

자기저항센서를 이용한 페라이트와 네오디뮴 자석의 특성분석

Analysis of Magnetic Field. for Ferrite and Neodymium Magnet Using Magneto-Resistive Sensor

임대영, 유영재, 김의선*, 임영철**, 목재균***, 장세기***
목포대학교 제어시스템공학과, *서남대학교 전기공학과,
전남대학교 전기공학과, *한국철도기술연구원 교통핵심기술사업단

Dae-Young Lim, Young-Jae Ryoo, Eui-Sun Kim,
Young-Cheol Lim, Jai-Kyun Mok, and Se-Ky Chang
Dept., of Control System Eng., Mokpo National University,
*Dept., of Electrical Eng., Seonam University,
**Dept., of Electrical Eng., Chonnam National University,
***New-energy Urban Train Team, Korea Railroad Research Institute

요 약

본 논문에서는 자기저항 센서를 이용하여 자율주행 시스템에서 필요로 하는 자석의 종류에 따른 자계의 특성을 분석하였다. 분석결과 거리에 따라 자계의 특성이 변화하고, 자석에 근접할수록 자계의 변화가 급격하게 나타난다. 센서가 자석에서 멀어질수록 지지계의 값에 가까워진다. 또한 페라이트자석 보다 네오디뮴 자석의 자계특성이 우수함을 보였다.

1. 서론

최근 제어·전자·통신기술이 발전함으로써 자동차의 기술도 함께 발전해 왔다. 이로 인해 운전자나 승객에게 안전하고, 편리한 기능들이 실용화 되어 왔다. 그 중에서도 무인자율주행시스템은 자동차가 운전자의 조작 없이 도로를 주행할 수 있는 시스템으로 졸음이나, 피로누적 등으로 발생하는 교통사고를 예방할 수 있다. 이러한 자율주행시스템에 대한 필요성을 인식한 선진국에서는 1970년대부터 연구가 시작되어 현재까지 진행되어 오고 있다[1]. 기존 연구자들에 의해 개발된 자율주행시스템은 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 시각센서를 이용한 비전 기반 자율주행시스템[2] 과 두 번째는 자석을 이용한 자율주행시스템이다[3]. 시각센서를 이용한 자율주행시스템은 카메라를

이용한 방법으로 카메라가 도로의 차선을 감지하고 주행한다. 그러나 이 방법은 눈이나 비가 오면 차선을 감지할 수 없고, 시스템을 구축하는데 투자되는 비용이 고가이기 때문에 몇 가지 문제점이 남아 있다.

두 번째는 자석을 이용한 자율주행시스템으로 도로의 차선 중앙에 자석을 심고, 자석에서 발산하는 자계를 검출하여 주행하는 방법이다. 자석에서 발산되는 자계는 영구적이기 때문에 파손이나 강제로 회손 하지 않는다면 영구적으로 사용할 수 있다. 또한 눈이나 비가 오더라도 자계를 검출할 수 있고, 시스템에 투입되는 비용이 적어 실용적이다.

따라서 본 논문에서는 자석을 이용한 무인자율주행시스템에 주행안내케도가 되는 자석을 종류별로 특성을 분석한다.

2. 자계계측 시스템

2.1 실험장치의 구성

본 연구에서 사용된 센서는 미국 Honeywell사의 3축 자기저항센서이다. 자석에서 발산된 자계를 계측하고, X, Y, Z축의 성분에 따라 독립적으로 출력한다. 또한 미세한 변화에도 민감하게 반응한다. 최대 $\pm 2[G]$ 의 계측이 가능하며, $\pm 2[G]$ 일 때 최대 $70[\mu G]$ 의 분해능을 갖는다. 계측된 자계는 아날로그 값으로 출력되며, 출력전압의 범위는 $0.5 \sim 4.5[V]$ 이다. 자계를 검출하지 못하면 $2.5[V]$, $0[G]$ 를 출력한다. RS-232통신을 통해 계측된 데이터를 PC와 인터페이스 할 수 있다. 정확한 자계를 계측하기 위해서 센서내부의 브릿지 저항에 $1[\mu sec]$ 마다 S/Reset신호를 공급한다.

실험장치의 프레임은 철로 인해 발생하는 자계의 변화를 최소화하기 위해 나무로 제작하였다. 바닥에는 고무판을 깔고, 그 위를 자석이 이동한다. 판의 길이는 센서를 중심으로 $\pm 65[cm]$ 이다. $+65[cm]$ 에서 $-65[cm]$ 방향으로 $2.5[cm]$ 씩 이동하며, 거리에 따른 자계의 변화를 계측하였다.

