
아두이노 기반의 경량 진동 모니터링 시스템 설계 및 구현

권동현* · 임지용* · 허성욱* · 오암석*

*동명대학교

Design and Implementation of Arduino-based Lightweight Vibration Monitoring System

Dong-hyun Kwon* · Ji-yong Lim* · Sung-uk Heo* · Am-suk Oh*

*Tongmyong University

E-mail : donghyun130@naver.com

요 약

센서네트워크를 이용하는 진동 모니터링 시스템은 다양한 분야에서 사용되고 있지만 기존의 제품의 경우 진동이 발생할 경우 센서 데이터 수집기능과 통신기능의 분리로 인해 모니터링 시스템의 규모가 커질 수 밖에 없는 구조를 가지고 있다. 이에 본논문에서는 최근들어 자주 발생하는 지진과 협소한 장소의 진동을 모니터링 하기 위해 아두이노와 이더넷 모듈에 oneM2M 디바이스 표준프로토콜인 MQTT 프로토콜을 활용하여 경량 진동 모니터링 시스템을 설계 및 구현한다.

ABSTRACT

The vibration monitoring system using the sensor network is used in various fields. However, in case of the vibration of the existing products, the size of the monitoring system is increased due to the separation of the sensor data collection function and the communication function. In this paper, we design and implement a lightweight vibration monitoring system using the MQTT protocol, which is oneM2M device standard protocol for the Arduino and Ethernet modules, to monitor frequent earthquakes and vibrations in narrow places.

키워드

진동감지, 모니터링, MQTT, 아두이노

I. 서 론

최근 잦은 지진발생으로 인한 지진에 따른 2차 피해에 대한 우려가 커지고 있다. 하지만 일반 가정 및 소규모 공장 등에서는 지진이 발생할 경우 대응 방안이 미비하여 지진의 발생을 감지하고 자동으로 전기나 가스등 2차 피해가 발생할 수 있는 요소를 차단하는 기능이 미비하다. 이러한 2차 피해를 예방하기 위해선 지진에 대한 감지가 우선적으로 선행되어야한다. 하지만 기존의 센서네트워크를 이용하는 진동 모니터링 시스템은 다양한 분야에서 사용되고 있지만 기존의 제품의 경우 진동이 발생할 경우 센서 데이터 수집기능과 통신기능의 분리로 인해 모니터링 시스템

의 규모가 커질 수 밖에 없는 구조를 가지고 있다. 이에 본논문에서는 최근들어 자주 발생하는 지진과 협소한 장소의 진동을 모니터링 하기 위해 아두이노와 이더넷 모듈에 oneM2M 디바이스 표준프로토콜인 MQTT 프로토콜을 활용하여 경량 진동 모니터링 시스템을 설계 및 구현한다.

II. 관련연구

2.1 RS485통신

RS485통신은 2선식 반이중 다중점 직렬 통신으로 차분 신호를 정의하고 두선 사이의 전압차로

데이터를 표현한다. RS485통신은 RS422통신과 같은 트위스트 페어를 이용한 평형형 전송로를 채택하고 있기 때문에 10m까지는 35Mbit/s, 1200m에서는 100kbit/s로 비교적 먼거리까지 통신이 가능하다. 또한 드라이버에 신호를 하나 더 두어 선형 토폴로지를 구축 할 수 있다. 단 RS485통신은 2선식이지만 반드시 그라운드를 연결하여야 하며 만일 연결하지 않는 경우에는 연결된 각 장비 사이의 그라운드 전위가 발생하여 잡음이 발생하거나 드라이버가 과손될 수 있다.

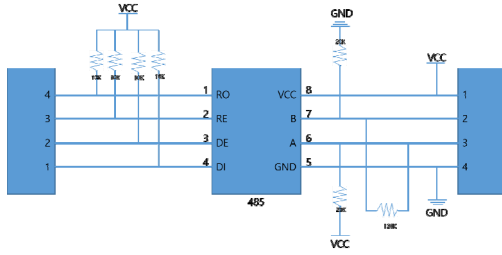


그림 1. RS485

2.2 상보필터

가속도와 자이로 센서는 각 값을 누적하면 거리와 각도를 알 수 있다. 하지만 센서에 노이즈가 포함되어 있어 값이 누적 될수록 실제 값과 멀어지는 현상이 발생한다. 그러므로 하드웨어에서 발생하는 노이즈를 필터링을 통해 제거해주어야 하는데 그 방법 중 대표적인것이 칼만필터와 상보필터를 이용하는 방법이다. 칼만필터의 경우 설계시 복잡한 수식을 사용하여야 하고 실제 구현에서도 많은 연산을 해야하는 단점이 있다. 그에 비해 상보필터는 설계가 단순하며 연산과정이 적어 MCU와 같은 소형 컨트롤러에서 사용하기에 적합하다. 상보필터는 입력받는 값을 이전의 값과 이용하여 보정된 데이터를 구하는 재귀 필터로 아래 식(*)를 이용하여 앵글 값을 구할 수 있다.

$$\angle_{complete} = \alpha(\angle + gyrData * dt) + \beta * (accData)$$

α 은 각속도로 구한 각도값의 가중치를 결정하게 된다. β 는 가속도계로 구한 각도 값의 가중치를 결정한다. α 와 β 는 가중치값의 합은 1이 되어야한다. $accData$ 는 가속도값으로 구한 각도를 의미하고, $gyrData$ 는 각속도 값으로 구한 각도를 의미한다.

