

## 다목적 및 고활용성을 위한 객체지향 모델링 기반의 전자 측량기준점 모니터링 S/W 구현

정세훈\*, 심춘보\*\*

### A Implementation of Electronic Measurement Datum Point Monitoring S/W based on Object-Oriented Modeling for Multi Purpose and High Availability

Se-Hoon Jung\*, Chun-Bo Sim\*\*

#### 요약

표시점의 위치 및 고도를 표시하기 위한 기준점은 각종 측량에 유용하게 활용되는 장점을 가지고 있다. 그러나 기상 변화 및 지각 변화 등의 이유로 손·망실되는 사례가 급증하고 있으며, 무의미하게 방치되는 기준점이 늘어나고 있는 실정이다. 이에 본 논문에서는 기존 측량기준점의 활용성을 극대화할 뿐만 아니라 기준점 주변의 각종 환경 데이터 수집과 주변 지역의 지각변동 감지 기능 등이 포함된 다목적 전자 측량기준점 시스템모니터링 S/W를 설계 및 구현한다. 제안하는 S/W는 S/W의 재사용성 및 확장성을 충분히 지원할 수 있도록 객체지향 모델링 기법을 이용하여 설계하고 구현한다. 본 S/W에서는 전자측량 기준점 관리자를 위한 GUI 뿐만 아니라, 웹 및 모바일 사용자를 위한 GUI를 지원한다. 제공하는 GUI에서는 전자 측량기준점의 손·망실 예방 및 지각 변동을 감지하기 위해 측위된 위치정보 및 각종 센싱 정보를 데이터베이스에 실시간으로 저장하고 분석할 수 있도록 각종 데이터를 위한 그래프 GUI 지원한다. 아울러 QR-Code 및 RFID 인식 기능도 포함되어 있다. 마지막으로, 자이로센서를 이용한 지각 변화 감지 및 GPS 위치 오차율을 확인하기 위해 성능평가 결과를 제시한다.

▶ Keywords : 전자 측량기준점, 모니터링 소프트웨어, 객체지향 모델링, 위치정보

#### Abstract

Datum point for displaying location and altitude of point has being advantage usefully in various

•제1저자 : 정세훈 •교신저자 : 심춘보

•투고일 : 2014. 11. 12, 심사일 : 2014. 12. 15, 게재확정일 : 2015. 1. 6.

\* 순천대학교 멀티미디어공학과 박사수료(Dept. of Multimedia Engineering, Suncheon National University)

\*\* 순천대학교 멀티미디어공학과 부교수(Dept. of Multimedia Engineering, Suncheon National University)

※ 본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2012년도 산학연공동기술개발사업(C0036798)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

measurement parts. However, datum point has been increasing loss cases owing to weather changes and stratum changes and neglecting meaninglessly. In this paper, we design and implement a multi electronic measurement system monitoring software with functions such as include maximize utilization of existing measurement datum system as well as collected various environment data and detection stratum changes of surround area. Proposed software is implemented to support that reusability and extensibility of software using object oriented modeling method. Our software supports a GUI for electronic measurement datum point administrator as well as for web user and mobile user. Our system can support a graph GUI for various data analysis and reposition in realtime to database that measured location information and various sensing information to prevent loss of electronic measurement datum point and to detected stratum changes. In addition, we include a QR code and RFID recognition function. Finally, we suggest performance evaluation result to confirm stratum changes detection and GPS location error rate.

▶ Keywords : Electronic Measurement Datum Point, Monitoring Software, Object-Oriented Modeling, Location Information

## I. 서 론

기준점(Datum Point)은 국립지리원의 측량에 의해서 설치된 표시점으로 위치 및 표고 등이 표시된 점을 말한다. 기준점의 종류로는 국가기준점, 도시기준점, 지적기준점, 측량기준점 등 종류는 다양하며 활용되는 용도 역시 매우 광범위하다. 이러한 기준점의 측량 방식은 1910년 이후 경·위도로 표시하는 동경 측지계를 사용해왔다.

그러나 동경 측지계는 세계 측지계와 많은 오차를 가지고 있을 뿐만 아니라 세계측지계로의 변환을 위해서는 많은 비용이 소비되는 단점을 포함하고 있다. 이러한 이유 때문에 국내에서는 2010년 측량법 개정에 따라 국제표준의 세계측지계로 전환사업 추진을 하게 되었다. 이에 따라 측량법, 지적법, 수로 업무법으로 나누어진 개별 기준점들과 지역별로 나누어진 지역 측지계(동경 측지계)를 세계측지계로 변환하는 정책이 진행중이다[1]. 또한 자치도별로 세계 측지계 변환 및 개별기준점의 혼선의 문제점을 해결하기 위하여 다기능 측량기준점설치를 확대하고 있는 실정이다[2][3]. 이러한 다기능 측량 기준점은 기존에 측량된 기준점의 정보로는 불가능하다. 기존에 측량된 기준점의 정보는 다양한 이유로 변경되거나 잘못된 정보를 가지고 있다. 특히 2011년 동일본 지진의 영향으로 대한지적공사 지적연구원에서 측량 기준점의 조사결

과 국내 지표면의 GPS기준점들이 일부 변경되었다고 한다 [4]. 기준점의 변환은 지진과 같은 지각의 변화가 원인이 있기도 하지만 현재 지속적으로 발생되고 있는 지하수 사용에 따른 부작용 및 지반 이하의 공간을 무분별하게 개발한 결과로 발생하는 싱크홀(sinkhole)과 지반침하 현상이 발생되어 기준점의 위치 또한 안정적이지 못한 실정이다[10].

다기능 전자 측량기준점 시스템 설계 및 개발을 하기 위해서 모듈별 기준점의 기능과 제공받는 정보가 상이하여 시스템을 구성할 때 마다 요구사항을 분석하고 설계하는 과정이 반복되고 있는 실정이다. 또한 이를 개발하는데 투자하는 예산이 증가 되는데 문제점도 존재하고 있다.

이에 본 논문에서는 시스템의 분석 및 설계를 기반으로 기준점의 실시간 모니터링이 가능한 다기능 전자 측량기준점 시스템을 제안한다. 본 논문에서는 기존의 기준점 관리 및 개발 환경의 문제점인 기준점 H/W의 손·망실과 기준점 H/W의 외관 활용 부분을 보완하고 다기능 전자 측량기준점 개발과 국가 기준점 망을 체계적으로 관리 및 모니터링을 할 수 있는 기준점 분석 시스템을 설계 및 구현한다. 특히 모든 기준점을 측량할 수 있는 전자 측량기준점 시스템을 구성하기위해 전자 측량기준점과 통합시스템 GUI를 관리자 모듈과 사용자 모듈로 구분하여 모니터링 시스템을 설계 및 구현한다. 전자 측량 기준점 H/W는 서버와 통신을 위한 CDMA 통신모듈, 위치 정보 측량을 위한 GPS모듈, 지각변동에 의한 각속도 발생 측정을 위한 기준점 자이로센서, 기준점 환경(온도·습도)값을

수집하기 위한 환경 센서 모듈로 구성된다. 그리고 전자 측량 기준점 S/W는 기준점 사용자에게 기준점의 정보를 실시간으로 검색하기 위하여 GIS맵과 연동된 위치 데이터 및 환경 센서를 통해 수집된 측량데이터의 그래프, 수치데이터를 웹과 모바일을 통하여 제공하도록 설계 및 구현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 기존에 연구된 전자 측량기준점 관련 연구를 살펴보고 3장에서는 제안하는 다기능 전자 측량기준점 시스템의 설계 내용을 기술한다. 4장에서는 구현 환경 및 구현 결과를 소개하고 제안하는 시스템의 성능평가를 제시한다. 마지막으로 5장에서는 향후 연구 및 결론을 제시한다.

## II. 관련 연구

최근 국내 측량 기준점에 관한 연구는 다양한 부가서비스 연계를 위해 필수가결적인 형태로 연구가 진행되고 있다 [7-9]. 본 논문에서는 관련연구로 아래 3가지의 연구를 언급하고 정성적인 성능평가 부분에서 해당 연구와의 비교 평가를 진행한다.

