

Nghiên cứu xây dựng một phương pháp xác định gián cách chấp nhận tại vùng xung đột: áp dụng cho mô phỏng giao thông Vissim

- **Văn Hồng Tấn**

Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 02 tháng 8 năm 2014, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 01 tháng 10 năm 2014)

TÓM TẮT

Nghiên cứu này có mục đích tìm ra phương pháp xây dựng mô hình hành vi ứng xử tại vị trí giao cắt dựa trên quan sát thực tế. Từ đó xác định gián cách chấp nhận hợp lý cho dòng xe hỗn hợp ở Việt Nam. Nghiên cứu cũng trình bày một ví dụ áp dụng phương pháp để có được giá trị hiệu chỉnh của thông số gián cách chấp nhận cho việc sử dụng

phần mềm VISSIM. Thông qua khả năng dự báo của một mô hình ví dụ và kết quả mô phỏng tại một giao lộ bằng VISSIM có thể phân ánh khá chính xác thực tế, ta có thể nhận thấy khả năng ứng dụng hiệu quả của phương pháp đề xuất trong xác định gián cách chấp nhận hợp lý tại vị trí giao cắt.

Từ khóa: Vùng xung đột (*conflict area*), Gián cách chấp nhận (*critical acceptance gap*), mô hình hồi quy nhị phân (*binary logistic regression*), mô phỏng VISSIM (*VISSIM simulation*)

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Giao thông tại các đô thị lớn ở Việt Nam có đặc điểm là dòng xe hỗn hợp với xe gắn máy chiếm đa số. Dòng giao thông lại thường xuyên giao cắt xung đột do rất nhiều đường trong đô thị được thiết kế và vận hành với chức năng tiếp cận cao. Bên cạnh đó, nhiều nút giao thông không có đèn tín hiệu. Ngay cả tại nút có đèn tín hiệu hai pha, xung đột vẫn tồn tại giữa nhiều loại phương tiện với nhau theo các hướng đi thẳng-đi thẳng hoặc đi thẳng-rẽ trái. Việc giao cắt với nhiều xung đột tạo ra nguy cơ tai nạn cao. Cùng với ý thức kém trong giao thông, nhiều người điều khiển

phương tiện tự ý băng ngang băng dọc mà không biết đó là những ứng xử nguy hiểm. Thực tế số liệu cả nước có trên 9.000 người chết/năm là minh chứng rõ ràng nhất về sự kém an toàn của hệ thống giao thông của Việt Nam. Do vậy, nghiên cứu về xung đột dòng xe khi giao cắt là nghiên cứu quan trọng hỗ trợ cho các biện pháp đảm bảo an toàn giao thông.

Mô hình ứng xử nhường nhau giữa các xe tại điểm xung đột về cơ bản là xác định gián cách thời gian chấp nhận hợp lý. Hiện tại, nghiên cứu về gián cách thời gian chấp nhận chủ yếu tiếp cận theo hai hướng. Một hướng nghiên cứu thử

nghiệm trực tiếp lên người lái xe các tình huống khác nhau để ghi nhận khả năng chấp nhận gián cách thời gian khi gặp xung đột. Hướng nghiên cứu này đã được các nước tiên tiến thực hiện khá nhiều cho xe ô tô, chẳng hạn nghiên cứu của [6], [7]. Hướng thứ hai quan sát thực tế để đánh giá xây dựng mô hình để đảm bảo mô hình phản ánh được thực tế với xác suất cao nhất. Hướng nghiên cứu này sử dụng mô hình tiện ích ngẫu nhiên (Random Utility Model) mô phỏng hành vi lựa chọn gián cách thời gian/quyết định tại điểm xung đột [1], [2], [3], [5], [10], [14]. Mô hình cơ bản lựa chọn gián cách thời gian được xem như là sự lựa chọn nhị phân (chọn hoặc không chọn bằng cách so sánh với giá trị giới hạn). Tuy nhiên, cả hai hướng nghiên cứu vừa nêu đều chưa được triển khai cho dòng xe máy hỗn hợp ở Việt Nam. Chính vì lý do đó mà tiêu chuẩn ngành giao thông của Việt Nam cũng chưa xác lập được giá trị gián cách thời gian chấp nhận dựa trên một nghiên cứu tin cậy. Việc xác định ngưỡng gián cách thời gian chấp nhận có ý nghĩa quan trọng trong các nghiên cứu về năng lực thông hành, chậm xe, mô phỏng giao thông và đánh an toàn trong thiết kế và vận hành nút giao thông.

