

## 시각 정보에 의한 이동 로봇의 대상 인식

변 정 민, 김 중 수, 김 성 주, 전 홍 태  
중앙대학교 전기전자공학부  
전화 : 02-820-5297 / 핸드폰 : 011-390-3454

### Target Detection of Mobile Robot by Vision

Jung Min Byeon, Jong Su Kim, Sung Joo Kim, Hong Tae Jeon  
School of Electrical and Electronic Engineering Chung Ang University  
E-mail : icarus1976@hanmail.net

#### Abstract

This paper suggest target detection algorithm for mobile robot control using color and shape recognition. In many cases, ultrasonic sensor(USS) is used in mobile robot system to measure the distance between obstacles. But with only USS, it may have many restrictions. So we attached CCD camera to mobile robot to overcome its restrictions.

If visual information is given to robot system then robot system will be able to accomplish more complex mission successfully. With acquired vision data, robot looks for target by color and recognize its shape.

#### I. 서론

이동 로봇으로 '대상 인식', '목표 추적'과 같은 행동을 구현할 때 초음파 센서가 일반적으로 사용된다. 그러나 초음파 센서는 주위 환경에서 거리 정보를 얻기에는 용이하지만 목표 대상을 인식하는 데에는 어려움이 따른다.

예컨대, 초음파 센서만을 장착한 이동 로봇으로는 자율 주행 시 로봇이 목표지점에 도착하였는지의 여부를 확인 할 수 없다는 결점을 가지고 있다. 이러한 단

점을 극복하기 위해 이동 로봇에게 주변 공간에 대한 맵을 제공하는 방법을 사용하기도 한다. 그러나 이러한 방법은 가변적인 주위환경에서는 적용하기가 힘들다는 어려움이 있다.

본 논문에서는 이동 로봇에 CCD 카메라를 탑재하여 시각을 부여하고 대상의 색상과 형태를 파악한 후 센서에서 얻어지는 거리 정보와 융합하여 목표 대상의 위치를 추적하고 장애물을 회피하는 알고리즘을 구현해 보고자 한다.

#### II. 시각 정보의 이용

##### 2.1 카메라의 시각 정보 구조

CCD 카메라는 매초 33프레임의 간격으로 컴퓨터에 이미지 파일을 전달한다. 이미지 파일은 화소라는 작은 점들로 구성되어 있으며 일반적으로 화소의 개수가 많아질 수록 이미지 파일은 더욱 정밀한 묘사가 가능해진다. (그림 1)

화소 하나에는 빛의 삼원소인 빨강,녹색,파랑(RGB)에 대한 정보를 가지고 있으며 R,G,B 각각의 삼원색은 0부터 255사이의 값을 갖는다. 이 값에 의해 화소의

색깔이 결정되는데 값이 커질수록 색은 어두워지며 R, G, B가 갖고 있는 값들의 차이가 커질수록 채도가 높아진다. (그림 2)

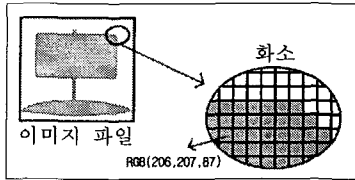


그림 1. 이미지 파일과 화소

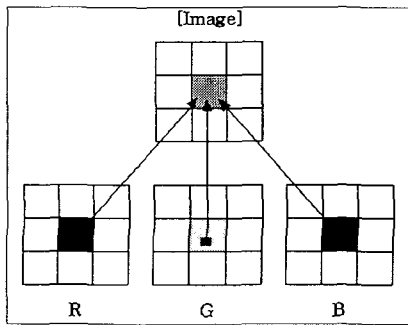


그림 2. 화소와 삼원색(RGB)

본 논문에서는 카메라에서 얻는 이미지 파일의 크기를 176×144로 하였으며 이는 가로 방향으로 176개, 세로방향으로 144개의 화소가 있는 것이다. 이미지 파일은 컴퓨터에 2차원 배열 구조의 버퍼에 저장되는데, 이때 화소 하나는 3개의 색상 정보를 담고 있으므로 176×144×3 바이트의 메모리가 필요하다. (그림 3)

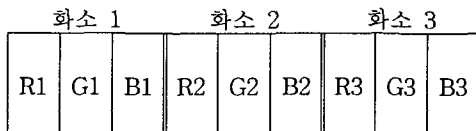


그림 3. 이미지 파일의 저장



그림 4. 상하 반전된 이미지 파일

또한 카메라로부터 전달되는 이미지 파일은 전달될 때

상하가 뒤집어진 형태이므로 버퍼에 저장 후 이를 원상태로 변환하는 작업이 필요하다.

