

# 흑백 색상 정보 특징을 이용한 얼굴 인식 시스템

이현순<sup>0</sup> 오동수 유관우  
경북대학교 컴퓨터공학과

classic0@naver.com<sup>0</sup>, tentmakerdongsu@hanmail.net, kwryu@knu.ac.kr

## Face Recognition System Using Gray Color Features

Hyun-Soon Lee<sup>0</sup> Dong-Su Oh Kwan-Woo Ryu  
Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University

### 요 약

얼굴 인식은 이미지에 대한 많은 변화(표정, 조명, 얼굴의 방향)로 인해 높은 인식률을 얻기 어렵다. 이 문제를 해결하기 위해, 여러 가지의 얼굴 인식에 관한 방법이 연구되었다. 본 논문은 윤곽선이 검출된 흑백 이미지에서 명암 정보를 이용하여 특징을 추출한 얼굴 인식 시스템을 구현한다. 얼굴 방향에 대해 제약조건을 지닌 정면의 얼굴 이미지에서 소벨 마스크(Sobel Mask)를 이용하여 추출한 윤곽선 이미지를 일정한 크기의 영역들을 구성하여 특징벡터를 생성한다. 생성된 특징벡터를 이용하여 빠른 속도로 얼굴의 특징을 추출하여 개인 정보를 생성할 수 있다. 개인 정보를 가지고 SVM(Support Vector Machine)을 이용하여 일대일 대응에서 인증을 실험한다. 이 시스템은 기하학적 특성 추출 방법보다 계산량이 적고, 높은 인식률을 보여준다.

### 1. 서 론<sup>1)</sup>

사람들의 신체적인 특징들을 개인 정보로 이용하는 기술은 더 이상 영화 속의 이야기가 아니다. 무인감시 시스템 및 보안 시스템 등 여러 분야에 적용이 가능하다. 이 중에서 응용분야가 광범위하고 정보획득이 편리한 것이 바로 얼굴 인식 기술이다. 이러한 얼굴 인식 기술은 인증이 필요한 많은 시스템에 적용될 수 있다. 일정한 조명 하에서 획득된 정면의 얼굴을 인식하는 방법에는 크게 두 가지 전통적인 기술이 있다[1]. 첫 번째는 얼굴 사진으로부터 기하학적인 얼굴의 특징 집합을 추출하여 인식하는 기술이고, 두 번째는 템플릿(template) 비교를 하여 인식하는 기술이다. 위 두 기술을 기반으로 하는 여러 가지 얼굴 인식 기술이 연구되고 있다.

동일한 인물의 얼굴 이미지라도 조명과 얼굴 각도 등의 다양한 외부 요건들로 인해 많은 변화가 나타난다. 변화가 있는 얼굴 이미지에서 정확한 인식을 하는 것은 어렵다[2]. 얼굴 인식은 피부색, 나이, 표정 등의 많은 요인에 의해 계속 변화하기 때문에 안정적인 시스템을 얻기가 어렵다.

특징 정보를 추출하여 이용하는 얼굴 인식 방법에서는 얼굴의 특징을 무엇으로 정의할 것인가가 중요하다[2]. 기존의 특징 추출에서는 눈, 코, 입, 턱 등의 얼굴의 기하학적인 정보를 특징으로 정의하여 얼굴을 인식하는 방법을 이용한 기술들이 많이 발표되었다[3][4][5]. 이러한 기하학적 특징인 거리, 면적, 각도 등의 얼굴 정보가 인식에서 이용된다.

얼굴의 기하학적 특징 정보를 이용한 얼굴 인식은 정확한 결과를 생성하기가 어렵다. 그러므로 인증을 위한 시스템에서는 일반적으로 지문, 망막 등 다른 인식 방법들과 혼합하여 하나의 인증 시스템을 구성한다. 그러나 기하학 특성 추출에 의한 인식 시스템은 상당한 계산량을 필요로 하므로 다른 인증 시스템과 함께 쓰이기 위해서는 더 빠른 인식 속도를 가지는 기술이 필요하다.

본 논문에서는 특징 정보 추출 방법의 얼굴 인식 시스템에서 이용될 효율적인 특징을 정의하고 SVM을 이용하여 얼굴을 인식하는 시스템을 구현하였다. 카메라를 통하여 입력받은 얼굴 이미지에서 한 인물에 대한 특징 정보를 실시간으로 추출한다. 추출한 특징 정보에서 개인 정보를 생성하고, 얼굴을 인식할 수 있는 시스템을 제안한다. 특징점 추출의 효율성으로 일대일 대응 얼굴 인식에서 실시간 인식 및 개인 정보의 생성이 가능하다. 윤곽선이 추출된 얼굴 영상에서 특징을 추출하고 SVM을 이용하여 추출된 특징들을 비교하여 인증한다.

