
Draft Proposal

for

Smart Traffic Lights System

Version 0.2 Draft, Reviewed by Tran Dinh Phu

**Prepared by Do Anh Duong, Hoang Duc Minh,
Tran Trong Thinh**

Group 13, 2324II INT3133 20, VNU-UET

March 20, 2024

Table of Contents

1. Mô tả dự án 1

 1.1. Lý do thực hiện dự án 1

 1.2. Mục tiêu dự án 2

 1.3. Phạm vi dự án 2

2. Hệ thống hiện thời (system-as-is) 3

 2.1. Tổng quan 3

 2.2. Mục tiêu/Sứ mệnh hệ thống 3

 2.3. Cấu trúc/tổ chức 4

 2.4. Luồng nghiệp vụ 5

 2.5. Hạn chế và cơ hội 8

3. Hệ thống mới (system-to-be) 9

 3.1. Nhu cầu của các bên liên quan 9

 3.2. Yêu cầu chức năng và phi chức năng 10

4. Các hướng giải pháp 13

 4.1. Hệ thống thu thập dữ liệu giao thông dựa trên IoT 13

 4.2. Hệ thống tự phân tích và dự đoán tình trạng giao thông dựa trên trí tuệ nhân tạo (AI) 14

5. Phụ lục 15

Revision History

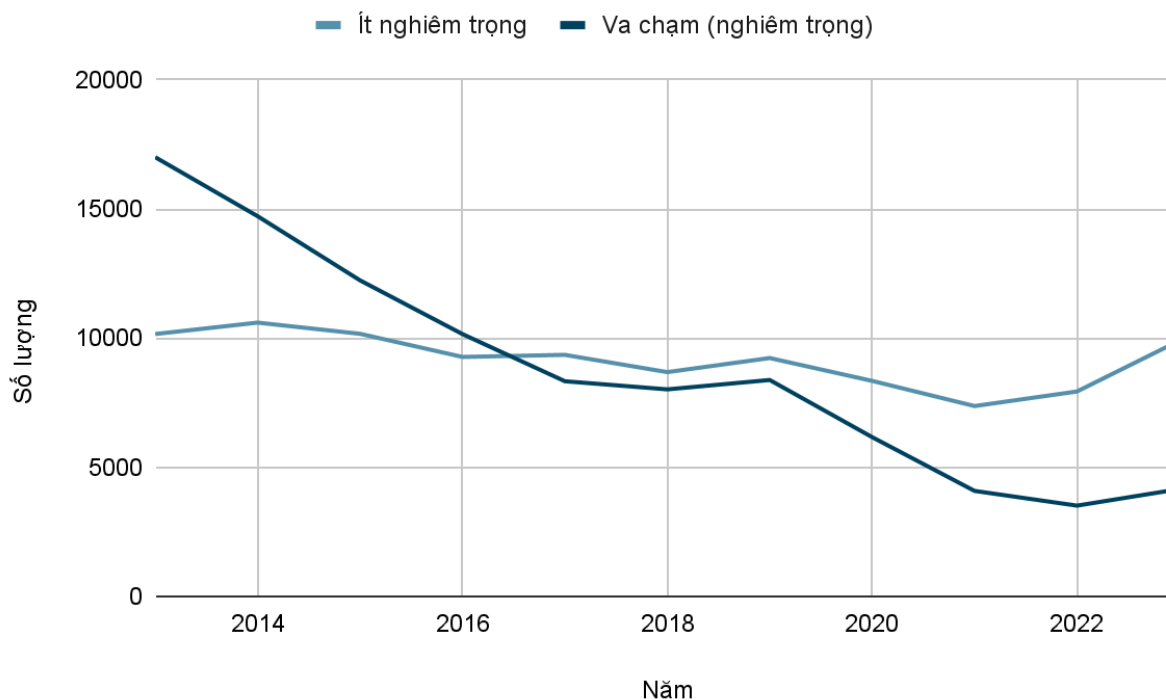
Name	Date	Reason For Changes	Version
Draft #1	2024-03-20	Initial version (Draft)	0.1
Draft #2	2024-03-31	Added documentation for various sections that were previously missing. Pending approval.	0.2

1. Mô tả dự án

Dự án Smart Traffic Light System là một dự án công nghệ nhằm cải thiện hệ thống đèn giao thông ở thành phố Hà Nội, Việt Nam. Dự án này nhằm mục tiêu tối ưu hóa luồng giao thông, giảm ùn tắc và tăng cường an toàn giao thông trong thành phố bằng cách áp dụng các công nghệ thông minh và tự động hóa.

1.1. Lý do thực hiện dự án

Trong những năm gần đây, tình trạng ùn tắc giao thông ở Hà Nội đã trở thành một vấn đề nghiêm trọng, gây ra không chỉ sự bất tiện cho người dân mà còn ảnh hưởng đến sự phát triển kinh tế và môi trường sống. Cùng với sự tăng trưởng nhanh chóng của số lượng phương tiện giao thông và dân số, hệ thống đèn giao thông hiện tại đã không còn đáp ứng được nhu cầu thực tế của người dân và doanh nghiệp.



Hình 1. Tổng số vụ tai nạn giao thông trên địa bàn cả nước qua các năm (Nguồn: Tổng cục thống kê Việt Nam)

Vấn đề chính đặt ra là cách quản lý và điều phối giao thông hiệu quả để giảm thiểu ùn tắc và tăng cường an toàn cho người tham gia giao thông. Hệ thống đèn giao thông truyền thống thường không linh hoạt và không thích ứng được với biến động thời gian và lưu

lượng giao thông, dẫn đến việc lãng phí thời gian và nhiên liệu, cũng như gây ra nguy cơ tai nạn.

