

Wavelet 변환을 이용한 정면 얼굴 검출에 관한 연구[☆]

A Study on Frontal Face Detection Using Wavelet Transform

이 상 범*
Rhee Sang-Brum

최 영 규**
Choi Young-Kyoo

요 약

대칭 영역 탐색은 대칭 정보를 이용하여 사전 정보 없이 얼굴영역을 추출 할 수 있다. 그러나 눈, 코, 입 등과 같은 얼굴의 특징 부위보다 탐색할 마스크의 크기가 커져야 함으로 이 방법은 계산 시간이 많이 걸린다. 본 논문에서는 얼굴 영상에 대하여 사전 정보 없이, 적은 계산량으로 얼굴 영역 추출이 가능하도록 대칭 영역 탐색 및 웨이블릿 변환을 이용하여 얼굴 영역의 추출과 그 특징에서의 대칭값에 따른 영상을 이용하여 원영상에서는 영역 분할을 통한 얼굴 영역 추출 방법을 제안하고 실험을 통하여 이를 확인하였다.

Abstract

Symmetry region searching can extract face region without a prior information in an image by using symmetric. However, this method requires a plenty of the computation time because the mask size to process symmetry region searching must be larger than the size of object such as eye, nose and mouth in face. In this paper, it proposed symmetric by using symmetry region searching and Wavelet Transform to reduce computation time of symmetry region searching, and It was applied to this method in an original image. To extract exact face region, we also experimented face region searching by using domain division in extraction region.

Keyword : face region extraction, wavelet, symmetry

1. 서 론

생체인식은 개인의 신분을 인식하기 위해 신체적 또는 행위적 특징을 연구하는 학문 또는 기술을 의미한다. 개개인의 신체적 특징을 이용한 대표적인 생체인식 기술로는 지문, 얼굴, 홍채, 망막, 정맥 인식 등이 있으며 행위적 특징을 이용한 기술로는 서명, 음성인식 기술 등이 대표적인 것들이다. 얼굴인식은 다른 인식방법보다 많은 장점을 가지고 있다. 지문이나 음성인식처럼 생물학적 특징을 이용하기 때문에 위조하기가 힘들며, 지문과 달리 기기에 접촉할 필요가 없고, 음성처럼 마이

크에 가까이 가서 이야기할 필요가 없으며 소음이 많은 장소에서도 충분히 인식이 가능하다[1~4].

얼굴 영역을 검출하는 데 사용될 수 있는 정보는 크게 모양 정보, 색상 정보, 움직임 정보 등으로 나눌 수 있다[5]. 모양의 정보는 명암 영상에서 주로 에지나 명암의 편차 등을 추출하고 얼굴의 사전 지식에 적용하여 얼굴 영역을 추출하는 데 사용된다. 모양 정보를 이용해서 얼굴 영역을 검출하는 방법에는 모자이크를 사용하는 방법[5], 신경망을 사용하는 방법[6], K-L 변환을 이용하는 방법[7]등이 얼굴 영역 검출 방법으로 제안되었다. 하지만, 이들 방법들은 얼굴이 거의 정면인 경우 적용이 가능하고 얼굴의 크기와 방향, 얼굴 이외의 배경에 대해 결과 많은 영향을 받는 단점을 가지고 있다. 색상 정보는 인간의 얼굴이 가지는 고유한 색상을 이용하는 것으로 인종이나 개인마다 편차를 가지고 있고 영상이 획득되는 하

* 정 회 원 : 단국대학교 전기·전자·컴퓨터공학과 교수
sang107@dku.edu(제 1저자)

** 준 회 원 : 단국대학교 전자·컴퓨터공학과 박사과정
ykchoi@kdu.ac.kr(공동저자)

☆ 이 연구는 2003학년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음.

드웨어에 따라 변화가 심하다는 한계를 가지고 있다. 하지만 명암 영상을 사용하는 방법에 비해서 많은 정보량을 가지고 있어 최근 하드웨어의 발달과 함께 이용 가치가 높아지고 있다. 움직임 정보는 동영상에서 물체의 움직임으로 인한 정보를 사용하는 것으로 응용에 따라 유용하게 사용된다.

