서울大學校 社會科學大學 地理學科 論文集

地理學論叢

別號29 1998. 8

분산형 수치지도의 설계화 구현

황 철 수

서울大學校 社會科學大學 地理學科

Journal of Geography

(Jirihak Nonchong)

Monography Series 29 Aug. 1998

A Design and Implementation of Distributed Object-Oriented Digital Maps

Hwang, Chul-sue

Department of Geography, Seoul National University

地理學論叢 別號는 서울大學校 社會科學大學 地理學科에서 나오는 博士學位論文과 其他 學術硏究物을 펴내는 單行本 시리즈이다. 단, 學位論文을 제외한 其他 硏究物은 編輯委員會의 심의를 거쳐 실린다.

編輯委員

(編輯委員은 서울大學校 地理學科 敎授로 構成되었음)

朴 英 漢
金 仁 (委員長)
許 宇 亘
柳 佑 益
朴 杉 沃
柳 根 培
李 廷 滿 (幹 事)
朴 基 豪

◇ 題 揮

滄海 金昌煥 先生

Editorial Board

(The members of the editorial board are the faculty of the Department of Geography, Seoul National University.)

Young-Han Park

Inn Kim (Chairman)

Wookung Huh

Woo-ik Yu

Sam Ock Park

Keun Bae Yu

Jeongman Lee (Secretary)

Key Ho Park

국문초록

분산형 수치지도의 설계와 구현

서울대학교 대학원 지리학과

황 철수

본 연구는 지리정보를 인터넷 환경에서 공유하기 위한 방안을 설계하고 이를 실험적 원형 시스템(Pilot Testbed System)으로 구현하여 궁극적으로 지리정보의 분산화와 상호운용성을 검증할 수 있는 구체적 방법을 개발하는데 목적을 두었다. 실험적 시스템은 일반의 접근이 가능하도록 기본적 공유 환경으로 웹 인터페이스를 갖도록 설계하였고, 사용자의 개입을 최소화하고 이후 확장성이 내재되도록 지리자료와 분석기능의 처리과정에 객체 지향적 접근(Object-oriented Approach)을 통해 정보은폐(Information Hiding) 방법을 도입하였다.

이 연구는 기존의 기술을 검토하여 실현 가능한 효율적인 설계 방법을 도출하는 과정과 도출된 대안에 따라 실험적 시스템을 완성하는 단계로 구분된다.

우선 웹을 활용한 기존의 공간자료의 공유 방식에서 노출된 한계를 극복하고 수치지형도의 가용성과 접근성을 향상시키기 위해 설계의 기본 방향을 다음과 같이 설정하였다. 첫째, 네트워크 상에서 전송되는 공간자료의 형식을 벡터로 처리하여 전송에 필요한 정보량을 줄여 전송효율을 높이고 실제 GIS 분석에 사용 가능하도록 하였다. 둘째, HTTP 프로토콜의 무상태성으로 인해 발생하는 과중한 서버의 프로세스 부하와 통신 네트워크 부하를 감소시키기 위해 클라이언트 중심으로 프로세스가 처리되도록 시스템을 설계하였다. 셋째, 사용자가 공간자료구조를 인지하지 않아도 쉽게 공간자료에 접근할 수 있고, 마찬가지로 공간분석기능을 공간자료에 용이하게 적용할 수 있도록 구성하였다.

연구의 핵심인 시스템 구현은 1) 연구자료인 수치지형도를 구성하고 있는 지도 사상을 자료변환과정을 통해 상호운용성이 내재된 공간 객체(Interoperable Spatial Objects)로 재구성하는 부분, 2) 객체로 전송된 지도 사상에 적용하여 축척 변환을 유도할 일반화 규칙을 설정하고 이를 상호운용이 가능한 분산형 모듈

로 개발하는 부분, 3) 클라이언트/서버 모델을 따르는 실험적 원형 시스템(Pilot Testbed System)인 분산형 수치지도 시스템을 구현하는 부분으로 구성되었다.

본 연구는 지리공간자료와 공간분석기능을 포괄하여 지리정보의 공유를 실험적 모형을 통해 구현함으로써 무엇보다 지금까지 지리공간자료에 한정되었던 지리정보 공유에 관한 연구를 공간분석기능까지 확장시킬 수 있는 기초를 제시하고 있다. 따라서 이 연구는 아직까지 추상적 단계에 머무르고 있는 개방형 분산지향·컴포넌트 GIS를 개발원형 수준(Prototype)으로 발전시킬 수 있는 중간모형의 성격을 갖는다. 한편, 기술적 측면에서는 분산지향적 지리정보의 상호운용성을 설계·구현하는데 객체지향 개념이 효과적인 방법론으로 적용될 수 있음을 확인하였다. 즉, 특정한 지리공간자료와 공간분석기능이 객체지향적 분석·설계·개발의 장점, 예컨대 재사용성·확장성·독립성 등을 갖는 조작 가능한 객체로 분해되어, 사용자의 요구에 따라 특정한 목적을 갖는 지리정보시스템의 요소로서 동적으로 구성될 수 있다. 다른 측면에서는 수치지형도객체와 일반화분석모듈을 동시에 연계시켜 처리함으로써 수치지도가 이른바 '자급 능력을 갖춘 지리공간자료(Self-sufficient Spatial Data)'의 모형으로 발전할 수 있는 가능성을 제시하였다. 이것은 앞으로 지도의 기본적 특성을 변경시킬 수 있는 중요한 개념 가운데 하나로 작용할 수 있다.

위와 같은 개념적 학술 성과와 함께 본 연구는 다음과 같은 구체적인 실용적 성과를 갖는다. 우선, 국가적으로 구축되고 있는 수치지형도를 효율적으로 활용하기 위한 공유 모형으로서 갖는 의의이다. 그것은 웹을 기반으로 하는 분산형 수치지형도 시스템의 특성상 공공적 접근을 용이하게 보장함으로써 그만큼 효과적으로 수치지형도를 유통시킬 수 있기 때문이다. 다음으로 현재 스파게티형의 단순한 수치지형도 모형을 자료의 손실 없이 객체지향형의 자료모형으로 변환한 것은 이후 수치지형도의 자료모형을 향상시킬 때 하나의 참조모형으로써 검토될 수 있다. 또한, 레이어 단위로 구성된 수치지형도 관리 모형은 현재의 도엽단위 모형에 비해 관리 단위가 세밀하기 때문에 그만큼 편집·갱신·관리가 편리하고 여러 가지 사용자의 요구에 유연하게 대처할 수 있는 환경을 제공한다.

주요어: 지리정보시스템, 객체지향, 분산환경, 수치지도, 지도일반화, 상호운용성
학 번: 93208-805

목 차

1장 서론 1

1.1 연구 배경과 연구 목적 2

1.1.1 연구 배경 2

1.1.2 연구 목적 6

1.2 연구 내용과 연구 방법 7

1.3 논문의 구성 13

2장 기술적 동향 분석과 개념 정의 16

2.1 인터넷 기술 분석 17

2.1.1 WWW 17

2.1.2 HTML 20

2.1.3 HTTP 21

2.1.4 CGI 22

2.2 객체지향 프로그램과 자바 24

2.2.1 객체지향프로그램의 개념적 틀 24

2.2.2 객체지향 방법론의 의의 30

2.2.3 자바 개발 환경의 특징 31

3장 공간정보 공유에 관한 연구의 검토 36

3.1 공간자료의 공유에 관한 논의 37

3.1.1 국가 공간자료 하부구조 37

3.1.2 개방형 지리정보시스템의 연구 동향 43

3.1.3 공간자료의 표준화 51

3.2 공간정보일람시스템을 활용한 공간자료 공유 58

3.2.1 공간정보일람에 관한 연구 58

3.2.2 공간정보일람시스템의 유형 분류 60

3.2.3 공간정보일람시스템 사례 분석 63

3.3 공간자료모형과 공간객체 구성에 관한 논의 68

3.3.1 공간자료모형에 관한 연구 68
3.3.2 공간객체 구성의 연구 71
3.4 기존 연구의 한계와 대안 74
3.4.1 기개발된 GIS 시스템을 이용한 지리정보 공유 74
3.4.2 WWW을 활용한 지리자료 공유 75
3.4.3 지리자료 공유에서 자료모형의 문제 77
3.4.4 공간정보 공유의 기술적 대안 78

4장 공간자료 변환과 공간객체 개발 81
4.1 전처리 과정 82
4.1.1 원자료 자료모형 특성 82
4.1.2 원자료 구축과 변환 87
4.2 객체 구성을 위한 방법론 98
4.3 수치지형도 레이어의 객체화 과정 100
4.3.1 수치지형도 공간 원형 클래스 정의 101
4.3.2 수치지형도 레이어별 객체화 104
4.4 수치지형도 관리 구조 114
4.5 메타데이터 설계와 객체 구현 115
4.5.1 메타데이터 작성규칙 117
4.5.2 메타데이터 작성 123

5장 일반화 규칙 설정과 모듈 개발 125
5.1 일반화 과정 규칙 설정 126
5.1.1 지도일반화 모형 개발 126
5.1.2 지도 레이어별 일반화 규칙 설정 130
5.2 일반화 처리 모듈 개발 136
5.2.1 레이어별 일반화 과정 136
5.2.2 일반화 모듈의 분산객체화 141

6장 분산 객체지향 수치지형도 구현 144

6.1 개발 환경 145
6.1.1 하드웨어와 소프트웨어 환경 145
6.1.2 전체 시스템 구성 146
6.2 공간정보일람시스템 개발 149
6.2.1 우리 나라의 지도분할과 도엽번호체계 149
6.2.2 수치지형도 색인을 위한 공간정보일람시스템 개발 154
6.3 사용자 인터페이스 개발 158
6.3.1. 사용자 인터페이스의 구조 158
6.3.2 사용자 Toolkit 개발 160
6.4 분산형 수치지형도 시스템의 평가 164

7장 결론 170

참고문헌 179

용어해설 195

부록 198

부록 1. 수치지도작성 작업규칙 지형지물 분류 코드 199
부록 2. 국가기본도 표준 지형지물부호(안) 205
부록 3. 실험적 원형 시스템의 주요 클래스 구성도 208
부록 4. 핫자바의 애플릿 처리 환경 설정 209
부록 5. 수치지형도 메타데이터 하부 작성규칙과 틀 212
부록 6. 수치지형도 원자료 메타데이터 223
부록 7. 수치지형도 레이어 객체의 메타데이터 229
부록 8. 축척변환에 따른 실시간 메타데이터 갱신 231

Abstract 234

표 목차

표 2.1 CGI 장단점 비교 24
표 2.2 자바 언어의 특징 33

표 3.1 국가 기본도 표준 지형지물의 대분류 55

표 4.1 국가기본수치지형도 구축 기본계획 82
표 4.2 지형코드의 대분류 84
표 4.3 수치지형도의 하천 분류코드 87
표 4.4 수치지형도의 도로 분류코드 90
표 4.5 수치지형도의 등고선 분류코드 94
표 4.6 수치지형도의 행정경계 분류코드 96

표 5.1 하천 레이어의 축척별 일반화 규칙 131
표 5.2 도로의 분류 132
표 5.3 도로 레이어의 축척별 일반화 규칙 133
표 5.4 등고선 레이어의 축척별 일반화 규칙 134

그림 목차

그림 1.1 연구대상 1:5,000 수치지형도 (도엽명: 서울 36) 8
그림 1.2 연구의 개념적 구성틀 14

그림 2.1 웹 서버와 웹 클라이언트의 상호통신 18
그림 2.2 HTTP의 네트워크 기반 구조 22
그림 2.3 CGI와 관련 모듈의 상호 통신 23
그림 2.4 객체간 메시지 전달 26
그림 2.5 클래스 모형과 실제 예 27
그림 2.6 클래스 상속 계층 구조 28
그림 2.7 전통적 방식의 컴파일 프로그램과 자바 프로그램 비교 32
그림 2.8 자바 플랫폼 구성도 34
그림 2.9 자바 개발 환경 35

그림 3.1 FGDC의 국가지리공간자료 접속결절망의 Z39.50 활용 구조 40
그림 3.2 지리공간 메타데이터의 개념적 구성요소 42
그림 3.3 PnP GIS 모형 48
그림 3.4 OGIS 개방형 지리자료 모형(OGM) 49
그림 3.5 공간 자료의 표준화 52
그림 3.6 국제 GIS 표준화 기구 53
그림 3.7 국가기본도 표준: 지형지물의 분류 코드체계 55
그림 3.8 국가기본도 표준안: 속성정보 분류 56
그림 3.9 CGI를 활용한 서버중심 공간정보일람시스템 모형 61
그림 3.10 하이퍼맵의 연결아이콘 64
그림 3.11 하이퍼맵에 연결된 최종 항공사진 이미지 64
그림 3.12 TIGER 맵핑 시스템 66
그림 3.13 GRASSLinks 시스템의 사용자 선택 환경 67
그림 3.14 GRASSLinks 시스템의 중첩 결과 이미지 67
그림 3.15 공간자료 모형화 단계 68
그림 3.16 스파게티 벡터 자료모형 69
그림 3.17 위상 벡터 자료모형 70

그림 4.1 수치지도 제작과정 83
그림 4.2 수치지형도의 지형분류코드 체계 85
그림 4.3 수치지형도의 자료모형 단계 85
그림 4.4 연구대상 수치지형도의 레이어 구조 86
그림 4.5 원자료에서 추출된 하천 관련 레이어 88
그림 4.6 재구성된 하천 레이어의 공간자료와 속성자료 89
그림 4.7 원자료에서 추출된 도로 관련 레이어 92
그림 4.8 재구성된 도로 레이어의 공간자료와 속성자료 93
그림 4.9 원자료에서 추출된 등고선 관련 레이어 94
그림 4.10 재구성된 등고선 레이어의 공간자료와 속성자료 95
그림 4.11 원자료에서 추출된 행정경계 관련 레이어 97
그림 4.12 재구성된 행정경계 레이어의 공간자료와 속성자료 97
그림 4.13 객체 구성의 표기법 99
그림 4.14 객체 구성의 개념적 계층 구조 101
그림 4.15 수치지형도 공간 원형 클래스 (점클래스·선클래스) 102
그림 4.16 원형 클래스간의 계층 103
그림 4.17 선객체 구성을 위한 다이어그램 103
그림 4.18 공통 선 레이어 클래스 정의 105
그림 4.19 공통 선 레이어 클래스 연계 구조 106
그림 4.20 공간자료벡터 클래스와 속성자료벡터 클래스 107
그림 4.21 하천 레이어 객체 다이어그램 108
그림 4.22 하천레이어 객체 개발 과정 108
그림 4.23 도로 레이어 객체 다이어그램 109
그림 4.24 도로레이어 객체 개발 과정 110
그림 4.25 등고선 레이어 객체 다이어그램 111
그림 4.26 등고선레이어 객체 개발 과정 112
그림 4.27 행정경계 레이어 객체 다이어그램 113
그림 4.28 행정경계레이어 객체 개발 과정 113
그림 4.29 수치지형도 레이어 객체의 직렬화 과정 114
그림 4.30 레이어 객체의 직렬화를 통한 수치지도 관리구조 모형 115
그림 4.31 수치지형도 메타데이터 섹션 구성도 117
그림 4.32 메타데이터 작성규칙: 기호와 의미 119

그림 5.1 일반화 규칙 구성을 위한 개념적 모형 128
그림 5.2 개념적 모형을 적용한 일반화 규칙 사례 129
그림 5.3 하천 레이어 객체에 대한 일반화 모듈 흐름도 137
그림 5.4 도로 레이어객체의 관리적 속성에 따른 일반화 모듈 흐름도 138
그림 5.5 도로 레이어객체의 물리적 속성에 따른 일반화 모듈 흐름도 139
그림 5.6 등고선 레이어 객체에 대한 일반화 모듈 흐름도 140
그림 5.7 쓰레드를 적용한 일반화 클래스의 프로세스 제어 구조 142

그림 6.1 전체 시스템 개략 구성도 147
그림 6.2 클라이언트 모듈 구성도 148
그림 6.3 그리드 분할선과 경위선 분할선 150
그림 6.4 임의 격자형 분할선 151
그림 6.5 우리 나라의 지도분할체계 153
그림 6.6 1/50,000 지도분할에 따른 남한 전체 이미지 맵 (1단계) 155
그림 6.7 1/5,000 직교 그리드 분할에 따른 2단계 이미지 맵 156
그림 6.8 수치지형도 색인을 위한 3 단계 참조지도 157
그림 6.9 분산형 수치지형도 애플릿 호출 인터페이스 157
그림 6.10 개략적 사용자 인터페이스 구조 158
그림 6.11 수치지형도 애플릿의 실제 인터페이스 159
그림 6.12 지도 확대/축소 기능 161
그림 6.13 수치지형도 레이어 객체 전체 출력 162
그림 6.14 등고선 레이어 객체가 제외된 출력 인터페이스 162
그림 6.15 사용자의 선택에 의한 공간객체 검색 163
그림 6.16 조건에 의한 공간객체 검색 인터페이스 163
그림 6.17 전송된 객체의 클라이언트 저장 인터페이스 165
그림 6.18 1:5000 등고선 레이어 (원래 축척) 167
그림 6.19 1:25000으로 일반화된 등고선 레이어 167
그림 6.20 1:50000으로 일반화된 등고선 레이어 168
그림 6.21 일반화 (1/5000→1/25000) 168
그림 6.22 일반화 (1/25000→1/50000) 168
그림 6.23 일반화 기능에 대한 메타데이터 다이얼로그 169

1 장

서 론

1.1 연구 배경과 연구 목적

1.1.1 연구 배경

지도는 전통적으로 공간적 패턴, 공간적 상호관계, 공간의 복합성을 이해하는데 가장 일반적으로 이용되는 지리학적 연구 방법이다. 지도에 관한 구체적 연구는 지도학 분야에서 주로 진행되어 왔지만 지리학적 사고나 인식을 정의하고 체계화하는 수단으로써 지리학적 연구를 진행하는데 필수적 요소로 인식되고 있다(Hartshorne, 1939; Ullman, 1953). 지도의 발달과정을 역사적으로 살펴보면 지도의 특성은 크게 '환경에 대한 지각'과 '이를 표현하는 기술'이란 두 가지 요인에 의해 결정된다(Muehrcke, 1990). 이런 맥락에서, 통합적 관점에서 환경을 논의하고 이를 복잡한 컴퓨터 기술을 도입하여 모형화하거나 분석하려는 시도에서 최근의 지도 특성을 찾을 수 있다.

특히 최근에는 지도의 발달이 과거 어느 때보다 급속하게 진행되고 있으며, 이에 따라 지도의 기능과 역할, 형태, 사용패턴, 제작과정과 같은 기본적 특성(Fundamental Features)이 변하고 있다.[1] 지도학과 지리정보과학에서는 이와 같은 현상을 지도학적 패러다임의 변화(Paradigm Shift)로 규정하여 지도학 연구 주제의 재설정과 방법론에 대한 전면적인 검토 작업이 진행되고 있다. 즉, 지도의 본질이 '아날로그 패러다임'에서 '디지털 패러다임'으로 그리고 '의사소통 중심 패러다임(Communication Paradigm)'에서 '분석 중심 패러다임(Analytical Paradigm)'으로 변화하고 있음을 밝히고 있다(Morrison, 1994; Robinson et al., 1995; DeMers, 1997). 패러다임의 변화에서 핵심적인 요소는 과거의 지도가 지도학자에 의해 수집·분석·생산된 공간정보를 지도 사용자에게 일방향으로 전달하는 매체로부터, 이제는 지도 사용자가 원하는 정보를 생산하기 위해 분석 가능한 형태를 갖출 뿐 만 아니라 상호작용을 할 수 있는 도구로 변화되고 있다는 점이다. 이러한 배경에서 공간정보를 효과적으로 저장·관리하기 위한 수치지도 개발과 디지털 환경에서 지도학적 시각화(Cartographic Visualizations)와 관련된 연

1) 지도학 연구에서 이러한 변화를 '진보(evolution)'로 보다는 '대변혁(revolution)'이란 시각으로 주시하고 이에 대한 학문적 연구 방향을 전반적으로 논의해야 한다는 주장이 설득력 있게 제기되고 있다.

구가 최근에 급격하게 증가하고 있는 추세이다.

컴퓨터 기술을 바탕으로 한 컴퓨터지도학과 지리정보과학의 진보, 구체적으로 지리정보시스템의 발전은 이와 같은 지도의 대변혁을 가져오는 결정적 요인으로 작용하고 있다. 따라서 향후 지도의 발전 방향을 예측하기 위해서는 최근 진행되고 있는 지리정보과학의 연구 동향과 지리정보시스템의 발전 방향을 분석할 필요가 있다.

1980년대 중반을 전후하여 획기적으로 진보한 컴퓨터 하드웨어·소프트웨어 기술은 복잡한 공간분석기능을 안정적으로 구현할 수 있는 상용 GIS 시스템의 출현을 앞당겼다. 이 시기에 해외 선진 국가들은 공공부문에서부터 지리정보시스템을 본격적으로 도입하기 시작하였고, 이는 방대한 문서 형태의 공간 자료가 수치적 형태로 변환되는 계기가 되었다(DOE, 1987; National Academy of Sciences, 1990; Rhind, 1992; McCauley et al., 1996). 그러나 여러 기관이 각자의 목적과 필요에 따라 개별적 기준에 의해 수치공간자료를 구축하면서 동일한 공간자료에 대한 중복 투자와 인적·물적 비용의 낭비가 발생하고 있다. 더욱이 기관별로 도입한 시스템과 자료 형식의 차이로 인해 자료의 호환성에 문제가 생기고 궁극적으로 구축된 자료가 상호 공유되지 못하는 사례가 빈번하게 초래되고 있다.

수치적 형태로 제공되는 공간자료의 가용성(Availability), 즉 자료의 존재 유무와 이용 가능성·호환성에 대한 문제는 지리정보시스템을 폭넓게 응용·활용하는데 가장 큰 장애요인으로 오랫동안 거론되어 왔고(Li and Moss, 1995), 최근에는 수치공간자료의 가용성에 못지 않게 기개발된 수치공간자료에 대한 접근성(Accessibility)이 새로운 요인으로 부각되고 있다(Kraak et al., 1995; Buttenfield and Kumler, 1996). 즉, 기개발된 수치공간자료가 실제 투자 비용에 비교하여 볼 때 충분하게 활용되지 못한다는 경험적 사례가 보고되었고, 이에 대한 원인으로 자료의 위치(Location), 자료 취득의 신속성, 자료의 최신성, 자료 형식의 호환성, 대용량의 저장공간 필요성, 자료 취득의 비용 등이 지적되고 있다.

이러한 배경에서 GIS 시스템을 앞서 도입한 국가들은 수치공간자료의 가용성과 접근성 문제를 해결하기 위해 국가적인 차원에서 공간자료를 생산·관리하고 공유하려는 노력을 시작하였다.[2] 이른바 '국가 공간자료 하부구조(National

Spatial Data Infrastructure, NSDI)'[3]라고 일컬어지는 총체적 개념을 사용하여, 지리(공간)자료의 생산자, 관리자, 사용자가 상호 효율적으로 연계될 수 있도록 국가적 분산 네트워크 환경에서 접속결절(Access Node) 역할을 수행할 '국가지리자료접속결절망(National Geospatial Data Clearinghouse)'[4]을 구성하고 있다. 접속결절망에는 효과적인 메타데이터(Metadata)를 구성하여 일반 사용자에게 어떤 지리자료가 존재하는지, 필요한 정보를 어떻게 찾을지, 해당 지리자료의 응용 타당성을 어떻게 평가할지, 그리고 경제적으로 자료를 취득할 수 있는 방법에 대한 제반 정보를 제공한다(McLaughlin and Nichols, 1994).

NSDI의 핵심적 구성요소인 접속결절망(Clearinghouse)의 구축은 1990년대 초부터 고속네트워크 통신 기술과 이와 관련된 컴퓨터 기술, 특히 인터넷 기술이 발전하면서 실현되고 있다. 이와 같이 전세계적으로 수천 개의 지역 네트워크로 구성되어 있는 국제적 통신 하부구조인 인터넷은 NSDI 구축에 필수적 요소로 작용하고 있다. 그리고 무엇보다 인터넷을 통해 손쉽게 다양한 형식의 정보를 검색하고 상호 교환할 수 있는 도구로서 자리잡은 WWW(World Wide Web)은 분산형 공간데이터베이스에 편리하게 접근할 수 있는 수단을 제공함으로써 NSDI 개발에 실질적으로 가장 밀접히 관련되어 있다.[5]

한편, 최근의 정보통신기술의 발전은 개인용 컴퓨터 환경을 독립된 환경(Stand-alone Environment)에서 네트워크로 연결된 환경(Networked Environment)으로 전환시켜 사용자의 사고와 요구를 네트워크 체계 중심으로 변

---

2) 우리 나라에서도 국가적 차원에서 지리정보를 구축하고 관련된 연구를 활성화하기 위한 국가지리정보시스템(NGIS) 구축 사업이 본격적으로 시작되면서 공간자료의 공유 문제가 최근에 제기되고 있다(김은형, 1996; 유근배 외, 1997).

3) 'NSDI(National Spatial Data Infrastructure)'란 용어는 미국에서 공식적으로 처음 사용되기 시작하여 현재는 대부분의 국가에서 이를 채택, 사용하고 있다. 우리 나라에서는 공식적으로 NSDI를 '국가 공간자료 하부구조'란 용어로 번역·사용하거나 인정한 사례는 없으며 현재는 NSDI란 약칭으로 통용되고 있다.

4) 여기에서 접속결절망은 건물·장소·기구 등과 같은 물리적 실체이기보다는 분산 네트워크 상에 개발된 정보의 창고(Information Resource) 역할을 담당하며, 장소, 시간에 구애 없이 공간정보를 유통하기 위한 접속 결절로서 '유통기구'란 용어로 대신할 수 있다.

5) 실제로 대다수의 공간자료접속결절망(Spatial Data Clearinghouses)들은 WWW 인터페이스 방식으로 개발되고 있다

환시키는 중대한 전기를 마련하고 있다. 즉, 네트워크로 연계된 환경에서 사용자가 활용할 수 있는 자원은 로컬시스템(Local Systems) 뿐 만 아니라 원격시스템(Remote Systems)에 까지 확장되고 있다. 이와 같은 사고체계의 변화는 궁극적으로 서로 다른 네트워크 컴퓨팅 환경에서 다양한 자료를 중간 단계의 복잡한 변환 작업을 거치지 않고 사용자가 직접 접근하고 처리하려는 '상호운용성(Interoperability)'과 연계된다. 현재 정보기술 분야에서 상호운용성은 기업의 전략적 차원과 기술적 한계로 인해 아직 완전하게 구현되고 있지는 않지만 그 초기 단계인 표준 설정에 집중적인 연구가 이루어지고 있다. 지리정보시스템에서도 이러한 상호운용성에 대한 필요성이 강하게 제기되고 있지만 아직까지 GIS 시스템 개발에 필요한 관련 기술의 통합성, 학제간 연구의 복합성 그리고 지리자료 자체에 대한 자료모형과 저장구조의 복잡성으로 인해 초기 단계의 연구에 머무르고 있다.[6]

최근에 GIS 관련 시스템을 직접적으로 연구·개발하는 기업과 연구소, 대학 등이 주축이 되어 구성된 '개방형 GIS 콘소시엄(Open GIS Consortium, OGC)'은 지리정보시스템의 상호운용성을 완성시키는데 목표를 두고 있다. OGC의 시도는 수치공간자료의 형식과 공간분석모듈(Geo-Processing Modules)의 개방화를 통하여 '개방형 GIS(Open GIS)'를 유도하는데 목적이 있는 만큼 공간정보의 효율적 공유라는 측면에서 국가적 차원에서 진행되고 있는 각국의 NSDI 구축 노력과 궤를 같이 한다고 볼 수 있다.[7] 다만 NSDI가 수치지리자료 자체에 대한 공유에 초점이 맞추어져 있다면 개방형 GIS의 목표는 자료 뿐 만 아니라 자료를 분석하기 위한 기능의 공유까지 동시에 고려하고 있다는 차이가 있다. OGC에서 발표한 '개방형 지리자료 상호운용성 사양(The Open Geodata Interoperability Specification, OGIS)'을 준수하여 개발될 Open GIS 시스템은 최근 컴퓨터 하드웨어 분야에서 먼저 구현된 'Plug and Play(PnP)' 개념과 유사한 형태로 그 모형

---

6) 이러한 배경에서 지리정보시스템에서 상호운용성은 현실적으로 '자료변환단계(Data Transfer Stage)', '개방형 공간자료접근 API 단계(Open Spatial Data Access API Stage)', '개방형 공간분석처리 API 단계(Open Geoprocessing API Stage)', '공통 API 단계(Common API Stage)', '완전한 개방형 단계(Interoperable Stage)'를 거쳐 진행될 것으로 예측된다.

7) 각국의 NSDI 구축을 주관하고 있는 기관들 가운데 상당수가 OGC에 참여하고 있는 만큼 지리자료의 상호운용성을 전제한 '개방형 GIS'를 목표로 한 OGC의 연구성과는 장차 NSDI 구축에 큰 영향을 미칠 것이다.

이 완성될 것으로 예측되고 있다(Strand, 1995; Buehler and McKee (ed.), 1996). 이런 측면에서 장차 GIS는 모듈별 GIS(Module GIS) 혹은 구성요소별 GIS(Component GIS) 형태로 발전될 가능성이 높다. 한편 여기서 주목해야 점은 개방형 GIS의 핵심인 공간자료와 공간분석모듈의 상호운용성을 구현하기 위한 대부분의 연구에서 공통적으로 최근 성숙기에 접어든 객체지향방법론을 그 방법론으로 수용하고 있다는 사실이다(Open GIS Consortium, 1996b).

1.1.2 연구 목적

최근의 NSDI를 구축하기 위한 노력은 기초공통자료의 성격을 띄는 수치공간자료가 일련의 접속결절망을 통해 공유될 수 있는 환경을 제공함으로써 지리정보가 공공 정보(Public Accessible Information)로 발전하는 계기를 마련하고 있다. 또한 개방형 지리정보시스템에서 핵심적으로 다루어지고 있는 상호운용성에 관한 연구는 최근 지리정보과학 분야에서 정보의 분산화를 기본 방향으로 인식시키는데 중요한 역할을 하고 있다. 이와 같이 수치적 형태의 지리정보가 일반화되고 지리정보과학에서 상호운용성의 연구가 심도 있게 진행됨에 따라 지도의 본질적 특성은 한층 디지털 패러다임 혹은 분석 중심 패러다임에 접근할 것이다. 다시 말해, 수치공간자료와 공간분석기능의 가용성·접근성·상호운용성이 지리정보과학 연구에서 주요한 연구주제로 혹은 기본적 틀로 인식되고 있기 때문에 수치공간자료와 공간분석기능의 구체적 형식이라 할 수 있는 수치지도 역시 이러한 특성을 반영하는 방향으로 발전할 것으로 판단된다.

본 연구의 목적은 최근의 연구 동향으로 미루어 지리정보의 공유가 장차 지리공간자료 뿐 만 아니라 공간분석기능의 공유로 발전할 것이란 전제 아래 우리나라의 수치지형도[8]를 연구대상으로 선정하여 이를 분산환경에서 공유하기 위한 방안을 탐색한다. 그리고 실험적 원형 시스템(Pilot Testbed System)에서 공간분석기능의 한 유형으로서 지도 일반화 기능을 선정하여 공간분석기능의 분산화와 상호운용성을 실험하고 이를 통해 공간분석기능의 공유 가능성과 그 개발 방

8) 국가기본수치지형도는 국가적 기초공통자료라는 특성을 갖기 때문에 그만큼 중요성과 공공성 그리고 활용빈도가 높을 것으로 판단된다.

법을 검증하고자 한다. 특히 일반의 접근이 가능하도록 지리자료와 분석기능의 공유 환경을 구성하고, 지리자료와 분석기능의 처리과정에 객체지향 접근을 통한 정보은폐(Information Hiding) 개념을 도입하여 사용자의 개입이 최소화되고 장차의 개발에 확장성이 확보되도록 실험적 시스템을 설계한다. 또한 본 연구에서 목표로 하는 지리정보의 공유는 단순히 파일 전송을 통한 물리적 파일의 공유 단계가 아니라 장차의 발전 모형으로 예측되는 자료와 기능의 분산화를 통한 프로세스 공유 단계에 초점을 맞춘 것이다. 이 연구를 통해 구현되는 실험적 시스템은 향후 본격적으로 연구가 진행될 공간정보 공유의 설계와 개발 과정에 구체적인 모형으로써 참고될 수 있을 것이다.

1.2 연구 내용과 연구 방법

본 연구는 수치지형도 가운데 1/5,000 축척의 도엽(도엽명 서울 36, 그림 1.1)을 연구대상으로 선정하고, 수치지형도에 저장된 지도사상 가운데 하천, 도로, 등고선, 행정구역과 관련된 지리자료를 중심으로 연구하였다.[9] 연구대상으로 1/5,000 축척의 수치지형도를 선정한 이유는 그 동안 국가기본도로서 동일한 축척의 지도가 제작되어 왔기 때문에 지도제작의 신뢰도와 안정성이 높기 때문이다.[10] 반면에 1/1,000 축척의 수치지형도는 실제로 제작 목적에서부터 도시시설물관리와 밀접히 관련을 맺고 있을 뿐 만 아니라 도엽 단위로 제작되고 있는 수치지형도의 특성상 한 도엽에 지도사상의 유형이 다양하게 존재하지 않아 지도사상의 분산객체화 사례에 적합하지 않다. 그리고 1/25,000의 경우는 산악지역을 대상으로 제작되고 있는 점을 감안하면 이 역시 지도사상의 유형이 단순하고 실제 활용의 빈도가 상대적으로 낮을 것으로 예상된다.

---

9) 하천·도로·행정구역·등고선과 관련된 물리적 정보량은 전체 수치지도 한 도엽의 정보량의 약 70%에 해당한다.

10) 1995년부터 1998년까지 연차적으로 제작되고 있는 국가기본수치지도는 1997년 12월 기준으로, 1/1000이 전체 14,349 도엽중에 9,977 도엽, 1/5000이 17,000 여 도엽중에 11,985 도엽, 1/25000이 159 도엽 중에 159개 도엽이 완성되었다. 특히 1/5000을 국가기본도로 인식하여 전국토에 걸쳐 1/5000 수치지형도를 제작할 예정이다(국립지리원 지리정보과 담당자와의 인터뷰, 1998년 4월 7일).

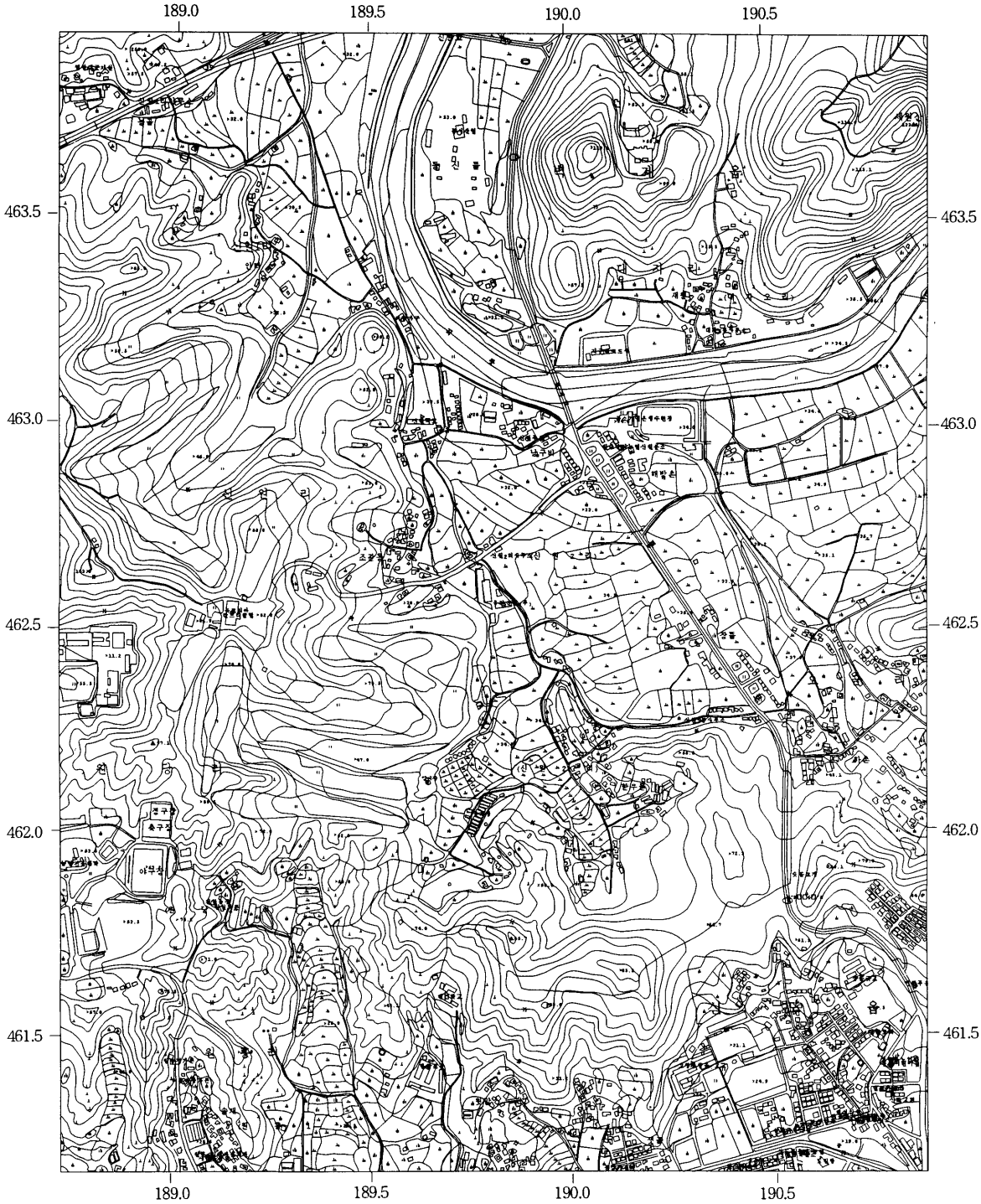


그림 1.1 연구대상 1:5,000 수치지형도 (도엽명: 서울 36)

본 연구의 내용은 크게 지리공간자료와 공간분석기능을 공유하기 위한 기존의 기술을 검토하여 현재 가장 실용가능하고 효율적인 방안 또는 시스템을 도출하는 과정과 이 과정을 통해 도출된 대안에 따라 실험적 시스템을 완성하는 단계로 구분된다. 전자의 단계에서는 현재까지 상업적 혹은 연구 목적으로 개발된 관련 시스템에 대해 실제 인터넷에서 사례를 분석하고 문헌 연구를 시도한다. 후자의 단계, 즉 시스템 구현 단계는 이 연구의 핵심적 내용으로 문헌 연구와 실험을 통해 구성되며 다음의 세 부분- 즉, 1) 연구자료인 수치지형도를 구성하고 있는 지도 사상을 자료변환과정을 통해 상호운용성이 내재된 공간 객체(Interoperable Spatial Objects)로 재구성하는 부분, 2) 객체로 전송된 지도 사상에 적용하여 축척 변환을 유도할 일반화 규칙을 설정하고 이를 상호운용이 가능한 분산형 모듈로 개발하는 부분, 3) 클라이언트/서버 모델을 따르는 실험적 원형 시스템(Pilot Testbed System)인 분산형 수치지도 시스템을 구현하는 부분-으로 구성된다. 객체화, 일반화, 시스템 구현에 관련된 연구 방법에 대하여 좀 더 구체적으로 설명하면 아래와 같다.

분산 환경에서 상호운용성을 갖는 공간정보를 설계, 개발하기 위해서는 우선 공간정보를 구성하고 있는 여러 가지 요소들이 상호 독립적인 구조를 갖으면서 상호 작용할 수 있는 설계 방법이 필요하다. 객체지향적 접근방법은 객체란 구성단위를 통해 이러한 요구에 적절하게 대처할 수 있는 최신의 정보통신기술 연구 성과로, 과거 통합적인 설계 방법과 다르게 개발환경·처리자료·처리기능의 변화에 유연하게 대처할 수 있는 특성이 내재되어 있다. 본 연구에서는 이러한 객체지향적 접근방법을 수용하여 수치지형도의 지도사상과 일반화 분석 기능을 객체로 구성하여 분산 환경에서 처리하도록 설계한다. 이를 위해 기본적으로 객체지향 방법론의 특성으로 간주되는 캡슐화, 다형성, 클래스 구조, 상속 등의 구조를 엄밀하게 따르고, 객체화 방법에서 가장 중요한 착안점인 재활용성과 확장성을 고려하여 공간정보를 객체로 구현한다. 특히, 객체지향 프로그램에서 클래스의 구조가 갖는 장점은 모듈을 설계하는데 적합하기 때문에 공간정보를 재사용 가능한 모듈로 구성하기 위해 클래스를 단위로 설계한다. 한편 본 연구에서는 수치지형도와 같은 공간자료에 대해 수록된 내용과 상태 그리고 품질과 관련된 정보를 제공할 수 있도록 메타데이터를 구성한다. 아직 우리 나라에 표준적 메타데이터가 존재하지 않기 때문에 우선 선행 연구와 사례를 검토하여 이에 대한

기본적 틀을 설계하고 이를 객관적 형식으로 개발하고 이를 원자료와 일반화 모듈에 의해 처리된 자료에 적용한다.

다음으로 설계된 공간정보 객체를 실제로 분산처리가 가능하도록 구현하는데 개발도구로 자바(Java)를 사용한다. 자바는 네트워크로 연계된 이질적 분산환경(Heterogeneous, Network-wide Distributed Environments)에서 프로세스를 처리할 수 있도록 설계되었기 때문에 어떠한 하드웨어와 소프트웨어 플랫폼에서도 실행 가능하다는 장점이 있다. 서버에서 자바 원시 코드(Java Source Code; .java files)로 작성된 공간정보 객체는 자바 컴파일러를 통해 바이트코드(Bytecodes; .class files)로 변환되고 이 바이트코드는 네트워크를 통해 전송된 후 클라이언트의 자바 가상머신을 통해 해석되고 수행된다.

일반화 규칙을 설정하기 위해서 국립지리원의 지도제작도식규정과 수치지도 작성에 관한 규칙, 대한측량협회의 지도도식규칙, 그리고 육군지도창의 지도제작 사양서, 미국 USGS의 지형도 제작참조서, 그리고 그 밖의 관련 문헌을 비교, 검토한다.[11] 이를 통하여 하천·도로·등고선·행정경계와 관련된 일반화 규칙을 1:5000, 1:25000, 1:50000 축척별로 설정한다. 일반화 규칙에는 지도사상의 속성정보에 기초한 일반화와 공간정보에 기초한 일반화로 구분되는데 전자가 경험적 연구에 기초해 개발되는 규칙인 반면에 후자는 좀더 수치적 해석에 따라 진행되는 객관성을 띄는 규칙이다. 본 연구에서는 속성정보에 기초한 일반화 규칙을 적용하기 위해서 지도 사상을 객체로 구성할 때 이를 참조한다. 그리고 공간정보에 기초한 일반화 규칙을 적용하는데는 본 연구대상인 지도사상이 대부분 선형사상이라는 특성 때문에 일반화는 실제로 선형사상의 단순화 방법을 적용하는 것으로 제한한다.[12]

다음은 서버로부터 수치지형도 객체가 네트워크를 통해 클라이언트로 이동

---

11) 본 연구에서 일반화 규칙은 이미 경험적으로 축적된 여러 연구와 사례를 통해 해당 지도사상의 일반화 규칙을 가급적 동일하거나 유사한 기준과 척도로 선정하는 방법으로 제안한다. 따라서 새로운 일반화 규칙이나 알고리듬을 개발하는 차원이 아니라 가장 적절하다고 판단되는 기준과 척도를 적용하는 측면에서 일반화에 접근한다.

12) 본 연구에서는 분류·추론·단순화·기호화 등과 같이 복잡한 요소로 구성되는 지도사상의 일반화 과정에 대한 전반적 요소가 검토 대상은 아니며 다만 연구대상이 되는 수치지형도에 적용할 일반화 규칙을 선택적으로 지정한 것이다.

하고 이후에 클라이언트에서 처리되도록 시스템을 개발하는데 필요한 기술적 요구사항이다. 우선 사용자가 원하는 수치지형도를 선택하는데 필요한 공간정보일람기능을 제공하기 위해 직관적이고 편리한 그래픽 인터페이스를 구성한다. 이를 위해 우리 나라 전체 수치지형도를 대상으로 사용자가 원하는 도엽의 수치지형도를 효과적으로 확인할 수 있도록 참조지도를 개발하고 이를 WWW을 통해 공간질의가 가능하도록 실험적 공간정보일람시스템을 설계한다. 다음으로 클라이언트에서 실제로 구현되는 수치지형도의 인터페이스는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 기본으로 하며 현재 보편적으로 사용되는 메뉴방식을 채택한다. 한편, 빈번한 자료 전송으로 인해 발생하는 과중한 네트워크 통신량이 본 연구와 같은 분산 지향 지리정보시스템의 효율성을 저해할 수 있는 주요한 장애 요인으로 거론되고 있기 때문에, 본 연구의 분산 객체지향 수치지형도에서는 자료와 기능을 가급적 로컬컴퓨터(클라이언트)로 전송하여 프로세스를 처리하는 방법을 모색한다.

이 연구는 성격상 분산 환경에서 공간정보의 공유를 상호운용성이란 개념으로 입증(Proof-of-Concept)하는 구성 체계를 갖는다.[13] 이러한 배경에서 기존의 개념적 혹은 기술적 방법과 비교될 수 있는 다음의 몇 가지 항목을 제시한다. 이를 통해 이 연구의 실험적 시스템을 평가하여 연구 목적을 검증하고자 한다.

첫째, 벡터 모형의 자료를 서버로부터 전송받아 클라이언트에서 자료모형의 특성을 유지하면서 시각화하고 사용자의 요구에 따라 자료형식을 변형하여 저장할 수 있는가를 검증한다. 본 연구를 통해 구현되는 시스템에서는 인터넷의 웹 브라우저를 이용하여 벡터 모형의 공간자료를 클라이언트로 전송받아 이를 자료시각화 과정(Spatial Data Visualization)을 통해 확인이 가능하고 사용자가 원하는 적절한 자료형식으로 저장할 수 있도록 구성한다. 이러한 특징은 현재 인터넷의 웹 브라우저를 통해 사용자가 접할 수 있는 대부분의 공간자료는 GIS 분석에 이용할 수 없는 이미지 형식을 취하고 있으며 엄밀히 말해 래스터형 자료로도 분류할 수 없는 상황과 비교된다.

---

13) 이러한 구성 체계는 최근 지리학 분야에서도 점차 확산되고 있는 추세이다. 예컨대, Hong(1997)은 '선형 점 자료의 시공간적 분석을 위해 실험적인 시각화 시스템을 구현'하였고, Park(1996)은 '셀 방식 오토마타 개념을 기존의 GIS 시스템에 통합하여 구현'하는 연구를 수행하였다.

둘째, 웹 브라우저에 전송되는 공간자료에 대한 구체적 자료구조는 웹 브라우저 혹은 HTML에서 인식 가능한 자료 형식과 상관없이 그리고 클라이언트에 특별한 플러그인(Plug-Ins)이나 보조프로그램(Helper Programs)의 작동없이 처리가 가능하여야 하며 사용자 역시 특정한 지식 없이도 공간자료에 접근할 수 있어야 한다. 가령 현재 일반적으로 인터넷의 파일 전송을 통해 특정한 공간자료를 분배하는 방식은 사용자가 해당 자료구조를 사전에 인지할 필요가 있으며, 만약 자료변환이 필요한 경우에는 추가적으로 응용 시스템을 활용하여야 한다는 단점이 있다.

셋째, 사용자의 클라이언트 시스템 자원에 특정한 공간분석기능을 수행할 수 있는 응용프로그램이 존재하지 않을 때, 만약 클라이언트 시스템이 인터넷에 연계되어 있고 일반적인 웹 브라우저를 갖추고 있다면[14] 사용자가 원하는 응용프로그램을 원격서버에서 전송 받아 클라이언트에서 이를 처리할 수 있어야 한다. 이때 사용자 환경은 웹 브라우저를 기본으로 작동하며 응용프로그램은 클라이언트의 시스템 특성(예를 들어, 프로세서나 운영시스템)에 구애를 받지 않으며 클라이언트에서 수행되고 있는 다른 응용프로그램에 영향을 미치지 않는다. 또한 필요한 경우 해당 공간분석기능을 클라이언트에 저장하여 재사용할 수 있다. 이와 같은 공간분석기능의 분산화 방식은 현재 개념적 차원에서 논의되고 있는 단계이다.

넷째, 웹 브라우저를 통해 특정한 서버로부터 전송받은 공간자료와 공간분석기능을 상호 연계(Coupling)하여 사용자의 의사결정에 따라 새로운 공간자료를 작성한다. 예를 들면, 지도 일반화 기능을 전송받아 특정한 수치지도에 적용하여 원래의 축척과 다른 정보 해상력을 갖는 수치지도를 만든다. 또한 수치지도의 해상력 역시 일률적으로 모든 공간자료에 적용되지 않고 사용자가 선택적으로 자료 유형에 따라 조정이 가능하다. 예컨대, 사용자에 따라 도로정보의 경우는 1/5000 축척, 등고선정보의 경우는 1/25000 축척, 하천정보의 경우는 1/50000 축척으로 정보의 질적·양적 수준을 조절할 수 있다.

다섯째, 개발자 시각에서 공간자료객체와 공간분석기능객체가 확장성과 재사

14) 현재 대부분의 개인용 컴퓨터는 인터넷에 연계되어 있거나 연계가 가능하도록 시스템에 관련 하드웨어와 소프트웨어 환경이 구비되어 있다.

용성이 용이하도록 설계되면 이후 객체를 변환하거나 객체에 또다른 속성이나 기능의 첨가할 경우 매우 효율적이다. 또한 관리적 시각에서 공간자료의 구성 단위가 공간사상의 특성에 따라 구분되면 해당 자료에 대해서 편집과 갱신 그리고 검색이 가능하므로 그 만큼 효율성을 높일 수 있다. 이에 반해 현재 수치지형도와 같이 공간자료와 속성자료가 혼합된 공간자료모형의 경우 부분적으로 특정한 자료를 처리하기 위해서 자료 전체를 동시에 조작해야 하기 때문에 비효율이다.

1.3 논문의 구성

이 연구는 여섯 개의 장으로 구성되었다. 2 장에서는 이 연구에서 사용되는 정보통신기술, 특히 인터넷과 관련된 주요 개념을 설명하고 실험용 시스템을 구현하는데 필요한 구체적 방법론을 검토하였다. 최근 3, 4년 동안 급속하게 발전한 인터넷 기술은 지리학 분야에서도 그 응용 가능성이 높지만 그 기초적 기술에 대한 이해가 부족하여 쉽게 접근하지 못하는 실정이다. 이러한 측면에서 인터넷을 기초로 하여 진행되는 이 연구를 이해하는데 가장 기본적인 기술과 개념을 간략히 검토하였다. 3 장에서는 최근까지 진행된 공간자료의 공유와 관련된 기존의 연구를 분석하여 그 한계를 밝히고 이를 기초로 실현 가능하고 효율적인 시스템에 대한 설계의 틀을 마련하였다. 4 장에서는 연구 공간 자료인 수치지형도를 공간객체로 재구성하는 과정을 기술하였다. 즉, 우선 연구 자료가 갖는 자료모형의 특성을 기술하고, 중간 단계의 자료 형식으로 자료를 변환하는 절차를 설명한 다음, 최종적으로 객체지향적 특성이 내재되도록 수치지형도를 객체로 개발하는 과정을 포함하였다. 5 장에서는 지도 일반화 규칙을 설정하기 위한 모형을 제시하여 일반화의 범위를 명확하게 구분하고, 수치지형도에서 재구성한 공간사상들에 대해 각각 일반화 규칙을 설정하며 이를 분산형 공간분석모듈로 개발하는 과정을 다루었다. 6 장에서는 클라이어트/서버 모형에 따라 실험적으로 구현된 분산형 수치지도 시스템의 특징을 기술하고 이를 평가하였다. 마지막으로 7 장에서는 결론으로서 연구의 내용과 결과를 종합하였다.

이상의 내용을 연구의 개념적 구성틀을 통해 정리하면 다음과 같다(그림

1.2). 우선 본 연구는 지도의 발달과정에서 지도 기능과 역할의 변화에 대한 원론적 관심에서 출발하였다. 즉, 디지틀·분석중심으로 전개되고 있는 현단계의 지도 발달은 이전보다 한층 정보통신기술에 영향을 직접 강하게 받는다. 이 연구에서는 지도의 본질적 특성과 관련된 이와 같은 지도 패러다임의 변화가 궁극적으로 공간정보의 자료원으로서 지도에 대한 공공의 접근성 향상과 새로운 정보를 창조할 수 있는 지도의 기능적 변화에 대한 요구로 나타나고 있다고 판단하

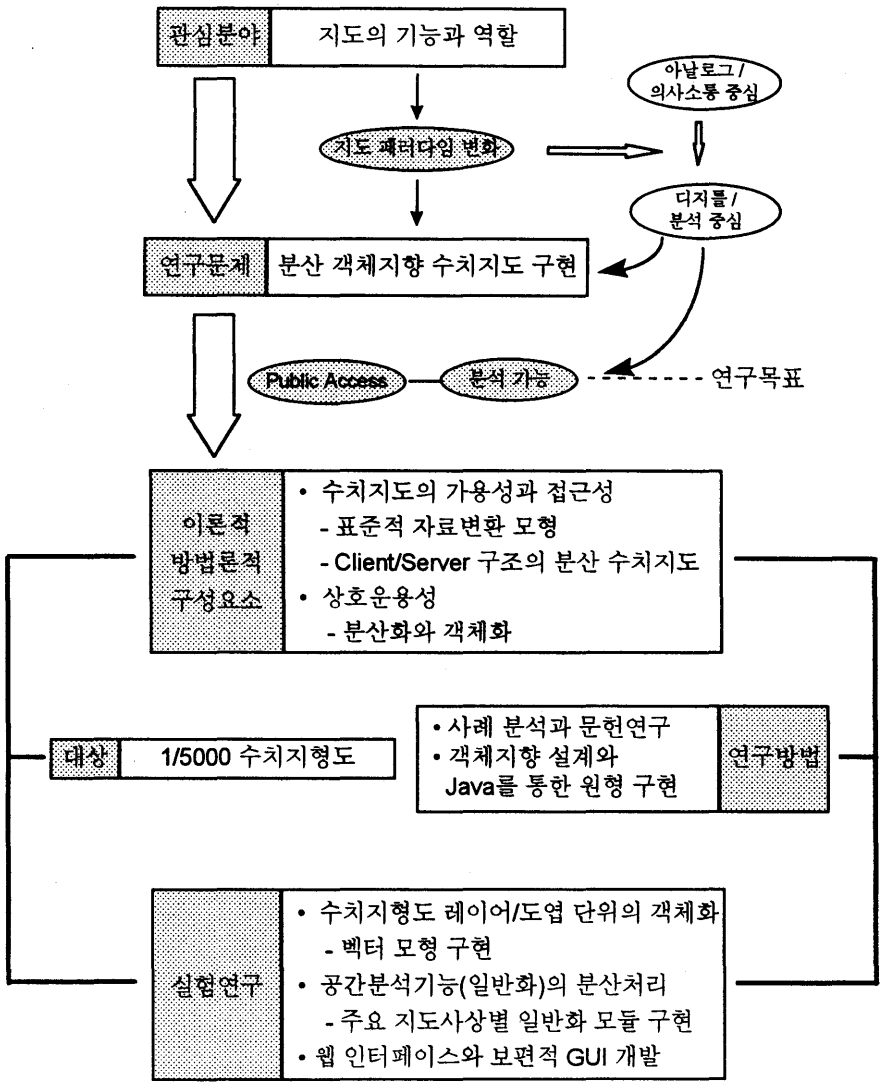


그림 1.2 연구의 개념적 구성틀

였다. 지도의 발전이 과거 어느 때보다 컴퓨터 지도학이나 지리정보과학의 연구에 따라 강하게 영향을 받고 있는 상황에서 이러한 판단은 설득력을 갖는다. 즉, 최근 이들 분야에서 핵심적 연구주제로 떠오른 분산화나 상호운용성은 이를 뒷받침한다. 이러한 배경에서 본 연구는 지도의 공공적 접근과 분산화를 개념적 연구 문제로 제시하고 이를 실험하여 그 가능성을 검토하였다. 연구의 성격상 실험용 시스템의 개발이 요구되는데 그 과정은 크게 자료변환 → 지도 객체화 → 일반화기능 분산화 → 모형 개발 등의 단계를 거친다.

2 장

기술적 동향 분석과 개념 정의

2.1 인터넷 기술 분석

2.1.1 WWW(World Wide Web)

2.1.1.1 WWW의 등장

WWW(World Wide Web)[15]은 인터넷 상의 정보를 하이퍼미디어(HyperMedia)란 기술을 통해 서로 연결함으로써 관련된 정보를 손쉽게 찾을 수 있도록 만들어주는 서비스다.[16] 하이퍼미디어란 하이퍼텍스트와 멀티미디어를 조합한 것으로 하이퍼텍스트(HyperText)의 상위 집합체라고 말할 수 있다. 하이퍼텍스트는 일반적인 텍스트와 별다른 차이가 없지만 하이퍼텍스트 링크(HyperText Link) 즉, 하이퍼링크(HyperLink)라는 다른 문서로의 연결고리(문서 내의 특정 단어 혹은 문장을 통해)를 가진다는 특징을 가지고 있다. WWW는 하이퍼미디어를 이용하여 텍스트 뿐 아니라 음성·영상 등의 멀티미디어 데이터를 하이퍼링크로 연계하여 정보·자료를 전달할 수 있도록 설계, 구현된 일종의 정보 시스템이다.

2.1.1.2 WWW의 작동 원리

WWW는 클라이언트/서버(Client/Server) 모델을 기본으로 작동된다(그림 2.1). 여기에서 서버는 네트워크으로 연결된 다른 컴퓨터로부터 특정한 정보를 요구받을 때 해당 정보를 제공해주는 컴퓨터를 의미하고, 클라이언트는 정보를 요구하는 사용자 컴퓨터를 의미한다(Deep and Holfelder, 1996). 웹 클라이언트

---

15) World Wide Web이란 다양한 형태의 광범위한 문서들을 편리하게 접근할 수 있는 방법을 제공해주는 분산 하이퍼미디어 정보 검색 시스템이다. 흔히 WWW, W3 혹은 Web이라고도 부른다. WWW는 각기 다른 환경으로 구성되어 있는 정보를 교환하기 위해 기본적으로 다음의 5가지 개념과 기술을 사용한다. ① URL, ② HTML, ③ HTTP, ④ Web Browsers (Web Client), ⑤ Web Servers

16) WWW은 1989년 스위스의 입자물리연구소(CERN, Conseil European pour la Research Nucleaire)에서 Tim Berners-Lee의 제안으로 시작된 프로젝트로 초기에는 CERN 내의 각종 연구 정보를 효율적으로 공유하기 위해 시작되었다. CERN은 1992년 WWW 기술을 일반에 공개하였고 이 기술을 통해 1993년 최초로 미국 일리노이 대학의 NCSA(the National Center for Supercomputing Applications)은 Mosaic이라는 웹 브라우저를 개발하였다.

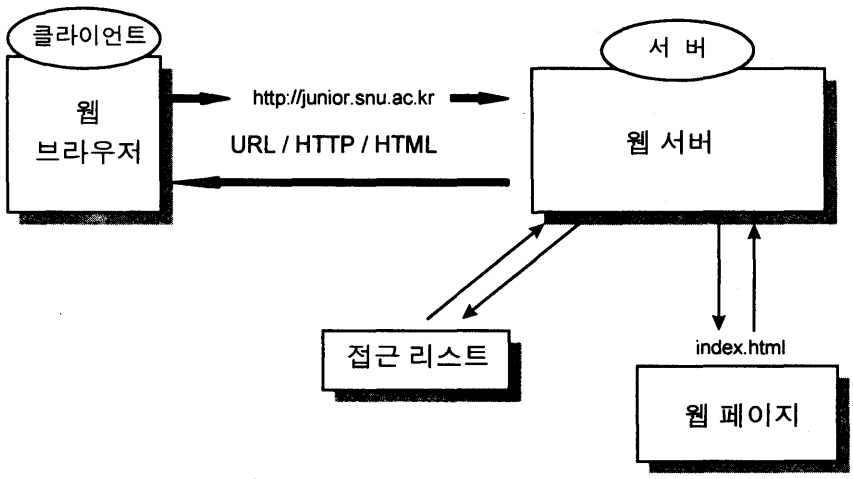


그림 2.1 웹 서버와 웹 클라이언트의 상호통신

(Web Clients)는 웹 서버(Web Servers)의 종류에 상관없이 다양한 형식의 정보에 대해 적절한 요구(Requests)를 보낼 수 있는 일종의 프로그램으로 넷스케이프(Netscape)나 익스플러(MS-Explore)와 같은 브라우저가 이에 해당한다. 웹 서버는 HTTP(HyperText Transmission Protocol) 프로토콜을 통해 클라이언트의 요구를 받아들여 이를 처리하고 다시 그 결과를 클라이언트로 보내는 역할을 한다. 이 때 주고 받는 문서가 바로 HTML(HyperText Markup Language)이라는 하이퍼미디어 문서이다. 한편, HTTP는 WWW 서비스에서 클라이언트와 서버 사이에서 통신할 때 사용하는 통신 프로토콜이다. 즉, 클라이언트 컴퓨터와 서버 컴퓨터는 HTTP라는 규약을 이용하여 문서를 전송하고 수신하게 된다.

2.1.1.3 WWW의 확산 요인

WWW는 앞서 지적한 대로 불과 수년 전에 개발된 기술이지만 인터넷 환경에서 정보 혹은 자료를 탐색하거나 취득하는 수단으로써 현재 가장 효과적으로 평가되고 있다. WWW의 확산은 크게 다음의 네가지 특징에서 그 요인을 찾을 수 있다(Rowe, 1996).

가. 표준 언어로 작성되는 응용 시스템

HTML을 통해 거의 모든 유형의 컴퓨터에서 접근 가능한 응용 시스템을 개

발할 수 있다. 더욱이 시스템 개발자가 습득해야 할 지식이 비교적 간단하고 적은 비용으로 편리하게 수정·갱신이 가능하다. 예컨대 HTML은 특별한 컴파일러가 필요없으며 단순한 텍스트 에디터를 통해서도 개발이 가능하다. 또한 지금까지 개발된 HTML 표준이 이전의 표준과 호환이 되기 때문에 HTML 규약이 다른 환경에서 개발된 응용 시스템이라 할 지라도 범용성을 갖는다. 한가지 주지해야 할 점은 HTML이 실제 프로그램 언어가 아니며 따라서 사용자의 입력에 응답하거나 계산을 수행하는 명령(Instructions)을 실행할 수 없다는 것이다. 그래서 HTML은 단순한 기능을 요하는 그래픽 기반 응용 프로그램을 신속하게 작성하는데 적절하다.

나. 그래픽 사용자 인터페이스(GUI, Graphical User Interface)

대다수의 사용자에게 그래픽 사용자 인터페이스, 즉 GUI는 데이터베이스를 접근하는데 필수적인 요소중 하나로 자리잡았다. 그것은 숙력된 사용자라 할 지라도 데이터베이스마다 독특한 구조를 갖고 있으며 이를 다루기가 쉽지 않기 때문이다. 그러나 GUI를 통해서 사용자는 현재 하고 있는 작업을 직관적으로 관찰할 수 있기 때문에 데이터베이스를 용이하게 처리하고 자료 입력에 대한 실수를 최소화할 수 있다. 예컨대, 주어진 리스트 가운데 원하는 항목이나 기능을 마우스로 선택하는 작업은 데이터베이스 질의 언어(Query Language)를 이해하여 처리하는 것보다 효율적이다.

HTML 응용 프로그램은 어떠한 환경에서도 일관된 GUI를 제공하는 그래픽 전단(A Graphical Front End)인 웹 브라우저에 의해 처리된다. 즉, 브라우저는 HTML 코드를 읽어내어 이를 그래픽에 기반한 응용 시스템으로 전환시키는 역할을 한다. 개발자 측면에서 는 브라우저의 이용으로 GUI 개발에 대한 부담이 줄고 실제적 기능을 처리하는 프로그램을 작성하는데 비용과 시간을 집중시킬 수 있다.

다. 네트워크 지원

최근에 데이터베이스 응용 시스템을 개발할 때는 원격지에서의 접근 수단을

반드시 고려해야 한다. 데이터베이스 네트워크 소프트웨어에 대한 비용이 오히려 데이터베이스 서버에 대한 비용보다 오히려 많기 때문이다. 이에 반해, HTML 브라우저나 서버에는 네트워크 기능이 자체 내장되어 있다. 즉, 인터넷이나 LAN을 통해 시스템의 유형에 상관없이 정보를 주고 받을 수 있도록 설계된 것이다. 따라서 데이터베이스의 접근을 위한 네트워크 기능의 추가 비용이 필요없다. 더욱이 HTML의 범용성으로 말미암아 고도의 네트워크 혹은 타기종간 통신에 대한 부담을 줄일 수 있다.

2.1.2 HTML

HTML(HyperText Markup Language)은 하이퍼텍스트 문서를 만들기 위한 일종의 컴퓨터 언어이다. 여기에서 하이퍼텍스트란 흔히 윈도우즈에서 도움말 형식과 같은 문서를 의미한다. 윈도우즈의 도움말에서 다른 색으로 표시되는 단어를 클릭할 때 그 단어에 관련된 또다른 문서를 불러들이듯이 이런 식으로 동적으로 연결되어 있는 문서를 HTML문서라고 한다. 하이퍼텍스트라고 하지만 실제로는 '하이퍼미디어(Hyper Media)'라고 하는 것이 정확한 표현이다. 그것은 HTML에는 문서 뿐 아니라 그래픽과 사운드까지 링크될 수 있기 때문이다.

HTML은 인터넷 상에서 문서 교환을 위해 만든 마크업(Markup) 국제 표준 언어인 SGML(Standard Generalized Markup Language)의 특정 응용 프로그램 가운데 하나이다. SGML(ISO 8879)은 국제표준화기구(ISO)에서 서로 다른 기종 시스템간에 멀티미디어 전자문서를 정보의 손실없이 효율적으로 전송, 저장, 자동 처리하기 위해 제정한 포괄적 문서교환표준이다. 전자출판의 초기단계에서 문서 중에 식자용 명령 코드를 써 넣으면 시스템이 이를 해석하여 폰트의 크기, 배치 등을 결정하여 인쇄 출력하게 된다. 여기에서 사용자는 문서 작성시 본문 이외의 추가적인 정보로 '명령 코드'를 첨가하는데 이를 마크업(Markup)이라 한다. 현재까지 W3C(World Wide Web Consortium)에서 공식적으로 인정하고 있는 HTML의 종류는 HTML 1.0, HTML 2.0, HTML 3.2, HTML 4.0 등이 있다.[17] HTML 1.0은 하이퍼링크(HyperLink)에 관한 규정을 담은 초기 버전으로

17) HTML 버전: HTML 2.0 (1995년 11월), HTML 3.2 (1997년 1월), HTML 4.0 (1997년 12월) HTML에 대한 자세한 정보는 「http://www.w3.org/MarkUp」을 참조.

현재는 거의 쓰이지 않고 있으며 현재는 버전 2.0 이상이 표준으로 자리잡고 있다. 한편, 최근에는 고정된 형식의 문서를 지원하는 HTML의 제한점을 극복하기 위해서 XML(Extensible Markup Language)에 대한 연구가 진행되고 있다.[18]

2.1.3 HTTP

2.1.3.1 HTTP 프로토콜과 TCP/IP 프로토콜

HTTP(HyperText Transfer Protocol) 프로토콜은 WWW에서 HTML문서를 송수신하기 위해 사용하고 있는 응용 프로토콜의 일종으로 TCP/IP 프로토콜 체계 가운데 존재하는 TELNET이나 FTP 등의 프로토콜과 같은 수준이라고 보면 된다(그림 2.2). 즉, TELNET 프로토콜이 TCP 수송계층 프로토콜을 이용해서 이루어지는 응용 계층의 프로토콜인 것처럼 HTTP도 TCP 수송계층 프로토콜을 이용해서 동작이 이루어지는 응용 계층 프로토콜 가운데 하나이다.

2.1.3.2 프로토콜 동작

HTTP 프로토콜은 TCP/IP 연결을 통해서 데이터의 송수신이 이루어지고 FTP의 (m)get, (m)put, bin/ascii, dir 등의 명령어처럼 부가적인 기능이 HTTP에서 이루어진다. 따라서 HTTP는 TCP/IP를 기반으로 동작하기 때문에 사용하는 TCP 포트가 있으며 기본적으로 포트번호는 80으로 지정되어 있다.

HTTP는 요구/응답(Request/Response)방식을 이용하여 동작하고 있다. 즉, 원하는 프로토콜 기능에 대해 서비스 요구를 하면 데이터 통신을 위한 TCP 연

---

18) XML은 웹에서 SGML의 사용을 보다 쉽고 간단하게 하기 위해 고안되었다. 즉, 문서타입들의 정의를 쉽게, SGML로 정의된 문서들의 저작과 관리를 편리하게, 그리고 이들을 웹상에서 쉽게 전달하고 공유하기 위해 설계되었다. 엄밀한 의미에서 XML 그 자체는 하나의 마크업 언어가 아니라 특정한 목적에 적합하게 마크업 언어를 고안할 수 있도록 해주는 매타언어(metalanguage)이다. 보통 마크업 언어는 HTML의 예에서 보듯이 정보를 문서들의 특정한 클래스로 표현하는 방식을 정의한다. XML을 이용하면 자신만의 독특한 마크업 언어들을 정의할 수 있게 되므로 문서를 다양한 클래스들로 표현하는 것이 가능하다. 이는 XML이 SGML, 즉 마크업랭귀지들을 위한 국제 표준 메타언어로 씌여졌기 때문이다. XML에 대한 자세한 정보는 「http://www.w3.org/TR/WD-xml」을 참조.

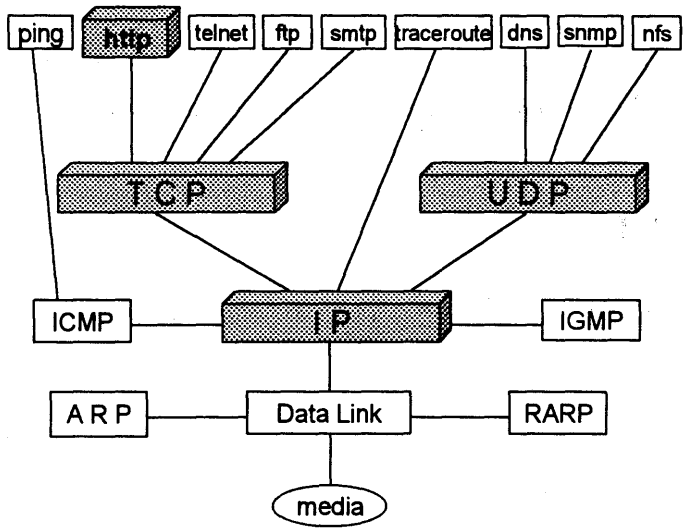


그림 2.2 HTTP의 네트워크 기반 구조

결이 생성되고 서버가 응답을 보내어 데이터 전송을 끝내면 자동적으로 연결이 끊어지게 된다. FTP의 경우 하나의 파일을 송신 또는 수신하고 난 다음에도 그 연결이 끊어지지 않아 또 다른 요구를 할 수 있지만, HTTP의 경우에는 다시 연결을 만들어 요구해야 한다.

2.1.4 CGI

2.1.4.1 CGI 정의와 동작원리

CGI(Common Gateway Interface)는 웹 서버 시스템과 외부 응용 프로그램(Externeal Applications)이 상호 연계되기 위한 인코딩(Encoding)/디코딩(Decoding) 방법과 데이터 교환의 방법을 정의한 표준이다. '공통(Common)'은 플랫폼에 관계없이 각 클라이언트와 서버, 그리고 게이트웨이 프로그램이 공유하는 표준을 의미하며, '게이트웨이(Gateway)'는 이질적(Heterogeneous)인 두 시스템의 통로 역할을 하며, 그리고 마지막 '인터페이스(Interface)'는 개발자가 HTTP 서버의 전체적인 프로그램 구조를 파악하지 않아도 입출력에 관련된 부분만 이해하면 게이트웨이 프로그램을 개발할 수 있다는 의미이다(김성환, 1996). 일반적으로 웹 서버가 넘겨주는 HTML 자료는 정적인 자료(Static Data)이다.

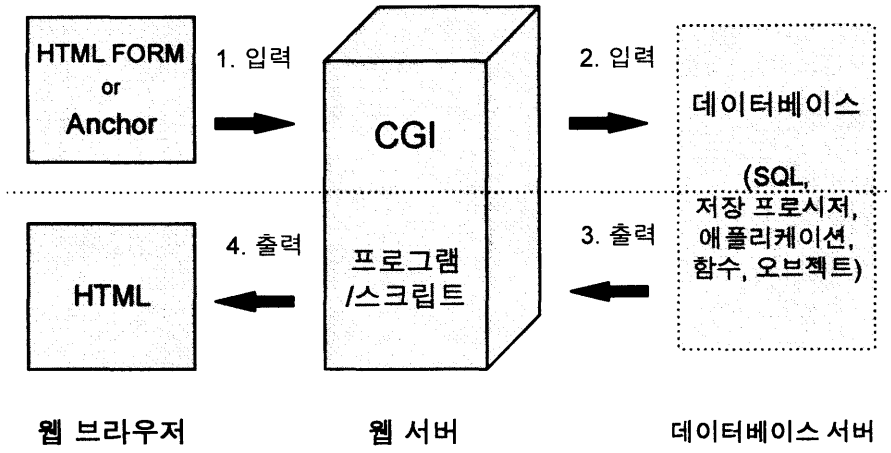


그림 2.3 CGI와 관련 모듈의 상호 통신

정적인 자료는 변한지 않는 텍스트 파일로 존재하고 이는 웹을 응용하는데 한계로 작용한다. 예를 들어, 질의를 통해 서버의 데이터베이스로부터 만족하는 레코드만을 출력하길 원한다고 할 경우 되돌려지는 문서는 질의에 따라 동적으로 변화해야 한다. CGI는 바로 이러한 역할을 수행하기 위해 존재하는 게이트웨이이다.

[그림 2.3]은 CGI와 관련 모듈 간의 입출력을 정리한 것이다. 입력 1번은 웹클라이언트가 URL 표준에 따라 웹서버로 요구를 보내는 부분이다. 여기에는 원하는 서비스의 타입(HTTP, FTP, TELNET 등)과 서버의 정보 자원, 그리고 클라이언트로부터 전송되는 데이터에 부가되는 헤더(Header)에 관한 정보가 포함된다. 그러면 웹서버는 전송돼 온 요구를 해석(Parsing)해서 다음 작업을 작업을 결정한다. 이때 서버가 클라이언트의 요구 파일이 CGI 프로그램이라는 것을 인식하면, 서버는 외부 응용 프로그램에게 변수를 넘겨 주면서 프로그램을 실행한다. 클라이언트로부터 전달되는 데이터는 표준적인 방식에 따라 인코딩되어 서버쪽으로 전달되고, 서버는 일차적으로 데이터를 디코딩해서 CGI 프로그램에게 전달하지만, FORM이나 ANCHOR를 통해 전달되는 데이터는 디코딩하지 않는다. 따라서 CGI 프로그램 내부에서 이를 디코딩해야 한다.

2.1.4.2 CGI의 장단점 분석

CGI는 단순한 규격에서 비롯되는 여러 가지 장단점을 갖는다. CGI는 일련의 프로그램이 만들어 내는 HTML 문서라고 할 수 있기 때문에 HTML의 장점과 한계를 대부분 같이 갖게 된다(표 2.1).

표 2.1 CGI 장단점 비교

<table>
<tr><td rowspan="1">장 점</td><td colspan="2">서버를 일관된 방법으로 확장할 수 있음
표준적 방법(표준입출력/환경변수 이용) 활용
URL로 참조 가능
브라우저에 의존적이지 않다</td></tr>
<tr><td rowspan="2">단 점</td><td colspan="2">프로세스의 상승에 따라 시스템에 부담(Overhead)
시스템의 보안상 문제</td></tr>
<tr><td>대화형 페이지를 작성할 수 없다
연결을 유지하지 못한다(Connectionless)
상태를 저장하거나 유지할 수 없다(Stateless)</td><td>WEB/HTTP와 관련</td></tr>
</table>

2.2 객체지향 프로그램과 자바

2.2.1 객체지향프로그램의 개념적 틀

객체지향프로그램(Object-Oriented Programming, OOP)은 1990년대 컴퓨터 프로그램 분야에서 가장 활발히 논의되어 왔다. 갈수록 커지는 소프트웨어의 코드 규모와 신속한 처리에 대한 요구는 이른바 '소프트웨어 위기(Software Crisis)'로 대두되었고 이에 대한 대안으로 객체지향 개념이 등장하였다. 물론, 객체지향의 시초는 1960년대 시뮬라(Simula)로 거슬러 올라가지만 실제 구체화되고 보편화되기 시작한 시기는 객체지향프로그램 언어인 C++가 선보인 1990년대초라 할 수 있다.[19] 이러한 배경에서 객체지향프로그램 방법론은 최신의 연구

19) C++는 기존의 C 언어를 확장시켜 객체지향적 기능을 추가한 언어이다. 기존의 C 코드를 그대로 수용하였기 때문에 객체지향프로그래밍(OOP)을 대중화하는데 공헌을 하였다. 그러나 다른 측면에서는 이 점이 C++가 오히려 기존의 절차식 프로그래밍 방식(C 프로그래밍)에서

분야이며 현재 안정적으로 정착된 상태는 아니다. 하지만 컴퓨터 분야에서의 개념적 흐름은 이미 '객체지향'으로 집중되었고 수년내에 어느 정도 성숙한 형태로 발전할 것이 분명하다.

객체지향 기술(Object Technology)은 인간의 인지(Recognition)와 개념작용(Conception)과 개념(Concept)을 컴퓨터로 구현하는 기술이다. 인간은 자신이 관심이 있는 특정한 영역(Domain Of Interest)을 관찰하여 어떤 사실을 인지한다. 이때 관측된 무수한 현상과 사실을 외연(Extension)이라고 하고 경험적인 사실을 통해 몇가지 외연에서 그 내포(Intension)의 의미를 파악하고 이 내포를 심볼(Symbol)로 나타낸다. 이것이 다른 사람과의 의사소통 없이 한 개체(Individual)만의 생각이라면 개념작용(Conception)이라 하고, 이것을 의사소통을 통하여 사회적으로 통용되면 개념(Concept)이라고 한다.[20] 이렇게 인간이 이해한 사실을 컴퓨터라는 기계로 구현하기 위해서 필요한 기법이 객체지향 기술이다.

2.2.1.1 객체(Objects)

객체지향 개념에서 가장 중요한 것은 바로 객체(Objects)에 대한 정의이다. 객체란 어떤 데이터와 데이터의 상태(States) 및 이들과 관련한 행위(Behaviors)를 한데 모아 둔 것[21]으로 일상 생활에서 그 예를 얼마든지 찾아볼 수가 있다. 실세계의 객체는 두가지 특성 즉, 상태와 행동라는 특성을 가지고 있다. 예를 들어서, 자전거에는 기어, 패달, 바퀴가 존재하고(State) 기어를 바꾸고 속도를 높이고 정지를 하는 행동(Behabior)을 할 수 있다. 실세계의 객체와 마찬가지로 소프트웨어 객체도 상태(State)와 행동(Behaviour)을 각각 변수(Variable)와 메소드(Method)로 표현 할 수 있다. 소프트웨어 객체는 실세계 객체를 모델링 한 후에 생겨난 것이기 때문에 실세계의 모든 객체를 프로그래밍을 통해서 소프트

완벽하게 벗어날 수 없는 약점으로 지적된다.

