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

ĐINH THỊ HOA

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ KỸ THUẬT TẠO CHUYỂN ĐỘNG THEO ĐIỂM ĐIỀU KHIỂN TRONG THỰC TẠI ẢO

Chuyên ngành: Khoa học máy tính
Mã số: 60.48.01

LUẬN VĂN THẠC SỸ KHOA HỌC MÁY TÍNH

Người hướng dẫn khoa học: **PGS.TS ĐỖ NĂNG TOÀN**

Thái Nguyên – 2015

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan toàn bộ nội dung bản luận văn này là do tôi tự sưu tầm, tra cứu và sắp xếp cho phù hợp với nội dung yêu cầu của đề tài.

Nội dung luận văn này chưa từng được công bố hay xuất bản dưới bất kỳ hình thức nào và cũng không được sao chép từ bất kỳ một công trình nghiên cứu nào.

Tất cả phần mã nguồn của chương trình đều do tôi tự thiết kế và xây dựng, trong đó có sử dụng một số thư viện chuẩn và các thuật toán được các tác giả xuất bản công khai và miễn phí trên mạng Internet.

Nếu sai tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm.

Thái Nguyên, ngày tháng năm 2015

Người cam đoan

Đinh Thị Hoa

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình học tập và nghiên cứu tại lớp Cao học khóa 12 chuyên nghành Khoa học máy tính tại Khoa Công nghệ thông tin - Đại học Thái Nguyên, tôi đã nhận được rất nhiều sự chỉ bảo, dìu dắt, giảng dậy nhiệt tình của các thầy, cô giáo trong Viện công nghệ thông tin Việt Nam. Các thầy cô giáo quản lý trong khoa Công nghệ thông tin - Đại học Thái Nguyên đã luôn giúp đỡ, tạo điều kiện tốt nhất cho tôi trong quá trình công tác cũng như học tập. Nhân dịp này tôi xin bày tỏ lời cảm ơn chân thành tới tập thể các thầy, cô giáo trong Viện công nghệ thông tin Việt Nam, các thầy cô giáo trong Khoa công nghệ thông tin - Đại học Thái Nguyên.

Tôi xin chân thành cảm ơn sâu sắc tới thầy giáo **PGS.TS Đỗ Năng Toàn** đã cho tôi nhiều ý kiến đóng góp quý báu, đã tận tình hướng dẫn và tạo điều kiện cho tôi hoàn thành tốt luận văn tốt nghiệp này.

Tôi xin cảm ơn các đồng nghiệp và người thân đã động viên, giúp đỡ tôi trong quá trình nghiên cứu và thực hiện luận văn này.

Quá trình thực hiện đề tài không tránh khỏi các thiếu sót, rất mong tiếp tục nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy, các cô giáo, các bạn đồng nghiệp đối với đề tài nghiên cứu của tôi để đề tài được hoàn thiện hơn.

Tôi xin trân trọng cảm ơn!

Thái Nguyên, ngày tháng năm 2015

Đinh Thị Hoa

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

STT	Ký hiệu/ Chữ viết tắt	Viết đầy đủ	Ý nghĩa
1	FK	Forward kinematics	Điều khiển tiến
2	HD	History Dependent	Lược sử phụ thuộc
3	HI	History Independent	Lược sử độc lập
4	HMD	Head Mounted Display	Mũ đội đầu có màn hiển thị
5	IK	Inverse kinematics	Điều khiển ngược
6	VR	Virtual Reality	Thực tại ảo
7	3D	Three Dimension	Ba Chiều

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1. 1. Giao diện giữa người sử dụng và hệ thống máy tính 3D 3
Hình 1. 2. Thiết bị mô phòng Sensorrama - 1960 5
Hình 1. 3. Thiết bị mô phỏng HMD-1970 của Ivan Sutherland 6
Hình 1. 4. Thiết bị VIDEOPLACE-1970 của Myron Kreuger 6
Hình 1. 5. Thiết bị HMD-1984 của NASA 7
Hình 1. 6. Các thành phần một hệ thống VR 8
Hình 1. 7. Mô phỏng trong thiết kế kiến trúc cầu 3D 11
Hình 1. 8. Mô phỏng thiết kế kiến trúc nhà ở 3D.....12
Hình 1. 9. Ứng dụng công nghệ VR trong huấn luyện tập nhảy dù.....13
Hình 1. 10. Ứng dụng công nghệ VR trong đào tạo phẫu thuật ảo.....14
Hình 1. 11. Ứng dụng công nghệ VR trong Du lịch 15
Hình 1. 12. Các logo phim dùng 3D ảo.....16
Hình 1. 13. Hệ thống trong lĩnh vực giải trí 3D 16
Hình 1. 14. Dàn máy tính HP cấu hình cao hỗ trợ xử lý đồ họa 3D 17
Hình 1. 15. Chuột SpaceBall trong hệ thống VR không có tính nhúng.....18
Hình 1. 16. Máy chiếu công nghệ DLP trong hệ thống VR bán nhúng.....19
Hình 1. 17. Kính ShutterGlasses trong hệ thống VR Bán nhúng.....20
Hình 1. 18. Hệ thống chiếu màn ảnh rộng kết hợp 21
Hình 1. 19. Thiết bị Data glove trong hệ thống VR nhúng toàn phần 22
Hình 1. 20. Thiết bị HMD trong hệ thống VR nhúng toàn phần 23
Hình 1. 21. Ba đặc tính trong VR.....26

Hình 2. 1. Mô tả chuyển động theo các thời điểm chính 29
Hình 2. 2. Một Zoetrope.....31
Hình 2. 3. Nội suy tuyến tính cho 5 Keyframe theo thời gian 36
Hình 2. 4. Nội suy bậc hai cho 5 Keyframe 37
Hình 2. 5. Mô tả chuyển động theo đường cong xác định trước.....45
Hình 2. 6. Mô tả chuyển động theo sự ràng buộc giữa các thuộc tính.....47
Hình 2. 7. Tạo xương cho khủng long.....48
Hình 2. 8. Mô hình khung xương người.....50
Hình 2. 9. Hình ảnh một điều khiển IK được thêm cho một nhánh xương.....53
Hình 2. 10. Sử dụng một giải pháp IK để làm cho bàn tay của một nhân vật đạt được một mục tiêu 55
Hình 2. 11. Một liên kết IK đơn 55
Hình 2. 12. Một liên kết đôi IK 56
Hình 2. 13. Một IK có nhiều hơn một giải pháp 57
Hình 2. 14. Xoay liên kết cuối cùng bằng cách sử dụng kỹ thuật Phối hợp Descent Cylic cho IK.....59

Hình 2. 15. Quay liên kết trung gian bằng cách sử dụng kỹ thuật Phối hợp Descent Cylic cho các giải pháp IK 60
Hình 2. 16. Hệ thống xương ứng dụng bộ xử lý HI solver 63
Hình 2. 17. Xác định chốt của chuỗi xương.....65
Hình 2. 18. Sử dụng IK để tạo chuyển động cho chân thao tác với quả bóng.....67

Hình 3. 1. Trạng thái nghỉ (Idle).....71
Hình 3. 2. Tạo chuyển động cho cánh tay 72
Hình 3. 3. Chuyển động kết hợp tay, đàu và vai 73

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN 2
LỜI CẢM ƠN 3
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT 3
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ 4
MỤC LỤC 6
Chương 1 3
KHÁI QUÁT VỀ THỰC TẠI ẢO VÀ 3
TẠO CHUYỂN ĐỘNG TRONG THỰC TẠI ẢO 3
1.1. Khái quát về thực tại ảo (Virtual Reality-VR) 3
1.1.1. Thế nào là thực tại ảo? 3
1.1.2. Sơ lược về lịch sử phát triển của thực tại ảo 4
1.1.3. Các thành phần của một hệ thống thực tại ảo 8
1.1.4. Các lĩnh vực ứng dụng của thực tại ảo 10
1.1.5. Phân loại các hệ thống thực tại ảo 17
1.2. Chuyển động trong thực tại ảo 25
1.2.1. Vai trò của việc tạo chuyển động 25
1.2.2. Cơ sở lý thuyết của tạo chuyển động 25
Chương 2 29
MỘT SỐ KỸ THUẬT TẠO CHUYỂN ĐỘNG CHO ĐỐI TƯỢNG 3D 29
2.1. Chuyển động theo các thời điểm chính (Keyframe Animation) 29
2.2. Chuyển động theo đường cong xác định trước (Path Animation) 45
2.3. Chuyển động không tuyến tính với đoạn (Non linear Animation With 46
Track) 46
2.4. Chuyển động theo sự ràng buộc giữa các thuộc tính (Set Driven Key) 47
2.5. Phân loại đối tượng dưới góc độ chuyển động 48
2.5.1. Đối tượng có xương 48
2.5.2. Đối tượng không có xương 51
2.6. Hỗ trợ tạo chuyển động áp dụng cho đối tượng có xương 51
2.6.1. Sử dụng điều khiển ngược IK (Inverse kinematics) 52
2.6.2. Sử dụng điều khiển tiến FK (Forward kinematics) 66
CHƯƠNG 3: CHƯƠNG TRÌNH THỬ NGHIỆM 68
3.1. Bài toán 68
3.2. Phân tích bài toán 68
3.3. Chương trình 70
PHẦN KẾT LUẬN 74

MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, công nghệ thông tin phát triển triển mạnh mẽ đã đem lại những thành tựu đáng kể cho nhiều lĩnh vực như y tế, giáo dục, kiến trúc, du lịch, giải trí,…Trên đà phát triển ấy đã xuất hiện một mô hình phát triển mới mà phạm vi ứng dụng có tiềm năng rộng lớn đó là Công nghệ Thực tại ảo.

"Thực tại ảo" (virtual reality-VR) là một môi trường ba chiều được phát sinh, tổng hợp và điều khiển thông qua máy tính nhằm mục đích mô phỏng lại thế giới theo tưởng tượng của con người. Nó cho phép người dùng thông qua các thiết bị ngoại vi tương tác với các sự vật, hiện tượng của thế giới ảo giống như tương tác với các sự vật, hiện tượng của thế giới thực.

Có thể nói lĩnh vực thực tại ảo là một lĩnh vực vô cùng rộng lớn của công nghệ thông tin. Nó bao gồm nhiều hướng phát triển và ứng dụng, trong đó không thể không nói tới vấn đề điều khiển mô hình thì tạo chuyển động cho đối tượng là cần thiết, là quan trọng. Việc tạo chuyển động của đối tượng sẽ có rất nhiều kỹ thuật, ví dụ như: chuyển động theo các thời điểm chính, chuyển động theo đường cong xác định trước, chuyển động không tuyến tính với đoạn, chuyển động theo sự ràng buộc giữa các thuộc tính,...

Khi có sự chuyển động, tương tác của đối tượng với các đối tượng khác và môi trường xung quanh. Từ đó mô hình sẽ trở nên chân thực và sống động hơn. Vậy làm thế nào để có thể tạo sự chuyển động cho đối tượng để nó có thể thể hiện được hành vi, trạng thái của đối tượng trong thế giới thực không hề đơn giản. Việc này đòi hỏi người tạo chuyển động phải hiểu rõ được đối tượng trong thực tế và có những kiến thức sâu về hỗ trợ tạo chuyển động mà công cụ đưa ra.

Xuất phát trong hoàn cảnh đó và từ những thành quả do thực tại ảo đem

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

lại nên tôi đã quyết định lựa chọn đề tài: **"Nghiên cứu một số kỹ thuật tạo chuyển động theo điểm điều khiển trong thực tại ảo"** là một việc làm không chỉ có ý nghĩa khoa học và còn mang đậm tính thực tiễn nhất khi thực tế đang đặt ra những yêu cầu đòi hỏi.

Nội dung của luận văn được trình bày trong 3 chương:

Chương 1: Khái quát về thực tại ảo và tạo chuyển động trong thực tại ảo

Trong chương này cung cấp cho ta cái nhìn tổng quan về quá trình phát triển và các lĩnh vực ứng dụng chính hiện nay của thực tại ảo, đồng thời cung cấp một cái nhìn khái quát về tạo chuyển động trong thực tại ảo. Tại chương này em cũng đưa ra những cơ sở lý thuyết để làm cơ sở cho sự trình bày về một số kỹ thuật tạo chuyển động cho đối tượng 3D trong chương 2.

Chương 2: Một số kỹ thuật tạo chuyển động cho đối tượng 3D

Trong chương này, em xin giới thiệu về bốn kỹ thuật tạo chuyển động cơ bản cho đối tượng. Đó là tạo chuyển động theo các thời điểm chính, tạo chuyển động theo đường cong xác định trước, tạo chuyển động không tuyến tính với đoạn, tạo chuyển động theo sự ràng buộc giữa các thuộc tính.

Ngoài ra ở chương này cũng nghiên cứu về đối tượng có xương, đối tượng không xương và tìm hiểu một số phương pháp điều khiển chuyển động áp dụng cho đối tượng có xương.

Chương 3: Chương trình thử nghiệm

Chương này mô phỏng chuyển động cho đối tượng có xương

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

Chương 1
KHÁI QUÁT VỀ THỰC TẠI ẢO VÀ TẠO CHUYỂN ĐỘNG TRONG THỰC TẠI ẢO

1.1. Khái quát về thực tại ảo (Virtual Reality-VR)

1.1.1. Thế nào là thực tại ảo?

Thực tại ảo là một thuật ngữ mới xuất hiện phát triển mạnh trong vòng vài năm trở lại đây, đang trở thành một ngành công nghệ mũi nhọn nhờ khả năng ứng dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực như: y tế, giáo dục, kiến trúc, quân sự, du lịch, giải trí,... Hiện nay, có nhiều định nghĩa về thực tại ảo, một trong các định nghĩa được chấp nhận rộng rãi là của C.Burdea và P.Coiffet thì có thể hiểu thực tại ảo tương đối chính xác như sau: VR-Thực tại ảo là một hệ thống giao diện cấp cao giữa Người sử dụng và Máy tính. Hệ thống này mô phỏng các sự vật và hiện tượng theo thời gian thực có tương tác với người sử dụng qua tổng hợp các kênh cảm giác. Đó là ngũ giác gồm: thị giác, thính giác, xúc giác, khứu giác và vị giác [6].

Hình 1. 1. Giao diện giữa người sử dụng và hệ thống máy tính 3D

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

Hay nói một cách cụ thể VR là công nghệ sử dụng các kỹ thuật mô hình hoá không gian ba chiều, với sự hỗ trợ của thiết bị hiện đại để xây dựng một thế giới mô phỏng để đưa người ta vào một thế giới nhân tạo với không gian như thật. Trong thế giới ảo này, người sử dụng không còn được xem như người quan sát bên ngoài, mà đã thực sự trở thành một phần của hệ thống. Thế giới "nhân tạo" này không tĩnh tại mà lại phản ứng, thay đổi theo ý muốn của người sử dụng nhờ những cử chỉ, hành động,... Tức là người sử dụng nhìn thấy sự vật thay đổi trên màn hình ngay theo ý muốn của họ.

Một cách lý tưởng, người sử dụng có thể tự do chuyển động trong không gian ba chiều, tương tác với các vật thể ảo, quan sát và khảo cứu thế giới ảo ở những góc độ khác nhau về mặt không gian. Ngược lại, môi trường ảo lại có những phản ứng tương ứng với mỗi hành động của người sử dụng, tác động vào các giác quan như thị giác, thính giác, xúc giác của người sử dụng trong thời gian thực làm người sử dụng có cảm giác như đang tồn tại trong một thế giới thực [6].

1.1.2. Sơ lược về lịch sử phát triển của thực tại ảo

Mặc dù thực tại ảo được mô tả như một công nghệ mới mang tính cách mạng, nhưng ý tưởng về việc nhúng người sử dụng vào một môi trường nhân tạo đã ra đời từ rất sớm.

Thuật ngữ "Thực tại ảo" mới được quan tâm trong một vài năm gần đây xong nó lại có lịch sử từ khá lâu. Cách đây khoảng gần 40 năm một nhà làm phim có tên là Morton Heilig người Mỹ đã đưa ra một ý tưởng tại sao không đưa con người bước sang một thế giới khác với ý tưởng là hệ thống mô phỏng bay (Flight Simulation). Sử dụng hệ thống này người quan sát có cảm giác ảnh đang sống động ngay trước mắt mình. Do không có sự hỗ trợ về tài chính do đó Heilig không thể hoàn thành ước mơ của mình. Xong anh cũng

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

đã tạo ra được một thiết bị mô phỏng được gọi là "Sensorrama Simulator", thiết bị này được công bố vào khoảng đầu những năm 1960.

Hình 1. 2. Thiết bị mô phòng Sensorrama - 1960

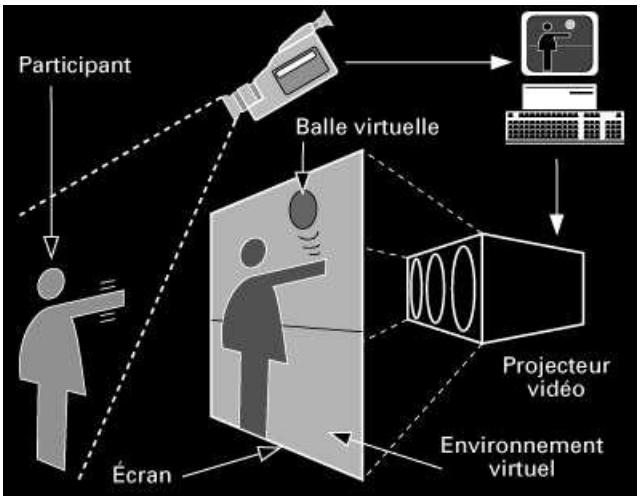
Thiết bị này sử dụng hình ảnh 3D, thu được từ camera 35mm kết hợp thành một camera chính. Thiết bị này gồm có một hệ thống âm thanh kết hợp với những cảnh quay 3 chiều thực sự. Người nhìn có thể cưỡi một cái xe máy, có thể cảm thấy gió khi chuyển động, thậm chí họ có thể cảm thấy những đoạn đường có ổ gà. Mặc dù đây còn là một cái máy đơn giản, thô sơ xong nó đã mở ra nhiều ý tưởng nghiên cứu mới chưa từng có trên thế giới.

Năm 1966 Ivan Sutherland một sinh viên tốt nghiệp Trường Utah tiếp tục nghiên cứu vấn đề Heilig đã bỏ dở. Sutherland cho rằng cảnh quay tương tự không đáp ứng được yêu cầu thực tế. Anh ta bắt đầu một ý tưởng của một bộ tăng tốc đồ hoạ, và đã chế tạo được hệ thống thiết bị hiển thị đội đầu (Head Mounted Display-HMD) có thể kết nối tới máy tính. Năm 1970, Sutherland tiếp tục phát triển phần cứng của HMD tại trường đại học Utah,

làm cho nó hoàn thiện hơn có màn hình là màn hình màu.

Hình 1. 3. Thiết bị mô phỏng HMD-1970 của Ivan Sutherland

Cũng trong khoảng thời gian này Myron Kreuger đã phát triển một thiết bị có tên VIDEOPLACE. Thiết bị này sử dụng một màn hình lớn đối diện với người dùng. Trên màn hình hiển thị cái bóng người dùng. Hệ thống cũng có khả năng hiển thị nhiều người sử dụng trên cùng một màn hình.



Hình 1. 4. Thiết bị VIDEOPLACE-1970 của Myron Kreuger

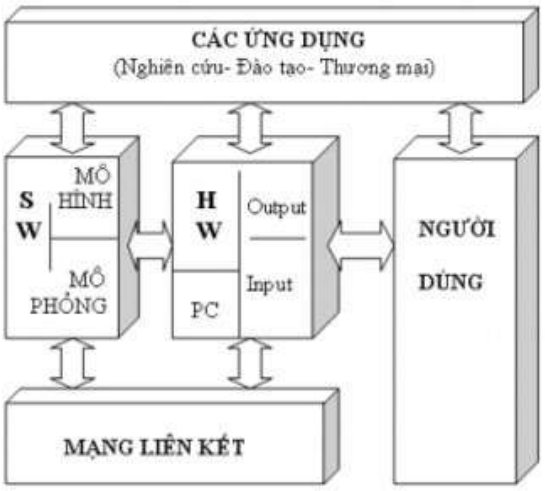
Những ý tưởng này được hai nhà khoa học Mỹ ở NASA là Fisher và McGreevy kết hợp lại trong một dự án có tên là "Trạm làm việc ảo" (Visual Workstation) vào năm 1984. Cũng từ đó NASA phát triển thiết bị Hiển thị đội đầu có tính thương mại đầu tiên, thiết kế dựa trên mẫu hình mặt nạ lặn với các màn hình quang học mà ảnh được cung cấp bởi hai thiết bị truyền hình cầm tay Sony Watchman. Sự phát triển của thiết bị này đã thành công ngoài dự đoán, bởi NASA đã sản xuất được một thiết bị HMD có giá chấp nhận được trên thị trường và như vậy ngành công nghiệp thực tại ảo đã ra đời.

