

## 지리정보 시스템 INTGIS의 설계와 구현

김광식\* · 최윤철\*\* · 이태승\*\*

\* 성균관대학교 행정학과, \*\* 연세대학교 전산학과  
(1993년 5월 19일 받음 ; 1993년 5월 28일 수리)

### Design and Implementation of INTGIS toward an Integrated Geographic Information System

**Kwang-Sik Kim,\* Yoon-Chul Choy\*\* and Tai-Seung Lee\*\***

\* Dept. of Public Administration Sung Kyun Kwan University

\*\* Dept. of Computer Science Yonsei University

(Received May 19, 1993 ; Accepted May 28, 1993)

#### Abstract

The main purpose of this paper is to design and implement an integrated geographic information system. To this end, careful examinations of various existing GIS packages based on vector and raster type model were performed. A vector type INTGIS which is operating in MS-Windows environment was developed. INTGIS is composed of many modules creating various menus which are able to facilitate user interface with the system. The function and utility of INTGIS was tested using real data. We found INTGIS is reliable and useful for extensive spatial analysis and mapping activity. Further development of INTGIS will be carried on in order to integrate vector and raster data, and to manipulate three dimensional data.

#### 1. 서론

최근 컴퓨터기술이 급격하게 발달함에 따라 공간을 다루는 학문분야에 지리정보 시스템

(Geographic Information System : GIS)이 많이 활용되고 있다. 이것은 공간상의 지리에 관한 자료를 저장, 처리하는 컴퓨터 시스템으로서 그 동안 공간정보, 국토정보, 토지정보 시스템 등으로 불리다가 지리정보 시스템이라는 용어로 정착하고 있다(김광식, 1992). 지리정보 시스템은 1960년대부터 미국, 캐나다와 같이 국토면적이 넓은 나라에서 국토자원에 관한 방대한 자료를 효율적으로 관리하기 위해 처음 고안된 후 기능이 우수한 지리정보 시스템에 관한 소프트웨어가 개발되면서 도시계획, 교통, 토지이용, 조경, 지질, 해양, 환경, 산림, 천연자원관리, 시설입지, 지도제작, 군사정보 등 여러 분야에 응용되고 있다. 지리정보 시스템의 다양한 응용성 때문에 미국, 캐나다는 물론 영국, 독일, 프랑스, 네델란드, 스웨덴 등 유럽과 일본에서 첨단산업기술의 일환으로서 신속, 정확, 편리하면서 저렴한 소프트웨어 개발에 박차를 가하고 있다(김광식, 최윤철, 1987). 우리나라도 1980년대부터 그 유용성을 인식하여 지도제작, 도시계획, 지질조사 등에 지리정보 시스템을 활용하고 있다.

지리정보 시스템은 지표상의 분석대상물의 물리적 특성과 그것의 공간위치를 컴퓨터에 수치로 입력하여 저장, 검색, 처리, 분석한 뒤 그 결과를 지도, 도형, 도표 등 다양한 형태로 출력할 수 있는 기능을 가지고 있다. 이것의 가장 큰 장점의 하나는 복잡하고 방대한 공간자료를 신속, 정확하게 지도상에 나타낼 수 있어 공간분석에 소요되는 시간을 단축하는 대신 여러 가지 대안을 도출, 비교, 평가하는 시간을 늘릴 수 있다는 점이다. 또한, 지리정보 시스템은 지도, 도형을 그릴 수 있는 CAD(computer aided design and drafting), DBMS(data base management systems), AM-FM(automated mapping and facility management) 등과는 달리 공간자료를 통합할 수 있는 기능을 가지고 있어 필요한 자료를 신속하게 탐색할 수 있을 뿐만 아니라 자료를 중첩(overlay)시킬 수 있다. 예를 들어, 지리정보 시스템을 이용하면 반경 1km 이내에 토지이용 형태를 쉽사리 파악할 수 있으며 또한 지하철노선이 통과하고 상업지역이면서 고용밀도가 평방 킬로미터당 5,000명 이상인 지역을 신속하게 지도상에 제시해 주는 기능이 있다.

지리정보 시스템의 이러한 장점에도 불구하고 아직도 개선해야 할 점이 많이 있다. 첫째, 현재 우리에게 소개되고 있는 PC용 지리정보 시스템은 도면자료를 입력하는 데 너무 많은 시간이 소요되고 있다. 이 때문에 복잡한 지도와 공간 및 속성자료를 처리해야 하는 작업에 지리정보 시스템 이용을 기피하는 경향이 있다. 따라서, 이러한 문제를 해소할 수 있도록 기술이 개발되어야 할 것이다. 둘째, 지리정보 시스템의 유용성에 대해 정책결정자들의 관심이 그렇게 높지 않다. 지리정보 시스템을 개발하고 이용하는 데는 고가의 시설과 장비가 필요하며 전문기술 인력이 확보되어야 하는데, 정책결정자들의 관심과 지원이 아직도 미약한 실정이다. 지리정보 시스템을 이용함으로써 공간분석과 관련된 작업에 소요되는 시간, 비용, 인력을 대폭 절감할 수 있으므로 부서 내 이러한 시스템을 활용할 수 있는 제도적인 뒷받침이 필요하다. 셋째, 현재 우리나라에서 사용하고 있는 지리정보 시스템은 주로 외국에서 개발된 소프트웨어를 구입·사용하고 있는데, 그렇게 되면 우리 기술에 의한 소프트웨어 개발이 부진

하고 지연될 가능성이 크다. 따라서, 전자공학, 전산과학, 지도학, 도시계획 등 공간분석 전문가들이 협조하여 우리 실정에 맞는 지리정보 시스템을 연구, 개발해 나가야 할 것이다.

본 연구는 이러한 점을 염두에 두어 1988년 GPGIS라는 시스템을 개발한 경험(김광식, 최윤철, 1988)을 바탕으로 보다 강력하고 사용에 편리한 새로운 지리정보 시스템인 INTGIS를 설계하는 과정과 기능을 활용하는 절차를 설명하는 것이 주목적이다. 이를 위해, 첫째, 기존에 개발된 지리정보 시스템의 기본구조와 기능을 파악하여 각각의 특징을 분석하였으며, 둘째, 자료입력을 신속하게 하는 알고리즘을 개발하는 한편 자료저장과 처리를 편리하게 할 수 있도록 기존의 데이터베이스와 쉽게 인터페이스(interface)할 수 있는 기법을 도출하였으며, 셋째, MS-Windows 3.1에서 시스템이 작동할 수 있도록 프로그램을 작성하고 사용자가 공간분석 과정을 이해하기 쉽게 메뉴식으로 운영하도록 하는 기법을 개발하였다. 본 논문의 구성은 2장에서 일반적인 지리정보 시스템의 구성과 기능을 살펴보고 3장에서 INTGIS의 구성 내용과 구현방법을 설명하였으며 4장에서 INTGIS가 가지고 있는 기능과 활용하는 과정을 사례를 들어 예시하였으며 5장에서 본문의 결론과 앞으로의 연구과제를 제시하였다.

## 2. 지리정보 시스템의 구성과 기능

일반적으로 지리정보 시스템은 지리 및 지형에 관한 공간자료(spatial or cartographic data)와 그에 연관된 속성자료(attribute or thematic data)를 수집·저장하고 위상 관계를 생성, 관리하는 입력처리 기능과 저장된 정보를 이용하여 사용자의 의도에 맞게 분석, 처리하는 공간 분석 기능, 그리고 그러한 정보를 여러 가지 형태로 보여주는 디스플레이 기능으로 구성된다(Johnston, 1991).

공간자료는 계수기(digitizer) 또는 이미지 스캐너(image scanner) 등을 통하여 입력되며 그것에 상응하는 속성자료는 데이터베이스에 저장되는데, 이를 받아들이는 부분이 지리정보 시스템의 입력처리 기능이 된다. 입력처리 기능은 공간자료를 받아들일 뿐만 아니라 공간자료 사이에 존재하는 위상관계를 생성하여 주며 데이터베이스 내의 속성자료와 연결하여 계층적 구조(hierarchical structure)를 인식하는 역할을 담당한다. 벡터 모형을 이용하는 지리정보 시스템은 다각형(polygon), 선(arc), 절점(node), 중간점(vertex) 등을 이용하여 자료구조를 형성한다(Taylor, 1991). 다각형은 선으로 이루어지는 하나의 닫혀진 도형을 의미하며 선은 한 점에서 시작하여 중간점의 여러 점으로 거쳐 마지막 한 점에서 끝나는 일련의 점들의 집합을 말한다. 절점은 선의 양 끝점을 의미하며 중간점은 선의 중간에 있는 점들을 말한다. 이러한 자료구조를 이용하여 다각형 사이의 위상과 선과 절점의 위상을 만들어 낸다.

공간분석 기능은 입력된 자료를 필요에 따라 원하는 구조와 형태로 바꾸어 처리하는 역할을 수행하는데, 이러한 기능에는 정보검색(retrieval), 분류(classification), 일반화(generaliza-

tion), 측량(measurement), 중첩분석(overlay), 일정범위 지역분석(buffer zone), 지역내 선 분석(line in polygon), 내삽추정(interpolation), 네트워크 분석(network) 등이 있다(Antenucci, et al., 1991; Burrough, 1986; Aronoff, 1989). 각 기능에 대해 설명한다면 정보검색은 데이터 베이스로부터 원하는 정보를 추출하는 기능이며 분류는 속성자료의 값을 이용하여 여러 개의 다각형을 하나의 다각형으로 구분하는 기능이다. 측량은 다각형의 내부 면적이나 둘레, 선의 길이 등을 계산하는 기능이며 중첩분석은 서로 다른 두 개의 속성을 가진 지도(layer)를 합집합(union), 교집합(intersection), 차집합(difference)의 계산방법을 이용하여 지도를 중첩하여 연구대상 지역을 분석하는 기능이다. 이것은 공간분석에서 중요한 기능으로서 자주 이용하는 기능 중의 하나이다. 한편, 일정범위 지역분석은 어느 한 점이나 선으로부터 일정한 거리 내에 있는 특정지역을 분석하는 기능으로서, 예를 들면 홍수 범람지역 범위를 계산하는데 적용할 수 있다. 지역내 선 분석은 특정 지역 내에 존재하는 선을 찾아주는 기능을 말하며, 내삽추정은 주어진 몇 개의 속성자료를 이용하여 나머지 부분의 속성자료를 추정하는 데 이용하는 기능이다. 네트워크 분석은 도로망과 같은 구조에서 최단경로를 구할 때 적용할 수 있는 기능이다.

