

碩士學位論文

GIS를 이용한 시설물 관리시스템
구축을 위한 연구

- 제주대학교를 중심으로 -

指導教授 南 正 萬



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

濟州大學校 産業大學院

建設環境工學科

金 昌 植

2001

GIS를 이용한 시설물 관리시스템 구축을 위한 연구

- 제주대학교를 중심으로 -

指導教授 南 正 萬

이 論文을 工學碩士學位 論文으로 提出함.

2001年 6月 日



濟州大學校 産業大學院

建設環境工學科

土木工學專攻

金 昌 植

金昌植의 工學碩士學位 論文을 認准함.

2001年 6月 日

委員長 印

委 員 印

委 員 印

목 차

목 차	i
Table contents	iii
Figure contents	iv
Abstract	vi
I. 서 론	1
1. 연구 배경	1
2. 연구 목적	2
3. 연구 동향	2
4. 연구 범위와 방법	4
II. GIS의 개념	5
1. 지리정보체계(GIS)의 정의	5
2. GIS의 구성	6
3. GIS의 자료구조	8
III. 대학시설물 관리시스템	23
1. 필요성	23
2. 구축목적	24
3. 기본기능	27
4. 특징	27
5. 응용분야	29

IV. 대학시설물 관리시스템의 구축	30
1. 대상지역 및 사용시스템	30
2. 시설물관리시스템의 업무분석과 기본기능의 추출	31
3. 데이터베이스 구축	32
V. 결 과	43
1. 건물 배치 결과 표시	43
2. 공간 검색 기능	45
VI. 고 찰	50
VII. 결 론	51
참고 문헌	52



Table contents

Table 1. Hardware, Software and technician of GIS composition	8
Table 2. The kind of geographic elements	9
Table 3. Strength and weakness of raster and vector data	13
Table 4. The application fields of GIS	22
Table 5. The application fields of AM/FM(Automated Mapping/Facility Management) system for a university	29
Table 6. Topographical data and construction for basemap	34
Table 7. Information of each facility basemap	36
Table 8. Cell library	37
Table 9. Building attribute data	41
Table 10. Laboratory attribute data	42

Figure contents

Fig. 1. The basic procedure of GIS	7
Fig. 2. The composition elements of GIS	7
Fig. 3. The graphic representation of raster versus vector	10
Fig. 4. Structure of vector data.	11
Fig. 5. Hierarchical database structure commonly used in soil science ...	16
Fig. 6. Network data structure for simple polygons	17
Fig. 7. The relational of data structure for the map M	19
Fig. 8. The connection of graphic elements and attribute data	20
Fig. 9. The concept of data organization in layers	21
Fig. 10. The study area and aerial photo	30
Fig. 11. Workflow for Cheju National University AM/FM system	31
Fig. 12. Study area of vectorizing	33
Fig. 13. 3-Dimension modeling of study area	34
Fig. 14. Work flow for basemap construction	35
Fig. 15. Basemap of each catagory	39
Fig. 16. A work flow of database construction & attribute data input ...	40
Fig. 17. Display map of Cheju National University and facilities with Arc/View	43
Fig. 18. Output of building and attribute window	45
Fig. 19. Zoom out & in Cheju National University	46
Fig. 20. Example of a theme contains information about the photo and building	47

Fig. 21. Example of a theme's attribute table containing information
about the selected building 48

Fig. 22. Example of building layout without contour information 49



Development of Facility Management System

Using GIS tool

- A Case of Cheju National University -

Chang-Sig Kim

Department of Construction and Environmental Engineering

Graduate School of Industry

Cheju National University

Supervised by Professor Jung-Man Nam



Abstract

Recently, it became very important to manage various space, facilities and utilities for civil life. A computerized facility management system is very necessary for the prevention of inefficiency in facility management. Because of a complicated and rapidly changing society, the informations must be rapid and accurate. Due to the complexity and rapid changes in national infrastructure systems, there is a limitation in using two-dimension information management system has a limitation in its use.

The purpose of this research is to construct the AM/FM(Automated Mapping/Facility Management) system for a university. The sample area used in this study is the Cheju National University in Jeju, Korea.

For the purpose of efficient data searching, analyzing, and processing, relational structure was used in the construction of database. It was found that rapid supply of facility information and efficient facility management system are possible using the constructed AM/FM system for a university.



I. 서 론

1. 연구 배경

GIS(Geographic Information System)는 현대 산업사회 속에서 인간이 직면하고 있는 사회, 경제, 문화, 국방, 환경과 같은 거시적인 문제들로부터 도시의 가스, 전기, 상하수도 시설의 관리나 학교 시설물관리와 같은 미시적인 문제에 이르기까지, 수많은 문제들을 해결하는데 필요한 자료의 정보화와 구축된 정보들을 이용한 분석을 통해 현실세계에 대한 판단을 보다 손쉽게 할 수 있다는 점에서 급속하게 발전하고 있다.

사회의 격변화로 모든 정보는 신속성과 정확성을 요구하게 되었고, 국토기반시설은 그 복잡성과 급격한 변화에 따라 이차원적인 정보관리에 한계를 맞게 되었다. 도시기반시설 사업에 있어서도 계획 및 수행에 필요한 신속 정확한 정보의 제공으로 업무의 능률화 및 고도화가 요구되고 있다. 이러한 요구에 따라 효율적인 도면관리, 자료의 보존과 시설물관리를 위한 시스템이 필요하게 되었다. 시설물관리시스템은 공공시설물이나 대규모 공장, 관로망 등에 대한 지도와 도면 등 제반 정보를 수치 입력하여 시설물을 효율적으로 운영관리하는 종합적인 시스템을 말한다.

최근 늘어가는 국가프로젝트 역시 시민의 편의를 고려해서 시설물관리에 대한 여러가지 응용을 하고 있으나, 그 동안의 수동적인 관리로 인해 시설물의 정확한 현황 파악이 제대로 되지 않아 전체적인 유지보수와 정책결정에 따른 의사결정에 장애요인이 되어 왔다. 또한 기존 자료의 분산관리와 중복 작업으로 인해 업무의 처리에 있어서도 중복적인 일들과 장기적인 업무 대기시간이 불가피하였고, 이는 시간적으로나 경제적으로도 상당히 비능률적인

시스템이었다. 따라서 이들에 대한 관리를 전산화하여 수시로 바뀌어지는 모든 시설물에 대한 정보를 즉각적으로 처리할 수 있게 하여 급격한 변화에 대응해야 할 필요성이 대두되었다.

2. 연구 목적

본 논문에서는 효율적인 시설물관리를 위해 최근에 널리 이용되고 있는 Arc/View GIS 소프트웨어¹⁾를 제주대학교 시설물관리시스템에 적용하여 기존의 시스템 분석과 업무분석으로 Web 기반 시설물관리시스템을 구축하고자 하였다.

즉, 이 연구는 기존의 문서화되거나 CAD(Computer aided design)화된 자료를 이용하여 보다 효율적인 자료관리, 유관기관과의 정보공유를 통한 중복 자료의 최소화와 자료통합의 토대를 만들고, Stand alone 방식에서 Network 방식으로 시스템을 전산화하며, 시설물의 원활한 유지보수와 최선의 의사결정을 지원하여 시설물관리에 있어서 비용절감 효과를 갖는데 있다.

3. 연구 동향

GIS는 지표공간과 관련된 전반적인 것을 과학적인 접근방법으로 연구하는 학문이다. 이러한 GIS에 관한 구상과 기본개념은 1950년대 전후에 시작되었으며²⁾, 1960년대 후반 캐나다 정부는 농업, 임업, 야생, 휴양지관리, 인구조사 및 구획토지 이용정보를 포함한 GIS 구축작업을 시작했다. 이 시기에는 래스터(Raster)위주의 GIS 프로그램인 함부르크대학의 GRID, 메릴랜드대학의

MANS, 하버드 대학의 SYMAP 등이 개발되었는데 특히, Berkely에서 개발된 MIDAS는 미국 최초의 Full service GIS였다.

1960년대 후반 가스와 전기의 효용이 커지면서 시설물관리시스템과 자동 지도제작이 구축되었다. 미국의 콜로라도 공공 서비스기관인 PSCo가 처음으로 지리적 정보기술을 가스와 전기의 효과적인 이용에 적용하였다. 1980년대 초에 미국 내무성의 USGS(United States Geological Survey)가 미국 전역을 대상으로 지형도에 기록된 모든 정보를 지도식 데이터베이스로 구축하려는 계획과 1980년대 말부터 자유중국에서 NGIS(National Geographic Information System)의 구축을 위한 기초연구가 진행되고 있다.³⁾

한편 정부에서는 1995년 국가 GIS 구축기본계획을 수립하고 지형도, 주제도, 지하시설물도에 대한 수치지도화 및 데이터베이스 구축, GIS 핵심기술의 도입 및 개발, 전문인력 양성, 표준화 사업 등을 추진하여 왔으며, 현재는 정부기관, 기업 및 단체에서 GIS 구축이 활발히 이루어지고 있다.

또한, 도시정보해석을 위한 지형공간정보체계의 데이터베이스 구축에 관한 연구에서 유복모 등(1992)은 상수도사업 업무분석을 통하여 지형공간 데이터베이스를 설계하였고, 설계된 데이터베이스를 이용하여 지도제작 및 출력, 시설물관리, 검색 및 출력 그리고 누수자료관리 등 상수도사업의 주요업무를 지원하는 프로그램을 개발하였다. 황국웅과 이규석(1994)은 한국의 도시실정에 맞는 상수도시설물 관리정보시스템을 개인용 컴퓨터를 이용하여 개발하였다.⁴⁾

1990년대 중반까지는 기본적인 속성과 공간자료를 연결하여 시스템 구축적인 측면이 강했으나, 1990년대 후반 이후에는 정보공유를 위한 대규모 네트워크로 인해 인터넷상에서의 GIS 구축사례와 시설물관리시스템이 연구되어지고 있으며, 3차원 시설물관리시스템으로 발전되고 있다. 기존의 시스템 구축적인 측면의 GIS에서 이제는 보다 정확한 의사결정을 지원하기 위해 여

러 통계적인 기법들과 결합하여 연구가 이루어지고 있으며, GIS 상에서의 기술적 동향이 Active X나 Java Applet 방식, Plug-In 방식으로 나아감에 따라 보다 신기술적인 기법들이 GIS에 적용되어지고 있다.^{5) 10)}

4. 연구 범위와 방법

본 연구에서는 대학시설물 전산화관리를 위한 대상지로서 제주도 소재 국립 제주대학교를 선정하여 각종 시설물에 관련된 자료를 바탕으로 수치지도를 만들고 데이터베이스와 대학 시설물관리시스템을 구축하고자 한다.

독립된 시스템을 만들기 위하여 보편성이 적은 상업용 소프트웨어를 사용하지 않고 독립된 시스템으로 운영하고자 했으며, 사용자가 편리하도록 대학 시설물관리 전산화시스템 구축을 위한 프로그램으로 Arch/View 소프트웨어를 이용하여 작성하였으며, 기본적인 작업공정은 다음과 같다.

- 도면을 수치화하고 시설물에 대한 도형 및 속성정보를 입력·편집한다.
- 도면을 검색하여, 필요에 따른 기호를 표시한다.
- 속성정보를 검색하고, 종별·특성에 따라 분류, 집계 과정을 수행한다.
- 검색, 분류한 도형 및 속성정보를 보고서 또는 도면형식으로 출력한다.

II. GIS의 개념

1. 지리정보체계(GIS)의 정의

1) 지리(geographic)

지리는 산천, 수륙, 기후, 생물, 인구, 도시, 산업, 교통, 경치 등의 상태를 말한다. 이는 GIS에서 데이터 모형에 의해 정보로 조직화되어 지도로 표현하는 대상을 말한다.

2) 정보(Information)

정보는 보통 여러 형태로 표시된 자료들을 말한다. 특히 정보는 다양하고 방대한 자료에서 의미있는 정보만을 가공하여 정리한 내용을 가리킨다. GIS에서 정보는 지리현상에 대한 정보의 획득에 의해 만들어진 공간데이터를 의미하며 공간 질의와 분석이 가능한 형태로 저장된다.

3) 체계(system)

체계는 특정 목적을 위해 기능이 모아진 조직이나 조직을 구성하는 각 부분을 계통적으로 통합한 전체의 지식과 지혜를 말한다. GIS에서 체계는 데이터가 사용자의 의도대로 조직되고 질의되도록 해주는 환경이라고 할 수 있다.

지리정보체계는 “지리현상을 데이터 모형을 이용하여 논리적인 구조로 컴퓨터에 저장하여 이를 활용할 수 있도록 해주는 일련의 기술”이라고 할 수 있다.⁶⁾

보편적으로 GIS는 지리적으로 참조 가능한 모든 형태의 정보를 수집, 저장, 갱신, 관리, 분석, 처리 및 표현을 수행할 수 있는 컴퓨터 하드웨어와 소프트웨어 관련 데이터베이스 및 기술인력의 통합체라고 정의되고 있다.

