

# 전역적 특징 인식 및 지역적 특징 인식의 결합을 이용한 효과적인 지명수배자 얼굴인식

여동현\*, 김현정\*\*, 원일용\*

\*서울호서전문학교 사이버해킹보안과

\*\*건국대학교 컴퓨터공학과

e-mail : prorion@naver.com, nygirl@konkuk.ac.kr, clccc@shoseo.ac.kr

## Effective Criminals Face Recognition Integrating Holistic and Local methods

Dong-Hyun Yeo\*, Hyun-Jung Kim\*\*, Il-Yong Won\*

\*Cyber Hacking Security, Seoul Hoseo Technical College

\*\*Dept of Computer Science and Engineering, Konkuk University

### 요 약

본 논문에서 제안된 모델은 기존의 얼굴 인식 및 지명수배자 얼굴 인식 시스템보다 효과적인 인식을 향상시키기 위해 전역적 특징을 사용하는 PCA(Principal Component Analysis) 알고리즘과 지역적 특징을 사용하는 2D-HMM(Hidden Markov Model) 알고리즘을 결합한 지명수배자 얼굴인식 시스템이다. 입력된 영상을 전역적 얼굴인식 알고리즘을 통해 얼굴 탐지 및 인식을 수행하고, 탐지 및 인식에 실패한 영상은 지역적 얼굴인식 알고리즘을 통해 2차 인식 과정을 수행한다. 실험과 분석을 통해 제안된 방법을 효율성을 증명하였다.

### 1. 서론

얼굴 인식은 홍채, 지문, 정맥 등 다른 인식 시스템 기술에 비해 거부감이 적고, CCTV, 카메라 등 간단한 디지털 영상기기 외에 특별한 장비가 필요 없으며, 인증 방법이 간단해 언제 어디서나 인식이 가능해 지명수배자 검거에 사용되기에 적합하다[1].

기존 연구들은 얼굴인식 분야의 일반적 알고리즘들을 사용하는데, 전역적 특징을 사용하는 PCA, LDA, ICA 등의 기법들이 동원되었으며, DLP, HMM 등의 지역적 특징을 통해 인식하는 기법도 사용되었다[2]. 그러나 이러한 방법들은 각각 장점과 단점을 가지고 있어 어느 한 가지 방법만으로 얼굴인식 영역에 적용할 경우 그 성능에 한계가 있다. 특히 얼굴인식 분야는 전처리 방법에 따라 동일한 인식 알고리즘을 사용한다고 해도 그 성능의 차이가 크기 때문에 전처리와 인식 알고리즘의 조화가 무엇보다도 중요하다.

지명수배자 인식 시스템의 경우 초기에 확보할 수 있는 후보자 영상의 질이 차이가 큰 경우가 대부분이다. 따라서 다양한 전처리가 필요하며 영상의 질의 차이를 고려하여 인식할 수 있는 방법의 연구가 필요하다[3].

본 연구에서 우리는 지명수배자 얼굴 인식 시스템을 제안하였다. 특히 초기 다양한 영상의 질의 차이에도 안정적 성능을 낼 수 있도록 전역적 특징을 사용하는 얼굴 인식 알고리즘과 지역적 특징을 사용하는 얼굴인식 알고리즘을 유기적으로 결합하는 방법을 제안하고 실험을 통해 그 성능을 분석하였다.

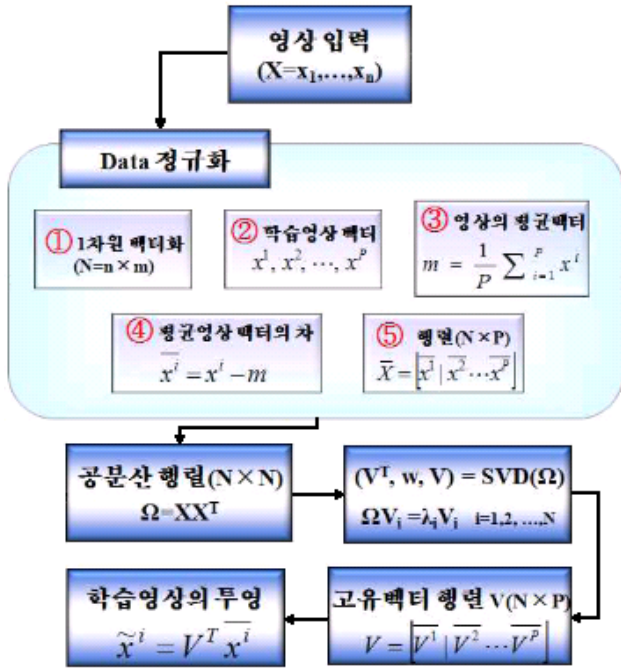
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구를 언급하였다. 3장에서는 혼합형 지명수배자 얼굴 인식 시스템을 제안하였다. 4장에서는 제안된 시스템의 성능 및 특성 분석을 위해 실험과 그 결과를 언급하였다. 끝으로 5장에서는 결론과 향후 연구 과제를 제시하였다.

