

얼굴 검출을 위한 영상 향상 방법 연구

Image Enhancement Method Research for Face Detection

전인자*, 정경용**

한국전자통신연구원 휴먼인식기술연구팀*, 상지대학교 컴퓨터정보공학부**

In-Ja Jun(juninja@etri.re.kr)*, Kyung-Yong Chung(kyjung@sangji.ac.kr)**

요약

본 논문에서는 정확한 얼굴 영역 검출을 위한 영상화질 향상에 대한 연구를 수행하였다. 일반적인 인식 시스템에서는 입력되는 모든 영상에 고정된 영상처리 과정을 수행한다. 고정된 영상처리 필터를 사용하는 방법을 다양한 환경 조건에서 획득된 얼굴 영상에 적용하게 되면, 정확한 얼굴영역을 검출할 수 없게 될 것이다. 복잡한 배경과 조명이 포함된 영상으로부터 검출에 적합한 영상으로 구성하기 위하여, 본 논문에서는 부-윈도우를 기반으로 하는 카테고리에 따른 영상 향상 방법을 제안한다. 처리를 위한 영상이 획득되었을 때, 영상의 부-윈도우로부터 평균값을 계산하고, 이를 기 구성된 카테고리와 비교하여 입력영상에 적용 가능한 영상처리 방법을 선택적으로 적용하는 처리를 수행한다. 얼굴영역을 검출한 결과 히스토그램 평활화, 감마변환등의 방법을 전체영상에 적용한 결과와, 제안된 방법을 적용하여 추출한 영상들로부터 얼굴영상 등록을 통한 검출률을 비교한 결과, 현저히 향상된 등록 결과를 획득할 수 있었다.

■ 중심어 : | 영상향상 | 영상처리 | 얼굴검출 | 얼굴인식 |

Abstract

This paper describes research of image enhancement for detection of face area. Typical face recognition algorithms used fixed parameter filtering algorithms to optimize face images for the recognition process. A fixed filtering scheme introduces errors when applied to face images captured in various different environmental conditions. For acquiring face image of good quality from the image including complex background and illumination, we propose a method for image enhancement using the categories based on the image intensity values. When an image is acquired average values of image from sub-window are computed and then compared to training values that were computed during preprocessing. The category is selected and the most suitable image filter method is applied to the image. We used histogram equalization, and gamma correction filters with two different parameters, and then used the most suitable filter among those three. An increase in enrollment of filtered images was observed compared to enrollment rates of the original images.

■ keyword : | Image Enhancement | Image Processing | Face Detection | Face Recognition |

* 본 논문은 한국전자통신연구원에서 수행중인 "CCTV환경에서의 비제약적 얼굴 인식 및 검색 기술 개발(과제번호 : 09BS1200)" 과제에서 수행한 연구로부터 도출된 것이다.

접수번호 : #090803-002

심사완료일 : 2009년 08월 10일

접수일자 : 2009년 08월 03일

교신저자 : 전인자, e-mail : juninja@etri.re.kr

I. 서론

얼굴인식 및 얼굴 검출을 위하여 사용되는 Gray 영상을 인식 및 검출에 적합한 영상으로 구성하기 위하여 선형변환, 로그변환, 지수 함수들이 간단하게 사용되어진다 [1]. 얼굴, 지문, 홍채, 장문, 손등정맥, 걸음걸이인식 등 영상정보를 이용하여 사용자 인식을 수행하는 다양한 방법들이 존재한다. 이들 응용제품들은 그 설치 환경에 따라 인식에서 필요로 하는 영상정보를 획득하게 된다. 2차원의 CCD카메라로부터 획득된 영상정보는 인식에 적합한 형태로 획득되는 경우도 있지만, 복잡한 배경, 조명, 포즈, 크기, 그림자, 잡음, 물건 또는 사람과의 겹침 현상등을 통하여 왜곡되거나 변형된 영상 정보가 획득되는 경우가 빈번히 발생하게 된다.

