

ÁP DỤNG KỸ THUẬT PHÂN VÙNG KHÔNG GIAN CHO MÔ PHỎNG KHÓI TRONG THỰC TẠI ẢO

Lê Sơn Thái^{1*}, Lương Thị Ngọc Hà²,
Đỗ Thị Phương¹, Nguyễn Thị Thanh Tâm¹, Đinh Xuân Lâm¹
¹Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông – ĐH Thái Nguyên
²Trường Đại học Sư phạm Hà Nội - Phân hiệu Hà Nam

TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu, đề xuất áp dụng kỹ thuật phân vùng không gian cho mô phỏng khói trong thực tại ảo. Nhóm tác giả tiến hành cài đặt các thuật toán mô phỏng khói, đánh giá các kết quả thu được khi mô phỏng khói với kỹ thuật Particle và kỹ thuật Particle kết hợp phân vùng không gian trong thực tại ảo. Kết quả cho thấy, việc áp dụng phân vùng không gian cho hình ảnh mô phỏng thu được giống với thực tế và đảm bảo khả năng mô phỏng chính xác hơn về mật độ và va chạm. Trên cơ sở kết quả có được, nhóm tác giả xây dựng các ứng dụng về thoát hiểm khi xảy ra hỏa hoạn và giảng dạy luật giao thông cho trẻ em.

Từ khóa: thực tại ảo; mô phỏng; hiệu ứng khói; particle; phân vùng không gian.

Ngày nhận bài: 16/5/2020; Ngày hoàn thiện: 29/5/2020; Ngày đăng: 31/5/2020

APPLYING SPATIAL PARTITIONING TECHNIQUE FOR SMOKE SIMULATION IN VIRTUAL REALITY

Le Son Thai^{1*}, Luong Thi Ngoc Ha²,
Do Thi Phuong¹, Nguyen Thi Thanh Tam¹, Dinh Xuan Lam¹
¹TNU – University of Information and Communication Technology
²Hanoi National University of Education – Hanam Campus

ABSTRACT

In this work, we study and propose a spatial partitioning technique for smoke simulation in virtual reality. We install several smoke simulation algorithms and evaluate the results obtained from smoke simulation with Particle technique and the Particle combined with spatial partitioning in virtual reality. The results show that the use of spatial partitioning results in high image quality and close to reality. In addition to this, the use of this technique ensures an accurate simulation regarding the density and collision. Based on the results, we design virtual reality applications that show how to escape from fire and teach traffic law for children.

Keywords: virtual reality; simulation; smoke effect; particle; spatial partitioning.

Received: 16/5/2020; Revised: 29/5/2020; Published: 31/5/2020

* Corresponding author. Email: lsthai@ictu.edu.vn

1. Giới thiệu

Ngày nay, mô phỏng và thực tại ảo đã ngày càng chứng tỏ vai trò quan trọng trong đời sống cũng như trong khoa học, kỹ thuật. Mô phỏng hiện diện ở hầu như mọi lĩnh vực văn hóa, kinh tế, chính trị, khoa học, đời sống. Sự phát triển nhanh chóng của phần cứng đã giúp cho các phần mềm mô phỏng ngày càng đáp ứng được những đòi hỏi khắt khe của thực tiễn. Điều này làm cho những người trước đây vốn lưỡng lự bởi khả năng hạn chế của mô phỏng trên máy tính cũng đã bị thuyết phục.

Khối là một đối tượng rất quen thuộc trong đời sống sinh hoạt thường ngày của con người. Chúng ta biết đến khối khi nhóm lò, đun bếp hay đơn giản chỉ là đốt một que diêm, một điều thuốc. Ngày nay với sự phát triển của xã hội ta nhìn thấy khối nhiều hơn khi ra đường, tại những khu công nghiệp hay khi nhìn lên màn hình tivi trong những bộ phim đầy khối lửa, trong những trò chơi trên máy tính, thiết bị di động cầm tay. Cùng với đó, bài toán mô phỏng khối trong thực tại ảo là bài toán có nhiều ý nghĩa. Nó áp dụng trong các lĩnh vực giải trí (kỹ xảo điện ảnh, trò chơi), trong giáo dục (mô phỏng khối hóa chất, tạo hình ảnh trực quan trong các trận chiến lịch sử, mô phỏng quân sự), trong khoa học kỹ thuật (mô phỏng khí động học, phẫu thuật ảo)... Vì khả năng ứng dụng cao với chi phí thấp đòi hỏi cần có những nghiên cứu chuyên sâu để mô phỏng khối trên máy tính.

