

토지정보체계의 객체지향 도형정보데이터베이스 개발

The Development of An Object-Oriented Graphic Database Management System in Geographic Information Systems

황 국 응*

이 규 석**

Hwang, Kook-Woong*

Lee, Kyoo-Seock**

要 旨

본 연구에서는 토지정보체계(GIS)의 도형정보 처리를 위한 객체지향 데이터베이스를 개발하고, 이를 위하여 사용된 프로그램 개발방법을 설명하였다. 본 연구의 결과, 도형자료를 저장하고 관리하기 위한 자료모델을 개발하였으며, 객체지향 프로그래밍법에 의한 도형자료 관리를 실현하였다. 도형자료 처리를 위한 자료모델을 개발함에 있어서, 관망해석을 하지않는 자료관리만을 목표로 하였기 때문에 위상학적(topology) 자료구조를 갖지않는 단순한 벡터모델을 사용하였다. 차후에 관거의 연결망을 기초로 하는 분석기능을 개발할 경우에는, 도형자료 처리를 위한 자료구조 부분에 대하여 수정 또는 추가 개발이 필요할 것이다.

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop an Object-Oriented Graphic database management system to handle geographic data of geographic information systems. As the result of this study, unstructured vector model was developed to handle geographic data and graphic database management was implemented by object-oriented programming. This study was focused on linking function between graphic data and attribute data, and not focused on network analysis function.

1. 서 론

토지정보체계(Geographic Information System, GIS)에서 도형정보(cartographic information)를 저장하기 위하여 사용되는 자료모델(data structure)의 발전과정을 보면, spaghetti file, location list file, point dictionary file, DIME file, chain file 등으로 분류된다(Peucker & Chrisman, 1975). Spaghetti file은 경계선, 등고선, 하천, 도로 등 같은 선형 지형물의 좌표

값을 숫자 정보로 저장하는 초기의 제도제작 자료모델로서, 토지정보체계의 도형 데이터베이스의 특성을 갖추고 있지 못하다. 이 자료모델의 장점은 간단하고 집약적이며, 화일의 크기가 작다는 점이며, 단점은 자료 수정과 확인 작업을 위하여 눈으로 확인하고 수정하여야만 한다는 점이다.

Location list file은 하나의 다각형을 표현하기 위하여 다각형 번호와 경계선을 구성하는 각 점들의 좌표 값을 저장하였다. SYMAP, MAP/MODEL, MAPEDIT

*광주대학교 도시공학과 교수

**성균관대학교 조경학과 교수

등은 이 자료모델을 사용하였다. 주제도 작성용 또는 분석적 용도에 사용될 수 있다는 점과, 각 다각형은 독립적인 점 등이 장점이다. 인접한 다각형 사이의 선분은 두번 저장되므로 화일의 크기가 spaghetti file의 두배에 가깝다는 점, sliver area와 overlap 등이 존재하는 점, 공유선분을 찾기가 어렵다는 점 등의 단점이 있다. Point dictionary file은 location list의 문제점을 개선하기 위하여 모든 점에 고유번호를 부여하는 자료모델이다. 점에 대한 목록을 작성하고 다각형과 선분은 이 점들의 번호를 나열하여 정의되며, 모든 점은 한번만 입력된다. 장점으로는, 자료표현의 일관성이 향상되었으며, sliver area가 생기지 않는 점 등이며, 단점으로는, 각 대상물이 독립적이지 못하기 때문에 자료 저장에 문제가 발생한다는 점이다. DIME file은 점, 선, 면 등의 상관관계에 의하여 도시 전체를 표현하며, 자료모델은 위상관계에 바탕을 둔 것으로, 미국의 통계당국에서 센서스데이터와 위치데이터를 연결하기 위하여 이것을 개발하였다. 하나의 레코드는 한개의 직선만 표현할 수 있으며, 시가지 내의 직선도로들을 표현하는 데 적합하다. Chain file은 DIME file과 동일한 위상학적 방법으로 지상의 물체를 표현하는 자료모델이며, DIME file은 직선만을 다룰 수 있는 반면에, chain file은 교차되지 않는 곡선들도 다룰 수 있다. 그러나, 다각형 목록화일과 노드 목록화일 등과 함께 복잡한 디렉토리를 구성하고 있으며, POLYVRT, ODYSSEY 등의 프로그램에 채택되었다. ODYSSEY는 다각형 중첩기능 등 이전의 GIS와는 다른 추가기능을 가지고 있었으나 GIS의 두 범주 자료인 위치자료와 속성자료를 효과적으로 연결시키지는 못하였다. 이를 해결하기 위해 Environmental Systems Research Institute(ESRI)에서는 ODYSSEY를 발전시킨 ARC와 속성자료를 효과적으로 처리하기 위한 관계형 DBMS인 INFO를 결합시켜 ARC/INFO(TM)를 개발하였다. (Morehouse, 1985). ARC/INFO(TM)는 지형물의 위치를 표현하기 위한 벡터형 자료를 관리하는 기능과 속성자료를 관리하는 기능을 통합한 것으로서, 관계형 DBMS기능을 갖춘 위상학적으로 구조화된 벡터 GIS이다(ESRI, 1991). 그런데, 기존의 토지정보체계는 공

