

**공간정보를 활용한 전산망 관리 시스템**  
**The Spatial Information Aided**  
**Computer Network Administration System**

성 기 석, 권 구 범  
강릉대학교 산업공학과

Kisoek, Sung and Guboem, Kwon

Department of Industrial Engineering , Kangnung National University

Abstract

본 연구에서는 공간정보를 활용한 전산망 관리시스템을 개발하고자 한다. 이 시스템은 Spatial Data Manager, Network Manager, 3D Viewer 세 부분으로 구성되었다. Spatial Data Manger는 공간상의 Network 장비 및 각종 시설물의 위치와 속성정보를 보여준다. 속성정보 중에서 IP(Internet Protocol)정보는 Network Manager와 연결된다. Network Manager는 ICMP(Internet Control Message Protocol)를 사용하여 네트워크 상태를 파악한다. 3D Viewer는 사용자가 원하는 위치 및 방향에서 시설물을 볼 수 있도록 한다. Spatial Data Manager의 좌표는 3D Viewer의 Camera 좌표와 연동하여 사용자가 원하는 지역을 동시에 2차원과 3차원형태로 볼 수가 있다.

기존 전산망 관리시스템이 단지 수치적으로 네트워크의 상태에 관한 정보를 보여주던 것에 비하여, 개발된 시스템은 공간 위치를 같이 보여줌으로써 누전, 누수 등과 같이 다른 시설물이 전산망에 미칠 수 있는 영향과 전산망 케이블의 종류에 따라 다른 길이의 제약에 따른 영향 등을 분석할 수가 있다. 또한 다른 시설물의 도면 및 시설물에 관련된 기타 정보를 빠르게 검색할 수 있으므로 전산망관리 뿐만 아니라 통합적인 관리를 할 수 있다. 이를 통해 전산망 관리비용을 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서 론

정보의 효율적인 수집과 활용이 중요시되면서 IT(Information Technology)산업이 발달하고 있다. 현재 SI(System Integration)업계에서는 기업의 정보와 전산자원을 충분히 활용하기 위해서 그룹웨어를 이용하고 있다. 그룹웨어란 전산망을 통해 그룹간의 자료를 공유할 수 있도록 하는 정보활용 시스템이다. 전산망은 그룹 뿐 만 아니라 사람들간의 정보의 벽을 넘어 설 수 있게 하고, 지역적인 격차를 없애면서 우리 사회에 큰 영향을 미치고 있다. [표 1],[표 2]를 보면 1997년 8월과 1998년 8월의 국내 ISP(Internet Service Providers) 전산망 사용자가 약 2.4 배 급증한 것을 알 수가 있다. 사용자가 급증하면서 전산망 시설 또한 늘어나고 있다. 전산망은 다른 시설물과는 달리 관리상에 어려운 문제점들이 발생하므로, 전문 전산망 관리자가 절실한데 비해 아직 전문관리자 육성과정 조차 부족한 실정이다. 대학간 교육 전산망이 설치된 이후 장애가 빈번히 발생한 원인은 관리자의 관리능력의 부족과, 전산망 관리 시스템의 관리 능력의 한계 등을 들 수 있다.

본 연구에서는 공간정보를 활용하여 기존 전산망 관리시스템의 효율성을 개선하려고 한다. 이를 통해 관리자에게는 전산망관리를 원활하게 하고, 최고 경영자에게는 의사결정을 지원할 수 있는 시스템을 구현하려한다.

| Netname   | 제공기관명        | 전용선   | PPP/Shell              | 웹호스팅  |
|-----------|--------------|-------|------------------------|-------|
| KORnet    | 한국통신         | 1,470 | 25,010<br>(co-lan:220) | 16    |
| BORANET   | 데이콤          | 905   | 56,753                 | 85    |
| Inet      | (주)아이네트      | 981   | 63,355                 | 104   |
| NowNet    | (주)나우콤       | 250   | 14,000                 | 55    |
| SHINBIRO  | 현대정보기술(주)    | 390   | 14,000                 | 120   |
| INTERPIA  | 두산정보통신       | 110   | 5,678                  | 15    |
| UNITEL    | 삼성에스디에스주식회사  | 21    | 8,100                  | 20    |
| IVYNet    | 한솔텔레콤        | 260   | x                      | 7     |
| KOLNET    | 한국 PC통신      | 33    | 11,300                 | 21    |
| ELIMnet   | 제이씨현시스템(주)   | 92    | 7,500                  | 49    |
| NEXTEL    | (주)넥스텔       | 50    | 2,500                  | x     |
| Ktnet     | (주)한국무역정보통신  | 45    | 1,275                  | 42    |
| KOTIS-NET | 한국무역협회       | 34    | 2,859                  | 1,325 |
| KREN      | 서울대중앙교육연구전산원 | 250   | x                      | x     |
| KREONet   | 시스템공학연구소     | 205   | 205                    | x     |
| KOSINET   | 한국전산원        | 91    | x                      | x     |
| 합계        |              | 5,187 | 212,535                | 1,859 |

[표 1] 1997. 8 국내 ISP별 인터넷 가입현황  
\*출처: 한국전산원, <http://www.krnic.net>

본 연구는 K대학교의 전산망 관리시스템을 실 예로 하여 개발하였다. 도면 작업은 1:1200의 기존 지형도와 각 건물물의 지도를 AutoCAD로 입력하여 DXF형태로 Vectorizing 하였다. 이를 ARC/INFO로 변환한 후 각 주제별로 분류하고 [표 3]과 같은 속성정보를 입력하였다.

## 2. 연구 배경

공간정보 (SI:Spatial Information)는 지표 공간과 관련된 모든 정보를 과학적인 접근 방법으로 연구하는 학문이다. 공간분석에 대한 연구는 다양한 특성을 지닌 부지들을 대상으로 하며, 토지이용, 적합성 분석, 최적 입지선정 등을 중심으로 활발히 진행되고 있다. 1960년대 이후 GIS에 대한 연구들이 우리 나라를 비롯한 세계각국에서 다각적인 방법으로 시도되었으며 1980년대 이후 점차 확대 이용되고 있다.