### 2. 관련 연구

#### 2.1 주성분분석(Principal Component Analysis)

PCA는 얼굴 영상을 재구성하고 인식하는데 사용할 수 있는 고유벡터의 집합으로서, 영상 집합에 대해 통계적으로 매우 중요한 정보들을 추출할 수 있다. 이 고유벡터 집합을 얼굴에 적용할 때 보통 고유 얼굴이라 부른다. 인식하고자 하는 얼굴영상들의 공분산 행렬의 고유벡터를 계산하고, 새롭게 입력된 얼굴을 고유공간으로 사영시켜 그 성분을 비교함으

로써 인식을 수행한다. 1980년대 말에 Sirovich와 Kirby는 사람 얼굴들을 효과적으로 표현하기 위해서 PCA를 사용하는 기법을 개발하였고, 1991년 Turk와 Pentland가 얼굴인식을 위하여 이 기법을 발전시켰다. (그림 1)은 PCA의 구성을 나타낸다[4].



(그림 1) 주성분 분석 블록도

### 2.2 은닉 마르코프 모델(Hidden Markov Model)

HMM은 시공간적으로 변이를 가진 사건을 모델링 하는데 널리 사용되고 있으며, 일반적으로 음성 인식 분야에서 많이 쓰이나 90년대 들어서 영상 분야에서도 많이 쓰이는 인식기로 알려져 있다[5]. 이 기법은 시공간적인 정보를 자연스럽게 모델링 할 수 있고 학습과 인식을 위한 효과적이고 우수한 알고리즘을 가지고 있기 때문에 여러 분야에서 응용되고 있다[6].

HMM 알고리즘은 영상의 전체적인 분위기를 확률 값으로 계산해 인식을 하며 이 때 확률 계산은 Viterbi 알고리즘을 통해 수행된다.

Viterbi 알고리즘은 “초기 상태와 초기 결정이 어떻게 간에 남아있는 결정들은 첫 번째 결정으로부터 나온 상태에 대해 최적이어야 한다”는 최적의 원리(Principle of Optimality)에 근거를 두고 있다.

각 개인 얼굴 이미지에 대한 정보는 HMM으로 표현하며 학습을 위해 같은 얼굴에 대한 여러 인스턴스들의 집합을 사용한다. 각 이미지 블록의 2D-DCT 계수들로부터 추출한 관측벡터는 모델들을

학습하기 위해 사용한다.

이와 같은 학습 과정을 통해 사전에 얼굴 DB가 구성이 되고 새로운 알려지지 않은 얼굴 이미지가 입력이 되면 HMM을 통해 관측벡터를 추출하여 얼굴 DB중 가장 유사한 모델을 선택한다[7].

### 2.3 AdaBoost - Face Detection

최근 기계학습 분야에서 커널머신을 이용한 대표적인 분류기로 AdaBoost가 주목받고 있으며 다양한 패턴인식 문제에 적용되고 있다. 부스팅(Boosting)은 구별 기능이 약한 여러 개의 검출기(Classifier)를 조합하여 강인한 검출기를 만드는 학습 방법이다. 많은 검출기들 중에서 찾고자 하는 대상과 적합한 패턴을 정해진 개수만큼 찾아내고 이들 사이에서 선형적인 관계를 찾는 학습 방법이다. 선형적인 관계는 찾아진 검출기들에 대한 각각의 계수(Coefficients)를 찾아내고, 이들을 선형적으로 융합하는 것을 의미한다.

$$F_{strong}(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } \sum_{t=1}^r \alpha F_t(x) > \lambda_i \\ -1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

T는 사용자가 실험을 통하여 적당한 값을 선정, 몇 개의 패턴으로 원하는 물체를 표현할 지를 나타낸다.  $F_{strong}$ 은 찾아진 검출기  $F_i$ 와 계수  $\alpha$ 에 대한 선형 조합의 형태를 갖는다. 여기서  $F_{strong}$ 이 -1이면 틀린 경우, 1이면 맞는 경우를 의미한다.  $x$ 는 일정한 크기를 가지는 임의의 입력 벡터이다[8].

