

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG**

LONG VĂN KỲ

**KỸ THUẬT MÔ PHỎNG ĐỐI TƯỢNG DẠNG SỢI VÀ ỨNG
DỤNG
MÔ PHỎNG TÓC TRONG THỰC TẠI ẢO**

Chuyên ngành: Khoa học máy tính

Mã số: 8480101

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS NGUYỄN VĂN HUÂN

Thái Nguyên 2019

MỤC LỤC

PHẦN MỞ ĐẦU	6
Chương 1 TỔNG QUAN VỀ THỰC TẠI ẢO VÀ MÔ HÌNH DẠNG SỢI..	11
1.1. Tổng quan về đồ họa máy tính và thực tại ảo.....	11
1.1.1. Khái quát về đồ họa máy tính.....	11
1.1.2. Khái quát về thực tại ảo.....	12
1.1.3. Các lĩnh vực ứng dụng cơ bản của thực tại ảo	13
1.2. Khái quát mô hình hóa và mô phỏng trong thực tại ảo	15
1.2.1. Mô hình hóa trong thực tại ảo	15
1.2.2. Mô phỏng trong thực tại ảo.....	20
1.3. Khái quát về đối tượng dạng sợi và mô phỏng.....	23
1.3.1. Khái quát về đối tượng dạng sợi	23
1.3.2. Vai trò của mô phỏng tóc trong thực tại ảo	25
1.3.3. Mô phỏng tóc	26
1.3. Kết luận và vấn đề nghiên cứu	28
Chương 2 MỘT SỐ KỸ THUẬT MÔ PHỎNG ĐỐI TƯỢNG DẠNG SỢI..	30
2.1. Kỹ thuật mô phỏng đối tượng dạng ảnh dựa vào Texture mapping.....	30
2.1.1. Giới thiệu.....	30
2.1.3. Ánh xạ các ảnh sợi 2D lên các vùng của mô hình 3D tương ứng.....	31
2.1.4. Nội suy các điểm còn lại để đảm bảo ràng buộc trong một vùng tóc ..	33
2.1.5. Nội suy vùng tiếp giáp	35
2.1.6. Thuật toán mô phỏng tóc SDMT	37
2.2. Kỹ thuật mô phỏng đối tượng dựa vào mô hình NURBS	40
2.2.1. Mô hình NURBS trong mô phỏng đối tượng	40
2.2.2. Nâng cao hiệu quả mô phỏng đối tượng dạng sợi, mảnh.....	43
2.2.3. Thuật toán mô phỏng đối tượng dạng sợi AHS	48
2.3. Kỹ thuật mô phỏng đối tượng dựa vào Mass-Springs.....	49
2.3.1. Giới thiệu	49
2.3.2. Một số kỹ thuật cơ bản.....	50

2.3.3. Thuật toán	51
2.4. Kết luận và vấn đề nghiên cứu.....	54
Chương 3 CHƯƠNG TRÌNH THỰC NGHIỆM.....	56
3.1. Yêu cầu bài toán	56
3.2. Phân tích, lựa chọn công cụ.....	56
3.3. Một số kết quả của chương trình thử nghiệm.....	58
3.3.1. Kết quả thử nghiệm kỹ thuật mô phỏng sử dụng NURBS	58
3.3.3. Kết quả thử nghiệm kỹ thuật mô phỏng sử dụng Mass-Springs.....	66
3.4. Phân tích kết quả đánh giá.....	68
PHẦN KẾT LUẬN	69
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	71
PHỤ LỤC	74

