

MÔ HÌNH ĐA TÁC TỬ MÔ PHỎNG GIAO THÔNG: TRƯỜNG HỢP XE MÁY DI CHUYỂN TRONG MÔI TRƯỜNG HỖN Độn

MULTI-AGENT-BASED MODELING FOR TRAFFIC SIMULATION: IN CASE OF MOTOBIKE MOVEMENT IN UNORGANIZED TRAFFIC

Hoàng Thị Thanh Hà, Hoàng Thị Lan Anh, Nguyễn Thị Tuyết

Trường Đại học Kinh tế, Đại học Đà Nẵng

ha.htt@due.edu.vn, hoangthilanh37k14@gmail.com, nguyenthituyet37k14@gmail.com

Tóm tắt - Mô phỏng giao thông được xem là một phương pháp hỗ trợ cho việc phân tích và giải quyết các vấn đề về giao thông. Bài báo đề xuất mô hình đa tác tử để mô hình hóa và mô phỏng giao thông vào giờ cao điểm tại cổng trường Trường Đại học Kinh tế, Đại học Đà Nẵng với mong muốn đưa ra các giải pháp giảm ùn tắc giao thông. Mô hình tập trung vào việc nghiên cứu hành vi di chuyển của xe máy và xe đạp trong môi trường hỗn độn, không có luật lệ giao thông, không có làn đường cũng như đèn tín hiệu. Các tác tử di chuyển hướng đến mục tiêu xác định trước. Trong quá trình di chuyển, điểm đến có thể không còn phù hợp, các tác tử phải xác định mục tiêu mới. Bài báo đề xuất thuật toán điều chỉnh mục tiêu trong quá trình di chuyển. Mô hình đã được cài đặt trên nền tảng Gama và đưa ra đề xuất các giải pháp giảm ùn tắc giao thông.

Từ khóa - hệ thống đa tác tử; mô phỏng giao thông; giải pháp chống tắc nghẽn giao thông; mô hình hành vi; mô phỏng dựa trên tác tử.

Abstract - Traffic simulation is considered as an adequate method for analyzing and solving traffic problems. Our challenge is to find out solutions to traffic congestion. This paper proposes a multi-agent model for modelling and simulation of traffic during rush hours at the Da Nang University of Economics gate. The model focuses on the research of motor bike movement behavior in chaotic environments without traffic rules, no lanes and no traffic lights. Agents move toward a predetermined target. During the movement process, the target is perhaps not available any more, the agents have to identify new target. This paper proposes an algorithm that can adjust the target during the movement. The model has been installed on the platform GAMA and proposes solutions to traffic congestion.

Key words - multi-agent system; traffic simulation; solution to traffic congestion; behavior model; agent-based simulation.

1. Đặt vấn đề

Sự phát triển của hệ thống giao thông (HTGT) nói chung và HTGT trong khuôn viên Trường Đại học Kinh tế - Đại học Đà Nẵng nói riêng đòi hỏi phải đáp ứng nhu cầu nâng cao chất lượng dịch vụ và cơ sở hạ tầng. Hơn nữa, với kích thước và sự phức tạp của HTGT chúng ta khó có thể thử nghiệm các giả thiết trên thực tế. Vì vậy, mô phỏng là một giải pháp phù hợp để phân tích và lập kế hoạch cho HTGT [9].

Mô phỏng giao thông (MPGT) là phương pháp tiên tiến nhất được sử dụng để ước lượng và đánh giá các dự án giao thông nhằm giảm ùn tắc. Các ứng dụng thường gặp nhất của mô phỏng giao thông là thiết kế và thử nghiệm các chiến lược kiểm soát và thẩm định đề án lớn

Những năm gần đây, mô hình hóa hoặc mô phỏng hệ thống phức tạp sử dụng hệ thống đa tác tử (HTĐTT) đang được ưa chuộng. HTĐTT thuộc lĩnh vực trí tuệ nhân tạo phân tán [1], với những đặc tính như là một hệ thống cấu thành bởi nhiều phần tử độc lập tương tác với nhau, các phần tử này có thể di chuyển, tác động vào môi trường và chịu sự tác động của môi trường.

Trong bài báo này chúng tôi sẽ đề xuất một mô hình HTĐTT để mô hình hóa và MPGT trong phạm vi khu vực Trường Đại học Kinh tế, Đại học Đà Nẵng, trong đó tập trung vào khả năng tìm mục tiêu mới thích hợp cũng như đường đi mới khi mục tiêu đến không còn thích hợp nữa.

