

# 지능형 이동로봇을 위한 다중 IR 스캐너 시스템의 개발

## Development of Multiple IR Scanner System for Intelligent Mobile Robot

최민혁, 임대영, 주철관, 유영재

무안군 청계면 목포대학교 제어시스템공학과  
E-mail: mhchoi@mokpo.ac.kr, yjryoo@mokpo.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 단수의 IR 센서를 이용한 거리계측시스템보다 빠른 다수 개의 IR 센서를 이용한 거리정보계측시스템 및 환경지도를 구축방법을 제안하였다. 다수 개의 IR 센서를 이용하여 환경정보 또는 환경지도를 구축하기 위해서는 좌표계 간의 일치에 필요한 공정과 필터링 등이 필요하다. 다중 IRS로부터 거리데이터 획득 시, 기구 상의 각도오차 또는 IR 센서 간의 방향각의 차이로 인해 실제의 환경과 차이를 가지게 되며, 다수개의 IR 센서를 이용하여 데이터를 획득하기 때문에 각각의 데이터에서 노이즈를 제거하고 필요한 데이터만 추출할 수 있는 공정이 요구된다. 이를 위해 데이터에서 모퉁이 또는 모서리를 추출할 수 있는 에지 검출법을 제안하였다. 마지막으로 본 논문에서는 제안된 거리계측시스템을 이용하여 실제 환경을 측정하였고 에지 검출법을 적용하였다.

**Key Words** : IR, Scanner, IRF, Mobile Robot

### 1. 서 론

지능형 이동로봇은 특정 공간에서 자율적으로 이동하며 인간에게 서비스를 제공하는 로봇으로 최근의 이동로봇은 항법시스템을 이용하여 주변 환경에 관한 정보를 구축하고, 이를 통해 자기위치를 인식하거나 특정 위치로 이동하기 위한 경로계획을 수립할 수 있게 된다. 환경정보를 구축하기 위해서는 환경 이미지 데이터 또는 거리데이터가 필요한데, 이를 측정하기 위해서 대개 CCD 카메라 등을 이용한 비전센서, 레이저, 초음파, 적외선 등을 이용한 거리센서 등을 사용한다. 비전센서의 경우, 좋은 결과를 얻을 수 있으나 이미지 처리공정에 비교적 긴 시간을 요구하거나 매우 고가라는 점 때문에 아직은 대중화에 어렵다. 레인저센서를 이용한 계측시스템은 거리센서를 이용한 시스템 중 가장 좋은 결과를 얻을 수 있으며 높은 분해능을 갖는다는 장점이 있으나 역시

고가라는 단점이 있다[1]. 초음파 센서의 경우, 매질에 따라 오차가 발생할 수 있다는 점이 있다. IR센서는 비교적 저렴하면서도 환경이나 매질의 영향을 덜 받으며 높은 분해능을 가질 수 있다. 이에 IR센서를 이용한 거리계측시스템에 관한 여러 연구가 진행되고 있다. [2],[9]에서는 각각 IR센서를 이용한 거리계측시스템의 개발과 IR센서로부터 획득한 거리데이터를 이용하여 환경정보를 구축, 실내용 이동로봇의 항법에 이용하는 방법에 관해 기술하였다. 또, 다수 개의 IR센서를 이용한 거리계측시스템을 통해 z축을 포함한 거리데이터를 획득하는 방법[7]과 각각의 위치에서 측정된 거리데이터를 병합하여 환경정보로 이용하는 방법[1] 등이 있다.

IR센서를 통해 거리데이터를 획득하는 방법에는 여러 가지가 있을 수 있으나, 본 논문에서는 다수 개의 IR센서를 통해 거리데이터를 획득할 수 있는 거리계측시스템과 획득된 거리데이터를 통해 환경정보를 구축하는 방법에 관해 기술하도록 한다. 그림 1은 본 논문에서 제안한 다중 IR 스캐너 시스템을 나타내고 있다. 8개의 IR 센서가 반원 모양의 플레이트에 부착

※ 본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

되어 있으며, 플레이트가 20°~ -20°를 회전하여 전방의 180° 내의 물체를 검출하도록 되어 있다. 8개의 IR 센서를 사용하여 전방을 측정하므로, 한 개의 IR 센서를 이용하여 180° 내의 물체를 검출하는 시스템에 비해 전방과 측면에 있는 물체에 대한 검출속도가 더 빠르다고 할 수 있다.

