

# 로봇의 실시간 얼굴탐지 및 추적에 관한 연구

## A study on Face Detecting and Face Tracking in Real-Time for Wireless Robot

\*윤종일<sup>1</sup>, #안경관<sup>2</sup>, 조우근<sup>3</sup>, 윤희수<sup>4</sup>

\*J. I. Yoon<sup>1</sup>, #K. K. Ahn(kkahn@ulsan.ac.kr)<sup>2</sup>, W. K. Cho<sup>3</sup>, H.S.Yoon<sup>4</sup>

<sup>1</sup>울산대학교 기계자동차공학과, <sup>2</sup>울산대학교 기계자동차공학부, <sup>3, 4</sup>울산대학교 기계자동차공학과

Key words : Face Detecting, Face Tracking, Real-time, Wireless, Robot, Image Processing

### 1. 서론

(돋움체 10pt 또는 Times New Roman 10pt)

최근 인터넷과 각종 정보망의 발달로 본격적인 정보화 시대로 돌입함에 따라 각종 생체 인식 기술을 이용한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이러한 생체 인식 기술 중에서도 얼굴 인식은 개인 식별을 위한 신분 증명 시스템, 무인감시 시스템, 출입 통제 등과 같은 분야에 적용되어 사용되고 있다. 이러한 많은 곳에서 사용될 얼굴 인식 기술은 실제적 응용에 있어 몇 가지의 문제점을 지니고 있다. 즉, 안경모양, 머리모양, 표정, 각도 등에 의한 수시로 바뀌는 얼굴 모양과 주변 환경에 의한 조명 변화가 있는 실제 인식 시스템에서는 정확한 얼굴 인식에 있어서 신뢰성이 떨어진다. 또한 로봇과 같이 사람과 상호교환적으로 작동되어야 하는 경우 영상 정보를 이용하여 검출과 인식의 정확성뿐만 아니라 빠른 응답을 요구하게 된다.

본 논문에서는 낮은 해상도의 저가형 웹 카메라에서 실시간 얼굴 검출을 위해 얼굴 영역의 검출 방법으로 피부색 정보를 이용한 검출방법(Skin color segmentation)과 함께 템플릿 매칭 방법(Template-matching Method)을 사용하여 조명이나 배경의 영향을 최소화 하고자 하였고, 복잡한 배경에서도 얼굴 검출이 가능하도록 색 영상의 다양한 피부색의 검출 후, 수학적 형태학과 히스토그램 분석으로 얼굴 후보 영역을 확증하고 검증한다. 또한 후처리 과정을 통해 색공간간의 밀집도를 올리고자 한다.

로봇의 구성으로는 무선 카메라를 로봇에 부착하여 Zigbee 모듈로 데이터 통신을 가능하도록 하였으며, 영상 처리는 리모트 PC 를 통해 처리하여, Zigbee 모듈로 명령값만 다시 무선로봇에게 보내어 실행하도록 설계하였다. 또한 이러한 과정들로 로봇이 사람의 얼굴을 검출하고 추적 이 가능함을 보이고자 한다.

### 2. 제안하는 시스템

#### 2.1 영상처리 시스템

얼굴 인식 시스템에서 반드시 선행되어야 할 단계가 바로 얼굴 검출과정이다. 사람의 얼굴은 응시하는 방향에 따른 각도, 다양한 표정, 카메라와 거리에 따른 얼굴 영상의 크기 등과 같은 형태적 변화와 조명에 따른 얼굴 내에서 밝기 정도의 차이, 복잡한 배경 혹은 얼굴과 구분 이 어려운 색상의 다른 객체 등과 같은 외부적 변화에 따라 매우 다양하게 나타날 수 있기 때문에 영상으로부터의 얼굴 검출은 많은 어려움을 포함하고 있다. 이러한 어려움 때문에 얼굴 인식 분야에서 얼굴 영역 및 성분 검출 연구가 상당히 중요한 요소로 다루어 지고 있다.

본 논문에서는 색 영상으로부터 알려진 많은 색공간을 이용하여 피부색 영역을 검출한 다음, 수학적 형태학과 히스토그램 분석으로 얼굴 후보 영역을 찾고 후처리 과정을 통하여 얼굴 모델의 정보를 생성하고, 얼굴 영역을 확정한다. 제안하는 얼굴 검출 알고리즘은 Fig. 1 과 같은 과정 이다.

