

불규칙 패턴 방식을 이용한 동양화 스타일의 실시간 3차원 렌더링 기법

최승혁O, 김재경, 임순범*, 최윤철

연세대학교 컴퓨터과학과

숙명여자대학교 멀티미디어과학과*

{alienart o, ki187cm, ycchoy}@rainbow.yonsei.ac.kr

sblim@sookmyung.ac.kr*

Real-time 3D Rendering Technique for Sumi-e Style, using Irregular Pattern Technique

Seunghyuk ChoiO, Jaekyung Kim, Soon-Bum Lim*, Yoon-Chul Choy

Department of Computer Science, Yonsei University

Dept. of Multimedia Science, Sookmyung Women's University*

요 약

본 논문에서는 실시간 수묵화 기법 렌더링을 제시한다. 기존의 대표적인 렌더링 기법인 Phong-Shading 기법은 사진과 같은 사실적인 표현이 가능하다. 하지만 인조적이고 기계적인 느낌이 강해 미술가가 그린 그림과 같이 다양한 느낌을 표현하는데 한계가 있다. 이를 해결하기 위해 우리는 기존의 미술가들이 써왔던 다양한 기법 중 동양화의 특징들을 3차원 실시간 렌더링 기법에 적용하고자 한다. 본 논문에서는 실시간 렌더링을 위해 정교함에 치중하기 보다는 수묵화의 주된 특징들을 빠르게 표현할 수 있는 새로운 알고리즘을 제시한다. 동양화 작품들의 특징을 살펴보면 전체적으로는 일관성을 유지하지만 세부적으로 보면 모두 불규칙한 패턴을 이루고 있다는 것이다. 이러한 특징들은 붓 끝에서 오는 불규칙성 때문에 오는데 본 논문에서는 이러한 점을 셰이딩과 외곽선 그리고 색 부분으로 나누어 적용하였다. 사용자는 다른 복잡한 과정 없이 단지 불규칙 정도만을 조절하여 다양한 이미지를 창출해 낼 수 있다.

1. 서 론

최근 그래픽스 연구에서 활발하게 진행되고 있는 분야는 바로 비실사적 렌더링(NPR : Non-Photo realistic Rendering) 기법이다. NPR은 기존의 렌더링 기법에 비해 효율적으로 객체 정보를 전달할 뿐 아니라 아름다운 이미지를 창출해낼 수 있기 때문에 기존에 제시된 렌더링 기법과 차별성이 있다 할 수 있다. 특히 사람이 그린 그림은 과학적인 이성보다는 사람이 느끼는 감성 혹은 심리학적 관점에서 사물을 표현하기 때문에 사람이 느끼기에 좀 더 명확한 표현 방법이라 할 수 있다.

NPR 기법은 다양한 방법으로 연구가 진행되고 있는데 크게 두 가지 형태로 나누어 질 수 있다. 하나는 3차원 객체를 효율적으로 전달하는 방법을 연구하는 것이고 또 하나는 예술적 이미지를 창출하는 것이다. 그 중 예술적 이미지를 창출하는 방법은 기법은 기존의 3차원 렌더링 기법과는 상당부분 다르다. 즉, 미술 작품과 같은 스타일로 객체를 표현하려면 기존에 사용되었던 빛과 객체의 텍스처(Texture)외에 또 다른 요소들을 필요로 하는데 그 중 대표적인 것이 바로 불규칙성이라 할 수 있다. 미술 작품을 자세히 살펴보면 바로 미술 도구나 작가의 의도에 따라 불규칙한 패턴을 가지게 되는데 이러한 불규칙한 패턴을 3차원 렌더링 기법에 적용해 보았다.

본 논문에서는 다양한 미술 화풍 중 동양화 스타일의 렌더링 기법을 제시한다. 동양을 대표하는 동양화는 서양화와는 크게 다른 요소들을 가지고 있다. 단색의 묵과 선의 강약, 그리고 여백 등으로 사물을 표현한다. 붓은 여러 각도로 구성되어 있기 때문에 선을 그리거나 색을 칠할 때 매끄럽게 칠해지는 부분과 거칠게 칠해지는 부분이 나타나게 된다. 붓의 특성 뿐 아니라 종이의 변질 역시 고려해야 할 사항이라 할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 불규칙한 패턴을 나타내기 위해 크게 3가지, 선, 칠하기, 색 부분으로 나누어 적용해 보았다. 사용자는 각각의 요소들에 대해 불규칙 정도를 조절하여 최적화된 이미지를 창출할 수 있다. 뿐만 아니라 여백, 겹쳐 칠하기 등을 표현 할 수 있는 알고리즘을 제시한다. 동양화의 중요한 특징들만 뽑아 효율적으로 나타냄으로써 실시간으로 렌더링 할 수 있도록 설계하였다.