간자료 분석모델과 특정 목적의 전용소프트웨어, 사용자 접속기 등을 하나로 통합하는 것이 어렵다는 단점을 가지고있다. 특히, 사용자 접속기는 복잡하고 어려우며, 숙달기간이 길기 때문에 하나의 장애물로 여겨지기도 하며, 이러한 문제점을 해결하기 위한 새로운 시스템으로는 자료의 특성과 작업 내용에 대한 사용자의 개념에 더 잘 맞는 사용자 접속기를 가진 시스템을 개발할 필요가 있다. 이를 위하여는 업무지향형 시스템(problem-oriented system)을 간단히 만들 수 있는 방법이 필요하다(Abel 등, 1992). 한편, 국내에서는 김광식과 최윤철(1988)은 도시계획에서 활용할 수 있는 공간정보 시스템을 PC를 이용하여 개발하고, 그 이름을 'GPGIS'라 하였으며, 박종화와 양병이(1989)는 개인용 컴퓨터를 사용한 벡터 자료형을 사용하는 주제도 작성 시스템을 개발하고, 소프트웨어의 이름은 'LUMAP' 이라 하였다. 그러나, "GPGIS"와 'LUMAP'은 개인용 컴퓨터와 벡터 자료형을 사용한 일종의 주제도 작성 시스템이라고 할 수 있으며, 자료를 분석한 결과를 지도 형태로 보여주는 발표용 시스템이며 토지정보체계의 도형자료를 관리하는 기능은 없다. 김종훈 등(1992)은 공간자료와 비공간자료를 처리하기 위한 DBMS를 개발하기 위하여는 기존의 관계형 자료관리 시스템(Relational DataBase Management System, RDBMS)인 'KORED'에 공간자료 처리기를 추가하여 'KORED/GEO'를 개발하였으며, 변태경 등(1992)은 기존의 RDBMS를 확장하여 GIS 소프트웨어 'GRIM'을 개발하였다. 'KORED/GEO'와 'GRIM'은 범용의 자료관리 시스템이며, 특정 업무에 적용하기 위하여는 이것이 제공하는 연산을 이용하여 사용자 접속기를 다시 개발하여야 한다. 본 연구에서는 도면정보와 속성정보를 연결하여 시설물관리(Facilities Management)에 적용할 수 있는 객체지향 데이터베이스를 개발하기 위하여 수행되었으며, 이를 통하여 토지정보체계 개발을 위한 기술축적에 목적이 있다. 프로그램 개발을 위한 도구로서, 소프트웨어는 한글윈도우3.1(TM)과 Turbo C++ 3.0 for Windows(TM)를 사용하였으며, 관계형 자료관리를 실현하기 위한 라이브러리인 CodeBase 5.0를 사용하였다. 하드웨어는 8메가