일단 입력처리와 공간분석 기능이 구축되면 공간자료와 속성자료는 분석목적에 맞게 모두 화면상에 표현할 수 있는데, 지리정보 시스템의 디스플레이 기능에 의해 수행된다. 이것의 기능은 다양한 종류의 색, 형태, 막대그림, 원그림 등을 이용하여 사용자가 좀더 이해하기 쉽도록 공간자료와 속성자료를 구성하여 보여주며, 특히 지도화하는 데 초점을 두고 있다. 이를 위해 제목(title), 색인(label), 구역채우기(area filling), 범례(legend) 등을 지도상에 나타내며 사용자의 분석목적에 맞게 구성된 지도는 프린터나 플로터와 같은 출력장치를 통하여 얻을 수 있다.

### 3. INTGIS의 구성과 구현

#### 3.1. 시스템의 구성

INTGIS는 입력처리, 속성자료 입력, 공간분석, 디스플레이 등 크게 4개 부분으로 구성되어 있으며, 이 중 제일 상위에 있는 윈도우는 그 밑에 입력 처리 윈도우, 공간 분석 윈도우, 디스플레이 윈도우 등 하위체계를 가진다.

##### 3.1.1. 입력처리

입력처리는 입력모듈(Input System)과 편집모듈(Edit System)로 나누어지는데, 입력모듈은 새로운 도면을 받아들이는 것으로서 기본적으로 계수기를 이용하도록 설계되어 있다. 입력모

들 윈도우는 작업영역, 윈도우 정보영역, 선택 및 편집정보 영역으로 구성되어 있다. 실제로 입력되는 지도는 작업영역에 나타나게 되며 윈도우 정보영역에는 현재 입력되고 있는 도면의 선의 수, 스냅 거리와 같은 정보가 표시된다. 선택 및 편집정보 영역은 선의 선택 또는 삭제에 관한 정보를 나타낸다.

편집모들 윈도우는 입력모들 윈도우와 동일한 구성형식을 가지지만 이미 존재하고 있는 도면을 편집할 때 주로 사용하며 위상관계 생성자(Topology Builder)에 의해 만들어지는 도면의 위상관계는 이 단계에서 생성된다. 일단 위상관계를 생성한 후에 오류(error)가 있는 절점은 조그마한 사각형으로 화면에 표시하여 사용자가 확인하여 수정할 수 있도록 설계하였다. 이 때 화면에 너무 작게 표시되는 경우에 대비하여 도면의 확대 및 축소기능을 구현하여 분석에 용이하도록 하였다. 위상관계가 생성되면 다각형의 식별번호(identification)를 화면상에 나타낼 수 있으므로 이를 이용하여 다각형의 속성자료를 입력하게 된다. 따라서, 편집모들 윈도우상에 다각형의 식별번호를 나타낸 상태에서 상위윈도우의 속성자료 입력메뉴를 선택하여 속성자료 윈도우(Database)를 생성하게 되는데, 이 때 윈도우가 편집모들 윈도우의 일부분을 가리는 경우가 있으므로 속성자료 윈도우를 적당한 장소로 이동하면서 자료를 입력하도록 고안되어 있다.

### 3.1.2. 공간분석

INTGIS의 공간분석(Analysis System)은 작업영역, 분석기능 정보영역, 분석상황 정보영역 등 3개 영역으로 구성되어 있다. 작업영역에는 분석하고자 하는 도면을 그리고, 분석기능에 대한 정보는 분석기능 정보영역에 나타나며, 일단 분석이 시작되면 현재 분석 중인 선과 다각형에 대한 정보가 분석상황 정보영역에 나타남으로써 사용자는 좀더 편리하게 분석상황에 대한 정보를 파악할 수 있다. INTGIS는 이러한 기능을 가지도록 설계되어 있다.

### 3.1.3. 디스플레이

INTGIS에서 디스플레이(Display System) 윈도우는 지도(Map)를 한 화면에 그리기 위하여 전체가 하나의 윈도우 영역으로 구성되어 있다. 이미 존재하는 도면을 읽어들여 화면에 나타내 주고(Coverage Displayer), 구역채우기(area filling)나 글자(text), 범례(legend) 또는 심볼 등을 이용하여 지도를 화면에 제작하며, 이것은 지도 시작 메뉴와 지도 끝냄 메뉴에 의해 저장된다. 이 때 지도를 제작할 때 사용된 도면에 대한 명령어의 집합과 도면 이외의 글자, 선, 심볼에 대한 정보는 화일로 저장되는데, 이 중 글자는 TEXT.INF라는 하나의 독립된 화일로 저장되고 구역채우기와 기타 정보는 HISTORY.INF 화일에 각각 저장되도록 설계되어 있다. 그림 1은 INTGIS의 시스템구성도를 나타낸 것이다.

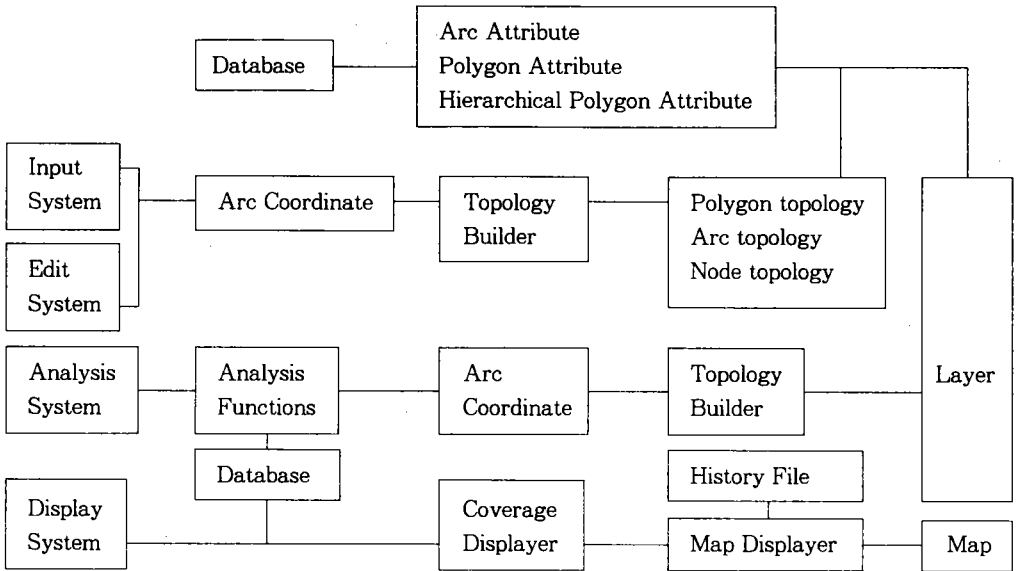


그림 1. INTGIS 전체 시스템의 구성도

### 3.2. 구현환경

INTGIS는 386급 이상의 프로세서를 가지는 PC에서 MS-Windows 3.1을 이용하여 구현하였고 개발도구로는 SDK(software development kit)를 이용하였으며 MS-C 7.0을 사용하여 프로그램을 작성하였다. 입력 기구는 11.7인치×11.7인치 크기의 계수기를 사용하여 공간자료를 입력하였고 속성자료는 dBase III+를 사용하였다. 출력기구는 DeskJet 500-C, 칼라 잉크젯 프린터(ink-jet printer)를 사용하였으며 앞으로 플로터(plotter)에서 결과를 그려낼 수 있게 할 계획이다.

### 3.3. 기존 시스템과의 비교 및 평가

기존의 지리정보 시스템으로 공간분석에 많이 활용되는 것을 든다면 Arc/Info, IDRISI, InterGraph, Erdas, Atlas GIS, Map/Info, Dragon, ER Mapper, MapBox, Spans 등이 있다(GIS World, 1991). Arc/Info는 미국의 ESRI사에서 개발한 범용 지리정보 시스템으로서 우리나라에서 많이 이용되고 있는 시스템 중의 하나이다. 이것의 자료구조는 벡터모형을 이용하였으며 워크스테이션과 PC용 두 가지가 있는데, 주로 벡터모형을 사용하여 공간자료를 분석하고

특 개발되어 있으나 GRID라는 모듈에 의해 래스터모형을 벡터화할 수는 있다. 입력은 계수기를 이용하고 출력은 플로터를 이용하여 나타낼 수 있다. Arc/Info는 각 모듈이 독립적으로 구성되어 있으며 데이터베이스로는 INFO를 사용하고 생성된 자료는 dBaseⅢ+와 변환 없이 호환된다.

또한, PC Arc/Info는 다중 윈도우로는 지원되지 않으며 모든 사용자 인터페이스는 명령어로 이루어진다. 이를 보완하기 위해 Arc/Info는 SML이라는 매크로 언어(macro language)를 제공하고 있다. 사용자는 매크로 언어를 이용하여 메뉴를 설계할 수도 있고 필요한 작업을 간단한 명령 화일로 작성하여 한꺼번에 수행할 수도 있다. 대표적인 분석기능으로는 중첩, 일정범위 지역분석, 네트워크, TIN(triangulated irregular network) 등을 들 수 있으며, 여러 가지 도법에 대한 변환을 지원할 수 있다는 것이 특징이다. 위성자료를 직접 처리하지는 못하지만 Erdas와 같은 다른 시스템으로부터 자료를 입력받을 수 있으며 워크 스테이션용은 다수의 사용자가 동시에 사용할 수 있다. 삼차원 자료에 대한 분석, 처리, 디스플레이기능을 갖추고 있다.

