

論文96-33B-8-13

# 무계중심을 이용한 자동얼굴인식 시스템의 구현

## (Implementation of an Automatic Face Recognition System using the Object Centroid)

馮義燮\*, 金炳華\*, 安鉉植\*, 金道鉉\*

(Eui Seop Poong, Byoung Hwa Kim, Hyun Sik Ahn, and Do Hyun Kim)

## 요 약

본 논문에서는 얼굴 영상의 무계중심을 이용한 자동 인식 알고리즘을 제안하고 실험을 통하여 타당성을 입증한다. 우선, 취득된 얼굴영상에서 크로마키(Chroma-Key)기법을 이용하여 배경과 얼굴부분을 분리한 후 분리된 얼굴영상에 대한 무계중심을 구한다. 다음에 무계중심의 위치와 얼굴 영상에 대한 지식에 기초하여 코의 위치를 결정하고, 17개의 특징 파라미터를 자동적으로 구한다. 끝으로 오차 역전파 알고리즘을 이용하여 학습시킨 신경망에 정규화된 특징파라미터를 입력시킴으로써 얼굴영상을 인식하도록 한다. 또 제안된 인식시스템을 이용하여 실험을 수행한 결과 얼굴영상의 위치와 크기의 변화에 관계없이 인식할 수 있음을 실험에 의해 입증해 보인다.

## Abstract

In this paper, we propose an automatic recognition algorithm using the object centroid of a facial image. First, we separate the facial image from the background image using the chroma-key technique and we find the centroid of the separated facial image. Second, we search nose in the facial image based on knowledge of human faces and the coordinate of the object centroid and, we calculate 17 feature parameters automatically. Finally, we recognize the facial image by using feature parameters in the neural networks which are trained through Error Backpropagation algorithm. It is illustrated by experiments using the proposed recognition system that facial images can be recognized in spite of the variation of the size and the position of images.

## 1. 서 론

인간은 얼굴인식을 위하여 얼굴의 전반적인 구조 및 특성에 관한 지식을 최대한으로 활용하는 것으로 알려져 있다<sup>11)</sup>. 다시 말해서 얼굴부위별 상대적인 위치 및 특징적인 구조를 예상하게 되고, 이러한 예상이 실제 영상에서의 구조와 일치하는가를 확인하는 과정을 통하여 얼굴인식이 이루어진다. 인간의 얼굴은 거의 좌우 대칭이고, 눈썹 아래 눈이 있고 그 아래 부분에 코가

존재하며, 코 아래에 입술이 위치한다는 등의 일반적인 지식을 이용하는 것이다. 얼굴을 인식하는 방법에는 측면얼굴의 윤곽(Silhouette)<sup>12-61)</sup>이나 정면얼굴의 특징들을 이용하거나, 이 두가지 방법을 혼합하여 사용하는 방법<sup>17)</sup> 등이 있는데, 측면얼굴을 이용할 경우 특징 추출이 용이한 장점은 있으나 인식률을 높이기 위해서는 얼굴과 배경부분을 정확히 분리해야 한다는 등의 많은 어려움이 따르므로, 정면얼굴을 이용한 얼굴인식 시스템 개발이 많은 접근 방법을 통하여 이루어지고 있다. 정면얼굴을 이용할 경우에 다음과 같은 문제점이 발생할 수 있다. 첫째, 안경 착용여부에 따라 다른 결과 나올 수도 있다. 둘째, 수염 등에 의한 영향으로 특징 파라미터추출에 어려움이 따른다.

\* 正會員, 國民大學校 電子工學科

(Dept. of Elec. Eng., Kookmin Univ.)

接受日字:1995年2月6日, 수정완료일:1996年7月26日

정면얼굴을 이용하여 얼굴을 인식하는 방법에는 2차 통계(second order statistics) 특징을 이용하여 이진 영상에서 정합영역을 추출한 후 정합하는 방법<sup>[8,30]</sup>과 얼굴을 구성하는 각 구성성분들의 원형을 정합하는 방법<sup>[9,10]</sup> 및 위치관계를 이용하는 방법<sup>[11,12,25]</sup> 등이 있다. 2차 통계 특징을 이용한 정합방법의 경우, 정합 영역 추출시 조명에 의한 특징영역의 크기 및 위치에 대한 변화에 민감하다는 단점이 있고, 원형정합 방법은 입력영상의 크기가 변할 경우 고정된 원형에 의한 인식이 어렵다는 단점이 있다.

얼굴과 배경을 분리하는 단계에서는 얼굴의 형태가 조명 및 각도에 의해 왜곡이 일어날 가능성이 크기 때문에 인식률을 저하시키는 원인이 된다. 그리고 추출된 특징값들을 이용하여 인식하는 방법에는 유클리디안 거리를 이용한 방법과 신경회로망을 이용한 방법이 있는데, 전자는 시스템 구성이 간단하다는 장점이 있으나 인식대상의 수가 많아질수록 클래스의 수를 늘려야 하기 때문에 특징값들의 중첩문제를 해결하기 힘들고 인식률이 낮아지는 단점이 있으며 후자는 인식대상의 수에 유연하게 시스템을 구성할 수 있다는 장점이 있다<sup>[12]</sup>.

본 논문에서는 우선, 얼굴영상과 배경영상의 효과적인 분리를 위하여 크로마키 원리<sup>[13,14]</sup>를 이용하고 얼굴영상의 무게중심을 구하여 인간의 얼굴구성에 대한 지식을 바탕으로 눈, 코, 입 등의 위치를 추정한다<sup>[15,16]</sup>. 무게중심을 이용한 얼굴영상의 자동인식 알고리즘을 이용하여 17개의 특징 파라미터를 추출한 후 오차 역전파 알고리즘으로 학습된 다층 신경회로망에 입력시켜 얼굴영상을 인식한다.

