

의료서비스로봇을 위한 얼굴추출 방법[†]

(Face Detection for Medical Service Robot)

박 세 현*, 류 정 탁**

(Se Hyun Park and Jeong Tak Ryu)

요 약 본 논문에서는 의료 서비스로봇을 위한 얼굴추출 방법을 제안한다. 제안된 방법은 기존의 얼굴 추출방법의 단점을 보완하여 배경과 조명에 강건한 방법이다. 본 방법은 먼저 평균 이동 알고리즘을 이용하여 배경을 제거하고, 컬러 공간에서 얼굴을 추출한 후 외형 기반의 Haar-like feature 방식으로 최종 얼굴을 검출하게 된다. 제안된 시스템의 효율을 위해 실험을 하였고, 실험결과가 제안된 방법이 의료서비스 로봇에 적용 가능함을 보였다.

핵심주제어 : 의료서비스 로봇, 얼굴 추출

Abstract In this paper, we propose a face detection method for medical service robot. The proposed method is robust in complex background and light. Our method is performed by three steps. Firstly the background is eliminated using mean shift algorithm. Thereafter, based on color space, face is extracted. Finally the object is extracted using Haar-like feature method. To assess the effectiveness of the proposed system, it was tested and experimental results show that the proposed method is applicable for medical service robot.

Key Words : Medical Service robot, Face Detection

1. 서 론

의료 분야의 경우 최근의 정보화 전산화와 통신망의 발달 등 '정보혁명'에 따른 대책은 다른 분야보다 미흡한 실정이다. 현재 진료정보에 대한 논의의 단계는 유통, 활용 등 효율성 측면에 맞추어져 있어 진료 정보 보호라는 안전성 측면에서는 많이 부족한 실정이다. 하지만 실제적으로 더 중요한 것은 진료 정보 보호에 있다.

진료 정보란 환자를 치료하기 위한 의사의 의료행위와 관련하여 생산되는 정보로서 문서화된 각종 기록부 뿐 아니라 대화에 포함되는 환자의 내밀한 신체

또는 질병의 특징 등이 모두 포함되며, 환자 개인의 진료정보에 대하여 이를 알게 되는 의사는 의료법과 형법 등에 의하여 비밀 준수 의무를 가지게 되며 이를 어겼을 경우 처벌을 받게 된다. 환자진료와 관련한 진료정보는 진료기록부등의 양식에 따라 기록으로 남기도록 하고 있으며 기록된 공적 진료정보 또한 보관자가 비밀 준수 의무를 가지게 되며 특별한 사유가 없는 한 타인에 의한 열람 복사 등이 금지되어 있다. 진료기록부에는 환자의 성명 및 주민등록번호 질병분류번호와 함께 의료행위에 관한 사항과 소견이 상세히 기록되고 서명되어 있어 개인정보가 다수 포함되어 있다. 따라서 진료정보는 전형적으로 개인 사생활 비밀의 영역에 속하는 프라이버시인 동시에 헌법적으로도 보호받아야 할 개인정보에 포함된다[1]. 이렇듯 보호 받아야 하는 진료 정보가 병원의 접수 시스템을

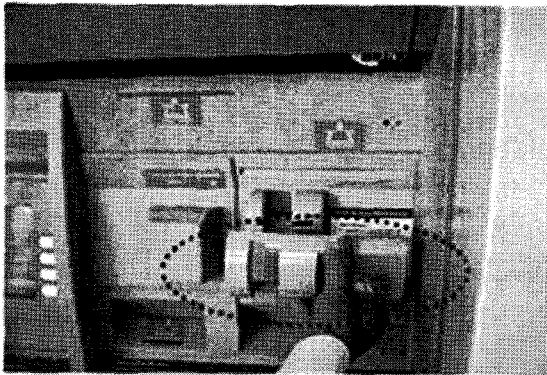
[†] 이 논문은 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2008-0060710).

* 대구대학교 정보통신공학부, 제1저자

** 대구대학교 전자공학부, 교신저자

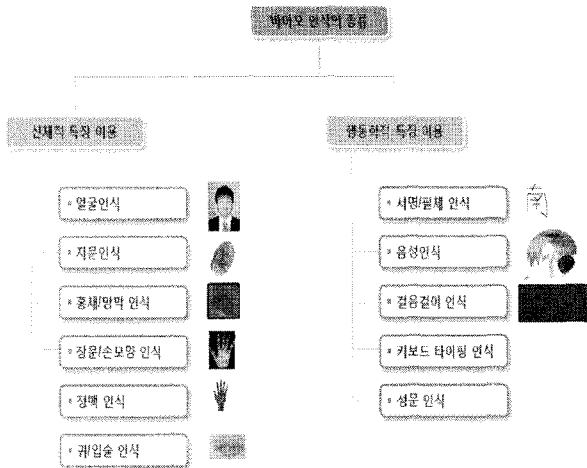
보게 되면 접수창구에 가서 병원에 방문한 이유와 기타 등등의 자신의 개인 정보를 스스로 유출해야 하는 경우가 많다. 따라서 많은 병원들이 이러한 개인 정보 유출의 문제를 해결함과 동시에 인력 낭비를 방지하고자 무인 접수 시스템을 도입하고 있다[2].