Chính vì tầm quan trọng của mô phỏng nói chung và mô phỏng khối nói riêng, nhiều nghiên cứu đã được tiến hành và cùng với đó, nhiều kỹ thuật khác nhau đã được đề xuất. Một hệ Particle [1] gồm nhiều phần tử hạt mô phỏng giống với bản chất của khối khí hoặc lỏng được sử dụng từ sớm và mang lại kết quả mô phỏng tương đối tốt. Tiếp đó, các phương trình dòng chảy [2], [3] của khối chất lỏng, khí được nghiên cứu và ứng dụng trong quá trình mô phỏng. Kết quả hình ảnh kết xuất được cho thấy hướng tiếp cận này mang lại nhiều tiềm năng. Một số các hướng tiếp cận khác và cải tiến cũng được đề xuất điển hình là Smoothed

Particle Hydrodynamics (SPH) [1] phát triển từ hệ Particle truyền thống.

Trong các kỹ thuật đã được đề xuất hệ Particle là một kỹ thuật điển hình và hiện vẫn được sử dụng rộng rãi. Kỹ thuật này cho phép mô phỏng tương đối giống với thực tế tuy nhiên Particle cũng tồn tại những nhược điểm cần giải quyết: Đề hình ảnh kết xuất ở mức tốt và đảm bảo tương tác tốt trong không gian ảo cần khối lượng tính toán lớn. Để giải quyết vấn đề về tương tác và tăng độ chân thực của hình ảnh trong quá trình mô phỏng nhóm tác giả sử dụng kỹ thuật phân vùng không gian [4] kết hợp với hệ Particle từ đó giải quyết tốt vấn đề về tương tác và hình ảnh trong quá trình mô phỏng, đảm bảo khối lượng tính toán giảm đi và có khả năng thực thi tốt trong thời gian thực.

Do thời lượng bài báo có hạn trong phần tiếp theo, nhóm tác giả phân tích hai kỹ thuật điển hình thường được sử dụng trong quá trình mô phỏng khối. Tiếp đó là việc kết hợp giữa kỹ thuật phân vùng không gian và hệ Particle khi mô phỏng và một số ứng dụng của mô phỏng khối trong thực tế.

2. Một số kỹ thuật mô phỏng khối

2.1. Kỹ thuật Particle

Particle [1], [5] là một kỹ thuật mô phỏng điển hình được áp dụng rộng rãi trong các bài toán mô phỏng vật chất khí, lỏng. Khối khí, chất lỏng với bản chất là tập các phân tử có liên kết lỏng với nhau, do đó bề mặt, kích thước, hình dạng của các đối tượng này thường xuyên thay đổi và khó để tính toán, dự đoán một cách chính xác. Những thay đổi này có thể được mô tả bởi phương trình toán học phức tạp. Particle là một trong những phương pháp đặc biệt với ý tưởng mô phỏng các đối tượng bởi chính các hạt tạo ra chúng. Đây là phương pháp mô phỏng gần với bản chất vật lý của đối tượng do vậy thường được lựa chọn làm nền tảng cho mô phỏng khối.

Một hệ thống Particle [1] là một tập các thành phần hay các hạt riêng biệt. Hệ thống Particle

điều khiển tập các Particle, cho phép chúng hoạt động một cách tự động nhưng với một số thuộc tính chung nhất định. Hệ Particle không phải là thực thể tĩnh mà chuyển động và thay đổi hình dạng theo thời gian. Các Particle liên tục "chết đi" và các Particle mới được "sinh ra" trong hệ thống. Quy trình một hệ Particle được mô tả bởi hình 1.



