

현금 인출기 적용을 위한 얼굴인식 알고리즘

정회원 이혁범*, 유지상*

Face Detection Algorithm for Automatic Teller Machine(ATM)

Hyeok-beom Lee*, Ji-sang Yoo* *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 정지영상 처리기술의 응용으로 현재 사용이 빈번한 현금인출기(Automatic Teller Machine : ATM) 사용에 있어 사용자 확인절차에 적용하여 부정한 수단에 의한 ATM 사용을 방지할 수 있는 얼굴인식 알고리즘을 제안하고자 한다. 제안된 알고리즘에서는 얼굴 인식기법, 특히 얼굴영역, 눈과 입의 검출기법을 제안, 적용하여 섀 글라스나 마스크 등으로 얼굴의 일부분을 가린 비정상얼굴(abnormal face)과 가리진 않은 정상얼굴(normal face)을 구별하였다. 제안된 알고리즘은 얼굴 영역 검출 단계, 얼굴 특징점 추출을 위한 전처리 단계, 그리고 마지막으로 눈과 입 검출 단계 등의 세 과정으로 이루어져 있다. 제안한 알고리즘에 의해 제약된 견본영상을 가지고 모의실험 한 결과 비정상얼굴과 정상얼굴을 정확하게 구분할 수 있었다.

ABSTRACT

A face recognition algorithm for the user identification procedure of automatic teller machine(ATM), as an application of the still image processing techniques is proposed in this paper. In the proposed algorithm, face recognition techniques, especially, face region detection, eye and mouth detection schemes, which can distinguish abnormal faces from normal faces, are proposed. We define normal face, which is acceptable, as a face without sunglasses or a mask, and abnormal face, which is non-acceptable, as that wearing both, or either one of them. The proposed face recognition algorithm is composed of three stages: the face region detection stage, the preprocessing stage for facial feature detection and the eye and mouth detection stage. Experimental results show that the proposed algorithm can distinguish abnormal faces from normal faces accurately from restrictive sample images.

I. 서론

정지영상이나 동영상으로부터 얼굴을 자동으로 인식 및 판별하는 기술은 영상 처리나 패턴 인식, 컴퓨터 비전과 신경망 같은 여러 분야에서 활발히 연구되고 있으며 다양한 응용 분야를 가지고 있다^[1].

특히 사람 신체의 물리적 특성이 개인마다 독특하다는 사실에 착안하는 생체 인식 및 보안 시스템에서 영상 처리나 인식은 중요한 부분을 차지하고

있으며 얼굴, 지문, 홍채, 정맥 패턴영상 등에서 개인의 독특한 특징을 검출 및 인식하는 방법에 대한 연구가 꾸준히 이루어지고 있다.

본 논문에서는 이러한 생체인식 보안 시스템 중의 얼굴영상 인식 및 판별 기법을 현재 사용이 빈번한 현금인출기(Automatic Teller Machine: ATM)를 제어하는데 응용해 보고자 하였다. 현재 카드의 분실이나 도난 등 부정행위 방법에 의한 ATM 사용이 증가하고 있는 것이 사회적 문제가 되고 있지만

* 광운대학교 전자공학과 디지털미디어 연구실(kevin@explore.kwangwoon.ac.kr, jsyoo@daisy.kwangwoon.ac.kr)

논문번호 : 00106-0317, 접수일자 : 2000년 3월 17일

※본 연구는 1999년도 광운대학교 교내학술연구비에 의하여 연구되었음.

자신의 얼굴이 드러나지 않도록 썬 글라스나 마스크, 모자 등으로 얼굴을 가리고 ATM을 이용하는 경우에는 사용자의 신원을 식별할 수가 없는 상황이다. 이런 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 이용자의 얼굴을 인식, 눈과 입의 검출여부를 판별하여 검은 안경이나 썬 글라스 또는 마스크 등과 같은 것으로 눈과 입을 가린 즉 비정상얼굴과 그렇지 않은 정상얼굴을 구별하는 얼굴인식 알고리즘을 제안하였고 이를 이용하여 ATM 사용에 제약을 가할 수 있는 모의실험 환경을 구현하였다^[2].

제안된 알고리즘의 특징은 색상정보를 이용하여 입력영상으로부터 얼굴영역을 찾아낸 후 얼굴영역 내에서 얼굴특징(눈, 코, 입) 들의 정확한 검출을 위해 밝기 정도를 극명히 구별해 줄 수 있는 전 처리 과정을 수행하였다는 것이다. 그리고 전 처리된 얼굴영역 내에 본 논문에서 설계한 눈 형판 마스크를 적용하여 눈의 검출 가능성을 판정하였다^[3,4]. 또 이렇게 검출된 눈의 위치에 의해 입의 위치를 추정하여 그 주변 화소 값들의 분산 값에 따라 입의 검출 여부를 판정하였다.