IDRISI는 미국 Clark대학에서 개발한 Grid-Based 지리정보 시스템으로서 자료구조는 래스터모형이며 PC 환경에서 사용된다. 공간자료에 대한 분석과 디스플레이는 래스터모형을 기반으로 하고 있으며 TOSCA라는 외부 모듈을 두어 벡터자료를 입력받을 수 있도록 설계되어 있다. 이 때 벡터자료는 분석하지 않으며 기본도면을 이용하여 래스터자료와 겹쳐 그려진다. IDRISI는 다른 시스템으로부터 벡터자료를 입력받을 수 있으나 네트워크 분석은 지원되지 않는다. 이 시스템은 모듈이 서로 독립되어 있고 화일을 이용하여 정보를 주고 받도록 되어 있으며 간단한 자료구조를 사용하고 있기 때문에 사용자가 필요한 모듈을 개발하여 IDRISI에 포함시킬 수 있다는 것이 특징이다. 입력은 스캐너를 주로 사용하고 출력은 프린터를 사용한다. 또한, IDRISI는 LANDSAT과 같은 인공위성에서 송신하는 자료를 직접 처리할 수 있으며, 사용자 인터페이스는 명령어와 텍스트 메뉴형식을 사용한다. 대표적인 분석기능을 중첩, 내삽추정, 통계분석 등이 있으며 3차원 디스플레이가 가능하다.

시스템간의 비교분석은 본 시스템과 GIS로 많이 활용하고 있는 Arc/Info와 IDRISI에 대해 비교하였다. 본 시스템과 Arc/Info는 벡터모형에 기반을 두어 개발된 것인 데 비해 IDRISI는 래스터모형에 기반을 둔 것이다(ESRI, 1990; Rado, Bury, Smith, 1991; Maguire, 1991). 자료입력은 본 시스템과 Arc/Info는 주로 계수기를 사용하는 데 비해 IDRISI는 스캐너를 이용하거나 원격탐사 자료를 입력받는다. 본 시스템은 Arc/Info와 달리 기본적인 위상 외에도 계층적 위상을 생성한다는 것이 특징이다. INTGIS의 입력처리 기능은 이러한 계층적 위상을 생성함으로써 계층적 구조를 가지는 다각형 분석을 효율적으로 지원하고 또한 자료입력에 소요되는 비용을 줄일 수 있다는 장점을 가진다. 공간분석에서 중첩분석을 할 때 INTGIS는 조건식에 의해 필요한 다각형만을 데이터베이스로부터 가져오도록 설계한 데 비해 Arc/Info는 다각형 모두에 대해 중첩처리 하도록 설계되어 있어 전자가 수행시간면에서 우수한 것으로

판단된다.

#### 4. INTGIS의 기능과 활용

INTGIS는 벡터모형에 의해 구성된 것으로 공간자료 및 속성자료 입력기능, 공간분석 기능, 디스플레이 기능을 수행할 수 있도록 설계되어 있다. 속성자료는 기존의 데이터베이스와 인터페이스를 통하여 저장, 처리하도록 하였으며 전체적인 설계는 PC 환경에서 MS-Windows 3.1을 바탕으로 하여 구현하였다. INTGIS의 주요 기능은 자료입력, 공간분석, 디스플레이로 구성되어 있다. 자료입력에는 공간자료와 속성자료 입력기능이 있고 공간분석은 정보검색, 분류, 일반화, 측량, 중첩, 근접지역 분석, 일정범위지역 분석기능이 있으며 통계분석은 공간분석에 필요한 평균중심(mean center), 표준편차거리(standard distance), 인구밀도 등을 계산할 수 있는 기능이 있다. 디스플레이는 기본지도, 범례, 색인, 구역채우기 등의 기능을 수행할 수 있으며, 이들은 모두 모듈로 구성되어 있는 것이 특징이다.

##### 4.1. 자료입력

###### 4.1.1. 공간자료 입력

###### 1) 입력모듈

공간자료는 계수기를 이용하여 입력된다. 이것은 INTGIS의 입력모듈에서 이루어지는 작업이며 이를 통하여 절점과 중간점의 좌표가 기록되는 ARC.COR 화일이 생성된다. 한 선의 끝점과 그 다음 점의 시작 점은 같은 지점이지만, 입력할 때 정확하게 동일 좌표로 입력하기 어렵기 때문에 스냅거리(snap distance)를 주어 일정한 거리 이내의 두 좌표는 동일한 점으로 인식하도록 구성되어 있다. 또한, 사용자가 이전의 절점과 현재 커서의 위치를 알 수 있도록 윈도우 정보영역에 좌표가 표시되도록 하였다. INTGIS 입력모듈에서 사용하는 메뉴는 다음과 같다.

About : 입력모듈에 대한 간략한 설명이 표시된다.

Exit : 입력모듈을 빠져 나간다. 이 때 도면(layer)이 저장되지 않으면 사용자에게 저장할 것인지를 묻는다.

New : 새로운 층지도의 입력을 시작한다. 도면의 종류에 따라 선과 절점의 두 가지 기본 도면의 하나를 선택한다.

Save : 입력된 도면 정보를 저장한다.

Input : 절대 좌표계인 계수기의 좌표를 윈도우의 작업영역으로 일치시키기 위해 지리좌표 입력의 시작을 알린다.



Delete : 바로 전에 입력된 선을 지운다.

Undo : 잘못 지워진 선을 복구한다. 복구기능은 하나의 선에 대해서만 가능하다.

Refresh : 작업영역을 이미 구축한 좌표자료를 이용하여 다시 그린다.

Clear : 작업영역의 화면을 지운다.

## 2) 편집모들

이 모듈은 이미 입력된 정보를 수정하고자 할 때 사용한다. 선이 서로 만나지 않은 경우는 위상관계가 제대로 생성되지 못하기 때문에 잘못된 선은 선택해서 지우고 새로 입력을 해야 한다. 이 때 화면상에 나타나는 특정한 선을 정확하게 선택하기 어려우므로 편집거리(edit distance)를 두어 일정한 거리 이내의 선이 선택되도록 설계되어 있으며, 동시에 2개 이상의 선이 선택될 경우 스페이스 바(space bar)를 이용하여 차례로 하나씩 선택할 수 있도록 구성하였다. 선의 선택은 각 선이 차지하는 직사각형의 영역이 현재 커서가 지시하는 곳에서 편집거리로 이루어지는 사각형과 교집합이 성립하는가를 비교하여 이루어진다. 또한, 사용자가 보기에 너무 작고 세밀한 부분은 이를 확대하여 볼 수 있도록 구성하였다. INTGIS의 편집모들의 메뉴는 다음과 같다.

About : 지도편집체계(cartographic edit system)에 대한 간략한 설명이 표시된다.

Load : 수정할 지도자료를 커버리지 리스트(coverage list)를 통해 불러오며 각각의 경계값도 불러온다.

Save : 입력된 지도자료를 저장한다.

Input : 지리좌표 입력의 시작을 알리며 입력할 지도와 작업영역을 일치시킨다.

Feature : 'Edit'의 모든 명령은 'Feature'에서 선택한 것에 영향을 받는다. 예를 들면, 'Arc'를 선택하면 'Edit'의 모든 명령은 선단위로 처리된다.

Select : Feature에 대해서 하나의 선 또는 점을 선택한다.

Unselect : 선택된 선 또는 점의 선택을 해제한다.

Delete : 만약 선택한 것이 있으면 그것을 지우고 선택한 것이 없으면 바로 전에 입력한 것을 지운다.

Undo : 선택한 것을 지운 것이든 바로 전에 입력한 것을 지운 것이든 관계 없이 지운 것을 복구한다.

Zoom : 확대한 지도를 보려고 할 때 선택한다.

Errors : 위상 구성 후 오류일 가능성이 있는 곳을 표시한다.

ID : 시스템이 부여한 번호를 디스플레이한다. 나중에 속성자료를 입력할 때 이를 참조한다.

Refresh : 작업영역에 이미 그려 놓은 좌표자료를 이용하여 다시 그린다.

Clear : 작업 영역의 화면을 지운다.

Topology : 선위상(arc topology)과 다각형위상(polygon topology)를 생성하며 'ARC.TPL'과 'POLYGON.TPL'의 이름으로 저장된다.

Help : 도움될 만한 자료를 표시해 준다.

### 3) 지리좌표 변환모듈

동일 지역을 나타내는 지도라도 여러 장으로 표시내용이 다른 지도를 각기 입력하는 경우 이들 지도의 경계가 정확하게 일치하기는 매우 어렵다. 따라서, 이동(translation), 확대/축소(scaling), 회전(rotation) 등을 통하여 두 지도의 경계를 서로 일치시키는 기능이 필요한데, 지리좌표 변환모듈은 지도를 여러 개의 작은 부분으로 나누어 입력할 때 이용하는 모듈이다.

