

Điều khiển đèn tín hiệu giao thông sử dụng logic mờ ở Việt Nam trên VISSIM-PYTHON

■ **THS. VŨ TRỌNG THUẬT; THS. VƯƠNG XUÂN CÁN**

Trường Đại học Giao thông vận tải

■ **THS. NGUYỄN THỊ AN**

Trường Đại học Kinh tế quốc dân

TÓM TẮT: Nâng cao hiệu quả của nút giao thông điều khiển bằng đèn tín hiệu có tầm quan trọng lớn đối với giảm thiểu UTGT và cải thiện ATGT ở các đô thị lớn của nước ta. Bài báo đề xuất một phương pháp điều khiển tín hiệu đèn cho giao thông hỗn hợp ở nước ta dựa trên logic mờ. Bên cạnh đó, mô hình mô phỏng dựa trên sự tích hợp VISSIM-PYTHON được xây dựng để kiểm nghiệm phương pháp đề xuất. Kết quả thử nghiệm trên mô phỏng với nút giao thông điển hình ở Hà Nội cho thấy, phương pháp đề xuất giảm thời gian trễ, tăng mức phục vụ của nút giao thông.

TỪ KHÓA: Nút giao thông, logic mờ, VISSIM, PYTHON.

ABSTRACT: Improving the efficiency of signalized intersections is important to reduce traffic congestion and improve traffic safety in Vietnam's big cities. This paper proposes a method of the traffic lights control for mixed traffic in Vietnam based on fuzzy logic. Besides, a simulation model using integrated the VISSIM-PYTHON is developed to test the proposed method. The experiment results on simulation model with a typical intersection in Hanoi show that the proposed method reduces delay time, increases the intersection level of service.

KEYWORDS: Intersection, fuzzy logic, VISSIM, PYTHON.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

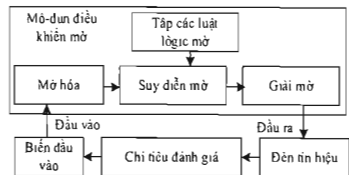
Tổ chức giao thông tại nút bằng đèn tín hiệu cố định thiết lập trước các kế hoạch thời gian tín hiệu đèn trong các bộ điều khiển ứng với lưu lượng xe ở một hoặc một số thời điểm trong ngày (như cao điểm sáng, cao điểm chiều, giờ bình thường) nên sẽ không có khả năng nhân biết tình trạng giao thông để thay đổi thời gian tín hiệu đèn cho thích hợp, để dẫn tới hiện tượng "thiếu" hoặc "dư" thời gian đèn xanh ở những thời điểm không được thiết lập trước trong bộ điều khiển. Hệ quả là chiều dài

hàng chờ, thời gian chờ của xe tăng lên, làm giảm hiệu quả điều khiển giao thông. Ví như ở các đô thị của nước ta, tổ chức giao thông bằng đèn tín hiệu cố định là hình thức phổ biến. Chính việc bố trí chưa hợp lý về chu kỳ đèn và thời gian đèn xanh đã khiến hình thức điều khiển này càng nảy sinh nhiều bất cập và cũng là một trong những nguyên nhân chủ yếu phát sinh các điểm ùn tắc. Do đó, cần thiết lựa chọn các hình thức điều khiển mới để khắc phục các hạn chế nói trên.