20) 개념이라는 용어는 상당히 철학적인 용어이므로 객체지향 분야에서는 객체타입(Object Type)이라는 용어로 대신한다.

21) 객체는 데이터와 메소드의 소프트웨어 묶음이다("Objects are software bundles of data and related methods" Campione and Walrath, 1996, p.32)

웨어 객체로 표현 할 수 있다.

이와 같이 객체는 데이터(변수)와 기능(메소드)의 한 묶음이라고 할 수 있다. 이렇게 데이터와 그에 관련된 기능을 묶어 한 단위로 고려하는 것을 캡슐화(Encapsulation)라고 한다. 캡슐화된 객체는 자신의 데이터를 외부로부터 숨김(Information Hiding, 정보은폐)으로써 보호한다. 따라서 외부의 객체는 이 객체의 데이터에 직접 접근(Access)하지 못하고 대신에 이 객체에게 메시지를 보내 작업을 요청한다.[22] 이렇게 정보은폐를 통해 외부의 직접적인 접근을 금지하는 것은 객체 사용의 편리와 코드의 개선, 디버깅(Debugging) 등에 이점이 있기 때문이다. 예를 들어, 어떤 한 객체를 사용하기 위해서는 그 객체에게 전달할 메시지 구조만 알면 되고, 객체 개발자는 내부 구조를 외부에서 접근하는 방법을 일일이 고려할 필요 없이 변경할 수 있다.

2.2.1.2 메시지(Messages)

한 객체가 다른 객체의 메소드를 부르는 과정을 한 객체에서 다른 객체의 메소드에게 메시지를 보낸다고 일컫는다. 객체는 내부적으로 어떻게 만들어졌는

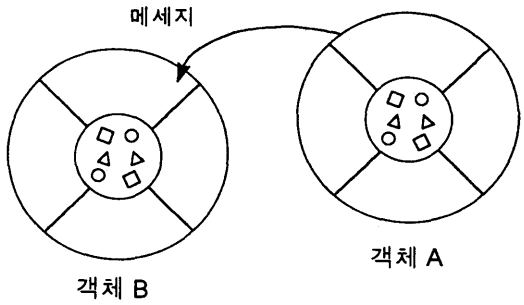


그림 2.4 객체간 메시지(Message) 전달

지와 상관없이 객체에 주어지는 메시지에 반응함으로써 어떤 일을 행한다. [그림 2.4]에서 객체 A가 객체 B의 어떤 메소드의 기능을 필요로 할때 객체 A는 객체 B에게 메시지를 보내는 것이다. 따라서 메시지는 객체 외부에서 객체에게

22) 물론 정보 은폐가 안되어 있는 객체도 있어서 자신의 데이터를 외부에 공개하는 객체도 있다. 그러나 일반적으로 객체는 자신의 데이터를 숨기는 것이 원칙이다.

무엇인가를 하라고 지시 혹은 요청하는 것으로 해석할 수 있다. 이에 대해 메시지를 받은 객체는 자신의 상태를 바꾸거나 어떤 일을 처리하고 경우에 따라 결과로 개체를 돌려주기도 한다. 그리고 메시지를 받는 객체는 몇가지 정보가 필요한 경우 파라미터(Parameters)와 함께 메시지를 전달한다.[23]

2.2.1.3 클래스(Classes)

클래스는 메소드와 변수를 포함하는 특정한 형태의 객체를 정의하는 틀(Template)이다(Campion and Walrath, 1996). 실세계에서는 같은 형태의 많은 객체를 볼 수 있다. 예를 들어, 굴러 다니는 자전거(실세계의 객체)는 전부 비슷한 모양을 하고 있는데 그것은 공장에서 몇 개의 도면을 보고 만들었기 때문이다. 여기에서 도면은 클래스에, 이 도면으로 만든 자전거는 객체에 해당한다(그림 2.5).

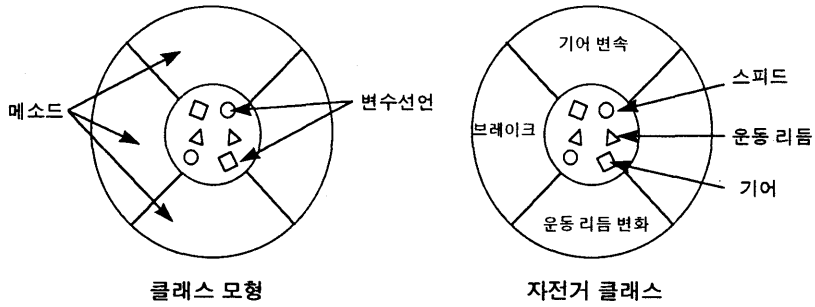


그림 2.5 클래스 모형과 실제 예

클래스는 내부에 변수(데이터) 선언이 있고 그 데이터를 처리해주는 메소드가 이를 둘러싸고 있다. 그러나 클래스는 아직 실제로는 존재하지 않는 구조이다. 예컨대, 위에서 클래스에 비유한 자전거 도면을 실재로 공장에 보내야 객체인 자전거가 만들어 지는 것과 같은 논리이다. 이렇게 클래스를 통해 실제 객체를 만드는 과정을 인스턴싱(Instancing) 혹은 대상화(Objectify)라고 한다.[24]

---

23) 메시지는 3가지 요소, 즉 메시지를 받을 객체의 주소, 처리할 메소드 이름, 그리고 파라미터 등으로 구성된다.

24) 이러한 측면에서 어떤 클래스로부터 생성된 객체를 그 클래스의 인스턴스(Instance)라고

2.2.1.4 상속(Inheritance)

실세계에 존재하는 혹은 소프트웨어적으로 구현하려는 객체를 전부 만든다면 이것은 분명 어렵고 비효율적이다. 만약 기존에 존재하는 객체의 클래스에 다른 특성을 부가하거나 변경하여 클래스를 새롭게 만들 수 만 있다면 새로운 객체를 만드는 작업 역시 한결 편리할 것이다. 예를 들어, 자동차에는 승용차, 화물차, 버스 등이 있고 승용차는 다시 소형이나 중형으로, 화물차는 적재하는 물건의 특성에 따라 다양한 종류의 화물차가 존재한다. 이러한 자동차들은 종류가 틀리지만 공통된 특징, 즉 기어·핸들·바퀴·엔진 등을 가지고 있고 기어를 변속하거나 브레이크를 밟아 정지하는 동작을 한다. 따라서 자동차의 일반적인 공통된 특징은 그대로 두고 틀린 부분만을 새로이 추가하거나 변경한다면 새로운 승용차를 쉽게 만들 수 있을 것이다. 한편, 객체지향 프로그래밍에서는 이를 상속(Inheritance)라는 개념으로 도입하였다(그림 2.6).

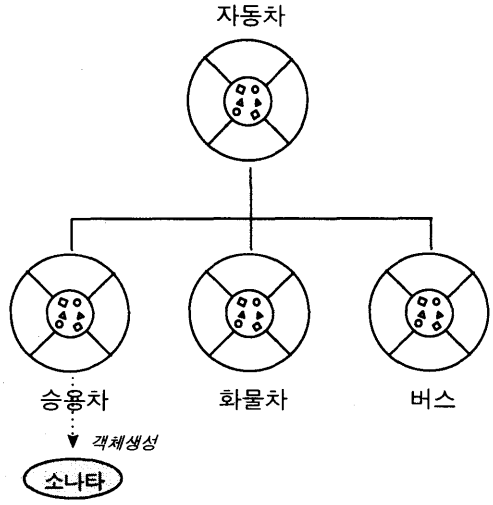


그림 2.6 클래스 상속 계층 구조

객체가 클래스에서 생성되는 부모-자식 구조라면 클래스는 클래스끼리 서로 계층을 이루는 계층 구조라 할 수 있다. 즉, 어떤 클래스는 다른 클래스의 하위 계층으로 들어 갈 수 있는데 이때 하위 계층이 되는 클래스를 서브클래스(Sub-Class)라 하고 상위 계층의 클래스를 슈퍼클래스(Superclass)라 한다. 여

하며 실제 객체지향 프로그래밍에서는 인스턴스와 객체를 혼용하고 있다.

기서 서브클래스는 슈퍼클래스의 속성을 물려 받아 사용할 수 있다. 그러나, 서브클래스는 슈퍼클래스로부터 제공되는 상태(States)와 행위(Behaviours)로 한정되는 것만은 아니다. 서브클래스는 슈퍼클래스로 부터 상속받은 것 이외에 변수(데이터)와 메소드를 더 첨가할 수 있고, 또한 상속받은 메소드를 서브클래스에서 재정의(Override)하여 사용할 수 있다.

한편, 객체지향 개발 방법론에서 중요시 되는 개념 가운데 다형성(Polymorphism)이 있다. 예를 들어, 수동변속기와 자동변속기가 각각 달린 자동차들이 있다면 기어를 변경할 필요가 있을 때, 전자의 경우에 "수동 변속하라" 그리고 후자의 경우에 "자동 변속하라"라고 구분해서 말하지는 않는다. 보통 단순히 자동차이기 때문에 "변속하라"라고 말할 것이다. 하지만 수동변속 자동차나 자동변속 자동차는 각각의 특성대로 다른 방법을 동원해서 변속을 수행한다. 이와 같이 서로 다른 객체에게 동일한 메시지를 보내 다른 행동을 유도할 수 있는 것이 다형성이다. 바꿔 말하면 클래스(객체)가 동일한 메시지에 따라 각기 나름대로 반응하는 특성을 말한다.

2.2.1.5 객체지향 프로그래밍 고려 사항

객체지향 방법론의 가장 중요한 착안점은 재활용성(Reusability)의 개념을 소프트웨어적으로 구현하는데 있다. 재활용 가능한 모듈이 많이 구성될수록 이를 이용하여 소프트웨어를 구축할 수 있기 때문에 그만큼 적은 노력과 비용이 투자되기 때문이다. 그러나 재활용 가능한 모듈을 설계하는 것은 경우에 따라서 필요할 때마다 적절한 모듈을 만들어 이용하는 것보다 오히려 더 많은 노력과 세심함이 요구된다. 그것은 앞으로 이용될 상황까지 고려해서 확장성과 유연성을 갖도록 설계를 해야 하기 때문이다. 재사용 가능한 모듈은 객체지향 프로그램에서 클래스(Classes)를 중심으로 설계된다. 그것은 클래스가 갖는 장점[25]이 모듈

25) 클래스는 인간의 사고 방식과 유사하게 현실 세계를 잘 반영할 수 있기 때문에 주어진 문제를 프로그램으로 나타내기 편리하다. 또한 클래스의 구현을 클래스 안에 한정시킴으로써 한 번 작성한 코드를 재사용(Reusable)하기 쉽게 해주고, 상속에 의해 편리하게 기존의 프로그램을 확장할 수 있게 해준다. 그리고 다형성(Polymophism)을 적용하여 특별한 예외 경우를 잘 처리할 수 있고, 또한 객체 내부를 수정해도 그 메시지만 변치 않으면 다른 객체가 영향을 받지 않기 때문에 수정이 용이하고 신뢰도 높은 프로그램을 작성할 수 있다.

을 설계하는데 적합하게 적용되기 때문이다.

2.2.2 객체지향 방법론의 의의

1960년대 후반과 1970년대 초반 사이에 개발된 구조적 방법론은 대규모의 중앙집중식 메인프레임에서 수행되는 일괄처리(Batch Process) 방식의 접근방법이다. 구조적 방법론은 직선적인 접근 방식(자료수집->자료분석->결과)을 통해 자료 중심(Data-oriented) 혹은 프로세스 중심(Process-oriented)으로 응용 시스템을 설계하고 개발한다. 이러한 명료한 구조를 갖는 구조적 방법론을 동원한 응용 시스템의 개발 방향은 1980년대 중반까지도 일반적 경향으로 받아들여졌다. 그런데 이후 급속한 정보통신기술의 발전은 당시까지의 하드웨어와 소프트웨어 환경을 매우 다른 양상으로 변화시키는 계기로 작용하고 있다. 즉, 고도로 발달된 수많은 종류의 개인용 컴퓨터가 출현하고, 상호 네트워크로 연계되어 자료를 상호교환하고 처리하는 클라이언트/서버 구조 혹은 Peer-to-Peer 구조가 일반화되었으며, 복잡한 그래픽 사용자 인터페이스(Graphic User Interface, GUI)를 기본적인 사용자 환경으로 지원하게 되었다. 이에 따라 과거의 단순한 시스템 환경, 예컨대 중앙집중형의 표준적 환경을 갖는 메임프레임을 기초로 응용 시스템을 설계, 개발되던 접근 방법이 변화되기 시작하였다.

한마디로 개인용 컴퓨터와 LAN(Ethernet Local Area Network)과 같은 발전된 하드웨어의 등장과 이를 이용한 보다 진보된 형태의 응용 시스템에 대한 요구는 기존에 응용 시스템을 이용하던 방식을 변화시켰다. 즉 단일의 집중화된 메인프레임 방식의 응용 시스템(Monolithic Mainframe Applications)을 각각 클라이언트 응용과 서버 응용으로 구분하여 자원을 상호 공유하는 형태로 발전하였다. 이렇게 변화된 환경에서 자료 중심 또는 프로세스 중심의 구조적 방법론은 개발 방법론으로써 여러 가지 한계에 도달하였다. 예컨대, 사용자에게 직관적인 환경을 제공하는 GUI 컴포넌트 가운데 가장 단순한 것을 구현하기도 쉽지 않다. 그것은 근본적으로 구조적 방법론이 개발된 철학과 배경이 다르기 때문이라고 할 수 있다. 이런 가운데 최근 새로운 클라이언트/서버 구조에 대한 요구가 시작되고 있다. 그것은 초기 클라이언트/서버 구조의 출현이 그렇듯이 새로운 형태의 기술적 진보가 주요한 요인으로 작용하고 있다. 무엇보다 인터넷과 같은

WAN(Wide Area Network)의 등장으로 이더넷 LAN의 접근성 장애(Proximity Barrier)가 극복되고 관련 기술의 진보가 그것이다. 이러한 환경에서 새롭게 개발 방법론의 대안으로 떠오르는 것이 분산형 객체지향 방법론이다.

이와 같이 구조적 방법론의 가장 큰 단점 가운데 하나는 유연성(Flexibility)의 결여이다. 예를 들어, 기본적으로 유사한 기능을 갖는 처리모듈이라 할지라도 약간의 변화가 필요하다면 다시 새롭게 재정의 하여야 하는 반복적 작업이 요구된다. 객체지향 방법론은 자료중심 또는 프로세스중심의 구조적 방법론과 비교하여 자료와 프로세스를 통합한 객체를 기본으로 한 접근 방법으로 1980년대 중반 이후 본격적으로 폭넓게 연구·개발되기 시작된 분야이다. 구조적 방법론과 비교하여 객체지향 방법론은 매우 유연한 구조를 갖고 있다는 장점을 갖는다. 즉, 여러 클래스의 공통된 속성과 기능을 하나의 수퍼클래스로 만들어 이를 상속하여 프로그램을 설계하거나 개발하기 때문에 낭비적 요소를 제거하고 재사용 가능하고, 클래스 사이의 인터페이스를 통해 분산 지향적 개발을 용이하게 하며, 클래스의 재정의를 통해 확장 가능하다(Meyer, 1988; Rumbaugh and Blaha, 1991; Budd, 1991). 무엇보다 객체지향 방법론은 실세계의 현상과 유사한 객체를 기본 단위로 접근하기 때문에 주어진 문제를 개념화하기 쉽다는 장점이 있다.

2.2.3 자바 개발 환경의 특징

2.2.3.1 프로그래밍 언어적 특징

자바(Java)는 SUN[26]에 의해 1995년 5월에 공개된 일종의 컴퓨터 언어이다.[27] 자바 언어는 C나 C++ 언어처럼 에디터를 통해 소스를 편집하고 자바 컴파일러(Java Compiler)를 통해 실행 파일을 생성한다. 그런데 이 실행 파일은 전통적인 컴퓨터 언어의 컴파일러에서 만들어진 것과 차이가 있다. 자바로 만든 실행 파일은 소위 "바이트 코드(Byte Code)"라고 불리는 형식을 사용하고 있기

26) 썬 마이크로시스템즈(Sun Microsystems, Inc.)

27) 자바는 웹과 같은 시기에 개발이 시작되었다. 자바는 원래 단순하고 버그(Bug)가 없는 전자 제품에 적합한, 플랫폼에 독립적인 코드를 작성하여 모든 CPU에서 사용할 수 있는 소프트웨어를 개발하는데서 출발하였다. 그 결과 새로운 프로그래밍 언어, Oak가 탄생하였고 이후 자바로 이름이 바뀌었다.

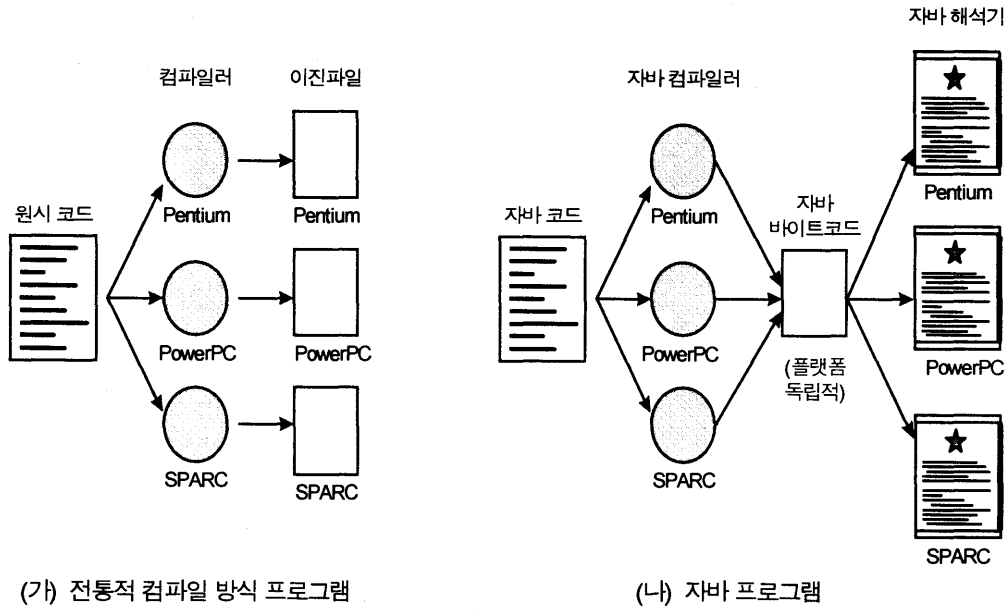


그림 2.7 전통적 방식의 컴파일 프로그램과 자바 프로그램 비교

때문이다. 이 바이트 코드는 프로그램을 실행시키는 하드웨어와 운영체계에 관계없이 실행될 수 있기 위해 사용된 특수한 포맷(Formats)이다. 따라서 자바 응용 프로그램은 플랫폼에 독립적인 구조를 갖기 때문에 여러 플랫폼에 따라 다시 개발될 필요가 없다(그림 2.7).

자바는 네트워크로 연계된 이질적 분산 환경(Heterogeneous, Network-Wide Distributed Environments)에서 운용된다는 기본 전제 아래 설계되었다. 이를 위해 응용 프로그램이 시스템 자원을 최소로 사용하고, 어떠한 하드웨어와 소프트웨어 플랫폼에서도 실행 가능하며, 동적으로 확장이 가능하고, 안전하게 분산 처리되어야 한다는 목표가 설정되었다. 이러한 측면에서 자바 언어는 "단순하고, 객체지향적이며, 플랫폼에 독립적이고, 높은 성능을 갖고 있으며, 멀티쓰레드 기능이 제공되는" 특징을 갖고 있다(표 2.2).[28)]

28) SUN의 백서에 의하면 자바의 특징을 다음과 같이 정리하였다. ① Simple, Object Oriented, and Familiar, ② Robust and Secure, ③ Architecture Neutral and Portable, ④ High Performance, ⑤ Interpreted, Threaded, and Dynamic

표 2.2 자바 언어의 특징

구 분	설 명
코드의 단순성	손쉽게 프로그램이 가능한 단순한 구조를 채택하고 C++와 비슷한 구조지만 C++에서 잘 사용되지 않거나 모호한 기능들은 제외하였다.
객체지향성	자바는 C++과 다르게 모든 것이 객체로 취급되는 객체지향언어이다. 즉, 자바에서는 오직 객체만이 존재하며 객체들간의 상호 작용 방식을 정의함으로써 프로그램을 구성한다.
플랫폼 독립	자바 컴파일러는 바이트 코드라는 중립적인 구조의 실행 코드를 만든는데, 이 바이트 코드를 각 플랫폼에 해당되는 인터프리터가 이 코드를 해석해 프로그램을 실행한다. 즉, 하드웨어와 바이트 코드 사이에 인터프리터란 매개자가 있음으로써 자바는 특정 하드웨어 환경에 종속되지 않는다.
견고성과 안정성	자바는 컴파일시 엄격하게 데이터 형을 검사함으로써 실행시 발생할 수 있는 비정상적인 상황 등을 사전에 막는다.
높은 성능	자바는 언어 자체에 쓰레기 수집(Garbage Collection)기능을 두어 할당된 메모리가 더 이상 사용되지 않거나 메모리가 해제되면 자동적으로 메모리를 수거하여 시스템을 최대한의 성능으로 유지한다.
멀티쓰레드	자바는 하나의 프로그램 안에서 여러 가지 작업을 동시에 처리할 수 있는 멀티쓰레드(Multi-Threads)기능을 지원한다.

2.2.3.2 자바 플랫폼과 자바 개발 환경

현재 컴퓨터 분야에는 마이크로소프트 윈도우즈, 맥킨토시, OS/2, 유닉스, 네트웨어(NetWare) 등 수많은 플랫폼(Platforms)이 존재하며, 플랫폼에 맞춰 컴파일된 응용 소프트웨어가 사용되고 있다. 따라서 특정한 플랫폼에 맞게 컴파일된 소프트웨어는 다른 플랫폼에서 사용이 불가능하다. 자바 플랫폼(Java Platform)은 네트워크으로 연계된 컴퓨터 시스템 상에서 자바 애플릿(Applets)[29]과 자바 응용프로그램(Applications)을 전송하고 수행하기 위한 새로운 형식의 소프트웨어 플랫폼(Software Platform)이다. 즉, 자바 플랫폼은 앞서 말한 다른 기반 플랫폼 상위에 존재하면서 자바 가상머신(Java Virtual Machine)을 통해 특정한 물

29) 자바 애플릿(Java Applets)은 웹에서 브라우저(Browser)를 통해 실행할 수 있는 자바 프로그램을 의미하고, 자바 응용프로그램(Java Applications)은 브라우저 없이 독립적으로 실행될 수 있는 프로그램을 말한다.

리적 기계에 종속되지 않는 기계명령인 바이트 코드(Bytecodes)를 생성(Compile)하고 해석(Interpret)하는 역할을 수행한다. 따라서 자바 언어로 짜여진 프로그램이 바이트 코드로 일단 컴파일되면 자바 플랫폼이 존재하는 어떠한 기반 운영체계(Operating Systems)에서도 프로그램의 수행이 가능하다.30)

자바 플랫폼은 크게 자바 가상머신(Java Virtual Machine)과 자바 API(Java Application Programming Interface)로 구성되어 있다(그림 2.8). 자바 가상머신

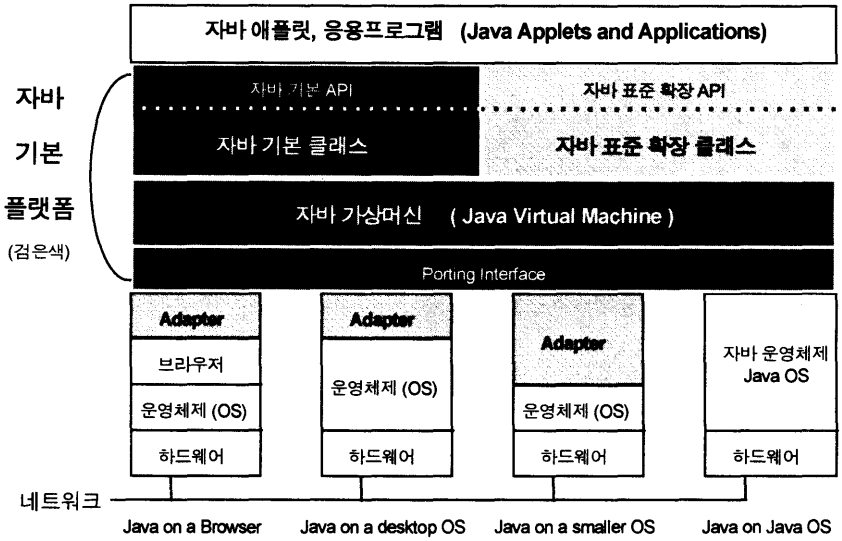


그림 2.8 자바 플랫폼 구성도

은 소프트웨어나 하드웨어에 장착·구현될 수 있는 일종의 소프트웨어 컴퓨터(A Soft Computer)라 할 수 있으며, 기존의 프로세서(Processors) 상위에 장착(Implemented)될 수 있도록 설계된 추상적 머신(Abstract Machine)이다(Kramer, 1996). 그리고 자바 API는 프로그램 개발자가 하위 운영 체제에 상관없이 자바 가상머신에 기반을 두고 애플릿 혹은 응용프로그램을 개발하기 위한 표준적인 기본 인터페이스를 제공한다. 자바 API는 '자바 기본 API(Java Base API)'와 '자바 표준 확장 API(Java Standard Extension API)'로 구분되며, 각각의 API는

30) 이것은 자바 가상머신의 설계명세(Specifications)가 하나로 통일되어 있기 때문에 자바 플랫폼이 어떠한 하드웨어에 대해서도 표준적이고 동일한 형식의 프로그램 인터페이스를 제공하기 때문에 가능하다.

바이트코드 형태의 클래스(Classes) 혹은 패키지(Pakages)로 제공된다.

자바 개발 환경은 컴파일시(Compile-Time) 환경과 수행시(Runtime) 환경으로 나누어진다(그림 2.9). 여기에서 자바 플랫폼은 수행시 환경으로 설명된다. 개발자가 작성한 자바 원시 코드(Java Source Code; .java files)는 자바 컴파일러를 통해 바이트코드(Bytecodes; .class files)로 변환되고 이 바이트코드는 파일 시스템 혹은 네트워크를 통해 전송된 후 자바 가상머신을 통해 해석되고 수행된다. 자바 애플릿을 제작하기 위해서 개발자는 바이트코드 파일을 HTTP 서버에 저장하고 웹 페이지에 애플릿 태그(<applet code=filename> tag)를 첨가한다. 사용자가 해당 웹 페이지를 방문하면 애플릿 태그는 바이트코드 파일을 네트워크를 통해 서버로부터 자바 플랫폼이 있는 사용자의 브라우저로 보내는 역할을 한다. 마지막으로 바이트코드가 메모리에 올라가고 안정성의 검사를 거친후 자바 가상머신으로 입력된다. 가상머신에 입력된 바이트코드는 자바 인터프리터에 의해 해석되거나 선택적으로 이른바 JIT 컴파일러(Just-In-Time Compiler)에 의해 기계어(Machine Code)로 변환된후 시스템 자원을 활용하여 작동한다.

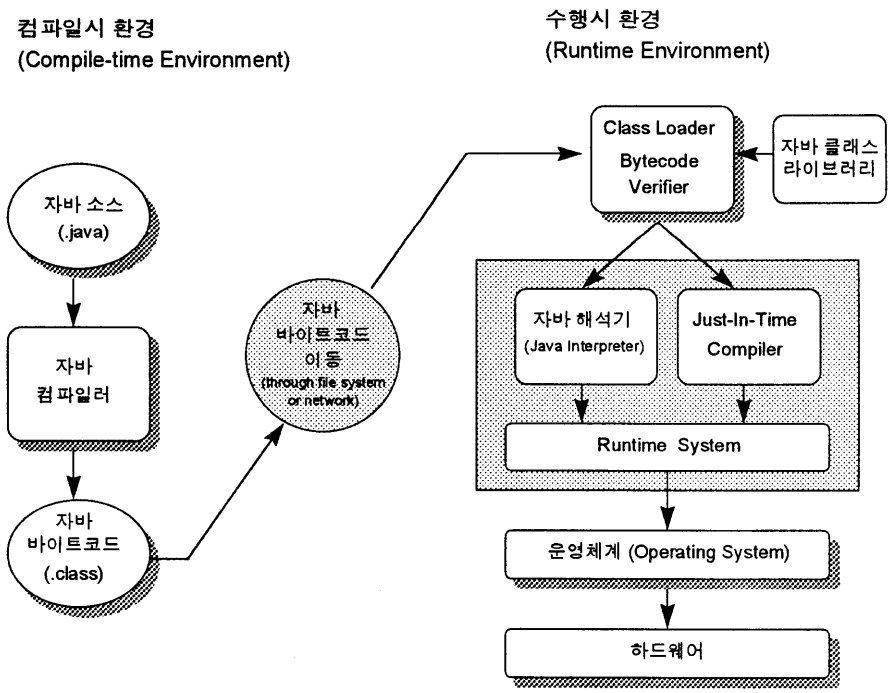


그림 2.9 자바 개발 환경 (인용: Kramer(1996))

3 장

공간정보 공유에 관한 연구의 검토

3.1 공간자료의 공유에 관한 논의

이 장에서는 공간정보의 공유를 위한 기존 연구를 검토함으로써 이들이 갖는 한계와 문제점을 분석하고 그 시사점을 찾아내어 본 연구에서 시험적으로 개발하고자 하는 분산형 수치지도에 참조하고자 한다. 그러나 기존의 연구가 아직 공간분석기능의 공유까지 확장되고 있지 않기 때문에 여기에서는 현재까지 진행된 공간자료의 공유를 중심으로 연구를 검토한다. 아래 절에서는 공간자료의 공유를 현재 가장 영향력을 갖는 NSDI와 관련된 연구와 향후 GIS의 발전에 중대한 영향을 미칠 개방형 GIS에 대한 연구 그리고 최근까지 공간자료의 공유를 위해 일반적으로 진행된 공간자료 표준화 연구 등의 세가지 측면에서 분석한다.

3.1.1 국가 공간자료 하부구조 (NSDI)

NSDI(National Spatial Data Infrastructure)에 대한 논의는 1990년대초 미국의 연방정부나 NAS(National Academy of Science)에 의해 시작되었고, 국가연구개발회의(National Research Council)의 지도제작과학위원회(Mapping Science Committee, MSC)에서 1993년 처음으로 공식적으로 NSDI란 용어를 언급하였다. MSC는 '국가 공간자료 하부구조(NSDI)'를 "지상에 존재하는 공간사상(Features And Phenomena)의 배열(Arrangements)과 속성(Attributes)을 기술하는데 필요한 지리정보를 조합하기 위한 수단"이라 정의하고, 여기에 광범위한 공간 정보의 취득·처리·저장·분배하기 위해 필요한 재료, 기술, 그리고 인적 자원 등을 포함하였다(McKee, 1996). MSC의 정의가 원론적 차원에서 학술적 성격이 강조된 반면에, NSDI 구축을 전반적으로 관장하는 연방지리자료위원회(Federal Geographic Data Committee, FGDC)의 정의[31]는 좀더 실제적 사업의 추진과정과 목표에 충실한 것이다(Hoch, 1995). FGDC는 NSDI를 관련 기관과 기술적 요소들이 상호교류를 통해 지리공간자료의 효용성과 생산성을 증대하기 위한 포괄적 틀로 기술하고, 실질적 측면에서는 대부분의 다른 지리공간자료를 저장하고

31) U.S. Executive Office, 1994, *Coordinating Geographic Data Acquisition and Access : the National Spatial Data Infrastructure (Executive Order 12906)*, Executive Office of the President, http://fgdc.er.usgs.gov/execord.html.

분석하기 위해 필요한 기본적 수치지리공간자료(Framework Of Basic Digital Geospatial Data)로 정의하였다.

이러한 맥락에서 본 연구에서는 NSDI를 국가적 차원에서 기본이 되는 지리공간자료를 생산하고 관리하면서 일차적으로 기관 간에 중복 투자를 방지하고 궁긍적으로 상호 지리공간자료의 공유를 활성화시키기 위한 정보화 사회의 하부구조로 정의한다. 다음은 NSDI 구축의 실제 사례를 간략히 검토하고 그 발전방향을 논의하고자 한다.

3.1.1.1 미국

1980년대 초반부터 FICCDC(Federal Interagency Coordinating Committee on Digital Cartography)를 구성하여 연방 기관간의 수치지도제작과 관련한 업무를 조정하였고, 1990년에 FGDC(Federal Geographic Data Committee)로 법제화된 기구로 확대되어 측량측지, 지도제작, 그리고 포괄적 의미에서 공간자료구축과 관련된 활동을 조정하고 발전시키는 역할을 담당하고 있다. 더욱이 1994년 발표된 대통령령 12906을 통해 FGDC의 역할과 권한이 한층 강화되어 NSDI를 구축하는데 가장 중요한 조정역할을 수행하고 있다. FGDC에는 첫째, 공간자료에 대한 분산 데이터베이스 시스템 구축을 촉진하고 둘째, 표준과 그 절차를 개발하고 그 활용을 제고하며 셋째, 공간자료의 전송 기술 개발을 유도하고 넷째, 연방차원에서 관련 기관에 대한 지휘력을 갖는 등의 책임과 역할이 주어져 있다.[32]

3.1.1.2 일본

1996년 국토청이 주관이 되어 국가, 지방, 공공단체, 민간 등이 참여한 국토공간데이터추진협의회(National Spatial Data Infrastructure Promoting Association, NSDIPA)를 구성하여 국토공간데이터표준과 메타데이터 표준의 개발을 추진하고 있다. 한편, 일본의 NSDI에서 고려되고 있는 공간데이터에는 기초지리정보(측지 기준점, 고도, 도로경계, 하천, 해안선 등), 교통네트워크(도로중

32) FGDC에 대한 자세한 정보는 홈페이지[*http://www.fgdc.gov*]를 참조.

심선, 철도네트워크 등), 구역 데이터(행정구역, 통계조사구, 지적 등), 건물데이터 등으로 구성된 '기본지도자료'와 기본 공간자료를 지리적 위치와 연결시키는 정보를 포함한 '위치참조자료', '기본통계자료', '대장자료' 등을 포괄하고 있다.[33]

3.1.1.3 호주

일찍부터 GIS 관련 분야가 발달한 호주는 NSDI란 용어를 공식적 정책으로 사용하고 있지 않지만, 이른바 '네트워크 국가(Networked Nation)' 구축 사업의 하부체계로 공간자료 구축과 공유에 관련된 사업을 추진하고 있다. ANZLIC(Australia New Zealand Land Information Council)는 호주와 뉴질랜드의 토지와 지리정보 관리를 책임지는 정부부처간 회의 기구로 호주의 GIS 데이터베이스 구축과 상호 공유에 관련된 사업은 ANZLIC 하부구조모형(ANZLIC Information Model)에 기초한 것이다. 이 모형은 크게 국가지리자료회의(National Geographic Data Council)에 의해 운영되는 '기본 제도(Institutional Framework)', '기술적 표준(Technical Standard)', '기본 자료(Framework Datasets)', '분배 네트워크(Distribution Network)' 등으로 구성된다.[34]

3.1.1.4 한국

1990년대 초반을 전후해 본격적으로 정부나 공공부문에서 GIS 도입을 검토 혹은 시도하고 있는 우리 나라는 NSDI에 관한 공식적 정책이 발표되지 않았다. 1994년 국가GIS추진위원회가 구성되어 포괄적 수준에서 NSDI 구축에 관한 논의가 진행되고 있지만 총괄적 조정 기구로서의 제도적 장치가 마련되지 않아 그 역할과 성과가 미미한 수준에 머무르고 있다. 다만, 국립지리원이 전국토에 대해 여러 축척의 지형도를 수치지도로 제작하고 있다.

3.1.1.5 NSDI 구축의 고려사항

---

33) NSDIPA의 홈페이지[*http://www02.so-net.or.jp/~nsdipa/index.html*]를 참조.

34) 자세한 정보는 ANZLIC 홈페이지[*http://www.anzlic.gov.au*]를 참조.

위와 같이 NSDI 구축의 사례를 살펴보면 대부분의 국가에서 정보하부구조(Information Infrastructure)를 곧 도래할 정보화 사회의 핵심적 하부구조로 인식하고 있으며, '국가공간자료하부구조(NSDI)를 국가정보하부구조(National Information Infrastructure)의 중추적 하위구성요소로 판단하고 국가적 차원에서 총괄적 계획 아래 사업이 추진되고 있음을 알수 있다. 이것은 NSDI 구축에 그만큼 복잡한 제도적 환경과 기술적 문제가 복합적으로 작용하기 때문에 권한을 부여받은 조정 기구가 필요함을 시사한다. NSDI를 추진하기 위해서 우선적으로 개념화되고 구체화되어야 제도적 조정 기구와 구성요소를 대략적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 지리공간자료의 생산자, 관리자, 사용자가 상호 효율적으로 연계될 수 있도록 국가적 분산 네트워크 환경에서 접속결절(Access Node) 역할을 수행할 '국가지리공간자료접속결절망(National Geospatial Data Clearinghouse)'[35]이 구성되어야 한다. 접속결절망은 사용자가 요구하는 지리공간자료의 존재 여부, 필요

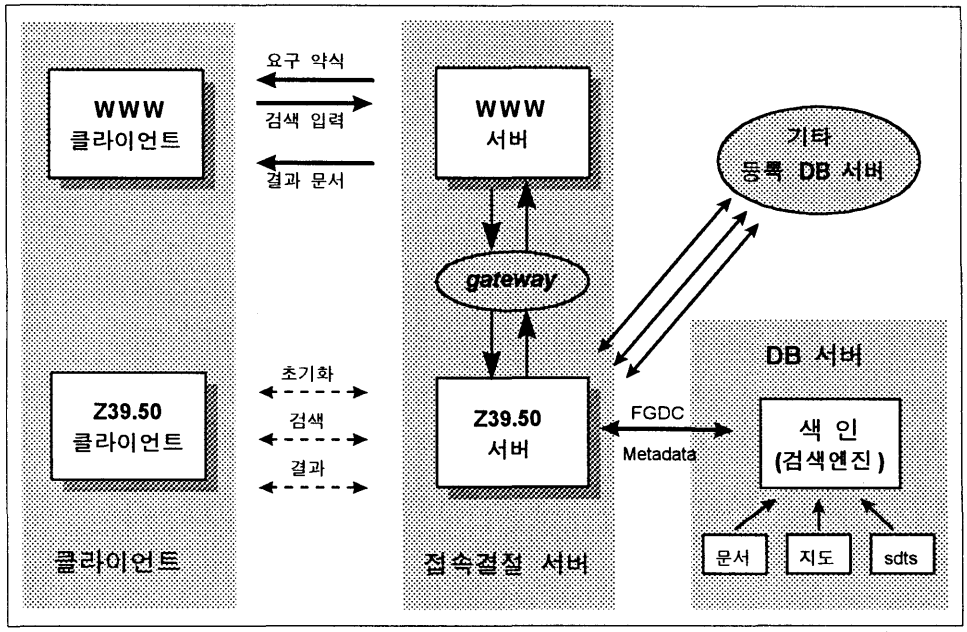


그림 3.1 FGDC의 국가지리공간자료 접속결절망의 Z39.50 활용 구조

35) 접속결절(Clearinghouse)은 물리적 건물이나 장소 혹은 기구가 아니고, 분산 네트워크(예를 들면 인터네트) 상에 개발된 정보의 창고(Information Resource) 역할을 담당하는 결절 지점으로 사용자가 네트워크를 통해 장소, 시간에 구애없이 접속할 수 있는 환경을 제공한다.

정보의 탐색 방법, 해당 지리공간자료의 유효성에 대한 평가 방법, 그리고 경제적으로 자료를 취득할 수 있는 방법에 대한 제반 정보를 제공한다. 접속결절망의 구축은 고속네트워크 통신기술이 발전하면서 실현되고 있는데 미국 FGDC의 접속결절망 서비스는 그 전형적 사례이다(그림 3.1). FGDC의 접속결절망 서비스는 HTTP에 기반한 WWW과 Z39.50에 기반한 WAIS를 상호보완한 구조이다. 즉, Z39.50 프로토콜은 클라이언트에 대한 서버의 접속에서 다중접속을 허용하여 하나의 질의(Query)가 동시에 다수의 서버에 전달될 수 있어서 효율적인 검색 기능을 제공하는 반면 브라우징 기능(Browsing Functions)이 결여된 단점을 갖는다. 이에 반해 WWW는 효율적 브라우징 기능을 가졌지만 클라이언트와 서버가 일대일 방식으로 접속이 이루어지기 때문에 검색의 효용성이 떨어진다. FGDC의 접속결절망은 검색과 브라우징 기능을 각각 Z39.50과 HTTP를 사용하여 구현하였다. WWW 클라이언트를 통해 입력된 사용자 요구는 WWW 서버를 통해 Z39.50 서버로 전달되고 다른 Z39.50 클라이언트의 요구와 같은 형식으로 변환된어 검색이 이루어진다. 검색된 결과는 하이퍼텍스트 형태로 변환되어 WWW 서버를 통해 클라이언트에 전송된다.

둘째, 공간자료가 양적으로 급속하게 증가하는 상황에서 사용자가 관련 자료를 쉽게 찾고 접근하기 위해서는 일차적으로 모든 지리공간자료에 대한 자료(Data About Geospatial Data), 즉 '지리공간메타데이터(Geospatial Matadata)'[36]를 정립하기 위한 표준이 개발되어야 한다. 이러한 표준은 지리공간자료에 대한 메타데이터의 내용을 규정하며, 메타데이터의 문서화를 위해 필요한 공통적 용어와 정의를 제공하는데 목적이 있다. 이와 같이 공간자료의 특정 주제에 관한 자료내용표준(Data Content Standards)이 개발된다면 주제에 따라 존재하는 공통적 계층과 특성(The Hierachy and Attributes of Commonality)이 공개되어 해당하는 공간자료를 수집하거나 이용하는 사용자가 자료의 질과 한계를 판단할 수 있기 때문에 그만큼 공간자료의 공유와 응용이 활발하게 이루어질 것이다. Strand(1994)는 이러한 지리공간메타데이터 표준(Geospatial Matadata Standards)을 식별정보(Identification Information), 상태정보(Status Information), 메타데이터참조정보(Metadata Reference Information), 자료처리정보(Processing

36) 메타데이터(Metadata)는 흔히 '자료에 관한 자료'로 설명되는데 자료의 내용, 품질, 조건, 그리고 기타 특성을 기술하는 자료이다. 4장(4.5)에서 자세하게 다루었다.

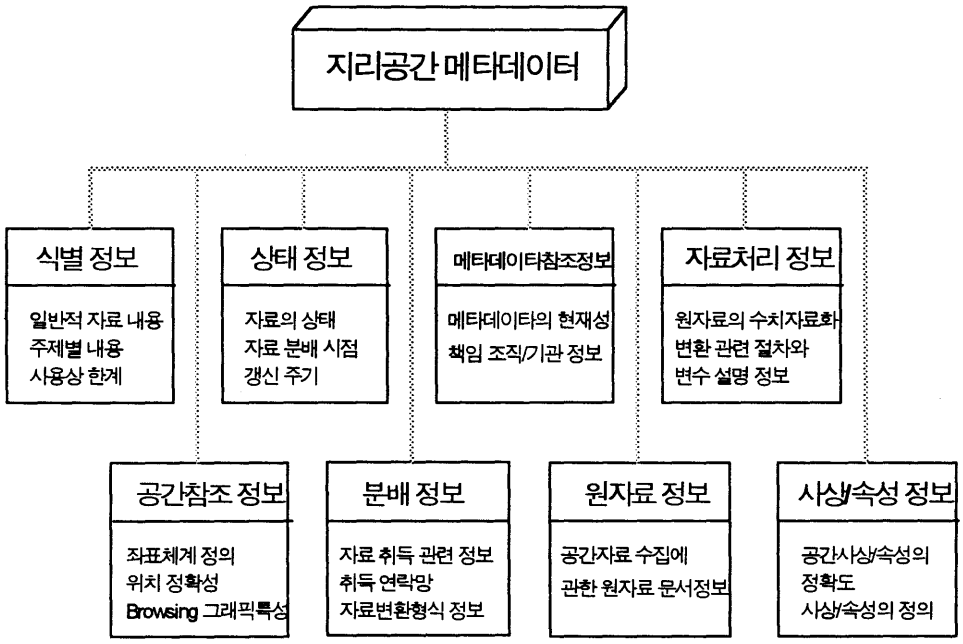


그림 3.2 지리공간 메타데이터의 개념적 구성요소

History Information), 공간참조정보(Spatial Reference Information), 분배정보(Distribution Information), 원자료정보(Source Information), 사상/속성정보(Entity/Attribute Information) 등의 범주로 구별하였다(그림 3.2).

셋째, 대다수 사용자가 신뢰할 수 있는 수준의 공통적 기초공간자료가 필요하다. 예컨대 교통망, 하계망, 행정구역, 지적자료, 고도자료 등은 여러 응용 사례에서 새로운 정보를 창출하거나 분석하는데 '기초공통자료(Framework Data)'로 활용된다. 즉, 이러한 자료는 지리공간적 현상을 분석하고자 할 경우 혹은 또다른 속성자료를 연계하고자 할 때 기초가 된다. 기초공통자료는 공간적 상세 위치정보나 속성정보를 확인·첨가하는데 필요한 '지리 데이터베이스(Geographic Data Base)', 다른 주제의 지리자료를 수집하고 기록하기 위한 '기본 지도(Base Map)', 혹은 다른 자료의 분석 결과에 대한 위치정보를 확인하기 위한 '참조 지도(Reference Map)' 등으로 정의할 수 있다. 우리나라에서도 각각 다른 기준에 따라 수치지리공간자료가 대량으로 중복 생산되고 있는 현실을 감안할 때, 활용도가 높은 수치지리공간자료 가운데 우선 순위를 설정하여 신속하게 기초공통자료를 개발하도록 정책이 수립되어야 한다.

3.1.2 개방형 지리정보시스템(Open GIS)의 연구 동향

3.1.2.1 지리정보시스템과 상호운용성(Interoperability)

지리정보시스템은 다른 정보시스템에 비해 통합성이 강한 특징을 갖는다. 이와 같은 특징은 지리정보시스템을 구성하고 있는 정보기술이 복합적이며 동시에 최신의 기술이 등장하면 신속하게 수용하는 특성에서 비롯된다(이을구, 1996). 예를 들어, 정보기술적 측면에서 지리정보시스템은 컴퓨터 그래픽스, 데이터베이스관리시스템, AM/FM, 캐드, GPS, 화상 처리, 멀티미디어 등의 통합기술이고, 컴퓨터 하드웨어, 운영체제, 네트워크 등과 같은 다양한 기술이 그 기초를 이루고 있다. 또한 지리정보시스템과 관련된 학제적 연구 역시 통합적 특징을 갖는다. 즉, 지리정보시스템은 현재 지리학·지도학·토목학·컴퓨터공학·환경학·측지/측량학·수학·통계학·임학 등과 같이 다양한 학문 분야에서 연구되고 있으며, 이것은 지리정보시스템의 발전이 특정한 학문 분야의 연구 성과로 가능하지 않음을 단적으로 보여준다. 따라서 범용의 지리정보시스템이 개발되기 위해서는 무엇보다 학제간 연구(Interdisciplinary Works)가 뒷받침 되어야 한다.

학제간 통합성과 기술적 복합성이 강조되는 지리정보시스템은 그 자료모델에 있어서도 복잡한 특성을 갖는다. 지리정보시스템의 자료모델은 래스터 모델(Raster Model)과 벡터 모델(Vector Model)로 가장 단순하게 구분될 수 있다. 래스터 모델은 저장 구조가 단순할 뿐 만 아니라 지속적으로 표준화가 이루어져 '실용표준(De Facto Standard)'[37]로 인정되는 자료 형식이 존재하고 있고 그 구조가 거의 공개되어 발전되고 있기 때문에 자료를 변환하거나 응용시스템을 개발하는데 어려움이 없다. 반면에 벡터 모델은 아직까지 표준으로 인정받고 있는 형식이 존재하지 않는다. 상업적으로 GIS 시스템을 개발한 기업은 대개의 경우

37) 표준(Standard)는 크게 '공식표준(De Jure Standard)'와 '실용표준(De Facto Standard)'로 구분된다. 공식표준은 표준화 기구 - 예를 들어 ISO(International Standards Organization)나 ANSI(American National Standards Insitute) - 등에서 정한 표준을 말한다. ISO의 'Open System Interconnection(OSI)'와 ANSI의 'American Standard Code for Information Interchange(ASCII)'가 여기에 해당한다. 실용표준은 공식적인 기관이 아니라 관련된 산업체에서 광범위하게 채택하고 있는 표준을 말한다. 최근 네트워크의 대표적 프로토콜로 자리잡은 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)와 OGC(Open GIS Consortium)의 'Open Geodata Interoperability Specification(OGIS)' 등이 그 예이다.

벡터 모델을 중심으로 초창기부터 시스템을 개발하였고 이에 바탕을 두고 다른 공간분석패키지를 개발하여 왔다. 따라서 지리정보시스템을 개발하는데 벡터 모델의 구조가 시스템의 효율성과 완성도를 결정짓는데 결정적 역할을 하고 따라서 상용 시스템을 개발한 기업의 경우에 그만큼 시스템의 전문기술이 공개되는 것을 꺼려하기 때문에 벡터 모델의 경우 표준이 개발되기 쉽지 않다. 더욱이 GIS 자료모델은 자료저장구조와 밀접하게 관계를 갖고 있기 때문에 자료저장구조의 개발과 변화 역시 GIS 자료 모델과 구조를 복잡하게 한다.

GIS 자료저장구조는 전통적으로 공간자료(Spatial Data)와 속성자료(Attribute Data)를 구분하여 저장하고 식별자(Unique Identifier)를 통해 두 자료를 연계시키고, 여기에 공간자료 간의 상관관계를 정의한 위상구조(Topology Structure)를 결합한 형태, 즉 '합성 자료 모형(Hybrid Data Model)'이 일반적이다.[38] 반면에 공간자료와 속성자료를 '합성 자료 모형'과 같이 연계(Linkage) 방법이 아닌 순수한 관계형 데이터베이스 플랫폼(Relational Data Base Platform) 상에서 '관계형 결합(Relational Join)' 메카니즘을 사용하는 '통합형 자료 모형(Integrated Data Model)'이 계속 연구되고 있다.[39] 그리고 최근 들어 급격하게 연구가 진행되는 '객체지향 자료 모형(Object-Oriented Data Model)'은 객체지향 기술의 장점을 접목한 시도로 아직 성숙한 모형으로 개발되지 않았지만 장차의 자료 모형으로 평가되고 있다.

한편 최근의 정보기술 분야에서 발견되는 뚜렷한 특징 중에 하나는 사용자의 요구를 중심으로 응용 시스템이 개발되고 있다는 사실이다. 정보기술의 발전, 특히 통신기술의 발전은 개인용 컴퓨터 환경을 독립된 환경(Stand-alone Environment)에서 네트워크로 연계된 환경(Networked Environment)으로 전환하면서 사용자의 사고와 요구를 네크워크 체계 중심으로 변환시키는 중대한 전기를 마련하였다. 이제 사용자는 자신이 활용할 수 있는 자원을 자신의 시스템

---

38) 현재까지 상업적인 성공을 이룬 대부분의 GIS 시스템들, 예를 들어 ESRI의 ARC/INFO, Intergraph의 IGDS와 MGE, Bentley의 MicroStation 등은 '합성 자료 모형(Hybrid Data Model)'을 채택하고 있다.

39) IBM의 GFIS, SHL Systemhouse의 VISION, Unisys의 System/9 등은 '통합형 자료모형'을 사용한 시스템들이다. 만약 관계형DBMS이 안고 있는 자료형(Data Types)의 한계를 극복할 수 있다면 그 효용성은 매우 높은 방법이다.

(Local Systems)에서 뿐 만 아니라 원격 시스템(Remote Systems)에서도 찾고자 한다. 이와 같이 서로 다른 네트워크 컴퓨팅 환경에서 다양한 자료를 중간 단계의 변환없이 사용자가 직접 접근(Access)하고 처리(Process)할 수 있는 특징을 '상호운용성(Interoperability)'라고 한다. 현재 정보기술 분야에서 상호운용성은 기업의 전략과 기술적 한계로 인해 아직 완전하게 구현되고 있지는 않지만 그 초기 단계인 표준 설정에 집중적인 연구가 이루어지고 있다.

GIS 시스템 사용자가 더욱 정교한 기능을 요구하고 GIS 시스템의 환경이 프로젝트 혹은 부서 중심에서 탈피하여 기업형으로 그리고 독립된 환경에서 네트워크로 연계된 환경으로 확대됨에 따라 이질적 자료와 기능에 대한 처리 문제는 더욱 심각하게 지적되고 있으며, 상호운용성의 접근 방법은 최근 이러한 문제를 해결하기 위한 대안으로 떠오르고 있다. 그러나 지리정보시스템의 상호운용성은 GIS 시스템 개발에 필요한 관련 기술의 통합성, 학제간 연구의 복잡성 그리고 지리자료 자체에 대한 자료모형과 저장구조의 복잡함으로 인해 다른 어떤 정보기술분야의 응용시스템보다 구현하기 힘들다. 따라서 지리정보시스템에서 상호운용성이 구현되기 위해서는 현실적으로 '자료변환단계(Data Transfer Stage)', '개방형 공간자료접근 API 단계(Open Spatial Data Access API Stage)', '개방형 공간분석처리 API 단계(Open Geoprocessing API Stage)', '공통 API 단계(Common API Stage)', '완전한 개방형 단계(Interoperable Stage)'를 거쳐야 할 것이다.

우선, '자료변환단계'에서는 SDTS(Spatial Data Transfer Standard)와 같은 표준적 중계형식(Interchange Standard)을 사용하여 자신의 시스템과 호환되지 않는 자료를 변환하여 사용한다. 그러나 자료변환 방식은 변환에 시간이 많이 소요되고 다양한 형식으로 자료를 보관하여야 하기 때문에 저장공간이 낭비되며 무엇보다 대부분의 변환유틸리티가 불완전하여 정보의 누락이 발생할 수 있다는 한계를 갖는다. 둘째로 '개방형 공간자료접근 API 단계'는 특정 시스템의 고유한 형식(Native Format)으로 저장된 공간자료를 다른 시스템에서 직접 접근할 수 있도록 도구(Tools)를 제공하는 단계를 말한다. 이와 같은 접근 도구를 이용해 사용자는 이질적 시스템에 분산되어 있는 공간자료를 네트워크를 통해 하나의 통합된 자신의 데이터베이스와 같이 처리할 수 있다. 셋째, '공간자료접근

API 단계'가 공간자료에 관한 접근인 반면 '개방형 공간분석처리 API 단계'는 공간분석처리에 대한 접근을 목적으로 한다. 공간분석처리에 대한 접근 도구는 네트워크를 통해 원격 시스템의 복잡한 공간분석처리 기능을 마치 자신의 시스템 자원처럼 활용할 수 있는 방법을 제공한다. 넷째, '공통 API 단계'는 다른 특정한 소프트웨어의 고유한 자료모델과 처리모듈(Processing Modules)에 대해서도 공통적인 접근 환경을 제공하여 응용 프로그램을 개발할 수 있도록 하기 때문에 응용 시스템의 개발이 용이해지고 플랫폼에 상관없이 프로그램의 이식성(Portability)이 향상된다.

지리정보시스템의 상호운용성은 상용시스템 개발업체를 중심으로 출발하여 현재는 대학, 연구소, 연방기관 등이 함께 참여하고 있는 미국의 '개방형 GIS 콘소시엄(Open GIS Consortium, OGC)'의 연구가 대표적이다.

3.1.2.2 개방형 GIS 개발: OGC를 중심으로

개방형 지리정보시스템(Open GIS)은 지금까지의 GIS 시스템 접근방법에서 진보한 개념으로, 네트워크로 연계된 특정한 시스템의 고유한 자료모델과 소프트웨어 기능을 투명한 접근(Transparent Access)이 가능하도록 상호운영가능하게 확장시켜 단일한 환경과 단일한 작업 흐름으로 유도하려는 시도이다(Buehler and Mckee, 1996). '개방형 GIS'에 대한 논의는 미국을 중심으로한 '개방형 GIS 콘소시엄(Open GIS Consortium, OGC)'을 통해 공식적으로 시작되었고 현재는 OGC의 연구가 가장 영향력 있게 받아들여지고 있다.[40] 특히, OGC의 프로젝트는 미국의 NSDI를 주도하고 있는 FGDC, 표준화기구인 ANSI X3L1(ANSI GIS 표준화 위원회)와 ISO TC/211(ISO GIS/Geomatics 위원회), 분산컴퓨팅에 관한 표준화 기구인 OMG(Object Manage Group)와 상호 연계를 맺고 있기 때문에

40) 개방형 GIS 프로젝트는 1993년 미국의 몇몇 연방기관과 기업이 개방형 GIS의 가능성과 유용성을 검토하는데서 그 출발을 찾을수 있다. 개방형 GIS에 관한 초창기 검토가 긍적적으로 완료된 1994년 8월에 개방형 GIS의 사양(Specifications)을 개발하기 위해 공식적인 조직으로 '개방형 GIS 콘소시엄(Open GIS Consortium, OGC)'이 구성되었다. OGC는 기업, 교육기관, 정부 등 참여 기구간의 조정 기능을 포함해서 공식적 합의 기구로서 개방형 GIS 프로젝트를 관리한다. OGC에는 1997년 5월 현재 10여개국 80여개의 기관이 참여하고 있다(Open GIS Consortium, 1996a).

OGC 연구 성과는 국제적으로 공인될 가능성이 매우 높다.

'개방형 지리자료 상호운용성 사양(Open Geodata Interoperability Specification, OGIS)'은 상호운영이 가능한 시스템을 개발하기 위해 공간자료의 유형과 방법을 정의하는 OGC의 공식적 사양으로 현재 개발중에 있고 일부는 공개되었다. OGIS 연구개발의 주요영역은 다음과 같다(Gardels, 1996). 첫째, 단순한 사상과 복잡한 사상, 지도와 커버리지(Coverages), 이미지(Images), 그리고 야외조사 자료를 모두 포함하는 계층적인 지리자료 유형(Geodata Type Hierarchy)을 정의한다. 둘째, 자료의 수집과 정보일람(Browsing)을 지원하기 위한 일관된 형식의 메타데이타를 개발하고 셋째, 의미론적 상호운용성(Semantic Interoperability)을 실현하기 위한 방법으로 정보공동체(Information Communities)의 개념을 구현한다.[41] 넷째, '개방형 지리자료 상호운용성 사양(OGIS)'을 구현하기 위해 요구되는 기본 자료구조를 정의한다.

'개방형 지리자료 상호운용성 사양(OGIS)'에 따라 개발되는 개방형 GIS 시스템은 최근 컴퓨터 하드웨어 분야에서 앞서 구현된 'Plug and Play(PnP)' 개념과 유사한 모형이 될 것이다(Strand, 1995; Buehler and McKee (ed.), 1996; Open GIS Consortium, 1996b; 그림 3.3). OGIS를 만족하는 플랫폼에 접속(Plugged)될 'PnP GIS 도구(PnP GIS Tools)'는 프로세스 관리자(Process Manager)·객체 관리자(Object Manager)·분산컴퓨팅환경(DCE)과의 인터페이스와 특정한 공간처리기법과 관련된 알고리듬과 공간자료로 구성된다. 하드웨어의

41) 정보공동체는 특정한 사용자 집단마다 지표상의 사상과 현상(Features And Phenomena)을 나름대로의 용어와 분류법을 통해 추상화(Abstraction)하며, 이를 조작·분석하는 메카니즘이 존재하고 의사소통하는 방식이 있다는 사실에서 출발한다. 특정한 정보공동체 내에서는 공유하는 정보가 상대적으로 명료하기 때문에 의사소통을 위한 규약(Protocols)이나 자료사전의 구조(Dictionary Structures) 등에 대한 필요성이 최소화될 수 있다. 만약 공동체 마다 확실(Robust)한 목록(Catalog)과 의미론(Semantics)을 개발하여 공개한다면, 공동체간의 '의미론적 해석 서비스(Semantic Translator Service)'의 개발이 가능하므로 공동체간의 정보공유 역시 용이하게 이루어질 것이다. OGC는 정보공동체 모형을 통해 이미 지리사상에 관한 공통적 정의 체계를 갖는 일련의 정보집단 내에서 더욱 효율적이고 효과적으로 이러한 정의들을 유지하고 이러한 정의와 일관되게 목록을 작성(Catalogging)하고 공유하기 위한 방법을 개발하고, 전문적 목적에 따라 서로 상이한 지리사상에 대한 정의 체계에도 불구하고 동일한 지리자료를 사용하는 정보집단들 간에 효율적으로 최적의 정확성을 가지고 공유할 수 있는 방법을 개발하고자 한다.

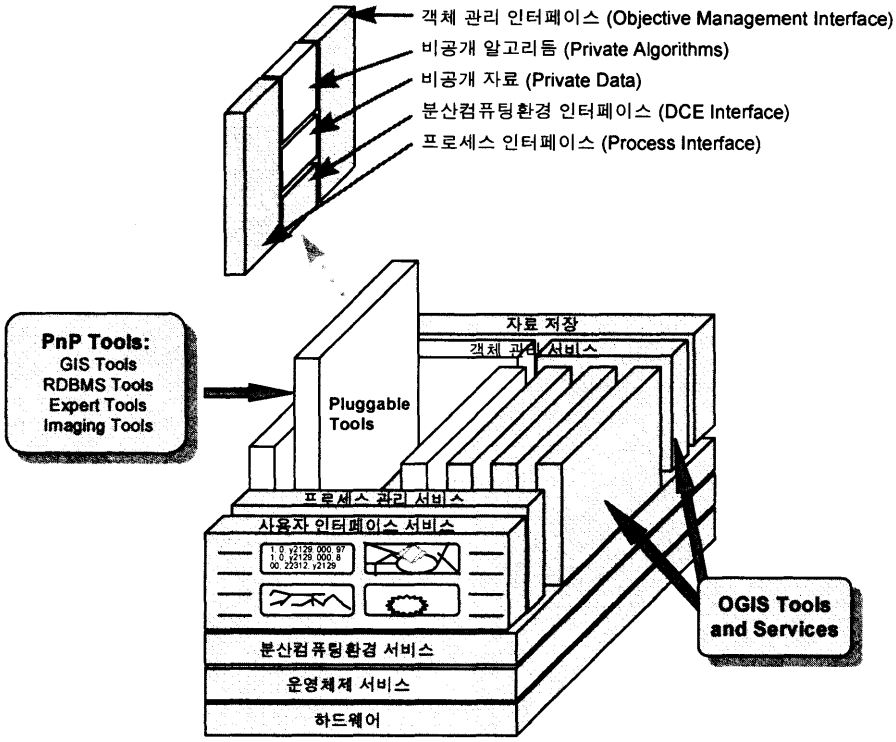


그림 3.3 PnP GIS 모형 (인용: Buehler and McKee (ed.), 1996)

PnP 기능과 달리 표준의 부족과 응용 프로그램의 복잡성, 그리고 사용 언어와 방법의 변화, 컴퓨터 구조의 변화 등으로 소프트웨어 분야의 PnP 구현은 느리게 진행될 것이다.

현재 개발중인 OGIS는 구체적인 운영 모형(Operational Model)이지 일종의 자료표준(Data Standard)은 아니다. 즉, OGIS의 전반적인 전제는 다양한 형식로 분산되어 있는 지리자료를 동적으로 하나의 통일된 객체에 기초한 자료모델로 변환하여 응용시스템에서 직접 접근할 수 있는 특정한 통합적 도구의 개발이라 할 수 있다. 이러한 전제에 도달하기 위해 OGIS는 우선 분산 객체 방법과 구조에 기초하여 철저하게 객체지향 방법론을 동원한다. 한마디로 OGIS의 모든 구성요소-예를 들어 자료형식, 응용프로그램, 지리자료모형, 변환도구, 사용자 스키마 등-는 객체이며 객체관리를 위해 설계된 유틸리티에 의해 조작된다. 둘째, OGIS 개발은 일반적인 구조측면과 특정한 원형(Prototype) 구현의 두가지 측면에서 단계적으로 진행되고 있다. 즉, 초기에는 지리자료의 단순한 교환에 필요

한 방법이 개발되고, 점차 다양한 형식에서 사용가능한 연산자가 개발되며, 최종적으로 지리자료 처리 서비스(Geoprocessing Services)를 정의하고 구현하게 될 것이다. 셋째, OGIS는 지리자료 객체(Geodata Objects)의 기초적 참조모형으로 SDTS와 같은 다양한 자료교환묘형을 선정하여 이를 바탕으로 개발된다.

OGC의 OGIS는 분산환경에서 지리자료(Geodata)와 지리공간처리자원(Geoprocessing Resources)를 접근하기 위한 기초적이고 포괄적인 사양으로 '개방형 지리자료 모형(Open Geodata Model, OGM)', 'OGIS 서비스 모형(OGIS Services Model)', '정보공동체 모형(Information Communities Model)'으로 구성된다. '개방형 지리자료 모형(OGM)'은 지표상의 현상을 수학적 그리고 개념적 측면에서 수치적으로 표현하기 위한 공통적 수단을 일컫는다. 'OGIS 서비스 모형'은 OGM에서 정의한 지리자료에 대해서 접근·관리·조작·표현하기 위한 서비스

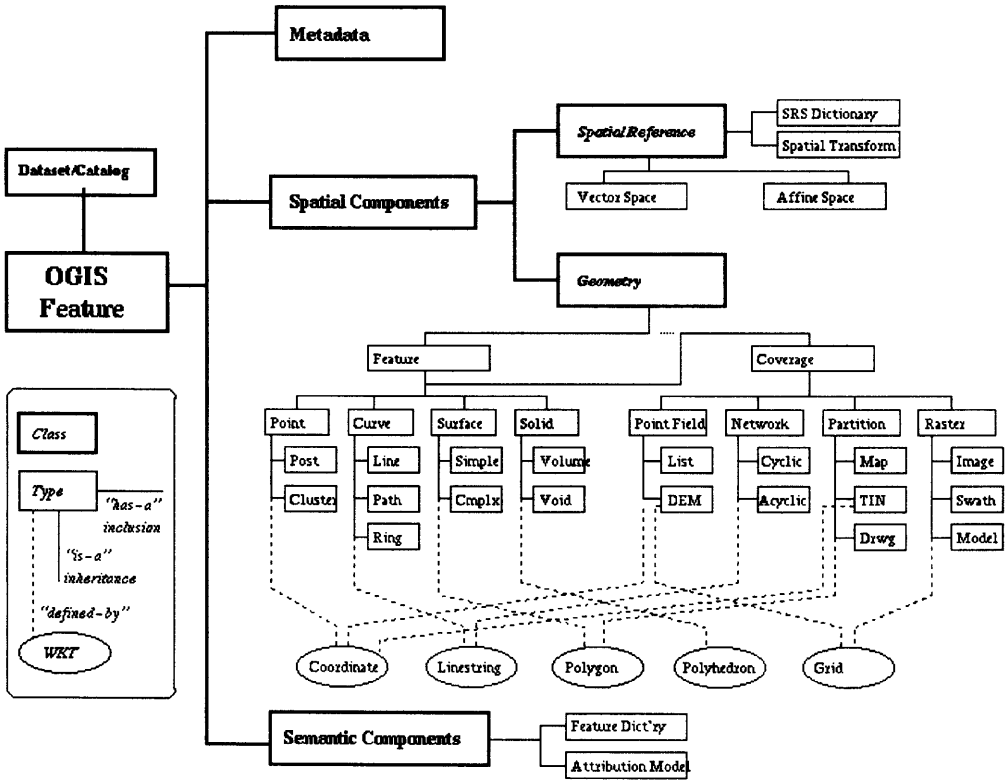


그림 3.4 OGIS 개방형 지리자료 모형(OGM) (인용: Gardels, 1996)

와 정보공동체 내부 혹은 정보공동체 간의 공유를 위한 서비스를 구현하는 공통 사양모형이다. '정보공동체 모형'은 동질적 집단 내부에서 그리고 이질적 집단 간에 '개방형 지리자료 모형'과 'OGIS 서비스 모형'을 사용하기 위해 개발되는 공유 인터페이스 사양이다. 세 가지 OGIS의 구성요소 가운데 아직까지는 '개방형 지리자료 모형(OGM)'만 개념적 사양(Abstract Specifications)이 제시되었으며 본 연구에서도 OGM을 참조의 구성방식을 분산형 수치지도 객체 개발에 참조하였다.[42]

'개방형 공간자료 모형(OGM)'은 초기단계에서 개방형 GIS의 핵심이며 OGIS 구조를 통합적으로 표현한다. 이 모형은 자료 모델이나 형식[43]과 관계없이 지리정보에 관한 일관성있는 논리적 시각을 제공하여 기존의 자료모형과 이와 관련된 자료구조를 포함하는 단일의 포괄적 모형을 제공하는데 목적이 있다. 개념적 수준에서 OGIS의 지리자료 모형(객체)는 세가지 요소로 구성된다. 첫째, '공간적 요소(Spatial Components)'는 투영법·좌표체계·좌표변환에 의해 정의된 점(Points), 선(Lines), 다각형(Polygons), 그리드(Grids), 시공간적 참조 등과 같은 기하(Geometries)로 구성된다. 둘째, '의미론적 요소(Sematic Components)'는 목록(Catalog)이나 자료사전(Data Dictionary)을 이용하여 실세계 모형의 관점에서 하나의 지리자료 객체를 구성하고 있는 요소의 의미를 정의한다. 셋째, '메타데이타(Metadata)'는 정보공동체의 맥락에서 객체를 정확히 해석하기 위해 필요한 부가적인 정보를 기술한다.

---

42) 'OGIS 서비스 모형'과 '정보공동체 모형'은 현재까지 구체적 사양으로 구체화되지 않았다. 그것은 두 모형의 특성상 오랜 기간에 걸쳐 수많은 기구와 집단간의 공동 연구가 선행되어야 하기 때문이다. 예를 들어, '서비스 모형'에서 근간이 되는 분산컴퓨팅에 관한 최근의 연구들이 아직까지 표준적 결론을 유도하지 못하고 있다. 즉, 분산컴퓨팅플랫폼(DCP)에 관한 연구가 OMG의 CORBA, 마이크로소프트의 OLE/COM, OSF의 DCE, 선소프트의 자바 등으로 나누어져 경쟁적으로 진행되고 있는 상황이다.

43) '자료모형(Data Model)'이란 일련의 정보에 관한 개념적 시각(Conceptual View), 예를 들어 지도주제(Map Themes), 분연속 사상(Features)과 객체(Objects), 관측결과(Observations), 또는 수치적/알고리듬 기술(Descriptions) 등을 일컫는다. '자료구조(Data Structure)'란 지리정보의 인코딩(Encoding)에 이용되는 방법, 가령 아크-노드 구조(Arc-Node Structure), 래스터, 데이터베이스 레코드(Records) 등이 여기에 해당한다. '자료형식(Data Format)'은 지리자료를 저장하고 관리하기 위한 특정한 규약(Protocol)이나 절차(Procedure), 예컨대 GRASS의 런-렝쓰 인코딩(Run-Length Encoding) 혹은 ARC/INFO의 벡터를 위한 커버리지(Coverages)가 이 범주에 속한다.

OGIS에서는 실세계를 엔터티(Entities)와 현상(Phenomena)이란 개념으로 구분하여 인식하고,[44] 각각 사상(Features)과 커버리지(Coverages)란 유형으로 모형화하였다(Buehler and McKee ed., 1996). 사상(Features)은 공간적 범위나 시간적 범위 혹은 시공간적 범위를 갖는 실세계의 엔터티로 시공간상에 자리잡고 있는 모든 것-예를 들어 빌딩, 도시, 나무, 생태계, 차량, 도로, 파이프라인 등-이 포함된다. 사상은 보통 집단적으로 관리된다. 즉, 도로만을 보여주는 GIS 주제도 레이어는 도로라는 사상만으로 이루어진 도로사상의 집단이다. 반면에 '커버리지(Coverage)'는 어떤 시공간적 범위내에서 값을 갖고 있는 점들의 조합이다. 즉, 한 커버리지 내에서 각 점은 특별한 값(단순한 값 혹은 복잡한 값)을 갖는다. 커버리지의 예로는 기온의 분포와 같은 스칼라 영역(Scalar Fields), DTM(수치지형모형), 인구분포, 위성이미지 등을 들 수 있다. 한편, 커버리지는 일련의 사상(Features) 집단에서 얻어질 수 있기 때문에, 사상과 사상의 집합이 OGM의 중심적 구성요소가 되며 'OGIS 서비스 모형'에서 접근·관리·조작·변환될 주된 단위가 된다.

3.1.3 공간자료의 표준화

3.1.3.1 공간자료 표준화의 개념과 분류

지리정보시스템의 표준화 연구는 여러 가지 형태의 공간자료가 구축되면서 시스템간의 자료공유와 자료교환의 필요성이 제기되면서 시작되었다. 엄밀한 의미에서 '지리정보시스템의 표준'은 본래 지리정보를 생성, 저장, 교환, 공유하기 위해 지리정보시스템과 관련된 컴퓨터 하드웨어, 소프트웨어, 자료, 인적 구조에 관한 포괄적 차원의 공통된 기준을 말한다. 그러나 지금까지 '지리정보시스템의 표준화'는 대부분 자료 중심으로 표준화가 진행되었기 때문에 지리정보시스템의 표준화를 협의의 차원에서 공간자료의 표준화로 인식되고 있다. 이와 같은 공간자료의 표준은 다양한 형식의 지리자료가 서로 다른 지리정보시스템에서 처리될

44) '엔터티'는 상대적으로 명확한 경계와 기술을 갖는 식별이 가능한 구조물 혹은 단위(예컨대 빌딩이나 하천)를 일컫는다. 반면, '현상'은 공간상에서 연속적 특성을 갖기 때문에 그 현상에 대한 값(Value)는 시공간상에서 특정한 지점에서만 의미가 있다. 가령, 기온이라는 현상은 관측되었거나 내삽되었거나 상관없이 정해진 위치에서 특정한 값을 의미한다.

때 표준을 통해 호환될 수 있도록 개발된다.

고일두(1997)는 공간자료의 표준을 다음의 7가지 영역으로 분류하였다(그림 3.5). 여기에서 데이터 모델의 표준화는 공간자료의 개념적이고 논리적인 틀인 자료의 개념화, 모델화 방식, 논리적 구성방식 등을 정의하고, 데이터 내용의 표준화는 다양한 공간 현상에 대하여 공간사상과 속성자료를 정의하며, 데이터 수집의 표준화는 디지타이징, 스캐닝 작업과 관련된 기준과 디자인, 표현 법칙 등을 규정하다. 그리고 위치참조의 표준화는 공간자료의 정확성, 의미, 공간적 관계 등을 객관적 기준(좌표체계, 투영법, 기준점 등)으로 정의하고, 데이터 질의 표준화는 유용성·정확성에 관한 검증과정으로 정의하며, 메타데이터의 표준화는 해당 자료와 관련된 주요 정보를 정의한다. 마지막으로 데이터 교환의 표준화는 공간자료의 교환(Exchange) 또는 변환(Transfer)을 위한 데이터 모델, 구조, 전환방식 등을 정의한다.

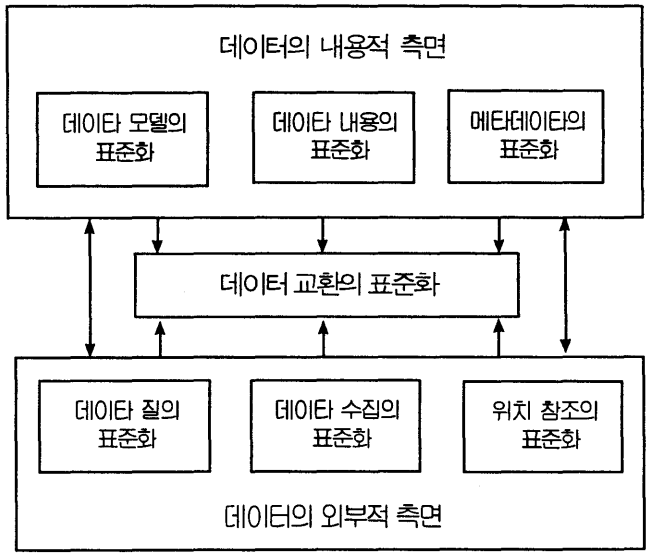


그림 3.5 공간 자료의 표준화 (인용 : 고일두(1997))

3.1.3.2 국제적 공간자료 표준화 연구

공간자료의 표준화는 지리정보시스템이 개발되기 시작한 1970년대부터 시작

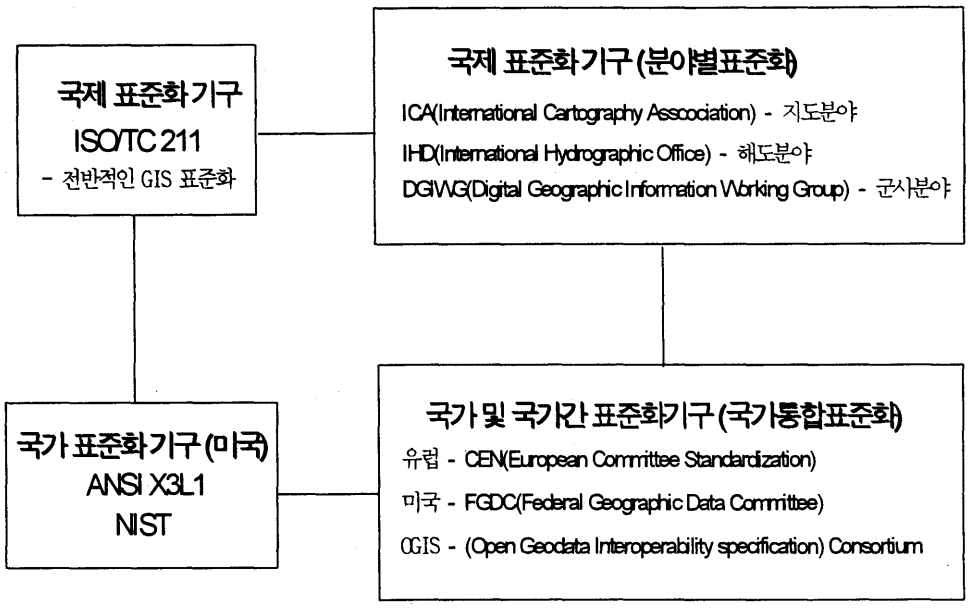


그림 3.6 국제 GIS 표준화 기구

되었다. 그러나 1970년대의 지리정보시스템은 독립적 개별 시스템(Stand-alone System) 위주로 운영되었기 때문에 자료교환의 필요성이 거의 없어 표준화에 대한 연구는 미미했다. 그러나 1980년대에 지리정보시스템의 활용이 급격하게 증가하면서 국가 기관과 관련 학계를 중심으로 표준화에 대한 연구가 본격화되었고, 1990년대 들면서 ISO(International Standards Organization)같은 국제 표준화 조직을 중심으로 국제적 표준화 연구가 활발히 진행되고 있다. 미국의 연방 자료교환 표준인 SDTS(Spatial Data Transfer Standard), 영국의 자료교환 형식인 NTF(Neutral Transfer Format), 유럽의 자료교환 형식인 DIGEST(Digital Geographic Information Exchange Standard) 등은 지리자료에 관한 표준을 바탕으로 제정된 대표적인 자료교환 표준이다.

ISO/TC(Technical Committee) 211은 국제적인 GIS표준화 기구로서 1994년 6월 ISO 산하에 구성된 수치 지리정보분야 표준화를 위한 기술위원회이다. ISO/TC 211은 지리적 위치와 직,간접적으로 관계가 있는 사물이나 현상에 관한 정보 표준규격을 수립한다. TC211의 연구는 지리정보기술과 지리정보에 대한 부가적인 표준과 연관되며, 지리정보와 관련된 산업 분야에 개발의 기본 방향으로 수용되고 있다.

