

손톱 검출을 이용한 가상 네일아트

문새별* · 허훈 · 오정수

부경대학교

Virtual Nail Art Using Nail Detection

Sae-byeol Mun* · Heo Hoon · Jeong-su Oh

Pukyong National University

E-mail : saebyeolm@gmail.com / heohoon@pknu.ac.kr / ojs@pknu.ac.kr

요 약

본 논문은 OpenPose를 활용한 손톱 검출 알고리즘을 제안하고 이를 이용한 가상 네일아트를 구현한다. OpenPose에 의해 검출된 키포인트들을 기준으로 각 손가락마다 피부색 특징을 이용하여 손가락 영역을 검출한다. 검출된 손가락 영역의 에지 영상에서 손톱 영역을 검출한다. 그리고 나서 손톱 영역에 네일팁을 합성하여 가상 네일아트를 구현한다. 어느 정도 제어된 촬영 환경에서 실험 결과들은 제안된 알고리즘이 손톱 영역을 잘 검출하고 가상 네일아트를 잘 구현하고 것을 보여 주고 있다.

ABSTRACT

This paper proposes a nail detection algorithm using OpenPose and implements virtual nail art using it. Based on the key points detected by OpenPose, the finger area is detected using skin color characteristics for each finger. The nail region is detected from the edge image of the detected finger region. Then, a virtual nail art is implemented by synthesizing nail tips in the nail area. In a somewhat controlled shooting environment, simulation results show that the proposed algorithm detects nail areas well and implements virtual nail art well.

키워드

OpenPose, nail art, finger detection, nail detection

I. 서 론

아름다움을 추구하는 욕망은 미용 산업이 다양하게 발전하는 원동력이 되었고 이러한 사회적 추세에 미용 산업의 세분화, 전문화는 지속적으로 진행되고 있다. 그 중 하나가 네일아트이다. 가장 움직임이 많은 손에 자신의 기호와 취향을 담아 자신의 개성적 이미지를 나타내는 미(美)의 표현 방법으로 볼 수 있다[1]. 이 네일아트는 한 달에 한번은 교체해 주어야 하며 적지 않는 적은 비용이 요구된다. [1]에 의하면 네일 관리를 받지 않는 이유에 대해 경제적 여유가 없어서가 조사 대상자의 28.9%로 가장 높았다.

본 논문에서는 네일 팁의 선택 위험 부담을 줄이기 위해 OpenPose를 활용한 손톱 검출 알고리즘을 제안하고 스마트폰 카메라를 사용하여 쉽게 자신의 손에 네일 팁을 테스트를 할 수 있는 가상

네일아트를 구현한다.

II. OpenPose

OpenPose는 딥러닝 CNN 기반으로 2D 영상을 입력값으로 객체의 위치 및 방향을 감지하는 다중 객체 인식 기술을 위한 오픈소스 라이브러리이다. 크게 body/foot, hand, face 3개의 검출기로 나누어 지나 본 논문은 손 검출기만 사용하고 21개의 손 키포인트를 활용하게 된다[2].

OpenPose의 2인 이상 객체가 검출되거나 영상이 복잡할 경우에는 런타임 증가 및 오작동의 원인이 될 수 있으므로 본 논문에서 OpenPose 활용 시 영상 속 객체는 최대 1개이고 손은 오므리지 않고 펼쳐진 상태로 제한하고 있다. 그림 1은 OpenPose에서 검출한 21개의 키포인트의 예를 보여준다.

* speaker

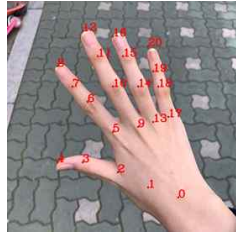


그림 1. 손 키포인트들의 예

III. 손가락 영역 검출

손가락 영역 검출의 첫 단계는 각 손가락마다 기울기가 다르기 때문에 손가락 단위로 회전변환을 통해 손가락을 90°로 세우는 작업을 진행한다.

OpenPose에 검출된 그림 1의 키포인트를 근거로 각 손가락마다 있을 수 있는 관절의 4개의 포인트에 대해 A(손끝), B(손가락 첫 번째 관절), C(두 번째 관절), D(세 번째 관절)로 표기한다. 각 손가락의 4개 포인트로 계산되는 평균 기울기만큼 A, B의 center를 기준으로 회전하여 그림 2와 같은 각 손가락마다 세워진 손가락 후보 영상을 획득한다. 손가락 후보 영상의 영역은 식 (1)이 의해 지정된다.

$$\begin{aligned}
 pt1.x &= center.x - (distance_{AB} \times a); \\
 pt1.y &= center.y - (distance_{AB}); \\
 pt2.x &= center.x + (distance_{AB} \times a); \\
 pt2.y &= center.y + (distance_{AB} \times a);
 \end{aligned} \tag{1}$$

여기서 pt1과 pt2는 영역의 시작점과 종료점의 좌표이고, distance_{AB}는 A와 B점 간의 거리, a는 손가락 후보 영역 결정 상수로 4/5를 사용하고 있다.

