



A STUDY ON COORDINATED TRAFFIC SIGNAL ON ONE-WAY ARTERIAL STREET IN TRANSPORT CONDITIONS OF HANOI

Nguyen Hue Chi, Vu Quang Huy, Mai Van Hieu

Faculty of Civil Engineering, University of Transport and Communications, No 3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam

ARTICLE INFO

TYPE: Research Article

Received: 18/01/2021

Revised: 18/03/2021

Accepted: 22/03/2021

Published online: 15/04/2021

<https://doi.org/10.47869/tcsj.72.3.8>

*Corresponding author

Email: vuquanghuy@utc.edu.vn; Tel: 0948442171

Abstract. Today, coordinated traffic signal on arterial roads by applying “green wave’s methodology” is one of the most common solutions to reduce travel time of the means of transport. However, in mixed traffic in Hanoi (Vietnam), where the motorbikes account for the majority of vehicles on the roads, it is more difficult to optimize traffic signal. This article seeks to provide information on the vehicle speed variation on different segments of an one-way arterial road and use the findings to improve the effectiveness of signal coordinating. Based on driving data collected by survey vehicles through smartphones, locations where traffic halt occurs are analyzed and the green waves are adjusted accordingly. Finally, the results of experiments conducted on Ba Trieu Street (Hanoi, Vietnam) shows the effectiveness of this method, which can be a reference for better coordination of traffic signal system according to the “green wave’s methodology” in Hanoi (Vietnam).

Keywords: green-wave, coordinated traffic signal, one-way arterial street.



NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ SỰ PHỐI HỢP ĐIỀU KHIỂN ĐÈN TÍN HIỆU TRÊN TRỤC ĐƯỜNG MỘT CHIỀU TRONG ĐIỀU KIỆN GIAO THÔNG Ở HÀ NỘI

Nguyễn Huệ Chi, Vũ Quang Huy, Mai Văn Hiếu

Khoa Công trình, Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 18/01/2021

Ngày nhận bài sửa: 18/03/2021

Ngày chấp nhận đăng: 22/03/2021

Ngày xuất bản Online: 15/04/2021

<https://doi.org/10.47869/tcsj.72.3.8>

*Tác giả liên hệ

Email: vuquanghuy@utc.edu.vn; Tel: 0948442171

Tóm tắt. Phối hợp điều khiển hệ thống đèn tín hiệu trên các trục đường chính theo nguyên lý "làn sóng xanh" là một giải pháp phổ biến trên thế giới để giảm thời gian di chuyển của các phương tiện. Tuy nhiên, để áp dụng một cách hiệu quả giải pháp này ở Hà Nội, trong điều kiện giao thông hỗn hợp với tỷ lệ xe máy cao gặp nhiều khó khăn. Mục tiêu của bài báo này là giới thiệu sự thay đổi tốc độ của các phương tiện tại các đoạn khác nhau trên cùng một trục đường và sử dụng các giá trị đó để tăng hiệu quả của việc điều phối tín hiệu. Bằng việc thu thập dữ liệu hành trình thông qua việc sử dụng các thiết bị điện thoại thông minh đặt trên các xe khảo sát, các vị trí gây gián đoạn hành trình được phân tích và điều chỉnh dải sóng xanh phù hợp với tình hình hiện trạng. Kết quả thực nghiệm trên trục đường Bà Triệu, Hà Nội cho thấy tính đúng đắn của phương pháp này, qua đó đem lại cơ sở để hoàn thiện hơn công tác tổ chức giao thông trên các trục đường theo nguyên lý "làn sóng xanh" phù hợp với giao thông Hà Nội.

Từ khóa: làn sóng xanh, phối hợp điều khiển hệ thống đèn tín hiệu, đường một chiều.

© 2021 Trường Đại học Giao thông vận tải

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những giải pháp đã được đưa ra nhằm giảm thiểu ùn tắc giao thông, điều chỉnh phối hợp hệ thống đèn tín hiệu là một trong những biện pháp đơn giản và hiệu quả nhất. Ban đầu, chỉ một vị trí nút giao thông độc lập được điều khiển để giảm thời gian chờ trung bình và

tăng hiệu quả lưu thông. Nếu khoảng cách giữa hai nút giao liên tiếp không quá dài, tất cả các nút trên trục đường có thể được coi là một nhóm và thời gian di chuyển có thể được tối ưu hóa tốt hơn nhiều (Baass, 1983 [1]). Cùng với đó, các phương tiện khi di chuyển dọc tuyến sẽ có thể có số lần dừng tối thiểu nếu hệ thống được phối hợp thiết kế tốt. Do đó, nhiều nhà nghiên cứu trên thế giới đã cố gắng phát triển các chiến lược phối hợp hệ thống đèn tín hiệu để cải thiện hiệu suất của tất cả các nút giao thông dọc theo các tuyến đường huyết mạch (Ví dụ: Little, 1966 [2]; Chang, 1988 [3] và Gartner, 1990).