이러한 문제를 해결하기 위하여, Unaldi 등은 불규칙한 조명환경에서 획득된 영상에 적용하기 위하여 새로운 웨이블릿 기반의 영상 향상 알고리즘을 제안하였다 [2]. 얼굴 검출의 성능을 향상하기 위하여 동적 범위 압축과 같은 차원 감소를 이용하는 웨이블릿을 적용하여 지역 영상 정규화에 사용하였다. 조명의 영향에 민감하지 않은 얼굴 인식을 위하여 "Retinex and color constancy" 알고리즘을 사용하며, Elastic Bunch Graph 정합 방법과 조합하여 인식을 수행하는 연구도 있다 [8]. 해당 방법에서는 얼굴 전체 영역의 텍스처를 기반으로 눈의 위치를 기반으로 사용하였다. Lizuo 등은 영상의 최적화 문제를 해결하기 위하여 일반적인 영상처리 알고리즘을 적용하여 영상내 그레이 값에 대한 EER(Entropy Error Rate)를 측정하여, 얼굴 영역 검출에 적용한 연구를 수행하였다 [9]. Terence 등은 단일 이미지로부터 얼굴의 형태를 복원하기 위하여 "통계학적 shape-from-shading model"을 구성하여 얼굴의 형태측정이 가능한 ground-truth의 복원을 시도하는 예제기반 방법론을 이용하였다 [10].

얼굴 영상을 검출하거나 인식하는데 불필요한 단점들을 해결하고자 하는 다양한 연구들이 수행되어지고 있으나, 이들 논문이나 시스템들은 다양한 환경이 아닌 단일 환경 또는 제한된 환경하에서 측정된 영상 또는 얼굴영역만을 이용한 영상을 사용하는 것이 일반적이

다. 이는 얼굴영역이 정확히 영상내에 포착된 상태에서 영상 향상을 수행할 수가 있게 된다. 이는 제한적인 입력을 바탕으로 수행되어지므로, 다양한 요소에서 적용될 수가 없게된다.

이를 위하여 본 논문에서는 환경측정 및 상황을 구분하고자 하는 다양한 분야에 적용하기 위하여 카테고리 정보를 사용하는 영상향상 방법에 대한 연구를 수행하였다. 논문에서는 2차원 CCD 카메라가 갖는 다양한 문제점 중에서 영상내 조명과 배경의 영향을 최소화 하기 위한 영상 향상 방법을 연구하고자 한다. 조명과 배경에 대한 카테고리를 구성하고, 해당 카테고리에 적합한 영상 향상방법을 구축하여 획득영상내에 포함된 얼굴영역을 보다 명확하게 검출할 수 있도록 구성하였다. 본 논문에서 구성되는 방법은 실시간 시스템에서 수행 가능하도록 계산 복잡도나 시간 소모를 최소화 하여 시스템 구성시의 비용을 최대한 줄일 수 있을 것이다.

II. 제안된 카테고리 구성 방법

학술적 연구에서나 상업적 시스템에서 사용하는 사용자 인식 시스템에서는 주어진 입력 영상을 사용하여 확실화된 처리를 수행한다. 이는 주어진 영상의 다양함에 기준하지 않고, 시스템의 구성에 기준한 처리이다. 본 논문에서는 입력 영상의 다양성을 카테고리를 통하여 측정하고, 이를 검출하기 적합한 영상으로 재구성한 뒤 이를 처리 시스템으로 전송하여 얼굴 영역 검출의 성공률을 향상시킬 수 있는 방법을 구성하였다.

[그림 1]에서 도시하는 것과 같이 제안된 방법은 획득된 영상의 향상을 위하여 두 단계를 거친다. 첫 번째 단계로, 카테고리는 얼굴 영역을 검출하기 위하여 사전에 구성된다. 해당 카테고리 구성은 적용하고자 하는 응용영역에 적합하도록 변형이 가능하도록 구성하였다. 두 번째 단계로 구성된 카테고리에 입력영상으로부터 추출한 평균값을 대입하여 해당 영상에 적합한 정규화를 수행하게 된다. 얼굴 영상을 이용하여 사용자 인식을 수행한다. 영상 정보를 구분하기 위하여 외양변화에 무관한 특징 찾기, 변화하는 영상을 적합한 부공간

이나 사본을 사용하거나 새로운 이미지로 합성하는 방법들을 이용한다.

