조명 변화에 강인한 얼굴 검출을 위한 좌우대칭 평균화와 단순회귀분석 보정기법

Bilateral Symmetry Averaging and Simple Regression Analysis for Robust Face Detection Against Illumination Variation

조치영*, 김수환**
부산외국어대학교 전자컴퓨터공학과*, 부산외국어대학교 컴퓨터공학부**

Chi-Young Cho(cycho@pufs.ac.kr)*, Soo-Hwan Kim(shkim@pufs.ac.kr)**

요약

형판 정합 기반의 얼굴 검출 시스템에서 획득된 이미지에 대한 명암 정규화 및 영상 보정을 위해 보통 히스토그램 평활화 등을 사용한다. 이 방법은 조명 변화에 의해 발생한 이미지의 부분 명암 왜곡에는 효과적이지 못하다는 것이 알려져 있다. 본 논문에서는 다양한 방향의 조명에 의한 명암 왜곡을 효과적으로 보정하는 전처리 기법을 제시한다. 이 기법은 얼굴의 좌우대칭성을 이용한 좌우대칭 평균화와 단순회귀분석을 이용한 세로 방향 명암 보정을 결합한 것이다. 실험 결과 이 기법은 기존의 방식보다 높은 검출성능을 보일 뿐만 아니라 얼굴의 후보 개수도 현저하게 감소하는 것으로 나타났다.

■ 중심어 : □얼굴검출□단순회귀분석□좌우대칭 평균화□

Abstract

In a face detection system based on template matching, histogram equalization or log transform is applied to an input image for the intensity normalization and the image improvement. It is known that they are noneffective in improving an image with intensity distortion by illumination variation. In this paper, we propose an efficient image improvement method using a simple regression analysis combined with a bilateral symmetry average for images with intensity distortion by illumination variation. Experimental results show that our method delivers the detection performance better than previous methods and also remarkably reduces the number of face candidates.

■ keyword : □Face Detection□Simple Regression Analysis□Bilateral Symmetry Averaging□

Ⅰ. 서 론

얼굴 검출 방법은 특징 기반 방법(feature-based approach)과 이미지 기반 방법(image-based approach)으로 구분될 수 있다[1][2]. 특징 기반 방법은 얼굴의 움직임, 색상 및 눈, 코, 입 등의 특징 요소들의 기하학적 관계를 이용하여 얼굴을 검출하는 방법이다[3-5]. 이미지 기반 방법은 얼굴 검출 문제를 패턴 인식 문제로 다루는 방법으로서 PCA(Principal Component Analysis), 신경망(Neural Network), SVM(Support Vector Maching) 등의 기법이 사용된다[6-8].

얼굴 검출시 영상이 획득되는 주변 환경에 따라 얼굴 검출의 성능과 난이도가 결정되는데 이는 주변의 조명에 의해 영상에 왜곡이 발생되기 때문이다. 조명에 의한 영

* 본 연구는 2005학년도 부산외국어대학교 학술연구조성비에 의하여 수행되었습니다.
접수번호 : #061113-003
접수일자 : 2006년 11월 13일
심사완료일 : 2006년 12월 15일
교신저자 : 김수환, e-mail : shkim@pufs.ac.kr

향은 크게 두 가지로 볼 수 있다. 첫째는 영상 획득 당시 주변 조명 세기에 의해 영상이 전체적으로 너무 어둡거나 또는 너무 밝은 경우이고, 둘째는 조명이 상하좌우 또는 대각 방향에서 비추어 검출 대상 얼굴에 부분적으로 명암 변화가 생기는 것이다. 이러한 조명의 영향 때문에 얼굴 검출시 명암 왜곡 보정을 위한 전처리 과정이 필수적으로 사용되는데, 조명에 의한 영향이 전자와 같은 경우, 히스토그램 평활화 방법이 주로 사용되며 좋은 결과를 얻을 수 있다는 것이 알려져 있다. 그러나 후자의 경우, 히스토그램 평활화는 이미지를 전역적으로 보정하기 때문에 부분적 명암 왜곡에 대해서는 오히려 왜곡이 심화되는 상황이 발생하기도 한다. 로그 변환은 극단적으로 작은 값과 큰 값을 완만하게 사상시키는 함수적 특성으로 부분적 명암 왜곡에 있어 히스토그램 평활화보다 효과적이지만 히스토그램 평활화로 쉽게 개선할 수 있는 상황에서는 오히려 이미지가 포함하고 있는 명암 값 분포와 같은 특징들을 감소시키게 되어 일반적인 보정방법으로는 적합하지 않다[9][10].

