

Ước lượng thời gian trễ của xe trong dòng xe hỗn hợp ở nút giao thông có đèn tín hiệu bằng VISSIM

■ **ThS. CÙ THỊ THỰC ANH; TS. VƯƠNG XUÂN CẦN^(*); ThS. VŨ TRỌNG THUẬT; ThS. NGUYỄN CHÍ TRUNG**

Trường Đại học Giao thông vận tải

■ **ThS. NGUYỄN THỊ AN**

Trường Đại học Kinh tế Quốc dân

Email: ^(*)vuongcan@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Bài báo trình bày phương pháp ước lượng thời gian trễ của xe ở nút giao trong dòng giao thông hỗn hợp dựa trên mô phỏng giao thông vi mô VISSIM. Đồng thời, một phép so sánh với số liệu quan sát thực tế được thu thập từ máy bay không người lái được thực hiện để xem xét hiệu quả mô phỏng. Kết quả so sánh thông qua một nút giao thông cụ thể đã cho thấy rằng, thời gian trễ trong môi trường mô phỏng sai khác không lớn so với số liệu quan sát. Nó minh chứng cho sự thực dụng và hiệu quả của mô phỏng giao thông vi mô đối với phân tích thời gian trễ của dòng giao thông hỗn hợp ở nút giao thông có đèn tín hiệu ở nước ta.

TỪ KHÓA: Thời gian trễ, nút giao thông, VISSIM.

ABSTRACT: This paper presents a method for estimating vehicle delay at signalized intersections in mixed traffic flow based on VISSIM micro traffic simulation. At the same time, a comparison with actual observation data collected from the unmanned aerial vehicle is performed to examine the simulation effectiveness. Comparison results through a specific intersection have shown that the delay in the simulated environment is not significantly different from the observed data. It demonstrates the practicality and effectiveness of micro traffic simulation on the delay analysis of mixed traffic flow at signalized intersections in Vietnam.

KEYWORDS: Vehicle delay, intersection, VISSIM.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mô phỏng được biết đến như là một phương pháp đơn giản hóa toán học, gần đúng hóa những hiện tượng xảy ra trong thực tế. Mô phỏng giao thông vi mô thể hiện hành vi của các phương tiện giao thông trong môi trường ảo để đưa ra các phân tích và đánh giá chất lượng khai thác của đoạn đường, nút giao thông tương ứng với các giải pháp

phát triển hệ thống giao thông. Mô phỏng giao thông còn giúp xác định các chỉ tiêu đánh giá mà các phương pháp truyền thống như phương pháp HCM [1] hay phương pháp Webster [2] rất khó thực hiện do yếu tố hình học nút giao phức tạp, làn đường không theo tiêu chuẩn... Mô phỏng giao thông vi mô luôn gắn liền với các phần mềm, điển hình như VISSIM, PARAMICS, CORSIM, AIMSUN, SYNCHRO... Trong đó, VISSIM (Verkehr In Städten - SIMulationsmodell) là một trong những phần mềm mô phỏng mạnh được phát triển bởi Công ty PTV (Planung Transport Verkehr) của CHLB Đức, có thể mô phỏng cho dòng giao thông thuần và dòng giao thông hỗn hợp như Việt Nam với độ tin cậy cao [3]. Trên thế giới, VISSIM đã được sử dụng rất phổ biến và có những đóng góp nhất định cho sự phát triển của hệ thống GTVT. Còn ở nước ta, tiếp cận mô phỏng giao thông nói chung và sử dụng VISSIM nói riêng mới được quan tâm trong thời gian gần đây. Hơn nữa, dòng giao thông hỗn hợp và phức tạp như ở nước ta, việc sử dụng mô phỏng giao thông vi mô vẫn còn là một thách thức. Đến nay, số ít học giả ở Việt Nam cố gắng sử dụng VISSIM để mô phỏng và ước lượng thời gian trễ của xe trên đoạn đường và nút giao, điển hình như: Vương Xuân Cần và cộng sự (2016) sử dụng VISSIM để ước lượng thời gian trễ của phương tiện ở nút giao và có so sánh với phương pháp HCM 2000 (Highway Capacity Manual) mà chưa đối sánh với quan sát thực tế hiện trường. Hơn nữa, trong nghiên cứu này, dòng giao thông đã được quy đổi về dòng xe con tiêu chuẩn nên chỉ phản ánh tốt các yếu tố hình học nút và yếu tố về đèn tín hiệu mà chưa phản ánh đầy đủ tính hỗn hợp của dòng xe [3, 4]; Vương Xuân Cần và cộng sự (2018) đã xem xét đến thời gian trễ của xe trong dòng xe hỗn hợp ở nút giao thông trong môi trường mô phỏng VISSIM, tuy nhiên bài báo này chưa trình bày chi tiết về cách xác định thời gian trễ trên môi trường mô phỏng do đây không phải mục đích chính của nghiên cứu này [5]; Đặng Thu Hương và cộng sự (2022) sử dụng VISSIM để nghiên cứu khả năng thông hành của đoạn nhập vào đường cao tốc, chưa phân tích thời gian trễ của xe [6]... Xuất phát từ đó, trong bài báo này, nhóm nghiên cứu trình bày về phương pháp xác định thời gian trễ của xe trong môi trường VISSIM, đồng thời so sánh với kết quả quan sát thực tế hiện trường được thu thập từ máy bay