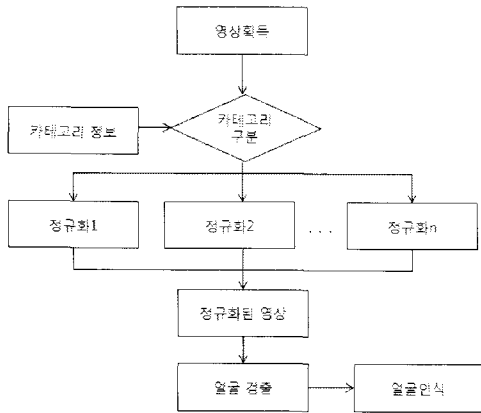


그림 1. 제안된 카테고리구분을 통한 영상 향상 방법

영상내 포함된 조명을 분석하기 위하여 본 연구에서는 “Yale Face Database B”(이하 YalebDB)를 이용한다 [3].

“Yale Face Database B”는 조명의 방향이 X축 Y축의 각도에 따라 구축된 데이터베이스이며, 현재 조명상채를 연구에서 일반적으로 이용되는 데이터베이스이다. [그림 2]는 640×480 픽셀크기의 데이터베이스의 원본 영상을 얼굴 검출 프로그램에 적용한 결과이다. 일반적으로 얼굴 영역검출은 두 눈을 기준으로 일정 크기의 영역을 추출하게 되며, 추출된 영상이 얼굴영역임을 확인하는 과정을 거치게 된다. [그림 2]에서 도시되는 결과는 Identix 사(현재의 L-1 Identity Solutions)에서 제공하는 “Facelt Quality Assessment SDK”(이하 FQSDK)프로그램을 통하여 측정한 것이다 [4].

FQSDK에서는 눈간의 거리와 명확한 눈의 모양, 얼굴인지 아닌지에 대한 측정을 포함하여 30가지의 값에 대한 측정을 수행한다. YalebDB에서 제공하는 영상중에서 3,250개의 영상을 추출하여 원본영상에 대하여 FQSDK 프로그램을 수행한 결과 24개의 영상에서 얼굴을 찾지 못하였으며, 총 1,193개의 영상에 대하여 선글래스를 착용하고 있다는 결과를 도출하였다. 이는 얼굴영상을 측정하고자 하는 원본 영상의 질이 현저히 떨어진다는 것을 나타내는 것이다.

[그림 2]의 (a)의 경우 눈간의 픽셀 거리는 88pixels이며, 얼굴임을 증명하는 Faceness는 9.8로 나타나지만, (b)의 경우 눈간의 픽셀 거리는 111 pixels, Faceness는 2.6으로 낮게 나타난다. (c)의 경우 눈간의 픽셀거리는 107 pixels, Faceness는 5.5로 나타난다. 이는 영상 검출을 위하여 입력되는 전체 영상의 명암도 값의 분포가 급격히 변화되며, 얼굴 측면에 대한 정보가 명확히 입력되지 않았기 때문에 발생하는 결과이다.

표 1. FQSDK에서 측정된 원본영상에 대한 결과

Attributes	Invalid	Min	Max	Avg
Compression Artifacts	32	5.2	9.2	8.96
Head Size	32	1.7	10	7.38
Contrast	32	0.4	9.5	7.37
Sunglasses	39	0	10	4.79
Eyes Open	32	0.6	9.8	6.99
Background Uniformity	32	0	3.5	0.79
Background Brightness	32	1.2	6	3.59
Background Shadows	32	0.4	9.3	4.81
Frontal Pose	32	0	10	5.88
Faceness	32	0	10	7.75
Overall	32	0	9.4	5.25



(a) P00A+05E-10 (b) P02A+50E-40 (c) P08A+50E-40

그림 2. 다양한 각도에서 추출한 영상(yaleB01)에 대한 검출 결과의 예

전체 실험에 사용한 3,250개의 영상에 대한 측정 결과는 [표 1]와 같다. 정확한 얼굴인식을 위하여 얼굴 영역검출은 필수적으로 수행되어야 하는 과정이며, 이를 위하여 본 논문에서는 카테고리 기반의 영상별 각기 다른 정규화 방법을 수행하는 영상 향상 방법에 대하여 구성하였다.

카테고리 구분을 위하여 입력되는 영상에 대하여 아래 그림과 같이 부-윈도우A와 부-윈도우B, 전체영상으로부터 영상의 평균값을 계산한다.

