

다중 센서 시스템을 이용한 로봇 위치 인식 제어 방법

임재균, 유종진, 현웅근
호남대학교 전자과

A localization method using sensor fusion system

Jea Gyun Lim, Jong Jin You, Woong Keun Hyun
Electronics Engineering of Honam University

Abstract -This paper represents a map building system of Embedded Linux mobile robot. We propose a localization method which uses multiple sensors such as indoor GPS and encoder sensor for simultaneous map building system. In this paper we proposed a multiple sensor system for SLAM. For this, we developed a sensor based navigation algorithm and grid based map building algorithm under the Embedded Linux O.S. We proved this system's validity through field test

1. 서 론

로봇은 고도의 정밀성을 요구하는 의료과학 분야에서 연예인을 자처하는 엔터테인먼트 사업은 물론, 심해자원 탐사작업에서 광활한 우주를 인간의 영역으로 만들어가는 스페이스 로봇까지, 아이들을 가르치는 교육용 로봇에서 전투용 로봇, 첨단 군수산업까지 로봇들이 차지하는 영역은 빠르게 확산되고 있다. 이로 인하여 로봇은 점점 인간을 대체하거나 혹은 인간과 함께하는 영역을 넓혀짐으로 인해 로봇이 실시간으로 변하는 주변의 환경을 인식하는 부분이 필수적으로 부각되었다.

이 논문을 통해 효율적으로 로봇이 외부 환경(2차원)의 거리정보를 인식하는 하고 외부 환경에서 자신의 위치를 인식 하는 센서 시스템 개발 목적을 두었다.

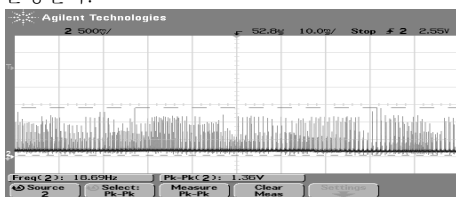
2. 본 론

2.1 외부 환경 인식 시스템

이동로봇의 외부 환경인식을 위해 다양한 센서(초음파센서, 카메라, 레이저센서, 적외선센서)들이 사용되고 있다. 기존의 지형인식 센서시스템에서는 초음파센서가 저렴하고 구성이 간단하다는 장점 때문에 널리 사용되고 있지만 초음파센서의 단점(조사범위(±22.5°)가 넓어 측정된 거리의 위치를 판단하기 어렵고, 초음파의 특성상 옷감이나 천등을 투과, 모서리나 코너 부분에서 실제 거리값보다 더 큰 거리값이 측정됨) 때문에 외부 환경의 거리 정보의 정확한 값을 얻기 힘들었다. 본 논문에서는 기존의 환경인식에 사용되었던 초음파센서 대신 PSD(Position sensitive detector) 센서를 사용함으로써 초음파센서의 단점을 보완 및 초음파센서보다 정확한 지형인식을 할 수 있었다.

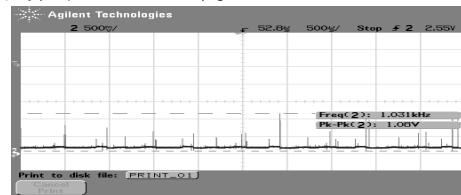
2.1.1 센서의 단점과 보완

본 논문에 쓰인 이동로봇의 환경인식을 위한 센서는 광 PSD(Position sensitive detector)센서(Shapr사의 GP2모형)이다. 광PSD센서를 선택한 이유는 기존의 초음파센서 보다 비용이 저렴하고, H/W 구성이 간단하며, 조사 범위(±2mm)가 매우 좁아서 실내 환경(장애물, 벽 등)인식에 있어서 memeg초음파센서 보다 정확한 위치정보를 얻을 수 있기 때문이다. 그러나 PSD센서의 출력신호에는 많은 noise(약1KHz Switching noise)가 발생한다.



<그림 1>PSD sensor data

이는 연속 신호 값에 비하여 20배 정도가 큰 임펄스 잡음이다. 이러한 신호로는 정확한 거리 값을 추출하기 불가능 하다고 판단, 본 논문에서는 이를 제거하기 위하여 H/W RC filter(Low pass filter) 및 S/W filter를 사용.



