

이학석사 학위논문

PDA 환경에 적합한 수치지도 및 지리정보  
서비스 시스템 설계 및 구현

지도교수 김 창 수

이 논문은 이학석사 학위논문으로 제출함



2003년 2월

부경대학교 대학원

전자계산학과

김 종 우

# 김종우의 이학석사 학위논문을 인준함

2002년 12월 26일

주 심 이학박사 박 흥 복



위 원 공학박사 정 목 동



위 원 공학박사 정 신 일



< 차례 >

표차례 .....	ii
그림차례 .....	iii
Abstract .....	iv
1. 서론 .....	1
2. MobileGIS .....	3
2.1 이동 컴퓨팅 환경 .....	3
2.2 지리정보 저장 방식 .....	7
2.3 MobileGIS Architecture .....	12
2.4 관련연구 .....	14
3. 이동 컴퓨팅 환경에 적합한 수치지도 재구성 방안 .....	17
3.1 필수 레이어 추출 .....	18
3.2 레이어 재정의 .....	19
3.3 수치지도 분할 .....	21
3.4 폴리곤 생성 .....	22
3.5 수치지도 포맷 변환 .....	23
4. PDA 기반 지리정보 서비스 시스템 설계 및 구현 .....	28
4.1 GPS 위치정보 수신 모듈 .....	29
4.2 지리정보 서비스 모듈 .....	31
4.3 이벤트 처리 모듈 .....	37
4.4 네트워크 모듈 .....	38
4.5 서비스 처리 모듈 및 관리자 모듈 .....	40
5. 결과 분석 .....	42
6. 결론 .....	45
참 고 문 헌 .....	47

## < 표 차 례 >

<표 1> 이동 컴퓨팅 환경의 제한된 성능 .....	5
<표 2> 지구좌표계의 종류 및 특징 .....	8
<표 3> DXF 포맷의 그룹코드 .....	9
<표 4> 수치지도 재구성 결과 .....	42
<표 5> 기존 연구와의 비교 .....	44

## < 그림 차례 >

<그림 1> DXF 포맷의 구조 .....	10
<그림 2> DXF 포맷의 ENTITIES 섹션 .....	11
<그림 3> MobileGIS Architecture .....	13
<그림 4> Takino의 연구에서 제시한 전체 시스템 구조 .....	14
<그림 5> 이근호의 논문에서 제시한 전체 시스템 구조 .....	15
<그림 6> 수치지도 재구성 과정 .....	17
<그림 7> 필수 레이어 추출과정 .....	19
<그림 8> 레이어 코드 재정의 .....	20
<그림 9> 레이어 재정의 과정 .....	20
<그림 10> 수치지도 분할 과정 .....	21
<그림 11> 폴리곤 생성 과정 .....	22
<그림 12> DXF 포맷의 예 .....	23
<그림 13> 제안한 수치지도 포맷의 구조 .....	24
<그림 14> 수치지도 포맷 변환 과정 .....	26
<그림 15> 수치지도 변환 모듈 .....	27
<그림 16> 전체 시스템 구성 .....	28
<그림 17> GPS 수신 메시지의 예 .....	30
<그림 18> 좌표계 변환 과정 .....	31
<그림 19> 수치지도 출력 과정 .....	32
<그림 20> Shape Type에 따른 구조체 구조 .....	33
<그림 21> 수치지도 출력 화면 .....	34
<그림 22> 헤드-탑 기능을 위한 회전변환 .....	35
<그림 26> 헤드-탑 모드 화면 출력 .....	36
<그림 24> 네트워크 모듈 메시지 구조 .....	39
<그림 25> 데이터베이스 테이블 구조 .....	41
<그림 26> 관리자 모듈 사용자 인터페이스 .....	41
<그림 27> 수치지도 출력 비교 .....	43

# Design and Implementation of Modified Digital Map and Geographic Information Service System for PDA Environments

Jong-Woo Kim

*Dept. of Computer Science Graduate School of  
Pukyong National University*

## Abstract

MobileGIS is the technology to service geographic information in mobile computing environments such as PDA, SmartPhone, mobile phone and etc. However, mobile computing environments have several limitation such as low processing late, small capacity of memory, small size of screen, and etc. In this thesis, we describe the method supporting Geographic Information Service in limited mobile computing environments. In the first, we design the new digital map format for the mobile computing environments. In the next, we propose the method for reducing size of existing digital map. In the last, we design and implement Geographic Information Service System for PDA environment.

## 1. 서론

GIS(Geographic Information System, 지리정보시스템) 기술은 위치 정보를 이용하여 공간정보를 모델링, 분석 및 관리하는 기술이다. GIS 기술은 초기에 단순 매핑을 제공하던 수준에서 보다 다양한 형태의 지리 정보를 제공하기 위해 여러 가지 플랫폼 환경에서 사용 가능한 기술로 발전하고 있으며, 최근의 지리정보 처리기술은 Component GIS, Open GIS, Internet GIS, MobileGIS, LBS(Location Based Service, 위치기반 서비스)들로 확대되고 있다[11].

Mobile GIS는 PDA, SmartPhone, Mobile Phone 등의 이동 컴퓨팅 환경에서 지리정보를 제공하는 기술로서, 이를 위해서는 위치정보와 결합된 수치지도의 디스플레이 기능 그리고 통신 기술이 복합된 이동 컴퓨팅 기반의 공간정보 처리기술이 필요하다. 하지만, 이동 컴퓨팅 환경은 기본적으로 프로세서 처리 능력, 프로그램 및 데이터 저장 용량, 데이터 통신 환경 등에서 제한적인 특성을 가지기 때문에 많은 데이터 저장 공간과 처리 능력을 필요로하는 지리정보를 처리하기에는 한계가 있다.

따라서, 본 논문에서는 무선 및 이동 환경을 기반으로 하는 PDA의 제한된 기억용량 및 처리능력과 상대적으로 작은 화면을 사용하는 환경에서 효율적으로 지리정보를 서비스할 수 있는 방법을 연구하고자 한다. 이동 컴퓨팅 환경은 다양하게 구성할 수 있지만, 본 논문에서는 PDA 환경을 대상으로 효율적인 지리정보 서비스를 제공하기 위한 연구를 수행하고자 한다. 본 논문에서는 다음과 같은 세 가지의 연구를 수행한다. 첫

째, 이동 컴퓨팅 환경을 위한 새로운 수치지도 포맷을 설계한다. 둘째, 기존의 수치지도의 용량을 줄일 수 있는 방안을 제안한다. 마지막으로 PDA 환경을 위한 지리정보 서비스 시스템을 설계 및 구현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 이동 컴퓨팅 환경의 특징, 지리정보 저장 방식, MobileGIS 구성방법 및 관련연구에 대하여 기술하였다. 3장에서 PDA 환경에 적합한 수치지도 재구성 방안과 수치지도 포맷을 제안하고, 4장에서는 PDA 환경에서 지리정보 서비스를 위한 PDA 기반 지리정보 서비스 시스템을 설계 및 구현하였다. 5장에서는 본 논문에서 제안한 수치지도 및 지리정보시스템의 성능을 분석하였고, 6장에서는 결론을 기술하였다.

## 2. MobileGIS

MobileGIS는 이동 컴퓨팅 환경에서 지리정보를 제공하는 기술로서, GPS를 이용한 위치 추적 서비스, 택배 서비스, 경비 및 보안, 재해 업무 등에 사용될 뿐 아니라, 지도 정보를 기반으로 하는 관광정보, 교통정보, 지역정보 등의 제공에 사용되어 질 수 있다. 하지만, 이동 컴퓨팅 환경은 기본적으로 프로세서 처리 능력, 프로그램 및 데이터 저장 용량, 데이터 통신 환경 등에서 제한적인 특성을 가지기 때문에 이동 컴퓨팅 환경에서 지리정보를 효율적으로 제공하기 위한 방법들이 연구되고 있다[12,16].

이 장에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 시스템 개발 시 고려해야할 이동 컴퓨팅 환경의 제한된 성능과 지리정보시스템에서 지리정보를 저장하기 위해 일반적으로 가장 널리 사용되는 DXF 포맷을 분석하였고 이동 컴퓨팅 환경에서 지리정보를 제공하기 위한 방법 및 시스템 구성에 대하여 기술하였다.

### 2.1 이동 컴퓨팅 환경

이동 컴퓨팅 환경은 PDA(Personal Digital Assitants), SmartPhone, Mobile Phone과 같이 이동성과 컴퓨팅 기능을 통합한 개인 휴대용 정보 기기를 사용하는 것을 의미한다. 최근에 무선 데이터 통신 기능을 통합한 이동 컴퓨팅 단말의 개발로 시장이 확대되고 있다. 이러한 이동 컴퓨팅 단말은 이동성과 실시간 정보 검색 기능 등의 장점에도 불구하고, 소형화된 하드웨어로 인하여 기능상의 제약이 존재한다. 따라서 사용 목적에 적합한 이동 컴퓨팅 단말기를 선택하기 위해서는 지원되는 하드웨어

및 소프트웨어의 제한사항을 고려하여야 하며 이동 컴퓨팅 환경을 위한 응용 시스템 개발 시에도 제한사항을 고려하는 것이 필요하다[17].

### 2.1.1 이동 컴퓨팅 환경의 특성

이동 컴퓨팅 환경은 일반적으로 마이크로프로세서, 메모리와 주변칩(peripheral chips) 등으로 구성된다. 마이크로프로세서는 주로 모토롤라의 68000을 기본으로 한 DragonBall, MIPS 아키텍처에 기초한 NEC, Toshiba, Phillips 등의 MPU, SH 아키텍처에 기초한 Hitachi의 MPU, Intel의 StrongARM을 기초로 한 MPU 등이 사용되며, 이러한 MPU들은 이동 컴퓨팅 단말기에 필요로 하는 많은 주변장치를 통합하였고 전력 유지를 위해 최적화 되었다. 이동 컴퓨팅 환경에서는 DRAM, 플래시 메모리, masked ROM과 같은 대부분의 메모리 형태가 사용되고 있으며, 현재 대부분의 이동 컴퓨팅 기기들은 데이터와 프로그램을 저장하고 스크린의 그래픽 프레임 버퍼로 사용하는 주 메모리로 DRAM을 사용하고 사용자 데이터 및 소프트웨어 코드를 저장하기 위해 플래시 메모리를 사용한다. 이러한 이동 컴퓨팅 환경은 소형화되고 저전력을 소모하는 하드웨어로 구성되기 때문에 <표 1>과 같이 MPU 처리능력, 저장공간 및 통신환경에서 제한적인 성능을 제공한다[17].

<표 1> 이동 컴퓨팅 환경의 제한된 성능

제약성	하드웨어 종류	특성
MPU 처리 능력	모토로라68000  MIPS  StrongARM	-저전력 사용으로 인한 제한된 처리능력 -206MHz 32-bit RISC Processor
저장 공간	DRAM 플래시 메모리 masked ROM	-메모리 이외의 저장 장치 지원하지 않음 -32M RAM, 16M ROM (일반적인 경우) -플래시 메모리, 마이크로 드라이브를 사용 하여 저장공간 추가
통신 환경	무선모뎀 무선랜카드	-무선모뎀 전송속도 64-144 Kbps -무선랜은 협소한 지역 내 서비스 가능

### 2.1.2 Windows CE 운영체제의 특징 및 개발 환경

이동 컴퓨팅 환경에 사용되는 운영체제는 제한된 하드웨어 환경에 적합하도록 소형화된 형태로 설계되었기 때문에 제한된 소프트웨어 실행 및 개발환경을 가진다. 이동 컴퓨팅 환경에 사용되는 운영체제로는 Palm-OS, Windows CE, EPOC, Celvic OS 등이 있다[17].

본 논문의 구현환경인 Windows CE는 지능화된 디바이스들의 요구를 만족시키기 위해 설계된 모듈화된 32비트 운영체제이다. Windows CE는 커널, 파일 시스템과 레지스트리를 포함하여 256KB ROM에 저장될 수 있으며, ROM에 저장된 프로그램은 eXecute-In-Place 형태로 저장되어 RAM으로 옮기지 않고도 ROM에서 직접 수행이 가능하다. Windows CE는 메모리 사용을 최소화하는 것을 목적으로 설계되었기 때문에, 기능에 따라 모듈, 서브모듈, 컴포넌트로 구성되어 있으며 사용

목적에 따라 운영체제의 크기를 조절할 수 있다. Windows CE는 Win32 SDK와 거의 같은 응용 소프트웨어 개발환경을 제공한다. 하지만, Windows CE는 가능한 한 작게 설계되었기 때문에 Win32 SDK의 일부만을 지원한다. Windows CE SDK의 특징은 다음과 같다[8-10].

(1) Windows CE는 Win32 API의 일부만을 지원한다.

