The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC)
Vol. 21, No. 6, pp.135-140, Dec. 31, 2021. pISSN 2289-0238, eISSN 2289-0246

https://doi.org/10.7236/JIIBC.2021.21.6.135
JIIBC 2021-6-20

가속도 센서를 이용한 사고방지 시스템 설계에 관한 연구

A study on the design of an accident prevention system using an acceleration sensor

신진섭*, 이윤민**

Jin-Seob Shin*, Yun-Min Lee**

요 약 본 논문은 3축 가속도센서를 이용한 사고를 방지하기위한 시스템 설계에 관한 연구이다. 전원 공급단에 스위칭 파워 FET를 구성하였고, 전원 공급장치는 DC-DC, 레귤레이터, LDO를 설계하였다. 전원 문제를 한번에 해결하기 위해 2원화를 하였으며, 3축 가속도 센서를 설계하여 움직임 정보를 추출하여 안전하게 사고를 예방할 수 있도록 설계하였다. 마이크로프로세서는 I2C, UART 통신 포트를 통해 통신할 수 있도록 하였으며, J-LINK를 통해 디버깅 할 수 있도록 하였다. 가속도 센서 데이터 측정결과 30° 이상의 각도의 움직임을 감지했을 때 정상적으로 사고 방지를 위해 전원이 차단되는 것을 확인 할 수 있었다.

Abstract In this paper is a study on system design to prevent accidents using accelerometers. A switching power FET was configured at the power supply stage, and DC-DC converter, a regulator, and an LDO were designed for the power supply. In order to solve the power problem at once, it was divided into two parts, and a 3-axis accelerometer was designed to extract motion information to safely prevent accidents. Microprocessor enables communication through I2C and UART communication ports, and enables debugging through J-LINK. As a result of measuring the acceleration sensor data, it was confirmed that the power is normally cut off to prevent accidents when motion at an angle of 30° or more is detected.

Key Words : 3-axis accelerometer, DC-DC conversion, Microprocessor, Power switching

Ⅰ. 서 론

최근 다양한 분야에서 전자기기들이 다양한 목적으로 사용되고 있으며 따라서 편리함과 더불어 안전관련 이슈가 빈번이 일어나고 있다. 특히 이에 대한 어린이 안전사고와 노령인구 증가에 따른 노인 안전사고가 늘어나고 있는 추세이다.[1][2]

본 논문에서는 사물인터넷 기술과 인공지능 기술의 발전으로 움직이는 다양한 전자기기들의 사고방지를 위한 시스템 설계를 통해 사고에 대한 예방과 문제를 해결하고자 사고방지 시스템 설계를 제안하였다. 우선 전자기기들의 움직임을 감지하기 위해 3축 가속도 센서는 X, Y, Z 각축의 데이터를 처리하고, 가속도 센서를 활용하여 움직임 정보를 측정한다.[3][4]

*정회원, 경민대학교 정보통신과
**정회원, 오성전자 연구소
접수일자 2021년 10월 6일, 수정완료 2021년 11월 6일
게재확정일자 2021년 12월 10일

Received: 6 October, 2021 / Revised: 6 November, 2021 / Accepted: 10 December, 2021
*Corresponding Author: lymcall@naver.com
Ohsung Electronics R&D Center

또한 다양한 전자기기들의 동작 전원의 다양성을 고려하여 5V에서 30V 이상의 전원을 컨트롤하기 위해 DC-DC Converter를 사용한다. 가속도 센서 데이터를 처리하기위해 16bit MCU를 사용해서 다양한 움직임을 감지하고 안전사고에 대한 정보를 나타내는 경우 그 즉시 움직임을 차단하는 시스템을 설계하였다.[5][6][7]

가속도 센서를 이용한 시스템 구성을 설계하고, OR-CAD 프로그램을 이용한 회로설계와 PCB(Printed Circuit Board)를 설계하였으며 실제 시스템을 제작하고 특성을 측정하여 결과 값을 고찰하였다. 따라서 다양한 전자기기에 있어서 가속도 센서를 이용한 사고방지 시스템 설계를 제안하고자 한다.

Ⅱ. 시스템 구성

가속도 센서와 마이크로컨트롤러 및 제어를 위한 스위칭 MOSFET를 동작시키기 위해 Regulator를 설계하였으며 각 단에 전원을 공급하도록 구성하였다.

