

# 실시간 페인팅 어플리케이션을 위한 오일 파스텔 효과

오준규\*

중앙대학교 컴퓨터 공학과

## Oil Pastel Effect for Realtime Painting Application

JunKyu Oh\*

Chung-Ang University, Department of Computer Science and Engineering

### 요 약

본 논문은 오일 파스텔(크레용) 및 파스텔이 종이에 실제 그려질 때의 과정과 여러 현상을 살펴보고 구현할 수 있는 방법을 제안한다. 오일 파스텔이 종이위에 물을 때 생기는 무늬는 종이의 질감 때문에 발생한다. 이것을 표현하기 위해 프랙탈 버전의 셀룰러 텍스처 베이스 함수(Cellular Texture Basis Function)를 사용하여 종이의 질감을 생성하는 방법을 사용하였다. 그리고 이 함수로 동양화나 수채화 같은 느낌을 주는 종이 질감을 생성하는 방법을 제안한다. 그리고 종이 위에 브러쉬를 그릴 때의 작용과 색이 섞이는 과정 등을 살펴보고, 컴퓨터로 나타낼 수 있는 방법을 제안한다.

### 1. 서론

초기의 컴퓨터 그래픽은 사실적인 이미지를 만드는데 중점을 두었다. 하지만 최근에는 좀더 비사실적이고 회화적인 그림을 컴퓨터로 그려내는데 많은 노력을 쏟고 있다. Margret Hagen은 '효과적인 이미지 표현의 목표는 보는 사람의 관심을 끌고, 감각에 영향을 미칠 수 있도록 시각 정보를 선택하여 표현하는 것이다'[1]라고 정의하였고, 최근의 경향 역시 이런 노력을 많이 보이고 있다. 회화적인 그림을 컴퓨터로 생성하기 위해서는 실제 수채화나 유화, 크레용 같은 미술도구의 효과를 컴퓨터에서 시뮬레이션 하는 것이 필요하다.

오일 파스텔은 안료를 야자기름이나 파라핀 왁스와 혼합하여 만든 것이다. 흔히 크레용으로 불리기도 하는 오일 파스텔은 초등학교 미술 교육 교재로 널리 사용된다. 이 오일 파스텔이 종이에 그려지면서 생기는 무늬는 종이 자체가 질감을 가지고 있어 울퉁불퉁하기 때문에 그 고저차에 의해 생기는 안료의 분포에 기인한다. 다시 말하면 오일 파스텔을 종이에 그리면 안료가 종이의 표면의 높은 부분에는 묻고 낮은 부분에는 묻지 않기 때문에 울퉁불퉁한 무늬가 생긴다. MetaCreations사의 상업용 프로그램인 Painter는 종이의 재질을 텍스처 이미지로 사용하였다. 하지만 이렇게 하면 재질의 무늬가 연속적으로 나타나는 현상이 발생한다. 그래서 본 논문에서는 프랙탈 함수를 사용하여 종이의 표면 무늬를 재현하는 방법을 사용하였다. 또한 프랙탈 함수를 조합하여 수채화, 동양화 등의 느낌을 주는 효과를 만들어 내었다. 그리고 오일파스텔이 종이 위에 겹쳐 그려질 때 약간 색이 섞이는 현상이 발생한다. 종이 위에 그린다든 것은 물감이 그 위에 얹게 입혀지는 것을 의미한다. 물감의 종류에 따라 차이가 있지만 일반적으로 어두운 색일수록 투명도는 감소하게 된다. 그래서 한 색이 입혀져 있는 종이 위의 한 점에 다른 색이 입혀지면 층을 이루게 되고 아래층의 물감은 위층의 물감의 투명도 만큼 보이게 된다. 이것은 물감의 색에 따른 불투명도의 차이에서 발생하고 물감의 투명도를 그리려는 색의 명도를 사용하여 정의하여 재현하였다.

### 2. 기존의 연구

초기의 비사실적 렌더링(Non Photorealistic Rendering)의 연구는 Paul Haerberli에 의해서 발전되었다.[2] 그는 예술가가 생각하고 그림을 그리는 방법을 고려하여 합성되거나 자연적인 사진 정보를 사용하여 추상적이고 인상주의적인 이미지를 생성하였다. 그는 이미지를 위치, 색, 크기, 방향, 모양이 정의된 브러쉬 스트로크의 순서집합(Ordered Set)으로 정의하였고, 그리려고 하는 사진의 표면의 색, 조점의 중심, 외곽선의 등의 정보를 사용하여 브러쉬의 집합을 생성하는 방법을 제안하고 있다. 또한 그는 예술가들이 그림을 인식하고 표현하는 여러 가지 기법들을 소개하고

효과적인 구현 방법을 제안하였다. 하지만 브러쉬 스트로크는 RGBA를 가지는 직선과 스캔된 브러쉬 이미지를 사용하였다.

