

ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

TS. NGUYỄN HỮU TÀI

GIÁO TRÌNH
ĐỒ HỌA MÁY TÍNH
(ĐÀO TẠO CỬ NHÂN CÔNG NGHỆ THÔNG TIN)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC HUẾ
Huế, 2017

FREE VERSION

Mã số sách: GT/ -2017

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình *Đồ họa Máy tính* nhằm mang đến cho người học là các sinh viên ngành Công nghệ Thông tin những kiến thức cơ bản và chuyên sâu trong lĩnh vực đồ họa máy tính, rèn luyện và phát triển kỹ năng thực hành thực nghiệm, kỹ năng lập trình cho lĩnh vực đồ họa máy tính. Nội dung của giáo trình với thời lượng giảng dạy 3 tín chỉ gồm có 6 chương, 2 phụ lục và 7 bài thực nghiệm được trình bày hướng dẫn chi tiết nhằm từng bước phát triển kỹ năng lập trình đồ họa, hiểu sâu và đánh giá chính xác các lý thuyết và giải thuật đồ họa. Bố cục của giáo trình gồm:

Chương 1: Các yếu tố cơ sở của đồ họa

Trình bày các khái niệm cơ bản về thiết bị đồ họa và điểm ảnh (Pixel). Giới thiệu và trình bày chi tiết các giải thuật dựng các đường cơ bản như: Đoạn thẳng, đường tròn, ellipse. Hướng dẫn chi tiết các bước để tạo ứng dụng khung phục vụ cho việc thực hành thực nghiệm thông qua “**Bài thực nghiệm số 1**”, để từ đó dần dần làm quen và trang bị từng bước các kiến thức lập trình đồ họa trên windows với VC++ và MFC.

Chương 2: Các hệ màu và cơ chế tổ chức bộ nhớ màn hình

Trình bày đôi nét về cấu trúc màn hình màu. Tính chất giao thoa ánh sáng và nguyên lý tạo điểm màu trên màn hình hay máy in. Giới thiệu sơ bộ về các hệ màu RGB, CMY, HSV. Tìm hiểu về cơ chế tổ chức bộ nhớ màn hình, cách tính địa chỉ để truy xuất thông tin điểm ảnh thông qua mode đồ họa căn bản 13H, và chuẩn hiển thị đồ họa cao cấp Vesa.

Chương 3: Các phép xén hình và tô màu

Giới thiệu phạm vi và ứng dụng của bài toán xén hình. Trình bày chi tiết các giải thuật xén hình căn bản như: Xén đoạn thẳng vào hình chữ nhật, xén đa giác vào hình chữ nhật. Giới thiệu bài toán tô màu và ứng dụng. Trình bày chi tiết 2 giải thuật tô màu gồm: Giải thuật vết dầu loang (Flood fill), và giải thuật tô đa giác theo dòng quét (Scan-line). Tìm hiểu sâu hơn về vấn đề xử lý đồ họa của hệ thống thông qua “**Bài thực nghiệm số 2**” để xử

lý bài toán tô màu theo giải thuật vết dầu loang.

Chương 4: Các phép biến đổi hình học

Trình bày lý thuyết biến đổi hình học affine với căn bản là các phép tính toán ma trận. Hệ tọa độ thuần nhất và lợi ích của nó trên mô hình xử lý máy tính. Một số ví dụ hướng dẫn thực hiện các bước phân tích bài toán biến hình phức tạp về thành tổng hợp của những phép biến hình cơ bản, dựa trên việc tính tích các ma trận. Phân tích bài toán quan sát vật thể trong không gian 3 chiều và sự mô phỏng thế giới thực.

Chương 5: Mô hình WireFrame

Trình bày chi tiết về mô hình Wireframe và cách thức tổ chức lưu trữ thông tin. Hướng dẫn xây dựng một ứng dụng mô phỏng việc quan sát vật thể 3 chiều trong không gian theo mô hình Wireframe, trong đó áp dụng kết hợp kiến thức của chương 4 và chương 5, thông qua “**Bài thực nghiệm số 3**”.

