

TRỰC QUAN HOÁ DỮ LIỆU TRẠNG THÁI GIAO THÔNG TRÊN NỀN WEB

Dur Phương Hạnh, Vũ Bá Duy, Nguyễn Ngọc Hoà

Trường Đại học Công nghệ - ĐHQGHN

hanhdp@vnu.edu.vn, duyvb@vnu.edu.vn, hoa.nguyen@vnu.edu.vn

TÓM TẮT— Bài báo này trình bày mô hình trực quan hoá dữ liệu trạng thái giao thông, trực tuyến trên internet, dựa vào cả yếu tố không gian và thời gian. Trạng thái giao thông tại những tuyến phố có tình trạng giao thông nóng sau khi được thu thập sẽ được rời rạc và chuẩn hoá thành sáu mức độ, từ thông thoáng đến tắc nghẽn. Dữ liệu trạng thái giao thông sẽ được trực quan hoá theo cả thời gian và không gian, trên nền bản đồ số trực tuyến. Trạng thái giao thông sẽ được trực quan theo phương pháp kết hợp cả trực quan theo điểm và theo đoạn với kỹ thuật bản đồ nhiệt. Đối với chiều thời gian, hai biểu đồ thời gian tuyến tính đã được phối hợp theo kiểu biểu đồ vùng cọ để thể hiện trạng thái mỗi tuyến phố. Để giải quyết vấn đề quy mô dữ liệu lớn, chúng tôi đã tiến hành phân tích, lọc dữ liệu thời gian và không gian để chỉ giữ lại những khoảng/đoạn đáng quan tâm về trạng thái giao thông. Dựa trên mô hình đó, chúng tôi đã xây dựng hệ thống thử nghiệm với dữ liệu thu thập được trên một số tuyến phố tại Hà Nội. Kết quả thực nghiệm đã minh chứng những ưu điểm của mô hình của chúng tôi như cho phép kết hợp trực quan được cả thời gian và vị trí địa lý; cho phép có ngay được thông tin trạng thái giao thông từ tổng thể (mức thành phố) đến chi tiết (mức điểm nóng giao thông).

Từ khóa— Trực quan hoá dữ liệu, hệ thống thông tin trạng thái giao thông, bản đồ số trực tuyến, ITS.

I. GIỚI THIỆU

Hiện nay, ùn tắc giao thông vẫn là vấn đề “nóng” của các đô thị lớn, chẳng hạn như ở thủ đô Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Từ đó, việc có thể mang đến những thông tin tức thời về trạng thái giao thông tại những tuyến phố người dùng quan tâm rất có ý nghĩa thực tiễn. Nhiều phương thức khác nhau đã được tiến hành để cung cấp thông tin giao thông như thông qua các phương tiện đại chúng như VOV Giao thông, các ứng dụng trên điện thoại thông minh [7],...

Để khắc phục tình trạng này, ngành giao thông cần đẩy mạnh việc ứng dụng CNTT một cách tổng thể để có thể tạo ra được những hệ thống giao thông thông minh (Intelligent Transport System – ITS) [1][12]. Đó là các giải pháp thu thập thông tin giao thông; quy hoạch, điều tiết đường sá; điều khiển giao thông; đếm lưu lượng giao thông và cung cấp thông tin giao thông tới người tham gia giao thông, cảnh báo sớm cho người tham gia giao thông về tình trạng ùn tắc tại các tuyến phố, để người dân chủ động thay đổi phương tiện, hướng đi trên đường... Trong đề tài nghiên cứu mã số 01C-04/08-2014-2 của Sở KH-CN Hà Nội về “Hệ thống thông tin trạng thái giao thông thành phố Hà Nội: Thực trạng và giải pháp”, có mục tiêu xây dựng giải pháp thu thập và cung cấp thông tin trạng thái giao thông của một số tuyến phố chính Hà Nội. Dựa vào những kết quả thu thập được dữ liệu trạng thái giao thông Hà Nội từ các nguồn khác nhau (từ VOV giao thông, từ cộng đồng, từ các hệ thống camera giám sát giao thông...), một trong những định hướng khai thác dữ liệu này là sẽ trực quan hoá toàn bộ vết trạng thái giao thông các tuyến phố chính trên nền bản đồ số. Từ đó, cho phép người tham gia giao thông, cán bộ quản lý giao thông đô thị,... có thể quan sát, nắm bắt phân tích được một cách đầy đủ và dễ hình dung, dễ đánh giá, so sánh trạng thái các điểm nóng giao thông trong thành phố.

Với động lực đó, bài báo này sẽ tập trung giới thiệu phương pháp và kỹ thuật cho phép trực quan hoá dữ liệu trạng thái giao thông trên nền bản đồ số, trực tuyến trên Web. Dữ liệu trạng thái giao thông Hà Nội sẽ được sử dụng để minh hoạ phương pháp đã đặc tả trong bài báo này.

Phần còn lại của bài báo được tổ chức như sau: Mục II được dành để giới thiệu những khái niệm cơ bản cũng như những lý thuyết liên quan. Mục III chúng tôi sẽ trình bày mô hình trực quan hoá dữ liệu trạng thái giao thông theo cả chiều thời gian và không gian. Kết quả thực nghiệm với mô hình này sẽ được trình bày Mục IV. Phần còn lại là kết luận và một số hướng phát triển tiếp của chúng tôi.

