제26회 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집 제13권 제2호 (2006. 11)

하드웨어를 이용한 3D 실시간 카툰렌더링 설계

한득수*, 김광민**, 임평종*, 곽훈성***
*전북대학교 영상공학과
**전주대학교 교육대학원 컴퓨터교육학과
***전북대학교 컴퓨터공학과
e-mail:dshan@chonbuk.ac.kr

3D Real-Time Cartoon Rendering Design using Hardware

Deuk-Su Han*, Kwang-Min Kim**, Pyung-Jong Lim*,
Hoon-Sung Kwak***
*Dept of Image Science, Chon-buk University
Dept of Computer Education, Jeon-ju Univesity
**Dept of Computer Engineering, Chon-buk University

요 약

본 연구는 디지털 문화의 출현이라는 맥락에서 디지털 시대의 환경 변화를 맞이한 애니메이션 제작 기법의 변화 속에서 셀 애니메이션 작품과 혼합하여 사용한 3D 컴퓨터 그래픽스(3D Computer Graphics) 기법 중 비사실적 이미지 기법(Non Photo Realistic Rendering)의 범주에 속한 카툰 렌더링(Cartoon Rendering) 기법을 분석하고 그것이 갖는 PC기반 실시간으로 수행되는 비사실적 렌더링을 위한 실시간 카툰렌더링 기법을 제시하고 있다. 종래의 카툰렌더링에 대해 연구하고 기존의 비사실적 이미지 기법의 적용에 대해 알아본다.

1. 서론

디지털 문화의 출현이라는 맥락에서 디지털 시대의 환경 변화를 맞이한 애니메이션 제작기법의 변화 속에서 셀 애니메이션 작품과 혼합하여 사용한 3D 컴퓨터 그래픽스(3D Computer Graphics) 기법 중 비사실적 이미지 기법(Non Photo Realistic Rendering)의 범주에 속한 카툰 렌더링(Cartoon Rendering) 기법을 분석하고 그것이 갖는 PC기반 실시간으로 수행되는 비사실적 렌더링을 위한 실시간 카툰렌더링 기법을 제시하고 있다. 종래의 카툰렌더링에 대해 연구하고 기존의 비사실적 이미지 기법의 적용에 대해 알아본다.

'픽사'는 1984년 시그래프(SIGGRAPH)에서 5년 동안 연구 결과를 <앙드레와 윌리 비의 모험(The Advanture of Andre and Willy B.)>라는 2분짜리 3D 애니메이션을 발표하였다. 이것이 발표되고 나자 시그래프와 관련자들은 몹시 술렁거렸다. 모션블러(Motion Blur), 뎁스 오브 필드(Depth of Field), 디스트리뷰트드 레이트레이싱(Distributed Raytracing), 안티알리아싱(Anti-aliasing)등의 효과와 식물 생성 소프트웨어(Graftal) 등이 애니메이션에 들어간 신기술이었다.[1]

셀 애니메이션 이미지의 외곽선으로 이루어진 단순화하는 인류의 사고방식측면에서 인식하기 용이한 것이다. 이러한 셀 애니메이션의 비사실절 이미지를 3D 디지털 애니메이션에서 구현하기 위하여 3D 컴퓨터 그래픽스는 사물의 사실 그대로의 이미지를 재현하기 위한 포토 리얼리스틱 이미지(Photo Realistic Rendering) 구현방식과 비사실적인 이미지를 재현하기 위한 비사실적 이미지 렌더링 구현방식

을 통해 모델들을 변화시키는 방법들이 연구되고 있다. 즉, 3D 컴퓨터 그래픽스분야에서 포토 리얼리스틱 렌더링을 지향한다는 것은 사진과 같이 실재의 사물 그대로를 표현하는 재현 방식을 지향하는 것이고, 비사실적 이미지 렌더링을 지향한다는 것은 오릴 페인팅, 수채화, 펜이나 잉크 스케치, 셀 애니메이션, 라인아트 등과 같은 비사실적 이미지들을 컴퓨터 그래픽스로 이용하여 구현하는 방식을 말한다. 이 같은 도구를 사용한 비사실적 이미지의 재현은 사진과 같이 실재적인 사물을 재현하는 것보다 더욱 효과적이고 더욱 감성적이며 더 완성적일 수 있다.[2]

그래서 3D 컴퓨터 그래픽스 분야도 포토 리얼리스틱한 이미지의 구현뿐만 아니라 넌 포토 리얼리스틱한 이미지에 대한 구현도 많은 관심을 가지고 최근 많은 연구논문과 비사실적 이미지 렌더링을 이용한 작품들이 선보이고 있다.

