

수묵 비실사적 렌더링을 적용한 스케치 기반 '蘭' 생성 기법

오세윤[○] 전재웅 임순범* 최윤철
연세대학교 컴퓨터과학과
숙명여자대학교 멀티미디어학과*
{seyunee, tyren, ycchoy} rainbow.yonsei.ac.kr
sblim@sookmyung.ac.kr*

Sketch-Based 'Orchid' Generating Method Applied Non-Photorealistic Rendering for Ink Paintings

Se-Yoon Oh[○] Jae-Woong Jeon Soon-Bum Lim* Yoon-Chul Choy
Department of Computer Science, Yonsei University
Dept. Of Multimedia Science, Sookmyung Women's University*

요 약

3차원 그래픽을 추상화시켜서 표현하는 비실사(Non-Photorealistic Rendering) 기법은 실사기법에 비해 사용자와의 원활한 커뮤니케이션을 이끌어 낼 수 있고 다양한 예술적 효과를 표현할 수 있다는 점에서 주목을 받고 있다. 지금까지 비실사 기법에 관한 연구는 서양적 미술 기법에 중점을 두고 연구되어 왔으나, 최근 한국적인 미술 기법인 수묵화 기법을 적용한 연구에 관심이 높아지고 있다. 기존의 서양적 비실사 기법에서는 프리폼 스케치 알고리즘에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 사용자는 이를 이용해 마우스나 펜의 조작만으로 쉽게 모델을 제작할 수 있고 다양한 렌더링 기법을 직접 적용해볼 수 있다. 반면에, 동양적 비실사 기법에서는 프리폼 스케치 알고리즘에 관한 연구가 부족하기 때문에 동양적 비실사 기법에 적합한 모델을 생성하기 어렵다. 이에 본 논문에서는 동양적 프리폼 스케치 알고리즘 연구에 대한 기초 연구로 2D스케치로부터 사군자 중 하나인 '蘭'에 해당하는 3D 모델을 생성할 수 있는 알고리즘을 제안한다.

1. 서 론

현실과 비슷한 그래픽을 생성하는 것을 목표로 수행되어 온 기존의 컴퓨터 그래픽 분야의 연구들과 달리 비실사적 렌더링 기법의 연구들은 추상화를 통한 커뮤니케이션의 전달이나 다양한 미술적 기법의 적용을 목표로 한다.

비실사적 렌더링 기법에 관한 연구에서 다양한 기법을 개발하는 연구와 더불어 3D 모델을 쉽게 생성할 수 있는 프리폼 스케치 알고리즘에 관한 연구가 진행되고 있다. 대표적인 연구로 간단한 스케치만으로 3D 모델을 만들고 수정할 수 있는 Teddy[1]와 사용자가 그린 스케치로부터 그리고자 의도했던 물체를 예측해서 그려주는 연구[2]가 있다. 기존의 프리폼 스케치 알고리즘은 서양적 미술 기법에 뿌리를 두고 있기 때문에 서양적 미술 기법을 적용하기에 적합한 모델을 생성하는데 알맞다.

최근 한국적인 미술 기법인 수묵화를 적용한 비실사적 렌더링 기법에 관한 연구가 진행되고 있으나 이 기법을 실제 적용해 볼 모델을 생성하는 알고리즘에 관한 연구는 미진한 실정이다. 때문에 스케치를 통해 수묵 비실사적 렌더링 기법에 적합한 모델을 쉽게 생성할 수 있는 연구에 관한 필요성이 높아지고 있다.

본 논문에서는 이런 동양적 프리폼 스케치 알고리즘 연구에 관한 기초 연구로 동양화의 소재로 많이 활용되어 온 사군자 중 '蘭'의 생성 알고리즘을 제안한다. 알고리즘을 통해 생성한 '蘭' 모델에는 기본적인 동양적 비실사 렌더링 기법을 적용한다.

