

조명의 변화에 강건한 얼굴인식

남기환^{*} · 한준희^{*} · 박호식^{*} · 이영식^{*} · 정연길^{*} · 나상동^{**} · 배철수^{*}
^{*}관동대학교 · ^{**}조선대학교

Face Recognition Method Robust to Change in Lighting Condition

Kee-hwan Nam^{*} · Jun-hee Han^{*} · Ho-sik Park^{*} · Young-sik Lee^{*} · Yen-gil Jung^{*} · Sang-dong Ra^{**} · Cheol-soo Bae^{*}
^{*}Kwandong University · ^{**}Chosun University

E-mail : keelight@empal.com

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(Karhunen Loevs Transform : KLT)의 상관관계를 이용하여 얻은 HMM의 정역특성을 사용하여 HMM 기존의 얼굴인식 방법에서 인식률을 개선하였으며, 실험결과로써 조명의 조건에 따른 여러 가지 복잡한 주변 상황변화에서도 제안된 방식의 효율성을 입증할 수 있었다.

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 Karhunen-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.

키워드

face recognition, HMM, KLT

1. 서 론

컴퓨터를 통해 개인의 고유한 생체 특징을 인식하고 분석하여 정보를 보호하고 신분을 확인하는 생체인식, 그 중에서도 다른 생체에 비해 비 접촉성으로 거부감이 덜하며 대상자의 특별한 주의 없이 데이터를 획득할 수 있는 장점을 지닌 얼굴인식에 대한 관심이 증대됨에 따라, 얼굴인식 시스템의 전처리 단계에 해당하는 얼굴 검출 및 얼굴

요소 검출에[1][2] 대한 관심이 증가하고 있다. 또한, 하드웨어 및 멀티미디어 기술의 비약적인 발전에 힘입어 컴퓨터의 속도가 급속히 향상됨에 따라 사용자 인터페이스 분야에서도 사용자의 얼굴 및 표정 인식을 통한 사용자 맞춤의 친밀한 서비스를 제공하고자 많은 노력을 기울이고 있으며[2][3], 홍채 인식 시스템[4]이나 응시적 추적 시스템이[5] 일반화되는 등 얼굴 검출 및 추적, 얼굴

요소 검출의 응용분야는 더욱 확대되고 있다. 본 논문은 실험영상이 학습영상에 대해 조명

의 차이가 있는 경우에도 데이터베이스 안에서 누구인지를 식별하는 얼굴인식 방법을 제안하였으며, 은나카코프모델(HMM) 이용하여 데이터베이스에 저장된 여러 개의 얼굴들을 훈련집단으로 하고, 주성분분석을 통해 특징을 추출한 후 인식을 시도하였으며, HMM과 KLT를 이용한 인식결과 HMM을 이용한 방법보다 좋은 인식 결과를 얻을 수 있었다.

II. 얼굴특징값 모델링

얼굴영상으로부터 특징을 검출하고, 그 특징으로부터 원하는 특징값을 추출하기 위해서는 적절한 얼굴모델을 구성하여야 한다. 특히 본 논문에서는 얼굴영상으로부터 정규화 특징값을 추출하고, 이 특징값을 주성분분석하여 고유 특징값을 추출하기 위하여 얼굴특징값 모델링을 하였다. 다음으로 주성분분석에서 변수에 해당하는 얼굴영상과 다변량에 해당하는 얼굴영상의 모델로부터 추출한 특징값을 이용하여 고유 특징값을 추출한다. 그리고 임의의 얼굴영상이 입력되었을 때, 고유 특징값과 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 일정하게 특징값들을 추출함으로써 해결하였다. 또한 테스트 영상은 학습 영상 각각에 픽셀값을 약 100에서 10의 차이로 +100까지의 변화가 있는 영상들이다. 얼굴 특징의 분리작업을 수행하기 전에 알아야 할 사항으로는 그림 1에서 볼 수 있듯이 일반적 인물의 특징으로 양눈의 거리를 기준 거리 1.0d라고 하였을 때, 눈에서 코까지의 거리는 0.78d, 눈에서 입까지의 거리는 1.12d, 눈에서 눈썹까지의 거리는 0.3d로 정규화 할 수 있다. 눈과 입의 각도는 63.2°이고, 눈과 코의 각도는 49°이다.

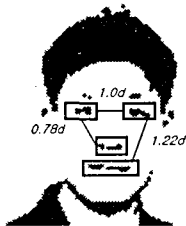


그림 1. 얼굴특징의 추출영상

III. 제안한 얼굴인식 방법

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 이전 형태로 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. 그림 1에 얼굴영상의 전처리과정을 나타내었다.

본 논문은 얼굴의 구조적 특징값 추출을 위한 전처리 과정으로 다양한 배경에서 얼굴영역을 추출해서 그림 2와 같은 과정을 거친다. 영상에서 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.

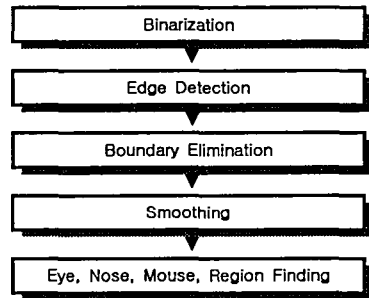


그림 2. 얼굴영상의 전처리과정

포착된 영상에서 얼굴의 위치를 발견하기 위해 Yang과 waibel에 의한 skin color segmentation 방법을 사용하였다. 실험은 320×240 픽셀크기의 저해상도 PC용 카메라로부터 수집한 정면 얼굴영상, 전체적으로 밝은 얼굴영상, 전체적으로 어두운 얼굴영상으로써 실험에 사용한 나머지 표준영상 40개중 얼굴영역 이외의 영역이 제거되고, 얼굴영역만 정확히 추출된 영상으로 이용하였다. 그림 2에 본 논문에서 제안한 HMM과 KLT를 이용한 시스템의 흐름도를 나타내었다.

