

지하철공사를 위한 지하매설물관리시스템 개발 Development of Underground Facilities Management System on Subway Construction

강인준* · 장용구** · 정영미***

Kang, In-Joon · Chang, Yong-Ku · Chung, Young-Mi

요 旨

지하철이 설계되기 위해서는 우선 지하철이 놓이는 곳의 지형도와 중·횡단도면, 지하매설물도면의 획득을 위한 측량이 선행되어야 한다. 특히, 지하매설물들에 의한 대형사고 및 지하철의 시공에 있어서의 정확한 물량산출을 위해서 지하매설물에 관련된 정보는 정확하게 지형도상에 표현되어야 한다. 지하철 설계시 고려되는 지하매설물로는 상수도관, 하수도관, 한국전력선로, 한국통신선로, 도시가스관이 고려된다. 또한, 지형도상에 기록되어져야 하는 지하매설물들의 속성들은 관의 재질, 관의 길이, 관의 직경, 관의 수, 관의 깊이, 관의 위치 등이다. 이들 속성들은 지하철의 실시설계 및 시공시 물량산출에 매우 중요한 속성들이기 때문에 정확히 기록되어진다. 지하매설물들의 정확한 위치 및 정보를 이용하여 GIS를 구축하므로써 구조물의 시공시 대형사고를 막을 수 있고, 사고가 발생했을 경우 그 사고범위 및 위치를 파악할 수 있어 보다 효율적인 관리가 이루어질 수 있다. 본 연구에서는 지하매설물 측량조사에서 얻은 속성정보들을 지형도상에 표시한 지하매설물들의 지형정보와 연결하여 지하매설물들의 위험도에 따른 분석 및 사고범위를 예측할 수 있는 지하매설물관리시스템을 제시하고자 한다.

ABSTRACT

In order to construct a subway, we have to consider the position of the subway and acquisition of a topography, profile-map, cross-map, underground facilities map. All information of underground is demanded accurate location in order to prevent of accident of underground in subway construction. We must think about water lines, sewer lines, electronic lines, telephone lines, all urban gas-line because these are needed construction the subway. And attributes of underground facilities recorded on topography are characteristics, length, width, number, position, and depth of the lines. We have to record these attributes because these are very important to design map on subway construction. If we develop GIS (Geographic Information System) to use the exact information of the underground facilities, we can be management safely and prevent very dangerous accident as fast as possible. In this study, attribute informations are linked geographic informations about underground facilities and we can develop Underground Facilities Management System(UFMS) to analysis dangerous region through dangerous degree and predict accident range with these informations.

1. 서 론

오늘날의 GIS는 사회전반에 걸쳐 상당히 많은 영향을 끼치고 있다. 수작업을 통하여 이루어지던 모든 작업들이 GIS등장과 더불어 전산화되어 자동관리가 이루어지므로 각 기업이나 공공기관에 있어서는 비용절

감이나 작업진행 상의 효율성 증대에 기여하고 그에 따른 부수적인 여파로 컴퓨터 기술혁신 및 비용하락에 영향을 주어 시스템의 가격하락과 대중화에 영향을 주었다. 점차로 GIS가 사회전반에 걸쳐 흡수되면서 각 분야에 맞는 다양한 개념들로 정착하게 되면서 UIS, LIS, SIS, FM/AM 등의 분야로 지형공간정보시스템이 통합적으로 사용되고 있다. 특히 빠른 성장을 이루고 있는 분야의 하나가 FM/AM 분야로 시설물관리, 한국통신선로관리, 도시가스관리 등 상당히 많은 부분에서 GIS가

* 부산대학교 토목공학과 교수

** 부산대학교 토목공학과 대학원(박사과정)

*** 부산대학교 지형정보학과 대학원(석사과정)

이용되고 있다. 시설물관리에 있어서 지상의 시설물에 대한 관리는 잘 이루어지고 있는 반면, 지하매설물들에 대한 관리는 아직은 부분적으로 이루어지고 있어 관리 체계가 미흡한 실정이다. 부분적으로 이루어지고 있는 지하매설물들에 대한 관리 또한 각 관공서에서 개별적으로 이루어지고 있다. 그러나 지하매설물들은 서로 상호 유기적으로 연결되어 있기 때문에 모든 지하매설물들은 함께 관리되어야 보다 효율적인 지하매설물관리가 이루어질 수 있다.