DGIWG(Digital Geographic Information Working Group)는 유럽 국가들이 조직한 지리정보 표준화 기구로서 1983년 NATO의 군 지도제작 기관들이 각 기관 간의 공간 데이타 교환표준을 개발하기 위해 구성하였다. 1991년 DGIWG는 공간 데이타 전환포맷으로 DIGEST(Digital Geographic Information Exchange Standard)를 제정하였다.[45]

미국의 GIS 표준화는 1982년 USGS(US Geological Survey)가 미연방 표준국(Bureau of Standard)과 함께 '지리정보 표준화 위원회'를 구성하면서 시작되었다. USGS, FICCDC(Federal Intergerncy Coordinating Committee on Digital Cartography), NCDCDS(National Committee for Digital Cartographic Data Standards)는 공동으로 SDTS(Spatial Data Transfer Standard)를 개발하였고, 1992년에 NIST(National Institute of Standards and Technology)[46]는 SDTS를 FIPS(Federal Information Processing Standards) 173으로 지정하여 공간자료 표준으로 공인하였다.

영국의 경우는 국가지도제작기관인 Ordnance Survey와 민간 부문이 공동연구를 통하여 공간자료 교환표준인 NTF(Neutral Transfer Format)를 개발하였다. NTF는 1985년 처음 발표된 이래 1988년과 1992년에 걸쳐 개정되었고 영국표준인 BS 7567로 인증되어 사용되고 있다. NTF는 총 3부로 구성되는데, 제1부는 NTF의 논리적·개념적 규약이며, 제2부는 1부에서 규정된 규정을 물리적으로 처리하는 전환방식을 다룬 Plain NTF이고, 제3부는 구체적인 전환방식으로서 ISO 8211을 채택하여 영국표준 BS 6690으로 구현하는 과정을 기술하고 있다.

3.1.3.3 우리나라의 GIS 표준화와 문제점

우리나라에서 공식적으로 공간자료 표준화는 국가지리정보체계(NGIS) 표준화분과위원회에서 주도하고 있는데 위원회는 '국가기본도의 표준 코드 개발'과 '공통데이터 포맷 선정'을 주과제로 선정하였다. NGIS 표준화분과는 민간부문, 군사부문, 전자해도용 교환 포맷 표준으로 각각 SDTS, VPF(Vector Product

45) DIGEST는 1부:종합편, 2부:이론적 모델, 교환자료구조, 부호화규격, 3부:코드, 계수 및 첨부 부호, 4부: 지형지물 및 속성 자료 코드목록로 구성되었다.

46) 미국내에서 FIPS로 시작되는 연방표준들에 대해 인증, 허가, 관리를 담당하는 기구임

Format), DX-90 을 선정해 1996년 국가지리정보체계의 공통데이터 교환포맷 표준으로 제정하였다.[47] 또한 국가기본도의 표준 코드로 '국가지리정보체계의 국가 기본도 표준(안)[48]'을 개발하였고, 1997년에는 국가지리정보시스템 구축에 사용되는 '국가기본도 데이터상 표현방법', '지하시설물도 표준', '공통주제도 표준' 등 3개 부문의 수치지도 표준을 제정하였다.

표 3.1 국가 기본도 표준 지형지물의 대분류

분류코드	대분류명	분 류 내 용
A	시 설 물	시설물 등에 관련한 종류별 분류를 포함한다
B	수 계	물과 관련된 정보로 해양정보와 하천 및 호소 정보를 포함한다
C	지형/지질	지질, 지형, 고도 등의 정보를 포함한다
D	식 생	논, 축지, 산림지 등의 정보를 포함한다
E	행정/경계	인위적·자연적 용도 등에 의하여 구분된 지역· 구역 등의 정보를 포함한다
F	지 적	지적과 관련한 내용을 포함한다
Z	일 반	기준점, 편차, 주기 등의 내용을 포함한다

본 연구의 연구대상인 국가수치기본도와 관련 있는 국가기본도 표준(안)에서는 지형·지물을 대, 중, 소분류의 3단계로 분류하고 있다(표 3.1). 대분류는 기본항목으로 실제물체 대상물의 유형별 구분을 한다. 중분류는 주요항목 단위로 분류하며 대상물의 종류에 따라 구별한다. 소분류는 대상물의 물체/목적별로 구분하도록 한다.

국가기본도 표준에서는 지형지물의 분류 코드체계는 다음과 같다(그림 3.7).

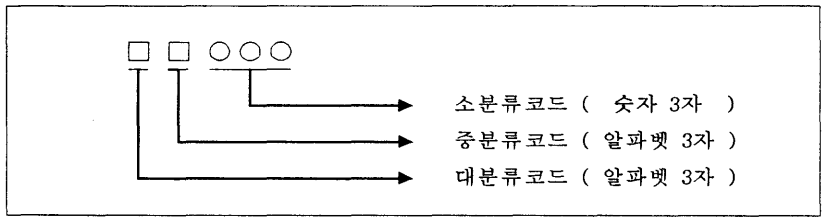


그림 3.7 국가기본도 표준: 지형지물의 분류 코드체계

47) 정보통신부, 1996, 국가지리정보체계의 공통데이터교환포맷표준, 한국전산망표준KIS 123

48) 정보통신부, 1996, 국가지리정보체계(NGIS)의 국가 기본도 표준1)-지형지물 및 속성 부호(버전 1.0), 한국전산망표준(KIS 124)

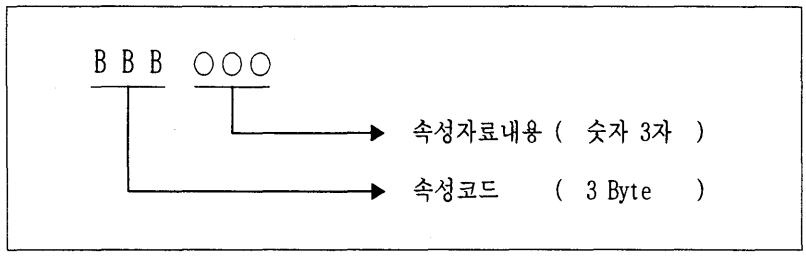


그림 3.8 국가기본도 표준안: 속성정보 분류

국가기본도 표준안의 속성정보는 [그림 3.8]과 같이 구성된다([부록 2] 참조).

우리나라의 국가지리정보 표준 개발 과정에는 몇 가지 측면에서 보완이 필요하다. 첫째, NGIS 표준화 연구가 보다 구체적으로 진행되어야 한다. 가령 공통데이터 교환포맷 표준으로 SDTS를 선정하였지만 이를 실질적으로 적용할 수 있는 구체적 방법이 개발되지 않았을 뿐 만 아니라[49] 근본적으로 SDTS에 대한 충분한 검토가 이루어지지 않은 상태이다. 따라서 좌표계 변환, 공간용어와 속성 용어 규정 작업, 프로파일 제정 등의 한국화 작업과 SDTS 변환 프로그램 제작, 축적별 코드 제정 등의 구체적 자료 개발 과정에 대한 연구가 필요하다. 둘째, 국가기본도 표준에 따라 개발되는 수치지리자료를 SDTS로 통합하여 관리할 수 있는 방안이 마련되어야 한다. 이를 위해 우선 국가기본도 표준의 지형지물 분류는 공통데이타 교환포맷 표준의 내용[50]이 되기 때문에 두 표준을 통합하는 것이 바람직하다. 셋째, 국가적 공공지리자료를 개발하거나 사용하는 공공 기관이 NGIS 표준을 따르도록 보급을 서둘러야 한다. 현재 NGIS 표준은 국립지리원과 같은 실제 국가지리자료 생산자와 상호연계가 부족하여 실제로 표준으로서 역할을 못하고 있다. 예를 들어, 국립지리원의 경우 1999년까지 DXF(Drawing Exchange Format)규격을 국가지리정보체계(NGIS)의 수치지형도 데이터 구축용 데이터 포맷 표준으로 사용함으로써 DXF 포맷을 사실상의 표준으로 수용[51]하고

49) 실제 다음 표준의 전문(정보통신부, 1996, 국가지리정보체계의 공통데이터 교환포맷 표준, 한국전산망표준KIS 123)에서 볼 수 있듯이 그 구체적 내용이 미미하다.

① 국가지리정보체계의 공통데이터 교환포맷은 SDTS를 원칙으로 한다. ② 단 국방분야는 DIGEST로 한다. ③ 단 수로(해도)관련분야는 DX-90으로 한다. ④ 한국전산망표준에서 "국가지리정보체계의 기본도 표준"-지형지물코드 및 속성부분은 이를 준수한다.

50) 지형지물 분류는 SDTS의 Part 2에 해당된다. 공통데이터 포맷표준 4항.

51) 김경수, 1997, 제1회 GIS세미나, 전자신문사

있다. 그리고 대부분의 지자체도 도시정보시스템(UIS)을 구축하는데 DXF로 제작된 국립지리원의 수치지형도를 활용하고 있는 상황이다.

그렇다면 인적·물적 측면에서 지원이 부족한 점을 감안하더라도 국내의 지리자료 표준화가 실질적인 성과를 얻고 있지 못한 원인은 무엇인가? 가장 큰 이유는 공간자료의 표준화를 자료 교환의 표준화로 축소하여 인식하는 오류라고 판단된다. 그리고 자료 교환의 표준 역시 지극히 기술적인 측면이 강조되어 물리적 자료구조나 파일구조의 변환과 같이 지엽적 측면에 초점이 맞추어져 있다는 사실이다. 예컨대, 우리가 자료 교환의 표준으로 설정한 미국의 SDTS는 다양한 지리자료모형을 수용할 수 있도록 표준적 지리자료모형에 대한 연구를 선행한 후에 개발된 것이다. 즉, SDTS에는 미국내에서 이미 개발되어 활용되고 있는 DLG(-E), DIME, TIGER(/Line) 등의 자료모형을 수용할 수 있는 특성화된 자료모형이 내포되어 있다. 그것은 SDTS를 표준으로 활용하기에 적합한 자료모형이 존재함을 의미한다. 이와 같은 측면에서 현재 DXF 형식의 자료모형으로 개발되고 있는 우리의 수치지형도를 고도로 세분화된 SDTS 형식의 자료모형으로 전환하기는 사실상 어렵다.[52]

이와 같은 상황에서 우리의 국가기본수치지형도와 성격이 비슷한 미국의 DLG-E 개발사례는 우리에게 시사하는 바가 크다. DLG를 확장한 DLG-E 모형은 SDTS가 곧 교환표준으로 확정될 것을 가정하여 수정, 개발된 모형이다. USGS는 SDTS 모형이 DLG의 자료 특성을 충분히 만족시킬 수 없다는 판단 아래 DLG-E를 구현하기 위해 자료모형의 요소 선정 단계에서 이른바 '자료 비교조정(Data Mapping)'과정을 거쳤다. 즉, DLG와 SDTS가 각기 나름대로의 자료모형과 자료구조를 갖고 있기 때문에 상호비교를 통해 SDTS 요소로 변환한 다음 이후에 SDTS 자료구조와 파일구조로 변환하여 DLG-E를 개발하였다. 이런 맥락에서 우리나라가 최근에 채택한 SDTS가 기본도 수치화의 표준화를 위해 모든 문제를 해결할 수 없으며 이제부터 SDTS를 바탕으로 국립지리원이 새로운 기본수치지형도 설계안을 개발하여야 한다고 주장한 김은형(1996)의 연구는 설득력이 있다.

---

52) 실제 이와 같은 이유로 국가기본수치지도를 개발하는 국립지리원과 표준화를 담당하는 한국전산원 사이에 의견이 불일치되는 상황이다.

3.2 공간정보일람시스템을 활용한 공간자료 공유

이 절에서는 수치지도에 대해 대화형 방식으로 지리공간적 질의를 구현한 공간정보일람시스템을 개념정의하고, WWW에 기초한 공간정보일람시스템을 유형별로 구분하고 실제 사례를 검토한다. 이것은 WWW를 활용한 본 연구의 특성상 연구개발 방법에 대한 이론적, 기술적 기초로 활용된다.

3.2.1 공간정보일람에 관한 연구

지리적 질의(Geographic Queries)와 공간적 질의(Spatial Queries)란 특정한 좌표체계가 동원되어 공간적으로 색인된 데이터베이스에 대해서 특정한 항목 사이의 상호관계에 관련된 질의를 의미한다. 공간적 질의는 좌표체계의 특성에 관계없이 기하학적으로 정의된 사상 간의 공간적 상호관계, 예컨대 교차, 포함관계, 경계, 인접성 등에 관한 질의로 정의되며 지리적 질의에 비해 좀 더 포괄적이며 일반적으로 받아들여진다(De Floriani *et al*, 1993). 이에 반해 지리적 질의는 실세계를 모형화한 좌표체계로 짜여진 공간을 전제로 한다. 엄밀한 의미에서 지리정보시스템, 컴퓨터 지도학, 혹은 수치지도 등과 관련된 분야에서는 좌표체계를 갖는 자료의 성격상 '지리적 질의'라는 용어를 사용하는 것이 타당하지만 실제로는 뚜렷한 구별 없이 사용되고 있다.

지리 공간적 질의는 기하적 요소와 위상적 요소가 결합돼 이루어지는데 크게 "What's Here" 질의와 "Where's This" 질의로 분류된다(Frew, *et al.*, 1995). 즉, 전자가 특정한 위치에서 어떤 정보가 있는지를 발견하는 것이라면 후자는 특정한 현상이 어디에서 발생하는지를 밝히는 질의이다. Laurini와 Thompson(1992)는 이러한 단순 분류로부터 질의 범위가 어떻게 정의되는가에 따라 '포인트인폴리곤 질의(Point-in-Polygon Query,' '영역 질의(Region Query),' '거리와 완충지역 질의(Distance and Buffer Query),' '경로 질의(Path Query),' '멀티미디어 질의(Multimedia Query)'으로 공간질의를 구분하였다.

지리적 색인이 첨부된 데이터베이스에서의 탐색(Search)[53]은 사용자 자신이

무엇을 원하는지에 대한 개념이 명확하게 인식된 상황을 전제하며 특정 형식으로 그 요구를 구체화시킬 수 있어야 한다. 지금까지 대부분의 지리 공간적 질의(Geographic and Spatial Query)는 이러한 형식을 취하고 있었다. 이에 반해 사용자가 원하는 정보의 유형에 관해서는 어느 정도 지식을 갖고 있지만 구체적 질의 언어로 해당 정보를 나타낼 수 없는 경우도 역시 발생한다. 이때는 명시적으로 공간 질의가 형식화될 수 없기 때문에 해당 데이터베이스에 대해서 지리적 운행(To Navigate the Database Geographically)이 가능한 기능, 즉 공간적 정보일람(Spatial Browsing) 기능이 필요하다. 대개의 경우 공간정보일람 기능은 특정한 형태의 공간 질의와 대화형 수치지도를 결합시킴으로써 지리적 정보를 사용자가 조사할 수 있도록 제공한다.

Laurini와 Thompson(1992)은 이러한 공간적 정보일람을 '하이퍼맵(Hypermap)'이란 개념을 사용하여 설명하였다. 하이퍼텍스트 데이터베이스에서 각각의 문서(또는 노드; Node)는 텍스트, 이미지, 비디오, 오디오 등과 같이 다양한 미디어 형태로 작성된 다른 문서로 연결(링크; Link)이 이루어질 수 있다. 하이퍼맵에서는 이러한 링크가 지도 위의 아이콘(Footprint, 연결이 가능한 영역에 대해 경계선 역할을 하는 일종의 다각형)으로 표시된다. 즉, 하이퍼맵은 하이퍼텍스트 개념을 지도와 접목시켜 다양한 형태의 지리정보를 정보일람(Browsing)하고 내비케이션(Navigation)할 수 있는 시각적인 의사교환 인터페이스(Visualization Communication Interface) 역할을 수행한다.

공간적 정보일람과 하이퍼맵 개념은 일종의 사용자 인터페이스 사고체계(User Interface Metaphor)로서 중요한 이점을 갖는다. 즉, 사용자에게 공간자료가 갖는 세 가지 특징(위치, 속성, 시간)에 기초하여 공간자료에 접근할 수 있는 수단을 제공함으로써 컴퓨터라는 가상의 공간(Pseudospace)에서 지리적 인지를 가능케 한다(Larson, 1996). 그래픽과 공간 정보(Graphical and Spatial Information)를 다루는 영역과 문자 정보(Verbal Information)를 다루는 영역은 서로 다른 인식체계가 존재하며(Jones and Dumais, 1986), 공간적 질의는 문자

---

53) 탐색(Search) : 데이터베이스 내에서 특정하게 알고 있는 항목을 찾는 작업
검색(Retrieve) : 현재는 모르지만 데이터베이스 내에서 다양한 기준에 따라 관련된 항목을 찾는 작업
정보일람(Browse) : 정보시스템에서 내용의 개략을 일람하는 작업 (Larson, 1996)

질의(Verbal Queries)에 의해 적절하게 표현될 수 없다(Furnas, 1991)는 연구는 공간정보일람의 필요성을 확인해주고 있다. 또한, 지리적 질의는 근본적으로 공간적 성격을 갖기 때문에 지도와 지리에 어느 정도 익숙하다면 지도에 기초한 지리적 인터페이스가 보다 직관적이고 이해력이 높게 작용한다. Morris(1988)의 경험적 연구나 수치지도와 하이퍼맵 등을 포함한 그래픽 인터페이스가 정보를 밀도 있게 표현한다는 연구들(McCann and Tuori, 1988; DiBiase et al., 1993)은 지리적 데이터베이스에 대한 공간적 정보일람 방법론 혹은 하이퍼맵 기능이 효과적임을 입증하고 있다.

3.2.2 공간정보일람시스템의 유형 분류

공간정보일람은 기본적으로 네트워크 환경을 전제로 출발하였고, 특히 인터넷은 공간정보일람시스템이 구체적으로 구현될 수 있는 토대를 제공하고 있으며 대부분의 공간정보일람시스템은 인터넷에 기반한 기술을 채택하고 있다. 공간정보일람시스템에 관한 연구는 그 특성상 컴퓨터의 네트워크 기능이 어느 정도 성숙 활용 단계에 접어들면서 활발하게 전개되어 1990년대 중반이후 급속히 연구가 진행되는 분야 가운데 하나가 되었다. 지금까지의 연구를 종합하면 크게 두 가지 방향에서 연구의 특징을 찾을 수 있다. 즉, 클라이언트/서버간의 네트워크에 기반한 공간정보일람시스템의 특성상 핵심적 기능을 클라이언트와 서버 가운데 어느 쪽에 중심을 두느냐에 따라 '서버 중심 응용(Server-Side Application)'과 '클라이언트 중심 응용(Client-Side Application)'으로 연구를 구분할 수 있다.

3.2.2.1 서버 중심 공간정보일람시스템

서버 중심 공간정보일람시스템은 대부분 서버에서 자료가 처리, 분석되는 시스템이다. 클라이언트의 사용자는 특정한 공간분석 요구(Requests)를 인터넷을 통해 서버로 전달하고 서버는 이 요구를 처리하여 그 결과를 사용자에게 반환하는 방식을 취한다. GIS 프로그램과 인터넷 서버를 CGI(Common Gateway Interface)를 통해 연계하는 방식은 전형적인 서버 중심 공간정보일람시스템의 구성 방식이다(그림 3.9). 즉, 웹 브라우저와 GIS 서버가 직접 정보를 교환할 수

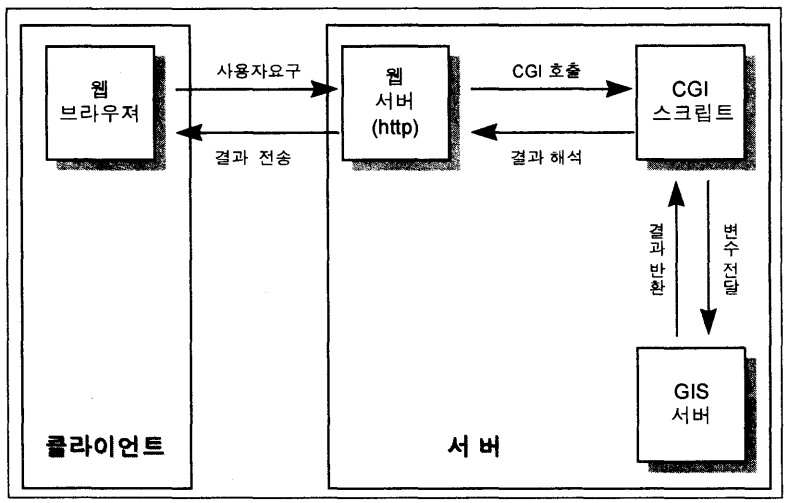


그림 3.9 CGI를 활용한 서버중심 공간정보일람시스템 모형

없기 때문에 중간 단계에 웹 서버와 CGI를 활용하는 것이다. 웹 브라우저는 HTTP를 통해 웹 서버와 정보를 교환하고, CGI는 웹 서버와 GIS 서버 사이의 연계를 담당한다. CGI는 웹 서버가 GIS 프로그램을 실행할 수 있도록 허용하며 결과로 출력된 정보를 해석하여 웹 브라우저에게 전달하는 역할을 한다.

이와 같이 CGI를 활용한 공간정보일람시스템은 서버측 연산에 초점이 맞춰져 GIS 서버가 대부분의 작업을 실행하고, CGI 스크립트는 브라우저와 서버간의 중간 번역 루틴으로 그리고 웹 브라우저는 사용자 인터페이스로 역할 한다. 이 방법은 모든 분석 기능들이 GIS 서버 측에서 처리되기 때문에 클라이언트의 작업 부하가 적어 그만큼 클라이언트 응용 시스템이 소형화될 수 있고 이미 개발된 GIS 시스템 기능을 활용할 수 있다는 장점이 있다.

그러나 CGI에 기초한 공간정보일람시스템은 기반이 되는 기술적 특성으로 인해 두 가지 측면에서 단점을 나타낼 수 있다. 우선, 현재의 HTTP와 CGI가 무상태 프로토콜(Stateless Protocol)과 비접속(Connectionless) 특성을 갖고 있기 때문에 클라이언트에서 보내진 사용자 요구(Requests or Transactions) 상호간에 정보가 유지되지 않는다. 따라서 이전의 처리로부터 필요한 정보들을 재전송해야 하는 문제가 생기고 한번의 연결에 하나의 요구만을 처리하는 특성상 사용자의 요구가 있을 때마다 재연결이 필요하다. 따라서 사용자의 요구마다 웹 브라우저, 웹 서버, CGI 스크립트, GIS 서버간의 정보 교환과 이에 따른 작업 절차가

요구되기 때문에 과도한 네트워크 교통량이 발생한다. 둘째, 대부분의 작업이 서버에 집중되어 있기 때문에 웹 브라우저(사용자)와의 정보 교환이 상대적으로 지체된다. 또한 CGI 스크립트가 웹 브라우저의 모든 입력을 처리하고 GIS 서버의 모든 결과를 해석하여야 하기 때문에 CGI 스크립트가 동시에 발생하는 사용자들의 요구들을 처리하기 어렵다.

한편 서버 중심 공간정보일람시스템은 사용자에게 제공되는 공간정보의 처리 절차와 생성 시점을 기준으로 '정적 방식(Static Approach)'와 '동적 방식(Dynamic Approach)'으로 구분할 수 있다. 일반적으로 정적 방식이 미리 준비된 래스터 자료를 그대로 사용하는데 반해 동적 방식에서는 사용자의 요구에 따라 데이터베이스에 저장된 벡터 자료를 대상으로 몇 가지 단계의 공간연산을 수행하고 그 결과를 래스터 자료로 변환하여 사용한다(Steinke, 1995). 전자는 다시 대화형 형식(Interactive Mode)을 지원하느냐에 따라 정적 지도(Static Map) 방식과 이미지 지도(Image Map) 방식으로 구분할 수 있으며, 후자는 공간연산 처리와 최종결과를 만들어내는 서버의 구성방식과 특성에 따라 공개지도서버 방식(Public Map Server Type, 또는 원격지도생성방식;Remote Map Generators Type), 서버통합형 지도생성 방식(Server-Integrated Map Generators Type), 실시간 GIS 시스템 인터페이스 방식으로 분류할 수 있다.[54]

3.2.2.2 클라이언트 중심 공간정보일람시스템

클라이언트 중심 공간정보일람시스템은 GIS 분석과 데이터 처리를 사용자의 로컬 컴퓨터의 웹 브라우저 혹은 클라이언트 자원을 활용하여 실행하는 방식이다. 이를 위해 GIS 자료와 분석 도구는 처음에 서버에 존재하지만 사용자의 요구에 의해 서버에서 클라이언트로 전송되는 과정을 거친다. 클라이언트 중심 방법은 서버 중심 방법에 비해 연구가 적게 이루어졌는데 그것은 클라이언트 중심

54) '공개지도서버 활용방식'은 자체적으로 이미지 지도를 만들지 않고 대신 네트워크를 통해 공개지도서버의 동적 지도제작시스템을 활용하여 원하는 지도를 취득하는 인터페이스로 구성된다. '서버통합형 지도생성 방식'은 자체적으로 지도 생성기를 서버에 내장하여 이를 HTTP 서버와 연계시켜 사용자가 입력한 지도정보를 바탕으로 지도를 동적으로 생산하는 방식이다. '실시간 GIS시스템 인터페이스 방식'은 기존의 GIS시스템에 CGI와 같은 응용스크립트를 개발하여 이를 GIS 게이트웨이를 통해 HTTP 서버와 실시간으로 링크를 만드는 방법이다.

방법이 상대적으로 고려해야 할 사항이 많고 기술적으로 복잡한 측면이 있기 때문이다. 지금까지 개발된 클라이언트 중심 방법에는 GIS 플러그인(Plug-Ins)이나 보조 프로그램(Helper Programs)을 이용하는 방식[55]과 GIS 엑티브엑스 콘트롤(ActiveX Controls)[56] 방식, 그리고 자바 애플릿 적용 방식이 존재한다. 플러그인과 액티브액스 콘트롤은 지속적으로 클라이언트의 일정한 자원을 할당받아야 하고 플랫폼의 특성에 따라 각기 다른 버전이 필요하다. 반면에 자바 애플릿 방식은 클라이언트에서 자원을 동적으로 할당받고 플랫폼에 상관없이 지원되는 장점을 갖지만 상대적으로 복잡한 개발 과정이 요구된다.

3.2.3 공간정보일람시스템 사례 분석

다음은 현재 WWW를 통해서 작동하고 있는 공간정보일람시스템의 사례를 조사한 것이다. 물론, 공간정보일람시스템을 총체적으로 검토한 것은 아니지만 인용된 사례들은 관련 연구나 개발 사례에서 대표적인 참조모형으로 평가되고 있다. 이와 같은 기술현황분석(The State-of-the-Art Survey)을 통해 앞서 논의한 공간정보일람시스템의 개념을 명료화하고자 한다.

우선 공간정보일람시스템의 유형을 구분할 때 서버 중심의 정적 방식 가운데 정적 지도와 이미지 지도를 활용한 사례로 미국 UC 버클리 대학의 환경정보디지틀도서관시스템[http://elib.cs.berkeley.edu]을 들 수 있다. 이 시스템은 하이퍼맵 (Hypermap) 기능을 통해 공간정보일람시스템을 구현한 것이다. 하이퍼맵은 기본지도(The Base Map) 위에 관련된 연결아이콘(Footprints)을 표시하고 각각의 아이콘이 특정한 형태의 공간정보에 연결되도록 구성하고 있다. 예컨대 [그림 3.10]에서 레이블이 있는 아이콘은 각각 항공기에 탑재된 스캐너(Air-born Scanner)에서 획득한 영상을 합성한 항공사진과 연결되어 있다(그림 3.11). 이와

55) 플러그인과 보조프로그램을 이용하는 방법은 웹 브라우저가 처리할 수 없는 형식의 공간자료가 참조되는 순간에 클라이언트에 저장된 부가 기능을 활용하여 웹 브라우저의 기능을 확장한다.

56) 액티브액스 콘트롤은 마이크로소프트사가 자사의 OLE(Object Linking and Embeding)표준에 맞춰 개발한 일종의 모듈 중심 소프트웨어(a Modular Piece of Software)로 일련의 정보처리기능을 수행하며 '인터넷 익스플로러(Internet Explorer)' 같은 웹 브라우저나 비쥬얼 베이직, 비쥬얼 C++, 폭스프로 같은 컴퓨터 언어에서 사용될 수 있다.

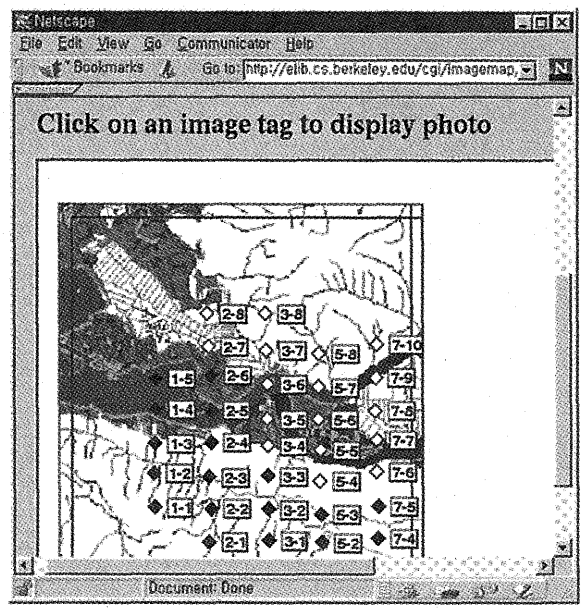


그림 3.10 하이퍼맵의 연결아이콘

그림 3.11 하이퍼맵에 연결된 최종 항공사진 이미지

같은 공간정보일람은 원하는 정보/자료를 찾기 위해 하나의 정적 지도(Static Map)에서 다른 정적 지도들로 옮겨 다니는 방식을 취하고 있다.

미국의 센서스 조사국(US Bureau of the Census)의 TIGER 맵핑 시스템(TIGER Mapping System, TMS)[57]은 정적 지도 방식에 비해 스크롤(Scroll) 기능과 확대·축소(Zoom-In/Zoom-Out) 기능을 구현하여 서버중심의 동적인 수치지도(Dynamic Digital Map) 방식으로 공간정보일람 기능을 제공한다 [http://tiger.census.gov]. TMS에서는 처리 속도를 향상시키기 위해 원래의 TIGER 파일(TIGER/Line)을 이진 형태로 재변환시켜 공간자료로 활용하고 센서스의 통계 자료를 속성자료로 이용하여 주제도를 실시간으로 구성한다. 따라서 TIGER에 포함된 모든 주제정보를 접근할 수 있다는 이점이 있다. TMS의 지도제작 엔진은 Xerox의 Map Viewer[58]에서 사용되는 'Mapwriter'의 알고리듬을 상당부분 참조하여 개발되어 사용되는 URL 스트링 변수가 유사한 형식으로 표현된다.[59] [그림 3.12]는 미국 워싱턴DC를 중심으로 한 지도인데 상하좌우 네 가지 방향으로 표시된 화살표를 클릭하면 지도가 원하는 방향으로 스크롤 된다. 또한 확대·축소 단추를 이용하여 지도의 축척을 조절하거나 현재 이미지를 GIF 형식으로 전송받을 수 있다. TMS에서 주목해야 할 점은 화면에 출력되는 지도가 TMS의 하부 시스템인 TIGER 수치지도 데이터베이스로부터 즉석에서(On-the-Fly) 생성된다는 것이다. 즉, 디지틀도서관이나 가상여행시스템에서 미리 준비된 정적지도를 이용하는 방식과 달리 TMS의 경우는 사용자의 요구(스크롤/확대·축소)에 따라 해당 지도가 만들어진다.[60]

---

57) TIGER는 'Topologically Integrated Geographic Encoding and Referening system'의 약자로 1990년 센서스를 기점으로 센서스 조사국의 활동을 지원하기 위해 개발되었다

58) [*http://pubweb.parc.xerox.com/mapdocs/mapviewer-details.html*]을 참조.

59) TMS가 주제도를 생성하는데 필요한 URL 변수의 형식은 다음과 같다.

[http://tiger.census.gov/cgi-bin/mapgen?*parameter&parameter&*.....]

여기에서 사용되는 변수(parameter)에는 지도크기, 대상지역(coverage area), 주제변수선정, 범례 등이 포함된다(자세한 변수정보는 *http://tiger.census.gov/instruct.html* 을 참조.).

60) 현재 TMS은 다음절에서 설명할 HTML의 이미지지도 기능, 특히 최근 개발되고 있는 클라이언트측 이미지지도 기능을 사용하여 새롭게 재구성되고 있다.

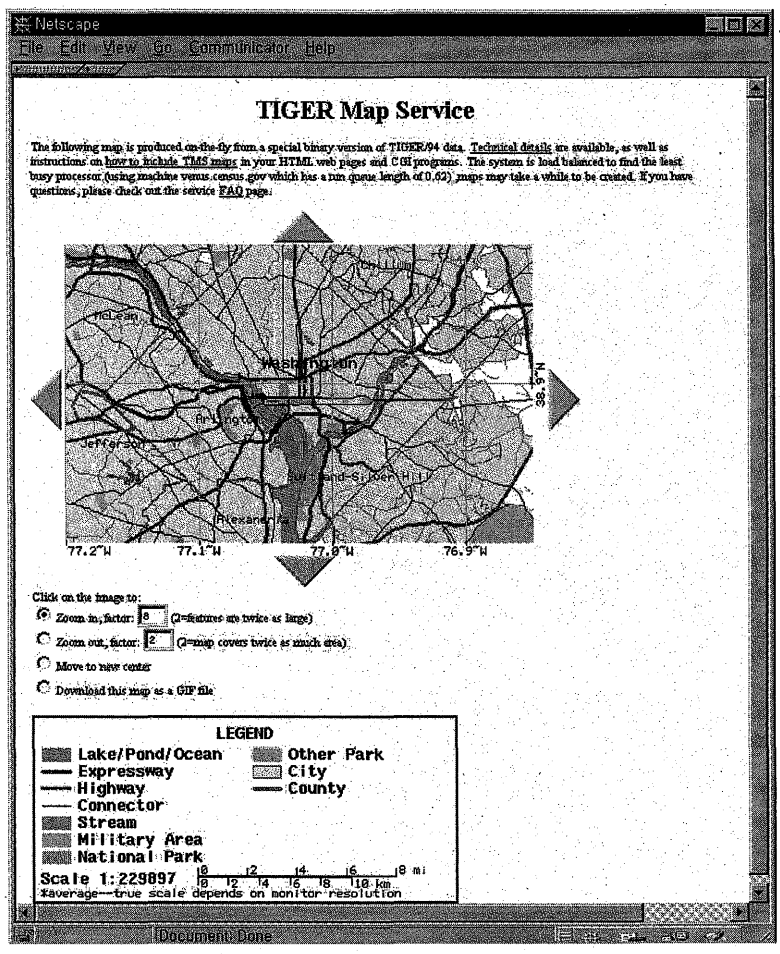


그림 3.12 TIGER 맵핑 시스템 (워싱턴 DC를 중심으로)

GRASSLinks 시스템은 웹(WWW)과 지리정보시스템을 상호연동시킨 최초의 대표적 사례로 꼽히며 그 핵심은 GRASS-GIS[61] 프로그램을 웹에서 접근할 수 있도록 개발된 인터페이스에 있다(Huse, 1995; [http://www.regis.berkeley.edu/grasslinks]). GRASSLinks에서는 기초적인 GIS 기능인 포인트-인-폴리곤 탐색(Point-in-Polygon Search)과 공간적 질의(Spatial Query) 그리고 지도 중첩(Map Overlay)이 구현된다. 즉, 사용자의 목적에 따라 기개발된 주제도들 가운데 선택할 수 있는 사용자 환경이 CGI를 통해 제시되고(그림 3.13) 그 선택에 따

61) GRASS(Geographic Resources Analysis Support System)는 미국 육군에서 개발한 GIS 시스템으로 그 프로그램이 공개되어 있어 실험적 연구에 많이 이용되고 있다. 보다 자세한 내용은 *http://www.cecer.army.mil/grass/GRASS.main.html* 을 참조).

라 지도가 중첩되어 그 결과가 출력되며 이에 대해 공간적 질의나 축척의 변환이 이루어진다(그림 3.14).

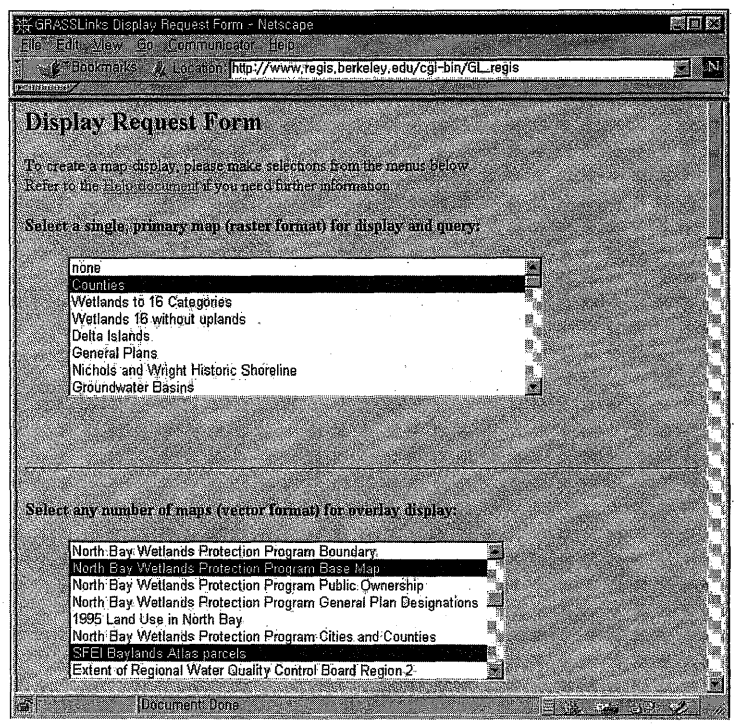


그림 3.13 GRASSLinks 시스템의 사용자 선택 환경

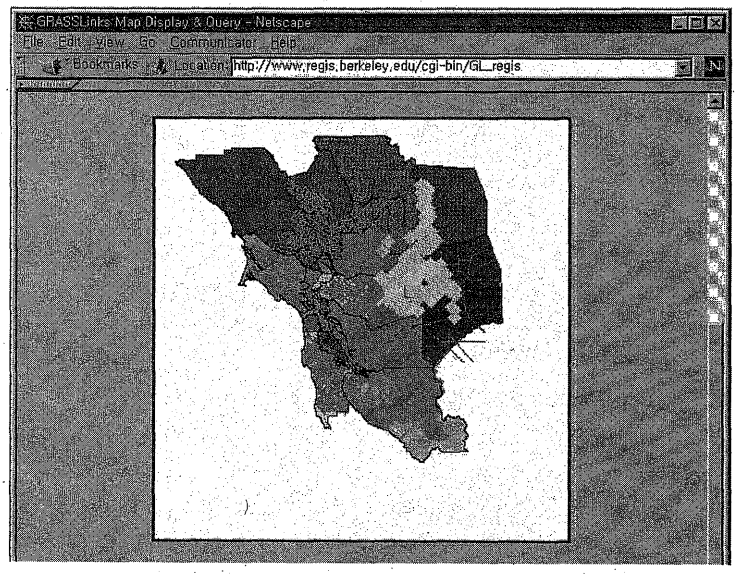


그림 3.14 GRASSLinks 시스템의 중첩 결과 이미지

3.3 공간자료모형과 공간객체 구성에 관한 논의

공간사상의 객체화 연구를 살펴보면 객체화의 대상과 목적 그리고 그에 따른 기능이 서로 다르기 때문에 객체화 유형 또한 다양하게 존재한다. 그러나 공통적으로 이들 연구에서 객체지향 설계는 우선 실세계를 개념적 공간자료모형으로 구성하는 단계에서 출발한다. 자료모형(Data Model)에 관한 연구는 Codd(1970)에 의해 처음으로 시도되었으나 Date(1975)가 제시한 광의의 자료모형에 관한 정의가 일반화되면서 활성화 되었다. 그는 '자료모형을 어떤 기준에 따라 정의된 실체(Entities) 사이에 형성되는 관계의 집합'이라 정의하고, 자료모형의 목적을 정보를 표현하는 형식적 수단과 그 표현을 조작하는 수단을 제공하는데 있다고 보았다. 자료모형은 일정한 목적에 맞게 조정되는 인간의 개념화 과정(Human Conceptualization)이기 때문에 동일한 현상에 대해서도 접근시각이나 적용분야에 따라 자료모형을 다르게 나타날 수 있다(Peuquet, 1990).

3.3.1 공간자료모형에 관한 연구

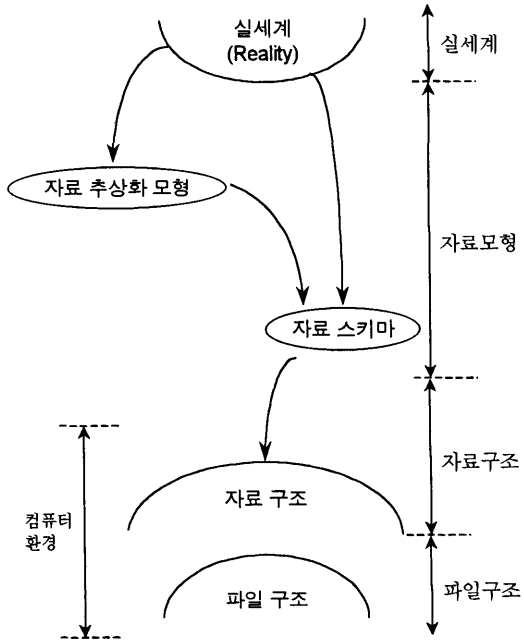
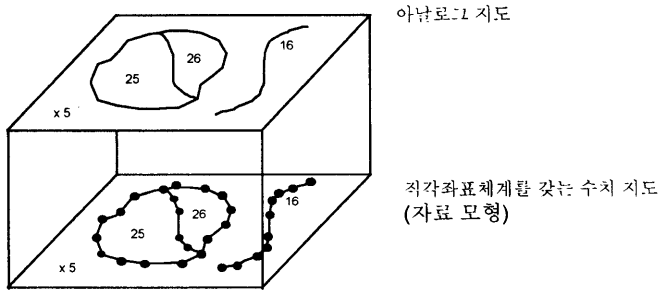


그림 3.15 공간자료 모형화 단계

공간자료 모형화 과정(Spatial Data Modeling Process)은 실세계(Reality) 단계에서 추상화(Spatial Data Abstract or Data Model) 단계와 인간의 개념 중심의 자료구조(Spatial Data Structure) 단계를 거쳐 최종적으로 컴퓨터 중심의 저장구조(File Structure) 단계로 진행된다(Guptill, 1990; Salgé, 1991). 추상화 단계 혹은 자료모형 단계는 실세계를 응용목적에 따라 관련된 특성들을 개념화 단계이며, 자료구조 단계에서는 자료모형을 컴퓨터 코드로 기록할 수 있도록 도표, 리스트, 배열 등의 관점으로 표현하고, 마지막 파일구조 단계에서는 특정한 하드웨어와 소프트웨어 환경에 맞게 자료구조를 변환하는 물리적인 메카니즘을 정의한다(그림 3.15).

전통적으로 지리자료는 지도라는 2 차원의 아날로그 모형(Analog Model)으로 표현되었고, 아날로그 모형은 다시 디지틀 환경에서 벡터 모형(Vector Model)과 래스터 모형(Raster Model)으로 재해석되고 있다. 래스터 모형은 그리드 셀(Grid Cell)을 기본 단위로 실세계를 모형화하여 표현하는 방식으로, 개념적으로 단순하기 때문에 모형화 과정이 용이하다. 벡터 모형은 그 용어에서 정의된 바와 같이 공간 사상을 위치, 길이, 차원이라는 속성으로 파악하여 모형화가 이루



자료 구조

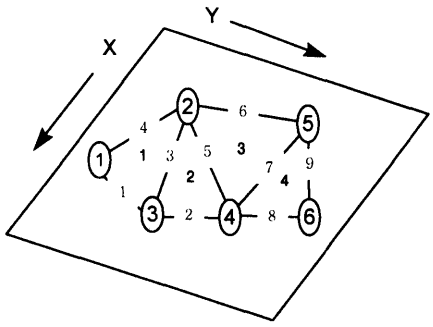
사상	번호	위 치
점	5	x,y 좌표쌍
선	16	스트링(string)
다각형	25	시작점과 끝점이 같은 폐곡선
	26	인접 다각형과 공유하는 좌표쌍들을 갖는 폐곡선

그림 3.16 스파게티 벡터 자료모형 (인용: ESRI)

어지는데 크게 스파게티 모형(Spaghetti Model)과 위상 모형(Topological Model)으로 분류할 수 있다(Dangermond, 1982).

스파게티 자료모형은 가장 단순한 벡터 자료모형으로 지도에 나타난 각각의 사상은 파일구조에서 하나의 논리적 레코드로 인식되고 (x, y) 좌표쌍으로 구성된 스트링(Strings)으로 정의된다(그림 3.16). 즉, 지도는 개념적 모형으로, 그리고 (x, y) 좌표 파일은 좀더 물리적 구조에 가까운 자료구조로 인식하기 때문에 그만큼 이해하기 쉽고 단순하다. 스파게티 자료모형화 과정에서는 2차원의 지도 모형이 1차원의 모형(리스트 형식)으로 전환되며, 모든 사상들이 공간적으로 정의되지만 사상들 간의 상관관계는 유지되지 않는다. 이러한 특성 때문에 스파게티 모형을 복잡한 공간분석기능에 적용하기에는 비효율적이다. 그것은 원래의 아날로그 모형에 내포되어 있었던 공간적 상관관계를 계산의 수행과정에서 다시 유도해야 하기 때문이다. 그러나 스파게티 모형의 단순한 구조는 공간적 상관관계를 요구하지 않는 컴퓨터 지도 생산에 자주 활용된다.

위상 모형은 명시적으로 인접 정보를 기록함으로써 공간 사상 사이의 상호관계를 유지하는 가장 대표적 방법이다. 명시적으로 인접 정보를 자료 구조에



위상적 코드가 내재된 네트워크와 다각형

링크 #	오른편 다각형	왼편 다각형	노드 1	노드 2
1	0	1	1	3
2	0	2	3	4
3	1	2	2	3
4	0	1	2	1
5	3	2	4	2
6	3	0	2	5
7	3	4	5	4
8	0	4	4	6
9	4	0	5	6

노드의 좌표

노드 #	X 좌표	Y 좌표
1	19	6
2	15	15
3	27	13
4	24	19
5	6	24
6	20	28

그림 3.17 위상 벡터 자료모형 (인용: ESRI)

기록함으로써 위상 모형은 스파게티 모형에 비해 고도의 공간 분석 기술을 수행할 수 있는 구조를 갖는다. [그림 3.17]은 단순화한 위상 모형의 예이다. 링크(Link)로 일컬어지는 선분(Line Segments)은 위상 모형에서 기본적 사상으로 인식되며, 다른 선분과 접하거나 교차되는 지점 또는 선분의 방향이 변하는 지점에서 시작하고 끝난다. 점, 선, 다각형 사상에 각기 고유한 식별자를 부여함으로써 각 링크의 네크워크와 다각형 사상을 중복없이 위상 구조로 나타낸다. 이와 같은 방식으로 위상 모형에서는 아날로그 지도 모형에 내포된 사상 사이의 상호관계를 디지틀 환경에서 유사하게 모형화한다. 한편, 위상 자료모형에 속하는 대표적 벡터 자료모형에는 GBF/DIME(Geographic Base File/Dual Independent Map Encoding) 모형[62], TIGER(Topologically Integrated Geographic Encoding and Reference System) 모형[63], POLYVRT(POLYgon conVeRTer) 모형[64] 등이 있다.

3.3.2 공간객체 구성의 연구

공간사상을 객체화 하기 위한 연구는 객체지향 개발 방법론에서 핵심적 구성요소로 논의되는 캡슐화(Encapsulation), 다형성(Polymorphism), 클래스구조(Class Structure), 상속(Inheritance) 등과 같은 특성을 공간사상에 적용할 수 있는 방법을 찾는데 집중된다. 정의되는 객체지향방법론에 기초를 둔다[65]. 다음은 공간사상의 객체화에서 객체지향 방법론의 개념이 어떻게 적용되는가를 사례

---

62) U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census, 1969, *The DIME Geocoding System*, In Report No. 4, Census Use Study, Washington, DC : Government Printing Office.

63) Marx, R.W., 1986, "The TIGER System: Automating the Geographic Structure of the United States Census," *Government Publications Review*, No. 13, pp. 181-201.
U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census, 1996, *TIGER/Line Files: Technical Documentation*, Washington, DC : Government Printing Office.

64) Peucker, T., and Chrisman, N., 1975, "Cartographic Data Structures," *American Cartographer*, 2(2), pp. 66-113.

65) 여기에서 '객체지향'이란 사고체계는 소프트웨어 개발·설계에 중심을 두기 보다는 '자료의 조직'에 초점을 맞춘 개념이란 것을 유념하여야 한다. 따라서 공간 사상을 객체화하려는 시도 역시 공간 자료의 조직 체계를 어떻게 구성하는가에 그 효과가 달려있다.

를 통해 간략히 설명한 것이다.

첫째, 객체지향방법에서는 자료와 그에 관련된 기능을 묶어 하나의 단위(상태와 행위 / 변수와 메소드)로 처리하기 위해 캡슐화를 시도한다. 지도 사상에도 일련의 자료 요소(좌표, 속성, 식별자)와 그에 관련된 기본적 절차(사상의 크기 계산 등)가 존재할 수 있기 때문에 자료와 기능을 한 단위로 묶는 캡슐화가 가능하다. 가령, 크기를 계산하는 기능이 어떤 다각형사상에 적용되었다면 경계선 길이와 넓이가 계산될 것이고, 선형 사상에 적용되었다면 그 길이가 계산될 것이다. 그 자료 형식이 3차원 사상으로 연장된다면 그 체적과 부피이 계산될 것이다. 이와 같이 공간사상 역시 자료와 기능이 한 단위로 처리되어 자료의 특성에 따라 기능이 실행되는 객체화가 가능하다. 또한 공간 사상별로 객체화가 이루어지기 때문에 전체적인 분석이 아니라 개별적 분석만으로도 응용 시스템을 개선·갱신할 수 있다.

둘째, 서로 다른 객체에게 동일한 메시지를 보내 다른 행동(결과)을 유도하는 다형성(Polymorphism)을 공간객체에도 적용할 수 있다. 앞서 공간사상의 크기를 계산하는 사례에서 볼 수 있듯이 지도 사상에 따라 다른 처리 루틴이 수행되는 것이 이에 해당한다.

셋째, 객체들을 조직하는 수단인 클래스 구조(Class Structure)는 형식이 공통적인 객체 특성을 정의하는 클래스와 그 클래스(틀)로부터 실제 객체를 정의하는 인스턴스(Instances) 작업으로 구별되는데 이 역시 공간사상에도 적용이 가능하다. 예를 들어 선형사상 클래스에는 도로나 하천 또는 송전선 등과 같이 다양한 인스턴스들이 포함될 수 있다.

넷째, 서브클래스는 슈퍼클래스의 속성을 물려 받는 상속이 가능하고 슈퍼클래스로 부터 상속받은 것 이외에 변수(데이터)와 메소드를 더 첨가하거나 상속받은 메소드를 서브클래스에서 재정의(Override)하여 사용할 수도 있다. 즉, 모든 인스턴스들은 해당 클래스의 공통된 속성을 공유하고 연계된 기능(행위)을 수행하며 부모 클래스가 갖고 있는 자료의 특성과 기능을 확장할 수도 있다. 예를 들어, 선형사상 클래스에는 도로의 차선수라는 확장된 자료 특성을 갖는 '도로' 서브클래스(Subclass)가 존재할 수 있다. 반면에 모든 선형사상 인스턴스들에 대해 크기를 계산하는 기능은 유효하지만 차선의 수를 계산하라는 서브클래스의

기능은 하천이나 송전선 등에는 유효하지 않는다.

이와 같이 공간사상의 객체화는 실세계를 개념적 모형으로 구성하려는 시도에서 출발하며 최대한 객체지향 방법론에 충실할 수 있는 방법을 개발하는데 연구가 집중되고 있다. 그런데 공간사상의 객체화 연구를 살펴보면 객체화의 목적에 따라 그 기능이 다르고 객체 구조가 독특하기 때문에 객체화 유형이 다양하게 나타난다. 최근 몇 년 동안 복잡한 지리자료구조를 표현하고 처리하기 위해 많은 객체지향모형들이 개발되었고 이들은 크게 '객체지향자료모형 접근법(Object-Oriented Data Model Approach),' '객체지향소프트웨어 접근법(Object-Oriented Software Appoach),' '객체지향자료 접근법(Object-Oriented Data Approach)' 등으로 분류할 수 있다.

'객체지향자료모형 접근'에서 완전한 객체지향자료모형은 실세계 사상을 개별적 엔터티(Entity)로 저장한다. 예를 들어 하나의 선(Line)은 점, 왼편 다각형, 오른편 다각형, 방향 등과 같은 속성과 그리기(Draw), 지우기(Delete), 복사하기(Copy), 오려붙이기(Paste) 등의 메소드(행위)를 갖는 객체이다. 다각형이나 점 혹은 그밖의 좀더 복잡하게 혼합된 엔터티도 유사한 메소드를 갖는다. 객체지향자료모형은 개념적으로 완전하지만 상당히 비용이 많이 들고 구현하기 어렵다는 특징이 있다. 따라서 관계형 데이터베이스에 기초를 두고 개발된 오늘날 대부분의 GIS 시스템에서는 실현하기 어렵기 때문에 완전한 객체지향자료모형을 구현하기 보다는 객체-관계형 자료모형이란 대안을 제시하고 있다. 즉, 관계형 자료모형을 지리적으로 확장하여 이를 보완하려는 방향으로 연구가 진행되고 있다(Oosterom, 1993; Kang, 1995; Helokunnas, 1995). 자료의 원시형에 세가지 공간자료형(점·선·다각형)을 추가하거나 새로운 공간자료형에 적합한 공간연산자(Spatial Operators)를 포함시키고 지리자료를 처리하기 위한 색인방법을 개발하려는 노력이 여기에 속한다.

'객체지향소프트웨어 접근'이란 관계형데이터베이스관리시스템(RDMBS)에 기반을 두고 복잡한 GIS 연산과 공간자료조작을 독립적인 객체지향 개념과 메소드를 사용하여 구현하려는 시도를 일컫는다. 이러한 방법으로 GIS 시스템은 관계형 데이데베이스에 존재하는 기존의 모든 자료를 사용할 수 있다. 특히 이러한 접근은 기존의 상업용 GIS 시스템을 개발한 기업들이 중심이 되어 시도되고

있다.

다음으로 '객체지향자료 접근방법'은 자료 자체에 중심을 두고 있다. 예컨대 한 국가의 수치지도와 같이 완전한 자료 세트가 최상위 계층의 객체(수퍼클래스, Superclass)로 정의되고, 그 자료 세트의 내용물이 차하의 서브클래스(Subclass)로 구성되는 방식이다. 물론 이러한 클래스 역시 자신의 속성과 메소드를 갖는다. 이를 우리나라에 적용해보면, 국가수치지형도 객체는 15 개의 특별시·직할시·도 객체로, 다시 구·군 객체로, 다시 동·읍·면 객체 등으로 구성된다. 이러한 접근법은 구현이 매우 단순하고 용이하다는 장점을 갖는 반면에 유연성이 부족한 단점이 있다. 인구통계학적 응용사례의 경우 관련 자료가 계층적 성격을 갖기 때문에 이러한 접근법이 적합하다.

3.4 기존 연구의 한계와 대안

3.4.1 기개발된 GIS 시스템을 이용한 지리정보 공유

현재 개발된 지리정보시스템을 활용해 지리정보의 공유[66]를 구현할 수는 없는가? 현단계에서 지리정보시스템의 분석기능에 대한 공유는 이루어지지 않고 있기 때문에 여기에서는 지리자료의 공유란 측면에서만 그 가능성을 분석하기로 한다. 우선 지리정보의 공유는 기본적으로 공급자(생산자)와 수요자가 일련의 네트워크로 연계된 환경을 전제로 하기 때문에 네트워크를 지원하는 기능이 필수적이다. 일반적으로 GIS의 네트워크 기능 발전은 네트워크 하드웨어와 소프트웨어의 발전을 뒤따라서 진행된다. 현재까지 GIS 시스템이 갖고 있는 네트워크 성능은 상당히 제한적이다. 즉, 대부분의 GIS 시스템들이 네트워크 통신 기능이 내재되어 있지 않는 독립형 시스템(Stand-alone Systems)으로 작동하고 있으며, 만약 원격 컴퓨터에 있는 자료를 이용하기 위해서는 부가적으로 NFS[67]

66) 지리정보의 공유란 지리자료의 공유뿐 만 아니라 공간분석기능의 공유까지 포함하는 광의의 의미이다. 반면에 본 연구에서는 전술한 바와 같이 공간분석기능의 공유 역시 연구 목표로 설정하였다.

67) NFS(Network File System)는 네트워크 상에서 파일을 공유하기 위한 일종의 인터넷 프로토콜으로, 지역적 네트워크 또는 인터넷 상의 원격 컴퓨터에 존재하는 디스크를 사용자의

혹은 다른 네트워크 응용 프로그램을 사용하는 자료 전송 과정이 요구된다. 따라서 현재 GIS 시스템을 이용하여 지리자료, 특히 국가적 공간자료의 공유를 해결하려 할 경우에는 우선 근본적으로 불충분한 네트워크 기능 때문에 접근성이 제한받는다. 또한 대부분의 상용 시스템이 고유의 자료 형식을 갖고 있기 때문에 범용성이 떨어져 자료의 가용성이란 측면에서 문제가 발생한다. 더욱이 기개발된 지리정보시스템을 통해 지리자료를 공유하기 위해서는 기본적으로 완전한 시스템으로 해당 지리정보시스템을 갖추어야 한다는 전제가 따른다. 이것은 사용자의 필요에 따라 선택적으로 기능을 구성하여 응용시스템을 구축하는 전반적 정보시스템의 추세에 역행할 뿐 만 아니라 실제 구축의 비용이 많이 소요되어 불필요한 자원의 낭비가 따른다. 위에서 살펴본 바와 같이 현재의 지리정보시스템을 통해 지리자료의 공유를 시도하는데는 여러 가지 제약이 존재함을 확인할 수 있다.

3.4.2 WWW을 활용한 지리자료 공유

국가적인 지리자료의 공유를 목적으로 한 NSDI의 구축 사례를 살펴보면 우선적으로 네트워크 기능이 기본적으로 반영되고 보편적으로 활용하기 쉬운 방법을 이용하고 있다. 특히, 최근 정보를 검색, 접근하는 대표적 수단으로 자리잡은 WWW의 응용이 일반적 추세라 할 수 있을 만큼 NSDI 구축과 WWW는 상당한 관련성을 맺고 있다. 그런데, 현재 분산형 정보 네트워크 시스템으로써 WWW을 이용하는 NSDI 구축 사례[68]를 살펴보면 지리자료의 공유라는 측면에서 부정적으로 작용할 요인들이 존재한다.

첫째, NSDI를 구성하는 공간자료를 구축하는데 특정한 시스템이 사용되기 때문에 구축된 자료에 그 시스템의 고유한 특성이 내재된다. 이 경우 NSDI의 공간자료 구성 목적에 알맞게 해당 데이터베이스를 유연하게 처리하기 어렵다. 또한 사용자 입장에서 특정 시스템을 사전에 이해해야 하는 부담이 생기고 실제

컴퓨터에서 인식할 수 있도록 마운트(Mount)하여 표준적인 유닉스 파일 시스템처럼 원격 파일을 처리할 수 있는 기능을 제공한다.

68) NSDI는 기술적 측면에서 WWW를 활용한 공간정보일람시스템이라 할 수 있고 이는 '웹(Web) GIS' 혹은 '인터넷 GIS'로 일컫어지는 연구 분야로 분류할 수 있다.

이용에 앞서 자료 변환과 같은 부가적인 작업이 요구된다. 이와 같은 문제들은 결국 NSDI의 효용성(Usability)을 떨어뜨릴 개연성을 갖고 있다.

둘째, NSDI의 접속결절망으로부터 공간정보가 사용자의 웹 브라우저에 전달되기 까지 소요되는 시간이 너무 길다. 이것은 인터넷의 대역폭(Bandwidth)[69]에 비해 현재의 통신절대량이 너무 많은데서 생기는 근본적 원인과 함께 결절망 시스템에서 적절한 공간정보를 생성하는데도 어느 정도 시간이 소요되기 때문이다. 보통 네트워크 접속 지점과 시각에 따라 차이는 있지만 지도를 스크롤 혹은 확대하는데 수십 초에서 수 분까지 소요되기 때문에 대화형(Interactive Mode)으로 이와 같은 시스템들을 이용하기가 쉽지 않다. 더욱이 수많은 공간정보일람 클라이언트들로부터 서버에 유사한 프로세스 요구(Requests)가 집중될 때는 더욱 심각한 장애가 발생한다.

셋째, 대화형 공간자료(Interactive Spatial Data)의 형식이 주로 래스터(Raster) 형식의 이미지(Image)로 한정되어 있기 때문에 사용자의 웹 브라우저에 도달한 공간자료에 대해서 실질적인 공간질의(Spatial Query)가 불가능하다. 그리고 실제 좌표계가 아닌 이미지 좌표계를 사용하기 때문에 추가적인 공간분석에 사용하기 어렵고 이미지란 특성 때문에 축척 변환이 제한적이다. 따라서 전송된 공간정보는 근본적으로 GIS 시스템의 분석에 적합하지 않은 자료형식을 취하고 있어 재사용(Reuse)이 어렵다.

넷째, 기술적인 측면에서 현재의 HTTP 프로토콜과 HTML 기능은 지도상에서 발생하는 마우스의 이동이나 다중 선택과 같은 연속적인 정보를 서버에 전달할 방법이 없다. 이것은 웹브라우저가 영역 질의(Region Query)를 하기 위해 지도상의 관심 있는 영역에 대해 직사각형 혹은 다각형의 경계선을 그려 해당 정보를 대화형 방식으로 전달할 수 없음을 의미한다. 가령 앞으로 개발될 HTTP 프로토콜이 대화형 방식을 지원할지라도 공간정보일람(Spatial Browsing)에 HTTP 프로토콜의 이용은 또다른 문제를 내포하고 있다. 즉, 근본적으로 HTTP 프로토콜은 무상태 프로토콜(Stateless Protocol)이기 때문에 클라이언트

69) 대역폭(Bandwidth)은 네트워크로 연계된 두개 컴퓨터 사이에 자료가 전송되는 속도를 일컫는 용어로 주어진 시간에 전송되는 자료의 양으로 측정된다. 주로 초당 킬로비트(Kbps), 초당 메가비트(Mbps), 혹은 초당 메가바이트(MBps) 등의 단위가 사용된다.

와 서버간의 각 트랜잭션(Transaction)이 완전히 개별적 사건(Event)으로 처리되어 클라이언트에서 보내진 트랜잭션들 상호간의 정보가 유지되지 않는다. 따라서 이전 처리에서 발생한 필요 정보들을 트랜잭션이 발생할 때마다 재전송해야 하는 문제가 따른다. 그리고 HTTP 프로토콜이 한번의 연결에 오직 하나의 요청만을 처리하기 때문에 사용자의 요구가 있을 때마다 재연결이 필요한 것 또한 비효율적 요인으로 작용한다.

3.4.3 지리자료 공유에서 자료모형의 문제

인터넷을 통한 지리자료의 처리에 관한 연구는 최근 몇 년 동안에 급속하게 진전되고 있는 분야이다. 초기에는 단순하게 WWW 브라우저에서 디스플레이하기 위한 목적으로 그래픽 이미지 파일을 전송하는 수준에서 이제는 웹 서버를 관계형 데이터베이스와 연계하여 부가적인 질의(Query) 기능을 포함시켜 공간적으로 상호 관련된 속성정보를 탐색(Seek)하거나 검색(Retrieve)할 수 있는 시스템들이 등장하고 있다. WWW는 이제 어느곳에나 존재하는 분산형 정보 네트워크 시스템으로 자리를 잡았다. 하지만 WWW가 활용하는 HTTP 프로토콜이 벡터 자료 형식을 지원하지 않고 있기 때문에 WWW 사용자는 벡터 자료를 직접 분석하거나 화면에 출력할수 없다. 그래서 WWW 서버는 원격 GIS 서버에 대해 특정한 기능을 요구하는 일련의 질의(A Query)를 보낸후 서버가 벡터형식의 연산 결과를 다시 래스터 형식으로 변환하여 전송하는 과정을 거친다.

이와 같이 네트워크를 활용한 지리자료의 공유 과정을 살펴보면 사용자가 접하는 자료모형은 래스터형 자료모형으로 한정되고 있지만 실제 서버에서 처리되는 자료모형은 벡터형 자료모형과 래스터형 자료모형이 동시에 사용되고 있음을 알 수 있다. 그러나 벡터형 자료는 자료 형식 자체의 특성에서 래스터형 자료에 비해 인터넷을 이용하는데 여러 장점을 갖고 있다. 첫째, 벡터 자료는 시각적인 해상력(Resolution)이 상실되지 않고 디스플레이 영역의 크기에 맞춰 확대·축소될 수 있다. 그리고 벡터 구조에서는 확대·축소의 정도(Level of Zoom)를 제한하는 절차를 정의할 수 있어 공간 자료 자체에 대한 신뢰 범위를 지킬 수 있다(Crossley and Boston, 1995). 래스터 자료는 이미 자료가 구성될 때 최소지도단위(Mimimum Mapping Unit)가 직사각형과 같은 격자형태로 고정되기

때문에 자료를 확대하거나 축소하면 이미지가 흐려지거나 중첩되어 정보의 가치가 현저하게 감소한다. 둘째, 벡터 자료는 공간 사상별로 이루어진 구성요소들로 구성되어 있기 때문에 전체적인 자료에 영향을 미치지 않고 선택적으로 조작이 가능하다. 래스터 자료의 경우는 레이어들이 중첩되어 하나의 레이어에 공간사상들의 속성값이 불연속적으로 저장된 특성 때문에 근본적으로 공간사상을 분리·선택하여 분석하기 힘들다. 셋째, 래스터(혹은 압축된 래스터) 자료에 비해 벡터 자료는 물리적 크기가 일반적으로 작기 때문에 네트워크 대역폭(Bandwidth)을 덜 필요로 한다. 이점은 인터넷 이용이란 측면에서 매우 중요한 의미를 갖는다.

그러면 벡터 자료의 전송이 래스터 자료와 비교하여 상대적으로 여러 장점이 있음에도 왜 대부분의 웹 서버가 지리공간 자료를 래스터 형식으로 제공하는가? 가장 큰 이유는 래스터 이미지와 달리 인터넷에서 벡터 자료를 처리하기 위해 필요한 이른바 '실용표준(De Facto Standards)'이 없기 때문이다. 그것은 래스터 자료가 여러 응용 분야에서 이용하더라도 단순한 자료 형식의 특성상 그만큼 표준의 정립이 용이한 반면에 벡터 자료의 경우 응용 분야에 따라 독특한 자료모형과 자료구조가 내재되는 특성에 비롯된 것이다. 더욱이 GIS 시스템에서 사용하는 벡터 자료에는 위상과 속성정보가 함께 고려되어 복잡한 내부 구조를 갖기 때문에 아직까지 웹 브라우저나 HTML에서 처리할 수 있는 기본 자료형으로 수용되지 못하고 있다. 또한 HTML을 확장하거나 SQL에서 공간적 질의를 구성할 만한 표준이 존재하지 않아 특정한 클라이언트/서버 응용 시스템을 이용할 경우 그 시스템이 갖는 고유한 자료 형식이 내재되는 단점을 갖는다. 이것은 일반적 WWW 서버와 브라우저를 통한 공공의 접근을 제한하는 요인으로 작용한다.

3.4.4 공간정보 공유의 기술적 대안

이 장에서는 공간정보의 공유 가운데 공간자료의 공유와 관련된 연구를 세 가지 측면에서 검토하여 연구방향의 설정에 참조하였다. 우선, NSDI 구축을 통한 공간자료의 공유는 국가적 차원에서 논의되는 광범위한 공간자료 공유로 그 중요성과 파급효과란 측면에서 중대한 의미를 갖는다. 특히, 실제 방대한 공간

자료를 효과적으로 공유를 위한 방법과 절차에 대한 분석은 본 연구의 방향에 시사하는 바가 크다. 무엇보다 공간자료를 공공의 정보로 인식하고 가능한한 공공의 접근을 용이하도록 접속결절망을 구성하고 인터넷을 활용하는 방식은 일반정보의 공유 뿐 만 아니라 공간정보의 공유에서도 인터넷 기술을 기본적인 수단으로 정착시키는데 기여하고 있다. 또한 공간자료의 활용 타당성과 시의성에 대한 기초 자료로 그리고 검색의 데이터베이스로 역할하는 메타데이터의 필요성을 NSDI의 분석을 통해 확인하였다. 둘째, 개방형 GIS에 대한 연구는 네트워크 환경에서 공간자료와 분석기능의 상호운용성을 구현하는데 목표를 둔 미래지향적 연구로 평가할 수 있는데 본 연구에서는 향후 공간정보를 공유하기 위한 대안으로서 이를 참조한다. 특히, '개방형 지리자료 상호운용성 사양(OGIS)'의 분석을 통해 분산형 객체지향적 접근 방법이 향후 공간자료모형과 공간분석기능의 개발에서 기본 방향으로 설정된 점을 중시하고자 한다. 셋째, 공간자료의 표준화는 기개발된 공간자료의 공유를 위해 가장 일찍부터 그리고 일반적으로 시도된 연구이지만, 자료 변환에 따른 정보의 누락과 오류가 발생하고 자료변환에 따라 추가적 비용이 증가하며 다양한 자료특성을 반영하지 못한다. 따라서 공간자료의 표준화를 통한 공간자료의 공유는 근본적으로 한계를 갖는 것으로 판단된다.

다음(3.2)으로 현재 가장 활발하게 논의되고 있는 WWW을 활용한 공유의 방법을 분석하여 그 한계를 밝혔다. 이것은 본 연구에서 공간정보 공유의 한 유형으로써 시험적으로 개발하려는 분산형 수치지도가 WWW에 기반을 둔다는 점에서 기술적인 측면에서 매우 중요한 의미를 갖는다. 즉, 현재 WWW를 활용한 공간자료의 공유 방식은 '자료의 가용성 여부', '물리적 대역폭의 장애', '이미지 형식의 공간자료가 갖는 단점', '무상태의 HTTP 프로토콜' 등과 같은 이유로 실제 GIS 분석에 이용할 수 있는 자료원(Data Source)으로써 이용되기에는 한계가 있다. 또한 무엇보다 공간자료에 대한 분석기능이 거의 존재하지 않기 때문에 분석기능의 공유는 기대하기 어렵다. 이에 따라 본 연구에서는 이러한 한계를 근본적으로 극복할 수 있는 방법을 다음의 세 가지 방향에서 찾아 공간정보(수치지도와 수지지도에 대한 분석기능)의 공유에 접근하기로 하였다.

첫째, 네트워크 상에서 전송되는 공간자료의 형식을 벡터(Vector)로 처리함으로써 전송에 필요한 정보량을 줄여 전송효율을 높인다. 이와 같은 벡터형 공

간자료에는 실제 지리좌표가 내재되기 때문에 다양한 공간분석 기능을 적용할 수 있고, 연구대상인 수치지형도가 벡터 형식을 취하고 있기 때문에 원자료가 갖는 공간자료모형의 특성과 공간적 정확성을 그대로 유지할 수 있다는 장점이 있다.

둘째, WWW가 사용하는 HTTP 프로토콜이 이전의 클라이언트(웹 브라우저)와 서버(접속결절망) 간의 정보를 유지할 수 없다는 단점을 극복하기 위해 근본적으로 클라이언트와 서버 사이의 통신 절대량을 감소시키는 방안을 모색한다. 이를 위해 클라이언트가 서버에 의존하는 기능을 줄여 네트워크 부하를 줄이고 클라이언트의 자원을 최대한 활용한다.

셋째, 특정 시스템과 자료 형식의 고유한 특성으로 인해 발생하는 공간자료 가용성의 제한을 극복하기 위해 사용자 측면에서 추가적인 변환과정이 개입될 필요가 없는 방법을 찾는다. 즉, 서로 다른 시스템으로 구성된 네트워크에서 상호운용가능한 공간자료(수치지도)를 개발한다. 물론 수치지형도의 상호운용성에는 공간자료와 함께 분석기능의 상호운용성 역시 동시에 구현한다.

위에서 밝힌 세 가지 방법론적 대안을 종합적으로 만족시키기 위해 본 연구에서는 공간자료에 해당하는 수치지형도를 분산형의 상호운용가능한 벡터 객체(Distributed Interoperable Vector Object)로 재구성하고, 실험적으로 선택한 분석기능의 한 유형인 지도일반화기능을 상호운용가능한 분산객체형 모듈로 개발하여, 사용자의 요구에 따라 자료객체와 분석기능객체를 서버로부터 전송받아 클라이언트의 자원을 활용하여 처리하고자 한다. 한편, 공간자료 객체에는 해당 자료에 대한 메타데이터 객체를 포함시켜 OGIS에서 제안하고 있는 OGM 원형을 따른다.

이에 따라 다음의 4장에서는 연구대상의 공간자료모형의 특성을 파악하여 이를 객체지향적 방법론에 따라 객체로 재구성하는 과정을 기술하고, 5장에서는 지도 일반화기능을 분산객체화시키기 위해 우선 일반화규칙을 설정하고 이를 모듈화하며, 6장에서는 이를 시험적인 클라이언트/서버 모형으로 구현하여 연구 시나리오를 평가한다.

4 장

공간자료 변환과 공간객체 개발

4.1 전처리 과정

4.1.1 원자료 자료모형 특성

수치지도(Digital Map)는 컴퓨터에 의해 표현되고 분석되는 지도로서 아날로그 지도와 대비되는 개념[70]이다. 수치지도화(Digital Mapping)는 지도 자료를 컴퓨터에 저장하고 표현하는 과정을 의미한다. 본 연구에서 대상인 수치지형도는 1995년부터 국립지리원 주관아래 국가지리정보체계 구축사업의 일환으로 제작이 시작되어 1998년까지 완료될 예정이다. 수치지형도는 기존의 국가기본도 축척인 1/5000, 1/25000, 1/50000와는 다소 다르게 지역의 특성에 따라 1/1000, 1/5000, 1/25000으로 구분하여 제작되고 있다(표 4.1).

표 4.1 국가기본수치지형도 구축 기본계획

(출처: 국립지리원 지리정보분과, 1997, NGIS 구축사업 평가 및 발전방안 연구용역)

구 분	사업지역	사 업 량	사 업 비 (억원)			
축척		26,098 도엽	계	국고	투자기관	지자체
			704	360.5	125	218.5
1/1,000	전국 73개시	14,349 도엽	437	218.5	-	218.5
1/5,000	전국 약 70,000㎢ (산악제외)	11,590 도엽	261	136	125	-
1/25,000	산악지역 약 30,000㎢	159 도엽	6	6	-	-

수치지도는 첫째, 종이지도보다 월등한 해상력과 정확성을 갖는다. 즉, 종이지도는 육안으로 판별가능한 정도의 해상력을 가지고 있으나 수치지도는 컴퓨터

70) '수치지도'를 정의한 몇가지 사례를 소개하면 아래와 같다

Berry(1993) 「A machine-readable representation of a geographic phenomenon stored for display or analysis by a digital computer; contrast with a analog map」

ASCE·ACSM·ASPRS(1994) 「A set of numbers which completely represent a map and which can be used, without further data, to prepare a complete map, In particular, a set of numbers usable by a computer-controlled plotter fo producing a map」

국토개발연구원(1996) 「수치지도는 컴퓨터의 화상처리기술을 이용하여 지도정보를 항목(layer)별로 구분하여 데이터베이스화하고 이용목적에 따라 지도를 자유로이 작성할 수 있도록 전산화한 지도이다. 수치지도화란 일반적으로 종이지도를 전산화하는 과정을 의미한다」

수준의 정밀도까지 해상력을 확대시킬 수 있다. 또한 종이지도는 종이자체의 물리적 특성으로 왜곡이 불가피하지만 수치지도는 이러한 한계를 갖고 있지 않다. 둘째, 공간 및 속성 데이터베이스와 연계가 용이하다. 수치지도는 컴퓨터에 코드형태로 저장되기 때문에 데이터베이스 시스템과 연계될 수 있다. 데이터베이스와 연결된 수치지도는 지리정보시스템의 데이터베이스로서 공간의사결정의 보조도구로 이용될 수 있다. 셋째, 수치지도 자료를 사용자의 목적에 따라 다양하게 가공할 수 있다. 수치지도는 종이지도와는 달리 제작 이후에도 편집과 수정이 어렵지 않다. 또한 지도사상의 면적이나 길이 등을 신속히 측정할 수 있으며 그 결과를 다양한 형태로 출력할 수 있다. 넷째, 수치지도 데이터베이스를 이용하면 신속한 지도제작이 가능하다(박수홍, 1991). 수치지도는 자동화 과정을 거쳐

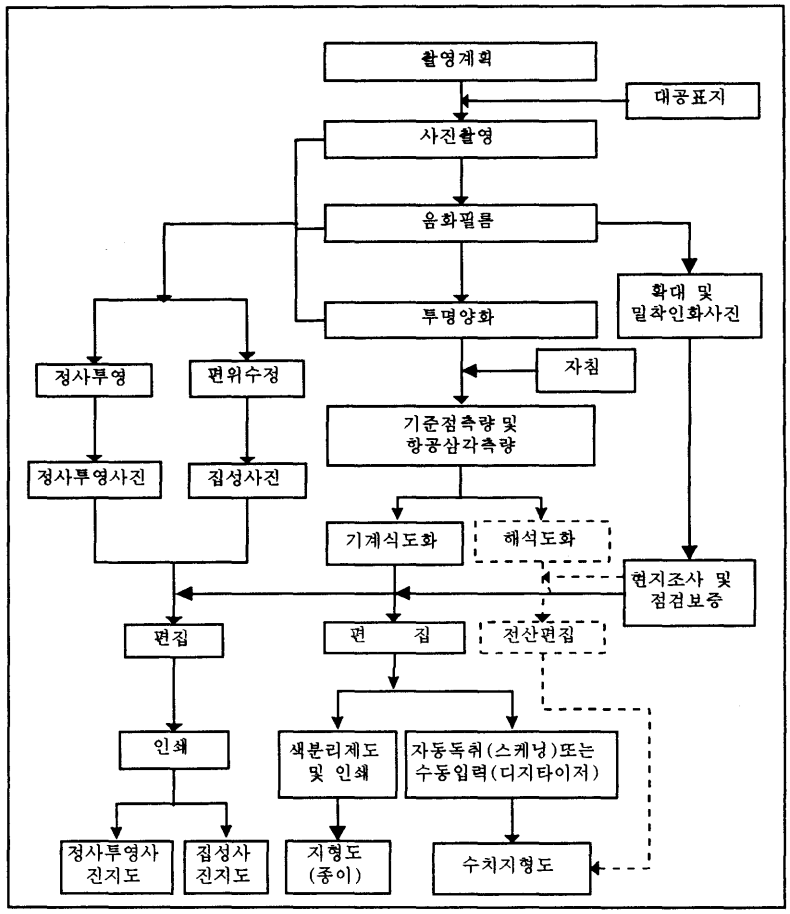


그림 4.1 수치지도 제작과정 (출처: 김재영 외, 1996)

제작되기 때문에 수동 작업에 비하여 훨씬 빠른 속도로 제작되며, 출력기기를 통해 손쉽게 도화될 수 있으므로 같은 지도를 신속하게 양산할 수 있다. 다섯째, 자료의 출력과 유통형태가 유연적이다(FGDC, 1992). 수치지도는 종이지도로 도화할 수 있을 뿐만 아니라, 다양한 형태의 출력을 만들 수 있다. 수치지도는 다른 시스템이나 기관에서 사용할 수 있는 형태로 변환이 가능하며, 네트워크를 통하면 신속하고 정확하게 전달할 수 있다.

