

다양한 색상을 표현할 수 있는 실시간 다중 층의 색상 셰이딩 기법

최승혁[○], 김재경, 임순범*, 최윤철

연세대학교 컴퓨터과학과

숙명여자대학교 멀티미디어학과*

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

sblim@sookmyung.ac.kr*

Multi-layered Color Shading Technique for Expressing Multi-colors in Real-Time

Seunghyuk Choi[○], Jaekyung Kim, Soon-Bum Lim*, Yoon-Chul Choy

Department of Computer Science, Yonsei University

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

요 약

마티즈와 같은 유명한 화가들의 작품을 보면 셰이딩 부분을 단순히 회색 톤을 이용하여 색을 칠하는 것이 아니라 표현하려고 하는 상황과 분위기에 맞추어 다양한 색을 사용하는 것을 확인해 볼 수 있다. 이렇게 다양한 색상을 이용함으로써 장면을 작가의 의도에 맞게 연출할 수 있을 뿐 아니라 풍성한 느낌을 줄 수 있다. 이는 색이 인간의 감성적 부분을 자극할 수 있기 때문인데, 사용하는 색에 따라 사람의 느낌도 변하고 감정도 달라지기 때문에 작가들은 다양한 색의 조합으로 느낌을 표현할 수 있는 것이다. 본 논문에서는 3차원 렌더링에서도 다양한 색으로 셰이딩 할 수 있는 다중 층 색상 셰이딩 기법을 제안한다. 기존의 푹 셰이딩 기법이나 카툰 셰이딩 기법은 단순히 회색 톤을 이용하여 셰이딩 처리를 한다는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 셰이딩 범위를 여러개로 나누고 각각의 영역에 반투명한 색을 덧칠함으로써 자연스럽게 풍부한 색의 혼합이 가능하도록 하였다. 이러한 다양한 색을 사용함으로써 3차원 렌더링에서도 다양한 장면 연출이 가능하며 느낌 표현도 할 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 창출해 낼 수 있기 때문에 기존에 제시된 렌더링 기법과 차별성이 있다. 특히 사람이 그린 그림은 과학적인 이성보다는 사람이 느끼는 감성 혹은 심리학적인 관점에서 사물을 표현하기 때문에 사람이 느끼기에 좀 더 명확한 표현 방법이라 할 수 있다. NPR 기법은 다양한 방법으로 연구가 진행되고 있는데 그 중 아직까지 부족한 부분은 바로 인간의 인지 영역 부분이라 할 수 있다. 특히 인간의 인지하는 것 중 가장 예민하게 반응하는 것은 색상이라 할 수 있다. 기존의 미술 작품들을 보면 사진보다 정교한 이미지를 전달해 주지는 못하지만 다양한 색의 혼합을 통해 볼륨감과 입체감을 더해주고 그림의 풍성함을 더해줄 뿐만 아니라 사진 보다 더욱 강렬하고 인상적인 이미지를 창출해 낸다. 즉, 인간이 느끼기에 강조해야 할 부분들을 색의 조화나 차별을 두어 더욱 강조하고 그 외의 부분은 인지가 덜 되도록 축소하는 기법을 사용하는 것이다.

본 논문에서는 셰이딩 부분에서 다양한 색을 혼합해서 사용할 수 있는 다중 층 색상 셰이딩 기법을 제시한다. 음영 부분에서 다양한 색의 조합을 하기 위해서 음영 영역을 몇 개로 나누고 각 영역별로 여러 개의 반투명한 층을 두어 여러 개의 색이 자연스럽게 혼합 될 수 있도록 하였다. 이러한 셰이딩 기법을 통해 같은 객체에서 여러 가지 상황이나 감정, 정서에 맞는 이미지 창출이 가능하며 좀 더 풍성하고 예술적인 이미지를 창출해 낼 수 있다.