Hình 1. Quy trình thực hiện hệ Particle

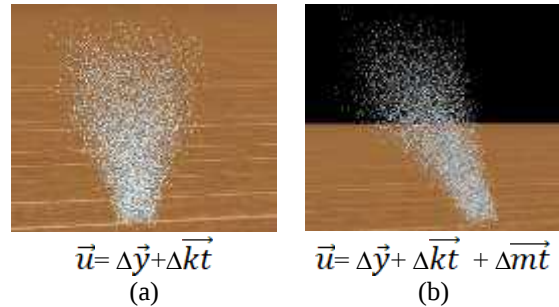
Một đối tượng được biểu diễn bằng hệ Particle không được xác định hoàn toàn, cả về đường nét lẫn hình dạng. Thay vào đó, nó được xác định bằng các tiến trình với nhiều tham số ngẫu nhiên. Vì thế, các lần mô phỏng có thể khác nhau về hình dạng, tuy nhiên vẫn mang các đặc tính chung nhất. Đối với bài toán mô phỏng khói một phần tử trong hệ Particle có các thuộc tính cơ bản: vị trí sinh ra, số lượng, thời gian sống, vận tốc, màu sắc cho phép mô phỏng một khối khói như hình 2.



Hình 2. Khói với các tham số cơ bản hệ Particle

Áp dụng các thuộc tính về sự khuếch tán và ảnh hưởng của môi trường (ảnh hưởng của

gió) ta thu được hình ảnh khói khói tốt hơn trong hình 3.



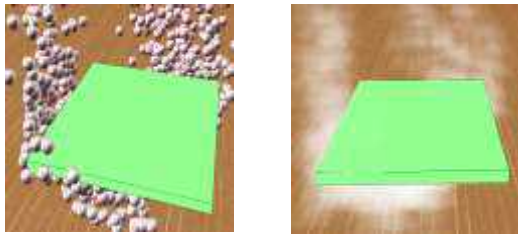
Hình 3. Khói mô phỏng: (a) Tham số khuếch tán (b) Tham số môi trường

Với tham số khuếch tán: $\Delta \vec{kt}$ là vector vận tốc thể hiện khả năng khuếch tán của các phân tử. Khi đó vận tốc $\vec{u}$ của mỗi hạt ngoài việc phụ thuộc vào vận tốc bay lên $\Delta \vec{y}$ theo chiều thẳng đứng còn phụ thuộc vào tham số khuếch tán. Với tác động môi trường $\Delta \vec{mt}$ hình ảnh khói khói được kết xuất được tương đối tốt về mặt động lực của các hạt. Để hình ảnh thu được giống hơn với thực tế, các mặt nạ được sử dụng thay thế cho việc kết xuất hình ảnh từ các hạt cơ bản. Hình 4 là kết quả của khói khói khi sử dụng các mặt nạ khác nhau.



Hình 4. Khói khi sử dụng mặt nạ

Để khói khói mô phỏng giống với thực tế cần tiến hành xác định va chạm [6] giữa các hạt và giữa các hạt với các đối tượng khác, cần sử dụng các phương pháp phát hiện va chạm trong thực tại ảo [7]. Phương pháp sử dụng để phát hiện va chạm trong trường hợp này là sử dụng các khối bao. Đối với đối tượng Particle khối bao được sử dụng là khối cầu [8]. Đối với các đối tượng khác là các vật thể bị va chạm thì tùy theo hình dạng của vật đó mà quyết định xem sử dụng khối bao nào là hợp lý. Hình 5 là hình ảnh khói khói khi va chạm với một mặt phẳng nằm ngang.



Hình 5. Khối khí có vật cản và va chạm

Quy trình kiểm tra va chạm đồng nghĩa với khối lượng tính toán cũng tăng lên. Chất lượng hình ảnh và tương tác khi mô phỏng được nâng cao. Tuy nhiên, khối lượng tính toán lớn dẫn đến hệ particle khó mở rộng.

