
얼굴 인식의 성능 향상을 위한 혼합형 신경회로망 연구

정성부* · 김주웅**

A study of hybrid neural network to improve performance of face recognition

Sung-boo Chung* · Joo-woong Kim**

이 논문은 2009년도 서일대학 학술연구비에 의해 연구되었음

요 약

24시간 무인 감시 시스템에서 정확한 얼굴 인식은 절대적으로 필요한 요소이다. 그러나 얼굴 인식은 얼굴 영상의 왜곡, 조명, 얼굴의 크기, 얼굴 표정, 배경 영상 등의 변화로 인해 많은 제약이 있다.

본 연구에서는 얼굴 인식의 성능 향상을 위하여 혼합형 신경회로망을 제안한다. 제안한 방식은 신경회로망의 비지도학습 방식인 SOM과 LVQ 알고리즘을 이용하여 구성한다. 제안한 방식의 유용성을 확인하기 위하여 고유얼굴 방식, 은닉 마코프 모델 방식, 다층 신경회로망 방식과 비교한다.

ABSTRACT

The accuracy of face recognition used unmanned security system is very important and necessary. However, face recognition is a lot of restriction due to the change of distortion of face image, illumination, face size, face expression, round image.

We propose a hybrid neural network for improve the performance of the face recognition. The proposed method is consisted of SOM and LVQ. In order to verify usefulness of the proposed method, we make a comparison between eigenface method, hidden Markov model method, multi-layer neural network.

키워드

얼굴인식, 신경회로망, SOM, LVQ

Key word

face recognition, neural network, SOM, LVQ

* 서일대학 (csbnim@hotmail.com)

** (주) 대성디엔에프

접수일자 : 2010. 05. 19

심사완료일자 : 2010. 06. 15

I. 서 론

생체 인식 기술(biometrics technology)은 사람의 신체적, 행동적인 특징을 개인 식별에 이용하는 것으로, 사람의 지문이나 손 모양, 음성, 홍채, 망막, 혈관과 같이 개인에 따라 그 특징이 명확하게 구분되는 다른 신체 부위나 행동 특성으로 사람을 식별하고 인증한다. 이처럼 주요 생체적 특징들은 분실하거나 망각할 우려가 없으며, 복제나 위조가 거의 불가능하다는 점에서 열쇠나 카드식 출입통제 시스템과 같은 전통적인 보안시스템을 대신할 차세대 보안 기술로 각광 받고 있다. 여기에 최근에는 변별능력이 탁월하고 활용성 및 편리성이 뛰어난 얼굴 인식 기술이 새로운 생체 인식 기술로서 전 세계적으로 부각되고 있다.

얼굴 인식 기술은 다른 생체 인식 기술에 비해 사용자에게 특별한 행위를 요구할 필요가 없으며, 비접촉식으로 인식을 수행할 수 있어 편리한 장점이 있다. 이러한 장점으로 인해 얼굴 인식 기술은 신분증명, 보안시스템, 인사자료, 치안 등의 분야에 많이 적용 되고 있다. 특히 24시간 감시가 필요한 공항 출입국 감시소, 지하 주차장, 은행의 무인 자동화 창구, 공장 등과 같이, 보안이나 범죄예방이 강하게 요구되는 구역에서 감시 카메라의 영상을 연속으로 입력받아 경비 인력 없이 외부 침입자를 자동으로 식별하고 움직이는 방향을 미리 예측하여 감시 영역 내의 움직이는 물체를 지속적으로 추적할 수 있도록 해주는 보안 감시 시스템의 필요성이 크게 증대되고 있다.[1]

그러나 얼굴 인식을 위한 얼굴 영상 인식 방식은 여러 인식 환경 변화에 아주 민감한 특성을 가지고 있고, 얼굴 이미지가 왜곡될 경우 강인한 성능을 가지지 못한다. 인식 환경 변화의 대표적인 예는 잡음에 의한 얼굴 영상의 왜곡, 조명, 얼굴 크기, 얼굴 표정, 배경 영상 변화가 있다. 이러한 제약조건은 얼굴 인식 분야의 주 제약 조건이 되고 있고, 이러한 문제점의 해결이 얼굴 인식 분야의 과제라고 할 수 있다.

