

샤프닝과 블러링 필터를 이용한 연필 해칭 효과

마장열^o 용한순 박진완[†] 윤경현

중앙대학교 컴퓨터공학과 컴퓨터 그래픽스 연구실

중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 미래매체예술 연구실[†]

{yeol, hanson, khyoon}@cglab.cse.cau.ac.kr, heart_brain_hand@yahoo.co.kr[†]

Pencil Hatching Effect using Sharpening and Blurring Spatial Filter

Jang-yeol Ma^o, Han-soon Yong, Jinwan Park[†], KyunHyun Yoon

Computer Graphics Lab. Dept. of Computer Science & Engineering Chung-Ang Univ.

Future Media Art Lab. Dept. of Image Engineering Chung-Ang Univ.[†]

요 약

본 연구에서는 영상에 간단한 공간 필터를 적용하여 연필 해칭 효과를 갖는 영상을 만들어 내는 방법을 제안한다. 해칭 스타일의 톤 생성을 위하여 모션 블러링을 이용해서 입력 영상에 방향성을 주고, 샤프닝과 블러링으로 연필 해칭 효과를 만들어 낸다. 이렇게 만들어진 영상은 영상 전체에 같은 방향으로 해칭한 것 같은 효과를 가진다. 모션 블러링을 각기 다른 방향으로 적용한 영상들을 합성하면 크로스 해칭의 효과를 만들 수 있다. 여기에 소벨 필터를 사용해서 원본 영상의 에지를 검출해서 함께 합성하여 해칭을 이용한 연필화를 생성한다.

1. 서론

본 연구에서는 영상에 간단한 필터들을 적용하여 연필 해칭 효과를 갖는 영상을 만드는 방법을 제안한다. 예술적 표현에 있어서 해칭(hatching)은 음영 효과를 나타내기 위해 평행선을 촘촘하게 그어 나가는 명암 처리 방식의 일종이다. 해칭 선의 굵기와 길이, 또는 농도의 차이에 따라 표현되는 톤의 분위기는 여러 가지로 달라진다. 해칭으로 처리한 톤은 그냥 평평하게 색을 칠하는 것보다 훨씬 더 강렬한 느낌을 주는데, 이는 평행선 사이로 나타나는 종이의 흰색이 강한 대비 효과를 이루기 때문이다. 본 연구에서는 입력 영상과 간단한 공간 필터만으로 연필화 해칭 효과를 구현하였다. 입력 영상에 모션 블러링(motion blurring)을 적용한 후 일련의 블러링

(blurring)과 샤프닝(sharpening)을 반복적으로 적용하여 일정한 방향으로 해칭한 효과를 갖는 영상을 만들었다.

또한 실제 예술 작품을 살펴보면 일반적으로 한 방향의 해칭만을 이용하지 않고 크로스해칭(cross hatching)을 통해 표현된다. 크로스 해칭은 방향이 다른 해칭을 여러 레이어(layer)로 쌓아 나타내는 것으로 방향이 같은 해칭 선들로 분해될 수 있다. 본 연구에서는 크로스 해칭의 이러한 점에 착안하여, 같은 입력 영상에 서로 다른 방향으로 해칭 효과가 적용된 여러 개의 레이어(layer)를 합성했다. 이렇게 생성된 영상은 크로스 해칭 효과를 갖는다. 또한 여기에 소벨 필터(Sobel Filter)로 영상의 외곽선을 추출한 레이어를 추가하면 연필화의 느낌을 보다 잘 표현할 수 있다.