현재 시설물관리시스템은 각 관공서 및 기업체에 이르기까지 매우 다양한 형태로 이미 시행되고 있거나 구축 중에 있다. 이러한 시설물관리시스템은 대부분 속성 데이터를 테이블형태로 쉽게 구축하며 검색에 있어 편의와 유연성을 가진 관계형데이터베이스로 구축되어 있다. 하지만 관계형데이터베이스는 실제 공간객체를 표현하는데 있어 각 테이블마다 외부키를 가지고 계속 연결하는 조인 오버헤드의 문제를 가지므로 지형정보의 표현에 있어 한계를 가지며 지형정보 간의 관련성을 여러 개의 테이블로 표현하기 때문에 계층구조 등과 같은 다양한 관련성을 모델링하는 기능이 부족하다. GIS는 공간객체를 보다 실질적으로 표현하는 것이 궁극적인 연구방향이므로 공간객체 표현을 위한 가변성과 지리 객체의 특성을 이미지로 표현하기 위한 멀티미디어 데이터 타입에 대한 지원 및 컴퓨터 그래픽스와 공간객체를 검색하기 위한 효율적인 데이터 모델인 객체지향형 데이터베이스가 필요하다. 객체지향형 데이터베이스를 사용하면 기존 방식에 비해 복잡한 시스템의 개발, 유지보수, 변경이 용이하고 인캡슐 개념과 인허어 리턴스 개념을 사용하여 단위 모듈의 정형화를 구축할 수 있어 차후 따로 분석할 필요가 없으며 지형정보 간의 계층구조를 자연스럽게 표현할 수 있다.¹⁾

본 연구는 부산 지하철 3호선 설계를 위해 실시된 현황측량 및 지하매설물조사에서 시작하게 되었으며 지하매설물들의 위치 및 속성들은 지하철 실시설계 및 시공에 중요한 정보로 이용된다. 한편, 이러한 정보들은 지형도상에 표현되거나 물량산출의 근거로만 이용되고 있다. 이들 속성정보들을 지형정보와 연결하여 지하매설물들의 관리가 이루어진다면 보다 효율적이고 안전한 공사가 이루어질 수 있을 것으로 판단된다.

1.1 연구동향

국내의 경우, GIS도입을 통한 경제적인 비용 및 효과 분석²⁾, GIS를 이용한 상수도계획에 있어서의 의사결정의 지원³⁾, 객체지향에 기반을 둔 지형공간 정보체계⁴⁾ 그리고 지리정보시스템을 이용한 통신선로시설에 관한 시스템구축⁵⁾에 관한 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 국외의 경우, GIS를 통하여 모든 지하매설물들을 지역차원에서 구현하는 연구가 진행중이고⁶⁾ 그 외 객체지향의 개념을 도입하여 GIS를 구축하려는 연구들이 활발하다.^{7,8)}

1.2 연구목적

지하철이 설계되기 위해서는 우선적으로 지하철이 놓이는 곳의 지형도와 종·횡단면도, 지하매설물도면의 획득을 위한 측량이 선행되어야 한다. 특히, 지하매설물들에 의한 대형사고 및 지하철의 시공에 있어서의 정확한 물량산출을 위하여 지하매설물에 관련된 정보는 정확하게 지형도상에 표현되어야 한다.

지하철 설계시 고려되는 지하매설물로는 상수도관, 하수도관, 한국전력선로, 한국통신선로, 도시가스관이 고려된다. 또한, 지형도상에 기록되어야 하는 지하매설물들의 속성들은 관의 재질, 관의 길이, 관의 직경, 관의 수, 관의 깊이, 관의 위치 등이다. 이들 속성들은 지하철의 실시설계 및 시공시 물량산출에 매우 중요한 속성들이기 때문에 정확히 기록되어야 한다.

지하매설물들의 정확한 위치 및 정보를 이용하여 GIS 구축한다면 구조물의 시공시 대형사고를 막을 수 있고, 사고가 발생했을 경우 그 사고범위 및 위치를 파악할 수 있어 보다 사고후의 효율적인 관리가 이루어질 수 있다.

본 연구의 목적은 지하매설물조사에서 얻은 속성정보들을 지형도상에 표시한 지하매설물들의 지형정보와 연결하여 지하매설물들의 위험도등급에 따른 위험도분석 및 사고범위를 예측할 수 있는 지하매설물관리시스템을 개발하는 것이다.

