

고정밀 가속도 센서를 이용한 데이터 수집기를 위한 안드로이드 애플리케이션 개발

손홍성*, 이현준**, 김수희*

*호서대 컴퓨터공학과, **RMS 테크놀로지

e-mail : sonshsson@naver.com, lhj@rmstech.co.kr, shkim@hoseo.edu

Development of Android Application for a portable vibration data collection using high precision acceleration sensors

Hongsung Shon*, Hyunjun Lee**, Suhee Kim*

*Dept. of Computer Engineering, Hoseo University

**RMS Technology Co., Ltd.

요 약

전통적인 측정 방법이나 DSA장비를 이용해 측정이 불가능하거나 제한되었을 때를 대비해, 언제 어디서나 용이하게 진동 데이터를 측정하기 위해 개발된 휴대용 무선 측정 수집기 RH-DAQ와 연계되는 안드로이드 애플리케이션을 개발한다. 이 연구를 통해 데이터 수집기에서 전송하는 데이터를 안드로이드 스마트폰에서 그래프화 시킴으로서 사용자의 측정에 편리성을 제공하고, 설정 정보 및 측정 데이터를 저장 가능하다. 추후 기능들을 업그레이드하면 철로 주변의 진동 환경 평가 등의 기존 시스템으로 제한된 곳에서의 장점을 보일 수 있고 다른 다양한 분야에도 사용 될 수 있다.

1. 서 론

현대 산업의 고도화의 진전은 연구, 개발 및 생산, 검사 공정 등 다양한 분야에서 고정밀 장비의 사용이 필요불가결하게 되었으며, 이들 장비가 운용되고 있는 주변에는 대용량 파워와 다양한 가진 특성을 지닌 설비들이 사용되고 있다. 이로 기인하는 열악한 진동환경은 반도체, 디스플레이 장비 등 정밀 장비의 안정적 동작과 기능을 저해하는 요인이 되고 있다. 예를 들어 정밀 LCD 장비 중 하나인 Stage는 가감속 운동에 의한 과도진동을 발생시키며, 이때에는 작업이 중단되게 된다. 이를 적절히 제어하지 못할 시에는 손실을 피할 수 없게 된다.

즉, 진동 제어는 시스템의 정상 작동을 위해 매우 중요한 영역으로 인식되어지며 미진동 분야부터 거대 진동을 다루는 분야까지 진동 발생원에 대한 차단과 공진현상의 회피를 위한 주기적인 진동 측정 모니터링 작업이 요구되고 있다.

이러한 필요성에 따라 호서대학교와 RMS 테크놀로지는 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업의 일환으로 2차년도 추정사업 산학공동 기술개발과제에서 고정밀 가속도 센서를 이용한 모바일 진동 데이터 수집 시스템[1]을 개발하였다. 언제 어디서나 용이하게 진동 데이터를 측정하기 위해 개발된 휴대용 무선 데이터 수집 시스템에서 측정된 정보들을 손쉽게 관측과 분석할 수 있는 애플리케이션을 안드로이드를 이용하여 개발하였다.

이 연구에서는 수집된 센서 데이터를 블루투스 통신으로

수신하고, 이 데이터를 그래프로 실시간으로 플로팅하며 센스 데이터 측정과 관련한 주요 데이터를 관리하기 위해 데이터베이스를 설계하고 생성하여 활용하는 모듈들에 대해 서술하고자 한다.

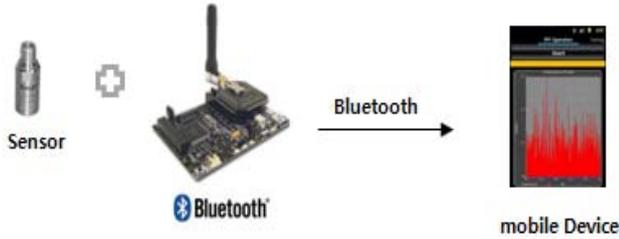
제 2장에서는 개발한 고정밀 가속도 센서를 이용한 휴대용 진동 데이터 수집 시스템의 개요를 간단히 소개하고, 제 3장에서는 진동 데이터 수집기가 송신한 데이터를 안드로이드 애플리케이션 상에서 어떻게 받고 어떤 식으로 표현되는지 소개하고, 제 4장에서는 측정된 데이터를 저장하고 관리하기 위한 데이터베이스를 소개한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 고정밀 가속도 센서를 이용한 모바일 진동 데이터 수집 시스템 개요