2. 관련 연구

지난 십여 년간 NPR 분야에서 다양한 알고리즘들이 연구되고 있다[1][3]. 각각의 기법들은 각각 다른 스타일의 이미지를 창출해 내었다. Decaudin은 2-3개의 색만으로 음영을 표시한 카툰 렌더링(Cartoon Rendering) 기법을 제시하였다[5]. 이는 법선 벡터와 빛의 벡터를 내적(n·L) 값을 이용하여 영역을 나누었다. Michael은 풀과 나무와 같은 복잡한 객체를 단순한 객체로 추상화 하여 표현한 그라프탈 텍스처(Graphal Textures)를 제안하였다[4]. 이러한 기법은 사물을 단순화 하여 인지적으로 객체를 인식하는 방법을 채택한 것이다. 하지만 우리의 목표는 다양한 색을 사용하여 좀 더 풍성하고 감성적인 이미지를 창출해 내는 것이다. 이러한 연구는 Gooch에 의해 시도된 것

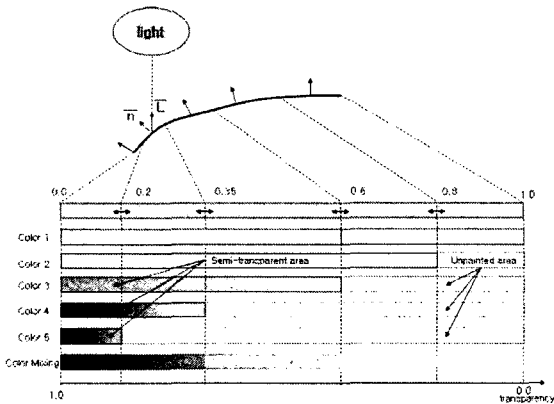
* 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2004-000-1011 7-0(2004))지원으로 수행되었음

는데 그는 두 가지의 따뜻하고 차가운 색을 그라데이션을 사용하여 음영을 표시함으로써 너무 어둡거나 밝아 잘 안 보이는 부분까지 표현하여 3차원 볼륨 정보를 정확히 전달할 수 있었다[2]. 하지만 이는 객체가 가지고 있는 색을 상실하기 때문에 3차원 볼륨정보 전달력은 뛰어나지만 색 정보 전달력은 떨어진다고 할 수 있다. 본 연구는 좀 더 다양한 색을 효율적으로 혼합하여 이미지를 풍성하게 만들 뿐 아니라 객체가 가지고 있는 기본적인 색도 잃지 않고 보존될 수 있다. 뿐만 아니라 실시간 렌더링에서 사용이 가능하도록 하였다.

3. 다중 층 셰이딩 기법

3.1 다중 층 셰이딩 기법

이미지 생성에 있어서 가장 중요한 요소 중 하나가 바로 감성적인 부분이라 할 수 있다. 이러한 감성적인 부분을 표현하기 위해 수많은 예술인들이 다양한 도전을 하고 있는데 대부분 색의 조화를 이용하여 다양한 감성적 표현을 하고 있다. 2차원 애니메이션에서도 감성적인 부분을 극대화하기 위해 색상을 풍성하게 사용하는 것을 볼 수 있는데, 기존에는 2-3가지의 색을 이용하여 객체를 칠했던 것에 반해 최근에는 분위기에 따라 여러 개의 색을 그라데이션을 이용하여 색칠하는 것을 알 수 있다. 이러한 그라데이션을 사용함으로써 다양한 색을 효율적으로 표현할 수 있을 뿐 아니라 상황 상황에 따라 그에 적합한 색을 사용함으로써 극적인 효과를 높일 수 있다.



