

3D Map 생성을 위한 분산 로봇 단말의 정보수집

최민순, 차재원, 김지우, 성기혁, 임경선, 김종국
고려대학교 전기전자전파공학부

e-mail : { bluetreasure, qizzplz, jeewoo, zse0809, town5106, jongkook }korea.ac.kr

Information Retrieval from Distributed Robot Terminals for 3D Map Production

Min-soon Choi, Jae-won Cha, Ji-woo Kim, Ki-Hyuk Sung, Kyung-sun Im, and Jong-Kook Kim
School of Electrical Engineering, Korea University

요 약

본 논문의 목적은 이동 로봇이 일정한 작업 공간을 이동하며 정보를 수집하는 시스템을 구성하는 것이다. 작업 공간에는 초음파 발신장치가 있어 로봇이 이 초음파를 수신하여 자신의 위치를 확인한다. 로봇은 특정 위치의 정보를 획득하여 중앙 서버로 전송하고 서버는 이 정보를 바탕으로 3D map 을 생성한다.

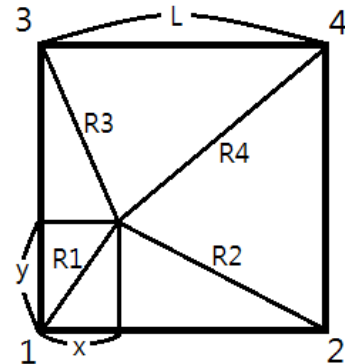
1. 서론

로봇이 미지의 영역을 이동하며 정보를 수집하는 시스템은 탐사 및 감시장치로서의 효용이 있다. 이때 탐사의 결과로 정보를 수집하게 되면 그것이 어느 위치의 정보인지 알아야만 그 정보가 의미를 가지게 된다. 탐사하려는 공간이 실외일 경우 로봇의 위치는 GPS 등을 이용하여 확인하는데 이 경우 상당히 큰 오차(25m)를 발생시킨다. 이동로봇이 실내를 탐사할 경우에는 GPS 값을 신뢰할 수 없을 뿐만 아니라 그 오차범위로 인해 좁은 실내에서는 GPS 값의 의미가 없게 된다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 초음파를 이용한 GPS 모방 시스템 즉 위치 추적 시스템을 구현하여 실내에서 로봇의 위치를 확인하는 방법을 제시해 보았다. 또한 획득한 정보는 3D map 형태로 가공하여 시각적으로 용이하게 확인할 수 있도록 하였다.

2. 실내 위치 추적 시스템

GPS 의 경우 3 개의 위성을 이용하여 지구상의 좌표를 결정한다. 하나의 위성으로부터의 거리를 알면 현재의 위치는 위성을 중심으로 하여 반경이 그 위성으로부터의 거리로 되는 구(球)의 표면의 어느 곳으로 된다. 이것에 또 하나의 위성으로부터의 거리를 알면 현재의 위치는 두 구가 서로 겹치는 원주상의 어느 곳으로 된다. 그리고 3 번째 위성으로부터의 거리에 의해 그 구와 이 원의 두 교점에서 어느 한 곳으로 된다[1]. 그러나 구현한 GPS 모방 시스템의 경우 로봇이 탐색할 영역은 크기가 정해진 영역으로 GPS 와는 차이가 있다. 다음은 그 구현방법이다.



(그림 1) 탐색 영역의 예

(그림 1)과 같이 탐색 영역은 정사각형의 공간이다. 정사각형의 각 꼭지점에는 초음파 발신부가 총 4 개 설치되어 있으며 로봇에는 초음파 수신부가 설치되어 있다. 각 초음파 발신기는 일정한 시간차를 두고 탐색영역에 초음파를 발신한다. 로봇은 차례대로 수신되는 초음파의 이동시간을 측정하여($s=vt$) 각 발신기와 로봇 사이의 거리 R_1, R_2, R_3, R_4 를 알아낸다.

