

Ứng dụng công cụ unity để xây dựng phần mềm mô phỏng và xác định diện tích đám cháy theo thời gian

Lê Viết Vũ, Đặng Tuấn Tú

Trường Đại học Phòng cháy Chữa cháy

Received: 16/12/2023; Accepted: 26/12/2023; Published: 05/01/2024

Abstract: This article aims to propose the development of software to calculate the area of a fire using the Unity tool. Building this software will provide a simulation and calculation tool for the determination of area of a fire in a room without the need for complex experiments. Additionally, the software enables the calculation of the fire area at various times to assess resource requirements for firefighting and rescue operations, as well as to evaluate the fire's progression.

Keywords: Fire area, fire's progression, simulation software

1. Mở đầu

Ở Việt Nam, trong các phương án chữa cháy và cứu nạn cứu hộ, các bài tập về chiến thuật chữa cháy cần phải xác định diện tích đám cháy ở các thời điểm từ đó để tính toán xác định lực lượng, phương tiện chữa cháy và cứu nạn cứu hạn.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Thực trạng về các phần mềm mô phỏng đám cháy đang có trong nước và trên thế giới.

Hiện nay, một số phần mềm có thể sử dụng để mô phỏng quá trình phát triển của đám cháy trong như: FDS(Fire Dynamics Simulator): FDS có thể mô phỏng và tính toán hầu hết các thông số của đám cháy, tuy nhiên phần mềm việc sử dụng còn gặp nhiều khó khăn do dữ liệu đầu vào hoàn toàn nhập liệu dưới dạng các tệp văn bản với cấu trúc lệnh phức tạp. Việc sử dụng đòi hỏi phải có chuyên môn và trình độ cao về máy tính, lập trình. Để sử dụng FDS đơn giản hơn thì cần mua bản quyền các phần mềm hỗ trợ như Pyrosim với chi phí từ 30 đến 80 triệu cho 1 máy tính sử dụng. [3]

COMSOL MULTIPHYSICS: Chương trình Comsol dựa trên phần mềm FEMLAB. FEMLAB là một phần mềm mô phỏng các hiện tượng vật lý đa dạng, sử dụng FEM để giải quyết các mô hình được xây dựng. Trong Comsol việc mô phỏng các hiện tượng trao đổi nhiệt và các hiện tượng di chuyển của dòng chất khí được tách riêng thành 2 module riêng biệt, trong khi đó quá trình cháy là quá trình tổng hợp của 2 hiện tượng trên nên sử dụng Comsol cho việc mô phỏng đám cháy và các thông số của đám cháy gặp khó khăn trong việc kết hợp 2 module trên.

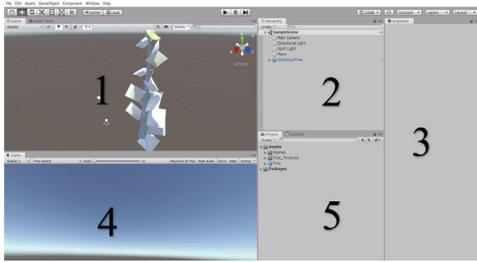
Ngoài ra Comsol được bán với giá khá cao (từ 40 đến 100 triệu VNĐ) và phải có máy tính với cấu hình mạnh mới có thể sử dụng được.[4]

Hiện nay tại nước ta mới chỉ có các phần mềm xây dựng lại mô hình của đám cháy dưới dạng 3D, 2D để có thể quan sát theo dõi **dưới dạng các video**, chưa có phần mềm mô phỏng và tính toán diện tích đám cháy,...

2.2. Lựa chọn công cụ lập trình Trường Đại học PCCC

Các phần mềm nêu trên sử dụng phương pháp tính không giống với các phương pháp được dạy và học ở Trường Đại học PCCC. Do đó, khi áp dụng các phần mềm này vào công tác giảng dạy và công tác xây dựng phương án chữa cháy thì gặp nhiều khó khăn về kết quả tính toán, kinh phí, về yêu cầu phần cứng hệ thống máy tính cũng như sự liên quan tới các bài toán trong môn học. Do vậy để xây dựng phần mềm mô phỏng tính toán cần sử dụng các công cụ có khả năng lập trình mô phỏng, đơn giản dễ dùng, dễ tiếp cận. Qua nghiên cứu, nhóm nghiên cứu đề xuất sử dụng công cụ lập trình Unity để xây dựng phần mềm. [3]