Bài báo có cấu trúc như sau: Đầu tiên là phần đặt vấn đề, tiếp theo là phần giới thiệu tổng quan về các giải pháp mô phỏng giao thông, phần 3 là đóng góp chính của bài báo: đề xuất mô hình mô phỏng dựa trên đa tác tử; phần tiếp theo là cài đặt mô hình bằng nền tảng mô phỏng GAMA; phần cuối cùng sẽ là thảo luận và kết luận.

2. Giới thiệu về các mô phỏng giao thông dựa trên đa tác tử

Hệ thống giao thông có thể được xem như là một hệ thống phức tạp mà trong đó các PTTGGT tương tác với nhau để thực hiện các hành vi như thấy nhau, bám theo nhau, vượt nhau, tránh nhau trong cùng một môi trường đó chính là cơ sở hạ tầng giao thông. Với những đặc điểm như vậy, nên có rất nhiều công trình sử dụng hệ thống đa tác tử để mô hình hóa và mô phỏng cho hệ thống giao thông.

Mục tiêu trong [7] của P. Paruchuri là mô phỏng hệ thống giao thông hỗn độn mà các PTTGT không tuân thủ luật giao thông. Mô hình này được xây dựng dựa trên sự tái tạo lại hành vi của người điều khiển nhằm hình dung và đánh giá lưu lượng giao thông. Mô hình hành vi này nhằm mô phỏng hệ thống giao thông ở hai mức: vĩ mô và vi mô. Ở mức vĩ mô, mô hình đưa ra được các thông số như tốc độ trung bình của các phương tiện giao thông trên đường, mật độ xe trên đường. Ở mức độ vi mô, mô hình này xem xét đến từng PTTGGT (chủ yếu là xe ô tô) mà mỗi phương tiện được đặc tả lại bởi tập các thuộc tính như: chiều dài, chiều rộng, tốc độ tối đa.... Sự tương tác với các phương tiện giao thông khác phụ thuộc vào vị trí tương đối giữa chúng, tốc độ, tâm lý người ĐKPT giao thông.

Mỗi phương tiện tham gia giao thông có một mục đích là đi đến được một điểm đến cụ thể và nó có thể sử dụng thông tin thu nhận của mình để đạt được mục đích của nó. Có nghĩa là, nó quan sát các loại xe khác trên đường liên tục và di chuyển để đạt được điểm đến của mình một cách an toàn, nhanh nhất có thể.

Bài báo sử dụng hệ thống đa tác tử để mô hình hóa bài toán mà trong đó mỗi tác tử là một PTTGGT. Môi trường ở đây chính là cơ sở hạ tầng giao thông bao gồm con đường, các nút giao thông, chiều của con đường. Bài báo sử dụng kỹ thuật bảng đen (black board) để các tác tử xe "viết" lên

đó vị trí, vận tốc... của mình. Cũng nhờ vào bảng đèn mà các tác tử biết được vị trí, vận tốc... của các tác tử xe khác.

Để đi đến được mục tiêu cần đến, các tác tử xe phải thực hiện các hành vi như là bám xe, vượt xe, chuyển làn. Muốn vượt xe, phải tính đến vận tốc tương đối của 2 xe và quan sát cả xe đi ngược chiều.

Bài báo [2] của A. Doniec và cộng sự tập trung nghiên cứu hành vi của người ĐKPT tại các điểm nút giao thông. Mô hình tập trung vào hai loại nút, nút chữ T (ngã ba) và nút chữ X (ngã tư). Môi trường giao thông trong mô hình này còn chịu ảnh hưởng của luật giao thông tại địa phương.

Mỗi phương tiện tham gia giao thông là một tác tử, các tác tử này sẽ phối hợp với nhau để giải quyết các tình huống để tránh va chạm khi các tác tử đi qua các nút giao thông theo các hướng khác nhau.

Cơ chế phối hợp giữa các tác tử được thực hiện như sau: Một tác tử khi đến gần một ngã tư, nó sẽ quan sát tìm kiếm các tác tử khác mà nó có thể gây va chạm và đánh giá sự ưu tiên của các tác tử khác. Sự ưu tiên được xác định bằng luật giao thông, tốc độ của các xe tham gia và cả độ kiên nhẫn của người điều khiển PTGT. Khi mối quan hệ ưu tiên là phức tạp vào thời điểm hiện tại, tác tử lựa chọn hành vi giảm tốc. Mô hình được phát triển dựa trên công cụ mô phỏng ArchiSim.

K. Benhamza và cộng sự [5] đề xuất mô hình đa tác tử để mô hình hóa và mô phỏng giao thông. Môi trường giao thông là đường 2 chiều, mỗi chiều chỉ có duy nhất một làn xe. Các tác tử xe có các mô hình di chuyển khá đơn giản như bám làn đường, bám xe đi trước, chuyển hướng đi thích hợp khi đến ngã tư. Các tác tử này là các tác tử *phản xạ*, tức là nó phản ứng rất nhanh khi nhận được thông tin về tốc độ của xe khác cũng như thông tin của môi trường tác động lên nó, ngược lại, nó hầu như không ý thức được về vị trí tuyệt đối của nó cũng như sự hiểu biết nhất định về môi trường toàn cục.