고재필 등은 얼굴인식을 위한 명암 왜곡 보정 방법으로 다중회귀분석을 이용한 명암 보정 방법(ICR)을 소개하였다[11]. 이 방법은 명암 왜곡이 되지 않은 명암 분포 평면과 명암 왜곡된 입력 이미지의 명암 분포 평면을 비교하고 그 차이를 가감함으로써 명암 왜곡을 보정한다. 보정은 이미지의 밝기를 조정하는 결과를 가지므로 이미지 내의 정보가 변형된다. 이미지에 포함된 얼굴의 정보를 최대한 유지하면서 수행되어야하는 ICR은 얼굴 정보를 덜 손상시키면서 효과적으로 왜곡된 명암을 보정할 수 있어 얼굴인식에서 우수한 성능을 보인다.

본 논문에서는 좌우대칭 평균화 기법과 단순회귀분석에 의한 세로방향 명암보정을 결합한 명암 왜곡 보정 전처리 기법을 제안한다. 좌우대칭 평균화기법은 우선 얼굴이 좌우대칭이라는 사실에 근거하여 얼굴 후보 영역에 가로 방향의 대칭 평균화를 수행함으로써 좌우 대각방향의 명암왜곡을 보정하는 것이다[12]. 세로 방향의 보정은 단순회귀분석을 적용하여 표준 얼굴 형판의 세로 방향의 명암 분포를 대표하는 회귀선과 좌우대칭 평균화가 적용된 후보의 세로 방향 명암 분포를 대표하는 회귀선을 구하고 그들의 차이를 후보 이미지에 가감함으로써 수행된다. 실험 결과 본 논문에서 제안한 방법은 얼굴 검출시 다양한 각도의 조명에 의한 명암 왜곡을 효율적으로 보정해주며 ICR보다도 더 우수한 성능을 보이는 것으로 나타났다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 명암 왜곡 전처리 기법인 좌우대칭 평균화와 단순회귀분석 명암 보정 기법과 특성을 소개하고 이를 이용한 얼굴 검출 절차를 제시한다. 3장에서는 실험 결과를 제시하고, 4장에서는 결론을 제시한다.

II. 좌우대칭 평균화와 단순회귀분석 명암 보정기법

얼굴검출은 입력영상을 일정한 크기의 윈도우로 회선하며 표준 얼굴 형판과 입력영상의 특정 위치에서의 윈도우에 입력된 후보 영상과의 차이를 비교하여 일치하거나 수용 가능한 차이 이내의 값을 가지는 경우 얼굴로 판단하는 것이다. 차이를 비교하는 방법은 형판정합, PCA, LDA, 신경망, SVM 등 많은 방법들이 있다. 영상이 획득되는 장소가 얼굴검출을 위해 최적화되지 않은 장소에서는 다양한 명암 왜곡 상황이 발생되기 때문에 얼굴검출 시스템에서는 이러한 명암왜곡을 보정하는 전처리 과정이 필수적이다. [그림 1]은 입력영상에서 추출된 한 얼굴 후보가 명암왜곡 보정 과정을 거쳐 분류기에 입력되는 과정을 나타낸 것이다. 기존의 명암왜곡 보정을 위해 히스토그램 평활화나 로그변환 등의 다양한 방법들이 사용된다. 본 논문에서는 분류기의 성능을 높이기 위해 명암 왜곡된 얼굴후보를 효율적으로 보정하는 전처리 방법을 제안한다.

