

# 디지털 콘텐츠 제작을 위한 비사실적 렌더링 기술

박영섭\* · 윤경현\*

## 1. 개요

1960년대 시작된 컴퓨터 그래픽스에 관한 연구는 그 목표를 사진과 같은 영상을 만들어 내는데 두었다. 지난 30년간 포토리얼리즘이라는 용어로 대변되듯, 기존 컴퓨터 그래픽스의 궁극적인 관심은 얼마나 실제와 같은 영상을 만들 수 있는가에 집중되었다. 이러한 전통적인 컴퓨터 그래픽스는 레디오시티나 광선추적법같이 사물의 물리적인 특성이나 역학적인 특징을 그대로 흉내 내어 매우 사실적인 영상을 만들어내었다.

1990년대에 들어서면서, 컴퓨터 그래픽스의 관심은 변화하게 된다. 더 이상 사실적인 영상만을 만들어 내는데 매달리지 않고, 비사실적인 영상을 만들어 내는 방법을 연구하기 시작했다. 이러한 비사실적 영상을 만들어 내는 방법으로 비사실적 렌더링이라는 분야가 기존 컴퓨터 그래픽스의 한 분야로 자리 잡게 되었다. 비사실적 렌더링은 기존의 사실적 렌더링에 상반되는 개념이다. 기존의 사실적 렌더링이 대상(object)을 보다 사실적으로 표현하고자 하였던 반면 비사실적 렌더링은 대상을 표현하는데 있어서 사실적으로 표현하는데 얽매이기 보다는 영상의 특징을 잘 표현하여 그 의미를 잘 전달하는 것을 목표로 삼는다. 따라서 비

사실적 렌더링의 평가는 객관적이기 보다는 보는 사람의 주관이 큰 영향을 미친다.

## 2. 비사실적 렌더링

### 2.1 회화적 렌더링

회화의 표현은 주로 브러시 스트로크를 통해 이루어진다. 브러시 스트로크는 화가가 작품을 그릴 때 붓으로 무수히 많은 칠을 하게 되는데, 이때 한 번의 움직임으로 스트로크라고 한다. 회화적 렌더링(Painterly Rendering)에서는 유화와 같은 결과 영상을 만들기 위하여 일반적으로 브러시 스트로크를 연구한다. 초기의 브러시 스트로크를 통한 회화적 렌더링에 관한 연구는 스트로크의 위치, 색, 크기, 방향, 모양의 속성 중에서 위치와 방향을 마우스 커서의 움직임으로 결정하였다. 또한 색, 크기, 모양 등의 속성을 다양하게 변화시킴으로써 다양한 결과 영상을 얻어낼 수 있었다.

### 색상변환을 이용한 스트로크 색상 선택 기술

언더페인팅은 다른 이미지의 위에 브러시 스트로크를 렌더링 함으로써 시뮬레이션할 수 있다. 아티스트들은 종종 색조(tints), 웨이드, 톤으로 칼라를 설명한다. 색조(tints)는 순수 물감에 흰 물감을 섞음으로써 채도가 감소하는 결과가 나온다. 웨이드는 순수 물감에 검정 물감을 추가함으

\* 중앙대학교 컴퓨터공학과 박사과정

\*\* 중앙대학교 컴퓨터공학과 교수

로써 밝기를 감소시킨다. 톤은 순수 물감에 흰색과 검정색을 추가함으로써 변화한다. 이런 모든 단계는 HSV 칼라 공간에서 Hue는 같고 S와 V가 다른 색상을 만들어준다. 그림 1은 칼라 변환을 적용한 영상이다. 이 방법은 소스 이미지의 칼라 분포 형태를 참조 이미지의 칼라 분포 형태로 변환하기 위해, 선형 히스토그램 매칭이라 불리는, 간단한 통계학적 방법을 이용하였다.

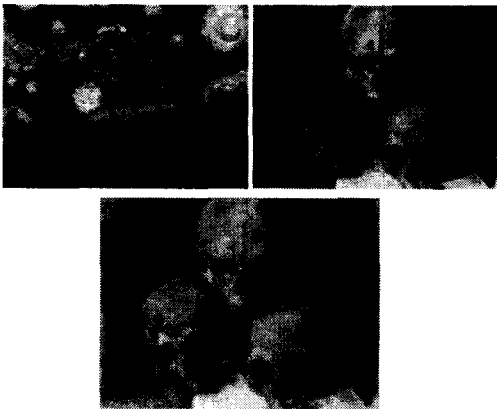


그림 1. 테스트 영상과 색상 변환된 영상

### Height Filed를 이용한 질감 표현 기술

이 기술은 픽셀 단위로 처리를 하며 브러시 스트로크의 질감을 표현하기 위한 여러 방법 중 하나이다. 브러시 스트로크 각각의 Height Field를 생성한다. 이 효과는 참조 영상과의 유사성에 의존하며, 다양한 질감을 표현할 수 있는 브러시 스트로크의 Height Field를 생성할 수 있다(그림 2).



