

조명 변화에 강인한 피부 톤 변환 기법

송중석, 장성걸, *김형민, 박종일¹

한양대학교 컴퓨터소프트웨어학과, *한양대학교 전자컴퓨터통신공학과

jssong@mr.hanyang.ac.kr, sgzhang@mr.hanyang.ac.kr, *hmkim@mr.hanyang.ac.kr

jipark @mr.hanyang.ac.kr¹

Face Skin Tone Conversion Method Robust to Illumination Changes

Joongseok Song, Xingjie Zhang, *Hyungmin Kim, and Jong-Il Park¹

Hanyang University, Computer Software, *Electronics and Computer Engineering

요 약

최근 들어 드라마나 영화 속 인물 들의 얼굴을 다른 얼굴로 교체하고자 하는 시도들이 주목을 받고 있고, 사용자들의 관심 또한 증가하고 있다. 이러한 연구는 오래 전부터 많이 연구되어 왔으나, 조명 변화에 강인한 피부 톤 변환 문제는 여전히 주요 이슈로 자리하고 있다. 본 논문에서는 히스토그램 명세화 기법을 응용하여 피부 톤을 자연스럽게 변환 시켜줄 수 있는 기법을 제안한다. 두 얼굴 영상의 R, G, B 채널에 대한 히스토그램을 각각 생성하고 이들을 누적분포함수로 각각 변환한다. 변환된 누적분포함수들을 이용하여 두 얼굴 영상의 히스토그램을 근사 시킬 수 있는 변환 표를 생성하고 이를 이용하여 얼굴 영상의 피부 톤을 변환시킨다. 조명 변화로 인해 발생하는 전반사 영역은 선형 보간 법을 사용하여 제거한다. 실험 결과, 제안하는 방법이 조명 변화에 적응적으로 대처하면서 자연스럽게 피부 톤을 변환 시켜줄 수 있음을 확인하였다.

1. 서론

최근 드라마나 영화, CF 속 인물들의 얼굴을 다른 얼굴로 교체하거나 합성하는 등의 다양한 시도들이 광고 및 방송 콘텐츠 측면에서 많은 주목을 받고 있고, 사용자들의 관심 또한 증가하고 있다. 특히, 스마트 폰이나 태블릿 PC 와 같은 고성능 디지털 카메라가 장착된 모바일 기기들이 보편화되면서 영상 처리 및 컴퓨터 비전 기술을 이용한 소프트웨어들이 급속도로 발전하고 있다. 그 중에서 영상 속 얼굴을 다른 사람의 얼굴로 교체하고자 하는 방법은 오래 전부터 연구되어 왔다[1-4]. 하지만 이런 방법들의 대부분은 얼굴 영상을 합성할 때 경계 부분에 뚜렷한 명암 차가 발생하거나, 서로 다른 피부 톤으로 인하여 얼굴이 부자연스럽게 합성되는 문제가 있었다. 뿐만 아니라, 급격한 조명 변화에도 취약한 문제가 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 히스토그램 명세화 기법을 응용하여 피부 톤을 자연스럽게 변환하는 기법을 제안한다. 실험 결과, 제안하는 방법이 조명 변화에 적응적으로 대처하고 서로 다른 얼굴의 피부 톤을 자연스럽게 일치시켜주고 있음을 확인할 수 있었다.

2 장에서는 피부 톤 일치 기법에 대해서 설명하고, 3 장에서는 제안하는 기법에 대해 실험을 수행한 결과를 나타낸다. 마지막으로 4 장에서는 결론을 맺는다.