그림 1은 시스템 전체의 구성을 나타내고 있다. 3축 가속도 센서는 마이크로컨트롤러와 데이터 통신을 위해 I^2C (Inter-Integrated Circuit) 통신 인터페이스를 사용한다. 또한 가속도 센서의 움직임을 인터럽트로 연결하여 확인하다. 마이크로컨트롤러는 가속도센서의 움직임을 감지하면, MOSFET를 이용하여 전자기기의 움직임을 컨트롤하기위해 전원을 스위칭하며 위험한 상황을 감지했을 경우 사고방지를 위해 시스템 전원을 제어하도록 한다.

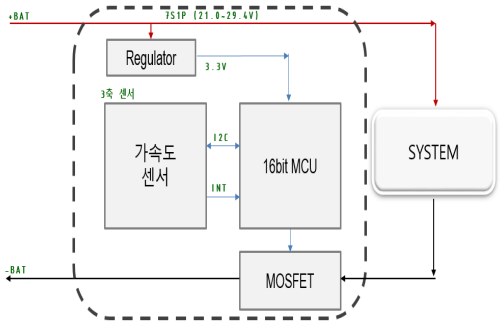


그림 1. 시스템 구성
Fig. 1. System Configuration

Ⅲ. 시스템 설계

그림 2는 위험 상황을 감지했을 경우 회로에 전원을 차단하기 위한 그림이다. Power MOSFET를 이용하여 전원 부분을 차단 할 수 있도록 설계하였다.

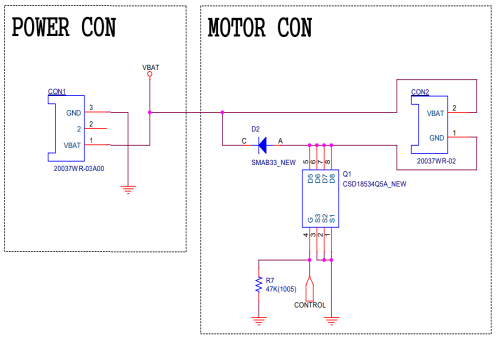


그림 2. 전원 스위칭 회로
Fig. 2. Power switching circuit

그림 3은 마이크로프로세서, 가속도 센서 등에 동작전원을 입력해주기 위한 회로구성이다. DC-DC 컨버터를 이용하여 +3.3V 전원공급회로와 Regulator와 Low Drop Output 전원 공급 장치를 이용하였다. 전원 공급에 대한 안전성 및 신뢰성을 위한 회로를 구성하였으며 다양한 전원에 대처하기 위한 방법을 선택하였다.

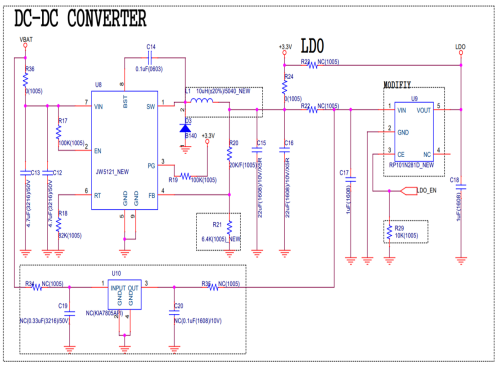


그림 3. DC-DC 변환 회로
Fig. 3. DC-DC conversion circuit

그림 4는 3축 가속도 센서를 구성한 회로를 보여주고 있다. X, Y, Z축을 기본으로 움직임을 감지하기위한 부품으로 I^2C 통신을 위해 SCL, SDA 통신용 포트를 구성하였다. 또한 예상치 못한 가속도 센서의 오류 동작을 막기 위해 FET를 이용하여 +3.3V 동작전원을 컨트롤 할

수 있도록 스위칭 회로를 구성하고, 가속도센서의 데이터는 인터럽트 포트를 구성하여 마이크로프로세서에 전달될 수 있도록 구성하였다.

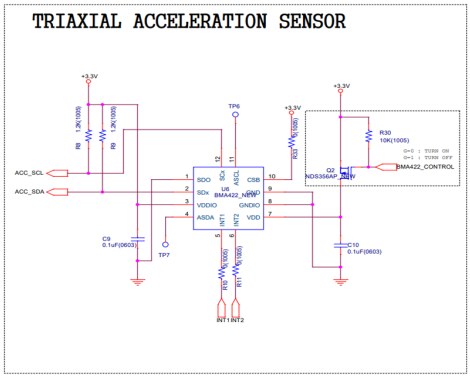


그림 4. 3축 가속도 센서 회로
Fig. 4. 3-axis accelerometer circuit

그림 5는 전원회로, 가속도 센서회로 파워 스위칭 회로 등에 제어를 목적으로 구성하였다. 마이크로프로세서 내부 메모리는 128Kbit 용량을 갖고 있으며, 가속도 센서에서 입력된 데이터를 처리하기위해 16bit 마이크로프로세서를 이용하였다. 프로그램 다운로드를 위해 E2 에뮬레이터 포트를 구성하여 다운로드 할 수 있도록 구성하였다. 또한 디버깅을 위해 UART 통신을 할 수 있도록 구성하였다. 최근 디자인된 마이크로프로세서는 외부에 발진회로를 구성하지 않아도 내부 클록으로 동작될 수 있도록 설계되어 주변 회로를 간단하게 구성할 수 있도록 제작되었다.

