

MÔ HÌNH HÓA VÀ MÔ PHÒNG HOẠT ĐỘNG CỨU HÒA TRONG CÁC TÒA NHÀ CÔNG CỘNG

Nguyễn Mạnh Hùng^{1,2,3}, Hồ Tường Vinh^{2,3}

¹ Học viện Công nghệ Bru chính Viễn Thông (PTIT), Hà Nội

² Viện Quốc tế Pháp ngữ (IFI), Đại học Quốc gia Hà Nội

³ IRD, UMI 209 UMMISCO;

nmh.nguyenmanhhung@gmail.com, ho.tuong.vinh@ifi.edu.vn

TÓM TẮT— Hỏa hoạn, đặc biệt là hỏa hoạn trong các tòa nhà công cộng, đã gây nhiều thiệt hại to lớn về người và của, không những chỉ riêng ở Việt Nam mà còn trên phạm vi thế giới. Các chuyên gia phòng cháy chữa cháy đã đề xuất nhiều chiến lược, nhiều kỹ thuật, và nhiều phương án thoát hiểm phù hợp với từng tòa nhà, từng đám đông công cộng, từng hoàn cảnh thực tế tại hiện trường. Tuy nhiên, việc xây dựng các kịch bản thử nghiệm và đánh giá hiệu quả của các giải pháp, các chiến lược, các kỹ thuật này trên thực tế là rất khó thực hiện và tốn kém. Do đó, việc mô hình hóa và mô phỏng hoạt động cứu hộ cứu hỏa là một giải pháp hợp lý, khả thi và không tốn kém để thử nghiệm và đánh giá các đề xuất của các chuyên gia. Bài báo này trình bày một mô hình dựa trên hệ đa tác tử để mô hình hóa và mô phỏng các hoạt động cứu hộ khi xảy ra sự cố cháy trong các tòa nhà công cộng. Hệ thống được cài đặt và thử nghiệm trên nền tảng hỗ trợ mô hình hóa và mô phỏng dựa trên hệ đa tác tử GAMA.

Từ khóa— Mô hình hóa hệ thống, mô phỏng hệ thống, cứu hộ cứu hỏa, hệ đa tác tử, GAMA.

I. GIỚI THIỆU

Hỏa hoạn, đặc biệt là hỏa hoạn trong các tòa nhà công cộng, đã gây nhiều thiệt hại to lớn về người và của, không những chỉ riêng ở Việt Nam mà còn trên phạm vi thế giới. Các chuyên gia cứu hộ cứu hỏa đã đề xuất nhiều chiến lược, nhiều kỹ thuật, và nhiều phương án thoát hiểm phù hợp với từng tòa nhà, từng đám đông công cộng, từng hoàn cảnh thực tế tại hiện trường. Tuy nhiên, việc xây dựng các kịch bản thử nghiệm và đánh giá hiệu quả của các giải pháp, các chiến lược, các kỹ thuật này trên thực tế là rất khó thực hiện và tốn kém. Do đó, việc mô hình hóa và mô phỏng hoạt động cứu hộ cứu hỏa là một giải pháp hợp lý, khả thi và không tốn kém để thử nghiệm và đánh giá các đề xuất của các chuyên gia.

Trong thời gian gần đây, mô hình hóa và mô phỏng hoạt động cứu hộ cứu hỏa đang là một trong những chủ đề thu hút được nhiều quan tâm nghiên cứu trên thế giới. Nhiều trong số đó là các mô hình mô hình hóa và mô phỏng hệ thống cứu hộ cứu hỏa dựa trên hệ đa tác tử. Trong đó, mỗi tác tử có tính tự chủ, chủ động xử lý thông tin quan sát được và đưa ra hành động một cách hợp lý. Đồng thời tác tử có thể di chuyển đến các vị trí khác nhau để gặp gỡ, trao đổi thông tin với các tác tử khác trong hệ thống để đưa ra quyết định và hành động của mình. Những đặc trưng này của hệ đa tác tử phù hợp một cách tự nhiên với việc mô phỏng một hệ thống cứu hộ cứu hỏa: Mô hình các nhân viên cứu hỏa, người thoát hiểm như những tác tử thông minh và tự chủ, và các đối tượng khác như lửa, khói, vật cản, chuông báo cháy, biển chỉ dẫn hướng thoát hiểm... cũng có thể được mô hình hóa thành các tác tử đơn giản. Trong quá trình thoát hiểm, các đối tượng – tác tử được mô hình hóa thành người thoát hiểm này có thể tự quan sát và cảm nhận môi trường xung quanh như nhìn thấy lửa và khói, nghe thấy tiếng chuông báo cháy, quan sát các biển báo chỉ hướng thoát hiểm, quan sát hướng di chuyển của tác tử khác, chia sẻ thông tin về hướng thoát hiểm hay tình trạng hỏa hoạn tại chỗ mình đã đi qua cho các tác tử khác... Trong khi đó các tác tử được mô hình hóa thành nhân viên cứu hỏa có thể quan sát tình trạng đám cháy và khói để hướng dẫn người thoát hiểm, dùng các phương tiện dập lửa, và giúp đỡ những người khó khăn trong di chuyển để thoát hiểm... Những thông tin và hành động này có thể được mô hình hóa với công nghệ tác tử. Điều này lý giải tại sao hầu hết các mô hình mô phỏng các hệ thống thoát hiểm hỏa hoạn trên thế giới đều dựa trên hệ đa tác tử, chẳng hạn như mô hình đề xuất bởi Okaya and Takahashi [1]; Saelao and Patvichaichod [2]; Filippopolitis [3]; Tang and Ren [4]; Averill and Song [5]; Yi and Shi [6].

