

# 웹 기반 3차원 지하시설물 관리 시스템의 설계 및 구현

## Design and Implementation of Web-based

## 3-D Management System for Underground Utilities

오 승\* · 이 윤\*\* · 김인현\*\*

Seung Oh\* · Yun Lee\*\* · In-Hyun Kim\*\*

### 초록

최근 웹 기반 GIS는 자료의 공유가 폐쇄적인 로컬 GIS 시스템에서 벗어나 대용량의 자료를 손쉽게 인터넷을 통하여 서로 주고 받을 수 있어서 이용속도가 아주 빠르게 확산되고 있다. 그러나, 현재 웹 상에서 작동되는 GIS 시스템은 2차원 매핑(mapping)이나, 위치정보 안내서비스 위주의 시스템으로, 실제 업무에 적용하기 위한 자료의 전송 및 분석에 제약이 많다. 특히, 본 연구에서 대상으로 하는 지하시설물은 지하공간의 불가시성으로 인해 기존의 2차원적인 관리로는 효과적인 관리가 어렵기 때문에, 지하시설물을 3차원으로 시각화하고, 분석, 관리해주는 도구가 절실히 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 현재까지의 인터넷 GIS 기술과 지하시설물의 관리에 대한 현황 및 문제점을 먼저 기술하고, 기존의 상용 GIS 시스템에 구축된 지하시설물 데이터를 웹

상에서 3차원으로 시각화 및 분석 정보를 제공하기 위한 3차원 데이터 구조를 설계하고, 네트워크 상에서 3차원 데이터 및 공간 분석 결과를 효율적으로 전송하기 위한 3차원 공간 데이터 서버를 설계 및 구현하였다. 또한 JAVA와 VRML 등의 인터넷 기술을 응용하여 웹 상에서 지하시설물 데이터의 3차원 시각화 및 능동적인 조작 및 관리, 분석이 가능한 3차원 지하시설물 관리시스템을 설계 및 구현하였다.

키워드: GIS, Web GIS, 3차원 GIS, 지하시설물관리시스템, UIS

### 1. 서론

도시가 복잡해짐에 따라 도시의 공급 체계를 이루는 상수도, 전기, 통신, 가스 등의 시설물들은 지하에 매설하는 비중이 높아지고 있으며, 이와 같은 도시 지역의 지하공간을 효율적으로 개발하고 이용하기 위한 계획 작성에 있어서 그 대상이 되는 지하 공간이 본질적으로 불가시적이고, 불균

\* 서울대학교 도시공학과, 정회원

\*\* (주) 한국공간정보통신, 정회원

질적인 특성으로 인하여 어려움을 겪고 있다. 이에 따라 지하시설물을 계획하고 관리하여 대형사고를 사전에 예방하고, 신속하게 대처하기 위해 GIS시스템을 활용하고 있다. 그러나 현업에서는 아직까지도 지하의 상황을 문자로 대장에 기록하고 관리하고 있는 실정이다. 또한 일부 구축하여 사용하고 있는 시스템도 2차원적인 도면을 위주로 하기 때문에 지하의 복잡한 상황을 표현하는데 한계가 있어 수집된 정보를 사용자에게 올바르게 정확하게 전달하지 못하고 있는 실정이다.

오늘날 인터넷의 활용이 일반화 되어 가고, 특히 WWW(World Wide Web)은 네트워크 사용자가 전세계의 분산된 정보를 쉽게 빠르게 접근할 수 있도록 하는 매우 효과적인 정보 공유의 형태를 제공한다. GIS 분야에서도 “인터넷 GIS”라는 개념이 제기 되기에 이르렀다. 특히, GIS분야에 있어서는 이제까지 Desktop시스템에서 작업을 수행하고, 자료의 공유가 폐쇄적인 시스템에서 벗어나, 대용량의 자료를 손쉽게 인터넷을 통하여 서로 주고받을 수 있어서 이용속도가 아주 빠르게 확산되고 있다.

또한, 웹이 가지는 2차원 정보를 3차원으로 확장하려는 노력의 일환으로 VRML(Virtual Reality Modeling Language)이 등장하면서, 웹의 3차원 공간을 활용하려는 다양한 시도들이 나타나고 있지만, 국내에서는 단지 VRML을 이용하여 DEM(Digital Elevation Model) 데이터 등을 통한 지형을

3차원으로 가시화에 머물고있다.

