

개인용 컴퓨터를 이용한 상수도 시설물 관리 정보체계 개발 Development of a PC-Based Water Supply Facilities Information System

황국웅* · 이규석**

Hwang, Kook-Woong · Lee, Kyoo-Seock

요 旨

본 연구는 상수도시설물관리정보체계를 개발함에 있어서, 워크스테이션을 기반으로 하는 외국의 값비싼 소프트웨어를 사용하지 않고, 한국의 상수도업무특성에 적합하고 쉽게 사용할 수 있으며 개인용컴퓨터를 사용하는 소프트웨어를 직접 개발하기 위하여 수행되었다. 업무분석의 결과, 상수도정보체계는 경영정보체계, 송배수운용시스템, 관로관리시스템등으로 구성되며, 현재 한국에서 업무자동화가 이뤄질 수 있는 부분은 관로관리시스템으로 판단하여, 대상업무로서 관로관리및 누수관리를 위한 자료관리를 선정하였다. 이를 구현하기 위해 시스템을 독자적으로 설계, 개발하였으며, 객체지향프로그래밍기법을 이용 소프트웨어를 개발하였다. 본 연구에서 개발된 상수도시설물관리정보체계를 시험하기 위하여, 강남구 논현동 사례지역에 적용한 결과, 실용적으로 사용할 수 있으며, 업무능률향상에 효과가 있다고 판단되었다.

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a PC-based water supply facilities information system. This system will be a major stepping-stone for developing Geographic Information Systems(GIS) in Korea, which is constructed by intergrating the technologies related to Automated Mapping(AM) systems and Facilities Management(FM) system. And the results of this study are as follows: (1) After the user needs assessment, it was decided that information management of the water supply facilities including distribution pipes, valves, and leaking management are the most urgent tasks. So, the system was developed focusing on these tasks. (2) After the system design and development, the water supply facilities information system consists of graphic database management system, attribute database management system, internal interface that links graphic data and attribute data, and graphic user interface for user-friendliness. (3) The graphic data and the attribute data including distribution pipes, leading-pipes, valves, and parcels at the study area, Non-Hyun Dong Kang-Nam Gu in Seoul, were used in this system, and the water supply facilities database was established. It was applied to test these facilities, and proved that the system developed in this study is efficient to manage information within the scope of this study. (4) The function using the parcel identification number was efficient to locate the address concerned.

1. 서 論

상수도시설을 합리적으로 운영하고 관리하며, 그 기능을 효율적인 상태로 유지하기 위하여는 적시에 자료를 조회하고 갱신할 수 있어야 하며, 정확한 데이터베이스를 갖추는 것이 필요하고 이를 위하여 현대

도시에서는 도면관리 전산화(Automated Mapping, AM)와 시설물관리 전산화(Facilities Management Systems, FMS)를 통합하여 상수도 관리에 적용한 상수도 정보체계가 개발되어 사용되고 있다.(Hasegawa 1991, Cantrell 1992) 한국에서는 아직까지 상수도 정보체계가 완성되거나 활용되고 있지 않으며, 외국의 범용 토지정보체계(Geographic Information Systems, GIS)를 수입하여 이를 한국의 상수도 시설

*광주대학교 도시공학과

**성균관대학교 조경학과

물 관리 전산화에 적용하려는 노력들이 시도되고 있으며(한국정보시스템, 1993), 유재용과 이규석(1994)은 서울의 강남구 논현동 지역을 대상으로 한국의 상수도 정보체계에 필요한 업무분석후 ARC/INFO의 AML을 이용 구축하였다.

그러나, 외국의 토지정보체계(GIS)는 워크스테이션을 기반으로 개발되었기 때문에 설치, 유지 및 관리에 많은 비용이 소요되며, 이에 숙달되기 위해서는 상당기간의 교육을 필요로 하고 있다. 더구나, 외국의 소프트웨어는 그 나라의 사회 문화적 배경을 바탕으로 개발되었기 때문에, 상수도 관리와 같은 특정 업무에 적용하기 위하여는 추가로 응용접속기를 개발해야 하며(Abel, 1992), 이에 많은 시간과 노력이 소요되고 있다. 따라서 한국의 실정에 적합한 상수도 시설물 관리 정보체계를 개발할 필요가 있다.

본 연구에서는 상수도 시설물 관리를 위한 정보체계를 구축하기 위하여 외국의 토지정보체계(GIS)를 사용하지 않고 소프트웨어를 직접 개발하여 사용하므로써, 이러한 문제점을 극복하고자 하였으며, 이를 통하여 한국형 토지정보체계(GIS) 개발을 위한 기술 축적에 기여하고자 하였다.

그러므로, 본 연구의 목적은 한국형 토지정보체계(GIS) 개발을 위한 기술축적의 한 과정으로서, 한국의 도시 실정에 적합한 상수도 시설물 관리 정보체계(Water Supply Facilities Information System)를 개발하는 데 있다.

2. 연구방법

2.1 연구의 기본 구상

본 연구에서는 한국의 상수도 시설물 관리에 필요한 소프트웨어를 직접 개발하고자 하며, 이를 통하여 한국형 토지정보체계 개발을 위한 기술축적을 이루고자 하는 것이 기본 구상이다. 현재의 워크스테이션(workstation) 또는 그 이상의 처리능력을 가진 컴퓨터는 소형화 되어가고 있고, 개인용 컴퓨터(Personal Computer, PC)는 빠른 속도로 대용량, 고성능화 되어가고 있으므로 본 연구에서는 시스템 구축에 대한 경제적 효율성을 높이기 위하여 개인용 컴퓨터를 사용하였다.

