

## 실시간 GPS/INS 시스템을 이용한 웹기반 모바일 매핑시스템 연구

이종기\* · 김병국\*\* · 권재현\*\*\*

### A Study on Web-based Mobile Mapping System Using Real-Time GPS/INS System

Jong-Ki Lee\* · Byung-Guk Kim\*\* · Jay Hyoun Kwon\*\*\*

#### 요 약

모바일 매핑시스템은 차량에 CCD카메라와 위치측정장비(GPS/INS, Odometer 등)를 장착하고 도로에서 일정한 거리 또는 시간간격으로 지리 정보 데이터를 획득하는 이동 정보취득 시스템이다. 이러한 모바일 매핑시스템으로부터의 자료가 실시간으로 사용자에게 전달되면, 사용자는 이동국의 위치 및 지리정보 상황을 쉽게 파악할 수 있는 장점이 있다. 실시간 위치정보 제공의 방법은 PDA, 무선모뎀, 핸드폰 그리고 웹 등 여러 가지가 있을 수 있으나, 안정적이고 효율적이며, 경제적인 방법으로 웹을 통한 전송을 생각할 수 있다. 웹을 이용한 실시간 지리정보 전송을 위해서는 먼저 실시간 위치측정이 가능한 모바일 매핑시스템을 이용하여 지리정보를 취득하고 이를 웹을 통하여 전송할 수 있는 플랫폼이 필요하다. 본 연구에서는 실시간 위치정보를 취득할 수 있는 GPS/INS 시스템을 이용하여 데이터를 취득한 후 사용자가 모바일 매핑시스템의 실시간 위치정보를 확인할 수 있도록 웹으로 전송하는 플랫폼을 연구하였다.

**ABSTRACT** : The Mobile Mapping System collects geographic information through mounted sensors such as a pair of CCD camera, GPS, IMU(Inertial Measurement Unit) and Odometer at regular distance or time interval. The advantage of such system is to easy identification of positions and geographic informations of mobile objects in real time. Among many wireless communication ways for real-time positions and geographic information data

---

\* 인하대학교 지리정보공학과 박사과정  
\*\* 인하대학교 지리정보공학과 부교수  
\*\*\* 세종대학교 지구정보공학과 조교수

from the mobile mapping system to the user such as PDA, wireless modem, cellophane, and web, the web is considered to be more stable, effect and economic than any other methods. In this paper, a study on the web-based real-time mobile mapping platform to identify the user position is presented using the real-time NovAtel BDS.

## 1. 서론

모바일 매핑시스템은 차량에 CCD카메라와 위치측정장비(GPS/INS, Odometer 등)를 장착하고 도로에서 일정한 거리 또는 시간간격으로 지리 정보 데이터를 획득하는 이동 정보취득 시스템이다. 이러한 모바일 매핑시스템으로부터의 위치정보와 영상정보가 실시간으로 사용자에게 전달되면, 사용자는 이동국의 위치 및 주변지역의 지리정보 상황을 쉽게 파악할 수 있는 장점이 있다.

실시간 위치정보 제공의 방법은 PDA, 무선모뎀, 핸드폰 그리고 웹 등 여러 가지가 있을 수 있으나, 안정적이고 경제적인 방법으로 웹을 통한 전송을 생각할 수 있다. 웹을 이용한 전송방법은 GPS에서 전송하는 위치정보의 전송거리 한계를 극복할 수 있는 장점도 있다.

웹을 이용한 실시간 지리정보 전송을 위해서는 먼저 실시간 위치측정이 가능하고 위치정보의 데이터 포맷이 공개된 GPS/INS 시스템을 이용하여 위치정보를 취득해야 한다. 이를 웹을 통하여 전송할 수 있는 플랫폼이 필요하다.

