

# 형태론적 구조와 유사도 비교를 이용한

## 얼굴 인지

<sup>0</sup>류동엽\*, 민병목\*, 백주호\*, 전진욱\*, 오해석\*

\*송실대학교

<sup>0</sup>aceryu@hanmail.net\*, bmmmin@kfcc.co.kr\*, shadow3697@hotmail.com\*, jjwww@hitel.net\*, oh@computing.ssu.ac.kr\*

### A User Face Recognition Using Morphologic Construction and Similarity Comparison

<sup>0</sup>Dong-Yeop Ryu\*, Byung-Mook Min\*, Ju-Ho Baek\*, Jin-Wook Jeon\*, Hae-Seok Oh\*

\*Dept. of Computing, Soongsil University

#### 요 약

멀티미디어의 발전이 가속화 되어가고 실생활에서의 적용범위가 넓어 질 수록 사람의 신체에 의한 개인 식별 기술의 필요성이 높아지고 있다. 이미 상용화되어 널리 사용되는 지문인식이나 홍채인식 등의 생체 인식분야 이외에 사람의 얼굴을 이용한 인식이나 인증분야는 다른 생체 인식에 비해 더 많은 필요성과 발전 가능성을 가지고 있다.

본 연구에서는 CCD로 입력된 얼굴 영상을 특징추출이 가능한 개체단위로 분할한 후 각 개체의 비율적인 특징인 거리와 각도를 계산하고 각 개체단위의 유사도 비교를 통해 유사성을 확인함으로써 사람 얼굴을 인지하는 방법을 제안한다. 실험에 의한 분석결과 성능향상에 대한 가능성을 확인할 수 있었다.

#### 1. 서 론

멀티미디어의 발전이 현대 생활에 미치는 영향은 다양한 형태로 나타나고 그 적용범위도 점점 넓어져 가고 있다. 이러한 적용분야 중에서 사람의 신체를 이용한 생체 인식과 관련된 분야는 다른 분야에 비해서 아직은 커다란 성과를 이루지 못하고 있다. 지문 인식이나 홍채, 정맥 인식은 상용화된 제품들도 많이 나와 있지만 가장 편리하고 강력하게 사용될 수 있는 얼굴 인식분야는 아직 보편화 되지 못하고 있다. 하드웨어에의 직접 접촉을 해서 인식을 하는 다른 생체 인식에 비해서 얼굴 인식은 비교적 원거리에서도 인식이 가능하기 때문에 다른 인식 방법들에 비해 더 편리하며 여러 분야에 적용할 수 있다는 장점이 있다. 보안 시스템으로 널리 이용되는 아날로그 방식으로 저장되는 CCTV(Closed Circuit Television)이나 최근 들어 사용이 일반화되어가는 DVR(Digital Video Recoding) 시스템분야에 접목된다면 기존의 사람에 의해 분석되는 수동적인 보안이 아닌, 컴퓨터에 의해서 자동적으로 관리되는 적극적인 보안의 형태를 가지게 될 수 있을 것이다. 최근에는 개인 휴대폰에도 CCD(Charge Coupled Device) 방식의 카메라가 내장되어 있으며 개인용 컴퓨터의 화상 카메라는 매우 저렴한 가격으로 구입이 가능해 사용자가 늘어나고 있으며, 좀 더 고선명의 화질을 제공하는 디지털 카메라나 캠코더의 대중적 보급으로 디지털 이미징방식의 정보 저장과 전송이 실생활에서 간편하게 사용되고 있다.

널리 보편화되어가는 다양한 종류의 영상입력 장치는

기존의 다른 생체인식 장치들과는 다르게 특별한 하드웨어를 필요로 하지 않고도 얼굴을 인식할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 HCI(Human Computer Interface) 분야의 발전에도 이바지 할 수 있어 컴퓨터와 인간의 커뮤니케이션(Communication)방법을 바꿀 수도 있다.