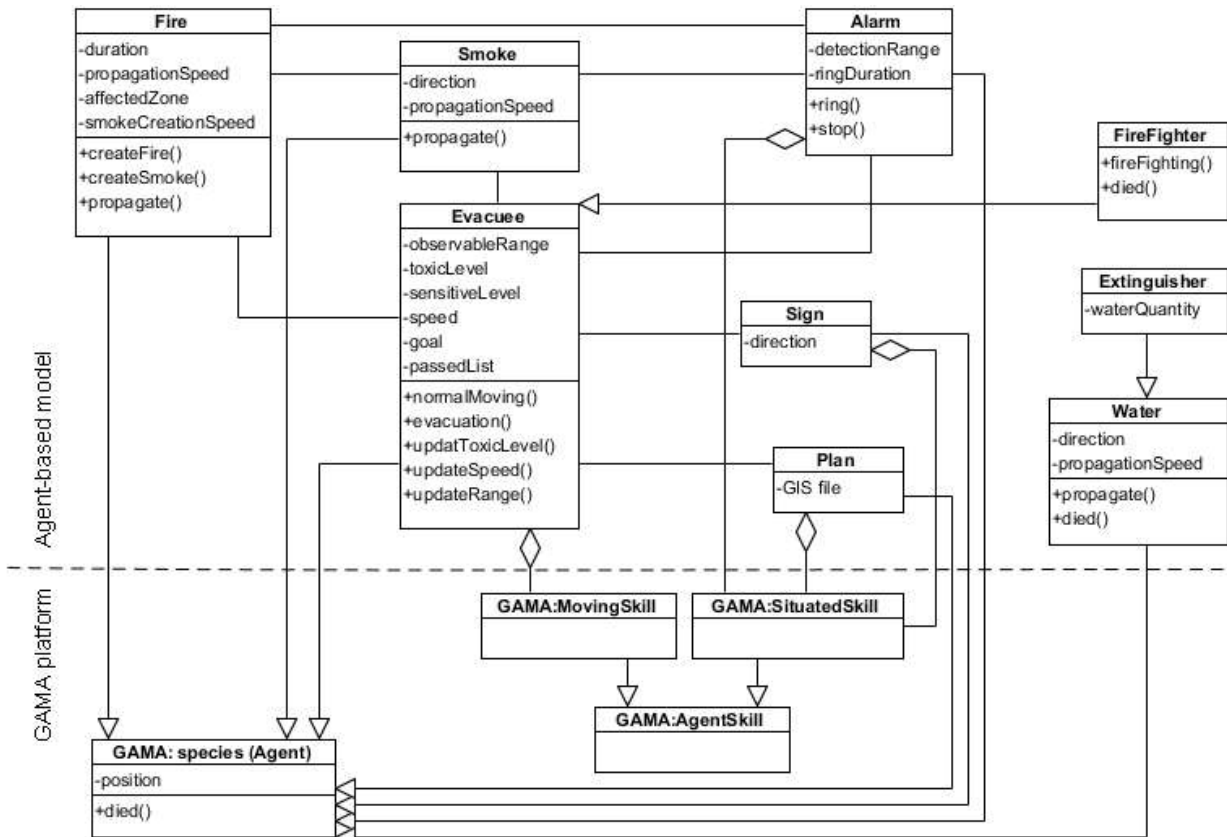
Trong cùng hướng với các nghiên cứu gần đây về mô hình hóa và mô phỏng hoạt động cứu hộ cứu hỏa trong các tòa nhà công cộng (Nguyen et al. [7],[8],[9]), bài báo này đề xuất một mô hình mô phỏng cứu hỏa và thoát hiểm trong các tòa nhà công cộng dựa trên công nghệ hệ đa tác tử. Việc cài đặt hệ thống cũng được thực hiện trên nền tảng GAMA (Amouraux et al. [10]). Tuy nhiên, điểm khác biệt và đóng góp chính của bài báo này so với các công trình đã công bố trước đây là chúng tôi đã bổ sung mô hình của ba đối tượng chữa cháy: lính cứu hỏa, nước và bình cứu hỏa. Về chiến lược cứu hỏa, có bổ sung các kịch bản cứu hỏa khác nhau cho lính cứu hỏa. Và mô hình này có thể mở rộng áp dụng linh động cho các tòa nhà có cấu trúc và thiết kế bên trong khác nhau.

Nội dung của bài báo này được trình bày như sau: Mục 2 sẽ trình bày về mô hình đề xuất; Mục 3 trình bày việc phân tích mô hình trong một trường hợp nghiên cứu cụ thể. Mục 4 là kết luận và các hướng nghiên cứu tiếp theo.

II. MÔ HÌNH HÓA HỆ THỐNG THOÁT HIỂM HỎA HOẠN

Mở rộng từ mô hình SEBES

Như đã trình bày, mô hình này được mở rộng từ mô hình SEBES (Smoke Effect and Blind Evacuation Strategy [7]), do đó có thể được gọi là mô hình SEBES+. Vì được kế thừa từ mô hình SEBES, nên mô hình SEBES+ có sẵn 5 loại tác tử đã được mô hình hóa:



