

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

TRỊNH THỊ THIÊN NGÀ

**PHÁT HIỆN TÌNH TRẠNG GIAO THÔNG DỰA TRÊN CƠ SỞ
DỮ LIỆU HÀNH VI NGƯỜI DÙNG ĐIỆN THOẠI THÔNG MINH**

LUẬN VĂN THẠC SĨ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Hà Nội – 2019

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

TRỊNH THỊ THIÊN NGÀ

**PHÁT HIỆN TÌNH TRẠNG GIAO THÔNG DỰA TRÊN CƠ SỞ
DỮ LIỆU HÀNH VI NGƯỜI DÙNG ĐIỆN THOẠI THÔNG MINH**

Ngành: Công Nghệ Thông Tin

Chuyên ngành: Mạng máy tính và truyền thông dữ liệu

Mã số: 16025069

**LUẬN VĂN THẠC SĨ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: TS. DƯƠNG LÊ MINH**

Hà Nội – 2019

LỜI CẢM ƠN

Đầu tiên cho em gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy Dương Lê Minh, thầy đã nhiệt tình hướng dẫn và chỉ bảo em thực hiện luận văn này trong suốt thời gian vừa qua. Giúp em lựa chọn một đề tài phù hợp với năng lực của bản thân, đây là cơ hội cho em được học tập và trau dồi thêm kiến thức, để em có thành quả tốt hơn.

Em cũng xin gửi lời cảm ơn đến các thầy cô giáo trong trường Đại học Công Nghệ - Đại học Quốc Gia Hà Nội đã dạy dỗ, chỉ bảo em trong hơn 3 năm học tại trường, trang bị cho em những kiến thức cần thiết để em hoàn thành khoá luận và là hành trang cho em sau này.

Cuối cùng, em xin gửi lời cảm ơn đến bạn bè, người thân đã động viên, giúp đỡ, tạo điều kiện để em hoàn thành luận văn này.

Mặc dù đã rất cố gắng nhưng do kiến thức còn nhiều hạn chế nên luận văn của em không thể tránh khỏi những sai sót. Em rất mong nhận được sự góp ý của các thầy cô và các bạn để em có thể hoàn thiện và khắc phục những thiếu sót của mình.

Em xin chân thành cảm ơn!

LỜI CAM ĐOAN

Em là Trịnh Thị Thiên Nga, học viên K23 trường Đại học Công Nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội, xin khẳng định khoá luận tốt nghiệp “PHÁT HIỆN TÌNH TRẠNG GIAO THÔNG DỰA TRÊN CƠ SỞ DỮ LIỆU HÀNH VI NGƯỜI DÙNG ĐIỆN THOẠI THÔNG MINH” là luận văn nghiên cứu của riêng cá nhân em dưới sự hướng dẫn của thầy Dương Lê Minh. Tất cả những tài liệu trích dẫn đều có nguồn gốc rõ ràng. Nếu có sai phạm, em xin chịu hoàn toàn trách nhiệm.

Hà Nội, Ngày 10 tháng 06 năm 2019

Tác giả luận văn

Trịnh Thị Thiên Nga

MỤC LỤC

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

DANH MỤC CÁC HÌNH ẢNH

ĐẶT VẤN ĐỀ.....	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ GIAO THÔNG VẬN TẢI VÀ THIẾT BỊ CẢM ỨNG TRÊN ĐIỆN THOẠI THÔNG MINH	2
1.1. Tổng quan về Giao thông vận tải đô thị.....	2
1.1.1. Mạng lưới đường tại đô thị.....	3
1.1.2. Phương tiện giao thông đô thị	6
1.1.3. Nút giao thông	6
1.1.4. Vai trò của giao thông vận tải trong quá trình phát triển đô thị	8
1.1.5. Lưu lượng giao thông tối ưu và ùn tắc giao thông tại các đô thị	10
1.2. Tổng quan về cảm biến.....	12
1.2.1. Khái niệm cảm biến	12
1.2.2. Cảm biến trên điện thoại thông minh.....	13
1.2.3. Cảm biến gia tốc	13
1.2.4. Cảm biến con quay hồi chuyển.....	14
1.2.5. Cảm biến từ kế	16
1.2.6. GPS	17
1.2.7. Những cảm biến khác	18
1.3. Mục tiêu của luận văn	18
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT	21
2.1. Thu thập dữ liệu từ cảm biến trên điện thoại thông minh	21
2.1.1. Ứng dụng Traffic Detection Engine.....	21
2.1.2. Địa điểm và thời gian	22
2.1.3. Quá trình thu thập dữ liệu từ cảm biến trên điện thoại thông minh ...	23
2.2. Phương pháp DI (Main Direction and Inflow).....	24

2.2.1. Bộ dữ liệu GPS	25
2.2.2. Đồ thị không gian và thời gian	25
2.3. Chỉ số trong phương pháp DI	27
2.4. Thiết kế phương pháp DI.....	29
2.5. Công thức dự đoán tình trạng tắc nghẽn trong phương pháp DI.....	30
CHƯƠNG 3: PHƯƠNG PHÁP DI TRÊN VỚI DỮ LIỆU THẬT	34
3.1. Xử lý dữ liệu thô trong phương pháp DI.....	34
3.2. Ước tính tình trạng giao thông	38
3.3. So sánh độ chính xác giữa Estimation module và kết quả chuẩn.	40
3.4. Nhận xét Phương pháp DI	41
3.5. Mục tiêu trong thời gian tiếp theo	42
KẾT LUẬN	43
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	44

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

STT	Từ viết tắt	Cụm từ đầy đủ
1	GPS	Global Positioning System
2	CQS	Congestion Quality Status
3	GST	Graph of spatio-time
4	DI	Main direction and Inflow
5	DCE	Density Clustering Estimation
6	FCE	Fuzzy Comprehensive Estimation
7	ÙTGT	Ùn tắc giao thông
8	VOV	Voice of Vietnam

DANH MỤC CÁC HÌNH ẢNH

Hình 1: Tình trạng ùn tắc giao thông ở một số khu vực tại Hà nội.....	10
Hình 2: Biểu đồ thể hiện chi phí cá nhân và xã hội[1].....	11
Hình 3: Cảm biến gia tốc trên điện thoại thông minh.....	14
Hình 4: Chụp ảnh 360 độ là một ứng dụng của cảm biến con quay hồi chuyển.....	15
Hình 5: Mô tả hoạt động của một con quay hồi chuyển.....	15
Hình 6: Bảng mạch của một từ kế được gắn vào điện thoại thông minh.....	16
Hình 7: Cảm biến từ kế xác định chính xác hướng của điện thoại thông minh.....	16
Hình 8: GPS xác định vị trí trên bản đồ.....	17
Hình 9: Tình trạng giao thông lý tưởng trong tương lai.....	19
Hình 10: Ứng dụng Traffic Detection Engine với giao diện Login.....	21
Hình 11: Bản đồ khu vực trung tâm TP Hà nội.....	22
Hình 12: Quá trình thu thập dữ liệu.....	23
Hình 13: Bảng mô tả phân loại dữ liệu.....	24
Hình 14: Bảng mô tả chia bản đồ thành các ô.....	26
Hình 15: Bản đồ khu vực Hà nội chia thành các ô.....	26
Hình 16: Bảng phân loại hướng.....	27
Hình 17: Hướng chính trên bản đồ.....	28
Hình 18: Thiết kế của phương pháp DI.....	29
Hình 19: Bảng tham số trong phương pháp DI.....	32
Hình 20: Tình trạng giao thông được phân loại theo màu sắc các ô vuông.....	33
Hình 21: Bảng dữ liệu các đối tượng tham gia thu thập dữ liệu.....	36
Hình 22: Dữ liệu thu thập từ các đối tượng tham gia giao thông.....	36
Hình 23: Bảng dữ liệu chia bản đồ thành các ô.....	37
Hình 24: Bài toán xử lý dữ liệu.....	37
Hình 25: Bảng dữ liệu thu được sau khi xử lý dữ liệu thô.....	38
Hình 26: Bảng các giá trị của tham số trong Estimation module.....	38
Hình 27: Tính toán với Estimation module.....	39
Hình 28: Kết quả dự đoán tình trạng giao thông với Estimation module.....	39

Hình 29: Tỷ lệ so sánh giữa Phương pháp DI với thực tế.....	40
Hình 30: Dữ liệu thực tế tình trạng giao thông tại các khu vực Hà nội	40
Hình 31: Bài toán so sánh kết quả dự đoán và tình trạng thực tế.....	41

ĐẶT VẤN ĐỀ

Ùn tắc giao thông là một vấn đề nan giải đối với hầu hết các thành phố lớn trên thế giới. Đặc biệt là tại các quốc gia đang phát triển như Việt Nam. Hệ lụy của ùn tắc giao thông ảnh hưởng tiêu cực tới nhiều mặt của đời sống xã hội. Để giải quyết được tình trạng ùn tắc giao thông hiện nay việc đầu tiên là phải lấy được dữ liệu từ người tham gia thông, xử lý và sử dụng dữ liệu từ đó ước tính được tình trạng tắc nghẽn tại các nút giao thông.

Tuy nhiên việc xử lý và sử dụng dữ liệu thế nào để mạng lại tính chính xác và hiệu quả cao đến với người dùng. Trước vấn đề trên em đã xây dựng luận văn này với mong muốn lấy dữ liệu từ thiết bị cảm biến trên điện thoại thông minh để tiết kiệm chi phí sau đó xử lý dữ liệu lấy được để đưa ra một chỉ số cho phép phản ánh càng chính xác càng tốt khả năng di chuyển của xe cơ giới trong khu vực Hà nội. Từ đó có thể dự đoán tình trạng giao thông, đáp ứng nhu cầu của người tham gia thông giao biết các thông tin tình hình giao thông trong những khu vực mà họ muốn đi qua.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ GIAO THÔNG VẬN TẢI VÀ THIẾT BỊ CẢM ỨNG TRÊN ĐIỆN THOẠI THÔNG MINH

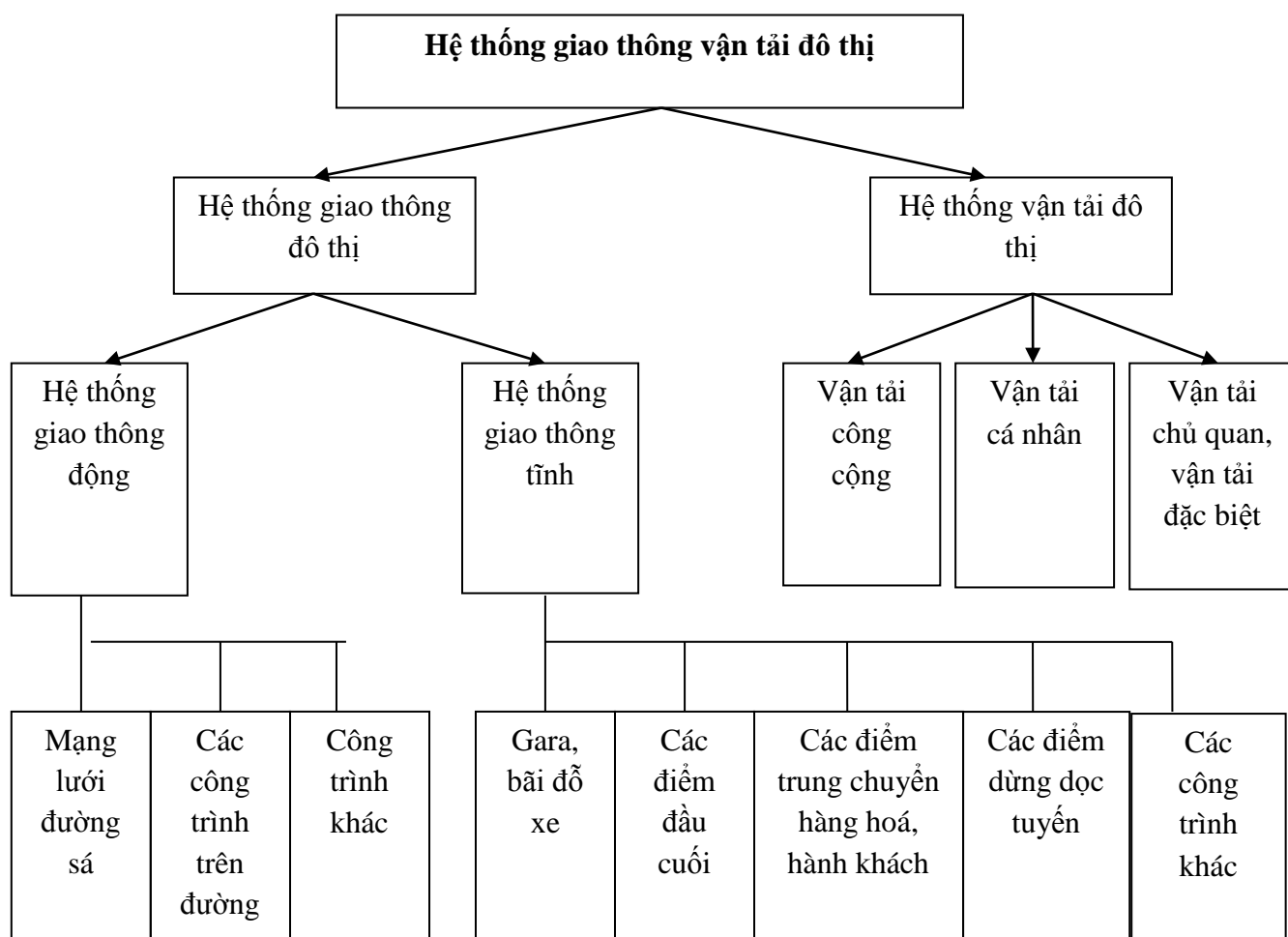
1.1. Tổng quan về Giao thông vận tải đô thị

Hệ thống giao thông vận tải tại các đô thị là hệ thống gồm giao thông và vận tải nhằm đảm bảo cho sự giao lưu liên hệ giữa các khu vực khác nhau trong đô thị [1].

Giao thông vận tải giữ vị trí vô cùng quan trọng trong đời sống sinh hoạt người dân tại các thành phố hiện đại, chức năng của giao thông vận tải là di chuyển hàng hóa và hành khách theo không gian và thời gian, đảm bảo cho sự liên hệ thường xuyên và thống nhất giữa các khu chức năng chính của đô thị với nhau như: khu dân cư, khu hành chính, khu thương mại, khu vui chơi giải trí khu công thương nghiệp.

Hệ thống vận tải đô thị là tập hợp của các phương tiện và phương thức vận tải khác nhau để vận chuyển hành khách và hàng hoá trong thành phố.

Hệ thống giao thông vận tải đô thị gồm:



1.1.1. Mạng lưới đường tại đô thị

Đặc điểm của đường đô thị về nguyên tắc đầu tiên phải tuân theo những quy định áp dụng đối với đường ô tô thông thường, tiếp theo phải xét những đặc điểm của giao thông và xây dựng đô thị. Bên cạnh đó cũng có rất nhiều nhân tố phụ cũng cần được tính đến khi thiết kế và quy hoạch giao thông tại các đô thị như:

- Số lượng các nút giao thông lớn.
- Lưu lượng giao thông.
- Việc quy hoạch và sử dụng đất để xây dựng đường gặp nhiều khó khăn.
- Việc quy hoạch mạng lưới đường phải luôn tuân theo quy hoạch kiến trúc chung của từng đô thị.