Nếu vấn đề không được giải quyết, ùn tắc giao thông và nguy cơ tai nạn sẽ tiếp tục gia tăng, gây ra sự bất tiện cho người dân, ảnh hưởng đến sức khỏe và chất lượng cuộc sống. Ngoài ra, ùn tắc giao thông cũng sẽ gây ra các vấn đề kinh tế như làm giảm hiệu suất làm việc và tăng chi phí vận chuyển.

Dự án Smart Traffic Light System hứa hẹn mang lại nhiều lợi ích quan trọng. Trước hết, việc tối ưu hóa hệ thống đèn giao thông sẽ giúp giảm thiểu ùn tắc và tăng cường an toàn giao thông, giúp người dân di chuyển một cách hiệu quả và an toàn hơn. Ngoài ra, việc cải thiện giao thông cũng có thể tăng cường kinh tế địa phương thông qua việc giảm thiểu thời gian chờ đợi và tiết kiệm nhiên liệu. Đồng thời, dự án cũng đánh dấu một bước tiến quan trọng trong việc ứng dụng công nghệ thông minh vào quản lý đô thị và môi trường sống, tạo ra cơ hội phát triển kinh tế và cải thiện chất lượng cuộc sống cho người dân thành phố.

1.2. Mục tiêu dự án

Mục tiêu chính của dự án Smart Traffic Light System là cải thiện hiệu suất và an toàn giao thông ở thành phố Hà Nội thông qua việc tối ưu hóa hệ thống đèn giao thông sử dụng công nghệ thông minh.

- Giảm thiểu ùn tắc giao thông: Tối ưu hóa thời gian đèn giao thông để giảm thiểu ùn tắc tại các điểm nút giao thông chính.
- Tăng cường an toàn giao thông: Điều chỉnh thời gian đèn giao thông để tạo điều kiện an toàn cho người đi bộ và các phương tiện giao thông.
- Tăng hiệu suất di chuyển: Tối ưu hóa luồng giao thông để giảm thiểu thời gian di chuyển và tăng hiệu suất di chuyển của người dân và phương tiện.
- Giảm ô nhiễm môi trường, lãng phí tài nguyên: Giảm lượng nhiên liệu tiêu thụ và khí thải bằng cách tối ưu hóa luồng giao thông và giảm thời gian chờ đợi.
- Cải thiện trải nghiệm người dùng: Tạo ra một môi trường giao thông thông minh, linh hoạt và dễ sử dụng để cải thiện trải nghiệm di chuyển của người dân và du khách.

1.3. Phạm vi dự án

Ranh giới (Scope) của dự án Smart Traffic Light System được xác định như sau:

- Được thực hiện:
 - Cải thiện hệ thống đèn giao thông ở thành phố Hà Nội (giảm thiểu ùn tắc giao thông và thời gian chờ đợi) thông qua việc áp dụng công nghệ thông minh và tự động hóa.

- Phát triển và triển khai các cảm biến thông minh (như tích hợp công nghệ IoT) để thu thập dữ liệu về lưu lượng xe cộ và người đi bộ tại các giao lộ.
- Tích hợp hệ thống điều khiển tự động để điều chỉnh thời gian đèn giao thông dựa trên dữ liệu thu thập được từ các cảm biến và hệ thống giám sát khác.
- Phát triển giao diện người dùng thông minh (dành cho những bên liên quan nắm quyền kiểm soát giao thông) để quản lý và điều khiển hệ thống từ xa.
- Không được thực hiện:
 - Việc thay đổi cơ sở hạ tầng giao thông cơ bản như xây dựng các cầu, đường cao tốc, hay thay đổi hình dạng các tuyến đường.
 - Việc can thiệp trực tiếp vào hệ thống phương tiện cá nhân như xe hơi hoặc xe máy.
 - Giải quyết các vấn đề liên quan đến việc quản lý lưu lượng giao thông ngoài phạm vi của hệ thống đèn giao thông.

2. Hệ thống hiện thời (system-as-is)

2.1. Tổng quan

Hệ thống đèn giao thông hiện tại ở thành phố Hà Nội đã được triển khai từ nhiều năm trước và đã trải qua nhiều giai đoạn cải tiến để đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của giao thông đô thị. Mục đích chính của hệ thống là điều chỉnh luồng xe và người đi bộ tại các giao lộ để đảm bảo an toàn và trật tự giao thông, từ đó cải thiện hiệu quả giao thông tại các nút giao đông đúc.

Cấu trúc hệ thống điều khiển khá đơn giản, bao gồm các thành phần như đèn tín hiệu và bộ điều khiển trung tâm. Phần mềm điều khiển được sử dụng để điều chỉnh thời gian và thứ tự hoạt động của đèn giao thông một cách cố định và thủ công, phụ thuộc vào sự phán đoán chủ quan cán bộ hoặc cơ quan chịu trách nhiệm.

Các bên liên quan chịu ảnh hưởng của hệ thống bao gồm toàn bộ người tham gia giao thông trong thành phố, bao gồm cả người điều khiển phương tiện và người đi bộ. Mức độ sử dụng hệ thống là rất cao do vai trò quan trọng của đèn giao thông trong việc điều chỉnh và hướng dẫn lưu lượng giao thông hàng ngày.

2.2. Mục tiêu/Sứ mệnh hệ thống

Hệ thống được phát triển nhằm:

- Hướng dẫn và điều phối giao thông, giảm thiểu ùn tắc và tai nạn: Điều chỉnh đèn giao thông để tối ưu hóa lưu lượng xe và người đi bộ, giúp đảm bảo sự an toàn và thông suốt của giao thông.