따라서 본 연구에서는 이와 같은 현실을 인식하고, 기존의 상용 GIS 시스템에 구축된 지하시설물 데이터를 웹 상에서 3차원으로 시각화하고, 분석 및 관리가 가능하도록 3차원 공간 데이터 구조를 설계하고, 네트워크 상에서 3차원 데이터 및 공간분석 결과를 효율적으로 전송하기 위한 공간 데이터 서버를 설계 및 구현하였다.

JAVA와 VRML등의 인터넷 기술을 이용하여 웹 상에서 능동적인 조작과 분석이 가능한 3차원 지하시설물 관리시스템을 개발함으로써 불가시적인 지하공간을 직관적이고 정밀하게 관리할 수 있어 향후 지하시설물 관리에 유용한 도구로서 사용될 수 있다.

## 2. 이론적인 고찰

### 2.1 인터넷 GIS

인터넷을 포함한 통신네트워크를 통한 GIS 기능 구현과 서비스 제공은 기존 GIS 분야의 시스템 구현방식 및 제공되는 GIS 기능, 요구되는 기술 등 전반적인 패러다임 전환을 가져오게 하였으며, 더 이상 상호 분리된 개념의 발전을 용납하지 않게 되었다. 즉, 무차별적인 통신 네트워크 상에서 대규모 데이터베이스 구축 및 고속의 공간 처리, 분석을 통한 GIS 서비스 제공은 GIS 시스템 구축의 구조적인 변화를 요구하게 되었으며, 포괄적인 의미의 인터넷 GIS가 등장하게 되었다.

인터넷 GIS는 다음과 같은 특징을 가지고

있다. 첫째, Internet 상에서 GIS 분석기능을 수행하는 데 있어 클라이언트 서버의 개념을 응용한다는 것이다. 둘째, 상호운용이 가능한 시스템이다. 셋째, 기종이나 운영체제(OS)에 종립적인 시스템이다. 넷째, 분산 컴퓨팅환경에서 GIS 데이터와 분석기능을 처리한다.

인터넷 GIS의 전망은 인터넷 사용자들이 GIS 소프트웨어를 사지 않고도 브라우저 등을 통해 GIS 어플리케이션을 사용할 수 있을 뿐 아니라 웹을 이용해 전세계의 지리정보를 제공받을 수도 있어 앞으로 인터넷 GIS의 활용은 더욱 가속화될 전망이다

## 2.2 지하시설물 관리의 현황 및 문제점

지하시설물 관리 주체는 표 1.과 같으며, 통합된 지하 시설물 정보 관리가 이루어지지 않고 있다.

표 1. 지하시설물의 관리 주체

지하시설물	관 리 주 체
상하수도시설물	지방자치단체
통신시설물	한국통신
전기시설물	한국전력공사
가스시설물	한국가스공사 도시가스회사
지역난방 시설물	한국지역 난방공사
송유시설물	대한 송유관 공사

지하시설물 관련 지방 자치단체의 업무 및 자료관리상의 전반적인 문제점을 요약하면 다음과 같다.

- ① 도면대로 시공이 되지 않은 지하 시설물들이 존재한다.
- ② 과거부터 갱신되지 않은 지하 시설물 정보들에 의한 지하시설물 자료의 정확성 및 최신성의 부족하다.
- ③ 서로 다른 기본도 위에 그려진 지하시설물 정보로 인하여 종합적인 지하시설물 관리의 어려움이 있다.
- ④ 누수제어, 정수 오염의 방지를 위해 신설 관로 및 노후관에 대해 구체적인 대책이 필요하다.
- ⑤ 지하 시설물과 시설물 속성자료가 체계적으로 연계되어 사용되지 못하고 있다.
- ⑥ 지하관망도의 정확도가 떨어지고, 일부 관로 들의 시설물이 누락되어 있다.

## 3. 3차원공간 객체의 설계

### 3.1 지하시설물 데이터의 구조

본 연구에서 사용하는 지하 시설물 데이터는 상수도관, 하수관, 가스관 3종이고, 웹 서버측의 DBMS에 구축되며, 각 아이템들의 의미는 표 2.와 같이 나타난다.

