

무선 센서네트워크 기술을 활용한 RSSI기반의 지능형 실내위치추정 로봇

서원교^{*} · 장성균^{**} · 신광식^{***} · 정완영^{****}

^{*}동서대학교 정보시스템공학부 전자공학 전공,

^{**}동서대학교 컴퓨터정보공학부,

^{***}동서대학교 디자인&IT전문대학원 유비쿼터스IT 공학과

RSSI based Intelligent Indoor Location Estimation Robot using Wireless Sensor Network technology

Won-Kyo Seo^{*} Seong-Gyun Jang^{**} Kwang-Sik, Shin^{***} Wan-Young Chung^{****}

^{*}Division of Electronic Eng., Dongseo University, Busan, Korea,

^{**}Division of Computer Information Eng., Dongseo University, Busan, Korea,

^{***}Department of Ubiquitous IT, Graduate School of Design & IT, Dongseo University

Email: wychung@dongseo.ac.kr

요 약

RSSI기반의 실내위치인식 시스템과 무선센서네트워크를 이용하여 자율 이동 로봇의 기능 중에서 가장 선행적으로 요구되는 위치 추정 기능을 가진 지능형 실내위치추정 로봇을 설계, 구현하였다. 지능형 실내위치추정 로봇은 제어장치로 Spartan III(Xilinx, USA)를 사용하였으며 실내위치인식 시스템에서 현재의 위치데이터를 수집하여 Zigbee/IEEE802.15.4 무선통신으로 전송을 하면 이동로봇에 부착되어 있는 무선센서네트워크 노드에서 데이터를 수신받아서 위치를 인식하게 되고 Magnetic Compass의 데이터로 로봇이 향하고있는 방향을 감지하여 목적지로 이동하게 된다. 이렇게 구성된 지능형 실내위치 추정 로봇은 장애물이 없는 평활 실내 공간에서 사용자가 원하는 목적지로 효율적이고 능동적으로 이동할 수 있다.

ABSTRACT

This paper describes indoor location estimation intelligent robot. It is loaded indoor location estimation function using RSSI based indoor location estimation system and wireless sensor networks. Spartan III(Xilinx, U.S.A.) is used as a main control device in the mobile robot and the current direction data is collected in the indoor location estimation system. The data is transferred to the wireless sensor network node attached to the mobile robot through Zigbee/IEEE 802.15.4, a wireless communication. After receiving it, with the data of magnetic compass the node is aware of and senses the direction the robot head for and the robot moves to its destination. Indoor location estimation intelligent robot is can be moved efficiently and actively without obstacle on flat ground to the appointment position by user.

키워드

Indoor location estimation, Intelligent robot, RSSI, TinyOS, FPGA

1. 서 론

최근 산업 현장에서 자율이동로봇(Autonomous Mobile Robot), 자율운반체(Autonomous Guided Vehicle)등이 도입되어서 여러 방면으로 활용되고

있다. 이러한 로봇, 운반체에서 유연한 탐색주행 시스템(Flexible Navigation System)을 위한 요구로 이동로봇이 자율적으로 이동하기 위해서는 경로계획(Path Planning), 환경인식(Environments

Recognition), 장애물회피(Obstacle Avoidance) 그리고 위치추정(Location Estimation)등의 기능이 요구된다[1]. 이 중에서 위치추정 기능은 다른 기능에 대하여 선행적으로 요구되나, 이에 대한 일반화된 해결책은 제시되지 않고 있다. 현재 상용되고 있는 위치추정 시스템들은 주행경로상에 흰색이나 검은색으로 유도선을 그리거나, 바닥 밑에 전선을 깔아 주행을 유도하게 되므로 주행경로가 새롭게 변경되었을 때 주행선을 다시 설치해야 하는 번거로움이 존재하게 된다. 그러나 본 논문의 RSSI(Received Signal Strength Indication)를 이용한 위치 추정시스템은 유도선이 필요 없으며 주행경로의 변경이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 본 논문에서 이러한 장점을 가진 RSSI를 이용한 실내위치추정 시스템과 무선센서네트워크를 이동 로봇에 적용시켜 지능형 실내위치추정 로봇을 설계, 구현 하였다.

