

휴대 단말 기기에서 얼굴 검출을 위한 조명 분석 및 개선 방법

김병수, *추현곤, *김진웅, 김희율
한양대학교, *전자통신연구원

bskim@vision.hanyang.ac.kr, *hyongonchoo@etri.re.kr,
*jwkim@etri.re.kr, wykim@hanyang.ac.kr

Illumination Analysis and Normalization for Face Detection on Handheld Devices

Byeoung-su Kim, *Hyon-Gon Choo, *Jin woong Kim, Whoi-Yul Kim
Hanyang University *Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

휴대 단말 기기에 대한 관심 증가와 함께 사용자의 얼굴을 검출하는 응용 방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 주변 조명 등의 영향으로 얼굴 검출이 어려운 문제점이 있다. 이를 해결하기 위하여 다양한 접근방법이 제안되어 왔지만, 제한된 하드웨어에 적용하기에는 높은 복잡도를 가지는 문제점이 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고 효율적으로 얼굴 검출 정확도를 향상 시킬 수 있는 조명 대비를 개선 알고리즘을 제안하였다. 이를 위하여 입력된 영상에서 가우시안 분포를 분석하고, 분석된 분포를 기반으로 각기 다른 조명 대비 개선 알고리즘을 적용하였다. 실험 결과 제안하는 방법이 다양한 조명 환경에서 얼굴 검출 정확도를 향상 시키는 것을 확인하였다.

1. 서론

최근 들어 휴대 단말기기 기술의 발전에 따라, 다양한 멀티미디어 응용 방법이 증가하고 있다. 이중 대표적으로 휴대 단말기기에 부착된 카메라를 이용하여 사용자의 얼굴을 검출하고, 검출된 얼굴 영역을 이용하여 시선 추적, 표정 인식 등의 다양한 방법들이 제안되어 왔다. 하지만, 휴대 단말기기의 경우 기기가 고정되지 않고 움직이기 때문에 주변 조명 변화가 많이 발생하게 되고 이에 따라 얼굴 검출이 어려운 경우가 발생하게 된다. 따라서 휴대 단말기기에 얼굴 검출을 하기 위한 전처리 과정으로 효과적인 조명 대비 개선 기법이 요구된다.

영상의 대비 개선을 위하여 다양한 방법들이 제안되어 왔으며, 이 중 간단히 사용되는 방법으로 히스토그램 균등화 [1] 방법이 있다. 이 방법의 경우 빠른 계산 시간을 갖는 장점이 있으나, 그림 1 에서와 같이 영상이 포화된 영역이 존재할 경우 대응이 어려운 문제점이 있다. 이와는 다른 접근 방법으로, 영상의 주파수 성분을 나누고 개선하여 영상 대비를 개선하는 Retinex 기반 방법들이 제안되어 왔다 [2-3]. 이 방법들의 경우, 영상 내에 포화 된 영역이 있더라도 효과적으로 대비를 개선할 수 있으나, 높은 복잡도를 가지거나 경계선 부분이 왜곡 되는 문제가 발생하였다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하여, 휴대 단말

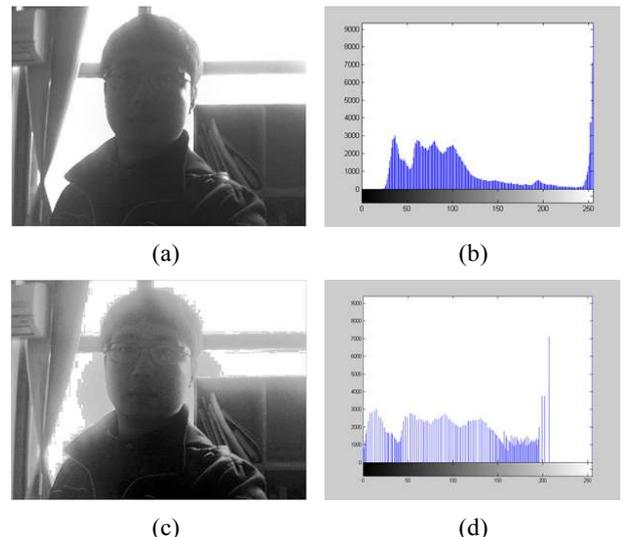


그림 1. 히스토그램 균등화의 예. (a) 원본 영상. (b) 원본 영상의 히스토그램. (c) 히스토그램 균등화된 영상. (d) (c)의 히스토그램.

