The Journal of GIS Association of Korea, Vol. 13, No. 1, pp. 103-117, April 2005

Web GIS 기반의 3차원 도시경관 시뮬레이션시스템 설계 및 구현

장문현*

Design and Implementation of 3D Urban Landscape Simulation System Based on Web GIS

Mun-Hyun Jang*

요 약

최근 정보통신 및 컴퓨터 기술의 발달로 인하여 정보의 시각화가 지속적으로 이루어지고 있다. Web 3D 기술의 진보와 인터넷에서의 가상현실 구현에 관한 기술개발로 인하여 웹에서 3차원으로 정보를 제공하려는 연구가 활발히 진행되고 있으며, 모든 지리정보를 영상화, 3차원화 하는 추세이다. 시각성에 주목하는 현대인들에게 2차원 평면정보는 현대의 복잡한 도시행정의 효율적 구현에 많은 한계를 가지고 있다. 이에 본 연구는 도시경관 현황을 분석하고, 신규 도시개발사업에 따른 도시경관을 예측·분석함에 있어서 Web 3D GIS 기술을 이용하였다. 특히 도시경관 계획 수립시 정책집행의 오차를 줄이고, 보다 객관적이며 시각적인 자료제시와 함께 주민의견을 수렴할 수 있는 시뮬레이션시스템을 구현하였다.

주요어 : 웹 GIS, 3차원 GIS, 도시경관, 시뮬레이션시스템

ABSTRACT : Information can be visualized as information technology and computers have recently made dramatic improvements. Thanks to the brisk efforts of providing information in 3D on the web with the technological developments of Web 3D and virtual reality implementation in the Internet, there has been the trend to present geographic information in images and 3D. In this study, the Web 3D GIS technique was adopted in analyzing the current state of urban landscape and examining and predicting the urban landscape affected by new urban development businesses. As a result, it was expected that the study would be able to help the government agencies to reduce their errors in making urban landscape plans and

*전남대학교 대학원 지리정보체계학과 박사과정수료(geosoma@hotmail.com)

policies and implementing them, to provide objective and visual data, and to come up with a simulation system that could be used to reflect the residents opinions in plans and policies.

Keywords : Web GIS, 3D GIS, Urban Landscape, Simulation System

1. 서 론

도시의 경관을 바람직한 방향으로 가꾸어 나가기 위해서는 신규 도시개발이 도시경관에 미치는 영향이 사전에 예측되어야 하고, 그 예측 결과에 따라서 의사결정이 이루어져야 한다. 이렇게 개발에 따른 미래의 환경적 영향을 예측하거나 결과에 따른 의사결정지원 수단으로 경관 시뮬레이션은 그 중요성을 더하고 있다.

하지만 지금까지 사용되었던 CAD(Computer Aided Design)와 컴퓨터 그래픽에 의한 기법은 그 과정에서 한 장면을 처리하여 출력함에 있어서 많은 시간이 요구되고 데이터 용량이 크며, 조망점 선정시 조사자의 편의에 의해 영향이 은폐·축소되어 나타나는 지점을 선정하여 예측하는 등 환경계획 및 설계분야에서 활용하는데 많은 문제점을 나타내고 있다.

최근 정보기술 및 컴퓨터의 발달로 정보의 시각화가 이루어지고 있으며, 특히 인터넷에서 가상세계를 구현하는 표준 언어인 VRML(Virtual Reality Modeling Language)과 HTML(Hypertext Markup Language) 문서에 있는 자바 애플릿(Java Applet)과의 인터페이스를 제공하는 EAI(External Authoring Interface) 방식을 이용하여, 3차원적인 도시정보를 인터넷상에서 서비스하기 위한 다양한 애플리케이션 개발이 이루어지고 있다.

현재까지의 경관시뮬레이션에 관한 연구는 주로 사진합성 기법(Perkins, N.H., 1991; 김대현, 1991), 컴퓨터 그래픽 분야(오규식, 1991; 최창길·김종하, 1997), 그리고 컴퓨터 시스템 기반(최봉문·강병기, 1992; 김항집, 2001; 최진원 외, 2003) 등의 연구가 이루어졌다.

이와 같은 관점에서 본 연구는 선행연구의 고찰을 통해 GIS 도입의 필요성을 인식하고, 인터넷상에서 3차원 GIS을 이용하여 개발사업에 따른 도시경관의 변화를 정확하고 현실감 있게 예측할 수 있는 도시경관 시뮬레이션시스템을 구현함에 그 목적이 있다. 상기 목적을 달성하기 위해 국·내외 서적과 논문, 잡지, 관련기사 등을 통해서 도시경관 및 시뮬레이션 시스템의 활용에 대한 이론적 고찰과 함께 인터넷상에서 3차원 GIS의 응용 및 역할에 대한 개괄적인 내용을 파악하였다. 더불어 최근의 연구동향, 그리고 기술의 흐름 및 3차원 GIS을 이용한 경관시뮬레이션시스템 구현에 관한 자료를 조사하였다.

본 연구의 내용적 범위는 실제적인 시스템 구축에 있어서 중요한 경관데이터베이스의 도형정보와 속성정보의 구축방안을 모색하고, 두 정보자료의 연결을 위한 세부적인 모듈을 구현함으로써 경관 시뮬레이션의 효과와 한계를 검증하고자 한다. 공간적 범위는 광주광역시 치평동에 위치한 상무신도심 1지구를 사례연구 대상으로 하였다. 이는 2,258,879㎡(약 79.4만

평)의 면적에 다양한 업무시설, 상업시설, 공원 및 대단위 아파트 단지 등으로 구성되어 있다.

2. 관련 연구 및 기술 검토

2.1 경관 시뮬레이션의 특성과 유형

경관 시뮬레이션의 활용에 있어서 그 목적에 합당하고, 또한 효과적인 판단의 근거 자료가 되기 위해서는 몇 가지 고려되어야 할 사항들이 있다. 그것은 경관의 시각적 분석을 위한 시뮬레이션을 만드는데 필요한 5가지 기본적인 원칙으로, 대표성(Representativeness), 정확성(Accuracy), 명확성(Clarity), 관심성(Interest), 그리고 정당성(Legitimacy)이다(Sheppard, 1989).

