2007년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2007. 7. 18 - 20

홀센서를 이용한 이동로봇의 위치인식 시스템

김의선, 이창기, 김기중, 김원호, 박주용, 임형규, 박세원
신경대학교

Positioning System for Mobile Robot using Hall Sensor

Eui-Sun Kim, Chang-Ki Lee, Ki-Jung Kim, Won-Ho Kim, Ju-Yong Park, Hyung-Kyu Lim, Se-Won Park
Shin-Gyeong University

Abstract - 영구자석을 사용한 마커가 설치된 자기장 이동 경로에서 이동 로봇의 경로 인식을 위한 위치인식 시스템이다. 저가의 홀센서를 일정 간격의 열로 배치한 센서를 설계 제작하고, 그 센서를 이용하여 측정된 마커의 자계 값을 이용하여 경로상의 위치를 인식할 수 있도록 하였다.

마커의 극성을 인식하는 새로운 방법을 제시하고, 인식된 극성을 코드화하여 경로상의 특이점들에 배치함으로써 경로 이동 중에 그 점들의 위치를 인식하도록 하였으며, 로봇은 그 위치에서 미리 정해진 행동을 하도록 프로그램 하였다. 센서들 간의 통신 방법을 논하였고, 각 센서들에서 얻어진 정보로부터 이동 로봇의 경로상의 위치인 측방향 변위 오차와 방향각 오차를 기하학적으로 산출한다.

1. 서 론

기존의 마그네틱 마커를 이용한 위치인식 시스템은 AMR 센서 시스템이나 모듈을 사용하여 시스템이 고가였을 뿐 아니라 지구 자기장의 제거에 여러 가지 방법들이 동원 되었으며, 이후 경로 인식에 있어서도 측정된 마커의 자기장 값과 위치 데이터 간의 비선형성으로 인하여 어려운 제어 방법들이 이용되었다.

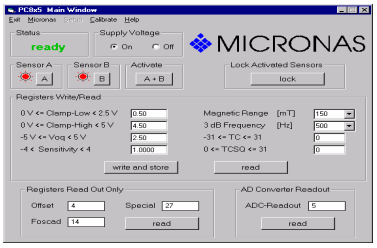
이 논문에서는 프로그램이 가능한 저가의 홀센서를 일정 간격 열로 배치하고, 각 센서들로 측정된 자기장 값으로부터 마커의 위치를 인식할 수 있는 센서를 설계 제작하며, 그 센서들을 로봇에 적절히 배치함으로써 경로상의 위치를 정확히 인식할 수 있는 위치 인식 시스템을 제안한다. 홀센서들을 하나의 열로 배치하였기 때문에 지구자기장 제거의 문제가 쉽게 해결이 된다.

마커의 극성을 인식하는 새로운 방법을 제시하고, 인식된 극성을 코드화하여 경로상의 특이점들에 배치함으로써 경로 이동 중에 그 점들의 위치를 인식하도록 하였으며, 로봇은 그 위치에서 미리 정해진 행동을 하도록 프로그램 한다. 배치된 센서들 간의 통신 방법을 논하고, 각 센서들에서 얻어진 정보들로부터 이동 로봇의 경로상의 위치인 측방향 변위 오차와 방향각 오차를 기하학적으로 산출한다.

2. 홀센서를 이용한 센서 보드

2.1 홀센서

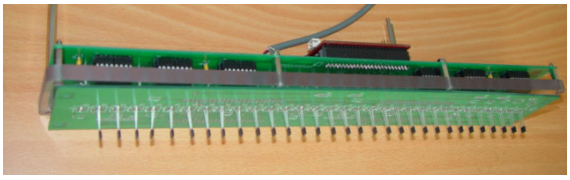
사용한 홀센서는 독일 MICRONAS사의 HAL815이며, 측정 범위는 ±30mT - ±150mT이고, 그림1과 같이 자기장 측정 범위, 최고 및 최저 전압, 감도 등을 프로그램 할 수 있다. 홀센서는 그림 2와 같이 1[cm]간격으로 32개를 배치하였으며, 센서들이 서로 등 간격을 유지하고 정확히 동일 평면상에 위치하도록 센서들은 그림 2의 (b)처럼 아크릴을 이용하여 고정시켰다.