바이트의 메인메모리(Random Access Memory, RAM)와 256킬로바이트의 캐쉬메모리(cache memory), 250메가바이트의 하드디스크(hard disk)를 가진 IBM호환기종 80486-DX2(66Mhz) 개인용 컴퓨터를 사용하였으며, 입출력 장치로는 800 x 600 pixels의 해상도와 16색상을 표현할 수 있는 VGA(Visual Graphics Adapter)카드와 17인치 칼라모니터(color monitor), 좌표독취기(digitizer) 등을 사용하였다.

2. 자료모델 개발

2.1 도형정보처리를 위한 자료모델

도면관리 전산화 분야에서 도형자료를 표현하는 자료 모델은 사용자가 인식하는 대상물체를 표현하기 위한 것으로서, 3가지 도형으로 구분할 수 있다. 점(point)은 공중전화기, 나무, 맨홀, 표지판, 공장의 위치, 역사적으로 유명한 장소 등을 표현 하며, 선분(line)은 도로, 송유관, 수도관, 하천, 강 등을 표현하고, 면(polygon)은 필지, 숲, 범람원, 건물, 운동장 등을 표현 하며, 이들이 가진 속성자료 -예를 들면, 나무의 높이, 도로의 이름, 토지 소유자의 이름 등-은 별도로 작성 되어 결합되어진다(Keating 등, 1987). 본 연구에서는 시설물관리를 위한 도형 데이터베이스 개발을 목적으로 하고 있으므로 점, 선분, 다각형 등을 대상으로하며, 이를 입력, 저장하고 관리할자료모델을 개발할 필요가 있다. Peucker와 Chrisman(1975)이 설명한 5가지 자료모델 가운데에서 location list는 도형을 구분하기 위한 고유번호(ID)와 선분의 좌표들을 저장하였으며, 각 도형이 독립적인 점이 장점이다. 그러나, Location list의 자료모델은 인접한 다각형으로 구성된 대상물을 표현할 때에는 동일한 좌표가 두번 이상 저장되는 점, sliver area가 발생하는 점, 공유선분을 찾기 어려운 점 등의 문제점이 있다. Chain file의 자료모델은 도형간의 위상학적 관계에 대한 정보를 저장하고 있으므로 관망해석 등을 위하여는 적합한 자료모델이 될 것이다. 그러나, 자료구조가 복잡하고, 연산과정이 복잡하며, 많은 량의 메모리가 필요한 점 등의 단점도 있

다. 그러나, 본 연구에서는 다각형은 단지 참조자료로만 사용할 뿐이며, 공간분석에 다각형 자료를 사용하지 않고, 선분에 대하여도 관망해석 등 연결관계에 대한 분석을 중요한 연구대상으로 하지 않았다.

Symbol	feature-id	(x,y)
Line	feature-id	(x1,y1),(x2,y2),...
Polygon	feature-id	(x1,y1),(x2,y2), (x3,y3), (x4,y4), .
Label	feature-id	(x,y) label-text

그림 2.1 The record structure of the classes that were used to handle geographic features in the geographic information system

Classes	Features	Member Data
SYMBOL	valves, points	feature-id, a pair of coordinates(x,y)
LINE	distribution pipes,cables	feature-id,two or more pairs of coordinates
POLYGON	building-lines	feature-id,two or more pairs of coordinates
LABEL	text strings	feature-id, label-text, a pair of coordinate

표 2.1 The classes that were used to handle geographic features in the geographic information system.

선분으로 표현되는 요소를 주요 대상으로 하여, 공간 정보와 속성정보를 연결하여 도면에서 속성정보를 조회하는 기능을 개발하는데 연구의 초점을 두었으므로,

각 도형요소의 고유번호와 좌표들을 저장하고, 각 도형이 독립적으로 다루어 질 수 있는 location list의 자료모델을 기본 모델로 하여 개발하였다.