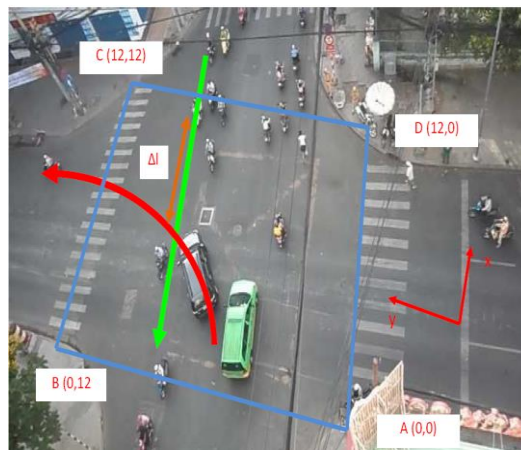
Do vậy, mục đích của nghiên cứu này là tìm ra phương pháp xây dựng mô hình hành vi ứng xử tại vị trí giao cắt dựa trên quan sát thực tế. Từ đó xác định gián cách chấp nhận hợp lý cho dòng xe hỗn hợp ở Việt Nam. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng trình bày ví dụ áp dụng phương pháp để có được giá trị hiệu chỉnh của thông số gián cách chấp nhận cho việc sử dụng phần mềm VISSIM.

2. THIẾT LẬP PHƯƠNG PHÁP

Phương pháp xây dựng dữ liệu

Quan trắc bằng camera là một phương pháp căn bản trong quan trắc dòng xe. Nghiên cứu này đề xuất dùng camera ghi hình lại chuyển động của dòng xe tại vị trí xuất hiện giao cắt (giao lộ, hoặc

nơi có tần suất tiếp cận cao). Hình 1 trình bày cách ghi nhận gián cách tại vị trí giao cắt mà một xe có thể nhường chờ hoặc vượt qua giao cắt. Đối với mỗi quan quan sát, các thông số dữ liệu như vận tốc xe, khoảng cách không gian, khoảng cách thời gian có thể được trích xuất bằng cách sử dụng phần mềm SEV [4]. Bằng cách quan sát nhiều trường hợp cho từng nhóm phương tiện, ta xây dựng được mẫu dữ liệu dùng để ước lượng mô hình phân tích hành vi ứng xử tại nơi giao cắt.



Hình 1. Cách ghi nhận gián cách và ứng xử nhường/đi tại vị trí giao cắt

Xây dựng mô hình hành vi ứng xử tại vị trí giao cắt

Như chúng ta đã biết, hồi quy tuyến tính được dùng cho biến liên tục để đánh giá mối liên hệ tuyến tính giữa biến độc lập và biến phụ thuộc. Với những mối quan hệ khác khi biến phụ thuộc không liên tục mà có kiểu thứ tự (ordinal) như dạng Không/có thì hồi quy tuyến tính không áp dụng được. Đó là vì khi biến phụ thuộc chỉ có hai giá trị thì không thể giả định nó và sai số của nó có phân bố chuẩn. Điều này không thỏa điều kiện ban đầu cho hồi quy tuyến tính dẫn đến sự mất hiệu lực trong các kiểm định. Ngoài ra, trong hồi quy tuyến tính, giá trị dự đoán của biến phụ thuộc không thể diễn dịch về giá trị xác suất.

Hồi quy nhị phân logistic (binary logistic) sử dụng biến phụ thuộc nhị phân (tức là 0 và 1, hay không xảy ra/xảy ra) để ước lượng xác suất xảy ra một sự kiện với những thông tin của biến độc lập mà ta thu thập được. Giá trị xác suất chuyển đổi của biến phụ thuộc trong hồi quy nhị phân logistic rơi vào khoảng (0,1).

Trong nghiên cứu này, ta gọi P là xác suất xảy ra sự kiện vượt qua giao cắt (biến phụ thuộc $Y = 1$)

→ (1-P) là xác suất khi không xảy ra sự kiện tức xe quyết định nhường chờ, ($Y = 0$).