기존의 얼굴 특징점 추출 방법에는 템플릿 매칭, 변형가능 템플릿 매칭[7], 대칭 변환[8] 등이 있다. 변형가능 템플릿 매칭은 기존의 템플릿 매칭이 갖는 대상 물체의 크기나 방향, 개인적인 편차 등을 극복 할 수 있으나 계산시간이 많이 걸리고 초기 설정지역을 제대로 지정하지 못하면 올바른 결과를 얻기 어려운 단점이 있어 응용이 제한적이다[10~12].

얼굴의 특징 벡터를 이용한 방법 중 대칭 영역 탐색은 얼굴의 특징인 눈, 코, 입 등의 대칭성이 강하다는 점을 이용, 대칭값을 계산하여 얼굴 영역을 추출하는 방법이다. 대칭 영역 탐색은 각 화소의 명도 변화의 크기와 값을 이용하여 일정 영역 안에서 화소들의 대칭값을 계산한 후, 이를 누적하여 영상내의 대칭성이 강한 부분을 추출함으로써 얼굴 영역을 추출하는 방법이다. 일반적으로 눈, 코, 입 등은 대칭성이 강하므로 대칭 영역 탐색을 적용하면 얼굴 내의 눈, 코, 입 등의 위치에서 큰 대칭값이 나타나게 되므로 얼굴 영상의 명암에 덜 민감하며, 영상에 대한 사전 정보 없이도 얼굴 영역을 추출할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나, 대칭 영역 탐색은 영상에 적용되는 마스크 내에서 대칭성을 찾기 때문에 얼굴 내의 눈, 코, 입 등 특징의 크기보다 마스크의 크기가 커야 하므로 그 크기에 따라 많은 계산 시간이 요구된다[12].

얼굴 인식을 위한 특징들은 기하학적인 특징, 고립밀도지도, 질감 특징 등으로 분류될 수 있다. 기하학적인 특징들은 가장 쉽게 생각할 수 있는 특징으로 초기에 많이 사용되었으며, 고립밀도지도 특징은 조명에 고정된 환경에서만 이용되었고, 질감 특징은 신경망의 입력으로 많이 사용되고

있다. 기하학적인 특징들은 조명에 거의 영향을 받지 않으나 원래 이미지에 대한 정보의 손실이 많아 저해상도 이미지에서는 인식률이 떨어진다. 고립영역지도는 조명의 변화에 치명적이지만 고정된 조명에서는 높은 신뢰도를 나타낸다. 질감 특징은 정보의 손실은 적으나 입력 정보의 양이 많아 별도의 변환이 필요하다는 단점이 있다[13,14].

본 논문에서는 대칭 변환 방법을 이용하여 얼굴 영역을 검출한다. 정형화된 모델을 가지지 않고서도 눈, 코, 입의 위치 등을 찾을 수 있는 장점이 있으나 눈의 중심점이나 끝점과 같은 정확한 특징점들을 결정하기는 어려우며 얼굴 크기 변화에 상당히 민감하고 역시 계산 시간이 많이 걸린다는 단점을 가지고 있다. 하지만 본 논문에서는 이러한 계산 시간을 속도 향상을 기법을 이용하여 얼굴 영역을 검출하고자 한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 탐색 알고리즘에 대한 기존 연구 사례를 분석하고 3장에서는 본 논문에서 제시하는 속도 향상 방법에 대해 설명한다. 4장에서는 얼굴 검출 방법에 대해서 설명하고 5장에서는 제시된 얼굴 검출 방법을 통한 실험 결과를 보이고 기존의 방법과 비교, 분석하며 6장에서는 결론을 맺는다.

2. 탐색 알고리즘

2.1 대칭 영역

좌우대칭은 평면·선·면 등에 의하여 같은 부분으로 나누어지는 대칭 중 한 평면에 의하여 몸이 좌우로 똑같이 나누어지는 경우를 말한다. 이때 몸을 통과하는 축을 몇 가지 생각할 수 있는데, 정중면을 지나 몸의 전단에서 후단에 이르는 축을 두미축 또는 전후축, 두미축에 직각이고 정중면 안에 있는 축은 몸의 등배를 연결하므로 배복축이라고 한다. 이러한 도형의 원리를 사람의 얼굴에 적용하여 얼굴면을 코로 중심으로 하여 얼굴을 대칭으로 나누고 얼굴이 가지고 있는 눈

과 입의 특성을 이용하여 얼굴 추출이 용이하다.