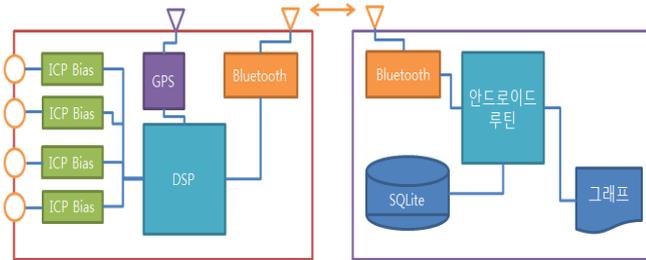
본 논문에서 개발하는 애플리케이션은 혼자로서의 자체적인 기능을 발휘하는 것이 아닌 측정용 고정밀 센서와 통신용 블루투스 모듈이 결합되어 무선 데이터 통신을 통하여 측정 정보를 전달할수 있는 데이터 수집기 RH-DAQ와 연계되는 시스템이다.

이 전체적인 시스템은 데이터 수집기인 RH-DAQ와 측정 데이터를 전송받아 관측 및 보관을 할 수 있는 응용 애플리케이션으로 구성되어 있으며 진동 데이터 수집 후 블루투스를 통한 안드로이드로의 전달, 데이터의 그래프화의 과정을 거치게 된다. (그림 1)과 (그림 2)는 시스템의

전체적인 개략도를 나타낸다.



(그림 1) 모바일 진동 데이터 수집 시스템 개요



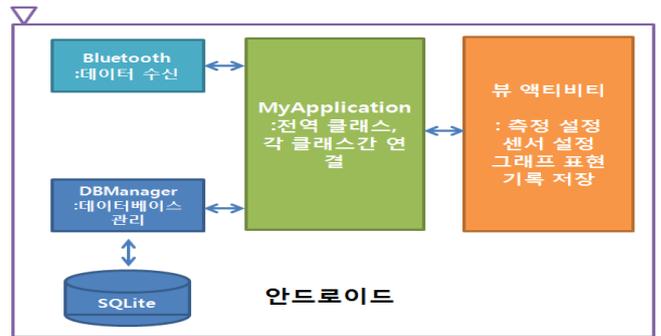
(그림 2) 가속도 센서를 이용한 모바일 진동 데이터 수집 시스템 구성도

RH-DAQ에는 GPS 모듈, 블루투스 모듈이 포함되어 있으며 ICP 타입의 센서와 연결된다. RH-DAQ는 4개의 채널이 있어 4개의 센서로부터 측정 데이터를 동시에 수집할 수 있다. 초당 400번 센서 데이터를 수집하게 된다. 데이터를 안드로이드 애플리케이션으로 가져오는 일련의 과정은 다음과 같다. 먼저 안드로이드 애플리케이션과 RH-DAQ를 블루투스로 연결한다. 그 다음 안드로이드 디바이스에서 센서 데이터 측정에 관한 정보(측정 담당자, 측정날짜, 장소 등)를 입력하여 RH-DAQ로 전송한다. 이러한 측정에 관련한 정보를 받은 후에 RH-DAQ에서 데이터 전송이 시작된다. 또한, 안드로이드 디바이스에서는 진동 측정에 사용할 센서의 타입과 감도 등 측정에 사용하는 센서의 정보를 RH-DAQ로 전송하여 센서 관련한 기본 정보를 RH-DAQ에 설정할 수 있다. 안드로이드 디바이스에서는 수신하는 데이터를 실시간으로 그래프를 그리며 내장된 SQLite 데이터베이스에 중요 데이터를 저장한다. 또한, 그래프 플로팅에서는 그래프를 여러 가지 관점에서 그릴 수 있도록 다양한 기능들을 지원하며, 이를 이용하여 여러 측면에서 측정 데이터를 관찰하고 분석할 수 있다.