## 2.2 색상에 의한 대상 물체 인식

본 논문에서는 이동 로봇이 구별할 색상으로 빛의 삼원색과 동일한 R, G, B를 선택하였으며 특히 주변 조도에 영향을 덜 받는 R을 주 대상으로 하였다. 대상 물체의 색상인식은 앞서 설명한 화소의 RGB 값을 평가함으로써 이루어진다. 화소의 색상을 평가하기 위해서 다음과 같은 방법을 사용하였다.

```

a = max(G,B);
b = (R1 - a);

if(b >= 100)
    "RED"
else
    "Other Color"
    
```

표 1. 빨간 색 대상의 판단

로봇의 시야(카메라의 시각)에서 빨간색을 찾기 위하여 G와 B가 가진 값 중에서 최대 값을 선택하고 R과 비교하여 그 차이로써 색상을 판단한다. (표 1)은 R 값이 G와 B보다 최소 100 이상 클 때 빨간 색으로 판단하는 것이다. 모든 화소에 대해 위와 같은 작업을 거치고 나면 목표 색상에 부합하는 화소만을 찾아 낼 수 있다. 또한 이렇게 해서 얻어진 화소의 위치를 메모리에 2진 영상의 형태로 저장한 후 노이즈를 제거하기 위해 '수축, 확장 처리'와 '확장, 수축 처리'를 병행한다. '수축, 확장 처리'는 2진 영상에서 어떤 화소의 주변에 하나라도 1이 있으면, 그 화소를 1로서, 그 외에는 0으로서 처리하는 방법이다. 그리고 2진 영상을 통해 대상 물체의 평면 좌표를 얻을 수 있다. 이 때 얻어진 좌표는 로봇의 조향 각도로 사용된다.

## 2.3 대상물체의 형태 파악

대상 물체의 형태를 구별 할 수 있으면 이동 로봇이 더욱 복잡하고 진보된 기능을 수행 할 수 있게 한다. 대상 물체의 형태는 2진 영상을 통해 얻게 된다. 대상의 형태는 사각형, 원, 삼각형으로 모두 세가지 이다. 형태의 인식은 2진 영상에서 물체의 면적(총 화소수)

와 원형도를 사용한다.

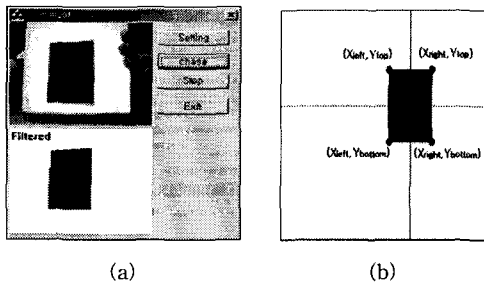


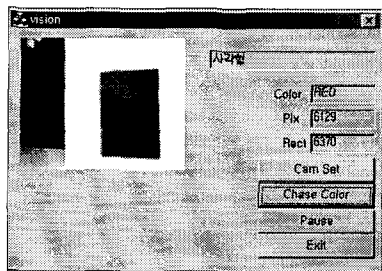
그림 5. 색상 인식에 의한 좌표 추적: (a) 노이즈를 제거한 후 얻은 2진 영상. (b) 2진 영상으로부터 대상 물체의 중심 좌표를 얻는다.

앞서 (그림 5)의 (b)와 같이 물체에 외접하는 사각형의 좌표를 얻으면 이 좌표를 통해 사각형 내의 면적(화소 개수)과 2진 영상의 실제 화소의 개수를 비교하여 판단한다. 이와 비슷하게 삼각형은 외접 사각형이 가진 면적의 1/2이므로 외접 사각형의 면적과 물체의 면적의 비가 1:2이고 오차가 ±10%일 경우 삼각형 물체로 판단한다.

