

Hidden Markov Model과 Karhuman Loevs Transform를 이용한 얼굴인식

김도현*, 황선기**, 강용석**, 김태우***, 김문환****, 배철수*****

A Face Recognition using the Hidden Markov Model and Karhuman Loevs Transform

Do-Hyun Kim*, Suen-Ki Hwang**, Yong-Seok Kang***, Tae-Woo Kim***,
Moon-Hwan Kim****, Cheol-Soo Bae*****

요 약

본 논문은 실험영상이 학습영상에 대해 조명의 차이가 있는 경우에도 데이터베이스 안에서 누구인지를 식별하는 얼굴인식 방법을 제안하였으며, 또한 HMM과 KLT를 이용한 얼굴인식 알고리즘의 수행결과를 비교, 분석하였다. 얼굴인식 방법으로 측정벡터는 직교변환(Karhuman Loevs Transform : KLT)의 상관관계를 이용하여 얻은 HMM의 정역학특성을 사용하여 HMM 기존의 얼굴인식 방법에서 인식률을 개선하였으며, 실험결과로써 조명의 조건에 따른 여러 가지 복잡한 주변 상황변화에서도 제안된 방식의 효율성을 입증할 수 있었다.

Key Words : Hidden Markov Model(HMM), Karhuman-Loves Transform(KLT), Face Recognition, Face Detection, Recognition Rate.

ABSTRACT

The work presented in this paper describes a Hidden Markov Model(HMM)-based framework for face recognition and face detection. The observation vectors used to characterize the statics of the HMM are obtained using the coefficients of the Karhuman-Loves Transform(KLT). The face recognition method presented in this paper reduces significantly the computational complexity of previous HMM-based face recognition systems, while slightly improving the recognition rate.

In addition, the suggested method is more effective than the exiting ones in face extraction in terms of accuracy and others even under complex changes to the surroundings such as lighting.

1. 서 론

얼굴인식은 컴퓨터를 이용하여 입력영상으로부터

터 사람의 얼굴을 인식하는 방법으로서, 그 응용성이 날로 증대되고 있다. 얼굴인식의 대략적인 과정은 먼저 얼굴영역을 추출하고 이로부터 다시

* 제주대학교, ** 폴리텍 III대학, *** 폴리텍 VI대학, **** KRT전무

***** 교신저자: 관동대학교 정보통신공학과 교수 (baecs@kd.ac.kr)

접수일자 : 2011년 01월 06일, 수정일자 : 2011년 01월 25일, 심사완료일자 : 2011년 02월 03일

매칭 특징을 뽑아낸 후, 데이터베이스와의 비교를 통해 얼굴을 인식하게 된다. 즉, ID(Indentification Card)카드 등을 통하여 미리 얼굴영상과 신상 데이터베이스를 구축한 후, 카메라를 통해 들어오는 영상을 분리하고 해석하여, 데이터베이스의 자료와 비교하여 이의 과정으로 얼굴을 인식한다 [1][2][3].

얼굴인식에 관한 연구로서 상관 계수와 에지 화소 카운팅 방법[4][5] 얼굴이 한쪽으로 치우쳐 있거나 눈이나 이마부분이 머리로 감추어져 있으면 특징을 찾기 어렵고, 2차 통계특징을 이용한 정합 방법의 경우는 조명에 의한 에지의 변화에 민감하고 취득된 영상의 기울기 보정이 어려운 단점이 있다. 그리고 얼굴에서 각 구성성분을 찾기 위해 눈의 위치를 단지 눈의 깜빡임으로 찾는데, 모든 입력영상에 대해 이런 제한 조건을 두는 것은 무리이다. 또한 KLT(Karhuman Loves Transform)은 영상 압축 분야에서 오랜 기간 동안 꾸준히 연구되어 왔으나 패턴인식 분야에서 크게 활용되지 못하다가 1987년 kirby와 sirovich가 KLT를 이용하여 얼굴영상을 표현하는 방법을 소개함으로써 KLT이 얼굴 인식에 본격적으로 활용되기 시작하였다. KLT변환은[6] 본질적으로 큰 고유값에 대응하는 몇 개의 고유벡터만 사용하여도 본래의 벡터를 잘 표현하는 특성을 가지고 있으므로 이를 얼굴 인식에 사용되는 고유벡터(고유얼굴)의 개수를 얼굴영상의 픽셀 개수에 비해 작게 선택 할 수가 있어서 패턴분류기의 수행 시에 계산량을 매우 작아진다.