본 논문의 2장에서는 얼굴영역 검출과정을 소개하였고, 3장에서는 눈의 검출을 위한 전처리 과정을, 4장에서는 눈과 입의 검출과정을 소개하였다. 모의 실험의 결과와 분석은 5장에서 다루었고 6장에서 본 논문의 문제점과 앞으로의 연구방향을 언급하며 결론을 맺었다.

II. 얼굴 영역 추출

카메라로부터 획득된 입력영상은 320×240 크기로 얼굴을 포함하는 RGB 칼라영상이다. 먼저 획득된 영상에서 색상 정보만을 이용함으로써 조명에 대한 영향을 줄이기 위하여 주어진 영상을 RGB 색상계로부터 YCbCr 색상계로 변환하게 된다^[5,6,7]. 변환된 색상계의 CbCr 정보만을 이용하여 피부색 영역을 찾아낸다. 찾아진 영역의 신뢰도를 높이기 위해 형태학적 필터를 사용한 후 수평 및 수직 방향으로 화소값을 검색하여 최종적으로 얼굴영역을 검출하게 된다.

본 논문에서 제안된 얼굴영역 추출의 전체적인 과정은 그림 1과 같다.

입력영상의 YCbCr 정보 중에서, Cb, Cr성분에 대해 색상 영역분할(color segmentation)과정을 거쳐 살색 값을 갖은 영역만을 추출해 내는데 이때 Cb, Cr 각각의 선택범위는 다음 식과 같다.

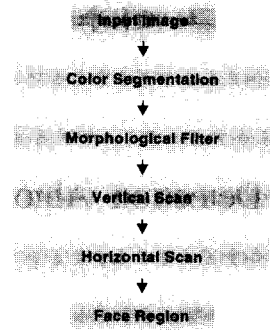


그림 1. 얼굴영역 검출 과정

$$f(x, y) = \begin{cases} 255 & \text{if } (129 < Cb < 151) \cap (119 < Cr < 128) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

그림 2의 (a)에 주어진 입력영상에 대해 색상영역 분할 과정을 거친 결과가 그림 2의 (b)영상이다. (b) 영상을 보면 세밀한 잡음 형태가 존재하는 것을 볼 수 있는데 이런 잡음의 형태를 제거하여 얼굴 영역만을 추출하기 위하여 형태학적 필터(morphological filter)중에서 아래에 정의된 열림(closing) 연산을 수행하였다^[8].

$$\text{열림} : \gamma_n(f) = \delta_n(\epsilon_n(f)) \quad (2)$$

여기서 ϵ_n 과 δ_n 은 각각 녹임과 불림 연산자이며 다음과 같이 정의된다.

$$\text{녹임} : \epsilon_n(f)(x) = \text{Min}\{f(x+k), k \in M_n\}$$

$$\text{불림} : \delta_n(f)(x) = \text{Max}\{f(x-k), k \in M_n\} \quad (3)$$

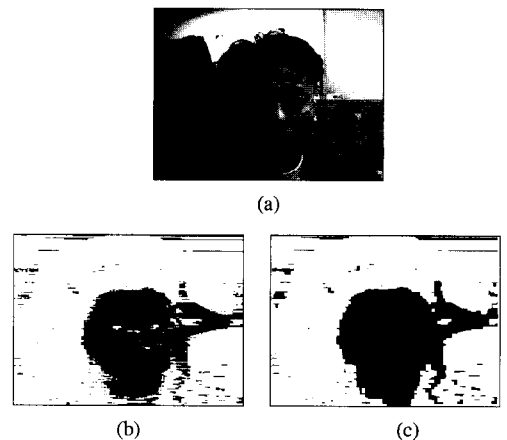


그림 2. (a) 입력영상 (b) 색상영역분할 후 영상 (c) 열림 연산을 적용한 후 영상

여기서 $f(x)$ 는 입력영상이고 x 는 2차원 좌표점을 의미하며 M_n 은 크기가 n 인 이치형태소(flat structuring element)를 나타낸다. 그림 2의 (b) 영상에 닫힘 연산자를 적용한 결과 영상이 그림 2의 (c) 영상이다.

다음 과정으로 수직 스캔을 하게 되는데 수직방향으로 0의 값을 갖는 화소의 수를 세고 그 결과에 저역통과필터를 적용한다. 사용된 필터는 계수가 모두 1을 갖는 tap의 개수가 10인 필터이다. 즉 전후 5개의 화소값의 평균값을 취해 심하게 변하는 부분을 부드럽게 해주어 결과의 신뢰도를 높였다. 그림 3의 그래프는 그림 2의 (c)에 주어진 영상을 수직방향으로 0의 값을 갖는 화소 수를 각 수직선별로 세고 거기에 저역통과필터를 적용한 결과를 보인 것이다.

