

초음파 센서가 내장된 RFID 태그를 이용한 이동로봇 장애물 회피 시스템

이창원*·이승준*·임삼*·김주용*·최우승**·정성부***·엄기환*

*동국대학교 전자전기공학부, **가천대학교, ***서일대학교

Mobile robot obstacle avoidance system using RFID tags built-in
ultrasonic sensors

Chang-Won Lee*·Seung-Joon Lee*·Lim Sam*·Joo Woong Kim*·Woo Seung Choi**·

Sung-Boo Jung***·Ki-Hwan Eom*

*Dongguk University Department of Electronics and Electrical Engineering,

Gachon University, *Seoil University,

E-mail : kihwanum@dongguk.edu

요 약

현재 RFID를 기반으로 한 이동로봇의 항법 기술에 대한 많은 연구가 진행 중이다. 기존의 RFID 태그를 이용한 장애물 회피 기술은 태그에 저장된 장애물에 대한 크기, 모양 등의 정보를 통하여 대상이 무엇인지 즉각적으로 인식할 수 있다. 그러나 이러한 기술은 움직이는 장애물에 대하여 인지가 쉽지 않다. 본 논문에서는 이러한 부분을 해결하기 위하여 초음파 센서가 부착된 스마트 RFID 태그를 이용한 이동 로봇 장애물 회피시스템을 제안하였다. 제안한 시스템에 사용된 스마트 RFID 태그는 900Mhz 태그에 초음파 센서를 부착하여 제작 되었으며, 주변 움직이는 장애물을 포착하여 이동로봇에 정보를 전달한다. 전달된 정보를 통하여 이동로봇은 주행 정보를 수정하여 최적의 주행 경로를 추적하는 시스템이다. 제안한 시스템의 유용성을 시뮬레이션 및 실험을 통하여 확인하였다.

ABSTRACT

Recently, RFID-based mobile robot navigation technology for the study is on the march. Obstacle avoidance using existing RFID tag technology, the target is immediately recognizable through Stored in the tag for obstacle size and shape information. However, this technique is not easy to recognize a moving obstacle. In this paper, in order to this solve problem, mobile robot obstacle avoidance system is proposed using smart RFID tags attached to the ultrasonic sensor. Proposed system used Smart RFID tag is designed to the 900Mhz tags attached ultrasonic sensors. And captured moving obstacles information deliver mobile robot. Mobile robot modify driving information through delivery information. And the system keeps track of the best driving route. Usefulness of the proposed system was confirmed by simulations and experiments.

키워드

RFID, 이동로봇, 장애물 회피, 초음파 센서태그, Sensor tag

1. 서 론

RFID를 기반으로 한 이동로봇의 항법 기술에 대한 많은 연구가 진행 중이다. 기존의 RFID 태

그를 이용한 장애물 회피 기술은 태그에 저장된 장애물에 대한 크기, 모양 등의 정보를 통하여 대상이 무엇인지 즉각적으로 인식할 수 있다. 이점은 입력 정보를 분류하고 대상의 특징을 추출하

여 인식하는 기존의 여러 센서들에 비하여 처리 시간과 노력을 줄일 수 있도록 한다. 다음으로, RFID 태그는 동적인 장애물이 존재하거나 복잡한 구조를 가지고 있는 실내 환경에서도 전파 투과성에 의하여 인식될 수 있다. 그러나 이러한 기술은 움직이는 장애물에 대하여 인지가 쉽지 않다.[1][2]

본 논문에서는 이러한 부분을 해결하기 위하여 초음파 센서가 부착된 스마트 RFID 태그를 이용한 이동 로봇 장애물 회피시스템을 제안한다. 제안한 시스템에 사용된 스마트 RFID 태그는 900Mhz 태그에 초음파 센서를 부착하여 제작되며, 제작된 태그는 움직이는 장애물이 많이 곳에 설치되어 장애물 정보를 파악 할 수 있다. 이러한 정보를 통하여 이동로봇의 주행에 적합한 경로를 추정 할 수 있다 제안한 시스템의 유용성을 시뮬레이션 및 실험을 통하여 확인한다. 2장에서는 제안된 시스템에 대하여 설명하고, 3장과 4장에서는 제작된 초음파 센서태그 및 이동로봇에 관하여 설명한다. 5장에서는 실험 및 고찰을 통하여 제안된 시스템을 검증한다.

II. 제안하는 시스템



그림 1. 시스템 구성도

제안하는 시스템의 센서 태그는 초음파 센서와 900Mhz RFID 태그의 결합으로 그림 1과 같다. 또한 제작된 이동로봇의 경우 900Mhz 리더기, PC, 로봇으로 구성되어있다. 로봇이 목표지점으로 이동 시 900Mhz 리더기가 이동로봇 주변 태그에 신호를 보내게 되고, 보내진 신호를 통하여 태그가 작동하게 된다. 작동된 태그는 초음파 센서를 이용하여 주변의 움직이는 장애물을 검출한다. 검출된 센서 정보는 다시 리더기로 보내지며, 여러 개의 센서 태그 정보 분석을 통하여 장애물의 위치를 파악한다. 정보를 활용하여 이동로봇은 최적의 경로로 이동하게 된다.

