

이학석사 학위논문

웹 연동 지리정보 서비스 시스템 설계 및 구현

지도교수 김 창 수

이 논문을 이학석사 학위논문으로 제출함



2005년 8월

부경대학교 대학원

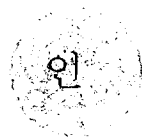
전자계산학과

박 성 석

박성석의 이학석사 학위논문을 인준함.

2005년 8월 31일

주 심 이학박사 이 경 현



위 원 공학박사 김 창 수



위 원 이학박사 신 상 욱



< 차 례 >

표차례	ii
그림차례	iii
Abstract	v
1. 서 론	1
2. 관련연구	4
2.1 수치지도(Digital Map)	4
2.2 이동 컴퓨팅 환경	15
3. 웹 연동을 위한 수치지도 설계	19
3.1 필수 레이어 추출	21
3.2 레이어 재정의	23
3.3 폴리곤 생성	25
3.4 단순화 과정	26
3.5 포맷 변환	28
3.6 웹 연동 정보 입력	39
4. PDA 기반 지리정보 서비스 시스템 설계 및 구현	41
4.1 GPS 위치정보 수신 모듈	43
4.2 Map 모듈	44
4.3 웹 연동 모듈	50
4.4 네트워크 모듈	51
4.5 GIS 서버	52
5. 결과 분석	53
6. 결론	56
참 고 문 헌	58

< 표 차 례 >

<표 1> Shape 파일 포맷 구조	9
<표 2> Shape Type의 값	12
<표 3> 이동 컴퓨팅 단말기들과 개인용 PC의 비교	16
<표 4> SDF 파일 헤더	30
<표 5> TUF 파일 헤더	33
<표 6> URL 레코드	34
<표 7> DXF, DWG와 제안한 포맷과의 비교	53

< 그림 차례 >

<그림 1> 텔레매틱스 세계 시장 동향	1
<그림 2> 세계 스마트 단말기 성장 전망	2
<그림 3> DXF 파일 형식	5
<그림 4> DXF 포맷의 ENTITIES 영역	7
<그림 5> Main 파일 구조	11
<그림 6> Main 파일 헤더	11
<그림 7> Main 파일의 레코드	12
<그림 8> 실제 레코드의 예	13
<그림 9> Index 파일의 레코드	14
<그림 10> 웹 연동 정보를 포함하는 수지지도 구축 과정	19
<그림 11> 필수레이어 추출과정 : 전(좌)과 후(우)	21
<그림 12> 레이어 재정의	23
<그림 13> 레이어 재정의 과정	24
<그림 14> 폴리곤 생성전(좌)과 후(우)	25
<그림 15> 도로의 단순화 과정	26
<그림 16> 단순화 과정 전(좌)과 후(우)	27
<그림 17> DXF 포맷의 예	28
<그림 18> SDF 파일 저장 순서	29
<그림 19> SDP 레코드 헤더와 SDP 레코드	31
<그림 20> TUF 파일 저장 순서	32
<그림 21> TUF 파일 구조	32
<그림 22> Text 레코드	34
<그림 23> 포맷 변환 과정	36
<그림 24> 포맷 변환 모듈	38
<그림 25> URL 추가 모듈	39
<그림 26> 전체 시스템 구성도	41

<그림 27> 좌표계 변환과정	43
<그림 28> 수치지도 출력 과정	44
<그림 29> y축 좌표 변환	46
<그림 30> 화면 출력	47
<그림 31> 헤드-탑 기능을 위한 회전변환	48
<그림 32> 헤드-탑 모드 화면 출력	49
<그림 33> 웹 연동 모듈	50
<그림 34> 네트워크 연결 과정	51
<그림 35> 메시지 타입	52
<그림 36> DXF, DWG, SSF 포맷의 비교	54
<그림 37> 수치지도 출력 비교	55

Design and Implementation of Geographic Information Service System with Web-linked Mechanism

Sung-Seok Park

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

Abstract

Because of developments of LBS(Location Base Service), Telematics and ITS(Intelligent Transport Systems), GIS(Geographic Information Service) is developing through various Platforms. MobileGIS is the technology to serve geographic information in mobile computing environments such as PDA, Smartphone, Embedded System and etc. However, mobile computing environments have several limitations such as low computing power, small capacity of memory, small size of screen, and so on.

In this thesis, we propose the methods to serve GIS in mobile computing environments and the way to link the Web Sites using wireless Internet environments.

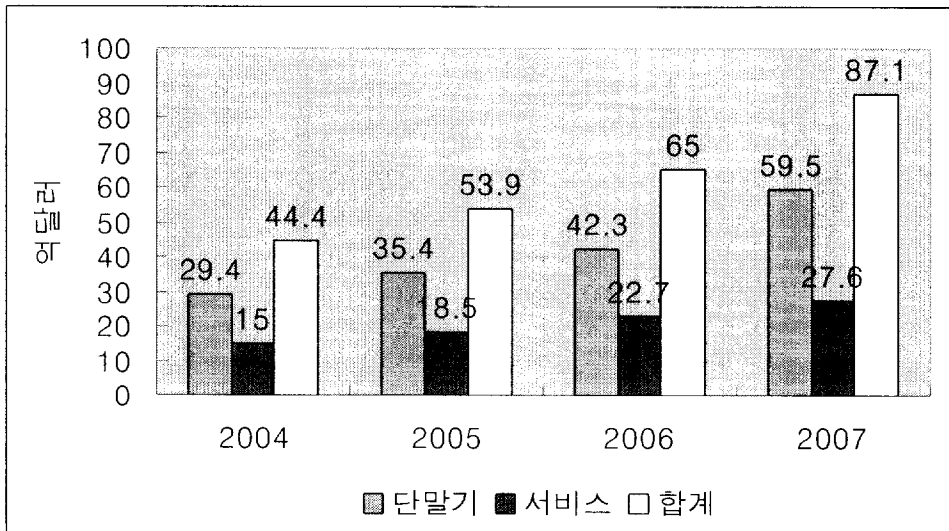
For this system, we need four steps. In first step, we propose the method for reducing size of existing digital map(selection of layer, redefinition of layer codes, creating polygon, simplification of roads and etc.). And next step, we design a new lightweight digital map format to serve for the mobile environments and to link Web Sites. In third step, we add the information such as URLs for web-link. And final step, we implement the MobileGIS system for the previously proposed digital map on PDA environment.

As a result of map generation, the size of the digital map was diminished about 99.34% than original map. We believe that our map reduction techniques are suitable for mobile GIS systems. Also we demonstrated our Mobile GIS application of Location based Services that provides various services available over the Web.

1. 서론

LBS(Location Based Service, 위치기반서비스)는 이동통신망이나 위성신호 등을 이용하여 모바일 단말의 위치를 측정하고, 측정된 위치와 관련한 다양한 정보 서비스를 제공하기 위한 기술로 IT분야에서 다양한 산업의 관심을 끌어 모으며 시장 도입 및 확대가 추진되고 있다[1].

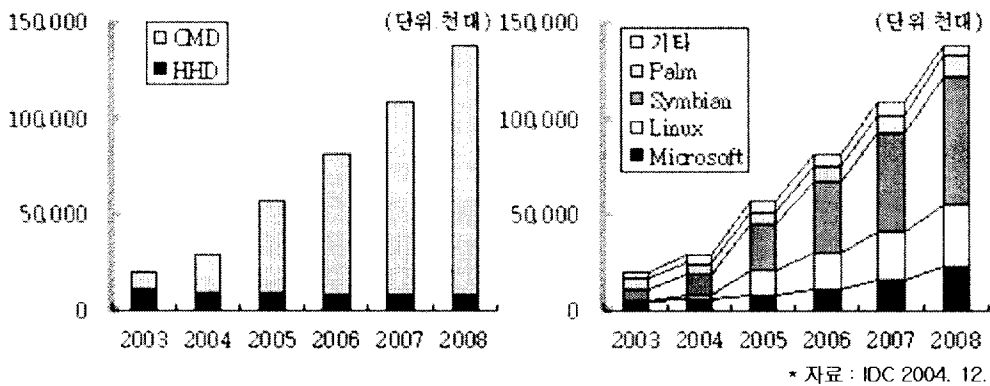
2004년 12월, 정보통신부에서 차세대 IT 산업을 국가발전의 원동력으로 승화시키기 위해서 우리 실정에 적합한 IT 산업 발전 전략인 IT839전략을 마련하였으며, 특히 텔레매틱스는 8대 신규 서비스 및 9대 신성장 엔진에 포함되어 있는 차세대 핵심 기술이다[3].



<그림 1> 텔레매틱스 세계 시장 동향

<그림 1>과 같이 세계 텔레매틱스 시장은 2004년 44억불에서 2007년 87억불로 연평균 약 25% 증가할 것으로 전망된다[2][4].

GIS(Geographic Information System, 지리정보시스템)는 LBS 및 텔레매틱스 분야의 핵심 기술로서 다양한 플랫폼에서 서비스 가능하도록 연구되고 있으며, 향후 5~10년 동안 IT산업에 있어서 다양한 서비스를 제공할 수 있는 신성장동력 산업의 중요한 핵심 기술이다. <그림 2>와 같이 최근 이동 컴퓨팅 단말기 시장의 성장은 모바일 환경에서 GIS 서비스가 가능한 MobileGIS 시스템 개발에 대한 연구들이 활발하게 진행되고 있다[5][7][8][9][10].



<그림 2> 세계 스마트 단말기 성장 전망[9]

본 논문에서는 최근 활발하게 사용되고 있는 무선 인터넷 기반의 MobileGIS 시스템과 결합한 초경량 수치지도의 제안과 웹 연동 기능이 포함된 지리정보 서비스 시스템을 제안하고자 한다. 2장에서는 본 시스템과 관련된 연구들을 소개하고, 3장에서는 수치지도의 경량화 방법 및 웹 연동 정보를 추가한 데이터 포맷 설계와 관련된

내용을 설명한다. 4장에서는 제안된 웹 연동 수치지도에 대해 다양한 기능들을 출력할 관련 라이브러리들에 대한 구체적인 기능을 설명하고 있으며 그리고 5장에서는 구현한 결과의 분석과 성능 평가에 대해 기술하고 있으며, 6장에서 결론을 기술하고 있다.

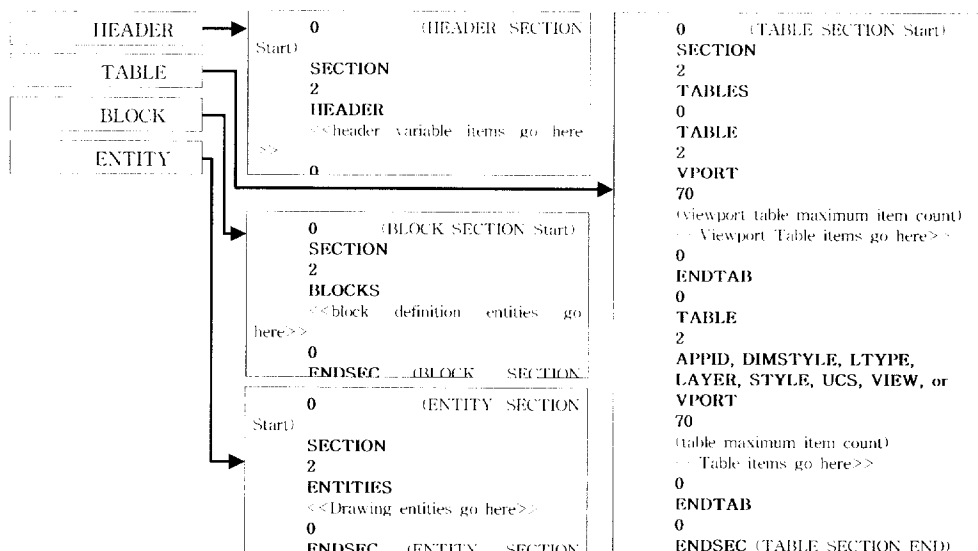
2. 관련 연구

2.1. 수치지도(Digital Map)

수치지도는 지도에서 나타난 정보들을 컴퓨터에서 출력되어질 수 있도록 디지털 형태로 구성한 지도 정보들의 집합이다. 수치지도의 형태는 래스터 데이터 모델과 벡터 데이터 모델이 있다. 래스터 데이터 모델은 픽셀로 공간정보를 표현하며 종이지도나 항공사진 등을 스캐닝(scanning)하여 컴퓨터 파일로 생성한다. 벡터 데이터 모델은 Points, Lines, Polygons와 같은 객체(Entity)들로 공간정보를 표현하며, 일반적으로 수치지도는 벡터 데이터 모델을 의미한다. 수치지도는 CAD 및 여러 가지 GIS 도구들을 이용하여 제작되며, 각 소프트웨어마다 자체 수치지도 포맷을 사용한다. 그러나 자체적으로 제작된 수치지도 포맷들은 다른 유형들로 설계되어 있으면서 공개되어 있지 않아 서로 호환성을 제공하지 않고 있다. 이러한 문제점을 해결하고자 대부분의 수치지도 관련 소프트웨어들은 수치지도 유통을 위해서 AutoCAD사의 데이터 교환 표준 포맷인 DXF(Drawing eXchange File)와 호환될 수 있는 데이터 공유 포맷 기능을 제공하고 있다. 국내에서는 디지털 지도의 호환을 위해서 국토지리정보원에서 수치지도를 제작하여 배포하고 있으며, 다양한 GIS 솔루션에서 사용 가능한 DXF 포맷을 제공하고 있다[13][16].