기기에 적용할 수 있는 낮은 복잡도를 가지는 조명 대비 개선 기법을 제안한다. 입력 영상을 분석하기 위하여, 본 논문에서는 가우시안 혼합 모델[4]을 이용하여 영상을 4 개의 그룹으로

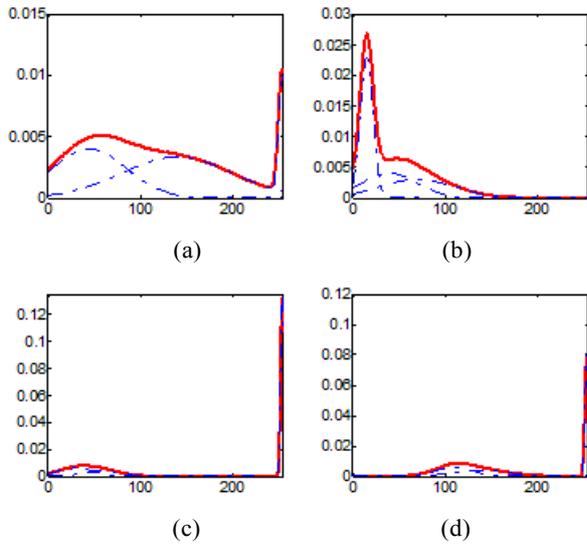


그림 2. 획득된 영상들의 대표 히스토그램. (a) 일반 영상. (b) 어두운 영상. (c) 역광 영상. (d) 밝은 영상.

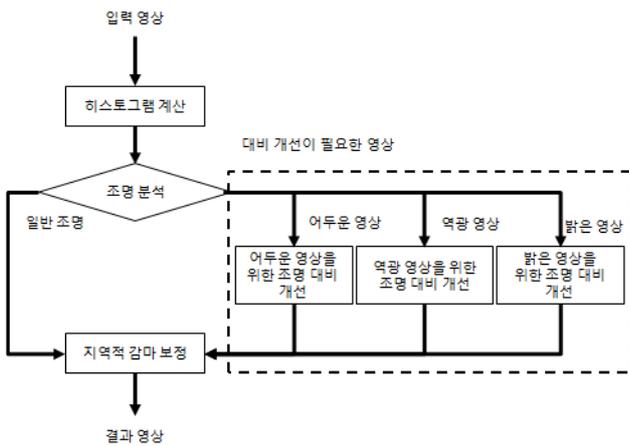


그림 3. 제안하는 방법의 흐름도

분류하였다. 분류된 그룹에 맞는 최적의 조명 대비 개선 알고리즘을 적용하여 영상의 대비를 개선하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 입력 영상의 분석 및 분류에 대하여 설명을 하고, 3 절에서는 최적의 조명 대비 개선 알고리즘 적용에 대하여 설명한다. 4 절에서는 제안하는 방법의 성능을 실험을 통해서 확인하고, 마지막으로 5 절에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. 조명 분석을 통한 영상 분류

Haar-like feature 방법과 같이 특징점 기반 얼굴 검출 알고리즘 [5, 6]의 경우 일반적인 조명에서 촬영된 얼굴 영상일 때 가장 좋은 성능을 보인다. 때문에, 어둡거나 너무 밝은 영상과 같이 영상 대비가 작은 경우 성능이 감소하는 문제점이 발생하게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 영상의 대비가 좋지

