

IR Sensors를 이용한 실내용 이동로봇의 자기위치 추정

Self localization of Indoor Mobile Robot Using IR Sensors

주철관, 최민혁, 유영재

목포대학교 제어시스템공학과

E-mail: ckjoo@mokpo.ac.kr, mhchoi@mokpo.ac.kr, yjryoo@mokpo.ac.kr

요 약

이 논문에서는 Encoder, Gyro, 다수의 IR센서를 이용한 실내용 이동로봇의 자기위치 추정에 관한 방법 중 첫 번째 실험으로 다수의 IR센서로부터 획득한 거리데이터를 이용하여 작성한 환경지도에서 모서리를 검출하고, 이를 바탕으로 각 센서에서 측정된 데이터를 병합하도록 하였다. 마지막으로 얻어진 환경지도와 실제 환경을 비교하여 그 성능을 평가하였다.

Key Words : Mobile Robot, Localization, Encoder, Gyro Sensor, IR Sensor

1. 서 론

1

지능형 이동로봇은 실내공간에서 자율적으로 이동하며 인간에게 편의를 제공한다. 이러한 로봇들은 일반적으로 항법시스템을 이용하여 주변 환경에 관한 정보를 구축하고, 이를 통해 자기위치를 인식하거나 특정 위치로 이동할 수 있는 경로계획을 수립하게 된다.

이동로봇의 위치인식을 있어 기존연구들을 살펴보면 기준점으로부터 이동한 거리와 방향을 이용하여 현재의 위치를 구하는 상대위치 보정법이 있다. 이 방법에 주로 사용하는 센서는 엔코더이며 이동로봇의 양 바퀴에 사용하면 거리와 방향을 동시에 구할 수 있다. 하지만 이동한 거리 또는 주행 시간에 따라 오차가 누적되는 단점이 있다. 방향각 오차를 보정하기 위해서 자이로센서를 추가로 사용해서 방향각 오차를 보정할 수 있다. 자이로센서는 각속도를 측정하는 센서로서 장시간 동안 정확한 각속도를 제공할 수 있다. 그러나, 자세를 계산하기 위해서는 측정된 각속도를 적분해야 한다. 따라서 측정값에 포함되어 있는 작은 오차도 적분 과정을 통해서 누적되어 큰 자세 오차를 유발하는 단점이 있다.[1] 이러한 상대위치보정법의 단점을 보완하기 위해 절대위치 보정 시스템을 사용한다. 절대위치 보정 시스템을 살펴보면 기준점으로부터 환경정보를 구축하기 위해서는 이미지 데이터 또는 장애물과 로봇의 거리 데이터를 필요로 한다. 이를 측정하기 위

해서 대부분 CCD 카메라를 이용한 비전센서와 레이저, 초음파, 적외선 센서를 이용한 거리센서를 사용한다. 비전센서의 경우, 장애물을 인식하는데 좋은 결과를 얻을 수 있으나 빛에 의한 간섭이 많고 이미지 처리공정에 긴 시간이 필요하며 고가라는 점 때문에 현재는 대중화가 어려운게 사실이다. 레이저센서를 이용한 거리측정시스템은 높은 분해능을 갖는다는 장점에 의해 가장 좋은 결과를 얻을 수 있으나 고가라는 단점을 가지고 있다.[2] 초음파 센서의 경우는, 매질에 따라 거리오차가 발생하는 단점이 있다. IR센서는 저렴하면서도 빛에 의한 영향을 받지 않고, 환경이나 매질의 영향을 덜 받으며 높은 분해능을 가질 수 있는 장점이 있다. 이에 IR센서를 이용한 거리측정시스템에 관한 여러 연구가 진행되고 있다. [3],[9]에서는 IR센서를 이용한 거리측정시스템의 개발과 IR센서로부터 획득한 거리데이터를 이용하여 환경정보를 구축하고, 실내 이동로봇의 항법에 관하여 기술하였다. 또, 다수 개의 IR센서를 이용한 거리측정시스템을 통해 z축을 포함한 거리데이터를 획득하는 방법[8]과 각각의 위치에서 측정된 거리데이터를 병합하여 환경정보로 이용하는 방법[2] 등이 연구 되었다.

