

# WEB 기반 Mobile Advanced Positioning Tracking System에 관한 연구

- A Study for Mobile Advanced Positioning Tracking System  
on Web Environments -

서 장 훈\*

Seo Jang Hoon

조 용 욱\*\*

Cho Yong Wook

## Abstrack

최근 컴퓨터 기술의 발전과 함께 Mobile 컴퓨터 환경도 함께 급속히 발전하고 있다. 이로 인해 오프라인 컴퓨팅 및 네트워킹을 이용하던 사용자들이 Mobile 컴퓨팅 환경을 자주 이용하게 되고, Mobile 솔루션에 대한 사용자의 요구도 다양화 되고 있는 추세이다. 이 중 Mobile 지도 서비스는 휴대하기 편한 Pocket PC라고도 불리는 PDA(Personal Digital Assistants)는 자신의 현재 위치를 확인할 수 있는 GPS(Global Positioning System)가 급속도로 보급됨으로써 Mobile 환경에서 가장 활용도가 높은 서비스로 부각되고 있다. 가까운 미래의 IT기술은 GPS와 PDA 등을 연계한 e포지션의 폭발적인 이용 증대와 국내 원천기술에 의한 세계적인 사업모델의 탄생을 눈앞에 현실로 다가오고 있다는 점을 감안하면, GPS를 활용한 Mobile 기술력 확보는 국가적 차원에서 대단히 중요하다는 견지를 같이하는 전문가들이 많다. 이러한 시대적 요구 환경하에서, 본 논문에서는 JAVA VM 기반의 무선위치추적 제어 미들웨어와 GIS 프로그램(Vector MAP Viewer)을 구축함으로써 APTS의 효율성에 관한 연구를 제안하고, 앞으로의 향후 개선방향을 제시하고자 한다.

## 1. 서 론

본 논문에서는 APTS 사례구축을 통하여 무선인터넷 PDA를 이용함으로써 기존 GIS

서장훈 \* : 명지대학교 산업시스템공학부 박사과정

조용욱 \*\* : 인덕대학 산업시스템경영과 교수

System 제공 업체의 서비스 내용을 보다 향상하고, 소비자가 보다 쉽게 Web상에서 위치정보를 찾을 수 있게 하고, 물류 업체 차량의 효과적 배분을 추구할 수 있도록 함과 동시에, 도로 정보 및 물류정보의 흐름을 파악하고, 제어하여 물류비용의 감소효과를 기대할 수 있는 미들어웨어를 개발하였다. 그리고, 지형지물에 관한 정보와 목적지까지의 도로정보를 시각적으로 사용자에게 안내해 주기 위해서 수치지도의 DB화와 지도 DB WEB상에서의 Mapping을 시도하였다.

전자수치지도는 실세계의 위치를 추상화하여 표현한 것으로 일상 생활속에서 지형도, 지적도, 관광안내도, 버스노선도, 기상도 등 여러 가지 목적으로 사용될 수 있는 사례를 구축하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 연구개발 목적

GPS는 3차원 위치, 고도 및 시간의 정확한 측정을 할 수 있고, 24시간 연속적으로 서비스를 제공할 수 있으며, 기상조건, 간섭 및 방해에 강하고, 전세계적인 공통 좌표계를 사용한다는 특징이 있다. GIS를 이용한 GPS System을 더욱 효과적으로 이용하고, 기능적 서비스를 향상 시킴으로서 PDA 소유자의 정보를 양방향 커뮤니케이션 할 수 있게하고, PDA 소유자간에 정보를 예러가 발생하지 않는 조건에서 실시간으로 파악할 수 있도록 하는 것이 중요한 연구문제로 대두되고 있다. GPS와 PDA무선통신을 이용하여 중앙관제센터에서 이동물체의 위치를 관제/관리하고, 이를 데이터베이스화하여 다양한 분석정보를 제공하는 시스템개발은 업계에서 활발히 개발되고 있지만 아직도 해결해야 할 문제들이 많이 남아있다. 앞으로의 미래는 본 시스템의 도입이 필수적으로 작용할 것이며, 어떤 위치에서도, 개인정보 뿐만 아니라 비즈니스 정보의 효율적인 관리 및 통제를 통한 고객 서비스 개선이 가능하다. 이러한 시대적요구가 대두되고 있는 가운데, 본 논문에서는 현 GIS 시스템 구축 단가를 절감하고, 사용자 필요에 의한 시스템 변경이 용이한 시스템 구축을 제안 한다.

### 2.2 PDA 응용사례에 대한 연구

사용하기 쉽고 친밀감을 주는 덕에 나날이 주가를 올리고 있는 PDA(Personal Digital Assistant)는 성능이 강화되고 애플리케이션을 추가하면서 PDA에 대한 요구와 용도는 더욱 늘고 있다. 특히, 주목할 만한 것은 무선통신이나 폰 기능을 내장해 이동전화를 대체하려는 움직임과 기업이 자사의 DB 서버와 연동해 기업 인프라로 PDA를 이용하려는 움직임이다.

