

# 임베디드 리눅스 기반의 눈 영역 비교법을 이용한 얼굴인식

## Face Recognition System Based on the Embedded LINUX

배 은대, 김 석민, 남 부희  
(Eun Dae Bae, Seok Min Kim, Boo Hee Nam)

**Abstract** - In this paper, We have designed a face recognition system based on the embedded Linux. This paper has an aim in embedded system to recognize the face more exactly. At first, the contrast of the face image is adjusted with lightening compensation method. the skin and lip color is founded based on YCbCr values from the compensated image. To take advantage of the method based on feature and appearance, these methods are applied to the eyes which has the most highly recognition rate of all the part of the human face. For eyes detecting, which is the most important component of the face recognition, we calculate the horizontal gradient of the face image and the maximum value. This part of the face is resized for fitting the eye image. The image, which is resized for fit to the eye image stored to be compared, is extracted to be the feature vectors using the continuous wavelet transform and these vectors are decided to be whether the same person or not with PNN. to minimize the error rate, the accuracy is analyzed due to the rotation or movement of the face. Also last part of this paper we represent many cases to prove the algorithm contains the feature vector extraction and accuracy of the comparison method

**Key Words** : 얼굴 인식, Embedded Linux

### 1. 서 론

#### 1.1 연구배경

생체 인식이란 '사람의 신체적, 행동적 특징을 자동화된 장치를 거쳐 측정하여 개인 식별의 수단으로 활용하는 기술'로 지문, 홍채, 얼굴, 서명, 목소리등이 있다. 생체 인식의 장점으로는 기존 방식에 비하여 보안성 및 편의성이 좋다는데 있다. 이러한 생체인식 중 하나인 얼굴인식은 다른 생체 인식 식기술에 비해 사용 편리성과 친근성에 있어서 장점을 보인다. 즉 지문 인식처럼 손을 움직일 필요 없이, 홍채 인식처럼 눈을 댈 필요가 없기 때문이다. 하지만 얼굴 인식은 기타 생체 인식에 비해, 방해 요소들에 의한 정확도 저하에 대한 문제가 크다. 이러한 정확도 문제는 현재 3D 적외선 카메라와 얼굴 인식에 관한 새로운 이론으로 해결되어 가는 중이며, 그러한 결과로 현재 미국의 출입국 관리 사무소 등에서 얼굴 인식 시스템이 실제 사용되고 있다.

임베디드 시스템은 일반적으로 보다 큰 시스템의 일부이거나 독립된 시스템으로, 특별한 업무를 수행하거나 사용자가 임의로 정한 임무를 수행하기 위한 하드웨어와 소프트웨어를 포함하는 특정한 응용 시스템을 말한다. 즉 범용이 아닌 특

수용 시스템이라고 볼 수 있다.

최근 POST PC 시장이 급속도로 커지면서 IP업체에도 임베디드 열풍이 불고 있으며, 최근 PDA나 고성능 휴대폰을 위한 임베디드 시스템에는 PC를 만들 수 있을 정도로 클럭 수파수가 높은 32비트 CPU가 들어있으며 여기에 탑재한 소프트웨어도 8메가바이트 이상일 만큼 임베디드 시스템은 고 급화 되어 왔으며, 그에 따라 실제 적용되는 분야도 실로 엄청나게 다양해지고 있다. 많은 계산 량과 고속의 컴퓨터를 필요로 하는 생체인식 분야도 역시 그 한분야가 될 것이다.

#### 1.2 연구목적 및 내용

본 논문의 목적은 일반PC 보다 성능이 떨어지는 임베디드 시스템에서의 휴대가 가능한 생체인식 시스템을 개발하는데 있다. 생체 인식 시스템을 구성하기 위해서는 고속의 컴퓨터가 필요하게 된다. 임베디드 시스템은 하드웨어의 급속한 발전을 통해 고속의 계산 및 처리가 가능하게 되었음에도 일반적인 PC에 비해 성능이 떨어진 사실이다. 이러한 단점을 극복하기 위해 적은 계산으로 얼굴인식이 가능하도록 웨이블 변환을 이용하여 얼굴 이미지의 일부인 눈 영역의 특징벡터를 추출하였으며, 확률신경회로를 통하여 인증하도록 하였다. 얼굴 영역에서 가장 인식률이 높은 곳이 눈 영역임에 착안한 것이다.

