

디지털 애니메이션의
시각적 표현에 대한 트렌드 연구

A Study on The Latest Trend
in Visual Expression of Digital Animation

박 상 희

한양대학교

Contents

논문요약

ABSTRACT

I. 서론

1. 연구목적
2. 연구범위 및 방법

II.이론적배경

1. 카툰 셰이더 적용 애니메이션 등장

- 1-1. 카툰 셰이더 애니메이션의 등장
- 1-2. 2.5D 애니메이션의 회기

2. 2.5D 애니메이션 기법의 분류 및 제작기법

- 2-1. 디지털 애니메이션의 제작공정
- 2-2. 카툰 스타일의 애니메이션
- 2-3. 일러스트레이션 스타일의 애니메이션

III. 쉘 셰이더 기법의 발전방향 연구

1. 모듈 연구

- 1-1. 카툰 기법의 셰이더 제작
- 1-2. 일러스트 기법의 셰이더 제작

IV. 결론 및 제언

참고문헌

참고문헌

논문요약

3D애니메이션은 1980년경 일본에서 2D와 3D 합성 애니메이션인 고르고13(1982)에서 맨 먼저 시도되었고, 이후 1995년 Disney는 PIXAR 와 공동으로 토이스토리를 발표하면서 장편 3D 애니메이션 시장을 개척하였다. 2000년도에 들어서면서 소수의 3D애니메이션은 성공을 거두었으나 몇몇 3D애니메이션은 많은 관심과 엄청난 제작비에 비하여 흥행에는 실패를 하였다.

1990년 말과 21세기에 접어들면서 퓨전과 크로스 오버(Fusion and Crossover)에 대한 관심이 높아졌고, 애니메이션 계에도 퓨전화 바람이 불었다. 2D와 3D의 합성을 통한 여러 작품들이 선보이기 시작하였는데, 2D의 인물캐릭터를 사용하고 3D화 된 매카닉과 배경들이 그 예이다. 전 세계적으로 이러한 양상의 작품들이 줄지어 나오고 있는데 그것은 각각의 매체의 특성을 고루 사용하여 보다 효율적인 장면을 얻고자 하는 일련의 노력들의 결과이다.

이러한 장르의 퓨전화는 제작단가 절감과 각각의 제작방식에서 오는 장점들과 맞물려 현재 많은 작품들에 도입되고 있다. 제작 초기에는 기술적인 제약들로 그다지 크게 각광받지 못하고, 또 이질적으로 떠 보이는 화면들이 문제였지만 카툰 셰이더(Cartoon Shader)의 등장과 함께 제작기술의 발전으로 2.5D 애니메이션은 전체 애니메이션 제작 중 차지하는 비율이 급속히 늘어났으며, 현재는 거의 모든 애니메이션 작품 제작에서 적어도 부분적으로나마 채택되고 있는 실정이다.

그리고 2.5D 애니메이션의 제작 기법들도 나날이 발전하고 있다. 3D CG(Computer Graphic)가 가지는 특징인 한번 제작하면 계속

해서 사용할 수 있는 반복성과 고 난이도의 카메라 앵글로 보여주는 입체적인 영상과 공간적인 느낌으로 인해서 애니메이션 제작과정에 있어 그 표현영역이 점점 넓어지고 있다. 그렇지만 3D CG를 기존의 2D(셀 화)애니메이션에 접목시키면 이질적으로 보이고 조금은 거부감이 느껴지는 것이 사실이다. 그래서 최근 많은 연구와 기술의 발전으로 실사 지향 및 사실적인 느낌위주의 3D그래픽을 2D애니메이션과 같은 분위기로 렌더링을 해주는 기법들인 카툰 렌더링(Cartoon Rendering)이나 셀 렌더링(Cel Rendering), 셰이더(Shader), 비사실적인 렌더링(Non-Photorealistic Rendering), 도트 렌더링(Dot Rendering)등의 개발로 3D의 2D화가 진행되고 있다.

이에 본 연구에서는 애니메이션에 적용된 3D에 관해서 알아보면서 2.5D 방식의 애니메이션들과 앞으로의 발전 가능성에 관해서 알아보고자 한다.

핵심어: 퓨전 애니메이션, 2.5D 애니메이션, 카툰 렌더링, 셀 렌더링, 셰이더, 비사실적인 렌더링, 도트 렌더링, 카툰 렌더링 셰이더, 셀 렌더링 셰이더

ABSTRACT

Among them a fusion animation that includes all genre, which has low production cost and can emphasis mediums special quality is one of the ways to product and is presently receiving the entire spotlight. 3D(dimensional) animation was first

introduced in 1980s with a combination of 2D and 3D with Golgo13(1982), and afterwards in 1995 Disney and Pixars joint production Toy Story was introduced and developed a 3D animation market. In year 2000 few of the 3D animation had success and on the other hand few of the 3D animation regardless of a lot of interest and huge production cost has failed to appeal.

At the end of 1990 and entering 21st century interest of Fusion and Crossover has elevated, and fusion became the highlight in the world of animation. A lot of animation that combines 2D and 3D has started to be introduced, and they used 2D for Human characters and 3D for mechanics and background is an example. This style for work is being produced worldwide and this is a result of effort of trying use mediums special quality to make more efficient scenes.

This fusion style of work is being introduced in products, because of its engagement of low production cost and merit that comes from production style. In the beginning due to lack of techniques it did not receive a spotlight, and the problem came from quality that floated on the screen, but as cartoon Shader was introduced the techniques improved and as production environment and users increase 2.5D animation has even been separated into one of the production.

A lot of animations that are being produced presently use part 3D image or

full, and number application is increasing, even if it has been used before. Also the techniques are being improved day by day. Due to 3D computer graphics special quality, which can continuously use whats been produced, and spaces that can capture high level of angles increase the field of expression. In improvement of 3D being transformed into 2D using Cartoon rendering, Cell Rendering, Shader, Non-Photorealistic Rendering, and Dot Rendering to render 3D graphics real fixed direction and realistic feeling into 2D animation, through a lot of research and development in technique.

In this research I would like to look how 3D was applied in animation and methods of 2.5D animation and its ability.

1. 서론

1. 연구목적

패션, 액세서리 그리고 음악에 유행 트렌드 (Trend)가 있듯이 애니메이션의 제작에 있어서도 유행이 있는 것이다. 현재 제작되는 많은 애니메이션들이 3D 영상을 부분적으로나 전체적으로 사용하고 있고 그러한 사용기법들도 나날이 다양화되고 발전하고 있다. 그 이유는 3D CG(Computer Graphic)가 제작 과정에 있어서의 용이한 반복성과 입체적이고 공간적인 표현가능성의 장점을 가지고 있기 때문이다. 그렇지만 예전에 3D CG를 기존의 2D(셀 화)애니

메이션에 접목시키면 이질적으로 보이고 조금은 거부감이 드는 것이 사실이다. 그렇지만 최근 많은 연구와 기술의 발전으로 카툰 렌더링이나 셀 렌더링, 셰이더의 개발로 3D의 2D화가 진행되고 있다.

최근에 개봉된 '센과 치히로의 행방불명'이나 국내에서 제작한 '원더풀 데이즈' 등에서 그러한 제작방식의 퓨전화 양상을 접할 수 있는데, 2D와 3D 매체가 가지는 특성들을 이용하여 보다 현란하고, 정교한 영상을 보여주고 있다.

이러한 방법들에 대한 공식화된 명칭은 없지만 2.5D(3D의 카툰화)란 용어를 사용하기도 한다. 물론 모든 애니메이션들이 전부 2.5D(3D의 카툰화)로 제작되는 것은 아니지만 최근에는 3D를 사용한 게임이나 애니메이션 보다 친숙하고 인간적인 냄새가 나는 2.5D(3D의 카툰화)를 많이 사용하고 있는 것이 추세이다. 이에 본 논문에서는 2.5D의 발전과 적용 사례, 제작을 통하여 앞으로 애니메이션이 지향해야 할 디자인 적인 방법론을 모색하고 성공한 애니메이션 속의 영상을 검토하여 앞으로의 발전방향을 제시해 보고자 한다.