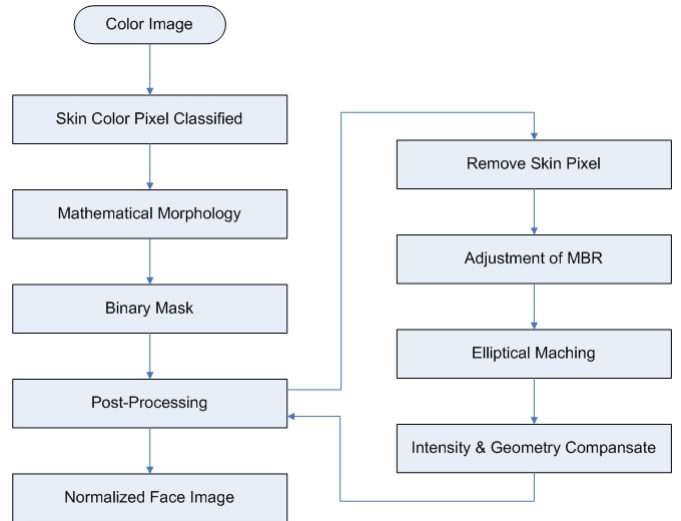


Fig. 1 Face region detection algorithm

본 논문에서 제안하는 얼굴 검출 알고리즘은 Fig. 1 의 오른쪽을 알고리즘과 같다. 입력된 사진이나 영상들에서 2D-Gaussian 분포를 이용한 RGB 색공간을 이용하여 피부 색 검출을 한다. 2D-Gaussian 분포를 거치게 되면 조명과 피부 색에 대한 밀집도가 어느 정도 향상된다. 하지만 손, 팔 등 얼굴 이외의 부분과 피부색과 유사한 배경도 같이 검출 되기 때문에 얼굴 영역만 검출하기 위해서는 후처리를 통해서 정확한 검출이 필요하다.

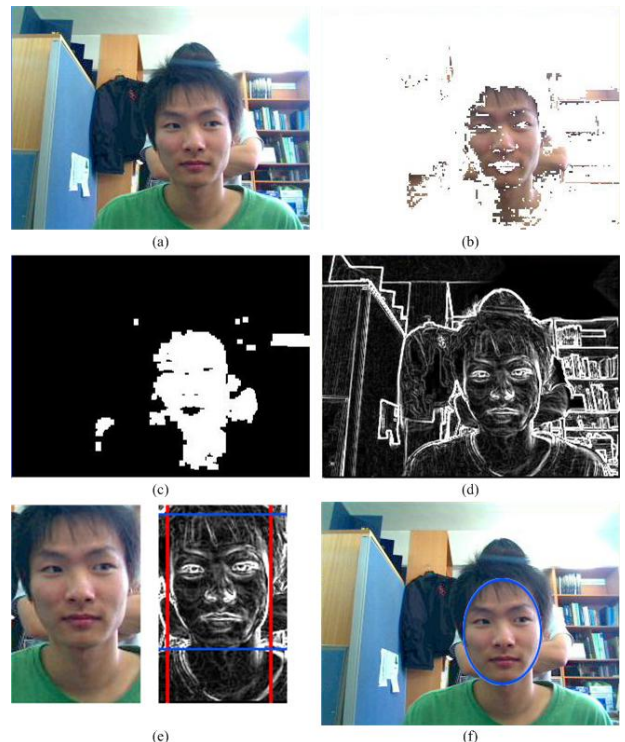


Fig. 2 Post-processing for face detection process

궁극적으로 찾고자 하는 영역은 사람의 얼굴이므로 얼굴 영역을 제외한 다른 영역은 효과적으로 제거되어야 한다. 또한 템플릿 매칭을 통해 더욱더 정확성을 높이고자 한다. Fig. 2는 얼굴검출을 위한 후처리 과정들을 보여준다. 또한 Fig. 2의 순서대로 (a) 원본 이미지, (b) 색공간을 이용한 피부색 검출, (c) 이진화와 수학적 형태학, (d) 원영상의 윤곽선 검출, (e) MBR 경계영역의 조절, (f) 다원형 얼굴 검출됨을 볼 수 있다.

**2.2 로봇구동 시스템**

로봇의 구동 시스템은 로봇이 직접 구동되는 하드웨어 부분과 무선으로 통신하는 네트워크 부분으로 구분 할 수 있다. 하드웨어의 구성은 18 개의 스텝모터와 무선카메라, 메인컨트롤러, 임베디드 보드 시스템으로 구성되어 있으며, 구동의 원리는 로봇에 부착된 무선 카메라에서 모바일 PC와 연결된 무선 수신기로 영상을 보내면 이 영상을 모바일 PC에서 영상에 대한 연산을 실행한다. 이러한 과정 후에 모바일 PC에서 로봇에게 Zigbee 모듈을 통해 실행 명령을 로봇에게 보내어 로봇을 실행시킨다. 이러한 반복적인 작업을 통해서 로봇의 정보는 업데이트 되면서 실시간 적으로 로봇은 사람을 얼굴을 추적할 수 있다. Fig. 3은 로봇의 주행 방법에 대한 알고리즘이다. Fig. 4는 무선로봇의 구동 시스템에 대한 모습을 보여준다.