본 연구에서는 개체지향 프로그래밍기법 (Hughes, 1991)을 사용하였으므로, 표 2.1과 같은 클래스들을 정의하였으며, 그림 2.1은 각 클래스의 레코드 구조를 그림으로 표시한 것이다. 표 2.1과 그림 2.1에서, SYMBOL 클래스는 벨브와 같은 특정 지점으로 표현할 수 있는 시설물을 표현하였으며, 고유번호와 한 쌍의 좌표값을 저장하고 있다. LINE 클래스는 상수도 관거와 같은 선으로 표현할 수 있는 시설물을 표현하였으며, 고유번호와 선분을 구성하는 2쌍 이상의 좌표값을 저장하고 있다. POLYGON 클래스는 건물선과 같은 독립된 다각형을 표현하였으며, 고유번호와 다각형을 구성하는 4쌍 이상의 좌표값을 저장하고 있다. LABEL 클래스는 도형상에 문자를 표현하기 위하여 사용하였으며, 고유번호와 한 쌍의 좌표값 외에 문자열을 저장하도록 하였다.

2.2 도면관리를 위한 자료모델

하나의 도면은 여러개의 레이어로 구성되어 있고,

이러한 도면관리에 필요한 자료를 처리하기 위하여 본 연구에서 정의한 클래스들을 나타내었다. 표 2.2에서, RECORD 클래스는 한개의 시설물과 대응되는 도형정보를 저장하며, 표 2.1에서 정의한 SYMBOL 클래스, LINE 클래스, POLYGON 클래스, LABEL 클래스 등 4가지 클래스를 대표하는 선조(parent) 클래스이므로, 이들 4가지 클래스의 공통적인 자료항목으로 고유번호와 좌표값 항목을 가지고 있다. 종류의 도형을 표현하는 RECORD 들의 집합이며, RECORD 클래스의 종류에 따라 4가지 종류의 LIST가 정해진다. 자료항목으로는 LIST의 종류를 표현하는 feature type 항목을 가지고 있으며, RECORD를 저장, 검색, 삭제하기 위하여 첫 RECORD와 마지막 RECORD에 대한 포인터를 가지고 있다. 표 2.2와 그림 2.2의 (b)에서 LAYER 클래스는 종류가 다른 4개의 LIST 클래스가 모여서 하나의 LAYER를 구성한다. LAYER 클래스는 한가지 종류의 시설물을 표현하며, 관거레이어, 벨브레이어 등과 1:1로 대응된다. 자료항목으로는

Classes	Description	Member data
RECORD	container class for graphic objects(a RECORD object corresponds to one geographic feature) and SYMBOL, LINE, POLYGON, LABEL classes(in table 1) are derived from it	feature id, pairs of coordinate
LIST	a set of RECORD objects representing one feature type in a LAYER	feature type, pointer to first RECORD object, pointer to end RECORD object
LAYER	consists of 4 LIST objects that represents different feature type respectively).and represents one type of facilities	layer name, dbf name, color, line type, fill type,hiding flag, marking flag,pointers to 4 LIST objects
MAP	consists of LAYER objects, corresponding to one map	file name, maximum coordinates,layer count, pointers to LAYER objects
MAPMAN	interface class handling geographic data	a pointer to current RECORD object,a pointer to current LIST object,a pointer to current LAYER object,a pointer to current MAP object

표 2.2 The classes that were used to handle maps in the geographic information system.

하나의 레이어는 한가지 시설물을 표현한다. 예를들어, '논현동지역 상수 배관망도'를 하나의 도면으로 보면, 배관망레이어와 인입관레이어, 벨브레이어를 주요 레

레이어이름, 속성자료를 저장한 자료화일이름, 도형표현을 위한 색상, 선분 표시방법, 다각형 표시방법, 감추기와 강조표시 여부, 4개의 LIST 클래스에 대한 포

인터 등을 가지고 있다. 표 2.2와 그림 2.2의 (c)에서 MAP 클래스는 하나의 도면과 대응되며, 다수의 LAYER로 구성된다. 자료항목으로는 화일이름, 최대 좌표값, 최소 좌표값, 레이어 수, 레이어들을 지시하는 포인터 등을 가지고 있다.