Chương 6: Mô hình các mặt đa giác và vấn đề khử mặt khuất

Giới thiệu mô hình các mặt đa giác, ưu và nhược điểm, cùng cách thức tổ chức lưu trữ thông tin. Giới thiệu bài toán khử mặt khuất và trình bày chi tiết các giải thuật sắp xếp theo độ sâu, giải thuật chọn lọc mặt sau, giải thuật vùng đệm độ sâu. “**Bài thực nghiệm số 4**” giúp phát triển ứng dụng 3DViewer mô phỏng việc quan sát vật thể trong không gian 3 chiều trên máy tính, trong đó vấn đề khử mặt khuất được xử lý bởi giải thuật chọn lọc mặt sau. Và “**Bài thực nghiệm số 5**” phát triển một bản nâng cấp của ứng dụng 3DViewer, trong đó vấn đề khử mặt khuất được xử lý bởi giải thuật vùng đệm độ sâu.

Cuối cùng, hệ thống 2 phụ lục nhằm giúp sinh viên có thể tìm hiểu và nghiên cứu sâu hơn một số vấn đề mà trong khuôn khổ thời gian có hạn của học phần không cho phép tìm hiểu sâu. Nội dung cơ bản của các phụ lục bao gồm:

Phụ lục 1: Các phương pháp dựng đường cong và mặt cong

Trình bày chi tiết các phương pháp tạo đường cong và mặt cong hiệu quả trên mô hình máy tính.

Phụ lục 2: Các mô hình chiếu sáng

Trình bày chi tiết việc tính toán mô phỏng các loại hình chiếu sáng lên vật thể 3 chiều nhằm tăng tính trung thực của hình ảnh mô phỏng, tạo cho hình ảnh mô phỏng được trung thực và “đẹp hơn”. Đề xuất các giải pháp công nghệ xử lý kết hợp nhằm giải quyết vấn đề tốc độ thực thi cho bài toán xử lý mô phỏng hình ảnh 3 chiều trên máy tính. “**Bài thực nghiệm số 6**” và “**Bài thực nghiệm số 7**” giúp phát triển và hoàn thiện hơn nữa ứng dụng 3DView, để ứng dụng có thể mô phỏng trung thực hơn các đối tượng 3 chiều. Qua đó, giúp sinh viên có được kiến thức sâu hơn và kỹ năng vững vàng về vấn đề xử lý mô phỏng đối tượng 3 chiều trên máy tính.

Với mong muốn tạo điều kiện tốt nhất để sinh viên có thể dễ dàng lĩnh hội kiến thức lý thuyết, phát triển năng lực thực nghiệm và kỹ năng giải quyết vấn đề nói chung hay kỹ năng lập trình nói riêng, tác giả đã cố gắng để trình bày các vấn đề thuộc lĩnh vực đồ họa máy tính một cách chi tiết mạch lạc và chuẩn xác nhất có thể, các kỹ thuật xử lý luôn sát với công nghệ trong thực tiễn. Hy vọng rằng cuốn sách sẽ mang lại nhiều bổ ích cho sinh viên cũng như bạn đọc. Tác giả cũng mong nhận được nhiều đóng góp ý kiến của quý đồng nghiệp cùng bạn đọc để cuốn sách được hoàn thiện hơn trong lần tái bản sau.

Tác giả



TS. Nguyễn Hữu Tài

FREE VERSION



MỤC LỤC

Chương 1.....	1
1. Các khái niệm cơ bản.....	1
1.1. Thiết bị đồ họa và điểm ảnh.....	1
1.2. Điểm và đoạn thẳng trong mặt phẳng.....	2
2. Các giải thuật vẽ đoạn thẳng.....	3
2.1. Vẽ đoạn thẳng dựa vào phương trình.....	3
2.2. Vẽ đoạn thẳng dựa vào giải thuật Bresenham	6
2.3. Môi trường thực nghiệm và các bước thiết lập cơ bản	13
2.4. So sánh đánh giá hai giải thuật dựng đường thẳng	20
3. Các giải thuật vẽ đường tròn.....	23
3.1. Giải thuật vẽ đường tròn MidPoint.....	24
3.2. Giải thuật vẽ đường tròn Bresenham	29
3.3. So sánh đánh giá hai giải thuật dựng đường tròn	32
4. Giải thuật vẽ Ellipse.....	33
4.1. Giải thuật Bresenham cho vẽ hình Ellipse.....	35
4.2. Tóm tắt giải thuật Bresenham cho vẽ Ellipse	38
4.3. Cài đặt giải thuật	38
5. Bài tập cuối chương	44
Chương 2.....	46
1. Đôi nét về cấu trúc màn hình màu	46
2. Các hệ màu.....	47
2.1. Hệ RGB.....	48
2.2. Hệ màu CMY	49
2.3. Hệ màu HSV	50
3. Cơ chế tổ chức bộ nhớ màn hình	54
3.1. Cơ chế hoạt động của chế độ màn hình độ phân giải 320 × 200 với 256 màu.....	55
3.2. Cơ chế hoạt động của màn hình theo chuẩn Vesa	56