DANH MỤC HÌNH ẢNH

<i>Hình 1.1. Hệ thống thiết bị.....</i>	13
<i>Hình 1.2. Từ trái sang phải là các thao tác dịch chuyển, xoay, co giãn, ứng với mỗi trục toạ độ là một màu.</i>	17
<i>Hình 1.3. Các khung nhìn khác nhau.....</i>	17
<i>Hình 1.4. Khung dựng của một quả bóng, được tạo ra sau bước tạo mô hình.....</i>	19
<i>Hình 1.5. Quả bóng sau khi đã qua bước thể hiện</i>	19
<i>Hình 1.6. Mô phỏng sợi tóc theo Anna Sokol</i>	24
<i>Hình 1.7. Mô phỏng sợi, mảnh vải.....</i>	25
<i>Hình 2.1. Phân chia mô hình da đầu 3D thành 6 vùng</i>	30
<i>Hình 2.2. Ánh che phủ (ảnh tóc) lên vùng lưới da đầu 3D.....</i>	31
<i>Hình 2.3. Ánh xạ mảng tóc 2D lên vùng da đầu 3D</i>	32
<i>Hình 2.4. Ánh xạ ảnh tóc 2D sang vùng da đầu 2D</i>	33
<i>Hình 2.5. Nội suy điểm T' dựa vào điểm T trên ảnh tóc sử dụng ánh xạ f_j....</i>	34
<i>Hình 2.6. Nội suy các điểm còn lại thuộc tam giác</i>	35
<i>Hình 2.7. Nội suy vùng tiếp giáp giữa hai vùng da đầu</i>	36
<i>Hình 2.8. Tóc trước và sau khi nội suy vùng tiếp giáp giữa các mảng tóc</i>	37
<i>Hình 2.9. Mô hình hóa và điều chỉnh hình đối tượng bởi NURBS.....</i>	40
<i>Hình 2.10. Mô phỏng đối tượng dạng sợi.....</i>	43
<i>Hình 2.11. Mô phỏng đối tượng dạng mảnh.....</i>	43
<i>Hình 2.12. Xác định vectơ nút ứng với trường hợp tối ưu.....</i>	45
<i>Hình 2.14: Các hình dạng cơ sở (a) plain; (b) sphere; (c) torus</i>	51
<i>Hình 2.15. Độ dày của mỗi sợi với 9 điểm điều khiển.</i>	53
<i>Hình 1.16. Các điểm điều khiển mass-spring trên bề mặt hình trụ NURBS xoắn</i>	53

<i>Hình 3.1. Các khung nhìn khác nhau trên 3DSMax</i>	57
<i>Hình 3.14. Mô phỏng đối tượng dạng sợi</i>	58
<i>Hình 3.3. Xác định vector nút ứng với trường hợp tối ưu</i>	59
<i>Hình 3.1. Mô hình thiết kế đầu và chi tiết thành phần (đầu và da đầu)</i>	59
<i>Hình 3.2. Minh họa mô hình render tổng thể</i>	60
<i>Hình 3.3. Chức năng chính của hệ thống</i>	61
<i>Hình 3.4. Giao diện chính và tùy chọn cách tạo tóc</i>	62
<i>Hình 3.5. Tóc với số sợi khác nhau</i>	62
<i>Hình 3.6. Bó tóc với số sợi khác nhau</i>	63
<i>Hình 3.7. Hai kiểu tóc màu trắng và đen xoắn cùng với gió thổi</i>	63
<i>Hình 3.15. Một số mô hình tóc khi không có lực tác động</i>	63
<i>Hình 3.12. Một số mô hình tóc khi có lực tác động</i>	64
<i>Hình 3.13. Tóc Messy trên plain trong một khung viền với các</i>	66
<i>điểm điều khiển mass-spring và các bề mặt NURBS xoắn</i>	66
<i>Hình 3.14. Tóc Messy trên plain trong một khung viền với bề mặt NURBS</i> <i>xoắn</i>	66
<i>Hình 3.15. Tóc dày, messy trên plain với bề mặt NURBS xoắn</i>	67
<i>Hình 3.16. Tóc dài, messy trên plain với bề mặt NURBS xoắn</i>	67
<i>Hình 3.17. Sợi ngắn, cong trên sphere với bề mặt NURBS xoắn</i>	67

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề

Đối tượng có một vai trò quan trọng góp phần tạo nên một môi trường thực tại ảo, vì thực tại ảo thực chất là môi trường 3D gồm có các đối tượng (3D) được sắp xếp, bố trí theo một trật tự logic theo thực tế và có thể tương tác, chuyển động tùy thuộc vào từng loại đối tượng khác nhau. Đối tượng trong thực tại ảo có thể là đối tượng tĩnh, động và đối tượng tổng hợp cả tĩnh và động, đối tượng tồn tại dưới nhiều hình dạng khác nhau phù hợp với các đối tượng trong thực tế chẳng hạn như đối tượng là nhân vật con người ảo, để mô phỏng được nhân vật con người ảo này thì chúng ta cần mô phỏng những thành phần trên cơ thể con người ảo đó như chất liệu vải quần áo dạng sợi hay bông, mô phỏng các sợi tóc, lông trên nhân vật người ảo,...

Tùy thuộc vào từng đối tượng khác nhau mà yêu cầu việc mô hình hóa và mô phỏng đối tượng dạng sợi ở mức độ trung thực khác nhau. Với những ứng dụng không yêu cầu cao tính trung thực của đối tượng mà yêu cầu về tốc độ tính toán thì chúng ta có thể mô hình hóa và mô phỏng đối tượng dạng sợi ở mức thô, tức có thể là hình ảnh, còn những ứng dụng yêu cầu tính trung thực cao và chuyển động tương tác của mô hình kết quả thì chúng ta cần mô hình hóa và mô phỏng đối tượng dạng sợi ở mức tinh, tức là cần phải sử dụng mô hình toán học để biểu diễn đối tượng.