따라서, 본 논문에서는 Encoder, Gyro, 다수의 IR센서를 이용한 실내용 이동로봇의 자기위치 추정에 관한 방법 중에 첫 번째 실험으로 다수의 IR센서를 이용한 환경지도 작성에 관한 방법을 제안한다.

8개의 IR 센서가 반원 모양의 플레이트에 부착되어 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.

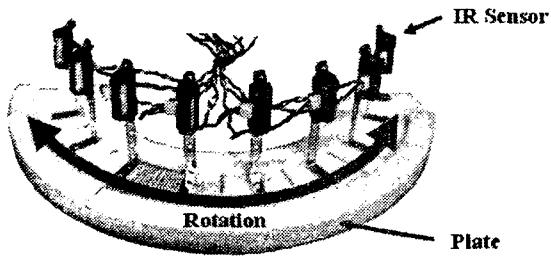


그림 1. MIRS 시스템

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

2. MIRS 시스템의 구성

2.1 MIRS 시스템의 구조

MIRS(Multiple IR Scanner) 시스템은 각각의 IR 센서로부터 거리에 따른 전압을 입력받아 이를 증폭하고, 디지털 값으로 변환한다. 변환된 디지털 값은 거리데이터를 참조하여 실제 거리로 변환되는데, 스캐너로는 변환된 실제 거리데이터와 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.

2.2 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.

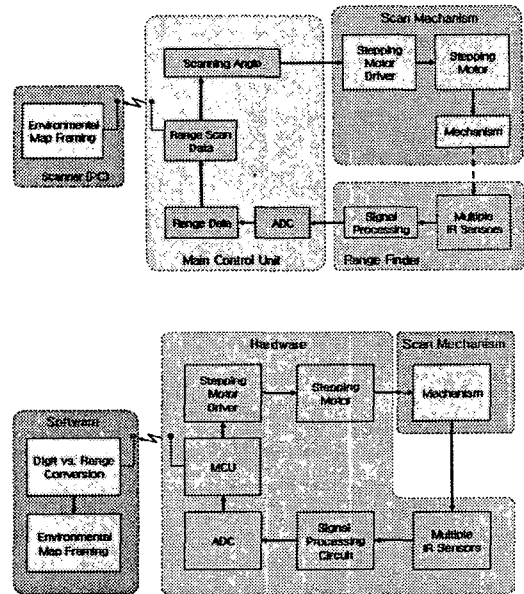


그림 2. MIRS 구성

3. 환경지도 작성(Map Building)

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 더욱 더 명확해질 수 있을 것이며, 이동로봇의 위치 인식에도 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. 모서리나 모퉁이는 대개 90°의 각도를 이루고 있는 경우가 많으나, IRF로부터 획득한 데이터에 오

차가 있음을 감안하여 $\pm\theta$ 만큼의 오차 허용각을 적용하였다. θ 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.

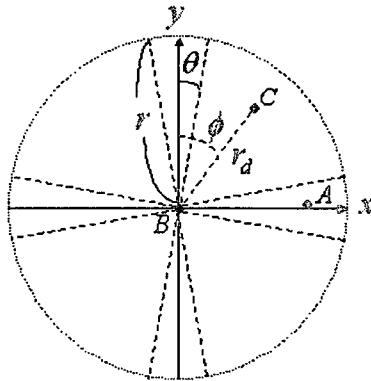


그림 4. 에지 추출의 원리



그림 5. 일반적인 에지의 패턴

4. 실험

제안한 거리측정시스템을 실제 실험하여 데이터를 획득하고 이를 이용한 환경지도 작성 및 제안한 에지 검출법을 적용하였다. 실험환경은 그림 6과 같으며 'L'형 벽면이다.