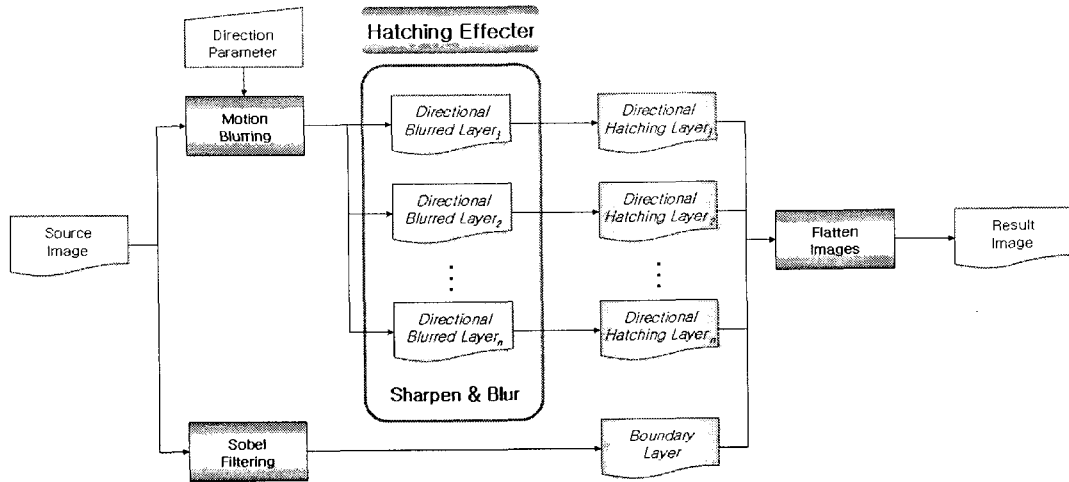


그림 1 시스템 흐름도

2. 관련 연구

해칭 효과를 갖는 영상을 만들기 위하여 기존 연구에서는 주로 해칭 스타일의 톤을 만들어가는 방법에 주목하였다. [1]은 3차원 모델 데이터로부터 연필화를 렌더링하는 기법을 제안했다. 이 기법에서는 스트로크를 그릴 때 종이와 흑연의 상호작용을 물리적으로 시뮬레이션하였다. 해칭 스타일의 톤(tone)뿐만 아니라 명암을 표현하기 위한 다양한 톤을 생성할 수 있는 마크 메이킹 프리미티브 모델(mark-making primitives model)을 제안하고 이를 연필화 렌더링에 이용하였다.

[2]와 [3]에서는 2차원 영상으로부터 해칭 스타일의 톤을 만들기 위하여 Line Integral Convolution (LIC) 알고리즘을 도입하였다. LIC 알고리즘은 텍스처에 기반을 둔 벡터 필드의 시각화 기술(texture based vector field visualization)로 해칭 스타일의 톤을 만드는데 사용될 수 있다. 이들 연구에서는 화이트 노이즈가 추가된 영상과 방향성을 가진 벡터 필드를 입력으로 하여 LIC 알고리즘

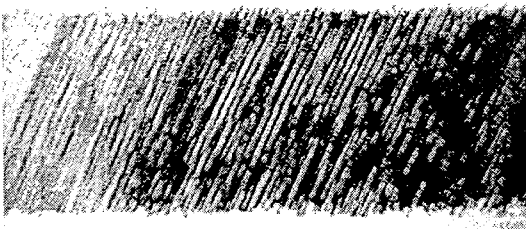


그림 2 실제 연필로 그린 해칭

으로 해칭 스타일의 톤을 만들어 냈다. [2]는 푸리에 분석 기법(Fourier analysis technique)으로 입력 영상의 텍스처로부터 방향을 추출하여 벡터 필드를 만들었다. 이와는 달리 [3]에서는 입력 영상의 에지의 방향에 따라 벡터 필드를 생성하였다.

본 연구에서는 위에서 언급한 기존 연구들([1][2][3])과 달리 블러링과 샤프닝을 이용하여 입력 영상으로부터 해칭 효과를 나타냈다.

3. 연필 해칭 효과

본 연구는 해칭 효과를 나타내기 위해 블러링과 샤프닝을 이용했다. 이 필터들은 영상처리 분야에서 널리 쓰이고 있다. 샤프닝은 영상의 에지를 강조하기 위해서 사용된다. 블러링은 노이즈를 제거하고 에지를 흐릿하게 만드는 효과가 있다. 이 필터들은 영상에 대한 마스크 연산으로 구현되며, 본 연구에서는 그림 3과 같은 마스크를 사용하였다.

