

RFID정보와 거리정보와의 결합을 통한 장애물 회피 방법 개선

선민주*, 김상훈*

*국립한경대학교 전기전자제어공학과

e-mail:kimsh@hknu.ac.kr

Obstacle Avoiding Method of Mobile Robot Using Sensor Fusion with RFID and Range Information

Minju Seon, Sanghoon Kim

Dept. of Electrical, Electronic, and Control Engineering,

Hankyong National University

요 약

본 RFID를 지면과 목표물체에 설치하고 로봇은 리더기와 다양한 센서를 갖추어서 이동시 자기 위치를 파악하고 물체로부터도 고유정보를 얻을 수 있게 구성하였다. 초음파 센서 신호의 귀환시간을 활용하여 전방 물체의 거리를 추출하며 바닥의 RFID로부터 이미 획득한 자기 위치를 활용하여 물체의 절대 위치를 구한다. 이는 이동체를 중심으로한 실내의 경로지도를 작성하는 것이 가능하며, 실내의 구조 및 목표점을 포함한 전체적인 지도를 작성할 수 있다.

1. 서론

최근 물류창고 등의 실내 환경이 스마트한 환경으로 개선되면서 물류의 이송 및 물품 관리를 위한 이동 업무를 로봇이 지능적으로 대체 가능한 기술에 대해 관심이 많아지고 있다. 이를 위해선 이동체가 자신의 위치를 실시간으로 인식하고 스스로 자신과 목표물과의 거리 관계를 정확히 파악하는 일이 중요하며 많은 연구가 진행되었다.[1][2][3][5][6][7][8] 또한 초음파 센서와 RFID 리더기를 장착한 소형 이동 로봇을 구현한 연구[9]를 수행하였으며 본 논문에서는 거리정보와 자신의 위치확인을 위해 초음파 센서와 RFID 리더기를 장착한 소형 이동 로봇의 성능을 개선하고 RFID태그를 실내공간의 바닥에 부착하여 이동로봇이 경로를 주행하면서 벽면 또는 장애물을 회피하고 이동 궤적을 측정하여 Map을 작성하는 개선된 방법을 시도하였다.

2. 이동체의 구성

본 연구에서 제안한 방법을 실제 상황에서 확인하기 위하여 그림 1과 같은 6족 이동 로봇이 제작하였다. 6족 이동로봇은 기존의 보행 로봇들에 비해 동적 안정성과 보행 효율성등을 갖추고 있고, 비평탄 지형에 적합한 구조를 가지고 있어 외부의 물리적 제약이나 보행의 문제점에 대하여 효과적으로 대처가 가능하다. 그리고 주행 중 만나는 장애물 또는 특정 물체와의 거리를 거리 센서의 결과 값으로부터 유도하여 근접시 실시간으로 거리와 상대적인

방향을 측정한다. 측정된 거리와 방향 값을 이용해 좌우 방향전환, 전진, 후진 등을 판단하며 이러한 제어신호는 로봇의 MCU에 프로그램으로 내장하여 자율주행이 가능하며 원격을 통해서도 제어가 가능하게 구성되어 있다.

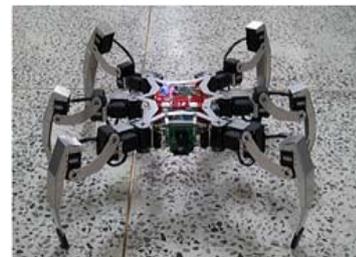


그림1. 6족 이동로봇

3. 초음파 센서를 이용한 거리 측정

본 연구에서는 3m이내의 근거리 내에서 물체의 유무를 탐지하고 거리를 계산하기 위한 방법으로 초음파 센서를 사용한다. 초음파 센서가 실제로 추출할 수 있는 물체와의 유효거리는 10 ~ 300 Cm 범위이며 제어부의 인터럽트를 이용하여 초음파의 귀환시간을 측정하고 그에 따른 거리와의 관계를 데이터화하여 식 (1)과 같은 선형적인 관계식을 유도하였다.

$$distance = \frac{t_{return}}{2} \quad (1)$$

여기서 $distance$ 는 이동 로봇과 가장 가까운 거리에서 감지된 물체와의 거리이며, t_{return} 은 초음파 신호의 귀환 시간이다.(단위는 μsec 임)

