

# 불완전한 얼굴 영상에서 부분적 요소를 이용한 얼굴인식

김청빈\*, 김기준\*, 김현정\*\*, 원일용\*  
 \*서울호서전문학교 사이버해킹보안과  
 \*\*건국대학교 컴퓨터공학과

e-mail:kyaforever1@naver.com, kozx1212@gmail.com, nygirl@konkuk.ac.kr,  
 clccc@shoseo.ac.kr

## Face recognition using the partial component in incomplete face image

Chung-Bin Kim\*, Gi-Joon Kim\*, Hyun-Jung Kim\*\*, Il-Yong Won\*  
 \*Cyber Hacking Security, Seoul Hoseo Technical College  
 \*\*Dept of Computer Science and Engineering, Konkuk University

### 요 약

본 논문은 영상에서 불완전한 얼굴을 인식하는 방법으로 얼굴의 각 객체를 검출하여 특징을 비교하는 방법을 제안한다. 부분적 요소 즉, 얼굴의 눈, 코, 입을 각각 PCA(Principal component analysis)와 LDA(Linear discriminant analysis)를 이용해 특징을 추출한 등록된 데이터베이스와 비교하여 신원을 확인한다. 본 논문에서 제안하는 방법의 성능을 검증하기 위해 실험으로 증명하였으며, 기존에 제안된 방법들보다 현저히 높은 인식률을 보였다.

### 1. 서론

얼굴인식은 출입통제, 신원확인 등 다양한 분야에서 사용되고 있다. 생체정보를 확인할 수 있는 영상을 비접촉 방식으로 획득할 수 있어 사용자들에게 편의를 제공하는 기술 중 하나이다[1]. 그러나 기존의 얼굴인식은 얼굴을 구성하는 눈, 코, 입의 상대 위치나 형상, 크기 등을 고려해 미세한 차이로 이용자들의 얼굴 차이를 변별하지만, 조명 및 표정 변화에 민감해 변장, 수염의 변화, 안경이나, 모자 착용, 성형에 따른 얼굴형 변화 등 다양한 요인에 따른 인증 성능 저하가 문제되고[8], 이러한 문제점에 해결하기 위해 꾸준히 연구가 진행되고 있다[9,10].

따라서 본 논문에서는 수집된 영상의 조명이나 화질 등에 의해 영상에서 불완전한 객체를 구별하고 그에 따른 얼굴 인식률을 높이는 방법을 제안한다. 이를 위해 Haar-like Feature 기법과 Adaboost 알고리즘을 이용하여 부분적 요소를 검출하고, PCA[2]와 LDA[3]를 이용하여 특징을 찾아 불완전한 영상에서의 얼굴 신원을 판단하는 방법은 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 관련 연구에 대해 설명하고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 불완전한 얼굴 영상에서 부분적 요소를 이용한 얼굴인식에 대해 설명한다. 4장에서는 실험에 대한 분석 및 결과 분석을 하고, 마지막 5장에서는 결론 및 향후 과제에 대해 언급한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 Haar-like Feature와 Adaboost 알고리즘

Haar-like Feature[4]는 객체의 공통적인 특징을 기술하기 위해 haar-wavelet을 사용하는데, 이를 확장시킨 Viola and Jones의 논문[11]에서 제안한 기법이다. Haar-like feature는 적분영상을 사용하면 그 크기와 상관없이 일정한 연산량으로 계산할 수 있다. 적분영상은 각 픽셀이 영상의 원점으로부터 해당 픽셀위치까지의 사각형 영역의 모든 픽셀들의 합을 갖는 영상이다.

$$Integral\ image(x, y) = \sum_y \sum_x original\ image(x', y') \tag{1}$$

Adaboost[5]는 Y. Freund와 R. Shapire에 의해 제안된 알고리즘으로 약한 분류기를 합하여 성능이 우수한 강한 분류기로 구성하는 알고리즘이다. 이는 Haar-like와 함께 얼굴인식을 위해 가장 널리 사용되는 알고리즘이다.

본 논문에서 제안한 방식인 부분적 요소와 관련된 검출하기 위해 haar-like feature와 Adaboost를 사용한다.