4. Kỹ thuật thực hiện vẽ đồ họa ở hậu trường (Off-screen Rendering).....	58
Chương 3.....	63
1. Trường hợp hình F là một tập hữu hạn điểm	64
2. Trường hợp xén một đoạn thẳng vào một vùng hình chữ nhật trong không gian 2 chiều.....	64
2.1. Khi cạnh của hình chữ nhật song song với trục tọa độ	64
2.2. Khi 1 cạnh của hình chữ nhật tạo với trục hoành một góc α	77
3. Clipping một đa giác vào trong một vùng hình chữ nhật	77
3.1. Giải thuật Sutherland-Hodgman	77
3.2. Cài đặt giải thuật	79
3.3. Nhược điểm của giải thuật Sutherland-Hodgman và hướng xử lý khắc phục	82
4. Một số giải thuật tô màu	83
4.1. Giải thuật vết dầu loang	83
4.2. Giải thuật tô màu đa giác theo dòng quét (Scan-line Algorithm).....	104
5. Bài tập cuối chương	115
Chương 4.....	117
1. Các phép biến đổi hình học hai chiều (Affine 2D)	118
1.1. Phép tịnh tiến	118
1.2. Phép đồng dạng.....	118
1.3. Phép đối xứng	119
1.4. Phép quay quanh gốc tọa độ	120
1.5. Phép biến dạng (Twist Transformation)	120
1.6. Tọa độ thuần nhất (Homogeneous Coordinates)	120
1.7. Tổng hợp các phép biến đổi Affine	120
1.8. Phép quay quanh điểm bất kỳ	122
1.9. Các ví dụ minh họa	123

1.10. Biến đổi hệ trục tọa độ (hay biến đổi ngược)	126
1.11. Cài đặt	127
2. Các phép biến đổi Affine 3D	128
2.1. Các hệ trục tọa độ	128
2.2. Các công thức biến đổi	129
3. Các phép chiếu vật thể trong không gian lên mặt phẳng	132
3.1. Phép chiếu phối cảnh (Perspective)	132
3.2. Phép chiếu song song	133
4. Quan sát vật thể 3 chiều và quay hệ quan sát	133
4.1. Biến đổi từ hệ trục cục bộ sang hệ trục người quan sát ...	134
4.2. Phép chiếu phối cảnh	140
4.3. Phép chiếu song song	141
4.4. Cài đặt	142
5. Bài tập cuối chương	142
Chương 5	144
1. Mô hình Wireframe	145
2. Vẽ hình dựa trên dữ liệu kiểu WireFrame với các phép chiếu	147
2.1. Phép chiếu trục giao đơn giản	147
2.2. Phép chiếu phối cảnh đơn giản	147
2.3. Cài đặt thực nghiệm cho mô hình wireframe	148
3. Bài tập cuối chương	160
Chương 6	162
1. Mô tả đối tượng 3 chiều bằng mô hình các mặt đa giác	162
2. Xây dựng cấu trúc dữ liệu cho mô hình các mặt đa giác	164
3. Các phương pháp khử mặt khuất	167
3.1. Giải thuật người thợ sơn với chiến lược sắp xếp theo chiều sâu (Depth-Sorting)	167
3.2. Giải thuật chọn lọc mặt sau (Back-Face Detection)	170
3.3. Cài đặt minh họa cho giải thuật chọn lọc mặt sau	172

3.4. Giải thuật vùng đệm độ sâu (Z-Buffer).....	190
3.5. Cài đặt minh họa cho giải thuật “vùng đệm độ sâu”	193
4. Bài tập cuối chương	203
Chương 7.....	204
1. Nguồn sáng xung quanh	204
2. Nguồn sáng định hướng.....	204
2.1. Khái niệm.....	204
2.2. Tính toán mô phỏng.....	205
2.3. Cài đặt giải thuật	207
3. Nguồn sáng điểm	209
4. Mô hình bóng Phong.....	209
4.1. Khái niệm.....	209
4.2. Tính toán mô phỏng.....	211
4.3. Cài đặt giải thuật	216
5. 4. BÀI TẬP CUỐI CHƯƠNG	228
Chương 8.....	229
1. Đường cong Bezier và mặt cong Bezier	230
1.1. Giải thuật De Casteljau	231
1.2. Dạng Bernstein của các đường cong và mặt cong Bezier	232
1.3. Dạng biểu diễn ma trận của đường Bezier.....	233
1.4. Các tính chất của đường cong Bezier	234
1.5. Đánh giá đường cong Bezier và sự khác biệt của đường cong Spline.....	237
2. Đường cong Spline và B-Spline	239
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	242