## II. 자동인식 알고리즘

기존의 얼굴과 배경 분리 방법을 살펴보면, Wong은 국소특징인 눈과 코의 위치 및 그것의 수평, 수직선과 얼굴 윤곽선의 교점과의 거리를 전역적으로 이용하여 얼굴인식을 시도하였으나, 이 경우 조명의 위치에 따라서 윤곽선의 위치가 달라지는 단점이 있으며<sup>[17]</sup>, Hasegawa는 눈감박임과 같은 동적정보를 이용하여 눈의 위치 등 얼굴성분을 인식하였으나, 프레임 그래버(frame grabber)의 영상정보를 실시간 저장 디스크의 설치가 필요 조건이 된다<sup>[18]</sup>. Kelly는 Planning 방법을 이용하여 얼굴과 배경을 분리하였고<sup>[19]</sup>, Kato는

얼굴영상의 가장 긴 isodensity 라인을 얼굴과 배경의 경계선으로 결정하였다<sup>[20]</sup>. Buhmann은 포유류 시각 피질의 receptive field와 유사한 Gabor필터를 이용하여 표면영상의 레이블된 그래프를 입력얼굴영상의 그래프에 최적으로 정합시키는 방법을 제안하였다<sup>[21,22]</sup>. Harasaki는 스테레오 영상의 초점으로 두 영상을 정합시킨 후 배경을 분리하였다<sup>[23]</sup>. 그리고 배경영상과 얼굴영상의 분리없이 이산코사인 변환 등과 같이 공간 주파수를 이용한 전역적 특징 파라미터를 이용한 연구도 발표되었다. 특징 추출 단계에서 오류의 요인이 되는 어깨 부분은 영상의 중간 아래에 위치하기 때문에 수직축의 중간에서 변화가 일어나는 점에 착안하여, 이 점을 기준으로 하여 수직축 방향으로 한 화소씩 증가시키면서 추적 우선 순위에 따라 연속되는 에지를 배경과 얼굴 및 어깨의 경계선으로 결정하여 분리하는 방법도 소개가 된 바 있다<sup>[24]</sup>.

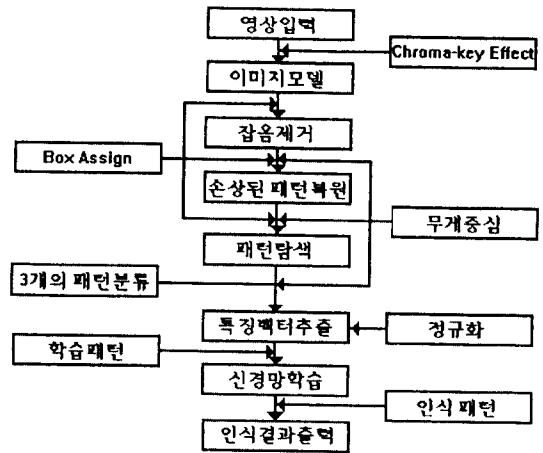


그림 1. 얼굴인식 구성도  
Fig. 1. Block diagram of the face recognition.

본 논문에서 제시하는 자동얼굴인식시스템의 수행과정은 그림 1과 같다. 우선, 크로마키에 의해서 얼굴과 배경영상을 분리하는데 크로마키 기법의 이용은 사람의 피부색이나 눈동자의 색깔에 대하여 이용할 수 있다. 배경과 분리된 얼굴영상에 대하여 그레이 칼라로 변환하고 다시 2진 영상으로 변환하면 머리카락과 조명에 의한 얼은 그림자가 소거되고 눈, 눈썹, 코, 입술만이 남는 영상이 된다. 이렇게 필요한 영상패턴만이 남게 되면 잠음제거 과정을 거쳐 무게중심을 이용하여 코의 위치를 찾는다. 코의 위치를 바탕으로 다른 얼굴

구성요소를 3 그룹(1.오른쪽 눈과 오른쪽 눈썹, 2.왼쪽 눈과 왼쪽 눈썹, 3.코와 입술)으로 패턴분할한 다음에 2개의 얼굴구성요소를 포함하는 각 그룹 안에서 다시 1개의 얼굴구성요소별로 분리한다. 분리가 끝나면 앞의 2진영상으로 부터 각 얼굴구성요소를 복사하여 대체하는데 이는 잡음과정에서 손상된 패턴을 복원하기 위한 것이다. 무계중심에 의하여 얼굴구성요소에 대한 탐색이 완료되면 유클리디안 거리에 근거한 얼굴구성요소들간의 정규화된 특징 파라미터를 산출하고, 이를 학습을 거친 신경 회로망의 인식데이터로 사용하여 얼굴영상의 인식 결과를 출력하게 된다.

1. 영상모델

기존의 연구논문들을 살펴보면 취득한 영상의 전처리 과정에서 에지추출을 한 영상을 바탕으로 배경영상과 얼굴영상의 분리 및 특징 추출 등을 수행한다<sup>[25]</sup>. 이는 영상취득시 주변상황 즉, 피사체의 기울기 및 회전과 조명상태에 대하여 민감하게 반응을 보인다<sup>[26, 28]</sup>. 크로마키의 원리는 그림 2에서와 같이 인물환상 등을 다른 화상에 끼어 넣는 화면 합성을 하기 위한 것으로, 색의 3요소인 색상의 차를 이용한다. 크로마키의 특징색으로 청색을 사용하는 이유는 우리나라(특히, 황인종)사람의 피부색과는 보색관계가 있어 사람의 피부색과 쉽게 분리시킬 수 있기 때문이다.

