

GIS를 이용한 대학시설물 관리시스템 개발

- 경북대학교를 중심으로 -

이승엽¹ · 임용호² · 최현상³

Development of Campus Facility Management System using GIS

- Focused on Kyungpook National University -

Seung-Yeob Lee¹ · Yong-Ho Im² · Hyun-Sang Choi³

요 약

본 연구는 GIS를 이용하여 대학시설물 관리시스템의 개발을 수행한 결과를 다룬 것으로 시설물 관리에 GIS를 적용했을때의 장, 단점과 시스템의 개발과정에 대해 설명하고자 한다. 먼저, 시설물 관리란 사람들과 조직의 작업을 물리적인 작업공간과 하나로 통합하는 작업으로 볼 수 있다. 오늘날 시설물의 관리비용이 높아지고 합리적인 관리가 요구되기에, 이러한 조직들은 기존의 시설과 집기의 사용을 최대한 활용함으로써 더 이상의 불필요한 투자를 방지할 필요가 생겼다. 이러한 관점에서 본 연구의 목적은 GIS를 이용한 대학 시설물 관리 시스템 구축하는데 있다. 먼저 국립지리원의 1/5,000지도와 1/600의 측량도를 바탕으로 베이스 맵을 구축하고 제나시스의 제니어스 프로그램을 이용하여 학교내 각종 시설물관리 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 지형정보관리, 지하매설물관리 그리고 시설물 관리의 3가지로 구분되며 각각의 속성정보를 이용함으로써 현재의 합리적인 관리뿐만 아니라 미래 지향적인 개발의 방향을 제시할 수 있다.

주요어 : 지리정보시스템, 시설물관리, 대학시설, 제나시스, 경영정보시스템

ABSTARACT

This paper, deals with the developmental result of university facility management system using GIS, is to explain the developmental process of this system and the merits and the faults of GIS facility management system. Facility management, as a discipline, is the practice of coordinating the people and the work of an organization into the physical workplace. According to rising costs for the facility management and effective management for the existing facility, the organization need to optimize the use of existing facilities and equipment to prevent unnecessary investments in facilities and equipment.

1998년 7월 25일 접수 Received on July 25, 1998

1 경북대학교 건축공학과 Department of Architectural Engineering, Kyungpook University (saylee@kyungpook.ac.kr)

2 경북대학교 지리학과 Department of Geography, Kyungpook University (yhlim@kyungpook.ac.kr)

3 경북대학교 토목공학과 Department of Civil Engineering, Kyungpook University (hschoi@ac.kyungpook.ac.kr)

The purpose of this study is to build GIS based university facility management system using GIS. Based on 1/5,000 from national geography institute and 1/600 map, we construct base map for study and, using genasys genius program, we made facility management system. This system includes geographic management, infrastructure management and building management, and, using each attribute information, it is possible to use not only for effective management for existing facilities but also available to future decision making.

KEYWORDS : GIS, Facility Management, Campus Facility, Genasys, MIS

서 론

1. 연구의 배경 및 목적

본 논문의 목적은 정보화의 시발점이 될 대학의 교내시설물 관리 시스템을 구축하는데 있다. 현재 대부분의 교내 시설물 관리는 자료의 양적 팽창과 질적 다양성에 효율적으로 대응하지 못하고 있으며, 학교에 대한 자료를 신속하게 제공받지 못하고 있다. 또한, 시설물 관리 업무와 관련된 자료가 속성자료와 도면자료로 양분되어 있어 시설물의 위치나 상태에 대한 종합적인 관리가 이루어지지 못하고 있다. 경북대학의 경우는 1996년부터 초고속통신망 구축사업이 완료된 시점에서 학교의 모든 자료의 체계적이고 일관된 관리와 사용자들의 신속하고 편리한 자료의 접근을 위하여 관계형 데이터베이스를 이용한 클라이언트/서버 환경의 종합정보시스템을 구축하여왔다. 이러한 일련의 성과들은 초고속망에 접속된 PC를 이용하여 개인 연구실 혹은 사무실에서 본인의 업무 및 제반사항들을 처리 가능하도록 하였으며, 시설관리 부서의 업무 역시 기존의 MIS 측면만을 고려한 텍스트 방식의 전산화보다는 좀더 효율적인 방법의 요구가 대두되었다. 또한 시설관리자들에 의해 수행되는 작업들은 아주 다양하고, 시설관리에 대한 요구도 조직의 유형들 간에 큰 차이를 가지고 있어 일관된 기성의 시설물 관리시스템을 한 조직내에 적용하여 완벽하게 조화시키는 일은 상당히 힘들 것이다. 이러한 관점에서 볼 때

