

시설물관리를 위한 Mobile GIS 솔루션 활용 Applications of Mobile GIS Solution for Utility Management

한승희* · 이용욱** · 이형석***

Han, Seung-Hee · Lee, Young-Wook · Lee, Hyung-Seok

요 旨

GIS를 이용한 시설물 D/B화의 중요한 사항은 최신의 자료를 수집하고 신설, 보수 및 교체에 따른 정보를 갱신하는 것이다. 따라서 신속하고 경제적인 시설물 자료의 구축은 물론 모니터링할 수 있는 시스템 개발의 필요성이 요구되고 있다. 본 연구에서는 시설물 관리를 위해 모바일 GIS 솔루션의 활용 가능성을 제시하고자 한다. 이를 위해서 기존의 수치지도를 활용목적에 적합하게 가공할 수 있는 맵가공 기술과 필요한 도면을 현장에서 전송 받을 수 있는 무선통신서비스가 필요하다. 또한 신설 또는 보수에 따른 결과 및 관련 정보를 GPS 및 수치사진측량으로 구해진 3차원 위치정보와 함께 본부(Server-side)의 데이터베이스 server의 D/B를 실시간으로 갱신할 수 있는 Mobile GIS 시스템관련기술의 개발이 필요하다. 뿐만 아니라 부가서비스로써 현장까지의 최적경로 안내, VoIP 기술을 이용한 실시간 쌍방향 정보교환을 통해 작업의 효율성은 물론, 관리를 위한 효율적인 모니터링 기술도 필요하다. 본 시스템이 구축되어 응용분야에 적용되게 되면 실시간 데이터베이스의 구축 및 갱신을 효율적으로 수행할 수 있으며 급변하는 현장 상황에 적절하게 대처할 수 있는 방안으로 여러 분야의 실무에 접목이 가능할 뿐만 아니라 국가 기술력의 확대 및 국제 경쟁력 확보를 확신할 수 있다.

ABSTRACT

The important issues of facility database management in GIS are to collect up-to-date information and to update information in accordance with new-establishment, repair and replacement of the facilities. Therefore, it is necessary to develop a system which has capability of monitoring facilities as well as managing database efficiently. The purpose of this study is to propose possibility of implementation of mobile GIS solution for the facility management. In order to achieve the goal, to process existing digital maps and to receive on-site information through the wireless communication service are required. In addition, the system is required to process spatial information obtained by GPS and digital photogrammetric technique with real-time updating database in server. The system increases efficiency both in work flow and monitoring for facility management by providing optimal routing information to the sites and real-time two-way communication using VoIP(Voice over Internet Protocol). The system is expected to perform real-time database management effectively. In consequence, the system could appropriately response on-site situations in various practical applications. The proposed technology could contribute to improve nation's leading-edge technology.

1. 서 론

현대사회에는 다양한 종류의 사회기반시설과 정보서비스를 위한 시설물들이 지상 및 지하에 복잡하게 얽혀 있다. 기존의 설계자료 및 정보가 산재해 있지만 신뢰성이

없을 뿐만 아니라 변경 시에도 자료가 갱신되지 않는 것들도 있다. 국가 경쟁력을 키우기 위해서는 국토내 시설물의 현 상황에 대한 구체적인 수치도면, 정보, 이미지 데이터베이스의 구축은 필수적이다. 이러한 정보의 생명은 항상 갱신된 새로운 것이어야 한다는 점이다. 실시간으로 진행되는 신설, 보수, 교체에 대한 갱신되지 않은 데이터베이스는 무용지물이므로 신속하고 경제적으로 시설물 데이터베이스 구축은 물론 모니터링할 수 있는 시스템의 개발이 필요하며 이는 Mobile GIS기법으로 달성