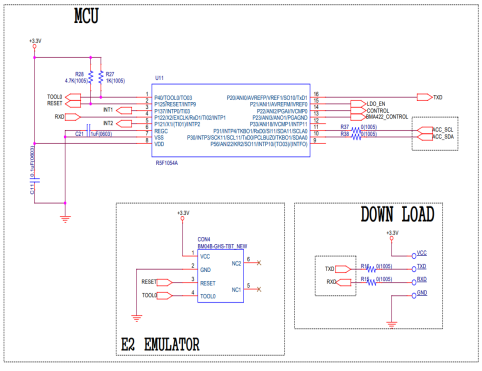


그림 5. 마이크로프로세서 회로
Fig. 5. Microprocessor circuit

위와 같은 회로를 통해 모든 부품을 PCB 설계 회로로 구성할 수 있도록 부품 배치도를 그림 6으로 나타내었다. 다양한 전자회로에 적용될 수 있도록 최대한 작게 만들 수 있도록 배치하였다.

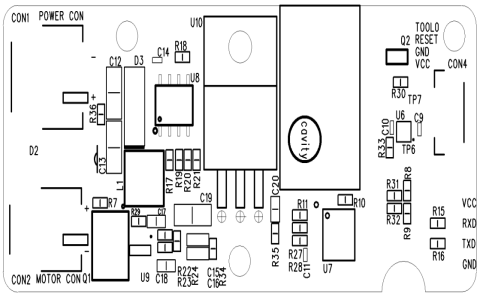
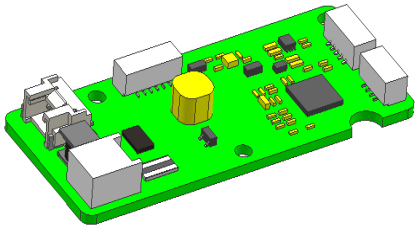


그림 6. 부품 배치도
Fig. 6. Part layout

그림 7은 부품 배치가 완료되어 ARTWORKING 하도록 설계한 PCB 디자인 회로를 나타내고 있다. 전원선 라인은 넓이를 가능한 넓게 가지고 갈 수 있도록 설계하였고, 전원선의 전류 흐름을 최대한 간결하게 흐를 수 있도록 디자인 하였다. 또한 적당한 비아 홀을 구성하여 전원에 의한 노이즈를 제거 할 수 있도록 구성하였다.



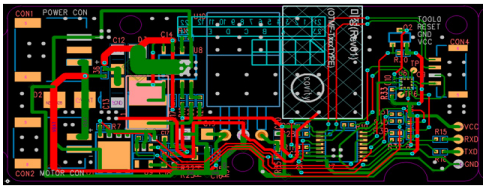


그림 7. PCB 다자인 회로
Fig. 7. PCB design circuit

Ⅳ. 제작 및 측정

그림 8은 가속도 센서가 정상적인 작동을 하고 있는 경우를 나타내었다. 입력된 +30V 전압은 안정적인 상태일 때 출력 전압이 +30V를 나타내고 있다.

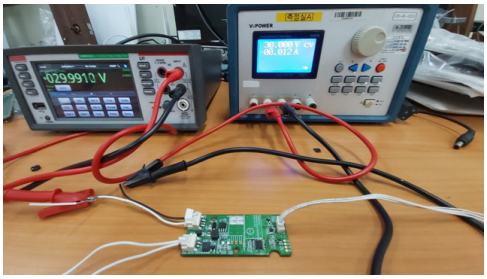


그림 8. 가속도 센서의 안정적 동작
Fig. 8. Stable operation of the accelerometer

그림 9는 앞측으로 기울어진 상태의 가속도 센서를 나타내고 있다. 동작 상태는 약 30° 의 각도로 움직이게 되면 안전을 위해 전원을 차단하는 동작을 하도록 설계하였다. 그림 10은 가속도 센서가 좌측으로 기울어진 상태의 가속도 센서를 나타내고 있다. 동작 상태는 약 30° 의 각도로 움직이게 되면 안전을 위해 전원을 차단하는 그림을 나타내었다. 따라서 이상 없이 정상 동작을 확인할 수 있었다.