무인 접수 시스템에서 개인의 신분 확인을 위해 현재까지 일반적으로 사용되고 있는 방법은 크게 주민등록증, ID 카드와 같은 신분증과 패스워드로 나눌 수 있다. 신분증은 <그림 1>과 같이 비교적 쉽게 위조가 가능하고 항상 소지해야 하며 분실의 위험이 있다는 단점이 있고, 패스워드는 항상 기억해야 하고 타인에게 유출될 수 있다는 단점이 있다[3]. 이러한 기존의 개인 신분 확인 방법의 문제점을 극복하기 위해 최근에는 사람의 신체 일부를 비밀번호처럼 사용하는 생체인식 시스템에 대한 관심이 급증하고 있다[4].

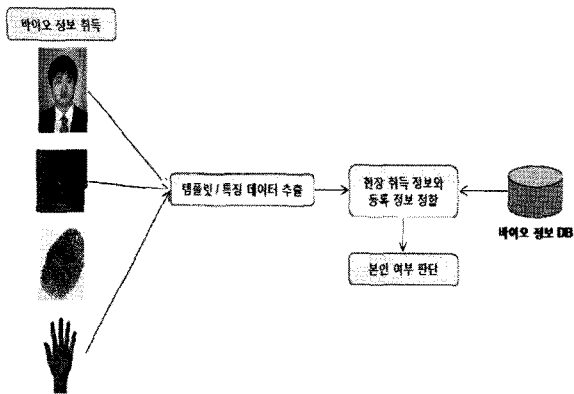


<그림 1> 신분증 위조 장치

의 신원을 생리학적 특징 또는 행동적 특징을 추출하여 등록된 데이터베이스(DB)와 비교를 하여 인증하거나 인식하는 자동화된 방법을 말한다. 즉, 인간의 특성을 디지털화하여 그것을 보안용 패스워드로 활용하는 것이다. 따라서 생체인식 기술의 기술적 기초가 되는 신체정보는 생리학적 정보와 행동적 정보로 분류된다. 생체 인식의 대표적인 예로는 <그림 3>과 같이 생리학적 특징을 기반으로 하는 신체정보는 지문 인식, 얼굴 인식, 홍채 인식, 망막 인식, 장문 인식, 손모양 인식, 정맥의 모양 인식, DNA 인식 등이 있으며, 행동적 특징을 기반으로 하는 정보에는 음성 인식이나 서명 인식, Key stroke 인식, 걸음걸이 인식 등이 있다[5].



<그림 3> 생체 인식의 종류



<그림 2> 생체 인식 기술의 기본적인 인식 방법

생체인식 기술은 <그림 2>와 같이 살아 있는 사람

생리학적 특징에 기반을 둔 기술은 행동적 특징에 기반을 둔 기술보다 상대적으로 안정적이며, 개인 내에서의 변화가 적은 것이 장점이나 활용 장치의 부피가 크고 비싸며, 사용자에게 거부감을 줄 수 있다는 것이 단점이다. 반대로 행동적 특징에 기반을 둔 기술은 활용장치가 단순하고 저렴하며, 사용자에게 자연스러운 느낌을 줄 수 있다는 장점이 있으나 심리 상태에 따라 변화하고 신체적 특징에 영향을 받으며 개인 내의 변화가 크다는 것이 단점이다. 더불어 생체인식 기술은 인간의 독자적인 특징을 보안의 기초로 하고 있기 때문에 기존 시스템의 단점을 일소할 수 있으나, 대상이 사람이라 사람의 정보를 수집한다는 점에서

법률적, 윤리적 문제를 안고 있다. 하지만, 생체 인식 기술 중 지문이나 장문, 홍채, 정맥, 얼굴인식의 경우 상용화되어 보안 분야에서 두각을 보이고 있다. 그러나 지문이나 장문, 홍채, 정맥 인식의 경우 장비 또는 적외선에 접촉해야 하는 거부감이 있으며, 고가의 장비를 필요로 하기 때문에 일반 대중에 널리 활용하기 어려울 뿐만 아니라 등록 및 인식 하는데 많은 시간이 요구돼 실시간 신분 증명 및 인증에서는 활성화되지 못하고 있는 실정이다. 반면 생체 인식 기술 중에서도 개인 얼굴의 특징을 이용하는 얼굴인식 기술은 특징점 추출이 용이하고 타 인식 기술에 비해 거부감이 없으며, 특히 고가의 전용하드웨어가 아닌 범용 PC 카메라(웹캠)와 같이 사용자가 쉽게 접할 수 있는 장치를 이용하는 장점을 갖고 있으며, 접촉식이 아니므로 입력과 관련된 해킹에 대한 대비 및 사용자 편의성 측면에서 실시간 처리 및 네트워크 시스템에 가장 이상적인 시스템 구현이 가능하다. 하지만 <표 1>에 나와 있는 것처럼 얼굴인식의 경우 조명과 배경 등의 환경에 영향을 많이 받는다는 것을 알 수 있다.[6] 즉, 적용 가능한 장소에 제한이 있다는 것이다. 하지만 병원 시스템에 적용을 하기 위해서는 이러한 단점과 더불어서 실시간 처리에 강건한 시스템을 구축하여야 한다. <표 1>은 대표적인 생체 인식 기술들의 장단점을 비교해놓은 표이다.