각 시설물 관리자 혹은 학교에 적합한 시설물 관리시스템의 개발이 필요할 것으로 생각된다. 다시 말해서 기성화된 시설물 관리시스템을 도입하기보다는 시설물 관리를 위한 어플리케이션 소프트웨어를 이용하여 각 분야에 적합한 시설물 관리 시스템을 개발하는 것이 가장 효율적이고 합리적인 것이다. 이러한 이유에서 본 논문에서는 GIS개념을 도입하여 대학 당국이 필요로 하는 총괄적인 학교 관리 능력 강화를 위한 새로운 운영시스템을 구축하고 그 활용 방안과 문제점에 대해 살펴보고자 한다.

2. 이론적 고찰

시설물 관리시스템은 먼저 시설물의 효율적인 관리를 목적으로 하는바, 각종 주요 시설물의 위치 및 각종 속성자료 등 지형적인 요소와 그것이 가지는 비도형적인 요소를 결합하여 분석하여 관리할 수 있는 시스템이라고 볼 수 있다. 본 논문에서 시설물 관리시스템의 경우는 단순히 기존의 대학 시설물들을 입력, 조회하여 유지하는 것보다는 새로운 건축물 혹은 시설물들의 기획, 계획 및 설계 단계 뿐 아니라 시공, 입주, 사용 등의 전체 과정에서 대학 당국의 의사결정에 직접적인 관리체계를 목적으로 한다. 지리정보시스템 내에 시설물 관리체계가 포함되지만, 이 둘은 여러 차이점을 가지고 있다. 지리정보체계가 기존 정보나 투사된 공간정보 등에 대한 연관관계를 중시하는 반면에, 시설물 관리체계는 위치적 정확성을 요하는 설비위치의 상세도면과 밀접하다.

시설물 관리 체계의 주 이용 목적은 업무의 효율화, 고도화, 시설의 최적화 그리고 나아가서는 이러한 정보들을 광범위한 용도로 활용하여 사용자들의 서비스 개선사업 등을 위해 사용될 수 있다. 그리고 이러한 시설물 관리체계에 관한 연구로는 김원주(1994)의 학교캠퍼스 시설물 관리체계, 이태식 외(1994)의 한국의 사회기반시설물 GIS 구축방안에 관한 연구가 있었고, 최지선(1994)은 GIS를 이용하여 통신시설의 시설물 관리에 관한 연구를 하였으며, 윤희전(1996)은 GIS에 의한 토지의 효율적 개발에 관한 연구에서 대학캠퍼스를 대상으로 GIS에 의한 시설물 관리에 관한 연구를 하였다. 이러한 다양한 연구와 더불어 특히 최근에 들어서 컴퓨터 시스템과 어플리케이션 소프트웨어가 급속히 증가됨에 따라 이전의 경우 시설물 관리를 위해서 예전의 대형 컴퓨터와 거대한 중앙 집중식 컴퓨터에 의존해온 것에 비해 오늘날은 대부분 사용자의 요구와 예산에 적합한 다양한 범위 내에서 강력한 시설물 관리 시스템의 구축이 가능해졌다.

연구범위 및 방법

본 시스템구축의 대상지는 대구광역시 북구 산격동에 위치한 경북대학교로서, 산격동 캠퍼스 전지역을 연구의 대상지로 하였으며, 개별 건축물관리의 경우는 산격동 캠퍼스 내에 위치한 건물로서 현재 공사진행중인 건물을 모두 포함하여 86개동 전체 건물 및 각종 지하매설물 그리고 야외 조형물 등을 포함한 학교에서 관리해야할 모든 인공물을 연구 대상으로 한다. 현재 공사가 진행중인 건물의 경우는 도면을 통해 완공한 건물로 간주하고 자료를 입력하였으며, 계획중인 도서관 신축 예정 건물은 본 연구 대상에서 제외하였으며, 캠퍼스 외에 위치한 건물, 예를 들어 동인동의 의과대 및 수련원 등은 본 연구에서 제외되었으나 캠퍼스 외부에 바로 인접해 위치한 기독교 학생회관은 본 연구에 포함하였다.