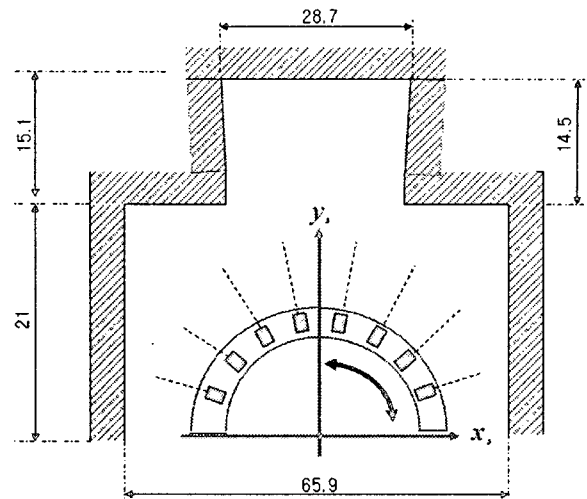


그림 6. 'L'형 벽면 실험 환경

그림 7은 위의 실험을 통해 획득한 거리데이터를 이용한 결과이다. 최대 1.6cm의 오차를 보였다. 그림 8은 실험을 통해 획득한 환경정보와 실제 가상 벽면의 좌표를 입력하고 병합한 결과를 나타내고 있다. 직선으로 나타난 선들은 가상의 벽의 좌표를 입력한 것이고, 진동하는 듯 하는 점들은 스캐닝 시스템을 이용하여 측정된 가상벽면의 좌표 데이터이다. 모서리에 대해서는 적외선 거리센서의 특성상 둥그스름하게 나타난 부분이 있으나, 모퉁이와 벽면에 대해서는 대체로 실제 환경과 흡사한 결과를 보였다.

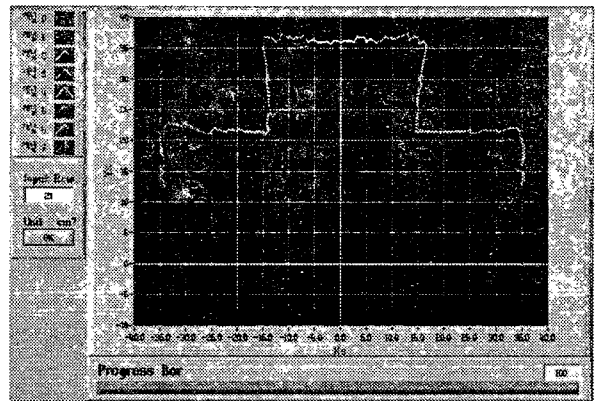


그림 7. 'L'형 벽면 실험 결과

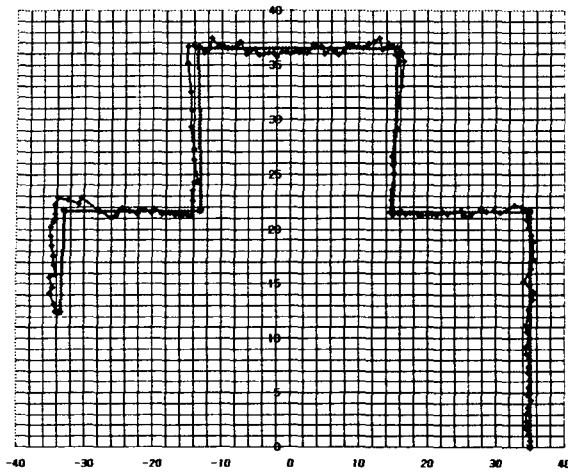


그림 8. 'L'형 벽면 실험 분석

5. 결 론

본 논문은 다수의 IR 센서를 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 분해능이 높은 거리데이터를 작성한다면 좀더 확실한 환경지도를 얻을 수 있는 방법이 될 것이다.

참 고 문 헌

[1] 정학영, 박규철 "서비스로봇을 위한 보급형 위치정보시스템", 제어·자동화·시스템공학회지 제8권, 제5호 2002

[2] 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.

[3] Gunhee 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 13th 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 거리 측정 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