[7]에서 연구된 기준점 관련 연구는 웹 2.0 환경에서 Ajax기반의 웹 어플리케이션을 제안하였다. [7]의 연구에서는 콘텐츠 영역의 독립적이고 동적으로 동작할 수 있는 구조의 국가기준점을 제안하였다. 또한 영상처리 모듈을 MVC 패턴 구조 형태로 제안하여 대용량의 정사영상을 처리하는 장점을 제시하였다. 제안된 외형의 국가기준점은 Ajax를 이용하여 비동기식 통신이 가능하게 하였고 관리자적 측면에서 모바일 및 다양한 DB와의 연동을 가능하도록 연구를 제안하였다.

[8]의 일본 연구에서는 GSI(Geographical Survey Institute)를 이용해 지진감시, 항해, 측지, 측량 등을 예측하는데 이용하기 위하여 현재까지 1,200여점을 활용한 국가 기준점 시스템을 연구하였다. 부관측점에서 관측되는 데이터를 메인 기준국으로 전화망 혹은 ISDN을 이용하여 전송하게 된다. 측정된 데이터는 활용 목적에 따라서 다양한 형태로 제공된다. 이를 위해 목적에 따른 후처리 데이터와 보정 데이터를 동시에 제공하는 장점을 가지고 있다. 실시간 측량 데이터는 기준국의 활용에 따라 일반적인 RTK 사용자에게 서비스를 제공하며, VRS 시스템을 위한 실시간 보정데이터를 제공한다.

[9]의 연구에서는 기준점의 효율적인 관리에 대한 방법을 제안하고 있다. 통합 기준점 설계 시 관리업무 분석 및 요구 사항 분석, 데이터의 입력, 갱신, 검색, 네트워크 분석, 통계 기능등 기존 사용자의 요구사항을 반영하여 체계적인 시스템

설계를 제안하였고, MapObject를 엔진으로 Visual C++, Visual Basic을 기반으로 1/5,000 수치지도와 수치지적도면을 이용하여 통합 관리 시스템을 구축하였다. 제안된 통합 관리 시스템을 통해 도형정보 및 속성정보, 위치정보들을 제공하는 기능을 구현하였다.

## III. 제안하는 전자 측량기준점 모니터링 S/W

### 1. 전자 측량기준점 모니터링 S/W 구성

본 논문에서 제안하는 다기능 전자 측량기준점 시스템은 측량 값에 변화를 주는 여러 가지 환경 요소들을 고려하여 설계하였다. 그림 1은 다기능 전자 측량기준점 시스템의 구조이며 크게 2가지 형태로 데이터 측위를 위한 전자 측량기준점 H/W와 측위된 환경 데이터의 모니터링을 위한 전자 측량기준점 S/W로 구성되어 있다.

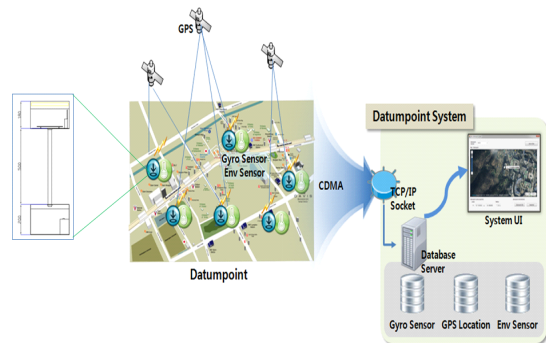


그림 1. 다기능 전자 측량기준점 시스템 구조도  
Fig. 1. Architecture of Multi Function Electronic Datum Point System

다기능 전자 측량기준점은 측량이 필요한 필드에 설치가 되고 측량 기준점이 위치한 곳의 위치정보 측정을 위하여 GPS와 지각변동의 감지가 가능한 자이로센서를 활용하여 위치 데이터를 서버에 전송하게 된다. 그리고 다기능 전자 측량 기준점에 포함된 센서를 활용하여 주변의 환경정보를 측정하기 위해 온습도 센서와 전자 측량기준점의 자가 전력 공급을 위한 전압 데이터 등에서 수집된 정보를 CDMA 무선 통신을 활용하여 모니터링 시스템 서버로 전송하게 된다. 기준점 관리 서버는 측량 기준점의 데이터를 수신하기 위하여 소켓통신의 해당 포트를 Open하여 대기상태로 준비하게 된다. 서버는

측량 기준점에서 데이터를 전송받아올 때 데이터를 파싱하게 되는데 등록된 기준점별로 측정 정보를 저장하게 된다. 시스템에서는 서버에 등록되지 않은 기준점의 데이터는 데이터베이스에 저장하지 않도록 한다. 그리고 분석 및 저장된 데이터로 기준점의 정보와 측량 정보를 제공받을 관리자 및 사용자는 시스템 GUI를 통하여 기준점의 정보를 제공받게 된다.

2. 전자 측량기준점 S/W 설계

다기능 전자 측량기준점은 분야마다 다른 용도에 쓰이기 위해서 시스템 설계 시 시스템의 확장성 또는 재사용성을 고려하여 설계한다. 본 논문에서는 객체지향 설계 모델링을 활용하여 사용자 요구사항, 시스템의 흐름, 시스템의 명세화를 분류하기 위하여 모듈별로 유스케이스 다이어그램, 시퀀스 다이어그램, 클래스 다이어그램으로 시스템을 설계한다. 다기능 전자 측량기준점 S/W의 모듈별 설계는 5가지 형태로 구분하여 설계를 진행한다. 5가지 모듈은 관리자 인터페이스 모듈, 사용자 인터페이스 모듈, 센서 모듈, 인식 모듈, 데이터베이스 모듈로 구분한다. 표 1은 세부 모듈에 대한 설명이다.

표 1. 시스템 S/W 모듈 구성  
Table 1. System S/W Module Architecture

모듈 요소	기능 설명
관리자 인터페이스 모듈	전자 측량기준점 H/W에서 CDMA 통신을 통해 송신되는 16진수 형태의 각종 센서 데이터와 기본 정보 데이터, 전압 데이터등을 데이터베이스에 저장하기 이전에 데이터 파싱 및 기준점 데이터에 대한 입력력을 처리하는 모듈이다. 또한 기준점의 정보를 사용자 모듈에 제공하기 위한 1차적인 처리 모듈로 설계된다.
사용자 인터페이스 모듈	사용자 모듈은 이동성이 보장되는 모바일기반의 인터페이스와 확장성이 보장되는 웹기반의 인터페이스로 구성된다. 모바일 인터페이스는 전자 측량기준점의 데이터를 조회할 수 있도록 처리하며, 웹 인터페이스는 기준점 데이터에 대한 조회, 수정, 삭제가 가능하도록 설계된다.
센서 모듈	전자 측량기준점 센서 모듈은 주변의 환경 데이터 수집을 위한 온도, 습도의 환경 센서와 위성 측량을 위한 GPS 센서, 지각 변동에 의한 각속도 발생 측정을 위한 자이로 센서로 구성되며, 시스템 설계에 다양한 환경에 적합하도록 설계된다.
인식 모듈	전자 측량기준점에 대한 일반 사용자의 접근성을 높이기 위해 QR-Code 및 RFID 태그를 활용한다. 일반 사용자는 스마트폰을 이용해 쉽게 해당 기준점의 정보를 확인할 수 있도록 설계된다.
데이터베이스 모듈	시스템의 데이터 구성에 따른 데이터베이스 테이블 구조 스키마를 제시한다. 여러 GUI 환경에 적합하도록 설계된다.