2. 연구 범위 및 방법

2.5D(3D의 카툰화)애니메이션은 기본적으로 3D로 제작되지만 아웃풋(렌더링)과정에 있어서는 기존의 3D와는 정반대의 개념으로 만들어진다. 기존의 3D가 사실적인 렌더링 (Photorealistic Rendering)을 적용하여 사물을 실제와 같이 표현하는데 반해 2.5D 애니메이션은 비사실적인 렌더링 (Non-Photorealistic Rendering)을 사용하여 컴퓨터로 생성된 이미

지들을 전통적인 방식의 만화처럼 보이게끔 한다. 그리고 그 방법들은 여러 가지가 있다.

본 논문에서는 그러한 여러 가지 방법들이 적용된 애니메이션을 분석하고 그러한 2.5D(3D의 카툰화)애니메이션의 발전 방향에 관해서 논의 하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 셀, 카툰 셰이더(Cel, Cartoon Shaders) 적용 애니메이션 등장

애니메이션 속에 3D가 사용된 것은 고르고 13(1982)¹⁾에서 맨 먼저 시도되었다. 2D와 3D 합성을 시도한 최초의 작품이었지만 그렇게 큰 비중을 차지하지는 못했다.

1991년 월트디즈니의 장편 애니메이션 '미녀와 야수'의 무도회 장면에서 3D CG를 이용한 배경이 쓰여져 화제가 되었지만 많은 분량은 아니었다.

그 후 여러 애니메이션 작품들에서 타이틀 로고나 약간의 비주얼 요소로 3D를 사용하였지만 획기적으로 3D의 도입을 시도한 작품은 1997년 일본 최초의 풀 디지털 OVA(Original Video Animation) '청의 6호(Blue Submarine NO.6)'이다. '청의 6호(青の6號)'는 스튜디오 Gonzo²⁾에서 만든 애니메이션으로 가이낙스(GAINAX)³⁾에서 떨어져 나온 멤버들을 주축으

로 결성된 영상제작그룹 Gonzo의 첫 오리지널 애니메이션으로서 가이낙스의 이름 값에 더하여 풀 디지털방식으로 제작된 최초의 OVA라는 점에서 많은 관심을 끌었던 작품이었다.

제작과정에서 전통적인 공정을 최소한으로 줄이고, 작품 전체를 3D, 2D CG로 작업하였는데 3D와 잘 조화되지 않는 듯한 셀 화풍의 2D 영상들은 실제 셀에서 작업한 것은 아니고, 2D 애니메이션 소프트웨어(Software)를 이용해 마지막 필름 프린팅(Film Printing)까지 완료한 것이었다.

그러한 이유로 '청의 6호'는 흥행에서 당시? 기동전함 나데시코(The Prince of Darkness)와 '카우보이비밥(Cowboy Bebop)'에 밀려 부진을 면치 못하였다.



그림 1. 고르고13

그림 2. 블러드 더 라스트 뱀파이어

그림 3. 청의 6호

그 후 '공각기동대(Ghost in The Shell)'와 '신세기 에반게리온(Neon Genesis Evangelion)'을 제작한 바 있는 일본의 Production I.G가 자사 최초의 풀 디지털 애니메이션인 'Blood The Last Vampire'를 선보인다. 1999년 제작된 이 애니메이션은 포토샵, 라이트웨이브, 3D맥스와 에프터 이펙트, 그리고 animoAX-cel 등의 다양한 2D 및 3D의 퓌키지를 사용하였는데 셀 애니메이션 못지 않은 자연스러운 느낌과 색감

의 나디아' 등 다수의 작품제작

1) : 고르고 13, 작가:사이토다카오, 출판: LEED社 /1-122권 발간

2) 1992년 9월 무라하마 쇼지, 마히로, 야마구치 히로시, 히구치 신지 등이 함께 만든 영상제작 그룹

3) '신세기 에반게리온'의 제작자로 이외에 '이상한 바다

그리고 배경 등에 사용한 3D와 다른 2D부분과의 조화가 보는 이들로 하여금 놀라게 한다. 그렇지만 아무리 정교하게 셰이더를 수정한다 하더라도 2D와 3D의 합성에는 이질감이 느껴진다는 한계가 있었다. 그러한 문제들을 해결하기 위하여 개발된 것이 카툰 셰이더(Cartoon Shader)이다.

일반적으로 3D는 사실적인 렌더링(Photorealistic Rendering)을 적용하여 사물을 실제와 같이 표현하는데 반해 비사실적인 렌더링(Non-Photorealistic Rendering)을 사용하여 컴퓨터로 생성된 이미지들을 전통적인 방식의 만화처럼 보이게끔 하는 것이 카툰 셰이더이다.

1999년 제작된 워너브라더스의 ‘아이언 자이언트’에서 메카닉 로봇을 이러한 방식으로 제작하였는데 마치 2D로 작업한 것처럼 완벽한 조화를 보여준다.

이 영화의 주인공 아이언 자이언트는 3D 컴퓨터 그래픽으로 제작되었지만 영화에서는 그런 느낌이 거의 나지 않는데 그 이유는 셀 애니메이션의 다른 캐릭터들과 아무런 이질감 없이 자연스럽게 뒤섞일 수 있도록 카툰 셰이더(셀셰이더, 툰셰이더도 같은 범주에 속한다. 이하 카툰셰이더라 명한다.)를 적용하여 2D 애니메이션의 느낌이 들도록 하였기 때문이다.



그림 4. 셴과 치이로의
행방불명

그림 5. 아이언 자이언트

그림 6.원더풀 데이즈

모든 3D CG도입 애니메이션들이 성공한 것은 아니지만 3D CG특유의 장점들로 인해서 점점 이러한 양상의 애니메이션들은 많이 제작되고 있는 추세이다.

스튜디오 지브리⁴⁾의 ‘셴과 치이로의 행방불명(Spirited Away)’에서 거의 모든 배경이 3D CG를 사용하였으며 ‘원더풀 데이즈(Wondrous Days)’의 모든 메카닉 들도 3D CG를 사용하여 제작하였다.

1-1. 카툰 셰이딩 애니메이션의 등장

3D 애니메이션의 시작은 1995년 픽사(Pixar)⁵⁾의 ‘토이 스토리(Toy Story)’에서부터 본격적으로 시작되었다.

최초의 장편 애니메이션인?토이 스토리’는 Pixar의 파일럿 필름인 ‘Luxo Jr’를 보고 가능성을 타진한 월트디즈니에서 투자를 하여 탄생되었다.

‘토이 스토리’는 크게 성공하여 속편까지 제작되어 인기를 끌었으며 현재 3편이 제작 중에 있고, 다른 영화사들도 앞을 다투어 3D 애니메이션을 내놓게 되지만 ‘토이 스토리’만큼의 성공은 거두지 못했다. 그렇지만 계속 되는 Pixar의 성공으로 3D CG 애니메이션은 꾸준히 제작되고 디즈니에서 나온 제프리 카젠버그(Jeffery Katzenberg)를 주축으로 한 드림웍스(Dream Works)⁶⁾에서 제작한 ‘슈렉(Shrek)’이

4) 1985 설립되었고, 1992년에 현재의 사옥을 지으면서 애니메이션의 전 과정을 진행할 수 있는 시설과 시스템을 확립. 미야자키와 타카하타 양 감독 체제로 운영되는 스튜디오 지브리는 2, 3년에 한 작품씩 극장용 애니메이션만을 제작하는데, 규모에 비하여 그 명성은 세계적이다.

5) 토이스토리, 벅스라이프 등의 제작사, 존 래세터, 스티븐 잡스의 영입으로 발전

크게 인기를 끌면서 다시 한번 3D 애니메이션의 붐을 형성한다.



그림 7. 토이 스토리

그림 8. 슈렉

시간이 흐르면서 여전히 사람들은 3D 애니메이션에 열광하지만 또 한편으로는 너무 현실적이고 딱딱한 3D CG 에 싫증을 느끼기 시작했다. 그래서 등장하게 된 것이 카툰 셰이더 (Cartoon Shader) 방식이다.