경관시뮬레이션은 경관, 시뮬레이션, 평가수단으로 구분하여 살펴볼 수 있고, 여기서 경관은 대표성과 현실감이 반드시 필요하며, 시뮬레이션은 정확성과 현실감이, 그리고 평가수단이 되기 위해서는 정확성과 신뢰성이 요구된다. 이와 같은 경관시뮬레이션의 특성을 그림으로 나타내면 [그림 1]과 같다.

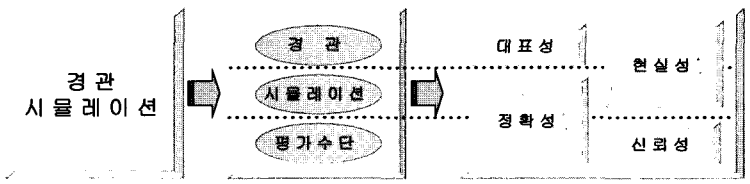
컴퓨터의 급속한 보급과 발달로 인하여 경관에 대한 시각적 분석과 영향의 평가를 위한 경관 시뮬레이션 기법에 관한 연구가 많이 진행되어 왔다. 또한 경관영향평가에 있어서 가장 핵심이 되는 근거자료로 경관 시뮬레이션이 활용되고 있다.

현재 스케치, 모형제작, 사진합성, 슬라이드 투영, 컴퓨터 그래픽 기법 등 다양한 경관분석 기법이 학문 및 실무분야에서 널리 이용되고 있다. 그러나 대부분의 기법들은 2차원적인 CAD시스템과 사진합성을 주로 이용하였으며, 주요 조망점을 선정하여 분석하는 기법들이 많이 이용되어 왔다. 사진합성이나 주요 조망점을 선정하여 분석하는 기법은 일정 시점에서 고정되어 경관영향을 분석하므로, 이러한 방법들을 좀더 발전시켜 대상물을 일정경로를 따라 이동하면서 시각적 영향을 분석하는 시뮬레이션 기법을 이용한 평가방법의 개발이 요구되고 있다.

2.2 시스템 응용을 위한 관련 기술

2.2.1 3차원 지형 생성 기술

지표면 모델링은 연속적인 면을 대상으로 하지만 현실적으로 면상에 연속적으로 존재하는 모든 지점의 고도 값을 저장하



자료 : 박광수, "환경영향평가서의 경관시뮬레이션에 관한 연구", 2000:p.15의 내용을 재구성.

[그림 1] 경관시뮬레이션의 특성

기 어렵기 때문에 대표지점의 고도 값만으로 지형을 표현하는 샘플링 방법(Sampling Method)을 사용한다. 샘플링 방법에는 2차원의 등고선이나 3차원 GIS에서 활용하는 DEM(Digital Elevation Model), TIN(Triangulated Irregular Network) 등이 보편적으로 사용된다.

수치표고모형(DEM) 방식은 지표면에 일정한 간격을 갖는 격자구조를 설정하고, 교차점 혹은 격자 셀에 2차원 형태로 좌표와 고도 값을 저장하는 레스터 방식으로, 인접한 격자 교차점이나 셀에 고도 값을 부여하는 방식이다.

불규칙 삼각망(TIN)의 데이터 구조는 표고점에서 추출된 기하학적으로 랜덤한 데이터에 의하여 수치표고모델을 구성하는 것으로 구축방법이 격자형 데이터 구조보다 어렵지만 기억장소를 절약할 수 있고, 서로 다른 형태의 표고 데이터를 함께 이용하여 모델을 만들 수 있다는 장점이 있다.

본 논문에서는 수치지형모델들의 장점들을 모두 이용하기 위해 만들기 쉽고 높이 정보를 추출해 내기가 간단한 수치지형 모델인 격자망(Grid) 형성법을 주로 사용하였고, 크기가 다른 격자들을 빈틈없이 잇기 위하여 불규칙 삼각망(TIN) 형성법을 보충적으로 사용하였다.

2.2.2 3차원 건축물 모델링 기술

건축물이나 시설물 같은 단일 또는 몇 개의 객체로 구성되는 단위 모델링은 그 활용도나 목적에 따라 다양한 방법이 적용된다. 이들 중 3차원 GIS에서 가장 작은 용량을 요구하는 대표적인 방법으로는 박스나 실린더를 직접 이용하는 기본입체모형인 방법과 Shape을 그린 후 입체화(Extrude)와 형태(Mash)편집을 이용하는 방법이 있다.

기본 입체모형 이용 방식은 건축물이나 시설물의 형태가 기본모형들의 형태와 유사할 경우 사용하는 방식으로, 기본모형의 크기를 정확한 X(폭), Y(깊이), Z(높이)의 수치입력 값으로 생성한다(김재윤, 2001). 폴리곤 면들의 개수는 기본적으로 GIS에 사용되는 객체를 모델링할 때, 한 개의 면만을 사용한다. 그리고 한 개의 면으로 필요로 하는 모델을 만들어 내는 기술을 사용함으로써 전체적으로 파일의 용량을 최소화 할 수 있다. 건축물이나 시설물의 형태가 기본모듈 형태에서 변형이 있을 경우 세그먼트(Segment)의 수를 늘리고 변형하여 정확하게 모델링 한다.

Shape를 이용한 제작방식은 표준도형(Standard Primitives)으로 모델링하기에 부적당하고 좀더 다양하고 복잡한 형태의 객체를 만들 때 사용한다. Shape을 제작할 때 형태가 복잡하더라도 기본적으로 4개에서 5개의 면으로 만들어 주는 방식을 선택함으로써 그 형태의 다양성과 복잡성과는 관계없이 전체적인 면의 숫자를 기본 객체의 개수만큼 한정한다. GIS 경관 데이터 구축 시 도시의 다양한 건축물과 조형물을 그 형태에 가장 이상적으로 근접하게 제작하면서도 그로 인한 데이터의 증가를 최대한 억제시킬 수 있으며, 컴퓨터상이나 인터넷 등에서 고속으로 구현할 수 있는 기반이 되는 방식이다. 따라서 본 연구에서는 Shape를 이용한 방식을 사용하여 건물들을 3차원 모델링 하였다.

