

CHILDREN EMERGENCY SIMULATION BASED ON 3D OBJECT'S SURFACE APPROXIMATED TECHNIQUES

Nguyen Duc Hoang¹, Do Nang Toan^{2*}, Le Ngoc Duy³

¹Posts and Telecommunications Institute of Technology

²Institute of Information Technology, VAST

³Vietnam National Children's Hospital

ARTICLE INFO		ABSTRACT
Received:	11/8/2022	Preclinical medical training provides medical staff with skills and knowledge that are highly effective in meeting the quantitative, qualitative and ethical requirements of modern healthcare. Innovative technologies that enable hands-on training on virtual simulations take the load off the traditional medical training system. To perform medical simulations, surface approximation techniques have been applied to improve many aspects of practical applications. This article proposes to use 3D object surface approximation techniques in developing a pre-clinical pediatric emergency practice system based on virtual reality technology. Surface approximation techniques are applied on 3D models to increase efficiency in detecting collisions between objects in a virtual environment, showing variations in color and shape of objects accurately and details. These techniques have been integrated to develop a pre-clinical medical training system to be implemented in Vietnam.
Revised:	31/8/2022	
Published:	31/8/2022	
KEYWORDS		
Medical simulation		
Virtual reality		
Surface approximate		
3D Model		
Pre-clinical pediatric		

MÔ PHỎNG CẤP CỨU NHI KHOA DỰA TRÊN KỸ THUẬT XÁP XỈ BỀ MẶT ĐỐI TƯỢNG 3D

Nguyễn Đức Hoàng¹, Đỗ Năng Toàn^{2*}, Lê Ngọc Duy³

¹Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

²Viện Công nghệ thông tin, Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam

³Bệnh viện Nhi trung ương

THÔNG TIN BÀI BÁO		TÓM TẮT
Ngày nhận bài:	11/8/2022	Đào tạo y khoa tiền lâm sàng cho nhân viên y tế các kỹ năng và kiến thức có hiệu quả cao trong việc đáp ứng được những đòi hỏi về số lượng, chất lượng cũng như vấn đề y đức trong y tế hiện đại. Các công nghệ tiên tiến cho phép đào tạo thực hành trên các mô phỏng ảo giảm tải cho hệ thống đào tạo y tế truyền thống. Để thực hiện việc mô phỏng y tế, các kỹ thuật xấp xỉ bề mặt đã được ứng dụng nhằm cải thiện nhiều khía cạnh của các ứng dụng trong thực tế. Bài báo này đề xuất sử dụng một số kỹ thuật xấp xỉ bề mặt đối tượng 3D trong phát triển hệ thống thực hành cấp cứu nhi khoa tiền lâm sàng dựa trên công nghệ thực tế ảo. Các kỹ thuật xấp xỉ bề mặt được ứng dụng trên các mô hình 3D nhằm tăng hiệu quả trong việc xác định va chạm giữa các đối tượng trong môi trường ảo, thể hiện sự biến đổi về màu sắc và hình dạng của đối tượng chính xác và chi tiết. Các kỹ thuật này đã được tích hợp để phát triển một hệ thống đào tạo y khoa tiền lâm sàng được triển khai tại Việt Nam.
Ngày hoàn thiện:	31/8/2022	
Ngày đăng:	31/8/2022	
TỪ KHÓA		
Mô phỏng y tế		
Thực tế ảo		
Xấp xỉ bề mặt		
Mô hình 3D		
Tiền lâm sàng		

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.6353>

* Corresponding author. Email: donangtoan@gmail.com

1. Giới thiệu

Trong ngành y tế có nhiều lĩnh vực đã ứng dụng công nghệ mô phỏng ảo trong đó đào tạo y khoa tiền lâm sàng là một trong những lĩnh vực được ứng dụng công nghệ này nhiều nhất và sâu nhất.

Tiền lâm sàng là một trong các hoạt động cần phải có trong y tế nhằm tăng cường kỹ năng của y, bác sĩ và sinh viên y khoa trước khi khám chữa bệnh trực tiếp trên người bệnh. Để thực hiện hoạt động đào tạo y khoa tiền lâm sàng, từ trước đến nay trong y tế đã áp dụng nhiều phương pháp, ví dụ học tập qua hình ảnh, video, thực hành trên các nguyên mẫu nhựa, thực hành trên tử thi, thực hành thông qua thị phạm trực tiếp bệnh nhân... Tuy nhiên các hình thức thực hành qua hình ảnh, video mặc dù sát thực tế nhưng khó nâng cao kỹ năng cho người được huấn luyện, còn việc thực hành trên các nguyên mẫu gặp khó khăn do việc trang bị nguyên mẫu đắt đỏ, nhanh hỏng, nhiều nguyên mẫu phức tạp hiện nay Việt Nam chưa tự sản xuất được, phải nhập khẩu từ nước ngoài. Các phương pháp còn lại cũng đòi hỏi nhiều công sức và không cho phép đào tạo số lượng lớn, thực hành nhiều lần.

Những tiến bộ công nghệ gần đây đã cung cấp cho các chuyên gia chăm sóc sức khỏe một bộ công cụ đào tạo thực tế ảo (VR) sáng tạo cùng việc thực hành trên các nguyên mẫu mô phỏng cơ thể người. Các nguyên mẫu mô phỏng cơ thể người cho người học các kỹ năng thực tế như được tương tác với người thật với các tình huống bệnh được thiết kế sát với thực tế Hình 1. Thực tế ảo bổ sung vào sự đa dạng của các cơ chế phân phối giáo dục, góp phần giải quyết những lĩnh vực mà phương pháp truyền thống yếu nhất. Các mô phỏng VR cung cấp một môi trường trong đó người học có thể thực hiện các mức phân loại cao hơn của Bloom như cấp 4: phân tích, cấp 5: tổng hợp và cấp 6: đánh giá, theo cách hoàn toàn độc đáo so với các phương pháp giáo dục khác [1], [2]. Trong một mô phỏng nguyên mẫu manakin hoặc mô phỏng ảo hoàn toàn, người học có thể tự do khám phá và kiểm tra tình huống theo bất kỳ quan điểm nào họ muốn bao gồm các trải nghiệm có tính nguy hiểm và khó tiếp cận. Điều này cho phép người dùng vượt ra ngoài trải nghiệm trên bệnh nhân thực tế bằng cách tương tác hoặc thay đổi các đối tượng mô phỏng theo những cách khác không thực hiện được trên lâm sàng [3]. Điều này có thể tăng khả năng phân tích vấn đề của người học và đánh giá, lựa chọn các hành động phù hợp với tình huống [4].