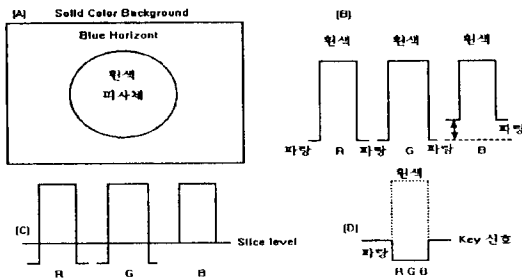
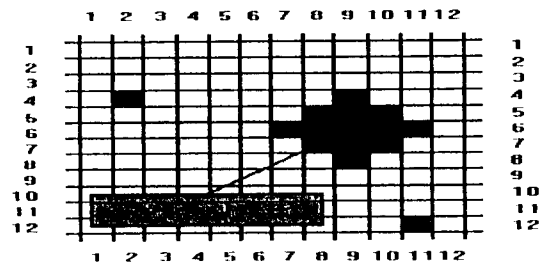


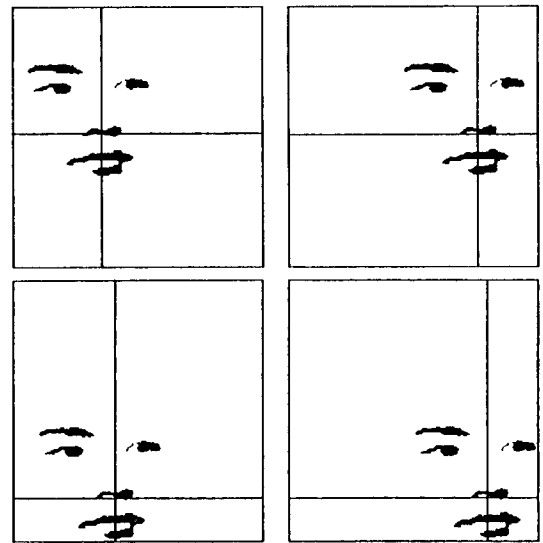
그림 2. 크로마키 원리  
Fig. 2. Principle of Chroma-Key.

예를 들어, 그림 2의 (A)와 같이 파란색 판넬 앞에 흰색공이 있다고 하자. 흰공부근의 RGB의 파형을 간단히 나타내면 (B)와 같이 된다. 파란부분의 R과 G는 레벨이 제로가 되고, B만이 다소의 레벨을 갖는다. 흰공부분에서는 RGB값이 모두 최대 레벨이 된다. RGB의 3파형을 겹쳐서, (C)와 같이 Set up 분에 맞춰 슬라이스 레벨을 정하고, 슬라이스함으로써 B의 Set up

을 없앤다. 이 때, 슬라이스하는 파형은 (D)가 된다. 정확한 키신호를 얻기 위해서는 배경색의 색조, 밝기가 모두 일정할 필요가 있다. 그렇지 않으면 슬라이스 레벨이 정해지지 않기 때문이다. 근래에는 Transition이 일어날 지점의 선택에 휘도신호를 사용하는 대신 색상(Hue)신호를 사용하기도 한다. 크로마키 기법에 의하여 파란 배경을 검정색으로 대체하고 입력영상을 얻은 후에 그레이 영상으로 변환한다. 이렇게 얻어진 영상에 대한 역(inverted) 영상을 생성한다.



(a)



(b)

그림 3. (a) 무계중심의 계산 예  
(b)무계중심의 예

Fig. 3. (a) An example of calculation of an object centroid.  
(b) Examples of an Object centroid.

검정색을 배경신호로 사용하는 이유는 머리카락을 일종의 인식에 있어서 불필요한 잡음으로 취급하여 사전제거를 통한 인식차원을 감소시키기 위함이다. 역(inverted) 영상으로의 변환은 특징 파라미터 추출시에

인식대상이 되는 눈썹, 눈, 코, 입의 영역을 추출하기 위한 처리과정으로 입력영상과 역(inverted) 영상사이에서 그레이 레벨차이가 255인 영역만을 출력하면 필요한 인식대상 영역만을 추출할 수 있다<sup>[29]</sup>. 물론, 머리카락이 눈을 가리지 않아야 한다는 최소의 제약이 필요하다.

본 논문에서는 회전(Orientation)이 20° 이내이며 기울기(Tilted Angle)가 60° 이내의 변형을 가진 얼굴영상을 실험에 사용하였다.

2. 무게중심에 의한 얼굴구성요소의 탐색

그림 3(a)에서 Objects 화소의 모든 X좌표의 합은 130이고, Objects 화소의 모든 Y좌표의 합은 94이다. X는 9(130/15)이고, Y는 6(94/15)이다. 즉, 무게중심좌표는 (9,6)이다.

그림 3(b)는 배경영상에서 얼굴영상의 위치에 따른 무게중심점의 위치를 나타낸다.