2.2.3 인터넷 GIS 기술

인터넷을 포함한 네트워크 상에서 대규모 데이터베이스 구축 및 고속의 공간 처리, 분석을 통한 GIS 서비스 제공은 GIS 관련시스템 구축의 구조적인 변화를 요구하게 되었으며, 포괄적인 의미의 인터넷 GIS가 등장하게 되었다.

인터넷 GIS는 작업의 수행방법에 따라 전반적인 작업을 서버에서 수행하는 서버 중심(Server-driven)의 GIS, 작업의 대부분을 클라이언트에서 수행하고 서버에서는 그에 필요한 자료를 넘겨주는 클라이언트 중심(Client-driven)의 GIS로 구분한다.

서버 중심의 인터넷 GIS는 CGI(Common Gateway Interface)중심의 인터넷 GIS이다(이윤, 1998). 웹 브라우저에서 사용자가 웹 서버에 필요한 정보를 요청하면 CGI 스크립터를 통해서 변수를 보내주어 GIS 서버 쪽에서 스크립터에게 보내고, 그 결과를 웹 서버에서 받아 웹 브라우저에 결과 값을 보낸다.

클라이언트 중심의 인터넷 GIS는 인터넷상에서 질의를 하는 쪽 컴퓨터에서 모든 처리를 하고 서버에서는 그에 필요한 데이터를 전송하여 처리하는 방식이다. 본 논문에서는 클라이언트 중심의 인터넷 GIS의 정형으로서, 클라이언트에서 자바 애플릿과 3차원 Plug-In인 GeoVRML 브라우저를 상호 연계하여 3차원 세계를 시뮬레이션 하는 방식을 채택하였다.

2.2.4 GeoVRML(Geographic Virtual Reality Modeling Language)

VRML이란 3차원의 모형을 표현하는 그래픽언어에 하이퍼링크 기능을 포함한 파일형식을 의미한다. 전용 브라우저를 통해 구현되며 파일 확장자 명이 .wrl로 저장되어 브라우저에서 인식하게 되는데 HTML과 마찬가지로 텍스트 파일이다. 또한 기존의 실시간 멀티미디어 전송기술과 언어체계도 수용할 수 있고, 리얼오디오, 쇼크웨이브 등에 자바 스크립트를 수용함으로써 언어를 한 곳으로 집약시킨 것이다.

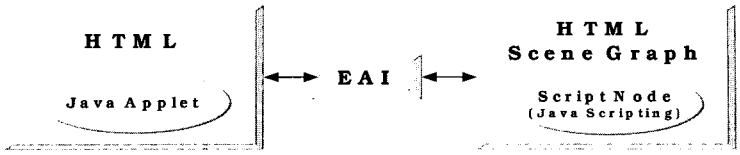
VRML 브라우저는 VRML 파일을 만들기 위한 저작도구뿐 아니라 많은 다양한 플랫폼에서 이용할 수 있다. VRML을 사용하면 웹상에서 검색을 용이하게 할 수 있으며 하이퍼링크된 3D 공간 및 가상세계를 만들 수 있다.

GeoVRML은 기존의 VRML 만으로는 표현할 수 없었던 지리정보를 PROTO 노드를 사용해 일부 보완함으로써 웹상에서도 지리정보를 사용할 수 있도록 한 VRML 서브셋 중의 하나이다(조정운, 2002).

2.2.5 EAI(External Authoring Interface)

EAI는 VRML과 HTML 문서에 있는 자바 애플릿의 인터페이스를 제공하는 것으로, 자바 애플릿을 통해 다양한 사용자 인터페이스 구성이 가능하고, VRML의 기능을 크게 확장시킬 수 있다. 또한 3차원 세계와 상호작용하고 이를 능동적으로 변화시킬 수 있는 애플리케이션을 개발하기 위한 방법을 제공한 것이다.

EAI는 자바 애플릿이 VRML의 이벤트 모델을 이용하여 VRML 장면의 노드에 접근을 가능케 한다. Event Out이 발생하면 Event In이 이를 감지하고 그 노드에



자료 : http://www.cult3d.com의 내용을 재구성

[그림 2] EAI(External Authoring Interface)의 구성

의해 이벤트가 수행된다. 또한, 스크립트 노드(Script Node)의 스크립트가 어떤 노드로의 포인터를 지니고 있다면 그 노드의 Event In으로 바로 이벤트를 보낼 수 있고 또한 그 노드의 Event Out으로부터 보내어진 최근의 값을 읽어올 수 있다.

EAI는 VRML 장면에 대한 다음 4가지 형태의 접근을 제공한다. 첫째, 브라우저 스크립트 인터페이스(Browser Script Interface) 기능에 대한 접근, 둘째, 장면(Scene) 내에 노드 Event In의 전송, 셋째, 장면 내에 노드의 Event Out으로부터 받은 최근의 값 판독, 그리고 넷째, 장면 내에 노드의 Event Out으로부터 이벤트가 보내어 졌음을 통보 받는다. VRML 세계와 외부 환경과의 의사소통을 위해 필요한 인터페이스가 바로 EAI이며, 이는 외부환경에서 VRML에 영향을 줄 수 있는 함수들로 구성된다.