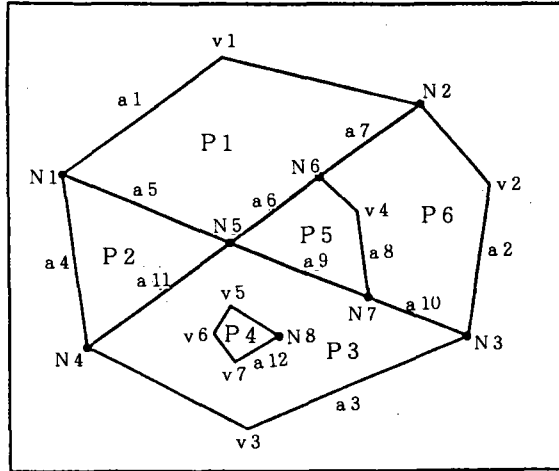
### 4) 위상관계 생성모듈

위상관계란 공간적 관계를 정의하는 데 사용되는 수학적 방법으로, 공간상에 위치한 개체들이 어떤 관계를 가지는지를 나타낸다. 즉, 서로간에 인접하고 있는지 또는 연속되어 있는지와 같은 관계를 기록하게 된다. 위상모형은 그림 2에서 보는 바와 같이 세 개의 위상관계가 기록되어 있는 표와 자료의 계층관계를 나타내는 표로 구성된다. 각 표는 다각형을 이루는 선의 리스트를 명시한 다각형 위상표, 절점에 어떤 선이 연결되어 있는가를 명시한 절점 위상표, 선에 대한 시작 절점과 끝 절점, 왼쪽 다각형과 오른쪽 다각형을 명시한 선 위상표, 내부 다각형과 외부 다각형의 관계를 나타낸 내포관계로 구성되어 있다. 위상모형은 좌표자료를 참조하지 않고 위상 관계표만을 참조하여 여러 가지 공간분석을 할 수 있다는 장점을 가지고 있으나 공간자료가 갱신되면 다시 위상관계를 재구성해야 한다.

이 모듈은 입력된 자료 서로간의 위상관계를 파악하는 것인데 POLYGON.TPL, ARC.TPL, NODE.TPL 등 세 개의 화일을 생성, 출력한다. POLYGON.TPL에는 다각형 관련정보(polygon id)와 다각형을 이루는 선정보들이 기록되며 ARC.TPL은 선관련정보(arc id)와 절점의 시작과 끝점, 왼쪽 다각형과 오른쪽 다각형의 정보가 각각 기록된다. NODE.TPL에는 절점 관련정보(node id)들이 기록된다. 이 모듈은 입력된 자료를 읽어 그에 해당하는 다각형을 인식, 구성하고 다각형을 이루는 선과 그것에 인접하는 다각형과 선을 구성하는 절점 정보를 생성한다. 이들 정보는 공간분석을 수행할 때 매우 유용하게 사용된다. 위상관계는 다각형을 우선으로 하여 생성되며 다각형의 구성에 이용되지 않는 선들을 오류가능성을 가지는 선으로 인식하여 화면상에 작은 사각형으로 표시하도록 설계되어 있다.

#### 4.1.2. 속성자료 입력

INTGIS는 입력된 공간자료와 그것에 대응하는 속성자료는 데이터베이스를 이용하여 저장되며, 특히 INTGIS는 외부의 데이터베이스와 화일의 형태로 자료를 교환하도록 설계되어 있다. 따라서 기존의 어떠한 데이터베이스 시스템이라도 기본적인 DOS와 상호교환(import and export)이 가능하다면 INTGIS와도 교환이 가능하다. INTGIS에서 속성자료인 선 속성자료와 다각형 속성자료가 어떻게 구축되는지를 보면 다음과 같다.



Polygon ID	Arc ID
P1	a1, a5, a6, a7
P2	a4, a5, a11
P3	a3, a9, a10, a11
P4	a12
P5	a6, a8, a9
P6	a2, a7, a8, a10

다각형 위상표

Polygon ID	Outer Polygon
P1	-1
P2	-1
P3	-1
P4	P3
P5	-1
P6	-4

내포관계표

Arc ID	Start Node	End Node	Left Polygon	Right Polygon
a1	N1	N2	-1	P1
a2	N2	N3	-1	P6
a3	N3	N4	-1	P3
a4	N4	N1	-1	P2
a5	N1	N5	P1	P2
a6	N5	N6	P1	P5
a7	N6	N2	P1	P6
a8	N7	N6	P5	P6
a9	N5	N7	P5	P3
a10	N7	N3	P6	P3
a11	N4	N5	P2	P3
a12	N8	N8	P4	P3

선 위상표

Node ID	Arcs
N1	a1, a4, a5
N2	a1, a2, a7
N3	a2, a3, a10
N4	a3, a4, a11
N5	a5, a6, a9, a11
N6	a6, a7, a8
N7	a8, a9, a10
N8	a12

절점 위상표

그림 2. 위상관계도

### 1) 선 속성자료

입력처리 기능 중 편집모듈을 수행하면 편집 윈도우가 생성된다. 이 윈도우에서 Arc ID라는 메뉴를 선택하면 화면에 그려진 층지도의 선 위에 각각의 고유한 Arc ID가 나타나게 된다. 속성자료를 구축하기 위하여 데이터베이스를 실행시켜 화면을 보면서 Arc ID를 자판기의 키(key)로 자료를 입력할 수 있다. 선에 대한 고유한 자료 필드로는 arc id, user id, pen style, pen width, R, G, B가 있다. 이 중 R, G, B는 각각 적색(red), 녹색(green), 청색(blue)을 의미하며 선의 색을 결정해 준다.

### 2) 다각형 속성자료

위상관계 생성자를 실행시키면 다각형이 인식되는데, 위상관계 생성 후에 편집 윈도우에서 Polygon ID라는 메뉴를 선택하면 화면에 그려진 도면의 다각형 안에 고유한 식별번호가 나타나게 된다. INTGIS는 계층적 위상관계 정보를 사용하여 다각형간의 내포관계를 인식하고 이를 고려하여 다각형 내부의 적절한 위치에 식별번호를 표시하도록 고안되어 있다. 다각형 속성자료 입력에서는 선 속성자료와 같이 Polygon ID가 자판기의 키로 사용되며 데이터베이스에서 다각형과 관련되는 속성자료가 입력된다.

ID를 표시할 장소를 정하는 알고리즘은 다음과 같다. 먼저 다각형을 Y축을 중심으로 하여 일정한 간격으로 스캔 라인(scan line) 알고리즘을 적용한다. 이 때 내포된 다각형이 존재하면 그 다각형의 내부는 자동적으로 피해 가게 된다. 생성된 선은 어떤 조건으로 정렬하는가에 따라 세 가지로 나누어진다. 길이순으로 정렬하는 방법, Y축의 중간값을 중심으로 하여 상하로 정렬하는 방법, 위의 두 가지 방법을 통합한 방법이 INTGIS에서 적용되고 있다. 이 중 통합방법은 생성된 선을 길이에 따라 정렬하고 또 순위를 줌으로써 몇 개의 후보 선을 선택하게 된다. 이렇게 하여 선택된 선에 대해 Y축의 중간값을 기준으로 하여 다시 정렬한다. 그 다음 정렬된 선에 ID가 들어갈 수 있는지를 확인하여 성공하면 그곳에 ID를 나타내고 그렇지 않으면 다음 선으로 진행한다. 모든 선에 대하여 실패하면 정렬된 첫번째 선, 즉 가장 중심에 위치하는 선위에 ID를 쓰게 된다(Ebinger and Goulette, 1989).

## 4.2. 공간분석

공간분석 기능은 지리정보 시스템에서 가장 핵심적인 부분이라고 할 수 있는데, 공간자료와 그와 관련되는 속성자료를 분석하여 사용자가 필요로 하는 정보를 획득하게 된다(Taylor, 1991). INTGIS의 공간분석 기능을 수행하는 메뉴는 다음과 같다.

About : 공간분석에 대한 일반적인 사항을 보여준다.

Exit : 공간분석 수행을 종료한다.

Area : 다각형의 면적을 계산하는 모듈을 수행한다.

Perimeter : 다각형의 둘레를 계산하는 모듈을 수행한다.

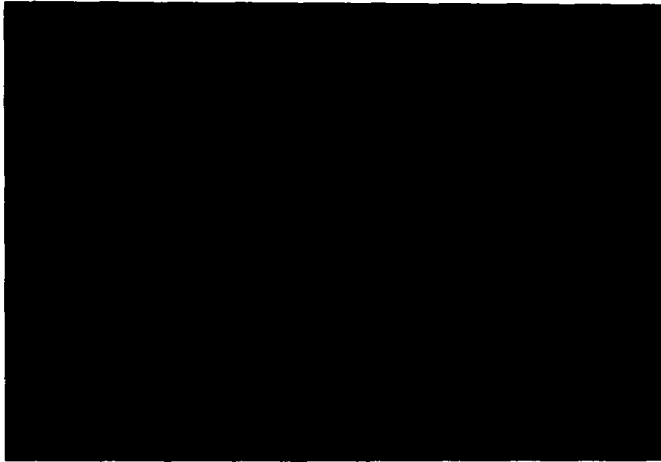


그림 3. 입력된 선 중에 다각형을 구성하지 않는 선들에 작은 사각형 표시를 하여 오류 가능성을 표시한 예를 나타낸 것이다.

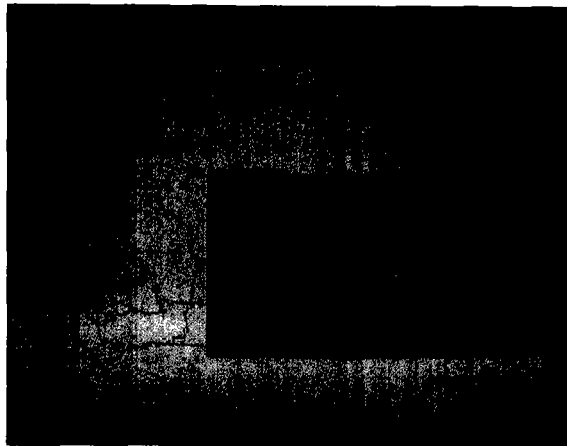


그림 4. 데이터베이스를 실행하여 선의 속성자료를 입력하는 예이다. 사용자는 화면을 보면서 선의 굵기, 색 등을 임의로 결정할 수 있다.