III. 제작한 초음파 센서태그

3.1 초음파 센서

센서태그에 사용된 초음파 센서의 경우 상용 제품을 이용하였으며, 사양은 표 1과 같다.

표 1. 초음파 센서 사양

항목	내용
Voltage	5V
Low Corrent	4mA
Max Range	5M
Min Range	1cm
Frequency	40Khz
Input Trigger	10us

3.2 제작한 센서 태그

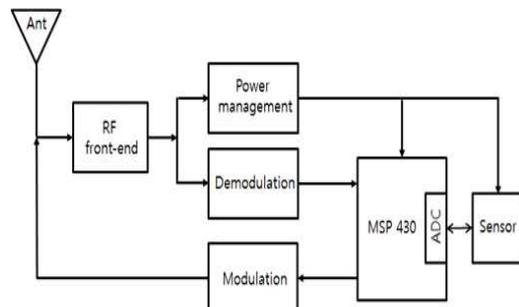


그림 2. 초음파 센서 태그 블록선도

제작된 초음파 센서 태그의 블록선도는 그림 2와 같다. 태그는 900Mhz의 안테나, 데이터 및 전력 공급에 필요한 RF front-end, RF 에너지의 전력을 모아서 각 부품의 필요한 전원을 공급하는 Power management, RF신호를 ASK 변환을 통하여 MSP 430로 데이터를 전송하는 Demodulation, MSP 430의 디지털 신호를 backscatter 방식을 사용하여 다시 리더기로 전송하는 Modulation, 리더기 작동여부 및 데이터를 관리하는 마이크로프로세서(MSP 430), 거리정보를 디지털 신호로 변환하는 초음파 센서(SRF 05)로 구성되어있다. 초음파 센서 태그의 경우는 RF신호의 전력으로 태그가 작동하는 Passive 형태의 태그이다. 제작된 초음파 센서 태그는 그림 3과 같다.

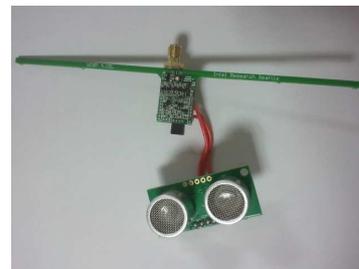


그림 3. 제작한 초음파 센서 태그

IV. 제작한 이동로봇

4.1. 이동 로봇



그림 4. 이동로봇의 전 방향 바퀴

로봇의 바퀴의 경우 120도 간격으로 3개의 Omni-directional wheel을 사용함으로써 인하여 제자리에서 360도 회전이 가능하며, 회전을 통해서 주변 태그의 정보를 모두 검출할 수 있다. 또한 좁은 공간에서도 전 방향으로 이동이 가능하다.[3]

로봇의 전면에는 3개의 PSD(Position Sensitive Detector) 센서가 부착되어있다. PSD는 빛에 반응하는 거리 센서로서 위치 감지 삼각 측량법을 이용하여 이동할 수 있다. 이동로봇의 MCU의 경우 Atmaga 128을 사용한다.[4]

4.2. 제작한 이동로봇



그림 5. 제작된 이동 로봇

제작된 이동로봇의 경우 900Mhz 안테나, 리더기, PC, 이동로봇으로 구성되어있으면 그림 5와 같다. 리더기는 USB를 이용하여 태그 정보를 PC로 보내게 된다. 보내진 정보를 통하여 PC는 장애물의 위치를 분석하고, 이동경로를 다시 결정하게 된다. 그리고 시리얼통신을 통하여 이동로봇에 명령을 전달하게 된다. 제작된 이동로봇은 그림 5와 같다.

V. 실험 및 고찰

벽면에 초음파 센서 태그를 부착하여 출력데이터를 측정하였다. 벽면에 부착된 태그는 장애물이 없는 경우 4M의 거리로 데이터가 출력되었고, 사람이 태그 앞으로 다가왔을 경우 3.5M의 데이터가 출력되었다. 사람이 지나간 후에는 다시 4M의 데이터가 출력되었다. 데이터를 통하여 사람이 리더가 설치된 위치를 지나갔음을 확인할 수 있다. 제작된 초음파 센서태그의 출력 그래프는 그림 6과 같다.