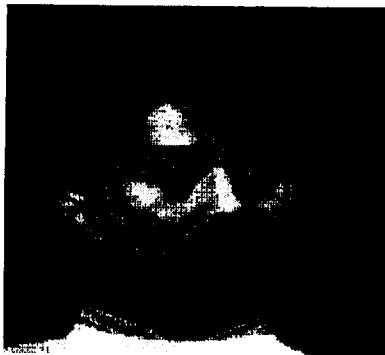
일반적으로 무게중심점에 대하여 좌상단부에 위치하는 얼굴구성요소는 왼쪽 눈과 눈썹이라고 가정할 수 있다. 물론, 우상단부에 위치할 때는 오른쪽 눈과 눈썹도 무게중심에서 제일 가깝거나 하단부에 위치하는 얼굴구성요소는 코와 입술로 가정한다. 이렇게 인간얼굴에 대한 사전지식을 바탕으로 얼굴구성요소에 대하여 정확한 추론을 할 수 있다. 그림 4는 무게중심을 사용하여 자동으로 얼굴을 인식하는 과정을 나타낸다. 얼굴영상 전체에 대하여 크로마키 기법을 사용하여 배경과 얼굴을 분리한다. 이 때 머리카락은 인식에 불필요한 잡음으로 간주하여 소거한다. 즉, 크로마키 기법 사용시 배경색 신호를 검정색으로 하여 머리카락 색과 같게 하고서 촬영한 후에 이 영상과 역 영상(inverted

image) 사이에 그레이 레벨 차이가 255이상인 영역만을 출력하고 나머지 영상영역에 대해서는 0으로 set한다. 그리고 출력된 전체영상에 대해서 4개의 모서리와 각 변의 중심에서 백색을 배경신호로 하면 머리카락도 같이 없어지게 되어 그림 4(b)와 같은 영상 모델을 얻을 수 있다. 이렇게 얻은 영상 전체에 대하여 box를 할당하고 새롭게 저장한다. 이 때 잡음에 대해서도 box를 할당한다. 이는 X, Y축에 대하여 각각 5x5윈도우를 가중치(여기서는 5)로 하고 이 가중치에 미달하는 최소영역을 소거하면서 새롭게 setting한다. 이러한 작업을 5번 하게 되면 그림 4(c)와 같이 모든 잡음은 제거된다. 그리고 이 영상에 대하여 box를 다시 할당한다. 존재하는 모든 box내의 영상을 그림 4(b)에서와 같이 복사하면 손실된 얼굴영상을 다시 복원할 수 있다. 이렇게 잡음을 제거하고 난 후에는 영상전체에 대하여 무게중심을 구한다. 무게중심은 거의 모든 얼굴영상에 대하여 코 근처에 위치하므로 얼굴구성요소에 대한 일반적인 지식으로 탐색을 할 수 있다(그림 4(e)).

영상의 수평, 수직축에 대하여 모든 box의 크기를 한 화소씩 증가시켜 box의 수가 3개가 될 때까지 반복한다. 여기서 3개가 될 때까지 수행하는 이유는 왼쪽눈과 눈썹, 오른쪽 눈과 눈썹 그리고 코와 입술을 한 패턴으로 묶어서 얼굴에 대한 기초지식을 이용하여 차례로 탐색하여 나가면 정확하게 얼굴의 구성요소의 위치를 파악할 수 있기 때문이다. 그림 4(f)는 얼굴의 구성요소에 대한 탐색이 완료된 영상이다.

3. 특징 파라미터 추출 및 인식화

패턴은 생성된 때나 생성된 후에 여러가지 조작에 의해 다양하게 변형된다. 얼굴인식에 있어서 변형된 영



(a)



(b)

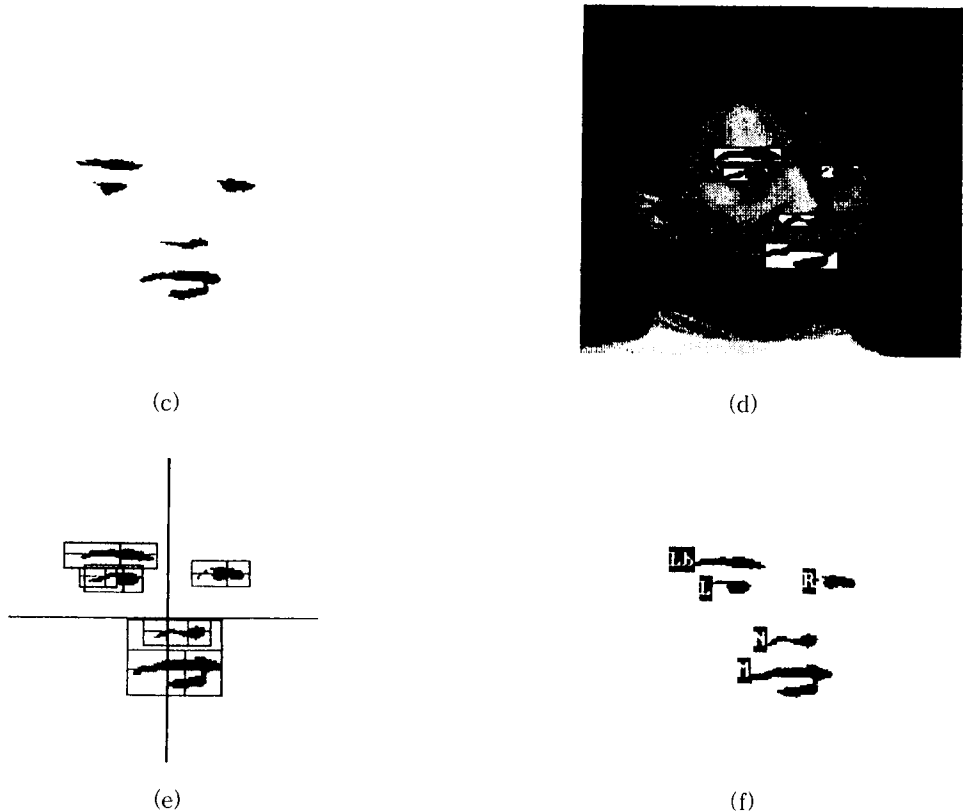


그림 4. 자동얼굴인식의 예

Fig. 4. Examples of automatic face recognitions.