그러나 결론부터 말하면 이런 요구는 아직 다소 '무리'다. 내장형이 아닌 착탈식 무선모뎀이 출시되고 있고, 기업용 애플리케이션도 통합형이 아닌 단일 솔루션 형태로 개발되고 있기 때문이다.

결론적으로 PDA는 아직은 기업체에서 지능적인 인프라로 사용하기엔 역부족이며 그

야말로 '스탠드 얼론(stand alone)'이라는 것이다.

디날리아이티, 링크 등 모바일 인터넷 솔루션 업체들의 기업용 애플리케이션인 물류/택배 시스템, 모바일용 행정업무, 원격점검 시스템, 증권정보 시스템, AS 관리시스템, 선박운항 관리시스템, GPS 위치정보 시스템, 관제 시스템을 비롯한 각 기업체가 요구하는 특정 애플리케이션들이 속속 출시되고는 있다.

그러나 실제로 올 초에 선도적으로 PDA를 기업 환경에 적용했던 보험, 유통/물류 업체들이 당초 계획했던 것만큼의 활용도를 얻지 못하고 있다.

그 이유는 PDA와 서버의 DB를 실제적으로 연동시킬 수 있는 툴과 인터넷 연결이 자연스럽지 않기 때문이다. 효율성과 생산성이 전혀없는 것은 아니지만, 전사적으로 DB 서버나 인터넷과 연계되지 않고서는 기업체에 투자한 만큼의 비용을 회수하기 어렵다는 말이다.

올 초에 선도적으로 PDA를 기업 환경에 적용했던 보험, 유통/물류 업체들이 당초 계획했던 것만큼의 활용도를 얻지 못하고 있다. 이유는 PDA와 서버의 DB를 실제적으로 연동시킬 수 있는 툴과 인터넷 연결이 자연스럽지 않기 때문이다.

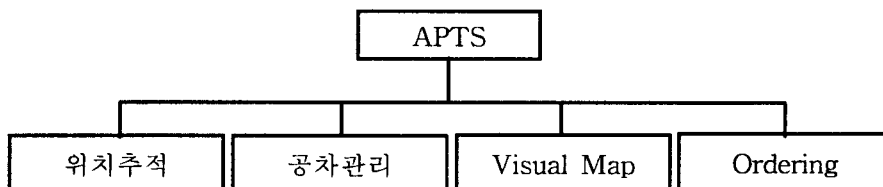
이 업체들은 주로 SI 업체들의 PDA와 기존 서버와의 통합 솔루션이나 로터스 노츠/도미노 같은 기존 데이터베이스 업체들의 연계 솔루션을 기반으로 인프라를 구성했다. 이같은 솔루션은 기존 데이터베이스 서버 연동에 겨냥된 제품으로 PDA에 적합하지 않다. 이러한 문제의 해결 방안으로 본 논문에서는 Web 개발 Tool을 호환성이 좋은 JAVA기반으로 구축하였다.

2.3 구축환경

Operation System	Win2000 Server
Database	SQL Server 2000
App개발언어	Delphi 5.0
Web Server	IIS Server
Web 개발언어 및 Tool	JSP, JAVA, 드림위버

[표 1 시스템 구축환경]

2.4 시스템 기능분해도



[그림 2 시스템 기능분해도]

본 논문에서는 APTS의 기능을 위 [그림 2]과 같이 분류하였다.

- 위치추적은 APTS 소유차량 위치 추적, 정보교환이 이루어 질 수 있도록 했다.

- 공차관리는 미 운행중인 차량 관리와 기간별 차량운행 관리를 다루었다.
- Visual Map은 지도 정보 제공 및 단거리 경로 검색 기능을 다루었다.
- Ordering은 운행경로 변경이라던가 목적지 변경 등 변경상황에 대한 예외처리를 다루었다.

결과적으로, APTS는 PDA와 Web 통신망을 이용하여 수신한 GPS Data를 GIS와 연동하여 현재 차량의 위치 및 상태와 각종 차량에 대한 운행정보를 실시간으로 나타내주는 System을 보여주게 될 것이다.

## 2.5 위치검출 방법

GPS에 의한 위치 결정은 보통 사용자가 위치를 알고 있는 4개 이상의 위성으로 부터의 거리를 알면 네 개의 거리 방정식을 풀어서 위치 및 시간을 알 수 있다. 위성 신호로부터 사용자에게 도달하기까지의 시간을 계산하여 의사 거리 (Pseudo Range)를 얻고 이로부터 사용자의 위치를 계산하는 식은 다음과 같다.

$$r_i = \text{SQRT}((X_u - X_i)^2 + (Y_u - Y_i)^2 + (Z_u - Z_i)^2) + c \cdot d \quad i = 1, 2, 3, 4$$

$r_i$  :  $i$  번째 항법 위성에서 사용자까지의 의사 거리

$X_u(X_u, Y_u, Z_u)$  : 사용자의 위치

$X_i(X_i, Y_i, Z_i)$  :  $i$  번째 위성의 위치

$c$  : 광속,

$b$  : 수신기 시계 오차

GPS 신호로 부터 얻어지는 의사 거리에는 위성시계오차, 위성궤도오차, 대기층 지연, 다중 경로 그리고 미국 국방성에서 의도적으로 성능을 저하시키기 위하여 시행하는 SA를 포함하므로 구해진 위치는 약 100 m 의 수평 오차를 갖는다.