표 2. 지하시설물 데이터의 정의

항목명	정 의
FNODE#	관의 시작노드 번호
TNDOE#	관의 끝 노드 번호
LPOLY#	왼쪽 폴리곤 번호 (모두 0)

RPOLY#	오른쪽 폴리곤 번호(모두 0)
LENGTH	관의 길이
WATER-LINE#	관의 내부 식별번호
WAER-LINE-ID	관의 외부 식별번호
DXF-LAYER	DXF파일 작업시 부여된 레이어번호
SURYNG	관의 수량
KNKYNG	관의 폭
KNGILI	관의 실제 길이
SSIMDO	시작점에서의 관의 매설깊이
ESIMDO	끝점에서의 관의 매설 깊이
KNJONG	관의 종류 (재질)
SLILJA	매설 일자
SYMBOL	라인 표현 심볼 (데이터없음)

### 3.2 지하시설물 3차원 공간 데이터 구조 설계

#### 3.2.1 3차원 공간 데이터의 요소

3차원 공간 데이터 요소에는 크게 노드(Node), 아크(Arc), 그리고 폴리곤(Polygon)이 있다. 이들의 구성 관계를 보면 다음과 같다. 폴리곤은 다수의 아크로 연결된 링(ring)으로 구성된다. 여기서 링은 하나의 닫힌 다각형을 의미한다. 아크은 선 요소로서 여러 개의 점들의 리스트로 이루어지며 체인의 시작점과 끝점은 각각 노드로 등록된다. 이상의 지형 요소 구조는 기존의 2차원 지리정보 시스템에서 주로 사용하는 것과 유사하다. 가장 큰 차이점은 바로 점(point) 요소가 x, y 좌표와 더불어 z

좌표를 지니고 있다는 점이다. 따라서 이러한 지형 요소 구조는 2차원 지리정보 시스템의 자료 구조와도 호환성을 지니게 된다. 즉, 점 요소가 지나는 Z좌표를 무시하면 2차원 위상 관계 확립을 비롯해서 모든 2차원적인 공간 분석을 수행할 수가 있게 되는 것이다.



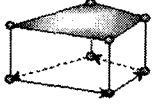
3차원 노드(Node)	객체식별자	객체들의 식별하기 위한 아이템
	X	좌표공간상의 X값
	Y	좌표공간상의 Y값
	Z	좌표공간상의 Z값
	아크리스트	노드에 연결된 아크의 배열
	공간연산자	Distance(d), Near(d)
3차원 아크(Arc)	객체식별자	객체들의 식별하기 위한 아이템
	시작노드	아크의 시작점에 위치하는 노드
	끝노드	아크의 끝점에 위치하는 노드
	길이	아크의 길이
	곡기	아크의 곡기
	노드리스트	아크를 구성하는 노드의 배열
	공간연산자	Distance(d), Near(d)
3차원 폴리곤(Polygon)	객체식별자	객체들의 식별하기 위한 아이템
	중심점	폴리곤의 중심
	아크리스트	폴리곤을 구성하는 아크배열
	높이	폴리곤의 높이
	둘러길이	폴리곤을 구성하는 아크길이합
	면적	폴리곤의 면적
	CCW	구성되는 아크의 방향
	공간연산자	Distance(d), Near(d), Contain(d)

그림 1. 3차원 공간객체의 구조

#### 3.2.2 3차원 시각화를 위한 공간 객체 정의

3차원 시각화를 위한 공간객체는 객체 지향 개념의 상속 관계를 가진다. 상수도관 하수도관, 가스관 등의 3차원 공간 객체들의 상위 클래스는 관 클래스로서 관 클래스는 아크의 구조에 3차원 시각화에 필요한 관형 형태, 관의 굵기, 관의 재질 등이 추가되어 정의 되어 진다.

표 3. 3 차원 지하시설물 객체의 정의

이름	설명
객체식별자	객체들을 식별하기 위한 아이템
굽기	아크의 굽기
점-리스트	아크를 구성하는 점의 배열로 가변.
시작노드	아크의 시작점에 위치하는 노드
끝노드	아크의 끝점에 위치하는 노드
길이	아크의 길이
컬러	아크의 색상
관형	관의 형태를 정의
관굽기	관의 미터단위의 굽기
관재질	관의 재질 (플라스틱, 콘크리트)

