

GIS를 이용한 함양군 일부지역의 상수도 관리 시스템 구축 **Construction of Tap Water Management System for** **Subset Area of Hamyang Gun Using GIS**

김재명¹⁾ · 안기원²⁾ · 신석효³⁾ · 김상철⁴⁾

Kim, Jae Myung · Ahn, Ki Won · Shin, Seok Hyo · Kim, Sang Cheul

¹⁾ 경상대학교 산업대학원 건설공학과(E-mail : kimjm3710@hanmail.net)

²⁾ 경상대학교 공과대학 토목공학과 교수(E-mail : kwahn@nongae.gsnu.ac.kr)

³⁾ 경상대학교 부속공학연구원 연구원(E-mail : s_shshin@gshp.gsnu.ac.kr)

⁴⁾ 경상대학교 대학원 토목공학과 박사과정(E-mail : sangcholyi@hanmail.net)

Abstract

This study attempts to develop the management and control system of water pipe on the footing of database builded by the research on the pipe of water supply equipped over 48.809km within district of Hamyang-ŭp by Hamyang-Gun, and to apply it to the work of self-governing body. And, since the structure and equipment of facilities of underground water supply pipe are so complex, the maintenance and management of function of facilities are needed for long-term. This study has the purpose to build the database per self-governing body which can be connected with the future NGIS project, and to promote the efficiency of management and control of facilities and equipment.

1. 서 론

현재 각 지자체별로 도시기반시설의 증가 및 노후화에 따른 기반시설관리의 과학화, 재난발생 가능성의 최소화 및 대시민 서비스를 제고하기 위해 GIS기본계획을 수립하고 있다. 이러한 NGIS(National Geographic Information System)사업의 일환으로 본 연구에서는 함양군에서 2002년 1월부터 1차로 수행하고 있는 함양읍 급수구역내의 48.809km에 달하는 송배수관로조사를 통하여 데이터베이스를 구축하여 구축된 자료를 기반으로 상수도 관리시스템을 개발하여 지자체 업무에 활용하고자 하였다. 또한 상수도 지하시설물은 구조와 설비가 복잡하여 장기간동안 시설물기능의 유지 및 관리가 요구된다. 따라서 이런 관점에 비추어 볼 때 도면과 자료들을 기존의 지도 관리 및 이용의 한계를 극복할 수 있는 GIS/Mapping 시스템의 기능을 통한 공간데이터를 작성하고, 데이터베이스를 통하여 지자체 단위의 상수도 관리 시스템을 구축하고, 경남 함양군 함양읍 소재지를 표본으로 한 상수도 시설물관련 특성자료의 입·출력과 그에 따른 현황분석등 상수도 시설물관리시스템의 효용성을 알아보하고자 한다. 또한 향후 NGIS 사업과 연계시킬 수 있는 지자체단위의 데이터를 구축하여 효율적인 상수도관리를 하는데 목적이 있다.

2. 연구내용 및 방법

상수, 하수, 전기, 그리고 가스 등의 시설물들은 우리 생활에 필요한 도시기반시설로서 대부분 지하에 매설되어 있어 지상시설물에 비해 효율적인 관리가 어렵다. 지하시설물 관리 소홀로 발생하는 도시재난을 방지하고 도로굴착 중