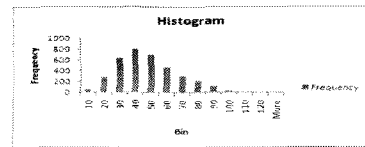
본 논문에서 사용하는 영상의 크기는 640×480픽셀이며, 전체 영상으로부터 부-윈도우를 구성하고, 부-윈도우내 영상 밝기값을 이용하여 평균값을 계산한다. [그림 3]의 (b)는 전체 영상에서 2/4 크기의 값을, (c)는 6/8 크기의 값을, 그리고 (d)는 전체 영상의 평균값을 계산한다.

실험에 사용되는 전체 이미지로부터 구성된 평균값들을 이용하여 카테고리를 구성하며, 해당 카테고리상에 준하는 영상에 대한 정규화 방법을 실험을 통하여 할당한다.

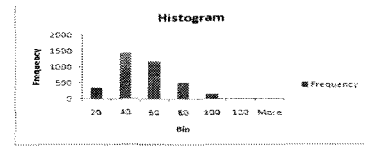
구성된 평균값을 이용하여 전체 64개로 표현된 조명의 방향에 대한 3가지 방법에서 각기 다른 카테고리 개수를 갖도록 구분을 수행하여 최적의 카테고리 수를 추출하였다. 실험결과 본 논문에서 사용하는 그레이 영상의 경우 [0,255] 사이의 값으로 명암도 값이 표현되어진다. 영상에 조명이 강하게 포함되는 경우에는 조명 때문에 명암도 값의 이분화가 현저히 나타나게 된다. 본 실험에서 사용하는 영상은 64가지 조명 + 1가지 어두운 영상을 포함한 65가지이며, 실지로 64가지의 조명에는 동일각도에서 측정된 좌우조명을 포함하고 있기 때문

에 32가지의 각기 다른 좌우조명으로 구분하며, 32개의 조명영상에서는 밝기차이가 현저히 나타나는 구간을 구분하기 위하여 실험하였다.

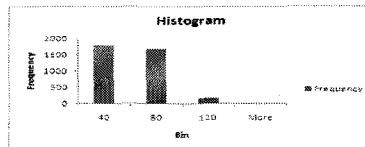
[그림 4]와 같이 구간 구분을 위하여 3단계, 6단계, 10단계로 구분하여 누적 명암도를 구하고, 이를 이용하여 구간 구분을 수행하였으며, 해당 결과를 바탕으로 논문에서 사용할 카테고리 단계를 6단계를 이용하여 영상별 적용되는 영상처리 방법들을 결정하였다.



(a) 10단계

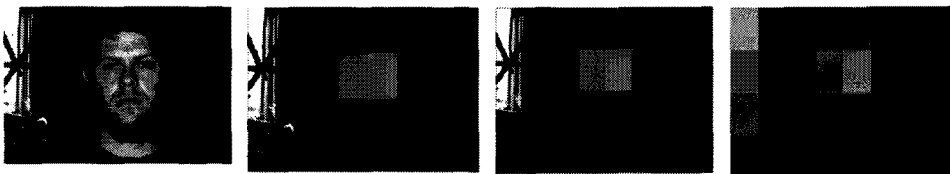


(b) 6단계



(c) 3단계

그림 4. 카테고리 단계 구분을 위한 예



(a) 원본 영상

(b) 부-윈도우A

(c) 부-윈도우B

(d) 전체영상

그림 3. 평균값 구성을 위한 부-윈도우 영역

III. 영상 정규화 방법들

3.1 히스토그램 정규화

영상에 적용되는 히스토그램 정규화 방법은 주어진 영상이 포함하고있는 밝기값의 분포를 이용한다. 주어진 영상이 $X = \{X(i, j)\}$ 로 표현되며, $\{X_0, X_1, \dots, X_{L-1}\}$ 과 같이 L 의 크기를 갖는 그레이값을 이용하는 경우, (i, j) 위치에서의 밝기값으로 표현되는 $X(i, j)$ 영상에 대하여, 확률분포 $p(X_k)$ 를 아래와 같이 정의한다.

$$p(X_k) = \frac{n^k}{n} \quad (1)$$

여기에서 $k = 0, 1, \dots, L-1$ 까지의 값을 가지며, n^k 는 현재 위치에서 표현되는 밝기값의 누적된 값으로 나타낸다. n^k 에서의 누적 확률 분포를 정의하면, 아래

식(2)와 같다.