### 2. 본 론

#### 2.1 임베디드 시스템 구성

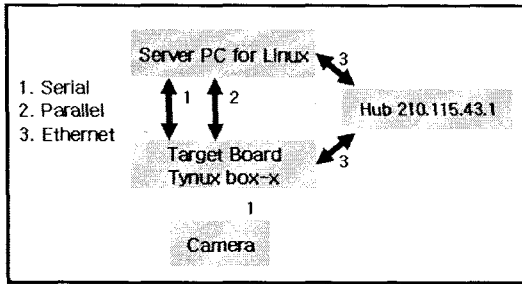
본 논문에서 구성한 시스템은 다음 그림1과 같다.

서버측은 펜티엄 3 프로세서를 탑재한 PC로 리눅스 레드

#### 저자 소개

- \* 배은대 : 江原大學 電子通信學科 工學碩士
- \*\* 김석민 : 江原大學 電子通信學科 碩士課程
- \*\*\*남부희 : 江原大學 電子通信學科 教授 · 工博

했 9.0이 OS로 사용되었다. 타겟 보드측은 임베디드 리눅스 가 OS로 사용된 PXA-255 프로세서 기반의 Tynux box-x가 사용되었다. 또한 타겟 보드측은 그래픽적으로 보여주기 위하여, Qtopia를 GUI로 사용하였으며 서버측에서 컴파일된 Qtopia용 프로그램이 올라간다. 타겟 보드의 동작은 Serial 통신을 이용하여 서버 컴퓨터의 리눅스 상에서 모니터링되며, 인터넷을 통하여 파일 전송이 가능하다. 타겟 보드에서는 모바일 카메라로부터 영상을 입력받고 직접 얼굴 인식 프로그램을 수행한다. 또한 타겟 보드에 있는 32Mbyte의 RAM에는 72개의 이미지가 데이터베이스로 저장되어 새로 들어온 이미지에 대해 비교 대상이 된다.



<그림 1. 시스템 구성도>

얼굴인식 Embedded software를 제작하기 위해서는 먼저 software가 탑재될 타겟 보드가 충분한 성능을 갖추고 있는지를 따져봐야 한다. 이 때 낮은 성능 요건도 문제지만 너무 높은 성능 요건도 문제가 될 수 있다. 불필요하게 높은 성능을 유지하기 위해 추가 비용을 부담할 필요가 없기 때문이다. 본 논문에서는 intel 사의 XScale 기반의 PXA-255 포로세서를 채택한 개발용 플랫폼인 Tynux Box-x를 사용한다. Box-X는 터치스크린 방식의 LCD와 32MB의 SDRAM, 32MB의 플래시 메모리가 장착되어 있으며 주변장치로 USB, 인터넷, 오디오 코덱, 터치 스크린등 이동기기에 필수적인 장치들을 포함하고 있다.

## 2.2 얼굴 인식

### 2.2.1 특징 기반 얼굴인식 기법

특징 기반 얼굴인식 기법으로는 입력 영상으로부터 얼굴의 주요 부분인 눈이나, 코, 입의 여러 특징점을 추출하는 지역 특징 추출 기법, 얼굴 영상의 경계선들을 모아 만든 경계선 지도 기법, Garbor 필터를 이용한 기법등이 이에 포함된다. 이중 가장 높은 성능을 보이고 과학적인 근거가 Garbor 필터를 이용한 방법이다. 이 방법은 다양한 방위와 공간주파수의 Garbor 필터를 이용하여 영상에 Convolution을 수행한 후, 지역적인 특징요소에서의 필터 반응 값에 대해 입력된 영상과 기준 영상의 상관계수를 구해 얼굴 인식을 하는 방법이다.

