

## 스마트폰을 이용한 얼굴인식 출입관리 시스템

권기현<sup>o</sup>, 이근우<sup>\*</sup>

<sup>o\*</sup>강원대학교 전자정보통신공학부

e-mail: kweon@kangwon.ac.kr

# Gate Management System by Face Recognition using Smart Phone

Ki-Hyeon Kwon<sup>o</sup>, Gun-Woo Lee<sup>\*</sup>

<sup>o\*</sup>Dept. of Information & Communication Eng., Kangwon National University

### ● 요약 ●

본 논문에서는 스마트폰 얼굴인식을 통해 출입을 관리하는 시스템을 설계하고 구현한다. 이를 위해 스마트폰에서 얼굴인식을 위한 사용가능한 다양한 알고리즘을 조사하였다. 얼굴 인식의 첫 단계는 얼굴검출이며 다음 단계는 얼굴인식이다. 얼굴 검출을 위해서는 컬러 세그멘테이션, 템플릿매칭 등의 알고리즘을 적용하였으며, 얼굴 인식을 위해서는 PCA(Principal Component Analysis)에 기반을 둔 Eigenface와 LDA(Linear Discriminant Analysis)에 기반을 둔 Fisherface를 비교하여 구현하고 적용하였다. 스마트 폰의 제한된 하드웨어에서 얼굴인식 시스템을 구현하는 관계로 알고리즘의 정확도와 알고리즘의 계산 복잡도 사이에서 적절한 조절이 필요하였다.

키워드: 얼굴인식(face detection), 얼굴검출(face recognition), 출입관리(gate management)

## I. 서론

본 연구의 목표는 안드로이드 폰과 지정된 서버 간에 얼굴인식을 통해 출입관리 시스템을 구현하는 것으로, 출입문에는 카메라 등의 영상 인식장치가 없이 스마트폰의 카메라와 무선으로 연결된 지정 서버모듈, 서버모듈과 블루투스로 연결 된 출입문 사이의 연동을 통해 출입관리를 하는 것이다.

얼굴 인식은 지난 10년간 매우 활발한 연구 분야중의 하나이다. 다양한 기술이 얼굴 검출과 인식을 위해 연구되어왔으며, 주로 컬러 세그멘테이션(color segmentation), 형태학상 처리(morphological processing) 그리고 템플릿 매칭 알고리즘(template matching algorithm)을 사용하여 얼굴검출을 수행하였다. 본 연구에서는 얼굴 인식 기법으로 널리 사용되는 두 기법이 Eigenface와 Fisherface 알고리즘[1-2]를 사용하여 인식을 수행한다.

스마트 폰의 제한된 하드웨어에서 얼굴인식 시스템을 구현하는 관계로 알고리즘의 정확도와 알고리즘의 계산 복잡도 사이에서 적절한 조절이 필요하다.

## II. 시스템 구성

구현한 출입관리 시스템의 구성은 세 부분으로 나뉘는데, 먼저 얼굴검출 단계에서는 스마트폰에서 컬러 세그멘테이션(color segmentation), 형태학상 처리(morphological processing) 그리고

템플릿 매칭 알고리즘(template matching algorithm)을 적용하고, 서버모듈에서는 얼굴 인식을 위해 PCA(Principal Component Analysis)기반 Eigenface, LDA(Linear Discriminant Analysis)기반 Fisherface 얼굴 인식 알고리즘을 사용하며, 도어 개폐를 위해 블루투스를 사용하여 출입문 개폐를 수행한다. 모든 알고리즘은 Matlab에서 구현한 다음 스마트 폰 및 서버 모듈로 이식하여 사용한다.

## III. 얼굴인식

앞의 단계에 의해 얼굴 부분이 검출된 다음, 훈련세트와 인식 작업이 이루어진다. 얼굴 인식 기법으로 널리 사용되는 두 기법인 Eigenface 와 Fisherface 알고리즘[1-2]에 대한 간단히 소개하면 다음과 같다.

### 3.1 Eigenface 알고리즘

Eigenface 방법은 차원감축기법을 사용하며, PCA(Principal Component Analysis)로 알려져 있다. 이들 방법은 모든 투영 이미지의 산포도를 최대화하는 선형 프로젝션을 줄여 차원을 감축한다.