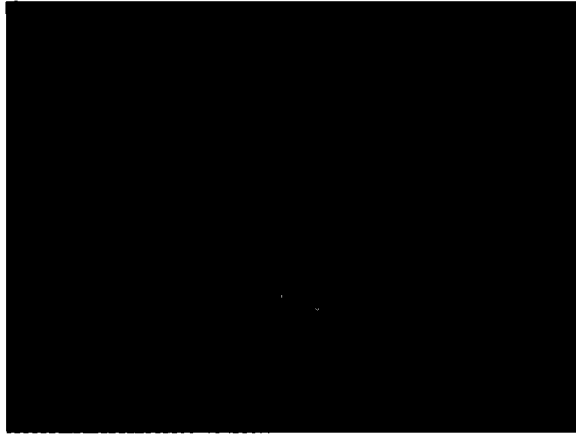


그림 5. 다각형 내부에 Polygon ID를 나타낸 그림이다. ID가 다각형 외부에 표시되지 않도록 그 위치가 잘 조정되어 있다.

Length : 선이나 네트워크의 길이를 계산하는 모듈을 수행한다.

Point in polygon : 일정 지역 내의 모든 점을 결과 디렉토리로 출력한다.

Line in polygon : 일정 지역 내의 모든 선을 결과 디렉토리로 출력한다.

Overlay : 다각형의 중첩처리를 수행하고 결과 디렉토리를 생성한다.

Buffer zone : 점, 선, 네트워크 및 다각형에 대한 일정 범위 내 지역을 구성한다.

Classification : 다각형의 속성값에 대해 구간을 줌으로써 여러 개의 다각형을 하나의 그룹으로 묶는다. 다각형의 영역 채움 등에 쓰인다.

Generalization : 사용자가 명시한 조건에 의해 공통되는 다각형을 일반화시켜 재구성한다.

Transform : 지리좌표를 이동, 확대, 축소, 회전하여 변환을 수행한다.

Help : 도움말, 주로 분석함수의 내용과 수행방법 등을 나타낸다.

#### 4.2.1. 정보검색

정보검색은 지적도나 건물을 표시한 지도를 분석할 때 사용자는 해당 지역의 지적이나 건물의 속성을 파악할 필요가 있다. INTGIS는 사용자가 원하는 분석대상(entity)을 선택하여 그에 해당하는 다각형을 인식, 자판기의 키를 이용하여 데이터베이스에서 관련 속성 자료를 불러오도록 설계되어 있다. 이렇게 추출된 속성자료는 정보 윈도우에 표시되며 일단 선택된 다각형의 선은 특정한 색으로 표시되어 사용자가 쉽게 구별할 수 있도록 고안되어 있다. 만약 어느 특정 조건식에 맞는 다각형을 보고 싶은 경우에는 조건식을 입력하여 나타낼 수 있

다. INTGIS는 데이터베이스에서 조건에 적합한 Polygon ID를 획득하여 그에 해당하는 다각형을 다른 색으로 칠하여 화면상에 나타냄으로써 사용자가 쉽게 구별할 수 있도록 하였다.

#### 4.2.2. 분류

분류는 어느 지도 내의 특정한 속성자료에 대해 일정 범위를 구간으로 나누거나 또는 어떤 조건을 주어 거기에 따라 지도 내의 다각형들을 재구성할 때 쓰이는 기능이다. 이 때 다각형들은 몇 개의 부류(class)로 나누어지며 같은 부류 내의 다각형들은 하나의 다각형 개체로 합쳐진다. 이렇게 하면 다각형은 출력시에 동일한 색으로 나타내어 주는 기능을 담당한다.

#### 4.2.3. 일반화

화면상에서 두 개 이상의 다각형으로 분리되어 있는 경우라도 속성자료를 비교하였을 때 하나의 다각형으로 합쳐야 하는 경우가 있다. 이러한 경우에 실행하는 분석기능이 일반화이며 이것은 계층구조 인식에 응용된다. 예를 들어, 서울시 전체 지도를 그릴 때 동 단위로 지도가 구성되어 있을 경우에 구 단위의 지도는 다시 입력할 필요가 없다. 왜냐하면, 각 동을 구성하는 속성자료를 이용하여 일반화를 실행하면 같은 구에 속하는 동은 속성자료가 일치하므로 경계선이 지워지고 다른 구에 속하는 동과의 경계선만 남게 되어 동과 구 경계가 있는 서울시 전체 지도를 얻을 수 있기 때문이다. 몇 개의 다각형을 하나의 다각형으로 합치는 과정은 다각형 위상관계 정보를 이용하여 합쳐질 다각형을 구성하고 있는 선 중에서 공통되는 선을 삭제하고 나머지 선을 가지고 다시 위상관계를 생성하면 합쳐진 하나의 지도를 얻을 수 있다.

#### 4.2.4. 측량

공간분석에서 측량기능은 다각형의 면적, 둘레, 선분, 네트워크의 길이 등을 계산하는 기능이다. 이것은 계층관계의 위상정보를 이용하면 다각형 내의 다각형(island)을 인식하여 면적 계산시에 바깥쪽만을 계산하며 여기에 실제 측척개념을 도입하면 실측 자료와 거의 일치하는 면적을 계산하도록 고안되어 있다. 다각형의 면적 계산에서는 다각형의 모양과는 관계 없이 다각형을 구성하는 절점과 중간점의 좌표만으로 면적을 쉽게 구할 수 있는 알고리즘을 사용하였으며 다각형의 내포관계 정보도 고려하도록 하였다.

#### 4.2.5. 중첩분석

공간분석 기능 중에서 가장 중요하고 기본적인 기능의 하나가 중첩분석이다. 이것은 서로 다른 두 개 이상의 지도 도면을 중첩하여 필요한 정보를 얻고자 할 경우에 이용하는 것으로 INTGIS는 다른 지리정보 시스템과는 달리 사용자가 주는 조건식을 이용하여 데이터베이스에 질의를 하고 분석되어야 할 다각형을 먼저 찾아내어서 이들에 대하여 중첩을 실행하도록 설

계되어 있다. 따라서, 모든 다각형에 대한 중첩을 수행하는 GIS 패키지, 예를 들면 Arc/Info 와 비교하여 볼 때 실행시간면에서 INTGIS가 유리하다고 할 수 있다. 그 이유는 중첩기능에서 필수적인 교차점 찾기를 수행할 때 선들의 교차 가능성을 미리 조사하여 가능성이 없는 선은 처리하지 않음으로써 수행시간을 줄일 수 있기 때문이다. 중첩은 합집합, 교집합, 차집합 등의 알고리즘에 의해 분석되며, 그 결과는 하나의 지도도면에 표현되며 디스플레이 기능을 이용하여 기본도(base map)와 함께 나타내어 사용자의 의사결정에 도움을 주게 된다 (Aronoff, 1989).

#### 4.2.6. 근접지역 분석

지도도면은 다각형 중심(polygon-oriented)인 것과 선 중심(line-oriented)인 것, 그리고 점 중심(point-oriented)인 것이 있다. 다각형 중심 도면은 앞에서 설명한 중첩분석기능을 이용하여 처리를 하는 반면 선과 점으로 이루어진 도면은 그 처리방법이 조금 다르다. 선의 경우는 다각형과 같이 비교, 분석할 때 어느 특정한 다각형에 포함되는 선이 무엇인지를 찾는 경우가 대부분이다. 이런 경우를 지역 내 선 분석(line in polygon)이라고 하며 어느 한 지역에 내포된 선만이 하나의 도면으로 구성되어 디스플레이 기능에 의해 기본도 위에 나타나게 된다. 점 중심 도면의 경우도 선 중심 도면과 같이 특정 다각형에 포함되는 점들만이 하나의 도면으로 구성되어 나타난다.

#### 4.2.7. 일정범위 지역분석

이것은 점이나 선, 네트워크 또는 다각형과 같은 하나의 개체로부터 일정한 거리 이내에 있는 지역을 구하는 기능을 말한다. 예를 들어, 어떤 시설의 입지를 선정할 때 도로에서 10m 이내의 조건을 충족하는 지역범위를 찾을 때 또는 강의 홍수범람 예상지역을 구할 때 이러한 기능을 이용한다. INTGIS에서는 네트워크나 다각형의 지역 범위분석은 먼저 그것을 구성하는 점이나 선 각각에 대하여 일정 지역 범위를 구하고 그것을 중첩분석에 의하여 통합하는 (union) 방법을 사용하도록 하였다.

### 4.3. 통계분석

다각형 지도도면이 가지는 여러 가지 속성자료를 이용하여 통계적인 분석을 할 때 이러한 기능을 이용한다(Berry and Berry, 1988). 이것은 데이터베이스 내의 연산기능을 이용하여 작성할 수도 있고 다른 언어를 이용하여 작성한 후 INTGIS에 포함시킬 수도 있다. 현재로는 데이터베이스의 기능을 이용하여 밀도, 평균, 표준편차, 증가율 등을 계산하도록 고안되어 있다. 하나의 지도도면에는 다양한 종류의 속성자료가 있게 마련인데, INTGIS는 이러한 속성자료를 한꺼번에 데이터베이스로부터 가져와서 분석하는 것이 아니고 사용자가 주는 조건에 맞



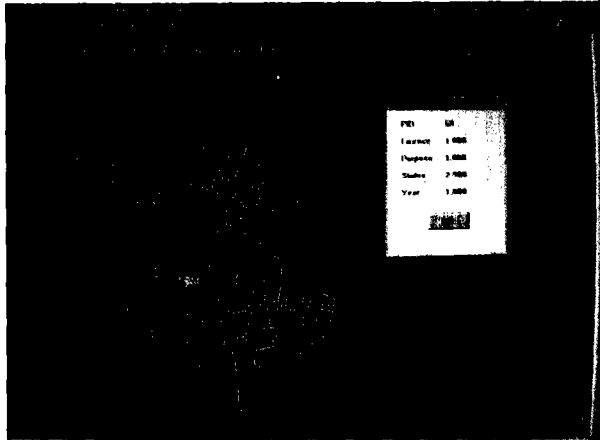


그림 6. 디스플레이의 Information 메뉴를 수행한 예로서 도면 내의 다각형을 사용자가 마우스로 지정하면 그 다각형이 화면상에 다른 색으로 표시되면서 그 다각형의 속성자료들이 출력된다. 출력되는 속성자료의 종류는 사용자가 지정할 수 있다.