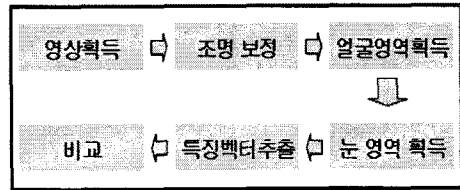
### 2.2.2 외형 기반 얼굴인식 기법

외형 기반 얼굴인식 기법은, 입력 얼굴 영상에서 직접 얼굴의 코딩을 얻어내는 방법이다. 가장 대표적인 방법으로 PCA가 쓰이고 있는데 이는 각 입력 영상을 1차원 벡터로 변환한 후 전체 입력 영상들의 직교적인 공분산 행렬을 계산 후에 그것의 고유값에 따라 고유벡터를 구하고 입력된 기준 얼굴의 고유벡터를 벡터 공간상에서 비교하여 가장 가까운

거리의 벡터를 지닌 얼굴이 인식되도록 하는 방법이다. 따라서 PCA를 적용한 기법은 고유얼굴 기법으로 불리기도 하는데 많은 연구 결과에서 높은 성능을 보이고 있다. 또한 ICA도 PCA와 마찬가지로 얼굴 영상에서 직접 얼굴의 코딩을 얻어내는 방법으로 최근 많은 연구가 진행이 되고 있다. ICA는 얼굴 영상에서 독립적인 국소분을 추출하여 얼굴의 드문 코딩을 유도한다. 이러한 ICA를 이용한 얼굴의 표현 방법은 PCA에 비하여 우수한 특징을 가지고 있어 최근 많이 사용되고 있는 얼굴 표현기법이다.

### 2.2.3 제안된 알고리즘

본 논문에서는 앞에서 설명한 바와 같이 외형 기반의 인식법과 특징 기반 인식법 각각의 장점을 살리는 데 주안점을 두었다. 우선, 우리가 기존에 알고 있던 특징 기반 인식법에 관한 연구에서와 같이 눈, 코, 입 모두를 중요시하기에는 임베디드 시스템상에서 동작하는데 무리가 있다. 왜냐하면 각각에 대한 이미지 처리를 하기 위해서는 많은 계산량이 필요하고, 그 때 따른 프로세싱 타임의 증가는 불가피 하기 때문이다. 따라서 본 논문에서는 얼굴 이미지 중 가장 판별하기 쉬운 특징인 눈 영역에 초점을 둔다. 기존의 연구와는 달리 눈 영역을 획득한 후 외형 기반 인식 시스템과 같이 전체적인 이미지 처리 과정을 거친다. 즉, 웨이블릿 변환을 이용해 낸다. 다음 그림은 본 논문에서 얼굴 인식을 위해 진행되는 일련의 절차를 나타낸 블록도 이다.



<그림 2 얼굴 인식 절차>

본 논문에서 제시된 알고리즘을 통해 구해진 특징 벡터는 동일인인지 타인인지를 구별하기 위해 Distance로 계산되어진다. Distance는 구해진 특징 벡터끼리의 차를 구하여 제곱한 것을 합한 것이며 다음 식 (1)을 통해 구해진다.

$$Distance = \sum_{i=1}^k (|Fv1(i) - Fv2(i)|)^2$$

K : size of feature vector Fv1, Fv2

Fv1 : First feature vector

Fv2 : Second feature vector

구해진 Distance 는 PNN을 통하여 결과 값으로 나타내어진다. 다음 그림 3은 동일인에 대하여 특징 벡터를 구한 뒤 Distance 를 나타낸 것이다.

이미지 회수	이미지1	이미지2	Distance
1	22.4138	22.7369	0.4984
2	20.3706	20.8581	0.4984
3	26.5444	26.9363	0.4984
4	22.7700	22.8225	0.4984
5	18.1013	18.3313	0.4984
6	15.5613	16.2794	0.4984

다음은 타인일 경우의 특징벡터를 획득하고 Distance를 계산

한 경우이다.