2.1 관리자 인터페이스 모듈 설계

본 논문에서 제안하는 다기능 전자 측량기준점 시스템은 시스템서버와 측량기준점, 기준점 관리자(사용자)의 액터로 이루어져 있고, 시스템서버는 측량기준점에서 받은 데이터를 각각의 정보형태와 GIS맵의 위치정보를 사용자에게 제공한다. 그림 2는 전자 측량기준점과 관리자간의 시스템 구성을 나타낸 유스케이스 다이어그램이다. 사용자는 다기능 전자 측량 기준점 시스템을 활용하여 서버 및 기준점 정보를 확인할 수 있다. 전자기준점에서 DataSend를 통해 센서 정보를 서버에 전송하게 되며 서버에 저장된 센서 정보 및 GIS Map 정보를 사용하는 관리자 UI와 모바일 UI를 통해 사용자는 확인할 수 있다.

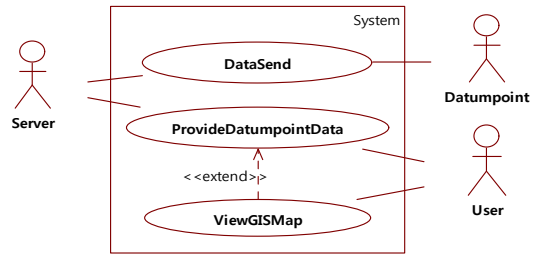


그림 2. 관리자 인터페이스 유스케이스 다이어그램  
Fig. 2. Administrator Interface Usecase Diagram

그림 3은 기준점과 시스템 서버간의 시퀀스 다이어그램이다. 기준점과 시스템 서버간의 소켓통신을 위해 포트를 개방하여 놓아야 하는데, 시스템의 UI작동과 동시에 CClientSocket클래스의 OnReceive오퍼레이션을 호출하여 기준점의 접속대기상태를 만든다. CListenSocket클래스의 Receive오퍼레이션은 기준점으로부터 서버에 접속이 요청 되

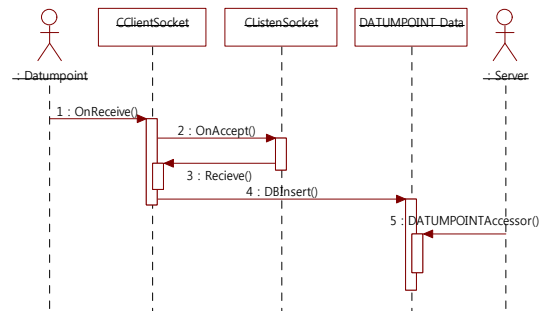


그림 3. 관리자 인터페이스 시퀀스 다이어그램 (기준점, 서버)

Fig. 3. Administrator Interface Sequence Diagram(Datumpoint, Server)

있을 때 *OnAccept* 오퍼레이션의 호출 후 즉시 호출된다. *DATUMPOINT Data* 클래스의 *DBInsert* 오퍼레이션은 기준점으로부터 제공되는 수집데이터를 서버에 저장하고 서버는 다시 사용자에게 제공하기 위해 *DATUMPOINT Accessor* 오퍼레이션을 호출한다.

그림 4는 관리자 시스템 서버관계간의 데이터 처리 관계를 시퀀스 다이어그램으로 처리된 부분으로 관리자는 기준점 정보를 등록하기 위해 *CEditDlg* 클래스에 *OnAddBtn* 오퍼레이션을 호출하여 기준점을 신설하고 시스템에 등록할 수 있다. *CEditDlg* 클래스에서는 관리자가 입력한 기준점 정보를 *DATUM\_MACHINE Data* 클래스의 *InsertDB* 오퍼레이션을 호출해 기준점의 세부정보와 함께 시스템DB에 등록한다. 서버는 *DATUM\_MACHINE Accessor* 오퍼레이션을 통해 기준점 정보를 사용자에게 제공한다. *DATUM\_MACHINE Data* 클래스는 서버로부터 제공된 기준점 정보를 시스템 UI에 출력하기 위해 관리자가 *CEditDlg* 클래스의 *ListUpAllRecord* 오퍼레이션을 호출 하게 되고, 이때 *DATUM\_MACHINE* 오퍼레이션의 호출을 통해 기준점 리스트를 제공받는다.

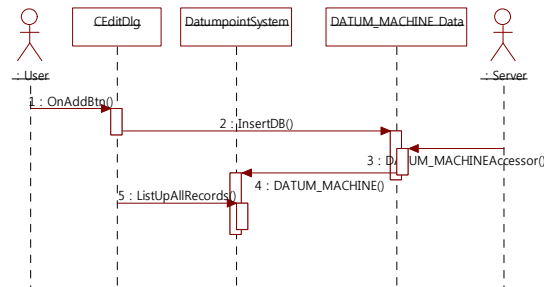


그림 4. 관리자 인터페이스 시퀀스 다이어그램(관리자, 서버)  
Fig. 4. Administrator Interface Sequence Diagram(Administrator, Server)

그림 5는 제안하는 시스템의 관리자 인터페이스 클래스 다이어그램으로 클래스의 상관관계와 의존도를 보여준다. 시퀀스 다이어그램을 통해 추출해낸 클래스객체로 데이터베이스 조회, 입력, 삭제, 수정을 위해 *OLE DB ATL* 템플릿 클래스, 소켓통신을 위한 클래스는 *CListenSocket*와 *CClientSocket*으로 이루어진다. 여러 대의 다기능 전자 측량기준점은 접속시점이 일정하지 않으므로 접속대기상태를 위해서 비동기 소켓으로 이루어지는 것을 고려하였다.

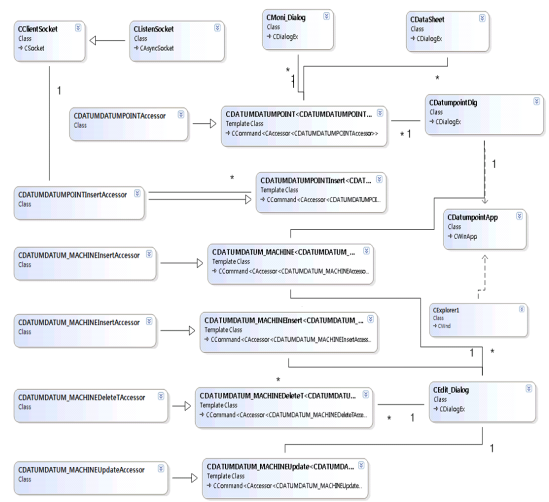


그림 5. 관리자 인터페이스 클래스 다이어그램  
Fig. 5. Administrator Interface Class Diagram

## 2.2 사용자 인터페이스 모듈 설계

사용자 인터페이스 모듈은 JSP 기반의 웹 사용자 인터페이스와 안드로이드기반의 모바일 사용자 인터페이스로 구분하여 설계하였다.

### 2.2.1 JSP 기반의 웹 사용자 인터페이스

그림 6은 JSP 기반의 웹 사용자 인터페이스의 기준점 검색에 해당하는 유스케이스 다이어그램이다. 사용자는 웹페이지를 통해 기준점 검색의 유스케이스를 처리하며 해당 유스케이스는 리스트형태와 지도형태의 유스케이스를 호출하게 된다. 리스트형태와 지도형태는 검색된 기준점의 구분과 해당 기준점의 위치정보 및 기준점 데이터 셋을 데이터베이스로 호출하게 되고 해당되는 기준점 데이터를 사용자 인터페이스를 통해 사용자에게 반환하게 된다.

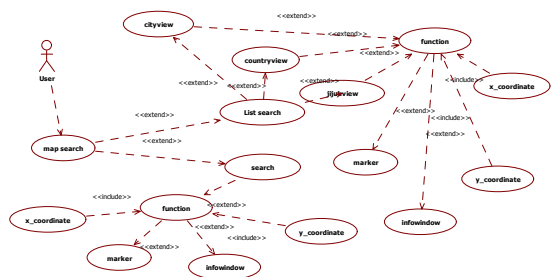


그림 6. JSP 기반의 웹 인터페이스 유스케이스 다이어그램(기준점 검색)  
Fig. 6. Web Interface UseCase Diagram based on JSP(DatumPoint Search)

그림 7은 JSP 기반의 웹 사용자를 위한 기준점 검색 시퀀스 다이어그램이다.