FREE VERSION

DANH SÁCH HÌNH VẼ

Hình 1.1. Giao diện đồ họa windows 8 thể hiện trên màn hình của hãng Dell.....	1
Hình 1.2. Minh họa việc hiển thị hình ảnh đồ họa trên thiết bị	2
Hình 1.3. Ảnh minh họa một đoạn thẳng từ A(5,4) đến B(10,7).....	5
Hình 1.4. Minh họa việc chọn lựa điểm P hay Q dựa vào các tham số	7
Hình 1.5. Minh họa đoạn thẳng được vẽ trên thiết bị đồ họa. Các Pixel vuông màu đỏ là hình ảnh thể hiện của đoạn thẳng AB trên màn hình.....	12
Hình 1.6. Các bước tạo một project phục vụ cho quá trình thực nghiệm.....	14
Hình 1.7. Giao diện MFC Application Wizard giúp chọn lựa kiểu ứng dụng	15
Hình 1.8. Hình ảnh của một ứng dụng dạng dialog based làm khuôn mẫu xây dựng các ứng dụng thực nghiệm đồ họa máy tính	15
Hình 1.9. Thiết kế giao diện chương trình LineDemo.....	16
Hình 1.10. Menu ngữ cảnh trong quá trình tạo biến nhận dữ liệu từ edit control	16
Hình 1.11. Đặt tên và xác định các thông số cho biến.....	17
Hình 1.12. Các bước để thêm một hàm xử lý vào lớp CLineDemoDlg	17
Hình 1.13. Xác định tên hàm và các tham số	18
Hình 1.14. Kết quả thực thi chương trình với hình ảnh biểu diễn cho một đoạn thẳng AB được tính toán theo giải thuật Bresenham	20
Hình 1.15. Đồ thị toán học của đường tròn tâm O bán kính R.....	23
Hình 1.16. Minh họa việc chọn lựa điểm P hay Q.....	24
Hình 1.17. Minh họa hàm f_{circle}	25
Hình 1.18. Minh họa việc hiển thị các điểm ảnh của đường tròn với các kích cỡ khác nhau	28

Hình 1.19. Hình Ellipse với các cung AC và BC	33
Hình 1.20. Minh họa kỹ thuật tô ellipse theo dòng quét.....	41
Hình 1.21. Hình ảnh thực nghiệm dựng đường ellipse và hình ellipse bởi giải thuật Bresenham	44
Hình 2.1. Màu sắc và sự giao thoa.....	46
Hình 2.2. Hai loại cấu trúc màn hình màu: (a) CRT, (b) LCD	47
Hình 2.3. Ảnh biểu diễn của một mũi tên màu trắng, và một chữ E trên máy tính được phóng lớn tương ứng với hai loại màn hình CRT và LCD.....	47
Hình 2.4. Biểu đồ thể hiện các sắc độ trong không gian màu chuẩn CIE 1931	48
Hình 2.5. Không gian màu trong chế độ 24-bit	49
Hình 2.6. Hệ màu CMYK chuyên dùng trong in ấn.....	49
Hình 2.7. Hệ màu HSV biểu diễn trong chế độ số thực (từ 0 đến 1) 50	
Hình 2.8. Hệ màu HSV biểu diễn trong chế độ lượng hóa nguyên .. 51	
Hình 2.9. Minh họa việc chuyển đổi qua lại giữa 2 hệ màu HSV và RGB	51
Hình 2.10. Minh họa hệ màu HSL.....	54
Hình 2.11. Minh họa hệ màu Lab	54
Hình 2.12. Một số mode màn hình cùng thông tin chi tiết về độ phân giải và số màu có thể hiển thị, số bit phân phối cho 3 thành phần màu RGB của một điểm ảnh.....	57
Hình 2.13. Minh họa tình huống tiêu cực khi thực hiện đồ họa trực tiếp trên vùng bộ nhớ dành riêng cho màn hình với các ứng dụng đồ họa đòi hỏi nhiều thời gian xử lý. Người sử dụng có thể quan sát thấy một chuỗi các hình ảnh đang trong quá trình xây dựng, thay vì chỉ một hình ảnh hoàn thiện như mong muốn.....	59
Hình 3.1. Minh họa kỹ thuật Clipping trong phần mềm AutoCad ...	63
Hình 3.2. Minh họa việc xén đoạn thẳng AB vào hình chữ nhật.....	64
Hình 3.3. Minh họa các tình huống có thể xảy ra khi xén đoạn thẳng vào hình chữ nhật.....	69

