

Open GIS 및 모바일 정보기술을 이용한 도로교통시설물 유지관리방안 연구

A Study of Road Transportation Facility Management System
Using Open GIS and Mobile Information Technology



심규성



손원표



지계환



강전용

I. 서론

1. 연구의 필요성

현재 국토해양부의 정보화 구축사업은 2009년 수립된 국토해양부 정보화기본계획에 따라 세부 추진과업들이 단계별로 추진되고 있다. 국토정보화 기본계획의 내용을 살펴보면 첫째, 대외환경변화의 요인으로서 국가물류정보의 통합 및 연계성의 강화와 둘째, 기존 교통체계의 친환경체제로의 개편 셋째, 첨단 ICT 기술의 서비스 융합요구의 증가 등으로 분석되고 있으며 이러한 건설산업의 환경변화와 더불어 급속히 발전하고 있는 정보기술의 발전을 고려하여 적용가능한 핵심기술로서 가상화, 클라우드 컴퓨팅, 엔터프라이즈 메쉬업,

비즈니스 인텔리전스 등을 선정하여 주요과제에 적용토록 관련 사업을 추진중에 있다. 또한, 이러한 사업을 지원하기 위하여 총 7개의 전략트리를 설정하여 구체적인 전략도출을 위한 기반을 제시하고 있으며 각 분야별 전략트리의 내용은 표 1과 같다. 교통분야 및 건설수자원분야의 전략트리의 내용은 첫째, 첨단 IT기술을 이용하여 선진화된 교통서비스를 구현하는 것과 둘째, 지능형 정보서비스를 활용한 건설산업의 선진화를 구현하는 것으로 설정되었다. 또한 정보화 아키텍처 기술에 있어서 모바일 Web2.0, 컴퓨팅, 클라우드기반의 서비스 구축, SOA, Open GIS 기술 등 상호운영성을 기반으로 한 정보기술들이 급속히 발전되고 적용되고 있다. 이러한 국토관리 전반에 대해 구체적이고 세부적인 국토정보화 사업을 추진하려고 하

심규성 : 동부엔지니어링(주) GIS팀, kssim@dbeng.co.kr, Phone: 02-2122-6932, Fax: 02-2122-6830
 손원표 : 동부엔지니어링(주) 기술연구소, wpshon@dbeng.co.kr, Phone: 02-2122-6786, Fax: 02-2122-6960
 지계환 : 동부엔지니어링(주) GIS팀, civilx@dbeng.co.kr, Phone: 02-2122-6807, Fax: 02-2122-6830
 강전용 : 동부엔지니어링(주) 기술연구소, kangdazzy@dbeng.co.kr, Phone: 02-2122-6977, Fax: 02-2122-6960

는 것은 최근 급격히 발전되고 있는 ICT의 최신 기술을 신속히 건설사업에 접목하여 이를 통해 융합 정보화 기술로 체계화시켜 국가의 신성장동력으로 발전시켜 나가야 하는 것이며, 또한 이미 시장규모가 점점 축소되고 영세화되고 있는 건설산업을 선진화된 구조로 변화시켜 국가경쟁 산업으로 재도약 발전시키려는 정부의 전략적 의지의 표명이라고 볼 수 있다. 본 연구는 이러한 국토정보화 사업의 추진과제의 방향에 맞추어 현재 전세계적으로 보급이 확산되고 있고 스마트폰의 활용성을 제고하고, 또한 공개 S/W 패러다임에 기반한 Open GIS 플랫폼의 확산추세를 반영하여 이를 도로교통 시설물 유지관리업무에 적용할 수 있는 정보시스템을 시범적으로 개발하여 적용방안을 연구하는 것이다.

