
스키니 스머지 툴

Skinny Smudge Tool

우승범, Seungbeom Woo*, 곽노윤, Noyoon Kwak**

요약 본 논문은 마스터 형상 분할에 기반한 스킨니 스머지 툴에 관한 것이다. 스머지 툴(smudge tool)은 어도비 포토샵에 내장된 대중적인 그래픽 툴로서 물감을 화폭 상에 문질러서 흐려지게 할 시에 이용된다. 그 효과는 지두화법과 매우 유사하다. 스머지 툴은 스머지 아이콘을 클릭한 다음에 화폭 위를 클릭한 후, 마우스 버튼을 누른 상태에서 번짐 효과를 주고 싶은 방향으로 끌어당김으로써 그 기능을 이용할 수 있다. 그러나 기존의 스머지 툴은 마스터 직경 내의 모든 화소값을 블렌딩시켜 목표 영상을 생성함에 따라 원하지 않는 부위의 화소마저도 변형시키는 단점이 있다. 이러한 단점을 해결하고자 본 논문에서는 마스터 형상 분할에 기반한 스킨니 스머지 툴(skinny smudge tool)을 제안하고자 한다. 제안된 스킨니 스머지 툴은 컬러 영상 분할에 통해 윤곽 형상에 밀착된 마스터 형상을 추출함에 따라 배경에 관계없이 변형하고 싶은 부분에만 번짐 효과를 적용시킬 수 있는 장점이 있다.

Abstract This paper is related to a skinny smudge tool based on the image segmentation for a master shape. The smudge tool is the popular graphic tool embedded in Adobe Photoshop. The smudge tool is used to smear paint on your canvas. The effect is much like finger painting. You can use the smudge tool by clicking on the smudge icon and clicking on the canvas and while holding the mouse button down, dragging in the direction you want to smudge. A disadvantage of previous smudge tool is to also smear pixels in the undesired region according to generating the target image as blending all pixels in a diameter of the master. In this paper to reduce the disadvantage, the skinny smudge tool based on the image segmentation for a master shape is proposed. The proposed skinny smudge tool has the advantage of applying the smudge effect to the desired regions regardless of the background as the master shape adhered closely to the contour shape is extracted by color image segmentation.

핵심어: *Skinny smudge tool, Master shape segmentation, Smudge blending, Virtual plastic surgery*

*주저자 : 백석대학교 정보통신학부

**교신저자 : 백석대학교 정보통신학부 교수; e-mail: nykwak@bu.ac.kr

1. 서론

스머지 툴(smudge tool)은 어도비 포토샵에 내장된 대중적인 그래픽 툴로서 번짐 효과(smudge effect)를 이용하여 객체의 윤곽 형상을 변형하기 위한 용도로 많이 사용된다. 본 연구진은 스머지 툴과 반자동 필드 워핑을 이용한 2D 가상 성형 시스템[3]을 기제안한 바 있는데, 스머지 툴을 가상 성형 시스템에 적용한 최초의 응용 사례이다. 이때 적용된 스머지 툴은 개략적인 성형 결과를 확인하면서 윤곽 형상을 미세 조정할 수 있는 직관적인 사용자 인터페이스를 제공하는 장점이 있다. 그러나 기존의 스머지 툴은 마스터 직경 내의 모든 화소값들을 블렌딩시켜 목표 영상을 생성함에 따라 원하지 않는 부위의 화소마저도 변형시키는 단점이 있다.

이러한 단점을 해결하고자 본 논문에서는 컬러 영상 분할에 기반한 스킨니 스머지 툴(skinny smudge tool)을 제안하고자 한다. 제안된 스킨니 스머지 툴은 영역 성장에 기반한 컬러 영상 분할에 통해 윤곽 형상에 밀착된 마스터 형상을 추출함에 따라 배경에 관계없이 변형하고 싶은 부분에만 번짐 효과를 적용시킬 수 있는 장점이 있다. 제안된 스킨니 스머지 툴을 2D 가상 성형 시스템에 적용할 경우, 스머지 툴의 조작성과 직관성을 현저하게 제고할 수 있다. 또한 성형의 혹은 고객이 실제 성형 수술을 시행하지 않은 상태에서 단시간 내에 성형 후의 형상을 미리 예측할 수 있고, 성형 부위가 전체 외관에 미치는 영향을 시뮬레이션할 수 있다. 이에 따라 고객의 의사 결정과 성형의의 수술 계획 및 상담을 효과적으로 지원할 수 있다.