Khái niệm về “làn sóng xanh” đã được giới thiệu để tối ưu hóa tín hiệu giao thông và cho thấy lợi ích lớn trên hệ thống giao thông tuyến tính. Một số nhà nghiên cứu đã tạo ra mô hình phối hợp tín hiệu được thiết kế tốt như PASSER II (Messer, 1973) và MAXBAND (C.Little, 1981) [4] để tối đa hóa hiệu quả của đèn xanh với giả định rằng tất cả các phương tiện đều di chuyển với cùng tốc độ. Những mô hình phối hợp này vận hành rất tốt ở dòng giao thông thông thường, nơi xe hơi là phương tiện di chuyển chính và chiếm ưu thế trên đường, vì vậy, các phương tiện tham gia giao thông nhìn chung tuân thủ những lý thuyết cơ bản của dòng xe. Tuy nhiên, trong giao thông hỗn hợp với tỷ lệ cao xe máy cũng như hành vi di chuyển hỗn loạn trong dòng giao thông ở Việt Nam, vận tốc của các phương tiện giữa các nút giao có thể khác nhau rất nhiều. Do đó, các mô hình phối hợp tín hiệu điển hình không thể hoạt động tốt. Qua rà soát, các nghiên cứu hiện nay tập trung vào việc thiết kế và bố trí “làn sóng xanh” căn cứ theo tiêu chuẩn của các nước phát triển, chưa có đề cập đến việc đánh giá hiệu quả của việc áp dụng phối hợp điều khiển hệ thống đèn tín hiệu trong điều kiện giao thông thực tế hiện nay ở nước ta.

Vì vậy, rất cần những nghiên cứu chi tiết về việc đánh giá sự phối hợp điều khiển hệ thống đèn tín hiệu trên các trục đường của dòng giao thông hỗn hợp ở Hà Nội nói riêng và Việt Nam nói chung.

2. CƠ SỞ LÝ LUẬN

2.1. Khái niệm “làn sóng xanh”

Điều khiển giao thông theo “làn sóng xanh” tức là hệ thống đèn trên một trục đường được nối về trung tâm điều khiển sao cho các xe trên trục luôn gặp đèn xanh tại các nút, và tổng thời gian chờ trên các trục đường phụ là nhỏ nhất. [5]

Việc tính toán điều khiển “làn sóng xanh” là khá phức tạp do vừa phải ưu tiên hướng chính, vừa đảm bảo thông xe cho hướng cắt qua khi khoảng cách các nút không đều nhau.

2.2. Phương thức đánh giá hiệu quả “làn sóng xanh”

Để đánh giá được hiệu quả phối hợp điều khiển đèn tín hiệu theo “làn sóng xanh”, cần phải xác định các tiêu chí sau:

- Thời gian chờ trung bình;
- Số lần dừng xe;

- Tốc độ di chuyển của phương tiện dọc tuyến đường.

Trong “Hướng dẫn thiết kế hệ thống đèn tín hiệu” của Cục quản lý đường Liên Bang Hoa Kỳ (FHWA, 2015) [6], hiệu quả dải làn sóng xanh cũng được sử dụng để đánh giá khả năng phối hợp của hệ thống đèn tín hiệu.

Theo “Hướng dẫn thiết kế đường bộ” (HCM 2010) [7], độ trễ được xác định là khoảng thời gian bổ sung mà lái xe phải đợi khi thực hiện hành trình. HCM cũng phân loại mức độ phục vụ (LOS) cho một tuyến đường có điều khiển bằng đèn tín hiệu theo độ trễ đến sáu mức có ngưỡng trễ: A: dưới 10; B: từ 10 đến 20; C: từ 20 đến 35; D: từ 35 đến 55; E: từ 55 đến 80 và F: hơn 80 giây/phương tiện. Số lần dừng xe phản ánh hiệu quả của mạng lưới giao thông. Nếu giá trị này thấp, độ trễ của xe dọc theo tuyến đường sẽ thấp và mức tiêu thụ nhiên liệu tương ứng cũng có thể giảm. Tốc độ di chuyển có thể đại diện cho cả độ trễ tại các nút giao và thời gian di chuyển dọc theo tuyến. Tại HCM 2010, LOS của đường đô thị có thể được phân loại dựa trên tốc độ di chuyển như Bảng 1.

Bảng 1. Phân loại đường đô thị căn cứ mức phục vụ theo HCM 2010.

Cấp hạng đường đô thị	I	II	III	IV
Tốc độ dòng tự do	80 km/h	65 km/h	55 km/h	45 km/h
Mức phục vụ	Tốc độ trung bình (km/h)			
A	> 72	> 59	> 50	> 41
B	> 56-72	> 46-59	> 39-50	> 32-41
C	> 40-56	> 33-46	> 28-39	> 23-32
D	> 32-40	> 26-33	> 22-28	> 18-23
E	> 26-32	> 21-26	> 17-22	> 14-18
F	≤ 26	≤ 21	≤ 17	≤ 14