II. 모바일 컴퓨터 환경의 개념

1. 기술의 배경

현재 모바일기반의 유비쿼터스 ICT환경이 급속도로 발전하고 있으며, 이에 따라 애플의 아이폰

표 1. 국토정보화의 주요 IT 방향

구분	주요 IT 방향
국토	<ul style="list-style-type: none"> • 국토공간정보 통합 및 융복합 강화 • 최신 공간정보 기술활용 기반강화
교통	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 교통정보수집 및 맞춤형 서비스 강화 • 교통자료조사 자동화 및 정보연계 강화 • 유관기관간 통합교통정보 네트워크 구성
건설수자원	<ul style="list-style-type: none"> • 첨단기술기반(Mobil,RFID/USN) 현장업무체계강화 • 첨단종합물관리 체계를 통한 재난대응력 강화
해양	<ul style="list-style-type: none"> • 개별 생성되는 정보의 종합관리 및 서비스 확대 • 공동 GIS기반의 해양정보 통합관리 강화
물류항만	<ul style="list-style-type: none"> • 지속적인 기술개발을 통한 국제표준 선도 • 육상/해상/항공 물류의 연계 통합을 통한 경쟁력확보
항공	<ul style="list-style-type: none"> • 국제표준화에 따른 항공정보 공동활용체계 구축 • 효과적 정보전달을 위한 항공관련 시스템 통합 체계 마련
공통행정	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자 중심의 맞춤형 시스템 발전전략 강화 • 정보자원 공동활용 및 정보보호 인프라 강화

자료 : 국토해양부 정보화기본계획, 국토해양부, 2009

OS와 구글의 안드로이드 OS가 스마트폰 응용 S/W시장의 개발 패러다임을 양분하고 있다. 이러한 정보화의 흐름속에 기존의 전통적인 프로그래밍 환경은 스마트폰기반의 모바일 프로그래밍 환경으로 급속히 진화되고 있고 이를 지원하는 통신 서비스 환경도 3G를 넘어 현재는 최신의 4G LTE까지 서비스가 되고 있다.

2. 안드로이드의 기본정의

안드로이드는 구글이 공개한 리눅스 기반의 개방형 모바일 플랫폼으로써 구글 주도로 2007년 11월에 설립된 OHA에서 개발되었다. 단순히 운영체제만으로 구성된 것이 아니라 미들웨어, UI(User Interface), 인터넷 브라우저 및 기타 애플리케이션으로 구성되어 있다. 현재 2010년 2월 초까지 안드로이드 개발 버전은 다섯번에 걸쳐 업데이트 되었으며, 이를 통해 초기 약점으로 지적되었던 보안의 문제점이 개선되고 있으며 점차 완성도가 높아지고 있다. 또한 UI, SNS(Social Network Service) 등 주요 인터넷 트렌드를 지원하는 기능이 추가되고 있다. 예를 들어 V1.6 Donut에는 Gesture 터치 동작인식 기능 및 Text-to-Speech 음성변환 엔진이 추가되었으며, 다양한 화면 해상도(QVGA, HVGA, WVGA)를 지원하게 되었다.

3. 안드로이드 아키텍처

안드로이드 운영체제는 그림 1과 같이 크게 4개의 기본 계층구조의 기반으로 구성되어 있다

첫째, 애플리케이션 계층에서는 이메일을 확인할 수 있는 클라이언트, SMS 프로그램, 캘린더, 지도, 브라우저, 주소록 등을 키 애플리케이션으로 제공하며, 모든 애플리케이션들은 자바 언어로 작성되어 있다. 둘째, 애플리케이션 프레임워크 계층에서는 애플리케이션을 개발하기 위한 각종 클래스와 메소드 등을 제공한다. 셋째, 라이브러리 계