Hình 1. Thực hành y tế sử dụng mô phỏng nguyên mẫu và mô phỏng trong môi trường ảo

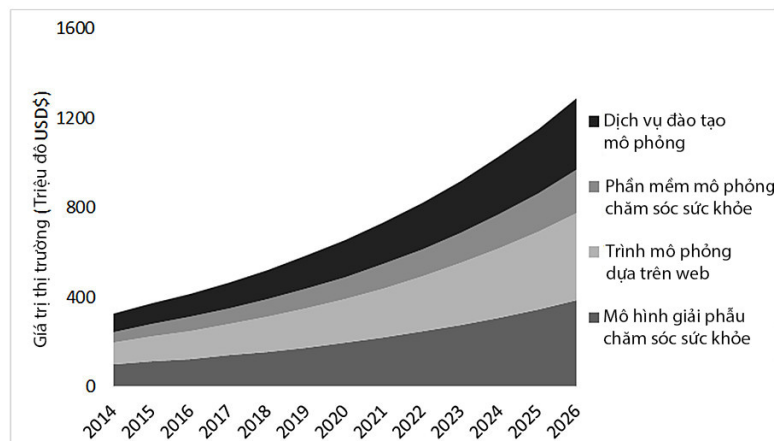
Cả Berman [5] và Walsh [6] đều cho rằng: Giáo dục lâm sàng không phải là lý tưởng vì thực hành lâm sàng của y học đã được cải tiến qua nhiều năm đặc biệt để cải thiện chăm sóc bệnh nhân. Ngoài ra, hệ thống đào tạo này cũng chưa đạt hiệu quả cao nhất ở chỗ học viên thậm chí không được đảm bảo cơ hội học một quy trình xử lý tình huống bệnh đầy đủ. Giáo dục lâm sàng như truyền thống cung cấp cơ hội thực hành không đầy đủ cho học viên để học các quy trình đầy đủ và có sự khác biệt giữa giáo dục y tế và thực hành y tế nếu giáo dục y tế chỉ được truyền đạt trong môi trường thực hành lâm sàng. Hiện nay xu hướng chung trong y tế là mở rộng đào tạo mô phỏng, đào tạo ảo cho nhân viên y tế nhằm tăng số lượng người được đào tạo, trải nghiệm các tình huống không thể thực hiện trong thực tế, đảm bảo về y đức cũng

nếu không gây hại cho người bệnh nếu thực hành trực tiếp [7], [8]. Phương pháp đào tạo này đang được ứng dụng rất rộng rãi trên thế giới [9].

Bài báo này trình bày một số kỹ thuật xấp xỉ bề mặt đối tượng 3D mà chúng tôi đã sử dụng trong phát triển hệ thống thực hành cấp cứu nhi khoa tiền lâm sàng dựa trên công nghệ thực tế ảo. Các kỹ thuật cho phép xác nhận và chạm hiệu quả hơn, cải thiện chất lượng hiển thị về màu sắc, cũng như hình dạng của đối tượng nghiên cứu là mô hình cơ thể người 3D trong môi trường ảo và được tích hợp trong một sản phẩm hoàn chỉnh được thử nghiệm thực tế tại bệnh viện Nhi Trung ương và các tuyến địa phương. Phần còn lại của bài báo được thể hiện như sau: Phần 2 trình bày phương pháp mô phỏng dựa trên xấp xỉ. Phần 3 là một số kỹ thuật xấp xỉ bề mặt được sử dụng trong mô phỏng cấp cứu nhi khoa. Tiếp theo là mô hình hệ thống thực hành cấp cứu nhi khoa mà chúng tôi xây dựng và cuối cùng là kết luận về kỹ thuật đề xuất.

2. Xấp xỉ bề mặt đối tượng 3D trong mô phỏng đào tạo y khoa

Có nhiều phương pháp mô phỏng được sử dụng trong đào tạo y khoa tiền lâm sàng, trong đó phổ biến nhất hiện nay là phương pháp sử dụng các manakin cho phép thực hành trực tiếp trên các nguyên mẫu mô hình cơ thể người. Qua đó, học viên có thể nắm được các kiến thức và kỹ năng y khoa cần thiết trước khi áp dụng trên cơ thể bệnh nhân. Tuy nhiên phương pháp này khó tiếp cận đến hầu hết các cơ sở đào tạo y tế do chi phí thiết bị manakin khá đắt đỏ, chủng loại manakin cũng khó đáp ứng được hết các nhu cầu về bệnh tật, số lượt thực hành trên các nhân viên y tế và điều kiện cơ sở vật chất học tập bị hạn chế. Xu hướng dịch chuyển sang một loại hình đào tạo có thể kém chi tiết về mức độ thực hành nhưng đảm bảo số lượng, không gian, thời gian với chi phí rẻ hơn là hướng đi được quan tâm. Các loại hình mô phỏng y khoa không chỉ trong đào tạo mà còn trong nghiên cứu, thử nghiệm ngày một được sử dụng phổ biến hơn Hình 2. Hiện nay, ngành công nghiệp chế tạo các thiết bị thực hành y khoa tiền lâm sàng, cận lâm sàng đang được phát triển ngày một mở rộng tại các nước phát triển trên thế giới [10].