2.2 대칭 영역 탐색

대칭 영역 탐색 알고리즘은 각 화소의 명도 변화의 크기와 일정 영역 안에서 화소들의 대칭값을 계산한 후, 이를 누적하여 영상의 대칭성이 강한 부분을 추출하는 알고리즘이다.

일정 영역 안에서의 화소들의 대칭값은 각 영상을 $N \times N$ 의 블록으로 나누어 가까운 점에서부터 블록의 마지막 점까지 서로의 각 화소의 명도 차를 이용하여 대칭값을 계산하였다. 각각의 명도 차이를 이용하면 명도차이가 대칭되는 각 화소의 값이 크면 서로간의 비대칭 된다고 볼 수 있기 때문에 $N \times N$ 의 전체의 값을 합하면 값이 큰 것은 비대칭이라 볼 수 있고 작은 것을 대칭된다고 볼 수 있다. 이 방법을 이용하여 얼굴 영역을 검출한다.

대칭 영역 탐색을 이용한 얼굴영역 추출은 사전 정보 없이 얼굴 영역의 위치를 추출할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 영상에서 얼굴영역을 찾기 위해 적용되는 마스크는 마스크 내에서 대칭성을 찾기 때문에 얼굴 내의 눈, 코, 입 등 특징의 크기보다 마스크의 크기가 커야 하므로 그 크기에 따라 많은 계산 시간이 요구된다.

본 논문에서는 일반 연구실을 배경에서 얼굴 영상에 대하여 사전 정보 없이, 적은 계산량으로 얼굴영역을 검출하기 위해 축소 영상에서 대칭성을 이용하여 얼굴 영역의 특징점을 추출한 후 원 영상에서 조명이 위에서 비추고 있을 때의 얼굴의 특징을 이용하여 얼굴 영역을 검출하는 방법을 제시한다.

$$r_i = \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}} (|p_n - p_{N-n}|) \quad \text{식(1)}$$

$$I(q) = r_q + \sum_{n=0}^{q-1} r_n \quad (\text{단, } q \leq N) \quad \text{식(2)}$$

영상 내의 임의의 화소 $p(k)$ 에 대한 블록 내에서의 한 줄에 대한 대칭값 r_i 를 식(1)로 정의 할

때, (N 은 각 영상에서의 블록의 크기, 1은 블록의 한 줄) 블록에서 각 줄의 대칭의 합 $I(q)$ 는 (2)와 같이 정의된다.

식(1)이 나타내는 한 줄의 대칭값은 명도의 차이가 적을수록 작은 값을 가지게 된다. 또한, 식(2)와 같이 각 줄의 합이 한 블록의 합이 되므로 합이 작을수록 대칭이 된다.

두 화소의 대칭정도를 의미하는 대칭값은 대칭의 차뿐만 아니라 각각의 블록 안에서의 같은 값의 합을 가질 때 복합 명도값이 들어 있을 경우와 단일 명도값이 들어 있을 경우의 차이를 가지고 있다. 머리카락이나 배경은 단일 명도값을 가지고 있고 대칭값이 크게 나타난다. 그러나, 이러한 머리카락이나 배경은 얼굴 영역을 선택하는데 있어 불필요한 요소이다.

따라서 블록의 합을 픽셀의 개수로 나누었을 때 값과 그 픽셀값의 각각의 값과 비교하여 그 비교값이 크면 복합 명도값을 사용한 것이고 그 비교값이 작으면 단일 명도값을 사용한 것으로 정의한다. 위에서의 두 가지 방법을 이용하여 대칭도를 구할 수 있다.

3. 속도 향상 알고리즘

3.1 양자화

양자화란 그 화소의 농담을 이산적 정수로 변환하는 조작을 말한다. 가장 단순한 조작으로는 0과 1의 이진(1비트)으로 양자화 하는 것으로 2진 영상이라고 부른다. 여기서는 3bit ($2^3=8$) 양자화를 통해 명도 값들을 3bit 양자화 하였다. 3bit 양자화 하는 방법은 영상을 히스토그램으로 나타낸 후 240×180 의 영상이 가지는 0부터 255의 명도 값 중에서 전체를 8로 나누었을 때에 가지는 최대 값을 각각의 레벨의 값으로 나타냈었다. 색깔은 256색을 가지고 있기 때문에 보통 8비트 양자화가 되어있다. 256 색을 8가지색으로 줄여도 정확도면에서는 기존과 거의 동일한 결과가 나왔으며

(표 1) 3bit 양자화와 Gray영상 비교

횟수	3bit 양자화 (8색)	Gray 영상 (256색)
1	1.8 sec	2.1 sec
2	1.7 sec	2.2 sec
3	1.8 sec	2.0 sec
99	1.8 sec	1.9 sec
98	1.7 sec	2.0 sec



(a) 기존 3bit 양자화 (b) 제한한 3bit 양자화
(그림 1) 3bit 양자화

데이터 처리시간에서는 표 1과 같은 결과가 나왔다.