Chức năng của đường đô thị là làm cho giao thông đô thị tiện lợi, an toàn và nhanh chóng. Giao thông đô thị là cầu nối giữa sản xuất với sản xuất, sản xuất với lưu thông, sản xuất với tiêu dùng. Nối liền các khu nhà ở với nhau, các khu nhà ở với khu trung tâm, văn phòng, khu công nghiệp, nhà ga, bến cảng, công viên.

Đường đô thị còn giúp liên hệ thuận tiện với mạng lưới đường quốc gia ngoài đô thị với các đô thị lân cận.

Căn cứ vào các đặc điểm về chức năng giao thông của đường đô thị, thành phần của dòng xe, loại phương tiện vận chuyển, tốc độ giao thông các đường đô thị được phân loại như sau:

a. Đường ô tô cao tốc đô thị (cao tốc trong thành phố)

Đường ô tô cao tốc trong đô thị được dùng ở rất nhiều các thành phố lớn hiện nay. Chức năng của nó là để phục vụ giao thông với tốc độ xe chạy trên đường cao tốc được quy định từ (80 – 100km/h) giữa các khu vực chính của thành phố với nhau, giữa thành phố với các cảng hàng không, giữa thành phố với các khu công nghiệp lớn nằm ngoài phạm vi thành phố nhằm rút ngắn thời gian đi lại, chi phí giảm bớt sự căng thẳng giao thông trong thành phố.

- Đặc điểm của đường cao tốc trong đô thị:
 - + Tốc độ xe chạy nhanh, cấm triệt để các loại xe chạy với tốc độ chậm như: xe lam, các loại xe 3 bánh, xe công nông, xe đạp và người đi bộ.

+ Nói chung các nút giao cắt với các đường ô tô khác, với đường sắt phải làm theo kiểu giao nhau khác mức, trong trường hợp đặc biệt có thể cho phép giao nhau cùng mức.

+ Phải luôn có dải phân cách giữa tách biệt dòng xe ngược chiều nhau và các làn đường dành riêng cho các loại xe. Các xí nghiệp, nhà máy, khu dân cư phải cách ly với đường cao tốc một khoảng cách theo quy định của quy định luật giao thông.

b. Đường giao thông chính toàn thành phố (đô thị)

Phục vụ giao thông chính toàn thành phố, nối nhiều các khu vực lớn của đô thị với nhau như: các khu nhà ở, khu dân cư, khu văn phòng, khu trung tâm thương mại, khu công nghiệp, khu trung tâm đô thị, nhà ga đường sắt, bến cảng, công viên, quảng trường lớn, sân vận động tất cả nối với các đường ô tô chính bên ngoài đô thị.

- Đặc điểm:

+ Lưu lượng trên đường giao thông chính thành phố tham gia giao thông lớn, tốc độ xe tương đối nhanh.

+ Tuy nhiên có phân biệt rõ ràng phần đường dành riêng cho xe đạp, phần xe thô sơ hay phần dành riêng cho xe gắn máy, xe ô tô...

+ Khoảng cách giữa các nút giao thông trên đều không nên quá gần nhưng cũng không được nhỏ hơn 500m.

+ Đối với các đô thị có diện tích lớn, các điểm giao cắt với đường ô tô khác phải bố trí với các mức khác nhau rõ ràng.

c. Đại lộ

Đại lộ là một phần quan trọng của đô thị, chính là bộ mặt của thành phố. Ngoài chức năng về giao thông vận tải nó còn mang đến cho thành phố có những nét riêng về thẩm mỹ và kiến trúc đặc trưng. Đại lộ thường được bố trí tại các khu vực trung tâm, gắn liền với quảng trường chính của thành phố.

- Đặc điểm:

+ Lưu lượng giao thông và bộ hành lớn.

+ Khu vực hạn chế các loại tàu điện và xe tải chạy qua.

- + Những công trình kiến trúc đặc trưng của thành phố thường nằm hai bên đại lộ và các cơ quan lớn như nhà hát, khu triển lãm, viện bảo tàng, câu lạc bộ, khu đô thị nằm trên trục đường này.

d. Đường giao thông chính tại khu vực

Mục đích của đường giao thông chính tại các khu vực là giúp phục vụ giao thông và đi lại thuận tiện giữa các khu nhà ở, khu văn phòng, khu công nghiệp và nối nó với các đường giao thông chính toàn thành phố.

- Đặc điểm:
 - + Lưu lượng xe lưu thông ở mức trung bình, thành phần xe đa dạng.
 - + Tại các ngã tư không nên nhỏ dưới 400m.
 - + Phải hạn chế các điểm trường học, nhà trẻ, trường mẫu giáo nằm trên đường phố.

e. Đường phố thương nghiệp

Đặc điểm của đường phố thương nghiệp là chủ yếu phục vụ cho đông đảo hành khách đến các cửa hàng, trung tâm thương mại ở hai bên phố được thuận tiện nhất. Nó thường được xây dựng ở những khu phố hoặc con đường có tình trạng buôn bán sầm uất và ở khu trung tâm thành phố nơi có mật độ dân số cao.

- Đặc điểm:
 - + Lưu lượng tại các khu vực này thường là người đi bộ cao rất cao.
 - + Tốt nhất chỉ cho phép xe đạp, xe máy, ô tô đi lại còn các xe cơ giới với trọng tải lớn thì không cho vào đường phố.

f. Đường xe đạp

Đường dành riêng cho xe đạp và người đi bộ, thường được áp dụng khi lưu lượng xe đạp và xe cơ giới lớn cần tách riêng đường xe đạp ra khỏi dòng xe chung.

g. Đường phố nội bộ

Đường phố nội bộ chủ yếu phục vụ giao thông và đi lại giữa các tiểu khu và nối liền tiểu khu với hệ thống đường bên ngoài tiểu khu.

- Đặc điểm:
 - + Lưu lượng xe chạy và bộ hành tương đối thấp

- + Thành phần có đủ mọi loại xe, thường hạn chế xe có trọng tải lớn.
- + Phải hạn chế bố trí công trình công cộng trên đường loại này.
- + Phải có các ngõ phố được nối với đường này để thuận tiện ra mạng lưới đường ngoài phố.

h. Đường phố khu công nghiệp và kho tàng

Phục vụ vận chuyển hành khách, hàng hoá có mối liên hệ với các xí nghiệp, các nhà máy và kho bãi...

Lưu lượng giao thông chủ yếu là xe tải chiếm tỷ lệ lớn.

i. Đường địa phương

Đường địa phương chủ yếu dùng để tương tác giao thông với các khu công nghiệp và khu nhà ở.

Có đủ các loại phương tiện chạy trên đường với mật độ cao.

k. Đường đi bộ

Chỉ dành riêng cho người đi bộ. Cấm tất cả các phương tiện tại đây.

1.1.2. Phương tiện giao thông đô thị

Phương tiện giao thông là yếu tố quan trọng thứ hai đứng sau đường sá trong giao thông đô thị. Chi phí đi lại của cá nhân và xã hội phụ thuộc vào hai yếu tố là đường sá và phương tiện giao thông. Việc lựa chọn phương tiện đi lại phụ thuộc rất lớn vào đường sá, cơ cấu dân số, mức thu nhập và tập quán đi lại.

Sự phân hoá thành các nhóm giàu nghèo trong kinh tế hiện nay đang diễn ra nhanh chóng và được thể hiện rõ nét qua phương tiện tham gia giao thông. Nhóm giàu đi bằng xe sang trọng ô tô riêng, nhưng nhóm nghèo chưa hẳn đã chịu sử dụng các phương tiện công cộng.

Đặc biệt ở các nước Đông Nam Á và cụ thể là Việt Nam do tập quán người dân thích tự do chủ động di chuyển, đồng thời chi phí sở hữu một phương tiện riêng cũng không cao hơn so với mức thu nhập bình quân.

Các loại phương tiện giao thông phổ biến ở Việt Nam hiện nay là: Xe máy, ô tô riêng, xe đạp. Trong đó phương tiện chiếm tỷ lệ cao nhất người dân thành phố là xe máy, trong tương lai có thể thay thế bằng ô tô.

1.1.3. Nút giao thông

• Định nghĩa

Nút giao thông là nơi giao lưu giữa các đường ô tô, giữa đường ô tô với đường sắt, đường thành phố và giữa các đường thành phố trong đô thị [1].

Tại khu vực phạm vi nút giao thông và trung tâm của nút, lái xe phải thực hiện cùng một lúc nhiều động tác phức tạp như:

- + Định hướng chuyển động cho xe chạy, tăng và giảm tốc độ.
- + Thực hiện các công việc như: Nhập và tách dòng, trộn dòng, giao cắt với các luồng xe khác.
- + Thực hiện cho xe chuyển làn (từ trong ra ngoài, từ ngoài vào trong, ...)

Vì vậy tại nút giao thông các hiện tượng ùn tắc giao thông xảy ra rất thường xuyên và cũng là nơi thường xảy ra tai nạn giao thông là nguyên nhân chính làm giảm năng lực thông hành từ các tuyến đường vào nút.

Phân loại nút giao thông

- Phân loại theo cao độ mặt bằng của các tuyến có các hướng luồng xe chạy qua nút.
- Phân loại theo mức độ phức tạp của nút giao thông.
- Phân loại theo sơ đồ tổ chức giao thông.

Khả năng thông hành của nút giao thông

Khi phát triển hoặc nâng cấp các nút giao thông, một trong những tiêu chí quan trọng là xem xét khả năng thông hành của nút giao thông sẽ được xây dựng hoặc cải tạo. Khả năng thông hành là một chỉ tiêu đánh giá và khai thác để có phương án phù hợp.

- Tính toán thông hành của nút giao thông bao gồm:
 - + Xác định khả năng thông hành của từng các tuyến đường, tuyến phố vào các điểm nút giao thông.
 - + Xác định khả năng thông hành của các nút giao thông trong hai trường hợp: Nút giao thông có hệ thống đèn tín hiệu và nút giao thông không có hệ thống đèn tín hiệu.
- Khả năng thông hành của từng tuyến đường, tuyến phố vào các điểm nút giao thông.

Khả năng thông hành được biểu thị bằng số lượng xe đi qua mặt cắt ngay đầu vào nút giao thông trong giờ cao điểm (xe/giờ).

Khả năng thông xe của đường phố phụ thuộc vào khả năng thông xe của một làn xe và số làn xe. Khả năng thông xe của một làn lại phụ thuộc vào nhiều

yếu tố như: loại phương tiện giao thông trên đường, số lượng phương tiện và tốc độ xe chạy.

Ngoài ra, còn rất nhiều nhân tố khác ảnh hưởng đến khả năng thông xe của đường phố như hành vi của người tham gia giao thông (lái xe), môi trường xung quanh, đường sá, các loại phương tiện giao thông (cơ giới, thô sơ...).

Cụ thể như: Kích thước hình học, các tiêu chuẩn kỹ thuật để thiết kế, loại kết cấu và tình trạng mặt đường, khoảng cách và vị trí các nút giao thông kề liền hai đầu đường phố...

Vì vậy, để biết khả năng thông hành của tuyến đường qua các nút cần tính toán:

- + Khả năng thông xe của một làn đường (sức chứa xe trên một tuyến đường)
- + Ảnh hưởng của điểm giao khác nhau, xung quanh khu vực ảnh hưởng đến khả năng thông xe của đường phố.
- + Ảnh hưởng của việc phân chia các làn xe ảnh hưởng đến khả năng thông hành của đường phố.

Tồn thất thời gian của các phương tiện đi qua nút giao thông

Tồn thất thời gian của các phương tiện đi qua nút giao thông là do hai nguyên nhân chính.

- + Xe chạy trong nút có tốc độ thường thấp hơn tốc độ trên các đường vào nút. Do xe đi vào nút thường phải giảm tốc độ nên thời gian của từng di chuyển kéo dài hơn (mặc dù là xe chạy tự do).
- + Tồn thất do khi các nút bị ùn tắc, phải chờ đợi để có thể cắt qua hay nhập vào các dòng xe khác.

1.1.4. Vai trò của giao thông vận tải trong quá trình phát triển đô thị

- Giao thông với các hoạt động liên quan đến kinh tế - chính trị - xã hội

Hệ thống giao thông vận tải tại một quốc gia có thể ví như huyết mạch trong một cơ thể, nếu huyết mạch được lưu thông tốt thì sẽ là thúc đẩy sự phát triển của đất nước, ngược lại một hệ thống giao thông vận tải không đồng bộ, không tốt, không xứng tầm thì đó sẽ là lực cản cho sự phát triển của đất nước [1].

Giao thông vận tải là một ngành dịch vụ quan trọng nhất đối với một đất nước, nó tham gia trực tiếp vào việc cung ứng vật tư nguyên liệu, năng lượng, kỹ thuật cho các cơ sở sản xuất và đưa sản phẩm đến thị trường tiêu thụ, giúp cho các quá trình sản xuất và phát triển của xã hội diễn ra liên tục và phát triển.

Giao thông vận tải còn phục vụ nhu cầu di chuyển của dân cư, đáp ứng các nhu cầu hoạt động sinh hoạt, lao động, vui chơi giải trí. Mạng lưới giao thông vận tải thể hiện cho các mối liên hệ kinh tế, xã hội giữa các địa phương với nhau.

Vì thế, ở những nơi nằm gần các tuyến vận tải lớn hoặc các đầu mối giao thông vận tải cũng là những nơi tập trung dân cư với mật độ lớn cùng với các ngành sản xuất và du lịch phát triển. Nhờ hoàn thiện kỹ thuật, mở rộng cự ly vận tải, tăng tốc độ vận chuyển mà các vùng xa xôi về mặt địa lý cũng trở nên gần gũi và thuận tiện.

Những tiến bộ của ngành giao thông vận tải mạng lại tác động vô cùng to lớn, nó trực tiếp làm thay đổi sự phân bố sản xuất và phân bố dân cư trên thế giới.

Ngành giao thông vận tải phát triển góp phần thúc đẩy hoạt động kinh tế, văn hoá, xã hội ở những vùng núi xa xôi hẻo lánh, củng cố tính thống nhất của nền kinh tế, tăng cường sức mạnh quốc phòng của đất nước và tạo nên mối giao lưu kinh tế, văn hóa giữa các nước trên thế giới.

- Giao thông với vấn đề về môi trường.

Hệ thống giao thông vận tải đô thị nếu không đáp ứng được sự gia tăng phương tiện giao thông cơ giới, không theo kịp tốc độ đô thị hoá với sự tăng lên không ngừng của dân số đô thị, sẽ dẫn đến quá tải và gây ra tác động tiêu cực với môi trường.

Ảnh hưởng nghiêm trọng của giao thông vận tải đô thị đến môi trường đó chính là gây ô nhiễm không khí và tiếng ồn gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hệ sinh thái thiên nhiên

Tình trạng gia tăng nhanh chóng của các phương tiện giao thông cơ giới tại các đô thị trong những năm qua đã làm gia tăng ô nhiễm bụi, khí thải và tiếng ồn do các hoạt động giao thông gây ra. Ùn tắc giao thông, phổ hóa quốc lộ, tỉnh lộ, hoạt động xây dựng hạ tầng và khu dân cư góp phần làm gia tăng mức độ ô nhiễm.

Ô nhiễm tiếng ồn giao thông và các ảnh hưởng tới sức khỏe người dân đô thị lớn hơn nhiều so với các đô thị khác trên thế giới.