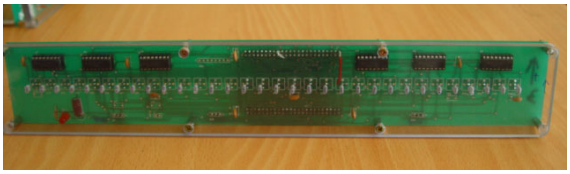
〈그림 1〉 홀센서의 프로그램 화면

2.2 센서의 축방향 선정

홀센서를 센서보드에 설치할 때 축 방향에 따라서 서로 다른 값이 측정된다. 그림 3은 센서의 좌표축 선정과 축에 따른 자기장 값의 측정 예



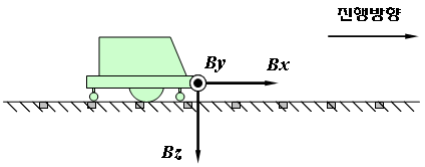
(a) 센서 배치



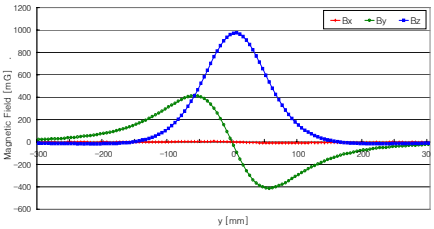
(b) 아크릴로 고정한 상태
〈그림 2〉 홀센서를 이용한 센서 보드

를 보였다. 지표면과 평행하게 이동 로봇의 진행 방향으로 B_x 축으로, 진행방향의 오른쪽 90° 방향을 B_y 축으로, 로봇에서 지표면 쪽을 B_z 축으로 하였다. 그림 3의 (b)는 측정 자기장의 예를 나타냈다. 센서의 높이는 원점으로부터 z 축으로 일정 위치에 고정하고, y 축을 따라서 센서를 -300[mm]부터 300[mm]까지 5[mm] 간격으로 이동하면서 측정하여 얻은 것이다. 단, 이 그래프들은 초기에 측정된 지자기를 제거하여 지자기 성분은 나타나 있지 않다.

사용하려는 홀센서가 1축용이므로 B_x, B_y, B_z 축 중에서 하나의 축을 선정하여야 하는데, 이 논문에서는 B_y 값이 측정되도록 홀센서를 배치한다.



(a) 센서의 좌표축



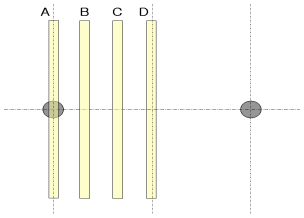
(b) 측방향 거리에 따른 자기장
〈그림 3〉 센서 좌표축과 자기장 값의 예

2.3 LD의 산출과 극성의 인식

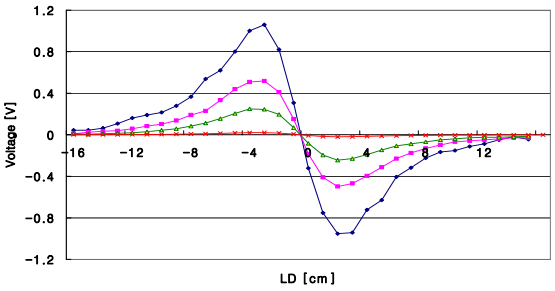
제작한 센서 보드는 32개의 홀센서를 1[cm] 간격으로 배치하였고, 센서 값의 A/D변환과 데이터의 처리, LD(Lateral Deviation)의 산출 그리고 다른 센서보드들과의 통신을 위하여 Atmel사의 ATmega2560을 프로세서로 채용하였다.

그림 4는 제작한 센서 보드를 (a)그림처럼 중앙에 마커를 위치시키고 측정된 홀센서의 전압들의 예를 보여준다. 그림 4의 (b)에서 가장 큰 전압은 A위치에서 측정된 경우이고, B,C 위치로 가면서 측정 전압은 낮아진다. 마커와 인접 마커 간의 중간인 D위치에서 측정한 경우의 값은 거의 0에 가까워서 그 값들은 위치인식에 사용될 수 없음을 보여준다.

또한 32개의 모든 홀센서가 동일한 평면에 존재하므로 지구 자기장이 동일하게 작용한다. 따라서 기존의 시스템처럼 지구자기장을 제거할 필요가 없어 알고리즘이 간단해진다.



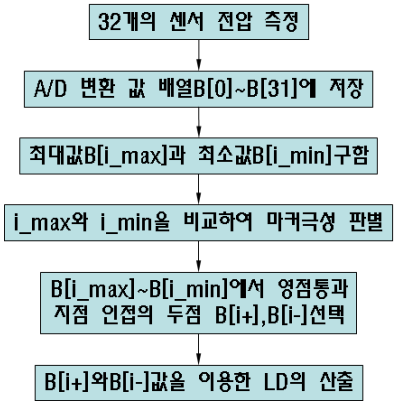
(a) 센서의 측정 위치



(b) 측정된 홀센서의 전압들

〈그림 4〉 측정 위치에 따른 홀센서의 전압

그림 5에 LD의 산출과 마커 극성의 인식을 위한 알고리즘을 나타냈다. 각각의 홀센서를 이용하여 측정된 전압은 A/D변환을 하여 배열에 저장한다. 배열 B[0]~B[31]에서 최대값 B[i_max]와 최소값 B[i_min]을 구한다. 그림 4의 (b)에서 알 수 있는 것처럼 최대값의 첨자(i_max)와 최소값의 첨자(i_min)를 비교하여 어느 첨자가 먼저 나타나는지에 따라서 마커의 극성을 알 수 있다. 이후 B[i_max]부터 B[i_min]까지에서 영점을 통과하는 지점의 인접한 B[i+]와 B[i-]를 찾는다. B[i+]값과 B[i-]을 이용하여 정확한 LD를 [mm]단위까지 산출한다.

