

자동화된 수묵담채화 생성 기법

Automatic Method for Generating Oriental Color Ink Painting

이기정, 황보택근
경원대학교 소프트웨어대학

Lee Ki-Jung, Whangbo Taeg-Keun
College of Software, Kyungwon
University

요약

수묵담채화에 대한 대부분의 연구들은 브러시, 종이, 잉크 번짐 효과 등과 같은 물리적인 모델링에 집중되어 왔다. 이 모델들은 그림을 잘 그리거나 타블릿 펜을 잘 이용하는 사용자들에게는 효과적이지만 툴 사용에 익숙하지 않은 사용자들에게는 만족감을 주지 못한다. 본 논문에서는 수묵담채화를 자동으로 생성하는 기법을 제안하고자 한다. 수묵담채화에서 주로 사용하는 테마인 풍경이미지를 사용자로부터 입력받아 이미지 처리 기법들을 이용하여 수묵담채화를 생성하는 방법을 제안하고자 한다.

Abstract

Researchers of oriental color ink painting have concentrated on physical models such as brushes, papers, and ink diffusion. These models can be effective when painter depict a painting by tablet pen. If a painter has poor skill to use tablet pen or drawing ability, result should be not satisfied. In this paper, we propose an automatic painting method for oriental color ink painting. We use a computational approach to abstract landscape image and reproduce a painting by oriental color ink painting method. The reason why we use landscape image, landscape painting is a major theme of oriental ink painting.

I. 서론

대부분의 비사실적렌더링(NPR)에 대한 연구들은 서양의 수채화나 유화에 대한 연구로 진행되어 왔다. 동양의 대표적인 화법인 수묵화 그 중에서도 수묵담채화에 대한 연구는 미진한 상태이며, 주로 모델링을 위한 연구에 집중되어 왔다.

초기 수묵화에 대한 연구는 3D 모델링 기술에 집중되었다. 3D 모델의 경우 렌더링을 하기 위한 많은 정보들을 가지고 있기 때문이다. 또 다른 연구들은 브러시, 종이, 번짐 효과 등에 대한 연구에 집중되었다. 이 연구들은 사용자의 미술적 감각과 툴 사용에

대한 지식을 필요로 함으로 초보자가 사용하기에는 단점을 가지고 있다. 따라서, 누구나 쉽게 수묵담채화를 생성할 수 있는 자동화된 방법에 대한 연구가 필요하며, 본 연구에서는 전경 사진을 입력으로 받아 자동화된 기법을 이용하여 수묵담채화를 생성하는 방법에 대한 연구를 수행하였다.

2장에서는 수묵담채화에 대한 기존 연구들을 살펴보고, 3장에서는 제안하는 수묵담채화 생성기법을 설명한다. 4장에서는 제안한 알고리즘을 이용한 실험 결과를 나타내며, 5장에서 결론 및 향후 연구에 대하여 논의하고자 한다.

II. 관련 연구

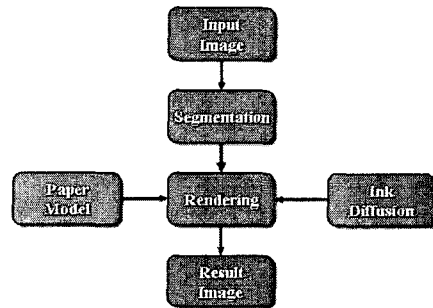
브러시 모델링에 대한 대부분의 연구들은 물리적인 모델에 집중되어서, 사용자가 브러시 스타일과 브러시 방향을 선택할 수 있다. Strassmann[1]은 스트로크 패스에 수직하게 움직이는 1차원 붓털을 제안하였다. Shan-Zan Wen[2]은 2차원 원형 브러시 모델을 제안하였는데, 균일 분포의 붓털을 사용하였다. Lin[3]은 두 종류의 브러시 모델을 사용하였는데, 첫째는 일반 브러시로 영역을 위해서 사용하였고, 둘째는 경계 브러시로 객체의 상세함이나 경계를 표현하기 위하여 사용하였다. Lee[4]는 붓털의 위치를 유동적으로 계산하는 3차원 브러시를 제안하였지만, 계산량이 많은 단점을 가지고 있다.

종이 모델은 물과 잉크의 혼합을 위해서 필요하며, 보다 사실감 있는 느낌을 제공하기 위해서 필요하다. 서양의 비사실적 렌더링에서는 대부분 유화에 대한 연구가 진행되었지만 동양의 수묵화는 수채화와 비슷한 방법을 사용한다. 따라서, 초기의 수묵담채화에 대한 연구들은 Curtis[5]의 알고리즘을 사용하였다. Curtis는 수채화를 표현하기 위해서 종이를 균등한 셀로 분할하여, 각 셀들에 3개층의 레이어를 포함하여 수채화 효과를 나타내었다. Guo와 Kunii[6]는 수묵화를 위한 2차원 섬유 구조를 제안하였다. 종이위의 초기 셀의 물과 잉크는 섬유 구조의 통로를 통해서 이웃한 셀로 이동하도록 설계되었다. Lee[4]는 Kunii 모델을 발전시켜서 사인 곡선을 갖는 섬유 구조를 갖는 종이 모델을 제안하였다.

