

RFID 를 이용한 모바일 로봇의 효율적인 경로계획과 M and Path finding of Mobile Robot using RFID

*선정안¹, 김동일², 김시습¹, 양성모³, #기창두⁴

*J. A. Seon¹, D. I. Kim², S. S. Kim¹, S. M. Yang³, #C. D. Kee(cdkee@chonnam.ac.kr)⁴

¹ 전남대 대학원 기계공학과, ² 한국표준과학연구원, ³ 전북대학교 기계항공시스템공학부, ⁴ 전남대학교 기계공학과

Key words : RFID, Mobile Robot, A*, Map Building, Path Planning, Localization, SLAM

1. 서론

무선인식기술인 RFID(Radio Frequency Identification)는 90년대 들어 RF 통신기술의 발전으로 저가, 고기능의 태그가 개발되어 제품으로 출시되기 시작하였다. 2000년대에 이르러 RFID 기술의 중요성이 부각됨에 따라 다양한 분야에 적용되고 있으며, 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경에서 필수적인 기술 중 하나로 인식되고 있다. 현재 RFID 기술은 로봇 분야에 적용되기 시작한 상태이며 발전가능성 및 유용성으로 인하여 연구가 활발히 진행하게 될 것으로 전망된다.

본 연구는 실내 환경에서 RFID 태그가 상품에 설치된 경우, 이동로봇이 주행 및 조작에 이용할 수 있는 3D 지도를 작성하고, 지도상에 로봇의 위치 인식 및 경로를 선정하여 주행할 수 있도록 알고리즘을 개발한다.

이 연구를 수행하기 위해 RFID 리더기와 안테나를 장착한 로봇을 이용하였으며, RFID 시스템은 보다 정확한 물체인식, 맵 빌딩과 위치추적을 위해 사용된다. RFID 리더기가 태그를 인식하면, 모바일 로봇은 환경 내에 어떤 상품이 존재한다는 것을 인식하게 되고 태그 ID와 서버내의 상품 정보를 비교하여 상품명과 상품의 치수 정보를 획득한다. 상품과 센서 정보, 제한한 상품 인식 알고리즘과 맵 빌딩 알고리즘을 이용하여 실내 환경과 근사한 지도를 얻을 수 있으며, 로봇은 획득된 지도와 A* 알고리즘을 이용하여 장애물을 피해 목표지점까지 이동할 수 있다.

2. 로봇 주행 시스템

서비스 로봇은 산업용 로봇과 달리 로봇의 원활한 동작을 위하여 정비되지 않은 가변적인 환경에 투입되어 주어진 명령을 수행하여야 하므로, 기본적인 주행능력이 요구된다. 로봇 주행 시스템은 이동 기능을 가지고 있는 로봇에게 필요한 것으로서, 사용자의 편의를 위한 서비스 제공을 위해 현재 자신의 위치를 추정하고, 원하는 목표까지 최적의 경로를 계획하여 장애물을 회피하면서 이동하여 사용자의 명령을 수행하기 위한 주행 기반 시스템이다.

제한한 로봇 주행 시스템은 모바일 로봇에 적용할 수 있도록 개발되었다. 그러나 실내 환경에서 모든 이동장치(홈 로봇, 서비스 로봇, 이족 로봇 등)에도 확장하여 적용할 수 있다. 실내환경은 코너와 벽, 2차원 평면바닥으로 구성되어있다고 가정한다. 또한, 이 공간에는 책상, 책장, 컴퓨터, 박스 등과 같은 다른 물체들이 존재하며, 대부분의 형상이 사각형이므로 공간상에 위치한 물체는 모두 사각형으로 가정한다.

시스템은 하드웨어와 소프트웨어로 구성되었다. 하드웨어는 구동부, 센서부 및 제어부로, 소프트웨어는 하드웨어 관리 모듈과 주행 알고리즘 모듈로 구성되어있다. 그림 3.1은 제안하는 RNS 시스템의 구조를 도식화한 것이다.

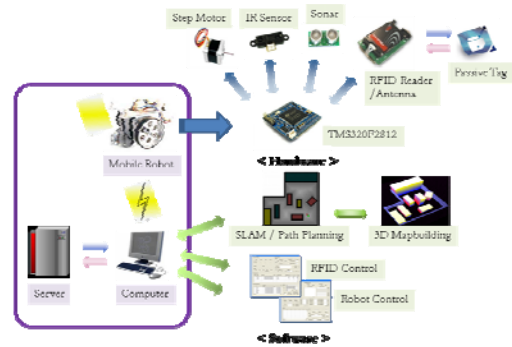


Fig. 1 Schematic Diagram of RNS

3. 모바일 로봇의 주행 알고리즘

3.1 RFID Recognition

유비쿼터스 시대에는 수동태그(Passive Tag)가 상품에 부착되어 나올 것이다. 이 상품들이 실내공간에 배치되게 된다. 또한, 유비쿼터스 시대에는 어느 장소에서라도 원하는 정보의 접근이 가능하므로, 인터넷을 통해 회사에서 제공하는 상품의 정보들(상품명, 형상, 치수 등)을 얻을 수 있다고 가정한다.