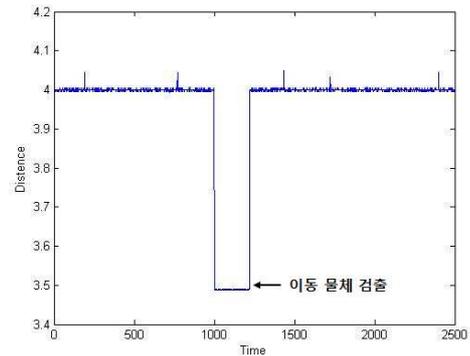


그림 6. 초음파 센서 태그 출력 그래프

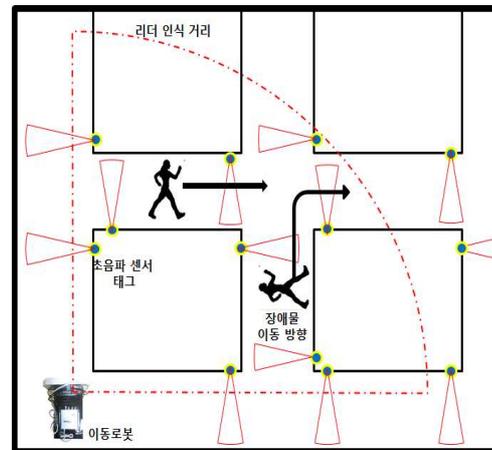


그림 7. 제안한 시스템 시뮬레이션

그림 7은 본 논문에서 제안한 시스템을 이용한 시뮬레이션이다. 건물의 모서리 부분에 제작된 센서태그를 설치하고, 이동 장애물에 대한 정보를 리더기로 보낸다. 이동장애물의 경우 모서리에 설치된 2개의 태그를 연속적으로 지나감에 따라 이동경로 및 이동속도를 확인할 수 있다. 이러한 정보를 통하여 이동로봇 주변의 이동 장애물에 대한 위치와 장애물 유·무를 판단할 수 있다. 판단된 정보는 로봇 주변의 이동장애물이 없는 경로를 탐색하여 최적 주행이 가능하다.



그림 8. 실험 환경

실험 조건은 시뮬레이션 환경과 동일한 조건의 건물에서 실시하였으며, 그림 8과 같다. 실험결과 사람이 1명이 있을 때는 1.7초의 지연시간이 발생하였으며, 사람의 수가 증가 할수록 지연시간도 또한 증가하는 결과를 확인하였다. 이동장애물에 변화에 따른 지연시간 결과는 표 2와 같다.

표2. 이동로봇의 지연 시간

이동장애물 (사람)	지연 시간 (sec)
1명	1.7sec
2명	2sec
3명	3.5sec
4명	5sec

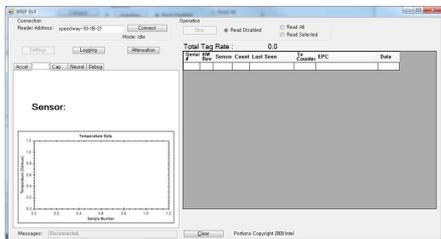


그림 9. 테스트 프로그램

이동로봇의 태그정보를 받아서 처리하는 테스트 프로그램은 그림 9과 같다.

VI. 결 론

기존의 RFID 태그를 이용한 장애물 회피 기술은 태그에 저장된 장애물에 대한 크기, 모양 등의 정보를 통하여 대상이 무엇인지 즉각적으로 인식할 수 있다. 그러나 이러한 기술은 움직이는 장애물에 대하여 인지가 쉽지 않다. 본 논문에서는 이러한 부분을 해결하기 위하여 초음파 센서가 부착된 스마트 RFID 태그를 이용하여 이동장애물 및 이동로봇의 최적 경로를 탐색하는 회피시스템을 제안하였다.

제안하는 시스템은 초음파 센서와 RFID 태그를 결합한 센서 태그를 제작하여 건물 모서리에 부착하였다. 로봇이 목표지점으로 이동 시 900Mhz 리더기가 이동로봇 주변 태그에 신호를 보내게 되고, 보내진 신호를 통하여 태그가 작동하게 된다. 작동된 태그는 초음파 센서를 이용하여 주변의 움직이는 장애물을 검출한다. 검출된 센서 정보는 다시 리더기로 보내지며, 여러 개의 센서 태그 정보 분석을 통하여 장애물의 위치를 파악한다. 이러한 정보를 활용하여 이동로봇은 최적을 경로로 이동하게 된다. 제안한 시스템의 유용성을 시뮬레이션 및 실험을 통하여 확인하였다. 제안하는 시스템은 병원의 검사자료, 수술도구, 의약품등을 운반에 이용가능하다. 또한 전자부품회사, 대형마트 등과 같은 여러 분야에 응용가능할 것 이다.[5]

향후 태그에서 검출된 여러 종류의 이동 장애물에 대한 정보를 알고리즘화 함으로 인하여 정확한 시스템으로 개선할 수 있도록 한다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농업연구센터사업의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 관계부처에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] Kulyukin, RFID in Robot-Assisted Indoor Navigation for the Visually Impaired, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Vol. 2, pp. 1979-1984, 2004
- [2] Finkenzeller, Radio-Frequency Identification Fundamentals and Application, John Wiley & Sons Ltd, pp. 150-161, 2000
- [3] Jong Kyu Jung, Intensity Control of Triangulation Based PSD Sensor Independent of Object Color Variation, IEEE SENSORS JOURNAL, VOL.11, NO.12, 2011
- [4] H. Ghariblu, Design and Modeling of a Ball Wheel Omni-Directional mobile Robot, Computer Engineering and Applications, Vol 2, 571- 575, 2010
- [5] <http://www.ntresearch.net/kr/brd/brdContent.asp?mode=n3&imode=&num=176&gotoPage=1&search=&findit=>