상수도 시설물 관리 정보체계 소프트웨어는 사용하기 쉬워야 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 Gra-

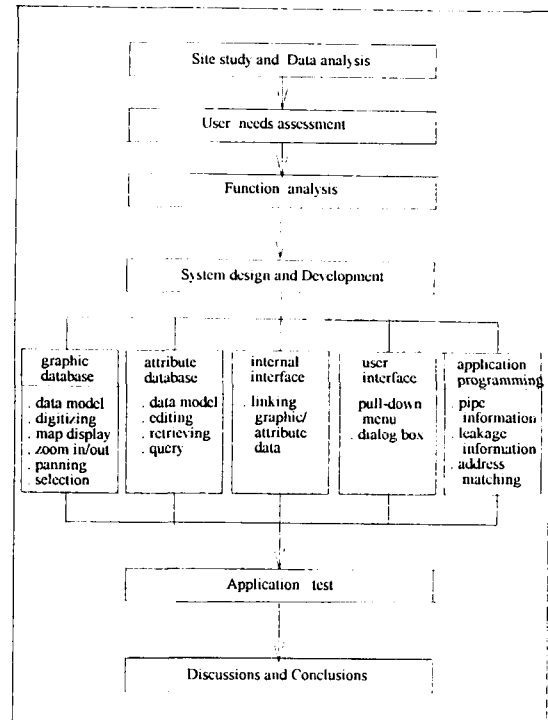


Fig. 1. Study procedure.

phic User Interface(GUI)를 기본으로 한 '한글윈도우 3.1(TM)' (마이크로소프트, 1993)을 바탕으로 상수도 시설물 관리 정보체계를 개발하였고 하드웨어에 구애받지 않는 개방형 운영체제를 선택하였다.

한국의 현실에서 가장 잘 사용되는 소프트웨어를 만들기 위하여는, 업무분석을 바탕으로 실제 사용되고 있는 자료를 조사, 분석하였으며, 이것을 바탕으로 소프트웨어를 개발하였다.

2.2 연구 절차 및 사용 기기

본 연구의 연구 절차는 대상지 선정 및 자료 분석, 업무 분석, 시스템 설계 및 개발, 적용 및 고찰 등의 4단계로 구분되며, Fig. 1은 연구 절차를 나타낸 것이다.

(1) 대상지 선정 및 자료 분석 단계에서는 대상지를 선정하여 그 대상지의 실제 자료를 이용하여 분석하였다.

(2) 업무 분석 단계에서는 소프트웨어를 개발하여 실무에 적용할 수 있는 업무를 선정하여, 본 연구의 개발범위를 정하였다.

(3) 시스템 설계 및 개발 단계에서는 업무 분석에서 선정된 대상 업무 처리에 필요한 모든 기능을 다시 프로그램 언어로 정의하고, 연구 대상지의 자료를 처리하는 프로그램을 작성함으로써, 자료 특성에 부합되는 소프트웨어가 되도록 노력하였다.

또, 우선순위가 높은 기본적인 기능을 먼저 개발하고, 시험 적용하여 문제점을 개선하고, 점차 기능을 확장해 가는 절차를 밟았다.

(4) 적용 및 고찰 단계에서는 개발한 소프트웨어를 사용하여 연구 대상지에 대한 자료를 이용하여 실제 업무에 적용하였으며, 그 결과를 고찰하였다.

프로그램 개발을 위한 도구로서, 소프트웨어는 한글윈도우3.1^(TM)과 Turbo C++ 3.0 for Windows^(TM) (Borland International, 1991)을 사용하였으며, 관계형 자료관리를 실현하기 위한 라이브러리인 Code-Base 5.0(Sequiter Software Inc., 1993)를 사용하였다.

하드웨어는 8 Mb의 메인메모리(Random Access Memory, RAM)와 256킬로바이트의 캐쉬메모리(cache memory), 250메가바이트의 하드디스크(hard disk)를 가진 IBM호환기종 80486-DX2(66 Mhz) 개인용 컴퓨터를 사용하였으며, 입출력 장치로는 800×600 pixels의 해상도와 16색상을 표현할 수 있는 VGA (Visual Graphics Adapter)카드와 17인치 칼라모니터(color monitor), *DrawingBoard II*^(TM) (CalComp Digitizer Products Group, 1991) 좌표독취기(digitizer) 등을 사용하였다.

2.3 연구대상지 선정 및 자료 분석

본 연구에서는 업무지향형 정보체계를 개발, 연구

대상지에서 실제로 사용하고 있는 자료를 분석하였다. 연구 대상지는 토지구획사업이 시행된, 필지 경계선 등에 대하여 비교적 정확한 자료를 가지고 있는 서울시 강남 지역중 논현동을 선정하였다.

Table 1은 지역사업소에서 사용되고 있는 도면의 종류를 표시하였다. 관로도(distribution main map)는 1/1200 축척의 항공사진측량에 의한 지형도 위에 배수관거와 배수관거의 관경, 재질, 설치년도 등의 자료가 표시되어 있고, 각종 밸브와 소화전, 배수지, 계량기, 배수펌프, 인입관 등이 표시되어 있다. 배관망도(distribution network map)는 1/3000 축척의 지번도 위에 배수관망을 표시한 것이며, 배수관거와 소화전, 제수밸브, 펌프, 배수지 등은 관로도와 중복되어 표시되어 있다. 배관망도에는 지번과 건물이름이 표시되어 있다. 누수복구도는 배관망도 위에 누수가 발생한 지점을 표시한 것이며, 종합정비도는 배관망도 위에 종합정비현황을 표시한 것이다.

관로도와 배관망도의 가장 큰 차이점은 관로도에는 상수도 시설이 상세히 표시되어 있으나 지번이 표시되어 있지 않으며, 배관망도에는 배수관망이 중점적으로 표시되어 있으나, 인입관이 표시되지 않으며, 지번도를 기반으로 작성된 것이므로 각 필지의 지번이 모두 표시되어 있다.