III. 설계

본장에서는 아두이노 기반의 진동 감지 디바이스와, 진동감지 시스템의 구성을 설계한다.

3.1 진동 감지 디바이스 설계

설계하는 진동 감지 디바이스는 진동 감지 센서를 통한 일정 강도 이상의 진동 발생 여부를 감지하고, 6축 가속도 센서를 통한 진동에 따른 데이터의 변화를 상보필터를 통해 보정하여 파형으로 검출한다. 또한 RS485 유선 통신을 통해 진동 감지 센서간 데이터를 송수신한다.

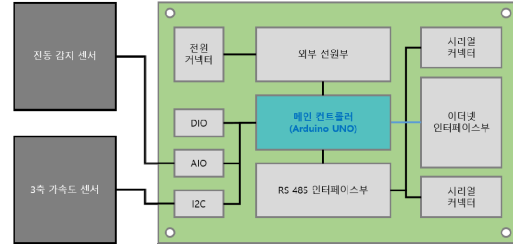


그림 2. 진동 감지 디바이스

<그림 2>는 진동 측정 디바이스의 구성도이다. 진동 측정 디바이스는 최대 3개의 센서를 연결하기 위해 디지털 I/O, 아날로그 I/O, I2C I/O 각 1개의 커넥터로 구성되며 MAX485 모듈을 보드에 내장하여 디바이스간 RS485통신이 가능하도록 구성된다. 또한 수집한 데이터를 통신을 통해 전송하기 위해 별도의 이더넷 인터페이스를 통해 수집된 데이터를 서버로 전송 할 수 있다.

3.2 진동 감지 시스템 구성 설계

아두이노 기반의 경량 진동 감지 시스템은 <그림 3>과 같이 센서 데이터를 수집하는 센서 데이터 수집용 디바이스 4EA, 데이터 수집용 디바이스 4EA, 데이터 수신하여 서버로 전송하는 이더넷 전송용 디바이스 1EA, 취합 된 데이터를 데이터베이스에 저장 및 가공 처리하기 위한 데이터베이스서버와 진동 데이터 모니터링을 위한 모니터링 프로그램으로 구성된다.

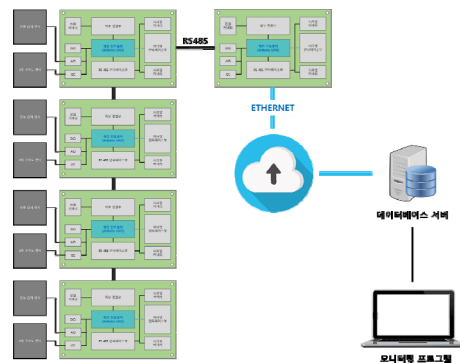


그림 3. 진동 감지 시스템 구성 설계

진동 데이터 수집은 다음과 같이 진행된다. 4개의 센서 데이터 수집용 디바이스에서 연결된 진동 감지 센서, 6축 가속도 센서를 통해 수집되는 센서 데이터를 데이터 취합용 디바이스로 전

송한다. 각각의 센서 데이터 수집용 디바이스는 RS485통신을 통해 최종 데이터 취합용 디바이스로 모이게 되고 취합된 데이터는 연결된 이더넷 통신을 이용해 서버로 전송된다.

IV. 구현

본장에서는 진동 감지 디바이스와 진동 감지 모니터링 프로그램을 구현한다.

4.1 진동 감지 디바이스 구현

진동 감지 디바이스 피에조 진동 감지 센서를 통해 진동의 발생 유무를 확인하고 6축 가속도 센서로부터 수집한 가속도 데이터와 자이로 데이터를 상보필터로 보정하여 진동의 크기를 파형으로 출력한다.

<그림 4> 6축 가속도 센서로부터 수집한 가속도 데이터와 자이로 데이터를 토대로 필터링을 통해 얻은 결과 화면이다.

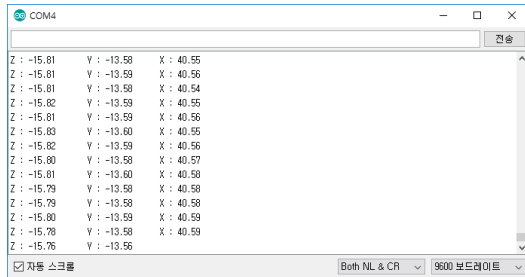


그림 4. 상보필터 데이터 화면

<그림 5>는 데이터 수입용 디바이스와 데이터 취합용 디바이스 간 RS485 메시지 수신 결과이다. RS485 통신시 지연시간 없이 데이터를 전송할 경우 데이터가 깨지는 현상이 빈번히 발생하여 데이터 전송간 지연시간을 1m/s를 두어 데이터의 손실을 최소화 하였다. 또한 데이터 수신시 데이터 길이와 checksum을 통해 데이터를 확인하여 손실된 데이터가 있을 경우 수신내용을 비우고 데이터를 재수신 한다.