4. RFID 태그를 이용한 지도 작성

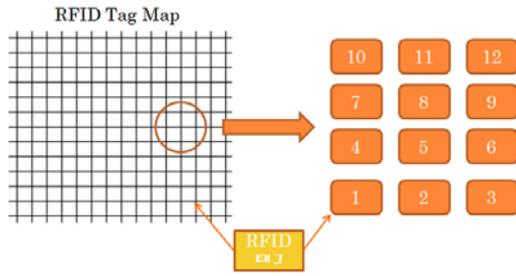


그림 2. RFID Tag Map

본 연구에서는 그림 2와 같은 RFID Tag로 grid map을 격자 형태로 구성하였다. 각각의 태그에는 절대적인 위치 정보가 들어있어 이동로봇이 이동시 각각의 태그를 읽을 때마다 읽은 정보를 로봇의 현재 위치로 인식하고 정확성을 기하기 위한 보정이 필요하다. 이동로봇이 정보행이 가능하도록 개선함으로써 각 태그 사이의 간격을 넓힐 수 있고 시간과 비용을 절감 할 수 있는 효과가 있다.

5. RFID를 이용한 경로 계획

본 논문에서는 지도를 작성하기 위하여 거리 변환법 (Distance Transform)을 적용하고 RFID 태그 인식 및 태그 정보를 이용하여 최적 경로를 찾는다[4][10]. 거리 변환법은 목적지점으로부터 시작지점에 이르는 통과 가능한 경로를 검색하여 경로 계획을 한다. 그리고 지도를 작성하기 전에 선행되어야 할 문제는 정확하게 그 환경을 인지하는 방법인데 본 논문에서는 RFID 태그의 인식을 통한 절대 위치 인식과 거리 센서의 정보를 이용하여 환경을 인지한다. 태그의 저장 내용은 부착지점의 절대 위치 좌표로, 태그는 grid map의 교차점에 존재한다. 알려진 환경에서는 태그 절대 위치 정보와 1차 주행 계획에 의해 사전에 파악된 장애물 위치정보를 분석해서 최적 경로를 결정하고 2차 주행 계획에서는 장애물을 모두 회피하면서 최단거리 주행이 가능토록 한다. 이동 중에 사전에 입력되지 않은 장애물의 정보가 새로 인지되었을 경우에는 3차 주행 계획을 작성하여 장애물 회피를 하고 지도 정보를 재구축한다. 재구축된 지도를 분석해서 최적 이동 경로를 결정해 이동을 한다.

6. 최적 경로 주행을 위한 알고리즘

본 연구에서는 수동형 태그를 이용한 이동 로봇의 최적 경로 주행 알고리즘을 제안한다. 이동로봇이 목표지점까지 이동하다 보면 방향 전환과 장시간의 주행, 보행상의 슬립 등과 같은 환경적인 요인으로 인해 이동 시 목표한 정확한 위치로의 이동과 큰 차이가 발생한다. 이런 오차를 보정하기 위해 RFID 태그를 장착하여 grid Map을 구성하고, Tag에 절대 위치 정보를 저장하여 이동로봇이 이동할

때마다, 읽어 지는 태그에 의하여 로봇의 절대 위치를 파악한다. 그리고 태그의 위치를 놓칠 경우를 대비하기 위하여 이동 시마다 정해진 시간 안에 읽어 들인 태그가 없을 시에는 태그 검색 알고리즘을 작동하여 읽어 버린 주변의 태그를 찾게 된다. 경로 계획 상의 위치를 벗어났을 때에는 새로운 경로 계획을 작성하여 이동 알고리즘을 시작한다.

7. 실험 및 결과

본 논문에서 제안한 자율이동로봇의 경로 계획에 대해 검증하기 위해 6축 이동로봇과 13.56MHz 주파수의 RFID 리더기를 장착하여 사용하였다. 그리고 물체와의 상대 위치를 파악하기 위한 거리센서로는 SRF04 초음파 센서 모듈을 사용하여 전방, 좌측, 우측을 측정하였다. 본 논문에서는 사용한 13.56MHz의 RFID 리더기의 최대 인식 거리는 10cm이며, 2m * 2m 공간에 바닥에 30cm 간격으로 태그를 배치하였다. 배치된 태그는 배치된 지점의 절대 위치 정보를 저장하고 있으며, 이동 로봇이 이동하는 공간의 장애물은 초음파 센서를 이용하여 측정한다.

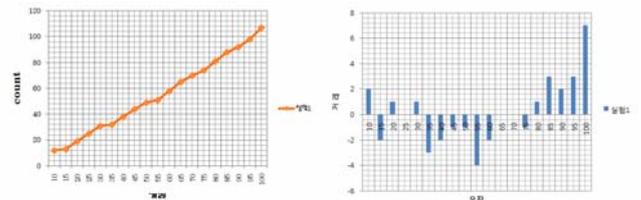


그림 3. 초음파 센서의 출력과 거리 관계

초음파 측정시간은 MCU의 외부인터럽트를 사용하였으며, 거리 값에 따른 측정 시간 값은 비례적으로 증가하므로 초음파 측정 시간 값에 따른 실제거리를 그림 3과 같이 데이터화 하였으며 그 관계식을 식 (1)과 같이 유도해 낼 수 있었다. 유효 검출범위는 10cm ~ 100cm로 하였으며 계산된 거리와 실제 물체와의 거리 오차는 평균 $\pm 4.7\%$ 이내이다.