따라서 본 논문에서는 은닉마코프모델(Hidden Markov Model : HMM)을 이용한 얼굴 검출과 얼굴 인식에 관한 프레임에 대하여 연구하였으며, 또한 측정벡터는 직교변환의 상관관계를 이용하여 얻은 HMM의 정역학특성을 사용하여 HMM 기존의 얼굴인식 방법에서 인식률을 개선함으로써 컴퓨터 연산을 간략화 시킬 수가 있었다. 인식 과정은 임의의 이미지가 들어오게 되면 이 이미지의 특징을 추출하고 추출된 특징을 각 은닉마코프모델에 넣어 확률을 계산한다. 이때 확률값이 가장 큰 모델의 얼굴 신원을 이미지의 신원으로 할당한다. 또한 얼굴의 각 구성성분들 사이의 위치관계를 사용하여 특징들을 추출한 후 인식을 시도하였으며, HMM과 KLT를 이용한 인식결과

HMM보다 좋은 인식 결과를 얻을 수 있었다.

II. 얼굴특징값 추출

얼굴 특징을 검출하고, 그 특징으로부터 원하는 특징값을 추출하기 위해서는 적절한 얼굴모델을 구성해야 한다. 얼굴영상으로부터 정규화 특징값을 추출하고, 이 특징값을 주성분분석하여 고유특징값을 추출하기 위하여 얼굴특징값 모델링을 하였다. 다음으로 주성분분석에서 변수에 해당하는 얼굴영상과 다변량에 해당하는 얼굴영상의 모델로부터 추출한 특징값을 이용하여 고유특징값을 추출한다. 그리고 임의의 얼굴영상이 입력되었을 때, 고유특징값과 임의의 얼굴영상의 특징값을 비교하여 얼굴인식을 수행하였다.

제안한 방법은 얼굴영상의 전체화소로부터 얼굴모델을 이용하여 추출한 고유특징값을 이용하였으므로, KLT가 얼굴영상의 전체화소를 이용하여 추출한 고유얼굴방법보다는 연산의 수와 직접적으로 관계가 있는 차원의 축소를 얻을 수 있다. 또한 동일한 사람의 얼굴위치의 변화에 따라 서로 다른 사람으로 오인식하는 문제는 얼굴모델로부터 추출한 특징값들을 정규화하여 얼굴의 위치가 변화하여도 얼굴 오검출을 방지하고 감소시키기 위하여 후보영역으로 선택되어진 현재의 창에서 가장 확률이 높은 영역만을 얼굴로 검출한다. 이 접근은 짧은 측정 벡터에서 얼굴 모형을 파악하는 방법으로 사용되어진다. 일부 새로운 측정 벡터의 연산만이 요구되어지는 창의 얼굴후보 영역의 연산은 연속적인 창사이의 이동량을 고려한 비교적으로 간략한 방법인 Viterbi 분절로 구할 수 있다. 그림 1에 얼굴 검출 블록다이어그램을 나타내었다. 일정하게 특징값들을 추출함으로써 해결하였다.