*천안공업대학 토목공학과 부교수

**한밭대학교 토목공학과 겸임교수

***동해대학교 토목공학과 전임강사

할 수 있다.^{6),20),21)}

따라서 구축되어 있는 수치지도를 활용목적에 적합하게 가공한 기본도를 무선통신 서비스로 현장에서 받을 수 있으며 시공 또는 보수에 따른 결과(map) 및 관련 정보(text, image)를 GPS로 구해진 3차원 위치정보와 함께 이동통신회사의 SMS, FTP 자료서비스나 무선인터넷을 이용, 본부(server-side)의 데이터베이스 서버의 자료를 실시간으로 갱신할 수 있는 Mobile GIS 시스템의 구축이 필요하다. 뿐만 아니라 부가서비스로서 현장까지의 최적경로 안내, VoIP(Voice Over Internet Protocol) 기술을 이용한 실시간 쌍방향 정보교환을 통해 작업의 효율성은 물론, 관리를 위한 효율적인 모니터링도 할 수 있다.^{6),7)}

본 시스템을 구축하여 응용분야에 적용되게 되면 실시간 데이터 베이스의 구축 및 갱신을 효율적으로 수행할 수 있으며 급변하는 현장 상황에 적절하게 대처할 수 있는 방안으로 여러 분야의 실무에 접목이 가능할 뿐만 아니라 국가 기술력의 확대 및 국제 경쟁력 확보를 확신할 수 있다.

현재 우리나라의 많은 업체들은 개인 휴대용 단말기 등을 이용한 위치정보, 위치추적 서비스와 같은 시범적인 mobile GIS 서비스를 제공하고 있으며, 국내의 경우 mobile GIS를 단방향으로 제한하여 도시정보에 관한 서비스를 하는 웹 GIS 상품이 개발되어 나오고 있다. 따라서 최근 급속도로 발전하고 있는 무선인터넷 통신 관련 기술을 사회기반 시설물 데이터베이스 구축과 갱신에 활용한다면 큰 효과를 기대할 수 있을 것이다.

현재의 mobile GIS 시스템은 대부분 위치정보 서비스나 지리정보 서비스 등과 같이 회사에서 사용자로 보내주는 단방향성의 정보에 지나지 않는다. 국외의 경우 mobile GIS에 대한 인식 및 활용도가 높아져 작업자의 작업 스케줄과 관련된 일정사항 및 작업지역의 정보를 PDA 및 휴대용 PC등에 미리 입력시킨 후 작업의 효율을 높이는 방법을 사용하고 있으나 실시간으로 작업 일정 및 지역의 지도, 속성 등을 수신 받거나 수정된 정보를 실시간으로 수정 및 추가하는 양방향성 mobile GIS는 추구하고 있지 못하다. 개략적인 시스템개념도를 그림 1에 보였다. 데이터 획득, 무선데이터통신, D/B관리 및 분석부분으로 이루어져 있다.

국내의 인터넷 및 이동통신 환경이 세계적인 수준으로 올라서면서 이러한 무선통신망을 활용하여 양방향 mobile

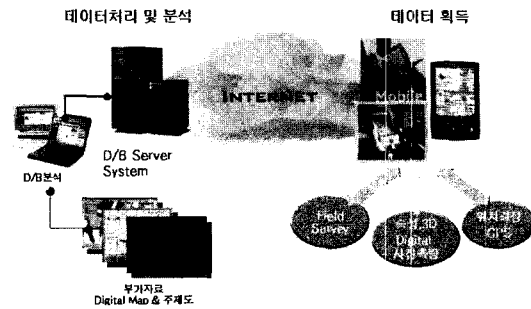


그림 1. 시스템 개략도

GIS를 구현하는 것은 기술의 구현도에 있다고 할 수 있으며, 이러한 양방향 mobile GIS 시스템이 구축될 경우 GIS 관련 분야에서 국제적인 경쟁력을 갖추는 것이라 할 수 있겠다.

따라서, 본 연구에서는 기 구축되어 있는 수치지도를 활용목적에 적합하게 가공하여 기본도를 완성하고 이를 현장에서 PDA를 통해 무선통신 서비스로 수신할 수 있게 한다. 또한 시공 또는 보수에 따른 결과(map) 및 관련 정보(text, image)를 GPS로 구해진 3차원 위치정보와 함께 이동통신 회사의 FTP 자료서비스나 무선 인터넷을 이용, 본부(server-side)의 데이터 베이스 서버의 자료를 실시간으로 갱신할 수 있게 한다. 이를 PDA를 기반으로 한 mobile GIS 솔루션을 활용하는 것에 대해 그 가능성을 제시하고자 한다.