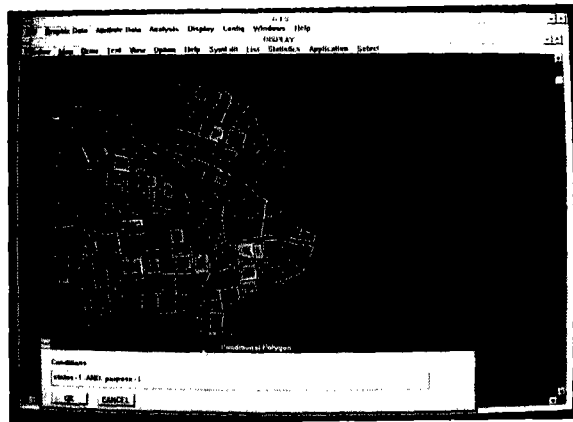


그림 7. 속성자료의 검색을 위한 조건식을 입력받는 예를 나타내는 것이다. INTGIS는 데이터베이스를 검색하여 입력된 조건식을 만족시키는 다각형만을 디스플레이한다.

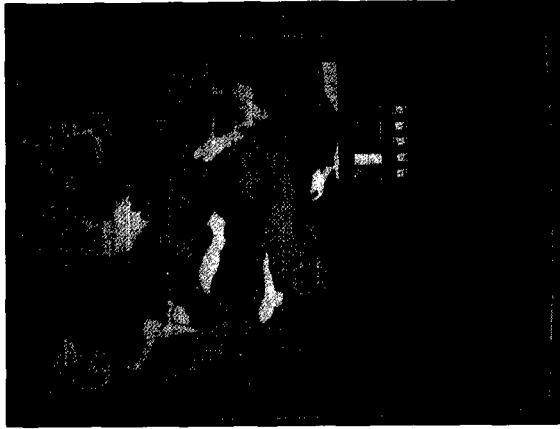


그림 8. 복잡한 지역을 여러 가지 색과 패턴으로 채운 결과를 나타낸 그림이다.

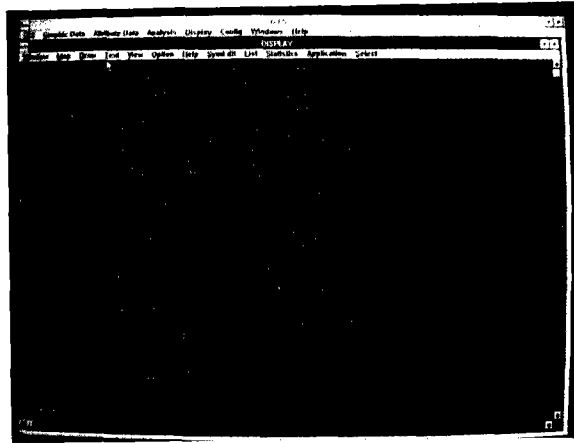


그림 9. 두 도면을 중첩하여 합집합한 결과를 디스플레이한 예이다. 기본지도가 밑바탕에 디스플레이되어 있고 생성된 중첩결과가 굵은 선으로 나타나 있다.

는 것만 데이터베이스 질의를 통하여 속성자료에 대한 통계분석을 하게 된다. 통계분석 자료가 두 가지 이상일 경우에는 막대그림 등의 형태로 나타내어 이들 자료를 서로 비교할 수 있도록 설계하였다.

#### 4.4. 디스플레이

디스플레이는 컴퓨터에 저장된 자료를 읽어들이어 사용자가 원하는 형태로 출력하는 기능을 말한다. INTGIS에서의 자료의 출력은 기본적으로 지도형태로 표현되며 이러한 지도는 저장되어 있다가 필요할 때 바로 불러 사용할 수 있도록 고안되어 있다. 디스플레이의 메뉴는 다음과 같은 것들이 있다.

##### Window

Exit : 디스플레이 윈도우를 종료시킨다.

About : 디스플레이 윈도우에 대한 버전(version) 등의 설명을 보여준다.

##### Map

Begin : 새로운 지도의 생성을 준비하는 것으로서 새로운 지도 디렉토리를 만들고 히스토리 화일을 생성한다.

SB/NA : 방향 윈도우(origin window)에 나타난 축척표시(scale bar)를 목적에 맞게 확대, 축소시킬 수 있으며 또한 방향표시(north arrow)를 회전시킬 수 있다.

Legend : 윈도우(legend window)상에 범례를 나타낸다. 이 때 심볼 모음집을 참조하여 범례를 만든다.

Delete : 화면에 표시된 지도상에서 특정한 도면을 삭제시키고자 할 때 이용한다.

Undo : 삭제된 도면을 복구하여 지도에 표현한다.

End : 새로운 지도의 생성을 끝낸다. 즉 'Begin'으로 생성된 히스토리 화일을 닫는다.

##### Draw

Coverage : 선정된 지도범위(coverage)를 화면상에 나타내며 디스플레이 화일(NAME, COR)의 이름과 명령어를 히스토리 화일에 저장한다.

Clear : 화면에 나타난 지도나 도면 전체를 삭제한다.

UID : 화면에 표시된 도면의 지리적 요소에 대한 사용자 식별번호(user identification)를 나타낸다.

Line, Circle, Box : 화면에 나타난 지도나 도면상에 선, 원, 사각형을 그릴 수 있는 기본적인 그래픽 디스플레이 기능을 제공한다.

##### Text

Input : 화면에 나타난 도면상에 원하는 글자를 표시하며 'Begin' 상황에서는 텍스트 화

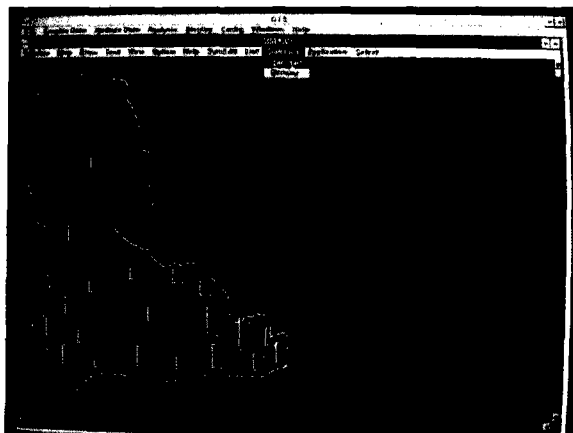


그림 10. 종로구 각 동의 1980년과 1990년의 60세 이상 인구를 비교하기 위해 막대그림으로 나타낸 것이다. 사용자가 지정한 속성만을 데이터베이스에서 가져와서 분석하였으며 그림의 모양은 사용자가 대화식으로 조절할 수 있다.

일(NAME.TXT)과 명령어가 히스토리 화일에 저장된다.

Move, Delete : 도면상에 나타난 글자를 이동하거나 삭제한다.

#### View

Zoom general : 화면상의 지도나 도면에서 사용자가 선정한 부분을 확대(Zoom in)하며 확대한 지역 외에 대해서는 스크롤(scroll)을 이용하여 확대된 상태를 볼 수 있다.

Zoom in : 화면상의 지도나 도면을 세 가지 수준으로 축소하여 볼 수 있다.

Zoom out : 화면상의 지도나 도면을 세 가지 수준으로 확대하여 볼 수 있으며 스크롤이 가능하다.

Fit in Window : 화면의 크기에 맞게 도면을 표시한다.

Show actual size : 최초에 입력된 도면의 크기로 화면상에 나타낸다.

#### Option

Color : 색을 설정한다.

Font : 폰트를 설정한다.

Filling : 각 다각형의 속성값에 따라 다각형의 내부를 각기 다른 색상을 사용하여 일정한 간격과 각도로 빗금 등의 선을 그리는 사선긋기(hatching)를 하거나 또는 면적을 특정 색상으로 칠하는 채우기(shading)를 수행한다. 이것은 사용자가 선정한

옵션에 따라 사선긋기나 채우기를 수행한다.

SymEdit(화면표시에 사용할 심볼을 만든다)

List

Polyattri : Polygon ID로부터 다각형의 속성자료를 알 수 있고 실제 위치를 화면상에 나타내준다.

Information : 화면상에서 다각형을 클릭(click)하면 해당 다각형의 속성자료와 식별번호 등의 정보를 알 수 있다. 이것은 도면이 여러 개 중첩되어 있어도 작동한다.

Statistics

BarChart : 다각형의 속성자료에 대해 다각형마다 그 내부에 막대그림(bar chart)을 그려줌으로써 속성자료를 비교할 수 있다.

Density : 다각형의 속성자료를 면적으로 나누어 밀도에 비례하는 수 만큼의 점을 찍어 밀도그림을 나타내 준다.

Application : 사용자가 정의한 간단한 작업을 수행하게 해준다.