2.2. Mô phỏng sử dụng phương trình Navier-Stokes

Trong nghiên cứu về mô phỏng khối [2], [3], [8], để thay đổi chất lượng hình ảnh và khả năng tương tác các nhà nghiên cứu trên thế giới đã sử dụng tới các phương trình thủy động lực. Các phương trình này mô tả vận động của một dòng khí hoặc một dòng chất lỏng theo thời gian. Có hai phương pháp tiếp cận chính:

Phương pháp Lagrange [7]: nghiên cứu chuyển động của từng phần tử chất lỏng, khí.

Phương pháp Euler [7]: nghiên cứu chuyển động của toàn bộ dòng chảy tại những vị trí cố định trong dòng chảy đó.

Dòng chảy được chia thành 2 loại: Dòng chảy không dừng: là dòng chảy mà các thông số động học của nó phụ thuộc cả vào tọa độ không gian và thời gian. Ngược lại dòng chảy dừng: là dòng chảy mà các thông số động học của nó chỉ phụ thuộc vào tọa độ không gian, không phụ thuộc vào thời gian. Trong quá trình mô phỏng, các nhà nghiên cứu chú ý tới việc sử dụng các phương trình mô tả dòng chảy động của khối chất lỏng hoặc khí.

Phương trình Navier - Stokes [2], [3], được đặt tên theo Claude Louis Navier và George Gabriel Stokes, miêu tả dòng chảy của các chất lỏng và khí (gọi chung là chất lưu). Phương trình này thiết lập trên cơ sở biến thiên động lượng trong những thể tích vô

cùng nhỏ của chất lưu đơn thuần chỉ là tổng của các lực nhớt tiêu tán (tương tự như ma sát), biến đổi áp suất, trọng lực, và các lực khác tác động lên chất lưu. Phương trình Navier - Stokes được biết đến như sau:

$$\rho \frac{du}{dt} + (u \cdot \nabla)u + \nabla p = \mu \nabla^2 u + f \quad (1)$$

$$\nabla \cdot u = 0$$

Trong đó:

u : là vận tốc của mỗi phần tử,

p : là tham số áp suất,

ρ : là tham số mô tả mật độ, khối lượng,

f : đại diện cho các lực bên ngoài như trọng lực, lực ma sát,

μ : là tham số đại diện cho độ nhớt của dòng vật chất đang được mô phỏng,

∇ : là toán tử Gradient $\nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right)$

Trong phương pháp mô phỏng sử dụng phương trình Navier - Stokes, sự chuyển động của dòng nguyên tố thay đổi theo thời gian. Khi đó chúng chuyển động không ngừng và thay đổi hình dạng liên tục. Dòng vật chất chỉ chuyển động dọc theo dòng nguyên tố, không chuyển động xuyên qua thành của nó.

Áp dụng các tính toán từ phương trình Navier - Stokes cho kết quả mô phỏng với độ chính xác cao về hình ảnh đối với đối tượng khối. Tuy nhiên, do tính toán phức tạp nên không gian mô phỏng của khối khối là nhỏ. Hình 6 là kết quả hình ảnh mô phỏng khối từ phương trình Navier - Stokes.



Hình 6. Mô phỏng khối với phương trình Navier – Stokes [7]

Quá trình mô phỏng khối áp dụng các phương trình Navier - Stokes là quá trình xác định một khối khối nằm trong một không gian

nhỏ và tách biệt với môi trường bên ngoài. Quá trình tính toán với từng điểm nằm trong không gian này cho kết quả chính xác đối với sự vận động, di chuyển của từng phần tử. Từ đó kết xuất hình ảnh mô phỏng tương đối giống với thực tế.