3.1. 해칭 효과

그림 3의 연산들을 조합해서 사용하면 방향성을 가진 영상(그림 4(가))으로부터 해칭 효과(그림 4(마))를 만들 수 있다. 먼저 그림 4(가)에 샤프닝을 적용하면 그림 4

| | | |
|----|----|----|
| -1 | -1 | -1 |
| -1 | 9 | -1 |
| -1 | -1 | -1 |

(가)

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 |
| 2 | 4 | 2 |
| 1 | 2 | 1 |

(나)

그림 3 (가) 샤프닝 마스크 (나) 블러링 마스크

(나)처럼 에지들이 강조되는데, 여기에 다시 샤프닝을 적용하면 그림 4(다)처럼 선들이 생긴다. 여기에 다시 블러링을 적용하면 그림 4 (라)처럼 되고, 각 픽셀들의 값에 2를 곱하면 그림 4 (마)가 생성된다. 샤프닝과 블러링의 조합 순서나 적용 횟수에 따라 해칭 선들의 굵기와 길이를 조절할 수 있다.

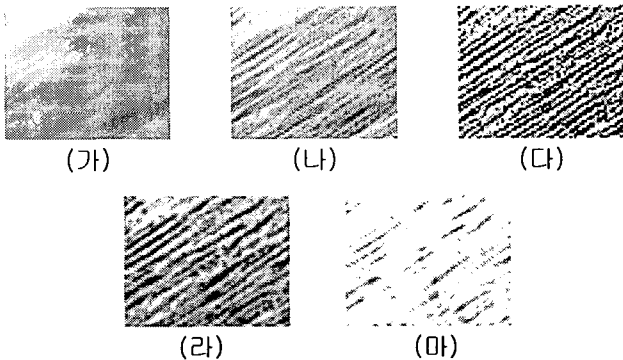


그림 4 해칭 효과를 만드는 과정

본 연구에서는 입력 영상에 일정한 방향성을 주기 위하여 모션 블러링(motion blurring)을 사용하였다. 입력 영상(그림 5(가))에 모션 블러링을 적용하여 방향성을 갖는 영상(그림 5(나))을 만들었다. 그 후에 앞서 설명한 방법을 적용하여 연필로 해칭을 한 것 같은 영상(그림 5(다))을 얻었다. 그리고 소벨 필터를 이용해서 외곽선을 추출하고 이를 해칭 영상(그림 5(다))에 추가하여 결과 영상(그림 5(라))을 만들었다.