상수도시설관리에 사용되는 대장은 시설물의 종류 별로 별도로 작성되어 있었으며, 관로대장, 변류대장, 감압변대장, 가압장대장, 배수지대장, 소화전대장, 급수탑대장, 저수조대장, 유량계대장, 급수전대장, 시설대장 등이 있다.

Table 1. Contents of the maps that were used at the local office of Kang-Nam water supply

Map	Scale	Contents	Reference data
Distribution main map	1/1200	distribution mains(diameter, material, constructed year), hydrants, control valves, pumps, distribution reservoir, metering machines, leading-pipes	topography(contours), roads, buildings, building names, parcel lines, administration boundaries
Distribution network map	1/3000	distribution mains, hydrants, control valves, pumps, distribution reservoir, leaked points, comprehensive replacement states.	roads, buildings, building names, parcel lines, parcel numbers, administration boundaries

2.4 상수도 업무분석

본 연구에서는 상수도 시설물의 유지와 관리를 지원하는 관로관리 시스템을 개발하고자 하여, 배수지와 배수관망을 대상 시설물로 정하였다.

유재용과 이규석(1994)은 서울시의 상수도 관리를 직접 담당하고 있는 지역 사업소의 업무를 분석한 결과, 지역 사업소에 대하여 업무 전산화가 가장 시급한 것은 시설물 유지관리, 노후관 교체, 누수 방지 및 복구 등의 시설물 유지관리 분야에 대한 업무 전산화이며, 현황에 대한 정확한 기록과 자료관리가 선행되어야 한다는 것을 확인하였다.

본 연구에서는 제반 여건상 포괄적인 시스템을 개발하기는 곤란하며, 상수도 시설물 관리 정보체계가 필요한 업무 가운데서도, 중요도가 높고 전산화가 시급히 요구되며, 현실 상황에서 소프트웨어를 개발하여 실무에 적용하여 효과가 큰 업무를 개발대상업무로 선정하였다. 따라서, 본 연구의 개발 대상 업무로는 관로관리에 대한 자료관리 자동화와 누수관리에 대한 자료관리 자동화를 선정하였다.

또, 관로의 현장에서의 위치 확인을 위한 참고 자료로서는 지적선과 건물선을 사용하고 있으며, 필지를 구분하기 위하여는 지번을 활용하는 것이 좋다. 지번은 한국의 행정업무에 있어서 중요한 개념이며, 이를 효과적으로 관리하고 효율적으로 전산 정보화하는 것이 행정업무의 능률 향상에 중요한 요소이다(이규석과 황국웅, 1994). 그러므로, 지번 정보를 중요한 인자로 하여, 이를 효율적으로 처리하도록 개발할 필요가 있으며, 위에서 선정한 대상 업무에서 위치 찾기의 효율성을 증가시키는 보조기능으로서 주소 찾기를 개발 대상 범위에 포함하였다.

3. 시스템 설계 및 개발

3.1 기능 분석

Hasegawa(1991)는 상수도 시설물 관리 정보체계에 요구되는 기능을 분석하여 기본적인 도면관리기능(mapping performance), 상수도 관리업무에 필요한 자료관리기능(water operation function), 분석기능(analysis software) 등으로 구분하였다.

Table 2는 상수도 시설물 관리 정보체계에 요구되는 기능 분류표이다. Table 2에서, 보는 바와 같이 기본적인 도면관리기능에는 입력기능, 수정기능, 검

색결과에 대한 보고서 출력기능, 도형출력기능, 통계기능, 문서편집기능, 다이어그램 출력기능 등이 있다.

상수도 관리업무에 필요한 자료관리기능에는 상수도 시설물에 대한 다양한 검색기능, 관거자료 검색기능, 밸브자료 검색기능, 속성자료 입력 및 수정 기능, 수량집계기능, 프린터 출력기능, 자료화일과 연결하는 기능 등이 있다.

분석기능에는 단수지역 표시 등과 같은 일상적인 문제를 해결하는 기능, 관망모식도 작성기능, 수압분석기능, 수질분석기능, 누수요인 분석기능, 누수조사 지원기능, 재해시 분석기능, 누수량 분석기능 등이 있다.

이러한 기능을 참고하여 본 연구의 연구 대상지에 대하여 자료를 분석한 결과, 관로관리와 누수관리를 위한 자료관리에 필요한 기능은 자료의 입출력을 위한 기능과 자료관리와 관련된 기능으로 구분하였다. 상수도분석기능은 위의 두가지 기능이 완성된 후에 더욱 발전된 단계의 시스템에서 실행되어야 할 것이며, 블럭단위의 관리와 실시간 계측 및 제어를 위한 기기가 설치되어 있어야 가능한 기능으로서, 소프트웨어만으로는 해결할 수 없는 사항이므로 본 연구에 포함하지 않았다.

자료의 입출력을 위하여 필요한 기능은 도면자료와 대장자료로 구분하여 생각할 수 있으며, 도면자료의 입출력과 관련된 기능으로는 바탕지도(지형도, 지번도, 실폭도로 등) 작도기능, 시설물(점, 선, 면, 기호)의 표시 및 선택기능, 시설물에 대한 자료 입력, 수정, 표시, 삭제 기능, 시설물 위치 입력, 삭제 기능, 지도 축소 및 확대 기능, 주제별 도면 작성 및 중첩 표시 기능 등이 있다. 대장자료의 입출력과 관련된 기능은 속성자료 입력, 삭제, 수정 기능, 속성자료 조회 및 검색 기능, 속성자료 검색결과 보고서 출력기능 등이 있다.