Litwinowicz는 사진을 가지고 컴퓨터가 인상주의 화풍으로 그리는 방법과 애니메이션을 생성할 수 있는 방법을 제안했다.[4] 이 논문에서 그는 이미지의 외곽선을 찾아내고 스트로크의 방향을 이미지의 명암을 가지고 자동 생성하고, 외곽선을 추출하여 브러쉬 스트로크를 클리핑하여 생성된 이미지의 선명도를 높였으며, 애니메이션을 제작할 때 한 프레임과 다음 프레임의 연관성을 높이기 위해 두 프레임사이의 차이점을 찾아 스트로크를 이동시키는 방법을 사용하였다. 그래서 애니메이션을 만들어도 한 프레임의 그림과 다음 프레임의 그림이 연속되는 느낌을 가질 수 있었다. 하지만 종이나 브러쉬의 질감을 고려하지 않았고 모서리가 둥근 직각형의 브러쉬를 사용하였다.

수채화를 컴퓨터를 사용하여 그리는 방법은 Cutis에 의해 제안되었다.[5] 이 논문에서는 수채화에서 생기는 물감의 섞임과 물의 번짐으로 생기는 여러 효과를 훌륭하게 재현해 내었다. 종이의 골 위로 물감과 물의 입자가 어떻게 흘러가고, 물의 수면장력에 의해 물방울이 종이에 어떻게 뭉치고, 흩어지는지를 시뮬레이션 하여 수채화를 구현하였다. 하지만 이 방법은 매우 사실적인 수채화 시뮬레이션 때문에 너무 많은 계산시간을 필요로 하는 단점이 있다.

위의 자동 생성 프로그램들은 주로 RGBA만을 사용하는 직사각형이나 실제 브러쉬의 스캔 이미지를 브러쉬 스트로크로 사용하고 있다. 본 논문은 이점을 개선하여 실제 사용하는 파스텔, 오일 파스텔의 브러쉬 스트로크를 만들어 낼 수 있는 방법을 제안한다. 이 방법은 2차원 드로잉 프로그램에서도 사용할 수 있다. 그리고 종이의 재질을 프랙탈로 생성하는 방법을 제안하고, 오일 파스텔과 파스텔, 그리고 여러 다른 느낌의 재질을 생성하는 방법을 알아본다. 마지막으로 파스텔과 같은 매질이 종이에서 색이 섞일 때의 현상을 살펴보고 그 방법을 제안한다.

### 3 오일 파스텔 브러쉬의 특성

#### 3.1 오일 파스텔의 재질

오일 파스텔과 크레용의 차이는 만드는데 사용된 용매의 차이에서 온다. 오일 파스텔은 왁스(wax)나 야자나무 기름을 사용하여 혼합한 것이고, 크레용(crayon)은 안료와 파라핀왁스(paraffin wax)등을 열로 녹인 후 꿀고투 섞어 고형화 시킨 것이다. 두 재료의 차이는 제작 시 사용된 재료의 차이이고 그것으로 인한 입자의 크기 차이이다. 그러므로 본 논문에서는 두가지를 통일하여 오일 파스텔로 용어를 통칭하여 사용하겠다.

#### 3.2 오일 파스텔 드로잉

기본적으로 오일 파스텔이 종이 위에 그려질 때 생기는 무늬는

종이의 높낮이에 의한 안료의 분포 때문이다. 그림 1은 종이 위에 붉은 색 파스텔로 선을 그릴 때 안료가 종이 표면에 묻는 과정을 보인 것이다. 그림 1과 같이 안료는 종이의 높은 부분에만 입히게 되고 낮은 부분에는 묻지 않게 된다.

