# 균일분포 신경회로망을 이용한 얼굴인식 시스템

조 성 원 °박 준 하

홍익대학교 전자전기공학부
서울특별시 마포구 상수동 72-1
홍익대학교 전자전기공학부

Seongwon Cho, °Junha Park

School of Electronic and Electrical Engineering, Hong Ik University
72-1 Sangsu-dong, Mapo-gu, Seoul, Korea

**요 약 :** 본 논문에서는 LVQ(Learning Vector Quentization) 신경회로망의 새로운 가중치 초기화법을 제안하고 이를 얼굴인식 시스템에 적용하였다. 제안한 방법은 초기가중치를 패턴 결정 경계면 주변에 설정함으로써 인식율을 높이는 방법이다. 얼굴인식의 특징 추출 방법으로서는 주성분 분석, 모멘트, 푸리에 기술자, 모멘트+주성분 분석 및 푸리에 기술자+주성분 분석 등을 사용하여 실험하였으며, 인식부의 LVQ 신경회로망에 제안된 방법을 적용하여 기존의 방법과 비교 실험하였다. 실험 결과 초기가중치를 최초 패턴으로 가지는 경우, 평균값을 취하는 경우, 랜덤하게 사용하는 경우등에 비해서 우수한 인식율을 보임을 알 수 있었다.

## Ⅰ. 서 론

얼굴은 인간의 독특한 특징이다. 얼굴의 인식에 관한 연구는 과거의 오랜 기간동안 심리학, 신경과학, 공학 등의 다양한 분야에서 이루어져 왔다. 특히 공학 분야는 영상 처리분야와 패턴인식, 컴퓨터 비젼, 신경망 등의 분야들에서 활발한 연구를 보이고 있다. 사람 얼굴의 자동 인식은 컴퓨터 비젼과 인식 분야에 있어서 매우 흥미 있는 문제이다. 신뢰할 수 있는 강인한 알고리즘의 개발을 통하여 회사나 공항의 보안 시스템이나 미래의 인간과 기계의 인터페이스의 일부분으로 사용될 수 있을 것이다.

· 이 논문은 1996년도 한국과학재단 핵심전문연구과제 연구비 지원에 의한 결과임 (과제번호:961-0917-082-1)

## Ⅱ. 연구 배경 및 내용

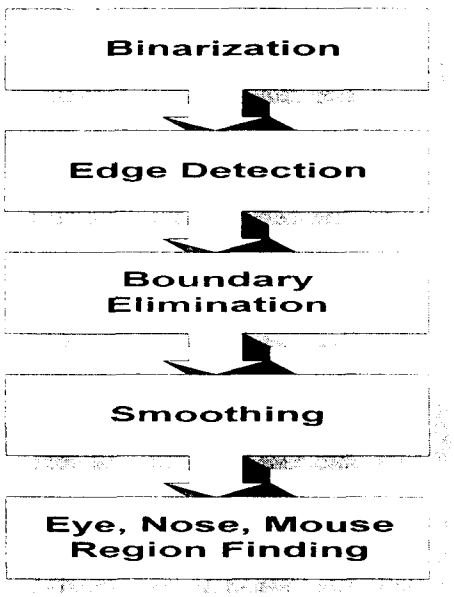
일반적인 패턴 인식 문제의 특별한 예로서 얼굴인식은 두 개의 부분으로 구성될 수 있는데, 첫째는 크기, 회전, 위치 이동, 얼굴 표정, 조명, 위장 등에 불변하는 특징을 찾는 것이며, 두 번째 부분은 새로운 영상으로부터 획득한 특징을 비교하여 분류기능을 수행하는 분류기를 구성하는 것이다.

본 논문에서의 눈, 코, 입의 영역을 찾아내는 기본적인 아이디어는 눈, 코, 입은 얼굴의 다른 부분에 비해 명도가 낮다는 점에 착안하였다. 이진화, 윤곽선 검출, 경계면 검출, 평활화를 이용하여 눈, 코, 입의 대략의 위치를 남긴 후 얼굴이 위에서부터 아래로 탐색할 때 눈썹, 눈, 코, 입의 순으로 배치되어 있다라는 사전 지식을 바탕으로

눈썹과 눈, 코, 귀, 입의 영역을 추출해 낸다.

1. 전처리 과정

본 얼굴 인식 시스템에서 눈, 코, 입의 위치를 추출해내기 위해 사용한 전처리 과정은 <그림 1>과 같다. CCD 카메라로 받아들인 영상을 <그림 3>과 같이 이진화한 후 얼굴의 윤곽선을 검출하고 검출된 윤곽선 바깥 부분을 오려낸다. 해당 그림은 <그림 4>,<그림 5>와 같다. <그림 6>은 점 잡음(Spot Noise)을 제거하기 위한 평활화 영상이며 이를 통하여 눈, 코, 입의 영역을 탐색하여 찾아낸 영상은 각각 <그림 7>,<그림 8>,<그림 9>와 같다.