복공사에 따른 예산낭비와 교통체증을 감소시키기 위해서는 지하시설물에 대한 조사, 탐사 및 데이터베이스 구축과 함께 지하시설물 데이터를 효율적으로 관리하기 위한 응용 시스템 개발이 요구된다. 이에 본 연구에서의 공간적 범위는 행정구역상 경남 함양군 함양읍 일부지역을 연구대상지역으로 하여 GIS의 기법을 적용하여 시스템을 개발하고자 하였다. 특히 지하시설물중에서도 상수도의 효율적인 관리를 위하여 수치지도의 이용으로 시설도면 및 시설에 대한 속성을 포함하는 정보들을 데이터베이스화하여 시설물의 유지, 관리를 위해 상수도 관리시스템을 개발하고자 하였다. 따라서 상수도 시설물 관리시스템의 기본적인 작업과정은 다음과 같다. 함양군에서 2002년 1월부터 1차로 수행하고 있는 함양읍 급수구역내의 48.809km에 달하는 송·배수관로 조사를 통하여 데이터베이스를 구축하여 구축된 자료를 기반으로 상수도 관리시스템을 개발하여 지자체 업무에 활용하고자 하였다. 시스템 개발에 필요한 대상지역의 2차원 공간데이터 레이어들은 지상시설물 데이터로는 건물, 도로, 등고선, 지적, 지류계로 나뉘어 지고, 지하시설물 데이터로는 상수도와 관련된 각종 두께의 관, 변류를 이용하여 기본도를 작성하였다. 데이터베이스 설계에서는 자료분석 단계를 거쳐 개념적 설계를 하였고 이 단계에서는 데이터베이스의 내용을 규명하고, 개념적 스키마로서 개체 관계모형을 완성하였다. 논리적 설계부분에서는 개념적 스키마를 이용하여 컴퓨터 환경에 맞도록 변환하여 논리적 스키마를 작성하였다. 논리적 설계단계의 결과물인 논리적 스키마를 통해 실제 저장 매체상의 물리적 저장구조와 효과적인 데이터 접근으로는 Oracle 데이터베이스 내에서 데이터베이스를 설계하고 여기에 각종 속성 정보를 Microsoft Access포맷과 dBASE III포맷인 *.dbf로 구축을 하였다. 공간 시설물 데이터를 효율적으로 관리하기 위한 시스템 개발 부분에서는 1990년대 초부터 발전하고 있는 소프트웨어 엔지니어링 방법론으로서 컴포넌트 또는 custom control을 재사용하기 위한 기본적인 단위인 MapObjects 컴포넌트 소프트웨어와 Visual Basic 6.0 소프트웨어를 이용하여 시스템을 개발하고자 한다.

3. 시설물관리시스템

3.1 대상지역

본 연구에서는 행정구역상 경상남도 함양군 함양읍 급수 구역내를 대상지역으로 선정해서 도로, 건물, 지적, 등고선 등과 같은 지상시설물을 이용하였고, 특히 지하시설물에 있어서는 48.809km에 달하는 송·배수관로 즉 상수도와 변류에 관련된 도면들을 입력하고 각 도면에 표시된 요소들에 대한 속성들을 입력하여 데이터베이스를 구축하였다. 구축된 데이터베이스를 기반으로 상수도 관리시스템을 개발하여 지자체 업무에 활용하고자 하였다. 대상지역의 위치는 표 1에서 나타내고 있다.

표 1. 대상지역의 위치

Position	Geographic coordinate		Rectangular plane coordinate	
	Longitude	Latitude	N(m)	E(m)
Upper left corner	35° 31 ' 52.98 "	127° 41 ' 47.43 "	226300.00	262900.00
Lower right corner	35° 30 ' 13.17 "	127° 48 ' 23.41 "	223300.00	272900.00

3.2 데이터베이스 구축

기본도는 다른 주제도에서 참조할 수 있는 지리좌표를 갖는 지도로 많은 응용프로그램의 적용에 기본이 되며 데이터베이스의 개념적 설계에서 다양한 지도 레이어들이 기본도를 중심으로 구성된다. 본 연구에서는 기본도 구축을 위해 다양한 축척의 시설물 관련 도면을 기존 지도의 입력에 의한 수치지도 제작 방법중 대화형 입력방식을 이용하여 공간정보를 추출하였다. 본 연구의 기본도 구축에 사용된 지형자료는 표 2 에서 보는 바와 같다. 표 2에서 설명하고 있는 일반평면도는 국립지리원에서 제작하여 사용되고 있는 1/5,000, 1/25,000을 이용하여 지형, 도로, 하천, 건물, 등고선등의 현황과악에 이용하였다. 속성데이터 작성과 관련된 내용으로서 관로, 변류, 맨홀대장을 이용하여 데이터베이스를 구축하였다. 또한 공간데이터 부분에서는 상수관로도에 들어가는 맨홀과 변류들은 여러 가지 기호로 사용되는데 이들은 연속적이고 반복적으로 사용하여야 한다. 따라서 이들은 셀 라이브러리(cell library)를 이용하여 편리하게 사용하였으며 각각의 셀은 역시 레이어, 색, 굵기, 형태를 정하여 베이스 맵(base map)을 구축하였다. 본 연구에서 사용

된 셀 라이브러리를 나타낸 것은 그림 1과 같다. 이렇게 획득된 기본도에는 작업의 진행과정에서 발생한 불필요한 버텍스정리한 다음 각 독립된 라인을 일체가 되도록 최종 베이스맵을 구축하였다. 그림 2는 최종적으로 완성된 상수관망도를 조인한 맵을 나타낸 것들이다.

