이방성 자기저항을 이용한 2축 광역 금속탐지센서 개발

김상혁*, 이재흥**
한밭대학교 컴퓨터공학과
e-mail:shanest@naver.com*,jhlee@hanbat.ac.kr**

Developement of 2-axis Wide area Metal Detection Sensor Using Anisotropic Magneto Resistive

Sang Hyeok Kim*, Jae Heung Lee**
Dept of Computer Engineering, Hanbat National University

요 약

금속탐지 센서는 공항, 접경지역 같은 다양한 보안 분야등에서 널리 사용하고 있는 센서이다. 이러한 금속탐지 센서는 홀 현상을 이용하는가, 맴돌이 전류를 색출하여 탐지하는가 등에 따라 방식이 나뉘게 된다. 본 논문에서는 이러한 방식들 중 미세한 저항의 변화를 탐지하는 이방성 자기저항을 이용하여 다른 방식의 센서들보다 전력소모가 적고 정교한 탐지가 가능하도록 하였다. 또한 센서의 축을 늘려 더욱 넓은 원형범위에서 금속을 탐지할 수 있게 하였다.

1. 서론

금속탐지 센서는 다양한 보안 분야 등에서 널리 사용하고 있는 센서이다. 이러한 금속탐지 센서는 탐지방식에 따라 방식이 나뉜다. 본 연구는 이러한 방식중 이방성 자기저항(Anisotropic Magneto Resistive)을 이용하여 금속탐지 센서를 만들었다.

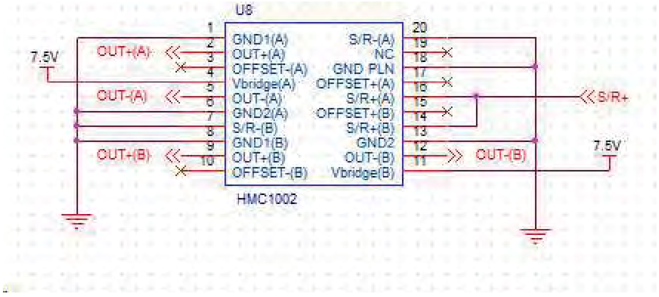
기존의 Hall 효과를 사용하여 만드는 Hall 센서에비하여 AMR 센서는 더 높은 감지력과 적은 신호잡음을 가지는 등의 장점이 생긴다.[1]

이러한 AMR 센서의 원리는 휘트스톤 브릿지라는 회로를 통한 미세한 저항변화를 검출하는 방식이며, 각 저항은 퍼멀로이라는 자성에 따라 저항 값이 변하는 물질을 얇게 바른 필름을 사용하며 이를 통해 금속물질로 인한 자기장의 변화를 감지하여 검출한다.[2]

본 논문에서는 HoneyWell 사의 HMC 시리즈를 이용하여 AMR 금속탐지센서를 만들었으며, AMR 센서를 사용하는데 필요한 Set/Reset을 소프트웨어와 회로로 구현하여 보드를 만들었고, 금속물질을 탐지하는 것 까지 확인하였다. 그리고 금속탐지 성능에 대한 비교를 위해 여러 물체들을 이용하여 최대 감지거리를 확인해보았다.

2. AMR 센서보드 제작

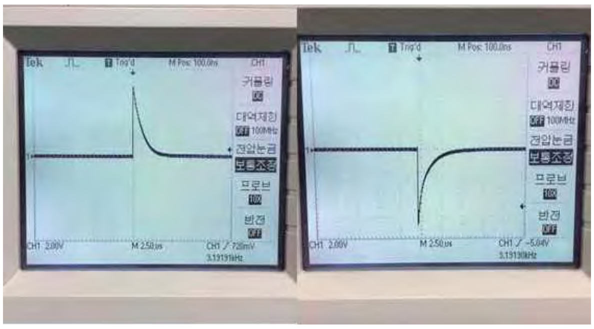
우선 금속탐지를 위해 고른 칩은 HMC1002로 이는 2축의 AMR 센서를 내장한 칩이다. 2축의 센서를 이용하여 금속의 탐지범위를 선이 아닌 면으로 확장하여 더 넓은 범위의 금속을 찾을 수 있도록 하기 위함이다.



(그림 1) HMC1002 OR-CAD 연결

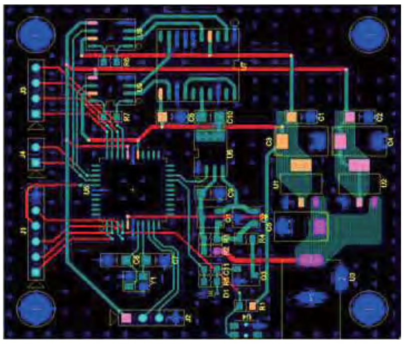
또한 AD620을 통한 2번의 신호 증폭을 통해 탐지할 수 있는 범위를 더욱 높였으며 이로 인해 발생할 수 있는 노이즈 증폭은 회로 단에서 최소로 줄였다.