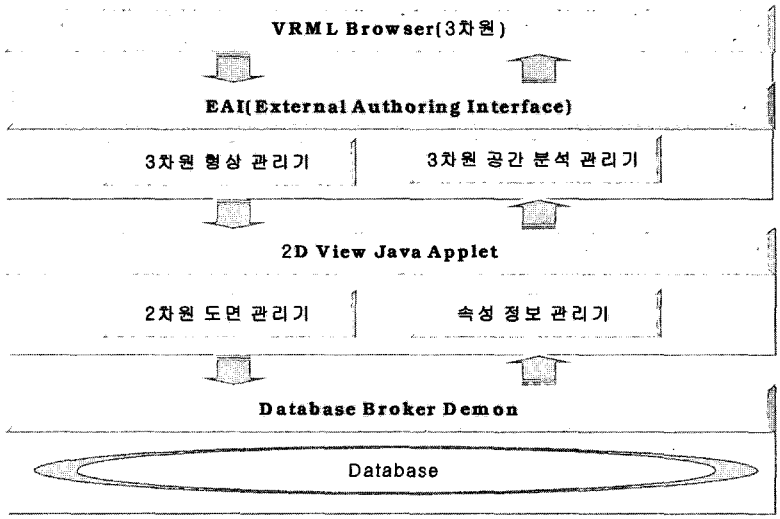
3. 시스템 설계

3.1 시스템 구성

복잡한 도시의 경관정보를 체계화하여 미래의 변화 추이를 정확하게 시뮬레이션 한다는 것은 경관관리에 있어서 중요한 문제라고 할 수 있다. 본 시스템에서는 전문가 및 일반인이 인터넷을 통해 도시경관 시뮬레이션시스템에 접속하여 도시정보검색, 시뮬레이션, 네비게이션을 통해 도시경관 현황을 분석할 수 있도록 하였다. 신규 도시개발사업에 따른 도시경관을 예측·분석하여 도시경관 계획 수립시 정책집행의 오차를 줄이고 객관적이고 시각적인 자료제시와 함께 주민의견을 수렴할 수 있는 시스템을 구현하고자 한다.

본 연구의 시스템은 2차원 도면 관리기(2D Map Manager), 3차원 형상 관리기(3D Feature Manager), 속성 정보 관리기(Attribute Data Manager), 공간 분석 관리기(Spatial Operation Manager)로 구성된다. 2차원 도면 관리기에서는 2차원의 경관과 주제별 지형지물을 Java Applet 상에서 확대, 축소, 이동 및 레이어 별로 관리하는 기능을 하며, 3차원 형상관리기에서는 2차원 도면 관리기 Applet 및 속성정보 관리기와 연계하여 VRML 브라우저에 표현되는 3차원 형상들을 동적으로 생성·변경하는 역할을 수행한다. 이때 자바 애플릿과 VRML 브라우저의 상호 연계는 EAI를 통하여 연동된다. [그림 3]은 구현하고자 하는 3차원 시각화 모듈의 구조를 나타낸 것이다.

속성 정보 관리기는 2차원 자바 애플릿이나 3차원 형상 관리기로부터의 데이터의 요구나 속성 정보의 갱신, 검색 등을



[그림 3] 3차원 시각화 모듈의 구조

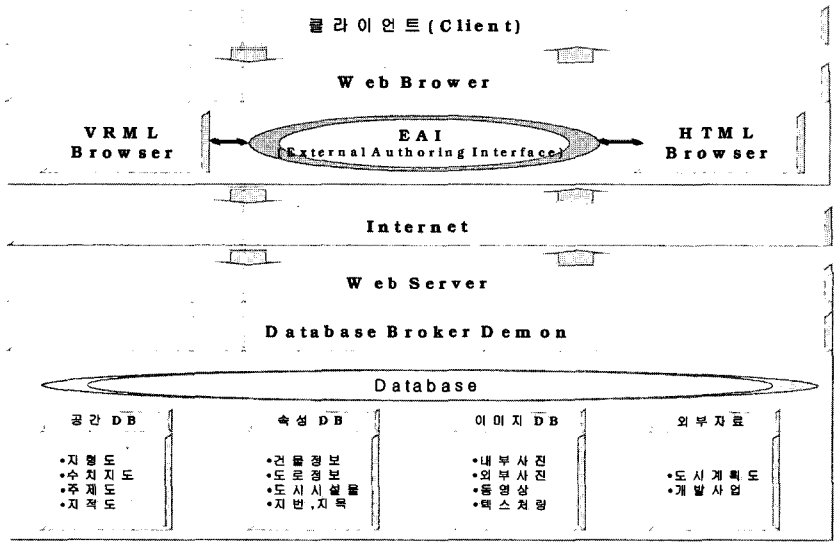
데이터베이스 브로커 데몬에게 요청하고, 처리 결과를 요구한 측으로 돌려주는 역할을 수행한다. 공간분석 관리기는 3차원 경관관리를 위한 공간 분석을 위한 몇 가지 공간 분석기능을 가진 관리기로서, 주요건물의 영향권 분석을 위한 버퍼분석, 지형지물 및 인근 경관자원과의 거리 연산 등이 설계되고 구현된다.

본 연구에서 개발하고자 하는 3차원 도시경관시뮬레이션 시스템은 수치지도와 지적도 등을 이용하여 도시를 3차원적으로 가상 시뮬레이션 할 수 있는 시스템으로 자바와 VRML을 연계하여 인터넷상에서 능동적인 조작과 분석이 가능하도록 설계하였다. 사용자(Client)는 Web 브라우저를 통해 3차원 경관시뮬레이션시스템과 접속하고, Web 서버에 있는 데이터베이스로부터 정보를 받게 되는데, 여기서 EAI는 VRML과 Java의 상호작용을 가능하게 하는 인터페이스가 된다.

서버의 공간자료와 속성자료들은 관계형 데이터베이스시스템(RDBMS)에 의해 관리되며, 시스템의 클라이언트들은 Windows 계열의 운영체제이다. 여기에서 공간객체들은 관계형 데이터베이스시스템으로 설계하여 속성데이터는 .dbf 파일로 저장하고, 공간데이터는 .shp 파일로 저장한다. 서로의 연결은 관계형 테이블을 사용하였으며, 클라이언트와는 ODBC(Open Database Connectivity)를 통해 상호 데이터의 연계가 이루어지도록 하였다. 시스템의 전체적인 구성은 [그림 4]와 같다.