<그림 2>Low pass Filtering data

RC filter 사용으로 Switching 잡음의 크기가 현저하게 줄었지만 여전히 약간의 noise가 섞여 있음을 볼 수 있고, 임펄스 잡음 외에 신호도 약 60mV의 random noise를 갖고 있음을 볼 수 있다.

$$x^*[n] = \alpha(x[n] - x[n-1]) + x[n-1]$$

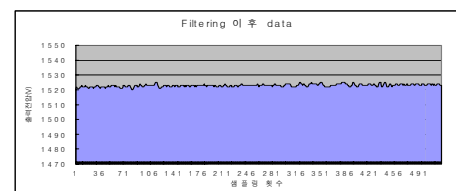
$$\text{if}(|x[n] - x[n-1]| < \delta)$$

$$x^*[n] = x[n];$$

else

$$x^*[n] = \alpha(x[n] - x[n-1]) + x[n-1];$$

따라서 본 논문에서는 보다 정밀한 센서 값을 얻기 위해 S/W filtering을 사용하였다. 위의 식을 적용하여 <그림 3>에서 보는 것처럼 각각의 샘플링 오차가 대폭 줄어든 결과를 얻을 수 있었다.



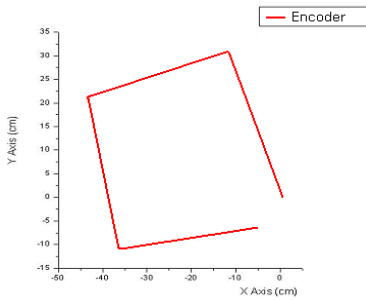
<그림 3>Heuristic S/W filtering data

2.2 위치 인식 제어 시스템

이동로봇의 주행에서 로봇이 자신을 위치를 인식하는 것은 로봇의 외부환경 인식과 함께 매우 중요하다. 엔코더를 이용한 이동로봇의 위치 추정은 전체 주행구간에 걸쳐 이동로봇의 위치를 연속적으로 측정할 수 있는 장점이 있지만, 이동로봇의 바퀴 사이의 거리오차와 고르지 못한 평면을 주행 하여 발생하는 오차, 바퀴의 slip현상에 대한 오차 등 여러 가지 오차요인을 발견 이를 보완하기 위하여 indoor GPS를 사용하여 공간에서의 위치정보를 융합 서로의 단점을 보완하였다.

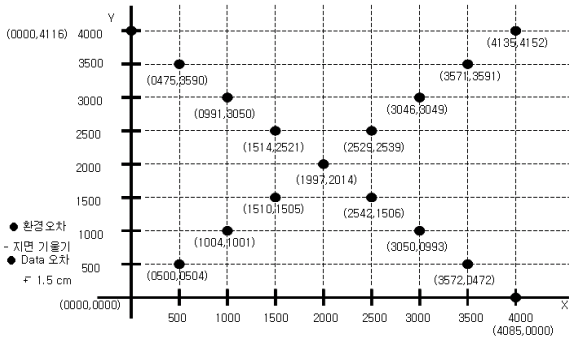
2.2.1 센서 융합

본 논문에서 이동로봇의 위치 인식을 위해 엔코더를 사용하여 임의의 공간에서 이동로봇을 이용하여 사각의 주행을 완료하였을 때, 엔코더 데이터를 검출하여 그래프를 만든 결과 이동로봇의 실제 주행코스와 다른 주행코스를 나타내고 있다는 것을 <그림 4> 통하여 알 수 있다.



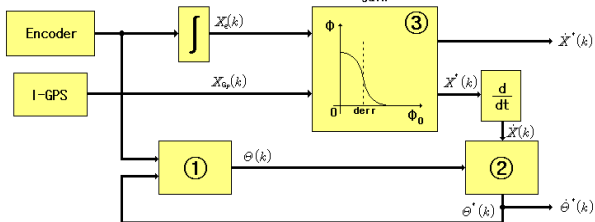
<그림 4> 엔코더 실험데이터

indoor GPS(나인티시스템)는 정해진 공간에서 초음파센서를 사용하여 위치를 인식한다. 장점으로는 초음파센서를 사용하여 구성이 간단하고 로봇의 위치와 각도까지 알 수 있다. 하지만 단점으로는 위치 인식율이 로봇이 송신기에 가까워지면 낮아짐을 <그림 5> 실험을 통해 알 수 있었다.



<그림5> 4m×4m 실험공간에서의 indoor GPS 데이터

이런 단점들은 보완하여 정확한 위치 인식을 하기 위하여 엔코더와 indoor GPS를 융합 센서간의 오차를 보정하고자 하였다.



<그림 6> 센서융합 알고리즘

<그림 6> 오차보상 알고리즘의 블록다이어그램으로 엔코더와 indoor GPS를 이용하여 센서 융합 방법을 간략하게 나타낸 것이다. 본 논문에서는 실제 이동로봇 시스템에 적용하여 위치인식과정에서 발생하는 오차를 줄일 수 있음을 위 수식을 통하여 보인다.

$$\textcircled{1} \quad \Delta\theta(k) = \frac{2\pi R}{2N} (\Delta E_r - \Delta E_l) \quad \text{or 보정시 } \theta^*(k) \text{ 택일}$$

(1)식을 이용하여 로봇이 움직이는 회전각을 검출(ΔE_r , ΔE_l)은 각각 오른쪽 엔코더, 왼쪽 엔코더의 증가분을 나타내고 R은 로봇의 바퀴 반지름, N은 로봇 바퀴 1회전시 엔코더 펄스 count.

$$\textcircled{2} \quad \dot{\theta}(k) = \cos^{-1}\left(\frac{\dot{x}}{\sqrt{x^2 + \dot{y}^2}}\right) + \sin^{-1}\left(\frac{\dot{y}}{\sqrt{x^2 + \dot{y}^2}}\right) - \theta(k)$$

(2)식을 통하여 검출된 회전각의 오차를 보정하는 과정이다.