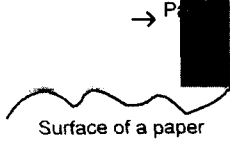


그림 1. 종이 표면에 안료가 묻는 과정

오일 파스텔은 안료가 용지에 묻어감에 따라 좀더 선명한 색이 나타나게 된다. 초기에는 그림 2.(a)의 상태에서 반복해 안료를 입힘으로써 좀더 골이 깊은 종이의 부분에도 안료가 입혀지게 되어 그림 2.(b), 2.(c)와 같이 된다. 이 과정을 구현하기 위해 종이의 각 픽셀마다 어느 정도의 안료가 묻어 있는지를 나타내는 정보를 저장하였다. 그리고 새로 그릴 때 묻는 안료의 양을 현재 안료의 양에 더해준 후 이 양이 종이 질감의 높이 보다 높으면 점을 그리고, 그렇지 않으면 안료의 양만 더해주고 점이 나타나지는 않게 했다. 이렇게 해서 구현한 결과가 그림 2이다. 그림 2.(a)는 한번의 브러쉬 스트로크이고 그림 2.(b)은 3번, 그리고 그림 2.(c)는 7번의 브러쉬 스트로크를 그린 결과이다.

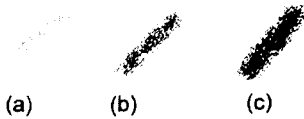


그림 2. 파스텔이 반복해서 묻는 과정

### 3.3 브러쉬의 파라미터 정의

한 브러쉬를 정의할 때 고려해야 할 파라미터들은 표 1과 같다. 표 1의 힘은 브러쉬를 그릴때에 사용자가 얼마만큼의 수직 압력을 주는지를 표현한 것이다. 이 값은 종이위의 안료의 양에 직접 더해주는 값이다. 그리고 투명도를 높이고 힘의 값을 줄이면 파스텔을 표현할 수 있으며 투명도와 힘의 값을 높이면 오일 파스텔을 표현할 수 있다.

표 1. 브러쉬의 파라미터

이름	설 명
모양	브러쉬가 종이에 닿을때의 모양을 정의
크기	브러쉬의 크기
색	RGB, Alpha channel 을 가지고 있는 브러쉬의 색
방향	브러쉬 스트로크의 방향
힘	그릴때 브러쉬를 누르는 힘

### 3.4 스트로크의 구현

그림 3은 종이위에 오일 파스텔 브러쉬 B가 특정방향으로 그리면서 진행하고 있을 때의 상황을 보인 것이다. 그림 3의 종이 위의 한 점 P에 묻게 되는 물감의 양은 브러쉬 B가 진행하고 있을 때, 점 P를 지나고 B의 진행방향과 평행인 직선과 B의 교점들의 길이에 비례한다. 이 계산을 매 점마다 하는 것은 상당히 많은 작업이 필요하다. 그리고 오일 파스텔 같은 매체는 브러쉬의 크기가 상당히 크다. 그래서 브러쉬 스트로크는 브러쉬를 종이 위에 그리는 작업을 적당한 간격으로 반복하므로써 구현하였다.



그림 3. 브러쉬가 종이위를 이동하는 모습

## 4. 종이의 특성

### 4.1 종이 매체의 특성

켄트지는 섬유를 뭉쳐놓은 것으로 그 표면을 보면 아주 울퉁불퉁하다. 화가들은 이 표면의 재질을 그림을 그리는데 이용하였다. 그래서 그림도구의 종류, 표현하려고 하는 것에 따라 종이의 재질을 선택한다. 종이의 표면의 굴곡은 규칙적이면서도 불규칙적인 면이 있다. 본 논문에서는 종이의 재질을 셀룰러 텍스처 베이스 함수(Cellular Texture Basis Function)를 사용하여 생성하였다. [6]

### 4.2 종이 굴곡의 생성

Worley가 제안한 셀룰러 텍스처 베이스 함수는 일정하게 분할된 공간상의 한 정사각형 안의 몇 개의 제어 점을 두고 특정 점으로의 n 번째 가까운 제어 점까지의 거리를 구하여 베이스 함수(Basis Function)로 사용한다[6]. 주로 F1-F4까지의 함수를 사용하는데, F1은 첫번째 가까운 제어 점까지의 거리이고, F4는 네번째 가까운 제어 점까지의 거리를 나타낸다. 이러한 함수 F1~F4의 조합은 연속일 뿐 아니라 흥미로운 결과를 보여 준다. 주로 3차원 모델의 범프 맵핑 데이터로 사용되기 위해 만들어졌으나, 종이의 표면을 재현하는 데에도 훌륭히 사용할 수 있다. 그리고 이 함수의 프랙탈 버전은 특히 흥미롭다. 프랙탈 버전은 각 레벨(level)에 따라 강도와 주파수가 다르기 때문에 큰 무늬와 작은 무늬가 잘 나타나 브러쉬를 표현할 때 또 다른 느낌을 줄 수 있다. 그리고 그림을 그릴 종이 위의 점 C와 종이를 표현하는 점 P 사이의 좌표변환이 필요하다. 이 식은 아래와 같이 표현된다.