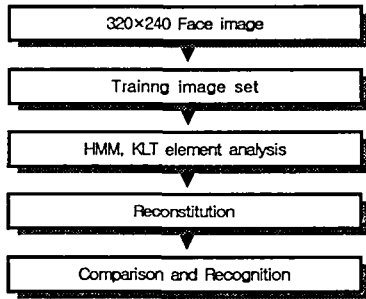


그림 3. HMM과 KLT를 이용한 얼굴인식 시스템의 흐름도

IV. 실험

실험에 사용된 데이터를 정면 얼굴 영상, 밝은 영상, 어두운영상의 촬영조건과 샘플 얼굴 영상을 각각 표 1과 그림 4에 나타내었다. 얼굴의 위치 설정후 두눈의 정확한 위치를 발견하고 참조점에 일치된 두눈으로 인하여 눈으로부터 코와 입에 대한 상대적인 거리를 개인별로 허용오차 범위내에서 고유하게 설정되어 질 수 있다.

표 1. 실험에 사용된 조명조건

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



그림 4. 실험에 사용된 샘플얼굴영상의 예

실험 결과로써 3종류의 조명 조건을 갖는 실험 동영상 데이터에서 평균 98.53%의 얼굴 검출율을 보여주었다. 평균 수행 시간은 얼굴 검출시 한 프레임 당 0.094초로 100프레임을 대상으로 한 경우 얼굴검출만 수행하면 9.40초가 소요된다. 얼굴 검출만 수행한 경우 평균적으로 1초에 10프레임 정도가 처리되는 속도이다. 얼굴검출에서 오 검출이 발생한 원인은 정면얼굴에서는 얼굴이 약간 기울어져 있다던가 아니면 안경, 콧수염 등의 원인으로 나타났으며 밝은 영상과 어두운 영상에서는 너무 얼굴 영상이 밝아서 미처 인식하지 못한 상태이고, 어두운 영상에서는 어두운 조명상태에서 얼굴영상을 인식하지 못하여 발생하였다.

표 2에 각각 3종류의 동영상 얼굴 검출율과 수행시간을 나타내었다.

표 2. 얼굴검출 알고리즘의 수행결과

동영상	전체 프레임	얼굴 검출	얼굴 오검출	얼굴 검출율	수행 시간
a	500	500	0	100%	0.094 (9.40 s/frames)
b	311	308	3	99.0 %	
c	290	280	10	96.5 %	

그림 5는 실험을 통하여 조명의 변화에 따른 인식률을 비교하여 나타낸 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 조명 변화가 거의 없을 경우에만 좋은 결과를 나타내지만 조명의 변화가 조금만 심해지면 바로 인식률이 떨어짐을 알 수 있다. 따라서 같은 정도의 조명 아래에서의 학습영상을 사용하면 훨씬 좋은 결과를 얻을 수 있다.

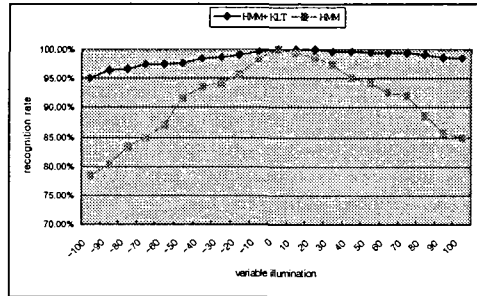


그림 5. 조명의 변화에 따른 인식률비교

IV. 결론

본 논문은 실험영상이 학습영상에 대해 조명의 차이가 있는 경우에도 데이터베이스 안에서 누구 인지를 식별하는 얼굴인식 방법을 제안하였으며, 또한 HMM과 KLT를 이용한 얼굴인식 알고리즘의 수행결과를 비교, 분석하였다.

실험결과로써 HMM 알고리즘을 이용하여 10명의 40개의 320x240 픽셀의 영상에서는 91.2% 인식률을 보였으며, 본 논문에서 제안한 KLT 계수를 이용한 HMM 알고리즘을 이용한 40명의 인식에서는 인식시간이 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 검출방

법에서 조명 같은 여러 가지 복잡한 주변 상황변화에도 제한된 방식이 정확도 등 얼굴 검출에 있어서 기존 방식보다 우수함을 보였다. 향후연구과제로써 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 사료된다.

참고문헌

- [1] J. Weng, D. L. Swets, "Face Recognition in Biometrics : Personal Identification in Networked Society", pp.67-86, Boston. MA KluwerAcademic, 1999.
- [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. 1998.
- [3] 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.
- [4] T. Yamaguchi, M.Tominage, K. Mrakami, H. Koshimizu, "Regeneration of facial image eye-contacting with partner on TV Conference environment", IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, vol.2, pp.1169-1174, 2000.
- [5] C. Collet, A. Finkel, R. Gherbi, "CapRe; a gaze tracking system in man machine interaction", IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems, pp.577-581, 1997.