그림 2. Height Field를 이용한 질감 표현

### 방향성을 가지는 브러시 스트로크 생성에 관한 기술

영상의 그라디언트를 이용하여 브러시 스트로

크의 방향을 결정하는 기존의 방법과는 달리 방향 맵을 생성하여 각 영역별 에지를 따라 브러시 스트로크의 방향을 결정하는 기술이다(그림 3).

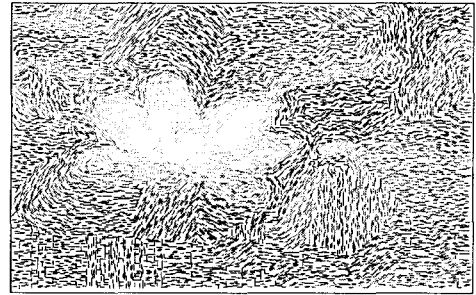


그림 3. 에지 기반 기울기 표현 영상

### 에지 클리핑을 이용한 스트로크 표현 기술

브러시 스트로크에 기반을 둔 회화적 렌더링 연구 중에서 기존에 마우스의 움직임에 의존했던 스트로크의 위치와 방향 속성을 입력 영상에서 얻어내는 연구가 진행되었다. 브러시 스트로크의 위치를 결정하는 방법으로 이 기술에서는 입력 영상을 격자로 나누어 각 하나의 격자마다 하나의 브러시 스트로크를 위치시켰다. 브러시 스트로크

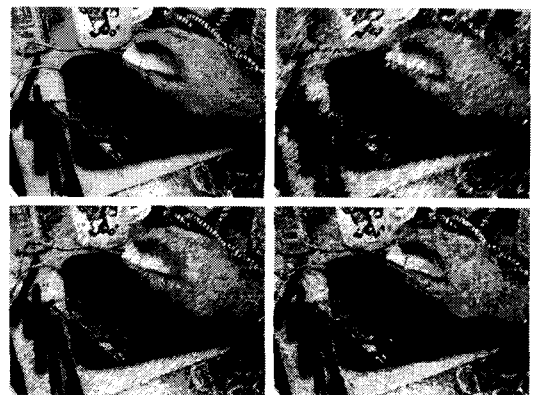


그림 4. 입력 영상(왼쪽 위), 스트로크의 방향을 일률적으로 45°로 한 결과영상(오른쪽 위), 방향을 45°로 하고 에지에 따라 클리핑을 적용한 결과(왼쪽 아래), 방향을 그라디언트를 따르게 하고 에지에서 클리핑을 적용한 결과 (오른쪽 아래)

의 방향은 브러시 스트로크가 위치한 점에서의 그라디언트 방향의 직각인 방향을 스트로크의 방향으로 결정하였다(그림 4).

**다양한 크기의 곡선 브러시 생성 기술**

실제 작품에서 화가들의 브러시 스트로크를 살펴보면 그 브러시 스트로크의 크기가 일정하지 않은 것을 알 수 있다. 또한 브러시 스트로크의 모양 역시 곧은 직선이 아니라 곡선의 형태를 가진다. 이러한 실제 미술 작품의 특성을 반영하기 위하여 다양한 크기의 브러시로 곡선 브러시를 만들어가는 연구가 진행되었다. 이 연구에서는 브러시의 크기에 따라 레이어를 나누어 각 레이어마다 브러시의 크기를 할당하여 스트로크를 그리고 이를 적층하여 결과 영상을 완성한다. 각 레이어의 브러시 스트로크는 같은 색을 가지는 점을 제어점으로 하여 곡선을 이룬다. 제어점을 찾는 과정은 스트로크가 시작되는 지점에서의 그라디언트의 수직인 방향으로 일정한 거리만큼 떨어진 곳을 찾고 그 위치의 색이 스트로크가 시작된 위치의 색과 같은 경우 다시 그라디언트의 수직인 방향을 구하여 이동한다. 이동한 위치의 색이 스트로크가 시작된 위치의 색과 다른 경우에는 스트로크를 그 위치에서 끝낸다(그림 5).