2. 데이터의 구성

지형공간정보의 생성, 활용 및 유지관리에 있어 GIS를 도입하면 자료의 수치화와 응용설계 및 프로그래밍, 이에 대한 제작, 갱신, 유지관리, 수집, 확인, 기록, 분석, 활용, 감독확인등의 절차에 있어 비용의 절감을 얻을 뿐아니라 부서간의 자료공유, 업무추진 및 의사결정에 대한 정확한 자료제공, 시설물교체 지시문서의 질적

향상, 시설물교체 지시문서처리 비용절감, 시설물관련 자료의 유지관리 비용 절감을 얻을 수 있다. 객체지향형 데이터베이스는 지리객체를 클래스 개념으로 정의하여 다중상속과 폴리모피즘을 지원함으로써 지리객체의 표현이 자유롭고 또한 갱신에 편리함을 제공한다. 본 연구에서는 기존의 관계형 데이터베이스 사용시 발생하는 데이터의 확장 및 갱신의 문제점을 해결하고자 한다. 오라클을 이용한 데이터베이스는 하위객체를 구성하므로써 상위객체를 형성하는 상향식방법을 이용하였고 각 매설관별로 계층구조를 표현할 때 상수도, 도시가스 등 특정 속성에 관련된 계층구조인 경우에는 IS-A의 계층구조를 기반으로 지형정보를 모델링하고 링크 또는 포인트를 사용하여 공간 데이터로의 접근을 빠르게 하고, 상수도 와 도시가스, 도시가스와 한국전력등 공간적으로 인접한 특성을 가진 계층구조의 경우는 Part-of의 계층구조를 사용하였다. 이러한 오라클 데이터베이스를 기반으로 시설정보의 조회 및 검색을 위해 데이터간의 호환성이 가장 좋은 MapInfo Version 4.0를 사용하였고 신속한 업무처리를 위해 네트워크 환경을 사용하였으며 operating system으로는 pc용 Windows 95를 사용하였다.

현재 GIS로 구축된 자료들은 각각의 GIS를 구축한 곳에서 개인적으로 관리하고 있다. 그러나, 현대 사회에 있어 정보의 교환과 공유는 경쟁력이며 비용절감의 효과를 가져온다. 통합관리시스템을 운영하려면 데이터의 갱신이 아주 중요한 관건이 되는데 이것은 인터넷(internet) 또는 랜망(LAN)등의 네트워크를 통하여 각 기관이 담당하고 있는 시설물에 대한 갱신자료를 교환하거나 공유함으로써 보다 효과적인 관리시스템이 될 수 있을 것이다.

지하매설물들의 정보들은 상당히 유용하게 이용될 수 있다. 특히, 지하매설물들의 정보가 구축된 지역에서 또다른 시설물들이 구축될 때 다시 지하매설물들의 조사가 이루어진다면 매우 비효율적이 되고, 시설물들이 구축될 때 지하매설물들의 위치나 속성등이 변경되는 것을 다른 시공자가 알 수 없게 되어 대형사고를 유발하게 되는 주원인이 될 것이다. 따라서, 지하매설물들의 효과적인 관리를 위해서는 네트워크를 통한 자료 공유가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

3. 적용에

3.1 모델지역 및 적용

본 연구의 모델지역은 지하철 3호선의 1구간과 2구간과의 연결지점인 미남로타리부근으로 지하매설물들이 매우 많으며 중요한 구간이다. 본 연구에 사용된 수치지도는 사진측량에 의해서 도화된 1/600의 측량원도를 사용하였다. 그리고 상수도관, 하수도관, 한국전력, 한국통신, 도시가스관들은 각각의 관공서들로부터 도면협조를 받아 1:600의 수치지도에 중첩을 시켰다. 각각의 도면의 정확성 확인 및 수정을 위해서 현장조사를 실시하여 지하매설물들의 위치와 속성들을 입력하였다.

그림 1은 북구 구포지역이다. 디지털이징된 지하매설물 도면에서 연두색은 한국통신관망을 표시하고, 파란색은 상수도관망을 표시하고, 자주색은 하수도관망을 표시하고, 빨강색은 도시가스 관망을 표시하며, 하늘색은 한국전력관망을 표시한다. 현장공사에서 나타나는 관종별 위험도는 도시가스가 가장 높고 그 외 상수도, 한국전력, 한국통신, 하수도의 순서로 나타나며 개별 관종내 위험도는 관경과 관깊이 순서로 나타난다.