3.2. 크로스 해칭 효과

이 방법은 모션 블러링의 방향 파라미터를 조절함으로

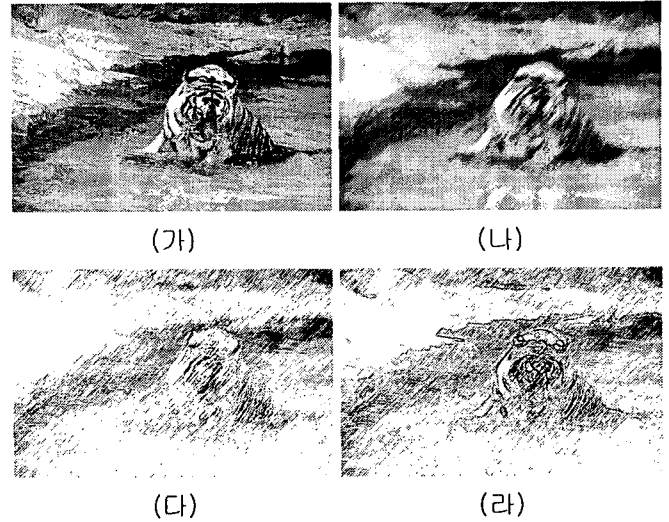


그림 5 (가)입력 영상, (나)모션 블러링을 적용한 결과, (다)해칭 효과를 만든 결과, (라)소벨 필터로 외곽선 효과를 추가한 결과

써 여러 방향의 해칭 효과를 얻을 수 있다. 서로 다른 방향으로 생성된 해칭 영상들을 합쳐 크로스 해칭을 한 것 같은 효과를 만들었다. 그림 6의 (가), (나), (다)는 각기 서로 다른 방향으로 해칭 효과를 생성한 영상이고, 이 영상들을 합치면 그림 6(라)와 같은 영상이 만들어진다. 여기에 에지를 추가하면 그림 7이 생성된다. 그림 8은 연필 해칭 동영상을 만들기 위해 각 프레임마다 개별적으로 이 기법을 적용하였다.

4. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 입력 영상으로부터 간단한 필터들을 이용하여 연필 해칭 효과를 갖는 영상을 만드는 방법을 제안하였다. 본 연구에는 해칭의 방향이 일률적이고, 직선으로만 나타나는 문제점이 있다. 이를 개선하기 위하여 입력 영상을 분할하여 각 영역마다 서로 다른 방향의 해칭 효과를 적용하는 방법을 연구해 볼 필요가 있다. 또한 해칭 효과를 곡선으로 나타내기 위한 연구도 시도될 수 있다.

5. 감사의 글

본 논문은 한국 과학기술부 국가지정연구실 사업(No. 2000-N-NL-01-C-285)의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

[1] Mario Costa Sousa and John W. Buchanan, Computer-Generated Graphite Pencil Rendering of 3D Polygonal Models, Proceedings of EuroGraphics '1999 p. 195-207

[2] Mao, X., Nagasaka, Y. and Imamiya, A. Automatic Generation of Pencil Drawing Using LIC, SIGGRAPH 02 Sketches and Applications, p. 149

[3] Nan Li and Zhiong Huang, A Feature-Based Pencil Drawing Method, Proceedings of the 1st international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australasia and South East Asia p. 135-140