Hình 1. Sơ đồ các lớp tác tử của SEBES+ mở rộng từ mô hình SEBES

- Lửa (fire): biểu diễn đối tượng lửa, đám cháy. Lửa có thể lan rộng (sinh ra các đối tượng lửa khác) theo các vật liệu gây cháy và kết thúc khi hết vật liệu cháy hoặc hết oxy, hoặc bị dập bởi nước hoặc bình chữa cháy. Lửa gây thương tích và nhiệt lượng tỏa ra từ lửa cũng có thể ảnh hưởng đến sức khỏe, sức chịu đựng của người thoát hiểm và người chữa cháy. Lửa cũng là đối tượng sinh ra khói.
- Khói (smoke): biểu diễn đối tượng khói. Khói được sinh ra từ lửa đám cháy (Khói không tự sinh ra khói). Và đối tượng khói có thể di chuyển trong không gian liên thông với vị trí hiện tại. Mật độ khói có thể ảnh hưởng đến nồng độ oxy trong không gian và ảnh hưởng đến sức khỏe, sức chịu đựng người thoát hiểm cũng như người chữa cháy. Khói cũng có thể thoát ra khỏi toàn nhà. Khói vị hủy khi gặp nước.
- Chuông báo cháy (alarm): biểu diễn đối tượng chuông báo cháy. Đối tượng này không di chuyển được nhưng có khả năng cảm nhận khói và lửa: Khi có khói hoặc lửa xuất hiện trong phạm vi cảm nhận của nó, chuông sẽ tự động kêu. Và người đứng trong vùng ảnh hưởng của tiếng chuông sẽ nghe thấy tiếng chuông báo cháy.
- Biển báo chỉ hướng thoát hiểm (sign and plan): biểu diễn sơ đồ và biển báo chỉ hướng thoát hiểm. Đối tượng này cũng không di chuyển được, và chỉ được nhìn thấy nếu một người thoát hiểm di chuyển đến gần biển báo sao cho biển báo rơi vào trong tầm quan sát được của người thoát hiểm.
- Người thoát hiểm (evacuee): biểu diễn người thoát hiểm trong tòa nhà. Người thoát hiểm có thể nhìn thấy khói, lửa và quan sát được các biển báo chỉ dẫn thoát hiểm, nhìn thấy sự di chuyển của người thoát hiểm khác, có thể nghe thấy tiếng chuông báo cháy để tự mình thoát hiểm. Trong quá trình thoát hiểm, có thể chủ động quyết định chọn hướng chạy, quan sát các biển chỉ dẫn và quan sát hướng chạy của những người thoát hiểm khác, hoặc tuân theo hướng dẫn của những người cứu hộ để tự chọn hướng chạy thoát hiểm tốt nhất cho mình. Trong quá trình chạy thoát hiểm, sức khỏe và sức chịu đựng của người thoát hiểm bị ảnh hưởng và giảm dần bởi khói, lửa, và va đập vào các vật cản cũng như người thoát hiểm khác. Khi sức khỏe yếu đi thì vận tốc chạy

và mức độ minh mẫn, khả năng phán đoán cũng bị giảm theo. Đến ngưỡng chịu đựng mà không được cứu thì người thoát hiểm sẽ chết.

Ngoài ra, mô hình SEBES+ còn bổ sung ba mô hình tác tử (Hình 1):

- Nước/hơi nước (water/steam): mô phỏng nước dập lửa hoặc bọt khí dập lửa. Tác tử này được đem đến và phát ra bởi lính cứu hỏa và có khả năng tiêu diệt các tác tử khói và lửa.
- Bình xịt cứu hỏa (extinguisher): mô phỏng bình cứu hỏa. Được lính cứu hỏa hay người thoát hiểm sử dụng để sinh ra bọt khí dập lửa.
- Lính cứu hỏa (fire fighter): mô phỏng lính cứu hỏa. Lính cứu hỏa vừa có thể hoạt động đơn thuần như một người thoát hiểm, nhưng cũng có thể hoạt động như một lính cứu hỏa: đưa nước/bình cứu hỏa đến phun vào những chỗ có khói và lửa để dập khói và lửa.

Các mục tiếp theo sẽ trình bày chi tiết các tác tử mới được bổ sung này.

Tác tử nước

a) Thuộc tính

Tác tử nước được mô hình hóa với các thuộc tính như sau:

- *power*: sức mạnh của tác tử nước, thể hiện khả năng tiêu diệt các tác tử khói và lửa.
- *range*: phạm vi công dụng của nước. Là bán kính của khu vực xung quang tác tử nước, và các tác tử khói và lửa nếu xuất hiện trong phạm vi này thì sẽ bị tiêu diệt.
- *direction*: hướng di chuyển của nước (hơi nước) trong không gian sau khi được phun ra.
- *propagationSpeed*: tốc độ lan truyền của nước (hơi nước).

b) Hành vi

Tác tử nước có các hoạt động, hành vi như sau:

- *propagate*: lan truyền theo hướng *direction* trong không gian tòa nhà.
- *died*: chết sau khi khử agent lửa và khói. Tỷ lệ khử là 2:1. Cứ hai tác tử nước thì diệt được một tác tử lửa hoặc khói.

Tác tử bình cứu hỏa

a) Thuộc tính

Tác tử bình cứu hỏa được mô hình hóa với các thuộc tính như sau:

- *waterQuantity*: dung lượng chứa nước/bọt khí của bình chữa cháy. Khi bị sử dụng hết dung lượng này thì có thể nạp lại hoặc hết tác dụng.

b) Hành vi

Tác tử bình cứu hỏa có các hoạt động, hành vi như sau:

- *propagate*: phun ra nước hoặc bọt khí để khử tác tử lửa và khói.
- *died*: chết sau khi dùng hết dung lượng nước/bọt khí.

Tác tử lính cứu hỏa

a) Thuộc tính

Vì được kế thừa từ tác tử Người thoát hiểm (evacuee) của mô hình SEBES nên tác tử này có các thuộc tính:

- *observableRange*: tầm quan sát cá nhân. Là vùng không gian xung quanh vị trí hiện tại của tác tử mà nó có thể nhìn thấy, quan sát được các vật cản, lửa, khói, biển báo, hay người khác.
- *toxicLevel*: mức độ nhiễm độc khói/lửa. Là mức độ tác tử đó bị nhiễm độc vì khói hoặc bị thương vì lửa, nhiệt độ cao. Mức này sẽ tăng dần nếu tác tử ở trong vùng khói lửa hay tiếp xúc với khói lửa lâu. Khi mức này lên đến cực đại (100%) thì tác tử tương ứng sẽ bị chết.
- *sensitiveLevel*: mức độ nhạy cảm với tác động của khói/lửa. Là tham số chỉ khả năng phòng vệ của cơ thể trước tác hại của khói/lửa. Tham số này càng cao chứng tỏ cơ thể của tác tử tương ứng có sức khỏe tốt và chịu đựng tốt như những người trưởng thành và khỏe mạnh. Ngược lại, tham số này càng thấp chứng tỏ cơ thể không có sức chống chọi với khói lửa tốt, ví dụ như tác tử là người già, ốm đau, trẻ em, người tàn tật, phụ nữ mang thai.
- *speed*: tốc độ di chuyển. Là tốc độ trung bình của tác tử tương ứng trong các hoạt động di chuyển. Bao gồm cả di chuyển để thoát hiểm và di chuyển để cứu hỏa, cứu hộ.