Hình 1. 5. Thiết bị HMD-1984 của NASA

Nhưng đặc biệt công nghệ thực tại ảo từ những năm 90 trở lại đây được phát triển mạnh mẽ và đang trở thành một công nghệ mũi nhọn nhờ khả năng ứng dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực như: nghiên cứu và công nghiệp, giáo dục và đào tạo cũng như thương mại, giải trí,... tiềm năng kinh tế, cũng như tính lưỡng dụng trong dân dụng và quân sự của nó [6].

1.1.3. Các thành phần của một hệ thống thực tại ảo

Một hệ thống thực tại ảo tổng quát bao gồm các thành phần: Phần mềm (Software), phần cứng (HardWare), mạng liên kết, người dùng và các ứng dụng [6]:



Hình 1. 6. Các thành phần một hệ thống VR

Trong luận văn này tôi chỉ tập chung vào phần cứng và phần mềm

- **Phần cứng (*Hardware*)**

Phần cứng của một VR tổng quát bao gồm:

- Máy tính (PC hay Workstation với cấu hình đồ họa mạnh).
- Các thiết bị đầu vào (Input devices): là các thiết bị có khả năng kích thích các giác quan để tạo nên cảm giác về sự hiện hữu trong thế giới ảo gồm có: Bộ dò vị trí (position tracking) để xác định vị trí quan sát. Bộ giao diện định vị (Navigation interfaces) để di chuyển vị trí người sử dụng. Bộ giao diện cử chỉ (Gesture interfaces) như găng tay dữ liệu (data glove). Thiết bị tương tác với máy tính thông qua thiết bị như chuột (SpaceBall), bàn phín,...

• Các thiết bị đầu ra (Output devices): gồm thiết bị hiển thị đồ họa (như Kính mắt Shutter Glasses, màn hình rộng, thiết bị HDM,..) để nhìn được đối tượng 3D. Thiết bị âm thanh (loa) để nghe được âm thanh vòm (như Hi-Fi, Surround,..). Bộ phản hồi cảm giác (Haptic feedback như găng tay,..) để tạo xúc giác khi sờ, nắm đối tượng. Bộ phản hồi xung lực (Force Feedback) để tạo lực tác động như khi đạp xe, đi đường xóc,...

 Phần mềm (*Software*)

Phần mềm luôn là linh hồn của thực tại ảo cũng như đối với bất cứ một hệ thống máy tính hiện đại nào. Về mặt nguyên tắc có thể dùng bất cứ ngôn ngữ lập trình hay phần mềm đồ họa nào cũng phải bảo đảm hai công dụng chính là: Mô hình hóa (modelling) và mô phỏng (simulation) các đối tượng trong VR.

Các đối tượng của VR được mô hình hóa (modelling) tức là tạo dựng mô hình nhờ chính phần mềm này hay mô hình hoá từ mô hình 2D thành mô hình 3D nhờ công cụ đặc biệt từ các phần mềm như: Maya, 3D Max,…

Mô phỏng (Simulation) là quá trình "bắt chước" hay mô tả các sự vật hiện tượng, cảnh vật có thực trong thiên nhiên hoặc trong trí tưởng tượng của con người.

Cho đến nay, nhìn chung có 2 xu hướng để thực hiện mô phỏng mô hình 3D:

- Phương pháp thứ nhất: thể hiện các mô hình 3D nhờ các ngôn ngữ lập trình. Ví dụ như: C, C++, Java3D, OpenGL, VRML, X3D, WorldToolKit, PeopleShop,... Cách này không đòi hỏi cấu hình mạnh của phần cứng, hơn nữa nó thực hiện các dạng mô phỏng phức tạp đòi hỏi sự chính xác cao. Tuy nhiên nó không được nhiều người sử dụng vì đó không phải là công việc đơn giản, nó đòi hỏi trình độ lập trình cao, các thuật toán phức tạp, mất nhiều thời

gian. Do vậy ít được ưa thích nhưng đôi khi lại là lựa chọn duy nhất cho những ai muốn mô phỏng chính xác các đối tượng đúng với bản chất của nó. Nó chỉ phù hợp với những mô phỏng có quy mô nhỏ, với việc học tập.

- Phương pháp thứ hai: sử dụng các công cụ mô phỏng đã được xây dựng sẵn. Cách này không đòi hỏi trình độ lập trình cao, không tốn nhiều thời gian thực hiện, nó phù hợp với các mô phỏng có tính chất mô hình không yêu cầu độ chính xác cao. Một nhược điểm là nó yêu cầu cấu hình hệ thống mạnh để cài đặt và chạy chương trình, nhất là khi kết xuất (Rendering). Một số bộ công cụ mô phỏng thông dụng như là: 3DsMax, Maya, Autocad, Painter3D, VirtualML, Softimage, Flash,.v.v... Đang rất phổ biến, rất được ưa chuộng trong các công việc làm Game 3D, Web3D, Phim 3D,...

Tóm lại, một hệ mô phỏng được thiết kế tốt, kết hợp với các thiết bị trình chiếu hiện đại và các thiết bị tương tác ngoại vi sẽ giúp con người tiếp cận được với thế giới ảo như đang ở trong thế giới thực. Việc tạo ra các mô hình đối tượng có độ chân thực và sức hấp dẫn hoàn toàn phụ thuộc vào cách ta lựa chọn phương pháp để thể hiện chúng. Mỗi phương pháp có những ưu điểm và nhược điểm riêng, vì thế tuỳ vào mức độ quan trọng của đối tượng trong hệ mà ta có thể chọn phương pháp phù hợp để xây dựng.

1.1.4. Các lĩnh vực ứng dụng của thực tại ảo

Ứng dụng của thực tại ảo có thể thấy được rất nhiều trong thế giới hàng ngày của chúng ta. Xét về khía cạnh ứng dụng một số lĩnh vực ứng dụng chính đang có khuynh hướng phát triển mạnh mẽ nhất chúng ta có thể kể đến một số lĩnh vực sau: [7], [8], [9], [11], [12].

- **Xây dựng và Thiết kế kiến trúc**

Một trong những lĩnh vực ứng dụng tiêu biểu nhất của VR là thiết kế kiến trúc. Khả năng mô hình hoá thế giới thực của công nghệ VR dường như

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

đáp ứng một cách tự nhiên của ngành thiết kế kiến trúc đưa ra mô hình trực quan nhất. Ví dụ công trình thiết kế cầu mong muốn trong tương lai:

Hình 1. 7. Mô phỏng trong thiết kế kiến trúc cầu 3D

Việc xây dựng các mô hình không gian kiến trúc với đầy đủ mô tả trực quan về các hình khối kiến trúc của một căn nhà, cách bố trí nội thất bên trong, thậm chí hoa văn cửa sổ hay màu sơn của tường, cùng với khả năng cho phép khách hàng tự do tham quan, khảo sát căn nhà của họ trong tương lai theo nhiều góc độ và vị trí, từ phòng này sang phòng khác thực sự đem lại hiệu quả trực quan, mang tính cách mạng trong lĩnh vực mang nhiều đặc điểm nghệ thuật này.

Hình 1. 8. Mô phỏng thiết kế kiến trúc nhà ở 3D

- **Giáo dục và Đào tạo**

Phát triển trên nền công nghệ và kỹ thuật cao, VR tích hợp những đặc tính làm cho bản thân nó có những tiềm năng vượt trội. Cho người sử dụng cảm nhận sự hiện diện của mình trong môi trường do máy tính tạo ra bằng khả năng tương tác, tự trị (Autonomy) của người dùng trong môi trường ảo, cũng như bằng những phản hồi tức thời, trực quan từ phía môi trường ảo tới các giác quan của người sử dụng. Vì vậy Thực tại ảo đã đang trở thành một công cụ hữu hiệu trong giáo dục, đặc biệt là một phương tiện giáo dục và đào tạo hết sức mạnh đối với một số ngành nghề chi phí tốn kém và nguy hiểm đòi hỏi phải thực hành, ví dụ như: huấn luyện tập nhảy dù, tập lái xe,..v.v... thì việc ứng dụng VR là cực kỳ cần thiết.

Hình 1. 9. Ứng dụng công nghệ VR trong huấn luyện tập nhảy dù

Tất cả những đặc tính này khiến công nghệ VR trở nên rất phù hợp cho các ứng dụng có tính chất giáo dục hay đào tạo. Tính chất trực quan của bài giảng được nâng cao, làm tăng sự hứng thú trong học tập cũng như khả năng ghi nhớ các khái niệm quan trọng trong bài giảng. Từ đó, học viên nắm bắt được nhanh chóng và có ý thức hơn với những tính huống đã được học.

 Y học

Y học là một trong những lĩnh vực ứng dụng nhiều tiềm năng trong công nghệ VR. Cho đến nay, trên thế giới ứng dụng của VR vào y học là khá phong phú, xong lĩnh vực nổi bật và thiết thực nhất là việc áp dụng thành công nghệ VR là giả lập giải phẫu (Surgical Simulation).

Trên cơ sở các kỹ thuật đồ hoạ máy tính và Thực tại ảo, hệ thống đào tạo y học này bao gồm hai bộ phận cơ bản: Khối tương tác ba chiều là mô hình sinh thể ảo cho phép người sử dụng thực hiện các thao tác giải phẫu thông qua các dụng cụ giải phẫu ảo; Khối giao diện người dùng hai chiều cung cấp những thông tin phản hồi trực quan từ mô hình trong quá trình giải

phẫu cũng như những thông tin hướng dẫn trong phiên đào tạo.

Hình 1. 10. Ứng dụng công nghệ VR trong đào tạo phẫu thuật ảo

Phương pháp đào tạo có tính tương tác cao này mang nhiều ưu điểm so với các phương pháp truyền thống như thực hành trên mô hình plastic hay trên bệnh nhân thực.

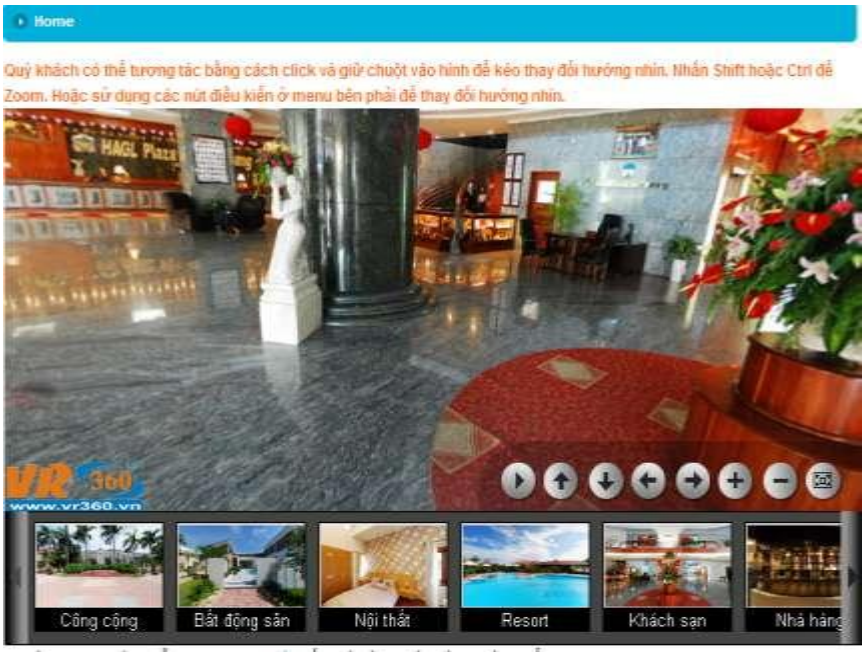
Thứ nhất, khác với phương pháp dùng mô hình plastic, sinh thể giải phẫu ảo có khả năng cung cấp những thông tin phản hồi sinh học một cách tự nhiên như một sinh thể sống thực, chẳng hạn như sự thay đổi về nhịp tim, huyết áp,… Điều này tạo cho học viên có cảm giác đang trải qua một ca mổ trong một tình huống thực.

Thứ hai, khác với thực hành trên bệnh nhân thật, những sai lầm của học viên trong quá trình thực tập không phải trả giá bằng những thương tổn thực trên cơ thể người bệnh. Điều này cũng làm giảm áp lực lên học viên khi thực hiện phẫu thuật ảo. Từ đó, giúp họ tự tin và chủ động hơn trong học tập. Phương pháp này còn cho phép các bác sĩ không ngừng nâng cao trình độ tay nghề, kỹ năng đặt ra những giả định về tình huống bệnh nhân, cập nhật những dữ liệu bệnh lý mới để thực hiện kỹ thuật mới trong điều trị. Bác sĩ cũng có

thể tự lập kế hoạch mổ thử trên bệnh nhân ảo trước khi mổ trên bệnh nhân thật do đó làm tăng mức độ an toàn và hiệu quả điều trị, giảm thiểu sai lầm rủi ro đáng tiếc xảy ra.

Thương mại - Du lịch

Trong thương mại đặc biệt là trong ngành quảng cáo công nghệ VR đang có một vị trí quan trọng. Nó giúp khách hàng tiếp cận gần hơn tới hàng hóa để có thể đánh giá chất lượng mà không cần có hàng trực tiếp,…Trong du lịch các công ty có thể cho khách xem trước khách sạn, nhà hàng và ngắm nhìn một phần quang cảnh địa phương nơi khách sắp đến du lịch,…Tiêu biểu là Công ty Giải pháp CNTT & Truyền thông DAGINET là Công ty tại Việt Nam cung cấp ra thị trường Việt Nam Giải pháp VR - Virtual Reality 360 trên trang web http://www.vr360.vn.



Hình 1. 11. Ứng dụng công nghệ VR trong Du lịch

 Giải trí

Giải trí hiện nay đây là ngành đạt được nhiều thành tựu và lợi nhuận về tài chính. Trong giải trí nó có thể chia làm hai lĩnh vực chính đó là điện ảnh và game. Trong điện ảnh ngày nay với sự phát triển của kỹ thuật và công nghệ mô phỏng người ta đã có thể xây dựng các bộ phim 3D. Khi xem các phim này các bạn sẽ có cảm giác như thể bạn là một nhân vật của bộ phim chứ không phải bạn đang xem phim.

Hình 1. 12. Các logo phim dùng 3D ảo

Trong lĩnh vực Game có rất nhiều công ty đang sản xuất ra các trò chơi có sử dụng công nghệ VR. Các trò chơi sẽ cho bạn có cảm giác như đang thực sự tham gia vào một vai diễn mà bạn đảm nhiệm trong trò chơi. Số lượng người bị cuốn hút theo các trò chơi như vậy đặc biệt là giới trẻ tăng theo cấp số nhân, đánh dấu tiềm năng thương mại to lớn của công nghệ VR trong lĩnh vực này.

Hình 1. 13. Hệ thống trong lĩnh vực giải trí 3D

1.1.5. Phân loại các hệ thống thực tại ảo

Mặc dù khó có thể phân loại được tất cả các hệ thống thực tại ảo, nhưng phần lớn các hình thái hệ thống VR rơi vào ba nhóm chính, mỗi nhóm được xếp hạng theo khả năng cung cấp tính "thực" hay độ "nhúng" của người sử dụng trong môi trường ảo do hệ thống tạo ra. Tính thực hay độ nhúng được xem là kết quả của sự phối hợp nhiều yếu tố bao gồm mức độ tương tác với môi trường, mức độ nhìn lập thể, trường quan sát và tốc độ cập nhật ảnh của màn hình trong sự thay đổi về mặt không gian của người dùng [7].

 Hệ thống thực tại ảo không có tính nhúng (Non-Immersive Systems)

Các hệ thống thực tại ảo không có tính nhúng, như tên gọi của chúng là những hệ thống có khả năng cung cấp mức độ hiện thực thấp nhất. Môi trường ảo được quan sát thông qua một khung nhìn là một màn hình máy tính có độ phân giải cao. Hệ thống này sử dụng các thiết bị sau:

- Máy tính để bàn: có cấu hình cao, có hỗ trợ card xử lý đồ hoạ 3D Stereo có dung lượng 256 MB trở lên, và có hỗ trợ Spaceball cũng như một số thiết bị ngoại vi mở rộng khác.

Hình 1. 14. Dàn máy tính HP cấu hình cao hỗ trợ xử lý đồ họa 3D

Việc tương tác với môi trường ảo được thực hiện thông qua các phương tiện truyền thống như bàn phím, chuột hoặc tiên tiến hơn sử dụng các thiết bị tương tác lập thể như Spaceball.

- Chuột Spaceball là thiết bị đầu vào giúp cho người dùng thực hiện các thao tác như: phóng to hay thu nhỏ, theo dõi và xoay chuyển các vật thể trong môi trường không gian 3 chiều giống y như trong thế giới thực.

Hình 1. 15. Chuột SpaceBall trong hệ thống VR không có tính nhúng

Ưu điểm của các hệ thống VR không có tính nhúng là ở chỗ chúng không đòi hỏi hiệu năng xử lý đồ hoạ ở mức cao, không cần hỗ trợ bởi những phần cứng đặc biệt và có thể trình diễn ngay trên các máy tính cá nhân có cấu hình tương đối trở lên. Điều này có nghĩa là những hệ thống này được xem như giải pháp công nghệ VR có chi phí thấp nhất, trong khi đó vẫn có thể áp dụng trong nhiều ứng dụng. Tuy nhiên chi phí thấp cũng đồng nghĩa với việc không đáp ứng được với những tương tác ở mức độ cao, không cho cảm giác tồn tại trong môi trường giả lập, không phát huy được cảm nhận phạm vi không gian rộng.

 Hệ thống thực tại ảo bán nhúng (Semi-Immersive Systems)

Hệ thống bán nhúng là một thể nghiệm khá mới trong công nghệ VR. Sự phát triển của các hệ thống VR dạng này dựa trên các công nghệ đã được phát triển trong lĩnh vực mô phỏng bay.

Một hệ thống VR Bán nhúng thường có những thiết bị sau:

- Một màn ảnh rộng
- Máy chiếu màn ảnh rộng công nghệ DLP (Digital Light Processing)

Hình 1. 16. Máy chiếu công nghệ DLP trong hệ thống VR bán nhúng

- Kính mắt Shutter Glasse là loại kính hỗ trợ đặc biệt cho mắt người quan sát để có thể nhìn thấy những cảnh 3D trong thế giới ảo. Đây là thiết bị hỗ trợ quan trọng nhất trong hệ VR bán nhúng.

Hình 1. 17. Kính ShutterGlasses trong hệ thống VR Bán nhúng

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

Hệ thống VR Bán nhúng sử dụng một trường quan sát rộng, cho người dùng có cảm nhận nhiều hơn về sự hiện diện trong không gian ảo so với các hệ thống không có tính nhúng. Tuy nhiên, chất lượng của ảnh chiếu là vấn đề đáng quan tâm. Do đó việc nâng cao hiệu năng luôn luôn đi kèm với những chi phí đắt. Nhưng ta cũng phải thừa nhận những tính năng vượt trội mà nó mang lại so với hệ thống không tính nhúng là khả năng hiện diện của người quan sát trong hệ, tính đa người dùng.

Hình 1. 18. Hệ thống chiếu màn ảnh rộng kết hợp
kính ShutterGlasses trong hệ thống VR Bán nhúng

- **Hệ thống thực tại ảo nhúng toàn phần (Fully Immersive Systems)**

Hệ thống VR nhúng toàn phần cung cấp cho người sử dụng những trải nghiệm trực quan nhất trong môi trường ảo. Những hệ thống như vậy có thể được xem như bước tiến xa nhất trong công nghệ VR cho tới thời điểm này. Có một loại thiết bị gắn liền với sự phát triển của các hệ thống dạng này đó là thiết bị HMD và DataGloves. Các thiết bị đó cho phép người quan sát được nhúng hoàn toàn trong một thế giới ảo mà ở đó có thể quay 360^0 và tương tác với vật có cảm giác như tương tác với vật thật.

- Găng tay dữ liệu (Data Gloves): Về hình dạng giống như găng tay thường nhưng có gắn các thiết bị cảm biến (Sensor). Thiết bị này theo dõi sự thay đổi về vị trí và cử chỉ trên bàn tay. Mỗi cử chỉ quy định một hành vi khác nhau của người sử dụng trong môi trường ảo. Bằng cách này người sử dụng có thể tương tác với các vật thể ảo, đồng thời có những cảm nhận về mặt xúc giác thông qua những phản hồi từ phía hệ thống tới găng tay.