II. LÝ THUYẾT VÀ NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

A. Khái niệm chung

Trực quan hóa (visualization) là phương pháp tạo ra những hình ảnh, biểu đồ để diễn tả thông điệp. Trực quan hóa nghiên cứu trình bày một cách trực quan, tương tác khối dữ liệu trừu tượng để tăng cường nhận thức của con người. Trực quan hóa dữ liệu là một phân nhánh của trực quan hóa với những thống kê được trình bày bằng đồ họa gắn liền với các thông tin địa lý hoặc dữ liệu không gian (như những bản đồ chuyên đề) được phân tán trong các dạng biểu đồ [3].

Trực quan hóa dữ liệu được quan niệm bởi nhiều ngành lý thuyết tương đương như một mô hình hiện đại của truyền thông trực quan [4]. Nó không thuộc riêng một lĩnh vực nào mà là sự giao thoa của nhiều ngành. Một số người quan niệm nó như một nhánh hiện đại của thống kê mô tả, một số khác coi nó là công cụ phát triển lý thuyết nền. Nó bao gồm sự sáng tạo và nghiên cứu phương thức trình diễn trực quan dữ liệu.

Mục tiêu chính của trực quan hóa dữ liệu là truyền thông tin rõ ràng và hiệu quả cho người sử dụng thông qua đồ họa được lựa chọn như bảng biểu hoặc biểu đồ. Một trực quan hóa hiệu quả giúp cho người dùng đưa ra các phân tích và luận điểm về dữ liệu và luận cứ. Nó khiến dữ liệu phức tạp trở thành dễ hiểu và dễ sử dụng hơn. Người sử dụng

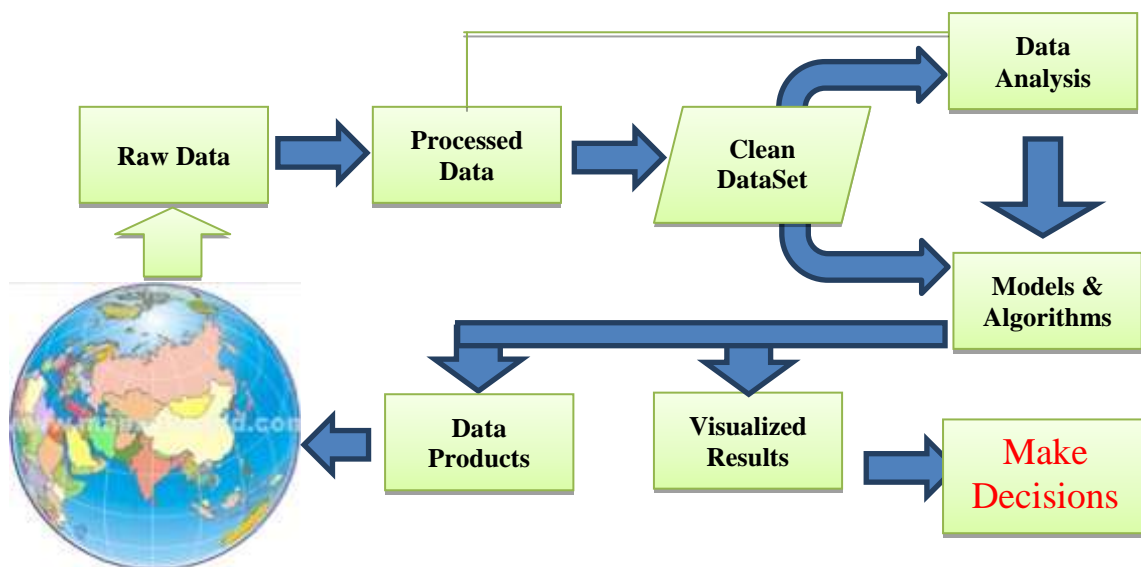
có thể có những động tác phân tích đặc biệt như tạo phép so sánh, nhân quả và áp dụng thiết kế đồ họa (để hiển thị so sánh, nhân quả...). Bảng biểu thường được dùng khi xem xét phép đo lường của một biến và các loại biểu đồ sẽ hiển thị kết quả hoặc liên hệ với dữ liệu của một hay nhiều biến [5].

Trực quan hóa theo địa lý (geo-visualization) hướng đến một tập hợp các công cụ và kỹ thuật hỗ trợ phân tích dữ liệu theo địa lý thông qua sử dụng trực quan hóa tương tác. Như là sự kết hợp giữa trực quan hóa khoa học và trực quan hóa thông tin, trực quan hóa theo địa lý nhấn mạnh khả năng tạo ra kiến thức từ những dữ liệu được lưu trữ hoặc thông tin được truyền tải. Để làm được điều đó, trực quan hóa theo địa lý truyền tải thông tin theo địa lý bằng cách kết hợp sự hiểu biết của con người, cho phép khai thác dữ liệu và tạo quyết định [6].

Theo truyền thống, bản đồ tính có khả năng khai thác giới hạn, sự diễn tả đồ họa gắn bó chặt chẽ với thông tin địa lý như ở dưới đây. GIS và trực quan hóa theo địa lý cho phép bản đồ có tính tương tác cao hơn; bao gồm khả năng khảo sát các lớp khác nhau của bản đồ, phóng to – thu nhỏ bản đồ, thay đổi biểu diễn trực quan của bản đồ. Trực quan hóa theo địa lý thể hiện một tập các công nghệ và thực thi bản đồ, kết hợp với sự phát triển khả năng xử lý đồ họa của máy tính để đưa ra sự thay đổi bản đồ trong thời gian thực, cho phép người dùng thay đổi dữ liệu được ánh xạ ngay lập tức.