2. 기존의 스머지 툴(previous smudge tool)

스머지 툴(smudge tool)은 손가락으로 문지른 듯한 번짐 효과를 발생시키는 것이 특징으로, 어도비 포토샵(Adobe Photoshop)[1]에 내장되어 있는 매우 대중적인 그래픽 툴이다. 어도비 포토샵의 스머지 툴은 물감을 화폭 상에 문질러서 흐려지게 할 시에 이용되는데, 그 효과는 지두화법과 매우 유사하다. 스머지 툴은 스머지 아이콘을 클릭한 다음에 화폭 위를 클릭한 후, 마우스 버튼을 누른 상태에서 번짐 효과를 주고 싶은 방향으로 끌어당김으로써 그 기능을 이용할 수 있다. 이 효과 툴은 번짐 효과를 이용하여 객체의 윤곽 형상을 변형하기 위한 용도로도 많이 사용된다. 이러한 특징으로 인해 3D 그래픽 소프트웨어인 리얼루전 아이클론(Reallusion iClone)[2]에도 채택되어 있다. 그림 1은 Adobe Photoshop CS2에서 두께 5화소의 선분에 원모양의 마스터 직경(master diameter)이 20 화소, 하드니스(hardness)가 100%인 상태에서 밑에서 위쪽으로 문지른 거리를 증가시키면서 단계적으로 스머징을 행한 결과이다.

그림 1를 통해 알 수 있듯이 스머지 툴은 마스터의 이동

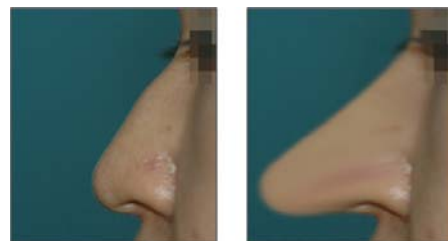
궤적으로 따라 마스터의 직경 내에 포함된 현 화소값들을 복사한 후, 다음 화소 위치에서 마스터에 포함된 화소들과 대응 위치의 화소들 간에 블렌딩을 수행하여 마스터 밑에 놓인 모든 화소값들을 블렌딩된 화소값들로 업데이트한다. 이후, 마스터의 내용도 이 블렌딩된 화소값으로 업데이트한 후, 한 화소의 이동 간격 단위로 이러한 블렌딩 과정을 반복하는 그래픽 툴이다.



그림 1. 선분의 스머징 결과

이러한 스머지 툴을 이용하면 개략적인 성형 결과를 확인하면서 제어선이나 특징점을 지정할 성형 부위의 윤곽선의 형태를 직관적으로 미세 조정할 수 있다. 그림 2(b)는 그림 2(a)의 코 측면 영상에서 마우스를 이용하여 코 주위에 스머지 툴의 마스터를 문지르는 형태로 조작하여 코의 윤곽 형상을 변형한 것이다.

그림 2(b)는 다소 과장된 형태로 변형한 것으로, 코의 형상 윤곽은 이와 같이 과장된 형태로도 심하게 변형시킬 수 있으나 코 부위의 피부 질감이 뭉개질 뿐만 아니라 코 부위의 기하학적 균형감이 왜곡됨을 확인할 수 있다. 이로 인해 개략적인 성형 모습을 짐작하기 위한 용도는 사용할 수 있으나 이를 그대로 최종 성형 결과로 사용하기 어렵다. 따라서 피부 질감을 자연스럽게 재현하면서도 적절한 기하학적 균형을 제공하기 위한 추가적인 조치가 필요함을 알 수 있다.