Hình 1. 19. Thiết bị Data glove trong hệ thống VR nhúng toàn phần

- Thiết bị hiển thị đội đầu (Head Mounted Display-HMD) là thiết bị không chỉ cho phép người quan sát cảm nhận được thế giới ảo 3 chiều mà còn cho phép người quan sát được tự do chuyển động trong thế giới đó.

Hình 1. 20. Thiết bị HMD trong hệ thống VR nhúng toàn phần

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

Tất cả các hệ thống VR nhúng toàn phần có khả năng cung cấp những cảm nhận hiện thực trong môi trường ảo hơn bất kỳ một loại hệ thống nào đã đề cập trước. Tuy nhiên, mức độ "thực" còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố bao gồm trường quan sát của thiết bị HMD, độ phân giải, tốc độ cập nhật ảnh trong thời gian thực khi người quan sát chuyển động trong không gian.

Bảng: So sánh hiệu năng hoạt động của các hệ thống
thực tại ảo (Kalawsky, 1996)

Các đặc trưng Chính	Hệ không nhúng	Hệ bán nhúng	Hệ nhúng toán phần
Độ phân giải	Cao	Cao	Trung bình
Cảm nhận về phạm vi không gian	Thấp	Trung bình - Cao	Cao
Khả năng tương Tá	Thấp	Trung bình	Cao
Trường quan sát	Thấp	Trung bình	Cao
Độ trễ	Thấp	Thấp	Trung bình - Cao
Cảm giác hiện diện trong môi trường ảo	Không - Thấp	Trung bình - Cao	Trung bình - Cao

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

1.2. Chuyển động trong thực tại ảo

Hình ảnh 3D trong thực tại ảo ngày càng có nhiều ứng dụng trong thực tế. Việc tạo ra các mô hình 3D với các chuyển động gắn với nó là một đòi hỏi tất yếu. Trong lĩnh vực thể hiện hình ảnh 3D trong VR có hai khâu quan trọng là tạo mô hình và điều khiển mô hình.

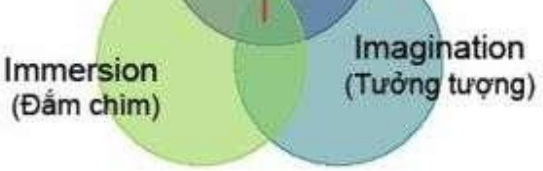
1.2.1. Vai trò của việc tạo chuyển động

Có thể nói việc tạo chuyển động là thành phần không thể thiếu trong VR. Chuyển động, tương tác giữa các đối tượng sẽ làm cho đối tượng trở lên chân thực và sống động hơn, sẽ đưa người ta vào một thế giới nhân tạo giống như thật. Việc thể hiện thành công kỹ thuật tạo chuyển động trong VR sẽ cho phép ta đi sâu vào thế giới ảo để tạo ra những giá trị thật cho cuộc sống con người. Nhưng để tạo chuyển động cho đối tượng để nó có thể thể hiện được hành vi, trạng thái trong thế giới thực không hề đơn giản.

1.2.2. Cơ sở lý thuyết của tạo chuyển động

Cơ sở lý thuyết của việc tạo chuyển động chính là các đặc tính của nó trong VR. Trong điều khiển mô hình thì tạo chuyển động cho đối tượng là quan trọng. Chất lượng hệ thống phụ thuộc nhiều vào quá trình điều khiển do phải đảm bảo những đặc tính trong VR. Dưới đây giới thiệu ba đặc tính chính của VR để tạo cơ sở cho việc tạo chuyển động trong VR [6], [17].

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn



Hình 1. 21. Ba đặc tính trong VR

 Tính tương tác(Interactive)

Có nghĩa là bằng một hệ thống mô phỏng có sử dụng đồ họa máy tính, công nghệ VR có thể đưa người ta vào một thế giới nhân tạo với không gian 3 chiều như thật. Thế giới này không tĩnh tại mà phản ứng, thay đổi theo ý muốn tín hiệu vào của người sử dụng nhờ hành động, lời nói,...

Một đặc tính chính của VR là tính tương tác theo thời gian thực (Real Time Interactivity). Thời gian thực ở đây có nghĩa là máy tính có khả năng nhận biết được tín hiệu vào của người sử dụng và thay đổi ngay lập tức thế giới ảo. Người sử dụng nhìn thấy sự vật thay đổi trên màn hình ngay theo ý muốn của họ và bị thu hút bởi sự mô phỏng này.

Có hai khía cạnh của tính tương tác trong một thế giới ảo đó là: sự du hành bên trong thế giới và động lực học của môi trường.

- Sự du hành (navigation) là khả năng của người dùng để di chuyển khắp nơi một cách độc lập, cứ như là đang ở bên trong một môi trường thật. Nhà phát triển phần mềm có thể thiết lập những áp đặt với việc truy cập vào những khu vực ảo, cho phép có được nhiều mức độ tự do khác nhau như người sử dụng có thể bay, xuyên tường, đi lại khắp nơi hoặc bơi lặn,… Một khía cạnh khác của sự du hành là sự định vị điểm nhìn của người dùng. Sự kiểm soát điểm nhìn là việc người sử dụng tự theo dõi chính họ từ một khoảng cách, việc quan sát cảnh tượng thông qua đôi mắt của một con người khác, hoặc di chuyển khắp trong thiết kế của một cao ốc mới như thể đang ngồi trong một chiếc ghế đẩy…

- Động lực học của môi trường là những quy tắc về cách thức mà người, vật và mọi thứ tương tác với nhau trong một trật tự để trao đổi năng lượng hoặc thông tin. Mỗi một đối tượng (object) và mối quan hệ của nó với mọi đối tượng khác là một yếu tố thiết kế trong sự suy xét cẩn thận của nhà phát triển.

 Tính đắm chìm (Immersion)

Đặc tính chính thứ hai của VR là tạo cảm giác đắm chìm. Cảm giác đắm chìm là một hiệu ứng tạo khả năng tập trung sự chú ý cao nhất, có nghĩa là ngăn chặn sự xao nhãng và tập trung một cách có chọn lọc vào chính thông tin với những gì bạn muốn làm. Cảm giác của người sử dụng cảm thấy mình là một phần của thế giới ảo, hòa lẫn vào thế giới đó. Nhưng VR còn đẩy cảm giác này "thật" hơn nữa nhờ tác động lên các kênh cảm giác của con người. Người dùng không những nhìn thấy đối tượng đồ họa 3D, điều khiển xoay, di chuyển,... được đối tượng trên màn hình như trong game, mà còn sờ và cảm thấy chúng như có thật. Ngoài khả năng nhìn, nghe, sờ. Nhiều nhà nghiên cứu hiện nay đang tìm cách tạo ra những cảm giác khác như ngửi và nếm. Tuy nhiên hiện nay trong VR các cảm giác này cũng ít được sử dụng đến.

 Tính tưởng tượng (Imagination)

Như trên đã trình bày, hai đặc tính chính của VR là Tương tác và Đắm chìm, đây là hai "I" (Interactive, Immersion) mà nhiều người đã biết. Tuy nhiên VR cần có một đặc tính thứ ba mà ít người để ý tới. VR không chỉ là một hệ thống tương tác Người - Máy tính, mà các ứng dụng của nó còn liên quan tới việc giải quyết các vấn đề thật trong kỹ thuật, y học, quân sự,...Các ứng dụng này do các nhà phát triển VR thiết kế, điều này phụ thuộc rất nhiều vào khả năng Tưởng tượng của con người, đó chính là đặc tính "I" (Imagination) thứ 3 của VR.

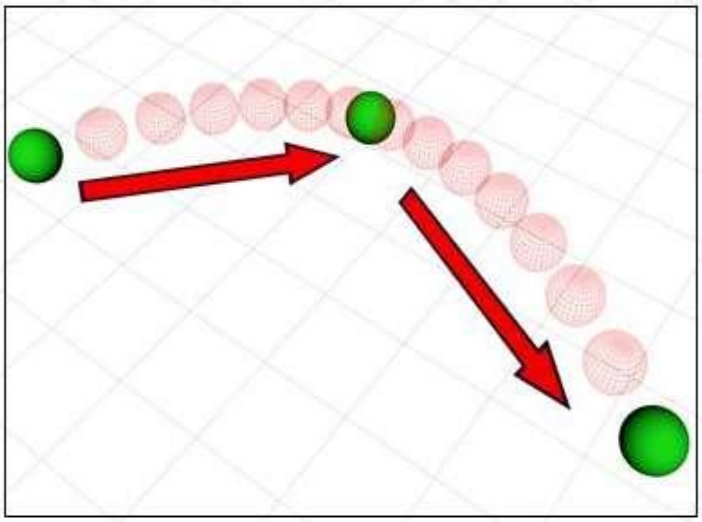
Do đó có thể coi VR là tổng hợp của 3 yếu tố: Tương tác - Đắm chìm - Tưởng tượng.

Chương 2
MỘT SỐ KỸ THUẬT TẠO CHUYỂN ĐỘNG CHO ĐỐI TƯỢNG 3D

Việc tạo hoạt cảnh cho mô hình chính là tạo sự chuyển động, tương tác của đối tượng với các đối tượng khác, môi trường xung quanh. Mô hình sẽ trở lên chân thực và sống động nếu không sự có chuyển động và tương tác. Vậy làm thế nào để có thể tạo chuyển động cho đối tượng được linh hoạt, uyển chuyển, để nó có thể thể hiện được hành vi, trạng thái của đối tượng trong thế giới thực không hề đơn giản. Việc này đòi hỏi người tạo chuyển động phải hiểu được đối tượng trong thực tế và sự chuyển động của chúng. Có rất nhiều cách tạo chuyển động song có bốn kỹ thuật tạo chuyển động chính như sau:

2.1. Chuyển động theo các thời điểm chính (Keyframe Animation)

Đây là kỹ thuật phổ biến nhất, chuyển động của đối tượng sẽ được thiết lập bằng cách sử dụng các thao tác dịch chuyển, xoay tại một số thời điểm nhất định. Chuyển động của đối tượng sẽ được sẽ được nội suy từ các mốc chính đó.

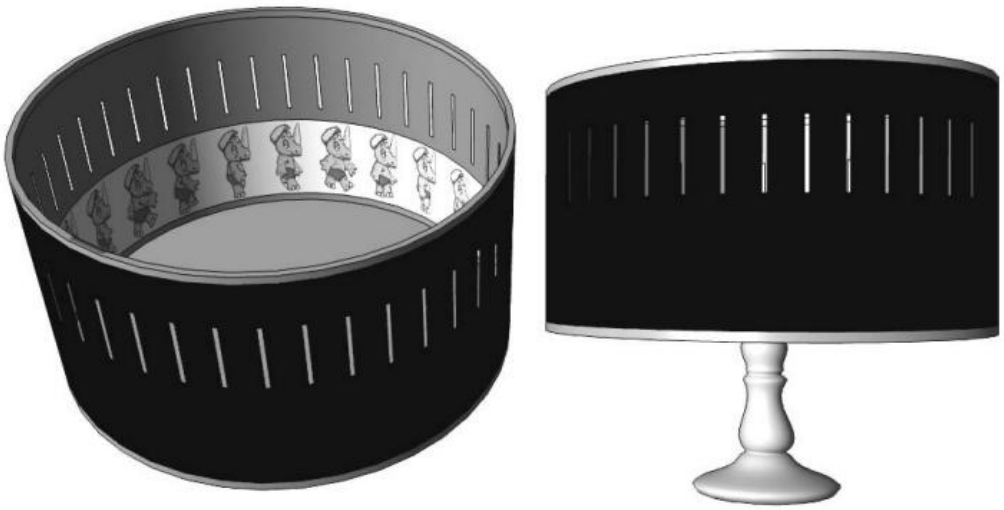


Hình 2. 1. Mô tả chuyển động theo các thời điểm chính

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

Có thể hiểu hơn nữa phương pháp keyframe là một kỹ thuật mà các công trình nhỏ như là một kịch bản (một loạt hình ảnh của đối tượng minh họa bằng một chuỗi các sự kiện). Nó cho phép dàn dựng và xây dựng một hình ảnh động bằng cách bố trí các đối tượng tại những vị trí khác nhau mà ta muốn và lưu lại những trạng thái ở thời điểm quan trọng này thành những key. Những thời điểm quan trọng trở thành các điểm cố định trong thời gian qua đó đối tượng chuyển động đi qua [1], [13], [15], [18].

Hầu hết mọi người biết rằng hoạt hình được tạo thành từ một loạt các hình ảnh tĩnh được thay đổi nhanh chóng mà người xem không thể phát hiện sự thay đổi của hình ảnh, mà coi các hình ảnh đó như là một chuỗi chuyển động. Hình ảnh động tận dụng một hạn chế của mắt của chúng ta đó là tính bền bỉ của thị lực. Đôi mắt của chúng ta là tuyệt vời tại thời điểm phát hiện chuyển động, nhưng có một giới hạn để chúng ta có thể xem một cảnh thay đổi một cách nhanh chóng như thế nào. Trong thế kỷ XIX, rất nhiều đồ chơi đã được phát minh trên cơ sở khai thác hạn chế này. Người ta đã phát hiện ra rằng nếu bạn chiếu lên một loạt các hình ảnh tĩnh ở mức đủ nhanh thì sau đó kết quả sẽ xuất hiện trước mắt của chúng ta là một cảnh chuyển động. Các thiết bị đầu tiên này bao gồm 'Zoetropes' và Praxinoscopes '.



Hình 2. 2. Một Zoetrope

Zoetrope là một hình trụ rộng và ngắn có một loạt các khe ở vòng ngoài. Một dải các hình ảnh được đặt bên trong hình trụ này. Hình trụ có thể tự do xoay quanh một trục trung tâm (xem Hình 2.3). Người xem nhìn qua các khe. Vì họ có thể nhìn thấy bên trong hình trụ khi một khe qua mắt, nên họ không nhìn dải hình ảnh bên trong như là một vệt mờ. Người xem nhìn thấy dải này như một chuỗi các ảnh tĩnh xuất hiện thay đổi từ hình ảnh này tới những hình ảnh tiếp theo vì nó được xem thông qua một khe sau đó đến khe kế tiếp như hình trụ quay. Các khe có tác dụng ngăn cản chuyển động quay để chúng ta không nhìn hình ảnh 1 dao động xung quanh vị trí của hình ảnh hai, mà thay vào đó, chúng ta dường như nhìn thấy hình ảnh một thay đổi thành hình ảnh hai. Việc thay đổi nhanh chóng của các hình ảnh cho bạn cảm giác của sự chuyển động.

A Praxinoscope (Đèn lăng kính ảo) sử dụng gương để đạt được kết quả tương tự. Mắt chỉ có thể xem các hình ảnh khi chúng cũng thấy được qua gương. Kết quả là những hình ảnh dường như không luân phiên, mà như được thay đổi, cho chúng ta cảm giác của sự chuyển động.

Những cửa hiệu đồ chơi của tiểu bang Victoria đã giúp đưa đến những phát minh của điện ảnh. Ảo giác về chuyển động khi một bộ phim được chiếu là từ bộ phim có 24 hình ảnh riêng biệt cho mỗi giây của một cảnh phim. Chuỗi các hình ảnh này sẽ được hiển thị theo thứ tự bằng cách giữ bộ phim trong một khoảng tĩnh 1/50 của một giây. Sau đó màn trập chặn ánh sáng, trong khi ánh sáng bị chặn bộ phim được chiếu từ cửa tĩnh, thành khung hình và được giữ lại. Sau khi bộ phim một lần nữa tĩnh, màn trập lại cho phép ánh sáng tỏa sáng thông qua celluloid. Nếu mức chập chờn của ánh sáng được thiết lập ở tốc độ dưới 12 lần một giây, thì nó được nhận thấy bởi hầu hết người xem. Những bộ phim đầu tiên được quay ở chỉ số khung hình/giây (hình mỗi giây) thấp và

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

chiếu bằng phương pháp thủ công, với người điều khiển máy chiếu chịu trách nhiệm về quay tay chiếc máy chiếu. Nếu người điều khiển máy chiếu xử lý quá chậm việc bộ phim bị chập chờn sẽ rất rõ ràng và dẫn đến bộ phim đôi khi được gọi là 'flicks'. Khi âm thanh lồng vào các bộ phim, chỉ số hình/giây thấp của những bộ phim câm đã được tăng lên. Âm thanh phim được ghi lại theo quang học vào bộ phim như một dạng sóng. Để có thể để điều chỉnh giọng nói của con người, sóng này phải có một số lượng lớn các đỉnh và đáy trong một không gian ngắn. Người ta tìm ra rằng, với các công nghệ đã tồn tại vào cuối năm 1920, tốc độ khung hình 24 lần mỗi giây là tối ưu Tuy nhiên, bạn sẽ thấy rằng cảm giác của chuyển bắt đầu với tốc độ khoảng tám hình mỗi giây, chuyển động trông trơn tru hơn cho đến khoảng 50 hình mỗi giây (fps). Trên 50 hình mỗi giây, hầu hết người xem thấy có ít sự thay đổi. Ảnh động trên truyền hình thường được thực hiện theo 'twos – 2 chặng', có nghĩa là, thay vì hiển thị 30 hình mỗi giây họ sử dụng 15 hình cho 2 khung. Tại các quốc gia nơi mà có hệ thống truyền hình PAL, tỷ lệ khung hình là 25 hình trên giây. Ở đó, phim được chiếu nhanh hơn tốc độ của 24 hình/giây. Tại Mỹ, tỷ lệ khung hình/giây trên truyền hình cho hệ NTSC là 30 hình/giây. Khi chiếu một bộ phim, bộ phim đó được công phu chuyển đổi từ tỷ lệ hiển thị ban đầu của 24 hình/giây sang tốc độ truyền 30 hình/giây bằng cách sử dụng thiết bị điện ảnh chuyên dụng.

Đối với các hình ảnh động như thời gian thực, chúng tôi đang có ý định sản xuất, chúng tôi sẽ nhắm mục tiêu tỷ lệ hiển thị 25 hình/giây. Để tạo ra các chuyển động chúng tôi muốn, chúng tôi có thể tạo ra 25 vị trí mới cho mô hình trong mỗi giây. Nếu một nhân vật bao gồm 17 đoạn và vị trí, quy mô và phương hướng của các phân đoạn này được lưu trữ 25 lần một giây, đó sẽ là lượng lớn dữ liệu và công việc. Chúng tôi muốn có một hệ thống cho phép chúng ta lưu giữ một thời điểm quan trọng, có thể nói là vào các nửa cuối của

giây và cho phép các máy tính tìm ra vị trí mà các mô hình cần đặt trong khung hình. Đó là chính xác những gì ảnh động khung hình chính liên quan. Trong hai chương tiếp theo, chúng tôi sẽ xem xét làm thế nào để trích xuất dữ liệu khung hình chính từ Lightwave và các tập tin của cảnh quay 3D. Tuy nhiên, trong chương này chúng ta sẽ xem xét làm thế nào chúng ta lưu trữ các dữ liệu trong ứng dụng của chúng ta và làm thế nào để nội suy kết quả. Sau đó chúng ta sẽ xem xét làm thế nào chúng ta có thể tạo ra một số dữ liệu ảnh động cho chính chúng ta bằng cách sử dụng các phần mềm được cung cấp, Toon3D Creator và các mô hình mẫu.

Làm thế nào để lưu trữ các dữ liệu ảnh động?

Chúng tôi cần có khả năng để tạo hiệu ứng vị trí, quy mô và phương hướng của một đối tượng. Vị trí được xác định bởi ba giá trị vô hướng, x, y, z. Quy mô được xác định bởi ba giá trị vô hướng, mà chúng ta sẽ đề cập đến như sx, sy và sz, trong các trục x, y và z. Phương hướng của đối tượng có thể được lưu trữ bằng một trong số nhiều cách khác nhau bao gồm cả các góc Euler, trục góc hoặc hệ toạ độ không gian 4 chiều.