표 2.2와 그림 2.2의 (d)에서 MAPMAN 클래스는 도형 정보 관리를 위한 내부 접속기(internal interface)이며, 현재 작업 중인 클래스 들에 대한 포인터를 저장하고 있으면서, 도형 정보관리에 필요한 메시지(messages)를 전달하는 역할을 한다.

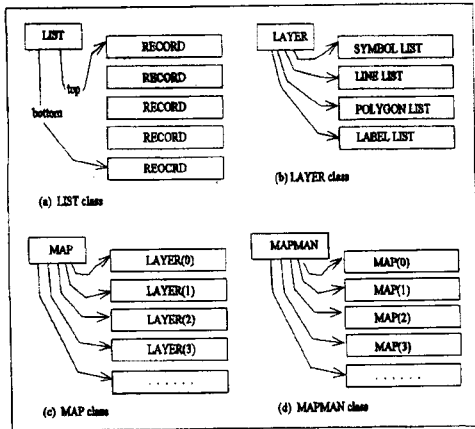


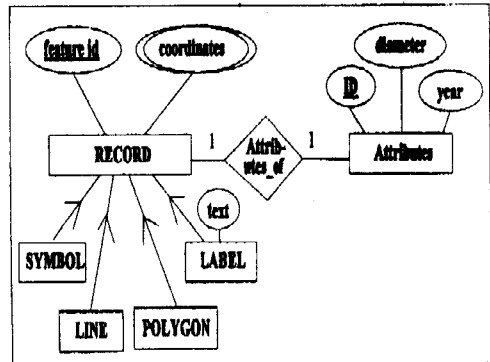
그림 2.2 The data structure of classes that were used to handle maps in the geographic information system.

2.3 도형정보와 속성정보의 연결 방법

도형으로 나타내어지는 모든 시설물은 1:1로 대응하는 속성정보를 가지고 있으며, 도형정보를 관리하는 객체지향 데이터베이스와 속성정보를 관리하는 관계형 데이터베이스를 실현하였으며, 이를 통합적으로 관리하는 사용자 접속기를 개발하였다. 그림 2.3은 도형정보와 속성정보의 관계를 설명하기 위하여 Extended Entity-Relationship Model(Hughes, 1991)을 사용하여 나타낸 것이다. 이 그림에서 'RECORD'는 도형을 처리하기 위한 선조(parent) 클래스이며, SYMBOL,

LINE, POLYGON, LABEL 등은 한가지 도형을 나타내는 후손(child) 클래스이다. 이들은 도형고유번호(feature id)와 좌표값항목(coordinates)을 공통적인 자료항목(member data)으로 가지고 있으며, feature id는 도형검색의 기준항목(primary key)으로 사용된다.

'Attributes'는 속성정보를 저장하는 자료화일의 레코드를 나타내며, ID는 도형레코드의 도형고유번호를 저장하고 있으며, 도형에 대한 속성정보를 검색하는 기준 항목이다. 'Attributes_of'는 도형정보를 저장한 'RECORD'와 속성정보를 저장한 'Attributes'의 관계를 나타내는 relationship-type이며, 'RECORD'의 후손 클래스와 'Attributes'의 모든 레코드가 1:1로 대응



되며, 모두 참여하는 total relationship이다.

그림 2.3 Extended Entity-Relationship Model illustrating the relationship-type of geographic features and attribute records in the geographic information system.