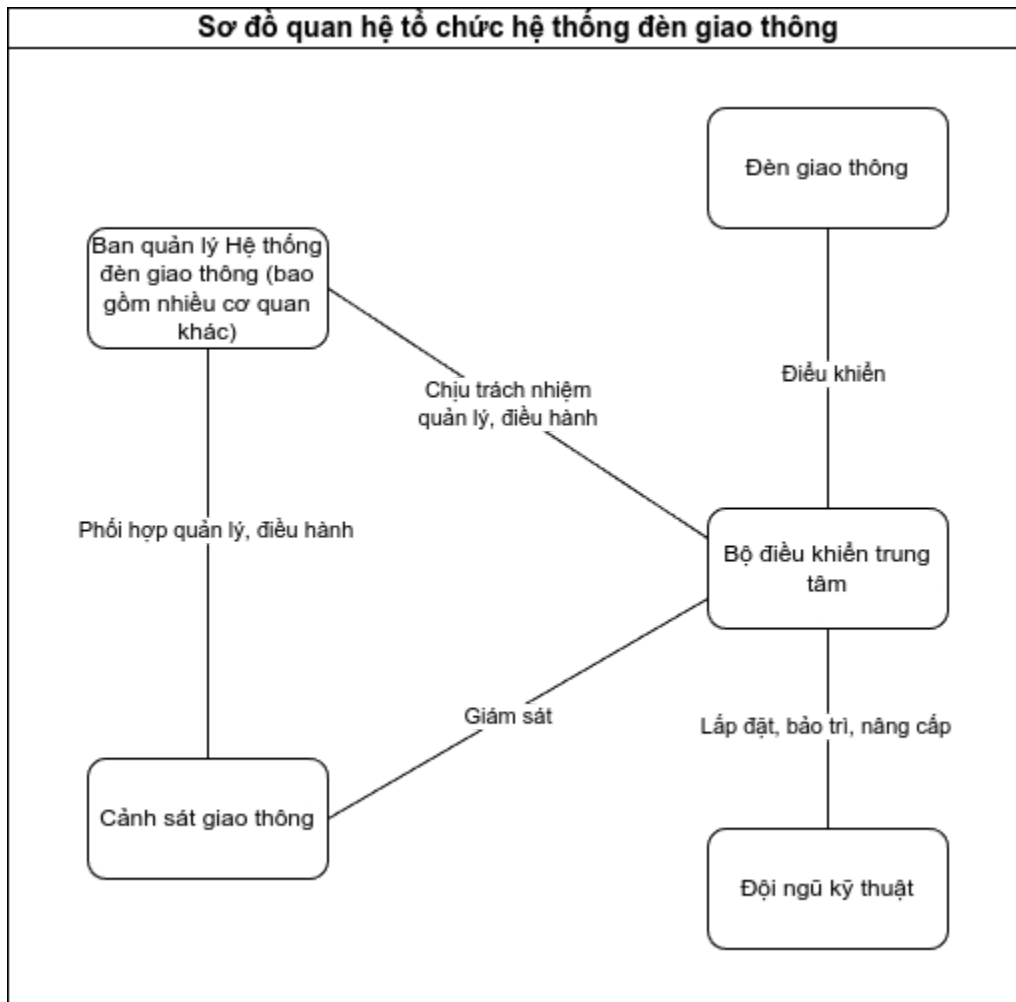
- Tạo ra một môi trường giao thông hiệu quả: Tạo điều kiện thuận lợi cho người dân và phương tiện di chuyển trong thành phố thông qua việc cải thiện hệ thống giao thông.

Mức độ thành công trong việc đạt được mục tiêu và sứ mệnh của hệ thống hiện tại được đánh giá thông qua các chỉ số:

- Số lượng vụ tai nạn giao thông giảm.
- Thời gian di chuyển trung bình của người dân giảm xuống.
- Sự hài lòng và phản hồi tích cực từ cộng đồng về hiệu suất và an toàn của hệ thống.

2.3. Cấu trúc/tổ chức

Với hệ thống hiện thời, Hệ thống đèn giao thông (cụ thể tại Hà Nội) được tổ chức như sau:



Hình 2. Sơ đồ quan hệ tổ chức hệ thống đèn giao thông

Ban Quản lý Hệ thống Đèn giao thông:

- Bao gồm nhiều cơ quan khác như Bộ Giao thông vận tải (Cấp Trung ương), Sở Giao thông vận tải (Cấp Địa phương), Cục Đường bộ Việt Nam
- Quản lý và điều hành hệ thống đèn giao thông trên toàn thành phố.
- Lập kế hoạch, phát triển và nâng cấp hệ thống.
- Giám sát và đánh giá hiệu quả hoạt động của hệ thống.
- Giải quyết các vấn đề và sự cố liên quan đến hệ thống.

Bộ điều khiển trung tâm:

- Điều phối hoạt động (bật, tắt đèn giao thông, đếm ngược thời gian theo chu kỳ) của hệ thống đèn giao thông.
- Được điều khiển bởi các đơn vị chức năng khác
- Các thông số cài đặt như chu kỳ và thời gian sáng của mỗi đèn có thể được điều chỉnh thủ công trong thời gian thực xử lý các tình huống giao thông đặc biệt.

Đội ngũ kỹ thuật:

- Lắp đặt, bảo trì và sửa chữa hệ thống đèn giao thông.
- Khắc phục các sự cố kỹ thuật liên quan đến hệ thống.
- Cập nhật phần cứng, phần mềm và chương trình điều khiển cho hệ thống.

