

## 영상의 스케치 효과 알고리즘

○

김봉민\*, 김진헌\*

\*서경대학교 컴퓨터학과

## An Algorithm of the Sketch Effect on an Image

Bong-Min Kim\*, Jin-Heon Kim\*

\*Dept. of Computer Science, SeoKyeong University

### ABSTRACT

This paper presents an image processing algorithm which gives an sketch effect on the real image taken by CCD camera. The essence of the technique is the expression of shading by the line touch. Several line patterns are developed to emulate pencil drawings, fusains, Indian ink paintings. This algorithm is expected to be used for computer portraits, character development, and souvenirs.

### 1. 서론

영상처리는 그동안 컴퓨터의 발전과 더불어 다방면에 활용되고 진보되어 왔다. 영상처리는 초기에 산업체나 군사분야 등 특수한 목적에서 현재는 영화나 광고, 이미지 편집 등 매우 폭 넓은 분야까지 확대되어 왔다. 특히 일반인이 많이 사용하는 이미지 편집 도구는 영상처리 기술을 가장 많이 활용하는 프로그램으로 아주 간단한 영상처리의 조합으로 영상이나 그림에 특별한 효과주어 극적인 영상을 만들어 낸다. 컴퓨터를 이용하여 영상을 가공하는 기법은 많이 개발되어 왔지만 인간 중심의 사고와 휴먼 터치(human touch) 기술의 중요성이 점차 대두됨에 따라 사람이 작업한 것과 같은 느낌을 주는 컴퓨터 영상처리 기술이 새롭게 부각되고 있다.

본 논문에서는 컴퓨터가 취득한 실영상을 사람이 스케치로 그린 것과 같은 느낌을 주도록 하는 영상 처리 기법을 제안하고자 한다. 제안된 기법은 사람이 손으로 그리는 소묘작업을 수학적으로 모델링(modeling)하여 실영상(實映像)을 소묘화(素描)와 같은 느낌이 나도록 변환하였다. 소묘

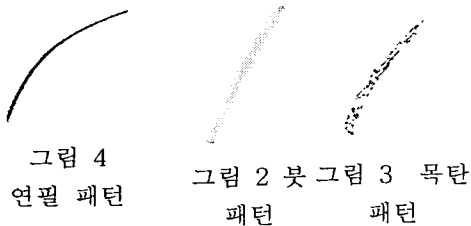
화 처리과정은 선과 명암(tone)의 모델링, 전처리(前處理)과정, 선긋기과정, 후처리과정으로 나뉜다. 선과 명암의 모델링에서는 소묘에 기본이 되는 선을 사용해 표현하는 명암의 모델링 방법에 대해 소개한다. 전처리과정은 기존의 간단한 영상처리 과정을 통해 영상의 질을 높여주는 방법에 관해 기술하였다. 선긋기과정은 모델링된 선에 의한 명암 데이터(data)를 실영상에 적용하는 과정으로 명암단계에 따라 영상을 변환한다. 후처리과정은 소묘화 처리된 영상을 보정하여 왜곡된 부분을 바로잡는 과정이다.

### 2. 본론

소묘란 연필이나 목탄과 같이 단색으로 그려진 그림으로 단색화, 무채화라고도 한다. 소묘는 모양과 명암의 기본요소로 하여 3차원의 영상을 2차원영상으로 바꾸는 과정이며 회화의 기본이 되는 부분이다. 여기서는 그동안 사람의 손으로 그려왔던 소묘화의 명암 표현 기법을 모델링하여 영상처리 기술을 이용하여 컴퓨터가 이를 처리할 수 있는 알고리즘을 소개하기로 한다.