얼굴 인식 분야에서 사용되는 대표적인 방식으로는 고유 얼굴(eigenface) 인식 방식, 은닉 마코프 모델(hidden Markov model : HMM) 방식, 지능 알고리즘을 이용한 인식 방식 등이 있다. 고유 얼굴 인식 방식은 모든 얼굴 영상을 간단하게 표현하는 방식이지만 스케일이

나 조명의 변화에 대해서는 좋은 성능을 나타내지 못한다. 은닉 마코프 모델 방식은 조명의 변화, 영상의 왜곡과 환경에서 성능이 저하되는 경향이 있고, 인식 과정에서 계산 시간이 많이 걸린다는 단점이 있다. 지능 알고리즘을 이용한 방식에는 신경회로망 이론이 많이 사용되며, 신경회로망 중에서는 다층 신경회로망(multilayer neural network : MNN) 방식이 많이 사용된다. 그러나 다층 신경회로망을 이용할 경우 네트워크의 크기에 따라 인식의 성능이 결정되고, 이는 결국 학습 시간이 오래 걸리게 되는 문제점이 있다. 이러한 단점은 LVQ(learning vector quantization) 이론을 이용하면 개선할 수 있다. LVQ는 지도 학습과 비지도 학습의 특징을 모두 가지고 있으며, 서브 클래스를 통해서 분류 경계를 미세하게 조정할 수 있기 때문에 여러 환경의 변화에 대해서도 우수한 성능을 얻을 수 있고, 전방향의 연산을 통해 출력을 얻기 때문에 인식 시간이 짧게 할 수 있다.

이러한 방식 이외에도 고유얼굴을 이용하여 구해진 가중치 값에 따라 패턴을 분류하는 방법이 연구되고 있다. 대표적으로 support vector machine을 이용한 방식이 있다. 이 방식은 진치리를 거친 얼굴 영상들을 이용하여 고유얼굴을 추출하고, 그것을 이용하여 계산된 가중치를 효과적으로 분류하기 위하여 support vector machine을 이용하는 방식이다. 이러한 연구의 방향은 그동안 연구된 기초적인 얼굴 영상 구성에 관한 연구와 더불어 패턴인식 방식을 함께 적용함으로써 보다 높은 인식 성능을 보여주고 있다.[2][3]

본 연구에서는 얼굴 인식의 성능을 향상하기 위해 혼합형 신경회로망을 제안한다. 제안한 혼합형 신경회로망은 얼굴 인식에 강인한 성능을 가지고 있는 LVQ 알고리즘에 SOM(elf organizing map) 알고리즘을 결합한 형태로, SOM을 이용하여 얼굴 영상을 1차 분류하고, 출력 뉴런이 승리되는 횟수를 이용하여 승리 기댓값을 계산, 이를 이용하여 LVQ의 출력 뉴런수를 정하고, 각 클래스의 서브 클래스 수도 결정한다.[4]

제안한 방식의 유용성을 확인하기 위해 Cambridge 대학의 Olivetti Research Laboratory에서 제공하는 얼굴데이터베이스를 이용하여, 고유 얼굴 인식방식, 은닉 마코프 인식 방식, 다층 신경회로망 인식 방식 등과 성능을 비교한다.

II. 영상 데이터

얼굴 인식 성능을 확인하기 위해서 사용된 얼굴 영상 데이터는 영국 Cambridge 대학의 Olivetti Research Laboratory에서 1992년과 1994년 사이에 찍은 사진을 사용하였다. 전체 40명의 인물로 구성되어 있고 1명당 10개의 각기 다른 얼굴의 표정과 각도, 안경, 머리 모양 등의 변화가 있는 총 40명의 얼굴 영상으로 구성되어 있다. 영상은 gray스케일의 영상으로 92x112 픽셀의 크기로 되어 있다. 그림 1은 ORL의 얼굴 영상 데이터이다.