Tổ chức giao thông tại nút bằng đèn tín hiệu sử dụng logic mờ là một trong những phương thức điều khiển thông minh đã được nghiên cứu và ứng dụng nhiều trên thế giới, mang lại hiệu quả cao. Logic mờ được đề xuất bởi Zadeh (1965) [1] và lần đầu được áp dụng trong điều khiển đèn tín hiệu bởi Pappis and Mamdani (1977) [2]. Tuy nhiên, kể từ khi được ứng dụng trong điều khiển đèn nay, phần lớn logic mờ được phát triển cho dòng xe thuần ô tô, cơ bản khác biệt với dòng xe hỗn hợp như ở nước ta. Bên cạnh đó, ứng dụng logic mờ trong điều khiển giao thông ở Việt Nam vẫn còn rất mới, ngoại trừ một số nghiên cứu đã giản hóa dòng xe tương tự như ở nước ngoài. Điển hình như, Nguyễn Chí Ngón (2010) [3] đã sử dụng các bóng nhựa giả lập các phương tiện giao thông, tiếp đó vận dụng điều khiển mờ quyết định thời gian của chu kỳ đèn xanh kế tiếp cho tuyến đường; Hoàng Thị Thanh Hà và cộng sự (2016) [4] sử dụng thuật toán logic mờ để thay đổi linh hoạt khoảng thời gian đèn xanh với mức đồng xe có xét đến xác suất xuất hiện xe máy, nhưng chưa đề cập sâu. Phạm Thị Huệ và cộng sự (2015) [5] sử dụng logic mờ kết hợp đại số giá trị để điều khiển tín hiệu đèn với thông tin xe vào nút và xe trong hàng chờ cho nút giao giả định với các yếu tố hình học và yếu tố giao thông đã đơn giản hóa. Phân tích cho thấy, các nghiên cứu trước đây đã có những đóng góp nhất định, tuy nhiên phần lớn các nghiên cứu chủ yếu đề cập đến thuật toán mà chưa chú trọng đến yếu tố hình học nút giao, tính chất hỗn hợp của dòng xe ở các đô thị của nước ta. Trong nghiên cứu này, mô hình mô phỏng được phát triển dựa trên phần mềm VISSIM và Matlab để khảo sát hiệu quả của điều khiển đèn tín hiệu bằng logic mờ trong điều kiện giao thông hỗn hợp. Thời gian trễ được chọn làm chỉ tiêu đánh giá.

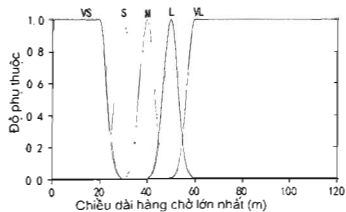
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Giả định một nút giao thông ngã tư được điều khiển bằng đèn tín hiệu độc lập, các nhánh vào nút đều được bố trí camera thu thập thông tin dòng giao thông như lưu lượng xe, chiều dài hàng chờ, thời gian chiếm dụng... Các thông tin giao thông hữu ích được lựa chọn như là các tham số đầu vào cho bộ điều khiển mờ và các giá trị đầu ra chính là thời gian xanh (thời gian xanh mở rộng/ kéo dài) được truyền đến đèn tín hiệu. Cấu trúc chung của hệ thống điều khiển đèn tín hiệu sử dụng logic mờ được mô tả như trên Hình 2.1.

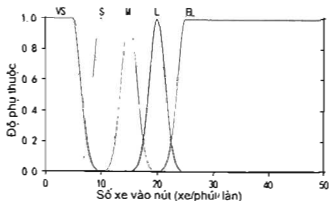


Hình 2.1: Sơ đồ cấu trúc điều khiển đèn tín hiệu sử dụng logic mờ

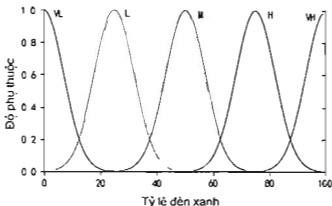
Trong nghiên cứu này, hai tham số giao thông điển hình cho dòng giao thông hỗn hợp, bao gồm chiều dài hàng chờ lớn nhất (QL, m) và số xe vào nút (V, xe/phút/làn) được lựa chọn là các biến đầu vào của mô-đun mờ. Chiều dài hàng chờ phản ánh được hiệu quả sử dụng mặt đường trong dòng xe hỗn hợp phụ thuộc xe máy và không di chuyển theo làn đường cố định. Số xe vào nút xác định ở vị trí cách vạch dừng xe khoảng 150m nhờ bộ thu thập thông tin giao thông. Các thông tin biến đầu vào sẽ được cập nhật vào mô-đun điều khiển mờ với khoảng giãn cách 3 phút. Các biến đầu vào được mờ hóa bằng các biến ngôn ngữ đánh giá mức độ. Chiều dài hàng chờ lớn nhất được chia thành 5 mức: "rất ngắn (VS)", "ngắn (S)", "trung bình (M)", "dài (L)", "rất dài (VL)". Số xe vào nút được chia thành 5 mức: "rất nhỏ (VS)", "nhỏ (S)", "trung bình (M)", "lớn (L)", "rất lớn (EL)". Biến đầu ra là tỷ lệ đèn xanh (W), cũng được mờ hóa bởi các biến ngôn ngữ: "rất thấp (VL)", "thấp (L)", "trung bình (M)", "cao (H)" và "rất cao (VH)". Các hàm phụ thuộc của các biến được thể hiện như trên Hình 2.2 đến Hình 2.4.