3. 적용 사례

본 연구를 통하여 개발한 시스템의 활용성을 검토하기 위하여 서울시 강남구 논현동을 사례지로 하여, 상수도 시설물 관리에 대한 도형정보와 속성정보를 입력한후 시험적용하였다. 그림 3.1은 본 연구에서 개발된 시스템을 시험 적용한 것중의 하나를 보여주고

있다. 상수도 배관망이 그려져 있는 화면에서 특정관거를 선택하면, 관거의 속성자료를 대화형 윈도우(dialog box)에 보여 주었다. 주황색 실선은 상수도 배수관거를 표시한 것이고, 연두색 점선은 지시된 관거를 표시한 것이다. 관거자료조회를 실행한 결과, 지시된 관거의 속성자료를 보면, 이 관거의 고유번호는 74이며, 관거의 시작지번은 139-31번지이고, 관거의 끝지번은 139-28번지이며, 재질은 동관(Copper Pipe, COP)이며, 관경은 40mm이며, 설치년도는 1991년이며, 이 관거에서 누수가 1회 발생하였으며, 누수탐사 횟수는 1회이다.

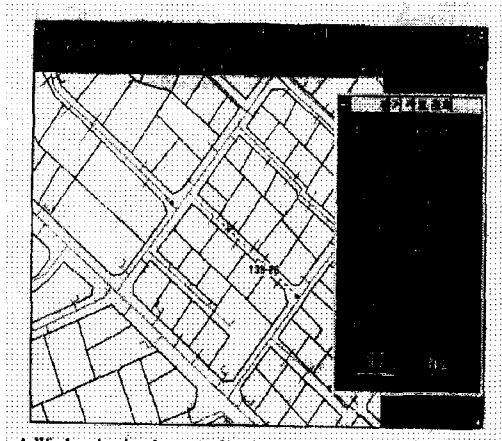


그림 3.1 Window showing the result of 'retrieve pipe information' menu of the water supply facilities information system.

그림 3.2는 밸브자료조회를 실행한 결과를 보여주고 있다. 밸브자료조회는 화면에서 지시된 밸브에 대한 정보를 이와 연결된 속성정보데이터베이스에서 찾아서 화면에 보여주는 것이다. 그림 3.2에서, 밸브자료조회 메뉴를 선택하고, 마우스를 사용하여 화면상에서 밸브를 지시하면, 밸브의 속성자료를 신속하게 찾아서 대화형 윈도우에 보여 주었다. 파란색 점은 밸브를 표시한 것이고, 연두색 점은 지시된 밸브를 표시한 것이다. 밸브자료조회를 실행한 결과, 지시된 밸브의 속성자료를 보면, 밸브번호는 479이며, 이 밸브에 연

결된 배수관거의 관거번호는 354이며, 밸브의 구경은 200mm, 설치년도는 1970년, 개폐상태는 열린상태(1)이며, 밸브종류는 제수변(1)이다.

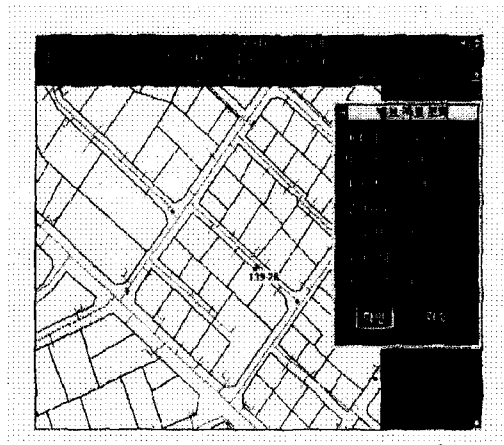


그림 3.2. Window showing the result of 'retrieve valve information' menu of the water supply facilities information system.

4. 결 론

본 연구에서는 토지정보체계(GIS)의 도형정보 처리를 위한 객체지향 데이터베이스를 개발하고, 이를 위하여 사용된 프로그램 개발방법을 설명하였다.

