

자기장 감지 센서를 이용한 스마트 안전 고리에 관한 연구

박혜지, 김나현, 최현진, 김동민*

순천향대학교

pgj0908@sch.ac.kr, dusqhfkl2@sch.ac.kr, zn9852@sch.ac.kr, *dmk@sch.ac.kr

A Study on Smart Safety Harness using a Magnetic Field Detection Sensor

Hye Ji Park, Na Hyun Kim, Hyun Jin Choi and Dong Min Kim*

Soonchunhyang University

요약

본 논문에서는 건설 현장에서 발생할 수 있는 중대한 낙상 사고를 예방하기 위해 많은 작업자가 안전고리를 사용하도록 유도하는 시스템을 연구하였다. 이 시스템에서는 안전고리에 자기장 감지 센서를 부착하여, 체결된 경우와 미체결된 경우의 자기장 세기를 감지한다. 이 데이터를 바탕으로 체결 기준 자기장 값을 설정하는 방법을 개발하였다. 이 연구는 건설 현장에서 사용되는 비계에 작업자의 안전고리가 제대로 체결되었는지 판단할 수 있는 가능성을 보여준다.

I. 서론

최근 고용노동부가 발표한 건설업 사고 사망자 현황을 보면 떨어짐이 59.8%, 무너짐 7.3%, 끼임 7.0%로 떨어짐 사고가 절반 이상을 차지한다.[1] 떨어짐 사고에 대한 방지책으로 높은 곳에서 공사를 할 수 있도록 임시로 설치한 가설물인 비계에 안전고리를 체결하는 것이 있다(그림 1). 그러나 대부분의 현장 작업자는 작업 구역 이동의 불편함과 움직임의 제약으로 인해 건설 시공 기간이 늘어난다는 점 등의 이유로 안전고리를 체결하지 않는다. 또한 높은 데서 작업하려다보면 추락 방지용 안전고리를 걸 수 있는 곳이 부족하거나 내부 보고용 사진을 제출할 때에는 임의로 아무 곳이나 안전고리를 걸어놓고 사진을 찍어 제출하는 경우도 있다.[2] 이렇듯 안전고리를 미체결하게 되면 추락 시 몸을 안전하게 잡아주지 못하므로 추락 사고로 이어지게 된다. 따라서 안전고리 체결을 유도하여 떨어짐 사고에 대한 안전 사고 예방 대책 강화가 필요하다. 본 논문에서는 위 문제점을 보완하고자 안전고리 미체결 시 안전관리자 및 작업자 본인에게 알림을 주어 안전고리 체결을 유도하는 시스템을 제안한다. 자기장 감지 센서를 이용해 안전고리를 체결하는 비계의 자기장을 파악하여 안전고리의 체결 여부를 확인하고자 한다.[3] 다음 장에서 자기장 감지센서를 이용하여 안전고리의 체결을 감지하는 방법에 대한 실험을 설명한다.



그림1.체결된모습의안전고리



그림2.안전고리모델

II. 본론

먼저 안전고리에 자기장 감지센서(QMC5883L 사용, 이하 홀센서)를 그림 2처럼 부착하고 홀 센서를 라즈베리파이 피코에 연결한다. 안전고리를 체결한 상태에서 각 x, y, z 축의 자기장을 10초간 측정하고 평균을 낸다. 그 후 안전고리를 미체결한 상태 또한 각 x, y, z 축의 자기장을 10초간 측정하고 평균을 낸다. 이 과정은 한 번의 while 루프이다. 이러한 while 루프를 특정 횟수 반복하여 각 루프에서 발생한 실험 결과 값을 각 x, y, z에 대하여 평균을 내고 이 값을 기준으로 자기장의 세기를 계산해 비계 감지 기준 자기장 값으로 설정한다.

측정 번호	미체결				체결			
	x	y	z	자기장	x	y	z	자기장
1	-27915	-15209	-32226	45266	-10928	-13249	-32768	36995
2	-25262	-14877	-32365	43669	-14786	-14053	-32645	38495
3	-28091	-14877	-31919	45009	-14786	-12684	-32738	36584
4	-25259	-14999	-31945	43399	-10281	-14431	-32591	37603
5	-29284	-15427	-32171	46158	-14481	-11255	-28382	33792
6	-28086	-15814	-32248	45461	-15430	-14058	-32625	38731
7	-28308	-15197	-32051	45383	-12881	-10935	-29984	34417

표1.실험의각항목에대한측정값

표 1은 진행한 실험의 결과이다. 이 결과를 통해 체결/미체결 시 변화하는 자기장 세기를 유클리드 거리 계산 공식으로($\sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)}$) 분석

한다. 자기장 센서만 이용한 방법에서는 매번 변화하는 주변 자기장 환경에 영향을 받아 측정값이 널 뛰는 현상이 발생했다. 이를 방지하기 위해 하드웨어 측면에서는, 센서의 뒷면에 3mm 크기의 원형 자석을 부착하여 안정적인 자기장 환경을 구축하였다.(그림 3) 안전고리 체결 시 센서에 부착된 자석과 비계(금속)가 만나 변하는 자기장의 세기를 확인해 보았다. 또한 센서에 자기장이 지속적으로 누적되어 결과 값에 영향을 미치는 것을 방지하기 위해, while루프(반복 측정)를 시작할 때 마다 센서를 리셋하는 코드를 추가하였다.(그림 4) 표 1에서 안전고리 체결 여부에 따른 자기장의 세기를 확인한 결과 유의미한 값의 변화를 보였다. 따라서 안전고리 체결로 판단하는 자기장 세기의 범위를 30,000 mG 이상, 40,000 mG 이하로 설정하였다(이하 체결 범위). 이는 안전고리 체결 여부를 자기장 센서를 통해 판단가능함을 나타낸다.