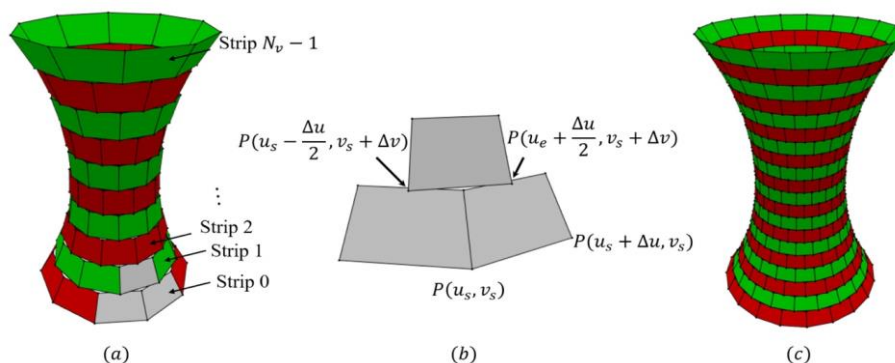
Hình 2. Sự tăng trưởng của các dự án mô phỏng y tế tại Mỹ 2014 - 2026

Vấn đề về chi phí, việc áp dụng công nghệ thực tế ảo ban đầu có thể bị đánh giá là đắt đỏ và khó đo lường được hiệu quả so với các phương pháp huấn luyện mô phỏng truyền thống. Tuy nhiên trong một nghiên cứu so sánh về độ hiệu quả đào tạo [11], thực tế ảo đã cho thấy tính hiệu quả của mình. Trong nghiên cứu đó, thực tế ảo đã được sử dụng song song với sử dụng manakin để đào tạo nhân viên chăm sóc đặc biệt sơ sinh trong việc sơ tán bệnh viện. Chi phí so sánh được thống kê cho việc lập kế hoạch, phát triển và thực hiện thực hành. Ban đầu, thực tế ảo đắt hơn, với chi phí 229,79 \$ cho mỗi người tham gia (tổng chi phí 18.617,54 \$ cho mỗi bài tập) cho cuộc diễn tập trực tiếp so với 327,78 \$ (tổng chi phí 106.951,14 \$) cho thực tế ảo. Tuy nhiên, khi chi phí phát triển được ngoại suy cho việc đào tạo lặp lại trong 3 năm, bài tập ảo trở nên ít tốn kém

hơn với chi phí 115,43 \$ cho mỗi người tham gia. Từ đó có thể thấy được việc phát triển, sử dụng thực tế ảo trong đào tạo với quy mô càng rộng thì hiệu quả sẽ càng được tăng cao.

Kéo theo đó là các kỹ thuật mô hình hoá đối tượng trong y tế, các tương tác trong môi trường mô phỏng cũng được nghiên cứu và ứng dụng nhằm mang lại hiệu quả tốt hơn cho quá trình đào tạo. Tuy nhiên, để tái tạo một cơ thể bệnh nhân cùng các tương tác giống như trong thực tế vẫn là quá phức tạp cho bất kỳ một dự án hoặc quá nhiều bước tính toán cho các thiết bị mô hình hoá, thể hiện thông dụng. Phương pháp chung cho việc này vẫn là đơn giản hoá bằng việc xấp xỉ các đối tượng thực trong môi trường ảo tùy theo độ chi tiết, phức tạp và yêu cầu chung của các dự án. Các kỹ thuật xấp xỉ bề mặt đối tượng 3D không phải là một kỹ thuật quá mới mẻ, các nghiên cứu về vấn đề này đã được đưa ra từ khá lâu, khởi đầu với các nghiên cứu cho phép xấp xỉ bề mặt đối tượng 3D từ đám mây điểm thu được từ việc quét các đối tượng [12]. Tuy nhiên các ứng dụng cụ thể trong từng lĩnh vực, từng trường hợp vẫn liên tục được nghiên cứu và bổ sung.

Đến nay, các kỹ thuật xấp xỉ bề mặt đã được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực và sử dụng các phương pháp kết hợp tiên tiến hơn nhằm tạo ra các kết quả gần đúng nhất so với nguyên mẫu. Khoảng thập niên đầu của thế kỷ 21, các nghiên cứu tập trung nhiều vào cải thiện thuật toán, kỹ thuật xử lý như Malcolm [13] nêu phương pháp xấp xỉ các bề mặt trong xử lý ảnh 2D cũng như các đối tượng 3D trong y tế thông qua việc thiết lập các mức nhằm giữ được độ chính xác trong khi giảm bớt các gánh nặng tính toán. Đến thập niên thứ 2 của thế kỷ 21, các nghiên cứu dần đi vào các sản phẩm chi tiết hơn hoặc mở rộng ứng dụng của những phương pháp mới như học máy, trí tuệ nhân tạo. Yan Zhao, 2018 [14], ứng dụng kỹ thuật xấp xỉ trong việc tính toán các bề mặt mục tiêu có độ cong thay đổi hoặc bất biến sử dụng một kỹ thuật đặc thù là origami với các bom nước để tạo ra các hình dạng 3D hấp dẫn về mặt hình học thể hiện trong Hình 3. Ludovico Minto, 2018 [15], ứng dụng mật độ thể tích và xấp xỉ bề mặt nhằm phân loại hình dạng các đối tượng 3D sử dụng trong các ảnh có chiều sâu dựa trên các kỹ thuật học sâu, mạng nơ ron CNN.



Hình 3. Việc tạo thành bề mặt cơ sở cong bằng phương pháp xấp xỉ bom nước Origami

Có thể thấy trong các lĩnh vực chuyên sâu, đòi hỏi phải có sự kết hợp liên ngành như mô phỏng các đối tượng và tương tác 3D trong y tế, các nghiên cứu cũng như các ứng dụng đã được quan tâm tuy nhiên vẫn còn nhiều vấn đề cần phải tiếp tục nghiên cứu và giải quyết. Từ thực tiễn thực hiện các ứng dụng liên quan đến mô phỏng trong y tế, cũng như các nghiên cứu về mô phỏng nói chung, chúng tôi đã gặp nhiều điểm có thể đưa ra những giải pháp mới nhằm cải thiện hiệu quả của các mô phỏng đối với cơ thể người nhằm tăng cường chất lượng của quá trình đào tạo dựa trên việc mô phỏng cơ thể người và các tương tác liên quan.

