
Luồng bình thường	<ol style="list-style-type: none">1. Dữ liệu về các thông số cần phải thay đổi ngay trong phase được mô hình AI quyết định, bao gồm:<ul style="list-style-type: none">• Thời gian đèn xanh mới (tương ứng với đèn đang xanh).• Thời gian đèn đỏ mới (tương ứng với đèn đang đỏ).2. Dữ liệu được gửi đến đèn giao thông.3. Đèn giao thông cập nhật ngay lập tức hệ thống đếm của các đèn.4. Đèn gửi tín hiệu về cho server thông báo cập nhật thành công.

<p>Luồng thay thế & ngoại lệ</p>	<p>Luồng thay thế: Không có</p> <p>Ngoại lệ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ngoại lệ ở bước 4.: <p>4.a. Nếu server không nhận được tín hiệu trả về từ đèn giao thông, sau khoảng 10 giây phút sẽ tiếp tục gửi dữ liệu cho đến khi các điều kiện về thời gian chờ đèn không còn được thỏa mãn.</p> <p>4.b. Nếu đèn giao thông nhận được dữ liệu trùng với dữ liệu đã được cập nhật (về mã số), sẽ không có sự thay đổi nào, đèn vẫn sẽ trả thông tin về cho server thông báo cập nhật thành công.</p>
---	---

3.1.8 Xem thông tin về hệ thống giao thông

Mã số use-case	UC-007
Tên use-case	Xem thông tin về hệ thống giao thông
Tác nhân	Người dùng (ban quản lý giao thông)
Mô tả	Người dùng xem thông tin về các điểm đèn giao thông
Kích hoạt	Người dùng ấn vào một đèn giao thông bất kỳ trên bản đồ
Tiền điều kiện	<ol style="list-style-type: none"> 1. Người dùng đã được xác thực. 2. Đèn giao thông được chọn có kết nối với hệ thống.
Hậu điều kiện	Người dùng xem được các thông tin của đèn giao thông đã chọn

<p>Luồng bình thường</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Người dùng chọn vào một đèn giao thông trên bản đồ. 2. Người dùng được cung cấp các thông tin sau trên giao diện: <ul style="list-style-type: none"> • Thời gian các loại đèn ở phase hiện tại (đang đếm). • Thời gian các loại đèn ở phase tiếp theo. • Thông tin trích xuất từ xử lý hình ảnh, bao gồm: <ul style="list-style-type: none"> – Hình ảnh. – Thời gian chụp. – Số phương tiện trong ảnh. – Chiều dài đoạn đường. – Chiều rộng đoạn đường. – Mật độ phương tiện. – Tình trạng giao thông (<i>Thông thoáng, Bình thường hay Tắc nghẽn</i>). • Hệ thống đèn có đang được điều khiển bởi AI hay không. • Dữ liệu về tình trạng giao thông được phân tích ở lần gần nhất. 3. Người dùng ấn vào nút Đóng. 4. Giao diện được tắt và trả về màn hình bản đồ.
<p>Luồng thay thế & ngoại lệ</p>	<p>Luồng thay thế: Không có</p> <p>Ngoại lệ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ngoại lệ ở bước 1.: <p>1.a. Nếu người dùng không được xác thực hoặc không có thẩm quyền xem, thông báo lỗi và thoát khỏi use case.</p>

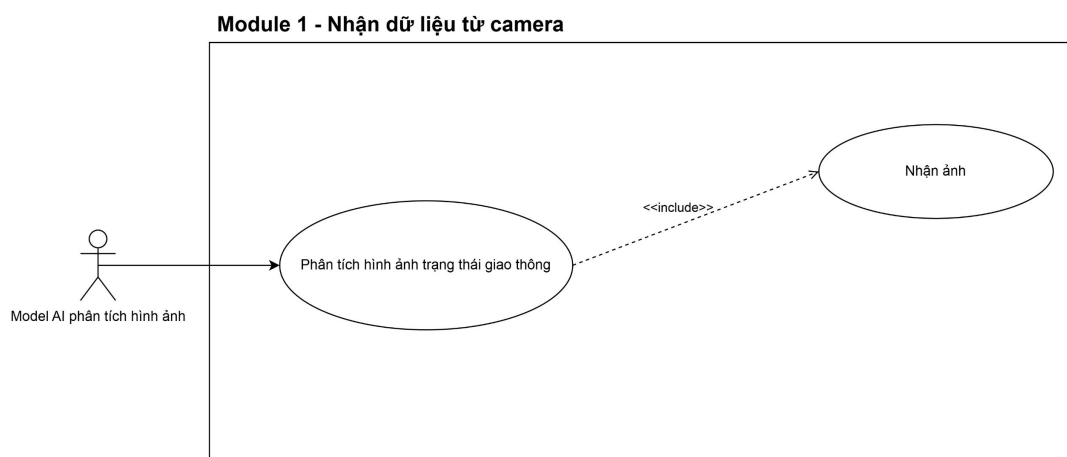
3.1.9 Xem lịch sử thay đổi dữ liệu của đèn

Mã số use-case	UC-008
Tên use-case	Xem lịch sử thay đổi dữ liệu của đèn giao thông
Tác nhân	Người dùng (ban quản lý giao thông)
Mô tả	Người dùng xem thông tin về lịch sử thay đổi thông số của các điểm đèn giao thông
Kích hoạt	Người dùng ấn vào nút Lịch sử thay đổi dữ liệu
Tiền điều kiện	<ol style="list-style-type: none"> 1. Người dùng đã được xác thực. 2. Đèn giao thông được chọn có kết nối với hệ thống.
Hậu điều kiện	Người dùng xem được các thông tin về sự thay đổi dữ liệu của đèn giao thông đã chọn
Luồng bình thường	<ol style="list-style-type: none"> 1. Người dùng ấn vào Lịch sử. 2. Người dùng chọn vào một đèn giao thông trên bản đồ và được cung cấp các thông tin sau: <ul style="list-style-type: none"> • Thời điểm của sự thay đổi. • Thời gian các loại đèn ở phase trước. • Thời gian các loại đèn ở phase sau. • Sự thay đổi có phải là khẩn cấp (ngay trong phase) hay không. • Dữ liệu về tình trạng giao thông ở thời điểm thay đổi đó, bao gồm: <ul style="list-style-type: none"> – Mật độ phương tiện. – Tình trạng giao thông. 3. Người dùng ấn vào nút Đóng. 4. Giao diện được tắt và trả về màn hình bản đồ.