B. Quy trình trực quan hoá dữ liệu trạng thái giao thông

Quá trình tạo trực quan hóa dữ liệu nói chung cũng như dữ liệu về trạng thái giao thông nói riêng thường được đặc tả thông qua 4 bước chính sau [2]:



Hình 1. Mô hình chung phân tích, xử lý và thu nhận dữ liệu

- Thu thập dữ liệu thô (Raw Data): Ở bước này, thông qua các thiết bị chuyên biệt như cảm biến trong các smartphone (GPS, gia tốc,...), các dữ liệu hình ảnh từ camera giám sát,... chúng ta có thể thu thập được dữ liệu về trạng thái hiện thời trên các tuyến phố được giám sát. Nếu dữ liệu thu thập có định dạng chưa phù hợp thì phải tiến hành chuyển đổi tương ứng. Các dữ liệu này cần được tập hợp lại tại trung tâm để phục vụ cho các bước xử lý tiếp theo:

- Xử lý dữ liệu (Data Processing): Có dữ liệu rồi thì cần phải phân tích để hiểu ý nghĩa của nó. Do đó, phân tích là bước chủ yếu nhất trong tạo trực quan hóa dữ liệu. Chỉ có thông qua phân tích dữ liệu mới hiểu được dữ liệu, từ đó truyền đạt thông tin của dữ liệu cho người khác. Ở bước này cần có sự phối hợp của nhiều quá trình con như (i) làm sạch dữ liệu; (ii) phân tích, lọc dữ liệu để có được thông tin cần phân tích, hiển thị thông qua các mô hình, giải thuật; (iii) gộp và chuẩn hoá dữ liệu để phục vụ đầu ra và trực quan hoá thông tin.

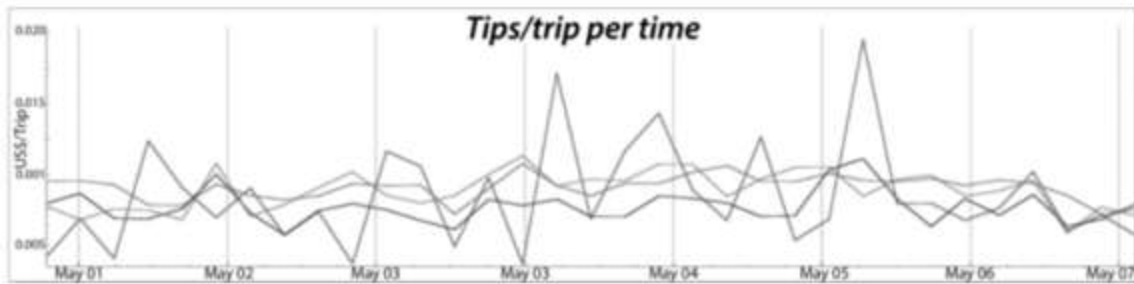
- Trực quan hoá dữ liệu (data visualization): Thông tin thu được ở bước trên sẽ được tổ chức hiển thị theo những phương pháp mang lại hiệu quả truyền đạt tri thức cao nhất có thể.

C. Một số nghiên cứu liên quan

Nhìn chung, dữ liệu trạng thái giao thông có rất nhiều thông tin, trong đó hai thông tin quan trọng là thời gian và không gian (địa lý). Từ đó, việc trực quan hoá dữ liệu này có thể phân loại dựa theo hai tham số đó.

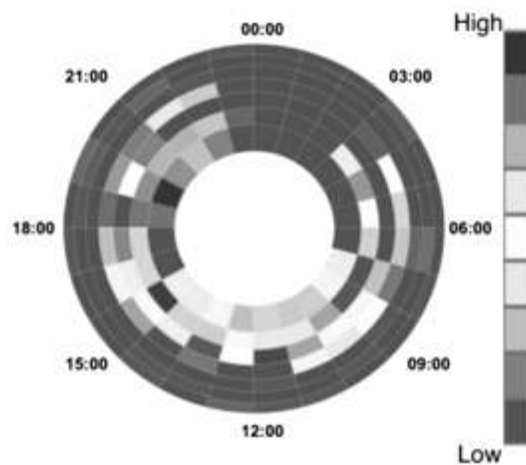
1. Trực quan hoá thời gian

Để truyền tải thông tin thời gian, chúng ta có thể sử dụng mô hình biểu đồ thời gian tuyến tính như minh hoạ ở hình sau, đã được trình bày trong bài báo [13]. Trong công trình này, thời gian được thể hiện một cách tuyến tính ở trục X, trục còn lại Y để biểu diễn tham số khác. Rõ ràng biểu đồ đường này tương đối dễ đọc nhưng có thể dẫn đến sự lộn xộn khi có nhiều tham số cần trực quan.



Hình 2. Biểu đồ đường thể hiện thời gian tuyến tính [13]

Một kỹ thuật khác để trực quan thời gian với những bài toán có tính lặp lại theo chu kỳ. Đó là kỹ thuật thể hiện theo kiểu bố trí tròn như minh hoạ ở hình dưới đây [14]. Theo công trình này, dữ liệu trạng thái giao thông được thể hiện theo giờ trong ngày. Mỗi vòng tròn biểu diễn một ngày trong tuần; mỗi cung thể hiện một giờ trong ngày; trạng thái được thể hiện bằng màu sắc khác nhau của cung. Ưu điểm của kỹ thuật này nằm ở việc cho phép chúng ta thể hiện được mẫu thời gian có tính chu kỳ. Tuy nhiên, kỹ thuật này lại có tương đối ít không gian thể hiện hiệu quả.