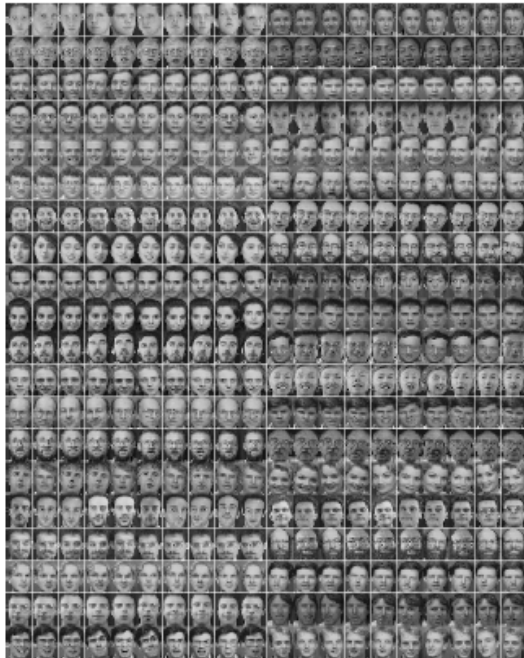


그림 1. ORL의 얼굴 영상
Fig. 1 Face Image of ORL

본 연구에서는 영상의 크기를 46x56 픽셀의 크기로 사이즈를 조정하였으며, 실험은 1명당 10개의 얼굴 영상에서 5개는 훈련용으로 사용하고, 나머지 5개는 시험용으로 사용하였다.

또한 조명에 의하여 얼굴 영상이 왜곡될 경우 강한 성능을 평가하기 위하여 얼굴 밝기(brightness)와 대비(contrast)를 조정한 데이터를 제작하였다. 밝기

는 픽셀 값에 -80, -40, +40, +80을 더하여 제작하였고, 대비는 -40%, -20%, +20%, +40%로 제작하였다. 그림 2는 5단계의 밝기 및 대비 변화에 대한 얼굴 영상 예이다.

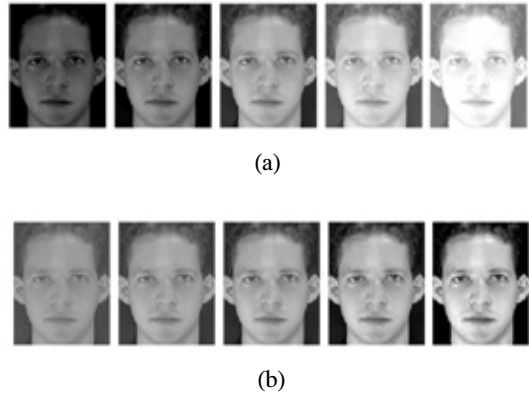


그림 2. 밝기 및 대비 변화에 대한 얼굴 영상
(a) 밝기 변화 (b) 대비 변화
Fig. 2 Face Image for Change of brightness and Contrast (a) brightness Change (b) Contrast Change

III. 제안한 방식

본 연구에서는 여러 환경 변화에 아주 민감한 특성을 가지고 있는 얼굴 인식의 성능 향상을 위하여 신경회로망을 이용한다. 제안한 방식은 SOM과 LVQ 알고리즘을 이용하여 구성한다. 제안한 방식의 블록선도는 그림 3과 같다.

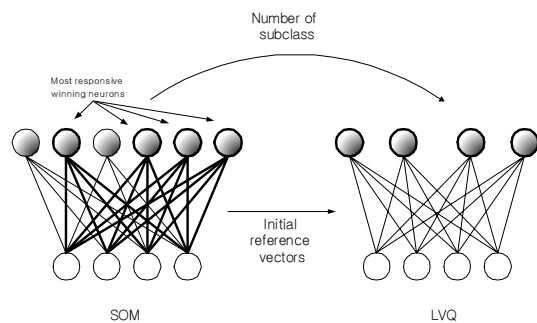


그림 3. 제안한 방식의 블록 선도
Fig. 3 A Block Diagram of the Proposed Method

LVQ는 패턴 분류나 인식 등에 강한 특성을 가지고 있음에도 불구하고 몇 가지 해결해야 할 문제를 가지고 있다. 첫 번째, LVQ는 서브 클래스 수를 얼마로 할 것이며, 각 출력 뉴런이 어떤 서브 클래스를 지정하는지를 결정하는 것이다. 두 번째는 이렇게 정한 서브 클래스 중에서 사용되지 않는 뉴런(dead neuron)이 생기는 문제이다. 세 번째는 LVQ의 기준 벡터(reference vector)의 초기값을 어떻게 정하는가 하는 문제이다.[5][6]