본 연구는 다음과 같은 과정으로 수행되었다.

1) 시설물 관리부서 업무 분석

시설물의 관리는 대부분 본부 시설과에서 이루어지는 만큼 본부 시설과 주요 업무분석, 지형자료 현황 및 자료관리 현황, 지하 매설물 자료 현황 및 자료관리 현황, 건축물관련 자료 및 도면 현황 등의 분석이 이루어 졌다. 또한 건축물의 경우 기존의 도면이 준공당시의 도면인 점을 감안하여 실제 현지 조사와 부서간의 협조를 통해 변경된 부분들을 재조정하는 작업이 이루어 졌다.

2) 지형자료 및 지하매설물 DB 구축을 위한 작업 기준 작성

먼저 방대한 양의 데이터를 입력, 관리하기 위한 DB구축 작업으로서, 입력 Layer의 설계, 지형 자료와 관련된 속성항목, 코드 분류 기준, 각 자료별 특성과 문제점 파악, 자료의 특성에 따른 Data Type 결정, 각 Layer에 포함될 Symbol의 설계, Symbol 처리 방식 결정, 기본 속성 데이터베이스의 항목 결정이 기초 단계로서 이루어졌다.

3) 시설물 관리 시스템 구축

지형자료 및 지하매설물 등의 입력 기준에 따라 구축된 데이터 베이스의 표준코드에 따라 도형정보 입력에 관한 지침을 마련하였으며, 이를 근거로 기본 지형자료를 구축하였다. 즉 지하매설물의 경우 하수도, 공동구, 전기, 전화, 랜, 방송, 냉난방, 도시가스 등 8개로 구분하여 코드를 구분하고 자료를 입력하였다. 건축물관리의 경우는 건축물내의 각종 설비자료의 데이터 베이스 구축을 위하여 각 건물에 코드를 부여하였으며, 이는 시설과가 이미 사용하고 있던 코드와 동일하게 사용하였고, 이를 기준으로 건축물 내의 각 설비를 전기, 급배수, 소방, 위생, 랜, 전화, 냉난방, 방송, 가스 등 9개로 구분하여 그 내부 사항 역시 각각에 코드를 부여하고 자료를 입력하였다. 또한 입력 자료에 대한 검수 내용은 입력 코드의 오류, 위치의

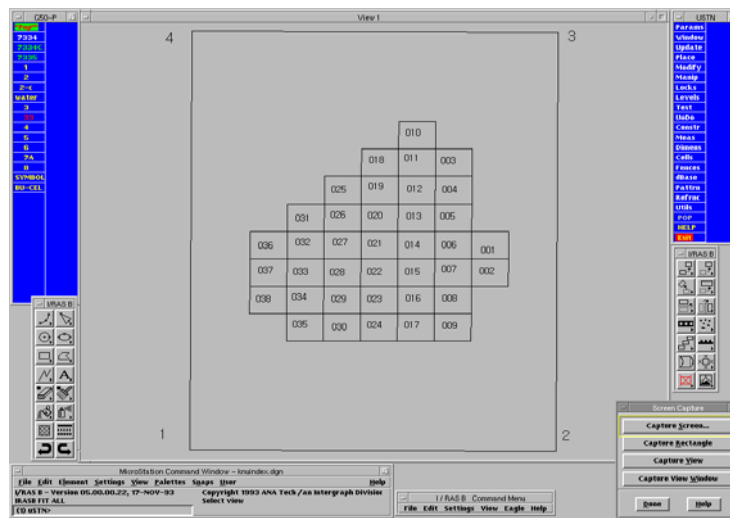


FIGURE 1. Index Map of Study Area

정확도, 데이터 형태에 따른 오차 등으로 정하고, 검수 방법으로는 육안에 의한 검사, 표본 추출검사 등이 행해졌다. 위의 사항을 바탕으로 도형 및 속성 자료를 통합하고 자료 통합 운영시의 문제점 도출 및 해결책 제시, 데이터 베이스 운영방법 제시 그리고 통합적 운영 시스템의 개발이 이루어졌다.

