



유비쿼터스 도로재해관리시스템을 위한 기반기술 개발

Development of the Fundamental Technology for Ubiquitous Road Disaster Management System

최영택* · 조기성**

Choi, Young Taek · Cho, Gi Sung

要 旨

본 연구에서는 유비쿼터스 기반 도로재해관리시스템 개발에 본 연구에의 목적이 있으며, 이를 위한 기반기술은 무선인터넷통신모듈, 모바일모듈 및 서버모듈로 구분하여 개발 하였다. 이와 같이 개발된 기반기술은 도로재해관리 뿐만 아니라 각종 모바일 및 유비쿼터스 응용솔루션개발에 사용될 수 있으며, 도로재해현장에서 정보취득에 필요한 기 구축된 수치형태의 각종 DB를 실시간으로 수신하고 이를 기초로 현장 자료를 취득할 수 있으므로 현장 자료 취득의 정확도 및 신뢰도를 제고할 수 있다. 또한 이를 수신한 웹기반의 서버모듈 즉, 웹기반 도로 재해관리시스템에서는 기존의 도로관련 각종 자료에 절대좌표를 이용하여 현장재해정보를 연계하여 볼 수 있어, 정확한 의사결정을 실시간으로 수립하여 현장에 전송할 수 있다. 이러한 유비쿼터스 도로재해관리시스템의 기반기술 개발을 통하여 기존 도로재해관리 방법의 한계를 극복할 수 있는 방안을 제시하였다.

핵심용어 : 유비쿼터스, 무선인터넷통신, 도로재해

Abstract

This study is aimed at the development of ubiquitous based road disaster management system. The fundamental technologies used for developing this system are classified into three modules - wireless internet communication module, mobile module and server module. These fundamental technologies can be used not only for developing road disaster management system but also for developing various mobile or ubiquitous systems. With this system, workers can download many DB (Digital map, Attribute information etc.) from server to the field in realtime. The accuracy and objectivity of the DB could be improved with these informations collected at fields because these data can be used as basic data for road disaster information collection. Because in the web based server module - Web based Road Disaster Management System (URDMS) - field disaster information was showed link up with exist DB on road by absolute coordinate, the decision making with all of the field information was made and it sent to a field staff in realtime. The problems of current road disaster management rule can be solved by this URDMS.

Keywords : Ubiquitous, Wireless Internet Communication, Road Disaster

1. 서 론

경제성장과 국민소득 수준의 향상으로 인해 인적·물적자원의 교류가 급속히 증가하면서 국가기반시설로서 도로의 중요성이 크게 부각되고 있으며, 도로 건설과 비례하여 도로관리에 투입되는 도로 유지보수 비용 또한 지속적으로 증가하고 있다. 따라서 합리적인 도로관리 방안이 마련되어야 하며, 도로 이용자들의 이용 편의성,

안전성 향상 등과 같은 도로의 질적 개선 요구에 부응하기 위해서는 도로의 종합적이고 체계화된 관리가 필요하게 되었다(한국도로공사, 2005; Zenger, 2003).

건설교통부에서는 1990년대 초반부터 일반국도 포장 및 교량 등 과 같은 구조물의 유지관리 업무와 더불어 산사태 방지, 차량 안전 사고예방을 위한 각종 안전시설물, 도로표지등과 시설물 유지관리 등의 단위 업무를 중심으로 도로대장 전산화, 포장관리시스템, 교통량조사시

2006년 7월 28일 접수, 2006년 8월 25일 채택

* 교신저자·전북대학교 대학원 박사과정 (choiyt99@paran.com)

** 정희원·전북대학교 토목공학과 교수, 공업기술연구센터 연구원

스텝, 도로절개면유지관리시스템 및 건설교통재난사이버정보센터등의 운용 시스템을 개발하여 왔다(건설교통부, 2003; 정경선, 2006).