그림 1. 얼굴검출을 위한 처리 과정

1. 좌우대칭 평균화 기법

좌우대칭 평균화기법은 얼굴의 수직 중심축을 기준으로 같은 거리에 있는 가로 방향의 픽셀의 합을 구하고 그

평균을 좌우 픽셀 값으로 사용하는 것으로서 좌우대칭 평균화만을 사용한 영상 보정 기법에 대한 소개는 [12]에 나와 있다. 히스토그램 평활화는 이미지를 전역적으로 보정하기 때문에 부분적 명암 왜곡에 대해서는 오히려 왜곡이 심화되는 상황이 발생하지만, 이 기법은 가로 및 대각선 방향의 조명에 의한 부분적 명암 왜곡 이미지에 대해서 얼굴의 특징이 잘 나타나도록 보정해 주는 특성이 있다.

2. 단순회귀분석 영상보정

회귀분석은 독립변수가 종속변수에 미치는 영향력의 크기를 측정하여 독립변수들에 대한 회귀평면 또는 회귀선을 찾고 이를 이용하여 새로운 독립변수의 일정한 값에 대응되는 종속변수의 값을 예측하기 위한 통계적 방법이다. 독립변수의 수에 따라 단순회귀분석과 다중회귀분석으로 나뉘는데, 독립변수의 수가 하나인 경우를 단순회귀분석이라 하고 두 개 이상인 경우를 다중회귀분석이라 한다. 단순회귀모형은 식1과 같다. 이 식에서 는 독립변수를, 는 종속변수를 의미하며, ε는 어떤 독립변수에 대한 실제 종속변수의 값과 예측된 종속변수의 값과의 차이를 나타내며 잔차(residual)라 부른다. 본 논문에서는 세로 방향의 명암 값 분포를 대표하는 회귀선을 구하는 것이 목적이므로 잔차는 필요가 없다.

(1)

본 논문에서는 세로방향 명암 보정을 위해 독립변수 X를 세로 방향의 행 번호 리스트로, 종속변수 Y를 각 행의 평균 명암 값 리스트로 설정하여 단순회귀분석을 수행함으로써 세로 방향의 밝기를 대표하는 회귀선을 구한다. 이 회귀선이 보정을 위해 입력되는 얼굴후보의 세로방향 밝기를 대표하게 되며, 명암 왜곡이 없는 표준형판의 세로방향 밝기 회귀선과 비교하여 얼굴후보의 세로방향 명암 보정을 수행하게 된다. [그림 2]는 얼굴후보의 명암값 분포가 표준얼굴형판의 밝기 분포를 기반으로 보정되는 방식을 보여주고 있다. 얼굴후보의 명암값들은 표준얼굴형판의 기울기 분포와 비교하여 각 행에서 표준얼굴형판의 회귀선과의 차이가 가감됨으로써 보정된다.

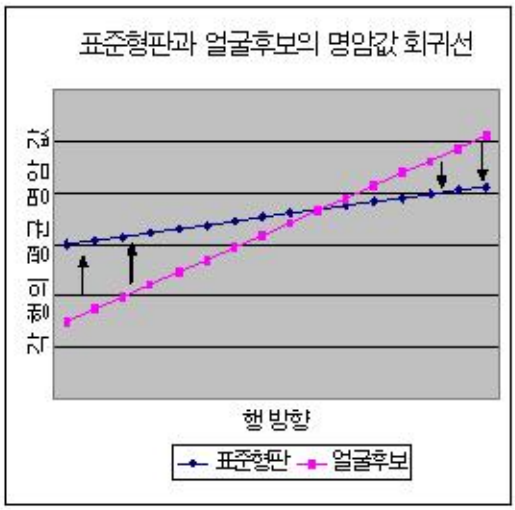
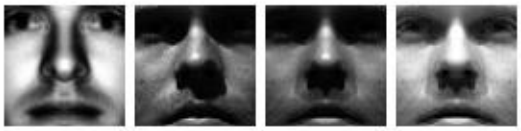


그림 2. 얼굴후보의 명암보정방법

[그림 3]은 가로방향 대칭평균화가 적용된 얼굴후보에 표준형판의 명암값 회귀선을 참고하여 세로방향의 명암 보정을 수행하는 예를 나타낸 것이다. 우선 얼굴후보에서 각 행의 대표 명암 값을 선정한다. 본 논문에서는 각 행의 평균 값을 그 행의 대표 명암 값으로 사용한다. 선정된 각 행의 대표 명암 값과 각 행의 번호로 단순회귀분석을 수행하고 그 결과와 표준형판과의 회귀선 차이를 구해서 그 차이 값 들을 얼굴후보에 가감함으로써 얼굴후보의 보정이 수행된다.