## 2.1 선 모델링(line modeling)

소묘는 단색의 연필을 이용하여 연필심의 경도(傾度)와 필압(筆壓), 속도에 따라 여러 가지 선을 그어 그림을 표현한다. 소묘화 처리를 하는데 있어 첫 번째 단계는 소묘에 기본이 되는 선을 모델링하는 것이다. 사람이 그리는 선은 다양한 방향과 길이를 가질 뿐 아니라 필압에 따라 선의 굵기와 농도 등이 변한다. 특히 그려진 선은 직선이 아니고 또한 각 점들이 같은 명암을 갖지 않으므로 이러한 작업을 모델링하는 것은 매우 어려운 일이며 많은 연산을 필요로 한다. 그래서 본 논문에서는 연필로 그리는 선을 모델링하기 보다는 적당한 길이와 모양을 갖는 하나의 패턴 영상을 만들어 사용하였다.



소묘 작업에 기본이 되는 선을 [그림 1, 2, 3]과 같은 패턴(pattern)영상을 제작하여 적용하였다. 이 패턴은 HVS(Human Visual System) 방법으로 실험적으로 제작한 몇 가지 실험 패턴 중 실험 대상자에게 가장 효과가 좋다고 하는 것을 선택한 것이다. 즉 이미지 편집 툴을 사용하여 적당한 모양의 패턴을 생성한 다음 제작된 알고리즘을 통과한 영상을 바탕으로 판단 다시 패턴을 보정하는 과정을 반복하여 실험 대상자가 소묘적 느낌이 강하다고 느낀 패턴을 선택한 것이다. 이와같은 방법은 비록 실험 대상자의 주관적인 견해가 많이 포함되어 있기는 하지만 패턴영상을 사용함으로써 보다 다양한 느낌의 그림을 생성할 수 있는 장점이 있다. 즉 패턴영상의 모양만 바뀌어 주면 같은 영상이라도 다른 효과를 나타냄으로써 필터 사용시 여러 가지 선 패턴을 준비하면 보다 많은 부분에 응용할 수 있다. 본 기법에서도 같은 알고리즘에 [그림 1]의 패턴을 사용할 경우에는 데생효과를 주고, [그림 2]의 패턴을 사용할 경우에는 목탄화 효과를 [그림 3]의 패턴을 사용할 경우에는 수묵화 효과를 나타낼 수 있다.

## 2.2 명암 모델링

소묘에서 사용하는 밝고, 어두움의 단계는 약 10~20으로 구분하며 명암(tone)이라고 한다. 명암의 단계는 필압과 화면에 선을 그리는 횟수나 길이, 방향에 따라 달라진다. 데생에서는 명암의 표현이 가장 중요하며 개인의 개성을 가장 많이 표출되는 부분이다. 마찬가지로 명암의 모델링은 본 알고리즘에서 가장 중요하고 어려운 부분이다. 본 스케치 효과 알고리즘에서 명암을 모델링하는 것이 어려운 것은 소묘로 그려진 그림은 명암단계가 모자이크처럼 구별되는 것이 아니기 때문이다. 또한 소묘는 명암단계를 여러 개의 선으로 나타내며 하나의 연결된 선은 여러 가지 명암에 영향을 줌으로 명암을 한 단계씩 모델링하기보다는 여러 단계의 명암이 서로 자연스럽게 연결되도록 모델링하여야 한다. 이런 특성을 살리기 위해 본 논문에서는 명암의 모델링을 덧칠 기법을 사용하여 표현하였다. 덧칠 기법이란 사람이 그림을 그리는 방식을 흉내낸 것으로 명암단계에 따라 선을 긋는 회수를 변화 시켜감으로서 농도를 표시한다. 간단한 방법으로 밝은 곳은 한 두 번 정도의 선을 긋고 어두운 곳은 여러 번 선을 그어 표현하는 것이다. 이 밖에 선을 긋는 간격이나 선의 길이, 선의 농도 등을 단계에 따라 변화시킴으로써 보다 자연스러운 그림을 나타낼 수 있다.

