

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

**PHẠM MINH KHÔI**

**NGHIÊN CỨU MỘT SỐ KỸ THUẬT RÚT GỌN BỀ MẶT  
MÔ HÌNH 3D**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH**

**THÁI NGUYÊN - 2015**

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

---

**PHẠM MINH KHÔI**

**NGHIÊN CỨU MỘT SỐ KỸ THUẬT RÚT GỌN BỀ MẶT  
MÔ HÌNH 3D**

Chuyên ngành : Khoa học máy tính

Mã số : 60480101

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH**

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: PGS. TS. ĐỖ NĂNG TOÀN

THÁI NGUYÊN - 2015

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan luận văn là công trình nghiên cứu của riêng cá nhân tôi, kết quả của luận văn hoàn toàn là kết quả của tự bản thân tôi tìm hiểu, nghiên cứu dưới sự hướng dẫn của giáo viên hướng dẫn *PGS TSĐỗ Năng Toàn*.

Tôi hoàn toàn chịu trách nhiệm về tính pháp lý quá trình nghiên cứu khoa học của luận văn này.

*Thái Nguyên, tháng 12 năm 2015*

Học viên

***Phạm Minh Khôi***

## LỜI CẢM ƠN

*Lời đầu tiên, em xin gửi lời biết ơn sâu sắc đến PGS. TS. Đỗ Năng Toàn người đã tận tình hướng dẫn, chỉ bảo, giúp đỡ em trong suốt quá trình làm luận văn.*

*Em cũng xin gửi lời cảm ơn đến các thầy cô giáo trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông - Đại học Thái Nguyên, các thầy cô Viện Công nghệ thông tin đã truyền đạt những kiến thức và giúp đỡ em trong suốt quá trình học của mình.*

*Học viên cũng xin gửi lời cảm ơn tới Ban giám hiệu trường THPT Nguyễn Đức Cảnh - Hải Phòng đã tạo điều kiện thuận lợi cho học viên tham gia khóa học và quá trình hoàn thành luận văn.*

*Và học viên cũng xin gửi lời cảm ơn tới các đồng nghiệp, gia đình và bạn bè những người đã ủng hộ, động viên tạo mọi điều kiện giúp đỡ để học viên có được kết quả như ngày hôm nay.*

*Thái Nguyên, tháng 12 năm 2015*

Học viên

**Phạm Minh Khôi**

# MỤC LỤC

MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1. KHÁI QUÁT VỀ ĐỒ HỌA 3D VÀ BÀI TOÁN RÚT GỌN .....	3
1.1. Khái quát về đồ họa 3D .....	3
1.1.1. Đồ họa 3D là gì?.....	3
1.1.2. Các thành phần cơ bản của đồ họa 3D. ....	4
1.1.3. Card màn hình.....	8
1.1.4. Các ứng dụng cơ bản của đồ họa 3D.....	9
1.2. BÀI TOÁN RÚT GỌN ĐỐI TƯỢNG 3D .....	10
1.2.1. Khái niệm lưới (Mesh): .....	10
1.2.2. Giới thiệu bài toán rút gọn .....	11
1.2.3. Một số cách tiếp cận trong rút gọn lưới 3D:.....	13
CHƯƠNG 2. MỘT SỐ KỸ THUẬT RÚT GỌN BỀ MẶT MÔ HÌNH 3D .....	15
2.1. Rút gọn lưới bằng kỹ thuật PM (Progressive Meshes).....	15
2.1.1. Ý tưởng .....	15
2.1.2. Thuật toán PM (Progressive Meshes) .....	17
2.1.3. Diện mạo của lưới:.....	18
2.1.4. Truyền tải lũy tiến.....	20
2.1.5. Nén lưới .....	20
2.1.6. Làm mịn có chọn lọc .....	23
2.1.7. Xây dựng lưới .....	24
2.1.8. Tóm lược: Tối ưu hóa lưới .....	25
2.1.9. Tổng quan về các thuật toán đơn giản hóa lưới .....	27
2.1.10. Bảo quản hình dạng bề mặt $E_{dist} + E_{spring}$ .....	29
2.1.11. Bảo tồn các thuộc tính vô hướng $E_{scalar}(M)$ .....	30
2.1.12. Duy trì các đường cong gián đoạn ( $E_{disc}$ ) .....	32
2.1.13. Cho phép thay đổi cấu trúc liên kết của các đường cong gián đoạn .....	34
2.2. Đơn giản hóa lưới bằng kỹ thuật Quadric Error Metrics (QEM).....	34
2.2.1. Các yêu cầu về giữ nguyên hình dạng hình học của vật thể (topology preservation) .....	35
2.2.2. Phương pháp đánh giá độ xấp xỉ .....	36
2.2.3. Ý tưởng và các bước của thuật toán.....	40
2.2.3.1. Ý tưởng .....	40
2.2.3.2. Các bước cơ bản của thuật toán .....	40
2.2.4. Tập các cặp đỉnh sẽ được xem xét loại bỏ.....	42