Nguyễn Thanh Tuấn và cộng sự [9] thì sử dụng mô hình phân rã nguyên âm AEIO để mô hình hóa hệ thống giao thông. Hệ thống giao thông bao gồm: môi trường; tác tử xe; sự tương tác trong hệ thống; mối quan hệ giữa các đối tượng. Môi trường trong mô hình này bao gồm các hệ thống đường xá, hệ thống đèn GT, các biển báo và cả luật GT. Với mục tiêu là MPGT đô thị, môi trường ở đây là một số tuyến đường hai chiều nhiều làn xe. Các PTTGGT bao gồm xe máy, xe ô tô, xe tải, xe buýt, xe thô sơ... Mỗi PTTGGT được mô hình hóa bởi một tác tử xe, ở đây xe được hiểu là cả phương tiện và người điều khiển.

Ngoài các đặc điểm thông thường như: tọa độ, kích thước, tốc độ hiện tại, tốc độ tối đa,... xe còn mang những đặc tính hành vi của người lái xe như: tốc độ mong muốn, mức độ tăng tốc, mức độ giảm tốc, khoảng cách an toàn... Vì môi trường có nhiều làn đường nên sẽ có các tương tác như xe bám xe, chuyển làn, vượt xe, chuyển hướng.

Với đặc điểm của hệ thống GT tại Việt nam, T. D. Bui và cộng sự [10] đã đề xuất mô hình mô phỏng dựa trên đa tác tử với môi trường là các tuyến đường đô thị có phân làn đường. Mô hình này tập trung vào các hành vi bám xe, vượt xe có tính đến yếu tố độ tuổi và giới tính của người ĐKPT. Chính đặc điểm này của người ĐKPT quy định vận tốc an toàn, mong muốn lách trái, phải hay đơn giản chỉ giảm tốc độ để bám xe đi trước. Điều này hoàn toàn phù hợp với đặc

điểm giao thông hỗn hợp tại Việt Nam.

Có thể thấy, ứng với mỗi mô hình MPGT các tác giả đều đưa ra mô hình tác tử và hành vi của chúng. Mỗi mô hình tác tử được đặc tả bởi các đặc tính, khả năng tương tác (cảm nhận và tác động ngược lại) và cơ chế ra quyết định về hành vi của tác tử xe. Các mô hình đều mô tả môi trường giao thông, chính là phạm vi mà các PTTGGT di chuyển trên đó. Yếu tố luật giao thông thì còn tùy thuộc vào tình trạng thực tế như là đường cao tốc hay đô thị của các nước phát triển, còn một số mô hình thì không có ràng buộc về luật giao thông.

Mối quan hệ giữa các tác tử cũng được đề cập đến như: nhìn thấy nhau, độ ưu tiên, khoảng cách trong giới hạn an toàn, sắp va chạm.

Các tác tử xe có khả năng tương tác lẫn nhau để nắm thông tin của nhau trong giới hạn “nhìn thấy” nhau. Các tác tử cũng tương tác với môi trường để nhận biết được các tín hiệu GT, mức độ ùn tắc hay đến các điểm nút, các vạch đường.

Mỗi mô hình được đưa ra đều nhằm phục vụ cho một mục đích cụ thể như nghiên cứu hành vi giao thông, nghiên cứu hoạt động giao thông tại giao lộ hay ùn tắc giao thông. Với mong muốn mô phỏng hệ thống giao thông tại công trường học, chúng tôi đề xuất mô hình đa tác tử với các đặc điểm phù hợp với bài toán thực tế như: môi trường là khu vực công trường đến nhà xe, tác tử bao gồm 2 loại: xe đạp và xe máy. Mục đích di chuyển là từ công trường đến một điểm đỗ xe trong nhà xe.

3. Đề xuất mô hình mô phỏng dựa trên đa tác tử

Để giúp các nhà quản lý đánh giá và đưa ra các giải pháp hợp lý giải quyết các vấn đề ùn tắc giao thông tại công trường vào giờ cao điểm, chúng tôi đã đề xuất mô hình HTĐTT để MPGT trên một số tuyến đường trong đô thị. Trong mô hình của chúng tôi, mỗi tác tử tương ứng với mỗi PTTGGT và HTĐTT tương ứng với HTGT.