RFID를 통해 로봇이 사물을 인식하는 방법은, 로봇이 맵 빌딩을 위해 이동시 DSP(Digital Signal Processor)에서 RFID 리더기로 명령을 보내게 된다. 이때, 리더기는 상품의 태그가 인식되면, 태그 ID를 DSP로 전송하고, DSP는 PC로 재전송한다. PC에서는 받은 태그 ID를 서버 내에 저장된 여러 상품 데이터와 비교하여 해당되는 상품의 ID 범위 내에 들어가게 되면 상품명과 x, y, z 방향의 치수 정보를 얻어온다. 이를 통해, 상품이 실내 환경 내에 존재하는 것을 인식하게 된다. 현재, x, y, z 치수를 가진 어떤 상품이 실내공간에 있다는 것을 알고 있으므로, 이 정보를 가지고 상품을 배치하기 위해 적외선과 초음파 센서를 이용하여 거리 정보를 얻어 Fig. 2의 순서도를 이용하여 상품이 놓인 위치를 찾게 된다.

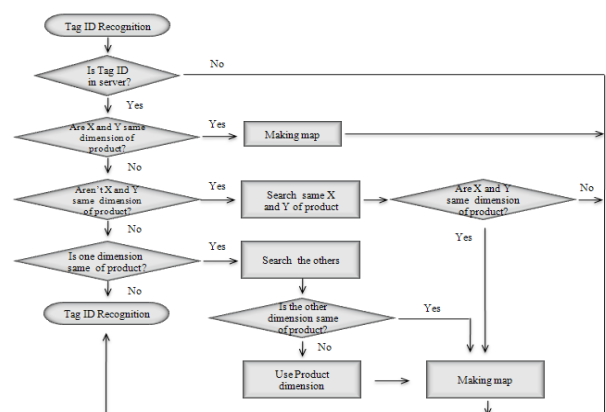


Fig. 2 Flow Chart of Product Recognition Algorithm

3.2 Localization

로봇의 위치인식방법은 초기 로봇 구동시 중심점을 임의의 점으로 설정하고, 로봇이 이동할 때마다 방향과 이동거리를 고려하여 중심점을 갱신한다. 만약, 이동시 RFID 를 이용하여 현재 이동 중인 방향의 왼쪽 면에 어떤 상품이 인식되면, 그 상품의 중심점 좌표로부터 현재 로봇의 중심점 좌표간의 거리를 계산하여 자신의 위치가 얼마만큼 떨어져 있는지 추정하는 방식이다.

3.3 Map Building

맵 빌딩 알고리즘은 3 단계로 나뉜다. 먼저 가장 가까운 벽을 찾아서 시계방향으로 회전하면서 로봇이 움직일 수 있는 맵의 크기를 알아내고, 상품에 Tag 가 붙어있는 경우, 주변에 어떤 상품이 놓여있는지 인식한다. 1 단계가 완료되면 안쪽으로 이동하여 중심을 향하여 시계방향으로 회전면서 2 차 맵 빌딩을 하게 되며, 로봇을 중심으로 좌·우측, 정면이 과거에 방문했던 곳인지 아닌지를 판별하여 이동하게 된다. 이때에도 이동 중 상품이 인식되면 배치하게 된다. 마지막 단계는 맵 빌딩을 완료하게 되면 블랙홀이 생기게 되는데 응용범위를 확대하기 위해 실행하는 단계로서, 청소로봇에 적용하기 위해 아직 방문하지 않은 곳을 찾아 A* 알고리즘을 사용하여 이동한 후, 지도의 모든 곳을 방문하는 알고리즘이다. Fig. 3 에 맵 빌딩 알고리즘에 대한 flow-chart 를 나타내고 있다.