Hình 2.2: Hàm phụ thuộc của biến chiều dài hàng chờ lớn nhất



Hình 2.3: Hàm phụ thuộc của biến số xe vào nút



Hình 2.4: Hàm phụ thuộc của biến tỷ lệ đèn xanh

Tập luật logic mờ được xây dựng theo luật "IF-THEN" như Bảng 2.1. Ví dụ, nếu V= "VS" và QL= "VS" thì W= "VL" (Bảng 2.1).

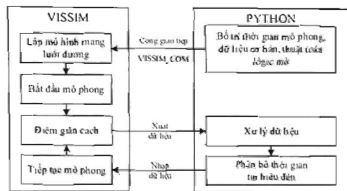
Bảng 2.1. Tập luật logic mờ

Số xe vào nút (V)	Chiều dài hàng chờ lớn nhất (QL)				
	VS	S	M	L	VL
VS	VL	VL	VL	L	L
S	VL	L	L	M	M
M	VL	L	M	M	H
L	L	M	M	H	VH
VL	L	M	H	VH	VH

Vận dụng suy diễn MAX-MIN và giải mờ theo phương pháp điểm trọng tâm với tập luật mờ như Bảng 2.1, ta sẽ xác định được giá trị của tỷ lệ đèn xanh (W), sau đó đưa vào tỷ lệ đèn xanh (W), chúng ta có thể xác định lại được thời gian của từng pha như công thức (1) biểu thị.

$$g_i = g_{max,i} + \frac{W_i}{100} \cdot (g_{min,i} - g_{max,i}) \quad (1)$$

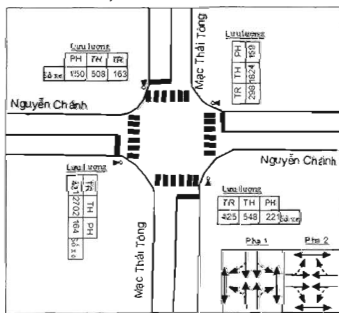
Trong biểu thức (1), g_i là thời gian đèn xanh của pha i ; $g_{min,i}$, $g_{max,i}$ lần lượt là thời gian đèn xanh nhỏ nhất và lớn nhất của pha i ; W_i là tỷ lệ thời gian xanh của pha i , lấy giá trị lớn nhất từ kết quả giải mờ tương ứng với từng làn đường (nhóm làn) pha thứ i [6]. Trong nghiên cứu này, mô hình điều khiển tín hiệu đèn sử dụng logic mờ được thực hiện trong môi trường tích hợp VISSIM-PYTHON theo Hình 2.5.



Hình 2.5: Sơ đồ tích hợp VISSIM-PYTHON

3. KỊCH BẢN NGHIỆM CỬU

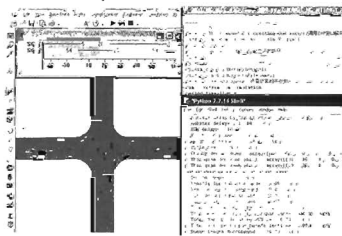
Để kiểm chứng tính đúng đắn của phương pháp điều khiển đèn tín hiệu sử dụng logic mờ trình bày trên, nhóm nghiên cứu chọn nút giao thông Nguyễn Chánh - Mạc Thái Tông ở địa bàn Hà Nội làm đối tượng nghiên cứu (Hình 3.1). Kết quả khảo sát trong một giờ cao điểm sáng (7 - 8h) tháng 4/2018 cho thấy: đường Nguyễn Chánh và đường Mạc Thái Tông đều có 4 làn xe và không có dải phân cách giữa. Nút giao đang được điều khiển bằng đèn tín hiệu với chương trình điều khiển cố định hai pha có chu kỳ đèn 66s. Pha 1 cho dòng xe trên đường Mạc Thái Tông với đèn xanh 31s, pha 2 cho dòng xe trên đường Nguyễn Chánh với đèn xanh 29s, thời gian đèn vàng là 3s và thời gian đèn đỏ quét sạch nút là 0s. Lưu lượng xe qua nút trong thời gian khảo sát là 7.593 xe với trên 73% là xe máy.