GIS는 단순히 지리학적인 전문분야만을 취급하는 정보시스템으로 정의하기도 하나, 최근에 토지정보시스템, 도시정보시스템, 자원관리정보시스템 등 GIS 응용분야가 확대되면서, 대상물의 위치정보를 표현하는 그래픽정보와 대상물이 갖는 속성정보를 결합(컴퓨터 그래픽 시스템과 데이터베이스 관리 시스템의 결합)시키는 기법이라 정의하기도 한다.

일반적으로 GIS를 이용한 분석과정은 자료를 수집하고, 컴퓨터에 입력하여 저장, 분류 및 분석한 후, 그 결과를 사용자가 쉽게 이해할 수 있도록 제공하여 사용자가 다시 실세계를 변화시키는 순서로 진행되며 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다.



2. GIS의 구성

GIS의 정의에서 언급된 바와 같이, GIS란 공간상 위치를 점유하는 지리공간요소와 이에 관련된 속성정보를 통합하여 처리하는 정보시스템으로서, 다양한 형태의 지리정보를 효율적으로 수집·저장·갱신·처리·분석·출력하기 위해 이용되는 하드웨어, 소프트웨어, 데이터베이스 및 기술인력의 통합적인 조직체라 할 수 있으며, 그 구성은 Fig. 2와 같이 표현할 수 있다. GIS가 훌륭한 기능을 발휘하기 위해서는 구성요소들이 서로 균형을 이루어야 하며, GIS의 외형적인 구성요소인 하드웨어, 소프트웨어 및 기술인력은 Table 1에 나타난 바와 같다.



Fig. 1. The basic procedure of GIS

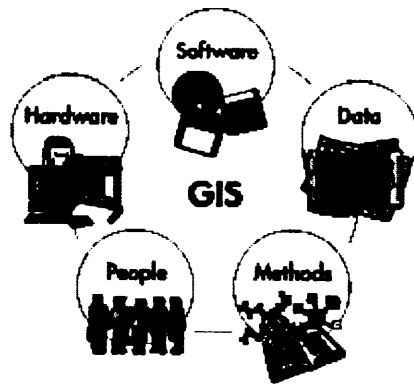


Fig. 2. The composition elements of GIS

Table 1. Hardware, Software and technician of GIS composition

구 성	요 소
Hardware	<ul style="list-style-type: none"> · CPU & RAM · 출력장치 : Graphic color terminal & Plotter · 입력장치 : Keyboard, Digitizer & Scanner · 대용량 기억장치 : HDD, Tape drive & CD-ROM driver
Software	<ul style="list-style-type: none"> · 자료입력 및 수정모듈 · 자료저장 및 데이터베이스 모듈 · 자료 출력 모듈 · 자료 분석 모듈 · 기타 사용자 작성 모듈
Technician	<ul style="list-style-type: none"> · System Manager · GIS Analyst · Database Manager · Digitizer

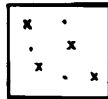


3. GIS의 자료구조

지리정보의 공간구성을 표현하는 자료구조에는 기본적으로 래스터 자료구조와 벡터 자료구조가 사용된다. 벡터 모델에서 실세계의 사상 또는 좌표는 이들의 경계를 정의하는 점, 선, 면으로 구성된다. 각 사상의 위치는 좌표체에 의해 조직되는 지도에서 그것의 장소에 의해서 정의된다. 지도내에서 각 위치는 동일한 좌표체계를 유지한다. 점, 선, 면은 실세계에서 불규칙하게 분포하는 지리사상이나 좌표를 표현하기 위해 사용된다. 선은 도로나 하천을, 면은 숲이나 건물 등을 나타낸다. 벡터 모델에서 공간요소는 실세계에서 조화를 이룬다.

1) 자료구조의 종류 및 특징

지도상의 모든 요소, 즉 지리요소들은 점, 선 또는 면의 사상으로 표시될 수 있으며, 각 요소의 특징과 형태 그리고 예는 Table 2에 나타낸 바와 같다. 이들을 저장하고 표현하는 방법은 크게 래스터(Raster) 형태와 벡터(Vector) 형태의 자료구조로 구분할 수 있다.⁷⁾

Table 2. The kind of geographic elements

사상	특 징	형 태	지형요소
점	물리적 또는 실제적 공간차원을 가지고 있지 않은 지점 혹은 장소를 나타낸다.		우물, 빌딩, 사고 지점
선	1차원의 객체를 나타내는데 길이만 가질 뿐, 폭은 아무런 의미를 가지지 못한다.		도로, 하천, 행정 경계
면	최소한 3개 이상의 변을 가지고 있는 2차원적 객체로 닫혀있는 지역을 표현한다.		필지, 행정구역, 농경지, 선거구

(1) 래스터 자료

래스터 자료의 가장 간단한 형태는 그리드(Grid), 셀(Cell) 또는 픽셀(Pixel)로 구성된 배열이다. 각 셀은 행과 열의 값으로 참조되며 지도화되는 속성의 값이나 유형을 나타내는 수치를 가지고 있다. 래스터 구조에서 점은 하나의 셀로 표현된다.

선은 한 방향으로 배열되어 인접하고 있는 셀들의 집합으로 표현되며, 면은 사방으로 인접하고 있는 셀의 집합으로 표현된다. 이 자료구조는 행과 열

의 배열을 쉽게 저장, 조작하고 표현할 수 있으나, 표현되는 사상에 비하여 셀의 크기가 클 때 자료의 정밀도가 떨어지는 경향이 있다. 래스터 자료의 구조를 나타내는 간단한 예는 Fig. 3과 같다.

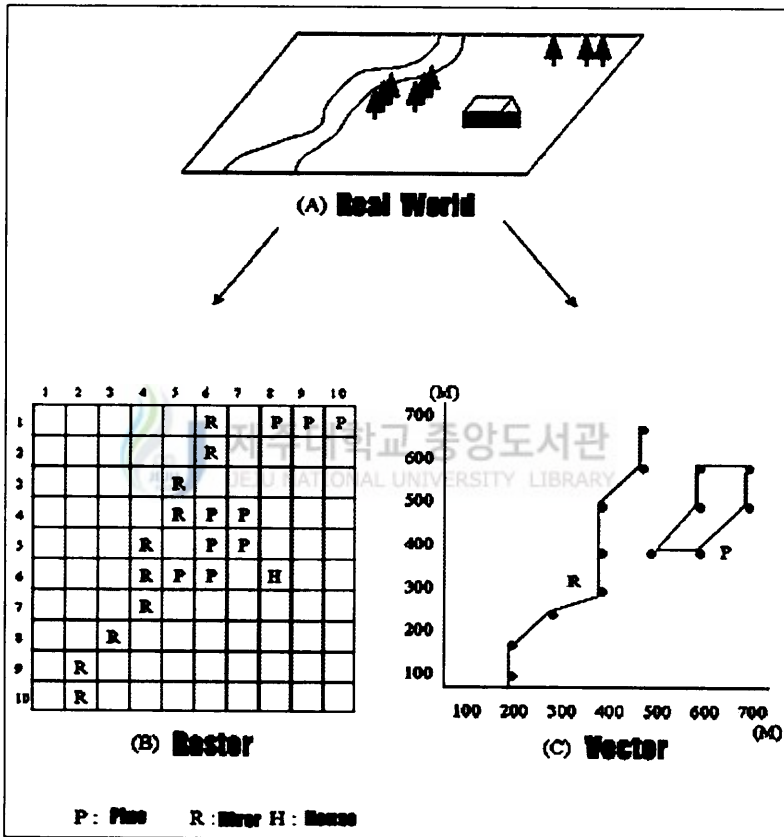
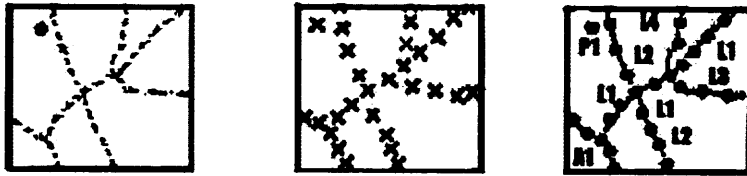


Fig. 3. The graphic representation of raster versus vector

(2) 벡터 자료

벡터식 자료표현의 목적은 사상을 가능한 한 정확하게 표현하고 자료의 크기를 최소화하는데 있다. 래스터 자료의 경우 자료공간 전체에 대해 모든 셀의 속성을 일일이 기술하는 것이 아니라, 대상으로 하는 특정사상에 대해

서만 위치, 길이, 연결만을 표현함으로써 자료의 크기를 줄이고 원하는 만큼의 정확도로 코드화하는 것이 가능한데, 그 정확도는 측량의 정확도와 같은 실제적인 자료의 정확도에 따라 좌우된다. 벡터 자료로서 취급될 수 있는 대상은 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 점, 선, 면 사상으로 구분될 수 있다.⁸⁾



Feature	Number	ID	Location
Point	1	P1	X1 Y1
Line	4	L1	X1Y1, X2Y2, ..., XnYn
		L2	X1Y1, X2Y2, ..., XnYn
		L3	X1Y1, X2Y2, ..., XnYn
		L4	X1Y1, X2Y2, ..., XnYn
Polygon	1	A1	X1Y1, X2Y2, ..., XnYn

Fig. 4. Structure of vector data.

가. 점사상

점사상은 하나의 X, Y좌표로 위치가 정의되는 지리적 사상이라고 할 수 있다. X, Y좌표 이외에도 이점이 무엇이고 어떤 속성을 가지고 있는가를 나타내는 정보가 추가되어야 한다.

나. 선사상

선사상은 두 개 이상 연결되어 있는 점의 좌표로 구성되어 있는 선형

(Linear feature)이다. 가장 단순한 선은 시작점과 끝점 그리고 그 선의 속성을 나타내는 레코드로 구성되어 있다.

다. 면사상

다각형(Polygon 또는 Region)은 벡터 데이터베이스에서 여러가지 방법으로 표현될 수 있다. 지리정보시스템에서 대부분의 주제도는 다각형을 사용하여 제작되기 때문에 면사상을 다루고 표현하는 방법에 관심이 집중되어 있다. 다각형 자료구조의 목적은 면사상의 형태, 인접 다각형과의 위상관계 등을 효율적으로 운용하여 공간조직의 기본단위인 다각형이 가지고 있는 특정한 속성을 주제로 표현하고 조작하는데 있다.

(3) 속성 자료

지리요소에 관련된 속성자료는 자료의 구조에 따라 저장 및 표현방법을 달리하고 있다. 래스터 자료의 경우에는 각 셀 값 자체가 나타내고자 하는 사상의 속성값이 될 수 있으나, 벡터 자료의 경우 속성자료는 각 벡터사상을 구분하는 ID값을 기준으로 별도의 표 형태 파일로 처리된다. 또한 속성자료는 지리좌표 관련 문서자료와 비관련 문서자료로 구분되며, 관련 문서자료는 구성된 도형자료와 연계하여 취급되는데 반해, 비관련 문서자료는 별도로 구축, 보관, 관리한다.

(4) 자료구조의 특징

래스터와 벡터의 자료구조는 근본적으로 차이점이 많다. 이 차이점은 자료구조의 구축뿐만 아니라 수치지도 제작의 응용 또는 그 활용에 있어서까지 영향을 미친다. 일반적으로 통용되는 두 자료의 비교는 Table 3과 같다.

Table 3. Strength and weakness of raster and vector data

구 분	장 점	단 점
벡 터	<ol style="list-style-type: none"> 1. 현상적 자료구조의 표현이 용이 2. 축약된 자료구조 3. 네트워크 연계로 위상관계 구축이 용이 4. 높은 그래픽 정확도 5. 위치, 속성의 검색, 갱신, 일반화 가능 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 자료구조가 복잡 2. 지도중첩이 복잡 3. 모의(simulation)가 힘들고 공간분석에 수학적식을 적용할 수 없다. 4. 표시기기나 도화기가 고가임 5. 다각형내의 공간분석이나 필터링이 불가능
래스터	<ol style="list-style-type: none"> 1. 자료구조가 간단 2. 지도중첩이나 원격탐사 자료와의 연결이 용이 3. 다양한 공간분석이 용이 4. 모의(simulation)가 용이 5. 기술이 저가이며 발달속도가 빠름 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 그래픽 자료의 양이 많음 2. 자료의 축약시 정보의 손실이 수반됨 3. 출력의 질이 나쁨 4. 네트워크 연계 구축이 어려움 5. 위상관계 구축 어려움

2) 자료의 처리

(1) 자료의 획득 및 입력

GIS에서 사용할 수 있는 자료를 획득할 수 있는 자료원으로는 기존의 각종 지도를 비롯하여 인공위성 및 항공촬영사진 영상자료, 대상지역에 대한 현장조사자료, GPS자료, 각종 통계자료와 같은 디지털이나 아날로그 자료에서 혹은 비공간자료를 통하여 종합적으로 이루어지며, 그 외에 CAD를 통해 작성된 자료도 GIS자료로 활용이 가능하다. 수집·획득된 자료를 수치화하여 입력할 수 있는 장비로는 가장 초보적인 키보드로부터 Digitizer, Scanner, Video camera 등이 있으며, 그 입력수단의 선택은 비용과 목적에

따라 결정하여야 한다. 자료의 획득과 입력은 전체 GIS 작업의 80%이상을 차지하며, GIS 성공의 성패를 좌우하는 요인이 된다.