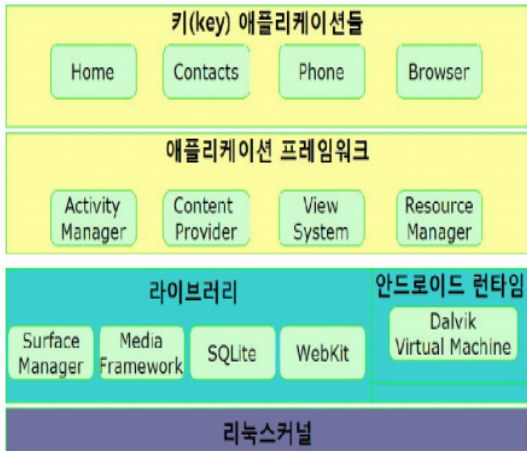


그림 1. 안드로이드 아키텍처

표 2. 안드로이드 운영체제 특징

구분	특징
운영체제	·리눅스 운영체제
개발언어	·Java 언어 사용
주요지원 라이브러리	·OpenGL ES 1.0스펙을 따르는 2D, 3D 를 지원 ·MPEG4, MP3, JPG,GIF 등의 미디어 지원
통합개발 환경	·이클립스 상에서 수행할 수 있는 개발 환경을 지원
기타	·개발툴과 관련된 많은 문서들이 무상제공 ·삼성, LG 등이 안드로이드를 기본 OS 로 채택

층에서는 시스템 C 라이브러리, 미디어 라이브러리, Surface 관리자, LibWebCore, 2D 그래픽 엔진, 3D 라이브러리, 경량화 된 관계형 데이터 베이스 엔진 등이 라이브러리 형태로 제공된다. 넷째, 안드로이드 런타임 계층에서는 안드로이드는 JAVA의 핵심 라이브러리 기능들을 대부분 포함하고 있다. 모든 안드로이드 애플리케이션은 Dalvik 가상 머신 내에 자신의 인스턴스를 가지고 동작한다. Dalvik에서는 최소 메모리만을 사용하도록 최적화된 Dalvik executable 포맷의 파일들을 실행한다. 다섯째, 리눅스 커널계층에서는 보안, 메모리 관리, 프로세스 관리, 네트워크 관리, 드라이버 모델 등의 핵심 서비스를 리눅스에 기초하여 지원한다.

4. 컴퍼넌트 아키텍처

안드로이드는 다음과 같이 주요 4대 컴퍼넌트로 구성되어 있다. 주요기능으로 액티비티 컴퍼넌트는 스마트폰 인터페이스 화면을 구성하는 컴퍼넌트이고, 서비스 컴퍼넌트는 특정 액티비티와 상관 없이 백그라운드에서 실행되는 컴퍼넌트이며,브로드캐스트리시버(Broadcast Receiver) 컴퍼넌트는 특정 브로드캐스트에 반응하는 컴퍼넌트이다. 이것은 별도의 사용자 인터페이스를 가지고 있지 않다. 콘텐츠 프로바이더(Content Provider) 컴퍼넌트는 애플리케이션 간의 공유를 위해 표준화된 인터페이스를 제공하는 컴퍼넌트이며 콘텐츠 프로바이더가 제공하는 실제 데이터는 파일시스템이나 데이터 베이스 등에 저장될 수 있다.

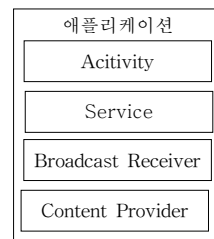


그림 2. 안드로이드 컴퍼넌트 아키텍처

5. GeoServer의 개념

GeoServer는 GeoSpatial 데이터를 공유하고



그림 3. GeoServer 웹 사이트

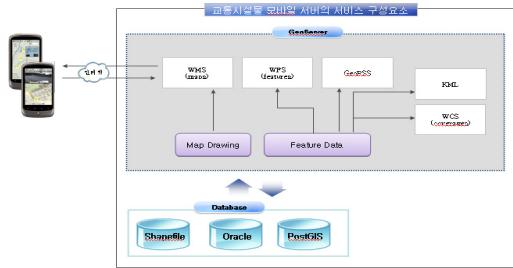


그림 4. GeoServer 서비스 아키텍처

편집할 수 있게 하는 Java기반의 오픈소스 GIS S/W서버이다. 기본적으로는 상호운영성을 전제로 개발되었기 때문에 개방형 표준을 사용하여 다양한 공간 데이터소스를 서비스 할 수 있게 하며, 서비스/서버간의 커뮤니케이션 브릿지 역할을 담당하면서 데이터 포맷을 다이나믹하게 변환할수 있게한다. 또한 Open Geoapatial(OGC)의 Web Feature Service(WFS), web Coverage Service (WCS), Web Map Service(WMS)표준 서비스를 제공한다.