로봇의 좌표 x, y 는 R_1, R_2, R_3, R_4 의 조합으로 알아낼 수 있다.

$$x = (R_1^2 - R_2^2 + L^2) / 2L$$

$$y = (R_1^2 - R_3^2 + L^2) / 2L$$

또는

$$x = (R_3^2 - R_4^2 + L^2) / 2L$$

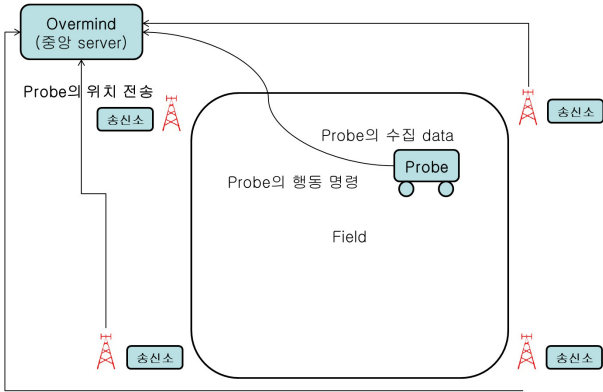
$$y = (R_2^2 - R_4^2 + L^2) / 2L$$

로 나타낼 수 있다.

각 x, y 값은 두 종류를 계산할 수 있으며 두 값의 평균을 로봇의 좌표로 사용한다.

3. 시스템 설계

위에서 설명한 위치 추적 시스템을 이용하여 탐색 영역에서의 로봇의 위치를 확인하여 정보를 수집하여 가공하는 시스템을 구현한다.

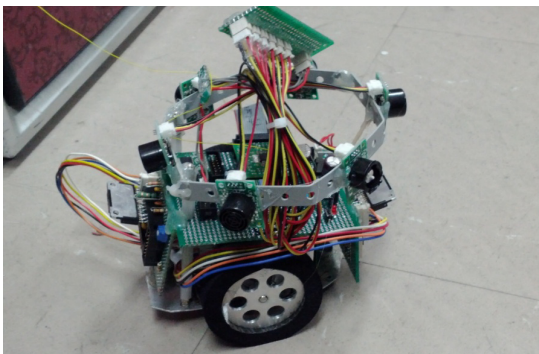


(그림 2) 시스템 구성도

3.1 시스템 구성

전체 시스템의 구성도는 (그림 2)와 같다. 크게 중앙서버, 위치 추적 시스템, 이동 로봇으로 구분된다. 로봇과 서버 간의 통신은 zigbee 를 이용한다.

이동 로봇은 정해진 탐색 영역 내에 존재하며 로봇은 설치되어 있는 위치 추적 시스템과 지속적으로 통신하며 자신의 위치를 갱신한다. 중앙서버에서 로봇에게 이동명령을 내리면 로봇이 해당 지점으로 이동한 후 서버에 완료신호를 보낸다. 다음으로 서버가 로봇의 좌표 값을 요구하면 로봇은 자신의 현재 좌표 및 부착된 센서를 통해 획득한 정보를 서버에 전송한다. 일련의 작업들을 반복하며 탐색 영역 전체를 이동하며 정보를 수집하게 된다. 중앙 서버에서 수집된 정보는 가공을 거쳐 3D map 의 형태로 보여지게 된다.

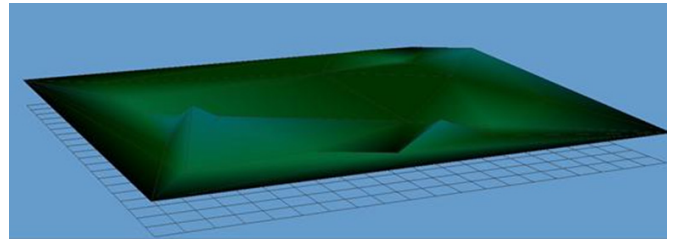


(그림 3) 이동 로봇

3.2 로봇 구성

실제 이동로봇의 형태는 그림(3)과 같다. 직접 제작한

로봇으로 회전의 정밀한 제어를 위해 스텝모터를 사용하며 zigbee 통신망을 이용해 위치 추적 시스템과 중앙 서버와 개별적으로 통신한다. 정보수집을 위해 부착된 센서로는 조도 센서가 있으며 상부에 원형으로 부착된 초음파 수신센서를 통해 탐색 영역에 설치되어 있는 초음파 발신부로부터 초음파를 수신하게 된다.

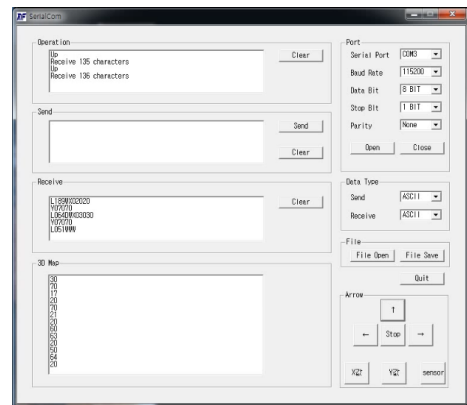


(그림 4) 3D map

3.3 프로그램 구성

로봇이 탐색영역에서 수집하여 중앙서버로 전송한 각 좌표의 정보의 크기를 z 축이라고 생각하면 이를 축적하면 3 차원의 지도를 생성할 수 있음을 알 수 있다. (그림 4)는 생성된 3D map 이다. 3D map 을 생성하는 알고리즘은 들로네 삼각화를 이용하였다.