Nếu phương hướng được xác định là các góc Euler, thì giá trị vô hướng được sử dụng để giữ chuyển động quay của đối tượng ở các trục x, y và z. Chúng ta sử dụng góc heading (h) để xác định chuyển động quay ở trục y, sử dụng góc pitch (p) để xác định chuyển động quay ở trục x và sử dụng góc bank (b) cho chuyển động quay ở trục z. Như chúng ta biết từ Chương 1, góc Euler chỉ mô tả một hướng duy nhất khi chúng ta biết thứ tự số vòng được thực hiện. Sự quay của góc Euler có hạn chế rõ đó là hiện tượng (gimbal lock) mất một bậc tự do trong không gian 3 chiều xảy ra khi 2 trong 3 trục trùng nhau hoặc song song nhau. Nếu thứ tự chuyển động quay được thực hiện là HPB, vấn đề có thể phát sinh với vòng xoay 90 ° của góc pitch. Tác động của chuyển động

quay này là việc ánh xạ trục z lên trục y, do đó, chuyển động quay của góc heading về y dường như giống như chuyển động quay của góc bank về z. Vấn đề này gây nhiều bực bội cho những người làm ảnh động. Trong 5 năm qua, tôi có một công ty mà chúng tôi sử dụng Lightwave cho ảnh động. Lightwave được nâng cấp lên phiên bản 5,6 đã dùng góc Euler để lưu trữ và nội suy phương hướng. Đôi khi người làm ảnh động có thể rất khó chịu với màn hình của họ khi nó dường như không thể định hướng một nhân vật theo hướng mà họ muốn. Lúc đó, họ nhận thức rất rõ về vấn đề gimbal lock -mất một bậc tự do trong không gian 3 chiều. Rất may, vấn đề gây phiền nhiễu này có thể tránh được với phiên bản 6 + phần mềm tuyệt vời của Newtek.

Nếu phương hướng được xác định là trục góc, thì bốn giá trị vô hướng được sử dụng. Ba giá trị xác định vector mô tả trục mà chuyển động quay xảy ra. Giá trị thứ tư xác định góc quay quanh trục này. Phương pháp này có ưu điểm là nó không bị mất một bậc tự do trong không gian 3 chiều. Việc thay thế cuối cùng là sử dụng hệ toạ độ không gian 4 chiều.Thiết bị toán học khá kỳ lạ này là phương pháp được lựa chọn cho nội suy phương hướng trong nhiều trò chơi máy tính bởi vì nó tính toán hiệu quả và cho kết quả làm hài lòng hơn.

Cũng như khả năng lưu trữ vị trí, quy mô và phương hướng, chúng ta cần lưu trữ thời điểm các hình ảnh động mà chúng ta muốn nó diễn ra. Chúng ta có thể lưu trữ các vị trí, quy mô và phương hướng cùng nhau trong một khoảng thời gian cụ thể. Nhưng nếu chúng ta muốn có toàn quyền kiểm soát đối tượng của ảnh động, sẽ là tốt hơn nếu mỗi kênh của vị trí, quy mô và định hướng được lưu trữ với thông số thời gian riêng của nó. Việc sử dụng các kênh hoàn toàn riêng biệt đảm bảo rằng nội suy một kênh không bị ảnh hưởng bởi các kênh khác. Giả sử rằng vị trí x di chuyển trơn tru trên khoảng 2 giây. Trong khoảng thời gian này, đối tượng quay phức tạp bằng cách sử dụng các phím với 1/3 của một giây. Nếu tất cả các kênh được lưu trữ một với 1 giá trị quan trọng,

thì vị trí x sẽ được lưu ở khoảng1/3 của một giây. Nó sẽ là khó khăn hơn để đảm bảo một chuyển động trơn tru ở trên trục x với sáu khung hình chính sẽ được tạo ra, thay vì chỉ sử dụng hai phím cho chuyển động x.

Nội suy bởi Khung hình và thời gian

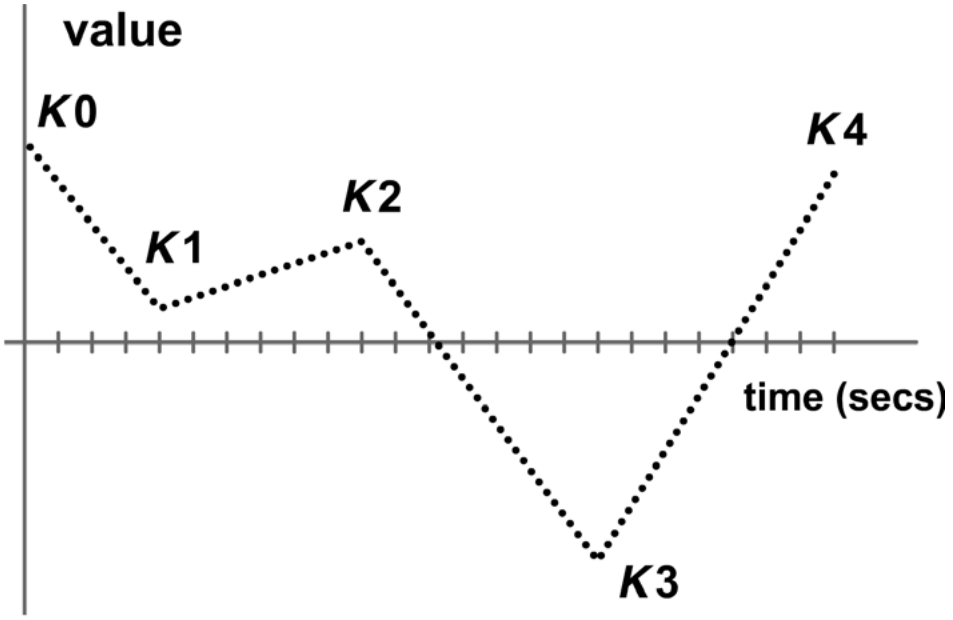
Mỗi đối tượng trong số các đối tượng của chúng ta, cho dù chúng đang chuyển động hay không, sẽ cần một khung hình chính xác định cho mọi kênh truyền dữ liệu chuyển động tại thời điểm bắt đầu.Chúng ta sẽ xác định kênh truyền dữ liệu chính như sau:

```
typedef struct stKEYCHANNEL{
    float time;
    float value;  //Actual magnitude
    float tn, bs, ct; //Tension, bias and continuity
    int linear;    //Flag to indicate that the key is linear
}KEYCHANNEL
```

Nếu chúng ta có thể xem xét mỗi kênh truyền dữ liệu một cách độc lập, vấn đề về mã sẽ là làm thế nào để nội suy một kênh đơn nhất. Giả sử rằng một kênh cụ thể có năm vị trí chủ chốt. Chúng ta có năm giá trị thời gian và năm giá trị dấu phẩy động. Hình 2.4 cho thấy một tập hợp của các điểm, các điểm được nối lại bằng cách sử dụng các đường thẳng. Phương pháp nội suy tuyến tính này vô cùng dễ dàng thực hiện. Giữa bất kỳ hai khung hình chính, K_1 và K_1, giá trị của một điểm P tại thời điểm t được tính bằng:

$$P = K_1.value + ((t - K_1.time)/(K_2.time - K_1.time))*(K_2.value - K_1.value)$$

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

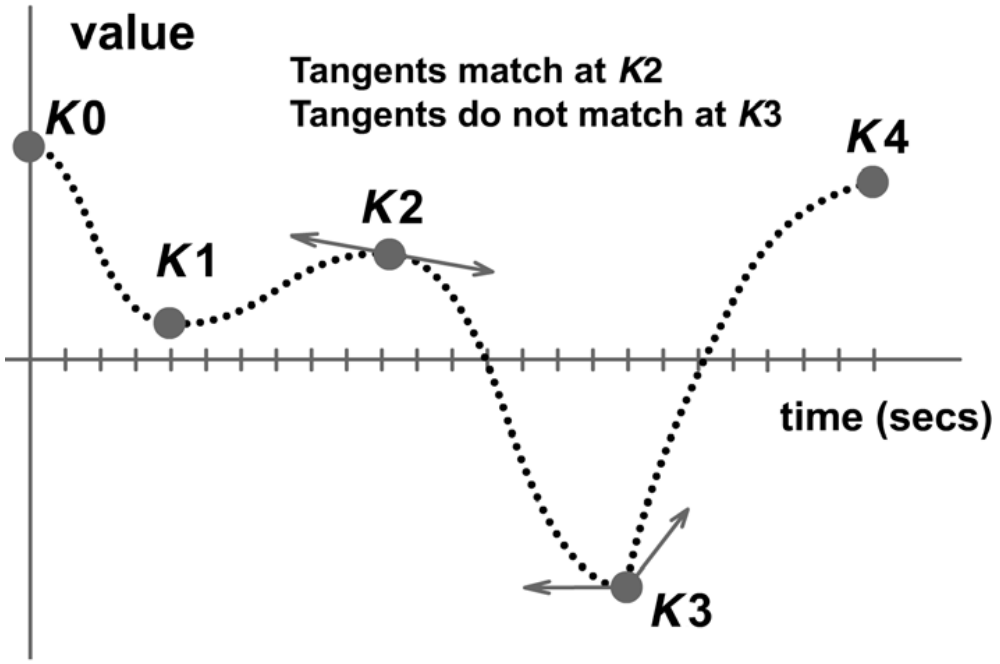


Hình 2. 3. Nội suy tuyến tính cho 5 Keyframe theo thời gian

Nhưng kết quả của phương pháp này sẽ rất dễ bị trục trặc. Đó là do đường cong nối các điểm không rõ nét. Sự mô tả về kỹ thuật của đường này là nó thiếu tính liên tục của G_1 và C_1. Một đường cong có tính liên tục tại G0 liên tục nếu nó được nối tại các vị trí chủ chốt, Kn, và có tính liên tục tại G1 nếu tiếp tuyến tại điểm này với cả đoạn $K_{n-1} \rightarrow K_n$ và đoạn $K_n \rightarrow K_{n+1}$ có một hướng mà không nhất thiết phải cùng biên độ. Đối một đường cong liên tục tại C_1, các tiếp tuyến phải ở cùng một hướng và cùng biên độ

Đối với các đường cong chúng ta đang xem xét, chúng ta có một giá trị thay theo thời gian. Nếu bạn đã quen thuộc với giải tích, bạn sẽ biết rằng lấy đạo hàm một đường cong sẽ cho một đường cong mới thể hiện sự thay đổi độ dốc của đường cong ban đầu theo thời gian . Đối một đường cong rõ nét chúng cần C1 liên tục khi nó cong ở vị trí chủ chốt. Có nhiều khả năng cho một đường cong dạng này. Cách thức chuẩn là sử dụng một đường cong khác giữa mỗi cặp vị trí chủ chốt. Để đảm bảo rằng đường cong rõ nét tại các vị trí quan trọng, chúng ta cần phải xem xét độ dốc hoặc sự tiếp xúc với các đường cong ở

đoạn kết thúc của một phần và bắt đầu phần tiếp theo. Các đường dốc phải cùng một hướng và cùng biên độ để đảm bảo một sự chuyển đổi trơn tru. Hình 2.5 cho thấy kết quả của việc sử dụng đường cong riêng phần theo đường cubic có hoặc không có sự nối tiếp của tiếp tuyến đến vị trí chủ chốt và đường cong theo sau các vị trí chủ chốt này. Cách làm này rất hay, nhưng làm thế nào để chúng ta xác định một đường cubic đảm bảo để đi qua các vị trí chủ chốt. Vấn đề này đưa đến một vấn đề quen thuộc với đồ họa máy tính nói chung, một trong những hàm số vẽ đường cong. Một số hàm số vẽ đường cong không đi qua các vị trí chủ chốt thực sẽ không phù hợp. Một đường cong phải bảo đảm đi qua các vị trí chủ chốt



Hình 2. 4. Nội suy bậc hai cho 5 Keyframe

được gọi là nội suy. Một loại đường cong phù hợp cho vấn đề này là đường Hermite, đặt tên theo tên một nhà toán học. Một lần nữa, chúng ta cần phải xem xét loại đường cong này theo cách phân đoạn riêng biệt, đơn giản chỉ là nối hai vị trí quan trọng với mỗi đường cong. Chúng ta muốn điều chỉnh các tiếp tuyến ở vị

trí quan trọng, do đó, các dạng biến đổi của một đường cong Hermite mà chúng tôi sẽ sử dụng là Kochanek Bartels hoặc hình thức TCB. TCB là viết tắt của độ căng thẳng, tính liên tục, và độ chênh lệch. Bất kỳ độc giả quen thuộc với Lightwave 3D sẽ biết rằng loại đương cong này là các đường cong chuyển động chỉ có sẵn ở phiên bản 6. Việc điều chỉnh các thông số TCB có ảnh hưởng làm thay đổi tiếp tuyến với đường cong tại các vị trí chủ chốt. Bây giờ để tìm một điểm P tại thời điểm t trên đường cong giữa các vị trí chủ chốt K1 và K2, chúng ta tìm vectơ pháp tuyến T1 ở đoạn đầu của đường cong và vectơ pháp tuyến T2 ở đoạn cuối của đường cong. Để tìm các vector pháp tuyến, đầu tiên chúng ta tính toán các hệ số thang độ của đoạn so với cả đoạn và đoạn phía trước đó với cả đoạn và đoạn phía sau.

$$S1 = (K2.time – K1.time)/(K2.time – K0.time)$$

$$S2 = (K2.time – K1.time)/(K3.time – K1.time)$$

$$T1 = S1*(1 – K1*tn)(1 + K1*bs)(1 + K1*ct)(K1.value – K0.value)$$

$$+ (1 – K1*tn)(1 – K1*bs)(1 – K1*ct)(K2.value – K1.value)$$

$$T2 = (1 – K2*tn)(1 + K2*bs)(1 – K2*ct)(K2.value – K1.value)$$

$$+ S2*(1 – K2*tn)(1 – K2*bs)(1 + K2*ct)(K3.value – K2.value)$$

Nếu K1là giá trị đầu tiên thì giá trị K0 không tồn tại. Khi đó T1 sẽ được tính như sau:

$$T1 = (1 – K1*tn)(1 – K1*bs)(1 – K1*ct)(K2.value – K1.value)$$

Nếu K2 giái trị cuối cùng thì T2 trở thành:

$$T2 = (1 – K2*tn)(1 + K2*bs)(1 – K2*ct)(K2.value – K1.value)$$

Giai đoạn tiếp theo của biểu diễn đường cong của chúng ta là tính toán các hệ số Hermite ở thời gian thực tế. Chúng ta đang xử lý một đường cong

tham số khi t biến thiên giữa 0 và 1. Bây ta bạn cũng có thể có hai vị trí chủ chốt với giá trị thời gian là 6,3 và 9,87. Nhưng chúng ta cần mở rộng khoảng thời gian này đến 1,0. Điều này rất dễ dàng thực hiện. Giả sử chúng ta muốn biết giá trị của t vào thời điểm 7,8. Đầu tiên, chúng ta trừ đi thời gian bắt của đoạn và sau đó ta tính toán thời gian phân đoạn.

t = 7.8 – 6.3 = 1.5

dur = 9.87 – 6.3 = 3.57

Bây giờ những gì chúng ta cần phải biết là 1,5 chính là một tỷ lệ của 3,57. Khi thời gian là 6.3 phương pháp này sẽ cho t là 0 và khi thời gian là 9,87, t sẽ là 1,0. Tuy nhiênt vào thời điểm 7,8, t được tính là

t = 1.5/3.57 = 0.42

Các hệ số Hermite được xác định như sau:

h0 = 2t 3 – 3t 2 + 1

h1 = –2t 3 + 3t 2 h2 = t 3 – 2t 2 + t h3 = t 3 – t 2

Cuối cùng, chúng ta có thể tính toán giá trị thực tế tại thời điểm t:

*Q (t) = h0*K1.value + h1*K2.value + h2*T1 + h3*T2*

Chú ý rằng khi t = 0, h0 = 1, h1 = 0, h2 = 0 và h3 = 0, t = 1, h0 = 0, h1 = 1, h2 = 0 và h3 = 0. Vì vậy tại t = 0 giá trị đường cong là :

*Q (0) = 1*K1.value + 0*K2.value + 0*T1 + 0*T2 = K1.value*

Và tại t = 1 giá trị đường cong là:

*Q (1) = 0*K1.value + 1*K2.value + 0*T1 + 0*T2 = K2.value*

Vì vậy đường cong đi qua vị trí các vị trí chủ chốt như chúng ta định. Sau khi tính toán các tiếp tuyến tại mỗi đầu phân đoạn của đường cong, chúng ta có thể nội suy đường cong.

Bây giờ chúng ta đã biết lý thuyết, chúng ta hãy xem làm thế nào để thực hiện điều này. Trong mã nguồn của Toon3D, bạn sẽ thấy rằng tất cả các vị trí chủ chốt cho một đối tượng được lưu trữ thành các dãy gồm các biến thành phần của lớp CToon3DObject. Chúng tôi cũng sử dụng một dãy lưu trữ tổng số điểm trong mỗi kênh.

Nội suy hướng

Nếu chúng ta chọn sử dụng góc Euler là thông số lưu trữ cho phương hướng, nhưng chúng toán muốn sử dụng quaternions cho việc nội suy, thì chúng ta cần một cách để chuyển đổi giữa góc Euler và quaternions. Lợi ích là phép nội suy này cho kết quả nội suy là hình ảnh động trơn tru hơn xu hướng của một đối tượng, so với việc sử dụng biểu diễn đường cong Hermite.

Phép Toán quaternion từ các góc Euler được tính bởi:

q = qh qp qb

Trong đó:

qh = [cos(h/2), (sin(h/2), 0, 0)] qp = [cos(p/2), (0, sin(p/2), 0)] qb = [cos(b/2), (0, 0, sin(b/2))]

Bây toán chúng ta có thể tạo ra một thuật toán có thể chuyển đổi góc Euler sang phép toán quaternion. Đầu tiên chúng ta cần phải xác định một cấu trúc chứa phép toán quaternion:

```
typedef struct stQUATERNION{
    double w, x, y, z;
}QUATERNION;
```

Hãy nhớ lại rằng nhân một phép toánn quaternion chúng toán sử dụng quy tắc sau đây:

q1q2 = [w1w2 – v1• v2, v1 × v2 + w1v2 + w2v1]

Do đó,

qhqpqb = [cos (h/2)cos (p/2)cos (b/2) – sin (h/2)sin (p/2)sin (b/2),

(cos (h/2)sin (p/2)sin (h/2)sin (p/2) + cos (b/2)cos (p/2)sin (h/2), cos (b/2)cos (h/2)sin (p/2) – cos (p/2)sin (h/2)sin (h/2)sin (p/2), cos (b/2)sin (h/2)sin (p/2) + cos (h/2)cos (p/2)sin (b/2))]

Dẫn đến hàm này:

```
void EulerAnglesToQuaternion( double h, double p,
double b, QUATERNION &q)
{
  double h, p, b, ch, cp, cb, sh, sp, sb;
  h = euler.h / 2.0; p = euler.p / 2.0; b = euler.b / 2.0;
  ch = cos(h); cp = cos(p); cb = cos(b);
  sh = sin(h); sp = sin(p); sb = sin(b);
  q.w = ch * cp * cb – sh * sp * sb;
  q.x = ch * sp * sh * sp + cb * cp * sh;
  q.y = cb * ch * sp  – cp * sh * sh * sp;
  q.z = cb * sh * sp   + ch * cp * sb;
}
```

Bây giờ để nội suy một chuyển động quay, chúng ta sử nội suy tuyến tính hình cầu hoặc SLERP. Cái hay của việc sử dụng phép toán quaternions là số lượng phép tính dùng cho nội suy chuyển động quay được giảm đáng kể.