이런 문제를 해결하기 위해서 제안한 방식에서는 SOM을 이용하여 미리 입력 벡터들을 1차 분류 시키고, 각 뉴런에 대해 학습에서 승리한 뉴런의 승리 빈도를 가지고 최적의 서브 클래스를 결정한다. 이렇게 최적의 서브 클래스를 설정하면 미사용 뉴런이 발생하지 않는다. 또한 SOM에서 학습된 연결강도를 LVQ의 기준 벡터 초기값으로 최적의 LVQ를 설계하면 보다 빠른 학습과 좋은 성능의 인식 결과를 얻을 수 있다.

LVQ의 기준 벡터는 각 서브 클래스의 벡터를 나타내고, 그들의 초기 위치는 학습에 의한 네트워크 출력의 수렴에 영향을 주기 때문에 기준 벡터의 초기값 설정은 LVQ 네트워크의 인식 성능에 영향을 미친다. LVQ에서 기준 벡터의 초기값이 국소적 접근 안정 평형점(locally asymptotic stable equilibrium)에 가까이 존재하고, 기준 벡터가 이곳으로부터 멀리 움직이지 않는다면, 이 기준 벡터는 수렴한다. 즉, LVQ의 기준 벡터의 초기 위치의 설정이 전체 인식 성능을 결정하게 된다.

제안한 방식은 다음과 같은 순서로 얼굴 인식을 하게 된다.

1. 1차원 구조의 SOM을 설정한다.
2. 입력 벡터로 SOM을 학습한다.
3. 학습 종료 후 각 입력에 따른 승리 빈도수가 높은 SOM의 승리 뉴런을 확인한다.
4. 승리 뉴런에 따라 LVQ의 서브 클래스 수를 정하여 LVQ를 구성한다.
5. SOM에서 선택된 승리 뉴런의 연결 강도를 대응하는 서브 클래스의 초기 기준 벡터로 사용한다.
6. 입력 벡터로 LVQ를 학습한다.

IV. 시뮬레이션

제안한 방식의 유용성을 확인하기 위하여 Cambridge 대학의 Olivetti 연구실(ORL)에서 제공하는 얼굴 DB를 이용하여 기존의 고유 얼굴 인식 방식, 은닉 마코프 인식 방식, 다층 신경회로망 인식 방식과 비교 검토 하였다.

신경회로망은 입력 뉴런 2576(56*46)개로 하고, 은닉층 뉴런은 8개, 출력층 뉴런은 40개로 하여 구성하였다. 학습율은 0.2, 초기 연결 강도는 0~1사이에서 랜덤하게 하여 10000번의 학습을 수행하였다. 학습종료 조건으로 SSE(Sum Squared Error)는 $10e^{-5}$ 로 하였다.

제안한 방식은 전처리 과정으로 SOM을 이용하여 LVQ의 네트워크를 구성하였다. SOM은 2,576개의 입력과 100개의 1차원 형태의 출력 뉴런으로 구성하였으며, 학습율은 0.05이고, 1,000번의 학습을 수행하였다. 이웃반경은 5에서 1로 학습에 따라 감소하게 설정하였고, 초기 연결강도는 0~1 사이에서 랜덤하게 설정하였다.

이렇게 학습된 SOM을 이용하여 훈련 데이터의 출력을 비교하여 LVQ에 사용할 서브클래스를 구성하였다. LVQ는 입력 뉴런 2,576개, 출력은 61개로 40명을 구분하게 구성하였다. 기준 벡터의 초기값은 SOM에서 구해진 값을 사용하여 학습하였다. 학습율은 0.9에서 학습에 따라 감소하게 설정하였고, 학습횟수는 1000번으로 하였다.