không người lái (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) và phần mềm xem video để xem xét tính khả thi của mô phỏng.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Sơ lược về thời gian trễ

Thời gian trễ của xe (còn được gọi thời gian chậm xe hoặc thời gian chờ) là chỉ tiêu quan trọng đánh giá hiệu suất vận hành và mức độ phục vụ của nút giao. Thời gian trễ không chỉ phản ánh tính hợp lý của thiết kế tổ chức và điều khiển giao thông mà còn phản ánh sự ảnh hưởng mức độ cản trở với người đi đường, chất lượng phục vụ, mức độ tiêu hao nhiên liệu. Khi xe đến nút giao có đèn tín hiệu, dưới tác động của giải pháp tổ chức giao thông mà xe có thể được đi hay phải dừng chờ. Khi đến nút, xe phải giảm tốc so với bên ngoài nút nên sinh ra thời gian trễ giảm tốc. Nếu gặp đèn đỏ, xe phải dừng chờ đến đèn xanh của chu kỳ sau nên xe phải xếp hàng mà sinh ra thời gian trễ xếp hàng. Ngoài ra, sau khi thoát nút, xe tăng tốc để đạt tốc độ ở trên đoạn đường mà sinh ra thời gian trễ tăng tốc [3, 4]. Theo đó, trong kỹ thuật giao thông người ta thường sử dụng một số khái niệm về thời gian trễ ở nút giao thông như sau:

- Thời gian trễ do dừng: Là thời gian xe dừng để đợi qua nút.

- Thời gian trễ xếp hàng: Là tổng thời gian kể từ khi xe bắt đầu tham gia vào hàng chờ cho đến khi xe vượt qua vạch dừng.

- Thời gian trễ qua nút: Là hiệu giữa tổng thời gian qua nút lý tưởng với thời gian qua nút thực tế.

- Thời gian trễ tới nút: Bao gồm thời gian giảm tốc từ khi vào nút tới khi dừng, thời gian dừng, thời gian tăng tốc từ khi dừng tới tốc độ qua nút bình thường ở một nhánh đường.

- Thời gian trễ điều khiển: Là tổng thời gian trễ do ảnh hưởng của quá trình điều khiển giao thông trong nút giao, bao gồm thời gian trễ do dừng, giảm tốc và tăng tốc.