(a) 원본 영상 (b) 스머지 효과 적용
그림 2. 코 부위의 스머징 결과

3. 제안된 스킨니 스머지 툴

기존의 스머지 툴은 마스터 직경 내의 모든 화소값을 블렌딩시켜 목표 영상을 생성함에 따라 원하지 않는 부위의 화소마저도 변형시키는 단점이 있다. 이러한 단점을 해결하고자 제안된 스킨니 스머지 툴(skinny smudge tool)은 영역 성장에 기반한 컬러 영상 분할에 통해 윤곽 형상에 밀착된 마스터 형상을 추출함에 따라 배경에 관계없이 변형하고 싶은 부분에만 번짐 효과를 적용시킬 수 있다. 제안된 스킨니

스머지 툴은 크게 마스터 형상 분할 단계와 스머지 블렌딩 단계로 구성되어 있다. 그림 3은 제안된 스킨니 스머지 툴의 순서도이다.

3.1 마스터 형상 분할

컬러 영상 분할을 이용한 마스터 형상 분할 단계는 크게 3 단계로 구성되어 있다.

- **마스터 중심 지정 단계:** 사용자 입력을 통해 원하는 위치에 마스터의 중심 위치를 지정하면 기설정된 마스터 반경을 이용하여 정사각형 모양의 마스터 후보 영역을 지정한다.
- **영역 단순화 단계:** 마스터 후보 영역의 윤곽선 정보를 유지하면서 각 컬러 영상의 화소값 분포를 단순화시키기 위해 입력 영상의 R, G, B 성분을 대상으로 수리 형태학 연산(mathematical morphological operation)의 일종인 복원 기반 개방-폐쇄 연산(open-close by reconstruction) [4]을 적용한다.
- **영역 성장 단계:** 마스터 중심을 포함한 ± 2 블록을 표본 영역으로 삼아 이 표본 영역의 각 컬러 성분별 표준편차를 계산한다. 이후, 식 (1)과 같이 각 컬러 성분의 표준편차에 비례하는 범위로 결정된 바운딩 박스(bounding box)를 이용한다. 이 바운딩 박스를 기준삼아 컬러 성분 값이 유사한 인접 화소를 병합하는 영역 성장(region growing) 과정에 의해 컬러 영상 분할을 수행한다[5]. 이렇게 추출한 분할 영역을 마스터 영역 m_i 로 삼는다.



그림 3. 제안된 스킨니 스머지 툴의 순서도

$$m_i = \begin{cases} 0 & \text{if } \left[|I_r(x,y) - \mu_r| > \frac{W_r}{2} \right] \left[|I_g(x,y) - \mu_g| > \frac{W_g}{2} \right] \left[|I_b(x,y) - \mu_b| > \frac{W_b}{2} \right] \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

for $I(x,y) \in M$, where $W_r = s\sigma_r + o$, $W_g = s\sigma_g + o$, $W_b = s\sigma_b + o$

식 (1)에서 $I_r(x,y)$, $I_g(x,y)$, $I_b(x,y)$ 는 마스터 후보 영역 M_i 내 입력 화소의 R, G, B 성분값이고, μ_r, μ_g, μ_b 는 각각 R, G, B 성분의 평균값이다. 그리고, $\sigma_r, \sigma_g, \sigma_b$ 는 각각 5×5 표본 영역의 R, G, B 성분에 대한 표준편차이고, W_r, W_g, W_b 는 각각 바운딩 박스의 R축, G축, B축의 길이를 의미한다. 또한 s 및 o 는 각각 바운딩 박스의 길이를 계산할 시에 사용하는 스케일 인자(scale factor) 및 오프셋 인자(offset factor)이고, 기호 '||'는 C언어의 논리 OR 연산자(logical OR operator)를 나타낸 것이다. 그림 4는 제안된 스킨니 스머지 툴의 처리 과정을 나타낸 것이다.