원래 최초의 카툰 셰이딩(Cartoon Shading)은 게임에서 사용되었는데, 현재도 애니메이션보다는 게임 분야에서 그 사용이 활발하게 이루어지고 있다.

카툰 셰이딩이 최초로 사용됐던 ?젯셋 라디오 퓨처(JSRF:Jet Set Radio Future)'로 흥행에 성공한 바 있는 비디오게임 전문업체인?세가(SEGA)'는 보다 첨단 그래픽 기법을 사용한 액션 게임 ?건 그레이브(GUNGRAVE)'를 개발하였는데 2003년 플레이스테이션(PS)2로 발매된 이 게임은 마치 한편의 셀 애니메이션을 보는 느낌을 준다.

일본의 전통 게임 개발사인 캡콤(CAPCOM)7)은 레이싱 장르 최초로 카툰 렌더링 기법이 적용된 PS2용 레이싱 게임?오토 모델리스타(Auto Modellista)'를 선보였는데 이 게임의 스

6) 스필버그, 제프리 카첸버그, CJ Entertainment 등의 공동출자로 만든 영화사

7) 일본의 게임 제작사, 스트리트 파이터로 유명함

크린 샷은 원색 만화 풍의 그래픽으로 벌써부터 게임 팬들의 이목을 집중시키고 있다.

일본 개발사들에 비해 사실적인 묘사의 3D 게임이 대세를 이루고 있는 미국 및 유럽에서도 만화적 기법이 적용된 3D 게임이 속속 개발되고 있다

이렇듯 게임에서 광범위하게 적용되던 카툰 셰이딩 방식은 점차 애니메이션 쪽으로도 그 가능성을 보여주게 된다. 완벽한 Full 3D는 아니지만 이미 2D 애니메이션 쪽에서는 카툰 셰이더를 사용하여 셀과 3D CG 합성과정에서 나타나는 어색함을 줄이는 작업들을 해오고 있었다. 하지만 카툰 렌더링방식을 사용한 극장용 3D 애니메이션은 아직까지는 제작되지 않고, 다만 많은 단편 애니메이션들이 제작되었다.



그림 9. 젯셋라디오퓨처

그림 10. 오토모델리스타

2000년 12회 DOGA 그래픽 콘테스트에서 ?그녀와 그녀의 고양이(Their Standing Points)?라는 5분 남짓한 단편 애니메이션으로 그랑프리 를 수상한 신카이 마코토는 ?별의 목소리(The Voices of a Distant Star)'라는 디지털 애니메이션을 제작하였다. 그는 이 작품에서 음악부분을 빼고 거의 90%의 공정을 스스로 해결하였다. 물론 이 작품이 풀 3D 애니메이션은 아니지만 라이트웨이브8)의 카툰 셰이딩 기법을 활용하여 많은 공정을 거쳐야 하는 작업을 혼자서 처리 할 수 있었다.

8) 뉴텍사의 3D 애니메이션 제작 패키지



그림 11. 별의 목소리(1)

그림 12. 별의 목소리(2)

그림 13. 탐 더 캣

2002년 Bastien CHARRIER, Patrick JEAN, Lucas SALTON, Neila TERRIEN 4인이 제작한 애니메이션인 ‘TOM THE CAT’에서는 부드럽게 적용된 카툰 셰이딩 방식과 역동적인 앵글 전환으로 3D가 가지는 특징과 카툰 셰이더의 특징을 잘 표현하고 있다.

소프트웨어의 발달과 카툰 셰이더의 등장은 이렇듯 소규모 제작자들에게도 애니메이션을 제작할 수 있는 길을 열어주었다.

현재 CF나 뮤직비디오 분야에서도 활발하게 제작되어 지고 있는 카툰 렌더링 방식은 2D 애니메이션을 위한 3D CG의 합성과 3D 애니메이션의 2D 영상화 등에 사용되어 다양한 분야에서 점차 그 사용영역이 넓어지고 있다.

2-1. 2.5D 애니메이션으로의 회귀

1) 원초적인 의식에의 동경

칼 구스타프 융(9)은 집단무의식 (集團無意識 Collective Unconscious)에 관해 논하면서 인류에 공통되며 뇌의 선천적 구조에서 비롯되는 무의식(개인이 인식하지 못하는 기억과 충동을 포함하는 정신의 일부분)의 한 형태로서 개인적인 경험에서 나오는 개인적 무의식과는 구별

9) Carl Gustav Jung, 1875-1961, 과 의사

심리학자, 정신

되며, 원형(原型), 즉 보편적인 원초적 상(像)과 관념을 내포한다고 말하였다.

이렇듯 인간의 원초적인 의식 안에는 보다 친근하고 익숙한 매체인 2D 애니메이션에의 동경이 있다.

애니메이션에 있어서도 그 모태는 평면적인 움직임에 있다. 초기의 애니메이션이 단순한 하얀 종이 위에 검은 선들로 그려진 그림의 연속성이었다면 그 위에 채색을 하고 그 연속성으로 인하여 하나의 영상을 만들어 내는 것이다. 즉 원시인의 동굴벽화에서 보듯이 평면에 여러 개의 선으로 사물을 그려 움직임을 표현하는 태초의 단계에서부터 여러 장의 평면에 연속적인 수 개의 그림을 그리고 채색을 하여 움직임을 더욱 구체화시켰던 초창기의 애니메이션 단계에 이르기까지 그 기본은 평면적인 즉 2D적인 움직임의 표현인 것이다.

3D 애니메이션이 아무리 현란하고 역동적인 움직임과 공간감을 표현한다고 하지만 그 기본 모태는 원초적인 애니메이션에서 나온 것이다.

기술의 발전과 함께 새로운 기술들에 의해 여러 가지 유형들이 실험되어져 왔고 또 제작되어 졌지만 결국에는 원점으로의 귀환이 이루어지고 있다고 볼 수 있다. 그렇지만 그것은 단순히 과거로의 원초적인 회귀가 아닌 보다 진화되어진 새롭지만 낯설지 않은 익숙한 존재로의 변이라고 하겠다.

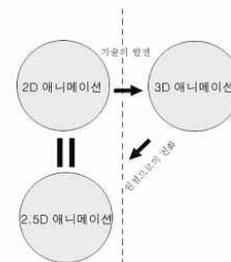


그림 14. 애니메이션 기법의 발전

2. 2.5D 애니메이션 기법의 분류 및 제작기법

2-1. 디지털 애니메이션의 제작과정

디지털 애니메이션을 제작하는 과정에는 일반적으로 3단계의 기초 단계가 있는데, 선 제작(Pre-production), 제작(Production), 후 제작(Post-Production)으로 나눌 수 있다. 대부분의 컴퓨터 애니메이션의 제작은 이 과정을 따른다.

선 제작 단계는 디지털로 처리되기 이전의 모든 내용을 포함하는 것을 말한다. 이 단계에서는 3D 애니메이션에 관련한 형태를 만드는 디자인(캐릭터, 소품, 배경환경 설정)을 포함한 시각적인 작업, 시나리오, Storyboard, 제작공정계획 등과 같은 비가시적인 과정도 모두 포함한다.¹⁰⁾

제작(Production)단계는 Modeling, Animation, Rendering(이하 렌더링 이라 함)하여 이미지를 출력하는 단계를 말한다. 첫째로 3D 모델링 툴을 이용하여 3D 애니메이션에 등장하는 캐릭터와 소품, 배경 및 환경을 모델링 하고 재질을 입힌다. 두 번째로 Key 프레임을 설정하여 움직임의 부여한다. 오브젝트에 애니메이션을 적용하면 모든 동작들은 디지털화되고 적용되어진 움직임을 확인하여 컨트롤 할 수 있게 된다. 세 번째로 장면 안에 카메라를 설치하고 라이팅(Lighting)을 적절히 배치하여 장면을 완성한다.

