

Haar 웨이블릿에 기반한 에지검출과 효율적인 특징벡터를 이용한 얼굴 인식

최광미*, 정국영**, 정채영*

*조선대학교 전산통계학과

**동강대학 컴퓨터정보계열

iplab@hanmail.net, gyjung@dongkang.ac.kr, cyjung@chosun.ac.kr

Face Recognition using Effective Characteristical vectors and Edge Image Extraction Based on Haar Wavelet

Gwang-Mi Choi*, Gug-Yeoung Jung**, Chai-Yeoung Jung*

*Dept. Computer & Statistics. Chosun University

**Field of computer science. Dongkang College

요 약

본 논문에서는 얼굴영역을 검출하기 위해 얼굴 피부색을 보다 효과적으로 모델링하기 위한 방법으로 피부색 특성을 고려하여 밝기 성분을 제거한 Red, Blue, Green 채널을 모두 사용하는 Hue, Cb, Cg의 Multi-Channel 피부색 모델을 사용한다. 얼굴영역을 분리한 영상에 Haar 웨이블릿을 이용한 에지영상 추출과 얼굴영역의 특징벡터를 구하기 위하여 26개의 특징벡터를 사용한 효율적인 고차 국소 자동 상관함수를 사용하였다. 계산된 특징벡터는 BP 신경망의 학습을 통하여 얼굴인식을 위한 데이터로 사용된다. 시뮬레이션을 통해 제안된 알고리즘에 의한 인식률향상과 속도 향상을 입증한다.

1. 서 론

인터넷을 이용한 정보의 공유가 빈번히 일어남에 따라 정보보안에 관심을 갖지 않을 수 없게 됐다. 개인의 정확한 신원확인 은 과거와 같이 보안이 요구되는 장소의 출입 통제뿐만 아니라 정보 유출방지, 개인의 재산권 보호 등을 위하여 그 중요성이 증대되고 있으므로 정보를 획득해야 할 사용권한을 인준하는 도구가 새롭게 요구되고 있다. 최근에 변별력이 우수하고 활용성 및 편리성이 뛰어난 얼굴인식 기술이 새로운 생체인식 기술로 부각되면서 그에 따른 활발한 연구가 진행되고 있다.

이에 본 논문에서는 보다 쉽고 정확하게 얼굴영역을 검출하기 위해서 얼굴 피부색을 보다 효과적으로 모델링하기 위하여, 피부색 특성을 고려하여 밝기 성분을 제거한 Red, Blue, Green 채널을 모두 사용하는 Hue, Cb, Cg의 Multi-Channel 피부색 모델을 사용하여 보다 정확한 얼굴영역을 추출하고 분리된 얼굴영역에서 정교한 에지영상 추출을 위해 Haar 웨이블릿을 이용한 에지 영상 추출과 이동불변의 특징을 가지고 있는 고차국소자동상관함수를 이용한 추출된 특징벡터를 BP 신경망 학습으로 처리속도와 인식률

을 높이고자 한다. 이를 위하여 2장에서는 Multi-Channel 피부색 모델 기반 얼굴검출 알고리즘, Haar 웨이블릿을 이용한 에지영상 추출과정과 고차국소자동상관함수를 이용한 특징추출 알고리즘을 기술한다. 3장에서는 실험 및 결과를 분석하고 4장에서 결론을 맺는다.

2. 얼굴검출 알고리즘, 얼굴에지영상추출과 특징 추출

2.1 Multi-Channel 피부색 모델에 기반한 얼굴 영역 검출

본 논문에서는 얼굴 피부색을 보다 효과적으로 모델링하기 위해, 피부색 특성을 고려하여 밝기 성분을 제거한 Red, Blue, Green 채널을 모두 사용하는 Hue, Cb, Cg의 Multi-Channel 피부색 모델을 사용한다. Hue, Cb, Cg 색상 모델이 가지는 특성으로는 무엇보다 피부색이 지니고 있는 모든 컬러 성분을 최대한 충분히 활용한다는 것과 피부색이 가지고 있는 Green 채널과 Blue 채널의 정보를 Cb-Cg로 구성되는 2차원 가우시안 확률 분포를 고려한 피부색 확률 모델로 가정하여, Cb-Cg 전체 컬러 영역에서 좁은 범위에 분포되어 있는 피부색의 영역을 효과적으로 모델링 할 수 있다는

것이다. [그림 1]은 본 논문에서 사용된 얼굴영역 검출과정이다.