II. 시스템 설계

2.1 시스템 구성

지능형 실내위치추정 로봇의 구성은 크게 주 제어장치인 SpartanIII와 로봇의 현재 위치와 이동할 목적지의 위치를 RSSI값들로 계산해서 실시간으로 전송해주는 실내위치추정 시스템, RSSI값들로 계산된 데이터를 주 제어장치로 전송해주는 베이스스테이션노드, 로봇의 이동방향데이터를 수집하는 Magnetic Compass, 그리고 이러한 모든 데이터를 주 제어장치가 처리하여 로봇을 이동하게 하는 DC모터 4개로 구성되어 있다.

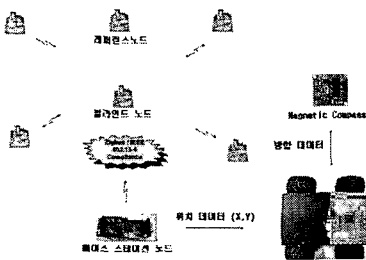


그림 1. 무선센서네트워크 기술을 활용한 RSSI기반의 지능형 실내위치추정 로봇 시스템 구성도.

2.2 RSSI를 이용한 실내위치추정 시스템

실내 위치 추정 시스템은 IEEE802.15.4/Zigbee 표준을 따르는 CC2431(Chipcon, Norway) SOC (System on Chip)으로 구성된 레퍼런스노드와 블라인드노드로 구성 된다.

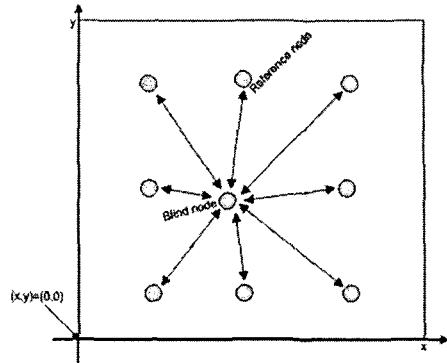


그림 2. 블라인드노드와 레퍼런스노드의 동작 원리.

CC2431 내부는 8051MCU와 2.4GHz RF Transceiver, RSSI값을 이용해 위치추정을 할 수 있는 Location Engine으로 구성되어 있다.

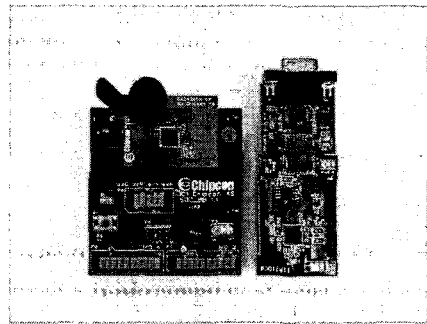


그림 3. 블라인드노드와 베이스스테이션노드.

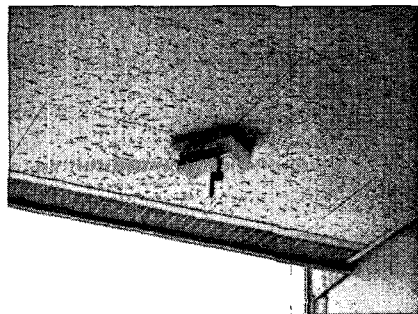


그림 4. UIT관 8층에 부착된 레퍼런스노드.

레퍼런스 노드는 실내의 천장에 가로, 세로 약 5m간격으로 부착되어 블라인드노드의 브로드캐스팅 요구에 따라 미리 지정된 자신의 위치정보를 브로드캐스팅을 요구한 블라인드노드에게 실시간으로 전송한다. 블라인드노드는 브로드캐스팅을 이용하여 실내에 부착되어 있는 모든 레퍼런

스노드들로부터 응답을 받는다. 그 중 RSSI값이 가장 높은 주변의 8개 레퍼런스노드의 X, Y좌표와 RSSI값을 이용하여 Location Engine에서 삼각측량을 이용하여서 자신의 현재위치를 계산한다. Location Engine에서 계산된 데이터는 베이스스테이션노드로 전송된다.[2]

베이스스테이션노드는 MSP430 MCU와 CC2420(Chipcon ,Norway) RF Transceiver로 구성되어 있으며 현재 무선센서네트워크에서 가장 많이 사용되는 TinyOS(UC Berkely, USA)를 이용하여 그림 5와 같이 TinyOS응용프로그램을 탑재하였다[3].