자료관리와 관련된 기능은 자료분류 자동화 기능과 자료간의 상관관계를 유지하는 기능이 필요하며, 도면과 대장간의 자료연결 및 상호검색기능, 도면과 도면간의 관계를 유지하는 기능(예를 들면, 주제별, 위치별 도면관리, 동일 지역 내에 동일 축척으로 지형도와 배수관망도 중첩표시 등), 대장과 대장간의 관계를 유지하는 기능(예를 들면, 시설물별, 업무종류별, 공사건별 대장관리) 등이 있다.

Table 2. Software functions that were needed for a water supply facilities information system

Software	Usage	Functions
Basic software	Mapping performance	Input function(registration, updating) Edit function Search function Attribute data search result paper output function Drawing release function Statistic function Word processor function Diagram display function Various search function of water facilities Piping information search function
		Water operation function Valve information search function Data registration and updating function Totalling function Print out function Connecting function with electronic file
Analysis software	software	Function to deal with daily problems such as low water supply (Interrupted supply area display function, etc.) Network model map function Water pressure analysis function Water quality analysis function Leak factor analysis, leak survey support function Calamity measure support function Leak measure support function

(Source : Hasegawa, 1991)

3.2 시스템 구성

Fig.2는 이러한 기능을 구현하기 위하여 본 연구에서 개발한 상수도 시설물 관리 정보체계의 기본적인 구성을 그림으로 나타낸 것이다. 상수도 시설물 관리 정보체계는 도형정보데이터베이스(graphic database)와 속성정보데이터베이스(attribute database), 사용자 접속기(user interface), 내부접속기(internal interface)의 4가지로 구성되었다.

도형정보데이터베이스, 속성정보데이터베이스는 각각 도형, 속성 정보를 저장하고 있으면서 내부접속기를 통하여 해당 정보를 관리한다. 사용자 접속기는 한글을 사용하여 사용자의 의사를 컴퓨터에 전달하는 메뉴와 속성자료의 입력과 출력을 수행하는 위한 대화형 윈도우(dialog box)의 두 가지가 있으며, 메뉴는 기본기능메뉴(basic function menu)와 업무적용메뉴(application menu)로 구성되어 있다. 내부접속기는

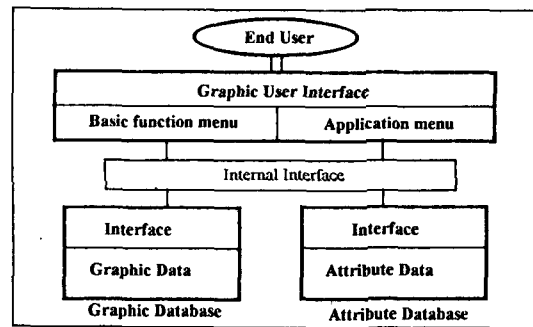


Fig. 2. System architecture of the water supply facilities information system that consists of graphic database, attribute database, internal interface and graphic user interface.

사용자 접속기를 통하여 전달된 사용자의 뜻에 따라 도형정보데이터베이스와 속성정보데이터베이스를 편

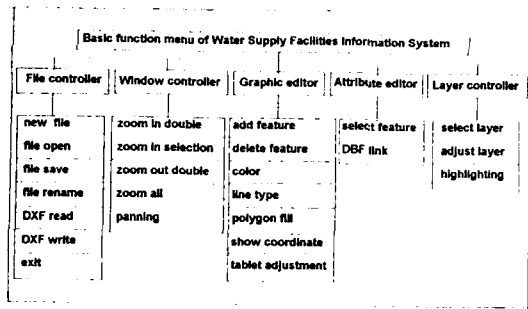


Fig. 3. Configuration of basic function menu of the water supply facilities information system.

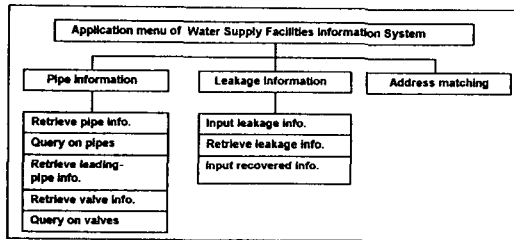


Fig. 4. Configuration of application menu of the water supply facilities information system.

집하거나 조회를 실행하며, 이때, 도형정보와 속성정보를 연결하고 통합하는 기능을 담당한다.

Fig.3은 기본기능 메뉴의 구성을 나타낸 것이다. 기본기능 메뉴의 주 메뉴는 화일조절(file controller), 화면조절(window controller), 도형편집(graphic editor), 속성자료보기(attribute editor), 레이어조절(layer controller) 등으로 구성되어 있으며, 각각 부메뉴를 가지고 있다.

Fig.4는 업무적용을 위하여 사용한 업무적용메뉴의 구성을 표현하였다. 적용 가능한 업무는 관로관리를 위한 자료관리(pipe information), 누수관리를 위한 자료관리(leakage information), 주소찾기(address matching)이다.

관로관리를 위한 자료관리는 관거 자료 조회(retrieve pipe information), 배관망 검색(query on pipes), 인입관 자료 조회(retrieve leading-pipe information), 밸브 자료 조회(retrieve valve information), 밸브 검색(query on valves) 등으로 구성되어 있다.

누수관리를 위한 자료관리(leakage information)는 누수된 지점에 대한 자료를 관리하는 것이며, 누수

자료입력(input leakage information), 누수자료조회(retrieve leakage information), 누수복구 자료입력(input recovered information) 등으로 구성되었다. 주소찾기는 찾고자 하는 주소를 입력하면 그 주소에 해당하는 필지의 위치를 화면에 표시하는 것이다.

3.3 소프트웨어 개발

도형정보 처리부분에서는 도형자료를 입력, 수정, 삭제하는 기능과, 화면을 통하여 도면을 작성하고 시설물을 표시하는 기능을 개발하였다. 화면의 도면 표시를 확대 및 축소, 이동하는 기능과 여러 개의 도면을 중첩표시하는 기능을 개발하였으며, 마우스를 사용하여 점, 선분, 다각형, 기호, 문자를 선택하는 기능 등을 개발하였다.