본 연구에서는 실시간 위치정보를 취득할 수 있는 GPS/INS 시스템을 이용하여 데이터를 취득한 후 사용자가 모바일 매

핑시스템의 실시간 위치정보를 확인할 수 있도록 웹으로 전송하는 플랫폼을 연구하였다. 향후 모바일 매핑시스템에서 제공하는 영상정보까지 실시간으로 제공할 수 있는 시스템으로 발전시키고자 한다.

## 2. 실시간 위치측정 시스템

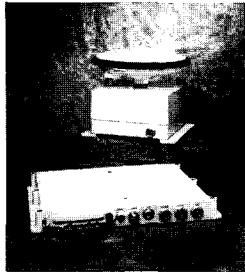
### 2.1 BDS 개요

현재 상용화된 대표적인 GPS/INS 장비에는 캐나다 Applanix사의 POS-LV와 캐나다 NovAtel사의 BDS가 있으나 Applanix사의 POS-LV는 장비를 구입하여도 원자료(Raw) 데이터 포맷을 알 수 없으므로 사용자가 자기 목적에 적합하게 개발할 수 있는 확장성 및 시스템 갱신성이 떨어진다. 그러므로 본 연구에서는 향후 시스템의 갱신성 및 연구개발 가능성을 고려하여, NovAtel사의 BDS(Black Diamond System)을 사용하여 실시간 위치정보를 획득하였다.

### 2.2 BDS 구성 및 성능

BDS 시스템은 GPS 수신기, 센서(Sensor), 컨트롤러(Controller), 그리고 후처리 소프트웨어(Post Processing Software)로

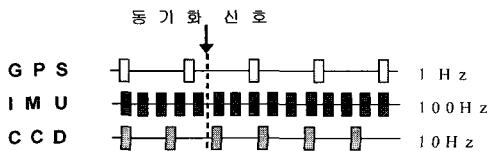
구성되어 있다.([그림 1])



[그림 1] BDS 구성

GPS 수신기는 NovAtel의 GPS 보드인 OEM4이고, 센서는 3축 자이로와 3축 가속도계로 구성된 관성측정장치(IMU, Inertial Measurement Unit)로서 미국 Honeywell사의 Honeywell 1700이다.

GPS 수신기는 정밀한 GPS 시간을 1Hz 간격으로 데이터를 로깅하고, 관성측정장치는 컴퓨터시간으로 100Hz 데이터를 로깅하므로 두 센서간의 시간의 동기화가 필요하다.([그림 2])

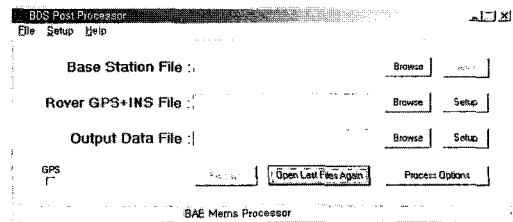


[그림 2] 동기화 방법

컨트롤러는 두 센서의 동기화를 위해서 관성측정장치가 사용하는 컴퓨터 시간보다 정확하고 오차가 적은 GPS시간으로 GPS 데이터와 관성측정장치의 시간을 동기화 한다. 특히, 모바일 매핑시스템에서 취득되는 CCD 카메라 영상은 영상 촬영 당시의 위치와 자세가 필요하므로 GPS,

관성측정장치, CCD 카메라사이의 동기화는 중요한 문제이다.

후처리 소프트웨어는 취득한 원자료 데이터를 처리하는 소프트웨어로 자료 획득시의 이상현상의 검증 및 정밀한 결과를 계산하기 위하여 사용한다. BDS의 위치(Position), 속도(Velocity), 가속도(Acceleration), 자세(Attitude)의 사양(Specification)은 <표 1>과 같다.