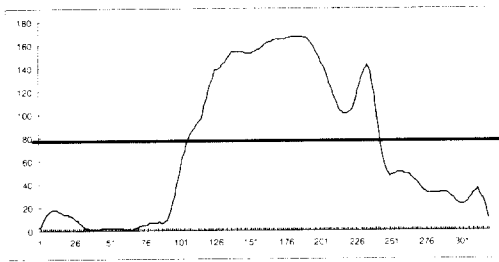


그림 3. 수직방향의 zero pixel수

그래프 상에서 임계값 미만의 값을 갖는 영역은 모두 255로 화소 값을 조정한다. 여기서 임계값은 얼굴영역의 수평크기가 영상전체의 절반정도 크기라는 가정 하에서 최대 값의 절반으로 하였다. 그림 4의 (a)는 수직방향으로 화소 값을 조정한 후의 영상이다.

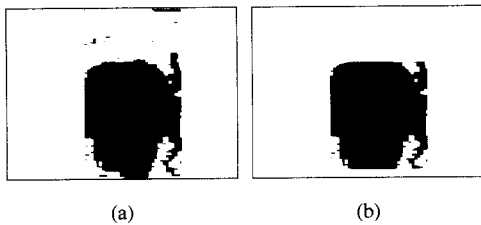


그림 4. (a) 수직방향으로 화소 값을 조정한 영상 (b) 수평방향으로 화소 값을 조정한 영상

마찬가지로 수평방향 스캔도 수직방향으로 화소 값이 조정된 영상(그림 4.(a))에서 수평방향으로 0의 값을 갖는 화소 수를 세고 그 결과에 저역통과필터

를 적용한다. 이때의 저역통과필터도 수직방향과 같은 것을 사용하였다. 그림 5의 그래프는 그림 4의 (a)영상을 수평방향으로 0의 값을 갖는 화소 수를 각 수평선별로 센 후 저역통과필터를 적용한 결과를 나타낸다.

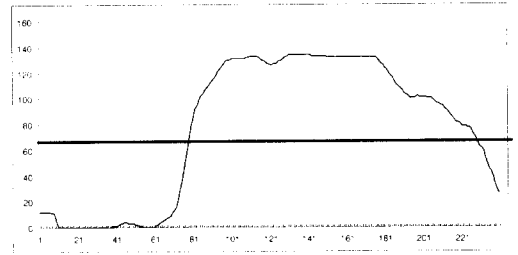


그림 5. 수평방향의 zero pixel수

수직방향과 마찬가지로 그래프 상에서 임계값(최대값/2) 미만인 영역의 화소 값을 255로 조정한다. 최종적으로 화소 값이 모두 조정된 결과는 그림 4의 (b) 영상과 같고 화소 값이 조정되지 않은 영역이 얼굴영역으로 추출된다. 그림 6의 (a)는 입력영상을 (b)는 위의 방법을 이용하여 추출된 얼굴영역을 표시한 영상이다.

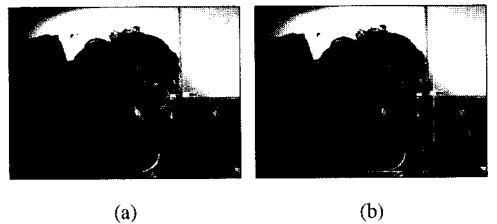


그림 6. (a) 입력영상 (b) 추출된 얼굴영역

III. 얼굴 특징 추출을 위한 전처리 과정

3.1 얼굴 영역의 전처리

여기서는 얼굴 특징의 검출을 더욱 효율적으로 수행하기 위하여 앞서 추출된 얼굴영역 내에서 얼굴특징을 보다 명확한 명도 값으로 대비시키게 되며 이를 위해 얼굴영역을 전 처리하게 된다. 보통의 경우 얼굴특징을 추출하는 방법으로 경계선 검출 마스크가 일반적으로 쓰이지만 경계선 마스크는 계수의 합이 0이기 때문에 명암도가 다른 영역들의 경계선은 검출이 가능하지만 영역내부는 명암도에 상관없이 0의 값을 갖게된다. 따라서 이런 문제를

해결하고 얼굴색과 얼굴특징들(눈, 코, 입)을 보다 극명히 대비시키기 위해서 그림 7과 같은 전 처리 과정을 수행하였다.