2.1.1. DXF Format

현재 가장 기본적인 표준 포맷인 DXF는 ASCII 코드로 되어 있어서 Text Editor를 통하여 쉽게 인식할 수 있는 구조로 되어 있다. 이러한 DXF는 다수의 그룹으로 구성되어 있으며, 각 그룹은 그룹의 종류를 나타내는 그룹코드(group code)와 실제 값인 그룹 값(group value)으로 구분된다. DXF 파일은 HEADER, CLASSES, TABLES, BLOCKS, ENTITIES, OBJECTS 등 모두 여섯 개의 영역(section)으로 구성되며, 일반적으로 CLASSES와 OBJECTS를 제외한 HEADER, TABLES, BLOCKS, ENTITIES 4개의 영역이 주로 사용되며 그 형식은 <그림 3>과 같다.



<그림 3> DXF 파일 형식

가. HEADER 영역

DXF의 HEADER 영역은 도면의 환경변수 값을 설정하는 값을 갖는 부분으로 다양한 명령어로 설정되어 있으며, 상태명령어에 의해서 표시된다. 설정되는 변수로는 오토캐드 버전(ACADVER), 도면크기(EXTMIN, EXTMAX), 작성시각(TDCREATE), 거리단위(LUNIT), 각도 0의 기준 방향(ANGBASE), 각도의 회전방향(ANGDIR) 등 130여 개의 변수들이 있으며, 다양한 값들이 설정될 수 있다.

나. TABLES 영역

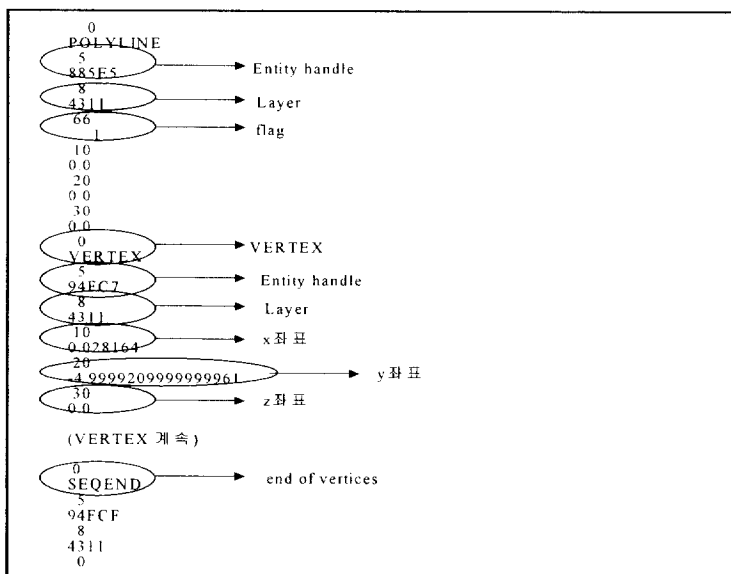
TABLES 영역은 몇 개의 테이블을 포함하고 있는데, 각 테이블은 객체 변수들을 포함하고 있다. 이들 변수들에는 치수선의 종류(DIMSTYLE), 선 종류(LTYPE), 레이어(LAYER), 글자체(STYLE), View Port(VPORT), View, 사용자 정의 좌표계(UCS) 등에 대한 정의와 참조이름을 갖는 항목들이 포함되어 있다.

다. BLOCKS 영역

BLOCKS 영역은 도면에서 반복적으로 사용되는 형태를 한 단위로 묶어서 반복 사용 가능하도록 정의하는 부분이다. BLOCKS 영역의 구성 형태는 ENTITIES 섹션과 동일하다. 모든 블록의 정의에 대한 정보가 블록들을 형성하는 객체와 함께 들어있고, 모든 객체들은 BLOCK 및 ENDBLK 객체 사이에 나타나며, 블록의 정의는 중복되지 않도록 되어 있다.

라. ENTITIES 영역

ENTITIES 영역은 도형을 실제로 정의하는 부분으로, 도형의 종류들은 LINE, POINT, CIRCLE, ARC, TEXT, POLYLINE, INSERT(블록 삽입) 등이 있다. 객체 항목들은 BLOCK과 ENTITY 영역에 모두 나타날 수 있는데, 여기에서 사용되는 객체 형태는 두 영역서 거의 동일하다. 객체를 정의하는 몇몇 그룹들이 항상 나타나고, 어떤 그룹은 선택적으로 나타난다. 보통 각 공간실체 유형을 식별하는 것은 0그룹으로 시작하고 다음에 객체 이름이 나타난다. 각 객체는 관련 레이어 명, 높이, 두께, 유형, 색 등의 정보를 갖는다. <그림 4>는 국토지리정보원 수치지도에서 가장 많이 나타나는 POLYLINE에 대한 형식을 나타낸 것이다.



<그림 4> DXF 포맷의 ENTITIES 영역

ENTITIES 영역의 모든 객체는 서로 독립적이며 ENTITIES 영역의 정보만으로도 공간정보를 표현할 수 있다. 또한 대부분의 수치지도는 POINT, POLYLINE으로 구성되며 복합객체로 표현할 수는 있으나 거의 사용되지 않고 있다[21][22][23].

DXF 포맷은 HEADER와 TABLES에 많은 환경변수를 정의함으로써 데이터 호환성을 유지해 주지만, 이로 인한 오버헤드가 발생하고 ASCII 파일에 기반을 두고 있어 지리정보를 저장하기 위해 많은 저장 공간을 필요로 한다. 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 저장 공간이나 처리능력을 고려할 때 단점들을 가지고 있다.

2.1.2. Shape 파일

Shape 파일 포맷은 지리현상에 대한 기하학적 위치와 속성 정보를 제공해주는 비위상구조(non-topological)의 데이터 포맷이다. Shape 파일은 디지털 지도를 관리하기 위해 많이 사용하는 도구들 중에서 많이 사용하는 ArcView에서의 공간 데이터 포맷들 중의 하나인 동시에 가장 주요 포맷 중의 하나이다. Shape 파일 포맷은 기하학적인 정보와 속성 정보를 최대 5가지 파일들을 통해 제공하고 있는데, 그 구성은 <표 1>과 같다.

<표 1> Shape 파일 포맷 구조

파일 유형	기능
<i>.shp</i>	지리 현상의 기하학 정보를 저장하는 파일
<i>.shx</i>	지리 현상의 기하학 정보의 인덱스를 저장하는 파일
<i>.dbf</i>	지리 현상의 속성 정보를 제공하는 dBASE 파일 Feature table로서 표현
<i>.sbn</i> <i>.sbx</i>	지리 현상의 공간 인덱스를 저장하는 파일 'theme on theme selection', 'spatial join'등의 기능을 수행하거나, theme의 'Shape' 필드에 대한 인덱스를 생성할때 이 파일이 존재한다.
<i>.am</i> <i>.aih</i>	속성 테이블에서 active field의 속성 인덱스를 저장하는 파일 이 파일들은 테이블간의 링크(Link)를 수행할때 생성된다

가. Shape 파일의 특징

ArcView에서 사용되는 Shape 파일은 다음과 같은 4가지 특징을 가진다.

- View에서 보다 빠르게 공간 형상을 디스플레이 하는 기능

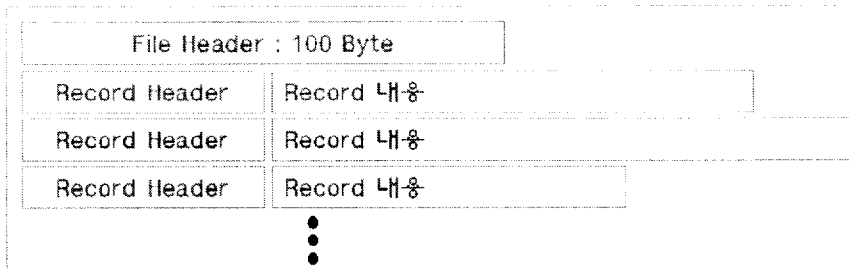
- Shape 파일 포맷으로 된 공간 형상과 속성을 매우 쉽게 편집, 추가, 삭제가 가능함
- Shape 파일 포맷으로 된 새로운 주제들을 편리하게 생성
- ARC/INFO Coverage, DWG 등과 같은 보편화된 공간 데이터 파일을 쉽게 읽어 들이며, 이를 빠르게 Shape 파일로 생성

나. Shape 파일의 구성

Shape 파일은 Main 파일, Index 파일, DBASE table들로 구성된다. Main 파일은 직접 접근이 가능하고, 가변길이 레코드를 포함하며, 이들 가변길이 레코드는 vertex들을 가진 shape들을 기술한다. 그리고 인덱스 파일의 각 레코드는 Main 파일의 해당 레코드의 offset를 포함하고 있다. DBASE table은 공간형상마다 하나의 레코드를 가진 속성을 가지고 있으며, 기하학과 속성의 일대일 관계를 가지며 DBASE 파일의 속성 레코드는 Main 파일의 레코드들과 같은 순서를 가져야 한다.

나. Main 파일

Main 파일은 고정 길이의 파일 헤더 부분이 맨 처음 나오고, 다음으로 가변길이의 레코드들이 나열된다. 그리고 각 가변 길이 레코드는 고정 길이 레코드 헤더의 내용에 따라 관련 정보들을 저장한다. <그림 5>는 Main 파일의 구조를 나타낸 것으로 파일 헤더, 레코드 헤드, 레코드 내용 영역으로 구분되어 있다.



<그림 5> Main 파일의 구조

<그림 6>은 Shape 파일에서 Main 파일의 파일헤더를 나타낸 것으로 다음에서 제시한 본 논문의 제안 파일 포맷과 몇 가지 부분에서 차이점이 존재한다.

Position	Field	Value	Type	Byte Order
Byte 0	File Code	9994	Integer	Big
Byte 4	Unused	0	Integer	Big
Byte 8	Unused	0	Integer	Big
...	...	...	...	...
Byte 28	Version	1000	Integer	Little
Byte 32	Shape Type	Shape Type	Integer	Little
Byte 36	Bounding Box	Xmin	Double	Little
Byte 44	Bounding Box	Ymin	Double	Little
Byte 52	Bounding Box	Xmax	Double	Little
...	...	...	...	...
Byte 96	Unused	0	Integer	Big

<그림 6> Main 파일 헤더

예를 들면 32바이트의 위치에 있는 “Shape Type”이 첫 번째 차이점인데, 기존의 Shape 파일의 모든 shape들은 같은 유형을 가지도록 설계되어 있으며, 이와 관련된 Shape 유형의 값은 <표 2>와 같다.

<표 2> Shape Type의 값

Value	Shape Type
0	Null Shape
1	Point
3	Arc
5	Polygon
8	MultiPoint

이러한 파일 포맷은 여러 타입의 shape를 저장하는데 장점이 존재하지만, GIS 소프트웨어와 같이 많은 파일을 가지고 있는 데이터를 처리하는 데에는 단점이 된다. 따라서 GIS 소프트웨어와 같이 레벨에 따른 View를 보여줄 때에는 각 레벨 단위로 지리정보를 저장하는 방법이 훨씬 효과적이다.

레코드는 <그림 7>과 같이 레코드에는 지리정보가 차지하는 영역, Parts의 개수, Vertexs의 개수, Parts의 시작 Vertex의 위치, Vertex들로 구성되어 있다.

