

혼합형 신경회로망을 이용한 얼굴 인식

정경권^{*}, 임중규^{*}, 김주웅^{*}, 이현관^{**}, 엄기환^{*}

^{*}동국대학교, ^{**}호남대학교

Face Recognition using a Hybrid Neural Network

Kyung Kwon Jung^{*}, Joong Kyu Lim^{*}, Joo Woong Kim^{*}, Hyun Kwan Lee^{**}, Ki Hwan Eom^{*}

^{*}Dongguk University, ^{**}Honam University

E-mail : kihwanum@dongguk.edu

요 약

본 논문에서는 여러 환경 변화에 민감한 특성을 가지고 있는 얼굴 인식의 성능 향상을 위해 혼합형 신경회로망 방식을 제안한다. 제안한 방식은 SOM과 LVQ를 이용하여 얼굴 인식의 성능을 향상시킨다. 제안한 방식의 유용성을 확인하기 위하여 ORL의 얼굴 영상을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과 제안한 방식이 고유얼굴 방식이나 은닉 마코프 모델 방식, 다층 신경회로망 방식보다 우수함을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a method for improving the performance of the face recognition using a hybrid neural network. The propose method focused on improving face recognition technique using SOM and LVQ. In order to verify the effectiveness of the proposed method, we performed simulations on face database supplied ORL. The results show that the proposed method considerably improves on the performance of the eigenface, hidden markov model, multilayer neural network.

키워드

Face Recognition, Hybrid Neural Network, SOM, LVQ

1. 서 론

최근 공항 출입국 감시소, 지하 주차장, 은행의 무인 자동화 창구, 공장 등 보안이나 범죄예방이 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 보안감시시스템의 필요성이 크게 증대되고 있다. 특히 보안구역을 24시간 감시해야 할 경우 경비 인력을 줄이기 위해서는 감시시스템에 있어서 무인 감시 능력이 절대적으로 필요하다[1].

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, 얼굴표정, 배경영상 변화가 있다. 이러한 제약조건은 얼굴 인식분야의 주 제약 조건이 되고 있고, 이러한 문제점의 해결이 얼굴인식분야의 과제라고 할 수 있다.

고유얼굴(Eigenface) 인식 방식은 모든 얼굴 영상을 간단하게 표현하는 방식이지만 스케일이나 조명의 변화에 대해서는 좋은 성능을 나타내지 못한다. 은닉 마코프 모델(Hidden Markov Model: HMM) 방식은 조명의 변화나 영상의 왜곡 등의 환경에서 성능 저하의 경향이 있고, 인식 과정의 계산 시간이 많이 걸린다. 신경회로망 중 다층 신경회로망(Multilayer Neural Network: MNN) 방식을 이용할 경우 네트워크의

크기에 따라 성능이 결정되고, 학습 시간이 오래 걸린다. 그러므로 지도 학습과 비지도 학습의 특징을 가지는 LVQ는 서브 클래스를 통해서 분류 경계를 미세하게 조정할 수 있기 때문에 여러 환경의 변화에 대해서도 우수한 성능을 얻을 수 있으며, 전방향의 연산을 통해 출력을 얻기 때문에 인식 시간이 짧다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하고자 혼합형 신경회로망을 이용한 얼굴 인식 방법을 제안한다.

일반적으로 LVQ는 경쟁학습의 대표적인 방식으로 얼굴 영상의 분류 및 인식에 강인한 성능을 가지고 있으나, 기준 벡터의 초기화, 뉴런의 미사용, 네트워크의 크기 결정 등의 문제가 있다. 제안한 방식은 이러한 LVQ의 문제점을 보완하여 인식에 대한 성능을 개선하기 위하여 SOM(self-Organizing Feature Map)을 이용하여 얼굴 영상을 1차 분류하고, 출력 뉴런이 승리되는 횟수를 이용하여 승리 기대값을 계산한다. 이 기대값에 의하여 선택된 승리 뉴런을 가지고 LVQ의 출력 뉴런수를 정하고, 각 클래스의 서브 클래스수를 정한다. 그리고 선택된 승리 뉴런의 연결 강도를 LVQ의 기준 벡터의 초기값으로 한다.

제안한 방식의 유용성을 확인하기 위하여 Cambridge 대학의 Olivetti 연구실(ORL)에서 제공하는 얼굴 데이터베이스(Database : DB)를 이용하여 고유얼굴 인식방식, HMM(Hidden Markov Model) 인식 방식 및 다층 신경 회로망(Multilayer Neural Network : MNN) 인식 방식 등과 얼굴 인식의 성능에 대하여 비교 검토한다. 인식 환경 변화에 대하여서는 조명 변화인 밝기(brightness)와 대비(contrast)를 변화시킨다.