Bài báo lấy bối cảnh và phạm vi ứng dụng nghiên cứu là công trường Trường Đại học Kinh tế, Đại học Đà Nẵng, một trong những trường đại học lớn của Miền Trung và Tây Nguyên. Hằng năm, nhà trường đào tạo khoảng 12.000 sinh viên hệ chính quy và hệ vừa học vừa làm. Với khuôn viên rộng khoảng 18.139,74m², nhà trường có 3 bãi giữ xe có sức chứa khoảng 2700 xe máy, trong đó gồm 1 nhà xe với sức chứa khoảng 400 dành cho 340 cán bộ, giảng viên và 2 nhà xe với sức chứa 2300 dành cho sinh viên. Vào giờ cao điểm (từ 6h45 đến 7h00; từ 12h45 đến 13h00), có khoảng 1.800 phương tiện giao thông đi vào công trường, sau đó tìm cách rẽ vào 3 nhà xe ở gần nhau dành cho 3 đối tượng khác nhau như: nhà xe dành cho 340 cán bộ, giảng viên, nhà xe sinh viên dành cho xe đạp, nhà xe sinh viên dành cho xe máy. Lưu lượng PTTGGT dày đặc và mục tiêu đến của các phương tiện là khác nhau, nên các PTTGGT di chuyển đan xen nhau, tạo nên hiện tượng ùn tắc giao thông tại công trường.

Hệ thống giao thông từ công trường đến nhà xe của Trường Đại học Kinh tế, Đại học Đà Nẵng bao gồm một tuyến đường đi từ công trường vào, hai nhà xe nằm hai bên, chúng có vị trí công lệch nhau. Nhà xe bên phải dành cho xe đạp, nhà xe bên trái dành cho xe máy. Vào giờ cao điểm (khoảng 15 phút), có khoảng 1.800 xe đạp và xe máy đi vào công

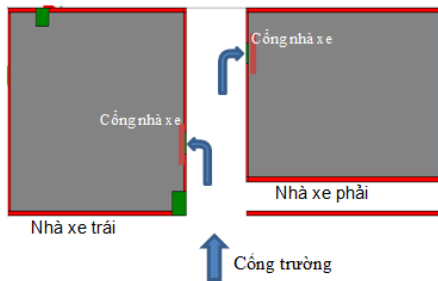
trường. Ngoài ra, còn có sự tham gia của người đi bộ và xe ô tô, nhưng số lượng không đáng kể. Bài báo chỉ dừng lại ở mức nghiên cứu sự di chuyển cũng như hành vi của 2 loại phương tiện tham gia giao thông là xe máy và xe đạp.

Bài báo sử dụng hệ thống thông tin địa lý để xây dựng dữ liệu về cơ sở hạ tầng giao thông tại công trường. Hệ thống giao thông được xây dựng dựa trên sự chồng khốp của các lớp: lớp nhà xe, lớp công xe, lớp đường biên. Bài báo cũng sử dụng mô hình phân rã nguyên âm EAIO [9] để mô hình hóa hệ thống giao thông.

3.1. Môi trường

Yếu tố môi trường trong HTĐTT chính là cơ sở hạ tầng như các bãi giữ xe, vật cản (thành chắn xung quanh nhà xe, khu nhà bảo vệ và một gian hàng trong nhà xe bên trái). Hệ thống này được mô tả trong Hình 1. Nhà xe bên phải có kích thước 60,27m x 45,87m, có vị trí công cách công trường 35,52m. Nhà xe bên trái có kích thước 53,40m x 41,60m, vị trí công vào cách công trường 17,39m. Độ rộng mỗi công là 1,5m.

Các phương tiện giao thông đi vào từ công trường và sẽ tìm đến công nhà xe. Xe máy sẽ đi vào nhà xe bên trái, còn xe đạp thì sẽ đi vào nhà xe bên phải. Sau khi đi qua công, người điều khiển xe sẽ tìm chỗ đỗ xe thích hợp, thường là chỗ xa công nhất có thể. Các phương tiện giao thông di chuyển theo mô hình hỗn độn và không tranh thủ bất kỳ luật lệ giao thông nào cả.



Hình 1. Môi trường giao thông

3.2. Tác tử xe

Mỗi PTTGGT là một tác tử. Mỗi tác tử có các đặc tính các sau:

- Vehicle_size: kích thước xe
- Vehicle_type: loại xe
- Destination: điểm đỗ xe
- Location: vị trí xe
- Statement: tình trạng đang di chuyển trong hay ngoài nhà xe
- Speed: tốc độ di chuyển
- Speed_max: tốc độ tối đa

Các tác tử xe có các hành động như:

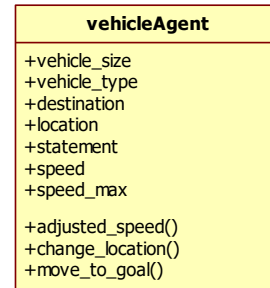
- Adjusted_speed(): điều chỉnh tốc độ (xem xét các vị trí xung quanh để quyết định tốc độ thích hợp)
- Change_location(): thay đổi vị trí với tốc độ và hướng được chọn
- Move_to_goal(): di chuyển đến mục tiêu xác định

Lớp tác tử xe được thể hiện trong Hình 2.