상을 가지고 인식작업을 수행하는데, 기준적인 패턴으로 변환하는 정규화 과정이 필요하게 된다. 정규화의 대상이 되는 것으로는 위치, 크기, 진폭 등이 있으며, 선형변환의 범위에서 정규화하는 것이 보통이다. 정규화는 해석적인 방법이므로 변형이 복잡한 대상에 반드시 적합한 것은 아니나, 이 경우에도 변형의 범위를 대강 제한하여 상세한 변형은 인식방법으로 흡수한다. 일반적으로 표준패턴과 미지의 패턴을 비교할 때, 두 패턴의 길이가 서로 다를 경우에는 선형신축으로 두 패턴의 길이를 같게 할 수 있다.

본 논문에서는 추출가능한 17개의 특징 파라미터를 추출하여 눈 사이의 거리를 바탕으로 모든 특징 파라미터들을 정규화하였다. 특징 추출이란 변형에 대하여 안정된 물리량을 추출하는 것을 말한다. 특징 추출의 목적은 정보의 손실없이 패턴의 차원을 줄여 중복성을 없애고, 인식에 필요한 시간 및 기억공간을 줄이는 데 있다. 특징 추출은 대상으로 하는 패턴의 특성에 크게

의존하므로 패턴의 성격을 깊이 규명할 필요가 있다.

영상을 입력받을 시 눈썹 자체가 아주 흐리거나 또는 없는 경우가 종종 있으며, 조명 등의 영향으로 눈썹 자체가 잡히지 않는 경우가 있어 특징 파라미터 산출에 제한이 생기게 된다. 회전(Orientation)에 의한 영향은 특히, 얼굴요소에서 수평적 성분을 특징 파라미터로 잡았을 때 영향을 미친다.

다음은 17개(CP [1] - CP [17])의 특징 파라미터의 내용이다.

CP [1] : 눈썹의 길이

CP [2] : 양 눈썹사이의 거리

CP [3] : 입술의 길이

CP [4] : Eye-connection line의 중점에서 코의 밑 변까지의 수직 거리,

CP [5] : Eye-connection line의 중점에서 미간 중심까지의 거리

CP [6] : 코의 밑 변에서 입술까지의 수직 거리

- CP [7] : 양 미간 사이의 거리
- CP [8] : Eye-connection line의 중점에서 눈썹의 시작점까지의 거리
- CP [9] : Eye-connection line의 중점에서 눈썹의 무게중심점까지의 거리
- CP [10]: Eye-connection line의 중점에서 눈썹의 끝점까지의 거리
- CP [11]: CP [5] 과 CP [8] 사이의 각
- CP [12]: 눈의 무게중심점에서 눈썹의 무게중심점까지의 거리
- CP [13]: Eye-connection line과 [12] 사이의 각
- CP [14]: 코 밀변의 길이
- CP [15]: Eye-connection line의 중점에서 입술 끝까지의 거리
- CP [16]: [15] 와 [3] 사이의 각
- CP [17]: 눈의 무게중심에서 코 밀변의 중점까지의 거리

(특징 파라미터 [12]는 활상시 눈썹이 안 나타나는 경우에는 추출이 불가능하다.)

본 논문에서 사용된 신경 회로망은 입·출력층 외에 1개의 은닉층을 갖는 다층망 구조로서, 각 층의 신호는 상층으로부터 향하는 feed forward형 회로망이다. 각 노드는 하층 노드의 출력과 연결강도(weight)와의 내적합(product sum)에 의하여 결정되고, 이것은 비선형 단조증가 특성을 갖는 시그모이드 함수(sigmoid function)에 의해 상층으로 전달된다.

그리고 BEP 학습 알고리즘을 이용하여 입력 패턴과 목적(target)출력 패턴의 쌍(pair)으로 이루어진 유한 개의 샘플패턴(sample pattern)에 대하여 학습하므로써 임의의 입력 패턴과 출력 패턴간의 관계를 근사적으로 정합시킨다.

시그모이드 함수의 특징은, 첫째로 출력이 단순히 0 과 1사이의 값으로 mapping되어 결과를 예측할 수 있고 둘째로는 미분이 가능하며 그 결과의 형태가 매우 간단하므로 각 연결선에 대해 전이함수를 쉽게 얻을 수 있다는 점이다.

그리고 세째로는 자동적인 이득제어 기능이 있어서 입력값이 작으면 크게 변하고 클때는 작게 변하는 특성을 갖는다. 실제로 학습 알고리즘의 구현에 사용된 식은 다음의 식(1) 및 식(2)과 같다.

$$\Delta w_{ji} (n+1) = \eta \delta_{pj} O_{pi} + \alpha \Delta w_{ji} (n) \quad (1)$$

$$\Delta bias_j (n+1) = \eta \delta_j + \alpha \Delta bias_j (n) \quad (2)$$

여기서 파라미터  $\eta$ 는 학습률이고  $\alpha$ 는 관성항(momentum)이다. 학습률과 관성항을 잘 조절하면 학습시간을 단축하면서 효율적으로 전역 최소값(global minima)에 이를 수 있다. 또한 바이어스도 식(2)과 같이 변화를 주어 수렴속도를 단축시켰다.

실험에는 입력노드 17개, 은닉노드 100개, 그리고 출력노드 4개로 구성된 신경 회로망을 사용한다.