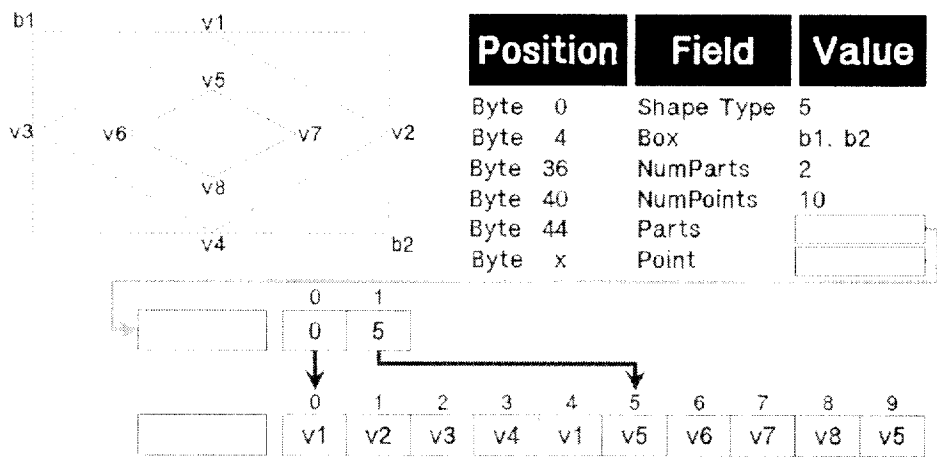
Position	Field	Value	Type	Number	Byte Order
Byte 0	Shape Type	3	Integer	1	Little
Byte 4	Box	Box	Double	4	Little
Byte 36	NumParts	NumParts	Integer	1	Little
Byte 40	NumPoints	NumPoints	Integer	1	Little
Byte 44	Parts	Parts	Integer	NumParts	Little
Byte X	Points	Points	Point	NumPoints	Little

Note: $X = 44 + 4 * \text{NumParts}$

<그림 7> Main 파일의 레코드

Main 파일의 레코드는 <그림 8>에서 보는 것과 같이 2개 이상의 지리정보가 특정한 공간에 나타날 때, 매우 효과적으로 표현할 수 있다. 그러나 PDA와 같은 이동 컴퓨팅 환경에서는 작은

화면 크기와 제한적인 컴퓨팅 파워 때문에 지도상에 표현되어 있는 모든 지리정보를 표시하는 데 많은 제약이 존재한다. 따라서 PDA의 작은 화면 크기를 고려하여 지리정보를 단순화하여 가독성을 높이고, 처리능력을 향상 시킬 필요가 있다.



<그림 8> 실제 레코드의 예

라. Index 파일

Index 파일의 i번째 레코드는 Main 파일에서 i번째 레코드에 대한 offset과 내용 길이를 저장하고 있다. <그림 9>는 바이트 위치, 값, 유형, 바이트 순서정보를 가진 파일 헤더부분의 필드들을 보여준다. 이 그림에서 위치는 Index 파일 레코드의 시작과 관련을 가진다. Main 파일에서 레코드의 offset은 Main 파일의 시작부터, 해당 레코드 헤더부분의 첫 바이트까지의 16비트 word의 수이다. Index 레코드에 저장된 내용 길이는 Main 파일

레코드 헤더부분에 저장된 값과 같다.

Position	Field	Value	Type	Number	Byte Order
Byte 0	Shape Type	5	Integer	1	Little
Byte 4	Box	Box	Double	4	Little
Byte 36	NumParts	NumParts	Integer	1	Little
Byte 40	NumPoints	NumPoints	Integer	1	Little
Byte 44	Parts	Parts	Integer	NumParts	Little
Byte X	Points	Points	Point	NumPoints	Little

Note: $X = 44 + 4 * \text{NumParts}$.

<그림 9> Index 파일의 레코드

그러나 이는 지리정보 중에서 특정 지리정보 객체를 선택하거나, 특정 지리정보를 찾는 데에는 유리하지만, 작은 저장공간을 가지는 PDA와 같은 이동 컴퓨팅 환경에서는 오히려 불필요한 정보가 될 수 있다.

2.2. 이동 컴퓨팅 환경

이동 컴퓨팅 환경은 PDA(Personal Digital Assistants), SmartPhone, Mobile Phone과 같이 이동성과 컴퓨팅 기능을 통합한 개인 휴대용 정보 기기를 사용하는 것을 의미한다. 최근에 무선 데이터 통신 기능을 통합한 이동 컴퓨팅 단말기들의 사용자 증가로 시장이 확대되고 있다. 이러한 이동 컴퓨팅 단말기들은 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 개발에도 제한사항을 고려하는 것이 필요하다.

2.2.1. 이동 컴퓨팅 환경의 특성

이동 컴퓨팅 환경은 일반적으로 마이크로프로세서, 메모리, 주변 장치 칩(peripheral chips)들로 구성된다. 마이크로프로세서는 현재 Intel의 XScale을 기초로 한 MPU 등을 많이 사용하고 있으며, 이러한 MPU들은 이동 컴퓨팅 단말기에 필요한 다양한 주변장치를 통합하였고, 저전력을 위해 최적화 하였다. 이동 컴퓨팅 환경에서는 DRAM, 플래시 메모리, masked ROM과 같은 메모리 형태가 사용되고 있으며, 현재 대부분의 이동 컴퓨팅 기기들은 데이터와 프로그램을 저장하고 스크린의 그래픽 프레임 버퍼로 사용하는 주 메모리로 DRAM을 사용하고 있으며, 사용자 데이터 및 소프트웨어 코드를 저장하기 위해 플래시 메모리를 주로 사용한다. 이동 컴퓨팅 환경은 <표 3>과 같이 CPU의 처리 능력, 메모리 및 저장 공간, 통신환경, 디스플레이 화면의 크기 등 모든 면에서 PC의 환경에 비해 많은 제약 사항이 있으며, 이는 지리정보시스템과 같은 대량의 데이터를 처리하고 저장하는데 여러 가지 제약사항들이 존재한다[8][9].

<표 3> 이동 컴퓨팅 단말기들과 개인용 PC의 비교

	PDA	Personal Computer (PC)
CPU	Intel XScale 400MHz	Intel Pentium4 2.8GHz
저장 공간	64M RAM, 48M ROM	512M DRAM, HDD 80G
통신 환경	144KBps 무선모뎀	10/100MBps LAN
디스플레이	3.8Inch, 320 X 240	17 Inch, 1024X768

※PDA 사양 : HP Compaq IPAQ 5450
※PC 사양 : 인터넷 PC '활부형태' 다시 보급[한겨레 2004-03-19]

2.2.2. 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, Simbian, EPOC, Celvic OS, Embedded Linux 등이 있다[8][9].

본 논문의 구현환경인 Windows CE는 지능화된 디바이스들의 요구를 만족시키기 위해 설계된 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 적은 기능으로 설계되었기 때문에 Win32 SDK의 일부만을 지원하는 것으로 다음과 같은 특징을 가지고 있다[24][25][26].

(1) Windows CE는 Win32 API의 일부만을 지원한다.

Windows CE에서는 기존의 Windows 98과 Windows NT와 Windows 2000에서 제공하는 Win32 API의 일부(subsets)를 제

공한다. 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.

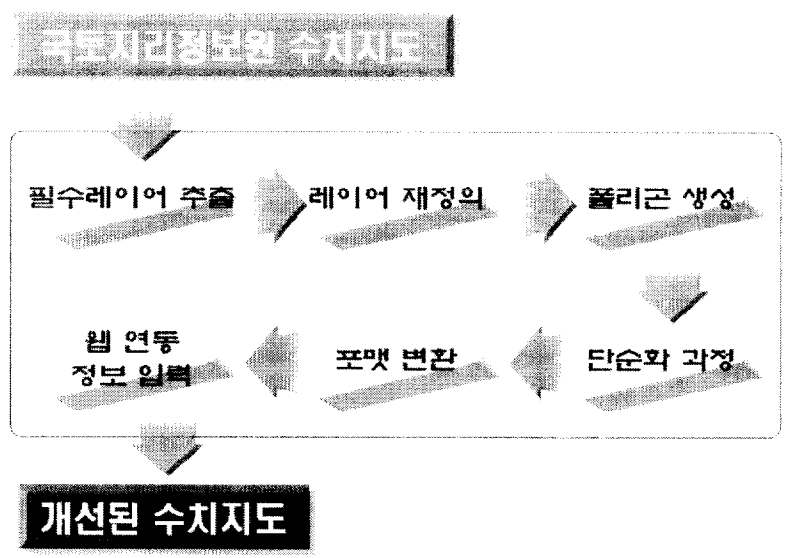
(3) Win32 콘솔 프로그램은 지원하지 않는다.

(4) UNICODE를 사용한다.

기존의 Windows 시스템에서 ASCII 문자를 기본적으로 사용하였으나 Windows CE에서는 UNICODE 문자를 사용하고 있다. 따라서 C언어로 프로그램을 작성할 경우 기존의 Windows에서는 한 문자를 1byte로 처리하던 것에 비해 Windows CE에서는 2byte로 처리되어야 한다.

3. 웹 연동을 위한 수치지도 설계

본 논문의 2장에서 기술한 바와 같이 기존의 수치지도 데이터와 저장 포맷으로는 이동 컴퓨팅 환경에서 지리정보를 제공하기에 여러 가지 문제점이 있다. 또한 지리정보 서비스가 웹과 연동하기 위해서는 웹 연동 정보를 추가할 필요가 있다. 따라서 본 논문에서는 이동 컴퓨팅 환경에 적합한 경량화 된 수치지도를 제작하기 위한 방안과 웹 연동 정보를 포함하는 수치지도 포맷을 설계하였다. <그림 10>은 웹 연동 정보를 포함하는 수치지도 구축 과정을 도식화한 그림이다.



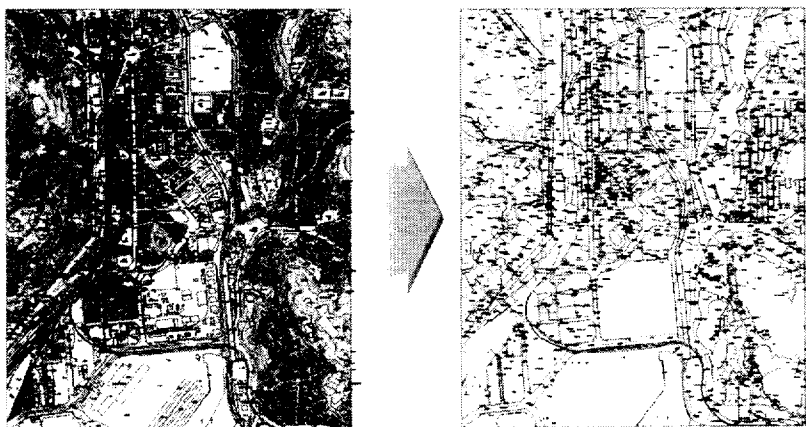
<그림 10> 웹 연동 정보를 포함하는
수치지도 구축 과정

수치지도 경량화는 필수 레이어 추출, 레이어 재정의, 폴리곤 생성, 단순화 과정 및 포맷 변환의 과정을 거치며, 포맷 변환 후, 웹 연동 정보를 추가하는 과정을 통하여 수치지도를 구성하였다. 지리 정보를 제공하기 위한 기본 데이터는 국토지리정보원에서 제공하고 있는 수치지도를 사용하였으며, 이 데이터는 DXF 포맷으로 구성되어 있다.

필수 레이어 추출, 폴리곤 생성, 단순화 과정, 레이어 재정의는 AutoCAD사에서 제공하는 지도 편집 툴인 AutoCAD Map 2005를 사용하였다. 본 논문에서 제안한 수치지도 경량화 포맷으로의 변환 단계 및 웹 연동 정보의 입력은 Microsoft 사의 Visual Studio .Net 2003의 C#을 이용하여 Windows 2000 Professional에서 동작하는 자동 변환 툴을 구현하여 수행하였다.

3.1. 필수 레이어 추출

국토지리정보원 수치지도는 도로, 건물, 지류, 등고선, 행정구역 경계 등 많은 정보를 포함하고 있다. 이러한 상세한 정보는 다양한 GIS 솔루션에서 원하는 정보를 얻을 수 있도록 지원하지만, 각각의 솔루션은 용도에 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].



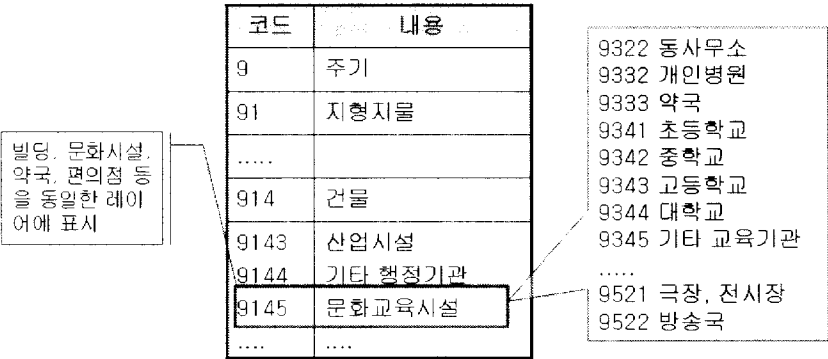
<그림 11> 필수레이어 추출과정 : 전(좌)과 후(우)

필수 레이어 추출 단계에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 일반적으로 필요한 레이어만을 추출하여 수치지도의 용량을 경량화 하였다. 부가적으로 필수 레이어의 추출은 이후 단계의 처리에 소요되는 시간을 단축하는 효과도 제공한다. 이 과정에서 원본 국토지리정보원 수치지도의 용량의 약 23%까지 줄어들었다. <그림 11>은 필수 레이어 추출과정을 나타낸 것으로 좌측은 처리 전 수치지도이며 우측은 처리 후의 수치지도를 나타낸 것이다.

