

# 시리얼 통신을 이용한 기울기 감지 센싱 시스템

박진원\*, 이홍민\*\*

## The tilt sensing system using serial communication

Jin-won Park\*, Hong-min Lee\*\*

### 요 약

최근 각 종 분야에서 센서들을 이용한 연구 및 활용도가 증가하고 있다. 본 논문에서는 3축 가속도 센서를 이용해 serial 통신을 통한 물체의 기울기를 감지 및 검출 하고 사용자는 실시간으로 모니터링 할 수 있는 GUI 환경 및 기울기 감지 시스템을 제안하였다. 기존 전자식 액체충전 방식의 기울기 센서의 불안정한 데이터와 오차의 단점을 줄이고자 AD 변환기가 내장된 디지털식 3축 가속도 센서를 이용함으로써, 보다 정확한 데이터를 검출하여 정확도를 높이고 사용자는 이상 여부를 보다 쉽게 인식할 수 있었다.

### ABSTRACT

In recently years, the research and application for sensor has increased in each field. In this paper, the system which can perceive and detect using 3-axis accelerometer sensor and serial communication is proposed. Also, the user has GUI environment for monitor in real-time. In order to reduce unstable data and error defect of electronic rechargeable liquid tilt sensor used digital 3-axis accelerometer sensor which has AD convertor. Therefore, this system provide exact data and a problem of objects for user more easier.

### Key Word

3-axis accelerometer, Serial communication, Real-time, sensor, tilt sensing

### 1. 서 론

기울기 각도의 계측은 선박, 우주항공, 로봇이나 완구와 같은 다양한 시스템의 감시나 제어를 위해 필요하다. 또한 최근에는 토목 및 건축분야, 도난방지 시스템 그리

고 의료산업이나 자동차 분야 등에서도 많이 필요로 하고 있다. 가속도 센서는 센서에 작용하는 동적인 가속도와 정적인 가속도가 영인 상태, 즉 정지한 상태에서 측정된 정적인 가속도는 중력

---

본 연구는 경기도의 경기도지역협력연구센터사업의 일환으로 수행하였음.

\* 경기대학교 RFID연구소 연구원

\*\* 경기대학교 전자공학과 교수(hmlee@kyonggi.ac.kr)

#논문번호 : KIIECT2009-04-04

#접수일자 : 2009.10.12

#최종논문접수일자 : 2009.11.13

속도에 의한 가속도 성분이며, 이를 적절히 이용하면 경사각을 구할 수 있다[1]. 기존의 대표적인 기울기 센서 중에 하나인 전자식 액체충전 방식의 센서는 액체의 점성과 관성 등 액체 고유의 성질 때문에 응답속도가 매우 느리며, 설치부가 진동상태에 있는 경우에는 사용이 불가능하다는 단점이 있다[2]. 본 논문에서는 위에 제시한 전자식 액체충전 방식의 센서의 단점을 보완한 AD 변환 장치를 내장하여 디지털 값으로 인터페이스가 가능한 3축 가속도 센서를 이용하여 3차원 평면의 물체의 진동 및 움직임을 감지하고 그 변화에 따른 출력 값을 serial 통신을 이용하여 사용자가 원하는 정보를 시각화한 시스템을 제안하고자 한다.

## II. 본 론

가속도 센서는 물체에 가해지는 가속도의 크기를 출력하는 것으로 1축, 2축, 3축 등 축수에 의해서 타입이 나누어진다. 3축 가속도 센서의 경우 X, Y, Z 3축 방향의 3차원 공간에서 가속도를 측정할 수 있다. 즉, 중력 가속도를 기준으로 물체의 기울어진 각도와 각 방향의 가속도로부터 물체의 움직임을 검출할 수 있다[3]. 본 논문에서 사용된 **3축** 센서는 myAccel3LV02로 그림 1과 같이 X, Y, Z 방향의 가속 요소에 해당하는 전기적 출력을 갖는 3차원 동작 센서이다.