피부색 확률밀도 모델을 생성하고 얼굴영역에 피부색모델을 적용하는 전체적인 과정은 다음과 같다.

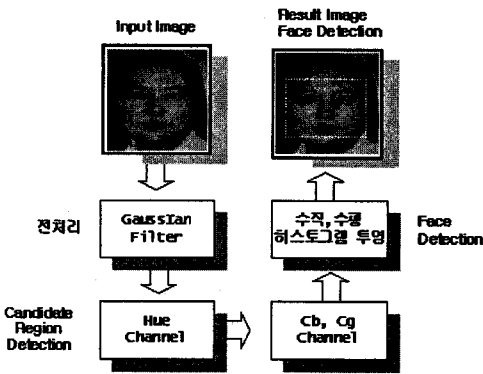
[제1단계] 전체 얼굴 영상 집합의 각각의 얼굴영상에서 피부색에 해당하는 영역을 Sampling 한다.

[제2단계] Sampling 된 영역에 대하여 해당하는 컬러 채널의 평균벡터와 공분산 Sampling된 영역에 대하여 해당하는 컬러 채널의 평균벡터와 공분산 벡터를 구하고 계산된 평균벡터와 공분산 벡터를 이용하여 임의의 픽셀에서 확률밀도값을 구한다.

[제3단계] 주어진 영상을 고정된 크기의 영역으로 나누어서 피부색 구분을 한다. 고정영역은 픽셀의 집합으로 구성된 가로 픽셀 수, 세로 픽셀 픽셀수에 따라 그 크기가 결정된다.

[제4단계] 계산된 각 영역의 확률밀도분포는 식(1)와 같이 임의의 분포 임계치에 따라 얼굴 피부색 영역과 비 피부색 영역으로 구분한다.

$$R_i(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } R_i(D) \geq T \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (\text{식 1})$$



[그림 1] 얼굴영역 검출과정

2.2 Haar 웨이블릿을 이용한 에지영상추출

본 논문에서는 분리된 얼굴영역을 Haar 웨이블릿 필터를 이용하여 분해된 영상의 고주파 성분과 저주파 성분의 부밴드를 이용하여 입력영상에 대한 에지영상을 추출하였다. 만일 원영상을 $I(w, h)$ 이라 할 때 원영상의 수직성분의 부밴드 LH, 수평성분의 부밴드 HL, 대각선 성분의 부밴드 HH은 해당 부밴드의 윤곽선을 포함하고 있다. 기존의 연구에서는 LH, HL 에지성분 만으로 에지영상을 추출하였는데, 본

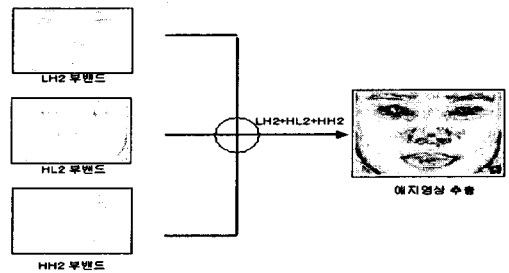
논문에서는 보다 정확하고 선명한 에지영상을 추출하기 위해서 LH, HL, HH의 에지성분을 이용하여 원영상의 에지영상을 추출하였다.

LH 부밴드의 요소들을 v_{mn} , HL 부밴드의 요소들을 h_{mn} , HH 부밴드의 요소들을 z_{mn} 라 정의했을 때 에지영상의 요소 e_{mn} 은 다음 식(2)에 의해 정의될 수 있다.