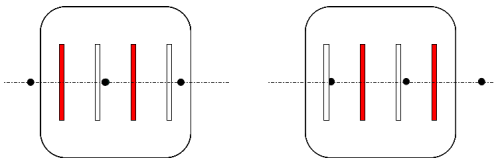


〈그림 5〉 LD의 산출과 극성인식 알고리즘

3. 센서 보드의 배치와 위치인식

3.1 센서 보드의 배치

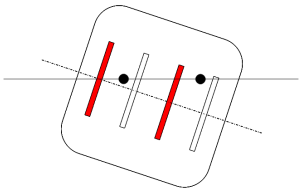
그림 4에 보인 것처럼 센서 보드가 인접한 마커간의 중앙에 위치하면, 즉 양쪽의 인접 마커로부터 멀어진 C부터 D점의 위치에 센서가 위치하면 측정 전압이 작아져서 노이즈로 인하여 위치인식이 부정확할 수 있으며 D점과 같은 경우는 위치인식 자체가 불가능할 수 있다. 따라서 그림 6과 같은 2개 센서 보드 그룹의 배치로 이와 같은 문제를 해결한다. 그림 6에서 4개의 센서 보드를 볼 수 있는데 동일한 색을 가진 2개의 센서보드가 하나의 그룹을 이루어 2개의 그룹으로 배치한다. 각각의 그림에서 흰색으로 나타난 그룹이 마커에 가까이 위치하므로 그 그룹에서 측정된 값을 이용하여 위치인식을 수행한다.



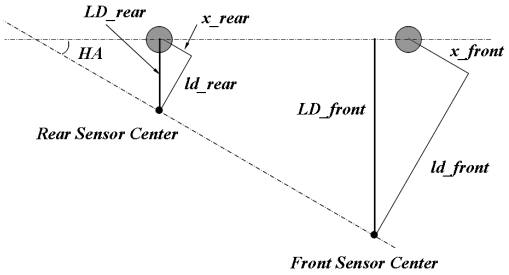
〈그림 6〉 센서보드의 배치

3.2 기하학적 방법을 이용한 위치 인식

그림 7의 (a)와 같이 로봇이 위치했을 때, 측정된 값을 이용하여 기하학적인 방법을 적용하기 쉽도록 그림 7의 (b)에 다시 나타냈다. 센서보드를 이용하여 앞쪽 센서에서는 ld_{front}와 x_{front}, 뒤쪽 센서에서 ld_{rear}와 x_{rear} 가 측정이 되면 식(1)~(3)을 이용하여 LD_{front} 와 LD_{rear}, 그리고 HA을 구한다.



(a) 실제 로봇의 위치



(b) 간략화된 그림

〈그림 7〉 위치인식을 위한 기하학적인 방법

$$HA = 2 \times \tan^{-1}\frac{x_{front} - x_{rear}}{ld_{front} - ld_{rear}} \quad (1)$$

$$LD_{rear} = ld_{rear}\cos(HA) + x_{rear}\sin(HA) \quad (2)$$

$$LD_{front} = ld_{rear}\cos(HA) + x_{rear}\sin(HA) + (ld_{front} - ld_{rear}) = LD_{rear} + (ld_{front} - ld_{rear}) \quad (3)$$

4. 결 론

저가의 홀센서를 일정 간격 열로 배치하고, 각 센서들로 측정된 자기장 값으로부터 마커의 위치를 인식할 수 있는 센서를 설계 제작하였다. 홀센서들을 하나의 열로 배치하였기 때문에 지구자기장 제거의 문제가 쉽게 해결이 되었다. 마커의 극성을 인식하는 새로운 방법을 제시하였다. 센서들을 로봇에 배치하여 경로상의 위치를 정확히 인식할 수 있는 위치 인식 시스템을 제안하였다. 각 센서들에서 얻어진 정보들로부터 이동 로봇의 경로상의 위치인 측방향 변위 오차와 방향각 오차를 기하학적으로 산출할 수 있는 식을 도출하였다.

[참 고 문 헌]

[1] Ching-Yao Chan, “Magnetic Sensing as a Position Reference System for Ground Vehicle Control”, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 51, no. 1, pp.43-52, Feb. 2002.

[2] 김영민외, “자계 극배치를 이용한 지능형 차량용 도로 정보의 인식”, 센서학회지, 제 14권 제6호, pp. 409-414, 2005.