Hình 3. Biểu đồ tròn thể hiện trạng thái giao thông theo thời gian trong ngày [14]

2. Trực quan hoá dữ liệu không gian

Dữ liệu không gian trong trực quan hoá dữ liệu trạng thái giao thông chính là thông tin về vị trí địa lý tuyến phố. Để thể hiện dữ liệu này, hiện có một số cách tiếp cận chính như sau:

- Trực quan hoá dựa theo điểm: thông tin về trạng thái giao thông của đoạn/tuyến phố sẽ được quy chuẩn thành một điểm rời rạc trên bản đồ. Từ đó, trạng thái giao thông có thể được thể hiện thông qua màu sắc hay độ lớn của điểm đã được lựa chọn đó [1][8-9].



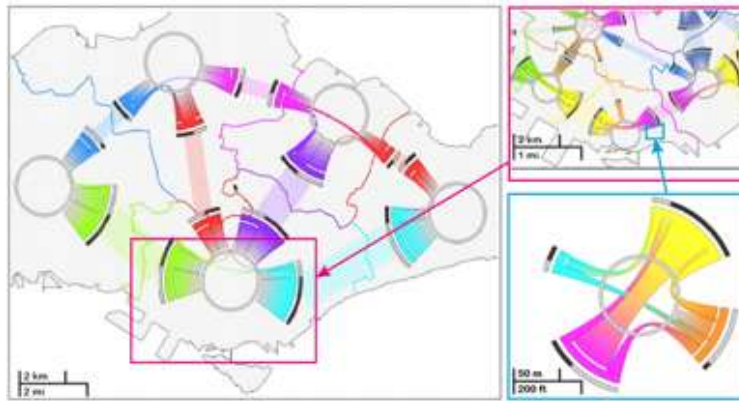
Hình 4. Trực quan hoá dữ liệu vị trí theo điểm và bản đồ nhiệt (heatmap) [9]

- Trực quan hoá dựa theo đoạn: trạng thái giao thông của tuyến phố sẽ được quy chuẩn về một đoạn phố trên bản đồ. Việc thể hiện trạng thái của tuyến phố lúc đó có thể được thể hiện qua màu sắc, mật độ cũng như độ lớn của đoạn đó trên bản đồ [11][16]. Phương pháp này cho phép kết hợp thêm với quá trình phân tích lộ trình để mang lại nhiều thông tin hơn về giao thông tổng thể. Tuy nhiên, phương pháp này cũng gặp phải khó khăn khi có quá nhiều đoạn hay nhiều lộ trình.



Hình 5. Trực quan hoá dữ liệu vị trí theo đoạn và mật độ lộ trình [16]

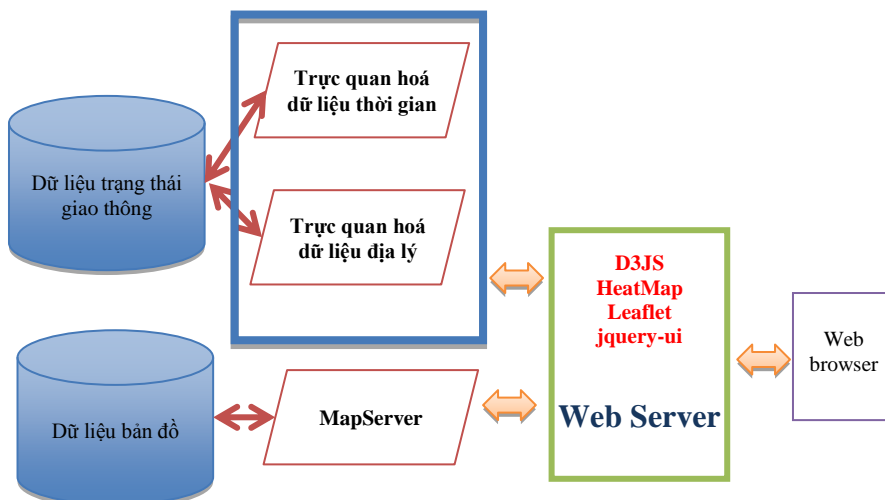
- Trực quan hoá dựa theo vùng: theo phương pháp này, một vùng trên bản đồ sẽ được dùng để thể hiện trạng thái giao thông trên một tuyến phố nào đó [17]. Rõ ràng phương pháp này cung cấp thông tin có thể tương đối mờ đến người dùng so với hai phương pháp trên. Tuy nhiên, kết hợp cả phương pháp này cùng với trực quan hoá theo đoạn sẽ cho phép chúng ta truyền tải được thông tin tưởng mình hơn đến người dùng: từ mức tổng quan – theo vùng, đến mức chi tiết theo từng lộ trình.