[그림 3] BDS 후처리소프트웨어

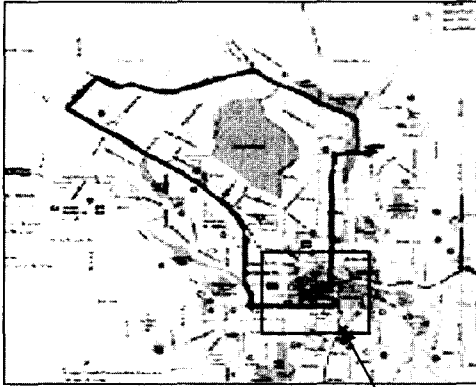
<표 47> BDS 성능

항 목		성 능
Position	stand-alone	< 3m RMS
	RTK	0.02m RMS
	Post processed	0.02~2m RMS
Velocity		0.02m/s RMS
Acceleration		0.03m/s <sup>2</sup> RMS
Attitude	pitch	0.015deg RMS
	roll	0.015deg RMS
	azimuth	0.05deg RMS

### 2.3 BDS 실 데이터 테스트 및 결과

캐나다 캘거리에 있는 NovAtel 본사의 테스트 장비인 GPS Van을 이용하여 BDS 시스템의 성능을 테스트한 결과는 다음과 같다. 테스트 지역은 캐나다 캘거리 지역이며 GPS 단절 후에 결과를 확인하기 위

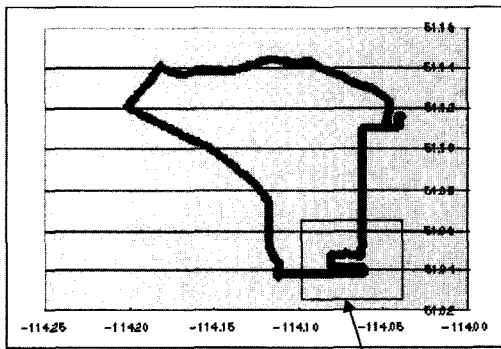
하여 켈거리 도심지역을 테스트 지역 중 심에 추가하였다.



[그림 4] 테스트 지역(캐나다 켈거리)

도심지역

데이터를 취득한 후에 BDS 후처리 소프트웨어로 주행 결과를 처리한 후 이를 다시 파일로 저장한 후 결과 데이터를 마이크로소프트 엑셀에 입력하여 그래프로 표현하였다.([그림 5])



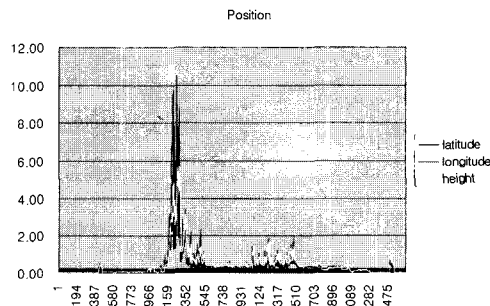
도심지역

[그림 5] 실험지역에 대비한 BDS 처리 결과의 주행 궤적

NovAtel 본사를 출발하여 일반도로, 도

심지역, 가로수가 많은 주거지역, 고속도로 구간 등을 이동하였다. 그림 5에서 우하단지역에 붉은색 지역이 도심지역을 표시한 것이다. 도심지역에서 2번의 유턴을 한 이유는 GPS/INS 테스트에서 얼마간의 GPS신호 단절이 있는 후에 IMU의 오차가 급격히 증가하는 지를 확인하기 위함이었다.

본 궤적을 이동한 결과 위도(latitude), 경도(longitude), 높이(height)의 표준편차(standard deviation) 결과는 다음 [그림 6]과 같다.



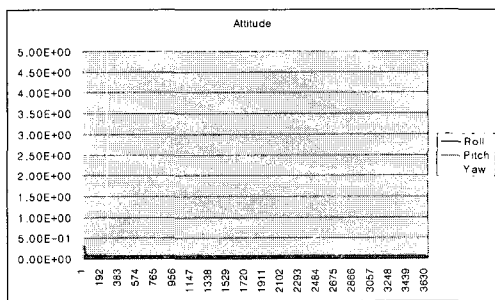
[그림 6] 위치결과의 표준편차

도심지역 등 GPS 위성이 차단(Blocking)이 되지 않았을 때는 30cm이하의 좋은 결과를 보이고 있으나 도심 지역 등에서 GPS가 차단되었을 경우에는 최대 10m정도까지 큰 오차를 보여주고 있다. 위도는 최대 6m의 오차를 보이고 있으며 경도는 최대 10m, 높이는 최대 6m의 오차를 보이고 있다. 도심지역 등에서 특히, 위도와 경도 중에서 경도의 오차가 큰 이유는 명확하지 않다.