속성정보 처리부분에서는 속성자료의 입력과 수정, 삭제, 조회, 검색 기능을 개발하였다. 검색결과 보고서 출력기능과, 종류별 자료분류 자동화 기능을 개발하였다.

도형과 속성정보를 연결하는 부분에서는 도형에 대한 속성자료를 수정, 입력, 화면출력하는 기능을 개발하였으며, 대장자료에 대한 검색 결과를 도면 위에서 강조 표시하는 기능을 개발하였다.

사용자와의 접속 부분에서는 한글을 사용하는 풀다운 메뉴 기능을 개발하였으며, 속성자료 입출력을 위하여 한글을 사용하는 대화형 윈도우(dialog box) 생성기능 등을 개발하였다.

이러한 기능을 개발하는 과정에서 본 연구에서 해결한 기술적인 사항으로는, 도형자료를 저장하고 관리하기 위한 자료모델을 개발하였으며, 객체지향 프로그래밍기법에 의한 도형자료 관리를 실현하였다. 좌표독취기를 사용하여 도형자료를 입력하는 방법을 개발하였으며, 도형 입출력에 사용되는 좌표변환 방법을 개발하였다. 선분선택을 위한 연산방법을 개발하였으며, 도형자료 교환을 위하여 DXF 화일 입출력 기능을 개발하였다. 속성자료 관리를 위하여 DBF 화일을 사용하는 관계형 자료관리를 실현하였다. 도형정보와 속성정보를 연결하고 이 둘 간의 관계를 유지하는 방법을 개발하였으며, 도형정보와 속성정보를 통합하여 업무적용을 실현한 편리한 사용자 접속기를 객체지향 프로그래밍기법을 사용하여 개발하였다.

4. 시험 적용 및 고찰

본 연구를 통하여 개발된 상수도 시설물 관리 정보체계의 활용성을 검토하기 위하여, 앞에서 선정된 연구대상지인 서울시 강남구 논현동의 자료를 입력하여 시험 적용하였다.

4.1 자료 입력

Table 3은 상수도 시설물 관리 정보체계의 업무적 용을 위하여 본 연구에서 구축된 도형자료데이터베이스의 내용을 표시한 것이다. 도형자료로는 주요 시설물에 대한 레이어로 배관망레이어, 인입관레이어, 밸브레이어, 누수지점레이어 등을 입력하였고, 위치참고를 위한 기본 자료로는 지적선레이어, 지번레이어, 건물선레이어 등을 입력하였으며, 기타 참고 자료로는 행정경계레이어와 도곽선레이어를 입력하였다. 배수관거는 배관망레이어에 입력하였으며, 연속되어 있고, 동일 관경, 동일 재질, 동일 설치년도이면 하나의 관거로 정의하고 고유번호를 부여하였다. 밸브와 누수지점은 기호로 표시하고 고유번호를 부여하였으며, 밸브의 종류는 속성자료항목에 입력하였다.

도형자료입력에 사용된 기준 도면은 1/1200 축척의 관로도인데, 관로도는 1988년 항공측량으로 작성된 1/1200 지형도 위에 상수도 시설물을 표시한 것이다. 지번은 1/3000 배관망도에서 추출하여 속성자료로 입력한 것이다. 지적선의 정확한 자료를 얻기 위하여는 지적도를 사용하여야 하나, 자료 취득이 곤란하여 관로도를 이용하였다.

도형자료와 속성자료 입력 모듈을 자체개발 하였으나, 자료입력 시간을 절약하기 위하여 유재용과 이규석(1994)의 연구에서 ARC/INFO(TM)를 이용하여 이미 구축되어진 도형 자료를 DXF로 변환하고, 속성자료는 ARC/INFO의 데이터베이스를 text file로 변환, 다시 dbf file로 변환하여 본 시스템에 입력하였다.

Table 4는 상수도 시설물 관리 정보체계의 업무적 용을 위하여 본 연구에서 구축된 속성자료데이터베이스의 내용을 표시한 것이다. 속성자료는 도형자료에 표시되어 있는 시설물을 기준으로 도면에서 추출한 속성자료와 대장에 기록된 자료를 입력하였다. Table 4에서, 밸브류의 설치년도와 누수지점에 대한 속성자료는 알수 있는 내용이 거의 없었기 때문에 임의로

Table 3. Contents of graphic database of the water supply facilities information system that were established for application

Layer Name	Contents	Object Class	Usage
main layer	location of mains, feature-id	LINE	facilities management
leading-pipe layer	location of leading-pipes, feature-id	LINE	facilities management
valve layer	location of valves, feature-id	SYMBOL	facilities management
leakage layer	location of leaked points, feature-id	SYMBOL	facilities management
parcel-line layer	location of parcel-lines, feature-id	LINE	reference data
parcel-id layer	location of parcel-id, parcel number, feature-id	LABEL	reference data
building-line layer	location of building-lines, feature-id	POLYGON	reference data
administration boundary layer	location of boundary lines of administration districts	LINE	reference data
map-frame layer	boundary lines of original maps	LINE	reference data

Table 4. Contents of attribute database of the water supply facilities information system that were established for application

Tables	Contents	Attributes	Records
main table	attributes of distribution mains	feature-id, starting parcel-id, ending parcel-id, constructed year, diameter, material	574
leading-pipe table	attributes of leading-pipes	feature-id, feature-id of distribution main, parcel-id, constructed year, diameter, material	2,392
valve table	attributes of vlaves	feature-id, feature-id of distribution-main, valve type, constructed year, diameter	621
leakage table	attributes of leaked points	feature-id, feature-id of distribution-main, find-date, find-method, detection number, cause, volume, recovered-date, recover-method	146
parcel-id table	attributes of parcels	feature-id, parcel number	2,848