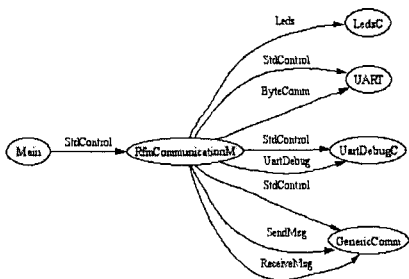


그림 5. 베이스스테이션노드 소스 트리.

베이스스테이션노드에 탑재된 CC2420 2.4GHz RF Transceiver는 IEEE.802.15.4기반의 무선통신으로 CC2431의 블라인드노드와 데이터통신을 한다. 베이스스테이션노드에서는 블라인드노드로부터 수신받은 정보를 패킷필터링 과정을 거친 이후에 로봇으로 노드ID와 X, Y좌표 정보를 UART인터페이스를 통해서 전달하는 역할을 한다.

2.4 Magnetic Compass의 실내 방향인식

로봇이 이동을 할 때 어느 방향으로 이동을 해야 할지를 판단하기 위한 방향감지용센서로는 자기장센서인 KMZ51(Philips)을 사용하였다. KMZ51센서에서 수집되는 신호는 PIC16F872에 의해 I2C인터페이스로 MCU에게 전달된다.

이 방향데이터는 0°~360°를 1byte(0~255)로 변환하여 나타내기 때문에 약 1.4°의 정밀도를 가진다.

2.5 MCU의 데이터처리 및 로봇이동

베이스스테이션노드로부터 UART인터페이스를 통해 수신받은 위치데이터는 지능형 실내위치추정 로봇의 주제어장치인 SpartanIII로 보내게 되어 내부연산을 통해 로봇의 현재 위치를 알 수 있게 해준다. 위치데이터는 블라인드노드의 ID, 3byte의 X, Y좌표로 나누어져있어 다른 블라인드노드와의 위치정보를 구별할수 있게 됨으로써 블

라인드노드의 멀티타겟 추적을 가능하게 해준다.

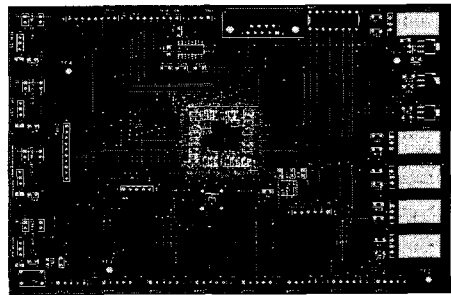


그림 6. 지능형 실내위치추정 로봇의 메인보드 Layout..

로봇의 이동은 메인보드에 부착되어 있는 스위치로 이동할 목적지의 좌표(X, Y)를 입력하면 먼저 Magnetic Compass를 통해 실시간으로 수집되는 방향데이터로 로봇을 실내공간의 X축과 평행하게 로봇을 회전시킨다. 이는 로봇이 실내위치추정을 하기위해 가장 우선적으로 요구되는 과정이다. 이렇게 실내의 X축과 평행을 이룬 로봇은 사용자가 입력한 좌표(X)와 실시간으로 수집되는 자신의 좌표(X)를 비교하여 동일할때까지 직선주행을 하게된다. 좌표(X)가 같은위치에 로봇이 이동을 완료하면 Magnetic Compass를 통해 실내의 Y축과 평행하게 90°회전을 하여 X축이동과 동일한 방법으로 Y축의 이동을 완료하게 된다[4].

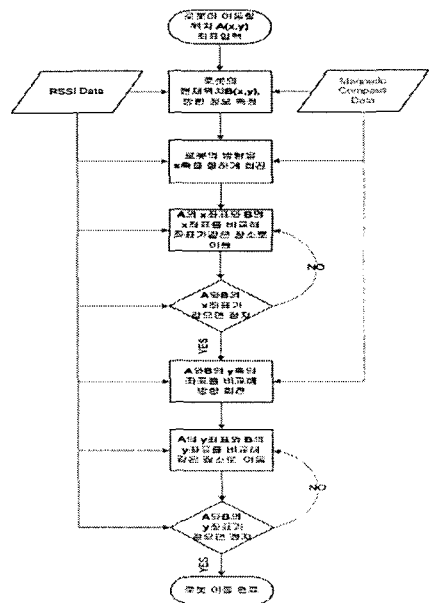


그림 7. 지능형 실내위치추정 로봇의 시스템 흐름도.