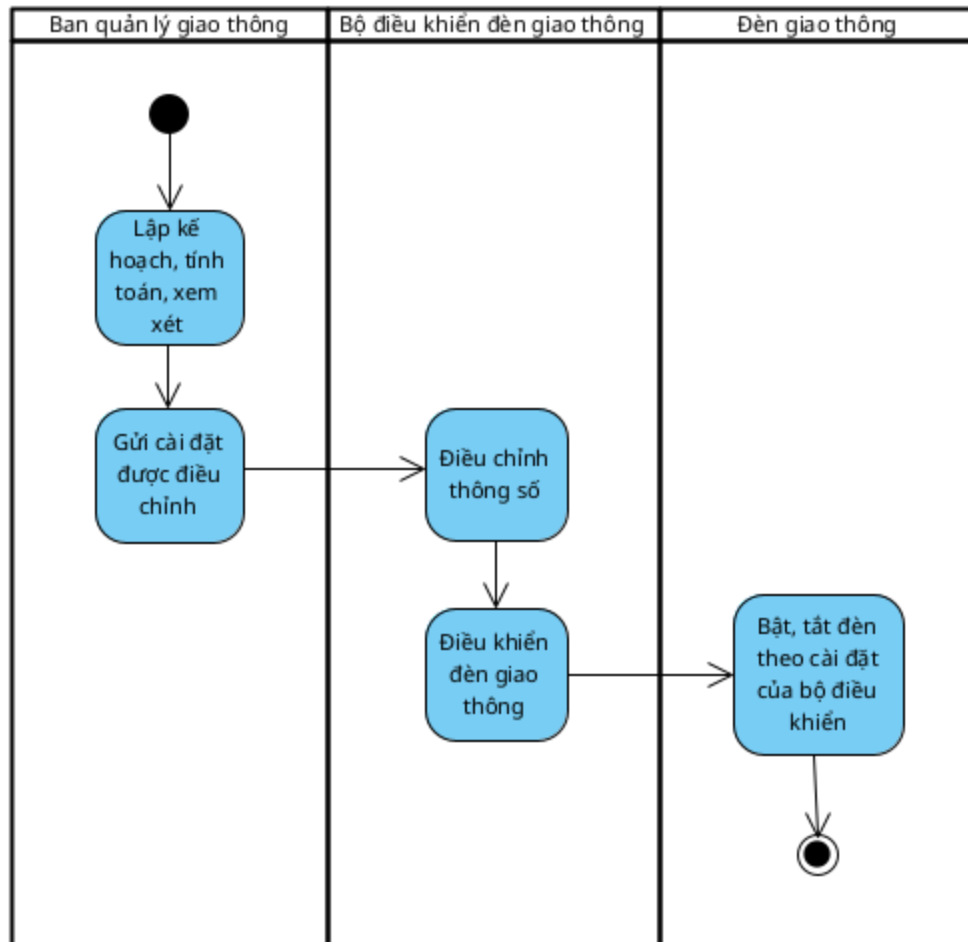
Cảnh sát giao thông:

- Giám sát và xử lý các vi phạm giao thông liên quan đến hệ thống đèn giao thông.
- Phối hợp với Trung tâm Điều khiển Giao thông để giải quyết các tình huống giao thông đặc biệt.

2.4. Luồng nghiệp vụ

Các luồng nghiệp vụ của hệ thống hiện thời như dưới đây:

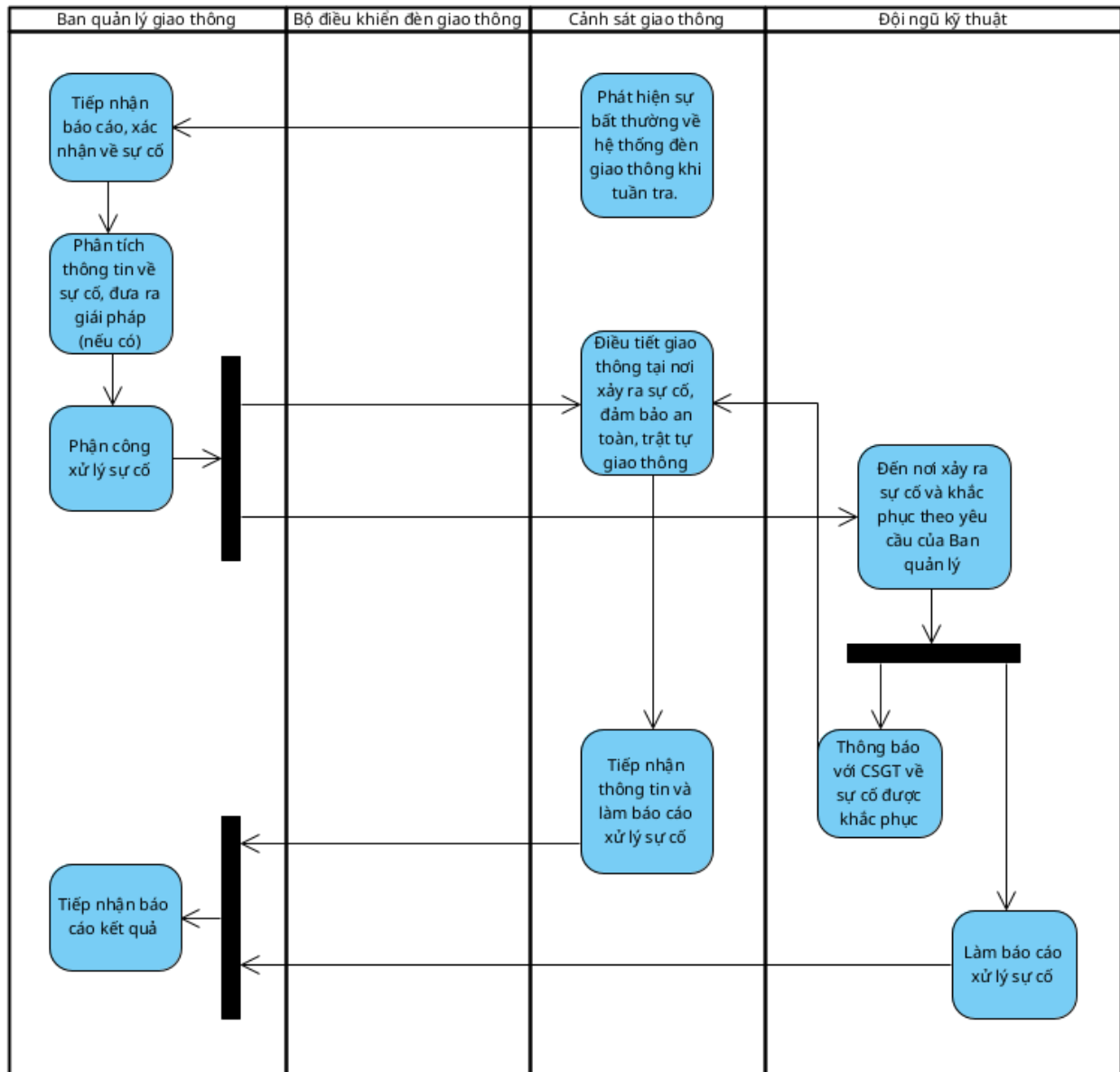
Điều khiển đèn tín hiệu:



Hình 3. Luồng nghiệp vụ Điều khiển đèn tín hiệu

- Ban quản lý giao thông xác định nhu cầu về đèn giao thông tại các nút giao, xem xét và lập kế hoạch điều khiển hệ thống đèn giao thông; sau đó, gửi cài đặt đã quyết định đến Bộ điều khiển trung tâm
- Bộ điều khiển trung tâm nhận được các thông số cài đặt, thay đổi trạng thái và gửi tín hiệu điều khiển đến đèn giao thông.
- Đèn giao thông nhận lệnh điều khiển từ Bộ điều khiển trung tâm, bật, tắt đèn theo chu kỳ, hiển thị các tín hiệu đèn (đỏ, vàng, xanh) để điều khiển giao thông.

Giám sát, xử lý sự cố:



Hình 4. Luồng nghiệp vụ Xử lý sự cố

- Cảnh sát giao thông phát hiện sự cố hệ thống đèn giao thông khi tuần tra và báo cáo sự cố hệ thống đèn giao thông cho Ban quản lý giao thông.
- Ban quản lý giao thông nhận báo cáo về sự cố, phân tích thông tin về sự cố để xác định, đưa ra giải pháp và từ đó phân công nhiệm vụ cho các đơn vị liên quan để xử lý sự cố một cách song song đồng thời
- Đội ngũ kỹ thuật đến nơi xảy ra sự cố để khắc phục theo yêu cầu của Ban quản lý giao thông,

- Cảnh sát giao thông điều tiết giao thông tại các nút giao bị ảnh hưởng bởi sự cố, đảm bảo an toàn giao thông cho người tham gia giao thông.
- Sau khi xử lý xong, Đội ngũ kỹ thuật thông báo cho Cảnh sát giao thông để dừng việc điều tiết giao thông thủ công.
- Đội ngũ kỹ thuật và Cảnh sát giao thông làm báo cáo gửi lên Ban quản lý giao thông.
- Ban quản lý giao thông tiếp nhận báo cáo được gửi.

2.5. Hạn chế và cơ hội

Hiện nay, hệ thống đèn giao thông còn những hạn chế:

- **Thiếu khả năng thích ứng:** Hệ thống đèn giao thông truyền thống thường được lập trình dựa trên lưu lượng giao thông trung bình, không thể điều chỉnh linh hoạt theo thời gian thực để đáp ứng nhu cầu giao thông thay đổi. Điều này dẫn đến tình trạng ùn tắc giao thông vào giờ cao điểm và lãng phí thời gian cho người tham gia giao thông vào những lúc vắng vẻ.
- **Thiếu khả năng ưu tiên cho các phương tiện giao thông công cộng:** Hệ thống đèn giao thông hiện tại không ưu tiên cho các phương tiện giao thông công cộng, dẫn đến việc các phương tiện này bị ùn tắc cùng với các phương tiện cá nhân, làm giảm hiệu quả hoạt động của hệ thống giao thông công cộng.
- **Thiếu khả năng tích hợp với các hệ thống giao thông khác:** Hệ thống đèn giao thông đơn giản hoạt động độc lập, không có khả năng tích hợp với các hệ thống giao thông khác như hệ thống định vị toàn cầu (GPS). Điều này là một cản trở cho việc mở rộng, cải thiện hệ thống quản lý giao thông tổng thể.
- **Hiệu quả giải quyết vấn đề chưa tốt:** Hệ thống đèn giao thông hiện tại không thể giải quyết triệt để vấn đề ùn tắc giao thông, đặc biệt ở các thành phố lớn.
- **Khó khăn trong bảo mật:** Hệ thống đèn giao thông hiện tại vẫn khiến chúng dễ bị tấn công và gây ra những hậu quả nghiêm trọng, như cho phép tin tặc thay đổi thời gian đèn tín hiệu, gây ra ùn tắc giao thông và tiềm ẩn nguy cơ tai nạn.
- **Thiếu khả năng giám sát:** Khả năng giám sát và phát hiện các hành vi vi phạm giao thông của hệ thống đèn giao thông hiện tại còn hạn chế.