#### 4.4.1. 기본도면 디스플레이

이것은 저장된 자료를 읽어들이어 화면상에 단순히 선의 형태로 그림을 그리도록 하는 기능이다. 이 단계에서는 데이터베이스를 이용하지 않고 자체에 있는 다각형과 선, 질점 등의 자료를 이용하여 표현한다. 기본도면 디스플레이는 하나의 도면을 그린 후 그 위에 다른 도면을 중첩하여 그릴 수 있으며 이 때 나중에 그린 도면이 우선권(priority)을 가진다. 일반적으로 지도를 그릴 때 먼저 다각형(지역)을 그리고 그 위에 선, 점, 문자를 그리게 된다. 그 이유는 나중에 그려지는 다각형이 문자나 점과 같은 정보 위에 겹쳐서 그려지는 것을 방지하기 위해서이다. INTGIS에서는 자동적으로 다각형 도면을 먼저 그릴 수 있도록 함으로써 겹쳐서 그려지는 문제를 해결하고 있다. 이 때 그려지는 순서는 다각형, 선, 점, 문자 순이다.

#### 4.4.2. 주석

한 장의 지도를 완성하려면 먼저 기본 도면을 그린 후 도면상에 지도제목이나 산이나 강 이름 또는 지명 등 필요한 부분에 문자를 삽입하는 등의 주석(annotation)을 다는 작업이 필요하다. INTGIS에서는 MS-Windows 3.1에서 제공하는 글자꼴(font)을 사용하여 원하는 형태의 크기, 색, 글자꼴로 문자를 나타낼 수 있다. 또한, 각 문자열의 방향을 지정할 수 있으며 글자 자체의 회전형태를 지원하여 보다 편리한 사용자 인터페이스를 구성하고 있다.

#### 4.4.3. 선의 형태

지도상에 표시하는 기본적인 선의 형태는 가느다란 실선이지만 실제 지도에는 점선을 비롯하여 철도나 도로 등과 같이 특수한 형태의 선을 필요하게 된다. INTGIS에서는 현재 8가지

형태의 선을 제공하고 있으며 16개 형태 이상으로 확장할 계획이다. 이들 8가지 선은 색, 형태, 굵기를 사용자가 즉시 지정할 수 있도록 설계되어 있다.

#### 4.4.4. 심볼

지도상에 명승고적이나 학교, 온천 등 건물이나 장소를 표현하고자 할 때 해당되는 위치에 알맞는 심볼을 그릴 필요가 있다. INTGIS에는 64개의 심볼을 활용할 수 있으며 사용자가 직접 자기가 원하는 형태로 심볼을 고칠 수 있도록 설계되어 있다.

#### 4.4.5. 구역채우기

구역채우기는 다각형의 속성자료에 따라 여러 가지 색과 패턴을 사용하여 사용자가 알아보기 쉽도록 화면에 나타내는 것이다. INTGIS에서 가능한 색은 256가지이며 MS-Windows의 팔레트(palette)의 색을 사용하였다. 패턴은 빗금 무늬, 줄 무늬, 점 등의 22가지가 가능하며 사용자가 직접 확인하며 선택할 수 있다. 구역채우기는 다음과 같은 단계적인 작업을 거쳐 이루어진다. 먼저 채우고자 하는 도면을 화면에 그린 다음 어떤 속성자료를 이용하여 채울 것인지를 선택한다. 이 때 INTGIS는 데이터베이스와 인터페이스하여 필요한 자료구조를 만든다. 사용자는 속성자료의 구간을 정하고 각각의 구간에 적당한 색과 패턴을 지정함으로써 구역채우기를 수행한다. 지도를 구성할 경우 주어진 색과 패턴을 지정함으로써 구역채우기를 수행한다. 지도를 구성할 경우 주어진 색과 패턴은 파일로 기록되어 후에 지도를 다시 보고자 할 때 사용자가 정한 색과 패턴으로 면적을 채워 보여주게 된다. 기록된 색과 패턴 정보는 사용자의 요구에 따라 지도의 한쪽 구석에 범례로 나타낼 수도 있다.

#### 4.4.6. 확대 및 축소

INTGIS는 디스플레이할 때 분석 대상지역의 일부분을 확대하거나 축소하여 볼 수 있도록 설계되어 있다. 이 때 배율은 기본적으로 2배이며 사용자가 임의로 조정할 수도 있다. 확대 또는 축소된 지도는 상하좌우로 이동시킬 수 있다.

### 4.5. 사용자 인터스페이스

INTGIS는 MS-Windows 3.1 환경하에서 개발되었으므로 모든 명령체계는 마우스와 메뉴를 기본으로 하여 구성되어 있다. 사용자가 불필요한 메뉴를 사용하지 못하도록 가능한 메뉴만이 나타나며 Windows의 특성상 다중작업(multi-tasking)이 가능하다. 따라서, 공간분석 기능을 수행하면서 입력처리나 디스플레이를 수행할 수 있다. INTGIS에서 사용하는 색이나 패턴, 선의 굵기 및 형태들은 사용자가 온라인 상태에서 바꿀 수 있도록 설계되어 있어 이용의 편리성을 증대시켰다. 또한, 지도로 구성된 도면은 그 정보가 파일에 저장되어 있어 이 정보를

수정하면 바로 그 정보가 지도에 반영된다.

#### 4.6. INTGIS의 화일 구조

INTGIS는 각 도면 목록마다 여러 개의 화일들을 유지함으로써 공간좌표와 속성자료, 그리고 위상관계 정보를 저장한다. 가장 기본이 되는 것은 ARC.COR와 ARC.BND로서 이 화일들은 모든 절점과 중간점의 좌표를 가지고 있으며 계수화 작업을 할 때 자동으로 생성되도록 되어 있다. NODE.TPL, ARC.TPL, POLYGON.TPL 세 가지 화일은 위상관계 정보를 가지고 있으며 편집모듈에서 위상관계를 생성할 때 ARC.COR 정보로부터 생성된다. 또한, 이들 각 TPL 화일은 공간분석시에 많이 사용된다. DBF 화일들은 dBaseⅢ+에서 사용하는 화일로서 점, 선, 다각형에 대한 속성자료를 실제로 저장하고 있는 데이터베이스 화일이다.

실제로 공간분석이나 디스플레이를 수행할 때는 데이터베이스 질의가 필요하며 데이터베이스를 수행하여 공간분석 또는 디스플레이에 필요한 정보만을 가지고 온다. 데이터베이스 화일에서 선택된 정보는 ATT 화일에 텍스트 형태로 저장되며 INTGIS 시스템은 이 화일들을 읽어들이므로써 데이터베이스와 인터페이스하고 필요한 정보를 얻는다. 그 밖의 INF 화일들은 특정한 목적을 위한 추가적인 정보를 가지고 있는 화일들로, 특히 지도 디렉토리에서 사용된다. INTGIS에서 필요한 화일들과 그 내용을 정리하면 다음과 같다.

NODE.DBF : 절점의 속성자료를 가지는 데이터베이스 화일

구조) ID, UID, ATTRIB...

NODE.ATT : 절점의 속성자료를 가지는 INTGIS용 화일

구조) ID, UID, ATTRIB...

NODE.TPL : 절점의 위상관계를 기록한 INTGIS용 화일

구조) ID, UID, X, Y, Number of Arcs, Arc ID...

ARC.COR : 선을 구성하는 절점과 중간점의 좌표를 기록한 INTGIS용 화일

구조) ID, UID, Sx, Sy, Number of Vertex, Vx, Vy..., Ex, Ey

ARC.BND : 도면 입력시에 받아들이는 지역범위(boundary)를 기록한 INTGIS용 화일

구조) Ux, Uy, Lx, Ly

ARC.DBF : 선의 속성자료를 가지는 데이터베이스 화일

구조) ID, UID, Pen, Width, R, G, B, ATTRIB...

ARC.ATT : 선의 속성자료를 가지는 INTGIS용 화일

구조) ID, UID, Pen, Width, R, G, B, ATTRIB...

ARC.TPL : 선의 위상관계를 기록한 INTGIS용 화일

구조) ID, UID, FromNode, ToNode, LPoly, RPoly

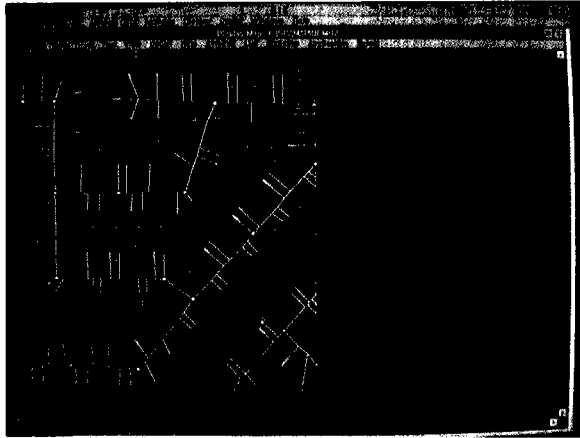


그림 11. 한 지역의 지적, 건물, 상수도 관의 도면을 함께 디스플레이한 예이다.  
도면상의 원은 상수도 관의 물을 조절하는 점을 표시한 것이다.

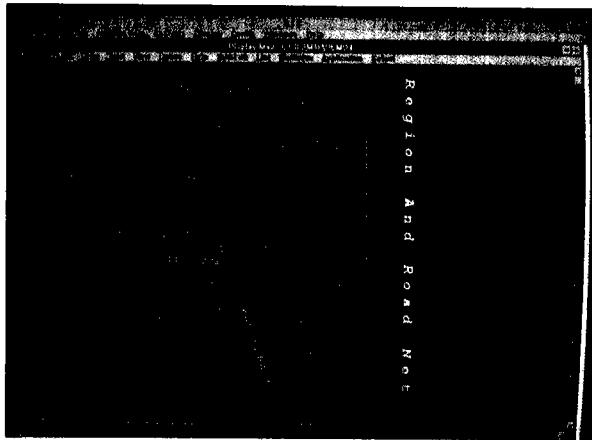


그림 12. 도면을 디스플레이한 뒤 필요한 글자와 주석을 여러 형태로 나타낸 그림이다.