<표 1> 생체 인식 기술들의 장단점

종류	장점	단점
지문	저렴한 비용, 우수한 안정성	등록 불가 가능성, 비위생적, 느린 속도
얼굴	저렴한 비용, 비접촉식, 무인식, 빠른 속도	조명, 배경에 약함
홍채	위조 불가	대용량 특징 벡터, 접촉식, 비위생적
망막	안정성, 사용 편리성, 정확성	접촉식, 비위생적, 거부감
성문	저렴한 비용, 원격 접근가능	느린 속도, 외부 영향이 큼
필체	저렴한 비용	외부 영향이 큼, 높은 오인식률
정맥	위조 불가	높은 비용, 구성의 어려움

2. 관련 연구

얼굴 인식을 하기 위해서는 그에 앞서 먼저 얼굴 검출이 실행되어야 한다. 입력된 영상에서 얼굴이 있는 위치를 찾아내는 것을 얼굴 검출이라고 한다. 일반적으로 사람의 얼굴은 조명, 바라보는 방향과 각도, 표정, 카메라와 사람 간 거리에 따른 얼굴의 크기, 배경과 얼굴의 색상 차이 등과 같이 환경적인 조건에 따라 민감한 반응을 하기 때문에, 영상으로부터의 얼굴 검출 및 얼굴 인식에 관한 연구는 실제 많은 어려움을 가지고 있다[6].

그럼에도 불구하고, 고성능의 얼굴 인식 기술을 위해 얼굴 검출 기술은 많은 연구를 통해 개선 및 발전되고 있다.

2.1 얼굴 검출

얼굴검출은 영상에서 얼굴이 있는 위치를 알아내는 기술을 말한다. 사람의 얼굴은 응시하는 방향에 따른 정면 혹은 측면의 각도, 고개를 좌우로 기울이는 정도, 다양한 표정, 카메라와의 거리에 따른 얼굴 영상의 크기 등과 같은 형태적 변화와 조명에 따른 얼굴 내에서의 밝기 정도의 차이, 복잡한 배경 혹은 얼굴과 구분이 어려운 색상의 다른 객체 등과 같은 외부적 변화에 따라 매우 다양하게 나타날 수 있기 때문에 영상으로부터의 얼굴검출 연구는 많은 어려움을 포함하고 있다[7].

얼굴 검출 기술은 검출하는 방법에 따라 지식 기반 방법(Knowledge-based Methods), 특징 기반 방법(Feature-based Methods), 템플릿 매칭 방법(Template-matching Methods), 외형 기반 방법(Appearance-based Methods)으로 나뉜다.

2.1.1 지식 기반 얼굴 검출 방법 (Knowledge-based Face Detection Methods)

지식 기반 방법(Knowledge-based Face Detection Methods)은 사람의 얼굴이 눈썹, 눈, 코, 입 등을 포함하고 있고, 각각의 얼굴 성분들은 서로 일정한 거리와 위치 관계를 가지고 있다는 것을 전제로 하여 연구/개

발자의 지식에 근거한 규칙에 따라 얼굴을 검출하는 방법이다[8]. 영상에서 얼굴 후보 영상은 미리 작성된 규칙에 따라 검출된다. 이 방법은 정면 얼굴을 가진 영상에서는 얼굴 성분들의 위치와 크기에 관한 규칙을 이용해서 쉽게 얼굴을 찾을 수 있다. 하지만, 고개의 기울기, 얼굴 정면 각도, 표정 등과 같은 얼굴의 다양한 변화가 있는 영상에서는 얼굴의 검출이 어렵게 되기 때문에 다른 변화가 없거나 특별한 경우에만 적용이 가능하다는 단점이 있다. 이러한 단점은 변화에 대한 다양한 규칙을 확장하거나 아니면, 모든 조건을 정규화 함으로써 해결 할 수 있다. 하지만 이러한 방식의 문제점은 연구/개발자의 지식을 잘 정의된 규칙으로 표현하기가 만만치 않다는 것이다. 만일, 규칙이 너무 세밀하면 얼굴 이미지 부분이 약간의 오차에도 검출이 안되는 문제가 발생할 수 있을 것이고 반대로 규칙이 광범위하면 엉뚱한 이미지를 얼굴로 검출하는 경우도 생길 수 있다.