그림 1에서와 같이 그림 (a)는 기존 양자화 방법인 절대적인 수치를 적용하여 양자화 시켰다. 그림(b)에서는 위에서 제한한 방법을 이용하여 양자화 시켰다. 동적인 양자화는 기존에 가지고 있던 조명의 밝기가 어둡거나 아주 밝은 곳에서 나타날 수 있는 문제점을 보완하였으며 그림 1에서 보듯이 (b)는 (a)보다 밝게 나오고 같은 영역의 병합에서도 좋은 결과가 나왔다.

3.2 영상 축소

인간의 시각구조는 다중해상도 특성을 지니고 있으며 영상처리에서 이와 유사한 특성을 지니고 있는 것이 바로 이산 웨이블릿 변환이다.

웨이블릿 변환 방법의 기본 개념은 임의의 함수를 시간-주파수 영역에서 동시에 국부성(locality)을 갖는 웨이블릿 기저 함수의 선형 결합으로 표현하는 것이다. 이산 웨이블릿 변환은 푸리에 변환과 같이 기저함수들의 집합에 의한 신호 분해로써 이해될 수 있다. 이 때 웨이블릿 변환에서 하나의 기저함수를 웨이블릿이라 부르며 웨이블

릿은 하나의 대역통과필터이다. 푸리에 변환의 기저함수들과는 다르게 웨이블릿은 유한의 길이를 가지는 기저함수이므로 웨이블릿 변환은 모 함수(Mother Wavelet)라 불리는 원형의 웨이블릿의 수축과 팽창에 의해 얻어지는 웨이블릿들의 집합에 의해 구성된다. 그리고 웨이블릿 변환에서는 주파수라는 용어 대신 스케일(scale)이라는 용어를 사용하며, 하나의 웨이블릿을 통과한 신호를 스케일의 상세 신호(detail signal)라 한다.

웨이블릿의 기저 함수는 다음 식(3)와 같고, 식(4)은 직교 웨이블릿 변환 함수로 분석 필터 बैं크와 합성 필터 बैं크가 똑같은 웨이블릿 함수로부터 유도된다.

$$\psi_{(s,t)}(x) = 2^{-s/2} \psi(2^{-s}x - t) \quad \text{식(3)}$$

여기서 s는 웨이블릿 기저의 크기이고, t는 웨이블릿 기저의 위치이다.

$$WT = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \psi_{(s,t)}(x) dx \quad \text{식(4)}$$

웨이블릿 변환은 기본함수로서 사인, 코사인 함수뿐만 아니라 좀 더 복잡한 웨이블릿 모 함수를 사용할 수 있고, 푸리에 변환에는 없는 공간에 대한 지역적인 특성을 가지고 있어서 물리적 상황에서 전체적인 특징뿐만 아니라 지역적인 특징까지도 분석이 가능하다.

LL3	HL3	HL2	HL1
LH3	HH3		
LH2		HH2	
LH1		HH1	

(그림 2) Wavelet 변환



(그림 3) 속도 향상 기법을 위한 과정

또한, 이미지에 대하여 다중해상도 분석이 가능하다. 즉, 웨이블릿 변환으로 나온 계수들은 이미지의 본래 해상도에 대하여 독립적인 정보를 제공한다.