2. 관련 연구

컴퓨터 그래픽스 알고리즘 분야에서 펜 드로잉과 같은 비실사적 기법을 모방하여 만드는 렌더링 기법에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있고 이러한 기법을 non-photo realistic rendering(NPR)이라고 한다. NPR 기법의 대표적인 연구로는 스케칭(Sketching), 펜 드로잉(pen-and-ink illustration), 외곽선 처리(silhouette rendering) 등이 있다 [1].

* 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2004-000-1011 7-0(2003))지원으로 수행되었음

NPR 기법 연구는 다양한 형태로 이루어지고 있는데 그 중 선을 이용하는 방식이 가장 대중적이라 할 수 있다. Markosian은 법선 벡터와 스크린 벡터 계산을 이용한 외곽선 검출 기법을 제시하였다[2]. Praun은 실시간 대생(hatching) 기법을 제시하였는데, hatching 기법에서 선이 곡선이 된다는 문제점을 극복하고 직선으로 된 음영 효과를 나타냈다[3].

또 하나의 대중적 NPR 기법은 Shading 기법이다. Adam Lake는 normal vector와 lighting Vector의 각도에 따라 3단계로 텍스처(texture)를 증으로서 만화와 같이 표현되는 Cartoon Style Rendering을 제시하였다[4]. Amy Gooch는 Shading Range와 Cool and Warm Color를 이용하여 객체의 볼륨 정보를 효과적으로 보여주는 Cool and Warm Color Shading 기법을 제시하였다[5]. Aidong Lu는 효율적인 볼륨정보 전달을 위해 점표화 기법을 제시하였다[6]. 하지만 실시간으로 처리되지 않기 때문에 3차원 정보를 잘 전달해주지 못하고 있다.

페인팅 기법은 대부분 2차원에서 이미지 프로세싱을 통해 이미지를 창출[7]하는 기법과 3차원 환경에서 사용자가 직접 3차원 객체 위에 직접 색칠을 하는 기법[8] 그리고 레퍼런스 이미지를 이용하는 연구들이 이루어졌다. [9] 하지만 자동적으로 생성되는 기법에 대한 연구는 미흡하다.

3. 동양화 스타일 렌더링

페인팅 기법을 렌더링에 적용하기 앞서 사람이 직접 그린 여러 작품들은 어떠한 특징이 있는가 알아보는 것은 중요한 일이다. 동양화는 동양의 전통적 페인팅 기법으로서 여백과 농담을 통해 사물을 표현하기 때문에 서양화와 크게 다르다 할 수 있다. 동양화의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- 빛에 따라 음영이 나타나지 않고 객체의 두께에 따라 음영이 나타난다
- 번짐 현상 때문에 외곽선이 불규칙하게 나타난다
- 붓 끝의 불규칙성 때문에 채워짐도 불규칙하다
- 여백이 나타난다
- 그린 위에 또 그리기 때문에 농담이 나타난다

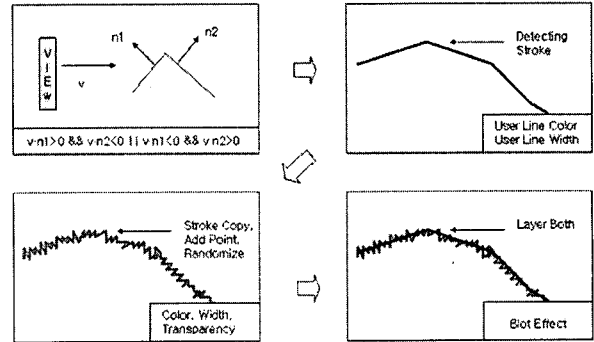
3.1 Silhouettes

동양화 표현에서 외곽선은 중요한 부분이라 할 수 있다. 동양화는 객체를 나타낼 때 공백을 많이 활용하기 때문에 객체를 정확히 구분 짓기 위해 외곽선을 사용한다. 또한 외곽선에서 주로 수묵화의 특징인 번짐을 쉽게 관찰 할 수 있다. 즉, 수묵화의 번짐 효과를 잘 나타내기 위해서는 외곽선을 효율적으로 표현해주어야 한다.