또한, 이와 같은 단위 업무중심으로 구축된 시스템은 최근 들어 업무가 전문화 되고 복잡해짐에 따라 업무 간에 유기적인 연계 및 분석을 통한 의사결정지원이 업무 처리에 매우 중요한 쟁점으로 부각되면서 시스템 통합의 필요성이 대두되었다(국립방재연구소, 2003). 그러나 단위업무 중심의 독립적인 형태로 개발·운용되고 있는 도로 관련 시스템들은 전산 체계와 정보에 대한 위치정보 관리 방법이 상이하여 도로관련 정보들 간의 관련성을 파악하기 어려워 업무 연계와 의사결정 지원에 큰 도움을 주지 못하였다(이광훈, 1996). 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 건설교통부에서는 1997년부터 도로관리 통합시스템 (Highway Management System, HMS) 연구(한국건설기술연구원, 2004) 개발에 착수하여 도로관련 업무간의 유기적인 연계 및 분석을 통한 종합적이고 체계적인 도로유지관리 체계 확립의 기틀을 마련하기 위한 연구개발을 하고 있다.

그러나 이와 같은 연구개발에도 불구하고 최근 각종 재난재해 등에 많은 예산이 투입되어 구축된 각종 시스템 및 DB들이 예방 및 사후대책 수립에 효과적으로 지원되지 못하고 있다.

이와 같은 문제점을 해결하고 내업과 외업의 분리에서 오는 업무처리 비효율성의 문제점을 해결기 위해서는 언제·어디서나·누구라도·임의의 단말기를 이용하여·임의의 네트워크에 접근가능의 의미를 포함하고 있는 유비쿼터스 개념을 도로관리 방법에 적용함으로써 해결할 수 있다(Montoya, 2003).

본 연구에서는 최근 이상기후 등에 의해서 많이 발생하는 도로의 재해 업무지원을 위한 기존의 도로관리와 관련된 시스템의 문제점을 해결하고 유비쿼터스기반 도로재해관리시스템 개발을 위한 요소 중에서 핵심이 되는 무선통신모듈 등의 기반기술을 개발하는데 본 연구의 목적이 있다.

2. 도로관리 관련선행 시스템

2.1 도로관리 통합시스템

도로관리통합시스템은 통일된 위치정보관리 방법과 도로관리용 수치지도를 이용하여 각종 도로관련 정보들을 관리하고, 정보의 유기적인 공유를 위한 통합데이터 베이스를 구축하여 효율적인 도로 유지관리를 지원하는 시스템으로서 도로대장전산화, 포장관리시스템, 교량관리시스템 및 교통량조사시스템등으로 구성되어 있다.

2.2 건설교통재난사이버정보센터

건설교통재난사이버정보센터(www.u-safety.go.kr)의 문제점은 그림 1에서와 같이 핸드폰(영상전송번호 : #4949)을 이용한 건설교통재난정보를 한국시설물안전기술공단 시설물정보실에서 관리하는 서버에 전송하는 시스템이다.

이와 같이 핸드폰을 이용하여 전송된 재난영상 및 문자 형태의 세부정보는 그림 2에서와 같이 기관별로 게시판에 게시되어 관리된다. 이와 같이 전송된 재난정보는 그림 3에서와 같이 “제목”, “전송지”, “소속”, “전송휴대폰번호”, “재해내용” 및 “확대사진”등으로 구성되어 있다.

전체내용으로서는 관리기능으로서는 “현장영상보기”, “보관함”, “디카영상관리” 기능으로 구성되어 있다.

이와 같은 건설교통재난사이버정보센터를 통해서 많은 재난 정보를 공유를 할 수 있지만, 단순한 사진 및 텍스트 정보만으로는 재난발생의 정확한 위치, 재난의 규모, 현재 응급 대처, 원인규명 및 사후처리 등에 많은 문제점이 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 현장에서 많은 예산이 투입되어 개발 및 구축된 각종 시스템의 많은 DB