회수 \ 이미지	이미지1	이미지2	Distance
1	23.2931	28.6400	43.4361
2	20.6106	22.5944	43.4361
3	25.4863	28.7325	43.4361
4	20.9994	20.3881	43.4361
5	22.3106	18.6525	43.4361
6	25.5769	17.5344	43.4361

PNN 또는 "확률적 신경망" 분류기는 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$D_{ij} = \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}\right)$$

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^n (x_i(k) - x_j(k))^2$$

$n$  : size of feature vector  $x_i$   
 $d_{ij}$  : distance of the  $x_i$  from  $x_j$   
 $\sigma$  : smoothing parameter  
 $D_{ij}$  : output activation of PNN

### 3. 결론

본 논문에서는 다음과 같은 지인 36명의 배경 있는 영상과 정규화된 42명의 이미지를 데이터베이스에 저장한 후 다음과 같은 세 가지 단계에 걸쳐 정확성을 입증하였다.

첫째, 새로 입력된 영상에서 눈 영역을 정확히 찾아낸다.

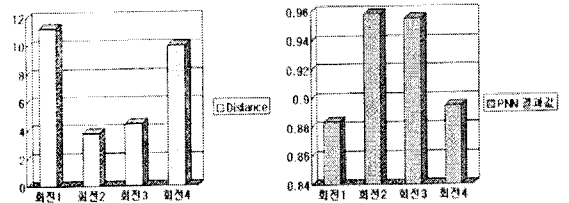
둘째, 입력된 영상의 눈 영역 특징벡터가 기존의 데이터베이스의 특징 벡터와 비교되었을 때 가장 PNN 값이 1에 가까운 이미지를 동일인으로 찾아낸다.

셋째, 첫 번째 단계에서 찾아낸 사람이 동일인이 아닐 경우, 처음 찾아낸 사람을 제외하고 다시 한 번 비교 과정을 거친다. 마지막으로 셋째 단계를 반복한다.

성공/입력	눈획득	처음비교	둘째비교	셋째비교
배경있는영상	34/36 (94%)	33/34 (97%)	34/34 (100%)	
정규화된영상	38/42 (90%)	36/38 (94%)	37/38 (97%)	38/38 (100%)
합	72/78 (92%)	69/72 (95%)	71/72 (98%)	72/72 (100%)
ICA기법 (100명기준)		93%	98%	99%
PCA기법 (100명기준)		90%	91%	95%

위 표에서 첫 번째 단계인 눈 영역 획득 과정에서의 성공률이 정규화된 데이터에서 더 낮은 이유는 색이 들어간 안경이 있는 이미지가 포함되어 있기 때문이다. 이것은 출입국 관리소와 같은 곳에서 사용될 때에는 강제적으로 색이 들어간 안경 착용을 금지하는 것과 같은 방법으로 보완될 수 있

을 것으로 보인다. 둘째 단계에서는 일단 눈 영역이 획득된다면 높은 인식률을 보이는 것을 알 수 있었다. 다음 그림은 본 논문에서 제시한 알고리즘과 PCA, ICA 기법의 인식률을 비교한 것이다. 각각의 영상에 대하여 특징 벡터를 추출한 뒤 구한 Distance와 PNN 결과 값을 나타내면 다음과 같은 첫 번째 이미지를 원본 이미지로 본다.



### 참고 문헌

- [1] J. Lampinen, E. Oja, "Distance Tolerant Pattern Recognition Based on Self Organizing Extraction", IEEE Trans. On Neural Networks. Vol 6, No 3, pp.539-547, May 1995
- [2] I. Craw, N.Costen, T.Kato, S.Akamatsu, "How should we reprint Face for Automatic Recognition?", IEEE Trans. Patter analysis and Machine Intelligence, Vol. 21, No. 8, pp 715-736, August 1999.
- [3] 김우성, 박현진, 양현승, "비교사 학습을 이용한 얼굴 인식 모델의 실험 및 분석", KAIST 전자전산, 2002
- [4] 이석원, 남부희, "Fingerprint recognition using wavlet transform and probabilistic neural network", International Joint Conference on Neural Networks", 99, pp.2044-, 1999