### 3. 전역적 및 지역적 특징을 이용한 지명수배자 얼굴 인식

제안한 시스템은 먼저 입력된 이미지에서 얼굴영역을 추출한다. 추출된 이미지로 전역적 얼굴인식 알고리즘과 지역적 얼굴인식 알고리즘으로 각각 학습한다. 각 알고리즘으로 학습하기 전 입력된 이미지는 Gray-Scale 영상으로 변환되는 간단한 전처리 과정을 거친다.

학습 과정이 끝나면 지역적 얼굴인식 알고리즘과 전역적 얼굴인식 알고리즘의 결합을 통해 인식을 하게 된다.

입력 영상을 전역적 알고리즘으로 먼저 판단을 한 후 임계값 내의 거리를 가지고 있는 데이터베이스가 존재하지 않는다면 지역적 알고리즘으로 2차 인식을 수행한다.

```

Learning
for each training image
do
    Preprocessing
    Set the face area
    pca(image), hmm(image)
    save image patterns
end
Recognition : Algorithm1
for each test_image
do
    Preprocessing
    Set the face area
    pca(test_image)
    if distance <= α
        prediction
    else
        hmm(test_image)
        if distance <= β
            prediction
        else
            prediction nodata
        end if
    end if
end
    
```

(그림 2) 제안 알고리즘

4. 실험 결과 및 분석

실제로 지명수배자의 데이터는 얼굴의 각도나 영상의 명암이 특정 조건으로 한정되어 있으며 한 장씩의 사진밖에 얻을 수 없기 때문에 다양한 조건에서 학습을 하기엔 제약이 있다. 따라서 본 논문에서는 보다 정확한 알고리즘 성능 테스트를 위해 10명의 피실험자를 선정하여 수집한 각각 4가지의 약간의 명암과 표정의 변화가 적용된 영상 데이터를 사용했다.



(그림 3) 다양한 조명 환경에서의 데이터

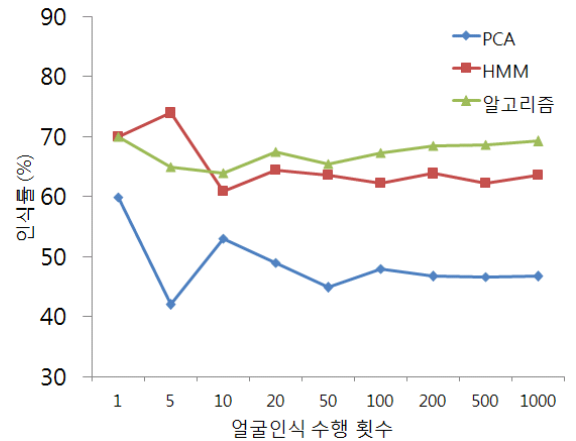
실험에 사용되는 전역적인 알고리즘으로는 PCA를, 지역적인 알고리즘으로는 2D-HMM을 사용했다.

각 사람당 임의로 1장씩의 사진을 선택해 데이터베이스에 저장한다. 그리고 선택된 영상을 10명의 각각 다른 임의의 입력 영상들과 비교하여 결과를

출력한다. 이 때 인식은 1명씩 차례대로 수행되며 10명을 모두 수행하게 되면 인식률을 출력하고 종료한다. 인식률 계산식은 다음과 같다.

$$\text{인식률} = \frac{\text{Success}}{\text{Success} + \text{Failed}} \times 100$$

위의 식을 바탕으로 PCA와 2D-HMM을 각각 단독으로 이용한 방법, PCA로 인식 후 2D-HMM으로 인식하는 방법 등 총 3가지 방법으로 실험하였다. 또한 알고리즘의 일관성을 관찰하기 위해 1회부터 1000회까지 다양한 횟수를 적용해 실험하였으며 결과를 (그림 4)와 <표 1>로 나타냈다.