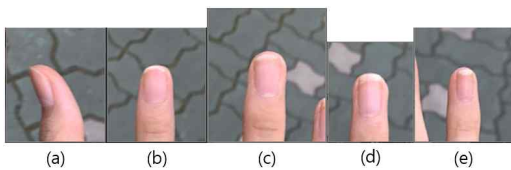


그림 2. 검출된 손가락 후보 영역들 (a) 엄지, (b) 검지, (c) 중지, (d) 약지, (e) 소지

그림 2는 해당 손가락뿐만 아니라 다른 손가락까지 포함하여 이는 이후 처리에 방해가 되므로 정확한 손가락 영역의 구분이 필요하다. 이를 위해 피부 영역 검출이 선행된다. 피부 영역 I(x,y)는 Chai 등[3]이 제안한 피부색 참조 맵인 식 2에 의해 결정되었다. 그림 3은 식 2에 의해 검출된 피부색으로 검출된 영역의 예이다.

$$I(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } (133 \leq C_r \leq 173) \cap (77 \leq C_b \leq 127) \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases} \tag{2}$$

앞에서 언급한 것처럼 그림 3 (c), (d), (e) 경우 영역 내에 2개의 손가락이 함께 나타나고 원치 않은 잡음 영역 또한 포함되고 있다. 이들을 제거하기 위해 수직/수평 투영 그래프를 이용하여 그래프에서 0의 값이 아닌 연속된 수의 길이를 계산하였고, 최대 길이 영역에 해당하지 않는 화소는 손가락 영역이 아니라고 판단하고 제거한다. 이후 잡음을 제거를 위해 (5*5) 모폴로지 열기 연산을 실행하고, 그림 2 (d)에 보이는 큰 홀을 제거하기 위해 가로/세로 영역 채우기를 실행하고 나서 기울어진 손가락을 보정한다. 최종적으로 검출된 손가락 영역이 그림 3에 보여주고 있다.

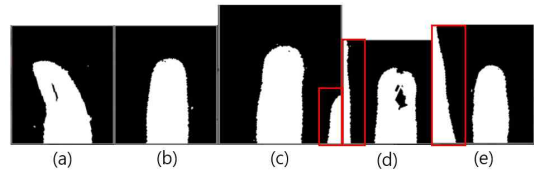


그림 3. 검출된 피부색 영역들

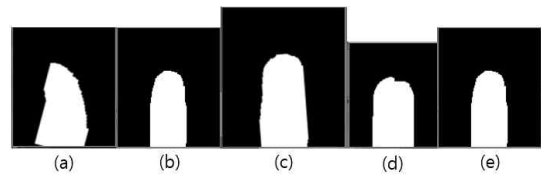


그림 4. 검출된 손가락 영역들

IV. 손톱 영역 검출

손가락 영역에서 손톱 영역을 검출하기 위해 손톱 경계를 활용하고 있다. 그래서 대비를 증가시킨 손가락 영역에 소벨 에지 검출기와 2진화를 수행한다. 만약 검출된 에지 영역이 식 (1) 영역에서 8~12.5%에 해당하지 않는다면 9.5~10%가 되도록 임젯값을 조정한다. 이렇게 손가락 영역에서 검출된 에지 영상은 그림 5와 같다.

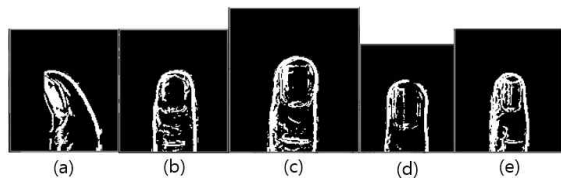


그림 5. 손가락의 에지 영상

손톱의 영역 좌표는 에지 영상의 수직/수평 투영 그래프를 통해 결정한다. x축 방향 손톱 가능 영역은 전체 손가락 영역의 50~80% 영역(그림 6(ii)의 빗금친 영역)에 위치한다고 판단하고 해당 영역의 수직 투영 그래프에서 임젯값 이상의 좌표를 찾는다. 임젯값은 투영 그래프의 (평균값 + 최댓값)/2로