2. 관련연구

2.1 수묵 비실사적 렌더링 기법

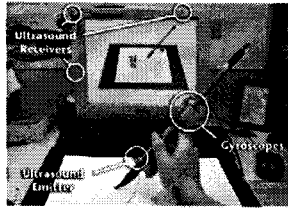
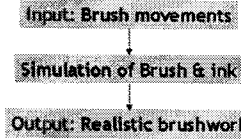
수묵화를 표현할 때, 붓의 종류, 붓에 묻은 먹의 양, 종이에 따른 먹의 번짐, 붓이 종이와 이루는 각도와 움직임의 방향 등을 고려해주어야 한다. 컴퓨터 그래픽에서 수묵화 기법 적용을 위해 이들을 고려하는 것은 많은 자원을 요구한다. 본 절에서는 기존의 수묵을 적용한 컴퓨터 그래픽 연구에 관해 설명한다.

2.1.1 User Input Device 기법 [3]

수묵화를 그릴 때 가장 중요한 것은 붓의 움직임이다. User Input Device 기법은 사용자가 실제로 수묵화를 그리듯이 컴퓨터에서 수묵화를 그리는 기법이다. 자이로스코프라는 특별한 센서를 붓에 부착하고 붓을 움직이면 이 움직임이 컴퓨터에 그대로 입력되어 그림이 그려진다. [그림 1]

본 연구는 서울시 산학연 협력사업 지원으로 수행되었음

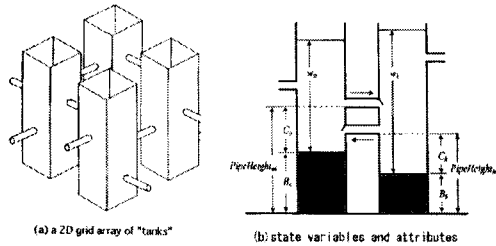
[Input Data Captured from a device]



[그림1] 자이로스코프를 사용한 수묵화 그리기

2.1.2 Image Processing 기법 [4]

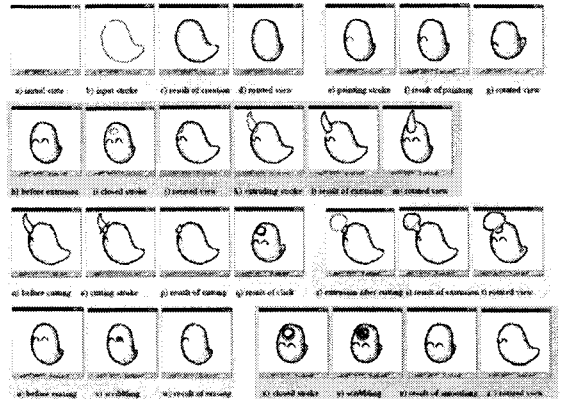
수묵화를 그래픽으로 나타내기 위해 고려해야 될 사항이 많기 때문에 이를 모두 다루려면 많은 계산이 필요하다. 따라서 계산의 양을 줄이면서 실제 수묵화와 유사한 효과를 주기 위해 탱크 모델이 제시되었다. [그림2]와 같이 종이 한 격자마다 탱크를 만들고 서로 연결되어 있는 관을 통해 물 분자와 잉크 분자를 확산 시킨다. 이를 통해 종이의 각 부분에 묻어있는 먹의 양을 계산하여 종이에 그려진 수묵화를 표현한다. 각 탱크마다 물과 잉크 분자의 이동과 확산, 증발을 계산해야 하기 때문에 시간이 오래 걸린다는 단점을 지닌다.



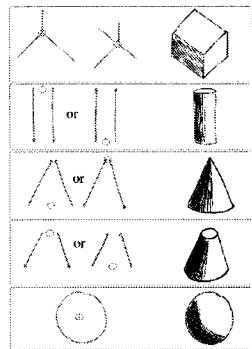
[그림2] 탱크 모델

2.2 프리폼 스케치 알고리즘

프리폼 스케치 알고리즘이란 2D 스케치로부터 3D 모델을 생성하는 알고리즘이다. 2D로 입력된 스트로크의 3D 공간내의 위치를 구하기 위해 역투영하는 과정이 필요하다. Teddy 알고리즘[1]은 [그림3]과 같이 사용자가 그린 모양에 알맞은 3D 모델을 생성해준다. 사용자는 펜의 조작만으로 모델을 생성하고 수정할 수 있다. [그림4]와 같이 사용자가 선과 원을 그려주면 무엇을 그리려고 했는지 예측해서 원뿔이나 정육면체와 같은 기하학적 물체를 그려주는 연구도 있다. [2]