대표적인 연구 결과로서는 Yang과 Huang이 제안한 계층적 지식 기반의 얼굴 검출 방법이 있다[9]. 이 방법은 3단계의 규칙에 의해 처리된다. Level1에서는 원본 이미지를 해상도를 낮춘 후 사람 얼굴의 명암도 특성을 이용하여 얼굴 이미지 후보군을 찾는다. 이렇게 찾아진 얼굴 이미지 후보 부분을 Level2에서 히스토그램 평활화를 수행한 후 윤곽선 검출을 수행한다. Level3에서는 Level2에서 추려진 얼굴 후보 이미지들의 특징 점(눈, 코, 입)들을 파악하여 최종적으로 얼굴을 검출하게 된다. 하지만 이러한 지식 기반의 얼굴 검출 방법은 얼굴의 기울기, 카메라를 바라보는 각도, 표정 등과 같은 얼굴의 다양한 변화가 있는 영상에서는 얼굴 검출율이 낮다는 문제점이 있다. 따라서 변화가 없거나 특별한 경우에만 적용이 가능하다는 단점이 있다.

2.1.2 특징 기반 얼굴 검출 방법 (Feature-based Face Detection Methods)

특징 기반 얼굴 검출 방법(Feature-based Face Detection Methods)이란 얼굴에서 변하지 않는 특징들을 찾아 이를 이용하여 얼굴을 검출하는 방법을 말한다[10]. 즉, 얼굴 특징 성분들의 크기와 모양, 상호 연관성, 얼굴의 색상과 질감(texture) 정보, 혹은 이러

한 요소들의 혼합된 형태의 정보를 이용해서 얼굴을 검출하는 방법이다. 이 방법은 처리 시간이 빠르고 쉽게 얼굴을 찾을 수 있다는 장점을 가지고 있다. 하지만, 피부색과 유사한 배경이나 개체에 대해 오인식할 수 있고, 조명의 밝기 변화에 따라 얼굴의 색상 및 질감 정보를 잃을 수도 있고, 얼굴의 기울어진 정도에 따라 얼굴의 특징 성분들을 검출하지 못할 수 있기 때문에 조명과 포즈, 복잡한 배경 등의 잡음에 상당히 민감한 단점이 있다. 이러한 단점에도 불구하고 언제나 일정한 특징을 찾을 수 있다는 환경이 제공된다면 얼굴 검출 성공률을 많이 높일 수 있을 것이다.

2.1.3 템플릿 매칭 기반 얼굴 검출 방법 (Template matching-based Face Detection Methods)

템플릿 매칭 기반 얼굴 검출 방법(Template matching-based Face Detection Methods)이란 특정 함수로 대상이 되는 모든 얼굴에 대한 템플릿을 계산하여 얼굴에 대한 표준 패턴 정보를 구하고, 입력된 얼굴 이미지와의 상관 정도를 측정하여 검출을 시도하는 방식이다[11]. 이 방법은 얼굴의 특징 성분이 검출이 용이하도록 존재해야 할 필요가 없기 때문에 조명 변화나 배경의 영향을 덜 받게 되고, 복잡한 배경에서도 얼굴의 검출이 가능하다는 장점과 다른 얼굴 검출 방법들에 비해서 상대적으로 구현하기 쉽다는 장점을 가지고 있다. 하지만, 거리에 따른 얼굴의 크기 변화와 응시 방향에 따른 얼굴의 회전각도, 기울어짐 등에 민감하다. 또한 개개인의 정보를 모두 포함하는 평균적인 템플릿의 생성이 어렵기 때문에 템플릿 제작에 상당한 노력이 필요하다는 단점이 있다. 이러한 단점은 다양한 크기와 모양의 템플릿을 제작함으로써 조금은 해결할 수 있다.

2.1.4 외형 기반 방법 (Appearance-based Methods)

외형 기반 방법(Appearance-based Methods)이란 여러 얼굴 이미지와 다른 이미지들을 학습 영상 집합에 의해 학습된 모델화 된 얼굴 이미지의 특징을 이용하여 통계적인 분석을 통해 얼굴을 검출하는 방법이다[12]. 입력 영상에서 얼굴을 검출하기 위해 전체