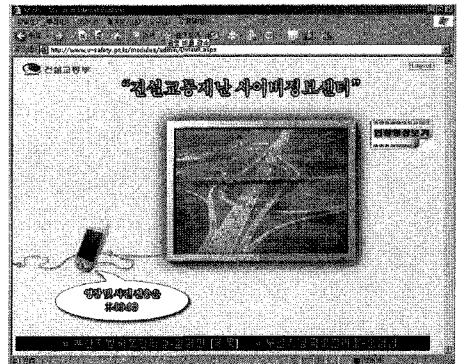


그림 1. 건설교통재난사이버정보센터 메인화면

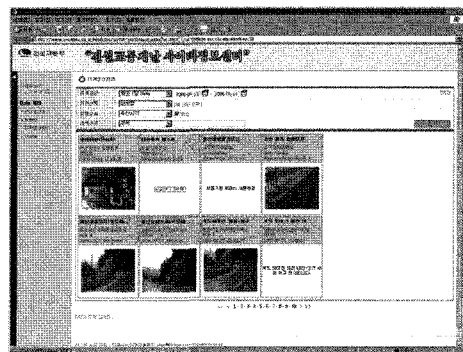


그림 2. 건설교통재난사이버정보

큰 문제점은 도로 또는 부대시설물이 잘못 건설되었다고 하여 쉽게 노선을 변경하거나, 시설물의 건설을 취소할 수 없는 물리적인 경직성에 가장 큰 문제점이 있다.

반면에 전자공간상의 도로로는 이와 같은 물리적 공간의 경직성의 한계를 해결하여 많은 대안의 노선 설정과 시설물의 형태, 위치결정 등의 대안을 설정하여 모의할 수 있는 유연성을 가장 큰 장점으로 꼽을 수 있다. 그러나 전자공간상의 도로의 한계는 현실성이 물리공간에 비교하여 떨어지며, 전자공간상에 표현될 수 없는 물리적인 도로요소(물리적환경은 중요 현상들만 추상화돼서 전자공간상으로 전신화 됨)들이 더 많이 존재 한다.

반면에 유비쿼터스는 물리공간과 전자공간의 한계를 동시에 극복하고 사람, 컴퓨터 및 물리적인 사물을 하나로 연결하여 가장 최적화 된 공간을 창출한다.

물리공간상의 도로와 전자공간상의 도로에서 발생하는 문제점을 해결하기 위해서는 2개의 공간상의 도로를 유기적으로 연결하여 필요한 경우에 모든 정보를 조회 및 수정·기록이 가능할 수 있어야 한다.

이와 같은 유비쿼터스기반의 도로관리 체계가 구현됨으로서 도로관련 시설물의 관리, 재난/재해 등의 응급상황의 발생 시 신속한 의사결정이 가능할 것이다.

4. 유비쿼터스 도로재해관리 기반기술개발

4.1 기반기술개요

유비쿼터스기반의 도로재해관리의 기본 틀은 그림 4와 같다.

그림 4에서와 같이 2절에서 논의 되었던 도로관리통합 시스템 등 도로관련 각종 공간 및 속성정보 등의 DB를 현장에서 모바일단말기를 사용하여 접속하여, 도형정보 및 속성정보를 조회하고, 현장의 정보를 추가하여 기존 정보를 수정·갱신하여 도로관리사무소의 DB서버에 전송할 수 있는 기능여부가 유비쿼터스기반의 도로관리시

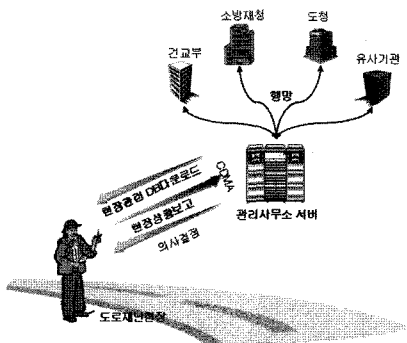


그림 4. 유비쿼터스 도로재해관리 개념

스템의 큰 틀이라 할 수 있다.

이를 위해서는 표 1에서와 같이 도형·속성 및 영상자료 빠른 속도로 송·수신 할 수 있는 무선데이터통신모듈, 각종 공간자료에 위치정보를 표시할 수 있는 GPS기능, 현장영상촬영기능 및 도형/속성정보 수정/갱신기능을 포함한 모바일 모듈 및 모바일 모듈로부터 전송된 자료를 표현하고, 이를 기반으로 의사결정을 보조할 수 있는 서버모듈로 구분할 수 있다.