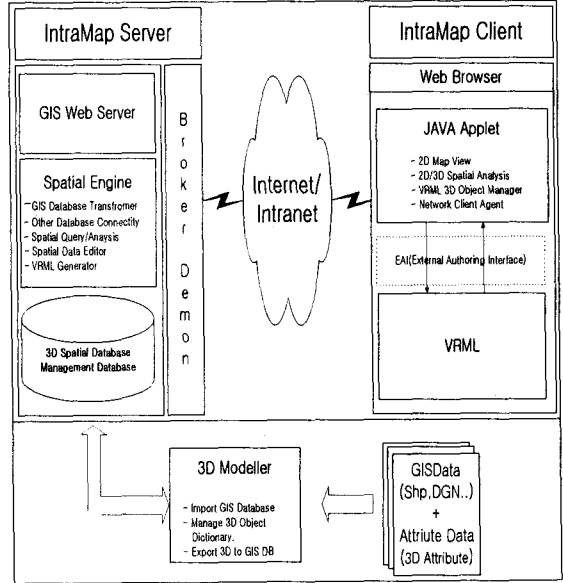


그림 2. 지하시설물 관리 시스템의 구조

## 4. 시스템의 설계 및 구현

### 4.1 시스템의 구조

시스템 구조는 그림2와 같이 인터넷을 통하여 클라이언트의 요구를 서버에서 처리하여 출력해주는 클라이언트/서버 구조를 확장한 서버 중심의 인터넷 GIS 구조를 가지고 있다.

시스템의 모듈 구성은 다음 표4.와 같이 인터넷 서버 모듈과 클라이언트 모듈로 구성되어 있다.

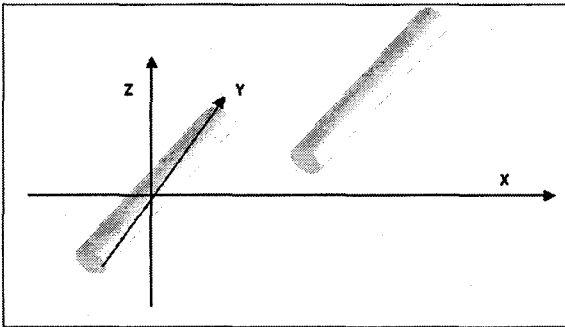
표 4 시스템 모듈의 구성

구분	모듈	기능
서버	3차원 공간객체 사전	3차원 공간객체 정의 및 관리
	3차원 객체 모델러	상용GIS 입력 및 3D 공간객체로 변환
	공간 데이터 엔진	공간분석 처리 엔진
	공간 및 속성 질의기	공간 및 속성질의 수행
Web 클라이언트	2차원 도면 관리기	2차원 도면관리
	공간객체 관리기	공간객체의 생성 및 관리

	3차원 뷰	공간객체/분석결과 3차원 시각화
	정보관리 뷰	속성정보 검색 및 수정

#### 4.2 지하시설물 객체의 3차원 시각화

본 연구에서의 3차원 시각화는 웹상에서 JAVA를 이용하여 VRML 브라우저 내의 형상을 동적으로 생성하므로 VRML을 이용하여 3차원 디스플레이 하기 위해 필요한 3차원 정보가 필요하게 된다. VRML을 이용하여 만들어지는 세계는 노드라는 요소로 구성되어진다. 따라서 VRML을 이용하여 형상을 3차원으로 생성 및 배치하기 위해서는 VRML의 각 노드와 그 노드의 필드에 대한 정보를 포함하여야 한다.



하지만 VRML노드와 각 노드가 포함하는 필드의 수가 워낙 방대하여 이를 3차원 형상 포맷에 모두 포함 시키는 데에는 무리가 있다 따라서 본 연구에서는 지하 시설물을 3차원 형상으로 위하여 필요한 정보인 각 형상에 따른 Geometry정보와 색상 값을 추가하여 시각화 하였다.

VRML 세계에 구성되는 노드들은 계층적

구조로 구성된다. VRML 세계를 탐험하거나 동적인 생성 및 조작을 위해서는 그룹화된 계층이 필요하고 최하위 계층은 GIS에서는 레이어로서 역할을 할 수 있다.

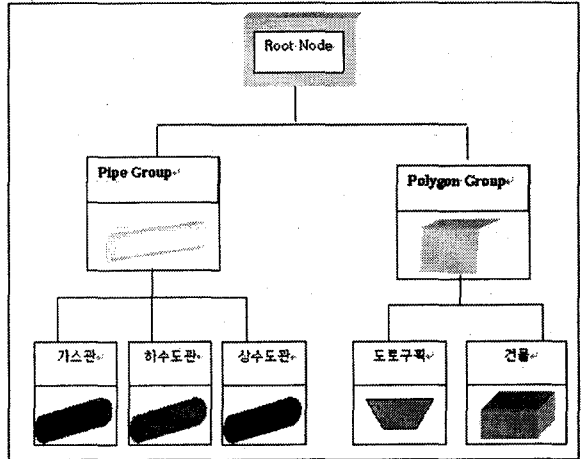


그림 3. VRML 에 구성된 레이어의 구조

#### 4.3 공간분석 기능의 구현

본 연구에서 구현된 공간 분석 기능은 지하 시설물 관리에 필요한 근접성 분석 (Near Analysis), 포함성 분석 (Containment Analysis), 인접성 분석 (Adjacency Analysis), 연결성 분석 (Connectivity Analysis), 영향권 분석 (Buffering Analysis) 등 5가지 이다. 또한 본 연구는 객체 지향 기법을 이용한 형상 (Feature)을 기반으로 하는 시스템이다. 따라서 각 형상에 따른 기준 객체와 대상 객체를 선정하여 공간 분석을 행하게 된다.