Các mã cần thiết để có thể tính bằng quaternions được tạo ra bởi Euler-AnglesToQuaternions, và tạo ra một cách nội suy như sau:

```
SlerpQuaternions(QUATERNION &start, QUATERNION &end,
double t, QUATERNION &result)
{
  double theta, ct, st, scalestart, scaleend;
  ct = start.w * end.w + start.x * end.x +
  start.y * end.y + start.z * end.z;
  theta = acos(-ct);
  st = sin(theta);
  startscale = sin((1.0 -t) * theta) / st;
  endscale = sin(t * theta) / st;
  result.w = startscale * start.w – endscale * end.w; result.x = startscale * start.x – endscale * end.x; result.y = startscale * start.y – endscale * end.y; result.z = startscale * start.z – endscale * end.z;
}else{
  theta = acos(ct);
  st = sin(theta);
  startscale = sin((1.0 -t) * theta) / st;
  endscale = sin(t * theta) / st;
  result.w = startscale * start.w + endscale * end.w; result.x = startscale * start.x + endscale * end.x; result.y = startscale * start.y + endscale * end.y; result.z = startscale * start.z + endscale * end.z;
```

}

}

Nhiệm vụ duy nhất còn lại là tạo ra một ma trận toán từ phép toán quaternion mới. Việc này, chúng ta có thể sử dụng kiến thức về ma trận chuyển động quay như sau:

$$R = \begin{bmatrix} 1 - 2y^2 - 2z^2 & 2xy - 2wz & 2xz + 2wy \\ 2xy + 2wz & 1 - 2x^2 - 2z^2 & 2yz + 2wx \\ 2xz - 2wy & 2yz - 2wx & 1 - 2x^2 - 2y^2 \end{bmatrix}$$

Mã để chuyển đổi một phép tóan quaternion thành một ma trận chuyển động quay do đó được tính bởi hàm sau:

```
void QuaternionToMatrix(QUATERNION &q,
VECTOR &right, VECTOR &up, VECTOR↵
&forward){
    double xx, yy, zz, xy, wz, xz, wy, yz, wx;
    xx = q.x * q.x; yy = q.y * q.y; zz = q.z * q.z; xy = q.x * q.y; wz = q.w *
    q.z; xz = q.x * q.z; wy = q.w * q.y; yz = q.y * q.z; wx = q.w * q.x;
    right.x = 1 – 2 * yy – 2 * zz; right.y = 2 * xy - 2 * wz; right.z = 2 * xz +
    2 * wy;
    up.x = 2 * xy + 2 * wz; up.y = 1 – 2 * xx – 2 * zz; up.z = 2 * yz –
    2 *     wx;
    forward.x = 2 * xz – 2 * wy; forward.y = 2 * yz + 2 * wx; forward.z =
    1 – 2 * xx - 2 * yy;
```

}

Hãy thử lấy các ví dụ cho chương này, minh chứng sự khác biệt giữa một vòng quay thực hiện bằng nội suy Hermite các góc Euler và chuyển động quay được nội suy bằng phép toán quaternions. So với việc thực hiện bằng phép toán quaternion, sự quay góc Euler rất lộn xộn. Nhấn 'q' để tính toán băng phép toán quaternion và nhấn 'e' để nội suy góc Euler. Nhấn 'm' là bước chủ chốt để lựa chọn thay thế cho các góc Euler, quay qua HPB, HBP, PHB, PBH, BHP và BPH. Quaternions, trong thực tế, là hệ toạ độ không gian bốn chiều, nhưng nếu bạn cũng giống như tôi thấy các khái niệm này khó hình dung, bạn sẽ phải chấp nhận kết quả của toán học hơn là việc biện minh cho việc sử dụng nó. Rất khó để có thể xác định một vòng quay trực tiếp bằng cách sử dụng quaternions, do đó rất nhiều chương trình hoặc là sử dụng góc Euler hoặc sử dụng trục góc cho việc biểu thị sự tương tác và sử dụng phép toán quaternion cho việc nội suy.

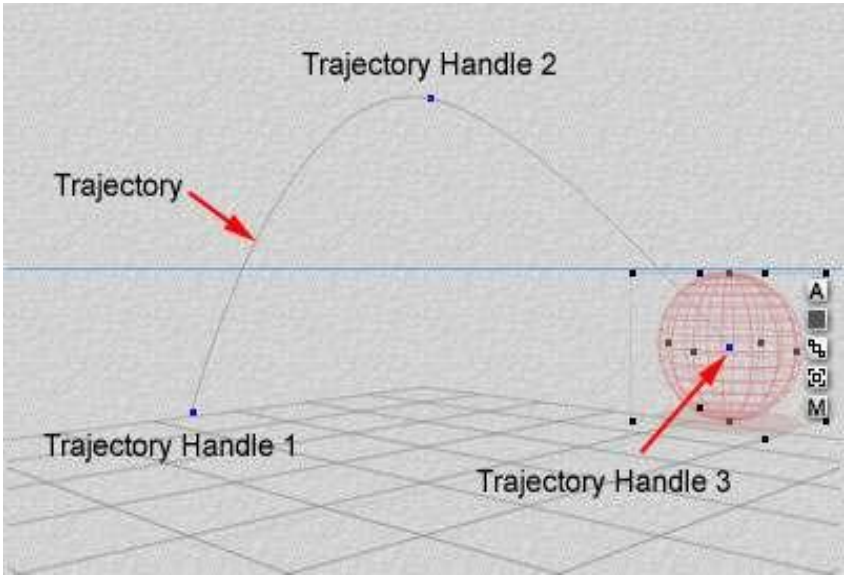
Để hình ảnh động có hiệu quả, bạn cần phải đảm bảo rằng trọng lượng của nhân vật phải thích hợp và thời điểm của một hành động phải có tính thuyết phục. Một trong những cách tốt nhất để có được điều này là tham khảo thực tế đời sống. Các nhà làm ảnh động đã sử dụng hành động trực tiếp như tài liệu tham khảo để hỗ trợ trong việc vẽ và căn thời gian từ khi hành động bắt đầu. Nếu bạn có quyền thể dùng một máy quay video, đó quay phim hoạt động của một nhân vật. Bằng cách liên tục xem đi xem lại bạn sẽ có một ý tưởng rất hợp lý về phân chia thời gian cho hành động và các hình dạng của nhân vật khi hành động. Thậm chí tốt hơn so với việc chỉ sử dụng một máy ảnh là sử dụng hai cái. Bằng việc đặt các máy ảnh phía trước và bên cạnh của một hành động, bạn sẽ có tất cả các thông tin về một hành động mà bạn mong muốn. Nếu bạn số hóa video của bạn, bạn có thể sử dụng videocams để tạo ra các video, để dùng trên máy tính của bạn. Nếu bạn sử dụng một máy quay phim sau đó bạn

sẽ cần sử dụng một thẻ để số hóa. máy ảnh DV ngày càng phổ biến và Firewire là thẻ cho phép bạn nhập DV vào một máy tính cá nhân thì tương đối rẻ tiền.

2.2. Chuyển động theo đường cong xác định trước (Path Animation)

Kỹ thuật này cho phép một hay nhiều đối tượng chuyển động theo một đường cong đã được xác định trước trong không gian.

Theo phương pháp này một đường cong sẽ được vẽ ra, sau đó đối tượng sẽ được khoá với đường cong và chuyển động trên nó.



Hình 2. 5. Mô tả chuyển động theo đường cong xác định trước

Chúng ta hoàn toàn kiểm soát được quỹ đạo đường cong này thông qua các điểm chính gọi là quỹ đạo Handles. Trên đường cong có các điểm là hình vuông màu xanh nhỏ. Những ô vuông màu xanh này được gọi là quỹ đạo Handles và đường màu xám là quỹ đạo đường cong. Số lượng các điểm này có thể thêm vào và bớt đi tuỳ theo bạn muốn điều chỉnh quỹ đạo cong như thế nào. Giả sử trong quá trình chuyển động, bạn có thể nghĩ, "quỹ đạo này không

hoàn toàn không theo ý muốn". Bạn có thể chỉnh sửa bằng cách chỉ cần di chuyển con trỏ lên một trong những quỹ đạo Handles. Đơn giản chỉ cần nhấp chuột và kéo để di chuyển vị trí như mong muốn khi đó quỹ đạo đường cong sẽ thay đổi theo. Đây là một trong những phép rằng buộc hữu dụng vì bạn có thể điều khiển chuyển động chính xác của một đối tượng gắn trên đường xác định trước.

Theo cách này để có cảm giác thật, bạn sẽ phải học cách tính toán vận tốc cơ sở của một đối tượng và xác lập thời gian chính xác. Ví dụ bạn xác lập cho một Ô tô chuyển động băng qua trong bãi đậu xe theo một tốc độ cho trước và dừng lại sau khi vào đúng vị trí. Như vậy để có cảm giác thuyết phục về vận tốc và thời gian. Do đó bạn cần phải nắm được các thông tin sau:

- Xác lập tốc độ cho đối tượng.
- Xác lập hướng cho đối tượng.
- Thao tác xoay cho đối tượng.
- Xác định thời gian Start Time, thời gian End Time hoặc xác lập tổng chiều dài Length dành cho chuyển động của đối tuợng. Những giá trị này điều liên quan tới nhau, do đó việc xác lập một thuộc tính thì các thuộc tính khác sẽ tự động thay đổi theo.

Phương pháp này rất hiệu quả đối với lớp đối tượng chuyển động có quỹ đạo và ít biến dạng bề mặt trong quá trình chuyển động [2], [4], [5].

2.3. Chuyển động không tuyến tính với đoạn (Non linear Animation With Track)

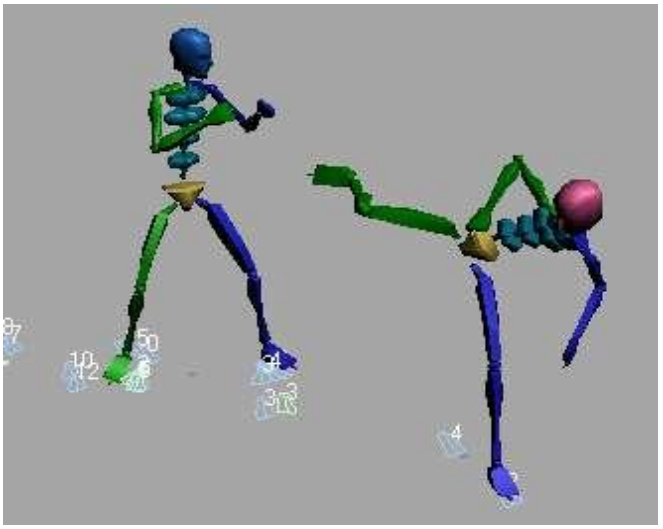
Các đoạn chuyển động được tạo ra theo các phương pháp khác nhau hoặc theo thời gian bằng phương pháp khác. Sau đó được sắp xếp theo một trình tự có thể theo thời gian hoặc không. Các đoạn này sẽ kết hợp cùng nhau tạo nên toàn cảnh chuyển động của đối tượng [3].

2.4. Chuyển động theo sự ràng buộc giữa các thuộc tính (Set Driven Key)

Khi mà có nhiều đối tượng tham gia chuyển động thì phương pháp trên trở lên phức tạp. Phương pháp này cho phép tạo ra mối ràng buộc giữa các thuộc tính chuyển động của các đối tượng khác nhau.

Việc thiết lập mối ràng buộc giữa các thuộc tính chuyển động của các đối tượng là linh hoạt. Người lập trình có thể sáng tạo theo ý mình hoặc theo yêu cầu bài toán đặt ra.

Ví dụ: Khi thiết lập chuyển động cho hai người thi đấu võ với nhau, khi người này tấn công thì người kia có thể đưa ra hành động chống đỡ theo hướng x hoặc phản công theo hướng y.



Hình 2. 6. Mô tả chuyển động theo sự ràng buộc giữa các thuộc tính

Tuy nhiên khi thiết lập mối ràng buộc giữa các thuộc tính ta phải tuân thủ những nguyên tắc đúng đắn. Chẳng hạn như khi tạo chuyển động cho một mô hình người và xe chuyển động. Khi xe ngoặt về phía bên trái, lúc này người ngồi trên xe phải nghiêng về phía bên phải. Hoặc khi tạo chuyển động cho mô hình một người đi vào phòng và cánh cửa tự động mở ra và khép lại,

giả sử người di chuyển theo hướng x, cửa mở theo hướng y, hai thuộc tính x, y sẽ được ràng buộc với nhau [16], [20].

2.5. Phân loại đối tượng dưới góc độ chuyển động

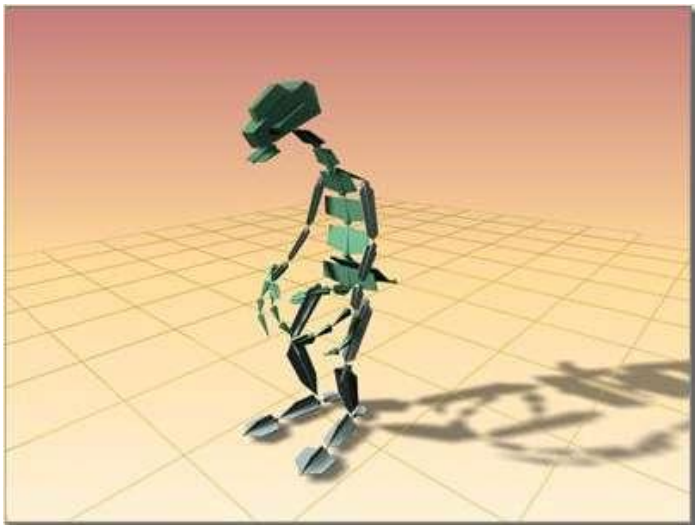
Thực tế người ta phân đối tượng làm 2 loại: đối tượng có xương và đối tượng không có xương [4], [17], [19].

2.5.1. Đối tượng có xương

- **Xương là gì?**

Một cách tổng quan xương là khung của một đối tượng, phần giữ cấu trúc và gây ra điều khiển chuyển động cho đối tượng.

Một cách cụ thể xương ở đây được hiểu theo nghĩa thông thường, ví dụ như xương người, xương động vật,…



Hình 2. 7. Tạo xương cho khủng long

- **Lớp đối tượng có xương**

Lớp đối tượng có xương bao gồm động vật và một phần đối tượng phi động vật có thể hiện hành vi động vật, hành vi sống.

Đối tượng phi động vật có biểu hiện hành vi động vật như rôbốt, phương tiện vận chuyển,…

Tạo xương cho đối tượng

Để có thể điều khiển và tạo được chuyển động cho mô hình với các đối tượng có xương ta cần tạo xương cho đối tượng. Có hai phương pháp tạo xương cho đối tượng đó là sử dụng các khớp nối và sử dụng khung có sẵn:

- Sử dụng các khớp nối:

Sử dụng các khớp nối có thể tạo xương cho bất kì đối tượng nào. Nghĩa là việc hỗ trợ tạo xương cho đối tượng thông qua các khớp xương (joints, bones), khi các khớp xương được đặt tại vị trí mong muốn thì một đoạn xương được tự động tạo ra giữa hai khớp xương trông gần giống với xương trong thực tế.

Các điểm cần quan tâm khi tạo xương:

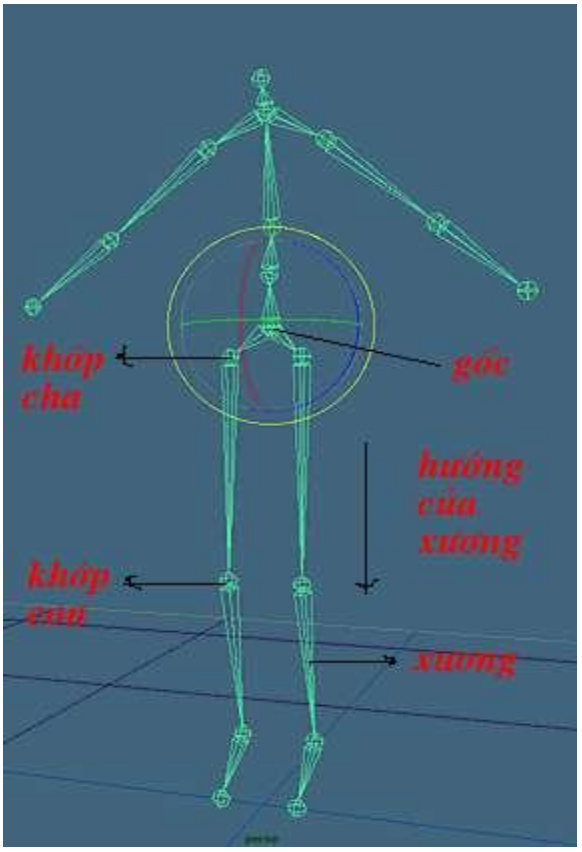
- Phải hiểu được cấu trúc xương trong thực tế bao gồm các khớp xương, sự phân bố các khớp.
- Phải xác định rõ ràng các mục đích chuyển động của đối tượng.
- Ba loại khớp xương quan trọng: gốc, cha và con.

Khớp gốc: hay còn gọi là gốc của xương. Trên cơ thể động vật không có khái niệm khớp xương gốc, xong trong mô hình 3D để điều khiển được đối tượng, công cụ 3D đưa ra khái niệm khớp xương gốc. Dựa vào khớp gốc ta có thể di chuyển toàn bộ đối tượng.

Khớp cha: thấp hơn khớp gốc. Nếu ta điều khiển khớp cha thì sẽ gây ra chuyển động của các khớp khác.

Khớp con: chịu điều khiển của các khớp khác, hay chính là khớp cha.

Tức là nó chuyển động không chỉ do chịu sự tác động trực tiếp vào khớp mà còn do gián tiếp từ một khớp khác bị tác động.



Hình 2. 8. Mô hình khung xương người

Như vậy trừ khớp gốc và những khớp ở ngoài cùng thì các khớp còn lại vừa là khớp cha vừa là khớp con. Một bộ khung xương hoàn chỉnh sẽ thiết lập lên một cấu trúc thứ tự dạng cây theo quan hệ gốc-cành, cha-con.

Khi tạo khung xương cho đối tượng ta cần xác định điểm khớp gốc. Không có một quy tắc nhất định nào cho việc xác định khớp gốc, bởi vì các đối tượng trong tạo mô hình là rất đa dạng và phong phú, mỗi đối tượng có cấu trúc, đặc điểm chuyển động riêng. Tuỳ theo yêu cầu đặt ra mà xác định khớp gốc.

- Sử dụng khung có sẵn:

Thường được áp dụng khi tạo xương người hay xương động vật. Đối với các đối tượng dạng này, sử dụng khung xương có sẵn sẽ giúp việc tạo xương nhanh hơn. Có thể thêm các đốt xương cho khung, ví dụ như thêm xương đuôi cho một mô hình động vật chẳng hạn.

2.5.2. Đối tượng không có xương

Có thể nói đó là những đối tượng không thuộc lớp có xương. Tuy nhiên cụ thể đó là những đối tượng ít có sự biến dạng khi chuyển động như tàu, thuyền, máy bay,… hay đối tượng có sự biến dạng theo quy luật, ví dụ như sự biến dạng của quả bóng (sự nén hoặc giãn).

Đối với những đối tượng kiểu này, phương pháp tạo chuyển động hiệu quả nhất là tạo chuyển động theo các thời điểm chính, tạo chuyển động theo đường cong xác đinh trước, hoặc tạo chuyển động không tuyến tính với đoạn.

2.6. Hỗ trợ tạo chuyển động áp dụng cho đối tượng có xương

Khi một đối tượng hoặc một tổ hợp các đối tượng chuyển động, ta có thể xử lý đối tượng đơn giản hơn bằng cách liên kết các thành phần của chúng thành liên kết phả hệ (Hierarchy linkage) hoặc thành một chuỗi (chain).

Liên kết phả hệ là liên kết giữa hai hay nhiều đối tượng, hình thành lên mối quan hệ cha-con, anh-em. Nhờ vào liên kết phả hệ mà ta có thể xây dựng lên mối quan hệ phức tạp với nhiều đối tượng.

Đối tượng cha điều khiển các đối tượng con trong cấu trúc, nói một cách khác chuyển động của cha ảnh hưởng đến tất cả các đối tượng thuộc lớp con nó. đối tượng cha này lại chịu ảnh hưởng của đối tượng khác có cấp bậc cao hơn. Một đối tượng có thể là con của đối tượng này song lại là cha của đối tượng khác trong mối quan hệ thứ bậc. Một đối tượng không có cha khi nó có vị trí cao nhất trong cấu trúc khi đó nó là gốc. Ngược lại đối tượng

không có con khi nó có vị trí thấp nhất khi đó đóng vai trò là lá.

Đối với chuỗi liên kết: khi một đối tượng chuyển động có thể ảnh hưởng đến một số hoặc tất cả các đối tượng khác, khi đó làm cho đối tượng bị ảnh hưởng chuyển động theo.

Thuật ngữ kinematics mô tả sự vận động hoặc chuyển động của một chuỗi đối tượng trong một chỉnh thể. Có hai loại điều khiển:

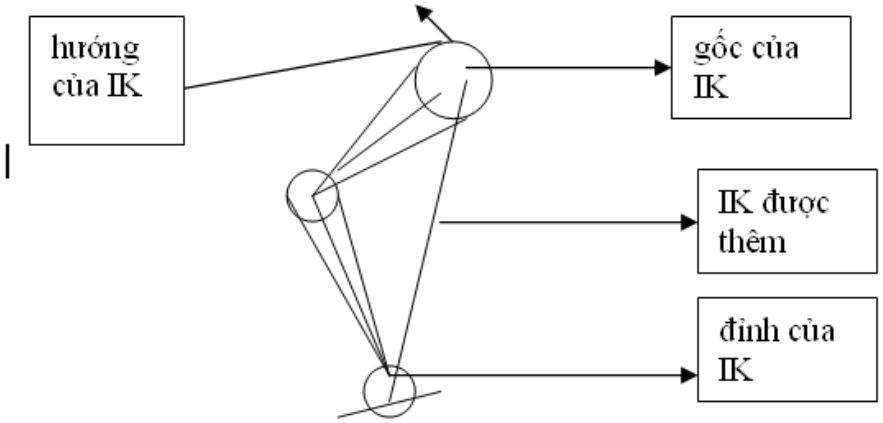
Điều khiển tiến FK (forward kinematics): Ta tác động đến thành phần cao nhất của hệ đẳng cấp để tạo chuyển động cho đối tượng.