Đối tượng dạng sợi có thể là tóc, lưới, vải,... để mô phỏng được những đối tượng này thì chúng ta cần phải biểu diễn các mô hình của chúng bằng mô hình toán học. Khi đó, chúng ta mới có thể biểu diễn được các thành phần biến cần thiết để đối tượng có thể tương tác và chuyển động được như lực hấp dẫn, trọng lực,... Để mô hình hóa và mô phỏng được những đối tượng dạng sợi trong thực tại ảo, ngày nay đã có nhiều nhà khoa học trong nước và thế giới đã quan tâm nghiên cứu và họ đã đề xuất nhiều công trình khoa học khác nhau và cũng có nhiều phương pháp được đề xuất. Một trong những phương pháp được sử dụng là các mô hình toán học như đường cong Spline, Be'zier,... Đặc biệt là mô hình NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) [1] được sử dụng phổ biến hơn. Vì các đối tượng dạng sợi như lưới, tóc hay

vải,... thường là những đối tượng động và có tính chất cục bộ nên việc sử dụng NURBS vào biểu diễn và mô phỏng chúng là phù hợp. Chẳng hạn như các nhóm tả Xu và cộng sự [3]; Noble và cộng sự [1]; Anna Sokol [2]) sử dụng NURBS tổng quát để mô phỏng sợi tóc và những tương tác, chuyển động của tóc.

Một vấn đề luôn được đặt ra cho những nhà khoa học và nhà nghiên cứu phát triển các phần mềm trong mô hình hóa và mô phỏng các nhân vật, đối tượng 2D, 3D, đó là vấn đề về tốc độ xử lý vì một thực tế cho thấy là các dữ liệu trong các bài toán mô hình hóa và mô phỏng thường quá lớn. Điều này đã dẫn đến ảnh hưởng lớn trong quá trình mô phỏng các đối tượng này. Trong khi, NURBS tổng quát chủ yếu đáp ứng về mặt chất lượng mô hình của các đối tượng.

Xuất phát từ thực tế đó, tên đề tài luận văn được lựa chọn là: "**Kỹ thuật mô phỏng đối tượng dạng sợi và ứng dụng mô phỏng tóc trong thực tại ảo**" nghiên cứu một số kỹ thuật nâng cao hiệu quả mô phỏng các đối tượng 3D có hình dạng sợi,... nhằm tăng tốc độ mô phỏng đối tượng mà vẫn đảm bảo chất lượng mô hình. Kết quả nghiên cứu của đề tài sẽ được thử nghiệm áp dụng vào mô phỏng đối tượng dạng sợi như tóc trên nhân vật con người ảo, vì tóc là đối tượng có dạng sợi và đặc tính hình học giống như sợi nên việc mô phỏng tóc cũng tương tự như mô phỏng đối tượng dạng sợi.

2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

a. Đối tượng nghiên cứu

- Đặc tả đối tượng 3D dạng sợi, mảnh như vải, sợi tóc,... với các đặc điểm như sợi to, nhỏ, dày, mảnh, nặng, nhẹ, gió thổi....

- Các thuật toán giải và ứng dụng trong mô phỏng
- Nghiên cứu ứng dụng xử lý ảnh 3D và ứng dụng

b. Phạm vi nghiên cứu:

- Nghiên cứu lý thuyết về Đồ họa máy tính, Thực tại ảo.
- Nghiên cứu công cụ, phương pháp mô hình hóa đối tượng 3D
- Nghiên cứu các kỹ thuật mô phỏng, hiển thị dữ liệu 3D trong thực tại ảo như mô hình NURBS, Mass Spring, Texture mapping,...

- Biểu diễn, trích xuất và mô tả dữ liệu 3D về đối tượng, các đặc trưng.
- Xây dựng chương trình thực nghiệm về mô phỏng tóc trong thực tại ảo.

3. Hướng nghiên cứu của đề tài

- Nghiên cứu lý thuyết, thu thập, phân tích các tài liệu có liên quan đến đối tượng của đề tài.

- Nghiên cứu các kỹ thuật mô hình hóa, biểu diễn dữ liệu mô hình 3D; Mô phỏng và hiển thị đối tượng 3D dạng sợi trên cơ sở biểu diễn các đặc trưng của đối tượng như điểm điều khiển, độ cong, tron,...

- Cài đặt thử nghiệm, đánh giá, quan sát và hiệu chỉnh ảnh, kết xuất được các thành phần, thuộc tính,... của đối tượng mô phỏng ra file định dạng nhằm phục vụ cho các yêu cầu thực tế.