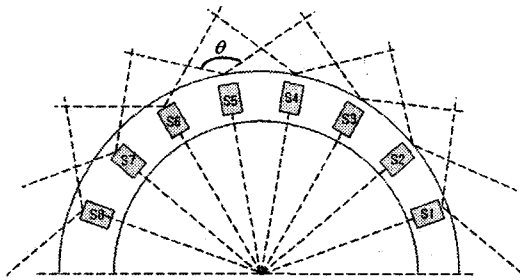


그림 1. MIRS 시스템

센서로부터 획득한 거리데이터를 이용하여 작성한 환경지도에서 모서리를 검출하고, 이를 바탕으로 각 센서에서 측정된 데이터를 병합하도록 하였다. 마지막으로 얻어진 환경지도와 실제 환경을 비교하여 그 성능을 평가한다.

## 2. IR 센서의 특성

### 2.1 IR 센서의 출력특성

IR 센서는 LED에서 발사된 적외선이 정면에 존재하는 물체에 의해 반사된 후, PSD 센서에 입사되어 입사된 위치에 따라 전압을 출력한다. 본 논문에서 사용된 IR 센서는 Sharp社의 GP2D12와 GP2D120으로 측정거리는 각각 10~80[cm], 4~30[cm]으로 그 출력은 그림 2와 같다. 그림에 나타난 것과 같이 IR센서의 출력은 비선형적인 특성을 보이는데, 특히, 거리가 멀어질수록 정확한 전압을 획득하기가 어려워진다.

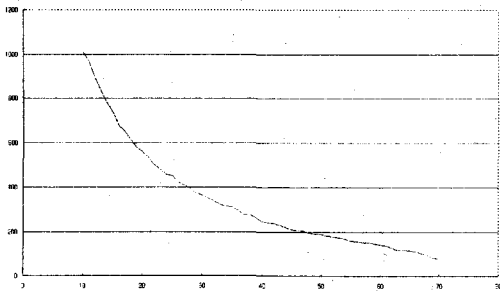


그림 2. IR 센서의 출력

### 2.2 거리변환

획득한 전압을 거리로 변환하기 위한 방법으로 선형화함수를 이용하는 방법, 거리테이블을 이용하는 방법, 신경망을 이용하는 방법이 있다[9]. 방법에 따라 장단점이 있으나, 본 논문에서는 거리테이블을 참조하여 거리로 변환되도록 하였다. 실제 물체와의 거리를 구하기 위해서는 그림 3에서 보인바와 같이 센서로부터 측정된 거리  $R_s$ 와 회전축으로부터 센서까지의 거리를 고려해야 하며, 실제 시스템에서의  $R_0$ 는 12.6cm이다.

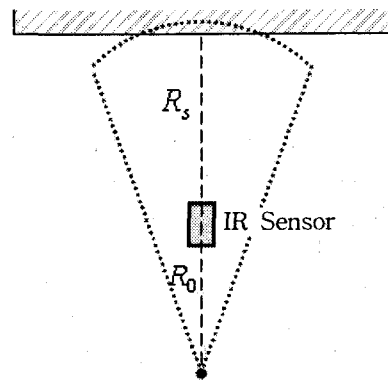


그림 3. 실제거리 측정

따라서 센서에 계측된 물체의 좌표는 식 (1)을 통해 구할 수 있으며, 각 데이터는 거리와 방향각을 가지는 벡터이다.

$$\begin{cases} x_s = (R_0 + R_s)\cos(\theta) \\ y_s = (R_0 + R_s)\sin(\theta) \end{cases} \quad (1)$$

## 3. MIRS 시스템의 구성

### 3.1 MIRS 시스템의 구조

MIRS(Multiple IR Scanner) 시스템은 각각의 IR 센서로부터 거리에 따른 전압을 입력받아 이를 증폭, 디지털 값으로 변환한다. 변환된 디지털 값은 거리테이블을 참조하여 실제 거리로 변환되는데, 스캐너로는 변환된 실제 거리 데이터와 물체검출 시의 IR 센서의 방향각이 전달되고, 이 데이터들을 이용하여 물체의 좌표를 구하게 된다. 계산된 물체의 좌표데이터를 통해 모서리와 모퉁이가 되는 점을 찾고, 이 점들 사이에 위치한 데이터의 분포정도를 이용한 세선화를 시행한다.

### 3.2 MIRS 시스템의 하드웨어 구성

MIRS 시스템은 크게 IRF와 스캐너로 구성된다. IRF는 IR센서와 증폭부, A/D변환부로 구성되는데, Atmel社의 ATmega128을 MPU로

사용하였다. ATmega128을 통해 10비트로 변환된 거리데이터를 획득하였다. 변환된 데이터는 블루투스 무선통신을 통해 PC로 전송된다. 스캐너는 전송된 데이터를 이용하여 모퉁이 검출 등의 공정을 실행, 환경지도를 작성하여 표시한다.