<그림 1> 얼굴 영상의 전처리 과정

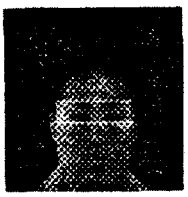
<그림 2> 얼굴의 원 영상

<그림 3> 얼굴의 이진화 영상

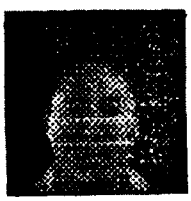
<그림 4> 얼굴의 윤곽선 검출 영상

<그림 5> 얼굴의 윤곽선 제거 영상

<그림 6> 점 잡음제거를 위한 평활화 영상



<그림 7> 얼굴의 눈 영역을 찾은 영상



<그림 8> 얼굴의 코 부분을 찾은 영상

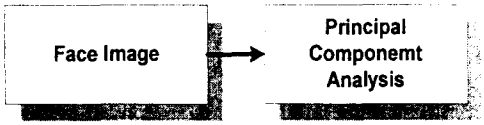
<그림 9> 얼굴의 입부분을 찾은 영상

2. 특징 추출 과정

전처리 과정을 수행한 후 다음의 5가지의 특징

추출 과정을 수행하였다.

첫째, <그림 10>과 같이 전처리 과정 없이 128×128 영상을 16×16의 영상으로 축소하고 주성분 분석(Principal Component Analysis)을 수행하여 특징을 추출하였다.

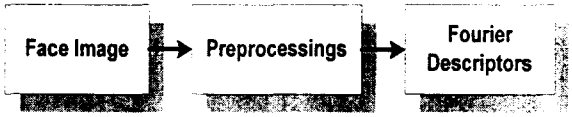



<그림 10> 주성분 분석을 이용한 얼굴의 특징 추출

둘째, 이진화 과정을 거친 후 모멘트를 이용하여 특징을 추출하는 과정으로서 <그림 11>에서 도시화하였다.

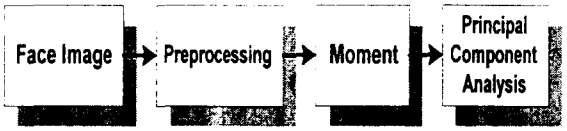
<그림 11> 모멘트를 이용한 얼굴의 특징 추출

셋째, <그림 12>와 같이 이진화, 윤곽선 검출, 세선화, 경계 검출 과정을 거친 후 특징으로서 푸리에 기술자(Fourier Descriptor)를 구하는 방법을 취하였다.



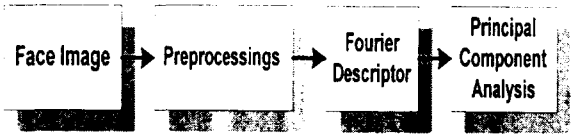

<그림 12> 푸리에 기술자를 이용한 얼굴의 특징 추출

넷째로 <그림 13>과 같이 전처리 과정을 거쳐 모멘트를 구한 후 주성분 분석을 이용해서 최적의 특징을 추출하였다.




<그림 13> 모멘트와 주성분 분석을 통한 얼굴의 특징 추출

마지막으로 <그림 14>와 같이 전처리 과정을 거쳐 푸리에 기술자(Fourier Descriptor)를 구한 후 주성분 분석을 이용하여 최적의 특징을 추출하였다.




<그림 14> 푸리에 기술자와 주성분 분석을 통한 얼굴의 특징 추출

3. 인식 과정

특징 추출 과정에서 5가지의 형태로 추출된 특징의 인식을 위하여 LVQ 신경회로망을 이용하였다. 학습 횟수는 100회에서 1000회에 걸쳐 실험하였으며, 학습율은 식(1)과 같은 단조 감소 함수를 사용하였으며 초기 학습율 $\alpha(0)$는 0.3으로 하였다.

$$\alpha(t) = \alpha(0) \cdot (1 - \frac{t}{Number\ of\ Iterations}) \quad (1)$$

LVQ의 초기화 과정에 있어서는 균일 분포 초기 가중치 선정이라는 방법을 새로이 제안하였으며, 기존의 초기화 방법과 비교 실험을 수행하였다.

4. 제안한 LVQ 초기 가중치 선정 방법

본 논문에서 제안한 균일 분포 초기 가중치 선정 알고리즘은 다음과 같다.

*Step 1 :*

각 클래스의 학습패턴들 중에서 처음으로 입력되어지는 학습 패턴을 그 학습 패턴이 속해 있는 클래스의 제일 처음의 가중치 벡터로 선정하고 나머지 가중치 벡터들은 모두 0으로 놓는다.

$$W_1^k = X_1^k \text{ for } k = 1, \cdots, M \qquad (2)$$

여기서 $W_1^k$ 는 k번째 클래스의 첫 번째 가중치 벡터, $X_1^k$는 k번째 입력 패턴, M은 클래스의 수이다.