지하매설물관리시스템을 개발하기 위해서 GIS 소프트웨어인 미국MapInfo사에서 개발한 MapInfo professional 4.0를 사용하였으며, 프로그램개발을 위해서 MapInfo의 매크로언어인 Mapbasic을 사용하였다.

3.2 지하매설물관리 프로그램

주요한 데이터는 현장에서 직접 측량한 지장물조사 도면과 각 관종별로 업무를 담당하는 해당 관청으로부터 얻은 배관도를 기본으로 획득되었다. 전체 메뉴화면은 Mapbasic을 이용하여 구성하였고 원하는 시설물에 대한 관망을 선택하거나 찾기를 선택하면 데이터베이스에서 시설 정보를 가져와서 보여준다.

시설물에 대한 도면정보는 축척1/600의 항측도를 기반으로 각 시설물들의 배관도를 디지털이징하여 작성하였고 속성정보는 각 해당관청에 가서 기존자료와 갱신되거나 생성되는 자료를 가져와서 속성정보를 구축하였는데 주로 자료관리 및 갱신, 분석기능을 위주로 구성하였다.

주메뉴는 파일, 뷰(view), 분석, 기능, 자료입력, 자료추가, 출력, 끝내기, 도움말로 구성하였다. 파일메뉴에는 전체도면, 상수도, 하수도, 도시가스, 한국통신, 한국전력 도면에 관한 메뉴가 있고 뷰메뉴에서는 화면확대, 축소, 페닝, 전체보기 메뉴가 있으며 분석메뉴에서는 공간 분석 필터, 분석결과보기(테이블), 분석결과보기(지형자료)를 통하여 여러 가지 분석을 할 수 있었다.

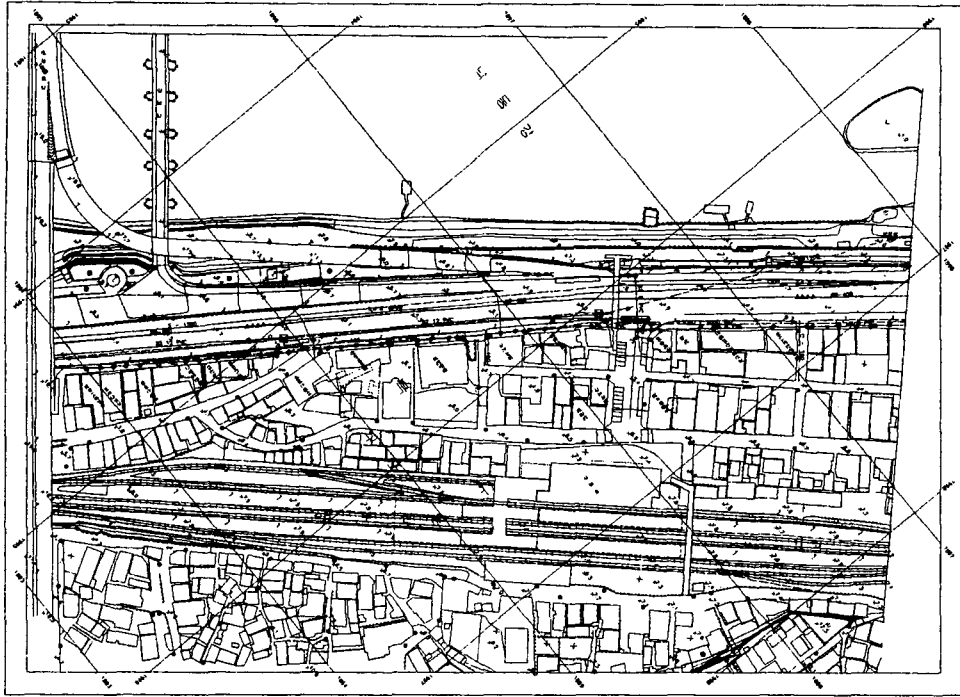


그림 1. 구포지역의 지하매설물 도면

자료입력 메뉴에서는 각 관별에 대한 세부내용을 작성하고 이후 추가되는 내용은 자료추가메뉴에서 작성되게 구성하였다. 출력메뉴에서는 각 관중에 대한 테이블출력, 사진출력, 지형도출력, 전체출력이 있고 끝내기 메뉴에서 모든 작업을 종료하도록 구성하였다.