[그림 1] Multi Layered Color Shading Technique

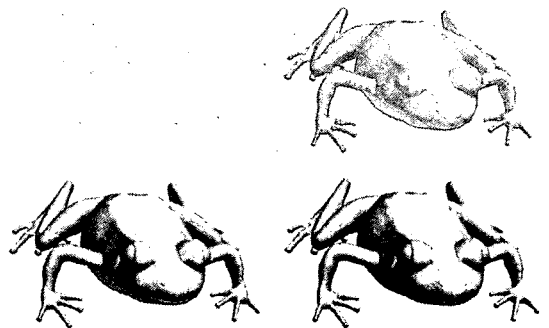
하지만 어떻게 효과적으로 그라데이션을 만드는 가 문제 가 될 수 있다. 우리는 이러한 문제를 해결하기 위해 수채화의 Wet on Dry Painting 기법에서 착안해왔다. 이는 밝은 색을 먼저 칠하고 그 위에 반투명의 어두운 색을 하나씩 덧칠해 나가는 기법인데 이러한 기법을 그대로 3차원 렌더링에 적용한 것이다. 즉 음영 영역을 몇 개의 색 선으로 나누고 그 색 선 별로 다른 색의 층을 두어 덧칠하는 효과를 내는 것이다. [그림 1]은 이러한 기법을 나타낸 그림이다. 우선 객체의 법선 벡터와 빛의 벡터를 내적한 값 $u(n \cdot L)$ 를 이용하여 음영 영역을 5개로 나눈다. 그 후 가장 밝은 영역부터 어두운 영역까지 덧칠하는 식으로 레이어를 두어 렌더링을 한다.

위를 두어 렌더링을 한다. 위 그림에서 알 수 있듯이 각 레이어는 완전 투명한 부분 즉 칠해지지 않는 부분과 반투명 부분으로 나누어진다. [그림 1]과 같이 각 레이어는 다른 영역의 색을 칠해야하기 때문에 반투명 부분과 투명 부분의 영역을 조절해야하는데 이를 위해 [표 1]과 같이 식을 변형시켰다.

Layer	Feature	Equation
1	Bright color area	$u' = 1.5 - u$
2	Mid bright color area	$u' = 1 - u * 0.6$
3	Mid bright color area	$u' = 1 - u * 0.65$
4	Dark color area	$u' = 1 - u * 0.7$
5	Darkest color area	$u' = 1 - u * 0.85$

[표 1] 영역에 식 따른 변형

마지막으로 검출하는 효과를 나타내기 위해서는 색이 자연스럽게 혼합되어야 한다. 이러한 효과를 표현하기 위해 OpenGL의 Blending 함수를 이용하였다. OpenGL 함수 중 (GL_SRC_ALPHA, GL_ONE_MINUS_SRC_ALPHA) 모드를 사용하면 최종적으로 [그림 2]와 같은 이미지를 얻어낼 수 있다. 이는 레이어를 1개부터 레이어 4개까지 사용했을 때의 이미지 변화를 보여주고 있다.



[그림 2] Four Layered color shading: a. one layer, b. two layers, c. 3 layers, d. 4 layers (color1 (0.9, 0.9, 0.03), color2 (0.5, 0.7, 0.0117), color3 (0.5, 0.1, 0.92), color4 (0.094, 0.1, 0.3098), Lighting Vector (0.287, 0.576, 0.7653))

3.2 Texture

기존의 카툰 셰이딩 기법은 1D 텍스처 맵을 사용한다. 이는 단색을 표현하기에는 적합하지만 자연스러운 그라데이션 색상을 표현하기는 어렵다. 그래서 본 논문에서는 2D 텍스처 맵을 사용하였다. 본 논문에서 사용된 텍스처의 특징은 완전 투명한 영역과 반 투명한 영역을 표현할 수 있다는 것이다. 우선 [표2]와 같이 32개의 Array를 32번 반복하여 32*32의 텍스처 맵을 만들었다. 1부터 13까지는 완전히 투명한 색이고 13부터 32까지 부드럽게 투명도가 낮아지는 것이다. 이렇게 함으로써 색이 자연스럽게

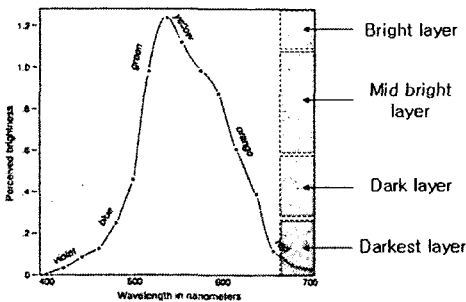
진해질 수 있고 색과 색이 합쳐졌을 때 좀 더 부드럽고 자연스럽게 색 혼합이 가능한 것이다.