- *goal*: đích đến của việc chạy thoát hiểm. Là cửa thoát hiểm mà tác tử muốn chạy tới để thoát.
- *passedList*: là danh sách các vị trí mà tác tử đã chạy qua, được ghi nhớ lại để tránh chạy lòng vòng. Tham số này được dùng trong chiến thuật thoát hiểm mù (của mô hình SEBES) khi khói dày đặc làm giảm tầm quan sát, nên người thoát hiểm phải lần theo các bờ tường để tìm cửa thoát hiểm.

Ngoài các thuộc tính được kế thừa của người thoát hiểm (evacuee), tác tử lính cứu hỏa này còn có thêm các thuộc tính như sau:

- *objective*: mục đích cho hành động hiện tại của lính cứu hỏa. Thuộc tính này có thể có các giá trị: thoát hiểm, cứu hỏa, dập lửa, định hướng thoát hiểm.

b) Hành vi

Các hành vi được kế thừa từ tác tử Người thoát hiểm (evacuee) của mô hình SEBES:

- *normalMoving*: di chuyển bình thường. Là hoạt động di chuyển của tác tử tương ứng trong trạng thái bình thường, không có báo cháy.
- *evacuate*: di chuyển thoát hiểm. Là hoạt động di chuyển của tác tử về hướng các cửa thoát hiểm khi có báo cháy xảy ra hoặc khi nhìn thấy khói/lửa trong tầm quan sát.
- *updateToxicLevel*: cập nhật tình trạng nhiễm độc hay bị thương vì khói/lửa. Nếu tác tử tiếp tục hít thở khói, bị lửa cháy, hay ở gần vị trí lửa cháy nên có nhiệt độ cao thì mức độ này sẽ tăng lên tỉ lệ với nồng độ khói, cường độ lửa và độ cao của nhiệt. Tham số này sẽ bị giảm đi nếu tác tử đã thoát khỏi vùng nguy hiểm và di chuyển vào vùng an toàn.
- *updateSpeed*: cập nhật lại tốc độ di chuyển của tác tử. Nếu bị nhiễm độc càng cao thì sức khỏe sẽ yếu đi nên tốc độ di chuyển sẽ chậm lại.
- *updateRange*: cập nhật lại tầm quan sát. Nếu tác tử đang ở trong vùng khói lửa thì tầm quan sát sẽ bị giảm đi. Mức độ giảm tỉ lệ với nồng độ khói và cường độ lửa.

Ngoài các hành vi được kế thừa của người thoát hiểm (evacuee), tác tử lính cứu hỏa này còn có thêm các hành vi như sau:

- *fireFighting*: hoạt động cứu hỏa. Bao gồm các hoạt động: di chuyển đến khu vực có bình cứu hỏa để lấy dùng. Cầm bình cứu hỏa/vòi nước đến dập lửa.
- *evacuate guider*: hoạt động cứu hộ. Hướng dẫn mọi người thoát hiểm theo hướng cửa thoát hiểm. Giúp đỡ nạn nhân di chuyển thoát hiểm.

III. ÁP DỤNG

Mục này sẽ trình bày việc áp dụng mô hình đã đề xuất vào mô hình hóa và mô phỏng hoạt động cứu hỏa và thoát hiểm hỏa hoạn của một tòa nhà trong thực tế.

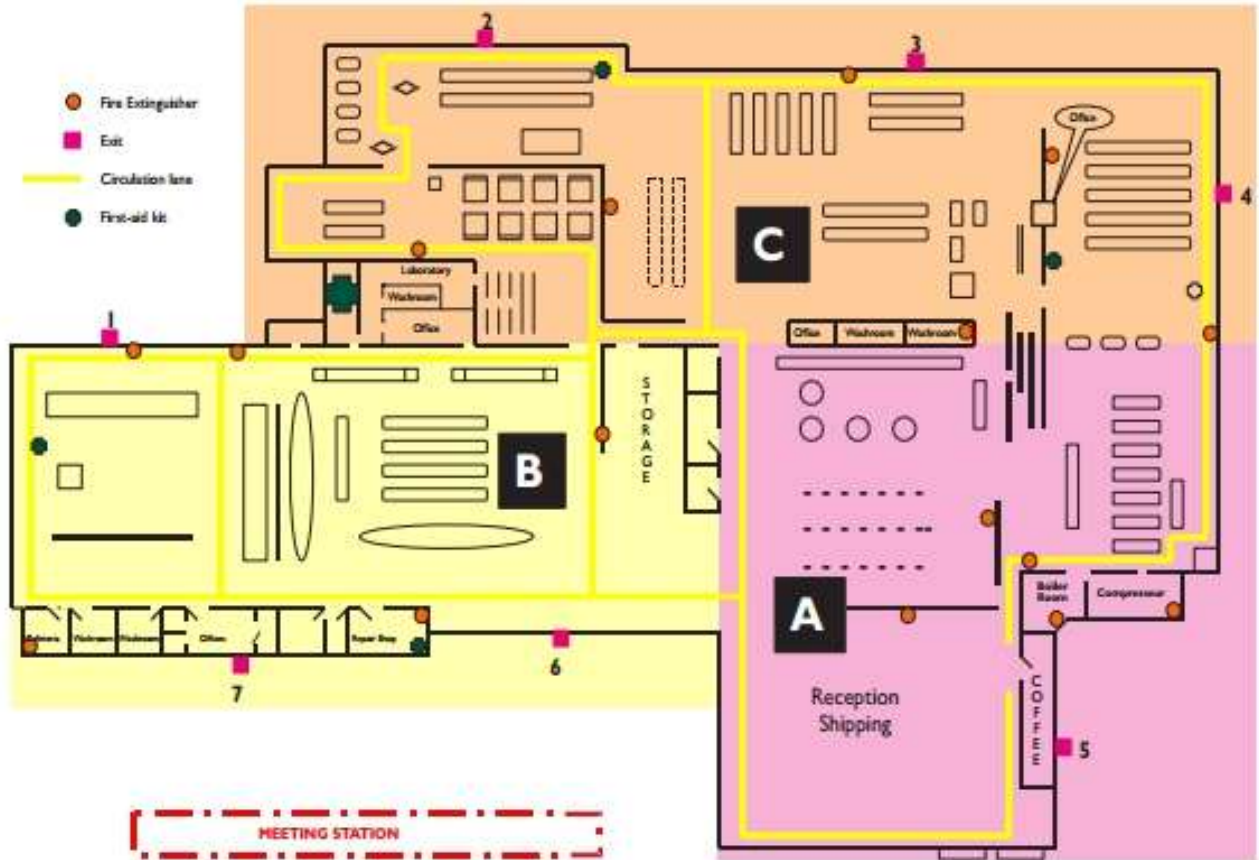
Nằm trong khuôn khổ đề tài nghiên cứu QG15.31 của Đại học Quốc gia Hà Nội, chúng tôi chọn áp dụng với tòa nhà được tổ chức *Préventex* sử dụng trong trường hợp nghiên cứu của họ.