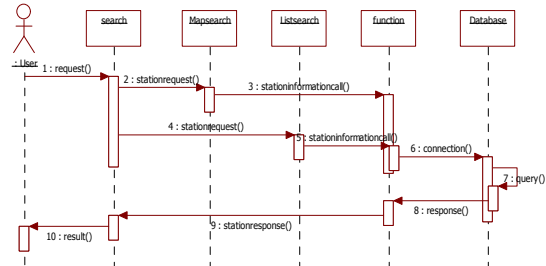


그림 7. JSP 기반의 웹 인터페이스 시퀀스 다이어그램 (기준점 검색)  
Fig. 7. Web Interface Sequence Diagram based on JSP(DatumPoint Search)

그림 6의 기능으로 분류된 유스케이스를 정적인 표현이 아닌 동적인 표현으로 처리한다. *mapsearch*, *search*, *Listsearch*, *function* 등 해당 유스케이스는 클래스로 구분되며, 클래스간의 호출을 위해 메서드는 정의하는 단계이다. 사용자는 검색을 위한 *request* 메서드를 호출하며, *search* 클래스는 *stationsearch* 메서드를 *mapsearch* 클래스, *listsearch* 클래스에 호출하게 된다. 각각의 전자 측량기준점은 *function* 클래스를 통해 기준점의 위치정보, *ID*, *RFID*, 주소등 해당 데이터 셋을 데이터베이스를 통해 *search* 클래스에 반환하며, 최종적으로 사용자 인터페이스에 해당 기준점의 검색 정보를 반환하게 된다.

그림 8은 JSP 기반의 웹 사용자 인터페이스 전체 클래스 다이어그램이다. *member* 클래스에서는 *member\_set*으로 회원가입을 처리하며 해당 사용자 인증을 위한 로그인을 통하여 *main* 클래스로 넘어가게 된다. *Record* 클래스는 *View* 클래스로 *city*, *country*, *jijuk*의 기준점으로 각각의 기준점의 변화 여부를 보여주고 MVC 패턴을 따라 Control 부분인 *CityRecord* 클래스, *countryRecord* 클래스, *JijukRecord* 클래스의 *write* 속성을 추가 할 수 있다. *board* 클래스, *notice* 클래스는 게시판 및 공지사항을 처리하는 클래스이며, *GijunHistory* 클래스는 각각의 기준점에 관한 해당 기준점 역사를 보여준다. *map* 클래스는 전자기준점의 위치 정보를 통해서 *map*의 주소를 보여 주고 *listmap* 클래스는 *View* 클래스로 리스트 형식의 지도를 사용자에게 인터페이스를 제공하게 된다. 또한 *map* 클래스의 *mapadress* 속성은 주소로 보여 주는 부분이다. *GijunManage* 클래스는 기준점의 좌표 및 주변 온도 습도 정보 등을 보여준다. *cityManage* 클래스,

*countyManage* 클래스, *jijukManage* 클래스의 *write* 속성은 기준점의 관리 속성으로 일련의 작업 이력을 처리하는 부분이며, *write\_set*은 저장 *write\_get*은 불러오는 속성이다. *modify* 클래스는 글을 수정하는 클래스이며, *modify\_get*은 수정된 것을 불러오는 부분 이고 *delet\_set*은 삭제부분이다. 각각의 *cityList* 클래스, *countryList* 클래스, *jijukList* 클래스 부분의 *mapView*는 리스트 형식으로 처리된다. *function* 클래스는 기본 화면의 지도 출력 부분이다.

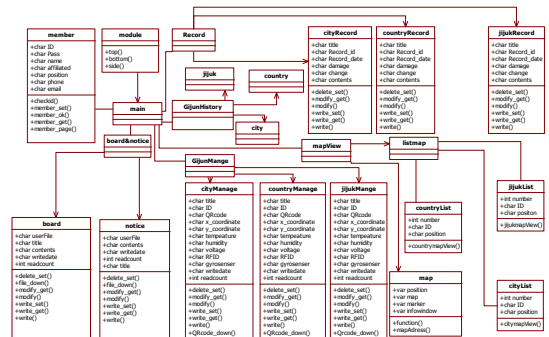


그림 8. JSP 기반의 웹 인터페이스 클래스 다이어그램  
Fig. 8. Web Interface Class Diagram based on JSP

2.2.2 모바일기반의 웹 사용자 인터페이스

그림 9는 안드로이드 기반의 모바일 인터페이스의 기준점 검색에 해당되는 유스케이스 다이어그램이다. 사용자는 대기 능력 전자 측량기준점의 기준점 검색을 위해서 메인화면을 통한 검색 화면에서 검색 기능을 활용할 수 있다. 해당 기준점의 검색을 통해 기준점의 분류와 위치정보를 파악할 수 있으며, 검색된 기준점의 정보를 데이터베이스에서 XML형태로 가져와 사용자 인터페이스에 리스트 형태로 반환하게 된다. 사용자는 최종적으로 리스트 형태의 검색 결과를 확인하게 된다.

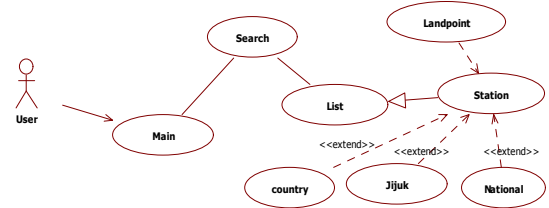


그림 9. 모바일기반의 사용자 인터페이스 유스케이스 다이어그램(기준점 검색)  
Fig. 9. User Interface UseCase Diagram based on Mobile(DatumPoint Search)

그림 10은 모바일기반의 사용자 인터페이스 클래스 다이어그램

램이다. *MainActivity* 클래스는 모바일 인터페이스의 시작 부분이며, *Signup* 클래스와 *Explain* 클래스, 그리고 전자 기준점 모바일 인터페이스 사용의 핵심부분인 *List* 클래스로 접근이 가능하다.

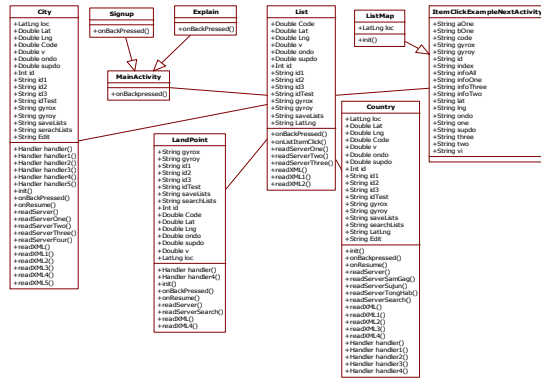


그림 10. 모바일기반의 사용자 인터페이스 클래스 다이어그램  
Fig. 10. User Interface Class Diagram based on Mobile

모든 클래스에 들어있는 *onBackPressed()* 메서드는 이전 액티비티로 넘어가는 이벤트를 처리해주는 메서드이며, *MainAcitivity* 클래스만 이벤트값을 *finish()*로 설정하여, 종료기능을 추가하였으며, 나머지 클래스에서는 이전 액티비티로 이동할 하위 클래스로 넘어 넘겨주게 된다. *List* 클래스는 현재 웹에 파싱되어 처리되고 있는 모든 XML값을 읽어와 모바일 GUI에 텍스트(리스트뷰) 형태로 처리되고 해당 리스트 노드(인터페이스)에 이벤트 처리 시 *onListItemClick()* 메서드가 호출되어 해당 데이터값을 스트링형태로 하나의 번들에 담아 *ItemClickExampleNextActivity* 클래스로 넘겨주고 해당 데이터를 모바일 UI로 전환한다. 또한 *onClick()* 메서드는 클래스 다이어그램에서 제외되어 메서드로는 표기되어 있지 않지만 *ItemClickExample NextActivity* 클래스에서 인터페이스 이벤트를 처리할 시 번들값으로 넘어온 값에서 좌표값(*LatLng*)을 분해하며 *ListMap* 클래스로 넘겨주게 된다. 그리고 *ListMap* 클래스에서 넘겨받은 좌표값을 바탕으로 맵에 해당되는 좌표에 특정마크로 처리하여 모바일 UI로 보여준다. *City* 클래스, *LandPoint* 클래스, *Country* 클래스는 각각 도시, 지적, 국가 기준점을 의미하며, 액티비티 진입 후 특정 버튼 인터페이스 이벤트에 대한 처리를 받아, 해당되는 좌표를 사용자 UI로 보여지게 된다.