본 논문은 실시간 렌더링을 주목적으로 하고 있다. 기존에 번짐 효과를 나타내는 다양한 기법들이 소개된 적 있다. 하지만 3차원에서 실시간으로 이러한 표현을 한 것은 아주 적었다고 할 수 있다. 본 논문에서는 효율적인 알고리즘을 통해 번짐 효과와 최대한 비슷한 느낌을 살리면서 실시간 렌더링이 가능하도록 하였다.

외곽선을 찾아내기 위해 우선 노말 벡터와 뷰 벡터(스크린 벡터)를 내적한다. 그리고 이웃하는 점들의 값을 비교하

여 두 값이 서로 음양이면 외곽선이라 가정한다. 이러한 방법은 기존에도 많이 이루어져왔다. 이렇게 찾은 외곽선은 단순히 직선이기 때문에 붓의 느낌을 살릴 수 없다. 수묵화적인 느낌을 살리기 위해서는 외곽선이 번지는 것 같은 효과를 내야만 한다.



[그림 1] 외곽선 효과 알고리즘

이러한 번짐 효과를 실시간으로 표현하기 위해서 다음과 같은 알고리즘을 도입하였다. 우선 기존의 방식대로 실루엣을 검출해낸다. 이 검출된 점들을 복사한다. 그 다음 이 점을 촘촘한 간격으로 중간점을 찾아낸다. 외곽선의 양은 내부 폴리곤의 수에 비해 상당히 적기 때문에 실시간으로 렌더링한다 할지라도 속도에 큰 영향을 주지 않는다. 그 다음 이 점을 불규칙 함수를 통해 불규칙적으로 이동시킨다.

$$F(a) = (1-a)*real + a*Rand()*real$$

$$(0 \leq a \leq 1, 0 \leq Rand() \leq 1)$$

[그림 2] 불규칙 함수

이 선은 투명하게 하여 아래 그림과 같이 적용한다. 이렇게 하면 마치 선이 번진 것 같은 느낌을 만들어낼 수 있다. 불규칙 정도, 선 색상, 선 투명도, 선 두께에 따라 번짐 정도를 조절할 수 있다.

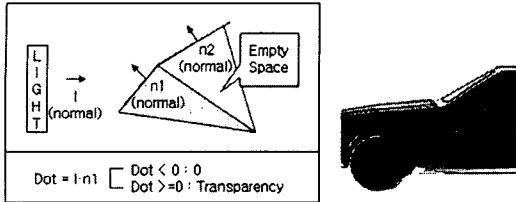


[그림 3] 외곽선 결과 화면

3.2 Shading for Sumi-e

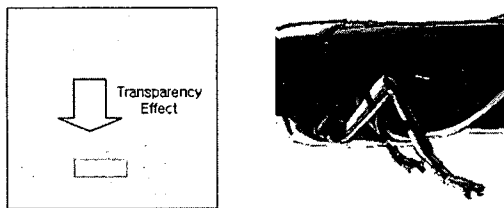
동양화의 가장 큰 특징 중 하나가 빛에 따라 음영이 나타나는 것이 아니라 객체의 두께에 따라 음영이 들어간다는 것이다. 이는 기존의 셰이딩(Shading) 효과와 다른 기법을 적용해야 한다. 또 하나의 특징은 모든 부분이 칠해지는 것이 아니라 일정 부분은 여백이 나타난다는 것이다. 이러한 특징들을 반영하기 위해 다음과 같은 알고리즘을 적용하였다. 사용자가 정의한 빛의 각도와 객체의 노말 벡터를 내적하여 0보다 작은 경우는 채우기를 하지 않아 공백을 생성한다. 또한 그림자 처리하는 방식도 기존 방식과 차이가 나는 데 노말 벡터와 스크린의 벡터 값을 내적하여 그 값에 따라

투명도를 조절한다. 이에 따라 두꺼운 부분은 투명도가 작아 진하게 표현되고 바깥쪽 부분은 투명도가 높아 흐리게 표현 된다.