pixel	Color (x,y,z)	Transparency(w)
1~13	0.8	0
14~15	0.95	0.2
16~17	0.95	0.4
18~19	0.95	0.5
20~21	0.95	0.6
22~23	0.95	0.7
24~25	0.95	0.8
26~29	0.95	0.9
30~32	1	0.9

[표 2] 2D Texture information

3.3 색상

지금까지는 부드럽게 색을 혼합하는 기법을 소개했다. 하지만 가장 중요한 것은 각 영역별로 어떠한 색을 선택해야 하는가이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 색을 심리학적으로 접근한 연구 결과를 참고하였다. 즉 같은 어두운 정도가 같다고 해도 색에 따라 인간은 좀 더 어둡게 느껴지고 또는 좀 더 밝게 느껴진다는 것이다. [그림3]은 이러한 것을 표로 표현한 것이다[6]. 녹색과 노란 색은 밝게 느껴지고 보라색, 붉은색으로 갈수록 더욱 어둡게 느껴진다는 것이다. 이러한 현상을 이용하여 그래도 적용하였다.



[그림 3] Perceived brightness of different colors with the same amplitude (intensity)

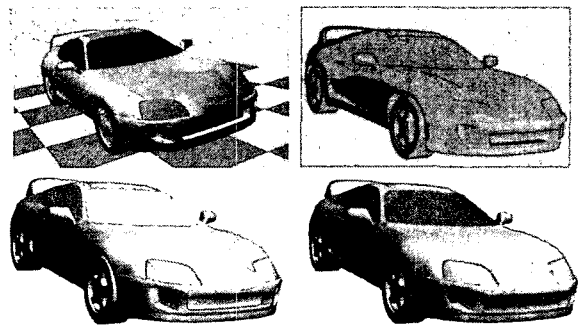
위와 같은 색 선택을 통해 다양한 이미지를 생성해 보았다. [그림 4]는 그 결과를 보여주고 있는 색 변화에 따라 객체의 느낌이 달라지는 것을 확인할 수 있다.



[그림 4] 색 변화에 따른 객체 이미지 변화

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 대표적인 페인팅 기법인 수채화의 Wet on Dry Painting 기법을 참고하여 3차원 렌더링에서도 다양한 색으로 셰이딩 할 수 있는 다중 층 색상 셰이딩 기법을 제안하였다. 이렇게 다양한 색상을 이용함으로써 장면을 작가의 의도에 맞게 연출할 수 있을 뿐 아니라 풍성한 느낌을 줄 수 있다. [그림 5]는 다중 층 셰이딩 기법의 결과 이미지이다. 기존의 Phong Shading이나 Cartoon Shading 기법에 비해 좀 더 풍성하고 감성적인 이미지를 얻어낼 수 있었다. 추후에는 이를 확장하여 다양한 객체에 각기 다른 Shading Color를 사용할 수 있도록 할 것이다.



[그림 5] Phong Shading, Cartoon Shading, Multi-Layered Shading, Multi-Layered Shading (객체 색 보존)

앞으로는 사실적인 이미지 외에도 인간의 인지적인 부분이 들어간 렌더링 기법의 연구가 진행 되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Adam Lake, Carl Marshall, Mark Harris, Marc Blackstein, Stylized Rendering Techniques For Scalable Real-Time 3D Animation, SIGGRAPH (2000)
- [2] Amy Gooch, Bruce Gooch, Peter Shirley, Elaine Cohen, A Non-Photorealistic Lighting Model For Automatic Technical Illustration, SIGGRAPH (1998)
- [3] Markosian et al., Real-Time Nonphotorealistic Rendering, SIGGRAPH (1997)
- [4] Michael A. Kowalski, Lee Markosian, J.D. Northrup, Lubomir Bourdev, Ronen Barzel Loring S. Holden, John F. Hughes, Art-Based Rendering of Fur, Grass, and Trees, SIGGRAPH (1999)
- [5] Philippe Decaudin, Cartoon-Looking Rendering of 3D-Scenes, Research Unit INRIA Rocquencourt (1996)
- [6] Robert L. Solso, "The Psychology of Art and the Evolution of the Conscious Brain", MIT Press/Bradford Books Series in Cognitive Psychology (2003) 100-105