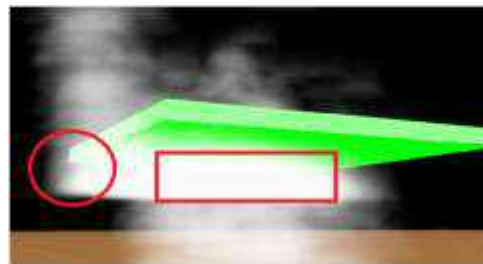
Tựu chung lại, mô phỏng khối áp dụng phương trình Navier - Stokes có ưu điểm là tính toán chính xác tới từng đơn vị khối và cho hình ảnh mô phỏng ở mức cao. Tuy nhiên không gian mô phỏng bị giới hạn là nhỏ, kết quả mô phỏng tại hình 6 với kích thước 128x128x128. Do quá trình tính toán có độ phức tạp cao, phải xử lý nhiều phương trình vi phân. Phương pháp này thích hợp cho việc tạo ra hình ảnh khối giống thật nhưng lại bị giới hạn khi mô phỏng khối trong môi trường có không gian rộng và phải đảm bảo tương tác. Do đó, với bài toán thực tại ảo việc sử dụng phương trình Navier – Stokes khó đảm bảo tính toán trong thời gian thực.

3. Kỹ thuật phân vùng không gian kết hợp hệ Particle và ứng dụng

Việc áp dụng các phương trình về dòng chảy [2], [3], [7] không đảm bảo được các tính toán trong thời gian thực. Hệ Particle với quy trình mô phỏng khối có tính đến va chạm cho hình ảnh mô phỏng thu được khi chạy chương trình ở mức trung bình. Khi các Particle va chạm với đối tượng khác, đa phần các Particle này tập chung ở bên cạnh bề mặt của đối tượng (hình 7). Nguyên nhân của hiện tượng này do các tính toán va chạm mang tính cục bộ cao, và không tính toán toàn bộ không gian như khi áp dụng các phương trình dòng chảy.

Trong trường hợp vật va chạm được thiết kế nằm ngang chắn sự di chuyển của khối khối thì đa phần khối bị chắn tập chung ở mặt dưới của đối tượng, đồng thời khi thoát khỏi bề mặt bị chắn các phần tử khối tạo thành một đường gấp trước khi bay lên. Việc tính toán va chạm cục bộ dẫn đến vấn đề về mật độ các Particle không hợp lý. Các Particle tương tác độc lập với nhau một cách cục bộ vừa tốn kém việc tính toán va chạm giữa các hạt vừa

không đảm bảo khả năng điều hướng chuyển động. Hình 7 cho thấy vấn đề này khi có vật cản.



Hình 7. Mật độ chưa chính xác trong mô phỏng (vùng khoanh có mật độ chưa chính xác)

Mật độ Particle trong mô phỏng khối là số lượng hạt tồn tại trong một đơn vị không gian được giới hạn bởi một hình hộp. Thông số này được sử dụng trong quá trình điều hướng các Particle. Trong thực tế, khi các phần tử khí di chuyển chúng sẽ ưu tiên di chuyển sang các vùng không gian có mật độ thấp. Quá trình duyệt toàn bộ phần tử trong khối khối khi xác định mật độ đòi hỏi chi phí tính toán lớn. Xuất phát từ thuật toán xác định va chạm “Phân vùng không gian” [4], trong đó chia không gian thành nhiều phần nhỏ, mỗi phần là các khối hộp liên tiếp nhau. Nhóm tác giả đưa ra khái niệm “lưới mật độ” để kiểm soát mật độ các phần tử trong mô phỏng khối, theo đó mật độ các phần tử được hiểu là số phần tử có trong không gian giới hạn.

Lưới mật độ là một ma trận 3 chiều với kích thước 3 chiều tương ứng là N_x , N_y , N_z dùng để kiểm soát mật độ phần tử trên mỗi đơn vị thể tích. Lưới mật độ L được xác định bởi 5 tham số: Điểm bắt đầu cho phần tử đầu tiên P_{start} , kích thước đơn vị Element cho mỗi cạnh của không gian và kích thước 3 chiều tương ứng N_x , N_y , N_z . Trong đó, Element là tham số xác định kích thước ba chiều của một vùng không gian. Xuất phát từ P_{start} các không gian đơn vị được thiết lập liên tiếp nhau với kích thước 3 chiều bằng Element theo chiều tăng của trục x , y và chiều giảm của trục z .