Hình 6. Trực quan hoá dữ liệu vị trí theo vùng [17]

III. MÔ HÌNH TRỰC QUAN HOÁ DỮ LIỆU TRẠNG THÁI GIAO THÔNG

Dựa trên những khảo sát, đánh giá đã trình bày trong những nghiên cứu liên quan ở mục trên và yêu cầu thực tiễn cần có phương thức cung cấp thông tin trạng thái giao thông một cách hiệu quả hơn, chúng tôi đề xuất mô hình trực quan hóa dữ liệu trạng thái giao thông được minh họa như Hình 7 sau đây:



Hình 7. Mô hình trực quan hóa trạng thái giao thông

Dữ liệu trạng thái giao thông là dữ liệu thể hiện trạng thái giao thông của các tuyến đường mà hệ thống cần thể hiện. Dữ liệu này được cập nhật theo thời gian, thể hiện mật độ giao thông theo thời gian và được hiển thị dựa trên nền bản đồ số trực tuyến. Trong mô hình này, dữ liệu trạng thái giao thông sẽ được thu thập từ các phân hệ khác trong hệ thống tổng thể của chúng tôi và sẽ không được đề cập sau ở bài báo này. Trên nền bản đồ số, chúng tôi sẽ tiến hành xử lý dữ liệu trạng thái giao thông theo hai lớp như đã phân tích ở mục II: dữ liệu thời gian và dữ liệu không gian. Ngoài ra, việc trực quan hoá dữ liệu trạng thái giao thông sẽ được tiến hành trên nền bản đồ số từ cả dịch vụ miễn phí Google Maps và hệ thống WebGIS của được xây dựng tại Bộ môn Hệ thống thông tin, Trường ĐHCN [10].

A. Bản đồ nền trực tuyến

Bản đồ nền là kết quả trình bày bản đồ từ dữ liệu được quản lý bởi một hệ thống tin địa lý. Hiện nay có nhiều dịch vụ cung cấp dữ liệu bản đồ số trực tuyến như Google Maps, Microsoft Bing Maps, Yahoo Maps,... Tuy nhiên, các dịch vụ miễn phí này chưa thể có khả năng cập nhật nhanh những thay đổi về các tuyến đường/phố tại Việt Nam. Chính vì thế, ngoài việc sử dụng Google Maps cho phần bản đồ nền, chúng tôi còn sử dụng thêm hệ thống WebGIS [10] với nền tảng MapServer (<http://mapserver.org/>) và dữ liệu từ cộng đồng OpenStreetMaps được làm giàu, cập nhật thêm dữ liệu bản đồ Hà Nội thông qua công cụ biên tập trực tuyến iD (<https://github.com/openstreetmap/iD>)

B. Trực quan hoá dữ liệu trạng thái theo tuyến phố

Trực quan hoá trạng thái giao thông tại từng tuyến phố sẽ được thể hiện bằng lớp bản đồ với các điểm đặc trưng phân bố dọc tuyến phố. Trạng thái giao thông tuyến phố sẽ được chuẩn hoá về dạng số trong khoảng từ 0-5. Giá trị lớn ứng với tình trạng đường tắc nghẽn, các mức cụ thể gồm:

Bảng 1. Tập các trạng thái giao thông tuyến phố

Giá trị	Trạng thái
0	Thông thoáng
1	Dễ đi
2	Hơi đông
3	Đông đúc
4	Tắc
5	Tắc nghẽn

Dữ liệu trạng thái giao thông theo không gian sẽ được chúng tôi thể hiện theo cách tiếp cận kết hợp cả phương pháp trực quan theo điểm và theo đoạn.

Các tuyến phố nóng về giao thông sẽ được phân đoạn với độ dài được xác định thông qua quá trình quan sát thống kê (chẳng hạn với giao thông Hà Nội, độ dài phân đoạn này được tham chiếu từ thống kê của Sở Giao thông vận tải và Công an Hà Nội). Việc phân đoạn này sẽ cho phép giảm thiểu được quy mô dữ liệu rất lớn từ các tuyến phố giao thông trong một thành phố, tránh phải xử lý những tuyến phố không đáng quan tâm về trạng thái giao thông.

Mỗi đoạn sẽ được rời rạc hoá thành tập các điểm có khoảng cách được xác định động, tùy thuộc vào trạng thái giao thông hiện thời của tuyến phố đó: mật độ điểm càng cao nếu trạng thái giao thông càng đông đúc và ngược lại. Sau đó, chúng tôi sử dụng kỹ thuật trực quan Heatmap [9][15] để áp dụng cho các điểm đã được rời rạc trong đoạn phố đó. Tuyến phố có tình trạng tắc nghẽn càng lớn sẽ thể hiện bằng số lượng điểm tập trung lớn, màu đỏ thể hiện mật độ đông hơn so với màu xanh. Ngoài việc thể hiện trạng thái bằng màu sắc, những điểm heatmap trên tuyến phố sẽ có đường kính tăng tuyến tính với giá trị trạng thái giao thông.



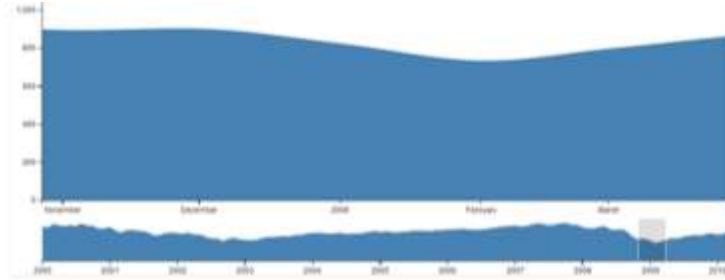
Hình 8. Trực quan hoá dữ liệu trạng thái tuyến phố

Với phương pháp này, việc hiển thị trạng thái giao thông sẽ linh hoạt hơn và kết hợp được điểm mạnh của cả hai kỹ thuật trực quan theo điểm và theo đường. Việc chứng minh khẳng định này được thể hiện qua thực nghiệm ở mục IV kế tiếp của bài báo.

