

동적 격자를 사용한 회화적 렌더링

이호창^o 박영섭 윤경현

중앙대학교 컴퓨터공학과 컴퓨터그래픽스 연구실
fanpanic^o, cookie @cglab.cse.cau.ac.kr , khyoon@cau.ac.kr

Painterly rendering using dynamic grid

Hochang Lee^o, Young Sup Park , Kyung-Hyun Yoon
Computer Graphics Lab, CS&E, Chung-Ang University

요 약

회화적 렌더링의 궁극적 목적은 입력된 이미지를 가지고 손으로 그린듯한 느낌을 표현하는 것이다. 이러한 회화적 느낌을 표현하기 위한 요소에는 브러시의 위치, 방향, 그리고 사이즈 등이 있다. 본 논문에서는 다음 그려질 위치가 정적 격자단위로 정해지는 것이 아닌 동적인 격자를 사용하여 결정되었다. 이때 브러시의 방향을 효과적으로 표현하기 위해 영상의 방향 보간을 하였다. 그리고 입력 영상과 캔버스의 최대 차이점에서 에지와 거리를 고려하여 동적인 브러시의 사이즈를 표현하였다. 그리고 텍스처를 가진 다양한 브러시를 사용하여 질감을 효과적으로 표현하였다. 위의 과정들을 통하여 전통적인 오일 페인팅(oil painting)의 결과를 얻을 수 있었다.

1. 서 론

회화적 렌더링은 사용자에게 의해서 입력된 영상을 이용하여 회화적 느낌을 표현해 나가는 과정이다. 회화적 느낌을 표현하기 위해서는 브러시 방향, 위치, 그리고 사이즈 등이 중요한 표현요소가 된다. 하지만 위의 요소들을 표현하는데 있어서 기존 연구들에서는 몇 가지 한계를 가지고 있었다.

첫째, 실제 사람이 회화를 그릴 때에는 일정 격자 간격으로 붓을 칠해 가는 것이 아닌 그린 위치에서 그 주변부를 먼저 칠해 나간다. 둘째, 주변의 에지와 동일한 방향성을 갖는다. 세 번째로 하나의 붓으로도 힘의 조절에 의해 다양한 굵기를 표현 할 수 있다. 하지만 기존 연구[4, 5, 6]에서는 정적인 격자 간격으로 브러시를 그려나가는 방법을 사용하였기 때문에 브러시가 많이 칠해져야 할 특정 부분을 세밀하게 표현하지 못했다. 그리고 해당 위치의 그라디언트 값을 사용하기 때문에 주변 에지와 방향이 일관되지 않았다. 또한 브러시의 사이즈를 하나 또는 레이어의 수만큼 고정적으로 정해놓고 사용하였다.

본 논문에서는 위에서 제시한 단점을 개선하는 알고리즘을 제시한다. 먼저 방향보간을 통하여 브러시의 방향성을 일관되게 하였다. 그리고 동적 격자에 의한 브러시의 위치 선정을 함으로써 기존의 정적 격자 단위로 그릴 곳을 찾아가던 방법 보다 사실적인 위치선정이 가능하게 하였다. 또한 다양한 브러시 사이즈를 적용해 기존의 고정된 브러시 사이즈를 사용하는 것 보다 좀 더 세밀한 부분을 잘 표현할 수 있게 되었다. 그리고 결과 영상의 질감 표현을 위해 텍스처의 다양한 효과를 사용하였다. 우리가 제시한 새로운 알고리즘을 통해서 전통적인 오일 페인팅의 효과를 얻을 수 있었다.

2. 관 련 연 구

기존의 연구들[1, 2, 3]은 브러시 스트로크가 그려질 위치를 찾을 때 격자 단위로 찾아 나가는 지터 그리드(jittered grid) 방법을 사용한다. 그리고 동일한 사이즈의 브러시를 사용하였다. [4]와 [6]에서는 다양한 브러시 사이즈에 대한 방법을 제시

하였으나 직선 스트로크만이 가능하였다. 이를 개선하기 위해서 hertzmann[5] 은 직선 스트로크와 획일적인 브러시 사이즈의 단점을 개선한 새로운 알고리즘을 제시하였다. 하지만 이 방법 역시 지터 그리드를 이용하기 때문에 브러시가 칠해지는 위치가 동일 간격을 포함하고 있다. 또 다중 브러시 사이즈를 사용 하지만 각 레이어 별로 하나의 사이즈만을 사용하기 때문에 3~4개 정도의 브러시 사이즈만을 표현할 수 있다는 한계를 가지고 있다.