Unity có môi trường phát triển phần mềm đồ họa tích hợp, cung cấp một hệ thống toàn diện cho các lập trình viên, từ soạn thảo mã nguồn, xây dựng công cụ tự động hóa đến trình sửa lỗi. Do được hướng đến đồng thời cả lập trình viên không chuyên và chuyên nghiệp, nên Unity khá dễ sử dụng. Hơn nữa, đây là một trong những công cụ phổ biến nhất trên thế giới, người dùng có thể dễ dàng tìm kiếm kinh nghiệm sử dụng của các lập trình viên đi trước.



Hình 2.1. Giao diện Unity

* Chú thích:

Scene (1)	Nơi mà phần mềm sẽ được xây dựng
Hierarchy (2)	Danh sách các Game Object trong scene
Inspector (3)	Những thiết lập, thành phần, thuộc tính của đối tượng (hoặc Asset) đang được chọn
Game (4)	Cửa sổ xem trước, nó chỉ hoạt động trong chế độ "Play" (Preview - xem trước)
Project (5)	Danh sách các Assets của dự án, được ví như thư viện của dự án.

2.3. Xây dựng phần mềm

2.3.1. Thuật toán tính toán diện tích đám cháy

a. Tham số đầu vào

- Kích thước của căn phòng: chiều dài D, chiều rộng R (m)

- Vị trí ngọn lửa.

- Vận tốc cháy lan của ngọn lửa theo chất cháy: v (m/phút)

b. Nguyên tắc tính toán

- Ban đầu ngọn lửa lan ra các hướng theo hình tròn. Khi ngọn lửa chạm 2 mép tường đối diện nhau sẽ phát triển thành hình chữ nhật.

- Trong 10 phút đầu tiên, ngọn lửa cháy lan với vận tốc $v_1 = \frac{1}{2}v$. Từ phút thứ 10 trở đi, ngọn lửa cháy

lan với vận tốc v.

c. Các bước tính toán

Bước 1: Xác định thời gian từ hệ thống τ (s) và quãng đường ngọn lửa phát triển r (m).

Trong 10 phút đầu tiên ngọn lửa cháy lan với vận tốc bằng $\frac{1}{2}$ giá trị ban đầu nên ta thực hiện kiểm tra:

- Nếu $\tau \leq 600$ s, vận tốc cháy lan bằng $\frac{1}{2}$ giá trị ban đầu $v_1 = \frac{1}{2}v$ và quãng đường ngọn lửa phát triển

được là $r = \frac{1}{2}v.\tau$

- Nếu $\tau > 600$ s, vận tốc cháy lan bằng giá trị ban đầu v và quãng đường ngọn lửa phát triển được là $r = \frac{1}{2}v.600 + v.(\tau - 600)$

Bước 2: Xác định khoảng cách.

Xác định khoảng cách từ vị trí ngọn lửa tới 4 bức tường x_1, x_2, x_3, x_4 (như hình vẽ) với $x_1 + x_2 = D$ và $x_3 + x_4 = R$.

Bước 3: Xác định diện tích ngọn lửa phát triển theo hình tròn.

Tìm khoảng cách bé nhất, giả sử x_1 . Ngọn lửa phát triển đến hình tròn bán kính x_1 .

Diện tích ngọn lửa được tính theo công thức $S_c = \pi.r^2$ với $0 \leq r \leq x_1$

Bước 4: Xác định diện tích ngọn lửa phát triển thành hình tròn không toàn vẹn và hình chữ nhật.

Tìm khoảng cách bé thứ 2. $x_3 \geq x_2$

Trường hợp 1: Nếu khoảng cách bé thứ 2 là x_3 (hoặc x_4) thì ngọn lửa phát triển đến hình tròn không toàn vẹn bán kính r cho đến khi $r = x_2$. Trong thời điểm này $x_1 < r \leq x_2$

- Thời điểm này, ta có thể chia làm 3 giai đoạn phát triển của ngọn lửa :

+ Giai đoạn 1 khi $x_1 < r \leq x_3$

Trong giai đoạn này diện tích của ngọn lửa tính bằng công thức

$$S_c = \pi.r^2 \left(1 - \frac{\arccos\left(\frac{x_1}{r}\right)}{180} \right) + x_1 \cdot \sqrt{R^2 - x_1^2}$$