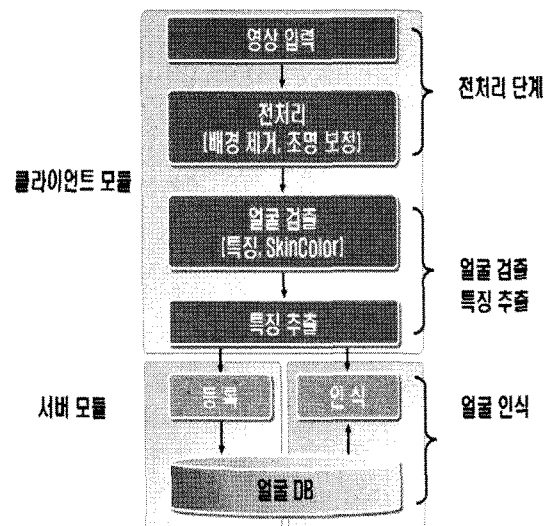
영상을 스캔하면서 확률 함수를 이용하여 얼굴 부분과 얼굴이 아닌 부분을 파악한다. 이러한 외형 기반 방법 중 잘 알려진 얼굴 검출 방법으로는 주성분 분석(Principal Component Analysis: PCA)에 의해 생성되는 고유 얼굴(eigenface), 선형판별식 해석(Linear Discriminant Analysis: LDA), 신경망(Neural Network: NN), 서포트 벡터 머신(Support Vector Machine: SVM), 히든 마르코프(Hidden Markov)을 이용하는 방법 등이 있다. 이 중 Eigenfaces는 사람의 얼굴을 검출하기 위하여 사용되는 Eigenvectors의 집합이다. PCA (principal component analysis)라고 하는 수학적인 절차를 여러 사람의 얼굴 이미지에 적용하여 Eigenvectors의 집합을 얻을 수 있다. 이처럼 얻어진 Eigenfaces는 일종의 사람 얼굴에 대한 재료라고 볼 수 있다. 예를 들어, A라고 하는 사람의 얼굴을 표현하기 위해서 Eigenfaces에 있는 데이터 1의 60%, 데이터 2의 20%, 데이터 3의 -3% 등으로 표현하여 거의 A의 얼굴과 유사한 근사치를 얻을 수 있다. 이 방법들은 복잡한 영상에서 얼굴영역을 검출하기 위해 기존의 얼굴 영역과 얼굴이 아닌 영역의 학습 데이터 집단을 이용해서 학습되어진 고유 벡터들을 만들어내고 이를 이용해 얼굴을 찾는다. 이 방법은 다른 검출 방법들에서 언급된 여러 제약 조건들이 학습을 통해 극복되어지기 때문에 인식률이 높은 방법이다. 하지만, PCA나 신경망, SVM 등과 같은 방법들은 데이터베이스 학습에 많은 시간이 필요하게 되고, 또한 데이터베이스가 변하게 되면 다시 학습을 시켜야 하는 단점이 있다. 따라서 얼굴검출을 위한 실시간 응용에서는 계산량이 많아지기 때문에 적절하지 못하다고 판단되어진다.

3. 제안된 시스템

3.1 시스템 개요

제안된 얼굴인식 시스템을 이용한 무인 접수 시스템은 크게 얼굴 검출과 얼굴 인식 두 가지 단계로 구분된다. 먼저 얼굴 검출에서는 평균 이동 알고리즘을 이용하여 배경을 제거하고, YCbCr 컬러 공간에서 휘

도 값에 해당하는 Y값에 적응적인 Cb, Cr 임계값으로 조명을 보정하고 다시 이미지 평활화로 조명을 보정한다. 그리고 외형 기반의 Haar-like feature 방식으로 최종 얼굴을 검출하게 된다. 이렇게 구해진 얼굴 검출 이미지를 이용하여 그 다음 단계인 얼굴 인식을 하게 된다. 얼굴 인식에서는 PCA + LDA 방법을 이용하여 얼굴 인식의 인식률을 높였다. <그림 4>는 얼굴인식을 하는 과정을 나타 낸 것이다.

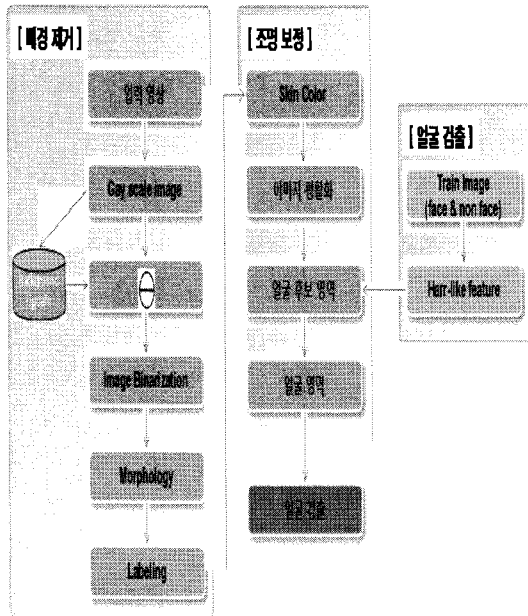


<그림 4> 얼굴 인식 과정

3.2 얼굴 검출

얼굴 검출은 배경 제거와 조명 보정, 얼굴 검출로 나누어진다. 얼굴 검출의 전체적인 수행과정은 <그림 5>의 흐름도와 같다.

흐름도의 순서대로 설명을 진행하고자 한다. 배경 제거를 위해 Hikkila와 Olli가 제안한 running Average를 통한 평균 이미지를 <수식 1>을 이용하여 계산하고, <수식 1>을 이용하여 구해진 배경 영상(평균 이미지)와 현재 입력 영상을 차영상을 하여 동적 영역을 구하게 된다[13]. 이렇게 구해진 동적 영역들 중에서 원하는 객체를 추출하기 위해 이진화를 통해 이미지를 간단하게 하고 모폴로지를 이용하여 쓸데없는 객체들을 제거 해준다. 그리고 라벨링을 이용하여 각 객체들을 구분해주고 여기에 또 다시 사이즈 필터링을 이용하여 다시 객체들을 제거 해준다. <그림 7>은 배경을 제거한 결과를 나타낸다.