Tỷ số lệch (Odds ratio) là tỷ số giữa xác suất vượt qua và xác suất nhường chờ được xác định

theo công thức sau:
$$Odd = \frac{P}{1-P} \quad (1)$$

Mô hình hồi quy nhị phân logistic thiết lập mối quan hệ tuyến tính giữa $\ln(odd)$ và các biến số gián cách quan sát được (biến độc lập X) qua biểu thức sau:

$$\ln(Odd) = \sum a_i \cdot X_i + \varepsilon \text{ hay } \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \sum a_i \cdot X_i + \varepsilon \quad (2)$$

Trong đó:

a_i là các tham số cần được ước lượng từ dữ liệu quan sát (như nêu ở trên)

ε là phần dư, tức phần không giải thích được bằng X_i

Mô hình trên giả định ε tuân theo quy luật phân bố chuẩn với kỳ vọng bằng 0 và phương sai không đổi. Lý do chuyển P thành $\ln(P/(1-P))$ hay logit (P) như biểu thức (2) là vì P chỉ biến thiên trong khoảng (0,1) trong khi logit (P) biến thiên từ 0 đến $-\infty$.

Xác suất để xe không ưu tiên quyết định vượt

qua giao cắt là:
$$P(Y = 1 / X) = \frac{e^{a_i \cdot X_i}}{1 + e^{a_i \cdot X_i}} \quad (3)$$

Biểu thức (3) cho thấy nếu ai mang dấu dương thì khi tăng X_i tức gia tăng gián cách thì sẽ làm

tăng khả năng $Y = 1$ tức tăng khả năng xe không ưu tiên vượt qua giao cắt. Do vậy, giả thiết việc thiết lập mô hình quan hệ toán trên như tác giả đề nghị là phù hợp với thực tế.

Ứng dụng mô hình để xác định ngưỡng gián cách chấp nhận hợp lý

Khi xảy ra sự kiện xe không ưu tiên vượt qua giao cắt, người lái xe đã chấp nhận gián cách thời gian xuất hiện để cho xe vượt qua giao cắt. Giá trị gián cách chấp nhận khác nhau cho từng tình huống và cho từng người lái xe. Qua việc quan sát nhiều trường hợp, như đã trình bày ở trên chúng ta có thể xây dựng được mô hình tin cậy cho tương quan giữa logit của xác suất vượt qua giao cắt và (các) gián cách quan sát. Giá trị gián cách X ứng với P%, chẳng hạn $P = 95\%$ (mức an toàn trong khoa học) là giá trị gián cách chấp nhận hợp lý mà 95% trường hợp các lái xe cảm thấy an toàn để vượt qua vùng xung đột giao cắt. Như vậy ngưỡng gián cách chấp nhận hợp lý được xác định từ phương trình sau:

$$\ln\left(\frac{0,95}{1-0,95}\right) = a \cdot [\text{gián cách chấp nhận}] + \text{const} \quad (4)$$

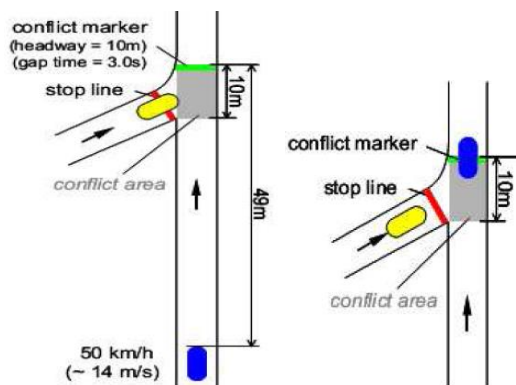
3. VÍ DỤ KIỂM CHỨNG ÁP DỤNG TRÊN MÔ PHỎNG VISSIM

Phần mềm VISSIM là một phần mềm chuyên về mô phỏng vi mô dòng giao thông và có tích hợp nhiều mô hình, trong đó về cơ bản có mô hình chuyển động dọc xe theo xe [13], mô hình chuyển làn và mô hình xử lý xung đột tại nút giao. Đây là một phần mềm mô phỏng mạnh, giao diện đơn giản dễ sử dụng, chiếm ít tài nguyên của máy tính. Dữ liệu xuất ra đơn giản và dễ dàng kiểm tra. Phần mềm này hiện nay tương đối phổ biến trên thế giới. Ở Việt Nam đã có nhiều tổ chức, các trường Đại học và một vài công ty Tư vấn đã sử dụng VISSIM để đánh giá tác động giao thông [11], [12].