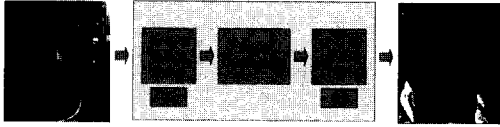


그림 7. 얼굴영역의 전처리 과정

전 처리과정을 살펴보면 경계선 검출 마스크와 유사한 3×3의 수평방향(Gx) 및 수직방향(Gy)의 2차원 마스크를 정의하였으며, 이때 수평방향으로는 마스크의 계수의 합이 0이 아닌 4를 수직방향으로는 -4를 갖게 하였다. 수평방향의 마스크 적용 후 각 결과 값들은 2의 보수가 취해지고 다시 수직방향의 마스크가 적용된다. 마스크의 적용 결과값은 마스크와 얼굴영역과의 2차원 컨볼루션에 의해 구해지게 된다. 전 처리 과정을 거치게 되면 화소 값의 변환이 생기게 되는데 이 전처리 과정에서의 입력 레벨과 출력 레벨과의 관계를 그림 8의 그래프로 나타냈다. 그림 8에서와 같이 4개의 검출영역(출력레벨이 높은 부분)이 존재하게 되는데 얼굴특징이(눈, 코, 입) 이 영역(그림 참조)내에 포함되면 그에 비해 상대적으로 큰 레벨 영역(얼굴)과 출력 레벨상 큰 차이를 가지게 되어 명확히 구별되어지게 된다.

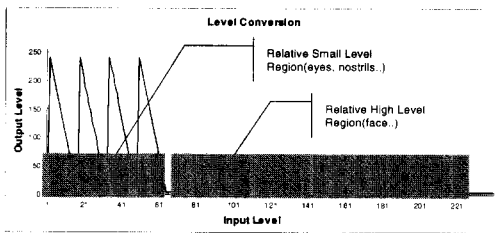


그림 8. 입력레벨과 출력레벨과의 관계

3.2. 명도값 조정

얼굴 영역만을 고려했을 때 피부색의 명도값이 거의 모든 부분을 차지하게 된다. 따라서 현금인출기 주변의 평균적 조명과 동양인의 얼굴색 등을 고려하여 얼굴 특징의 검출영역을 정하였다. 하지만 보다 더 신뢰성 있는 결과를 얻기 위해서는 주변 조건의 변화에 따라 조금씩 틀려지는 입력영상의 명도 값을 조정하여 얼굴특징들의 입력레벨을 검출

영역으로 접근시킬 필요가 있다. 실제 현금인출기 사용환경 내에는 조명장치가 부착되어 있기 때문에 입력되는 영상들은 유사한 명도값을 갖게 되고 따라서 얼굴영역내의 픽셀들의 평균값도 일정영역 내에 있게 된다. 따라서 얼굴영역내의 화소 값들을 조사하여 평균값을 구하고 실험적으로 얻어진 최적화된 평균값과 비교하여 그 차이만큼을 각 화소 값에서 빼주거나 더해준다. 최적화된 평균값은 각 사용 환경마다 틀려 질 수도 있다. 그림 9의 (a)는 명도값 조정 전의 전 처리된 영상이고 (b)는 명도 값을 조정한 후에 전 처리된 결과 영상이다.

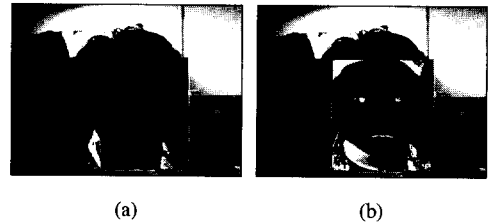


그림 9. 얼굴영역 내에 전 처리를 수행한 영상 (a) 명도값 조정 전 (b) 명도값 조정 후

그림 9에서와 같이 명도 값을 조정한 후에 전 처리를 수행하는 것이 눈이나 콧구멍, 입술선 등의 얼굴 특징을 보다 더 명확히 해주는 것을 알 수 있다.

IV. 얼굴 특징(눈, 입)의 검출

4.1 눈의 검출

얼굴의 특정영역 분리나 인식에 형판(template)이 많이 사용되어 왔는데^[1] 본 논문에서는 3장에서와 같이 전 처리된 얼굴영역에서 눈의 검출을 위해 최적의 형판을 설계하여 적용하였다. 입력영상의 크기가 320×240이기 때문에 얼굴 전체가 영상 내에 존재하고 수평 및 수직 크기가 전체영상크기의 절반정도라는 가정 하에 입력 영상에서의 평균적 눈의 크기를 고려하여 크기가 20×16인 형판을 그림 10과 같이 설계하였다. 여기서 검은 부분의 화소는 -5, 하얀 부분의 화소는 +5 의 값을 갖게 하였다. 이 값들은 실제 모의실험을 행하여 최적 값을 선택한 것이다.