본 궤적을 이동한 결과 자세의 결과인 Roll, Pitch, Yaw의 표준편차(standard deviation) 결과

는 다음 [그림 7]과 같다. Heading의 결과는 초기 250초 동안 안정이 되지 못하다가 250초 이후에 안정이 된다.

이는 1대의 GPS만을 가지고 Heading의 초기화를 시도함으로써 나타나는 결과로 보이며 향후에 2대의 GPS를 가지고 Heading 초기오차를 떨어뜨리는 방법으로 초기 정렬 시간을 줄이도록 개선해야 한다.

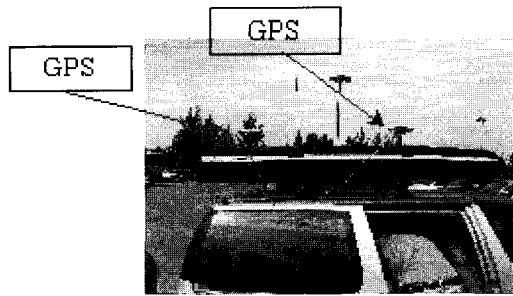
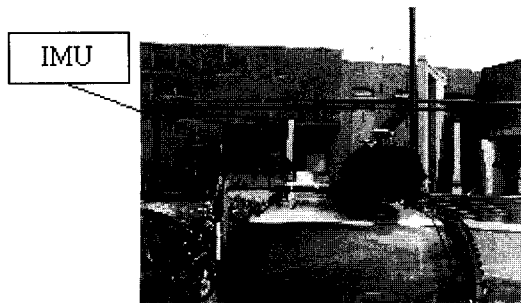


[그림 7] 자세결과의 표준편차

### 3. 실시간 모바일 매핑시스템

#### 3.1 모바일 매핑시스템

본 연구에서는 NovAtel사의 GPS Van을 사용하였으며, 2대의 GPS 수신기와 한대의 IMU가 [그림 8]과 같이 장착되어 실시간 위치정보를 취득한다.



[그림 8] 모바일 매핑시스템

#### 3.2 실시간 모바일 매핑시스템

실시간 지형정보를 사용자에게 제공하기 위해서는 먼저 실시간 위치측정이 가능한 GPS/INS 시스템을 이용하여 지리정보를 취득하는 것이 필요하다. 현재 BDS는 실시간으로 데이터를 취득할 수는 있으나 현재 취득되고 있는 위치정보와 시스템의 감시를 위한 부분이 제공되지 않아, 사용자가 현장에서 관측이 잘 수행되고 있는지에 대한 모니터링을 하기 어려운 단점이 있다. 현재 취득되고 있는 데이터를 확인하는 방법은 [그림 9]와 같이 BDS와 노트북을 연결한 후 하이퍼터미널(Hyper Terminal)로 결과를 확인해 보는 방법이다.



[그림 9] BDS와 노트북연결한 후 Hyper Terminal을 이용한 데이터 확인

이는 웹을 통한 자료의 전송 및 가시화로 극복될 수 있으며, 이를 위해서 실시간 데이터를 사용자에게 웹기반으로 전송할 수 있는 전송프로토콜 및 소프트웨어와 현위치를 사용자에게 보여주고 확인할 수 있는 소프트웨어가 필요하다.