2. 피부 톤 변환 기법

2.1 히스토그램 명세화를 이용한 피부 톤 변환

본 논문에서는 그림 2 과 같이 참조 얼굴을 목표 얼굴에 맞게 피부 톤을 변환하기 위해 히스토그램 명세화 기법을 응용한다. 우선, 그림 2-(가),(나)와 같이 얼굴 영역에 대한 컬러 히스토그램을 추출한다. 참조 얼굴과 목표 얼굴의 히스토그램을 각각 h 와 h' 로 나타낸다. 히스토그램을 추출 후, 이들을 다시 누적분포함수 C 와 C' 로 변환한다. C 와 C' 는 다음 수식 (1)과 같이 표현할 수 있다.

$$C_k = \sum_{k=1}^{256} h_k, \quad C'_k = \sum_{k=1}^{256} h'_k, \quad (1)$$

위 수식에서 k 는 히스토그램의 bin 을 나타낸다. 참조 얼굴과 목표 얼굴에 대한 누적분포함수를 생성 후에, 피부 톤 변환을 수행할 변환 함수를 다음 수식 (2)와 같이 정의한다. n 과 n' 는 참조 얼굴과 목표 얼굴의 히스토그램 bin 의 인덱스를 나타내고, 함수 T 는 참조 얼굴의 명암 값을 변환시켜주는 변환표를 의미한다.

¹ 교신저자

“본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT 융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2014-H0401-14-1001)”

$$T(n_k) = n'_k, \quad (0 < k \leq 256) \quad (2)$$

변환표 T 는 다음 수식 (3)에 의해 정의할 수 있다.

$$n'_k = \operatorname{argmin}_n C_k - C'_n, \quad (0 < n \leq 256) \quad (3)$$

참조 얼굴의 명암 값을 정의된 변환표 T 에 대입하면 목표 얼굴의 피부 톤에 맞는 명암 값을 얻어낼 수 있다. 위의 과정을 R, G, B 채널에 각각 개별적으로 수행한다.

2.2 선형 보간 법을 이용한 포화 영역 제거

2.1 장에서 제안한 방법으로 참조 얼굴의 피부 톤이 목표 얼굴의 피부 톤에 많이 일치 된 것을 볼 수 있으나, 그림 2-(가)와 같이 조명 변화로 포화 현상이 심하게 발생하는 영역을 보정하지 않을 경우, 결과가 다음 그림 2-(다)와 같이 나온다. 본 논문에서는 이러한 포화 영역을 제거하기 위해 선형 보간법을 사용한다. Masood 의 연구를 바탕으로 R, G, B 채널 값 중 두 개 이상이 235 보다 클 경우를 포화 영역으로 판단하였다[5]. 선형 보간법은 다음 수식 (4)와 같이 표현할 수 있다.

$$I(i, j) = \frac{1}{2} \times \begin{pmatrix} \frac{d_{up}}{d_{up} + d_{down}} I(i - (d_{up} + V), j) \\ + \frac{d_{down}}{d_{up} + d_{down}} I(i + (d_{down} + V), j) \\ + \frac{d_{right}}{d_{right} + d_{left}} I(i, j - (d_{left} + V)) \\ + \frac{d_{left}}{d_{right} + d_{left}} I(i, j + (d_{right} + V)) \end{pmatrix}, \quad (4)$$

그림 1 과 같이, 수식 (4)는 포화 영역의 i, j 위치에서 수행된다. d 는 보간 할 위치로부터 상, 하, 좌, 우 방향으로 포화 영역이 끝나는 지점까지의 거리를 의미하며 단위는 화소 단위다. 포화 영역이 끝나는 지점으로부터 V 만큼 떨어진 지점의 명암 값들을 거리 가중치에 따라 합산하여 이를 보간할 명암 값 $I(i, j)$ 로 지정한다.

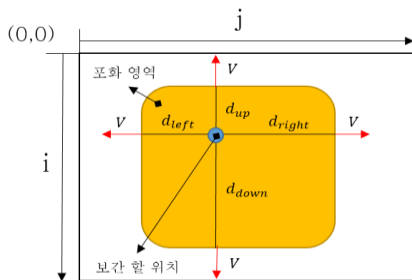


그림 1. 선형 보간법을 이용한 포화 영역 제거.