수치지도의 제작에는 원자료에 따라 기존지도를 이용하는 방법과 실세계로부터 직접 측량 자료를 취득하여 수치화하는 방법이 있다(그림 4.1). 전자의 방법은 이미 제작된 지형원도를 디지타이저(Digitizer)를 이용하여 수동입력하는 방식과 스캐너(Scanner)를 이용하여 자동입력한 후 벡터라이징 기법을 통해 벡터자료형으로 변환하는 방식으로 구분된다. 새롭게 제작하는 방법은 항공사진을 아날로그 도화기 또는 해석도화기을 이용하여 각종 지형지물을 수치데이터의 형식으로 추출하는 것이다. 현재 우리 나라의 수치지형도는 축척에 따라 기존의 기본도를 이용할 수 있는 경우는 주로 전자의 방법을 통해서 그리고 기존의 정보가 없는 자료에 대해서는 후자의 방법을 통해 개발되고 있다.

현재 제작되고 있는 수치지형도는 국립지리원의 수치지도작성작업규칙에 근거하여 작성되고 있다. 여기에 적용되고 있는 표준코드는 수치지형도를 구성하는 도엽코드, 레이어코드 및 지형코드로 구분되어 자료의 호환성을 확보하기 위하여 일정한 형식으로 구성된 코드이다. 표준코드에서 레이어는 9개로 분류되어 1-9까지 순차적으로 코드가 부여되어 있다(표 4.2).

지형코드분류는 수직구조로 대분류, 중분류, 소분류, 세분류로 각각 구분되며 분류별로 코드가 부여된다(부록 1 참조). 현재는 이러한 코드구조를 가지고 약

표 4.2 지형코드의 대분류

레이어코드	내 용	레이어코드	내 용
1	철 도	6	시 설 물
2	하 천	7	지 형
3	도 로	8	행정 및 지역경계
4	건 물	9	주 기
5	지 류		

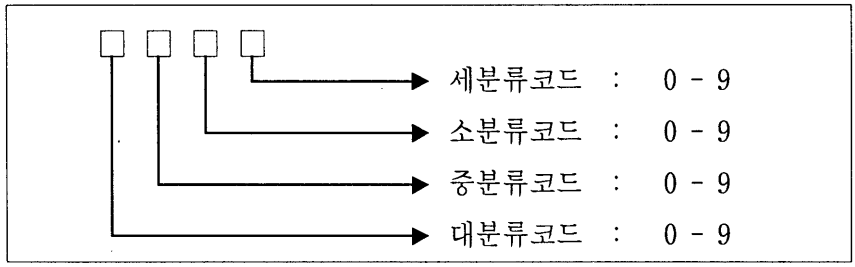


그림 4.2 수치지형도의 지형분류코드 체계

750여개의 코드가 정의되어 있다(그림 4.2). 현재 제작되고 있는 수치지형도는 이 지침에 근거하여 제작되고 있다[71].

이와 같은 현재의 분류체계는 과거 아날로그 지도제작 중심의 체계를 약간 수정한 잠정적 체계이다. 따라서 앞장에서 논의한 자료모형의 관점에서 살펴보면, 우리 나라 수치지형도는 미국의 DLG-E 혹은 영국의 OS93에 비해 단순한 스파게티 모형(Spaghetti Model)으로 파악할 수 있다(그림 4.3). 그러므로 국가 수치지형도의 자료구조나 파일구조 역시 이러한 자료모형을 효과적으로 나타낼 수 있는 캐드(CAD) 방식이 사용되고 있다.

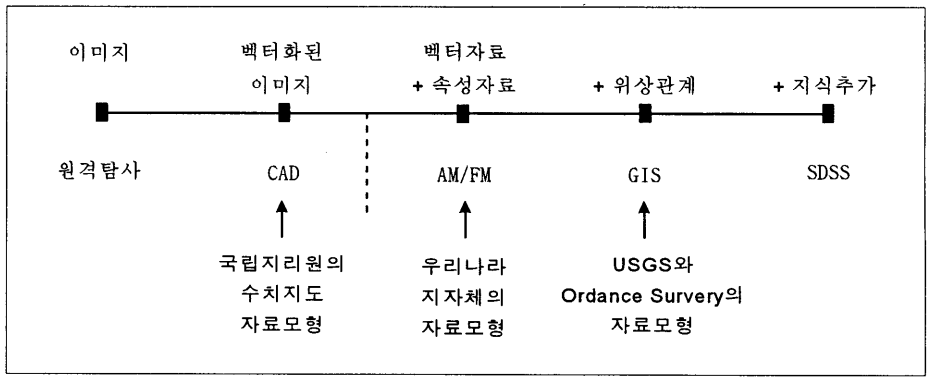


그림 4.3 수치지형도의 자료모형 단계 (수정인용: 김은형(1996))

본 연구대상 수치지형도인 1/5000 도엽명 「서울 (036)」 (도엽번호

71) 표준화분과 위원회에서 추진중인 표준화안이 정해질때까지는 현재의 방식대로 제작되고 표준화안이 정해지면 그 안에 따라 자료변환작업이 이루어질 예정이다. 그러나 현재 국가기본수치지도 표준코드는 앞장에서 살펴보았듯이 국가지리정보체계(NGIS)의 국가기본도표준(안)과 큰 차이는 없다.

NJ52-9-11-036, 수치지형도 파일명 37608036.DXF) 역시 위의 자료모형을 따르는 캐드 시스템 간의 일반적인 교환 파일 형식인 DXF 형태이다. 이 수치지형도를 살펴보면 수치지도작성작업규칙에서 정의한 표준지형코드의 세분류를 하나의 단위로 이를 AutoCAD의 레이어(Layer)로 구축하였음을 알 수 있다(그림 4.4).

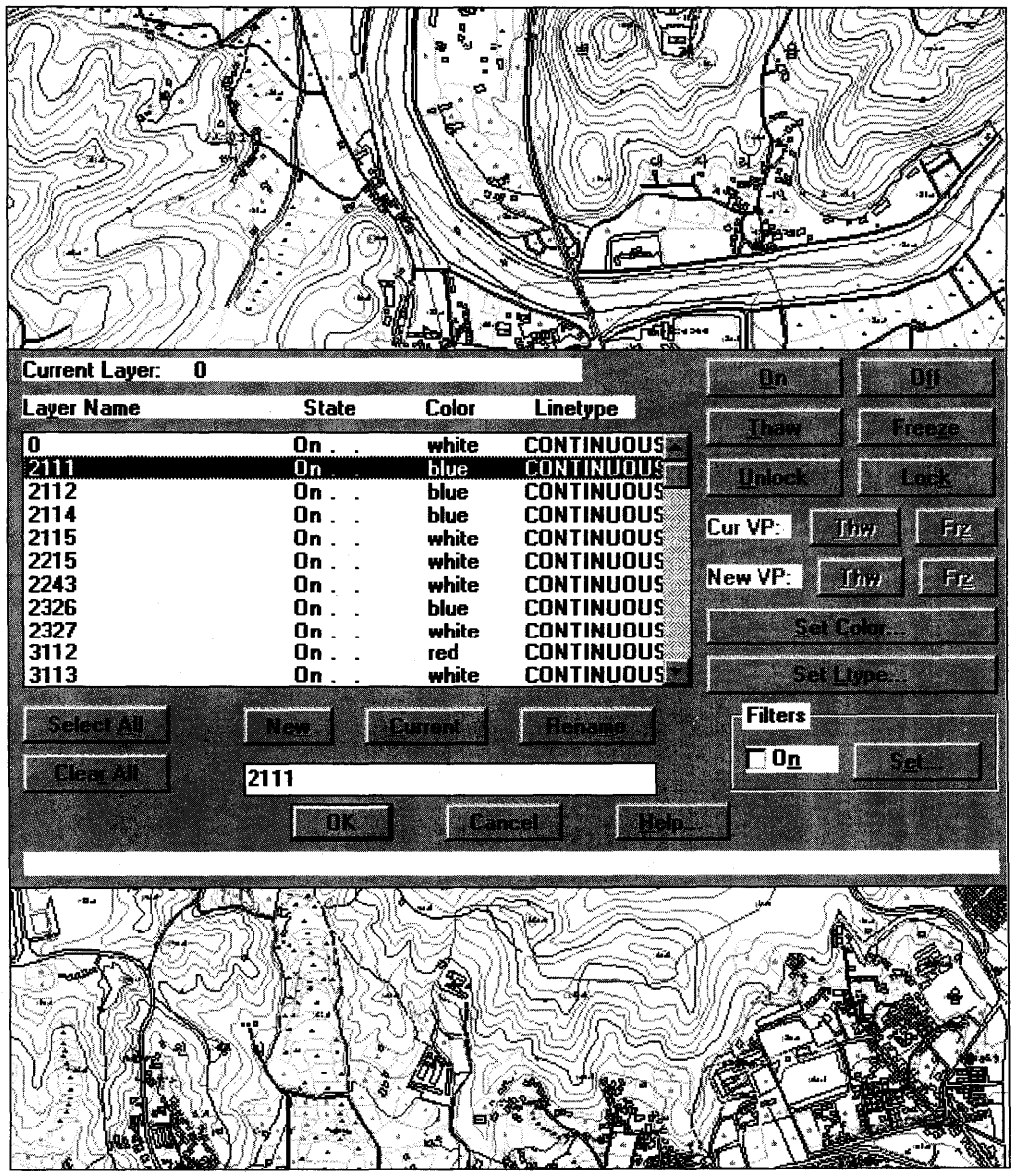


그림 4.4 연구대상 수치지형도의 레이어 구조

4.1.2 원자료 구축과 변환

현재 제작되고 있는 수치지형도의 자료모형은 아날로그 지도제작 방식을 변환한 형태이기 때문에 하나의 지도사상에 대해서 여러개의 단위(레이어)로 구분된 자료모형을 갖고 있다. 즉, 이러한 자료모형은 대부분의 지리정보시스템이나 지리자료를 취급하는 분석시스템에서 일반적으로 사용되고 있는 개념적 모형인 [「공간 자료」+ 「관련 속성정보」] 구조와 다르게 하나의 레이어에서 공간자료와 속성자료를 복합적으로 구성하고 있다. 이러한 복합구조는 지도제작과 같은 단순한 인쇄기능에는 효율적이지만 공간자료나 속성자료에 대한 분석기능을 적용하기에는 매우 비효율적이다. 현재 국가지리정보체계 표준화분과위원회에서도 수치지형도의 복합모형이 단점으로 지적되어 이를 수정하는 방향으로 「국가기본도 표준」이 개발되고 있다.

이와 같은 맥락에서 우선 본 연구에서는 연구대상 1/5000 수치지형도 가운데 4개의 지도사상(하천, 도로, 등고선, 행정경계)을 대상으로 관련 레이어들을 선택하여 [「공간적 자료」+ 「관련 속성정보」]라는 구조로 실험 수치지형도 사상을 재구성하였다.

4.1.2.1 하천 레이어의 재구성과 변환

수치지형도에서 하천의 지형분류코드는 다음과 같이 구분되어 레이어가 작

표 4.3 수치지형도의 하천 분류코드 (세분류는 부록1 참조)

대분류	중분류	소분류
하천(2)	수부 (21)	하천 (211) 바다 (212)
	하천시설 (22)	제방 (221) 방조제 (222) 방파제 (223) 수문 (224) 교통 (225) 레저·스포츠 (226) 용수로 (227)
	수부지형 (23)	경계 (231) 기호 (232)

성되어 있다(표 4.3). 본 연구에서 다루는 하천 관련 사상은 소분류 코드로 하천(211) 이하의 레이어들이다. 연구대상 수치지형도에는 대분류코드 하천(2)에 속한 레이어는 8 개이며 이 가운데 소분류코드 하천(211)에 속한 레이어는 하천경계(2111), 세류(2112), 호수·저수지(2114), 하천중심선(2115) 등이다(그림 4.5). 본 연구에서는 소분류코드 하천(211)에 속한 4개 레이어들을 하나의 공간자료(Spatial Data) 레이어로 구성한 다음, 하천경계, 세류, 호수·저수지, 하천중심선과 같이 수치지형도에서 레이어 분류코드를 원래 의도하는 바와 같이 속성자료

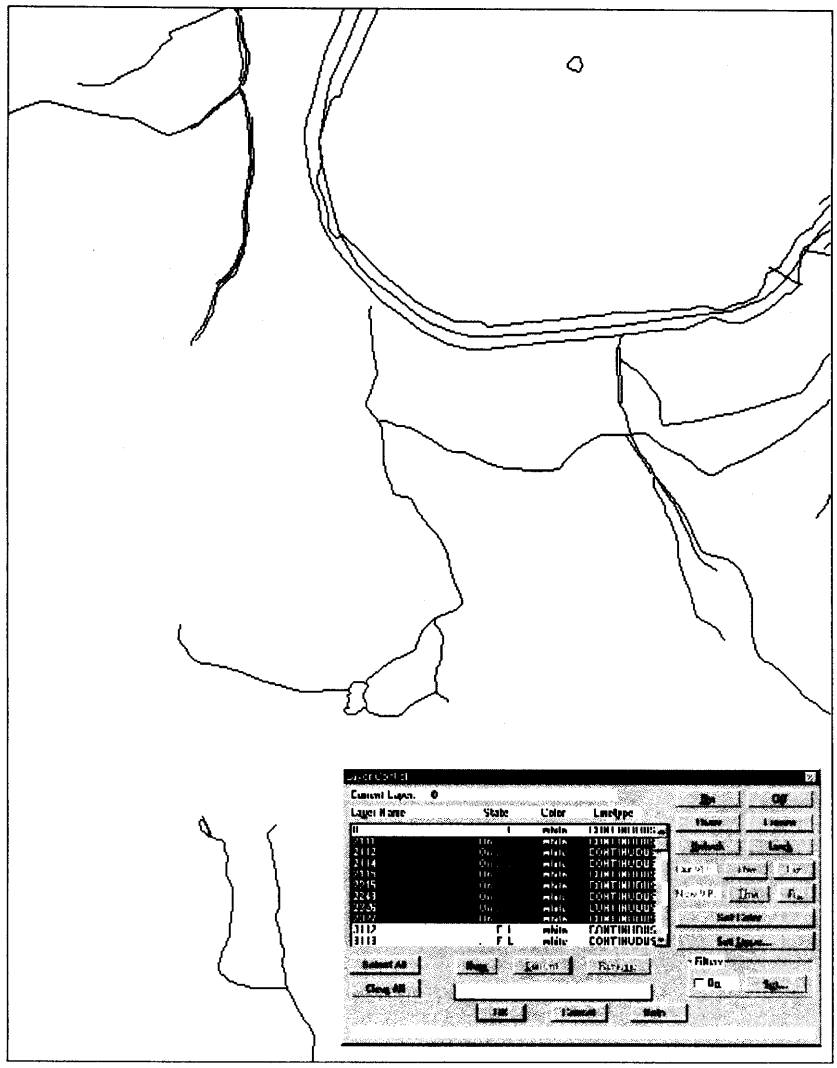


그림 4.5 원자료에서 추출된 하천 관련 레이어

(Attribute Data)로 해석하여 해당 공간자료와 식별자를 통해 상호연계하고자 한다. 이를 위해서 우선 원래 연구대상 수치지형도에서 4개의 레이어를 선택적으로 추출하였다. 해당 4개 레이어의 공간자료를 추출하기 위해서는 원자료의 교환형식인 DXF 파일을 분석·처리하는 일종의 코드해석기(Parser)가 필요한데 본 연구에서는 이를 별도로 개발하지 않고 Arc/Info의 자료 변환 기능을 이용하였다. 즉, 우선 DXF 형식의 원자료 가운데 4 개의 레이어만 선택하여 하나의 Arc/Info 커버리지(Coverage)로 변환시켰다. 이제 Arc/Info 커버리지에서 스파게티 자료모형의 공간자료(좌표)를 얻기 위하여 커버리지의 공간자료를 Arc/Info *GENERATE* 파일 형식으로 전환시켰다. 이때 하천 공간자료 레이어의 기본 공간자료 단위는 선사상(Line Feature)이며 이 선사상은 고유의 식별자(ID)를 갖는다. 또한 속성자료를 얻기 위하여 Arc/Info 커버리지 구조에서 속성자료를 관리하는 Info 데이터베이스를 분석하여 원래의 세분류코드값을 식별자와 함께 추출하였다. 따라서 선사상의 식별자를 통해 선사상은 공간자료와 속성자료가 상호 참조될 수 있다(그림 4.6). 공간자료는 선사상을 구성하는 (x, y) 좌표들을 하나의 단위로 식별자가 함께 기록되어 있으며, 속성자료에는 선사상의 식별자,

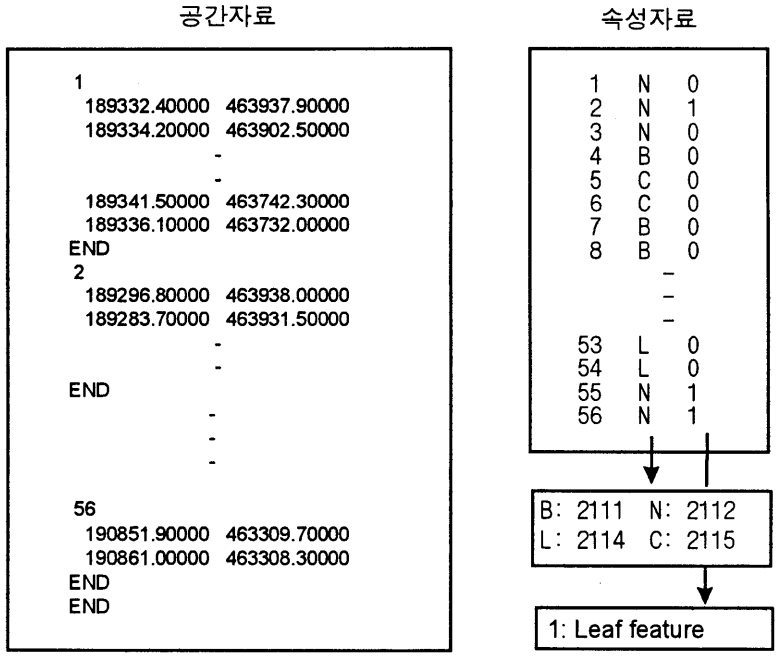


그림 4.6 재구성된 하천 레이어의 공간자료와 속성자료

수치지형도의 지형분류코드를 나타내는 속성필드, 그리고 일반화 과정에 사용될 부가적 속성필드[72]로 구성되어 있다.

4.1.2.2 도로 레이어의 재구성과 변환

연구대상 수치지형도에서 도로의 지형분류코드는 다음과 같이 구분되어 관련 레이어들로 작성되어 있다(표 4.4). 여기에서 다루는 도로 관련 사상은 소분

표 4.4 수치지형도의 도로 분류코드 (세분류는 부록1 참조)

대분류	중분류	소분류
도로 (3)	도로경계 (31)	기존도로 (311) 부속도로 (312) 건설예정도로 (313) 건설중 도로 (314)
	도로중심 (32)	도로중심선(321)
	도로시설 (33)	배수시설 (331) 보행시설 (332) 다리 (334) 입체교차부 (335) 편의시설 (336) 기타(337)
	표지및도로번호 (34)	정류장(341) 표지(342) 도로번호(기호) (343) 도로번호(344)

류 코드로 기존도로(311) 이하의 레이어와 도로중심선(321) 레이어이다. 그런데 수치지형도에서 저장되는 도로는 기존의 아날로그 지도제작의 기준을 적용하여 비효율적 요소가 존재한다. 즉, 현재 수치지형도의 도로는 도로의 실폭을 표현하는 실폭도로와 도로의 중심을 나타내는 도로중심선으로 구분되어 표시되고 있다. 특히, 실폭도로는 도로의 실제 위치에서 그 실폭을 축척별로 계산하여 표시하는데 축척별로 도상 크기가 1mm 이하인 경우는 생략되거나 필요한 경우 도로중심선을 기준으로 좌우 0.5mm씩 총 1mm로 도로경계를 표시하고 있다. 이와 같은 실폭도로 표시방법은 아날로그 지도제작시 그래픽 인쇄의 해상력에 한계가 있기 때문에 설정된 것이다. 따라서 이러한 방식을 수치지형도에 그대로 적용한다는 것은 자료의 정확성을 저하시킬 수 있는 요인으로 작용할 수 있다. 이에

72) 부가적 속성 필드의 의미는 다음 절의 「하천 레이어 일반화 규칙 개발」을 참조할 것

반하여 현재 도로중심선 자료는 실제 도로의 중앙선을 중심으로 공간자료가 기록되어 있기 때문에 상대적으로 공간자료의 정확성이 높다.[73] 이와 같은 맥락에서 본 연구에서는 도로중심선을 공간자료의 대상으로 구축하고 이에 대한 속성으로 현재 지형분류코드에서 실폭도로로 구분되어 표시된 자료를 속성자료로 재구성하였다. 그런데 현재 구축된 수치지형도가 기존의 아날로그 지도를 수치적으로 변환하는데 초점이 맞추어져 있기 때문에 실제 수치지형도에 구축된 도로중심선은 관리적 측면이나 물리적 규모면에서 주요 도로에 대해서만 기록되어 있는 실정이다.[74] 여기에서 연구대상으로 선정한 수치지형도에서도 도로중심선과 관련된 자료는 일반국도(3212)와 지방도(3213)에 한하여 구축되어 있다.

본 연구대상 수치지형도에는 대분류코드 도로(2)에 속한 레이어는 12 개이며 이 가운데 소분류코드 기존도로(311)에 속한 레이어는 일반국도(3112), 지방도(3113), 시도(3115), 면리간도로(3117), 부지안도로(3118), 소로(3119)이며, 도로중심선(321)에 속한 레이어는 일반국도의 도로중심선(3212), 지방도의 도로중심선(3213)이다(그림 4.7). 원자료에 구성되어 있는 일반국도와 지방도를 제외한 나머지 도로의 도로중심선을 개발하기 위해 우선 현재 지형분류코드에서 기존도로(311)로 정의된 도로를 확인하는 답사를 진행하였다.[75] 이를 통해 나머지 기존도로 레이어의 도로중심선, 즉 시도의 도로중심선(3215), 면리간도로의 도로중심선(3217), 부지안도로의 도로중심선(3218)을 구축하였고, 소로(3119)의 경우는 원래의 자료가 중심선을 따른 것이기 때문에 원자료를 도로중심선(3219)으로 인정

73) 「NGIS의 국가기본도 표준」 역시 공간정보로서의 중요성과 조작의 효율성 때문에 도로중심선의 구축을 주요한 도로정보로 인식하고 있다.

74) 이러한 도로중심선 자료의 부재로 인해 현재는 도로와 관련된 정보시스템을 구축하려는 기관에서 별도로 도로중심선을 구축하는 실정이다. 도로중심선 구축의 비용을 감안하여 이들 자료를 적극적으로 수치지도 자료에 편입하는 방안을 국립지리원은 검토할 시기다.

75) 도로의 경우 다른 지도사상과 달리 자료의 변화주기가 빠르고 더욱이 연구지역이 최근 상당히 개발사업이 활발한 지역이라는 특성을 감안하여 1997년 10월 5일부터 4일간 현지답사가 진행되었다. 답사는 현재 수치지도로 구축된 모든 도로를 확인하여 도로 세그먼트(도로의 결절노드와 결절노드 사이) 단위로 차선수를 기록하고 오분류된 도로를 수정하였다. 그러나, 도로중심선을 구축하기 위하여 GPS 장비를 동원하여 자료의 기록을 시도하였으나 차량의 흐름에 따른 안전상의 문제로 부득이 GPS를 이용한 도로중심선 구축은 특정 도로에 한정하였다. 나머지 도로의 중심선 구축은 현재 수치지도에 나타난 실폭도로 자료를 기준으로 물리적 중심선을 디지타이저를 이용하여 기록하였다. 그러므로 디지타이저를 이용해 구축한 도로중심선의 경우 그 공간 정확성은 상대적으로 낮음을 밝혀둔다.

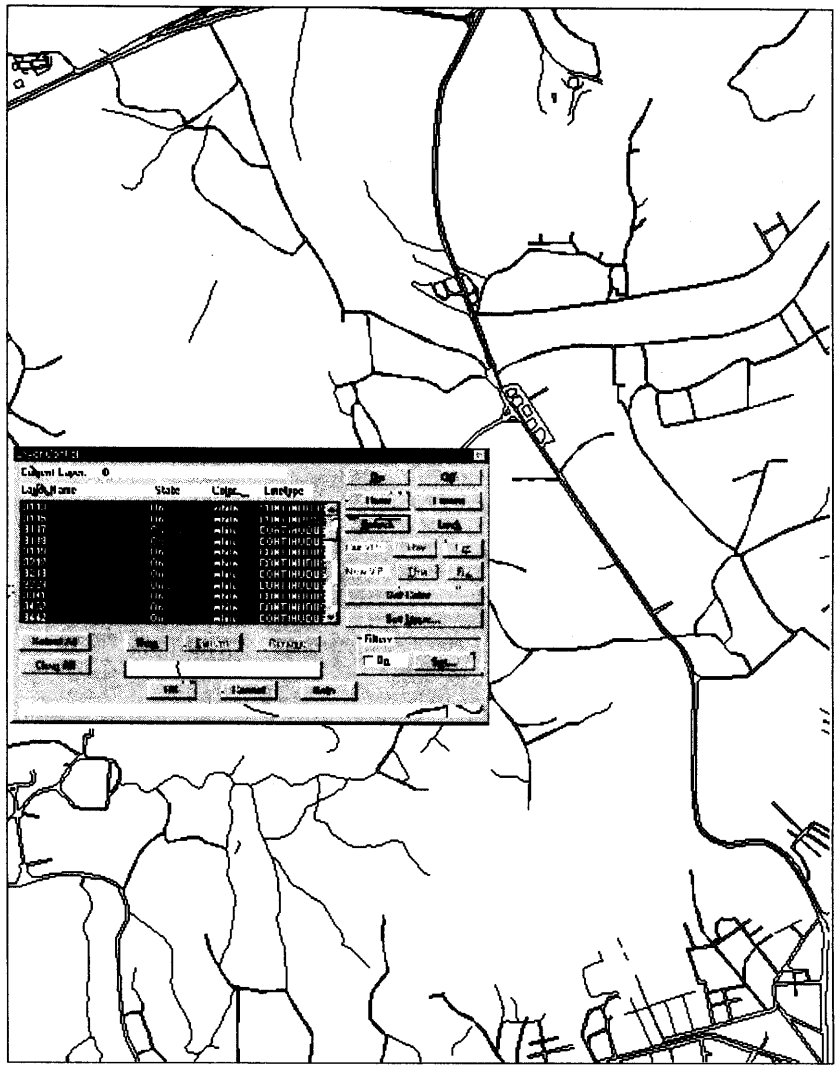


그림 4.7 원자료에서 추출된 도로 관련 레이어

하여 이를 이용하였다.

본 연구에서는 소분류코드 도로중심선(321)에 속한 6개 레이어들을 하나의 공간자료(Spatial Data) 레이어로 구성한 다음, 일반국도, 지방도, 시도, 면리간도로, 부지안도로, 소로와 같은 국가수치지형도의 레이어 분류코드를 속성자료(Attribute Data)로 해석하여 해당 공간자료와 식별자를 통해 상호연계하였다. 이를 위해 답사를 통해 도로중심선 자료를 추가한 연구대상 수치지형도에서 도로와 관련된 6개 레이어를 선택적으로 추출하여 하천 레이어의 재구성 과정과

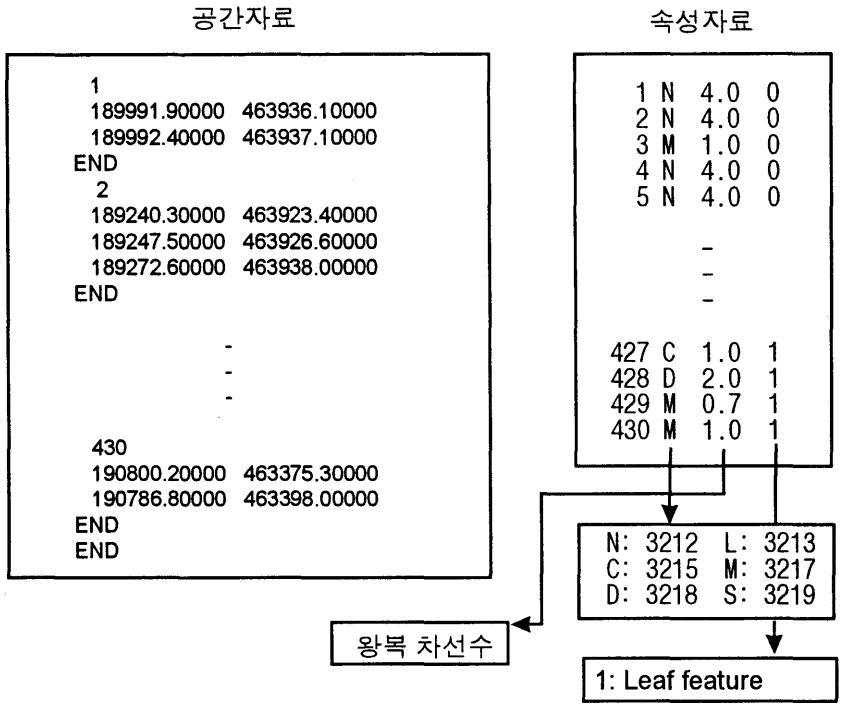


그림 4.8 재구성된 도로 레이어의 공간자료와 속성자료

같은 절차를 통해 Arc/Info *GENERATE* 파일 형식의 스파게티 자료모형의 공간자료와 속성자료를 각각 구축하였다(그림 4.8). 공간자료는 선사상을 구성하는 (x, y) 좌표들을 하나의 단위로 식별자가 함께 기록되어 있으며, 속성자료에는 선사상의 식별자, 수치지형도의 지형분류코드를 나타내는 속성필드, 그리고 일반화 과정에 사용될 부가적 속성필드로 구성되어 있다.

4.1.2.3 등고선 레이어의 재구성과 변환

수치지형도에서 등고선과 관련된 지형분류코드는 대분류코드 지형(7)의 중분류코드 등고선(71)으로 다음과 같이 구분되어 레이어가 작성되어 있다(표 4.5). 본 연구에서 다루는 등고선 관련 사상은 고도 자료와 관련있는 모든 자료이며 따라서 중분류코드로 등고선(71) 이하의 레이어들이다. 연구대상 수치지형도에는 대분류코드 지형(7)에 속한 레이어는 10 개이며 이 가운데 중분류코드 등고선

표 4.5 수치지형도의 등고선 분류코드 (세분류는 부록1 참조)

대분류	중분류	소분류
지형 (7)	등고선 (71)	볼록지 (711) 오목지 (712) 수치 (713)
	지형표현 (72)	자연 (721) 인공 (722)
	기준점 (73)	국가기준점 (731) 항측기준점 (732) 기타기준점 (733)

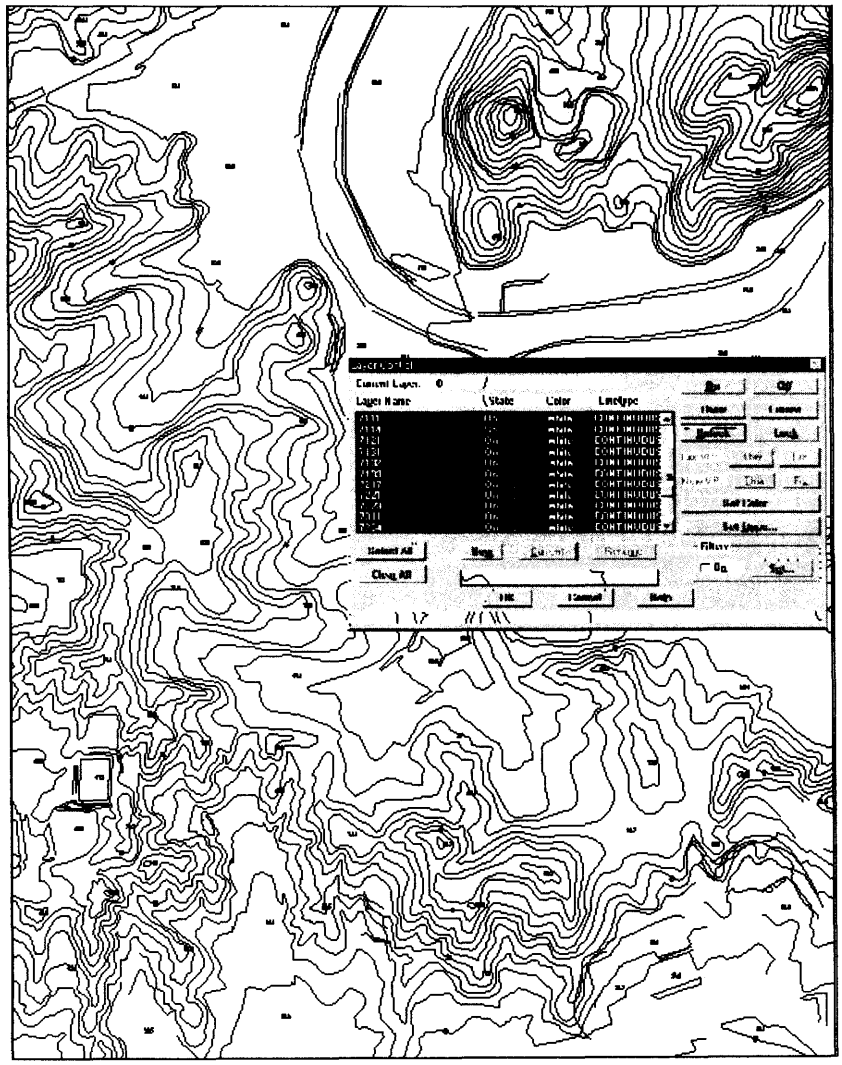


그림 4.9 원자료에서 추출된 등고선 관련 레이어

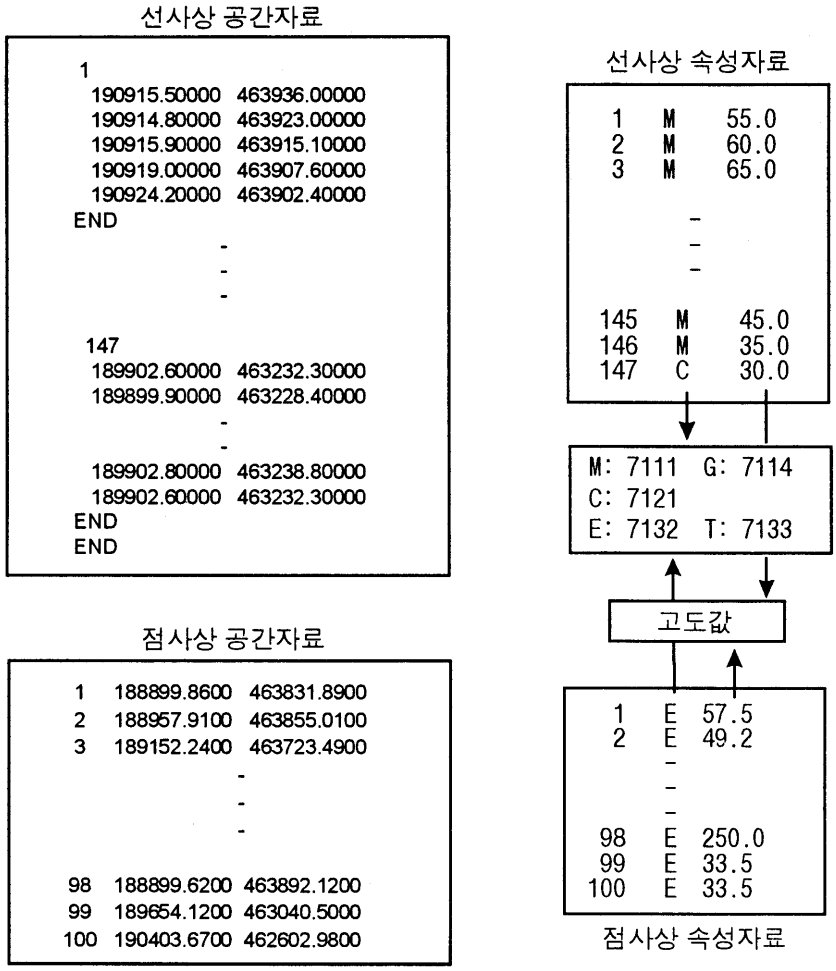


그림 4.10 재구성된 등고선 레이어의 공간자료와 속성자료

(71)에 속한 소분류 레이어는 주곡선(7111), 계곡선(7114), 오목주곡선(7121), 표고점(7132), 삼각점(7133)이다.(그림 4.9). 여기에서는 5개의 소분류코드 레이어를 공간자료(Spatial Data) 레이어로 구성한 다음, 주곡선, 계곡선, 오목주곡선, 표고점, 삼각점과 같이 구분된 레이어 분류코드를 속성자료(Attribute Data)로 해석하여 해당 공간자료와 식별자를 통해 상호연계하였다. 그런데 주곡선, 계곡선, 오목주곡선 레이어는 원래 공간자료구조가 선사상(Line Feature)인 반면 표고점, 삼각점 레이어는 점사상(Point Feature)이기 때문에 공간자료 레이어를 각각 선사상의 레이어와 점사상의 레이어로 구분하여 재구성하였고 따라서 속성자료도

개별적으로 구성하였다. 공간자료 레이어의 재구성은 앞에서 설명한 하천레이어나 등고선레이어 구성방법과 동일하다. 선사상과 점사상으로 구분된 각각의 공간자료와 속성자료는 고유의 식별자를 통해 상호 참조될 수 있다(그림 4.10). 선사상의 공간자료는 선사상을 구성하는 (x, y) 좌표들을 하나의 단위로 그리고 점사상의 공간자료는 점사사을 구성하는 한쌍의 (x, y) 좌표를 단위로 식별자가 함께 기록되었다. 속성자료에는 선사상과 점사상의 식별자와 고도수치가 속성필드로 포함되어 있다.

4.1.2.4 행정경계 레이어의 재구성과 변환

수치지형도에서 행정경계의 지형분류코드는 다음과 같이 구분되어 레이어가 작성되어 있다(표 4.6). 본 연구에서 다루는 하천 관련 사상은 소분류 코드로 행

표 4.6 수치지형도의 행정경계 분류코드 (세분류는 부록1 참조)

대분류	중분류	소분류
행정 및 지역경계 (8)	행정경계 (81)	행정경계선 (811)
	지역(구역)경계 (82)	산업지역경계 (821) 환경지역경계 (822) 관광문화지역경계 (823) 주거지역경계 (824)

정경계선(811) 이하의 레이어이다. 본 연구 수치지형도에 대분류코드 행정 및 지역경계(8)에 속한 레이어는 2 개이며 이 가운데 소분류코드 행정경계선(811)에 속한 레이어는 면경계(8118) 하나이다(그림 4.11). 본 연구에서는 면경계(8118) 레이어를 하나의 공간자료(Spatial Data) 레이어로 구성하고 면경계를 속성자료(Attribute Data)로 해석하여 해당 공간자료와 상호 연계하였다. 공간자료 레이어와 속성자료는 하천, 도로, 등고선 경우와 동일한 과정을 거쳐 재구성된다. 공간자료에 선사상을 구성하는 (x, y) 좌표들이 하나의 단위로 식별자와 함께 기록되어 있고, 속성자료는 선사상의 식별자와 면경계를 나타내는 속성필드로 구성되어 있다(그림 4.12).

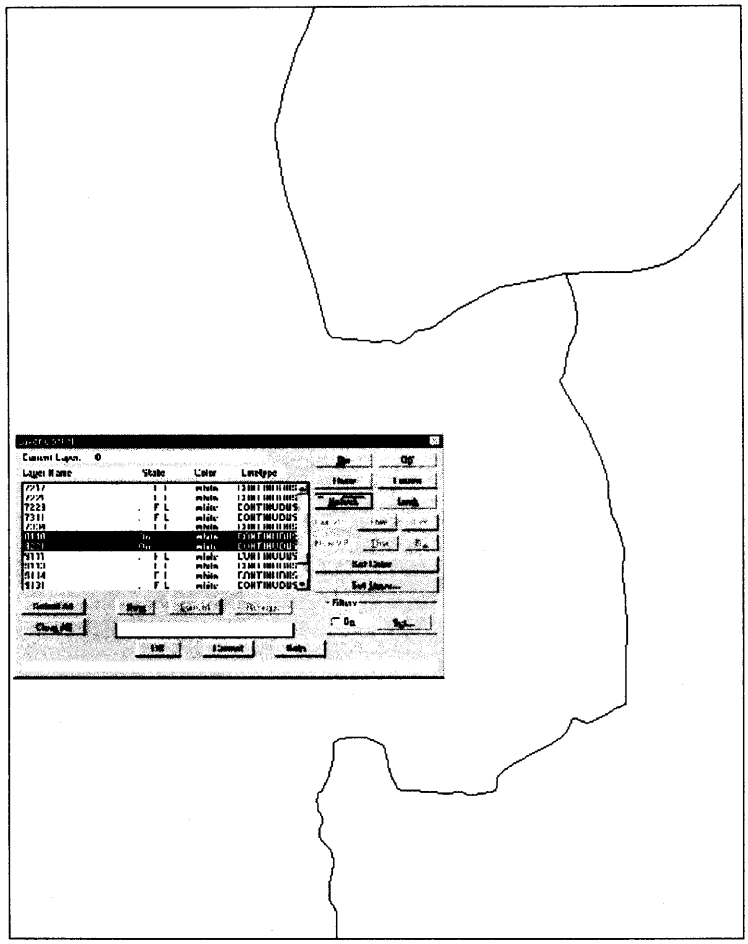


그림 4.11 원자료에서 추출된 행정경계 관련 레이어

공간자료

```
  1
   190400.60000  463137.70000
   190423.10000  463140.60000
                 -
   190923.70000  463402.20000
 END
                 -
                 :
                 -
  3
   190400.60000  463137.70000
   190404.80000  463131.40000
                 -
   189709.70000  461163.00000
 END
 END
```

속성자료

```
1   D
2   D
3   D
```

↓

D: 8118

그림 4.12 재구성된 행정경계 레이어의 공간자료와 속성자료

4.2 객체 구성을 위한 방법론

대부분의 소프트웨어 개발에는 분석(Analysis), 설계(Design), 구현(Implemetation or Programming)의 세가지 기본적 요소(단계)가 포함된다. 여기에서 분석과 설계를 명확하게 구분하기는 힘들지만, 분석(Analysis)이 설계에 비해 좀 더 추상적(Abstract)이고 설계는 실제 프로그램 코드에 비해 추상적이다[76]는 단계적 구별이 보편적으로 수용된다. 한편, 개발 방법론은 문제에 접근하는 시각에 따라 다음의 세가지 범주로 분류할 수 있다. 첫째, 자료(Data)와 자료집단(Data Groups)을 일차적 구성의 틀로 인식하고 프로세스를 부차적으로 다루는 자료지향 접근법(Data-Oriented Perspective)이다. 이러한 방법은 정보 모델링이나 경영정보시스템(MIS) 개발과 같은 비즈니스 응용 시스템의 개발에 많이 응용된다. 둘째, 자료지향적 접근법과 달리 프로세스처리(Processing)를 일차적 구성의 틀로 인식하고 자료 요소를 부차적으로 다루는 프로세스처리지향 접근법(Processing-Oriented Perspective)은 화상처리시스템이나 지리정보시스템 또는 다른 과학적 응용시스템에 주로 적용되고 있다. 셋째, 앞의 두가지 방법론에 비해 아직까지는 폭넓게 응용되지 않고 있는 객체지향 접근법(Object-Oriented Perspective)은 자료와 프로세스처리의 중요성을 대등하게 인식하고 객체(Objects)를 개발의 기초 단위로 이용하는 방법이다. 객체지향 접근법은 자료와 프로세스처리가 동시에 사용자 인터페이스의 주요한 부분으로 작용하는 복잡한 응용시스템의 개발에서 자료지향적 접근법과 프로세스처리지향적 접근법이 갖는 한계 혹은 단점을 극복하기 위한 목적에서 발달하였다(Coad and Yourdon, 1991).

본 연구에서는 수치지형도 시스템을 분산 환경에서 적용하기 위해 시스템 개발 방법으로 객체지향 접근법을 적용하였다.[77] 지금까지 연구된 대표적인 객체지향 분석과 설계 방법론에는 Coad와 Yourdon의 개발 방법인

---

76) Graham, I. (2nd ed), 1994, *Object Oriented Methods*, Addison-Wesley: Seoul, p.195.

77) 실제 시스템의 개발에서 객체지향프로그램개발(OOP)와 객체지향분석(OOA) 그리고 객체지향설계(OOD) 사이의 구분은 명확하게 구분될 수 없고 상호작용하는 개념으로 파악하여야 한다. 특히 자바의 OOP 방법은 과거 개발된 Smaltalk, Object Pascal, C++, Eiffel 등과 비교하여 상당히 발전된 특성을 갖기 때문에 본 연구에서는 기존의 OOD, OOA의 개념을 개발된 시스템의 구성을 이해하는 도구로 사용하였다.

OOA(Object-Oriented Analysis)와 OOD(Object-Oriented Design), Rumbaugh의 OMT(Object Modeling Technique), Booch의 객체지향 설계방법론, 그리고 최근 이들 연구를 통합한 UML(Unified Modeling Language) 등이 있는데[78], OOA와 OOD[79]는 앞서 설명한 프로세스처리지향적 접근법에 그 기초를 두고 있으며, OMT[80]는 자료지향적 접근법에 배경을 두고 개발되었고, 상대적으로 Booch의 방법론[81]은 복잡한 시스템을 해결하기 위한 목적에서 출발하였으며 기본적으로

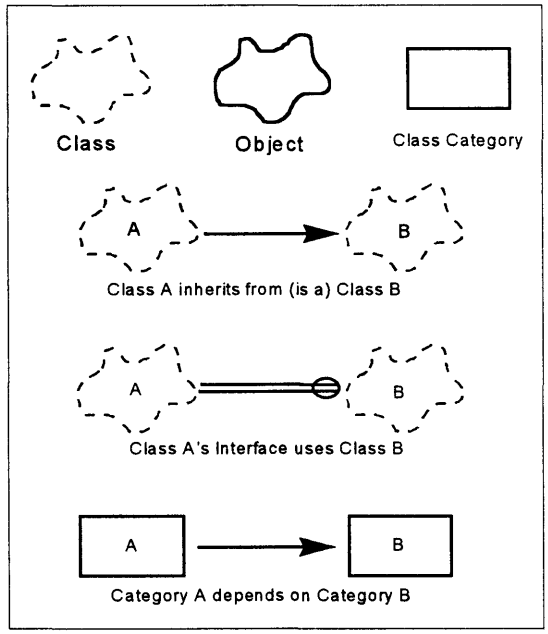


그림 4.13 객체 구성의 표기법
(수정인용 : Booch, 1994)

78) 객체지향 분석과 설계에 대한 연구는 1990년대초 OOA&OOD, OMT, Booch방법 등이 등장한 후에 이들을 기초로 한 연구가 대부분을 차지하고 있다. [Graham, I. (2nd ed.), 1994, *Object Oriented Methods*, Addison-Wesley: Seoul, pp. 193-325]을 참조.

79) [Coad, P. and Yourdon, E., 1991, *Object-Oriented Analysis*, Englewood Cliffs, New Jersey] 혹은 [Coad, P. and Yourdon, E., 1991, *Object-Oriented Design*, Englewood Cliffs, New Jersey]를 참조.

80) 자세한 정보는 [Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., et. al., 1991, *Object-Oriented Modeling and Design*, Englewood Cliffs, New Jersey.]를 참조.

81) 자세한 정보는 [Booch, G. (2nd ed.), 1994, *Object-Oriented Design with Applications*, Benjamin/Cummings: Redwood City, California]를 참조.

객체에 기본을 두고 있다(Monarchi and Puhr, 1992). 한편, 시스템 개발에 대한 객체지향적 분석과 설계 단계에서 객체표기법(Notation)은 객체의 구성을 분석하기 위한 방법으로 본 연구에서는 Booch의 객체표기법을 수용하였다(그림 4.13).[82] Booch의 객체지향설계방법론에서는 시스템의 논리적 특성을 파악하기 위해 '클래스 다이어그램(Class Diagram)'과 '객체 다이어그램(Object Diagram)'을 사용한다. 클래스 다이어그램은 클래스의 존재와 클래스들간의 관계를 설명하여 주로 시스템의 정적(Static) 특성을 기술하고, 객체 다이어그램은 객체들간에 발생하는 상호작용의 메카니즘을 설명하여 수행시에 각각의 객체들의 역할을 확인할 수 있어 이를 통해 시스템의 동적(Dynamic) 특성을 알 수 있다.[83]

4.3 수치지형도 레이어의 객체화 과정

수치지형도를 구성하고 있는 레이어 구조를 객체로 변환하기 위해서는 우선 자료의 구조를 개념적으로 계층화할 필요가 있다. 이것은 앞서 객체지향 프로그램의 개발과정에서 살펴보았듯이 객체의 가장 큰 장점 가운데 하나인 자료추상화(Abstraction)와 객체 사이의 상속(Inheritance)을 분석하기 위한 기초적 작업과 관계가 깊다. 수치지형도를 개념적 수준에서 이상적인 계층으로 나눈다면 4단계의 계층 구조를 갖는다(그림 4.14). 즉, 하나의 도엽을 단위로 모든 자료를 포함하는 '지도' → 지도를 구성하는 특정한 '자료 레이어' → 상위의 특정 자료 레이어를 구성하는 '객체 클래스' → 물리적 특성으로 구현되는 '공간 객체' 등의 계층성을 갖는다. 이러한 계층구조를 객체화하기 위해서는 실제로 구체적 자료 특성에까지 계층성이 내재되어야 하기 때문에 자료에 대한 의미론적 정의(Semantic Definitions)가 그만큼 정확하게 구체화되어 있어야 한다. 그러나 현

82) Booch의 방법론을 간략히 정리하면 다음과 같다. 우선 분석단계(Analysis)에서는 ① 개발하려고 하는 시스템의 요구사항 혹은 행동을 밝히고 ② 이를 수행하기 위한 객체의 역할과 책임을 정의하는데 중점을 둔다. 다음 설계단계(Design)에서는 ① 클래스의 유형과 클래스간의 관계를 기술하고 ② 객체들간에 이루어지는 상호작용을 조정하는 메카니즘을 설명하며 ③ 각각의 클래스와 객체를 선언하는 장소를 밝히고 ④ 프로세스의 할당과 스케줄을 관리하는 방법을 논의한다.

83) Booch의 객체지향설계방법론에서는 시스템의 물리적 특성을 파악하기 위해 '모듈 다이어그램(Module Diagram)'과 '프로세스 다이어그램(Process Diagram)'을 사용하는데 이들 다이어그램들은 실제 프로그램 코드와 관계가 깊다.

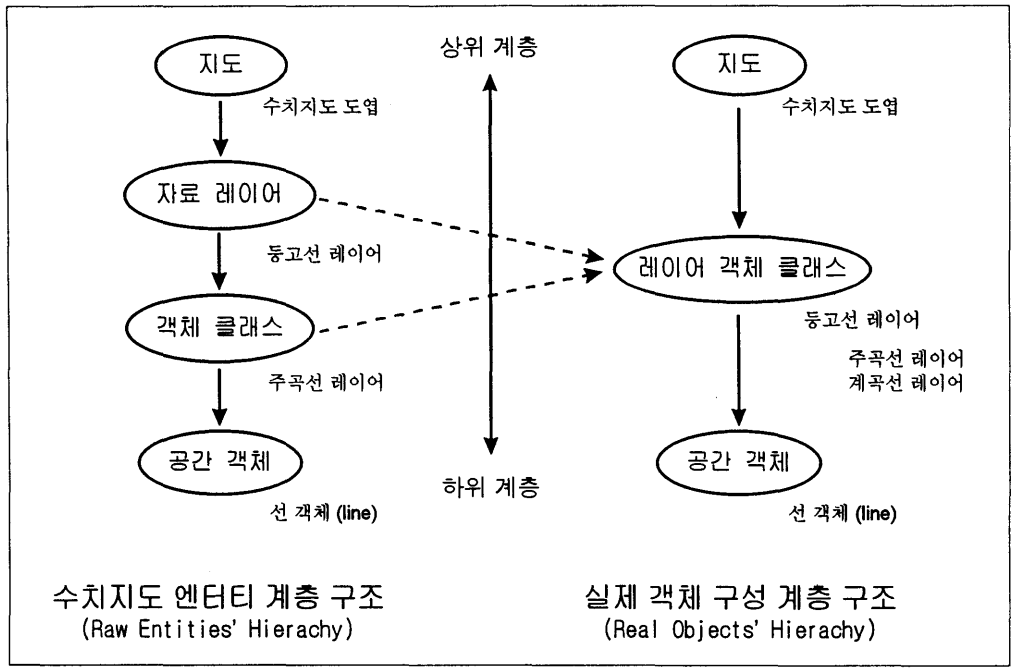


그림 4.14 객체 구성의 개념적 계층 구조

재 수치지형도의 레이어 구성은 공간자료모형의 측면에서 그리고 자료 정의의 측면에서 개념적으로 정의한 계층성이 실제 자료 특성에는 모호하게 반영되어 이를 구체화하기 어려운 구조를 갖고 있다. 본 연구에서는 이러한 한계 때문에 '자료 레이어' 단계와 '객체 클래스' 단계를 통합하여 객체의 계층을 구분하였다. 따라서 통합된 '레이어 객체 클래스' 사이의 상속 메카니즘에 따른 연계(ISA, the is-a-kind-of relationships)보다는 정의된 공간 객체를 자신의 자료로 활용하는 연계 메카니즘(ISCO, the is-composed-of relationships)을 통하여 수치지형도 레이어 객체들을 구성하였다.[84]

4.3.1 수치지형도 공간 원형 클래스 정의 (Spatial Primitive Classes Definition)

앞에서 모형화한 객체의 계층 구조에서 최하위의 공간객체는 상위의 수치지형도 레이어 객체를 구성하기 위한 일종의 원형 객체 클래스(Primitive Object

84) ISA·ISCO 연계에 대해서는 Booch(1994)를 참조.

```
class Point
    Name ;
        DMapPoint

    Attributes ;
        X coordinate : double
        Y coordinate : double

    Methods ;
        Constructor :
            DMapPoint()
            DMapPoint(x,y)
            DMapPoint(dmappoint)
```

```
class Line
    Name ;
        DMapLine

    Attributes ;
        line ID : integer
        line feature : DMapPoint[]
        line MBR : DMapRectangle

    Methods ;
        Constructor :
            DMapLine(DMapPoint[], ID)
        getLine()
```

그림 4.15 수치지형도 공간 원형 클래스 (점클래스·선클래스)

Class)라 할 수 있다. 일반적으로 지리정보과학에서 벡터 모형의 경우 점·선·다각형을 그리고 래스터 모형의 경우 픽셀(Pixel)을 원형 공간 클래스로 인식하고 있다.[85] 수치지형도 자료모형이 스파게티 모형의 1차원 선사상(Line Feature)을 중심으로 구성된 공간자료모형을 갖고 있기 때문에 여기에서는 원형 클래스로 '선 클래스(*DMapLine*)'과 이를 구성하는 '점 클래스(*DMapPoint*)'를 정의하였다(그림 4.15). 점 클래스는 x, y 공간좌표를 저장하는 가장 기본적인 공간 클래스로 수치지형도에서 사용하고 있는 TM 좌표 한쌍을 객체화(Instancing)하는 단위가 된다. 선 클래스는 수치지형도의 선사상을 저장할 클래스로 자신의 속성(Attributes)으로 식별자(ID), 선을 구성하고 있는 점 객체들(Instances of *DMapPoint* Class)로 구성된 배열, 선의 MBR(Maximum Boundary Rectangle, 최대·최소 x, y 좌표값)을 저장하는 *DMapRectangle* 객체를 갖는다. 그리고 *DMapLine* 클래스는 생성자(Constructor)이외에 선을 구성하는 점객체들을 반환하는 getLine() 메소드(Method)가 포함되어 있다. 한편, *DMapRectangle* 클래스는 2개의 (x, y) 좌표쌍을 속성으로 갖는 클래스로 직사각형의 공간영역을 표시하기 위해 정의되었다. *DMapRectangle* 클래스는 MBR 값을 저장하거나 사용자 인터페이스 모듈 가운데 선 객체의 화면출력과 관련된 모듈에 이용된다.

85) 벡터 모형의 점·선·다각형 클래스는 일반적으로 점(Point), 노드(Node), 선분(Line Segment), 체인(Chain), 링(ring), 다각형(Polygon) 클래스 등으로 세분된다

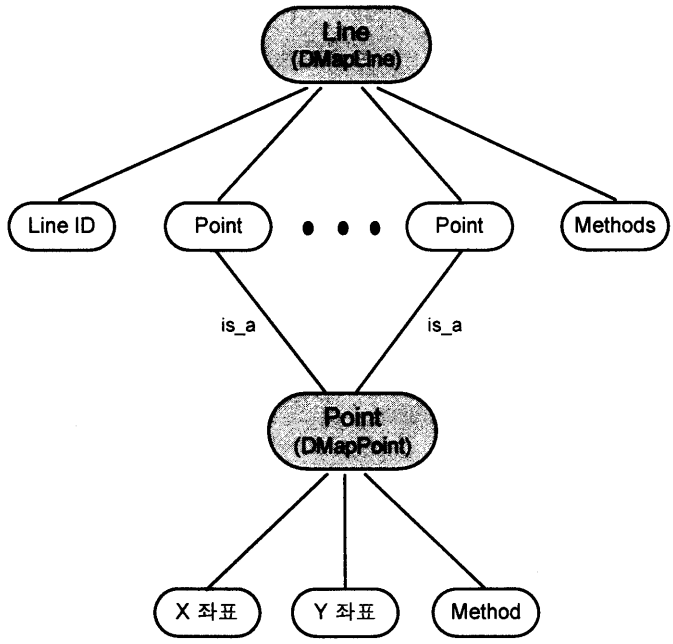


그림 4.16 원형 클래스간의 계층

[그림 4.16]은 수치지형도의 각 레이어를 구성하고 있는 공간 원형 클래스인 선클래스(*DMapLine*)와 점클래스(*DMapPoint*) 간의 계층을 도식적으로 표현한 것이다. 선클래스의 한 구성요소로서 점클래스가 포함되어 있지만 점클래스 역시 독립적인 객체로서 메시지 전달을 통해 갱신될 수 있다.

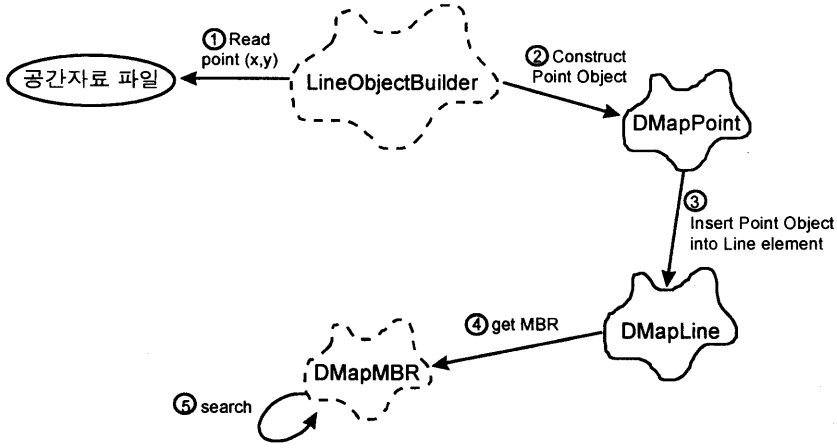


그림 4.17 선객체 구성을 위한 다이어그램

그리고 [그림 4.17]은 원래의 수치지형도에서 변환(공간자료 + 속성자료)한 자료로부터 하나의 선객체(Instance of *DMapLine* Class)를 구성하기 위한 과정[86]을 정리한 다이어그램이다. 여기에서 *LineObjectBuilder* 클래스는 일종의 '공동 유틸리티 클래스(Public Utility Class)'[87]로 정의되어 선객체를 생성하는 역할을 담당한다. *LineObjectBuilder* 클래스는 Arc/Info *GEERATE* 형식으로 변환된 공간자료 파일에서 하나의 점사상에 해당하는 좌표쌍(x, y)을 읽어 들여 점객체(Instance of *DMapPoint* Class)를 만들고 이를 선객체를 이루는 하나의 구성요소로 삽입시킨다. 이러한 과정(①→②→③)을 공간자료 파일에서 하나의 선분(Line Segment)을 구성하는 마지막 점까지 반복한 후, 해당 선객체의 MBR을 구하기 위해 또다른 유틸리티 클래스인 *DMapMBR*을 이용한다.

4.3.2 수치지형도 레이어별 객체화

4.3.2.1 공통 선 레이어 클래스 (Common Line Layer Class)

수치지형도 레이어들이 갖는 특성을 분류(Classification)하고 일반화(Generalization)하는 과정은 객체지향적 자료모형을 생성하기 위해 분석과 설계 단계에서 필수적으로 요구되는 작업이다(Worboys *et. al.*, 1990). 본 연구에서 구성하려는 수치지형도의 레이어 객체는 공통적으로 주로 선사상으로 구성되어 있다는 특징을 갖는다. 즉, 하천 레이어, 도로 레이어, 행정구역 레이어 등 각각의 레이어를 구성하고 있는 선사상의 공간자료 구조는 동일하고 단지 레이어를 구성하는 선사상의 수가 다를 뿐이다. 따라서 유연하게 크기를 조정하면서 객체를 저장할 수 있는 배열에 선사상 객체가 저장될 수 있다면, 레이어 객체의 속성(Attributes) 가운데 하나인 공간자료 부분은 각각의 레이어로부터 동일한 방식에따라 객체로 구성될 수 있는 환경이 마련된다. Java의 *Vector* 클래스는 일종에 배열의 성격을 갖지만 크기가 조정되는 특성을 갖기 때문에 레이어별로 선사상 객체를 저장하는데 이용하였다. 다시말해, 각각의 선사상 객체를 하나의

86) [그림 4.17]의 다이어그램은 Booch의 객체다이어그램(Object Diagram)과 상태변환다이어그램(State Transition Diagram)을 혼용하여 기술한 것이다.

87) 유틸리티 클래스는 자바에서 보통의 경우 '클래스 메소드(class methods)'로 구성된다. 클래스 메소드는 해당 클래스의 인스턴스가 존재하든지 안하든지 관계없이 어디서든지 사용할 수 있는 메소드를 일컫는다.

```
class Line Layer
    Name ;
        DMapLineLayer

    Attributes ;
        Layer Type : String
        Spatial Elements : Vector List
        Attribute Elements : Vector List
        Metadata : DMapLayerMeta
        Current Scale (denominator) : integer
        Screen Visible : boolean

    Methods ;
        Constructor :
            DMapLineLayer()
            DMapLineLayer(DMapLineLayer)
            DMapLineLayer(Layer Type)
        setScale(scale)
        getScale()
        setAnnotation(layer type)
        getAnnotation()
```

그림 4.18 공통 선 레이어 클래스 정의

Vector의 구성 요소(Spatial Data Vector Elements)로 저장하였다. 다음으로 각각의 선사상 객체가 갖는 속성자료의 경우는 레이어들마다 특정한 항목이 존재하기 때문에 선사상 객체와 같은 방식으로 구성될 수 없다. 따라서 레이어별로 속성 클래스를 만들어 이를 각각의 선사상 객체에 대응하는 속성자료 객체로 부여한 다음 이를 속성자료 Vector 객체로 구성(Attribute Data Vector Elements)한다면, 각 레이어 객체의 속성자료 부분 역시 각각의 레이어에서 공통적으로 이용할 수 있게 된다. 그리고 각각의 레이어에는 동일하게 메타데이타와 축척 정보 등에 대한 정보가 부여되기 때문에 「공통 선 레이어 클래스」의 또다른 속성으로 정의하여 사용하였다(그림 4.18).

이상과 같이 구성된 「공통 선 레이어 클래스」의 속성과 메소드를 간략히 살펴보면 다음과 같다. 우선 클래스의 속성에는 해당 레이어의 유형을 나타내는 스트링 변수(String Variable), 선분(Line Segment) 단위의 선사상을 하나의 구성요소로 갖는 공간자료 벡터 객체, 선사상이 갖는 비공간적 속성을 저장하고 있는 속성자료 벡터 객체, 해당 레이어에 관한 메타데이타를 담고 있는 메타데이타 객체, 축척표시 부분중 분모값에 해당하는 값으로 레이어가 형성된 현재의 축척

을 나타낸 정수변수(Integer Varible), 그리고 레이어의 화면출력 여부를 결정하는 부울리안 변수(Boolean Variable) 등이 포함되어 있다. 클래스의 메소드에는 3가지 방법의 클래스 생성자(Class Constructor), 축척 변수를 설정하거나 축척을 구하는 메소드(setScale(), getScale()), 레이어의 유형을 설정하거나 알아내는 메소드(setAnnotation(), getAnnotation())등이 있다.

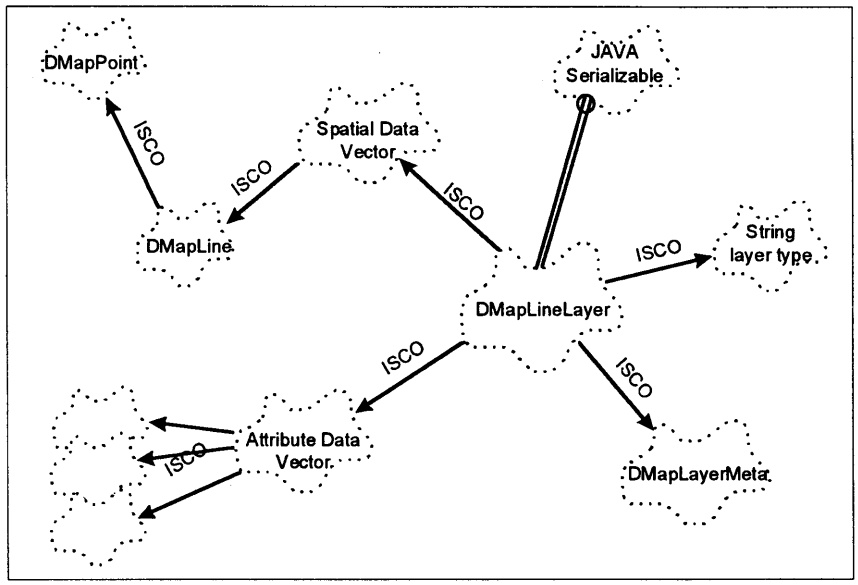


그림 4.19 공통 선 레이어 클래스 연계 구조

[그림 4.19]은 「공통 선 레이어 클래스」와 이와 관련된 클래스 사이의 연계 구조를 나타내는 다이어그램으로, 주로 클래스 사이에는 ISCO (is-composed-of) 구조가 나타나며 「공통 선 레이어 클래스」는 레이어 객체의 저장을 위해 객체직렬화 클래스(Serializable Class)를 인터페이스로 사용한다. 한편 '공간자료벡터 클래스'는 선분을 단위로 구성된 선클래스(*DMapLine*)를 구성요소로 그리고 '속성자료벡터 클래스'는 선분의 비공간적 속성을 담고 있는 속성클래스(Attribute Class)[88]를 구성요소로 설계되었다(그림 4.20). 공간자료벡터클래스와 속성자료벡터클래스에서 벡터를 구성하고 있는 항목의 수는 해당 수

88) 속성클래스는 수치지형도 레이어별로 구성되었다. 하천속성클래스(DMapDrainAttributeUnit), 도로속성클래스(DMapRoadAttributeUnit), 등고선속성클래스(DMapContourAttributeUnit), 행정경계속성클래스(DMapAdminAttributeUnit)가 여기에 해당한다.

치지형도 레이어를 구성하고 있는 선사상의 수와 일치하고 벡터를 구성하는 순서 역시 동일하기 때문에 이를 통해 상호참조[89]할 수 있다. 수치지형도의 한 레이어에 대한 메타데이타를 기록하고 있는 메타데이타클래스는 초기값의 형식이 일종의 메타데이타 틀구조(Template)를 갖고 있어 특정한 레이어의 생성시에 틀구조의 항목에 따라 적절한 값을 삽입하는 방법으로 객체화된다(부록 5 참조).[90]

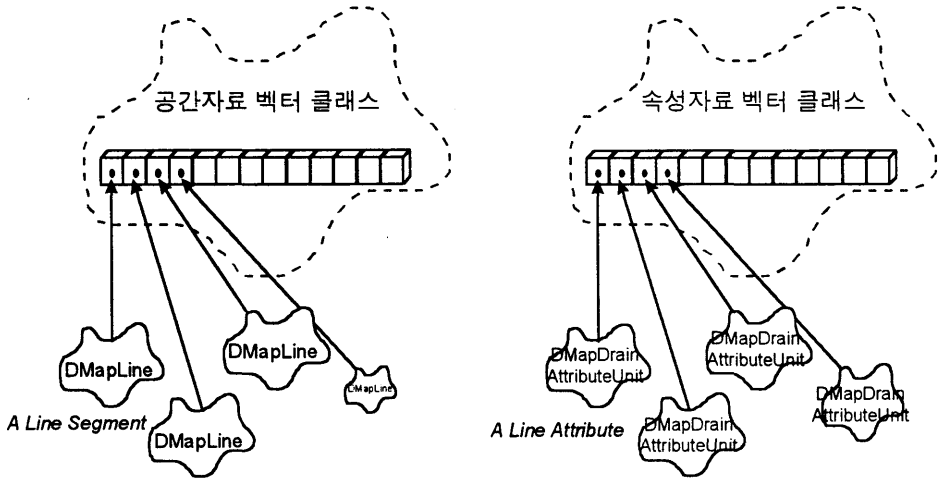


그림 4.20 공간자료벡터 클래스와 속성자료벡터 클래스

4.3.2.2 하천 레이어 객체화

「하천레이어 객체」는 「공통 선 레이어 클래스」의 객체화(Instancing)를 통해 생성된다. 즉, 「공통 선 레이어 클래스」은 하천레이어, 도로레이어, 행정경계레이어가 갖는 공통적인 특성을 찾아 구성한 클래스이므로 '하천레이어 객체'는 이 클래스의 인스턴스로 구체화될 수 있다. 따라서 '하천레이어 객체'의 구조를 나타내는 '객체 다이어그램'은 「공통 선 레이어 클래스」의 '클래스 다이어그램'과 유사하다(그림 4.21). [그림 4.22]는 '하천레이어 객체'가 '공통 선 레이어 클래스'의 인스턴스로 구체화되는 과정을 설명하고 있다.

본 연구에서는 하천 레이어의 객체화를 조정하기 위해 *DMapDrainBuild* 클

89) 자바에서는 C의 배열첨자(subscript) 방식과 유사하게 벡터의 구성요소를 참조할 수 있다

90) 메타데이타 클래스에 대한 자세한 설명은 4.5절을 참조할 것

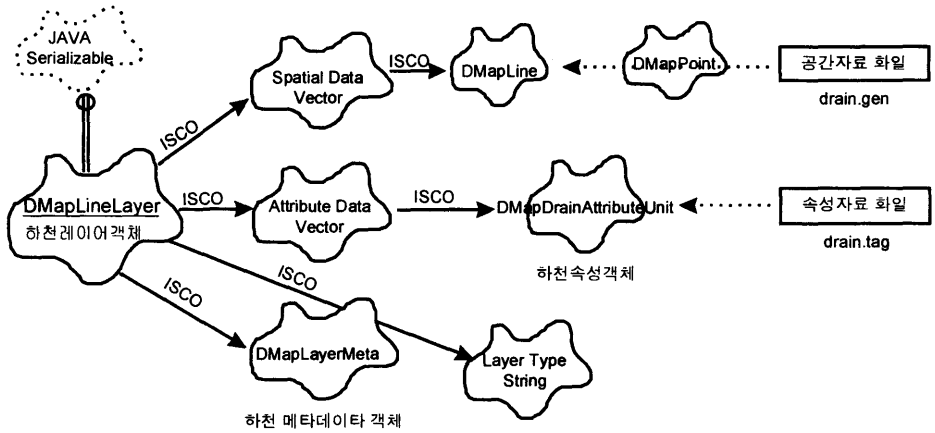


그림 4.21 하천 레이어 객체 다이어그램

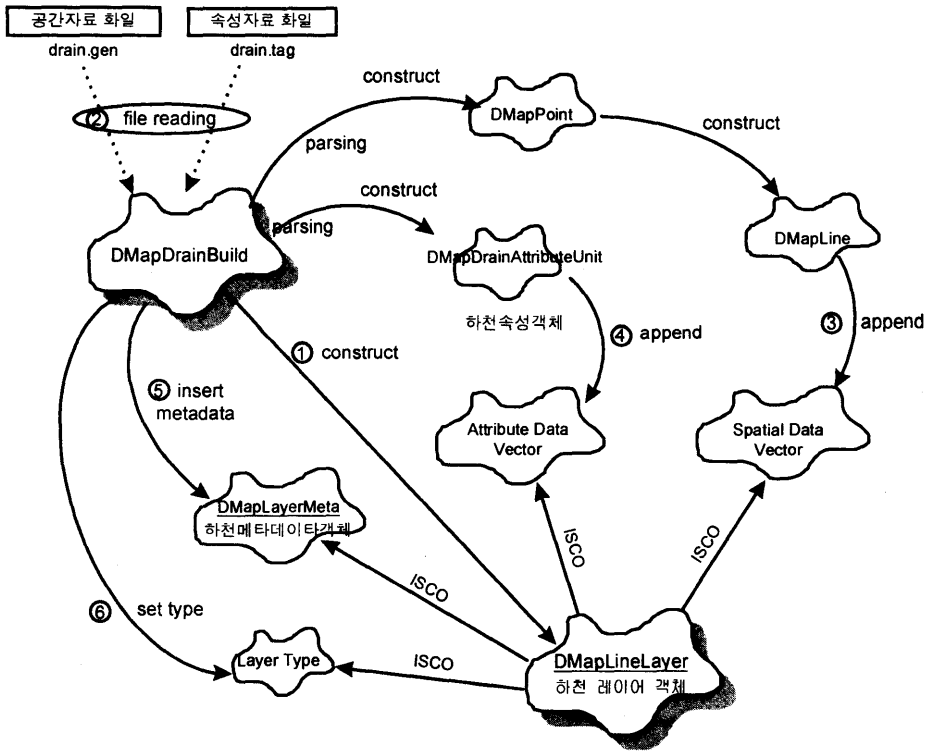


그림 4.22 하천레이어 객체 개발 과정

래스라는 유틸리티 클래스를 정의하였다. *DMapDrainBuild* 클래스는 우선 「공통 선 레이어 클래스」를 이용하여 하천레이어 객체의 틀구조(Template)를 생성

한다(① construct). 다음은 원래의 수치지형도에서 하천과 관련된 레이어들만 선택적으로 추출하여 [공간자료 + 속성자료]형식으로 재변환한 자료파일들 (*drain.gen*, *drain.tag*)로부터 각각 하천 선사상을 구성하는 지리좌표들과 하천 선사상의 속성을 읽어들인다(② file reading). 그리고 앞에서 설명한 *LineObjectBuilder* 클래스를 이용하여 읽어들인 지리좌표들을 선분(Line Segment) 단위의 객체로 재구성한 다음 하천레이어객체에 포함되어 있는 공간자료벡터객체의 요소로 추가한다(③ append). 한편 하천레이어객체의 속성자료 벡터객체 역시 이와 유사한 방법으로 생성된다. 즉, *DMapDrainBuild* 클래스는 속성자료파일(drain.tag)에서 읽어 들인 자료를 해석하여 하천속성객체(An Instance of *DMapDrainAttributeUnit* Class)를 생성하고 이를 속성자료벡터객체의 요소로 추가한다(④ append). 이러한 과정(③, ④)은 하천레이어를 구성하고 있는 마지막 선사상까지 진행된다. 마지막으로 하천레이어객체의 속성요소들 가운데 하나인 하천메타데이타객체에 적절한 정보를 기입하는 작업(⑤ insert metadata)과 하천레이어객체의 유형을 나타내는 정보를 채워넣는 단계(⑥ set type)를 통해 하천레이어객체는 최종 완성된다.

4.3.2.3 도로 레이어 객체화

도로 레이어의 객체화는 하천레이어의 객체화와 동일한 방법으로 이루어진다. 즉, 수치지형도에서 도로와 관련된 레이어들로부터 재구성된 공간자료

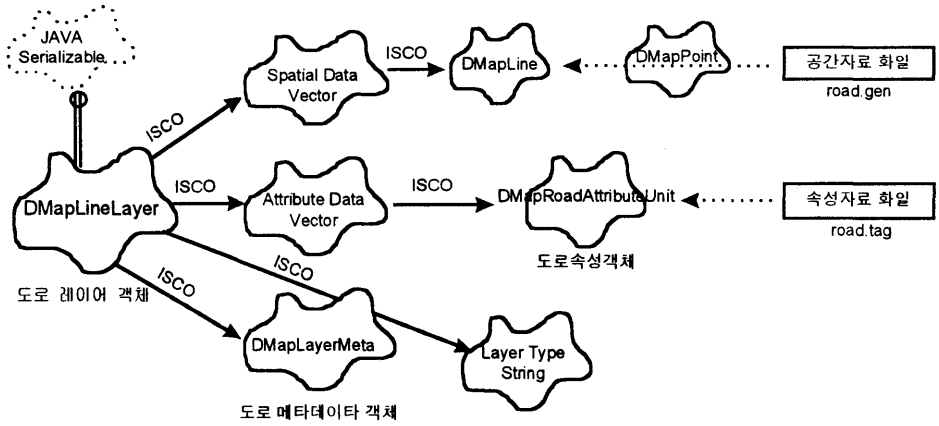


그림 4.23 도로 레이어 객체 다이어그램

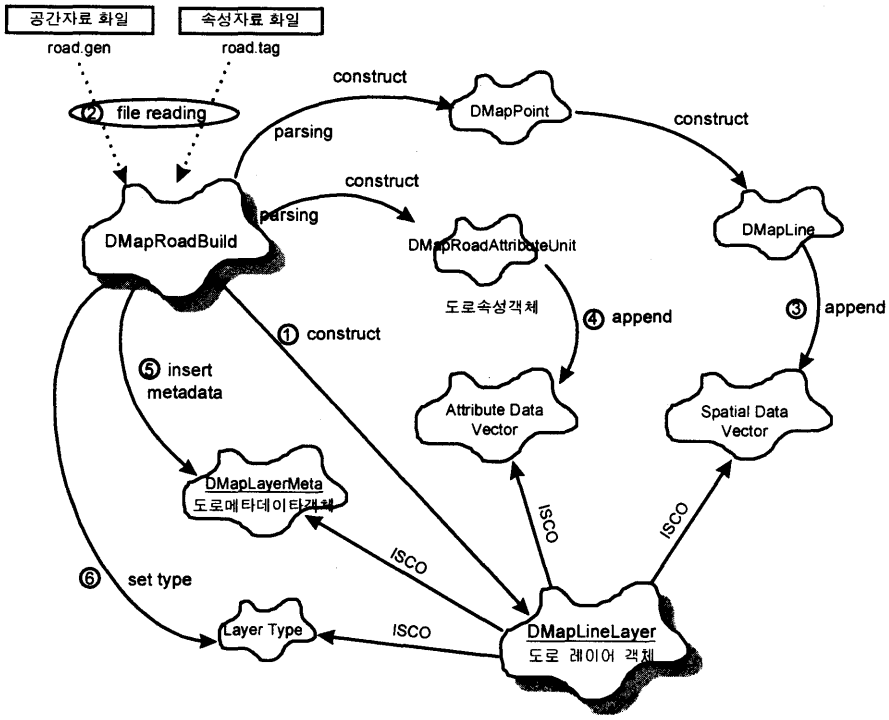


그림 4.24 도로레이어 객체 개발 과정

(road.gen)와 속성자료(road.tag)를 「공통 선 레이어 클래스」의 인스턴스로 구체화하여 도로레이어 객체를 생성한다. [그림 4.23]은 '도로레이어 객체'의 구조를 나타내는 '객체 다이어그램'이며 [그림 4.24]는 '도로레이어 객체'가 '공통 선 레이어 클래스'의 인스턴스로 구체화되는 과정을 나타낸 것이다. 인스턴스 과정은 유틸리티 클래스로 정의된 *DMapRoadBuild* 클래스를 통하여 모든 과정이 조정된다.