3.2 스머지 블렌딩

스킨니 스머지 툴은 마스터 영역의 이동 궤적을 따라 마스터 영역 내에 포함된 현 화소값들 $M(x_i, y_i)$ 을 복사한다. 이후, 마우스의 이동량($\Delta x, \Delta y$)만큼 움직인 다음 화소 위치에서 마스터 영역에 포함된 화소들 $M(x_i, y_i)$ 과 대응 위치의 화소들 $I(x_i + \Delta x, y_i + \Delta y)$ 간에 식 (2)와 같이 블렌딩을 수행하여 마스터 영역 밑에 놓인 모든 화소값들을 블렌딩된 화소값들 $r(x_i, y_i)$ 로 갱신한다. 이후, 마스터 영역의 내용도 이 블렌딩된 화소값으로 갱신한 후, 한 화소의 이동 간격 단위로 이러한 스머지 블렌딩 과정을 반복한다. 식 (2)에서 $\alpha(x_i, y_i)$ 는 $I(x_i + \Delta x, y_i + \Delta y)$ 의 불투명도(opacity)이고, (x_c, y_c) 는 마스터 중심 화소의 위치를 의미한다. 그리고 h 는 마스터의 하드니스(hardness)이고, R 은 마스터 반경(master radius)을 나타낸 것이다.

$$r(x_i, y_i) = \alpha(x_i, y_i) \times I(x_i + \Delta x, y_i + \Delta y) + (1 - \alpha(x_i, y_i)) \times M(x_i, y_i) \quad (2)$$

where

$$\alpha(x_i, y_i) = 0.5 \times \left(\frac{\sqrt{(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2}}{R} \right)^h + 0.5$$

4. 시뮬레이션 결과 및 고찰

제안된 스킨니 스머지 툴을 이용한 2D 가상 성형 시스템 [6]의 타당성과 보편성을 평가하기 위해, Intel Core 2 Duo 2.16GHz(2GB RAM) 랩탑에서 Microsoft Visual C++, .NET 2005를 사용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 스킨니 스머지 툴(skinny smudge tool) 및 영상 변형(image

metamorphosis)은 그 특성상 공인된 정량적 성능평가 방법이 부재한 바, 불가피하게 주관적 평가에 의존하는 것이 일반적이다.

그림 5는 제안된 스키니 스머지 툴을 이용하여 윤곽 형상을 변형하는 과정을 예시한 것이다. 그림 5을 참고할 때, 제안된 스키니 스머지 툴은 외부 동심원의 윤곽 형상에 영향을 주지 않으면서 내부 동심원의 윤곽 형상을 원하는 형태로 변형할 수 있음을 확인할 수 있다.

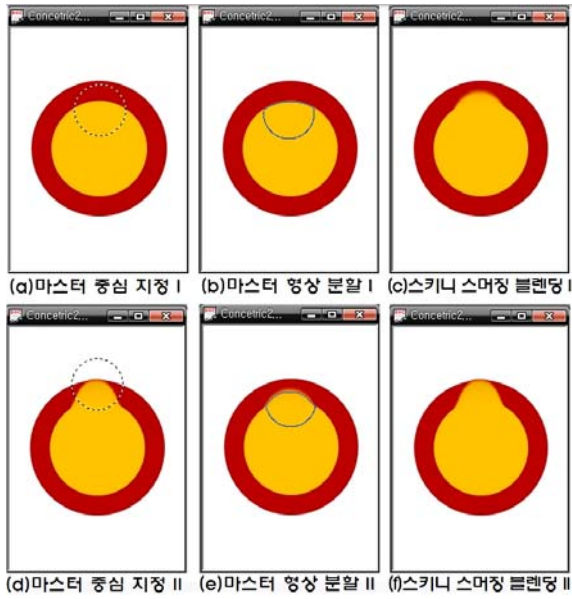


그림 5. 제안된 스키니 스머지 툴을 이용한 형상 변형 과정

그림 6는 제안된 스키니 스머지 툴을 이용한 치아 제거 결과를 나타낸 것이다. 그림 7~그림 10에서 알 수 있듯이 제안된 스키니 스머지 툴은 윤곽 형상에 밀착된 마스터 형상을 추출함에 따라 배경에 관계없이 변형하고 싶은 부분에만 번짐 효과를 적용시킬 수 있다. 이에 따라 원하지 않는 부위에 대한 형상 변형을 최소화시키면서 원하는 변형 결과를 획득할 수 있는 이점이 있다.