3. Một số vấn đề của bài toán mô phỏng được giải quyết bằng phương pháp xấp xỉ bề mặt đối tượng 3D

3.1. Xấp xỉ bề mặt đối tượng trong việc tạo thành hệ lưới của đối tượng 3D

Một đối tượng 3D trong không gian ảo được thể hiện dưới hai dạng chính: Đám mây các điểm hoặc tập hợp của các đa giác ghép thành một bề mặt kín. Đám mây các điểm thông thường được

tạo ra bởi quá trình quét các đối tượng trong không gian thực với các thiết bị quét quang học hoặc quét laser. Mỗi điểm phản xạ được ghi nhận và thể hiện bằng một vị trí tọa độ trong không gian ảo. Với trường hợp đối tượng 3D được thể hiện bằng các đa giác, thông thường đây là phương pháp biểu diễn được tổ hợp lại từ việc nối các điểm quét sao cho các bề mặt tạo thành thể hiện một cách tương đối chính xác bề mặt thực tế của đối tượng. Với mục tiêu thể hiện khác nhau, các chi tiết trên bề mặt đối tượng chỉ được xử lý màu sắc sao cho việc quan sát của người sử dụng với đối tượng trông có vẻ có đủ chi tiết bề mặt như mô tả trong Hình 4. Ngược lại trong các ứng dụng cần độ chi tiết cao và tính thời gian thực thấp, bề mặt đối tượng được thiết kế với độ chi tiết cao nhất nhằm tạo ra sự chân thực tối đa cho đối tượng được thể hiện.



Hình 4. So sánh giữa việc sử dụng các lớp Texture thể hiện bề mặt đối tượng 3D. Nguồn: Pinterest

Việc thiết lập hệ lưới thủ công hiện nay chủ yếu do các họa sĩ tạo hình thực hiện còn việc thiết lập tự động hệ lưới của các đối tượng 3D từ đám mây điểm được thực hiện thông qua các thuật toán. Hiện nay có một số thuật toán đang được sử dụng cho việc thiết lập hệ lưới cho các đối tượng 3D dựa trên các đám mây điểm của đối tượng như: thuật toán xây dựng lược đồ bề mặt lưới 3D theo sơ đồ Voronoi, sơ đồ Delaunay; thuật toán Delaunay cho phép tạo lưới tam giác cho đối tượng 3D; phương pháp chia nhỏ bề mặt lưới tam giác Loop... Các thuật toán này cũng được ứng dụng trong việc tái tạo lại bề mặt của đối tượng 3D thông qua việc chỉ lưu trữ các tọa độ điểm của đối tượng.

Như đã phân tích ở trên, có thể thấy dù là trong việc chuyển đổi từ dạng đám mây điểm sang dạng lưới trong các ứng dụng hay lưu trữ dữ liệu của các đối tượng thông thường trong không gian ảo, các đối tượng 3D đều phải được cấu trúc thành các hệ thống các điểm, mặt mô tả lớp bề mặt của đối tượng sẽ được tạo thành từ các điểm này. Đây chính là một quá trình xấp xỉ bề mặt đối tượng thực tế trong môi trường ảo.

3.2. Xấp xỉ bề mặt đối tượng trong việc xác định va chạm của bề mặt đối tượng với các vật thể khác

Trong các tương tác giữa các vật thể trong môi trường ảo, việc xử lý va chạm quyết định một số đặc điểm của các đối tượng tham gia vào va chạm như tính chất của tương tác, chuyển động và biến dạng bề mặt của đối tượng. Có nhiều phương pháp, kỹ thuật xử lý va chạm trong các trường hợp nhưng nhìn chung sẽ có hai dạng chính của các dạng va chạm là va chạm không phá vỡ bề mặt đối tượng và va chạm có phá vỡ bề mặt của đối tượng. Việc xử lý va chạm có phá vỡ bề mặt là một vấn đề khá phức tạp, liên quan đến tính chất và vật liệu của bề mặt, các vấn đề về động lực học nên hiện nay các nghiên cứu về vấn đề này trong môi trường ảo còn khá ít. Với các va chạm không phá vỡ bề mặt hoặc đơn thuần hơn là xác định có va chạm giữa các đối tượng trong môi trường ảo không thường thấy hơn và được ứng dụng trong nhiều bài toán nghiên cứu cũng như ứng dụng.

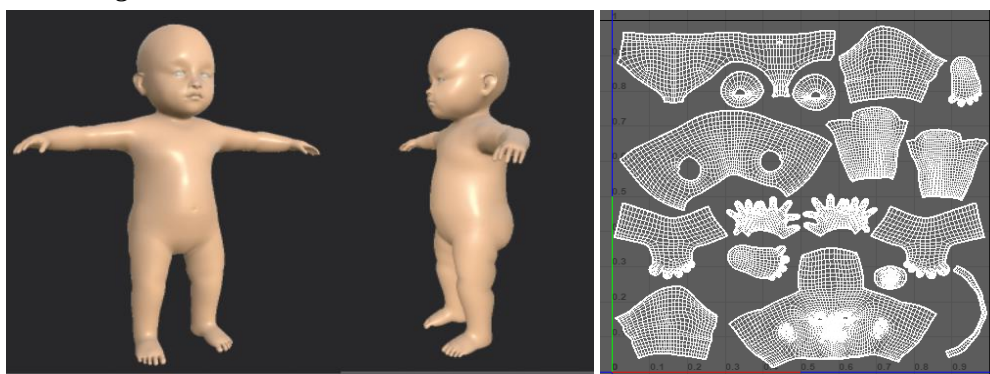
Đối với các bài toán xác nhận có va chạm hay không giữa các đối tượng thường thấy trong các ứng dụng thông thường ví dụ như trong các sản phẩm trò chơi điện tử. Khi một viên đạn ảo được bắn ra, chương trình cần xác định viên đạn có trúng đích hay không để đưa ra các kết quả tương ứng. Độ chính xác của các chương trình này không yêu cầu quá cao và có tính quy ước nên

va chạm có thể tính toán bằng các phương trình chuyển động. Để nâng cao độ chính xác và phục vụ trong những trường hợp chuyển động của các đối tượng là không xác định được cố định nhưng độ chính xác không cần quá cao, người ta có thể bao quanh các đối tượng bằng một hệ các hộp bao, khi các hộp bao có giao cắt với nhau va chạm được xác định là xảy ra.