2.3 센서 모듈 설계

본 논문에서 제안하는 다기능 측량기준점 시스템의 센서

모듈은 환경 센서와 자이로 센서, GPS 센서로 구성되어 있다. 환경 센서는 온도와 습도를 측정할 수 있으며, 자이로 센서는 직각변동에 의한 각속도 측정이 가능하며, GPS 센서는 해당 전자 측량 기준점의 위도, 경도 데이터를 측정할 수 있도록 한다. 본 논문에서는 시스템에 적용된 3가지의 센서 모듈 중 자이로센서에 대한 설계 부분을 중심으로 기술하였으며, 각각에 대한 센서의 데이터 삽입과 선택 및 소켓 통신을 위한 슈도코드를 설계한다.

자이로센서는 5V의 전압의 진폭을 가지고 측정하게 된다. 전압의 진폭은 10bit로 0~1023범위에 중간값 512를 기점으로 +, -를 갖게 된다. 감지된 센서의 값을 수식 1의 자이로 각속도 출력식에 적용하여 전자 측량기준점 각속도를 얻을 수 있다. 또한 수식 2인 센서 온도 출력식을 적용하면 전자 측량 기준점의 센서 온도를 측정할 수 있으며 최대 측정 각속도는 ±300°/sec의 범위를 나타낸다.

$$V_{gyro} = \frac{V_{ratio}}{2} + \frac{V_{ratio}}{5} \times S_{gyro} \times r$$

수식 1. 자이로 각속도 출력식  
Modify. 1 Gyro Angular Velocity Output

$$V_{temp} = \frac{V_{ratio}}{2} + \frac{V_{ratio}}{5} \times S_{temp} \times (T - 25^{\circ}C)$$

수식 2. 센서 온도 출력식  
Modify. 2 Sensor Temperature Output

그림 11은 제안하는 시스템의 센서 데이터 처리를 위한 소켓 통신, 센서 데이터 삽입, 센서 데이터 선택의 슈도코드이다.

```

----- SocketOpen -----
IF TCPConnectionON
  ConnectionAccept
  getConnectionClientInformation
  IF Datareceive
    DataParse
    DatabaseInsert
  ELSE WaitingDatareceive

  IF ClientEndConnection
    correspond stop
    Socketclose
  ELSE continue
  WaitDatareceive
ELSE end

----- Datainsert -----
IF Datareceive
  dbConnection
  opendiratowset
  IF insertdatabaserowset
    insertdata
  ELSE end
  closedatasource
ELSE end

----- Dataselect -----
MapNavigate;
IF Selectdatum
  DATUM_MACHINE
  GravityData
  GPSData
  ViewGraph
ELSE end
    
```

그림 11. 제안하는 시스템의 센서 데이터 슈도코드  
Fig. 11. Sensor Data Pseudocode of Proposed System

SocketOpen은 소켓통신을 이용해 기준점과 서버간의 통신을 시작하고 데이터 수집 후 파싱작업을 한다. 그리고 파싱된 데이터 기록을 위해 데이터베이스 저장 함수를 호출한다. DataInsert는 기준점과 소켓통신에 데이터 수신을 시작으로 호출이 되는데 데이터베이스를 저장하기 위해 데이터베이스 접속과 데이터가 저장될 행을 준비하게 된다. 저장된 데이터에서 기준점을 선택하면 위치, 환경정보, 각속도를 얻게 되는데 GUI에서는 이 정보들을 토대로 GIS 웹지도에 기준점 위치를 표시하고 환경정보와 각속도는 수치상으로 도식화된 UI로 사용자에게 보여주게 된다.

### 2.4 인식 모듈 설계

인식 모듈은 전자 측량기준점의 외형을 일반 사용자도 쉽게 확인할 수 있고 기준점 관리자가 원격지에서도 기준점의 이력 관리가 가능하도록 기준점 외부에 QR-Code 및 RFID를 부착하고 이를 처리하는 모듈이다. QR-Code는 일반적으로 스마트폰 사용자를 대상으로 QR-Code 이미지를 촬영하게 되면 해당 이미지의 정보를 보여주게 된다. 본 연구에서도 모바일 인터페이스를 통해 기준점에 부착된 QR-Code 이미지를 촬영한 후 해당 기준점의 정보를 확인할 수 있도록 설계한다.

그림 12는 관리자 기반의 QR-Code 처리 유스케이스 다이어그램이다.

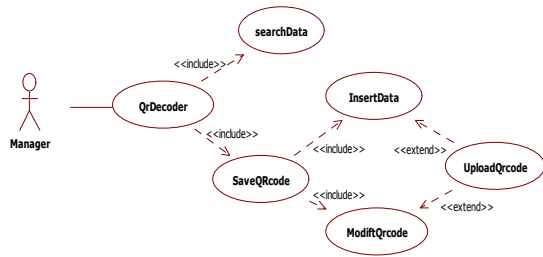


그림 12. 관리자 QR-Code 처리 유스케이스 다이어그램  
Fig. 12. Administrator QR-Code Process Usecase Diagram

먼저 관리자는 QRDecoder를 통해 해당 QR-Code의 유무를 확인하는 작업을 진행하고 새로운 기준점에 대한 QR-Code일 경우 해당 이미지를 데이터베이스에 전송하게 된다. 그림 13은 유스케이스 다이어그램을 바탕으로 QR-Code 디코더 기능의 흐름을 순서대로 표현한 시퀀스 다이어그램이다. 관리자는 스마트폰 액티비티로 QR-Code 촬영을 요청한다. QRDecoder가 실행되고 공개 프레임워크인 Zxing을 사용하여 저장된 바코드의 ID값을 파싱한다. 파싱된

ID값은 다시 Activity로 반환되고 사용자가 입력한 데이터와 Webservice를 요청한다. Webservice에서는 Database에 저장기능을 요청하고 Database에서 수행후에 그 결과(성공 또는 실패)의 결과를 다시 Webservice로 반환한다. Webservice에서는 최종 수행 결과(성공 또는 실패)를 Activity로 반환하여 사용자 GUI에 제공한다.

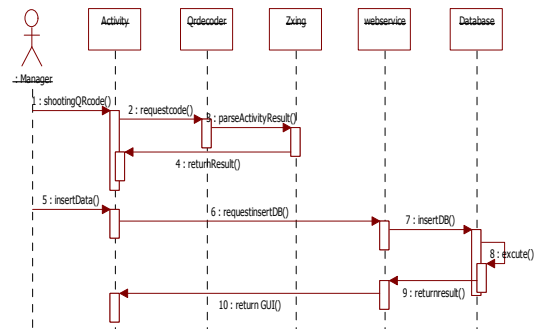


그림 13. 관리자 QR-Code 처리 시퀀스 다이어그램  
Fig. 13. Administrator QR-Code Process Sequence Diagram

그림 14는 QRDecoder 기능에 대한 설계 클래스 다이어그램이다. 먼저 MainActivity에서는 Intent의 처리가 가능한 IntentResult클래스와 Integrator 클래스를 상속받아 QR-Code의 ID 값에 데이터를 입력하여 ResultQR 클래스로 전송하고, ResultQR 클래스에서는 입력받은 데이터를 저장하는 QR-Code를 생성하여 액티비티 상에 출력해준다. ResultQR 클래스의 경우 BarcodeFormat이나 WriteException, MatrixToImageWriter 등의 QR-Code

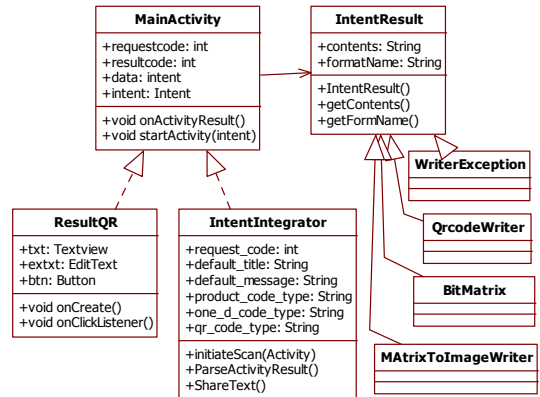


그림 14. 관리자 QR-Code 처리 클래스 다이어그램  
Fig. 14. Administrator QR-Code Process Class Diagram



생성관련 기능을 수행하는 *Zxing*의 클래스를 인터페이스로 상속받아 기능을 수행한다.