오브젝트들이 모델링 되고, 애니메이션이 끝나면 3D에서 필요하다는 특수효과를 추가하여 2D 장면 화하기 위해 렌더링을 한다.

애니메이션이 부여된 오브젝트와 배경환경,

안정된 카메라 워크, 조명, 음향 등과 결합하여 실제적으로 확인 할 수 있는 가시적인 작업이 완성된다.

후 제작(Post-Production) 단계는 일단 렌더링 되어진 이미지를 편집 툴이나 시각효과 툴을 이용하여 편집하거나 색 보정, 실제 이미지나 디지털 이미지와의 합성, 특수 효과 등을 효과적으로 사용하여 저장 매체에 기록하는 과정을 말한다. 완성된 애니메이션을 저장매체에 담기 전에 경제적인 목적으로 시퀀스(Sequence)를 미리 보기 위한 동작 테스트들이 진행되기도 한다.

2-2. 카툰 스타일(Cartoon Style)의 애니메이션

카툰 스타일 기법에 관해서 설명하자면, 전통적인 2D 애니메이션의 느낌을 고스란히 차용하는 방식이라고 할 수 있다. 이러한 제작방식의 장점은 합성 시에 이질감을 최대한 줄이면서 3D 매체가 가지는 모든 특성들을 살릴 수 있다는 것이다.

3D 렌더링의 특징은 광대한 장면의 섬세한 표현이 가능하며 고난도의 카메라 앵글을 손쉽게 잡을 수 있다는 것이다. 또한 광대한 장면의 움직임을 그려내는데 있어서 작업시간을 단축 할 수 있는 장점이 있다. 장면의 분위기를 어둡고 차가운 분위기, 밝고 따스한 분위기 등의 색조를 만들어 내며 빛의 반사로 물체의 형태와 그림자를 만들어 낸다. 그렇지만 이러한 렌더링은 차가운 느낌과 이질적인 영상으로 거부감을 줄 소지가 있다. 그러나 NPR¹¹⁾

기법은 이미지의 표현을 그 특성만을 강조해 양식화하여 표현함으로써 풍부한 유기체적인

10) , NPR 기법을 이용한 회화적 표현에 관한 연구, 상명대학교 정보통신대학원, 2002, p4

11) NPR(Non-Photorealistic Rendering): 비사실적 렌더링 방식

표정과 동작들이 자연스럽게 받아들여질 수 있도록 한다.

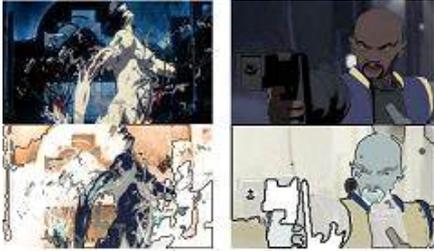


그림 15. 2.5D와 셀 애니메이션의 라인비교

위의 그림에서처럼 카툰 스타일기법의 애니메이션은 2D 애니메이션과 거의 유사한 영상을 보여준다. 외곽의 라인처리와 비사실적 렌더링(Non-Photorealistic Rendering)은 수작업으로 한 것과 비슷한 형태로 나타난다.

3D 화면상에서 물체는 항상 카메라에 의해서 투영되어져 나타난다. 간단한 작동원리를 설명하면 다음과 같다. 아래 그림의 구는 일반적인 사실적 렌더링 (Photorealistic Rendering)방식으로 제작된 구이다.

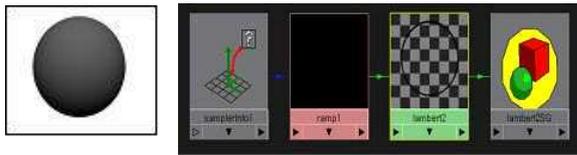


그림 16. Photorealistic 렌더링 구

그림 17. outline 셰이더의 구조

조명에 의해서 사실적인 효과를 보여주고 있다. 이러한 구가 렌더링 되어지기 위해서는 Diffuse(빛의 발산)값과 Incandescence(백열광), Translucence(반투명) 값들이 영향을 미친다. 이러한 원리를 반대로 적용하고 카메라에 간단한 장치를 적용시켜서 간단한 카툰 스타일기법의 설명이 가능하다.

위의 그림에서 보면 samplerInfo¹²⁾는 카메라

의 위치와 상관없이 항상 외곽라인의 값을 보고하며 램프 텍스처는 램버트 셰이더(lambert shader)¹³⁾의 외곽 라인의 두께를 조절한다. 이러한 원리로 어느 장면에서 구를 보더라도 항상 2D 애니메이션에서 볼 수 있는 외곽 라인을 볼 수 있다.

그다음순서로는 레이어 셰이더(Layer Shader)¹⁴⁾를 사용하여 diffuse(빛의 발산) 값과 incandescence(백열광),translucence(반투명) 값을 비사실적 렌더링(Non-Photorealistic)의 값에 맞게 적용시킨 셰이더와 겹쳐서 렌더링하면 어떠한 각도에서 보더라도 항상 똑같은 외곽라인이 형성되는 것이다.

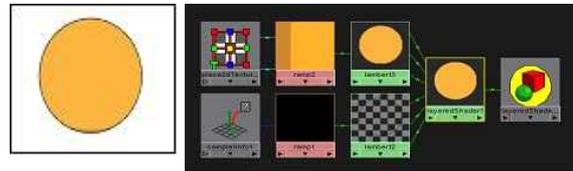


그림 18. 카툰 렌더링 구

그림 19. 카툰 셰이더의 구조

12) MAYA(3D애니메이션 패키지)의 셰이더 유틸리티의 일종, 오브젝트의 정보를 카메라에 입력한다.

13) 천, 옷 같은 반사광이 적거나 없는 오브젝트에 쓰이는 셰이더

14) 각각의 셰이더들을 통합시켜주는 셰이더, 순차적으로 나타내준다.

카툰스타일 애니메이션	
	아이언 자이언트(Iron Giant, 1999) - 셀셰이더의 사용으로 자연스러운 2D와의 매치가 돋보이는 작품
	사쿠라 대전(Sakura Wars, 2001) - 메카닉에 카툰셰이더를 사용
	공각기동대 (Stand Alone Complex, 2002) - 2D로 제작된 캐릭터와 배경 메카닉과 작은 소품들을 표현한 3D 애니메이션
	탐 더 캣(Tom The Cat, 2002) - Bastien CHARRIER, Patrick JEAN, Lucas SALTON Neila TERRIEN 4인이 제작한 애니메이션
	샤도우 스킨(SHADOW SKIN, 2002) - 3D팩키지 인 라이트웨이브의 문 셰이더 기법을 이용하여 제작 표. 카툰 스타일의 애니메이션

표 1. 카툰 스타일의 애니메이션

2-3. 일러스트 스타일(Illustration Style)의 애니메이션

3D를 이용한 동영상, 홍보용 캐릭터 등을 보면 주인공의 모습이라든지 배경환경 등을 사실적으로 표현하지 않고 회화적인 2D느낌이 강한 동영상으로 표현하는 경향이 있다. '마리 이야기'가 그 예라 할 수 있다.