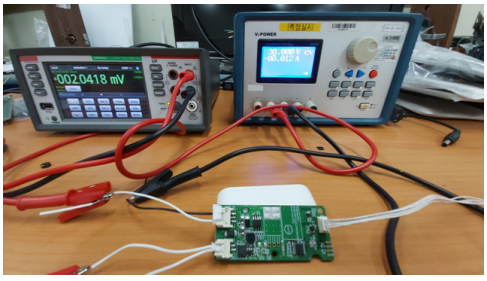


그림 9. 앞측으로 기울어진 가속도 센서
Fig. 9. Accelerometer tilted forward

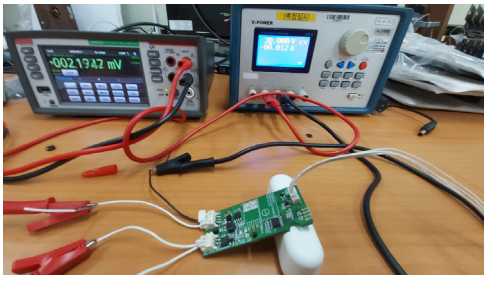


그림 10. 좌측으로 기울어진 가속도 센서
Fig. 10. Accelerometer tilted to the left

그림 11은 가속도 센서가 우측으로 기울어진 상태의 가속도 센서를 나타내고 있다. 좌측과 마찬가지로 동작 상태는 약 30° 의 각도로 움직이게 되면 안전을 위해 전원을 차단하도록 구성하였다.

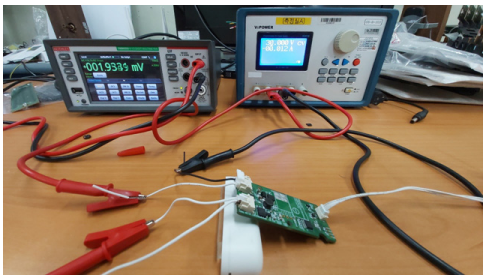


그림 11. 우측으로 기울어진 가속도 센서
Fig. 11. Accelerometer tilted to the right

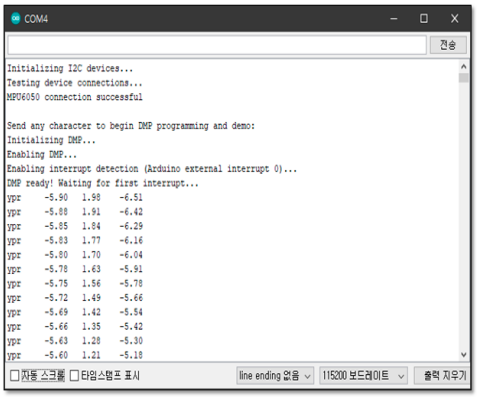
그림 12는 가속도 센서에서 마이크로프로세서가 데이터를 추출하기 위한 코드를 나타낸 것이다. 약 2초의 딜레이를 통해 데이터 추출 후에 모든 동작이 이루어지게 하였다.

```
#include<Wire.h>
const int MPU_ADDR = 0x68;    // I2C통신을 위한 MPU6050의 주소
int16_t AcX, AcY, AcZ, Tmp, GyX, GyY, GyZ;   // 가속도(Acceleration)
void getRawData();  // 센서값 얻는 서브함수의 프로토타입 선언

void setup() {
  initSensor();
  Serial.begin(9600);
  delay(200);
}

void loop() {
  getRawData();          // 센서값 얻어오는 함수 호출
  Serial.print("AcX:");
  Serial.print(AcX);
  Serial.print("   AcY:");
  Serial.print(AcY);
  Serial.print("   AcZ:");
  Serial.print(AcZ);
  Serial.print("   GyX:");
  Serial.print(GyX);
  Serial.print("   GyY:");
  Serial.print(GyY);
  Serial.print("   GyZ:");
  Serial.print(GyZ);
  Serial.println();
  delay(300);
}
```