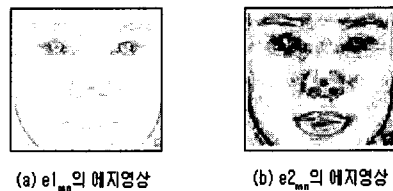
$$e_{mn} = \sqrt{(v_{mn})^2 + (h_{mn})^2 + (z_{mn})^2} \quad (\text{식 2})$$

이때 m, n 은 원영상의 폭과 높이를 나타낸다.

$1 \leq n \leq h$ 에서 [그림 2]는 원영상의 Haar 웨이블릿 2단계 분석의 LH2, HL2, HH2 부밴드를 이용하여 검출된 에지 영상을 나타내고 있다. 본 시스템에서는 원영상 영역 내 포함된 우성의 에지에 대한 구체적 정보를 이용하기 해서 Haar 웨이블릿 분석을 수행한 2단계 분석 영상의 LH2, LH2, HH2 영역을 주 에지 성분으로 사용하고자한다.



[그림 2] LH2, HL2, HH2 부밴드를 이용하여 검출된 에지영상

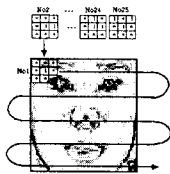


[그림 3] $e1_{mn}$, $e2_{mn}$ 의 에지영상

[그림 3]은 1단계 분석의 LH1, HL1, HH1을 이용한 $e1_{mn}$ 과 2단계 분석의 LH2, HL2, HH2을 이용한 $e2_{mn}$ 의 에지영상을 보여주고 있다. [그림 3]에서 보는 바와 같이 $e2_{mn}$ 의 에지영상이 훨씬 선명하고 뚜렷함을 보여주고 있다.

2.3 고차 국소 자동 상관함수를 이용한 특징추출

주어진 입력 영상으로 추출된 에지영상은 고차국소자동상관 함수를 통하여 얼굴영상이 담고 있는 26개의 특징벡터를 생성한다. 얼굴추출 알고리즘을 통하여 얻은 얼굴 영상은 3×3 마스크 패턴을 통한 탐색을 통하여 특징벡터가 생성되어진다. 검출된 얼굴 영상은 이진영상으로 마스크 패턴에 대한 픽셀의 총합으로 결정되어진다. [그림 4]는 마스크패턴의 탐색 과정을 나타내고 있다. 정사각형의 격자는 왼쪽에서 오른쪽으로, 위쪽에서 아래쪽으로 이동하며 격자내의 픽셀의 합을 구한다. 작성된 특징벡터의 값은 특징벡터 정규화 과정을 통하여 영상 내에 담겨진 얼굴의 이동불변의 특징을 지닌다. 이러한 특징벡터는 주어진 영상 내에 포함된 얼굴의 크기와 위치, 방향, 색상에 무관하게 계산된 특징벡터의 값이 일정한 값으로 표현될 수 있는 식(3) 의해 정규화 과정을 거쳐야 한다.



[그림 4] 마스크 패턴의 탐색과정

$$\frac{1}{wh} \sum_p^N \sqrt{I(r) I(r+a_1) \dots I(r+a_N)} \quad (\text{식 } 3)$$

3. 실험 및 결과

3.1 고차국소자동상관함수를 이용한 특징벡터 추출

[그림 5]은 1단계·2단계 웨이블릿 분석 과정을 거친 얼굴인식 시스템에 사용된 얼굴영상의 일부분에 대한 특징벡터이다. No.1~No.25까지는 웨이블릿 2단계 분석에 의해 구해진 에지 이진영상에 대한 고차국소자동상관함수에 의해 구해진 25개의 특징벡터이고 No.26은 웨이블릿 1단계 분석에 의해 구해진 에지 이진영상에 대한 고차국소자동상관함수에 의해 구해진 특징벡터 25개의 값들의 평균값이다. 이 특징벡터는 특징벡터 정규화과정을 통하여 영상내에 담겨진 얼굴의 이동불변의 특징을 지닌다.