이와 같이 장면을 2D 이미지로 전환할 때 회화적인 이미지로 장면을 렌더링 하는 방법을 비사실적 렌더링(Non-Photorealistic Rendering)이라고 한다. 이는 사실적인 렌더링이 아닌 회화적인 느낌이 나는 렌더링 기법이라 말할 수 있다. 즉 장면을 이미지로 전환함에 있어 사진으로 촬영하듯 있는 그대로의 상태를 재현하는 것이 아니라 유화나 수채화, 목

탄화 같은 전통적인 회화 기법을 활용하여 장면을 그려내는 것이다. 따라서 매 프레임마다의 스틸이미지가 펜, 물감, 목탄, 먹물과 같은 재료를 사용하여 손으로 그린 듯한 회화 이미지로 표현된다. 이러한 일러스트 스타일의 애니메이션의 기법에는 테크니컬 일러스트레이션(Technical Illustration) 기법과 페인터리 렌더링(Painterly Rendering) 기법이 있다. Technical Illustration 기법은 교과서나 백과사전, 전자 제품 등의 설명서에서 자세한 설명과 함께 나오는 삽화 등에서 볼 수 있는 그림이다. 사진을 이용하면 정확한 표현이 가능하지만 기하학적 물체의 특징을 강조하기 위하여 테두리를 넣거나 색을 단순화하여 그리게 된다. 즉 물체의 외각 선과 하이라이트로 물체의 형태를 파악한다. 여기에 음영(shading)이 추가되면 형태를 더 잘 파악하게 된다. Technical Illustration은 물체의 정확한 반사율을 그려내는 것과 물체의 형태를 특징적으로 나타내는 것이 매우 중요하다. A Non-Photorealistic Lighting for Automatic Technical illustration, Siggraph Computer Graphics proceeding, 1998



그림 20. Technical Illustration Form [Gooch98]

Painterly Rendering은 유화나 수채화 같은 느낌을 주는 기법이다. 도안 형태를 구성하는 수많은 터치들의 집합으로 이루어진 인상과 적인 회화적 표현을 데이터 하기엔 매우 어려운

작업이다. Painterly Rendering은 그러한 그래픽을 사용하되 빛나지 않고 색다르면서도 고풍스러운 분위기를 연출하는 기법이다. 마리 이야기에서는 그러한 느낌을 파스텔 톤의 영상으로 잘 보여주고 있다.

일러스트 스타일 애니메이션	
	타잔 (Tarzan, 1999) 딥 캔버스 기법이 적용되어 주인공이 질주하는 정글을 3D로 입체감 있게 표현하였다.
	마리아이야기 (2002) 3D로 만든 배경과 애니메이션에 2D로 그린 인물들을 부드럽게 어울리도록 만든 화면 연출
	메트로 폴리스(MetroPolis, 2002) 배경은 3D로 인물은 2D로 제작됨 데스카오사부(의 원작을 현대적인 기술과 시나리오로 린타로감독(은하철도999)과 오토모카즈히로(아기타)각본의 작품으로 2002년 6월 일본에서 개봉해 관심을 모으고 흥행에도 성공
	토요타 광고(Toyota Matrix, 2002) 3dsmax, Simcloth, US Animation, Flash, After Effects, Combustion을 이용하여 제작

표 . 일러스트 스타일의 애니메이션

III. 카툰 셰이더 기법의 발전방향 연구

1. 모듈(Modul) 연구

지금까지의 연구를 중심으로 2.5D의 특성을 살려 3D 프로그램의 NPR(Non Photorealistic Rendering) 기법을 응용해 보도록 하겠다. 우선 따뜻한 느낌과 전통적인 애니메이션 터치 느낌, 이미지 전달에 효과적인 카툰스타일의 캐릭터를 제작하였으며, 매체의 다양화와 응용을 위해 수채화와 같은 느낌을 가지는 일러스트 스타일의 셰이더를 제작하여 보았다.

1-1. 카툰스타일의 캐릭터 제작

카툰 스타일의 캐릭터는 외각선 변(Silhouette Edge), 각이 있는 변(Crease Edge), 서로 다른 면의 변들이 교차되는 변(Boundary Edge)인 서로 다른 재질이나 서로 다른 면과 이웃하지 않은 면들 사이의 변 등으로 이루어진다.

그리고 일반적인 Photorealistic 셰이더가 가지는 diffuse(발산)값 대신 독자적인 칼라영역을 가진다. 이러한 것이 NPR 셰이더의 기본 원리이며, 거의 모든 방식의 NPR 셰이더에 적용된다.

이러한 스타일의 3D 프로그램들의 셰이더들은 외부 플러그 인들을 이용하여 제작하고 적용시키고 있다.

맥스, 마야를 위한 '카툰 워크스(Cartoon Works)'나 라이트웨이브(Lightwave)의 '툰 셰이더(Toon Shader)', 소프트이미지(Softimage)의 '툰 아티스트(Toon Artist)'등이 그러한 예이다.

이러한 셰이더들이 가지는 특성은

-edge lines, the set containing surface

boundaries, silhouettes, and discontinuities, are drawn with black curves.

(표면 경계와 외곽선, 단절된 것들이 구성요소로 쓰인 테두리선은 검은 곡선으로 그려져 있다.)

-matte objects are shaded with intensities far from black or white with warmth or coolness of color indicative if surface normal; a single line source provides

white highlights.

(매트한 물체들은 표면임을 알려주는 난색 또는 한색과 함께 블랙이나 화이트가 아닌 강도

를 가지고 음영처리가 되었다. ;한 빛줄기가 흰색의 하이라이트를 준다.)

-shadowing is not shown. (그림자 처리는 보이지 않는다.)

-metal object are shaded as if very anisotropic. (금속성 물체는 이방성¹⁵)의 성질로 음영(그림자)처리가 되어 있다.¹⁶)

이러한 공통점을 3D 오브젝트 셰이딩 과정시 적용하여, 기존의 손으로 그린 일러스트레이션과 흡사한 효과를 나타내는 것이다.

이러한 프로세스를 적용한 캐릭터 제작을 통해서 카툰셰이더의 구동원리를 파악해보도록 하겠다. 우선 다음의 캐릭터는 기본적으로 폴리곤을 사용하여 제작되어졌다. 모델링시에 넘스(nurbs)¹⁷나 서브디비전(subdivision)¹⁸을 사용할 수도 있지만 텍스처링의 편리함을 위해서 폴리곤을 사용하였다.

캐릭터는 비교적 심플하게 제작하였으며 텍스처의 용이함을 위하여 하나의 형태로 제작하였다. 그리고 각각의 파트들은 따로 제작하여 결합하는 방식으로 제작하였다.

셰이더는 기존의 플러그 인이 아니라 마야의 유퍼 셰이더(Huper Shader)를 통하여 자체 제작하였으며 기존의 NPR 이 가지는 특징적인 것들만을 나타내게끔 간략화하여 제작하였다.

그림 21. 캐릭터 제작화면



우선 포토샵(Photoshop)¹⁹을 사용하여 기본적인 텍스처를 만들어 주고 그 위에 셰이딩과 라인을 마무리하는 형식을 취하였다.

라인 셰이더의 제작은 기본 매터리얼인 램버트(lambert)²⁰를 사용하여 가능한 한 최대한 반사 값을 낮춰 주었다. 그리고 샘플러인포(sampleinfo)를 램 텍스처(ramp- texture)에 적용하여 카메라가 항상 물체의 라인을 인식할 수 있게끔 적용시켜 주었으며, 램(ramp)의 텍스처값을 램버트(lambert)의 투명도(transparency)에 적용하여 라인을 만들어 주었다. 이렇게 제작된 셰이더의 라인 값은 레이어 셰이더(layer shader)를 통하여 한데 모아져 하나의 셰이더를 형성한다.



그림 22. Outline 셰이더의 제작과정

이러한 셰이더들이 다른 각각의 노드들을 통해 연결되어지면서 하나의 셰이더가 만들어지는 것이다. 이런 식으로 만들어진 셰이더의 각

15) 방향에 따라 (탄성 등의) 성질이 달라지는 것

16) A Non-Photorealistic Lighting for Automatic Technical Illustration (SIGGRAPH 1998) - by Amy Gooch

17) 비대칭의 곡선, 정확한 선을 필요로 하는 제품 디자인등에 많이 쓰인다.

18) nurbs와 polygon의 장점을 합친 새로운 모델링 방식

19) Adobe사의 리터칭 프로그램

20) 일반적으로 천의 재질을 표현할 때 사용하여 반사 값이 적은 셰이더

각의 값들은 채널 에디터를 통해서 라인의 굵기나 색채, 셰이딩 값들을 조절할 수 있다. 여기서 몇 가지 주의해야 할 점들은 만약 하나의 라인 셰이더만 가지고서 모든 오브젝트를 조절하려고 하면 각각의 오브젝트가 가지는 크기에 따라서 라인들의 값이 달라지기 때문에 형태가 왜곡되거나 의도와는 다르게 나올 수도 있다는 점이다. 그래서 각각의 라인들을 개별적으로 만들어 주거나 아니면 하나의 라인에 다른 채널 유틸리티를 사용하여 조절해야 한다.