VISSIM xử lý xung đột giữa hai xe theo quy luật ưu tiên (priority rule), trên cơ sở xe trên dòng ưu tiên tiếp cận trước thì xe trên dòng phụ phải nhường chờ [8]. Trong thực tế quan sát bằng camera tại các giao lộ, quy luật nhường chờ thường phù hợp cho xung đột giữa ô tô-ô tô hoặc xe máy-ô tô. Đối với xung đột xe máy-xe máy, khi hai xe tiếp cận vùng xung đột, thường thì cả hai xe đều giảm tốc độ và quan sát ước tính xe còn lại, nếu xe nào đến trước hơn thì giành đường, xe còn lại qua sau.

Hiệu chỉnh thông số trong xử lý xung đột của VISSIM

Trong mô hình VISSIM, quy tắc xử lý xung đột bao gồm hai thành phần: Vạch dừng (stop line) và vạch xanh (conflict marker), gián cách (space headway) nhỏ nhất. Gián cách nhỏ nhất thường được định nghĩa là độ dài vùng xung đột. Trong khai báo mô hình mô phỏng, gián cách nhỏ nhất được xác định bằng giới hạn giữa hai vạch xanh đặt trên dòng ưu tiên (xem Hình 2). Nếu trong vùng giới hạn đó có xe thì vạch dừng sẽ chặn xe tiếp cận trên hướng không ưu tiên. Như vậy chiều dài giới hạn giữa hai vạch xanh đóng vai trò của gián cách chấp nhận đối với người lái xe trên đường không ưu tiên trong quyết định nhường đường. Đây thành phần quan trọng cần phải xác định/hiệu chỉnh để mô hình mô phỏng VISSIM có thể mô phỏng giống thực tế. Đây cũng là cơ sở tương tự để chúng ta xác định được gián cách thời gian chấp nhận cho các nghiên cứu về năng lực lái xe của người Việt Nam.

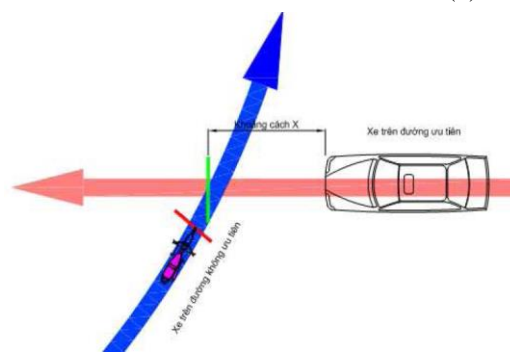


Hình 2. Trường hợp xe vượt qua (trái) và dừng nhường chờ (phải) (Nguồn [8])

Bài báo này trình bày minh chứng bằng kết quả của được thực hiện bởi [9] theo phương pháp được tác giả đưa ra để ứng dụng cho hiệu chỉnh thông số gián cách chấp nhận trong mô phỏng VISSIM. Trong nghiên cứu này, [9] xây dựng được dữ liệu gồm 100 quan sát gián cách không gian trong xung đột giữa ô tô-ô tô và 100 quan sát gián cách không gian trong xung đột xe máy-ô tô tại giao lộ đường 3-2 và đường Lê Hồng Phong tại Tp. HCM.

Đối với mô hình xe máy-ô tô, sử dụng phần mềm phân tích thống kê, [9] chọn biến quan sát là gián cách giữa ô-tô và đầu xe máy trên đường không ưu tiên (xem Hình 3). Tác giả đã xây dựng được mô hình như sau:

$$\ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = 0,799.X - 3,098 \tag{5}$$



Hình 3. Khoảng cách xe máy xem xét trong giao cắt

Mô hình này có tỷ lệ dự báo đúng 73,3% cho trường hợp dừng chờ và 76,4% cho trường hợp vượt qua. Với xác suất bằng chấp nhận bằng 50% và 85%, [9] tìm được giá cách chấp nhận hợp lý tương ứng là 3,9m và 6,05m.