Trong các khái niệm nêu trên, thời gian trễ điều khiển là thường được sử dụng hơn cả trong các bộ tiêu chuẩn liên quan đến thiết kế đèn tín hiệu. Tuy nhiên, các phần mềm mô phỏng giao thông vì mô thường ưu tiên xác định thời gian trễ qua nút và trễ điều khiển.

2.2. Thời gian trễ trong VISSIM

Phần mềm VISSIM là một trong những phần mềm mạnh có khả năng phân tích dòng giao thông hỗn hợp với mô hình chạy xe tuân thủ theo mô hình tâm lý - sinh lý do Wiedemann đề xuất năm 1974 [7]. VISSIM cung cấp một số loại thời gian trễ của xe ở nút giao thông, bao gồm thời gian trễ do dừng và thời gian trễ qua nút. Trong nghiên cứu này sử dụng thời gian trễ qua nút, tức là thời gian trễ của xe được tính toán dựa vào hiệu giữa thời gian qua nút mong muốn với thời gian qua nút thực tế. Cụ thể như sau:

- Thời gian trễ của của một xe là thời gian phát sinh do tốc độ thực tế thấp hơn so với tốc độ mong muốn. Nó được tính bằng hiệu số giữa thời gian thực tế và thời gian ứng với tốc độ mong muốn. Tốc độ mong muốn là tốc độ giới hạn của tuyến hoặc tốc độ lớn nhất thông qua điều tra.

- Số lượng xe qua nút: Là số lượng xe đã đến và thoát

khỏi các đoạn đường quan sát trong nút giao tương ứng với thời gian quan sát nhất định.

- Thời gian trễ trung bình: Là tỷ số giữa tổng thời gian trễ của các xe với số lượng xe qua nút.

Theo đó, thời gian trễ được ước lượng trong môi trường mô phỏng theo công thức sau:

$$d_i = |t_i - t_{0i}| \quad (1)$$

$$d = \frac{\sum d_i}{N_{veh}} \quad (2)$$

Trong đó: d_i - Thời gian trễ của xe thứ i khi đã thông qua đoạn đường quan sát $[s]$; t_i, t_{0i} - Lần lượt là khoảng thời gian thực tế và khoảng thời gian cần thiết trong điều kiện dòng tự do hoặc tốc độ lớn nhất kỳ vọng $[s]$; N_{veh} - Tổng số xe đã thông qua đoạn đường quan sát trong khoảng thời gian mô phỏng $[xe]$; d - Thời gian trễ trung bình $[s]$.

Để thực hiện mô phỏng dòng xe hỗn hợp, một số tham số của VISSIM được hiệu chỉnh dựa trên các nghiên cứu đã công bố ở nước ta [5, 8, 9]. Bên cạnh đó, để xem xét hiệu quả của việc hiệu chỉnh mô hình, nhóm nghiên cứu sử dụng Sai số tương đối trung bình (Mean Absolute Percent Error, MAPE) với công thức như sau:

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|Y_i - \hat{Y}_i|}{Y_i} \quad (3)$$

Trong đó: MAPE - Sai số tương đối trung bình; $\hat{Y}_i$ - Giá trị mô phỏng; Y_i - Giá trị quan sát thực tế. Nghiên cứu này sử dụng lưu lượng xe thoát nút ở các nhánh để đánh giá mô hình hiệu chỉnh.

2.3. Thời gian trễ quan sát thực tế

Thời gian trễ của xe quan sát thực tế được thực hiện tương tự như đối với mô phỏng VISSIM với số mẫu quan sát xác định và mẫu được lấy ngẫu nhiên theo loại xe. Trước tiên, tình hình giao thông ở nút giao thông được thu thập bằng máy bay không người lái UAV, sau đó sử dụng phần mềm xem video và phân tích chuyển động Tracker để ghi lại thời gian hành trình thực tế của một xe đi qua đoạn đường quan sát ở khu vực nút giao [10]. Đoạn đường này cắt qua vùng vật lý và vùng chức năng của nút, tức nó bao gồm đoạn trước hàng chờ, đoạn hàng chờ và đoạn thoát nút. Thời gian trễ của xe là hiệu số giữa thời gian hành trình và thời gian cần thiết khi chạy theo tốc độ kỳ vọng. Cuối cùng, thời gian trễ trung bình là giá trị trung bình của các mẫu quan sát.