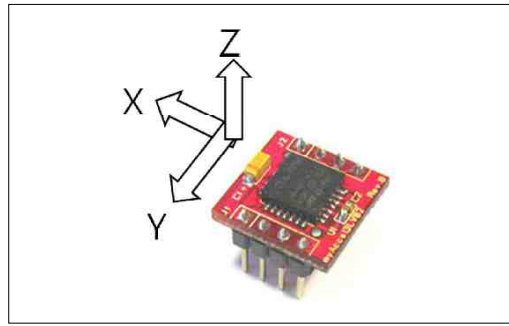


그림 1. 3축 가속도 센서  
Fig 1. 3 axis accelerometer

myAccel3LV02 3축 가속도 센서는 내부에 12 비트 AD 변환 장치를 내장하고 있어 별도의 AD 변환 필요 없이 디지털 값이 출력된다. 특히 대부분의 마이크로컨트롤러에 내장된 AD 변환기가 10 비트인 점을 감안하면 4배 정밀한 디지털 값을 얻을 수 있다. 디지털로 변환된 값은 SPI(Serial Peripheral Interface) 또는 I2C 인터페이스를 통해 마이크로컨트롤러와 연결할 수 있다. 그리고 센서의 노이즈 레벨이 기존의 3축 가속도에 비해 대폭 감소하여 보다 정밀한 측정이 가능하다. 또한, LIS3LV02DQ SPI Bus Interface를 내장하고 있으며, 센서의 레지스터 값을 읽고 쓸 수 있다. HP(High Pass) 필터 기능이 있어 HPDD(High Pass filter enabled for Direction Detection), HPFF(High Pass filter enabled for Free-Fall)의 요구되어진 값이 송신 중에 누적된 데이터의 오류를 필터링 하며 오차 범위를 최소화할 수 있다.

이와 함께 3축 가속도의 출력 값을 지그비(ZIGBEE)를 이용해 무선으로 센서모

들에서 PC로 전송하도록 하였다. 센서 모듈에 사용된 마이크로프로세서는 아트멜(ATMEL)사의 ATmega128pro이다. 그림 2와 그림 3은 마이크로컨트롤러와 ZIGBEE의 구조를 나타내었다.

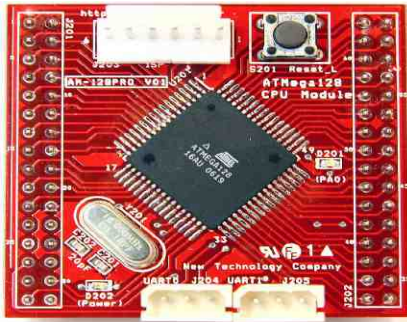


그림 2. 마이크로컨트롤러 ATmega128pro  
Fig 2. Micro controller ATmeag128pro



그림 3. ZIG-100 모듈  
Fig 3. Zigbee Module ZIG-100

ZIG-100는 MCU(MicroController Unit)와 ZIGBEE IC가 내장된 소형 모듈로, 2.4 GHz의 주파수 대역을 이용하여 UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter) 통신을 가능하게 해주는 PAN[Personal Area Network] 모듈이다. 기존의 유선 Serial 통신을 그대로 무선으로 대체할 수 있도록 제작되

었다. UART를 이용해 Interface하며, 환경 설정 및 Data transmit/receive가 가능하다. ZIG-100이 정상적으로 구동하는 전압은 2.7 V ~ 3.6 V로, 안정적인 동작을 위해 3.3 V Regulator를 사용하며, 3.3 V에서 약 30 mA 정도의 전류를 소모한다. 또한, 1 : 1, 1 : N 채널, N : N 채널 통신이 가능하다.

### III. 실험 결과 및 고찰

그림 4는 PCB 위의 완성된 전체 모듈 구조를 나타내었다. PCB에 wiring pattern을 입혀서 보다 compact한 구조를 구성할 수 있다. 3축 가속도 센서의 X, Y, Z 각 축의 데이터 값을 마이크로컨트롤러를 통해서 ZIGBEE로 전송한 후 serial 통신으로 사용자의 PC에 전송하게 된다. serial 통신을 하기 위해 송·수신 2개의 ZIGBEE가 필요하다.