이번 캐릭터에서는 용량이 조금 커지긴 하지만 각각의 라인셰이더들을 적용시켜 주었다.

이러한 각각의 셰이더들을 캐릭터에 적용시켜서 하나의 캐릭터가 완성되는 것이다.

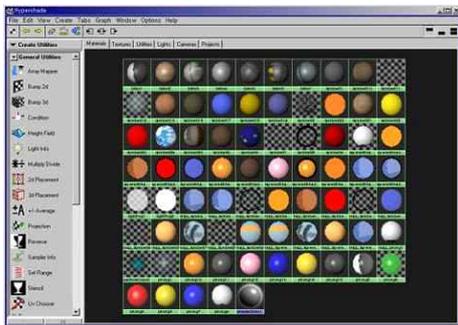


그림 23. 여러 노드들의 결합으로 만들어진 각각의 셰이더



그림 24. 적용작면



그림 25. 셰이더를 적용시킨 캐릭터

1-2. 일러스트 기법의 셰이더 제작

일러스트 기법의 셰이더의 제작은 일반적인 카툰 셰이더의 제작에 비해서 조금 더 복잡한

프로세스를 가지고 있다. 위에서 언급했듯이 카툰 셰이더는 외각선 변(Silhouette Edge), 각이 있는 변(Crease Edge), 서로 다른 면의 변들이 교차되는 변(Boundary Edge), 서로 다른 재질이나 서로 다른 면과 이웃하지 않은 면들 사이의 변 등으로 이루어진다. 그렇지만 일러스트 방식의 셰이더는 Highlight, Color Area, Soft Area, Outline, Transparent Area, Shadow 등으로 세분화된다. 이렇듯 훨씬 더 복잡한 방식을 가지고 있으며 그 제작방법도 더 복잡하고 많은 시간을 요구한다. 그렇지만 이러한 회화적인 렌더링은 서정적인 영상을 표현하는데 효과적이다. 또한 애니메이션의 회화적 표현은 관객에게 강한 영상 이미지로 전달되어 그 지속성이 높기 때문에 각 장면에 있어 개성 있는 그림체는 필수적이다.

일러스트 스타일의 애니메이션은 기존의 어떠한 애니메이션과도 차별화된 독특한 영상을 제공하면서, 그 사용에 따라서 무한한 가능성 지니고 있다.

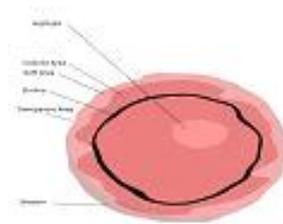


그림 26. 일러스트 스타일 셰이더의 구조

일러스트 셰이더의 구조를 보면 다음과 같다. 일러스트 셰이더는 수묵화와 비슷한 형태의 비정형적인 아웃라인을 제공하며 물감이 번진 듯한 투명한 영역을 제공한다. 이것은 수채화 같은 렌더링을 제공하며 약 30개의 노드들의 결합으로 완성된다. 셰이더에서 라인 칼라(Line

Color)는 라인의 칼라를 나타내고 베이스 칼라(Base Color)는 칼라영역을 나타내며 각각 제각기 영역들을 구성하고 있다.

이러한 각각의 특별한 텍스처 노드들은 유기적으로 결합하여 하나의 셰이더로서 렌더링 결과물을 보여준다.

샘플러 인포는 각각의 셰이더의 정보를 제공해 주며 컨디션을 통해 칼라를 조절하고 리버스를 통해 각각의 셰이더들이 가지고 있는 특성들을 반전시켜서 보다 흥미로운 결과를 보여준다. 그리고 기존의 셰이더가 가지고 있는 포토리얼리스틱(Photorealistic)한 느낌을 채널을 통해서 필터링하여 새로운 셰이더로 탈바꿈시켜 주는 것이다. 멀티플 디바이더를 통한 기존 채널의 등분과 브랜드를 통한 기존 이미지의 혼합은 이렇듯 재미있는 결과물을 보여준다.

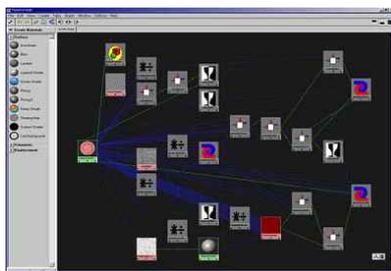


그림 27. 일러스트 셰이더의 기본구조

이렇게 작업한 셰이더는 오브젝트에 적용되어 독특한 렌더링 이미지를 제공한다. 이와 같이 NPR 기법을 이용한 셰이더는 다양한 회화적 이미지의 표현이 가능하다. NPR 기법의 활용이 가능한 범주는 수채화, 유화, 일러스트레이션 등 그 표현 영역이 무한하며, 새로운 이미지의 접근으로 신선함을 보여준다.

이러한 면에서 일러스트 셰이더는 기존의 사실적이지만 현란하고 차가운 이미지에 익숙해

져 있는 대중들에게 다가갈 수 있는 전통적이면서도 신선한 접근방법이다.

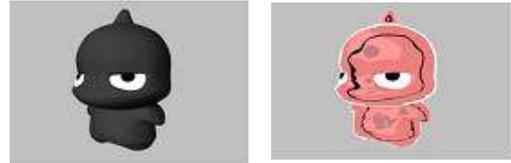


그림 28. Photorealistic 렌더 적용사례

그림 29. 일러스트 셰이더 적용사례

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 카툰 스타일의 셰이더와 일러스트 스타일의 셰이더를 제작하여 보았다.

일러스트 셰이더와 카툰 셰이더 두 가지 다 NPR(Non-Photorealistic Rendering) 기법에 기초하여 제작되었지만, 3D 렌더링 이미지에서 오브젝트의 외각선이 입체적인 형태를 따라 렌더링 되어질 때 변(Edge)들의 위치에 따른 효과의 적용이 다르다. 카툰 셰이더는 기본적으로 물체를 따라서 외곽선들이 정리되면서 마치 전통적인 기법에서의 아웃 라인(Outline)의 형태를 보여주고, 일러스트 셰이더는 위치에 따른 효과가 적용되지 않는다.

두 가지다 수작업적인 느낌을 보여주고자 제작하였지만 각각의 독특한 특성을 가지고 있다. 우선 카툰 셰이더는 전형적인 2D 애니메이션과의 합성이나 그 영상의 대체물로서의 기능을 가지고 있고, 일러스트 셰이더는 독특한 이미지로 독자적인 애니메이션의 영역을 구축할 수 있다는 장점이 있다. 물론 전자와 후자의 복합적인 형태도 가능하다고 볼 수 있다. 본 연구에서 카툰 셰이더와 일러스트 셰이더 스타일의 기법을 연구해 보았는데 일반적으로 오픈

되어 있는 보편적인 방식의 기술에 관해서만 알아보았다. 인 하우스(Inhouse)²¹⁾

프로그램들에 관한 연구가 조금 더 진행되었으면 하는 아쉬움이 있지만 소재를 구하기 힘든 여건상 배제되었다. 그렇지만 기본적인 원리는 오픈소스와 크게 벗어나지는 않는다.

애니메이션은 제작자의 창작 의도로 구성되는 작가 시각 중심의 미학이며, 이러한 기법들이 계속 발전되면 애니메이션의 독자적인 한 장르로 개척 될 수 있을 것이다.

2.5D 방식의 애니메이션은 현재 애니메이션의 제작에 있어서 거의 보편적으로 고려되어지는 사항이며, 2.5D의 장점인 제작단가의 절감과 다양한 카메라 앵글, 이펙트의 사용 등으로 현재 제작되어지고 있는 애니메이션중 상당수가 이러한 방식을 채택하고 있다.

아직까지 많은 애니메이션들이 전통적인 방식의 제작기법을 통해서 이루어지고 있지만 점차 그러한 영역들이 3D를 사용한 카툰셰이더 기법으로 대체되고 있는 것이다.