##### 4.3.1 근접성 분석

이 기능은 기준 객체에서 가장 가까운 객체를 추출해내는 기능이다. 먼저 기준이 되

는 객체와 대상이 되는 객체를 설정하여야 한다. 기준 객체가 될 수 있는 객체는 노드, 아크, 폴리곤 객체가 될 수 있는 대상 객체도 노드, 아크, 폴리곤 객체가 될 수 있다.

#### 4.3.2 포함성 분석

이 기능은 기준이 되는 객체는 영역(Region)을 갖는 폴리곤 객체(도로구획, 건물)가 되고 대상 객체는 지하시설물의 관이나 건물들이다. 즉 예를 들면 롯데 호텔 건물에 포함되거나 걸쳐 있는 관들을 추출하는 연산을 행할 수 있다.

#### 4.3.3 연결성 분석

이 기능은 기준이 되는 객체와 대상이 되는 객체를 설정하여야 한다. 기준 객체와 대상 객체는 아크 객체만이 선택 될 수 있다. 기준이 되는 관과 연결된 관들에 대한 연결성 분석을 행할 수 있다.

#### 4.3.4 영향권 분석

이 기능에서는 기준 객체만이 있다. 기준 객체가 될 수 있는 객체는 노드 객체, 아크 객체, 폴리곤 객체가 될 수 있고, 분석의 결과는 새롭게 분석된 3차원 형상을 생성한다. 영향권 분석을 위한 형상은 구, 실린더, 원의 형태로 표현이 가능하며, 입력되는 영향권의 단위는 m이다. 즉 기준 객체를 중심으로 입력한 반경 만큼 영향권 범위를 만들어 내는 것이다

## 5. 구현결과

### 5.1 대상지 선정

본 연구에서 구현된 시스템을 실험하고 적용하기 위한 대상지는 서울 특별시 중구의 도심지역 일원으로 하였으며, 이 대상지의 지하 시설물 데이터는 웹 서버 상에 구축된 주 대상물인 가스관, 하수관, 상수도관 데이터와 위치 참조 데이터로서 주요건물과 도로 구획을 대상으로 하였다.

### 5.2 시스템 구현 결과

#### 5.2.1 사용자 인터페이스

본 연구에서 구현된 시스템은 인터넷상에서 웹 브라우저를 통해서 구동되며, 좌측 상단의 2차원 뷰, 좌측하단의 3차원 뷰 그리고 우측의 정보부로 구성되어 있다.