3.2. 레이어 재정의

국토지리정보원에서는 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.

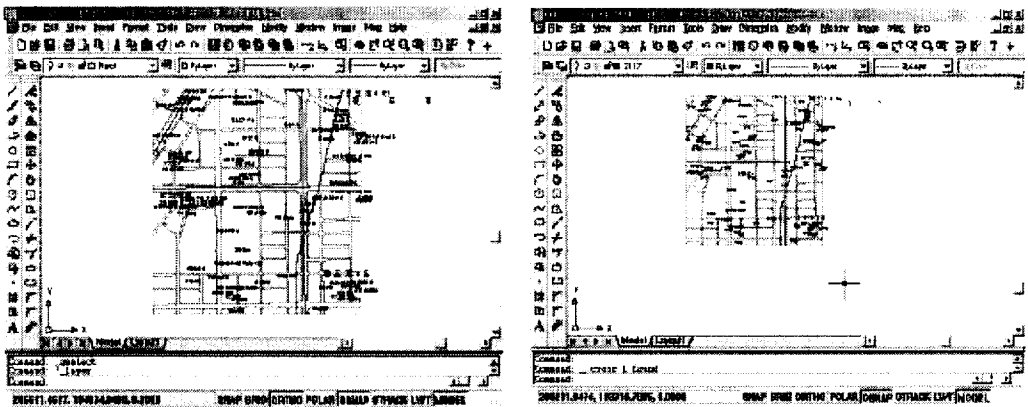
그러나 이러한 분류체계는 보다 효율적이고 다양한 지리정보 제공을 위하여 세분화될 필요가 있다[16][17]. 예를 들어, <그림 12>에서 문화교육시설을 나타내는 9145 레이어의 경우 문화시설, 약국, 편의점, 각급학교 등이 동일한 레이어로 분류되어 있다. 또한 레이어 코드 및 지형 코드 분류가 광범위하게 분류되어서, 국토지리정보원 수치지도 작성 시 구청, 동사무소와 같은 행정기관까지 포함하는 등 오류가 많다.



<그림 12> 레이어 재정의

화면의 출력 내용은 레이어 코드에 의존하게 되는데, 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 12>는 문화교육시설을 각급 학교, 방송시설, 대형 아파트, 구청, 동사무소 등 효율적이고 세분화된 레이어 분류체계로 정의한 예를 보인 것이다.

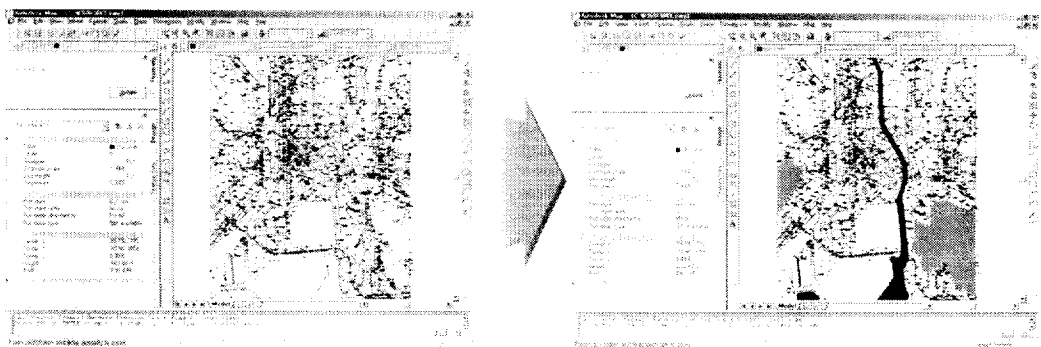
<그림 13>은 레이어 재정의 과정을 나타낸 화면이다. <그림 13>의 우측화면은 <그림 13>의 좌측 화면에서 레이어 재정의의 한 후, 재정의한 레이어를 선택한 화면이다.



<그림 13> 레이어 재정의 과정

3.3. 폴리곤 생성

국토지리정보원 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. 폴리라인과 라인은 공간에 색상 정보를 표현할 수 없어 지도 출력을 단조롭게 만드는 단점이 있다. 본 논문에서는 하천 및 해안선, 산, 공원 및 녹지 등을 폴리곤으로 처리하여 공간에 색상정보를 표현 할 수 있도록 구성하였다. 또한 교량이나 터널, 지하도, 고가도로 등도 일반 도로와 구분을 하기 위해서 폴리곤으로 처리하여 화면에 출력할 때 사용자의 주의를 환기 시키도록 구성하였다. 폴리곤 생성 단계에서는 다수의 폴리라인이나 라인으로 처리된 부분을 하나의 폴리곤으로 생성하여 가독성을 개선하였다.

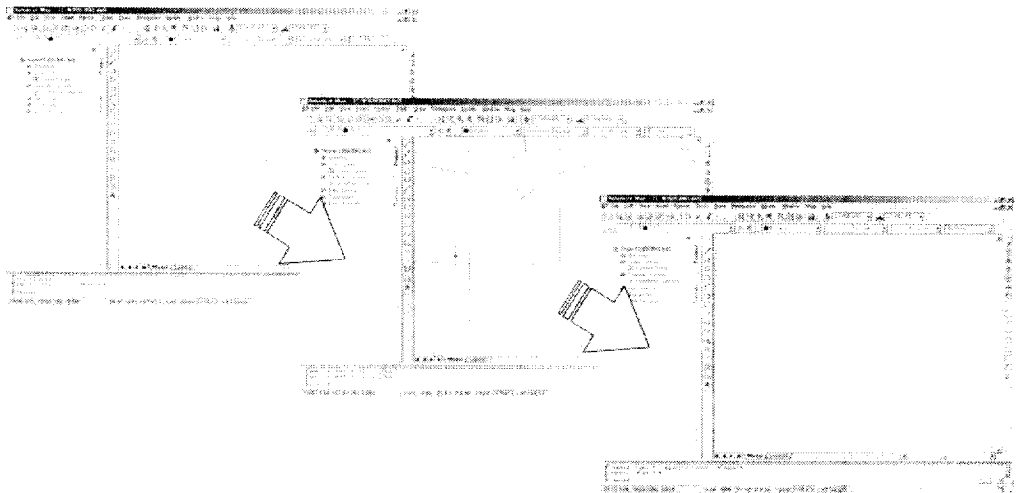


<그림 14> 폴리곤 생성전(좌)과 후(우)

3.4. 단순화 과정

단순화 과정은 지도 정보의 복잡한 지리정보를 단순하게 표현하는 것으로, 본 논문에서는 주로 도로를 중심으로 단순화 과정을 수행하였다.

도로는 국토지리정보원 수치지도에서 도로의 폭에 따라 두 개의 라인 또는 폴리라인으로 구성되어 있다. 이러한 구성은 각각의 GIS 솔루션에 따라 필요 이상의 정보가 될 수 있다. 이동 컴퓨팅 환경에서는 단말기의 화면이 작기 때문에 상대적으로 낮은 축척에서는 상세한 데이터가 오히려 출력 속도를 늦추게 하는 장애의 요소가 될 수 있다.

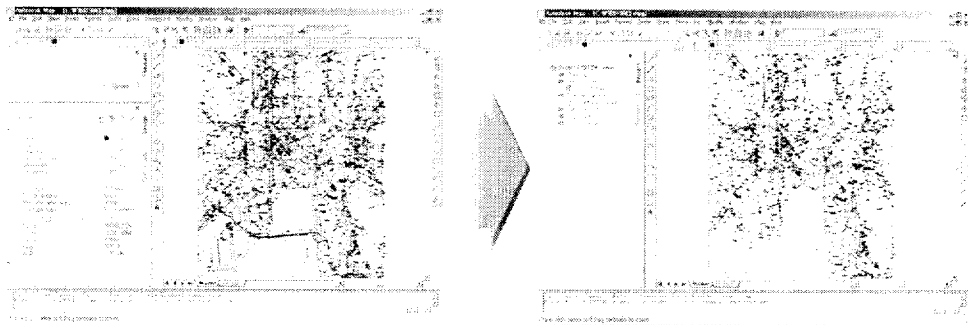


<그림 15> 도로의 단순화 과정

본 논문에서는 <그림 15>와 같이 두 쌍의 폴리라인 또는 라인

으로 구성되어 있는 도로는 도로의 중앙선을 이용하여 표현하였다. 도로의 중앙선이 없는 경우에는 도로의 중심에 새로운 폴리라인을 추가하였고, 교량이나 터널, 지하도가 있는 경우에도 도로의 연속성을 감안하여 절단이 없는 단일의 폴리라인으로 처리하였다.

도로의 폭과 중요도에 따라 레이어 코드를 분류함으로써 화면에 출력할 경우 각 도로의 중요도가 쉽게 구분될 수 있다. 또한 두 쌍의 폴리라인 또는 라인을 하나의 폴리라인으로 처리함으로써 수치지도 데이터를 약 45%정도 줄이는 효과를 가질 수 있었다.

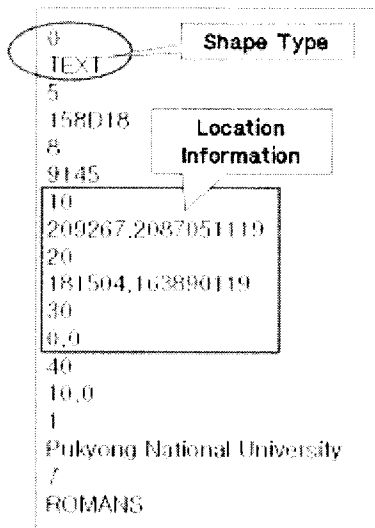


<그림 16> 단순화 과정 전(좌)과 후(우)

3.5. 포맷 변환

3.5.1. 제안한 수치지도 포맷

국토지리정보원에서 배포하는 수치지도는 DXF 포맷을 사용하고 있으며, DXF 포맷은 <그림 17>과 같이 ASCII 파일로 되어 있다. 하지만 ASCII 파일은 하나의 평면좌표를 표시할 때 최소 12바이트 이상의 저장 공간이 필요하다. 그러나 이진파일로 변환할 경우 8바이트로 표현 가능하며, Based-Offset을 이용하면 4바이트로 표현이 가능하다. 또한 DXF 파일은 지리정보의 호환성을 위한 오버헤더가 크기 때문에 필요한 요소만을 추출하여 수치지도의 용량을 최소화할 수 있다.



<그림 17> DXF 포맷의 예

따라서 본 연구에서는 이러한 문제점들을 개선한 SSF(Simple Spatial File) 포맷을 제안하고 있다. SSF 포맷은 Spatial Data를 저장하는 SDF 파일과 Text와 URL Data를 저장하는 TUF 파일로 구성되며, 각각의 파일은 각 객체의 형태와 레벨에 따라 저장되어 있다. 다음은 SSF 포맷에서의 각 파일에 대한 설명이다.

가. Spatial Data File (SDF 파일)

SFP 파일은 지리현상의 기하학 정보를 표현하는 폴리곤, 폴리라인, 라인, 포인트 등을 저장하는 파일로서 확장자는 "SDF"를 가진다. 파일 구조는 아래의 <그림 18>과 같이 파일 헤더가 먼저 나오고, 폴리곤, 폴리라인, 라인, 포인트의 순서로 데이터를 저장한다. 폴리곤, 폴리라인, 포인트는 SSF Format에 설정한 레이어 코드에 따라 레벨별로 데이터를 저장한다. 120바이트의 고정길이 헤더를 가지며, 고정길이의 레코드 헤더와 가변길이의 레코드를 저장하는 구조이다.

File Header	Polygon	Polyline, Line	Point
-------------	---------	----------------	-------

<그림 18> SDF 파일 저장 순서

(1) SDF File Header

파일 헤더는 120Bytes의 크기로 Map Version, 도엽번호, 지도를 수정한 날짜, 파일 크기, 좌표(x, y)의 Base, 지도의 영역,

레벨별 객체의 개수 등을 저장하며, 추후 확장을 위해 여유 공간을 포함한다. 다음 <표 4>는 파일 헤더를 나타낸 것이다.