본 연구는 mobile GIS를 이용하여 실시간으로 데이터 베이스를 구축함으로써 보다 경제적이고 효율적인 기술을 개발하고 이에 대한 활용방안을 제시하는 것으로 양방향 mobile GIS를 해결하는데 큰 의미가 있다.

2. 기반기술의 설계

본 시스템은 실시간 처리용 GIS 엔진을 탑재한 서버 및 클라이언트 솔루션을 연계하여 휴대형 무선단말기(HPC, PDA 등)를 이용하는 무선인터넷 사용자가 사용 가능하도록 구현하여 일반 사용자들이 별도의 GIS 도구나 전용 S/W 없이 지형공간정보를 실시간으로 조회, 검색하며 이용할 수 있도록 하였다. 또한 이기종(異機種) 데이터베이스 서버 및 단말기에 탑재가 가능하도록 개발하였기 때문에 기존 시스템에 쉽게 적용할 수 있으며 빠른 응답시간과 다중처리로 동시 사용자의 수를 크게 확대시킬 수 있게 하였다. 그림 2는 시스템 구성도를 나타

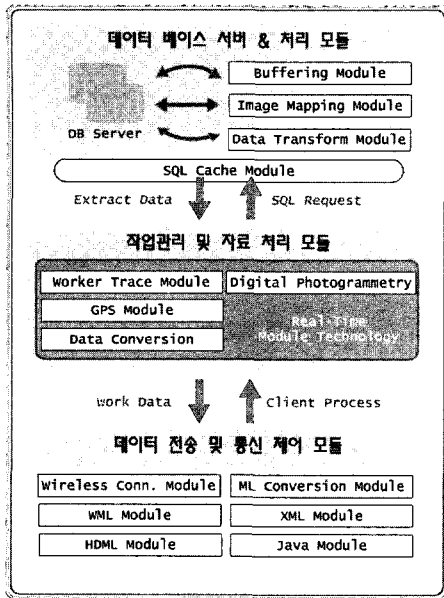


그림 2. 시스템 구성도

낸 것이다.

2.1 기반기술

새롭게 구현된 기술이나 수정된 기술을 실시간으로 시스템에 적재 가능하도록 시스템 전반에 걸친 모듈화 기술을 적용하여 기존의 방법과 같이 장비의 수거 후 갱신 시킴으로써 장비를 재배포하는데 걸리는 시간을 절약하도록 하고자 하였다.

이 기술은 휴대형 개인컴퓨터에는 기존의 COM+, DCOM 기술을 사용하여 적용하도록 하며, 휴대형 장비 등에 손쉽게 적용하도록 하기 위하여 WML, Java 등의 기술을 이용하여 구현하고자 하였다. 또한, 실시간으로 모듈을 적재 가능하도록 자동으로 모듈을 다운로드 받아 설치한 후 바로 기능을 사용할 수 있도록 휴대형 장비 측에서의 모듈 설치 기능을 구현하고자 하였다.

2.2 데이터베이스 관련 기술

효과적인 데이터베이스의 운영으로 현장 작업자나 관리자가 필요 데이터를 신속하게 조회하거나 수정할 수 있도록 하기 위하여 현장 작업자의 위치에 대한 버퍼링 기술을 모듈화 하여 무선망 전송 데이터의 효율을 높이고 고속의 데이터 처리를 유도하도록 하였다. 데이터 질의 내용을 자동으로 분석하여 기존에 처리되었던 데이터

를 캐쉬로부터 전송하도록 하여 데이터 처리 속도를 높일 수 있도록 캐쉬모듈을 개발하여 데이터 처리 속도를 높이도록 하고자 하였다.

2.3 GPS 자료처리 모듈

GPS 자료처리를 위해서는 케플러 궤도변수를 통한 위성 위치계산이 선행되어야 하며, 각각의 수신기 기종의 다양성에 적용하기 위하여, 모든 기종에 호환 가능한 RINEX 파일로 변환할 수 있는 모듈과 신속하게 위치 결정이 가능한 Navigation Solution 알고리즘을 정립을 하여 자료처리 모듈을 구성하였다.

