



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0003924

(51) **G08G 1/00**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2022-00044 (22) 25/01/2022
(45) 27/01/2025 442 (43) 25/05/2022 410
(73) 1. Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh (VN)
268 Lý Thường Kiệt, phường 14, quận 10, thành phố Hồ Chí Minh
2. Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (VN)
Phường Linh Trung, thành phố Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh
(72) Trần Minh Quang (VN).

(54) **PHƯƠNG PHÁP ƯỚC LƯỢNG TÌNH TRẠNG GIAO THÔNG THEO VẬN TỐC
DÒNG XE DỰA VÀO DỮ LIỆU TỪ CỘNG ĐỒNG THU THẬP QUA PHẦN
MỀM DI ĐỘNG**

(21) 2-2022-00044

(57) Giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp ước lượng tình trạng giao thông (TTGT) theo vận tốc dòng xe dựa vào dữ liệu từ cộng đồng thu thập qua phần mềm di động nhằm nâng cao độ bao phủ, giảm thiểu chi phí cho các hệ thống thông tin giao thông đô thị. Phương pháp này bao gồm ba bước chính như sau: (i) dữ liệu giao thông được thu thập dựa vào mô-đun GPS trên điện thoại di động; (ii) xác định và loại bỏ dữ liệu nhiễu, tính vận tốc trung bình của dòng phương tiện rồi gửi về trung tâm xử lý dữ liệu; và (iii) trung tâm xử lý loại nhiễu một lần nữa rồi tính toán, ước lượng TTGT dựa vào vận tốc của dòng phương tiện và các tiêu chuẩn của chất lượng dịch vụ giao thông - LOS (Level of Service).

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực khoa học máy tính, chuyên ngành tính toán di động (mobile computing), giao thông thông minh (ITS), phân tích dữ liệu (data analytics) liên quan đến vận tốc di chuyển của các phương tiện giao thông dựa vào thiết bị GPS (global positioning system) hoặc phần mềm cài đặt trên điện thoại di động của người dùng, nhằm ước lượng tình trạng giao thông (TTGT) dựa vào vận tốc của dòng phương tiện (dòng xe) đang lưu thông trên đường. Đây là một giải pháp có tính đột phá, mang lại hiệu quả cao trong việc đánh giá TTGT, góp phần giảm thiểu ùn tắc giao thông (UTGT) trong đô thị, nhất là trong các đô thị lớn như ở TP. HCM, Hà Nội,...

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

UTGT gây ảnh hưởng xấu đến kinh tế, xã hội, an ninh - an toàn giao thông, gây ô nhiễm môi trường, chất lượng cuộc sống của người dân. Giải quyết bài toán UTGT là một trong những vấn đề đầy thách thức và cấp thiết đối với các đô thị lớn như TP. HCM khi hạ tầng giao thông chưa đáp ứng kịp so với nhu cầu phát triển đô thị của thành phố. Để giải quyết bài toán đầy thách thức này, các thành phố lớn đã thực hiện nhiều biện pháp khác nhau như quy hoạch và xây dựng hạ tầng giao thông, xây dựng các hệ thống giao công cộng như xe buýt nhanh (Bus Rapid Transit - BRT), tàu điện (Mass Rapid Transit - MRT),... Mặc dù đây là các giải pháp căn bản giúp nâng cao năng lực của hệ thống giao thông, các giải pháp trên đòi hỏi chi phí đầu tư xây dựng và vận hành lớn, thời gian triển khai lâu,... dẫn đến vấn đề UTGT vẫn còn tồn tại trong nhiều năm qua, ảnh hưởng nghiêm trọng đến nhiều khía cạnh của cuộc sống và sự phát triển của thành phố.

Bên cạnh các giải pháp nêu trên, các giải pháp vận dụng công nghệ thông tin và truyền thông (Information and Communications Technology - ICT) nhằm xây dựng các hệ thống giao thông thông minh (Intelligent Transportation System - ITS), từ đó góp phần giải quyết bài toán UTGT một cách hiệu quả là một trong những cách tiếp cận phù hợp với xu hướng phát triển của thời đại.

Một trong những vấn đề then chốt giúp cho hệ thống cảnh báo TTGT hoạt động tốt đó là dữ liệu cần phải được thu thập và cập nhật liên tục, bao phủ trên mọi tuyến đường hoặc ít nhất là hầu hết các tuyến đường lớn, quan trọng của thành phố. Tuy nhiên, để đảm bảo độ bao phủ dựa vào các hệ thống cảm biến cố định như hệ thống camera quan trắc giao thông thì lại gặp các trở ngại về thời gian xây dựng, kinh phí vận hành và bảo trì như nêu ở trên. Để giải quyết các khó khăn này, giải pháp của chúng tôi là vận dụng sự tham gia của cộng đồng để thu thập dữ liệu giao thông (data crowdsourcing) dựa vào thiết bị GPS hoặc phần mềm được cài đặt trên điện thoại di động của người dùng.