웨이블릿 변환을 2차원 영상에 적용하면 4개의 서로 다른 주파수 성분(LL, LH, HL, HH)으로 나누어진다. LL 대역의 영상은 원 영상에 비해 해상도가 반으로 줄어든 저주파 성분이고 LH, HL, HH는 각각 수평, 수직, 대각 성분에 대한 에지 성분을 가지고 있는 고주파 성분이다. 영상의 다중해상도 분해는 먼저 1-단계 웨이블릿 변환을 거친 LL대역을 다시 웨이블릿 변환함으로써 이루어진다. 이런 과정을 거쳐 다른 단계의 다중해상도 부대역을 얻을 수 있다. 영상을 웨이블릿 변환을 하여 다중해상도로 분해하게 되면 입력신호는 서로 다른 해상도의 부 신호들과 부 신호의 에지(edge) 정보를 갖는 세부신호로 나누어진다. 이렇게 나누어진 신호는 서로 다른 주파수 특성을 갖고 이들 간에는 상관관계가 존재한다. 이러한 상관관계는 물체의 윤곽과 같은 영상의 특성을 결정짓는 정보에 해당되므로 압축에 의한 변형에 대해 영향이 적다. 또한 저대역 부밴드에서 생성된 웨이블릿 변환 영상은 원 영상보다 크기는 작지만 원영상이 가지는 대부분의 정보를 유지하고 있다.

여기서, 웨이블릿 변환을 이용하여 정면 얼굴을 축소하면 축소하기 전의 영상의 정보를 거의 잃지 않으면서도 빠른 시간 안에 대칭값을 구할 수 있다.

그림 3에서와 같이 원영상에서 3bit로 양자화한 후 검출하고자 하는 얼굴 영역이 보다 잘 나타나고 있다. 또한, 축소를 한 후에도 얼굴 영역의 특징값들이 그대로 남아 있어 축소영상을 이용하여 얼굴 영역을 탐색 할 수 있다.

$$S(x, y) = (x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$$

$$S(y) = (\cdot, y_1), (\cdot, y_2), \dots, (\cdot, y_n) \quad \text{식(5)}$$

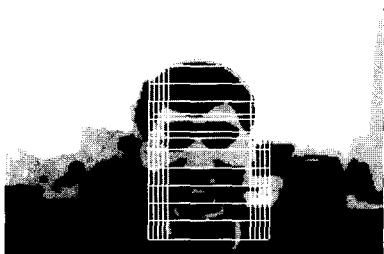
$$H_{\max} = \max(S(y))$$

식 (5)는 대칭값 $S(x,y)$ 로부터 대칭값이 큰 것을 추출한 후 그 중 수직 성분이 최대가 되는 값을 추출한다. 수직성분이 최대가 되는 점을 추출하는 이유는 머리카락, 눈, 코, 입이 대칭을 이루고 있기 때문이다. 따라서 수직성분의 값이 최대인 것이 얼굴인 확률이 높기 때문이다. 여기서 문제 될 수 있는 것이 그림 3 (b)에서와 같이 배경의 경우가 대칭값이 더 크게 나올 수 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해서 블록의 합을 픽셀의 개수로 나누었을 때 값과 그 픽셀값의 각각의 값과 비교하여 그 비교값이 크면 복합 명도값을 사용한 것이고 그 비교값이 작으면 단일 명도값을 이용한 것으로 판단하여 제외시켰다.

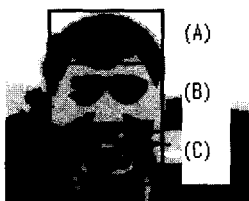
4. 얼굴 영역 검출 알고리즘

식(5)에서 구한 값을 원영상에 투영한다.

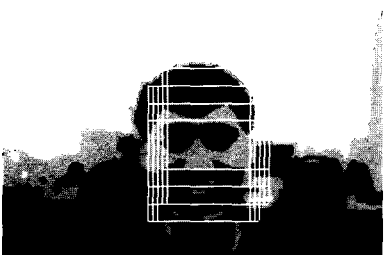
정확한 얼굴 영역을 검출하기 위해서 축소 영



(그림 4) 식(4)를 투영한 영상



(그림 5) 조명에 따른 얼굴의 영역 분할



(그림 6) 그림5에서의 방법을 적용한 얼굴 영상

역에서 추출한 대칭점을 이용하여 원영상에 투영시켰다. 일반적으로 사무실 환경에서는 조명이 위에서 비친다는 것을 가정하여 그림 5에서와 같이 (A), (B), (C)의 영역으로 나눈다. 여기에서 나눈 (A), (B), (C)의 영역 중에서 (B)영역이 다른 (A), (C) 영역 보다 더 밝게 나타난다. 그 이유는 얼굴의 굴곡이 광대뼈가 있는 부분이 밝게 나타나기 때문이다. 또한 원영상에서 보다 3bit 양자화로 제안한 영상이 오히려 영역 분할 기법을 이용하기에 더 용이한 영상을 나타내 준다.