2.2.4.1. Tập các cặp đỉnh.....	42
2.2.4.2. Phép loại bỏ cặp đỉnh .....	43
2.2.5. Hàm xác định giá .....	43
2.2.5.1. Đại lượng sai số bậc hai (QEM).....	45
2.2.5.2. Xác định trọng số của các mặt .....	47
2.2.5.3. Xác định vị trí đỉnh mới.....	49
2.2.6. Kiểm tra tính toàn vẹn .....	49
CHƯƠNG 3. CHƯƠNG TRÌNH THỬ NGHIỆM.....	52
3.1. Yêu cầu bài toán .....	52
3.2. Mô tả dữ liệu thử nghiệm. ....	52
3.3. Phân tích thiết kế và chương trình thử nghiệm. ....	54
3.3.1. Phân tích thiết kế .....	54
3.3.2. Chương trình thử nghiệm.....	55
3.3.3. Đánh giá kết quả đạt được.....	58
PHẦN KẾT LUẬN.....	64
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	65

## DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Đối tượng 3D .....	4
Hình 1.2. Cấu trúc mô hình 3D .....	5
Hình 1.3. Các đối tượng nguyên thủy của đa giác.....	7
Hình 1.4. Mô hình liên tục.....	7
Hình 1.5. Card đồ họa hỗ trợ 3D .....	9
Hình 1.6. Mô hình lưới tam giác .....	10
Hình 1.7. Minh họa về việc giảm thiểu bề mặt 2D.....	12
Hình 1.8. Minh họa về việc giảm thiểu bề mặt 3D theo các mức khác nhau .....	12
Hình 2.1. Minh họa việc chuyển bố cạnh (ecol: hợp; vsplit: tách).....	15
Hình 2.2 (a) Trình tự bố cạnh; (b) Kết quả đỉnh tương ứng. ....	15
Hình 2.3. Minh họa của các đường dẫn được thực hiện bởi tối ưu hóa bằng cách sử dụng lưới ba thiết lập khác nhau của Crep .....	26
Hình 2.4. Minh họa PM đường dẫn thực hiện thủ tục đơn giản hóa lưới trong một đồ thị vẽ chính xác so với kích thước mắt lưới .....	28
Hình 2.5. Đơn giản hóa không sử dụng Edisc .....	34
Hình 2.6. Một vật thể gồm nhiều khối hộp được giảm thiểu theo 2 cách .....	36
Hình 2.7. Mô phỏng tình huống trong không gian hai chiều.....	45
Hình 2.8. Mặt vuông được “lát” bằng các hình tam giác khác nhau .....	48
Hình 2.9. Sau khi loại bỏ một cặp thì xuất hiện 1 mặt bị ngược. ....	50
Hình 2.10. Giải pháp của QEM.....	50
Hình 3.1. Ví dụ về yêu cầu rút gọn mô hình 3D.....	52
Hình 3.2. Minh họa cấu trúc tệp OBJ .....	53
Hình 3.3. Thử nghiệm mô hình Bunny.....	57
Hình 3.4. Thử nghiệm mô hình Dragon .....	58
Hình 3.5. Thử nghiệm mô hình Horse.....	58
Hình 3.6. Bunny 69665 mặt - 34835 đỉnh .....	59
Hình 3.7. Bunny 500 mặt 252 đỉnh .....	59
Hình 3.8. Bunny 100 mặt 52 đỉnh .....	59
Hình 3.9. Dragon 209227 mặt 104855 đỉnh .....	59
Hình 3.10. Dragon 500 mặt 250 đỉnh .....	60
Hình 3.11. Dragon 100 mặt 51 đỉnh .....	60
Hình 3.12. Horse 96966 mặt 48485 đỉnh.....	60