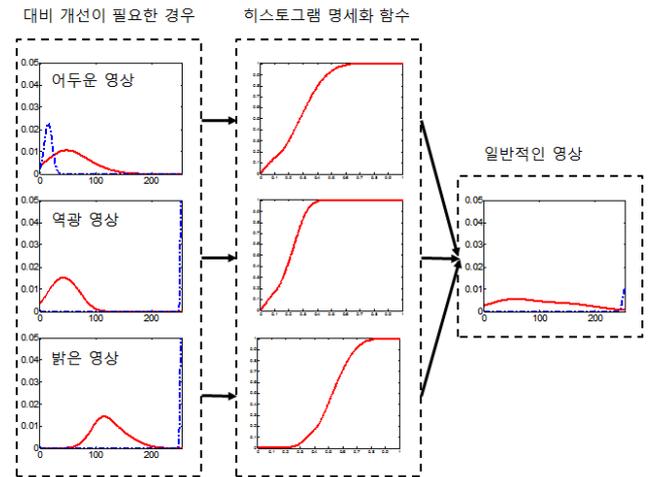


그림 4. 조명 대비 개선 알고리즘

않은 경우에도 얼굴을 검출할 수 있도록 대비 개선을 해야 한다. 이를 위해서 휴대 단말기기를 이용하여 다수의 영상을 획득하였으며, 영상들이 크게 4 가지 (일반, 어두운 영상, 역광 영상, 밝은 영상)의 경우를 갖는다고 가정하였다. 각 영상의 경우 히스토그램 분포를 가우시안 혼합 모델을 이용하여 그림 2와 같이 대표적인 형태를 생성하였다.

이후 새로운 영상이 입력 되었을 때 미리 생성된 가우시안 혼합 모델과의 비교를 통해 분류된 그룹 중에 어떤 영상인지를 수식 1을 이용하여 판단하게 된다.

$$S_{input,m} = \sum_{i=0}^{255} \min[P_{input}(i), P_m(i)] \quad (1)$$

수식 1에서 각 그룹과 입력 영상의 유사도 $S_{input,m}$ 는 히스토그램의 확률 밀도 함수를 이용하여, 두 히스토그램이 겹치는 영역이 많을수록 높은 값을 갖는다.

3. 최적의 조명 대비 알고리즘 적용

조명 분석을 통한 영상 분류를 하게 되면, 그림 3과 같이 영상이 어떠한 특성을 갖는지를 판단하여 최적의 대비 개선 알고리즘을 적용하게 된다. 일반적인 영상의 경우 조명 대비 개선이 필요 없지만, 나머지 3 그룹의 경우 각 영상에 맞는 최적의 대비 개선이 필요하다.

얼굴 영역 검출이 어려운 영상의 경우 영상에 밝거나 어둡게 포화된 영역이 존재하여 대비 개선에 방해가 된다. 이를 해결하기 위해서 본 논문에서는 히스토그램 분석을 통해서 포화된 영역 (점선)을 제거하고 그림 4와 같이 히스토그램 명세화 과정을 진행하여 일반적인 조명 형태로 변경한다.

최종적으로, 지역적 감마 보정 알고리즘 [7]을 이용하여 영상에서 얼굴 표면에 생기는 지역적인 조명에 대한 영향을 최소화 한다. 이러한 과정을 통하여 얼굴 검출 알고리즘의 성능 향상이 가능하게 된다.

<표 1> 각 방법의 정확도 비교 결과

방법	조명	정확도 (%)			
		일반 영상	어두운 영상	역광 영상	밝은 영상
MSRCR		87.6%	77.1%	32.4%	82.8%
CIELP		93.3%	73.2%	65.6%	80.4%
히스토그램 균등화		92.6%	67.8%	57.2%	72.0%
제안하는 방법		93.2%	84.3%	79.4%	86.9%

<표 2> 각 방법의 속도 비교 결과

방법	계산 시간
MSRCR	162.39 ms
CIELP	281.08 ms
히스토그램 균등화	5.04 ms
제안하는 방법	33.31 ms

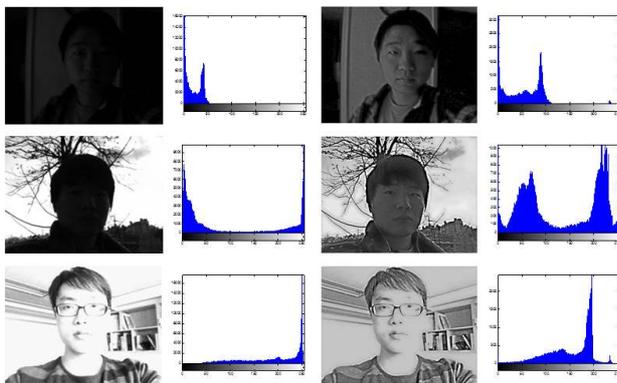


그림 5. 조명 대비 개선 결과의 예. (a) 입력 영상. (b) 원본 히스토그램. (c) 조명 대비 개선 영상. (d) (c)의 히스토그램.