+ Giai đoạn 2 khi $x_3 < r \leq \sqrt{x_1^2 + x_3^2}$

Trong giai đoạn này diện tích ngọn lửa tính bằng công thức

$$S_c = \pi.r^2 \left(1 - \frac{\arccos\left(\frac{x_1}{r}\right) + \arccos\left(\frac{x_3}{r}\right)}{180} \right) + x_3 \sqrt{r^2 - x_3^2} + x_1 \sqrt{r^2 - x_1^2}$$

+ Giai đoạn 3 khi $\sqrt{x_1^2 + x_3^2} < r \leq x_2, x_4$

Trong giai đoạn này diện tích ngọn lửa tính bằng công thức

$$S_c = \pi.r^2 \left(1 - \frac{\arccos\frac{x_1}{r} + \arccos\frac{x_3}{r} + 90}{360} \right)$$

$$+ x_1.x_3 + \frac{1}{2}x_1 \cdot \sqrt{r^2 - x_1^2} + \frac{1}{2}x_3 \cdot \sqrt{r^2 - x_3^2}$$

- Nếu ngọn lửa phát triển đến $r = x_2$ hoặc $r = x_4$ thì tiếp theo ngọn lửa sẽ phát triển theo hình chữ nhật cho đến khi chiếm toàn bộ diện tích căn phòng, khi đó diện tích ngọn lửa sẽ tính như sau:

+ Nếu $x_2 \leq x_4$
 Trong trường hợp này, diện tích ngọn lửa tính bằng công thức

$$S_c = (x_1 + x_2)(x_3 + r)$$

+ Nếu $x_2 > x_4$
 Trong trường hợp này, diện tích ngọn lửa tính bằng công thức

$$S_c = (x_3 + x_4)(x_1 + r)$$

Trường hợp 1: Nếu $x_1 \leq x_2 \leq x_3, x_4$ khi đó ngọn lửa sẽ phát triển hình tròn không toàn vẹn bán kính r tới khi $r = x_2$

Trong giai đoạn này diện tích ngọn lửa tính bằng công thức

$$S_c = \pi r^2 \left(1 - \frac{\arccos\left(\frac{x_1}{r}\right)}{180} \right) + x_1 \sqrt{r^2 - x_1^2}$$

Sau đó ngọn lửa sẽ phát triển thành hình chữ nhật về hai phía.

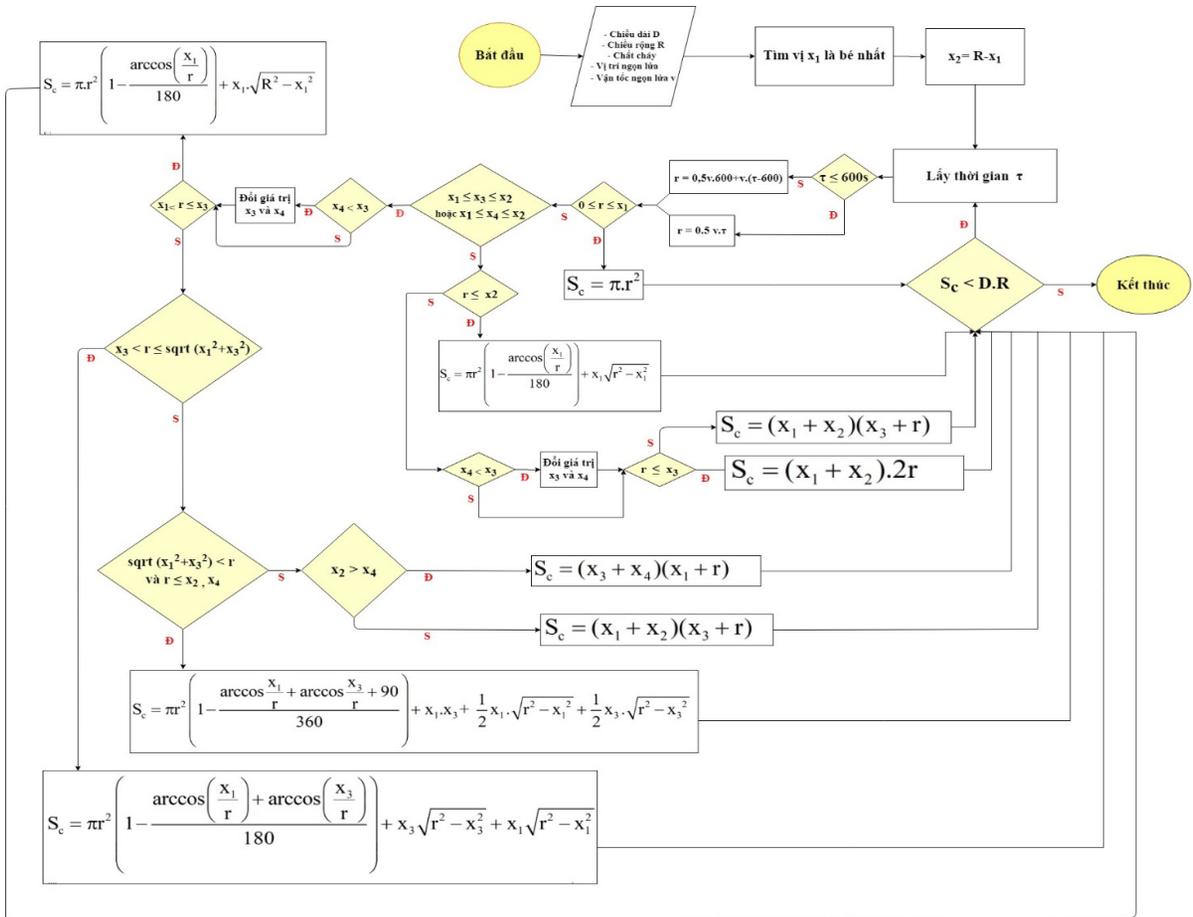
Không mất tổng quát, ta giả sử $x_3 \leq x_4$

