

# 휴대단말기에서 얼굴검출을 위한 대비 개선 방법

\*이초일 \*김병수 \*\*추현곤 \*\*김진웅 \*김희율  
\*한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 \*\*한국전자통신연구원  
\*cilee@vision.hanyang.ac.kr

## A contrast enhancement method for face detection in portable device

\*Lee, Cho-Il \*Kim, Byeoung-su \*\*Choo, Hyon-Gon \*\*Kim, Jin-woong \*Kim, Whoi-Yul  
\*Dept. of Electronics Computer Engineering, Hanyang University  
\*\*Electronics and Telecommunications Research Institute

### 요약

얼굴검출기술이 발달함에 따라 보안 프로그램에서부터 게임에까지 얼굴검출기술이 적용된 다양한 프로그램들이 개발되고 있으며, 휴대단말기에까지 적용되었다. 휴대단말기를 통한 얼굴검출의 경우, 검출율을 높이기 위한 높은 대비 개선 알고리즘은 물론이고, 낮은 프로세서의 성능 때문에 적은 연산량의 알고리즘이 필수적으로 요구된다. 본 논문에서는 영상의 조명 정도를 분석하여 저 조도, 일반 조명, 과다 노출의 3분류로 나누고, 각 조명에 가장 알맞은 대비 개선 알고리즘을 사용함으로써, 휴대단말기에 적합한 적은 연산량과 얼굴검출에 알맞은 높은 대비 개선율을 갖는 알고리즘을 제안한다. 실험 결과, 휴대단말기인 UMPC(Ultra Mobile PC)에서 30fps의 속도를 보였으며, 기존 방법들과 비교하여 가장 좋은 얼굴검출성능을 확인하였다.

## 1. 서론

최근 휴대단말기의 성능 증가로 인하여, 보안을 위한 사용자 얼굴인증, 감정인식 시스템, 게임 등 얼굴검출기술을 기반으로 한 다양한 분야의 응용이 휴대단말기에 적용되고 있다. 얼굴검출의 경우, 검출율을 높이기 위한 높은 성능의 대비 개선 알고리즘이 요구되며, 휴대단말기에서의 경우 데스크톱에 비하여 상대적으로 프로세서의 성능이 낮기 때문에 연산량이 적은 알고리즘이 또한 중요한 요소가 된다.

대비 개선을 위한 방법으로는 CIELP [1], Denighting [2], HSMVHE [3], 히스토그램 평활화 [4], 전역적 감마보정 [5], 지역적 감마보정 [6]등의 방법이 있다.

CIELP은 영상을 특정 주파수 대역으로 분해한 뒤, 전역적 밝기와 지역적 대비를 개선한다. 이 방법의 경우 좋은 성능에 비하여 휴대단말기에 적용되기에는 높은 연산량을 보인다.

배경영상의 낮과 밤사이 조명 비율을 바탕으로, 입력영상의 조명을 증가시키는 Denighting의 경우 어두운 조명의 영상에서 좋은 성능을 보여준다. 하지만 고정된 배경에 낮과 밤의 조명 비율이 미리 계산되어 있어야 하기 때문에, 휴대단말기를 들고 사용자가 자주 이동하게 되는 환경에는 적합하지 않다.

어두운 영역과 밝은 영역 그리고 나머지 영역으로 나누어서 각각의 히스토그램을 균등 분포가 되도록 해주는 HSMVHE의 경우, 앞의 두 방법보다 빠르지만 여전히 휴대단말기에 적용하기엔 높은 연산량을 보인다.

저 연산량의 알고리즘으로는 히스토그램 평활화 방법이 있다. 입력영상의 히스토그램에 관계없이 출력 영상의 히스토그램 분포가 균등 분포가 되도록 변경하는 방법으로 적은 연산량과 좋은 대

비 개선 효과를 보여준다. 하지만 히스토그램의 분포에 따라 성능이 감소하는 문제가 있다.

신호를 비선형적으로 변형하는 전역적 감마 보정은 히스토그램의 분포가 어둡거나, 밝은 쪽에 부분적으로 몰려있을 경우, 좋은 영상대비개선 효과를 보여주지만, 좁은 곳에 모두 몰려 있을 경우에는 좋은 성능을 보여주지 못하는 단점이 있다. 하지만 알고리즘이 단순한 연산으로 이루어져 있기 때문에 빠른 연산속도를 보인다.