3.3 지하매설물관리시스템 구축

지하매설물관리시스템의 주요한 기능으로는 하나의 배관라인에 대한 Buffer를 통하여 해당범위를 분석할 수 있고 매설시기와 교체시기, 깊이 및 앞의 관망과 뒤에 올 관망등을 파악할 수 있다.

특히, 관경 및 지하매설물들의 위험도에 따른 위험도 분석 및 위험범위 분석을 수행하여 지하매설물들의 관리를 효율적으로 할 수 있었다. 그리고, 지하매설물에 의한 사고시 신속한 대처를 할 수 있어 보다 효과적인 관리가 이루어질 수 있을 것으로 판단된다. 버퍼를 형성하는 방법에는 선택된 모든 오브젝트를 포함하기 위해 하나의 버퍼를 만드는 방법과 각 오브젝트에 대한 각각의 버퍼를 만드는 방법이 있다.⁶⁾ 본 연구에서는 후자의 방법을 이용하여 관경 200 mm 이상인 도시가스관

에 대하여 0.5 m 반경을 가정하여 버퍼링을 실시하여 그림 2와 같은 위험에 대한 피해 지역의 범위를 분석하였다. 대개 가스관 폭발의 경우, 피해범위가 최소한 반경 200 m에 이르므로 1/600 도엽 전체가 피해지역이 되는 것을 그림 2의 버퍼 지역 범위와 비교함으로써 알 수 있다.

지하매설물들의 지형정보와 속성정보들이 네트워크로 모든 사람들이 공유할 수 있다면 시공당시 지하매설물을 재조사를 할 필요가 없고, 보다 정확한 지하매설물들의 위치를 공유할 수 있기 때문에 지하매설물들에 의한 사고를 미연에 방지할 수 있을 것으로 생각된다.

3.4 비교고찰

현재, 지하매설물들의 관리는 도면상에 표현되어 있거나 문서화로 되어 있기 때문에 지하매설물들의 관리에 많은 어려운 점이 많다. 지하매설물들의 지형정보와 속성정보를 연결한 GIS를 이용한다면 보다 효율적인 관리를 할 수 있을 것이다.

국내의 지하매설물관리는 아직 초보적인 단계지만, 개별적인 GIS관리는 부분적으로 이루어지고 있다. 그러

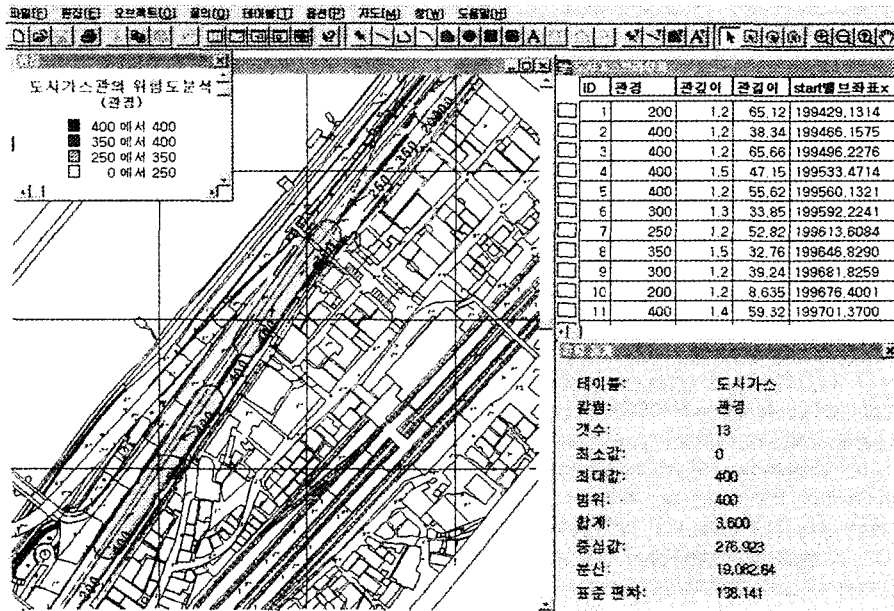


그림 2. 도시가스관의 위험도 분석 및 버퍼

나, 각각의 지하매설물들은 서로 상호 밀접한 관계를 유지하고 있기 때문에 지하매설물들을 통합한 지하매설물관리시스템이 구축되어야 할 것이다.