표 1. 제안한 방식의 인식 결과
Table. 1 The Recognition Result of the Proposed Method

		훈련(%)	시험(%)
원영상		100.00	99.50
밝기	40	100.00	95.50
	80	99.50	97.00
	-40	100.00	97.50
	-80	99.50	95.00
대비	20%	100.00	96.00
	40%	98.50	95.00
	-20%	100.00	98.00
	-40%	100.00	98.50

표 2. 각 방식의 인식 결과
Table. 2 The Recognition Result of Each Method

		제안한 방식		고유 방식		HMM		다층 신경망	
		훈련	시험	훈련	시험	훈련	시험	훈련	시험
원영상		100	99.5	95.5	93.5	96.0	94.0	71.0	72.0
밝기	40	100	95.5	93.0	91.0	93.5	91.0	71.5	69.0
	80	99.5	97.0	90.0	90.5	90.0	88.5	51.5	49.0
	-40	100	97.5	88.5	86.5	88.5	87.0	67.5	51.0
	-80	99.5	95.0	82.5	83.5	84.5	83.0	44.5	43.0
대비	20%	100	96.0	91.0	90.0	91.5	89.5	75.5	71.5
	40%	98.5	95.0	92.5	91.5	90.0	87.5	63.0	54.0
	-20%	100	98.0	90.5	90.0	88.5	86.5	75.0	69.0
	-40%	100	98.5	87.0	86.5	86.5	86.0	66.0	67.5

40명에 대해서 각각 5개의 얼굴을 가지고 200개의 훈련 영상 및 시험 영상으로부터 인식 실험을 수행한 인식률(%)의 결과는 표1, 2와 같다.

그림 4와 그림 5는 제안한 혼합형 신경회로망을 이용한 얼굴 인식 방식과 기존의 고유 얼굴 인식 방식, 은닉 마코프 모델 방식, 다층 신경회로망 인식 방식의 결과를 비교한 것이다. 여기서 인식률은 훈련 영상과 시험 영상의 평균값이다.

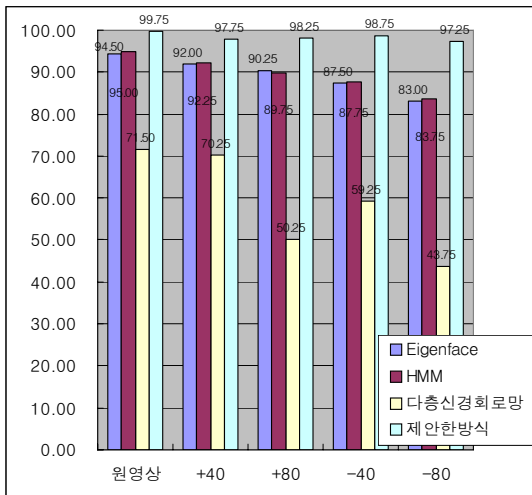


그림 4. 원영상과 밝기 변화에 따른 인식 결과
Fig. 4 The Recognition Result of Change of Brightness

그림 4는 원영상에 대해 밝기를 변화시켰을 때의 인식 결과이다. 그림 4를 통해서 제안한 방식의 밝기 변화에 대한 평균 인식율 98.31%가 됨을 알 수 있다. 이는 고유 얼굴 인식 방식에 비해 평균 8.89%, 은닉 마코프 인식 방식에 비해 평균 8.85%, 다층 신경회로망 인식 방식에 비해 35.35% 정도 인식율이 우수함을 보인다.

그림 5는 원영상에 대해 대비를 변화시켰을 때의 인식 결과이다. 그림 4에서와 마찬가지로 대비를 변화시켰을 경우에 대한 평균 인식율은 제안한 방식이 98.55%, 고유 얼굴 인식 방식이 90.8%, 은닉 마코프 모델 방식이 89.6%, 다층 신경회로망 방식이 68.45%로 제안한 방식의 대비 변화에 대한 인식율이 다른 방식보다 우수함을 확인했다.