Windows CE에서는 기존의 Windows 98과 Windows NT에서 제공하는 Win32 API의 일부(subsets)를 제공한다. 기존 시스템에서 제공하는 API 함수는 약 3,600개 정도이며 Windows CE 1.0에서는 기존의 API 함수 중 약 500개를 제공하고, 2.0 버전에서는 약 1,500개의 API 함수를 제공한다.

(2) Windows CE는 런타임 라이브러리의 일부만을 지원한다.

Windows CE 운영체제는 제한된 시스템 자원을 고려하여 기존의 Windows 시스템 DLL 라이브러리 중 최소한의 것만을 제공하고 있으므로 런타임 라이브러리 사용에 제한이 있다.

(3) Win32 콘솔 프로그램은 지원하지 않는다.

(4) UNICODE를 사용한다.

기존의 Windows 시스템에서 ASCII 문자를 기본적으로 사용하였으나 Windows CE에서는 UNICODE 문자를 사용하고 있다. 따라서 C 언어로 프로그램을 작성할 경우 기존의 Windows에서는 한 문자를

1byte로 처리하던 것에 비해 Windows CE에서는 2byte로 처리되어야 한다.

## 2.2 지리정보 저장 방식

### 2.2.1 지리좌표계

지리정보를 표현하는 방법은 기준계(지구타원체)와 좌표계에 의해서 결정된다. 1940년대까지 대부분의 선진국들은 자국의 영토를 관리하기 위한 독자적인 국가기준계를 사용하였으며, 이와 같이 국가기준계로부터 얻은 지리정보는 협역에 대해서는 적합한 결과를 나타내지만, 범세계적인 지리정보 등 대규모지역의 위치정보를 표시할 수 없기 때문에 1950년대 말 미 국방성에서는 세계좌표계로 WGS (World Geodetic System)를 제안하였다. 또한, 지구상의 위치를 표시하기 위한 좌표계에는 평면좌표(평면직교좌표, 평면극좌표), 곡면좌표(경위도좌표, 구면극좌표), 3차원좌표 등이 사용된다. 경위도좌표는 지구상의 절대적 위치를 표시하는데 일반적으로 가장 널리 쓰이는 좌표계이고 TM좌표계는 Mercator투영법(가우스-크뤼거 투영법)에 의해서 표현되는 좌표계로서 거리의 산출은 물론 측량계산이나 수학에서도 대단히 편리하게 이용되기 때문에 지도좌표로 널리 사용된다. 현재 국립지리원에서는 국내에서의 정확도가 높은 Bessel 타원체와 TM좌표계를 사용하고 있으며, 위성을 이용한 측위시스템인 GPS(Global Positioning System)에서는 세계적인 공간정보를 표시하기 위해서 WGS-84 타원체와 경위도 좌표계를 사용하고 있다. 따라서, GIS 구축을 위한 측량이나, 네비게이션 시스템에 GPS를 적용하기 위해

서는 좌표의 변환이 필요하다. <표 2>는 GPS와 국립지리원 수치지도에서 사용하는 기준계와 좌표계의 특성과 변환알고리즘을 나타내고 있다 [18,20].

<표 2> 지구좌표계의 종류 및 특징

구분	기준계 (지구타원체)	좌표계	비고
GPS	WGS-84 타원체	경위도좌표계	범세계적 위치정보 표시
국립 지리원	Bessel 타원체	TM좌표계	국내에서의 정확도 높음
변환 알고리즘	Molodensky 알고리즘	가우스-크뤼거 투영법	-

### 2.2.2 수치지도 포맷

수치지도는 지도에서 보여지는 정보들을 컴퓨터에서 보여질 수 있도록 디지털 형태로 구성한 정보들의 집합이다. 수치지도의 형태는 래스터 데이터 모델과 벡터 데이터 모델이 있다. 래스터 데이터 모델은 픽셀로 공간정보를 표현하며 종이지도나 항공사진 등을 스캐닝하여 컴퓨터 파일로 생성한다. 벡터 데이터 모델은 Points, Lines, Polygons와 같은 엔티티로 공간정보를 표현한다. 일반적으로 수치지도는 벡터 데이터 모델을 의미한다. 수치지도는 CAD 및 기타 여러 가지 GIS 도구를 이용해 제작되며, 각 소프트웨어마다 자체 수치지도 포맷을 사용한다. 하지만 이들 자체포맷은 공개되지 않아 서로 호환성을 제공하지 않는다. 일반적으로 수치지도의 유통을 위해서 AutoCAD사의 데이터 교환 표준 포맷인

DXF와 같은 호환포맷으로 데이터를 공유하고 있다. 국내에서는 국립지리원에서 수치지도를 제작하여 배포하고 있으며 다양한 GIS 솔루션에서 사용 가능한 여러 가지 정보를 제공하고 있다[20,21].

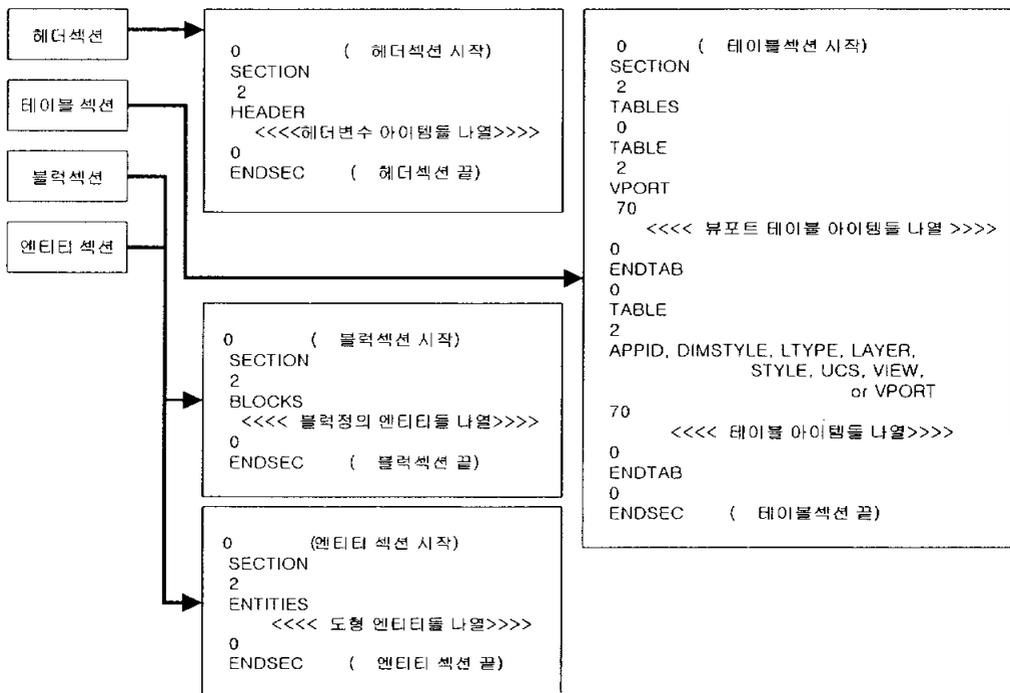
DXF 포맷은 ASCII 파일구조를 기반으로 하고 있으며, 다수의 그룹으로 구성되고 각 그룹은 그룹의 종류와 값의 형태를 나타내는 그룹코드(group code)와 실제 값인 그룹 값(group value)으로 구성된다. <표 3>은 그룹코드의 종류와 취할 수 있는 값들을 나타낸 것이다.

<표 3> DXF 포맷의 그룹코드

그룹코드	값	그룹코드	값
0~9	String	210~239	Floating-point
10~59	Floating-point	1000~1009	String
60~79	Integer	1010~1059	Floating-point
140~147	Floating-point	1060~1079	Integer
170~175	Integer	999	Comment(String)

DXF 파일은 HEADER, CLASSES, TABLES, BLOCKS, ENITTIES, OBJECTS 섹션 등 모두 여섯 개의 Section으로 구성되며, 일반적으로 <그림 1>과 같이 4개의 섹션이 주로 사용된다. HEADER 섹션은 도면의 환경변수 값을 설정하는 부분으로 오토캐드 버전(ACADVER), 도면크기(EXTMIN, EXTMAX), 작성 시각(TDCREATE), 거리단위(LUNITS), 각도 0의 기준 방향(ANGBASE), 각도의 회전방향(ANGDIR) 등 130여 개의 변수들의 값을 설정할 수 있다. TABLES 섹

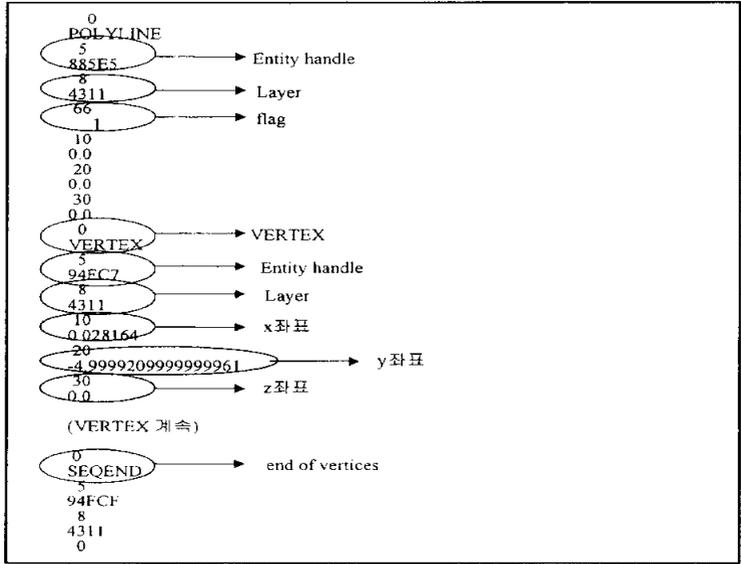
선은 치수선의 종류(DIMSTYLE), 선의 종류(LTYPE), 레이어(LAYER), 글자체(STYLE), view port(VPORT), view, 사용자 정의 좌표계(UCS) 등에 대한 정의와 참조이름을 갖는 항목들에 대한 정보를 저장하는 부분이다. BLOCKS 섹션은 도면에서 반복적으로 사용되는 형태를 한 단위로 묶어서 반복 사용 가능하도록 정의하는 부분이다. BLOCKS 섹션의 구성 형태는 ENTITIES 섹션과 동일하다.



<그림 1> DXF 포맷의 구조

ENTITIES 섹션은 도형을 실제로 정의하는 부분으로, 도형의 종류는 LINE, POINT, CIRCLE, ARC, TEXT, POLYLINE, INSERT(블럭 삽입) 등이 있다. <그림 2>는 국립지리원 수치지도에서 가장 많이 나타

나는 POLYLINE에 대한 형식을 나타낸 것이다.



<그림 2> DXF 포맷의 ENTITIES 섹션

ENTITIES 섹션의 모든 엔티티는 서로 독립적이며 ENTITIES 섹션의 정보만으로도 공간정보를 표현할 수 있다. 또한 대부분의 수치지도는 POINT, POLYLINE, POLYGON으로 구성되며 복합객체로 표현될 수는 있으나 거의 사용되지 않는다[4-6].

DXF 포맷은 HEADER와 TABLES에 많은 환경변수를 정의함으로써 데이터 호환성을 유지해 주지만, 이로 인한 오버헤드가 발생하고 ASCII 파일에 기반을 두고 있어 지리정보를 저장하기 위해 많은 저장공간을 요구한다. 또한 지리정보를 읽고 좌표변환 등의 데이터 처리를 위해 많은 시간이 소요되는 단점이 있다. 따라서, 이러한 DXF 포맷이나 기존의 다른 수치지도 저장 포맷을 이동 컴퓨팅 환경에 사용하는 것은

저장공간이나 처리능력을 고려할 때 비효율적이다.

## 2.3 MobileGIS Architecture

지리정보를 사용자에게 제공하는 방법으로 WebGIS를 이용하여 PC나 노트북으로 서비스를 제공하는 방법이나 CD-ROM에서 직접 구동하여 서비스를 제공하는 방법은 현재 많이 개발되고 있다. 하지만, 이동 컴퓨팅 환경에서 지리정보를 제공하기 위해서는 이동 컴퓨팅 환경의 제한사항을 고려하여 WebGIS나 CD-ROM을 이용하는 것과는 다른 시스템 구조를 고려하여야 한다. 다음은 클라이언트 동작 방법에 따른 MobileGIS의 3가지 시스템 구조를 기술한 것이다[1].

### (1) Application Logic Type

Application Logic Type은 이동 컴퓨팅 환경 상에서 GIS Application이 실행되는 형태이다. 이러한 구조는 클라이언트와 서버 사이에 최소한의 데이터만을 전송하고 클라이언트는 저장된 데이터를 처리할 수 있기 때문에 가장 효율적인 시스템이다.