4.2 무선데이터통신모듈 개발

4.2.1 무선데이터통신의 방식의 선정

무선데이터통신 서비스를 제공하는 방식은 통신망의 형태에 따라 셀룰라방식, 전용패킷방식, TRS(Trunked Radio System), Paging 등으로 나눌 수 있으며, 접속 형태에 따라서는 패킷방식과 서킷방식으로 나눌 수 있다. 휴대폰에서 음성 및 데이터 통신에 이용되어지는 CDMA 방식은 통신망 형태로는 셀룰라 방식이며, 기술발전예 따라 회선방식에서 패킷방식으로 접속형태가 발전해 가고 있다. 대표적인 무선데이터통신 방식은 표 2와 같다.

위와 같은 무선데이터통신 방식의 종류 중에서 본 연구

표 1. 유비쿼터스도로관리시스템 구현을 위한 핵심모듈

모듈	세부기능
무선데이터통신 모듈	도면자료, 속성자료 및 영상자료 송수신
모바일모듈	GPS기능(모바일단말기·촬영영상의 위치식별 및 도면상의 위치결정 등) 현장영상촬영 도면위에 현장정보 표시 도형/속성정보의 수정·갱신기능
서버모듈	현장정보 조회/의사결정지원

표 2. 무선데이터통신의 종류

종류 특성	IS-95B	IS-95C*	IMT-2000**
주파수 대역	800MHz 또는 1.7~1.8GHz		1.9~21GHz
데이터 속도	64Kbps (최대 115.2K)	144Kbps (최대 307.2K)	384Kbps (최대 2Mbps)
A4 100장 전송 시간	12초	6초	2.5초미만
데이터 모드	서킷/패킷	패킷	패킷
데이터 Mobility	Simple IP	Simple Mobile IP	
화상 통화	불가능	가능	

* : (CDMA2000 1x), ** : (CDMA2000 3x)

에서는 CDMA2000 1x EVDO(이하 EVDO) 무선데이터 통신을 이용하여 도로관리를 위한 무선인터페이스 시스템을 구현하였다. EVDO 방식은 음성과 데이터 송수신을 같이 하던 CDMA2000 1x 방식과 달리 음성은 CDMA2000 1x 망으로 데이터는 전용의 EVDO 망을 통해 서비스하기 때문에 최대 전송 가능한 전송률은 2.5Mbps에 이르러 전송률이 144Bps에 지나지 않던 CDMA2000 1x 방식에 비해 전송속도가 16배 이상 향상되었다. 이는 현재 전국적으로 상용서비스가 이루어지고 있는 무선데이터 통신 중에서 가장 높은 전송속도를 보이고 있으며, 이미 PDA와 휴대폰 등 다양한 단말기에 적용이 되어져 있기 때문에 이를 이용한 어플리케이션 구현이 용이하다. 또한, 제한된 지역에서 상용서비스가 실시중인 차세대 무선데이터 통신기술인 와이브로나 HSDPA가 수도권을 제한적으로 서비스하고, 전국적인 커버리지를 갖추는데 시간이 걸릴 것으로 예상되기 때문에 이미 전국의 대부분의 도로망을 커버리지로 하고 있는 EVDO 서비스가 U-도로관리시스템의 구현에 가장 적합하다.

4.2.2 무선데이터통신기능 구현

EVDO 서비스는 단말기에 IP를 부여하기 때문에 TCP/IP 기반의 소켓(socket)을 이용하여 무선통신 인터페이스를 구현할 수 있다. 소켓은 현재는 TCP/IP 프로토콜에서 가장 널리 사용되는 프로그래밍 인터페이스로서, 프로세스 간 상호통신을 통해 존재하는 프로세스들 사이의 대화를 가능하게 하므로 이들 프로세스는 동일한 컴퓨터 내에 있거나 다른 컴퓨터에 있던 상관없이 네트워크를 이용한 통신이 가능하다. 소켓을 경유한 프로세스 통신은 클라이언트-서버 모델에 기초하고 있다.