II. 영상 데이터

얼굴영상은 그림 1과 같은 영국 캠브리지의 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 92x112의 크기로 되어 있다.

본 논문에서는 영상의 크기를 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 강인한 성능을 평가하기 위하여 얼굴 밝기(brightness)와 대비(contrast)를 조정한 데이터를 제작하였다. 밝기는 픽셀 값에 -80, -40, +40, +80을 더하여 제작하였고, 대비는 -40%, -20%, +20%,

+40%로 제작하였다. 그림 2는 5단계의 밝기/대비 변화에 대한 얼굴 영상 예이다.

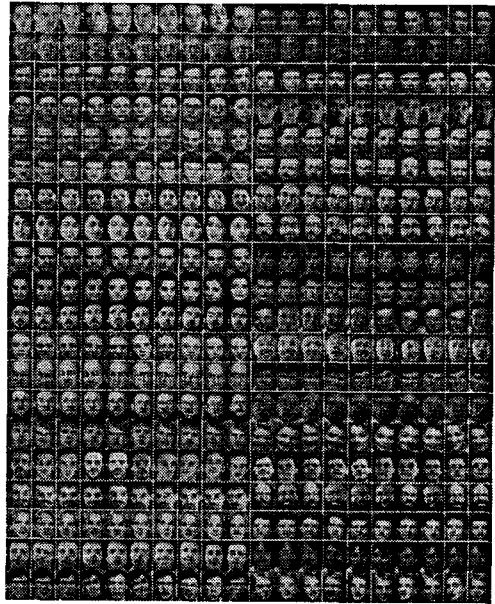


그림 1. ORL의 얼굴 영상



(a) 밝기 변화



(b) 대비 변화

그림 2. 밝기/대비 변화에 대한 얼굴 영상

III. 제안한 얼굴 인식

기존의 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, 조명변화, 얼굴 크기의 변화, 얼굴표정변화, 배경영상 변화 등이 있다. 이러한 제약조건은 얼굴 인식분야의 주 제약 조건이 되고 있고, 이러한 문제점의 해결이 얼굴인식분야의 과제라고 할 수 있다.

본 논문에서는 여러 환경 변화에 아주 민감한 특성을 가지고 있는 얼굴 인식의 성능 향상을 위하여 LVQ를 이용한다. LVQ는 패턴 분류나 인식

등에 강인한 특성을 가지고 있음에도 불구하고 기준 벡터의 초기화, 뉴런의 미사용, 입력 패턴이 중복되거나 다차원으로 복잡한 경우의 부정확한 분류, 네트워크의 크기 결정 등의 문제가 있다.[44][45]

LVQ의 설계에는 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. 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 연결 강도를 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 점근 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 단계로 설계가 된다.

1. 1차원 구조의 SOM을 설정한다.
2. 입력 벡터 로 SOM을 학습한다.
3. 학습 종료 후 각 입력에 따른 승리 빈도 수가 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 벡터 로 LVQ를 학습한다.

그림 3은 제안한 방식의 블록 선도이다. 그림과 같이 승리 빈도수가 높은 SOM의 승리 뉴런과 연결 강도를 LVQ의 서브 클래스와 초기 기준 벡터로 사용한다.

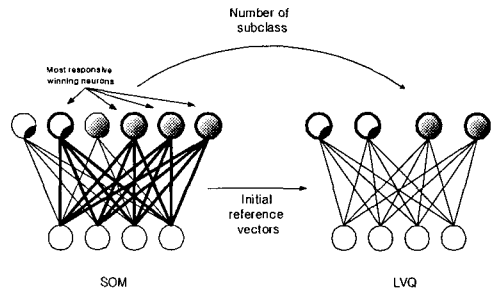


그림 3. 제안한 방식의 블록 선도

IV. 시뮬레이션

제안한 방식의 유용성을 확인하기 위하여 Cambridge 대학의 Olivetti 연구실(ORL)에서 제공하는 얼굴 DB를 이용하여 기존의 고유 얼굴 인식 방식, HMM 인식방식, 다층 신경 회로망 인식 방식과 비교 검토하였다.