(Fig 1) Haar-like Feature

## 2.2 PCA와 LDA 알고리즘

PCA[6]는 평균과 분산의 통계적 성질을 이용한 2차 통계적 기법이다. 이는 통계적 방법을 얼굴 인식분야에 응용한 것으로, 많은 얼굴 이미지에 대한 가장 주요하게 나타나는 공통적인 특성을 분석하여, 이를 각 얼굴을 나타내는 특징값으로 정의하는 방식이다.

반면, LDA[7]는 한 사람의 얼굴에 대하여 존재하는 변화에 대한 정보와 다른 사람과의 얼굴에 대하여 존재하는 변화에 대한 정보를 이용하여 각각의 사람들이 자신의 정보를 잘 나타낼 수 있는 판별식을 만드는 방식이다. 즉, 각각의 패턴이 가장 잘 구별될 수 있는 분할 면을 생성하고 이러한 분할 면으로 투영된 특징값으로 패턴을 판단한다. Training set의 크기가 작을 경우 PCA가 LDA보다 우수하며[6], 반면에 영상의 조명 변화가 큰 경우 LDA가 PCA보다 우수하다[7].

```

detectCount : detected count
find : detected thing among corresponding count

function judgement(image)
  if detectCount ≥ 2 then
    find compareFace()
    if find ≥ 2
      then print "face"
    else
      then print "not face"
    end if
  end if
end function
    
```

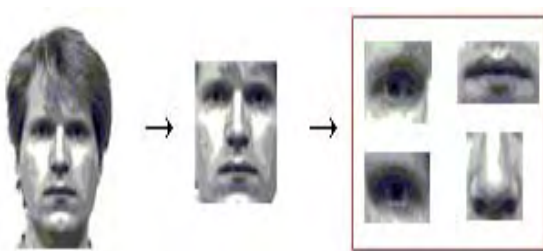
(Fig 3) Process of face judgement

## 3. 불완전한 얼굴 영상에서 부분적 요소를 이용한 얼굴 인식

본 논문에서는 얼굴영상의 부분적 요소를 이용하여 불완전한 영상에서 얼굴의 식별이 가능한지 확인한다. 또한 부분적 요소를 이용한 방법과 기존의 PCA와 LDA를 본 이미지에 그대로 이용한 방법을 비교하였다. 여기서, 부분적 요소란 얼굴의 각 객체(눈, 코, 입)를 의미한다.

### 3.1 얼굴의 부분적 요소 생성

Haar-like Feature와 Adaboost를 이용하여 부분적 요소를 검출한 후 각각의 영상에 PCA와 LDA알고리즘을 적용하여 특징을 찾고 데이터화한다.



(Fig 2) partial component of face

### 3.2 얼굴 인식

영상이 입력되면 부분적 요소를 검출한다. 이때 부분적 요소가 몇 개 검출되었는지 확인한다. 검출된 객체만 PCA와 LDA알고리즘을 적용하여 얼굴데이터베이스의 학습데이터와 비교하고 신원을 판단 및 확인한다.

## 4. 실험 및 분석 결과

실험을 위해 Yale 얼굴 데이터베이스에서 15명의 서로 다른 얼굴 11장으로 모두 165장으로 구성한다. 그러나 본 논문은 불완전한 영상을 이용한 얼굴인식에 대한 실험이 필요하여 Yale 얼굴 데이터베이스 중 일부를 불완전한 영상으로 임의로 제작했다.

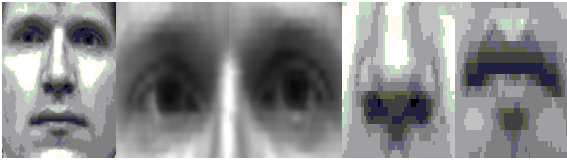


(Fig. 4) Sample Class-1 of Yale face Database

이렇게 준비한 데이터베이스들을 각각 PCA를 이용한 얼굴인식 방법, LDA를 이용한 얼굴인식 방법, 그리고 부분적 요소를 이용한 얼굴인식 방법을 차례로 진행하여 그 결과를 비교한다.

각 클래스별로 학습영상 8장과 불완전한 영상 제작을 위한 3장으로 나누어 실험한다. 우선 클래스별 8장의 영상을 각각 PCA, LDA 알고리즘을 통해 학습데이터를 생성한다. 부분적 요소는 Haar-like Feature 방법을 이용해 왼쪽 눈, 오른쪽 눈, 코, 입 각각의 객체를 검출한 후 PCA와 LDA 알고리즘을 사용하여 학습데이터를 생성한다.