주변 조명 변화에 의하여 정확도가 감소하는 문제가 빈번히 발생한다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고 휴대 단말기에 적용할 수 있는 저복잡도 영상 조명 대비 개선 방법을 제안하였다.

영상 대비 개선을 위해서 가우시안 혼합 모델을 이용하여 입력 영상을 일반, 어두운, 역광, 밝은 영상으로 분류한 후, 최적의 대비 개선 알고리즘을 적용하였다. 실험 결과 제안하는 방법이 기존의 다른 방법에 비하여 얼굴 검출에 효과적인 조명 대비 개선 알고리즘임을 보였으며, 낮은 계산시간으로 휴대 단말기에도 적용이 용이함을 보였다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 IT R&D 프로그램 [3DTV 방송을 위한 Depth Map 획득 및 적용기술 개발]의 지원으로 진행되었습니다.

4. 실험

본 방법의 성능을 검증하기 위하여 2,592 개의 영상이 휴대폰과 Ultra Mobile PC(UMPC)를 이용하여 획득하였다. 획득된 영상은 최소 320x240 크기를 가지며, 영상 획득 시 실험자가 자유롭게 움직이며 촬영하였다.

제안하는 방법의 정확도를 비교를 위하여 제안하는 방법 이외에 MSRCR [2], CIELP [3] 방법과 히스토그램 균등화 방법[1]이 사용되었다. 표 1은 조명 대비 개선 방법을 적용 한 후 얼굴 검출 알고리즘 정확도를 보여준다. 표에서 알 수 있듯이 일반적인 조명에서 촬영된 영상의 경우 전체적으로 높은 정확도를 가지나, 역광에서 촬영된 영상의 경우 정확도가 크게 하락하는 것을 볼 수 있다.

실험 방법의 복잡도 비교를 위하여 UMPC 에서 시간을 측정한 결과는 표 2 와 같다. 테이블에서 알 수 있듯이 제안하는 방법이 가장 빠른 수행 속도를 가지는 것을 확인할 수 있다. 입력 영상의 조명 대비를 개선한 결과는 그림 5 와 같다. 결과에서 원본 영상의 경우 얼굴 영역의 대비가 적어 얼굴 영역의 식별이 어려우나, 조명 대비 개선이 된 이후에는 식별이 가능함을 확인할 수 있다.

5. 결론

기술의 발전에 따라 휴대 단말기에서 얼굴 검출 알고리즘을 이용한 다양한 기술들이 개발되고 있다. 하지만

참고문헌

- [1] J. Russ, *The Image Processing Handbook: Fourth Edition*, CRC Press, New York, 2002.
- [2] D. J. Jobson, Z. Rahman, and G. A. Woodell, "A multi-scale Retinex for bridging the gap between color images and the human observation of scenes," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 6, no. 7, 1997, pp. 965-976.
- [3] Y. -M. Baek, H. -J. Kim, J. -A. Lee, S. - G. Oh, W. -Y. Kim, "Color Image Enhancement Using the Laplacian Pyramid," *IEEE Pacific Rim Conference on Multimedia*, vol. 4261, 2006, pp. 760-769.
- [4] H. Permuter, J. Francos, and I. Jermyn, "A study of Gaussian mixture models of color and texture features for image classification and segmentation", *Pattern Recognition*, vol. 39, no. 4, 2006, pp. 695-706.
- [5] P. Viola, and M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features," *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, vol. 1, 2001, pp. 511-518.
- [6] T. Ahonen, A. Hadid, and M. Pietikainen, "Face description with local binary patterns: Application to face recognition," *IEEE Transaction on*

Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 28,
no. 12, 2006, pp. 2037–2041.

- [7] N. Moroney, “Local color correction using
non-linear masking,” IS&T/SID 8th Color
Imaging Conference, 2000, pp. 108–111.