(a) 원본 영상 (b) 기존의 스머지 툴 (c)스키니 스머지 툴
그림 6. 제안된 스키니 스머지 툴을 이용한 치아 제거 결과

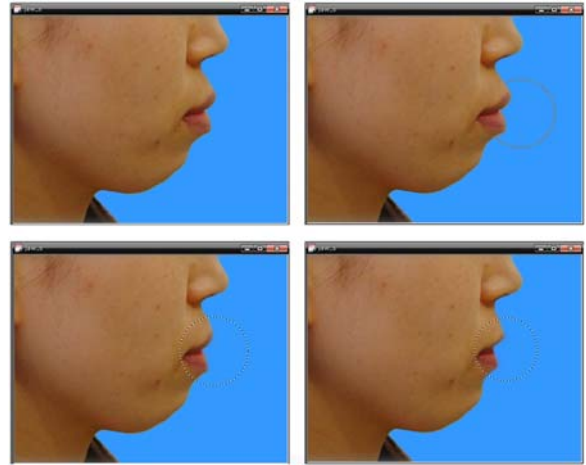


그림 7. 제안된 스키니 스머지 툴을 이용한 입 성형 결과 I

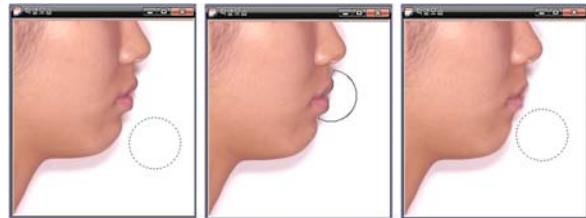


그림 8. 제안된 스키니 스머지 툴을 이용한 입 성형 결과 II



그림 9. 제안된 스키니 스머지 툴을 이용한 턱 성형 결과



그림 10. 제안된 스키니 스머지 툴을 이용한 코 성형 결과

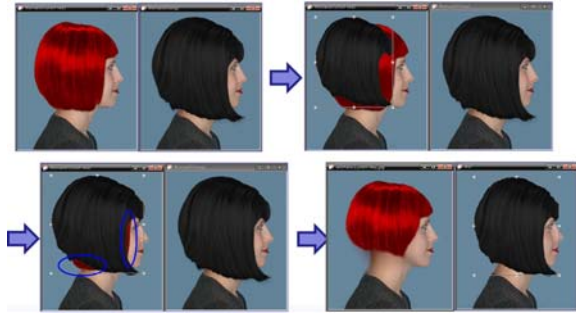


그림 11. 제안된 스킨 스머지 툴을 가상 헤어스타일러에 적용한 결과

실용적인 측면에서 볼 때, 가상 성형의 난제들 중 하나는 컴퓨터를 이용한 그림 그리기에 익숙하지 않은 비전문가가 원하는 성형 실루엣 형태를 표현하기가 용이하지 않다는 점이다. 다시 말해서, 디지털 카툰니스트나 그래픽 디자이너가 아닌 성형의나 일반 고객이 마우스나 스타일러스로 조작하여 만족스런 성형 실루엣을 그리기 위해서는 많은 수고와 노력이 필요하다. 그런데 제안된 방법과 같이 스킨 스머지 툴을 이용할 경우, 숙련자가 아니더라도 실루엣의 변형 결과를 관찰하면서 조금씩 원하는 모양으로 변형할 수 있기 때문에 실제 의료 현장에 채택될 가능성이 높을 것으로 예측된다. 특히 제안된 가상 성형 시스템은 비숙련자도 사용법을 익히기가 쉽고 수작업이 최소화되어 있으며 짧은 작업 시간 내에 원하는 결과를 용이하게 획득할 수 있는 것이 특징이다. 또한 고사양의 컴퓨터 시스템을 요구하지 않기 때문에 보급 비용이 저렴하고 인터넷 환경이나 모바일 환경에서도 용이하게 구현할 수 있는 장점이 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 스킨 스머지 툴을 제안하였다. 기존의 스머지 툴은 마스터 직경 내의 모든 화소값을 블렌딩시켜 목표 영상을 생성함에 따라 원하지 않는 부위의 화소마저도 변형시키는 단점이 있지만 제안된 스킨 스머지 툴은 윤곽 형상에 밀착된 마스터 형상을 추출함에 따라 배경에 관계없이 변형하고 싶은 부분에만 번짐 효과를 적용시킬 수 있다. 제안된 스킨 스머지 툴을 2D 가상 성형 시스템에 적용할 경우, 성형 전 형상으로부터 성형 후 형상 간에 존재할 수 있는 다수의 가상 성형 결과들을 얻을 수 있다. 이것은 성형의 혹은 고객이 실제 성형 수술을 시행하지 않은 상태에서도 성형 후의 형상을 미리 예측할 수 있고, 성형 부위가 전체 외관에 미치는 영향을 시뮬레이션할 수 있음에 따라 고

객의 의사 결정과 성형의 수술 계획 및 상담을 효과적으로 지원할 수 있다.