Các thuật toán về xấp xỉ các bề mặt đối tượng được áp dụng phổ biến cho tất cả các dạng tương tác nhằm xác định một cách quy ước hay tăng giảm độ chính xác của việc xử lý va chạm.

3.3. Xấp xỉ bề mặt đối tượng trong việc thể hiện màu sắc và hình dạng của đối tượng

Với màu sắc của đối tượng 3D, có nhiều phương pháp để thể hiện trong môi trường ảo. Như đã biết, mỗi phần tử trong môi trường thực đều có màu sắc nhất định, tập hợp màu sắc của các điểm này sẽ tạo thành màu sắc của vật thể. Trong môi trường ảo cũng có thể cấu trúc từng phần tử của đối tượng có màu sắc và tập hợp thành màu sắc tổng thể của đối tượng. Tuy nhiên việc này không chỉ ảnh hưởng đến việc tạo thành lớp bề mặt của đối tượng như đã nói ở trên mà còn làm cho dung lượng lưu trữ tăng lên gấp nhiều lần. Trong kỹ thuật đồ họa 3D người ta không sử dụng phương pháp như vậy để tạo thành màu sắc của đối tượng 3D. Một lớp ảnh màu sẽ được trải lên trên bề mặt của đối tượng 3D, lớp này được gọi là texture của đối tượng. **Error! Reference source not found.** 5 mô tả việc tạo thành lớp da của đối tượng người dựa trên lớp ảnh dán lên trên bề mặt đối tượng 3D.



Hình 4. Lớp da bệnh nhi ảo 3D được tạo thành nhờ kỹ thuật UV Mapping

Lớp màu sắc này nếu được trải và dán chính xác lên đối tượng 3D cũng có thể thể hiện gần chính xác màu sắc thực tế của đối tượng. Đây là quá trình xấp xỉ thứ nhất trong việc thể hiện màu sắc của đối tượng 3D. Các kỹ thuật liên quan đến việc tạo thành lớp màu dán được gọi là Texturing và việc gắn một số điểm neo giữa phần bề mặt đối tượng và tấm màu dán được gọi là UV Mapping. Hiện nay, có một số kỹ thuật cho phép gắn chính xác hơn lớp màu này lên đối tượng 3D.

Quá trình xấp xỉ thứ hai được thực hiện trong việc thể hiện màu sắc bề mặt đối tượng 3D xảy ra khi bề mặt đối tượng được mô tả có độ gồ ghề, chi tiết không đầy đủ như mong muốn do nhiều lý do như độ nặng của đối tượng quá lớn khi thể hiện độ chi tiết quá cao nhưng kết quả hiển thị lại mong muốn ở mức chấp nhận được. Nhiều nghiên cứu và thực nghiệm chỉ ra rằng, việc thêm một lớp đen trắng có thể thể hiện độ gồ ghề hoặc chi tiết của đối tượng mà không cần phải thực sự cấu trúc lại bề mặt của đối tượng. Ngoài ra, có thể sử dụng các lớp màu sắc dạng này để thể hiện được nhiều hơn trong góc độ thị giác khi quan sát đối tượng như chất liệu, độ phản xạ,... của đối tượng. Các lớp này được gọi là Transparency map, Bump map, Specular map, Normal map... Các kỹ thuật này hiện nay được sử dụng tương đối phổ biến trên bất kỳ sản phẩm đồ họa 3D nào, do tính tiện dụng và khả năng điều chỉnh nhanh, phân tách rõ ràng. Hình ảnh thể hiện đạt được mức độ gần giống với việc sử dụng đối tượng 3D với độ chi tiết của bề mặt cao.

Như đã đề cập ở trên, khi một đối tượng 3D tác động lực lên một đối tượng 3D khác trong môi trường ảo, biến dạng có thể xảy ra. Quá trình này trong thực tế là luôn xảy ra, nhưng với đa

số các ứng dụng ảo hiện nay người ta thường coi các vật thể này là rắn tuyệt đối. Tuy nhiên khi thiết bị chạy các ứng dụng ngày một mạnh lên và yêu cầu trong việc thể hiện các tương tác ảo cần phải càng ngày càng giống thật, việc xác định một cách chi tiết biến dạng của bề mặt đối tượng 3D ngày càng được quan tâm nhiều hơn.

Các biến dạng một cách tự động hiện cũng đã được nghiên cứu thành các thuật toán và áp dụng trong một số trường hợp. Ví dụ như hiện nay, các đối tượng như vải, chất lỏng, lông tóc đã được mô hình hoá để có thể tự động biến dạng trong môi trường ảo. Với mỗi hiệu chỉnh về độ chi tiết, biến dạng sẽ bị ảnh hưởng theo, và tùy theo yêu cầu cụ thể của sản phẩm, độ chi tiết này sẽ được nâng lên hoặc giảm xuống cho phù hợp.

4. Mô phỏng cấp cứu Nhi khoa dựa trên các kỹ thuật xấp xỉ bề mặt

Chúng tôi đã xây dựng một hệ thống đào tạo cấp cứu Nhi khoa dựa trên công nghệ thực tế ảo trong đó thực hiện mô phỏng bệnh Nhi ảo cùng các kịch bản cấp cứu nhằm đào tạo nhân viên y tế các kỹ năng và kiến thức trong việc cấp cứu bệnh nhân ảo một tuổi trong các trường hợp thường gặp. Hệ thống được triển khai thử nghiệm tại Bệnh viện Nhi Trung ương Việt Nam và một số Bệnh viện sản, nhi địa phương. Trong quá trình triển khai, chúng tôi thực hiện dựng lại mô hình bệnh nhi ảo 3D theo nguyên mẫu trẻ em Việt Nam một tuổi và các thiết bị, môi trường thực hành bằng các công cụ dựng hình 3D, sau đó các mô hình 3D này được xây dựng tương tác theo các phác đồ điều trị dựa trên các tài liệu cấp cứu Nhi khoa tiêu chuẩn [16] trên các công cụ mô phỏng Game Engine.