불완전한 영상 제작은 각 클래스 나머지 3장의 영상을 Haar-like Feature를 이용하여 부분적 요소의 임의의 객체 1~4개를 검출한 후 픽셀값을 조정하여 검출이 불가능하도록 제작한다.



(Fig 5) Creation of the part of the face

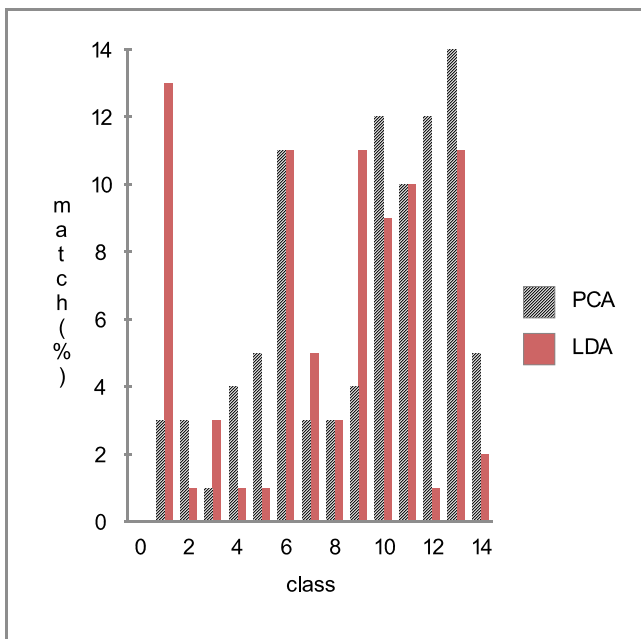
(Fig 5)와 같이 Haar-like Feature 방법을 이용하여 전체얼굴영역을 검출한 후 각 객체를 검출하여 부분적 요소별 영상을 생성한다. 그 다음, 각각 PCA와 LDA 알고리즘을 적용하여 학습 및 특징값을 데이터로 저장한다.

불완전한 영상의 제작도 Haar-like Feature 방법을 이용하여 전체얼굴영역을 검출한다. 검출한 이후에 랜덤하게 1~4의 객체를 선택하여 픽셀값을 변경하고, 해당 영상 중에서 일부분의 객체는 검출이 불가능하도록 한다.



(Fig 6) Creation of Incomplete image

(Fig 6)와 같이 불완전한 영상을 제작하고 검출이 가능한 객체만 얼굴데이터베이스의 학습데이터와 유사도를 평가한다. 우선 불완전한 영상을 PCA와 LDA 알고리즘을 각각 적용하여 테스트한다.



(Fig 7) Result of Original Face Image

(Fig 7)은 원본 이미지를 학습시킨 후에 불완전한 영상을 입력하였을 때 나온 각 알고리즘의 평균 결과이다.

$$Average = \frac{match\ class}{total\ class} \times 100 \quad (2)$$

(Fig 7)의 그래프를 분석해 보면, PCA는 평균적으로 30%의 인식률이 나왔고, LDA는 평균적으로 15%의 낮은 인식률이 나타났다.

본 논문에서 제안하는 방법은 부분적 요소를 이용한 방법이다. 따라서 불완전한 영상이 입력되었을 때 불완전한 영상이 얼굴임을 파악하는 규칙이 필요하다. 얼굴임을 파악하는 규칙은 왼쪽 눈, 오른쪽 눈, 코 그리고 입 각각의 객체 중에서 객체가 2개 이상일 경우에 얼굴이고, 그렇지 않으면 얼굴이 아니라고 정의한다.