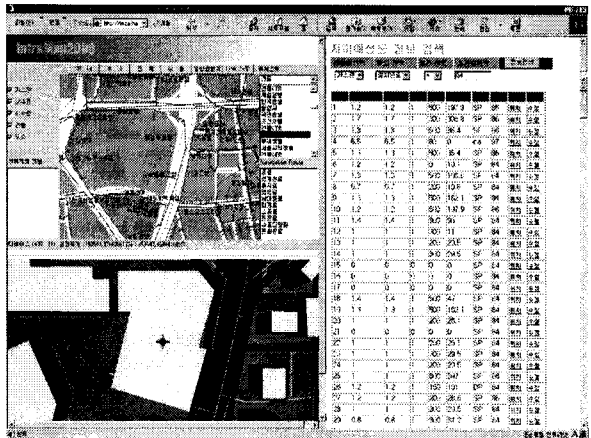


그림 4. 사용자 인터페이스

#### 5.2.2 2차원 도면관리 및 3차원 시각화

2차원 도면의 관리(도면의 확대, 축소, 이동, 거리측정 등) 기능 및 3차원 영상으로 시각화 하여 직관적인 실세계의 표현 및 3

차원 객체의 조작을 위한 편리한 사용자 인터페이스 제공한다

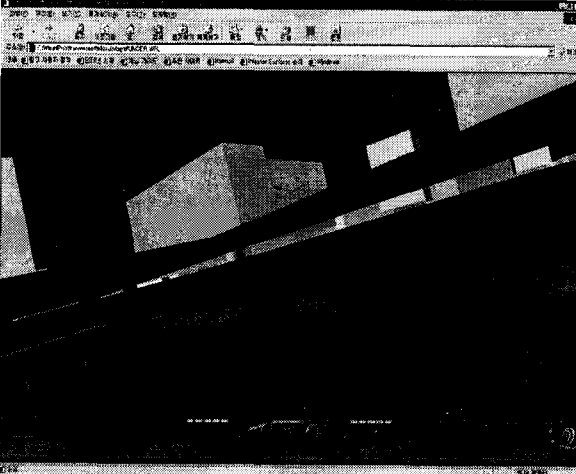
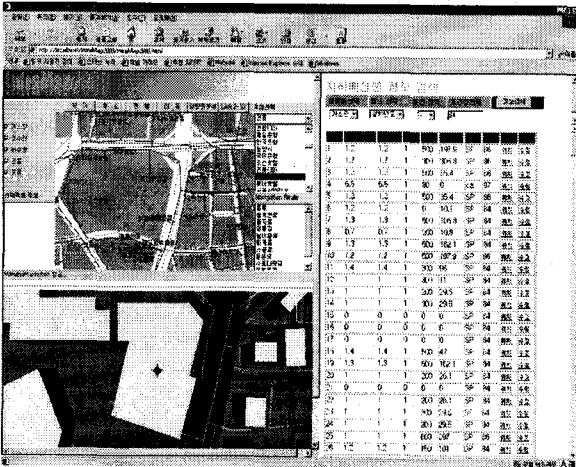


그림 5. 2차원 도면관리 및 3차원 시각화

5.2.3 시설물 정보 조회 및 속성정보 수정

특정한 시설물에 대한 정보 보기 및 다양한 조건을 통한 시설물에 대한 조회 및 속성정보 수정이 가능하다.

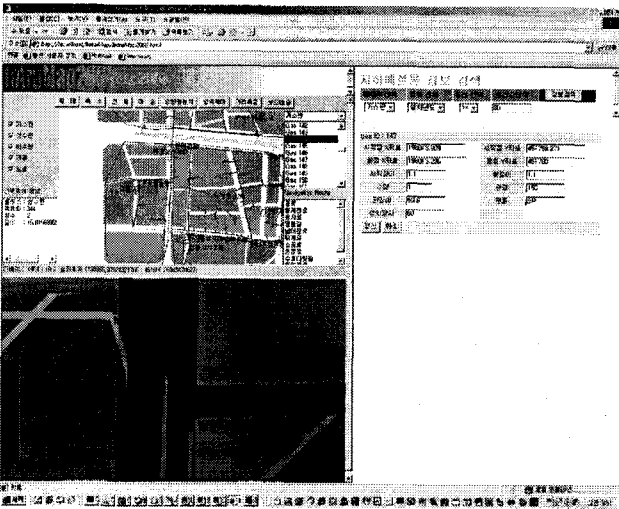


그림 6 정보 조회 및 수정

5.2.4 3차원 검색 및 속성정보 수정

시설물에 대한 조회가 3차원으로 가능 함으로서 실제계의 위치 및 시설물에 대한 상태를 한눈에 파악이 가능하다.

예를 들면 “상수도 관중에서 매설일자가 90년도 이전이고, 매설깊이가 3m이내인 관”을 조건 검색하면 질의에 의한 결과가 아래 그림과 같이 3차원 뷰상에 흰색 관으로 표시된다.

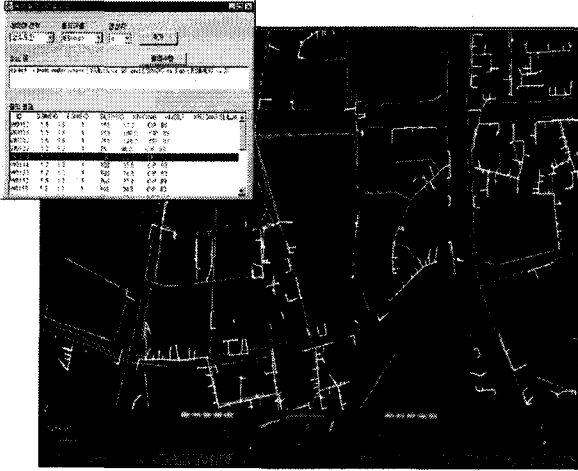


그림 7. 속성질의에 의한 노후관의 검색



### 5.2.5 3차원 공간분석 기능 (예:영향권 분석)

GIS의 공간분석 기능(영향권분석, 근접성 분석, 네트워크분석, 가시권 분석 등)으로 단순한 2차원적인 공간분석 뿐만 아니라 3차원 공간분석 기능을 지원하여 실제 업무에 의사결정 및 활용 가능한 분석기능을 제공한다.