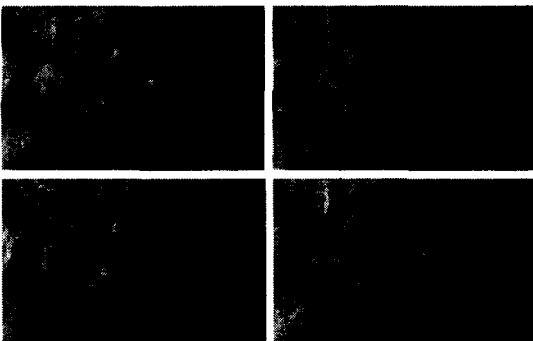


그림 5. 입력 영상(왼쪽 위), 크기가 8인 브러시로 그린 중간 결과(오른쪽 위), 그 위에 크기가 4인 브러시로 덧칠한 중간 결과(왼쪽 아래), 크기가 2인 브러시로 덧칠한 결과 영상(오른쪽 아래)

**2.2 모자이크 렌더링**

모자이크는 여러 가지 색상의 돌·유리조각, 도편(陶片)들을 사용하여 이것을 평면에 늘어놓고 모르타르나 석회·시멘트 등으로 접착시켜 무늬나 그림모양을 표현하는 기법이다. 건축 등에서는 바닥이나 벽면 등을 장식하고, 공예품에서는 표면에 회화효과나 장식성을 나타내는 미술방식이다.

모자이크 렌더링은 영상을 입력으로 받아 모자이크 된 결과 영상을 보여주는 것을 목표로 한다. 모자이크 렌더링에 관한 연구는 모자이크를 이루는 각 셀의 모양에 따라 타일로 만드는 셀 모양이 일정한 모자이크를 만드는 연구과 종이를 찢어서 만드는 셀 모양이 일정하지 않은 모자이크를 만드는 연구 그리고 포토 모자이크로 나눌 수 있다.

**2.2.1 타일 모자이크**

하나의 타일모양을 이용하여 모자이크 작품을 생성할 수도 있고 임의의 비슷한 색상으로 구성된 물체의 영상을 이용하여 생성할 수도 있다.

**보로노이 다이어그램을 이용한 기술**

에지를 표현해주기 위하여 에지를 기준으로 영역을 분리하고 각각의 영역별로 레이어를 생성하여 따로 보로노이 다이어그램으로 영역을 생성한다. 그런 후에 그 영역의 모양과 색상이 가장 유사한 이미지를 이미지DB에서 찾아서 채워준다(그림 6).

**특징 커브를 이용하여 타일을 생성하는 기술**

영상에서 추출한 특징 커브와 그에 평행한 커브들 간격 사이를 빈공간이 없도록 채워주는 방식으로 기본적인 사각형의 타일을 붙이되, 유연성 있게 커브들의 모양에 맞춰준다(그림 7).

**틈이 있는 타일들을 생성하는 기술**

모자이크를 생성하는데 있어서 타일의 모양을



그림 6. 이미지타일들과 이미지타일을 이용해 생성한 모자이크

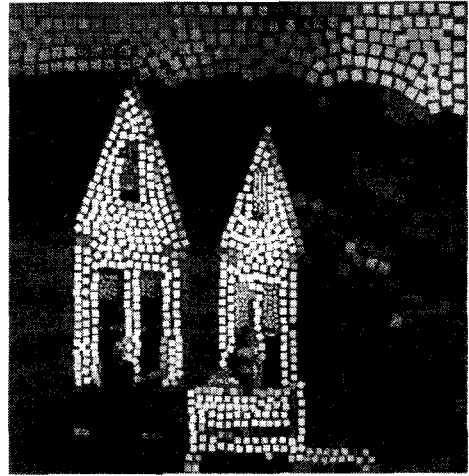


그림 8. 에지의 방향성을 따르는 정사각형 타일 생성

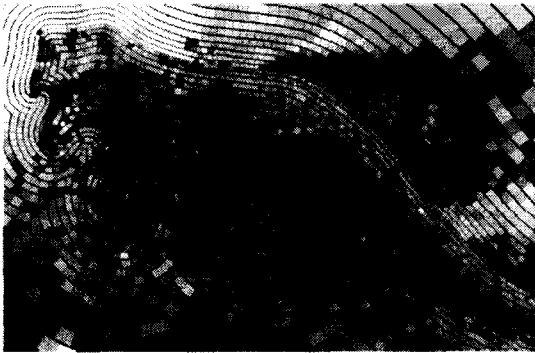


그림 7. 육각형과 사각형 모자이크 셀로 만든 모자이크 결과

하나로 통일하고 단지 입력영상의 에지를 표현하기 위해서 에지 주변의 타일은 에지의 방향성을 따르도록 위치와 방향을 변경시켜주어 에지 부분에 타일이 생성되는 경우가 없도록 해준다. 겹치지 않는 범위 안에서 타일의 위치와 방향을 자유롭게 변경시켜주기 위해서 CVD(Centroid Voronoi Diagram)을 이용하여 기본적으로 비슷한 공간을 확보한 후에 타일을 생성해주어 타일들 간에 공간이 생기게 해주었다(그림 8).