Không giống như các tham số đánh giá trên, việc đánh giá dải làn sóng xanh hoàn toàn phụ thuộc vào phân chia thời gian chu kỳ đèn. Theo (FHWA, 2015), hiệu quả dải làn sóng xanh được đưa ra dưới dạng công thức (1)

$$E = \frac{B_A + B_B}{2C} \quad (1)$$

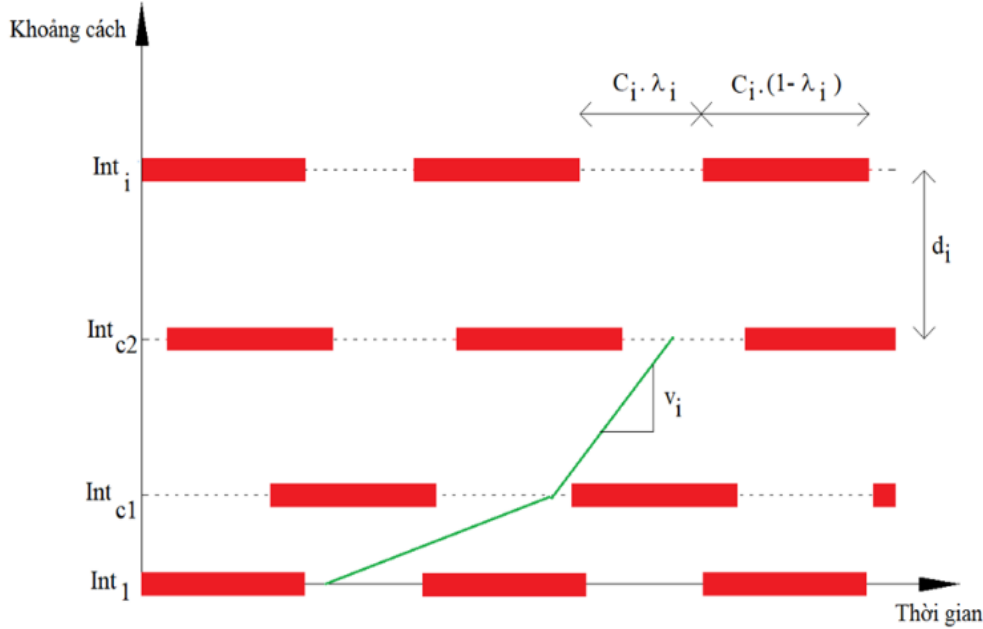
Trong đó:

- B_A, B_B là chiều rộng dải làn sóng xanh theo hướng xuôi và ngược, đơn vị: giây (s);
- C là thời gian chu kỳ tính bằng giây (s).

Nếu giá trị hiệu quả nằm trong khoảng 0,37 đến 1,00 thì đó là một sự phối hợp tuyệt vời. Khi con số này giảm xuống 0,25 đến 0,36, nó vẫn được coi là tốt. Phạm vi từ 0,13 đến 0,24 có nghĩa là hệ thống phối hợp trung bình, trong khi hiệu quả dải làn sóng xanh kém là $E < 0,12$.

Khi đánh giá hiệu quả phối hợp điều khiển đèn tín hiệu, 1 nút giao i được chọn trên tuyến sẽ được ký hiệu là Int_i ; còn Int_C là vị trí nút giao quan trọng, được lấy làm điểm mốc không chế mà ở đó, ta không thể điều chỉnh thời gian xanh mà không tạo ra sự mất mát của hiệu quả dải làn sóng xanh. Thời gian đèn xanh cho nút giao i sẽ là $C_i \cdot \lambda_i$, (minh họa như Hình 1).

Phân chia thời gian đèn xanh λ_i phụ thuộc vào mức độ ưu tiên của hướng chính so với các hướng còn lại, thời gian xanh $C_i \cdot \lambda_i$ của mỗi nút giao có thể được ước tính tỷ lệ với tỷ lệ lưu lượng giao thông V và số làn đường b . Nếu tỷ lệ V/b của Int_i lớn hơn Int_{i+1} , $C_i \cdot \lambda_i$ cần phải lớn hơn $C_{i+1} \cdot \lambda_{i+1}$. Hơn nữa, $C_i \cdot \lambda_i$ cũng phụ thuộc vào khả năng tiếp cận α_i , một đặc điểm quan trọng của giao thông hỗn hợp ở Việt Nam.



Hình 1. Các biến hệ thống tín hiệu phối hợp.

Thời gian xanh $C_i \cdot \lambda_i$ của Int_i có thể được tính từ $C_{i+1} \cdot \lambda_{i+1}$ qua phương trình mục tiêu sau [8]:

$$C_i \cdot \lambda_i = \left(\frac{v_i / b_i}{v_{i-1} / b_{i-1}} + \alpha_i \right) \cdot C_{i-1} \cdot \lambda_{i-1} \quad (2)$$

Trong đó:

- Thời gian chu kỳ C_i , đơn vị: giây (s);
- Phân chia thời gian đèn xanh λ_i (tỷ lệ thời gian xanh trên chu kỳ tại nút giao thông i);
- Độ dài phân đoạn di (khoảng cách giữa hai nút giao i và $i-1$), đơn vị: mét(m);
- Lưu lượng giao thông V_i , đơn vị: xqcđ/h;
- Tốc độ di chuyển v_i (tốc độ giữa hai nút giao i và $i-1$), đơn vị: km/h;
- Khả năng tiếp cận α_i đặc trưng cho mức độ phương tiện dễ dàng mà các phương tiện có thể đi vào khoảng giữa hai nút giao i và $i-1$).

