

RFID 파워 컨트롤을 이용한 이동로봇의 위치 추정에 관한 연구

Research about RFID make use of power control on Localization of mobile robot

정기호, 장철웅, *심현민, **장승관, **이웅혁

Ki Ho Jung, Cheol Woong Jang, *Hyeon Min Sim, **Seung Gwan Jang, **Eung Hyeok Lee

Abstract - In this paper we analyze whether recent Radio Frequency Identification technology can be used to improve the localization of mobile robot and persons in their environment. In particular we study the problem of localizing RFID tags with a mobile platform that is equipped with a pair of RFID antennas. This system make use of power control because Tag with Reader distance measurement. We are accurately the low at former time than the environment. A distance measurement is rather correct. This system uses 900MHz Frequencies.

Key Words : RFID, Localization, Power, Mobile Robot, Embedded

1. 서론

최근 유비쿼터스(ubiquitous) 네트워크에 대한 기술 개발이 활발하게 이루어지면서 언제 어디서나 사물이나 사람의 위치를 관별하는 위치기반 서비스가 중요한 화두가 되고 있다. 그 가운데 서비스 로봇은 가정이나 병원과 같은 공공장소에서 다양한 역할로 응용되고 있다. 이러한 로봇은 어떤 환경에서 자신의 절대위치를 관별하기 위해 초음파나, 영상, 적외선, 레이저 같은 센서를 이용하여 로봇의 현재 위치를 알아낸다. 현재까지 많은 논문에서 위와 같은 센서를 이용하여 절대위치를 알아내려는 연구가 활발히 진행되고 있다

위와 같은 시스템들은 사람과 사물의 거리를 측정하거나 특정 점을 이용하여 로봇의 현재위치를 추정하는 방법을 쓴다. 이에 반해 RFID 시스템은 Tag 에 정보를 저장할 수 있어 Tag에 저장된 데이터로 사물이나 사물의 정보를 쉽게 확인할 수 있고 현재 위치까지도 쉽게 알 수 있다.

현재까지 제시된 방법은 바닥면에 태그를 붙여 로봇의 위치를 추정 하거나[4][5] 벽면에 리더기를 설치하고 로봇이 태그를 부착하여 네트워크 기반의 위치인식을 하는 기술과 [6] Intel에서 제시한 태그를 벽면에 부착하고 로봇이 900MHz 리더기를 사용하여 위치를 추정하는 방법을 사용하였다.[2]

본 논문에서는 Intel과 같은 방법인 900MHz RFID 시스템을 이용하여 현재 위치와 함께 파워 레벨을 조정하여 안테나와 태그까지의 거리를 측정하는 방법을 제시 하고 이동 로봇의 위치 추정 방법을 제시한다.

태그와 태그 사이의 거리는 1m 간격으로 이루어져 있으며, 로봇에 달린 RFID Antenna 가 회전하면서 태그를 찾아

거리를 측정하였다. Antenna 가 두 개의 태그 정보를 읽어 거리 정보를 알아내면 삼각측량법을 이용하여 로봇의 현재 위치를 좌표로 나타내었다.

본 논문의 구성은 2장에서 거리 측정과 관련된 이론을 제시 하고, 3장에서 연구에 사용된 로봇의 구성을 설명한다. 4장에서는 실험 결과를 설명하고, 5장에서는 결론 및 향후 계획에 대하여 기술하였다.

2 거리 측정 방법

그림 1와 같이 동작 순서도를 살펴보면 로봇이 자신이 알 수 없는 위치에 있을 때 현재 자신의 위치에서 가까운 태그를 찾기 위해 회전을 한다. 회전을 하다 태그를 찾게 되면 정확한 측정을 위해 태그와 안테나를 일직선상에 놓이게 로봇이 자세를 잡은 후 파워 레벨을 255단계로 1단계 씩 줄여 가며 태그가 읽히지 않는 그 순간의 파워 레벨 값을 이용하여 거리를 구할 수 있다.