표 2. 기본도를 위한 지형데이터와 구축방법

자료명	축척	구축내용	구축방법
일반평면도 (수치지도)	1/5,000 1/25,000	지형, 도로, 하천, 건물 현황과악, 등고선의 작성	-
상수도 대장 평면도	1/500 1/1,200 1/2,500	상수관망 현황 파악 (변류, 맨홀, 관로)	스캐닝, 벡터라이징
지적도	1/1200	지적 현황 파악	-
관로, 변류, 맨홀 대장	-	상수관망의 자료 입력	스캐닝, 벡터라이징

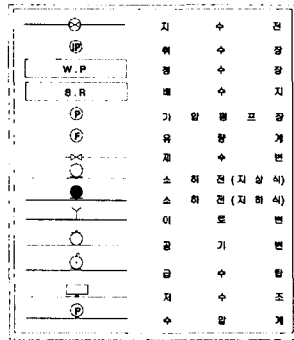


그림 1. 셀 라이브러리

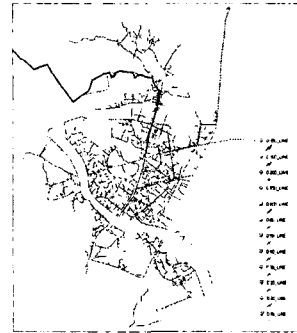


그림 2. 최종 생성된 상수도관망도

3.3 상수도 관리 시스템 개발

3.3.1 시스템 개발환경

최근 GIS 소프트웨어 개발부분의 경향은 어플리케이션 개발자들이 특정 목적의 어플리케이션을 개발하거나 기존의 어플리케이션을 더욱 확장시킬 수 있는 컴포넌트를 요구하는 추세에 있다. 예를 들어, Visual Basic을 비롯한 다양한 표준 개발환경 툴 세트 내에 MapObjects map 컨트롤이 직접 플러그인 되어 property sheet를 통해 map을 조작할 수 있다. 따라서 개발자들은 Visual Basic, Delphi, Visual C++, Microsoft Access, Visual FoxPro를 비롯한 다양한 개발환경에서 MapObjects를 사용할 수 있다. 따라서 본 연구에서도 상수도 관리 시스템 개발을 위한 내용으로서 GIS 컴포넌트인 MapObjects와 이를 지원하는 개발언어인 Visual Basic 6.0에서 개발하였다.

3.3.2 시스템 구성

본 연구에서 개발하고자 하는 상수도 관리 시스템의 구성은 크게 상수도 관리부분과 변류 대장관리로 나눌 수 있다. 대부분의 GIS를 도입하여 구축되는 응용프로그램들은 전산환경을 엄밀하게 B/C분석한 후 구성하여야 한다. 이를 감안하면서 시스템 설계시 고려사항으로서 본 연구에서뿐만 아니라 대부분의 지리정보시스템을 설계할 때 고려해야 할 사항으로서 다음과 같은 여러 가지가 있을 수 있다. 첫째, 어떠한 응용시스템을 구현할 것인가에 대해 먼저 고려하여야 한다. 둘째, 어떠한 사용자를 대상으로 한 시스템을 설계할 것인가 하는 문제이다. 최근까지 GIS 시스템은 주로 일반 사용자들을 대상으로 한 것이었다. 일반 사용자들을 대상으로 한 시스템을 개발함으로써 GIS의 전문가가 아닌 관리자측면에서도 공간 데이터의 검색 및 공간분석 그리고 질의 처리기능을 무리없이 사용할 수 있다. 따라서 본 시스템은 기본적으로 일반 사용자들 염두에 두고 설계되었으며 특히 실수요자인 지자체의 입장에서 상수도 관리 시스템을 개발하여 도시행정업무와 대민 서비스업무 등에 활용하여야 하기 때문에 우선 지하시설물정보의 데이터베

이스 구축부터 관리체계 개발까지 전 과정에 걸쳐 시설물 관리자들이 쉽게 분석이 가능하도록 하였다. 셋째, 대용량 공간 데이터를 어떻게 효율적으로 전송하고 관리할 것이냐 하는 문제이다. 이것은 GIS를 설계하고 구현할 때 고려해야 할 가장 중요한 문제중 하나이다. 대용량 데이터의 효율적인 관리를 위해서는 상용 데이터베이스 관리 시스템을 활용함이 바람직하다. 그러나 기존의 RDBMS로는 공간 데이터를 저장하고 검색하기 힘든 구조적인 단점이 있다. 최근 들어 공간 데이터의 저장 관리를 위한 RDBMS 확장 모듈이 발표되고는 있지만 특정 데이터베이스에 종속되거나 가격이 비싼 단점이 있다. 따라서 본 시스템은 기존의 RDBMS에 공간 데이터의 빠른 검색을 가능케 하였다.