본 연구의 결과, 점, 선분, 다각형, 기호, 문자 등의 도형자료를 입력, 수정, 삭제하는 기능과, 화면을 통하여 도면을 작성하고 시설물을 표시하는 기능을 개발하였다. 화면의 도면표시를 확대 및 축소, 이동하는 기능과, 여러개의 도면을 중첩표시하는 기능을 개발하였으며, 마우스를 사용하여 점, 선분, 다각형, 기호, 문자를 선택하는 기능 등을 개발하였다. 이러한 기능을 개발하는 과정에서 본 연구에서 해결한 기술적인 사항으로는, 도형자료를 저장하고 관리하기 위한 자료 모델을 개발하였으며, 객체지향 프로그래밍기법에 의한 도형자료 관리를 실현하였다. 사례지역에 적용한 결과, 본 연구에서 개발된 시스템은 개인용컴퓨터와 윈도우를 사용하는 환경에서 자유롭게 사용할 수 있었다. 본 연구에서는 도형편집 기능에 대하여는 도형

입력과 도형삭제 만 가능하다. 그러므로 다른 소프트웨어의 도움을 받지않는 독립된 소프트웨어가 되기 위하여는 도형 이동, 복제, 회전, 도형 오차 수정, 선분 분리, 선분 결합 등 다양한 보조기능을 추가할 필요가 있을 것이다. 그러나, 토지정보체계(GIS)의 기술 발전 추세로 볼 때, 도형 입력은 CAD(Computer Aided Design) 로 입력하거나, 또는 스캐너를 이용하여 입력한 후 벡터화 하는 추세이므로 도형편집 기능의 추가 개발은 신중한 판단을 요한다고 볼 수 있다. 도형자료 처리를 위한 자료모델을 개발함에 있어서, 관망해석을 하지않는 자료관리만을 목표로 하였기 때문에 위상학적 자료구조(topology)를 갖지않는 단순한 벡터모델을 사용하였다. 차후에 관거의 연결망을 기초로 하는 분석기능을 개발할 경우에는, 도형자료 처리를 위한 자료구조 부분에 대하여 수정 또는 추가 개발이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

1. 김광식, 최윤철, "도시계획에서 활용할 수 있는 공간정보시스템의 개발과 적용사례", 대한국토계획학회지 제23권 제1호, 1988, pp.35-45.
2. 김종훈, 김재훈, 배해영, "KORED/GEO 의 공간데이터 처리기의 설계 및 구현", 한국정보과학회 학술발표논문집 제19권 제2호, 1992, pp.55-58.
3. 박종화, 양병이, "마이컴을 이용한 토지이용도 작성 시스템의 개발", 터전 제2호, 서울대학교 환경대학원 부설 환경계획연구소, 1989, pp.25-40.
4. 변태경, 황병연, 문송천, "지리정보시스템 GRIM의 설계", 한국정보 과학회 학술발표논문집 제19권 제2호, 1992, pp.51-54.
5. 유재용, 이규석, "지번을 기초로한 도시 상수도 정보체계 구축 및 활용", 한국측지학회지 제12권 제1호, 1994, pp. 25-34.
6. 황국웅, 이규석, "개인용 컴퓨터를 이용한 상수도 시설물 관리정보체계 개발", 한국측지학회지 제12권 제2호, 1994, pp. 187-197.
7. Abel, D. J., S. K. Yap, R. Ackland, M. A. Cameron, D. F. Smith, and G. Walker, "Environmental decision support system project : an exploration of alternative architectures for geographical information systems", International Journal of GIS. Vol. 6, No. 3, 1992, pp.193-204.
8. E.S.R.I., Understanding GIS - The ARC/INFO method, 1991.
9. Hughes, J. G., Object-Oriented Databases, 1991.
10. Keating, T., W. Phillips, and K. Ingram, "An Integrated topologic database design for geographic information systems " ,Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 53, No. 10, 1987, pp.1399-1402.
11. Morehouse, S., "ARC/INFO : A geo-relational model for spatial information", Proceedings of AUTO-CARTO 7, 1985.
12. Peucker, T. K., and N. Chrisman, "Cartographic data structures", American Cartographer Vol. 2, No. 1, 1975, pp.55-69.