3. 안드로이드 기반 모바일 애플리케이션 개발

본 논문에서 개발한 애플리케이션은 데이터 수집기 RH-DAQ와 송수신하기 하기 위한 블루투스 통신 모듈, 수신한 데이터를 저장하고 관리하는 데이터베이스, 수신하는 데이터를 실시간으로 그래프를 그리는 플로팅 모듈, 센서 데이터를 측정하기 위해 필요한 정보를 설정하는 기능, 등으로 구성되어 있다. 측정하고자 하는 센서 데이터를 수신하기 위해, 먼저 측정에 대한 기본적인 정보를 입력하

여, 그 정보를 RH-DAQ로 블루투스 통신 모듈 Parani-BCD110du를 통하여 전송하면 RH-DAQ는 프로토콜 구조에 맞추어 안드로이드[2]로 수집된 데이터를 전송한다. 안드로이드에서는 수신된 데이터를 메모리 버퍼에 저장 후 설정된 값에 따라 데이터의 모음을 그래프의 형태로 표현한다. (그림 3)은 안드로이드 애플리케이션의 전체 구성도를 나타내고 <표 1>은 파일별 주요 기능들을 나타낸다.



(그림 3) 안드로이드 구성도

<표 1> 안드로이드 기능 구성도

파일 이름	기능 설명
Bluetooth.java	블루투스 연결 및 데이터 수신부
DBManager.java	안드로이드 SQLite에 설정 값, 센서 데이터 저장 및 관리
MyApplication.java	전역 액티비티로서, 각 액티비티 간의 연계를 담당, 실시간 차트 구현
MainActivity.java	리스트 뷰를 통한 측정 데이터 표현
Sensor.java	채널 별 센서에 대한 데이터 설정 및 표현
Conf.java	측정에 대한 정보를 설정 및 저장
Measure.java	센서로부터 넘어오는 값들을 연산 후 최종적으로 표현

3.1 통신 프로토콜

본 애플리케이션은 RH-DAQ와 블루투스 통신을 한다. 이 블루투스를 통신을 위해 설계한 통신 프로토콜을 기반으로 송수신 모듈을 구현하였다. 통신 프로토콜의 구조는 STX, DATA, LRC, ETX로 이루어져 있다. 패킷의 시작을 알리기 위한 STX, 패킷의 끝을 알리기 위해 ETX, 또한 패킷의 무결성을 확인하기 위해 LRC를 사용하게 된다. 패킷의 크기는 수신부에서 패킷의 저장시 안전성과 프로세서의 어드레싱 특성을 고려하여 2의 배수로 고정하였으며 LRC의 크기도 에러 검출 능력 향상을 위해 16비트로 고정하였다.

<표 2> 통신 프로토콜 구조

STX(1)	DATA(44 ~ 2092)	LRC(2)	ETX(1)
--------	-----------------	--------	--------

패킷의 DATA는 HEADER와 4개의 채널 WAVE_CH1, WAVE_CH2, WAVE_CH3, WAVE_CH4로 이루어져 있다. HEADER는 센서들의 수, 샘플링 주기, 측정하고자 하는 센서의 센시티비티, 게인 값 등으로 구성된다.

<표 3> DATA (44 ~ 2092 Bytes) 구조

HEADE R	WAVE_ CH1	WAVE_ CH2	WAVE_ CH3	WAVE_ CH4
(44)	(0~512)	(0~512)	(0~512)	(0~512)

<표 4> HEADER(44 Bytes) 구조

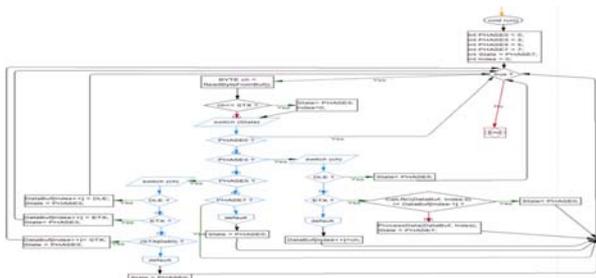
Msgld	# of Sensors	Sampling Freq.	최대 4개 Sensitivity값	현재시간 (GPS)	데이터 의 수	최대 4개 Gain 값
WORD(2)	WORD(2)	WORD(2)	FLOAT(4*4)	DWORD(4)	WORD(2)	FLOAT(4*4)

3.2 데이터 수신

데이터를 프로토콜에 맞추어 패킷을 전송하다보면 패킷의 STX(0x02)와 ETX(0x03)가 데이터에도 존재할 수 있는데, 이를 실제 데이터와 용이하기 구별하기 위해 데이터를 전송시 투과처리를 거쳐 데이터를 전송하게 된다. 투과처리는 패킷의 데이터 중 0x02, 0x03, 0x10앞에 DLE(Data Link Escape) 문자를 추가함으로써 이루어진다, DLE 문자는 16진수 0x10을 사용한다.