3.3.3 기능

지방자치단체나 공공기관이 시스템을 활용하는 목적에 가장 부합하고, 호환성과 범용성이 좋으며 관련 기술의 발전에 기여할 수 있고, 향후 NGIS 사업추진중 각 지자체별로 도시기반 시설의 증가 및 노후화에 따른 기반시설 관리의 과학화, 재난발생 가능성의 최소화 및 대시민 서비스를 제고하기 위해 GIS기본계획을 수립과의 호환성을 고려하여야 하고 도시정보체계의 구축과 활용이 용이하도록 하여야 한다. 본 연구에서의 상수도 관리시스템은 도형자료의 입력, 출력, 수정만이 아니라 속성자료의 입력, 출력, 수정을 포함한 도형자료와 속성자료의 일체적 관리, 도형자료로부터 속성자료의 검색, 속성자료로부터 도형자료의 검색, 각종 집계 및 해석을 할 수 있는 기능을 갖추고 있다. 특히 지자체 단위에서 대부분 대장과 도면의 관리를 AutoCad 소프트웨어에서 행해지는데 이를 활용하여 상수도 관리시스템에서 대상 관로와 변류에 대한 파일과의 연결이 용이하게 함으로써 사용자측면에서 설계되어 개발되도록 하였다.

3.4 시스템 구현 및 기능분석

본 연구에서는 구축된 공간데이터를 사용하여 GIS component인 MapObjects와 Visual Basic을 이용하여 시스템을 개발하고 공간분석 및 속성 검색의 기능을 수행하는 모듈들을 개발하였다. GIS 기법을 통해 개발된 시스템을 구현하고 적용하기 위한 대상지역으로서 함양군 함양읍 급수구역내의 48.809km에 달하는 송·배수관로자료를 기반으로 상수도 관리시스템을 적용시켜 보았다. 특히 지자체 단위로 개발하여 향후 NGIS 사업 추진중 각 지자체별로 도시기반 시설의 증가 및 노후화에 따른 기반시설 관리의 과학화, 재난발생 가능성의 최소화 및 대시민 서비스를 제고하기 위해 GIS기본계획을 수립과의 호환성을 고려하여 조작과 분석이 가능한 지 평가해 보고자 한다.

3.4.1 사용자 GUI

본 연구에서 구현된 로컬 시스템의 사용자 인터페이스는 그림 3과 같다. 사용자 인터페이스의 초기화면 구성은 기능을 구현하는 메뉴 바, 툴 바, 상태 바로 되어 있다. 툴바에서는 맵창에서 적용하는 zoom in, out, 이동이 자유롭게 구현되도록 하였다. 지도 관리를 위한 맵 윈도우와 뷰 윈도우가 구성되어 있다. 또한 레이어 관리를 위한 레이어 윈도우와 상태표시를 위한 상태 바로 구성을 하였다. 특히 상태 표시바에는 맵의 단위, 좌표, 맵의 툴팁을 나타내고 있다. 그림 4는 본 시스템의 초기화면이다.

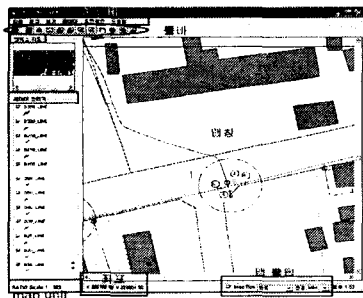


그림 3. 상수도관리시스템의 GUI

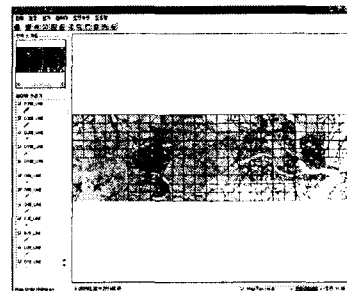


그림 4. 상수도 관리시스템의 초기화면

3.4.2 상세 정보제공기능

속성정보관리 뷰는 구현된 각 레이어에 대한 상세한 속성정보를 사용자에게 제공하는 기능으로서 객체선택 버튼을 누를 경우 해당 공간 데이터의 레이어에 대한 속성값을 제공한다. 변류대장 관리와 상수도 관리의 예는 그림 5와 6과 같다. 특히 그림 6은 지정한 변류의 속성결과값에서 자세한 카드도면을 열고자 하면 하단에 위치한 버튼(카드 도면보기)을 클릭하면 변류의 사진과 정확한 정보를 확인할 수 있다. 특히 이와 같은 카드파일과의 연계는 카드 도면상에서 변류의 대장내용을 바로 수정 및 편집가능 할 수 있다는 장점이 있다.