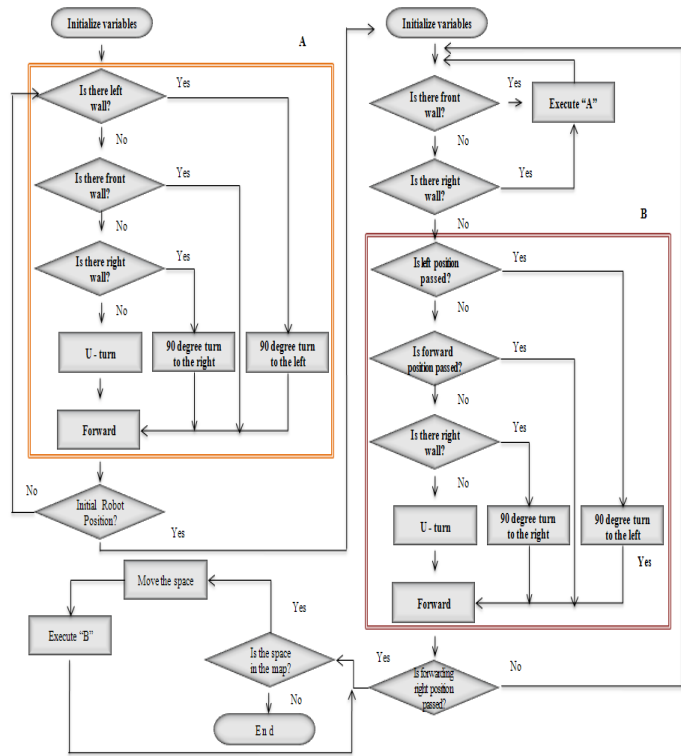


Fig. 3 Flow Chart of Map Building Algorithm

3.4 Path Planning

A* 알고리즘을 이용하여 로봇의 최적의 경로를 탐색하고, 미학적 최적화를 통하여 모바일 로봇이 방향을 바꾸는 것을 최소화하고 직선주행을 하도록 알고리즘을 구현하였다.

4. 실험 및 결과

앞서 언급한 알고리즘을 적용하여 odometry 정보, 초음파·적외선 센서를 이용하여 맵 빌딩을 하고 나면, 그

정보를 바탕으로 Open GL 을 이용해 3 차원 지도를 작성한 결과를 보여준다. a)는 실제 실내환경의 배치도를 나타내며, b)는 RFID 태그를 사용하지 않은 경우의 결과로서 배치된 상품들을 장애물로서만 인식하고 모서리 부분의 장애물도 무엇인지 인식을 하지 못함을 보여주고 있다. c)는 RFID 태그를 사용한 경우로, 실내와 근사한 정보를 얻을 수 있음을 보여주고 있으며, 각 상품의 높이 정보를 표현해 주고 있다.

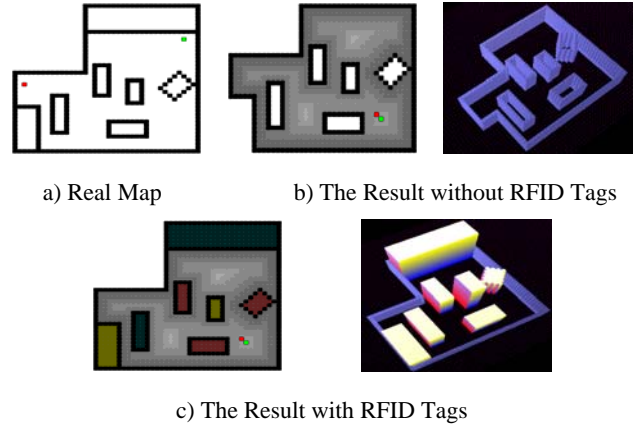


Fig. 4 The Results of Experiment

· 결론

본 연구에서는 서비스 로봇의 가장 기본이 되는 주행을 초음파와 적외선 센서를 이용하여 장애물을 탐지하여 맵핑하고, RFID 를 이용하여 사물을 인식하여 사물에 대한 정보를 얻어 위치인식 및 3D 맵 빌딩이 가능한 RNS 를 제안하였고, 연구결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. RFID 태그내에 좌표와 같은 특정한 정보를 입력하여 바닥이나 벽면에 추가 설치 없이, 유비쿼터스 시대에 상품에 부착된 RFID 태그만으로도 상품을 인식하여 로봇의 위치추정 및 맵 빌딩에 이용할 수 있음을 입증하였다. 적외선과 초음파 센서만으로 맵을 형성하는 것보다, RFID 시스템을 추가적으로 이용하면 실내 공간과 근사한 맵을 얻을 수 있었다. 또한, 상품 정보 중 높이에 대한 정보를 얻을 수 있어 3 차원 맵을 형성할 수 있었다. 이는 로봇의 주행뿐만 아니라 로봇이 조작을 할 수 있도록 환경정보를 제공할 수 있음을 확인할 수 있었다. 맵 빌딩과 위치추정을 기반으로 사용자가 원하는 지역으로 이동시키고자 할 경우 로봇이 경로계획을 하여 장애물을 피해 주행을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. D. Hahnel, W. Burgard, D. Fox, K. Fishkin, M. Philipose, "Mapping and localization with RFID technology," IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, pp. 1015-1020, 2004.
2. K. Yamano, K. Tanaka, M. Hirayama, E. Kondo, Y. Kimuro, M. Matsumoto, "Self-localization of mobile robots with RFID system by using support vector machine," IEEE Int. Conf. Intelligent Robots and Systems, pp. 3756-3761, 2004
3. D. S. Seo, H. G. Lee, H. S. Kim, G. W. Yang, D. H. Won, "Monte Carlo Localization for Mobile Robots Under RFID Tag Infrastructures", Journal of Control, Automation, and Systems Engineering Vol. 12, No. 1, pp 47-53, 2006