### 2.5 데이터베이스 모듈 설계

제안하는 시스템에 사용될 데이터베이스 스키마는 그림 15와 같이 13개의 테이블로 이루어져 있다.

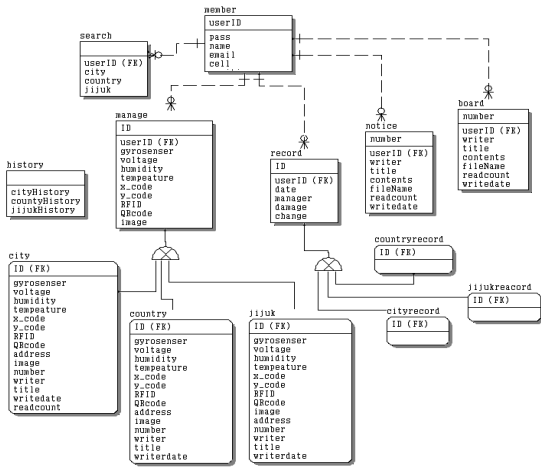


그림 15. 시스템의 데이터베이스 스키마  
Fig. 15. DataBase Scheme of System

*Member* 테이블은 UserID에 의해 식별하며 웹 서버를 사용하기 위한 사용자에 대한 정보를 저장한다. *Manage*는 *Member* 테이블의 UserID를 외래키로 참조하여 CDMA 통신을 통해 입력되는 전자기준점의 정보를 사용자의 ID를 기본으로 자이로센서, 전력, 온도, 습도, 위치정보, RFID코드, QR-Code, 이미지정보를 관리 및 저장할 수 있다. 또한 *Manage* 테이블은 각각 *City* 테이블, *Country* 테이블, *Jujuk* 테이블로 분할되며 *Manage* 테이블 정보를 RollDown 받게 된다. *Record* 테이블은 ID에 의해 식별하며, *Member* 테이블의 UserID를 외래키로 참조한다. 해당 테이블은 국가기준점, 도시기준점, 지적기준점에 대한 관리 업무 테이블로 기준점 이력 관리 업무 내용을 저장하게 된다. 또한 *Notice* 테이블 및 *Board* 테이블은 UserID를 외래키로 참조하며 작성자(writer), 작성 시간(writedate), 파일명(filename) 등을 저장하게 된다. 검색(*search*) 테이블은 UserID를 외래키로 참조하며, 각급 해당 기준점을 검색할 수 있다. 마지막으로 역사(*History*) 테이블을 통해 각 기준점의 정보를 확인할 수 있다.

### 3. 전자 측량기준점 H/W 설계

외부 환경에 설치될 기준점형태를 갖추기 위해서는 그림 16의 형태로 설계하였다[10]. 상단에 데이터를 수집하기 위한 각 센서와 모듈이 설계된 PCB기판, SolarCell을 배치하도록 설계하였다. 그림 16과 같이 전자 측량기준점 H/W는 옥외에 매설하여 설치될 것을 고려하여 견고한 형태의 구조물을 갖추게 하였다. GPS 수신값의 정확도를 위해 지상에서 1미터 높이로 위치하게 설계하였다. 무선수신 방식은 CDMA 모듈로 설계하였고, 태양열전지를 이용해 상시적으로 전원을 공급받을 수 있도록 SolarCell 패널과 발전기, 충전지를 내장하도록 하였다. 또한 전자 측량기준점에 대한 일반인들의 인식을 극대화하고 외형의 활용성을 높이기 위해 LED, QR-Code, RFID를 내장하도록 한다. 마지막으로 전자 측량기준점 H/W는 시스템 서버와 통신을 위한 CDMA통신모듈, 위성 측량을 위한 GPS모듈, 지각변동에 의한 가속도 발생 측정을 위한 기준점 자이로센서, 기준점 환경(온도·습도)값을 수집하기 위한 환경 센서 모듈로 설계하였다.

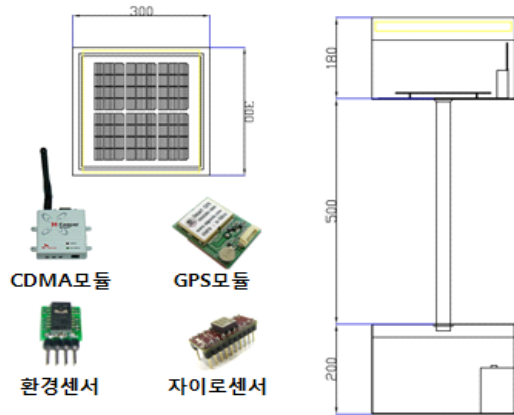


그림 16. 전자 측량기준점 H/W 구성  
Fig. 16. Electronic Measurement Datum Point Hardware Architecture

본 논문에서 제안하는 측량 기준점에 활용될 기준점 메인 보드 PCB(Printed Circuit Board)는 그림 17과 같다. 기준점 메인보드에는 Atmega128 CPU를 사용하여 LCD, GPS모듈, 자이로센서, 온습도센서의 컨트롤을 통합 처리하였다. 자이로센서와 온습도 센서는 CPU와 UART(TTL) RS232의 통신방식으로 신호 데이터값을 받는다. SolarCell에서 18V의 전압을 가진 전력을 받아 충전기에서 12V로 변

환하여 충전한다. 그리고 이것을 기준점메인보드에 공급한다. 태양열충전이 이뤄지지 않는 저녁시간대에 충전된 배터리의 전력이 공급되도록 고려하였다. 기준점메인보드에서는 전압 안정을 위해 CPU, LCD, CDMA 로 전원을 공급하도록 하였다. 모듈별로 CPU 5V, LCD 12V, CDMA 5V의 전압을 가지고 있다.

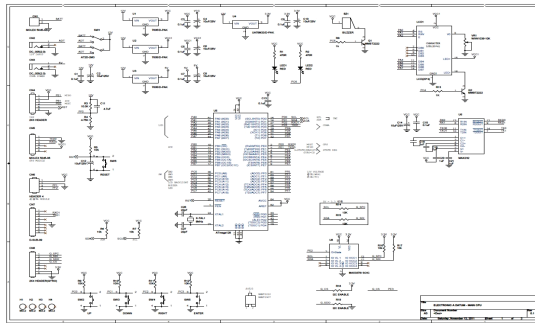


그림 17. 다기능 전자 측량기준점 메인 회로도  
Fig. 17. Multi Function Electronic Measurement Datum Point Main Schematic

#### IV. 구현 결과

##### 1. 시스템 구현 환경

표 2는 본 논문에서 제안하는 전자 측량기준점 시스템 개발의 구현환경을 도표화하였다.