[그림3] Teddy Algorithm



[그림4] 기하학적 모델 예측

3. 스케치 기반 '蘭' 생성 알고리즘

본 장에서는 '蘭'을 생성할 수 있는 프리폼 스케치 알고리즘을 제안한다. 사용자로부터 입력받은 2D 스트로크가 '蘭'의 기본 뼈대가 되며 뼈대를 기준으로 폴리곤들을 붙여 '蘭' 모델을 생성한다. '蘭' 모델은 사용자가 그린 그대로의 모양을 가진다. '蘭' 생성 알고리즘의 과정은 다음과 같다.

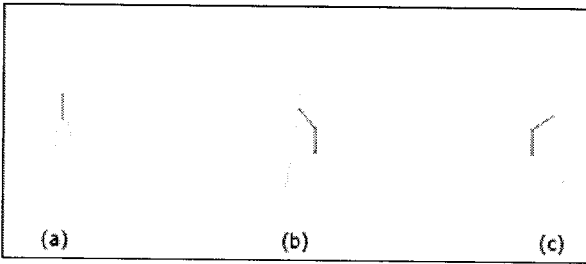
1. 2D 스트로크로부터 제어점 생성
2. 제어점을 보간하여 스플라인 점을 생성
3. 스플라인 점의 양쪽과 뒤쪽에 점을 생성
4. 생성된 점을 연결하여 삼각 폴리곤 생성

3.1 제어점 생성

사용자가 입력하는 '蘭'의 모양은 사용자의 능력에 따라 달라질 수 밖에 없다. 이 알고리즘은 사용자가 그린 스케치를 바탕으로 하되 사용자의 능력에 관계 없이 '蘭'의 모양이 그려질 수 있도록 한다. 이를 위해, 사용자가 스케치할 때 '蘭'의 모양을 벗어나지 않도록 제어하고, 스케치를 '蘭'의 모양으로 바꾸어 주는 Beautification 과정을 거친다.

먼저 사용자가 그릴 때 '蘭'의 모양이 되도록 스크로크의 진행 범위를 실시간으로 결정해준다. 프리폼 스케치의 특성에 맞게 사용자에게 최대한의 자유를 주되 '蘭'의 모양을 벗어나지는 않도록 하는 것이다. [그림5]의 진한 부분은 현재 그려진 스케치가 되고 연한 부분이 다음 스케치 할 수 있는 범위가 된다. 이 범위를 벗어나면 스케치 과정은 종료 된다.

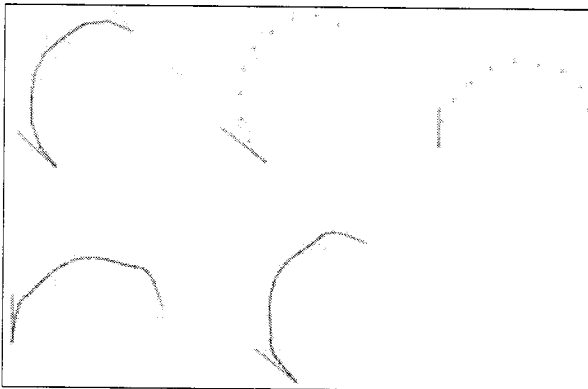
스케치 입력 후, 기본 적인 Beautification 과정으로 사용자가 입력한 스트로크에서 간격에 따라 점을 추출하고 이 점을 제어점으로 설정한다. 이 제어점의 간격은 사용자가 조정가능하고 이 제어점의 간격이 작을수록 사용자의 입력이 크게 반영된다. 스트로크의 모든 점을 추출하지 않는 것은 손 떨림 현상이나 순간적인 실수를 보정해 주기 위한 것이다.