2.5D 애니메이션은 3D 애니메이션에 비하여 인간적이며 친근하고, 캐릭터의 표정이 다양하고, 살아있으며 세세하고 미묘한 터치 감을 잘 표현하고, 2D 애니메이션에 비해 더 다양하고 효과적인 장면 연출이 가능하며, 사실적이고 자연스러운 리얼리티와 풍성한 깊이감, 가벼움 속의 무게감 등의 표현에 있어서 효율적이다.

이러한 제작에 따른 경제적인 장점 이외에도 카툰 셰이더는 여러 가지 장점들이 있다. 손으로 작업한 듯한 2D 스타일의 애니메이션이나 그와는 또 다른 마치 일러스트나 예술작품 같은 영상을 만들 수 있다는 점이다. 물론 아직까지 2.5D의 사용은 2D 애니메이션 상에서의

보조적인 역할을 하고 있지만 모든 부분을 대체할 수 있는 날이 멀지 않았다고 본다. 3D 애니메이션에서나 볼 수 있었던 현란한 카메라 영상과 입체적인 공간감을 2D의 느낌으로 즐길 수 있고, 3D 애니메이션들이 가지고 있던 사실적인 느낌의 애니메이션에 식상한 일반 사람들에게 좀 더 정감 있고 따뜻한 애니메이션을 제공할 수도 있다.

카툰 셰이더를 통한 2.5D 애니메이션은 3D와 2D의 중간적인 입장에 있으며 2D 애니메이션에 가까운 듯하지만 엄밀히 말하자면 전혀 새로운 분야라고 볼 수 있다. 그리고 아직까지는 제작이나 발전이 시작단계에 있다.

기존에 쓰이는 카툰 셰이더 기법은 단순히 3D 셰이더의 빛의 발산(diffuse)값의 조절이나 외곽라인의 사용 등에 국한되어 있지만 개발과 적용에 따라 보다 넓은 영역에서 사용되어 질 수 있다.

현재 사실적(Photorealistic Rendering) 방식의 셰이더들은 굉장히 많은 발전과 연구가 이루어지고 있지만, 카툰 셰이더 방식은 그 사용빈도와 효율성에 비해서 아직까지는 초보적인 개발 단계에 머무르고 있는 것이 현실이다.

이에 보다 획기적인 영상기술의 개발과 독특한 방식의 애니메이션 제작기법을 적용한다면 보다 경쟁력이 있는 작품들이 나올 수 있을 것이며, 카툰 셰이더 기법의 시도는 현재 침체되어 있는 국내 애니메이션 시장에서도 새로운 활력소가 될 수 있으리라고 확신한다.

참고문헌

■ 국내문헌

21) 자체에서 제작한 Plug-in

(단행본)

- * 안영식 외, 애니메이션 시크리트파일, 시공사, 2001
- * 한창완 외, 저패니메이션과 디즈니메이션의 영상전략, 한울아카데미, 2001
- * 한창완 외, 애니메이션 용어사전, 한울아카데미, 2002
- * 아이작 빅터 켈로우, 3D 컴퓨터 애니메이션과 영상, 안그래픽스, 1998
- * 양호일, 커뮤니케이션 디자인 신화학, 유림문화사, 1998
- * 박태건, 저패니메이션이 세상을 지배하는 이유, 길벗, 1996
- * 이마무라 다이헤이, 황영수 역, 만화영화론, 다보문화, 1990
- * 신시아 굿맨, 컴퓨터 예술의 세계(Digital Vision Computers and Art), 권은숙 역, 미진사, 1994
- * 한창완, 저패니메이션과 디즈니메이션의 영상전략, 한울, 2001
- * 오카다 도시오, 오타쿠, 현실과 미래사, 2000
- * 권용남, 애니메이션 배경 설정부터 칼라링까지, 캐비메니메이션, 2000
- * 사무스 켈헤인, 송경희 역, 애니메이션 제작, 커뮤니케이션북스, 2002
- * 황선길, 애니메이션의 이해, 디자인하우스, 2000
- * 랜달 피 해리슨, 하중원 역, 만화와 커뮤니케이션, 이론과 실천, 1997
- * 박정배 외, 애니메를 읽는 7가지 방법, 미컴, 1999
- * 박현일, 애니메이션이 보인다, 생활지혜사, 1999

- * 박태경, 저패니메이션이 세상을 지배하는 이유, 길벗, 1997
- * P.M. 레스터, 금동호?김성민 역, 비주얼 커뮤니케이션 메시지가 있는 이미지, 나남출판사, 1995
- * 이상복, 디지털 애니메이션, 초록배매직스, 2001
- * 전범준, 애니메이션은 나에게 꿈을 주었다, 고려문화사, 2000
- * 황의웅, 미야자키 하야오는 이렇게 창작한다, 시공사, 2000
- * 프레드릭 L.쇼트, 이것이 일본 만화다, 다섯수레, 1999
- * 스콧 맥클루드, 만화의 미래, 시공사, 2001
- * 박인하 외, 애니메가 보고싶다, 교보문고, 1999
- * 이명석, 일본만화 편력기, 홍디자인, 1999
- * 사무스 켈헤인, 애니메이션 제작, 커뮤니케이션북스, 2002

(논문)

- * 황민순, 아동화의 발달단계별 표현특성에 관한 연구, 경희대학교 교육대학원, 2001
- * 조영해, 칼 융의 원형이론에서 본 초월적 힘의 근원 연구, 강남대학교 대학원, 2002
- * 이정민, NPR 기법을 이용한 회화적 표현에 관한 연구, 상명대학교 정보통신대학원, 2002
- * 은창수, 3D 컴퓨터 애니메이션을 위한 움직임 연출 연구, 숙명여자대학교 디자인대학, 2002
- * 신재희, 미국과 한국의 3D Animation 산업의 발전과 현황 비교 분석, 동국대학교 산업기술연구대학원, 2002

- * 박준용, 셀 애니메이션 제작에서 디지털 공정에 관한 연구, 상명대학교정보통신대학원, 2003
- * 김현수, cell과 digital 애니메이션의 제작기법에 관한 연구, 숙명여자대학교 디자인대학원, 2002
- * 허영훈, 디지털 애니메이션 활성화를 위한 전문인력에 관한 연구, 상명대학교 정보통신대학원, 2002
- * 은창수, 3D 컴퓨터 애니메이션을 위한 움직임 연출연구, 숙명여자대학교 대학원, 2001
- * 류명현, 디지털 테크놀러지에 의한 애니메이션 산업의 변화 연구, -국내애니메이션산업의 현황과 미래를 중심으로, 충남대학교 대학원, 2001
- * 이원숙, 3D 애니메이션 산업에 관한 연구 - 3D 애니메이션 산업의 동향 중심으로 -한국디자인과학학회 5권, 1호, 시작쪽수 75쪽, 전체쪽수 8쪽 2002
- * 최재용, 애니메이션 캐릭터의 디지털화 성향에 관한 연구 한국정보디자인학회 디자인학연구, 1권, 1998

■외국서적

- * How to Digital Art vol.1, Kadokawa Mook
- * JEREMY BIRN, digital Lighting & Rendering, NewReiders, 2000
- * Rita Street, Computer Animation A Whole New World, Rockport Publishers, Inc, 1998
- * Tohru Nozaki, AKIRA CLUB, KODANSHA, 1995
- * Howard E. Green, The Tazan Chronicles, HYPERION, 1999