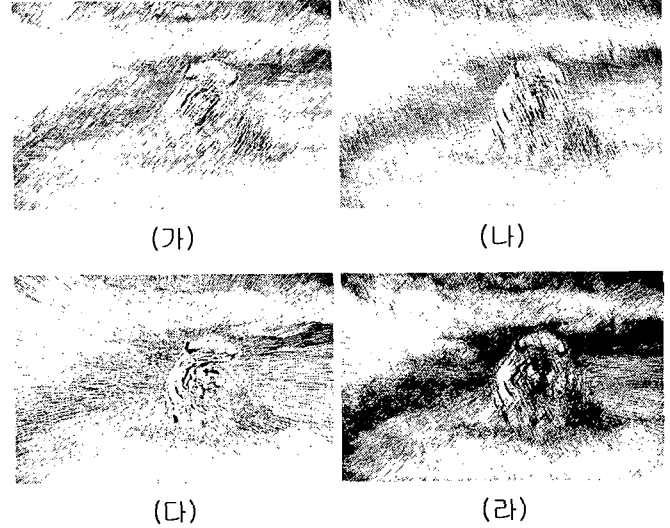


그림 6 서로 다른 방향을 적용한 결과 (가) 48° 방향 (나) 112°방향 (다) 영상의 중심 방향, (라) 3개 영상을 합성한 결과

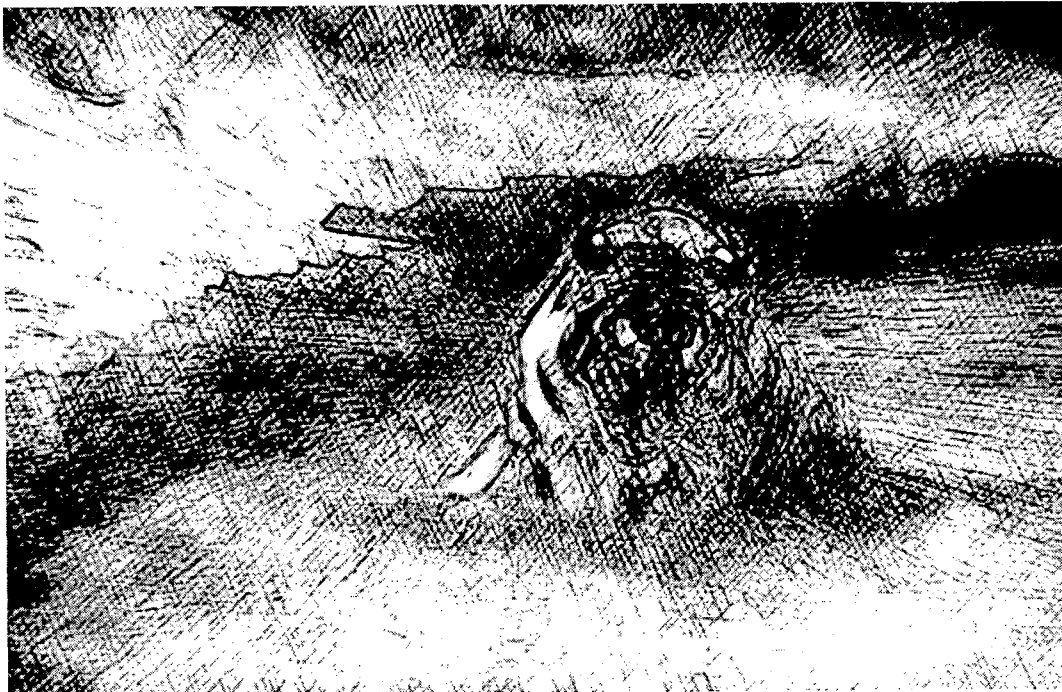