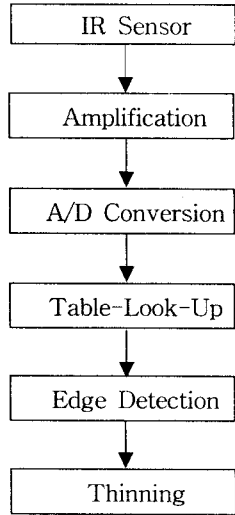


그림 4. 시스템의 구조

#### 4. 환경지도 작성

거리데이터를 획득한 이후에는 노이즈나 불필요한 거리데이터를 제거해야 할 필요가 있는데, IR 센서의 경우, 그 출력특성상 최대 측정 거리에 근접할수록 출력이 불안정하기 때문에 실제 환경과의 차이를 유발하는 요인이 된다. 또, 다수의 IR 센서로부터 데이터를 획득하기 때문에 각 IR 센서간의 미세한 출력특성 차이로 인해 물체나 벽의 유무, 거리 등이 불분명해질 소지가 있다. 이 때문에 획득한 데이터에서 특징점을 찾는 과정이 중요하다.

이동로봇이 이동하게 될 사무실 등의 공간은 대개 네 개 이상의 모퉁이 또는 모서리를 포함한다. 만일, 모퉁이나 모서리와 같은 에지를 특징점으로 추출할 수 있다면, 공간정보는 더욱더 명확해질 수 있을 것이며, 이동로봇의 위치인식에도 유용하게 이용될 수 있다. 이를 위해 각각의 값을 갖는 3×3 픽셀의 마스크를 이용하는 방법[10]이나 원점으로부터 각 데이터 간의 각도를 구하여 추출하는 방법 등이 있으나, 본 논문에서는 그림 5에서 그 예를 보인다. 데이터 A와 C 사이의 데이터 B의 좌표를 원점으로 삼고 가정한 좌표계 상에서의 데이터 A와 C의 각도와 원점으로부터의 거리를 계산하여 결과를 통해 에지인지를 판단한다. 모서

리나 모퉁이는 대개 90°의 각도를 이루고 있는 경우가 많으나, IR로부터 획득한 데이터에 오차가 있음을 감안하여  $\pm\theta$ 만큼의 오차 허용각을 적용하였다.  $\theta$ 의 크기로는 10°를, 거리  $r$ 의 값으로는 적용하였다. 본 방법에서는 데이터 B에 가장 근접한 데이터 A, C를 고려하여 에지가 될 수 있는 가능성을 판별하였으나 A, C 또한 가능성을 검사하여 역시 가능성을 가지고 있을 때에는 노이즈나 데이터의 센서특성에 의한 흔들림으로 판단, 데이터 B는 에지로 판단하지 않는다. 또, 에지로 판단된 데이터 간의 데이터를 연결하여 모서리로 판단하도록 하였다.

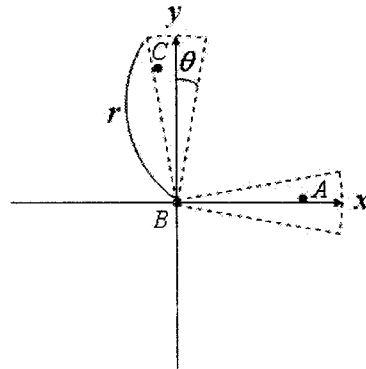


그림 5. 에지 검출

#### 5. 실험

제안한 거리측정시스템을 실제 실험하여 데이터를 획득하고 이를 이용한 환경지도 작성 및 제안한 에지 검출법을 적용하였다. 실험환경은 그림 6과 같으며 모서리가 있는 벽이다.

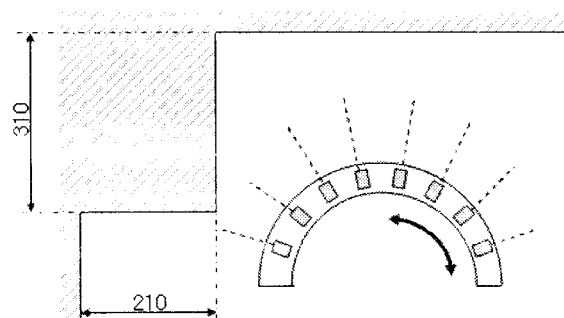


그림 6. 실험환경

그림 7은 위의 실험을 통해 획득한 거리데이터를 이용하여 작성한 간략한 환경지도이다. 앞서 기록한 바와 같이 출력특성상 최대 거리에 근접할수록 출력이 불안정한 구간이 존재하며 획득한 거리데이터와 방향각을 이용하여 검출된 물체의 좌표로 변환하였다. 변환된 좌표데

이터에 제안한 에지 검출법을 적용하여 에지를 검출하고, 모서리를 판단하도록 하였다. 그림 8은 에지 검출법을 적용한 후의 결과를 보이고 있다. 예상한 모서리가 검출이 되었으나 데이터의 흔들림으로 인해 예상하지 않은 부분의 데이터 역시 검출되었다.