<표 4> SDF 파일 헤더

Field	Type	Position	Size	Value
Version	integer	Byte 0	4	100(파일 v1.00)
MapNum	integer	Byte 4	4	35913007 (도엽번호)
Date	integer	Byte 8	4	Map update Date
File_Length	integer	Byte 12	4	파일 크기 (단위:Byte)
NumPolygon_3	integer	Byte 16	4	Level 3 Polygon 개수
NumPolygon_4	integer	Byte 20	4	Level 4 Polygon 개수
NumPolygon_5	integer	Byte 24	4	Level 5 Polygon 개수
StartPolyline	integer	Byte 28	4	Polyline Start Byte
NumPolyline_3	integer	Byte 32	4	Level 3 Polyline 개수
NumPolyline_4	integer	Byte 36	4	Level 4 Polyline 개수
NumPolyline_5	integer	Byte 40	4	Level 5 Polyline 개수
StartPoint	integer	Byte 44	4	Point Start Byte
NumPoint	integer	Byte 48	4	Point 개수
Dummy_Unused1	integer	Byte 52	28	추후 확장을 위한 여유 공간
Xbase	Integer	Byte 80	4	Base Value of X (17XXXX)
Ybase	Integer	Byte 88	4	Base Value of Y (23XXXX)
Xmin	ushort	Byte 96	2	Bounding Box (XX1234)
Ymin	ushort	Byte 98	2	Bounding Box (XX1234)
Xmax	ushort	Byte 100	2	Bounding Box (XX1234)
Ymax	ushort	Byte 102	2	Bounding Box (XX1234)
Dummy_Unused2	integer	Byte 104	24	추후 확장을 위한 여유 공간

각 폴리곤, 폴리라인, 포인트 시작 위치를 설정하여 레벨별로 지리정보에 접근할 때, 신속한 접근을 보장한다. 또한 각 레벨별로 지리정보 객체의 개수를 저장하였다.

(2) SDF Record Header

레코드 헤더는 <그림 19>의 A와 같이 12바이트의 크기를 가지며, 지리정보의 레이어 코드, 레코드의 개수, 객체가 차지하는 영역(Bounding Box)을 포함하고 있다. 객체가 차지하는 영역을 레코드 헤더에 포함한 이유는, 레코드 헤더를 비교하여 화면상에 나타나는 객체만 메모리 버퍼에 출력하는 것이 화면상에 나타나지 않는 객체도 출력하는 것보다 더 빠르기 때문이다. 실제로 모든 객체를 화면에 출력하는 것보다 출력 시간이 0.5초 정도 더 빨라졌다.

A. 레코드 헤더

Field	Type	Size(byte)	Value
LayerCode	ushort	2	Layer Code
NumVertex	ushort	2	Number of Internal Vertex
Xmin	ushort	2	Bounding Box of Shape (?)
Ymin	ushort	2	Bounding Box of Shape (?)
Xmax	ushort	2	Bounding Box of Shape (?)
Ymax	ushort	2	Bounding Box of Shape (?)

B. 레코드

Field	Type	Size(byte)	Value
X	ushort	2	Offset
Y	ushort	2	Offset

<그림 19> SDF 레코드 헤더와 SDF 레코드

(3) SDF Record

레코드는 4Bytes로서 원 좌표에서 Base좌표를 뺀 나머지 Offset값만 저장을 하며, 그 구조는 <그림19>의 B와 같다.

나. Text URL File (TUF 파일)

TUF 파일은 지도에 포함된 텍스트와 텍스트에 연동하는 URL을 저장하는 파일로서, 고정길이 레코드의 텍스트와 URL로 구성되어 있다. 파일 저장순서와 전체 파일 구조는 <그림 20>과 <그림 21>과 같다. URL 레코드는 Text 레코드와 1:1 매칭되는 레코드로서 Text 레코드의 개수보다 많을 수 없다.

File Header	Text	URL
-------------	------	-----

<그림 20> TUF 파일 저장 순서

File Header : 128 Bytes			
Text Record (32)	Text Record (32)	Text Record (32)	Text Record (32)
Text Record (32)	Text Record (32)	Text Record (32)	Text Record (32)
URL Record (48)		URL Record (48)	

<그림 21> TUF 파일 구조

(1) TUF File Header

TUF 파일 헤더는 아래의 <표 5>와 같이 구성되어 있으며, SDF 파일 헤더와 그 구성이 비슷하다.

각 레벨별 Text 개수, URL의 개수, URL의 시작 위치를 포함하고 있다. SDF 파일 헤더와 XBase, YBase 좌표의 위치를 맞추기 위해서 추후 확장을 위한 40Bytes의 여유 공간을 확보하였다.

<표 5> TUF 파일 헤더

Field	Type	Position	Size	Value
Version	integer	Byte 0	4	100
도엽명	integer	Byte 4	4	35913007 (도엽번호)
Date	integer	Byte 8	4	Map update Date
File_Length	integer	Byte 12	4	파일 크기
NumText_2	integer	Byte 16	4	Level 2 Text 개수
NumText_3	integer	Byte 20	4	Level 3 Text 개수
NumText_4	integer	Byte 24	4	Level 4 Text 개수
NumText_5	integer	Byte 28	4	Level 5 Text 개수
StartURL	integer	Byte 32	4	URL 시작 Byte
NumURL	integer	Byte 36	4	URL 개수
Unused	Integer	Byte 40	40	추후 확장을 위한 여유 공간
Xbasis	integer	Byte 80	4	Base Value of X
Ybasis	integer	Byte 88	4	Base Value of Y
Xmin	ushort	Byte 96	2	Bounding Box
Ymin	ushort	Byte 98	2	Bounding Box
Xmax	ushort	Byte 100	2	Bounding Box
Ymax	ushort	Byte 102	2	Bounding Box
Unused	integer	Byte 104	24	추후 확장을 위한 여유 공간

(2) Text Record

Text 레코드는 32Bytes의 길이를 가지며, <그림 22>와 같이 레이어 코드, 연결된 URL 위치, 텍스트 등을 포함한다. 연결된 URL 위치의 값은 연결된 URL이 없다면 '0'의 값을 가지고, 연결된 URL이 있다면 URL의 n번째 위치를 나타낸다. 텍스트가 들어가는 필드는 24Bytes의 크기를 가지는데, PDA가 Unicode를 사용하기 때문에 12자의 텍스트가 저장될 수 있다.

Field	Type	Size(byte)	Value
LayerCode	ushort	2	Layer Code
URLID	ushort	2	Identifier of URL Link
X	ushort	2	Offset
Y	ushort	2	Offset
Text	Unicode	24	Name

<그림 22> Text 레코드

(3) URL Record

URL 레코드는 48Bytes의 크기로, URL의 ID와 URL로 구성된다.

<표 6> URL 레코드

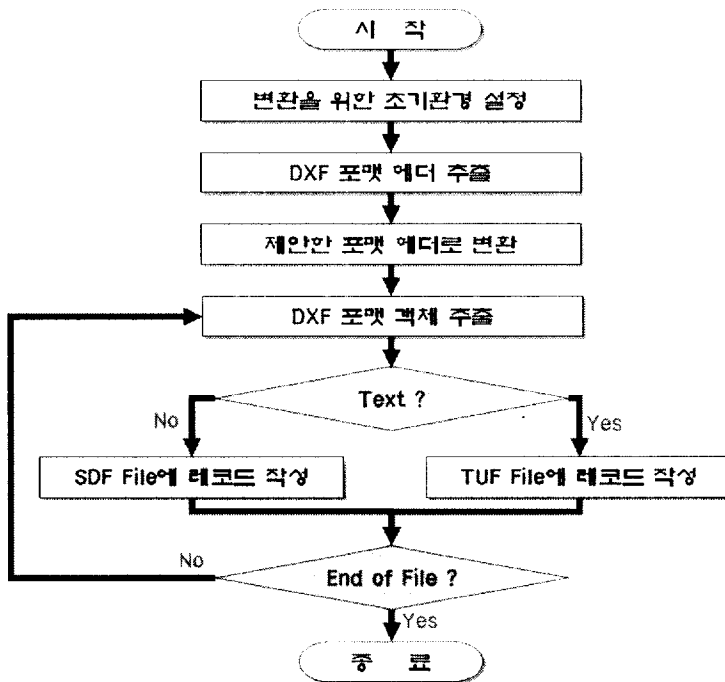
Field	Type	Size	Value
URLID	ushort	2	
URL	Unicode	46	23자까지 가능

URL의 ID는 URL이 가리키고 있는 텍스트의 n번째를 값으로

나타내고 있다. 이는 Text 레코드의 URLID와 같은 기능을 하는 것으로서 Text 레코드와 URL 레코드를 서로 유기적으로 연결시켜주는 역할을 한다. URL도 역시 Unicode로 저장되며, 23자까지의 URL이 저장 가능하도록 설계하였다. URL 필드에는 “http://”를 제외한 나머지 URL 주소를 저장한다.

3.5.2. 포맷 변환 모듈

본 논문에서는 DXF 포맷을 제안한 수치지도 포맷(SSF Format)으로 자동 변환하는 모듈을 구현하였으며, 하나의 DXF 파일을 입력받아 Spatial Data File과 Text URL File을 생성한다. 변환 과정은 <그림 23>과 같다.

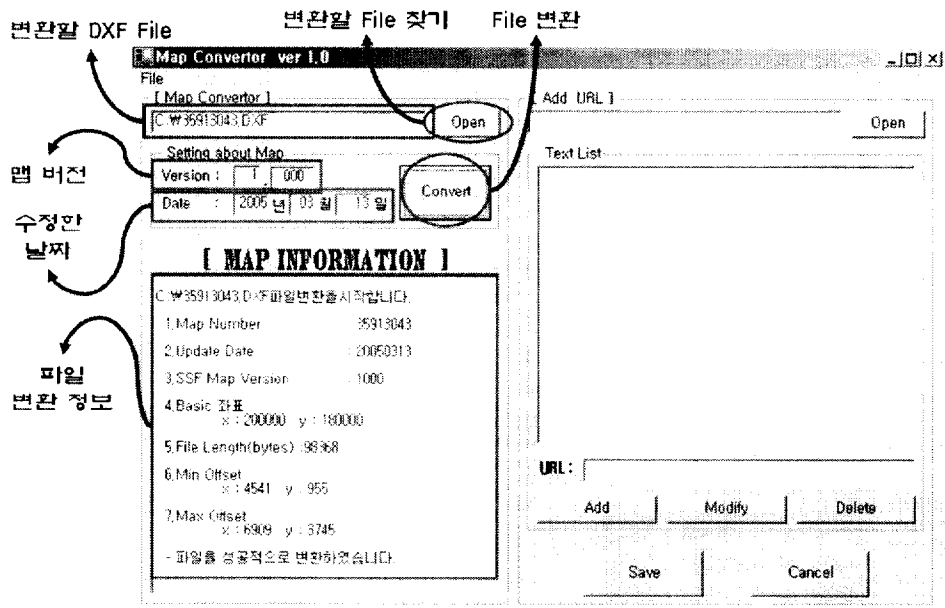


<그림 23> 포맷 변환 과정

- (1) 포맷 변환을 위해 초기 환경을 설정한다. 수치지도 포맷의 버전을 나타내는 Map Version, 수치지도를 포맷 변환한 날짜를 지정한다. 이는 추후, 서버에서 수치지도를 다운로

- 드 받을 때, 업데이트 여부를 판단하는 근거로 사용된다.
- (2) DXF 포맷 헤더 추출 과정에서는 DXF 포맷의 헤더 영역에서 도엽의 영역과 도엽의 넘버 등을 추출한다. 도엽의 영역은 EXTMIN, EXTMAX의 값이다.
 - (3) 제안 포맷 헤더 작성 과정에서는 (2)의 과정에서 추출한 DXF 포맷의 헤더를 제안한 포맷으로 변환한다. 사용자가 입력한 수치지도 포맷의 버전 정보와 도엽 제작일과, DXF 포맷 헤더로부터 추출한 도엽의 좌표영역, 도엽의 넘버 등을 제안한 수치지도 포맷에 저장하고, 각 헤더의 정보를 초기화한다.
 - (4) DXF 포맷 객체 추출 과정에서는 DXF 포맷의 지리정보 객체에서 도형의 종류(Shape Type), 레이어 코드(Layer), X좌표, Y좌표 및 텍스트 등의 정보를 추출한다.
 - (5) 제안 포맷 레코드 작성과정에서는 이전 과정에서 획득한 도형의 종류(Shape Type) 정보에 따라 제안한 수치지도 포맷의 SDF 파일이나 TUF 파일에 저장한다. 폴리곤의 경우 DXF 포맷에서 지원하지 않기 때문에 폴리라인 중에서 시작점과 끝점이 같은 닫혀있는 폐도형의 경우 폴리곤으로 처리하도록 구현하였다.
 - (6) 마지막으로 파일의 끝인지를 검사하여 파일의 끝이 아니면 DXF포맷 객체 추출 과정과 제안 포맷 레코드 작성 과정을 반복하고, 그렇지 않으면 포맷변환 과정을 종료한다.