Giải pháp hữu ích này đề xuất phương pháp ước lượng tình trạng giao thông theo vận tốc dòng xe dựa vào dữ liệu từ cộng đồng thu thập qua phần mềm di động nhằm giải quyết các nhược điểm của các giải pháp hiện có như nêu ở trên.

Cụ thể là, giải pháp hữu ích này có những điểm khác biệt sau đây:

(1) dữ liệu liên quan đến giao thông (vị trí, vận tốc của phương tiện) sẽ được thu thập thông qua điện thoại di động và gửi về trung tâm xử lý (máy chủ - server hoặc trung tâm dữ liệu trên đám mây - data centers) để phân tích và ước lượng tình trạng giao thông;

(2) quá trình kiểm tra tính hợp lệ của dữ liệu, lọc bỏ dữ liệu nhiễu được thực hiện hoàn toàn tự động thông qua hai lớp xử lý là tại điện thoại di động và tại hệ thống xử lý trung tâm;

(3) hệ thống sẽ tổng hợp các dữ liệu thu thập được, ước lượng vận tốc của dòng xe trên các đoạn đường cụ thể và trong chu kỳ thời gian phù hợp nhằm ước lượng TTGT dựa vào mức độ phục vụ (level of service - LOS) của các đoạn đường đang xét;

(4) chỉ sử dụng điện thoại di động để thu thập dữ liệu giao thông và nhận thông tin về TTGT (đã được phân tích bởi hệ thống) mà không cần một thiết bị chuyên dùng nào khác, do đó giúp gia tăng độ bao phủ của hệ thống, mang lại tính thực tiễn cao.

Giải pháp đề xuất phương pháp ước lượng TTGT theo vận tốc dòng xe dựa vào dữ liệu từ cộng đồng thu thập qua phần mềm di động là cần thiết, có khả năng ứng dụng cao, nhất là trong bối cảnh UTGT xảy ra ngày càng trầm trọng ở các thành phố lớn như ở TP. HCM. Hơn nữa, ở Việt Nam hiện chưa có bất kỳ kết quả nghiên cứu nào tương tự được đăng ký bảo hộ.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích này là đưa ra một phương pháp ước lượng TTGT theo vận tốc dòng xe dựa vào dữ liệu từ cộng đồng thu thập qua phần mềm di động. Phương pháp này đem lại những ưu điểm nổi bật về mặt kỹ thuật và kinh tế như: (i) dữ liệu giao thông sẽ được thu thập mọi lúc, mọi nơi từ điện thoại di động do đó nâng cao được độ phủ của hệ thống, giúp nâng cao được chất lượng của dữ liệu, (ii) hệ thống hoạt động độc lập, không phụ thuộc vào hạ tầng giao thông nên tiết kiệm rất lớn chi phí xây dựng, vận hành và bảo trì, (iii) giải pháp kết hợp được sức mạnh của công nghệ và sức mạnh của cộng đồng để giải quyết một vấn đề khó trong thực tiễn (vấn đề UTGT).

Giải pháp hữu ích này đã giải quyết các hạn chế, thiếu sót của các giải pháp gần giống nhất nêu ở phần “Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích”. Cụ thể, giải pháp hữu ích đề xuất có các dấu hiệu mới so với các giải pháp kỹ thuật gần giống nhất nêu trên ở những đặc trưng sau đây:

(1) Về các bước của phương pháp đề xuất

Trong các giải pháp hiện có, việc thu thập dữ liệu và ước lượng tình trạng giao thông được thực hiện thông qua hai (02) bước chính là: (a) thu thập dữ liệu từ điện thoại di động rồi gửi ngay dữ liệu đó về trung tâm xử lý dữ liệu, và (b) trung tâm xử lý dữ liệu tính vận tốc trung bình của các dữ liệu thu thập được trong một khoảng thời gian (còn gọi

là chu kỳ tính toán) cho trước để ước lượng TTGT. Trong các phương pháp này, nhiều trong dữ liệu thường không được lọc bỏ, dẫn đến sai số lớn trong quá trình ước lượng vận tốc của dòng xe. Hơn nữa, vận tốc trung bình của dòng xe có liên hệ gì với TTGT cũng không được giải thích một cách khoa học và rõ ràng.