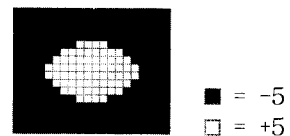


그림 10. 크기가 20×16인 눈 형판

본 논문에서는 눈의 검출척도로 사용하기 위해 Matching value(MV)를 제안하였는데 이것은 0~255 사이의 화소 값을 갖는 흑백 영상과 -5와 5의 값을 갖는 눈 형판과의 일종의 상관도(correlation) 값으로 볼 수 있다. 얼굴영역 내에서 눈 형판이 검색하게 되는데 이때 화소 단위로 형판과 검색영역과의 Matching value를 다음 식과 같이 구하게 된다.

$$MV(m, n) = \frac{1}{X_i \times Y_i} \sum_{x=0}^{X_i-1} \sum_{y=0}^{Y_i-1} (E[x][y] \times I[x+(m-8)][y+(n-10)])$$

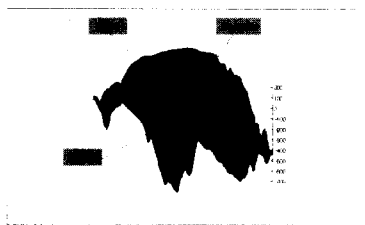
$$8 \leq m < X_i - 8, \quad 10 \leq n < Y_i - 10 \quad (4)$$

여기서 $E[x][y]$ 는 사용된 눈 형판, X_i 와 Y_i 는 눈 형판의 수직 및 수평크기를 각각 나타내며 $I[x][y]$ 는 입력영상의 얼굴영역을, X_i 와 Y_i 는 입력 영상에서 검출된 얼굴영역의 수평 및 수직크기를 각각 의미한다. 이 Matching value의 최대 값은 검색 영역 내에서 형판과 정확히 일치하는 패턴이 있을 경우 발생하는데 이때 영상의 최대, 최소 값은 각각 255, 0이므로 다음 식을 이용하여 구할 수 있다.

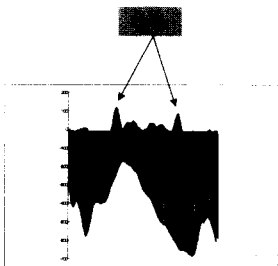
$$MV_{max} = (255 \times 5 \times 68) / 320 = 270.9375 \quad (5)$$

Matching value의 최소 값은 이와는 정확히 반대의 패턴을 가지며 다음과 같이 구할 수 있다.

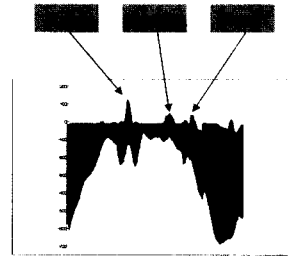
$$MV_{min} = (255 \times (-5) \times 252) / 320 = -1004.0625 \quad (6)$$



(a) 전체적 모습



(b) 밑에서 본 모습

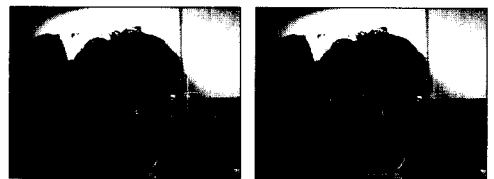


(c) 옆에서 본 모습

그림 11. Matching value

그림 11은 그림 8의 (b) 영상의 얼굴영역에 눈 형판을 검색시켜 구해진 Matching value값들을 위치별로 그래프화 한 것이다.

구해진 Matching value들을 보면 얼굴 영역내의 눈 형판과 패턴이 유사한 눈 부분에서 가장 높은 값을 갖고 콧구멍이나 입술선 부분도 상대적으로 높은 값을 갖는 것을 알 수 있다. MV_{max} 는 눈 형판과 검색영역내의 패턴들의 유사도를 나타내고 85%정도의 유사성을 가질 때 90의 값을 갖게 된다. 따라서 본 논문에서는 85%이상의 유사도를 보이는 패턴을 눈이라고 인식하였고 90을 최적화된 임계값으로 정하여 눈의 유무를 판별하였으며 가장 큰 Matching value 값을 갖는 두 지점을 눈의 위치로 정하였다. 그림 12의 (a)는 입력영상이고 (b)는 검출된 눈의 위치를 표시한 결과 영상이다



(a)

(b)

그림 12. (a) 입력영상 (b) 검출된 눈 영역을 표시한 영상

Matching value에 의해 결정된 두 눈의 위치는 전체적인 알고리즘 상에서 가장 중요한 변수로 작용한다. 따라서 이 값에 대한 신뢰도를 높이기 위해 본 논문에서는 2 개의 매개변수를 제안하였다. 2개의 매개변수는 눈 사이의 거리를 나타내는 Distance와 기울어짐을 나타내는 Angle로 정의하였다.