Sử dụng hệ trục tọa độ bàn tay phải có thể thấy lưới mật độ phát triển theo chiều lên

trên, sang phải và hướng vào trong. Để xác định vị trí mỗi vùng không gian $P(P_i, P_j, P_k)$ ta xác định một tọa độ điểm thấp nhất bên trái, hướng ra ngoài $P_{\min}(P_{\min x}, P_{\min y}, P_{\min z})$ trong lưới mật độ theo công thức (2):

$$\begin{aligned} P_{\min x} &= P_{\text{startx}} + i * \text{Element} \\ P_{\min y} &= P_{\text{starty}} + j * \text{Element} \\ P_{\min z} &= P_{\text{startz}} - k * \text{Element} \end{aligned} \quad (2)$$

Trong đó: $P_{\text{startx}}, P_{\text{starty}}, P_{\text{startz}}$ là tọa độ theo 3 chiều x, y, z của điểm bắt đầu P_{start}

Với một phần tử khối có vị trí tồn tại trong không gian 3 chiều $\text{Position}(\text{Position}_x, \text{Position}_y, \text{Position}_z)$ được xác định thuộc một phân vùng không gian theo công thức sau:

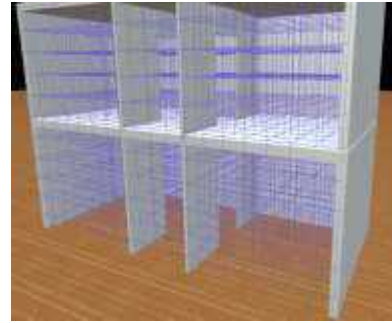
$$\begin{aligned} i &= (\text{Position}_x - P_{\text{startx}}) \text{div Element} \\ j &= (\text{Position}_y - P_{\text{starty}}) \text{div Element} \\ k &= (\text{Position}_z - P_{\text{startz}}) \text{div Element} \end{aligned} \quad (3)$$

Trong đó: i, j, k là vị trí xác định một phần tử trong lưới mật độ 3 chiều, div là phép chia lấy phần nguyên.

Khi một Particle được sinh ra, nó được xác định một vị trí trên lưới mật độ. Trong quá trình di chuyển của mình Particle khi thay đổi vùng không gian sẽ thông báo tới lưới mật độ để cập nhật. Khi đó vùng không gian cũ sẽ trừ đi một phần tử, vùng không gian mới sẽ cộng thêm một phần tử. Việc cập nhật, kiểm tra vị trí, mật độ trong không gian được thực hiện trong mỗi lần tính toán bằng 3 phép tính ở công thức trên. Để không phải duyệt trên tập Particle và tập không gian trong quá trình thiết kế ta sử dụng con trỏ hai chiều ánh xạ song song giữa mỗi phần tử Particle và lưới mật độ. Khi đó lưới mật độ cho phép ta quản lý mật độ phần tử Particle nhưng vẫn đảm bảo thời gian, khối lượng tính toán.

Lưới mật độ kết hợp với khả năng tương tác với các mô hình khiến kỹ thuật mô phỏng khối chính xác hơn, từ đó tạo hình ảnh khối nhìn giống thực tế hơn. Để trực quan cho việc sử

dụng lưới mật độ, một tòa nhà phủ lưới mật độ được thể hiện trong hình 8.



Hình 8. Lưới mật độ áp dụng mô phỏng khối trong tòa nhà

Sử dụng tham số mật độ trong quá trình mô phỏng hệ Particle cho phép tạo ra hình ảnh khối tương đối hoàn thiện. Để thực hiện công việc kết hợp giữa lưới mật độ và hệ Particle, ta khởi tạo lưới mật độ bao trùm lên không gian khối đang được mô phỏng. Trong quá trình mô phỏng, trước khi một hạt quyết định hướng, vận tốc di chuyển trong lần tính toán tiếp theo thì tham số về mật độ được cung cấp từ lưới mật độ. Khi một hạt di chuyển từ không gian có mật độ thấp sang không gian có mật độ cao đòi hỏi phải có chi phí lớn, nếu tổng động lực của hạt này lớn hơn áp suất sinh ra do mật độ dày thì hạt đó có khả năng di chuyển. Ngược lại hạt này phải di chuyển sang không gian khác có mật độ thấp hơn.