Préventex là một tổ chức phi chính phủ chuyên nghiên cứu các vấn đề về sức khỏe và an toàn của con người trong môi trường. Tổ chức này đã được cơ quan bảo vệ sức khỏe và an toàn vùng Quebec công nhận và cấp phép hoạt động chính thức từ ngày 22 tháng 10 năm 1981.

Tòa nhà được tổ chức này lựa chọn làm ví dụ nghiên cứu có sơ đồ thoát hiểm như Hình 2. Theo đó, sơ đồ bao gồm 3 khu vực: (Nguồn : <http://www.preventex.qc.ca/images/documents/info/en/evacuation.pdf>):

Lựa chọn tòa nhà để mô phỏng

EVACUATION PLAN



Hình 2. Sơ đồ thoát hiểm cho tòa nhà được Preventex's lấy làm mô hình áp dụng

- Khu vực A: Khu vực này bao gồm phòng cà phê, phòng chờ, và cửa thoát hiểm. Khu vực này có đặt dự phòng tổng cộng năm bình chữa cháy.
- Khu vực B: Khu vực này bao gồm phòng tiếp tân, phòng cà phê, cửa vào và cửa ra cầu thang bộ. Trong khu vực này có tổng cộng năm bình chữa cháy và ba cửa thoát hiểm.
- Khu vực C: Khu vực này bao gồm các văn phòng, khu vệ sinh, và các phòng thí nghiệm. Khu vực này có tổng cộng sáu bình chữa cháy và ba cửa thoát hiểm.