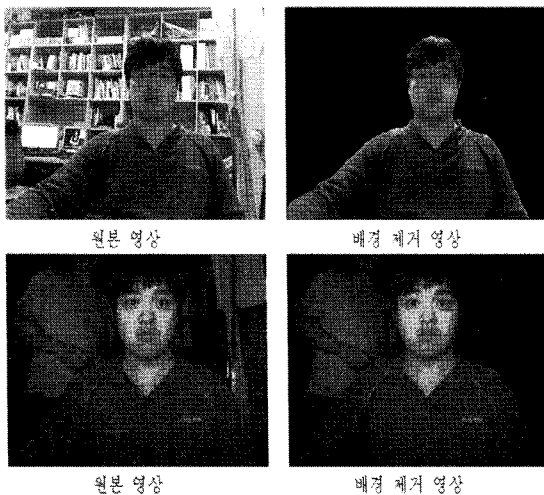


<그림 5> 얼굴 검출 흐름도

$$B_{t+1} = \alpha I_t + (1 - \alpha) B_t$$

where, α : 갱신가중치
 B_{t+1} : 갱신된 배경 영상
 B_t : 현재 배경 영상
 I_t : 현재 입력 영상

<수식 1> 배경 영상



<그림 6> 배경 제거

이렇게 얻어진 배경 제거 영상에서 조명 보정을 위해 RGB 컬러 공간을 YCbCr 컬러 공간으로 변환 시키게 된다[14]. YCbCr 컬러 공간은 <표 2>에 나타나있

는 것처럼 휘도 Y와 색차 신호 Cb, Cr에 기반한 색 표현 방법이다. 일반적으로 Cb, Cr 성분만을 이용한 단일 임계값 설정으로 피부색 영역을 많이 검출 하게 되는데 이 같은 경우는 조명을 고려하지 않기 때문에 조명 변환에 민감하다는 단점이 있었다. 따라서 조명의 밝기를 나타내는 Y 성분에서 최소값, 최대값을 구한 후, 범위 Yr을 구하게 된다. Yr의 상위 5%에 속하는 화소를 참조 화이트 화소로 정의하고, 이 참조 화이트 화소 개수가 지정한 임계값 보다 많은지 확인 한 후에 만약에 많다면 Yr에 해당하는 Red, Green, Blue channel 영역 내 평균값을 계산한다. 그 다음 각 Red, Green, Blue channel에 평균값을 적용하여 조명을 보정한 컬러 영상을 얻는다. 이를 다시 YCbCr 컬러 공간으로 변환 하여 적응적인 Cb, Cr 성분의 임계값을 설정하여 조명에 강건한 피부색 영역을 추출한다.

<표 2> YCbCr 컬러공간

Y channel	휘도(빛의 양) 최소값, 최대값을 이용해 빛의 범위 Yr
Cb channel	Cb 모델링 (푸른색의 강도)
Cr channel	Cr 모델링 (푸른색의 강도)

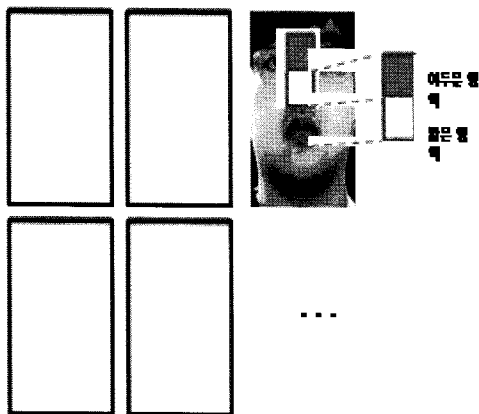
그리고 다시 조명에 대한 보정을 해주기 위하여 이미지 평활화 기법을 사용한다. 그림 7은 조명을 보정



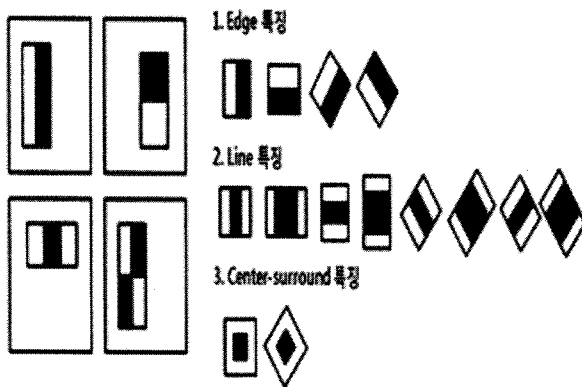
<그림 7> 조명 보정

한 각 단계별 결과를 나타낸다.

마지막으로, 얼굴의 특징을 인식하여 얼굴을 검출하는 방법으로는 Viola와 Jones가 제안한 얼굴 검출에 적용한 사각특징 형태 구성 방법을 이용하는 Feature-based method 방식의 한 종류인 Haar-like Feature를 이용하여 얼굴 영역을 검출 하게 된다. <그림 8, 9>와 같이 Haar-like Feature는 위치, 모양, 크기에 따라 수많은 형태로 나타낼 수 있으므로 생성된 특징 값은 얼굴의 특징을 잘 포용하도록 되어 있다. 이러한 특징을 비교하는 방식으로 얼굴을 검출하게 된다.