$$P = sC + O \quad [식 1]$$

s는 종이위의 무늬의 크기를 나타내고, O는 원점을 나타낸다. s가 커지면 그림 4.(b)와 같이 조밀한 무늬의 브러시가 만들어지는 반면, s가 작아지면 그림 4.(a)와 같이 좀 큰 무늬의 질감을 표현할 수 있다. 아래 그림 4는 F1-F4 함수를 조합해서 만든 예제들이다. 기본 브러쉬의 모양은 원을 사용하였다. 그림 4.(a)는 붓의 느낌이 나며, 그림 4.(b)는 파스텔, 그림 4.(c)는 화선지에 번진 느낌이며, 그림 4.(d)는 부드러운 붓의 느낌이 난다. 그림 5는 그림 4을 만들 때에 사용된 종이의 질감 텍스처이다.

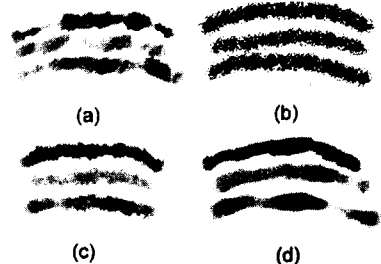


그림 4. Cellular Texture Basis Function 으로 만든 종이에 그려진 예

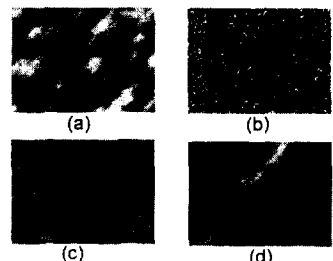


그림 5. 그림 4에 사용된 종이 텍스처

5. 색 섞임 구현

오일 파스텔은 불투명 하다. 그리고 명도가 낮은 색 위에 명도가 높은 색을 칠하면 잘 나타나질 않으나, 명도가 높은 색에 명도가 낮은 색을 칠하면 색이 잘 나타난다. 이것은 오일 파스텔의 매체 특성에 그 원인이 있다. 오일 파스텔은 안료와 파라핀 왁스, 또는 야자 기름과 혼합하여 만든 것이다. 이렇게 만들어진 오일 파스텔이 종이에 그려지면 얇은 막을 이루고, 이것은 완전히 투명하지 않다. 오일 파스텔은 색에 관계없이 같은 조건하에서 같은 양의 안료가 종이 위에 입혀진다. 이것은 아래의 그림 6과 같은 구조이다.

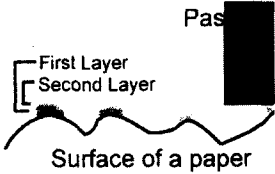


그림 6. 파스텔 색의 섞임.

여기에서 어두운 색의 오일 파스텔은 조금 더 투명도가 낮고, 밝은 색의 오일 파스텔은 투명도가 높다. 그렇기 때문에 어두운 색 위에 그려진 밝은 색은 잘 나타나지 않지만, 밝은 색 위에 그려진 어두운 색은 잘 나타나게 된다. 그리고 밝은 색도 어두운 색 위에 반복하여 그리면 다시 안료가 두꺼워 지면서 밝은 색이 나타나게 된다. 이것은 그럴 때에 색의 밝기를 투명도로 사용하여 표현할 수 있다. 이렇게 하면 실제와 같은 효과가 나오며, 밝은 색의 파스텔도 반복하여 그리게 하면 현재의 색을 띄게 된다. 그리고 종이 위에 물감이 많이 묻어 종이가 평평해지면 종이의 질감 때문에 나타나는 무늬는 나타나지 않는다. 그림 6을 보면 이미 색이 칠해진 곳에 다시 덧칠을 했을 때 색이 실제 어떻게 섞이는지 볼 수 있다.

그리고 색이 섞일 때에 물감이 섞이는 것이기 때문에 섞일수록 색이 어두워 지게 된다. 이것은 색을 섞을 때 칼라 모델을 CMY 모델을 사용하면 구현할 수 있다.