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

표 1. Eigenface 방식의 인식 결과

		훈련(%)	시험(%)
원영상		95.50	93.50
brightness	40	93.00	91.00
	80	90.00	90.50
	-40	88.50	86.50
	-80	82.50	83.50
contrast	20%	91.00	90.00
	40%	92.50	91.50
	-20%	90.50	90.00
	-40%	87.00	86.50

표 2. HMM 방식의 인식 결과

		훈련(%)	시험(%)
원영상		96.00	94.00
brightness	40	93.50	91.00
	80	90.00	88.50
	-40	88.50	87.00
	-80	84.50	83.00
contrast	20%	91.50	89.50
	40%	90.00	87.50
	-20%	88.50	86.50
	-40%	86.50	86.00

표 3. 다층 신경회로망 방식의 인식 결과

		훈련(%)	시험(%)
원영상		71.00	72.00
brightness	40	71.50	69.00
	80	51.50	49.00
	-40	67.50	51.00
	-80	44.50	43.00
Contrast	20%	75.50	71.50
	40%	63.00	54.00
	-20%	75.00	69.00
	-40%	66.00	67.50

표 4. 제안한 방식의 인식 결과

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

기존의 방식들과 제안한 방식을 전체적으로 비교한 결과는 그림 4 ~ 5이다. 단 여기서 인식률은 훈련 영상과 시험 영상의 평균값이다. 그림 4는 원영상과 밝기 변화에 따른 인식 결과이고, 그림 5는 원영상과 대비 변화에 대한 인식 결과이다.

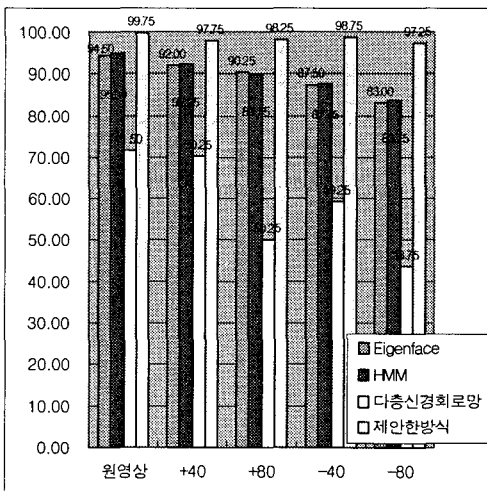


그림 4. 원영상과 밝기 변화에 따른 인식 결과

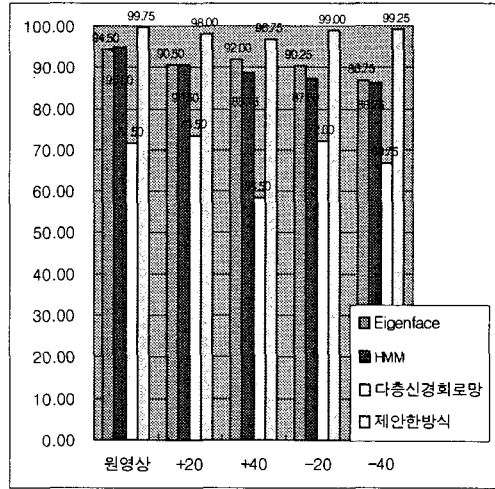


그림 5. 원영상과 대비 변화에 따른 인식 결과

그림 4 ~ 5에서 ORL 얼굴 영상을 이용하여 기존 방식인 고유얼굴 방식, HMM 방식, 다층 신경회로망 방식과 제안한 방식과 인식율을 비교 검토한 결과 제안한 방식이 원영상에서는 평균 인식률이 99.75%로 우수한 성능을 나타내며, 조명 등의 환경 변화에 대해서도 평균 인식률이 98.31%로 우수한 성능을 나타내므로 강인한 성능을 가짐을 확인하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 여러 환경 변화에 민감한 특성을 가지고 있는 얼굴 인식의 성능 향상을 위해 혼합형 신경회로망 방식을 제안하였다. 제안한 방식은 SOM과 LVQ를 이용하여 얼굴 인식의 성능을 향상시킨다. 제안한 방식의 유용성을 확인하기 위하여 ORL의 얼굴 영상을 이용하여 기존의 방식인 고유얼굴방식, HMM방식, 다층 신경회로망 방식 등에 대하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과 제안한 방식이 기존의 방식보다 원영상에서는 평균 인식률이 99.75%로 우수한 성능을 나타내며, 조명 등의 환경 변화에 대해서도 평균 인식률이 98.31%로 가장 우수한 성능을 나타내므로 강인한 성능을 가짐을 확인하였다.

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