Trong giai đoạn này diện tích ngọn lửa tính bằng công thức $S_c = (x_1 + x_2).2r$

Khi ngọn lửa phát triển hết 1 bên tường sẽ tiếp tục phát triển thành hình chữ nhật về phía còn lại cho đến khi chiếm toàn bộ diện tích căn phòng

$$S_c = (x_1 + x_2)(x_3 + r)$$

d. Sơ đồ thuật toán



Hình 2.2. Lưu đồ thuật toán tính diện tích đám cháy

2.2. Sử dụng Unity để lập trình mô phỏng và tính toán diện tích của đám cháy xảy ra trong phòng

Quá trình xây dựng phần bằng Unity trải qua các bước chính sau:

Bước 1: Sử dụng công cụ 2D trong Unity để xây dựng giao diện nhập kích thước căn phòng. Sau đó thiết lập tên biến cho các ô nhập dữ liệu: chiều cao,

chiều dài, chiều rộng, các kích thước của cửa. Thực hiện viết mã nguồn để lấy về dữ liệu cho các biến và kiểm tra sự hợp lý của dữ liệu

Bước 2: Sử dụng công cụ vẽ 3D để dựng căn phòng trong giao diện 3D, với kích thước căn phòng được liên kết với các biến ở bước 1.

Bước 3: Đưa giao diện 3D của căn phòng vào

giao diện chính, bổ sung thêm các đối tượng đồ họa: giao diện 2D các hình chiếu của căn phòng, các nút bấm, nút chọn chất cháy, nút chạy mô phỏng, các đối tượng liên quan đến ngọn lửa, khói, ...

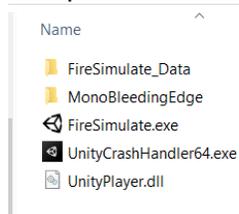
Bước 4: Gán thông tin cho các đối tượng trên giao diện.

Bước 5: Mở phần viết code của Unity để viết các thao tác xử lý liên quan đến các đối tượng và viết thuật toán đã xây dựng trong mục 2.1

Bước 6: Biên dịch toàn bộ mã nguồn, các đối tượng đồ họa thành phần mềm bằng công cụ Build trong Unity.

2.3. Cài đặt sử dụng phần mềm

Sau khi Unity biên dịch, đóng gói toàn bộ các thành phần của phần mềm thành 1 bản hoàn chỉnh toàn bộ phần mềm sẽ chứa trong một thư mục. Để chạy phần mềm chỉ cần sao chép thư mục chứa các tệp tin của phần mềm vào máy tính chạy hệ điều hành Windows và ấn chuột vào file FireSimulate.exe.