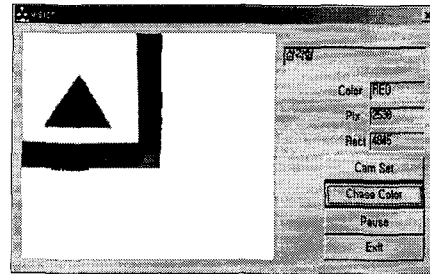
원형 물체의 경우 면적이 사각형과 근소하기 때문에 면적에 의해 형태를 구별하기가 어렵다. 그러므로 원형의 물체는 원형도를 이용한다. 원형도란 면적, 주변길이(원의 둘레)를 이용하여 형태의 복잡도를 측정하는 특성량이다. 예를 들어, 원과 별모양을 생각해 보면 별 모양과 같은 도형은 같은 면적의 원보다도 주변 길이가 길게 된다. 그래서

$$e = 40\pi(\text{면적}) / (\text{주변길이})^2$$

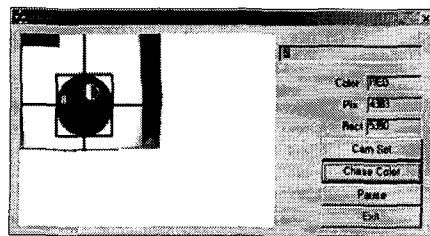
라고 하는 파라미터를 이용하여 이를 원형도라고 부른다. 반경 r의 원의 경우, 주변길이  $2\pi r$ , 면적  $\pi r^2$ 이기 때문에,  $e=1.0$ 이 된다.



(a) 사각형 인식



(b) 삼각형 인식



(c) 원형 인식

그림 6. 대상 물체의 형태 인식

### III. 색상 인식 과 형태 파악에 의한 로봇의 구동

#### 3.1 이동 로봇의 구조

본 논문에서는 한울 로보틱스에서 제작한 모델명 HWR-MRB2인 로봇을 사용하였다. HWR-MRB2는 USB 인터페이스를 이용한 Synchro-drive 모델 로봇 시스템으로 시스템 설치 후 호스트 컴퓨터의 USB 포트와 연결하여 제어가 가능하다. CCD 카메라는 KOCOM사의 KMC-88i 모델을 사용하였다.

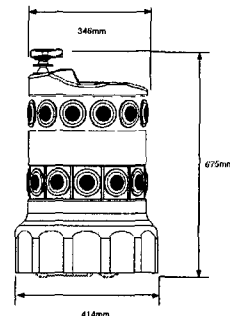


그림 7. 이동 로봇의 구조

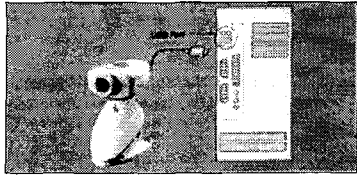


그림 8. CCD 카메라의 시스템 연결

(그림 8)의 CCD 카메라는 (그림 7)의 구조에서처럼 로봇의 상단에 장착되어 시각 정보를 제공하게 된다.

이동 로봇의 몸통에 설치되어 있는 초음파 센서는 장애물 또는 목표물과의 거리를 측정하며 이때 카메라는 장애물과 목표물(도착지점)의 여부를 판단한다.

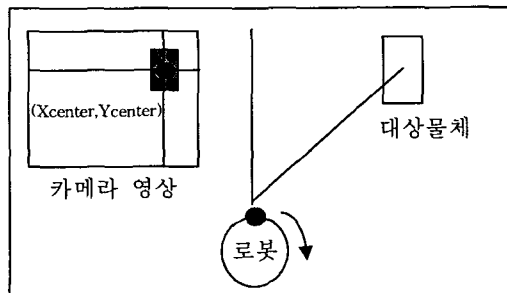


그림 9. 대상물체의 중심좌표를 이용한 이동 로봇의 조향

#### IV. 결론

이동 로봇에 CCD 카메라를 장착함으로써 시각정보와 초음파 센서에서의 거리정보를 이용하여 로봇의 목표 대상을 인식하고 추적하도록 하였다.

CCD 카메라의 경우 주변 환경(배경 및 조도)등에 매우 민감하기 때문 실제 상황에 적용하기 위해서는 주변 환경에 적응하여 색상 인식 및 형태 인식에 사용하는 파라미터들을 가변 시킬 수 있는 알고리즘의 개발이 필요하다. 또한 시각 정보 이외의 청각 및 후각 정보를 더하여 로봇이 보다 지능적인 임무를 수행할 수 있도록 하는 것이 앞으로의 과제라 하겠다.

감사의 글: 본 연구는 '산업자원부 IWM요소기술 개발과제'에 의해 지원 받았습니다.

#### 참고문헌(또는 Reference)

- [1] Ioannis Pitas, Digital Image Processing Algorithms, Prentice Hall, 1995
- [2] 이문호, 영상 신호 처리, 대영사, 1996
- [3] 천인국, 영상 처리, 기한재, 1998