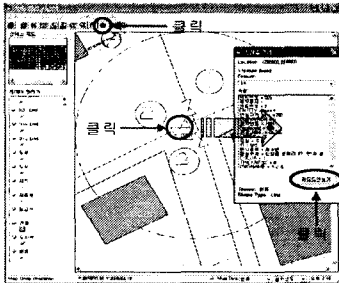


그림 5. 속성정보보기능

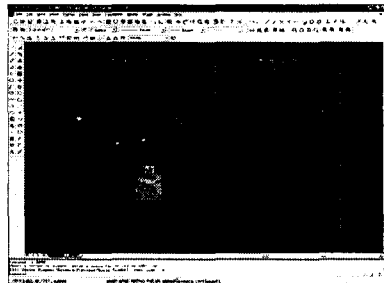


그림 6. 카드파일과의 연계

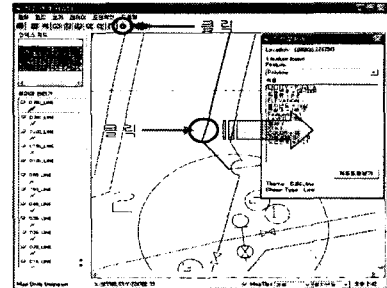


그림 7. 상수도관의 속성확인

영역이 결정된 후에는 정보 아이콘으로 관을 선택하면 속성값에 대한 결과가 나타난다. 속성 결과값은 관의 고유번호, 관 종류, 설치년도, 관길이, 관경, 설치회사, 도엽번호 등으로 결과가 확인된다.(그림 7)

3.4.3 단수지역 분석기능

현재 상수도 사업본부에서는 단수의 발생이 예상되는 지역에 대하여 사전에 홍보를 하고 있으며 홍보방법으로 각 가정에 방문이나 전화를 통해서 하는 경우도 있으나 거의 대부분은 대상지역에 대하여 방송매체나 동사무소의 앱을 통하여 알리고 있다. 그러나 후자의 경우 대상지역에 포함되어 있는 가정도 배관망의 구성에 의하여 단수가 되지 않거나 대상지역이 아니어도 단수가 되는 경우가 있어서 각 가정에 불필요한 준비를 하게 하거나 미처 대비를 못하여 어려움을 겪는 가정을 발생하게 하는 등의 문제점이 있다. 그러나 현재의 여건상 모든 가정에 전화나 방문으로 홍보를 하기에는 시간적, 인적 차원에서 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 단수지역 분석기능을 통하여 어느 지점의 상수도관 이 파괴되었을 경우 잠가야 할 밸브의 위치를 나타내주고, 밸브를 잠겼을 경우 물의 공급이 차단되는 관로 구간과 해당 건물 등을 표시해준다. 이 단수 지역 분석기능은 공간분석기능의 하나로서 다음과 같은 point, line, rectangle, polygon 분석 종류로 구분하여 표현이 가능하게 구현하였다. 그림 8은 단수지역인 건물을 표현하기 위해 공간 분석툴에서 50m지역을 입력하여 표현한 그림이다. 원래 건물의 색깔정보에서 다르게 하이라이트 된 지역이 단수되어야 할 건물을 표현하고 있다. 이 기능은 단수 지역 분석에만 이용되는 것이 아니라 예를 들어 가스관이나 다른 관에 대한 공간분석시 이용이 가능하리라 예상된다.