Để khắc phục những hạn chế này, ta cần phát triển các hệ thống đèn giao thông thông minh mới với các tính năng tiên tiến như:

- **Khả năng thích ứng:** Hệ thống có thể tự động điều chỉnh chu kỳ thời gian của đèn dựa trên lưu lượng phương tiện thực tế.
- **Ưu tiên phương tiện:** Hệ thống có thể ưu tiên cho các làn đường đang có các phương tiện giao thông công cộng hoặc phương tiện khẩn cấp.
- **Tăng cường bảo mật:** Áp dụng các biện pháp an ninh mạng tiên tiến như mã hóa dữ liệu, xác thực đa yếu tố để bảo vệ hệ thống khỏi các cuộc tấn công mạng.

- Tăng cường giám sát và xử lý vi phạm: Lắp đặt camera giám sát tại các nút giao thông để ghi lại hình ảnh vi phạm giao thông, sử dụng công nghệ nhận dạng biển số xe tự động để xử lý vi phạm một cách nhanh chóng và chính xác.

3. Hệ thống mới (system-to-be)

3.1.Nhu cầu của các bên liên quan

Các bên liên quan chính và nhu cầu cụ thể của họ trong việc cải thiện hệ thống đèn giao thông ở Hà Nội:

- Người tham gia giao thông
 - Người lái xe: Mong muốn có hệ thống đèn giao thông thông minh, hiệu quả để giảm thời gian chờ đợi và tăng tính an toàn khi di chuyển.
 - Người đi bộ: Mong muốn có các biện pháp an toàn và thuận tiện khi băng qua đường, bao gồm thời gian đèn xanh dành riêng cho người đi bộ.
 - Những người đang hoặc chuẩn bị tham gia giao thông sẽ muốn có những thông tin về trạng thái giao thông của những tuyến đường, ngã ba, ngã tư để có thể lên kế hoạch đi theo những tuyến đường thuận lợi.
- Chính quyền thành phố
 - Mong muốn giảm tắc nghẽn giao thông và ùn tắc đường phố để cải thiện chất lượng cuộc sống của cư dân.
 - Muốn thu hút đầu tư bằng cách cung cấp một hệ thống giao thông hiệu quả và tiện lợi.
- Doanh nghiệp vận tải
 - Mong muốn có một hệ thống giao thông thông suốt và dự đoán được để tối ưu hóa hoạt động vận chuyển hàng hóa và hành khách.
 - Cần các biện pháp giảm ùn tắc giao thông để giảm thời gian và chi phí vận chuyển.
- Cơ quan quản lý giao thông
 - Mong muốn có dữ liệu và thông tin chính xác về tình trạng giao thông để có thể ra quyết định quản lý giao thông một cách hiệu quả hơn.
 - Cần một hệ thống giao thông linh hoạt và dễ dàng điều chỉnh để đáp ứng nhu cầu biến động của thành phố.
- Công ty cung cấp giải pháp công nghệ
 - Mong muốn có cơ hội triển khai và phát triển các giải pháp công nghệ thông minh trong lĩnh vực giao thông để cải thiện hiệu suất và an toàn.

- Cần sự hợp tác từ các cơ quan chính phủ và doanh nghiệp để triển khai và thử nghiệm các giải pháp mới.

3.2. Yêu cầu chức năng và phi chức năng

Chức năng của hệ thống mới:

- Thu thập dữ liệu giao thông:
 - Hệ thống sẽ sử dụng cảm biến, camera và các thiết bị IoT (Internet of Things) để tự động thu thập dữ liệu về lưu lượng giao thông, bao gồm số lượng xe, tốc độ di chuyển, loại phương tiện và các thông tin khác liên quan đến tình trạng giao thông tại các điểm quan trọng trên đường phố.
- Phân tích và dự đoán tình trạng giao thông:
 - Hệ thống sẽ sử dụng các thuật toán máy học và trí tuệ nhân tạo để phân tích dữ liệu thu thập được và dự đoán tình trạng giao thông trong thời gian thực. Các thông tin dự đoán này sẽ giúp dự báo các điểm tắc nghẽn và đưa ra các biện pháp điều chỉnh đèn giao thông phù hợp.
 - Trung tâm sẽ xác định các điểm giao thông ùn tắc, lưu lượng xe cộ và các yếu tố ảnh hưởng đến giao thông. chia sẻ kết quả phân tích này với các bộ phận khác để họ có thể phối hợp giải quyết các vấn đề giao thông.
- Điều khiển đèn tín hiệu theo thời gian thực:
 - Hệ thống sẽ tự động điều chỉnh thời gian và chu kỳ của đèn tín hiệu giao thông tại các ngã tư dựa trên dữ liệu và dự đoán về tình trạng giao thông. Trong trường hợp có sự cố hoặc tắc nghẽn, hệ thống sẽ xử lý, ưu tiên điều chỉnh các luồng giao thông để giảm thiểu thời gian chờ đợi và tối ưu hóa luồng xe.
 - Hệ thống có chức năng tự nhận biết các thiếu sót trong việc điều khiển (như 2 luồng giao thông giao nhau cùng được đi cùng một lúc, gây ra tình trạng bất tiện, mất an toàn, trật tự giao thông) và điều chỉnh tương ứng.
- Cung cấp thông tin cho người tham gia giao thông:
 - Hệ thống sẽ cung cấp thông tin về tình trạng giao thông, các tuyến đường được khuyến nghị và các biện pháp an toàn cho người tham gia giao thông thông qua các biển báo điện tử, ứng dụng di động và các phương tiện truyền thông khác.
- Thu thập dữ liệu:
 - Trung tâm Điều khiển Giao thông thu thập dữ liệu từ các cảm biến, camera giám sát và hệ thống giám sát giao thông.
 - Trung tâm sẽ chia sẻ dữ liệu này với các bộ phận khác như Ban quản lý giao thông (Sở Giao thông vận tải, Cảnh sát giao thông,...) và các đơn vị

quản lý khác để họ có thể nắm bắt tình hình giao thông và đưa ra các quyết định phù hợp.