통신 서버에서는 서버 소켓을 생성한 후, 클라이언트의

요청을 대기하며, 클라이언트에서 접속요청이 있으면 바인딩 작업을 수행한 후 클라이언트와의 통신을 수행하게 된다. 통신클라이언트에서는 지정된 서버의 주소로 소켓 연결을 시도한 후, 연결이 이루어지면 연결된 소켓을 이용해 데이터 통신을 하게 된다. 그림 5는 본 연구에서 Visual C++6.0을 이용하여 개발된 무선통신서버 사용자 인터페이스(테스트용)를 나타내고 있다.

4.3 모바일모듈 구현

모바일 모듈은 본부 서버로부터 현장에 대한 기초자료를 수신 받고 이를 바탕으로 현장에서 발생하는 각종 상황에 대한 정보를 취득하고, 이를 본부 서버로 송신하기 위한 부분으로서 본 연구에서는 임베디드C++ 4.0 으로 구현하였다.

현장에서 발생하는 각종 상황은 평상시의 도로 및 시설 물유지관리업무와 사면붕괴, 도로유실 및 제설업무 등과 같은 긴급을 요하는 재난·재해 업무 등으로 크게 구분될 수 있다. 이를 위해서 가장 기본이 되는 것이 위치정보 취득, 현장의 상황을 정확하게 기록하고 및 표현할 수 있는 영상촬영 및 현장정보 표시, 도형/속성정보의 수정갱신 기능으로 크게 구분할 수 있다.

이와 같은 기능의 구현을 가장 용이하게 하기 위해서 본 연구에서는 현대디지탈테크(주)에서 개발된 iBIT U250 스마트폰을 사용하였다.

4.3.1 GPS기능

iBIT U250에서의 위치자료는 그림 6에서와 같이 스마트폰내의 GPS모듈에서 Dispatcher데몬과 HDTGPSReadData() API를 사용하여 위치정보를 받을 수 있다.

이와 같은 GPS기능을 이용하여 현장에서 필요로 하는 도면 및 속성자료를 본부서버로부터 호출할 수 있는 ID

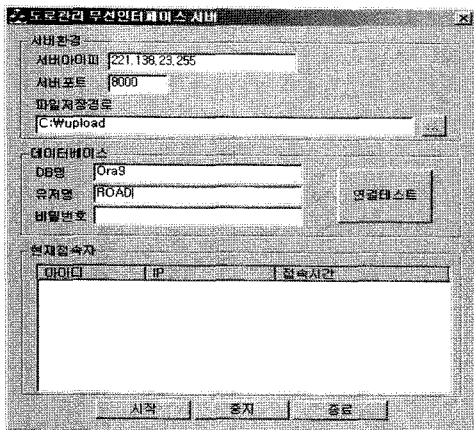


그림 5. 무선데이터통신 기능

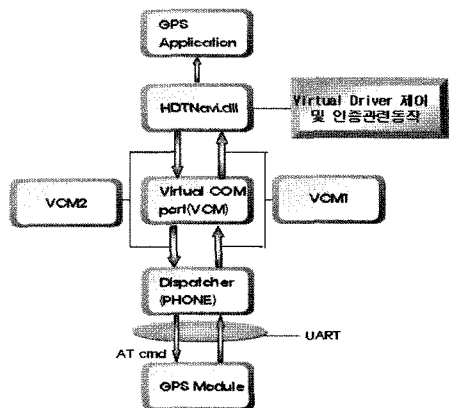


그림 6. iBIT U250내의 GPS구동

부여, 도면상 표시 및 현장에서 촬영되는 영상에 위치 값을 부여하여 도면에 표시할 수 있도록 하였다.

4.3.2 영상촬영기능

영상촬영기능 또한 iBIT U250에 탑재 되어 있는 CCD (200만 화소,1600×1200해상도)카메라를 이용하였다. iBIT U250에서 카메라 구동은 그림 7에서와 같이 카메라를 이용하려는 어플리케이션에서는 static library (ccdlib.lib) 에서 제공하는 API를 이용하여 CCD를 구동하거나 제어 할 수 있다. 그림 8은 본 연구에서 구현한 영상촬영 기능 메뉴 및 영상촬영기능을 나타내고 있다. 사진영상의 촬영기능에는 촬영과 동시에 4.2.3절의 1)의 GPS기능을 이용하여 촬영지점의 좌표가 동시에 취득되어 사진 및 좌

표가 동시에 저장될 수 있도록 파일구조를 구성하였다.