<p>Luồng thay thế & ngoại lệ</p>	<p>Luồng thay thế: Không có</p> <p>Ngoại lệ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ngoại lệ ở bước 1.: <p>1.a. Nếu người dùng không được xác thực hoặc không có thẩm quyền xem, thông báo lỗi và thoát khỏi use case.</p>
---	---

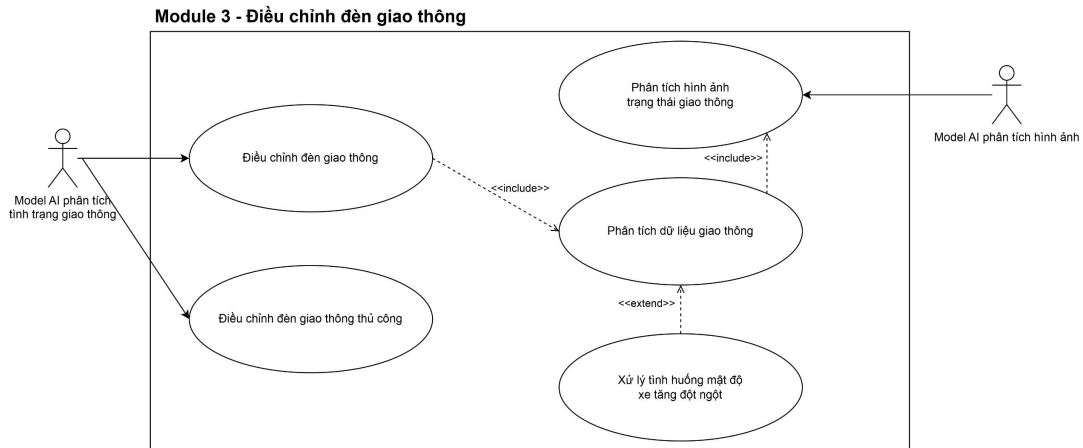
3.2 Lược đồ use case

3.2.1 Module 1 - Nhận dữ liệu từ camera



Hình 3.1: Module 1 - Nhận dữ liệu từ camera

3.2.2 Module 3 - Điều chỉnh đèn giao thông



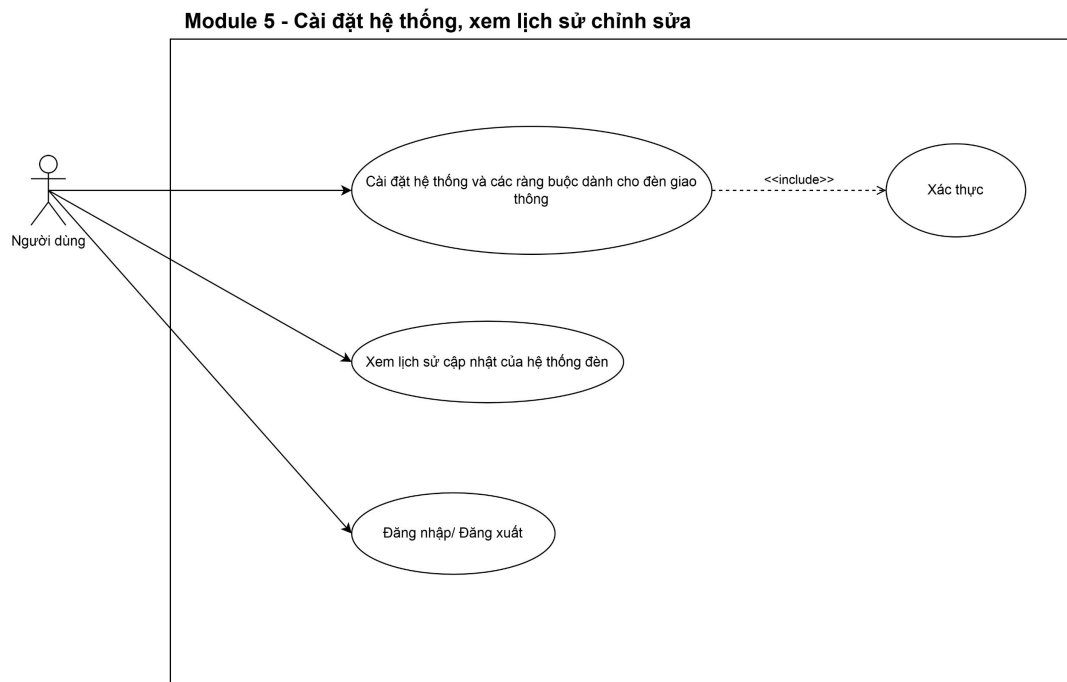
Hình 3.2: Module 3 - Điều chỉnh đèn giao thông