씨애틀의 워싱턴 주립대학에서는 도시계획과 수송문제의 재정비에 관한 연구가 시

| 구분          | 기관명       | 서비스명              | 전용선<br>가입<br>기관 | ppp/shell<br>가입자         | 웹호<br>스팅 |
|-------------|-----------|-------------------|-----------------|--------------------------|----------|
| 비<br>상<br>용 | 한국전산원     | KOSINET           | 102             | -                        | -        |
|             | 서울대       | KREN              | 1,255           | -                        | -        |
|             | 시스템공학연구소  | KREONET           | 231             | -                        | -        |
|             | 초고속국가망인터넷 | PUBNET            | 1,154           | -                        | -        |
| 상<br>용      | 에유넷코리아    | AUNET             | 64              | -                        | 3        |
|             | 데이콤       | BORANET           | 1,832           | 112,932                  | 337      |
|             | LG인터넷     | CHANNEL-I         | 28              | -                        | 11       |
|             | 제이씨현시스템   | ELIMNet           | 83              | 8,360                    | 46       |
|             | 부일이동통신    | EYES              | 98              | 2,895                    | 26       |
|             | 하나로통신     | HANAROTel<br>ecom | -               | -                        | -        |
|             | 한솔텔레콤     | HANQ              | 395             | -                        | 25       |
|             | 아이네트      | INET              | 1,590           | 220,000                  | 403      |
|             | 한국PC통신    | KOLNET            | 55              | 25,000                   | 29       |
|             | 한국통신      | KORNET            | 2,200           | 58,000<br>(co-lan:2,400) | 90       |
|             | 한국무역협회    | KOTIS-NET         | 56              | 3,450                    | 2,078    |
|             | 한국무역정보통신  | KTNET             | 45              | 2,000                    | 42       |
|             | SK텔레콤     | NETSGO            | 77              | -                        | 12       |
|             | 안텍스산업     | NETVALLY          | 94              | 200                      | 9        |
|             | 나우콤       | NOWCOM            | 380             | 27,274                   | 60       |
|             | 현대정보기술    | SHINBIRO          | 557             | 33,000                   | 189      |
|             | 두루넷       | THRUNET           | -               | -                        | -        |
| 삼성SDS       | UNITEL    | 28                | 25,000          | 44                       |          |
| 넥스텔         | URIEL     | 50                | 3,200           | -                        |          |
| 합계          |           |                   | 10,322          | 521,311                  | 3,404    |

[표 2] 1998. 8 국내 ISP별 인터넷 가입현황  
\*출처: 한국전산원, <http://www.krnic.net>

행되는 등 본격적으로 응용되었다. 또한 상업적인 공간정보개발이 시작되어 캘리포니아 환경시스템 연구소에서는 영상처리와 원격탐사분야에도 응용을 시도하였다.

우리 나라의 공간정보연구는 1980년 말 서울특별시, 광주광역시 등에서 시험적으로 도입하였으며 1995년 국립지리원에서는 새로운 Mapping System에 관심을 가지고 국가적 사업으로 개발하고 있다. 우리 나라에서의 공간정보를 이용한 초기의 연구는 주로 적지 분석에 사용되었으나 최근 들어 분석기법이 다양해짐에 따라 다양한 공간분석 연구들이 이루어지고 있다. [5,6]

전산망 장비들이 증가하면서 그에 관련된 전산망 관리시스템(NMS: Network Management System)들이 많이 나오고 있

| 주제      | 건 물     | 도 로  | 상수도  | 하수도  | 전 력  | Network | 통 신  | 등고선 | 공동구           | 주차장     | 화 단     | 나 무   | 안내판   |
|---------|---------|------|------|------|------|---------|------|-----|---------------|---------|---------|-------|-------|
| Feature | Polygon | Arc  | Arc  | Arc  | Arc  | Arc     | Arc  | Arc | Point         | Polygon | Polygon | point | Point |
| Item    | 건물번호    | 도로번호 | 번호   | 번호   | 번호   | 번호      | 번호   | 높이  | 번호            | 번호      | 번호      | 번호    | 번호    |
|         | 건물명     | 도로명  | 공사회사 | 공사회사 | 공사회사 | 공사회사    | 공사회사 |     | 공사회사          | 공사회사    | 공사회사    | 조정회사  | 방향    |
|         | 건축회사    | 포장회사 | 착공일  | 착공일  | 착공일  | 착공일     | 착공일  |     | 착공일           | 착공일     | 착공일     | 상태    | 상태    |
|         | 착공일     | 착공일  | 완공일  | 완공일  | 완공일  | 완공일     | 완공일  |     | 완공일           | 완공일     | 완공일     |       | 기타    |
|         | 완공일     | 완공일  | 공사액  | 공사액  | 공사액  | 공사액     | 공사액  |     | 공사액           | 공사액     | 공사액     |       |       |
|         | 공사액     | 공사액  | 길이   | 길이   | 길이   | 길이      | 길이   |     | 평수            | 평수      | 평수      |       |       |
|         | 평수      | 평수   | 종류   | 종류   | 종류   | 종류      | 종류   |     | 크기<br>(XxYxZ) | 주차량수    | 상태      |       |       |
|         | 층수      | 길이   | 직경   | 직경   | 상태   | 상태      | 상태   |     | 상태            | 상태      | 기타      |       |       |
|         | 교실수     | 상태   | 상태   | 상태   | 기타   | 기타      | 기타   |     | 기타            | 기타      |         |       |       |
|         | 상태      | 기타   | 기타   | 기타   |      |         |      |     |               |         |         |       |       |
| 기타      |         |      |      |      |      |         |      |     |               |         |         |       |       |

[ 표 3 ] 주제별 형상 표현 및 속성자료

다. 이런 NMS들은 대부분 SNMP(Simple Network Management Protocol)나 ICMP(Internet Control Message Protocol)를 사용하여, Network Traffic상태를 Graphic 이나 수치로 보여주고, Router, Switch HUB, GateWay 등의 장비들에 대해서 모니터링 할 수 있다.

간단하게 NMS기능에 대해서 살펴보면 다음과 같다.