표 2. 시스템 구현 환경  
Table. 2 System Implementation Environment

항목	세부사항
OS	MS-Windows 7 Ultimate K SP1 64bit
개발 도구	MS-Visual Studio 2010 Eclipse, Apache Tomcat
설계 도구	Star UML, Er-win 7.0, Artwork
개발 언어	MFC, JAVA, JSP
DBMS	MSSQL 2005
SolarCell	BP240U
CDMA	M-Keeper RCU-890
CPU Board	Atmega128

##### 2. 다기능 전자 측량기준점 외형

그림 18은 제작된 다기능 전자 측량 기준점 H/W 모형이다. 설치 구조물 형태를 갖추기 위해 하단의 일부를 매설할 수 있게 하단과 상단을 나누었다. 외형은 기준점 위치의 지표 상에 고정해 설치할 수 있다. 상단에는 각종 센서와 통신하여 데이터를 수집하고 서버에 전달하는 기능을 갖춘 MCU와 SolarCell, GPS 센서, 자이로 센서, 환경 센서, QR-Code, RFID 태그, LED 등이 구성되어있다.



그림 18. 다기능 전자 측량기준점 H/W  
Fig. 18. Multi Function Electronic Measurement Datum Point H/W

##### 3. 관리자 UI 구현

기준점 GUI는 기준점들과 통신하기 위한 소켓통신, 데이터베이스 저장기능 네이버 맵을 이용하여 위성 맵 영상에 설치된 기준점의 위치가 좌표 값과 함께 표시 되게 하였다. 측량기준점에는 고유번호 및 관리 사용자의 정보를 포함하고 있다. 그림 19는 전자 기준점 설치 후 시스템에 등록하기 위한 GUI이다.

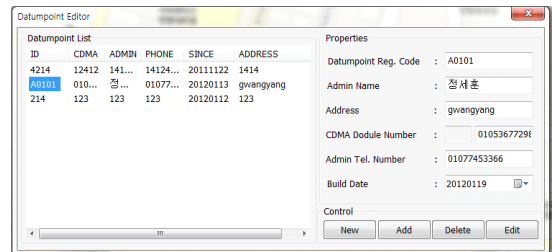


그림 19. 다기능 전자 측량기준점 등록 GUI(관리자)  
Fig. 19. Registration of Multi Function Electronic Measurement Datum Point (Administrator)

그림 20은 다기능 전자 측량기준점 시스템의 관리자 맵 GUI 실행 모습이다.

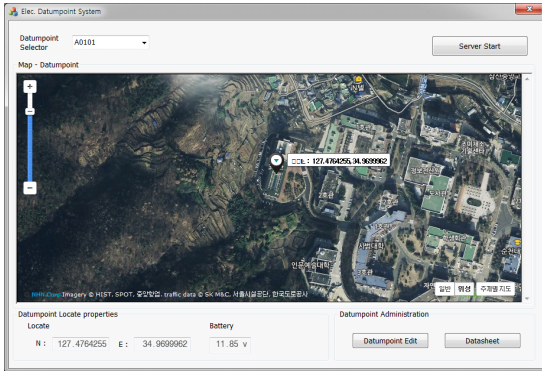


그림 20. 다기능 전자 측량기준점 GUI(관리자)  
Fig. 20. Multi Function Electronic Measurement Datum Point GUI(Administrator)

측량기준점에서 받은 데이터를 파싱해 데이터베이스에 저장하고 저장된 데이터를 실시간 데이터 시트에 보여주어 측량기준점과의 정상적인 데이터 수신 상태를 파악할 수 있는 그림 21의 측량기준점 데이터시트 GUI이다.

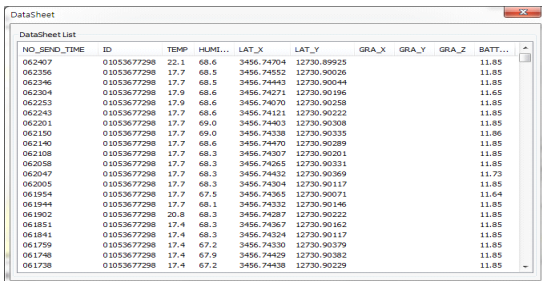


그림 21. 다기능 전자 측량기준점 데이터시트 GUI  
Fig. 21. Multi Function Electronic Measure Datum Point Datasheet GUI

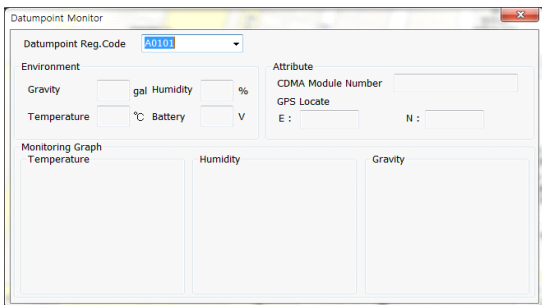


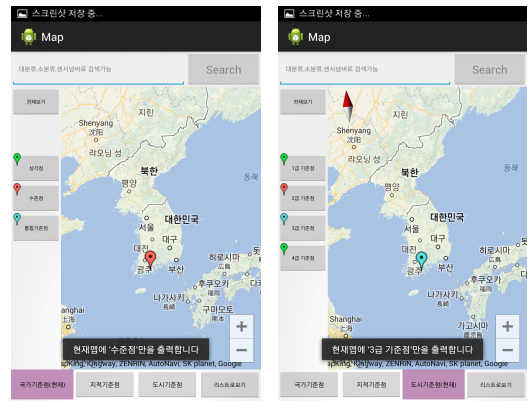
그림 22. 다기능 전자 측량기준점 모니터링 GUI  
Fig. 22. Multi Function Electronic Measure Datum Point Monitoring GUI

그래프로 표현하고 나머지 수치데이터들은 각 단위에 맞게 표현하기 위한 그림 21의 전자 측량기준점 모니터링 GUI이다.

4. 사용자 UI 구현

사용자 UI는 모바일 및 웹을 기반으로 구현되었으며, 관리자 인터페이스를 통해 등록된 전자 측량 기준점의 관리 및 조회가 가능하도록 하였다. 그림 23은 모바일 기반의 전자 측량 기준점의 조회 UI이다. 각각 국가기준점(a), 도시기준점(b)을 조회한 UI이다.

모바일기반의 사용자 UI와 더불어 웹기반의 사용자 UI는 전자 측량기준점 시스템에서 사용자의 편의성을 제공하는 인터페이스이다. 해당 인터페이스를 통해 기준점의 역사와 관리자의 작업 이력 및 기준점 관리를 처리할 수 있으며, 기준점 검색을 통해 검색자의 주변 지역 기준점에 대한 확인도 가능하다. 그림 24은 웹기반의 전자 측량기준점 시스템의 UI이다. 그림 24(a)는 국가기준점의 역사에 관한 정보 제공의 UI이며, 그림 24(b)는 측량기준점의 정보 및 해당 기준점의 위치정보와 위치를 확인할 수 있는 UI이다.

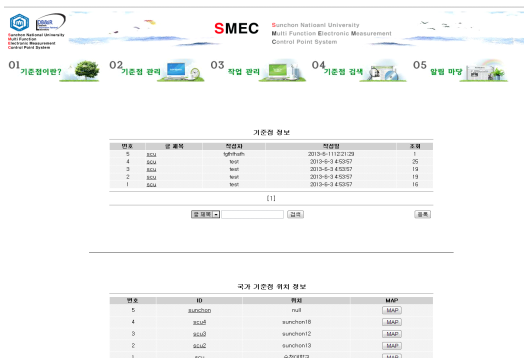


(a) 국가기준점 조회 (a) Inquiry of National Datum Point  
(b) 도시기준점 조회 (b) Inquiry of City Datum Point

그림 23. 다기능 전자 측량기준점 조회(모바일)  
Fig. 23. Inquiry of Multi Function Electronic Measure Datum Point(Mobile)



(a) 국가기준점의 역사  
(a) History of National Datum Point



(b) 국가기준점의 정보 검색  
(b) Information Search of National Datum Point

그림 24. 다기능 전자 측량기준점 조회(웹)  
Fig. 24. Inquiry of Multi Function Electronic Measure Datum Point(Web)

5. 성능평가

전자 측량기준점의 GPS 정확도와 자이로센서로 측정된 각속도의 감지값의 진동테스트 및 반응 오차율을 데이터베이스에 저장된 데이터로 기준점 시스템을 평가하였다.