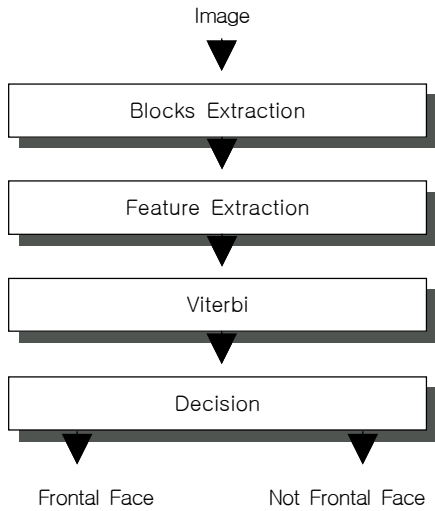


그림 1. 얼굴검출 블록다이어그램
Fig. 1 Face detection blockdiagram

III. HMM과 KLT를 이용한 얼굴인식

얼굴인식을 위해 사용된 실험영상의 크기는 320×240픽셀 영상들이다. 실험에 사용된 영상은 총 10명에 대하여 50개의 영상을 사용한다. 획득된 영상 중 10개의 영상은 신경망 학습을 위한 학습 데이터로 사용하였고, 나머지 40개의 영상들은 학습된 신경망의 인식률을 측정하기 위한 실험 데이터로 사용했다. 각각의 영상 얼굴들은 조명의 종류와 빛의 각도가 다른 영상을 획득하였다. 다음으로 눈, 코, 입을 찾기 위해서는 먼저 얼굴에 존재하는 여러 가지 특징 중에 눈, 코, 입과 유사한 객체들만 남기고 나머지는 제거해서 이진형태로 만드는 전처리 과정이 필요하다. 이렇게 하면 입력 영상에 존재하는 가로 방향 에지 성분만이 검출되고, 그 중 밝은 밝기 값에서 어두운 밝기 값으로 변하는 에지만이 출력 영상이 된다.

얼굴의 구조적 특징값 추출을 위한 전처리 과정으로 다양한 배경에서 얼굴영역을 추출한 후, 추출된 특징을 중심으로 중요도를 산정하여 중요도가 적은 특징을 배제한 중요도가 높은 특징을 추출하는 것이 매우 중요하다. 얼굴의 기구적인 특징을 별도로 규정하지 않고 영상 내의 얼굴 이미지 전체를 기반으로 각 요소들의 벡터(Vector)

성분의 고유성을 파악하고 그에 대한 주성분을 추출하여 분류함으로써 얼굴 전반에 대한 인식과정을 실험하였다. 그림 2에 HMM과 HKL를 이용한 얼굴인식의 흐름도를 나타내었다.

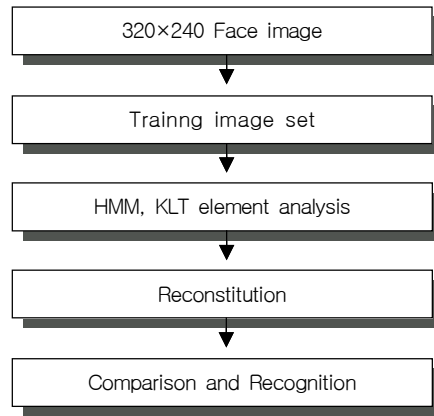


그림 2. HMM과 KLT를 이용한 얼굴인식의 흐름도
Fig. 2 Flow chart of face recognition using the HMM and KLT

IV. 실험 및 고찰

실험에서 사용한 영상 데이터는 남자 40명과 여자 10명 총 50명에 대해 각각 20장씩 취득하고 사람별로 특징들을 추출한 후 다시 총 500장에 대한 특징을 사람별로 데이터베이스화하였다. 이렇게 추출한 특징값들은 사람을 명확히 구분할 수 있는 특징을 추출하였다. 정규화된 눈과 입의 크기와 서로간의 위치관계에 대한 특징값 8개를 사용하여 얼굴인식 시스템을 구성하였다. 표1과 그림3은 각각 실험에 사용된 조명조건과 샘플얼굴영상의 예를 보여준다.