Điều khiển ngược IK (inverse kinematics): Tác động đến thành phần thấp nhất của hệ đẳng cấp để tạo chuyển động cho cả chuỗi.

2.6.1. Sử dụng điều khiển ngược IK (Inverse kinematics)

Thêm các IK (inverse kinematics) điều khiển cho các vùng điều khiển tương ứng. Mỗi IK có hai đầu, một đầu giữ vai trò cố định và một đầu giữ vai trò điều khiển chuyển động. Sự xoay của các khớp xương khác được tính toán tự động bởi một bộ điều khiển IK(IK solver). IK solver tính toán sự xoay của mỗi khớp trong khoảng gốc và đỉnh IK ngược lên theo cấu trúc con-cha, nhánh-gốc của khung xương.

Điều khiển ngược IK thật sự hữu ích cho mô hình có hai chân, bốn chân hoặc cho mô hình máy.



Hình 2. 9. Hình ảnh một điều khiển IK được thêm cho một nhánh xương

Đối với nhiều ứng dụng thời gian thực các hành động của các nhân vật sẽ được tạo ra trước khi ứng dụng được chạy. Việc lập trình tương tác cho các ứng dụng Thực tại ảo nghĩa là sẽ chọn hành động phù hợp nhất cho một giai đoạn đặc biệt của ứng dụng. Phương pháp này cung cấp một cách tạo hoạt động cho nhân vật trong các ứng dụng rất hiệu quả, nhưng điều gì sẽ xảy ra khi một nhân vật cần thực hiện các thao tác nhiều hơn so với các hành động được lưu trữ sẵn để lựa chọn? Cách giải quyết sẽ là tốt nếu vị trí cuối cùng của một hành động của nhân vật có thể được xác định khi chỉ cần cung cấp một không gian địa phương của hành động đó và cho phép lập trình để xác định các định hướng của nhân vật như: bàn tay, cẳng tay, cánh tay, thân, vai và hông… Inverse Kinematics (IK) cung cấp cho ta giải pháp giải quyết vấn đề trên và có thể là một bổ sung hữu ích cho bất kỳ công cụ mã hóa mô hình 3D động nào. Nếu một nhân vật có một hành động ngã dựa trên sự rơi trên một sàn phẳng, nhưng trong các ứng dụng sàn nhà có thể là không bằng phẳng, khi đó IK có thể được sử dụng để phát hiện va chạm để đảm bảo rằng vị trí cuối cùng của nhân vật vẫn thuộc không gian thế giới ảo.

Trong mục này, trước tiên chúng ta sẽ xem xét IK dùng cho việc xây dựng và phát triển các hành động của nhân vật như thế nào. Trong phần tiếp theo, chúng ta sẽ xem xét làm thế nào để xác định hướng cho một liên kết IK đơn và sau đó là một liên kết IK đôi. Chúng ta sẽ xem xét các vấn đề để tính toán vị trí của một chuỗi IK với nhiều hơn hai liên kết. Tiếp đó từ các vấn đề liên quan với các giải pháp phân tích trên, chúng ta sẽ tìm cách lặp đi lặp lại hoặc giải pháp số có thể được sử dụng để tìm ra các giải pháp IK cho dây chuyền với nhiều hơn hai liên kết. Cuối cùng, chúng ta sẽ xem xét làm thế nào

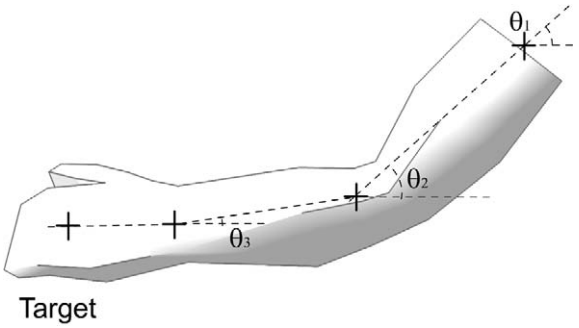
Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

để kết hợp IK với các tiến bộ của chuyển động học để các hành động trước khi được lưu trữ có thể được sử dụng cùng với các giải pháp IK.

- Dùng IK cho việc xây dựng và phát triển các mô hình nhân vật như thế nào?

Nguyên tắc của phương pháp IK để giải quyết một vấn đề chuyển động là cung cấp một vị trí trong không gian thế giới ảo (world space) và điểm kết thúc của một chuỗi liên kết (kết thúc phản ứng), xác định các phép quay cần phải được áp dụng cho các liên kết chuỗi theo thứ tự để sau khi kết thúc chuỗi liên kết phải đạt đến mục tiêu (đích). Hầu hết các nghiên cứu về vấn đề này xuất phát từ robot. Trong ngành công nghiệp xe hơi, cánh tay robot đã được sử dụng trong nhiều năm để làm những công việc lặp đi lặp lại trên một dây chuyền sản xuất. Hàn điểm là một ví dụ điển hình. Vị trí của một mối hàn yêu cầu thực hiện với một mức độ chính xác cao bởi vì thân xe là trên một dây chuyền và mối quan hệ giữa thân xe và cánh tay robot có thể được đo một cách cẩn thận. Trong các ứng dụng Thực tại ảo cũng vậy, các hành động của các nhân vật có thể lặp đi lặp lại rất nhiều lần. Hơn nữa chúng ta lại có thể cần rất nhiều các nhân vật có hành động tương tự nhau. Việc các hành động của nhân vật trên thực tế là phải có sự ràng buộc về mặt không gian và thời gian. Ví dụ như việc xây dựng chuyển động cho cách tay của nhân vật thì: một đầu cánh tay gắn cố định tương đối với cơ thể (tức là khớp vai), và ba bậc chuyển động tự do khác tương đương với các khớp còn lại là khớp khủy tay, cổ tay và ngón tay. Các khớp này chuyển động theo cách là cố định ở một đầu và một đầu kia di chuyển và sau đó là xoay theo các hướng. Chính vì vậy IK là một giải pháp rất phù hợp.

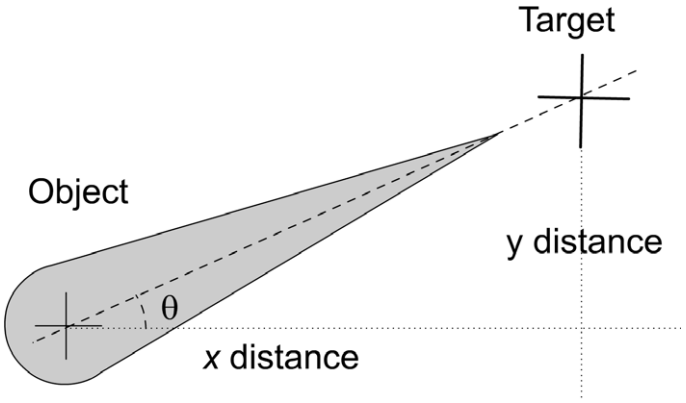
Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn



Hình 2. 10. Sử dụng một giải pháp IK để làm cho bàn tay của một nhân vật đạt được một mục tiêu

- Tính toán hướng cho một chuỗi liên kết IK đơn

Trước khi tìm hiểu các giải pháp phức tạp hơn, đầu tiên chúng ta sẽ xem xét tại trường hợp đơn giản nhất có thể, một chuỗi IK bao gồm một liên kết duy nhất. Trong phiên bản 2D của vấn đề này, chúng ta có một vị trí mục tiêu được chỉ ra trong hình 1.16 bằng cách sử dụng dấu chữ thập.



Hình 2. 11. Một liên kết IK đơn

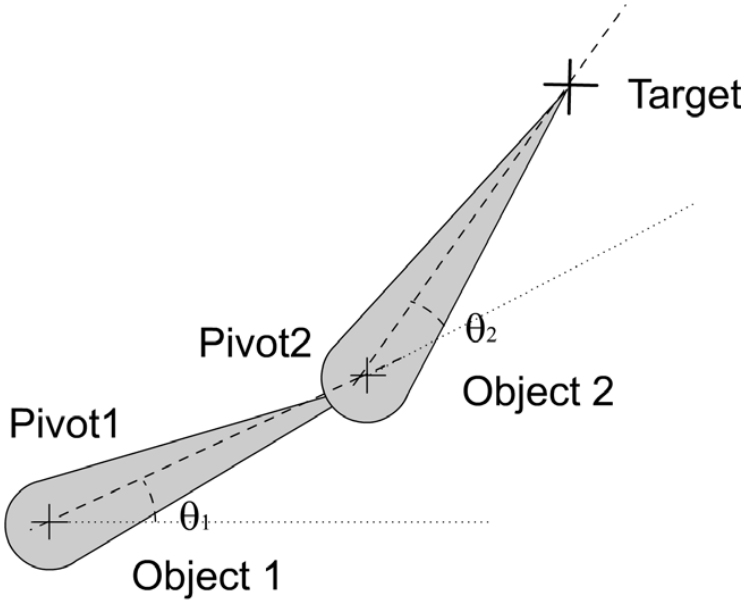
Chúng ta cũng có một đối tượng liên kết duy nhất. Chúng ta muốn định hướng cho các đối tượng để nó trỏ về phía dấu chữ thập. Để đạt được điều này, chúng ta chỉ cần tính giá trị, góc quay. Đây là một bài tập lượng giác đơn giản. Chúng ta biết x là khoảng cách từ đối tượng đến mục tiêu và khoảng cách y có thể tính toán theo cùng một cách. Khoảng cách y chia cho x là tang của góc θ, do đó, các giải pháp đơn giản được tìm thấy bằng cách tính toán nghịch đảo

của các tiếp tuyến của khoảng cách y chia cho khoảng cách x. Giải pháp đơn giản cho vấn đề này được biểu diễn bởi công thức:

$$\theta = a\tan(\text{ydistance} \ / \ \text{xdistance}) \qquad (1)$$

- Tính định hướng cho một chuỗi liên kết đôi IK

Bằng cách thêm vào một liên kết đơn nữa, vấn đề trở nên phức tạp hơn nhiều. Hãy xem xét hình 1.17, mục đích là để tính toán cả hai giá trị dựa trên



Hình 2. 12. Một liên kết đôi IK

vị trí của mục tiêu. Giả sử chúng ta biết chiều dài của mỗi liên kết (Length1 và Length2), chúng ta có thể viết như sau:

$$Pivot2.x = Pivot1.x + Length1*\cos(\theta_1) \qquad (2)$$

$$Pivot2.y = Pivot1.y + Length1*\sin(\theta_1)$$

$$Target.x = Pivot2.x + Length2*\cos(\theta_1 + \theta_2) \qquad (3)$$

$$Target.y = Pivot2.y + Length2*\sin(\theta_1 + \theta_2)$$

Từ (2), (3) ta có:

$$\begin{aligned} \text{Target.x} &= \text{Pivot1.x} + \text{Length1}*\cos(\theta_1) + \text{Length2}*\cos(\theta_1+\theta_2) \\ \text{Target.y} &= \text{Pivot1.x} + \text{Length1}*\sin(\theta_1) + \text{Length2}*\sin(\theta_1+\theta_2) \end{aligned} \quad (4)$$

Mục đích là để đảo ngược phương trình này và thể hiện các giá trị bằng cách sử dụng các giá trị đã biết. Giả sử chúng ta đang giữ điểm mấu chốt (pivot) của liên kết không chuyển động đầu tiên, chúng ta đã biết giá trị của Pivot1. Sử dụng các công thức lượng giác:

$$\cos(\theta_1+\theta_2) = \cos(\theta_1)\cos(\theta_2) - \sin(\theta_1)\sin(\theta_2) \quad (5)$$

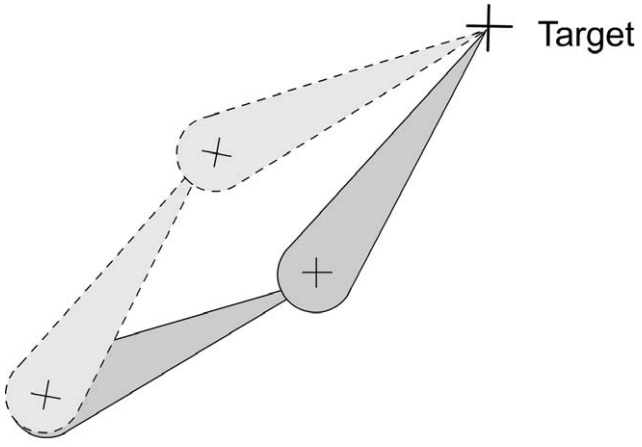
$$\sin(\theta_1+\theta_2) = \cos(\theta_1)\sin(\theta_2) + \sin(\theta_1)\cos(\theta_2)$$

Chúng ta có thể xác định lại các phương trình ở (4) như sau:

$$\begin{aligned} \text{Target}.x &= \text{Pivot1}.x + \text{Length1}*\cos(\theta_1) + \text{Length2}*(\cos(\theta_1)\cos(\theta_2) - \sin(\theta_1)\sin(\theta_2)) \\ \text{Target}.y &= \text{Pivot1}.x + \text{Length1}*\sin(\theta_1) + \text{Length2}*(\cos(\theta_1)\sin(\theta_2) + \sin(\theta_1)\cos(\theta_2)) \end{aligned} \quad (6)$$

- Hạn chế của các phương pháp nhiều liên kết IK

Trong Hình 2.6, bạn có thể thấy rằng có hai cách hợp lệ để đạt được những định hướng cần thiết cho mục tiêu. Vấn đề này xuất phát từ việc sử dụng phương trình bậc hai trong các giải pháp.



Hình 2. 13. Một IK có nhiều hơn một giải pháp

Bất cứ khi nào một hình vuông được sử dụng, gốc có hai giải pháp, một cái tích cực, một cái khác tiêu cực. Mỗi giải pháp đều có giá trị và dẫn đến một

trong những giải pháp trong hình. Hiệu quả của điều này trong một chuỗi liên kết đôi là khá nhỏ bé, nhưng vẫn có thể dẫn đến một công cụ chụp đáng lo ngại khi phần mềm phân tích các chuyến đi từ một trong những giải pháp khác. Bạn có thể cố gắng để giảm thiểu sự thay đổi, luân chuyển và có những giải pháp tối thiểu, và điều này có thể hữu ích. Một giải pháp hoàn toàn bằng cách sử dụng phân tích mạnh mẽ trong tất cả các trường hợp có thể chứng minh khó nắm bắt ngay cả với một chuỗi liên kết đôi. Thêm một liên kết duy nhất bổ sung tăng gấp đôi các giải pháp có thể, một chuỗi ba liên kết có bốn giải pháp có thể hợp lệ. Một chuỗi liên kết bốn có tám giải pháp.

Một hông, thân, vai, bắp tay, cẳng tay, xích tay với sáu liên kết sẽ có 32 giải pháp có thể. Chúng ta cần phải có một giải pháp để giải quyết vấn đề này.

- Sử dụng một kỹ thuật lặp đi lặp lại để xác định định hướng cho một chuỗi liên kết nhiều IK

Cách chúng ta sẽ nghiên cứu ở đây lần đầu tiên được trình bày bởi Chris Welman. Các bước của thuật toán như sau:

B1: Thiết lập một vòng lặp với bộ đếm tới không.

B2: Bắt đầu với các liên kết cuối cùng trong chuỗi.

B3: Xoay liên kết này chỉ hướng tới mục tiêu.

B4: Di chuyển xuống chuỗi và lặp lại bước 2.

B5: Khi các đối tượng cơ sở đạt được, xác định, nếu mục tiêu đã đạt được hoặc đã đạt tới một giới hạn vòng lặp. Nếu vậy thoát, nếu không phải thì tăng chỉ số đếm và lặp lại từ bước 2.

Thuật toán này có những lợi ích của sự đơn giản và có thể được dễ dàng thực hiện. Để lấy được góc, chúng tôi quay trở lại các phương pháp quen thuộc của sử vector. Hãy nhớ rằng tích của các vector được cho bởi
công thức:

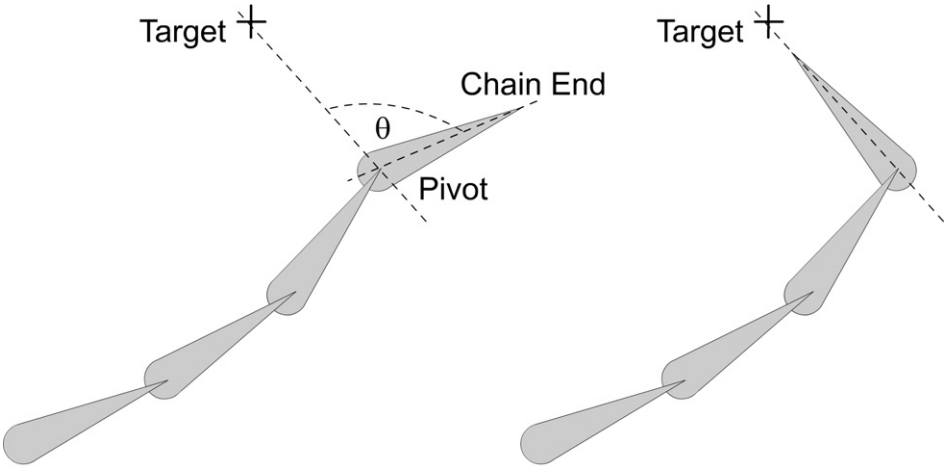
$$\mathbf{a} \bullet \mathbf{b} = |\mathbf{a}||\mathbf{b}|\cos(\theta) \quad (7)$$

Trong đó:

$$|\mathbf{a}| = \sqrt{(a \bullet x2 + a \bullet y2)} \text{and } |\mathbf{b}| = \sqrt{(b \bullet x2 + b \bullet y2)}$$

góc θ được tính bởi công thức:

$$\theta = \text{acos}(\mathbf{a} \bullet \mathbf{b} / |\mathbf{a}||\mathbf{b}|)$$



Hình 2. 14. Xoay liên kết cuối cùng bằng cách sử dụng kỹ thuật Phối hợp Descent Cylic cho IK

Thật không may, góc không bao hàm hướng quay, điều chúng ta quan tâm là cả góc độ và hướng. Dựa vào tính chất tổng của 2 véc tơ là một véc tơ, chúng ta có thể sử dụng tính chất này để xác định hướng quay. Bằng cách mở rộng 2-3 kích thước các vectơ, sau đó chúng tôi có các giá trị az. Dấu của giá trị z này sẽ cung cấp cho ta các hướng để xoay.

Nếu:

a = (a.x, a.y, 0) and b = (b.x, b.y, 0)

Thì:

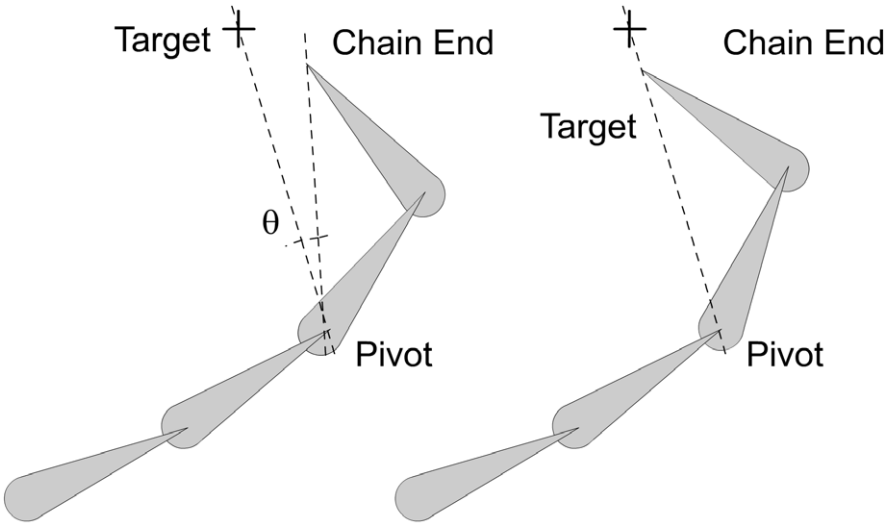
*a × b = (a. y*0 – 0*b.y, 0*b.x – a.x*0, a.x*b.y – a.y*b.x)*

Chúng ta chỉ quan tâm đến dấu của vòng lặp thứ ba. Vì vậy, các dấu của biểu thức:

a. x * b. y - a. y * b. X

xác định hướng quay.