### III. 실험결과 및 분석

입력영상을 얻기 위해 그림 5과 같은 시스템을 구성했다. CCD(Charge-Coupled Device)카메라를 통해서 청색 Horizont 앞의 피사체의 정면얼굴영상을 촬상한다. 디지털화는 Data Translation 사의 프레임 그라버(Frame Grabber)를 사용했다.

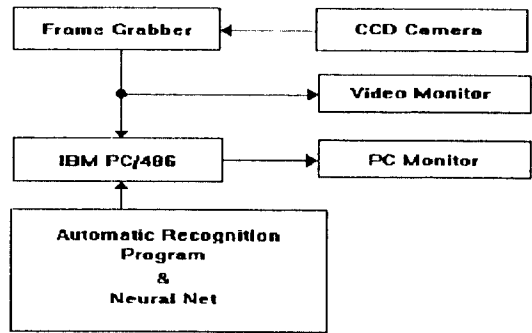


그림 5. 자동얼굴인식 시스템  
Fig. 5. Configuration of the automatic face recognition system.

실험은 IBM-PC 486을 이용하여 C언어로 구현하였으며, 640x480 크기의 영상을 취득한 후 256x256으로 축소하여 실험에 사용하였다. 10명에 대하여 4장씩 취득하여 3장은 학습에 사용하였고, 나머지 1장은 인식 테스트에 사용하였다. 그림 6은 실험에 사용된 4명의 영상에서 추출한 특징 파라미터들의 분포와 동일인에 게서 취득한 3장의 영상에서 추출한 특징 파라미터간의 상이 정도를 보인 것이다.

특히, 그림 7에서는 회전이 0° 에서 20° 사이이며 기울기가 60° 이내인 영상을 각 3장씩(A,B,C) 취득하

여 정규화를 거친 후 특징 파라미터간 오차가 최대 15.3% 에서 최소 2.15%의 차이가 있음을 보인다. 큰 오차를 보인 특징 파라미터는 눈썹의 길이, 입술의 길이, 그리고 눈썹 끝에서 Eye-connection line의 중심 까지의 길이 성분으로서 얼굴의 회전에 기인한 영향임을 알 수 있다<sup>[31]</sup>. 즉, 수평적인 성분을 특징 파라미터로 추출했을 경우이다. 회전이 10° 이내인 동일인에 대한 3가지 영상에서 추출한 각각의 특징 파라미터는 0.5% 이내의 차이가 있다.

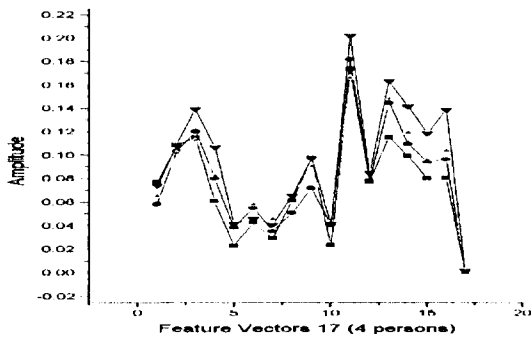


그림 6. 4인에 대한 특징 파라미터  
Fig. 6. Feature Parameters for 4 persons.

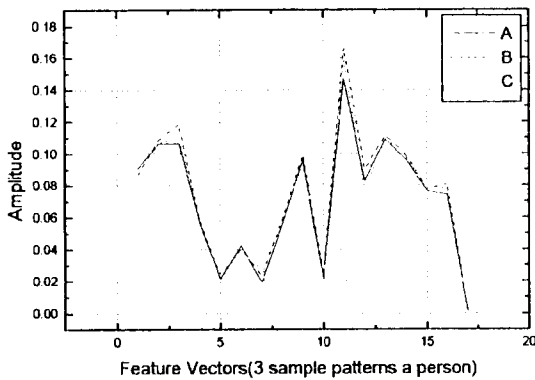


그림 7. 동일인의 3가지 다른 영상에 대한 특징파라미터  
Fig. 7. Feature parameters for 3 images of a person.

특징 추출 단계에서 추출한 17개의 파라미터를 가지고 오차 역전과 알고리즘으로 학습과 인식을 행한 결과 학습에 사용된 30장과 인식에 사용된 10장의 영상에 대해서는 100% 정확히 인식할 수 있었다.

설계한 인식시스템에 대한 실험결과를 표 1에 나타내었다.

표 1. 대상 패턴 수에 따른 인식률(은닉층 노드의 수 : 100개일 경우)

Table 1. The recognition rate for pattern number( A Case of hidden-layer node number: 100).

패턴수(인)	인식률(%)		
	(정인식 / 인식 대상수)		
	학습 패턴	인식 패턴	총 인식률
40패턴 (10인)	30/30(100%)	10/10(100%)	40/40(100%)
10패턴 (10인)	10/10(100%)	10/10(100%)	20/20(100%)

#### IV. 결론

본 논문에서는 사람의 얼굴에서 중요한 특징이면서 외부 환경의 영향에 비교적 덜 민감한 눈, 코, 그리고 입의 위치관계를 바탕으로 특징 추출과 얼굴인식을 자동적으로 수행할 수 있는 인식시스템을 제안하였다. 무계중심법의 사용으로 얼굴구성요소에 대한 기준을 잡고 인간얼굴에 대한 기초지식을 이용함으로써 탐색이 수월하여 인식과정을 자동적으로 수행할 수 있었다.

실험은 IBM PC 486-DX2, CCD 카메라, 얼굴자동인식 프로그램으로 구성된 인식시스템을 이용하였다. 실험은 10명에 대하여 얼굴영상을 3장씩 취득하여 학습에 사용하였으며, 학습되지 않은 얼굴영상을 1장씩 취득하여 자동인식과정을 수행하였다.