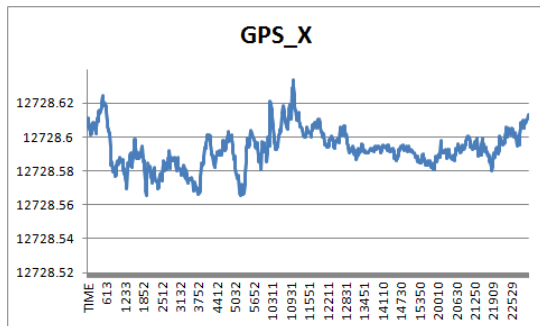


그림 25. 다기능 전자 측량기준점의 경도 변화량  
Fig. 25. Longitude Alteration of Multi Function Electronic Measurement Datum Point

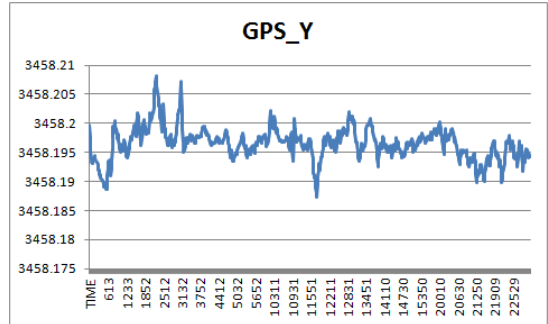


그림 26. 다기능 전자 측량기준점의 위도 변화량  
Fig. 26. Latitude Alteration of Multi Function Electronic Measurement Datum Point

본 논문에서 제안하는 전자 측량기준점 시스템은 위치정보를 기반으로 데이터를 제공하고 있기 때문에 위도 및 경도의 GPS 오차율 변화는 최소한으로 제한해야 하는 기능을 포함하고 있어야 한다. 이를 위해 그림 25와 그림 26은 경도 및 위도의 GPS 오차율 변화를 측정하였다. 그림 25는 기준점의 경도 변화율을 나타내고 있으며 최대 오차율은 127.2857 ~ 127.2862로 0.0005차이가 발생하였다. 그림 26은 기준점의 위도 변화율을 나타내고 있다. GPS의 위도 오차율은 34.58187 ~ 34.58207로 0.0002차이가 발생하였다.

또한 본 논문에서 활용하는 자이로센서는 일반적으로 8~10(계산되지 않은 값)까지의 진동폭을 잡아내고 있어 미세한 충격은 데이터를 무시하고 있다. 10이상으로 발생할 시에는 비상 신호와 함께 데이터를 1분간 변환된 데이터로 보내준다. 그리고 다시 8이하로 초기화를 시켜 다시 자이로센서 값의 변화를 감지하기 위한 대기상태로 접어들다.

그림 27에서와 같이 오전 3시경, 오후 7시경에 기준점을 좌우로 흔들어 x, y값에서 변화를 발생시켰고 지각 변동(임의적 발생)에 대한 경고 메시지의 작동 유무도 두 번에 걸쳐 작

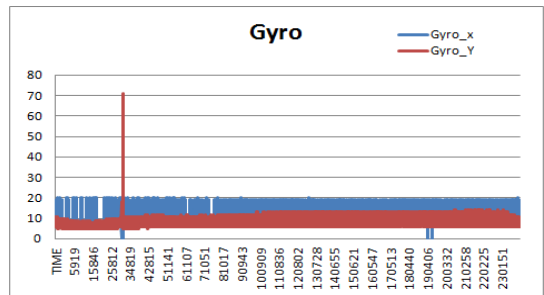


그림 27. 전자 측량기준점의 자이로센서 변화량  
Fig. 27. Gyro Sensor Alteration of Electronic Measurement Datum Point

동되는 상태를 확인하였고, 이를 통해 원격지에서는 손·망실이 일어나는 전자 측량기준점에 대한 원격 모니터링이 가능할 것으로 예측된다.

## V. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 기준점의 설치 및 관리에 대한 문제점을 분석하였다. 이를 기반으로 보완될 부분을 요구 분석하여 객체지향 설계 모델링을 활용한 모니터링 시스템의 분석 및 설계를 진행하였고, 다기능 전자 측량기준점의 기능을 확장하여 기준점의 외형 활용과 지각 변동과 지반 변화에 대비한 전자 측량기준점을 개발하였다. LED 및 QR-Code, RFID를 활용하여 측량기준점 H/W의 활용과 자이로센서와 GPS 센서, 환경 센서가 포함된 메인보드 PCB 개발하여 실시간으로 확인할 수 있는 데이터를 수집할 수 있게 하였다.

또한 기준점의 위치 데이터를 이용하여 GIS 웹 지도에 각 기준점 위치를 표시해 주고 통합된 데이터 값은 기존의 위치 데이터와 환경 및 지각 변동 데이터를 동시에 측정함으로써 토지의 관리 및 지질, 지각변동에 대비하고 측량치를 복합적으로 제공함으로써 효율적인 토지 관리와 지각변동에 대비한 전자 측량기준점 모니터링이 가능한 측량기준점 시스템이 될 수 있을 것 기대된다. 최종적으로 목적이 다른 기준점들을 통합함으로써 국가 기준점의 효율적인 활용이 가능할 것이다.

향후 전자 측량기준점 활용의 다원화를 위해 여러 종류의 감지 센서가 포함된 PCB를 개발하여 데이터를 수집하도록 할 것이다.

## REFERENCES

[1] National Geographic Information Institute, "http://www.w.ngii.go.kr"

[2] I. Kim, G. S. Kim, "Study on analysis of redundant geodetic control point installation and integration plan", The Journal of Korean Society Cadastral, Vol. 24, No.2, pp.193-205, 2008.

[3] DaeJeon CityHall, "http://www.daejeon.go.kr"

[4] Korea Cadastral Survey Corporation, "http://www.kcsc.go.kr"

[5] K. Y. Kim, S. H. Jung, C. B. Sim, "Implementation of User Interface and

GeoSensor based Traveling Type Sub-Observation Prototype System for Monitoring of Groundwater", Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 17, No. 1, pp. 183-192, 2012.

[6] J. M. Park, O. r. Jeong, "An Approach to Generation Monitoring Module using UML Model", Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 16, No. 9, pp. 57-68, 2011.

[7] T. W. Kim, J. W. Kim, Y. C. Suh, "An Application for Management of National Geodetic Control Points on the Web 2.0", The Journal of Geographic Information System Association of Korea, Vol. 11, No. 3, pp.79-84, 2009.

[8] Ishii.M, Kawaguchi.S, Petrovski.I, Torimoto.H, "New Flexible Network-based RTK Service in Japan", Proceedings of the 13th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation, pp. 1124-1132, 2000.

[9] I. S. Lim, J. K. Lee, "Development of the Integrated Management System of the Control Points ", The Journal of Korean Society for GeoSpatial Information System, Vol. 12, No. 4, pp. 45-51, 2004.

[10] S. K. Park, S. H. Jung, D. K. Park, C. B. Sim, "A Study on Performance Comparison of Multipurpose Function Electronic Measurement datum Station Prototype System using LED and Gyro Sensor", The Journal of the Korean Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 8, No. 8, pp. 1247-1255, 2013.

## 저 자 소 개



### 정 세 훈

2010년 : 순천대학교  
멀티미디어공학과 공학사.  
2012년 : 순천대학교  
멀티미디어공학과 공학석사.  
2014년 : 순천대학교  
멀티미디어공학과 박사수료  
관심분야 : 이동 데이터베이스,  
상황인식 시스템  
Email : iam1710@hanmail.net



### 심 춘 보

1996년 : 전북대학교  
컴퓨터공학과 공학사.  
1998년 : 전북대학교  
컴퓨터공학과 공학석사.  
2003년 : 전북대학교  
컴퓨터공학과 공학박사.  
2005년~ : 순천대학교  
멀티미디어공학과 부교수.  
관심분야: 멀티미디어 DB/IR,  
유비쿼터스 컴퓨팅,  
RFID/USN  
Email : cbsim@sunchon.ac.kr