위의 과정을 종합하여 보면 다음과 같다. 원래 종이에 묻어있는 물감의 색을 C1, 새로 칠할 물감의 색을 C2, 새로 칠할 물감의 투명도를 T, 물감이 섞일 양을 M 이라고 하면 구하려고 하는 섞인 색 C3는 식 2과 같다.

$$C3 = C1 * (1 - T) + C2 * T + C2 * M \quad [식 2]$$

이렇게 구현된 결과는 그림 7에 있으며, 연한 빨간색 위에 여러 색이 입혀질 때의 결과와 짙은 빨간색 위에 여러 색이 입혀질 때의 결과를 보였다. 이 결과에서 연한 색은 투명도가 높기 때문에 원래의 색이 잘 나타나지 않는 것을 볼 수 있다. 그리고 그림 7의 예제와 같이 물감이 많이 묻어있는 곳에 다른 색의 물감을 칠할 때에는 종이가 물감에 의해 평평해 졌기 때문에 종이의 질감이 나타나지 않는다. 그리고 빨간색과 파란색 또는 빨간색과 녹색이 섞일 때에는 CMY 모델의 정의와 같이 색이 더 어두워져 검정 색에 가까워진다.

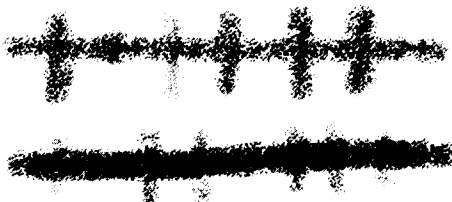


그림 7. 오일 파스텔의 색섞임

6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 오일 파스텔의 특성을 살펴보고, 컴퓨터로 생성하는 방법을 제안하였다. 이 논문에 사용된 방법은 물리적인 현상의 정확한 시뮬레이션이라기 보다는 관찰과 경험에 의하여 오일 파스텔의 드로잉을 추상화하여 그리는 알고리즘을 제안한 것이다. 또한 프랙탈 함수로 동양화, 수채화 등의 느낌을 주는 종이의 질감을 생성하였다. 그리고 오일 파스텔의 색이 종이 위에서 섞이는 과정을 살펴보고 그것을 구현하는 방법을 알아보았다. 위와 같은 방법으로 만들어진 결과는 오일 파스텔과 아주 유사할 뿐 아니라 종이의 재질을 표현하는 프랙탈 함수를 변화 시키면 여러가지 다른 효과를 낼 수 있다.

본 논문에서 제안한 방법은 사진을 컴퓨터로 다시 그리는 방법에 사용할 수 있다. 이 방법들은[2][3][4] 브러쉬를 정의해 놓은 순서조합(ordered set)을 사용하여 정의된 브러쉬를 순서대로 그린다. 이렇게 그럴 때 브러쉬와 종이를 본 논문에서 사용한 방법으로 대체하여 사용하면 여러 다른 느낌의 브러쉬를 사용하여 그린 결과를 얻을 수 있다. 그러나 오일 파스텔은 선이 굵고 뭉통하기 때문에 섬세한 그림에는 적당하지 않다. 그래서 컴퓨터가 사진과 같은 이미지를 직접 그리도록 만들려면 단순히 그 특징만 추출하여 그리는 방법이 요구된다.

그림 8은 본 논문을 구현하여 만든 어린이용 색칠 프로그램 헬로우 크레용이다. 이 프로그램은 현재 인터넷을 통하여 세어웨어로 판매되고 있다.



그림 8. 어린이용 페인팅 프로그램 헬로우 크레용

참고 문헌

- [1] Dick Phillips, "Siggraph '88 Panels Proceedings", 1988
- [2] Paul E. Haeberli, "Paint by Numbers: Abstract Image Representations", Computer Graphics, SIGGRAPH Annual Conference Proceedings 1990, pp. 207-214
- [3] Barbara J. Meier, "Painterly rendering for Animation", Computer Graphics, SIGGRAPH Annual Conference Proceedings 1996, pp. 477-484.
- [4] Peter Litwinowicz, "Processing Images and Video For An Impressionist Effect", Computer Graphics, SIGGRAPH Annual Conference Proceedings 1997, pp. 407-414
- [5] Cassidy J. Cutis, Sean E. Anderson, Joshua E. Seims, Kurt W. Fleischer, David H. Salesin, "Computer-Generated Watercolor", Computer Graphics, SIGGRAPH Annual Conference Proceedings 1997, pp.421-430
- [6] Steven Worley, "A Cellular Texture Basis Function", Computer Graphics, SIGGRAPH Annual Conference Proceedings 1996, pp.291-294
- [7] Foley, James and Adries Van Dam. Fundamentals of Interactive Computer graphics, Addison-Wesley, Messachussets, 1984.