Đối với khả năng tiếp cận α_i dựa vào đặc điểm khu vực khảo sát để đánh giá khả năng phương tiện dễ dàng tiếp cận từ midblock vào dòng giao thông một cách trực tiếp. Đây là giá trị tương đối để đánh giá giữa các đoạn với nhau. Giá trị α_i được xác định từ 0 đến 1, các đoạn tuyến mà ở đó các phương tiện càng dễ dàng tiếp cận và gây ảnh hưởng đến dòng giao thông thì giá trị α_i càng cao. Giữa các đoạn tuyến, khu vực nào tập trung nhiều các địa điểm như bệnh viện, trung tâm thương mại, khu mua sắm, cửa hàng thời trang,..là những nơi mà các

phương tiện thường xuyên ra-vào, gây ảnh hưởng đến dòng giao thông thì sẽ có giá trị α_i lớn hơn khi so sánh.

Sau khi xem xét phương trình mục tiêu cho tất cả các nút giao dọc trục đường chính, giá trị $C_i \cdot \lambda_i$ tối ưu của mỗi nút giao có thể được đề xuất. Ngoài ra, ta tìm được Int_c với giá trị $C_c \cdot \lambda_c$ thấp nhất vì sẽ không thể thêm hoặc xóa thời gian đèn xanh mà không làm giảm hiệu quả dải làn sóng xanh.

Từ phân chia thời gian đèn tại vị trí Int_c , khoảng thời gian chênh lệch đèn xanh giữa hai nút giao liên tiếp có thể được xác định dựa trên tốc độ giữa hai nút giao. Đặt P_{UC} và P_{LC} là các hình chiếu của thời điểm bắt đầu và kết thúc của thời gian xanh trong Int_c . Để tối đa hóa dải xanh, có hai cách để tính thời gian chênh lệch đèn xanh như Hình 2.

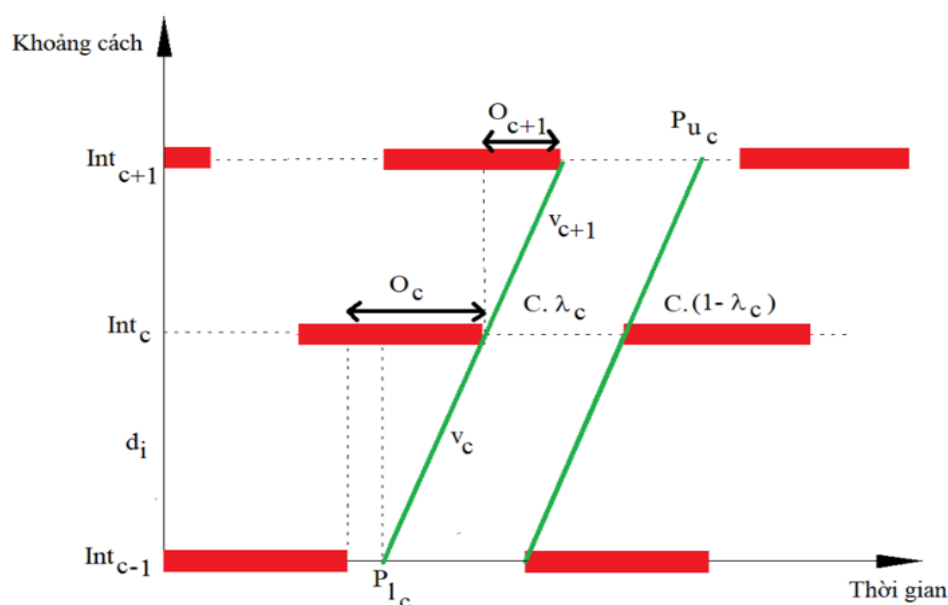
Trong trường hợp đầu tiên, tồn tại một khoảng thời gian giữa thời điểm bắt đầu đèn xanh của Int_{c-1} và P_{UC} , còn trong trường hợp còn lại sẽ có khoảng thời gian trống giữa thời điểm kết thúc của Int_{c+1} và P_{LC} . Do đó, thời gian chênh lệch đèn xanh có thể được tính toán thông qua phương trình mục tiêu như sau [8]:

$$O_c = (C_c \cdot \lambda_c - C_{c-1} \cdot \lambda_{c-1}) + \frac{d_c}{v_c} \quad (\text{trường hợp dưới}) \quad (3)$$

$$\text{Hoặc } O_c = \frac{d_c}{v_c} \quad (\text{trường hợp trên}) \quad (4)$$

Trong đó:

- Thời gian chu kỳ C_c và C_{c-1} , đơn vị: giây (s);
- Phân chia thời gian đèn xanh λ_c, λ_{c-1} (tỷ lệ thời gian xanh trên chu kỳ tại nút giao thông c và $c-1$);
- Độ dài phân đoạn d_c (khoảng cách giữa hai nút giao c và $c-1$), đơn vị: mét(m);
- Tốc độ di chuyển v_i (tốc độ giữa hai nút giao c và $c-1$), đơn vị: km/h.



Hình 2. Tính toán thời gian chênh lệch đèn xanh (Chênh lệch) giữa các nút giao liên tiếp.