#### 4. 실시간 모바일 매핑시스템을 위한 웹기반 매핑플랫폼

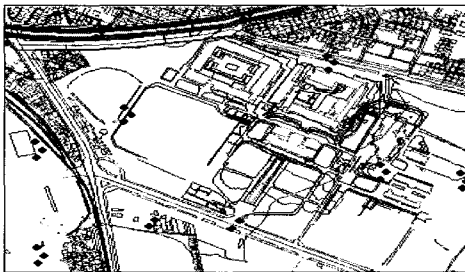
##### 4.1 웹기반 매핑플랫폼 설계

###### (1) 3차원 데이터 설계

웹기반 매핑플랫폼에서 사용하는 기본도는 실세계 지도좌표를 포함한 수치지도를 이용하여 구축된 3차원 지형 기본맵으로, 높이값을 가진 건물과 3차원 지형의 벡터와 래스터 자료를 통합 구축하였다.

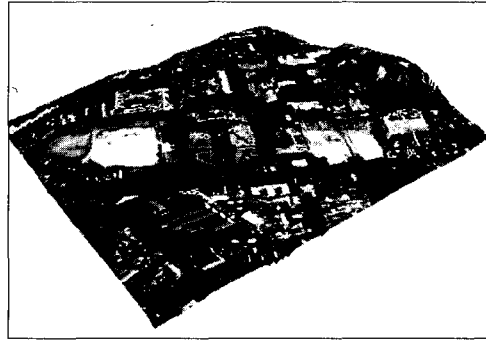
BDS에서 취득되는 3차원 데이터를 표현하기 위하여 벡터와 래스터 자료를 이용한 3차원 지도 데이터를 구축하였다.

벡터자료는 테스트를 주로 수행하는 인하대학교 주변 지역 1/5,000과 1/1,000 수치지도를 이용하여 7단계의 레벨별로 구축하여 사용자가 줌(Zoom)단계마다 일정한 데이터 량이 구축되도록 하였다.



[그림 10] 벡터자료

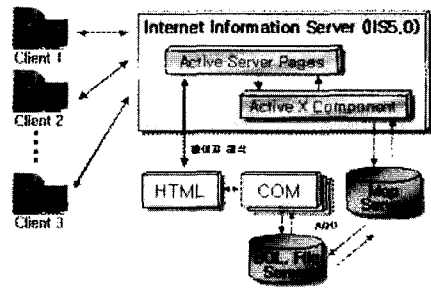
래스터 자료는 인하대학교 주변의 고해상도 위성영상과 수치고도모델(DEM) 자료를 이용하여 정사영상을 제작하였다.



[그림 11] 래스터 자료

###### (2) 웹기반 매핑플랫폼

웹기반 매핑플랫폼은 Server/Client 시스템을 이용하여 웹서비스를 실시할 수 있게 하였다. 기존 웹서비스 방법이 이미지 또는 벡터 기반의 웹서비스인데 비하여 본 연구에서 제안한 방식은 벡터와 이미지의 합성인 하이브리드(Hybrid)방식의 개선을 제안하였고, 공간검색·속성검색 기능을 제공함으로써 기존의 Web 3D 기술의 단순한 가시화의 한계를 넘어 Web 3D GIS로의 발전방향을 제시하였다



[그림 12] 웹 기반 매핑플랫폼

## 4.2 실시간 모바일 매핑시스템을 위한 웹기반 매핑플랫폼 설계

### (1) 3차원 데이터

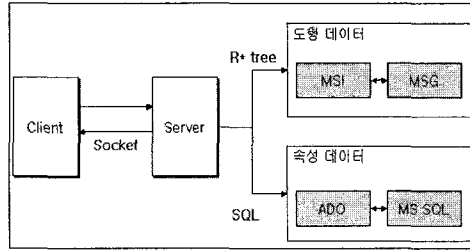
3차원데이터는 Dxf, Shp등의 데이터를 이용하였으나 처리 속도 및 효과적인 웹 전송을 위하여 웹에 적합한 포맷인 MSG(Mapping System Geographic)와 MSI(Mapping System Index)를 설계하였다. MSG는 도형 및 래스터 데이터를 저장하는 포맷이며 MSI는 MSG를 효과적으로 접근하기 위한 공간인덱스(Spatial Index)를 말한다. 이 데이터 포맷은 프로그램 내부에서만 사용되는 포맷이며 향후 포맷변경과 융통성을 위하여 OpenGIS 포맷 권고안을 따랐다.