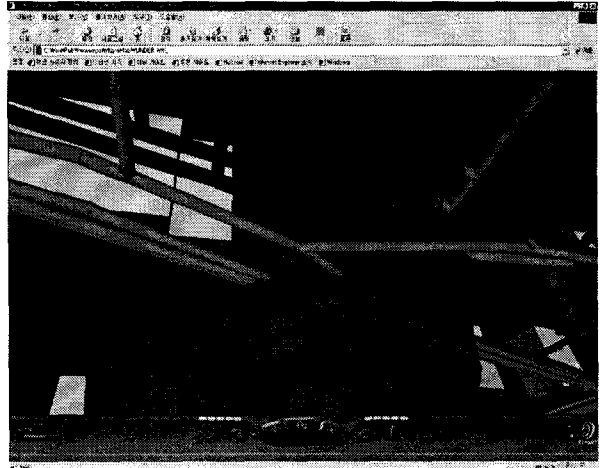
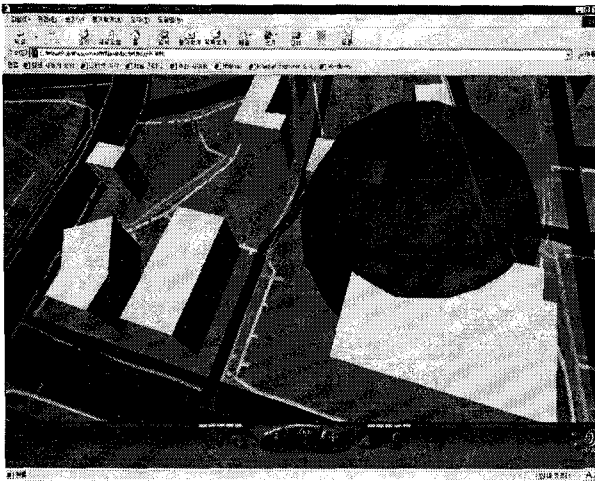


그림 8. 3차원 영향권 분석 결과(지상부/지하부)



### 5.2.6 3차원 Navigation 기능

3차원 네비게이션(Navigation) 기능은 사용자가 네비게이션 하고자 하는 경로를 지정하면 경로에 따른 3차원 영상들을 각 프레임별로 연속적으로 디스플레이 하는 기능으로 시설물에 대한 전체적인 현황을 한눈에 파악이 가능하다.

## 6. 결론

본 연구에서는 기존의 상용 GIS시스템에 구축된 데이터베이스를 인터넷 상에서 정보를 제공하고 관리가 가능하도록 웹 서버(Web Server)를 구축 한 다음, 구축된 지하시설물 데이터를 웹상에서 3차원으로 조작하고 형상화하기 위한 3차원 공간 데이터 구조를 설계하고, 인터넷상에서 동적으로 3차원 VRML형상을 생성, 갱신, 조작하고, 3차원 공간분석 및 속성 검색의 기능을 수행하는 모듈들을 자바 애플릿으로 개발하였다. 인

터넷 상에서 능동적인 조작과 분석이 가능한 3차원 시각화 및 관리시스템을 개발하였다.

본 연구를 통하여 얻어진 결과는 다음과 같다.

1) 기존의 인터넷 GIS가 단순한 2차원 매핑(Mapping) 위주의 연구가 진행되고 있지만 본 연구에서는 인터넷 상에서 매핑 뿐만 아니라 공간객체를 조작하고 분석이 가능한 3차원 인터넷 GIS를 개발하였다.

2) GIS를 이용하여 3차원 지하시설물관리시스템을 구축 함으로써 도형자료와 속성자료의 연계를 통해 시설물관리의 효율성을 제고 시켰으며 제 시설물에 대한 보수이력 관리를 통해 새로운 정책결정자료로 활용할 수 있는 근거를 마련하였고, 사고발생시 신속한 상황판단 능력을 제공함으로써 행정업무의 효율을 증가시키고 이를 통하여 대민행정을 개선하는 부수적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

3) 인터넷 상에서 지하시설물 3차원 조작 및 분석이 가능한 시스템을 이용하여 지하시설물 데이터 구축시 데이터의 검증 도구로서 이용이 가능하고, 지하시설물의 설계, 시공 및 관리 시 의사 결정에 활용할 수 있다는 것이다.