- . 자동 복구
- . 사용자, 에러 등 데이터 수집 및 실시간 감시
- . LAN/WAN 환경하에서 시스템 및 망 관리
- . 수집 데이터의 분류 및 필터링
- . 상태변환에 따른 알람기능
- . 장비에 대한 정보 검색기능
- . 하드웨어 인터페이스 관리들의 통합 및 연계 기능

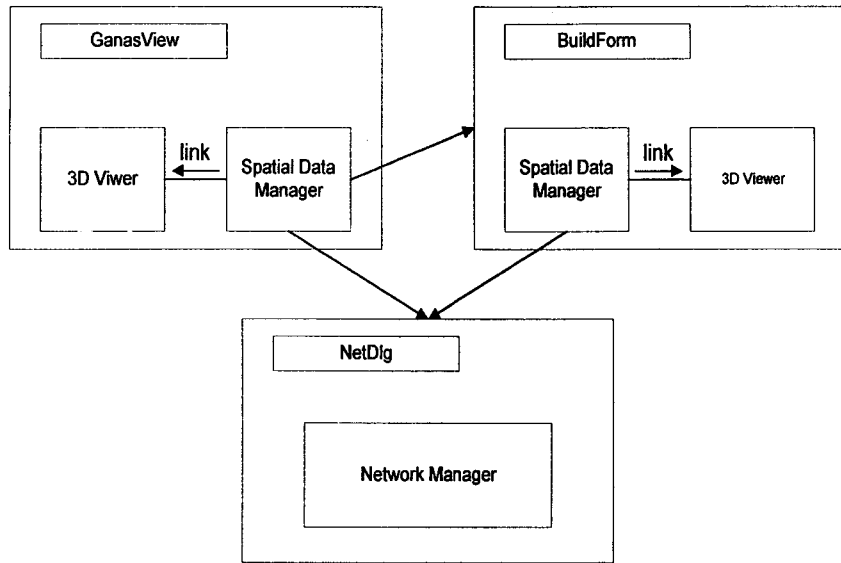
### 3. 시스템 구성

본 시스템을 구성하는 주요 요소는 공간정보 관리부분과 망 관리 부분이다. 공간정보 관리 부분은 공간상의 위치 및 정보를 보여주고, 망 관리부분은 Network의 상태를 수치적으로 파악하여 정보를 보여준다. 전반적인 시스템의 구성에 있어 그 기능과 연관 관계를 보면

다음과 같다. 여기에서 표현된 Diagram은 David [17]의 Object-Oriented Systems Analysis기법을 사용하였다.

시스템은 크게 GanasView, BuildForm, NetDlg 3가지의 Form으로 구성되어 있다. 각각의 Form내에는 Spatial Data Manager, 3D Viewer, Network Manager의 Object간의 상호 Interface를 통해서 구동하게 된다. Spatial Data Manager와 3D Viewer는 공간정보를 보여 준다. Network Manager는 Network상태를 파악하여 정보를 제공하게 된다. GanasView는 전체 Layer를 중심으로 하여 보여준다. 전체 영역의 지형도를 중심으로 하여 건물 Layout이나 도로, 각종 시설물 등의 배치를 보여주게 된다. 또한 각 주제별로 Overlay하여 시설물의 공간 분석을 할 수 있다. GanasView에서 선택된 개체 중에 건물은 BuildForm을 실행하여 보다 자세한 정보를 보여준다. NetDlg는 GanasView와 BuildForm의 Spatial Data Manager에서 선택한 개체가 IP를 가지는 Network 장비라면 실행하게 된다. NetDlg 내부에서는 Network Manager를 실행하여 Network 상태를 점검하게 된다. [그림 1]은 Form과 Objects의 상호 인터페이스를 볼 수가 있다.

본 시스템은 전산망을 점검하기 위해서



[그림 1] 전체 시스템의 구성

Hierarchical 구조형태를 가진다. 각 건물에 들어있는 주요 Switching 장비 및 Hub 장비들의 상태를 점검하여 GanasView에서 관리실에서 각 건물까지의 네트워크 상태를 파악하고 보다 건물내의 장비를 점검하기 위해서 BuildForm을 통해 세밀한 점검을 하게된다. 관리자의 관리도구로써 거리측정, 면적측정, 도면 확대, 축소, 이동, 전체확대, 인쇄의 기능을 가지고 있다.

### 3.2 Spatial Information

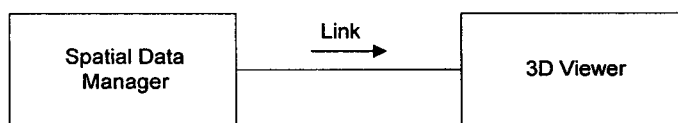
공간정보는 Spatial Data Manager와 3D Viewer로 구성되어 있다. Spatial Data Manager는 2차원 공간 정보를 보여주며 여러 가지의 정보를 관리자가 이해하기 쉽게 분류 가공하여 보여준다. 3D Viewer는 건물의 배치와 모양 등에 관한 정보를 3차원으로 보여줌으로써 복잡한 시설물의 배치 상황을 관리자가 쉽게 알아 볼 수 있도록 한다.

#### 1) Spatial Data Manager

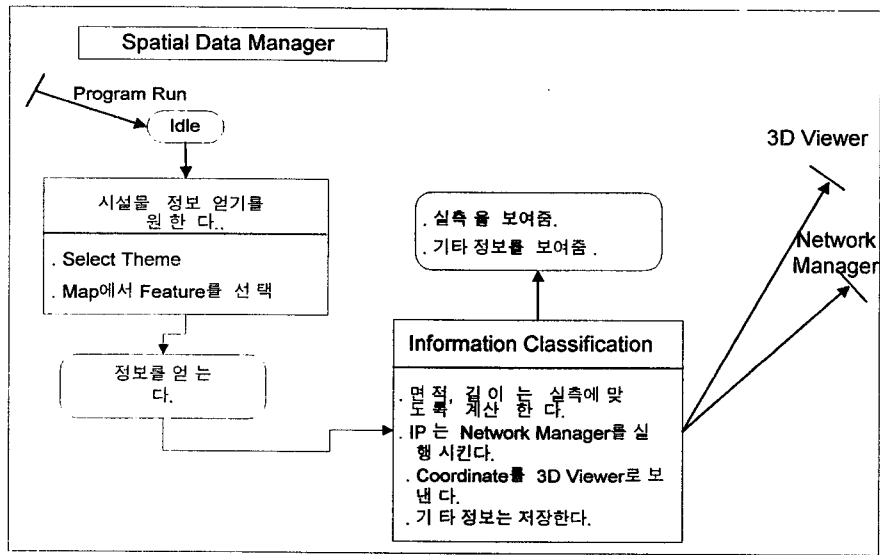
Spatial Data Manager는 공간상에서 개체들의 위치와 속성정보를 보여준다. 즉, 관리자가 필요로 하는 특정한 주제도에서 특정한 개체를 선택하면 개체의 길이와 같은 속성정보를 실측에 맞도록 Scale을 계산하여 사용자에게 보여준다. 좌표정보는 위치를 파악하는데 가장 중요하다. Spatial Data Manager는 2차원적인 형태로 X, Y의 좌표를 보여주고 있다. X, Y의 좌표를 3D Viewer로 전달함으로써 한 지점을 두 차원으로 동시에 볼 수가 있다. 속성정보 중에서 IP는 전산망에 연결된 각종 자원(Resource)들에 1대 1로 유일하게 배정되므로 전산망에서 각각의 개체들을 인식하는 고유의 식별자로서 사용된다. 이러한 IP 속성정보는 Network Manager로 보내져서 지점과 지점사이의 Network 상태를 파악할 수 있도록 한다.