N이미지 훈련 집합  $I_i(i = 1, 2, \dots, N)$ 가 주어진 경우, 각 크기는  $m \times n$ 이고, 이 집합을 큰 매트릭스로 변환한다.

$$A = [\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n]$$

여기에서  $\Phi_i$ 는 컬럼벡터이고 이미지 하나를 의미하며

$$\begin{aligned} \Phi_i &= \phi_i - \mu \\ \phi_i &= \text{reshape}(\Gamma'_i, [mn, 1]) \\ \mu &= \text{mean}(\phi_i) \\ & \quad i \end{aligned}$$

전체 이미지 산포 행렬(scatter matrix)은 다음과 같이 정의된다.

$$S_T = AA^T$$

선형 변환  $W$ 로 이미지 공간을  $p$ -차원 특징공간으로 매핑을 고려하면,  $p \leq N \ll nm$ 이다. PCA는 투영 이미지의 전체 산포 행렬의 판별식(determinant)을 최대화하도록  $W_{opt}$ 을 선택하는 문제이다.

$$W_{opt} = \text{argmax} |W^T S_T W| = [w_1 w_2 \dots w_p]$$

$w_i$ 는  $p$ -largest 고유값(eigenvalues)에 대한  $S_T$ 의 고유벡터이다. 이들 각각은 고유얼굴(eigenface)을 구성하게 된다. 특징 공간의 차원은  $p$ 로 줄어들게 된다. 훈련 집합 이미지와 테스트 이미지의 가중치가 구해지고 훈련세트 이미지와 비교하여 유클리디언 거리가 가장 가까운 것이 인식된다.

### 3.2 Fisherface 알고리즘

Eigenface 방법은 전체 훈련 집합에서 산포도를 최대화하므로, 같은 클래스에 속한 점들이 투영된 공간으로 클러스터링이 잘되지 않거나 서로 서로 간섭될 수도 있다. 빛에 따른 편차(variation)가 클러스터간의 편차보다 한 클러스터내의 클래스 간의 편차를 더 크게 만들기도 한다. 이 문제를 극복하는 방법은 이런 편차를 줄이는 것이며, Fisherface 알고리즘이 이에 해당한다. 이 알고리즘은 클래스 내부의 산포도를 최소화하고 클러스터와 클러스터 사이를 최대화하도록 고안되었다. Between-class scatter matrix를  $S_B$ , within-class scatter를  $S_W$ 라고 하면 최적 투영 공간은 다음 방법으로 구해진다.

$$W_{opt} = \frac{\text{argmax} |W^T S_B W|}{\text{argmax} |W^T S_W W|} = [w_1 w_2 \dots w_p]$$

$S_W$ 의 rank(계수)는 커 봐야  $N-c$ 이다. 여기에서  $c$ 는 훈련 집합 클래스의 수(파일 수)이고, PCA를 사용하여 차원을 줄이는 첫 단계에서 사용된다. 여기에는 많아봐야  $c-1$ 개의 고유벡터가 있으므로, 최대  $c-1$ 개의 Fisherface가 있게 된다.

## VI. 결 론

얼굴 검출을 위해 color segmentation과 template matching을 얼굴인식을 위해 Eigenface와 Fisherface 알고리즘을 사용하였으며 얼굴인식 알고리즘을 안드로이드에서 구현하여 표준 얼굴 검출 기능과 연동하였고 전체 얼굴 인식 시스템을 완성하였다.

## 참고문헌

- [1] Peter N. Belhumeur, Joao P. Hespanha, and David J. Kriegman, "Eigenfaces vs. Fisherfaces: Recognition using class specific linear projection," IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, Vol. 19, No. 7, 1997.
- [2] Thomas Heseltine, Nick Pears, Jim Austin, Zezhi Chen, "Face Recognition: a comparison of appearance-based approaches," Proc. VIIth Digital image computing: Techniques and applications, 10-12, 2003.
- [3] V Vezhnevets, V Sazonov, A Andreeva, "A survey on pixel-based skin color detection techniques," Proc. Graphicon, 2003 - Citeseer.