### (2) 데이터 송·수신

도형데이터는 자체개발한 포맷인 MSG와 MSI로 저장된 데이터를 검색하여 서비스한다. 사용자가 ActiveX컨트롤 상에서 일정한 지역정보를 보고 싶거나, 특정한 건물을 찾고 싶을 때, 해당 지역은 공간인덱스를 통하여 검색한 후, 검색된 인덱스를 이용하여 구축된 MSG포맷의 데이터에서 실제 데이터를 불러온다. 데이터는 Serialization 방식을 통하여 소켓에 저장하여 사용자에게 전송한다.

속성데이터는 ADO(ActiveX Data Object)와 MS-SQL의 연동으로 구현된다. ASP(Active Server Page)에는 데이터베이스 액세스 컴포넌트가 제공되는데 ADO라고 알려진 서버컴포넌트 객체는 웹페이

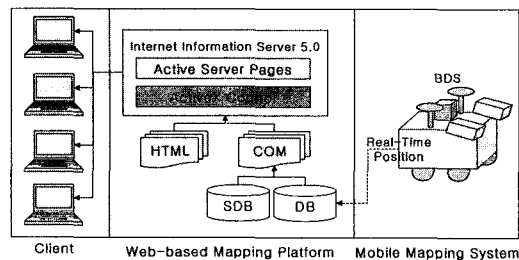
지와 모든 종류의 데이터와의 연결구실을 한다. 사용자가 Server의 ASP를 통해 서비스를 요구하면 ADO는 MS - SQL에 SQL문을 전달하고 Server는 이를 처리하여 결과를 ASP로 제공한다.



[그림 13] 도형 및 속성데이터 웹서비스

### (3) 매핑플랫폼

BDS를 이용하여 실시간으로 취득된 위치정보는 실시간으로 갱신되는 정보이므로 공간정보를 저장하고 있는 Map server(SDB)보다는 속성정보를 저장하고 있는 File Server(DB)에 임시 저장한다. 임시 저장된 지리정보는 사용자의 목적에 따라 다양한 방법으로 서비스될 수 있고 웹 기반으로 플랫폼을 개발하면 모든 사용자에게 안정적이고 효율적으로 제공할 수 있는 장점이 있다.

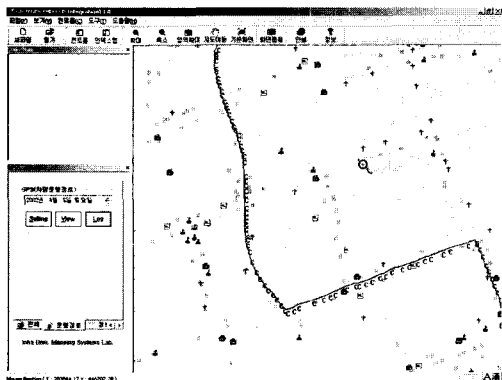


[그림 14] 실시간 매핑시스템을 위한 웹기반 매핑플랫폼

### 4.3 웹기반 매핑플랫폼을 이용한 실시간 모바일 매핑시스템 구현

#### (1) 2차원 실시간 위치추적 시스템

2차원 실시간 위치추적시스템은 기존 수치지도로 구축된 벡터 자료위에서 차량의 이동 궤적을 붉은색 선으로 표현하였다. 차량이 현재 표현된 지도의 범위를 벗어나면 지도의 축척과 이동범위를 계산하여 지도가 변경되고 차량은 다시 지도 중심으로 이동한다.