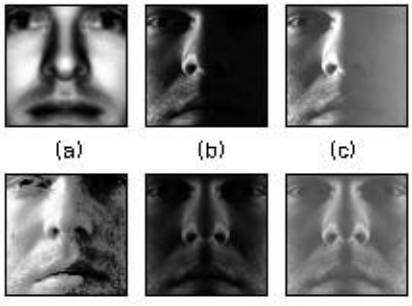
고재필 등[11]이 제시한 다중회귀분석 보정방법은 얼굴검출에도 사용될 수 있지만 가로방향 및 대각선방향의 조명에 의한 명암 왜곡이 심하게 나타날 경우 명암 보정이 효과적이지 않은 것으로 실험결과 나타났다. 명암의 상태를 하나의 평면으로 근사하는 다중회귀분석의 특성으로는 얼굴후보의 명암 왜곡이 심한 부분의 급격한 명암 값 변화를 개선시키지 못하기 때문이다.



(a) (b) (c) (d)

그림 3. 표준형판과 얼굴후보의 명암값 회귀선 차이를 사용한 보정: (a)는 표준얼굴형판, (b)는 얼굴후보, (c)는 (b)에 좌우대칭 평균화를 적용한 후의 얼굴후보, (d)는 (c)를 단순회귀분석 기법으로 보정한 얼굴

[그림 4]는 명암 왜곡이 심한 얼굴후보를 ICR과 히스토그램 평활화 및 본 논문에서 제안한 방법으로 보정한 것을 보여준다.



(a) (b) (c)

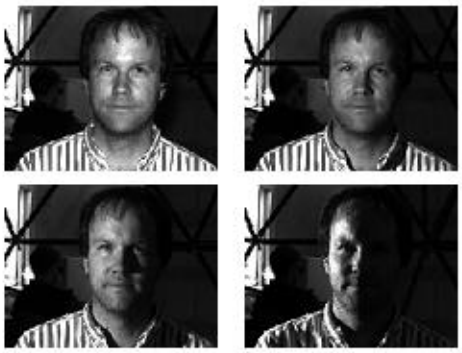
(d) (e) (f)

그림 4. 제안된 기법과 ICR 기법 및 히스토그램 평활화를 적용한 보정 비교: (a)는 표준얼굴형판, (b)는 명암 왜곡된 얼굴후보, (c)는 (b)를 ICR을 적용해 보정된 이미지, (d)는 (b)에 히스토그램 평활화를 적용한 이미지, (e)는 (b)를 좌우대칭 평균화, (f)는 (e)에 단순회귀분석을 적용한 이미지

Ⅲ. 실험 결과

실험을 위한 얼굴 이미지는 Yale Face Database B[13]에서 추출하였다. Yale Face Database B는 이미지 파일 이름에 조명의 영향과 얼굴의 포즈를 명시하고 있고 모든 이미지에 대해 얼굴의 위치 정보를 제공하고 있다. 조명의 방향은 수평 방향인 방위각(degrees azimuth)과 수직 방향인 수평각(degrees elevation)으로 광원의 위치를 구분하여 다양한 조명 조건하에서 구축된 얼굴 이미지를 담고 있다. 실험은 제시한 방법의 성능을 나타낼 수 있는 세 가지 주제에 대해 수행하였다.

첫 번째 실험은 Yale Face Database에서 제공하고 있는 얼굴의 위치 정보를 사용하여 미리 찾아놓은 명암 왜곡된 얼굴들을 본 논문에서 제안한 전처리 방법과 기존의 전처리 방법을 적용하여 보정하고 표준 얼굴형판 이미지와의 차이를 구하여 보정 성능을 비교한 것이다. 차이 계산은 오차제곱합의 평균을 의미하는 MSE(Mean Square Error)를 사용하였다. 이 차이가 작을수록 보정된 이미지가 얼굴에 가깝다는 것을 의미한다. 첫 번째 실험을 위한 이미지는 Yale Face Database B에서 제공하고 있는 얼굴의 위치 정보를 사용하여 다양한 방위각과 수평각으로 구성된 총 5,850개의 이미지에서 얼굴만을 추출하여 사용하였다. [그림 5]는 Yale Face Database B에서 제공하고 있는 이미지 일부를 나타낸 것이다.



