

## 유비쿼터스 도로재해관리시스템 개발연구

### The Development of Ubiquitous Road Disaster Management System

성동권<sup>1)</sup>, 최영택<sup>2)</sup>, 고제용<sup>3)</sup>, 조기성<sup>4)</sup>

Sung, Dong Gwan·Choi, Young Taek·Ko, Jae Woong·Cho, Gi Sung

<sup>1)</sup> (주)올포랜드 대표이사(E-mail:bob72@paran.com)

<sup>2)</sup> 국토지리정보원 시설사무관(E-mail:choiyt99@paran.com)

<sup>3)</sup> 송원대학교 토목과 교수(E-mail:woong@songwon.ac.kr)

<sup>4)</sup> 전북대학교 토목공학과 교수·공업기술연구센터 연구원(E-mail:gscho@chonbuk.ac.kr)

#### 요 지(Abstract)

Because the cost of road management is increasing proportional to road construction, there are needs to build general and systematic road management system. To solving such problems, Ministry of Construction and Transportation started research and development of Highway Management System(HMS), and established a foundation for systematic road management system. But, the implementation of HMS has some limitations because it is just converting roads of physical space to roads of electronic space and managing roads of electronic space. Although HMS offers many conveniences compared to old system which was based hard-copy and paper maps or unit operations, it can not overcome the problem of inefficiency of road management due to the separation of operation between outer field and inner office. Therefore, to overcome such inefficiency, this study focused on Road Disaster Management System development based on Ubiquitous.

## 1. 서 론

도로관리통합시스템은 통합데이터베이스 및 웹 기반 도로관리 통합시스템에 관한 것으로서 도로 관련 정보의 전산화 환경을 통합하고, 통합전산환경에서 운용될 수 있는 데이터베이스에 대한 방안을 정의하고 구현한 것이다. 이는 물리적 공간에 존재하는 도로를 전자공간상의 도로로 변환하고, 전자공간상의 도로를 관리하는 시스템의 구현이라 할 수 있다. 이러한 시스템의 구현은 기존의 하드카피의 문서 또는 도면으로 존재하고 단위 시스템으로 존재할 때와 비교하여 업무에 많은 편의성을 제공하고 있지만, 도로현장의 외업과 사무실의 내업 분리에서 나타나는 업무처리 비효율성의 문제점은 극복할 수 없다.

도로관리에 있어서 외업은 물리적 공간상의 작업이며, 사무실의 내업은 주로 컴퓨터를 이용하여 구축된 단위 시스템 또는 통합시스템을 이용한 전자공간상의 작업이라 할 수 있다. 내업과 외업의 분리는 전자공간상의 도로관련 모든 정보가 물리공간인 도로현장으로 연계할 수 있는 방안이

없다는 문제점이 있다.

물리공간의 작업내용을 전자공간의 DB로 실공간으로 전환하고, 물리공간에서의 현상 변화를 실시간으로 확인하기 위해서는 전자공간상의 DB를 필요할 때, 필요한 장소에서 언제든지 불러보고, 수정하여 저장할 수 있어야 한다. 이와 같은 개념이 물리공간과 전자공간을 통합한 제3공간을 유비쿼터스 공간이라 한다. 단위시스템으로 구축된 각 시스템간의 통합이 아닌 물리공간과 전자공간의 통합에 의해 생성되는 유비쿼터스 공간상에서는 언제어디서나 누구라도 임의의 단말기를 이용하여 임의의 네트워크에 접근이 가능하고 유비쿼터스 기반의 시스템으로 모든 시스템이 변환되기 때문에 내업과 외업의 구분에서 오는 기존의 도로관리방법의 문제점을 해결할 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 유비쿼터스 기반 도로 유지관리 구현을 위한 기반 기술인 무선통신모듈, 모바일모듈 및 서버모듈 등의 개발을 통한 도로 유지관리 업무 및 도로재난·재해업무에 효과적으로 대처할 수 있는 유비쿼터스 도로재해관리시스템을 개발하여 활용하는 데 목적이 있다.