사례분석

1. 자료 구축

지형자료 구축을 위하여 먼저 스캐닝한 데이터로서는 그림 1 및 그림 2와 같이 경북대학교에서 구축한 1/600 측량원도(38도엽)와 국립지리원의 1/5,000 지형도가 사용되어 졌다. TM(횡단메르카포트 도법, 직각좌표계)를 이용하여 도곽을 생성하였는데, 먼저 1/5,000 지형도 상에서 경, 위도 좌표를 취득하여 도곽생성 및 위치보정(Warping) 후 1/3,000 도곽일람도를 스캐닝하여 이 래스터자료를 1/5,000 지형도 상에 Overlay한 후 1/3,000 도곽일람도 상에서 1/600 측량도의 도곽을 획득하고 TM 좌표계를 획득하였다(표 1 참조). 그리고 좌표

보정의 경우는 위에서 얻어진 도곽에 1/600 측량도를 이용하여 Warping을 통해 38도엽 전체의 좌표보정을 실시하였다.

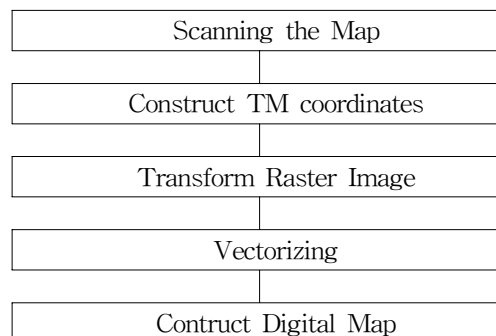


FIGURE 2. Flowchart for Digital Data

TABLE 1. Converting Latitude/Longitude to TM

TIC	Longitude	Latitude	TM(X)	TM(Y)
1	128°26'00"	35°52'30"	163620.938	264275.044
2	128°27'30"	35°52'30"	165878.329	264266.030
3	128°27'30"	35°54'00"	165889.052	267039.672
4	128°26'00"	35°54'00"	163632.371	267048.694

벡터화작업(vectorizing)을 위한 자료로서는 등고자료, 도로자료, 건물, 주차장, 운동장, 연못, 화단, 주요 가로수 및 기타 인공물 등 지형자료와 지하매설물, 건축물 내부의 각종 설비 도면을 이용하였다. 스캐닝된 도면과 현장 조사에 의해 획득된 자료들은 Microstation, IrasB를 이용해서 입력되었으며, 건축물의 설계도면의 경우는 연구대상 건축물 전체의 각 층 평면도, 입면도, 주요 단면도 등 주요 도면들은 AutoCAD를 이용하여 벡터화 작업을 실시하였고, 이러한 주요 도면들은 벡터화 뿐만 아니라 기존 자료의 훼손 및 분실을 고려하여 각각 래스터 형태의 이미지로 저장하여 관리할 수 있도록 하였다.

본 시스템은 세부적으로 지형정보 관리시스템, 지하매설물 관리시스템, 건축물설비 관리시스템으로 구성되어 있다. 이러한 시스템은 각기 다양한 메뉴를 가지며 사용자들로 하여금 그 메뉴를 따라가서 작업을 할 수 있도록 설계되어 있다. 또한 앞으로 추가적인 프로그램 개발과 자료의 업데이트에 신속하게 대처할 수 있도록 융통성 있는 시스템설계가 고려되었다. 이러한 시설물 관리시스템을 구축할 경우 정보관리체계를 강화하고 그 활용을 극대화하는 등 종래의 업무를 크게 개선할 수 있으리라 본다. 본 연구의 시스템은 위의 3가지 시스템을 모두 구축하고 이 시스템을 통합, 관리할 수 있는 체계를 갖추고 있다.

2. 시스템의 구조 및 내용

(1) 일반현황

대학의 시설물들은 교육연구시설, 지원시설, 후생편익시설 등으로 나누어 질 수 있다. 본 시스템에서는 이러한 학교시설물들의 일반현황, 즉 좀더 세분화하여 단과대학, 대학원, 연구기관, 부속기관으로 나누어 메뉴를 설계하였다. 그러나 이러한 일반 현황들은 학교내의 각 기관에서 자체적으로 관리되어지는데, 주기적인 업데이트가 힘들고 각 기관에서 웹사이트

를 통해 제공되기 때문에 굳이 본 시스템에서 데이터를 구축할 것이 아니라 시스템 내의 인터넷 브라우저를 통해 직접 일반 현황을 소개할 수 있도록 설계되어졌다.