표 1. 실험에 사용된 조명조건
Table. 1 Illumination condition

동영상 데이터	총프레임수	조건
a	500	정면영상 (고유얼굴접근)
b	311	밝은 영상
c	290	어두운 영상



그림 3. 실험에 사용된 샘플얼굴영상의 예
Fig. 3 Example of face image

그림 4는 실험을 통하여 조명의 변화에 따른 인식률을 비교하여 나타난 것으로 HMM방법과 본 논문에서 제안한 KLT상관관계로부터 추출된 측정 벡터들을 이용하여 HMM을 기반으로 한 방법을 비교하였다. 결과를 보면 HMM 방법은 제안한 방법과 비교하여 학습한 영상에 대해 조명변화가 거의 없을 경우에만 좋은 결과를 나타내지만 조명의 변화가 조금만 심해지면 바로 인식률이 떨어짐을 알 수 있다.

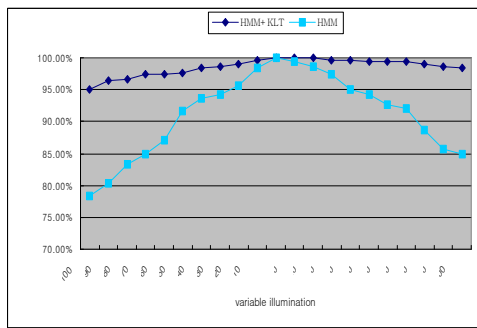


그림 4. 조명의 변화에 따른 인식률비교
Fig. 4 Compare of recognition rate in the variable illumination

KLT 계수로 특징벡터를 구한 시스템에서 인식 시간을 250ms에서 700ms와 비교하였을 때 인식률은 각각 일반적인 조명 하에서 100%, 밝은 영상에서 99.0%, 어두운 영상에서 96.5%로 평균 정확도는 98.53%까지 향상시켰다. 본 논문에서 제안한 KLT 기반의 HMM 알고리즘이 인식률이 가장 높았으며, 많은 실험 영상 중에서 영상 취득 조건에 맞는 것만을 가지고 실험한 것에 그 원인이 있다. 또한 KLT를 기반으로 한 HMM의 오인식률은 테스트패턴에 대해 1.47% 정도가 오인식된 사람인데 실제로 HMM에 의한 Viterbi 알고리

즘으로 이 영상을 찾아보면 주로 안경 영상에서 안경테 주위의 조명의 밝기에 의해 눈위치가 제대로 찾아지지 못하는 경우와 얼굴부분이 기울어지거나 회전되어 있는 경우였다. 표 2에 HMM과 제안한 방법의 얼굴검출 및 수행시간을 비교한 결과를 나타내었다.

표 2. 얼굴 검출 및 수행시간
Table. 2 Face detection and accomplish time

동영상	얼굴 검출율(%)		수행시간(s/frame)	
	HMM 방법	제안한방법 (HMM+KLT)	HMM 방법	제안한방법 (HMM+KLT)
a	100	100		
b	91.0	99.0	0.091 (9.08 s/frame)	0.094 (9.40 s/frame)
c	82.7	96.5		
평균	91.25	98.53		

IV. 결 론

본 논문은 KLT 상관관계로부터 추출된 능률적인 측정 벡터들을 이용하여 HMM을 기반으로 한 얼굴 인식과 검출에 방식에 대하여 비교하였다. 또한, 얼굴에서의 HMM 모델링은 얼굴의 방향, 표정의 변화에 있어서 보다 넓은 영역의 인식, 검출이 가능한 방법이며, 인식과정은 임의의 이미지(testing image)가 들어오게 되면 이 이미지의 특징을 추출하고 추출된 특징을 각 은닉마크프모델(HMM)에 넣어 확률을 계산한다. 이때 확률값이 가장 큰 모델의 얼굴 신원(identity)을 이미지의 신원으로 할당한다. 또한 얼굴의 각 구성성분들 사이의 위치관계를 사용하여 특징들을 추출한 후 인식을 시도하였으며, HMM과 KLT를 이용한 인식결과 HMM보다 좋은 인식 결과를 얻을 수 있었다.

HMM 알고리즘을 이용하여 10명의 40개의 320×240 픽셀의 영상에서는 91.2% 인식률을 보였으며, 본 논문에서 제안한 KLT 계수를 이용한

HMM 알고리즘을 이용한 40명의 인식에서는 인식 시간이 250ms에서 700ms와 비교하였을 때, 인식률은 각각 일반적인 조명 하에서 100%, 밝은 영상에서 99.0%, 어두운 영상에서 96.5%로 평균 인식률은 98.53%를 나타내었다.