그림 4에 영상에 그림 5의 방법을 이용하여 그림 6과 같은 영상이 나타난다. 이 영상은 얼굴 영역 검출을 위해 조명이 위에 있을 때 얼굴의 밝



(a) (b)



(c) (d)

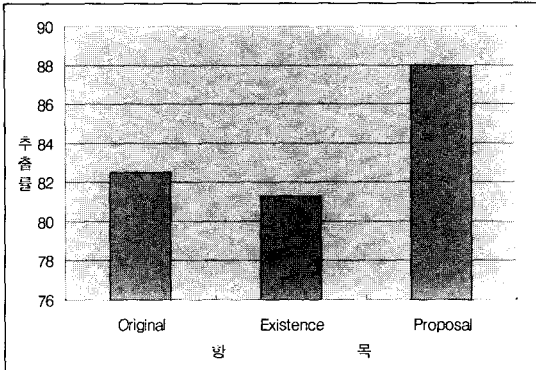
(그림 7) 얼굴영역 검출 결과

기에 따른 분포를 이용하여 얼굴 영역을 검출하였다. 또한 그림 6과 같은 결과에서 비교하여 대칭값이 최대가 되는 하나의 대칭면을 선택하여 얼굴 영역을 추출한다.

5. 실험 및 결과

입력 이미지로는 PC용 CCD 카메라로 촬영한 영상을 사용하였다. 이미지 크기는 240×180 으로 이 중 얼굴의 크기는 평균적으로 60×70 정도이나 정규화된 상태는 아니고 이미지에 따라 가변적이다. 얼굴의 방향은 정면으로 고정하였고 조명은 위 있는 것만을 사용하였다. 한 사람 당 이미지의 개수는 10개로 조명의 밝기를 조정하였다. 실험 데이터는 30명당 10개씩 이미지로 구성되어 총 300개의 이미지를 사용하였다.

그림 7과 같이 얼굴 영역이 검출되었다. (a)의 경우는 안경을 안 낀 남자의 경우에 얼굴 검출을 나타내고 있다. (b)의 경우에는 앞머리가 많이 내려왔을 경우와 색이 들어간 안경을 끼었을 경우에서도 얼굴이 검출되었다. (c)의 경우에는 안경을 끼었을 경우의 얼굴이 검출됨을 나타내었다. (d)에서는 여성의 얼굴에서도 남녀 구분이 없이 잘 검출되었다. 이러한 특징은 조명에 따른 영역



(그림 8) 원영상, 기존3bit양자화, 제안한3bit양자화에 대한 전체 추출률

분할에 따른 얼굴 추출에서는 남녀의 구별도 없으며 안경등에 대한 강한 얼굴 추출률을 나타내 주었다.

그림 8에서는 원영상과 기존 3bit 양자화 방법과 제안한 3bit 양자화 방법을 얼굴 영역이 추출된 이미지 개수를 보여주고 있다. 여기서 보면 알 수 있듯이 원영상, 기존 3bit 양자화, 제안한 3bit 양자화를 분할 영역으로 나누어 얼굴을 검출한 결과 제안한 방법에서 보다 좋은 얼굴 추출률이 나타났다. 이 이유는 기존의 3bit 양자화는 조명의 밝기를 다르게 하였을 경우 얼굴이 전체적으로 어둡게 나오는 특성이 있으나 제안한 3bit 양자화 방법에서는 이러한 문제점을 동적인 구분으로 해결하였다. 또한, 원영상에서의 영역분할은 사진의 감도가 높을 경우에 정확한 추출률을 나타내나 PC 카메라의 경우에는 좋은 감도의 영상을 제공하기 어렵고 대칭성을 이용하는데 많은 시간이 걸린다는 단점을 갖고 있다.

6. 결 론

본 논문에서는 얼굴의 대칭성 및 얼굴의 조명의 밝기를 이용하여 얼굴의 영역을 검출해 내었다. 대칭값 계산 속도 개선과 이전에 정보가 없이 얼굴 영역을 추출할 수 있도록 축소 영상과 대칭영역 탐색 및 조명에 따른 밝기 이용을 통해 얼

굴 영역을 찾아내는 방법을 제안하였다.