Hình 3.4. Phân bố mã vùng dựa theo vị trí tương ứng với hình chữ nhật.....	71
Hình 3.5. Minh họa tình huống xử lý phức tạp nhất đối với thuật toán Liang-Barsky.....	76
Hình 3.6. Minh họa bài toán xén đa giác vào hình chữ nhật	77
Hình 3.7. Minh họa kết quả các bước của giải thuật	78
Hình 3.8. Hình ảnh thực nghiệm giải thuật Sutherland-Hodgman. Với đầu vào là đa giác lớn (viền màu đỏ) chúng ta thu được đa giác nhỏ (viền màu xanh blue).....	83
Hình 3.9. Minh họa tình huống còn sai sót của giải thuật	83
Hình 3.10. Ảnh gốc và bản sửa đổi của nó, thu được sau khi tiến hành tô màu vùng nền đen thành nền xanh theo giải thuật vết dầu loang	84
Hình 3.11. Giao diện cho ứng dụng minh họa bài toán tô màu sử dụng giải thuật vết dầu loang	86
Hình 3.12. Hình ảnh trước khi, trong khi, và sau khi một vùng ảnh trên cửa sổ được tô màu theo giải thuật vết dầu loang.....	90
Hình 3.13. Chi phí thời gian với các hàm thao tác điểm ảnh SetPixel và GetPixel trên Device Context.....	91
Hình 3.14. Giao diện chương trình nâng cấp với nút “Fast Flood Fill”	94
Hình 3.15. Chi phí thời gian với các hàm thao tác điểm ảnh SetPixel và GetPixel trên Memory Device Context.....	96
Hình 3.16. Nâng cấp giao diện với nút “The best Flood Fill”	100
Hình 3.17. Kết quả tô màu và chi phí thời gian thực hiện hàm MyBestFloodFill , thông qua việc truy xuất trực tiếp vào bộ nhớ của ảnh DIB để lấy thông tin hay thiết lập thông tin của điểm ảnh	103
Hình 3.18. Minh họa một số tình huống của dòng quét trong giải thuật Scan-line.....	104
Hình 3.19. Minh họa hình ảnh đa giác trước (a) và sau khi được tô (b)	104
Hình 3.20. Hình ảnh phóng lớn mô tả quá trình quét (scan) theo hàng	

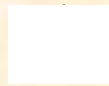
để tiến hành tô màu đa giác theo thời gian.....	105
Hình 3.21. Minh họa bài toán “mê cung”	105
Hình 3.22. Minh họa cơ chế nội suy giao điểm trong giải thuật tô đa giác theo dòng quét (Scanline Algorithm)	107
Hình 3.23. Kết quả tô đa giác có 28 đỉnh	115
Hình 3.24. Kết quả tô đa giác có 561 đỉnh, trong đó phần nhiều là các cạnh với độ dài rất bé	115
Hình 4.1. Hình ảnh thu được từ các góc quan sát khác nhau của cùng một đối tượng. Việc thay đổi góc quan sát được thực hiện thông qua các phép biến đổi hình học 3 chiều	117
Hình 4.2. Minh họa phép biến đổi đồng dạng cho một tam giác....	119
Hình 4.3. Hình vẽ minh họa phép quay quanh điểm M.....	124
Hình 4.4. Minh họa phép biến đổi thuận và biến đổi nghịch.....	126
Hình 4.5. Hệ tọa độ 3 chiều trực tiếp và gián tiếp	128
Hình 4.6. Hệ tọa độ Đề-cát và hệ tọa độ cầu	129
Hình 4.7. Minh họa phép chiếu phối cảnh.....	132
Hình 4.8. Minh họa bài toán quan sát vật thể trong không gian 3 chiều	134
Hình 4.9. Tịnh tiến hệ trục OXYZ thành O'X ₁ Y ₁ Z ₁	135
Hình 4.10. Quay hệ trục O'X ₁ Y ₁ Z ₁ thành O'X ₂ Y ₂ Z ₂	136
Hình 4.11. Quay hệ trục O'X ₂ Y ₂ Z ₂ thành O'X ₃ Y ₃ Z ₃	138
Hình 4.12. Đảo chiều trục X của hệ trục O'X ₃ Y ₃ Z ₃ để thu được hệ trục quan sát O'X'Y'Z'	139
Hình 4.13. Phép chiếu phối cảnh trong bài toán quan sát vật thể 3 chiều	140
Hình 4.14. Minh họa tính chất của phép chiếu phối cảnh	141
Hình 5.1. Minh họa công đoạn số hóa đối tượng 3 chiều.....	145
Hình 5.2. Mô hình wireframe cho một nhân vật trong game.....	146
Hình 5.3. Cách bố trí một phép chiếu phối cảnh đơn giản	148
Hình 5.4. Giao diện chương trình WireFrameDemo	149