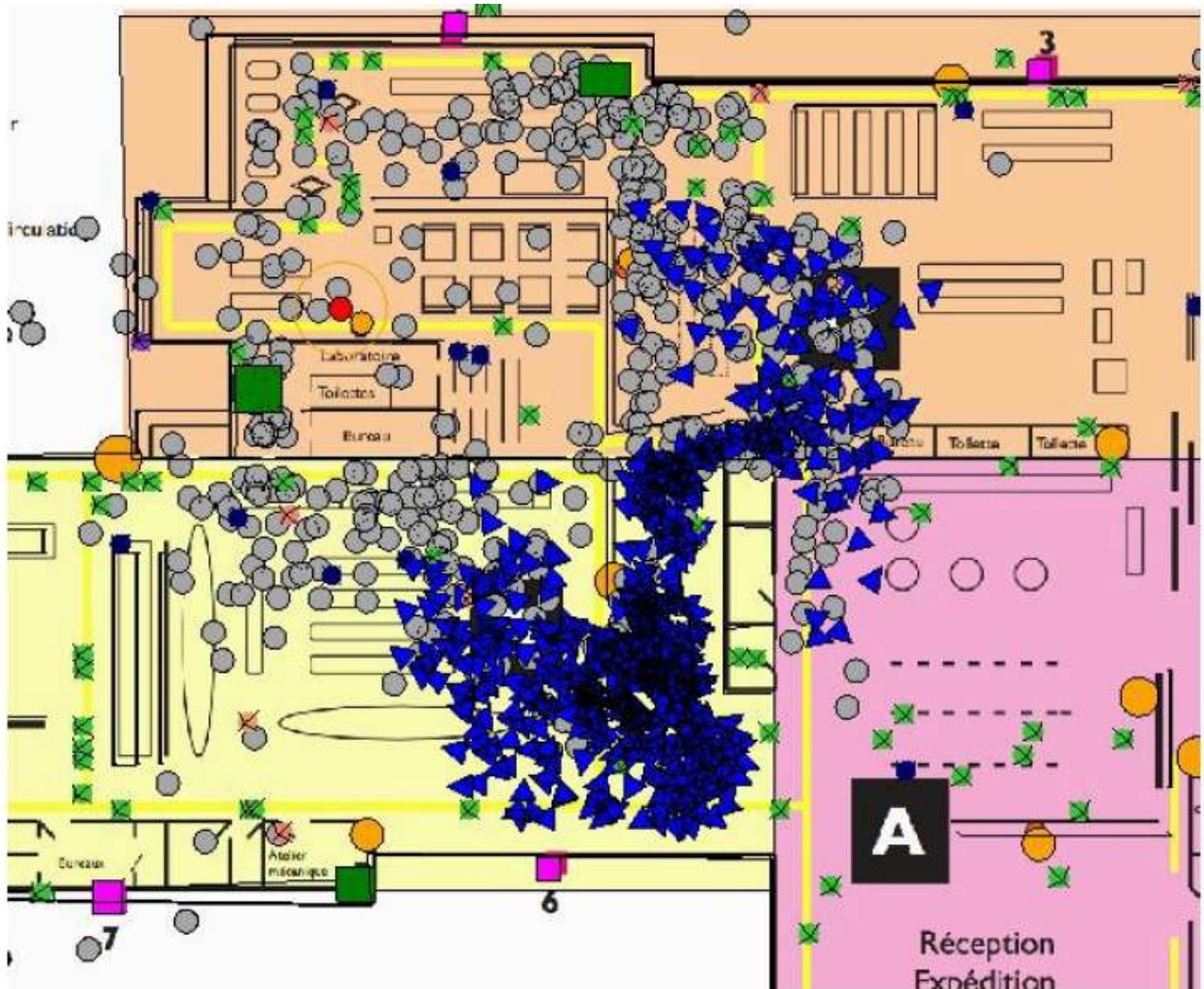
Lựa chọn công cụ mô phỏng

Về nền tảng công cụ hỗ trợ mô phỏng, chúng tôi chọn nền tảng GAMA [7]. GAMA cung cấp môi trường phát triển các hệ thống mô phỏng dựa trên hệ đa agent. Nền tảng này hỗ trợ: (i) sử dụng các dữ liệu phức tạp như dữ liệu GIS để xây dựng môi trường hoạt động của các agent như thực tế; (ii) chạy các hệ thống mô phỏng với số lượng lớn các agent; (iii) xây dựng các thử nghiệm tự động và điều khiển được với các kịch bản khác nhau và các bộ tham số vào/ra của hệ thống khác nhau; và (iv) các giao diện người dùng thân thiện và sinh động để tương tác với người dùng trong quá trình mô phỏng.

Cho đến nay, nền tảng GAMA đã và đang được sử dụng rộng rãi trong cộng đồng các chuyên gia mô phỏng các hệ thống phức tạp dựa trên nền hệ đa tác tử.

Kết quả

- a) Sự lan rộng dần của lửa và khói dưới sự khống chế của nước và bột chữa cháy



Hình 3. Hiện thị giao diện quá trình lan rộng của lửa và khói, và việc dập lửa/khói của nước/bọt chữa cháy

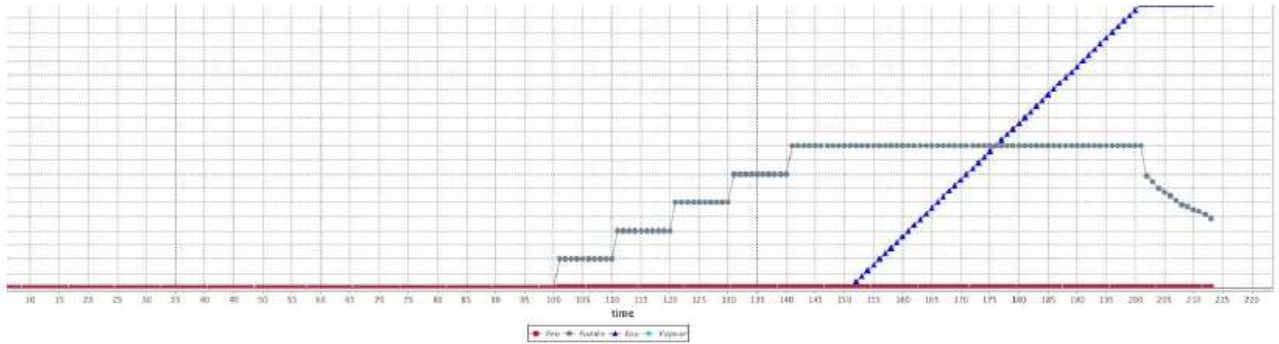
Sự lan rộng dần của lửa và khói trong sự kiểm tỏa của nước và bọt chữa cháy được biểu diễn trong Hình 2. Theo đó, các tác tử lửa/khói được biểu diễn bằng các hình tròn màu xám. Các tác tử nước và bọt chữa cháy được biểu diễn bằng các hình tam giác màu xanh nước biển. Tỷ lệ tiêu diệt của nước và lửa/khói là 2:1. Nghĩa là cứ 2 tác tử nước thì tiêu diệt được một tác tử lửa hoặc khói trong phạm vi chữa cháy của nó.

Kết quả phần quan sát của mô phỏng cho thấy đám cháy lan rộng dần bắt đầu từ vị trí phát cháy, thể hiện bằng việc tập trung số lượng lớn các tác tử lửa/khói và lan rộng dần ra xung quanh. Những vị trí chưa bị nước khống chế thì lửa/khói lan khá nhanh. Những vị trí mà bị nước khống chế thì số lượng tác tử lửa/khói bị giảm đi nhanh chóng.