2.4 수치사진측량 모듈

현장에서 속성자료 획득 및 시설물의 세부 차원 (dimension) 결정을 위해서는 디지털 카메라 검정 모듈 개발과 공역영상(epipolar image)을 이용한 특징점(feature point)의 영상 좌표획득모듈, 대상점의 3차원 좌표계산 모듈을 포함한 수치사진측량 모듈의 개발이 필요하며, AutoCAD 또는 MicroStation과 같은 벡터 엔진과의 interface를 통한 지도제작 모듈의 개발이 필요하다.

2.5 무선망 접속 및 이동단말용 데이터 변환 기술

무선 통신망 접속 및 이동 단말용 데이터 변환 기술을 접목시키기 위하여 실시간으로 전송된 데이터를 서버에 추가시키거나, 서버의 데이터를 현장에서 조회할 수 있도록 무선망을 활용하도록 하였다. 특히, 이동데이터통신 서비스로 현재 가장 보편화되어 있는 무선 인터넷을 활용하는 방법으로 TCP/IP 모듈을 사용할 수 있으나 기존의 휴대형 장비 등을 활용할 수 있도록 각 무선 통신망

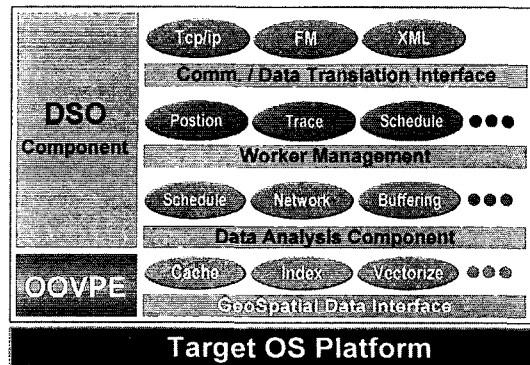


그림 3. 컴포넌트 구조 I

별 접속 모듈과 장비별 전송 모듈, 자동 데이터 변환 모듈을 개발하였다.

2.6 메시징 기술

작업 중 작업자간 또는 작업자와 관리자간 의사교환을 위해 단말장치간 메시지를 교환하여 필요없는 동선(動線)을 줄이고 작업 효율을 높이도록 메시지 프로토콜을 개발하고자 한다. 이는 2003년 상용화 예정인 IMT2000과의 연계를 고려하여 음성 및 화상 회의 시스템을 이용한 첨단 통신환경 시스템 원형의 개발을 목표로 한다.

이상의 전체의 시스템 구성도는 그림 2와 같다.

3. 시스템 구성

3.1 컴포넌트 구조

그림 3에서와 같이 본 시스템의 컴포넌트 구조는 타겟 플랫폼 위에서 지형공간정보와의 인터페이스를 갖는 객체지향형 벡터처리엔진(OOVPE) 컴포넌트 층(Layer)이 있고, 이 층을 인터페이스로 데이터를 전송하며 실제 지형공간 정보들 간의 연관 관계를 분석하는 DSO (Dynamic Shared Object) 컴포넌트 층이 존재한다.

객체지향형 벡터처리엔진 층은 DSO 컴포넌트 층에서 요구하는 실제 지형공간 정보를 데이터베이스 서버로부터 추출하거나 갱신된 지형공간 정보를 데이터베이스 서버로 전송하는 역할을 담당하게 된다. 또한, 이 층은 데이터의 처리를 빠르게 하기 위하여 객체데이터 및 요소 데이터들의 캐싱과 인덱스를 처리하는 내부 객체들을 통해서 빠른 데이터 처리를 유도하였다. 이 들의 캐싱 및 인덱스 객체들 역시 컴포넌트 기반의 객체로서 업데이트에 유연하게 대응할 수 있도록 개발되었다.