(2) 지형자료

지형자료의 경우 입력된 속성 항목으로는 먼저 지형과 도로로 나누어지고 세부적으로 먼저 등고자료의 경우 주곡선 계곡선으로 나누어 고도값을 입력하였고, 도로의 경우 도로명, 관리번호, 도로구분, 포장상태, 도로폭, 좌인도폭, 우인도폭, 중앙분리대유무 그리고 건물의 경우는 건물명칭, 관리번호, 구조, 층수, 건축면적, 연면적, 건축연도, 관리부서, 사용부서, 용도, 시공회사, 설계자, 감독자, 준공검사자를 입력하였고, 조경의 경우는 조경명칭, 면적, 건립연도, 특징, 관리번호로 코드를 나누었다.

(3) 지하매설물

지하매설물은 크게 상수도, 하수도, 공동구, 전기, 전화, Lan, 방송, 도시가스, 냉난방시설로 구분되었고, 각 시설마다 각각의 도면에 재질, 관경, 수압, 규격, 용량, 관리부서, 준공일자, 시공회사 등의 정보를 입력하였다.

(4) 건축물 관련자료

건축물 관련자료에는 먼저 건축도면, 설비도면으로 크게 나누어지는데 건축도면의 경우 입면도, 각층 평면도, 주단면도의 경우는 CAD도면화 하여 관리하도록 하였고 그외 배치도, 세부 상세도 등의 도면은 스캐닝한 래스터 파일로 관리할 수 있도록 하였다. 건축물내부의 설비는 전기, 급배수, 소방, 위생, LAN, 전화, 냉난방, 방송, 가스의 9종류로 분류하고 이들을 다시 세분하였다. 예를들어 위의 9개 항목중 전기의 경우는 전등선, 전열선, 등기구종류, 콘센트, 스위치, 변압기, 분전반, 개폐기 등으로 구분하고 각각 관리번호, 조명규격, 전압, 규격, 방식, 용도, 조명부착방식, 종류, 전선종류, 전선굵기, 변압기용량, 제작번호, 준공일자, 시공회사의 자료를 입력하였다.