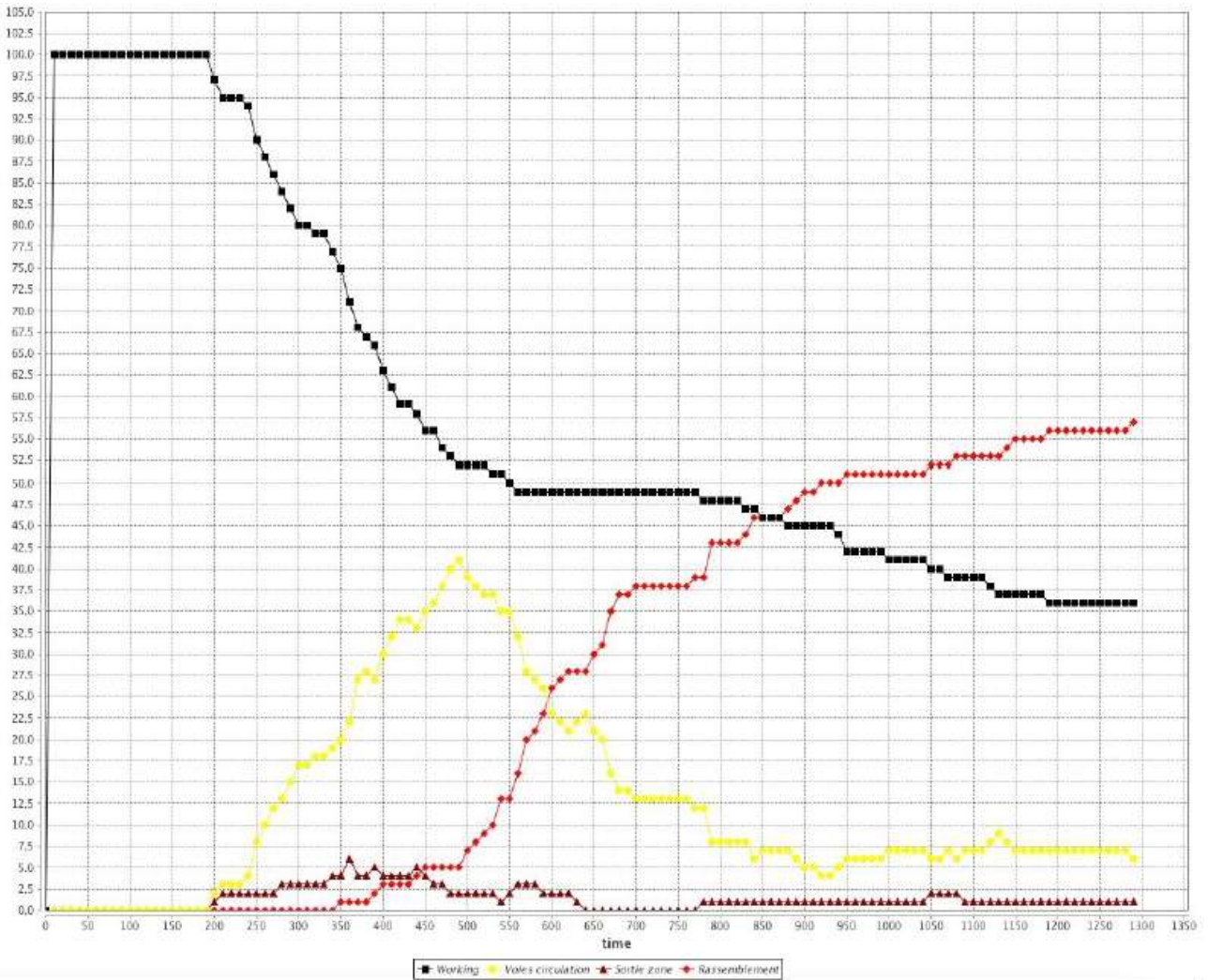
b) Thay đổi trong tốc độ lan rộng của lửa/khói theo thời gian

Sự biến thiên theo thời gian về tốc độ lan rộng của khói/lửa và nước được mô tả trong Hình 3: Số lượng các tác tử lửa/khói được biểu diễn bằng đường màu xám. Số lượng các tác tử nước/bọt chữa cháy/hơi nước được biểu diễn bằng đường màu xanh nước biển.

Kết quả mô phỏng này chỉ ra rằng đám cháy bắt đầu xuất hiện ở thời điểm (bước mô phỏng) 100 và sau đó đám cháy lan rộng dần: số lượng lửa và khói tăng dần lên. Khi đám cháy phát sinh lửa/khói đủ lớn thì hệ thống chuông báo cháy phát hiện ra đám cháy và kêu báo động. Khi đó, các nhân viên cứu hỏa di chuyển đến nơi để chữa cháy (bước mô phỏng 150) và bắt đầu phun nước/bọt chữa cháy vào đám cháy để khống chế. Từ thời điểm này có thể thấy lượng nước bơm ra tăng dần đều và số lượng lửa/khói bị khống chế nên không tăng lên đáng kể. Khi lượng nước bơm ra chữa cháy đủ lớn thì số lượng lửa giảm dần và bắt đầu thu hẹp vùng cháy đến tắt hẳn (bước mô phỏng 200). Xu hướng này tiếp tục được duy trì cho đến khi lửa được dập tắt hoàn toàn và khói tản hết ra khỏi tòa nhà.



Hình 4. Quá trình thay đổi số lượng lửa và khói trong quá trình lan rộng và bị dập tắt



Hình 5. Quá trình thay đổi mục tiêu của người thoát hiểm trong quá trình thoát hiểm

c) Sự biến thiên theo thời gian về mục đích của người trong quá trình thoát hiểm

Trong mô hình này, chúng tôi phân loại bốn mục đích của người trong quá trình thoát hiểm như sau:

- Working: Trạng thái của những người đang làm việc của mình. Trong hình 5, số lượng người trong trạng thái này được biểu diễn bằng đường màu đen.
- Circulation lane: Trạng thái của những người đang trên đường thoát hiểm, chưa ra đến cửa thoát hiểm. Trong hình 5, số lượng người trong trạng thái này được biểu diễn bằng đường màu vàng.
- Emergency exit: Trạng thái của những người đã chạy đến khu vực cửa thoát hiểm. Trong hình 5, số lượng người trong trạng thái này được biểu diễn bằng đường màu nâu.
- Meeting station: Trạng thái của những người đã thoát ra được ra khỏi tòa nhà và đến tập kết tại khu vực an toàn. Trong hình 5, số lượng người trong trạng thái này được biểu diễn bằng đường màu đỏ.