주변 영역의 정보를 이용한 지역적 감마 보정 방법의 경우, 전역적 감마 보정과 같은 이유로 빠른 연산속도를 보인다. 또 전체적인 히스토그램의 분포가 좁은 곳에 몰려 있지 않는 경우, 좋은 성능을 보인다. 반면 부분적으로 어둡거나, 밝은 쪽으로 몰려 있을 경우, 전역적 감마 보정 방법보다 낮은 성능을 보여준다.

높은 연산량을 가지는 [1, 2, 3]의 경우, 휴대단말기에 적용하기 적합하지 않으며, [4, 5, 6]의 경우 조명환경에 영향을 받는 단점을 갖는다.

본 논문에서는 이와 같은 단점을 해결하여, 휴대단말기에 적합한 연산량과, 다양한 조명환경에 적합한 대비 개선 방법을 제안한다. 논문의 2장에서는 제안하는 알고리즘의 전체 흐름과 영상의 조명 정도를 측정하는 방법, 그리고 조명 정도에 따른 대비 개선 방법을 소개하였다. 3장에서는 실험을 통하여 제안하는 알고리즘의 성능을 평가하였으며, 마지막으로 4장에서 결론을 맺었다.

## 2. 제안하는 대비 개선 방법

휴대단말기의 특성상 일반적으로 한 명의 사용자가 하나의 기기를 이용하게 되고, 사용자의 얼굴은 화면 중앙을 중심으로 일

정 범위 안에 위치한다. 위 정보를 바탕으로 관심영역을 설정한다. 그리고 관심영역 내의 조명을 분석하여, 조명 정도에 알맞은 대비 개선 방법을 적용함으로써 영상의 대비를 개선한다. 그림 1은 제안하는 방법의 전체 흐름도를 보여준다.

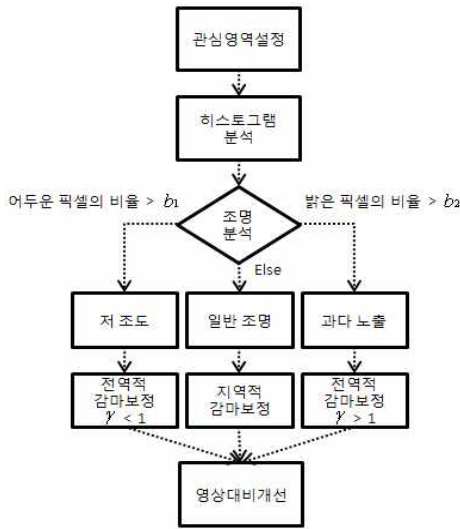


그림 1. 제안하는 방법의 흐름도

### 가. 조명 분석

영상내의 얼굴영역에서 대비 개선은 정확한 특징점 추출을 도와 얼굴검출성능을 높여준다. 반면, 휴대단말기기의 화면에서 발생하는 빛과 주위 환경에 의해서 배경과 얼굴의 조명이 차이가 날 경우, 전체 영상을 바탕으로 영상의 조명 정도를 분석하게 되면 얼굴 영역의 조명과 전체 영상의 평균 조명 사이의 차이가 생긴다. 그러므로 전체 영상의 평균 조명을 바탕으로 얼굴영역의 정확한 조명을 분석을 할 수 없다. 따라서 그림 2처럼 관심영역을 설정한 후 조명을 분석한다.



그림 2. 관심영역 설정 후 조명 분석

휴대단말기기를 바라보는 사용자의 얼굴은 일반적으로 휴대단말기기의 정면을 바라보게 되고, 그로 인하여 얼굴의 위치는 휴대단말기기 화면 중앙을 중심으로 일정 범위를 벗어나지 않는다. 위 정보를 바탕으로 영상의 조명을 분석하기 위한 관심영역을 설

정한다.

가로  $W$ , 세로  $H$ 의 길이를 갖는 입력영상  $I$ 의 중심점을  $C(x,y)$ 이라고 할 때, 관심영역은  $C(x,y)$ 를 기준으로  $x$ 축  $\pm W/a$ ,  $y$ 축  $\pm H/a$ 의 범위로 설정한다. 이때  $a$ 는 4를 주었으며, 실험을 통하여 결정됐다.