3) 또한 인터넷 상에서 3차원 물체 표현에 강력한 기능을 제공하는 VRML과 인터넷 표준 프로그래밍 언어인 자바간의 전략적인 연계를 통하여 둘 간의 능동적인 상호작용 기능을 이용하여 저가의 플랫폼 독립적이고 3차원 세계를 동적으로 생성, 갱신, 공간 분석이 가능한 3차원 인터넷 GIS의 가능성을 보여주고 있다.

향후 과제로서는 복잡한 3차원 지형 요소의 표현 기법과 보다 다양하고 정량적인 공간 분석 기법, 대용량 지형 데이터 관리 및 음성 및 동영상 등 멀티미디어 데이터와의 통합적인 관리 등에 관한 지속적인 연구가 필요하다.

## 참고문헌

1. 선진 기술 확산 및 모니터링(1996) “미래의 GIS : 인터넷 GIS”, newsletter 2호  
URL : <http://bora.dacom.co.kr/~eun1995>
2. 김인현, “인터넷 GIS의 소개 및 구현기법”, 한국지리정보, 1998.1 vol. 21
3. 한국항공, “GIS 데이터 베이스의 대화식 이동기술 개발에 관한 연구”, 1997
4. 박용인, “지형공간정보시스템을 이용한 지하시설물의 유지관리” 석사학위논문, 1994.8
5. 박정규, “Java와 CGI를 이용한 WWW상에서의 Geometric CAD 시스템” 석사학위논문, 1996.12
6. 오승, “지하시설물의 3차원 표현을

위한 공간 데이터 변환 시스템의 객체 지향적 설계 및 구현”, 한양대학교, 1996

7. 안응식, “지하시설물 3차원 관리를 위한 객체지향적 데이터 구조 및 3차원 시각화 시스템 개발”, 한양대학교, 1997

8. 유근배, “지리정보론”, 상조사, 1992

9. 과학기술처, “지리정보시스템 활용기법”, 과학기술처, pp421, 1992

10. 한능우, “인터넷에서 VRML을 이용한 DEM의 3차원 가시화”, 과학기술원, 1996

11. 김원, “객체지향 데이터베이스”, 하이테크정보, 1994

12. 한국항공, “광주시 도시종합시스템 구축” 한국항공 page 188, 1993

13. M.F. Worboys, “Object-Oriented Approaches to Geo-referenced Information”, Intl. Journal of Geographical Information Systems, Vol.8, No.4, pp385-399, Jul.Aug, 1994

14. AI Stevens, “C++ Database Development”, MIS Press, pp. 320, 1992

15. I.T.Hawryszkiewicz, “Database Analysis and Design”, Maxwell Macmillan International Editions, pp.574, 1991

16. Foley, van Dam, Feiner, Hughes, “Computer Graphics: Principles and Practice”, Addison-Wesley Publishing Company, 1992

17. Zhong-Ren Peng(1997), “An Assessment of Development of Internet

GIS”, Abstract for URISA '97

18. “VRML 2.0 Specifications” URL: <http://www.vrml.org/Specifications/VRML20>

오 승

1990년 전남대학교 산업공학과 졸업(공학사)

1996년 한양대학교 환경과학대학원 환경계획학과(GIS전공) 졸업(공학석사)

1996년 ~1997년 한국건설기술연구원

1998년 3월 ~ 현재 서울대학교 도시공학과 박사수료(GIS-T 연구실)

관심분야 : 지리정보시스템, 지능형 교통시스템, 의사결정지원시스템

이 윤

1995년 전남대학교 자원공학과 졸업(공학사)

1998년 한양대학교 환경과학대학원 도시정보공학과(GIS전공) 졸업(공학석사)

1998년 ~1999년 한국건설기술연구원

2000년 4월 ~ 현재 (주)한국공간정보통신 선임연구원

관심분야 : 지리정보시스템, 3차원 인터넷 GIS

김 인 현

1992년 대구대학교 조경학과 졸업(학사)

1995년 한양대학교 환경과학대학원 환경계획학과(GIS전공) 졸업(공학석사)

1996년 ~ 현재 한양대학교 일반대학원 도시  
공학과 박사과정

1998년 12월 ~ 현재 (주)한국공간정보통신 대  
표이사

관심분야 : 지리정보시스템, 도시정보시스템,