Các hành vi của tác tử:

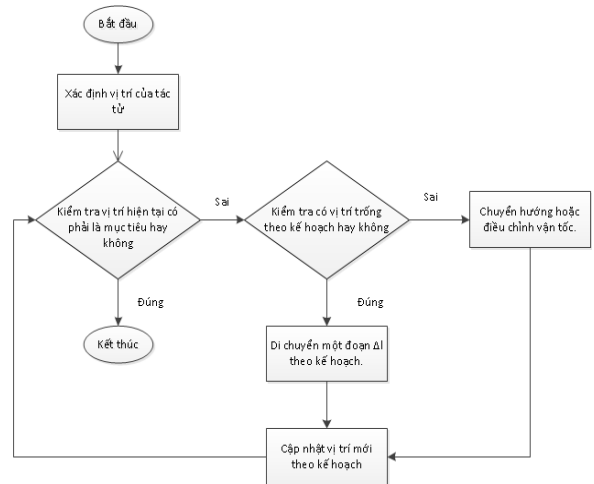
Để di chuyển từ công trường, chọn nhà xe để vào và sau đó tìm chỗ đỗ xe theo yêu cầu, các tác tử xe phải đảm bảo tránh va chạm vào các tác tử khác; tránh va chạm các vật cản cố định trên đường đi như tường rào, nhà bảo vệ, gian

hàng; tránh không đi vào vùng không được phép như tường rào. Các tác tử được trang bị các thuật toán sau:



Hình 2. Lớp tác tử xe

a. Thuật toán tránh các tác tử khác



Hình 3. Thuật toán tránh va chạm với các tác tử khác

Bước 1. Xác định vị trí đang đứng có phải là đích đến hay chưa. Nếu đúng thì kết thúc.

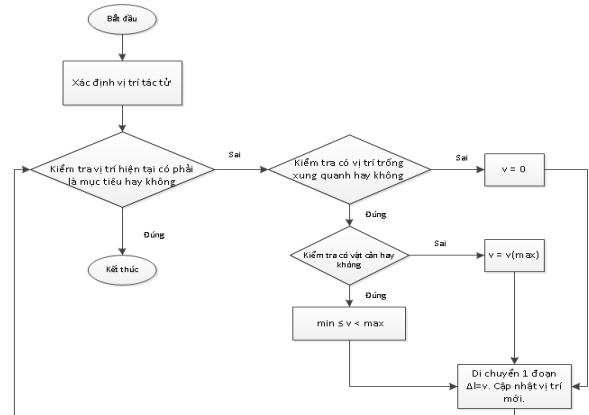
Bước 2. Kiểm tra vị trí trống theo hướng di chuyển

2.1. Nếu có thì tiếp tục di chuyển một đoạn Δl theo vận tốc đang có. Nếu có nhiều hướng để chọn thì chọn hướng nào có khoảng cách đến điểm đỗ xe là ngắn nhất theo thuật toán Dijkstra.

2.2. Nếu không thì điều chỉnh tốc độ và chuyển hướng.

Bước 3. Cập nhật vị trí mới và chuyển về bước 1.

b. Thuật toán điều chỉnh tốc độ



Hình 4. Thuật toán điều chỉnh tốc độ

Bước 1. Xác định vị trí đang đứng có phải là đích đến hay chưa. Nếu đúng thì kết thúc.

Bước 2. Kiểm tra vị trí trống theo hướng di chuyển không?

2.1. Nếu có thì kiểm tra xem có vật cản phía trước hay không, nếu không có vật cản ở phía trước thì vận tốc $v=m_max$. Nếu có vật cản thì $v=random(v_min, v)$.

2.2 Nếu không có vị trí trống thì $v=0$.

Bước 3. Di chuyển một đoạn Δl với vận tốc v . Cập nhật vị trí mới và chuyển về bước 1.

c. Thuật toán tìm vị trí đỗ xe thích hợp

Các tác tử di chuyển bao giờ cũng hướng đến mục tiêu xác định trước. Lúc bắt đầu chu kỳ sống, tức là lúc xuất hiện ở công trường, tác tử xác định mục tiêu đầu tiên là công nhà xe. Sau khi qua khỏi công nhà xe, mục tiêu tiếp theo sẽ là tìm chỗ đỗ xe tại vị trí xa công nhà xe nhất có thể mà vẫn còn trống. Tuy nhiên, trong quá trình di chuyển với vận tốc thích hợp, thì có thể xảy ra trường hợp là có tác tử khác có cùng mục tiêu, nhưng lại có vận tốc di chuyển lớn hơn đã đến trước và chọn chỗ đỗ xe tại vị trí đó. Vì thế, mục tiêu của tác tử này phải thay đổi. Quá trình này gọi là quá trình di chuyển theo *mục tiêu di động*.