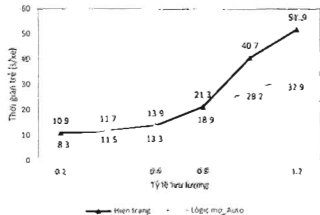
Hình 3.1: Nút giao thông nghiên cứu

Giữ nguyên số pha điều khiển và thứ tự pha, sau khi tối ưu tham số của hình thức điều khiển cố định dựa theo phương pháp Webster cải tiến [7,8], lựa chọn được tham số như sau: chu kỳ đèn 60s, thời gian đèn xanh pha 1 là 15s, thời gian đèn xanh pha 2 là 35s, thời gian đèn vàng 3s và thời gian đèn đỏ quét sạch nút là 2s [8]. Thời gian đèn xanh lớn nhất của một pha sẽ bằng thời gian đèn xanh tính toán theo phương pháp điều khiển cố định nhân với hệ số 1,25 [9]. Thời gian đèn xanh tối thiểu của

mỗi pha có xét đến thời gian đèn xanh tối thiểu dành cho người đi bộ là 15s [10]. Các đặc trưng hình học, đặc trưng giao thông và tham số điều khiển được đưa vào phần mềm VISSIM. Đây là phần mềm mô phỏng giao thông vi mô được xây dựng dựa trên mô hình tâm lý - sinh lý do Wiedemann đề xuất năm 1974, có khả năng mô phỏng đa luồng với thành phần xe đa dạng (bao gồm ô tô, xe khách, xe buýt, xe điện, xe tải, xe máy, xe đạp và người đi bộ) cho nhiều đối tượng khác nhau như đường đô thị, đường cao tốc, tuyến giao thông công cộng, nút giao thông... [11]. Các tham số trong VISSIM được hiệu chỉnh dựa trên các nghiên cứu về dòng giao thông nước ta đã công bố [12-14]. Để xem xét hiệu quả của phương pháp đề xuất, nhóm nghiên cứu thực hiện thí nghiệm đối lưu lượng xe đến nút so với lưu lượng ban đầu tương ứng với tập hệ số $K = (0,2;0,4;0,6;0,8;1,0;1,2)$ trong khi vẫn giữ nguyên số pha và thứ tự pha. Tập hệ số K biểu thị các kịch bản lưu lượng xe thay đổi theo thời gian trong ngày. Chạy các mô hình VISSIM từ PYTHON (Hình 3.2) theo sơ đồ tích hợp ở Hình 2.5, cho kết quả mô phỏng như trên Hình 3.3 dưới đây.



Hình 3.2: Minh họa chạy VISSIM từ PYTHON



Hình 3.3: Kết quả mô phỏng thời gian trễ ở nút ở các kịch bản khác nhau

Kết quả trên Hình 3.3 cho thấy, điều khiển tín hiệu đèn bằng logic mờ đã giảm đáng kể thời gian trễ của xe ở nút, từ đó làm tăng mức phục vụ của nút giao. Chúng ta thấy rằng, khi lưu lượng xe đến nút thấp, sự khác biệt không lớn giữa điều khiển tín hiệu đèn bằng logic mờ với phương án hiện tại, do bố trí chu kỳ đèn tối thiểu (40s)

xét đến thời gian đèn xanh tối thiểu cho người đi bộ qua đường (15s) để đảm bảo an toàn. Khi lưu lượng tăng cao, phương án sử dụng logic mờ có thời gian trễ thấp hơn nhiều so với phương án hiện trạng, điều này đồng nghĩa minh chứng cho tính hiệu quả của phương pháp đề xuất.