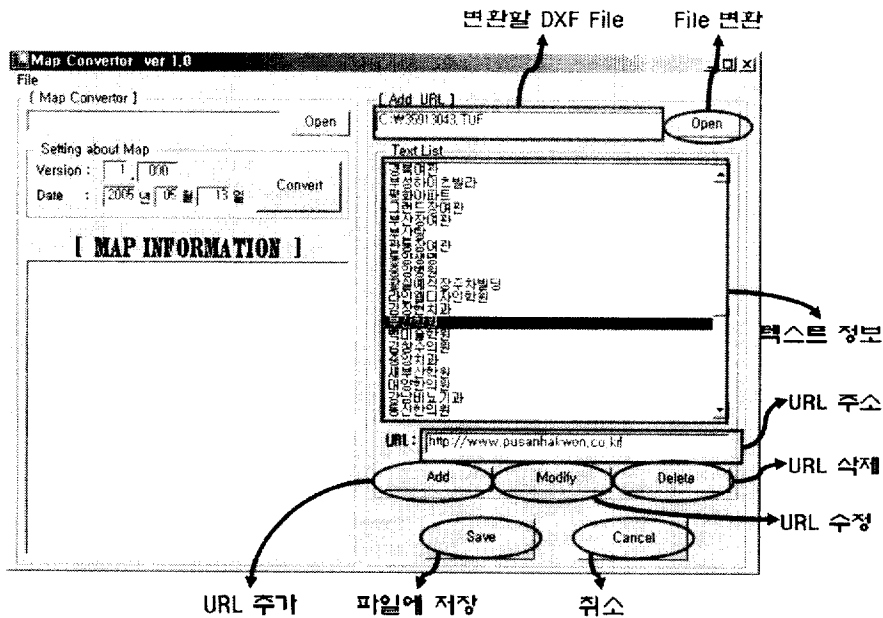
<그림 24>는 본 논문에서 구현한 수치지도 변환 툴의 사용자 인터페이스를 나타낸 것이다. 맵 버전이나 수정된 날짜를 임의로 고칠 수 있어, 맵의 업데이트 여부에 대한 판단의 근거가 되며, "Map Information" 부분에는 변환한 수치지도 파일의 헤더 부분을 나타내며, 이는 변환이 제대로 이루어졌는지 확인을 하기 위해서 도엽 번호, Base 좌표, 파일의 길이 등을 표시한다.



<그림 24> 포맷 변환 모듈

3.6. 웹 연동 정보 입력

오늘날 무선 인터넷의 발달로 이동 컴퓨팅 환경에서도 저렴하고 손쉽게 인터넷의 사용이 가능하나[11], 입력장치가 불편하기 때문에 웹 페이지(Web Page)에 접근하기가 용이하지 않다. 본 논문에서는 지리정보서비스를 제공함과 동시에 지리정보에 웹 연동 정보를 추가하여, 간단한 입력으로 쉽게 웹 페이지에 접근이 가능하도록 설계하였다. 이는 사용자 주변의 정보를 전달하는 방법에 있어서, 서버에 저장되어 있는 DB를 통하지 않고, 웹 페이지를 통해서 최신의 정보를 빠르고 정확하게 전달할 수 있다.



<그림 25> URL 추가 모듈

웹 연동 정보는 <그림 25>와 같이 포맷 변환 프로그램의 오른쪽에 있는 모듈을 이용하여 입력, 수정, 삭제가 가능하도록 구현하였다.

제안한 파일에 URL을 추가하는 방법은 아래와 같다.

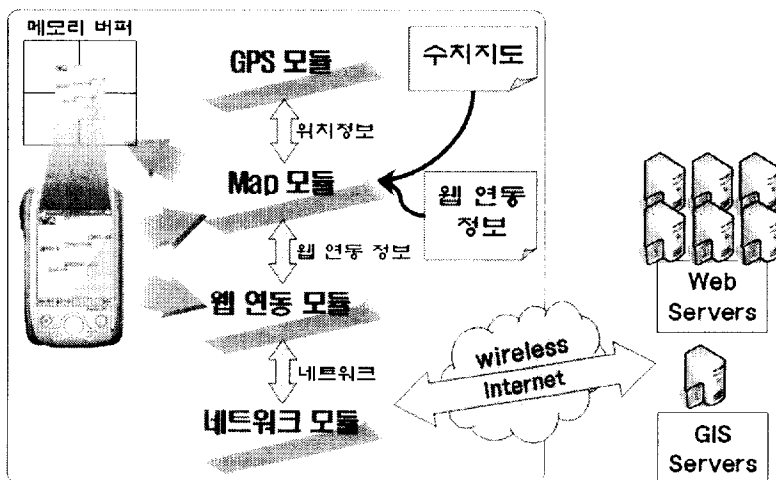
- (1) 포맷 변환된 파일 중, URL을 저장하고자 하는 파일(텍스트 및 URL을 저장하는 파일, 확장자는 ".TUF")을 열어서 텍스트 부분을 읽는다.
- (2) URL을 추가 하고자하는 객체(텍스트)를 선택한다.
- (3) 'URL'을 입력하는 Text Box에 선택한 텍스트에 해당하는 URL을 추가하고 "Add" 버튼을 클릭한다.
- (4) URL 입력이 끝날 때까지 (2)~(3)의 작업을 반복한다.
- (5) URL추가가 끝나면 파일을 다시 저장한다.

제안한 파일에 URL을 수정 및 삭제하는 방법은 아래와 같다.

- (1) 수정 또는 삭제를 원하는 텍스트를 선택한다.
- (2) 텍스트와 연결된 URL의 수정을 원할 경우 Text Box에 URL을 수정 후 "Modify" 버튼을 클릭한다.
- (3) 텍스트와 연결된 URL의 삭제를 원할 경우에는 "Delete" 버튼을 눌러 삭제한다.
- (4) URL 수정 · 삭제가 끝나면 파일을 다시 저장한다.

4. PDA 기반 웹 연동 GIS 시스템 설계 및 구현

본 논문의 3장에서 제안한 웹 연동 정보를 포함한 경량화된 수치지도 포맷은 기존의 GIS 소프트웨어 및 라이브러리를 사용할 수 없기 때문에 전용 GIS 소프트웨어나 라이브러리의 개발이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 제안한 데이터 포맷을 위하여 PDA 기반의 지리정보 서비스 시스템을 설계 및 구현하였다. 본 시스템은 기본적인 지리정보서비스 기능과 웹 연동이 가능한 수치지도와 모듈을 클라이언트인 PDA에서 제공하고 있으며, PDA에 저장되지 않은 지역의 수치지도를 제공받기 위하여 지리정보서비스 서버와 웹서버에 무선데이터 통신을 할 수 있다. <그림 26>은 본 논문에서 설계 및 구현한 PDA 기반 지리정보 서비스 시스템의 전체 구조를 나타내고 있다.



<그림 26> 전체 시스템 구성도

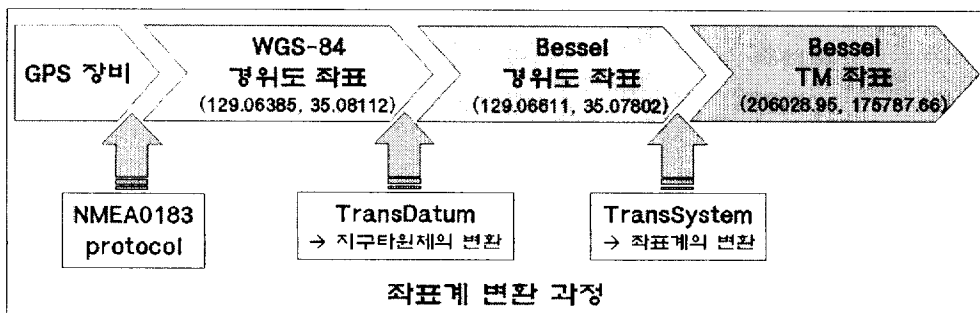
본 논문에서 설계 및 구현한 PDA 기반 지리정보 서비스 시스템은 수치지도 출력 기능, GPS 수신기능 및 위치정보를 이용한 네비게이션 기능, 진행 방향에 따른 지도 회전 기능(헤드-탑 기능) 및 수치지도 다운로드와 웹 연동 기능 등을 제공한다.

본 논문의 구현환경은 다음과 같다.

- (1) 클라이언트 운영환경 : PocketPC 2002
- (2) 클라이언트 개발환경 : eMbedded Visual C++ 3.0 2000
- (3) 클라이언트 주변장치 : 무선모뎀, GPS 수신장치
- (4) 서버 운영환경 : Windows 2000 Server
- (5) 서버 개발환경 : Visual C++ 6.0

4.1. GPS 위치정보 수신 모듈

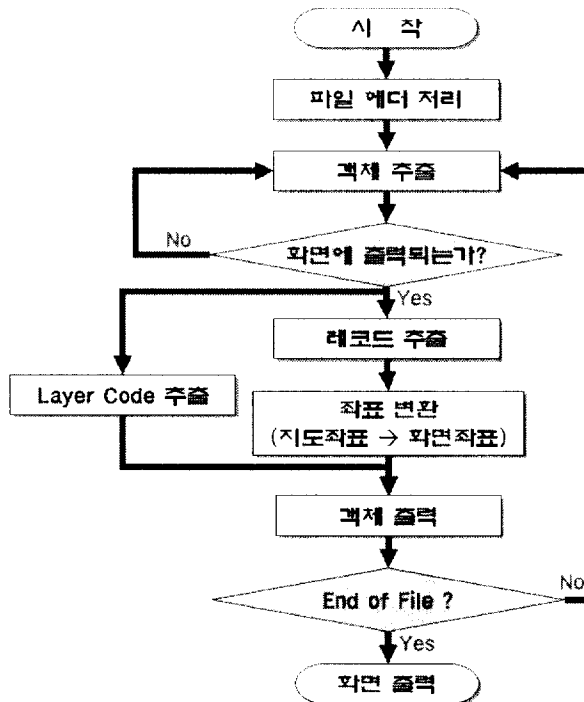
GPS(Global Positioning System)는 미국정부가 구축한 항법지원 시스템으로, 전 세계 24개의 위성이 2,6000Km 상공에 위치하여 전세계 어디에서나 24시간 측위가 가능하도록 구성한 시스템이다. 2000년 5월 1일, 미 정부에서 S/A(Selective Availability) 사용을 중지함에 따라 10-20m정도의 오차범위 내에서 정확도 높은 위치정보를 획득할 수 있다[19]. 일반적으로 GPS 수신장치는 NMEA 0183 프로토콜을 통하여 정보를 해당 정보기기에 전달한다[18][20]. 수신된 GPS 위치정보는 WGS-84타원체 경위도 좌표로 표현된다. 하지만 실제 국내 수치지도는 Bessel타원체 TM좌표를 사용하기 때문에 수치지도 상에 GPS에서 수신한 위치정보를 매핑하기 위해서는 두 좌표계간의 변환이 요구된다. 두 좌표계간의 변환을 위해서 Molodensky 알고리즘에 의해 타원체 변환을 수행하고 가우스-크릭거 투영법에 의해 좌표계 변환을 수행하였다. <그림 27>은 좌표변환을 수행하는 과정과 실제 변환된 좌표 값의 예를 보인 것이다.



<그림 27> 좌표계 변환과정

4.2. Map 모듈

Map 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 위치 정보와 수치지도를 매핑하여 출력하는 기능 및 헤드-탑 출력 기능을 제공한다.



<그림 28> 수치지도 출력 과정

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 28>은 수치지도 출력 함수에 의해 수치지도가 메모리에 출력되는 과정을 나타낸 것이다.

(1) 수치지도 파일 헤더 처리 단계

수치지도의 파일헤더에서 수치지도 출력에 필요한 파일 Version, 지도 작성일, Base 좌표 정보, 각 레벨별 지리정보 객체의 개수, Shape별 Start Position 등의 정보를 추출한다.

(2) 객체 추출 단계

레코드 헤더를 구조체로 지정하여 SDF 파일에서 레코드 헤더를 추출한다.

(3) 레이어 코드 추출 단계

레코드 헤더에서 레이어 코드를 추출한다. 레이어 코드에 따라 레벨이 결정되어서 지리정보의 지도 출력 여부를 확인하고, 지도 출력 시에 가독성을 높이기 위해서 레이어 코드별로 건물 아이콘을 선택하고, 도로, 산, 하천 등의 색깔을 분류한다.