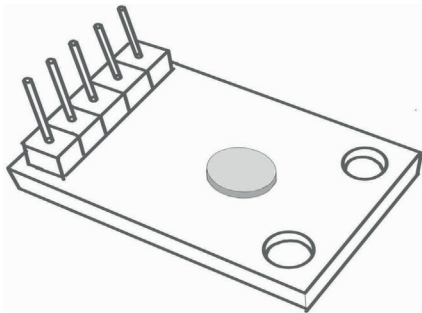


그림3.홀센서뒷면에부착된자석

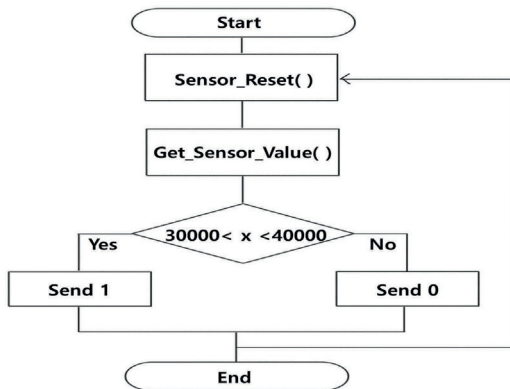


그림4.센서동작다이아그램

이러한 정보를 이용하여 안전고리 체결 여부를 안전관리자 및 작업자 본인에게 알람을 주는 시스템으로 확장 시킬 수 있다.(그림 5) 자기장의 세기가 체결 범위 내에 있다면 체결로 판단하고, 체결 범위를 벗어난다면 안전고리 미체결로 판단한다.(그림 4) 스마트 안전고리에서 판단한 체결 여부를 LoRa 통신을 통해 서버로 전달한다. 서버는 안전고리 체결 여부에 대한 정보를 받고, 미체결 시 안전 관리자에게 실시간으로 시각적 알람을 주어 작업자의 안전을 관리하도록 한다. 또한 작업자는 개별 스피커를 통해 체결될 때까지 안전고리 체결 유도 알람을 받도록 한다. 이러한 시스템을 통해 건설 현장에서 안전고리를 미체결한 작업자들을 감소시켜 추락 사고를 예방하는 효과를 기대한다.

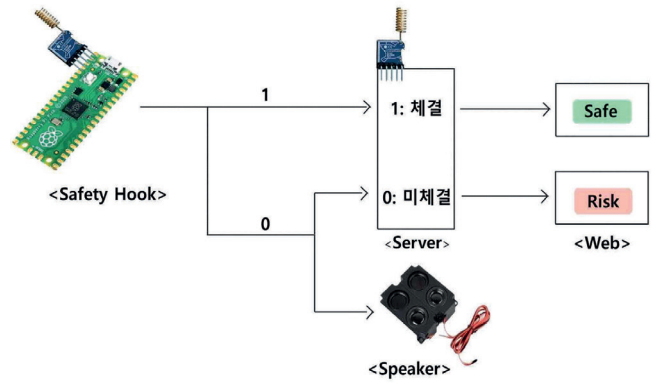


그림5.스마트안전고리모니터링시스템

III. 결론

본 논문에서는 자기장 센서(QMC5883L)를 이용한 스마트 안전고리에 대한 가능성을 제시하였다. 자기장 센서와 더불어 원형 자석, 소프트웨어 제어 등을 활용한 안전고리 체결 감지를 시도했고 체결 여부를 판단 할 수 있다는 결과를 얻어냈다. 하지만 해당 논문에서 사용된 반복적인 초기화는 센서의 마모를 가속화시킬 수 있다는 문제점이 존재한다. 향후 센서 초기화 없이도 누적되는 자기장의 영향을 방지하고 일정한 값을 측정해 내는 방법을 모색할 계획이다. 또한 건설 현장의 비계 붕에서만 반응하는 스마트 안전고리에 대해 고안하여 임의로 아무 곳에 체결하는 상황을 판단할 수 있도록 기술을 개선할 계획이다. 더불어 본 논문에서 제안한 스마트 안전고리 이용해 체결 정보를 전달받아 작업자들의 안전을 위한 관리자 모니터링 시스템에 대한 연구의 확장성을 논의하였다. 본 논문에서 확인한 가능성을 통해 스마트 안전고리에 대해 연구된 여러 기술들이 모여 더욱 안전한 건설 현장을 조성할 수 있을 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2024년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구 결과로 수행되었음(2021-0-01399).

참 고 문 헌

- [1] 고용노동부, “2022년 산업재해 현황 부가통계: 재해조사 대상 사망사고 발생 현황”, 2023.
- [2] 신다운, “안전고리 아무 데나 걸고 사진 찍어...건설현장 이렇습니다”, 중앙일보, 2022-01-20.
- [3] M. Khan, R. Khalid, S. Anjum, N. Khan, S. Cho & C. Park, “Tag and IoT based safety hook monitoring for prevention of falls from height,” Automation in Construction, Volume 136, 104153. April 2022.