#### 2) 3D Viewer

3D Viewer는 사용자가 직접 보지 못하는



[그림 2] 공간정보의 Object Class



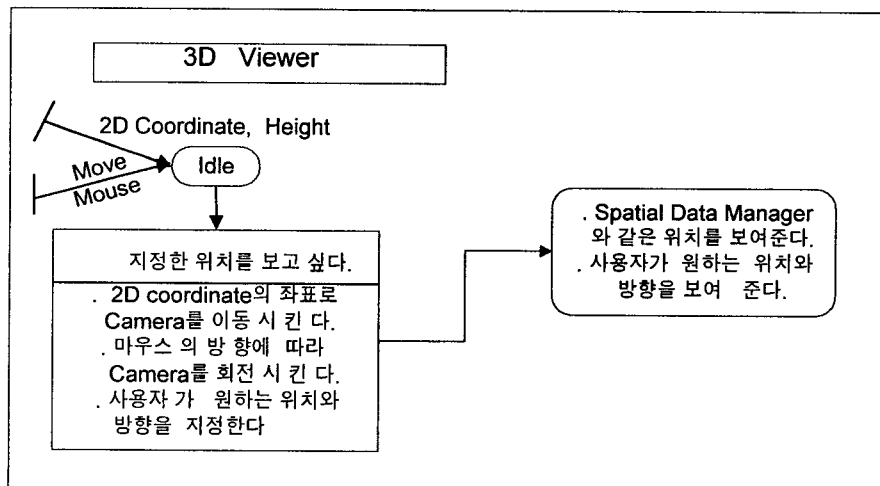
[그림 3] Spatial Data Manager Object State

부분을 Camera라는 가상적인 매체를 통해서 3차원의 입체적인 도면을 보여 준다.

Camera의 좌표는 공간상에서 Camera의 위치를 나타낸다. 이 좌표는 주어진 임의의 공간 좌표를 Camera의 기준 위치로 하고, 그 점을 원점으로 하는 Camera 좌표계에 표시된다. [그림 5]의 (a)는 이러한 Camera 좌표계를 나타낸다. Camera의 기준위치가 바뀌면 같은 좌표일지라도 동일한 물체의 보이는 부분과 거리가 달라진다. [그림 5]의 (b)는 Camera 시야의 방향을 좌표로 나타낸다. Camera가 보는 방향이 바뀌면 Camera의 시야에 오는 물체의 영역이 바뀌게 된다. 따라서 3D Viewer의

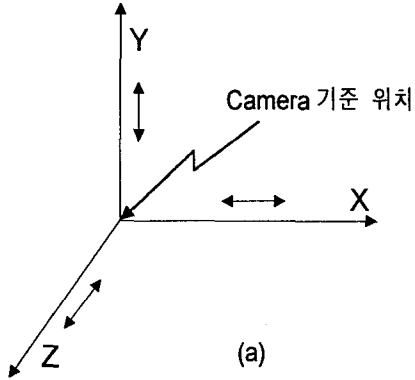
Camera (X, Z, Y)좌표를 설정하기 위해서는 Spatial Data Manager의 2차원 좌표(X, Y)값을 전달받아 Camera의 (X, Z)좌표를 설정하고, Y좌표는 사용자가 직접 설정한다. Camera를 회전시키기 위해서는 Spatial Data Manager로부터 현 좌표(X1, Y1) 외에 회전 방향좌표(X2, Y2)를 입력받아 회전각을 계산한다.

$$\text{회전각} = \arctan\left(\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}\right)$$