도로 밀도가 높은 도시 환경에서는 GPS의 오차가 주행하는 도로를 구별할 수 없을 정도로 큰 값이 될 수 있으며 더욱이 고층 빌딩, 가로수, 터널 등에 의해 전파 수신 이 가능한 경우, DR의 오차 발산을 제한 시켜 주는 역할을 한다.

위치검출은 Car Navigation 시스템 중에서도 가장 기본적인 중요한 계산기술이다.

이 위치검출의 정도(精度)에 의해, 현재위치를 정확하게 파악하고, 경로탐색이나 경로 유도 기술이 진가를 발휘하게 된다.

본 논문에서의 위치검출 방법은, Dead-Reckoning(추측 항법)과 맵 매칭(Map-Matching) 기술에 의해, 기본이 되는 상대위치를 계산하고, 이에 GPS 항법에 의한 절대위치 정보를 결합시켜 최종적인 위치를 계산하는 하이브리드방식을 이용하였다.

## 2.6 맵 매칭(Map-Matching)

Dead-Reckoning으로 구해진 추정좌표는 거리나 운전시간이 길어짐에 따라 센서 오차가 많이 발생하고, 또한 주행 조건에 의한 오차가 누적되어 지도상에 실제 위치를 정

확하게 표시할 수 없는 경우가 많다.

이 오차를 보정하고, 지도상의 위치에 현위치 좌표를 수정하는 것이 맵 매칭이다. 일반적으로 개체(Entity)는 도로상을 주행하고, 건물 밖에 존재한다. Dead-Reckoning으로 구해진 추정좌표에 의한 주행궤적과 DB에서 읽어낸 디지털 지도의 도로 모양을 항상 대조하면서 누적되는 오차를 그때 그때 보정하고, 정확한 현재위치를 디지털 지도상에 표시하는 기술이 맵 매칭의 기본적인 원리이다.

### 2.6.1 맵 매칭의 계산방법

맵 매칭의 계산방법은 몇 종류 발표되어 있지만 여기서는 가장 일반적으로 채용되고 있는 방법으로, GPS에 의한 보안을 포함한 수법을 사용하였다.

맵 매칭의 기술적 중요점은 현재 움직이고 있는 개체를, 디지털 지도상의 위치에서 어떻게 정확하게 찾아내는가? 하는 것이다.

우선, Dead-Reckoning (이하 DR이라고 한다)에서 구해진 추측위치에서 실제로 주행하고 있는 범위(폴리곤 설정 : 매칭 대상범위)를 지도상에 설정하는 것이 중요하다. 지도 영역내의 모든 도로를 대상으로하는 것은 비효율적이다. 또 DR의 위치와 도로의 관계는 시시각각으로 변화하기 때문에, 폴리곤 설정도 시간에 따라 변화시킬 필요가 있다. 이렇게 하여, 자차 위치를 폴리곤 내의 어느 도로, 어느 위치로 보정할 것인가 하는 효율적 보정방법이 강구되고 있다.

그리고 아래와 같은 대표적인 요소에 의한 판정기준치에 의해 보정해야할 경로를 선택 결정해 간다.

1. 방향과 도로 방위의 상관에 대한 확률판정
2. 추정위치와 도로와의 거리의 상관에 대한 확률판정
3. 주행궤적과 도로의 기하학적 형상과의 상관에 대한 확률판정

상황에 따라 이들 요소의 상호작용에 의해 판정 기준치가 그때 그때 결정되어, 보정대상이 되는 적정한 도로가 결정된다.

또한 판정기준과 같은 대상 도로가 2개 이상 선택될 경우, 잠정적으로 위치 보정을 하지만, 복수의 후보지를 유보한 상태로 DR을 계속한 결과, 판정치에 차이가 생긴 시점에서 점수가 더 높은 후보지점으로 보정을 한다. 결국, 평행하여 달리는 복수의 도로나 고가도로와 같이 상하로 평행하게 달리는 도로 등은 어느 쪽이 맞는지 판단 할 수 없다. 이런 경우는 교차로나 특징이 있는 커브길 등을 검출하여 어느쪽인지 분명해 질 때까지 보정 위치를 결정하지 않는다.

이와 같이 맵 매칭에서는 판정기준의 요소, 판정기준치의 결정, 결정된 판정기준치에 의한 대상 위치검출 및 최적 경로 선택에 중요한 노하우가 있다.

### 2.6.2 맵 매칭 수법

- 1) 출발점으로부터의 거리 및 진행방향의 상대 각도로 보정하는 방법.

이 방법은 디지털 지도상의 도로까지의 거리  $r$  및 도로와 주 행궤적과의 각도  $\theta$  와  $r$ 이 일정치 이하이면 자차 위치를 디지털 지도의 도로상에 보정하는 방법이다.