4.3.3 도형/속성정보 수정갱신기능

도형 및 속성정보의 수정갱신 기능의 첫 번째는 그림 9와 같이 현장에서 수행하고자 하는 업무내용에 맞는 전자야장을 선택 한다. 전자야장은 일반점검에 대한 순찰야장, 재해발생시의 재해야장 및 교통사고발생시의 사고 피해 등으로 구분하였다. 순찰에 있어서는 그림 9에서와 같이 일반보고 및 교량점검으로, 재해야장은 설해, 수해 및 사태보고야장으로 구분하였다.

야장은 각 항목에 맞는 수해보고, 사진영상 및 현장도면 탭으로 구성되어 있다.

그림 10은 수해보고 양식에 대한 기록항목들을 나타내

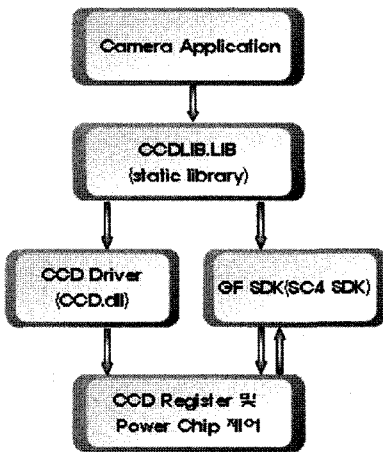


그림 7. iBIT U250내의 카메라구동

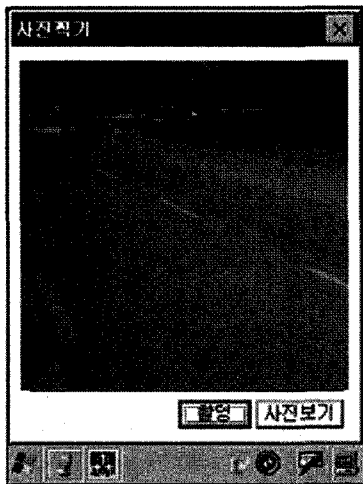


그림 8. 영상촬영기능

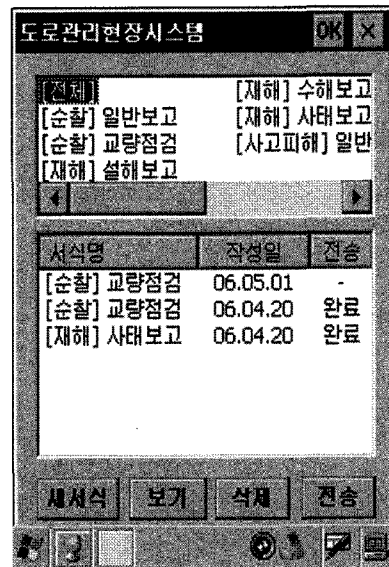


그림 9. 보고양식 선택

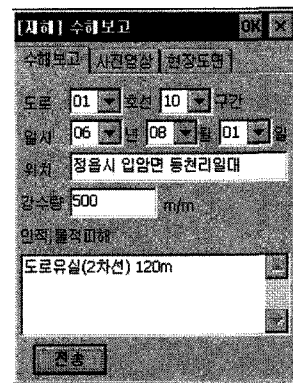


그림 10. 수해보고 양식

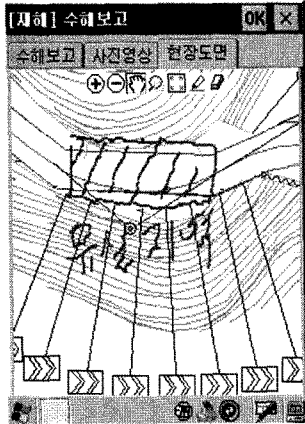


그림 11. 현장도면상에 피해지역 표기

고 있다.