AMR 센서는 강한 자기력으로 자화 정렬되어있는 물질이 자기장으로 인해 흐트러지게 되어 저항 값이 변하고 이를 측정하여 검출하는 방식이다. 따라서 오랜 시간 사용 하게 되면 필연적으로 민감도가 떨어지게 되고, 이를 다시 재정렬 시켜주기 위한 특수한 신호를 내보내는 회로를 필요로 한다. 이 회로를 구현하기 위해 본 논문에서는 Totem Pole Set/Reset Circuit을 이용하였으며 오실로스코프를 이용하여 정확한 Set/Reset 동작을 확인할 수 있었다.[3]



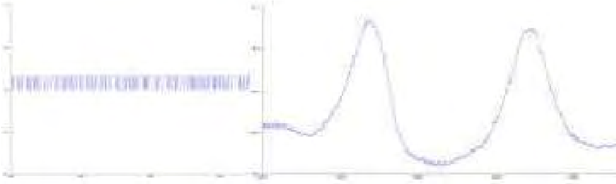
(그림 2) 오실로스코프를 통한 Set/Reset

다음으로는 들어오는 신호를 소프트웨어적으로 필터링 처리를 할 수 있어야 했기에 ATMEL사의 ATmega64를 보드에 추가적으로 올렸으며 데이터를 사용자에게 보내기 전에 필요로 하는 소프트웨어적 필터링, 데이터 프로토콜 생성 등의 작업을 가능하게 하였다.
미세한 자기장을 감지하는 센서이기에 전류로 인해 생성되는 자기장과 소자 및 센서간의 전류간섭을 최소화 하도록 배치에 신경을 썼으며 그로인해 제작된 센서의 PCB 아트웍은 다음과 같다.

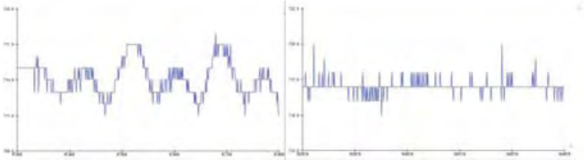


(그림 3) 최종 설계된 Artwork

이후 제작된 센서의 능력을 측정 하기 위해 금속물체, 강자성물체등을 이용해 최대 감지거리 및 진폭 변위를 확인해 보았다. 센서 측정에 신뢰성을 높이기 위해 센서 주변의 금속물질을 배제하였고 센서와 감지하고자 하는 물체의 높이를 1m로, 센서를 지나가는 속도는 지난 연구결과 진폭에 큰 영향을 주지 않는 것을 확인했기에 사람의 평균 걸음 속도로 하였다.[4]



(그림 4) 감지가 없을 때(좌) 1m 강자성물체(우)



(그림 5) 1m의 금속물체(좌) 3m의 금속물체(우)

아무런 감지가 없을 경우 약 4의 변위 폭을 지니면서 진동하는 것을 확인할 수 있다. 이는 노이즈의 값이며 물체가 감지되었을 경우 하단의 그림처럼 정현파 모양의 그래프를 그리는 것을 확인할 수 있다. 1m의 금속에 대해서는 약 2~30의 높은 변위의 진폭이 있음을 확인할 수 있고 3m의 긴 범위에서는 12정도의 진폭이 있음을 확인할 수 있었다. 그리고 금속물질이 다량 함유된 물체나 자성을 가진 물체에 대해서는 그림 3 우측과 같이 100단위의 더 큰 진폭으로 움직이는 것을 확인할 수 있었다.
이 신호의 증폭비율을 필요에 따라 조정한다면 원하는 거리의 물체나 금속물질 및 자성을 지닌 물체를 감지할 수 있게 제작이 가능하다.

3. 결론

이 논문에서는 AMR효과를 이용한 금속탐지 센서를 직접 제작하였고 그 성능을 확인하기 위해 여러 물체를 이용하여 데이터를 측정해보았다.
현재 감도가 꽤나 높아 감지범위를 벗어날 경우 똑같은 값이 들어오는 문제가 있으나 이는 미분회로를 통해 해결할 수 있다.
추후에 미분회로 뿐 아닌 더욱 좋은 해상도를 가진 ADC 그리고 축을 하나 더 추가하여 감지범위를 면에서 입체 형태로 바꾼다면 더 넓은 범위뿐만 아닌 각 축별 데이터를 이용해 감지영역 내 물체의 위치를 파악하는 등의 응용이 가능해 질 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지역신산업선도인력양성사업 성과이다(No. 2016H1D5A1911149)

참고문헌

[1] Joachim Quasdorf, “A Case Study: MR vs. Hall Effect for position Sensing”, SESNSORS , www.sensorsmag.com
[2] HoneyWell, “APPLICATIONS OF MAGNETIC POSITION SENSORS”, HoneyWell, pp.1-3
[3] HoneyWell, “1- and 2-Axis Magnetic Sensors HMC1001/1002/1021/1022”, HoneyWell, pp.1-3
[4] 김상혁, 고병조, 이재홍, “금속 물체의 자기 변화에 기반한 물체 판별에 대한 연구”, 한국정보처리학회, pp. 1-3