패킷의 중간부터 수신될 경우 발생할 수 있는 문제점을 해결하기 위해 데이터 0x02에 대한 투과처리는 데이터에 MSB를 1로 변조하는 과정을 더해 실시한다.

이에 맞추어 안드로이드 디바이스에서는 이 전송된 데이터를 역 투과처리를 하여 안드로이드 내의 큐 구조의 메모리에 저장하게 된다. (그림 4)는 투과 처리되어 전송된 데이터를 수신 측에서 역투과 처리 과정을 거쳐 원래의 데이터를 복원하는 순서도를 나타낸다.



(그림 4) 역 투과처리 순서도

3.3 Teechart를 이용한 그래프 그리기

Teechart[3]는 Steema Software에서 개발한 안드로이드용 차트 라이브러리로서 Pie 차트, Line 차트, Points, Area, Bar, Map과 2D, 3D 포맷을 포함한 티차트의 계열의 그래프를 그리는 기능을 지원한다. 또한, 40여 종류의 수학 함수들을 지원하며 다양한 설정 및 50여 종류의 그

래프를 지원한다. RH-DAQ로부터 전송되어 메모리에 저장된 데이터들은 Teechart 라이브러리를 이용하여 그래프 형태로 변환이 가능하다. 데이터들이 실시간으로 전송되면서 그에 따라 그래프 또한 실시간으로 업데이트가 되며 그려진다. Teechart를 이용하여 구현된 플로팅 모듈은 다음과 같은 설정 및 기능을 지원한다.

- ▶ 그래프를 그리기 위한 설정
그래프를 그리는 모듈에서 그래프를 그리는 데 필요한 다양한 설정 기능을 지원한다.)
- 그래프 틀 설정
그래프 틀의 크기, 그래프의 축 이름, 그래프의 축의 크기 등 그래프의 전체적인 설정 기능
- 그래프 표시 항목 수 설정
데이터를 나타낼 그래프 항목의 수를 설정 가능하며, 그 항목을 보이게 할지 안보이게 할지도 설정 가능하다.
- 그래프 타입 명시
곡선, 꺾은선, 막대, 혼합 등의 다양한 형태의 원하는 그래프의 타입 명시를 구현 가능하다.
- ▶ 지원 유틸리티
실시간으로 그려지는 그래프를 보며 원하는 데이터를 쉽게 관측할 수 있는 여러 가지 기능들을 지원한다.
- 미리보기 기능
센서에 대한 설정을 실제로 적용하기 전에 그래프 상으로만 미리보기를 통해 어느 정도의 변화가 있는지 미리 파악할 수 있으며, (그림 5)에서 이를 나타낸다.
- 그래프의 Zoom In/ Out
- 그래프의 시점이동



(그림 5) 설정 값 변화에 따른 미리보기 기능

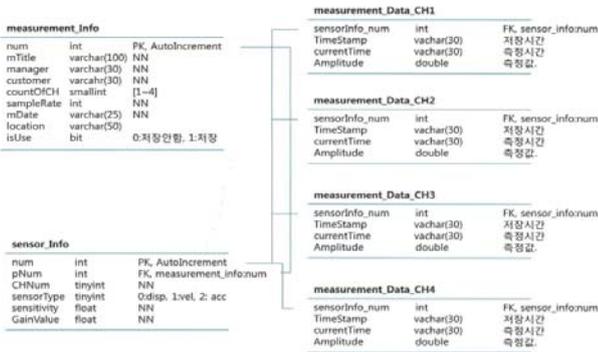
4. 데이터베이스 설계 및 개발

본 논문에서 개발하는 애플리케이션은 크게 두 종류의 데이터를 처리한다. 하나는 센서 데이터 측정에 필요한 각각의 설정 값이고, 다른 하나는 실제 측정된 데이터이다.

이 데이터들은 기본적으로 안드로이드 내부에 있는 SQLite[4]에 저장되어 각종 설정 및 추후 정보 확인에 사용 된다.