수해보고 내용에는 도로 명칭, 사건발생 일시, 위치, 강수량 및 구체적인 인적·물적 피해 내용에 대하여 기입한 후, 4.2절에서와 같이 개발된 무선통신모듈을 이용하여 본부 서버로 사진영상 및 현장도면 내용을 전송하는 기능으로 되어 있다.

그림 11은 무선통신모듈을 이용하여 모바일 단말기로 전송된 현장도로 도면상에 피해지역에 대한 영역 및 피해내용을 스타일러스기술을 이용해 터치스크린 화면상에 표시한 내용이다.

4.4 서버모듈 구현

서버모듈은 모바일 단말기로부터 전송되어지는 현장에 대한 정보를 관리하고, 현장관제소의 의사결정 지원 및 모바일 단말기로의 정보 전송의 역할을 한다.

4.3절에서와 같이 개발된 모바일모듈을 통해서 현장에서 작성된 각종 재해 정보내용을 조회하고 각종 의사결정을 지원하기 위해서 본 연구에서는 웹기반의 도로재해관리시스템을 개발하였다.

웹기반의 도로재해관리시스템에 사용되는 도면은 기존의 도로관리통합시스템의 DB와 공통으로 활용할 수 있도록 하기 위해서 본 연구에서는 DXF파일을 기초 파일으로 결정하였다. DXF Viewing 기능의 구현을 위한 ActiveX는 비주얼 C++로 구현하였으며, 웹사이트는 ASP로 개발 하였다.

웹기반의 서버모듈의 초기화면은 그림 12와 같으며, 서버모듈의 기능은 재해대응체계, 점검업무, 재해업무 및 현장조사 등의 메뉴로 구성하여 정보관리 및 의사결정을 지원할 수 있도록 하였다. 재해대응체계 부분은 재해발생시 처리 매뉴얼을 수록하였으며, 점검업무는 일상점검

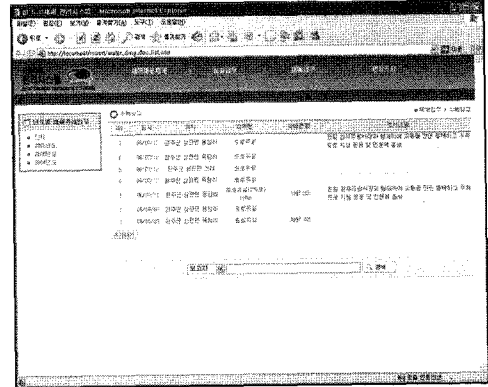


그림 12. 웹기반의 서버모듈의 초기화면

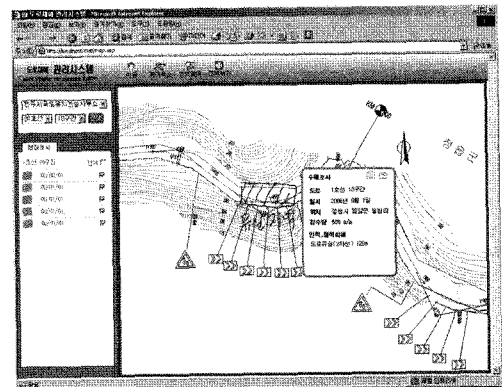


그림 13. 도로재해관리시스템상의 재해정보 표기

업무를 처리할 수 있는 기능을 포함하고 있다. 재해업무는 재해발생시 모바일모듈을 통해서 전송되어진 각종 정보를 그림 12에서와 같이 게시판 형태로 전송 순서대로 기록 및 관리할 수 있는 기능으로서 이 기능을 이용하여 재해상황보고를 할 수 있도록 하였다.

또한, 현장조사 메뉴를 이용하여 그림 12에서와 같이 웹기반의 도로재해관리시스템 상으로 전송되어진 재해 발생내용에 대하여 그림 13에서와 같이 피해지역에 대한 범위 및 내용이 화면상에 표현될 수 있도록 구현하였다.

또한, 그림 14에서와 같이 현장에서 촬영된 사진영상을 GPS로부터 취득된 좌표정보를 이용하여 사진이 촬영된 지역에 표기 될 수 있도록 하였다.