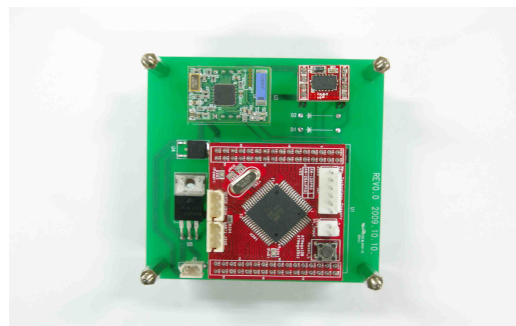


그림 4. 완성된 모듈 시스템  
Fig 4. The complete module system

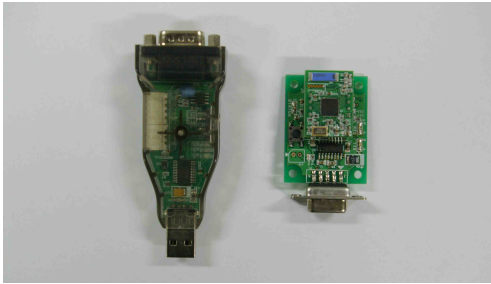


그림 5. ZIG2Serial 과 USB2Dynamixel  
Fig 5. ZIG2Serial and USB2Dynamixel

그림 5는 데이터를 수신하기 위한 수신부의 ZIGBEE 모듈을 나타내었다. ZIGBEE의 통신방식으로는 SPI, UART 등이 있지만, 본 논문에서 제시한 시스템의 통신 방식은 SPI 방식으로 통신 속도는 57,600 bps 이며, 최대 통신거리는 20m이다.

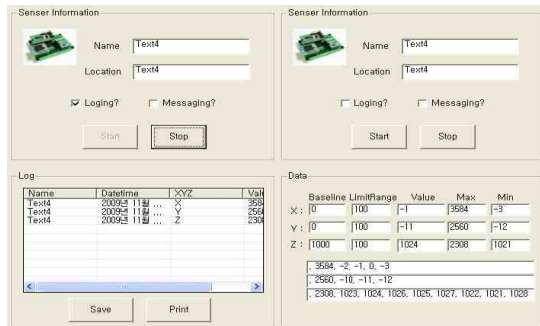
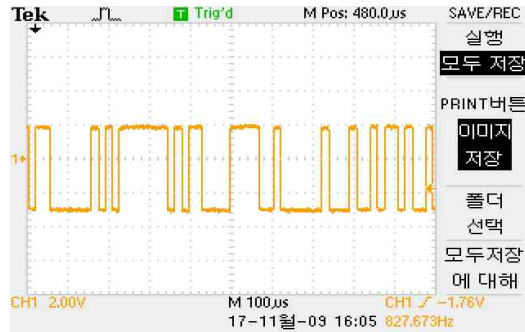
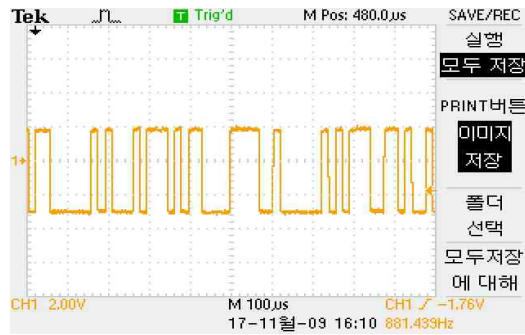


그림 6. 사용자 GUI 환경  
Fig 6. User GUI environment



(a) 평면 위의 가속도 센서 출력 파형  
(a) Output wave of accelerometer sensor on plane



(b) 움직임이 감지되었을 때 출력 파형  
(b) Output wave when perceive motions

그림 7. 가속도 센서의 출력 파형

Fig 7. Output of accelerometer sensor

PC와 쉽게 통신하기 위해선 별도의 USB 인터페이스가 필요하다. 그림 5에 나타나있는 USB 인터페이스는 ZIG2Serial과 USB2Dynamixel 모듈이다. ZIG2Serial은 5V의 전압에서 동작하며, PC의 시리얼 포트라는 RS-232 통신용 커넥터에 연결하여 통신을 할 수 있다. 또한, USB2Dynamixel은 PC에서 다이 나믹셀을 직접 구동하기 위해 사용되는 장치로서 PC의 USB 포트에 연결되어