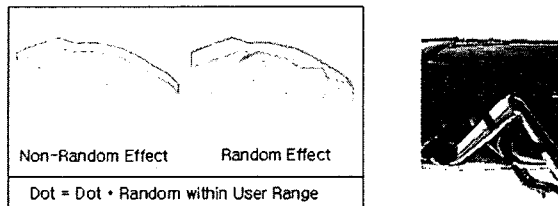
[그림 4] Sumi-e Shading

또한 수묵화 기법에서는 붓을 덧칠 한 부분에 대해서는 농도가 더 짙어진다는 특징을 가지고 있다. 이러한 부분은 투명도를 두어 객체가 겹쳐지면 농도가 짙어지도록 하였다



[그림 5] 투명도를 이용한 농담 조절

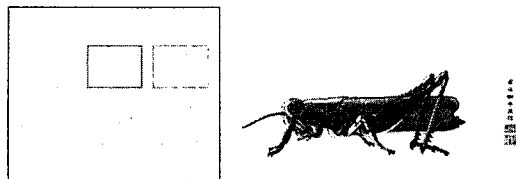
붓은 여러 개의 가닥으로 이루어져 있기 때문에 칠한 부분의 끝은 거칠게 나타나는 특징을 가지고 있다 이러한 특징을 나타내기 위해 Dot Product 값에 불규칙 함수를 적용하여 다음과 같은 결과를 얻어내었다. 여기서 Random 적용 범위를 사용자가 [0,1] 범위로 적용하여 Random 강도를 적용할 수 있다.



[그림 6] 붓 느낌의 채우기

3.3 coloring for Sumi-e

칠하는 색을 흑백으로 하지 말고 다양한 색으로 바꾸어 다른 효과를 얻을 수 있다. 여기서 사용된 기법은 위에서 소개한 기법과 동일하며 사용자가 원하는 색을 지정하면 해당 색으로 칠해진다.



[그림 7] 여러 색의 적용

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 대표적인 페인팅 기법인 동양화 실시간 렌더링 기법을 제시한다. 기존의 미술 작품의 특징들을 보면 외곽선, 채우기, 색에서 불규칙한 패턴들을 지니고 있다는 특징을 가지고 있다. 이러한 특징들을 3차원 렌더링 기법에 적용시킴으로서 좀 더 사람이 그린 듯한 이미지를 창출해냈다.

동양화 스타일의 실시간 렌더링 기법을 위해 다음과 같은 효과를 적용하였다. 첫째, 외곽선과 채우기에서 불규칙성을 두어 붓의 느낌을 나타내었다, 둘째, 법선벡터를 이용하여 여백을 생성하였다, 셋째, 투명도를 조절하여 겹쳐 그린 부분의 농도를 진하게 하였다. 넷째, 사용자가 원하는 색으로 색을 칠할 수 있도록 하였다.

현재 렌더링에서는 폴리곤 수가 많을수록 좋은 이미지가 나온다는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 적은 수의 폴리곤에서도 좋은 효과가 이루어질 수 있는 알고리즘 연구가 필요하다. 또한 좀 더 사람이 그린 듯한 느낌이 들기 위해 다양한 방법으로 불규칙성을 적용할 필요가 있다.

참고문헌

- [1] Qing Zhang, Youetsu Sato, Simple Cellular Automaton-based Simulation of Ink Behaviour and Its Application to Suibokuga-like 3D Rendering of Trees
- [2] L. Markosian et al., Real-Time Nonphotorealistic Rendering, SIGGRAPH 97
- [3] E. Praun, H. Hoppe, M. Webb, and A. Finkelstein, Real-time hatching. In Proceedings of ACM, Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, pages 570-584, August 2001.
- [4] Adam Lake, Carl Marshall, Mark Harris, Marc Blackstein, Stylized Rendering Techniques For Scalable Real-Time 3D Animation, Siggraph 2000
- [5] Amy Gooch, Bruce Gooch, Peter Shirley, Elaine Cohen, A Non-Photorealistic Lighting Model For Automatic Technical Illustration, Siggraph 1998
- [6] Aidong Lu, Christopher J. Morris, David S. Ebert, Non-Photorealistic Volume Rendering Using Stippling Techniques, IEEE, 2002
- [7] Gooch & Gooch, Simulating Artistic Media: Painting
- [8] Ming C. Lin et al, PHYSICALLY BASED VIRTUAL PAINTING, COMMUNICATIONS OF THE ACM August 2004/Vol. 47, No. 8
- [9] Daniel Sperl, Realtime Painterly Rendering for Animation, Hagenberg College of Information Technology, Austria, 2003.