DSO 컴포넌트 층에 있는 컴포넌트들은 필요한 지형공간정보에 대한 조건을 객체지향형 벡터처리엔진에 전송하여 처리하게될 실질적인 지형공간정보들을 수신받게 된다. 이 층에서는 지형공간정보를 처리하는 컴포넌트 뿐만 아니라 작업자들의 작업 스케줄과 작업 지역의 동선들을 처리하는 컴포넌트 및 서버와 데이터를 송수신할 수 있는 데이터 통신 컴포넌트들을 연계하였다. 이로써 지형공간정보와 작업자간의 상호 연계된 데이터의 분석이 가능하도록 설계되었다.

컴포넌트 구조를 이루는 기본 알고리즘은 그림 4와 같다. 여기에서 컴포넌트는 시스템 내부에서 실제 컴포넌

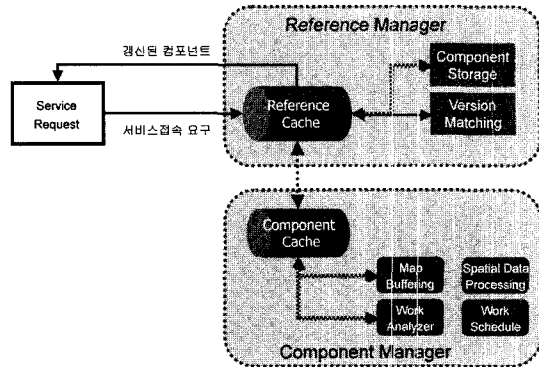


그림 4. 컴포넌트 구조 II

트를 관리하는 컴포넌트 관리자와 컴포넌트의 참조를 관리하는 참조 관리자로 분리시켰다.

이러한 관계로 인해서 실제 컴포넌트의 업데이트가 요청될 때 참조 관리자에 캐싱된 컴포넌트들의 버전을 확인하고 새로운 버전일 경우 참조 캐쉬에 임시적 참조 객체를 만들어 이전 컴포넌트의 사용에 제한이 없도록 하며, 실제 컴포넌트 관리자에서 관리되는 컴포넌트를 새로운 버전의 컴포넌트로 업데이트 하게된다.

이러한 흐름은 작업자 측의 소프트웨어에서 서버로 데이터의 처리를 요청할 때에도 동일하게 적용된다. 작업자 측에서 서버로 데이터의 처리를 요청하거나 필요한 데이터를 요구할 때 새로이 업데이트된 작업자 측의 컴포넌트가 있다면 작업자의 승인을 얻어 실시간으로 업데이트가 가능하도록 적용되게 된다.

3.2 객체지향엔진의 구현

그림 5는 객체지향 지형공간 처리엔진으로 데이터의 처리를 담당하는 컴포넌트층에 필요한 데이터를 추출해

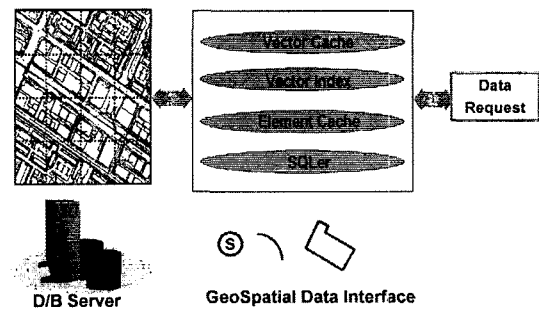


그림 5. 객체지향 지형공간 자료처리 엔진

서 전송하게 되는데 이 벡터처리 엔진의 특징은 기존에 모든 요소들을 처리했던 개념을 건물이나 폐합된 지형정보들을 하나의 객체로 처리해서 실제 데이터베이스 서버에 가중되던 로드를 줄이게 된다. 이런 과정은 이 엔진에 벡터 인덱스와 요소 캐쉬를 통해 가능하게 된다.