Phương pháp đề xuất này thực hiện thu thập, làm sạch và phân tích dữ liệu giao thông từ cộng đồng rồi ước lượng TTGT thông qua ba (03) bước thay vì hai (02) bước so với các giải pháp kỹ thuật hiện có nêu ở trên. Qua đó, các công việc cần thực hiện trong mỗi bước này được quản lý một cách chi tiết và hiệu quả hơn. Ba bước đó là:

(i) bước 1: điện thoại di động thu thập dữ liệu về thời gian, vị trí và vận tốc của phương tiện giao thông (mang theo điện thoại di động) dựa vào mô-đun GPS trên điện thoại di động để chuẩn bị cho việc tính vận tốc trung bình của phương tiện trên đoạn đường đang xét (ví dụ đoạn đường S) ở bước (ii);

(ii) bước 2: trong chu kỳ thời gian đang xét p (có độ dài - timeframe - ký hiệu là Δt , ví dụ $\Delta t = 5$ phút), điện thoại di động loại bỏ các dữ liệu bị nhiễu (sai số so với thực tế dựa vào phương pháp thống kê), tính vận tốc trung bình của phương tiện trên đoạn đường đang xét S trong khoảng thời gian p để gửi về trung tâm xử lý dữ liệu;

(iii) bước 3: trung tâm xử lý dữ liệu tiến hành loại nhiễu một lần nữa dựa vào dữ liệu từ tất cả các điện thoại tham gia vào quá trình gửi dữ liệu từ đoạn đường S trong chu kỳ p nêu ở bước (ii) và tiến hành ước lượng TTGT dựa vào việc tính toán vận tốc của dòng phương tiện và các tiêu chuẩn của LOS .

Điểm khác biệt nổi bật của phương pháp đề xuất này là ở bước 2 và bước 3, qua đó dữ liệu đã được tiền xử lý và kiểm tra tính hợp lệ hai lần: một lần ở phía điện thoại di động và một lần ở trung tâm xử lý nên chất lượng dữ liệu được đảm bảo. Hơn nữa, việc ước lượng TTGT cũng được thực hiện một cách khoa học dựa vào vận tốc dòng xe và các tiêu chuẩn của LOS .

(2) Về điều kiện thực hiện các bước

Bước 1: Thu thập dữ liệu về giao thông bao gồm thời gian, vị trí, vận tốc của phương tiện giao thông dựa vào thiết bị GPS để gửi về trung tâm xử lý phân tích TTGT. Điều kiện của bước này cũng giống với điều kiện của bước 1 trong các giải pháp hiện có. Cụ thể, điện thoại di động phải có gắn kèm thiết bị GPS và có hệ điều hành di động có thể thực hiện các chức năng tính toán, tiền xử lý dữ liệu như hệ điều hành Android, iOS. Phần lớn điện thoại thông minh hiện có trên thị trường đều đáp ứng điều kiện này.

Bước 2: Điện thoại di động phải có kết nối Internet để truyền dữ liệu đến trung tâm xử lý dữ liệu. Ngoài ra, các chức năng về tiền xử lý dữ liệu như tính toán vận tốc trung bình trong một khoảng thời gian cho trước (ví dụ $\Delta t = 5$ phút), loại bỏ các phần tử ngoại biên (outliers) hay là nhiễu so với các phần tử dữ liệu thông thường khác,... đã được cài đặt trên điện thoại. Chỉ những dữ liệu đã làm sạch, đảm bảo chất lượng (phản ánh sát với điều kiện giao thông trong thực tế) mới được gửi về trung tâm xử lý. Đây là đặc trưng khác biệt quan trọng của giải pháp đề xuất so với các giải pháp hiện có.

Bước 3: Trung tâm xử lý một lần nữa kiểm tra tính hợp lệ của dữ liệu thông qua việc kiểm tra tương quan dữ liệu được gửi về từ các điện thoại trong một đoạn đường và chu kỳ thời gian cho trước. Sau khi nhiều hoặc các dữ liệu bất hợp lệ đã được lọc đi, trung tâm xử lý ước lượng TTGT của đoạn đường đang xét trong chu kỳ thời gian đang xét dựa vào việc ước lượng vận tốc trung bình của dòng phương tiện và các tiêu chuẩn của LOS. Đây cũng là một đặc trưng nổi trội của giải pháp đề xuất so với các giải pháp hiện có.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 thể hiện phương pháp ước lượng tình trạng giao thông theo vận tốc dòng xe dựa vào dữ liệu từ cộng đồng thu thập qua phần mềm di động theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích này là phương pháp ước lượng tình trạng giao thông theo vận tốc dòng phương tiện dựa vào dữ liệu từ cộng đồng thu thập qua phần mềm di động. Trong phương pháp này, TTGT được ước lượng thông qua việc tính toán vận tốc trung bình của dòng phương tiện trên một đoạn đường S và trong chu kỳ tính toán p (với độ lớn phù hợp, ví dụ $\Delta t = 5$ phút) đã được xác định trước, ta gọi vận tốc này là V_{Sp} . Từ vận tốc này, ta có thể ánh xạ vào một đại lượng gọi là *mức độ phục vụ* (level of service - LOS) như ở Bảng 1 nhằm chuẩn hóa TTGT trong đô thị giúp cho việc hiển thị TTGT trên bản đồ dựa vào màu sắc một cách thuận tiện.