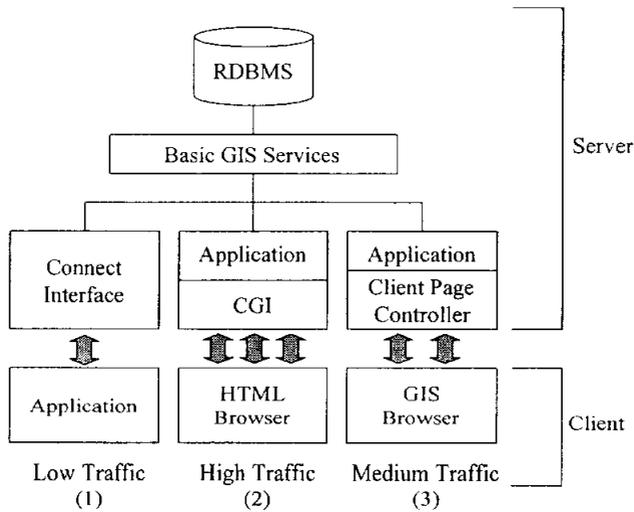
### (2) HTML Browser Type

HTML Browser Type에서는 서버상의 CGI 프로그램과 이동 컴퓨팅 환경 상의 HTML Browser 서로 데이터를 교환한다. 지리정보의 모든 처리는 반드시 서버에서 이루어져야 하기 때문에 이러한 구조에서는 많은 데이터의 교환이 요구된다. HTML Browser Type의 장점은 서버 측에서만 프로그램을 개발하면 되고, 클라이언트는 기본적으로 제공되는

HTML Browser만 있으면 되기 때문에 비교적 하드웨어에 독립적이다.

### (3) GIS Browser Type

GIS Browser Type에서는 서버 상의 Application Logic과 이동 컴퓨팅 환경 상의 GIS Browser가 서로 데이터를 교환한다. 이러한 구조는 기본적으로는 HTML Browser Type과 유사하지만, GIS Browser의 기능은 지도의 처리, 연속 입력 처리, 쉬운 그래픽 심볼 입력 등의 지리정보 제공을 위해 최적화 되어있다. GIS Browser Type은 HTML Browser Type처럼 개발하기 쉽고 Application Logic Type처럼 수치지도의 효율적인 처리가 가능하다. 하지만, Application Logic Type에 비해 데이터 트래픽이 많이 발생한다.

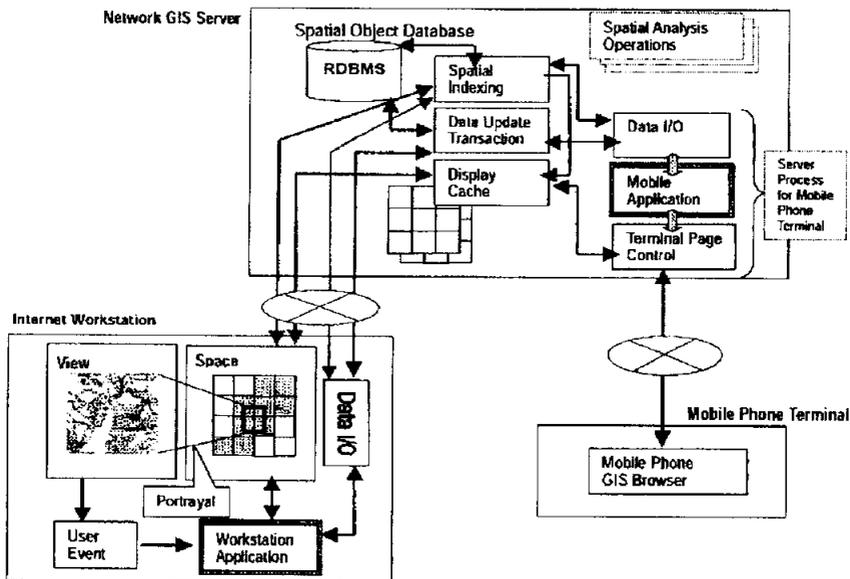


<그림 3> MobileGIS Architecture

## 2.4 관련연구

Application Logic Type 시스템 구조는 지리정보의 처리나 데이터 전송량에서 효율적이나, 방대한 지리정보를 제한된 이동 컴퓨팅 환경에서 처리하기가 어렵다. HTML Browser Type 시스템 구조는 인터넷 서비스 제공을 목적으로 하는 HTML Browser를 사용하기 때문에 지리정보 서비스 제공에 적합하지 않아 기능상 제한이 있고 많은 데이터 전송을 요구한다. 따라서, 기존의 연구에서는 일반적으로 GIS Browser Type 구조를 기반으로 MobileGIS를 구현하고 있다[1].

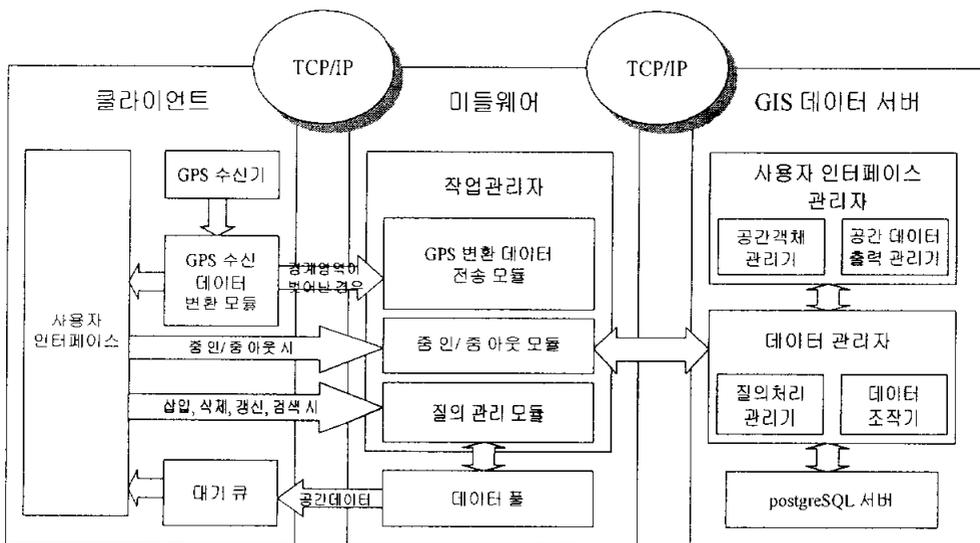
Takino의 연구에서는 Network GIS의 기본적인 개념을 제시하였다 [1]. <그림 4>은 Takino의 논문에서 제시한 MobileGIS의 전체 구조이다.



<그림 4> Takino의 연구에서 제시한 전체 시스템 구조

<그림 4>에서 클라이언트가 워크스테이션인 경우, 클라이언트에서 수치지도 데이터 처리를 하는 Application Logic Type 구조로, 클라이언트가 Mobile Phone일 경우 서버에서 수치지도 데이터 처리를 하여 처리 결과를 클라이언트로 전송하는 GIS Browser Type 구조로 시스템을 설계 및 구현하였다.

이근호의 연구에서는 Shareware DBMS를 이용하여 MobileGIS 서비스 시스템을 설계 및 구현하였다[12]. <그림 5>은 이근호의 논문에서 제시한 MobileGIS의 전체 구조이다. <그림 5>에서 지리정보 데이터에 대한 처리는 미들웨어와 GIS 데이터 서버에서 수행하고 HPC를 기반으로 한 클라이언트는 처리된 결과를 출력하고 사용자 입력을 미들웨어로 전송하는 GIS Browser Type 구조로 시스템을 설계하였다.



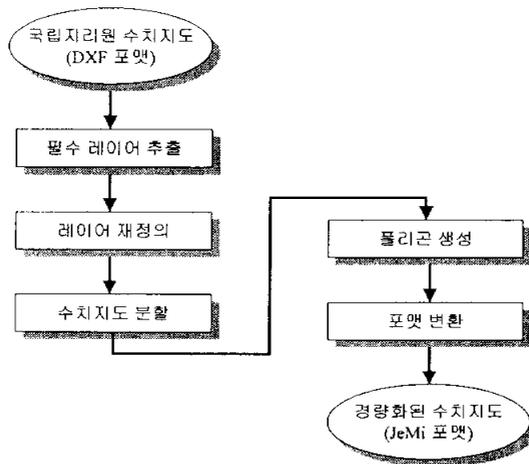
<그림 5> 이근호의 논문에서 제시한 전체 시스템 구조

상기한 두 연구에서는 클라이언트를 GIS Browser Type 구조로 설계 및 구현하여 지도의 확대/축소를 위한 사용자 입력 등 지리정보시스템에서 자주 일어나는 기능에 대하여 최적화 하였다.

본 논문에서는 지리정보 제공과 데이터 전송의 효율적 활용을 위해 Application Logic Type 구조로 PDA기반 지리정보 서비스 시스템을 설계 및 구현하였고, 이에 따르는 방대한 지리정보 처리의 부하를 줄이기 위해 이동 컴퓨팅 환경에 적합한 수치지도 재구성 방안을 제안하여 수치지도의 정보를 경량화 하였다.

### 3. 이동 컴퓨팅 환경에 적합한 수치지도 재구성 방안

본 논문의 2장에서 기술한 바와 같이 기존의 수치지도 데이터와 저장 포맷으로는 이동 컴퓨팅 환경에서 지리정보를 제공하기에 여러 가지 문제점이 있다. 본 논문에서는 이동 컴퓨팅 환경에 적합한 경량화된 수치지도를 제작하기 위한 방법과 이를 위한 수치지도 데이터 포맷을 설계하였다. <그림 6>은 이동 컴퓨팅 환경에 적합한 경량화된 수치지도를 제작하기 위한 전체 과정을 도식화한 것이다.



<그림 6> 수치지도 재구성 과정

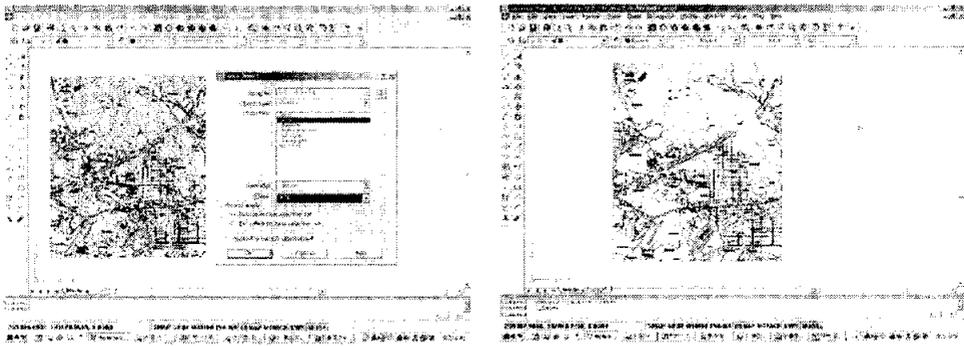
수치지도 경량화는 필수 레이어 추출, 레이어 재정의, 수치지도 분할, 폴리곤 생성, 포맷변환의 과정을 통해 이루어진다. 지리정보 제공을 위한 기본 데이터는 국립지리원에서 DXF 포맷으로 제공하는 수치지도를 사용하였다. 필수 레이어 추출 단계에서 폴리곤 생성 단계까지는 Autodesk

사의 AutoCAD Map 2000을 사용하였고, DXF포맷에서 본 논문에서 제안한 수치지도 경량화 포맷으로의 변환 단계는 Visual C++ 6.0을 사용하여 Windows 2000 Professional에서 동작하는 자동 변환 툴을 구현하여 수행하였다.

### 3.1 필수 레이어 추출

국립지리원의 수치지도는 도로, 건물, 지류, 등고선, 행정구역 경계 등 많은 정보를 포함하고 있다. 이러한 상세한 정보는 다양한 GIS 솔루션에서 사용할 수 있도록 지원하지만, 각각의 솔루션은 필요에 따라 필요한 레이어만을 추출해야 지도의 용량을 줄이고 지도의 가독성을 높일 수 있다. 예를 들어, 작은 디스플레이 환경을 제공하는 이동 컴퓨팅 환경에서는 낮은 축척을 사용하면 지도의 주변을 정확히 인지할 수 없어 가독성이 떨어지기 때문에 일정 수준 이상의 축척을 사용해야 한다. 따라서 건물의 정확한 모양을 정의하는 레이어의 삭제를 통하여 건물 레이어를 단순화할 수 있으며, 등고선에서 계곡선만을 추출하여 등고선 레이어를 단순화할 수 있다[15].