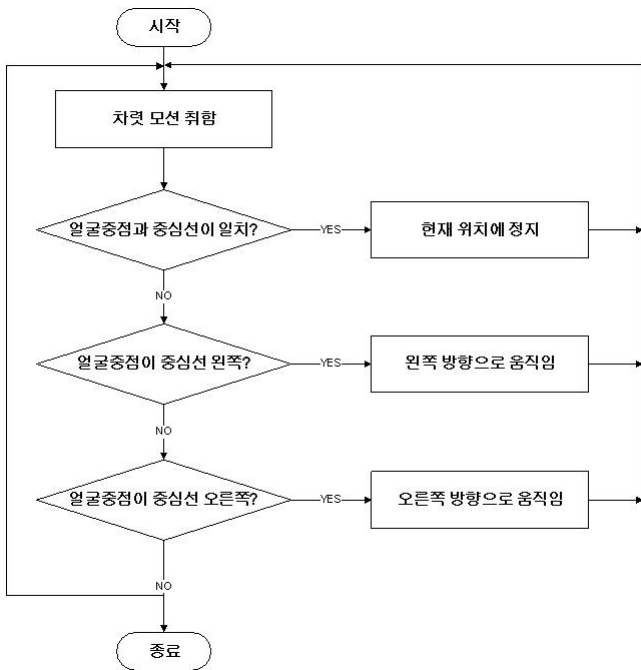


Fig. 3 Robot's navigation algorithm

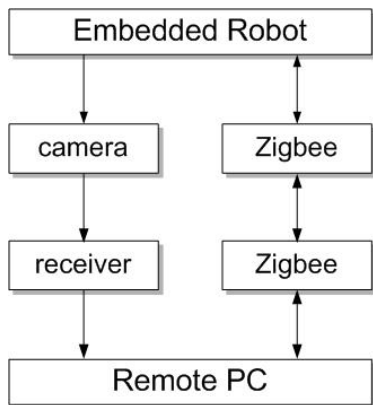


Fig. 4 Robot drive control system

**3. 실험결과**

실험은 피부색 검출과 후처리를 통한 얼굴 검출 실험으로 수행하였다. 얼굴 검출 실험은 본 논문에서 2D-Gaussian 분포를 이용한 RGB 색공간으로 얼굴 영역을 찾은 다음, 제안하는 후처리로 얼굴을 검출하였으며, 템플릿 매칭을 사용하여 얼굴 검출의 정확도를 높이고자 하였다. 또한 일반적 템플릿 매칭 방법과 제안하는 방법의 얼굴 검출 결과를 비교하였다.

얼굴 검출에 사용한 입력 영상은 일반 디지털 카메라로 획득하거나 또는 저가의 웹 카메라로 획득된 색 영상 320×240 크기를 사용하였고, 100 명의 얼굴을 획득하여 실험에 사용하였다.

Table. 1에서는 제안하는 얼굴 검출 알고리즘의 실험에서 92%의 검출률을 보여주었다. 실험 결과 템플릿 매칭만을 이용하는 방법과 비교하여 제안하는 얼굴 검출 방법이 보다 우수한 얼굴 검출 결과를 얻었다.

Table. 1 Result of face detection

방법	올바른 검출	잘못된 검출	검출률(%)
제안하는 방법	92	8	92
템플릿 매칭 방법	86	14	86

**4. 결론**

본 논문에서 제안한 얼굴 검출 및 추적 시스템은 로봇이 실시간으로 얼굴을 탐지하고 추적할 수 있도록 연산시간과 무선 통신에 대한 제약을 극복하고자 하였다. 이러한 시간과 통신에 대한 제약을 줄이고자 2D-Gaussian 분포에 의한 RGB 색공간을 사용하였고, RGB 색공간의 취약한 부분으로 지적되는 조명의 변화와 낮은 밀집도를 해결하기 위하여 후처리 과정에서의 연산으로 이 문제를 해결하였다. 또한 제안하는 후처리 방법은 템플릿 매칭 방법과 비교하여 보다 우수한 얼굴 검출을 수행함을 보였다.

무선 로봇의 연속적인 영상처리를 하기 위해서 연산을 모바일 PC에서 하도록 하였고, 무선 카메라와 Zigbee 모듈을 통해 영상을 보내고 연산된 명령어만을 다시 로봇의 임베디드 시스템에 보내므로 복잡한 영상을 쉽게 처리할 수 있었으며, 로봇은 그 지시에만 움직이도록 설계하였다. 이러한 지시로 인해, 로봇은 사람의 얼굴을 따라 움직일 수 있었으며, 무선으로 제작된 로봇은 실시간 적으로 사람을 추적할 수 있음을 보였다.

**후기**

본 연구는 2 단계 BK21 사업의 지원을 받아 이루어 졌으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

**참고문헌**

1. M. Turk, A. P. Pentland, "Face recognition using eigenfaces," in Proc. IEEE CVPR, Maui, HI, pp. 581-591, Jun. 1991.
2. Kim. J. B., Kim. H. J., "Efficient region-based motion segmentation for a Video Monitoring System," Pattern Recognition Letter, Vol. 24, No. 1, pp. 113-128, 2003.
3. 김혜인, 최석림, "피부색 특성에 맞는 새로운 칼라성분의 조합을 이용한 얼굴 검출," 한국통신학회, 하계종합 학술대회, 5B-95, P347-350, 2004
4. R. C. Gonzalez and R. E. Wood, Digital Image Processing, second Edition, Addison Wesley, 1992.