Bảng 1. Qui ước về TTGT trong đô thị dựa vào mức phục vụ (LoS) và thể hiện bằng màu sắc

Tình trạng giao thông	Vận tốc trung bình V_{Sp} (km/h)	Mức phục vụ (LOS)	Màu
Tắc nghẽn giao thông (UTGT)	< 5	1	Đỏ đậm
Đông, di chuyển chậm	5 - 15	2	Cam
Đông, di chuyển được	15 - 25	3	Vàng
Bình thường	25 - 35	4	Xanh đậm
Thông thoáng	> 35	5	Xanh lơ

Việc ước lượng TTGT được thực hiện tại trung tâm tính toán (trên máy chủ hoặc trên nền tảng điện toán đám mây), theo đó vận tốc trung bình V_{Sp} của đoạn đường S trong chu kỳ p với khung thời gian Δt sẽ được tính toán dựa vào dữ liệu thu thập được từ cộng đồng (quá trình tính toán được thực hiện ở cuối chu kỳ). Trong giải pháp này, các tham số như đoạn đường S , độ dài của Δt phải được xác định rõ ràng. Ở đây, cần xác định rõ rằng đoạn đường S (segment) đã được thiết lập bởi dữ liệu trên bản đồ số với độ dài phù hợp. Cụ thể trong giải pháp này, S có độ dài trung bình từ 80m đến 120m. Giá trị của khung

thời gian Δt cũng cần phải xác định một cách hợp lý. Cụ thể, giá trị này phải đủ nhỏ để thông tin về TTGT được cập nhật gần với thời gian thực (near-real-time), đồng thời Δt cũng phải đủ lớn nhằm giảm thiểu chi phí tính toán. Thông qua các kết quả thực nghiệm trong các nghiên cứu liên quan của chúng tôi, chúng tôi đề xuất $\Delta t = 5$ phút trong giải pháp hữu ích này. Quá trình thực hiện việc ước lượng TTGT của giải pháp này được thực hiện như sau:

Điện thoại di động thu thập dữ liệu giao thông thông qua mô-đun GPS, tiến hành loại bỏ dữ liệu nhiễu (sai số lớn) dựa vào phương pháp thống kê trong khoảng thời gian Δt rồi tính giá trị vận tốc trung bình của các điểm dữ liệu thu thập được (đã loại bỏ nhiễu) - ký hiệu là V_{Spi} (vận tốc trung bình trên đoạn đường S trong chu kỳ p được thu thập và tính toán bởi người dùng i). Các dữ liệu này sẽ được gửi về trung tâm tính toán. Trung tâm tính toán sẽ một lần nữa đánh giá tính hợp lý của các dữ liệu V_{Spi} nhằm ước lượng TTGT dựa vào vận tốc trung bình của dòng xe (do nhiều người sử dụng gửi về), gọi là V_{sp} . Giá trị này sẽ được ánh xạ vào bảng LOS (Bảng 1) nhằm dùng chỉ thị màu, kèm với giá trị vận tốc đã ước lượng được ở trên, hiển thị lên bản đồ giao thông của thành phố.

Trong giải pháp hữu ích này, chúng tôi giải quyết vấn đề về phương pháp loại bỏ nhiễu ở thiết bị di động, phương pháp kiểm tra tính hợp lệ dữ liệu và phân tích, ước lượng TTGT dựa vào vận tốc trung bình của dòng phương tiện tại trung tâm tính toán, từ đó đảm bảo chất lượng của dữ liệu đầu vào và quá trình ước lượng TTGT là đúng đắn và hiệu quả.