2) 교차로에서의 방향 전환시에 보정하는 방법

교차로 또는 큰 각도로 굽어있는 도로의 노드 부근에서 자동차의 진행방향이 바뀔 경우에 위치를 보정하는 방법이다.

3) DR 주궤적과 방향 변경 각도에 의한 보정방법

도로가 Y자 모양으로 되어 있을 경우, DR 주궤적의 경로 변경각  $\theta_d$ 에 가장 가까운 각도를  $\theta_1 \sim \theta_3$ 에서 찾아내어 자차 위치를 보정하는 방법이다.

4) 패턴 매칭

과거의 DR에서 얻어진 주궤적\*의 위치, 거리, 방향을 폴리곤내에 존재하는 지도상의 도로 모양과 비교하여 유사한 도로로 보정하는 방법이다.

5) 맵 매칭시 문제점

이와 같이 맵 매칭에는 여러 가지 계산방법이 있지만, 아래와 같은 본질적인 과제가 남아있다.

- 신설 도로가 입력되어 있지 않다. 입력되어 있는 도로와 실제 도로가 다른 등 지도 데이터를 완전히 믿을 수 없다.
- 어디까지나 상대 위치이기 때문에, 절대 위치가 한정되지 않아서 절대 위치로 수렴해 간다는 보증이 없다.
- 평행도로나 바둑판 모양의 도로처럼, 형상 비교만으로는 위치를 특정하기 어렵다.

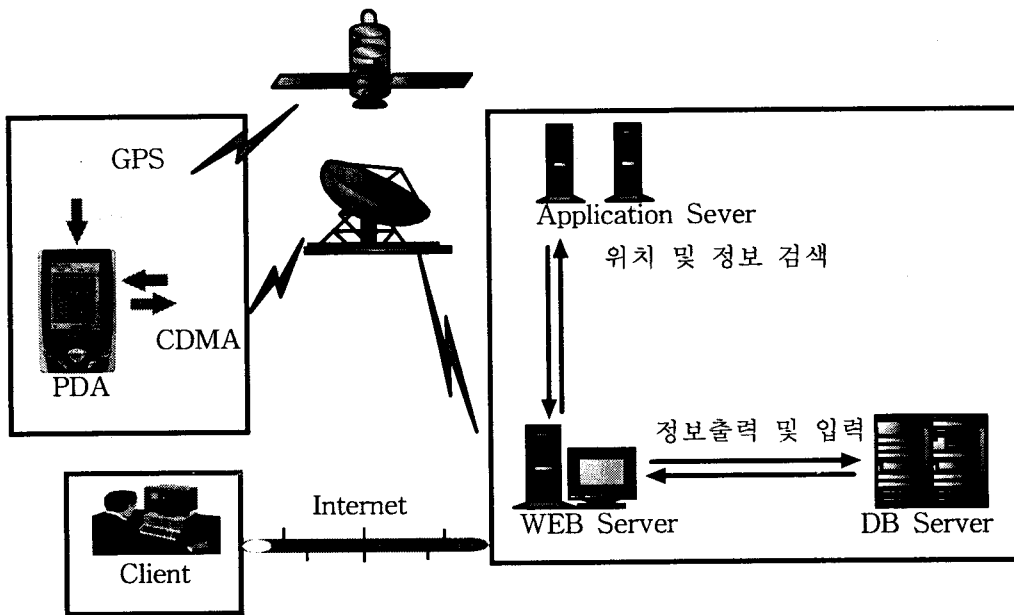
6) GPS에 의한 보완 보정

GPS는 위성에서 오는 전파를 포착함으로써, 24시간 세계 속에서 절대 좌표를 얻을 수 있는 가장 효과적인 위치검출 방법이지만, 터널이나 고층빌딩 아래, 고가도로 아래와 같이 전파 수신조건이 나쁜 환경에서는 오차가 크게 벌어져 믿을 수 없는 문제가 있다. 또한 민간에서 이용할 수 있는 데이터에는 고의로 오차가 포함되어 측위 정도(精度)가 30~100m이다.