1.1.5. Lưu lượng giao thông tối ưu và ùn tắc giao thông tại các đô thị

Ùn tắc giao thông không còn xa lạ với những người tham gia giao thông tại các đô thị, đặc biệt là đô thị lớn trong giờ cao điểm ùn tắc thường xuyên xảy ra ở các thành phố lớn và ùn tắc trở thành một trong những vấn đề quan trọng cấp bách của đất nước.

Bởi ÛTGT không chỉ ảnh hưởng tiêu cực đến đời sống sinh hoạt của nhân dân mà ảnh hưởng trực tiếp đến kinh tế văn hóa, đặc biệt là môi trường sống xung quanh.



Hình 1: Tình trạng ùn tắc giao thông ở một số khu vực tại Hà nội

Giả sử hệ thống đường sá trong thành phố có hình nan quạt, hướng về trung tâm và trung bình mỗi người hàng ngày di chuyển trung bình với quãng đường 10km.

Vậy chi phí cho việc đi lại gồm chi phí cá nhân và chi phí ngoại ứng do tắc nghẽn gây ra sẽ cao hơn so với chỉ có mình chi phí cá nhân cho đi lại.

Ví dụ: Chi phí mỗi cá nhân tham gia giao thông gồm hai thành phần:

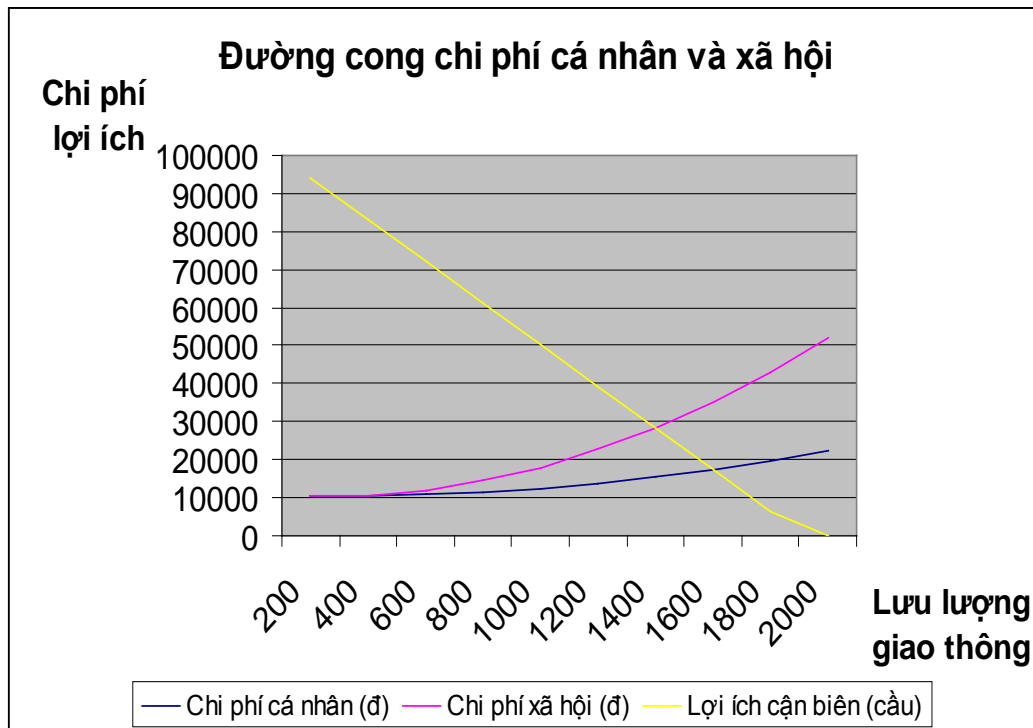
Chi phí xăng xe (xăng dầu và khấu hao xe) và chi phí cơ hội cho thời gian đi lại. Giả sử chi phí xăng xe là 1000đ/km, với quãng đường 10km chi phí cho xăng xe là 10.000đ chi phí này coi như cố định.

Chi phí cơ hội cho thời gian đi lại phụ thuộc vào mật độ xe đi lại, đường sá... và theo Luật giao thông, tốc độ tối đa trong thành phố cho xe máy là 40km/h, nhưng chúng ta chỉ thường di chuyển với tốc độ 30km/h do đó thời gian cần thiết cho 10km là 20 phút, chi phí thời gian đi lại là 500đ/phút, chi phí cơ hội cho 20 phút là 10.000đ.

Như vậy tổng chi phí cá nhân cho chuyến đi 20 phút là 20.000đ.

Chi phí ngoại ứng của việc đi lại là chi phí cơ hội về thời gian tăng thêm do các yếu tố tắc nghẽn gây ra. Mỗi phương tiện tham gia giao thông tăng thêm sẽ làm cho các phương tiện khác phải chậm mất 5-10 phút do tăng khả năng tắc nghẽn.

Với giả định 500đ/phút ta tính toán được chi phí mà mỗi phương tiện phải chịu thêm 2.500đ - 5.000đ. Bằng ¼ tổng số chi phí cá nhân phải bù thêm ùn tắc giao thông.



Hình 2: Biểu đồ thể hiện chi phí cá nhân và xã hội[1]

Trên hình biểu diễn đường cong chi phí cá nhân và xã hội, đường cầu bằng đường lợi ích cận biên. Khoảng cách giữa đường chi phí xã hội và chi phí cá nhân là chi phí do các yếu tố tắc nghẽn gây ra.

Nguyên tắc để giảm thiểu chi phí một cách hiệu quả là một hoạt động xã hội sẽ gia tăng khi chi phí xã hội cận biên nhỏ hơn lợi ích xã hội cận biên.

Vì các cá nhân sử dụng phương tiện giao thông không tính đến chi phí cận biên xã hội nên sẽ không có hiệu quả cho xã hội.

Để giúp giải quyết và điều tiết những hoạt động giao thông trên tại các khu vực, các khu đô thị tạo ra lưu lượng giao thông tối ưu hoặc như ở một số quốc gia phát triển, sẽ đánh thuế tắc nghẽn và được áp dụng trong những giờ cao điểm.

Lợi ích và chi phí của thuế tắc nghẽn giao thông là làm giảm số lượng tham gia giao thông tại giờ cao điểm.

Vì việc điều tiết lưu lượng giao thông tại các điểm nóng tạo ra chi phí tổn kém về thời gian và tiền của nên sử dụng thuế tắc nghẽn giao thông bù cho một phần chi phí.

Ngoài ra còn có rất nhiều các loại thuế khác như: Thuế đánh vào các loại phương tiện giao thông (mức độ tùy thuộc vào loại xe), thuế đánh vào xăng dầu... Các biện pháp khác là mở rộng đường sá, nâng cấp chất lượng, phân luồng tại các điểm nóng giao thông...

Việc phát triển đường sá liên quan đến hai vấn đề chính đó là: Chi phí làm đường và vấn đề sử dụng đất, chi phí làm đường rất lớn và đất đô thị rất đắt.

Giao thông phụ thuộc vào chức năng của từng đô thị và quy mô về cơ cấu dân số đô thị. Với các tổ chức, cá nhân việc đi lại chỉ khi cần thiết như: Các doanh nghiệp trao đổi sản phẩm và dịch vụ, các cá nhân đi làm v.v...

Khi phương tiện thông tin phát triển và mức độ phát triển dịch vụ trực tuyến sẽ dẫn đến làm giảm nhu cầu về giao thông.

1.2. Tổng quan về cảm biến

1.2.1. Khái niệm cảm biến

Cảm biến có tên tiếng anh là Sensor, là thiết bị dùng để biến đổi tín hiệu vật thể môi trường thành tín hiệu dòng điện 4-20mA hoặc 0-10V truyền về thiết bị điều khiển để đưa ra những công dụng như mong muốn. [2]

- Cấu tạo của cảm biến thường gồm 5 phần chính: Bộ phận vi mạch xử lý, cảm biến sensi, biến áp xoay, con quay, cảm biến tốc độ.
 - + Bộ phận vi mạch xử lý gồm hệ thống cách mạch điện, dùng để chuyển đổi tín hiệu. Ví dụ: mạch khuếch đại, mạch chỉnh lưu, mạch ổn định.
 - + Cảm biến sensin dùng để truyền từ xa các thông tin về góc quay trực.

- + Biến áp quay dùng để chuyển đổi tín hiệu điện áp.
- + Con quay cảm biến dùng để đo và xác định mức độ sai lệch góc, giúp ổn định hệ thống truyền tín hiệu.
- + Cuối cùng là cảm biến tốc độ chịu tác động của nguồn sáng.
- Nguyên lý làm việc của cảm biến.

Mỗi cảm biến lại có một nguyên lý làm việc riêng và được áp dụng với từng mục đích khác nhau.

Việc sử dụng cảm biến hiện nay đã và đang mang lại rất nhiều công năng phục vụ cho đời sống xã hội và trong sản xuất kinh tế.

1.2.2. Cảm biến trên điện thoại thông minh

Việc sử dụng cảm biến đang tăng nhanh chóng hiện nay vì nó mang đến nhiều lợi ích cho người sử dụng và đặc biệt để nâng cao chất lượng của các chiếc điện thoại này rất nhiều hãng sản xuất đã thêm vào những loại cảm biến khác nhau để phục vụ nhu cầu sử dụng.

Vì vậy cảm biến là một thiết bị vô cùng quan trọng được gắn trực tiếp trên các loại điện thoại thông minh và những cảm biến này có những nhiệm vụ của riêng mình.

Hiện nay các loại cảm biến thông dụng nhất được cài đặt lên điện thoại thông minh bao gồm: Cảm biến gia tốc, cảm biến con quay quy hồi, cảm biến từ kế, cảm biến GPS...

1.2.3. Cảm biến gia tốc

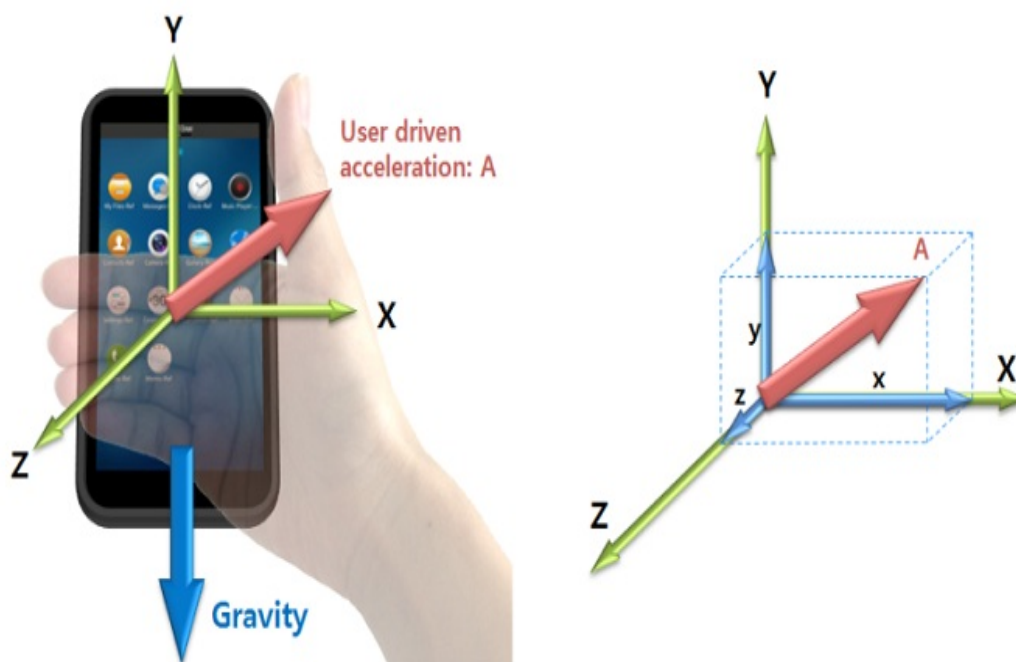
Cảm biến gia tốc tên tiếng anh là Accelerometer là một loại cảm biến dùng để xử lý việc đo đạc các chuyển động theo dạng trục và một trong những ứng dụng nổi bật của cảm biến gia tốc có thể được tìm thấy trên các loại vòng đeo theo dõi sức khỏe và điện thoại [3].

Đó chính là lý do một số hãng điện thoại đưa ra một số ứng dụng về vấn đề sức khỏe như “Samsung Health” trên điện thoại Samsung. Ứng dụng này có thể đếm được số bước chân, kể cả khi không kết nối nó với một thiết bị đeo riêng biệt.

Ngoài ra cảm biến gia tốc cũng có nhiệm vụ thông báo cho các ứng dụng biết được điện thoại đang theo hướng ngang hay hướng dọc.

Trong thời đại bùng nổ những ứng dụng thực tế ảo tăng cường, nhiệm vụ này càng trở nên quan trọng hơn.

Về cơ bản, cảm biến gia tốc được cấu tạo từ nhiều loại cảm biến khác nhau bao gồm cả cảm biến thủy tinh thể siêu nhỏ có thể cảm nhận được lực gia tốc. Bằng cách phân tích sự biến đổi điện áp thông qua các tinh thể thủy tinh, cảm biến gia tốc có thể tìm ra tốc độ di chuyển điện thoại thông minh giúp điều chỉnh màn hình xoay theo hướng ngang hay hướng dọc cho phù hợp nhất.



Hình 3: Cảm biến gia tốc trên điện thoại thông minh

Từ việc chuyển đổi ứng dụng từ màn hình ngang sang màn hình dọc cho tới việc thông báo tốc độ hiện tại trong ứng dụng lái xe, cảm biến gia tốc là một trong những cảm biến quan trọng nhất trong chiếc điện thoại thông minh hiện nay.

1.2.4. Cảm biến con quay hồi chuyển

Cảm biến con quay hồi chuyển tên tiếng anh là Gyroscope có nhiệm vụ hỗ trợ cho cảm biến gia tốc xác định rõ hơn về cách chiếc điện thoại đang di chuyển trong không gian 360 độ [3]. Nhờ vậy, điện thoại thông minh sẽ chụp được những bức ảnh 360 độ một cách ấn tượng nhất có thể.

Cảm biến con quay hồi chuyển là một thiết bị dùng để đo đạc hoặc duy trì phương hướng, dựa trên các nguyên tắc bảo toàn mô men động lượng, con quay cơ học là một bánh xe hay đĩa quay với các trục quay tự do theo mọi hướng.

Phương hướng này thay đổi nhiều hay ít tùy thuộc vào mô men xoắn bên ngoài hơn là liên quan đến con quay có vận tốc cao mà không cần mô men động lượng lớn.



Hình 4: Chụp ảnh 360 độ là một ứng dụng của cảm biến con quay hồi chuyển

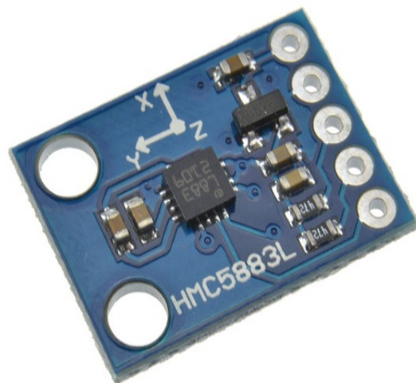


Hình 5: Mô tả hoạt động của một con quay hồi chuyển

Khi chơi đua xe yêu cầu phải xoay màn hình điện thoại thông minh để điều khiển. Lúc này cảm biến con quay hồi chuyển sẽ thay thế cảm biến gia tốc để thông báo cho ứng dụng biết về hướng di chuyển của điện thoại thông minh. Nguyên nhân là vì khi đó chiếc điện thoại thông minh vẫn giữ nguyên tại một vị trí và nghiêng nhẹ màn hình, tức là chỉ tác động nhỏ đến điện thoại.