Vấn đề đặt ra là trong các giải pháp truyền thống điện thoại di động sẽ liên tục gửi về trung tâm xử lý dữ liệu vận tốc thu thập được từ thiết bị GPS theo tần suất lấy mẫu của mô-đun GPS, ví dụ khoảng 2s/lần. Điều này dẫn đến số lần kết nối và truyền dữ liệu về trung tâm là rất lớn, ví dụ trong một chu kỳ $\Delta t = 5$ phút như nêu ở trên có 150 ($5 \cdot 60 / 2$) lần kết nối và gửi dữ liệu từ điện thoại về trung tâm xử lý. Cách thức giao tiếp dữ liệu này một mặt gây ra sự quá tải, thậm chí là tắc nghẽn trên hệ thống mạng di động nếu hệ thống được triển khai trên diện rộng, ví dụ trên hệ thống giao thông của TP. HCM. Mặt khác, các dữ liệu thô sẽ được gửi đi mà chưa được xử lý, loại bỏ nhiễu, điều đó làm cho lượng dữ liệu (số lượng phần tử dữ liệu thô) được gửi về trung tâm là rất lớn. Trong khi phần lớn trong số chúng bao gồm dữ liệu nhiễu, dẫn đến chất lượng dữ liệu không tốt, ảnh hưởng đến chất lượng của thông tin đầu ra (TTGT) từ quá trình phân tích. Vấn đề thứ hai là tại trung tâm xử lý, dữ liệu sẽ được tổng hợp từ các dữ liệu gửi về từ nhiều người dùng khác nhau nhằm ước lượng hiệu quả TTGT. Trong các phương pháp hiện có, quá trình ước lượng này chỉ đơn thuần là tính trung bình từ dữ liệu thành phần. Quá trình tính toán này có thể không phù hợp thực tế vì các dữ liệu nhiễu vẫn còn.

Giải pháp hữu ích đề xuất ở đây giải quyết được vấn đề trên với phương pháp tích hợp và loại bỏ dữ liệu nhiễu tại thiết bị di động trước khi gửi về trung tâm xử lý; dữ liệu sẽ được tiếp tục phân tích, đánh giá tính hợp lệ nhằm đưa vào ước lượng TTGT một cách hiệu quả tại trung tâm. Hình 1 minh họa phương pháp này với ba (03) bước chính như đã mô tả ở phần bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích và được mô tả chi tiết dưới đây.

- Bước 1: Thu thập dữ liệu giao thông (thời gian, vị trí và vận tốc của phương tiện giao thông mang theo điện thoại di động) dựa vào mô-đun GPS trên điện thoại di động, được thể hiện ở khối 1.1. Điểm khác biệt của giải pháp này so với các giải pháp truyền thống là dữ liệu không được gửi ngay về trung tâm tính toán mà sẽ được tích hợp lại trong suốt chu kỳ tính toán p (với độ dài là $\Delta t = 5$ phút) như mô tả ở khối 1.2. Các dữ liệu thô này sẽ được xử lý, loại bỏ nhiễu rồi tính vận tốc trung bình của phương tiện tại đoạn đường cho trước trong chu kỳ tính toán như mô tả ở bước 2.
- Bước 2: Loại bỏ nhiễu, tính vận tốc trung bình của phương tiện và gửi dữ liệu về trung tâm tính toán như thể hiện ở khối 1.3. Đây là điểm khác biệt lớn của giải pháp đề xuất so với các giải pháp hiện có khi các dữ liệu thô được tiền xử lý tại thiết bị di động. Cụ thể, khối 1.3 thực hiện ba công việc sau đây:

- Công việc (i) xác định phần tử biên và loại bỏ nhiễu. Dữ liệu thô được tích hợp trong chu kỳ đang xét sẽ được phân tích, xem xét nhằm xác định các phần tử ngoại biên (ouliers) - được xem là các phần tử nhiễu - dựa vào phương pháp thống kê liên tứ phân vị (inter-quartile range). Gọi $[V_{Si}] = [V_{Si1}, V_{Si2}, \dots, V_{Sin}]$ là danh sách n giá trị vận tốc ở n lần lấy mẫu của người dùng i trong chu kỳ p . Danh sách này được sắp xếp theo thứ tự tăng dần của giá trị vận tốc V_{Sit} với $t = 1, \dots, n$. Các giá trị tứ phân vị $Q1, Q2, Q3$ lần lượt là các phần tử ở phần tư thứ nhất (phần tử thứ 25%), phần tư thứ hai (phần tử thứ 50%) và phần tư thứ 3 (phần tử thứ 75%). Liên tứ phân vị (inter-quartile range IQR) và các phần tử ngoại biên (outliers) V_o sẽ được xác định như ở biểu thức (1) và (2).

$$IQR = Q3 - Q1 \quad (1)$$

$$V_o = [V_{Sit}] \{V_{Sit} \geq (Q3 + 1.5IQR) \text{ or } V_{Sit} \leq (Q1 - 1.5IQR)\} \quad (2)$$