### 2. 시스템 개요

본 시스템에서 얼굴을 인증하기 위한 과정은 크게 두 부분으로 나뉜다. 하나는 얼굴 이미지들로부터 특징들을 추출하여 개인의 정보를 생성하는 과정이다. 그리고 다른 하나는 새로운 영상에서 특징들을 추출하여 기존에 저장되어 있던 개인의 정보와 비교하여 인증하는 과정이다. 이 과정을 통하여 새로운 얼굴 이미지가 들어왔을 때 기존에 있던 개인의 정보와 이미지에서 추출된 정보를 비교하여 인증 결과를 얻을 수 있다.

1) 이 논문은 2002년도 경북대학교 특성화사업팀(KNURT) 연구비에 의하여 연구되었습니다.

그림 1은 시스템 구조 중 하나의 얼굴 이미지들로부터 특징 정보를 추출하는 과정을 나타낸 것이다. 추출된 특징들을 이용하여 개인을 인증 할 수 있는 정보로 사용한다.

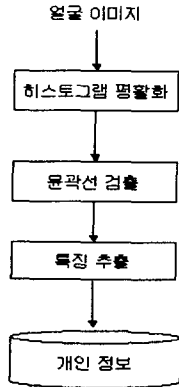


그림 1. 개인 정보 생성 과정

새로운 얼굴 이미지가 들어와서 저장된 개인 정보와 비교하기 위하여 특징을 추출하는 과정도 위와 같은 과정을 가진다. 위와 같은 절차를 거친 새로운 이미지에서의 개인 정보는 SVM을 이용하여 인증하는 과정을 거치게 된다.



그림 2. 샘플 이미지

그림 2는 본 시스템에서 사용한 얼굴 샘플들이다. 생성된 이미지는 배경을 제외한 얼굴만이 추출된 이미지이다. 실험에 사용되는 샘플 이미지들은 256 색상의 64 × 64 흑백 이미지이다. 이미지들은 얼굴의 방향을 정면으로 제한한다.

샘플 이미지의 영상을 향상시키기 위하여 히스토그램 평활화(Histogram Equalization) 과정으로 명암 값의 분포를 균일화한다. 균일화된 명암 값을 지닌 영상은 향상된 이미지를 가진다. 이렇게 얻어진 이미지에 소벨 마스크(Sobel Mask)를 이용하여 윤곽선을 검출한다. 윤곽선이 검출된 이미지에서 8 × 8 마스크의 오버래핑(overlapping)이 있는 영역들을 만들어 각 영역들을 대표하는 특징들을 추출한다. 특징 추출과정 후 SVM의 Polynomial 커널(Kernel)[6][7]을 이용하여 25명에 대한 얼굴 이미지의 인증 결과를 확인한다.

### 3. 특징벡터 추출

기존의 연구에서는 눈, 코, 입, 턱 등의 얼굴 요소를 이용하여 거리, 면적, 각도 등의 기하학적인 특징을 추출하여 얼굴을 인식하는 과정에 이용하였다. 본 논문에서는 기하학적인 특징을 추출하는 방법과 달리, 윤곽선 검출된 이미지를 작은 영역으로 나누어 각 영역에 있는 흑백 색상의 특징을 표현하는 하나의 특징 벡터들을 구성하고, 이를 이용하여 인식하는 방법을 제안한다.

특징 벡터를 추출하기 위해 사용되는 얼굴 이미지는, 정면의 얼굴 이미지를 히스토그램 평활화 과정을 거친 윤곽선 이미지를 사용한다. 윤곽선 검출 이미지는 배경을 제외하고 얼굴의 전체 골격과 눈, 코, 입, 눈썹 등의 얼굴 요소를 표현하고 있다. 전체 이미지를 오버래핑이 있는 영역들로 나누고, 그 영역에 해당하는 특징 벡터를 생성한다.

특징 벡터는 영역 내의 명암 밀도에 의해 구해진다. 추출된 특징 벡터는 얼굴의 골격 구조와 특징을 표현하고 있으므로, 얼굴의 특징을 가지는 개인 정보로 사용이 가능하다.

본 논문에서는 각 얼굴 이미지에 대한 특징 벡터들을 사전에 구축한 후, 얼굴 이미지를 일대일 방식으로 비교하여 얼굴을 인증한다.



그림 3. 윤곽선 검출 이미지

### 4. SVM을 이용한 얼굴 인식

윤곽선 이미지에서 추출된 특징 벡터들은 SVM에서 두 개의 클래스로 구분될 support vector이다. Support vector들은 식 (1)에 의해 두 개의 클래스를 구분하는 hyperplane을 만들 수 있다. 이 hyperplane은 support vector들을 최적으로 구분할 수 있는 분리 기준이다.

$$y_i [(w \cdot x_i) + b] \geq 1 - \xi_i, \quad i=1, \dots, N \quad (1)$$

두 개로 분리되어질 support vector들은  $(x_1, y_1), \dots, (x_N, y_N)$ 이며  $x_i \in R^n$ ,  $y_i \in \{-1, 1\}$ 이다. 그리고  $\xi_i$ 는 양의 실수이다. 두 개의 support vector의 클래스들로 구분은 식 (1)의 제약 조건에서 식 (2)를 최적화(minimize)시킴으로써 가능하다.