필수 레이어 추출 단계에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 일반적으로 필요한 레이어만을 추출하여 수치지도의 용량을 경량화 하였다. 부가적으로, 필수 레이어의 추출은 이후의 단계의 처리에 소요되는 시간을 단축하는 효과도 제공한다. [그림 7]은 필수 레이어 추출과정을 나타낸 것이다. [그림 7]의 좌측은 처리 전 수치지도이며 우측은 처리 후의 수치지도이다.



<그림 7> 필수 레이어 추출과정

### 3.2 레이어 재정의

국립지리원에서는 GIS 구축과 각종 지도 제작 시 정확도 및 호환성을 확보함으로써 지리정보의 활용도를 극대화할 목적으로 95년 국가 기본도 표준초안을 작성하였으며, 이 표준안에서는 레이어 코드 및 지형 코드 분류를 4등급(대, 중, 소, 세분류)으로 구분하고 있다. 그러나 이러한 분류체계는 보다 효율적이고 다양한 지리정보 제공을 위하여 세분화될 필요가 있다[13]. 예를 들어, [그림 8]에서 문화교육시설을 나타내는 9144 레이어의 경우 문화시설, 약국, 편의점, 각급학교 등이 동일한 레이어로 분류되어 있고, 국립지리원 수치지도 작성 시 구청, 동사무소와 같은 행정기관까지 포함하는 등 오류가 많다. 화면의 출력 내용은 레이어 정보에 의존하게 되고 기존의 분류체계를 그대로 활용할 경우 화면 구성이 복잡해지고 검색이 어려워지는 단점이 발생한다. 따라서 레이어 재정의 단계에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 보다 효율적인 정보 제공을 위해 각 레이어를 재정의 및 세분화하였다. [그림 8]은 문화교육시설을 각급

학교, 방송시설, 대형 아파트, 구청, 동사무소 등 효율적이고 세분화된 레이어 분류체계로 정의한 예를 보인 것이다.

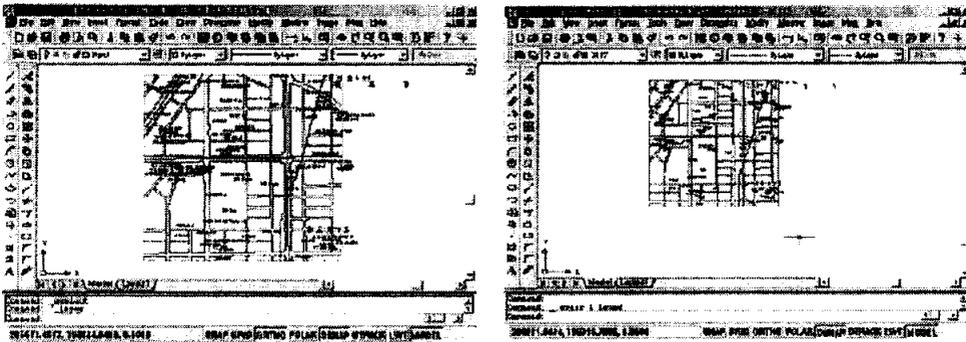
코드	내용	코드	내용
9	주기		
91	지형지물	92	행정지명
:			
914	건물		
9143	기타행정기관		
9144	산업시설		
9145	문화교육시설		
:			

9311(대학)  
9312(고등학교)  
9313(중학교)  
9314(초등학교)  
9321(방송시설)  
9322(대형아파트)  
9331(시청)  
9332(구청)  
9333(동사무소)

발당, 문화시설,  
약국, 편의점 등을  
동일 레이어에  
표시

<그림 8> 레이어 코드 재정의

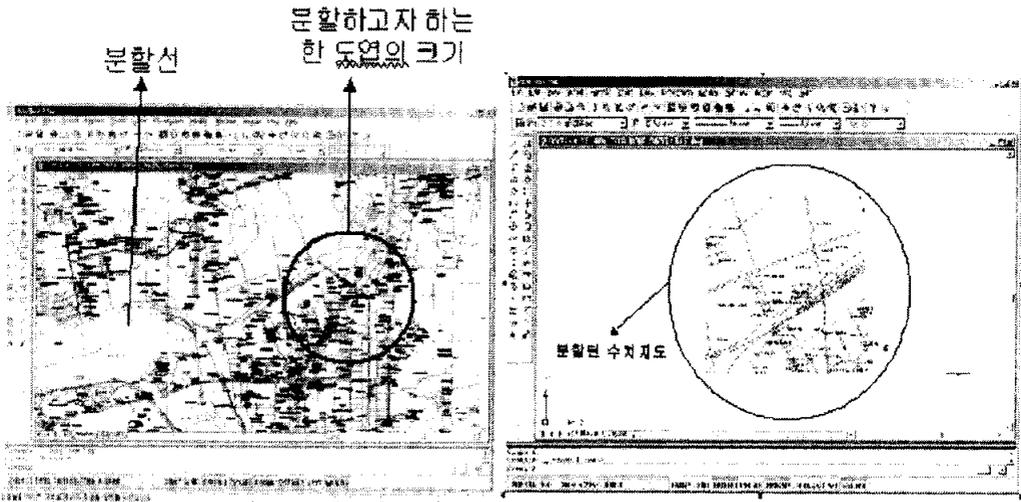
<그림 9>는 레이어 재정의 과정을 나타낸 화면이다. <그림 9>의 우측화면은 <그림 9>의 좌측 화면에서 레이어 재정의 한 후, 재정의한 레이어를 선택한 화면이다.



<그림 9> 레이어 재정의 과정

### 3.3 수치지도 분할

PDA와 같은 이동 컴퓨팅 환경은 낮은 처리 속도를 가지기 때문에 이동 컴퓨팅 환경이 제공하는 240×320 픽셀(일반적인 PDA의 화면 출력)의 작은 화면에 적합한 크기로 수치지도를 분할하면 효율적인 처리가 가능하고 수치지도의 화면 출력속도를 개선할 수 있다. 따라서 수치지도 분할 단계에서는 일반적인 PDA 화면의 3배정도의 크기인 700×700미터 단위로 수치지도 분할을 수행하였다. [그림 10]은 실제 수치지도를 분할하는 과정으로 수치지도 분할 전과 후의 화면이다.

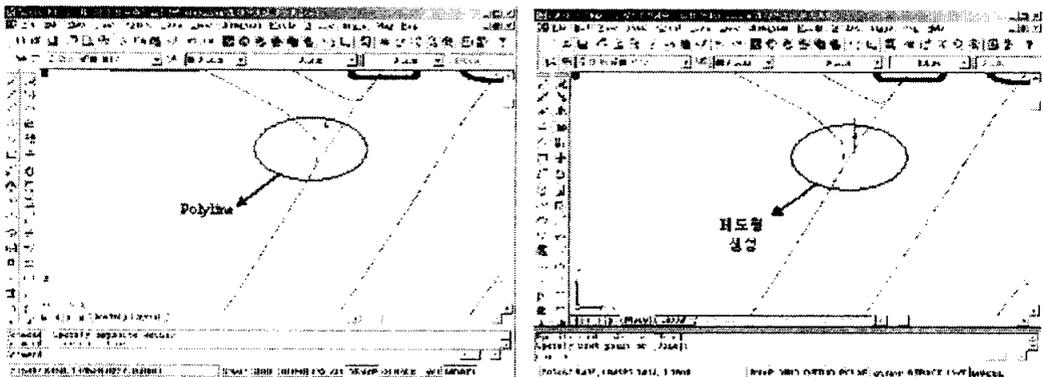


<그림 10> 수치지도 분할 과정

### 3.4 폴리곤 생성

국립지리원의 수치지도는 다수의 폴리라인과 라인으로 구성되어 있다. 이러한 형태는 지원하는 포맷이 각각 다른 GIS 소프트웨어에서 호환을 위해서는 좋은 방법이지만, 실제 지리정보를 표현하는 방법으로는 비효율적이다. 폴리곤, 폴리라인은 하나의 시작점과 끝점 그리고 그 사이를 연결하는 점들의 집합으로 구성되며, 라인은 하나의 시작점과 끝점으로 구성된다. 이러한 공간 객체들은 가능하면 하나의 객체로 묶는 것이 시작점과 끝점의 정보를 중복되지 않도록 하는 방법이기 때문에 수치지도의 용량을 줄일 수 있다. 또한 폴리라인과 라인은 공간에 색상 정보를 표현할 수 없어 지도 출력을 단조롭게 만드는 단점이 있다.

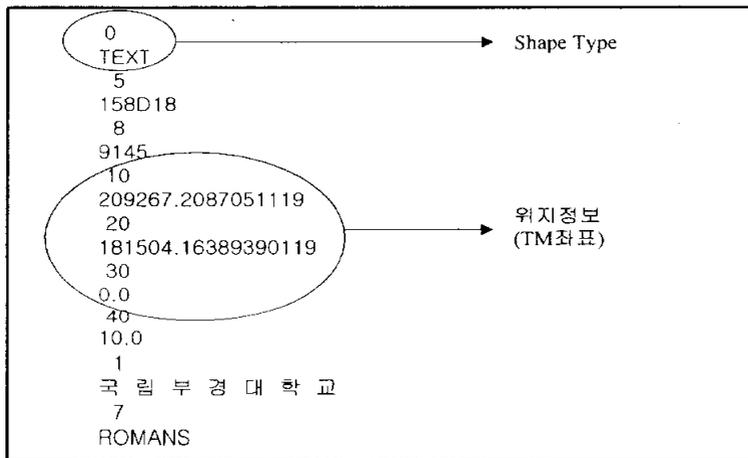
폴리곤 생성 단계에서는 다수의 폴리라인이나 라인으로 처리된 부분을 하나의 폴리곤으로 생성하여 이러한 단점을 개선하였다. [그림 11]은 폴리라인을 폐도형으로 생성하고 폴리곤으로 변환하는 화면이다.



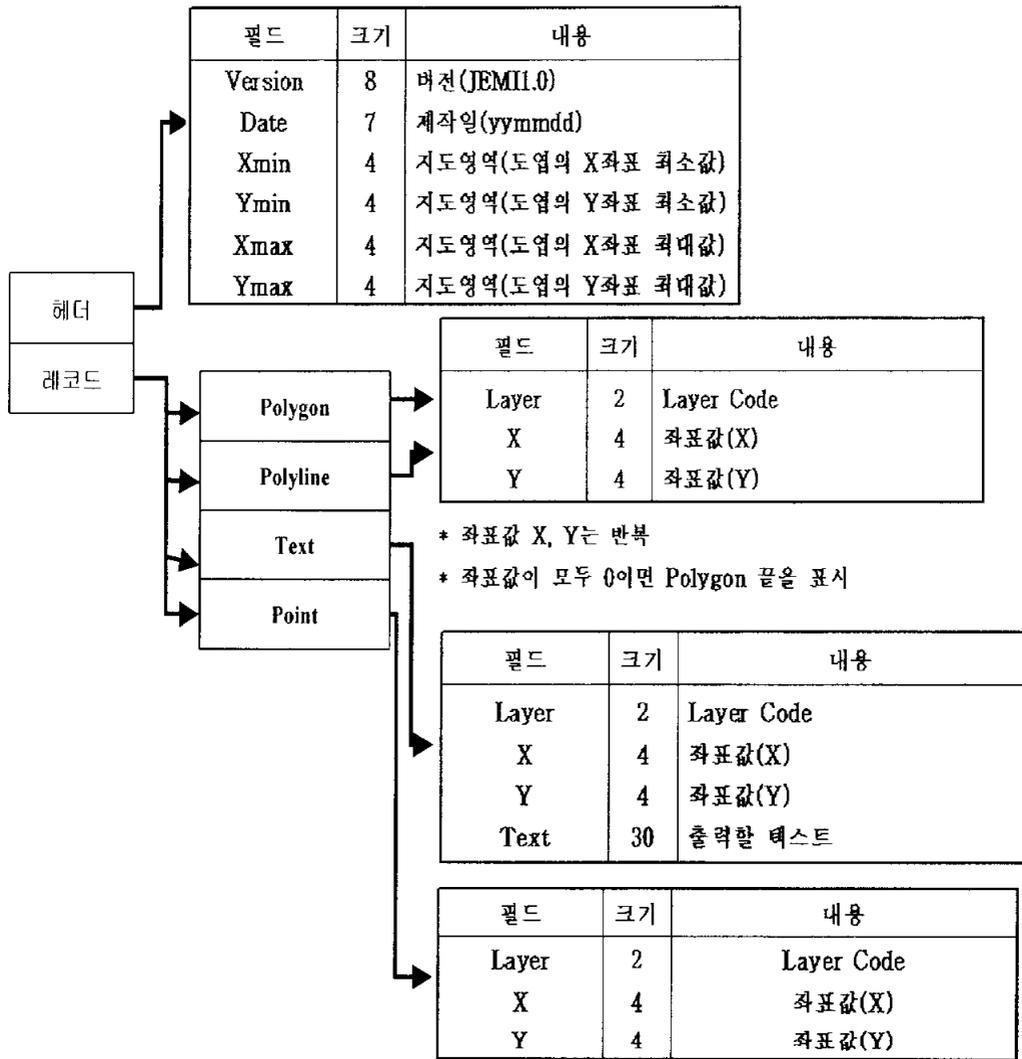
<그림 11> 폴리곤 생성 과정

### 3.5 수치지도 포맷 변환

국립지리원에서 배포하는 수치지도는 DXF 포맷을 사용한다. DXF 포맷은 [그림 12]와 같이 ASCII 파일로 되어 있다. 하지만 ASCII 파일은 하나의 평면좌표를 표시할 때 최소 12바이트 이상의 저장공간이 필요하다. 그러나 이진파일로 변환할 경우 8바이트로 표현 가능하다. 또한 DXF 수치지도는 지리정보의 호환성을 위한 오버헤더가 크기 때문에 필요한 요소만을 추출하여 수치지도의 용량을 최소화할 수 있다. [그림 12]는 DXF 포맷을, [그림 13]은 수치지도 경량화를 위해 본 논문에서 제안한 수치지도 포맷을 나타낸 것이다. 실제로 [그림 12]의 DXF 포맷에서는 위치정보를 표현하기 위해 42Bytes 정도의 용량이 사용되었지만 [그림 13]의 제안한 포맷에서는 8Bytes로 표현이 가능하다.