Sự biến thiên, theo thời gian, về số lượng của những người trong bốn trạng thái này được biểu diễn trong Hình 5. Trong khoảng thời gian đầu (bước mô phỏng 0-200), hầu hết mọi người đang ở trạng thái làm công việc của mình do chưa có tín hiệu báo hỏa hoạn xảy ra. Khi hỏa hoạn xảy ra và chuông báo cháy kêu lên, mọi người bắt đầu thoát hiểm và tìm ra các đường thoát hiểm theo chỉ dẫn. Khi đó, số lượng người ở trạng thái đang ở trên các đường thoát hiểm tăng dần. Đồng thời, số lượng người thoát đến khu vực cửa thoát hiểm và vùng tập trung an toàn bên ngoài tòa nhà cũng bắt đầu tăng lên. càng về sau, số người trong khu vực cần thoát hiểm đã thoát hết ra ngoài thì số lượng người trên các đường thoát hiểm, các khu vực cửa thoát hiểm giảm xuống gần bằng 0 và số lượng người tập kết ở khu vực an toàn ngoài tòa nhà tăng cực đại.

IV. KẾT LUẬN

Bài báo này đã trình bày một mô hình dựa trên hệ đa tác tử để mô hình hóa và mô phỏng hệ thống cứu hỏa và thoát hiểm khi có hỏa hoạn xảy ra trong các tòa nhà công cộng. Mô hình SEBES+ được đề xuất trong bài báo này là một mức mở rộng từ mô hình SEBES của nhóm tác giả. Trong đó có bổ sung việc mô hình hóa và mô phỏng các đối tượng: nước dập khói lửa, bình cứu hỏa, lính cứu hỏa để dập khói lửa và hướng dẫn người dân thoát hiểm theo hướng tối ưu.

Mô hình này đã được cài đặt và mô phỏng dựa trên công cụ mô phỏng dựa vào hệ đa tác tử là GAMA.

Việc kiểm nghiệm kết quả thu được và đối sánh với thực tế các kỹ thuật thoát hiểm do các chuyên gia thoát hiểm hỏa hoạn tư vấn sẽ là một số hướng nghiên cứu tiếp theo trong tương lai gần của nhóm tác giả.

V. LỜI CẢM ƠN

Bài báo này được hoàn thành với sự tài trợ của dự án nghiên cứu về mô hình hóa và mô phỏng hoạt động cứu hỏa trong các tòa nhà công cộng, mã số QG.15.31, Đại học Quốc gia Hà Nội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] OJ. Y. jen Hsu, G. Governatori, A. K. Ghose (Eds.), Proceedings of Agents in Principle, Agents in Practice – 14th International Conference, PRIMA 2011, Wollongong, Australia, November 16–18, 2011, Lecture Notes in Computer Science, vol. 7047, Springer, 2011, pp. 496–507.
- [2] T. Saelao, S. Patvichaichod, The computational fluid dynamic simulation of fire evacuation from the student dormitory, American Journal of Applied Sciences 9 (3) (2012) 429–435.
- [3] A. Filippopolitis, An adaptive system for movement decision support in building evacuation, in: Proceedings of the 25th Int. Symposium on Computer and Information Sciences, London, UK, 2010, pp. 389–392.
- [4] F. Tang, A. Ren, Agent-based evacuation model incorporating fire scene and building geometry, Tsinghua Science Technology 13 (5) (2008) 708–714.
- [5] J. D. Averill, W. Song, Accounting for Emergency Response in Building Evacuation: Modeling Differential Egress Capacity Solutions, 2007.
- [6] S. Yi, J. Shi, An agent-based simulation model for occupant evacuation under fire conditions, in: Proceedings of the 2009 WRI Global Congress on Intelligent Systems, GCIS '09, vol. 01, IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 2009, pp. 27–31.
- [7] Manh Hung Nguyen, Tuong Vinh Ho and Jean Daniel Zucker. Integration of Smoke Effect and Blind Evacuation Strategy (SEBES) within Fire Evacuation Simulation. Simulation Modelling Practice and Theory. Volume 36, August 2013, p.44-59, ISSN 1569-190X.
- [8] Manh Hung Nguyen, Tuong Vinh Ho and Jean Daniel Zucker. A Simulation Model for Optimise the Fire Evacuation Configuration in the Metro supermarket of Hanoi. Proceedings of the Ninth International Conference on Simulated Evolution And Learning (SEAL2012), Hanoi, Vietnam, 16-19 December 2012. L.T. Bui et al. (Eds.): SEAL 2012, LNCS 7673, pp. 470–479, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012.
- [9] Manh Hung Nguyen, Tuong Vinh Ho, Thi Ngoc Anh Nguyen and Jean Daniel Zucker. Which Behavior is best in a Fire Evacuation: Simulation with the Metro supermarket of Hanoi. Proceedings of The 9th IEEE - RIVF International Conference on Computing and Communication Technology. Ho Chi Minh city, Viet Nam, p.183 -- 188, February 27 - March 1, 2012.
- [10] E. Amouroux, C. Quang, A. Boucher, A. Drogoul, GAMA: an environment for implementing and running spatially explicit multi-agent simulations, in: 10th Pacific Rim International Workshop on Multi-Agents (PRIMA), Thailand, 2007.

MODELING AND SIMULATION OF FIRE EVACUATION IN PUBLIC BUILDINGS

Nguyen Manh Hung, Ho Tuong Vinh

ABSTRACT— *The negative consequence of fire, especially fire in public buildings, brings too much of lost in both human and money. The fire evacuation specialists proposed many evacuate techniques, methods and policies adapting to the given building, groups of people, or situations. However, conducting experiments to test these proposed solutions, in the reality, is nearly impossible. Therefore, simulation of fire and fire evacuation to evaluate these proposals is a reasonable solution. This paper proposes an agent-based model for modeling and simulation of fire evacuation in public buildings. The model is implemented and tested using the GAMA agent-based simulation platform.*

Keywords— *Modeling, simulation, fire evacuation, multiagent system, GAMA.*