3.2.3 Module 4 - Xem thông tin về hoạt động của hệ thống



Hình 3.3: Module 4 - Xem thông tin về hoạt động của hệ thống

3.2.4 Module 5 - Cài đặt hệ thống, xem lịch sử chỉnh sửa



Hình 3.4: Module 5 - Cài đặt hệ thống, xem lịch sử chỉnh sửa

Chương 4. THIẾT KẾ GIAO DIỆN NGƯỜI DÙNG

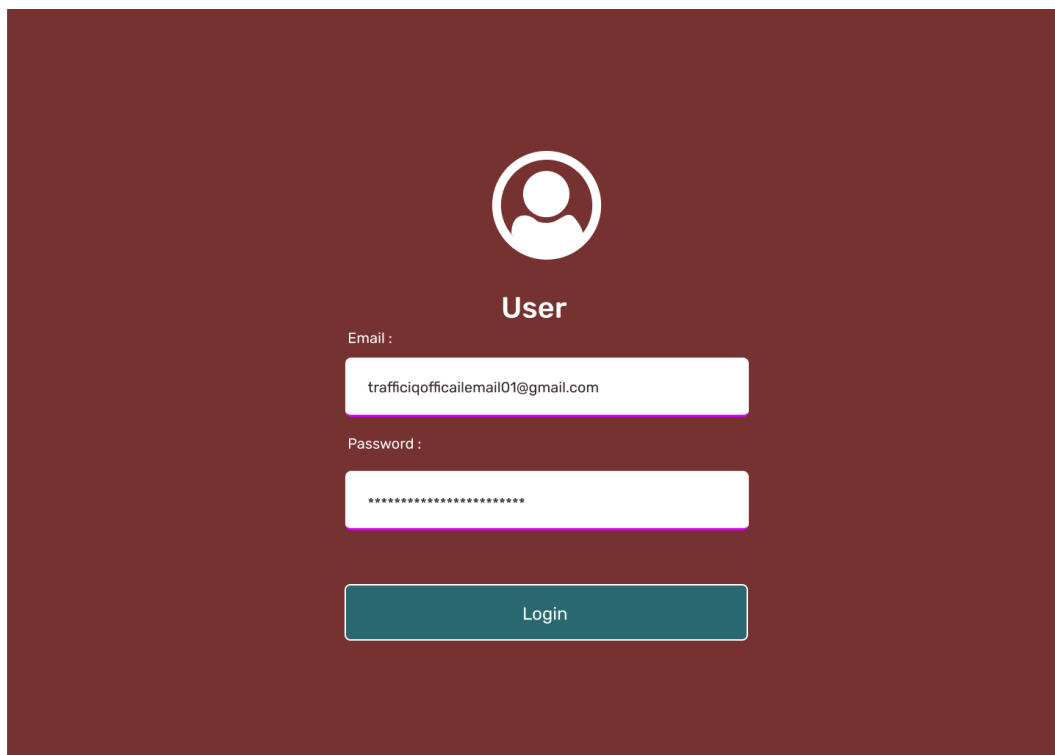
Giao diện người dùng được thiết kế bằng **Figma**

Đường link: Smart Traffic Lights

4.1 Trang Đăng nhập

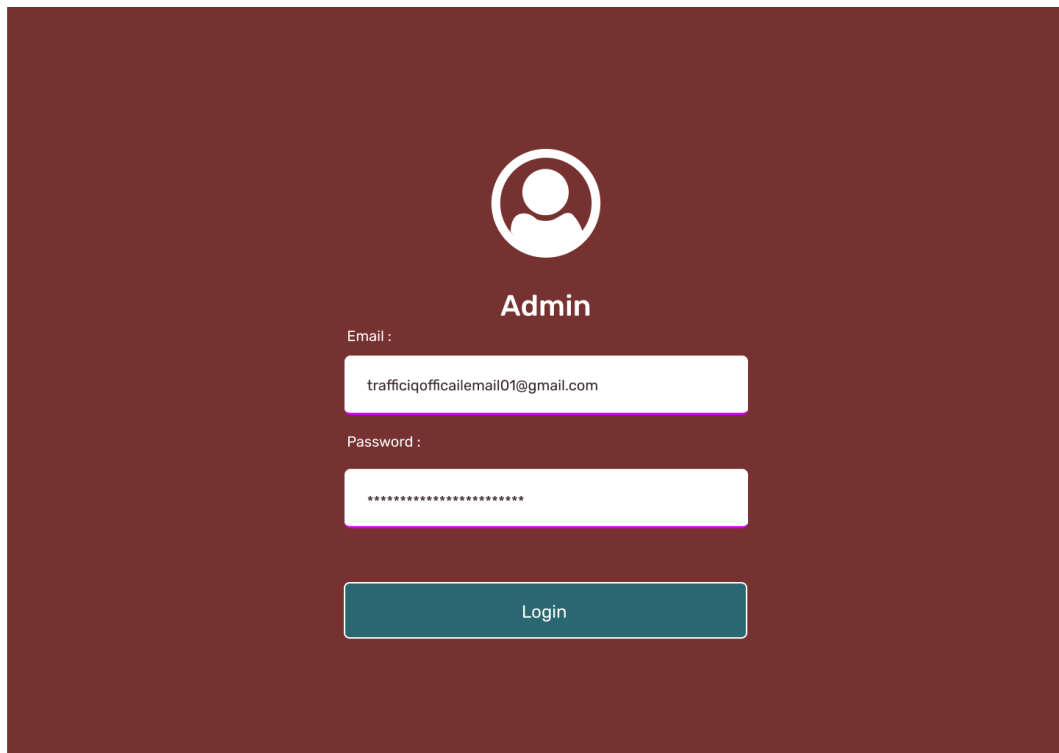
Trang Đăng nhập cho phép người dùng nhập thông tin về tài khoản của mình (được cấp trước) để được cấp quyền tương tác với hệ thống. Người dùng có thể đăng nhập theo hai vai trò:

- **Người dùng bình thường (User):** Chỉ có khả năng xem dữ liệu từ hệ thống, không thể chỉnh sửa.
- **Quản trị viên (Admin):** Có khả năng chỉnh sửa, cài đặt cho các đèn.



The image shows a user login interface on a dark red background. At the top center is a white circular icon representing a user profile. Below it, the word "User" is displayed in white. The form consists of two input fields: "Email :" with the value "trafficiofficailemail01@gmail.com" and "Password :" with masked characters. A teal "Login" button is positioned at the bottom of the form.