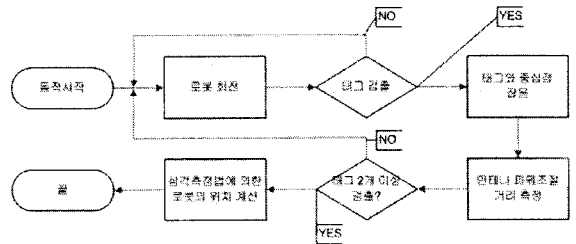


그림1. 거리측정 순서도

그림 2와 같이 Tag1과 Tag2 의 2개의 태그를 읽어 거리를 알아낸 경우 L_1 과 L_2 를 알게 된다. 그리고 고정된 Δ_L 의 거리(1M)를 가지고 로봇의 위치를 구할 수 있다.

저자 소개

정기호 : 韓國産業技術大學 電子學科 碩士課程

장철웅 : 韓國産業技術大學 電子學科 碩士課程

심현민 : 仁荷大學 電子學科 博士課程

장승관 : 韓國技術大學大學 電子學科 教授

이웅혁 : 韓國技術大學大學 電子學科 教授

*본 연구는 2006년도 산업자원부 신기술 실용화기술개발 사업의 연구결과로 수행되었음.

$$X_2 = \frac{L_1^2 + L_2^2 + \Delta L^2}{2 \times L_2} \quad (\text{식1})$$

$$Y_2 = \sqrt{L_2^2 - X_2^2} \quad (\text{식2})$$

$$Z_2 = 0 \quad (\text{식3})$$

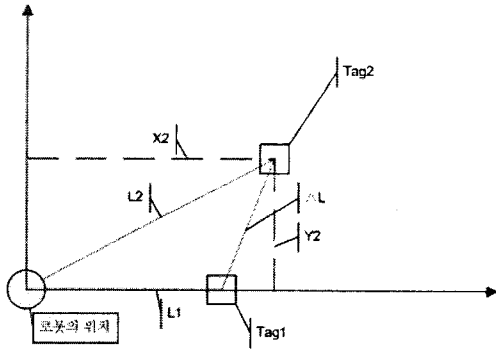


그림2. 삼각 측정 방법

두 개의 측정된 거리 L_1 과 L_2 를 알고 있으므로 위에 공식에 대입할 경우 로봇의 현재 위치 X_2, Y_2 를 구할 수 있다.

3. RFID 시스템 구성

본 논문에서는 PXA255 메인 컨트롤러를 사용하였고 로봇에 구동을 위해 3축 지원 모션 드라이브와 장애물의 회피를 위해 초음파와 에레이 12개를 사용하였다. RFID 시스템과의 통신은 232 통신 방식을 사용하였고, 2개의 900MHz 송·수신 안테나와 리더기를 사용하여 구성하였다.

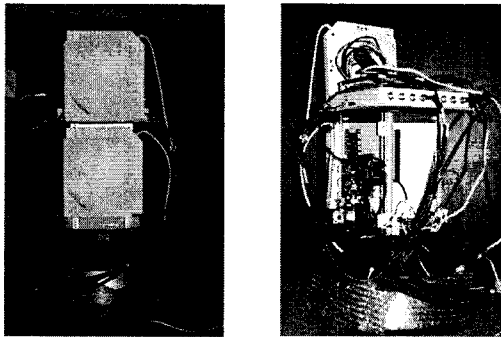


그림3. RFID를 이용한 로봇의 구성모습(앞, 뒤)

실험에 사용한 RFID 리더기와 태그는 MATRICES SR-400 제품을 사용하였다. 이 리더기는 총 4개의 송·수신 안테나를 부착할 수 있다.

안테나는 송신과 수신부가 따로 분리돼 있으며, 그림 3과 같이 송신안테나는 아래 수신안테나는 위에 장착하였다. 실험에 사용한 태그는 가로 세로 10.2cm의 Passive 태그를 사용하였다. Passive 태그는 전원이 필요하지 않으며 반영구적

으로 사용할 수 있고 기록돼 있는 정보는 수정할 수 없다.

실험에 사용한 로봇의 구성은 그림 3과 같이 전면부에 송신과 수신을 할 수 있는 900MHz 안테나를 두고 두 안테나의 높이에서 그림5와 표 1에 의해 태그를 잘 읽을 수 있는 가장 효율적인 75cm에 태그를 붙였다.

표1.의 실험 결과는 그림5와 같이 태그를 15cm 간격으로 붙이고 안테나에서 10cm 간격으로 위치를 변화시켜 읽히는 높이를 거리별로 측정한 것이다. 실험에서 안테나의 높이는 수신 안테나의 중심점이 태그와 일직선으로 있는 75cm의 높이가 가장 잘 읽히는 것을 알 수 있었다.