### 2.2.2 색종이 모자이크

색종이를 찢어 붙여서 만드는 모자이크 방법은 색종이라는 재료를 사용하여 만들기 때문에 색종

이가 가지는 독특한 특징들이 잘 표현된다. 색종이를 손으로 찢어 붙이기 때문에 인위적인 모양이 아니라 종이의 경계면이 불규칙하게 되고 흰색종이와 색상종이를 겹쳐서 만드는 색종이의 특성상 찢어진 부분에는 밑면에 있는 흰색 부분이 드러나기도 한다. 이에 다음과 같은 기술들이 필요하다.

### 랜덤 프랙탈 기법을 이용한 찢어진 색종이 표현 기술

색종이 모자이크는 색종이를 손으로 찢어서 붙이기 때문에 붙여지는 종이의 경계면이 직선이나 곡선이 아닌 불규칙하게 나타난다. 이것을 표현해 주기 위해서 주로 자연에서 나타나는 불규칙한 곡선이나 곡면 모델링에 사용되는 랜덤 프랙탈 기법을 사용한다(그림 9).

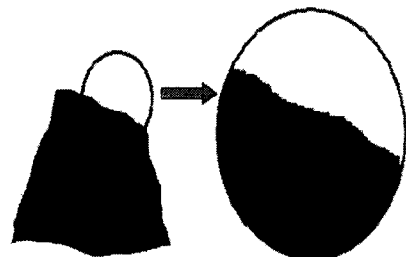


그림 9. 색종이의 찢어진 부분을 표현

### 두 겹으로 구성된 다른 모양의 색종이 합성 기술

색종이라는 재료의 두 겹으로 구성된 특징을 실제 색종이 모자이크 작품처럼 표현해주기 위해서 색종이를 찢었을 때 생기는 색종이의 뒷면인 흰색 부분이 보이게 만들어 주는 기술이다(그림 10).

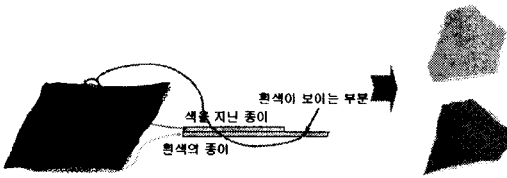


그림 10. 두 겹의 종으로 구성된 색종이

### 색종이 모양과 크기 결정 기술

색종이 모자이크에서 색종이를 손으로 찢은 것처럼 만들기 위해서는 규칙적인 모양보다는 불규칙한 모양의 색종이를 생성해야 한다. 그러기 위해서 자동화된 다각형 생성을 위한 보로노이 다이어그램을 이용하였다. 그리고 색종이의 크기를 어느 정도 균일하게 만들어 주기 위해서 입력영상을 균일한 사이즈의 영역으로 분할한 후에 랜덤으로 특징 점을 생성해준다. 그런 다음에 보로노이 다이어그램을 적용해주면 어느 정도 균일한 사이즈의 불규칙한 모양의 색종이를 생성할 수 있다(그림 11).



그림 11. 보로노이 다이어그램을 이용한 색종이 모양 결정

### 상세도를 표현하기 위한 쿼드트리 기술

입력영상에서도 이미지의 미세한 부분을 표현하기 위해서 색종이를 잘게 찢어서 붙여주기 위하여 쿼드트리 알고리즘을 사용하였다. 영역의 경계 부분에서는 세분화 수준을 높게 하여 색종이 셀들의 크기를 작게 조절해주고 그렇지 않은 영역에서는 색종이의 크기를 크게 조절해 주었다(그림 12).