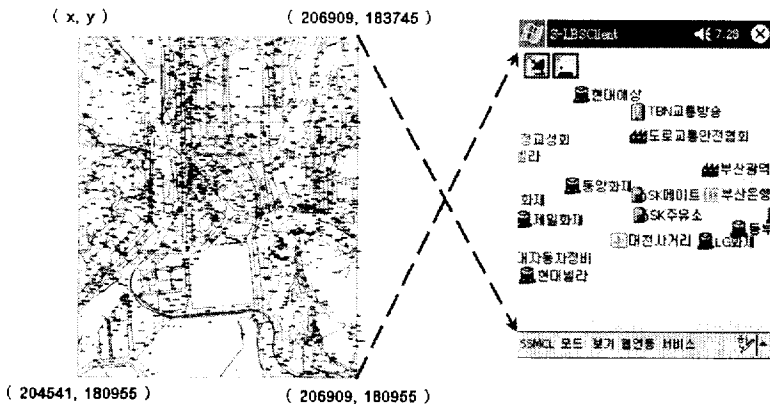
(4) 레코드 추출 단계

레코드 헤더에서 Vertex의 개수를 구하고 실제 객체를 표현하

는 레코드(지도좌표 : x, y)를 한꺼번에 추출한다. 만약 화면에 출력할 객체가 아니라면, 다음 객체를 추출하기 위해 레코드를 Skip한다.

(5) 좌표 변환 단계

PDA 화면상에 출력하기 위해서는 미터단위의 직각좌표계를 사용하는 TM좌표(지도좌표)를 픽셀단위의 직각좌표계를 사용하는 화면 좌표로 변환한다. 화면 좌표로 변환할 때, GPS로 입력받은 사용자의 위치나, 사용자가 입력한 위치를 화면의 중앙으로 설정한다.



<그림 29> y축 좌표 변환

또한 <그림 29>에서 보는 것과 같이 수치지도의 좌표계는 아래쪽의 좌표 값이 작고, 위로 올라갈수록 좌표 값이 커진다. 그러나 PDA의 경우 좌·상단(0, 0)을 시작으로 우하단(320,

240)으로 점차 커지도록 구성이 되어 있다. 따라서 y 축의 증가 방향이 반대인 수치지도 좌표계와 화면 좌표계간의 변환도 필요하다. 실제 화면상의 픽셀좌표 u, v 는 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

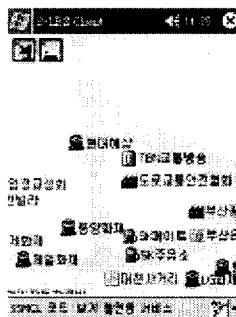
$y_{\min}$: 화면에 출력되는 y 의 최소값

 $v_{\max}$: 화면의 y축 크기

MaptoScr : 화면좌표와 공간좌표의 비

(6) 객체출력 단계

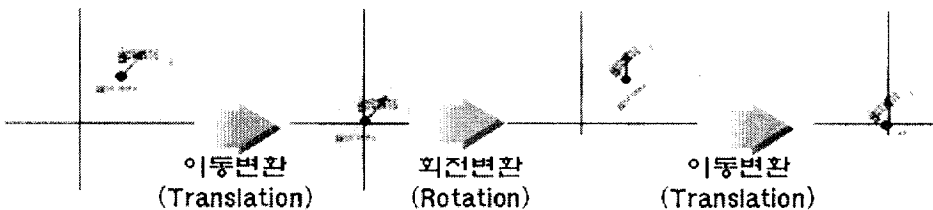
메모리 버퍼에 각각의 폴리곤, 폴리라인, 포인트의 순서로 그려진다. 폴리곤이 폴리라인이나 포인트보다 늦게 그려지면 실제 존재하는 지리정보가 화면에 출력되지 않을 수도 있기 때문이다. <그림 30>은 수치지도를 메모리 버퍼를 이용하여 화면에 출력한 그림이다.



<그림 30> 화면 출력

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 31>과 같이 (이동변환1) - (회전변환) - (이동변환2)의 3단계 변환이 필요하다.

(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.



<그림 31> 헤드-탑 기능을 위한 회전변환

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)

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

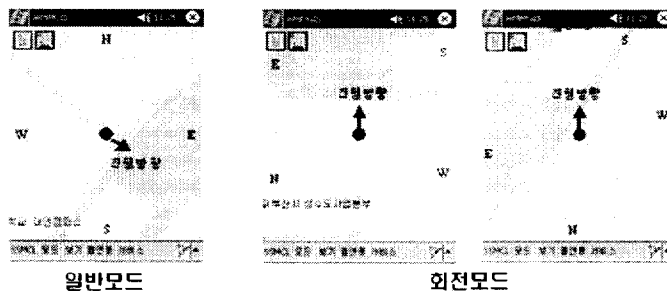
(회전변환)

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

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

(7) 화면출력 단계

메모리 버퍼에 지리정보를 모두 출력한 후, 화면에 복사를 수행한다. 아래 <그림 32>는 헤드-탐 기능을 나타낸 그림이다.



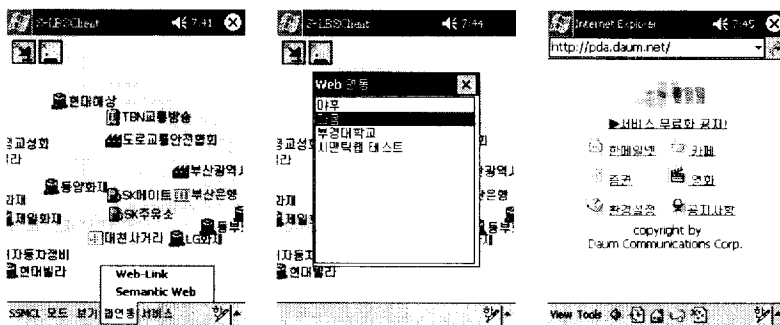
<그림 32> 헤드-탐 모드 화면 출력

4.3. 웹 연동 모듈

웹 연동 모듈은 이동통신 사업자가 제공하는 무선 인터넷을 이용하여 본 논문에서 제안한 디지털 수치지도에서 객체와 연결된 URL을 가져와서 사용자의 클릭으로 웹과 연동이 가능하도록 서비스 해주는 모듈이다.

<그림 33>과 같이 무선 인터넷과 연결된 상태에서 사용자가 웹 연동이 가능한 객체들 중에서 원하는 객체를 선택한 후 클릭하면, PocketPC에서 기본으로 제공하는 Internet Explorer를 이용하여 웹 페이지를 연결해 준다.

웹 연동 모듈의 경우 지리정보와 연결된 URL뿐만 아니라 사용자가 등록하면 자주 가는 사이트의 등록도 가능하도록 구성하였다.

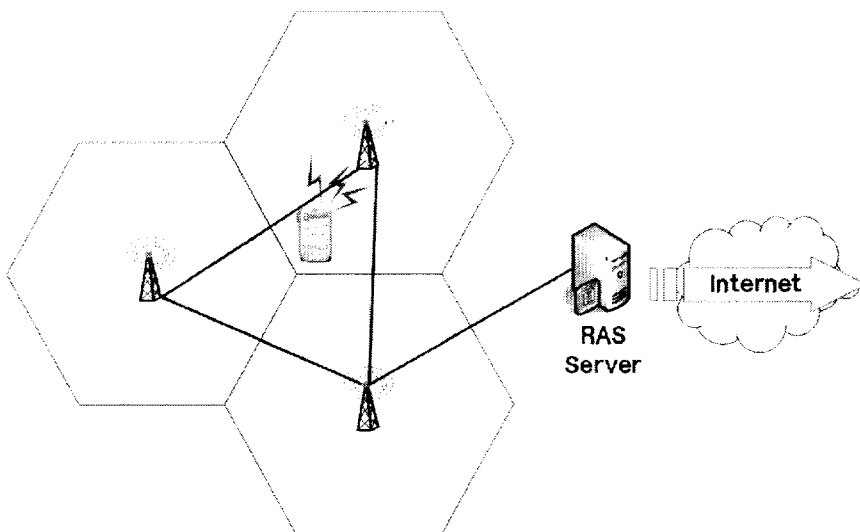


<그림 33> 웹 연동 모듈

4.4. 네트워크 모듈

네트워크 모듈은 서버와 무선 데이터 통신을 통해 수치지도 다운로드 및 웹 페이지에 대한 접근을 제공한다. 네트워크 모듈은 무선모뎀을 사용하여 이동 통신사업자가 제공하는 무선 인터넷망에 접속하여 지리정보 서비스 서버와 웹 서버에서 사용자가 원하는 정보를 제공한다.

네트워크 모듈은 사용자의 요구가 발생하면 무선모뎀과 연결하고 RAS 서버와 접속한다. 일반적으로 무선통신사업자는 인터넷 서비스를 제공하는 RAS 서버를 운영하고 있기 때문에 무선통신사업자의 RAS 서버에 접속하면 TCP/IP 네트워크 환경을 사용하여 GIS 서버나 웹 사이트에 접근할 수 있다.



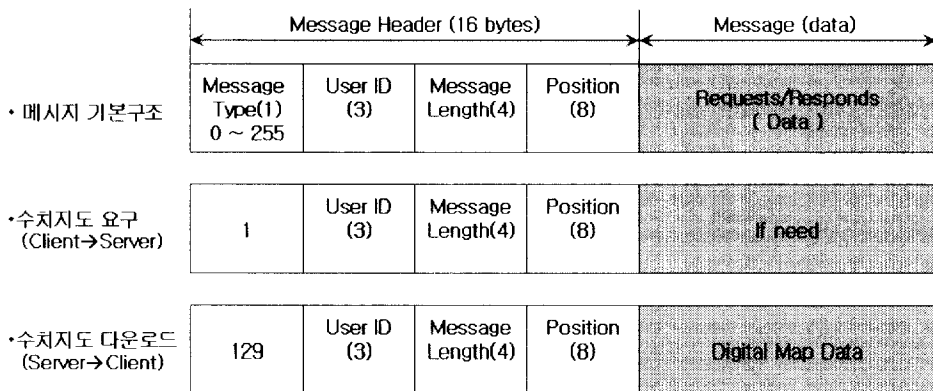
<그림 34> 네트워크 연결 과정

4.5. GIS 서버

GIS 서버에서는 네트워크 모듈을 통해 전송된 클라이언트의 요구를 분석하고 해당 정보를 수치지도 데이터베이스로부터 획득하여 클라이언트가 원하는 지도 데이터를 제공하는 역할을 수행한다.

메시지는 Message Type, User ID, Message Length, Position을 포함하는 메시지 헤더와 각 메시지에 해당하는 데이터로 구성된다.

Message Type의 첫 비트는 0일 경우 클라이언트에서 서버로 전달하는 메시지임을 나타내며, 1일 경우 서버에서 클라이언트로 전달하는 메시지를 나타낸다. 나머지 7비트는 각각의 메시지 타입에 대한 요구(Requests)와 응답(Responds)을 나타낸다. 본 논문에서는 수치지도 다운로드 요구(1)와 그에 해당하는 응답(129)만 구현하였고, 추후 사용자의 요구에 따라 서비스의 추가가 가능하다. 서버와 클라이언트의 주고받는 메시지 타입은 <그림 35>와 같다.



<그림 35> 메시지 타입

5. 결과 분석

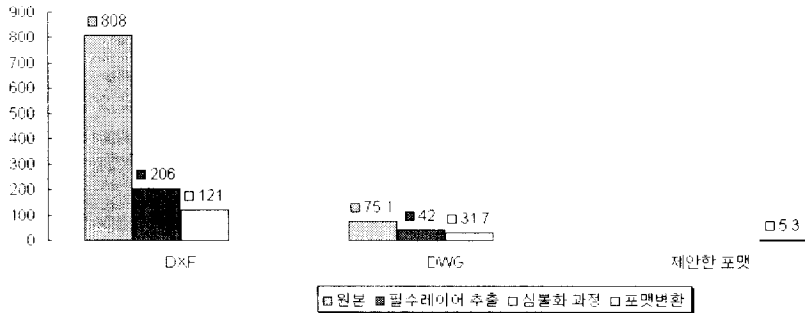
본 논문에서는 PDA와 같은 저장공간 및 처리능력에 제한이 있는 이동 컴퓨팅 환경에서 지리정보를 제공하기 위해서 필수레이어 추출, 레이어 재정의, 폴리곤 생성, 단순화 과정, 포맷 변환 과정을 통해 수치지도 경량화를 수행하였고, 웹 연동 정보를 포함하는 개선된 수치지도를 제안하였다. <표 7>은 부산광역시 전체 수치지도를 변환하여 경량화 수준(용량)을 나타낸 것이다.