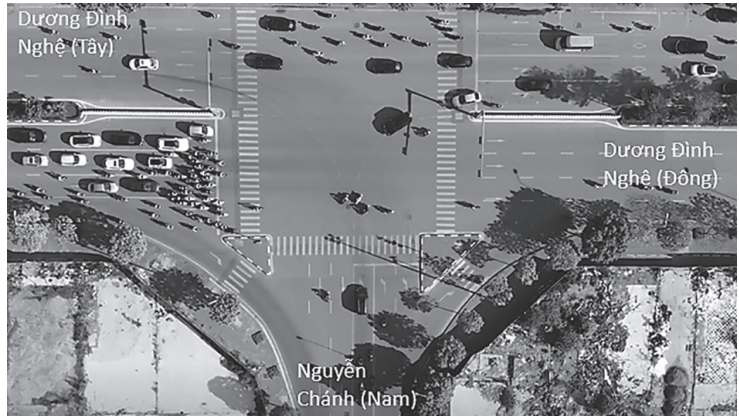
2.4. Phân tích ví dụ

Để ước lượng thời gian trễ của xe trong môi trường mô phỏng, nhóm nghiên cứu lựa chọn nút giao thông ngã ba Nguyễn Chánh - Dương Đình Nghệ, TP. Hà Nội. Ở nút giao thông này, đường Dương Đình Nghệ là đường hai chiều, mỗi chiều có 4 làn xe và có dải phân cách giữa rộng 3 m. Đường Nguyễn Chánh cũng là đường hai chiều, mỗi chiều có 2 làn xe và không có dải phân cách giữa. Tại thời điểm khảo sát, nút giao thông được điều khiển bằng đèn tín hiệu 3 pha với chu kỳ đèn 95s như sau: Pha 1 cho dòng xe trên đường Dương Đình Nghệ rẽ trái với đèn xanh 16s, pha 2 cho dòng xe trên đường Dương Đình Nghệ đi thẳng với

đèn xanh 47s, pha 3 cho dòng xe trên đường Nguyễn Chánh rẽ trái với đèn xanh 23s. Thời gian đèn vàng được bố trí 3s. Vị trí và hình ảnh của nút giao được thể hiện trên Hình 2.1 và Hình 2.2.