Với quan sát thực tế hành vi tìm chỗ đỗ xe, bài báo đưa ra *thuật toán điều chỉnh mục tiêu* như sau:

Bước 1. Nếu mục tiêu đang có không bị chiếm giữ thì tiếp tục di chuyển đến mục tiêu đó. Kết thúc.

Bước 2. Nếu mục tiêu đang có đã bị chiếm giữ thì kiểm tra xem xung quanh vị trí đang đứng có ô nào có xe đỗ chưa:

2.1. Nếu có thì tìm các ô còn trống xung quanh ô đã đỗ xe đó, sau đó chọn một ô trống có khoảng cách đến ô của mình là bé nhất làm mục tiêu mới.

2.2. Nếu không có ô nào xung quanh có xe đỗ thì vẫn tạm thời di chuyển đến mục tiêu cũ.

Bước 3. Cập nhật vị trí mới và chuyển đến Bước 1.

3.3. Các tương tác

Tương tác giữa các tác tử: Các tác tử tương tác để biết được tình trạng các tác tử khác đang di chuyển hay đã vào vị trí đỗ xe, để quyết định giảm tốc độ hay đổi hướng, hay đỗ xe vào vị trí kế cận.

Tương tác giữa tác tử với các đối tượng môi trường: Tác tử tương tác với các đối tượng môi trường thiết lập hướng di chuyển cho phù hợp, tránh va chạm hay đi vào vùng cấm.

4. Cài đặt mô hình và mô phỏng thử nghiệm

4.1. Công cụ mô phỏng GAMA

GAMA là phần mềm mã nguồn mở được phát triển trên nền Java, được ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực, trong đó có lĩnh vực mô phỏng giao thông. Người dùng có thể tự xây dựng, định nghĩa hành vi của các tác tử trong mô hình và mô phỏng (chạy mô hình) thông qua ngôn ngữ mô hình hóa GAML trong môi trường Eclipse IDE.

GAMA hỗ trợ làm việc với dữ liệu GIS dạng shapefile, giúp người dùng có thể đưa các dữ liệu thực tế vào mô hình như hệ thống giao thông, sông hồ, ranh giới hành chính, bản đồ,...

GAMA giúp các nhà nghiên cứu dễ dàng trong việc:

- Mô hình hóa các hệ thống phức tạp một cách trực

quan và linh hoạt.

- Mô phỏng (chạy mô hình).
- Phân tích mô hình và các kết quả mô phỏng.
- Thao tác dữ liệu GIS một cách đơn giản, dễ dàng chuyển dữ liệu GIS thành các tác nhân trong mô hình
- Có thể kế thừa các mô hình khác đã được xây dựng sẵn.

4.2. Cài đặt mô hình đa tác tử trong GAMA

Sử dụng phần mềm QGIS để thiết kế hệ thống thông tin địa lý, đóng vai trò là dữ liệu môi trường trong mô phỏng. Hệ thống thông tin chứa các lớp:

- Lớp phủ: chứa toàn bộ không gian mô phỏng
- Lớp tường bao: chứa các tường bao các nhà xe
- Lớp vật cản: chứa nhà bảo vệ và quầy hàng trong nhà xe bên trái
- Lớp cổng: chứa 2 cổng vào của 2 nhà xe.

Trong Gama, chia bề mặt khảo sát thành các ô lưới vuông có diện tích bằng kích thước trung bình của phương tiện giao thông cộng với khoảng cách an toàn 0,2m. Mỗi ô có các thuộc tính sau:

- *is_barrier*: là tường rào
- *is_obstacle*: là vật cản
- *is_pkl*: là nhà xe
- *is_space*: là đường đi
- *free*: có bị các tác tử khác chiếm giữ không?
- *parking*: đã có xe đỗ

Khi đang chiếm giữ một vị trí thì ô đó có trạng thái là *not free*. Khi tác tử muốn di chuyển đến ô tiếp theo, phải kiểm tra trạng thái của 8 ô xung quanh, chọn ô cần di chuyển đến là ô mà đang ở trạng thái *free*. Khi di chuyển đến vị trí mới, phải cập nhật vị trí mới và chuyển trạng thái ô này thành *not free*, chuyển trạng thái ô cũ thành *free*.