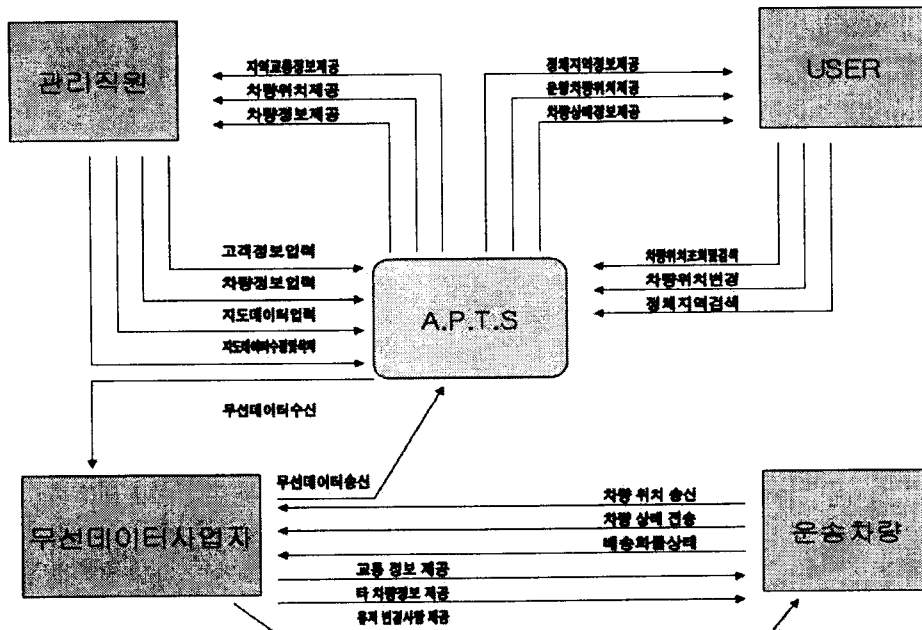
GPS에서는 수신 상태가 나쁜 경우 등 측위 결과의 안정성을 나타내는 지표로서, DOP(Dilution of Precision : 精度열화)가 이용된다.

GPS를 DR과 병용하여 매칭 처리하는 경우는, 이 DOP 값을 이용하여 측위 정도가 양호한 경우에만 절대위치 검출을 채용한다. 그리고 맵 매칭 수법을 결합하여, 상호 보완하는 하이브리드 방식의 위치검출을 하여, 고정도의 자차 위치검출이 이루어진다.

2.7 시스템 구성 및 배경도

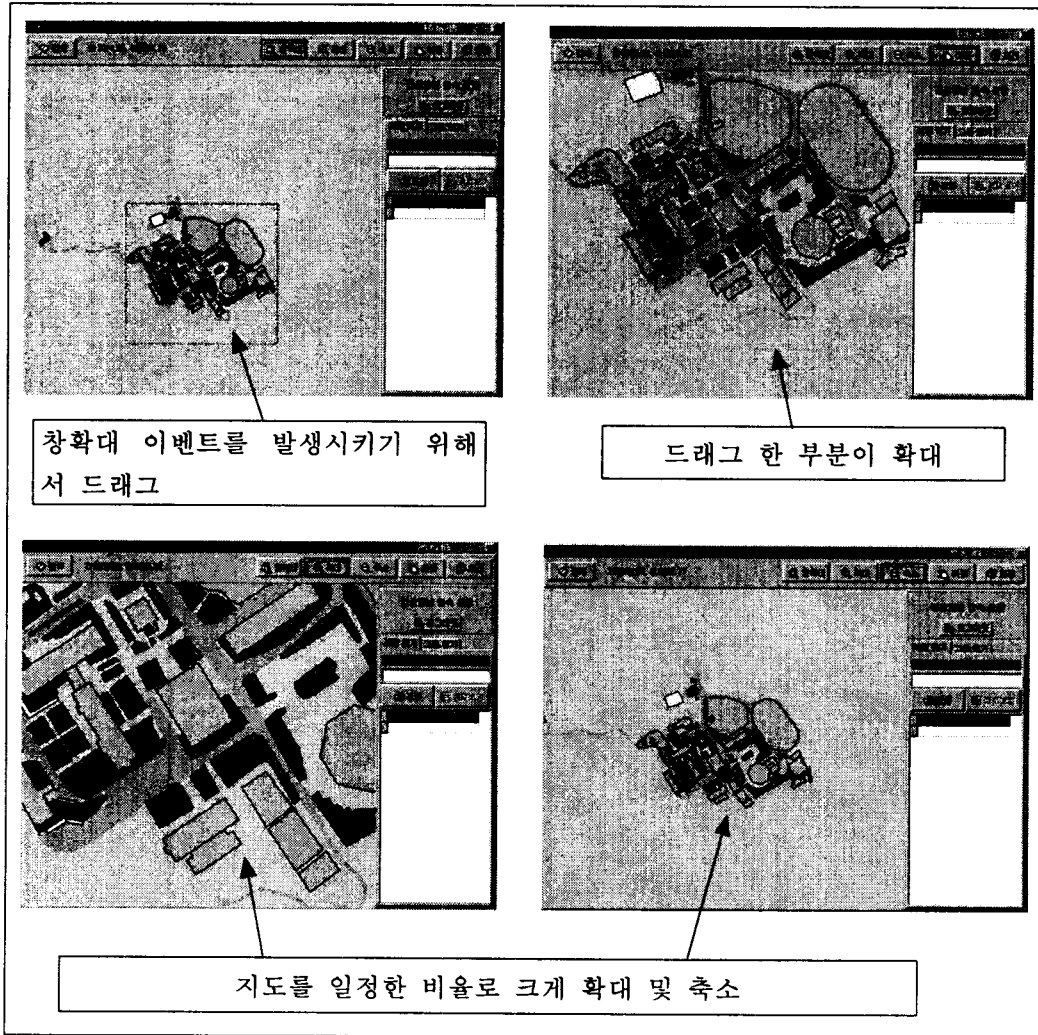


[그림 3. 시스템 구성도]