측정한 센서 데이터를 저장하고 관리하기 위해 SQLite를 이용하여 관계형 테이블들을 설계하고 생성한다. 앞서 언급한 대로 데이터 측정에 대한 일반적인 설정, 측정에 사용하는 센서들에 대한 설정, 그리고 측정한 데이터를 저장한다.

안드로이드는 운영체제에서 SQLite 라이브러리를 포함하고 있으므로 별도의 설정을 하지 않고 SQLite DB를 사용할 수 있다. SQLite로 데이터베이스 생성, 수정 및 삭제가 가능하고, 또한 테이블의 생성, 수정 및 삭제, 속성의 삽입/삭제 및 갱신이 가능하다. SQLiteOpenHelper 도우미 클래스를 제공하는데, 이를 그대로 DB 생성 및, 오픈하는 처리를 담당한다. 사용하는 데이터베이스의 구조는 (그림 6)과 같다.



(그림 6) DB 구성도

4.1 센서 데이터 측정을 위한 설정

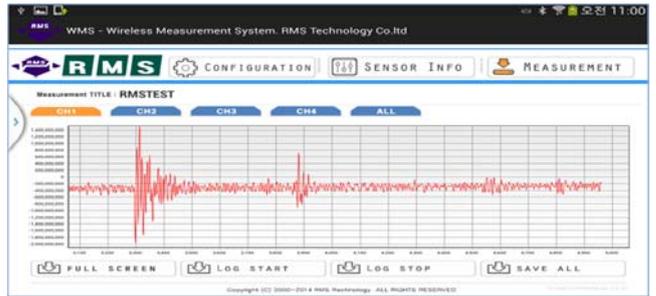
RH-DAQ 수집기로 센서 데이터를 측정하기 위해 측정에 필요한 주변 정보들과 사용하는 센서에 대한 정보가 필요하다. 즉, 측정 정보에는 측정 이름, 측정 요청 고객, 담당자, 측정 위치, 측정 날짜 등이 필요하다. 사용하는 센서에 대해서는 센서의 타입, Sensitivity, Gain 값 등이 필요하다.

- ▶ 측정 정보
 - 측정 이름
 - 측정 고객
 - 측정 담당자
 - 측정 위치
 - 측정 날짜
- ▶ 센서 정보
 - 타입
 - Sensitivity
 - Gain

4.2 측정 데이터의 저장

실제 측정된 데이터들은 사용자의 조작에 의하여 데이터를 저장, 추후 보기 및 데이터 분석 등에 사용 될 수 있다. (그림 7)의 화면에서 Log Start 버튼과 Log Stop 버튼을 이용하여 저장할 구간을 지정하고 Save All 버튼을

클릭하여 데이터를 저장한다.



(그림 7) 데이터의 저장 기능

5. 결론 및 향후 계획

기존의 전통적인 측정 방법 혹은 고가의 DSA의 장비가 제한이 될 경우에 사용될 RH-DAQ와 연계되어 데이터의 그래프 플로팅, 데이터의 보관, 센서의 설정 등이 가능한 안드로이드 애플리케이션을 개발하였다. 이 연구 결과물을 통하여 RH-DAQ로부터 블루투스를 통해 데이터를 전송 받고 메시지 큐에 저장하여 데이터를 측정되어 전송된 순서대로 그래프를 그려 측정된 데이터를 손쉽게 안드로이드로 관측 할 수 있게 되었다. 또한 측정에 필요한 정보들을 설정하고, 센서들의 설정 또한 변경 할 수 있었으며, 측정된 데이터들을 저장 하고 추후에 그 데이터를 활용한 분석까지 할 수 있게 되었다.

향후 발전방향으로서 데이터의 관리 향상 부분과, 안드로이드 상에서도 어느 정도 데이터의 분석이 이루어 질 수 있도록 발전방향을 잡는다면 더욱 활용가치가 높아질 것으로 기대한다.

6 참고문헌

- [1] 김수희, 이현준 “고정밀 무선 가속도 센서를 이용한 모바일 진동 데이터 수집 시스템 설계”, 한국정보과학회 2013 춘계학술발표논문집, pp. 35 ~ 37, 2013
- [2] Android, <http://developer.android.com/guide/index.html>
- [3] TeeChart Mobile, <http://www.steema.com/teechart/mobile>
- [4] SQLite, <http://java.dzone.com/news/android--using-sqlite>