Antenna1 높이(Tag ID)	거리												
	30cm	60cm	90cm	120cm	150cm	180cm	210cm	240cm	270cm	300cm	330cm	360cm	
15cm (50)	O			F	X	X	X	X	X	X	X	X	X
30cm (50)	O	O	O	O	O	O	C	X	X	X	X	X	X
45cm (50)	O	O	O	O	O	O	O	O	X	X	X	X	X
60cm (4)	X	X	O	D	F	O	B	B	B	F	X	X	X
75cm (5)	X	X	X	X	X	X	F	X	O	X	X	X	X
90cm (5)	X	X	X	X	X	X	X	X	O	X	X	X	X
1m5cm (5)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1m20cm (4)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
power level	100mw	100mw	100mw	100mw	100mw	200mw	200mw	300mw	300mw	300mw	300mw	300mw	300mw

Antenna2 높이(Tag ID)	거리											
	30cm	60cm	90cm	120cm	150cm	180cm	210cm	240cm	270cm	300cm	330cm	360cm
15cm (50)	O			X	X	X	X	X	X	X	X	X
30cm (50)	O	O	O	O	O	O	F	X	X	X	X	X
45cm (50)	O	O	O	O	O	O	O	F	X	X	X	X
60cm (4)	F	O	O	O	O	O	O	O	X	X	X	X
75cm (5)	X	X	X	X	X	O	O	X	X	X	X	X
90cm (5)	X	X	X	X	X	X	F	X	O	X	X	X
1m5cm (5)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1m20cm (4)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
power level	100mw	100mw	100mw	100mw	100mw	200mw	200mw	300mw	300mw	300mw	300mw	300mw

거리	거리											
	3m	3m30cm	3m60cm	3m90cm	4m20cm	4m20cm	4m20cm	4m20cm	4m20cm	4m20cm	4m20cm	4m20cm
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
O	O	X	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O
O	O	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	O	C	X	X	X	X	D	F	A	O	O	O
X	X	D	O	X	X	X	X	F	F	F	F	F
300mw	400mw	400mw	400mw	500mw	600mw	700mw	800mw	900mw	900mw	1000mw	1000mw	1000mw