[그림 4. 시스템 배경도]

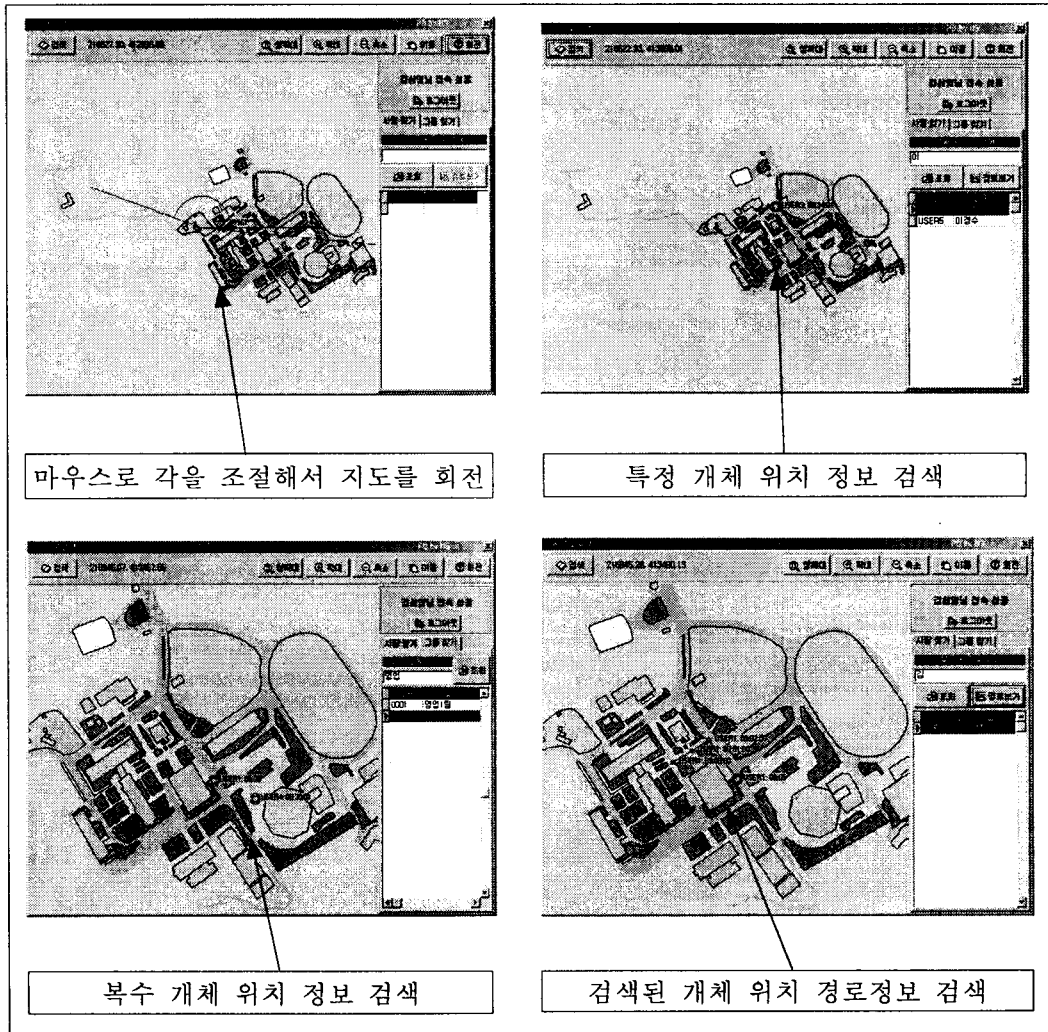
## 2.8 구축 사례 화면



[그림 5. 지도 확대 및 축소]