Khi sử dụng các thuật toán, chúng tôi bắt đầu bằng cách duyệt qua các chuỗi liên kết để tìm liên kết cuối cùng. sau đó Chúng tôi tạo ra các vectơ đơn vị từ điểm pivot của liên kết điểm đến kết thúc chuỗi và từ điểm pivot đến mục tiêu. Cosin nghịch đảo tích của hai vectơ cho góc quay và thời hạn thứ ba là kết quả của ba giá trị sản phẩm vector qua cho hướng quay. Chúng tôi tạo ra một ma trận quay bằng cách sử dụng thông tin này và ghi lại vị trí chuỗi kết thúc hiện tại.



Hình 2. 15. Quay liên kết trung gian bằng cách sử dụng kỹ thuật Phối hợp Descent Cylic cho các giải pháp IK

Chúng ta sau đó di chuyển xuống một liên kết tiếp theo củachuỗi và xác định vectơ từ điểm pivot của liên kết mới tới cuối chuỗi và mục tiêu mới rồi lặp lại việc tính toán. Chúng ta sau đó tạo ra một ma trận luân chuyển và tính toán vị trí mới để kết thúc chuỗi. Thủ tục này được lặp đi lặp lại cho đến khi các đối tượng cơ sở đã được quay. Tại thời điểm này, chúng tôi xác định nếu chúng ta đủ gần mục tiêu để thoát khỏi chức năng. Nếu không, chúng ta phải lặp lại các thủ tục. Có thể là mục tiêu không thể đạt được. Chức năng cần phải đảm bảo rằng trong những hoàn cảnh như vậy, chương trình không đi vào một vòng lặp vô hạn. Một kỹ thuật đơn giản để tránh điều này là để hạn chế vòng lặp với một số lần

nhất định, nếu vượt quá thì thoát khỏi chức năng.

Nếu tổng chiều dài của các liên kết ít hơn khoảng cách đến mục tiêu, sau đó mục tiêu không bao giờ có thể đạt được và nó có thể hữu ích để thêm điều kiện này vào các mã. Trong những trường hợp này, chúng tôi quay trở lại vấn đề định hướng, một liên kết đơn, liên kết cơ bản, và thiết lập tất cả các liên kết khác để không xoay.

- Thiết lập các giới hạn cho khớp (chuỗi liên kết)

Trong phần trước, sự dễ dàng quay tại mỗi khớp nối là như nhau. Bởi vì thuật toán bắt đầu vào cuối của chuỗi, điều này tạo thuận lợi cho sự quay của các liên kết sau. Nó có thể hiểu được rằng bạn muốn quay đến từ giữa chuỗi. Nếu chúng ta chỉ cho phép một số liên kết xoay ít hơn 100 vòng quay tối ưu, chúng ta có thể có lợi cho liên kết nhất định. Trong bốn chuỗi liên kết của chúng tôi, chúng tôi có thể có một giá trị quy mô cho góc quay đến 0,3, 0,1, 0,5, 0,6 bắt đầu từ đối tượng gốc. Bằng cách này, liên kết thứ hai lên chuỗi có ảnh hưởng lớn hơn trên con đường đạt được mục tiêu.

Một kỹ thuật để đảm bảo rằng các phép quay được áp dụng như dự định là giới hạn vòng quay tối đa. Nếu một liên kết được khóa lại để phép quay nằm trong giới hạn bé nhất và lớn nhất có thể, sau bắt buộc chuyển động quay của một chuỗi để đạt được một mục tiêu, do đó, nó được xử lý theo một cách mà cảm thấy chính xác. Một ví dụ của việc này là khớp gối của chúng ta. Chúng là có khả năng xoay quanh 140 ° trở lại với đường thẳng, nhưng không thể xoay về phía trước. Nếu phần mềm cho phép các phép quay về phía trước thì sau đó hoạt động đi bộ nhìn sẽ có vẻ rất vụng về.

- Phối hợp các giải pháp IK với hình ảnh động chuyển động học

Có thể đôi khi bạn sẽ muốn chuyển đổi từ một giải pháp chuyển động FI tới một vấn đề chuyển động, một giải pháp IK. Giả sử một nhân vật đặt một bàn tay tạm thời trên một bề mặt cố định như bảng hoặc tường. Bàn tay sẽ xuất hiện như

một vật tĩnh trên bề mặt. Nếu cơ thể tiếp tục di chuyển thì đây là ý tưởng tốt cho một giải pháp IK. Một vài giây sau nhân vật có thể được chạy xung quanh. Ngay khi bàn tay rời khỏi bề mặt hình ảnh động sẽ được xử lý tốt hơn bởi một giải pháp chuyển động học. Những gì chúng ta cần phải cẩn thận là hệ quả của việc kết hợp hai giải pháp. Bằng cách tính toán cả hai giải pháp, chúng ta có thể xác định khi nào bàn tay sẽ di chuyển bằng cách sử dụng các giải pháp chuyển động về phía trước. Ở giai đoạn này, chúng ta cần để pha trộn các giải pháp IK vào giải pháp chuyển động học. Chúng tôi có thể sử dụng một trọng lượng thay đổi dần dần để xác định kết quả cuối cùng. Nếu chúng ta thiết lập sự pha trộn được hơn 1 giây và blendtime là số giây đã trôi qua trong quá trình trộn, sau đó là hai giải pháp được dựa trên

$$IK * (1 - blendtime) + FK * blendtime \qquad (8)$$

Ngay sau khi blendtime vượt quá 1,0, chúng ta có thể tính toán IK giải pháp và chỉ dựa trên các hình ảnh động về phía trước động học.

Một bộ phận xử lí IK tạo ra giải pháp điều khiển ngược làm quay và đặt vị trí các liên kết trong một chuỗi mắt xích. Nó áp dụng một bộ điều khiển IK để quản lí sự thay đổi của các đối tượng con trong liên kết. Ta có thể áp dụng một bộ xử lí IK cho bất kì hệ đẳng cấp nào của vật thể.

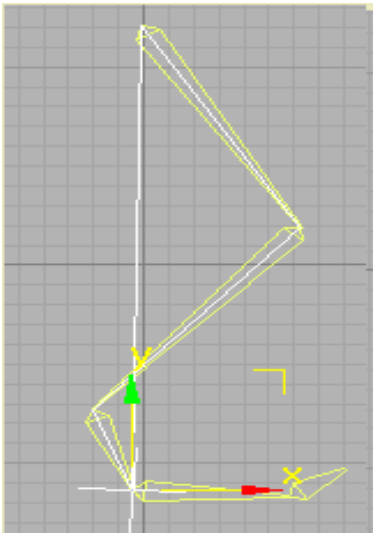
Mỗi loại xử lý IK có tính năng (cách xử lí) và công việc riêng, cũng như là điều khiển và công cụ riêng đặc biệt xuất hiện trong hệ đẳng cấp và trong các kênh chuyển động (motion panels). Bộ xử lí IK là những plug-ins vì vậy lập trình viên có thể mở rộng khác khả năng của phần mềm bằng cách thay đổi hoặc viết những bộ xử lí IK riêng của họ.

Một bộ xử lí IK làm việc như thế nào? Nhìn chung một bộ xử lí IK hoạt động theo cách sau: Một chuỗi mắt xích chuyển động ngược được xác định trên bộ phận của hệ đẳng cấp, chạy từ hông tới gót chân, hoặc từ vai tới cổ tay của một nhân vật được tạo hoạt cảnh. Ở cuối mắt xích IK là một gizmo được gọi là

mục tiêu. Một mục tiêu có thể được đặt lại vị trí hoặc được chuyển động theo thời gian bằng nhiều cách, thông thường sử dụng sự kết nối hoặc cưỡng ép. Dù mục tiêu có được di chuyển thế nào đi chăng nữa thì bộ xử lí IK luôn dịch chuyển trục đứng của khớp nối cuối cùng trong chuỗi (được gọi là bộ hiệu ứng cuối) sao cho nó gặp được mục tiêu. Bộ xử lí IK quay tròn các phần của chuỗi mắt xích để kéo dài và đặt lại vị trí của bộ hiệu ứng cuối để nó trùng khớp với mục tiêu. Ta có bốn bộ xử lí IK như sau: [4], [10], [14].

2.6.1.1. HI (History Independent) solver

Bộ xử lí HI là phương pháp thích hợp cho việc tạo chuyển động nhân vật và cho bất kì chuyển động IK nào trong một trình tự dài. Với bộ xử lí IK bạn có thể thiết lập nhiều chuỗi trong một hệ đẳng cấp. Ví dụ một bộ xương chân của một mô hình người có thể có một chuỗi mắt xích từ hông đến mắt cá chân, một chuỗi mắt xích từ mắt cá chân đến gót chân và một chuỗi mắt xích khác từ gót chân đến ngón chân.



Hình 2. 16. Hệ thống xương ứng dụng bộ xử lý HI solver

Tính năng chính của thuật toán này là bạn có thể điều chỉnh giá trị góc xoay Swivel Angle để điều chỉnh sự dao động của khung xương. Một tính

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

năng quan trọng nữa của phép điều khiển HI Solver là khả năng tạo được nhiều chuỗi trong một hệ thống bất kỳ để tăng thêm phần điều khiển cục bộ. Một ví dụ là Cánh tay và Bàn tay người. Một giải pháp có thể chạy từ vai đến các ngón tay để điều khiển toàn bộ hệ thống. Một giải pháp khác có thể chạy từ cổ tay đến ngón tay để điều khiển bàn tay và một giải pháp khác nữa chạy từ cổ tay lên đến vai để điều khiển cách tay. Điều này cho phép bạn chỉ cần điều chỉnh cho chuỗi nào dễ dàng hơn đối với một chuyển động nào đó.

2.6.1.2. HD (History Dependent) Solver

Bộ xử lí HD là bộ xử lí thích hợp với các máy móc hoạt ảnh, đặc biệt là những máy hoạt ảnh với những phần lướt (slide). Nó cho phép ta thiết lập những giới hạn về khớp nối và thứ tự trước sau.

Bộ xử lí HD hoạt động tốt nhất trong những chu trình hoạt ảnh ngắn. Trong chu trình, càng xử lí sau thì càng mất nhiều thời gian để tính toán một giải pháp. Nó cho phép ta kết nối bộ hiệu ứng cuối tới đối tượng tiếp theo. Nó sử dụng một hệ thống tuần tự và sự tắt dần để xác định các tham số khớp nối. Nó cho phép trượt các giới hạn khớp nối mà được kết hợp với hoạt ảnh IK. Không giống như bộ xử lí HI IK chỉ cho phép trượt các giới hạn khớp nối khi sử dụng chuyển động FK.

2.6.1.3. IK Limb Solver

Bộ xử lí limb IK chỉ hoạt động trên xương của chuỗi mắt xích. Nó là một bộ phận phân tích và hoạt động nhanh trong Viewport, và có thể được sử dụng để tạo hoạt ảnh cho tay và chân của một mô hình người. Bộ xử lí limb IK cho ra các trò chơi game.

Bộ xử lí limb IK có thể sử dụng nhanh bất kể ta muốn tạo ra bao nhiêu khung hoạt ảnh. Nó sử dụng một góc quay để điều chỉnh solver plane và đặt vị trí gấp khúc hoặc khớp xoay. Ta có thể đặt đích của góc quay tới một vật

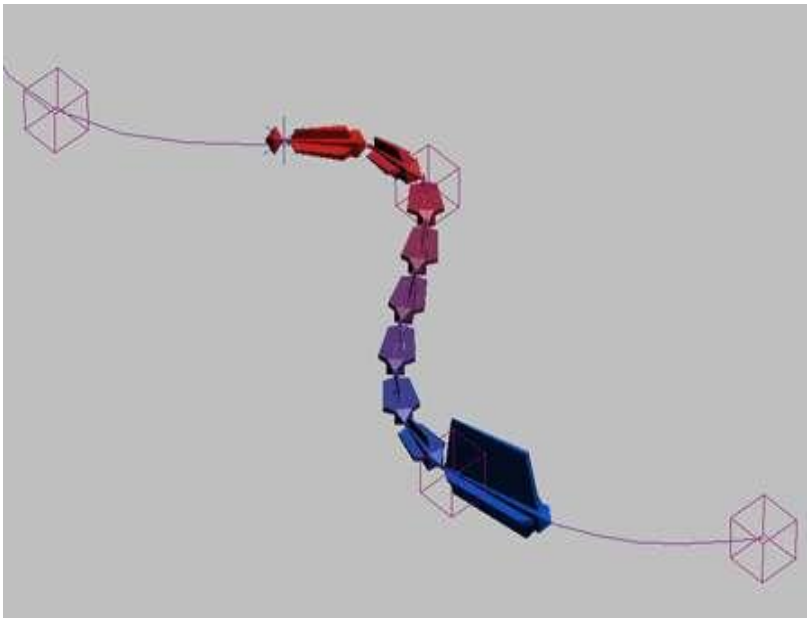
thể khác để tạo chuyển động cho nó. Bộ xử lí limb IK cũng có thể sử dụng một góc thích hợp hơn để xác định được hướng của sự xoay, vì vậy khớp xoay có thể được uốn cong một cách chính xác. Nó cũng cho phép ta chuyển giữa IK và FK bằng cách thiết lập các điều khiển IK tại các thời điểm chính. Nó có một IK đặc biệt để FK đưa ra chức năng vì vậy bạn có thể sử dụng IK để tạo khoá FK.

2.6.1.4. Spline IK Solver

Bộ xử lí Spline IK sử dụng một chốt để xác định độ cong của một chuỗi xương hoặc các đối tượng được liên kết.

Các đỉnh trên chốt Spline IK được gọi là các nút. Giống như các đỉnh, các nút có thể được chuyển động và được để thay đổi độ cong của chốt.

Số lượng của khớp nối có thể ít hơn số lượng của các xương. Điều này tạo ra sự dễ dàng để việc tạo hoạt ảnh cho một cấu trúc xương với rất ít các khớp nối.



Hình 2. 17. Xác định chốt của chuỗi xương

Spline IK cung cấp một hệ thống hoạt ảnh linh động hơn các bộ xử lí IK khác. Các nút có thể được chuyển động bất cứ nơi nào trong không gian ba chiều, vì vậy cấu trúc liên kết có thể được tạo hình một cách phức tạp.

Một đối tượng trợ giúp được đặt tự động ở mỗi nút khi Spline IK được phân bổ. Mỗi nút được liên kết với bộ phận trợ giúp tương ứng của nó. Vì vậy một nút có thể được dịch chuyển bằng cách dịch chuyển bộ trợ giúp của nó. Không giống như bộ xử lí HI, hệ thống Spline không sử dụng mục tiêu. Các vị trí của các nút trong không gian ba chiều là nhân tố quyết định tới hình dạng của cấu trúc liên kết. Các nút quay hoặc co dãn không ảnh hưởng tới chốt trụ hoặc cấu trúc.

2.6.2. Sử dụng điều khiển tiến FK (Forward kinematics)

Ta thao tác tại đỉnh của hệ đẳng cấp để tạo chuyển động cho cả chuỗi. FK có các đặc trưng sau:

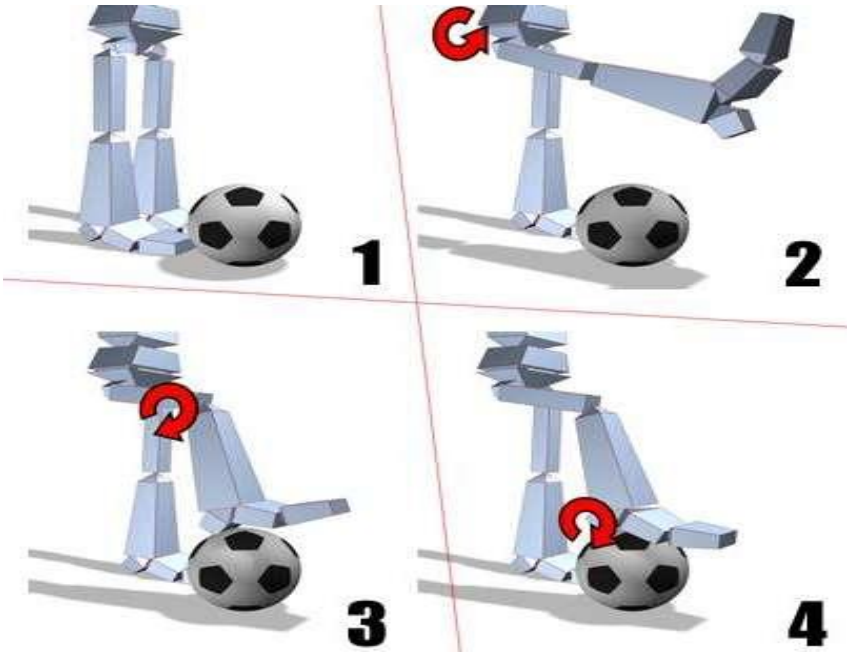
- Cấp bậc liên kết từ cha đến con.
- Kế thừa những thay đổi về vị trí, sự xoay và co dãn từ cha tới con.
- Khi 2 đối tượng liên kết với nhau, đối tượng con duy trì vị trí, sự quay và sự co dãn của nó trong mối quan hệ với đối tượng cha. Những thay đổi này là nhịp nhàng từ trụ của cha tới trụ của con. Ta có thể dịch chuyển, xoay và co dãn.
- Đối tượng con kế thừa những thay đổi của cha nó, và đối tượng cha lại kế thừa những thay đổi từ đối tượng có cấp bậc cao hơn nó (tổ tiên).

Tuy nhiên, với điều khiển FK đối tượng con không bị cưỡng ép việc liên kết với đối tượng cha. Ta có thể dịch chuyển, xoay hoặc co dãn đối tượng con độc lập với đối tượng cha.

Ngược lại với điều khiển ngược IK, điều khiển tiến FK yêu cầu xoay mỗi khớp xương lần lượt tới khi có được vị trí mong muốn cho một cảnh. Việc này chỉ phù hợp với chuyển động đơn giản còn đối với mô hình yêu cầu

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

chuyển động phức tạp thì dùng FK sẽ là chậm không phù hợp gây cảm giác không uyển chuyển và chán nản, trong trường hợp này FK được dùng để hỗ trợ cho IK.



Hình 2. 18. Sử dụng IK để tạo chuyển động cho chân thao tác với quả bóng

CHƯƠNG 3: CHƯƠNG TRÌNH THỬ NGHIỆM

3.1. Bài toán

Để củng cố phần lý thuyết đã đề ra, ở đây tôi sẽ chọn một trong các kỹ thuật đã đưa ra ở phần trên để mô phỏng một đối tượng cụ thể, đó là sự chuyển động của người lính gác cổng. Bài toán được đặt ra như sau:

- **Đầu vào** Mô hình nhân vật 3D, dưới dạng lưới đa giác (thường là tam giác), và khung xương tương ứng. Ở đây, tôi sử dụng khung xương có sẵn được thiết kế và đăng tải miễn phí trên mạng internet.

  - Mô hình bề mặt (mesh)
  - Dữ liệu về animation (khung xương)

- **Đầu ra:**

  + Chuyển động của mô hình theo khung xương.

3.2. Phân tích bài toán

Trong Bài toán "mô phỏng sự chuyển động của người lính gác cổng" và tạo diễn hoạt cho cánh tay của người thì chúng ta cần điều khiển chuyển động cánh tay của người lính một cách uyển chuyển giống thật.

Trong thực tế, hầu hết cánh tay chuyển động từ trên vai, sau đó đến cùi chỏ, và sau cùng là cổ tay. Do đó, nếu sử dụng kỹ thuật FK thì sẽ gần giống với tự nhiên hơn. Tuy nhiên, nó có thể có chút phức tạp với IK – vì theo phương pháp này, cổ tay sẽ di chuyển đầu tiên, và phần còn lại của cánh tay sẽ di chuyển theo nó, sẽ khiến nó trông như cánh tay tự nó di chuyển. Nhiệm vụ của ta chính là làm nó có cảm giác như vai đang dẫn chuyển động, thậm chí khi ta đặt vị trí cho cổ tay trước tiên.

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

Một điều quan trọng khác là khi diễn hoạt con người thì yêu cầu phải có sự gắn kết các phần của cơ thể.. Khi con người di chuyển cột sống, đôi tay cũng sẽ di chuyển. Khi bạn giơ tay lên, cột sống cũng di chuyển luôn. Một lần nữa, điều này sẽ dễ đạt được với FK hơn. Nếu ta có cánh tay với FK và ta di chuyển cơ thể thì cả cánh tay (cả cổ tay) sẽ di chuyển theo, vì thế ta nhận thấy cánh tay đã được kết nối với toàn cơ thể. Với cánh tay IK, sự chuyển động của cột sống không tự động ảnh hưởng đến vị trí của cổ tay. Ta sẽ di chuyển cơ thể và cổ tay vẫn ở nguyên vị trí cũ. Vì thế, đôi khi ta có cảm giác như cánh tay (cổ tay) độc lập với cơ thể.