GIS서비스를 지원하기 위해서는 필수적으로 기반 데이터베이스와 연동되어야 하는데 Geo Server는 이를 위해 다양한 서비스 모듈이 존재한다.서비스 지원이 가능한 DBMS는 PostGIS, ArcSDE, DB2, Oracle, Shapefile, VPF (Vector Product Format), MySQL, MapInfo, Cascading WFS로써 현재 상용으로 운영되는 대부분의 DBMS와 연동하여 운영이 가능하다.

III. 도로교통 시설물 유지관리를 위한 Open GIS 및 모바일 정보기술 개발

1. 시스템 개발 환경

본 연구를 위한 애플리케이션 개발은 통합개발 환경으로써 Eclipse 3.5 버전과 JDK 1.6 업데이트 18을 사용하였으며 개발 라이브러리는 안드로이드 SDK 2.1에서, 호스트 환경은 윈도우 비스타 운영체제에서 개발하였다. 또한 개발언어는 JAVA

를 사용하였다. GIS서비스는 Open Source인 Geoserver 2.0을 사용하였다.

2. 시스템 구현을 위한 고려사항

본 연구에서 개발한 애플리케이션은 모바일 플랫폼의 특성상 다음과 같은 특징을 고려하여 개발하였다. 첫째, 스마트폰의 디스플레이 규격은 일반 PC에 비하여 디스플레이 크기가 매우 작다. 이에 따라 표현할 수 있는 기능범위도 제한되므로 이러한 점을 고려하여 연구에 부합되는 애플리케이션은 도로유지관리 담당자 또는 실제 유지보수를 수행하는 담당자의 업무수행 관점에서의 주요기능을 개발하였다. 둘째, 일반 웹기반 개발환경과 같이 복잡한 비즈니스 로직의 구현을 지양하고 안드로이드 기반에서 기본적으로 제공하는 컴퍼넌트를 최대한 활용하여 개발하였다. 셋째, 스마트폰 기기내의 H/W특성을(특히 멀티미디어 제어기능)지원하는 컴퍼넌트를 최대한 활용하였다.여기에는 고해상도 영상촬영카메라 제어기능과 기기내에 내장된 GPS칩 제어 컴퍼넌트를 주로 적용하였다. 넷째 자체의 시설물 벡터 공간정보를 관리하기 위한 서버에는 GeoServer를 활용하였다. 다섯째, 유지관리 속성정보는 모바일 기기내에는 Sllighe에 저장하고 지오서버에는 Oracle를 탑재하여 이 두 개의 DB서버는 최초 동기화 이후 모바일 기기에서 서버로 데이터 전송 시점을 중심으로 상호동기화할 수 있도록 관련 코드를 개발하였다.

3. 시스템 아키텍처 구축방안

본 연구에서 구현된 애플리케이션은 현장에서 유지보수를 수행한 교통시설물을 촬영과 동시에 촬영이미지와 촬영지점의 GPS좌표정보가 함께 전송하는 기능을 기본기능으로 하였고, 부가적으로 전송에 필요한 메타정보 및 유지관리 현황 정보 등을 입력하는 기능을 추가적으로 포함하였다. 또한 현장조사 위치 등의 기본 GIS정보는 구글 API

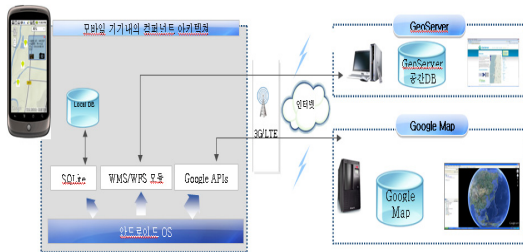


그림 5. 시스템 논리 구성도

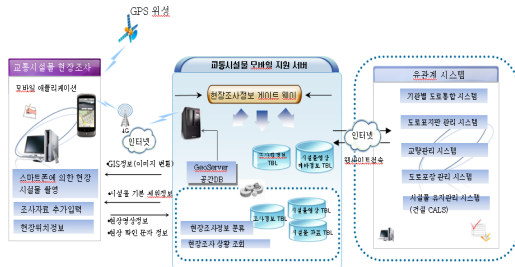


그림 6. 업무 프로세스 구성도

와 API를 통한 지도서비스를 활용하였다. 이러한 서비스를 구현하기 위한 논리적 구성은 그림 5와 같다.