Trong quá trình thực hiện mô phỏng, các tính năng có sẵn của công cụ mô phỏng không đáp ứng được việc thể hiện một cách chân thực, hiệu quả tình trạng của bệnh nhân hoặc nếu thực hiện mô phỏng bằng các công cụ dựng hình thủ công quá mất thời gian và công sức. Do đó, chúng tôi đã đề xuất một số kỹ thuật xấp xỉ cho bề mặt đối tượng giảm công sức trong việc cấu thành cũng như thể hiện các tương tác giữa các đối tượng 3D trong các kịch bản mô phỏng. Các kỹ thuật đề xuất đã được ứng dụng và cho thấy một số hiệu quả rõ rệt. Trong hệ thống mô phỏng cấp cứu Nhi khoa chúng tôi đã ứng dụng một số kỹ thuật xấp xỉ như sau:

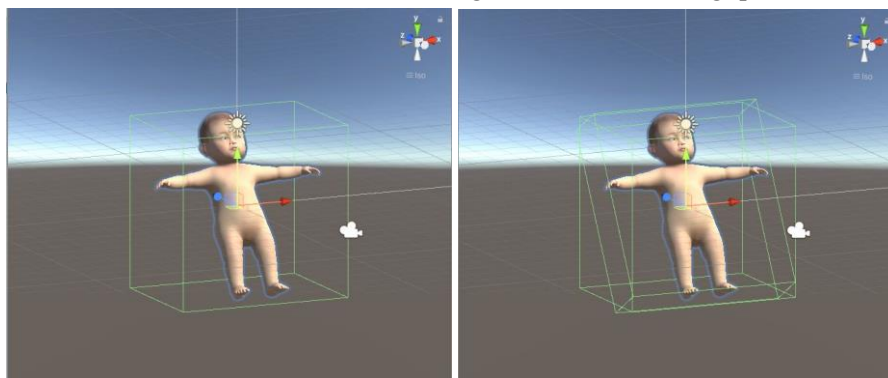
4.1. Kỹ thuật xác định va chạm giữa các đối tượng 3D

Một kỹ thuật mới cũng được giới thiệu nhằm làm phong phú các khả năng lựa chọn trong xác định va chạm giữa hai đối tượng: sử dụng song song hai hệ hộp bao trên cùng một đối tượng 3D như mô tả trong Hình 5. Trong đó có một hệ hộp bao có cấu trúc đơn giản nhưng khả năng xác định va chạm nhanh, một hệ hộp bao có cấu trúc phức tạp hơn nhằm nâng cao khả năng xác định va chạm chính xác. Các thử nghiệm cho thấy độ hiệu quả và độ chính xác cao [17]. Kịch bản kiểm thử được thực hiện thông qua việc bắn thử nghiệm 1.000.000 va chạm, thực hiện 1.000 lần trên mỗi mẫu thử là mô hình 3D cơ thể bệnh nhi ảo.

4.2. Kỹ thuật biến đổi màu sắc của lớp vỏ đối tượng 3D dưới tác động ngoại lực

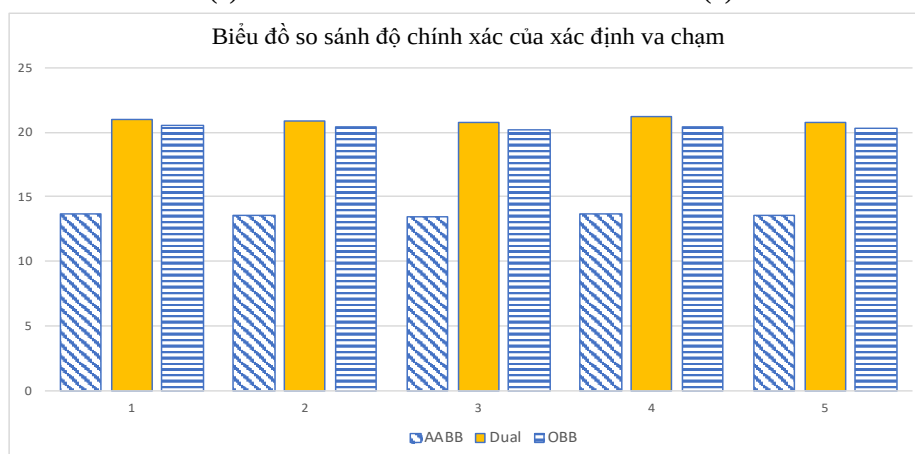
Trong việc mô phỏng phép đo CRT (Capillary refill time – Thời gian làm đầy mao mạch) một kỹ thuật được đề xuất thực hiện như sau: Đối tượng mô phỏng bệnh nhi ảo được xây dựng trong môi trường ảo với các lớp da được tạo thành từ các lưới tứ giác thông qua dựng hình. Vùng da được ấn để xác định thời gian CRT được lựa chọn ngẫu nhiên trên vùng ngực của đối tượng ảo. Thời gian CRT của bệnh nhân được xác định thông qua tập dữ liệu đầu vào là các tham số của bệnh nhân thực và thời gian CRT tương ứng. Việc mô phỏng đối với bệnh nhi ảo được thực hiện với nguyên mẫu là bệnh nhi 1 tuổi người Việt Nam. Bệnh nhi ảo được khởi tạo trong môi trường ảo có các tham số thiết kế như sau: Số lưới (Tris): 64004. Lớp da được xây dựng bao gồm ba lớp chính: lớp lưới mô tả hình dạng đối tượng; lớp texture mô tả màu sắc đối tượng và lớp map để mô tả độ sâu của đối tượng. Việc mô hình hoá đối tượng được thực hiện trên phần mềm Maya. Vật liệu là Base Skin để xác định lớp da gốc, đồ màu đơn sắc R: 0,639 - G: 0,364 - B: 0,197. Toàn bộ phần da không có tính kim loại setup Metallic =0, độ bóng bề mặt Roughness = 0,36. Khoảng thời gian giữ ngón tay được thiết lập ở đây là 5 giây thông qua tham số Deformation

Duration. Thời gian vùng da khôi phục lại hình dạng ban đầu (Recover Duration) trong mô phỏng được thiết lập là 0,5s. Màu sắc da tại vùng bị ấn xuống sau khi nhấc tay ra sẽ trở nên nhợt nhạt và dần hồng hào trở lại sau một thời gian. Màu sắc của vùng da này được thể hiện bằng cách vẽ lên texture da của bệnh nhân tại vị trí bị nhấn một vùng màu sắc khác thông qua shader.