(2) 자료의 변환

사용목적에 맞도록 자료를 조작하는 과정으로서 래스터 자료를 벡터 자료로, 또는 벡터 자료를 래스터 자료로 변환하는 단순자료형태의 변환, 셀의 크기를 조절하여 자료의 크기를 조작하는 작업, 오차의 수정, 여러 쪽의 지도를 통합하거나 특정 영역을 선택적으로 잘라내는 작업, 투영방법을 변경하거나 좌표계를 변환하는 작업 등이 수행될 수 있다.

(3) 자료의 관리

대부분의 GIS 소프트웨어는 일괄적인 자료의 입력, 수정, 검색 및 저장 등을 통해 데이터베이스에 대한 특별한 지식이 없더라도 자료에 접근이 가능하도록 되어 있다.

(4) 자료의 분석

자료의 분석은 GIS의 중추적인 기능으로서, 분석방법에는 공간분석(Spatial Analysis)과 통계분석(Statistical Analysis)이 있다. 공간분석은 하나 혹은 그 이상의 데이터 계층에 나타난 정보의 공간구성을 이용하는 것이고, 통계적 분석이란 GIS에서 논의되는 많은 도구들과 같이 GIS의 일반적 정보 흐름에서 예비과정 중의 질적 확산, 데이터 보고서와 같은 데이터 집합의 요약, 또는 분석중의 새로운 데이터 첨가를 위해 요구되는 통계적 과정을 말한다. 일반적으로 GIS는 사칙연산을 통해 지도를 중첩함으로써 새로운 지도를 합성하고, 네트워크 연결을 추적하거나, 방향이나 거리를 측정할 수 있으며 통계적인 분석 등이 가능하다.

(5) 자료의 출력

출력이란 처리결과를 사용자가 이해하기 쉬운 지도, 그래프, 도표와 같은 형태로 나타내거나, 다른 시스템이 읽을 수 있는 마그네틱테이프 형태나 통신망, 전화선, 무선통신망 등을 통해 전자 송신되는 형태이다.

GIS에서 출력장치의 역할은 특별한 응용에 대한 요구, 즉 사용자의 요구에 의해서 결정되는데, 크기와 속도, 해상도, 색의 표현능력과 같은 모양과 특성이 고려되어야 한다. 최종적으로 정보를 사용하는 사람은 진행과정보다는 최종결과물을 가지고 평가하는 경우가 많으므로 출력된 자료의 최종모습은 사용자로 하여금 쉽게 판독할 수 있도록 하여야 한다.

3) 데이터베이스 구조 및 구축 개념

(1) 데이터베이스 구조

데이터베이스는 여러 파일에 수록되어 있는 자료들로 구성된다. 한 개 또는 그 이상의 파일에서 자료를 손쉽게 처리하려면, 파일을 어떤 구조나 조직으로 설정해 놓아야 한다. 잘 알려진 데이터베이스 구조로는 계층형 구조, 망 구조, 관계형 구조의 세 가지가 있다.⁹⁾

가. 계층형 구조

자료가 토양군내의 토양계 또는 단위지역내의 화소와 같이 포함관계 혹은 일대 다수의 관계를 가질때, 이것을 계층형 자료구조라 한다. 이 구조는 자료의 조작이 빠르고 편리하여 동식물분류나 토양분류(Fig. 5) 등에 널리 사용되어 왔다. 계층형 구조의 각 계층은 키(판별기준의 집합)를 가지고 있다.

키는 자료구조를 잘 표현하고 있어야 하며, 키 속성은 각 항목이 가지고 있는 속성들과 밀접하게 관련되어 있어야 한다. 이해하기 쉽고 수정과 확장이 용이하다는 것이 계층형 구조의 장점이다. 그러나 키 속성을 정의하기는

간편하나 같은 수준의 속성이나 기록 사이에 적용시킬 연계가 없다는 단점이 있다. 결국, 가능한 자료요구 또는 질의의 형태를 사전에 모두 알 수 있을 때에만 좋은 방법이라고 할 수 있다.

이 방법은 도서목록, 은행, 비행기의 좌석예약 등을 수정하는 시스템에 많이 사용되고 있다. 그러나 계층형 구조는 유연성이 적으므로 환경부문과 같이 자료에 대한 질의가 다양한 분야에는 적합하지 않다. 계층형 자료구조의 또 다른 단점으로는 색인파일이 커야 한다는 점과 어떤 속성값은 반복해서 수록되어야 하기 때문에 자료중복의 문제가 발생할 수 있으며, 따라서 자료의 저장에 조작과 많은 비용이 소요된다.

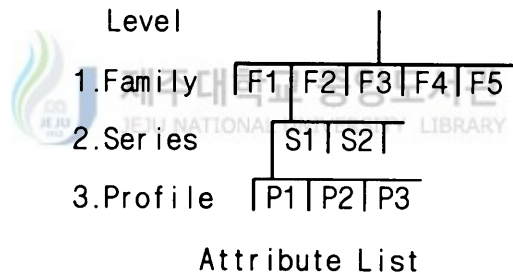


Fig. 5. Hierarchical database structure commonly used in soil science

나. 망 구조

계층형 구조에서는 데이터베이스의 검색방향이 분류가지를 따라 위아래로만 가능하기 때문에 검색에 많은 시간이 소요된다. 많은 경우에 있어서 계층형 구조는 비효율적인데 그래픽 시스템에서는 특히 그러하다. 즉, 지도나 그림에서 서로 연관되어야 하는 두 사상의 좌표가 데이터베이스 내에서는 멀리 떨어져 기록될 수도 있다. 그러나 망 구조는 이러한 문제를 효율적으로 극복할 수 있다.

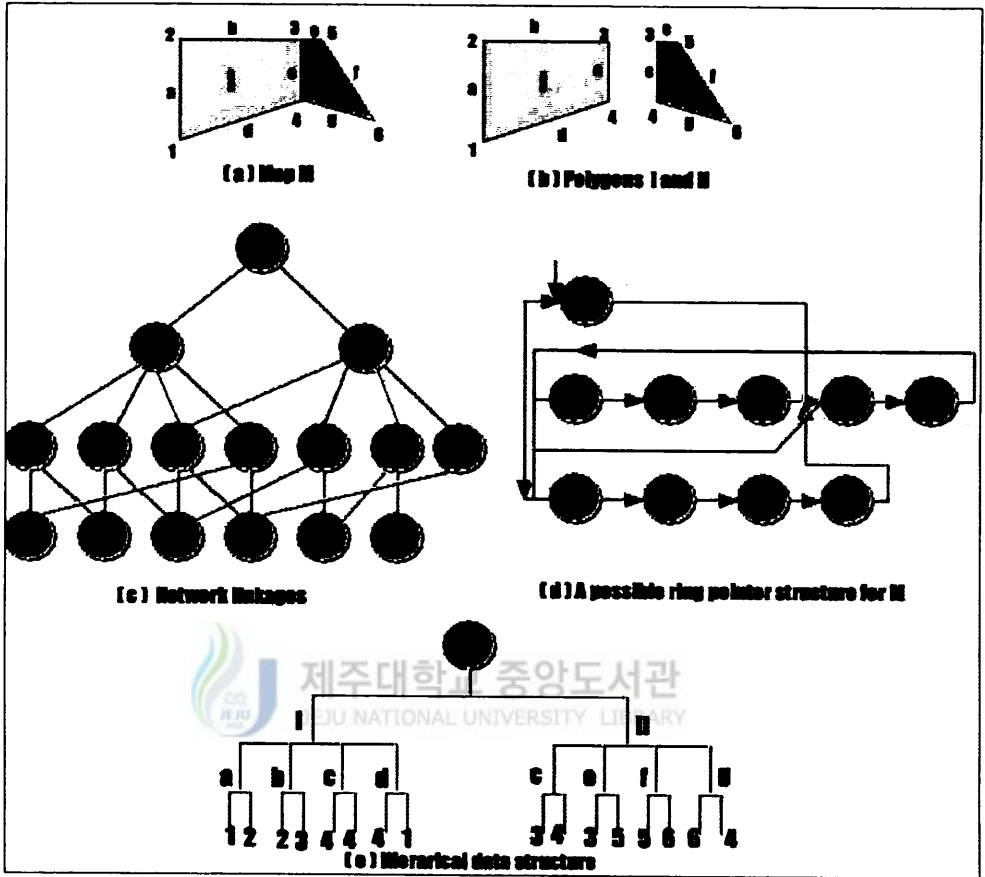


Fig. 6. Network data structure for simple polygons

Fig. 6(a)는 인접한 두 개의 다각형으로 구성된 지도이다. 사람의 두뇌도 이러한 형태로 인지할 것이다. 두 다각형은 선으로 구성되어 있고 그 중 하나의 선은 두 다각형에 공유되어 있다. 선은 또한 X, Y 좌표로 정의되고 선과 선이 만나는 점의 좌표는 두 선분이 공유하고 있다. 이 자료를 계층형으로 조직한다면 서투른 표현이 될 것이다(Fig. 6(b, e)). 각 X, Y 좌표는 두 번 반복되었고 특히 선분 c가 두 번 반복되어 3번과 4번 좌표는 네 번 반복되고 있다. 이 구조는 기억공간을 낭비하고 있다. 왜냐하면 다각 I 과 II를

통합하려고 할 때 불필요한 선 c 를 없앨 수 있는 간단한 방법이 없기 때문이다. 이 문제점은 Fig. 6(c)와 같은 간단한 망구조에 의해 해결된다. 이 구조에서는 각 선분과 좌표는 하나로 충분하며 다각형이 같은 이름을 가질 때는 언제나 선분 c 를 쉽게 지울 수 있다.

그래픽에 사용되는 망 구조는 링 포인터 구조를 많이 이용한다. 링 포인터 구조(Fig. 6(d))는 복잡한 위상구조 내에서 사상을 서로 연결시키거나 순회하는 데에 매우 유용하다. 망 구조는 자료의 중복을 막아주고 가능한 정보를 효율적으로 이용할 수 있게 하므로 관계성이나 연계성을 미리 정의해야 할 때 유용하다. 그러나 이 구조는 포인터를 유지하기 위한 부대공간 때문에 데이터베이스의 용량이 커진다는 단점을 가지는데, 복잡한 시스템에서는 이것이 특히 큰 비중을 차지한다. 이 포인터는 데이터베이스를 변경시킬 때마다 수정되어야 한다. 포인터 구조의 수립과 정비는 데이터베이스 시스템에 큰 부담을 주기도 한다.

다. 관계형 구조

가장 간단한 형태를 갖는 관계적 자료구조에는 포인터나 위계가 없고 자료는 튜플(Tuple)이라는 간단한 레코드에 저장된다. 튜플에는 속성값이 순서대로 정리되어 있고 이 값들은 릴레이션이라는 2차원 테이블에 수록되어 있다. 일반적으로 각 릴레이션은 분리된 파일이다. 네트워크 모델의 포인터 구조와 위계구조의 키와 같은 것이 여기서는 판별코드의 형태로 대치된다. 판별코드는 각 파일에서 레코드를 판별하는 독특한 키로 사용된다.(Fig. 7)

관계적 데이터베이스로부터 자료를 추출하기 위해서는 자료요구에 적합한 릴레이션을 지정하거나 정의해야 한다. 그 릴레이션을 만들 수 있는 릴레이션 앨지브라(Relation algebra)를 이용한다. 관계적 자료는 유연성이 크며 부울 논리(Boolean logic)나 수학적 연산을 이용하면 모든 요구를 만족시킬 수

있다는 큰 장점을 가지고 있다. 또한 서로 다른 종류의 정보를 검색, 결합하고 비교할 수도 있으며, 튜플만 가감하면 되기 때문에 자료의 가감도 용이하다.

그러나 관계적 데이터베이스에서는 특정한 릴레이션을 만족하는 적절한 자료를 찾기 위해 많은 파일을 순차적으로 검색해야 된다는 단점이 있다. 따라서 검색되는 데이터베이스의 범위가 크기 때문에 컴퓨터의 처리속도가 아무리 빠르더라도 많은 시간이 소요된다. 상업적 측면에서는 관계적 데이터베이스를 신속하게 검색할 수 있도록 설계되어야 하기 때문에, 시스템 비용이 그 만큼 비싸지게 된다.