1.2.5. Cảm biến từ kế

Cảm biến từ kế hay Magnetometer là mảnh ghép cuối cùng trong bộ ba cảm biến chịu trách nhiệm trong việc phản hồi vị trí của điện thoại thông minh trong không gian [3].



Hình 6: Bảng mạch của một từ kế được gắn vào điện thoại thông minh

Đúng như tên gọi của nó, cảm biến từ kế thường làm nhiệm vụ đo từ trường và có thể cho biết hướng đang đi là hướng bắc hay hướng nam.



Hình 7: Cảm biến từ kế xác định chính xác hướng của điện thoại thông minh

Ứng dụng phổ biến nhất của cảm biến từ kế là la bàn. Khi bật chế độ la bàn trong Apple Maps hay Google Maps, đó cũng là lúc cảm biến từ kế hoạt động để tìm ra cách hiển thị bản đồ chính xác nhất. Cảm biến này cũng hỗ trợ cho cả các ứng dụng la bàn của bên thứ ba.

Ngoài ra cảm biến từ kế có thể được tìm thấy bên trong các máy dò kim loại để tìm ra các kim loại bị nhiễm từ. Vì vậy, chiếc điện thoại thông minh cũng có thể trở thành một máy dò kim loại nếu được cài phần mềm chuyên dụng để xử lý.

Tuy nhiên, cảm biến từ kế không hề hoạt động một cách đơn lẻ. Cảm biến này thường hoạt động song song với dữ liệu được gửi về từ cảm biến gia tốc và hệ thống định vị toàn cầu GPS. Nhờ vậy, nó có thể biết được vị trí đang đứng trên bản đồ và chỉ ra hướng tốt nhất nên đi.

1.2.6. GPS

GPS (Global Positioning System) hệ thống định vị toàn cầu là hệ thống xác định vị trí dựa trên vị trí của các vệ tinh nhân tạo, do Bộ Quốc phòng Hoa Kỳ thiết kế, xây dựng, vận hành và quản lý [3].

Trong cùng một thời điểm, để xác định tọa độ của một điểm trên mặt đất, GPS sẽ được xác định nếu xác định được khoảng cách từ điểm đó đến ít nhất ba vệ tinh. GPS là một phần quan trọng trong cuộc sống của chúng ta.



Hình 8: GPS xác định vị trí trên bản đồ

Những lý do hiểm họa có thể không nhận được sự hỗ trợ từ công nghệ này là đang ở trong một vùng hẻo lánh hoặc thích sử dụng bản đồ giấy hơn là điện thoại.

Về cơ bản, cảm biến GPS bên trong điện thoại thông minh sẽ nhận được tín hiệu từ vệ tinh để xác định vị trí đang đứng trên trái đất. Việc này không làm tiêu hao bất cứ lưu lượng dữ liệu di động nào của điện thoại.

Vì vậy, đó là lý do tại sao vẫn có thể biết được vị trí trên điện thoại kể cả khi đã mất sóng, tuy nhiên nó lại tiêu hao rất nhiều pin của điện thoại.

Trên thực tế, điện thoại thông minh đều đã được kết nối với nhiều vệ tinh khác nhau và vị trí sẽ được tính toán dựa trên góc từ điện thoại tới các vệ tinh. Nếu không vệ tinh nào được phát hiện được vị trí thì sẽ không thể được tìm thấy vị trí đó trên bản đồ.

Mặc dù không sử dụng dữ liệu, nhưng tất cả quá trình nhận dữ liệu và tính toán của GPS sẽ khiến pin của điện thoại bị cạn kiệt nhanh. Đó là lý do tại sao các hướng dẫn tiết kiệm pin cho điện thoại đều khuyên nên tắt chức năng GPS. Các thiết bị điện tử cỡ nhỏ như đồng hồ thông minh thậm chí còn không được trang bị GPS vì dung lượng pin của chúng quá khiêm tốn.

GPS không phải là cách duy nhất để điện thoại xác định vị trí. Ngoài GPS, điện thoại có thể dựa vào cường độ sóng điện thoại để tính toán khoảng cách tương đối từ vị trí của điện thoại tới trạm phát sóng gần nhất.

Các cảm biến GPS hiện đại bên trong điện thoại thông minh sử dụng cả tín hiệu GPS cũng như các dữ liệu khác như cường độ sóng điện thoại để tìm ra vị trí chính xác nhất.

1.2.7. Những cảm biến khác

Ngoài bốn loại cảm biến quan trọng nhất được liệt kê ở trên, điện thoại thông minh còn chứa nhiều loại cảm biến khác nữa. Nhiều điện thoại, bao gồm cả iPhone, được trang bị một cảm biến khí áp để đo áp suất trong không khí. Cảm biến này rất hữu dụng trong nhiều việc, từ phát hiện sự thay đổi của thời tiết cho tới tính toán độ cao tại nơi đang đứng...

1.3. Mục tiêu của luận văn

Trước đây thì tỉ lệ người sử dụng điện thoại thông minh rất thấp, nhưng hiện nay theo thống kê mức sử dụng điện thoại thông minh (được tính bằng số kết nối di động được thực hiện từ điện thoại thông minh trên tổng số kết nối di động toàn cầu) đạt 51% [17].

Trong đó, tất cả các khu vực trên thế giới (chỉ trừ khu vực châu Phi cận Sahara) là có tỷ lệ này vượt trên 50%. Ở nhóm các quốc gia phát triển, tỷ lệ này lên tới 65%. Và đang có chiều hướng tăng nhanh, điều này làm phong phú thêm sự đa dạng thông tin di động của người dùng và giảm thiểu chi phí vô cùng lớn.

Tuy nhiên làm thế nào để sử dụng các loại dữ liệu thu được này để nghiên cứu và giải quyết một vấn đề quan trọng hiện nay đó chính là “Ùn tắc giao thông tại các đô thị”.



Hình 9: Tình trạng giao thông lý tưởng trong tương lai

Một vấn đề nghiêm trọng bởi vì nó không chỉ ảnh hưởng trực tiếp đến cuộc sống hàng ngày mà còn gây thiệt hại rất lớn cho xã hội, kìm nén sự phát triển kinh tế xã hội.

Thêm vào đó tình hình giao thông càng ngày diễn biến càng phức tạp thay đổi liên tục theo thời gian cộng thêm những chính sách mở rộng, quy hoạch đường sá vẫn chưa đạt được hiệu quả cao.

Người tham gia giao thông lại rất muốn có những thông tin dự báo về tình hình giao thông hiện tại và tương lai gần tại các khu vực một cách cụ thể và chính từ đó họ có thể đề đưa ra những giải pháp giao thông cá nhân.

Đứng trước những vấn đề trên giải pháp cần làm đó là “Ước tính tình trạng tắc nghẽn giao thông đô thị một cách chính xác và hiệu quả thông qua dữ liệu cảm biến trên điện thoại thông minh” là bước đầu tiên để giải quyết vấn đề tắc nghẽn giao thông đô thị hiệu quả và giảm thiểu được chi phí.

Vì vậy mục tiêu của luận văn này là đưa ra một chỉ số cho phép phản ánh tình trạng giao thông càng chính xác càng tốt khả năng di chuyển của xe cơ giới trong một khu vực dựa trên nguồn dữ liệu thu thập từ cảm biến trên điện thoại thông minh.

Nhưng hầu hết các phương pháp hiện nay sử dụng một hoặc nhiều các chỉ số cụ thể làm đầu vào cho hệ thống ước tính giao thông. Như Younes và Boukerche [6] đã đề xuất giao thức “Anestcongestiondetection” để đánh giá các đặc điểm giao thông của từng đoạn đường. Yue et al. [7] áp dụng cơ sở dữ liệu ràng buộc tuyến tính để dự báo tốc độ lưu lượng, Pattara-atikom et al. [8] chia tắc nghẽn giao thông thành ba cấp độ và ước tính tắc nghẽn giao thông đường bộ bằng cách sử dụng mức trung bình có trọng số của tốc độ GPS đo được.

Thay vì sử dụng trọng lượng bằng nhau cho tất cả các hồ sơ [10], Zhang et al. [11] đề xuất một phương pháp mới để xử lý hợp lý dữ liệu GPS bằng cách tăng trọng số của các bản ghi gần đây và tốc độ cao để ước tính trạng thái giao thông. Kong et al. [5] đã sử dụng một phương pháp đánh giá toàn diện mờ mới trong đó các trọng số của nhiều chỉ số được chỉ định theo luồng lưu lượng. Tuy nhiên, các phương pháp này không tính đến các yếu tố thời gian, điều này sẽ làm cho việc ước tính chưa mang lại kết quả chính xác cao nhưng lại đi kèm chi phí phát triển lớn.

Nhưng để vừa ước tính tình trạng giao thông một cách hiệu quả, giảm chi phí, lại đơn giản dễ áp dụng trong luận văn này em đề xuất ra phương pháp DI (Main direction and Inflow), DI là sự kết hợp của 2 chỉ số là số lượng hướng chính và vận tốc trung bình của dòng chảy trong mỗi ô lưới đã giúp phản ánh được chính xác dự đoán khả năng di chuyển của xe cơ giới trong các khu vực. Ngoài ra việc sử dụng dữ liệu từ cảm biến GPS kết hợp với gia tốc và từ kế trên điện thoại thông minh nên phương pháp DI có chi phí thấp hơn nhưng hiệu suất đánh giá tương đối tốt.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

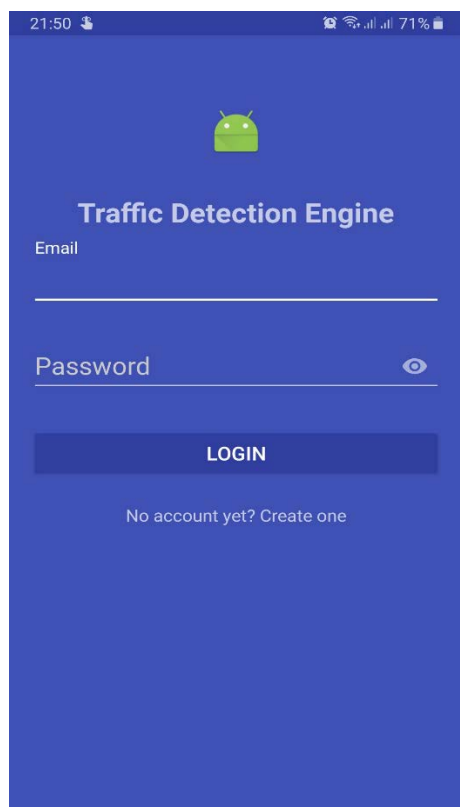
2.1. Thu thập dữ liệu từ cảm biến trên điện thoại thông minh

Thu thập dữ liệu từ cảm biến trên điện thoại thông minh là một thách thức không hề đơn giản. Có rất nhiều loại cảm biến khác nhau trên thiết bị, có một số cảm biến trên phần cứng có một số loại là trên phần mềm. Với nhiều loại cảm biến cũng cho các loại dữ liệu khác nhau. Đặc biệt trong luận văn này chúng ta sẽ cài đặt một ứng dụng lên điện thoại thông minh. Ứng dụng này giúp thu thập dữ liệu từ ba loại cảm biến là GPS, cảm biến từ kế và cảm biến gia tốc.

2.1.1. Ứng dụng Traffic Detection Engine

Nhóm nghiên cứu đến từ trường đại học công nghệ đã phát triển một ứng dụng đặt tên là “Traffic Detection Engine” giúp thu thập dữ liệu từ cảm biến trên điện thoại di động Android. Thiết bị được chọn ở đây có thể là: Samsung, Oppo, Google Nexus S, HTC Wildfire S... Các loại điện thoại này đều đã được trang bị đầy đủ các loại cảm biến phù hợp để lấy dữ liệu cần thu thập.

Ứng dụng cho phép lấy dữ liệu về loại xe, thời gian, tọa độ, vận tốc, hướng di chuyển. Và cứ sau 5 phút ứng dụng sẽ tự động đẩy dữ liệu về trung tâm xử lý.



Hình 10: Ứng dụng Traffic Detection Engine với giao diện Login

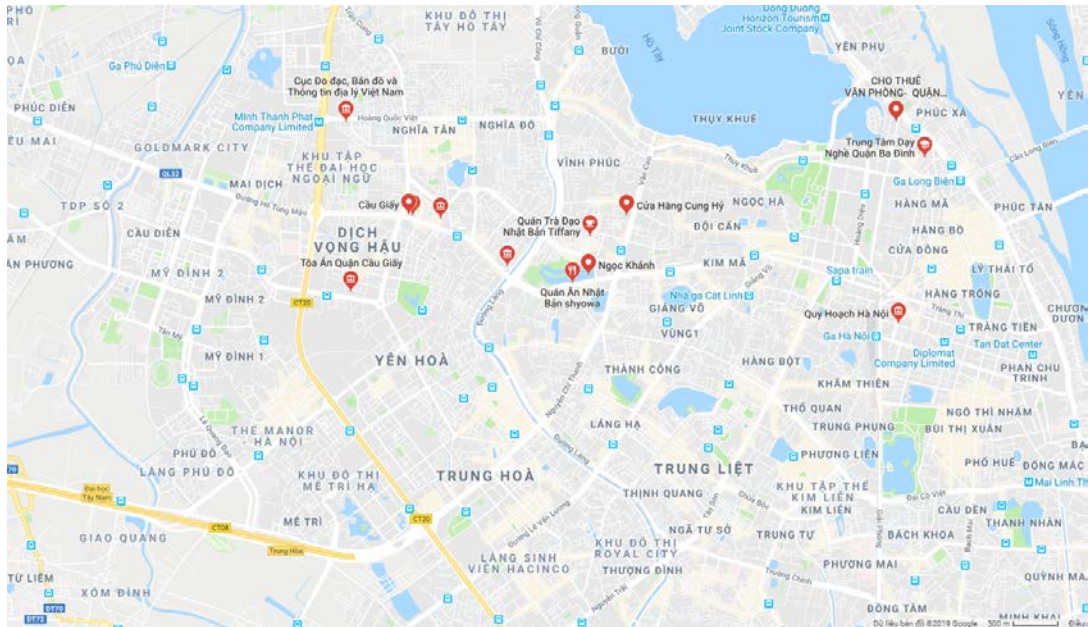
2.1.2. Địa điểm và thời gian

a. Địa điểm:

Chọn các khu vực thường xuyên xảy ra ùn tắc giao thông, tuy có rất nhiều biện pháp đã được áp dụng nhưng mức độ cải thiện không đáng kể. Như là khu vực trọng điểm, trung tâm của nhiều tòa nhà văn phòng, khu dân cư đông đúc, khu vui chơi giải trí...

Có hệ thống đèn tín hiệu giao thông, phân loại làn đường, ngã tư, ngã ba, vỉa hè...

⇒ Lựa chọn khu vực trung tâm thành phố Hà Nội đặc biệt là quận Cầu Giấy, Ba Đình, Thanh Xuân, Hai Bà Trưng... là nơi thường xuyên xảy ra tình trạng ùn tắc giao thông.