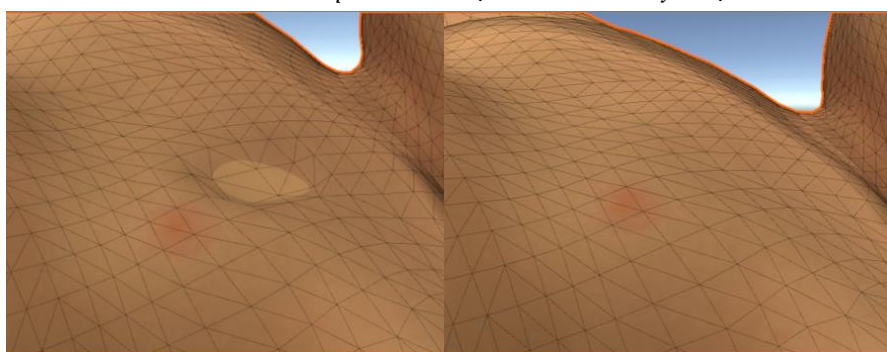


(a)

(b)



Hình 5. Mô hình cơ thể bệnh nhi 3D được bao bởi các hệ hộp bao (a) AABB (b) Song hệ hộp bao và biểu đồ kết quả so sánh độ chính xác của kỹ thuật



Hình 6. Mô phỏng biến đổi màu sắc da dưới tác động của ngoại lực

Mô phỏng được thực hiện gồm các bước: mô phỏng sự biến dạng của vùng da được tác động tương ứng với hình dạng của vật tác động; quá trình biến đổi màu của vùng da được tác động tương ứng với quá trình rút máu ra ngoài mao mạch da của bệnh nhân thực tế; quá trình phục hồi lại hình dạng ban đầu của vùng da được tác động sau khi lực tác động biến mất; thời gian biến đổi màu của vùng da được tác động trở lại màu bình thường tương ứng với thời gian làm đầy mao mạch của bệnh nhân thực tế [18] (xem Hình 6).

4.3. Kỹ thuật biểu diễn thay đổi hình dạng của lớp vỏ đối tượng 3D dưới tác động ngoại lực

Cơ thể Nhi ảo 3D trong môi trường mô phỏng được tạo thành bởi một hệ lưới, khi gặp một ngoại lực tác động lên bề mặt, đối tượng sẽ bị biến dạng. Nếu không có sự can thiệp tới vùng lưới bị tác động, có thể dễ dàng thấy được độ chi tiết của vùng biến dạng tương đương với số lưới cấu tạo nên đối tượng 3D. Để tăng cường độ chi tiết cho vùng biến dạng có thể sử dụng phương pháp: tăng số lưới của đối tượng 3D lên. Tuy nhiên, việc này làm tăng độ nặng của chương trình mô phỏng, đặc biệt nếu sử dụng hệ thống tăng lưới tự động và đối tượng gặp nhiều tác động liên tục, đối tượng sẽ bị tăng số lưới không kiểm soát.

Kỹ thuật đề xuất nhằm tăng chất lượng hiển thị cho đối tượng trong không gian ảo chịu biến đổi hình dạng bởi các lực tác động lên bề mặt [19]. Cơ sở của việc cải thiện chất lượng hiển thị là gia tăng số lượng lưới tức thời tại vùng chịu tác động. So với các kỹ thuật được đề xuất trước đó, kỹ thuật này chỉ tăng số lượng lưới cục bộ tại vùng chịu tác động mà không ảnh hưởng lan rộng ra toàn bộ bề mặt đối tượng như trong Hình 7. Các tham số mô hình kiểm thử và hệ thống máy tính thực hiện kiểm thử tương tự như trong kỹ thuật cải thiện hiển thị màu sắc của da đối tượng. Kết quả của kỹ thuật có thể được quan sát bằng mắt thường: Tại một điểm tác động, số lượng lưới tam giác mô tả biến dạng của đối tượng gốc là 8, trong khi số lượng lưới tam giác biến dạng của đối tượng sau khi áp dụng kỹ thuật mới là $8 \times 4 \times 4 = 128$ trong phép thử với $k=4$ trong đó k là chỉ số độ chi tiết mong muốn.



Hình 7. Bề mặt đối tượng bệnh Nhi ảo 3D trước và sau khi áp dụng kỹ thuật

5. Kết luận

Hệ thống thực hành sử dụng các manakin nguyên mẫu cơ thể bệnh nhân tỏ ra có hiệu quả trong nâng cao kỹ năng nhưng chi phí vẫn còn rất lớn và tầm phổ dụng còn chưa rộng. Việc kết hợp sử dụng các nguyên mẫu với mô phỏng trong môi trường ảo là một xu hướng kết hợp công nghệ và các kiến thức y tế nhằm nâng cao hiệu quả việc đào tạo.