실험결과, 학습에 사용된 30장과 인식에 사용된 10장의 영상에 대해서 100% 정확히 인식할 수 있었다. 앞으로의 과제는 인간의 인식사고 체계에 대한 명확한 규명과 얼굴영상에 대한 특징 물리량을 정확히 추출하는 것이며, 인종, 성별 등을 인식할 수 있는 시스템의 개발하는 것이다.

#### 참고 문헌

[1] A. Samal and P. A. Lyengar, "Automatic recognition and analysis of human faces and facial expressions:A survey," *Pattern Recognition*, Vol. 25, no. 1, pp. 65-77, Jan, 1992.

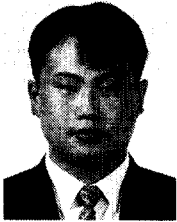
[2] Chyung Jy Wu and Jun S. Huang, "Human Face Profile Recognition by computer,"

- Pattern Recognition*, Vol. 23, no. 3/4, pp. 255-259, 1990.
- [3] L. Harmon, S. Kuo, P. Ramig and U. Raudkivi, "Identification of Human Face Profiles by Computer," *Pattern Recognition*, Vol. 10, pp. 301-312, 1978.
- [4] L. Harmon, M. Khan, R. Lasch and P. Ramig, "Machine Identification of Human Faces," *Pattern Recognition*, Vol. 13, no. 2, pp. 97-110, 1981.
- [5] G. J. Kaufman, Jr. and K. J. Breeding, "The automatic recognition of human faces from profile silhouettes," *IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics*, Vol. SMC-6, no. 2, pp. 113-121, Feb. 1976.
- [6] T. Aibara, K. Ohue and Y. Oshita, "Human face profile recognition by a Fourier descriptor," *Optical Engineering*, Vol. 32, no. 4, pp. 861-863, Apr. 1993.
- [7] H. Agawa, G. Xu, Y. Nagashima and F. Kishino, "Image analysis for face modeling and facial image reconstruction," in *Proc. SPIE Visual Communication and Image Processing 90*. Vol. 1360, pp. 1184-1197, Lausanne, Switzerland, Oct. 1990.
- [8] K. Matsuda, T. Kageyama and T. Aibara, "Application of the second order statistics for the recognition of human faces," in *Proc. Int. Conf. Image Processing*, Singapore, pp. 543-546, Sept. 1992.
- [9] A. L. Yuille, P. W. Hallinan and D. S. Cohen, "Feature extraction from faces using deformable templates," *Int. Journ. Computer Vision*, Vol. 8, no. 2, pp. 99-112, Aug. 1992.
- [10] C. L. Huang and C. W. Chen, "Human facial feature extraction for face interpretation and recognition," *Pattern Recognition*, Vol. 25, no. 12, pp. 1435-1444, Dec. 1992.
- [11] 지은미, 최 형일, 이 철희, "문제영역에 관한 지식을 이용한 얼굴인식," 정보과학회 논문집 제 17 권, 제 6호, pp. 666-675, 1990년 11월
- [12] K. M. Lim and K. W. Oh, "A face recognition system using fuzzy logic," in *Proc. First Korea Japan Joint Conf. Computer Vision*, pp. 506-509, Seoul, Korea, Oct. 1991.
- [13] Harley R. Myler, and Arthur R. Weeks, *Computer Imaging Recipes in C*, Prentice Hall, 1993.
- [14] Marshall and Martin, *Computer Vision, Models and Inspection*, World Scientific, Vol. 4, pp. 127, 1992.
- [15] Yoh - Han Pao, *Adaptive Pattern Recognition and Neural Networks*, Addison Wesley, 1989.
- [16] L. Stringa, "Eye Detection for Face Recognition," *Applied Artificial Intelligence*, Vol. 7, pp. 365-382, 1993.
- [17] K. Wong, L. Hudson and P. Tsang, "A System for Recognizing Human faces," *ICASSP*, Vol. 3, pp. 1638-1642, 1989.
- [18] Hasegawa, C. Lee, Wongwarawipat and M. Ishizuka, "A real-time visual interactive system between finger signs and synthesized human facial images employing a transputer-based parallel computer," *CGI '92 Visual Computing*, pp. 77-94, 1992.
- [19] M. D. Kelly, "Edge detection in pictures by computer using planning," in *Machine Intelligence*, B. Meltzer and D. Michie, Eds., Edinburgh University Press. Edinburgh, pp. 397-409, 1971.
- [20] M. Kato, I. So, Y. Hishinuma, O. Nakamura and T. Minami, "Description and synthesis of facial expression based on isodensity maps," in *Visual Computing*, T. L. Kumii, Ed., Springer Verlag, pp. 39-56, 1992.
- [21] J. Buhmann, J. Lange and C. Malsburg, "Distortion invariant object recognition by matching hierarchically labeled graphs," *IJCNN*, Vol. 1, Washington D.C., pp. 115-159, Jun. 1989.
- [22] J. Buhmann, M. Lades and C. von der Malsburg, "Size and distortion invariant object recognition by hierarchical graph matching," *IJCNN*, Vol. 2, San Diego, pp. 411-416, Jun. 1990.
- [23] H. Harasaki, M. Yano and T. Nishitani, "Background separation / filtering for videophone applications," in *Proc. Int. Conf.*