Hình 11: Bản đồ khu vực trung tâm TP Hà Nội

b. Thời gian:

Thu thập được chia theo tuần, mỗi tuần được chia làm 2 loại:

- Ngày thường từ thứ 2 đến thứ 6: Lúc này mật độ tham gia giao thông cao, tình hình giao thông diễn biến phức tạp vì đây là ngày đi làm, đi học.
- Cuối tuần tình hình giao thông được giảm đáng kể do ngày nghỉ tỉ lệ tham gia giao thông giảm.

Mỗi ngày được phân làm 2 khung giờ chính:

- Khung giờ cao điểm gồm 2 khoảng thời gian:

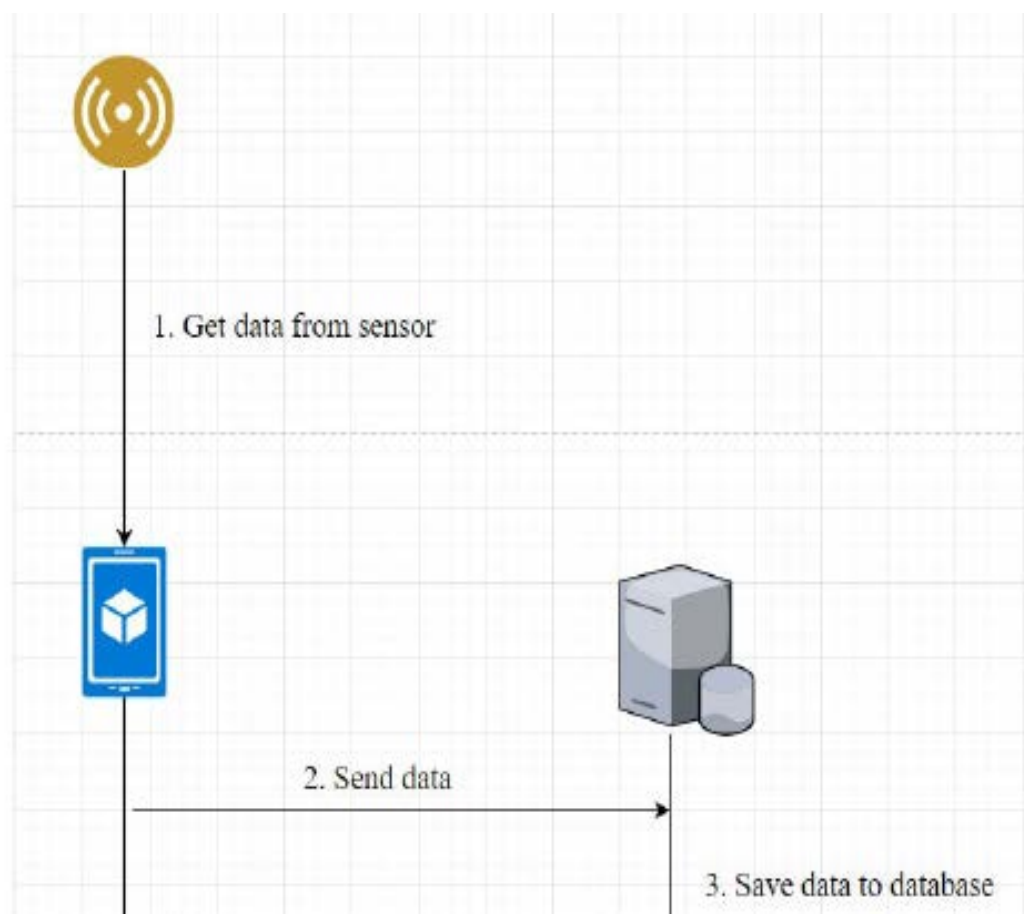
Giờ cao điểm 7:00–9:00 và 16:00–19:00. Đây là 2 khoảng thời gian cao điểm trong ngày, lưu lượng tham gia giao thông tăng đột biến, diễn biến tình hình giao thông tương đối phức tạp.

- Khung giờ bình thường gồm 3 khoảng thời gian:

Giờ không cao điểm 2.0:00–7:00, 9:00–16:00, 19:00–24:00

Tình hình giao thông tại 3 khoảng thời gian này khá quan, lượng phương tiện tham gia giao thông giảm đáng kể so với 2 khoảng thời gian trên.

2.1.3. Quá trình thu thập dữ liệu từ cảm biến trên điện thoại thông minh



Hình 12: Quá trình thu thập dữ liệu

Bước 1: Lấy dữ liệu lấy từ các loại cảm biến trên điện thoại thông minh.

Cứ mỗi 5s ứng dụng lại lấy các thông tin từ các cảm biến: GPS, cảm biến gia tốc, cảm biến từ trường...

Bước 2: Ứng dụng tiền xử lý dữ liệu cảm biến.

- Mục đích là lọc nhiễu làm mịn dữ liệu.
- Sau đó tổng hợp các thông tin thành một bộ dữ liệu
- Bộ dữ liệu thu được có gồm:

{ ID, thời gian, tọa độ, tốc độ trung bình, loại phương tiện, hướng di chuyển }

Bước 3: Ứng dụng tự động gửi dữ liệu về máy chủ trung tâm sau 5 phút.

- Dữ liệu cảm biến đã được xử lý sẽ được chuyển đến máy chủ trung tâm nhờ 3G hoặc 4G (*mạng dữ liệu di động*) sau mỗi 5 phút.

Bước 4: Máy chủ nhận dữ liệu và lưu vào cơ sở dữ liệu.

- Dữ liệu sẽ được phân loại theo các cột cụ thể và lưu vào bảng.

"markers" table: dữ liệu raw được gửi về từ phí mobile		
lat	double(8,2)	vĩ độ
lng	double(8,2)	kinh độ
speed	double(5,2)	tốc độ của phương tiện
vehicle	varchar(50)	phương tiện (hiện đang hỗ trợ hai
phương tiện chính là mô tô và ô tô)		
direct	varchar(2)	hướng di chuyển của phương tiện
record_user	int(11) unsigned	id của user đã gửi record này
record_time	timestamp	thời điểm bản ghi được tạo
distance	double(10,4)	quãng đường di chuyển được trong
khoảng thời gian 5 giây		
created_at	timestamp	
updated_at	timestamp	

Hình 13: Bảng mô tả phân loại dữ liệu

2.2. Phương pháp DI (Main Direction and Inflow)

Phương pháp DI (Main Direction and Inflow) là một phương pháp dùng dữ liệu lấy từ cảm biến trên điện thoại thông minh, để ước tính được tình trạng giao thông theo khu vực, các khu vực được chia theo các ô lưới trên bản đồ.

Phương pháp DI là sự kết hợp của hai chỉ số là số lượng hướng chính và vận tốc trung bình của dòng chảy trong mỗi ô. Việc kết hợp 2 chỉ số giúp tăng mức độ chính xác và hiệu quả trong việc đánh giá tình trạng tắc nghẽn giao thông so với các phương pháp chỉ sử dụng một chỉ số "Density" như DCE [4] với độ chính xác mang lại chưa cao, hay như phương pháp FCE [4] lại sử dụng tới tận bốn chỉ số nên mang lại khó khăn phức tạp trong tính toán.

⇒ **Phương pháp DI là phương pháp đơn giản trong tính toán, dễ triển khai trong thực tế có tính ứng dụng và độ chính xác khá cao.**

2.2.1. Bộ dữ liệu GPS

Bộ dữ liệu GPS là dữ liệu thô được ứng dụng “Traffic Detection Engine” thu thập và gửi về trung tâm xử lý. Bộ dữ liệu bao gồm các tọa độ GPS và các quỹ đạo GPS.

- Tọa độ GPS gồm = { ID code; Tọa độ (x,y) ; Thời gian }
- Trong đó:
- ID code: mã định danh của đối tượng.
 - Tọa độ (x,y): x là vĩ độ và y là kinh độ.
 - Thời gian t: là thời gian ghi nhận vị trí của đối tượng.
- Quỹ đạo GPS là tập dữ liệu mô tả chuyển động và thuộc tính của các tọa độ GPS với dữ liệu thu thập đã được làm mịn và lưu trữ thành các Traj.
 $Traj = \{p_1, p_2, p_3 \dots p_k\}$
- Với mỗi $p_i = \{ ID_i, (x_i, y_i), t_i, dir_i, v_i \}$
 - Với ID_i là một mã duy nhất cho từng điện thoại thông minh
 - Tọa độ (x_i, y_i) (tọa độ của i tại thời gian t)
 - t_i : thời gian ghi nhận của đối tượng.
 - dir_i : hướng di chuyển của đối tượng.
 - v_i : vận tốc trung bình của đối tượng.

2.2.2. Đồ thị không gian và thời gian

Đồ thị GST (graph of spatio-time) được xem như là một bản tóm tắt của thế giới thực, các đối tượng được đưa lên đồ thị và biểu diễn nó theo không gian và thời gian.

Áp dụng kỹ thuật “chia ô” phương pháp DI không sử dụng đường đi làm đối tượng tính toán mà chia bản đồ thành các ô vuông có kích thước và tọa độ, giám sát tình trạng giao thông theo mỗi ô. Mỗi ô trong lưới là đối tượng tính toán và thể hiện các chỉ số liên quan đến tình trạng giao thông. Kỹ thuật chia ô giúp đơn giản hóa việc hiển thị tình trạng giao thông trên toàn địa bàn cần quan tâm, nêu bật được các tình trạng của khu vực cụ thể và dễ ứng dụng vào các bài toán vận tải thực tế và trong quản lý, điều tiết giao thông. Ô càng nhỏ sẽ càng chính xác về tình trạng giao thông.

Bản đồ được chia thành các ô:

$$g_i = \{g_1, g_2, g_3 \dots g_n\} \text{ với } 1 \leq i \leq n$$

"rectangles" table: chứa thông tin về lưới		
id		
height	int(11)	số hàng của lưới
width	int(11)	số cột của lưới
east	double(8,2)	tọa độ cực Đông của lưới
west	double(8,2)	tọa độ cực Tây của lưới
south	double(8,2)	tọa độ cực Nam của lưới
north	double(8,2)	tọa độ cực Bắc của lưới

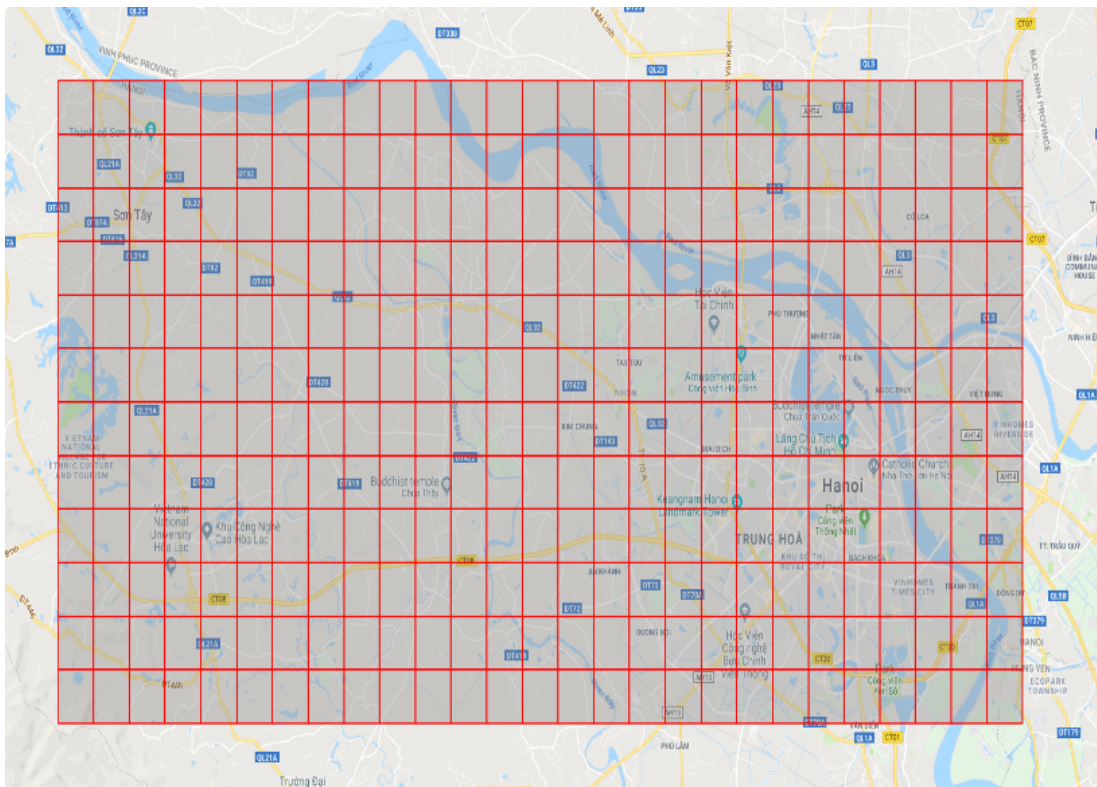
Các tọa độ east, west, south, north tọa nên một hình chữ nhật lớn chứa tất cả các ô

Hình 14: Bảng mô tả chia bản đồ thành các ô

Dựa theo vị trí từ GPS sẽ giúp định vị chính xác đối tượng đang trong khu vực lưới nào, đi kèm các thông tin về vận tốc và hướng của mỗi đối tượng đó. Ứng với mỗi ô trong từng khoảng thời gian nhất định chúng ta sẽ có các GST.

$G_i = \{G_1, G_2, G_3 \dots G_n\}$ với $1 \leq i \leq n$

Mỗi G_i chứa các $Traj = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_k\}$ với $1 \leq j \leq k$



Hình 15: Bản đồ khu vực Hà nội chia thành các ô

2.3. Chỉ số trong phương pháp DI

2.3.1. Chỉ số Inflow

Chỉ số Inflow hay dòng chảy là đại diện cho một nhóm các đối tượng có cùng hướng và cùng xuất hiện trong mỗi ô trên bản đồ trong cùng một khoảng thời gian. Inflow không chỉ riêng rẽ từng cá thể mà thể hiện tình trạng của một nhóm cá thể trong một ô lưới. Sử dụng dòng chảy trong việc dự đoán tắc nghẽn sẽ tăng độ chính xác và tin cậy hơn. Ứng với một thời gian nhất định không chỉ phản ánh sự gia tăng của mật độ mà đặc biệt thể hiện rất rõ thay đổi tỷ lệ của trạng thái tắc nghẽn và những ảnh hưởng xung quanh. Hơn nữa dự đoán tắc nghẽn đô thị không chỉ mô tả trạng thái tại thời điểm mà còn tạo ra một hướng dẫn cho việc dự đoán cho tương lai. Inflow có thể dễ dàng tính toán từ bộ dữ liệu đã thu thập được.

Giá trị của Inflow:

Inflow gồm = {ID ô, Thời gian, Vận tốc trung bình, Hướng di chuyển}

Dựa vào Inflow chúng ta có được thông tin về:

- Vị trí của của từng đối tượng đang nằm thuộc ô nào trên GST.
- Đối tượng đang thuộc dòng chảy nào.
- Mật độ của mỗi dòng chảy trong mỗi ô.
- Hướng di chuyển của dòng chảy trong mỗi ô.

Trong đó:

- Hướng: Hướng của dòng chảy sẽ nằm 1 trong 8 hướng chính trên bản đồ, tất cả các đối tượng đi theo 1 trong 8 hướng chính trong một ô sẽ được tạo thành một nhóm, hướng của mỗi nhóm thể hiện cho hướng của dòng chảy thuộc ô g.