설정된 관심영역에서 조명을 분석하기 위해 히스토그램을 구성한다. 이 때 연산량을 줄이기 위하여 8개의 빈 만을 이용하고, 룩업 테이블과 비트연산을 이용하여 연산속도를 증가 시킨다. 조명 분석 방법은 다음과 같다.

$$H(I_k) = n_k / W \times H, \text{ for } k = 0, 1, \dots, 7 \quad (1)$$

$$L(I) = \begin{cases} LL & IF & n_0 + n_1 > b_1 \\ HL & IF & n_6 + n_7 > b_2 \\ NL & otherwise \end{cases} \quad (2)$$

$n_k$ 는 관심영역의 영상  $I$ 의 명암도  $I_k$ 의 픽셀수를 나타내고,  $H(I_k)$ 는  $I$ 의 히스토그램을 나타낼 때, 영상의 조명 정도  $L(I)$ 는 저 조도(LL), 일반 조명(NL), 과다 노출(HL)의 3단계로 분류한다. 본 논문에서는  $b_1$ 와  $b_2$  값을 각각 0.5로 주었으며, 주어진 값들은 실험을 통하여 결정됐다.

### 나. 영상의 조명에 따른 대비 개선

본 논문에서는 조명 분석을 통하여 저 조도와 일반 조명, 과다 노출의 3종류로 분류된 영상의 대비 개선을 위해, 지역적 감마 보정과 전역적 감마 보정을 이용 하였다. 저 조도와 과다 노출의 경우 전역적 감마 보정을 이용 하였고, 일반 조명의 경우 지역적 감마 보정을 이용 하였다. 식 2를 통하여 분류된  $L(I)$ 의 조명 정도에 따라 다음 식을 이용하여 대비 개선된 영상  $S(I)$ 를 구한다.

$$S(I) = \begin{cases} cI_k^{\gamma_1} & IF & L(I) = LL \\ cI_k^{\gamma_2} & IF & L(I) = HL \\ 255 \left( \frac{I_k}{255} \right)^{\gamma_3} & otherwise \end{cases} \quad (3)$$

이때, 실험을 통하여  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$  값은 0.3, 1.5, 2.1을 주었고,  $c$  값은 1을 주었다.  $mask$ 는 가우시안 마스크를 적용한 후의 명암 값이며, 필터의 크기는 가로, 세로 21을 주었다.

### 3. 실험결과

본 논문의 실험을 위해 사용된 휴대단말기기는 Sony UMPC를 이용 하였다. 실험을 위해 사용된 프로그램은 Visual studio C++을 이용하여 작성되었고, 실험 환경은 Intel Core Solo CPU 1.33GHz, 1GB RAM, Window XP 에서 실험 되었다. 실험에 이용된 데이터베이스는 Yale database [7]와 10명의 저 조도(50Lux), 일반 조명(700Lux), 과다 노출(3050Lux) 환경의 동영상을 이용하였다. 그림 3은 실험에 사용된 데이터베이스의 일부이다.

속도 실험은 각각의 대비 개선 방법을 1000번씩 수행한 후 평균을 내어 측정 하였다. 대비 개선 정도를 측정하기 위해서는 각 대비 개선 방법을 적용 후 Haar-like 특징점을 이용한 얼굴 검출 방법 [8]의 검출율을 가지고 측정하였다. 실험 결과는 다음과 같다.



(a) Yale database (b) 조명변화 database  
3. 실험에 사용된 database

<표 1> 각 방법의 속도 비교 결과

방법	속도(ms)
지역적 감마 보정(2.1)	42.797
히스토그램 평활화	0.563
전역적 감마 보정(0.4)	20.5
전역적 감마 보정(1.4)	6.954
HSVMHE [3]	197.391
Denighting [2]	263.531
CIELP [1]	281.078
제안하는 방법	33.250

표 1은 기존 방법들과 제안하는 방법의 수행속도를 비교한 결과이다. 제안하는 방법의 경우 지역적 감마 보정과 전역적 감마 보정 방법을 혼합하여 사용하였기 때문에, 두 방법의 중간 정도인 33ms의 속도를 보였다. 히스토그램 평활화 방법과 전역적 감마 보정 방법보다 느린 속도를 보였지만, 휴대단말기에 적용되기에 적합한 방법임을 확인하였다.