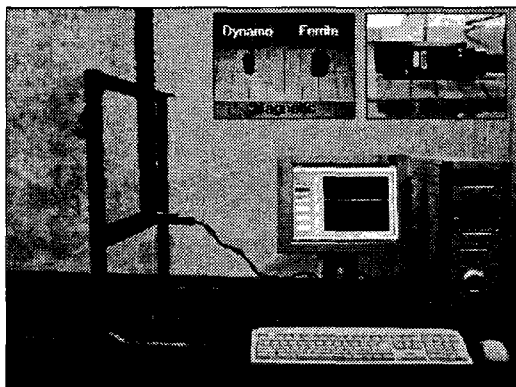


그림 1 실험장치.

자석은 $2.5 \times 3[cm]$ 의 페라이트자석과 $1.5 \times 3[cm]$ 의 네오디뮴 자석을 동일한 실험조건에서 교대로 실험하였다.

2.2 계측방법

자동차가 주행하는 방향의 자계성분(D_x), 주행 방향에서 측면이탈성분(D_y), 센서로부터 자석까지의 높이성분(D_z)에 대하여 자계의 분포를 계측한다. 주행방향의 자계성분 D_x 는 $2.5[cm]$ 씩 총 $\pm 65[cm]$ 를 이동하며 계측하였다. 측면이탈성분 D_y 는 센서를 $\pm 12[cm]$, $\pm 24[cm]$ 이동하고, 자석은 주행방향인 D_x 방향으로 이동하며 계측하였다. 자석표면으로부터 센서까지의 높이성분 D_z 는 $20.5[cm]$ 로 고정하였다.

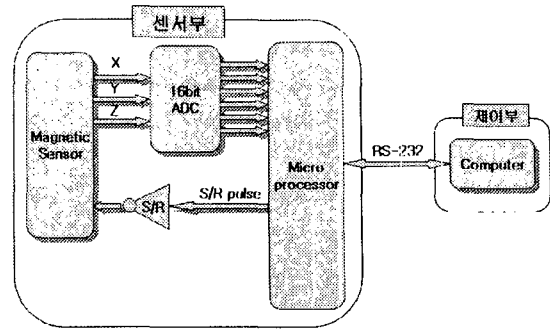
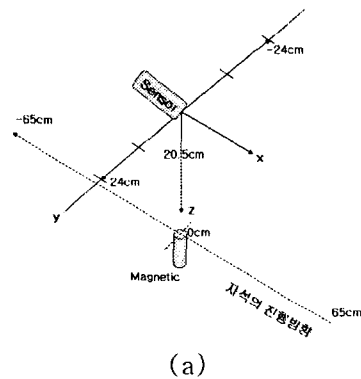


그림 2 센서와 컴퓨터의 인터페이스.

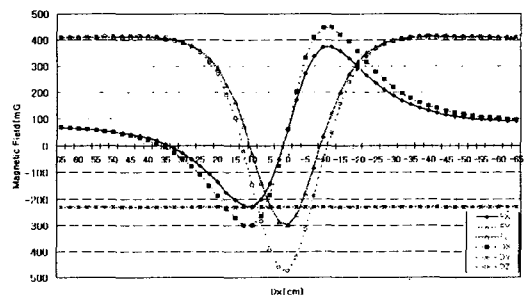
3. 결과 및 고찰

3.1 페라이트와 네오디뮴자석의 비교

2장에서 설명한 실험 장치를 이용하여 자석종류와 거리에 따른 자계의 변화를 계측하였다. 계측된 자계는 지자계를 포함하고 있다. 그림 3(a), 4(a), 5(a), 6(a), 7(a)는 3차원 공간좌표를 이용하여 센서의 위치에 나타내었다. 그래프에서 F는 페라이트자석이며, D는 네오디뮴자석이다.



(a)



(b)

그림 3 중앙에서 계측된 자계의 비교.

그림 3(b)에서 센서는 중앙에 위치하고 자석을 이동하면 센서에 근접할 때와 멀어질 때의 거리에 따른 자계의 변화 그래프다. 주행방향 성분 B_x 는 자석이 센서에 가까워질수록 음(-)값을 나

타내며, 센서에서 멀어지면 양(+)값을 나타낸다. 측면이탈성분 B_y 는 이탈성분이 없으므로 자계에 대한 영향을 받지 않고 지자계만 계측한다. 센서와 자석의 높이를 알 수 있는 B_z 성분은 센서에 가까워질수록 급격한 변화를 나타낸다. ± 37.5 [cm]까지는 자석에 의한 자계의 영향을 받지 않고 지자계만 계측한다. 12.5[cm]를 지나면서 음(-)의 값을 나타내며, -12.5[cm]를 지나면서 양(+)값을 나타낸다.