4. KẾT LUẬN

Tổ chức giao thông tại nút giao bằng đèn tín hiệu là hình thức phổ biến trong các đô thị ở nước ta hiện nay, tuy nhiên đến nay vẫn cần thiết có các giải pháp điều khiển giao thông hiệu quả hơn. Bài báo đã đề xuất một phương pháp điều khiển đèn tín hiệu giao thông dựa trên logic mờ phù hợp với dòng xe hỗn hợp ở nước ta. Kết quả thử nghiệm trên VISSIM-PYTHON cho thấy tính hiệu quả của phương pháp đề xuất. Tuy nhiên, nghiên cứu mới chỉ thực hiện cho nút giao độc lập, chưa được thực nghiệm ngoài hiện trường. Đây là hướng nghiên cứu tiếp theo để các nhà nghiên cứu tiếp tục cải tiến và phát triển.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này thực hiện dưới sự hỗ trợ của Trường Đại học GTVT (No.: T2019-DT-004). Nhóm nghiên cứu cũng cảm ơn nhóm sinh viên chuyên ngành Kỹ thuật ATGT và Điều khiển & Tự động hóa giao thông đã giúp chúng tôi thu thập và xử lý dữ liệu.

Tài liệu tham khảo

- [1]. L. A. Zadeh (1965), *Fuzzy sets*, Information control, vol.8, no.3, pp.338-353.
- [2]. C. P. Pappis and E. H. Mamdani (1977), *A fuzzy logic controller for a traffic junction*, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, vol.SMC-7, no.10, pp.707-717.
- [3]. N. C. Ngón (2010), *Nghiên cứu thiết kế hệ thống đèn giao thông thông minh*, Tạp chí khoa học, Đại học Cần Thơ, tập 15b, tr.56-63.
- [4]. H. T. T. Hà, K. A. Tuấn, L. V. Lâm (2016), *Ứng dụng logic mờ xây dựng hệ thống điều khiển tín hiệu đèn giao thông thông minh*, Hội nghị Khoa học Quốc gia lần thứ IX "Nghiên cứu cơ bản và ứng dụng Công nghệ thông tin (FAIR'9)", TP. Cần Thơ.
- [5]. P. T. Huệ, N. T. H. Minh, L. H. Sơn, P. V. Hải (2015), *Ứng dụng Logic mờ và Đại số giả tử điều khiển đèn tín hiệu giao thông*, Hội nghị Quốc gia lần thứ VIII về Nghiên cứu cơ bản và Ứng dụng Công nghệ thông tin (FAIR), Hà Nội.
- [6]. B. Yulianto and Setiono (2012), *Traffic signal controller for mixed traffic conditions*, IOSR Journal of Mechanical Civil Engineering.
- [7]. Q. C. Do (2009), *Traffic Signals in Motorcycle Dependent Cities*, PhD, Technische Universität Darmstadt, Germany.
- [8]. X.-C. Vuong, R.-F. Mou, H.-S. Nguyen and T.-T. Vu (2018), *Signal Timing Optimization of Isolated Intersection for Mixed Traffic Flow in Hanoi City of Vietnam Using VISSIM*, in International Conference on Smart Vehicular Technology, Transportation, Communication and Applications, pp.133-139, Springer.

[9]. R. P. Roess, W. R. McShane and E. S. Prassas (2004), *Traffic Engineering 3rd Edition*, New Jersey: Prentice-Hall Inc.

[10]. Transportation Research Board (TBR) (2010), *Highway Capacity Manual (HCM 2010)*.

[11]. PTV AG (2007), *VISSIM 4.30 User Manual*, Karlsruhe, Germany.

[12]. C. M. Chu (2007), *Analysis of motorcycle behaviour at midblocks and signalised intersections*, PhD, Nagaoka University of Technology, Japan.

[13]. H. T. Van, S. Fujii and J. D. Schmocker (2009), *Upgrading from motorbikes to cars: Simulation of current and future traffic conditions in Ho Chi Minh City*, Journals of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, vol.8, pp.335-335.

[14]. T. Q. Duy (2012), *Nghiên cứu xác định thông số mô hình xe theo xe áp dụng cho mô phỏng dòng xe trên đường bằng phương pháp mô phỏng giao thông*, Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, TP. Hồ Chí Minh.

Ngày nhận bài: 03/01/2020

Ngày chấp nhận đăng: 23/01/2020

Người phản biện: TS. Trịnh Lương Miên

TS. Lê Thị Thúy Nga