얼굴에서의 정보 추출에 관련된 연구는 크게 특징 추출[1], 얼굴 인식[2], 표정 검출 등의 연구로 나눌 수 있으며, 이 중에서 얼굴 인식에 관련된 연구로는 색 정보를 이용하는 방법[3], 신경망을 이용하는 방법[4], 주성분 분석법을 이용하는 방법[5] 등이 있다. 이 중에서 주성분 분석법(Principal Component Analysis)을 이용하는 방법이 최근들어 비약적인 발전을 한 연구이다. PCA는 KL(Karhunen Loeve)변환을 이용하는 방법으로 다루기 힘든 고차원의 신호를 낮은 차원으로 줄여 다루기 쉽게 해주는 통계적인 방법으로서 기본적으로 선형모델을 대상으로 한다. 따라서 얼굴과 같은 비선형적 데이터를 효과적으로 분석하는 것은 한계가 있다.

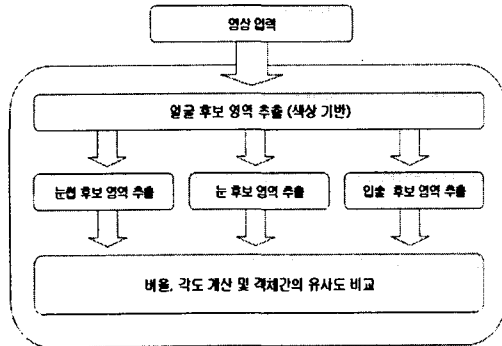
본 연구에서는 색상을 이용해 얼굴 영역의 후보영역을 검출한 후, 얼굴의 후보 영역에서 히스토그램 프로젝트션(Histogram Projection)을 이용해 눈썹, 눈, 코, 입술 등 인간얼굴의 특징이 될 만한 부분들을 추출을 한 후 객체들 간의 비율과 각도를 분석한 후 각 객체들의 유사도 비교를 통해 최종적으로 얼굴인지 아닌지를 판별하게 된다. 이렇게 판별된 얼굴은 인식시스템의 이용에 사용된다. 인간의 얼굴은 형태가 거의 비슷함으로 특정 비율과 각도를 벗어나게 되면 얼굴이 아니라고 판단을 내릴 수 있으며 재확인을 위해서 객체들의 평균 영상들과의 유사도를 비교하여 최종판단을 내린다. 본 연구는 사무실 출

입통제 시스템과 같은 분야에 적용하기 위해 다음과 같은 제한사항을 가진다.

- ① 일정한 조명과 적당한 빛을 보장 받는 환경.
- ② 입력용 카메라와 얼굴 사이의 거리는 50-80cm.
- ③ 얼굴에서 안경 등은 착용하지 않는다.
- ④ 얼굴의 기울어짐은 15도 이내이다.

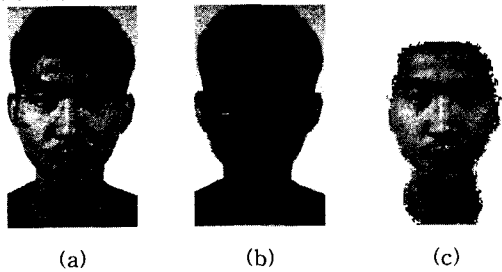
본 연구의 구성은 1장에서는 서론과 관련연구 및 제한사항, 2장에서는 본 시스템의 전체 구성과 개체 후보 영역추출에 대해 기술하고 3장에서는 추출된 객체들 간의 유사도를 비교하는 방법에 대해서 기술한다. 마지막으로 4장에서는 본 연구의 결론 및 향후 연구방향에 대해 기술한다.

## 2. 시스템의 구조 및 후보영역 추출



[그림 1] 전체 시스템 구조

시스템의 전체 구조는 [그림 1]과 같다. 입력된 영상에서 얼굴 후보영역과 각 객체 영역을 추출한다. 입력영상은 320×240 픽셀영상이므로 전체 영상에서 가로로 60% 정도는 사용되지 않는다. 따라서 세로축 프로젝션을 하여 필요 영역만을 연산 대상으로 하였다. 이때 얼굴 후보영역은 밝기 변화에 민감하게 반응하는 RGB 컬러 공간을 상대적으로 밝기 정보에 덜 민감하게 반응하는 HSI(Hue, Saturation, Intensity)컬러 공간으로 변환 한 후 H성분과 S성분을 이용하여 얼굴의 후보영역을 추출하였다. [그림 2]의 (a)는 전체영상에서 잘라진 영상이며 (b)는 피부색상으로 추출된 영상이며, (c)는 결과로 얻어진 최종작업 대상인 얼굴후보 영상이다.