페라이트와 네오디뮴의 자계의 변화를 비교하면 B_x 축은 최대치가 76.2[mG], 최소 -74[mG] B_y 축은 -0.4[mG], B_z 은 최소치가 176.1[mG]의 차를 갖는다.

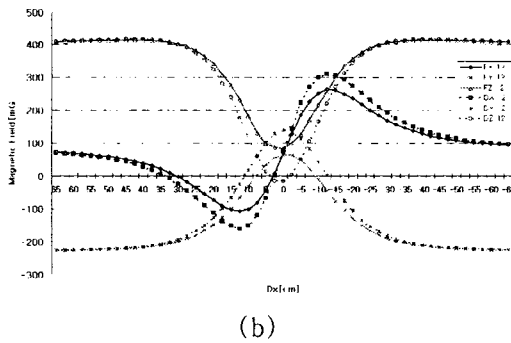
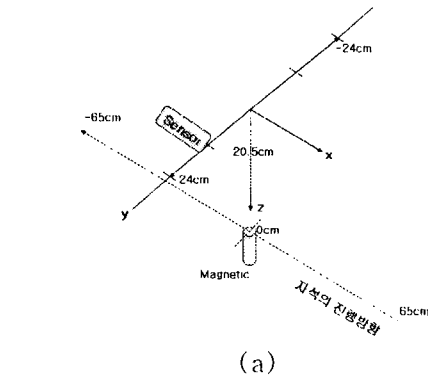


그림 4 Dy 12[cm]에서 계측된 자계의 비교.

그림 4(b)는 센서가 Dy축으로 12[cm] 이동했을 때 자계를 계측한 그래프다. B_x 와 B_z 는 그림 3(b)보다 자계의 크기가 감소했음을 알 수 있다. B_y 는 센서에 근접할수록 값이 커지고 센서에서 멀어지면 자계의 값이 감소한다. 12.5[cm]를 지나면서 양(+)값을 나타내고, -12.5[cm]를 지나면서 음(-)값을 나타낸다. 따라서 센서가 자석으로부터 측면이탈이 발생할 경우 B_y 의 값이 변화함을 알 수 있다.

페라이트와 네오디뮴의 자계변화를 비교하면 B_x 축의 최대치가 41[mG], 최소 -51[mG], B_y 축은

최대치가 75[mG], B_z 축은 최소치가 97.6[mG]의 차를 갖는다.

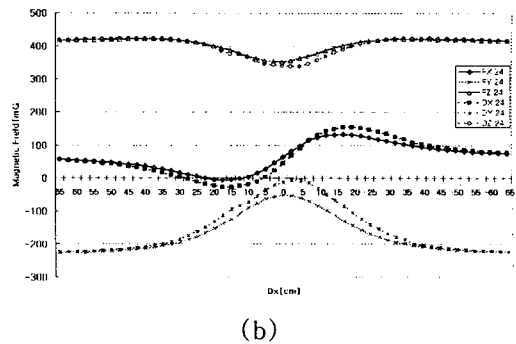
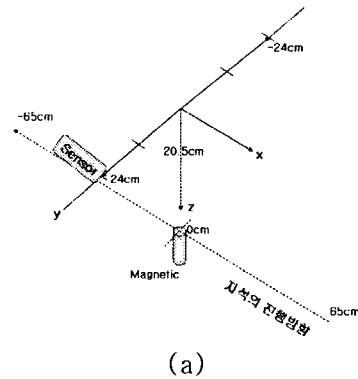
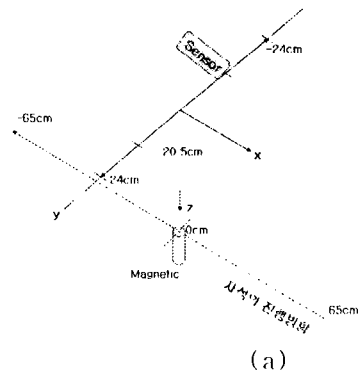
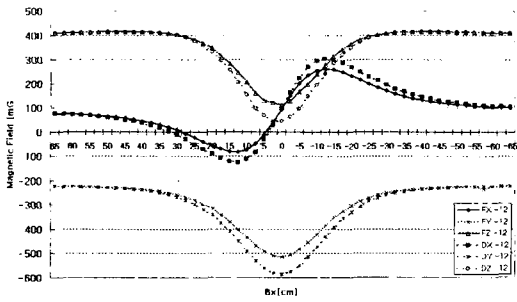


그림 5 Dy 24[cm]에서 계측된 자계의 비교.