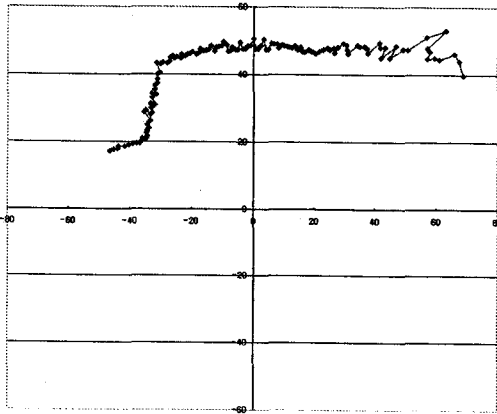


그림 7. Raw map

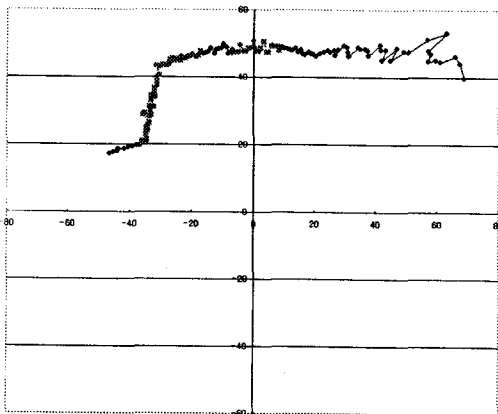


그림 8. 모서리 검출

## 6. 결 론

제안한 거리계측시스템을 이용하여 실제 환경을 측정하였으며, 에지 검출법을 적용하여 모서리로 판단되는 거리데이터를 추출하였다. 적용한 결과, 예상했던 데이터를 얻을 수 있었으나, IR 센서의 특성에 따른 데이터의 흔들림으로 예상하지 않았던 실제 환경의 일부분 역시 모서리로 판단되었다. 이를 해결하기 위해서는 거의 동일한 전압을 출력하는 IR 센서를 선별하여 사용하는 방법과 정확한 거리데이터를 작성하는 방법이 있겠으나, 전자의 방법은 실제 공정에서는 어려운 일이라 할 수 있다. 후자의 경우, IR 센서의 출력특성을 최대한 이용하기 위해서는 측정이 가능한 구간을 줄이고, 각 구간별로 더 세밀하게 측정, 좀더 분해

능이 높은 거리데이터를 작성한다면 좀더 확실한 환경지도를 얻을 수 있는 방법이 될 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] Sooyong Lee and Jae-Bok Song, "Mobile Robot Localization using Range Sensors : Consecutive Scanning and Cooperative Scanning," International Journal of Control, Automation, and Systems, vol. 3, no. 1, pp. 1-14, March 2005.
- [2] Gunnhee Kim, Woojin Chung, Munsang Kim, "Development of Range Sensor Based Integrated Navigation System for Indoor Service Robots," Journal of Control, Automation, and Systems Engineering, vol. 10, No. 9, September, 2004
- [4] W. Choi, N. W. Go, H. C. No, S. C. Kim, "Local Floor Map Building for a mobile Robot Using Range Finder," Proceedings of the 13<sup>th</sup> KACC, pp. 490-493, October 1998
- [5] S. J. Lee, Y. S. Oh, G. S. Han, H. I. Kim, C. W. Kim, "Map Building for Path Planning of an Autonomous Mobile Robot Using an Ultrasonic Sensor," Proceedings of the 11th KACC, pp. 900-903, October 1996
- [6] Chang-Hyuk Choi, Jin-Sun Lee, Jae-Bok Song, Woo-Jin Chung, Sung-Kee Park, Jong-Suk Choi, Munsang Kim, "Topological Map Building for Mobile Robot Navigation," Journal of Control, Automation and System Engineering, Vol. 9, No. 6, June, 2002, pp. 492-497.
- [7] Hyngwoong Park, Seongho Cho, Sooyong Lee, "Rotating IR Sensor System for 2.5D Sensing," Proceedings of The 2nd International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence, pp.234-239
- [8] 손희진, 김병국, "레이저 거리계를 이용한 이동로봇을 위한 강인한 위치 추정 알고리즘," 제어·자동화·시스템공학 논문지 제11권, 제6호, 2005. 6
- [9] 김유찬, 유영재, 장영학, 송정곤, 이주상, "지능형 이동 로봇을 위한 PSD센서 기반 거리계측 시스템의 개발", 한국 퍼지 및 지능시스템학회 춘계 학술발표 논문집 pp.225-228
- [10] 강동중, 노태정, "고속 검사자동화를 위한 에지 기반 점 상관 알고리즘의 개발," 제어·자동화·시스템공학 논문지 제9권, 제8호, 2003. 8