No	특징값	No	특징값	No	특징값	No	특징값	No	특징값	No	특징값
N1	3545.0	N6	1820.0	N11	1533.0	N16	1533.0	N21	1460.0	N26	2161.1
N2	2585.0	N7	1259.0	N12	1527.0	N17	1530.0	N22	1962.0		
N3	2197.0	N8	1798.0	N13	1523.0	N18	1965.0	N23	1453.0		
N4	2590.0	N9	1238.0	N14	1548.0	N19	1448.0	N24	1952.0		
N5	2184.0	N10	1547.0	N15	1523.0	N20	1953.0	N25	1464.0		

[그림 5] 얼굴영상의 특징벡터

3.2 얼굴인식을 위한 신경망 설계

고차국소상관계수를 통해 얻은 26개의 얼굴 특징벡터는 데이터베이스에 저장되어 신경망 학습을 위한 입력패턴으로 사용된다. 특징벡터를 이용한 얼굴인식을 위하여 설계된 신경망은 입력층, 은닉층, 출력층의 뉴런수는 각각 25, 50, 5개로 하였다. 또한 학습 계수로는 학습률은 0.4, 모멘텀 0.7, 학습오차 0.01, 반복학습 횟수는 500회를 지정하여 학습 오차값이 지정된 학습오차(0.01) 값 이하로 감소하는 경우 학습이 완료된 것으로 간주하여 학습을 종료하였다.

실험에서는 10명의 영상에 대해 1인당 학습 영상 5개, 비학습 영상 5개를 가지고 실험한 결과 학습 영상에 대해서는 96.1%의 인식률을 보였고 비학습 영상에 대해서는 92.3%의 인식률을 나타내었다. 따라서 전체적으로 94.2%의 인식률을 보였다.

4. 결 론

본 논문에서는 실시간 검출시 요구되는 빠른 처리를 위하여 보다 쉽고 정확하게 얼굴영역을 검출하기 위한 얼굴 피부색을 보다 효과적으로 모델링하기 위한 Red, Blue, Green 채널을 모두 사용하는 Multi-Channel 피부색 모델로 얼굴영역을 분리한다. 분리된 얼굴영역의 에지영상 추출은 정확한 에지추출에 많이 사용되고 있는 Haar 웨이블릿 필터를 이용하였다. 특징패턴은 기존에 사용했던 25개의 특징벡터에 웨이블릿 변환시 누락된 특징벡터를 대표하는 1개를 포함한 26개의 특징벡터를 고차 국소 자동 상관 계수로 이용하고 BP 신경망을 이용한 인식결과 학습영상에 대해서는 96.1%의 인식률을 보였고 비학습 영상에 대해서는 92.3%의 인식률을 나타내었다.

참 고 문 헌

- [1] 김영권 : 다채널 피부색 모델에 기반한 얼굴 영역 검출, 연세대학교 대학원 2001. 12
- [2] 박래홍, 이상영, 성영국 , “지식에 기초한 특징추출과 역전파 알고리즘에 의한 얼굴인식” 전자공학회 논문지 제31권 B편 제7호, pp. 119-128, 1994.
- [3] 임춘환 : 멀티미디어 영상통신을 위한 객체분할 및 웨이브렛 변환 기반 모델인식 pp.46-55, 2000.
- [4] 김창원 : 신경망을 이용한 웹 사용자 얼굴인식 인증시스템 구현 pp.58-72, 2002.
- [5] 박철웅 외3인, “다층신경망을 이용한 얼굴 검색 알고리즘”, 한국멀티미디어학회 학술발표지, pp673-674, 1999.
- [6] 전호상, 남궁 재찬, “혼합된 GA-BP 알고리즘을 이용한 얼굴 인식 연구”, 정보처리학회 논문지 제7권 제2호, pp552-553, 2000.