4. 실험적 적용

개발한 시스템의 적용 실험을 위해 기존의 수치지도를

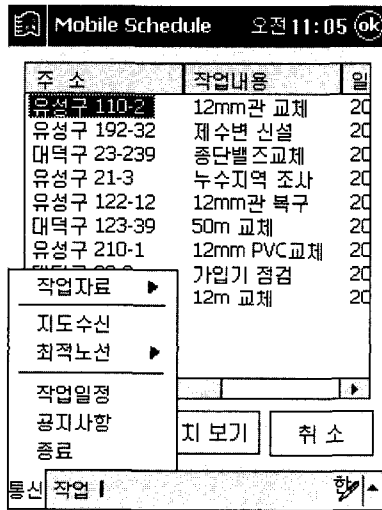


그림 6. 작업지역 확인

활용할 수 있는 대전광역시 유성구와 대덕구 지역을 선정하였다. 특히 본 적용 실험을 위해서는 유지 보수 및 교체가 빈번한 시설물 중 하나로 상수도관을 선정하였다. 현장 작업 전에 해당 지역의 상수도 관망도를 PDA에 입력시켰으며, 현장에서는 해당 시설물을 D/B 작업에 충분하도록 디스플레이하여 D/B 갱신을 시도하였다.

그림 6은 작업 구간 중 번지, 작업내용 등의 사항을 유·무선을 통해 PDA와 동기화 시키는 화면을 캡처한 것이고, 그림 7은 유선을 통해 동기화 한 작업지역의 지도 외에 인접지역의 지도와 속성자료가 필요할 경우 실시간으로 이러한 자료들을 무선으로 수신 받을 수 있는 기능을 보여주고 있다. 인접지역의 해당 도면을 신속하게 찾기 위해서는 인덱스맵이나 인접지역의 주소입력방법을 사용할 수도 있을 것이다.

그림 8은 선택한 지도와 속성자료를 수신 받는 화면이며, 현재 IS-95B의 속도에서도 효율적으로 데이터를 전송하도록 전송자료의 사양들을 따로 정의하였고, 압축 알고리즘의 도입으로 IS-95B 속도의 5배 가량의 데이터 전송 속도 향상을 기대할 수 있었다.

그림 9는 작업지역의 선택으로서, 현재 작업해야할 대상물의 확대화면을 표시할 수 있는 기능을 나타내고 있으며, 작업대상물과 연계된 시설물과의 연계라인을 사용할 수 있도록 하는 것이다. 그림 10은 실시한 작업 내용을 현장에서 직접 데이터를 수정하고 갱신할 수 있도록 하는 화면을 보여주고 있으며, 수정 및 갱신된 데이터들