[그림5] 스케치의 범위 설정

3.2 제어점 보간

제어점 생성 후에 제어점을 보간 하여 '蘭'의 모양을 갖추도록 한다. 제어점 자체를 직선으로 연결하면 어색한 모양이 생성되므로 제어점을 잇는 곡선을 생성하고 곡선을 표현하는 스플라인 점을 생성한다. 스플라인 점은 곡선의 변화가 급격한 지점에서는 점들의 간격이 좁게 나타나고 곡선의 변화가 완만한 지점에서는 점들의 간격이 넓게 나타난다. 본 논문에서는 제어점들을 정확히 지나는 곡선을 생성해주는 3차 스플라인 곡선을 이용한다. 스플라인 점은 3차 스플라인 곡선의 식을 이용하여 생성한다. [그림6]의 마지막 곡선은 스플라인 보간된 곡선의 모습이다.

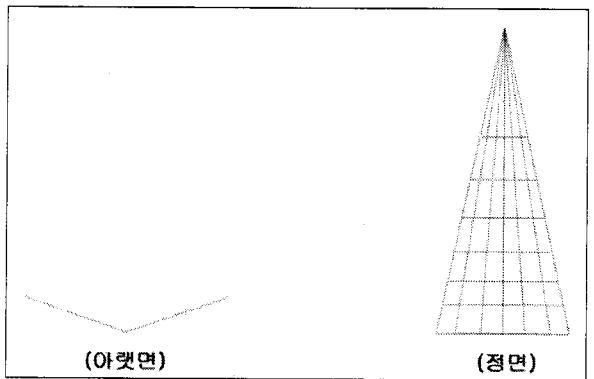


[그림6] 스플라인 보간 과정

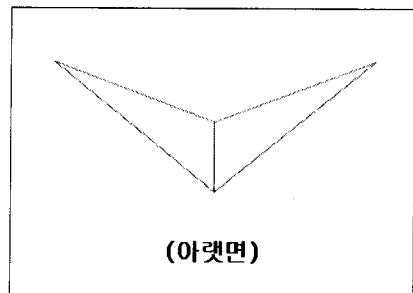
3.3 측면과 뒷면의 점 생성

제어점 생성과 보간 과정을 통해 '蘭'의 뼈대는 생성하였지만 아직은 2D 스트로크에 불과하다. 이를 3D 모델로 바꾸기 위해 뼈대의 양쪽과 뒤쪽에 점을 생성한다. 각 점들의 위치는 양 앞이 V자 형태로 벌어진 '蘭'의 모양에 맞도록 한다. 양 앞이 이루는 각도와 양 앞의 넓이는 사용자가 설정할 수 있도록 한다.

이 때 측면 점은 하나만 가지는 것이 아니라 단계에 따라 여러 점을 생성한다. 이는 측면에 면 하나만 가졌을 때 셰이딩이 불가하기 때문이다. 측면에 여러 면을 가지도록 하여 단계에 따라 면의 색을 결정하여 붓으로 그린 모습을 표현하기 쉽게 하는 것이다. 측면에 생성될 점과 뒷면에 생성될 점의 위치에 관한 그림은 [그림7], [그림8]과 같다. 측면 점이 어느 정도로 생성될지 역시 사용자가 설정할 수 있다.