Độ chênh lệch về số lượng hạt dẫn tới giữa các phân vùng không gian kề nhau tồn tại một lực áp suất. Khi đó sinh một lực đẩy các hạt ra khỏi không gian có áp suất lớn. Vì vậy dựa trên mật độ của các lưới không gian kế cận có thể tính được một lực $\vec{p}$ sinh ra do áp suất tác động lên các hạt trong hệ Particle. Với một lưới mật độ có kích thước (15,15,10) và giá trị $\text{Element} = 700$, điểm P_{start} được đặt tại gốc tọa độ trong hệ đồ họa OpenGL (kích thước Element , các giá trị khởi tạo có thể khác nhau ở các nền tảng xử lý đồ họa khác nhau). Hệ Particle mô phỏng khối thu được những hình ảnh lưới mật độ và khối khối khi va chạm với một vật thể nằm ngang trong hình 9.



Hình 9. Khói mô phỏng với lưới mật độ

Dựa trên hình ảnh thu được cho thấy chất lượng mô phỏng được nâng lên: các phần tử khói trong quy trình mô phỏng có mật độ được phân bố hợp lý tạo hình ảnh khói với độ chính xác cao hơn. Nhóm tác giả tiến hành so sánh hình ảnh mô phỏng khói với hình ảnh thực tế. Trong hình 10 là hai hình ảnh khói: Một ảnh được lấy từ cột khói của nhà máy nhiệt điện Uông Bí – Quảng Ninh, hình còn lại là do chương trình mô phỏng tạo ra bằng thuật toán Particle kết hợp xác định va chạm và lưới mật độ. Hai hình ảnh mang độ tương đồng cao và khó phân biệt đâu là hình ảnh mô phỏng.



Hình 10. Khói mô phỏng và khói thực tế

Việc đánh giá kết quả mô phỏng nói chung và mô phỏng khói nói riêng dựa trên sự tương đồng giữa mô phỏng và thực tế. Có thể tiếp cận việc đánh giá bằng cách so sánh với khói thực hoặc các tham số được sinh ra từ quá trình toán học phức tạp. Tuy nhiên, quá trình đo đạc với khói tự nhiên là khó thực hiện, đồng thời việc mô phỏng các đối tượng tự nhiên dựa trên các phương trình toán - lý còn nhiều khó khăn và là một lĩnh vực nghiên cứu mở. Để chứng minh các mô hình toán mô phỏng chính xác hiện tượng tự nhiên cũng là một lĩnh vực cần nghiên cứu. Trong phạm vi bài báo, nhóm tác giả tiếp cận việc đánh giá kết quả dựa trên các kết quả hình ảnh mô phỏng thu được một cách trực quan.

Với các kết quả có được, nhóm tác giả ứng dụng xây dựng mô phỏng hệ thống thoát hiểm

khi xảy ra hỏa hoạn và giảng dạy các tình huống giao thông. Khi mà hỏa hoạn thường xuyên xảy ra, các đám cháy gây thiệt hại nhiều về người và tài sản. Trong đó, ảnh hưởng lớn tới tính mạng con người không phải do lửa mà nguyên nhân chủ yếu lại tới từ khói. Theo cục an toàn lao động: nguyên nhân ngột thở vì khói là nguyên nhân chính dẫn đến tử vong cao hơn, nhanh hơn bị bỏng và cháy. Một nghiên cứu ở Hoa Kỳ cho biết: tổn thương do hít khói là nguyên nhân gây tử vong của trên 50% trường hợp bị bỏng. Nhóm tác giả xây dựng một ứng dụng mô phỏng tình hình công trình khi xảy ra hỏa hoạn. Từ đó, các cư dân có thể biết được phương hướng thoát hiểm khi xảy ra sự cố. Cầu thang nơi hay đi lại phủ đầy khói trong hình 11.