4. Những nội dung nghiên cứu chính

Bố cục như sau:

Đề tài bao gồm phần mở đầu, phần kết luận và 3 chương nội dung được cấu trúc như sau:

Chương 1: Tổng quan về thực tại ảo và mô phỏng dạng sợi

Trình bày tổng quan về đồ họa máy tính, thực tại ảo, nghiên cứu khái quát về mô hình hóa 3D, phương pháp mô hình hóa, dựng hình 3D cũng như mô phỏng, vai trò của mô phỏng và công nghệ mô phỏng trong thực tại ảo. Nghiên cứu tổng quan về mô phỏng đối tượng dạng sợi, mảnh, trên cơ sở đó dẫn tới đề xuất nghiên cứu thử nghiệm đối tượng dạng sợi dưới dạng là sợi tóc, mảnh tóc hay mái tóc trên con người ảo. Đồng thời giới thiệu khái quát về vai trò của tóc cũng như mô hình hóa và điều khiển các mô hình tóc trên hệ thống con người ảo

Chương 2: Một số kỹ thuật mô phỏng đối tượng dạng sợi

Trình bày ba kỹ thuật mô phỏng, cụ thể: Kỹ thuật mô phỏng sợi dưới dạng ảnh dựa vào phân chia mô hình 3D thành các vùng tương ứng và kỹ thuật ánh xạ, nhằm khắc phục hiện tượng biến dạng trong quá trình ánh xạ từ ảnh sợi 2D lên các vùng mô hình 3D tương ứng; Kỹ thuật mô phỏng sợi sử dụng mô hình NURBS nhằm tăng tốc độ mô phỏng, thể hiện tính cục bộ của sợi dựa vào giảm miền ảnh hưởng của các

điểm điều khiển lên một điểm đang xét; Kỹ thuật mô phỏng Mass-Springs thì những sợi khác nhau, những thuộc tính ràng buộc khác nhau được thiết lập và lựa chọn để tạo ra những kiểu khác nhau phù hợp với từng yêu cầu cụ thể.

Chương 3: Chương trình thực nghiệm

Trình bày kết quả thử nghiệm hai kỹ thuật mô phỏng: Kỹ thuật mô phỏng dựa vào mô hình NURBS và Kỹ thuật mô phỏng dựa vào Mass-Springs.

5. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu của đề tài luận văn được sử dụng là kết hợp giữa nghiên cứu lý thuyết với nghiên cứu thực nghiệm, cụ thể:

- *Phương pháp nghiên cứu lý thuyết:* Thu thập tài liệu, đọc hiểu các kiến thức cơ bản về Đồ họa máy tính, Thực tại ảo; Nghiên cứu một số kỹ thuật mô phỏng, hiển thị dữ liệu 3D đối tượng dạng sợi dựa vào các đặc điểm của sợi như to, nhỏ, mật độ, nặng, khô, ướt,...

Tìm hiểu một số công cụ hỗ trợ lập trình, mã nguồn mở OpenGL.

- *Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm:*

+ Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu ảnh 3D về đối tượng mô phỏng.

+ Nghiên cứu, đánh giá và lựa chọn phương pháp, giải pháp công nghệ cài đặt thử nghiệm với một số mẫu dữ liệu và đánh giá kết quả.

- *Phương pháp trao đổi khoa học:* Công bố, trao đổi, thảo luận và báo cáo tại các hội thảo, hội nghị khoa học,...

6. Ý nghĩa khoa học của đề tài

- Nghiên cứu ứng dụng Công nghệ Thực tại ảo vào thực tiễn xây dựng hệ thống mô phỏng các mẫu tóc.

- Nghiên cứu xây dựng Cơ sở dữ liệu ảnh 3D về sợi.

- Nghiên cứu đề xuất ứng dụng một số kỹ thuật mô phỏng, hiển thị dữ liệu 3D về mô phỏng sợi.

- Nghiên cứu một số giải thuật, phương pháp để đánh giá độ tin cậy của kết quả mô phỏng.

- Là cơ sở khoa học nhằm hỗ trợ nâng cao hiệu quả và thay đổi nhìn nhận về lĩnh vực ứng dụng Công nghệ thông tin, cụ thể là ứng dụng Thực tại ảo vào mô phỏng các đối tượng trong thực tế vào môi trường ảo có dạng sợi như lông, tóc, vải,... Đồng thời, các kết quả của đề tài sẽ còn làm cơ sở khoa học cho việc đề xuất và xây dựng các chương trình ứng dụng cho nhiều ứng dụng thực tế.