- Công việc (ii) tính vận tốc trung bình của phương tiện. Sau khi loại bỏ dữ liệu nhiễu, vận tốc trung bình của phương tiện i (phương tiện mang theo điện thoại i mô tả ở trên) trên đoạn đường đang xét S trong chu kỳ p , ký hiệu là V_{Spi} sẽ được tính theo công thức (3).

$$V_{Spi} = \frac{\sum_{i=1}^m V_{Si}}{m} \quad (3)$$

với V_{Si} là vận tốc của phương tiện i tại thời điểm lấy mẫu do mô-đun GPS thực hiện trong khoảng thời gian Δt của chu kỳ p , và m ($m < n$) là tổng số mẫu lấy được sau khi đã loại đi các mẫu nhiễu nêu ở công việc (i). Ví dụ nếu $\Delta t = 5$ phút và tần suất lấy mẫu của mô-đun GPS là 2 giây một lần thì ta có $n = 150$ (5 phút * 60 giây / 2) và tương ứng với đó là 150 giá trị V_{Sit} khác nhau ($t = 1, \dots, 150$). Giả sử rằng trong số 150 mẫu này có 10 mẫu là nhiễu thì $m = 150 - 10 = 140$ mẫu.

- Công việc (iii) gửi dữ liệu vận tốc về trung tâm tính toán. Dữ liệu vận tốc trung bình V_{Spi} đã được tính toán ở công việc (ii) nêu trên sẽ được gửi về trung tâm tính toán để kết hợp với dữ liệu được gửi đến từ những người dùng khác nhằm ước lượng TTGT như mô tả ở bước 3.

Cần chú ý rằng, trong các bước trên, dữ liệu được gom cụm theo từng đoạn đường S và chu kỳ p . Chu kỳ p với thời gian $\Delta t = 5$ phút là khoảng thời gian đủ lớn để một phương tiện có thể di chuyển qua nhiều đoạn đường khác nhau (ví dụ S1, S2,...) nhất là trong trường hợp TTGT thông thoáng. Khi ấy, dữ liệu vẫn tiếp tục được tích hợp, xác định nhiễu và loại bỏ nhiễu tại điện thoại di động, cho đến cuối chu kỳ, tất cả các dữ liệu đã được gom cụm ở trên mới được gửi về trung tâm xử lý.

- Bước 3: Trung tâm xử lý dữ liệu tiến hành đánh giá tính hợp lệ của dữ liệu một lần nữa dựa vào dữ liệu từ tất cả người dùng có tham gia vào quá trình gửi dữ liệu từ đoạn đường S trong chu kỳ p nêu ở bước 2 như thể hiện ở khối 1.4. Cụ thể, giả sử có k người dùng trên đoạn đường S , trong chu kỳ p gửi dữ liệu V_{Spi} ($i = 1, \dots, k$) về trung tâm, quá trình xác định nhiễu (phần tử ngoại biên) được tiến hành giống như ở công việc (i), bước 2, áp dụng công thức (1) và (2). Các dữ liệu hợp lệ sẽ được đưa vào quá trình ước lượng TTGT dựa vào việc tính toán vận tốc của dòng phương tiện như thể hiện ở khối 1.5 với hai công việc chính sau:

- Công việc (iv) ước lượng vận tốc dòng phương tiện. Vận tốc của dòng phương tiện trên đoạn đường S , trong chu kỳ p , ký hiệu là V_{Sp} và được tính ở biểu thức (4), với i là chỉ số điện thoại di động (hay phương tiện), q ($q \leq k$) là số lượng dữ liệu còn lại sau khi loại nhiễu từ k giá trị dữ liệu gửi đến trung tâm từ k điện thoại di động.