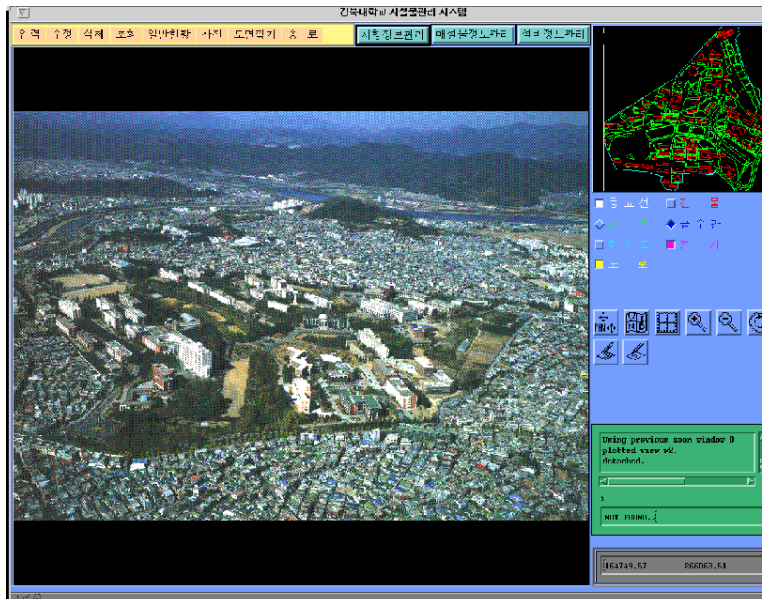


FIGURE 3. Main Menu

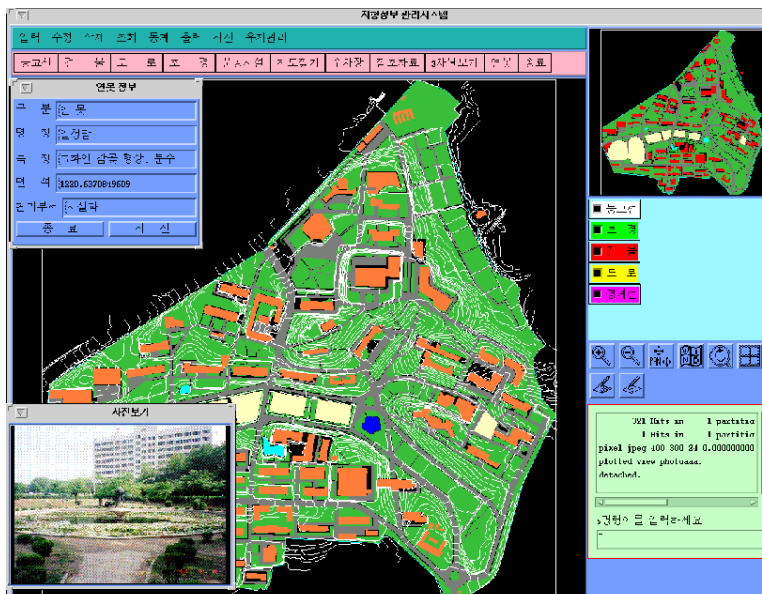


FIGURE 3. Building Information

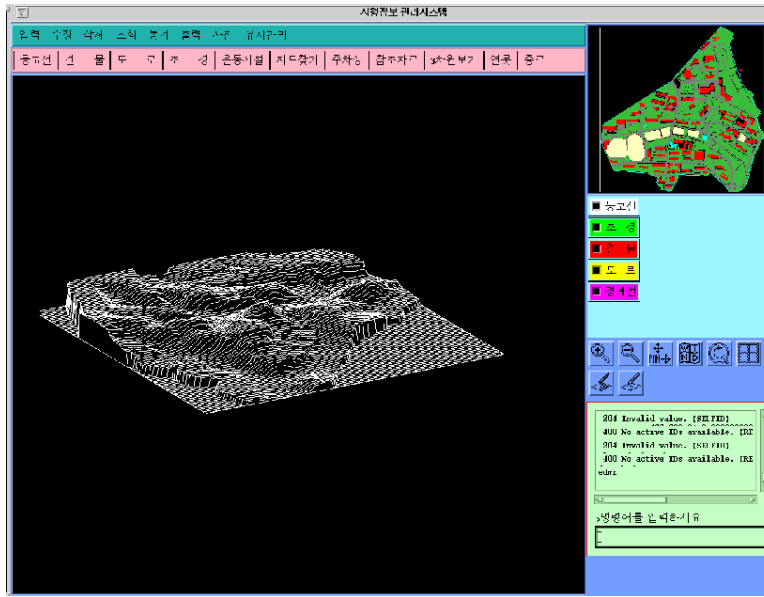


FIGURE 4. 3 Dimensional View of the Study Area

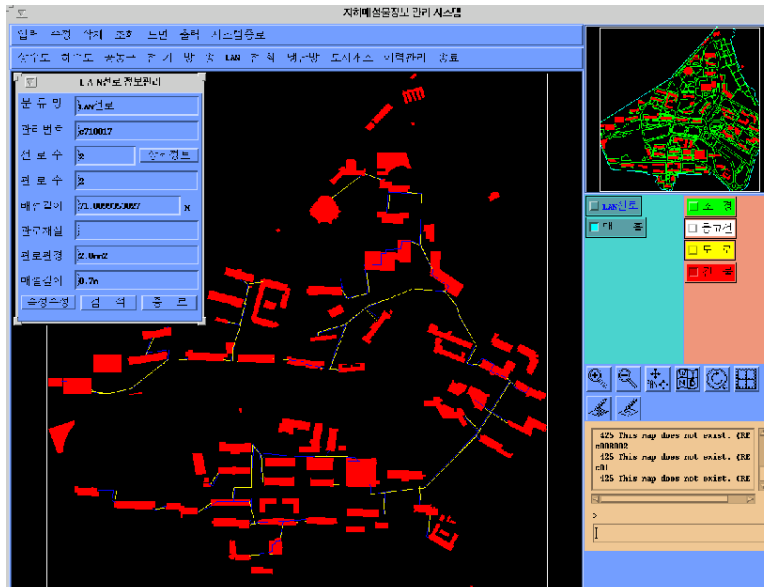


FIGURE 5. Lan Line

3. 시스템의 개발 결과 및 응용

(1) 메인 메뉴

본 시설물 관리 시스템의 개발은 Genamap software의 Genius를 사용하여 개발되었다. 시설물관리 시스템의 메인메뉴는 앞에서 말한 것과 같이 3개의 항목 즉 지형자료관리, 지하매설물관리, 건물내부 설비관리로 구성되어 있다. 먼저 전체 메인 메뉴에서 지형정보관리시스템을 선택한 후 각각의 속성자료를 검색할 수 있다. 예를 들어 그림 3에서 보는 것과 같이, 풀다운 메뉴뿐 아니라 오른쪽 메뉴에는 사용자들이 쉽게 도면에 접근할 수 있도록, 확대, 축소, 이동, 크기복구, 지우기, 새로 그리기 등의 메뉴를 가지고 있고, 하단부에는 명령어를 직접 입력할 수 있는 커멘드바를 설계하였다.

(2) 지형정보 관리시스템

지형정보 관리시스템은 크게 등고조회, 건축물조회, 도로조회, 조경조회, 3차원 지형정보 등의 메뉴로 구성되어 있다. 그림 4와 같이 건축물 조회의 경우는 선택된 조경 및 건축물의 속성 정보 뿐 아니라 스캐닝된 경관 사진을 함께 출력해 주게 되며 그림 5는 3차원 지형은 학교 전체의 지형정보를 3차원으로 보여준 것이다.