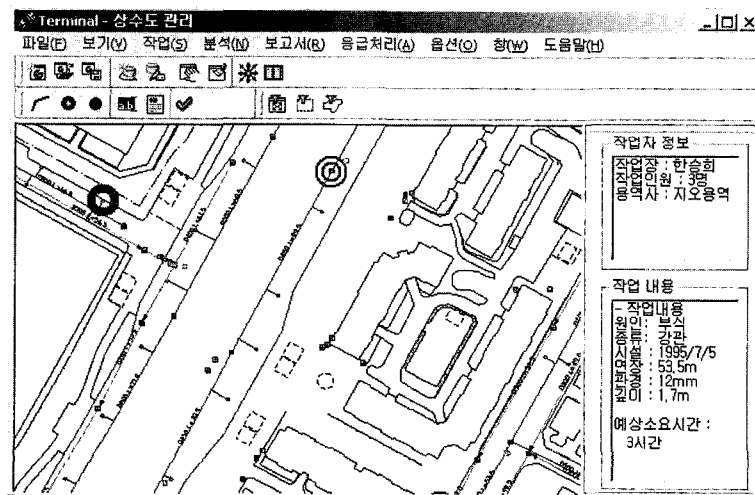


그림 7. 관리자 터미널 스크린

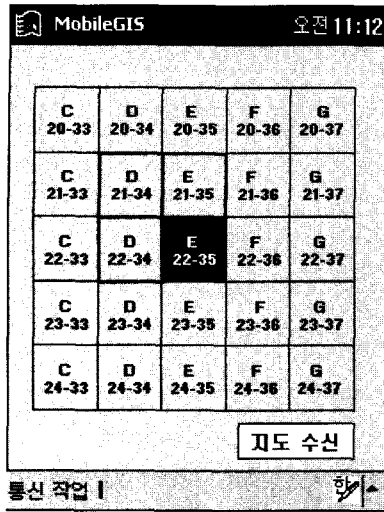


그림 8. 실시간 지도수신

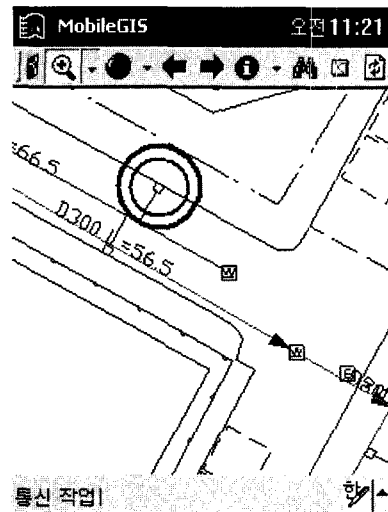


그림 10. 작업대상 확대화면

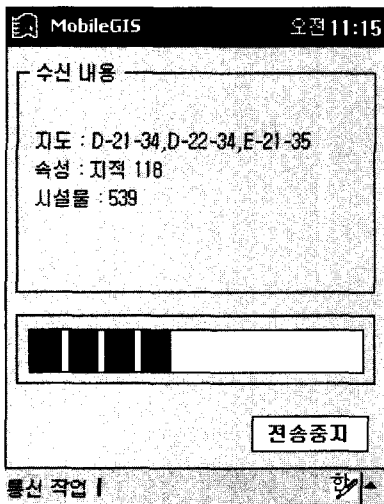


그림 9. 지도와 속성자료의 수신 상태 표시

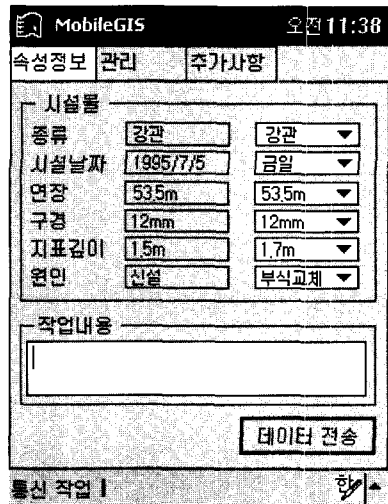


그림 11. 작업결과와 전송 화면

을 본사의 서버로 직접 전송할 수 있는 기능을 부여함으로써 내업과 외업이 동시에 이루어질 수 있도록 효율성을 기하였다.

그림 11은 서버에서 모든 작업 내용의 진행 현황을 판단할 수 있도록 개발된 관리프로그램의 화면으로 지도와 속성정보들이 디스플레이 되도록 하였고, 현장에서 수정 갱신된 데이터들이 즉시 표시 될 수 있도록 하였으며, 전체 작업자들을 관리할 수 있도록 하였다. 또한, 각 작업지역의 현황을 데이터베이스로 관리하여 일련의 보고서 자동 생성할 수 있는 기능을 첨부하여 관리

자의 업무량을 감소시킬 수 있도록 하였다.

현장작업자를 다양한 요구사항을 자신의 위치 및 본사의 위치정보와 함께 시간적 및 지리적 제약에 구애 받지 않고 실시간으로 제공받을 수 있다.

작업 이동시에 휴대하면서 시설물의 위치 및 속성정보 등을 검색하고 작업 정보를 수정하며 무선통신을 이용하여 데이터 전송을 할 수 있다. 또한, 기존의 소프트웨어와의 연계가 쉽도록 사용자 인터페이스를 ArcPad 및 Geomedia와 유사하게 구성하였다.

모바일 GIS가 구현됨으로써 인적, 물적 자원의 실시간

관리 및 분석이 가능해져 위치 및 생활지리정보, 교통 및 물류, 관광 및 부동산, 전력선 관리 및 가스관로 유지 보수 사업 연계 등의 기타 가능 분야의 연계에 대한 다양하고 활기찬 사업을 전개시킬 수 있을 것이다.