## 2. 공간에 따른 도로관리

### 2.1 물리공간상의 도로관리

물리공간 속의 도로는 횡방향(노선 폭)으로는 매우 좁은 공간적인 범위를 포함하지만, 종방향(길이)으로는 공간적으로 매우 넓은 범위를 포함하고 있어 특정 면적에 집적화 되어 있는 기타의 도시기반시설과는 매우 다른 공간적인 특성을 가지고 있다. 이러한 특성 때문에 도로에 부속되어 있는 각종 시설물 또한 넓은 물리공간상에 산재하고 있어 도로관리 및 시설물의 관리에 많은 시간과 노력이 요구되고 있다. 또한, 물리공간과 물리공간을 이어 주는 도로의 고유 기능으로 인하여 자연적 또는 인위적인 원인에 의한 도로의 단절 또는 막힘은 사용자 하여금 또 다른 물리공간상의 이동을 요구하여, 시간적·경제적인 낭비를 초래한다.

이와 같은 도로 및 도로시설의 공간적 분포 특성 때문에 현재, 도로 및 부대시설물의 관리에 지형공간정보시스템을 활용하고자 하는 노력이 계속되고 있다. 그러나 단순히 지형공간정보시스템을 도로에 적용함에 있어서는 많은 부분에 있어서 내업과 외업이 구분되어 있기 때문에 유기적이고, 효율적인 관리측면에서는 어느 정도 한계가 있다.

### 2.2 전자공간상의 도로관리

전자공간상의 도로는 캐드도면을 기반으로 하고 있는 1단계와, 캐드도면 및 수치지도를 이용하여 구현하는 3차원 가상도로의 2단계로 크게 구분할 수 있다.

캐드도면을 기반으로 하는 1단계는 캐드를 이용한 도로설계 도면의 DB화로서, 설계단계와 시공단계에서만 활용되고 관리단계에서는 활용되지 못하고 있다. 도로에 관련된 모든 도면 및 대장자료를 전산화 하여 체계적으로 관리하는 “도로대장전산화 사업” 등은 DB의 전산화를 통하여 도로를 전자공간상에 구축하는 사업에 국한되어 있어 이의 활용이 거의 부진한 상태에 있다. 3차원가상도로는 도로의 설계 후 가상주행시험 등을 포함한 도로의 경관평가적인 측면에서 접근이 이뤄져 있어서 시설물을 포함한 유지관리업무로는 연결되지 못하고 있다.

캐드도면을 기반으로 한 전자공간상의 도로는 다음과 같이 기존 도로관리통합시스템, 건설교통재난 사이버정보센터 및 기간도로 응급수해복구 시스템 등에 활용되고 있다.

### 2.3 유비쿼터스공간상의 도로관리

물리공간은 인간의 삶을 위해서 필요한 모든 시설이 존재하는 공간이지만, 물리적인 공간으로서 갖게 되는 특성상 유연하지 못하는 한계를 포함하고 있다. 즉, 물리공간 상에서는 도로 또는 부대시설물이 잘못 건설되었다고 하여 쉽게 노선을 변경하거나, 시설물의 건설을 취소할 수 없는 물리적인 경직성에 문제점이 있다.

반면에 전자공간상의 도로는 이와 같은 물리적 공간의 경직성의 한계를 극복하고 많은 대안의 노선 설정과 시설물의 형태, 위치결정 등의 대안을 설정하여 모의할 수 있는 유연성을 가질 수 있다. 한편, 전자공간상의 도로의 한계는 현실성이 물리공간에 비교하여 떨어지며, 전자공간상에 표현될 수 없는 물리적인 도로요소들이 더 많이 존재 한다.

그러나 유비쿼터스는 물리공간과 전자공간의 한계를 동시에 극복하고 사람, 컴퓨터 및 물리적인 사물을 하나로 연결하여 가장 최적화된 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 있는 유비쿼터스 기반의 도로관리 체계가 구현됨으로서 도로관련 시설물의 관리, 재난/재해 등의 응급상황의 발생시 신속한 의사결정이 가능할 것이다.