Hình 2.1: Vị trí nút giao trên Google map

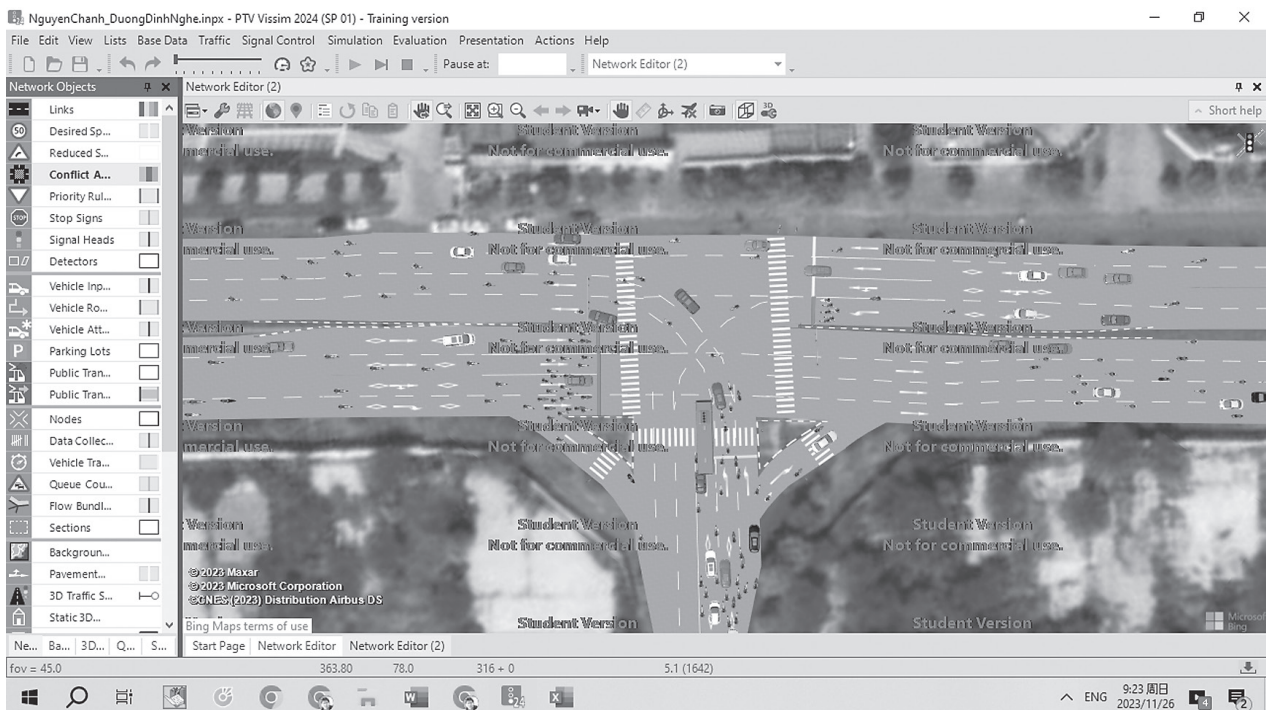


Hình 2.2: Hình ảnh nút giao quay bằng UAV

Sau khi thu thập khu vực nút giao bằng UAV, tiến hành xác định lưu lượng xe và thành phần dòng xe bằng phương pháp thủ công khi xem lại hình ảnh video. Lưu lượng xe giờ cao điểm với thành phần chính là xe máy (83,7%). Dựa vào các yếu tố hình học cũng như yếu tố giao thông của nút, thông qua mô phỏng bằng VISSIM (phiên bản dành cho sinh viên, thời gian mô phỏng tối đa 10 phút) với tham số được hiệu chỉnh như đã trình bày ở mục trước và thời gian 5 phút để khởi tạo mạng lưới (Hình 2.3), kết quả mô phỏng đạt được sai số MAPE là 5,89% về lưu lượng xe thoát nút trong 5 phút (Bảng 2.1), biểu thị mô hình mô phỏng đảm bảo tính tin cậy.

Bảng 2.1. Kết quả hiệu chỉnh mô hình VISSIM

Nhánh vào nút	Lưu lượng xe trung bình trong 5 phút (xe)		Chênh lệch (%)
	Thực tế	Mô phỏng	
Dương Đình Nghệ (Tây)	873	908	3,96
Dương Đình Nghệ (Đông)	422	403	4,50
Nguyễn Chánh	310	281	9,21
MAPE (%)		5,89	



Hình 2.3: Mô phỏng nút giao trong môi trường VISSIM

Từ kết quả trên, nhóm nghiên cứu tiến hành so sánh về thời gian trễ. Qua quan sát 266 mẫu xe (147 xe máy và 119 ô tô) ở các đường nhánh vào nút và thoát nút giao đạt được thời gian trễ trung bình 29,28s. Sau đó, tương ứng quan sát trên VISSIM đạt được sự chênh lệch về thời gian trễ giữa hai phương pháp như thể hiện ở Bảng 2.2.