*Step 2 :*

각 클래스의 학습패턴을 새로운 입력으로 인가한다.

*Step 3 :*

입력된 패턴과 각 출력 노드 사이의 거리 $d_j$를 식 (3)을 이용하여 구한다.

$$d^2 = \sum_{i=0}^{N-1} (x_{ip}^k - W_{ij}^k) \qquad (3)$$

여기서, N은 입력 벡터의 차원, $X_{ip}^k$는 k번째 클래스의 p번째 패턴의 i번째 값, $W_{ij}^k$는 k번째 클래스의 j번째 가중치 벡터의 i번째 값이다.

*Step 4 :*

최소 거리를 가지는 가중치 벡터가 나타내는 클래스와 입력 패턴의 클래스가 일치하는가를 결정한다. 일치하지 않는다면 입력 패턴의 클래스의 또 하나의 다른 가중치 벡터로 등록한다.

*Step 5 :*

모든 학습패턴에 대하여 적용할 때까지 Step 2에서 Step 4를 반복한다.

## Ⅲ. 실험 결과

실험은 두 가지 경우로 나누어 수행하였다.

1. 기존 LVQ 신경회로망을 이용한 얼굴인식

앞서 설명하였던 5가지 영상의 특징 추출 방법에 대하여 최초 패턴을 가지고 초기화하는 일반적인 LVQ 학습강도 초기화 방법을 적용한 LVQ1 신경회로망을 인식부로 구성한 얼굴인식 결과는 <표 1>과 같다.

| 인식율 / 특징추출방법 | 학습 데이터 | 테스트 데이터 |
|---|---|---|
| 주성분 분석 | 76% | 32% |
| 모멘트 (특징 개수 21개) | 96% | 84% |
| 푸리에 기술자 (특징 개수 12개) | 62% | 26% |
| 모멘트 + 주성분분석 (특징 개수 2개) | 96% | 80% |
| 푸리에기술자+주성분분석 (특징 개수 5개) | 62% | 20% |

<표 1> 얼굴 인식 실험 결과(인식율)

표에서 보는 바와 같이 모멘트를 통해 구해진 특징으로 인식을 수행한 경우 가장 우수한 성능을 보임을 알 수 있다.

2. 제안한 LVQ 초기 가중치 선정 방법을 이용한 얼굴인식

기존 LVQ 신경회로망을 이용한 얼굴인식에서 가장 우수한 성능을 보인 21차원 모멘트를 이용하여 제안한 초기 가중치 선정 방법을 LVQ 신경회로망에 적용한 실험을 수행하였다. 비교 실험을 위하여 초기가중치를 최초 일정 개수를 사용하는 방법, 평균값을 사용하는 방법, 패턴에서 무작위로 선정하는 방법 등의 세가지 방법을 제안한 방법과 비교 실험하였다. 실험 결과는 <표 2>와 같다.

| 인식율 / 특징추출방법 | 학습 데이터 | 테스트 데이터 |
|---|---|---|
| 최초 패턴 | 96% | 84% |
| 평균값 | 100% | 76% |
| Random | 88% | 76% |
| 제안된 방법 | 100% | 86% |

<표 2> 다양한 초기화 방법에 의한 얼굴 인식 실험 결과 비교

## Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 LVQ의 균일 분포를 가지는 새로운 초기 가중치 선정 방법을 제안하고 이를 얼굴영상 데이터에 적용하여 실험하였다. 인식율은 최초 일정 개수의 학습 패턴을 가중치로 사용하는 방법이 학습데이터의 경우 96%, 테스트 데이터의 경우 84%의 인식율을 보였으며, 평균값을 사용하는 경우에는 100%와 76%, 학습 패턴 중에서 무작위로 선정하는 방법은 각각 88%와 76%의 인식율을 보였다. 제안한 방법은 학습데이터의 경우 100%, 테스트 데이터의 경우 86%의 인식율을 보였다. 실험 결과 제안된 초기 가중치 선정방법이 기존의 방법들보다 인식율이 향상됨을 알 수 있다.

## 참고문헌


[1] Anil K. Jain , "Fundamentals of Digital Image Processing" , Prentice Hall , 1989.

[2] Gonzalez , "Digital Image Processing" , Addison-Wesley , 1987.

[3] John Hertz , "Introduction to the theory of neural computation" , Addison-Wesley.

[4] E.Person and K. S. Fu, "Shape Discriminationusing Fourier descriptors", IEEE Trans. Syst . Man Cybernet. SMC-7, pp.170-179 , 1977.

[5] A.J. Goldstine, L.D. Harmon ,and A.B. Lesk "Identification of human faces", Proc.IEEE, Vol.59 , pp. 748-760 , May , 1971.

[6] R.Brunelli ,and T.Plggio, "Face Recognition : Features versus Templatas", IEEE Tran. on PAMI, Vol. 15 , pp. 1042-1052, Oct, 1993.