Trong bài báo này chúng tôi sử dụng một số kỹ thuật xấp xỉ bề mặt đối tượng 3D trong phát triển hệ thống thực hành cấp cứu nhi khoa tiền lâm sàng được thử nghiệm thực tế tại Bệnh viện Nhi Trung ương và các bệnh viện sản nhi các tỉnh phía Bắc. Các kỹ thuật này giải quyết nhiều bài toán đặt ra như tăng độ chính xác, tăng độ chân thực trong thể hiện đối tượng, biểu diễn đúng các biểu hiện sinh lý của bệnh nhân dưới các tác động,... Hệ thống đã được triển khai thử nghiệm trong thực tế và đáp ứng được nhiều kỳ vọng mà mô phỏng bằng manakin không đạt được. Điều này cho phép học viên tại các cơ sở y tế được luyện tập ngày càng sát với thực tế lâm sàng hơn, giúp cho công tác đào tạo cận lâm sàng, tiền lâm sàng ngày một hiệu quả và phổ dụng.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài NVCC02.02/22-22 “Hỗ trợ hoạt động nghiên cứu khoa học cho nghiên cứu viên cao cấp năm 2022, NVCC02.02/22-22”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] J. L. McGrath, J. M. Taekman, P. Dev, D. R. Danforth, D. Mohan, N. Kman, A. Crichlow, and W. F. Bond, "Using Virtual Reality Simulation Environments to Assess Competence for Emergency Medicine Learners," *Acad. Emerg. Med.*, vol. 25, no. 2, pp. 186-195, 2018.
- [2] R. J. ScaleseEmail, V. T. ObesoS, and B. Issenberg, "Simulation Technology for Skills Training and Competency Assessment in Medical Education," *J. Gen. Intern. Med.*, vol. 23, pp. 46-49, 2008.
- [3] C. Sun-Ju, K. Eun-Ok, K. Young-Ok, and H. Kwon, "The Effects of Simulation Training for New Graduate Critical Care Nurses on Knowledge, Self-efficacy, and Performance Ability of Emergency Situations at Intensive Care Unit," *Korean Journal of Adult Nursing*, vol. 22, no. 4, pp. 375-383, 2010.
- [4] U. Theilen, P. Leonard, P. Jones, R. Ardill, J. Weitz, D. Agrawal, and D. Simpson, "Regular in situ simulation training of paediatric medical emergency team improves hospital response to deteriorating patients," *Resuscitation*, vol. 84, no. 2, pp. 218-222, 2013.
- [5] M. Bearman, D. Nestel, and P. Andreatta, "Simulation-based medical education," in *Oxford Textbook of Medical Education*, K. Walsh (ed.), Oxford University Press, 2013, pp. 186–197 .
- [6] K. Walsh, "The future of simulation in medical education," *The Journal of Biomedical Research*, vol. 29, no. 3, pp. 259-260, 2015.
- [7] B. M. Kyaw and N. Saxena, "Virtual Reality for Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis," *Digital Health Education Collaboration*, vol. 21, no. 1, 2019, Art. no. e12959.
- [8] M. S. Bracq, E. Michinov, and P. Jannin, "Virtual Reality Simulation in Nontechnical Skills Training for Healthcare Professionals: A Systematic Review," *Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, vol. 14, no. 3, pp. 188–194, 2019, doi:10.1097/SIH.0000000000000347.
- [9] S. L. Farra, S. J. Smith, and D. L. Ulrich, "The Student Experience With Varying Immersion Levels of Virtual Reality Simulation," *Nursing Education Perspectives*, vol. 39, no.2, pp.99-101, 2017 doi: 10.1097/01.NEP.0000000000000258.
- [10] T. Sawyer, M. M. Gray, and R. Umoren, "The Global Healthcare Simulation Economy: A Scoping Review," *Cureus*, vol. 14, no. 2, 2022, Art. no. e22629, doi:10.7759/cureus.22629.
- [11] S. L. Farra, M. Gneuhs, E. Hodgson, B. Kawosa, E. T. Miller, A. Simon, N. Timm, and J. Hausfeld, "Comparative Cost of Virtual Reality Training and Live Exercises for Training Hospital Workers for Evacuation," *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, vol. 37, no. 9, pp. 446–454, 2019, doi:10.1097/CIN.0000000000000540.
- [12] C.-W. Liao and G. Medioni, "Surface approximation of a cloud of 3D points," *Proceedings of 1994 IEEE 2nd CAD-Based Vision Workshop*, Champion, PA, USA, 8-11 Feb. 1994, pp. 274–281, doi:10.1109/cadvis.1994.284492.
- [13] J. Malcolm, Y. Rathi, A. Yezzi, A. Tannenbaum, J. M. Reinhardt, and J. P. W. Pluim, "Fast approximate surface evolution in arbitrary dimension," *SPIE Proceedings Medical Imaging 2008: Image Processing*, San Diego, CA, Saturday 16 February 2008, pp. 69144C–69144C-9, doi:10.1117/12.771080.
- [14] Y. Zhao, Y. Endo, Y. Kanamori, and J. Mitani, "Approximating 3D Surfaces using Generalized Waterbomb Tessellations," *Journal of Computational Design and Engineering*, 2018, S2288-4300(17)30055-6, doi:10.1016/j.jcde.2018.01.002.
- [15] L. Minto, P. Zanuttigh, and G. Pagnutti, "Deep Learning for 3D Shape Classification based on Volumetric Density and Surface Approximation Clues," *Conference: International Conference on Computer Vision Theory and Applications*, 2018, doi: 10.5220/0006619103170324.
- [16] M. Samuels, and S. Wieteska, *Advanced Paediatric Life Support (A Practical Approach to Emergencies)*, Wiley Blackwell, 2016, doi:10.1002/9781119241225.
- [17] D. H. Nguyen, "On the method for building a bounding volume hierarchy automatically for 3D objects," *Journal of Science and Technology on Information and Communications*, vol.1, pp. 19-27, 2019.
- [18] D. H. Nguyen, N. T. Do, T. M. Nguyen, and N. T. Pham, "A technique which consider the capillary refill time CRT for simulation of skin deformation and change of skin color caused by external force," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 226, no. 07, pp. 50-58, 2021.
- [19] D. H. Nguyen, N. T. Do, and T. M. Nguyen, "A technique to improve the displaying quality of skin deformation caused by external force," *Proceedings of International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, 13-16 Feb. 2022, PyeongChang, Korea, pp.507-512.