Bảng 2.2. So sánh kết quả ước lượng thời gian trễ

Phương pháp ước lượng	Thời gian trễ trung bình (s)	Chênh lệch so với quan sát thực tế (%)
Quan sát thực tế	29,28	-
Mô phỏng VISSIM phiên bản dành cho sinh viên	31,34	7,04%

Qua kết quả mô phỏng ở Bảng 2.2 cho thấy, kết quả phân tích thời gian trễ bằng VISSIM và quan sát thực tế có sự chênh lệch nhất định, nhưng sự chênh lệch không quá lớn (tức 7,04%). Kết quả này cho thấy, bên cạnh việc sử dụng phương pháp quan sát thực tế để phân tích thời gian trễ, chúng ta cũng có thể thông qua mô phỏng giao thông như VISSIM để xác định chúng, từ đó dễ dàng phân tích và đánh giá các giải pháp tổ chức giao thông khác nhau ở nút giao thông trên môi trường mô phỏng.

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã ước lượng thời gian trễ của xe ở nút giao thông trong dòng giao thông hỗn hợp ở nước ta trên môi trường mô phỏng, đồng thời thực hiện đối sánh với số liệu quan sát thực tế thông qua video được quay bằng UAV. Kết quả không chỉ bước đầu khẳng định tính khả thi của mô phỏng vì mô đối với dòng xe hỗn hợp ở nút giao thông, mà còn là tài liệu tham khảo hữu ích cho các nhà nghiên cứu, các kỹ sư và các học giả quan tâm đến các vấn đề về giao thông ở Việt Nam. Tuy nhiên, bài báo mới dừng lại ở nghiên cứu cho một nút giao thông điều khiển bằng đèn tín hiệu điển hình với thời gian mô phỏng hạn chế do phiên bản VISSIM dành cho sinh viên, cho nên mở rộng đối tượng nghiên cứu (nút giao không có đèn điều khiển, đoạn đường và mạng lưới đường) trong các phiên bản mô phỏng với thời gian dài hơn (VISSIM phiên bản học thuật hoặc thương mại) là hướng triển khai tiếp theo của nghiên cứu này.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2023-MT-002.

Tài liệu tham khảo

- [1]. TRB (2000), *Highway capacity manual (HCM)*, Transportation Research Board, Washington, DC.
- [2]. F. Webster (1958), *Traffic signal settings, road research technical paper no. 39*, Road Research Laboratory.
- [3]. Vương Xuân Cẩn, Vũ Trọng Thuật (2016), *Phân tích thời gian chậm xe ở nút giao thông có đèn tín hiệu bằng phần mềm mô phỏng VISSIM*, Tạp chí GTVT, Số đặc biệt, tr.68-70.
- [4]. Vương Xuân Cẩn, Nguyễn Chí Trung (2015), *Phân tích giao thông tại nút giao thông cùng mức bằng phần mềm VISSIM*, Kỷ yếu Hội nghị khoa học Giảng viên trẻ Khoa Công trình năm 2015 - Trường Đại học GTVT, Hà Nội.
- [5]. 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, Springer, pp.133-139.

[6]. Đặng Thu Hương, Đặng Minh Tân, Vũ Đình Phụng (2022), *Nghiên cứu mô hình mô phỏng giao thông VISSIM trong đánh giá khả năng thông hành đoạn nhập vào đường cao tốc đô thị ở Việt Nam*, Tạp chí GTVT, số 7, tr.38-41.

[7]. PTV GROUP (2022), *Manual PTV VISSIM 2023*, PTV Planung Transport Verkehr GmbH, Karlsruhe, Germany.

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

[9]. T. H. Van, J.-D. Schmoeker and S. Fujii (2009), *Upgrading from motorbikes to cars: Simulation of current and future traffic conditions in Ho Chi Minh City*, The 8th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies.

[10]. Physlets, *Tracker*, <https://physlets.org/tracker/> (accessed July 6th, 2022).

Ngày nhận bài: 18/11/2023

Ngày chấp nhận đăng: 10/12/2023

**Người phản biện: TS. Nguyễn Hoàng Vân
ThS. Trịnh Văn Mỹ**