4.3.2.4 등고선 레이어 객체화

등고선 레이어의 객체화는 하천레이어, 도로레이어, 행정경계레이어의 객체화와는 차이가 있다. 무엇보다 등고선레이어 객체가 「공통 선 레이어 클래스」의 인스턴스가 아닌 독립된 클래스(*DMapContourLayer*)에서 구체화된 인스턴스라는 점이다. 그것은 등고선레이어 객체가 갖는 자료모형의 특성에서 비롯된 것이다. 즉, 등고선레이어에는 주곡선·계곡선 등과 같은 선형의 사상(Linear

Features)과 함께 표고점과 삼각점 등의 '점 사상(Point Features)'이 포함되어 있다. 본 연구에서는 '점 사상'을 객체화하기 위해 「점 레이어 클래스(*DMapPointLayer*)」를 정의하였다. 「점 레이어 클래스」는 앞서 정의한 공간원형클래스 가운데 하나인 '점 클래스(Point Class, *DMapPoint*)'를 단위로 하는 공간자료벡터와 '점 사상'이 갖는 속성정보를 저장할 속성자료벡터를 클래스의 속성요소로 구성된다. 따라서 '등고선레이어 클래스(*DMapContourLayer*)'에는 선형의 등고선 사상들을 객체화하기 위한 '공통 선 레이어 클래스(*DMapLineLayer*)'와 점 형식의 지도 사상을 객체화하기 위한 '점 레이어 클래스(*DMapPointLayer*)'가 주요 구성요소로 정의되고 있다.91)

이상과 같이 정의된 '등고선레이어 클래스'를 통해 선형의 지도사상과 관련된 레이어들에서 재구성한 공간자료와 속성자료(contour.gen, contour.tag)를 「공통 선 레이어 클래스」의 인스턴스로 그리고 점형의 지도사상과 관련된 레이어들에서 재구성한 공간자료와 속성자료(cont-point.gen, cont-point.tag)를 「점 레이어 클래스」의 인스턴스로 각각 구체화하여 등고선레이어 객체를 생성

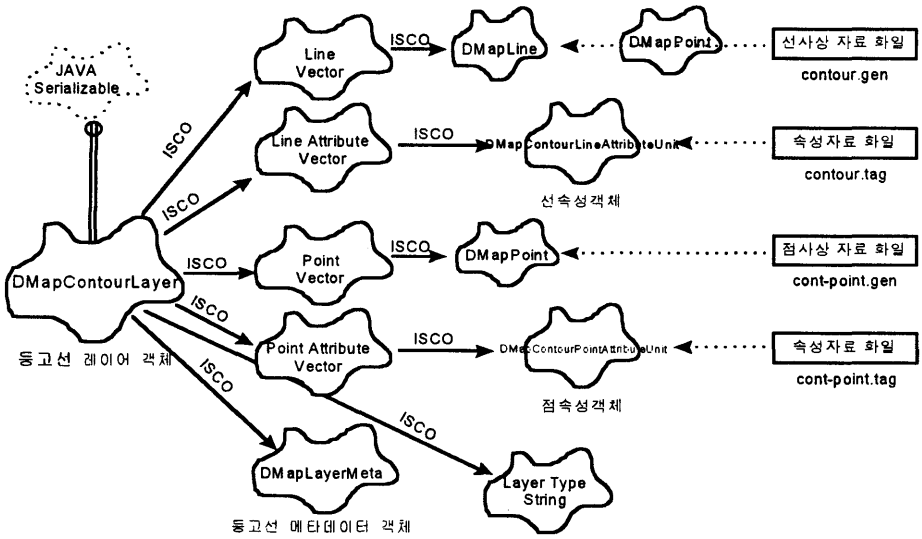


그림 4.25 등고선 레이어 객체 다이어그램

91) '등고선레이어 클래스'를 정의하기 위해 「공통 선 레이어 클래스」를 상속하고 여기에 「점 레이어 클래스」를 부가적인 속성으로 포함시키는 방법도 있지만 점·선·다각형으로 구분되는 공간자료모형의 개념적 일관성을 유지하기 위하여 수평적 결합(Aggregation) 방법을 이용하였다.

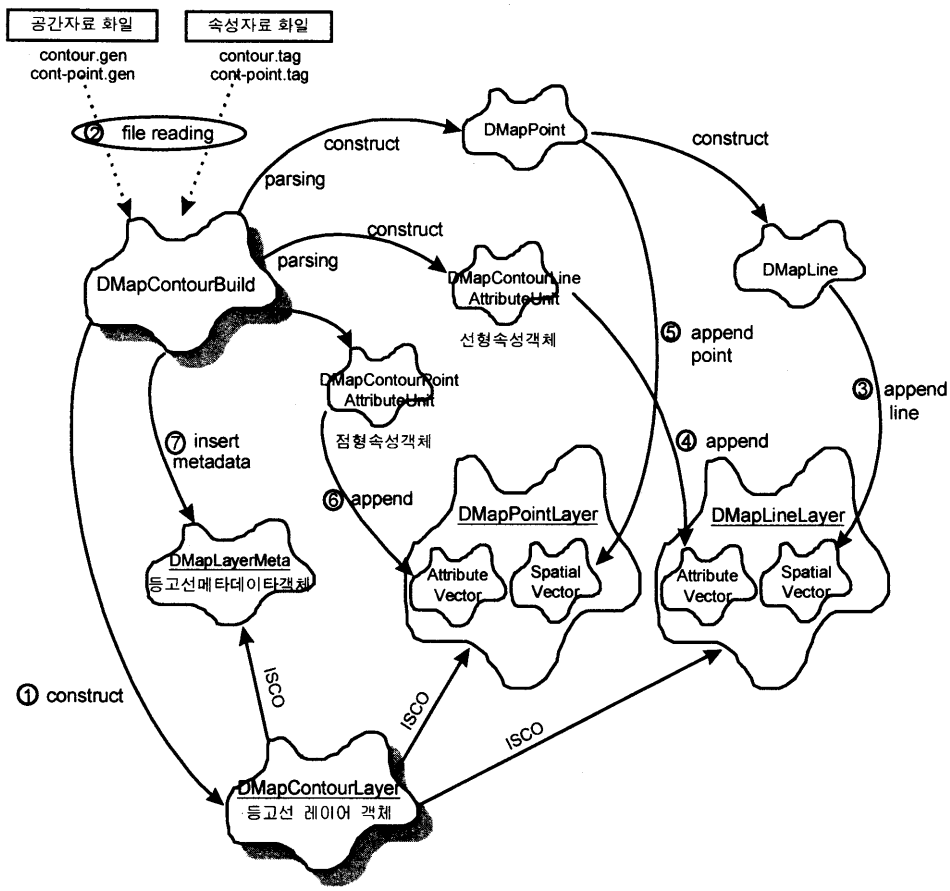


그림 4.26 등고선레이어 객체 개발 과정

한다. [그림 4.25]는 '등고선레이어 객체'의 구조를 나타내는 '객체 다이어그램'이며[92] [그림 4.26]은 유틸리티 클래스인 *DMapContourBuild* 클래스를 통해 '등고선레이어 객체'가 '등고선 레이어 클래스'의 인스턴스로 구체화되는 과정을 나타낸 것이다.

4.3.2.5 행정경계 레이어 객체화

행정경계 레이어의 객체화는 앞서 진행된 하천레이어와 도로레이어의 객체화와 동일한 과정으로 이루어진다. [그림 4.27]은 '행정경계레이어 객체'의 구조

92) 다이어그램에는 간결성을 유지하기 위해 「공통 선 레이어 클래스」와 「점 레이어 클래스」는 생략되었다.

를 나타내는 '객체 다이어그램'이며 [그림 4.28]은 '행정경계레이어 객체'가 '공통선 레이어 클래스'의 인스턴스로 구체화되는 과정을 나타낸 것이다. 인스턴스 과정은 유틸리티 클래스인 *DMapAdminBuild* 클래스를 정의하여 조정하였다.

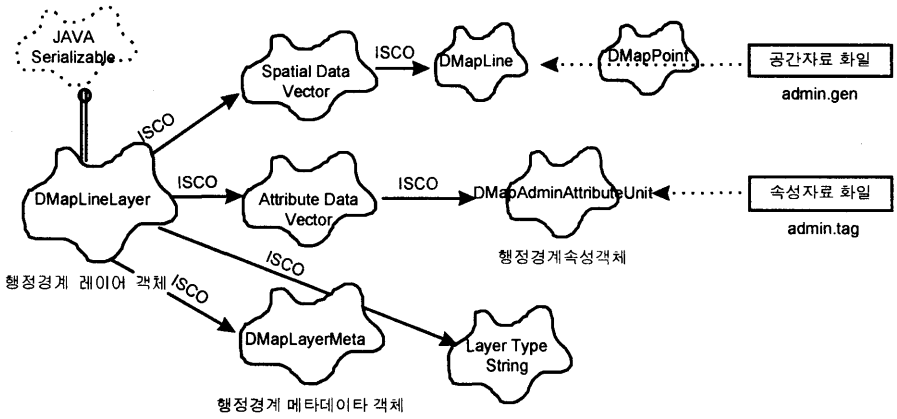


그림 4.27 행정경계 레이어 객체 다이어그램

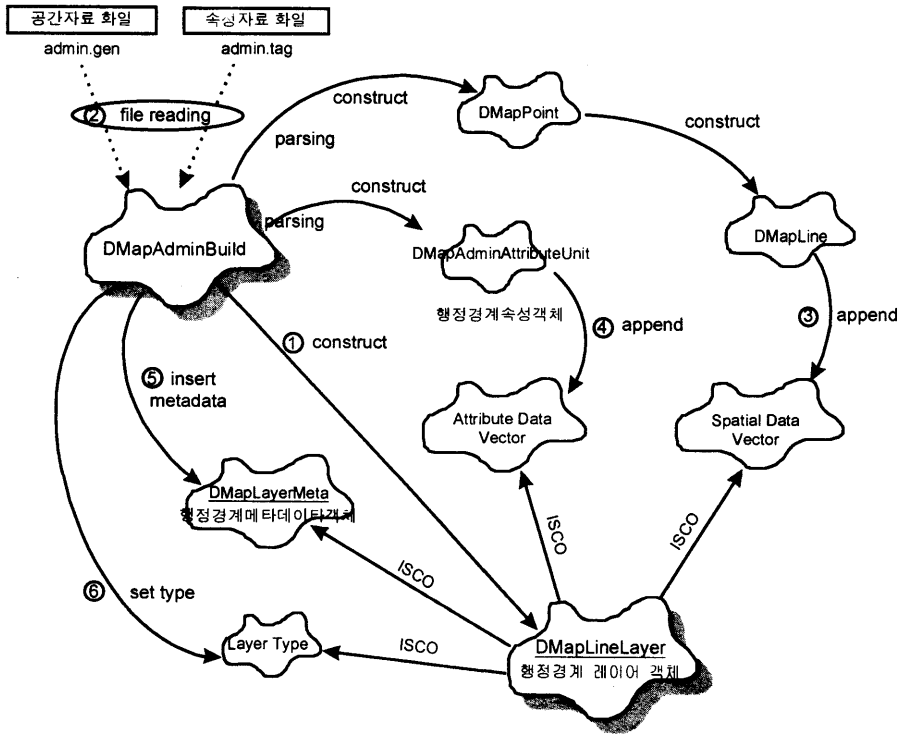


그림 4.28 행정경계레이어 객체 개발 과정

4.4 수치지형도 관리 구조

객체의 상태를 순차적인 바이트값(Ordered Bytes)으로 기록하는 과정을 '객체 직렬화(Object Serialization)'라 부르는데, 자바에서는 객체를 스트림의 형태로 기록하거나 기록된 객체를 스트림으로부터 복원할 수 있는 클래스를 제공한다. 직렬화를 통해 객체는 객체의 인스턴스 변수값을 기록하기 때문에 만일 변수가 또다른 객체를 참조하고 있다면 그 참조된 객체도 직렬화되어 있어야 한다. 이렇게 직렬화는 보통 순환적인 복잡한 트리 구조(객체 →객체의 객체→객체의 객체의 객체→ ...)의 특징을 갖기 때문에 위와 같은 객체의 소유에 관한 계층을 '객체 그래프'라고 한다. 이와 같은 객체의 직렬화는 소켓을 이용한 네트워크통신이나 RMI(Remote Method Invocation) 기능을 지원하거나 간편한 방법을 통해 객체의 지속성(Lightweight Persistence)을 유지하는데 목적이 있다.[93] 객체의 지속성이란 응용 시스템을 종료하더라도 객체의 속성을 그대로 보존하여 다음에 필요할 때 언제든지 다시 객체로 복구하여 사용하는 특성을 말한다.

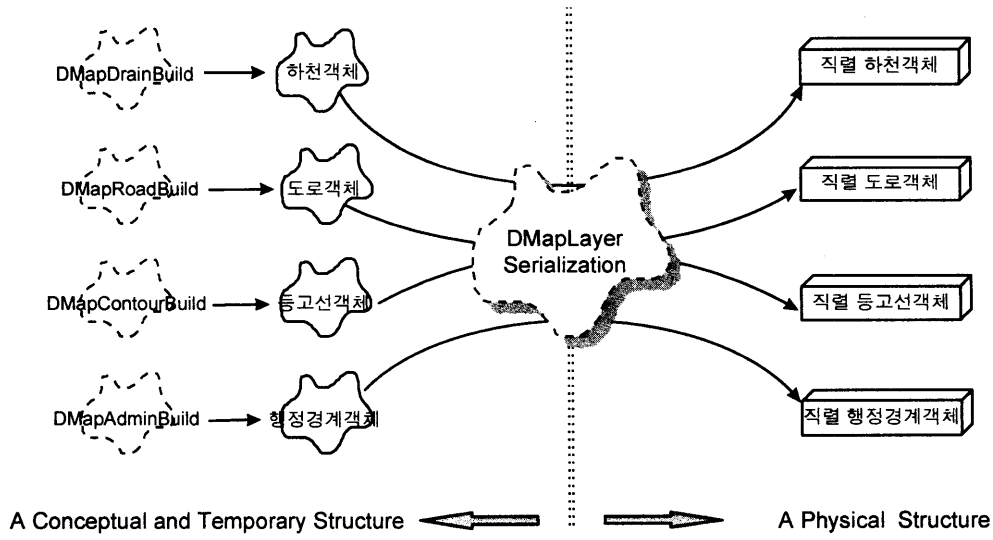


그림 4.29 수치지형도 레이어 객체의 직렬화 과정

93) 객체 직렬화의 또다른 목적들을 정리하면, 첫째 응용시스템 개발시 단순하면서도 확장가능한 메커니즘을 제공하며, 둘째 직렬화된 형태(serialized form)로 자바 객체 유형과 보안성을 유지할 수 있다. 셋째 원격 객체에 필요에 따라 정열 또는 비정열(unmarshaling)을 지원하도록 확장할 수 있고, 넷째 객체를 external format으로 정의할 수 있다.

본 연구에서는 레이어 객체들로 구성된 도엽 단위의 수치지형도를 관리하기 위하여 객체 직렬화 방법을 이용하였다(그림 4.29).[94] 즉, 객체화 과정을 거친 각각의 레이어들을 객체 직렬화를 통해 물리적 파일 형태로 저장하여 그 공간자료와 속성자료를 그대로 유지시킴으로써 같은 자료에 대해 원자료의 변환과 객체화 과정을 생략할 수 있다. 물론 객체화된 공간자료나 속성자료는 이미 정의한 각각의 레이어 클래스를 통해 편집·갱신할 수도 있다. 이러한 '레이어 객체 디렉토리(Layer Object Directory)'를 갖는 수치지형도 관리 형태는 현재 단순한 수치지형도도엽을 하나의 파일구조로 관리하는 원시적 형태의 자료관리모형에 비해 데이터베이스 요소를 삽입할 수 있는 유연적 구조를 갖는다(그림 4.30).

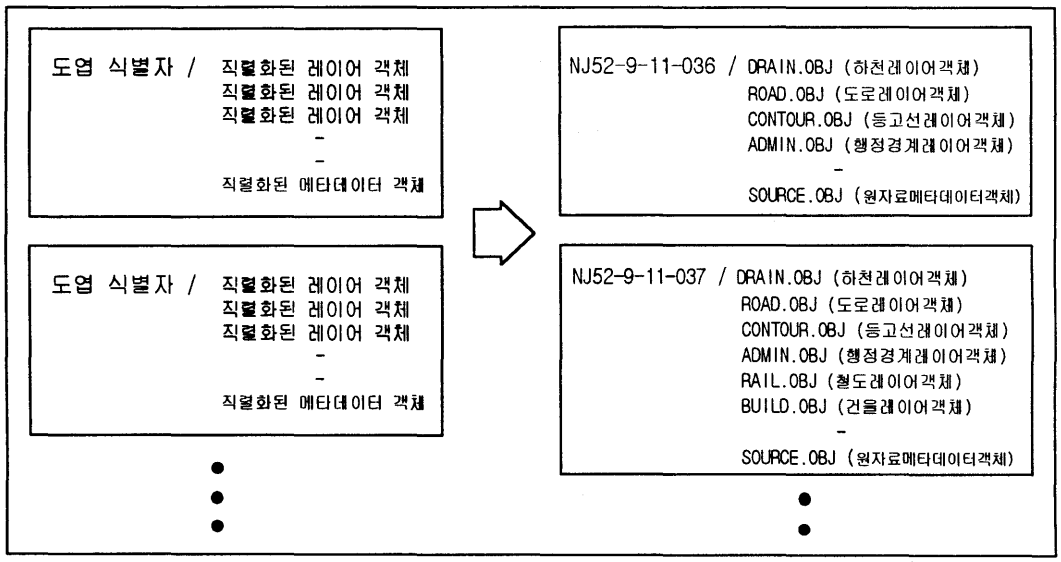


그림 4.30 레이어 객체의 직렬화를 통한 수치지도 관리구조 모형

4.5 메타데이터 설계와 객체 구현

메타데이터(Metadata)는 흔히 "자료에 대한 자료(Data About Data)", 즉 특정한 자료에 대해 자료내용·자료품질·자료상태·기타특성을 기술한 정보를 의미한

94) 직렬화 과정의 '객체 그래프' 속성 때문에 수치지형도 레이어 객체를 구성하고 있는 속성 요소들은 자바의 직렬화 클래스(java.io.Serializable Class)를 인터페이스로 이용한다.

다(장영희 외, 1996; FGDC, 1997). 지리공간자료에 관한 메타데이터(Geospatial Metadata)는 디지틀 형식으로 존재하는 지리공간자료에 대해서 그 내용과 형식 그리고 용어와 개념 등을 체계적으로 작성한 정보이다. 디지틀 지리공간자료는 디지틀 환경에서 자료를 분석하거나 가시화하고자 실세계를 모형화한 자료이기 때문에 근본적으로 자료의 추상화(Abstraction)와 단순화(Simplification)가 개입되어 있다. 지리공간자료 메타데이터는 이와 같이 자료의 생산과정에 포함된 여러가지 제한 사항을 상세하게 기록함으로써 자료의 오용을 막고 자료의 적합성을 평가할 수 있는 수단을 제공한다. 지리공간자료 메타데이터에 관한 연구는 대개의 경우 메타데이터의 표준화에 집중되어 있다. 그것은 지리공간자료의 내용 자체가 대부분 공공적 성격을 띄고 있으며 이를 설명하는 메터데이터 역시 보편성이 내재되어야 하기 때문이다. 이런 측면에서 자료의 가용성(Availability), 자료이용의 적합성(Fitness for Use), 자료의 접근성(the Means of Accessing), 자료 변환과 처리(Transfer and Process) 등은 지리공간자료를 위한 메타데이터의 표준을 개발하는데 주요한 기준이 되며(FGDC, 1997), 일반적으로 국가적 차원 혹은 국제적 차원에서 표준화의 노력이 진행되고 있다.

현재 대표적 메타데이터 표준에는 미국 FGDC의 「디지틀 지리공간자료에 대한 메타데이터 표준」, 유럽 표준화 위원회(CEN)의 「지리정보에 대한 표준-메타데이터」, 호주·뉴질랜드의 「ANZLIC 핵심 메타데이터 요소 안내(안)」, ISO의 「지리정보-메타데이터(안) (ISO 15046-5)」 등이 있다(FGDC, 1997; CEN, 1996; ANZLIC, 1996; ISO TC 211, 1997). 그러나 미국 FGDC의 메타데이터 표준을 제외한 다른 표준들은 아직까지 실용단계에 접어들거나 구체적 최종결과물로 개발된 것은 아니다. 한편, 우리나라에서 메타데이터에 관한 연구는 현재까지 사실상 전무한 실정이다. 다만, 서울시정개발연구원이 발표한 기본도 개발계획에 서울시 GIS 기본도 메타데이터의 구성(안)(장영희 외, 1996)과 최근 한국전산원이 수행한 기초적 현황 연구(김창호, 1997)에서 메타데이터의 필요성을 제기하고 있다.[95]

95) 실제로 이들 연구에서는 미국 FGDC의 표준과 ISO의 표준을 각각 서울시 표준과 국가 표준으로 수용하고 있지만 상세한 메타데이터의 구성방법과 내용에 대해서는 검토되지 않았다. 그리고 용어의 정의나 해석 그리고 번역에 적절치 못한 부분이 상당수 있으며 국내의 관련 분야에서 충분히 검토되지 않아 보편적으로 수용하는데 무리가 있다고 판단된다.

현재 본 연구에서 연구자료로 사용하고 있는 수치지형도에 대한 메타데이터 표준을 개발하기 위한 연구가 진행 중에 있는데 그 기본 방향이 ISO의 표준을 수용하는 것으로 설정되어 있다(임삼성, 1998). 그러나 실제 수치지형도에 대한 메타데이터의 구성 내용은 살펴보면 미국 FGDC의 「디지틀 지리공간자료에 대한 메타데이터 표준」과 내용의 구성면에서 거의 유사함을 발견할 수 있다. 그것은 ISO의 표준이 아직 확정되지 않았고 실제로 ISO 표준 역시 초기 단계에서 FGDC의 표준에 바탕을 두고 개발되었기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 객체화된 수치지형도에 대한 메타데이터를 개발하기 위해서 현재 실용적으로 이용되고 있는 FGDC의 표준을 일부 수정하여 메타데이터로 구성하였다. 이를 위해 우리의 수치지형도와 국가적 기본수치지형도라는 측면에서 공통적 특성을 갖는 미국의 DLG 자료를 수집하고 DLG의 메타데이터들을 비교·분석하여 본 연구의 메타데이타 내용 구성에 참조하였다.

4.5.1 메타데이터 작성규칙

앞서 밝힌 바와 같이 본 연구에서 작성한 수치지형도 메타데이터는 미국 FGDC의 표준에 기초를 두고 설계된 것이다. 수치지형도 메타데이터는 총 11개

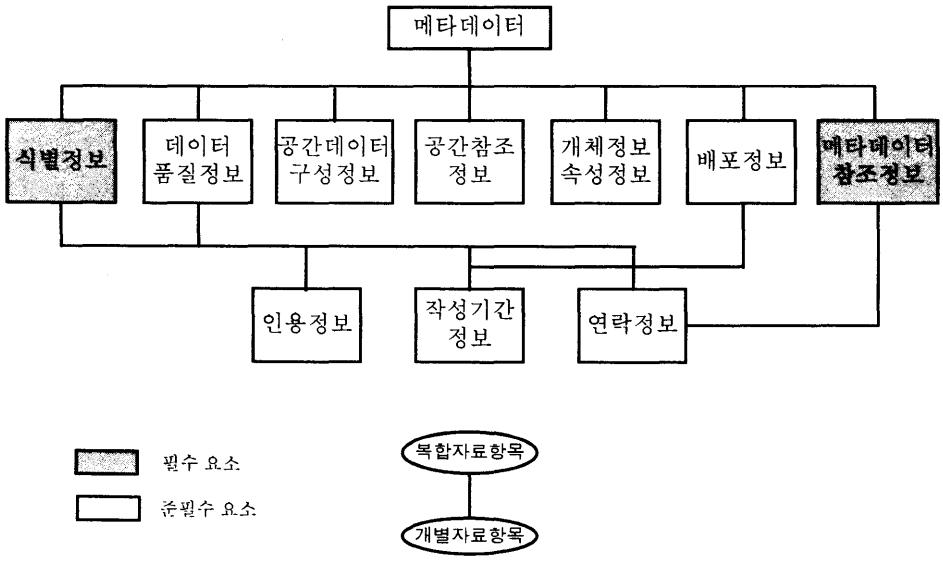


그림 4.31 수치지형도 메타데이터 섹션 구성도

의 섹션으로 그리고 각각의 섹션은 개별자료항목과 복합자료항목으로 구성되는 계층적 구조를 갖는다(그림 4.31). 여기에서 개별자료항목은 메터데이터에서 데이터를 기술할 때 논리적으로 기본이 되는 항목(A Logically Primitive Item of Data)으로서 '자료의 이름', '자료의 정의와 유형', '자료에 할당된 값의 의미' 등을 포함하는 기본단위이며, 복합자료항목은 여러개의 개별자료항목과 또다른 복합자료항목으로 구성된다.

11개의 섹션 가운데 메타데이터 섹션은 메타데이터를 구성하고 있는 섹션들을 열거한 목차섹션의 성격을 갖는 항목이고, 인용정보 섹션과 작성기간정보 섹션 그리고 연락정보 섹션은 필요에 따라 다른 섹션들의 하부항목으로 포함되는 항목들이다. 따라서 실질적으로 메타데이터는 7 개의 섹션으로 구성된다. 그리고 메타데이터를 구성하는 논리적 단위라고 할 수 있는 섹션, 복합자료항목, 개별자료항목 등은 메타데이터의 항목으로서 필수요소(Mandatory Elements), 준필수요소(Mandatory-if-applicable Elements), 선택적요소(Optional Elements)로 구분된다. 메타데이터에서 '필수요소'는 항상 포함시키는 구성요소이고, '준필수요소'는 해당 공간자료에 메타데이터의 구성항목으로 정의된 특성이 존재하면 포함시켜야 하는 구성요소이며, '선택적요소'는 메타데이터 작성자의 판단에 따라 제공되는 구성요소이다. 그런데 이러한 기준은 수학적 연산과 같이 엄격한 의미를 갖는 것은 아니다. 예를 들어, '필수요소'에 해당하는 섹션에도 '준필수요소'로 구분되는 복합자료항목이나 '선택적요소'로 구분되는 개별자료항목이 존재할 수 있다. 마찬가지로 '준필수요소'에 해당하는 섹션에 '필수요소'로 분류되는 복합자료항목이나 개별자료항목이 포함될 수 있다.

한편, 수치지형도 메타데이터를 구성하고 있는 요소들을 체계적으로 구성하기 위한 메타데이터 작성규칙을 단순하게 정리하면 [그림 4.32]와 같다. 각각의 작성규칙은 왼쪽의 식별자(Identifier)와 오른쪽의 표식(Expression) 그리고 중간에 이 둘을 연결하는 기호('=')로 구성되며 왼쪽의 식별자는 오른쪽의 표식으로 구성(혹은 변환)된다는 의미를 갖는다. 여기서 왼쪽 식별자로는 어느 특정한 복합자료항목이 그리고 오른쪽 표식의 요소로는 개별자료항목들이나 또다른 복합자료항목들이 자리를 차지한다. 다음은 이와 같은 작성규칙에 따라 핵심적인 메타데이터의 섹션들에 포함된 구성요소들을 최상위 구성 단계에서 살펴보았다.

기호	의미
=	~으로 구성(변환)되다
+	그리고(&)
[|]	대괄호 내의 조건(항목) 가운데 한가지 조건(항목)을 선정 조건(항목)은 | 으로 구분
m{}n	중괄호 내의 조건(항목)을 m번에서 n번까지 반복
( )	괄호 내의 조건(항목)은 임의선택적

(a) 작성규칙의 기호와 의미

• A = B + C	A는 B와 C로 구성된다
• A = [B | C]	A는 B 또는 C 가운데 하나로 변환된다
• A = 4{B}6	A는 4 회에서 6회의 B로 구성된다
• A = B + (C)	A는 B 또는 B와 C로 구성된다 C는 임의선택적 요소이다
• (A + B + C)	A, B, C 는 임의선택적 요소로 메타데이터 작성자의 판단에 따라 3개 모두 선택될 수도 안 될 수도 있다
• 0{A}1	A는 준필수요소를 의미한다

(b) 사례

그림 4.32 메타데이터 작성규칙: 기호와 의미

그리고 섹션별로 차하단계의 구성은 [부록 5]에 자세하게 기술하였다.

4.5.1.1 메타데이터 섹션

메타데이터 섹션은 메타데이터를 구성하는 섹션들을 열거한 섹션으로 실제 메타데이터의 내용으로는 포함되지 않는다. 아래 메타데이터 섹션의 설계에 따

```
메타데이터 =식별정보 +
            0 {데이터 품질정보} 1 +
            0 {공간데이터 구성정보} 1 +
            0 {공간참조정보} 1 +
            0 {개체정보와 속성정보} 1 +
            0 {배포정보} 1 +
            메타데이터 참조정보
```

라 메타데이터는 식별정보와 메타데이터 참조정보를 필수요소로 그리고 데이터 품질정보, 공간데이터 구성정보, 공간참조정보, 개체정보와 속성정보, 배포정보 등을 준필수요소로 구성된다.

4.5.1.2 식별정보 섹션

식별정보(Identification Information) 섹션에는 자료에 대한 기본적 정보가 포함되며 메타데이터의 구성요소 가운데 필수적으로 기술되어야 하는 항목(필수요소)으로 분류된다.

식별정보 =	인용정보 +
	소개 +
	작성시기정보 +
	상태 +
	공간범위 +
	키워드 +
	접근제한 +
	사용제한 +
	(연락처) +
	(1{관련그래픽}n) +
	(데이터신뢰도) +
	(보안정보) +
	(데이터제작환경) +
	(1{관련데이터세트정보}n)

4.5.1.3 데이터 품질정보 섹션

데이터 품질정보(Data Quality Information) 섹션은 데이터의 품질에 대한 보편적 평가를 기술하는 항목으로 우선적으로 보편적 평가 방법이 확립되어야 한다는 전제가 있다. 현재 우리나라도 이러한 수치지형도 품질관리를 위한 종합적 평가방법을 수립하고 있는 단계에 있다(김은형·김병국, 1998). 따라서 본 연구에서는 데이터 품질정보 가운데 데이터의 생성연혁(Lineage)과 관련된 항목에

대해서만 그 내용을 기술하였고 나머지 항목들에 대해서는 그 틀만 섹션에 기술하였다.

```
데이터 품질정보 = 0 {속성정확도} 1 +
                  논리적 일관성 보고서 +
                  완전성 보고서 +
                  0 {위치정확도} 1 +
                  데이터연혁 +
                  (운량)
```

4.5.1.4 공간데이터 구성정보 섹션

공간데이터 구성정보(Spatial Data Organization Information) 섹션은 공간정보를 표현하는데 사용되는 메카니즘을 설명하는 항목이다. 우리나라의 수치지형도는 스파게티 벡터자료모형이기 때문에 아직 이 섹션에 포함될 정보는 많지 않지만 향후 자료모형의 발달을 감안하여 그 틀을 유지하였다.

```
공간데이터 구성정보 =  0 {간접적 공간참조정보} 1 +
                       0 {직접적 공간참조기법 +
                          ([벡터참조기법 |
                            래스터참조기법])} 1
```

4.5.1.5 공간참조정보 섹션

공간참조정보(Spatial Reference Information) 섹션은 공간자료의 좌표체계에 대한 기술 항목으로 평면좌표계와 측지모형 등에 관한 내용이 포함된다.

```
공간참조정보 =  0 {수평좌표체계 정의} 1 +
                0 {수직좌표체계 정의} 1
```

4.5.1.6 개체정보와 속성정보 섹션

개체정보와 속성정보(Entity and Attribute Information) 섹션은 공간자료가 갖고 있는 개체의 유형, 개체의 속성, 속성의 범위 등과 관련된 정보를 기술하는 항목으로 가급적 상세하게 정보를 제공하여야 한다.

```
개체 및 속성정보 = [1{상세설명}n |
                    1{개요설명}n |
                    1{상세설명}n + 1{개요설명}n]
```

4.5.1.7 배포정보 섹션

배포정보(Distribution Information) 섹션은 공간자료의 공급자 정보와 주문절차 등을 정리한 항목으로 공간자료의 배포 정책과 밀접히 관련된 항목이다. 아직까지 우리나라는 수치지형도의 배포와 관련된 공식적인 정책이 발표되지 않고 있지만 그 대체적인 구성 틀을 제시하였다.

```
배포정보 =        배포기관 +
                  0 {자료검색식별자} 1 +
                  배포책임사항 +
                  0 {표준주문절차} n +
                  0 {고객주문처리} 1 +
                  (기술요구사항) +
                  (처리시간)
```

4.5.1.8 메타데이터 참조정보 섹션

메타데이터 참조정보(Metadata Reference Information) 섹션은 메타데이터 작성과 관련된 사항들을 정리한 항목이다. 이 섹션은 식별정보 섹션과 함께 반듯이 메타데이터에 포함되어야 하는 필수요소이다.

메타데이터 참조정보 =	메타데이터 작성일자 +
	(메타데이터 검토일자 +
	(메타데이터 검토예정일)) +
	메타데이터 관련 문의 +
	메타데이터 표준 이름 +
	메타데이터 표준 버전 +
	0 {메타데이터 시간표현 규정} 1 +
	(메타데이터 접근 제한) +
	(메타데이터 사용 제한) +
	(메타데이터 보안 정보) +
	0 {메타데이터 확장} n

4.5.2 메타데이터 작성

본 연구에서 구현한 시스템에서 수치지형도의 메타메이터는 크게 두가지로 작성되었다. 하나는 수치지형도 원자료에 대한 포괄적 수준의 메타데이터이고 다른 하나는 분산형 수치지형도를 구성하는 구성단위, 즉 레이어 단위의 메타데이터이다. 전자의 수치지형도 원자료 메타데이터에는 전체 메타데이터 구성요소가 대부분 포함되어 수치지형도의 축척에 관계없이 모든 수치지형도에 적용될 수 있도록 설계되었다. 또한 수치지형도 메타데이터를 수치지형도 분산객체의 한 속성으로 포함된 구조가 아니라 독립적인 메타데이터 객체로 구성되도록 '원자료 메타데이터 클래스(*DMapSourceMetadata*)'를 정의하였다. 원자료 메타데이터 객체는 *DMapSourceMetaBuild* 라는 유틸리티 클래스를 통해 생성되는데, 수치지형도의 공통 정보와 레이어별 특정 정보가 기록된다. 본 연구의 연구 대상 수치지형도에 대한 메타데이터는 [부록 6]에 수록되었다.

수치지형도 원자료 메타데이터에 비해 레이어 메타데이터는 레이어에 대한 대표적인 정보만을 기술한 메타데이터이다. 즉, 레이어 메타데이터에는 원자료 메타데이터를 구성하는 7가지 섹션 가운데 식별정보섹션, 데이터품질정보 섹션, 개체 및 속성정보 섹션, 메타데이터참조정보 섹션만 포함된다. 레이어 메타데이터는 레이어별로 공통적으로 적용할 수 있도록 구성된 '레이어 메타데이터 클래

스(*DMapLayerMeta*)'를 통해 레이어별로 객체화되어 레이어객체의 한 구성요소로 포함된다. [부록 7]에는 레이어메타데이터의 한 예로 하천레이어에 대한 메타데이터가 수록되었다. 한편, 전술한 바와 같이 일반화 클래스는 레이어객체의 축척을 변환하면서 자료변환과정과 그 결과를 레이어 메타데이터에 기록한다. 이와 같은 동적인 메타데이터 생성방식(Dynamic Production of Metadata)은 새롭게 변환된 공간자료의 신뢰도와 자료의 적합성을 판단할 수 있는 기초를 제공할 수 있다는 점에서 의미가 있다. 예를 들어, 실시간으로 클라이언트의 속성을 검사하여 메타데이터의 인용정보 요소에 새롭게 도로레이어를 구성한 작성자와 발행정보 등을 기록하고, 처리단계에는 처리과정에 대한 기술을 상세히 기록한다. [부록 8]은 도로레이어를 대상으로 축척변환에 따른 처리과정과 결과를 기술한 메타데이터의 사례이다.

```
처리단계(Process Step)
    처리과정 기술(Process Description):
     Pseudo Method for Generalization
       GENERALIZE(Digital_Map_Layer_Type, Scale_From_To, Layer_Data)
     Real Method
       DMapGeneralize.generalize(String layer_name, String scale_change,
                 DMapLayer layer_data, DMapGeneralizedInfo process_info);
     도로 레이어에 대한 일반화 메소드 호출
       DMapGeneralize.generalize("Road", "mng_5_25",
           layers.layerHash.get("Road"), info);
     일반화 규칙(1:25,000)
       관리적 기준 적용
           고속국도(3111), 일반국도(3112), 지방도(3113)
           특별/광역시도(3114), 시도(3115), 군도(3116)
       고려사항
           관리적 기준에 따른 모든 도로의 연장 25미터 이상 도로
           그러나 25미터 미만의 도로중 연결도로는 예외로 적용
     일반화 규칙(1:5,000)
       관리적 기준 적용
           고속국도(3111), 일반국도(3112), 지방도(3113)
           특별/광역시도(3114), 시도(3115), 군도(3116)
           면리간도로(3117), 소로(3119)
     도로 레이어 일반화 (1:5,000 -> 1:25,000)  기하학적 특성 기술
       1:5,000 공간자료 정보
           도로 선(Arc) 사상수 :430
           전체 점(Point) 갯수 :3069
       1:25,000 공간자료 정보
           도로 선(Arc) 사상수 :164
           전체 점(Point) 갯수 :781
    처리일자(Process Date): 1998329
```

축척변환에 따른 메타데이터의 변환 결과 사례

5 장

일반화 규칙 설정과 모듈 개발

5.1 일반화 과정 규칙 설정

5.1.1 지도일반화 모형 개발

컴퓨터 지도학이나 지리정보과학에서 지도 일반화(Map Generalization)는 공간자료를 처리하는 과정 가운데 하나로, 지도의 그래픽 처리뿐 만 아니라 효율적이고 적절한 공간분석을 위해 필요한 요소이다(Brassel and Weibel, 1988). 지도 일반화는 해독력·그래픽의 명료함 등과 같은 요소를 중시하는 의사소통 중심의 '지도학적 일반화(Cartographic Generalization)'와 자료 축소와 분석적 질의에 목적을 두는 '모형지향 일반화(Model-Oriented Generalization)'로 분류된다(João, 1995; Müller et. al., 1995). 지도 일반화의 연구는 과거 지리적 요인들 중심의 연구에서 1970년대 이후 지도의 선사상(Line Features) 일반화에 컴퓨터의 이용이 활발해지면서 알고리듬과 프로시져 개발에 기초한 기하학적 접근, 즉 모형지향 일반화가 대부분을 차지하고 있다(Mark, 1989). 그러나 수학적 알고리듬에 기초한 기하학적 일반화의 시도는 연구의 폭이 극히 제한적이라는 비판이 제기되면서 최근 새로운 지리적 접근을 시도하는 연구가 활발해지고 있다. 즉, 기하학적 요인에 의해 해결될 수 없는 일반화 문제에 대해 지도제작의 경험, 지도학적 연구 결과, 전문가의 직관적 요소 등과 같은 지도학적 지식(Cartographic Knowledge)를 투입하려는 경향이다. 예컨대, 전문가시스템(Expert Systems)·인공지능(Artificial Intelligence)·신경망시스템(Neural Networks)·병렬처리(Parallel Computing) 등과 같은 방법론을 통해 지도학적 지식을 체계화하여 지도 일반화에 적용하고자 하는 연구가 활발하다.

이와같은 일반화 연구의 새로운 경향은 일반화의 규칙을 개발하여 이에 근거를 두고 일반화 연산자를 설계한다는 것이다. 다시 말해, 수학적 모델에 근거한 일반화 과정에서 배제되던 지도학적 직관과 지식(Cartographic Intuition and Knowledge)을 일반화 규칙의 요소로 개발한다는 의미이다. 지도 일반화 지식의 근거는 1) 관련 연구성과·참조서적·지도제작기관 지침서 등의 기록 정보, 2) 제작된 지도, 3) 지도(학) 전문가 집단 등으로 구분되고 있다(Müller et. al., 1995). 그리고 일반화 지식은 크게 지도사상의 크기·형태·거리 등과 같은 '기학학적 지식'과 지도 사상의 생성 과정(Generating Processes)과 관련된 '구조적 지식' 그

리고 적합한 일반화 연산자의 선정을 위한 '연산처리 지식'으로 분류된다 (Armstong, 1991; Müller, 1991). 이와 같은 지도 일반화 지식을 획득하기 위한 연구는 주로 지식공학(Knowledge Engineering) 분야에서 개발된 지식획득 방법[96]을 이용하는데 집중되고 있다. 그러나 상대적으로 객관화가 가능한 다른 응용분야와 달리 지도 일반화는 직관적 요소가 상대적으로 많이 존재하고 근본적으로 그래픽으로 기호화되는 특성으로 인해 지식공학적 접근을 통해 포괄적으로 일반화 지식을 획득한 연구는 미미하다.

본 연구 역시 지도 일반화를 앞서 설명한 지도학적 지식을 일반화 규칙으로 형식화하는 접근 방법을 따랐다. 그러나 전문가와 인터뷰·토론·관찰 등을 통해 지식을 획득하는 전통적 KE 방법론 보다는 상대적으로 '연산처리 지식 (Procedural Knowledge)'과 밀접하게 관련된 기록 정보를 분석하는 방법을 중점적으로 수용하고, 축척별로 제작된 지도들을 상호 비교분석하여 일반화 지식을 획득하는 이른바 '역 공학(Reverse Engineering)' 방법을 단편적으로 적용하였다.

IF < 서술부 (predicate) >
THEN < 결과 (consequence) >

일반화 규칙의 형식은 개념적으로 지도자료에 대한 조건(Conditions)·조합(Combination)에 해당하는 서술부(Predicate)와 지도자료의 처리와 연산에 해당하는 결과(Consequence)로 구성된다.[97] 한편, 일반화 규칙을 설정하기 위한 개념적 모형을 작성하여 본 연구에서 구현하고자 하는 지도 일반화의 범위를 제한하였다(그림 5.1). 우선 개념적 모형에서 일반화 규칙은 크게 조건(Conditions), 작용(Actions), 요구(Requirements) 등 3가지 차원으로 구분될 수 있다. 여기서 조건은 지도자료 내에서 어떤 항목에 대한 '실재 여부', 지도자료 내에서 특징적 사례에 대한 '범위 여부', 어떤 사실에 대한 '사실 여부', 지도사상의 속성값에 대한 '값 평가', 공간적 상호관계에 대한 '상호관계' 등으로 유형화 될 수 있다. 그

96) 지식공학적 지식획득 방법에 대한 자세한 정보는 「McGraw, K.L. and Harbison-Briggs, K., 1989, *Knowledge Acquisition: Principles and Guidelines*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.」을 참조.

97) 이와 같이 일반화 규칙을 나타내는 형식은 복잡성의 정도에 차이가 있지만 기본적 틀은 표준적으로 자리잡고 있다(Beard, 1991; Shea, 1991)

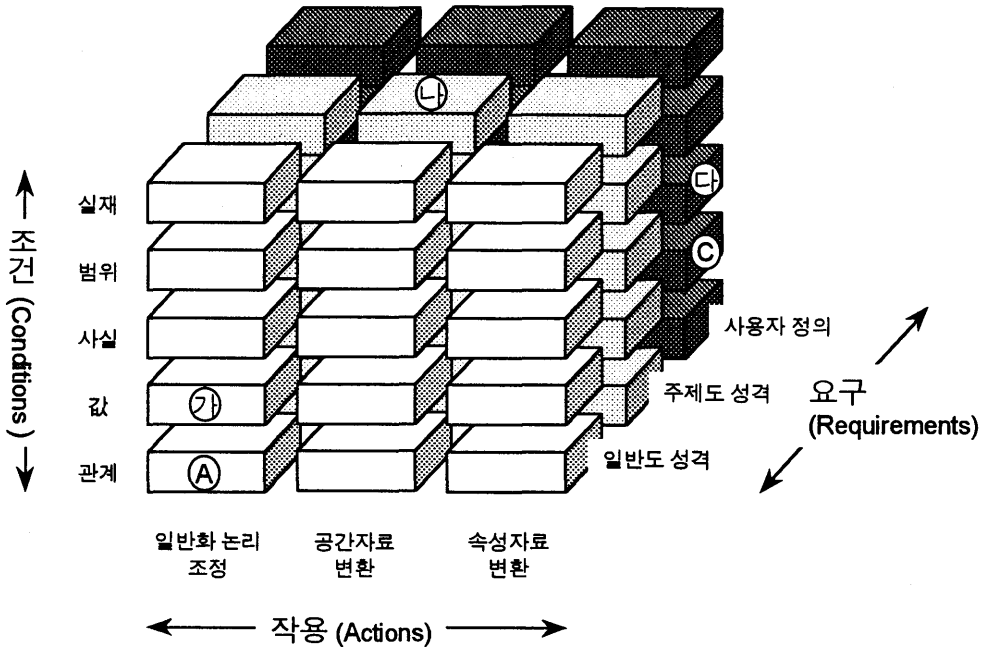


그림 5.1 일반화 규칙 구성을 위한 개념적 모형

리고 작용은 현재의 일반화 규칙을 조정하는 '일반화 논리 조정', '공간 자료의 변환', '속성 자료의 변환' 등으로 분류된다. 마지막으로 요구는 지도 일반화를 시도하는 시각과 목적의 차이에서 비롯된 요인으로 크게 '일반도 성격의 지도제작 요구', '주제도 성격의 지도제작 요구', '사용자 정의에 의한 요구'로 구분할 수 있다. 이와 같은 개념적 모형을 통한 실제 일반화 규칙 적용 사례는 정량적 차원 뿐 만 아니라 정성적 차원에서도 적용 가능한 특징을 갖는다(그림 5.2).[98]

98) 위의 개념적 모형에서 ㉮·㉯·㉰의 사례를 다음과 같은 정량적 측면에서 논의할 수 있다. ㉮는 일반도 성격에서 일반화에 접근하는 경우로, 값의 조건(축척이 1/25000 이상인 경우)에 따라 일반화 논리가 조정(지도의 점 사상과 관련된 모든 일반화 규칙을 조사하여 적용)되는 사례이고, ㉯는 주제도 성격으로 일반화에 접근하는 경우로, 지도 사상의 존재 여부(철도가 존재하면)에 따라 공간자료를 변환(철도와 중복되는 지도 사상들을 0.3mm 만큼 이동)하는 예이며, ㉰는 사용자 정의의 측면에서 현상의 사실 여부(석유 파이프라인 깊이의 기록 여부)에 따라 속성자료를 변환(차량 교통 정보중에 경고 속성을 변경)하는 경우이다. 이에 반하여 ⓐ·ⓑ·ⓒ의 경우는 정성적 측면에서 일반화 규칙을 적용하는 예이다. ⓐ는 일반도 성격에서 지도사상들간의 관계에 따라 공간자료를 변환하는 사례이고, ⓑ는 주제도 성격에서 특정 범위를 조사하여 일반화 논리를 조정하는 예이며, ⓒ는 사용자 정의의 차원에서 값의 조건을 검사하여 속성자료를 변환하는 경우이다.

A. 정량적 차원

㉮ 일반도 성격	IF <값>	THEN <일반화 논리>
IF	지도 축척 > 25000	
THEN	점사상과 관련된 모든 규칙을 검토하라	
㉯ 주제도 성격	IF <존재>	THEN <공간자료>
IF	철도가 존재하는가?	
THEN	철도로 부터 모든 사상을 0.3㎜ 이동하라	
㉰ 사용자 정의	IF <사실>	THEN <속성자료>
IF	석유 파이프라인 깊이가 기록되어 있지 않다	
THEN	차량 정보중 경고 속성을 변경한다	

B. 정성적 차원

Ⓐ 일반도 성격	IF <관계>	THEN <공간자료>
IF	주어진 축척에서 지도사상들이 겹친다	
THEN	중요도가 낮은 지도사상을 이동시킨다	
Ⓑ 주제도 성격	IF <범위>	THEN <일반화 논리>
IF	도시지역에서 건물의 분포가 과도하게 밀집하였는가	
THEN	유사한 성격의 건물을 하나로 단순화시킨다	
Ⓒ 사용자 정의	IF <값>	THEN <속성자료>
IF	산사태 위험수치가 기준을 넘는다면?	
THEN	통과 도로의 통행여부 속성자료를 변경한다	

그림 5.2 개념적 모형을 적용한 일반화 규칙 사례

99) 미국 NIMA(국방지도제작국)의 DFAD(Digital Feature Analysis Data)과 캐나다의 CCM (카나다 지도제작 센터)의 실험연구의 경우에도 부분적으로 지도사상에 대한 일반화 규칙을 참조하였지만 실제로 규칙의 적용 범위의 차이로 구체적 기하학적 기준은 따르지 않고 다만 논리적 구조를 비교하여 일반화 규칙 적용에 참조하였다.

100) 국립지리원의 수치지도 작성·작업규칙에는 축척 1/1000, 1/5000, 1/25000의 수치지도 제작 규칙을 제시되어 있고, 현재 우리나라의 지형도(종이지도)제작의 기준이 되는 지도도식규칙에는 축척 1/5000, 1/10000, 1/25000, 1/50000의 지형도 도식적용규정을 각각 제시하고 있기 때문에 1/25000의 경우는 양자를 비교·참조하였고 1/50000의 경우는 수치지도에 관한 규정이 없기 때문에 지도도식규칙을 주로 참조하면서 1/25000에 적용하는 규칙과 상호비교하여 규칙을 개발하였다.

본 연구에서는 이러한 개념적 모형에 바탕을 두고 새롭게 구성된 하천, 도로, 등고선, 행정경계 레이어에 대한 일반화 규칙을 설정하였다. 특히, 연구대상 자료가 국가기본수치지형도라는 특성에 따라 개념화 모형 가운데 '일반도 성격의 지도제작 요구'에 초점을 맞춰 일반화 지식을 획득하고 이를 일반화 규칙으로 형식화하였다.

5.1.2 지도 레이어별 일반화 규칙 설정

공간자료와 속성자료로 구분되어 재구성된 하천·도로·등고선·행정경계 레이어들에 각각 적용할 일반화 규칙을 앞에서 설명한 개념적 모형의 '일반도 성격의 지도제작 요구' 측면으로 적용하고자 국립지리원의 수치지도 작성 작업규칙을 중심으로 NGIS 국가기본도 표준(안), 대한측량협회의 지도 도식규칙, 육군지도창의 지도제작 사양서 등을 참조, 분석하였다.[99] 본 연구에서는 연구대상인 1/5000 축척의 수치지형도를 1/25000, 1/50000 축척으로 변경할 때 나타나는 일반화 과정을 하천, 도로, 등고선, 행정경계 레이어에 대해 각각 규정하고 이에 따라 공간자료와 속성자료를 변환하였다.[100]

5.1.2.1 하천레이어 일반화 규칙

지도에서 하천은 평상시 물이 흐르고 있는 자연 또는 인공하천을 의미한다. 본 연구에서 하천은 1/5,000의 경우 모든 하천의 하천중심선(2115)과 세류(2112)를 표현하고, 1/25,000과 1/50,000의 경우 도상길이 10mm이상 하천을 표현하였

99) 미국 NIMA(국방지도제작국)의 DFAD(Digital Feature Analysis Data)과 캐나다의 CCM(카나다 지도제작 센터)의 실험연구의 경우에도 부분적으로 지도사상에 대한 일반화 규칙을 참조하였지만 실제로 규칙의 적용 범위의 차이로 구체적 기하학적 기준은 따르지 않고 다만 논리적 구조를 비교하여 일반화 규칙 적용에 참조하였다.

100) 국립지리원의 수치지도 작성·작업규칙에는 축척 1/1000, 1/5000, 1/25000의 수치지도 제작 규칙을 제시되어 있고, 현재 우리나라의 지형도(종이지도)제작의 기준이 되는 지도도식규칙에는 축척 1/5000, 1/10000, 1/25000, 1/50000의 지형도 도식적용규정을 각각 제시하고 있기 때문에 1/25000의 경우는 양자를 비교·참조하였고 1/50000의 경우는 수치지도에 관한 규정이 없기 때문에 지도도식규칙을 주로 참조하면서 1/25000에 적용하는 규칙과 상호비교하여 규칙을 개발하였다.

다.[101] 호수와 저수지의 경계(2114)는 평상수위를 기준으로 표시되는데, 호수와 저수지는 단변(장축의 지름)의 실폭을 기준으로 일반화가 진행된다. 그 단변이 도상크기 1.0mm이상, 즉 1/5000의 경우 5m, 1/25000의 경우 25m, 1/50000의 경우 50m이상의 호수와 저수지를 표시한다.[102] 그런데, 단변을 구하기 위해서는 우선 수치지형도에서 호수를 이루는 선사상들이 위상적 구조를 가져야 한다. 수치지형도의 자료모형은 앞서 밝힌 바와 같이 단순한 스파게티 모형이기 때문에 이와 같이 단변의 기준에 따르는 일반화 적용이 어렵다. 본 연구에서는 호수와 저수지의 단면적을 계산하여 이로부터 평균적 반지름을 구하는 방식으로 일반화 규칙을 적용하였다. 하천경계(2111)는 다축척에서 하천실폭이 1/5000의 경우 2m, 1/25000의 경우 5m, 1/50000의 경우 12.5m이상의 하천만 표시한다.[103] 한편, 세류, 하천중심선, 하천경계을 구성하고 있는 하나의 선사상(링크, Link)이 앞에서 정한 한계치(Thresholds)에 미치지 못할지라도 만약 다른 선사상들과 시작 노드(Node)와 마지막 노드를 공유하는 사상이라면 그 사상은 그대로 유지되도록 조건을 제한한다.

표 5.1 하천 레이어의 축척별 일반화 규칙

하천 사상	1/5,000	1/25,000	1/50,000
하천경계 (2111)	하천실폭 2m이상	하천실폭 5m이상	하천실폭 12.5m이상
세 류 (2112)	하천길이 50m이상	하천길이 250m이상	하천길이 500m이상
호수·저수지 (2114)	단변실폭 5m이상	단변실폭 25m이상	단변실폭 50m이상
하천중심선 (2115)	하천길이 50m이상	하천길이 250m이상	하천길이 500m이상

5.1.2.2 도로 레이어 일반화 규칙

101) 대한측량협회(1994), 「지도도식규칙 1/25000 지형도 도식적용 규정 제102조」, 「1/50,000 지형도 도식적용 규정 제 103조」. * 도식 규정에는 평상시 유수폭 2m이상인 하천의 경우도 표현된다고 하였지만 이에 대한 자료의 미비로 이 규정은 적용치 않음

102) 대한측량협회, 1994, 지도도식규칙 1/5,000 지형도 도식적용 규정 제 80조, 1/25,000 제 102조, 1/50,000 제 103조

103) 대한측량협회, 1994, 지도도식규칙 1/5,000 지형도 도식적용 규정 제 80조, 1/25,000 제 102조, 1/50,000 제 103조

본 연구에서 도로[104] 레이어는 교통의 기능이라는 측면에서 크게 관리적 속성과 물리적인 속성으로 분류하여 처리하였다. 관리적인 측면의 분류는 수치지형도의 지형분류나 도로법의 분류처럼 도로의 형태와 관리의 측면에서 도로를 고속도로, 일반도로, 특별시도, 지방도, 시도, 군도 등으로 분류하는 것이다. 이에 비해 물리적 측면의 분류는 도시계획에서의 분류처럼 도로의 속성 특히 도로의 폭에 따라 광로, 대로, 중로, 소로 등으로 분류[105]하는 것으로 실제 지도 이용자에게 유용한 정보이다(표 5.2). 앞에서 원자료의 변환 과정에서 도로 레이어를 재구성할 때 이러한 맥락에서 공간자료(도로중심선)에 속성자료로 '왕복 차선수'를 부가적 속성으로 기입하였고 일반화 규칙에 이용하였다.

표 5.2 도로의 분류

수치지도코드/국가기본도표준	지도도식규칙	도시계획도로분류
고속국도 (3111/ADA001) 일반국도 (3112/ADA010) 지방도 (3113/ADA020) 특별시도,광역시도(3114/AD0022) 시도 (3115/ADA030) 군도 (3116/ADA040) 면리간도로 (3117/ADA050) 부지안도로 (3118/ADA085) 소로 (3119/AD0023)	고속도로 4차선도로 2차선도로 1차선도로 우마차로 소로	광로 대로 중로 소로

본 연구에서 도로 레이어에 관한 일반화 규칙은 도로 링크를 저장하고 있는 공간자료를 대상으로 관련된 속성정보인 도로의 관리적 유형과 물리적 차선수를 일반화 조건[106]으로 채택하였다. 여기에 축척별로 도상 길이 1mm 이하의 도로

104) 도로는 일반의 교통에 공용되는 물적 시설로서, 보행자와 차량을 위한 공공 통로로서 육상 교통을 분담하는 교통시설이다(「대한측량협회, 지도도식규칙, 1:5,000 지형도 도식적용 규정 제 8 조」와 「도로법 제 2조」 참조). 본 연구에서 도로는 사람과 화물의 이동이라는 교통기능에 중심을 두고 논의를 진행하였다.

105) 지도 도식 규칙에서는 도로를 고속도로, 4차선도로, 2차선도로, 1차선도로, 우마차로, 소로 등과 같이 고속도로를 제외하고는 도로의 폭(차선)으로 도로를 분류하였다. 이에 비해 수치지도 작성작업규칙과 국가기본도 표준에서는 도로를 고속도로, 일반국도, 지방도, 특별시도, 시도, 군도, 면·리간 도로 등으로 분류하여 도로의 관리적인 측면을 강조하였다.

표 5.3 도로 레이어의 축척별 일반화 규칙

축척	1/5,000	1/25,000	1/50,000
관리적 측면	고속국도(3111) 일반국도(3112) 지방도(3113) 특별시도,광역시도(3114) 시도(3115) 군도(3116) 면리간도로(3117) 부지안도로(3118) 소로(3119)	고속국도 일반국도 지방도 특별시도,광역시도 시도 군도	고속국도 일반국도 지방도 특별시도,광역시도
물리적 측면	모든 도로	1차선 이상도로	2차선 이상도로
도로 연장	5m 이상 도로	25m이상 도로	50m 이상 도로

는 생략[107]할 수 있는 규칙을 함께 고려하였다. 물론 이 경우에도 하나의 도로 링크를 의미하는 선사상이 기준에 미치지 못할지라도 만약 다른 선사상들과 시작 노드(Nodes)와 마지막 노드가 공유되는 사상이라면 그 사상은 유지되도록 조건을 제한한다. 축척별로 정의된 도로 레이어의 일반화 규칙을 정리하면 다음과 같다(표 5.3).

5.1.2.3 등고선 레이어의 일반화 규칙

본 연구에서 재구성된 등고선 레이어는 선사상 공간자료와 표고점·삼각점으로 구성된 점사상 공간자료로 구성되어 있다. 일반적으로 등고선[108]은 선사상의 형태이지만 원자료의 변환과정에서 밝힌 바와 같이 고도지형자료로서 표고점과

106) 관리적 유형에 적용하는 일반화 조건은 수치지도작성·작업규칙을 중심으로 NGIS 국가기본도 표준(안), 대한측량협회의 지도 도식규칙을 참조하였고, 물리적 유형에 적용하는 기준은 연구자의 해석에 따른 것이다.

107 1/5,000에서는 연장 5m 이하, 1/25,000에서는 연장 25m, 1/5,0000에서는 연장 50m 이하의 도로. (국립지리원, 1995, 수치지도작성작업내규 제 25 조)

108) 등고선은 지형의 높낮이를 표현하기 위해 지도상에서 같은 높이의 점을 연결한 것으로 우리나라의 경우는 인천만의 평균해수면을 기준으로 하여 주곡선, 계곡선, 간곡선, 조곡선 등의 단계로 표시한다. 다만, 제주도는 제주만의 평균 해수면을 기준으로 한다.

표 5.4 등고선 레이어의 축척별 일반화 규칙

등고선 구분	축척별 간격		
	1/ 5,000	1/ 25,000	1/ 50,000
주곡선 (7111)	5 m	10 m	20 m
계곡선 (7114)	25 m	50 m	100 m
간곡선 (7112)	2.5 m	5 m	10 m

삼각점 역시 중요한 의미를 갖기 때문에 함께 포함하였다. 1/5000 지형도의 경우 등고선 표현의 기본선인 주곡선은 5m 간격으로, 계곡선은 25m 간격으로 표시되고 있다.[109] 본 연구의 원자료에는 주곡선(7111)과 계곡선(7114)만으로 등고선이 표시되어 있어 이를 대상으로 일반화 조건을 적용하였으며, 점사상 공간자료에 대해서는 일반화 규칙을 적용하지 않고 그대로 유지하였다(표 5.4).[110]

5.1.2.4 행정경계 레이어의 일반화 규칙

일반적으로 행정경계는 경로가 불명확한 것을 제외하고는 생략하지 않고 표시한다. 본 연구에서도 이러한 일반적 규칙을 적용하였다.

5.1.2.5 수학적 모형에 따른 선형사상의 단순화

지금까지 각 레이어에 적용되는 일반화 규칙의 조건은 대부분 속성자료를 기준으로 구성되었다. 즉, 일반화 규칙 개발을 위한 개념적 모형에서 실재·범위·값과 같은 요인들을 기준으로 공간자료를 구성하고 있는 개별 공간사상(주로 선사상)을 선택적으로 제거함으로써 주로 공간자료를 변환하였다. 물론, 등고선 레이어와 같이 축척에 따라 주곡선과 계곡선 정의가 다른 경우는 속성자료의 변환이 동시에 진행된다.

---

109) 간곡선은 지형의 경사가 완만하여 주곡선만으로 세부형태나 특징을 표현하기 곤란할 경우에 2.5m 간격으로 표시하고, 조곡선은 지형의 경사가 완만하여 간곡선의 표시만으로도 식별이 곤란할 경우는 주곡선간격의 1/4간격으로 표시한다.

110) 대한측량협회, 1994, 지도도식규칙, 대한측량협회
국립지리원, 1995, 수치지도작성 작업내규, 국립지리원내규 제71호, 국립지리원

본 연구에서는 각각의 선사상에 대한 속성자료를 기준으로 진행하는 일반화와 함께 선사상을 구성하는 하부 단위인 점사상을 대상으로 일반화 규칙을 적용한다. 즉, 수학적 모형에 따라 선형사상에 대해 기하학적 단순화를 시도하여 선형사상을 구성하는 점사상들을 축척에 따라 제거한다. 전술한 바와 같이 선형사상에 대한 단순화 연구는 수학적 모형의 개발이 가능하다. 따라서 상대적으로 컴퓨터를 활용하는데 효율적인 장점을 갖추었기 때문에, 컴퓨터지도학이나 지리정보과학의 연구에서 일반화 연구의 상당 부분이 선형사상 단순화를 주제로 하고 있다. 본 연구는 지금까지 개발된 단순화 방법들 가운데 Douglas-Peuker 방법을 통해 선사상의 단순화를 시도하였다.[111] Douglas-Peuker 방법은 지금까지 개발된 많은 단순화 방법들 가운데 단순화 결과의 공간적 정확성과 처리의 효율성이 가장 높은 수준으로 평가되기 때문에 현재 가장 널리 이용되는 선사상의 단순화 방법이다.

Douglas-Peuker 방법을 통해 선사상을 단순화하기 위해서는 단순화의 물리적 기준인 임계치(Bandwidth Value)를 설정하여야 한다. 이러한 임계치를 설정하기 위해 여기서는 축척 지표로 Töpfer의 'Radical Law'를 이용하였다.[112]

$$N_c = N_s \times \sqrt{S_c / S_s}$$

N_c : 소축척(S_c)에서 사상의 수
N_s : 대축척(S_s)에서 사상의 수

Töpfer 법칙은 상대적으로 대축척인 자료원으로부터 원하는 소축척의 자료를 추

111) Douglas, D.H. and T.K. Peucker, 1973, "Algorithms for The Reduction of The Number of Points Required to Represent A Digitized Line or its Caricature," The Canadian Cartographer, 10(2), pp.112-122.

Cromley, R.C., 1991, "Hierachical Methods of Line Simplification," Cartography and Geographic Information Systems, 18(2), pp.125-131.

황철수, 1993, "다축척 수치 지도 구축을 위한 선형 사상의 일반화에 관한 연구," 지리학논총 제21호, pp. 17-33.

112) Töpfer, F. and Pillewizer, W., 1966, "The Priciples of Selection, a Means of Cartographic Generalization," The Cartographic Journal, 3(1), pp. 10-16.

Robinson, A.H. et al. (6th ed.), 1995, Elements of Cartography, John Wiley & Sons, New York.

출하기 위해 사용되는 법칙으로, 대축척 지도에서 나타나는 사상의 수와 상대적으로 소축척인 지도에서 나타나는 사상의 수에 대한 상호관계를 경험적 연구를 바탕으로 수식화한 것이다(Barber *et. al.*, 1995). 본 연구에서는 Töpfer 법칙을 응용하여 대축척에서 선형 사상을 구성하고 있는 점의 수를 참조하여 이보다 소축척으로 그 선사상을 표현하고자 할 때 유지해야 하는 점의 수를 계산한 다음, 이를 기준으로 Douglas-Peuker 방법론에 적용할 임계치를 반복적 계산 과정(Iteration Procedure)을 통해 유도하였다.

본 연구에서 선형사상의 단순화 방법을 적용한 레이어는 하천, 등고선, 행정경계 등이며, 도로 레이어 경우 도로의 선사상이 직선 형태이기 때문에 단순화를 통한 일반화 대상 레이어에서 제외하였다.

5.2 일반화 처리 모듈 개발

5.2.1 레이어별 일반화 과정

5.2.1.1 하천레이어 일반화 모듈

[그림 5.3]은 대축척(1:5000) 하천레이어를 상대적으로 소축인 1:25000 혹은 1:50000 하천레이어로 변환하기 위해, 'if-then' 방식의 복합적인 일반화 규칙을 적용하여 축척에 따라 불필요한 공간객체와 속성객체를 삭제하고 하천레이어객체를 재구성하는 과정을 설명한 것이다. 즉, 사용자가 선택한 축척에 따라 하천의 속성에 따른 일반화 규칙이 적용되어 하천레이어는 원래의 축척(1:5000)에서 1:25000 축척으로 혹은 1:50000 축척으로 변환된다. 한편, 공간객체와 속성객체의 재구성과 함께 하천레이어객체의 구성요소 가운데 하나인 메타데이터객체 역시 갱신되는데 여기에 축척 변환과 관련된 정보, 즉 적용된 일반화 규칙에 관한 정보와 함께 등고선의 수와 등고선을 구성하고 있는 점사상의 수에 대한 정보가 포함되어 하천레이어객체의 변화 과정을 추적할 수 있게 한다.

5.2.1.2 도로레이어 일반화 모듈

도로레이어객체에 대한 일반화 모듈은 크게 관리적 측면의 일반화 모듈(그림

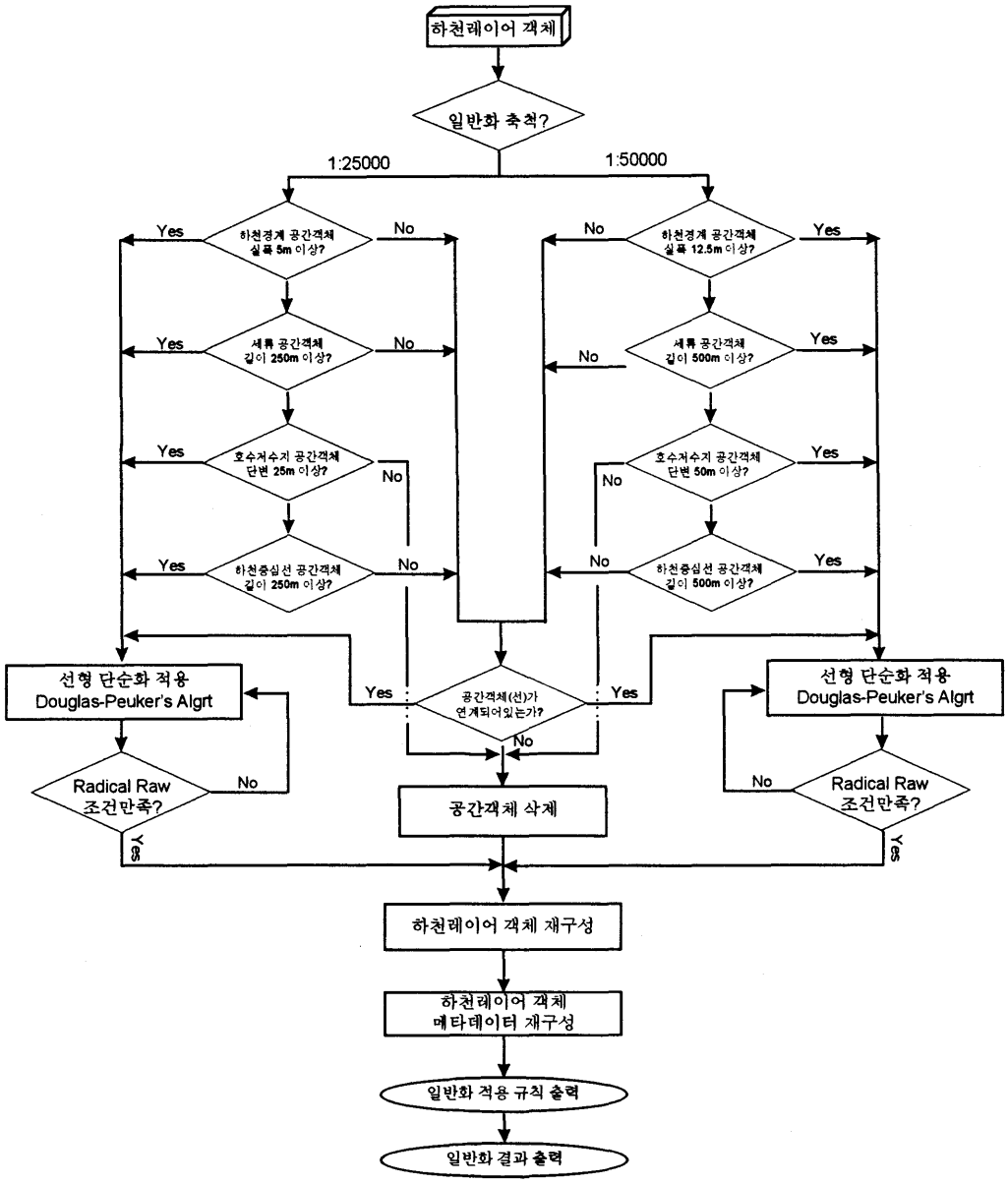


그림 5.3 하천 레이어 객체에 대한 일반화 모듈 흐름도

5.4)과 물리적 측면의 일반화 묘듈(그림 5.5)로 구성된다. 관리적 일반화 처리 과정에는 앞서 기술한 일반화의 개념적 모형에서 조건 가운데 사실의 여부(면리 간도로에 속하는가)에 따라 공간자료와 속성자료가 변환(도로레이어객체의 공간 객체와 속성객체가 재구성)되며, 물리적 일반화 처리 과정에는 개념적 모형에서

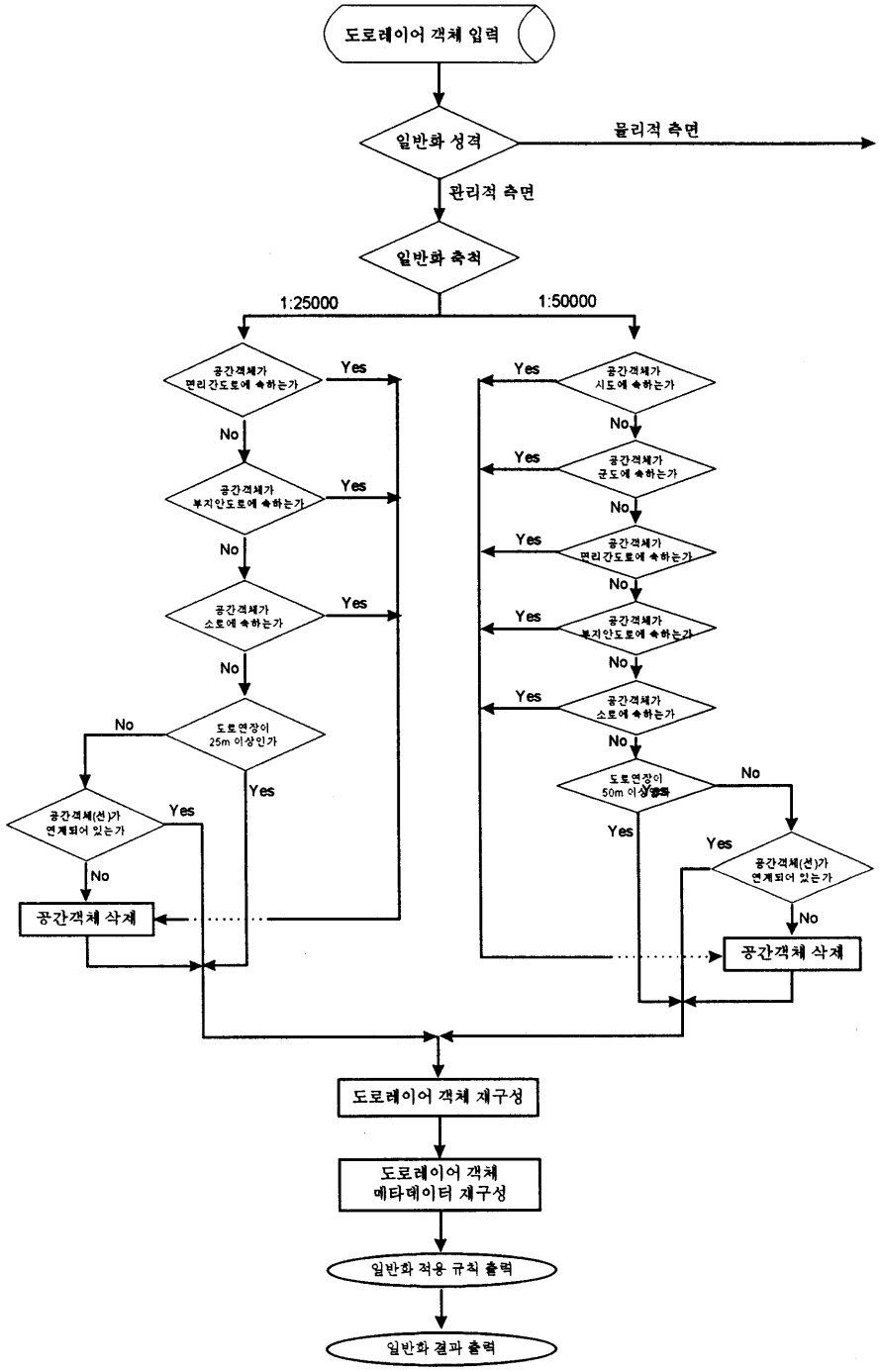


그림 5.4 도로 레이어객체의 관리적 속성에 따른 일반화 모듈 흐름도

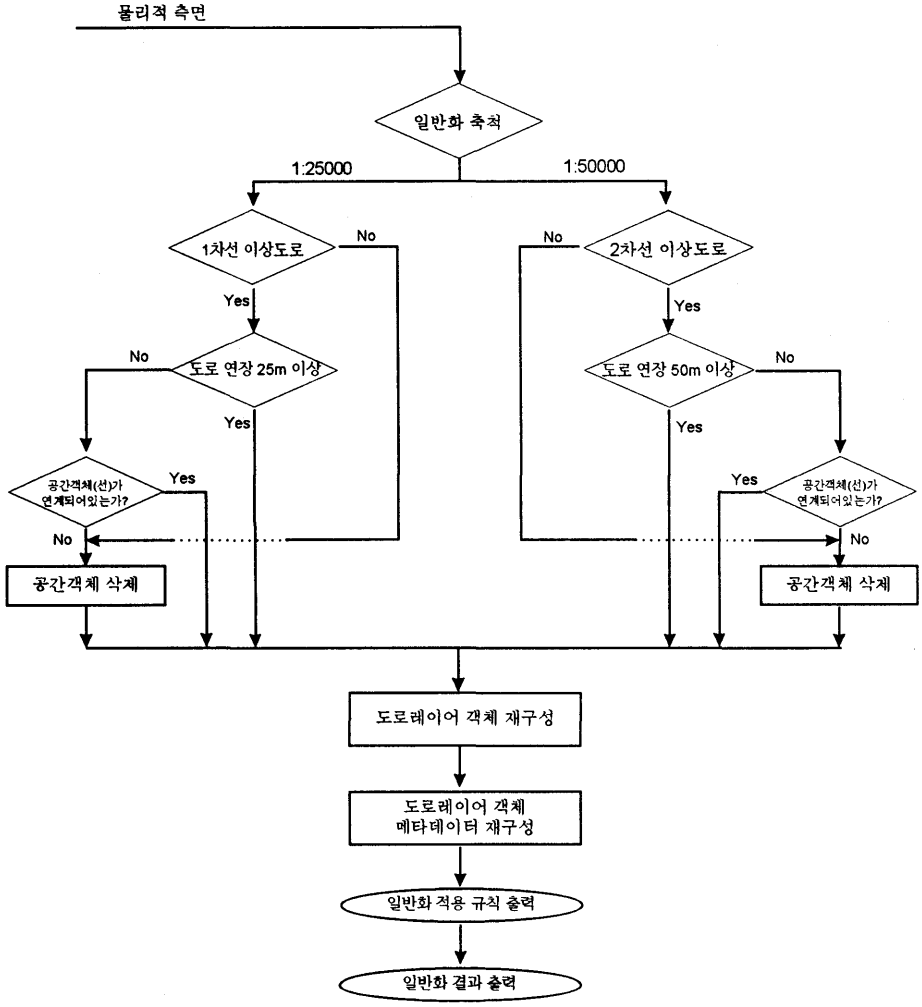


그림 5.5 도로 레이어객체의 물리적 속성에 따른 일반화 모듈 흐름도

조건 가운데 범위(1차선 이상)에 따라 마찬가지로 공간자료와 속성자료가 변환된다. 또한 도로레이어객체의 공간자료와 속성자료는 공간객체의 단위객체인 선객체(도로의 한 구간)의 물리적 길이에 따라 일반화 논리가 달리 적용되어 변환되기도 한다. 한편 도로레이어 일반화 모듈에는 다른 레이어와 달리 선형 단순화 과정이 포함되지 않는다.