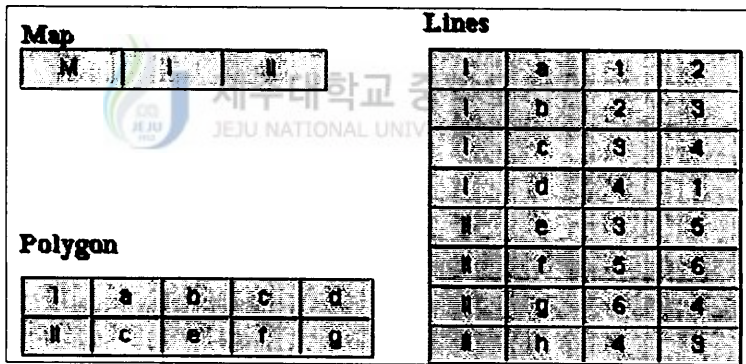


Fig. 7. The relational of data structure for the map M

본 연구에서는 위의 세 가지 데이터베이스 구조 중에서 지형자료의 속성을 관리하는데 가장 널리 이용되어 왔으며, 포인터나 위계가 없고 크며, 자료의 가감이 용이하고 부울논리나 수학적 연산을 이용하여 모든 요구를 만족시킬 수 있는 관계적 자료구조를 사용하였다.

(2) 데이터베이스 구축개념

시설물관리시스템이나 지리정보시스템 구축에 있어서 데이터베이스 구축은 시간과 비용에 있어서 대단히 큰 비중을 차지한다. 특히 시설물관리시스템에서는 구축 작업시간의 대부분이 데이터베이스 구축에 소요된다. 지리정보시스템의 데이터베이스 구조는 세 가지 중요한 개념으로 구성되어 있다.

- 지도요소와 속성 요소간의 연결
- 지리정보들의 레이어(Layer) 구조화
- 연속된 공간도면

지리정보시스템의 응용프로그램 개발에 있어서도 이 개념이 적용되어야 한다. 지리정보시스템의 기본적인 특성은 도면요소(그래픽 요소)와 속성요소(비그래픽 요소)의 연계이다. Fig. 8는 주제도 생성에 관련된 도면요소와 속성자료의 연결사례를 보여주고 있다.

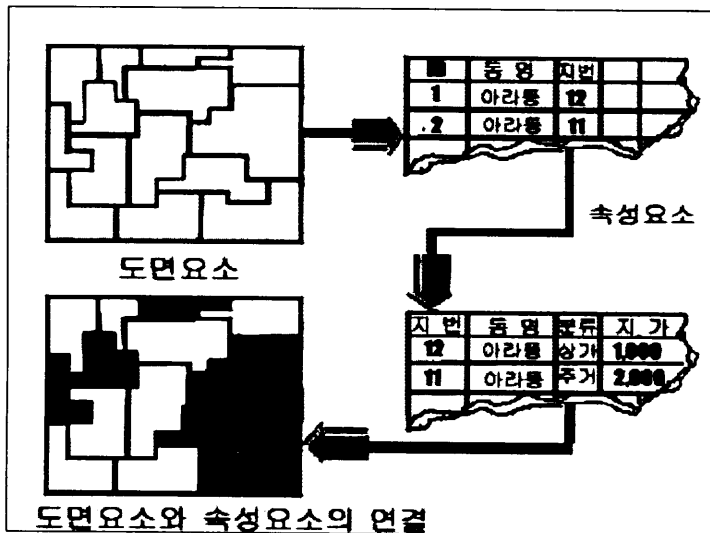


Fig. 8. The connection of graphic elements and attribute data

레이어 구조화 개념은 레이어를 이용하면 접근하기가 수월해진다. 지도레이어는 지표면의 정확한 위치를 나타내는 X, Y좌표를 이용한 제어점의 생성과 지도를 구성하는 각종 지형지물 또는 참조할 수 있는 다른 레이어의 경계가 나타나 있는 기본도의 생성으로부터 생겨난다.

Fig. 9은 지리정보시스템 사용자가 사용할 수 있는 다양한 유형의 지도레이어를 나타내고 있다.

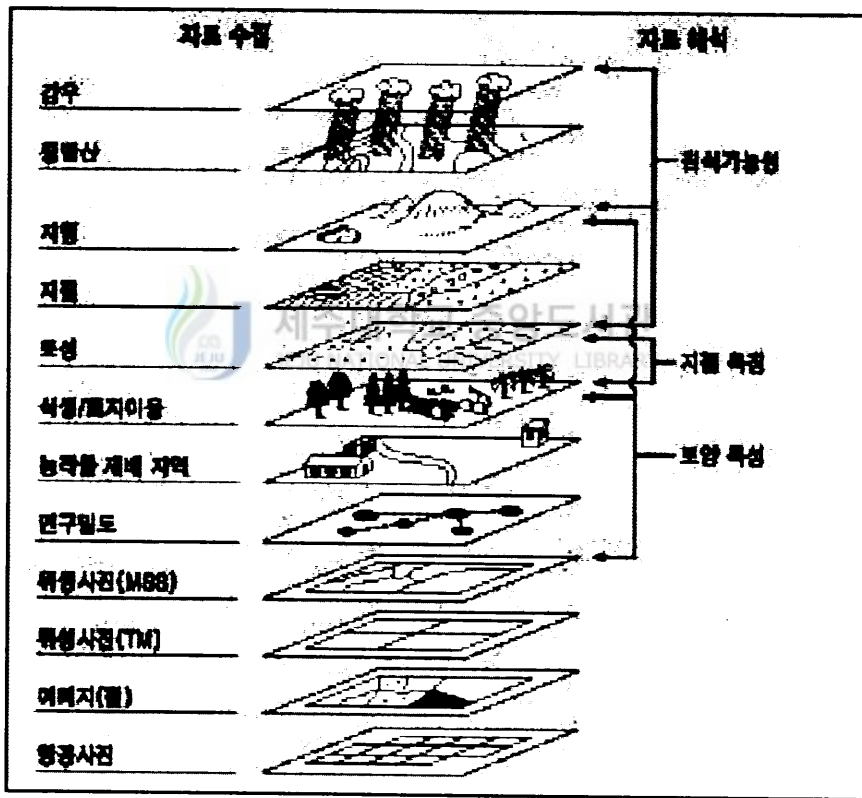


Fig. 9. The concept of data organization in layers

지리정보시스템에서 공간적으로 연속된 지형적인 영역(예 : 시, 군, 서비스 지역, 국가 등)에 지도요소 및 속성을 저장하는 방법을 사용하기 위하여 자료 저장은 경계 또는 연결된 부분을 나타내는 물리적이거나 논리적으로 파

일이 깨지지 않는 연속적인 공간 데이터베이스이어야 한다.

3) GIS의 응용분야

GIS 초기에는 자연자원의 관리에 주로 이용되었으나 1980년대 이후부터는 자동지도제작이나 시설물관리와 같은 영역으로 GIS의 이용이 확장되었으며, 토목이나 통계분야에서의 이용 또한 부단히 증가하였다. GIS가 응용되는 분야를 간략히 살펴보면 정부부문, 개인기업부문, 학술연구부문에 개략적으로 구분할 수 있다. 이들 부문에서 GIS가 어떤 방식으로 사용되는가를 살펴보고 GIS가 도입된 분야를 간략하게 열거하면 Table 4와 같다.¹⁰⁾

Table 4. The application fields of GIS

구분	응용 분야
계획	국토계획, 지역계획, 도시계획, 해안지역 계획, 학군 계획
자원관리	토지자원관리, 동식물관리, 광물자원관리
교통	운송망계획, 자동차 항법장치, 최적 운행노선 선택
환경	환경자원의 분석과 관리, 환경감시, 부지선택
국방	부대위치선정, 지세분석, 전술모의훈련, 행군계획
사회안전	경찰·소방서 부지선정 및 관할구역 계획, 소화전 계획관리, 산불예방
시설물관리	도로 및 상하수도, 각종 배관 및 배선관리, 주요 시설물의 입지선정
지도제작	지형도, 각종 주제도, 조사요도 등의 제작
토목지질	지형 및 지질 상황 모의, 절토 및 성토량 계산, 경사도와 주향분석
경제분석	산업지구 분석, 산업 수요 및 공급
기타	고고학, 고증, 부동산 관리, 인구 및 취업시장 분석

Ⅲ. 대학시설물 관리시스템

1. 필요성

GIS의 응용분야 중 가장 흔히 거론되는 분야가 AM/FM(Automated Mapping/Facility Management)이다. AM(Automated Mapping)은 자동 지도 제작, FM(Facility Management)은 시설물 관리를 일컫으며, 엄밀한 의미에서는 GIS와 구분되어야 할 분야들이다. GIS가 지형 및 공간정보를 분석하여 다른 새로운 정보를 창출함으로써 그이용의 폭을 넓혀가는 분야인 반면, AM은 과거의 종이 위에 선과 점, 기호 등을 그려 넣는 업무를 컴퓨터로 하여금 대신하게 하는 단순한 지도제작의 정밀성을 향상시킨 한 분야이고, FM은 각종 시설물에 관한 정보를 저장하고, 그 위치를 상대적인 지도좌표로 기억하여 빠른 검색을 통해 사용자가 파악할 수 있도록 해주는 GIS 응용 분야라고 할 수 있다.

시설물관리는 일차적으로 모든 시설에 대한 실태를 올바르게 파악해야 하므로 건설 당시의 설계도면이나 자료들이 정리되어 영구 보관되어 있어야 하는데, 이러한 도면 및 자료의 보존에 따른 장소부족과 관리 소홀로 자료의 유실이 잦아 시설관리 측면에서 어려움이 있는 실정이다. 이러한 문제점들을 해결하고 대학내의 현행 시설물관리 업무에 이용되는 각종 도면자료와 속성 자료들을 전산화함으로써 효율적으로 이용할 수 있고, 자료들을 손쉽게 수정·보완 및 유지관리 할 수 있는 방안이 필요하게 되었으며, 대학 캠퍼스는 비교적 규모가 크고 구조와 설비가 복잡하며 많은 인력과 유형, 무형의 자산을 포용하고 있으므로, 연구 대상으로 적정하다고 판단된다.^{11) 12)}

일반적으로 시설물관리시스템은 자료구축에 장기간이 소요되고 시스템은

구축후에 유지·보수적 목적이 강하지만, 본 논문에서는 GIS 상에서의 시설물관리시스템을 구축하고 공간할당에 있어서 사용자의 만족도에 과학적으로 접근하기 위한 방법에 중점을 두었다.

2. 구축목적

기존의 Local 방식의 GIS를 이용한 시스템은 시스템 구조상 분산환경 및 동시 다중 사용자 처리를 지원하지 못하므로 대내적으로나 대외적으로 원활한 정보 공유를 할 수 없었고 정보이용과 서비스에 있어서도 지역과 시간적인 한계가 있었다. 그러나 GIS 시스템은 네트워크상에서 GIS 자료와 속성정보에 대한 검색 및 분석 등을 효과적으로 수행하여 인터넷/인트라넷 환경에서 정보 공유를 할 수 있게 함으로써 자료 저장, 관리 및 업무수행에 있어서 효율성을 꾀할 수 있게 되었다. 또한 GIS의 멀티미디어 요소들에 대한 브라우징 기능은 네트워크 GIS에 있어서도 공간자료와 연계된 타 자료들의 시각화를 위해 필수적인 기술이 되고 있다.¹³⁾

GIS 환경하에서 시설물관리시스템을 구축하기 위해 GIS구성의 특징은 크게 시스템측면과 사용자측면으로 나누어 볼 수 있는데, 시스템측면에서의 GIS는 네트워크 환경의 클라이언트/서버 시스템이고 분산환경처리시스템이다. 또한 객체지향환경이며 Hyper-Map 지원시스템이다. 사용자측면에서의 GIS의 특징은 정보 이용시 시간과 공간상의 한계를 극복할 수 있다. 즉, 정보의 실시간 서비스를 받을 수 있고, 동적 대화형 시스템이다.

본 논문에서는 이러한 대학내의 도면자동화 및 시설물관리시스템의 구축 목적으로서 다음과 같은 점을 들 수 있다.

첫째, 공간정보의 종합관리

각 부서에서 별도로 관리되고 있는 각종 도면, 서식, 대장 등 공간과 관련된 정보를 통합하여 관리함으로써 부서간의 정보공유를 촉진한다.

둘째, 시설물의 효율적 관리

시설물에 관한 현황자료를 바탕으로 중복투자의 방지, 시설물의 유지·보수·신설 등 효율적인 관리가 가능하다.

셋째, 과학적,합리적 의사결정 지원

시설의 적지선정 등 공간의 입지 및 규모와 관련한 의사결정시 과학적이고 합리적인 판단자료를 제공

넷째, 자료관리비용의 절감

도면·대장·서식의 입력·수정·갱신·출력이 용이하여 자료관리비용이 절감된다.

다섯째, 서비스의 개선

관리자가 요구하는 다양한 정보 및 품질의 개선을 통하여 서비스의 개선을 추구할 수 있다.

여섯째, GIS Tool을 시설물관리시스템에 적용시켜 시설과와 각 행정실간의 의사소통을 원활하게 하고 시설을 이용하는 일반 사용자와 시설을 관리하는 시설과의 직접적인 대화가 가능해질 수 있도록 하는 방법을 컴퓨터상에서 구현하고 공개함으로써 시설 불편에 대한 상황과 서비스 진행상태를 당사자뿐만 다른 사용자들도 알 수 있도록 하였다.