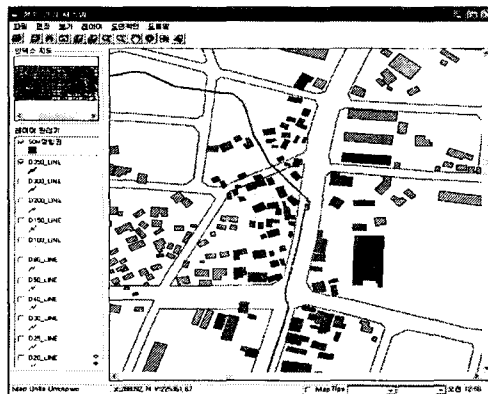


그림 8. 급수의 단수지역분석

3.4.4 기능평가 및 고찰

상수도 대장은 법적 근거없이 필요에 따라서 만들어 사용하고 있으며 대장작성방법에 관한 지침이 없어 관리목적 이 같은 대장임에도 불구하고 대장의 명칭이 달라 마치 다른 관리목적에 지니고 있는 것처럼 느껴져 업무의 혼란을 초래하고 있다. 현재 지방자치단체에서 관리되는 상수도시설관련 대장은 도면 정보와 대장 정보를 통해서 관리되고 있는데 대장에 기재되어 있는 정보는 현황을 알 수 있는 정도이지 관리 및 유지 보수를 위한 관리 조건을 충족시켜 주지 못하고 있다. 이것은 상수도 업무 담당자들이 대장을 작성하지 않고 도면을 위주로 공사업무를 하기 때문이다. 또한 현재 상수관망 시설이 서로 복잡하게 얽혀 있으며, 매설되어 있는 상수관의 관중, 관경이 다양하기 때문에 일련 번호의 단위를 부여하는 것도 매우 복잡하다. 본 연구에서는 지자체 단위의 시스템을 구축하기 위하여 함양군의 자료를 이용하여 상수도 관리시스템을 개발하였다. 개발된 상수도 관리시스템을 사용하여 도면관리와 자료관리에 적용하였고, 관련된 자료들을 효율적인 분류체계 하에 데이터베이스화하여 관리함으로써 이를 실제에 적용하여 실용적으로 사용할 수 있었다. 기 구축된 상수도 관리 시스템들의 경우에는 자료의 방대함은 물론 시설과 갱신의 빈도도 높아짐에 따라서 이번 연구의 상수도 관리 시스템에서도 이와 같은 대량의 자료 관리와 수정이 원활하게 이루어지는 것이 필요함을 알 수 있었다. 또한 이러한 관리 시스템은 직접 업무를 담당하는 실무자의 시설물에 대한 관심과 노력이 필요하며 운영상태 분석이 철저히 이루어져야 한다고 본다.

4. 결 론

본 연구에서는 현행 지자체 단위에서 사용이 가능하도록 신속, 정확하고 효율적인 상수도관의 관리를 위하여 GIS를 이용하여, 상수도관리 시스템을 개발하고자 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 개발된 시스템을 통해서 현재 지방자치단체에서 관리되는 상수도 시설관련대장을 전산화시켜 속성값의 열람과 동시에 도면 수정이 가능하여 관리 및 유지, 보수를 위한 관리조건을 충족시켜 줄 수 있었다.
2. 본 연구를 통하여 현재 상수관망 시설이 서로 복잡하게 얽혀 있고, 매설되어 있는 상수관의 관중, 관경을 일련번호의 단위를 부여하여 관리함으로써 지자체 업무 담당자가 쉽게 접근 할 수 있도록 하였다.
3. 본 시스템은 상수도관의 파손시 잠금대상 밸브 및 단수대상 건물을 자동으로 추적하고 대상건물에 대한 위치와 속성정보를 출력시킴으로써 정확하고 신속한 응급처리를 할 수 있도록 하였다.

참고문헌

- Peter G. and Bennett, L. (1996), A succesful water network facilities management system. URISA, Vol. 1 pp.161-174.
- 강준목 (1993). GIS에 의한 수치지도 제작과 상수도 관리에 관한 연구. 한국측지학회지, 한국측지학회, 제 11권 제 2호, pp. 59-67.
- 안기원, 이효성, 신석효.(1997), 대학 시설물관리시스템 구축에 관한 기초적 연구. 한국측지학회지, 한국측지학회, 제 15권 제 2호 pp. 277-286.
- 안기원, 신석효, 서두천.(2000), 인터넷 GIS를 이용한 대학 시설물관리시스템 구축에 관한 연구.. 한국측량학회지, 한국측량학회. 제 18권, 제 4호 pp. 415-421.
- 연상호, (2000), GIS 기반 상수도 관망시스템 구축의 개선방안에 관한 연구. 한국지리정보학회지, 한국지리정보학회, 제 3권, 제 3호, pp. 90-97.