Độ	Hướng
$337.5^\circ \triangleright 0^\circ$ và $0^\circ \triangleright 22.5^\circ$	Chính Bắc
$22.5^\circ \triangleright 67.5^\circ$	Đông bắc
$67.5^\circ \triangleright 112.5^\circ$	Chính đông
$112.5^\circ \triangleright 157.5^\circ$	Đông nam
$157.5^\circ \triangleright 202.5^\circ$	Chính Nam
$202.5^\circ \triangleright 247.5^\circ$	Tây Nam
$247.5^\circ \triangleright 292.5^\circ$	Chính tây
$292.5^\circ \triangleright 337.5^\circ$	Tây Bắc

Hình 16: Bảng phân loại hướng

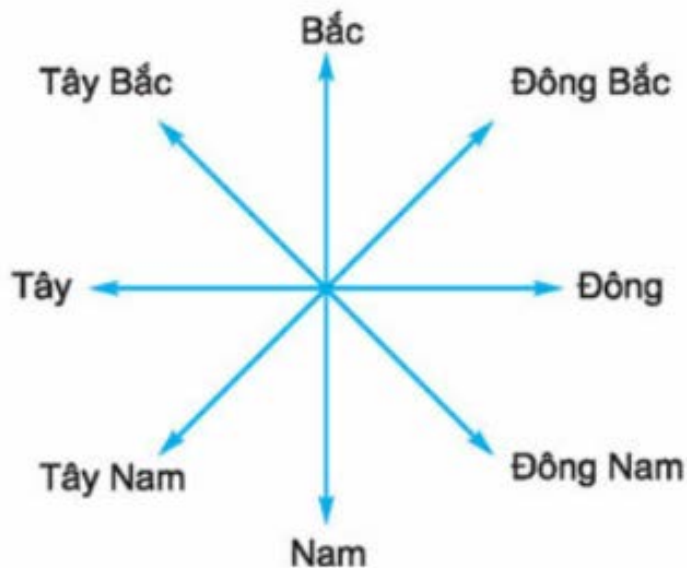
- Tọa độ (x,y): Tọa độ của mỗi đối tượng được sẽ được đưa vào bản đồ theo các ô tương ứng trong GST.
- Vận tốc trung bình của từng dòng chảy được tính toán từ tổng vận tốc trung bình của tất cả các đối tượng thuộc cùng một dòng chảy trên mật độ của dòng chảy đó trong mỗi ô.

2.3.2. Chỉ số Hướng chính (Main Direction)

Trong phương pháp DI nếu chỉ sử dụng riêng chỉ số Inflow không đủ để phản ánh trạng thái giao thông. Bởi vì trong mỗi ô lại có rất nhiều luồng dòng chảy khác nhau. Để thể hiện được sự xung đột giữa các dòng chảy là ít hay nhiều phụ thuộc rất nhiều vào hướng di chuyển, đặc biệt thể hiện rất rõ ràng theo số lượng hướng chính.

Thực tế trong giao thông ta chỉ quan tâm đến những dòng chảy có lưu lượng cao trong mỗi ô và có thể bỏ qua một số dòng chảy có lưu lượng nhỏ. Vì lưu lượng của dòng chảy chính sẽ nêu bật được đặc trưng của tình trạng giao thông trong một khu vực.

Hướng chính sẽ là 1 trong 8 hướng sau:



Hình 17: Hướng chính trên bản đồ

Ví dụ: Nếu chúng ta có 2 ô.

Ô 1: Có hai dòng chảy và hai hướng chính là ngược chiều nhau trên đường hai chiều có vạch phân làn đường rõ ràng.

Ô 2: Cũng có hai dòng chảy cũng có 3 hướng chính nhưng lại là 1 hướng đi thẳng và 1 hướng ngược chiều đang có ý định rẽ trái.
Hai ô này lại thể hiện tình trạng xung đột và tình trạng giao thông hoàn toàn khác hẳn nhau.

Cụ thể:

Ô 1: Tình trạng giao thông ở mức “Bình thường”. Khu vực giao thông tương đối thông thoáng, các phương tiện di chuyển thuận tiện với vận tốc trung bình.

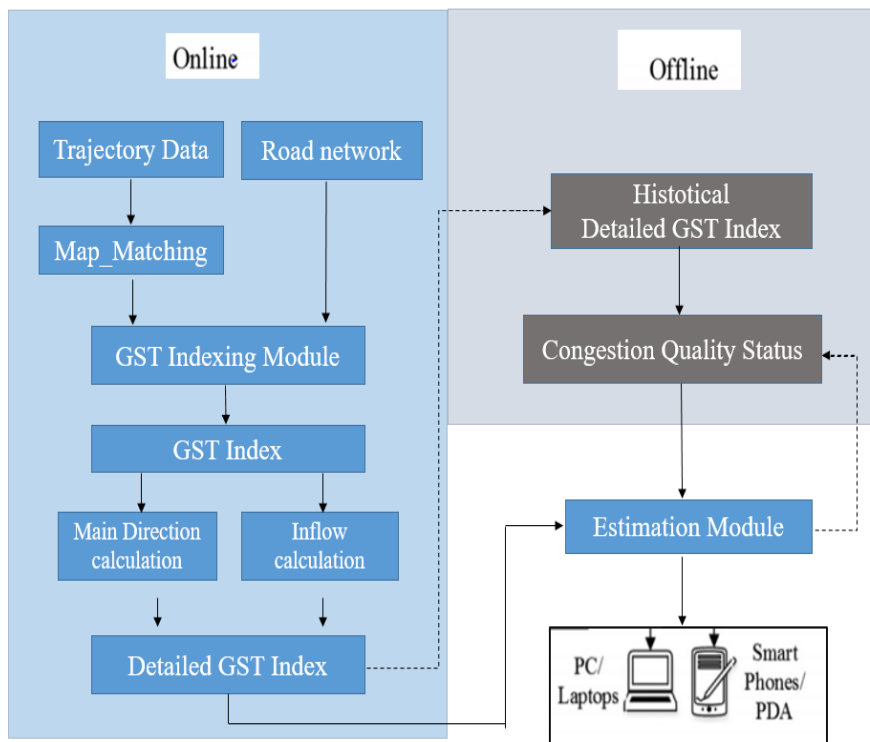
Ô 2: Tình trạng giao thông ở mức “Đông đúc”. Các phương tiện di chuyển tương đối chậm.

⇒ **Số lượng chính rất quan trọng trong dự đoán tình trạng tắc nghẽn và khi kết hợp với vận tốc trung bình của dòng chảy sẽ mang lại độ chính xác cao và tin cậy hơn.**

2.4. Thiết kế phương pháp DI

Phương pháp DI được chia làm 2 phần: Trực tuyến và ngoại tuyến.

- Ứng dụng di động kết nối tới hệ thống để cung cấp dữ liệu và xem kết quả về dự đoán tình trạng giao thông.
- Quản trị viên có thể truy cập vào trang web để quản lý và điều phối dữ liệu.



Hình 18: Thiết kế của phương pháp DI

❖ **Trực tuyến:**

Input: Dữ liệu thô được thu thập từ cảm biến trên điện thoại.

Bước 1: Thu thập và tiền xử lý dữ liệu từ cảm biến trên điện thoại thông qua ứng dụng và đã đẩy dữ liệu về trung tâm xử lý.

Bước 2: Mô-đun GPS Indexing xử lý dữ liệu thô thu và được bộ dữ liệu GST Index.

+ GST Indexing module: Mô-đun này sử dụng ánh xạ băm để ánh xạ các quỹ đạo GPS vào GST.

+ GST Index: Bộ dữ liệu chứa các thuộc tính trong mỗi ô.

Bước 3: Dữ liệu GST Index sẽ được tính toán theo 2 chỉ số là số lượng hướng chính kết hợp và vận tốc trung bình của mỗi dòng chảy trong GST tạo thành bộ dữ liệu Detail GST Index.

Output: Detail GST Index.

❖ **Ngoại tuyến:**

Input: Bộ dữ liệu “Detailed GST index”

Bước 4: Dùng bộ dữ liệu “Detailed GST Index” làm dữ liệu tính toán qua công thức tại “Congestion Quality Status”

- So sánh kết quả tính toán từ công thức với kết quả tình trạng lấy thực tế.
 - Điều chỉnh bộ tham số trong công thức để đưa ra kết quả có tỷ lệ chính xác đáp ứng yêu cầu.
- ⇒ Đưa ra “Estimation module”

Bước 5: Khi đã có “Estimation module” sử dụng dữ liệu trực tuyến lấy tại *Bước 3* để đưa ra tình trạng giao thông tại thời gian thực và gửi kết quả ghi lại trong cơ sở dữ liệu để cung cấp thông tin thông qua ứng dụng trên điện thoại và web nếu cần.

Output: Kết quả dự đoán tình trạng giao thông.

2.5. Công thức dự đoán tình trạng tắc nghẽn trong phương pháp DI

Dự đoán tình trạng tắc nghẽn $CQS_{g,t}$ (Congestion Quality Status) của mỗi ô trong thời gian t được dự đoán dựa trên hai chỉ số là vận tốc trung bình của từng dòng chảy có hướng kết hợp với số lượng hướng chính trong mỗi ô.

Chia tình trạng giao thông làm bốn mức độ:

- Nhanh: Khu vực có mật độ tham gia giao thông rất thấp, tốc độ di chuyển nhanh chóng, thuận lợi trong việc di chuyển.

- Bình thường: Khu vực tương đối thông thoáng, lượng tham gia giao thông không cao, tốc độ di chuyển bình thường, thuận lợi trong việc di chuyển.
- Đông đúc: Khu vực khá đông đúc, mật độ tham gia giao thông cao, tốc độ di chuyển tương đối chậm, nhưng vẫn có thể di chuyển đều. Tình trạng này thường xuyên xảy ra trong giờ cao điểm tại các tuyến đường trung tâm thành phố. Diễn biến tình hình tương đối phức tạp.
- Ùn tắc: Khu vực vô cùng đông đúc và chật chội, mật độ tham gia giao thông rất cao, di chuyển vô cùng khó khăn. Tình trạng này rất hay xảy ra trong giờ cao điểm tại các tuyến đường và nút giao thông trọng điểm tại trung tâm thành phố. Diễn biến tình hình vô cùng phức tạp.

Dự đoán tình trạng giao thông là sự kết hợp của α và β trong đó:

α : Số lượng hướng chính trong mỗi ô.

$$\alpha_i = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$$

β : Vận tốc trung bình của dòng chảy trong mỗi ô.

$$0 \text{ km/h} \leq \beta_j \leq 60 \text{ km/h}$$

(Tốc độ tối đa được di chuyển trong thành phố là 60 km/h)

CQS_{g,t} được đánh số như sau cho mỗi ô:

- 1 Nhanh
- 2 Bình thường
- 3 Đông đúc
- 4 Ùn tắc

Vận tốc trung bình β có ba tham số là “ $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ ” đại diện cho ba ngưỡng vận tốc trung bình của từng dòng chảy khi kết hợp với tham số số lượng hướng chính α trong mỗi ô. Từ đó thể hiện cho bốn mức độ của tình trạng giao thông của từng ô trên bản đồ.

CQS_{g,t} tính toán như sau:

- Nếu $\alpha_i = 0$
Khu vực hoàn toàn thông thoáng.
- Nếu $\alpha_i = 1$
Thì vận tốc trung bình β nằm trong khoảng:
 - 1 { $\beta_1 < \beta_j \leq 60 \text{ km/h}$ } Nhanh
 - 2 { $\beta_2 < \beta_j \leq \beta_1$ } Bình thường
 - 3 { $\beta_3 < \beta_j \leq \beta_2$ } Đông đúc
 - 4 { $0 \leq \beta_j \leq \beta_3$ } Ùn tắc

- Nếu $\alpha_i = 2$ hoặc $\alpha_i = 3$
Thì vận tốc trung bình β nằm trong khoảng:
 - 1 { $\beta_1 < \beta_j \leq 60$ km/h } Nhanh
 - 2 { $\beta_2 < \beta_j \leq \beta_1$ } Bình thường
 - 3 { $\beta_3 < \beta_j \leq \beta_2$ } Đông đúc
 - 4 { $0 \leq \beta_j \leq \beta_3$ } Ùn tắc
- Nếu $\alpha_i \geq 4$
Thì vận tốc trung bình β nằm trong khoảng:
 - 1 { $\beta_1 < \beta_j \leq 60$ km/h } Nhanh
 - 2 { $\beta_2 < \beta_j \leq \beta_1$ } Bình thường
 - 3 { $\beta_3 < \beta_j \leq \beta_2$ } Đông đúc
 - 4 { $0 \leq \beta_j \leq \beta_3$ } Ùn tắc

Giá trị của ba tham số “ $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ ” tương ứng với từng giá trị của tham số α_i được điều chỉnh và cấu hình trong bảng tham số sau:

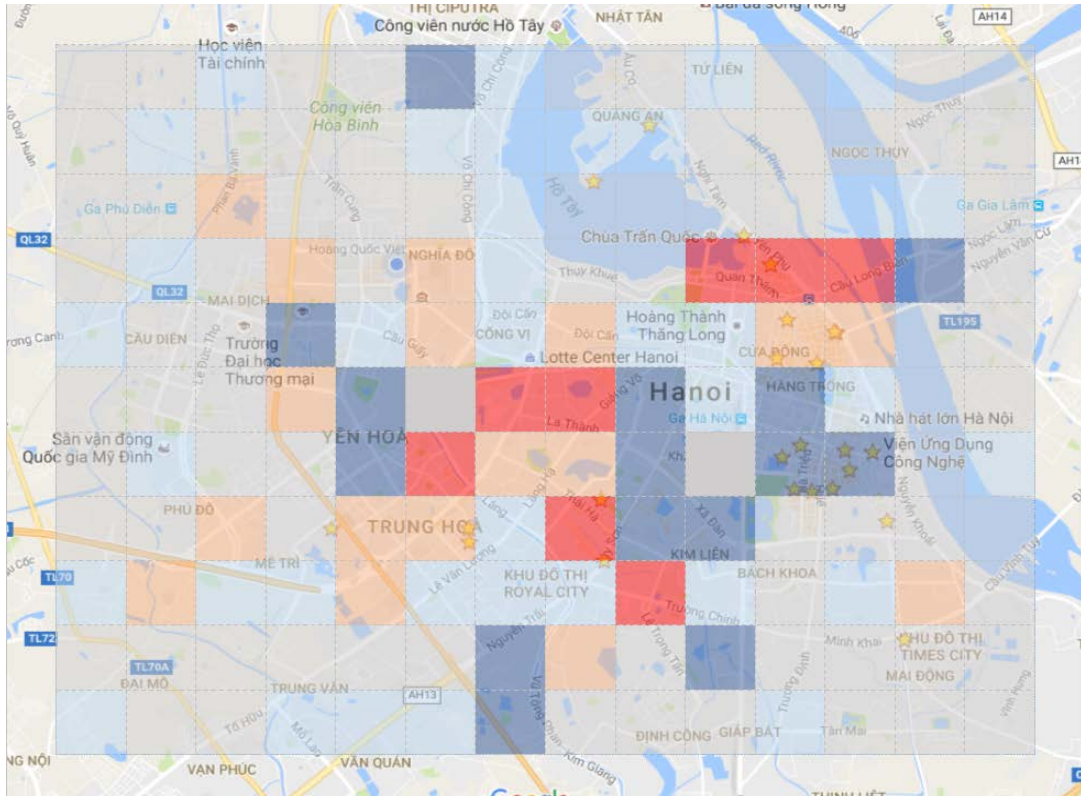
STT	α_i	β_3	β_2	β_1
1	{0}	0	0	0
2	{1}	16 (km/h)	21 (km/h)	35 (km/h)
3	{ 2, 3 }	15 (km/h)	22 (km/h)	30 (km/h)
4	{ ≥ 4 }	13 (km/h)	18 (km/h)	25 (km/h)

Hình 19: Bảng tham số trong phương pháp DI

Estimation module là mô đun ước tính tình trạng giao thông được tính toán dựa trên công thức “ $CQS_{g,t}$ ” qua bộ tham số gồm số lượng hướng chính α_i và vận tốc trung bình của mỗi dòng chảy β tại các ngưỡng tham số “ $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ ”.

