

자기센서를 이용한 위치검지 정밀도 향상 방안에 관한 연구

A Study on the Method for Improving the Localization Accuracy Using the Magnetic Sensors

*#김정태¹, 김태식¹, 홍재성¹, 조용현¹

*#J. Kim(kimjungtai@krii.re.kr)¹, T. S. Kim², J. S. Hong², Y. H. Cho²

¹한국철도기술연구원 미래광역도시교통본부

Key words : Magnetic Sensor, Resolution, Accuracy, Localization, Monopulse

1. 서론

도로에 일정한 간격으로 자석을 매설하고 이를 검지함으로써 위치를 추정하는 방법은 저렴한 비용과 간편성으로 무인운전 등의 목적을 위해 널리 연구되어 왔다[1]. 이 방법에서는 자기 센서가 사용되는데 자기 센서에의 구성 방안에는 3 축 센서를 사용하는 방안[1]과 1 축 센서를 배열로 만들어 사용하는 방안[2]으로 나눌 수 있다. 지자기의 영향을 받기 때문에 이의 보정[3]이 필요한 3 축 센서 방식에 비해 1 축 센서 배열 방식은 지자기 등 센서에 공통으로 추가되는 오차성분을 쉽게 제거할 수 있는 장점이 있다. 배열형 자기센서의 정밀도를 향상시키기 위해서는 1 축 센서를 촘촘히 배치하는 것이 필요하나 센서 자체의 크기와 비용 등의 문제로 한계가 있다. 거리에 따라 자기력이 비교적 선형으로 분포하는 구간을 이용하여 보간하는 방안[2]이 제안되었으나 이 방안은 선형 구간에 맞춰서 자기 센서의 간격을 조정해야 하는 제한이 있다. 본 연구에서는 인접 센서들간 자기력 측정치의 관계를 이용하여 선형성이 증가된 관계식을 도출하고 이를 이용하여 센서 사이에 있는 자석의 위치 추정 정확도를 높이는 방안에 대하여 제안한다. 이를 위한 본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2 장에서는 기존 연구에 대하여 기술하고 3 장에서는 제안하는 방식에 대하여 설명한 후 시뮬레이션 결과를 4 장에 보인다. 이를 통해 선형성의 증가가 추정의 정확도를 향상시킴을 보임으로써

제안하는 방식의 우수성을 확인한다.

2. 기존연구

배열형 자기 센서는 주로 지면에서 수직방향(z 축)의 자기력을 측정한다. 이 방향은 지구 자기력의 영향을 받지 않는다는 장점이 있다. 자석이 매설된 위치로부터 센서까지의 각 방향의 거리를 x, y, z 라 할 때 센서가 있는 지점의 자기장은 다음과 같다.

$$B_{z1} = \frac{K_m(2z^2 - x^2 - y^2)}{(x^2 + y^2 + z^2)^{5/2}} + Offset + Noise \quad (1)$$

여기서, K_m 은 마그네틱 상수로써 자기력의 크기에 비례하는 값이다. 3 개의 배열 센서에 대하여 y 방향(자기센서를 배열하는 방향과 동일한 방향)에 따른 자기력의 변화를 Fig. 1 에 나타내었다. 만약 자석이 센서 2 와 센서 3 의 사이에 있다면(센서 2 에 가까울 때) 센서 3 에서 검지한 값으로 자석의 위치를 추정하게 된다(예. A 또는 B).

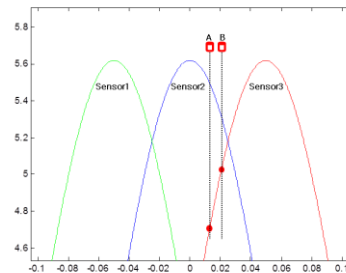


Fig. 1 Magnetic fields from the magnetics between two sensors.