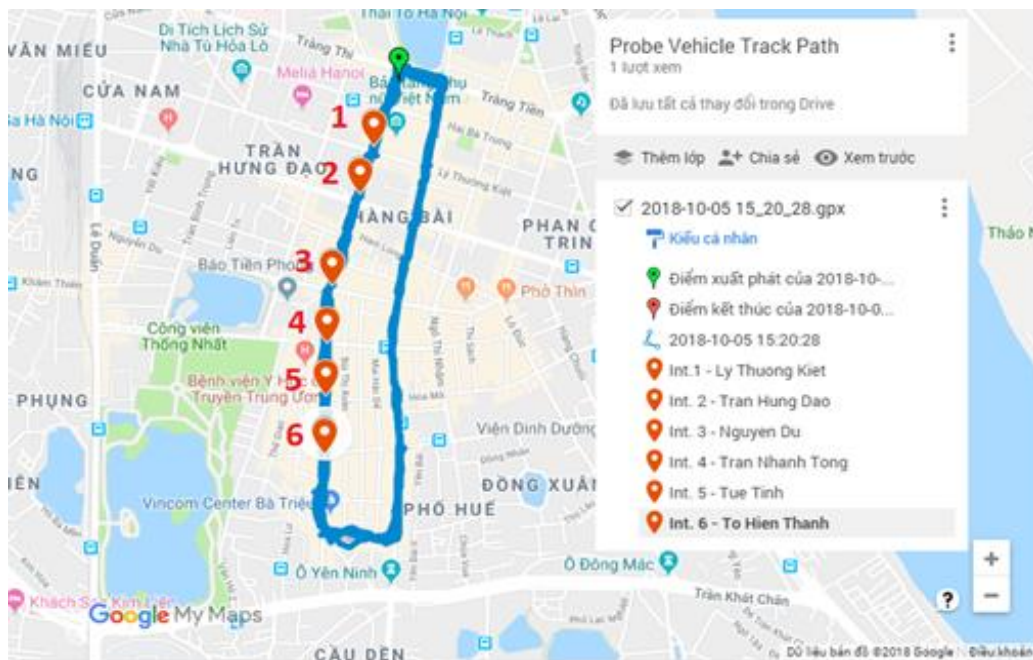
Khi áp dụng để cải thiện sự phối hợp của hệ thống đèn tín hiệu, nếu giữ C không thay đổi và chỉ điều chỉnh λ_i , dòng giao thông trên trục đường phụ sẽ bị giảm thời gian xanh, điều này làm giảm hiệu quả lưu thông trên dòng phụ và có thể tạo ra tắc nghẽn. Tuy nhiên, việc giữ tỉ lệ phân chia λ_i và điều chỉnh C có thể gây ra độ dài chu kỳ cao hơn cho cả hai hướng. Điều này có thể dẫn đến hiệu quả giao thông cho trục đường chính được phối hợp điều khiển hệ thống đèn tín hiệu tăng lên, nhưng lại giảm hiệu quả cho các đường nhánh. Vì vậy, việc điều chỉnh thời gian đèn xanh tại từng nút giao là khá phức tạp và phụ thuộc vào những đặc điểm và số liệu đầu vào của từng nút [9-11].

Từ các phương pháp nêu trên sẽ được sử dụng để đánh giá thực nghiệm một trục đường một chiều trên địa bàn thành phố Hà Nội, trong điều kiện giao thông ở Việt Nam.

3. THỬ NGHIỆM/ĐÁNH GIÁ PHÂN TÍCH

3.1. Khảo sát thu thập dữ liệu

Công tác khảo sát được thực hiện vào thứ 5 ngày 4 tháng 10 năm 2018 trên phố Bà Triệu. Đây là tuyến đường một chiều kéo dài từ Hồ Hoàn Kiếm đến khu vực phía Đông Nam thành phố với hơn 1500 lượt xe/giờ. Theo HCM 2010, phố Bà Triệu được xếp vào loại đường đô thị loại III, với tốc độ dòng tự do là 50 km/h. Mạng lưới 6 nút giao thông liên tiếp trên phố Bà Triệu được chọn để đặt camera thu thập thông tin giao thông như Hình 3. Khoảng cách giữa các nút giao thông lần lượt là 200 m, 350 m, 175 m, 205 m và 200 m.



Hình 3. Vị trí các nút giao thông khảo sát trên phố Bà Triệu (nguồn: Googlemap).

07 xe khảo sát được sử dụng chạy dọc theo tuyến đường trong thời gian khảo sát kéo dài hai giờ từ 15:30 đến 17:30. Bao gồm 05 xe máy chạy bình thường và 02 xe máy đại diện cho

ô tô bằng kỹ thuật bám xe, nghĩa là người điều khiển xe máy chạy theo một ô tô trong suốt quãng đường của họ. Mỗi người lái xe đều mang theo thiết bị ghi GPS để lưu lại vị trí với khoảng thời gian hai giây và chạy dọc theo đường Bà Triệu như vạch màu xanh trong Hình 3. Tổng cộng đã có 62 hành trình được ghi nhận thành công (trung bình 8,8 lượt/xe khảo sát).

Từ dữ liệu ghi nhận, mức độ phục vụ (LOS) của từng nút giao theo HCM được thống kê trong Bảng 2. Nhìn chung, thời gian chờ của từng phương tiện nằm trong khoảng 10-20s, nằm trong phạm vi chấp nhận được. Vì thế, LOS tại các nút giao thông này được đánh giá khá tốt (LOS B).

Bảng 2. Bảng đánh giá mức độ phục vụ của 6 nút giao thông theo HCM 2010.