표 1 태그 높이에 따른 획득 실험 표

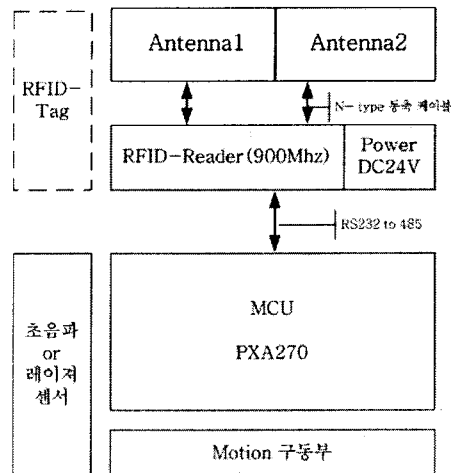


그림 4. 전체적인 시스템 구성도

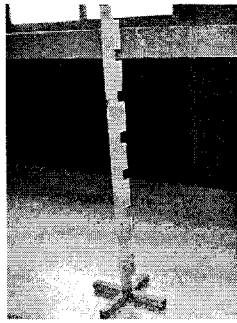


그림 5. 태그의 부착 실험 방법그림

4. 실험 결과

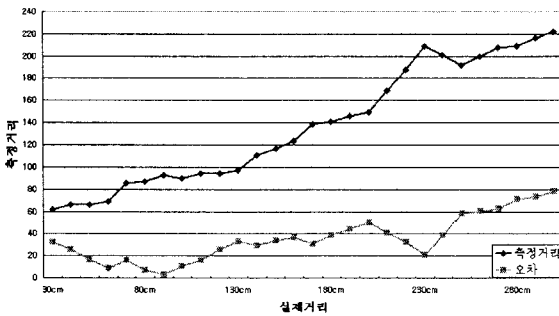


그림 6. 실험 결과 오차율

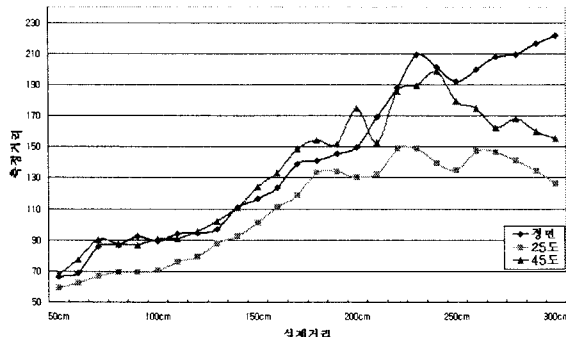


그림 7. 각도변화에 따른 거리 차이

그림 6는 태그와 안테나가 바라보는 면이 정면에 놓이게 한 후 측정된 데이터이다. 측정 결과 태그는 90cm에서 실제 거리와 차이가 없었으며 전체적으로 오차는 50cm를 가졌다.

그림 7은 태그와 안테나가 마주보는 각을 달리하여 측정 한 결과이다. 정면을 마주 보지 않고 각이 벗어났을 경우 2M 이상에서 실제 거리와 큰 오차를 보이며 측정이 불가능한 것을 알 수 있다. 2M 이내의 거리에서 실험결과 태그와 안테나가 서로 마주볼 때 데이터가 실제 거리와 가장 유사했으며, 각도를 25° 45°로 나누어 실험한 결과 25° 보다는 45°일 때 실제 거리와 가장 유사하게 측정 됐다. 서로 다른 세 가지 각도에 따른 오차율은 (2M 이내) 30cm의 차이를 보였다.

이와 같은 결과는 기존 RFID 인식 방법이 일정한 거리에 태그의 존재 유·무만을 판별하여 대략적인 위치를 알아낸 것에 비해 보다 정밀하게 거리로 나타낼 수 있다는 점에서

보다 효율적이라 할 수 있다.

5. 결론 및 향후 계획

실험결과에서 알 수 있듯이 태그의 높이는 안테나의 높이에 따라 적절한 위치를 정해야 한다. 높이에 따라 같은 거리에서 측정 하여도 거리가 다르게 나올 수 있기 때문이다.

태그의 거리 측정은 크게 50cm의 오차를 가지며 거리를 측정하는데 크게 무리가 없다. 이는 로봇의 지름40cm보다 약간 큰 정도이다.

현재 위치 측정을 위해 태그 2개와 리더기를 로봇이 장착하여 사용한다는 점에서 비용적인 측면에서 보아도 큰 이점이라 할 수 있다.

향후 연구에서는 이동로봇의 엔코더 정보를 이용하여 태그 사이의 각도를 측정하는 알고리즘을 연구할 예정이다. 이는 제한된 태그간의 거리를 없애는 방법으로 이용될 수 있을 것이다. 또한 측정된 오차를 감소시키는 알고리즘을 고안하여 보다 정밀하게 거리 측정이 가능하도록 연구할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] Kulyukin, Chaitanya Gharpure, John Nicholson "RFID in Robot-Assisted Indoor Navigation for the Visually Impaired" IEEE/RSJ International Conference on Volume 2, 28Sept - 2 Oct, 2004 Page(s):1979 - 1984 Vol.2
- [2] Hahnel,D, Burgard,W,"Mapping and localization with RFID technology" 2004IEEE International Conference Volume1. 2004 page(s):1015-1020 Vol.1
- [3] Lionel M.Ni, Yunhao Liu "LANDMARC:Indoor Location Sensing Using Active RFID" IEEE international Conference on Pervasive Computing and Communications PerCom'03
- [4] 이현정, 최규천, 이장명 "RFID를 이용한 이동로봇의 위치인식기술" 제어·자동화·시스템공학 논문지 제 12권, 제1호 2006.1
- [5] 최병석, 이장명 "RFID 센서 공간에서의 모바일 로봇의 효율적인 위치 인식" 제어·자동화·시스템공학 논문지 제 12권, 제1호 2006.1
- [6] 김성부, 이동희, 이장명 "RFID 응용 기술을 이용한 이동로봇의 실내 위치 추정" 제어·자동화·시스템공학 논문지 제 11권, 제12호 2005.12
- [7] 문승욱, 지용관, 박정현 "정적 Passive RFID 태그를 이용한 지능적인 로봇위치추정기법" 제어·자동화·시스템공학 논문지 제 12권, 제1호 2006.1
- [8] 이선우 "Pervasive Computing 을 위한 위치 기술" KOSEN 첨단기술보고서 <http://www.kosen21.org>