<그림 12> DXF 포맷의 예



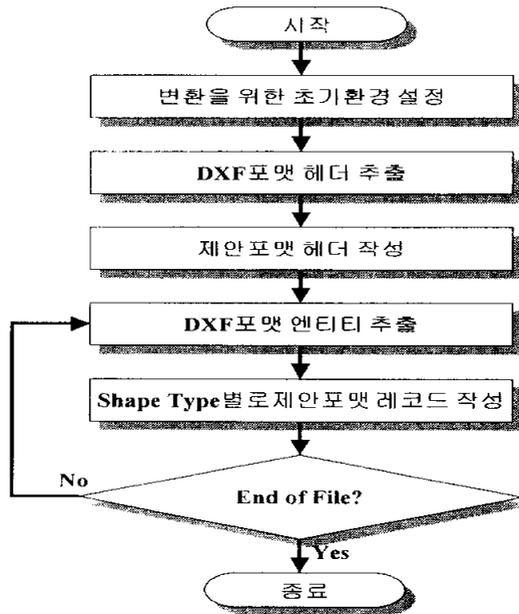
<그림 13> 제안한 수치지도 포맷의 구조

제안한 수치지도 포맷은 크게 헤더(Header)와 레코드(Record)로 구성되며, 각 부분의 구성요소는 다음과 같다. 헤더는 포맷의 확장을 고려한 버전정보(Version), 도엽의 제작일(Date) 및 좌표상의 지도의 영역

(Xmin, Ymin, Xmax, Ymax)로 구성된다. 레코드는 실제 지리정보를 포함하는 부분으로 폴리곤(Polygon), 폴리라인(Polyline), 텍스트(Text), 포인트(Point)의 형태로 지리정보를 표현한다. 폴리곤과 폴리라인은 레이어 코드(Layer)와 X, Y좌표로 구성되며 X, Y좌표는 좌표값이 모두 0의 값을 가질 때까지 반복하여 연결되는 점들을 표시한다. 텍스트는 레이어 코드(Layer)와 X, Y좌표 및 출력할 텍스트의 문자열로 구성된다. 포인트는 레이어 코드(Layer)와 X, Y좌표로 구성된다.

제안한 수치지도 포맷은 오버헤드 없이 지리정보 표현에 필수적인 정보인 Shape Type, Layer Code와 좌표 값으로 구성되며, 바이너리 형태로 저장되기 때문에 용량을 감소시킬 수 있다. 하지만, 새로운 데이터 포맷의 적용으로 기존의 GIS 소프트웨어 및 라이브러리를 사용할 수 없기 때문에 전용 GIS 소프트웨어나 라이브러리의 개발이 필요하다. 그러나 이동 컴퓨팅 환경에서 지리정보를 효율적으로 제공하기 위해서는 필수적인 방법으로 고려된다.

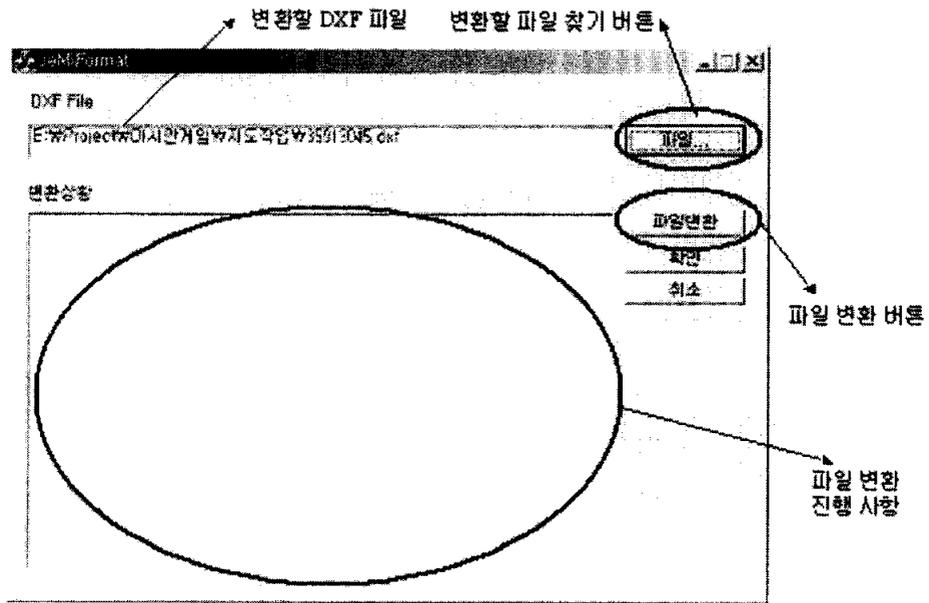
본 논문에서는 DXF 포맷을 제안된 수치지도 포맷으로 자동 변환하는 모듈을 구현하였으며, 하나의 DXF 포맷 파일을 입력받아 Polygon, Polyline, Text, Point를 각각 저장하는 4개의 파일을 생성한다. 변환 과정은 <그림 14>와 같다.



<그림 14> 수치지도 포맷 변환 과정

DXF 포맷 헤더 추출 과정에서는 DXF 포맷의 헤더 섹션에서 도엽 제작일과 도엽의 좌표영역을 추출하고, 제안 포맷 헤더 작성 과정에서는 제안한 수치지도 포맷의 버전 정보와 이전 과정에서 추출한 도엽 제작일 및 도엽의 좌표영역을 제안한 수치지도 포맷에 저장한다. 엔티티 추출 과정에서는 DXF 포맷의 지리정보 엔티티에서 도형의 종류(Shape Type), 레이어 코드(Layer), X좌표, Y좌표 및 텍스트 등의 정보를 추출하고, 제안 포맷 레코드 작성과정에서는 이전 과정에서 획득한 도형의 종류(Shape Type) 정보에 따라 제안한 수치지도 포맷의 해당 레코드 형태로 저장한다. 마지막으로 파일의 끝인지를 검사하여 파일의 끝이 아니면 DXF포맷 엔티티 추출 과정과 제안 포맷 레코드 작성 과정을 반복하고, 그렇지 않으면 포맷변환 과정을 종료한다. [그림 15]은 본 논문에서

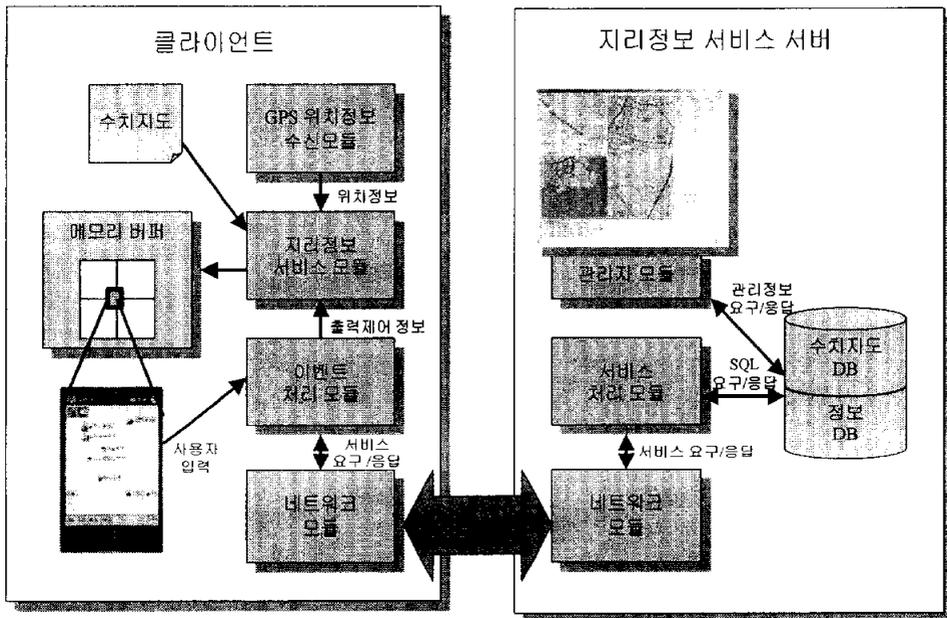
구현한 수치지도 변환 툴의 사용자 인터페이스를 나타낸 것이다.



<그림 15> 수치지도 변환 모듈

#### 4. PDA 기반 지리정보 서비스 시스템 설계 및 구현

본 논문에서는 3장에서 제안한 경량화된 수치지도와 함께 PDA 기반의 지리정보 서비스 시스템을 설계 및 구현하였다. 본 시스템은 기본적인 지리정보 서비스 기능과 수치지도를 클라이언트인 PDA에서 제공하고 있으며, 위치기반 정보 서비스 및 PDA에 저장되지 않은 지역의 수치지도를 제공받기 위하여 지리정보 서비스 서버와 무선데이터 통신을 할 수 있다. <그림 16>은 본 논문에서 설계 및 구현한 PDA 기반 지리정보 서비스 시스템의 전체 구조를 나타내고 있다.



<그림 16> 전체 시스템 구성

본 논문에서 설계 및 구현한 PDA 기반 지리정보 서비스 시스템은 수치지도 출력 기능, GPS 수신기능 및 위치정보를 이용한 네비게이션 기능, 진행 방향에 따른 지도 회전 기능(헤드-탑 기능) 및 수치지도 다운로드와 위치기반 정보 서비스 기능 등을 제공한다.

본 논문의 구현환경은 다음과 같다.

- (1) 클라이언트 운영환경 : PocketPC
- (2) 클라이언트 개발환경 : eMbedded Visual C++ 3.0
- (3) 클라이언트 주변장치 : 무선모뎀, GPS 수신장치
- (4) 서버 운영환경 : Windows 2000 Server
- (5) 서버 개발환경 : Visual C++ 6.0
- (6) 데이터베이스 : Oracle 8i

#### **4.1 GPS 위치정보 수신 모듈**

GPS(Global Positioning System)는 미국정부가 구축한 항법지원시스템으로 GPS위성에서 방송하는 C/A코드를 이용하면 전세계 어디에서나 24시간 측위가 가능하며, 최근 미국정부에서 S/A(Selective Availability) 사용을 중지함에 따라 10-20m정도의 오차범위 내에서 정확도 높은 위치 정보를 획득할 수 있다[18].