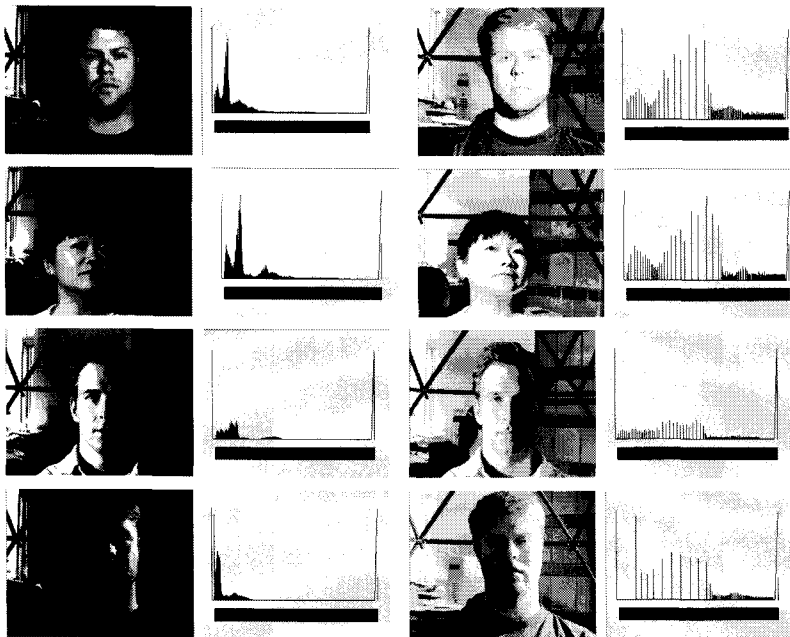
$$c(x) = \sum_{j=0}^k p(X_k) \quad (2)$$

여기에서 $X_k = x$ 가 되며, $k = 0, 1, \dots, L-1$ 까지의 밝기값의 분포를 갖는다. 출력되는 $c(x)$ 는 $[0, 1]$ 사이의 값을 가지게 된다. 누적 확률분포를 기반으로 히스토그램 평활화를 위한 밝기값의 분포를 $f(x)$ 에서 구하게 된다.

$$f(x) = X_0 + (X_{L-1} - X_0)c(x) \quad (3)$$

식 (3)에서 생성된 밝기값의 분포를 기반으로 원본 영상의 밝기값에 변화를 부여한다.

$$Y = \{f(x)\} = \{f(X(i, j)) \mid \forall X(i, j) \in X\} \quad (4)$$



(a) 원본 영상과 히스토그램 (b)히스토그램 평활화된 영상과 히스토그램

그림 5. 원본 영상과 히스토그램 평활화를 수행한 후의 히스토그램의 변화

히스토그램 평활화에 대한 처리결과인 [그림 5]는 마지막 영상에서와 같이 원본영상에서 왼쪽방향에서 유입된 조명의 영향으로 오른쪽 얼굴영역이 구분할 수 없을 경우가 발생하는 것과 같이 영상을 구성하는 밝기값이 급격하게 변화하는 경우 히스토그램 평활화와 같은 정규화는 영상을 구분가능한 형태로 변환시킨다. 그러나 밝기값의 변화가 크게 발생하지 않는 영상의 경우 영상내의 밝은 값의 분포를 확대시키므로, 영상을 구성하는 밝기값의 분포에 불균형을 가져온다. [표 2]에서 도시하는 것과 같이 다양한 입력영상을 사용하는 경우 각 영상에서 측정된 배경 밝기 값의 경우 최소값과 최대값의 차이가 현저히 나타난다.

표 2. FQSDK에서 측정된 히스토그램 평활화를 수행한 영상에 대한 결과

Attributes	Min	Max	Avg
Compression Artifacts	5.3	9.2	8.86
Head Size	1.6	10	7.42
Contrast	2.2	9.6	7.66
Sunglasses	0	10	4.43
Eyes Open	0.2	9.8	6.92
Background Uniformity	0	1.6	0.29
Background Brightness	1.9	7.1	4.44
Background Shadows	3.4	9.7	6.82
Frontal Pose	0	10	5.81
Faceness	0	10	7.74
Overall	0.2	9.2	4.71

3.2 감마변환

감마변환(Gamma correction)은 카메라, 광학센서, 모니터, 프린터등에서 주어진 정보 표현량의 한계안에서 최적의 화질을 보여주기 위한 방법으로 사용되어지는 비선형 함수를 사용하는 변환 방법이다.