- Acoustics, Speech, Signal Processing 90*, Vol. 4, pp. 1981-1984, New Mexico, USA, Apr. 1990.
- [24] 이 상영, 함 영국, 박 래홍, “지식에 기초한 특징 추출과 역전파 알고리즘에 의한 얼굴인식,” 대한 전자공학회 논문지, 제 31권, B편 제 7호, pp. 126-129, 1994년 7월
- [25] Olivier Faugeras, *Three-Dimensional Computer Vision - A Geometric Viewpoint*, The MIT Press, 1989.
- [26] Christopher D. Watkins, Alberto Sadun and Stephen Marenka, *Modern Image Processing: Warping, Morphing, and Classical Techniques*, Academic Press Professional, 1993.
- [27] Sing-Tze Bow, *Pattern Recognition and Image Preprocessing*, Dekker, 1992.
- [28] Morton Nadler and Eric P. Smith, *Pattern Recognition Engineering*, John Wiley & Sons Inc. 1993.
- [29] G. Yang and T. Huang, “Human Face Detection in a Complex Background,” *Pattern Recognition*, pp. 53-63, Aug. 1993.
- [30] R. Brunelli and T. Poggio, “Face Recognition: Feature versus Templates,” *IEEE Trans. Pattern analysis and machine intelligent*, Vol. 15, no. 10, 1993.
- [31] 이 성환, 패턴인식의 원리, 홍릉과학출판사, Vol. I - II, 1994

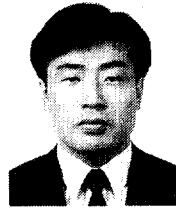
저 자 소 개



馮 義 燮(正會員)

1960년 7월 10일생. 1992년 2월 국민대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1995년 2월 국민대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학 석사). 현재 한국통신기술 EDI 사업실 근무. 주관심분야는 퍼지시스템, 패턴인식, EDI 시스템 개발 등임.

식, EDI 시스템 개발 등임.



金 炳 華(正會員)

1955년 10월 25일생. 1982년 2월 성균관대학교 전기공학과 졸업(공학사). 1992년 3월 성균관대학교 경영대학원 정보처리학과 졸업(경영학 석사). 1994년 9월 국민대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학 석사). 현재 경성전문대학 사무자동화와 겸임교수. (주) 세화 알텍 전산개발 이사. 현재 국민대학교 대학원 전자공학과 박사과정 재학 중. 주관심분야는 신경회로망, 퍼지시스템, 인공지능, 적응제어, 의용생체공학(한의 과학화), UFO, 초과학, 기공과학, 역학, 초심리학

현재 경성전문대학 사무자동화와 겸임교수. (주) 세화 알텍 전산개발 이사. 현재 국민대학교 대학원 전자공학과 박사과정 재학 중. 주관심분야는 신경회로망, 퍼지시스템, 인공지능, 적응제어, 의용생체공학(한의 과학화), UFO, 초과학, 기공과학, 역학, 초심리학

安 鉉 植(正會員)

1959년 5월 22일생. 1982년 2월 서울대학교 공과대학 제어계측공학과 졸업. 1984년 2월 서울대학교 대학원 제어계측공학과 졸업(공학석사). 1992년 2월 동 대학원 제어계측공학과 졸업(공학박사). 1985년 5월 ~ 1993년 2월 한국과학기술연구원 선임연구원. 1993년 3월 ~ 현재 국민대학교 전자공학과 조교수. 주관심분야는 지능제어 이론 및 산업용 기기에서의 응용, 적응제어, 의용생체공학



金 道 鉉(正會員)

1943년 5월 15일생. 1963년 3월 ~ 1967년 2월 경북대학교 사범대학 물리학과 이학사. 1970년 3월 ~ 1972년 2월 성균관대학교 경영대학원 정보처리학과 졸업(경제학 석사). 1974년 3월 ~ 1983년 2월 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사, 공학박사). 1977년 9월 ~ 1985년 2월 명지대학교 공과대학 전자공학과 부교수. 1991년 8월 ~ 1993년 3월 국민대학교 전자계산소 소장, 전산정보원 원장. 1986년 3월 ~ 1993년 2월 대한전자공학회 편집의원, 협동이사, 편집위원장. 1994년 3월 ~ 1994년 12월 대한전자공학회 상임이사(교육). 1985년 3월 ~ 현재 국민대학교 공과대학 전자공학과 교수. 1992년 3월 ~ 현재 대한전자공학회 평의원. 1994년 11월 ~ 현재 사단법인 자연보호중앙협의회 학술위원. 1993년 8월 ~ 1995년 8월 국민대학교 공과대학 학장. 1996년 1월 ~ 현재 대한전자공학회 이사(총무). 주관심분야는 제어공학, 적응제어, Neuro-Fuzzy 제어, Chaos theory 등임.

서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사, 공학박사). 1977년 9월 ~ 1985년 2월 명지대학교 공과대학 전자공학과 부교수. 1991년 8월 ~ 1993년 3월 국민대학교 전자계산소 소장, 전산정보원 원장. 1986년 3월 ~ 1993년 2월 대한전자공학회 편집의원, 협동이사, 편집위원장. 1994년 3월 ~ 1994년 12월 대한전자공학회 상임이사(교육). 1985년 3월 ~ 현재 국민대학교 공과대학 전자공학과 교수. 1992년 3월 ~ 현재 대한전자공학회 평의원. 1994년 11월 ~ 현재 사단법인 자연보호중앙협의회 학술위원. 1993년 8월 ~ 1995년 8월 국민대학교 공과대학 학장. 1996년 1월 ~ 현재 대한전자공학회 이사(총무). 주관심분야는 제어공학, 적응제어, Neuro-Fuzzy 제어, Chaos theory 등임.