- Giải quyết các vấn đề và sự cố:
 - Khi xảy ra sự cố trên hệ thống đèn giao thông, Bộ điều khiển trung tâm sẽ gửi thông điệp, phối hợp với các bộ phận khác để giải quyết vấn đề, mà không phải dựa vào việc tuần tra, quan sát của các đơn vị quản lý như Cảnh sát giao thông.
 - Hệ thống có khả năng điều chỉnh đèn tín hiệu linh hoạt theo các tình huống giao thông cụ thể (có sự cố, tai nạn,...).

Yêu cầu phi chức năng của hệ thống mới:

- Tính ổn định và hiệu suất, tốc độ:
 - Có khả năng hoạt động ổn định 24/7, không bị gián đoạn bởi các yếu tố ngoại lực như sự cố nguồn điện,... và đáp ứng nhanh chóng trong các điều kiện thời tiết ở vùng khí hậu Nhiệt đới nóng ẩm (bao gồm nắng, mưa, sương mù, ẩm ướt, v.v.) để đảm bảo rằng hoạt động thu thập, xử lý và cung cấp thông tin là liên tục, đáng tin cậy.
 - Hệ thống cần có khả năng tự động phát hiện các sự cố trên hệ thống đèn giao thông như mất điện, hỏng hóc bộ điều khiển,...
 - Hệ thống cần có khả năng tự động phục hồi sau khi xảy ra sự cố với thời gian tối thiểu 1 phút.
 - Thu thập dữ liệu theo thời gian thực với tốc độ tối thiểu 1 lần mỗi giây để phản ánh kịp thời tình trạng giao thông thay đổi.
 - Phân tích và dự đoán tình trạng giao thông trong thời gian thực với tốc độ tối thiểu 3 giây mỗi lần tính toán.
 - Điều chỉnh đèn tín hiệu theo thời gian thực với tốc độ tối thiểu 2 giây mỗi lần điều chỉnh.
- Bảo mật:
 - Hệ thống cần có các biện pháp bảo mật mạnh mẽ để đảm bảo an toàn cho dữ liệu giao thông và ngăn chặn các cuộc tấn công mạng, bao gồm mã hóa dữ liệu, xác thực hai yếu tố và quản lý truy cập, kiểm soát việc phần mềm độc hại như Backdoor, Rootkit, Trojan, Wiper... xuất hiện trong hệ thống.
 - Hệ thống cần được kiểm tra thường xuyên để phát hiện các lỗ hổng bảo mật, cùng với đó là cập nhật phần mềm thường xuyên để vá các lỗ hổng bảo mật đó; bảo vệ khỏi các cuộc tấn công mạng như tấn công DDoS, tấn công xâm nhập,...

- Hệ thống cần bảo mật thông tin cá nhân của người tham gia giao thông, bao gồm biển số xe, vị trí, lộ trình di chuyển,... Những thông tin này sẽ chỉ được cung cấp cho những bên liên quan nắm quyền kiểm soát giao thông đặc biệt như Bộ Giao thông Vận tải Việt Nam, Cục cảnh sát giao thông,... Ngoài ra, hệ thống cần tuân thủ các quy định về bảo mật thông tin như GDPR, CCPA,...
- Khả năng sử dụng:
 - Giao diện kiểm soát, cài đặt của hệ thống cần được thiết kế sao cho tương đối dễ sử dụng và dễ dàng tiếp cận cho tất cả các bên liên quan. Nó phải cung cấp các chức năng cần thiết và hỗ trợ ngôn ngữ Việt Nam. Vì hệ thống sẽ không được kiểm soát bởi phần đông bên liên quan, những cán bộ chịu trách nhiệm có thể được huấn luyện, hướng dẫn cách sử dụng trước khi đi vào kiểm soát hệ thống.
 - Hệ thống cần tự động báo cáo sự cố cho Bộ điều khiển trung tâm và các đơn vị liên quan.
 - Hệ thống cần cung cấp hướng dẫn và hỗ trợ cho Bộ điều khiển trung tâm trong việc giải quyết sự cố.
- Độ chính xác dữ liệu:
 - Dữ liệu thu thập về lưu lượng giao thông, tốc độ di chuyển, loại phương tiện,... phải có độ chính xác cao (sai số tối đa 5%) để đảm bảo hiệu quả phân tích và dự đoán.
 - Các thuật toán dùng để phân tích và dự đoán tình trạng giao thông cần có độ tin cậy nhất định (tần suất đúng từ 80% trở lên) để đảm bảo hiệu quả điều khiển đèn tín hiệu và cung cấp thông tin chính xác cho người tham gia giao thông.
 - Thông tin cung cấp cho người tham gia giao thông về tình trạng giao thông, tuyến đường khuyến nghị,... cần đảm bảo là thông tin được cập nhật liên tục, mới nhất (dữ liệu cũ được cung tối đa sau 5 phút kể từ khi mới cập nhật).
 - Hệ thống cần cung cấp thông tin qua nhiều kênh khác nhau như ứng dụng di động, trang web, đài phát thanh,...
 - Việc thông tin được trình bày một cách dễ hiểu, trực quan không nằm trong phạm vi yêu cầu hệ thống, mà phụ thuộc vào từng ứng dụng cài đặt để biểu diễn dữ liệu cho người dùng cuối.
 - Hệ thống cần có khả năng học hỏi từ dữ liệu thu thập được và tự động cập nhật các thuật toán phân tích và dự đoán để nâng cao độ chính xác theo thời gian.