3.2 데이터베이스 구축

기본적인 공간데이터는 크게 지형데이터와 시설물 등의 현황데이터, 그리고 건물 및 도로 데이터 등으로 구성된다. 각 데이터는 국립지리원의 1/5,000, 1/25,000 축척의 수치지도를 이용하여 등고선과 도



[그림 4] 시스템 구성도

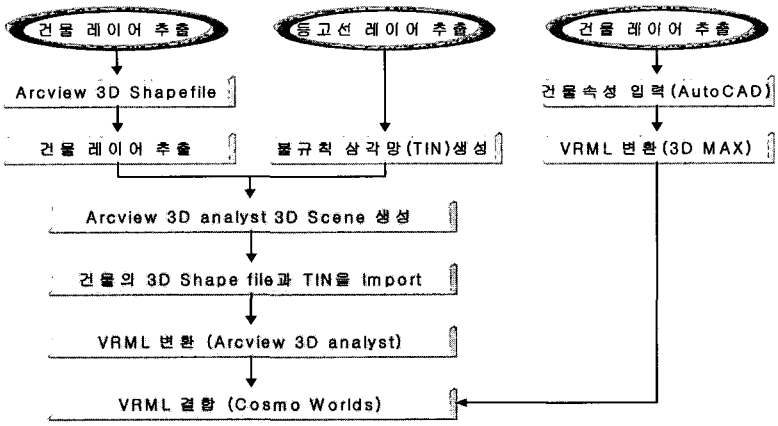
로, 지형·지물 등의 자료를 획득하였고, 개별 건물은 새주소 사업으로 구축된 자료를 최대한 활용하여 기본 데이터의 작성에 불필요한 손실을 없애도록 하였다.

자료 수집은 지형자료, 시설 및 건축물 관련 자료, 수집된 도면 등으로 용도현황을 파악하여 도면을 전산화하였다. 이러한 기본정보 위에 조사된 신축 건물, 도로, 녹지, 주요구조물 등을 입력하여 2차원 데이터를 완성하였다.

대상지 내부의 지형은 자세한 지형 굴곡을 표현하기 위해 20m 격자의 수치표고모형으로 구축하고, 200m 격자의 원경과 20m 격자의 대상지역의 수치표고모형의 연결부를 불규칙 삼각망(TIN)으로 접합하여 경관 데이터베이스의 지형기초를 구축하였다.

Base Map 구축작업은 크게 다음과 같이 세 가지로 나눌 수 있다. 첫째는 건물의 위치를 잡아주기 위해 수치지도에서 추출한 건물 레이어를 ArcGIS 3D Analyst에서 3D Shape 파일로 변환하는 작업이고, 두 번째는 등고선 레이어로부터 불규칙 삼각망(TIN)을 생성한다. 세 번째는 VRML로 변환 후 이벤트가 적용될 건물을 생성하기 위해 3D Max에서 건물 VRML을 생성하는 작업이다. 건물 생성에 두 번의 다른 방법을 동원하는 것은 이벤트가 적용되기 위해서는 각 건물이 다른 개체로서 인식되어져야 하는데 프로그램 상에서 변환한 것은 좌표 값을 가진 점들의 집합으로 건물을 생성하기 때문에 건물별로 인식하기가 어렵기 때문이다. 즉, 3D Shape 파일로 건물의 위치를 결정하여 지형과 결합시키고, 각 건물을 개체별로 인식하는 다른 건물 VRML을 이에 결합시킴으로서 기본 베이스 맵을 완성하였다.

공간데이터베이스의 레이어 설계는 데이터베이스의 활용목적에 따라 구성되는 주제별 도면을 분류하는 과정으로 공간데이터의 체계적인 관리를 목적으로 하며,



[그림 5] Base Map 구축과정

이를 통해 동일한 성격의 도형자료를 형상별로 분류하여 업무수행 시 효율적이고 신속한 자료 처리를 할 수 있게 한다. 기초 자료에서 추출한 주제도는 크게 도엽관리, 건물, 도로망도, 지형·지물 등으로 구분하고 표현방법은 점(Point), 선(Line), 면(Area)으로 각각 표현하였다. <표 1>은 구축된 공간자료 목록들을 정리한 것이다.

<표 1> 공간자료 레이어 설계

구 분	주제도	기초자료	표현방법	데이터형식	내 용
도엽관리	색인도	기본지형도	Area	Polygon	▪ 도엽의 색인을 표시
건 물	일반주택	수치지형도	Area	Polygon	▪ 단일대지내의 단독주택
	아 파 트	〃	Area	Polygon	▪ 5층 이상의 공동주택
	빌 딩	〃	Area	Polygon	▪ 중층이상의 대형건축구조물
도로 및 도로시설	도 로	〃	Area	Polygon	▪ 대상지 주요 도로
	중 심 선	〃	Line	Arc	▪ 주요도로의 중앙선
	교 차 점	〃	Point	Node	▪ 회전 제한
	가로등	〃	Point	Node	▪ 3차원 가시화를 위한 가로등
	가로수	〃	Point	Node	▪ 3차원 가시화를 위한 가로수
지 형	등 고 선	〃	Line	Arc	▪ 계곡선, 주곡선, 간곡선, 조곡선
	표 고 점	〃	Point	Node	▪ 지도상 고도의 수치표시
지 적	지 적	지적도	Area	Polygon	▪ 각 필지의 지적 및 용도
경관관리	주요조망점	수치지형도	Point	Node	▪ 주요통행로나 상징성 등
	주요경관자원	〃	Area	Polygon	▪ 조망대상에 대한 범위
도시계획	용도지역	현황평면도	Area	Polygon	▪ 주거지역, 상업지역 등
	용도지구	〃	Area	Polygon	▪ 미관지구, 풍치지구 등
개발사업	개발건물	수치지형도	Area	Polygon	▪ 개발예정 건물

데이터 구축에 있어서 건축물들을 효율적으로 표현하기 위한 방법으로 간략 건물과 상세 건물로 나누어 구축하였다. 간략 건물은 건물의 바닥선을 건물의 높이만큼 만든 입방체로 건물 군들의 형상을 파악하는 데는 충분한 자료이다. 상세 건물은 상세한 건물의 형태와 입면이 표현된 건물로 주로 사람들에게 인지도가 높은 건물을 대상으로 하였으며 가능하면 건물 특성을 잘 나타내면서도 데이터의 크기가 커지지 않도록 작업하였다.