Nút	Lưu lượng (xcqđ/h)	Số làn	Đòng bão hòa (xcqđ/h/làn)	Chu kỳ (s)	Đèn xanh (s)	Độ trễ (s/xe)	Mức phục vụ
1	1646	3	2000	68	27	11,6	B
2	1489	3	2000	73	30	10,1	B
3	2128	3	2000	70	27	20,6	B
4	1533	2	2000	80	47	15,9	B
5	1250	2	2000	70	27	15,7	B
6	1475	2	2000	70	32	17,6	B

Tuy nhiên, số liệu khảo sát từ các xe cho thấy rằng: chỉ có 7 chuyến đi không bị gián đoạn trong số 62, chiếm 11,29%. Xe khảo sát thông thường phải dừng chờ tín hiệu tại nút giao 3, 4 và 5 với 20, 25 và 33 lần.

3.2. Phân tích dữ liệu

Khi tính toán tốc độ cho từng đoạn, vận tốc trung bình ở đoạn 1-2 cao nhất (24,51 km/h) trong khi đoạn 3-4 khác có tốc độ thấp nhất (18,07 km/h). Vận tốc ở các phân đoạn 2-3, 4-5 và 5-6 lần lượt là 22,32, 20,73 và 19,32 km/h. Độ lệch chuẩn của vận tốc giữa phân đoạn 1-2 thấp nhất (3 km/h), trong khi giá trị của các đoạn khác lớn hơn 4 km/h. Kết quả tổng hợp dữ liệu xe khảo sát được tóm tắt như Bảng 3.

Bảng 3. Thống kê dữ liệu khảo sát hành trình.

Phân đoạn	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	Toàn tuyến
Gián đoạn (chuyến)	2	20	25	33	11	91
Tốc độ trung bình (km/h)	24,51	22,32	18,07	20,73	19,33	16,82
Độ lệch chuẩn (km/h)	3,16	3,88	4,5	4,56	4,26	2,35
Mức phục vụ C	9	3	2	0	0	0
Mức phục vụ D	30	26	6	20	10	3
Mức phục vụ E	21	30	35	32	42	32
Mức phục vụ F	2	3	19	10	10	27

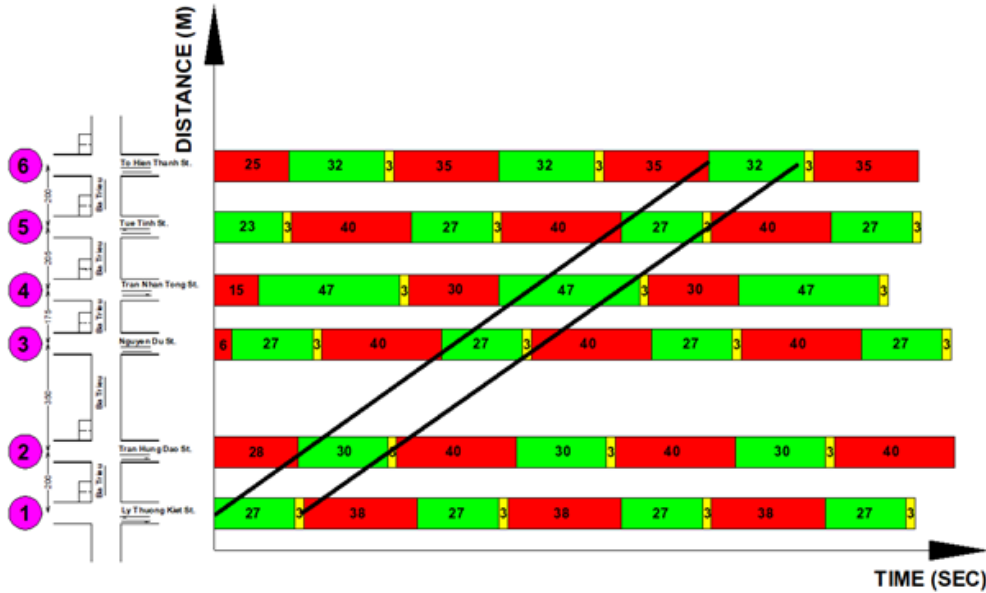
Nếu chúng ta xem xét kỹ hơn, rõ ràng là khoảng cách giữa nút giao thông 1 và 2 tương đối ngắn (200 m) và không có vị trí đặc biệt (như đã xác định ở trên). Nhờ vậy, tình hình giao thông ở đoạn này tốt hơn, thể hiện ở tất cả các tiêu chí. Mặt khác, đây là luồng giao thông một chiều, cuối ngày các phương tiện có xu hướng di chuyển ra khỏi trung tâm thành phố, giữa các phân đoạn khác nhau có địa điểm đặc biệt như Bệnh viện Mắt Trung ương. Bên cạnh đó, đây là khu phố trong trung tâm, có nhiều cửa hàng khu mua sắm, các cửa hàng ăn uống dọc 2 bên đường. Chúng ta cũng có thể thấy lưu lượng giao thông không ổn định ở tuyến đường huyết mạch này như số liệu Bảng 2. Tính linh hoạt của xe máy gây ra sự biến động lưu lượng giữa các đoạn. Cụ thể, phân đoạn 1-2 và 2-3 do không có các vị trí đặc biệt nên khả năng tiếp cận α_i được lấy là thấp nhất trong đoạn tuyến (lần lượt là 0 và 0,3). Phân đoạn 3-4 thì tập trung các cơ sở y tế (Bệnh viện Mắt Trung ương, các phòng khám và nhà thuốc 2 bên phố) thì giá trị $\alpha_i = 0,8$. Đối với phân đoạn 4-5, ngoài cơ sở y tế như Trung tâm y tế quận Hai Bà Trưng thì phân đoạn này tập trung khá nhiều các cửa hàng thời trang, quán café với số lượng khách khá đông, giá trị α_i được lựa chọn cho phân đoạn này 1. Còn lại phân đoạn 5-6, dọc 2 bên phố cũng là nơi tập trung các cửa hàng thời trang cho giới trẻ nên giá trị α_i lựa chọn là 0,7. Các giá trị α_i được lấy tương đối khi so sánh. Từ đó các đoạn có α_i cao hơn cũng có độ lệch chuẩn cao hơn.