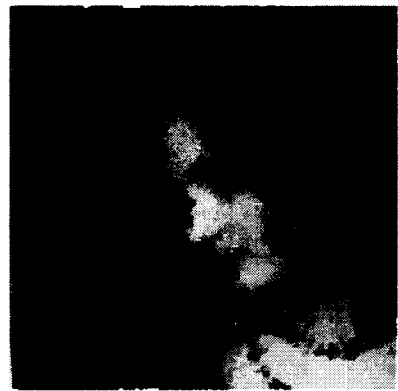


그림 12. 쿼드트리를 이용한 상세도 표현

### 색종이 질감 표현 기술

색종이의 질감을 표현해주기 위해서 Perlin 노이즈 함수를 이용하여 생성한 종이의 질감과 실제로 구겨진 종이를 스캔하여 만들어진 텍스처를 DB에 저장하여 원하는 종이의 질감 및 구겨진 효과를 표현하였다(그림 13).

### 2.2.3 포토 모자이크

입력영상에 작은 이미지들을 이용하여 하나의 큰 이미지를 구성하는데, 서로의 모양과 색상을 고려하여 매핑 시켜 주어야 한다. 주제를 가지고

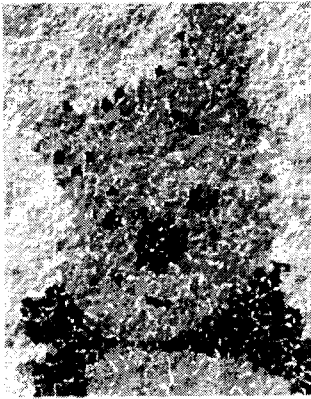


그림 13. 텍스처 질감 표현

있는 타일이미지들의 모음이 하나의 이미지를 표현해주고 있다는 점에서 특이하다. 포토 모자이크에는 다음과 같은 기술들이 필요하다.

### 타일 이미지의 컬러 조절 기술

작은 이미지를 이용해 큰 이미지를 구성하는 모자이크 방법으로 입력영상과 색상이 비슷하도록 컬러를 조절해주어서 생성하였다(그림 14).

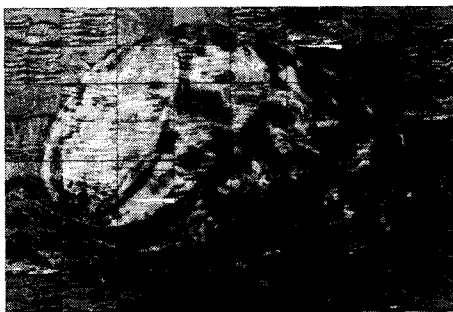


그림 14. 컬러를 조절하여 생성한 이미지 모자이크

### 타일이미지와 거리측정을 이용한 기술

입력영상에서 격자로 나누어 타일이미지와 RGB color distance를 합산한 것이 최소가 되는 타일을 매핑 시켜 줌으로써 입력영상과 유사한 결과를 생성할 수 있다. 여기서 고려할 점은 DB에 들어갈 이미지가 많으면 많을수록 입력영상에 가

까운 색상과 모양을 가지는 이미지를 찾기가 쉬우므로 되도록 많은 이미지를 확보하는 것이 중요하다(그림 15,16).



그림 15. 포토모자이크에 사용된 타일이미지

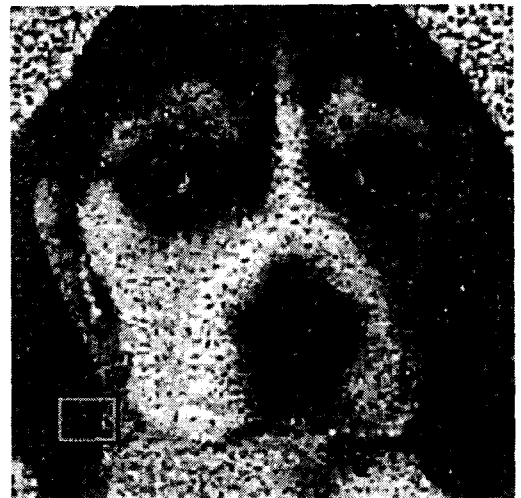


그림 16. 포토모자이크

### 2.3 툰 렌더링

카툰 렌더링(Cartoon Rendering)은 만화와 같은 결과 영상을 얻는 것을 그 목적으로 한다. 카툰 렌더링의 주요 연구에는 만화적 명암, 만화의 윤곽선을 그리는 연구, 그리고 그림자를 표현하는 연구가 있다. 만화적 명암을 표현하는 것을 카툰

셰이딩(Toon Shading)이라고 하며, 일반적으로 하드 셰이딩(Hard-shading)으로 알려져 있다. 이는 셰이딩을 하는데 있어서 밝은 부분과 어두운 부분의 경계가 명확하게 드러나는 것을 의미한다.