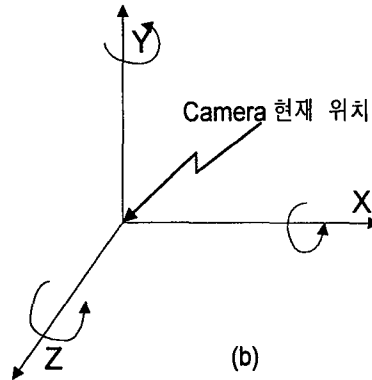


[그림 4] 3D Viewer Object State

Camera Coordinate System



Camera Orientation Coordinate System

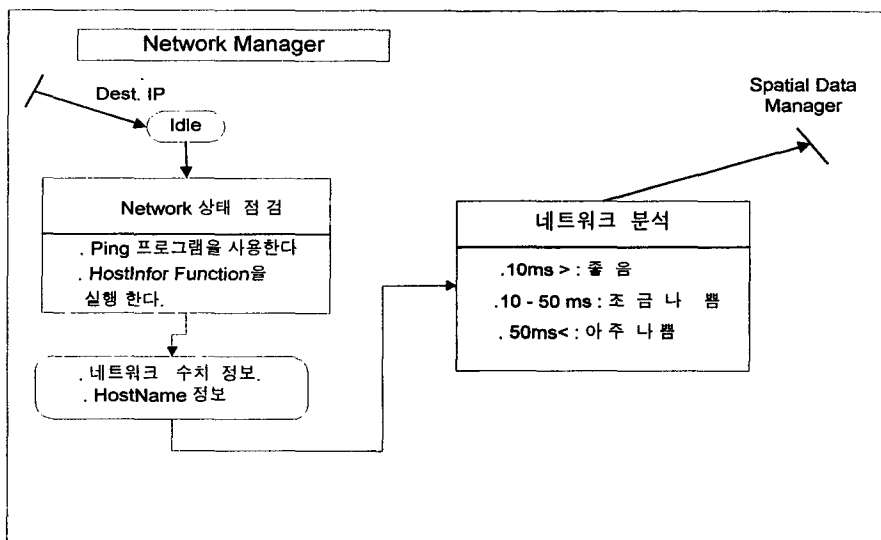


[그림 5] 3차원 Camera 좌표계

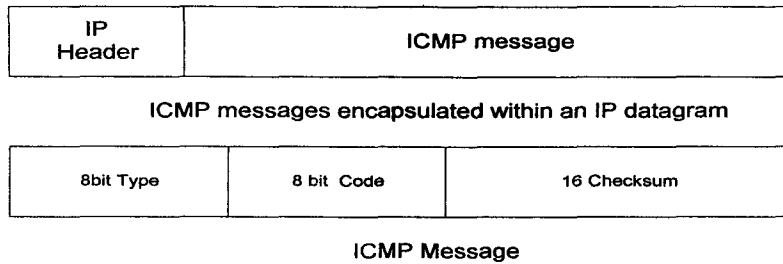
3) Network Manager

Network Manager는 ICMP(Internet Control Message Protocol)와 SNMP(Simple Network Management Protocol)를 사용하여 network 상에서 발생하는 여러 가지 사건들과 Network의 가동상황을 감시한다. ICMP에서 정의된 Message는 각각 8bit로 이루어진 message type과 message code로 이루어져 있다. Network Manager에서 Network의 응답 속도를 측정하는 기능으로서 ping과 같은 것들이 있다. Ping은 ICMP를 사용하며 특정 IP

를 가진 개체에 보낸 메시지의 응답이 수신되는 시간을 측정하여 네트워크 속도를 판단한다. Ping은 TCP/IP Kernel내에서 수행하기 때문에 TCP/IP를 쓰는 모든 컴퓨터를 점검할 수가 있다.[15] SNMP는 현재 Network 관리 표준으로 하고 있지만, Network의 보안상의 문제점과 Agent프로그램이 상대 컴퓨터에서 수행되고 있어야 한다는 제약사항 때문에 많이 사용되지 않고 있다.[12] 본 연구에서는 ICMP만을 사용하지만 SNMP를 이용한 다양한 관리 기능의 프로그램을 추가할 생각이다.



[그림 6] Network Management Object State



[그림 7] ICMP Encapsulation & ICMP Message

4) Object Class

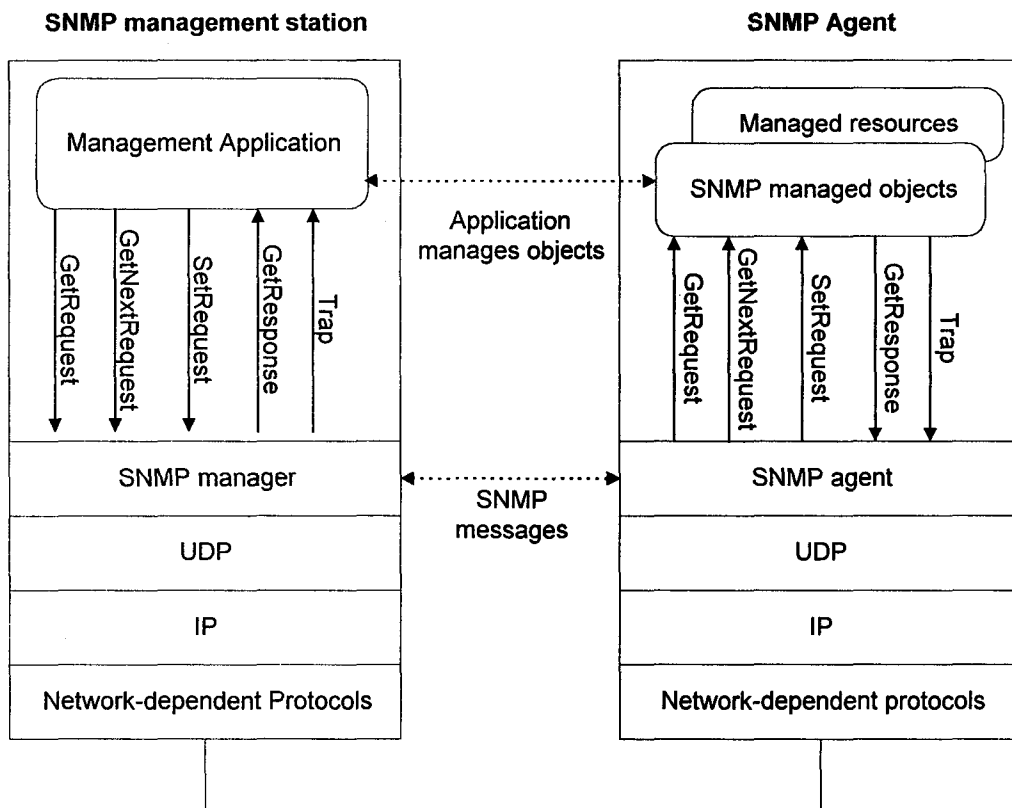
본 시스템의 상위 레벨 Object로 구분하면 공간정보와 Network Manager로 나눌 수가 있다. 공간정보와 Network Manager간에는 IP 정보로 상호작용을 한다. 공간정보는 Network 장비를 공간상에서 표시하고, 정보를 보여준다. Network Manager는 공간정보에 받은 IP를 통해 해당 장비를 점검한다. 기존의 공간정보에 Network Manager를 추가함으로써 공간 분석과 Network 분석을 통합적으로 분석할 수 있게 된다.

5) 시스템 통합 구현

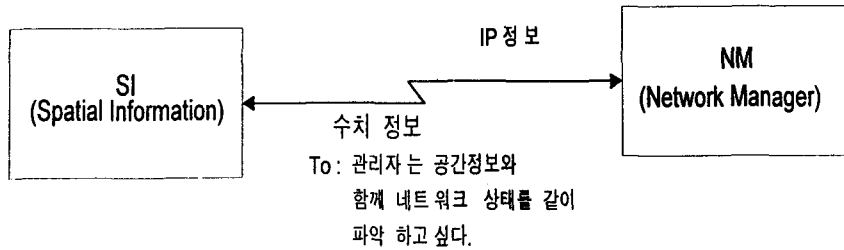
Spatial Data Manager, 3D Viewer, Network Manager의 구체적인 구현에 대해서 살펴보기로 하자.

Spatial Data Manager에서는 MapObjects를 사용한다. MapObjects는 응용프로그램 내에서 분류된 주제도를 Mapping하고, 속성을 나타내는 데이터베이스를 조작할 수 있도록 도와준다.