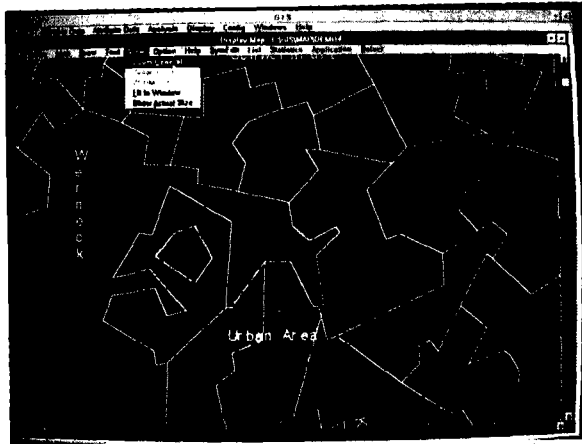


그림 13. 그림 12의 일부 지역을 확대한 그림이다. 그림의 확대, 축소는 원하는 부분에 대해서 배율을 조정하고 화면창을 상하좌우로 이동할 수 있다.

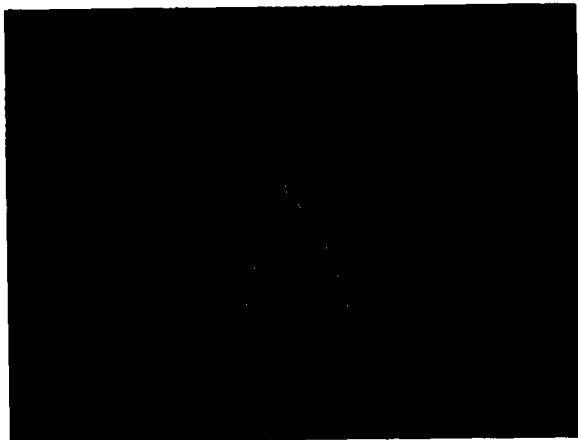


그림 14. 몇 개의 도면을 겹쳐서 저장한 자료를 디스플레이한 예이다. 다각형도면은 구역채우기가 된 상태이며, 선도면은 다양한 형태, 굵기, 색으로 그려진 것을 나타내고 있다.

POLYGON.DBF : 다각형의 속성자료를 가지는 데이터베이스 파일

구조) ID, UID, Area, Perimeter, ATTRIB...

POLYGON.ATT : 다각형의 속성자료를 가지는 INTGIS용 파일

구조) ID, UID, Area, Perimeter, ATTRIB...

POLYGON.TPL : 다각형의 위상관계를 기록한 INTGIS용 파일

구조) ID, UID, Number of Arcs, Arc ID...

HIER.INF : 다각형의 내포관계를 기록한 INTGIS용 파일

구조) InPoly, OutPoly

HISTORY.INF : 지도 구성시에 필요한 정보를 기록한 INTGIS용 파일

TEXT.INF : 지도 구성시에 필요한 문자를 기록한 INTGIS용 파일

## 5. 결론 및 향후 연구과제

지리정보 시스템은 공간현상에 관련되는 여러 가지 자료를 처리하여 공간분석자와 의사결정자에게 유용한 정보를 제공함으로써 보다 나은 의사결정에 도움을 줄 수 있다는 점이 큰 장점이다. 바로 이러한 특성 때문에 지리정보 시스템이 각종 공간계획과 정책결정 과정에 광범위하게 응용되고 있다. 본 논문은 자료입력, 공간분석, 디스플레이와 같은 기본 시스템을 바탕으로 하여 여러 가지 기능들을 통합적으로 운영할 수 있는 INTGIS를 설계, 구현하는 것을 목적으로 삼았다. INTGIS는 기본적으로 위상 벡터모형을 이용하여 설계하였다. 따라서, 현재 상태로서는 레스터모형에 의한 자료처리를 수행하지 못하는 단점이 있고, 또 INTGIS가 수행하는 공간분석기능은 주로 다각형 중심이나 네트워크 구조에 대한 분석기능도 추가되어야 할 것이다. 앞으로 공간관련 자료가 점점 방대해지고, 특히 인공위성에 의한 지상자료를 신속, 정확하게 영상처리(image processing)해야 할 필요성이 증대할 때를 대비하여 레스터모형에 의한 정보처리가 매우 시급하다고 판단된다. 현재 벡터모형과 레스터모형에 의해 공간정보를 동시에 처리하는 기능을 가진 지리정보 시스템은 아직 없고, 단순히 모형상호간의 변환에 중점을 두어 처리하고 있는 실정이다(Maguire, 1991).

INTGIS의 앞으로의 연구방향은 하나의 통합된 자료구조 모형을 개발하는 한편 공간분석기능을 대폭 강화하는데 역점을 둘 것이다. 이를 위해 INTGIS는 현재 데이터베이스 시스템으로 PC에서 사용되는 dBase III +를 사용하고 있으나 ORACLE과 같은 데이터베이스 시스템과 자료를 호환할 수 있도록 하여 사용자에게 익숙한 데이터베이스 시스템을 선택하여 사용할 수 있게 개조해 나갈 것이다. 또한, INTGIS는 위상 벡터모형과 레스터모형을 동시에 사용하기 위하여 모형간의 변환관계를 계속 보완해야 하고, 변환을 하지 않고도 자료를 직접 분석할 수 있는 기능도 보강되어야 하며, 특히 두 모형을 통합할 수 있는 새로운 자료모형에

대한 연구개발이 무엇보다 필요하다. 이 외에도 INTGIS는 인공위성에서 촬영한 원격탐사(remote sensing) 자료를 수신, 처리할 수 있도록 고도자료(elevation data)를 추출하여 등고선이나 TIN(triangulated irregular network)구조로 표현할 수 있는 기능이 요구된다.

한편, 디스플레이 기능은 평면적인 지도뿐만 아니라 3차원적인 효과를 주는 도법(draping), 숨은 면 제거기법(hidden surface removal), 등고선 정보와 TIN 구조와의 변환기능 등에 대한 보강이 필요하다. 공간분석 기능은 선중심인 도면을 분석하기 위해 네트워크 분석이 필요한데, 이러한 분석은 도로망의 최단경로 선택에 응용되며, 이를 수행하면 두 개의 윈도우가 생성되어 한 쪽에는 전체적인 도로망이 나타나고 다른 쪽에는 해당지역에 대한 상세도가 나타나 두 개의 화면을 동시에 볼 수 있는 기능이 추가되어야 할 것이다. INTGIS가 강력한 지리정보 시스템이 될려면 이미지, 비디오, 음성정보 등의 멀티미디어 정보와 통합할 수 있는 기능을 제공할 수 있도록 지속적인 개선과 보완연구가 뒤따라야 할 것이다.

### 참고 문헌

- 김광식, “지리정보 시스템의 유용성과 과제,” 도시정보, 제11권, 제2호, 1992.
- 김광식, 최윤철, “교통연구에 있어서의 컴퓨터 그래픽스 응용에 관한 연구,” 대한교통학회지, 제4권, 제2호, pp. 59~73, 1986.
- 김광식, 최윤철, “컴퓨터 그래픽스를 이용한 지리정보 시스템의 구성과 설계기법,” 대한원격탐사학회지, 제3권, 제1호, pp. 55~70, 1987.
- 김광식, 최윤철, “도시계획에서 활용할 수 있는 공간정보 시스템의 개발과 적용사례,” 국토계획, 제23권, 제2호, pp. 35~45, 1988.
- 최윤철, 김광식, 마이크로 컴퓨터하에서의 지리 및 지형정보의 디스플레이를 위한 컴퓨터 그래픽스 기법의 개발, 학술진흥재단, 1989.
- 최윤철, 김광식, 지리 및 지형 정보의 디스플레이를 위한 PC용 Cartographic System의 설계와 개발, 한국과학재단, pp. 3~5. 1990.
- Antenucci, John C. et al., *Geographic Information System: A guide to the technology*, Van Nostrand Reinhold, 1991.
- Aronoff, Stan, *Geographic Information System: A management perspective*, WDL Publications, 1989.
- Berry, Joseph K. and Joyce K. Berry, “Assessing Spatial Impacts of Land Use Plans,” *Journal of Environment*, Vol. 27, pp. 1~9, 1988.
- Burrough, P. A., *Principle of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Clarendon Press Oxford, 1986.

- Ebinger, Lee R. and Ann M. Goulette, "Automated Names Placement in a Non-Interactive Environment," *AUTO CARTO 9*, pp. 205~213, 1989.
- ESRI Inc., *PC Understanding GIS : The ARC/INFO Method*, 1990.
- GIS World, *1991~92 International GIS Source Book*, 1991.
- Johnston, Kevin M., "New-generation GIS Integrated Vector and Raster Tools," *GIS World*, Vol. 4, No. 5, pp. 92~94, 1991.
- Maguire, David J. et al., "Integrated GIS : The Importance of Raster," *Baltimore Technical Papers, 1991 ACSM-ASPRS Annual Convention*, Vol. 2 Cartograph and GIS/LIS, pp. 107~110, 1991.
- Merehouse, Scott, "The Architecture of ARC/INFO," *AUTO CARTO 9 Ninth International Symposium on Computer-Assisted Cartography*, pp. 266~277, 1989.
- Rado, Bruce Q., Andrew S. Bury and Christine C. Smith, "Raster-Vector Integration : Real-World Solutions," *Baltimore Technical Papers, 1991 ACSM-ASPRS Annual Convention*, Vol. 2 GIS, pp. 166~172, 1991.
- Spencer, Ron C. and Robert D. Menard, "Integrating Raster/Vector Technology in a Geographic Information System," *GIS/LIS 1989 Proceedings*, Vol. 1, pp. 1~8, 1989.
- Taylor, D. R. Fraser, *Geographical Information System : The micro computer and modern cartography*, Pergamon Press, London, 1991.
- Vazella, Luca and Stan Cabay, "Hybrid Spatial Data Structures," *GIS/LIS 1989 Proceedings*, Vol. 1, pp. 360~372, 1989.