두 눈은 너무 떨어져 있거나 붙어있을 수가 없기 때문이고 얼굴 자체가 너무 기울어져 있을 가능성도 희박하기 때문이다. 320×240크기의 영상에서 얼굴영역이 25%에서 50%까지 차지한다는 가정하

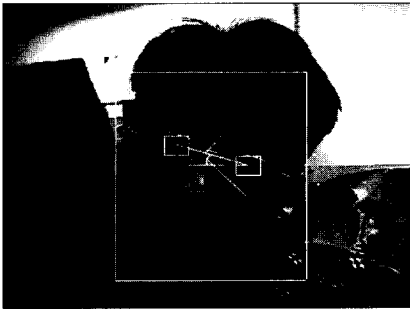


그림 13. Distance 와 Angle

에 Distance는 40~70 화소 거리를 정상조건으로, 영상내의 얼굴은 좌우 40도 정도 이내로 기울어져 있다는 가정하에 Angle은 -40~40도를 정상조건으로 하였다. 그림 13에 두 매개변수를 보였다. Matching value, Distance, Angle 세 가지 조건을 모두 만족해야만 최종적으로 정상적인 눈으로 판별하게 된다.

4.2 입의 검출

눈이 검출되면 검출된 눈의 위치를 기준으로 얼굴구조에 맞추어 입의 위치를 추정한다. 그리고 추정된 입 위치를 중심으로 60×32의 입 영역을 설정한다. 이 크기는 눈 형판 및 얼굴크기 그리고 입 검출의 효율성 등을 고려하여 결정된 것이다. 그림 14는 검출된 눈과 입 영역을 보인 것이다.

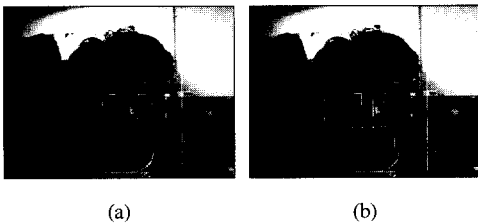


그림 14. (a) 입력영상 (b) 검출된 눈과 입 영역을 표시한 영상

입 영역 검출 판별여부는 입 영역내의 화소 값들의 Variance로 결정하였는데 그 이유는 마스크나 기타 천 등으로 입을 가리게 되면 상대적으로 가리지 않았을 때보다 화소 값들의 변화가 심하지 않기 때문이다. Variance의 임계값도 역시 실험적으로 최적화된 값을 택하였다.

V. 모의 실험 결과 및 분석

본 논문에서는 여러 정상얼굴과 썬 글라스 또는 마스크를 쓴 비정상적 얼굴영상을 가지고 모의실험

을 수행하였다. 모의실험 과정에서 얼굴인식의 기준으로 눈 검출 과정에서 Matching value, Distance, Angle를, 입 검출 과정에서 Variance를, 이렇게 총 4개의 매개변수 값을 검사하게 된다.

그림 15에 4개의 매개변수 값들의 적용 순서를 보였다. 전체적으로 눈을 먼저 검출하고 검출된 눈으로부터 입을 검출하게 된다.

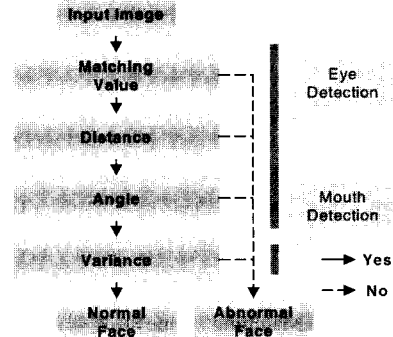


그림 15. Parameter 적용순서

각 매개변수들이 정상얼굴이라고 판별되는 조건은 입력 영상의 크기, 영상 내에서 얼굴이 차지하는 비율, 얼굴 구조상의 특징 등을 고려하여 실제 모의 실험을 통해 최적화된 값이나 영역을 선택하였고 표 1에 이를 보였다.

표 1. 각 parameter의 정상얼굴 조건

	정상얼굴 조건
MV(max)	$90 \leq MV(\max)$
Distance(pixel)	$40 \leq \text{Distance} \leq 70$
Angle(degree)	$-40 \leq \text{Angle} \leq 40$
Variance	$2000 \leq \text{Variance}$

표 1에 보인 매개변수들의 조건을 조사하여 입력 영상에서 얼굴을 인식하게 된다.