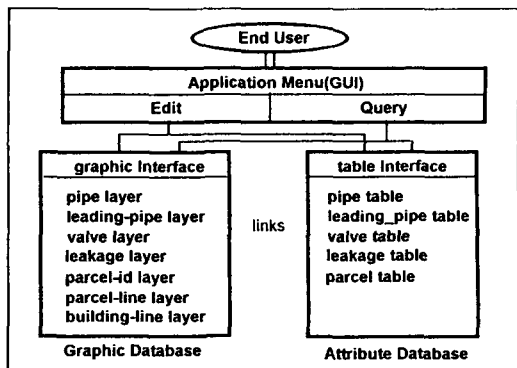


Fig. 5. System architecture of the water supply facilities information system that was applied to the study area.

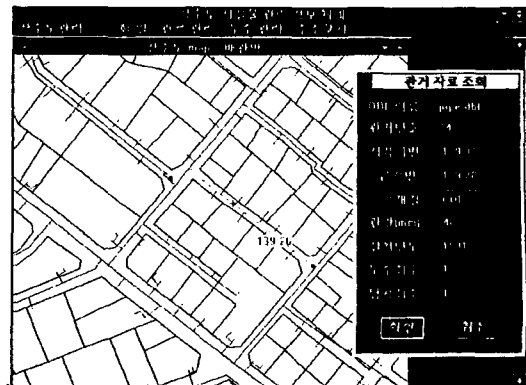


Fig. 6. A window showing the result of 'retrieve pipe information' menu of the water supply facilities information system.

작성하였다. 배관망과 인입관, 밸브, 누수지점에 대한 속성자료를 각각 독립된 DBF 파일에 입력하였고, 지번과 건물에 대한 자료를 참고자료로 활용하기 위하여 별도의 DBF 파일에 입력하였다.

Fig.5는 사례지의 자료를 입력한 상수도 시설물 정보체계의 구조를 나타내었다. 도형자료는 도형정보 데이터베이스 내에 레이어별로 저장되어있고, 속성자료는 속성정보데이터베이스 내에 표(table)의 형태로 저장되었으며, 배관망, 인입관, 밸브, 누수점, 지번 등의 도형 레이어에 대하여 논리적으로 연결되어 있다.

4.2 업무 적용

적용한 업무는 관로관리를 위한 자료관리와, 누수 관리를 위한 자료관리, 주소찾기이며, 업무적용을 위한 메뉴구성은 Fig.4에서 설명하였다. Fig.6은 관계자료조회를 실행한 결과를 보여주는 것이다. 관계자료조회는 조회하고자 하는 지역이 화면에 그려져 있는 상태에서 특정 관거를 지시하면, 속성정보데이터베이스에서 그 관거에 대한 정보를 찾아서 화면에 보여주는 것이다. 예를 들어, 139-26번지에 수도물이 공

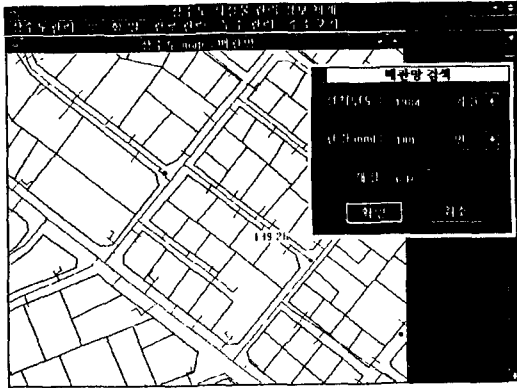


Fig. 7. A window showing the dialog box that receives input data to implement 'query on pipes' menu of the water supply facilities information system.

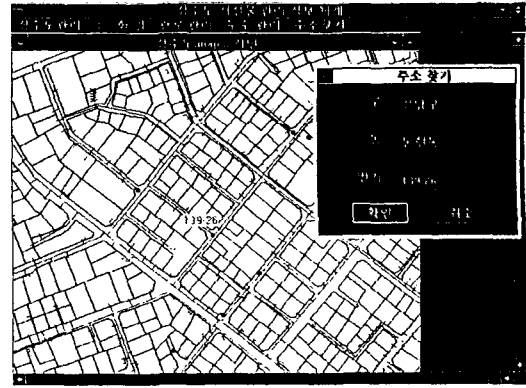


Fig. 9. A window showing the dialog box that receives input data to implement 'address matching' menu of water supply facilities information system, and the result of the menu.

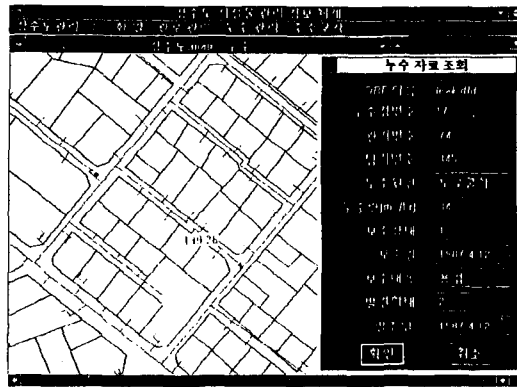


Fig. 8. A window showing the result of 'retrieve leaked-point information' menu of the water supply facilities information system.