(그림 4) 실험 결과

<표 1> 실험 결과      단위 : %

횟수 \ 알고리즘	PCA	2D-HMM	제안알고리즘
1	60	70	70
5	42	74	65
10	53	61	64
20	49	64.5	67.5
50	44.89	63.6	65.5
100	47.97	62.3	67.4
200	46.73	63.9	68.5
500	46.65	62.3	68.7
1000	46.72	63.6	69.3
평균	48.55	65.02	67.32

PCA만을 이용한 얼굴 인식의 경우 인식 실패율이 51.45%였다. 이러한 실패의 원인을 분석해보니 대부분의 원인은 입력 영상과 데이터베이스의 명암 차이이거나 얼굴의 각도 문제였다. 2D-HMM만을 이용하여 얼굴 인식을 수행했을 때는 PCA보다 높은 인식률을 보였으며 PCA에 비해 명암과 얼굴의

위치 변화에 강한 면을 보였다. 하지만 2D-HMM은 인식 시 선택되는 지역적 특징에 따라 성능의 차이가 크기 때문에 2D-HMM에서 인식 되지 않은 데이터가 PCA에서는 인식이 되는 경우도 있었다. 이를 통해 PCA와 2D-HMM이 얼굴 인식 시 다른 특징을 찾아 비교하는 것을 확인할 수 있었다.

혼합 기법을 이용한 얼굴 인식 결과는 단일 기법의 결과보다 높은 인식률을 보였다. 이로써 결합된 얼굴 인식을 수행할 때 전역적인 얼굴인식 기법의 부족한 부분을 지역적인 얼굴인식 기법이 어느 정도 보완할 수 있다는 점을 예측할 수 있었다.

## 5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서 우리는 PCA와 2D-HMM의 결합을 이용한 지명수배자 얼굴 인식 시스템을 제안하였다. 전처리 과정보다는 인식 알고리즘의 결합에 중점을 두고 연구를 진행하였다. 지역적인 방법과 전역적인 방법의 대표적인 얼굴인식 알고리즘을 결합함으로써 조금 더 향상된 인식률을 얻을 수 있었다.

향후 우리는 앞선 연구 [3]에서 제안되었던 전처리 방법을 본 연구와 결합함으로써 성능을 향상시킬 수 있을 것으로 기대하며, PCA, 2D-HMM 이외의 알고리즘도 연구할 계획이다.

## 참고문헌

- [1] 조현중 외 1명, “PCA와 Gabor Wavelet을 이용한 조명변화에 강인한 혼합형 얼굴인식 시스템”, 세종대학교 대학원 컴퓨터공학과(2009. 12)
- [2] 전남대학교 산업공학과 지능정보시스템, [http://iis.jnu.ac.kr/bbs/zboard.php?id=iis\\_free&page=2&sn1=&divpage=1&sn=off&ss=on&sc=on&select\\_arange=headnum&desc=asc&no=105](http://iis.jnu.ac.kr/bbs/zboard.php?id=iis_free&page=2&sn1=&divpage=1&sn=off&ss=on&sc=on&select_arange=headnum&desc=asc&no=105)
- [3] 김민선 외 2명, “범죄자 얼굴 인식 시스템에 관한 연구”, 제 34회 한국정보처리학회 추계학술대회 논문집 제 17권 2호(2010. 11)
- [4] 조현중 “PCA와 Gabor Wavelet을 이용한 조명변화에 강인한 혼합형 얼굴인식 시스템” 세종대학교 대학원 컴퓨터공학과(2009. 12)
- [5] 이주영 외 1명, “Ellipse fitting을 이용한 얼굴 검출 및 HMM 얼굴 인식”, 2003년 한국멀티미디어 학회 추계학술발표대회논문집
- [6] 이영주 외 5명, “영상 처리에 기반한 신체 모니터링 시스템 구현에 관한 연구”, HCI 2004 Proceedings I -1, pp.99-104, 2004. 2

[7] A. V. Nefian, “Face Recognition Using An Embedded HMM”, IEEE Conference, pp.19-24, 1999.

[8] 신형섭 외 2명, “템플릿 매칭기반 음란 이미지 탐지”, 제 34회 한국정보처리학회 추계학술대회 논문집 제 17권 2호(2010. 11)