제안된 방법은 실시간 처리가 가능하고 자연스럽게 사실적인 다수의 가상 성형 결과들을 제공할 뿐만 아니라 사용자의 수작업을 최소화 한 반자동화 처리가 가능하기 때문에 높은 실용성과 편리한 사용자 인터페이스를 제공할 수 있다. 본 논문에서는 제안된 가상 성형 시스템을 가상 용비술(virtual rhinoplasty)에 국한하여 설명하였으나 턱, 이마, 입, 광대뼈 등의 얼굴 성형에 용이하게 적용할 수 있으며 기타 신체 부위 중에서 외관의 전체적인 변형을 요하는 성형 수술의 경우에 효과적으로 응용할 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 제안된 방법은 소수의 제어점이라도 사용자가 직접 입력해주어야 하는 단점이 있고 만족스러운 영상 분할 결과를 얻을 수 없을 경우에는 사용자의 수작업을 통해 제어선 쌍을 입력해야 하는 한계도 있다. 앞으로 이러한 문제를 단계적으로 해결하기 위한 연구가 추가적으로 진행될 필요가 있다. 향후 제안된 방법에 대한 성능 개선이 있을 경우, 가상 성형 시스템, 디지털 특수효과, 가상 헤어스타일러, 가상 착의 시스템, 얼굴 표정 애니메이션, 사이버 캐릭터 생성, 2D/3D 애니메이션의 저작, 사용자 친화형 아이콘 제작 분야 등의 기존 기술을 보완하는 도구가 될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Adobe Systems Inc., <https://www.photoshop.com/>, Adobe Photoshop CS4, 2009.
- [2] Reallusion Inc., <http://www.reallusion.com/iclone/>, iClone 3, 2009.
- [3] 광노윤, 안은영, "가변 워핑 마스크와 스머지 필터를 이용한 2D 실사 기반 가상 성형 시스템", 2008년도 한국방송 공학회 동계학술대회 논문집, pp. 191-195, 2008. 2.
- [4] P. Salemier and M. Pargas, "Hierarchical Morphological Segmentation for Image Sequence Coding," IEEE Trans. on Image Processing, Vol. 3, No. 5, pp. 629-651, Sep. 1994.
- [5] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Wood, Digital Image Processing 2nd Edition, Prentice Hall, pp. 320-335, 2002.
- [6] 우승범, 광노윤, "밀착형 스머지 툴을 이용한 2D 가상 성형 시스템", 2008년도 한국멀티미디어학회 추계학술 발표대회 논문집, 제11권, 제2호, pp. 30-34, 2008. 11.