속성데이터의 경우는 레이어를 기준으로 세부적인 속성항목을 설계하였다. 주요 조망점과 조망대상을 선정하는 기준은 정부기관에서 경관자원의 보호를 위해 선정한 뷰(View), 중요한 조망장소에서 바라보는 뷰, 중요한 경관 특징을 바라보는 뷰로써 선정하였다. 특히, 건물정보와 개발건물에 입력되어 있는 속성정보는 연구목적에 맞는 일부지역만을 대상으로 하였다. 정확한 데이터 획득이 어려운 신축건물에 대해서는 임의로 구성하여 레코드에 입력하였다.

4. 시스템 구현 및 평가

4.1 시스템 구현

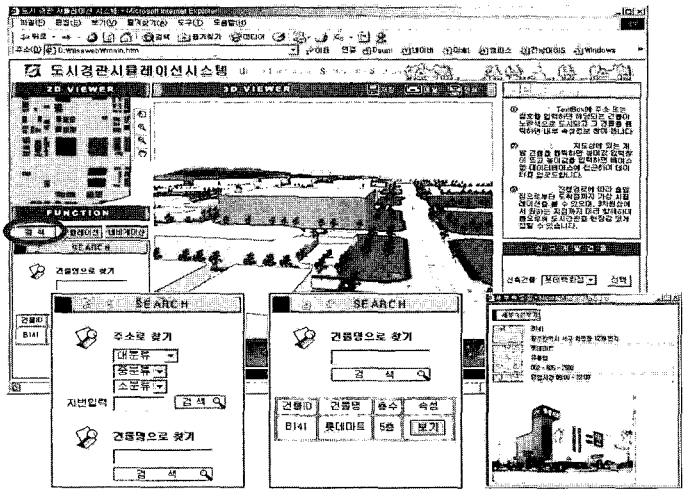
도시경관 시뮬레이션시스템의 초기화면에는 화면우측에 이용방법을 표기하여 일반 사용자가 쉽게 사용할 수 있게 하였으며, 좌측상단에는 2차원 지도 표시영역을 배치하여 메인 화면인 3차원 Viewer 내에서 확대 및 축소시에 현재 위치를 시각적으로 파악할 수 있게 하였다.

좌측하단에는 본 시스템의 구현 목적에 해당하는 건물검색, 시뮬레이션, 네비게이션 기능버튼과, 시뮬레이션에 필요한 질의 표시나 검색된 결과를 보여주는 영역인 서브 대화상자가 배치되어 있다. 본 논문의 주안점인 개발건물에 대한 대안평가를 화면 오른쪽 아래에 배치시켜 전문가뿐만 아니라 일반인들도 본 시스템에 접속하여 의견을 반영할 수 있게 하였다.

4.1.1 정보 질의 및 처리

GIS의 질의 유형에는 속성 데이터를 검색하여 텍스트 형식으로 출력하는 경우와 공간 데이터를 검색하여 화면상에 출력하는 방법이 있다. 본 연구에서는 두 가지 방법을 이용하여 검색한 뒤 검색 결과로 화면상에는 공간 데이터를 출력함과 동시에 속성테이블도 같이 디스플레이 해 주는 방법으로 구현하였다. 3차원 건물에 대한 검색 기능은 VRML 브라우저에 생성된 건물들을 간단히 클릭 함으로써 선택된 건물에 관련된 속성정보를 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 건물명, 지번, 주소 등 속성데이터를 검색하여 화면상에 검색결과를 보여준다.

건물검색은 화면상의 검색버튼을 클릭했을 때 서브 대화상자에 속성질의 텍스트 창이 생성되고, 주소 또는 상호를 입력하여 검색할 수 있다. 검색기능을 실행했을 경우 화면에는 해당 건물이 위치한 곳으로 2차원 뷰와 3차원 뷰가 디스플레이 된다. 그리고 검색한 건물은 사용자가 쉽게 판별할 수 있도록 노란 색으로 도시되게 하였으며, 해당건물에 대한 정보를 보기 위해서는 건물의 직접 클릭이나, 속



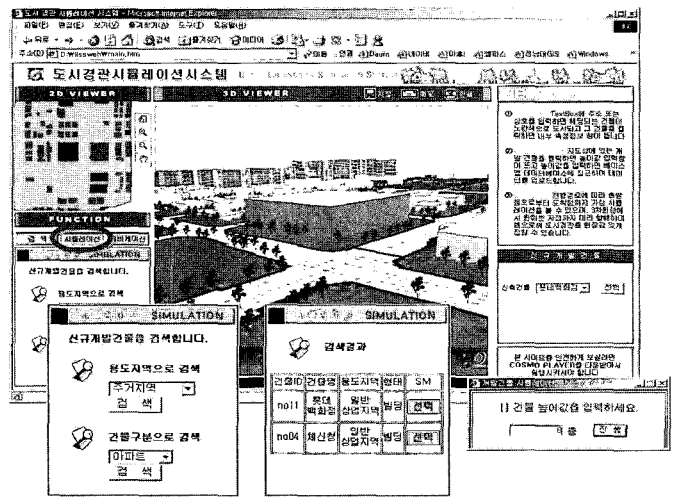
[그림 6] 정보 질의 및 처리 결과

성보기 버튼을 누르면 대상 건물에 관한 세부 속성정보를 확인 할 수 있다.

세부 속성정보 창에는 건물ID, 주소, 상호, 용도별, 전화번호 등 건물에 관련된 정보와 건물 사진을 볼 수 있도록 하여 도시경관 현황을 파악하는데 필요한 정보를 제공받을 수 있다.