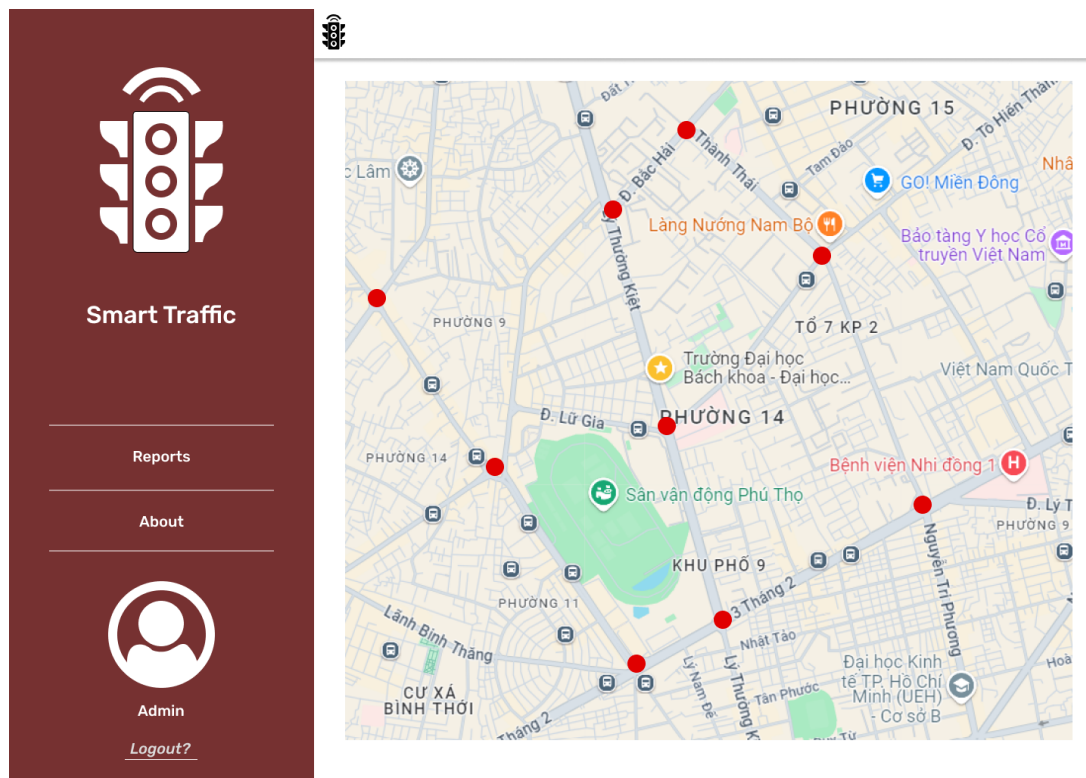
Hình 4.1: Trang Đăng nhập ở dạng User



Hình 4.2: Trang Đăng nhập ở dạng Admin

4.2 Trang Chủ

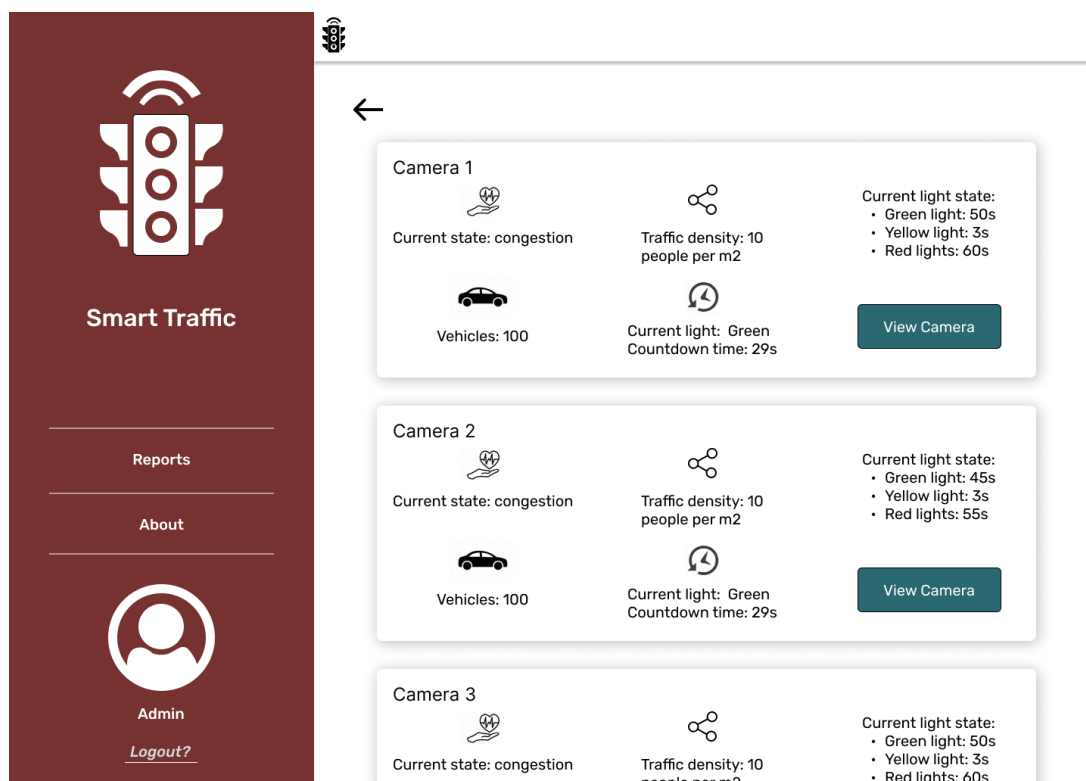
Trang chủ của hệ thống chứa bản đồ của khu vực mà hệ thống quản lý (ở đây là TP HCM), cho phép người dùng tương tác với bản đồ và tương tác với các giao lộ là các điểm ở trên bản đồ.