들로네 삼각화는 인접한 3 점을 연결하여 삼각평면을 구성하고 새로운 점이 추가되면 기존의 삼각형화에 결과를 수정하는 방식으로 알고리즘이 진행된다[2]. 3D map 은 실시간으로 갱신되며 중앙서버에 수신되는 정보가 갱신되면 3D map 역시 자동 갱신된다.

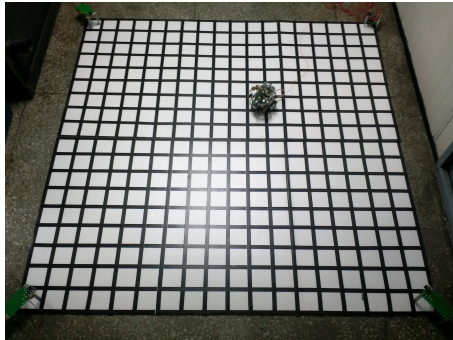


(그림 5) 사용자 인터페이스

3.4 사용자 인터페이스 구성

(그림 5)는 사용자가 실제로 보게 되는 화면이다. 기존에 사용되는 serial 통신 프로그램을 용도에 맞게 변경하여 사용하였다. 수신 및 발신 데이터를 표시해주고 3D map 의 구현정보로 이용되는 데이터를 눈으로 확인할 수 있도록 구성하였다. 정해진 알고리즘

외에 이동 로봇의 수동 조작도 가능하도록 방향버튼을 배치하였다.



(그림 6) 실험 환경

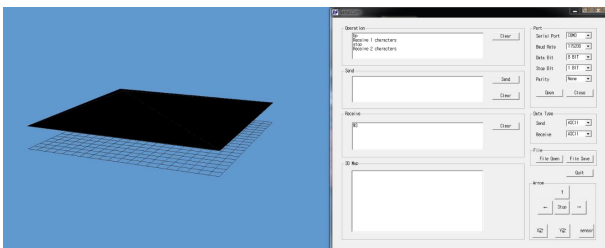
기 위해서는 발신이 시작되는 시간을 알아야 하는데 이를 구현하기가 쉽지 않아 현재는 로봇이 유선으로 초음파의 발신시간을 알아내고 있다. 이것의 해결을 위해서는 좀 더 연구가 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

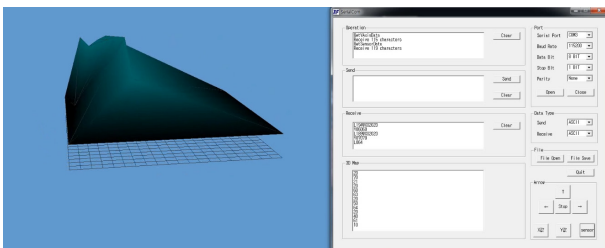
- [1] 土屋淳, (신)GPS 측량의 기초
- [2] William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Numerical Recipes 3rd Edition: The Art of Scientific Computing (3/E)

4. 구현 및 실험

(그림 6)은 실제 이동로봇이 영역을 탐색하는 모습이다. (그림 7)은 탐색을 시작하기 전의 사용자 인터페이스이며 (그림 8)은 탐색이 진행되며 3D map 이 점차 생성되는 모습을 보여준다.



(그림 7) 사용자 인터페이스_전



(그림 8) 사용자 인터페이스_후

5. 결론

본 논문은 실내에서 위치 추적 시스템을 이용해 이동로봇이 탐색영역의 정보를 획득하여 3D map 을 생성하는 시스템을 제안하였다. 테스트 결과 로봇의 영역 탐색에 따라 좌표의 정보를 추가할수록 3D map 이 실시간으로 변경되는 것을 확인할 수 있었다.

이 시스템의 특징은 GPS 를 모방하였기 때문에 영역 내에 로봇이 여러 대 있을 경우에도 각각의 좌표 확인이 가능하다는 데 있다. 그러나 이 경우 탐색 알고리즘이 복잡해지는 결과를 낳을 수 있다.

가장 중요한 문제는 초음파 수신기와 발신기 사이의 시간 동기화이다. 로봇이 초음파의 이동시간을 알