4.1.2 건물 시뮬레이션

시뮬레이션은 신규 개발건물이 도시경관에 미치는 영향을 사전에 예측하기 위해 완성된 건물을 미리 조감해 보는 것으로, 도시의 경관을 바람직한 방향으로 가꾸어 나가기 위한 중요한 시각적 자료가 된다.



[그림 7] 건물 시뮬레이션 결과

건물 시뮬레이션 기능은 화면상의 시뮬레이션 버튼을 선택하여 신규 개발 건물에 대해서 먼저 검색을 실시하여야 한다. 검색하는 방법으로는 용도지역 구분에 의한 방법과 건물구분에 의한 방법으로 검색을 할 수 있다. 그리고 검색결과 화면에 디스플레이 된 건물에 대해서 실제 시뮬레이션 할 건물을 선택한 후, 높이 값을 입력하여 가상적으로 건물을 올릴 수 있다. 또한, 사용자는 3차원 Viewer 컨트롤 버튼을 사용하여 다양한 조망점을 선택하여 신규 개발건물이 도시경관에 미치는 영향을 시각적으로 조망할 수 있으며, 파노라마 기능을 통하여 주위경관을 360도 회전하며 살펴볼 수 있다.

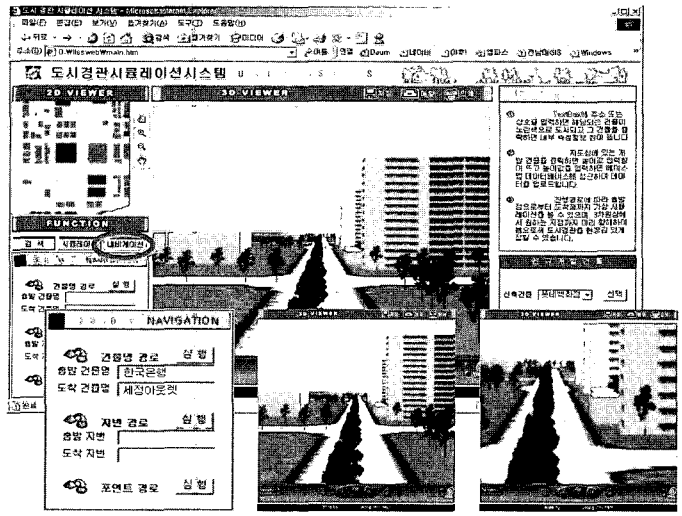
4.1.3 경관 네비게이션

3차원 네비게이션 기능은 사용자가 가상경로로 도시경관을 조망 하고자 할 때, 출발점과 도착점을 지정하여 가상적으로 3차원 도시를 이동해 봄으로써 도시경관을 현장감 있게 체험할 수 있다. 네비게이션 기능은 건물명과 지번을 입력하여 가상경로로 이동하는 방법과 지도에 직접 두 지점을 입력하여 하는 방법이 있다.

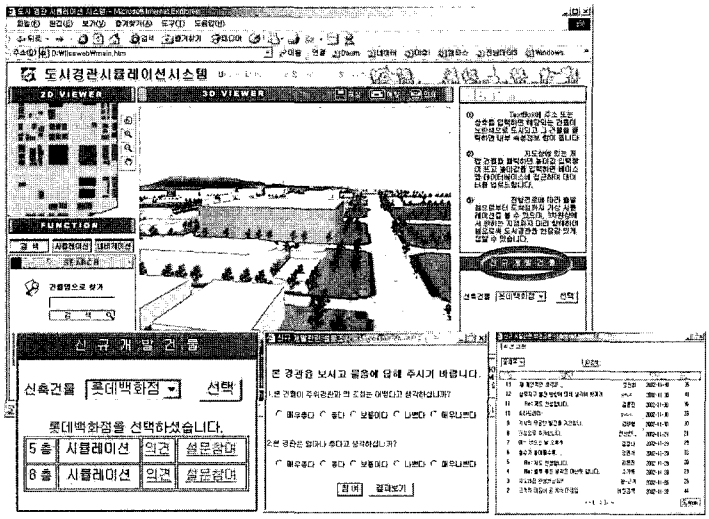
사용자가 경로를 선택하게 되면 선택된 경로를 가지고 각 프레임별로 디스플레이 할 사각형을 계산하게 되고, 계산된 사각형의 형태들은 내부적으로 리스트의 형태로 구성된다. 각 프레임에 대한 형상을 구성하기 위해 VRML의 뷰 포인트는 결정된 좌표로 이동하고, 이 과정을 거쳐 나온 결과물은 3차원 VRML 브라우저를 통해 사용자에게 디스플레이 되어 진다.

4.1.4 개발안에 대한 주민의견 반영

도시경관은 신규 도시개발이 미치게 될 영향을 사전에 정확히 예측하고, 그 결과에 따라서 정책집행을 위한 의사결정이 이루어져야 한다. 이렇게 개발에 따른 미



[그림 8] 경관 네비게이션 결과



[그림 9] 개발안에 대한 주민의견 반영 결과

래의 환경적 영향 예측과 의사결정의 수단으로 경관 시뮬레이션은 그 중요성이 크다고 볼 수 있다. 본 논문에서는 신규 도시개발에 대한 각 대안들을 비교할 수 있고, 선호도 조사를 통해 주민의사를 고려하여 정책집행의 오차를 줄일 수 있음을 제시하였다.

도시경관은 주민 개개인 생활의식과 가치관을 기반으로 형성되어 있고 그 평가에 있었어도 주민을 제외하고서는 생각할 수 없으며, 지역 환경을 생활기반으로 하는 거주자의 의견을 적극 반영하여한다. 사용자는 도시경관 시뮬레이션시스템에 접속하여 신규건물 개발안에 대해서 다양한 의견들을 게시판에 남길 수 있다. 또한, 도시경관 의사결정자는 이 게시판을 통해 주민의 요구를 계획 및 의사결정 단계에서 신속하게 반영하고 폭넓은 주민의견을 수렴할 수 있다.