(3) 지하매설물 관리시스템

지하매설물 관리시스템은 상수도, 하수도, 공동구, 전기, 방송, LAN, 전화, 냉난방, 도시가스 그리고 이들의 이력관리 등의 메뉴로 구성되어 있다. 특히 문제가 발생한 관로를 지도상에서 선택을 하게되면 관로의 분류명, 관리번호, 선로수, 관로수, 배선길이, 매설깊이 및 준공일자 등의 정보 뿐 아니라 관로의 경유지를 보여줌으로써 이 관로가 영향을 미치는 건물을 파악할 수 있어 신속한 상황대처를 할 수 있도록 할 수 있다. 그림 6은 지하매설물중 랜선로의 정보관리 조회결과이다.

(4) 건축물 관리시스템

건축물 관리시스템은 크게 시설물내의 실

별정보 및 기타 설비정보 관리와 라스트 이미지 형내의 기존 건축물의 도면관리로 나누어질 수 있다. 먼저 선택되어진 건물의 실별정보에서는 호실, 수용인원, 사용학과, 용도, 책임자, 전화번호 등의 일반현황들을 조회, 수정 및 입력이 가능하다 그리고 설비정보의 경우는 전기, 급배수, 소방, 위생, 전화, Lan, 냉난방, 방송, 가스 설비들이 각각의 레이어로 나뉘어 입력되었는데, 모든 data들에 대한 고유번호를 부여하여 각각의 속성을 입력하였다. 예를 들어 전기설비중에는 형광등, 백열등, 전열선, 전등선, 스위치, 콘센트, 분전반 등등의 수많은 레이어가 있고, 그림 7의 경우는 선택된 건물의 특정 실의 형광등 정보를 조회한 것인데, 선택된 형광등의 고유 번호와 위치, 종류, 설치일자, 설치회사 등의 상세한 정보를 보여주고 있다. 또한 그림 8의 경우와 같이 기존의 설계도면들은 각각 중요도에 따라 도면의 훼손 및 분실을 방지하기 위하여 래스터 이미지로 저장하여 관리하도록 하였다.