C. Trực quan hoá dữ liệu trạng thái theo thời gian

Ngoài việc trực quan hoá thông tin trạng thái giao thông theo không gian (vị trí tuyến phố), dữ liệu trạng thái giao thông cũng cần phải được cung cấp tường minh hơn theo tham số thời gian. Yêu cầu này sẽ liên quan trực tiếp đến quá trình tổng hợp, lọc và phân tích dữ liệu trạng thái giao thông để có thêm những thông tin trạng thái giao thông liên quan đến những thời điểm khác nhau của các tuyến phố, chẳng hạn như trạng thái trung bình trong ngày, trong tuần, trong tháng của tuyến phố.

Để giải quyết yêu cầu đó, biểu đồ dạng vùng cọ (brushing chart) được chúng tôi lựa chọn để vừa có thể hiển thị chi tiết, vừa có thể hiển thị tổng thể toàn bộ trạng thái giao thông tuyến phố.



Hình 9. Trực quan dữ liệu thời gian theo biểu đồ vùng cọ

Với kỹ thuật trực quan này, vùng dưới sẽ là biểu đồ thời gian tuyến tính, hiển thị tổng thể toàn bộ thời gian cần trực quan (chẳng hạn từ năm 2000 đến 2010). Nếu muốn quan sát, hiển thị chỉ một khoảng thời gian bé hơn, chúng ta sẽ lựa chọn khoảng thời gian đó ở vùng dưới này. Từ đó, toàn bộ dữ liệu chi tiết sẽ được hiển thị ở biểu đồ thời gian tuyến tính phía trên (từ 11/2008 đến 4/2009).

Để tránh làm quy mô dữ liệu bùng nổ và phải xử lý quá nhiều thông tin trạng thái, chúng tôi đã xây dựng kế hoạch lấy mẫu dữ liệu trạng thái tùy biến theo những khung giờ giao thông cao điểm. Trong những khoảng thời gian đó (chẳng hạn từ 7h30 đến 8h30 và từ 16h30 đến 18h), chúng tôi tiến hành lấy mẫu với tần suất cao, có thể đến 5 phút/lần. Trong những khung giờ bình thường, dữ liệu trạng thái giao thông sẽ tạm thời được bỏ qua và không chuẩn hoá trong cơ sở dữ liệu (CSDL) của chúng tôi.

IV. THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

A. Dữ liệu thử nghiệm

Để kiểm thử mô hình trực quan hoá dữ liệu nêu trên, chúng tôi đã tiến hành thu thập dữ liệu trạng thái giao thông tại một số tuyến phố nóng tại Hà Nội. Dữ liệu này được thu thập trong khoảng thời gian từ 01/06/2014 đến 01/7/2015 bao gồm 5 tuyến phố hay ùn tắc:

- Ngã ba Phạm Văn Đồng - Trần Quốc Hoàn (Hướng đi cầu Thăng Long)
- Ngã ba Phạm Văn Đồng - Hoàng Quốc Việt (Hướng đi cầu Thăng Long)
- Ngã ba Phạm Văn Đồng - Hoàng Quốc Việt (Hướng đi Phạm Hùng)
- Ngã tư Khuất Duy Tiến - Nguyễn Trãi (Hướng đi Nguyễn Xiển)
- Ngã tư Nguyễn Trãi - Nguyễn Xiển (Hướng đi Ngã Tư Sở)

Các tuyến phố này được thu thập với tần suất lấy mẫu cao nhất là 5 phút (những thời điểm nóng trong ngày trong tuần, từ 7h30 đến 8h sáng ngày và từ 16h30 đến 18h). Những khoảng thời gian thường không gây áp lực giao thông nóng được bỏ qua. Hiện tổng số có 198.890 bộ dữ liệu trạng thái giao thông cho 5 tuyến phố nóng trên.

Toàn bộ dữ liệu thô này được chuẩn hoá và sinh thêm những dữ liệu thống kê tổng hợp theo ngày, theo tuần, theo tháng.

B. Môi trường thực nghiệm

Toàn bộ hệ thống thử nghiệm được triển khai tại máy chủ của Bộ môn Hệ thống thông tin- Trường ĐHCN. Cấu hình hệ thống thử nghiệm như sau:

- CPUs: 2 x Intel E5-2620v2; 20 GB main memory; CentOS v7.1
- Máy chủ Web: Apache Server 2.4
- Hệ quản trị CSDL: PostgreSQL 9.3.11 có kèm phần mở rộng PostGIS 2.
- Máy chủ quản lý bản đồ: MapServer v6.0.3

Ngoài ra, ứng dụng thử nghiệm còn sử dụng thêm những thư viện để hỗ trợ phát triển trên nền Web gồm:

- D3.js để hỗ trợ hiển thị biểu đồ,
- Heatmap.js để phục vụ trực quan hoá trạng thái giao thông,
- Leaflet.js để quản lý bản đồ nền và các lớp dữ liệu trạng thái giao thông.