Hình 5.5. Menu ngữ cảnh cho phép tạo một class cho project	149
Hình 5.6. Tạo một MFC Class	150
Hình 5.7. Thiết lập tham số cho lớp CWireFrame.....	150
Hình 5.8. Thực hiện Class Wizard với lớp CWireFrameDemoDlg để thêm các sự kiện.....	157
Hình 5.9. Thêm các hàm xử lý sự kiện chuột trên cửa sổ chính của chương trình	157
Hình 5.10. Một số góc quan sát đối tượng được thiết lập thông qua các thao tác rê chuột.....	159
Hình 5.11. Đối tượng được thể hiện với các kích cỡ khác nhau.....	160
Hình 6.1. Hình ảnh của một số đối tượng 3 chiều thể hiện theo mô hình các mặt đa giác.....	162
Hình 6.2. Minh họa việc số hóa thông tin vật thể 3 chiều theo mô hình các mặt đa giác.....	163
Hình 6.3. Minh họa đối tượng theo mô hình các mặt đa giác: (a) Một nhân vật game theo mô hình các mặt đa giác cùng với phép ánh xạ hình ảnh bề mặt vật liệu lên các đa giác; (b) Một con Hổ với các mặt đa giác chưa tô màu; (c) Con Hổ với các đa giác được tô màu bằng phương pháp ánh xạ hình ảnh bề mặt vật liệu lên các đa giác	164
Hình 6.4. Minh họa sai lệch của giải thuật sắp xếp theo độ sâu khi hai mặt phẳng ở trong trạng thái cắt nhau.....	168
Hình 6.5. Minh họa sai lệch của giải thuật sắp xếp theo độ sâu khi hai mặt đa giác ở trong trạng thái chồng lên nhau	168
Hình 6.6. Minh họa phép kiểm tra phần kéo dài trên trục Z.....	169
Hình 6.7. Hình ảnh 2 mặt đa giác đan chéo vào nhau	170
Hình 6.8. Minh họa cho mô hình chọn lọc mặt sau	171
Hình 6.9. Kết quả thực nghiệm xử lý với hình cầu cấu tạo bởi 450 mặt đa giác theo giải thuật chọn lọc mặt sau: (a) Hình thể hiện các mặt quan sát được; (b) Hình thể hiện các mặt quan sát được và vector pháp tuyến của mỗi bề mặt đa giác (có xử lý vấn đề chiều sáng).....	172
Hình 6.10. Tạo lớp CObject_3D.....	173