그리고 3차원의 지형을 Arc/Info의 TIN(Triangular Irregular Network) 형식으로



[그림 8] SNMP 규정



[그림 9] 상위 레벨간의 상호작용

표현하고, 이를 다시 VRML의 파일 포맷으로 변환한다. 이 파일을 수정할 때는 3D Max 사용한다. 이렇게 구해진 VRML 보기 위한 Viewer로써 V3 Space Control를 사용하였다. V3 Space Control은 ActiveX Control(OCX) 형태로 제공되며 Camera의 위치 및 회전등을 조작할 수가 있다.

Network Manager는 MS에서 지원하는 Winsock 라이브러리 프로그래밍을 사용하여 자체 제작한 Ping 프로그램을 내장하였다.

#### 4. 실행 예

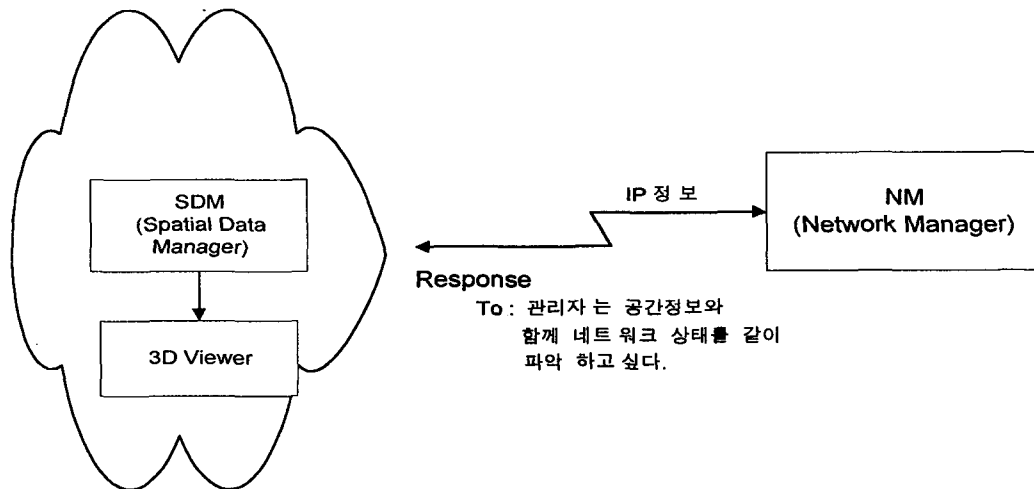
K 대학교의 전산망에 대하여 구축된 전산망 관리시스템의 실행 예를 살펴보자.

[그림 11]은 각 주제도를 추가하는 장면을 보여준다. 왼쪽에 2D 형태의 Layer, 오른쪽

상단에는 3D 형태의 Layer를 각각 추가 한 장면이다. [그림 12]는 선택한 개체에 대한 정보가 우측 하단에 보여지고 3D는 선택한 개체를 지정된 높이로 찾아간다. [그림 13]은 길이와 면적에 대해서는 실제 척도에 따라 계산하여 보여준다. [그림 14]는 IP정보를 선택했을 때 Network 상태를 점검하기 위해 Network Manager가 실행됨을 볼 수가 있다. [그림 15]는 기능은 전 Form과 같지만 건물 내부에 대해서 보다 자세하게 보여주고 있다. [그림 16]은 관리도구를 사용하여 실제 척도에 따라 임의의 지역의 거리 및 면적을 볼 수가 있다.