C. Kết quả thử nghiệm

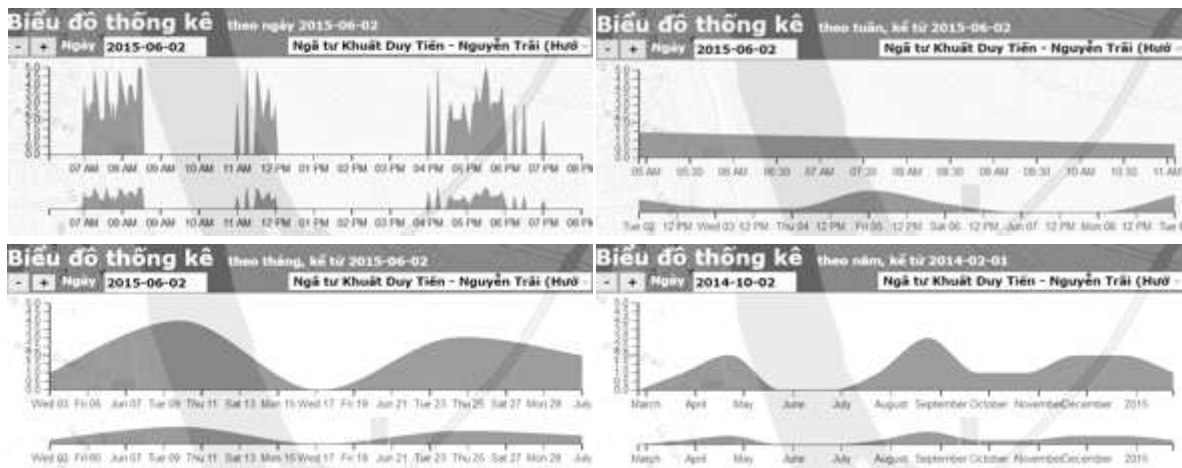
Hệ thống đã được cài đặt thử nghiệm tại máy chủ ở Bộ môn Hệ thống thông tin – Trường Đại học Công nghệ, với địa chỉ truy cập <http://112.137.130.56/TrafficMonitor/>.



Hình 10. Hệ thống thử nghiệm trực quan hoá dữ liệu trạng thái giao thông

Hiện nay, chức năng “Chạy theo thời gian thực” được thử nghiệm với hình thức sinh dữ liệu trạng thái ngẫu nhiên (do chưa kết nối thời gian thực với hệ thống thu thập dữ liệu trạng thái giao thông). Người dùng cũng có thể lựa chọn ngày để xem biểu diễn trực quan hóa trạng thái giao thông. Dữ liệu hiển thị trực quan trên bản đồ và biểu đồ thể hiện trạng thái giao thông của ngày được lựa chọn.

Người dùng chọn ngày trong khoảng thời gian đã nêu ở mục IV.A để hiển thị trực quan trạng thái giao thông trên bản đồ và biểu đồ thể hiện trạng thái giao thông tổng hợp của hệ thống theo ngày được chọn. Chúng tôi cũng hỗ trợ cả khả năng phóng thời gian (time zooming) để thể hiện thống kê trạng thái giao thông theo ngày, theo tuần, theo tháng và theo năm (sử dụng các nút “+”, “-”).



Hình 11. Biểu đồ tổng hợp trạng thái giao thông theo ngày/tuần/tháng/năm

Người dùng có thể chọn thời điểm trên biểu đồ để hiển thị trực quan trạng thái giao thông trên bản đồ như Hình 12 thể hiện trạng thái giao thông vào thời điểm 17:16 ngày 10 tháng 6 năm 2015.



Hình 12. Biểu trực quan trạng thái giao thông trên bản đồ theo thời điểm chọn (2015-06-10 17:16)

D. Đánh giá

Những kết quả mà chúng tôi thu được thông qua thực nghiệm ở mục trên đã cho phép minh chứng những điểm mạnh trong mô hình trực quan hoá dữ liệu trạng thái giao thông. Việc kết hợp cả phương pháp trực quan dữ liệu theo điểm và theo đoạn đã cho phép thể hiện tường minh và trực quan hơn thông tin trạng thái giao thông các tuyến phố trên bản đồ nền. Biểu đồ thời gian kết hợp vùng cọ và mức phóng cũng cho phép người dùng tương tác để có thể xem chi tiết khoảng thời gian quan tâm thuận lợi hơn.

Mô hình trực quan hoá được đề xuất trong bài báo này đã cho phép mang thông tin cụ thể hơn đến người dùng theo cả chiều không gian và thời gian. Mô hình này cũng cho phép có thể thao tác được với những dữ liệu lớn, từ đó có thể mở rộng việc trực quan hoá toàn bộ dữ liệu trạng thái giao thông trên quy mô cả thành phố/tỉnh (về không gian) và trên quy mô thời gian dài hơn.

V. KẾT LUẬN CHUNG

Trong bài báo này, chúng tôi đã giới thiệu một số cách tiếp cận giải quyết bài toán trực quan hoá dữ liệu trạng thái giao thông. Dựa trên những khảo sát, đánh giá những công trình liên quan, chúng tôi đã tiến hành xây dựng mô hình trực quan hoá dữ liệu trạng thái giao thông trên nền bản đồ số. Phương thức trực quan dữ liệu trạng thái theo không gian được xác lập thông qua phân đoạn tuyến phố giao thông nóng, sau đó kết hợp cả trực quan theo điểm và theo đoạn để hiển thị trạng thái một cách trực quan và tường minh hơn. Đối với chiều thời gian, chúng tôi đã phối hợp sử dụng hai biểu đồ thời gian tuyến tính theo mô hình biểu đồ vùng cọ có thêm tính năng phóng thời gian. Từ đó đã cho phép đơn giản hoá việc tương tác lựa chọn khoảng thời gian quan tâm cũng như nhanh chóng có được những thống kê theo ngày/tuần/năm trạng thái giao thông của từng tuyến phố.