Những đánh giá này cho thấy hiệu quả của việc phối hợp tín hiệu trên tuyến đường Bà Triệu là chưa tốt và cần phải cải thiện một số điểm. Mặc dù vậy, hiệu quả phối hợp điều khiển đèn tín hiệu thông qua công thức (1) cho giá trị E bằng 0,34 lại thể hiện sự phối hợp tốt về mặt lý thuyết. Vấn đề ở đây là khi thiết kế phối hợp tín hiệu, người điều khiển giao thông sử dụng giả thiết điển hình là vận tốc của các phương tiện không thay đổi trong quá trình chuyển động của chúng. Vì vậy, ngay cả tín hiệu giao thông phối hợp cũng được thiết kế tốt (Hình 4), xảy ra kết quả không mong muốn như phân phân tích trên. Do đó, phương pháp luận đề xuất có thể thay đổi giao thông trên trục đường tốt hơn bằng cách sửa đổi tất cả các biến bao gồm thời gian chu kỳ, tỉ lệ thời gian xanh, độ lệch và chiều rộng dải xanh của sáu nút giao thông trên trục đường Bà Triệu.

Khi khảo sát tất cả sáu nút giao trên phố Bà Triệu, nút giao thứ hai (nút giao Trần Hưng Đạo – Bà Triệu) được chọn là nút quan trọng. Ngoài ra, lưu lượng giao thông ở các đoạn 1-2 và 2-3 ổn định, hiện tại, người điều khiển phương tiện có thể đi lại với LOS cao (Bảng 4).

Bảng 4. Thông số điều chỉnh đèn tín hiệu.

Nút	Giá trị	Hiện trạng	Điều chỉnh	Nút	Giá trị	Hiện trạng	Điều chỉnh
1	Chu kỳ	68	71	4	Chu kỳ	80	80
	Đèn xanh	27	30		Đèn xanh	47	47
	Chênh lệch	---	---		Chênh lệch	19	40
2	Chu kỳ	73	73	5	Chu kỳ	70	78
	Đèn xanh	30	30		Đèn xanh	27	35
	Chênh lệch	28	30		Chênh lệch	41	35
3	Chu kỳ	70	78	6	Chu kỳ	70	78
	Đèn xanh	27	35		Đèn xanh	32	40
	Chênh lệch	48	56		Chênh lệch	29	35

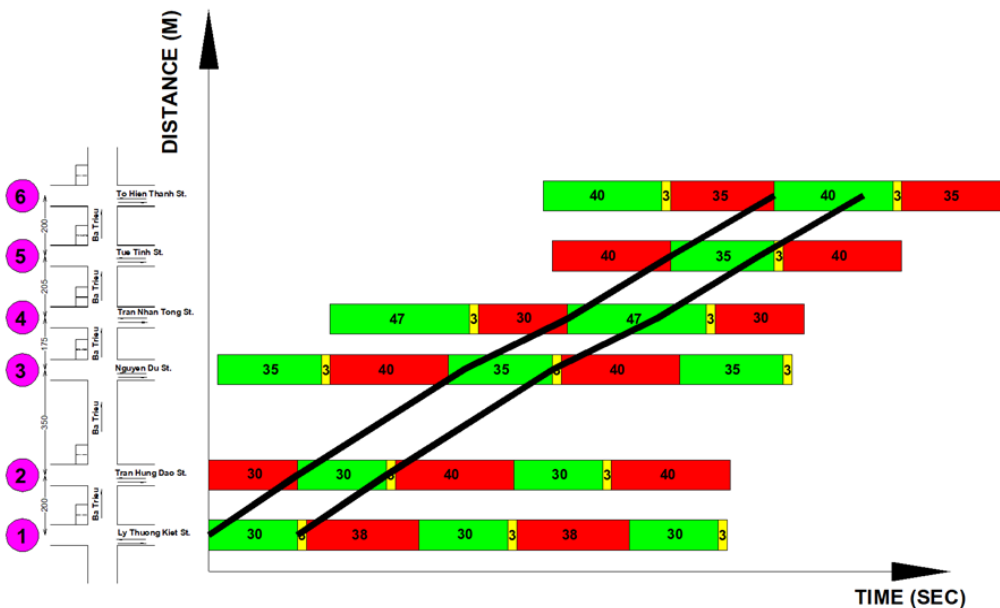


Hình 4. Hiện trạng phối hợp điều khiển đèn tín hiệu.