(a) 방위각이 각각 0도, +25도, +50도, +95도인 정면 얼굴 (수평각 0도)

(b) 얼굴의 방향이 각각 정면, 좌측, 좌측상단, 좌측하단인 얼굴

그림 5. Yale Face Database B의 얼굴 이미지 예

실험에 사용된 이미지의 조명 각도는 수평각이 0도, 20

도, 40도, 65도 이며, 방위각이 0도, +10도, +25도, +50도, +70도, +95도, +120도인 것이고, 얼굴의 포즈는 얼굴의 방향이 정면(P0), 좌측(P6), 좌측 상단(P7), 좌측 하단(P8)인 것을 사용하였다[그림 5]. 실험은 Intel Pentium4-2.6 환경에서 Microsoft Visual C++6.0을 가지고 프로그램을 구현하였다.

보정이 얼마나 잘되었는가를 판단하기 위해 보정된 각각의 얼굴과 비교하기 위한 표준 얼굴 이미지는 Yale Face Database B의 각 사람에 대한 정면 얼굴포즈와 전면 중앙 방향의 조명, 즉, 방위각과 수평각이 각각 0도인 이미지 10개에서 얼굴 부위를 추출하여 사용하였다. [그림 6]은 표준 얼굴형판 구축을 위해 사용된 이미지를 보여준다.

그림 6. 얼굴 형판 구축에 사용된 이미지

본 논문에서 제안한 방법은 얼굴검출의 전처리 단계로 얼굴 후보에 히스토그램 평활화와 좌우대칭 평균화(BSA)를 차례대로 수행하여 단순회귀분석에 의한 세로 방향 보정(SRA)을 적용한 것(BSA+SRA)이고, 이 방법과 비교하기 위해 히스토그램 평활화 후 좌우대칭 평균화를 적용한 방식(BSA), 히스토그램 평활화 후 다중회귀분석을 적용한 방식(ICR), 전처리 과정으로 단지 히스토그램 평활화만 수행한 방식(HE)과, LOG 변환을 적용한 방식(LOG)을 사용하였다. [표 1]은 첫 번 째 실험의 결과 중 얼굴의 포즈가 정면인 결과를 보여주고 있으며 표 안의 수치는 평균을 의미한다.여러 가지 명암 보정 전처리 기법 중 본 논문에서 제안하는 방법이 표준 얼굴형판 이미지와의 오차가 작다. 오차가 작을수록 명암 왜곡된 이미지가 잘 보정되어 표준 얼굴형판 이미지와 유사하다는 것을 의미한다. [그림 7]은 [표 1]의 결과 일부를 그래프로 나타낸 것이다.

표 1. 각 방법으로 보정된 얼굴과 표준 얼굴 이미지와의 오차(MSE) 비교 : 정면 얼굴

수평각(E) / 방위각(A)	0°				
	BSA+SRA	BSA	ICR	HE	LOG
0°	0.369	0.391	0.450	0.471	0.576
10°	0.384	0.408	0.510	0.619	0.760
25°	0.493	0.511	0.744	0.969	1.017
50°	1.054	1.072	1.337	1.623	1.629
70°	1.385	1.395	1.528	1.787	1.502
95°	1.424	1.427	1.539	1.690	1.373
120°	1.446	1.446	1.531	1.549	1.222

수평각(E) / 방위각(A)	20°				
	BSA+SRA	BSA	ICR	HE	LOG
0°	0.442	0.466	0.512	0.536	0.750
15°	0.443	0.469	0.560	0.667	0.635
60°	1.090	1.105	1.297	1.601	1.429
85°	1.348	1.351	1.458	1.666	1.349
130°	1.168	1.177	1.294	1.309	1.096

수평각(E) / 방위각(A)	40°				
	BSA+SRA	BSA	ICR	HE	LOG
35°	0.759	0.773	0.915	1.115	1.134
110°	1.237	1.240	1.328	1.385	1.130

수평각(E) / 방위각(A)	65°				
	BSA+SRA	BSA	ICR	HE	LOG
35°	0.971	0.979	1.051	1.111	1.021
110°	1.178	1.182	1.267	1.300	1.071