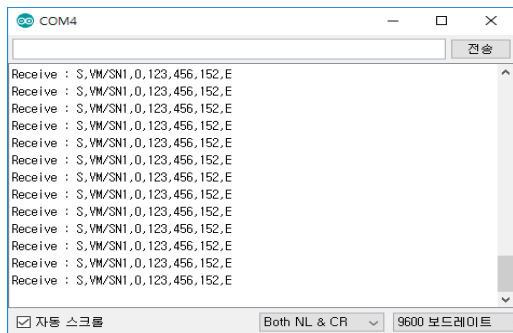


그림 5. RS485통신 화면

4.2 모니터링 프로그램 구현

진동감지 모니터링 프로그램은 설정, 진동 모니터링, 기록 조회로 구성된다.

<그림 6>은 설정화면으로 진동 모니터링을 위한 연결정보 및 설정 값을 입력 받고 이를 통해 진동 모니터링 프로그램과 MQTT 서버와 데이터베이스 서버에 연결한다.

MQTT Setting은 MQTT 서버와 연동하기 위한 설정 값으로 Server IP와 Subscribe(구독)할 Topic을 설정하고 Connect하면 MQTT Server와 연결되고 설정된 Topic에 대한 Publish(발행) 메시지를 수신한다.

MySQL Control은 진동 모니터링 프로그램과 데이터베이스를 연결하고 MQTT Server로부터 수신된 메시지를 데이터베이스에 저장하기 위한 테이블을 최초 1회 생성한다.

Chart X Axis Setting은 그래프 출력과 관련하여 출력 할 데이터의 개수(X축)를 설정하고 Chart Setting은 출력할 진동의 크기(Y축)를 조절한다.

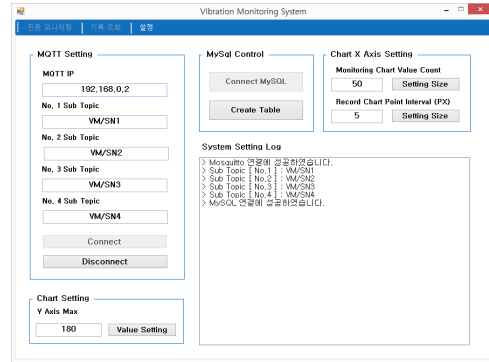


그림 6. 설정 화면

<그림 7>은 진동 모니터링화면으로 MQTT Server로부터 전송받은 파형 데이터를 X, Y, Z 축 데이터로 파싱하여 실시간으로 그래프를 출력한다. 또한 피에조 센서로부터 받은 진동 감지 데이터에 신호에 따라 램프를 붉은색으로 출력하여 진동 감지 유무 및 시간을 출력한다.

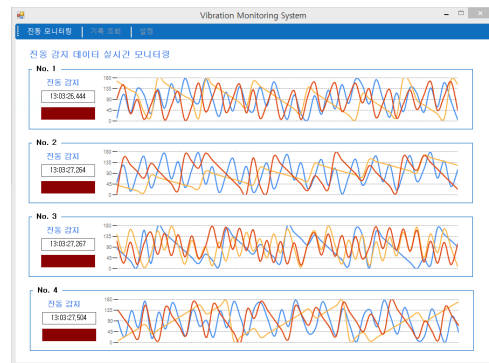


그림 7. 진동 모니터링화면

V. 결론

본 논문에서는 아두이노 기반의 경량 진동 모니터링 시스템을 설계 및 구현하였다. 가속도 센서를 통해 수집한 데이터의 누적에 따른 오차를 제거하기 위해 상보필터를 사용해 데이터를 보정하였고 정지 상태에서 ± 0.1 의 미세한 오차가 발생하였다. 필터를 통해 보정한 데이터를 통해 보다 정밀한 파형의 출력이 가능했다. 또한 RS485 통신을 통해 디바이스간 통신을 함으로써 다수의 디바이스 연결을 통한 보다 정밀한 진동 측정이 가능할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] 김은주, 고성학, 이병수, "RS485 통신을 이용한 ATmega128 기반의 4D 디바이스 컨트롤 시스템", 한국정보기술학회, vol.9, no.7, pp.7-15, 2011.7
- [2] 유병현, 허경용, "상보필터를 이용한 줄넘기 회전운동 검출", 한국정보통신학회, vol.21, no.1, pp.8-16, 2017.1
- [3] 김준성, 김은석, 바로, 이돈출, "보급형 진동 모니터링 시스템 개발과 응용", 한국자동차공학회, pp.165-171, 2011.05
- [4] 김용민, 최정환, 이태형, "진동 감지 센서를 이용한 홈 네트워크 시스템 개발", 한국지형공간정보학회, pp.149-150, 2016.05