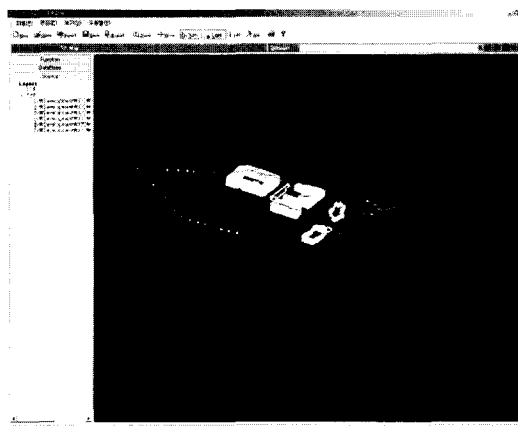


[그림 15] 2차원 실시간 위치추적 시스템

#### (2) 3차원 실시간 위치추적 시스템

3차원 실시간 위치추적시스템은 4.1 절에서 구축된 3차원 지도데이터 위에 차량의 이동을 흰색 점으로 표현하였다. 차량이 이동하면 점의 누적 위치가 변하게 되어 있다. 또한, 차량 또는 지도를 중심으로 이동모습을 표현할 수 있으며 턴(Turn) 기능을 이용하여 지도를 회전하여 정면, 후면, 측면 등 다양한 각도에서 차량의 이동모습을 확인할 수 있다.

본 연구에서 구현한 웹기반 실시간 모바일 매핑시스템은 기존의 모바일 매핑시스템 또는 실시간 매핑시스템에 비하여 사용자 또는 관리자가 현재 차량의 이동현황, 취득 데이터의 상태, 영상 등을 취득할 수 있으므로 관리자가 사무실에서 전체 시스템을 제어할 수 있는 장점이 있다.



[그림 16] 3차원 실시간 위치추적시스템

## 5. 결 론

본 연구에서는 실시간 위치정보를 취득할 수 있는 GPS/INS 시스템을 이용하여 데이터를 취득한 후 사용자가 모바일 매핑시스템의 실시간 위치정보를 확인할 수 있도록 웹으로 전송하는 매핑플랫폼을 개발하였고, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. BDS를 이용하여 얻어진 실시간 지리정보를 사용자에게 웹기반으로 전송할 수 있는 전송프로토콜 및 소프트웨어를 개발하였다.
2. 벡터 기반의 웹서비스 방식보다 벡터와 이미지의 합성인 하이브리드(Hybrid)방식에서의 개선된 웹기반 매핑플랫폼을 개발하였다.



3. 실시간으로 취득된 지리정보를 사용자에게 서비스하기 위한 웹기반 매핑플랫폼을 개발하였다.

## 감사의 글

본 연구는 지능형GIS연구센터 연구과제를 통해 이루어진 것으로 본 연구를 가능케 한 지능형GIS연구센터에 감사드립니다.

## 참고문헌

Siyka Zlatanova, 1999, "An alternative for a 3D GIS", INTERNATIONAL SYMPOSIUM.

M.Varshosaz, "TRUE REALISTIC 3D MODELS OF BUILDING IN URBAN AREAS", IAP, RS and SIS, Vol.X X X IV-5/W10

Christopher Jekeli, 2000, Inertial Navigation Systems with Geodetic Applications, Walter de Gruyter.

Jay Farrell, 1999, The Global Positioning System and Inertial Navigation.

김재윤, 2001, "사이버도시 실현을 위한 3차원 공간 데이터베이스 구축과 활용", The Journal of Association of Korea, Vol.9 No.2, pp.325-340.

교통개발연구원, 인하대학교, 2000, "도로시설물 DB 작성을 위한 Digital Photologging 활용 방안", 건설교통부 한국건설기술연구원.

한국항공우주연구소, 1998, "관성항법 및 위성항법시스템 기술연구 개발", 과학기술부.