부분적 요소를 검출한 후 미리 저장한 학습데이터와 비교하여 2개 이상의 객체가 같을 때에는 성공으로, 나머지는 실패로 경우를 나누었다. 즉, 검출된 객체가 2개 미만일 경우는 실패로 판단했다. 실험 결과는 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Result of Partial Face Component  
(1 : correspond, -1 : inconsistency)

Class	PCA	C-PCA	LDA	C-LDA
0	0	0	1	0
		9		4
		0		2
		0		1
1	11	1	1	1
		1		2
		1		1
		6		1
2	1	2	13	5
		2		2
		3		3
		2		2
⋮				
13	2	3	1	6
		13		14
		13		3
		2		8
14	0	5	-1	2
		2		12
		14		9
		10		14
Rate	23.6	84.6154	13.3	76.9231

불완전한 영상을 입력하였을 때 부분적 요소를 이용한 방법 중 PCA의 경우 84%, LDA 경우 76%로 인식률이 (Fig 7)의 경우보다 높았다. PCA와 LDA를 사용했을 경우 얼굴전체의 차원을 축소하거나 분리하여 분석한다. 이 경우 영상이 불완전할 때 전체의 데이터분포가 달라진다.

본 논문에서 제안한 방법을 이용하여 실험을 할 경우 훼손된 부분의 요소만 분포가 달라지고 그 외의 요소들은

원본과 데이터분포가 유사했다.

## 5. 결론

본 논문에선 부분적 요소라는 방법을 제안하고 적용하여 불완전한 영상에서 사람의 신원 확인이 힘들다는 문제를 해결하려 했다. 부분적 요소는 Haar-like Feature를 이용하여 생성하였고, PCA와 LDA를 이용하여 학습시킨 데이터와 불완전한 영상을 비교하여 신원을 확인했다. 실험을 통해 부분적 요소를 이용했을 경우가 부분적 요소를 이용하지 않은 경우보다 인식률이 현저히 높았다. 부분적 요소를 이용한 인식의 경우 4개의 객체 중 3개의 객체만 검출되어도 인식률이 75%이상인 것으로 나타났다. 하지만 3개 이하의 객체가 검출될 경우에는 인식률이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 본 논문에서는 컬러 영상이 아닌 정지된 흑백 영상을 가지고 했다. 더 나아가 향후 과제로는 컬러 영상 및 실시간으로 움직이는 영상에서 부분적 요소를 적용하는 얼굴 인식도 연구를 해야 한다.

## 참고문헌

- [1] N. B. Kachare and V. S. Inamdar, "Survey of face recognition techniques," International Journal of Computer Applications, Vol. 1, no. 1, pp. 29-33, 2010
- [2] M.Turk and A.Pentland: "Eigenfaces for face recognition", J. Cognitive Neuroscience, vol.3, no.1, pp71~86, 1991
- [3] S. Balakrishnama and A. Ganapathiraju, "LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS A BRIEF TUTORIAL," Institute for Signal and Information Processing, 1998
- [4] P. Viola and M. Jones, "Robust real-time face detection," in Proc. 8th IEEE Int. Conf. Comput. Vision, vol. 2, pp. 747, Vancouver, Canada, July 2001
- [5] Y. Freund and R. Schapire, "A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting," Computational Learning Theory: J. Comput. Syst. Sci., vol. 55, no. 1, pp. 119-139, Aug. 1997
- [6] Martinez, A.M; Kak, A.C.; "PCA versus LDA." IEEE Transactions, Pattern Analysis and Machine Intelligence, Volume: 23, Issue: 2, pp. 228-233, Feb. 2001
- [7] Belhumeur, P.M; Hespanha, J.P.; Kriegman, D.J.; "Eigenfaces vs Fisherfaces: recognition using class specific linear projection." IEEE Transaction, Pattern Analysis and Machine Intelligence, Volume: 19, Issue:7, pp. 711-720, July 1997.
- [8]월간전기 3월호, "얼굴인식 기술의 동향", 2013, [http://www.energy.co.kr/atl/view.asp?a\\_id=6599](http://www.energy.co.kr/atl/view.asp?a_id=6599)
- [9]박광현, 김대진, 홍지만, 정영숙, 최병욱, "얼굴영역 및 얼굴 요소 검출 알고리즘의 성능 평가 방법", 로봇학회 논문지 제 4권 제3호, 2009
- [10]양룡, 채덕재, 이상범, "얼굴 인식을 위한 얼굴 특징점 추출", Journal of the Korea computer industry education

society, vol.3 no.12, pp.1765-1774, 2002

[11] P. Viola and M. Jones. "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features," In Proc. CVPR, pp.511 - 518, 2001