사용되며 각종 다이내믹셀이 연결될 수 있도록 3P 커넥터 및 4P 커넥터가 내장되어 있다. 그림 6은 사용자의 PC에 사용되는 GUI 환경을 나타내었다. 사용 용도에 따라 GUI 환경을 설계할 수 있다. 그림 6에 제시된 GUI 환경은 최대 값과 최소 값을 설정 및 표시 하고 움직임이 없을 시의 평균 값을 설정하여 설정 범위를 벗어나면 이를 사용자에게 알려 사용자가 인식할 수 있도록 하였다. 그림 7은 물체의 움직임에 따른 센서의 출력 파형을 오실로 스코프 모니터 상에 나타낸 결과이다. 그림 7 (a)는 움직임이 없는 경우에 센서 출력 파형을 나타낸 결과이며, 그림 7 (b)는 물체가 X축으로 40도 이동했을 때의 파형을 나타내었다. 두 그림을 비교해 보면 움직임이 없을 시와 움직임이 감지됐을 때의 출력 파형이 변화 되는 것을 확인 할 수 있다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 3축 가속도 센서를 이용하여 평면 물체에 부착 시 물체의 진동에 의하여 발생되어지는 신호의 크기를 검출하여 ZIGBEE 모듈을 통한 Serial 통신으로 사용자의 PC에 무선으로 해당 데이터를 전송하고 사용자는 GUI 환경에서 쉽게 움직임의 크기를 인지 할 수 있는 시스템을 제안하였다. 기존 전자식 액체충전 방식의 기울기 센서의 단점인 불안정한 데이터 값과 다소 큰 오차 범위를 줄이기 위하여 연구에서는 디지털

식 3축 가속도센서를 사용하므로서, 보다 안정되고 정확한 데이터 값을 검출할 수 있었다. 또한, 센서가 부착된 물체의 진동이 발생되어지면 센서에 의하여 검출되어지는 데이터 신호의 최대 값, 최소 값, 평균 값 등을 지정하여 물체의 움직임을 쉽게 인식 할 수 있는 GUI 환경을 제안하여 사용자는 보다 쉽게 이상 여부를 확인 할 수 있었다. 본 논문에서 제시한 시스템은 현재의 선박, 항공, 로봇제어 또는 도난 방지 시스템에 효과적으로 적용 될 수 있을 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

- [1] 송기무, "2축 MEMS 가속도 센서를 이용한 2차원 디지털 경사계", 전기학회논문지 제55C권 제 10호 pp. 499-503, 2006. 10
- [2] 김진석, 조영진, 김영탁, "피에조 가속도 센서를 이용한 기울기 각도 검출", 대한기계학회 2004년도 춘계 학술대회 강연 및 논문 초록집, pp. 946-949, 2004. 4
- [3] 유향미, 서재원, 차은중, 배현덕, "3축 가속도 센서를 이용한 보행 횡수 검출 알고리즘과 활동 모니터링", 한국콘텐츠학회논문지, 제 8권 제 8호, pp. 253-260, 2008. 8

---

저자약력

---

박진원(Jin-Won Park)



2009년 천안대학교  
정보통신학과  
(공학사)

2009년-현재 경기대학교  
RF연구실 연구원

<관심분야> 안테나 설계, RF 수동소자

이홍민(Hong-Min Lee)

1972년 연세대학교  
전자공학과  
(공학사)



1974년 연세대학교  
전자공학과  
(공학석사)

1990년 연세대학교  
전자공학과  
(공학박사)

1991년~현재 :  
경기대학교  
전자공학과 교수

<관심분야> 안테나 설계 및 해석,  
메타구조 MW 소자