## 3. 무선인터넷통신

무선이라는 개념은 이동성(Mobility)과 무선(Wireless)이라는 2가지 의미를 포함하고 있으며, 무선인터넷은 사용자가 유선이 아닌 무선을 통해 데이터를 송수신하는 인터넷 서비스를 의미한다. 이러한 관점에서 무선인터넷은 “이동형 인터넷”이라고 정의할 수 있으며 특정 네트워크나 플랫폼과 관계없이 이동하면서 인터넷을 구현할 수 있다면 모두 무선인터넷의 범주에 포함된다고 할 수 있다.

즉, 휴대폰을 통한 인터넷이나 무선 LAN 카드를 통해 노트북 PC로 인터넷을 사용하는 경우 모두를 무선인터넷의 범주로 볼 수 있다. 특히, 무선인터넷 사용자가 언제나 단말기를 휴대하면서 인터넷을 구현할 수 있어야 한다고 전제로 한다면, 협의로 “휴대형 단말기기로 인터넷을 구현하는 것”이라 정의할 수 있다.

### 3.1 유선인터넷과 무선인터넷

무선인터넷 역시 인터넷의 범주에는 속하지만, 일반적인 유선인터넷과는 그 성격이나 형태가 다르다. 만약 무선인터넷이 형태, 용도 등에서 유선인터넷과 크게 상이함에도 같은 인터넷의 범주로 보게 된다면 무선인터넷만이 갖는 특수성을 간과할 우려가 있다. 무선인터넷은 휴대기기를 사용하기 때문에 인터페이스의 제약이 있을 수밖에 없으나, 광범위한 계층이 언제 어디서나 사용할 수 있는 장점이 있다. 이는 개인의 정보수요에 맞는 계층화된 정보제공이 가능하고 위치정보와 결합된 서비스 및 상시적인 정보제공이 가능한 특징을 갖는다.

### 3.2 무선인터넷 통신망

무선통신망의 진화 과정은 미국의 경우에는 IS-95A CDMA 시스템을 일부 보완하여 기존 IS-95A의 호환성에 고속 데이터 서비스를 실시하려는 IS-95B로 발전하였고, 이후 CDMA-2000으로 정착하였다. 유럽의 경우 또한 TDMA 방식의 일종인 GSM에서 GSM++를 거쳐 비동기 방식인 WCDMA로 진화되고 있다.

CDMA EV-DO는 CDMA기술을 이용하여 퀄컴이 개발한 패킷(Packet) 무선 데이터 전송 신기술로서 2.5세대에 속하며, 메가급 고속 데이터 전송이 가능하다. 유선인터넷에서 사용하는 ADSL방식을 똑같이 무선에 적용하여 구현함으로써 순방향 최대 2.4Mbps, 역방향 307.2Kbps의 전송속도를 실현하였다. EV-DO는 IS-95 네트워크에서의 고속데이터 전송을 위한 보완 솔루션으로 나왔으며, 국내에서는 SK, KTF에서 상용서비스가 실시중이며 LGT에서는 EVDO-rA 방식으로 서비스를 실시하고 있다.

또한, 무선이라는 전송매체를 사용하여 멀티미디어 서비스를 하기 위해 등장한 IMT-2000은 전 세계적으로 언제, 어디서나 원하는 상대와 음성, 영상, 데이터 등의 멀티미디어 정보를 자유롭게 주고받을 수 있는 차세대 이동통신 서비스이다. IMT-2000은 셀룰러 이동통신, PCS이동전화, codeless 전화, 이동 데이터 통신, 위성 통신 등 다양한 시스템을 통합한 개념으로 주파수 대역을 기존의 주파수대역보다 높은 1.885GHz~2.025GHz, 2.1GHz~2.2GHz 대역을 92년 ITU에서 할당하여 각 국가별로 주파수를 활용하도록 하고 있다.

IMT-2000은 단일 주파수 대역의 동일 무선 접속방식 사용, 글로벌 로밍을 통한 전 세계 단일통화권 구성, 넓은 대역폭으로 빠른 속도지원, 기존의 음성 서비스와 텍스트 위주의 데이터 서비스를 넘어서는 다양한 형태의 어플리케이션 활용, 무선 이동통신에서 인터넷 사용을 자유롭게 구현, 서비스의 다양화로 인한 다른 사업분야 파급효과 증대 등을 이유로 전 세계적으로 주목을 받고 있다.