급되지 않는다는 신고를 받았을 경우에, 담당직원은 원인을 알아보기 위하여 해당 건물에 상수를 공급하는 관거에 대한 자료를 찾아볼 필요가 있을 것이다. Fig. 4에서, 관거자료조회 메뉴를 선택하고, 139-26번지에 상수를 공급하는 관거를 마우스를 사용하여 선택하면, 선택된 관거의 속성자료를 신속하게 찾아서 대화형 윈도우(dialog box)에 보여 준다. 주홍색 실선은 상수도 배수관거를 표시한 것이고, 연두색 점선은 선택된 관거를 표시한 것이다. 관거자료조회를 실행한 결과 선택된 관거의 속성자료를 보면, 이 관거의 고유번호는 74이며, 관거의 시작지번호는 139-31번지, 관거의 끝지번호는 139-28번지이며, 재질은 동관(Copper Pipe, COP), 관경은 40 mm, 설치년도는 1991년이며,

이 관거에서의 누수발생횟수는 1회, 누수탐사 횟수는 1회이다.

배관망 검색은 배수관거의 설치년도, 관경, 재질 등에 대한 검색조건을 입력하면, 지역내에서 그 조건에 해당하는 배수관거를 모두 찾아서 화면으로 강조 표시하며, 검색된 관거들에 대한 보고서를 문서화일로 출력한다. Fig. 7은 배관망 검색을 실행하여 대화형 윈도우를 통하여 노현동에 있는 배수관거들 중에서, 1984년 이전에 설치되었고, 관경이 80mm이며, 재질이 회주철관(CIP)인 관거는 어디에 분포되어 있는가를 알기 위하여 배관망 검색조건을 입력하는 화면이다.

Fig. 8은 누수자료조회를 실행한 결과를 보여주는 것이다. 누수자료조회는 조회하고자 하는 지역에 화면에 그려져 있는 상태에서 마우스를 사용하여 누수 지점을 지시하면, 속성정보데이터베이스에서 그 누수 지점에 대한 정보를 찾아서 화면에 보여주는 것이다. Fig. 8에서, 누수자료조회 메뉴를 선택하고, 139-26번지 주위에 있는 누수지점을 마우스를 사용하여 지시하면, 지시된 누수지점의 속성자료를 신속하게 찾아서 대화형 윈도우를 통하여 보여 준다.

지번은 거주자가 자신의 위치를 알릴 수 있는 기초수단이며, 시설물의 위치표현을 위한 상수공급자와 수요자 사이의 의사 전달 수단으로 사용될 수 있다. 그러므로, 주소 찾기는 수용가로 부터 상수도 관리에 대한 신고를 받았을 때, 관리자가 그 지점을 빨리 찾도록 도와주기 위한 것이다.

Fig. 9는 주소찾기(address matching)를 실행하기

위하여 강남구 논현동 139-26번지의 위치를 찾기 위하여 주소를 입력하는 대화형 윈도우를 나타내었으며, 주소찾기의 실행결과, 139-26번지의 위치를 표시하기 위하여 지면을 강조 표시한 결과를 동일한 화면에 나타내 보인 것이다.

4.3 고찰

4.3.1 연구결과의 효용성

한국 실정에 적합한 상수도 시설물 관리 정보체계를 개발하기 위하여 업무분석과 기능분석을 바탕으로, 서울시 강남구 논현동의 자료를 가지고 상수도 시설물 관리 정보체계를 구축하였다. 이를 관로관리를 위한 자료관리와 누수관리를 위한 자료관리에 적용하여 시험한 결과, 실용적으로 사용할 수 있었으며, 지면을 이용한 주소찾기는 상수도시설 자료관리의 업무능률 향상에 효과가 있었다.

사용의 편리성과 경제성을 고려하여 PC용 소프트웨어를 개발하였으나, 대량의 자료에 대한 처리속도와 저장 용량면에서 부족한 점이 있다. 그러나, 컴퓨터 기술의 발전추세로 볼 때, PC용 소프트웨어가 현재의 워크스테이션용 소프트웨어를 대체할 수 있을 것으로 판단된다. 또, 워크스테이션용 범용 GIS를 사용한 시스템은 조작을 잘못하였을 때에는 전문가의 도움이 필요하다. 이 점은 우리나라의 도시행정 담당자의 대부분이 전산기기의 사용경험이 많지 않다는 현실적인 상황으로 볼때, 시스템 유지관리의 중요한 문제점으로 생각된다. 본 연구에서 개발된 시스템은 사용자가 조작오류에 대한 부담감 없이 쉽게 사용할 수 있다.

4.3.2 다른 연구와의 비교

Hasegawa(1991)의 연구에서는 일상업무의 능률 향상 뿐만 아니라 수질분석과 배관망 분석이 가능하고 재해시의 의사결정을 도와주는 여러가지 영향예측 및 분석기능을 갖추고 있다. 그러나, 본 연구에서 개발된 상수도 시설물 관리 정보체계는 제도적 측면과 기반 시설이 미흡한 현실의 상수도 관리에 적용할 수 있는 업무에 대하여만 개발되었기 때문에, 관망해석 기능을 갖추고 있지 못하다.

Cantrell 등(1992)은 AutoCAD와 pcARC/INFO 등 기존의 범용 소프트웨어들을 사용하여 상수도 정보 체계를 개발하였고, 유재용과 이규석(1994)과, 한국정보시스템(1993)은 상수도 시설관리에 필요한 자료관

리 전산화를 위하여 워크스테이션용 ARC/INFO(TM)에 응용프로그램을 추가하여 사용하였으나, 본 연구에서는 개인용 컴퓨터를 사용하여 독자적인 프로그램을 개발하였다. 외국의 워크스테이션용 소프트웨어를 이용하여 응용프로그램을 개발한 연구는 대용량의 자료처리가 가능하나 가격이 비싸고 사용하기 어려우며, 개인용 컴퓨터는 대용량의 자료처리는 곤란하나 구입비용이 적게 들고 사용하기 쉽다는 장점이 있다. 본 연구에서 개발된 상수도 시설물 관리 정보체계는 관련된 모든 업무를 전산화하기 보다는 전체적인 골격과 중요한 몇가지 기능만 선택적으로 개발되었으며, 실제 업무에서 사용되기 위하여는 보다 더 다양한 조회기능과 접속기가 추가로 개발되어야 한다.