### 2.2.1 선의 방향 결정

선의 방향은 그림의 형태나 개개인에 따라 전혀 다르게 그려지므로 선의 방향을 결정하는 것은 어려운 일이다. 그래서 선의 방향은 그림에 상관없이 랜덤 함수를 이용하여 결정하였다. 그러나 선의 각도는 0~90도로 제한을 두었다. 왜냐하면 모든 방향으로 선을 그릴 경우 대칭 선이 많아지므로 그림의 통일성이 없어지고 지저분하게 보여질 뿐 아니라 방향에 따라 명암의 단계 변화가 심해지기 때문이다.

### 2.2.2 선의 길이 결정

길이가 같은 선으로 명암을 표시하면 그림은 일률적인 선으로 인해 다분히 기계적인 느낌을 갖는다. 따라서 선의 길이는 다양한 크기로 변화시켜야 함으로 하나의 선을 그릴 때마다 랜덤 함수를 통해 길이를 설정한다. 또한 명암단계에 따라 각 단계별로 최대 길이와 최소 길이 값이 정

해져 있어 낮은 단계(밝은 색)에서는 짧게 그리고 높은 단계에서는 길게 그려지도록 하여 적당한 명암을 유지할 수 있도록 하였다. 식 1은 길이를 결정하는 방법을 표현한 것이다.

$$L = rand() \% 20 + g_{Max} - g_P$$

(1)

$L$  = 선의 길이,  $g_{Max}$  = 최대 명암 단계,  $g_P$  = 현재 명암단계

### 2.2.3 선의 농도 결정

선의 농도는 명암단계에 따라 조금씩 높아지며 명암의 단계에 따라 가중치를 주어 알맞은 농도를 갖게 한다.

$$M = SP(x, y) + P * \delta$$

(2)

$M$  = 선의 농도,  $SP(x, y)$  = 패턴영상의  $x, y$ 점,  $g_P$  = 현재 명암단계,  $\delta$  = 가중치

아래의 [그림 4-a]는 10단계로 나누어진 Gray 영상이고 [그림 4-b]는 위에 제안된 명암의 모델링 기법으로 [그림 4-a] 영상을 선을 그려 표현한 영상이다.



그림 5-a 실 영상 (계단 명암)

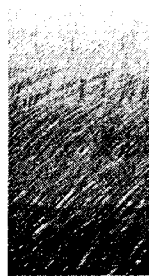


그림 4-b 명암의 모델링 (스케치된 영상)

## 2.3 소묘화 변환 과정

소묘화 처리과정은 실제 촬영된 비트맵 영상 사용하여 스케치효과를 갖도록 변환하는 과정으로 일련의 영상처리 기술이 조합되어 있다. 본문에서 제안된 소묘화 영상처리 과정은 [그림

5]와 같다.

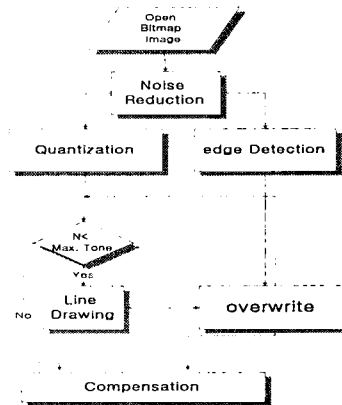


그림 5 소묘화 처리과정

### 1) 잡음 제거(noise reduction)

CCD 카메라로 촬영된 영상은 카메라 자체의 문제로 인해 노이즈가 발생한다. 이러한 노이즈는 변환작업을 거치면서 영상의 왜곡이나 노이즈의 확대 등과 같은 영향을 줌으로서 영상에 질을 저하시킨다. 여기서는 블러링(bluring)[1] 기법을 통해 노이즈를 제거하였다.