Hình 6.11. Hình ảnh thực nghiệm cài đặt giải thuật chọn lọc mặt sau.....	183
Hình 6.12. Hình ảnh thực nghiệm cài đặt giải thuật chọn lọc mặt sau, với các đối tượng hình cầu, khủng long (Dinosaur) từ các file dữ liệu mô tả.....	188
Hình 6.13. Hình minh họa cách xác định tích hữu hướng của hai vector và cách áp dụng.....	190
Hình 6.14. Minh họa hình chiếu của 2 mặt phẳng lên mặt phẳng chiếu và phần chồng lấp (overlap) giữa chúng.....	191
Hình 6.15. Minh họa cơ chế nội suy giao điểm trong giải thuật tô đa giác theo dòng quét (Scanline Algorithm) có tính đến nội suy độ sâu của tạo ảnh, để có thể áp dụng vào giải thuật vùng đệm độ sâu. Ở đây z_1 chính là giá trị độ sâu của điểm P_1 , và P_1 là tạo ảnh của P'_1	193
Hình 6.16. Mô hình trực thăng (Hughes 500) được xử lý mặt khuất theo giải thuật vùng đệm độ sâu, có xử lý thêm vấn đề chiếu sáng nhằm tạo ra hình ảnh trung thực	202
Hình 6.17. Mô hình trực thăng (Hughes 500) với một số mặt được lược bỏ để có thể quan sát được phần bên trong của đối tượng. Xử lý mặt khuất theo giải thuật vùng đệm độ sâu.....	203
Hình 7.1. Sự khuếch tán của ánh sáng trên các bề mặt.....	204
Hình 7.2. Sự phản xạ của ánh sáng trên các bề mặt.....	205
Hình 7.3. Mô phỏng hiện tượng phản chiếu trên bề mặt đối tượng với phần sáng trắng được đánh dấu bởi vòng màu đỏ.....	206
Hình 7.4. Các hình cầu được số hóa theo mô hình các mặt đa giác với số mặt lần lượt là (a) 200 mặt, (b) 450 mặt, (c) 16.200 mặt	210
Hình 7.5. Minh họa kết quả xử lý tô bóng (a) Tô bóng thường, (b) Tô bóng theo giải thuật Phong.....	211
Hình 7.6. Vector pháp tuyến của các điểm trên một mặt cong.....	211
Hình 7.7. Minh họa vector pháp tuyến tại các đỉnh của đa giác.....	212
Hình 7.8. Minh họa các bước nội suy vector pháp tuyến cho từng điểm trên mặt đa giác	213

Hình 7.9. Hình ảnh thực nghiệm minh họa hình cầu 50 mặt không sử dụng phương pháp tô bóng cong (với chỉ một vector pháp tuyến cho mỗi bề mặt).....	213
Hình 7.10. Hình ảnh thực nghiệm minh họa hình cầu 50 mặt sử dụng phương pháp tô bóng Phong, với các vector pháp tuyến tại các đỉnh của bề mặt (hay đa giác) không cùng phương với vector pháp tuyến bề mặt mà có xu hướng ngả ra bên ngoài như mặt cong	214
Hình 7.11. Minh họa như Hình 7.10, nhưng được giản lược bớt một số mặt nhằm giúp quan sát rõ hơn các vector pháp tuyến tại đỉnh và bề mặt. Hình ảnh cho thấy các vector pháp tuyến tại đỉnh của bề mặt có xu hướng nghiêng ra bốn phía bên ngoài như của một mặt cong	215
Hình 7.12. Minh họa đối tượng với các vector nút.....	215
Hình 7.13. Kết quả thực nghiệm cài đặt với giải thuật z-buffer kết hợp phương pháp tô bóng Phong (so sánh với Hình 6.9 để thấy sự khác biệt)	227
Hình 7.14. Kết quả thực nghiệm so sánh giữa phương pháp tô bóng thường (a) và tô bóng Phong trên cùng một hình cầu lõm màu xám có 800 mặt đa giác	228
Hình 8.1. Thay đổi chất lượng hình ảnh với hàm ánh xạ có dạng đường cong Bezier bậc 3, cung cấp khả năng điều chỉnh hình dạng và độ cong của hàm ánh xạ một cách uyển chuyển và đơn giản	229
Hình 8.2. Minh họa việc nội suy đường cong Bezier	232
Hình 8.3. Đường cong Bezier bậc 3 được vẽ bởi chương trình Paint của Microsoft. Các điểm tròn (màu đỏ) chính là các điểm kiểm soát của nó.....	233
Hình 8.4. Một đường cong Spline được vẽ bởi chương trình AutoCad	239
Hình 8.5. Đường cong Multi-Spline với các điểm điều khiển (hay vector tiếp tuyến) giúp điều khiển độ cong.....	239

FREE VERSION



DANH SÁCH BẢNG BIỂU

Bảng 3.1. Bảng quy tắc đánh mã	70
Bảng 4.1. Bảng ma trận của các phép biến đổi cơ bản trong không gian 2 chiều theo hệ tọa độ thuần nhất	121
Bảng 5.1. Danh sách thông tin lưu trữ theo mô hình WireFrame của chiếc ghế.....	145
Bảng 6.1. Bảng danh sách thông tin các đỉnh của đa giác theo mô hình các mặt đa giác	164