Sự lựa chọn cấu trúc dữ liệu này giúp cài đặt các thuật toán tránh các tác tử khác cũng như sử dụng thuật toán tìm đường đi ngắn nhất Dijkstra.

Ngoài ra, các thuộc tính như *is_barrier*, *is_obstacle* giúp cài đặt thuật toán tránh vật cản và tránh đường biên. Thuộc tính *parking* giúp kiểm tra xem ô đó đã có xe khác đỗ hay chưa. Thuộc tính này giúp điều chỉnh mục tiêu trong quá trình di chuyển.

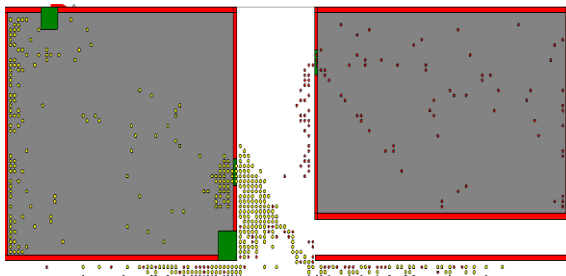
4.3. Mô phỏng

Chúng tôi tiến hành mô phỏng với các kịch bản sau:

- Mô phỏng với 2 nhà xe có độ rộng cửa nhà xe cho phép tối đa 2 phương tiện vào cùng một lúc (theo thực tế) và số phương tiện là 100 (thời điểm không ùn tắc).
- Mô phỏng với 2 nhà xe có độ rộng cửa nhà xe cho phép tối đa 2 phương tiện vào cùng một lúc (theo thực tế) và số phương tiện là 800.
- Mô phỏng với 2 nhà xe có độ rộng cửa nhà xe cho phép tối đa 4 phương tiện vào cùng một lúc (phương án mở rộng cửa) và số lượng phương tiện là 100 (thời điểm không ùn tắc).
- Mô phỏng với 2 nhà xe có độ rộng cửa nhà xe cho phép tối đa 4 phương tiện vào cùng một lúc (phương án mở rộng cửa) và số phương tiện là 800.

Với 4 kịch bản trên, chúng tôi mong muốn nghiên cứu sự thay đổi thời gian di chuyển trung bình của các phương tiện để thấy được ảnh hưởng của số lượng PTTGGT vào giờ

cao điểm lên hiện tượng tắc nghẽn giao thông tại cổng Trường Đại học Kinh tế, Đại học Đà Nẵng và các giải pháp giải quyết như mở rộng cổng nhà xe (Hình 4).



Hình 5. Mô phỏng với số lượng 800 xe, chưa mở rộng cổng

Kết quả được thể hiện trong Bảng 1. Với kết quả này, nếu cổng nhà xe mở rộng gấp đôi thì vận tốc trung bình sẽ tăng lên 20% vào giờ cao điểm. Còn vào giờ bình thường thì tốc độ trung bình không cải thiện đáng kể.

Bảng 1. Kết quả mô phỏng

Phương án thực hiện		Tổng số phương tiện khảo sát	Số xe máy	Số xe đạp	Vận tốc trung bình (m/s)
Cửa hiện tại	Thời điểm bình thường	100	75	25	4.42
	Giờ cao điểm	800	600	200	1.33
Mở rộng cửa	Thời điểm bình thường	100	75	25	4.53
	Giờ cao điểm	800	600	200	1.65

4.4. Đề xuất giải pháp

Dựa vào kết quả mô phỏng, chúng tôi đưa ra các đề xuất như sau:

- Mở rộng cổng nhà xe hiện tại và tăng tốc độ ghi vé xe: Thường thì hiện tượng ùn tắc diễn ra vào vị trí trước cổng nhà xe. Ở vị trí này, các xe hầu hết phải giảm tốc độ để xếp hàng đợi ghi vé vào cổng. Việc xếp hàng trước cổng nhà xe còn gây ra tình trạng lấn chiếm lòng đường, cản trở các phương tiện khác khi muốn đi chuyển vào phía trong.
- Nếu số lượng PTTGGT tăng lên theo số lượng sinh viên đăng nhận đào tạo của trường thì phải có các giải pháp khác như mở thêm nhà xe ở vị trí vị trí xa cổng trường (ví dụ, sau khu nhà E).
- Phân luồng di chuyển: Thiết kế giờ học phân bố đều trong ngày, chứ không nên chỉ tập trung vào các tiết đầu giờ sáng và đầu giờ chiều.