셀 애니메이션으로만 만들 때 보다 카툰 렌더링 기법을 혼합하여 제작하면 제작비를 절감 할 수 있는 효과를 가져 온다. 수작업을 3D 컴퓨터 그래픽스로 대처함으로 시간과 인건비를 절감 할 수 있어 전체적인 제작비를 절감 할 수 있는 것이다. 노동 집약적인 셀 애니메이션 제작 기법이 기술 집약적인 3D 디지털 애니메이션 제작 기법으로 변화되고 있는 것이다. 이 변화의 축에 카툰 렌더링 기법은 제작의 용이성과 제작비의 절감 이라는 경제성 논리를 가지고 셀 애니메이션의 더욱 많은 부분에 역할을 담당 할 전망이다.

2. 관련연구

2.1. Rendering Algorithm의 개요

렌더링이란 "장면을 이미지로 전환하는 과정"이다. 우리가 살고 있는 3차원 공간이 사진기에 의해 사진이라는 2차원 이미지 바뀌어 기록되는 것처럼 컴퓨터 속의 가장 공간은 렌더링이라는 과정을 통해 2차원 이미지로 바뀌어 우리에게 보여 진다.

2.2. Z-Buffer Algorithm

현재 시점에서 오브젝트의 다른 부분이나 혹은 다른 오브젝트 등에 의해 가려져 보이지 않은 숨겨진 모서리(Edge)들을 제거하는 과정을 거치면 어떤 면이 최종적으로 우리에게 보이는 면인지를 검출(Visible-Surface Determination)할 수 있게 된다. 60년대 이후 수많은 은선 제거 기법들이 개발되었지만 그 중에서 가장 대표적인 은선 제거 기법은 바로 Z-Buffer Algorithm이다.[3]

2.3. Phong Illumination Explain

Phong Illumination은 1975년 Phong Bui-Tuong에 의해 개발되었다. 아래의 식을 통해 Phong Shading을 설명한다.[4]

Ix = AxKaDx + AttLx [KdDx(N dot L) + KsSx(R dot V)^n]

2.4. Ray Tracing 알고리즘

광원에서 나온 광선은 물체와 교차하여 스크린에 투사되며, 광선이 통과되어 보이는 픽셀은 교차점에 교차된 물체의 색깔이다. 이미지의 생성은 스크린 위의 각 픽셀을 통해 카메라나 관찰자의 시점으로부터 만들어 진다.

표. 1 렌더링개발의 역사

1969년(Warnock)	윈도우의 재분할에 의한 은면 은선 소거법
1970년(Watkins)	Scan - Line
1974년(Catmull)	Z-Buffer
1975년(Phong)	법선 보간에 의한 Smooth Shading
1976 ~ 1978년 (Blinn)	Texture Mapping, 법선 Mapping
1980년 (Whitted)	Ray Tracing 이때부터는 렌더링기법이 어떻게 표시할 것인가에서 부터 어떻게 표현할 것인가로 연구 대상변화
1984년(Heckbert)	Beam Tracing
1984년(Carpenter)	A Buffer
1985년 (Greenberg)	Radiosity Radiosity법의 등장으로 지금까지 별개의 것으로 생각되어졌던 광원과 물체가 상호반사를 표현할수 있게 되었다. 그리고 Ray Tracing 기법의 연구는 국소 조명에서 넓은 영역 조명으로 변하게 되었으며, 또한 공간 정보를 표현할 수 있는 Volume Rendering이 등장
1986년(Arvo)	역방향 Ray Tracing
1986년(Drebin)	Volume Rendering
1988년 (Michael 등)	점진 Radiosity

3. 카툰 렌더링 개념

3.1 렌더링 기법의 종류

렌더링이란, 디지털 애니메이션의 결과물을 이미지화 시키는 과정이며 3D 애니메이션의 렌더링 방식은 실사에 가까운 사실감을 최대로 구현해 내기 위한 사실적 렌더링(Photo Realistic Rendering)방식과 감성적이고 예술적인 독특한 질감의 이미지를 만들어 내기 위한 비사실적 렌더링 기법(Non Photo Realistic Rendering)으로 크게 구분해 볼수 있다. 이러한 렌더링 기법의 분류법은 가실성의 재현 여부를 가지고 판단하게 되며 일반적인 3D 애니메이션이나 실사 영상에 활용되는 특수효과의 경우는 사실적 렌더링 기법을 지향한다.