## 4. 적용 및 고찰

### 4.1 연구대상지역

본 연구의 대상지역은 일반국도 17호선 중 전라북도 완주군 상관면 신리부터 관촌면 슬치리까지를 관통하는 구간, 약 12km를 대상으로 하였다.

### 4.2 DB구조 및 문제점 분석

도로관리 통합 시스템에서의 각 도면자료는 절대좌표 및 상대좌표가 혼용되고 있어 절대좌표를 이용한 도면의 검색 및 수정 등의 작업을 수행할 수 없다. 또한, 도면의 관리방식은 단위도면을 종평면도(500\_P), 용지도(500\_Y), 지하매설물도(500\_U)의 디렉토리에 「노선(00)+구간(00)+이력코드(000)」의 형태로 호선과 구간의 단위로 관리되고 있다.

이와 같은 도면관리 단위는 도로현장에서 도로노선 번호 및 각 구간을 선택하여 각종 정보를 조회하여야 하는 불편함이 있다. 도로노선번호는 도로표지판을 통하여 확인할 수 있으나, 구간정보를 파악하여 각 구간에 관련된 도로도면정보 및 그와 관련된 각종 대장정보를 확인하기가 어려웠다.

현재 각 개체에 고유한 ID를 부여하기 위해서 UFID에 기반을 둔 RFID 등의 전자칩을 이용한 방법이 논의되고 있으나, 물리공간상에 매우 넓게 분포하고 있는 도로위에 RFID를 삽입하여 이를 관리하기 위해서는 매우 많은 예산과 노력이 필요로 하는 문제점이 발생한다. RFID를 이용한 공간 또는 개체의 식별은 위치를 실시간으로 결정하기 매우 어려운 곳이나, 항상 이동하는 개체의 식별을 위한 방법으로는 매우 적합하므로, 고정되어 있고 위치식별이 용이한 곳이나 개체만 절대좌표를 위치정보의 식별자로서 활용하고 있다.

절대좌표에 기준한 위치정보는 공간에 대한 식별을 가능하게 하여 특정 지점, 경계 및 영역을

설정할 수 있다. 이와 같은 위치정보의 고유한 특성을 이용하면 공간적으로 넓게 분포하고 있는 도로시설 전 지역에 대하여 식별이 가능하다. 특히, 현재 널리 활용되고 있는 GPS를 이용할 경우 저렴한 비용으로, 실시간으로 높은 정확도의 위치 정보 취득이 가능하기 때문에 공간에 대한 식별을 위한 위치정보의 활용의 의미는 크다고 할 수 있다. 도로공간 식별에 위치정보의 활용을 위해서는 도로의 각 구간과 위치정보의 관계 정립이 우

선적으로 선행되어야 한다.

#### 4.3 유비쿼터스환경에서 기존 도로DB활용방안

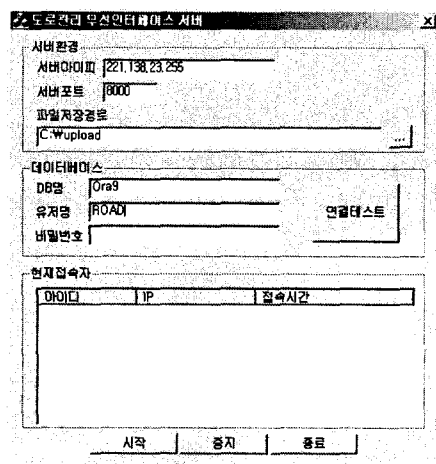
도로DB를 위치정보에 기반한 유비쿼터스 시스템에서 활용하기 위해서는 절대좌표에 기반한 도면자료 구축이 선행되어야 한다. 절대좌표에 기반한 도면자료의 구축방법은 표1과 같이 2가지의 방법이 있다.