$$V_{Sp} = \frac{\sum_{i=1}^q V_{Spi}}{q} \quad (4)$$

- Công việc (v) ánh xạ vận tốc dòng xe vào mức độ phục vụ (LOS). Sau khi tính toán được vận tốc dòng xe V_{Sp} từ công việc (iv), trung tâm xử lý sẽ ánh xạ dữ liệu này vào bảng qui ước về TTGT trong đô thị dựa vào mức phục vụ (LOS - Bảng 1) nhằm xác định được mức độ phục vụ của đoạn đường tại chu kỳ đang xét và có giá trị biểu thị bằng màu sắc để vẽ lên bản đồ giao thông của thành phố. Chú ý rằng việc vẽ dữ liệu về TTGT lên bản đồ sẽ được thực hiện tại ứng dụng di động hoặc ứng dụng web với các kỹ thuật tương ứng nhằm đảm bảo rằng quá trình này được thực hiện hiệu quả, thời gian đáp ứng nhanh,... Tuy nhiên các kỹ thuật này không phải là đối tượng được yêu cầu bảo hộ trong giải pháp hữu ích này.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Một ví dụ về hoạt động của giải pháp hữu ích đề xuất được mô tả như sau. Trong khoảng thời gian từ 6:00 đến 6:05 là một chu kỳ tính toán p . Tại chu kỳ này, các điện thoại di động có cài đặt phần mềm thu thập dữ liệu giao thông theo giải pháp hữu ích đề xuất sẽ tiến hành thu thập các dữ liệu liên quan đến thời gian, vị trí, vận tốc của phương tiện mang theo chúng. Các dữ liệu này sẽ được lưu trữ tạm thời tại điện thoại di động. Đến cuối chu kỳ, tức là 6:05, thiết bị sẽ tiến hành xác định và loại bỏ nhiễu rồi tính vận tốc trung bình của đoạn đường S cụ thể, gọi là V_{Spi} . Các giá trị V_{Spi} này sẽ được gửi về trung tâm để tiến hành ước lượng TTGT. Trước khi ước lượng, trung tâm tiến hành loại nhiễu một lần nữa, dựa vào dữ liệu của nhiều điện thoại di động gửi về. Giả sử sau khi loại nhiễu, trung tâm ước lượng vận tốc trung bình của dòng xe là $V_{Sp} = 20km/h$. Khi ánh xạ vận tốc này vào bảng qui ước về TTGT dựa vào LOS (Bảng 1) thì TTGT tương ứng là "Đông, di chuyển được" với mức LOS = 3 và chỉ thị màu tương ứng là màu vàng. Các giá trị về vận tốc trung bình V_{Sp} và chỉ thị màu (màu vàng) sẽ được hiển thị lên đoạn đường S tương ứng trên bảng đồ giao thông của thành phố.

Hiệu quả về kỹ thuật, kinh tế của giải pháp hữu ích

Về mặt kỹ thuật:

Để đánh giá tính hiệu quả về mặt kỹ thuật, chúng tôi đã xây dựng được nguyên mẫu (prototype) của phần mềm dựa trên giải pháp hữu ích đề xuất và tiến hành nhiều thực nghiệm như sau:

- Chọn một cung đường ở trung tâm TP. HCM với độ dài đủ lớn (khoảng 5km) bao gồm hơn 50 đoạn đường (segment).
- Triển khai cho 20 tình nguyện viên cài đặt phần mềm di động được xây dựng theo giải pháp hữu ích đề xuất và thử nghiệm trong vòng 3 tuần.
- Kết quả cho thấy dữ liệu từ thiết bị di động được gửi về trung tâm xử lý một cách thông suốt với điều kiện kết nối thông qua mạng di động 4G. Với dữ liệu nhận được, trung tâm xử lý đã tiến hành loại bỏ nhiễu và ước lượng vận tốc trung bình của dòng xe, ánh xạ vào mức độ phục vụ của các đoạn đường tại thời điểm đang xét để đánh giá TTGT tại các đoạn đường và hiển thị chúng trên bản đồ. Chúng tôi đã so sánh kết quả hiển thị trên bản đồ so với bảng đồ của Google Maps và của hệ thống dẫn đường TomTom. Kết quả so sánh cho thấy 80% các trường hợp TTGT hiển thị trên bản đồ của chúng tôi và bản đồ của Google Maps và của TomTom là tương đồng. Ở một số thời điểm, dữ liệu hiển thị trên bản đồ của chúng tôi có sự khác biệt so với của Google Maps và TomTom. Điều này được lý giải rằng, tại các thời điểm đó các hệ thống Google Maps và TomTom bị thiếu dữ liệu nên không cập nhật đúng TTGT, trong khi đó hệ thống của chúng tôi vẫn hoạt động theo cơ chế thông thường là thu thập dữ liệu từ cộng đồng (ở thời điểm thử nghiệm là từ 20 tình nguyện viên nêu ở trên). Một chú ý khác là mặc dù có 20 tình nguyện viên hỗ trợ công tác thử nghiệm, nhưng cung đường thử nghiệm là đủ dài (5km), do đó mật độ

của các tình nguyện viên là rất thấp so với mật độ của các phương tiện đang di chuyển trên các đoạn đường. Điều này chứng tỏ rằng hệ thống của chúng tôi có khả năng bao phủ rất tốt, miễn là có xuất hiện một số phương tiện có triển khai phần mềm di động này.