1) 도면 관리

도면자동화 및 시설물관리시스템은 도면(또는 정보)의 관리를 기본으로 하고 있다. 도면과 관련되는 보고서는 데이터베이스화하여 관리함에 따라 다음과 같은 이점이 있다.

첫째, 도면과 보고서가 일치하지 않음을 막을 수 있다.

둘째, 도면 및 시설물에 대한 정보를 필요한 때에 가장 빠른 시간내에 얻을 수 있다.

셋째, 최신 정보나 변경된 사항을 사용자가 직접 도면의 형태로 입력하여 쉽게 수정할 수 있다.

넷째, 데이터베이스화되어 있는 하나의 도면을 이용하여 도면 및 시설물을 관리하므로써 도면과 실제의 시설물이 일치한다.

각종 도면과 시설물에 관련된 제반 정보의 분류 및 집계가 높은 효율성 및 정확성을 가지고 수행하며, 공사 현황, 공정, 또는 시설물의 이용 및 그 현황 등에 대한 보고서 작성이 용이하다. 또한 여러 분야로 나누어 관리하던 설계도면 및 적산에 관한 내용을 체계적으로 처리할 수 있다.

2) 업무의 고도화

종래 작업으로는 처리할 수 없었던 분석, 모의관측 및 계획에 관한 업무가 체계의 이용에 의해 가능해졌다.

3) 시설물의 최적화

정확한 정보를 기초로 하여 분석 및 모의관측 기능을 자유자재로 구사하여 시설물의 계획을 시행할 수 있기 때문에 시설물의 최적화를 꾀할 수 있다.

4) 서비스의 개선

시설물을 최적으로 유지하는 것은 서비스의 기본이다. 그리고 여러가지 불편사항과 신설 또는 개선 요구에 대해 빠르고 정확하게 대응해야 한다.

3. 기본기능

대학 시설물관리시스템은 넓은 지역에 산재되어 있는 시설물에 대한 도면과 속성정보를 데이터베이스화하여 시설물의 유지·관리에 이용하며, 기본적인 작업공정은 다음과 같다.

첫째, 수치화된 도면을 기본으로 하여 시설물에 대한 도형 및 속성정보를 입력하고 편집한다.

둘째, 도면을 검색하여 필요에 따른 기호를 표시한다.

셋째, 속성정보를 검색하고 종별 및 특성에 따라 분류·집계하는 과정을 수행한다.

넷째, 검색·분류한 도형 및 속성정보를 보고서 또는 도면의 형식으로 출력한다.

또한 위와 같은 기본기능인 시설물의 유지·관리 목적과 기본 데이터베이스에 시설물 이외의 정보를 부가하여 시설도면에 관계되는 부문의 업무 효율화와 고도화를 목적으로 하는 응용기능이 추가적으로 구축될 수 있다.

4. 특징

대학 시설물관리시스템의 특징으로서는 다음과 같은 점을 들 수 있다.

첫째, 대규모적인 데이터베이스를 유지 관리한다.

둘째, 도면 표시의 고속성이 요구된다.

셋째, 단계적으로 기능이 구축된 것이 있다.

넷째, 자료의 위상 구조화가 필요해지는 경우가 있다.

1) 대규모적인 데이터베이스

시설물 관리시스템에서는 축척 1/1,000의 데이터베이스를 기초로 하여 거기에 축척 1/3,000의 데이터베이스, 축척 1/10,000 또는 1/25,000 데이터베이스를 사용하기 때문에 데이터베이스의 규모가 2GB에서 30GB에 달한다. 또 시설물의 설치과 갱신의 빈도도 높으며, 따라서 시설물관리시스템에서는 이와 같은 대량의 자료관리와 수정이 원활하게 이루어지는 것이 필요해진다.

2) 도면표시의 고속성

민원이나 사고의 대응업무에서는 필요한 도면과 시설 속성정보를 단시간에 검색하여 표시하는 것이 요구된다. 도면 표시의 경우 시간은 30초 이하가 바람직하고 길어도 1분 이내가 되어야 한다.

3) 단계적인 기능 구축



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

시설물관리시스템은 대규모적인 데이터베이스 구축을 동반하기 때문에 한번에 최종체계를 실현하는 것은 비용과 시간이 많이 소요된다. 그러므로 데이터베이스의 확장(또는 자료종류와 항목의 추가)과 기능의 추가가 쉽게 행해질 필요가 있다.

4) 자료의 위상 구조화

관로망의 전체모형을 만드는 경우, 관로 자료가 위상 구조화된다면 체계에 의해 자동 생성할 수 있다. 또 어떤 지역의 빗물 유입량을 구하는 경우에 그 지형도가 구조화(면처리)된다면 체계에 의해 쉽게 산정 될 수 있다.

5. 응용분야

대학 시설물관리시스템의 대표적인 응용분야와 용도를 Table 5에 나타내었다.¹⁴⁾

Table 5. The application fields of AM/FM(Automated Mapping/Facility Management) system for a university

응용분야	용도
건축물	각 건물의 유지관리
공동구	각종 급수관, 전력, 통신
상수	배수, 급수 유지관리
하수(오수)	인입관, 관거의 유지관리
우수	강우시 우수로 관리
전력	배전선로의 유지관리
통신	전신, 전화선로의 유지관리
난방	각종 난방에 대한 유지관리
LAN	네트워크 유지관리
가스	가스도관의 유지관리

IV. 대학시설물 관리시스템의 구축

1. 대상지역 및 사용시스템

본 연구의 대상지는 행정구역상 제주도 제주시 아라 1동 1번지이며, 제주시 중심부에서 남동쪽으로 약 5.4km에 위치하고 있는 국립제주대학교(Fig. 10)를 선정하였으며, 부지면적은 1,011,124m², 표고는 해발 270~360m의 남고북저형의 지형구조를 이루고 있으며, 건물, 부지경계, 상수도, 하수도, 공동구, 도로 등 기본적인 대학 시설물에 관련된 도면들을 입력하고 각 도면에 표시된 요소들에 대한 속성들을 입력하여 데이터베이스를 구축하였다.

대학 시설물관리시스템을 구축하기 위한 어플리케이션 개발에는 Visual Basic 6.0과 Map Object 2.0을 Web 기반의 어플리케이션에는 ASP(Active Server Pages)와 Microsoft Visual InterDev 6.0을 Map Server로 Map Object IMS(Internet Map Server)를 사용하였다.¹⁵⁾

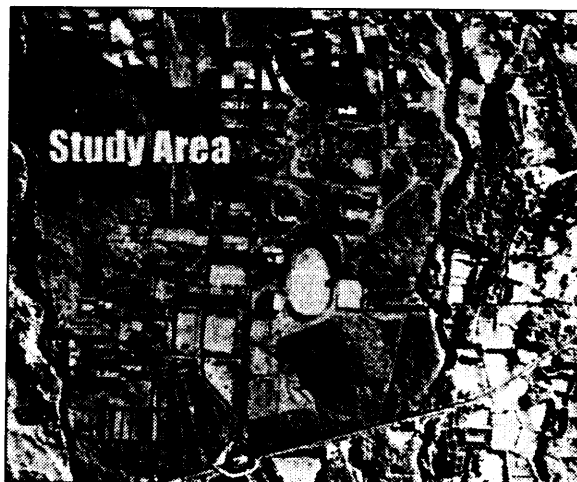


Fig. 10. The study area and aerial photo

2. 시설물관리시스템의 업무분석과 기본기능의 추출

시설물관리시스템은 도형자료의 입력, 출력, 수정뿐만 아니라, 속성자료의 입력, 출력, 수정이 되어야 하며 도형자료와 속성자료의 통합관리, 도형자료로부터 속성자료의 검색, 속성자료로부터 도형자료의 검색, 각종 집계 및 해석을 할 수 있는 기능을 갖추어야 한다. Fig. 11은 학내 시설물관리시스템 구축에 대한 전체 흐름도이다.

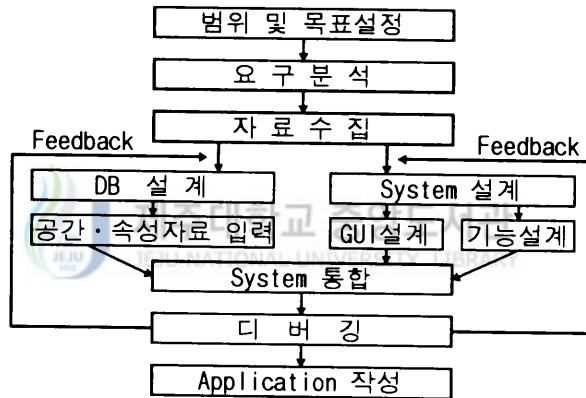


Fig. 11. Workflow for Cheju National University AM/FM system

대학 시설물관리시스템을 구축하기 전에 알아본 사용자 요구사항으로는 자료의 임의적인 조작을 방지하기 위한 Password 설정과 기존의 관리대장 자료를 가공하여 건물별/부서별로의 출력리스트, 모든 업무프로세스의 단일화, View 출력, 자동편집기능, 모든 지하매설물에 대한 Digital map 작업 등이 있다.

대학 시설물관리시스템의 기능은 크게 입력, 수정, 편집, 출력의 4가지로 나눌 수 있는데, 기본 기능을 추출해 보면 검색, 공간수정, 속성보기, 통계처리, 관리대장 출력, 지도보기, 최적위치 선정에 따른 공간조정, 확보율 계산,

경비산정 등이 있으며 이를 대학 시설물관리에 적용하여 시스템을 개발하였다.

3. 데이터베이스 구축

1) 대상지역의 수치지도 작성

수치지도의 제작을 위하여는 지형·지리정보의 가장 기초가 되는 지도나 도면을 입력하여 수치 정보화하여야 한다. 도면정보의 입력은 GIS 구축에 있어 가장 많은 시간과 인력이 투자되는 단계이며, 자료의 질이나 정보의 양을 결정하여야 하므로 자료의 입력전에 입력도면의 축척, 입력내용, 입력수단, 추구하는 정확도를 미리 정해야 한다. 자료의 입력방법으로는 직접 도면을 이용하여 입력하는 방법과 위성자료나 항공자료 등을 입력하여 도면정보를 추출하는 간접적인 입력방법이 있다. 직접입력은 수동입력(Digitizing)과 자동입력(Scanning)으로 구분된다. 본 연구에서는 축척 1/1000인 현황도로 DEM(수치지형모델)을 작성하였다. 래스터 자료를 얻기 위해 사용한 스캐너(HP Scantest 4C)는 최고 해상도 800dpi이며, 여기서는 지도의 크기와 파일의 용량을 고려하여 해상도를 200dpi로 스캐닝한 자료를 얻었다. 이렇게 획득된 래스터 자료를 필요한 부분만 남기고 정리한 후 선택된 선형요소를 자동 추적하는 기능을 가진 인터그래프사의 GEOVEC 소프트웨어를 이용하여 벡터라이징을 실시하였다. 또한 벡터라이징된 Design file은 Line weeding, Line cleaning, Line smoothing을 하여 정리한 다음 하나의 등고선이 일체가 되도록 Complex chaining을 실시하여 Design file을 구축하였다. Fig. 12는 연구대상지역을 벡터라이징한 도면이며 시각적으로 표현하기 위하여 일부분을 확대시킨 그림이다. 또한 지도상의 좌표는 특정지역의 표현에 알맞은 좌

표체계로 변환하는 것이 필요하다.^{16) 17)}

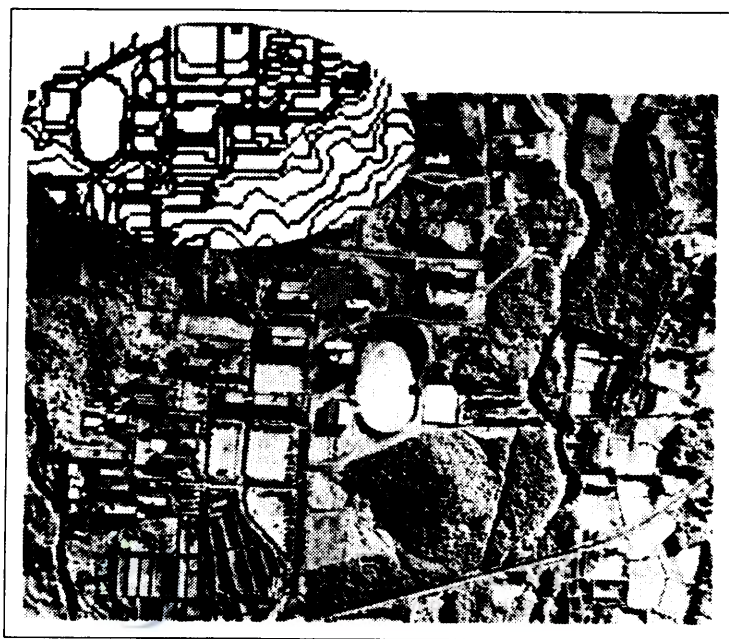


Fig. 12. Study area of vectorizing

본 연구에서는 Source map에 표시된 도곽 경위도 좌표값을 기준점으로 잡아 최소제곱법으로 TM(Transverse Mercator) 좌표체계로 변환한다. 이렇게 획득된 자료는 2차원이므로 각 등고선과 Spot height에 표고(Z)값을 부여하여 모델작성에 필요한 3차원자료를 만들어 TIN model, grid model을 형성하였다. Fig. 13은 대상지역을 등고선으로 3차원모델링한 것이다.