그림 16은 제안된 얼굴인식 알고리즘의 전체적인 순서도를 보인 것이다. 먼저 카메라로 획득된 RGB 칼라영상에서 RGB정보가 YCbCr로 변환되고 변환된 CbCr의 정보를 가지고 얼굴영역을 추출한다. 추출된 얼굴영역내의 화소 값들의 평균값을 조사하여 정해진 임계값과의 비교를 통해 얼굴영역내의 화소들의 값을 조정한다. 전 처리 과정을 통해 얼굴특

징을 명확히 대비시켜 눈 형판을 사용하여 눈을 검출해 낸다.

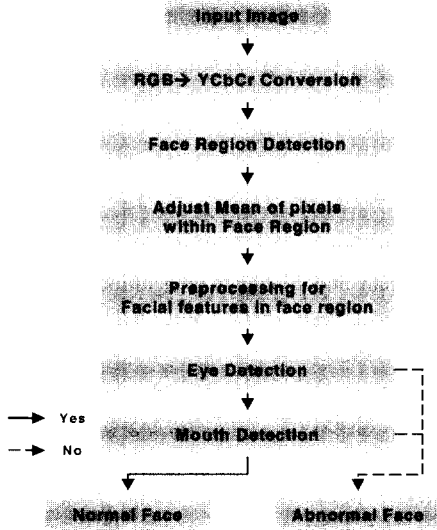


그림 16. 알고리즘의 전체적 순서도

검출된 눈의 위치를 기준으로 입 영역을 추출 입 영역내 화소 값들의 분산값에 의해 입을 검출하게 되고, 최종적으로 눈과 입의 검출이 정상적으로 행해지게 되면 입력영상을 정상적 얼굴영상이라고 판별하게 된다.

그림 17은 여러 가지 상황에서 입력영상을 모의 실험한 결과로 (a)~(p)의 각 그림에서 왼쪽은 원 영상을, 오른쪽은 알고리즘에 적용된 후의 결과 영상을 보인 것이다. 각 결과 영상 중 눈 영역이 표시된 영상만이 정상적으로 눈이 검출된 것이다.

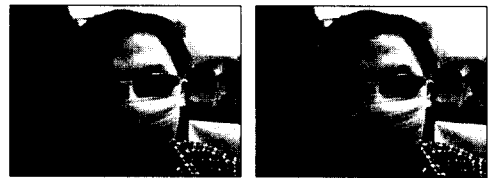
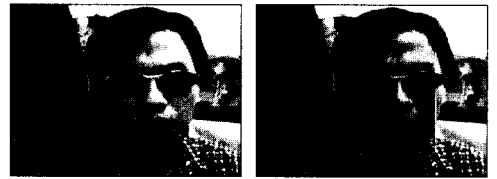
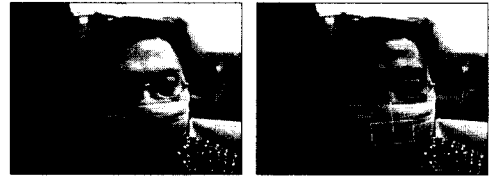
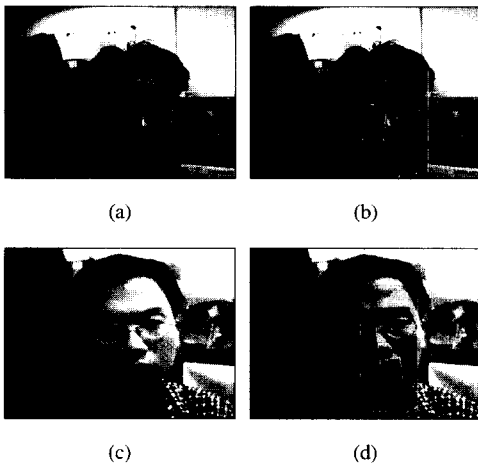


그림 17. (a)~(p) (a),(c),(e),(g),(i),(k),(m),(o) : 입력영상 (b),(d),(f),(h),(j),(l),(n),(p) : 알고리즘 적용 후 결과 영상

표 2는 각 샘플 영상에서 계산된 parameter값들과 이를 기준으로 처리된 영상의 판별결과를 보인 것이다. 표 2의 각 결과 값 중 밝은 부분은 정상조건을 만족하여 정상으로 판별된 것이고 어두운 부분은 정상조건을 만족하지 않기 때문에 비정상으로 판별된 것이다.

표 2. 각 샘플영상에서 계산된 Parameter 값

	MV _{max}	Distance (pixel)	Angle (degree)	Variance	Result
(b)	96.3	49	4.7	3010	정상
(d)	160.7	63	-7.2	3110	정상
(f)	145.7	57	2.0	1675	비정상
(h)	132.3	64	-5.4	1270	비정상
(j)	42.0	×	×	×	비정상
(l)	37.4	×	×	×	비정상
(n)	0.0	×	×	×	비정상
(p)	12.7	×	×	×	비정상

예로 (f)영상의 경우 Matching value가 145.7로 계산되어 우선 정상으로 판별되고 다음으로 Distance와 Angle값도 주어진 조건을 만족하였지만 마지막에 입 영역의 Variance값이 조건을 벗어나 마스크를 쓴 것으로 인식되었다. 따라서 최종적으로 비정상얼굴로 판별되었다.