4.3.3 제도적 문제점

본 연구를 수행하는 데 있어서 제도적인 문제점으로서는 상수도 시설물 관리 정보체계를 운영하여 업무능률이 향상되는 효과를 얻기 위하여는 기존 자료가 잘 정리되어 있어야 하나, 현실은 그렇지 못한 것이 문제점으로 나타났다. 현재의 자료관리 실태로는 기초자료(source data)를 알 수 없는 부분이 많았으며, 이러한 점은 상수도 관리업무의 전산화에 커다란 장애로 작용하고 있음을 알 수 있었다.

4.3.4 추가 연구 과제

본 연구에서는 상수도 시설물 관리에 대하여만 적용한 연구를 하였으나, 관망해석, 경영정보체계와의 접속등과 같은 시스템 통합에 대한 연구가 필요하며 본 연구에서 개발된 시스템의 기능들을 조합하면 하수도 시설관리에도 적용할 수 있다.

입력된 자료의 범위에 있어서, 본 연구에서 입력한 자료는 1개동에 국한하였으나 관할지역 전체의 자료를 입력하였을 경우에는 처리속도가 저하될 것으로 판단되며, 대용량 관리시의 속도증가를 위한 방법에 대한 연구가 추가로 필요하다.

5. 결 론

본 연구는 상수도 시설물 관리 정보체계를 개발함에 있어서, 외국의 워크스테이션을 기반으로 하는 값비싼 소프트웨어를 사용하지 않고, 한국의 상수도 업무 특성에 적합하고 쉽게 사용할 수 있으며 개인용 컴퓨터를 사용하는 소프트웨어를 직접 개발하기 위하여 수행되었다. 또, 도면관리 전산화(AM)와 시설물관리

전산화(FM)를 통합하여 한국형 토지정보체계(GIS)를 개발하기 위한 기술축적의 한 과정으로 수행되었으며, 연구 결과는 다음과 같다.

1. 업무 분석의 결과, 상수도정보체계는 경영 정보 시스템, 송배수운영 시스템, 관로관리 시스템 등으로 구성되며, 현재 한국에서 업무자동화가 이루어 질 수 있는 부분은 관로관리 시스템으로 판단하였다. 관로관리 시스템을 적용할 수 있는 대상업무로 관로관리를 위한 자료관리와 누수관리를 위한 자료관리 및 주소 찾기를 선정하였다.

2. 시스템 설계 및 개발에서, 소프트웨어 구성요소는 도형정보처리부분, 속성정보처리부분, 도형과 속성정보를 연결하는 부분, 사용자와의 접속부분 등으로 구분하였다. 이러한 기능을 개발하기 위해 본 연구에서는 도형자료를 관리하는 자료모델을 개발하였고, 객체지향 프로그래밍 기법에 의한 도형자료 관리를 실현하였다. 좌표독취기를 이용한 도형 입력, 도형입출력에 필요한 좌표변환, 선분선택을 위한 연산방법, dxf파일 변환 입출력 기능, 속성자료 관리를 위한 dbf파일용 관계형 자료관리를 실현하였고 도형정보와 속성정보를 사용하기 편하도록 사용자 접속기를 객체지향 프로그래밍 기법을 사용하여 개발하였다.

3. 본 연구를 통하여 개발된 소프트웨어의 활용성을 검토하기 위하여 서울시 강남구 논현동 사례지역의 관로관리와 누수관리에 적용하여 시험한 결과, 실용적으로 사용할 수 있다고 판단되었으며, 지번을 이용한 주소찾기는 상수도시설 자료관리의 업무능률향상에 효과가 있는 것으로 판단되었다.

감사의 글

1993년 한국학술진흥재단 자유공모과제의 지원으로 수행된 과제임.

參考文獻

1. 마이크로소프트. 1993. 한글윈도우3.1(™) 사용설명서. 682p.
2. 박중화, 양병이. 1989. 마이컴을 이용한 토지이용도 작성 시스템의 개발. 터전 제2호. 서울대학교 환경대학원 부설 환경계획연구소. pp. 25-40.
3. 유재용, 이규석. 1994. 지번을 기초로 한 도시상수도정보체계 구축 및 활용. 한국측지학회지. Vol 12, No. 1, pp. 25-34.
4. 이규석, 황국웅. 1994. 한국형 토지정보체계 구축에 있어서 지번의 효과적 활용에 관한 연구. 한국GIS학회지. Vol, 2, No. 1, pp. 85-92.
5. 한국실리콘 역. 1994., Groves, J. 저. 윈도우즈 NT Answer Book. 도서출판 한국 실리콘, 서울. 199p.
6. 한국정보시스템. 1993. 상수도 시설관리시스템 개발. 504p.
7. Abel, D.J., S.K. Yap, R. Ackland, M.A. Cameron, D.F. Smith, and G. Walker. 1992. Environmental decision support system project: an exploration of alternative architectures for geographical information systems. International Journal of GIS. 6(3): 193-204.
8. Borland International. 1991. Turbo C++ 3.0 for Windows Programmer's Guide. 389p.
9. CalComp Digitizer Products Group. 1991. Drawing-Board II(™) Users Guide PC Edition.
10. Cantrell, C.J., D.N. Bloesing, and E.H. Burgess. 1992. Integration of a water distribution management system with a geographic information system for Newport, Kentucky. Proceedings of URISA. 1: 109-119.
11. Hasegawa, K. 1991. Utilization of computer mapping system in water works. Proceedings of AM/FM Conference XIV. AM/FM International. pp. 44-53.
12. Sequiter Software Inc. 1993. CodeBase 50. user's guide. 218p.