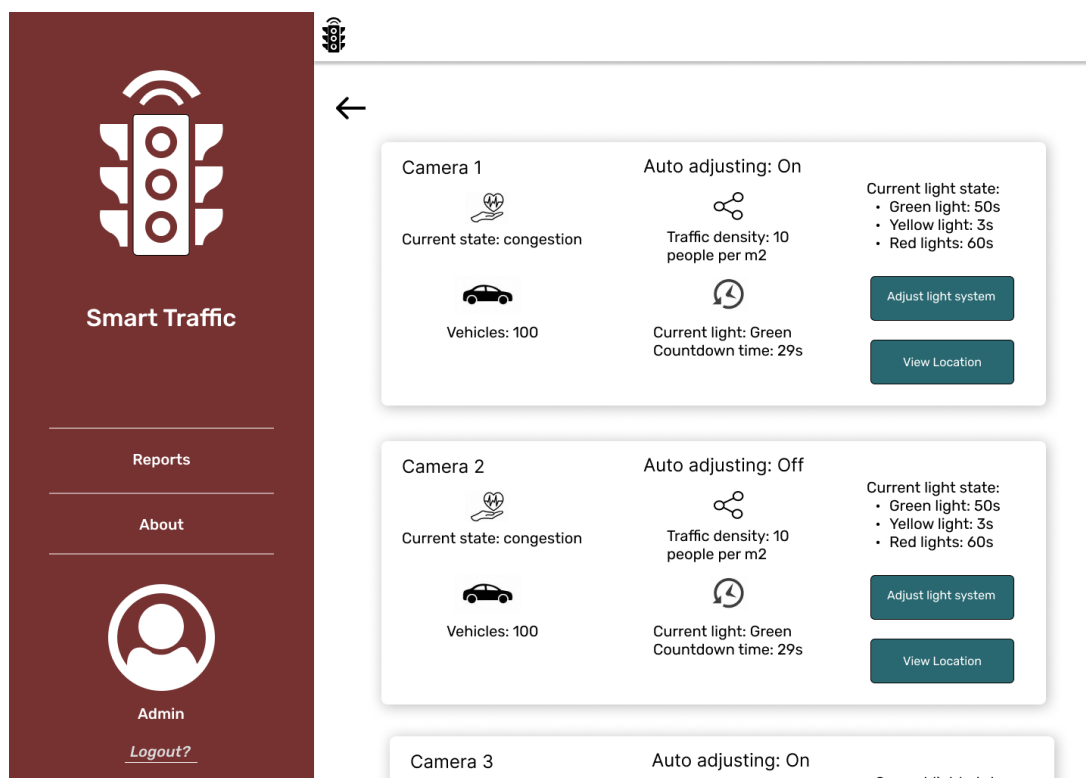
Hình 4.3: Trang Chủ

4.3 Trang Đèn giao thông

Sau khi ấn vào một điểm giao lộ trên bản đồ, trang Đèn giao thông cho người dùng thông tin về các đèn giao thông tại giao lộ đó theo thời gian thực, bao gồm thời gian đèn, các thông tin trích xuất được từ camera và nút bấm để xem xét ảnh chụp gửi về từ camera và nút bấm để điều chỉnh đèn đối với **Admin**.



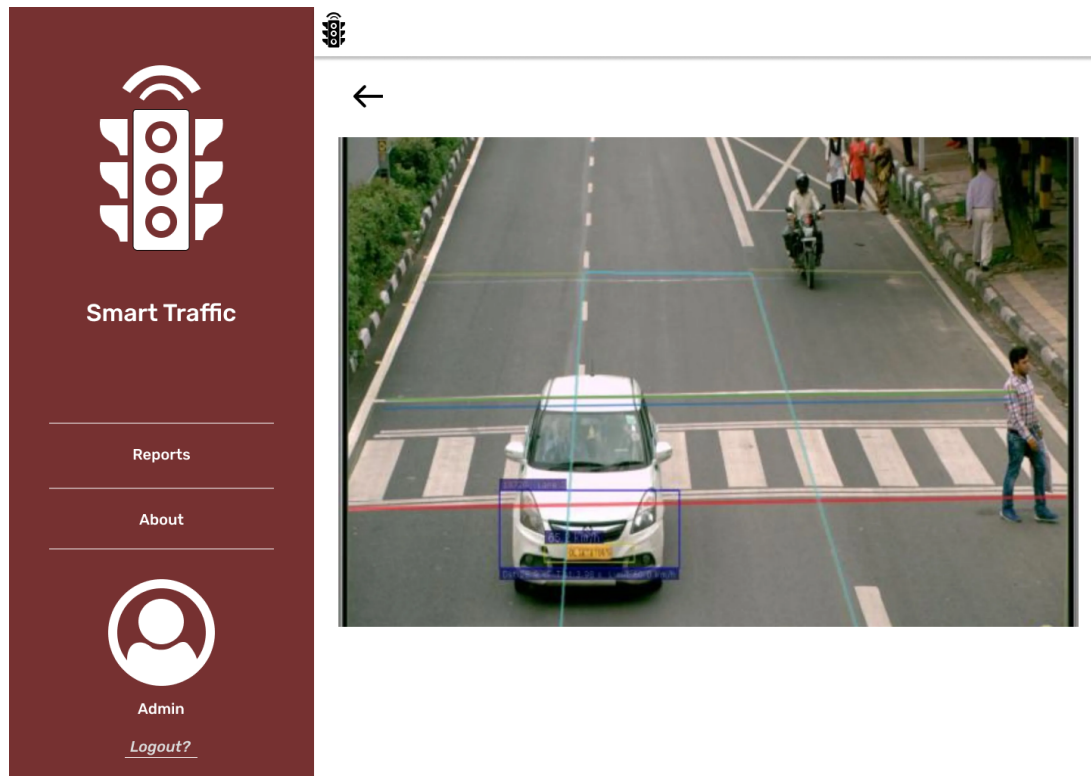
Hình 4.4: Trang Dàn giao thông đối với người dùng là User