[그림 2] 색상기반 얼굴 후보 영역 추출

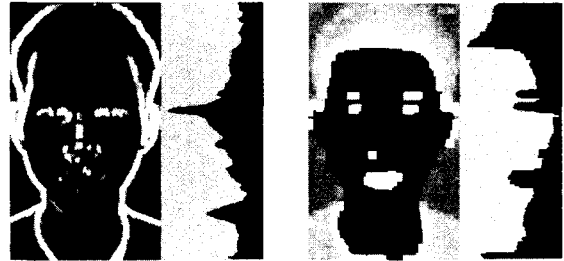
얼굴 후보영상에서 각 객체의 추출은 소벨(Sobel) 연

산자와 모폴로지(Morphology)를 이용하였다. 예지영상에서는 눈 영역의 수평 프로젝션에서 가장 강한 특성을 나타낸다. 일단 눈의 후보영역이 검출된 후에는 영상이 기울어진 경우 각도를 보정하였다. 이때 각도 보정에 사용된 식은 다음과 같다.

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{y_{right} - y_{left}}{x_{right} - x_{left}} \right) \quad (1)$$

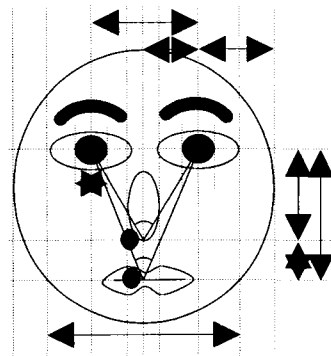
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (2)$$

눈썹이나 코는 사람에 따라 검출하기 힘든 경우도 있으므로 눈처럼 쉽지가 않다. 이때 사용한 방법은 HSI공간의 색상(H)공간에 대해서만 프로젝션을 수행함으로써 [그림 3]과 같은 결과를 얻을 수 있었다. (a)와 (b)는 각각 소벨연산, 색상영역에서 모폴로지연산을 거친 후의 프로젝션이다.



(a) (b)  
[그림 3] 각 객체 영역의 판정

가로축 프로젝션을 통해 각 후보 객체의 위치가 판단이 되면 세로축 프로젝션을 수행해서 좀 더 정확한 각 영역의 위치를 판단하게 된다.



[그림 4] 객체간의 비율과 각도

## 3. 추출된 객체의 유사도 비교

입력되는 영상에서는 얼굴의 크기를 판별할만한 다른 물체가 없기 때문에 비교적 추출이 용이하고 사람들간의 차이가 크게나지 않는 눈동자를 기준으로 되는 크기로 했다. 추출된 눈동자의 가로축 크기를 기준으로 다른 객체들간의 비율적 거리 계산을 수행하며 코와 입에서 양 눈동자 중심으로의 각도와 입술 중앙에서 양 눈동자 중심

으로의 각도를 계산하여 일반적인 얼굴형에서 벗어나는 지를 검사한다. 추출된 각 객체 후보영역의 중심좌표를 기준으로 비율과 각도를 계산한다. 각도의 계산에서는 턱선이나 눈썹 등의 객체까지 이용한다면 정확성이 더 높아질 수도 있겠지만 눈썹과 턱선은 경우에 따라서 추출이 안되는 경우도 있으므로 본 테스트에서는 제외하였다. 눈동자의 크기를 계산하기 위해서는 흰자위와 눈동자의 명암상의 차이를 이용하여 이진화(Binary)를 수행 후 유클리디안 거리(Euclidean distance)를 이용하였다[그림 4]. 이와같이 계산된 결과는 <표 1>과 <표 2>와 같다.

<표 1> 눈동자 대비 객체간의 비율

구 분	비율의 최대 최소 범위
a. 눈동자 사이	5 ~ 7
b. 눈에서 입	6 ~ 9
c. 눈에서 코끝	4 ~ 6
d. 얼굴 가로크기	8 ~ 14
e. 콧구멍 간 거리	1 ~ 3

<표 2> 객체간 유효각도 계산

구 분	각도의 최대 최소 범위
코에서 양 눈동자 $\theta_1$	57 ~ 78
입에서 양 눈동자 $\theta_2$	43 ~ 59

<표 1>과 <표 2>에서 보이는 결과는 10명의 사용자 입력에 대해서 영상 테스트해본 결과이며 표의 범위 이내에 각 후보영역이 존재 한다면 정확성 검증을 위한 유사도 비교를 수행한다.