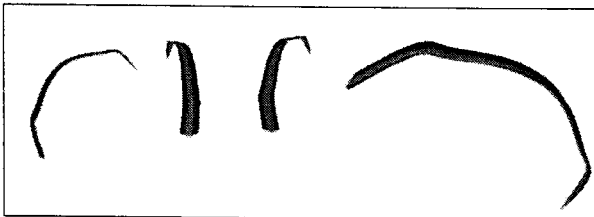
[그림7] 측면점 위치



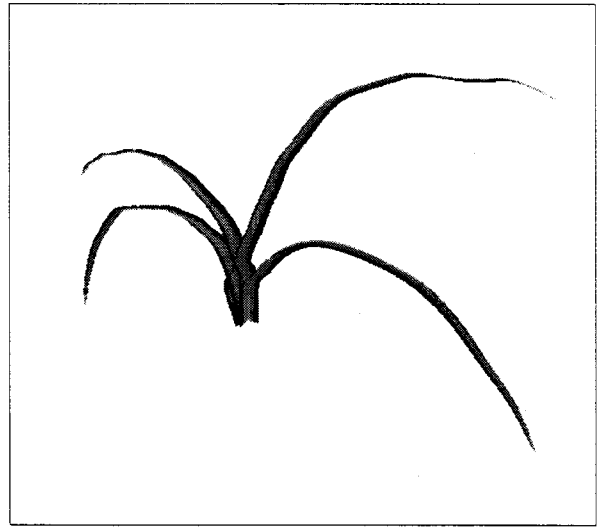
[그림8] 뒷면의 점 위치

3.4 폴리곤의 생성 및 셰이딩

앞 단계에서 만들어진 '蘭' 생성에 필요한 점들을 이어 삼각 폴리곤을 생성하여 '蘭' 모델을 완성한다. 본 논문에서는 '蘭'의 모습을 확인할 수 있도록 기본적인 수목 렌더링을 활용하였다. 폴리곤에 단계적인 회색 계열의 색상을 부여하여 먹의 번짐과 비슷한 효과를 준다. 바깥쪽 폴리곤은 진한 색으로 설정하고 안쪽은 연한색으로 설정하여 붓으로 그린 느낌을 줄 수 있도록 한다. 생성된 '蘭'의 모습은 [그림9]와 같다.



[그림9] 생성된 '蘭'의 렌더링



[그림10] 프로그램 구현 결과

4. 구현결과

4.1 구현 환경

본 논문에서 제시한 기법의 구현 프로그램은 펜티엄4프로세서의 Windows XP 플랫폼에서 Microsoft Visual C++ (Visual Studio 2005) 컴파일러와 OpenGL[5]를 이용하여 제작하였다.

4.2 구현 결과

프로그램은 그리기모드와 렌더링모드의 두가지를 가진다. 그리기모드에서는 사용자가 '蘭'을 그릴 수 있고, 렌더링 모드에서는 그린 '蘭'을 사용자가 원하는 시점에서 렌더링 할 수 있다.

그리기 모드에서 사용자는 마우스나 펜을 통해 원하는 '蘭'의 모양을 그릴 수 있다. '蘭'을 그릴 때 3.1 절에서 설명 하였듯이 사용자가 그릴 수 있는 점위를 제한한다. 프로그램을 통해 그린 '蘭'의 예는 [그림10]과 같다. 프로그램의 제작을 담은 동영상의 링크는 다음과 같다.

<http://rainbow.yonsei.ac.kr/npr/ink-painting/orchid.asf>

5. 결론 및 향후 과제

간단한 스케치로부터 사용자가 원하는 모습의 '蘭'을 생성할 수 있음을 확인하였다. 본 논문의 연구는 동양적 프리폼 스케치 알고리즘을 위한 기초 연구로 수행되었으므로, 이를 앞으로 일반적인 경우에도 적용할 수 있도록 확장시켜 연구를 진행할 예정이다.

본 논문의 알고리즘을 이용하여 생성한 '蘭'의 모습을 확인하기 위해 적용한 셰이딩 방법은 본래 수목화에서 '蘭'의 모습과는 차이가 있다. 펜이 움직이는 속도와 시간에 따라 선의 굵기와 색의 진하기를 정해주고 이에 맞게 셰이딩하면 실제 수목화와 더 비슷한 모습을 가질 것이다. 복잡한 계산은 줄이면서 수목화를 3D 그래픽스에서 표현하는 방법에 관한 연구가 이어져야 할 것이다.

[참고문헌]

- [1] Igarashi, T., Matsuoka, S., and Tanaka, H. Teddy: A sketching interface for 3d freeform design. In Proceeding of SIGGRAPH, 409-416, 1999.
- [2] Olga Karpenko, John F. Hughes and Ramesh Raskar, Free-form sketching with variational implicit surfaces, Eurographics, 2002.
- [3] Bruce Gooch, Amy Gooch. Non-Photorealistic Rendering. A K Peters, Ltd., 2001.
- [4] QingZhang, Youetsu Sato. Simple Cellular Automaton-based Simulation of Ink Behaviour and Its Application to Suibokuga-like 3D Rendering of Trees. The Journal of Visualization and Computer Animation, 1999
- [5] OpenGL Homepage, <http://www.opengl.org>