Với “Estimation module” có thể cung cấp thông tin cho người dùng về tình hình giao thông theo từng khu vực trên bản đồ.

Ví dụ: Trong Hình:20 phía dưới người tham gia giao thông có thể biết được tình trạng giao thông tại các khu vực trong nội thành hà nội, thông qua ô lưới với màu sắc minh họa rõ ràng dễ hiểu.



Hình 20: Tình trạng giao thông được phân loại theo màu sắc các ô vuông

- Màu xanh: Khu vực tương đối thông thoáng, lượng tham gia giao thông không cao, tốc độ di chuyển bình thường, thuận lợi trong việc di chuyển.
- Màu vàng: Khu vực khá đông đúc, mật độ tham gia giao thông cao, tốc độ di chuyển tương đối chậm, nhưng vẫn có thể di chuyển đều.
- Màu đỏ: Khu vực vô cùng đông đúc và chật chội, mật độ tham gia giao thông rất cao, di chuyển vô cùng khó khăn.

CHƯƠNG 3: PHƯƠNG PHÁP DI TRÊN VỚI DỮ LIỆU THẬT

3.1. Xử lý dữ liệu thô trong phương pháp DI

❖ Thuật toán xử lý dữ liệu thô.

Input: Dữ liệu thô thu được từ ứng dụng trên điện thoại thông minh đã được lưu vào cơ sở dữ liệu.

$$\text{Traj} = \{ p_1, p_2, \dots, p_n \}$$

$$\text{Mỗi } p_j = \{ \text{ID}_j ; (x_j, y_j) ; v_j ; \text{dir}_j ; t_j \}$$

$$G = \{ g_1, g_2, \dots, g_n \}$$

$$\text{Mỗi } g_i = \{ \text{Kích thước} ; \text{tọa độ } (x_i, y_i) \}$$

Output: Bộ dữ liệu Detailed GST index. Đặc biệt là đưa ra hai chỉ số là số lượng hướng chính và vận tốc trung bình của mỗi dòng chảy trong mỗi ô với thời gian nhất định.

Mô tả thuật toán:

Lấy dữ liệu thô cần tính toán từ cơ sở dữ liệu gồm:

$$\text{Traj} = \{ p_1, p_2, \dots, p_n \}$$

$$\text{Với mỗi } p_j = \{ \text{ID}_j ; (x_j, y_j) ; v_j ; \text{dir}_j ; t_j \}$$

$$G = \{ g_1, g_2, \dots, g_n \}$$

$$\text{Với mỗi } g_i = \{ \text{Kích thước} , \text{tọa độ } (x_i, y_i) \}$$

Dựa vào tọa độ (x_j, y_j) của từng p_j và tọa độ (x_i, y_i) của từng ô g_i . Xác định p_j thuộc ô g_i nào tại thời gian t .

Mật độ của mỗi ô g_i là tập hợp của tất cả các đối tượng p_j có tọa độ nằm trong khoảng tọa độ của g_i tại thời gian t . Được tính bằng công thức sau:

$$\mathit{den}_{g,t} = \sum_{p_j \in g} p_j$$

Trong đó: $\mathit{den}_{g,t}$ là mật độ của ô g_i tại thời điểm t .

p_j là đối tượng thuộc ô g_i tại thời điểm t .

Tất cả các đối tượng p_j thuộc ô g_i tại thời gian t có cùng hướng với nhau sẽ thuộc cùng một dòng chảy và hướng đó sẽ là hướng của dòng chảy.

Hướng của dòng chảy sẽ là 1 trong 8 hướng sau: Bắc, Đông Bắc, Đông, Đông Nam, Nam, Tây Nam, Tây, Tây Bắc.

Mật độ của dòng chảy I của ô g_i tại thời gian t là tập hợp tất các đối tượng p_j có cùng hướng và cùng thuộc ô g_i . Được tính bằng công thức sau:

$$den_{I,t} = \sum_{p_j \in I} p_j$$

Trong đó: $den_{I,t}$ là mật độ của dòng chảy I thuộc ô g_i tại thời điểm t .

p_j là đối tượng thuộc dòng chảy I thuộc ô g_i tại thời điểm t .

Vận tốc trung bình của dòng chảy I trong mỗi ô g_i tại thời gian t là tổng vận tốc trung bình của các đối tượng p_j thuộc dòng chảy I trên mật độ của dòng chảy I . Được tính bằng công thức sau:

$$vtb_{I,t} = \frac{\sum_{p_j \in I} v_j}{den_{I,t}}$$

Trong đó: $vtb_{I,t}$ là vận tốc trung bình của dòng chảy I thuộc ô g_i tại thời điểm t .

v_j là vận tốc trung bình của đối tượng p_j thuộc dòng chảy I tại thời điểm t .

$den_{I,t}$ là mật độ của dòng chảy I thuộc ô g_i tại thời điểm t .

Trong thực tế sẽ có rất nhiều hướng di chuyển trong một ô, tuy nhiên để phản ánh tình trạng di chuyển trong mỗi ô nên tập trung vào các hướng di chuyển chính, những hướng này có mật độ tham gia giao thông tương đối cao so với mật độ của toàn ô và bỏ qua những hướng có mật độ tham gia giao thông rất thấp.

Vậy hướng của dòng chảy I là hướng chính của ô g_i khi tỷ lệ giữa mật độ dòng chảy I trên mật độ của ô g_i trong thời điểm t lớn hơn hoặc bằng 20% (*Giá trị 20% được dựa trên khảo sát thực tế*). Được tính bằng công thức sau:

$$k = \frac{den_{I,t}}{den_{g,t}} * 100\%$$

Trong đó: $den_{I,t}$ là mật độ của dòng chảy I thuộc ô g_i tại thời điểm t.

$den_{g,t}$ là mật độ của ô g_i tại thời điểm t.

Nếu $k \geq 20\%$: Hướng của dòng chảy I là hướng chính thuộc ô g_i .

Nếu $k < 20\%$: Hướng của dòng chảy I không phải là hướng chính thuộc ô g_i .

id	name	email	password	phone	address	vehicle	avatar
1	admin	admin@gmail.com	\$2y\$10\$IH6QE0vSXE/HljiJJMEFieqMldBMDOf7eX7.tKcBx0m...	0123456789	NULL	NULL	wheat
39	Test	test1@gmail.com	0f1472873a168987584d5aaed4ddc2a5	090496	Ha Noi	Motorbike	NULL
40	Test	test@gmail.com	8f60c8102d29fcd525162d02eed4566b	64464646	A Noi	Motorbike	NULL
41	joker	phamtienmanh20@gmail.com	25f9e794323b453885f5181f1b624d0b	NULL	NULL	moto	mine_15
42	Test	test2@gmail.com	3dbe00a167653a1aaee01d93e77e730e	949498	Ha Noi	Motorbike	IMG_20
43	Aaa	test100@gmail.com	3dbe00a167653a1aaee01d93e77e730e	6449	Ha Noi	Motorbike	NULL
44	Ba Toan	batoan2898@gmail.com	faa862760341d199e7ad10e9c78e8d8b	0342276516	Ha Noi	Motorbike	NULL
45	Nguyễn Duy Hưng	duyhung280198@gmail.com	5bc0b5921f6f3828e7ead3bb83bfa02e	0389373635	K61N	Motorbike	NULL
46	Thanh	dongthanhuet@gmail.com	53ae2687a8a0c213547325041450852e	0961549709	Cau Giay	Motorbike	NULL
47	namhd	namhd@gmail.com	25d55ad283aa400af464c76d713c07ad	215464364	hanoi	Motorbike	NULL
48	Thu	thanhthu97uet@gmail.com	3cffe32deb58ecba7ad98786694974a	0396821313	79 Cầu Giấy, Hà Nội	Motorbike	NULL

Hình 21: Bảng dữ liệu các đối tượng tham gia thu thập dữ liệu

id	lat	lng	speed	vehicle	direct	record_user	record_time	distance	created_at	updated_at
5331	21.03	105.76	0.85	Motorbike	E	40	2019-05-10 04:26:06	4271.3063	2019-05-09 21:26:06	2019-05-09 21:26:06
5332	21.03	105.76	0.97	Motorbike	SW	40	2019-05-10 04:26:12	4865.0268	2019-05-09 21:26:11	2019-05-09 21:26:11
5333	21.03	105.76	0.97	Motorbike	NE	40	2019-05-10 04:26:17	4849.8746	2019-05-09 21:26:16	2019-05-09 21:26:16
5334	21.03	105.76	0.95	Motorbike	W	40	2019-05-10 04:26:22	4734.5315	2019-05-09 21:26:22	2019-05-09 21:26:22
5335	21.03	105.76	0.92	Motorbike	E	40	2019-05-10 04:26:27	4586.7074	2019-05-09 21:26:27	2019-05-09 21:26:27
5336	21.03	105.76	0.79	Motorbike	W	40	2019-05-10 04:26:51	3971.3722	2019-05-09 21:26:51	2019-05-09 21:26:51
5337	21.03	105.76	1.10	Motorbike	E	42	2019-05-10 04:33:41	5497.6135	2019-05-09 21:33:41	2019-05-09 21:33:41
5338	21.03	105.76	1.02	Motorbike	W	42	2019-05-10 04:33:51	5120.8395	2019-05-09 21:33:51	2019-05-09 21:33:51
5339	21.03	105.76	0.88	Motorbike	E	42	2019-05-10 04:33:56	4412.3939	2019-05-09 21:33:56	2019-05-09 21:33:56
5340	21.03	105.76	0.91	Motorbike	W	42	2019-05-10 04:34:06	4548.6222	2019-05-09 21:34:06	2019-05-09 21:34:06
5341	21.03	105.76	0.84	Motorbike	E	42	2019-05-10 04:34:16	4207.3332	2019-05-09 21:34:16	2019-05-09 21:34:16
5342	21.03	105.76	0.93	Motorbike	W	42	2019-05-10 04:34:26	4658.7615	2019-05-09 21:34:26	2019-05-09 21:34:26
5343	21.03	105.76	0.23	Motorbike	SW	42	2019-05-10 04:34:42	1144.8164	2019-05-09 21:34:41	2019-05-09 21:34:41
5344	21.03	105.76	0.91	Motorbike	E	42	2019-05-10 04:34:51	4548.6222	2019-05-09 21:34:51	2019-05-09 21:34:51

Hình 22: Dữ liệu thu thập từ các đối tượng tham gia giao thông

id	height	width	east	west	south	north
1	6	13	105.92	105.46	20.95	21.16
2	12	27	105.92	105.46	20.95	21.16
3	24	54	105.92	105.46	20.95	21.16
4	48	108	105.92	105.46	20.95	21.16
5	96	216	105.92	105.46	20.95	21.16

Hình 23: Bảng dữ liệu chia bản đồ thành các ô

```

//Tinh toan tung cell
Set<String> ketSet = hashMapCellUnique.keySet();
Iterator<String> itr = ketSet.iterator();
int totalMarkers = 0;
while (itr.hasNext()) {
    String key = itr.next();
    List<LocationCell> lc = hashMapCellUnique.get(key);
    System.out.println(key + " : " + lc.size());
    VanTocTrungBinhVaSoHuongChinh vanTocTrungBinhVaSoHuongChinh = countMainDirect(lc);
    String ketQuaDuDoan = estimationModule(vanTocTrungBinhVaSoHuongChinh.soHuongChinh, vanTocTrungBinhVaSoHuongChinh.vanTocTrun
    System.out.println("KET QUA DU DOAN : " + ketQuaDuDoan);
    System.out.println("=====");

    //Insert to db cellDetail
    Cell cell = new Cell(key);
    DateFormat df = new SimpleDateFormat("yyyy-MM-dd HH:mm:ss");

    CellsDetail cellDetails = new CellsDetail(rectangles, cell.x, cell.y, df.parse(startString), df.parse(endString), vanTocTru
    CellsDetailDAO.insert(cellDetails);
}

System.out.println("Total markers : " + totalMarkers);

//List report
for (int i = 0; i < listReports.size(); i++) {
    Report report = listReports.get(i);
    LocationCell locationCell = find(rectangles.getHeight(), rectangles.getWidth(), rectangles.getEast(), rectangles.getWest(),
    System.out.println(report+" =====> "+locationCell.cell);
}
}

```

Hình 24: Bài toán xử lý dữ liệu

id	x_axis	y_axis	start_time	end_time	id_cell	avg_speed	marker_count	indicator	created_at	updated_at
29	93	50	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	9.325087719298248	228	0	2019-05-21 01:07:22	2019-05-21 01:07:22
15	159	59	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	14.46533687943262	564	0	2019-05-21 01:07:21	2019-05-21 01:07:21
187	173	77	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	11.985689655172413	58	0	2019-05-21 01:07:30	2019-05-21 01:07:30
45	154	50	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	5.210897435897438	156	0	2019-05-21 01:07:22	2019-05-21 01:07:22
193	159	68	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	3.387426523297489	1395	0	2019-05-21 01:07:31	2019-05-21 01:07:31
197	154	68	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	13.230310077519393	903	0	2019-05-21 01:07:31	2019-05-21 01:07:31
84	192	73	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	4.666499999999997	280	0	2019-05-21 01:07:24	2019-05-21 01:07:24
88	145	77	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	2.551995192307689	416	0	2019-05-21 01:07:25	2019-05-21 01:07:25
202	32	-18	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	1.4215217391304344	46	0	2019-05-21 01:07:31	2019-05-21 01:07:31
211	154	45	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	1.0887603305785123	121	0	2019-05-21 01:07:31	2019-05-21 01:07:31
213	164	59	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	6.753943035157982	2247	0	2019-05-21 01:07:32	2019-05-21 01:07:32
224	140	59	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	9.827194797516906	3383	0	2019-05-21 01:07:32	2019-05-21 01:07:32
143	164	54	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	11.742133333333333	75	0	2019-05-21 01:07:28	2019-05-21 01:07:28

Hình 25: Bảng dữ liệu thu được sau khi xử lý dữ liệu thô

3.2. Ước tính tình trạng giao thông

Estimation module giúp ước tính tình trạng giao thông dựa trên hai chỉ số là số lượng hướng chính α và vận tốc trung bình β có ba tham số là “ $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ ” đại diện cho ba ngưỡng thể hiện bốn mức độ của tình trạng giao thông trong từng khu vực đã được chia thành các ô trên bản đồ.