잉크 확산 알고리즘은 수묵담채화에서 널리 사용되어 왔으며, 물과 잉크를 흡수하는 종이 능력에 비례하여 잉크 확산 효과는 다르게 나타난다. Curtis[5]는 복잡한 시뮬레이션을 통해서 실제감있는 수채화를 표현하였다. Lee[7]가 제안한 기술은 다양한 종류의 종이 모델에서 사용할 수 있도록 잉크 확산 알고리즘의 매개변수들을 정의하였다.

III. 수묵담채화 생성 기법

제안한 시스템의 전체적인 흐름도를 [그림 1]에 나타내었다. 제안한 시스템은 입력 영상을 참조 영상으로 하여 먼저, 영역 분할과 경계 분할을 수행한다. 분할된 이미지와 종이 모델, 그리고 잉크 확산 효과를 이용하여 최종의 결과 영상을 만들어 내도록 설계되었다.



▶▶ 그림 1. 시스템 흐름도

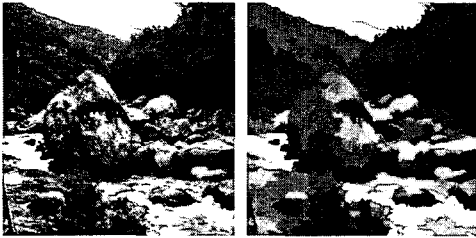
1. 영상 분할

일반적인 전경 영상은 복잡한 정보를 담고 있기 때문에 이를 간략화하는 과정이 필요하다. 전경 영상의 정보를 간략화하기 위해서 본 논문에서는 영역 분할과 경계 분할을 사용하였다. 영역 분할은 색상과 공간 텍스처 특징을 사용하였다. 색상 특징은 중요한 색상과 각 픽셀에서의 거리에 대한 정보를 가진다[8]. 이 개념은 일반적으로 사람들이 한 이미지를 볼 때 영상의 모든 색상을 다 판별할 수 없다는 데에서 시작되었다. 색상 특징들은 Lab 색상 공간을 이용하여 추출하였으며, Lab 색상 공간은 인간의 시각 인지 방법과 가장 유사한 특징을 가지고 있다.

공간 텍스처 특징은 칼라 에지의 방향성을 이용하였으며, 칼라 에지를 추출하기 위해서 캐니 에지 검출기[9]를 사용하였으며, 에지의 방향성은 수평, 수직, +45, -45의 각도를 이용하였다.

추출된 특징들은 K-mean 클러스터링 알고리즘을 이용하여 군집화하였다. 각 픽셀들은 색상 유사도와

에지의 방향성을 이용하여 군집화되었으며, 초기 K 는 2에서 10사이의 랜덤한 값으로 시작하였다. 영역 분할된 결과를 [그림 2]에 나타내었다.

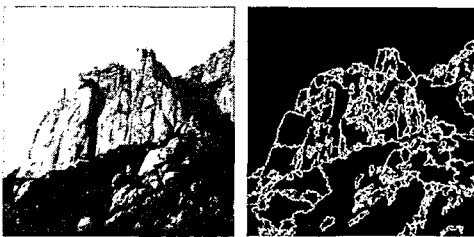


(a) 원본 이미지

(b) 분할 이미지

▶▶ 그림 2. 영역 분할된 결과 영상

경계 검출은 영역 검출시 얻어진 칼라 에지 정보를 같은 방향성과 크기를 가진 에지간의 관계를 만들어서 하나의 에지 맵으로 만들었다. 이렇게 추출된 결과를 [그림 3]에 나타내었다. 이 경계들은 영역을 브러시로 그리면서 각 객체의 영역을 넘지 못하도록 하는 에지 클리핑과 경계 자체를 위한 브러시의 위치로서 사용하였다.



(a) 원본 이미지

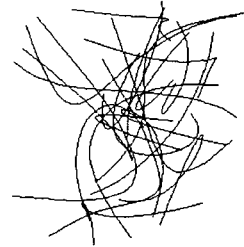
(b) 경계 이미지

▶▶ 그림 3. 경계 검출된 결과 영상

2. 종이 모델

종이 모델은 수묵담채화의 중요한 요소 중에 하나이다. 동양 종이의 특징은 흡수성이다. 수묵담채화의 특성상 물이 종이에 흡수되는 강도에 따라서 그림의 느낌이 다르게 표현된다. 즉, 화가가 붓을 얼마나 오

랫동안 누르고 있는지 혹은 물의 양을 얼마나 사용하는지에 따라서 그림의 느낌은 다르게 나타난다. 그러나, 자동화된 방법에서는 이러한 효과를 전부 표현할 수 없기 때문에 섬유 구조를 만들어서 사용한다. 물리적으로 종이는 작은 섬유들이 모여서 이루어져 있으며, 이 섬유 구조에 따라서 흡수성이 다르게 나타난다. 본 논문에서 제안한 종이 모델은 Lee[7]가 제안한 섬유 구조를 개선하여 사인 곡선과 랜덤 효과를 이용하여 만들었다. [그림 4]는 본 연구에서 사용한 종이 구조를 나타내고 있다.