이때 로봇의 직선주행속도 PWM방식을 이용해 사용자가 입력한 목적지좌표(X)와 현재의 위치좌표(X)의 거리를 비교해 차이가 3m이상에서는 0.8m/s, 1m지점에서는 0.5m/s, 0.5m이내의 지점에서는 0.25m/s로 주행을 하게 설계하였다. 속도를 거리의 차이에 따라 다르게 제어함으로써 이동할 목적지에 대한 정확도를 향상시킬 수 있다.

III. 실험 및 결과

본 연구의 실험은 동서대학교 UIT관 8층에 위치한 연구실의 가로30m, 세로10m의 90여평의 공간에서 이루어졌다. 실험이 이루어진 시스템의 설정은 전체공간을 좌표(00,00)에서 좌표(60,20)로 보았을때 실내위치추정 시스템의 레퍼런스노드는 가로, 세로 약 5m간격으로 15개를 설치하였다. 블라인드노드는 하나의 싱글타겟으로 설정하여 로봇에 탑재하였다.

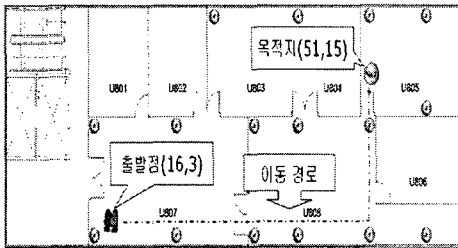


그림 8. 로봇의 이동을 나타낸 단면도.

로봇을 그림 8에서와 같이 현재의 위치인 출발점좌표(16, 3)에 위치시키고 로봇에 부착된 스위치를 통해 목적지좌표(51, 15)를 입력하였다. 실험 결과 로봇은 그림 8의 경로를 이동하여 목적지좌표(51, 15)로 약 ±1m 오차범위로 접근하는 것을 확인할 수 있었다.

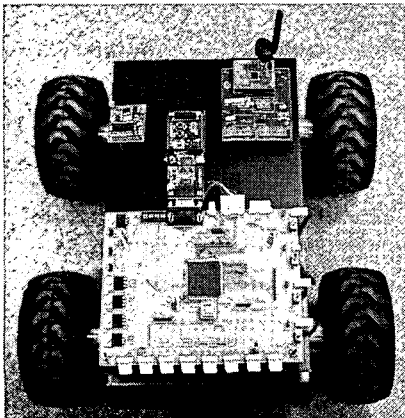


그림 9. 제작된 지능형 실내위치추정 로봇.

IV. 결 론

본 논문은 무선센서네트워크 기술을 활용한 실내위치추정 시스템을 자율이동로봇에 적용하여 자율이동로봇에서 가장 선형적으로 요구되는 위치추정 기능을 보완함으로써 기존에 나와 있는 실내위치추정 이동로봇보다 효과적이고 능동적으로 이동할 수 있게 하였다.

그러나 제시된 연구 결과에는 장애물회피 기능이 추가 되지 않아서 장애물이 없는 평활 공간에서의 이동만이 가능하였다. 현재 초음파를 이용한 장애물회피 알고리즘과 자율이동로봇의 활용범위를 조금 더 넓히기 위해 임베디드보드를 로봇에 탑재하는 것을 연구하고 있다.

본 논문은 효율적이고 능동적인 위치추정을 필요로 하는 산업현장에서 기존의 자율이동로봇, 자율운반체를 대체할 수 있고 첨단 군사시설이나 병원, 장애인 복지시설에 폭 넓게 적용될 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 임병현, 김영민, 황종선, 고낙용, 지역지도와 칼만필터를 이용한 이동로봇의 위치추정, 한국 전지 전자 재료학회, 2003년도 하계학술대회 논문집, pp.1227~1230, 2003.
- [2] 김부성, 이동희, 이장명, RFID 응용기술을 이용한 이동로봇의 실내위치추정, 제어자동화 시스템공학 논문지, 제11권 제12호, pp.996~1001, 2005. 12.
- [3] 권준달, 신광식, 이영동, 정완영, 무선센서네트워크 기술을 활용한 Ad-hoc 홈 네트워크 시스템, 해양정보통신학회 추계학술대회 논문집, pp.473-476, 2006.
- [4] 진태석, 이장명, 단일 초음파 센서모듈을 이용한 이동로봇의 위치추정 및 주행, 전자공학회 논문지-SC편, 제42권 2호, pp.47~56, 2005.