감마변환은 아래 식과 같이 표현되어지며, 계산식에서 사용하는 감마값에 따라 결과 값에 영상전체 밝기값을 제어할 수 있다 [5].

$$f(X(i,j)) = X(i,j)^\gamma \quad (5)$$

밝기변화를 포함하고 있는 영상은 감마 변환을 통하여 최적의 이미지로 변환되며, γ 의 값에 따라 출력영상은 밝거나 흐리게 표현된다. [0,255]사이의 그레이 값을 사용하는 영상에서 감마변환을 통한 출력영상은 아래와 같이 계산되어진다.

$$f(X(i,j)) = \left(\frac{X(i,j)}{255} \right)^\gamma \times 255 \quad (6)$$

지수로 사용되어지는 γ 값이 1인 경우에 해당 함수는 선형이 되며, γ 값이 1보다 크거나 작아지면 비선형 함수가 된다. 현재 위치에서의 영상의 그레이값인 $X(i,j)$ 을 [0,1]범위의 값을 가지도록 영상의 값을 조절하여 영상이 선형적인 변화를 나타내도록 하며, γ 값이 1보다 크지 않도록 구성하여 비선형 변환을 이끌어낸다. 감마변환을 수행한 후의 영상과 원본영상에 대한 비교는 [그림 6]과 같다. 감마변환이 적용된 영상을 FQSDK에 적용한 결과는 [표 3]와 같다.

3,250개의 영상에 대하여 평균적인 Faceness는 9.24이며, 전체적인 영상의 질에 대한 값은 6.58로 측정되었다. 또한 전체 영상에 대하여 선글라스 착용을 측정하는 항목에서는 1,193개의 영상으로 측정되었다.

또한 배경의 단일성을 측정하는 요소에서는 0~10 까지 복잡하게 나타났으며, 이에대한 평균은 7.61로 측정

표 3. FQSDK에서 측정된 감마변환을 수행한 영상에 대한 결과

Attributes	Min	Max	Avg
Compression Artifacts	4	9	6.04
Head Size	1	10	4.94
Contrast	2.2	9.5	6.73
Sunglasses	0	10	5.63
Eyes Open	1.4	10	8.17
Background Uniformity	0	10	7.61
Background Brightness	0	9.9	4.59
Background Shadows	0.7	9.8	8.23
Frontal Pose	0	10	6.82
Faceness	0.2	10	8.84
Overall	0.7	10	5.73