HMM 과 KLT 상관관계를 이용한 얼굴 검출방법에서 조명 같은 여러 가지 복잡한 주변 상황변화에도 제한된 방식이 정확도 등 얼굴 검출에 있어서 기존 방식보다 우수함을 보였다.

향후 연구과제로 얼굴이 한쪽으로 치우쳐 있거나 눈이나 이마부분이 머리카락으로 감추어져 있으면 특징을 찾기가 어려우므로 많은 데이터를 가지고 여러 가지 방면에서 얼굴검출방법에 대해서 연구할 필요가 있으며, 영상의 회전 및 다채널 영상의 압축에 응용될 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

[1] L. Cohen, N. Sebe, A. Garg, M.S. Lew, T.S. Huang, "Facial expression recognition from video sequences", IEEE International Conference on Multimedia and Expo, vol.2, pp.121-124, 2002.

[2] K. Sung, T. Poggio, "Example-based learning for view-based human face detection", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.20 Issue:1, pp.39-51, Jan.2004.

[3] J. Weng, D. L. Swets, "Face Recognition in Biometrics : Personal Identification in Networked Society", pp.67-86, Boston. MA KluwerAcademic, 2005.

[4] A. J. Comenarez and T. S. Huang, "Frontal view facedetection", in Proc, SPIE Visual Communications and Image Processing '95, vol.2501. pp.90-98, Taipei, Taiwan, May. 2006.

[5] L. C. D. Silva, K. Aizawa, and M. Hatori, "Dectection and tracking of facial feature", In Proc. SPIE Visual Communications and

Image Processing '95, vol.2501, pp.1161-1172, Taipei, Taiwan, May. 2005.

[6] Chih-Chien. Thomas. Chen, Chin-Ta. Chen, Ming-Hong. Jiang, "Hard-Limited Karhunen-Loeve Transform for Face Recognition", In Proceedings of IEICE vol.E87-A no.7 pp.1836 : Image. 2004.

저자약력

김 도 현 (Do-Hyun Kim) 정희원
 제주대학교 정보통신공학과교수

<관심분야> 통신신호처리, 영상압축

배 철 수 (Cheol-Soo Bae) 종신회원

1979년 명지대학교
 전자공학과 공학사



1981년 명지대학교 대학원
 공학석사

1988년 명지대학교 대학원
 공학박사

1999-2001년 관동대학교
 공과대학 학장

1981-현재 관동대학교
 의료공학과 교수

<관심분야> 의용신호처리, 영상처리,
 신호처리시스템, 영상압축

황 선 기 (Suen-Ki Hwang) 종신회원



1997년 서울산업대학교 전자
 공학과 학사

2000년 동의대학 산업대학원
 석사

2007년 관동대학교 일반대학
 원 박사과정

강 용 석 (Yong-Seok Kang) 종신회원



2004년 학점은행제 공학사
2008년 강원대학교 대학원 석사
2009년 관동대학교 대학원 박사
과정
1997년~2001년 대우자동차 군
산공장 품질보증부 및
품질관리부
2001년~2007년 한국산업인력
공단
2007년~현재 한국폴리텍III대학
조교수

김 태 우 (Tae-Woo Kim) 종신회원



1997년 한국해양대학교 선박
운항시스템공학 학사
2006년 관동대학교 공업교육
석사
2008년 관동대학교 대학원 전
자 통신과 박사과정

김 문 환 (Moon-Hwan Kim) 종신회원



2004년 조선대학교 전자정보
공과대학 컴퓨터공학
과졸업 (공학박사)
1983년~1997년 한국통신(KT)
1997년~2003년 KTF
2003년~현재 한국전파기지국
(주)기술연구소장

<관심분야> 이동통신, 컴퓨터네트워크, ITS,
통신망등