본 연구는 전반적인 지하매설물들에 대한 시설물 안전관리에 역점을 두고 있다. 따라서 현재 각 관공서마다 진행중인 각 분야별 GIS구축과 병행하여 각 지하매설물들에 대한 통합관리시스템이 이루어질 필요가 있다. 그리고 본 연구에서 지하매설물관리시스템을 작성함으로써 기존에 각 관공서를 직접 찾아가는 번거로움을 줄여 시간절감을 할 수 있고, 관리시스템을 개발한 후 공사구간에 대한 자료의 갱신이 보다 정확하고 편리하며 매설공사가 진행중인 경우 해당 지역의 다른 지하매설물이 각각 어디에 위치해 있는가를 지하매설물들간의 깊이 데이터를 통하여 이해함으로써 각 시설물간의 분포와 위험도 등을 대략 직관적으로 판단하여 미연에 사고를 예방할 수 있으므로 설계 및 시공계획에 있어 많은 도움이 될 것으로 판단된다. 또한 지하매설물 조사의 신뢰성을 높이기 위한 노력이 정부기관과 설계 및 시공자 사이에 더욱 필요함을 알 수 있었다.

4. 결 론

지하철공사를 위한 지하매설물관리시스템기법 개발

에 대한 연구결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 지하철 공사관리를 위한 지하매설물관리시스템을 구축하여, 지하매설물들의 위험도 등급에 따른 위험도분석 및 사고범위를 분석할 수 있어서 이에 따른 지하매설물의 유지 및 관리를 보다 효과적으로 할 수 있었다.

2. 데이터는 유동적이지만 각 관공서나 기업체의 시설물 재설비에 대한 자료는 종이 문서로 보관되어 있어 자료의 현재성과 정확성 유지가 어려우므로 사고 위험이 크다. 이에 대한 해결책으로서 전산화된 기초 자료 기반시스템을 구축하여 자료의 현재성과 정확성을 유지할 수 있었다.

3. 지하매설물에 대한 안전관리를 하여 각각의 관공서나 기업체만의 전문화된 시스템을 구축하여 직접 공사에 참여하는 시공자 입장을 고려치 못한 단점을 보완하는 시공자 입장의 통합시설물관리시스템의 구축이 가능하였다.

그리고, 지하매설물들의 지형정보와 속성정보들이 네트워크로 모든 사람들이 공유할 수 있다면 시공당시 지하매설물 재조사를 할 필요가 없고, 보다 정확한 지하매설물들의 위치를 알 수 있기 때문에 지하매설물들에 의한 사고를 미연에 방지할 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

지하매설물관리시스템을 개발할 수 있도록 GIS S/W를 제공하여 준 삼성오피스에 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

1. 문상호, 김진덕, 홍봉희, "지형정보의 객체지향 구조화 방법," 한국정보과학회논문집, 제22권, 제7호, 1995, pp. 1091-1100
2. 김주환, 염재홍, 손덕재, 연상호, "GIS도입의 경제적 평가에 있어서 비용/효과 분석에 관한 연구," 한국지형공간정보학회논문집, 제1권 제1호, 1993, pp. 217-225
3. 하성룡, 김주환, "GIS를 이용한 상수도 계획 의사결정 지원 시스템 연구," 한국지형공간정보학회논문집, 제3권 제2호, 1995, pp. 101-113
4. 강신봉, 주인학, 최윤철, "객체그룹화에 기반한 지리정보 시스템의 설계," 한국지형공간정보학회논문집, 제3권 제1호, 1995, pp. 45-54
5. 최지선, "지리정보시스템을 이용한 통신선로시설 관리," 한국GIS학회지, 제2권 제1호, 194, pp. 53-63
6. Shuhei Saito, "Japanese road administration information system," road administration information center, 1996, 지형공간정보체계국제심포지움, pp. 27-31
7. Jonathan Raper & Davide Livingstone, "Development of a geomorphological spatial model using object-oriented design," INT. J. GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM, VOL. 9, NO. 4, 1995, pp. 359-383
8. Tom Spitzer, "A database perspective on GIS: part1," DBMS, November, 1996, pp. 1-7
9. (주)삼성오피스컴퓨터, "Mapinfo professional 4.0"