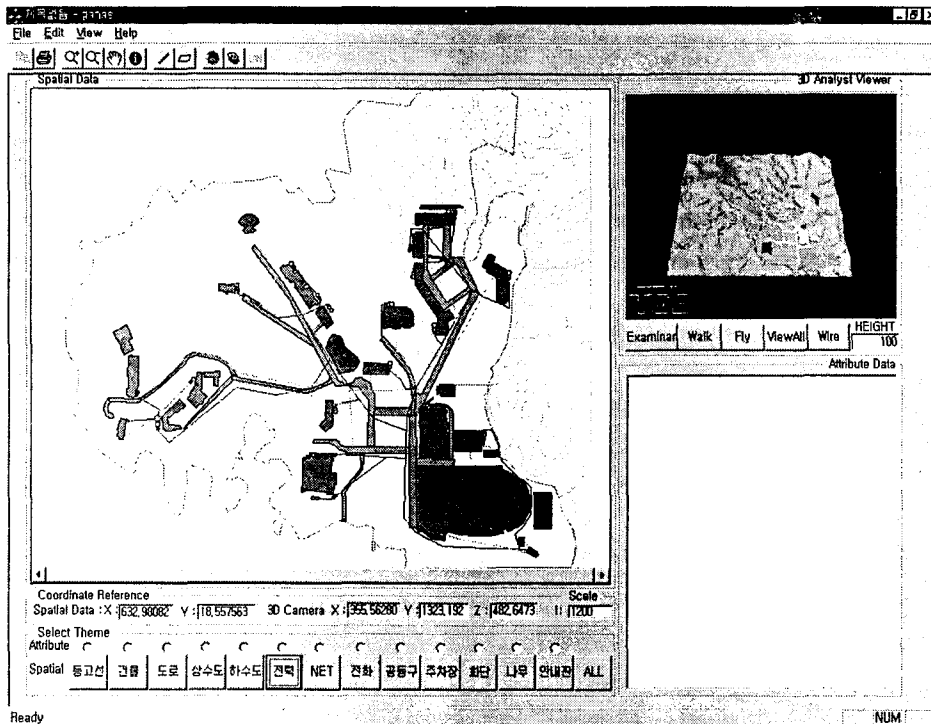
#### 5. 결론 및 기대효과

본 연구에서 2차원과 3차원 형태의 원하는 주제도를 추가함으로써 공간분석을 할 수가



[그림 10] 하위 레벨간의 상호작용

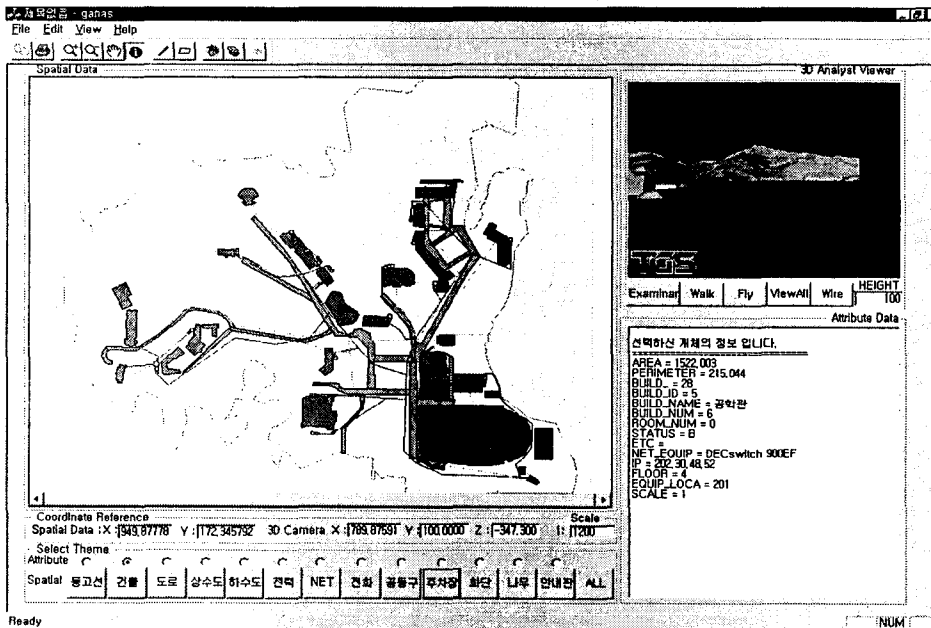




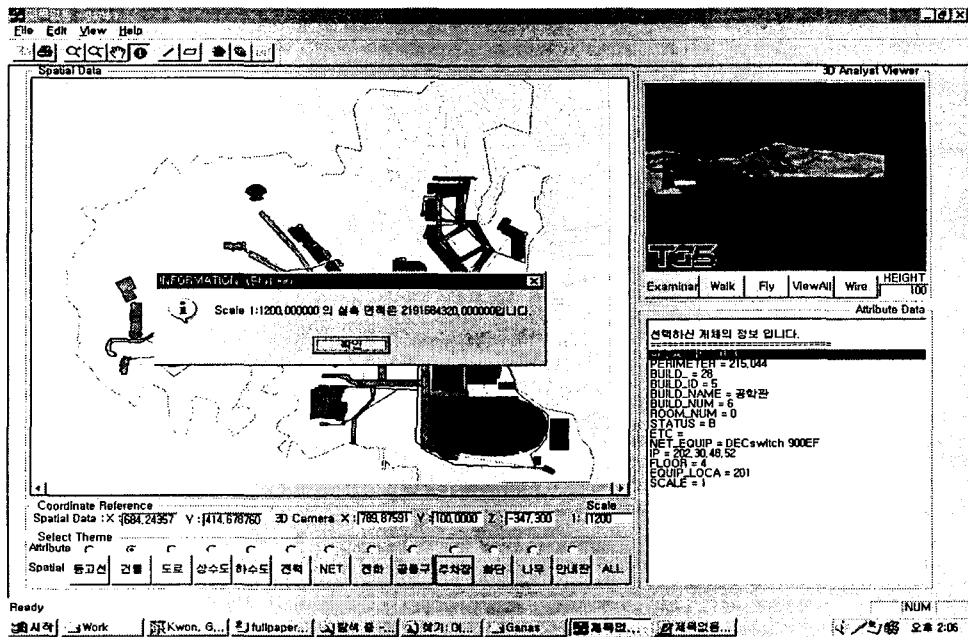
[그림 11] 주제별 추가 화면

있었고, 사용자가 원하는 개체의 속성정보를 쉽게 확인할 수가 있었다. 속성정보는 길이, 면적, IP, 건물 등으로 분류하여 자세한 정보를 보여주고 있다. 우리가 가장 관심을 갖는 정보는 IP정보였다. IP정보는 기존의 전산망 관리시스템에서 단지 수치적으로 네트워크의

상태에 관한 정보를 보여줄 뿐 만 아니라 본 연구에서 보와 왔던 공간분석을 병행함으로써 누전, 누수 등과 같은 다른 시설물이 전산망에 미칠 수 있는 영향과 전산망 케이블의 종류에 따라 다른 길이의 제약에 따른 영향 등을 분석 할 수가 있다. 또한 가상적인 공간정보를



[그림 12] 개체를 선택한 장면



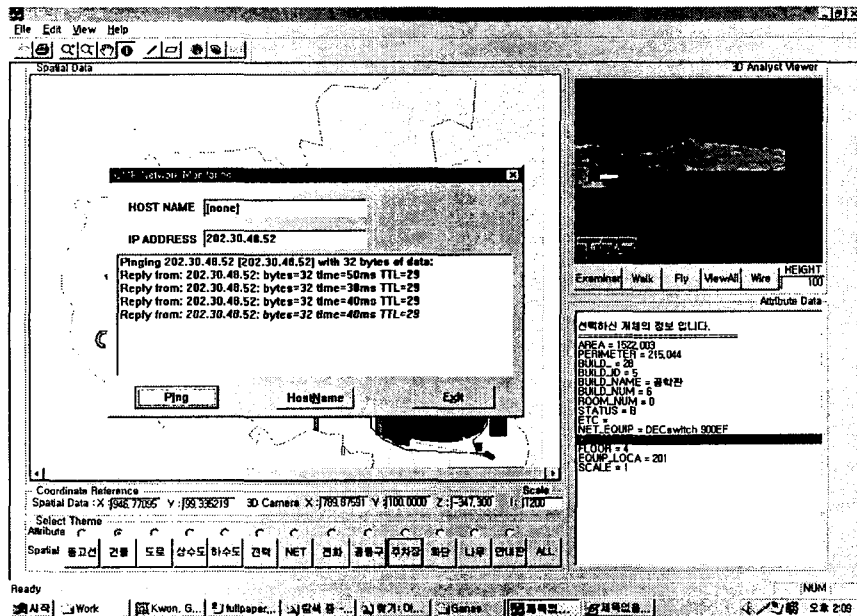
[그림 13] 실측정보

추가함으로써 관리자가 직접위치에 가보지 않더라도 대략적인 지형 및 공간을 파악 할 수가 있다.