Sau quá trình tính toán trên dữ liệu thật đưa ra bộ tham số α và β với các ngưỡng “ $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ ” có các giá trị cụ thể như sau:

STT	α	β_3	β_2	β_1
1	{0}	0	0	0
2	{1}	16 (km/h)	21 (km/h)	35 (km/h)
3	{ 2, 3 }	15 (km/h)	22 (km/h)	30 (km/h)
4	{ ≥ 4 }	13 (km/h)	18 (km/h)	25 (km/h)

Hình 26: Bảng các giá trị của tham số trong Estimation module

Trong đó: α : Số lượng hướng chính trong mỗi ô. $\alpha_i = \{0,1, 2,3,4,5,6,7,8\}$
 β : Vận tốc trung bình của dòng chảy trong mỗi ô.
 $(0 \text{ km/h} \leq \beta_j \leq 60 \text{ km/h})$

```
//Đu đoán tình trạng tắc nghẽn ô
public static String estimationModule(int soHuongChinh, double vanTocTrungBinh) {
    TableEstimationModule parameter = findParameterToMap(soHuongChinh);
    if (vanTocTrungBinh >= parameter.b1 && vanTocTrungBinh <= 60.0) {
        return "Rapid";
    }
    if (vanTocTrungBinh > parameter.b2 && vanTocTrungBinh <= parameter.b1) {
        return "Normal";
    }
    if (vanTocTrungBinh >= parameter.b3 && vanTocTrungBinh <= parameter.b2) {
        return "Crowded";
    }
    if (vanTocTrungBinh >= 0.0 && vanTocTrungBinh < parameter.b3) {
        return "Blocked";
    }
    return "Rapid";
}

private static List<TableEstimationModule> listTableEstimationModule = new ArrayList<TableEstimationModule>();

static {
    listTableEstimationModule.add(new TableEstimationModule(0, 1, 25, 35, 15));
    listTableEstimationModule.add(new TableEstimationModule(2, 3, 20, 30, 15));
    listTableEstimationModule.add(new TableEstimationModule(4, 1, 17, 25, 15));
}
}
```

Hình 27: Tính toán với Estimation module

id	x_axis	y_axis	start_time	end_time	id_cell	avg_speed	marker_count	indicator	color	algorithm	created_at
1	84	73	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	87.44	1	0	Rapid	1	2019-05-21 01:07:20
2	220	82	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	44.932500000000005	16	0	Rapid	1	2019-05-21 01:07:20
3	183	22	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	37.09536585365854	82	0	Rapid	1	2019-05-21 01:07:20
4	183	-32	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	27.12035714285714	28	0	Rapid	1	2019-05-21 01:07:20
5	183	-68	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	38.27333333333334	12	0	Rapid	1	2019-05-21 01:07:20
6	154	64	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	10.464859335038367	391	0	Blocked	1	2019-05-21 01:07:20
7	192	-68	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	24.92	5	0	Rapid	1	2019-05-21 01:07:20
8	164	82	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	46.446842105263165	19	0	Rapid	1	2019-05-21 01:07:20
9	187	-73	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	29.610416666666662	24	0	Rapid	1	2019-05-21 01:07:20
10	192	91	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	34.8678947368421	19	0	Rapid	1	2019-05-21 01:07:20
11	230	105	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	46.89764705882353	17	0	Rapid	1	2019-05-21 01:07:21
12	211	36	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	2.92341860465116	430	0	Blocked	1	2019-05-21 01:07:21
13	150	64	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	22.8486975397974	691	0	Rapid	1	2019-05-21 01:07:21
14	169	54	2019-05-10 04:26:06	2019-05-10 04:26:17	5	28.70954545454546	22	0	Rapid	1	2019-05-21 01:07:21

Hình 28: Kết quả dự đoán tình trạng giao thông với Estimation modul

3.3. So sánh độ chính xác giữa Estimation module và kết quả chuẩn.

Sử dụng kết quả dự đoán tình trạng giao thông bằng Estimation module trên các giá trị của bộ tham số chỉ α và “ $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ ” tại mục [3.2] so sánh với dữ liệu về tình trạng giao thông được khảo sát thực tế tại các khu vực.

❖ Bộ dữ liệu gồm có:

- Bảng Markers: 50591 bản ghi.

Lưu trữ dữ liệu thu được từ ứng dụng Traffic Detection Engine.

- Bảng Reports: 50 bản ghi.

Lưu trữ kết quả về kết quả chuẩn về tình trạng giao thông.

⇒ Kết quả so sánh với tỷ lệ chính xác: 71.43 %

Phân tích một số trường hợp Estimation module dự đoán sai so với tình trạng thực tế đều là những tình trạng khá đặc biệt, chưa đưa được giải pháp đối với một số trường hợp riêng biệt.

```
WRONG Cell{x=150, y=54} => DD : 4 TT : 3 user_id : 49 id :8 Vantoc: 5.6982149292149495
WRONG Cell{x=150, y=54} => DD : 4 TT : 3 user_id : 49 id :42 Vantoc: 5.6982149292149495
WRONG Cell{x=164, y=59} => DD : 4 TT : 2 user_id : 49 id :10 Vantoc: 6.753943035157982
WRONG Cell{x=140, y=59} => DD : 4 TT : 2 user_id : 42 id :19 Vantoc: 9.827194797516906
WRONG Cell{x=140, y=59} => DD : 4 TT : 2 user_id : 46 id :20 Vantoc: 9.827194797516906
WRONG Cell{x=140, y=59} => DD : 4 TT : 2 user_id : 42 id :34 Vantoc: 9.827194797516906
PHAN TRAM DUNG 71.42857142857143
```

Hình 29: Tỷ lệ so sánh giữa Phương pháp DI với thực tế

lat	lng	time_stamp	idmsg	user_id	created_at	updated_at	id
21.03	105.76	2019-05-10 01:07:33	2	46	2019-05-09 18:07:33	2019-05-09 18:07:33	7
21.04	105.78	2019-05-14 07:46:30	3	49	2019-05-14 00:46:31	2019-05-14 00:46:31	8
21.03	105.81	2019-05-14 18:25:39	4	49	2019-05-14 11:25:40	2019-05-14 11:25:40	10
21.03	105.81	2019-05-14 20:56:01	3	49	2019-05-14 13:56:03	2019-05-14 13:56:03	11
21.03	105.81	2019-05-14 21:26:08	3	49	2019-05-14 14:26:09	2019-05-14 14:26:09	12
21.04	105.79	2019-05-15 07:07:57	3	49	2019-05-15 00:07:58	2019-05-15 00:07:58	13
21.04	105.8	2019-05-15 19:01:08	3	49	2019-05-15 12:01:09	2019-05-15 12:01:09	14
21.03	105.84	2019-05-15 19:30:44	4	49	2019-05-15 12:30:45	2019-05-15 12:30:45	15

Hình 30: Dữ liệu thực tế tình trạng giao thông tại các khu vực Hà nội

```

public static void main(String[] args) {

    List<Report> listReports = ReportDAO.getListRole();
    System.out.println("So luong Report : " + listReports.size());

    List<CellsDetail> listCellDetails = CellsDetailDAO.getListCellsDetail();
    System.out.println("So luong CellsDetail : " + listCellDetails.size());
    //Luoi duoc chon
    RectanglesDAO dao = new RectanglesDAO();
    Rectangles rectangles = dao.getId(5);
    for (int i = 0; i < listCellDetails.size(); i++) {
        CellsDetail cell = listCellDetails.get(i);
        check(rectangles, cell, listReports);
    }
    double kq = (double) soLuongOchinhXac / soLuongODuDoan;
    System.out.println("PHAN TRAM DUNG " + 100 * kq);
}

public static void check(Rectangles r, CellsDetail cell, List<Report> listReports) {
    for (int i = 0; i < listReports.size(); i++) {
        Report report = listReports.get(i);
        LocationCell locationCell = find(r.getHeight(), r.getWidth(), r.getEast(), r.getWest(), r.getNorth(), r.getSouth(), report);
        if (locationCell.cell.x == cell.getXAxis() && locationCell.cell.y == cell.getYAxis()) {
            soLuongODuDoan++;
            if (statusMap.get(cell.getColor()) == report.getIdmsg()) {
                soLuongOchinhXac++;
            }
            // System.out.println("SO LUONG O CHINH XAC "+soLuongOchinhXac);
        } else {
            System.out.println("WRONG " + locationCell.cell.toString() + " => DD : " + statusMap.get(cell.getColor()).trim() +

```

Hình 31: Bài toán so sánh kết quả dự đoán và tình trạng thực tế

3.4. Nhận xét Phương pháp DI

Phương pháp DI với dự đoán “Estimation module” là phương pháp được tính toán dựa trên hai chỉ số đã giúp phản ánh được khá chính xác khả năng di chuyển của xe cơ giới trong các khu vực trong trung tâm hà nội. Việc tính toán hai chỉ số dựa không hề phức tạp trong việc xử lý dữ liệu, đơn giản và dễ điều chỉnh với bộ tham số linh hoạt. Đã lại mang lại kết quả hơn 70% dự đoán chính xác, tin cậy đến với người sử dụng.

Phân tích các trường hợp Estimation module dự đoán sai so với tình trạng thực tế đều là những tình trạng khá đặc biệt, chưa đưa được dự đoán chính xác đối với một số trường hợp riêng biệt.

Tuy so với nhiều phương pháp kết quả dự đoán đã được đưa ra trước đây 70% không phải là tỷ lệ cao, nhưng có thể thấy phương pháp DI sẽ dễ triển khai trong điều kiện mô hình nhỏ với chi phí thấp.

3.5. Mục tiêu trong thời gian tiếp theo

Trên đây là những kết quả mà luận văn đã đạt được. Tuy nhiên luận văn còn nhiều hạn chế trong tiến hành thực nghiệm do việc dữ liệu thu thập trên phạm vi nhỏ và trong khoảng thời gian ngắn. Với những hạn chế nêu trên, một số hướng mở rộng nghiên cứu và tìm hiểu trong tương lai:

- Thu thập dữ liệu trên phạm vi rộng hơn, trong khoảng thời gian lâu hơn.
- Điều chỉnh thuật toán ước lượng tình trạng tắc nghẽn kết hợp nhiều chỉ số hơn và kết hợp với Machine learning khi có nguồn dữ liệu lớn cần xử lý.
- Phát triển và nâng cấp các ứng dụng ngoài việc thu thập dữ liệu mà còn như một bản đồ thu gọn cho thể cung cấp thông tin trực tiếp lên trung tâm xử lý. Lấy nhận dữ liệu đã xử lý cung cấp cho đối tượng thông tin “Dự đoán tình trạng giao thông theo mỗi khu vực trên bản đồ kèm theo % chính xác và thời gian di chuyển theo các tuyến đường”.
- Mở rộng ứng dụng không chỉ chạy trên hệ điều hành Android và có thể chạy trên hệ điều hành IOS.

KẾT LUẬN

Sau quá trình tìm hiểu và nghiên cứu đề xuất được phương pháp DI luận văn đạt được những kết quả như sau:

Đầu tiên luận văn đã đưa ra được cái nhìn tổng quan về giao thông vận tải đô thị đặc biệt là một trong những vấn đề lớn của giao thông đô thị đó chính là tình trạng ùn tắc giao thông thường xuyên xảy ra tại các đô thị lớn.

Đó là một trong những vấn đề nghiêm trọng của giao thông đô thị bởi vì nó không chỉ ảnh hưởng trực tiếp đến cuộc sống hàng ngày mà còn gây thiệt hại rất lớn cho xã hội, kìm nén sự phát triển kinh tế xã hội.

Thêm vào đó tình hình giao thông càng ngày diễn biến càng phức tạp và thay đổi liên tục theo thời gian cộng thêm những chính sách mở rộng, quy hoạch đường sá vẫn chưa đạt được hiệu quả cao.

Người tham gia giao thông lại rất muốn có những thông tin dự báo về tình hình giao thông tại các tuyến đường một cách cụ thể và chính từ đó họ có thể để đưa ra những giải pháp khi tham gia giao thông.

Sau khi hiểu được những bất cập trước tình hình giao thông hiện nay cũng như các ảnh hưởng của ùn tắc giao thông đối với sự phát triển đất nước, luận văn đưa ra một phương pháp để giúp cung cấp thông tin về tình trạng giao thông từ đó có thể giảm thiểu ÛTGT đó chính là phương pháp DI.

Phương pháp là sự kết hợp của 2 chỉ số “Main Direction và Inflow” để phản ánh tình hình giao thông theo các khu vực từ việc chia bản đồ thành các ô và thu thập dữ liệu từ cảm biến trên điện thoại thông minh.

Việc thu thập dữ liệu từ cảm biến trên điện thoại thông minh không những tiện lợi, tiết kiệm chi phí thiết bị, nguồn dữ liệu mang lại đa dạng mà còn dễ dàng trong quá trình xử lý và tính toán.

Luận văn trình bày ra nền tảng trong việc thu thập dữ liệu và nền tảng của phương pháp DI dựa trên hai chỉ số để giúp phản ánh tình trạng giao thông tại các khu vực trong nội thành Hà nội.

Kết quả thực tế phương pháp DI mang lại kết quả dự đoán về tình hình giao thông tại các khu vực cho tỷ lệ chính xác >70%. Việc áp dụng phương pháp là tiền đề để đưa ra nhiều các phương pháp hơn nữa. Giúp đưa ra các giải pháp giảm thiểu tắc nghẽn giao thông đô thị trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Chương trình Phát triển Đô thị Tổng thể Thủ đô Hà Nội (HAIDEP) Báo cáo cuối cùng Quyển I: QUY HOẠCH TỔNG THỂ
- [2] Wolverine - Traffic and Road Condition Estimation using Điện thoại thông minh Cảm biến_2012
- [3] Road Surface Monitoring Using smartphone sensors
- [4] Efficient traffic congestion estimation using multiple spatio-temporal properties 2017
- [5] Road Traffic Congestion in the Developing World_2012
- [6] Smart Traffic Light Control System_2017
- [7] H. Yue , E.G. Jones , P. Revesz , Local polynomial regression models for average traffic speed estimation and forecasting in linear constraint databases, in: Proceedings of the International Symposium on Temporal Representation and Reasoning, 2010, pp. 154–161 .
- [8] W. Pattara-Atikom , P. Pongpaibool , S. Thajchayapong , Estimating road traffic congestion using vehicle velocity, in: Proceedings of the International Conference on ITS Telecommunications, 2006, pp. 1001–1004 .
- [9] W. Pattara-Atikom , R. Peachavanish , R. Luckana ,Estimating road traffic congestion using cell dwell time with simple threshold and fuzzy logic techniques, in: Proceedings of the IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC), 2007, pp. 956–961 .
- [10] C.H. Lo , W.C. Peng , C.W. Chen , T.Y. Lin , C.S. Lin ,Carweb: a traffic data collection platform, in: Proceedings of the International Conference on Mobile Data Management, 2008, pp. 221–222 .
- [11] J.D. Zhang , J. Xu , S.S. Liao , Aggregating and sampling methods for processing GPS data streams for traffic state estimation, IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 14 (4) (2013) 1629–1641 .
- [12] Y. Chen , Y. Liu , A new method for GPS-based urban vehicle tracking using pareto frontier and fuzzy comprehensive judgment, in: Proceedings of the IEEE International Geoscience & Remote Sensing
- [13] Bài báo EASTS 9_1588
- [14] Least Squares Support Vector Machine Classifiers
- [15] No Free Lunch Theorems for Optimization David H. Wolpert and William G. Macready
- [16] Bishop, Christopher M. “Pattern recognition and Machine Learning.”
- [17] Duda, Richard O., Peter E. Hart, and David G. Stork. Pattern classification. John Wiley & Sons, 2012