Hình 3.13. Horse 500 mặt 252 đỉnh .....	60
Hình 3.14. Horse 100 mặt 52 đỉnh .....	61
Hình 3.15. Car 8160 mặt - 425931 đỉnh.....	61
Hình 3.16. Car 1686 mặt 425931 đỉnh .....	62



## DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

STT	Ký hiệu	Tiếng Anh	Tiếng Việt
1	2D	Two- dimensional	Không gian hai chiều
2	3D	Three-dimensional	Không gian ba chiều
3	CPU	Central Processing Unit	Bộ xử lí trung tâm
4	GPU	Graphic Processing Unit	Bộ xử lí đồ họa
5	GIS	Geographic Information System	Hệ thống thông tin địa lí
6	IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Chuẩn dấu phẩy động số học
7	NURBS	Non-Uniform Rational B-spline	B-spline hữu tỉ không đồng đều
8	PDE	Partial Differential Equation	Phương trình vi phân từng phần
9	PM	Progressive Meshes	Thuật toán lưới lũy tiến đơn giản lưới biểu diễn bề mặt đa diện
10	QEM	Quadric Error Metrics	Thuật toán đơn giản lưới biểu diễn bề mặt đa diện sử dụng độ đo sai số bậc hai
11	RBF	Radial Basic Function	Hàm cơ sở bán kính
12	VRML	Virtual Reality Modeling Language	Ngôn ngữ mô hình hóa thực tại ảo

## MỞ ĐẦU

Hiện nay, công nghệ thông tin được xem là một ngành mũi nhọn của mỗi quốc gia, đặc biệt là các quốc gia đang phát triển, công cuộc công nghiệp hóa và hiện đại hoá như nước ta. Sự bùng nổ thông tin và sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ kỹ thuật số, công nghệ thực tại ảo đã mở ra nhiều hướng mới cho sự phát triển của phần mềm trong đó có lĩnh vực biểu diễn và hiển thị hình ảnh 3D.

Trong lĩnh vực biểu diễn, hiển thị hình ảnh 3D có hai phần chính là tạo mô hình bề mặt (Modeling) và tạo sự chuyển động cho mô hình (Animation).

Việc tạo mô hình 3D thường thực hiện thông qua sử dụng máy quét 3D hoặc các phần mềm chuyên dụng phổ biến hiện nay là Maya, 3DS Max..., mỗi phần mềm có ưu việt riêng của mình, song ở Việt Nam 3DS Max được biết đến nhiều qua việc ứng dụng trong các lĩnh vực thiết kế, kiến trúc, xây dựng. Nhưng có một đặc tính chung là các phần mềm chỉ chú trọng việc đưa ra kết quả dưới dạng phim, ảnh, còn hình ảnh đưa ra dưới dạng Object phục vụ cho các hoạt động điều khiển sau đó trong môi trường đồ họa 3D thường là rất nặng, tốn kém nhiều tài nguyên của máy tính.

Hiện nay công nghệ phần cứng phát triển mạnh có hỗ trợ cho việc hiển thị hình ảnh 3D, nhưng vẫn chưa đáp ứng được đầy đủ “không gian” cho việc xử lý hình ảnh, tốc độ cao bộ xử lý tuy nhanh song với một mô hình lớn nó cũng trở lên chậm chạp. Vậy vấn đề đặt ra là việc giảm thiểu không gian lưu trữ của mô hình, có thể tích hợp nhiều mô hình với nhau để tạo ra mô hình lớn mà vẫn đáp ứng được các yêu cầu điều khiển sau đó [1].

Có nhiều kỹ thuật giảm thiểu không gian lưu trữ bằng cách sử dụng các kỹ thuật nén ảnh, nhưng các kỹ thuật phổ biến hiện nay người ta thường dùng để giảm thiểu không gian lưu trữ là loại bỏ bớt số mặt phẳng đa giác biểu diễn của vật thể ban đầu để thu được mô hình có ít mặt đa giác hơn mà vẫn đảm