3.1.1 사실적 렌더링 기법

사실적 렌더링 기법이란 문자 그래로 3D 컴퓨터 그래픽스 환경에서 실제 상황과 같은 사실적 질감의 이미지를 재현해 내는 방법을 말하며, 이와 같은 실제적 이미지의 재현은 렌더링 시 설치된 조명의 상태에 가장 많은 영향을 받는다. 실제 조명의 상태에서는 끊임없는 빛의 확산이 일어나고 있으며 이러한 실제의 빛의 성질은 컴퓨터 그래픽 상의 일정한 값을 가지는 인공적인 조명과 많은 차이가 있다. 실제 조명의 복잡한 빛의 확산과 굴절 빛 반사의 조건을 가상의 세계에서 실제적 조명 상태의 재현을 위해서는 3D 애니메이션의 소프트웨어의 제한된 3D 라이팅(Lighting)을 가지고 실제 조명에 가까운 상태를 만들어 내기 위한 세밀한 노력들이 필요하며 이러한 방법들로는 레이트레이싱(Raytracing)기법과 글로벌 일루미네이션(Global Illumination), 그리고 파이널 게더링(Final Gathering)과 같은 빛의 확산을 계산하는 렌더링 기법이 있다.

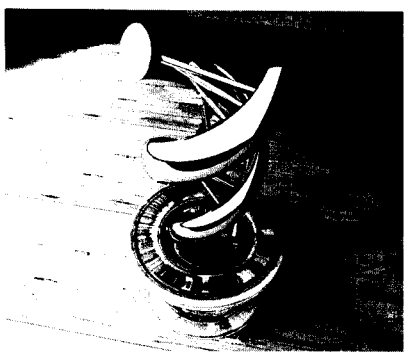

그림1. 사실적 렌더링

3.1.2 비사실적 렌더링 기법

비사실적 이미지 렌더링 기법의 발달은 초기 2D 프로그램에서의 페인팅에 관한 비사실적 이미지 렌더링 영역으로 시작되었는데 초기 2D 페인트는 비트맵으로 만들어진 시스템의 연구가 시작이었다. 그 후 사용자가 개입할 수 있는 브러쉬 시스템의 연구가 시작되었다. 그 후 사용자가 개입할 수 있는 브러쉬 시스템을 중심으로 한 2D 페인트와 2.5에서의 자동화 생성을 기본으로 한 이미지 생성 연구로 나뉘어 발전되었다.[5]

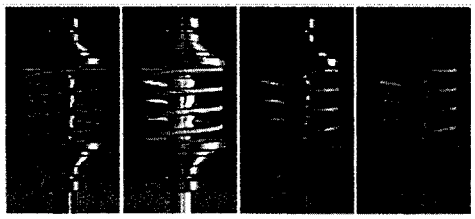

그림 2. 비사실적 렌더링

3D 프로그램에서는 3D 포토 리얼리스틱 렌더러 시스템이 연구되었다. 그후 2D는 브러쉬 시스템과 다양한 알고리즘이 결합된 분야로 발전되고 있고 3D는 사실적 이미지와 비사실적 이미지를 위한 3D 데이터를 기반으로 다양한 렌더링 시스템을 위한 연구로 발전되고 있다.[6]

3.1.3 카툰 렌더링 기법의 정의

카툰렌더링이란 비사실적 렌더링 기법의 한 종류로 3D 애니메이션에서 제작된 모델링 데이터의 표면 질감을 단순화하여 2D 애니메이션과 유사한 카툰느낌으로 만들기 위한 방법으로, 3D 애니메이션기법을 2D 애니메이션에 합성시키는 과정에 개발된 3D와 2D간의 질감의 차이를 최소화하기 위한 렌더링 방법이며 이와 같은 방법의 적용을 통하여 2D 애니메이션과 3D 애니메이션의 합성 시에 발생하는 질감의 이질적 차이를 최소화 할 수 있다.