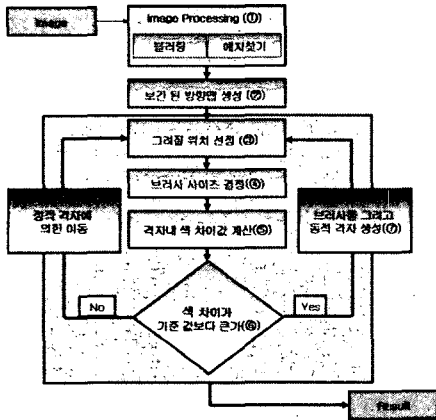
Hays[8]는 스트로크의 일관된 방향성을 만들기 위해 RBF 기법[7]을 적용하여 전역 보간 법을 사용하였다. 본 논문에서는 국부 보간법[9]을 사용하여 일관된 방향성을 표현하였다.

Hertzmann[10]은 2002년에 물리적인 브러시 스트로크를 표현하는 새로운 방법을 제시하였다. 브러시가 쌓이는 것을 높이 맵(height field)으로 만들고 여기에 셰이딩(shading)의 효과를 준 결과를 통해 브러시의 질감 효과를 표현하였다. 하지만 질감의 느낌이 시멘트 칠을 한 것과 같아 실제 그림의 효과를 내기 부족했다. 본 논문에서는 실제 사람이 그린 브러시 텍스처에 엠보싱(embossing) 효과를 준 후 이를 사용하여 브러시에 좀 더 사실적인 느낌이 나도록 하였다

3. 동적 격자를 사용하는 회화적 렌더링

[그림 1]은 본 논문에서 제안하는 회화적 렌더링 기법의 시스템 흐름을 보여주고 있다. 먼저 [그림 1(①)]과 같이 입력영상에 대한 이미지 처리과정이 필요하다. 이 단계에서는 렌더링에 필요한 블러링과 에지 찾기 과정이 수행된다. 블러링된 이미지와 에지를 사용해 국부보간법[9]을 한다[그림 1(②)]. 보간 과정을 통해 일관된 방향성을 저장하고 있는 방향 맵을 만들 수 있다. 그리고 사용자가 정한 레이어 단계만큼 다음 과정을 반복한다. 먼저 브러시가 그려질 위치를 선정해야 한다[그림 1(③)]. 그려질 위치가 선정되면 해당 위치에 알맞은 브러시의 사이즈를 구한다[그림 1(④)]. 그 후 구해진 브러시 사이즈를 가지고 일정 기준 값을 구한다[그림 1(⑤)]. 구해진 일정 기준 값과 현재 색 차이를 비교해 그려줄지를 판단한다[그림 1(⑥)]. 색 차이가 기준 차이 값보다 작으면 다음 격자로 넘어가 [그림 1(③)]의 과정부터 반복한다. 색 차이가 기준 차이

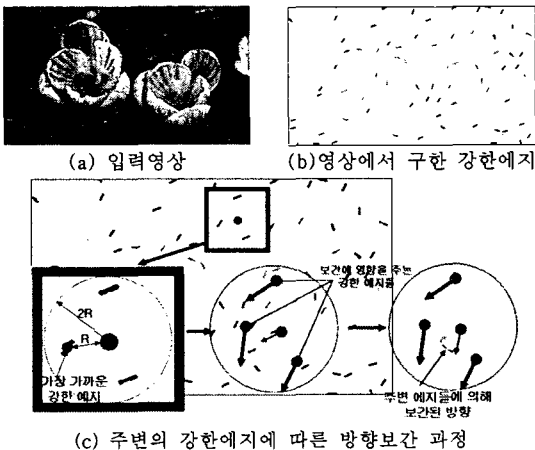
값보다 크면 브러시를 그려주고 그려진 브러시를 중심으로 새로운 영역을 정한다[그림 1(㉗)]. 그리고 새로운 영역 안에서 [그림 1(㉘)]의 과정을 반복한다. 위 과정 중 본 논문에 중심이 되는 보간된 방향 맵 만들기[그림 1(㉙)], 동적인 그려질 위치 선정과정[그림 1(㉚)], 텍스처를 사용한 질감 표현[그림 1(㉛)]에 대해서는 다음 장에서 자세히 설명하였다.