결 론

본 연구의 목적은 GIS를 이용하여 대학 시설물 관리 시스템을 개발하는데 있다. 위에서 알아본 바와 같이 대학교 시설물 관리 시스템은 각종 건축시설물과 지하 매설물 뿐 아니라 조형물 등에 관련된 도면, 사진, 속성 데이터를 저장, 분석 관리 할 수 있도록 개발된 프로그램이다. 방대한 교내 자료들을 하나의 통합된 관리 시스템을 이용하여 관리, 분석함으로써 효율적인 학교행정을 지원하는 프로그램으로 교내의 각종 시설물 관리는 물론이고, 앞으로의 예산편성, 집행과 같은 학교 행정에 관한 제반 사항 등의 효율적인 업무추진에 도움이 될 수 있도록 만드는데 중점을 두었다. 지금까지의 전산화업무가 단순히 속성정보에 의존한 단순한 데이터베이스 구축의 극히 제한적인 업무를 담당해왔지만 GIS를 이용한 시설물관

리시스템은 실세계의 화상데이터와 속성정보를 종합적으로 관리하게 함으로써 좀 더 현실적인 관리가 이루어 질 수 있을 것이다. 또한 이러한 시스템은 전산전문지식이 없는 일반 담당자들이 쉽게 관리 및 적용할 수 있도록 GUI(graphic user interface)환경을 제공하므로 입력 및 수정시 특별한 어려움 없이 누구나 쉽고 편리하게 사용할 수 있다는 장점을 가진다. 끝으로 시설물 관리 시스템 개발의 문제점을 알아보면 다음과 같다. 첫째, 시설물 관리의 전문적인 지식 습득, 둘째, 시설물 관리의 한계 선정의 문제점, 셋째, 정확한 정보 획득의 문제점, 넷째, 시설물 관리 담당자들의 특별한 문제에 관한 대처방안에 대한 숙지의 문제점 등이 있을 수 있다. 특히 세 번째의 경우는 학교내의 각 부서별로 MIS가 구축되는 과정에 있으므로 모든 자료를 정확하게 통합하고 시스템에 반영하는 과정이 가장 큰 어려움이였다. 예를 들어 대부분의 시설물이 주기적으로 변형되고 대처되는 반면 준공당시의 도면으로 GIS작업이 진행될 경우 현재 사실과 다르게 나타날 수 있다는 것이다. 특히 가변성이 많은 건축물 내부의 실비시설을 다루는 시설물 관리시스템의 경우는 그 변화에 신속하게 대처할 수 있도록 설계되어야 하며 이러한 시설물 관리시스템은 개발 뿐 아니라 유지 보수에 더 큰 힘이 든다는 사실을 명심해야 할 것이다. 하지만 위와 같은 문제점에도 불구하고 GIS를 이용한 시설물 관리 시스템의 개발은 기존의 MIS측면만을 고려한 텍스트 데이터베이스의 시설물 관리의 한계를 극복 할 수 있는 방안이므로 좀더 세심한 방법론의 접근이 있으면 더욱 더 효율적인 시설물 관리체계가 이루어지리라 생각한다. **KAGIS**

참 고 문 헌

- 권진숙. 1991. 지리정보시스템을 활용한 관광 지 분석에 관한 연구. 한양대학교 환경대학원 석사학위논문. 21-24쪽.
- 김원주. 1994. 서울대학교 관악캠퍼스 시설물 관리체계 개발-GIS를 이용하여-. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문. 7-8쪽.
- 윤희천. 1996. GIS에 의한 토지의 효율적 개발에 관한 연구. 충남대학교 대학원 박사학위논문. 105-118쪽.
- 이태식, 이교선, 조영준. 1994. 한국의 사회기반시설물 GIS구축방안. 한국GIS학회지 2(1):27-38.
- 최지선. 1994. 지리정보시스템을 이용한 통신선로시설관리. 한국GIS학회지 2(1):53-63.
- Aronoff, S. 1989. Geographic Information System : A Management Perspective. WDL Publications. pp31-46.
- Genasys. 1995a. GenaCell, GenaVive, Images Registraion.
- Genasys. 1995b. GenaCivil Reference Manual Commands.
- Genasys. 1995c. GenaCivil Reference Manual, TINS, ROAD DESIGN, Hydrology.
- Genasys. 1995d. GENAMP REFERENCE MANUAL Part 1 A-N.
- Genasys. 1995e. GENAMP REFERENCE MANUAL Part 2 O-Z.
- Genasys. 1995f. GenaRave 1.6 User Manual, X-fer 1.0 Reference Manual.
- Genasys. 1995g. GenaRef, GenaCarto, Genius, System Admin..
- Teicholz, E. 1992. Computer Aided Facility Management. pp.1-3, pp.51-55. **KAGIS**
- 과학기술처. 1993. 지리정보시스템 활용기법. 108쪽.