본 연구에서 기능구현을 할 업무는 기본적으로 현장에서 도로교통시설물을 육안으로 점검하는 업무, 모바일 기기를 지원하는 지원서버에서의 업무, 민간인의 신고서비스 수신업무, 지오서버를 통해서 유관 시스템과 연계하는 기능으로 구분할 수 있다.

이러한 업무 프로세스를 구현하기 위한 업무 프로세스 구성도는 그림 6과 같다

4. 유지관리 업무 정의 및 기능설계안

본 연구에서 고려하고 있는 교통시설물 관리 업무는 크게 3가지 관점으로 구분하여 정의하며, 각각의 관점에서 세부 업무내용을 살펴보면 첫째, 현장관리자 관점에서 교통시설물의 정기점검, 안전

표 3. 주요 기능 명세서

서비스 구분	주기능	부기능	
모바일 시스템	반경내 교통 시설물 조회	모바일기기 위치내 설정된 반경내 교통시설물 리스트 교통시설물 유지보수 속성정보 입력	
	현장 교통시설물 관리	교통시설현황 신고 기능	등급결정 및 입력
			환경기능
			보수 후 사진 전송
	환경 설정	조사, 이동경로 관리	불법 시설물현황 관리 주요 시설물정보 제원 조회 일정별 시설물 유지관리 현황 사진촬영 및 현황정보 입력 전송 좌표 기록정보 간격 시간 조정 이동경로 전송
		좌표정보	사진촬영시 좌표정보 tag 설정 기능
		서비스 대상 시설물 종류 설정	전체 설정 교통정보시설물/도로기반시설물
		검색 반경 설정	현 GPS 내의 검색반경 정의 기능
		레이어 관리	시설물 레이어 올리기 / 내리기 시설물 정보현황조회
	지오서버 운영기능	경로별 교통시설물 조회	모바일 위치내 설정된 반경내 시설물 리스트 주요 경로별 불법 시설물 현황
경로별 현장 점검등급별 교통시설물 현황			
운영관리 기능		일정별 시설물 유지관리 현황	

표 4. 업무구분별 세부내용

업무구분	세부내용
현장 유지관리 담당자 관점	<ul style="list-style-type: none"> • 안전점검 항목체크 • 위치별 교통시설물 검색 • 교통시설물 제원조회 • 현장 유지보수 및 현황정보 촬영
지원서버 관리자 관점	<ul style="list-style-type: none"> • 시설물 유지관리 계획 (정기점검/안전점검/긴급점검) • 현장 유지관리 정보 관리 • 기타 조치계획 전송
대민 관점	<ul style="list-style-type: none"> • 교통시설물 손괴 신고 • 표지판 불량 및 오류 신고 • 불법 시설물 신고

점검, 긴급점검 등의 업무가 있으며 둘째, 서버 관점으로써 서버에서 모바일기기로 서비스 데이터를 전송 및 관리하기 업무, 셋째, 민간인 관점으로 향후 대민 서비스 지원 차원에서 고려할 교통시설정보의 공개 및 불법·불량 교통시설물 신고업무 등으로 정의할 수 있다. 이러한 각각의 업무구분은 표 4와 같이 정의할 수 있다.

표 4에서 정의된 업무를 이용하여 도로 및 교통 유지보수 담당자에 대한 요구사항을 정리하여 표 3과 같이 세부 기능 프로세스를 도출 할 수 있었으며, 본 연구에서는 우선적으로 서버의 GIS정보를 이용하여 현장에서 실제 유지보수를 수행후 보수 전후의 영상정보를 촬영하고 유지보수에 관한 간단한 기록정보를 스마트폰에 저장하여 이를 서버와 동기화 시키는 단위업무 프로세스만을 설계하여 구현하였다.