5. Thảo luận

Thành công chính ở đây là nghiên cứu hành vi của các PTTGGT và mô phỏng lại quá trình di chuyển đó. Đối tượng nghiên cứu là xe đạp và xe gắn máy với kích thước nhỏ, di chuyển một cách hỗn loạn, không tuân thủ luật giao thông như trong mô hình [7], [10], không theo một làn đường nhất định, mà chỉ hướng đến mục tiêu là tìm chỗ đỗ xe. Nghiên cứu không đề cập đến yếu tố độ tuổi cũng như tâm lý (như [10]) vì theo quan sát thì đối tượng điều khiển phương tiện chủ yếu là sinh viên, họ có những hành vi khá giống nhau, không phân biệt giới tính.

Mô hình của chúng tôi cũng có các hành vi tránh va chạm với các tác tử khác cũng như tránh va chạm với các vật cản cố định như trong [2,5,7,10]. Trong [10], các phương tiện đều có một mục tiêu di chuyển khi đi qua điểm nút giao thông là cố định. Trong khi đó, theo bài toán này, trước khi đi vào nhà xe thì các phương tiện có mục tiêu cố định là cổng nhà xe. Tuy nhiên, lúc qua khỏi cổng thì việc xác định địa điểm đỗ xe không cố định, mà phải luôn điều chỉnh.

6. Kết luận

Trong bài báo, chúng tôi đã ứng dụng kỹ thuật mô hình hóa và mô phỏng dựa trên đa tác tử để mô phỏng hệ thống giao thông tại cổng Trường Đại học Kinh tế, Đại học Đà Nẵng. Bài báo đã khảo sát cơ sở hạ tầng của khu vực, hệ thống giao thông vào giờ cao điểm cũng như lúc bình thường. Bằng những quan sát thực tế, chúng tôi đã mô hình hóa hành vi của các phương tiện tham gia giao thông bằng các hành vi đa tác tử như hành vi chọn điểm đến, hành vi chọn điểm đỗ xe, hành vi tránh các phương tiện khác cũng như tránh các vật cản. Bài báo đã tiến hành cài đặt mô hình và mô phỏng thành công trên công cụ GAMA với 4 kịch bản. Dựa vào kết quả mô phỏng, đã đề xuất các giải pháp giảm ùn tắc giao thông tại cổng trường.

Bên cạnh những kết quả đạt được, bài báo vẫn còn nhiều điểm hạn chế như chưa tính đến sự tham gia của người đi bộ, xe ô tô và số lượng xe vào nhà xe cán bộ. Việc thay đổi vị trí cổng nhà xe có thể sẽ ảnh hưởng đến tình trạng ùn tắc giao thông. Đây là hướng phát triển mới của chúng tôi trong thời gian sắp tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Arnaud Doniec, René Mandiau, Sylvain Piechowiak (2008), "A behavioral multi-agent model for road traffic simulation", *A Version of this paper has been published in Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 21, pp. 1443-1454.
- [2] Bandini, Stefania, Manzoni, Sara and Vizzari, Giuseppe (2009). 'Agent Based Modeling and Simulation: An Informatics Perspective'. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 12(4)4 <<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/4/4.html>>.
- [3] Espié, S. (1995), *ArchiSim, multi-actor parallel architecture for traffic simulation*, Proceedings of the Second World Congress on Intelligent Transport Systems, Yokohama, Japan.
- [4] K. Benhamza, Salah Ellaoune, Hamid Seridi and Herman Akdaq. 2012. "Agent-based modeling for traffic simulation". In *journal Courier du Savoir*, No 14, Novembre 2012, page 51-56. ISSN: 1112 - 3338
- [5] Ljubovic, V., "Traffic simulation using agent-based models, Information, Communication and Automation Technologies, 2009. ICAT 2009. XXII International Symposium on, vol., no., pp. 1,6-29-31 Oct. 2009. doi: 10.1109/ICAT. 2009.
- [6] P. Paruchuri, "Multi agent simulation of unorganized traffic," in *Autonomous agents*, 2002, no. 317, pp. 176-183.
- [7] T. D. Bui, D. H. Ngo, and C. Tran, "Multi-agent Based Simulation of Traffic in Vietnam," pp. 636-648, 2012.
- [8] Tấn Hùng Lê, Minh Phương Từ, Quyết Thắng Huỳnh (2006), *Tác tử công nghệ phần mềm hướng tác tử*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [9] Thanh Tuấn Nguyễn, Thi-Thanh-Hà Hoàng, Quang Vũ Lê, "Mô hình hệ thống đa tác tử để mô phỏng giao thông đô thị", *Tạp chí Khoa học Công nghệ ĐHQĐ*, Số 1(74). 2014-Quyển 2. Trang: 74-78.
- [10] Thi-Thanh-Hà Hoàng, Michel Ocello, Jean-Paul Jamont (2011), "A generic recursive multi-agent model to simplify large scale multi-level systems observation", *Proceedings of IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology - IAT11*, France, No: 10, pp. 155-158.