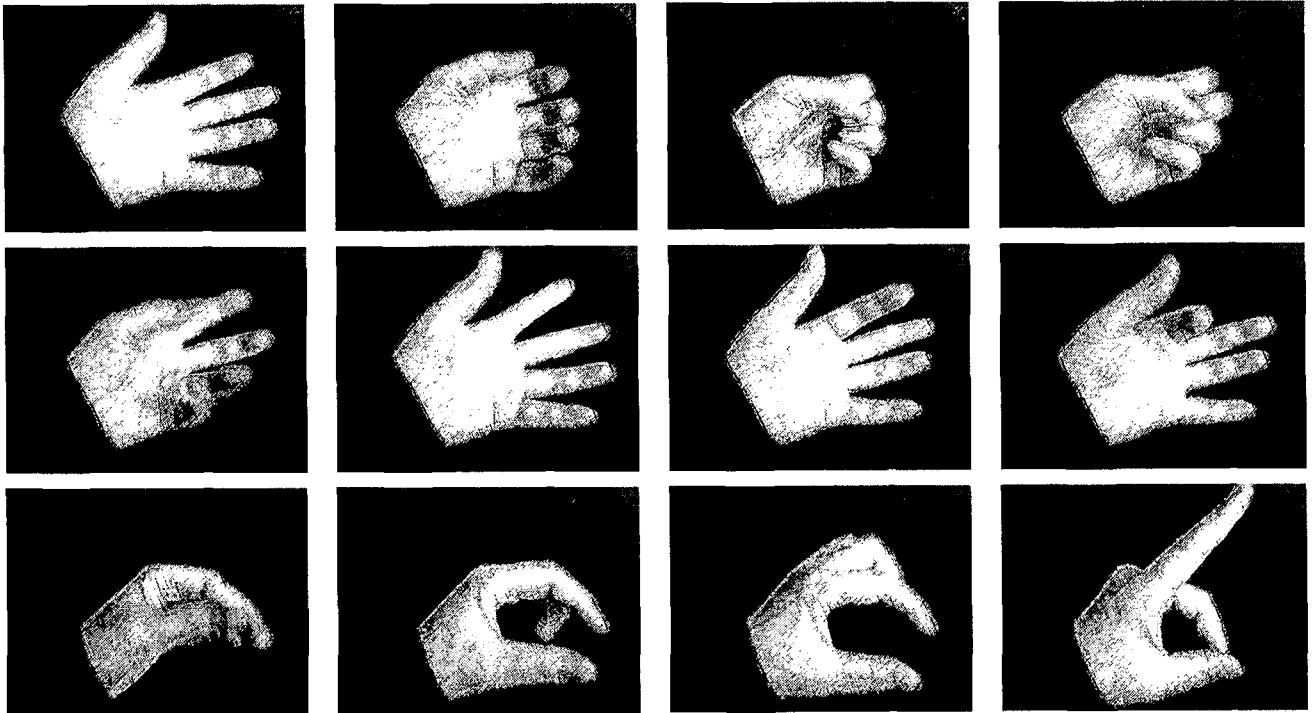
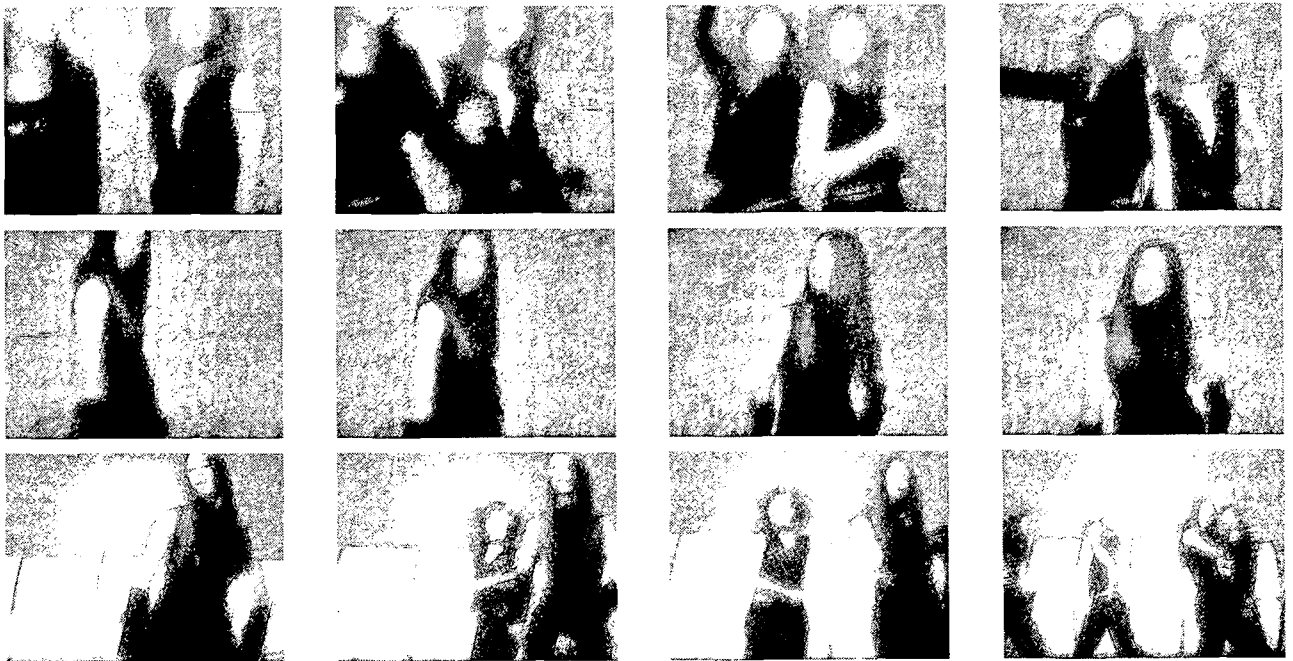


그림 7 소벨 필터를 이용해 입력 영상에서 에지를 추출한 레이어를 그림 6(라)에 추가한 결과



(가)



(나)

그림 8 동영상에 해칭 효과를 적용한 결과