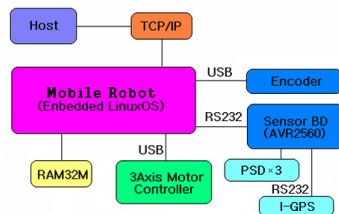
$$\textcircled{3} \quad X^* = (1 - \Phi)X_{GP} + \Phi \cdot X_E$$

$$\Phi = 1 - \frac{1}{1 + e^{-(\text{perr} - d\text{ew}) \cdot k}}$$

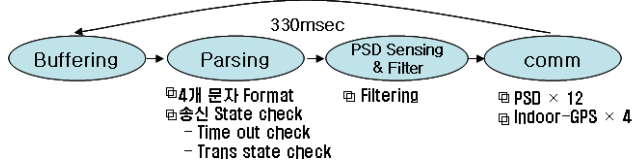
$$\text{where, } \text{perr} = \sqrt{(X_E - X_{GP})^2 + (Y_E - Y_{GP})^2}$$

(3)식은 각각의 엔코더r 와 indoor GPS 데이터를 sigmoid function을 이용하여 서로의 데이터를 융합하였다.

2.3 실험 및 결과

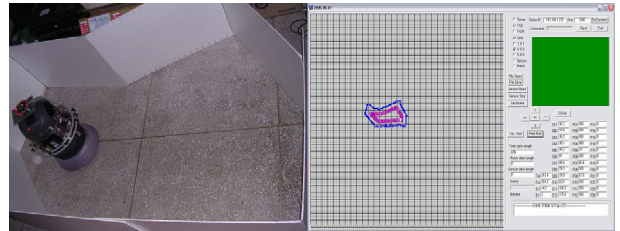


본 논문의 실험을 위하여 atmega2560을 이용하여 sensor controller를 제작.

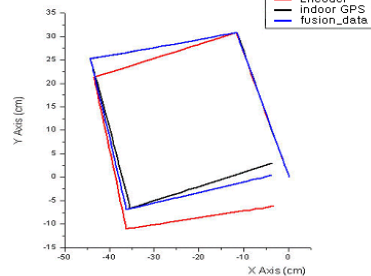


<그림 7> 센서 전송 샘플링 타임

atmega2560을 이용하여 PSD 데이터와 indoor GPS 데이터를 전송하기 위하여 <그림 7>의 샘플링 타임을 보인다.



<그림 8> PSD 센서를 이용한 외부환경인식



<그림 9> 센서 융합 결과 데이터

3. 결 론

본 논문에서는 PSD센서를 이용하여 외부장애물을 인식 및 엔코더와 indoor GPS 데이터를 융합하여 이동로봇의 위치 인식 방법을 제안하였다. 기존의 외부 장애물 인식에 있어서 단점을 보완 외부 환경의 정보인식을 높을 수 있었으며, 기존의 엔코더를 사용하여 이동로봇의 위치를 확인하는데 장애요소(slip 현상) 발견 indoor GPS 데이터를 융합하여 신뢰성이 높은 위치 인식을 할 수 있었다. 따라서 이동로봇의 환경인식과 위치인식으로 로봇의 활동범위가 더 많은 영역으로 확산될 것으로 추정 이동로봇에 본 논문의 센서 시스템을 활용하는 것이 유용하다.

[참 고 문 헌]

[1] In-Soo Joung, Hyung-Suck Cho "전방향 능동 거리 센서를 이용한 2차원 거리 측정", Automation and Systems Engineering, Vol.5, No. 4 May 1999
 [2] 노재희, 노영식, 이양범, "PSD센서 시스템을 이용한 이동 물체의 실시간 위치추정", Journal of Engineering Research Vol.30, No 1, pp.239~250 1999.
 [3] 주영훈, 우광방, 김광배, 이동로봇의 주행 위치 추정에 관한 연구, 대한 전기학회 논문지, 제 44 권, pp. 372~380, 1995.
 [4] S.Suksakulchai, S.Thongchai, D.M.Wilkes, and K. Kawamura "Mobile Robot Localization using an Electric Compass for Corridor environment", IEEE, Oct., 2000.

** 본 논문은 2007년도 지역혁신 인력양성사업 지원에 의하여 연구되었음.