[그림 1] 알고리즘의 시스템 흐름도

3-1. 보간된 방향 맵 만들기

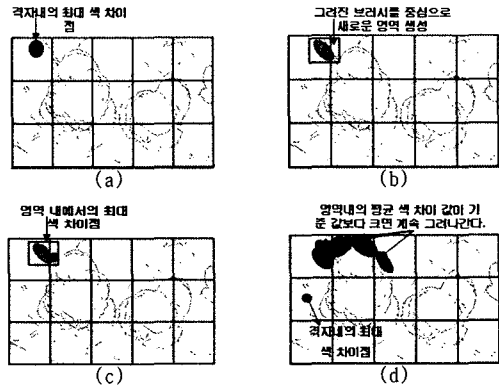
회화적 렌더링에서 브러시를 칠해 나갈 때 주변 에지와 일정한 방향성을 유지해야 한다는 것은 중요한 요소 중 하나이다. 본 논문에서는 강한 에지에 의해 보간이 되는 국부 보간법[9]을 사용하여 방향 맵을 구현하였다. 강한에지란 각 픽셀의 그라디언트값중 그 값이 특별하게 큰 픽셀들을 말한다. 구해진 강한에지를 통해 주변 픽셀들의 벡터 값들이 강한에지의 영향을 받아 보간이 이루어진다. [그림 2-(a)]는 사용된 원본 이미지이며 [그림 2-(b)]는 이중 강한에지만을 추출한 이미지이다. 그리고 [그림 2-(c)]는 강한 에지에 의해 주변의 방향 값이 변하는 과정을 보여주고 있다.



[그림 2] 강한 에지에 의한 방향보간

3-2 동적 격자에 의한 그려질 위치 선정

본 논문에서는 기존의 격자 단위로 그려나가던 방법이 아닌 새로운 알고리즘을 제시하였다. 먼저 격자 내에서 블러링된 영상과 캔버스간의 색상 차가 가장 큰 차이점을 찾는다[그림 3-(a)]. 하나의 브러시를 그린 후 다음 격자로 넘어가는 것이 아닌 [그림 3-(b)]와 같이 그려진 브러시를 기준으로 새로운 영역을 정한다. 그리고 새로운 영역에서 최대 색 차이점과 평균 색 차이 값을 구한다[그림 3-(c)]. 구해진 평균 색상차이가 일정 기준 값보다 크면 영역 안의 최대 차이점에서 브러시를 그려준다. 주변의 최대 차이 값을 찾아가며 그려가다 일정 영역의 색 차이 값이 기준 차이 값보다 작아지면 [그림 3-(d)]와 같이 다음 격자로 넘어가 브러시를 그리는 과정을 반복한다. 현 위치에서 다음 그려질 위치를 유추해 나감으로 고정적 격자 방식보다 사실성 있고 동적인 브러시의 위치선택이 가능하다.



[그림 3] 동적격자에 의한 위치 탐색 과정

3-3. 텍스처를 사용한 질감 표현

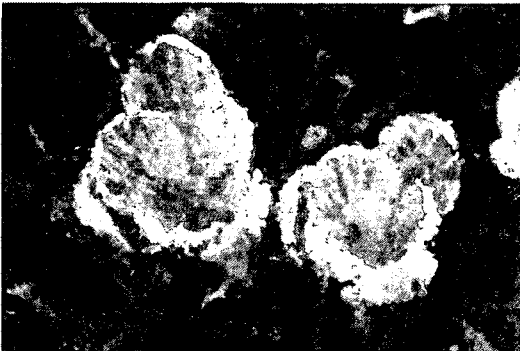
사실적인 오일 페인팅의 결과를 얻기 위해서는 텍스처를 사용한 브러시의 질감효과가 매우 중요한 요소이다. hertzmann[10]은 기존에 높이맵을 이용한 영상의 질감 효과를 나타내었다. 하지만 작은 브러시 사이즈가 계속 쌓이면 실제 브러시의 효과보다는 시멘트를 칠한 것과 같은 결과가 나왔다. 사실적인 질감 표현을 위해 본 논문에서는 실제 그린 브러시를 가지고 사용한다[그림 4-(a)]. 또한 하단에 그려진 브러시의 색을 적절히 하단의 색이 묻어 나오도록 하였다[그림 4-(b)]. 이 이미지에 명확한 질감 표현을 위해 엠보싱 작업을 하였다. 하나의 엠보싱된 텍스처만을 사용하면 브러시의 결 부분이 너무 선명하여 인위적인 결과 영상이 나온다. 두 개의 상반된 엠보싱 텍스처를 사용하여 결 부분을 상쇄 시킨다. 위에서 결정된 텍스처를 가지고 단순히 직선 브러시에서 아닌 곡선 브러시에 매핑(mapping) 하여 질감을 가지는 곡선 브러시를 표현하였다.