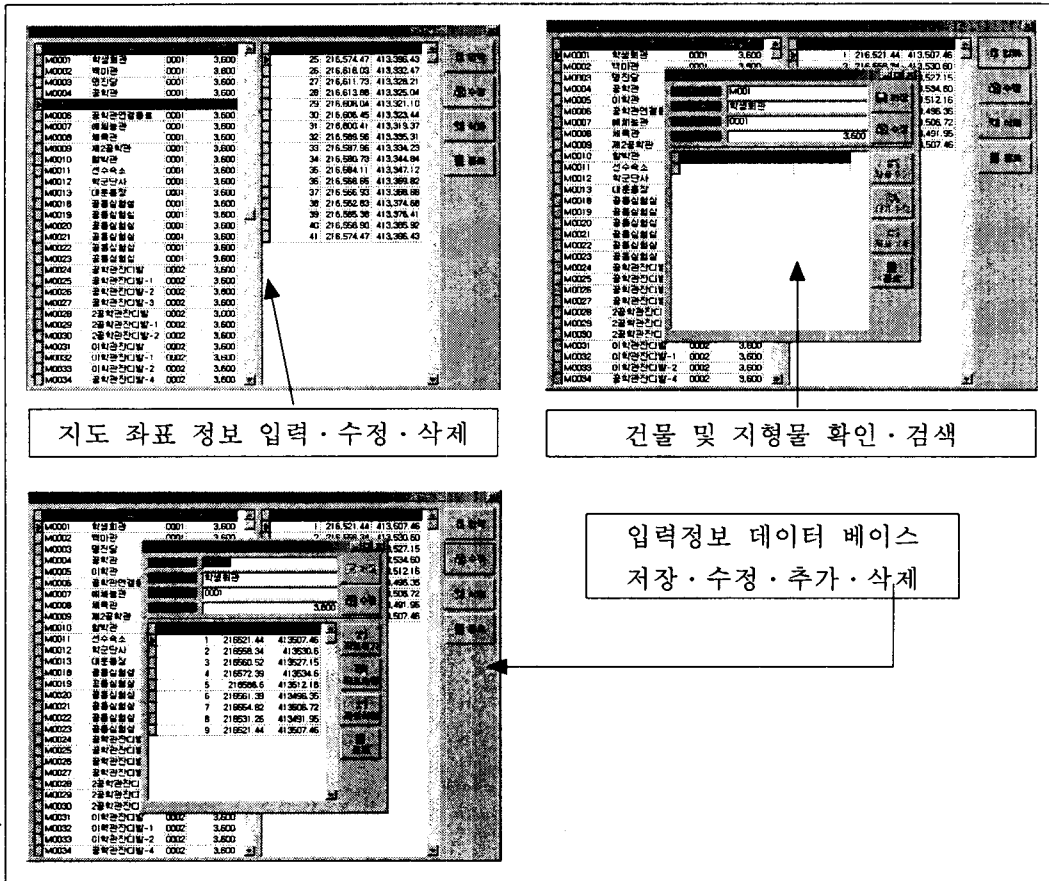
[그림 5]에서는 Map상의 관심 범위를 드래그함으로써 크기와 규모를 일정한 비율로 확대 및 축소할 수 있는 상태를 보여주고 있다. 그리고 크기 조절은 무한대로 할 수 있도록 구현하여 정밀도를 높였다. 또한, 건물 구조 및 지형물 식별을 쉽게 할 수 있도록 구현하였다.





[그림 6. 개체 위치 정보 검색]

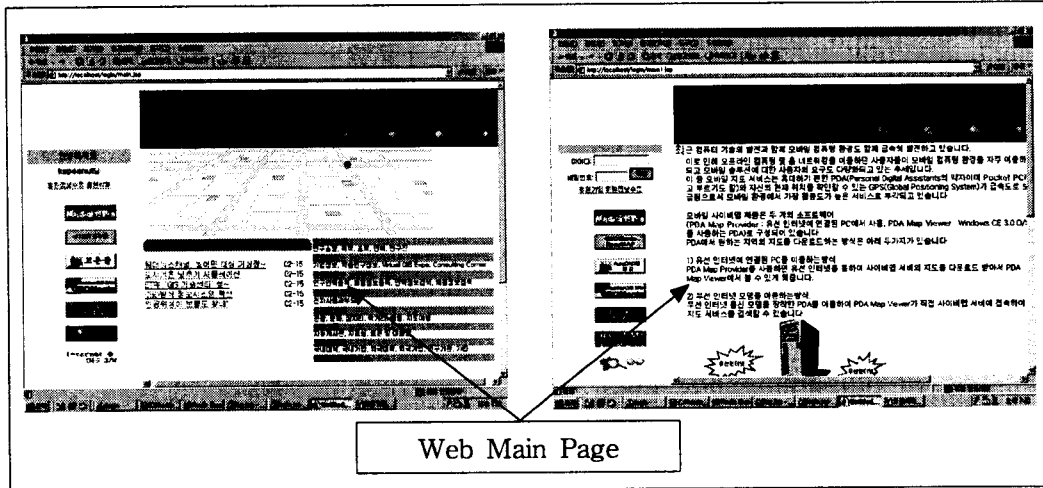
[그림 6]에서는 GPS에서 보내진 데이터를 TMX, TMY 좌표를 받아 현재 위치를 조회하고, PDA 소유자가 저장된 지도상에 현재 위치를 표시한 데이터를 읽어 들일 수 있으며, 시간 경과에 따라 변경된 위치에 대한 좌표값을 입력 및 송신할 수 있는 상태를 나타내고 있다. 그리고 거리, 면적, 등거리, 최단경로, 최적 경로 계산이 가능하다.



[그림 7. 입력정보 관리]

[그림 7]에서는 개체의 현재 속도/사용자 정보/개체 상태/이동시간/이동거리/목적지/좌표에 대한 정보를 입력 · 수정 · 추가 · 삭제 할 수 있도록 했으며, 건물 및 지형물에 대한 정보를 제공하며, PDA 소유자가 건물의 정보 입력은 가능하지만 수정은 못하도록 했다. 그 이유는 정보의 무결성 문제가 발생되어 System의 효율적 운영을 저하 시킬 위험이 있으며, 사용자 정보 및 이동상태를 실시간으로 제어하는데 어려움이 생길수 있기 때문이다. 정정 · 조회는 개체의 위치를 이동에 따라 상태가 실시간으로 자동 업데이트 되며, 지점별 · 그룹별 검색이 가능하다.