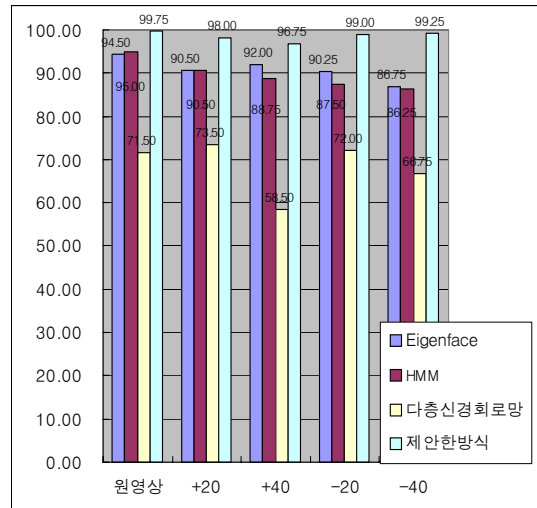


그림 5. 원영상과 대비 변화에 따른 인식 결과
Fig. 5 The Recognition Result of Change of Contrast

V. 결 론

본 연구에서는 생체 인식 기술 중에서 얼굴 인식의 성능 향상을 위한 혼합형 신경회로망을 제안하였다. 제안한 방식은 LVQ와 SOM 알고리즘으로 구성되었다. 제안한 방식은 SOM 알고리즘을 통해 1차 분류하고, SOM 알고리즘의 출력 뉴런이 승리되는 희수를 이용하여 승리 기댓값을 계산, 이를 이용하여 LVQ의 출력 뉴런수를 정

하고, 각 클래스의 서브 클래스 수도 결정한다.

제안한 방식의 유용성을 확인하기 위해 영국 Cambridge 대학의 Olivetti Research Laboratory에서 제공하는 얼굴데이터베이스를 이용하여 얼굴 영상의 밝기 및 대비를 변화시켜 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션을 통해 제안한 방식과 고유 얼굴 인식 방식, 은닉 마코프 인식 방식, 다층 신경회로망 인식 방식 등과 성능을 비교 하였다. 밝기 변화에 대해 제안한 방식의 평균 인식율은 98.31%였으며, 대비 변화에 대한 평균 인식율은 98.55%였다. 이를 통해 제안한 방식이 다른 얼굴 인식 방식 보다 우수함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 서일대학 학술연구비 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계기관에 감사드립니다.

참고문헌

[1] R. Chellappa, C. Wilson and S. Sirohey, "Human and Machine Recognition of Faces : A Survey," Proceeding of the IEEE, vol. 83, no.5, May 1995.

[2] P.J. Phillips, "Support Vector Machine Applied to Face Recognition," Advances in Neural Information Processing Systems 11, eds. M.J. Kearns, S.A. Soila and D.A. Cohn, MIT Press, 1999.

[3] O. Deniz, M. Castrillon, and M. Hernandez, "Face Recognition Using Independent Component Analysis and Support Vector Machines," AVBPA, pp. 59-64, 2001.

[4] Simon Haykin, Neural Networks, A comprehensive Foundation, Prentice-Hall, 1998.

[5] N. Kitajima, "A new method for initializing reference vectors in LVQ", IEEE International Conference on Neural Networks, Vol. 5, pp. 2775-2779, 1995.

[6] Su-Jeong You, Chong-Ho Choi, "LVQ with a weighted objective function", IEEE International Conference on Neural Networks, Vol. 5, pp. 2763 -2768, 1995.

저자소개

정성부(Sung-boo Chung)



1979년 동국대학교
전자공학과 학사 졸업
1981년 동국대학교
전자공학과 석사 졸업

2002년 동국대학교 전자공학과 박사 졸업
현재, 서일대학 컴퓨터전자과 교수
※관심분야: 지능시스템, 통신전자제어

김주웅(Joo-Woong Kim)



1996년 동국대학교
전자공학과 학사 졸업
1998년 동국대학교
전자공학과 석사 졸업

2003년 동국대학교 전자공학과 박사 졸업
현재, (주) 대성디엔에프 R&D 실장
※관심분야: 지능시스템, USN, SMPS