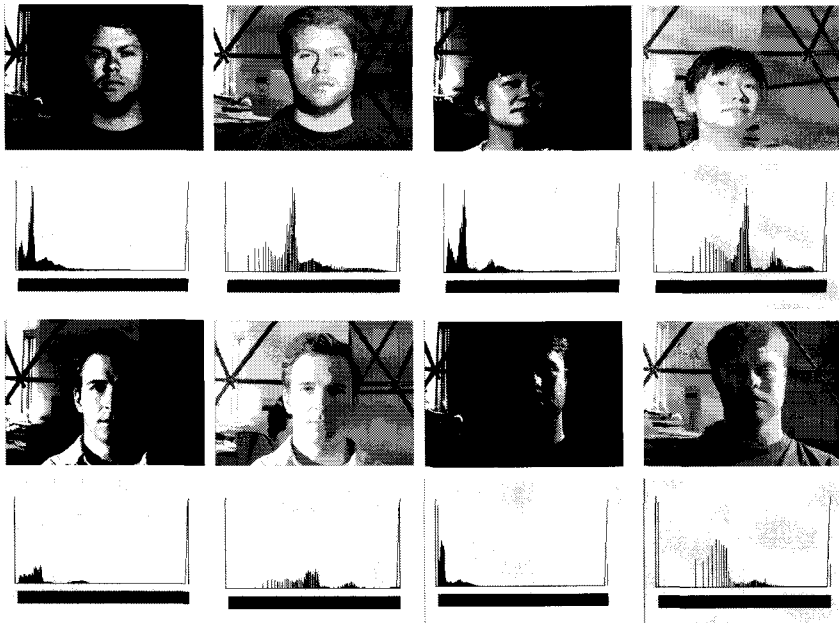


그림 6. 원본영상과 감마 변환후 영상에 대한 히스토그램의 변화 비교

되었다. 또한 배경의 밝기, 그림자등을 측정하는 요소에서도 0~9.9와 0~9.8 까지 다양한 값을 가지고 있다는 것으로 측정되었으며, 이에대한 평균치도 4.59와 8.23으로 측정되었다.

단일 영상처리 필터를 각기 다른 명암도 값의 분포를 가진 영상에 적용한 경우, 적합한 영상이 도출되기도 하지만, 그렇지 않은 경우의 영상이 생성되는 경우도 발생하게 될 것이다.

그러므로 본 논문에서 제안하는 카테고리를 이용한 영상 향상 방법을 각기 다른 명암도를 가진 영상에 적용한다면, 얼굴 검출 및 인식하기에 적합한 최적의 영상을 도출할 수 있을 것이다.

IV. 실험

YalebDB에서 제공하는 영상은 10명의 사람에 대한 9개의 포즈와 64개의 각기 다른 조명하에서 추출한 영상이며, 본 논문에서는 10명의 사람에 대하여 5개의 포즈와 65개의 각기 다른 조명에서 추출한 3,250개의 영상을 이용하여 실험에 사용하였다.

영상 등록에 관한 실험을 위하여 “NEUROtechnology”사에서 제공하는 VeriLook 3.0 SDK를 사용하였으며 [7], 영상이 등록된 결과는 아래 표와 같이 등록 성공률은 [표 4]와 같으며, 6개의 카테고리로의 구분을 사용하여 단일 영상 처리 방법을 사용한 결과와 비교하였다.

원본영상과 제안된 방법을 적용하여 생성한 영상을 검증하기 위하여 각 영상에 대하여 개별적으로 분석을 수행하였다. 아래 표에서 도시하는 것과 같이 원본영상의 경우 배경을 측정하는 3가지 항목에 대한 값의 차이가 현저하게 남을 확인할 수 있다.

표 4. 처리된 영상에 대한 등록 성공 비율

	원본 영상	히스토그램 변환후의 영상	감마(γ=2.6)변환후의영상	제안된 방법을 적용한 영상
영상의 수	3,250	3,250	3,250	3,250
등록성공	1,796	2,923	2,995	3,075
등록실패	1,454	327	255	175
등록성공비율	0.552	0.899	0.926	0.946

[표 5]에서 예시한 영상과 분석 결과는 조명의 변화

가 5도 카메라 각도가 10도 상태에서 측정된 영상이므로 그 차이가 현저히 나지 않음에도 불구하고, 명암도 분석에 대한 항목은 6.3→7.5로, 배경의 단순성에 대해서는 8.4→4.9로 값의 변화가 나타났다. 이는 영상처리 결과 변화하는 영상의 질이 현저히 좋아진다는 것이다. 그러나 다양한 형태의 영상이 입력되는 경우 단일한 영상처리 방법을 적용한다면, 그 결과 영상의 질은 검출하기에 적합할 수도 있지만, 그렇지 않을 경우도 발생할 것이다. 그러므로 본 논문에서 제시하는 방법인 입력 영상을 구분하여 각각의 영상에 대하여 영상처리방법을 다르게 적용하였을 경우 영상을 검출하거나 분석하기에 적합한 영상을 획득할 확률이 현저히 높게 된다.

표 5. 원본영상과 처리된 영상에 대한 단일 영상분석

	원본 영상	히스토그램 변환후의 영상	감마(γ=2.6)변환 후의영상
Compression Artifacts	8.1	8.2	8.6
Head Size	6.8	7	6.8
Contrast	6.3	6.3	7.5
Sunglasses	8.4	5	7
Eyes Open	8.3	8.2	8.4
Background Uniformity	8.4	7.2	4.9
Background Brightness	0.3	0.1	0.1
Background Shadows	4.3	2.3	4.4
Frontal Pose	5.6	5.6	5.6
Faceness	8.3	8.3	8.2
Overall	7.1	6.4	7.1