Hình 4.5: Trang Dền giao thông đối với người dùng là Admin

4.4 Trang Camera

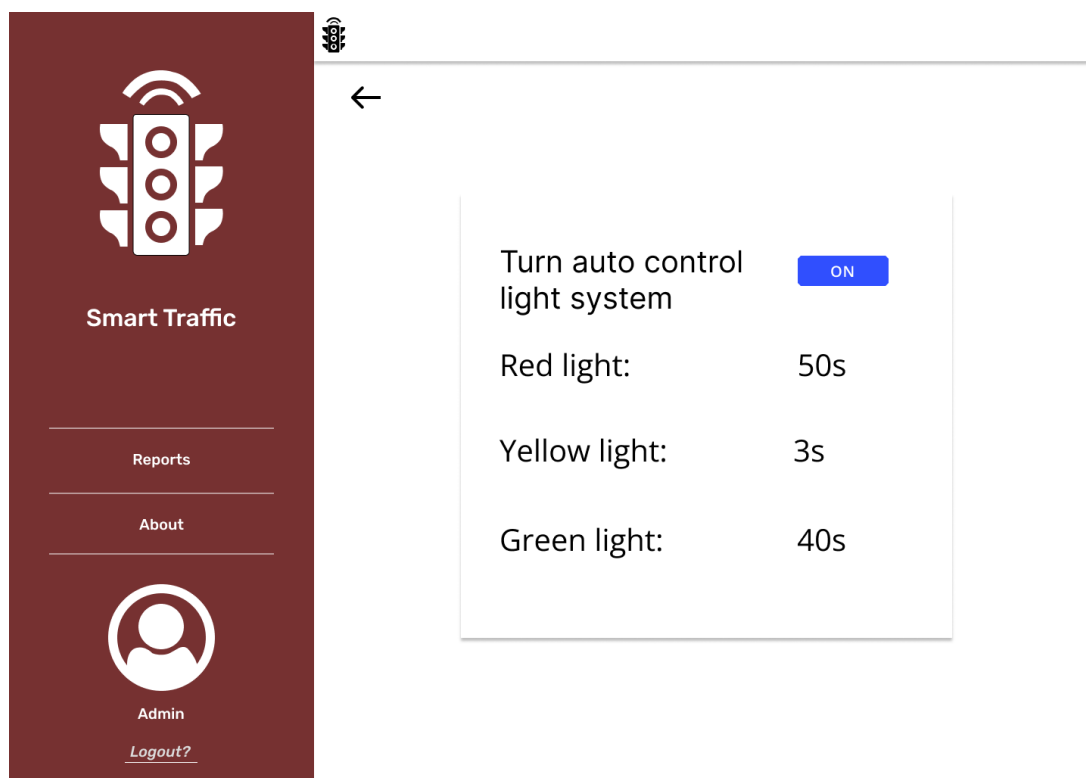
Trang cung cấp ảnh chụp gần nhất của camera tương ứng với đèn giao thông đó.



Hình 4.6: Trang Camera

4.5 Trang điều chỉnh

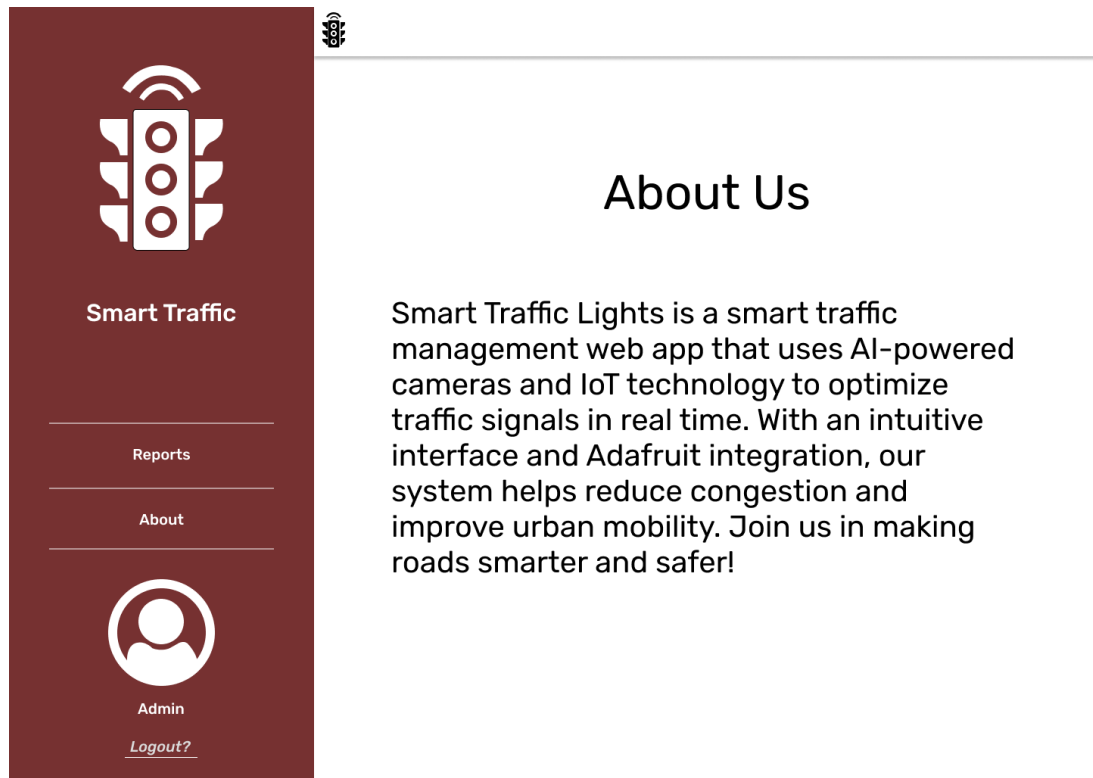
Trang Điều chỉnh chỉ xuất hiện đối với người dùng là **Admin**, giúp người dùng điều chỉnh được các thông số cơ bản của đèn.



Hình 4.7: Trang Điều chỉnh

4.6 Trang About us

Trang giới thiệu về ứng dụng.



Hình 4.8: Trang About us

Chương 5. THIẾT KẾ CƠ SỞ DỮ LIỆU

5.1 Dữ liệu ảnh

Đối với dữ liệu về ảnh, nhóm chủ trương sử dụng Redis cache để lưu trữ trên server.

5.2 Dữ liệu khác

Các dữ liệu về thông số đèn giao thông, giao lộ cũng như thông tin người dùng hầu hết là dữ liệu dạng cấu trúc, do đó nhóm sử dụng hệ quản trị SQL để quản lý dữ liệu mà cụ thể là **PostgreSQL**.

5.2.1 Sơ lược về PostgreSQL

PostgreSQL là một hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ (RDBMS) mã nguồn mở, mạnh mẽ và linh hoạt. Nó được thiết kế để tuân theo chuẩn SQL nhưng cũng hỗ trợ nhiều tính năng nâng cao như JSON, xử lý giao dịch ACID và mở rộng theo chiều ngang.

Đặc điểm nổi bật của PostgreSQL

- **Mã nguồn mở & miễn phí:** Có cộng đồng lớn hỗ trợ và phát triển.
- **Hỗ trợ SQL nâng cao:** Tuân thủ chuẩn SQL và hỗ trợ các tính năng như Common Table Expressions (CTE), JSONB, Window Functions, v.v.
- **Hỗ trợ ACID:** Đảm bảo tính nhất quán, ổn định và an toàn trong giao dịch dữ liệu.
- **Mở rộng linh hoạt:** Có thể thêm kiểu dữ liệu mới, hàm và thậm chí là ngôn ngữ lập trình.
- **Hỗ trợ NoSQL:** Có thể làm việc với JSON, XML, hstore, giúp lưu trữ dữ liệu dạng phi cấu trúc.