3. 실험 및 결과

피부 톤 변환 실험을 위해서 제안하는 알고리즘을 이용해 얼굴 교체 실험을 실시하였다. 카네기멜론 대학의 얼굴 영상 데이터베이스(Pos, Illumination, and Expression ; PIE)를

사용하였고, OpenCV 라이브러리 2.4.6 을 사용하였다. 얼굴 영역은 Viola-Jones 얼굴 검출기를 사용하였으며[6], 얼굴 정합은 Perez 가 제안한 Poisson 영상 정합 기법을 사용하였고, 정합 위치는 수동으로 설정하였다[1]. V 는 1 로 설정하였다. 실험 결과, 제안하는 방법이 다른 방법에 비해 참조 얼굴의 포화 영역을 효과적으로 제거하면서 참조 얼굴의 피부 톤을 목표 얼굴의 피부 톤과 유사하도록 변환할 수 있음을 확인하였다.

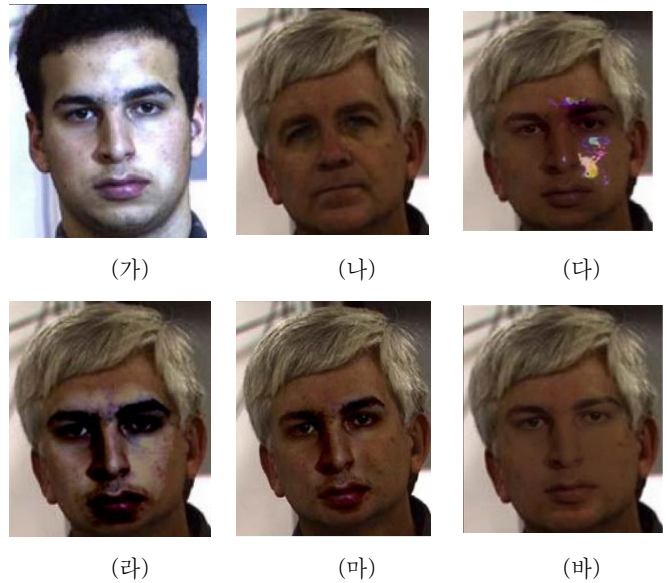


그림 2. (가) 참조 얼굴, (나) 목표 얼굴, (다) 포화 영역이 포함된 피부 톤 변환 얼굴, (라) Poisson 영상 정합 결과, (마) 세종대에서 제안한 방법[4], (바) 제안하는 방법.

4. 결론

본 논문에서는 히스토그램 명세화 기법과 선형 보간 법을 이용하여 조명 변화에 강인한 피부 톤 변환 기법을 제안하였다. 실험 결과, 포화 현상이 심하게 발생하여도 참조 얼굴의 피부 톤을 목표 얼굴에 맞는 피부 톤으로 자연스럽게 변환시켜주는 것을 확인할 수 있었다. 앞으로는 영상 정합의 위치를 자동으로 지정할 수 있는 방법과 실시간이 가능한 영상 정합 기법에 대해서 연구할 계획이다.

참고문헌

[1] Pérez, Patrick, Michel Gangnet, and Andrew Blake. "Poisson image editing." ACM Transactions on Graphics (TOG). Vol. 22. No. 3. ACM, 2003.
 [2] Blanz, Volker, et al. "Exchanging faces in images." Computer Graphics Forum. Vol. 23. No. 3. Blackwell Publishing, Inc, 2004.
 [3] Leyvand, Tommer, et al. "Data-driven enhancement of facial attractiveness." ACM Transactions on Graphics (TOG) 27.3 (2008): 38.
 [4] 권지인, 이상훈, 최수미. "모바일 기기에서 조명 변화를 고려한 얼굴 영상 합성." 한국 HCI 학회 논문지 6.1 (2011): 21-26.
 [5] Masood, Syed Z., Jiejie Zhu, and Marshall F. Tappen. "Automatic Correction of Saturated Regions in Photographs using Cross-Channel Correlation." Computer Graphics Forum. Vol. 28. No. 7. Blackwell Publishing Ltd, 2009.
 [6] Viola, Paul, and Michael J. Jones. "Robust real-time face detection." International journal of computer vision 57.2 (2004): 137-154.