일반적으로 GPS 수신장치는 NMEA 0183 프로토콜을 통하여 정보를

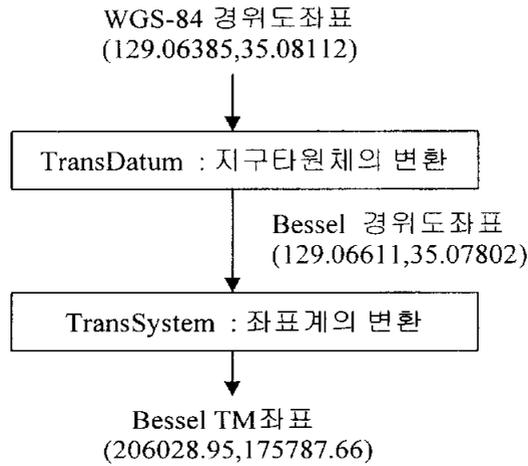
해당 정보기기에 전달한다. <그림 17>은 NMEA 0183 프로토콜에 의하여 수신한 GPS 정보를 나타낸 것이다. <그림 16>에서 GGA나 RMC 메시지를 사용할 경우 현재의 정확한 시간, 위도, 경도 정보를 획득할 수 있다. 본 논문에서는 GGA 메시지를 파싱하고 메시지에 대한 에러 검사를 통하여 정확한 위치정보를 획득하였다.

```

$GPGGA,141113.999,3730.0308,N,12655.2369,E,1,06,1,7,98.9,M,0.0,0000.32
      UTC Time Latitude Longitude Position Fix
$GPGSA,A,3,02,07,01,20,04,13,,,,,,,,,3.7,1.7,3.2*31
$GPRMC,141113.999,A,3730.0308,N,12655.2369,E,19.77,195.23,101200,.+3c
      UTC Time Latitude Longitude UTC Date
$GPGSV,2,1,07,07,84,025,47,04,51,289,48,20,40,048,47,02,32,203,46,+74
    
```

<그림 17> GPS 수신 메시지의 예

이렇게 수신된 GPS 위치정보는 WGS-84타원체 경위도 좌표로 표현된다. 하지만 실제 국내 수치지도는 Bessel타원체 TM좌표를 사용하기 때문에 수치지도상에 GPS에서 수신한 위치정보를 매핑하기 위해서는 두 좌표계간의 변환이 요구된다. 두 좌표계간의 변환을 위해서 Molodensky 알고리즘에 의해 타원체 변환을 수행하고 가우스-크리거 투영법에 의해 좌표계 변환을 수행하였다. <그림 18>은 좌표변환을 수행하는 과정과 실제 변환된 좌표값의 예를 보인 것이다.

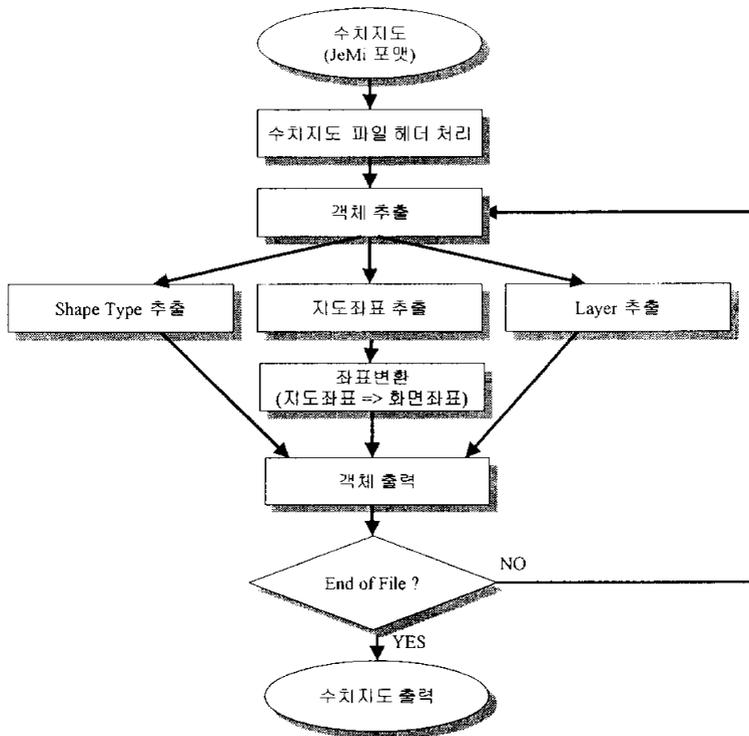


<그림 18> 좌표계 변환 과정

## 4.2 지리정보 서비스 모듈

지리정보 서비스 모듈은 본 논문에서 제안한 수치지도 경량화 포맷으로 저장된 공간객체들을 읽어서 PDA의 화면에 출력하는 기능을 수행한다. 지리정보 서비스 모듈은 사용자가 원하는 위치의 수치지도를 검색하여 출력하는 기능, GPS 위치정보 수신 모듈에서 입력받은 위치정보와 수치지도를 매핑하여 출력하는 기능 및 헤드-탑 출력 기능을 제공한다.

수치지도는 많은 공간객체들로 이루어져 있고 이를 직접 PDA의 화면에 출력하게 되면 깜박임 현상이 발생하기 때문에, 수치지도의 공간객체를 메모리 버퍼에 출력하고 메모리 버퍼를 한꺼번에 그래픽 프레임 버퍼로 복사함으로써 깜박임 현상을 제거하였다. <그림 19>은 수치지도 출력 함수에 의해 수치지도가 메모리에 출력되는 과정을 나타낸 것이다.



<그림 19> 수치지도 출력 과정

수치지도 파일 헤더 처리 단계에서는 수치지도의 파일헤더에 포함된 File Version, 지도 작성일, 저장된 Shape Type 정보를 추출하여 출력할 영역과 출력할 도형의 종류를 선정한다. 객체 추출 단계에서는 Shape Type에 따라 <그림 20>에 제시한 구조체에 의해 객체를 추출한다.

<pre> //***** // JeMi Format - File Header //***** struct JeMiFileHeader {     char JeMiVersion[8];     char JeMiDate[7];     char JeMiShape;     int JeMiXmin;     int JeMiYmin;     int JeMiXmax;     int JeMiYmax; };  //***** // JeMi Format - Record //***** struct JeMiPoly /// Polygon, Polyline시 사용 {     unsigned short layer; };  struct JeMiVertex // Polygon, Polyline시 사용 {     int x;     int y; }; </pre>	<pre> //***** // JeMi Format - Record //***** struct JeMiLine {     unsigned short layer;     int x1;     int y1;     int x2;     int y2; };  struct JeMiPoint {     unsigned short layer;     int x;     int y; };  struct JeMiText {     unsigned short layer;     int x;     int y;     char text[30]; }; </pre>
--	---

<그림 20> Shape Type에 따른 구조체 구조

Shape Type은 출력할 도형의 종류를 결정하며 이 정보에 따라 Line, Polygon, Polyline, Text에 따른 처리과정을 거치게 된다. Layer 정보는 지도 출력시에 도로 및 건물 아이콘을 선택하고 레벨에 따른 출력 여부를 결정하기 위해 사용된다. 지도좌표를 PDA 화면상에 출력하기 위해서는 미터단위의 직각좌표계를 사용하는 TM좌표(지도좌표)를 픽셀단위의 직각좌표계를 사용하는 화면 좌표로 변환해야 한다. 또한 y축의 증가 방향이 반대인 두 좌표계간의 변환도 필요하다. 실제 화면상의 픽셀좌표 u, v는 다음의 식에 의해서 구할 수 있다.

$$u = (x - x_{\min}) \times MaptoScr$$

$$v = v_{\max} - ((y - y_{\min}) \times MaptoScr)$$

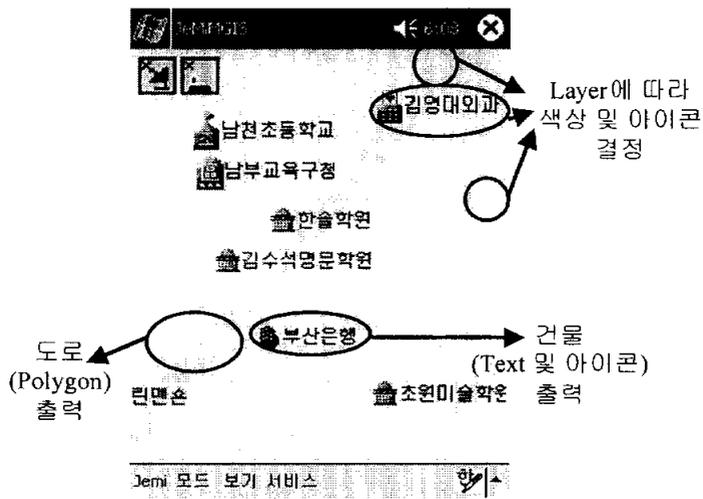
$x_{\min}$  : 화면에 출력되는 x의 최소값

$y_{\min}$  : 화면에 출력되는 y의 최소값

$v_{\max}$  : 화면의 y축 크기

$MaptoScr$  : 화면좌표와 공간좌표의 비

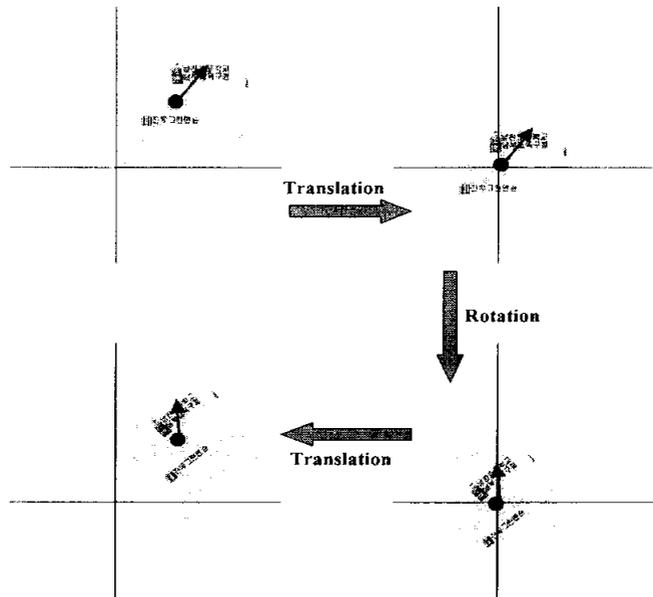
<그림 21>은 지리정보 서비스 모듈에 의해 수치지도를 출력하는 화면이다.



<그림 21> 수치지도 출력 화면

일반적으로 지도는 화면의 상단을 북쪽으로 하여 출력한다. 하지만 GPS 등을 이용한 네비게이션에서는 현재 진행방향을 화면의 상단으로 출력하는 헤드-탑 기능을 제공하면 위치를 파악하기 쉬운 경우가 있다.

지도 출력시 진행방향을 화면의 상단으로 출력하기 위해서는 회전변환이 필요하다. 현재의 위치를 중심으로 진행방향으로 지도를 회전하기 위해서는 <그림 22>과 같이 (이동변환1) - (회전변환) - (이동변환2)의 3단계 변환이 필요하다.



<그림 22> 헤드-탑 기능을 위한 회전변환

(이동변환1)은 회전의 중심을 좌표계의 원점으로 이동시키며, (회전변환)에서는 이전좌표와 현재좌표의 값에서 추출된 회전각으로 지도를 회전시킨다. (이동변환2)에서는 회전한 지도를 다시 원래의 중심점으로 이동하는 (이동변환1)의 역변환을 수행한다. 이러한 좌표의 변환은 변환행렬에 의해 처리되며 다음 행렬은 이동 및 회전을 위한 변환행렬을 나타낸 것이다.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & Tx \\ 0 & 1 & Ty \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

(이동변환)

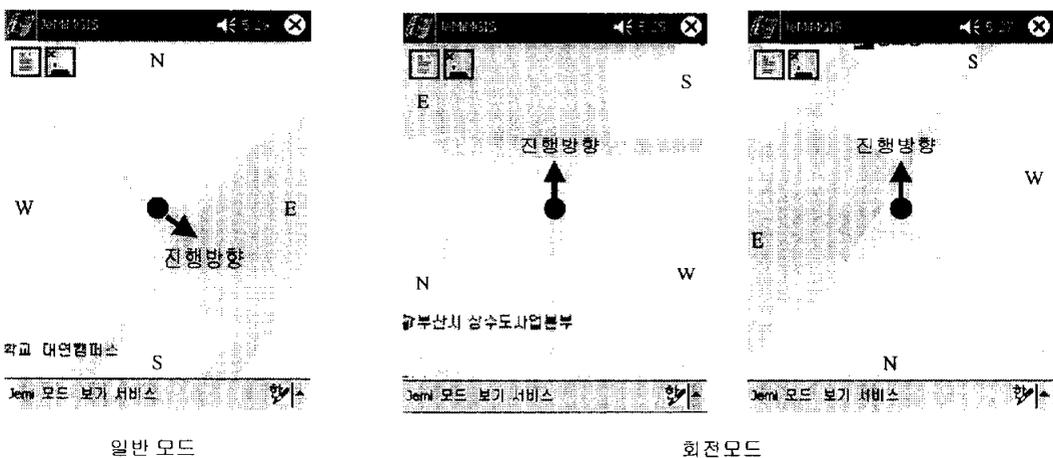
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

(회전변환)

실제 구현에서는 세 번의 변환과정을 다음의 행렬과 같이 조합행렬로 구성하여 변환을 수행하였다.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ (1-\cos\theta)\times Tx + \sin\theta\times Ty & (1-\cos\theta)\times Ty + \sin\theta\times Tx & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

<그림 23> 헤드-탑 기능을 사용하여 진행 방향이 화면의 상단을 향하도록 수치지도가 회전하는 화면을 나타낸 것이다.



<그림 23> 헤드-탑 모드 화면 출력

### 4.3 이벤트 처리 모듈

이벤트 처리 모듈은 사용자 인터페이스와 상호 작용을 통해 사용자의 입력과 요구에 대한 처리를 수행한다. 사용자의 입력 및 요구는 다음과 같다.