V. 결론

복잡한 배경과 다양한 각도에서 유입되는 조명 및 영상 측정시 발생하는 카메라의 다양한 각도에 따라 측정되는 얼굴 영상은 다양한 그레이값을 갖게된다. 불규칙

하게 측정된 영상의 기본값을 이용하여 얼굴 검출 및 인식을 수행하는 경우 원하는 결과를 도출할 수 없을 것이다. 이를 위하여 본 논문에서는 정확한 얼굴영상 검출을 위한 영상의 질 향상을 위한 일반적인 방법론을 제시하였다. 제시한 방법론에 따라 구성된 카테고리는 조명이나 배경이 아닌 다양한 콘텐츠에 적용이 가능하며, 해당 카테고리구성의 단계 또한 적용되는 응용환경에 따라 다양하게 구성할 수 있다.

제안한 방법을 이용하는 경우, 영상처리 필터를 적용하지 않은 낮은 질의영상을 이용하거나, 단일 필터를 사용하여 얼굴영상 검출 및 인식을 수행하는 경우 도출되는 검출률보다 높은 검출 성공률을 도출할 수 있었다. 본 논문에서 제안하는 방법을 홍채인식 분야에 적용하여 논문에서 제안하는 카테고리를 이용한 방법에 적용할 예정이다.

참고 문헌

- [1] R. C. Gonzalez, and R. E. Woods, "Digital Image Processing," 3rd edition, Prentice Hall, 2007
- [2] N. Unaldi, P. Sankaran, V. K. Asari, and Z. Rahman, "Image enhancement for improving face detection under non-uniform lighting conditions," ICIP 2008, pp.1332-1335, 2008
- [3] http://cvc.yale.edu/projects/yalefacesB/yaleface_sB.html
- [4] <http://www.llid.com>
- [5] S. Aly, A. Sagheer, N. Tsuruta, and R. Taniguchi, "Face recognition across illumination," Artificial Life Robotics, Vol.12, No.1, pp.33-37, 2008
- [6] L. Tao, M. Seow, and V. K. Asari, "Nonlinear Image Enhancement to improve Face Detection in Complex Lighting Environment," International Journal of Computational Intelligence Research, Vol. 2, No. 4, pp.327-336,

2006

[7] <http://www.neurotechnology.com>

[8] N. Kela, A. Rattani, and P. Gupta, "Illumination Invariant Elastic Bunch Graph Matching for Efficient Face Recognition," Computer Vision and Pattern Recognition Workshop 2006 Conference, pp.42-42, 2006

[9] L. Jin, S. Satoh, and M. Sakauchi, "A novel adaptive image enhancement algorithm for face detection," Proceedings of the Pattern Recognition, 17th International Conference on Volume 4, Vol.4, pp.843 - 848, 2004

[10] T. Sim, and T. Kanade, "Combining Models and Exemplars for Face Recognition: An Illuminating Example," Proceedings of the CVPR 2001 Workshop on Models versus Exemplars in Computer Vision, 2001.

정 경 용(Kyung-Yong Chung)

정회원



- 2000년 2월 : 인하대학교 전자계산공학과(공학사)
 - 2002년 2월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학석사)
 - 2005년 8월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학박사)
 - 2005년 8월 : 한국소프트웨어진흥원 KSI 책임
 - 2005년 9월 ~ 2006년 2월 : 한세대학교 IT학부 교수
 - 2006년 3월 ~ 현재 : 상지대학교 컴퓨터정보공학부 교수
- <관심분야> : 지능시스템, 데이터마이닝, 웨어러블 컴퓨팅, HCI, 상황인식, 바이오센서, 추천시스템

저자 소개

전 인 자(In-Ja Jun)

정회원



- 1999년 2월 : 동양대학교 전자계산공학과(공학사)
 - 2001년 2월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학석사)
 - 2005년 8월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학박사)
 - 2006년 3월 ~ 2008년 2월 : 인하대학교 강의전임강사
 - 2008년 10월 ~ 2009년 8월 : Purdue University 방문연구원
 - 2009년 10월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 휴먼인식기술연구팀 초빙연구원
- <관심분야> : 유비쿼터스 컴퓨팅, 인공지능시스템, 지능정보처리, 생체인식, 영상처리