2) 기본도 구축

기본도는 다른 주제도에서 참조할 수 있는 지리좌표를 갖는 지도로 많은 응용프로그램의 적용에 기본이 되며, 데이터베이스의 개념적 설계에서 다양

한 지도 레이어들이 기본도를 중심으로 구성된다. 본 연구의 기본도 구축에 사용된 지형자료와 구축방법은 Table 6과 Fig. 14에서 보는 바와 같다.

본 연구에서는 대상지역의 현황을 쉽게 파악하고 시각적 관리를 할 수 있도록 하였다.

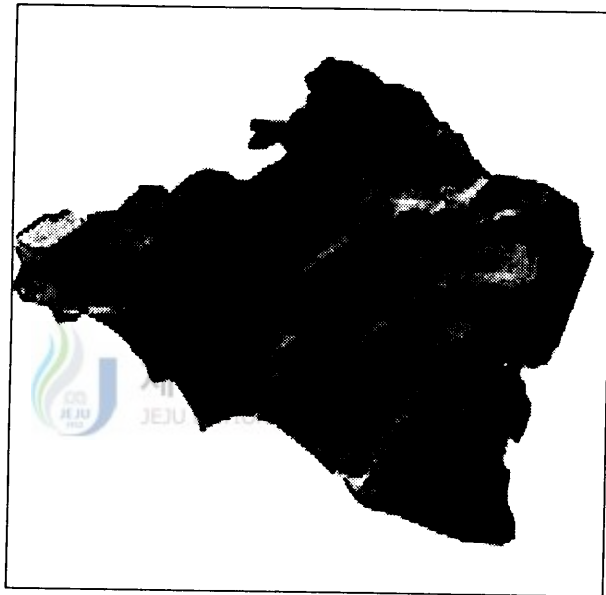


Fig. 13. 3-Dimension modeling of study area

Table 6. Topographical data and construction for basemap

종 류	축 척	내 용
제주대학교 수치지도	1/5000	국립지리원 지형도
건물현황도	1/600	현황도를 직접 작성 및 입력
건물사진	임의	대학본부, 단과대학, 도서관, 연구소 등 건물사진 입력

또한, 대상지역의 기본도 구축에 사용된 건물 현황도와 도로 현황도는 국립지리원에서 제작된 1/5000 지형도를 사용하였으며 건물내 평면도는 시설과에서 보유하고 있던 평면도와 평면수치지도를 사용하여 GIS 자료로 변환하여 사용하고, 그 외의 지하 매설물도는 시설과에서 보유하고 있는 1/600 축척의 지하 매설물도를 기본으로 하여 1/1000 축척의 지하매설물 수치지도를 제작하였다.

스캐닝하여 얻은 래스터 자료들을 각 카테고리(Category)에 대한 Feature 별로 레이어를 구분하였고, 선의 색과 굵기를 달리하고, 알맞은 선의 형태를 정하여 벡터라이징과 디지털라이징을 실시하여 각각의 원하는 기본도를 Fig. 14과 같은 방법으로 구축하였다.

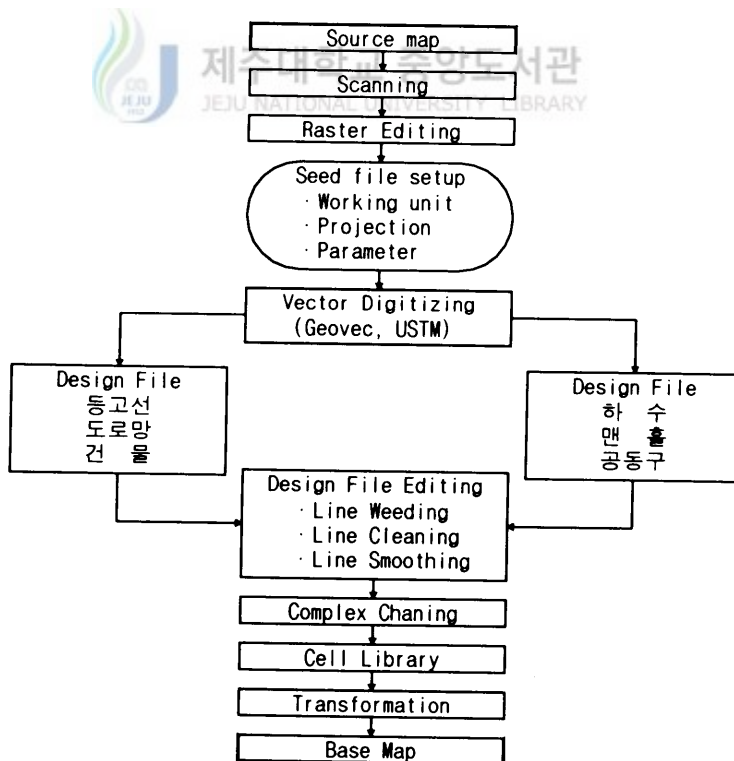


Fig. 14. Work flow for basemap construction

본 연구에서 카테고리는 같은 성격의 지형형상을 형상종류에 따라 분류한 것으로서 업무에 적용할 경우 효율적이고 신속한 자료의 처리를 가능하게 한다. Table 7은 각 시설물 기본도의 도면정보를 나타낸다.




Table 7. Information of each facility basemap

Feature name	Feature code	Category	Feature type	Level	Style	Weight	Color
Parcel centroid	1000	cadastral	point	1	0	1	3
Parcel boundary	1001		polygon	2	0	1	1
Building centroid	2000	structure	point	3	0	1	2
Building boundary	2001		polygon	4	0	1	4
Ground centroid	3001		point	5	0	1	1
Ground boundary	3002		polygon	6	0	1	6
Waster water pipe line	4000	utilities	line	7	0	1	13
Sanitary sewage line	4001		line	8	0	1	7
Common duct line	4002		line	9	0	1	15
Storm sewage line	4003		line	10	0	1	19
Manhole	4004		point	11	0	1	5
Drain water pipe line	4005		line	12	0	1	1
Primary road	5001	transport	line	13	0	1	2
Secondary road	5002		line	14	0	1	3
Contour 1	6001	contour	line	15	0	1	2
Contour 2	6002		line	16	0	1	4

또한 각각의 우수 관로도와 배수 관로도에 들어가는 맨홀과 정확조 그리고 공동구에 들어가는 신축이음들은 여러 가지 기호로 연속적이고 반복적으로 사용된다. 따라서 이들은 셀 라이브러리(Cell library)를 이용하여 편리하게 사용하였으며 각각의 셀은 역시 레이어, 색, 굵기, 형태를 정하여 기본도를 구축하였다. 본 연구에서 사용된 셀 라이브러리를 나타낸 것은 Table 8

과 같다.

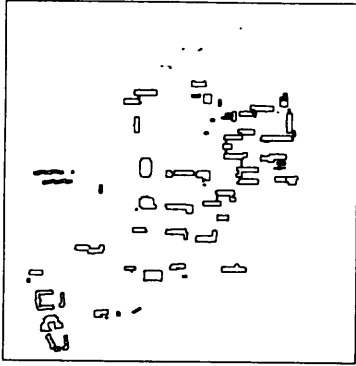
Table 8. Cell library

Shape	Name	Feature name	Level	Style	Weight	Color
	Manhole1	Drain water pipe line	60	0	2	3
	Manhole2	Sanitary sewage pipe line	61	0	2	3
	Manhole3	Waster water pipe line	62	0	2	3
	Joint	Common duct line	63	0	2	3

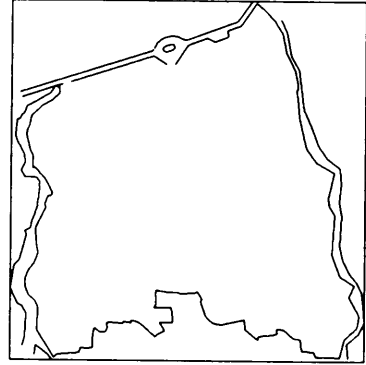
이렇게 획득된 기본도에는 작업의 진행과정에서 발생한 불필요한 버텍스(Vertex)가 발생하므로 Line weeding, Line cleaning, Line smoothing을 하여 정리한 다음 각 독립된 라인을 일체가 되도록 Complex chaining을 실시하므로서 최종 Design file을 구축하였다. Fig. 15은 최종적으로 완성된 기본도들을 나타낸 것이다.

3) 시설도 구축

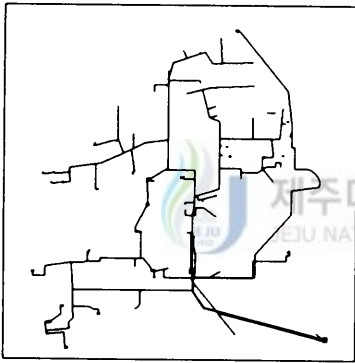
시설도는 건축물, 지적도, 오수관로, 배수관로, 공동구, 도로 등의 설계도와 시공도가 모두 포함되어야 한다. 여기서는 원래의 평면도를 AutoCAD와 Microstaion을 이용하여 시설도를 구축하였다



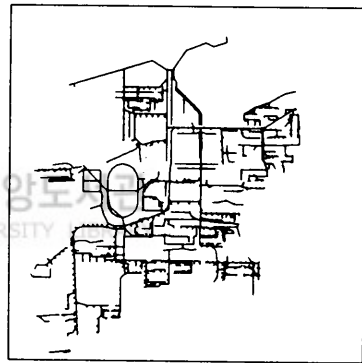
a. Map of building



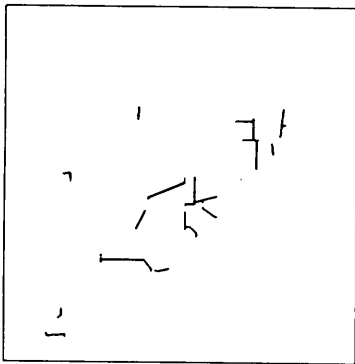
b. Map of cadastral



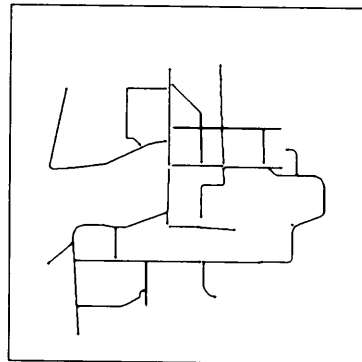
c. Map of drain water pipe lines



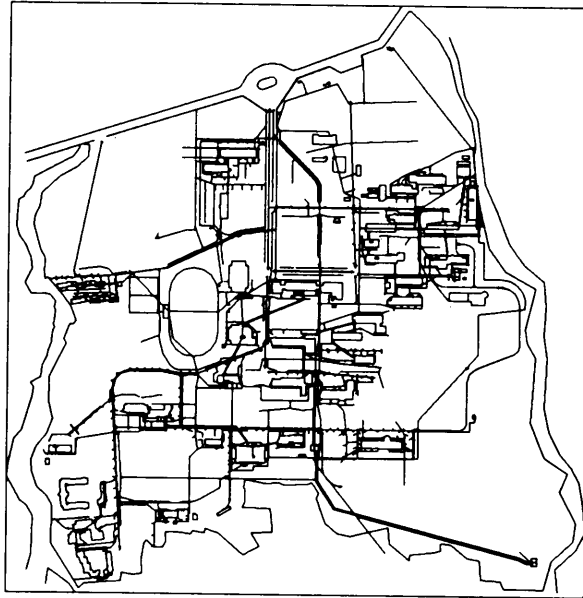
d. Map of sanitary sewage pipe lines



e. Map of common duct



f. Map of roads



g. Overlay for facility maps

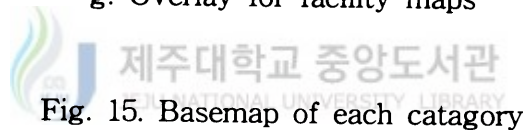


Fig. 15. Basemap of each category

4) 데이터베이스 구축과 속성자료의 입력

지리정보시스템 구현에 앞서 데이터베이스의 구축은 시간과 비용에 있어서 대단히 큰 비중을 차지한다. 시설물 관리시스템도 예외가 아니어서 구현 작업의 많은 작업시간이 데이터베이스 구축에 소요되었다. 시설물 관리시스템의 속성자료는 도면정보의 공간적, 비공간적 속성을 설명하는 부분과 각종 통계자료, 현장조사 자료, 그리고 행정자료에서 추출한 수치들로 구분될 수 있다. 도면에 나타난 점, 선, 면 등의 어떤 공간적 사상을 표현하고 있는가를 나타낸 도면정보와 각종 통계자료, 현장조사자료 그리고 행정자료에서 추출, 입력된 수치를 연결하여야 한다.