5.2.1.3 등고선레이어 일반화 모듈

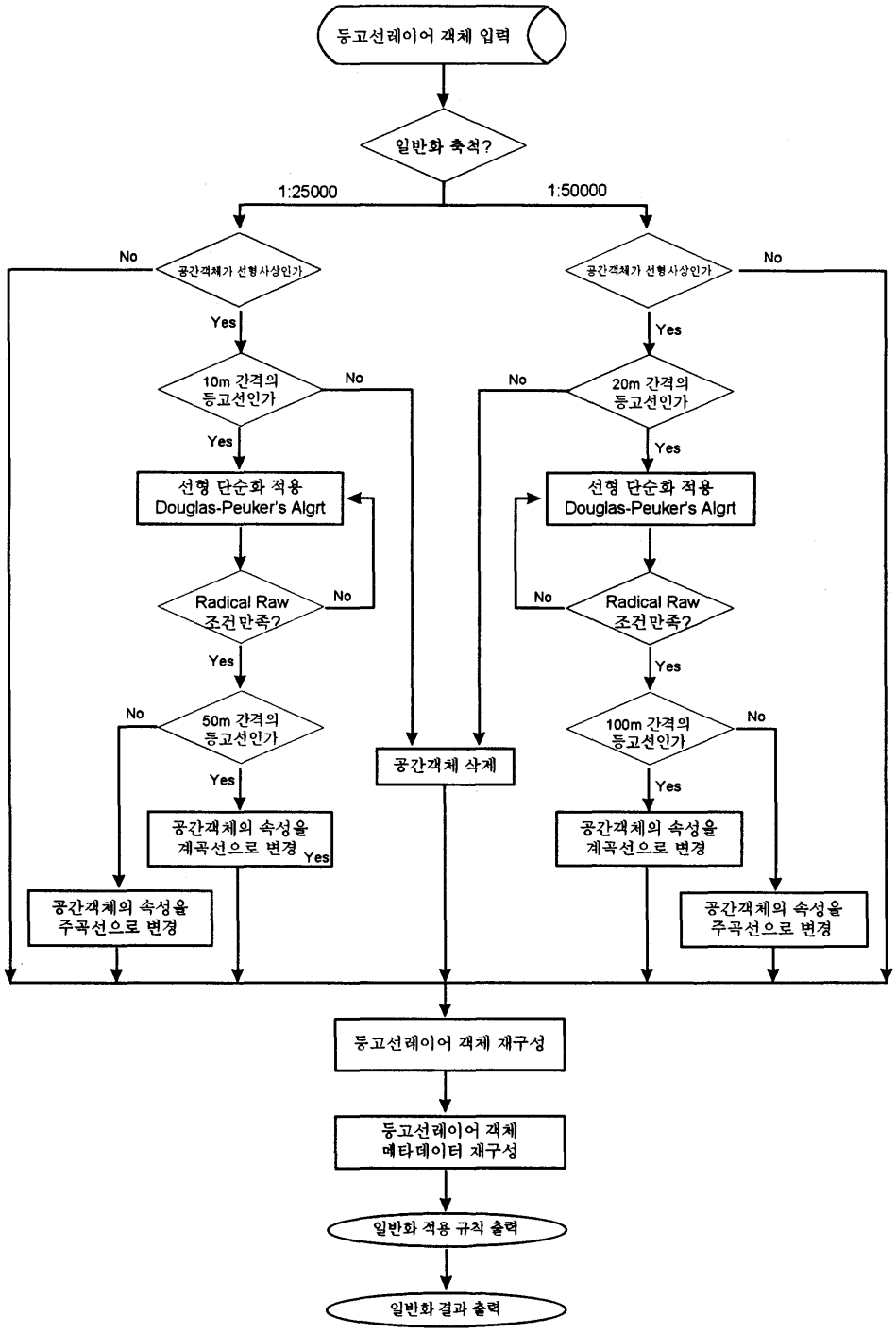


그림 5.6 등고선 레이어 객체에 대한 일반화 모듈 흐름도

등고선레이어객체 일반화 모듈에는 다른 레이어객체의 경우와 다른 두가지 특징이 있다(그림 5.6). 우선, 일반화의 첫 단계에서 공간객체가 선형 특성을 갖는가를 확인하는 과정을 거친다. 그것은 등고선레이어객체에 표고점과 같은 점객체가 함께 포함되어 있기 때문에 일반화 과정에서 이를 제외시키기 위한 절차이다. 둘째, 속성값(고도값)이 같은 등고선객체라 할지라도 선택된 축척에 따라 등고선의 유형이 변하기 때문에 등고선레이어객체의 속성객체가 공간객체의 삭제에 관계없이 대부분 갱신된다. 한편, 등고선레이어에 대한 일반화는 등고선레이어객체를 구성하는 자료의 물리적 절대량이 많기 때문에 그만큼 일반화의 시각적 효과가 잘 나타난다.

5.2.1.4 행정경계레이어 일반화 모듈

행정경계레이어에 대한 일반화 모듈은 비교적 단순하게 구성되어 있다. 즉, 행정경계레이어객체를 구성하고 있는 공간객체의 단위선형객체에 대해 각각 단순화 알고리듬이 적용되고 이를 Töpfer 법칙을 통해 적합성을 판단하는 과정이 반복적으로 수행된다. 이와 같은 선형 단순화 과정은 하천레이어나 등고선레이어에 대해서도 유사하게 진행된다.

5.2.2 일반화 모듈의 분산객체화

다음은 레이어객체별로 적용될 일반화기능을 공간분석기능 공유의 한 사례로 네트워크를 통해 상호연계된 환경에서 공유되도록 설계하였다. 우선, 일반화기능을 분산형의 객체로 구성하기 위해서는 객체지향 개발 방법 가운데 다형성(Polymorphism)이 내재되어야 한다. 그것은 일반화 클래스에 '일반화를 시도하라'는 동일한 메시지가 전달되더라도 레이어객체의 특성에 따라 적절한 메소드가 실행되도록 설계가 이루어져야 함을 의미한다. 자바에서는 메소드의 재정의(Override)나 중복정의(Overload)를 통해 다형성을 지원하는데, 대개의 경우 재정의에 의한 다형성 설계는 클래스 간의 상속 관계에서 발생하기 때문에 여기에서는 메소드의 중복정의를 통해 일반화 클래스의 다형성을 설계하였다. 즉, 일반화 클래스에서 실제 레이어의 일반화를 처리하는 메소드(generalize())를 레이어

에 따라 동일한 이름으로 여러개 정의하는데 단지 메소드의 속성(Signatures)[113] 가운데 매개변수(Parameters)의 개수와 유형(Type)을 다르게 구분한다. 이렇게 중복정의된 일반화 메소드를 통해 일반화 클래스는 다양한 공간객체에 대해 공통적인 인터페이스를 제공함으로써 사용자 측면에서 편리하고 쉽게 접근할 수 있는 환경을 제공하게 된다. 한편, 선형 사상의 단순화에 적용되는 Douglas-Peuker 알고리듬을 공공의 유틸리티 클래스(DMapDouglasPeuker)로 개발한 다음, 레이어객체에 따라 적절하게 DMapGeneralize 클래스에서 호출하여 사용할 수 있도록 구성하였다. 이와 같은 설계 방식은 향후 일반화 모듈을 확장, 개발하기 편리한 구조이다.

한편, 지금까지 대부분의 공간연산 프로그램은 시작, 실행, 종료라는 연속적 프로그램(Sequential Programs)의 성격을 띄고 있어 하나의 연산이 종료되기까지는 다른 연산을 수행할 수 없는 구조를 갖는다. 즉, 하나의 프로그램이 시스템의 프로세스를 독점하는 구조하기 때문에 만약 연산이 복잡하거나 대용량의 자료를 처리하고자 할 때 비효율적인 구조이다. 여기에서 설계된 일반화 클래스

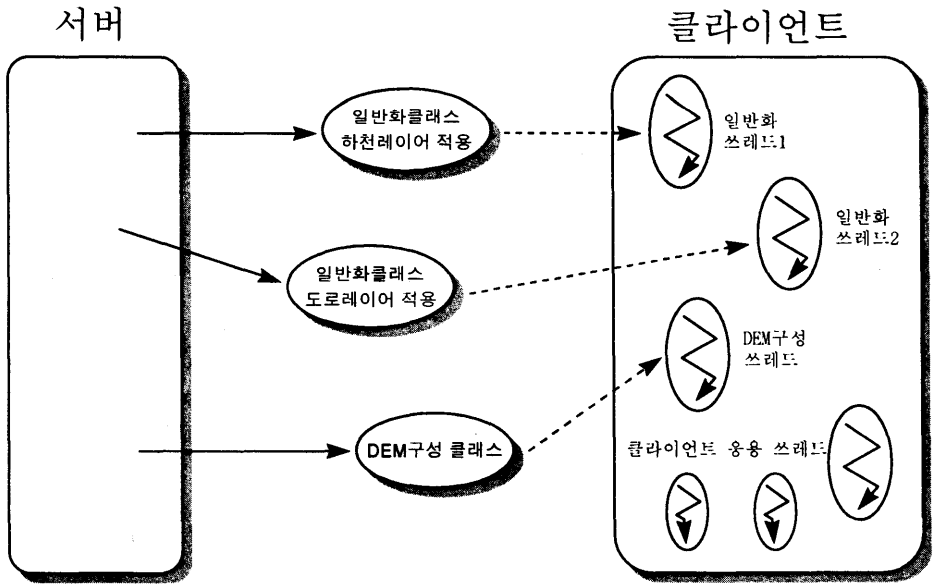


그림 5.7 쓰레드를 적용한 일반화 클래스의 프로세스 제어 구조

113) 메소드의 속성에는 메소드의 이름, 매개변수의 개수, 매개변수의 유형, 메소드의 반환 유형(return type)이 포함된다.

는 프로세스 독점에 따른 비효율적 단점을 극복하기 위해서 쓰레드(Thread) 기법을 사용한다. 쓰레드[114]는 '하나의 프로그램내에 존재하는 하나의 독립적인 연속적 제어 흐름'으로 단순하게 정의할 수 있다. 예컨대, 각각 프로세스를 할당하여 동시에 다수의 어플리케이션을 지원하는 멀티태스킹(Multitasking Paradigm) 방식이 유닉스와 같은 특정한 운영체제에 의존적인 반면에, 개념적으로는 유사하지만 쓰레드는 운영체제에 관계없이 자바가상머신에 기초를 두고 있다는 점과 하나의 프로그램 내에서도 작업의 단위나 처리특성에 따라 태스크(Tasks)를 독립적으로 구성하여 동시에 지원한다는 점에서 더욱 유연한 구조를 갖는다.[115] 따라서 일반화 클래스는 쓰레드로 개발되기 때문에 클라이언트에서 실행되는 다른 응용 프로그램의 제어 흐름을 방해하지 않고 독립적으로 클라이언트의 자원을 할당받아 작업을 수행할 수 있다. [그림 5.7]은 이러한 쓰레드 구조를 표시한 것이다.

114) 'A Thread is a single sequential flow of control within a program.' (인용: Campion and Walrath, 1996, p.287) 쓰레드는 경량프로세스(Lightweight Process) 혹은 실행컨텍스트(Execution Context)로 사용되기도 한다.

115) 여기서 한가지 주의할 점은 쓰레드는 작업의 수행속도를 빠르게 증가시키기 보다는 어느 한 프로세스에 전용되는 시스템 구조를 변경하여 사용자에게 시스템의 완성도(performance)를 향상시키는데 목적을 두고 있다(Oaks and Wong, 1997: 7).

6 장

분산 객체지향 수치지형도 구현

6.1 개발 환경

6.1.1 하드웨어와 소프트웨어 환경

분산형 객체지향 수치지형도를 개발하기 위해 사용된 컴퓨터 환경을 살펴보면 다음과 같다. 우선 자바 바이트코드(Bytecode)는 플랫폼에 상관없는 이식성(Portability)을 갖기 때문에 과거와 같이 클라이언트/서버 응용시스템을 개발하는데 서버 환경에 의존적이지 않다. 이러한 장점으로 인해 서버로부터 공간지리자료와 공간분석기능을 전송받아 처리하는 본 연구의 실험적 시스템은 개인용 컴퓨터에서 개발되었다. 우선 PC의 하드웨어는 펜티엄 프로 200 프로세서(Pentium Pro 200 Processor)와 64MB 주기억장치(RAM)로 구성되었고, 운영체제(Operating System)는 마이크로소프트 윈도우 95, 자바컴파일러[116]는 Intel x86 프로세서에서 운용되는 윈도우 95용 JDK(Java Development Kit) 1.1.5가 사용되었다. 그리고 개인용 컴퓨터가 DNS(Domain Name Service) 서버를 활용할 수 없는 네트워크 환경이었기 때문에 자체적으로 클라이언트/서버 모형을 구축하기 위해 윈도우95용 아파치 웹 서버(Apache Web Server)를 로컬에서 운용하였고, 클라이언트용 웹 브라우저로 핫자바 1.1(HotJava 1.1)[117]을 사용하였다. 한편, 개발된 수치지형도 자료객체와 일반화기능객체 그리고 사용자인터페이스 모듈을 제공하는 서버[118]로 현재 SPARC 10 프로세서와 128MB 주기억장치가 장착된 워크스테이션이 활용되고 있으며 여기에 웹서버로 폭넓게 이용되고 있는 아파치 서버(Apache server)와 자바 컴파일러로 클라이언트와 마찬가지로 JDK 1.1.5(Solaris Version)이 설치되었다.

본 연구에서 개발된 실험적 분산형 객체지향 수치지형도 시스템에 접속하기

---

116) 자바 개발환경은 본 연구의 testbed 시스템이 개발되는 1년여 동안 JDK 1.0x에서 출발하여 JDK 1.1, JDK 1.1.1, JDK 1.1.2, JDK 1.1.3, JDK 1.1.4, JDK 1.1.5 까지 등장하였고, 최근에는 JDK 1.2x 가 발표되었다.

117) 현재 가장 일반적인 웹브라우저인 Netscape 4.x와 Explorer 4.x 는 JDK 지원에 제한이 있고 특히 본 연구에서 개발한 애플릿의 기능을 지원하지 않고 있기 때문에 시험용 웹 브라우저로 JDK를 개발한 SUN Mircrosystems의 HotJava 1.1을 사용하였다.

118) 서버의 하드웨어적 환경에는 특별한 제한은 없지만 서버가 DNS(Domain Name Service) 서버가 제공되는 TCP/IP의 네트워크로 연계되어 있어야 한다.

위한 URL은 *http://eagle.geog.snu.ac.kr/~chulsue/indexmap/korea.html* 이다. 그런데 서버에 접속하기 전에 클라이언트에서 몇 가지 환경을 조정하는 작업이 필요하다. 왜냐 하면, 여기에서 실험적으로 구현한 수치지형도 시스템에서 전송되는 애플릿은 클라이언트의 자원과 속성[119]에 접근하는 기능이 존재하기 때문에 클라이언트의 웹 브라우저인 핫자바에서 보안(Security)에 대한 사용자환경(Configuration Option)을 조정하여야 한다.[120] 즉, 클라이언트의 자원에 대한 접근 허용(자원의 속성에 대한 접근과 파일시스템에 대한 접근)과 서버(eagle.geog.snu.ac.kr)와 재접속 허용 등에 관한 환경설정이 여기에 속한다(부록 4 참조).

6.1.2 전체 시스템 구성

6.1.2.1 클라이언트/서버 구조

본 연구에서 개발한 전체적인 시스템 구조는 인터넷으로 상호 연계된 클라이언트/서버 모형에 기초한 것이다. 클라이언트에 필요한 자원은 단지 자바를 지원하는 웹 브라우저뿐이고 서버 역시 웹 서버(HTTP 서버)와 수치지형도 객체들을 저장할 수 있는 공간만 있으면 가능하며 다른 부가적 자원은 필요하지 않는다. 본 연구에서는 실험의 편의를 위해 웹 서버와 데이터 서버를 하나의 시스템에서 설계하여 작동하도록 개발하고 있지만 웹 서버와 데이터 서버가 동일한 시스템 내에 존재할 필요는 없다. 또한 웹 서버와 데이터 서버 사이의 구조 역시 데이터베이스 시스템 같은 미들웨어(Middleware)가 존재하는 방식이 아니고 파일시스템에서 바로 처리하는 방식을 이용하였다. 이것은 현재 본 연구를 통해 설계·구현하고 있는 시스템의 성격이 단일한 수치지형도를 대상으로 분산가능성을 실험하는데 중점을 두었기 때문이다. 그러나 만약 실제로 전체 수치지형도의

---

119) 현재 수치지형도를 사용하고 있는 컴퓨터의 위치(Domain Name or IP Address)와 사용자(Login ID)를 확인하거나 일반화된 자료를 사용자가 원하는 형식의 자료로 로컬 파일시스템에 저장하기 위한 파일 접근하는 기능은 클라이언트의 보안 환경에 따라 다르게 처리할 수 있기 때문에 이에 대한 조정작업이 필요하다.

120) 웹 브라우저의 특성에 따라 애플릿의 기능을 제한하는 수준에 차이가 있으며 이를 조정하는 방법 역시 다르다. 본 연구에서 클라이언트의 실험용 웹브라우져로 사용하고 있는 핫자바 1.1(HotJava 1.1)에서 애플릿을 처리하기 위해 설정해야 할 환경은 부록에 소개하였다.

관리시스템으로 여기에서 제안한 모형을 발전시키기 위해서는 당연히 DBMS의 수용이 검토되어야 할 것이다.

본 연구에서 구현한 분산형 수치지형도 시스템의 작동과정을 살펴보면 다음과 같다(그림 6.1). 우선 클라이언트 웹 브라우저가 웹서버에 해당 URL(http://eagle.geog.snu.ac.kr/~chulsue/indexmap/korea.html)을 요구하면 HTTP 서버는 사용자가 원하는 지역의 수치지형도를 확인할 수 있는 애플릿 방식의 이미지 맵(Image Map)을 HTML 문서에 포함시켜 클라이언트로 전송한다. 사용자가 어느 한 지역(1/5000 서울 36)을 선택하여 서버에 전달하면 해당 수치지형도가 레어어 객체들로 구성되어 애플릿 형식으로 클라이언트로 전송된다. 이때부터 클라이언트는 자신의 로컬 시스템 자원을 활용하여 수치지형도 애플릿을 작동시킬 수 있다. 또한 서버로부터 필요한 기능(일반화 기능)을 요구하여 수치지형도에 적용시켜 분석할 수 있다.

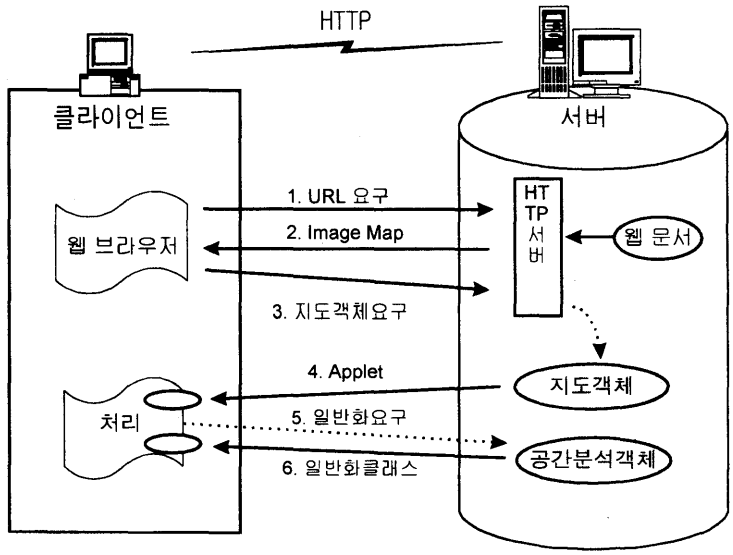


그림 6.1 전체 시스템 개략 구성도

6.1.2.2 클라이언트 처리 구성도

클라이언트에 전송된 수치지형도 애플릿은 개념적으로 다섯 가지 모듈(레이

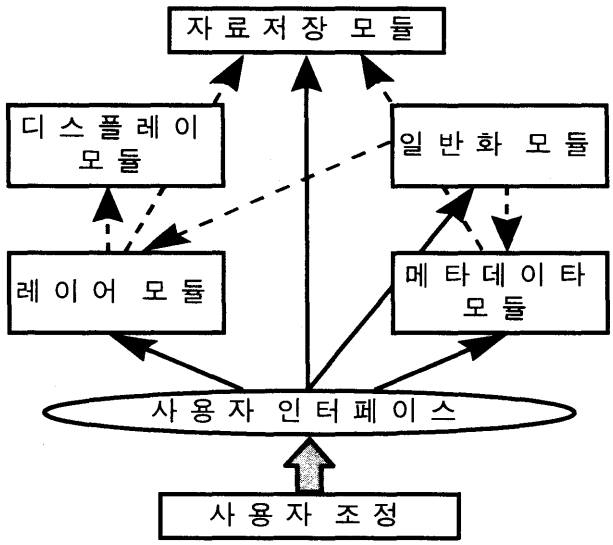


그림 6.2 클라이언트 모듈 구성도

어 모듈, 메타데이터 모듈, 디스플레이 모듈, 일반화 모듈, 자료저장 모듈)로 구성되어 있으며, 사용자는 일반적인 메뉴방식의 사용자 인터페이스를 통해 이들 모듈과 상호작용할 수 있다(그림 6.2). 여기에서 레이어 모듈은 레이어 객체 단위로 구성된 모듈로 4가지 종류의 디스플레이 영역으로 구분되어 있는 디스플레이 모듈과 이른바 '모형-관찰 패러다임(Model-View Paradigm)'[121] 방식으로 구현되었다. 본 연구에서 공간자료(수치지형도)의 공유와 함께 시도한 지도 일반화 분석기능에 대한 모듈 역시 클라이언트의 요구에 의해 서버에서 전송되어 사용자의 조정에 따라 원하는 축척으로 자료 레이어와 이와 관련된 메타데이터를 변환시키는 기능을 담당한다. 그리고 원래 서버로부터 전송된 자료 레이어에 대해서 또는 일반화 모듈을 통해 변환된 자료 레이어에 대해서 그리고 자료 레이어와 관련된 메타데이터에 대해서 사용자는 자료저장 모듈을 통해 로컬 파일시스템으로 저장할 수 있다.

---

121) '모형-관찰 패러다임'은 객체지향 프로그램 방법에서 매우 호응을 얻고 있는 접근방법인데 간단히 말해 프로그램을 데이터(Data)와 데이터에 대한 관찰(Views)로 구분하는 작성하는 방법이다. 이러한 모형에서는 데이터와 관찰이 상호의존적이기 때문에 만약 데이터에 대한 어떤 조작이 발생하면 즉시 해당 데이터와 의존적 관계에 있는 기능들(즉, 관찰)이 처리된다. 자바에서는 *Observer/Observable* 클래스를 통해 이를 지원하고 있으며 본 연구에서도 레이어 모듈(*Observable*)과 디스플레이 모듈(*Observer*)의 상호작용에 두 클래스를 이용하였다.

6.2 공간정보일람시스템 개발

본 연구에서 구현한 객체 수치지형도의 지도영역 단위는 우리 나라 1:5000 지형도 도엽을 기준으로 구현되었다. 따라서 우선 해당 지역의 수치지형도를 사용자가 쉽게 확인하고 선택할 수 있는 방법이 제공되어야 한다. 3장에서 기술한 바와 같이 공간정보일람시스템은 이러한 목적에서 효과적으로 이용되는 방법으로 본 연구에서도 사용자가 원하는 지역의 수치지형도를 검색할 수 있는 공간정보일람시스템을 개발하였다. 특히 최종적으로 전송되는 공간자료가 수치지형도라는 특성을 고려하여 수치지형도를 체계적으로 활용하고 관리하기 위해 우선 수치지형도의 참조체계라 할 수 있는 도엽번호체계를 정리하였다. 이를 위해 그동안 국내의 관련된 연구에서 명확하게 정리되지 않은 지도분할 방식과 도엽번호체계에 대한 주요 개념과 우리 나라의 도엽번호체계를 조사하여 이를 기초로 수치지형도 색인을 위한 공간정보일람시템을 설계하고 개발하였다.

6.2.1 우리 나라의 지도분할과 도엽번호체계

국가나 대륙을 대상으로 대축척의 지도를 제작하기 위해서는 우선 일정한 크기의 지도제작 단위를 기준으로 지역을 분할하는 작업이 필요하다. 대부분의 지역 분할은 지도를 계층적 체계로 관리하기 위해 전체 지역을 소축척의 격자로 분할한 다음 다시 분할된 격자 내부를 대축척의 하위격자로 분할하는 방법으로 전개된다.

6.2.1.1 지도분할의 기준선

가. 경위선(Graticule

곡면인 지구를 여러 개의 도면으로 분할할 때 기준이 되는 기준선이 경위선(Graticule)-즉 위선(Paralles of Latitude)과 경선(Meridians of Longitude)-이다. 경위선은 보통 소축척 지도의 도곽선을 표현할 때 이용되고 있으며, 투영법에 따라 직선이나 곡선, 혹은 평행선이나 수렴선 등으로 나타나며 선의 간격(Separation) 역시 일정하거나 지점에 따라 불규칙할 수도 있다.

나. 직교 그리드(Grid)

그리드(Grid)는 직교하는 직선들의 망으로 일정크기와 면적을 가진 직사각형으로 분할된 형태로 표현된다. 경위선(Graticule)이 지표면을 곡면이라 가정하여 설정된 반면 그리드는 일정 영역의 지표면을 평면(Surface Plane)으로 가정하고 있기 때문에 이를 기초로 거리를 측정하여 지표사상의 위치를 결정할 수 있는 방법을 제공한다. 그리드는 소축척 보다는 대축척의 지도분할에 주로 이용된다.

다. 분할기준선(Neat Line)

지도의 분할기준선은 지도로 표시되는 지역의 경계를 지정하는 역할을 한다. 분할기준선은 보통 대축척지도와 중축적지도에 적용할 때는 그리드(Grid)가, 소축적 지도와 특수한 중축적 지도에 적용할 때는 경위선(Graticule)이, 영역을 단지 분할만 할 때는 임의적 형태가 이용된다(그림 6.3, 그림 6.4).

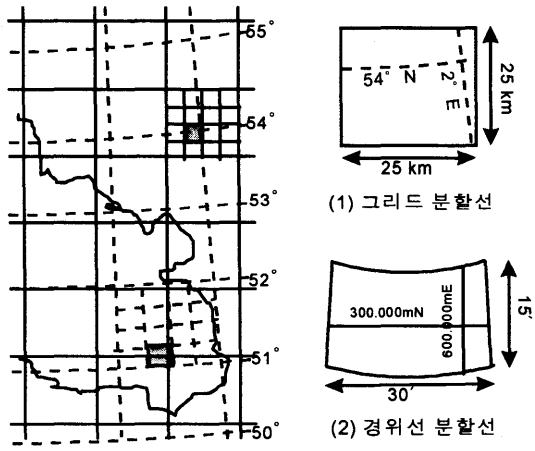


그림 6.3 그리드 분할선과 경위선 분할선

6.2.1.2 도엽번호 체계

가. 격자형 참조체계(Grid Reference Designation)

격자형 참조체계에 따른 도엽번호체계는 전체 지역을 하나의 격자로 만들고

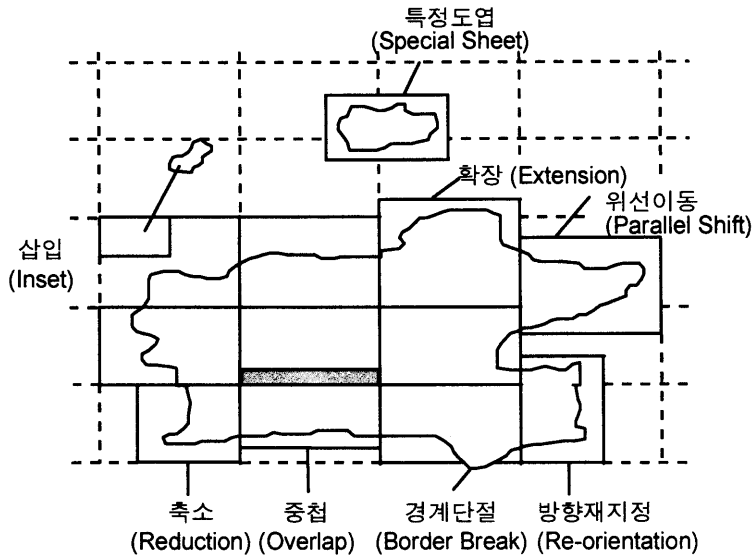


그림 6.4 임의 격자형 분할선 (인용: Marling(1993))

그 내부를 하위격자로 구성하는 그리드 분할체계에서 특정한 기준격자를 지정하여 이를 기준으로 참조번호를 부여하는 방식을 일컫는다. 일반적으로 남서방향의 가장자리 격자를 기준점으로 설정하고 북쪽방향으로 도엽번호를 증가시킨다.

나. 임의 번호 체계(Arbitrary Numbering Systems)

임의 번호 체계에 따른 도엽번호체계는 [그림 6.4]에서 설명한 임의의 격자형으로 분할된 지도를 대상으로 주로 사용된다. 즉, 대상지역의 모양이 일정한 격자로 구분할 수 없을 때 지역을 차지하고 있는 격자만으로 지도를 분할하는 체계이다. 따라서 도엽번호 체계도 격자형 체계와 같이 규칙적이지 않고 대상지역에 포함되는 격자들만 일련번호가 부여된다.

다. IMW(International Map of the World)의 도엽번호체계

앞의 두 번호체계는 국가별, 지역별로 도엽번호를 지정하는 체계인데 반하여, IMW의 도엽번호 체계는 전세계를 대상으로 일관적인 법칙을 부여하여 전지구의 도엽체계를 관장하고 있다. 대부분의 국가에서 국가기본도의 도엽번호를

부여할 때 이 방법을 이용하며, 우리나라의 경우도 원론적으로는 이 체계를 따르고 있다. IMW의 도엽체계는 전세계를 위도 4도와 경도 6도의 격자로 구성하여 번호체계를 부여하고 있다. 이렇게 분할된 격자는 약 1:1,000,000 축척을 갖게 되며, 국가별로 이 격자를 다시 분할하여 대축척 국가기본도의 도엽번호 체계로 이용하고 있다. IMW의 도엽번호부여 방식을 간략히 정리하면 다음과 같다. 이와 같은 IMW의 도엽번호체계에 따라 문자와 숫자가 결합된 4 자리 기호로 전세계를 1:1,000,000 축척의 도엽으로 체계적으로 분할할 수 있다.

㉠ 적도를 중심으로 북반구를 N으로 그리고 남반구를 S로 표현한다.
㉡ 적도에서 극방향으로 위도 4도씩 간격을 나누어 A부터 V까지 표현한다.
㉢ 표준자오선(경도 0도)를 기준으로 동쪽방향으로 경도 6도씩 간격을 나누어 0부터 60까지 숫자로 번호를 부여한다.

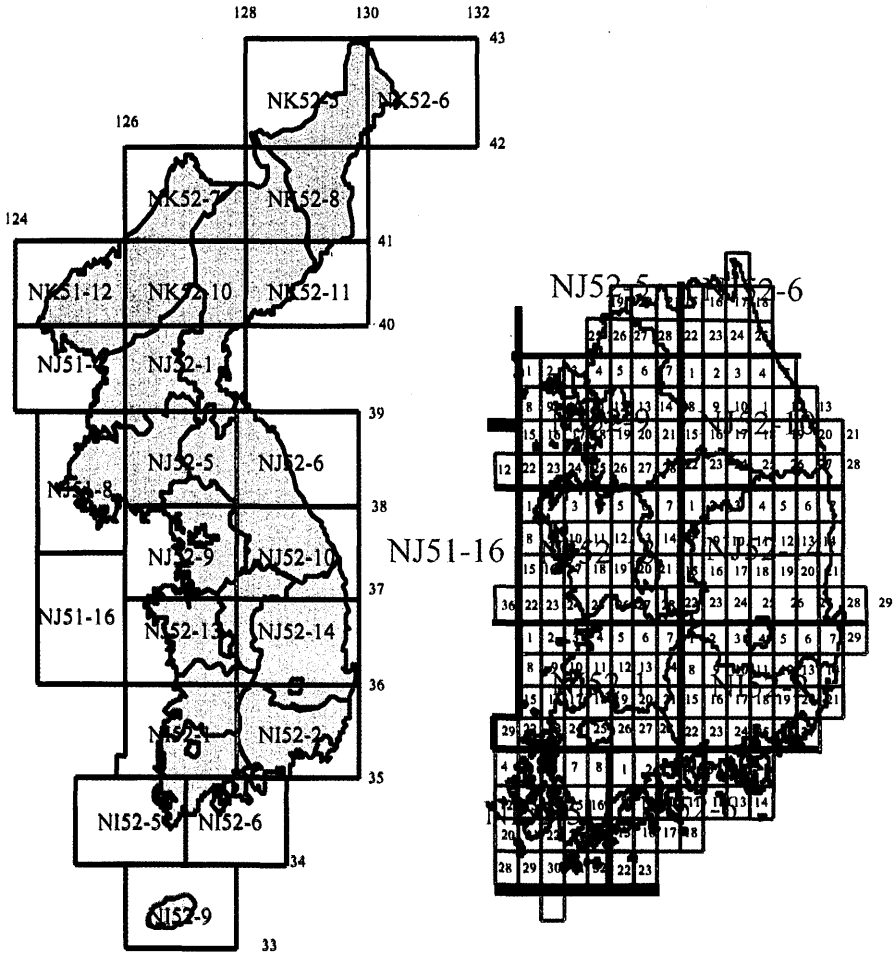
라. 우리 나라의 도엽번호 부여체계

우리 나라의 도엽번호 부여체계는 대축척 국가기본도인 1:50,000 지형도를 기준으로 부여된다. 1:50,000 지형도의 도엽번호 체계는 개괄적 수준에서 IMW의 도엽번호체계를 따르지만 구체적인 국지적 수준에서는 편의상 그리드 분할방식과 임의 격자형 방식을 혼합하여 사용하고 있다.

① IMW의 번호체계 부여방법에 따라 우리 나라를 위도 4도와 경도 6도의 격자로 분할한다. 우리 나라에 해당되는 지역의 격자 번호는 NK51, NK52, NJ51, NJ52, NI52 등 5개이고 남한의 경우 NJ52와 NI52 영역에 대부분의 지역이 포함된다.
② 하나의 격자를 가로 4개, 세로 4개의 격자로 분할한다. 이 경우 IMW의 체계에서는 위도 1도, 경도 1도 30분 단위로 하위격자가 분할되지만, 우리 나라는 국가 전체의 지도모양을 고려하여 경도 127도 45분을 기준으로 좌우로 경도 1도 45분씩 분할한다. 이 분할된 격자의 북서 가장자리의 격자를 1번으로 부여하며, 동서방향으로 1씩 증가하여 도엽번호를 부여한다. 분할된 격자는 1:250,000 축척의 지세도에 해당한다. 이와 같은 방법으로 우리 나라는 북한지역을 포함할 때 총 22개의 지세도로 구성된다. 특히, 지세도는 규칙적인 격자형으로 분할되는 것이 아니라 위도와 경도의 상황에 따라 다소 불규칙하게 조직되어 있다. [그림 6.5]은 우리 나라의 지세도 분할형태를 나타내고 있다.

③ 2단계에서 분할된 격자를 다시 위도 15분, 경도 15분 단위로 즉 가로 7개, 세로 4개의 격자로 분할한다. 역시 분할된 격자의 북서 가장자리의 격자를 1번으로 부여하며, 동서방향으로 1씩 증가하여 도엽번호를 부여한다. 분할된 격자는 1:50,000 축척을 갖게 된다. [그림 6.5]는 우리 나라의 1:50,000 지형도 분할형태를 나타내고 있다.

④ 3단계의 1:50,000 도엽체계를 기준으로 1:25,000 축척의 지형도는 4(2x2)등분, 1:5,000 축척의 지형도는 100(10x10)등분한 후 각각 일련번호를 부여하여 도엽번호를 지정한다.



1:250,000 기준 지도분할　　1:50,000 기준 지도분할

그림 6.5 우리 나라의 지도분할체계

6.2.2 수치지형도 색인을 위한 공간정보일람시스템 개발

사용자가 원하는 수치지형도를 검색하기 위해 개발한 공간정보일람시스템은 위에서 밝힌 바와 같이 우리 나라의 도식체계를 충실히 반영하여야 한다. 본 연구에서는 공간정보일람시스템을 구현하기 위하여 '이미지 맵(Image Map)' 방법을 사용하였다. 그런데 본 연구에서 처리하는 이미지 맵 방식은 HTML과 CGI를 이용하여 개발하지 않고 자바의 애플릿 형태로 구현되었다. 그것은 전자의 방식이 단순하게 이미지의 특정 부분을 선택하여 특정 URL로 이동하고자 할 때 주로 사용되기 때문에 부가적인 정보를 제공하는데 한계가 있고, CGI의 특성상 클라이언트의 과도한 접속이 발생할 때 서버의 효율이 저하될 수 있는 요인을 안고 있기 때문이다. 이에 반해 애플릿 방식의 이미지 맵 처리는 기술적으로 복잡하지만 사용자에게 부가적인 정보, 예를 들어 수치지형도 시스템에서는 이른바 'Tool Tips' 형식으로 도엽명이나 도엽번호를 제공할 수 있을 뿐 만 아니라 서버 프로세스를 가중시키지 않는 장점을 갖는다.

공간정보일람시스템에서는 3 단계의 계층으로 구분하여 이미지 맵을 개발하여 해당 수치지형도 도엽을 확인하도록 설계하였다.[122] 1 단계에는 남한 전체를 1/50,000 축척으로 분할한 색인 이미지 맵을 구성하였다. 웹 브라우저에 표시된 이미지 위를 마우스가 이동하면 각각의 직교 그리드에 대한 도엽명(서울)이 부가적으로 제공되며, 마우스의 선택에 따라 다음 단계의 색인 단계로 이동한다(그림 6.6). 2 단계에서는 1/50,000 축척에 해당하는 분할 직교 그리드를 경위선을 따라 각각 10 등분하여 1/5,000 축척의 지도분할 체계로 구분한 이미지 맵이 표시된다(그림 6.7). 이 단계에서는 참조지도를 좀 더 상세한 행정구역단위로 개발하고 부가적으로 도엽번호체계(NJ52-9-11-036) 정보를 사용자에게 제공한다. 사용자가 어느 한 직교 그리드를 선택하면 마지막 3 단계의 참조 지도로 이동한다. 3 단계에 표시되는 이미지 커버리지(Coverage)는 1/5,000 축척의 수치지형도가 나타내는 영역에 해당하며 보다 상세한 행정경계정보를 제공하여 공간질의가 정확한가를 확인한다(그림 6.8). 최종적으로 사용자가 해당 이미지를 선택하면 수

---

122) 1단계 이미지 맵에 사용한 이미지는 남한의 1:250,000 지세도에서 해당 행정경계를 디지타이저로 입력하고 이를 Arc/Info 커버리지로 변환한 다음 각각의 행정구역 단위로 적절한 색 코드를 부여하고 이를 래스터 이미지(GIF)로 변환하여 얻은 것이다.

치지형도 객체가 애플릿으로 서버에서 클라이언트로 전송되고 [그림 6.9]와 같은 호출 버튼이 웹 브라우저에 나타난다. 이상에서 설명한 바와 같이 본 연구에서

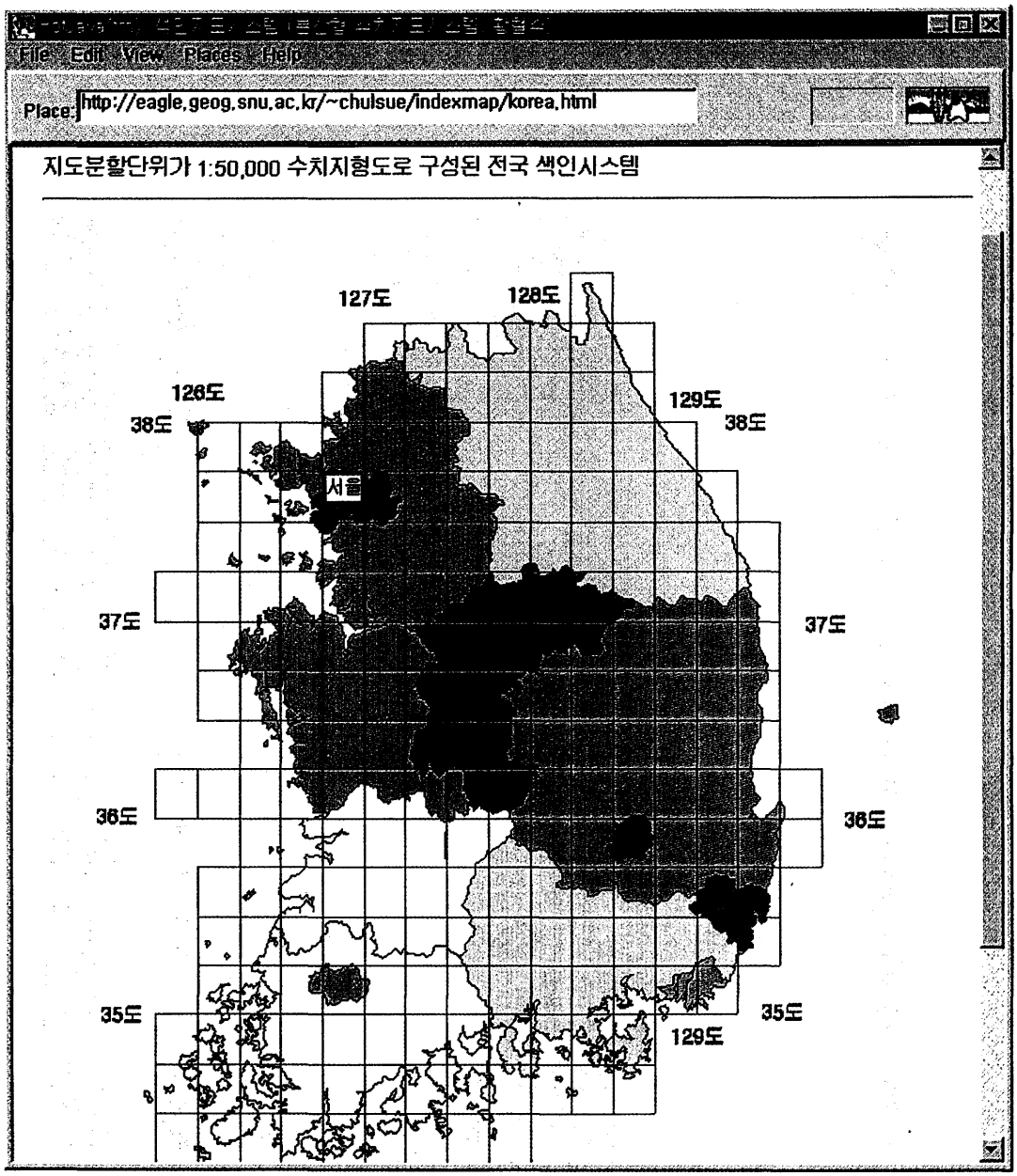


그림 6.6 1/50,000 지도분할에 따른 남한 전체 이미지 맵 (1단계)

개발한 수치지형도의 색인을 위한 공간정보일람시스템은 클라이언트 처리 방식으로 이미지 맵을 구성하기 때문에 서버의 자원과 프로세스를 감소시킨다.

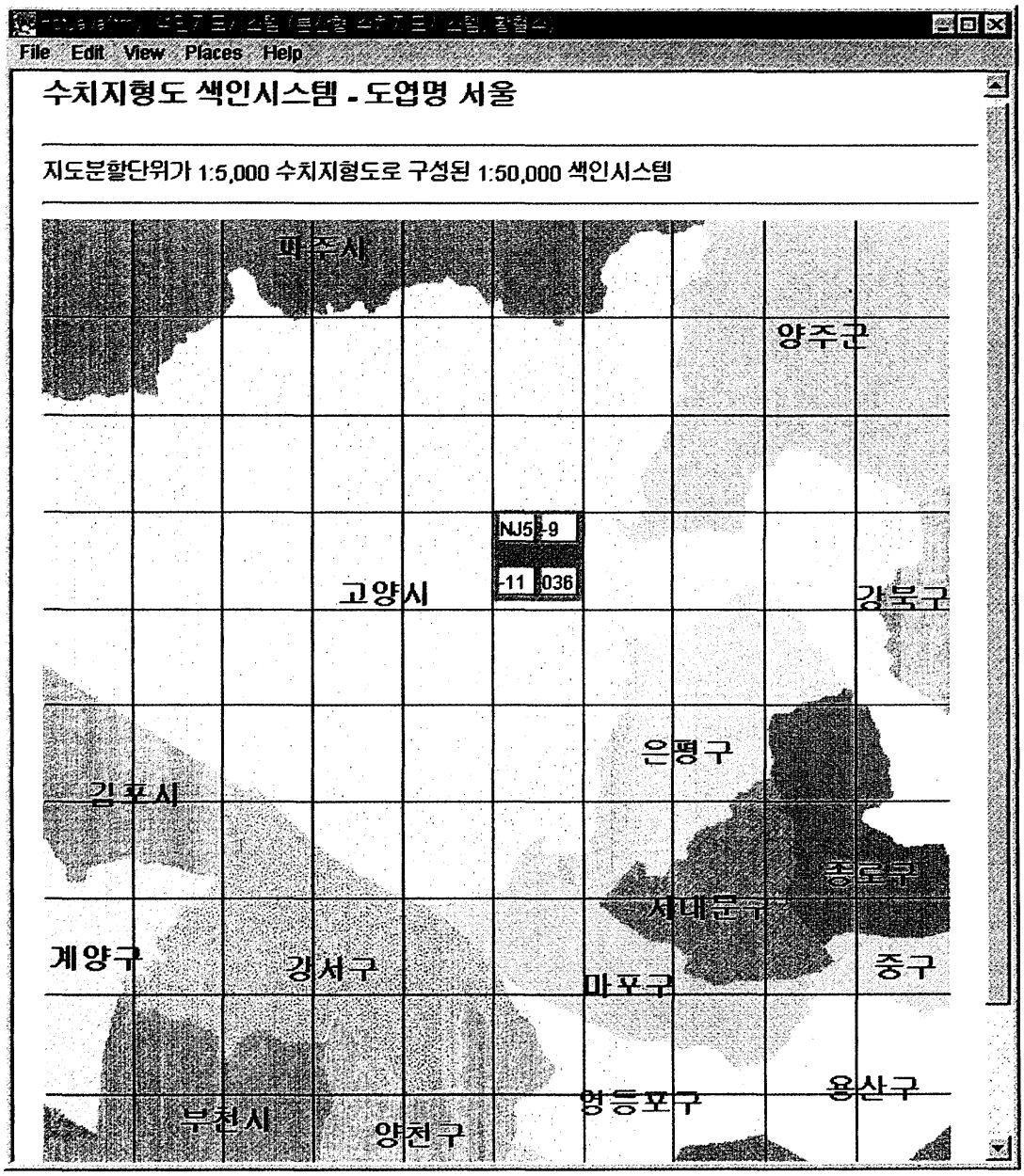


그림 6.7 1/5,000 직교 그리드 분할에 따른 2단계 이미지 맵

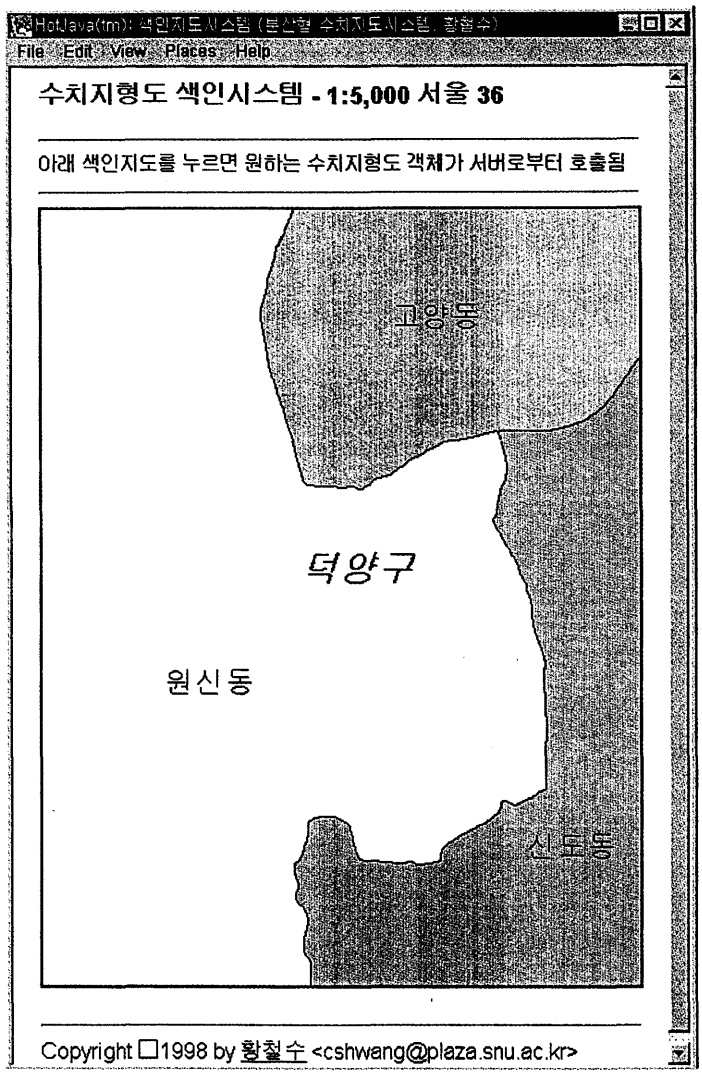


그림 6.8 수치지형도 색인을 위한 3 단계 참조지도

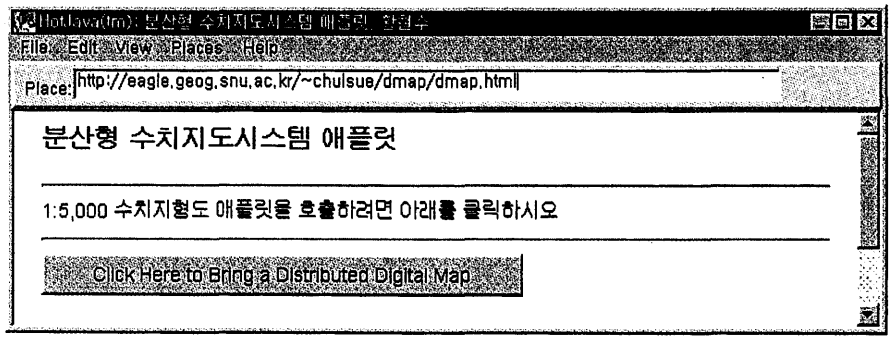


그림 6.9 분산형 수치지형도 애플릿 호출 인터페이스

6.3 사용자 인터페이스 개발

6.3.1. 사용자 인터페이스의 구조

애플 컴퓨터(Apple Computer)에 처음 도입된 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)는 이제 인간과 컴퓨터의 상호작용에 표준적 방식으로 자리잡았다. 과거 텍스트 명령어라인 사용자 인터페이스의 'Remember-and-Type' 구조에서 GUI의 'See-and-Point' 구조로의 발전은 사용자에게 보다 직관적인 의사소통을 가능케 한다. 또한 대부분의 GUI 시스템이 어느정도 표준적 방식을 채택하고 있기 때문에 사용자는 한결 익숙하게 응용시스템에 접근할 수 있게 되었다. 복잡한 자료모형을 갖는 공간자료를 처리하는 지리정보시스템의 발전은 GUI의 발전과 밀접하게 연관이 있다. 그것은 실세계를 모형화한 공간자료를 직접 화면에서 조작할 수 있는 기능을 통해 사용자는 해당 자료의 특성을 정확하고 신속하게 파악할 수 있기 때문이다.

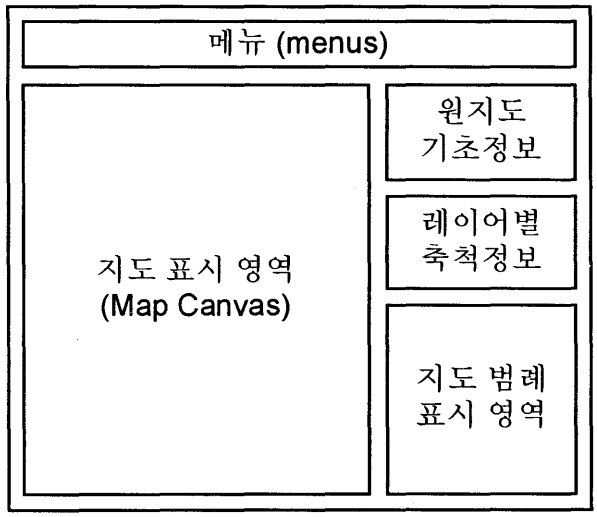


그림 6.10 개략적 사용자 인터페이스 구조

본 연구에서 개발한 분산형 수치지형도 역시 최근의 일반적 GUI 환경을 갖는 인터페이스 구조로 설계되었다. 특히 사용자에게 전송되는 수치지형도가 한 도엽을 단위로 구성되고, 전달되는 정보의 절대량이 많기 때문에 물리적인 작업

영역(Visual Workspace)을 가능한 확대하였다(그림 6.10).[123]

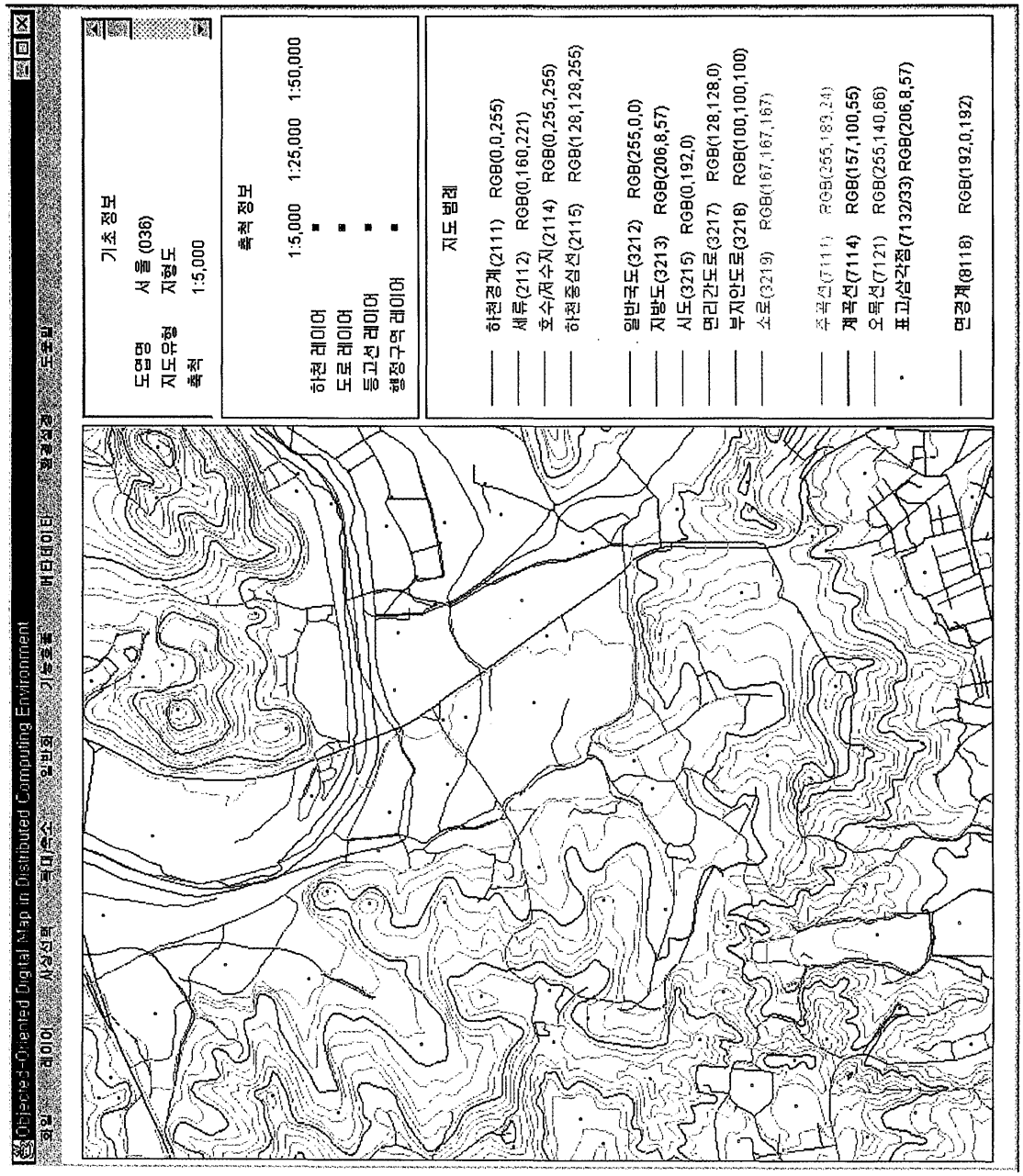


그림 6.11 수치지형도 애플릿의 실제 인터페이스

123) 그래픽 해상력이 1024*768 이상의 도트수와 256*256*256 색상의 색상수를 갖는 시스템에서 최적으로 표현되도록 프로그램이 설계되었다.

지도 표시영역(Map Canvas)은 객체화된 각각의 레이어를 정해진 심볼(점, 선, 색상)로 표시하는 영역으로 원래 수치지형도의 물리적 도엽범위(Map Extent)를 x, y 방향으로 같은 비율로 축소하여 상대적인 거리의 왜곡을 최소화하였다. 지도 표시영역은 앞에서 설명한 '모형-관찰 패러다임(Model-View Paradigm)' 방법을 통해 구현되는데 만약 레이어객체에 포함된 공간자료에 대해 어떤 이벤트(Event)나 자료변환이 발생하면 자동적으로 이를 표시하여 주기 때문에 그만큼 자료의 변환에 민감한 구조를 갖는다.

원지도 기초정보 표시영역(Basic Metadata Canvas for Source)에는 서버에서 전송된 원래의 수치지형도에 대한 가장 기초적 정보에 속하는 도엽명, 지도유형, 축척, 도엽번호, 생산발간기관, 발간년도, 편집년도, 수정년도, 항공사진의 촬영년도, 현지조사 연도, 행정구역 등이 표시되고 있다. 따라서 이 원지도 기초정보는 수치지형도 객체에 대한 조작과 관계없이 변경되지 않는다.

레이어별 축척정보 표시영역(Canvas of Layers' Scale Information)에는 현재의 축척이 레이어별로 표시된다. 만약 일반화를 통해 특정한 레이어의 축척이 변경되었을 경우 즉시 축척정보 표시영역에 이 정보가 반영된다. 지도 범례 표시영역(Map Legends Canvas)에는 지도 표시영역에 나타난 각각의 심볼들에 대한 범례가 표시된다.[124)]

6.3.2 사용자 Toolkit 개발

6.3.2.1 지도 확대/축소(Zoom Interface)

지도의 확대 기능은 지도 표시영역에서 발생한 마우스 이벤트를 처리하여 이벤트가 발생한 화면좌표를 기준으로 지도가 표시되는 해상력을 두 배 향상시킨다(그림 6.12). 그런데 화면 확대/축소 기능을 구현하는데 본 연구의 설계 방식은 일반적 그래픽 응용 시스템의 경우와 약간 차이가 있다. 즉, 일반적인 그래픽 응용 시스템에서는 확대하고자 하는 영역에 대해 사용자가 직사각형의 경

124) 범례 정보 가운데 수치지형도 사상에 따라 각각 RGB 색상값을 함께 표시한 것은 아직 표준적인 수치지형도 색상코드가 없기 때문에 향후 논의를 위한 참조모형으로 제시하기 위함이다.

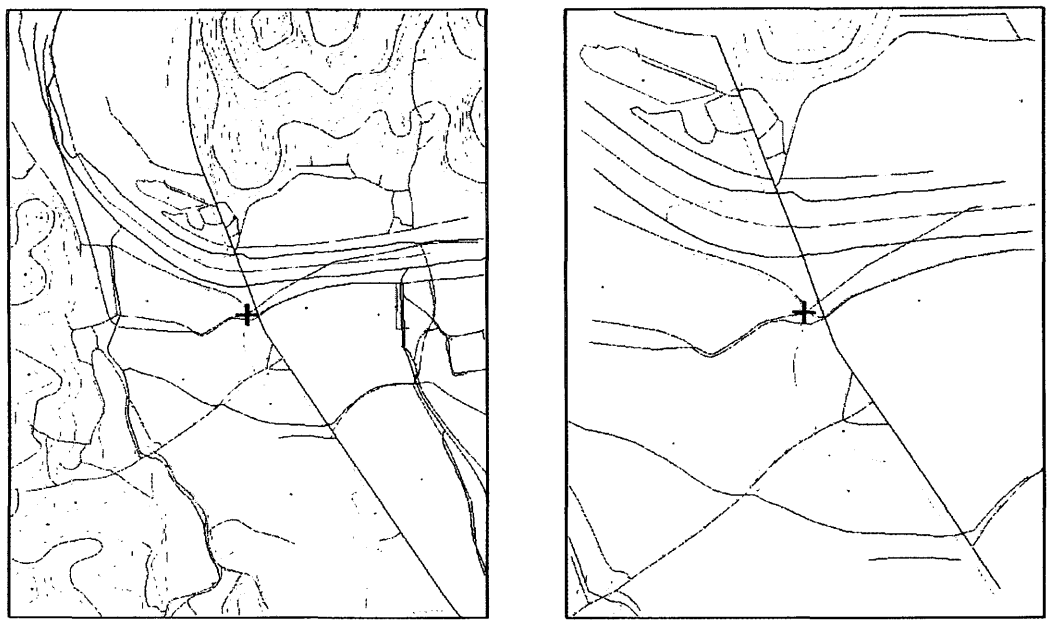


그림 6.12 지도 확대/축소 기능

계를 마우스로 지정할 수 있도록 설계되지만 본 연구에서는 이와 같은 방법을 지원하지 않는다. 그것은 확대하고자 하는 지도영역이 갖는 실제 물리적 거리의 비율(X축 방향/Y축 방향)과 화면좌표비율이 일치하지 않았을 경우 지도사상이 왜곡되어 표시되기 때문이다. 그리고 지도 확대에 사용된 화면좌표를 스택(Stack)에 저장하여 이를 지도 축소에 사용하기 때문에 정확하게 확대된 영역에 대해 반대로 축소가 이루어진다.

6.3.2.2 레이어 표시/은닉(Selectable Display)

수치지형도 애플릿에서 기본적으로 설정된 사용자 환경에는 분산형 수치지형도를 구성하고 있는 모든 레이어객체가 동시에 지도 표시영역에 나타나도록 설계되었다. 그러나, 이러한 환경 설정은 사용자의 선택에 의해 변경될 수 있다. 예를 들어, 대부분의 수치지도에 포함된 공간정보를 물리적으로 제한된 디스플레이 영역에 표시하기에는 공간정보의 정량적, 정성적 크기가 상대적으로 과도한 것이 사실이다. 따라서 수치지도를 대상으로 한 응용 시스템에서는 대개의 경우 선택적으로 공간정보를 표시할 수 있는 기능을 채택하여 사용자의 시각적 정보

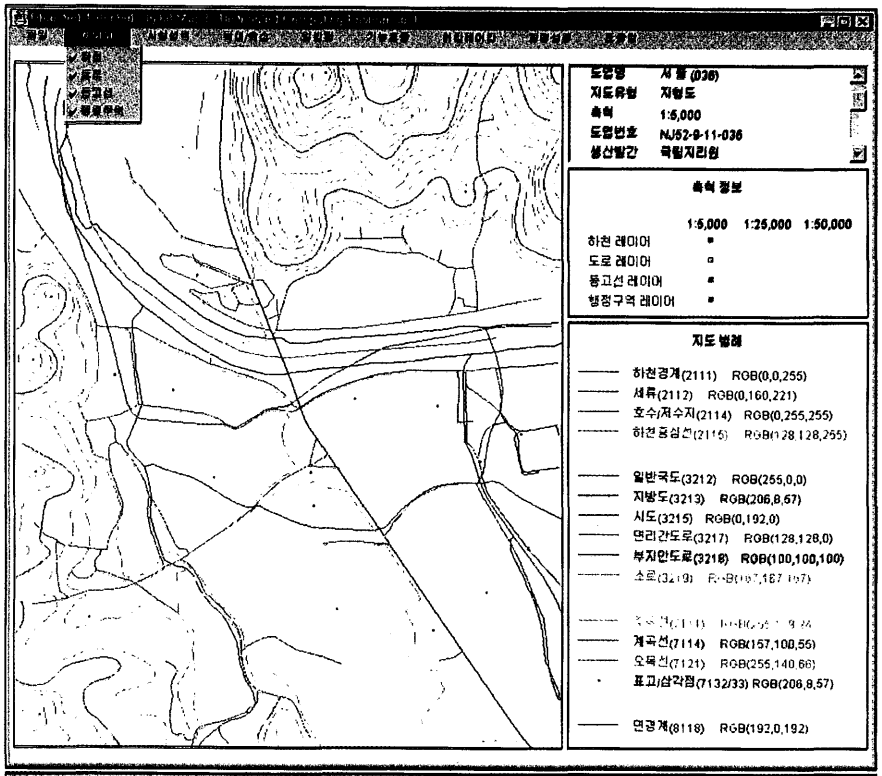


그림 6.13

수치지형도 레이어 객체 전체 출력

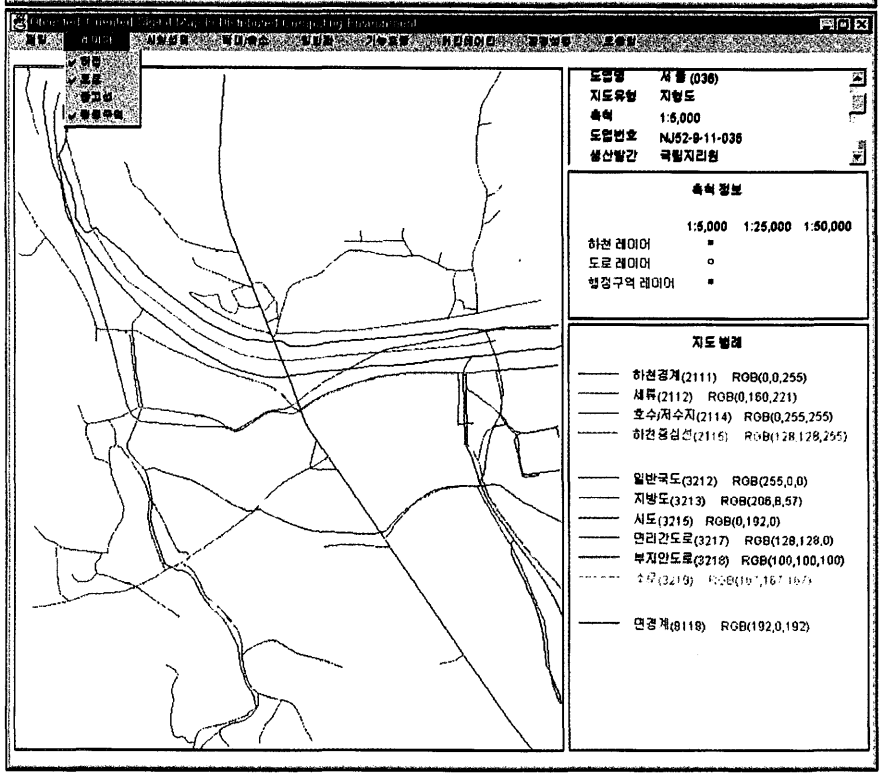


그림 6.14

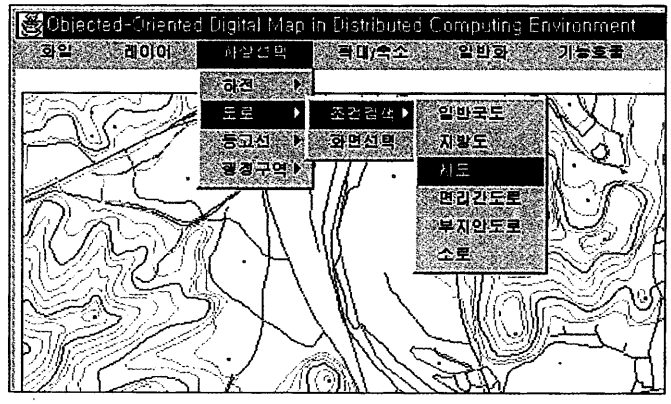
등고선 레이어객체가 제외된 출력 인터페이스

판단력을 향상시킨다. 본 연구에서 설계된 레이어객체는 객체의 속성 가운데 하나로 레이어를 수치지형도 애플릿의 지도 표시영역에 표시하거나 은닉할 수 있는 메소드(행위)를 객체 속성으로 갖도록 구성되었다. 이러한 기능은 표시되는 그래픽의 복잡성을 줄여 레이어별로 혹은 공간객체별로 정보를 획득하는데 도움을 준다. 그리고 레이어 표시/은닉 기능은 축척정보 표시영역이나 지도범례 표시영역과 연계되어 있기 때문에 해당 레이어에 대해 '레이어 은닉'이 선택되면 축척정보 표시영역과 지도범례 표시영역에서 그 레이어에 대한 정보 역시 나타나지 않도록 설계되어 있다(그림 6.13, 그림 6.14).

6.3.2.3 지도사상 검색(Screen Selection/Conditional Search)

그림 6.15
사용자의 선택에 의한
공간객체 검색

그림 6.16
조건에 의한 공간객체
검색 인터페이스



지도사상 검색 기능은 개별적인 지도사상에 대한 속성정보를 확인하거나 특정 조건을 만족하는 지도사상들을 검색할 때 유용한 기능이다(그림 6.15, 그림 6.16). 개별적인 지도사상을 화면에서 사용자가 선택하거나 조건 검색을 수행하기 위해서는 우선 해당 레이어를 먼저 선택하는 과정을 거쳐야 한다. 화면상에서 선택되거나 조건을 통해 검색된 지도사상은 원래 자신을 표시하는 색상과 다르게 변하도록 구성되었기 때문에 쉽게 다른 사상과 구별되며 관련 속성정보는 독립적인 윈도우 프레임으로 표시된다.

6.4 분산형 수치지형도 시스템의 평가

이 연구는 서론에서 분산 환경에서 상호운용성에 바탕을 두고 지리공간자료와 공간분석기능이 공유 가능하다는 개념을 입증하기 위해 몇가지 평가 착안점을 작성하였다. 이 절에서는 이러한 평가항목을 기준으로 시스템의 조작 순서에 따라 지금까지 구현된 실험용 시스템을 평가하고자 한다. 다만, 여기서 구현된 시스템은 실험적 성격을 갖기 때문에 상업적 응용 시스템을 평가할 때 활용하는 사용자 인터페이스의 효율성 측면보다는 구현된 기능의 실현 가능성에 초점을 둔다.

(연구문제 1) 웹 브라우저를 통해 서버에서 클라이언트로 벡터 모형의 공간자료 전송이 가능한가 그리고 실제 공간자료구조에 대한 사용자의 추가적 지식이 필요한가? 본 연구에서는 스파게티 벡터 모형의 수치지형도를 원래의 공간적 해상력이나 속성의 정확성을 유지하면서 중간단계의 자료변환을 거쳐 수치지형도를 구성하는 공간사상의 유형에 따라 레이어로 구분하고 이를 객체로 개발하였다. 수치지형도 객체는 인터넷 환경에서 웹 브라우저 인터페이스를 통해 전송되는데 우선 공간자료의 특성이 그대로 유지된다는 장점을 갖는다. 이것은 현재까지 연구, 개발된 대부분의 공간정보일람시스템과 인터넷 GIS시스템 혹은 웹 GIS시스템에서 처리하는 공간자료가 단순히 그래픽 이미지 형식이란 사실과 비교된다. 또한 전송되는 공간자료가 객체지향적 방법을 수용하여 개발되었기 때문에 정보은폐(Information Hiding) 개념이 적용되어 단지 적절한 메시지 전달을 통해 객체가 갖고 있는 메소드(행위)를 호출함으로써 사용자는 공간자료객체를

처리할 수 있다. 더욱이 자바 애플릿으로 객체가 개발되었기 때문에 웹 브라우저에 전송된 자료구조를 해석하는데 부가적으로 플러그인 혹은 보조프로그램을 사용할 필요가 없다.

(연구문제 2) 클라이언트에서 벡터 자료의 특성을 유지하면서 시각적 분석이 가능한가? 클라이언트로 전송된 벡터자료객체는 무엇보다 실제 공간좌표를 유지하기 때문에 이미지 형식의 공간자료에 비해 효과적으로 자료의 시각화(Data Visualization)와 관련된 기능을 구현하였다. 예컨대 실험적 시스템에서는 사용자 인터페이스 클래스를 이용하여 벡터자료객체에 대해 시각적으로 해상력의 손실없이 지도를 확대, 축소하거나, 특정한 레이어를 표시, 은닉하고, 화면상에서 혹은 조건을 통해 지도사상을 검색할 수 있다. 이러한 기능은 벡터형 자료모형에서 구현할 수 있는 시각화 기능의 사례이다. 다만, 현재 애플릿의 사용자 인터페이스가 웹 브라우저에 삽입된(Embeded) 형식이 아닌 독립적인 프레임(Frame) 구조로 설계되는 것은 아직까지 기술적으로 자바 AWT(Abstract Windowing Toolkit)에서 메뉴와 관련된 컴포넌트와 이벤트 처리가 웹의 삽입 환경을 완벽하게 지원하고 있지 않기 때문이다.[125]

(연구문제 3) 클라이언트로 전송된 공간자료를 이후의 공간분석에 사용할 수 있는가? 수치지형도 애플릿은 자료저장 인터페이스를 제공하여 전송된 수치지형도 객체를 레이어 단위로 원래의 축척 혹은 일반화를 통해 변환된 축척으로

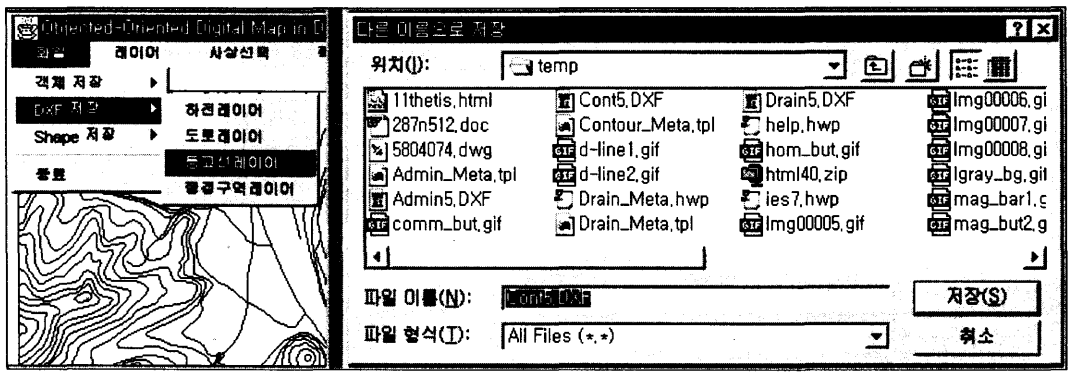


그림 6.17 전송된 객체의 클라이언트 저장 인터페이스

125) 최근 발표된 JDK 2.x 버전부터 스윙(Swing) 컴포넌트 혹은 JFC(Java Foundation Classes)를 통해 기능은 미비하지만 웹 브라우저에 삽입하여 처리할 수 있는 인터페이스 체계를 지원하고 있다.

저장하는 기능을 제공한다. 그리고 현재는 본 연구에서 설계된 객체형식과 DXF 형식 그리고 Shape(ESRI ArcView) 형식에 대해서 클라이언트에 저장이 가능하도록 구성되었다(그림 6.17).[126] 또한 수치지형도와 관련된 메타데이터 역시 별도의 파일 단위로 저장이 가능하기 때문에 효과적으로 이후 연구에서도 참조가 가능하다. 한편 이와 같이 애플릿이 클라이언트의 로컬 파일 시스템에 접근하기 위해서는 웹 브라우저에 대한 적절한 환경 설정이 우선되어야 한다(부록 4 참조).

(연구문제 4) 웹 브라우저를 통해 인터넷 환경에서 공간분석기능의 공유가 가능한가 또한 이러한 기능이 상호운용성을 갖추었는가? 실험적으로 구현된 시스템을 평가하기 위한 핵식적 항목으로, 구체적 공간분석기능의 한 사례로 선정된 일반화기능이 서버/클라이언트 방식으로 전송되어 클라이언트에 존재하는 공간자료와 실제 연계되어 처리되는가를 검토한다. 본 연구에서는 일반화 기능을 공유하기 위해서 레이별로 개발된 일반화 규칙을 일반화 클래스로 개발하고 서버에 저장·관리하여 사용자의 요구가 발생하면 클라이언트로 전송하도록 설계하였다. 클라이언트에 전송된 일반화 클래스는 다형성의 특징을 갖기 때문에 레이어객체에 따라 적합한 일반화 규칙을 적용한 다음 레이어객체를 구성하고 있는 원래의 공간자료나 속성자료를 변환시킨다.

다음은 구체적으로 등고선레이어객체에 일반화기능이 적용되는 사례이다. [그림 6.18]은 수치지형도의 원래 축척(1/5,000)을 갖는 등고선레이어객체이고, [그림 6.19]와 [그림 6.20]은 서버에서 전송된 일반화기능이 등고선레이어객체를 대상으로 사용자의 요구에 따라 각각 1/25,000과 1/50,000 축척으로 공간자료와 속성자료가 변화된 결과를 표시하고 있다.

그 결과 1/5,000 등고선레이어객체에 포함된 단위 선사상객체(하나의 등고선)가 원래 147개에서 73개, 36개로 그리고 선사상객체를 구성하는 점사상객체는 10,870개에서 2562개, 1004개로 일반화된다(그림 6.21, 6.22). 또한 일반화 과정의 규칙을 메타데이터로 구성하여 등고선레이어객체에 포함된 메타데이터객체에 부가(Append)하고 핵심적 사항을 사용자에게 별도의 다이얼로그 프레임을 통해

126) 시험적으로 세가지 형식을 지원하지만 자료형식의 변환 유틸리티 클래스 역시 확장이 용이한 객체모델로 구성되었기 때문에 변환형식의 추가가 가능하다.