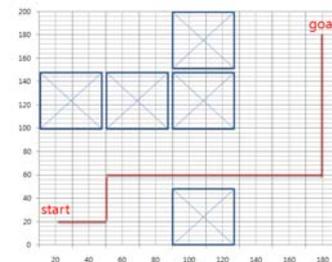


그림 4. 3차 주행 실험

그림 4는 1차 주행 실험 후 작성된 환경지도에 의해 2차 주행 실험을 한 후 2차 주행 실험 환경에서 파악되지 않은 장애물을 발견시 최적 위치 제어 알고리즘에 의해 새로운 최적 경로 계획에 따라 장애물을 회피하며 이동하는 실험 결과이다. 이동로봇이 계산 되어진 경로를 따라 이동 중에 사전에 입력되지 않은 장애물을 감지하여 최적 경로

주행 알고리즘에 따라 장애물을 회피하고, 경로 계획을 수행하여 목표지점에 도달하는 결과를 보여주고 있다.

8. 결론

본 논문에서는 물류센터와 같은 실내 공간에서 RFID와 거리 센서를 이용하여 이동로봇이 자기 위치를 파악하고 장애물을 회피하며 목표점에 도달하기 위한 방법을 제안하였다. RFID를 지면과 목표물체에 설치하고 로봇은 리더기와 다양한 센서를 갖추으로써 이동시 자기 위치를 파악하고 물체로부터도 고유정보를 얻을 수 있게 구성하였다. 초음파 센서 신호의 귀환시간을 활용하여 전방 물체의 거리를 추출하며 바닥의 RFID로부터 이미 획득한 자기 위치를 활용하여 물체의 절대 위치를 구한다. 최종적으로는 최적의 경로 계획을 세워 로봇이 목표 위치로 이동하거나 자율적 탐색이 가능하도록 하였다. 정확하지 않은 초음파 센서와 태그 사이사이에서의 로봇의 활동에 대해서는 물체 및 이동에 관하여 오류가 발생하게 되었다. 향후 연구 과제로는 본 연구의 확장으로 태그간 이동에서의 보다 정확한 데이터 획득과 비용 절감을 위해 태그 사이의 간격을 넓히고 위치정보의 정확도를 개선하는 연구 및 이동체 내 임베디드 영상처리 시스템을 통해 이동지도를 구현하는 연구등이 요구된다.

참고문헌

- [1]조만재, “RFID Tag 정보와 거리센서 융합을 통한 자율주행 로봇의 물체인식능력 향상” 한양대학교 석사학위논문, 2008
- [2]지용관, 박장현, “Passive RFID를 이용한 이동 로봇의 장애물 회피 알고리즘” 대한기계학회 춘추학술대회 Vol.2006 No.11
- [3]이필주, “초음파 센서를 이용한 물체 인식에 관한 연구”, 광운대학교 석사학위논문, 2003
- [4]이기성, 1994, “거리변환법과 벡터장 히스토그램을 이용한 자율주행 로봇의 경로계획” 과학기술연구논문집 Vol.4, pp. 377-392
- [5]Seung-Wuk Moon, Yong-Kwan Ji, Jahng-Hyon Park, January, 2006, “An Intelligent Estimation Method of Robot-location based on Passive RFID Tags in Static Position”, Journal of Control, Automation, and Systems Engineering, Vol. 12, NO. 1
- [6]Roland Siegwart, Illah R. Nourbakhsh, 2004, “introduction to Autonomous Mobile Robots”, Bradford Book.
- [7]Ji-uk Won, Kee-seong Lee, 1994, “Obstacle Avoidance of an Autonomous Mobile Robot”, KACC 94
- [8]J.Borenstein and Y. Kren, 1989, “Obstacle Avoidance With Ultrasonic Sensor”, IEEE Trans. on Systems man Cyben, Wol.19,No.5 pp.1179-1187.
- [9]Yong-Joo Song, Sanghoon Kim, 제37회 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집 제19권 제1호 (2012. 04)
- [10]K.Finkenzeller. 2000, “RFID Handbook: Radio-Frequency Identification Fundamentals and Applications” Wiley