정면, 안경이 있는 영상에 실험해본 결과 얼굴 인식에 적합한 얼굴 영역이 추출되었다. 기존의 연구 방법이 대칭성 검사를 통해 얼굴을 추출할 경우 많은 시간이 걸린다는 단점을 축소와 영역분할을 통해 해결하였으며 얼굴 검출률 또한 동적인 3bit양자화를 통해 어느 정도 추출률을 높였다. 기존의 연구에서 사용한 이미지들은 일반화된 이미지에서 얼굴을 추출함으로써 추출률은 높으나 다양한 이미지에 대해서는 일반적으로 추출률이 낮게 나왔다. 따라서 최근 고려되고 있는 모델 기반의 방법 등이 통계학적인 데이터에 의존적이고 복잡한 반면 이 논문에서 제시한 방법은 쉽게 구현될 수 있고 다양한 분야에 쉽게 응용될 수 있다.

향후 연구과제로는 얼굴 영역의 인식에 있어 여러 형태에 따른 얼굴의 검출에도 정확한 얼굴 검출을 할 수 있는 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Guangzheng Tang and Thomas S. Huang "Human Face Detection In a Complex Background", Pattern Recognition. vol. 27, No. 1, pp. 53~63, 1994.
- [2] Z. Hong, "Algebraic Feature Extraction of Image for Recognition," Pattern Recognition, Vol. 24, pp. 211~219, 1991.
- [3] V. Govindaraju, S. N. Srihari, and D. B. Sher, "A Computational Model for Face Location," Proc. 3rd Int. Conf. on Computer Vision pp. 718~721, 1990.
- [4] Antonio J. Colmenarez and Thomas S. Huang, "Face Detection With Information-Based Maximum Discrimination", IEEE Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 782~787, 1997.
- [5] Rama Chellappa, C. L. Wilson, and S. Sirohey, "Human and Machine Recognition of Faces :

- A Survey,” Proc. IEEE, Vol. 83, No. 5, pp. 705~740, May, 1995.
- [6] G. Yang and T. Huang, “Human Face Detection in a Complex Background,” Patt. Recog, 27/1, pp. 53~63, 1994.
- [7] K. Sung and T. Poggio, “Example-based learning for view-based human face detection,” TR 1521, MIT AI Laboratory, Vol. 3, No. 1 1991.
- [8] Baback Moghaddam and Alex Pentland, “Maximum Likelihood Detection of Faces and Hands”, International Workshop on AFGR, pp. 122~128, Zurich, 1995.
- [9] A. L. Yuille, “Deformable Templates for Face Recognition”, Journal of Cognitive Neuroscience, Vol. 3, No. 1, 1991.
- [10] D. Reisfeld, H. Wolfson and Y. Yeshurun, “Detection of Interest Points Using Symmetry”, Proceedings of the 3rd ICCV, pp. 62~65, Dec, 1990.
- [11] 정수아, 채덕재, 최영규, 이상범, “대칭 영역 탐색을 이용한 얼굴 영역 추출에 관한 연구”, 한국정보처리학회 추계학술발표논문집 제9권 제1호, pp. 725~728, 2002.
- [12] 채덕재, 최영규, 이상범, “YUV 변환을 이용한 안면 특징 추출”, 한국정보처리학회 추계학술발표논문집 제9권 제2호, pp. 641~644, 2002.
- [13] C.L. Wilson, Barnes, Chellappa, Sirohey, “Human and Machin Recognition of Face : A Survey,” From the WWW,ftp.sequoyah.ncsl.nist.gov/pub/nist_internal_reports/ir_5465.s.z, 1995.
- [14] Martin Bichsel, “Human Face Recognition : From Views to Models-From Models to Views,” International Workshop on Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 59~64, Zurich, 1995.

● 저자 소개 ●



이 상 범

1974년 연세대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1978년 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)
 1986년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사)
 1979년~현재 : 단국대학교 전기·전자·컴퓨터공학과 교수
 관심분야 : 컴퓨터구조, 패턴인식, 디지털 신호처리, etc.
 E-mail : sang107@dku.edu



최 영 규

1994년 단국대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1997년 단국대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)
 2003년 단국대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사)
 2000년~2001년 (주)패스싸인 연구소장
 2002년~현재 : 단국대학교 전기·컴퓨터공학과
 관심분야 : 패턴인식, 인공지능, 서명인식, etc.
 E-mail : ykchoi@kdu.ac.kr