표 1. 기존 도로DB의 변환 방법 비교

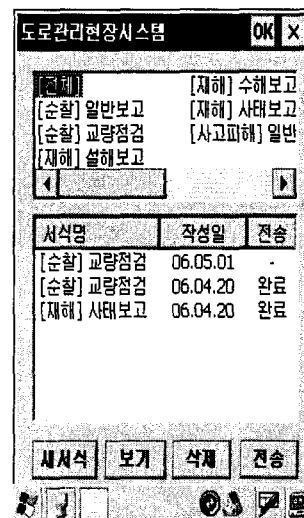
변환방법	특 징
전체 변환	<ul style="list-style-type: none"> <li>중형단의 축척이 달리 표현되는 도면은 판독이 곤란함.</li> <li>횡단면의 표현이 곤란함.</li> <li>도면의 변환점을 선택하기 어려움(중단면을 제외).</li> <li>DB 구조의 전반적인 수정이 불가피함.</li> </ul>
부분 변환	<ul style="list-style-type: none"> <li>현재 DB의 구조를 수정하지 않고 활용할 수 있음.</li> <li>중단면도만을 변환하고 이를 연계하여 사용할 수 있음.</li> <li>절대좌표가 아닌 중단면도는 IP점을 이용하여 쉽게 변환할 수 있음.</li> <li>중단면도의 구간정보와 관리자의 위치정보를 연계할 수 있는 연결고리가 필요함.</li> </ul>

표 2. 유비쿼터스 도로관리 시스템 구현을 위한 핵심모듈

모듈	세부기능
무선인터넷통신모듈	<ul style="list-style-type: none"> <li>도면자료, 속성자료 및 영상자료 송수신</li> </ul>
모바일모듈	<ul style="list-style-type: none"> <li>GPS기능(모바일단말기.촬영영상의 위치식별 및 도면상의 위치결정 등)</li> <li>현장영상촬영</li> <li>도면위에 현장정보 표시</li> <li>도형/속성정보의 수정.갱신기능</li> </ul>
서버모듈	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장정보 조회/의사결정지원</li> </ul>



<그림 1> 무선인터넷통신기능 테스트



<그림 2> 모바일모듈

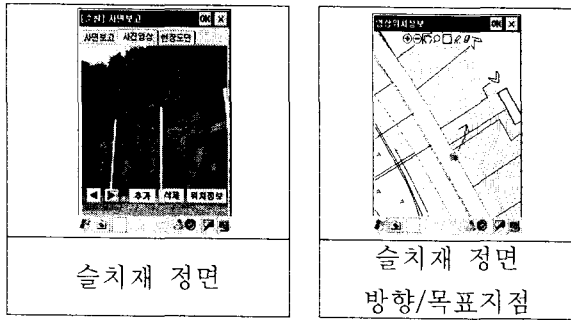
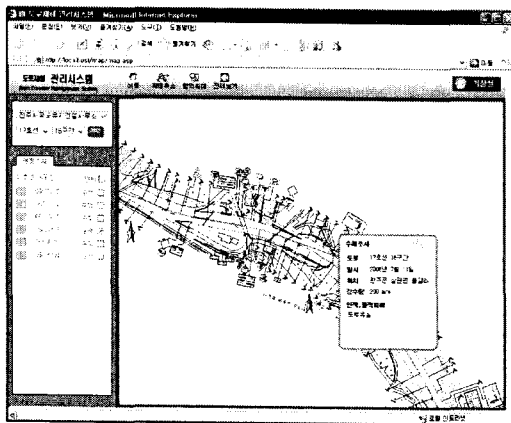


그림 3 모바일 모듈의 영상위치/방향등록기능



<그림 4> 수해지점 수해정보 조회(상세정보)

#### 4.4 U-도로재난관리 시스템구현을 위한 기반기술개발

유비쿼터스 도로재해관리 시스템을 구현하기 위한 핵심모듈은 표 2와 같이 도형·속성 및 영상 자료를 빠른 속도로 송·수신 할 수 있는 무선인터넷통신모듈, 각종 공간자료에 위치정보를 표시할 수 있는 GPS기능, 현장영상촬영기능 및 도형/속성정보 수정/갱신기능을 포함한 모바일 모듈과 이 모바일 모듈로부터 전송된 자료를 표현하고, 이를 기반으로 의사결정을 보조할 수 있는 서버모듈로 구분할 수 있다.