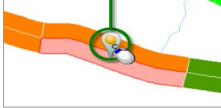
5. Geoserver의 공간DB구축 및 데이터 설계안

Geoserver에 탑재되는 공간정보는 서울국토관리청 관내의 국도의 도로대장 전산화 자료의 일부를 테스트용으로 선별하여 구성하였으며, 각각의 공간정보는 SHP파일형태로 변환하여 Geoserver에 탑재하였다. 데이터의 구성은 기본적으로 점형태의 공간정보는 교통시설물로 정의하였으며 그 종류는 주요 교통정보의 수집 및 표출기능을 담당

표 5. 업무구분별 세부내용

구분	구성내용	
벡터 공간정보	Point	<ul style="list-style-type: none"> • AVI, VMS, CCTV, RWIS, VDS • 도로표지판/신호등 • 교량/터널
	Polyline	노선선형/가드레일
	Polygon	노선명/표준노드링크
래스터 GIS정보	구글 API 서비스 맵 -일반지도/위성영상/지형지도	

표 6. 인터페이스 구현 사례

모바일 인터페이스	기능설명
	구글 Map을 API로 연계하고 같은 위치의 Geo Server의 벡터 공간정보와 중첩한 화면
	지정된 반경내 환경 교통 시설물 검색 및 그래픽 심볼 표출
	벡터 공간정보 (표준노드링크)와 시설물 연계

하는 외부 설치장비이다 그 종류는 AVI, VMS, CCTV, RWIS, VDS, 교통표지판, 신호 등이 있으며 이외에 도로기반의 주요시설물중 교량, 터널정보 등을 구조화 편집하여 작성하였다. 노선정보는 국도노선 중 2개 노선을 선정하여 그 중 일부구간을 선형정보와 도로면형 정보로 벡터화하였다. 또한 도로면형 데이터 일부를 임의로 편집하여 노선에 대한 표준노드링크 정보로 구축하였다. 본 연구에서 구축한 GIS정보는 표 5와 같이 구성하였다.

교통시설물의 유지관리를 위해서는 도로교통시설물 각각에 대해서 시설물 유지관리 세부 점검항목을 정의하고 이를 속성정보로 별도로 구축하여야 한다. 본 연구에서는 시험용 모바일 앱을 개발하는 것이므로 전체적인 유지관리 전체 업무에 대한 데이터 설계를 하지 않고 주요업무(유지보수일자, 점검사항, 보수 전후의 영상정보촬영 및 전송)를 간략하게 정리하여 설계하였다. 공간정보간의

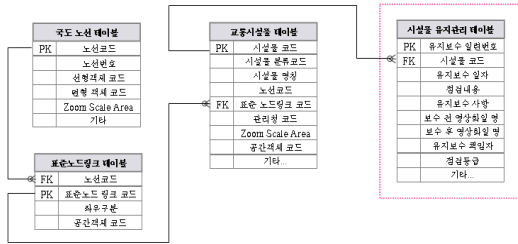


그림 7. 노선정보 ERD



그림 9. 스마트폰 동작 화면

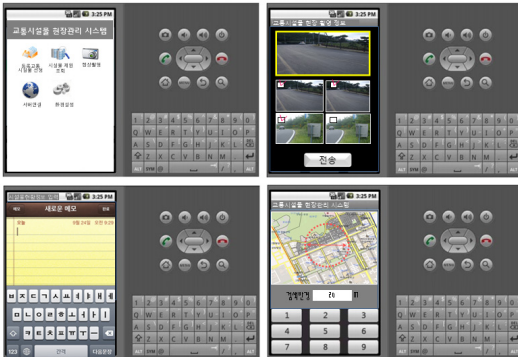


그림 8. 사용자 인터페이스 에뮬레이터 화면

논리적 연계성을 구현하기 위해서 국도 노선정보와 표준노드링크 정보, 교통시설물정보 및 유지관리 정보 등은 그림 7과 같이 ERD(Entity Relational Diagram)로 설계하였다.

6. 시스템 인터페이스 설계안

본 연구에서는 노선정보 및 표준노드링크를 중첩시켜 이 위에 교통시설물을 표출하는 체계로 구성하였으며 각각의 경우는 레스터 데이터인 구글 지도 서비스와 연계되도록 설계하였다. 인터페이스의 구현 사례는 표 6과 같다.