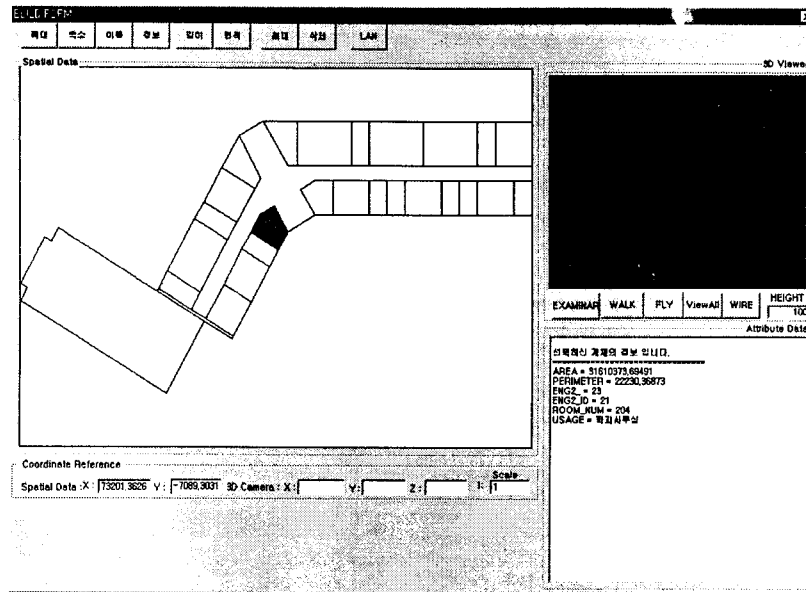
본 연구에서는 공간정보와 전산망 관리를 통합한 관리시스템을 구현함으로써 관리자에게는 편의성을 최고 경영자에게는 시설계획과 같은 의사결정에 정확성을 높이고 시간을 절약 할 수가 있을 것이라 기대된다.

Reference

1. Jeffrey Star, John Estes, "Geographic Information Systems An Introduction", Prentice Hall, 1990
2. 박기석. "GIS 지리정보시스템", 동서, 1995
3. Fotheringham and Rogerson, "Spatial Analysis and GIS", Taylor & Francis, 1994



[그림 14] IP정보를 선택한 장면



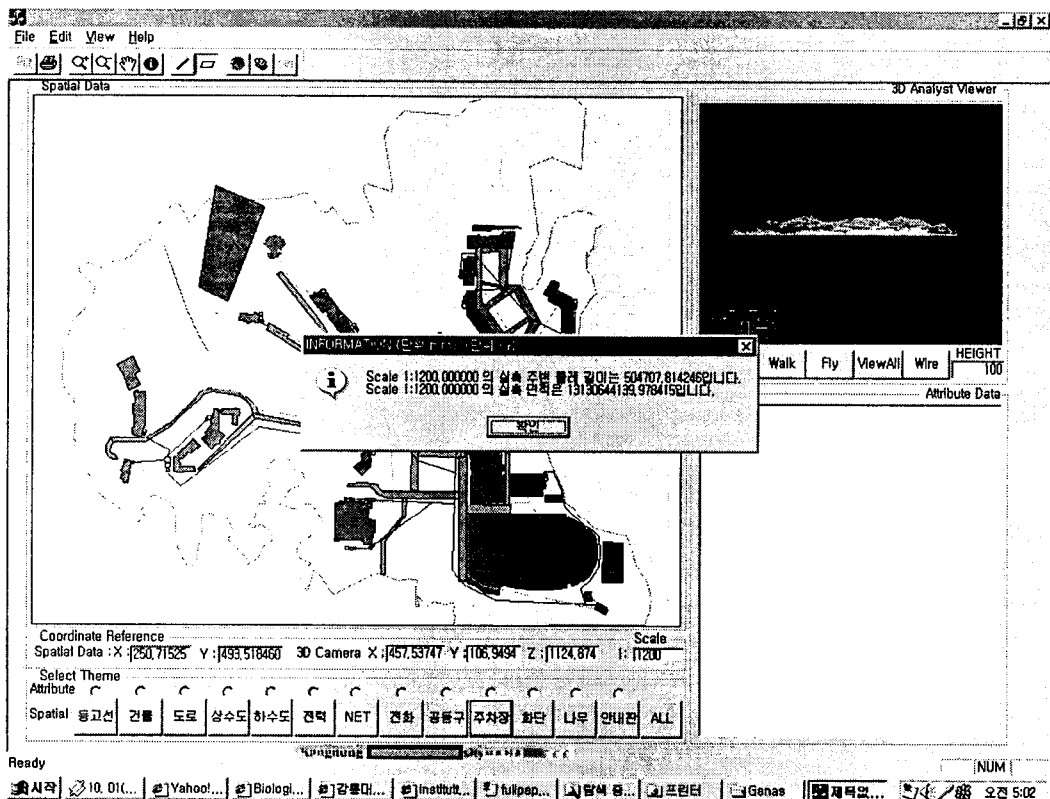
[그림 15] 특정 빌딩을 선택했을 때 화면

4. Morris Juppenlatz , Xiaofeng Tian ,  
Geographic Information system/ Remote  
Sensing, McGraw-Hill, 1996

5. 김원주, “서울대학교 관악캠퍼스 시설물 관

리체계 개발 -GIS를 이용하여-”, 서울대학교  
환경조경학과, 1994

6. 김하나, “GIS를 이용한 대학캠퍼스 공간분  
析 - 慶北大學校 山格洞 캠퍼스를 中心으로



[그림 16] 관리 도구를 사용한 거리 및 면적 측정

- ", 경북대학교, 1997
7. 이진우, "컴퓨터그래픽과 CAD", 영지문화사, 1997
  8. Laura Lemay, Kelly Murdock, Justin Couch, 한명우 譯, 3D 그래픽과 VRML2, 대림, 1997
  9. 김성호, 정문렬, "다중 사용자용 VRML 시스템의 구조", 송실대학교 정보과학대학 멀티미디어연구실, 1997
  10. W. Richard Stevens, "TCP/IP Illustrated Vol.1", Addison-Wesley, 1994
  11. D Edgar Taylor, "The McGraw-Hill Internetworking Handbook"
  12. William Stallings, "SNMP, SNMPv2, and RMON Practical Network Management", Addison-Wesley, 1993
  13. Amjad Umar, "Distributed Computing and Client-Server Systems", Prentice Hall, 1993
  14. David W. Embley, Barry D. Kurtz, Scott N. Woodfield, "Object-Oriented Systems Analysis, A Model-Driven Approach", Prentice Hall, 1992
  15. STEVENS, "Unix Network Programming", 대림사, 1995, p422