설정한다. 임계값 이상의 좌표 중 60% 위치에서 제일 가까운 좌표를 손톱의 수직 경계로 결정한다. 엄지 손가락의 경우 다른 손가락과 달리 왼손과 오른손이 구분된다. 따라서 엄지 손톱의 x축 가능 영역은 $(center.x - (center.x \pm \text{손가락 경계})/2)$ 로 설정한다. 그림 6(i)처럼 오른손의 경우를 설명하면, 투영 그래프를 이용해 임계값 이상의 좌표를 찾고 $(center.x - (center.x + \text{손가락 경계})/2)$ 영역을 벗어난 위치를 검출하는 경우 50% 위치로 보정한다.

y축 손톱 영역의 경우, y1은 손가락 영역에서 최상단에 위치한 좌표로 지정하고 y2는 중앙 세로선의 1/3~3/4 영역을 가능 영역으로 판단하고 이 영역에서 수평 투영 그래프의 임계값 이상의 좌표를 찾는다. 위에서 기술한 방법으로 검출된 손톱 영역이 그림 7에 보여주고 있다.

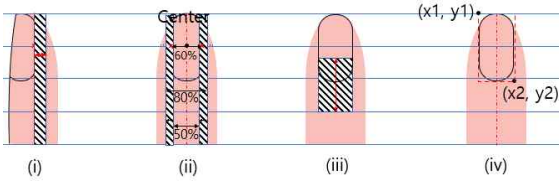


그림 6. 손톱 영역 지정

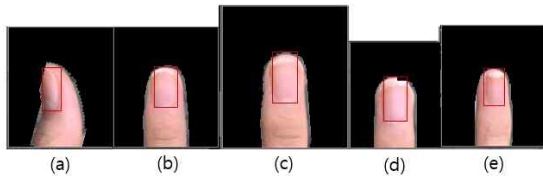


그림 7. 검출된 손톱 영역 예

V. 네일 팁 합성

검출된 손톱 영역을 기반으로 네일팁 영상을 합성하여 가상 네일아트를 구현하였다. 인조 손톱의 가로 길이는 최종 손톱 영역과 동일하게 하였고, 세로 길이는 자연스러움을 위해 손톱의 최소 길이보다 길게 하기위해 식 (4)와 같이 조정한다. 최종적으로 $(x1, y1)$ 에서 $(x2, y2)$ 영역에 네일팁 영상을 합성한 후 원래 좌표로 영상을 회전하고 원본 영상에 네일팁 합성 영상을 다시 합성하게 되면 그림 8과 같은 결과를 얻어낼 수 있다.

$$y1 = y2 - ((y2 - y1) \div 4), \text{ if } ((y2 - y1) \div (x2 - x1) \geq 2) \quad (4)$$

$$y1 = y2 - (x2 - x1) \times 2, \text{ Otherwise}$$



그림 8. 네일팁 합성

VI. 실험 결과

제안된 알고리즘을 이용해 가상 네일아트를 구현한 결과물들을 그림 9에 보여주고 있다. 대부분의 경우 손가락 영역과 손톱 영역을 적절하게 검출하여 올바른 네일아트를 구현하고 있다. 하지만 이미 네일아트가 되어 있는 경우에는 적절하지 못한 결과도 나타난다. 마지막 영상에 표시된 영역은 코너의 작은 그림처럼 잘못된 피부색 검출로 인한 부자연스러운 네일아트를 보여준다.



그림 9. 가상 네일아트 결과물들

VII. 결 론

본 논문은 Opnecv의 기능과 OpenPose 라이브러리를 활용하여 손톱을 검출하는 알고리즘을 제안하고 가상 네일아트를 구현하고 있다. 제안된 알고리즘은 촬영 환경적으로 피부색이 구별되는 배경 아래에서는 적절한 손가락 영역과 손톱 영역을 검출해 낸다. 하지만 배경색과 피부색이 유사하거나, 이미 네일아트가 되어있거나, 희미한 손톱 경계로 인해 손톱 영역을 오검출하는 경우가 여전히 존재한다. 그러나 어느 정도 환경을 제어한다면 자연스러운 네일아트의 결과를 얻어낼 수 있다.

References

[1] 김경희, 김주덕. "네일 관리에 대한 인식 및 네일 서비스 만족도에 관한 연구," *한국패션뷰티학회지*, Vol. 6, no. 1, pp. 1-15, 2008.

[2] Z. Cao, et al. "OpenPose: Realtime Multi-person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields." *IEEE Transaction on PAMI*, Vol. 43, no. 1, pp. 172-186, 2021.

[3] D. Chai, et al. "Skin Segmentation Using Color Pixel Classification: Analysis and Comparison," *Transaction on PAMI*, Vol. 27, no. 1, pp. 148-154, 2005.