#### (1) 지도의 이동

PDA는 입력장치로 터치 스크린을 사용한다. 수치지도가 출력중인 화면을 PDA의 스타일러스 펜으로 클릭함으로써 수치지도를 이동할 수 있다. 이벤트 처리 모듈에서는 지도의 이동을 위한 입력이 발생할 경우 화면좌표를 지도좌표로 변환하고, 이를 지리정보 서비스 모듈로 넘겨주어 입력한 좌표를 화면의 중앙에 위치하도록 수치지도를 이동한다.

#### (2) 위치확인 모드

이벤트 처리 모듈에서는 사용자의 위치확인 모드 설정 입력이 발생할 경우 지리정보 서비스 모듈로 위치확인 모드 설정이 되었음을 알려주고, 지리정보 서비스 모듈은 GPS 위치정보 수신 모듈을 동작시키고 위치정보를 수신하여 수치지도 상에 출력한다. 위치 확인 모드 해제 입력의 경우도 같은 방식으로 동작하여 GPS 위치정보 수신모듈의 동작을 중지시킨다.

#### (3) 헤드-탑 모드

사용자의 헤드-탑 모드 설정 입력이 발생할 경우 지리정보 서비스

모듈로 헤드-탑 모드가 설정되었음을 알려주고, 지리정보 서비스 모듈은 헤드-탑 출력모드로 수치지도를 출력한다.

#### (4) 수치지도 다운로드

현재 PDA에 저장되어 있지 않은 영역의 수치지도를 사용하고자 할 때, 이벤트 처리 모듈은 사용자의 입력에 따라 수치지도 다운로드를 네트워크 모듈에 요구한다. 네트워크 모듈은 수치지도를 다운로드 한 후, 결과를 이벤트 처리 모듈로 알려주고 이벤트 처리 모듈은 사용자 인터페이스로 결과를 출력한다.

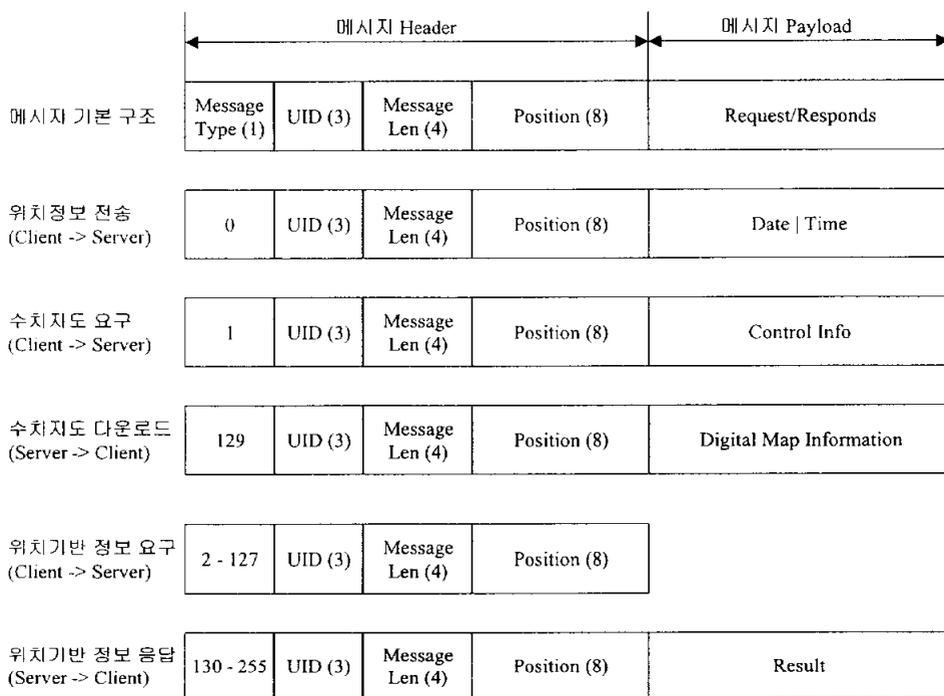
#### (5) 위치기반 정보 서비스

사용자의 위치 기반 정보 서비스 요구가 발생하면, 이벤트 처리 모듈은 위치정보 및 요구 정보의 종류와 함께 네트워크 모듈로 정보 서비스를 요구한다. 네트워크 모듈은 요구 정보 서비스에 대한 처리 후, 결과를 이벤트 처리 모듈로 알려주고 이벤트 처리모듈은 사용자 인터페이스 및 지리정보 서비스 모듈을 통하여 요구된 정보 서비스를 출력한다.

### 4.4 네트워크 모듈

네트워크 모듈은 서버와 무선 데이터 통신을 통해 수치지도 다운로드 및 위치기반 정보 서비스를 제공한다. 네트워크 모듈은 무선모뎀을 사용하여 지리정보 서비스 서버와 무선 데이터 통신을 사용하여 사용자 요구 정보를 제공한다. 네트워크 모듈은 사용자의 요구가 발생하면 무선

모뎀과 연결하고 RAS 서버와 접속한다. 일반적으로 무선통신사업자는 인터넷 서비스를 제공하는 RAS 서버를 운영하고 있기 때문에 무선통신사업자의 RAS 서버에 접속하면 TCP/IP 네트워크 환경을 사용하여 지리정보 서비스 서버와 통신할 수 있다. <그림 24>는 위치기반 정보 및 수치지도를 교환하기 위한 메시지 구조이다.



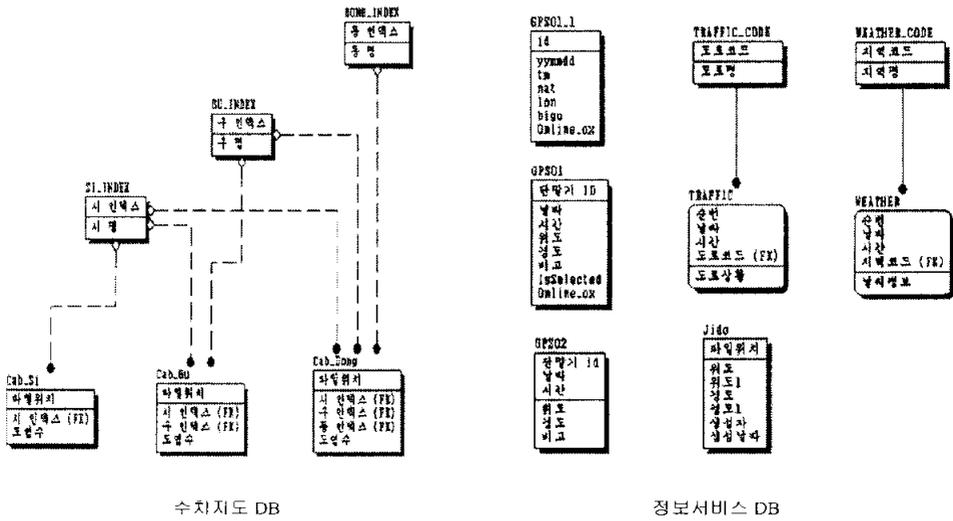
<그림 24> 네트워크 모듈 메시지 구조

메시지는 Message Type, User ID, Message 길이, 위치정보를 포함하는 Header와 각 Message에 따른 정보를 위한 Payload로 구성된다. Message Type의 첫 비트는 0일 경우 클라이언트에서 서버로 서비스 요구하는 메시지를 나타내며, 1일 경우 서버에서 클라이언트로 요구에 대

한 응답을 하는 메시지이다. 위치정보 전송 메시지는 현재의 사용자 위치를 지리정보 서비스 서버에 등록하는 것으로 현재의 날짜와 시간 정보를 함께 전송하며, 응답 메시지는 없다. 수치지도 요구 메시지는 지정된 위치에 해당하는 수치지도를 요구하는 것으로 Control Info의 설정 값에 따라 수치지도 다운로드를 제어한다. 위치에 해당되는 수치지도 정보를 요구할 때는 0으로 설정되며, 실제 파일의 전송요구는 1, 수치지도 파일의 다운로드가 성공적으로 이루어지면 2의 값을 설정하여 전송한다. 수치지도 다운로드 메시지는 Control Info가 0으로 설정된 수치지도 요구 메시지를 받았을 경우 해당 수치지도의 파일명과 파일 크기를 클라이언트로 전송한다. 서버는 이후 Control Info가 1로 설정된 수치지도 요구 메시지를 받으면 수치지도 파일을 전송하고, 파일 전송이 완료되면 대기하다가 Control Info가 2로 설정된 수치지도 요구 메시지를 받으면 세션을 종료한다. 위치기반 정보 요구/응답은 <그림 24>과 같이 125개의 서비스까지 서비스가 가능하다.

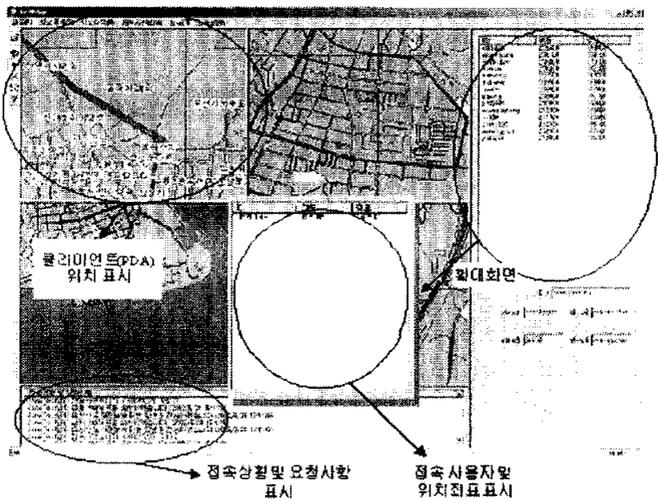
#### **4.5 서비스 처리 모듈 및 관리자 모듈**

서버의 서비스 처리 모듈은 네트워크 모듈을 통해 전송된 사용자의 요구를 SQL문으로 변환하여 해당 정보를 수치지도 데이터베이스나 정보 데이터베이스로부터 획득하는 역할을 수행한다. <그림 25>은 수치지도 다운로드 서비스 및 위치기반 교통정보와 날씨정보 서비스를 제공하기 위한 데이터베이스 테이블 구조를 나타낸 것이다.



<그림 25> 데이터베이스 테이블 구조

관리자 모듈은 현재 접속해 있는 사용자의 정보를 확인하고 데이터베이스를 관리하기 위한 모듈이다. <그림 26>은 관리자 모듈의 사용자 인터페이스 화면이다.



<그림 26> 관리자 모듈 사용자 인터페이스

## 5. 결과 분석

기존의 MobileGIS를 위한 연구는 이동 컴퓨팅 환경의 성능을 고려하여 공간객체의 처리는 서버에서 수행하고 클라이언트에서는 처리된 결과만을 출력하는 방식(GIS Browser Type)을 기반으로 시스템을 구성하였으며, 서버의 효율적인 처리와 클라이언트-서버간의 효율적인 데이터 전송에 관한 연구가 많이 이루어졌다.

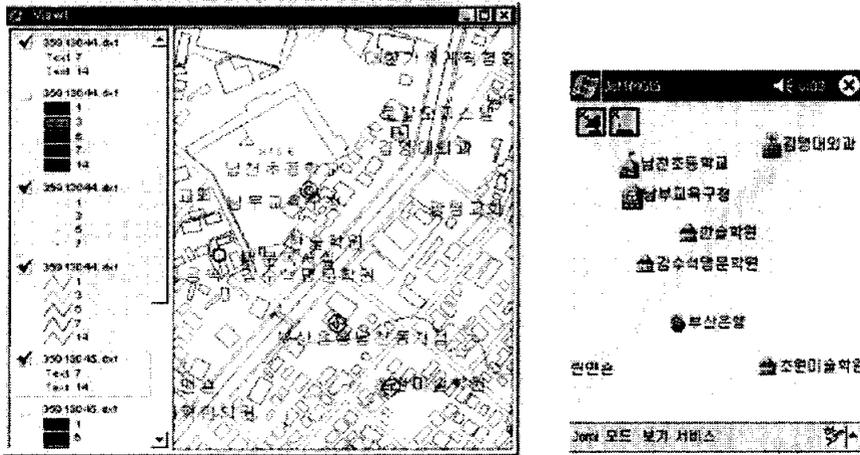
본 논문에서는 저장공간 및 처리능력에 제한이 있는 PDA 환경 자체에서 지리정보를 저장하고 처리하기 위하여 수치지도를 경량화할 수 있는 방안을 제안하고, 이를 이용한 PDA 기반 지리정보 서비스 시스템을 설계 및 구현하였다.