이렇게 DB에 저장된 정보는 사용자 PDA와 Web을 통해서 디스플레이 되며, 사용자는 PDA와 Web을 이용해서 위치정보에 대한 검색 및 도움을 받을 수 있으며, 지도 확대 및 회전이 가능하다.



[그림 8. 정보제공 Web]

5. 결론

기존의 GPS수신기는 단순 위치확인기능의 목적으로만 활용되었던 것에 반하여, 무선 인터넷망을 활용하여 특정지역에서의 위치정보뿐만 아니라 지리/지형정보까지도 실시간으로 입수할 수 있게되었다. GIS의 형태는 여러 가지로 발전되고 있다. 그 중에서도 컴퓨터의 발전과 더불어 모든 정보시스템의 획일화와 전문화속에 지리정보시스템도 여러 가지로 분류될 수 있는데 그 중 제일 급속도로 발전되는 GIS형태가 GPS와 관련된 실시간 위치정보확인 시스템이다.

이것도 세분화하면 여러 가지로 나눌수 있지만 간단히 말하면, 본 논문에서는 실시간으로 위성에서 좌표를 받아 지도에 표기를 하는 방법을 응용하고 있는 것이다.

본 논문을 통해서 지금까지의 MAPTS의 기능적 특징을 요약하면 다음과 같다.

- ① MAPTS를 통해서 PDA로 포인트와 경로를 생성, 관리합니다.
- ② MAPTS와 Off-Line의 케이블 뿐만 아니라 On-Line 무선 연결을 통하여 포인트와 경로를 업로드, 다운로드 할 수 있으며, 무선 인터넷 서비스를 실시간으로 제공할 수 있다.
- ③ 위치 추적 기능을 사용하여 진행방향이 화면의 위쪽을 향하도록 지도회전기능을 지원하는 간이 네비게이션이 가능합니다.
- ④ 시스템 개발은 JAVA기반으로 구현함으로써 MAPTS를 지원하는 다른 제품과도 연결하여 실시간으로 좌표를 받아서 지도에 나타낼 수 있다.
- ⑤ 벡터지도, 백지도, 스캐닝한 비트맵 이용이 가능하다.

이러한 기능적 특성을 활용한 시스템이 산업화에 적용된다면, 향후, 웹GIS, 모바일GIS분

야의 시스템통합사업이 GIS/GPS분야의 특화된 기술력을 바탕으로 위치추적이 가능한 Web 기반의 사용자 중심의 시스템 및 무선 인터넷 기반의 Mobile기기를 응용한 시스템이 계속해서 발전할 것이며, 편의시설 및 공공안전, 금융업, 물류/택배/영업관리/원격 정비관리/Mobile Groupware/ITS 등의 Mobile 인트라넷 솔루션이 개발되어 무한한 발전이 있을 거라 생각된다. 뿐만 아니라, 최단, 최적 경로를 이용한 화물/차량의 매칭구현으로 최적의 수송계획을 자동으로 구현 확장시킬수도 있을 것이다.

## 6. 참고문헌

- [1] 함승훈, 이문규, "GIS와 GPS를 이용한 배달/수거 물류관리시스템". IE Interface 산업공학, Vol. 12, No.4, pp.557-560, 1999.
- [2] 이봉규 "최근의 정보시스템 기술동향-GIS/GPS/ITS를 중심으로-" 정보통신포럼논문집, pp.58-65, 1999.
- [3] 김용일, 피무욱, 이봉규, "Methology of Integration Video Image into Digital Map for ITS and GIS", IEEE Intelligent Vehicle, pp3-7, 1998,
- [4] 황철수, "분산형 수치지도의 설계와 구현", 대한지리학회, pp5-10, 1998.
- [5] Kim, Daeki, Cynthia Barnhart, Keith Ware and Gregory Reinhart, "Multimodal Express Package Delivery: A Service Network Design Application",
- [6] Sherali, Hanif D. and Cihan H. Tuncbilal, "Static and Dynamic Time-Space Strategic Models and Algorithms for Multilevel Rail-car Fleet Managment", Management Science, Vol.43, No.2, 1997.
- [7] Boulaxis, N.G.; Papadopoulos, M.P. "Optimal feeder routing in distribution system planning using dynamic programming technique and GIS facilities" Power Delivery, IEEE Transactions on , Volume: 17 Issue: 1 , Jan. 2002 Page(s): 242 -247
- [8] <http://myhome.hananet.net>
- [9] <http://www.itskorea.or.kr>

## 저 자 소 개

서장훈 : 대학교 산업시스템공학부 학사·석사 학위 취득, 현재 명지대학교 리서치파크 연구소 전임연구원, 산업시스템공학부 박사과정

조용욱 : 명지대학교 산업시스템공학부 학사·석사 학위 취득, 명지대학교 산업기술연구소 책임연구원 역임, CPIM(Certified in Production and Inventory Management) 취득, 현재 인덕대학 산업시스템경영과 교수