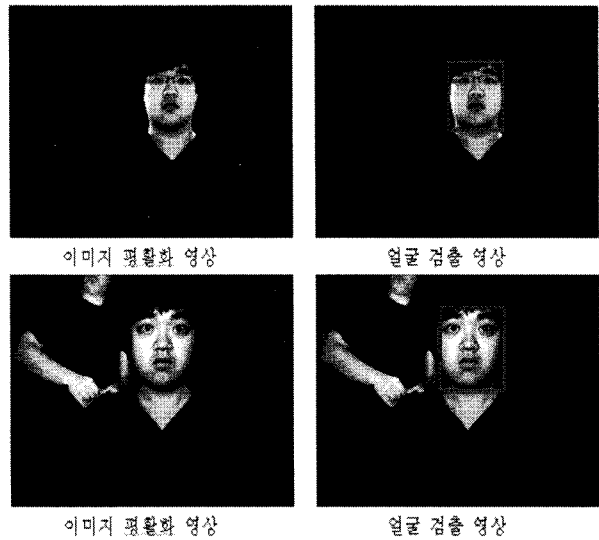


<그림 8> Haar-like Feature



<그림 9> Haar-like Feature

Haar-like Feature를 이용한 얼굴검출 과정은 Haar-like Feature를 기반으로 여러 개의 약 분류기의 결합으로 강 분류기를 생성하는 AdaBoost알고리즘을 이용하여 Cascade구조를 통해 얼굴을 검출 한다.



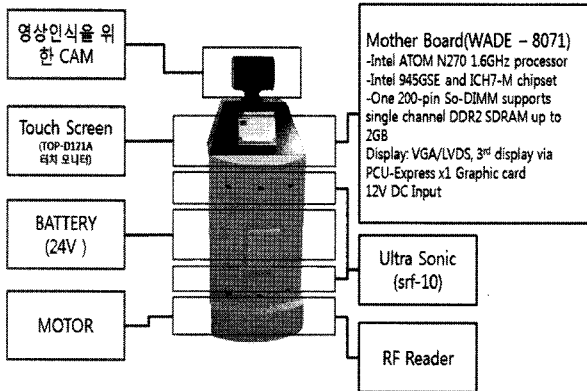
<그림 10> 얼굴 검출 결과

Cascade구조는 여러 개의 스테이지를 거치는 도중 물체가 포함되어 있지 않는 영역은 즉시 거절하므로 수행속도 또한 증가시키며, 단일 강한 분류기 보다 뛰어난 성능을 얻을 수 있다. 본 논문에서는 이미 이전 단계에서 얼굴, 손, 목 등만이 남게 된 이미지를 얼굴 검출에 이용하게 됨으로 인해 Haar-like Feature의 특성상 처리 속도가 빨라져 실시간 영상 처리에 더욱 사용하기 용이해진다.

4. 실험 및 결과

제안된 시스템은 의료 로봇에 활용 가능한 무인 접수 시스템의 사용자 인증을 위한 얼굴 인식 시스템으로 개발 환경으로는 윈도우XP 기반의 펜티엄 듀얼코어 2.16GHz CPU와 Microsoft Visual C++ 6.0, OpenCV 1.1 라이브러리를 사용하여 개발하였다. 그림 11은 본 방법을 적용한 의료용서비스로봇을 나타내고 있다.

제안된 시스템은 다양한 사용자와 다양한 환경에서도 잘 동작되어야 한다. 따라서 얼굴 인식 시스템의 효율성을 증명하기 위하여 얼굴 검출에 대한 실험, 기존의 DB를 이용한 얼굴 인식에 대한 실험, 얼굴 검출과 얼굴 인식을 모두 활용한 실시간 환경에 대한 실험 이렇게 총 총 3가지의 실험을 하였다.



<그림 11> 개발한 의료용 서비스 로봇

첫 번째 실험은 총 10명에 대한 다양한 조명 환경에서의 얼굴 검출 실험으로 10명의 사용자가 10번씩 다양한 조명 환경 아래에서 얼굴을 PC 카메라에 비추도록 한 실험 결과 <표 3>에 나타나 있듯이 얼굴 검출률이 92%를 보였다. 실험 결과를 보면 마지막 J의 검출률이 낮은 것을 볼 수 있는데 이는 태양광이 강한 정오에 실험한 결과로 너무 강한 빛이 들어왔을 경우에는 검출률이 떨어지는 것을 볼 수 있었다. <그림 12>은 얼굴 검출 각 단계별 결과를 나타낸다. <표3>은 얼굴 검출을 한 사용자별 실험한 결과를 나타낸 것이다.

<표 3> 얼굴 검출 실험 결과

사람	횟수	성공	실패	성공률
A	10	10	0	100%
B	10	9	1	90%
C	10	10	0	100%
D	10	8	2	80%
E	10	10	0	100%
F	10	9	1	90%
G	10	10	0	100%
H	10	6	4	100%
I	10	10	0	100%
J	10	6	4	80%
total	100	92	8	92%

5. 결론

본 논문에서는 얼굴 인식을 이용한 무인접수 로봇의 간편한 사용자 인증 시스템을 개발하기 위하여 얼굴추출방법을 제안 적용하였다. 제안된 시스템은 기존의 얼굴 인식 시스템의 단점인 배경과 조명에 민감한 단점을 보완하여 쉽게 다른 장소에 설치가 가능한 하



<그림 12> 얼굴 검출 각 단계별 결과

다는 것을 보여주었다.