#### 4.5 시스템활용방안

유비쿼터스 도로재해관리 시스템의 핵심은 위치정보에 기반하여 사진영상의 정성적인 정보취득 뿐만 아니라, 수치지도 형태의 정량적인 현장의 정보취득 및 무선통신을 이용한 실시간 정보의 송/수신과 모바일 단말기로부터의 각종 정보를

웹GIS 서버와 연결시켜 실시간으로 재해관리를 하는 데 있다. 이와 같은 핵심 기능을 기반으로 유비쿼터스 도로재해관리 시스템을 본 연구에서 개발하였지만, 개발된 모바일 단말기를 소유하지 못한 일반인들에 의한 재해현장 상황정보 접수 및 모바일 단말기를 통하여 접수된 상황정보에 대한 내용은 각각 기존의 건설교통재난 사이버 정보센터와 기간도로수해 응급 복구 시스템에서도 충분히 기능을 구현해 주고 있기 때문에 본 연구의 성과와 기존 시스템의 기능을 결합시키면 도로재해 관리에 매우 유용한 시스템이 될 수 있다.

### 5. 결론

본 연구는 유비쿼터스에 기반을 둔 도로재해관리 업무 도입을 위한 기반조건 및 유비쿼터스 도로재해관리 시스템 개발에 관한 연구로서 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 위치정보와 연계성이 적은 기존도로DB의 문제점을 해결하고, 이를 기반으로 GPS에 의한 사용자 위치정보를 공간식별자로서 활용할 수 있는 방법을 제시함으로써 유비쿼터스도로재해관리를 위한 DB체계를 정립하였다.

둘째, 사진영상정보를 위치 및 방향정보와 연계하여 취득 및 표현할 수 있는 기반기술을 개발함으로써 재해발생 위치와 상황을 신속하게 파악할 수 있도록 하였다.

셋째, 유비쿼터스 시스템개발을 위한 기반기술인 모바일 기반의 현장 공간정보취득 모듈, 무선인터넷통신 모듈 및 서버모듈을 정의하고 임베디드 소프트웨어로 개발하여, 도로재해관리 시스템뿐만 아니라 다양한 분야로의 활용방안을 제시하였다.

넷째, 도로재해/재난관리에 대한 종합적인 의사결정을 신속하게 지원할 수 있는 유비쿼터스 도로재해관리 시스템을 개발 하고, 기존 도로관련 시스템과 연계활용 할 수 있는 방안을 제시 하였다.

### 참고문헌

- 권오상, 블루투스 무선통신을 이용한 USB제품 테스트 시스템, 한국멀티미디어학회지 6권 2호, pp.91-104, 한국멀티미디어학회, 2002.
- 김기홍, 재난피해조사를 위한 영상촬영시스템 개발, 한국지형공간정보학회지 14권 1호, pp. 75-83, 한국지형공간정보학회, 2006.

김영규, Disaster Planning : should be agent-specific or generic, 지방행정연구 제10권 제1호, pp. 25-33, 서울:지방행정연구원, 1995.

김태진, 도시정부에 필요한 유비쿼터스 서비스에 관한 연구, 국토연구 49권, 국토연구원, 2006.

백인호, GIS를 이용한 재난관리체계 구축에 관한 연구, 국립방재연구소, 2003.

Alberto Tobias, Small satellites : Enabling operational disaster management system, pp. 75-89, 2000.

Alexander, D., Confronting Catastrophe: New Perspectives on Natural Disasters, New York, N.Y: Oxford University Press, 2000

Andre Zerge, Impediments to using GIS for real-time disaster decision support, pp. 175-189, 2003.

Bolin, R., Jackson, M., and Crist, A., Gender Inequality, Vulnerability and Disaster: Issue in Theory and Research. In the Gendered Terrain of Disaster. 1997