<표 4>은 부산광역시 전체 수치지도를 본 논문에서 제안한 수치지도 재구성 방안에 의해 경량화한 결과를 나타낸 것이다. 국립지리원 원천지도에서 필수 레이어를 추출한 후 용량은 원 용량에 비해 75% 감소하였고, 본 논문에서 제안한 수치지도 포맷으로 이진화한 후에는 원 용량에 대해 98.8% 감소하였다.

<표 4> 수치지도 재구성 결과

구분	국립지리원 수치지도	필수 레이어 추출 후	제안 포맷 변환 후
용량	808MB	206MB	9.3MB

<그림 27>은 국립지리원 수치지도와 본 논문에서 제안한 수치지도의 출력을 비교한 것이다. 국립지리원 수치지도는 건물 등의 상세한 모양을 표현하고 있지만, 이런 복잡한 지리정보의 표현으로 오히려 판독성이 떨어지는 단점이 있다. 본 논문에서 제안한 수치지도는 국립지리원 지도의 정보를 포함하고 있으면서 판독성이 좋으며, 건물의 아이콘 표시로 건물의 종류를 판단하기도 쉽다.



국립지리원 수치지도

본 논문에서 제안한 수치지도

<그림 27> 수치지도 출력 비교

본 논문에서 설계 및 구현한 지리정보 서비스 시스템은 수치지도 출력 기능, GPS 수신기능 및 위치정보를 이용한 네비게이션 기능, 진행 방향에 따른 지도 회전 기능(헤드-탑 기능) 및 수치지도 다운로드와 위치 기반 정보 서비스 기능 등을 제공한다. 본 논문에서는 클라이언트에서 직접 수치지도를 관리하고 수치지도의 공간객체의 처리가 가능하기 때문

에 기존연구에 비해 빠른 처리속도를 유지할 수 있다. 또한 본 시스템은 지리정보 서비스를 서버에 의존하지 않기 때문에 온라인/오프라인 상태에서 모두 사용 가능하고 지리정보 서비스를 위한 서버의 과부하도 방지할 수 있다. 하지만, 수치지도 경량화를 통하여 수치지도를 PDA 저장공간에 저장할 수는 있지만 여전히 적은 PDA의 저장공간의 일부를 요구한다는 단점이 있다.

<표 5>는 기존 연구와 본 논문의 특징을 비교한 것이다.

<표 5> 기존 연구와의 비교

비교	[1] 논문	[12] 논문	본 논문
Architecture Type	GIS Browser Type	GIS Browser Type	Application Logic Type
공간객체 처리	서버에 의존	서버에 의존	클라이언트(PDA) 독립적 처리
수치지도 용량(부산시)	800MB 이상	800MB 이상	9.3MB
수치지도 로딩 속도	네트워크와 서버의 속도에 의존	네트워크와 서버의 속도에 의존	1초 이내
수치지도 저장 위치	서버	서버	클라이언트(PDA) 서버
시스템 요구사항	-클라이언트 실행공간-10KB정도 저장공간-5KB정도 -고성능 서버 요구	-클라이언트 실행공간-10KB정도 저장공간-5KB정도 -고성능 서버 요구	-클라이언트 실행공간-200KB이상 저장공간-10M정도
사용환경	온라인 사용	온라인 사용	온라인/오프라인 사용

## 6. 결론

Mobile GIS는 PDA, SmartPhone, Mobile Phone 등의 이동 컴퓨팅 환경에서 지리정보를 제공하는 기술로서, 이를 위해서는 위치정보와 결합된 수치지도의 디스플레이 기능 그리고 통신 기술이 복합된 이동 컴퓨팅 기반의 공간정보 처리기술이 필요하다. 하지만, 이동 컴퓨팅 환경은 기본적으로 프로세서 처리 능력, 프로그램 및 데이터 저장 용량, 데이터 통신 환경 등에서 제한적인 특성을 가지기 때문에 많은 데이터 저장 공간과 처리 능력을 요구하는 지리정보를 처리하기에는 한계가 있다.

따라서, 본 논문에서는 PDA를 기반의 이동 컴퓨팅 환경에서 지리정보를 서비스할 수 있도록 이동 컴퓨팅 환경에 적합한 저용량의 수치지도 재구성 방안 및 수치지도 포맷을 제안하고, PDA 기반 지리정보 서비스 시스템을 설계 및 구현하였다.

DXF 포맷으로 제작된 국립지리원 수치지도를 원천 지도로 입력받아 필수 레이어 추출, 레이어 재정의, 수치지도 분할, 폴리곤 생성 및 포맷 변환 과정으로 수치지도를 재구성하여 저용량의 수치지도를 생성하였고, 기능상 제한된 이동 컴퓨팅 환경에 적합한 경량화된 수치지도 포맷을 제안하였다. 특히, 필수 레이어 추출 및 레이어 재정의 과정을 통하여 수치지도의 용량을 감소하였으며, 레이어를 세분화하고 지리정보의 추가를 통하여 실제 활용도를 증가시키고자 하였다. 또한 ASCII 형태의 DXF 포맷을 본 논문에서 제안한 수치지도 포맷으로 변환함으로써 용량을 크게 감소시켰다.

또한 제안된 수치지도 포맷을 지원하는 PDA 기반의 지리정보 서비스 시스템을 설계 및 구현하여 PDA 환경 자체에서 수치지도를 다양한

형태로 서비스 할 수 있도록 하였으며 GPS 위치정보와 수치지도의 맵핑, 위치기반 서비스도 지원할 수 있도록 하였다. 본 시스템은 PDA에서 직접 수치지도를 관리하고 수치지도의 공간객체의 처리가 가능하기 때문에 다른 시스템에 비해 빠른 처리속도를 유지할 있다. 또한 본 시스템은 지리정보 서비스를 서버에 의존하지 않기 때문에 온라인/오프라인 상태에서 모두 사용 가능하고 지리정보 서비스를 위한 서버의 과부하도 방지할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [ 1 ] Takino, S, "GIS on the fly" to realize wireless GIS network by Java mobile phone", Web Information Systems Engineering, 2001. Proceedings of the Second International Conference on, vol.2, 2002, pp.76-81, IEEE, 2002.
- [ 2 ] Qi Li, Xiaobin Huang, Shaoyan Wu, "Applications of agent technique on GIS", Info-tech and Info-net, 2001. Proceedings. ICII 2001- Beijing. 2001 International Conferences on, vol.1, 2001, pp.238-243, IEEE, 2001.
- [ 3 ] Jong-Woo Kim, Chang-Soo Kim, Seong-Ki Kim, Hyun-Suk Hwang "The Implementation of Reduced Digital Map and GPS Integration Software based on PDA Environments", Proceedings of International Conference on EALPIIT2002, pp.275-280, 2002.
- [ 4 ] "Drawing Interchange and File Formats Release 12", Autodesk, Inc., 1992.
- [ 5 ] "ESRI Shapefile Technical Description", ESRI, 1998.
- [ 6 ] "Intergraph Standard File Formats (Element Structure)", Intergraph, 2001.
- [ 7 ] "Standard for Interfacing Marine Electronic Devices NMEA0183 Version 2.00", 1992.
- [ 8 ] John Murray, "Inside Microsoft Windows CE", Microsoft Press, 1998.
- [ 9 ] Douglas Boling, "Programming Microsoft Windows CE",

Microsoft Press, 1998.

- [10] Chris Muench, "The Windows CE Technology Tutorial", Addison Wesley, 2000.
- [11] 최혜옥, "2002년 GIS 기술동향", 한국지리정보, 59호, pp70-76, (주) 월간한국지리정보, 2002.
- [12] 이근호, "Shareware DBMS를 이용한 Mobile GIS 시스템 설계 및 구현", 건국대학교, 2001.
- [13] 강준목, 이형석, 조성호, "지능형 교통시스템을 위한 도형, 속성정보의 통합 분석", 한국측량학회지, Vol.18, No.4, pp.335-342, 한국측량학회, 2000.
- [14] 박경식, 임인섭, 최석근, "수치지도일반화 위치정확도 품질평가", 한국측량학회지, Vol.19, No.2, pp.173-181, 한국측량학회, 2001.
- [15] 최병길, "수치지도 일반화에 있어서 단순화에 관한 연구", 한국측량학회지, Vol.19, No.2, pp.199-208, 2001.
- [16] "GIS 기술/시장 보고서", 한국전자통신연구원, 2001.
- [17] "이동 컴퓨팅 단말 기술/시장 보고서", 한국전자통신원, 2000.11.
- [18] "GPS 기술/시장 보고서", 한국전자통신연구원, 2000.11.
- [19] "ITS 기술/시장 보고서", 한국전자통신연구원, 2000.11.
- [20] 유복모, "측량학 원론", 박영사, 1998.
- [21] 고일두, "수치지도 작성 포맷에 관한 연구", 국토개발연구원, 1996.

## 감사의 글

항상 아낌없는 사랑과 믿음으로 저를 지켜봐 주신, 모든 것을 자식을 위해 희생하면서도 항상 챙겨주지 못한다며 안타까워하시던 부모님께 무한한 감사를 드립니다. 또한, 부뚝뚝하게 저를 바라만 보고 있지만 항상 걱정해준 형과 그리고 형수님께 감사의 마음을 전합니다.

2년이라는 시간이 무척 길다고 생각했었는데 계속되는 연구와 새로운 지식을 습득하느라 정신없이 보낸 이 시간은 정말 많은 것들을 배우고 생각할 수 있었던 소중한 시간이었고 오히려 짧게만 느껴집니다.

부족한 제자인 저를 항상 사랑과 깊은 관심으로 지도해 주시고 학부부터 한결같이 지켜봐 주신 존경하는 김창수 교수님께 말로는 다할 수 없는 무한한 감사를 드립니다. 바쁘신 와중에도 부족한 저의 논문을 심사해 주신 박홍복 교수님, 정목동 교수님, 정신일 교수님께 감사의 마음을 드립니다. 그리고, 많은 가르침을 주시고 배움의 길을 인도하여 주셨던 박만곤 교수님, 여정모 교수님, 윤성대 교수님, 정순호 교수님, 박승섭 교수님, 박지환 교수님, 이경현 교수님, 김영봉 교수님께도 감사를 드립니다. 학과 생활과 행정적인 일에 많은 도움을 주셨던 김미현 조교님, 신재원 조교님, 이미나 조교님, 안성림 조교님 감사합니다.

2년동안 가족들보다 더 많은 시간을 보냈고 미운 정, 고운 정 다 들어버린 우리 연구실 식구들에게도 감사의 마음을 전합니다. 힘들고 피로울 때 따뜻한 한마디로 제 마음을 녹여버린 태건이 형, 경훈이 형, 항상 연구실에서 저를 격려해준 미경 선배, 은미 선배에게도 감사의 말을 전합니다. 2년의 힘들고 어려운 지식 습득의 길을 함께 걸어왔기에 나이 어린 동기라기보다 늘 친구 같은 덕현이, 기욱이도 감사하고 앞으로 무한한 잠재력을 어디에서나 발휘할 수 있기를 기원합니다. 항상 연구실의 단합과 발전을 위해 노력하시는 김봉제 선생님, 나호준 선생님께 감사드리며, 직속 후배로 들어와서 불평 없이 묵묵히 따라준 남진이, 진호에게도 감사의 말을 전하고 자기 발전에 매진하

기를 부탁드립니다. 딱딱할 수 있는 연구실 분위기에 활력소를 제공하는 귀여운 후배들, 자신만만한 진수, 늘 듬직한 성석이, 항상 투덜거리지만 정이 많은 형원이, 연구실의 절대적인 존재 경순이, 조용하지만 할 말은 다하는 수진이, 귀염둥이 연구실 새내기 선미에게도 감사합니다. 그리고, 늘 관심 가져주시고 도와주신 산업대학원, 교육대학원 선생님들께도 감사의 마음을 전합니다.

대학원 동기로 함께 생활했던 상수, 지철이, 명진이, 희연이, 소진이와 늘 도움을 많이 받았던 선배인 우석이 형과 친구 종필이, 후배 연규에게도 감사의 말을 전합니다. 늘 소홀했기에 미안했던 주변의 친구들 진하, 창배, 성준, 준호, 상현, 수열, 상권이와 힘든 고등학교 시절을 함께 보낸 절친한 친구 성욱, 효진, 동수, 현욱, 지훈이에도 이해해주고 격려해줘서 고맙다는 말을 꼭 전하고 싶습니다. 그리고 제 부족한 연구를 응용할 수 있도록 도와주신 김성기 사장님과 최인순 과장님, 율호씨, 수환씨, 형우씨, 정우씨, 그리고 상욱이에게도 감사의 뜻을 전합니다.

마지막으로, 철없는 아들을 믿으며 지금까지 묵묵히 지켜봐 주신 어머니, 아버지께 다시 한번 감사드리며 저의 논문을 바칩니다.