**툰 셰이딩 기술**

툰 셰이딩에서는 광원 벡터와 표면의 법선 벡터로 명암을 결정할 수 있는데, 일반적으로는 이를 미리 1D 텍스처 맵에 미리 계산해 두어 실제 렌더링할 때 렌더링에 걸리는 시간을 단축한다(그림 17,18).

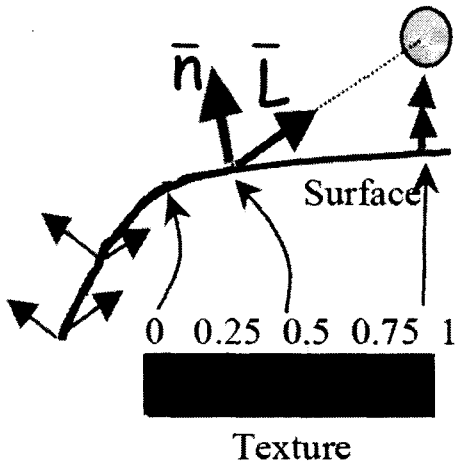


그림 17. 툰셰이딩의 1D 텍스처 맵



그림 18. 툰 셰이딩의 적용 결과

**윤곽선 표현 기술**

만화 영상에서 윤곽선(silhouette edge)이 차지하는 비중은 크다. 윤곽선은 만화 영상에서 배경과 캐릭터를 구분하고 그 장면에서의 분위기나 캐릭터의 무게감등의 정보를 제공한다. 3차원 데이터로 대상이 모델링 된 경우 윤곽선은 전방을 향하는 면과 후방을 향하는 면이 함께 동시에 공유하는 에지(edge)로 정의할 수 있다(그림 19).

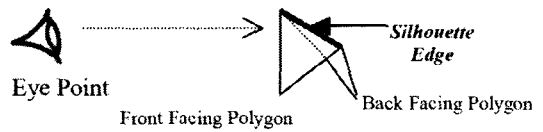


그림 19. 윤곽선 정의

**그림자 표현 기술**

만화 영상에서 그림자 역시 빼 놓을 수 없는 중요한 요소인데, 만화에서는 그림자를 통해 캐릭터와 시점간의 거리, 캐릭터의 모양, 물체들 간의 접촉 여부, 빛의 위치 등의 정보가 표현된다. 만일 그림자가 없다면 땅을 걸어 다니는 캐릭터가 허공에 떠 있는 것처럼 느껴질 수 있다. 카툰 렌더링에서 그림자에 관한 연구는 3차원 모델링 데이터로부터 그림자를 표현하는 방법과 셀 애니메이션과 같이 3차원 모델링 정보가 없는 경우에 그림자를 표현하는 방법이 있다. 전자의 경우는 광선 추적법과 같이 기존의 컴퓨터 그래픽스에서 이용되던 기술을 이용할 수 있고 후자의 경우에는 셀 애니메이션의 캐릭터를 부풀려(inflating) 부피를 얻은 다음 그림자를 만드는 방법이 있다(그림 20,21).

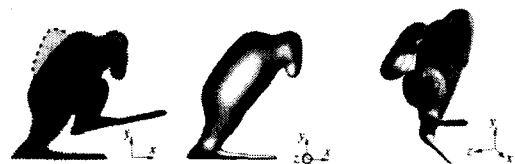


그림 20. 그림자를 만들기 위해 셀 애니메이션의 캐릭터를 각 부분 별로 나누어 부풀린 결과



그림 21. 그림자를 추가한 결과

### 2.4 Technical Illustration Rendering

기술 삽화 렌더링은 다른 비사실적 렌더링 분야에 비해서 정보 전달을 목적으로 한다는 특징이 있다. 이러한 기술 삽화는 기기의 사용 설명서나 교육용 교재 혹은 백과사전에 쓰이는 영상이다. 대체로 사진에 비하여 미적 정보보다는 기하학적 정보가 중요하게 표현된다.

기술 삽화에서 에지의 표현은 전달하고자 하는 정보에 따라 에지를 다르게 표현하는데, 일반적으로 전달하고자 하는 정보의 에지를 강하게 표현한다. 셰이딩 방법으로는 기존의 폼 셰이딩같은 방법을 쓰기 보다는 재질감을 드러낼 수 있는 셰이딩 기법을 사용한다. 예를 들어 금속성의 물체를 기술 삽화 렌더링으로 표현하는 경우 금속성 물체의 특유의 비등방성(anisotropy)이 표현되도록 한다. 이러한 셰이딩 기법을 메탈릭 셰이딩(metallic shading)이라고 하는데, 금속의 표면에서 난반사되는 빛의 세기가 고르지 않은 특성을 반영한 것이다. 또한 인간이 인지하는 감정에 따라 차가운 느낌의 색과 따뜻한 느낌의 색을 셰이딩에 반영할 수 있다(그림 22-24).