4. 실시간 하드웨어를 이용한 카툰렌더링 설계

래스터화는 UV좌표를 기반으로 텍스쳐 샘플링을 하므로 폴리곤 내 각 버텍스의 UV좌표를 광원법선(Light Normal)과의 내적을 이용하여 조작하게 되면, 텍스쳐 맵에 의하여 생성된 텍스쳐가 쉐이딩을 해주는 것 처럼 보이게 된다. 쉐이딩은 아니지만, 단

계를 가진 텍스쳐 맵이 쉐이딩 역할을 대신 하는 것이다.

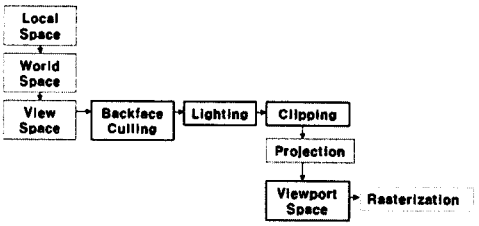

그림. 3 Direct X 9.0 렌더링 파이프라인

이 방법을 사용하면, 별도의 픽셀당적용(Per Pixel Operation)은 요구 되지 않지만, 다른 텍스쳐 단계(Texture Stage)의 영향을 받으므로, 범용적인 그래픽개체에 적용하기에는 응용에 불편한 점이 많게 된다.

다른 방법으로 카툰쉐이딩의 래스터화 단계의 픽셀당적용(Per Pixcel Operation)을 변형하여 원칙대로 구현 하는 시도이다. 픽셀당적용 그 자체를 구현하기 위하여 픽셀 쉐이더(Pixel Shader)를 사용한다.

이 방법은 픽셀 쉐이더 1.x 버전의 프로그램 사이즈 문제, 인스트럭션 셋(Instructon Set)의 부족함 등으로 인해 여러 제약이 있지만, 제약 내에서 구현 가능한 코드로 구현할 경우, 별도의 텍스쳐 맵을 관리할 필요가 없고, 다른 텍스쳐 단계의 상관성을 줄여, 카툰쉐이더의 범용화가 가능한 가장 큰 장점이 있다. 또한 픽셀 쉐이더 2.x에서 훨씬 유연한 쉐이딩 알고리즘을 구현 할 수 있다.[7]

5. 결론 및 앞으로의 연구 방향

많은 애니메이션들이 전통적인 셀 방식을 통한 제작 기법을 사용하고 있지만, 점차 그러한 영역들이 3D 디지털 애니메션을 사용한 카툰 렌더링 기법으로 대체 되고 있는 실정이다. 아직까지 완벽하게 셀 애니메이션을 모방하여 기술적인 완성에 도달하지 못 했지만, 상업적 측면에서 보면 적은 인원과 시간을 투자하여 제작 할 수 있으며, 소규모의 스튜디어에서도 보다 방대한 스케일의 애니메이션 제작이 가능하게 되었다.

본 논문에서는 일반적인 PC의 하드웨어를 이용하여 실시간으로 수행되는 카툰렌더링 방법을 설계하고자 하였다. 다음 연구 방향은 아직 설계에 그쳐 있는 이론을 새로운 카툰렌더링 알고리즘을 구현 하여 실질적인 데이터를 얻어 이점들을 찾기를 원한다. 퀄러티 높은 카툰렌더링 알고리즘이 등장하여 더 높은 단계로 진보되기를 기대한다.

참고문헌

[1] 김종서 "3D 데이터의 사실절 렌더링을 위한 포톤맵 기법에 대한 비교 연구" 2003. 전북대학교

[2] Christoper G. Healey, Combining Perception and Impressionist Techniques Nonphotorealistic Visualization of Multidimensional Data, Noth Carolina State University, 2001,p.9

[3] http://user.chollian.net/~ocul/animation/cg3.html/

[4] http://www.chaosgroup.com/

[5] 강병도, "3D 디지털 애니메이션의 카툰 렌더링 기법에 관한 연구" 2004. 세종대학교

[6] Diniel Teece, Three Dimensional Interactive Non-Photorealistic Rendering Phd thesis, University of Sheffield, 1998

[7] http://www.code3.co.kr/

"이 연구에 참여한 연구자는 2단계 BK21사업의 지원비를 받았음"