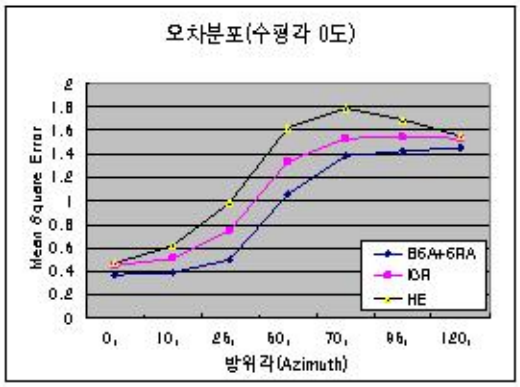


그림 7. 정면 얼굴 보정 성능 비교 : 정면 얼굴 보정 성능(MSE) (수평각 0도)

[표 2]는 첫 번째 실험에 대한 수행시간을 정리한 것이다. 표의 수치는 총 5,850 개의 얼굴이미지에 전처리 과정과 표준 얼굴 이미지와의 MSE 계산과정을 모두 수행한 시간이다. 단, 파일의 로드시간은 배제되었다. 파일로드 시간은 전처리시간에 비해 상대적으로 시간이 많이

걸리며 파일의 로드시간이 포함될 경우 시스템 상태에 따라 파일로드 시간의 차이가 많이 날 수 있어 정확한 전처리시간의 측정이 힘들 수 있기 때문이다.

표 2. 각 방법별 수행시간

구분	총수행시간(초)	평균수행시간(ms)
BSA+SRA	4.718	0.606
BSA	4.610	0.768
ICR	6.781	1.159
HE	4.464	0.766
LOG	5.109	0.873

[표 2]에서 HE와 LOG를 제외한 나머지 3가지 방법은 모두 사전에 히스토그램 평활화를 거치므로 히스토그램 평활화가 포함된 수행시간이다. LOG변환이 히스토그램 평활화보다 시간이 많이 걸린 이유는 log 함수 호출에 의한 지연으로 분석된다. ICR은 다중회귀분석 처리시 계산량이 상대적으로 많기 때문에 제안한 방법과 BSA, HE, LOG방법에 비해 수행시간이 많이 걸렸다.

두 번째 실험은 얼굴 검출 시에 고려될 얼굴 후보의 수에 관한 실험으로 Yale Face Database B의 이미지들 중 정면 얼굴을 가지는 650개의 각 이미지에서 얼굴의 위치 정보를 이용하여 얼굴들을 구하여 보정하고 표준 얼굴 이미지와의 오차를 구한다음 얼굴을 포함하고 있던 원래의 이미지 내에서 이 오차 보다 더 작거나 같은 얼굴이 아닌 영역의 개수를 구한 것이다. 이 수치가 작을수록 얼굴 검출 시스템으로 입력되는 얼굴 후보의 수가 줄어들 것이다. [표 3]의 결과는 이 실험을 정리한 것이다.

실험을 통해 본 논문에서 제안한 방법은 수평 조명각 60도 부근에서 ICR 및 다른 방법들에 비해 얼굴 후보의 수가 현저하게 작은 것으로 나타났으며 평균적으로도 기존의 히스토그램 평활화와 같은 방법에 비해 후보의 수가 작은 것으로 나타났다. 본 논문에서 제안한 전처리 방법이 실제 얼굴 검출 시스템의 전처리 과정에 사용될 때 효율적이라는 것을 유추할 수 있다.

표 3. 실제 얼굴 영역보다 오차가 더 작거나 같은 얼굴 후보의 개수(평균) : 정면 얼굴

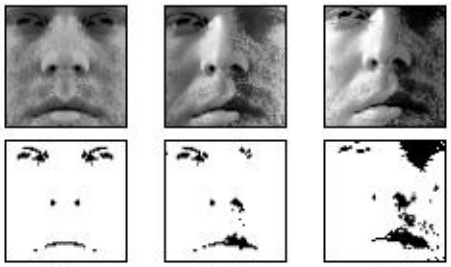
수평각(E) / 방위각(A)	0°				
	BSA+SRA	BSA	ICR	HE	LOG
0°	1.5	1.5	1.3	1.3	1.9
25°	10.5	7.2	1.4	2.9	2.1
50°	359.6	222.9	649.7	1723.7	2192.0
70°	2064.3	1665.6	2146.2	4024.5	2744.6
평균	609.0	474.3	699.7	1438.1	1235.2