추출된 객체와 정규화된 객체와의 유사도를 비교함으로써 정확성을 높이는데 이때 사용되는 방법은 영상의 손실비율을 데시벨(dB)로 나타내는 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)분석 방법을 사용하였으며 식은 아래와 같다. MSE(Mean Square Error)는 정합 오차를 계산하는 함수이다.

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (A_i - B_i)^2 \quad (3)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{255^2}{MSE} \right) \text{ dB} \quad (4)$$

<표 3> 객체간의 유사도 비교

구 분	입력 A	입력 B	입력 C	입력 D
왼쪽 눈	13.25	15.12	13.46	14.12
오른쪽 눈	14.77	13.44	13.44	14.79
코	16.12	13.87	14.79	13.98
입술	13.24	14.54	16.21	13.20

<표 3>에서는 정규화된 객체의 유사도 비교를 수행한 결과이다. PSNR분석 에서는 영상A와 영상B가 동일한 영상일 경우 50dB로 나타나며 결과에서는 평균적으로 14dB이상의 유사성을 보이고 있다. 실험결과 눈이나 코,

입술등의 객체가 아닌 영상과 비교를 하였을 경우에는 평균 10dB이하의 유사성을 보여주었다.

#### 4. 결론 및 향후 연구 방향

실험 결과에서 보는 바와 같이 단순한 알고리즘을 사용하여 비교적 높은 인지율을 보이고 있음을 알 수 있다. 본 연구에서 테스트한 결과의 얼굴 인지율은 평균 95%였지만, 몇몇 제한사항이 있어 강건한 시스템이라고는 볼 수 없지만 지속적인 연구로 다양한 환경에서 적용 가능한 시스템으로 발전할 수 있을 것이다. 본 연구에서 실험한 방법 이외에 적용 가능한 요소를 추가함으로써 얼굴 인지율을 높일 수 있을 것으로 기대되며, 기존에 연구된 방법들과 병행 시도하여 더 좋은 결과를 유도할 수 있을 것으로 생각한다. 실시간 동영상 환경하에서 얼굴인지를 위한 연구를 할 예정이며 얼굴인식 시스템으로의 발전을 위한 다양한 시도를 해 볼 예정이다.

#### 참고 문헌

- [1] Chung-Lin Huang and Ching-Wen Chen, "Human Facial Feature Extraction For Face Interpretation and Recognition," Pattern Recognition, Vol.25, No.12, pp.1435-1444, 1992.
- [2] R. Brunelli and T. Poggio, "Face Recognition: Features versus Template," IEEE Trans. PAMI., Vol. 15, pp.9-14, 1998.
- [3] Demas Sanget, Yoichi Mlyake, et al., "Algorithm for Face Extraction Based on Lip Detection," Journal of Imaging Science and Technology, Vol.41, No.1, Jan./Feb., 1997.
- [4] Henry A. Rowley, Shumeet Baluja and Takeo Kanade, "Human Face Detection in Visual Scenes," IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1998.
- [5] Tipping, M. E., Bishop, C. M., "Mixtures of Probabilistic Principal Component Analyzers", Neural Computation, 11, pp. 443-482, 1999.
- [6] B. Mpaghaddam, A. Pentland, "Probabilistic Visual Learning for Object Detection," IEEE ICCV'95, pp.786-793. 1995.
- [7] B. Mpaghaddam, W. Wahid, A. Pentland, "Beyond Eigen Faces : Probabilistic Matching for Face Recognition," IEEE Conf. Automatic Face and Gesture Recognition, pp.30-35. 1998.
- [8] Rein-Lien Hsu, Mohamed Abdel-Mottaied, Anil K.Jain, "Face Detection in Color Image", IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence, Vol.24, No.5, pp.696-706, 2002.
- [9] 장경식, "얼굴의 특성을 반영하는 휴리스틱 평가함수를 이용한 얼굴 특징 검출", 정보처리학회 논문지 제 8-B권 제2호, pp.183-188, 2001.
- [10] 이경희, 변혜란, "얼굴 요소의 영역 추출 및 Snakes를 이용한 윤곽선 추출", 정보과학회 논문지: 소프트웨어 및 응용 제27권 제 7호, pp.731-741, 2000.