Hình 11. Khói phủ kín khu cầu thang khi có hỏa hoạn (đây không phải lối thoát an toàn)

Cùng với đó, tai nạn giao thông luôn là vấn đề nhức nhối tại Việt Nam. Theo thống kê của bộ giao thông vận tải mỗi năm có khoảng 1000 trường hợp tử vong là người dưới 18 tuổi. Nhóm tác giả ứng dụng các kết quả nghiên cứu góp phần xây dựng các tình huống khi tham gia giao thông. Từ đó, cho phép đối tượng học tập là trẻ nhỏ có thể học tập một cách trực quan dựa trên công nghệ mô phỏng và thực tại ảo. Hình 12 là một tình huống trong giao thông và người học lựa chọn phương án hợp lý nhất trong trường hợp xe đang có hiện tượng hỏa hoạn.



Hình 12. Ứng dụng học tập tình huống giao thông cho trẻ em (tình huống có cháy trên xe)

4. Kết luận

Trong nội dung bài báo, nhóm tác giả đã trình bày một số kỹ thuật mô phỏng khói điển hình được sử dụng và một số các hạn chế của chúng trong quá trình mô phỏng. Đặc biệt với việc áp dụng các thuật toán trong yêu cầu thời gian thực của chương trình thực tại ảo đòi hỏi phải có những cải tiến về mặt tốc độ nhưng vẫn cho hình ảnh mô phỏng tốt. Để giải quyết vấn đề này nhóm tác giả sử dụng kỹ thuật phân vùng không gian kết hợp với hệ Particle cho phép xác định mật độ các phần tử trong khối khói. Từ đó, cho hình ảnh kết xuất tốt hơn khi chỉ sử dụng kỹ thuật Particle. Dựa trên các kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả xây dựng các ứng dụng về thoát hiểm khi xảy ra hỏa hoạn và học tập các tình huống giao thông cho trẻ em. Từ đó, mang lại các lợi ích nhất định cho giáo dục và xã hội.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được hỗ trợ từ đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở (Mã số: CS2020-GV-01).

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. R. Xi, Z. Luo, D. D. Feng, Y. Zhang, X. Zhang, and T. Han, "Survey on Smoothed Particle Hydrodynamics and the Particle Systems," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 3087-3105, 2020.
- [2]. W. Shi, M. Zheng, and P. X. Liu, "Virtual surgical bleeding simulation with navier-stokes equation and modified smooth particle hydrodynamics method," *IEEE International Conference on Information and Automation (ICIA)*, Macau, 2017, pp. 276-281.
- [3]. S. He, H. Wong, and U. Wong, "An Efficient Adaptive Vortex Particle Method for Real-Time Smoke Simulation," *International Conference on Computer-Aided Design and Computer Graphics*, Jinan, 2011, pp. 317-324.
- [4]. G. Echegaray, and D. Borro, "A methodology for optimal voxel size computation in collision detection algorithms for virtual reality," *Virtual Reality*, vol. 16, pp. 205-213, 2012.
- [5]. L. Li, W. Wan, X. Li, and Z. Wang, "Weather phenomenon simulations in 3D virtual scenes based on OSG particle system," *IET International Communication Conference on Wireless Mobile and Computing*, Shanghai, 2011, pp. 254-257.
- [6]. X. An, and L. Li, "Research on Fast Collision Detection Algorithm Based on CPU Cache Technology," *International Conference on Virtual Reality and Intelligent Systems (ICVRIS)*, Changsha, 2018, pp. 219-222.
- [7]. P. Jime'nez, F. Thomas, and C. Torras, "3D Collision Detection: A Survey," *Journal of Computers and Graphics*, vol. 25, no. 2, pp. 269-285, 2010.
- [8]. D.-G. Park, M. Jo, S.-H. Woo, and D.-H. Lee, "A Fire and Smoke Simulation for Mobile Game," *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, vol. 2, no. 4, pp. 1-10, 2008.