- * Macross Plus, This is Animation The Select, Shogakukan, 1995
- * William Newman and Robert Sproull, principle of Interactive Computer Graphics,
- * George Maestri, digital Character Animation2,
- * Owen Demers, digital Textures & Painting
- * Tohru Nozaki, The Analysis of Ghost in The Shell, KODANSHA, 1996
- * Kit Laybourne, The Animation, Three River Press, 1998
- * Thomas Strothotte, Stefan Schlechtweg, Non-Photorealistic Computer Graphics : * Modeling, Rendering and Animation (Hardcover), Morgan Kaufmann, 2002
- Umesh Shukla, "Beyond Realism". Computer Graphics World. December, 1999, vol 22, issue 12 .
- * David Banks. Interactive Manipulation and Display of Two-Dimensional Surfaces in Four-Dimensional Space. Symposium on Interactive 3D Graphics, April 1992
- * Wendy L. Braje, Bosco S. Tjan, and Gordon E. Legge. Human Efficiency for Recognizing and Detecting Low-pass Filtered Objects. Vision Research, 35(21):29-55 2966, 1995
- * Debra Dooley and Michael F. Cohen. Automatic Illustration of 3D Geometric Models: Surfaces. IEEE Computer Graphics and Applications, 13(2):307 314, 1990
- * Amy Gooch, Bruce Gooch, Peter Shirley, and Elaine Cohen. A Non-photorealistic Lighting Model for Automatic Technical

Illustration. In *Computer Graphics*, July 1998. ACM Siggraph '98 Conference Proceedings

* Amy A. Gooch. Interactive non-photorealistic technical illustration. Master's thesis, University of Utah, December 1998

* Bruce Gooch, Peter-Pike Sloan, Amy Gooch, Peter Shirley, and Richard Riesenfeld. Interactive technical illustration. *Interactive 3D Conference Proceedings*, April 1999

* Paul Haeberli. The Accumulation Buffer: Hardware Support for High-Quality Rendering. *SIGGRAPH '90 Conference Proceedings*, 24(3), August 1990

* G. Heflin and G. Elber. Shadow volume generation from free form surfaces. In *Communicating with virtual worlds, Proceedings of CGI '93 (Lausanne, Switzerland)*, pages 115-126. Springer-Verlag, June 1993

* Victoria Interrante, Henry Fuchs, and Stephen Pizer. Enhancing transparent skin surfaces with ridge and valley lines. *Proceedings of Visualization '95*, pages 52-59, 1995

* D. Kersten, D. C. Knill, P. Mamassian, and I. Bulthoff. Illusory motion from shadows. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 379(31), 1996

* L. Markosian, M. Kowalski, S. Trychin, and J. Hughes. Real-Time Non-Photorealistic Rendering. In *SIGGRAPH '97 Conference Proceedings*, August 1997

* Judy Martin. *Technical Illustration:*

Materials, Methods, and Techniques, volume 1. Macdonald and Co Publishers, 1989

* Ramesh Raskar and Michael Cohen. Image Precision Silhouette Edges. *Symposium on Interactive 3D Graphics*, April 1999

* Takafumi Saito and Tokiichiro Takahashi. Comprehensible Rendering of 3D Shapes. In *SIGGRAPH '90 Conference Proceedings*, August 1990

* Doree Duncan Seligmann and Steven Feiner. Automated Generation of Intent-Based 3D Illustrations. In *SIGGRAPH '91 Conference Proceedings*, July 1991

* *Computer Graphics and Applications*, 12(3):44-58, May 1992

■ Web Site

* <http://www.chosun.com>

* <http://www.cine21.co.kr>

* <http://www.donga.com>

*

<http://www.bestanime.co.kr/main/index.html>

*

http://www.loveinternet.com.ne.kr/manha_list.htm

* <http://www.anima.ce.ro>

* <http://www.chihiro.co.kr/>

* <http://eilinux.chonbuk.ac.kr/~ei971106/>

* <http://www.cgland.com>

*

http://news.naver.com/news_read.php?oldid=2003102500003009081&s=2578&e=2824

*

<http://www.ntland.net/tutorial/cartoon/cartoon>

on_3.html

* <http://www.3drender.com>

* <http://www.cgtalk.com>

* <http://disney.go.com/disneypictures/>

* <http://www.cjent.co.kr/shrek/>

* <http://www.highend3d.com>

* <http://www.mct.go.kr/tonggye>

* <http://www.theanimatrix.com>

*

http://www.intothematrix.com/rl_cmp/animatrix_site_ep1_320.html

*

http://myhome.hanafos.com/~ahs58/ani_guch.htm

*

http://news.cgland.com/index.html?code=cate&category_1st=2&category_2nd=3

*

http://kr.dir.yahoo.com/Entertainment/Comics_and_Animation/Animation/Computer_Animation/

*

http://www.ezenps.co.kr/Preview/vol6/preview5_vol6.asp

* <http://us.imdb.com/title/tt0245429/>

*

<http://cinema.empas.com/movies/cinedata.html?cinemaID=17913>

*

http://autobook.co.kr/main_page/movies_musics/movie_spirited_away.htm

* <http://www.tvcf.co.kr/>

* <http://www.3dartisan.com/3dhome.asp>

* <http://www.softimage.com>

*

<http://www.paulsprojects.net/direct3d/celshading/celshading.html>

*

<http://www.cs.umn.edu/Research/graphics/>

* <http://blauerbrief.naool.net/>

* <http://www.sega.com/>

■ DVD

* 김문생, 원더풀데이즈(Wonderful Days), 양철집, 2003

* 신카이 마코토, 별의 목소리(The Voices of a Distant Star), 코믹스 웨이브, 2002

* 신카이 마코토, 단편 애니메이션 그녀와 그녀의 고양이(Their Standing Points: In Special Feature), 코믹스 웨이브, 2002

* 키타쿠보 히로유키(北久保弘之/Kitakubo Hiroyuki), 야수들의 밤(BLOOD : The Last Vampire), Production IG, 2000

* 미야자키 하야오(Miyazaki Hayao), 선과 치이로의 행방불명(Spirited Away), 스튜디오 지브리, 2002

* 마에다 마히로(Mahiro Maeda), 청의6(Blue Submarine NO.6), GONZO, 2002

* 크리스 벅(Chris Buck), 타잔, 디즈니사, 2000

* 존 A. 데이비스(John A. Davis), 지미 뉴트론(Jimmy Neutron), 파라마운트, 2003

* 김일권, 레카(Lexa), 애니캐스트, 2002

* 오토모 가즈히로(Katsuhiro Otomo), 아키라(Akira), 아키라 제작위원회(코단샤(講談社), 마이니치방송 등), 2001

* 권재웅, 엘리시움 (Elysium), 권재성, 2002

* 미야자키 하야오(宮崎駿/Miyazaki Hayao), 이웃집 토토로 (となりのトトロ / My

Neighbor Totoro), 스튜디오 지브리, 2003

* 오시이 마모루(Mamoru Oshii), 공각기동대 (Ghost in The Shell), 프로덕션 I.G, 2002

* 브래드 버드(Brad Bird), 아이언 자이언트 (Iron Giant), 워너 브라더스, 2003

* 앤드류 아담슨(Andrew Adamson)?비키 쟈슨 (Vicky Jenson), 슈렉(Shrek), Dream Works, 2001

* 존 래스터(John Lasseter), 토이스토리(Toy Story), 픽사, 2000

* 존 라세터(John Lasseter), 룩소 2세(Luxo Jr), Pixar, 1984

■ VTR, VCD, OVA, Music Videos & T.V ?
C.F

* Terrence Walker, 샤도우 스킨(Shadow Skin), In House Studio, 2002

* Bastien CHARRIER, Patrick JEAN, Lucas SALTON, Neila TERRIEN, 탐 더 캣(Tom The Cat), 2002

* Andy Knight · Richard Rosenman · Brad Husband, 토요타 매트릭스(Toyota Matrix), Red Rover Studios, 2003

* Jamie Hewlett, 렛 러브 비 뉴어 에너지(Let Love Be Your Energy), 로비 윌리엄스(Robbi Williams)의 뮤직비디오

* 젯셋 라디오 퓨처(JSRF:Jet Set Radio Future), 세가, 장르: 게임

* 오토모델리스타(Auto Modellista), 캡콤 (GAPCOM), 장르: 레이싱게임

* 건 그레이브(GUNGRAVE), 세가(SEGA), 2002, 게임을 애니메이션화

* 사쿠라대전(Sakura Wars), 세가(SEGA), 2001, 게임을 애니메이션화