모바일앱의 사용자 인터페이스 설계는 SDK에서 지원하는 에뮬레이터를 이용하여 개발을 하였으며 화면창의 크기는 에뮬레이터에서 지원하는 표준 해상도인 350 X 480의 해상도 기반에서 설계를 하였다. 본 연구를 위해 개발된 사용자 인터페이스의 사례는 그림 8과 같다. 또한 실제 완성된 앱애플리케이션의 스마트폰에서 구동되는 인터페이스는 그림 9와 같다.

IV. 결론

본 연구를 통해 시험개발된 모바일 앱을 현장에서 적용해본 결과 첫째, 모바일 기기의 GPS의 신호단절은 자주 발생되지 않아 교통시설물의 대략적인 위치를 검색하는 과정에는 큰 문제가 없었다. 둘째, 현 위치에서 정의된 반경내의 도로시설물 검색기능은 기본적인 벡터공간 데이터가 소규모로 작성되긴 했지만 비교적 간단한 공간검색에 대한 질의를 보내고 공간검색 질의에 대한 결과과표를 얻는데는 큰 문제는 없었다, 그러나 데이터의 정확성 측면에서 본다면 기본적으로 보정신호없이 코드번호만을 사용하는 현재의 측위방식의 한계로 시설물의 공간오차는 다소 발생되었다. 셋째, 교통시설물에 대한 속성입력은 개별적 시설물별로 인터페이스가 설계되어 있지 않아 유지보수를 수행한 사항을 문자입력방식으로 입력을 하는 관계로 실제 유지보수의 신속성을 감안한다면 상당히 효율이 떨어지는 것으로 알 수 있었다. 넷째, 구글 API 서비스에서는 일반지도 서비스는 비교적 활용이 용이하지만 위성영상일 경우 대축척 서비스가 안되고 전송시 많은 통신부하를 초래하였다. 특히 노선정보 및 표준노드링크 정보와 연계시 그 정도가 심해지는 결과를 얻었으므로 이러한 문제점을 검토하여 향후 연구를 위하여 다음과 같은 보완사항을 도출하였다. 첫째, Geoserver에 도심지의 UIS 데이터를 확보하여 그 가운데 현장관리 대상 교통시설물의 공간데이터 전체를 탑재하여 공간데이터 전송속도를 테스트하는 것과 둘째, 속성정보 입력을 현재의 문자입력 방식이 아닌 Check Box 나 Combo Box로 대체시켜 현장에서 손쉽게 입력

하도록 보완하는 것 셋째, 카메라 제어 컴퍼넌트를 이용하여 현재 많이 활용되고 있는 증감현실기능을 시설물의 위치검색 및 속성입력의 인터페이스로 구현하는 것 등이다.

이러한 사용자 인터페이스 및 공간검색 기능을 보완하는 것 이외에 모바일 기기와 GeoServer간의 정보 동기화시 데이터 보안성을 강화하는 부분에 대해서도 연구가 필요하다.

본 연구의 목적은 안드로이드 OS기반에서 Open GIS인 GeoServer와 구글 API연계 서비스를 접목하여 실제 도로교통시설물 관리에 필요한 모바일 앱의 개발 및 운용이 가능한지 여부에 대한 시험적 연구이며, 개별적으로 서비스 되는 각각의 기능들을 이용하여 모바일 환경에서 동작 가능한 시스

템을 개발하는 데에는 특별한 장애요인은 없었다. 또한, 현장에서의 적용에 관해서는 이미 제기했던 문제점을 지속적으로 보완함으로써 현장 사용성을 제고시킬 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 국토해양부 (2009), 국토해양부 정보화기본계획.
 신용권 (2012), 모바일 웹앱, SMART MEDIA.
 오창훈 (2009), 오픈 API를 활용한 매쉬업 가이드, 에이콘.
 한국도로학회 (2010), 효율적인 일반국도 관리를 위한 도로관리 통합시스템 운영현황.