이와 같은 모바일 현장 도로재해정보관리시스템 및 웹기반 도로재해관리시스템을 이용함으로써 2절에서와 같은 건설교통재해사이버정보센터에서의 많은 한계 즉, 기존 구축 DB정보를 도로관리업무에 즉각적으로 지원할 수 없으며, 현장에 대한 정보를 시각적인 사진정보로만 취득되는 한계를 극복하여 위치정보로의 취득뿐만 아니라 도

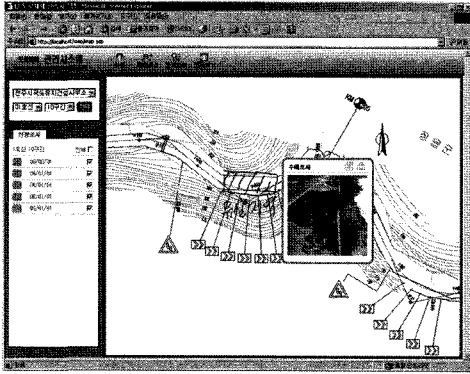


그림 14. 도로재해관리시스템상의 사진영상 표기

면정보로 취득할 수 있게 개선할 수 있다. 또한, 웹기반에서 도면상으로 모든 정보를 표현할 수 있도록 구현함으로써 많은 도로재해정보를 용이하게 처리하고, 의사결정내용을 현장의 요원들에게 바로 지시할 수 있어, 유비쿼터스 도로재해관리시스템의 구현을 앞당길 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 유비쿼터스 도로재해관리 구현을 위한 연구로서, 유비쿼터스 도로재해관리시스템 개발을 위한 기반기술개발, 무선인터넷통신시스템에 기반을 둔 모바일 도로재해 현장지원시스템 및 웹기반의 도로재해관리시스템 등을 개발하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 유비쿼터스 도로재해관리시스템 개발을 위한 무선인터넷 통신모듈, GPS 및 사진영상촬영 기능 등의 단위 기반 기술을 모듈화 함으로서 유비쿼터스 응용솔루션개발을 용이하게 할 수 있도록 하였다.

둘째, 현장재해정보를 수치지도형태의 DB와 속성정보

를 취득할 수 있는 유비쿼터스 모바일 솔루션을 개발함으로써 도로재해현장관리를 위한 방안을 제시하였다.

셋째, 웹기반의 도로재해관리시스템을 이용함으로써 유비쿼터스 모바일 솔루션을 이용하여 취득된 도로재해현장의 정보를 위치정보와 함께 실시간으로 도면상에 표현함으로써 위치정보와 무관하게 게시판 형태로 운영되는 기존 시스템의 한계를 극복할 수 있는 방안을 제시하였다.

감사의 글

이 연구는 교량설계핵심기술연구단을 통하여 지원된 건설교통부 건설핵심기술연구개발사업에 의하여 수행되었습니다. 연구 지원에 감사 드립니다.

참고문헌

1. 이광훈, 1996, *서울특별시와자치구간의 도로관리체계에 관한 연구*, 서울시정개발연구원.
2. 한국건설기술연구원, 2004, *도로관리통합시스템*, 한국건설기술연구원.
3. 정경선, 2006, "고속도로건설정보화 현황과 전망", *토목학회지*, pp. 124-133.
4. 한국도로공사, 2005, *재난 및 도로관리통합시스템 정보화 전략계획*, 한국도로공사.
5. 건설교통부, 2003, *건설교통재난/재해대책편람*, 건설교통부.
6. 국립방재연구소, 2003, *재난관리를 위한 지역위험도 평가 및 적용에 관한 연구*, 국립방재연구소.
7. Zenger, A., 2003, "Impediments to using GIS for real-time disaster decision support", *Computer Environment and Urban Systems*, Vol. 27, pp. 123-141.
8. Montoya, L., 2003, "Geo-data acquisition through mobile GIS and digital video : an urban disaster management perspective", *Environmental Modeling & Software*, Vol. 18, pp. 869-876.