Trong thời gian tới, chúng tôi sẽ tiến hành bổ sung thêm những phân hệ cần thiết để cho phép hệ thống thử nghiệm có thêm những khả năng dự báo/dự đoán trạng thái giao thông tuyến phố trong những khoảng thời gian tương lai gần (thời điểm trong ngày tới hoặc trong tuần tới). Ngoài ra, việc đánh giá hiệu năng trực quan hoá cũng sẽ được tiến hành một cách định lượng thông qua những đánh giá về tốc độ thao tác và hiển thị dữ liệu trạng thái giao thông.

VI. LỜI CẢM ƠN

Bài báo này được tài trợ từ Đề tài nghiên cứu KH-CN cấp thành phố, mã số 01C-04/08-2014-2, Sở KH-CN Hà Nội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] R. ElHakim, M. Abdelwahab, A. Eldesokey and M. ElHelw, "Traffisense: A smart integrated visual sensing system for traffic monitoring," *SAI Intelligent Systems Conference (IntelliSys)*, 2015, London, 2015, pp. 418-426.
- [2] R. O. Sinnott, L. Morandini and S. Wu, "SMASH: A Cloud-Based Architecture for Big Data Processing and Visualization of Traffic Data," *2015 IEEE International Conference on Data Science and Data Intensive Systems*, Sydney, 2015, pp. 53-60.
- [3] Noah Iliinsky, Julie Steele, "Designing Data Visualizations", O'Reilly Publisher, 2011.
- [4] Andy Kirk, "Data Visualization: a successful design process", Packt Publishing, 2012.
- [5] Scott Murray, "Interactive Data Visualization for the Web", O'Reilly, 2010.
- [6] Nick Qi Zhu, "Data Visualization with D3.js Cookbook", Packt Publishing Ltd, 2013.
- [7] VOV Giao thông: <http://vovgiaothong.vn/>.
- [8] C. J. Cheng, L. Chi, S. Prasad and H. H. Yao, "Developing a web information system for traffic light waiting time and fuel consumption analysis," *IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan (ICCE-TW)*, 2015, pp. 306-307.
- [9] S. Liu, J. Pu, Q. Luo, H. Qu, L. M. Ni and R. Krishnan, "VAIT: A Visual Analytics System for Metropolitan Transportation," in *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 14, no. 4, pp. 1586-1596, Dec. 2013.

- [10] Hệ thống WebGIS, Bộ môn HTTT, ĐHCN – ĐHQGHN: <http://112.137.130.56/maps/>.
- [11] Z. Wang, M. Lu, X. Yuan, J. Zhang and H. v. d. Wetering, "Visual Traffic Jam Analysis Based on Trajectory Data," in *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 19, no. 12, pp. 2159-2168, Dec. 2013.
- [12] Picozzi, M , Verdezoto , N , Pouke , M , Vajus-Anttila , J & Quigley , A J, "Traffic visualization - applying information visualization techniques to enhance traffic planning" in *Proceedings of the International Conference on Information Visualization Theory and Applications*, 2013.
- [13] N. Ferreira, J. Poco, H. T. Vo, J. Freire, and C. T. Silva, "Visual exploration of big spatio-temporal urban data: A study of new york city taxi trips," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 19, no. 12, pp. 2149–2158, 2013.
- [14] J. Pu, S. Liu, Y. Ding, H. Qu, and L. Ni, "T-watcher: A new visual analytic system for effective traffic surveillance," in *IEEE 14th International Conference on Mobile Data Management (MDM)*, vol. 1, 2013, pp. 127–136.
- [15] Dynamic Heatmaps for the Web: <https://www.patrick-wied.at/static/heatmaps/>, retrieved on April 2016.
- [16] O. D. Lampe and H. Hauser, "Interactive visualization of streaming data with kernel density estimation," in *IEEE Pacific Visualization Symposium*, 2011, pp. 171–178.
- [17] W. Zeng, C.-W. Fu, S. M. Arisona, and H. Qu, "Visualizing interchange patterns in massive movement data," in *Computer Graphics Forum*, vol. 32, no. 3pt3. Wiley Online Library, 2013, pp. 271–280.

A METHOD TO VISUALIZE TRAFFIC INFORMATION ON THE WEB

Du Phuong Hanh, Pham Hai Dang, Nguyen Ngoc Hoa

ABSTRACT— In this paper, we present a model dedicated to visualize the traffic data, online on the Web. Traffic information sensed and collected from the streets having a high traffic situation will be categorized into six levels, from very favorable traffic to congestion. Traffic information will be visualized in both time and space aspects, based on an online digital map. In our model, traffic visualization uses a hybrid method combining point-based and line-based visualization. Heatmap technique will be used for more visual and animated on the map. For the visualization of time, two linear time chart are used by the brushing style: one for the context and another for the focus. To solve the problem of large-scale data, we have conducted the analysis, filtering of both time and streets to retain only the intervals and segments related to the hot traffic information. Based on that model, we have built a test system with data collected on some hot-streets in Hanoi. The experimental results allow to validate the advantages of our model, such as bringing more visual of traffic information for both time and geographic location; allow having the global traffic information (the city view) to detail information (the traffic hotspot) on realtime, on a day/week/month and year.