5. 결 론

시설물관리를 위해 모바일 GIS 솔루션을 활용하여 실험적 적용한 결과 이 시스템의 효용성을 검증할 수 있었으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 지리 정보 데이터는 속성정보가 중요한 자료이므로 현장 조사 업무를 수행하면서 이들 자료에 대한 전산화 입력이 병행된다면 보다 효율적인 관리가 가능해진다. 또한 지리 정보 데이터 관리를 위한 현장 시스템의 자동화를 구현할 수 있었다.

2. 일원화된 내업과 외업 업무를 관리할 수 있어 사용자 운용에 있어서 편리함은 물론 활용성이 매우 높았으며, 다양한 산업 전반에 걸쳐 응용시스템 구축이나 서비스를 개발할 수 있다.

3. 작업자의 상태를 확인할 수 있는 통제시스템의 개발로 작업의 효율성을 높일 수 있었다. 또한 작업자간, 작업자와 관리자간의 쌍방향 통신을 지원하여 신속한 문제를 해결할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Microsoft MSDN Library1. 2000.
2. Microsoft WinCE Developer Guide, 2001.
3. Microsoft Inside OLE, 1998.
4. Microsoft Hitchhiker's SQL Server Guide, 1998.
5. Wiley - Bruce Schneir - Applied Cryptography, 1999.
6. Hughes, J. R., GIS Goes Mobile, GeoWorld, Vol. 13 No. 6, 2000, pp. 8-15.
7. Wilson, J. D., Mobile Technology Takes GIS to the Field, GeoWorld, Vol. 13, No. 6, 2000, pp. 32-37.
8. Hughes, J. R., Field Data Collection Advances Maximize Mobile GIS Efforts, GeoWorld, Vol. 13, No. 7, 2000, pp. 8-14.
9. Appleton, J., Blazing Ahead Mobile GIS for Emergency Management, Geospatial Solutions, Vol. 11, No. 7, 2001, pp. 32-37.
10. Wilson, J. D., The Next Frontier-GIS Empowers a New Generation of Mobile Solutions, GeoWorld, Vol. 14, No. 6, 2001, pp. 36-41.
11. Roe, A., GIS Takes the Field, New Technology, from Miniaturization of PCs to the Proliferation of Handhelds and Mobile Devices, has Recently Expanded the Reach of GIS in Both Field Locations and Corporate Office, Cadence, Vol. 16, No. 4, 2001, pp. 8-15.
12. Divis, D. A., Privacy Matters Data, Mobile Commerce, Geospatial Solutions, Vol. 10, No. 10, 2000, pp. 18-39.
13. Karimi, H., Krishnamurthy, P., Real-Time Routing in Mobile Networks using GPS and GIS Techniques, Proceedings of the Annual Hawaii International Conference On System Sciences, Vol. 34, 2001, pp. 255-261.
14. Wireless Data. Bob Frank uses the Simple 28.8 Communicator for Cellular Data Transmission, Andrew Seybolds Outlook on Communications and Computing, Vol. 14, No. 11, 1996, pp. 41-42.
15. Jeong, D. G., Jeon, W. S. A Data Transmission Scheme for CDMA Wireless Networks Based on IS-95, IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 49, pt.1, 2000, pp. 11-20.
16. Abrardo, A., Benelli, G., Giambene, G., Sennati, D., Dynamic Bit Rate Assignment in Wireless CDMA Data Transmissions, Record - Vehicular Technology Conference, Vol. 5 Conf. 50, 1999, pp. 2840-2844.
17. Yue, W., Matsumoto, Y., Output and Delay Process Analysis for Slotted CDMA Wireless Communication Networks with Integrated Voice/Data Transmission, IEEE Journal on Selected Areas in Communications : a Publication of the IEEE Communications Society, Vol. 18 pt. 7, 2000, pp. 1245-1253.
18. 최기주, 권오혁, 박인철연구 논문 : GIS 구축을 위한 지방정부의 전략적 접근한국지방행정연구원 1995.
19. 박순달, 진희재, 박찬규 물류자동화 : GIS를 활용한 시가도로의 경로탐색 사례연구 대한산업공학회 1997.
20. ArcInfo GIS 구동을 위한 웹 인터페이스 류창희 2000.

(2002년 2월 4일 원고접수)