Vậy, nếu tạo diễn hoạt bằng IK cho cánh tay, ta phải cố hết mình để truyền tải cảm giác rằng sự chuyển động được làm chủ bởi đôi vai, chứ không phải cánh tay làm chủ chính nó. Cơ bản, ta phải xử lý với IK, và diễn hoạt cổ tay, cùi chỏ y như cách di chuyển của một cánh tay thật. Ta sẽ cần xác định vị trí của cánh tay, đảm bảo sao cho sự di chuyển của cùi chỏ có thể truyền tải ý tưởng: chuyển động được bắt đầu từ đôi vai. Phải thực sự chú ý đến cùi chỏ, cũng như xương đòn và ngực khi làm việc với IK.

Tuy nhiên nếu cần gắn một vật gì đó vào tay của nhân vật, chẳng hạn như một cây đèn thì giải pháp FK sẽ đem lại khá nhiều phức tạp. Bởi vì mỗi chuyển động nhỏ của cổ tay sẽ dẫn đến một sự thay đổi lớn đối với vị trí của đèn. Khi đó ta sẽ phải chỉnh lại đường cong di chuyển của cây đèn sao cho đầu đèn trạm đến đích. Chỉnh cách này vừa làm bàn tay bị bất động và rất lãng phí thời gian.

Ngoài ra, nếu sử dụng FK, góc của cổ tay sẽ bị ảnh hưởng bởi sự dịch chuyển (translation) của khuỷu tay, và cổ tay, khuỷu tay cũng bị ảnh hưởng bởi chuyển động của vai. Thông thường, điều này rất tuyệt, nó giúp diễn hoạt của ta có cảm giác liên kết trên cánh tay, nhưng nếu ta muốn giới hạn chuyển động của cổ tay, ta sẽ thực sự mất nhiều công sức để điều chỉnh đường chuyển động (curves), bởi vì góc của cổ tay đang chịu ảnh hưởng của 3 yếu tố khác nhau, và 3 yếu tố này lại ảnh hưởng lẫn nhau.

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

Do đó, kỹ thuật điều khiển ngược IK ở đây sẽ được áp dụng để giải quyết việc tính toán các tham số về vị trí và hướng quay tại mỗi thời điểm cho từng thành phần của khung xương.

Sử dụng Open GL trong việc draw mô hình lên màn hình thông qua các lệnh như: glDraw(), glVertex3fv (), glColor3f () …Tạo góc nhìn cho chương trình bằng glViewport(), gluPerspective()…

Tại mỗi chuyển động sẽ có các thông tin số khớp sẽ biến đối, thông tin về trạng thái đầu và trạng thái cuối (vị trí, hướng) để tạo ra chuyển động thì sử dụng các kỹ thuật nội suy để suy diễn trạng thái trung gian giữa trạng thái đầu và trạng thái cuối.

3.3. Chương trình

Hệ thống mô phỏng thử nghiệm sự chuyển động cho đối tượng có xương là người gác cổng thông qua sử dụng ngôn ngữ lập trình Visual C ++, thư viện đồ hoạ OpenGL.

Các bước của thuật toán:

1. Load mesh (vertieces, indexs, nomals, texcoord, texture), animation (hệ thống phân cấp các khớp, số lượng các frame).
2. Tính toán các tham số vị trí và hướng tại thời điểm t cho mỗi khớp theo từng frame.
3. Xây dựng xương cho mỗi hành động.
4. Tính toán và tác động ngược lại mesh.
5. Render kết quả.

Tại thời điểm ban đầu, mô hình ở trạng thái nghỉ. Sau đó các vị trí mục tiêu sẽ được xác định cho mỗi chuyển động. Việc tính toán các vị trí và hướng cho mỗi thành phần của mô hình khung xương trong từng chuyển động sẽ sử dụng các công thức đã trình bày trong phần 2.2 ở chương 2.

- Các tham số cài đặt trong chương trình

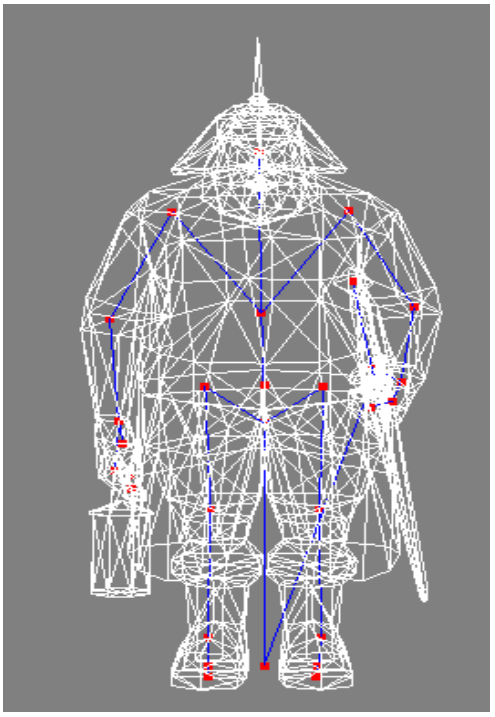
Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

+ Các thông tin về mesh: Vertieces, indexes, nomals…

+ Các thông tin về skeleton: số lượng joint, sơ đồ phân cấp của các joint, sự ảnh hưởng tương ứng trên bề mặt của mỗi joint…

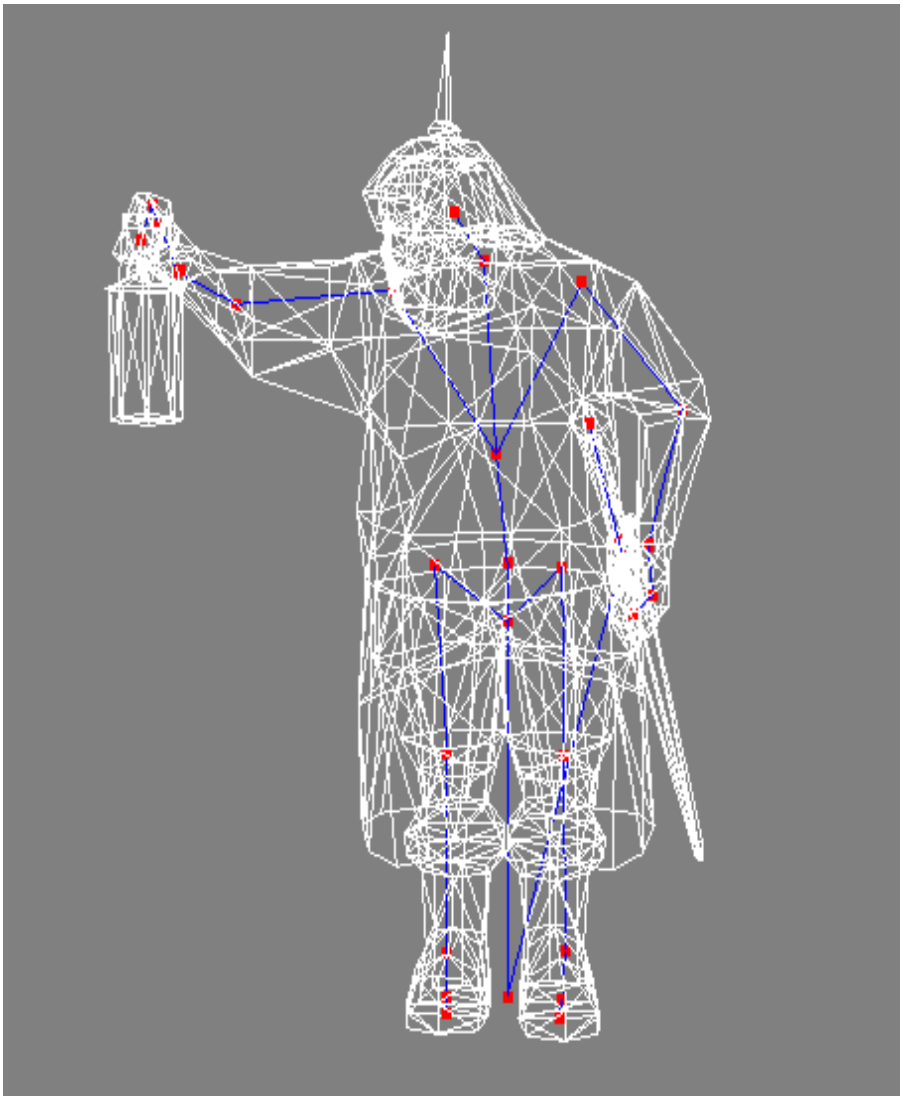
+ Tại mỗi frame có các tham số về vị trí đầu và cuối của các joint (tạo độ, hướng).

Dưới đây tôi chọn một số chuyển động đặc biệt của người gác cổng chẳng hạn như: chuyển động của tay soi đèn, di chuyển tai, vai đầu nhìn và quan sát.

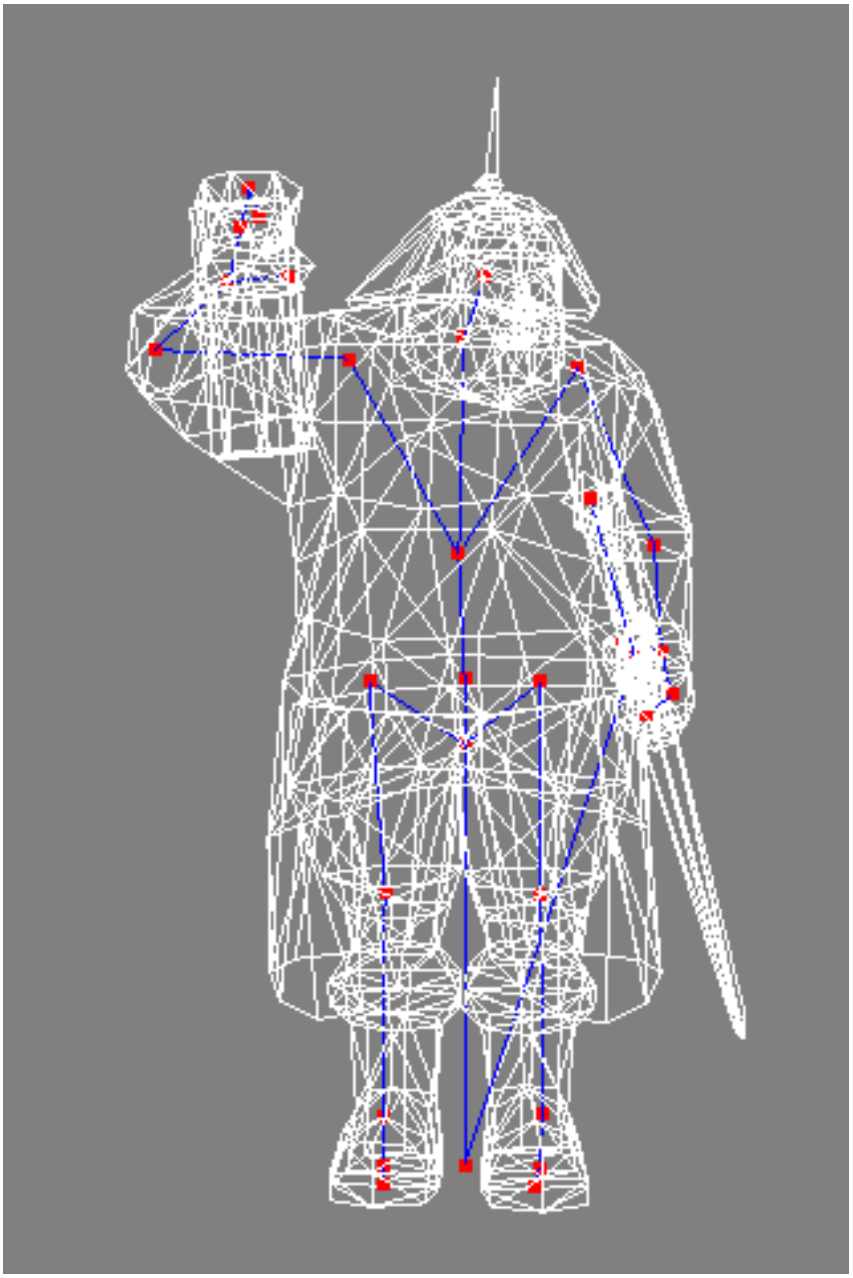


Hình 3. 1. Trạng thái nghỉ (Idle)

Tại trạng thái này, ta nhìn thấy hình dạng ban đầu của người lính gác cổng. Các đường kẻ màu xanh tượng trưng cho các xương, các vết chấm màu đỏ tượng trưng cho các khớp nối trong cấu trúc khung xương. Khi cánh tay chuyển động ta thấy sự chuyển động của các khớp nối và xương bị thay đổi như hình 3.2



Hình 3. 2. Tạo chuyển động cho cánh tay



Hình 3. 3. Chuyển động kết hợp tay, đàu và vai

PHẦN KẾT LUẬN

Mô phỏng sự chuyển động của động vật có xương sống có nhiều ứng dụng trong các lĩnh vực như : Công nghệ thông tin, giải trí, quảng cáo, tạo các mô hình ảo, kỹ thuật số,.... Trên thế giới, có rất nhiều nhà nghiên cứu đưa ra các phương pháp mô hình hóa các nhân vật ảo có thể chuyển động một cách nhịp nhàng sinh động giống như thực tế. Tuy nhiên, ở Việt Nam đây là một vấn đề vẫn còn đang được nghiên cứu, và còn nhiều vấn đề cần quan tâm.

Với mục tiêu nghiên cứu một số kỹ thuật điều khiển chuyển động của cấu trúc của động vật có xương sống. Trong luận văn này, với sự nỗ lực, cố gắng của bản thân cùng với sự hướng dẫn nhiệt tình của thầy giáo **PGS.TS Đỗ Năng Toàn**, tôi đã đạt được một số các kết quả sau :

- Trình bày khái quát về thực tại ảo và bài toán Mô phỏng sự chuyển động của động vật có xương sống.
- Trình bày một số phương pháp xây dựng cấu trúc khung xương sống của một đối tượng có xương sống.
- Hệ thống hóa một số kỹ thuật thể hiện sự chuyển động của động vật có xương sống.
- Cài đặt thử nghiệm chương trình thể hiện sự chuyển động của động vật có xương sống dựa vào một trong những kỹ thuật hệ thống được.
- Nghiên cứu về bộ công cụ đồ hoạ chuyên nghiệp 3DsMax, Maya, củng cố kỹ năng lập trình Visual C++. Tìm hiểu về ngôn ngữ lập trình VRML và OpenGL.

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

- Tự thiết kế một chương trình demo sử dụng một trong các kĩ thuật đã nghiên cứu để kiểm chứng và thể hiện các kiến thức đã nghiên cứu, tìm hiểu.

***Kiến nghị và hướng nghiên cứu tiếp theo**

Trên cơ sở các kết quả đạt được. Thì luận văn vẫn còn một số các hạn chế nhất định. Do đó tôi có một số kiến nghị và hướng nghiên cứu tiếp theo như:

- Tìm hiểu các lý thuyết giải phẫu muscle của động vật, và mối liên hệ giữa sự chuyển động của cấu trúc skeleton đến các muscle. Trên cơ sở đó, sẽ phát triển chương trình để có những chuyển động đẹp hơn, chân thực và sống động hơn tạo.

- Trình bày chi tiết hơn nữa vào việc tìm hiểu được mối ràng buộc giữa các thuộc tính, các đối tượng chuyển động, ràng buộc giữa chuyển động với bề mặt đối tượng. Việc tạo ra mối ràng buộc giữa các thuộc tính khi đối tượng chuyển động là khá khó khăn và phức tạp, nếu thực hiện tốt thì nó sẽ tạo ra một hoạt cảnh chuyển động linh hoạt phức tạp. Nếu có điều kiện trong tương lai không xa tôi sẽ bổ sung phần này cho hoàn thiện.

- Nâng cao hơn nữa kỹ năng phân tích kỹ thuật tạo chuyển động, đảm bảo tính thẩm mỹ và chuyên nghiệp của một chương trình đồ hoạ vi tính. Tiến tới có thể tạo và kết xuất ra những chương trình lớn hơn đáp ứng được yêu cầu tích hợp vào các hệ mô phỏng chuyển động thương mại.

- Kết hợp nhuần nhuyễn hơn nữa giữa các kỹ thuật tạo chuyển động và hiệu ứng trong thực tại ảo.

Mặc dù đã rất cố gắng nhưng do thời gian và trình độ vẫn còn có những hạn chế nhất định nên luận văn chắc chắn không tránh khỏi những khiếm khuyết nhất định. Trong tương lai, tôi sẽ cố gắng để hoàn thiện được những hạn chế, phát

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

triển được những vấn đề đã nêu, và đặc biệt là đưa ra được những kết quả khả quan hơn nữa cho đề tài này. Rất mong nhận được ý kiến đóng góp của các thầy cô và quý vị độc giả để luận văn ngày càng được hoàn thiện hơn.

Cuối cùng, tôi xin chân thành cảm ơn **PGS.TS Đỗ Năng Toàn** đã tận tình giúp đỡ em trong việc hoàn thành khóa luận tốt nghiệp. Tôi xin cảm ơn tới các thầy, các cô trong Viện công nghệ thông tin đã tạo điều kiện tốt nhất để em có thể hoàn thành đề tài này, cảm ơn các thầy cô, các bạn học viên lớp cao học khóa 12 – CNTT – ĐHTN đã động viên, giúp đỡ tôi trong suốt thời gian qua.

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN http://www.lrc.tnu.edu.vn

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

[1] Quang Huy, Tín Dũng, (2004), *Đồ họa máy tính 3DSMax 6 vẽ phối cảnh ảnh 3chiều*, NXB Thống Kê, Tr. 37-96.

[2] Lê Tấn Hùng, Huỳnh Quyết Thắng (2004), *Đồ họa máy tính*, NXB Khoa học kỹ thuật, Tr. 40-50.

[3] Nguyễn Công Minh, (2009), *3DS Max 2009*, NXB Hồng Đức, Tr. 45-85.

[4] Lưu Triều Nguyên, (2002), *Thiết Kế 3 chiều với 3DS Max 4*, NXB Lao Động - Xã Hội, Tr. 445-494, Tr. 589-595.

[5] Lưu Triều Nguyên, (2006), *Các thủ thuật trong 3DSMax*, NXB Lao Động - Xã Hội, Tr. 131-145.

[6] Nguyễn Huy Sơn (2006), "Virtual Reality Technologie - Công nghệ Thực tại ảo ", http://tusach.thuvienkhoahoc.com

[7] Lê Huy Vần (2005), *Nghiên cứu phát hiện va chạm và ứng dụng*, Khoá luận văn tốt nghiệp, ĐH Công nghệ -ĐHQG Hà Nội, Tr 41-50.

[8] Đề tài *"Ứng dụng công nghệ thực tại ảo Virtual Reality-VR trong bảo tàng các di sản"*, Đề tài trọng điểm cấp Viện KH và CN Việt Nam 2004-2006.

Tiếng Anh

[9] Applications, Hardware - Virtual Reality; http://vresources.org/

[10] Animation - Keyframe, IK; http://www.autodesk.com/techpubs/aliasstudio/2010/index.html?url=AnimationIKAddIKhandle.htm,topicNumber=d0e213743.

[11] Department of Informatics Umeå University S-901 87 UMEÅ, Sweden, “Virtual Reality in Medicine: Survey of the State of the Art”.

[12] GameCharDevCh03 - Game Character Development with Maya Antony Ward Copyrigh @ 2005 by Antony Ward; http://www.peachpit.com.

[13] Getting Stated with Maya; http://www.scribd.com/doc/11061465

[14] Henry David (2005), “MD5Mesh and MD5Anim files formats”, http://tfc.duke.free.fr/coding/md5-specs-en.html

[15] Keyrame Animation; http://www.cadtutor.net/dd/bryce/anim/anim.html

[16] Learning Mayay - Character Rigging And Animation. http://www.learning-maya.com/24-0-character-setup-tutorials.html

[17] Leonard McMillan, Julie Dorsey, Robert Jagnow(2001), “Real-Time Simulation of Deformation and Fracture”, The Eurographics Association.

[18] Martin John Baker (2006), “Physics - Collision in 3 dimensions”, http://www.euclideanspace.com/physics/dynamics/collision/oned/index.htm.

[19] Rui Pires, Tiago Rodrigues, José Miguel Salles Dias (2004), "d4md - deformation system for a vehicle simulation game", http://pwp.netcabo.pt/0175938601/d4md.

[20] The Art of Maya character Animation; http://www.highend3d.com.