- **Hiệu suất cao:** Cung cấp nhiều cơ chế tối ưu hóa như indexing (B-tree, Hash, GIN, BRIN), partitioning, parallel queries.
- **Bảo mật mạnh mẽ:** Hỗ trợ SSL, xác thực nhiều cấp (MD5, SCRAM-SHA-256, LDAP, Kerberos).

5.2.2 Thiết kế cơ sở dữ liệu cho ứng dụng

Các kiểu thực thể

USER: Là kiểu thực thể đại diện cho người dùng của hệ thống.

Thuộc tính	Kiểu	Mô tả
ID	String	Thuộc tính khóa xác định người dùng.
Name	String	Tên của người dùng.
Role	String	Vai trò của người dùng, gồm Admin hoặc User .

PERMISSION: Các quyền được cấp cho người dùng, với vai trò tương ứng người dùng được cấp quyền tương ứng để có thể tương tác với hệ thống.

Thuộc tính	Kiểu	Mô tả
ID	String	Thuộc tính khóa xác định quyền.
Name	String	Tên của quyền.

SYSTEM: Kiểu thực thể đặc biệt đại diện cho hệ thống, chỉ có một thực thể duy nhất tồn tại trong hệ thống.

Thuộc tính	Kiểu	Mô tả
ID	String	Thuộc tính khóa xác định hệ thống, chỉ có một thực thể với khóa <i>S1</i> .
Image_sending_time	Float	Thời gian tính bằng phút giữa những lần yêu cầu ảnh chụp từ camera của hệ thống.

CROSSROADS: Kiểu thực thể đại diện cho các giao lộ.

Thuộc tính	Kiểu	Mô tả
Feed_key	String	Thuộc tính khóa xác định giao lộ, cũng đồng thời là key để server hệ thống tương tác với Adafruit server.
Address	String	Địa chỉ của giao lộ.
Roads	Composite	Thuộc tính kết hợp cho thấy chiều dài của hai đoạn đường cắt nhau tại giao lộ, bao gồm: <ul style="list-style-type: none"> • Type: Thuộc tính String để kết nối đoạn giao lộ với hai đèn cùng kiểu, nhận hai giá trị <i>A</i> hoặc <i>B</i>. • Length: Thuộc tính Float chỉ ra chiều dài của giao lộ (m).

TRAFFIC LIGHTS: Kiểu thực thể đại diện cho các đèn giao thông

Thuộc tính	Kiểu	Mô tả
ID	String	Thuộc tính khóa xác định đèn giao thông.

Type	String	Loại của đèn để kết nối hai đèn đối diện thành một cặp cũng như liên hệ với đoạn giao lộ tương ứng, nhận hai giá trị <i>A</i> hoặc <i>B</i> .
Length	Float	Chiều dài đoạn đường tương ứng với camera của đèn giao thông đó.
Width	Float	Chiều rộng đoạn đường tương ứng với camera của đèn giao thông đó.
Green_time	Integer	Thời gian đèn xanh sẽ dùng cho phase sau.
Red_time	Integer	Thời gian đèn đỏ sẽ dùng cho phase sau.
Yellow_time	Integer	Thời gian đèn vàng sẽ dùng cho phase sau.
Threshold	Composite	Thuộc tính kết hợp đại diện cho các ngưỡng của đèn, phải tương đồng giữa hai đèn cùng loại: <ul style="list-style-type: none"> • Green_thres: Ngưỡng đèn xanh dành cho đèn, có dạng String "<cận dưới>, <cận trên>". • Red_thres: Ngưỡng đèn đỏ dành cho đèn, có dạng String "<cận dưới>, <cận trên>". • Yellow_thres: Ngưỡng đèn vàng dành cho đèn, có dạng String "<cận dưới>, <cận trên>".
Feed_key	String	Khóa ngoại liên hệ đến giao lộ mà đèn giao thông thuộc về.

Các mối quan hệ

HAS (USER - PERMISSION): Mối quan hệ đại diện cho các quyền mà một người dùng sở hữu.

Thuộc tính	Kiểu	Mô tả
------------	------	-------

User_id	String	Thuộc tính khóa xác định người dùng.
Per_id	String	Thuộc tính khóa xác định quyền.

CHANGES (USER - SYSTEM): Người dùng có thể thay đổi thời gian gửi ảnh của các camera trong toàn hệ thống:

Thuộc tính	Kiểu	Mô tả
User_id	String	Thuộc tính khóa xác định người dùng.
Time	Date	Thời gian mà thay đổi được thực hiện.
Image_sending_time	Float	Thời gian tính bằng phút giữa những lần yêu cầu ảnh chụp từ camera của hệ thống người dùng muốn thay đổi.

UPDATES (SYSTEM - CROSSROADS): Hệ thống tự động cập nhật thời gian các tín hiệu đèn cho các đèn trong một giao lộ.

Thuộc tính	Kiểu	Mô tả
Light_id	String	Thuộc tính khóa xác định đèn cần cập nhật.
Feed_key	String	Thuộc tính khóa ngoại liên hệ với thực thể CROSSROADS .
Time	Date	Thời gian mà thay đổi được thực hiện.
Green_time	Integer	Thời gian đèn xanh cần cập nhật.
Red_time	Integer	Thời gian đèn đỏ cần cập nhật.

BELONGS TO (TRAFFIC LIGHT - CROSSROADS): Một đèn bất kỳ phải thuộc về một giao lộ nào đó.

TURNS OFF AUTO (USER - CROSSROADS): User có thể tắt đi chế độ điều khiển tự động của hệ thống đối với một số giao lộ.

Thuộc tính	Kiểu	Mô tả
User_id	String	Thuộc tính khóa xác định người dùng.
Feed_key	String	Thuộc tính khóa xác định giao lộ.
Time	Date	Thời gian mà thay đổi được thực hiện.