VI. 결론

본 논문에서는 사용자의 얼굴 영상을 인식, 눈과 입의 검출 가능성 여부를 판별하는 ATM 사용자 제한 시스템에 적용될 수 있는 얼굴인식 알고리즘을 제안하였다. 먼저 대략적 얼굴영역을 검출하고 얼굴영역내의 특징들을 위한 전 처리과정을 거쳐 눈(동자), 콧구멍 그리고 입술선 부분의 구별을 더 명확히 했으며 눈의 검출을 위해 형판을 설계, 적용하여 효과적으로 썸 글라스 등으로 눈을 가린 영상과 그렇지 않은 영상을 구별할 수 있었다. 또한 이렇게 검출된 눈의 위치에 의해 입의 위치를 결정, 분산 값에 의해 마스크의 착용 여부를 판별하였다.

제안된 알고리즘은 매우 간단하고 계산량이 많지 않은 이점이 있지만 카메라로부터 입력영상 획득시에 얼굴의 크기나 영상의 밝기 등의 제약조건이 만족되어야 하고 눈 형판 크기가 가변적이 아니기 때문에 영상 내에서 얼굴의 크기가 작을 때와 크게 좌, 우로 둘러진 얼굴 영상 등에서는 오류가 있을

것으로 생각되어진다. 따라서 이에 대한 해결방법이 앞으로의 연구과제라 하겠다.

모든 조건 하에서 정확하게 가려지지 않은 얼굴을 식별하기란 매우 어려운 일이지만 본 논문에서 제안한 썸 글라스나 마스크 등으로 가려진 얼굴을 판별하는 방법은 ATM 사용자 감시 시스템에 효과적으로 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] R. Chellappa, C. L. Wilson, and S. Sirohey, "Human and Machine recognition of faces: A survey", *Proc. IEEE*, Vol. 83, pp. 705-740, May 1995.
- [2] 이혁범, 유지상, "얼굴영상 인식에 의한 현금인출기 제어기법", *신호처리합동학술대회논문집*, Vol. 12. NO. 1, pp.635-638, Oct. 1999.
- [3] Rainer Stiefelagen, Jie Yang, Alex Waibel, "A Model-Based Gaze Tracking System", *IEEE International Joint Symposium*, pp. 304-310, 1996
- [4] J. Cai, A. Goshtasby and C. Yu, "Detecting Human Faces in Color Images," *IEEE Proceedings*, pp. 124-131, 1998
- [5] Chun-Hung Lin and Ja-Ling Wu. "Automatic Facial Feature Extraction by Generic Algorithms", *IEEE Trans. Image Processing*, Vol. 8, NO. 6, pp. 834-845, June 1999.
- [6] G. Marcone, G. Martinelli, and P. D Angelo, "Automatic Face Image Recognition: an Accurate Eye Location Procedure", *Proc. IEEE 13th Con. Digital Signal Processing*, Vol. 2, pp. 515-519, June 1997.
- [7] 장선아, 유지상, "색상 정보를 이용한 얼굴 영역 추출", *신호처리합동학술대회논문집*, Vol. 12. NO. 1, pp.119-122, Oct. 1999.
- [8] J. Serra and P. Soille(eds.), *Mathematical Morphology and Its Applications to Image Processing*, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands, pp. 69-76, 1994.

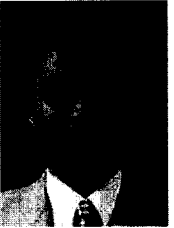
이 혁 범(Hyeok-beom Lee)



2000년 2월 : 광운대학교 전자
공학과 졸업(공학사)
2000년 3월~현재 : 광운대학교
전자공학과 석사과정
<주관심 분야> 영상인식,
영상압축

유 지 상(Jisang Yoo)

정회원



1985년 2월 : 서울대학교 전자
공학과 졸업(공학사)
1987년 2월 : 서울대학교 대학원
전자공학과 졸업(공학석사)
1993년 5월 : Purdue대학교 전기
공학과 졸업(Ph.D.)

1993년 5월~1994년 8월 : 현대 전자산업(주) 산전연
구조 선임연구원

1994년 9월~1997년 8월 : 한림대학교 전자공학과
조교수

1997년 9월~현재 : 광운대학교 전자공학과 조교수
<주관심 분야> 웨이블릿 기반 영상처리, 영상압축, 영
상인식, 비선형 신호처리