### 2.5 펜 & 잉크 렌더링

펜 일러스트는 표현하고자 하는 대상의 형태,

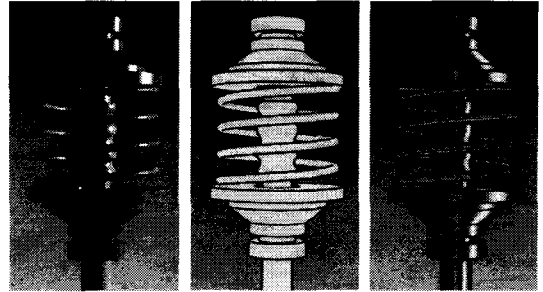


그림 22. 폼 셰이딩한 결과 (왼쪽) 에지만을 표현한 결과 (가운데) 에지와 메탈릭 셰이딩을 적용한 결과(오른쪽)

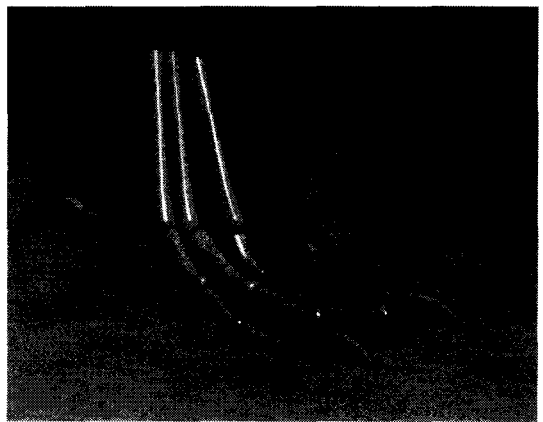


그림 23. cold to worm 셰이딩 결과

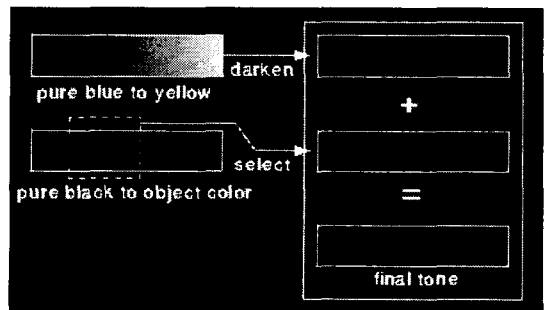


그림 24. cold to worm 셰이딩을 위한 텍스처 명암, 질감 심지어 역동감을 표현한다. 펜 일러스트는 색을 사용하지 않으며, 스트로크로 톤(tone)과 텍스처(texture)를 만들어 명암을 표현한다. 톤은 순차적으로 스트로크를 겹쳐 명암을 나타내는 방법이고 텍스처는 질감을 나타내기 위한 스트로



크의 집합이다.

**다양한 텍스처 효과 기술**

텍스처는 일반적으로 해상도나 방향에 의존적인 특징이 있다. 또한 텍스처의 크기가 작은 경우 결과 영상에는 텍스처의 반복으로 인한 인위적 느낌이 들 수도 있다(그림 25).



그림 25. 다양한 텍스처 효과

**윤곽선만을 그린 펜 일러스트 기술**

펜 일러스트에서 윤곽선 그리기는 중요한 역할을 차지한다. 윤곽선을 기준으로 영역이 나누어지며 각 영역에는 텍스처와 톤이 할당된다. 또한 윤곽선을 통해 그림자가 표현되는 위치가 결정된다(그림 26).

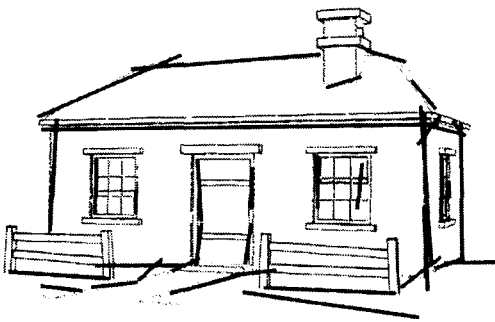


그림 26. 윤곽선만을 그린 펜 일러스트 결과

스트로크를 생략하여 여백으로 비워두는 기술 펜 일러스트가 다른 미술 작품들과 구별되는 특징 가운데 하나가 표현에 있어서의 과감한 생략이다. 펜 일러스트의 명암, 질감, 형태 등 모든 표현에 있어서 빛을 받는 부분이나 형태가 복잡하지 않은 부분, 혹은 덜 강조되는 부분에는 스트로크를 그려 넣지 않는다. 이렇게 스트로크를 생략하

여 여백으로 비워두는 기술을 암시법(indication)이라고 한다. 이러한 기술이 적용되어 렌더링 된 영상은 펜 일러스트로써 더욱 자연스럽게 매력이 있는 그림으로 느껴진다(그림 27,28).