그림 12. 가속도센서에서의 데이터 추출 프로그램
Fig. 12. Data extraction program from accelerometer



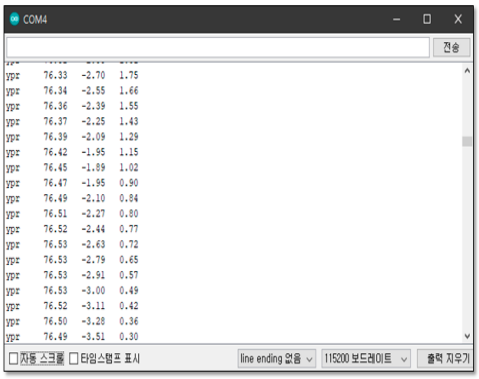


그림 13. 시리얼통신에서의 데이터 확인
Fig. 13. Checking data in serial communication

그림 13은 시리얼 통신라인으로 가속도 센서에서 마이크로프로세서로 데이터가 이상적으로 입력되는 데이터 확인을 그림으로 나타내었다. 따라서 가속도 센서의 X축, Y축, Z축의 변화를 감지하면서 데이터를 확인할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 3축 가속도 센서를 이용하여 모든 분야에서 사용되는 전자기기의 동작에 안전을 위하고 사고를 방지하고자 시스템 설계를 연구하였다. 가속도 센서에서 검출된 움직임의 정보를 데이터화 하였으며 마이크로프로세서에서 데이터 처리하여 급격한 움직임의 정보를 감지하여 사고를 미리 방지할 수 있도록 하였다.

본 연구에서 제안하고 설계한 가속도 센서를 이용한 사고방지 시스템 설계를 통해 다양한 전자기기 응용 분야에 적용이 가능할 것으로 기대된다.

References

[1] G. Wu, S. Xue, "Portable Preimpact Fall Detector With Inertial Sensors", IEEE Transactions on Neural systems and rehabilitation engineering, Vol. 16. No. 2, pp. 178- 183. 2008.

[2] D. M. Karantonis, M. R. Narayanan, M. Mathie, N. H. Lovell, B. G. Celler, "Implementation of a Real-Time Human Movement Classifier Using Triaxial Accelerometer for Ambulatory Monitoring", IEEE Transactions on information technology in biomedicine, Vol. 10, No. 1, pp. 156- 16, 2006.

[3] M. J. Mathie, B.G. Celler, N. H. Loverll, A.C.F. Coster, "Classification of basic daily movements using a triaxial accelerometer" Medical & Biological Engineering & Computing Vol. 42, pp. 679-68, 2004.

[4] Kyung-Jin Park, Byung-Kwan Park, Myeon-Gyun Cho, "Implementation of a specific pattern of automobile emergency lighting in preparation for a dangerous situation", The Institute of Electronics and Information Engineers, Conference of Summer, pp. 1238-1239, June 2019.

[5] Haifeng Tian, and Jianping Zhao, and Yanfeng Dong, "The Monitoring System for Operation Condition of Pumping Wells Based on ARM and the acceleration sensor," Information Engineering, 2009. p.p 95 - 98 ICIE '09. WASE International Conference on Vol. 1, 10-11 July 2009.

[6] Sung-Hyun Choi, Jong-Soo Kim, Tai-Suk Kim, Yun-Sik Yu, "Design and Implementation of an Elevator Vibration Measuring System using 3-Axis Acceleration Sensor", Journal of Korea Multimedia Society 16(2), 2013.

[7] JungHwan Choi, YoonSeok Yang, MunHo Ru, "Bicycle Riding-State Recognition Using 3-Axis Accelerometer", The Institute of Electronics Engineers of Korea - System and Control 48(6), 2011.

[8] Sung-Youn Cho, Seok-Woo Jang, "Development of a Guardrail Context Awareness System by Analyzing Acceleration Sensors", The Journal of Korean Institute of Information Technology 10(6), 2012.

[9] Seung-Hun Park, Jung-Hoon Lee, Sung-Woo Kim, Jae-Hwan Lim, Jee-Youl Ryu, "Moving Distance Measurement System using a Accelerometer Sensor", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering 16(6), 2012.

[10] Young-Sik Na, Dong-Kun Chung, Ki-Young Lee, "Smartphone Controller System using 3-D Acceleration Sensor", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 10, No. 4, pp. 23-28, Aug 2010.

저 자 소 개

신 진 섭(정회원)

- 1991년 : 경희대학교대학원 전자공학과(공학석사)
- 1997년 : 경희대학교대학원 전자공학과(공학박사)
- 1998년 ~ 현재 : 경민대학교 정보통신과 부교수
- 관심분야 : 정보통신시스템, 초음파 & 초고주파

이 윤 민(정회원)

- 2008년 : 건국대학교 정보통신대학원 전자 및 정보통신 공학과 (공학석사)
- 2014년 : 건국대학교 전자 및 정보통신 공학과 (공학박사)
- 2021년 : 경민대학교 정보 통신과 조교수
- 2021년 7월 ~ 현재 : (주)오성전자 책임연구원
- 관심분야 : RF, 안테나 설계, 마이크로파 회로, 임베디드, IoT, MCU 등