Về mặt kinh tế:

- Phương pháp đề xuất chỉ dựa vào điện thoại di động của người dân và một hệ thống tính toán ở phía máy chủ hoặc trên nền tảng điện toán đám mây mà không cần đến các thiết bị chuyên dùng hoặc hạ tầng giao thông phức tạp khác.
- So với các giải pháp sử dụng cảm biến cố định như RFID, camera giao thông,... giải pháp này có chi phí triển khai, vận hành và bảo trì thấp hơn rất nhiều. Trong khi đó độ bao phủ của giải pháp được cải thiện rõ rệt do điện thoại di động tồn tại ở mọi nơi, miễn là nơi đó có người dân sinh sống.
- Sản phẩm phần mềm có thể cung cấp miễn phí cho cộng đồng hoặc thu phí với chi phí thấp do chi phí vận hành và bảo trì thấp như nêu ở trên.
- Từ giải pháp này, chúng ta có thể cung cấp nền tảng về thông tin giao thông đô thị, từ đó có thể cung cấp các dịch vụ giá trị gia tăng góp phần phát triển hệ sinh thái đô thị thông minh như hướng dẫn tìm đường đi tối ưu theo các yêu cầu khác nhau (về thời gian, về khoảng cách, về tối ưu số điểm dừng cho các bài toán vận tải hàng hóa).

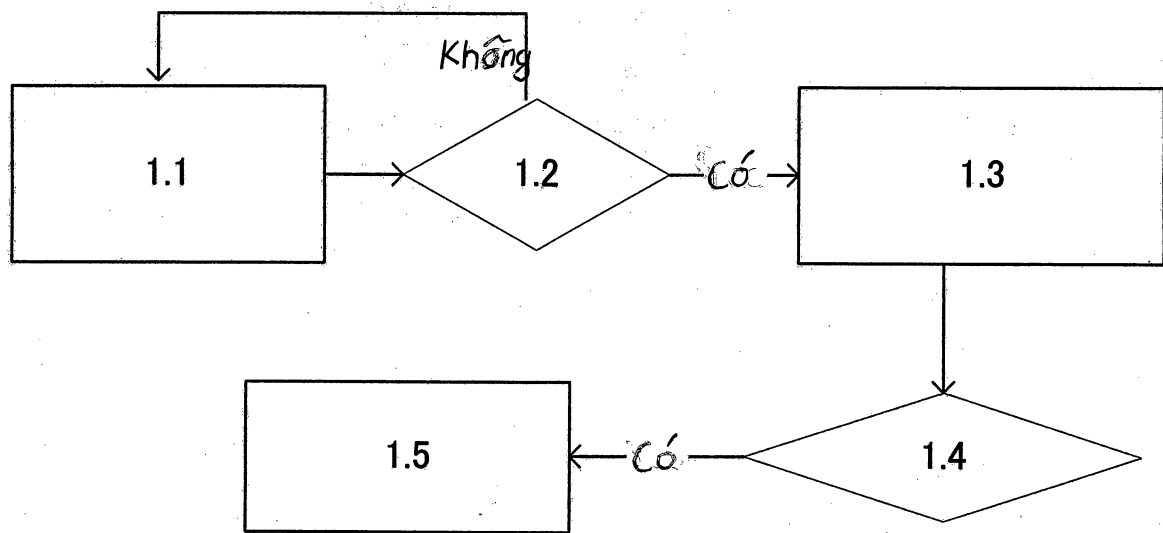
YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp ước lượng tình trạng giao thông theo vận tốc dòng xe dựa vào dữ liệu từ cộng đồng thu thập qua phần mềm di động với ba bước như sau:

(i) điện thoại di động thu thập dữ liệu về thời gian, vị trí và vận tốc của phương tiện giao thông (mang theo điện thoại di động) dựa vào mô-đun GPS trên điện thoại di động để chuẩn bị tính vận tốc trung bình của phương tiện trên đoạn đường đang xét (ví dụ đoạn đường S) ở bước (ii);

(ii) trong chu kỳ thời gian đang xét p (có độ dài là Δt , ví dụ $\Delta t = 5$ phút), điện thoại di động xác định và loại bỏ các dữ liệu bị nhiễu, tính vận tốc trung bình của phương tiện trên đoạn đường đang xét S trong khoảng thời gian p để gửi về trung tâm xử lý dữ liệu;

(iii) trung tâm xử lý dữ liệu tiến hành loại nhiễu một lần nữa dựa vào dữ liệu từ tất cả các người dùng tham gia vào quá trình gửi dữ liệu từ đoạn đường S trong chu kỳ p nêu ở bước (ii) và tiến hành ước lượng TTGT dựa vào việc tính toán vận tốc của dòng phương tiện.



Hình 1