<표 2> 얼굴 검출율 비교 결과

방법	검출율(%)
지역적 감마 보정(2.1)	91.4
히스토그램 평활화	89.9
전역적 감마 보정(0.4)	91.4
전역적 감마 보정(1.4)	60
HSVMHE	78
Denighting	57
CIELP	81.7
제안하는 방법	93.2

표 2는 기존 방법들과 제안하는 방법을 적용 한 후, Haar-like 특징점을 이용한 얼굴 검출율을 비교한 결과이다. 저 조도와 과다 노출의 경우 히스토그램의 분포가 부분적으로 어둡거나 밝은 쪽에 몰려 있게 됨으로, 전역적 감마 보정 방법을 통하여 몰려있는 영역만 분산시킴으로써, 조명대비가 개선되었다. 일반 조명의 경우 전체적으로 고른 분포의 히스토그램을 더욱 고르게 함으로써 대비 개선 효과를 가져왔다. 결과적으로 그림 4와 같이 저 조도, 과다 노출, 일반 조명 모두에서 제안하는 방법이 좋은 결과를 보임을 확인하였다.

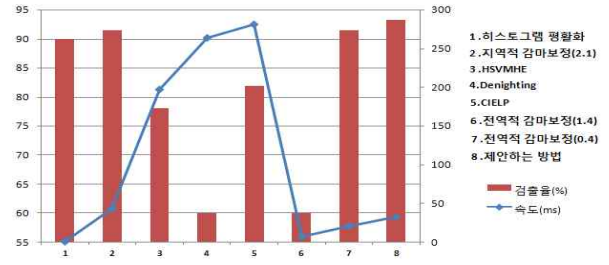


그림 4. 실험 결과 그래프

#### 4. 결론

본 논문에서는 일반적으로 한 명의 사용자가 하나의 휴대단말기기를 이용하고, 화면을 중심으로 일정 범위 안에 사용자의 얼굴이 위치하는 특성을 고려하여, 휴대단말기에서 얼굴검출을 위한 적합한 대비 개선 방법을 제시하였다. 영상에서 얼굴이 위치할 가능성이 높은 영역을 관심영역으로 설정한 뒤, 조명을 분석하고, 각 조명 정도에 적합한 대비 개선 방법을 적용하였다. 실험결과 지역적 감마보정, 전역적 감마보정, 히스토그램 평활화, 제안하는 방법이 휴대단말기에서 실시간으로 처리되기에 적합한 속도를 보였고, 제안하는 방법이 가장 좋은 얼굴 검출율을 보였다.

#### 감사의 글

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

#### 참고문헌

- [1] Yeul-Min Baek, Hyoung-Joon Kim, Jin-Aeon Lee, Sang-Guen Oh, Whoi-Yul Kim, "Color Image Enhancement Using the Laplacian Pyramid," ADVANCES IN MULTIMEDIA INFORMATION PROCESSING - PCM 2006, Vol. 4261/2006, pp. 760-769, 2006.
- [2] A. Yamaski, "Denighting: Enhancement of nighttime images for a surveillance camera," ICPR, pp. 1-4, 2008.
- [3] E. Wharton, "Human Visual System Based Multi-Histogram Equalization for Non-Uniform Illumination and Shadow Correction," Acoustics, Speech and Signal Processing, pp. I-729-I-732, 2007.
- [4] Russ, "The Image Processing Handbook: Fourth Edition," 2002.
- [5] Fritz Ebner and Mark D Fairchild, "Development and Testing of a color space (IPT) with improved hue uniformity," Proceedings of IS&T/SID's Sixth Color imaging Conference, pp. 8-13, 1998.
- [6] A. Capra, "Dynamic range optimization by local contrast correction and histogram image analysis," Consumer Electronics, pp. 309-310, 2006.
- [7] <http://cvc.yale.edu/projects/yalefaces/yalefaces.html>.
- [8] P. Viola, M. Jones, "Robust real-time face detection," Computer Vision, Vol. 2, pp. 747-747, 2001.