<표 7> DXF, DWG와 제안한 포맷과의 비교

	원 본	필수 레이어 추출 후	단순화 과정 후	포맷 변환 후
DXF	808 MB	206MB	121MB	-
	(100%)	(25.4%)	(15%)	-
DWG	75.1MB	42MB	31.7MB	-
	(9.3%)	(5.2%)	(3.9%)	-
제안 포맷 (SSF)	-	-	-	5.3MB
	-	-	-	(0.66%)

국토지리정보원 원천지도에서 필수 레이어를 추출한 후에 원 용량의 25% 수준으로 용량이 감소하였고, 단순화 과정 후 약 15%의 용량만을 가짐을 알 수 있다. 또한 AutoCAD Map 2005의 자체 포맷인 DWG로 변환하면, 처음 원본의 용량이 9.3%로 크게 감소하지

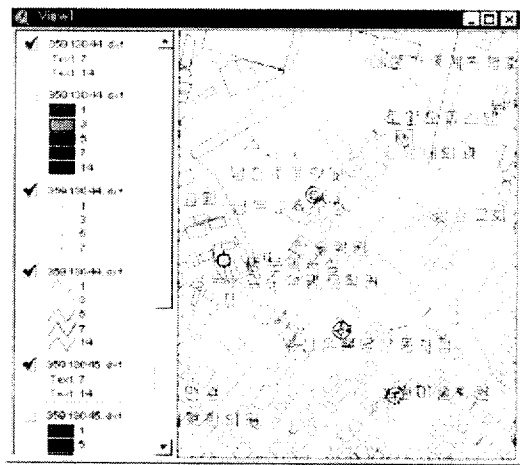
만, 그 후 필수 레이어 추출과정이나 단순화 과정에서는 DXF 만큼의 큰 변화는 일어나지 않았다. <그림 36>은 각 포맷의 용량을 차트로 표현한 그림이다.



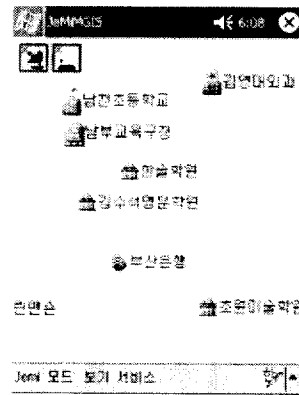
<그림 36> DXF, DWG, SSF 포맷의 비교

원본 데이터인 DXF 포맷에서 필수 레이어 추출, 단순화 과정을 거친 후, SSF 포맷으로 이진화한 후에는 원 용량의 0.66% 수준인 5.3MB로 용량이 감소했음을 알 수 있다. 이는 작은 메모리를 가지는 이동 컴퓨팅 환경에서 저장 공간의 추가 없이 MobileGIS 서비스가 가능하다.

<그림 37>은 국토지리정보원 수치지도와 본 논문에서 제안한 수치지도의 출력을 비교한 것이다. 국토지리정보원 수치지도는 건물 등의 상세한 모양을 표현하고 있지만, 작은 디스플레이 화면을 가지는 이동 컴퓨팅 환경에서는 이런 복잡한 지리정보의 표현으로 오히려 판독성이 떨어지는 단점이 있다. 본 논문에서 제안한 수치지도는 국토지리정보원 지도의 정보를 포함하고 있으면서 판독성이 좋으며, 건물의 아이콘 표시로 건물의 종류를 판단하기도 쉽다.



국립지리원 수치지도



본 논문에서 제안한 수치지도

<그림 37> 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-업 기능) 및 수치지도 다운로드와 웹 연동 기능 등을 제공한다. 본 논문에서는 클라이언트에서 직접 수치지도를 관리하고 수치지도의 공간객체의 처리가 가능하기 때문에 온라인 방식의 MobileGIS에 비해 빠른 처리속도를 유지할 수 있다. 또한 본 시스템은 지리정보서비스를 서버에 의존하지 않기 때문에 온라인/오프라인 상태에서 모두 사용 가능하고 지리정보서비스를 위한 서버의 과부하도 방지할 수 있다. 하지만, 수치지도 경량화를 통하여 수치지도를 PDA 저장공간에 저장할 수는 있지만 여전히 작은 PDA의 저장공간의 일부를 요구한다는 단점이 있다.

6. 결론

MobileGIS는 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, 데이터통신 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 웹 연동이 가능한 수치지도 포맷을 제안하고, PDA 기반 지리정보 서비스 시스템을 설계 및 구현하였다.

DXF 포맷으로 제작된 국토지리정보원 수치지도를 원천 지도로 입력받아 필수 레이어 추출, 레이어 재정의, 폴리곤 생성, 단순화 과정 및 포맷 변환 과정으로 수치지도를 재구성하고 URL 정보를 추가하여 지리정보서비스에 웹 연동이 가능한 저용량의 수치지도를 생성하였고, 기능상 제한된 이동 컴퓨팅 환경에 적합한 경량화된 수치지도 포맷을 제안하였다. 특히, 필수 레이어 추출 및 단순화 과정을 통하여 수치지도의 용량을 감소하였으며, 레이어 재정의 과정을 통해 레이어를 세분화하고 지리정보의 추가를 통하여 실제 활용도를 증가시키고자 하였다. 또한 ASCII 형태의 DXF 포맷을 본 논문에서 제

안한 수치지도 포맷으로 변환함으로써 용량을 크게 감소시켜, 원본 지도의 0.66%의 용량을 가지는 수치지도 데이터를 구축하였다.

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 매핑, 위치기반 서비스도 지원할 수 있도록 하였다. 또한 무선 모뎀을 이용하여 수치지도의 다운로드가 가능하고, 제안한 파일 포맷에 포함된 URL 정보를 이용하여 간단한 입력으로 쉽고 편하게 웹 사이트에 접근이 가능하여 위치기반 정보를 신속하게 전달이 가능하다.

본 시스템은 PDA에서 직접 수치지도를 관리하고 수치지도의 공간객체의 처리가 가능하기 때문에, 서버에서 지리정보를 처리하여 서비스하는 형식의 시스템에 비해 빠른 처리속도를 유지할 수 있다. 또한 본 시스템은 지리정보에 웹 연동 정보를 포함하여 기존의 DB를 사용하여 사용자에게 정보를 제공하는 것보다 신속하고 정확하게 전달이 가능하다.

참 고 문 헌

- [1] “LBS”, IT정보단, 10대 전략품목, 2004. 3. 17.
- [2] “국내외 ITS 시장동향 및 시사점”, IT정보단, 주간기술동향 통권 1100호, 2003. 6. 18.
- [3] “[IT839, U코리아 비전 앞당긴다] IT839 너머 ‘U코리아가 있다.’”, 전자신문, 2004. 12. 06.
- [4] “텔레매틱스 서비스 현황 및 전망”, 한국전자통신원, 정보통신정책, 2005. 3. 2.
- [5] 최혜옥, “2002년 GIS 기술동향”, 한국지리정보, 59호, pp70-76, (주)월간한국지리정보, 2002.
- [6] “유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 위치인식 기술 및 시스템”, IT정보단, 주간기술동향 통권 1098호, 2003. 6. 4.
- [7] “국내외 GIS 시장동향”, IT정보센터, 주간기술동향 통권 1072호, 2002. 11. 13.
- [8] “전세계 PDA 기술 및 시장 동향”, IT정보단, 주간기술동향 통권 1102호, 2003. 7. 2.
- [9] “차세대 PC:2005년 세계 스마트 핸드헬드 단말 출하량 98.6% 증가할 전망”, IITA 기술정책정보단 정보조사분석팀. 2005. 3. 30.
- [10] 시종익, “모바일 GIS 표준개발 본격화”, 디지털 타임즈, 2003. 8. 22.
- [11] “국내 무선인터넷 시장 현황 및 전망”, IT정보단, 주간기술동향 통권 1080호, 2003. 1. 29.

- [12] 박경식, 임인섭, 최석근, “수치지도일반화 위치정확도 품질평가”, 한국측량학회지, Vol.19, No.2, pp.173-181, 한국측량학회, 2001.
- [13] 최병길, “수치지도 일반화에 있어서 단순화에 관한 연구”, 한국측량학회지, Vol.19, No.2, pp.199-208, 2001.
- [14] 유복모, “측량학 원론”, 박영사, 1998.
- [15] 고일두, “수치지도 작성 포맷에 관한 연구”, 국토개발연구원, 1996.
- [16] 강준목, 이형석, 조성호, “지능형 교통시스템을 위한 도형, 속성 정보의 통합 분석”, 한국측량학회지, Vol.18, No.4, pp.335-342, 한국측량학회, 2000.
- [17] 조우석, 이동구, 윤영보, “수치지도 지형지물 분류체계 개선 및 자료사전에 관한 연구”, 한국 GIS학회, Vol.10, No.3, pp.455-468, 2002. 11.
- [18] “차량 GPS항법시스템 시장 동향 및 발전전망”, 지식정보센터, 주간기술동향 통권 1017호, 2001. 10. 10.
- [19] “미국, GPS신호의 품질저하 종식”, 지식정보센터, 주간기술동향 통권 948호, 2000. 5. 31.
- [20] “Standard for Interfacing Marine Electronic Devices NMEA0183 Version 2.00”, 1992.
- [21] “Drawing Interchange and 파일 Formats Release 12”, Autodesk, Inc., 1992.
- [22] “ESRI Shape파일 Technical Description”, ESRI, 1998.
- [23] “Intergraph Standard 파일 Formats (Element Structure)”,

- Intergraph, 2001.
- [24] John Murray, "Inside Microsoft Windows CE", Microsoft Press, 1998.
- [25] Douglas Boling, "Programming Microsoft Windows CE", Microsoft Press, 1998.
- [26] Chris Muench, "The Windows CE Technology Tutorial", Addison Wesley, 2000.
- [27] 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.
- [28] Kim, J. W. Park, S. S. Kim, C. S. Lee, Y., "The Efficient Web-Based Mobile GIS Service System through Reduction of Digital Map.", Information Systems and Information Technologies, Springer-Verlag, Lecture Note in Computer Science 3043, pp.410-417, 2004. 5.
- [29] Tilson, D., Lyytinen, K., Baxter, R., "A framework for selecting a location based service (LBS) strategy and service portfolio", System Sciences, 2004. Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference, pp.78 - 87, 2004. 1.
- [30] Adusei, I.K., Kyamakya, K., Erbas, F., "Location-based services: advances and challenges", Electrical and Computer Engineering, 2004, Volume: 1, pp.1 - 7, 2004. 5.

감사의 글

짧다면 짧고 길다고 하면 긴 2년간의 석사 과정을 마무리하며, 이 논문이 나오기까지 도움을 주신 분들께 감사의 말씀을 전하고자 합니다.

바쁘신 와중에도 부족한 저를 학문적으로나 인간적으로 나아가야 할 길을 인도해주신 지도 교수님이신 김창수 교수님께 가장 먼저 감사의 말씀을 전합니다. 부족한 제 논문을 심사해주신다고 고생하신 이경현 교수님과 신상욱 교수님께 감사드립니다. 불의의 사고로 고인이 되셨지만 항상 그 학문적 열정만은 누구에게 지지 않으셨던 박지환 교수님, 학부때부터 오늘 제가 논문을 제출할 수 있도록 가르쳐주신 김영봉 교수님, 박만곤 교수님, 박승섭 교수님, 박흥복 교수님, 윤성대 교수님, 여정모 교수님, 정순호 교수님께 감사드립니다.

교수님과 연구실원들간의 의사소통과 연구실의 만행으로서 항상 든든하게 뒤에서 지켜보고 도움을 주신 나호준 선생님과 동생처럼 편안하게 해주신 경훈 선배, 막히는 부분을 속 시원하게 풀어주신 종우 선배, 항상 웃음으로 연구실 분위기를 밝혀주는 주연씨, 얼마 전 아줌마가 된 기욱이, 묵묵히 자신의 맡은 일을 열심히 하는 태갑이, 믿음직하고 든든한 석철이, 항상 밝은 막내 성현이에게 감사의 말을 전하고 싶습니다.

힘들고 지칠 때마다 음주가무로 위로해준 구룡회 친구들과, J&B Club 멤버들에게 진심으로 감사의 말을 전합니다.

말없이 제가 하는 일을 지켜봐 주시고 대학원까지 공부할 수 있도록 온갖 지원을 다 해주신 아버지와 어머니께 감사를 드리며, 음양으로 도움을 준 동생 성후에게 고마움을 전합니다. 마지막으로 저를 사랑해주시고, 저의 곁에서 함께 했던 모든 분들에게 이 논문을 바칩니다.

2005. 7. 5. 화요일 오후 11시

박성석

weppy@mail1.pknu.ac.kr