▶▶ 그림 4. 섬유 구조

3. 잉크 확산 효과

본 논문에서 제안한 자동화된 방법에서는 잉크 확산 효과를 실시간으로 표현할 필요가 없다. 사용자가 마우스나 타블릿 펜을 이용해서 그리는 경우 마우스를 누르고 있는 시간에 따라서 잉크의 양과 확산 정도가 결정되어 진다. 하지만, 제안한 방법에서는 잉크가 확산된 후의 결과만 표현하면 되기 때문에 잉크 확산의 범위 및 정도를 실시간으로 계산할 필요가 없다.

본 논문에서 제안한 종이 모델은 셀들로 구성되어 있으며, 각각의 셀들은 이웃한 8개의 셀들과 연결되어져 있다. 이 셀들간의 잉크 확산은 랜덤하게 생성된 섬유 구조에 의해서 전달되어지는 부분과 그렇지 않은 부분으로 나뉘며, 이를 수식 1에 나타내었다.

$$IDA(i) = C(i) + D(i) \times a \quad (1)$$

IDA(i)는 i 번째 렌더링 될 섬유 확산 영역이고, C(i)는 i 번째 섬유의 중심 픽셀이고, D(i)는 초기 확산 영역이고, 마지막으로 a는 확산 상수값이다.

[그림 5]에 수식 1을 이용하여 계산된 결과를 나타내었다.



▶▶ 그림 5. 잉크 확산

잉크 확산과 더불어 칼라 색상의 효과적인 표현을 위해서 Curtis와 Lin이 사용했던 Kubelka-Munk(KM) 모델을 사용하여 보다 현실감 있는 색상을 표현하도록 하였다.

IV. 실험 결과

제안한 시스템은 PC 환경에서 자바 1.4.2로 구현되었으며, 구현 결과를 [그림 6]과 [그림 7]에 나타내었다.



(a) 원본 이미지

(b) 결과 영상

▶▶ 그림 6. 결과 영상



(a) 원본 이미지

(b) 결과 영상

▶▶ 그림 7. 결과 영상

V. 결론 및 향후 연구

수묵담채화에 대한 기존의 연구는 브러시, 종이, 그리고 잉크 확산 효과와 같은 물리적인 모델링에 집중되어 왔다. 이 모델들을 기반으로 마우스나 타블릿 펜을 사용하여 수묵담채화를 표현하는 것은 이러한 틀에 익숙한 경우에는 효과적이지만 그렇지 않은 경우 비효율적이다.

본 논문에서는 사용자가 입력한 영상을 이용하여 공간 텍스처 특징과 색상 성분을 추출하고 K-mean 알고리즘을 이용한 영상 분할을 수행한다. 분할된 영상 정보에 제안한 종이 모델과 잉크 확산 효과를 적용하여 수묵담채화를 생성한다. 본 논문에서 제안한 방식은 툴 사용에 익숙하지 않은 사용자들에게도 효율적인 자동화된 방식이다. 그러나, 아직 수동의 방법 보다는 예술성이 떨어지고, 우리의 고유한 한지의 속성을 표현하지 못하는 단점을 가지고 있다. 또한, 수묵담채화의 특징인 여백의 미를 표현할 수 있는 기법에 대한 연구도 필요하다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] Strassmann, S., "Hairy Brushes", Computer Graphics, Vol. 20, No. 4, pp.225-232, 1986.
- [2] Shan-Zan Wen, Zen-Chung Shih, and Hsin-Yi Chiu, The Synthesis of Chinese Ink Painting, National Computing Symposium '99, pp. 461-468, 1999.
- [3] Wei-Jin Lin, Zen-Chung Shih, Computer-Generated Chinese Painting with Physically-Based Ink and Color Diffusion, In Proceeding of CGW, 2004.
- [4] Jintae Lee, Simulating Oriental Black-Ink Painting, IEEE Computer Graphics & Application, 19(3):74-81, 1999
- [5] Cassidy J. Curtis, Sean D. Anderson, Joshua E. Seims, Kurt W. Fleisher, and David H. Salesin, Computer-Generated Watercolor, Proceedings of ACM SIGGRAPH97, 1997.
- [6] Q. Guo, T. Kunii, Modeling the diffuse painting of 'sumie', Modeling in Computer Graphics,

- pp.329-338, 1991.
- [7] Jintae Lee, Diffusion Rendering of Black Ink Paintings using New Paper and Ink Models, *Computers & Graphics* 25, pp.295-308, 2001.
 - [8] Junqing Chen, Thrasyvoulos N. Pappas, Aleksandra mojsilvic, Bernice Rogowitz, Adaptive Image Segmentation based on Color And Texture, In *Proceedings on International Conference on Image Processing(ICIP)*, 2002.
 - [9] J. Canny, A Computational Approach to Edge Detection, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 8, No. 6, 1986.