그림 5(b)는 센서가 Dy축으로 24[cm] 이동했을 때 자계의 변화를 나타낸다. 센서가 자석에서 멀어지면 전체적으로 자계의 크기가 작아지고 센서가 계측한 지자계 값이 가까워지는 것을 볼 수 있다. 그러나 자계의 변화 모양은 기존과 동일함을 볼 수 있다.

페라이트와 네오디뮴의 자계변화를 비교하면 B_x 축의 최대치가 20.7[mG], 최소 22.4[mG], B_y 축은 최대치가 -44.7[mG], B_z 축은 14[mG]의 차를 갖는다.



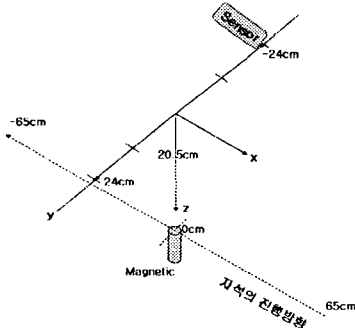


(b)

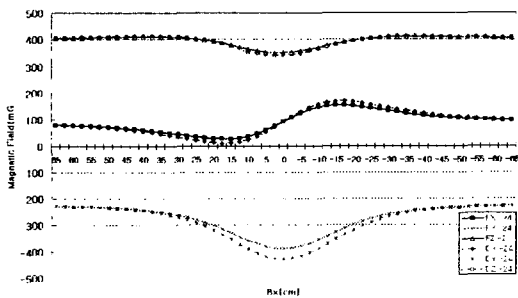
그림 6 Dy -12[cm]에서 계측된 자계의 비교.

그림 6(b)는 센서가 Dy축으로 -12[cm] 이동했을 때 자계의 변화를 나타낸 그래프이다. Bx와 By의 변화는 그림 4(b)와 비교했을 때 오차가 존재하지만 거의 동일하며, 센서가 반대로 쪽으로 이동함으로써 By의 자계의 변화가 반대로 나타나는 것을 볼 수 있다.

페라이트와 네오디뮴의 자계변화를 비교하면 Bx축의 최대치가 43[mG], 최소 -43.1[mG], By축은 최소 -72.1[mG], Bz축은 65[mG]의 차를 갖는다.



(a)



(b)

그림 7 Dy -24[cm]에서 계측된 자계의 비교.

그림 7(b)는 센서가 Dy축으로 -24[cm] 이동했

을 때 자계의 변화를 나타낸 그래프이다. Bx와 By는 그림 4(b)와 오차가 있지만 거의 동일하며, By의 자계변화가 반대로 나타나는 것을 볼 수 있다.

페라이트와 네오디뮴의 자계변화를 비교하면 Bx축의 최대치가 14.7[mG], 최소 15.2[mG], By축은 최소 -39.3[mG], Bz축은 9.7[mG]의 차를 갖는다.

4. 결론

본 논문에서는 자기저항 센서를 이용하여 자율주행 시스템에서 필요로 하는 자석의 종류에 따른 자계의 특성을 분석하였다. 분석결과 거리에 따라 자계의 특성이 변화하고, 자석에 근접할수록 자계의 변화가 급격하게 나타난다. 또한 페라이트자석 보다 네오디뮴 자석의 자계특성이 우수함을 보였다. 계측할 때 자석의 극성이 바뀔 경우 자계의 변화 그래프가 반전 된다. 향후 자석 간격에 따른 자계의 변화와 센서의 각도에 따른 자계계측에 대해 연구가 이루어 져야 할 것이다. 또한 자석주위에 철이나 이물질이 포함 될 경우 자계의 특성변화에 대한 연구가 선행되어야 할 것이다.

5. 감사의글

본 논문은 “ 국가교통핵심기술 개발사업” 에 의해 지원받았습니다.

6. 참고문헌

- [1] Ronald K Juren, "Smart cars and highway go global," IEEE Spectrum, pp. 26-36, 1991.
- [2] Young-Jae Ryoo and Young-Cheol Lim, "Neuro-fuzzy control system for vision-based autonomous vehicle," 1999 IEEE fuzzy Systems conference Proceedings, pp. III-1643-1648, 1999.
- [3] 손석준, 유영재, 김의선, 임영철, "자기저항 센서를 이용한 측방향 안내시스템용 영구자석의 해석 및 모델링," 제어자동화 시스템 공학회, pp. c395-c398, 1999
- [4] 김태곤, "자기저항 센서와 신경회로망을 이용한 자율주행 차량의 조향제어." 전남대학교 박사 학위 논문, 2002.
- [5] Ching-yao Chan, "A System Review of Magnetic Sensing System for Ground Vehicle Control and Guidanc," California PATH Research Report, UCB-ITS-PRR-2002-20, 2002.