제안된 시스템을 증명하기 위해 총 3가지의 실험을 실시하였다. 먼저 배경과 조명에 강건한 얼굴 검출 시스템을 실험하여 빛의 양을 다양하게 설정하여 실험한 결과 92%의 검출률을 보였다.

얼굴 인식을 이용한 무인 로봇은 앞으로 더욱 그 활용도가 지속적으로 증가 할 것이다. 이에 따라 그 단점으로 지적되어 온 다양한 환경에서의 시스템을 개발하기 위해 더욱 다양하고 강건한 시스템이 요구 된다.

본 논문의 실험에도 나와 있듯이 일반적인 밝기의 태양광이나 현광 등에서는 강건하게 동작하는 것을 보였지만 한 낮 정오의 외부 환경에서의 실험에서는 얼굴 검출률이 떨어지는 것을 볼 수 있었다. 앞으로 더욱 다양한 환경에서의 배경과 조명에 강건한 시스템이 다양하게 연구되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 박윤형, 진료정보와 국민 사생활 보호정책의 현황과 전망, 한국의료법학회지, 제13권, 제 1호, 2005.
- [2] 차종환, 무인자동차시스템 '전성시대' - <http://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=32177>, 2009.
- [3] D. M. Blackburn, J.M. Bone, and P.J. Phillips FRVT 2000 Report, <http://www.ftvt.org>, 2001
- [4] R. M. Bolle, N.K.Ratha, and S. Pankanti, "Evaluating authentication systems using bootstrap confidence intervals", IEEE Workshop on Automatic Identification Advanced Technologies, Vol. 2, No. 33, pp.9-13, 1999.
- [5] C. Liu, and H. Wechsler, "Evolutionary Pursuit and its Application to Face Recognition", IEEE Trans, Patt, Analysis and Machine Intell., Vol.22, No.6, pp.570-582, 2000.
- [6] 배경율, "인터넷 뱅킹의 사용자 인증을 위한 얼굴 인식 시스템의 설계", 한국지능정보시스템학회논문지, 제9권, 제3호, pp.193-205, 2003.
- [7] 반성범, 정용화, 정교일, 김재희, "생체 인식 기술 동향", 전자공학회논문지, Vol. 29, No 5, pp.529-537, 2002.
- [8] 김진모, 변혜란, "얼굴 요소와 지식 기반 방법을 이용한 얼굴 검출", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, Vol. 31, No. 2, pp.733-735, 2004.
- [9] P. Belhumeur, J. Hespanha, D. Kriegman. "Eigenfacesvs. fisherfaces: Recognition using class specific linear projection," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, No. 7, pp. 711-720, 1997.
- [10] P. Viola and M. Jones, "Robust real-time object detection", International Conference on Computer Vision, 2001.
- [11] R. Brunelli, T. Poggio, "Face Recognition : Feature versus Templates", IEEE Tran. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 15, No. 10, pp.1042-1052, 1993.
- [12] M. Yang, D. Kriegman, N. Ahuja, "Detecting Faces in Images: A Survey", IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24, no. 1, pp. 34-58, 2002.
- [13] D. Gutchess, M. Trajkovic, E. Cohen-Solal, Damian Lyons and A. Jain, "A Background Model Initialization Algorithm for Video Surveillance", IEEE:Computer Vision, 2001. ICCV 2001. Proceedings. Eighth IEEE International Conference on , Vol. 1, 7-14 July 2001.
- [14] D. Chai, K.N. Ngan. "Face segmentation using skin-color map in videophone applications", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 9 No. 4, pp.551-564, 1999.
- [15] 박성욱, 박종욱, "다층신경망과 피부색 모델을 이용한 피부영역 검출", 한국산업정보학회논문지, 제 16권, 제2호, pp.31-38, 2011.
- [16] 김병기, "단일 카메라 영상으로부터 골프 스윙의 자동분석", 한국산업정보학회논문지, 제 14권, 제5호, pp139-148, 2009.



박 세 현 (Se Hyun Park)

- 종신회원
- 경북대학교 공학박사(컴퓨터비전 전공)
- (전)조선대학교 조교수
- (미)CSUMB 방문교수
- (현) 대구대학교 정보통신공학부 교수
- 관심분야 : 컴퓨터비전, 패턴인식, 생체인증



류 정 탁 (Jeong Tak Ryu)

- 종신회원
- (일)학술진흥재단 특별연구원
- 영남대학교 전자공학과 학사
- (일)OSAKA Univ. 전자공학과 석사
- (일)OSAKA Univ. 전자공학과 박사
- (현) 대구대학교 전자공학부 교수
- 관심분야 : 센서시스템 및 나노전자기술

논문접수일 : 2011년 08월 04일
 1차수정완료일 : 2011년 09월 10일
 2차수정완료일 : 2011년 09월 22일
 게재확정일 : 2011년 09월 23일