수평각(E) / 방위각(A)	20°				
	BSA+SRA	BSA	ICR	HE	LOG
0°	2.2	2.5	1.7	2.3	2.0
15°	2.0	2.0	2.0	2.3	2.5
60°	277.1	174.3	352.2	999.7	1394.9
85°	1411.9	1036.6	1237.6	1494.3	2055.6
평균	423.3	303.9	398.4	624.7	863.8

세 번째 실험은 Yale Face Database B의 정면 얼굴을 포함하는 650개의 이미지들을 대상으로 얼굴 검출을 수행한 것이다. 본 논문에서는 우선 형판정합방법을 적용하여 유사도가 높은 순으로 얼굴후보를 수집하고 이 후에 각 얼굴 후보를 얼굴의 특징요소를 포함하고 있는지의 여부를 조사하고 얼굴인지 아닌지를 판단한다. 특징요소 포함여부는 전처리가 수행된 얼굴후보가 얼굴의 특징요소의 형상을 나타내고 있는지를 조사하여 판단할 수 있다[3]. 특징요소 포함여부 판단을 위해 전처리가 수행된 얼굴후보를 이진화하여 특징요소의 위치에서 이진화된 객체 픽셀(명암 값 = 0) 수를 계산하여 판단하였다.

[그림 8]은 조명에 의해 명암 왜곡된 얼굴 후보인 [그림 4]의 (b)를 제안한 방법과 ICR, HE로 전처리를 적용하고 얼굴의 특징요소 포함여부 판단을 위해 이진화한 것을 나타내었다. 제안한 전처리 방법을 적용한 얼굴 후보가 얼굴의 특징 요소가 잘 표현됨을 알 수 있다. 본 논문에서 제안한 방법은 검출에 성공했으며, 다른 두 방법은 검출에 실패하였다.

세 번째 실험의 결과는 [표 4]와 같다. Yale Face Database B의 왜곡된 얼굴 이미지에 대한 검출 성능은 일반적으로 높지 않은 것으로 알려져 있다.



(a) (b) (c)

그림 8. 그림 4 (b)를 제안한 전처리 방법과 ICR, HE 방법으로 보정한 결과 비교 : (a)는 제안한 전처리 방법 적용, (b)는 ICR 전처리 적용, (c)는 HE 전처리 적용

표 4. 정면얼굴 검출 성능

결과 / 전처리방법	검출 실험 결과			
	실패	성공	테스트 수	검출률
BSA+RSA	119	531	650	81.69%
BSA	193	457	650	70.31%
ICR	379	271	650	41.69%
HE	234	416	650	64.00%
LOG	346	304	650	46.77%

그러나 기존의 전역적 보정방법인 히스토그램 평활화, 로그변환 및 ICR보다 높은 검출률을 보임을 알 수 있다. ICR의 경우 의외로 HE 보다도 검출률이 낮게 나타났는데, 이는 명암의 상태를 하나의 평면으로 근사하는 ICR의 특성으로 인해 급격한 명암 값 변화를 효율적으로 개선시키지 못하기 때문이다([그림 8] (b) 참조). 그러나 표 1에서 볼 수 있듯이 ICR이 HE나 LOG보다 표준얼굴 이미지와의 오차가 낮기 때문에 PCA나 신경망 등의 이미지기반 기법을 적용하여 검출한다면 검출률이 더 높아질 것으로 추정된다.

[그림 9]는 제안한 방법으로 전처리를 수행하여 검출을 수행한 결과 중 실패한 예를 보여준다. [그림 9] (a)의 코 왼쪽 부분에 부분적 명암왜곡이 심화되어있음을 알 수 있다. 이 부분은 좌우대칭 평균화 후에도 코 주변에 남아 이후의 특징요소 판단 과정에 영향을 주어 얼굴이 아닌 것으로 판단되었다.