속성자료와 도면정보와의 연결은 외부에서 입력되는 것과 일단 입력된 도면정보를 이용하여 내부적 계산에 의해 구축되는 속성으로 구분할 수 있다.

외부에서 입력되는 속성자료는 외부의 데이터베이스에서 입력한 정보를 MicroSoft사의 Access 데이터베이스로 속성자료를 구축하고 공간정보와 연결될 수 있는 동일한 ID(Identification)를 포함시켜 도면정보와 연결하여 지형·지리정보로 저장하는 방법과 도면의 도형에 정보를 직접 입력하는 방법이 있다. 본 연구에서는 외부의 데이터베이스에서 입력한 정보를 데이터베이스 구축에 MicroSoft사의 Access 데이터베이스로 구축하여 속성정보를 입력하였다. Fig. 16은 데이터베이스 구축과 속성정보를 입력하는 과정을 나타낸 것이다.



Fig. 16. A work flow of database construction & attribute data input

5) 구축된 자료의 Arch/View 파일 변환

Polygon과 같은 개체일 경우에는 Arc/Info에서 Polygonize하여 Geometry 변환을 하고, 선일 경우에는 네트워크 위상을 부여하여 Geometry로 변환하였다. 이것을 Arc/View전용의 Shape 파일로 다시 변환하여 전문적인 데이터베이스관리시스템(DBMS : DataBase Management System)을 연결하여 사용하였다.

도면과 관련된 각각의 공간배치현황은 학내 시설과에서 관리하는 공간이
 용 현황내역과 사진자료, 속성자료 등을 입력하고 입력된 공간이용 현황내역
 을 리스트로 출력하여 자료를 처리하였다.(Fig. 18) 자료는 제주대학교 수치
 지도자료, 각 건물의 크기 및 관련된 정보, 각 건물별 그림자료 등이다. 특히
 속성정보는 건물, 실험실, 실험실의 크기, 건물의 크기 등을 사용했으며, 이
 러한 자료는 시설과에서 보유하고 있는 자료들이다.(table 9, table 10)

Table 9. Building attribute data

Feature	Category	Attribute	Data Type
Polygon	Building	건물코드	Char(3)
		건물명	Char(20)
		용도	Char(10)
		층수	Integer
		구조	Char(10)
		건축년도	Char(10)
		착공일	Char(10)
		준공일	Char(10)
		건설회사	Char(20)
		건축비용	Double
		건축면적	Double
		연면적	Double
		수용인원	Integer
		처리능력	Integer
		전기용량	Integer
		동력	Integer
		수도용량	Integer
가스용량	Integer		
정화용량	Integer		
건물사진	Integer		

Table 10. Laboratory attribute data

Feature	Category	Attribute	Data Type
Polygon	Room	건물코드	Char(3)
		건물명	Char(20)
		실험실코드	Char(7)
		명칭	Char(20)
		수용인원	Integer
		면적	Double
		사용부서	Char(20)
		사용과	Char(20)
		사용자명	Char(20)
		중분류	Char(1)
		소분류	Char(1)
		세분류	Char(1)
		주요시설	VarChar(50)
		비고	VarChar(50)
보관물품	VarChar(50)		
특기사항	VarChar(50)		

또한 각 건축물과 기자재 및 부품에 관해서는 사용자의 이해를 돕기 위해 그림과 같이 이미지파일을 부가적으로 입력하였다. 건물 및 실험실 속성정보는 학내 시설과와 행정실에서 기존에 사용하고 있던 자료를 재사용하였으며 도로와 지하매설물, 시설물에 대한 속성정보만을 입력하였다.

V. 결 과

1. 건물 배치 결과 표시

시설물관리시스템은 공간자료의 입력과 출력, 수정뿐만 아니라 질의를 통한 통계처리를 수행하여 의사결정을 지원하고 공간의 초기 할당과 재 할당의 문제를 해결하고자 하였다. 본 연구에서 구축한 대학 시설물관리시스템의 구현 결과는 Fig. 17과 같으며, 이 그림은 Arc/View에서 구동된 결과를 나타내고 있다.

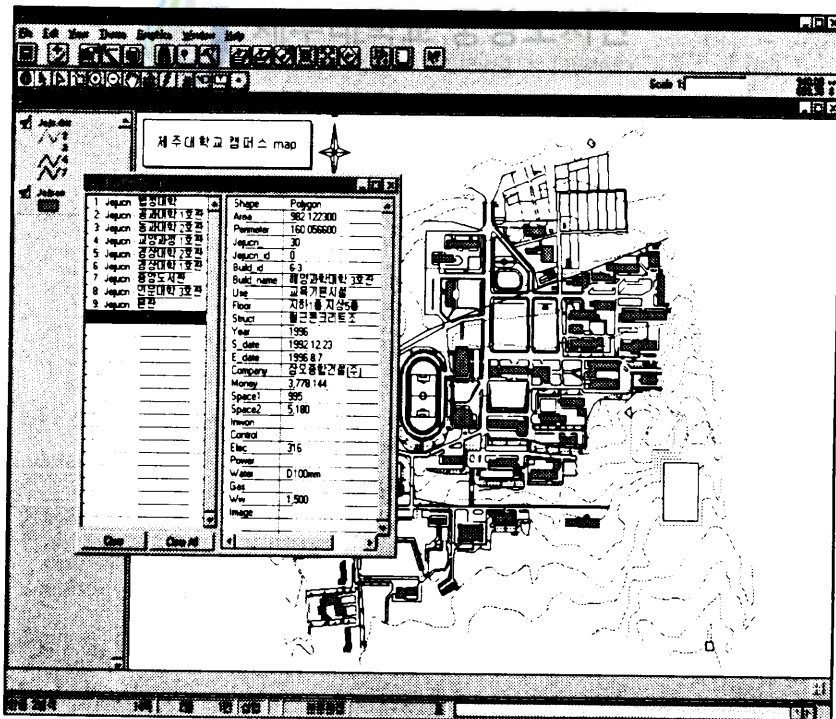
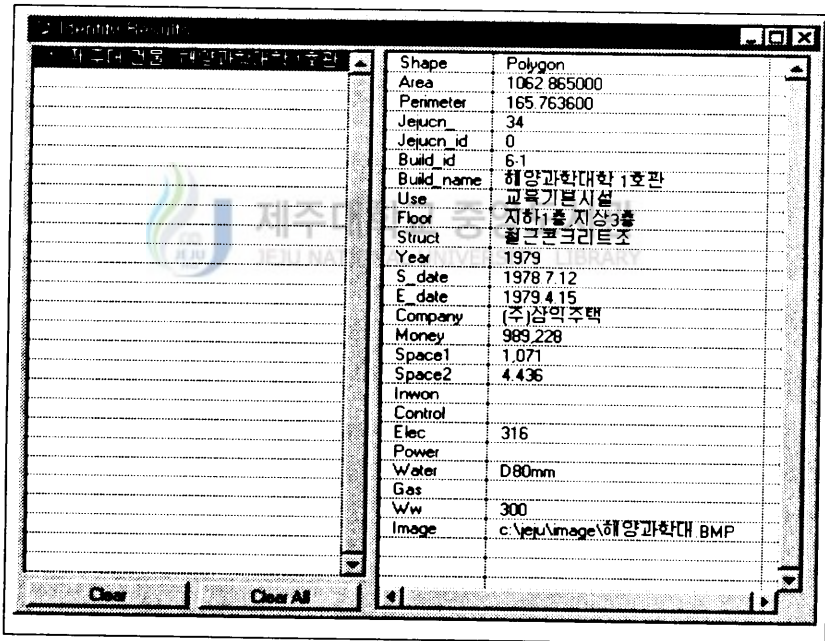


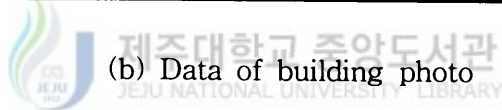
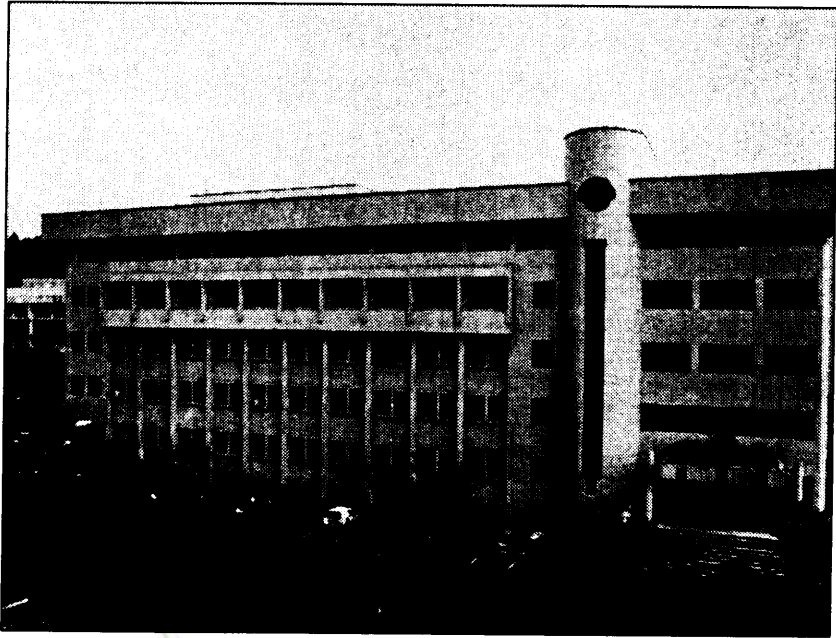
Fig. 17. Display map of Cheju National University and facilities with Arc/View

이 그림을 보면 AutoCAD와 Microstation에서 작성한 제주대학교 캠퍼스의 등고선, 건물의 배치를 나타낸 지도가 나타나고 각 동에 표시된 건물이나 구조물을 클릭하면 그 건물이 가지는 여러 가지 속성이 나타난다. 이것을 보다 자세히 해양과학대학 건물에 관련된 정보로 바꾸어 보면 Fig. 18과 같다.

속성창을 보면 이 건물의 여러 가지 정보가 한눈에 나타남을 알 수 있다. 예를 들면 건물의 크기, 모양(사진), 면적, 준공년도, 건설회사 등의 여러 정보가 나타남을 알 수 있다.



(a) Attribute data(Display of building informations)



(b) Data of building photo

Fig. 18. Output of building and attribute window

2. 공간 검색 기능

대학 시설물관리시스템은 공간이용현황, 각 건물별 사진자료와 그 건물의 구조특성을 동시에 보여준다. 따라서 이용자들은 그 건물정보와 위치를 알고 싶으면 그 그림을 확대하고 이름을 파악하여, 원하는 지역을 클릭하면 그 결과를 알 수 있다(Fig. 19). 그림에서 특정한 건물에 대한 정보를 손쉽게 얻을 수 있으며, 따라서 학교의 건물배치, 향후 설치계획에 따른 여러 가지 계획을 설계할 때 유용하게 이용될 수 있을 것이다.