### 2) 윤곽선 검출(edge detection)

소묘의 첫 번째 단계는 윤곽선을 그리는 것으로 이는 대상의 구도를 잡고 모양을 나타내는 중요한 작업으로 보통 다른 부분보다 강조되어 그려진다. 윤곽선을 찾아 강조함으로써 영상에 자연스러운 효과를 더해줄 수 있다. 윤곽선 검출은 소벨(Sobel)[2] 마스크를 사용하여 가로, 세로, 대각선 방향으로 찾으며 이중 최대 값이 윤곽선이 된다. 윤곽선 검출은 그 특성상 명암의 변화가 심한 곳에 따라 선의 농도가 높아지는데 영상의 특성에 따라 윤곽선의 위치가 흰 점이 되는 경우가 발생한다. 이것은 스케치 효과에 나쁜 영향을 줌으로 이러한 윤곽선은 제거해야 한다. 에지를 찾는 수식은 식 3과 같다.

$$E(x, y) = \text{MaxEdge} - O(x, y) \{ (\text{MaxEdge} - O(x, y)) > 0 \}$$

(3)

$\text{MaxEdge}$  = 각 마스크 연산중 최대값  
 $E(x, y)$  = 에지영상  
 $O(x, y)$  = 실제영상  
 $E(x, y) = O((\text{MaxEdge} - O(x, y)) < 0)$

### 3) 양자화(quantization)

소묘의 명암단계는 10~20 사이이므로 디지털 영상의 명암 단계를 연필의 명암단계와 같도록 양자화 과정을 거쳐야 한다. 양자화 단계는 영상의 상태에 따라 적절히 조절된다. 변환하고자 하는 영상이 복잡하거나 명암단계가 많은 경우에는 양자화 단계를 높이 설정하고 이와 반대의 영상에는 낮게 설정해야 비슷한 명암을 갖는 영상을 얻을 수 있다.



그림 8-a 원본 영상



그림 7-b 데생 처리된 영상

### 4) 선긋기(line drawing)

양자화된 영상의 명암단계에 따라 영상에 모델링된 선을 그린다. 선을 그리는 방식은 위에서 제안한 명암의 모델링에 따라 한 단계씩 그려진다. 그려진 영상은 전과정의 영상에 계속 더해진다. 그려지는 순서는 밝은 색부터 그려지며 어두운 색일수록 겹쳐지는 선이 많아진다.



그림 7-c 목탄화 처리된 영상



그림 7-d 수묵화 처리된 영상

### 5) 보정(compensation)

본 알고리즘은 그 특성상 하나의 점에 그려진 하나의 선은 실제 영상에 많은 왜곡을 준다. 이러한 특성은 영상에 부자연스럽게 하고 세밀한 영상일 경우에는 더욱 왜곡이 심해진다. 그래서 소묘화 처리된 영상에 왜곡된 부분을 바로잡는 과정이 필요하다. 보정하는 방식은 실영상의 픽셀과 소묘화 처리된 영상의 픽셀의 농도 차가 많을 경우 차이를 줄이는 방법을 사용하였다.

## 2.4 실험결과

제안된 기법으로 처리한 영상을 [그림 7]에 보였다. [그림 7-a]은 실제 인물을 촬영한 영상이다. 그림 [7-b]는 원본 영상에 데생화 효과를 준 영상이고, [그림 7-c]는 목탄화 효과를 준 영상이며, [그림 7-d]는 수묵화 효과를 준 영상이다.

## 3. 결론

제안된 기법은 명암의 모델링에서 선의 방향에 대한 고려가 부족해서 약간 기계적인 느낌을 주는 경우가 있다. 또한 실영상을 사용하므로 원본 영상의 상태에 따라 처리된 영상의 느낌도 많이 달라지는데 영상의 명암단계가 적을수록 성능이 저하된다. 그리고 선을 기본 패턴으로 사용하여 그려지므로 영상이 왜곡되는 부분이 많이 생긴다. 이러한 점을 보충한다면 더 좋은 그림을 만들어 낼 수 있을 것으로 사료된다.

앞으로 본 논문과 같은 영상처리 기술은 광고의 포스터, 판촉물 제작, 또한 개인적인 이미지 편집에 사용할 수 있다고 본다. 또한 다른 영상처리 기술들과 접목하면 더 많은 곳에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [1] RANDY CRANE, "Simplified Approach to Image Processing", Prentice Hall, 1997.
- [2] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunck, "Machine Vision", McGraw-Hill, 1995.