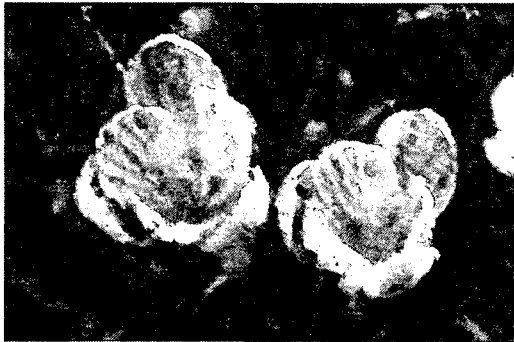
[그림 4] 텍스처에 의한 질감 표현(a) 및 색의 혼합(b)

4. 영상 결과

[그림 5]는 이전 알고리즘과 제시한 알고리즘이 제시한 결과이다. [그림 5-(a)]는 보간을 하지 않고 정적 격자단위로 그려 나간 결과이다. 그리고 [그림 5-(b)]는 보간과 동적 격자를 사용한 결과이다. 보간과 주변탐색을 가능하게 하는 동적격자를 사용함으로써 좀더 선명하고 일관된 방향성을 얻는것을 볼 수 있다. [그림 6]은 본 알고리즘을 다른 영상에 적용한 결과이다.



(a) 방향보간과 동적 격자를 사용하지 않은 결과영상



(b) 방향보간과 동적 격자를 사용한 결과영상

[그림 5] 이전 결과와의 비교



[그림 6] 주전자 영상에 적용 결과

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 기존[4,5,6]에 사용되던 정적 격자 단위의 그리기에서 탈피하고자 새로운 알고리즘을 제시하였다. 먼저 일관된 방향성을 유지하기 위하여 국부 보간법을 사용하여 방향 보간을 하였다. 그리고 정해진 브러시 사이즈를 방향의 수직위치에 있는 에지들을 고려하여 유동적으로 사이즈를 조절하였다. 구해진 방향과 굵기를 사용하여 브러시를 그린다. 그리고 정적 격자에 의해 다음 격자로 넘어가지 않고 그려진 브러시를 중심으로 가상의 격자를 만들어 그 안에서 새로 그려질 위치를 추적한다. 위의 과정을 통하여 정적 격자의 의존도를 줄일 수 있었고 더 그려져야 할 주변부를 탐색하며 그려 더 많은 붓터치의 효과를 얻을 수 있었다. 위의 과정들을 적용한 결과 전통적인 오일 페인팅의 결과를 얻을 수 있었다. 하지만 이 알고리즘역시 정적 격자에 의존하기 때문에 작은 브러시가 그려지지 않아야 할 곳도 작은 브러시를 사용하게 된다. 따라서 쿼드 트리 기법등과 같은 기술을 사용하여 영역별로 브러시의 굵기를 조절해 주는 연구가 되어야 할 것이다. 또한 브러시 사이즈와 위치를 결정하는 것이 단순히 에지와 색 차이 값만을 이용한다. 때문에 이것들 이외의 브러시가 그려진 빈도 등과 같이 다른 요소들에 대한 연구도 진행되어야 할 것이다. 그리고 다양한 텍스처 사용과 윤곽선만을 따로 더 그려주는 등의 효과를 적용하므로 좀 더 사실적인 오일 페인팅의 결과를 나타낼 수 있을 것으로 본다.

감사의 글

본 논문은 정통부 및 정보통신연구진흥원의 정보통신선도기반기술개발사업(A1100-0501-0007)의 연구결과로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] ADOBE SYSTEMS. Adobe Photoshop 7.0
- [2] FRACTAL DESIGN CORPORATION. Fractal Design Painter
- [3] PETER LITWINOWIZ. PROCESSING Images and Video for An Impressionist Effect. SIGGRAPH 97 Conference Proceedings, pp. 407-414. August 1997.
- [4] MICROSOFT CORPORATEION. Microsoft Image Composer 1.5
- [5] A. Hertzmann, "Painterly rendering with curved brush strokes of multiple sizes," SIGGRAPH 98 Proceeding, pp.453-460, 1998
- [6] S.M.F.TREAVETT And M.CHEN. Statistical Techniques for the Automated Synthesis of Non-Photorealistic Image. Proc. 15th Eurographic UK Conference, March 1997
- [7] BORS, A. G. 2001. Introduction of the radial basis function (rbf) networks. In Online Symposium for Electronics Engineers, vol. 1 of DSP Algorithms: Multimedia.
- [8] J. Hays and I. Essa, "Image and Video Based Painterly Animation", NPAR2004: Third International Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering, pp.133-120, 2004
- [9] Thaddeus Beier, Shawn Neely, "Feature Based Image Metamorphosis", SIGGRAPH 92 Proceeding, pp.35-42, 1992
- [10] A. Hertzmann, 2002. Fast paint texture. In Second International Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering (NPAR 2002), 91-96.