- Hệ thống cần sao lưu dữ liệu thường xuyên, được cài đặt kế hoạch phục hồi để khôi phục hoạt động của hệ thống trong trường hợp xảy ra sự cố nghiêm trọng.
- Tính mở rộng được:
 - Hệ thống cần có khả năng mở rộng để đáp ứng nhu cầu thu thập dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau (cảm biến, camera, thiết bị IoT) và có thể mở rộng, phát triển thêm trong tương lai.

4. Các hướng giải pháp

Phát triển hệ thống thông minh sử dụng trí tuệ nhân tạo để phân tích dữ liệu giao thông và điều chỉnh thời gian đèn giao thông theo thời gian thực:

- Hệ thống hiện tại thiếu tính linh hoạt trong việc điều chỉnh thời gian đèn giao thông theo tình trạng giao thông thực tế.
- Hệ thống thông minh sẽ sử dụng các thuật toán học máy để:
 - Dự đoán lưu lượng xe cộ trong tương lai.
 - Xác định các điểm giao thông có nguy cơ ùn tắc.
 - Điều chỉnh thời gian đèn giao thông để ưu tiên các tuyến đường có lưu lượng xe cộ cao.
 - Hệ thống thông minh sẽ được tích hợp với các hệ thống giao thông khác để có được dữ liệu toàn diện về tình trạng giao thông.
- Rủi ro:
 - Chi phí cao.
 - Cần có nguồn dữ liệu lớn và chính xác.
 - Khả năng xảy ra lỗi do hệ thống phức tạp.

4.1. Hệ thống thu thập dữ liệu giao thông dựa trên IoT

Tên giải pháp: Hệ thống thu thập dữ liệu giao thông thông minh (ITS)

Lý do thực hiện:

- Thu thập dữ liệu giao thông theo thời gian thực với độ chính xác cao (sai số tối đa 5%).
- Thu thập dữ liệu đa dạng: lưu lượng giao thông, tốc độ di chuyển, loại phương tiện, điều kiện thời tiết,...
- Khả năng mở rộng cao, đáp ứng nhu cầu thu thập dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau.

Mô tả giải pháp:

- Sử dụng mạng lưới cảm biến IoT (Internet of Things) bao gồm camera, radar, lidar, GPS,... được lắp đặt tại các điểm giao thông quan trọng.
- Cảm biến thu thập dữ liệu về lưu lượng giao thông, tốc độ di chuyển, loại phương tiện, điều kiện thời tiết,...
- Dữ liệu được truyền về trung tâm dữ liệu thông qua mạng lưới kết nối không dây hoặc cáp quang.
- Trung tâm dữ liệu xử lý và lưu trữ dữ liệu thu thập được bằng thuật toán điều khiển tối ưu để điều chỉnh thời gian và chu kỳ của đèn tín hiệu giao thông.
- Các giá trị, thông số cài đặt được đặt ra bởi thuật toán điều khiển có thể được ghi đè một cách thủ công, trong trường hợp những giá trị đó không như mong muốn.

Rủi ro và thiếu sót:

- Chi phí đầu tư ban đầu cao cho hệ thống cảm biến và cơ sở hạ tầng mạng lưới.
- Nguy cơ bảo mật dữ liệu trong một hệ thống đa dạng, nhiều mô-đun hoạt động, khó kiểm soát và theo dõi.
- Khả năng hoạt động của hệ thống phụ thuộc vào độ tin cậy của các cảm biến khác nhau và mạng lưới kết nối.
- Vì chỉ dùng các thuật toán điều khiển mang tính cố định, có quy luật nên khả năng giải quyết vấn đề về ùn tắc, tối ưu hoá lưu lượng giao thông khả năng cao sẽ bị hạn chế.

4.2. Hệ thống tự phân tích và dự đoán tình trạng giao thông dựa trên trí tuệ nhân tạo (AI)

Tên giải pháp: Hệ thống phân tích và dự đoán giao thông thông minh (AI-TP)

Lý do thực hiện:

- Phân tích dữ liệu giao thông thu thập được theo thời gian thực.
- Dự đoán tình trạng giao thông trong tương lai với độ tin cậy cao (tần suất đúng từ 80% trở lên).
- Cung cấp thông tin về tình trạng giao thông, tuyến đường khuyến nghị cho người tham gia giao thông.

Mô tả giải pháp:

- Sử dụng các thuật toán học máy và trí tuệ nhân tạo để phân tích dữ liệu giao thông thu thập được (nhận diện phương tiện, kích cỡ, số lượng,... trên mỗi làn đường qua camera hoặc thiết bị IoT mở rộng được đặt ở nút giao)
- Xây dựng các mô hình dự đoán tình trạng giao thông dựa trên dữ liệu lịch sử và dữ liệu thời gian thực.
- Dự đoán các điểm tắc nghẽn, thời gian chờ đợi tại các ngã tư,...

- Cung cấp thông tin dự đoán cho người tham gia giao thông thông qua ứng dụng di động, biển báo điện tử,...
- Tự động hoá hoàn toàn, không cần đến cài đặt, điều chỉnh thủ công cho Đèn tín hiệu

Rủi ro và thiếu sót:

- Độ chính xác của dự đoán phụ thuộc vào chất lượng dữ liệu thu thập và độ phức tạp của mô hình học máy.
- Hệ thống có thể gặp khó khăn trong việc dự đoán các sự kiện bất ngờ như tai nạn giao thông, sự cố đường sá.
- Việc cập nhật hệ thống và các chức năng hoạt động chính có thể sẽ khó khăn, không cải tiến liên tục, cần có đội ngũ chuyên gia về học máy và trí tuệ nhân tạo để phát triển và vận hành hệ thống.
- Việc không có điều khiển thủ công có thể gây khó khăn với việc ứng phó kịp thời trong trường hợp hệ thống AI có những quyết định không như mong muốn.

5. Phụ lục