(a) (b) (c)

그림 9. 검출을 실패한 얼굴 후보 예 : (a)는 얼굴후보, (b)는 (a)에 제안한 전처리 적용, (c)는 (b)의 이진화

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 조명 변화에 의해 발생하는 이미지의 부분 명암 왜곡에 효과적인 영상 보정을 수행하는 좌우대칭 평균화 및 단순회귀분석을 이용한 세로방향 명암 보정 전처리 기법을 제시하였다. 이 기법을 형판 정합 기반의 얼굴 검출 시스템의 전처리 과정으로 사용할 때, 기존의 히스토그램 평활화나 로그 변환 및 ICR 방식에 비해 우수한 검출 성능을 보이는 것으로 나타났으며 기존의 히스토그램 평활화나 로그 변환 방식만을 사용한 것에 비해 얼굴 후보 개수의 감소를 보이는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

[1] E. Hjelmas and B. K. Low, "Face Detection: A Survey," Computer Vision and Image Understanding, Vol.83, pp.236-274, 2001.

[2] M. H. Yang, D. Kriegman, and N. Ahuja, "Detecting Faces in Images: A Survey," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.24, No.1, pp.34-58, 2002.

[3] K. C. Yow and R. Cipolla, "Feature-based Human Face Detection," Image and Vision Computing, Vol.15, No.9, pp.713-735, 1997.

[4] S. H. Jeng, H. Y. M. Yao, C. C. Han, M. Y. CHern, and Y. T. Liu, "Facial feature detection using geometrical face model: An efficient approach," Pattern Recognition, Vol.31, No.3, pp.273-282, 1998.

[5] H. WU and Q. CHEN, "Detecting Human Face in Color Images," Proc of IEEE, pp.2232-2236, 1996.
[6] B. Moghaddam and A. Pentland, "Probabilistic visual learning for object representation," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.19, No.7, pp.696-710, 1997.
[7] H. Rowley, S. Baluja, and T. Kanade, "Neural network-based face detection," IEEE Trans. Pattern Analysis and Maching Intelligence, Vol.20, No.1, pp.23-38, 1998.
[8] E. Osuna, R. Freund, and F. Girosi, "Training support vector machines: An application to face detection," Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, pp.130-136, 1997.
[9] M. J. Tarr, K. Kersten, and H. H. Bulthoff, "Why the visual recognition system might encode the effects of illumination," Vision Research, Vol.38, pp.2259-2276, 1998.
[10] B. Heisele, T. Poggio, and M. Pontil, *Face detection in still gray images*, A.I. memo AIM1687, Artificial Intelligence Lab., MIT, 2000.
[11] 고재필, 김은주, 변혜란, "선형모델을 이용한 방향성 조명하의 얼굴영상 정규화", 한국정보과학회논문지 소프트웨어 및 응용, 제31권, 제1호, pp.54-60, 2004.
[12] 조치영, 김수환, "조명 변화에 강인한 얼굴 검출을 위한 좌우대칭 평균화 기법", 한국콘텐츠학회 게임&엔터테인먼트 논문지, 제2권, 제2호, pp.19-24, 2006.
[13] A. S. Georghiades, P. N. Belhumeur, and D. J Kriegman, "From Few to Many: Illumination Cone Models for Face Recognition under Variable Lighting and Pose," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intelligence, Vol.23, No.6, pp.643-660, 2001.

저 자 소 개

조 치 영(Chi-Young Cho) 정회원

- 1998년 2월 : 부산외국어대학교 경제학과 (경제학사)
- 2000년 2월 : 부산외국어대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 부산외국어대학교 대학원 전자컴퓨터공학과 (박사과정)
- 2003년 3월 ~ 2006년 2월 : 부산외국어대학교 컴퓨터공학부 초빙교수 (프로그래밍 전문강사)

<관심분야> : 패턴인식, 영상인식, 얼굴인식

김 수 환(Soo-Hwan Kim) 정회원

- 1987년 2월 : 서울대학교 자연과학대학 계산통계학과 (이학사)
- 1989년 2월 : 한국과학기술원 전산학과 (공학석사)
- 1995년 2월 : 한국과학기술원 전산학과 (공학박사)
- 1992년 3월 ~ 현재 : 부산외국어대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야> : 순차 및 병렬 알고리즘, 계산기하학, 영상인식