$$\frac{1}{2} w \cdot w + C \sum \xi_i \quad (2)$$

본 시스템에서는 SVM의 커널로 식 (3)과 같은 Polynomial 커널을 사용한다.

$$K(x, y) = (1 + x \cdot y)^d \quad (3)$$

식 (3)에서 차수  $d$ 는 4로 실험하였으며, 특징 벡터  $x$ 와  $y$ 는 비교를 위해 쓰일 개인 정보로 가지고 있는 특징 벡터와 인증을 위하여 새롭게 들어온 이미지에서 생성된 특징 벡터이다. 새로운 얼굴의 이미지가 인증을 위하여 생성되면 특징점을 추출하며, 식 (3)과 같은 커널을 이용하여 개인을 인증할 수 있다.

### 5. 실험 및 결과

본 시스템의 실험 환경은 일반 디지털 USB PC 카메라를 이용하였다. 실험에 참가한 인원은 25명이고, 여자 10명의 이미지와 남자 15명의 이미지를 이용한다. 이러한 이미지들은 얼굴을 인식하기 위해서 이미지들을 배경이 제외된 얼굴의 특징만 담을 수 있게 추출된 정면 이미지로 제한한다. 추출된 이미지는  $64 \times 64$ 의 흑백 이미지로 비교적 적은 자원을 사용하여 독립 장비에 효율적으로 사용이 가능하다.

그 결과 본인 영상과 타인 영상의 결과에 대한 일대일 대응 인식에서 90% 이상의 인증 성공률을 보인다. 인식 성공률에서 일대일 대응 인식의 경우 기존의 기하학 특징 추출 인식 방법과 비교하여 손색이 없는 결과를 나타내었다.

### 6. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서 정의한 특징 벡터는 적은 계산량으로 추출이 가능하므로 빠른 속도로 개인 정보 생성이 가능하다. 따라서 개인 정보의 특징 벡터를 추출하여 새로운 정보를 생성하는 것이 용이하다. 이러한 이점으로 얼굴 형태의 변화에 의하여 새로운 정보를 생성하여 저장하기에 편리하여 현재의 이미지와 근접한 특징 정보 생성으로 얼굴 인식 능력을 향상시킬 수 있다.

인식에 쓰인 이미지를 배경을 제외하고 얼굴 전체 특징만을 담고 있는 이미지로 제한함으로써 특징 벡터를 찾는 데 이미지의 전 영역을 사용함으로써 인식 속도를 향상시켰다. 또한 특징 벡터를 기존의 기하학적인 특징이 아닌 일정 영역을 표현할 수 있는 윤곽선 이미지에서 흑백의 색상 정보에서 특징 벡터를 생성함으로써 계산량을 줄였고, 실험 결과에서는 만족할 만한 인증 성공률을 보였다. 조명과 얼굴을 보는 시각점에 대한 제약 조건을 두는 환경의 실험 결과에서는 만족할 만한 인증 성공률을 보인다.

본 시스템은 빠른 인식과 비교적 정확한 성공률을 보인다.

흑백의  $64 \times 64$  이미지를 사용하여 자원의 효율성이 높다. 따라서 일정한 조명이 유지되는 환경에서 다른 인증 방법들과 복합된 보안 시스템에 이용될 수 있다.

그러나, 아직까지 얼굴을 노출하는 것에 대한 거부감을 나타내는 사람들이 많았다. 앞으로 얼굴을 드러내는 것에 대한 거부감을 줄일 수 있는 방안을 모색해야 하고, 좀 더 다양한 얼굴 각도와 표정 변화에서도 인식률이 높은 시스템을 구현해야 할 것이다.

### 참고 문헌

- [1] R. Brunelli and T. Poggio, "Face recognition: Features versus Templates," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 15(10), pp. 1042-1052, 1993.
- [2] G. Guodong, S. Li, and C. Kapluk. "Face Recognition by Support Vector Machines," In Proc. IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pages 196-201, 2000.
- [3] A. Samal and P. A. Iyenger. "Automatic recognition and analysis of human faces and facial expressions: A survey," Pattern Recognition, 25:65-77, 1992.
- [4] D. Valentin, H. Abdi., A. J. O'Toole, and G. W. Cottrell. "Connectionist models of face processing: A survey," Pattern Recognition, 27:1209-1230, 1994.
- [5] R. Chellappa, C. L. Wilson, and S. Sirohey. "Human and machine recognition of faces: A survey," Proc. IEEE, 83:705-741, May 1995.
- [6] Osuna, EE, Freund, R, Girosi, F "Support Vector Machines: Training and Applications," MIT AI Memo No. 1602, March 1997.
- [7] Stefan Ruping. "mySVM-Manual," Universitat Dortmund, Lehrstuhl Informatik VIII, 2000, <http://www-ai.cs.uni-dortmund.de/SOFTWARE/MYSVM/>.