그림 6.18
1:5000
등고선
레이어
(원래 축척)

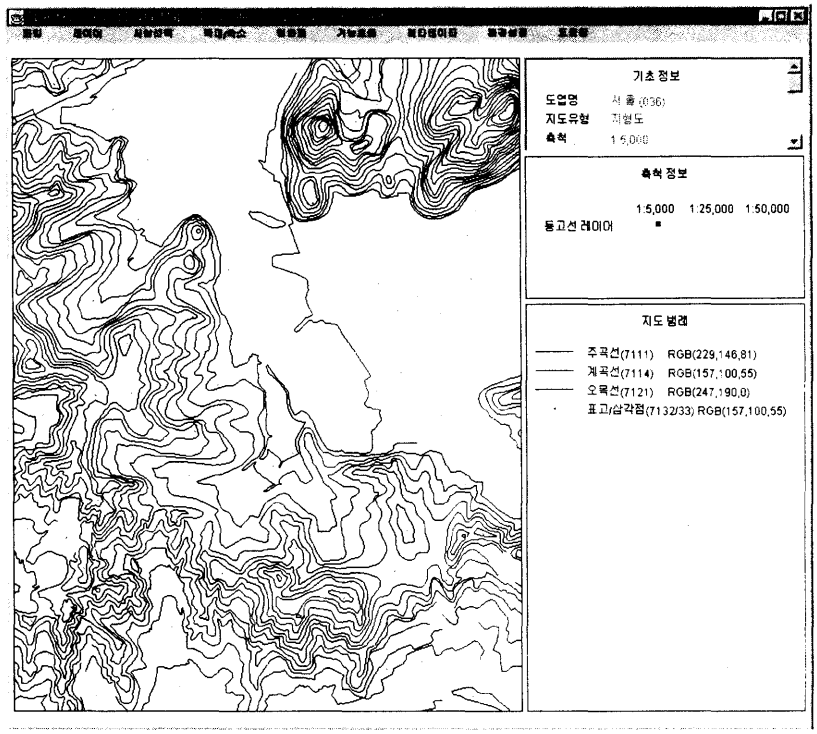
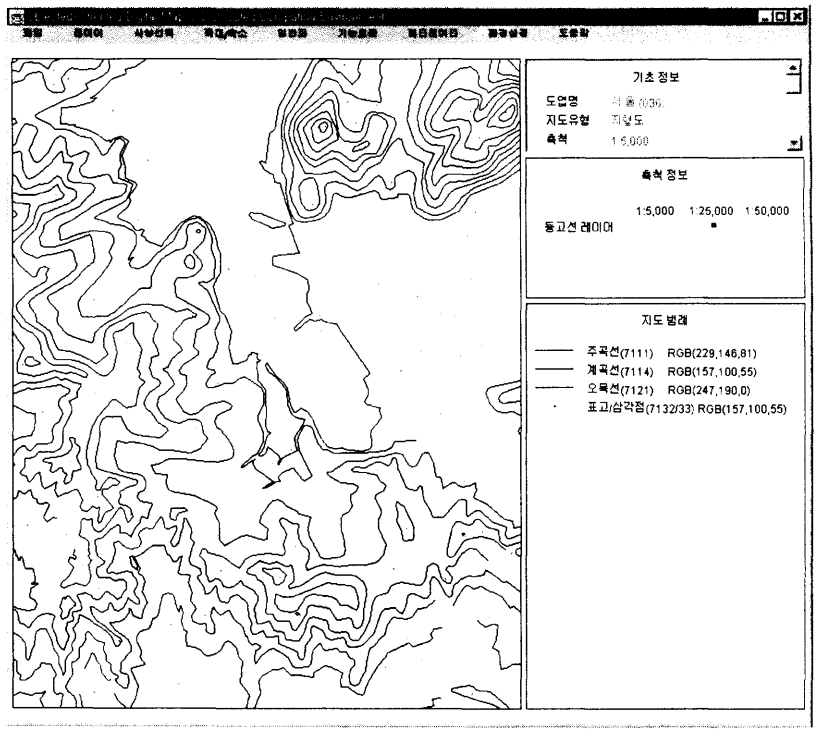


그림 6.19
1:25000으로
일반화된
등고선
레이어



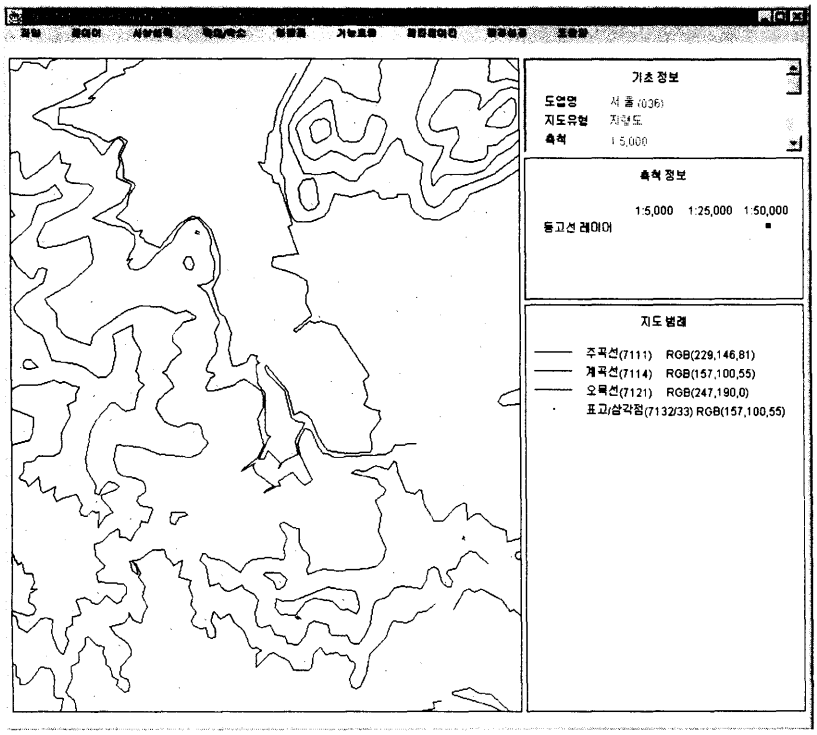


그림 6.20 1:50000으로 일반화된 등고선 레이어

제공하기 때문에 데이터연혁(Data Lineage)를 파악하는데 효율적이다(그림 6.23). 또한 이와 같은 일반화기능은 클라이언트의 프로세서나 운용시스템의 차이와 관계없이 상호운용성을 갖고 처리된다.[127]

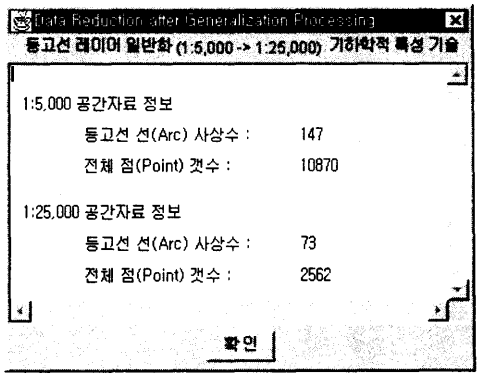


그림 6.21 일반화 (1/5000→1/25000)

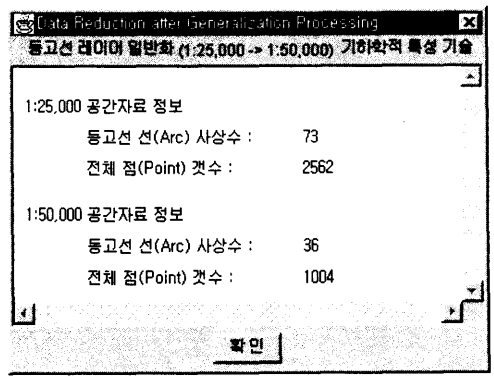


그림 6.22 일반화 (1/25000→1/50000)

127) SPARC 프로세서와 SUN 운영체제를 갖는 UNIX 시스템과 펜티엄프로 200 프로세서와 윈도우95 운영체제를 갖는 PC 시스템에서 실험을 실시하여 이를 확인하였다. 또한 HP-UX 운영체제의 HP 시스템에서는 핫자바가 개발되지 않았기 때문에 제한적이지만 넷스케이프를 통해 이를 실험하였다.

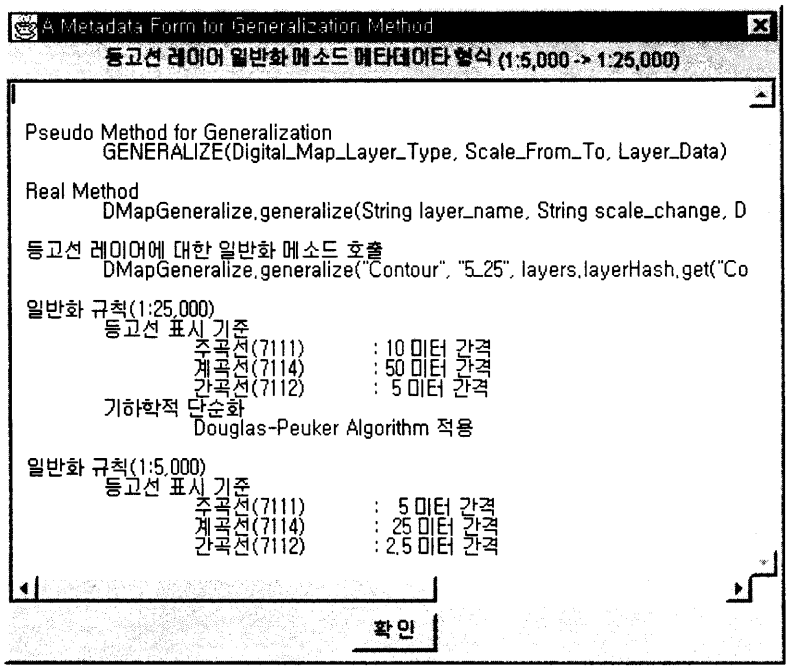


그림 6.23 일반화 기능에 대한 메타데이터 다이얼로그

(연구문제 5) 분산형 공간자료와 공간분석기능의 확장은 용이한가? 본 연구에서 개발한 공간자료객체와 공간분석클래스는 객체지향적 특성을 갖는다. 따라서 객체 내부적인 확장을 위해서는 상속 메커니즘 적용이나 재정의·중복정의에 의한 다형성 적용을 통해 그리고 객체 외부적인 확장을 위해서는 접근 API의 개발을 통해 효과적으로 확장이 가능하다. 그리고 서버에서 관리되는 공간자료객체는 구성단위가 최대한 독립적으로 설계되었기 때문에 공간자료의 특정한 부분에 대해서 쉽게 접근하여 처리할 수 있다. 따라서 수치지형도와 같이 상세한 정보가 자주 변화하는 자료에 대해 효율적인 관리구조를 갖는다.

7 장

결 론

이 연구는 분산 환경에서 상호운용성을 통해 지리공간자료와 공간분석기능을 공공의 공간정보로서 효과적으로 공유할 수 있는 방법을 개발하는데 목적을 두고, 수치지형도와 지도일반화를 연구 대상으로 선정하여 이를 실험적 원형 시스템으로 구현하였다. 지금까지의 지리정보 공유에 관한 연구는 대부분 지리공간자료에 국한되어 왔고 공간분석기능에 대해서는 개념적인 제안 정도에 머무르고 있다.

본 연구에서는 지리자료를 공유하기 위한 방법을 다음의 세 방향으로 구분하고 그 특징과 한계를 분석하여 대안을 설계하는데 참조하였다. 첫째, 기존의 지리정보시스템을 활용하는 방법은 우선 고유한 자료형식과 처리과정이 내포되어 있기 때문에 자료의 범용성이 취약하다. 그리고 대부분 독립형 시스템으로 설계되었기 때문에 네트워크 분산기능에 대한 지원이 미비하며 무엇보다 특정 시스템을 구비하지 못한 환경에서는 근본적으로 공공의 접근이 불가능한 단점을 갖는다. 둘째, 공간자료의 표준화를 통한 공유 노력은 최근에도 지속되고 있지만 현실적으로 기술적 한계가 노출되고 있다. 즉, 실제 표준의 설정에 매우 복잡한 과정과 장기간의 투자가 필요하여 개념적인 공간모형을 완벽하게 물리적 구조로 투영하기가 어렵다. 따라서 기존에 구축된 지리공간자료를 이후에 개발된 변환표준에 맞춰 공유하려는 전략에는 추가적인 비용 뿐 만 아니라 불완전한 변환에 따른 자료에 대한 신뢰성 저하와 같은 부정적 요소가 존재한다. 셋째, 기개발된 수치공간자료를 공유하기 위해 최근 급격히 증가하고 있는 공간자료접속결절망과 웹(WWW)을 활용한 공간자료의 공유 방법은 자료의 가용성 여부, 물리적 대역폭의 장애, 이미지 형식의 공간자료가 갖는 단점, 무상태의 HTTP 프로토콜이 갖는 한계 등과 같은 문제가 있다.

기존의 지리공간자료의 공유에 관한 분석을 통해, 본 연구에서는 수치지형도의 가용성과 접근성을 해결하기 위해 공공의 접근을 용이하게 할 수 있는 웹 인터페이스의 장점을 수용하여 이를 실험적 시스템을 개발하기 위한 기본환경으로 선정하였다. 그리고 웹을 활용한 기존의 공간자료의 공유 방식에서 노출된 한계를 극복하기 위해 설계의 기본 방향을 다음과 같이 설정하였다. 첫째, 네트워크 상에서 전송되는 공간자료의 형식을 벡터로 처리하여 전송에 필요한 정보량을 줄여 전송효율을 높이고 전송된 자료를 실제 GIS 분석에 사용 가능하도록 한다.

둘째, HTTP 프로토콜의 무상태성으로 인해 발생하는 과중한 서버의 프로세스 부하와 통신 네트워크 부하를 감소시키기 위해 클라이언트 중심으로 프로세스가 처리되도록 시스템을 설계한다. 셋째, 사용자가 공간자료구조를 인지하지 않아도 쉽게 공간자료에 접근할 수 있고, 마찬가지로 공간분석기능을 공간자료에 용이하게 적용할 수 있도록 구성한다.

이 연구에서는 이와 같은 설계 방향에 따라 수치지형도를 분산형의 공간자료객체로 재구성하고, 실험적으로 선택한 지도일반화기능을 상호운용성이 내재된 객체형 모듈로 개발하여, 최종적으로 공간정보의 공유를 시도하는 모형을 제시한다는 목표를 설정하였다. 그 모형의 내용은 크게 세가지로 압축할 수 있다. 여기에서는 이를 중심으로 연구 내용을 요약하고 그 결과를 종합하였다.

첫째, 수치지형도를 구성하고 있는 지도 사상을 자료변환과정을 통해 상호운용이 가능한 객체(Interoperable Objects)로 재구성하였다. 이를 통해 특정한 공간자료모형을 갖는 공간자료가 추상화(Abstractions) 단계를 거쳐 정보은폐된 객체로 개발되는 과정을 구체적으로 제시하였다.

수치지형도를 구성하고 있는 지도사상들을 객체화하기 위해서 먼저 수치지형도의 자료모형의 특성을 기술하고 분석하였다. 즉, 스파게티 형식의 벡터자료로 분류할 수 있는 수치지형도는 지도사상의 분류체계가 명확하게 속성을 정의하거나 계층성을 확보하고 있지 못하고 있다. 그것은 현재 우리 나라 수치지형도의 자료모형이 기존의 아날로그 지도 제작 방식을 디지틀 환경으로 전환하면서 개발된 모형이기 때문이다. 실제 캐드 방식의 자료모형을 갖는 수치지형도는 단순히 그래픽 속성을 갖는 레이어를 통해 공간자료를 저장하는 형식을 취하고 있기 때문에, 하나의 지도사상이 여러 개의 구성단위로 구분되어 관리되고 공간벡터자료와 속성자료가 혼합된 특성을 갖는다. 이러한 특성을 갖는 수치지형도의 자료형식은 단순히 지도제작을 목적으로 한 출력기능에는 적합하지만 이를 공간분석에 적용하기에는 비효율적인 구조이다. 따라서 본 연구에서는 우선 그래픽 레이어로 구성된 원래의 수치지형도 사상을 자료변환 절차를 통해 공간자료와 속성자료가 구분된 자료모형으로 재구성하였다. 그 다음 중간단계로 변환

된 공간벡터자료와 속성자료를 이용하여 수치지형도를 3 단계(지도→레이어객체클래스→공간객체클래스)의 계층적 모형으로 구분하였고 이를 객체지향 설계방법을 적용하여 수치지형도 객체로 구성하였다. 수치지형도 객체는 실제 지도사상의 유형을 중심으로 하천레이어, 도로레이어, 등고선레이어, 행정경계레이어 등으로 분류되었다. 이렇게 분류된 레이어를 객체로 구성하기 위해 우선 수치지형도의 공간원형클래스로 각각 점클래스와 선클래스를 구성한 다음 이를 이용하여 공통선레이어클래스를 정의하고 이 클래스를 인스턴스로 받아 레이어객체를 구성하였다. 또한 각각의 레이어 객체에 대해 속성객체를 독립적으로 구성하여 향후 속성이 추가될 경우 확장이 편리하도록 설계하였다.

이 연구에서 개발된 수치지형도의 레이어 객체는 다음 세 가지 요소로 구성된다. 첫째, '공간적 요소'는 특정한 좌표체계(TM)에 의해 정의된 점·선과 같은 기하학적 자료(Geometries)로 구성된다. 둘째, '속성 요소'는 일종의 자료사전으로서 국가수치지도작성규칙을 중심으로 NGIS 국가기본도 표준이나 DLG 표준 등을 참조하여 지리자료 객체의 특성을 기록한다. 셋째, '메타데이터 요소'는 정보공동체의 맥락에서 객체를 정확히 해석하기 위해 필요한 부가적인 정보를 기술한다. 한편, 레이어 객체를 구성하는 이와 같은 세가지 구성요소 역시 각각 독립적인 객체로 설계되었다. 이러한 공간객체 개발구조는 객체지향방법에서 클래스 상속과 재사용성의 장점을 활용한 것으로 장차 객체를 확장하거나 변경하는데 용이하다. 자료를 편리하게 갱신할 수 있는 자료구조는 수치지형도와 같이 공간자료의 내용이 상대적으로 자주 변하는 자료의 경우에 적합하다. 또한 앞서 설명한대로 현재 수치지형도의 자료형식은 공간정보와 속성정보가 혼재된 구조이기 때문에 만약 하나의 공간자료에 대해 여러 가지 속성이 필요한 경우 자료를 중복하여 레이어를 재구성하여야 한다. 그러나 여기에서 설계된 레이어 객체는 공간자료와 속성자료가 식별정보를 통해 상호 연계되는 방식으로 참조되기 때문에 독립적으로 존재할 수 있고 속성자료가 확장이 편리한 객체로 구성되었기 때문에 여러 가지 속성을 동시에 포함시켜 관리할 수 있다.

그리고 분산지향적 시스템의 설계에 적합하도록 수치지형도 객체를 관리하기 위한 방법을 개발하였다. 즉, 레이어 객체들로 구성된 도엽 단위의 수치지형도를 관리하기 위하여 객체화 과정을 거친 각각의 레이어들을 객체 직렬화

(Object Serialization)를 통해 물리적 파일 형태로 저장하여 그 공간자료와 속성자료를 그대로 유지시킴으로써 동일한 자료에 대해 원자료의 변환과 객체화 과정이 생략될 수 있도록 설계하였다. 이러한 방식은 클라이언트로부터 다중 접속(Multiple Accesses)이 발생할 때 서버에서 수행해야 하는 프로세스를 감소시켜 그만큼 분산처리의 효율성을 향상시킨다. 또한 이와 같이 객체 직렬화를 통해 저장된 레이어 객체들을 해당 수치지형도의 도엽번호를 식별정보로 이용한 이른바 '레이어 객체 디렉토리' 아래에 구성함으로써 단순히 수치지형도를 하나의 파일구조로 관리하는 원시적 형태에서 DBMS와 같은 미들웨어를 통해 데이터베이스의 성격을 갖는 관리 모형으로 발전될 수 있다. 이러한 관리구조는 특정한 공간사상을 갱신하거나 편집할 때 해당 정보에 대해서만 질의가 가능하기 때문에 효율적이다.

둘째, 객체화된 수치지형도를 대상으로 원래의 축척 뿐 만 아니라 사용자가 원하는 축척으로 변경할 수 있는 일반화 규칙을 설정하고 이를 객체화하여 상호 운용할 수 있는 모듈로 개발하였다.

이 연구에서는 과거 수학적 모델에 근거한 일반화 과정에서 배제되던 지도학적 직관과 지식을 일반화의 규칙으로 구성하였다. 지도학적 지식을 일반화 규칙으로 형식화하기 위해 전통적인 지식공학적 접근보다는 연산처리지식과 밀접히 관련이 있는 기록정보를 분석하는 방법을 따랐다. 그리고, 축척별로 제작된 지도들을 비교·분석하여 일반화 지식을 획득하는 역공학 접근법을 단편적으로 적용하였다. 특히, 일반화의 조건, 일반화에 대한 요구특성, 그리고 실질적 일반화 작용이라는 세가지 차원으로 복잡한 일반화를 단순화시켜 개념적 모형을 제시하고 이에 따라 일반화의 적용범위를 제한하였다. 즉, 연구대상 자료가 국가기본 수치지형도라는 측면을 고려하여 일반화를 일반도 성격에서 지도사상별로 접근하였다. 일반화 규칙은 수치지형도를 재구성한 레이어 객체를 대상으로 공간자료객체와 속성자료객체에 대해 'if-then' 방식으로 설계하였다. 일반화 과정은 크게 개념적 모형에서 조건의 구성요소 가운데 실재·범위·값과 같은 요인을 기준으로 공간사상을 선택적으로 제거하여 공간자료의 변환을 유도하는 과정과 수학적 모형에 따라 기하학적 단순화가 적용되는 과정으로 구분된다. 이와 같이 설

정된 일반화 규칙은 분산형의 클래스모듈로 구성되어 서버에 저장되고, 사용자의 요구에 따라 클라이언트로 전송되어 레이어객체를 입력자료로 받아 적절하게 일반화 규칙을 적용한 다음 원래의 레이어객체를 변환시킨다.

이와 같이 개발된 일반화 클래스는 수치지형도의 레이어 객체에 따라 각기 다른 일반화 규칙을 적용할 수 있다. 이를 위해 일반화 클래스의 실제 메소드는 사용자가 보낸 동일한 일반화 메시지에 대해 레이어 객체의 특성에 따라 적합한 메소드가 연계될 수 있도록 중복정의(Overload)하였다. 이렇게 중복정의에 의해 다형성(Polymorphism)을 갖는 일반화 클래스는 다양한 공간객체에 대해 공통적인 인터페이스를 제공하기 때문에 사용자는 일반화 모듈에 접근하기 편리하다. 또한 일반화 클래스에서는 단계별로 필요한 처리과정을 프로세스의 처리 단위가 작은 유틸리티 클래스(Lightweght Componet Class)로 재구성하여 이를 이용하는 방식으로 설계되었기 때문에 향후 일반화 모듈을 확장하여 개발하기 용이한 구조를 갖추고 있다. 그리고 일반화 클래스는 클라이언트에서 수행되는 다른 응용 시스템의 프로세스 제어(Control)에 영향을 미치지 않도록 쓰레드 기법(Threads of Control)으로 개발되었다. 따라서 하나의 공간연산이 종료되기 전에 다른 공간연산을 수행할 수 없는 지금까지의 개발 방식과 다르게 쓰레드 기법은 방대한 공간자료에 대해 공간연산을 시도할 때 운영체제에 관계없이 동시에 다양한 작업을 지원할 수 있기 때문에 시스템의 완성도를 향상시킬 수 있다.

셋째, 인터넷으로 상호 연계된 분산 네트워크 환경에서 WWW 인터페이스를 갖는 클라이언트/서버 방식의 분산형 수치지형도 시스템을 설계, 구현하여 앞서 개발한 수치지형도 레이어 객체와 일반화 클래스를 상호 공유를 실험하였다.

여기에서 실험적으로 구현한 분산형 수치지형도 시스템은 기본 구조가 미들웨어를 포함시키지 않은 두 단계(2 Tier)의 클라이언트/서버 방식으로 구성되었다. 먼저 본 연구에서 구현한 분산형 수치지형도 시스템은 1:5000 지형도 도엽을 공유의 단위로 설계되었기 때문에 사용자가 특정한 수치지형도를 검색하기 위해 사용자 인터페이스로 웹을 활용한 공간정보일람시스템을 개발하였다. 그리고 수치지형도를 대상으로 한 공간정보일람시스템의 특성을 고려하여 지도분할 방식과 도엽번호체계를 정리하였다. 이와 같이 분석된 지도분할 방식과 도엽번

호체계를 수치지형도 색인을 위한 참조체계로 구성하기 위하여 참조 이미지를 행정구역을 기초로 개발한 다음 이를 이용하여 이미지 맵(Image Map) 방식으로 공간정보일람시스템을 구현하였다. 특히 본 연구에서 개발한 이미지 맵 방식은 HTML과 CGI를 이용하지 않고 자바의 애플릿 방식으로 구현하여 서버에 프로세스를 가중시키지 않는다는 장점을 갖는다. 또한 이미지 맵 애플릿은 툴팁(Tool Tips) 형식으로 도엽명과 도엽번호와 같은 부가적 정보를 제공할 수 있는 방법을 제공하여 효과적으로 사용자가 원하는 수치지형도를 검색할 수 있으며, 툴팁에 포함되는 정보를 필요에 따라 변경할 수 있도록 설계하였다. 이와 같이 색인시스템을 통해 검색된 수치지형도는 레이어 객체 단위로 서버의 레이어 객체 디렉토리로부터 클라이언트로 전송된다. 이때 레이어 객체를 클라이언트에서 처리하기 위한 수치지형도 사용자 인터페이스 클래스가 애플릿 방식으로 동시에 전송되어 실제 사용자는 GUI를 통해 수치지형도 객체와 일반화 클래스를 조작할 수 있다.

위의 실험적 시스템은 전통적인 클라이언트/서버 방식과 다른 특성을 갖는다. 즉, 지금까지 대부분의 응용시스템에서는 서버에 프로세스가 집중되고 클라이어트와 서버 사이의 네트워크 통신량이 과중하게 발생하여 시스템의 효율성을 저하시켰다. 본 연구에서는 실제 공간분석이나 자료처리에 관련된 프로세스를 서버에서 클라이언트로 전송하여 최대한 클라이언트의 자원을 최대한 활용하는 방법을 통해 이러한 단점을 극복하였다. 또한 이러한 방식은 클라이언트와 서버 간의 연결이 단지 클라이언트가 서버와 통신할 때만 유지되기 때문에 서버와 클라이언트 양자의 보안을 향상시킬 수 있다. 그것은 클라이언트와 서버 사이에 발생하는 상호 트랜잭션의 빈도가 낮을수록 분산처리시스템에 간섭 혹은 방해가 발생할 가능성이 낮기 때문이다. 한편, 클라이언트에 전송된 수치지형도 애플릿은 크게 사용자 인터페이스 모듈, 수치지형도 레이어 객체 모듈, 일반화 처리 모듈로 구성되는데, 특히 수치지형도 레이어 객체 모듈은 사용자 인터페이스 모듈의 하위 모듈 가운데 디스플레이 모듈과 '모형-관찰 패러다임'으로 연계되었다. 이렇게 모형-관찰 방식을 채택함으로써 수치지형도 레이어 객체에 발생하는 어떠한 조작이나 변화에 대해서도 사용자가 가시적으로 신속하게 확인할 수 있다. 한편 실험적 시스템을 구현하기 위해 채택한 자바는 바이트코드를 클라이언트에서 자바가상머신을 통해 해석하는 과정에서 처리속도가 지연되지만, 복잡한 공간

정보에 대한 객체지향적 설계를 플랫폼의 특성과 상관없이 안정된 객체 코드로 개발할 수 있을 만큼 견고한 객체지향적 프로그램 개발 도구로 판단된다.

이 논문은 지리공간자료와 공간분석기능을 포괄한 지리정보의 공유를 구현하기 위해 실험적 모형을 제안한 연구이다. 이를 통해 무엇보다 지금까지 지리공간자료에 한정되었던 지리정보 공유에 관한 연구를 공간분석기능까지 확장시킬 수 있는 방안이 제시되었다. 개념적 차원에서는 지도일반화를 통해 아직까지 추상적 논의에 머무르고 있는 개방형 GIS의 서비스 모형의 구체적 사례를 설계하고 구현하였다는데 의미를 갖는다. 따라서 이 연구는 이후 개방형 분산지향 GIS의 개발원형(Prototype)으로 혹은 컴포넌트 GIS의 모형으로 발전될 수 있다고 판단된다. 또한 기술적 측면에서는 분산 지향적 지리정보의 상호운용성을 설계·구현하는데 객체지향 개념이 효과적인 방법론으로 적용될 수 있음을 확인하였다. 즉, 특정한 지리공간자료와 공간분석기능이 객체 지향적 분석·설계·개발의 장점, 예컨대 재사용성, 확장성, 독립성 등을 갖는 조작 가능한 객체로 재구성되기 때문에, 분산 환경에서 사용자의 요구에 따라 편리하게 상호 결합(Coupling) 될 수 있다. 다른 측면에서는 수치지형도객체와 일반화 분석모듈을 동시에 구성함으로써 수치지도가 이른바 '자급능력을 갖춘 공간자료(Self-sufficient Spatial Data)'의 모형으로 발전할 수 있는 가능성을 제시하고 있는데 이것은 이후 지도의 기본적 특성을 변경시킬 수 있는 중요한 개념 가운데 하나로 작용할 수 있다.

위와 같은 개념적 학술 성과와 함께 본 연구는 다음과 같은 구체적인 실용적 성과를 갖는다. 우선, 현재 국가적으로 추진되어 구축되고 있는 수치지형도를 효율적으로 활용하기 위한 모형으로서 갖는 의의이다. 그것은 웹을 기반으로 하는 분산형 수치지형도 시스템의 특성상 공공적 접근을 용이하게 보장함으로써 그만큼 효과적으로 수치지형도를 유통시킬 수 있기 때문이다. 다음으로, 본 연구에서 수치지형도를 웹을 통해 상호운용성을 갖는 분산객체로 구성하기 위해 현재의 스파게티형의 단순 수치지형도 모형을 자료의 손실없이 객체지향형의 자료모형으로 변환한 것은 이후 수치지형도의 자료모형을 향상시킬 때 하나의 참조모형으로써 검토될 수 있다. 또한, 레이어 단위로 구성된 수치지형도 관리 모형은 현재의 도엽단위 모형에 비해 관리 단위가 세밀하기 때문에 그만큼 편집·갱

신·관리가 편리하고 여러 가지 사용자의 요구에 유연하게 대처할 수 있는 환경을 제공한다. 실제로 본 연구에서는 레이어 단위로 일반화를 적용함으로써 축척이 다른 공간정보를 동시에 하나의 데이터베이스에서 처리한 예는 이러한 모형이 갖는 장점 가운데 하나일 것이다.

한편 본 연구를 진행하는 과정에서 장차 관련 연구에서 참고하거나 논의되어야 할 몇 가지 사항을 정리하였다. 첫째, 우리나라의 공간자료 표준에 대한 문제점을 제시하였고 그 근본적 원인을 다음과 같이 정리하였다. 가장 큰 원인은 공간자료의 표준화를 자료 교환의 표준화로 축소하여 인식하는데서 오는 오류이고, 다음으로 자료 교환의 표준 역시 지극히 기술적인 측면이 강조되어 물리적 자료구조나 파일구조의 변환과 같이 지엽적 측면에 초점이 맞추어져 있다는 점이다. 공간자료의 표준에 대한 연구는, 예컨대 우리가 자료교환의 표준으로 설정한 SDTS의 경우에서 볼 수 있듯이 우선 표준적 지리자료모형에 대한 연구가 선행되어야 한다. 둘째, 국내의 지리공간자료에 대한 메타데이터 연구가 메타데이터의 필요성을 검토하는 수준에 머무르고 있는 현실에서 본 연구에서는 수치지형도에 대한 구체적인 메타데이터 구성요소와 그 내용을 분석하고 그 실제 모형을 제시하였다. 특히 국내의 선행연구에서 적절하지 못한 용어의 사용과 구성방법에 대해서는 상당부분 그 오류를 지적하였다. 셋째, 공간정보일람(Spatial Browsing)이란 개념을 명확히 정의하고, 특히 웹 브라우저를 활용한 공간정보일람시스템의 유형을 체계적으로 분류하였다. 즉, 클라이언트/서버간의 네트워크에 기반한 공간정보일람 시스템의 특성상 핵심적 기능을 클라이언트와 서버 가운데 어느 쪽에 중심을 두느냐에 따라 '서버 중심 응용'과 '클라이언트 중심 응용'으로 구분한 다음 이를 다시 세분하고 그 주요 처리과정을 분석하였다.

참고문헌

국내문헌

강인준·이준석·최철웅, 1996, "WWW의 GIS에 있어서 JAVA 활용기법," 「한국지형공간정보학회 논문집」 4(1), pp. 17-21.

건설부 국립지리원, 1988, 지도제작 전산화 기본계획 수립, 국립지리원.

건설부 국립지리원, 1992, 「수치지도 작성 작업규칙」, 건설부령 제 500호.

건설부 국립지리원, 1995, 「수치지도 작성 작업규칙(개정안)」, 건설교통부령 제 17호.

건설부 국립지리원, 1995, 「수치지도 작성 작업내규」, 국립지리원 내규 제 71호.

고일두, 1997, 「수치지도작성 포맷에 관한 연구」, 국토개발연구원.

국가지리정보체계 표준화분과위원회, 1997, 「국가지리정보체계(NGIS)의 국가기본도 표준(안) - 축척별 구분 및 데이터 형태 - 버전 1.0」, 한국전산원.

국립지리원 지리정보분과, 1997, 「NGIS 구축사업 평가 및 발전방안 연구용역」, 사업별 설명회 개최 자료, 국립지리원.

국토개발연구원, 1994, 국가 GIS 구축을 위한 지도전산화 사업계획(안), 국토개발연구원.

권석형·김명선·김양희·정창성, 1996, "WWW에 기반한 부동산 거래 정보 관리 시스템 설계 및 구현," 「한국GIS학회지」 4(1), pp. 75-81.

김경수, 1997, "수치데이터의 공급 및 유통체계 도입방안," 국토개발연구원 주최 「국가수치지도화 사업의 발전방향 모색을 위한 세미나」, 1997년 3월 24일, 국토개발연구원.

김성환, 1996, "인트라넷서버 구축을 위한 CGI 프로그래밍," 「월간 마이크로소프트웨어」, 1996년 8월호.

김영표, 1997, "공통주제도의 수치지도제작사업 추진방안에 관한 연구," 「한국GIS학회지」, 5(1), pp.43-59.

김용일·편무욱, 1996, "하이퍼맵 데이터베이스에 관한 연구," 「한국지형공간정보학회 논문집」 4(1), pp. 43-53.

김은형, 1996, 「GIS 데이터베이스 구축에 대한 외국 사례 연구」, 국토개발연구원.

김은형·김병국, 1998, "수치지도 품질관리: 기존 검사과정의 문제점 분석 및 해결방안 제시," 한국측지학회 주최 「고품질 수치지도 제작 및 관리를 위한 세미나: 수치지도의 개선방향을 중심으로」, 1998년 3월 20일, 경원대학교 국제회의실, pp. 95-138.

김재영·정문섭·신동빈, 1996, 「국가기본도 수치지도화 방안 연구」, 국토개발연구원.

김창제, 1997, "Web 기반의 환경 GIS 자료 구축과 검색," 「한국GIS학회지」 5(2), pp.

195-198.

김창호, 1995, "국가 GIS 표준화의 현황과 필요성," 「지형공간정보학회지」 제3권 1호, pp. 67-78.

김창호, 1997, 「국가지리정보체계(NGIS) 정보유통을 위한 정보기록방식(메타데이타) 표준화를 위한 연구」, 한국전산원.

대한측량협회, 1996, 「지도도식규칙」, 대한측량협회.

박경렬, 1998, "일반화를 통한 소축척 수치지도 제작방안," 한국측지학회 주최 「고품질 수치지도 제작 및 관리를 위한 세미나: 수치지도의 개선방향을 중심으로」, 1998년 3월 20일, 경원대학교 국제회의실, pp. 63-93.

박기호, 1997, "웹 기반 지도대수 처리기에 관한 연구," 「한국GIS학회지」 5(2), pp. 147-160.

박수홍, 1991, 「수치지도 데이타베이스를 이용한 지형도 수정」, 서울대학교 석사학위 논문.

유근배·황철수·구자용·오충원, 1997, "국가지리정보시스템과 초고속정보통신망의 연계전략에 관한 연구," 「한국GIS학회지」 5(1), pp. 61-76.

윤지희, 1997, "상용 ORDB를 하부구조로 갖는 객체관계형 지리정보 시스템의 설계 및 구현," 「한국GIS학회지」 5(1), pp. 77-88.

이기준, 1998, "수치지도 관리시스템 설계," 한국측지학회 주최 「고품질 수치지도 제작 및 관리를 위한 세미나: 수치지도의 개선방향을 중심으로」, 1998년 3월 20일, 경원대학교 국제회의실, pp. 139-153.

이을구, 1996, "GIS 소프트웨어 기술의 이해," 「한국지리정보」, 1(6), pp.52-54.

이종열·김대종, 1996, 「공간계획을 위한 공통주제도 수치지도화 방안 연구」, 국토개발연구원.

임삼성, 1998, "메타데이터 및 공급시스템 설계를 위한 연구," 한국측지학회 주최 「고품질 수치지도 제작 및 관리를 위한 세미나: 수치지도의 개선방향을 중심으로」, 1998년 3월 20일, 경원대학교 국제회의실, pp. 155-181.

정보통신부, 1996, 「국가지리정보체계의 공통데이터교환포맷표준」, 한국전산망표준 KIS 123.

정보통신부, 1996, 「국가지리정보체계의 국가 기본도 표준-지형지물 및 속성 부호(버전 1.0)」, 한국전산망표준(KIS 124).

조우석, 1998, "수치지도 데이터 모델에 관한 연구," 한국측지학회 주최 「고품질 수치지도 제작 및 관리를 위한 세미나: 수치지도의 개선방향을 중심으로」, 1998년 3월 20일, 경원대학교 국제회의실, pp. 51-62.

장영희·김윤종·강영옥·이동연·유재용·이용균, 1996, 「서울시 GIS 기본도 구축을 위한 기술지침 연구」, 서울시정개발연구원.

최환진, 1996, "CGI를 이용한 동적인 HTML 문서만들기," 「월간 마이크로소프트웨어」, 1996년 9월호.

한국전산원, 1995, 「국가지리정보체계(NGIS) 표준화」, NCA Ⅲ-RER-9523, 정보통신부.

한국전산원, 1996, 「GIS 기술동향 및 표준화 발전방안에 관한 연구」, NCA Ⅲ-RED-9624, 정보통신부.

한국전산원, 1996, 「클라이언트/서버 시스템 개발 감리지침에 관한 연구」, NCA II-AER-9676, 정보통신부.

한국전산원, 1997, 「GIS 공통플랫폼 구성을 위한 기초 연구 -개방형 환경과 참조모델을 중심으로-」, NCA III-RER-97057, 정보통신부.

한상득, 1994, "GIS 구축을 위한 수치지도제작의 방향," 「한국지형공간정보학회 1994년 학술강연회 개요집」, 1994년 4월 29일, 건설회관 중회의실, pp. 31-45.

한능우·한순흥, 1996, "인터넷에서 VRML을 이용한 DEM의 3차원 가시화," 「한국GIS학회지」 4(2), pp. 189-195.

황철수, 1993, "다축척 수치지도 구축을 위한 선형사상의 일반화에 관한 연구," 「지리학논총」, 제21호, pp.17-33.

Murphy, D. and Hancock, T., 1997, "NGI Digital Data Management Strategy," 국토개발연구원 주최 「국가수치지도화 사업의 발전방향 모색을 위한 세미나」, 1997년 3월 24일, 국토개발연구원.

Smith, N., 1997, "Increasing the Efficiency of NGIS Topographic Mapping," 국토개발연구원 주최 「국가수치지도화 사업의 발전방향 모색을 위한 세미나」, 1997년 3월 24일, 국토개발연구원.

국외문헌

ANZLIC, 1996, *Anzlic Guidelines: Core Metadata Elements (Version 1)*, the Australia and New Zealand Land Information Council, *http://www.anzlic.org.au/metaelem.html.*

ASCE·ACSM·ASPRS, 1994, *Glossary of the Mapping Sciences*, American Congress on Surveying and Mapping·American Sociery for Photogrammetry and Remote Sensing: Bethesda, American Society of Civil Engineers: New York.

Altheide, P.S., 1992, "An Implementation Strategy for SDTS Encoding," *Cartography and Geographic Information Systems*, 19(5), pp. 306-310.

Altheide, P.S., 1992, *An Object-Oriented Approach To Data Exchange Application: Development of a Class Library for The Spatial Data Transfer Standard*, Unpublished Master Thesis of the University of Missouri-Rolla.

Ambler, S.W., 1995, *The Object Primer: The Application Developer's Guide to Object-Orientation*, SIGS Books, New York.

Anson, R.W. and Ormeling, F.J. (eds), 1991, *Basic Cartography for Students and Technicians: Exercise Manual*, International Cartographic Association by Elsevier Applied Science Publishers: London and New York.

Armstrong, M.P., 1991, "Knowledge Classification and Organization," in Buttenfield, B.P. and McMaster, R. (eds) *Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation*, Longman Scientific & Technical, Essex: England, pp. 86-102.

Azad, B. and Wiggins, L.L., 1995, "Dynamics of Inter-Organizational Geographic Data Sharing: A Conceptual Framework for Research," in Onsrud, H.J. and Rushton, G. (eds.) *Sharing Geographic Information*, The Center for Urban Policy Research: The State University of New Jersey, pp. 22-43.

Balodis, M.J., 1988, "Generalisation," in Anson, R.W. (eds) *Basic Cartography for Students and Technicians: Volume 2*, International Cartographic Association by Elsevier Applied Science Publishers: London and New York, pp. 71-84.

Barber, C., Cromley, R., and Andrle, R., 1995, "Evaluating Alternative Line Simplification Strategies for Multiple Representations of Cartographic Lines," *Cartography and Geographic Information Systems*, 22(4), pp. 276-290.

Beard, M.K., 1991, "Constaints on Rule Formation," in Buttenfield, B.P. and McMaster, R. (eds) *Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation*, Longman Scientific & Technical, Essex: England, pp. 121-135.

Beard, M.K., 1996, "A Structure for Organizing Metadata Collection," *in the Proceedings of the Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling*, Jan. 21-25, 1996, Santa Fe, NM, USA.

Becker, L., Voigtmann, A., and Hinrichs, K.H., 1996, "Developing Applications with The Object-oriented GIS-kernel GOODAC," in Kraak, M.J. and Molenaar, M. (eds) *Advances in GIS Research II (Proceedings of the Seventh International Symposium on Spatial Data Handling)*, Talor & Francis: Lodon, pp. 227-244.

Berners-Lee, T. and Connolly, D., 1995, "Hypertext Markup Language Specification - 2.0, URL: *ftp://ds.internic.net/internet-drafts/draft-ietf-html-spec-01.txt.*

Berners-Lee, T., 1994, "Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.0," URL: ftp://ds.internic.net/internet-drafts/draft-fielding-http-spec-01.ps.

Berry, J.K., 1993, *Beyond Mapping : Concepts, Algorithms, and Issues in GIS*, GIS World, Inc.

Booch, G. (2nd ed.), 1994, *Object-Oriented Design with Applications*, Benjamin/Cummings: Redwood City, California.

Boston, T. and Stockwell, D., 1994, "Interactive Species Distribution Reporting, Mapping and Modelling Using the World Wide Web," in the *Proceedings of the Second International WWW Conference*, Chicago, USA.

Boston, T., 1996, "WWW Access to Earth Observation/Geo-referenced Data," in the *Position Papers of the Fifth International World Wide Web Conference/Workshop.*

Brassel, K.E. and Weibel, R., 1988, "A Review and Conceptural Framework of Automated Map Generalization," *International Journal of Geographical Information Systems*, 2(3), pp.229-244.

Brewer, C.A., 1997, "Spectral Schemes: Controversial Color Use on Maps," *Cartography*

and Geographic Information Systems 24(4), pp. 203-220.

Budd, T., 1991, *An Introduction to Object-Oriented Programming*, Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts.

Buehler, K. and McKee, L. (eds), 1996, The OpenGIS Guide : Introduction to Interoperable Geoprocessing, Open GIS Consortium, Inc., OGIS TC Document 96-001, http://www.opengis.org/guide/.

Burk, T.E. and Lime, S.D., 1997, "Internet Tools Complementing Local GIS Processing," *in the Proceedings of the Eleventh Annual Symposium on Geographic Information Systems: Integrating Spatial Information Technologies for Tomorrow,* Feb. 17-20, 1997, Vancouver, British Columbia, Canada, pp. 550-554.

Burrough, P.A. and Frank, A.U., 1995, "Concepts and Paradigms in Spatial Information: Are Current Geographical Information Systems Truly Generic?" *International Journal of Geographical Information Systems* 9(2), pp. 101-116.

Buttenfield, B.P. and Kumler, M.P., 1996, "Tools for Browsing Environmental Data: The Alexandria Digital Library Interface," *in the Proceedings of the Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling*, Jan. 21-25, 1996, Santa Fe, NM, USA.

Buttenfield, B.P., 1995, "Object-Oriented Map Generalization: Modeling and Cartographic Considerations," in Müller J.C., Lagrange, J.P. and Weibel, R. (eds) *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, Taylor & Francis: London, pp. 91-105.

CEN, 1996, *Standard for Geographic Information - Metadata*, European Committee for Standardisation, Brussels.

Campion, M. and Walrath, K., 1996, *The Java Tutorial: Object-Oriented Programming for the Internet*, Addison-Wesley, Reading: MA.

Chang, H. and McMaster, R.B., 1993, "Interface Design and Knowledge Acquisition for Cartographic Generalization," *in the Proceedings of Autocarto 11*, Oct. 30- Nov. 1, 1993, Minneaplis: Minnesota, U.S.A., pp. 187-196.

Chappell, D., 1996, Understanding ActiveX and OLE, Redmond, WA:Microsoft Press.

Chung, M.Y., Cobb, M., Shaw, K., and Arctur D., 1995, "An Object-Oriented Approach for Handling Topology in VPF Products," *in GIS/LIS '95 Annual Conference Proceeding*, Nov. 14-16, 1994, Nashville: Tennesses, Vol. 1, pp. 138-174.

Coad, P. and Yourdon, E., 1991, *Object-Oriented Analysis, Englewood Cliffs*, New Jersey: Prentice Hall.

Coad, P., 1995, *Object Models: Strategies, Patterns, & Applications*, Yourdon Press: Prentice Hall, NJ.

Codd, E.F., 1970, "A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks," *Communication of the ACM*, Vol. 13, pp. 378-387.

Coleman, D.J. and McLaughlin, J.D., 1997, "Information Access and Network Usage in the Emerging Spatial Information Marketplace," *Journal of Urban and Regional Information System*, spring 1997.

Comer, D.E., 1995, *The Internet Book*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.

Cox, B.J., and Novobilski, A.J. (2nd ed.), 1991, *Object-Oriented Programming : An Evolutionary Approach*, Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts..

Crossely, D. and Boston, T., 1995, "A Generic Map Interface to Query Geographic Information using the World Wide Web," in *the Proceedings of the First Asia-Pacific WWW Conference*, Sydney, Australia.

DCDSTF(Digital Cartographic Data Standards Task Force), 1988, "The Proposed Standard for Digital Cartographic Data," *The American Cartographer* 15(1), pp.9-142.

DGIWG, 1994, *The Digital Geographic Information Exchange Standard Digest*, DGIWG.

Dai, Q., Evans, L., and Shank, M., 1997, "Internet Interactive GIS and Public Empowerment," *in the Proceedings of the Eleventh Annual Symposium on Geographic Information Systems: Integrating Spatial Information Technologies for Tomorrow, Feb. 17-20, 1997, Vancouver, British Columbia, Canada*, pp. 555-559.

Dangermond, J., 1982, "A Classification Of Software Components Comonly Used in Geographic Information Systems," in the *Proceedings of the US-Australia Workshop on the Design and Implementation of Computer-Based Geographic Information Systems*, Honolulu, HI, pp. 70-91.

Dangermond, J., 1995, "Public Data Access: Another Side of GIS Data Sharing," in Onsrud, H.J. and Rushton, G. (eds.) *Sharing Geographic Information*, The Center for Urban Policy Research: The State University of New Jersey, pp. 331-342.

Danko, D.M., 1997, "Perspectives in the Development of ISO Metadata Standards," *in the Prceedings of the Earth Observation(EO)/GEO World Wide Web Workshop'97, Feb. 4-6, 1997, Washington, DC, USA.*

Date, C.J., 1975, *An Introduction to Database Systems. Reading*, MA, Addison-Wesley.

De Cola, L. and Buttenfield, B.P., 1994, "Multiscale Mapping for The NSDI: Data Modeling and Representation," *in GIS/LIS '94 Annual Conference Proceeding*, Oct. 25-27, 1995, Phoenix: Arizona, pp. 870-880.

De Floriani, L., Marzano, P., and Puppo, E., 1993, "Spatial Queries and Data Models," in A. Frank & I. Campari (Eds). *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*. (Lecture Notes in Computer Science # 716). Berlin: Springer-Verlag.

DeMers, M.N., 1997, *Fundamentals of Geographic Informations Systems*, John Wiley & Sons: New York.

Deep, J. and Holfelder, P., 1996, *Developing CGI Applications with Perl*, John Wiley & Sons: New York.

Department of The Environment(DOE), 1987, *Handling Geographical Information*, Report of the Committee of Inquiry chaired by Lord Chorley, London: HMSO.

DiBiase, D. *et. al.*, 1993, "A Map Interface for Exploring Multivariate Paleoclimate Data," *in Auto-Carto 11 Proceedings*, (pp. 63-71). Bethesda, MD : The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

ESRI, 1997, "GIS Data Storage Trends," in ESRI White Paper Series, *http://www.esri.com.*

Edsall, R. and Peuquet, D., 1997, "A Graphical User Interface for The Integration of Time into GIS," *in ACSM/ASPRS Annual Convention & Exposition Technical Papers*, Apr. 7-10, 1997, Seattle: Washinton, Vol. 2, pp. 182-189.

Entsminger, C., 1991, *The Tao of Objects : A Beginner's Guide to Object-Oriented Programming*, M&T Publishing, Inc., Redwood City: CA.

FGDC, 1992, *Manual of Federal Geographic Data Products,* Federal Geographic Data Committee, Washington, D.C.

FGDC, 1994, *Content Standard for Digital Geospatial Metadata(Version 1)*, Federal Geographic Data Committee, Washington, D.C., http://www.fgdc.gov.

FGDC, 1996, "Delelopment of a National Digital Framework," *http://www.fgdc.gov/Fram/frameover.html.*

FGDC, 1997, *Content Standard for Digital Geospatial Metadata(Version 2)*, Federal Geographic Data Committee, Washington, D.C., http://www.fgdc.gov.

Fegeas, R.G., Cascio, J.L., and Lazar, R.A., 1992, "An Overview of FIPS 173, The Spatial Data Transfer Standard," *Cartography and Geographic Information Systems*, 19(5), pp. 278-293.

Fisher, P.F., 1993, "Conveying Object-based Meta-Information," *in the Proceedings of Autocarto 11*, Oct. 3 - Nov. 1, 1993, Minneapolis: Minnesota, U.S.A., pp. 113-122.

Frew, J. *et. al.*, 1995, "The Alexandria Rapid Prototype: building a digital library for spatial information," *in 1995 ESRI User Conference Proceedings. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.*

Furnas, G.W., 1991, "New graphic reasoning models for understanding graphical interfaces," *in Human Factors in Computing Systems: Reaching Through Technology, CHI '91 Conference Proceedings, (pp.71-78). New York : ACM.*

Gardels, K., 1996, "The Open GIS Approach to Distributed Geodata and Geoprocessing," *in the Proceedings of the Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling,* Jan. 21-25, 1996, Santa Fe, NM, USA.

Goodchild, M.F., 1992, "Geographical Information Science," *International Journal of Geographical Information Systems*, 6(1), pp. 31-45.

Goodchild, M.F., 1993, "Data Models And Data Quality: Problems and Prospects," in

Goodchild, M.F., Parks, B.O. and Steyaert, L.T.(eds) *Environmental Modeling with GIS*, New York, Oxford University Press, pp. 94-103.

Gosling, J. and McGilton, H., 1995, "The Java Language Environment: A White Paper," Java Soft, *http://java.sun.com*.

Graham, I. (2nd ed), 1994, *Object Oriented Methods*, Addison-Wesley: Seoul.

Guptill, S.C., 1989, *An Enhanced DLG Design*, USGS circular 1048, USGS.

Guptill, S.C., 1990, "Multiple Representation of Geographic Entities Through Space and Time," in *the Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Data Handling*, Zurich, July 23-27, 1990, Vol. 2, pp. 859-68.

Guptill, S.C., 1991, "Spatial Data Exchange and Standardization," in Maquire, D.J., Goodchild, M.F., and Rhind, D.W.(eds) *Geographic Information Systems: Principles and Applications*, London: Longman, Vol. 1, pp.515-530.

Hanson, J.B., 1995, "Geographic Data Sharing Using The Spatial Data Transfer Standard," *in ACSM/ASPRS Annual Convention & Exposition Technical Papers*, Feb. 27-Mar. 2, 1995, Charlotte: North Carolina, Vol. 1, pp. 298-306.

Hartshorne, R., 1939, *The Nature of Geography: A Critical Survey of Current Thought in The Light of The Past*, Lancaster, PA: Annals of Association of American Geogrphers, p.249.

Helokunnas, T., 1995, "Geographical Object Modeling Technique," *in GIS/LIS '95 Annual Conference Proceeding*, Nov. 14-16, 1994, Nashville: Tennesses, Vol. 1, pp. 418-427.

Hoch, R.B., 1995, "Federal Geographic Data Committee Reaches a Crossroads," *GIS World*, 8(9), pp. 54-59.

Hong, S.K., 1997, *Development and Proof-of-Concept of an Interactive Visualization System for the Spatio-temporal Analysis of Linear Point Data*, Ph.D. Dissertation, Ohio State University.

Hughes, M., Shoffner, M., and Winslow, M., 1997, *Java Network Programming*, Manning Pub., Greenwich: CT.

Huse, S.M., 1995, *GRASSLinks: A New Model for Spatial Information Access in Environmental Planning*, Ph.D. Dissertation, University of California : Berkeley.

Jones, C.B. and Luo, L.Q., 1994, "Hierachies and Objects in A Deductive Spatial Database," in Waugh, T.C. and Healey, R.G. (eds) *Advances in GIS Research (Proceedings of the Sixth International Symposium on Spatial Data Handling)*, Talor & Francis: Lodon, Vol. 1. pp. 588-603.

Jones, C.B., Kidner, D.B., Luo, L.Q., and Bundy, G.L., 1996, "Database Design for a Multi-scale Spatial Information System," *International Journal of Geographical Information Systems*, 10(8), pp. 901-920.

Jones, W.P. and Dumais, S.T., 1986, "The Spatial Metaphor for User Interfaces: Experimental Tests of Reference by Location versus Name," *ACM Transactions on Office Information Systems*, Vol. 4, pp. 42-63.

João, E. *et. al.*, 1993, "Towards a Generalization Machine to Minimize Generalization Effects Within a GIS," in Mather, P.M. (eds) *Geographical Information Handling - Research and Applications*, John Wiley & Sons Ltd, New York.

Keates, J.S. (2nd eds), 1989, *Cartographic Design and Production*, Longman Scientific & Technical, Essex: England.

Kemp, K.K., 1993, *Environmental Modeling With GIS: A Strategy for Dealing With Spatial Continuity*, National Center for Geographic Information and Analysis, Department of Geography, University of California, Santa Barbara.

Kemp, K.K., 1996, "Managing Spatial Continuity for Integrating Environmental Models With GIS," in M. F. Goodchild, M.F., Parks, B.O., Johnston, C., Maidment, D., Crane, M. and Glendinning, S. (eds) *GIS and Environmental Modeling: Progress and Research Issues*, Fort Collins, CO, GIS World Books, pp. 339-343.

Kidner, D.B. and Jones, C.B., 1994, "A Deductive Object-oriented GIS for Handling Multiple Representations," in Waugh, T.C. and Healey, R.G. (eds) *Advances in GIS Research (Proceedings of the Sixth International Symposium on Spatial Data Handling)*, Talor & Francis: Lodon, Vol. 2. pp. 882-893.

Kraak, M.J., Müller, J.C., and Ormeling, F., 1995, "GIS-Cartography: Visual Decision Support for Spatio-temporal Data Handling," *International Journal of Geographical Information Systems*, 9(6), pp.637-645.

Kramer, D., 1996, "The Java Platform: A White Paper," Java Soft, http://java.sun.com.

Kufoniyi, O. and Pilouk, M., 1994, "A Vector Data Model Integrating Mutitheme and Relief Geoinformation," in Waugh, T.C. and Healey, R.G. (eds) *Advances in GIS Research (Proceedings of the Sixth International Symposium on Spatial Data Handling)*, Talor & Francis: Lodon, Vol. 2. pp. 1061-1071.

Kumar, K., Sinha, P., and Bhatt, P., 1996, "DO-GIS: A Distributed and Object Oriented GIS," in Kraak, M.J. and Molenaar, M. (eds) *Advances in GIS Research II (Proceedings of the Seventh International Symposium on Spatial Data Handling)*, Talor & Francis: Lodon, pp. 263-275.

Kösters, G., Pagel, B., and Six, H., 1997, "GIS-Application Development With GEOOOA," *International Journal of Geographical Information Science*, 11(4), pp. 307-335.

Larson, R.R., 1996, "Geographic Information Retrieval and Spatial Browsing," in Smith, L. and Gluck, M. (eds), *GIS and Libraries: Patrons, Maps and Spatial Information.*

Laurini, R and Thompson, D., 1992, *Fundamentals of spatial information systems,* San Diego, Calif. : Academic Press.

Lee, D., 1996, "Making Databases Support Map Generalization," *in GIS/LIS '96 Annual*

Conference Proceeding, Nov. 19-21, 1996, Denver: Colorado, pp. 467-480.

Lemay, L. and Perkins, C.L., 1996, *Teach Yourself JAVA in 21 Days*, Sams Net, Indianapolis.

Li, C.S. and Moss, A., 1995, "Access Large and Complex Data Sets via WWW," *Proceedings of NTTS '95, Nov 20-22, 1995, Bonn, Germany.*

Li, C.S. *et. al.*, 1996, "Developing Internet-based User Interfaces for Improving Spatial Data Access and Usability," *in the Proceedings of the Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling,* Jan. 21-25, 1996, Santa Fe, NM, USA.

Li, Z. and Su, B., 1995, "From Phenomena To Essence: Envionsing The Nature of Digital Map Generalisation," The Cartographic Journal, 32(1), pp.45-47.

Lin, H. and Zhang, L., 1997, "A Web-Based GIS Catalog Browser for Distributed Spatial Data Retrieving," *in the Proceedings of the Eleventh Annual Symposium on Geographic Information Systems: Integrating Spatial Information Technologies for Tomorrow, Feb. 17-20, 1997, Vancouver, British Columbia, Canada*, pp. 571-574.

MacEachren, A.M., 1991, "The Role of Maps in Spatial Knowledge Acquisition," *The Cartographic Journal*, 28(2), pp. 152-162.

MacEachren, A.M., 1994, *Some Truth with Maps: A Primer on Symbolization & Design*, Association of American Geographers: Washington, D.C..

Maling, D.H., 1993, "Mathematical Cartography," in Anson, R.W. and Ormeling, F.J. (2nd eds), *Basic Cartography for Students and Technicians: Volume 1*, International Cartographic Association by Elsevier Applied Science Publishers, pp. 19-63.

Mark, D.M., 1989, "Conceptual Basis for Geographic Line Generalization," *Proceedings AUTO-CARTO 9, Ninth International Symposium on Computer-Assisted Cartography*, Baltimore, Maryland, March, 1989, pp. 68-77.

Mark, D.M., 1991, "Object Modelling and Phenomenon-based Generalization," in Buttenfield, B.P. and McMaster, R. (eds) *Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation*, Longman Scientific & Technical, Essex: England, pp. 103-118.

McCann, C.M., Taylor, M.M., and Tuori, M.I., 1988, "ISIS: The interactive spatial information system," *International Journal of Man-Machine Studies*, 28, 101-138.

McCauley, J.D. *et. al.*, 1996, "Serving GIS Data Through the World Wide Web," *in the Proceedings of the Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling,* Jan. 21-25, 1996, Santa Fe, NM, USA.

McKee, L., 1996, "Building the GSDI," Discussion paper for the September 1996 Emerging Global Spatial Data Infrastructure Conference, *http://www.opengis.org/papers/gsdi.html.*

McKee, L., 1996, "What Is Opennness ?," *GIS World*, 9(8), pp. 60-61.

McLaughlin J. and Nichols, S., 1994, "Developing a national spatial data infrastructure," *Journal of Surveying Engineering ASCE*, 120(2), pp. 62-76.

McMaster, R.B. and Shea, K.S., 1992, *Generalization in Digital Cartography*, Association of American Geographers: Washington, D.C.

McMaster, R.B., 1991, "Conceptual Frameworks for Geographical Knowledge," in Buttenfield, B.P. and McMaster, R. (eds) *Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation*, Longman Scientific & Technical, Essex: England, pp. 21-39.

McMaster, R.B., 1995, "Knowledge Acquisition for Cartographic Generalization: Experimental Methods," in Müller J.C., Lagrange, J.P. and Weibel, R. (eds) *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, Taylor & Francis: London, pp. 161-179.

McMaster, R.B., 1996, "Procedural and Quality Assessment Measures for Cartographic Generalization," *in GIS/LIS '96 Annual Conference Proceeding*, Nov. 19-21, 1996, Denver: Colorado, pp. 775-785.

Medyckyj-Scott, D., Cuthbertson, M., and Newman, I., 1996, "Discovering Environmental Data: Metadatabases, Network Information Resource Tools And The GENIE System," *International Journal of Geographical Information Systems*, 10(1), pp.65-84.

Meredith, P.H., 1995, "Distributed GIS: If Its Time Is Now, Why Is It Resisted?," in Onsrud, H.J. and Rushton, G. (eds.) *Sharing Geographic Information*, The Center for Urban Policy Research: The State University of New Jersey, pp. 7-21.

Meyer, B., 1988, *Object-Oriented Software Construction*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

Milne, P., Milton, S., and Smith, J., 1993, "Geographical Object-oriented Databases-A Case Study," *International Journal of Geographical Information Systems*, 7(1), pp. 39-55.

Monarchi, D.E. and Puhr, G.I., 1992, "A Research Typology for Object-Oriented Analysis and Design," *Communications of the ACM*, 35(9), pp. 35-47.

Montgomery, G.E., 1993, *GIS Data Conversion Handbook*, GIS world.

Morris, B., 1988, "CARTO-NET: Graphic retrieval and management in an automated map library," *Special Libraries Association, Geography and Map Division Bulletin*, 152, 19-35.

Morrison, J.L., 1994, "The Paradigm Shift in Cartography: The Use of Electronic Technology, Digital Spatatial Data, and Future Needs," *in the Proceedings of the Sixth International Symposium on Spatial Data Handling, Edinburgh: Scotland, Aug. 1994, vol. 1, pp. 1-15.*

Muehrcke, P.C., 1990, "Cartography and Geographic Information Systems," *Cartography and Geographic Information Systems*, 17(1), pp. 7-15.

Müller, J.C., Weibel, R., Lagrange, J.P. and Salgé, F., 1995, " Generalization: State of the Art and Issues," in Müller J.C., Lagrange, J.P. and Weibel, R. (eds) *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, Taylor & Francis: London, pp. 3-18.

NCSA, 1995, The Common Gateway Interface, *http://hoohoo.ncsa,uiuc.edu/cgi*

National Academy of Sciences, 1990, *Spatial Nata Needs: the Future of the National Mapping Program*, Washington D.C.:National Academy Press.

National Research Council, 1995, *Promoting The National Spatial Dat.a Infrastructure Through Partnership*, National Academy Press.

Nebert, D.D., 1995, "Status of the National Geospatial Data Clearinghouse on the Internet," *http://www.fgdc.gov/clearinghouse/pubs/esri95/p196.html.*

Nelson, E.S., 1994, "Colour Detection on Bivariate Choropleth Maps: The Visual Search Process," *Cartographica*, 31(4), pp. 33-43.

Nickerson, B.G., 1991, "Knowledge Engineering for Generalization," in Buttenfield, B.P. and McMaster, R. (eds) *Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation*, Longman Scientific & Technical, Essex: England, pp. 40-56.

Nilsson, B.I., 1995, "Transaction Management in Distributed Geographical Databases," *in the Proceedings of Autocarto 12*, Feb. 27- Mar. 2, 1995, Charlotte: North Carolina, U.S.A., pp. 225-234.

Nyerges, T.L., 1991, "Geographic Information Abstractions: Conceptual Clarity for Geographic Modeling," Environment and Planning A, Vol. 23, pp. 1483-1499.

Oaks, S. and Wong, H., 1997, *Java Threads*, O'Reilly & Associates, Sebastopol: CA.

Open GIS Consortium, 1996a, "OGC's Brochure (An Electronic Version)," Open GIS Consortium, Inc., *http://www.opengis.org/brochure.html.*

Open GIS Consortium, 1996b, *The OpenGIS Abstact Specification: An Object Model for Interoperable Geoprocessing (Revision 1)*, Open GIS Consortium, Inc., OpenGIS Project Document Number 96-015R1, *http://www.opengis.org/techno/guide.htm.*

Open GIS Consortium, 1996c, *The OGC Technical Committee Request Plan & Schedule*, Wayland, Massachusetts, *http://www.opengis.org/techno/development.htm.*

Open GIS Consortium, 1996d, *The OGC Technical Committee Technology Development Process*, Wayland, Massachusetts. *http://www.opengis.org/techno/development.htm.*

Open GIS Consortium, 1998a, *The OpenGIS Specification Model Topic 0: Abstract Specification Overview*, Open GIS Consortium, Wayland, Massachusetts.

Open GIS Consortium, 1998b, *The OpenGIS Specification Model Topic 5: The OpenGIS Feature*, Open GIS Consortium, Wayland, Massachusetts.

Open GIS Consortium, 1998c, *The OpenGIS Specification Model Topic 6: The Coverage Type and its Subtypes*, Open GIS Consortium, Wayland, Massachusetts.

Open GIS Consortium, 1998d, *The OpenGIS Specification Model Topic 9: Quality*, Open GIS Consortium, Wayland, Massachusetts.

Open GIS Consortium, 1998e, *The OpenGIS Specification Model Topic 10: Transfer Technology*, Open GIS Consortium, Wayland, Massachusetts.

Open GIS Consortium, 1998f, *The OpenGIS Specification Model Topic 11: Metadata*, Open GIS Consortium, Wayland, Massachusetts.

Open GIS Consortium, 1998g, *The OpenGIS Specification Model Topic 12: The OpenGIS Service Architecture*, Open GIS Consortium, Wayland, Massachusetts.

Open GIS Consortium, 1998h, *The OpenGIS Specification Model Topic 13: The Catalog Services*, Open GIS Consortium, Wayland, Massachusetts.

Open GIS Consortium, 1998i, *OpenGIS Features for OLE/COM Implementation Specification*, Open GIS Consortium, Wayland, Massachusetts.

Open GIS Consortium, 1998j, *OpenGIS Features for CORBA Implementation Specification*, Open GIS Consortium, Wayland, Massachusetts.

Ormeling, F. and Anson, R., 1996, "Communication, Design and Visualisation," in Anson, R.W. and Ormeling, F.J. (eds), *Basic Cartography for Students and Technicians: Volume 3*, International Cartographic Association by Butterworth-Heinemann: Oxford, pp. 71-92.

Park, S.H., 1996, *Integration of Cellular Automata and Geographic Information Systems for Modelling Spatial Dynamics*, Ph.D. Dissertation, University of South Carolina.

Peng, W. and Tempfli, K., 1996, "An Object-oriented Design for Automated Database Generalization," in Kraak, M.J. and Molenaar, M. (eds) *Advances in GIS Research II (Proceedings of the Seventh International Symposium on Spatial Data Handling)*, Talor & Francis: Lodon, pp. 199-213.

Peng, Z.R., 1997, "An Assessment of the Development of Internet GIS," *Proceedings of the 1997 ESRI User Conference, July 8 - 11, 1997.*

Peuquet, D.J., 1990, "A conceptual framework and comparison of spatial data models," in Peuquet, D. J. and Marble, D.F.(eds) *Introductory Readings in Geographic Information Systems*, London and Bristol, PA, Taylor & Francis, pp. 250-285.

Putz, S., 1994, "Interactive Information Services Using World-Wide Web Hypertext," *Computer Networks and ISDN Systems*, 27(2), pp. 273-280.

Ramachandran, B., MacLeod, F., and Dowers, S., 1994, "Modelling Temporal Changes in A GIS Using An Object-oriented Approach," in Waugh, T.C. and Healey, R.G. (eds) *Advances in GIS Research (Proceedings of the Sixth International Symposium on Spatial Data Handling)*, Talor & Francis: Lodon, Vol. 1. pp. 518-537.

Rhind, D., 1993, "Treat GIS data as a Commodity," *GIS World*, 6(11).

Richardson, D.E. and Müller J.C., 1991, "Rule Selection for Small-Scale Map

Generalization," in Buttenfield, B.P. and McMaster, R. (eds) *Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation*, Longman Scientific & Technical, Essex: England, pp. 136-149.

Rieger, M.K. and Coulson, M.R.C., 1993, "Consensus or Confusion: Cartographers' Knowledge of Generalization," *Cartographica*, 30(2), pp. 69-80.

Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrcke, P.C., Kimerling, A.J., and Guptill, S.C.,(6th ed.), 1995, *Elements of Cartography*, John Wiley & Sons: New York.

Robison, V.B. and Mackay, D.S., 1996, "Intelligent Visual Query in A Knowledge-based Coupling of Geographic Information and Ecosystem Simulation," *in GIS/LIS '96 Annual Conference Proceeding*, Nov. 19-21, 1996, Denver: Colorado, pp. 39-44.

Roshannejad, A.A. and Kainz, W., 1995, "Handling Indentities in Spatio-temporal Database," *in the Proceedings of Autocarto 12*, Feb. 27- Mar. 2, 1995, Charlotte: North Carolina, U.S.A., pp. 119-126.

Rowe, J., 1996, *Building Internet Database Servers with CGI*, New Riders.

Ruas, A. and Plazanet, C., 1996, "Strategies for Automated Generalization," in Kraak, M.J. and Molenaar, M. (eds) *Advances in GIS Research II (Proceedings of the Seventh International Symposium on Spatial Data Handling)*, Talor & Francis: Lodon, pp. 319-336.

Rumbaugh, J. *et. al.*, 1991, *Object-Oriented Modeling and Design*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

Salgé, F., 1991, "Development of Cartographic Databases," in Müller, J.C. (eds) *Advances in Cartography*, Elsevier Applied Science : Lodon, pp. 45-70.

Scott, S., 1993, "Status and Direction of Map Database Standards Efforts in North America", *IEEE-IEE Vehicle Navigation & Information Systems Conference.*

Shahrabi, B.A. and Kainz, W., 1993, "An Implementation Approach for Object-oriented Topographic Databases Using Standard Tools," *in the Proceedings of Autocarto 11*, Oct. 30- Nov. 1, 1993, Minneaplis: Minnesota, U.S.A., pp. 103-112.

Shea, K.S., 1991, "Design Considerations for an Artificially Intelligent System," in Buttenfield, B.P. and McMaster, R. (eds) *Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation*, Longman Scientific & Technical, Essex: England, pp. 3-20.

Steinke, A.P., 1995, "Developing Geographic Services on the World Wide Web," *in the Proceedings of Asia-Pacific WWW Conference, Sydney, Australia*

Strand, E.J., 1994, "Metadata Drive Geosptial Data Clearinghouse," *GIS World*, 7(4), pp. 24-26.

Strand, E.J., 1995, "GIS Plug and Play is on the Way," *GIS World*, 8(1), pp. 30-32.

Szemraj, J. A. and Tolar, B. R, 1993, "Profile Development for the Spatial Data Transfer

Standard", *in GIS/LIS '93 Annual Conference Proceeding*, Nov. 2-4, 1993, Minneapolis: Minnesota, Vol. 2, pp. 663-67.

Tang, A.Y., Adams, T.M., and Usery, E.L., 1996, "A Spatial Data Model Design for Feature-based Geographical Information Systems," *International Journal of Geographical Information Systems*, 10(5), pp. 643-659.

Taylor, D.A., 1990, *Object-Oriented Technology: A Manager's Guide*, Servio Corporation, California.

Taylor, D.R.F., 1994, "Cartographic Visuallisation and Spatial Data Handling," in the *Proceedings of the Sixth International Symposium on Spatial Data Handling, Edinburgh: Scotland, Aug. 1994, vol.1, pp. 16-28.*

Tom, H., 1990, "Geographic Informationl Systems Standards: An Federal Perspective," *GIS World,* 3(2), pp. 47-52.

Tsou, M. and Buttenfield, B.P., 1996, "A Direct Manipulation Interface for Geographical Information Processing," in Kraak, M.J. and Molenaar, M. (eds) *Advances in GIS Research II (Proceedings of the Seventh International Symposium on Spatial Data Handling)*, Talor & Francis: Lodon, pp. 905-915.

U.S. Executive Office, 1994, *Coordinating Geographic Data Acquisition and Access : the National Spatial Data Infrastructure (Executive Order 12906)*, Executive Office of the President, *http://fgdc.er.usgs.gov/execord.html.*

U.S. NIMA(National Imagery and Mapping Agency, the Former Depence Mapping Agency), 1996, *Performance Specification: Digital Feature Analysis Data (DFAD) Level 1 and Level 2* (Project MCGT-0008), DMA(1986) revised version, NIMA.

UCGIS(University Consortium for Geographic Information Science), 1996, "Research Priorities for Geographic Information Science," *Cartography and Geographic Information Systems*, 23(3), pp. 115-127.

USGS (2nd eds), 1990, *Digital Line Graphs From 1:24,000-Scale Maps*, U.S. Department of The Interior, U.S. Geological Survey, Reston: Virginia.

USGS National Mapping Division, 1995, *Standards for Digital Line Graphs(Revised Version)*, U.S. Department of The Interior, U.S. Geological Survey, Reston: Virginia.

Ullman, E., 1953, "Human Geography and Area Research," *Annals of the Association of American Geographers*, 43, pp.54-66.

Van Smaalen, J.W.N., 1996, "A Hierachic Rule Model for Geographic Inforamation Abstraction," in Kraak, M.J. and Molenaar, M. (eds) *Advances in GIS Research II (Proceedings of the Seventh International Symposium on Spatial Data Handling)*, Talor & Francis: Lodon, pp. 215-225.

Van Smaalen, J.W.N., 1996, "Spatial Abstraction Based on Hierachial Re-classification," *Cartographica*, 33(1), pp.65-73.

Van de Waal, H., 1996, "Documentation and Cartography," in Anson, R.W. and Ormeling, F.J. (eds), *Basic Cartography for Students and Technicians: Volume 3*, International Cartographic Association by Butterworth-Heinemann: Oxford, pp. 109-123.

W3C(World Wide Web Consortium), 1997, *HTML 4.0 Specification (W3C Recommendation 18-Dec-1997)*, http://www.w3.org/TR/REC-html40 .

Wade, G.A., Bennett, D., and Sengupta, R., 1997, "An Interactive Distributed Architecture for Geographical Modeling," *in the Proceedings of Autocarto 13*, Apr. 7-10, 1997, Seattle: Washington, U.S.A., pp. 307-316.

Weibel, R., 1995, "Three Essential Building Blocks for Automated Generalization," in Müller J.C., Lagrange, J.P. and Weibel, R. (eds) *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, Taylor & Francis: London, pp. 56-69.

Williams, M.G., 1992, "Conversion of a U.S. Geological Survey DLG-3 Data Set to the SDTS Topological Vector Profile," *Cartography and Geographic Information Systems*, 19(5), pp. 315-320.

Woodsford, P.A. and Arctur, D., 1996, "Data Conversion and Updating in The Object Paradigm," *in GIS/LIS '96 Annual Conference Proceeding*, Nov. 19-21, 1996, Denver: Colorado, pp. 540-549.

Worboys, M.F., 1994, "Object-oriented Approaches to Geo-referenced Information," *International Journal of Geographical Information Systems*, 8(4), pp. 385-399.

Worboys, M.F., Hearnshaw, H.M., and Maguire, D.J., 1990, "Object-Oriented Data Modeling for Spatial Databases," *International Journal of Geographical Information Systems*, 4(4), pp. 369-383.

Wortman, K., 1992, "The Spatial Data Transfer Standard (FIPS 173): A Management Perspective," *Cartography and Geographic Information Systems*, 19(5), pp. 294-295.

Zhan, F. and Buttenfield, B.P., 1995, "Object-oriented Knowledge-based Symbol Selection for Visualizing Statistical Information," *International Journal of Geographical Information Systems*, 9(3), pp. 293-315.

Zhao, Z. and Saalfeld, A., 1997, "Linear-Time Sleeve-fitting Polyline Simplification Algorithms," *in the Proceedings of Autocarto 13*, Apr. 7-10, 1997, Seattle: Washington, U.S.A., pp. 214-223.

용어 해설

국가 공간자료하부구조 NSDI, National Spatial Data Infrastructure

국가적 차원에서 공간자료를 생산·관리·공유하는데 필요한 포괄적인 제도적 장치와 기술적 수단을 말하며, 국가정보하부구조의 하나로 인식된다.

국가 지리자료접속결절망 National Geospatial Data Clearinghouse

국가적 분산 네트워크 환경에서 지리공간자료의 생산자, 관리자, 사용자가 상호 효율적으로 연계되기 위해 필요한 접속결절로 NSDI의 핵심적 요소이다. 사용자가 요구하는 지리공간자료의 존재 여부, 필요 정보의 탐색 방법, 해당 지리공간자료의 유효성에 대한 평가 방법, 그리고 경제적으로 자료를 취득할 수 있는 방법에 대한 제반 정보를 제공한다.

상호운용성 Interoperability

상호 이질적인 네트워크 컴퓨팅 환경에서 다양한 자료와 기능을 중간 단계의 변환 과정을 거치지 않고 직접 접근하여 처리하고자 하는 최신의 정보통신기술 개념을 일컫는다.

개방형 지리자료 상호운용성 사양

OGIS, Open Geodata Interoperability Specification

개방형 GIS 콘소시엄(OGC)에서 상호운용이 가능하도록 GIS 시스템을 개발하기 위해 공간자료의 유형과 분석방법을 정의한 운영모형이다. OGIS는 분산환경에서 지리자료와 지리공간처리자원를 접근하기 위한 기초적이고 포괄적인 사양으로 '개방형 지리자료 모형', 'OGIS 서비스 모형', '정보공동체 모형'으로 구성된다.

HTML HyperText Markup Language

인터넷 상에서 정보를 상호 연계하여 쉽게 정보를 검색할 수 있도록 하이퍼텍스트 문서를 개발하기 위한 일종의 컴퓨터 언어이다. 여기에서 마크업

(Markup)이란 문서 작성시 문자 이외에 추가적인 '명령 코드'를 첨가하는 방식을 말한다.

HTTP HyperText Transfer Protocol

WWW에서 HTML 문서를 송수신하기 위해 사용하고 있는 응용 프로토콜의 일종으로, Telnet이나 FTP와 같이 TCP 수송계층 프로토콜을 이용해서 동작이 이루어지는 응용 계층 프로토콜 가운데 하나이다.

CGI Common Gateway Interface

웹 서버 시스템과 외부 응용 프로그램이 상호 연계되기 위한 인코딩(Encoding)/디코딩(Decoding) 방법과 데이터 교환의 방법을 정의한 표준으로, 일반적으로 CGI 프로그램에는 Perl, UNIX Shell Scripts, TCL, JavaScript와 같은 스크립트 언어가 사용된다.

객체 Object

객체란 인간이 지표상의 사상과 현상을 인지(Recognition)하는 방식을 컴퓨터로 구현하여, 어떤 데이터와 데이터의 상태(States) 및 이들과 관련한 행위(Behaviors)를 한데 모아 둔 소프트웨어 묶음이다.

정보은폐 Information Hiding

객체에서 데이터와 그에 관련된 기능을 묶어 한 단위로 고려하는 것을 캡슐화라고 하며, 캡슐화된 객체는 자신의 데이터를 외부로부터 숨김으로써 보호받는다. 정보은폐를 통해 객체 사용의 편리와 코드의 개선 그리고 디버깅 효율성이 제고된다. 예를 들어, 한 객체를 사용하기 위해서 객체의 메시지 구조만 파악하면 객체 개발자는 내부 구조를 고려할 필요 없이 접근이 가능하고 변경할 수 있다.

클래스 Class

특정한 형태의 변수와 메소드를 포함하는 객체를 정의하기 위한 일종의 틀(Template)이다. 이러한 의미에서 객체를 클래스의 인스턴스(Instance)라고

한다.

자바 가상머신 Java Virtual Machine

소프트웨어나 하드웨어에 장착·구현될 수 있는 일종의 소프트웨어 컴퓨터라 할 수 있는데, 기존의 프로세서 상위에 장착되어 특정한 물리적 기계에 종속되지 않는 기계명령인 자바 바이트코드(Bytecodes)를 생성하거나 바이트코드를 해석한다.

객체 직렬화 Object Serialization

객체의 상태를 순차적인 바이트값으로 기록하는 과정을 말하며 응용 시스템이 종료하더라도 객체의 속성을 그대로 보존하여 다음에 필요할 때 쉽게 복구하여 사용할 수 있는 특징을 갖는다.

공간정보일람시스템 Spatial Browsing System

공간질의가 명시적으로 형식화되기 어려운 공간데이터베이스에 대해서 지리·공간적 측면에서 검색이 가능한 시스템을 말한다. 다시 말해 공간자료가 갖는 세 가지 특징(위치, 속성, 시간)에 기초하여 공간자료에 접근할 수 있는 수단을 제공함으로써 사용자가 컴퓨터라는 가상의 공간에서 지리적 인지를 가능하게 한다. 일반적으로 공간정보일람시스템은 특정한 형태의 공간질의와 하이퍼맵과 같은 대화형 수치지도를 결합하여 개발되는데 최근에 연구되는 시스템은 대개 웹 브라우저에 기초를 두고 있다.