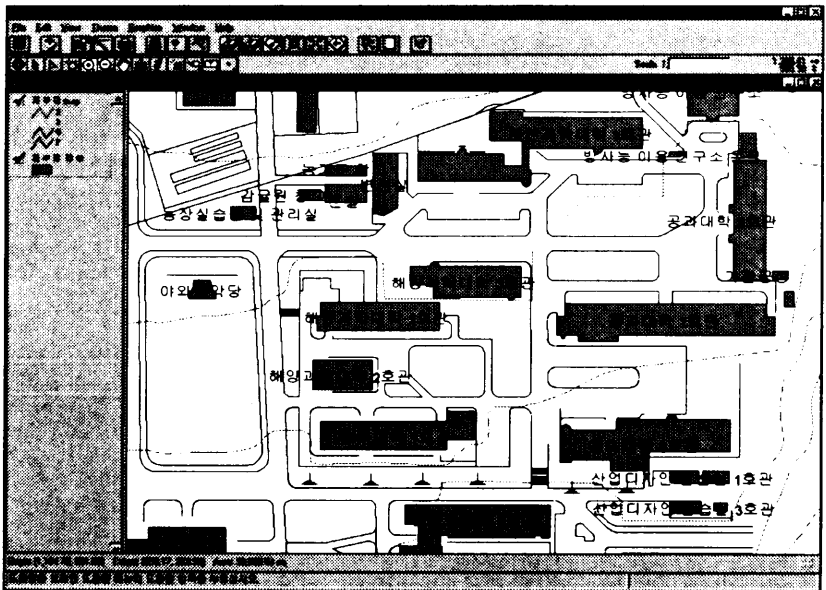
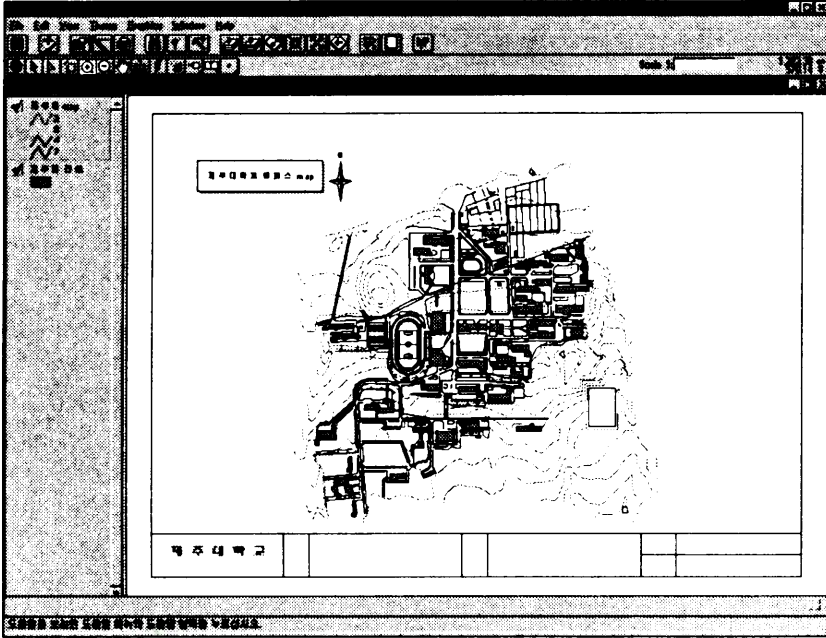


Fig. 19. Zoom out & in Cheju National University

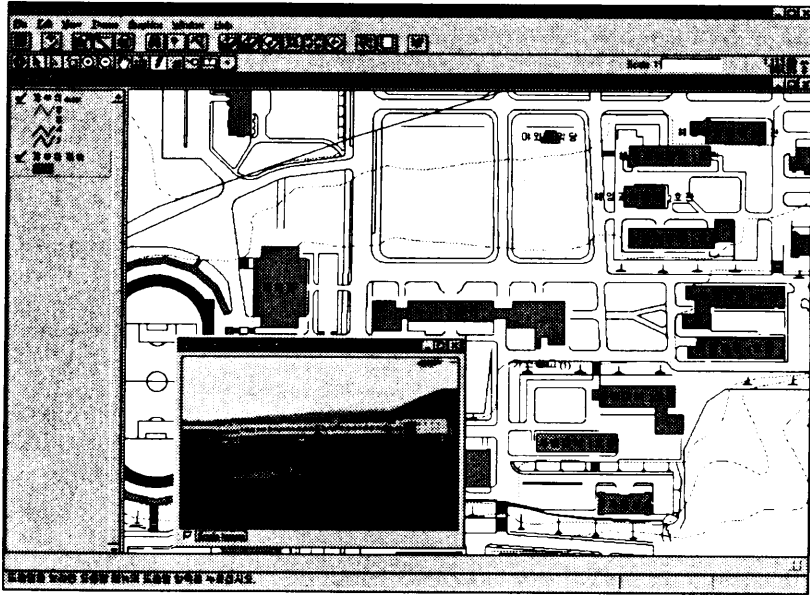


Fig. 20. Example of a theme contains information about the photo and building

Fig. 20은 대학본부를 중심으로 체육관, 사범대학, 전자계산소, 농과대학, 해양과학대학 부분에 대한 배치도와 선택된 건물인 대학본부의 사진을 보여주고 있다.

Fig. 21은 바탕화면에 캠퍼스 전체배치도가 나타나고, 속성창에는 선택된 건물인 법정대학에 관한 정보들이 나타나 있으며, Fig. 20과 Fig. 21은 특정한 부분만을 나타낸 주제도별 결과이다.

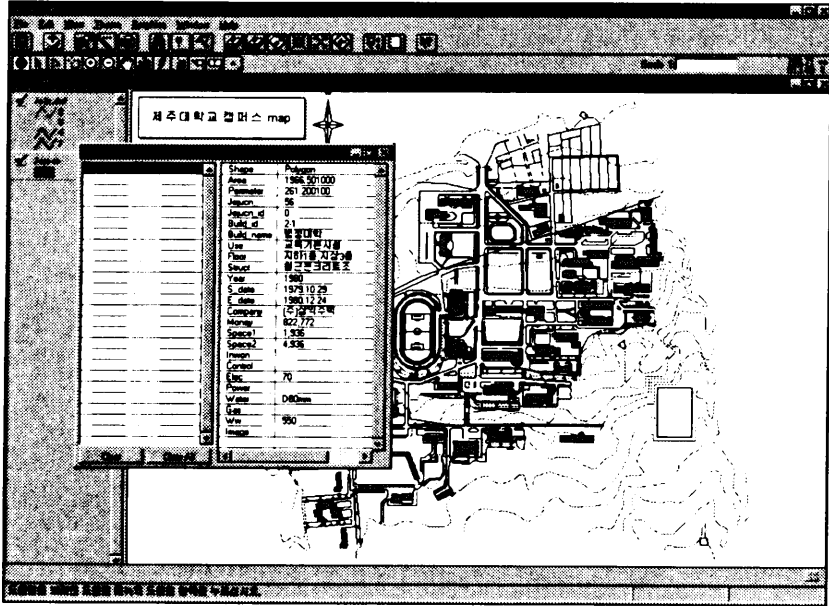


Fig. 21. Example of a theme's attribute table containing information about the selected building

Fig. 22는 제주대학교의 건물과 운동장 등을 표시한 주제도로서, 등고선만을 따로 선택해서 볼 수도 있다.

또한 좀더 자료를 보완할 경우, 건물내 실험실에 대한 검색을 실험실의 속성을 이용해 위치 검색을 할 수도 있으며, 건물명, 실/부서(학과)명, 교직원성명으로 검색을 하는 경우와 매설물에 대한 정보를 재질과 길이, 실험실에 대한 검색창을 만들 수도 있다. 이러한 자료의 구축은 제주대학교의 전반적인 계획의 의사결정에도 중요한 영향을 미칠 것으로 사료된다.

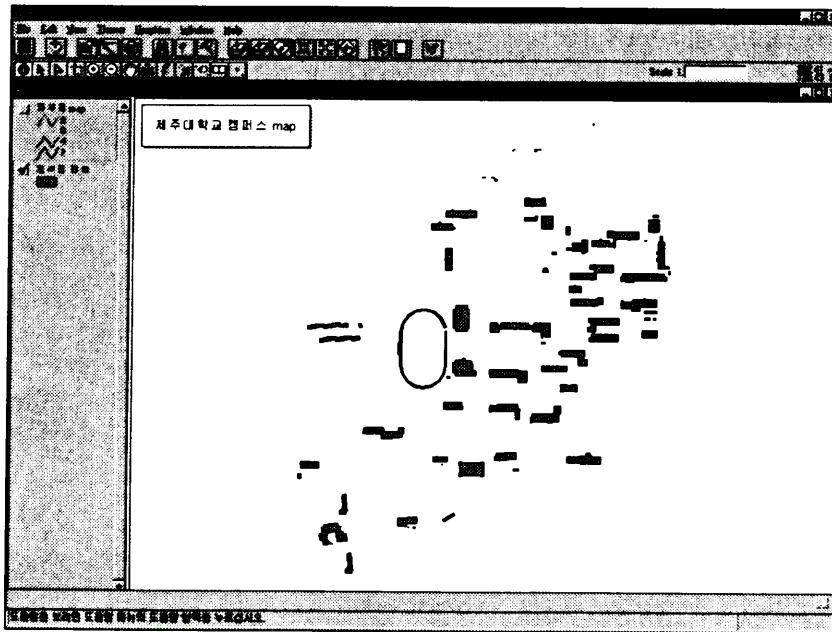


Fig. 22. Example of building layout without contour information

VI. 고 찰

지금까지 거의 도면작업으로 이루어지던 대학 시설물관리시스템이 GIS기술을 이용한 하나의 정보로 자료화됨에 따라, 시설물의 신속한 파악과 하자보수에 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

그러나, 시스템 구축은 GIS가 시스템 환경을 요구하는 것에 반해, 현 행정에서 사용되고 있는 시스템의 사양이 GIS 사용에 적합하지 않아 원활한 시스템 사용에 어려움이 있으며, 네트워크 속도에 따른 대용량 공간자료의 전송 문제, 그리고 공간자료의 디스플레이 방법, 서버측과 클라이언트측의 적절한 공간분석기능 등 해결과제가 많이 남아 있다.

일반적으로 GIS의 입력/편집 기능과 같은 것은 관리자 및 운용자 측면이 강하므로, 사용자 측면을 고려한 전용 인터넷 시스템을 활용하는 것이 바람직하다. 또한, 시설물관리에 필요한 시설물의 중축일, 중축회수, 중축부분, 유지보수이력 등에 대한 자료의 지속적인 추가 보완이 필요하다.

Ⅶ. 결 론

본 연구에서는 기존의 시설물 자료에 지리정보시스템을 적용한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 중복된 도면작업을 줄일 수 있으며, 시설물 정보의 신속한 수정과 출력으로 업무처리의 효율성이 기대된다.

둘째, 보다 정확한 최신의 시설물 정보를 활용함으로써 합리적인 의사결정에 도움을 줄 수 있다.

셋째, 시설물의 현황을 정확히 파악할 수 있으며, 미래예측에 필요한 정보를 얻을 수 있다.

넷째, 과학적인 시설물관리와 체계적인 분석을 통해 비용절감 효과를 기대할 수 있다.

참고 문헌

- 1) 제주도, 제주도 상하수도 GIS기본계획, 2001, p.147.
- 2) Jonson, J., D. Akagi, and J. Thorpe, 1992, Applying AM/FM Technologics to swer and storm Drain Condition Assessment. Proceedings of GIS/LIS 1992, Volume 1, pp.363~373.
- 3) 신석효, 대학시설물관리에 관한 연구, 경상대학교 석사학위논문, 1988, pp.3~4.
- 4) 황국웅외, 1994, 개인용 컴퓨터를 이용한 상수도시설물관리정보체계개발, 한국측지학회지.12(2), pp.187~197.
- 5) 제주도, 제주도 상하수도 GIS기본계획, pp.86~165.
- 6) 김채승외, 지리정보체계, 대영사, 1999, pp.33~34.
- 7) 김채승외, 지리정보체계, 대영사, 1999, pp.73~80.
- 8) 한국정보통신교육원, GIS일반, 한국정보통신대학원대학교, 1999, pp.41~48.
- 9) P.A. BURROUGH, Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Clarendon press, Oxford, 1996, pp.13~38.
- 10) 성은영, Internet GIS와 AHP 의사결정을 이용한 시설물 관리기법, 부산대학교 석사학위논문, 2001, pp.32~33.
- 11) 신석효, 대학시설물관리에 관한 연구, 경상대학교 석사학위논문, 1988, p.25.
- 12) 정재곤, GIS를 이용한 질병발생자료의 지도화와 웹을 통한 공유방안에 관한 연구, 서울대학교 석사학위논문, 1998, pp.7~9.
- 13) 유희상, WWW GIS에서 클라이언트기반 검색시스템의 설계 및 구현, 인하대학교 석사학위논문, 1998, pp.15~16.

- 14) 김원주, 서울대학교 관악캠퍼스 시설물관리체계개발, 서울대학교 석사학위논문, 1994, p.10.
- 15) 제주시, 제주시 상하수도 GIS기본계획, pp.157~165.
- 16) INTERGRAPH, MEG Terrain Analyst, 1996.
- 17) INTERGRAPH, I/RASB, 1996.



감사의 글

이 논문이 완성되기까지 아낌없는 격려와 지도를 해주신 남정만 교수님과 여러차례 세심하게 검토하고 지적해주신 박상렬 교수님, 김상진 교수님, 특히, 이 논문을 쓸 수 있도록 동기를 부여해주고 도움을 주신 이병걸 교수님, 그동안 많은 가르침을 주신 양성기 교수님과 김남형 교수님께 감사드립니다.

대학원 생활을 보람있게 보낼 수 있도록 서로 도우며 지내온 동기들과 선·후배들, 학업기간동안 직장생활에서 아낌없는 배려를 해주신 김병호 시설과장님과 이영화 사무관님, 양영우 선생을 비롯한 직장 동료들께도 감사를 드립니다.

바쁜 시간을 할애하여 자료정리와 편집을 도와준 고영호 선생과 김은석 군에게도 고마운 마음을 전합니다.

때늦게 학문의 길로 들어설때부터 항상 따뜻한 정으로 격려해 주신 누님과 형님, 여동생 그리고 주위의 모든 분들께 감사드립니다.

짧지않은 기간동안 한결같은 내조와 사랑을 보여준 사랑하는 아내 김지애와 착한 아들 동건, 예쁜 딸 경화와 함께 논문완성의 기쁨을 나누고자 합니다.