3. 제안 방안

Fig.1 에서 보인 바와 같이 2 절에서 제안한 방안은 선형인 구간을 이용하므로 자기 센서의 간격을 좁힐 경우 선형성이 훼손되게 되어 오차가 커지게 된다. 여기에서는 레이더 시스템에서 사용하는 모노펄스 방식을 이용하여 선형성을 증가시키는 방안을 제안한다. 모노펄스는 두 개의 펄스의 합과 차의 비율로써 펄스 중간의 표적의 위치를 추정하는 방법이다. 만약 가상의 좌표평면 상 (x, y, z) 지점에 자석이 있고 원점에 있는 센서에서 탐지되는 z 축 방향 자기장을 Bz1, y 축으로 d 만큼 떨어져 있는 센서에서 탐지되는 자기장을 Bz2 라 하면 Bz1 은 (1)과 같고 Bz2는

$$B_{z2} = \frac{K_m(2z^2 - x^2 - (y-d)^2)}{(x^2 + (y-d)^2 + z^2)^{5/2}} + Offset + Noise \quad (2)$$

와 같다. 이 때의 모노펄스 비율은

$$mono_ratio = \frac{B_{z1} - B_{z2}}{B_{z1} + B_{z2}} \quad (3)$$

가 된다. x=0.5, z=15 일 때 y 에 따른 모노펄스 비율은 Fig. 2 와 같으며 이중에 붉은색 원으로 표시된 선형구간을 이용하는 것이다. 다음 Fig. 3 은 기존 방안 대비 제안하는 방안의 선형성을 비교한 것이다. 센서의 간격이 8cm 에서 2cm 로 줄었을 경우 기존 방안은 선형성이 훼손되는 데 비하여 제안하는 방안은 선형성이 유지되고 있음을 알 수 있다.

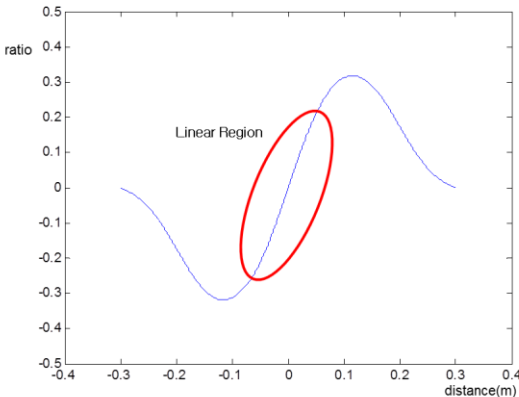


Fig. 2 Monopulse Ratio Plot and the Linear Region

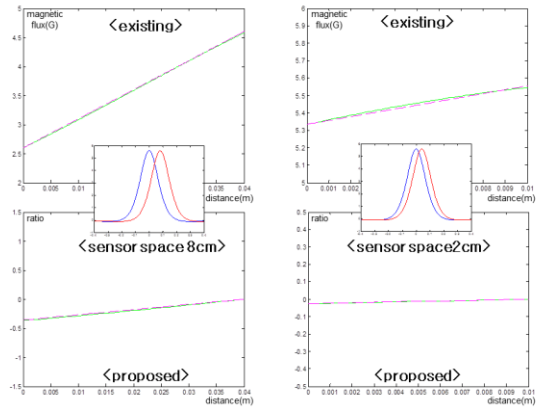


Fig. 3 Linearity Comparison

Table 1 Comparison of localization results

Algorithms	x dev.	y dev.	Mean Square
Existing(interpolation)	-3.6mm	-4.3mm	5.6mm
Proposed(monopulse)	-2.3mm	-2.3mm	3.3mm

4. 시뮬레이션 결과

시속 60km/h 로 20° 방향으로 이동하는 차량에 간격 5cm, 샘플링레이트 1KHz 의 배열 센서가 부착되어 있을 때 자석의 위치를 추정하였을 경우 오차를 Table 1 에 나타내었다.

5. 결론

자기 센서 배열을 이용한 위치검지 방안에서 센서 사이에 있는 자석의 위치를 추정하는 방법으로써 모노펄스를 이용하였을 경우 기존의 자기력 값을 이용한 추정 방안 보다 선형성의 증가를 통하여 위치 추정 오차를 감소시킬 수 있음을 확인하였다.

참고문헌

1. Chan, C., "A System Review of Magnetic Sensing System for Ground Vehicle Control and Guidance", PATH Research Reports, UCB, 2002
2. 임대영 외 4 명, "배열형 자계표식 위치인식센서의 성능향상", 전자통신학회 춘계학술대회 2-1, 118-120, 2008
3. 최필공 외 4 명, "자계위치센서의 보정 및 지자계 제거", KIIS Spring Conference, Vol. 21, No. 1, 117-118, 2011