Tương tự đối với xung đột ô tô - ô tô, từ dữ liệu quan trắc, [9] thiết lập được quan hệ:

$$\ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = 1,368.X - 14,738 \quad (6)$$

Mô hình trên có tỷ lệ dự báo đúng đến 99,3% cho trường hợp xe nhường chờ và 87,5% các trường hợp xe vượt qua. Cũng với xác suất 50% và 85%, mô hình tính được giá cách chấp nhận hợp lý trong giao cắt ô tô - ô tô tương ứng là 10,8m và 12,0m.

Sử dụng kết quả trong thực tế - hiệu chỉnh và kiểm chứng trên mô hình VISSIM

Trong tính toán năng lực thông hành, người ta thường dùng giá cách chấp nhận hợp lý ở mức 85% hoặc 95% để đảm bảo sự xuất hiện của giá cách đủ lớn cho đại đa số lái xe chấp nhận. Việc này làm tăng tính an toàn cho tính toán khả năng thông hành. Tuy nhiên, khi áp dụng thực tế và mô phỏng trên VISSIM, giá cách chấp nhận thường được dùng là ở xác suất 50% thay vì 85%, như đề xuất của [15], [16]. Kết hợp với một số thông số hiệu chỉnh khác cho một mô hình mô phỏng thực hiện tại giao lộ đường 3-2 và đường Lê Hồng Phong bằng VISSIM cho kết quả như bảng sau.

Bảng 1. So sánh phần trăm sai lệch mô hình VISSIM và thực tế

	Thời gian di chuyển trung bình qua nút (s)	Phần trăm sai lệch
Quan sát	24,2	
Mô hình tham số mặc định*	33,4	38%

Mô hình tham số hiệu chỉnh xác suất 85%	30,1	24%
Mô hình tham số hiệu chỉnh xác suất 50%	25,8	7%

* Ô tô-ô tô: 3s hay 12,5m; Xe máy-ô tô: 2s hay 8,3m

Như vậy, nghiên cứu này cho kết quả tương tự như [16], tức sử dụng giá cách chấp nhận hợp lý ở mức 50% cho kết quả mô phỏng giống thực tế nhất và kiểm chứng thực tế được cho mô hình.

4. KẾT LUẬN

Mặc dù sử dụng lượng mẫu quan sát tương đối thấp (chỉ khoảng 100 mẫu), [9] khi ứng dụng phương pháp đề xuất trong nghiên cứu này đã xây dựng được mô hình dự báo tương đối tin cậy ứng xử của phương tiện tại vị trí xung đột ở mức độ trên 85%. Từ đó, thông số hiệu chỉnh cho giá cách không gian trong xung đột đã được xác định. Sử dụng kết quả từ mô hình xác định ngưỡng giá cách hợp lý trong nghiên cứu này để hiệu chỉnh một mô hình mô phỏng tại giao lộ bằng VISSIM đã có thể phản ánh khá chính xác thực tế. Điều này cho thấy khả năng ứng dụng hiệu quả của phương pháp đề xuất trong nghiên cứu này cho việc xác định giá cách chấp nhận hợp lý tại vị trí giao cắt.

Kết quả của ví dụ sử dụng phương pháp đề xuất trong nghiên cứu này bởi [9] cũng cho những kết quả phù hợp với những nghiên cứu trước đây ở các nước phát triển, chẳng hạn như phương pháp đường cong giá cách từ chối của [16]. Đó là, việc sử dụng mức xác suất 50% của giá cách chấp nhận cho kết quả có thể đáng tin cậy cho việc mô phỏng giá cách chấp nhận hợp lý tại nút giao. Bên cạnh đó, kết quả về sự khác biệt trong ứng xử chấp nhận giá cách giữa xe máy-ô tô và ô tô-ô tô trong ví dụ cũng phù hợp với kết quả nêu bởi [17] khi quan trắc số liệu tại một nước đang phát triển.

Đó là, xe nhỏ chấp nhận gián cách nhỏ hơn so với xe lớn khi gặp xe lớn.

Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ đưa ra một ví dụ với là phạm vi hẹp và có số lượng mẫu quan sát nhỏ. Nếu mở rộng phạm vi và tăng số lượng thu thập dữ liệu, phương pháp này hoàn toàn phù

hợp để xác định chính xác các ngưỡng gián cách chấp nhận ứng với một mức độ an toàn nào đó. Một kết quả dựa vào nghiên cứu khoa học như vậy sẽ có ý nghĩa hỗ trợ cho tiêu chuẩn thiết kế để tăng độ an toàn trong giao thông.

A method to identify critical acceptance gap at conflict area: apply to vissim simulation

• Văn Hồng Tấn

University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT:

The purposes of this study were to seek a method for modeling vehicle behavior at intersections based on field observing data, then to identify the critical acceptance gap for mixed traffic flow in Vietnam. The study also presented an example that applied this method to obtain the calibrated value for the

critical acceptance gap for VISSIM simulation. With high accuracy in prediction of the exemplified model and the validated result of simulating an intersection, it could be concluded that the method is effective in identifying the critical acceptance gap at intersections.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ashalatha, R. & Chandra, S. (2011) Critical gap through clearing behavior of drivers at unsignalised intersections. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 15(8), 1427-1434.
- [2]. Ashworth, R. và Green, B. D. (1966) Gap acceptance at an uncontrolled intersection. *Traffic Engineering and Control*, 7(11), 676-678.
- [3]. Brilon, W., Koenig, R., & Troutbeck, R. J. (1999) Useful estimation procedures for critical gaps. *Transportation Research*, 33A(3), 161-186.
- [4]. Chu Công Minh (2011) Phát triển phần mềm tính toán các đại lượng chuyển động của xe nhằm xây dựng các ứng xử, tương tác của xe khi lưu thông. Đề tài NCKH cấp Trường, trường Đại học Bách Khoa.
- [5]. Maze, T. H. (1981) A probabilistic model of gap acceptance behavior. *Transportation Research Record*, 795, 8-13.

- [6]. Hewitt, R. H. (1983) Measuring critical gap. *Transportation Science*, 17(1), 87–109.
- [7]. Hewitt, R. H. (1985) A comparison between some methods of measuring critical gap. *Traffic Engineering and Control*, 26(1), 13–22.
- [8]. PTV-AG (2010) Vissim – Modeller User Manual, version 5.0.
- [9]. Trịnh Tuấn Hùng (2012). Nghiên cứu khả năng mô phỏng dòng xe hỗn hợp tại nút giao thông của phần mềm VISSIM dựa trên quan trắc thực tế và đề xuất thông số hiệu chỉnh. Luận văn cao học, trường Đại học Bách Khoa. GVHD TS. Văn Hồng Tấn.
- [10]. Troutbeck, R. J. (1992) Estimating the Critical Acceptance Gap from Traffic Movements. Queensland University of Technology, Brisbane, Australia.
- [11]. Trueblood, M. T. & Dale, J. (2003) Simulating roundabouts with VISSIM. Proceedings of Urban Street Symposium, sponsored by Transportation Research Board.
- [12]. Văn, H. T., Schmoecker, J. D., & Fujii, S. (2009) Upgrading from motorbikes to cars: Simulation of current and future traffic conditions in Ho Chi Minh City. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 8.
- [13]. Wiedemann, R. (1974) Microscopic Traffic Simulation The Simulation System, Dipl. Inform. U. Reiter
- [14]. Xu, F. & Tian, Z. Z. (2008) Driver Behavior and Gap-Acceptance Characteristics at Roundabouts in California. Transportation Research Record, 2071, 117-124.
- [15]. Li, Z., DeAmico, M., Chitturi, M. V., Bill, A. R. & Noyce, D. A. (2013) Calibration of VISSIM Roundabout Model: A Critical Gap and Follow-up Headway Approach. Paper presented at the 92nd Annual Meeting in Washington, D.C.
- [16]. Kay, N., Ahuja, S., Cheng, T.N., Vuren, T.V., & MacDonald, M. (2006). Estimation and simulation gap acceptance behaviour at congested roundabouts. Association for European Transport and Contributors.
- [17]. Ahuja, S, (1999) Simulation of Untidy Traffic at T-Junctions, School of Planning and Architecture, New Delhi.