메타데이터 Metadata

이른바 '자료에 대한 자료'라 정의되는데 특정한 자료에 대해 자료내용·자료품질·자료상태·기타특성을 기술한 정보를 말한다.

부 록

부록 1. 수치지도작성 작업규칙 지형지물 분류 코드

건설교통부령 제 17호, 1995년 5월 29일

대분류	중분류	소분류	세분류
1 철도			
	11 선로		
		111 실폭도로	
			1110 미분류
			1111 보통철도
			1112 특수철도
			1113 터널안철도
			1114 건설중철도
			1115 지하철(지하부)
			1116 지하철(지상부)
			1117 삭도
		112 도면제작용선로(철도)	
			1120 미분류
			1121 복선철도
			1122 정거장
	12 철도시설		
		121 철교	
			1210 미분류
			1211 철교
			1212 고가부
		122 편의시설 및 기타	
			1220 미분류
			1221 플랫폼
			1222 플랫폼의지붕
			1223 지하철환기통
			1224 지하철역출입구
2 하천			
	21 수부		
		211 하천	
			2110 미분류
			2111 실폭하천
			2112 세류
			2113 건천
			2114 호수,저수지
			2115 하천중심선
		212 바다	
			2120 미분류
			2121 해안선(육지)
			2122 해안선(섬)
	22 하천시설		
		221 제방	
			2210 미분류
			2211 콘크리트제방(상단)
			2212 콘크리트제방(하단)
			2213 흙제방(상단)
			2214 흙제방(하단)
			2215 기호제방
			2216 댐
		222 방조제	
			2220 미분류
			2221 콘크리트방조제(상단)
			2222 콘크리트방조제(하단)
			2223 흙방조제(상단)
			2224 흙방조제(하단)
			2225 기호방조제
		223 방파제	
			2230 미분류
			2231 방파제상단
			2232 방파제하단
			2233 소파블록
			2234 기호방파제
		224 수문	
			2240 미분류
			2241 수문
			2242 배수갑문
			2243 보
		225 교통	
			2250 미분류
			2251 잔교(콘크리트)
			2252 잔교(목재)
			2253 잔교(떠있는 것)
			2254 선착장
			2255 나루(사람)
			2256 나루(차량)
			2257 나루(노선)
			2258 이정표
		226 레저,스포츠	
			2260 미분류
			2261 해수욕장
			2262 수영장
			2263 낚시터
		227 용수로	
			2270 미분류
			2271 공업용수로(지상)
			2272 공업용수로(지하)
			2273 농업용수로(지상)
			2274 농업용수로(지하)
			2275 도수터널
	23 수부지형		
		231 경계	
			2310 미분류
			2311 갯벌(진흙)
			2312 모래
			2313 습지
			2314 염전
			2315 용수구역
			2316 집수경계(하수)
			2317 수역경계(하천)
			2318 댐유역계
		232 기호	
			2320 미분류
			2321 갯벌
			2322 갯벌
			2323 습지
			2324 염전

2325 폭포
2326 유수방향
2327 양어장

3 도로
31 도로경계
311 기존도로
3110 미분류
3111 고속도로
3112 일반국도
3113 지방도
3114 특별시,광역시도
3115 시도
3116 군도
3117 면,리간도로
3118 부지안도로
3119 소로(기호)
312 부속도로
3120 미분류
3121 도로분리대
3122 터널안도로
313 건설예정도로
3130 미분류
3131 고속도로
3132 일반국도
3133 지방도
3134 특별시광역시도
3135 시도
3136 군도
3137 면,리간도로
314 건설중도로
3140 미분류
3141 고속국도
3142 일반국도
3143 지방도
3144 특별시광역시도
3145 시도
3146 군도
3147 면,리간도로
32 도로중심
321 도로중심선
3210 미분류
3211 고속국도
3212 일반국도
3213 지방도
3214 특별시광역시도
3215 시도
3216 군도
3217 면,리간도로
3218 부지안도로
33 도로시설
331 배수시설
3310 미분류
3311 측구
332 보행시설
3320 미분류
3321 육교
3322 지하도
3323 계단
3324 인도
3325 횡단보도
3326 안전지대
334 다리
3340 미분류
3341 콘크리트교
3342 강교
3343 목교
335 입체교차부
3350 미분류
3351 고가차도
3352 지하차도
336 편의시설
3360 미분류
3361 공중전화
3362 우체통
3363 휴게소
3364 주차장
3365 주유소
3366 게시판
3367 가로등
3368 자동차수리소
3369 도로반사경
337 기타
3370 미분류
3371 화단,가로수보호대
3372 가로수
3373 터널입구
3374 지하도입구
3375 차단기
3376 신호등
34 표지및도로번호
341 정류장
3410 미분류
3411 버스정류장
3412 택시정류장
342 표지
3420 미분류
3421 도로정보판
3422 안내
3423 지시
3424 규제
3425 주의
3426 광고판
343 도로번호(기호)
3430 미분류
3431 고속국도
3432 일반국도
3433 지방도
3434 특별시광역시도
3435 시도
3436 군도
344 도로번호
3440 미분류
3441 고속국도
3442 일반국도
3443 지방도
3444 특별시광역시도
3445 시도
3446 군도

4 건물
41 경계

411 건물경계
4110 미분류
4111 주택외건물
4112 주택
4113 연립주택
4114 공사중건물
4115 아파트
4116 무벽건물
4117 온실
4118 가건물
4119 집단가옥경계
412 담장
4120 미분류
4121 콘크르트돌담
4122 판자담
4123 생울타리
4124 흙담
4125 철책
4126 문주
42 행정기관
421 지방행정
4210 미분류
4211 특별시청
4212 광역시청
4213 도청
4214 시청
4215 군청
4216 구청
4217 읍사무소
4218 동사무소
4219 면사무소
422 치안행정
4220 미분류
4221 법원
4222 검찰청
4223 경찰청
4224 파출소,지서
4225 교도소,구치소
4226 소년원
423 기타행정 I
4230 미분류
4231 소방서
4232 보건소
4233 세무서
4234 세관
4235 우체국
4236 기상대,측후소
4237 전화국
4238 병무청
424 기타행정 II
4240 미분류
4241 기타관공서
4242 농촌지도소
4243 영림서
425 중요정부투자기관
4250 미분류
4251 한국전력공사
4252 한국통신공사
4253 한국수자원공사
4254 한국도로공사
4255 한국토지개발공사
4256 대한주택공사
4257 한국가스공사
4258 농어촌진흥공사
43 산업
431 공업
4310 미분류
4311 공장
4312 발전소
4313 변전소
432 상업
4320 미분류
4321 시장
4322 백화점
4323 관광음식점
433 농업 기타
4330 미분류
4331 양수장
4332 배수장
4333 양배수장
4334 취수장
4335 축사
4336 종축장
4337 도축장
4338 정미소
4339 정수장
434 하수처리
4340 미분류
4341 하수종말처리장
4342 공단폐수처리장
4343 축산폐수처리장
4344 농공단지오폐수처리장
4345 간이오수처리장
4346 분뇨처리장
44 문화,교육
441 교육,체육
4410 미분류
4411 학교
4412 유치원,유아원
4413 도서관
4414 체육관
4415 실내수영장
4416 학원
4417 기숙사
442 문화,종교
4420 미분류
4421 교회
4422 성당
4423 절
4424 기타종교시설
4425 박물관
4426 미술관
4427 공회당
443 언론기관
4430 미분류
4431 TV방송국
4432 라디오방송국
4433 신문사
4434 잡지사
4435 CATV방송국
45 서비스
451 숙박
4510 미분류
4511 호텔

4512 여관
4513 콘도미니엄
4514 목욕탕
452 운수,창고
4520 미분류
4521 역
4522 고속버스터미널
4523 시외버스터미널
4524 창고
4525 공항
4526 자동차정비수리소
4527 세차장
4528 주유소
453 금융,조합
4530 미분류
4531 은행
4532 은행
4533 기타금융기관
4534 보험회사
46 의료,후생
461 병원
4610 미분류
4611 일반병원
4612 결핵병원
4613 나병원
4614 정신병원
4615 약국
462 아동복지시설
4620 미분류
4621 육아시설
4622 아동상담소
4623 자립지원시설
4624 탁아시설
4625 영아시설
4626 아동일시보호시설
463 사회복지시설
4630 미분류
4631 양로시설
4632 장애인재활시설
4633 모자보호시설
4634 미혼모시설
4635 노인복지회관
4636 부녀복지관
4637 사회복지관

5 지류
51 경계
511 지류경계
5110 미분류
5111 지류계
5112 경지계
5113 묘지계
5114 산림계
5115 기타경계
52 녹지기호
521 경작지
5210 미분류
5211 논
5212 밭
5213 과수원
5214 목초지
5215 황무지
5216 조림지
522 조경
5220 미분류
5221 잔디
5222 화단
5223 정원수
523 산림
5230 미분류
5231 활엽수
5232 침엽수
5233 혼합림
5234 대나무숲
53 기타기호
531 문화
5310 미분류
5311 묘지
5312 공동묘지
5313 능묘
5314 명승고적
5315 성
5316 유적지
532 체육
5320 미분류
5321 골프장
5322 테니스장
5323 운동장
5324 어린이놀이터
5325 스키장
533 광산
5330 미분류
5331 채석장
5332 토취장
5333 골재채취장
5334 광산
5335 온천
534 매립 기타
5340 미분류
5341 공지
5342 적치장
5343 토사매립지
5344 폐기물매립지
5345 쓰레기매립지

6 시설물
61 경계
611 구조물
6110 미분류
6111 낙석방지책
6112 방호책
6113 차광책
6114 소음방지책
6115 탱크
6116 암거
6117 기타콘트리트구조물
612 수송관(선)지상
6120 미분류
6121 상수도
6122 하수도
6123 송유관
6124 가스관

6125 송전선
6126 통신선
613 수송관(선)지하
6130 미분류
6131 상수도
6132 하수도
6133 송유관
6134 가스관
6135 송전관
6136 통신선
62 목표물 I
621 입상
6210 미분류
6211 기념비
6212 묘비
6213 동상
6214 석등 I
622 탑
6220 미분류
6221 소방탑
6222 저수탑
6223 취수탑
6224 전파탑
6225 송전탑
623 조명
6230 미분류
6231 조명등
6232 방범등
6233 등대(유간수)
6234 등대(무간수)
6235 유도등
6236 항공등대
624 전주
6240 미분류
6241 전화주
6242 전력주
6243 유선주
6244 공동주
63 목표물 II
631 지하수
6310 미분류
6311 우물
6312 관정
6313 분수
632 저장시설
6320 미분류
6321 저수조
6322 저유조
6323 기타저장조
6324 소화전
6325 소화전(입상)
633 관측소
6330 미분류
6331 수위관측소
6332 유량관측소
6333 우량관측소
6334 수질관측소
6335 파랑관측소
6336 풍향;풍속관측소
6337 대기오염관측소
634 맨홀
6340 미분류
6341 공동구
6342 가스
6343 전화
6344 전기
6345 하수
6346 상수
6347 통신
635 기타
6350 미분류
6351 독립수(활엽수)
6352 독립수(침엽수)
6353 굴뚝
6354 헬기장
6355 지하환기구
6356 풀장
6357 양식장

---

7 지형
71 등고선
711 볼록지
7110 미분류
7111 주곡선
7112 간곡선
7113 조곡선
7114 계곡선
712 오목지
7120 미분류
7121 주곡선
7122 간곡선
7123 조곡선
7124 계곡선
713 수치
7130 미분류
7131 등고수치
7132 표고수치
7133 삼각점수치
7134 수준점수치
72 지형표현
721 자연
7210 미분류
7211 봉토지
7212 사태지
7213 벼랑바위
7214 너덜바위
7215 동굴입구
7216 능선
7217 표고점
722 인공
7220 미분류
7221 성토(상단)
7222 절토(상단)
7223 성절토(하단)
7224 콘크리트옹벽(상단)
7225 콘크리트옹벽(하단)
7226 석축(상단)
7227 석축(하단)
7228 경사보호망
73 기준점
731 국가기준점
7310 미분류
7311 삼각점

7312 수준점
732 항측기준점
7320 미분류
7321 평면기준점
7322 표고기준점
7323 사진기준점
733 기타기준점
7330 미분류
7331 지적
7332 수로
7333 기타
7334 도곽선
7335 격자

8 행정 및 지역경계
81 행정경계
811 행정경계선
8110 미분류
8111 국경
8112 특별시,광역시,도
8113 시
8114 군
8115 구
8116 읍
8117 동
8118 면
8119 리
82 지역(구역)경계
821 산업지역경계
8210 미분류
8211 국가공업단지
8212 지방공업단지
8213 농공단지
8214 축산단지
8215 국토계획관련지역
822 환경지역경계
8220 미분류
8221 자연환경보전지역
8222 자연생태계보전구역
8223 상수원보호구역
8224 개발제한구역
8225 환경보전을위한 특별대책지역
823 관광문화지역경계
8230 미분류
8231 문화재보호구역
8232 관광단지
8233 위락단지
824 주거지역경계
8240 미분류
8241 외국인주거지역

9 주기
91 지형,지물
911 도로
9110 미분류
9111 도로
9112 유료도로
9113 도로시설
9114 다리
9115 터널
9116 행선지명
912 철도
9120 미분류
9121 철도
9122 철도시설
9123 철교
9124 터널
9125 행선지명
913 하천
9130 미분류
9131 하천
9132 세류
9133 하천시설
9134 지하수로
914 건물
9140 미분류
9141 지방행정기관
9142 치안행정기관
9143 기타행정기관
9144 산업시설
9145 문화,교육시설
9146 서비스시설
9147 의료, 후생시설
915 지류
9150 미분류
9151 식생
9152 평야, 들
9153 산, 산맥
9154 변형지물, 바위
916 시설물
9160 미분류
9161 구조물
9162 목표물
921 도시지역
9210 미분류
9211 특별시
9212 광역시
9213 도
9214 시
9215 구
9216 법정동
9217 행정동
922 농어촌지역
9220 미분류
9221 도
9222 군
9223 읍
9224 면
9225 리
9226 자연부락
923 지역(구역)명
9230 미분류
9231 산업관련지역명
9232 환경관련지역명
9233 관광,문화관련지역명

부록 2. 국가기본도 표준 지형지물부호(안)

한국전산망표준 KIS 124, 1996년 6월

대분류	중분류	소분류	지형지물명
A			시 설 물
	AA		건물 및 관련지물
		AA001	건물
		AA002	기호건물
		AA003	집단가옥경계
		AA100	담장
		AA200	문주
		AA201	굴뚝
		AA999	기타
	AB		문화 및 오락
		AB001	공동묘지
		AB002	묘지
		AB003	유적지
		AB010	기념비
		AB011	입상(동상)
		AB020	성
		AB100	놀이시설
		AB110	수영장
		AB120	낚시터
		AB999	기타
	AC		처리시설
		AC001	처리시설경계
	AD		도로
		AD001	도로
		AD002	도로중심선
	AE		도로시설
		AE001	인도
		AE010	교량
		AE020	터널
		AE021	터널입구
		AE030	입체교차부(로)
		AE100	지하도
		AE101	지하도입구
		AE102	지하철입구
		AE110	육교
		AE120	도로분리대
		AE130	횡단보도
		AE131	안전지대
		AE140	차단기
		AE141	가로등
		AE142	신호등
		AE150	계단
		AE160	측구
		AE170	가로수
		AE200	도로반사경
		AE210	표지
		AE220	방지책
		AE221	가드레일
		AE222	가드펜스
		AE230	주차장경계
		AE240	주유소
		AE250	세차장
		AE260	정류장
		AE270	휴게소
		AE300	우체통
		AE305	공중전화박스
		AE310	게시판
		AE315	화단
		AE320	가판대
		AE325	시계탑
		AE330	분수
		AE335	벤치
		AE340	암거
		AE999	기타
	AF		철도
		AF001	철도
		AF002	철도중심선
		AF010	삭도
		AF020	궤도(모노레일)
	AG		철도시설
		AG001	철교
		AG010	고가부
		AG020	철도터널
		AG100	플랫폼
		AG101	플랫폼의 지붕
		AG999	기타
	AH		산업시설
		AH001	저장조

		AH100	용수로
		AH200	광산
		AH999	기타
	AI		주거시설
		AI001	우물
		AI010	방범등
		AI999	기타
	AJ		농경시설
		AJ001	관정
		AJ010	양배수장경계
		AJ020	양식장경계
		AJ999	기타
	AK		상업시설
		AK001	시장경계
		AK999	기타
	AZ		기타
		AZ001	소화전
		AZ010	급수탑
		AZ020	탑
		AZ030	환기구
		AZ040	맨홀
		AZ050	관측소
		AZ060	헬기장
		AZ070	성절토상단
		AZ071	성절토하단
		AZ080	석축상단
		AZ081	석축하단
		AZ090	경사보호망
		AZ100	온천
		AZ110	기타경계선
		AZ120	적치장
		AZ130	매립지
		AZ140	채취장
		AZ150	기중기
B			수 계
	BA		내륙수계
		BA001	하천경계
		BA002	하천중심선
		BA003	세류
		BA004	건천
		BA005	복개하천
		BA010	호수, 저수지
		BA020	폭포
		BA030	유수방향
		BA100	하천구역경계
		BA200	모래경계
		BA201	습지경계
		BA202	염전경계
		BA203	갯벌경계
		BA204	수역경계
		BA205	댐유역계
		BA999	기타
	BB		내륙수계 시설물
		BB001	제방상단
		BB002	제방하단
		BB005	기호제방
		BB010	수문
		BB020	댐
		BB030	보
		BB040	잔교
		BB050	선착장
		BB060	나루노선
		BB999	기타
	BC		해양
	BZ		기타
C			지형 / 지 질
	CA		고도
		CA001	등고선
		CA002	표고점
	CB		지질
		CB001	퇴적암
		CB002	화성암
		CB003	변성암
		CB999	기타
	CC		지형
		CC001	봉토지
		CC002	사태지
		CC003	벼랑바위
		CC004	너덜바위
		CC005	동굴입구
		CC010	능선
		CC020	분화구
		CC999	기타
	CZ		기타
D			식 생

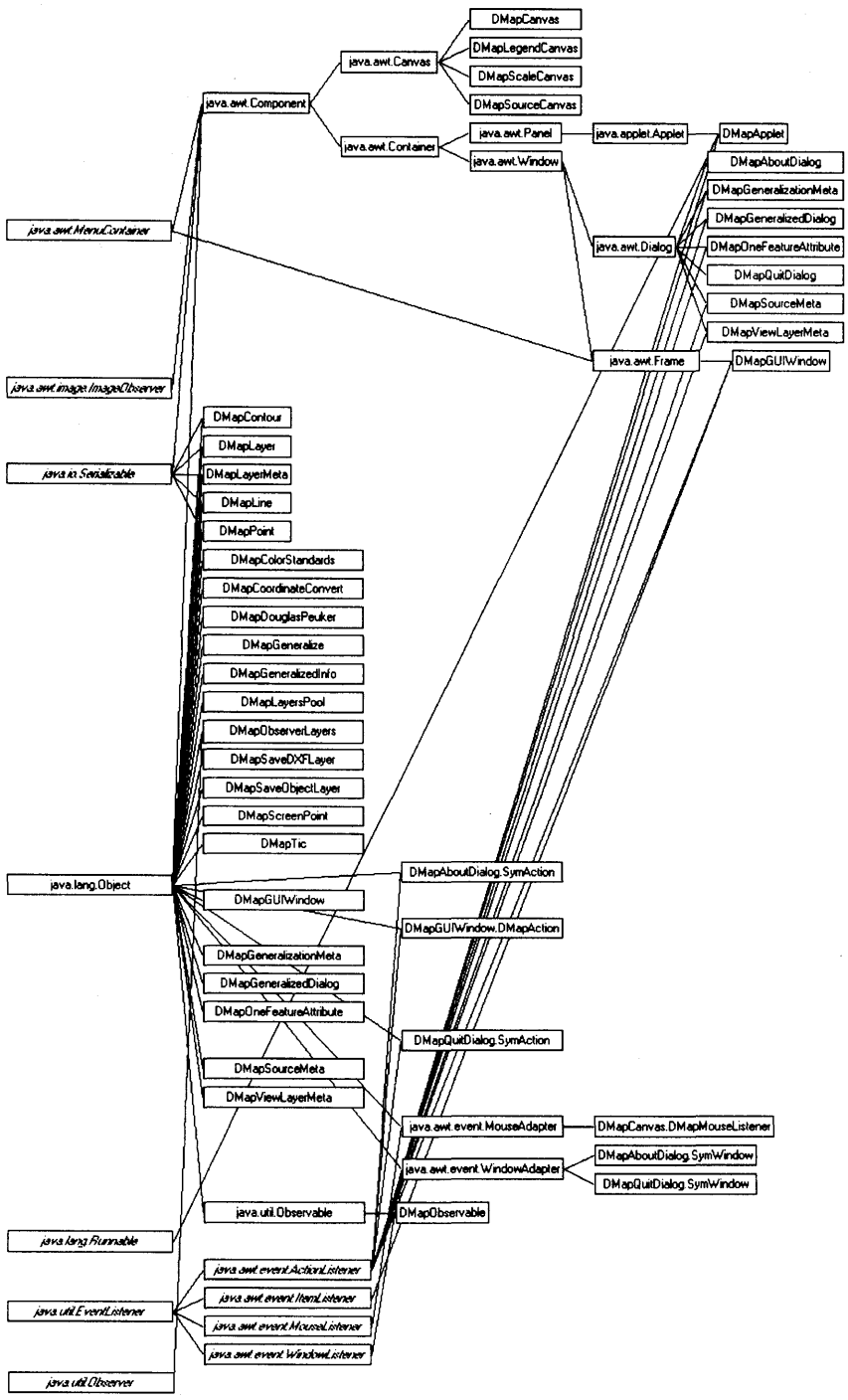
DA		농작물재배지
	DA001	재배지경계
DB		목장 및 방목
	DB001	목장 및 방목경계
DC		숲
	DC001	숲경계
DD		경관
	DD001	경관경계
DZ		기타
	DZ001	기타경계
	DZ010	독립수

E		행 정 / 경 계
EA		행정구역
	EA001	행정구역경계
	EA010	단지경계
	EA020	지역 및 구역경계
EZ		기타

F		지 적

Z		일 반
ZA		기준점
	ZA001	삼각점
	ZA002	수준점
	ZA010	수평기준점
	ZA011	수직기준점
	ZA020	표정점
ZB		편차
	ZB001	편차
ZC		주기
	ZC001	시설물(미분류)
	ZC002	건물 및 관련지물
	ZC003	문화 및 오락
	ZC004	처리시설
	ZC005	도로
	ZC006	도로시설
	ZC007	철도
	ZC008	철도시설
	ZC009	산업시설
	ZC010	주거시설
	ZC011	농경시설
	ZC012	상업시설
	ZC101	수계(미분류)
	ZC102	내륙수계
	ZC103	내륙수계 시설물
	ZC104	해양
	ZC151	지형/지질(미분류)
	ZC152	고도
	ZC153	지질
	ZC154	지형
	ZC201	식생(미분류)
	ZC202	농작물재배지
	ZC203	목장 및 방목
	ZC204	숲
	ZC205	경관
	ZC251	행정/경계(미분류)
	ZC252	행정구역
	ZC301	지 적(미분류)
	ZC500	미분류
	ZC601	난외주기
ZD		도곽
	ZD001	도곽경계
	ZD002	격자
ZZ		기타

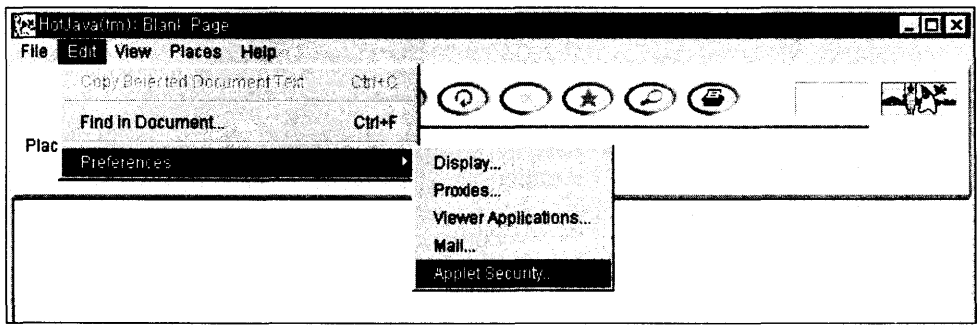
부록 3. 실험적 원형 시스템의 주요 클래스 구성도



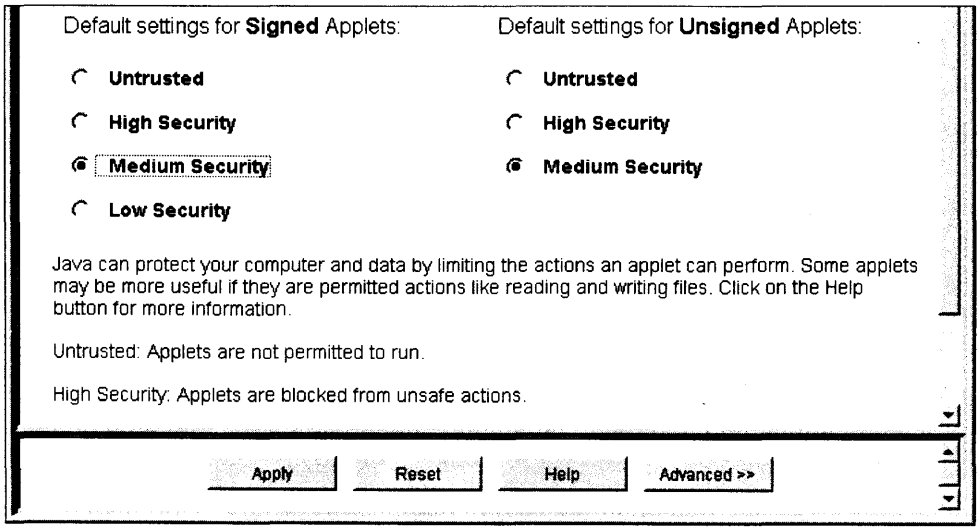
부록 4. 핫자바의 애플릿 처리 환경 설정

개발된 분산형 수치지형도 시스템은 웹 브라우저를 통해 처리되는 애플릿 형식으로 구현되었는데 클라이언트에서 그 기능을 처리하기 위해서는 웹 브라우저의 환경을 조정하여야 한다. 본 연구에서 채택한 핫자바(HotJava) 웹 브라우저는 자바로 개발되었기 때문에 다른 웹 브라우저에 비해 애플릿의 처리가 유연한 장점을 갖는다. 아래는 핫자바의 환경 설정 방법을 설명한 것이다.

(1) 애플릿의 보안과 관련된 항목을 선택한다.

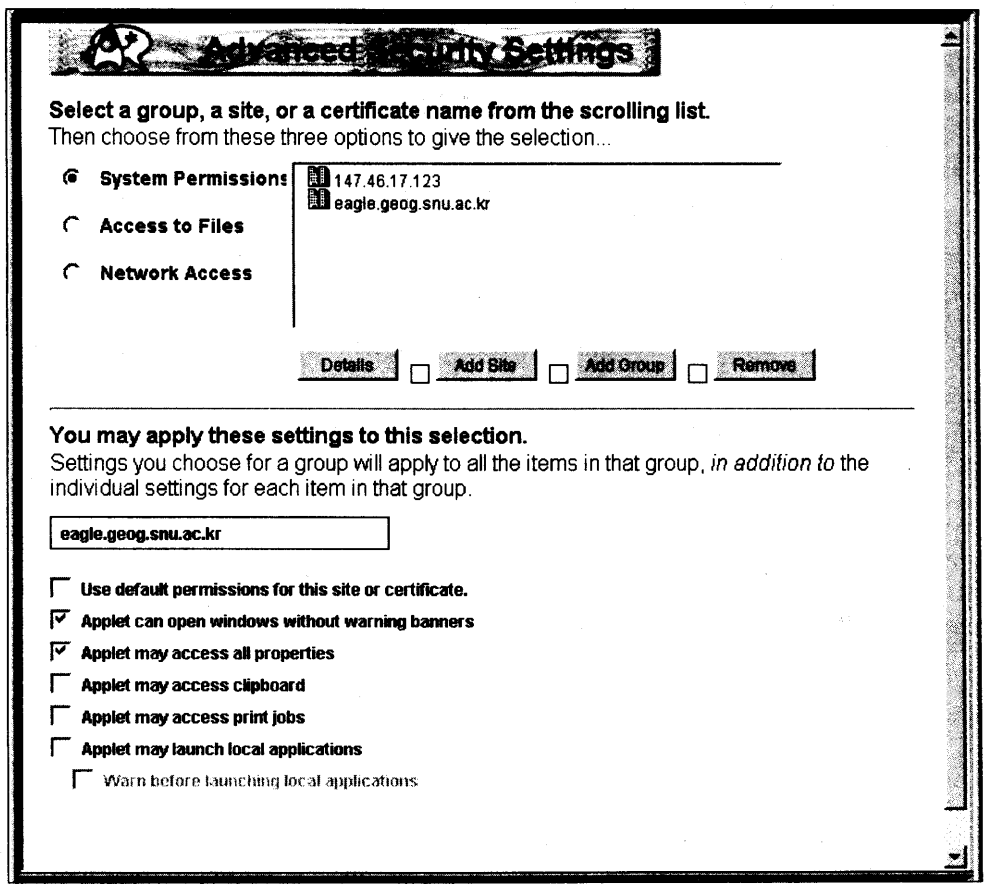


(2) 위의 애플릿 보안(Applet security) 항목을 선택하면 「서명이 있는 애플릿(Signed Applets)」이나 「서명이 없는 애플릿(Unsigned Applets)」 에 대한 기본적 환경 설정 항목이 나타나는데 이 경우 어떤 항목을 설정하든지 상관이 없다. 다음은 수치지형도 애플릿을 웹서버를 통해 클라이언트로 전송할 서버에



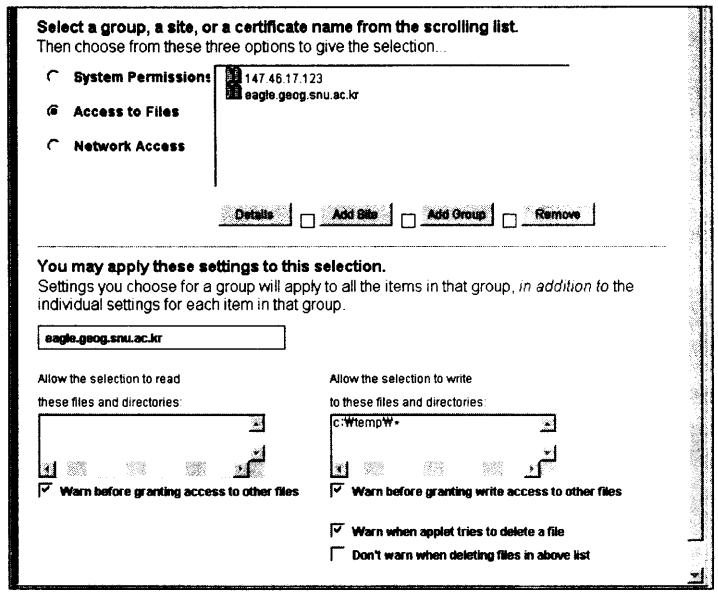
대한 환경 설정에 대해 알아보기로 한다. 아래 항목에서 고급설정(Advanced)을 선택한다.

(3) 핫자바는 애플릿의 서버에 대한 환경설정을 통해 애플릿의 보안 수준을 정할 수 있는 기능을 제공한다. 서버의 지정은 URL(Uniform Resource Locator) 혹은 IP 번호(IP Address)를 통해 이루어진다. 즉, 지정된 서버에 대해 해당 서버에서 전송된 애플릿이 ① 클라이언트 시스템의 환경속성들에 대해 접근(System Permissions)할 수 있는 수준과 ② 클라이언트 로컬 파일시스템에 접근(Access to Files, 읽기/쓰기/지우기 등)할 수 있는 수준, 그리고 ③ 또다른 시스템과의 접속 여부(Network Access) 등을 결정한다. 우선 수치지형도 애플릿 서버의 URL은 「http://eagle.geog.snu.ac.kr」이며 이 서버의 애플릿에 대한 클라이언트 환경속성 접근 수준의 설정은 다음 그림과 같다.

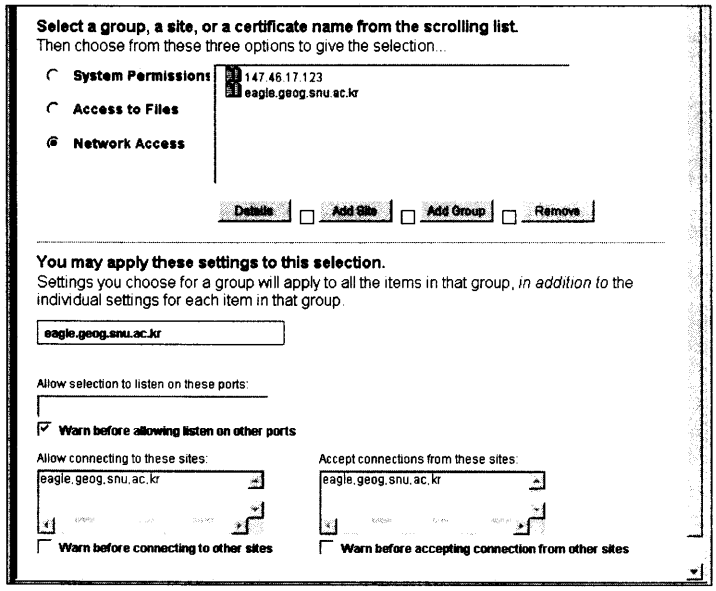


클라이언트 환경 속성 접근 설정

(4) 수치지형도 애플릿의 클라이언트 로컬 파일시스템에 접근(Access to Files) 환경 설정은 전송된 수치지형도 애플릿을 알맞는 형식으로 클라이언트의 파일로 저장하기 위하여 필요하다. 즉, 로컬 파일시스템의 특정 디렉토리를 설정하여 애플릿의 접근을 허용하여야 한다.



(5) 마지막으로 클라이언트로 전송된 수치지형도 애플릿이 또다른 처리 기능을 원격의 서버에서 전송받기 위해 해당 서버를 지정하는 과정이 필요하다.



부록 5. 수치지형도 메타데이터 하부 작성규칙과 틀

(1) 식별정보 섹션의 하부 작성규칙

인용정보 =		
	인용정보 +	→ 인용정보섹션참조
소개 =		
	개요 +	
	목적 +	
	(보조정보)	
작성시기정보 =		
	작성시기관련참고정보 +	
	작성기간정보	
상태 =		
	진행상태 +	
	관리 및 갱신주기	
공간범위 =		
	경계좌표	
경계좌표 =	동 +	
	서 +	
	남 +	
	북	
키워드 =		
	1{주제}n +	
	0{장소}n +	
	0{계층}n +	
	0{시기}n	
연락처 =		
	연락정보	→ 연락정보섹션참조
관련그래픽 =		
	그래픽파일이름 +	
	그래픽파일소개 +	
	그래픽파일형식	
보안정보 =		
	보안계층체계 +	
	보안계층 +	
	보안관리설명	
관련데이터세트정보 =		
	인용정보	→ 인용정보섹션참조

(2) 데이터 품질정보 섹션의 하부 작성규칙

```
속성정확도 =
                                  속성정확도 보고서 +
                                  (1{정량적 속성정확도 평가}n)

    정량적 속성정확도 평가 =      정확도수치 +
                                  정확도설명

위치정확도 =
                                  0{수평 위치정확도}1 +
                                  0{수직 위치정확도}1

      수평 위치정확도 =           수평 위치정확도 보고서 +
                                  (1{정량적 수평 위치정확도 평가}n)

          정량적 수평 위치정확도 평가 =
                                  정확도수치 +
                                  정확도설명

      수직 위치정확도 =           수직 위치정확도 보고서 +
                                  (1{정량적 수직 위치정확도 평가}n)

          정량적 수직 위치정확도 평가 =
                                  정확도수치 +
                                  정확도설명

데이터 연혁 =
                                  0{원시자료정보}n +
                                  1{자료처리단계}n

      원시자료정보 =              원시자료 인용정보 +          → 인용정보섹션참조
                                  0{원시자료 축척}1 +
                                  원시자료 저장매체 유형 +
                                  원시자료 작성시기 +
                                  원시자료 대표정보 요약 +
                                  원시자료 기여도

      자료처리단계 =              처리과정기술 +
                                  처리일자 +
                                  (처리시간) +
                                  (처리과정 문의)              → 연락정보섹션참조
```

(3) 공간데이터 구성 정보 섹션의 하부 작성규칙

FGDC 메타데이터의 공간데이터 구성 정보 섹션에 포함된 '직접적 공간참조 기법'에서는 점 혹은 벡터 개체를 SDTS나 VPF에서 설정한 용어를 이용하여 기술한다. 그러나 이러한 방식은 해당 공간데이터가 이러한 자료모형을 따른다는 전제에서 가능하기 때문에 우리의 경우에 적용할 수 없다. 이런 맥락에서 본 연

구에서는 공간데이터 구성 정보 섹션에 하부 구성요소를 포함시키지 않았다.

(4) 공간참조정보 섹션의 하부 작성규칙

```
수평좌표체계 정의 =
                                  [지리좌표계 |
                                      1{평면좌표계}n |
                                      지역좌표계] +
                                  0{측지모형}1

    지리좌표계 =                  위도해상도 +
                                  경도해상도 +
                                  지리좌표단위

    평면좌표계 =                  [지도투영법 |
                                      0{격자좌표체계}1 |
                                      0{지역별 평면좌표계}1] +
                                  (평면좌표정보)

        지도투영법 =              지도투영법이름 +
                                  지도투영법변수

            지도투영법변수 =      표준경선 +
                                  중앙자오선 경도 +
                                  투영원점 위도 +
                                  False Easting +
                                  False Northing

        평면좌표정보 =            평면좌표입력방식 +
                                  좌표표현 +
                                  거리방위 표현 +
                                  평면거리단위

    지역좌표계 =                  소개 +
                                  지역 지리참조 정보

    측지모형 =                    0{수평원점 이름}1 +
                                  타원체명 +
                                  장반경 +
                                  평면거리단위

수직좌표체계 정의 =
                                  0{고도체계 정의}1 +
                                  0{심도체계 정의}1

    고도체계 정의 =               고도기준점 이름 +
                                  1{고도 해상도}n +
                                  고도 거리단위 +
                                  고도 입력방식

    심도체계 정의 =               심도기준점 이름 +
                                  1{심도 해상도}n +
                                  심도 거리단위 +
                                  심도 입력방식
```

(5) 개체 및 속성정보 섹션의 하부 작성규칙

```
상세설명 =
                                  1{ 개체유형 +
                                       0{속성}n }n

    개체유형 =                    개체유형 라벨 +
                                  개체유형 정의 +
                                  개체유형 정의근거

    속성 =                        속성 라벨 +
                                  속성 정의 +
                                  속성 정의근거 +
                                  1{속성값 범위}n +
                                  0{속성측정단위} +
                                  (속성측정해상도) +
                                  (속성값 정확도 정보) +
                                  (속성 측정빈도)

        속성값 범위 =             [열거형 |
                                       범위형 |
                                       코드형 |
                                       표현불가형]

            열거형 =              1{ 속성값 +
                                       속성값정의 }n

            범위형 =              최소값 +
                                  최대값

            코드형 =              코드세트 이름 +
                                  코드세트 출처

개요설명 =
                                  개체 및 속성 개요 +
                                  1{개체 및 속성 세부사항}n
```

(6) 배포정보 섹션의 하부 작성규칙

```
배포기관 =
                                  연락정보          → 연락정보섹션참조

표준 주문절차 =
                                  [비전산 자료형 |
                                       1{전산 자료형}n] +
                                  요금 +
                                  (주문양식) +
                                  (소요시간)
```

```
전산자료형 =                    전산배포정보 +
                                전산배포 선택사항

    전산배포정보 =              포맷 이름 +
                                [포맷 버전번호 +
                                     포맷 버전일자] +
                                (포맷 정보) +
                                0{파일 압축기술}n +
                                (데이터 크기)

    전산배포 선택사항 =         1{[온라인 선택사항 |
                                     오프라인 선택사항]}n

        온라인 선택사항 =       1{컴퓨터 접속정보}n +
                                (접속안내) +
                                (온라인시스템정보)

            컴퓨터 접속정보 =
                                [네트워크번호 |
                                     전화접속안내]

                네트워크번호 =
                                1{URL}n

        오프라인 선택사항 =     매체 +
                                0{저장용량}n +
                                1{저장포맷}n +
                                0{호환성정보}n

            저장용량 =          1{저장밀도}n +
                                저장밀도단위
```

(7) 메타데이터 참조정보 섹션의 하부 작성규칙

```
메타데이터 책임기관 =
                                연락정보          → 연락정보섹션참조

메타데이터 보안정보 =
                                보안계층체계 +
                                보안계층 +
                                보안관리설명

메타데이터 확장정보 =
                                0{프로파일 이름}1 +
                                0{온라인 연결정보}n
```

(8) 인용정보 섹션의 작성규칙

```
인용정보 =
                                1{작성자}n +
                                발행일자 +
                                (발행시간) +
                                제목 +
                                0{발행판수}1 +
                                0{지리정보표현형식}1 +
                                0{연속출판정보}1 +
                                0{발행정보}1 +
                                0{기타인용정보}1 +
                                (1{온라인연결정보}n)

    연속출판정보 =              연속출판명 +
                                출판식별정보

    발행정보 =                  발행장소 +
                                발행자
```

(9) 연락정보 섹션의 작성규칙

```
연락정보 =
                                [담당 |
                                     담당부서] +
                                (담당직위) +
                                1{담당연락처}n +
                                1{담당전화번호}n +
                                (1{담당팩스번호}n) +
                                (1{담당전자우편주소}n)

    담당 =                      담당자 +
                                담당부서

    담당부서 =                  담당부서 +
                                담당자

    담당연락처 =                주소 +
                                우편번호
```

(10) 메타데이터 작성규칙을 적용한 메타데이터의 틀구조

★ 준필수요소 0{}n	※ 선택적요소 ()
▼ 동일계층항목 가운데 택일	± 동일계층항목 가운데 택일 또는 동시표시

식별정보(Identification Information)

- 인용정보(Citation)
  - 작성자(Originator):
  - 발행일자(Publication Date):
  - 발행시간(Publication Time)※:
  - 제목(Title):
  - 발행판수(the versioin of the Title)★:
  - 지리정보표현형식(Geospatial Data Presentation Form):
  - 연속출판정보(Series Information)★
    - 연속출판명(Series Name):
    - 출판식별정보(Issue Identification):
  - 발행정보(Publication Information)★
    - 발행장소(Publication Place):
    - 발행자(Publisher):
  - 기타 인용정보(Other Citation details)★:
  - 온라인연결정보(Online Linkage)※:
- 소개(Description)
  - 개요(Abstract):
  - 목적(Purpose):
  - 보조정보(Supplemental Information)※:
- 작성시기정보(Time period of Content)
  - 작성시기관련참고정보(Currentness Reference):
  - 작성기간정보(Time period Information):
- 상태(Status)
  - 진행상태(Progress):
  - 관리 및 갱신빈도(Maintenance and Update Frequency):
- 공간범위(Spatial Domain)
  - 경계좌표(Bounding Coordinates)
    - 서(West Bounding Coordinate):
    - 동(East Bounding Coordinate):
    - 북(North Bounding Coordinate):
    - 남(South Bounding Coordinate):
- 키워드(Keywords)
  - 주제(Theme):
    - 주제키워드 사전(Theme Keyword Thesaurus):
    - 주제키워드(Theme Keyword):
  - 장소(Place)※
    - 장소키워드 사전(Place Keyword Thesaurus):
    - 장소키워드(Place Keyword):
  - 계층(Stratum)※
    - 계층키워드 사전(Stratum Keyword Thesaurus):
    - 계층키워드(Stratum Keyword):
  - 시기(Temporal)※

시기키워드 사전(Temporal Keyword Thesaurus:
시기키워드(Temporal Keyword):
접근제한(Access Constraints):
사용제한(Use Constraints):
연락처(Point of Contact)※:
담당(Contact Person Primary)▼
담당자(Contact Person):
담당부처(Contact Organization):
담당부서(Contact Organization Primary)▼
담당부처(Contact Organization):
담당자(Contact Person):
담당직위(Contact Position)※:
담당연락처(Contact Address)
주소(Address):
우편번호(Postal Code):
담당전화번호(Contact Voice Telephone):
담당팩스번호(Contact Facsimile Telephone)※:
담당전자메일주소(Contact Electronic Mail Address)※:
관련그래픽(Browse Graphic)※
그래픽파일이름(Browse Graphic File Name):
그래픽파일소개(Browse Graphic File Description):
그래픽파일형식(Browse Graphic File Type):
자료신뢰(Dataset Credit)※:
보안정보(Security Information)※
보안계층체계(Security Classification System):
보안계층(Security Classification):
보안관리설명(Security Handling Description):
데이터제작환경(Native Dataset Environment)※:
관련데이터세트정보(Cross Reference)※ → 인용정보섹션해당

데이터 품질정보(Data Quality Information)★

속성정확도(Attribute Accuracy)★
속성정확도보고서(Attribute Accuracy Report):
정량적 속성정확도 평가(Quantitative (Attribute Accuracy Assessment)※
속성정확도((Attribute Accuracy Value):
속성정확도 설명(Attribute Accuracy Explanation):
논리적 일관성 보고서(Logicla Consistency Report):
완전성 보고서(Completeness Report):
위치정확도(Positional Accuracy)★
수평 위치정확도(Horizontal Positional Accuracy)★
수평 위치정확도 보고서(Accuracy Report):
정량적 수평위치정확도평가(Quantitative Accuracy Assessment)※
정확도수치(Accuracy Value):
정확도설명(Accuracy Explanation):
수직 위치정확도(Vertical Positional Accuracy)★
수직 위치정확도 보고서(Accuracy Report):
정량적 수직위치정확도평가(Quantitative Accuracy Assessment)※
정확도수치(Accuracy Value):
정확도설명(Accuracy Explanation):
데이터연혁(Lineage)

원시자료정보(Source Information)★
원시자료 인용정보(Source Citation) → 인용정보섹션해당
원시자료 축척(Source Scale Denominator)★:
원시자료 저장매체 유형(Type of Source Media):
원시자료 작성시기(Source Time Period of Content):
원시자료 대표정보 요약(Source Citation Abbreviation):
원시자료 기여도(Source Contribution):
처리단계(Process Step)
처리과정 기술(Process Description):
처리일자(Process Date):
처리시간(Process Time)※:
처리과정 문의(Process Contact)※ → 연락정보섹션해당
운량(Cloud Cover)※:

공간데이터 구성 정보(Spatial Data Organization Information)★

간접적인 공간참조(Indirect Spatial Reference):★
직접적인 공간참조기법(Direct Spatial Reference Method):★

공간참조 정보(Spatial Reference Information)★

수평좌표체계 정의(Horizontal Coordinate System Definition)★
지리좌표계(Geographic)▼
위도해상도(Latitude Resolution):
경도해상도(Longitude Resolution):
지리좌표단위(Geographic Coordinate Units):
평면좌표계(Planar)▼
지도투영법(Map Projection)▼
지도투영법이름(Map Projection Name):
지도투영법변수(Map Projection Parameters)
표준경선(Standard Parallel):
중앙자오선 경도(Longitude of Central Meridian):
투영원점 위도(Latitude of Projection Origin):
False Easting:
False Northing:
격자좌표체계(Grid Coordinate System)▼
지역별 평면좌표계(Local Planar)▼
평면좌표정보(Planar Coordinate Information)※
평면좌표입력방식(Planar Coordinate Encoding Method):
좌표표현(Coordinate Representation):
거리방위 표현(Distance and Bearing Representation):
평면거리단위(Planar Distance Units):
지역좌표계(Local)▼
소개(Local Description):
지역 지리참조 정보(Local Georeference Information):
측지 모형(Geodetic Model)★
수평원점 이름(Horisontal Datum Name)★:
타원체명(Ellipsoid Name):
장반경(Semi-Major Axis):
편평률(Denominator of Flattening Ratio):
수직좌표체계 정의(Vertical Coordinate System Definition)★

고도체계 정의(Altitude System Definition)★
고도기준점 이름(Altitude Datum Name):
고도 해상도(Altitude Resolution):
고도 거리단위(Altitude Distance Units):
고도 입력 방식(Altitude Encoding Method):
심도체계 정의(Depth System Definition)★
심도기준점 이름(Depth Datum Name):
심도 해상도(Depth Resolution):
심도 거리단위(Depth Distance Units):
심도 입력방식(Depth Encoding Method):

개체 및 속성정보(Entity and Attribute Information)

상세설명(Detailed Description) ±
개체유형(Entity Type)
개체유형 라벨(Entity Type Label):
개체유형 정의(Entity Type Definition):
개체유형 정의근거(Entity Type Definition Source):
속성(Attribute)★
속성라벨(Attribute Label):
속성정의(Attribute Definition):
속성정의근거(Attribute Definition Source):
속성값 범위(Attribute Domain Values)
열거형(Enumerated Domain)▼:
범위형(Range Domain)▼:
코드형(Codest Domain)▼:
표현불가형(Unrepresentable Domain)▼:
속성측정단위(Attribute Units of Measure)★:
속성측정해상도(Attribute Measurement Resolution)※:
속성값 정확도 정보(Attribute Value Accuracy Information)※:
속성 측정빈도(Attribute Measurement Frequency)※:
개요설명(Overview Description) ±
개체 및 속성 개요(Entity and Attribute Overview):
개체 및 속성 세부사항(Entity and Attribute Detail Citation):

배포 정보(Distribution Information)★

배포기관(Distributor) → 연락정보섹션해당
자료검색식별자(Resource Description)★:
배포책임사항(Distribution Liability):
표준 주문절차(Standard Order Process)★
비전산자료형(Non-digital Form)▼
전산자료형(Digital Form)▼
전산 배포 정보(Digital Transfer Information)
포맷 이름(Format Name):
포맷 버전번호(Format Version Number)▼:
포맷 버전일자(Format Version Date)▼:
포맷 정보(Format Information Content)※:
파일 압축기술(File Decompression Technique)※:
데이터크기(Transfer Size)※:
전산배포 선택사항(Digital Transfer Option)

온라인배포 선택사항(Online Transfer Option)▼
컴퓨터접속정보(Computer Contact Information)
네트워크번호(Network Address)▼
URL:
전화접속안내(Dialup Instructions)▼
접속안내(Access Instructions)※:
온라인시스템정보(Online System Information)※:
오프라인 선택사항(Offline Option)▼
매체(Offline Media):
저장용량(Recording Capacity)★
저장밀도(Recording Density):
저장밀도 단위(Record Density Units):
저장포맷(Recording Format):
호환성정보(Compatibility Information)★:
요금(Fees):
주문 양식(Ordering Instruction)※:
소요 시간(Turnaround)※:
고객주문처리(Custom Order Process)★:
기술요구사항(Technical Prerequisites)※:
처리시간(Available Time Period)※:

메타데이터 참조정보(Metadata Reference Information)

메타데이터 작성일자/최신갱신일자(Metadata Date):
메타데이터 검토일자(Metadata Review Date)※:
메타데이터 검토예정일자(Metadata Future Review Date)※:
메타데이터 책임기관 (Metadata Contact) → 연락정보섹션해당
메타데이터 표준 이름(Metadata Standard Name):
메타데이터 표준 버전(Metadata Standard Version):
메타데이터 시간 표준(Metadata Time Convention)★:
메타데이터 접근 제한(Metadata Access Constraints)※:
메타데이터 사용 제한(Metadata Use Constaints)※:
메타데이터 보안정보(Metadata Security Information)※
보안 계층 체계(Metadata Security Classification System):
보안 계층(Metadata Security Classification):
보안 관리 설명(Metadata Security Handling Description):
메타데이터 확장정보(Metadata Extensions)★
프로파일 이름(Profile Name)★:
온라인 연결정보(Online Linkage)★:

부록 6. 수치지형도 원자료 메타데이터

식별정보

인용정보

작성자: 국립지리원
발행일자: 19971024
제목: 국가기본수치지도 1:5,000
지리정보표현형식: 지도
연속출판정보
연속출판명: 국가기본수치지도
출판식별: 37608036
발행정보
발행장소: 경기도 수원
발행자: 국립지리원
온라인연결정보: http://eagle.geog.snu.ac.kr/~chulsue/indexmap/korea.html

소개

개요: 국가기본도는 국립지리원의 주관아래 제작되는 특정 축척의 지형도이다. 국가기본수치지도는 1/1000, 1/5000, 1/25000 축척의 국가기본도를 수치화한 지도로 국가지리정보체계(NGIS) 구축사업의 일환으로 1995년부터 제작이 시작되었고 1998년에 완성될 예정이다.

목적: 수치지도는 필름 등으로 보존되던 지도를 수치화하여 데어터베이스로 보존하고 종래 종이로 유통되던 지도를 다양한 매체를 통하여 유통될 수 있도록 한 것이다. 특히 국가기본수치지도는 국토 전역에 걸쳐 일정한 정확도와 축척으로 제작되어 일정한 기준에 의하여 국가에서 유지, 관리하는 가장 기초적인 정보로 지리정보를 활용하는 모든 분야에서 핵심적으로 역할할 것이다.

작성시기정보

작성시기관련참고정보: 19971024

상태

진행상태: 완료
관리 및 갱신빈도: 미정

공간범위

경계좌표
동: 126도 52분 30초
서: 126도 54분 00초
남: 37도 39분 00초
북: 37도 40분 30초

키워드

주제
주제키워드사전: 수치지도작성작업규칙, 국가기본도 표준(안)
주제키워드: 하천, 도로, 등고선, 행정경계
장소
장소키워드사전: 미정
장소키워드: 경기도, 고양시, 덕양구

접근제한: 미정
사용제한: 미정

연락처

담당
담당자: 미정
담당부처: 미정
담당연락처
주소: 미정
우편번호: 미정
담당전화번호: 미정

담당팩스번호: 미정
담당전자메일주소: 미정

데이터 품질정보

속성정확도
속성정확도보고서: 작업중
논리적 일관성 보고서: 작업중
완전성 보고서: 수치지도의 품질을 확보하기 위하여 현재 "수치지도작성작업규칙", "수치지도작성작업내규", "공공측량작업규정기준에 관한 규칙"에 따라 국립지리원은 품질 검수를 실시하고 있다.
위치정확도
수평 위치정확도
수평 위치정확도 보고서: 수치지도작성작업내규(국립지리원내규 제71호)
정량적 수평 위치정확도 평가
값: 작업중
설명: 작업중
수직 위치정확도
수직 위치정확도 보고서: 수치지도작성작업내규(국립지리원내규 제71호)
정량적 수직 위치정확도 평가Assessment)
값: 작업중
설명: 작업중
데이터연혁
원자료 정보
원자료 인용정보
작성자: 국립지리원
발행일자: 19971024
제목: 국가기본수치지도 1:5,000
지리정보표현형식: 지도
온라인연결정:
http://eagle.geog.snu.ac.kr/~chulsue/indexmap/korea.html
원자료 축척: 5000
원자료 저장매체 유형: 국가기본도 해당도엽(또는 해석도화자료)
처리단계
처리과정 기술: 수치지도는 항공사진을 이용하여 제작된 지형원도를 디지타이저를 이용하여 수동입력하거나 스캐너를 이용하여 자동입력하는 방법 혹은 해석도화자료를 변환시키는 방법을 통해 제작된다. 입력장비 성능은 수치지도 작성내규에 준하는 기준을 만족하여야 한다.
처리일자: 알수 없음

공간데이터 구성 정보

간접적 공간참조정보: 수치지도 레이어 선택은 현재 수치지도작업규칙과 NGIS 표준화위원회의 국가기본도 표준(안)을 참조함
직접적인 공간참조기법: 벡터, 스파게티 모형

공간참조 정보

수평좌표체계 정의
평면좌표계
지도투영법
지도투영법이름: 가우스-크뤼거 투영법
지도투영법 변수

표준경선: 지도제작시 가장 정확한 표준이 되는 경선이나 위선을 말하는 것으로 우리나라의 경우에는 TM투영법을 사용하므로 중앙자오선인 등경 125, 127, 129가 표준경선(Standard Parallel)이 되며, 이 때 축척계수는 1.000이다.

중앙자오선 경도: TM도법의 특성상 위선 중에서는 적도와, 경선 중에서 원통과 만나는 경선(표준경선)이 직선으로 표시되고 다른 모든 경위도는 곡선으로 표시된다. 우리나라는 등경125, 127, 129도의 세가지 표준경선을 가지고 있다. 즉, 등경124-6은 125를 기준으로, 126-128은 127을 기준으로, 128-130은 129를 기준으로 하여 지도를 제작한다.

투영원점 위도: 서부원점(북위38, 등경 125)
중부원점(북위38, 등경 127)
동부원점(북위38, 등경 129)

False Easting(False Easting): 세가지 원점 모두 원점의 Y좌표를 200,000m로 한다.

False Northing(False Northing): 세가지 원점 모두 원점의 X좌표를 500,000m로 한다.

측지 모형

수평원점: 지점: 경기도 수원시 국립지리원 청사내
좌표: 등경 127° 3′5″1451
북위 37° 16′31″9034
원방위각 170° 58′18″190(원점에서 등학산을 시준했을 때 방위각)

타원체명: 베셀타원체

Semi-major Axis: 장반경(a), 단반경(b)을 말하는 것으로 6377397.155m와 6356078.963m이다. 실제로는 장반경과 단반경을 알면 편평률(f=(a-b)/a)을 구할 수 있으나 편평률이 더욱 자주 쓰이기 때문에 장반경과 편평률을 가지고 모든 타원체상에서의 계산을 수행한다.

편평률: (a-b)/a=1/299.152

수직좌표체계 정의

고도체계 정의

고도기준점 이름: 지점: 인천시 남구 용현동 인하대학교 구내
수치:인천만의 평균해면으로부터 26.6871m

고도 해상도:

고도 거리단위:

고도 입력 방식:

심도체계 정의

심도기준점 이름:

심도 해상도:

심도 거리단위:

심도 입력방식:

개체 및 속성정보

상세설명

개체유형

개체유형라벨: 하천 레이어 객체
개체유형정의: 수치지도 레이어 가운데 하천 관련 정보
개체유형 정의근거: 분산객체형 수치지도 개발(황철수(안))

속성

속성라벨: type
속성정의: 하천 분류 코드
속성정의원: 수치지도작성작업규칙, 국가기본도 표준(안)
속성값 범위

나열형 속성

속성값: B(2111)
속성값 정의: 하천경계
속성값: N(2112)
속성값 정의: 세류
속성값: L(2114)
속성값 정의: 호수,저수지
속성값: C(2115)
속성값 정의: 하천중심선

개체유형

개체유형라벨: 도로 레이어 객체
개체유형정의: 수치지도 레이어 가운데 도로 관련 정보
개체유형 정의근거: 분산객체형 수치지도 개발(황철수(안))

속성

속성라벨: manage
속성정의: 도로 분류 코드
속성정의원: 수치지도작성작업규칙, 국가기본도 표준(안)
속성값 범위

나열형 속성

속성값: N(3212)
속성값 정의: 일반국도
속성값: L(3213)
속성값 정의: 지방도
속성값: C(3215)
속성값 정의: 시도
속성값: M(3217)
속성값 정의: 면리간도로
속성값: D(3218)
속성값 정의: 부지안도로
속성값: S(3119)
속성값 정의: 소로

개체유형

개체유형라벨: 등고선 레이어 객체
개체유형정의: 수치지도 레이어 가운데 등고선 관련 정보
개체유형 정의근거: 분산객체형 수치지도 개발(황철수(안))

속성

속성라벨: contour
속성정의: 등고선 분류 코드
속성정의원: 수치지도작성작업규칙, 국가기본도 표준(안)
속성값 범위

나열형 속성

속성값: N(3212)
속성값 정의: 주곡선

속성값: L(3213)
속성값 정의: 계곡선
속성값: C(3215)
속성값 정의: 오목선
속성값: M(3217)
속성값 정의: 표고점
속성값: D(3218)
속성값 정의: 삼각점
속성라벨: elev
속성정의: 등고선 고도값
속성정의원: 수치지도작성작업규칙, 국가기본도 표준(안)
속성값 범위
범위형 속성
최소값: 19.0
최대값: 133.4
개체유형
개체유형라벨: 행정경계 레이어 객체
개체유형정의: 수치지도 레이어 가운데 행정경계 관련 정보
개체유형 정의근거: 분산객체형 수치지도 개발(황철수(안))
속성
속성라벨: type
속성정의: 행정경계 분류 코드
속성정의원: 수치지도작성작업규칙, 국가기본도 표준(안)
속성값 범위
나열형 속성
속성값: D(8118)
속성값 정의: 면경계
속성측정단위: 고도(미터)
속성측정해상도: 고도(0.1 미터)
개요설명
개체/속성 개요
수치지도 Color Palette
하천레이어: B(RGB(0,0,255)),N(RGB(0,160,221)),
L(RGB(0,225,255)), C(RGB(128,128,255))
도로레이어: N(RGB(255,0,0)), L(RGB(206,8,57)), C(RGB(0,192,0)),
M(RGB(128,128,0)), D(RGB(100,100,100)), S(RGB(167,167,167))
등고선레이어: M(RGB(255,169,24)), G(RGB(157,100,55)),
C(RGB(255,140,66)),E(RGB(206,8,57)), T(RGB(206,8,57))
행정경계레이어:D(RGB(192,0,192))

배포 정보

배포기관
담당
담당자: 미정
담당부처: 미정
담당연락처
주소: 미정
우편번호: 미정
담당전화번호: 미정
담당팩스번호: 미정
담당전자메일주소: 미정
자료검색식별자: 미정
배포책임사항: 미정

표준 주문절차
전산자료형
전산 배포 정보
포맷 이름: 미정
포맷 버전: 미정
데이터크기: 미정
전산배포 선택사항
온라인배포 선택사항
컴퓨터접속정보
네트워크번호
URL: 미정
접속안내: 웹브라우저를 통한 접속
온라인시스템정보: 미정
요금: 미정
주문 양식: 미정
소요 시간: 미정
고객주문처리: 미정
기술요구사항: 미정

메타데이터 참조정보

메타데이터 작성일/최신갱신일: 19980305
메타데이터 담당정보
담당
담당자: 황철수
담당부처: 서울대학교 지리학과 GIS실험실
담당연락처
주소: 서울시 관악구 신림동 산56-1 서울대학교 지리학과 GIS실험실
우편번호: 151-742
담당전화번호: 02-886-4981
담당팩스번호: 02-886-4981
담당전자메일주소: cshwang@plaza.snu.ac.kr
메타데이터 표준 이름: 국가기본수치지도 메타데이터(안)
메타데이터 표준 버전: 0.1
메타데이터 접근 제한: 없음
메타데이터 사용 제한: 본 메타데이터(안)은 황철수 박사학위청구논문을 위한 시험용

부록 7. 수치지형도 레이어 객체의 메타데이터
(사례:하천레이어)

식별정보

인용정보

작성자: 국립지리원
발행일자: 19971024
제목: 국가기본수치지도 1:5,000
지리정보표현형식: 지도
연속출판정보
연속출판명: 국가기본수치지도
출판식별: 37608036
발행정보
발행장소: 경기도 수원
발행자: 국립지리원
온라인연결정보: http://eagle.geog.snu.ac.kr/~chulsue/indexmap/korea.html

공간범위

경계좌표
동: 126도 52분 30초
서: 126도 54분 00초
남: 37도 39분 00초
북: 37도 40분 30초

키워드

주제
주제키워드사전:
주제키워드: 하천
장소(Place)
장소키워드사전(Place Keyword Thesaurus): 미정
장소키워드(Place Keyword): 경기도, 고양시, 덕양구

데이터 품질정보

데이터연혁

원자료 정보
원자료 대표정보
작성자: 국립지리원
발행일자: 19971024
제목: 국가기본수치지도 1:5,000
지리정보표현형식: 지도
온라인연결정보:
http://eagle.geog.snu.ac.kr/~chulsue/indexmap/korea.html
원자료 축척(Source Scale Denominator): 5000
원자료 저장매체 유형: 국가기본도 해당도엽(또는 해석도화자료) 가운데 관련 레이어

처리단계

처리과정 기술: 본 분산객체형 수치지도에서 각 레이어 객체는 국립지리원에서 구축한 원래의 수치지도에서 해당 정보를 공간정보와 속성정보로 재구성하여 개발되었다. 즉, 원래 DXF 형식의 수치지도에서 관련된 정보를 선택하여 레이어 별로 객체화하여 이를 서버에 객체형태(Java Serialization Method)로 저장시키고 이를 사용자의 요구에 따라 애플릿에 삽입시켜 인터넷을 통해 전송한다.

처리일자: 19980305

개체 및 속성정보
- 상세설명
  - 개체유형
    - 개체유형라벨: 하천 레이어 객체
    - 개체유형정의: 수치지도 레이어 가운데 하천 관련 정보
    - 개체유형 정의근거: 분산객체형 수치지도 개발(황철수(안))
  - 속성
    - 속성라벨: type
    - 속성정의: 하천 분류 코드
    - 속성정의근거: 수치지도작성작업규칙, 국가기본도 표준(안)
    - 속성값 범위
      - 나열형 속성
        - 속성값: B(2111) N(2112) L(2114) C(2115)
        - 속성값 정의: 하천경계 세류 호수,저수지 하천중심선
        - 속성값 정의원:
    - 속성측정단위: 미터
    - 속성측정해상도: 0.1 미터
- 개요설명
  - 개체/속성 개요
    - 수치지도 컬러 표준 팔레트
    - 하천레이어: B(RGB(0,0,255)),N(RGB(0,160,221)), L(RGB(0,225,255)), C(RGB(128,128,255))

메타데이터 참조정보
- 메타데이터 작성일/최신갱신일: 1998329
- 메타데이터 담당정보
  - 담당
    - 담당자: 황철수
    - 담당부처: 서울대학교 지리학과 GIS실험실
  - 담당연락처
    - 주소: 서울시 관악구 신림동 산56-1 서울대학교 지리학과 GIS실험실
    - 우편번호: 151-742
  - 담당전화번호: 02-886-4981
  - 담당팩스번호: 02-886-4981
  - 담당전자메일주소: cshwang@plaza.snu.ac.kr
- 메타데이터 표준 이름: 국가기본수치지도 메타데이터(안)
- 메타데이터 표준 버전: 0.1
- 메타데이터 접근 제한: 없음
- 메타데이터 사용 제한: 본 메타데이터(안)은 황철수 박사학위논문을 위한 시험용

부록 8. 축척변환에 따른 실시간 메타데이터 갱신
(사례:도로레이어)

식별정보
- 인용정보
  - 작성자: junior.soback.kornet.nm.kr
  - 발행일자: 1998329
  - 제목: 일반화 모듈을 거친 도로 레이어(1:25,000)
  - 지리정보표현형식: 지도
  - 연속출판정보
    - 연속출판명: 국가기본수치지도
    - 출판식별: 37608036
  - 발행정보
    - 발행장소: junior.soback.kornet.nm.kr
    - 발행자: chulsue
  - 온라인연결정보: http://eagle.geog.snu.ac.kr/~chulsue/indexmap/korea.html
- 공간범위
  - 경계좌표
    - 동: 126도 52분 30초
    - 서: 126도 54분 00초
    - 남: 37도 39분 00초
    - 북: 37도 40분 30초
- 키워드
  - 주제
    - 주제키워드사전:
    - 주제키워드: 도로
  - 장소
    - 장소키워드사전: 미정
    - 장소키워드: 경기도, 고양시, 덕양구

데이터 품질정보
- 데이터연혁
  - 원자료 정보
    - 원자료 대표정보
      - 작성자: 국립지리원
      - 발행일자: 19971024
      - 제목: 국가기본수치지도 1:5,000
      - 지리정보표현형식: 지도
      - 온라인연결정보:
      - http://eagle.geog.snu.ac.kr/~chulsue/indexmap/korea.html
    - 원자료 축척: 5000
    - 원자료 저장매체 유형: 국가기본도 해당도엽 가운데 관련 레이어
  - 처리단계
    - 처리과정 기술:

```
Pseudo Method for Generalization
GENERALIZE(Digital_Map_Layer_Type, Scale_From_To, Layer_Data)
Real Method
DMapGeneralize.generalize(String layer_name, String
        scale_change,DMapLayer layer_data,
        DMapGeneralizedInfo process_info);
```

도로 레이어에 대한 일반화 메소드 호출
DMapGeneralize.generalize("Road", "mng_5_25",
layers.layerHash.get("Road"), info);
일반화 규칙(1:25,000)
관리적 기준 적용
고속국도(3111), 일반국도(3112), 지방도(3113)
특별/광역시도(3114), 시도(3115), 군도(3116)
고려사항
관리적 기준에 따른 모든 도로의 연장 25미터 이상 도로 그러나 25미터 미만의 도로중 연결도로는 예외로 적용
일반화 규칙(1:5,000)
관리적 기준 적용
고속국도(3111), 일반국도(3112), 지방도(3113)
특별/광역시도(3114), 시도(3115), 군도(3116)
면리간도로(3117), 소로(3119)
도로 레이어 일반화 (1:5,000 -> 1:25,000) 기하학적 특성 기술
1:5,000 공간자료 정보
도로 선(Arc) 사상수 : 430
전체 점(Point) 갯수 : 3069
1:25,000 공간자료 정보
도로 선(Arc) 사상수 : 164
전체 점(Point) 갯수 : 781
처리일자: 1998329

개체 및 속성정보
상세설명
개체유형
개체유형라벨: 도로 레이어 객체
개체유형정의: 수치지도 레이어 가운데 도로 관련 정보
개체유형 정의근거: 분산객체형 수치지도 개발(황철수(안))
속성
속성라벨: manage
속성정의: 도로 분류 코드
속성정의근거: 수치지도작성작업규칙, 국가기본도 표준(안)
속성값 범위
나열형 속성
속성값:
N(3212)L(3213) C(3215) M(3217) D(3218) S(3119)
속성값 정의:
일반국도 지방도 시도 면리간도로 부지안도로 소로
속성값 정의원:
속성측정단위:
속성측정해상도:
개요설명
개체/속성 개요
수치지도 컬러 표준 팔레트
도로레이어: N(RGB(255,0,0)), L(RGB(206,8,57)), C(RGB(0,192,0)), M(RGB(128,128,0)), D(RGB(100,100,100)), S(RGB(167,167,167))

메타데이터 참조정보
메타데이터 작성일/최신갱신일: 1998329

메타데이터 담당정보
- 담당
  - 담당자: 황철수
  - 담당부처: 서울대학교 지리학과 GIS실험실
- 담당연락처
  - 주소: 서울시 관악구 신림동 산56-1 서울대학교 지리학과 GIS실험실
  - 우편번호: 151-742
- 담당전화번호: 02-886-4981
- 담당팩스번호: 02-886-4981
- 담당전자메일주소: cshwang@plaza.snu.ac.kr

메타데이터 표준 이름: 국가기본수치지도 메타데이터(안)
메타데이터 표준 버전: 0.1
메타데이터 접근 제한: 없음
메타데이터 사용 제한: 본 메타데이터(안)은 황철수 박사학위논문을 위한 시험용

Abstract

A Design and Implementation of Distributed Object-Oriented Digital Maps

Hwang, Chul-sue
Department of Geography, Seoul National University

The objective of this dissertation is to develop specific procedures and considerations which can be applied to the distribution and interoperability of geographic information. It designs and implements the pilot testbed system in order to share geographic information in the internet environment. The WWW interface is embedded as a sharing user interface in the testbed system so that it can be accessed by the public. The concept of information hiding through the object-oriented approach is employed to process and manipulate the geographic data and spatial analysis function and this makes it possible to lessen user's additional processes and to extend the application with ease.

The study begins with the state-of-the-art survey about sharing geographic information. The technical and operational limitations on existing methods are identified, and the basic design directions as alternatives are proposed as follows. (1) Vector-model spatial data are used as a transmission data between server and client. It can alleviate network transaction traffics to enhance the networking efficiency and makes it possible to use the transmitted data in complex spatial functions of a GIS. (2) Client-side resources are used to manipulate the main processes related to user interfacing and spatial operations. It can reduce overload of server and network transactions which are considerably generated from stateless HTTP protocol. (3) User should be able to easily access spatial data and spatial analysis functions without specific knowledge about them.

The design and implementation of testbed system, which is a key section

of the research, consists of three parts: (1) to develop interoperable spatial objects which are transformed from the Korean digital topological maps; (2) to establish map generalization rules which are applied to change map scale and to transform them into interoperable modules; (3) to implement the pilot testbed system, *Distributed Object-Oriented digital Maps*(**DOOM**), which is based upon client/server model.

On a theoretical level, this dissertation extends the dimension of sharing geographic information from geographic spatial data to spatial functions. Therefore it is expected to convey a significant advancements on the research about 'Open GIS' or 'Component GIS'. Unlike the conventional research, which has remained only in the conceptual level, the present study proceeds to the prototype level. The object-oriented analysis, design, and programming also provide a set of very powerful modeling concepts which are essential to deal with the dynamics, rich semantics, and complexity of map objects. Especially, the importance of this study is in the use of Java's unique object-oriented spatial data modeling capabilities for a GIS framework, in combination with the interoperability of distributed map generalization modules for spatial and non-spatial data. On the other hand, the digital map objects coupled with a generalization function will be a possible model, as it is called 'self-sufficient spatial data'. This approach will be one of the paradigm shifts to change the fundamental features of map.

On a practical level, this research is expected to be a specific system for sharing the Korean digital topological maps efficiently in the internet environment. The proposed system based on World Wide Web interface is easily accessible to the public. The establishment of specific procedures in transforming current spaghetti and CAD-type Korean digital maps into the object-oriented data model without any data loss are another contribution. In addition, the management system of digital maps has more flexible structure to edit, update, and manage because it is based on individual map features' layers.

Key words: Geographic Information System, Object-Oriented, Distributed Computing, Digital Map, Map Generalization, Interoperability

감사의 글

9년 전 국내에 알려지기 시작한 지리정보학을 전공으로 선택한 이후 수없는 시행착오를 경험하였습니다. 그때마다 저에게 힘을 주시고 따뜻한 격려를 아끼지 않으셨던 분들께 진심으로 감사를 드리고자 합니다.

유근배 교수님께서는 저에게 지리정보학을 전공할 수 있는 기회를 주셨습니다. 부족한 제자에게 항상 온정과 아량을 베푸시면서도 치밀하고 엄격한 학문의 태도를 잃지 않도록 세심하게 지도해주셨습니다. 이 자리를 빌어 그 동안의 은혜에 고개 숙여 감사드립니다. 허우긍 교수님께서는 학위논문의 심사위원장으로서 기꺼이 시간을 할애해주시고 논문의 완성도를 높일 수 있도록 여러 가지 조언을 아끼지 않으셨습니다. 박기호 교수님께서는 학과에 부임하실 때부터 지금까지 수많은 밤을 지세우시는 열정 하나만으로도 저에게는 큰 채찍질이 되었고 언제나 신선한 아이디어와 시각을 통해 전공의 지평을 넓혀 주셨으며 사소한 고민까지 함께 나누어주셨습니다. 김병국 교수님께서는 학과가 다름에도 불구하고 수업이나 개인적 만남을 통해 늘 자상한 배려와 용기를 주셨고 논문의 전체 구성을 자세하게 다듬어 주셨습니다. 성효현 교수님께서는 논문의 용어 사용에까지 세심하게 검토해주시고 미처 깨닫지 못했던 취약한 부분을 보완할 수 있도록 지도하셨습니다. 거듭 부족한 논문을 성심껏 검토해주시고 심사해주신 교수님들께 감사의 말씀을 올립니다.

그리고 저는 제게 보여주신 학과 교수님들의 지대한 관심과 애정 어린 보살핌을 잊지 않겠습니다. 간혹 한마디 화두와 같이 던지시는 말씀에도 깊은 의미를 되새기게 하시는 박영한 교수님, 중후한 외모에 어울리게 세련된 사고방식을 심어주신 김인 교수님, 일의 시작과 끝맺음 그리고 삶의 자세에 대해 진지하게 고민할 수 있도록 가르침을 주신 유우익 교수님, 연구에 대한 정열과 개인적인 세심한 관심과 진로에 대해 걱정해 주신 박삼옥 교수님, 그리고 늘 즐겁게 학문하시는 모습으로 격려해주신 이정만 교수님께 저의 존경과 감사의 마음을 드리고자 합니다. 또한 길지 않은 시간이었지만 학자로서 진지한 성찰의 기회를 주셨던 최창조 교수님께도 정중히 감사 드리며 그 동안 찾아 뵙지 못해 죄송할 따름입니다.

박사수료에 맞춰 시작된 조교로서의 경험은 저에게 또다른 방식의 교육이었습니다. 당시 부학장으로 유우익 교수님께서 추진하셨던 사회대 전산실 설립과 사회대 건물 이전에 작으나마 보탬을 드리면서 여러 가지 기쁨을 느꼈고 무엇보다 교수님의 또다른 면모를 가까이 지켜볼 수 있는 기회가 되었습니다. 그리고 1년이 넘게 진행된 사회과학정보센터의 기획과 설립 과정에 참여할 수 있는 기회를 주시고 분에 넘친 신뢰와 지원을 베푸셨던 김세원 학장님께는 어떤 말로도 감사를 대신할 수가 없습니다. 또한 지금까지도 세심한 배려와 격려를 아끼지 않으시는 김상균 부학장님, 박찬욱 부학장님, 이문웅 관장님께 진심으로 감사를 드립니다. 박삼옥 교수님께서는 사회대 도서관장으로 계시면서 조교로서 업무까지 줄여주시면서 논문을 준비할 수 있는 경제적·시간적 여유를 주셨습니다.

류재명 교수님과 오경섭 교수님께서는 제 연구가 학술진흥재단의 지원을 받을 수 있도록 심사해주시고 격려해주셨습니다. 두 교수님과 학술진흥재단에 깊이 감사를 드립니다.

저는 20대의 시간을 대학원이란 공동체에서 보내면서 수많은 선배, 동료, 후배로부터 우정어린 도움을 받았습니다. 특히 대부분의 시간을 함께 한 GIS연구실의 동료들은 여러 어려움 속에서도 한없는 성원으로 제게 힘을 주었습니다. 자용형, 충원, 재곤은 논문의 단계마다 함께 고민을 나누면서 토론을 마다하지 않았고, 재성, 지훈은 시간을 쪼개가며 실험을 도왔고, 미라, 은혜, 화환은 귀중한 시간을 할애해가며 자료 정리를 도와주었습니다. 새로 연구실에 들어온 동권과 종수도 선배의 잔소리를 참아주고 최대한 협조를 다해주었습니다. 이밖에 연구실에 몸담았던 정창형과 진무 역시 소식을 전하며 용기를 주었고, 박수홍 박사는 논문의 진행 단계마다 조언을 아끼지 않았습니다. 지난 9년여 동안 GIS 연구실에서 동고동락했던 여러 동료들에게 진정으로 감사드리며, GIS 연구실의 내실있는 발전과 동료들의 행운을 빕니다.

마지막으로 오직 자식 뒷바라지에 온 정성을 다하신 어머니와 아버지에게 보잘것없지만 이 논문을 바칩니다. 그리고 항상 곁에서 무한한 신뢰와 사랑으로 돌봐주신 장인과 장모께도 이 자리를 빌어 존경과 감사의 마음을 올립니다. 또한 하나뿐이 형 내외와 처남 내외께도 그 동안의 격려에 감사드립니다. 끝으로 작지만 큰 아내 영인과 우리 예진이와 이 결실을 함께 하면서 영원한 사랑을 약속합니다.

1998年 8月 日

地 理 學 論 叢 別號 29

發行人 : 金 仁

編輯人 : 李 廷 滿

印刷所 : 伸壹文化社