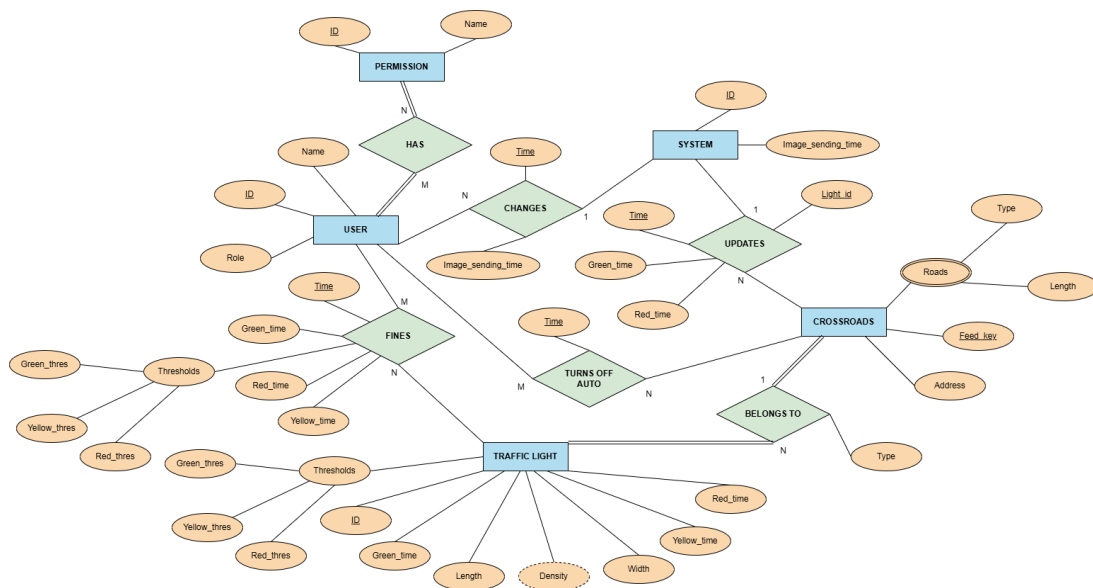
FINES (USER - TRAFFIC LIGHT): Người dùng có thể điều chỉnh thủ công các thông tin dành cho đèn giao thông, bao gồm:

- Các ngưỡng của đèn xanh, đỏ, vàng.
- Thời gian đèn xanh, đỏ, vàng mặc định (dành cho phase sau nếu như chế độ tự động được tắt).

Thuộc tính	Kiểu	Mô tả
User_id	String	Thuộc tính khóa xác định người dùng.
Time	Date	Thời gian mà thay đổi được thực hiện.
Light_id	String	Thuộc tính khóa xác định đèn.
Green_time	Integer	Thời gian đèn xanh sẽ dùng cho phase sau.
Red_time	Integer	Thời gian đèn đỏ sẽ dùng cho phase sau.
Yellow_time	Integer	Thời gian đèn vàng sẽ dùng cho phase sau.

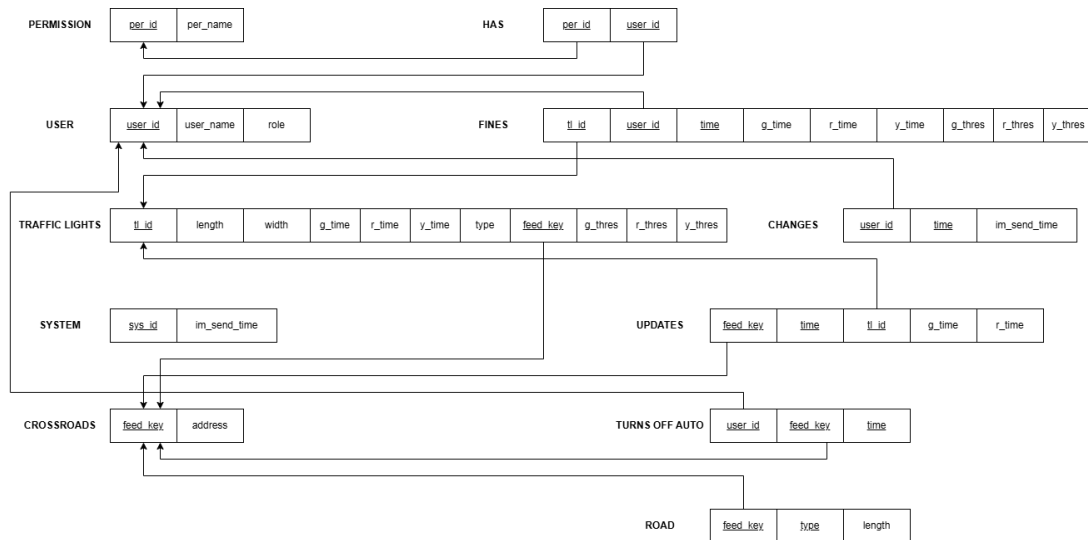
Threshold	Composite	<p>Thuộc tính kết hợp đại diện cho các ngưỡng của đèn cần được cập nhật:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Green_thres: Ngưỡng đèn xanh dành cho đèn, có dạng String "<cận dưới>, <cận trên>". • Red_thres: Ngưỡng đèn đỏ dành cho đèn, có dạng String "<cận dưới>, <cận trên>". • Yellow_thres: Ngưỡng đèn vàng dành cho đèn, có dạng String "<cận dưới>, <cận trên>".
-----------	-----------	--

5.2.3 Lược đồ ER



Hình 5.1: Lược đồ ER

5.2.4 Lược đồ Logical



Hình 5.2: Lược đồ Logical

Chương 6. TIẾN ĐỘ HIỆN THỰC

Tính tới thời điểm hiện tại, nhóm đã hiện thực và demo được hai phần

1. Gửi tín hiệu điều khiển 4 đèn giao thông tại giao lộ (Module 3).
2. Hiện thực giao diện người dùng dựa trên ReactJS (chưa kết nối BE).

6.1 Giao diện người dùng

Link video demo: Giao diện người dùng

6.2 Điều khiển đèn giao thông

Link video demo: Điều khiển đèn giao thông