Hình 2.7. Hình thư mục chứa phần mềm

Yêu cầu tối thiểu để máy tính có thể chạy được phần mềm như sau:

- Hệ điều hành: Windows 10, có cài sẵn Netframework bản 4.0
- CPU: 2Ghz 2 Core
- Ram 4G
- HDD: 120GB
- Màn hình độ phân giải 1380x720

2.4. Sử dụng phần mềm

Xác định diện tích đám cháy có sơ đồ như hình vẽ tại thời điểm 3 phút, 7 phút và 12 phút, 19 phút biết rằng vận tốc cháy lan là 0,25m/phút.

Bài giải theo tính toán:

Trong 3 phút đầu, ngọn lửa cháy lan với vận tốc bằng 0,125 m/phút. Khoảng cách lan truyền là: $R^3 = 3 \times 0,125 = 0,375\text{m}$

Đám cháy có dạng hình tròn, diện tích là:

$$S_c^3 = 3,14 \times (0,375)^2 = 0,441 \text{ m}^2$$

Sau 7 phút, khoảng cách lan truyền là:

$$R^7 = 7 \times 0,125 = 0,875\text{m}$$

Đám cháy có dạng hình tròn, diện tích là:

$$S_c^7 = 3,14 \times (0,875)^2 = 2,4 \text{ m}^2$$

Sau 12 phút, khoảng cách lan truyền là

$$R^{12} = 2 \times 0,25 + 1,25 = 1,75 \text{ m}$$

Lúc này đám cháy đã chạm tường 5m và có dạng như sau:

Diện tích là:

$$S_c^{12} = \pi \cdot 1,75^2 \left(1 - \frac{\arccos\left(\frac{1}{1,75}\right)}{180} \right) + 1 \cdot \sqrt{1,75^2 - 1^2}$$
$$= 8,234\text{m}^2$$

Sau 19 phút, khoảng cách lan truyền là: $R^{19} = 9 \times 0,25 + 1,25 = 3,5\text{m}$

Do $3,5\text{m} > 3\text{m}$ nên lúc này đám cháy đã chạm 2 bên tường 10m nên sẽ phát triển dạng hình chữ nhật.

Đám cháy lan truyền có dạng như sau:

$$\text{Diện tích là: } S_c^{19} = 5 \times (3,5+1) = 22,5 \text{ m}^2$$

2.5 Chạy mô phỏng và tính toán bằng phần mềm

Thực hiện thao tác trên phần mềm với kích thước căn phòng 5 x 10m, chất cháy gỗ với vận tốc cháy lan 0,25m/phút tương đương 0,004416m/phút.

Qua quá trình chạy mô phỏng và tính toán bằng phần mềm cho thấy sự tương đồng giữa kết quả của phần mềm và phương pháp tính truyền thống. Kết quả của phần mềm ngoài diện tích đám cháy có thể cho phép nhìn trực quan hình ảnh mô phỏng sự phát triển liên tục của đám cháy theo thời gian. Từ đó hỗ trợ tốt hơn cho việc giảng dạy về đám cháy trong phòng.

3. Kết luận

Nội dung bài báo đã trình bày các kết quả tóm tắt việc nghiên cứu xây dựng phần mềm xác định diện tích đám cháy ứng dụng công cụ Unity. Phần mềm được xây dựng cho phép mô phỏng và tính toán diện tích ở các thời điểm với đám cháy bên trong phòng phụ vụ cho công tác lập và thực tập phương án chữa cháy và cứu nạn cứu hộ trong thực tế đồng thời là công cụ hữu ích phụ vụ cho công tác giảng dạy và học tập đối với môn học Cơ sở lý hóa quá trình phát triển và dập tắt đám cháy; Những vấn đề cơ bản của chiến thuật chữa cháy trong Trường Đại học PCCC.

Tài liệu tham khảo

1. Đinh Ngọc Tuấn, Lê Đức Huỳnh, Lê Viết Vũ (2022). *Giáo trình Cơ sở lý hóa của quá trình phát triển và dập tắt đám cháy*, NXB Côna an nhân dân. Hà Nội

2. Trần Thị Thịnh, Lê Viết Vũ (2018), *Bài tập Cơ sở lý hóa quá trình phát triển và dập tắt đám cháy*, NXB Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.