그림 27. 암시법을 적용하지 않은 결과



그림 28. 암시법을 적용한 결과

**3. 결 론**

컴퓨터 그래픽스는 컴퓨터 공학의 응용 분야로 지난 반세기 동안 많은 발전을 이루어왔다. 1990년대 들어서 활발히 연구되기 시작한 비사실적 렌더링 분야 역시 짧은 기간 동안 크게 발전하였다. 앞으로 비사실적 렌더링 분야는 그 범주를 점점 확대해 갈 것으로 보이며 보다 많은 연구가 계속될 것으로 생각된다.

**참 고 문 헌**

[1] Bruce Gooch, Amy Gooch. "Non Phtorealistic Rendering", A K Peters, Ltd. 2001.  
[2] Aaron Hertzmann. "Painterly Rendering with

Curved Brush Strokes of Multiple Sizes”, In SIGGRAPH 98 Conference Proceedings, pages 453-460, July 1998.

[ 3 ] Georges Winkenbach and David H. Salesin, “Computer Generated Pen and Ink Illustration”, SIGGRAPH 94 Proceeding, pp91~100, 1994.

[ 4 ] Strassmann, S. “Hairy brushes.” Computer Graphics (Proc. SIGGRAPH 86) 20(4): 225-232 (August 1986).

[ 5 ] Wong, E. “Artistic rendering of portrait photographs”, Master’s thesis, Cornell University, 1999.

[ 6 ] Haeberli, P. “Paint By Numbers: Abstract Image Representation.” In Computer Graphics (proc. SIGGRAPH 90) 24(4): 207-214 (August 1990).

[ 7 ] Meier, B. J. “Painterly rendering for animation.” In Proceeding of SIGGRAPH 96, Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, edited by Holly Rushmeier, pp 377-484, Reading, MA: Addison-Wesley, 1996.

[ 8 ] Peter Litwinowicz, “Processing Images and Video for an impressionist effect”, SIGGRAPH 97 Proceeding, pp 407~414, 1997.

[ 9 ] Adam Lake, Carl Marshall, Mark Harris, Marc Blackstein, “Stylized Rendering Techniques For Scalable Real-Time 3D Animation” NPAR 2000: First International Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering, pages 13-20. ACM SIGGRAPH.

[10] Lena Petrovic, Brian Fujito, Lance Williams, Adam Finkelstein, “Shadows for Cel Animation” Siggraph 2000, Computer Graphics Proceedings.

[11] A. Gooch, B. Gooch, P. Shirley, and E. Cohen, “A NonPhotorealistic Lighting Model for Automatic Technical Illustration”, In SIGGRAPH ’98 Conference Proceedings, August 1998.

[12] Alejo Hausner, “Simulating Decorative Mosaics” In SIGGRAPH 2001, Computer Graphics Proceedings 573-580.

[13] Gershon Elber, George Wolberg, “Rendering traditional mosaics” The Visual Computer (2003), p 67-78.

[14] Junhwan Kim, “Jigsaw Image Mosaics” SIGGRAPH 2002.

[15] 서상현, 박영섭, 김성예, 윤경현, “Colored Paper Mosaic Rendering”, In SIGGRAPH 2001 Abstract and Application p156, 2001.



박 영 섭

- 1995년 대전대학교 전자계산학과(공학사)
- 2001년 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과(공학석사)
- 2001년~현재 중앙대학교 컴퓨터공학과 박사과정
- 관심분야 : 회화적 렌더링, 모자이크 렌더링, 영상기반 렌더링, 영상 모핑



윤 경 현

- 1980년 중앙대학교 전자계산학과(공학사)
- 1983년 중앙대학교 대학원 전자계산학과(공학석사)
- 1983년~1985년 한국전기연구소 연구원
- 1988년 Univ. of Connecticut 전자계산학과(공학석사)
- 1991년 Univ. of Connecticut 전자계산학과(공학박사)
- 1991년~현재 중앙대학교 컴퓨터공학과 교수
- 관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 렌더링, Proceduralism, GIS, 영상기반모델링과 렌더링, 비사실적 렌더링