Hiệu suất phối hợp E dựa theo công thức (1) được xác định như sau: Đối với trục đường Bà Triệu, chiều rộng dải làn sóng xanh chỉ lựa chọn cho 1 chiều $B_A = 30s$ (lấy thời gian lâu nhất duy trì được làn sóng xanh). Thời gian chu kỳ được lấy theo chu kỳ dài nhất ($C=80s$). Như vậy, lúc này hiệu suất E được tính lại như sau:

$$E = \frac{B_A}{C} = \frac{30}{80} = 0,375$$

Với hiệu suất sau khi điều chỉnh E đạt 0,375, có nghĩa là sự phối hợp tốt về mặt lý thuyết. Do việc điều chỉnh này có xem xét đến sự thay đổi tốc độ cũng như tính linh hoạt của giao thông hỗn hợp ở Hà Nội, các tiêu chí đánh giá đô thị khác dựa trên HCM cũng có thể phát huy hiệu quả. Dải làn sóng xanh được điều chỉnh lại như Hình 5.



Hình 5. Điều chỉnh phối hợp tín hiệu.

4. KẾT LUẬN

Giao thông hỗn hợp ở Việt Nam có những đặc thù nhất định là dòng giao thông hỗn hợp nhiều xe máy, do vậy những lý thuyết dòng giao thông trên thế giới phát triển cho dòng giao thông thuần nhất là chưa phù hợp. Hiện nay, việc thiết kế và bố trí phối hợp hệ thống đèn tín hiệu tại các nút giao thông theo phương pháp “làn sóng xanh” áp dụng lý thuyết dòng giao thông thuần nhất được bố trí khá phổ biến và cũng đem lại hiệu ứng tích cực. Tuy nhiên, với các đô thị lớn như Hà Nội, tập trung các cơ sở như bệnh viện, trường học, trung tâm mua sắm,..là những khu vực có khả năng ảnh hưởng đến chất lượng dòng giao thông nhưng lại chưa được xem xét. Do vậy, bài báo giới thiệu phương pháp đánh giá hiệu quả của việc phối hợp đèn tín hiệu tại các nút giao thông có xét đến các điều kiện ảnh hưởng, thông qua nghiên cứu lý thuyết kết hợp với điều tra thực nghiệm tại một trục đường trên địa bàn TP. Hà Nội. Kết quả bài báo đem lại là cơ sở để hoàn thiện hơn việc tổ chức giao thông phối hợp hệ thống đèn tín hiệu theo phương pháp “làn sóng xanh” trong tương lai.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường đại học Giao thông vận tải trong đề tài mã số T2020-CT-026.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Baass, Another Look at Bandwidth Maximization, Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board, 905 (1983) 38-47. <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1983/905/905-007.pdf>
- [2]. John D. C. Little, The Synchronization of Traffic Signals by Mixed-integer Linear Programming, Operations Research, 14 (1966) 568-594. <https://doi.org/10.1287/opre.14.4.568>
- [3]. Edmond C-P Chang, Stephen L. Cohen, Charles Liu, Nadeem A. Chaudhary, and Carroll Messer, MAXBAND-86: Program for Optimizing Left-Turn Phase Sequence in Multiarterial Closed Networks, Transportation Research Record, 1181 (1988) 61-67. <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1988/1181/1181-007.pdf>
- [4]. John D. C. Little, Mark D. Kelson, Nathan H. Gartner, MAXBAND: A Program for Setting Signals on Arterials and Triangular Networks, Transportation Research Record, 795 (1981) 40-46. <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1981/795/795-007.pdf>
- [5]. Bùi Xuân Cây, Đặng Minh Tân, Bùi Tuấn Anh, Đường đô thị và tổ chức giao thông, tái bản lần thứ nhất, Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội, 2016, 134-138.
- [6]. U.S Department of Transportation, Federal Highway Administration, Traffic Signal Timing Manual. link: <http://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop08024>, truy cập ngày 14/08/2020.
- [7]. Transportation Research Board, Highway Capacity Manual 2010, Washington, D.C.: National Research Council, 2010. <http://www.trb.org/Publications/Blurbs/164718.aspx>

- [8]. Liu Ping, Development and evaluation of a network-wire traffic signal coordination algorithm (NETSCA) for improved operational performance, The University of Akron, 2015.
- [9]. Nathan H. Gartner, John D. C. Little, Henry Gabbay, Optimization of Traffic Signal Settings by Mixed Integer Linear Programming, Part I: the Network Coordination Problem, Transportation Science, (1975) 321-343. <https://doi.org/10.1287/trsc.9.4.321>
- [10]. Nathan H. Gartner, John D. C. Little, Henry Gabbay, Optimization of Traffic Signal Settings by Mixed Integer Linear Programming, Part II: the Network Synchronization Problem, Transportation Science, (1975) 344–363. <https://doi.org/10.1287/trsc.9.4.344>
- [11]. Zong Tian, Thomas Urbanik, System Partition Technique to Improve Signal coordination and Traffic Progression, Journal of Transportation Engineering, 133 (2007) 119-128. [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2007\)133:2\(119\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-947X(2007)133:2(119))