주민참여의 한 방법으로써 도시경관 관련 입안자에 의해 선호도 조사 항목이 정해지면 주민들은 설문에 응답하여 행정에 반영함으로써 진정한 의미의 주민자치를 실현하도록 하는 기능에 큰 의미가 있다.

4.2 시스템 기능 평가

본 연구에서 구축한 3차원 도시경관 시뮬레이션시스템은 Web 3D 제작도구와 GIS 관련 툴을 병행하여 사용하였다. 그리고 시스템과 데이터베이스와의 연동을 통한 속성정보 검색이 가능하도록 새로운 모듈을 개발하였다. 이것으로 단순한 시뮬레이션만이 아니라 3차원 도시경관 상에서 각 건물들에 관한 정보들을 직접 제공할 수 있었다. 또한 사용자가 3차원 공간상에서 현 위치를 쉽게 파악할 수 있도록 2차원과 3차원 Viewer를 결합한 애플리케이션을 사용하였다.

본 시스템에서 구현한 주요 기능들을

살펴보면 다음과 같다. 첫째, 파노라마 기능을 통하여 주위경관을 360도 회전하며 볼 수 있으며, 네비게이션 기능을 이용하여 지정된 경로에 따라 가상적으로 이동해 봄으로써 도시경관을 체험할 수 있는 기능을 구현하였다. 둘째, 3차원 공간과 데이터베이스를 연동 할 수 있는 모듈을 이용하여 건물검색 및 속성검색이 가능하게 하였다. 셋째, 본 연구의 주요 기능인 개발건물의 시뮬레이션으로, 설계대상을 미리 조감해 봄으로써 신규 개발이 도시경관에 미치는 영향을 사전에 예측할 수 있고, 그 예측 결과에 따라서 의사결정 지원을 할 수 있다. 넷째, 시스템이 인터넷을 통해 다양한 사용자에게 정보를 제공한다는 점을 고려하여 신규 개발에 대한 각 대안들을 비교할 수 있게 하였다. 즉, 설문조사를 통해 주민의사를 반영하여 정책집행의 오차를 줄이고, 나아가 객관적이고 시각적인 자료제시를 통하여 민원을 예방할 수 있도록 구현하였다.

결과적으로 구축되어진 가상경관에서 건물검색 및 속성정보 검색이 가능하며, 신규 건물에 대한 가상 시뮬레이션을 할 수 있는 기능 구현으로 실제 행정업무에 직접적인 적용이 가능할 것으로 평가된다.

5. 결론 및 향후과제

보다 현실에 가까운 3차원 도시경관을 인터넷 환경에서 제공하는 웹 기반의 3차원 GIS는 새로이 주목받는 분야 중 하나이다. 본 연구에서는 웹 환경에서 구동되는 3차원 도시경관 시뮬레이션시스템을 개발함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 사용자 중심의 3차원 도시경관 시뮬레이션 시스템을 구축함으로써 사용자는 브라우저를 통해 장소에 구애받지 않고 상시 접속하여 현실감 있는 도시경관과 건물정보를 제공받을 수 있다.

둘째, 파노라마, 시뮬레이션, 네비게이션 등 도시경관을 시각화할 수 있는 Web 3D 기술을 적용하여 다양한 경관분석과 3차원 가상경로 진행을 가능하게 함으로써, 주요정책 및 의사결정에 중요한 자료로 활용될 수 있다.

셋째, VRML과 공간 DB의 연동을 통해 3차원 맵 상에서 건물을 직접 선택하여 공간객체의 속성정보를 제공받을 수 있도록 하였으며, 다양한 검색기능을 수행하는 사용자 중심의 인터페이스를 구축함으로써 일반 사용자들이 위치정보와 속성정보를 용이하게 확인할 수 있다.

넷째, 개발에 따른 도시경관을 인터넷 상에서 주민들이 직접 3차원으로 건물을 조작하고 분석이 가능하도록 하였고, 설문을 통한 응답결과를 행정에 반영함으로써 진정한 의미의 주민자치를 실현하도록 하는데 또 다른 의미가 있다.

향후 추가적인 연구가 필요한 부분으로는, 3차원에서의 보다 효율적인 공간분석이 가능한 3차원 연산자에 대한 탐구 및 고찰이 필요하다. 더불어 경관을 이루는 건축물, 도로 등은 계속 변화하므로 경관평가에 있어서 이러한 변화상태를 적절히 반영할 수 있고, 지속적인 유지 및 관리를 할 수 있는 경관관리시스템의 개발이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

김대현, 1991, "경관시뮬레이션 기법의 신뢰도와 타당성에 관한 연구", 서울대학교 학위논문, p16.

김항집, 2001, "무등산 자연경관보전을 위한 경관시뮬레이션", 산업기술연구 제16집, p.25.

오규식, 1991, "환경시뮬레이션의 이용과 평가, 그리고 연구과제", 한국조경학회지 제19권 1호, pp.3-18.

이윤, 1998, "인터넷에서 JAVA와 VRML을 이용한 지하시설물의 3차원 시각화시스템 개발", 한양대학교 석사학위논문, p.18.

조정운, 2002, "인터넷상에서 3차원 가상도시공간정보 구축", 경상대학교 석사학위논문, p.23.

최봉문 · 강병기, 1992, "CAD를 활용한 도시경관 시뮬레이션과 건축물 규제방안에 관한 연구", 대한국토도시계획학회지 제27권 1호, pp.73-92.

최장길 · 김종하, 1997, "건축시뮬레이션에 있어 컴퓨터 그래픽의 응용에 관한 연구", 대한건축학회논문집 제13권 11호, pp.71-80.

최진원 외, 2003, "PC 기반에서의 효율적인 3차원 도시 시뮬레이션 및 활용에 관한 연구", 대한국토도시계획학회지 제38권 7호, pp.245-256.

Lin, H., Gong, J. and Wang, F., 1999, Web-based three dimensional georeferenced visualization, Computer & Geosciences, 25, pp1177-1185.

Moore, K., Dykes, J. and Wood, J., 1999, Using Java to interact with geo-referenced VRML, within a virtual field course, Computers & Geosciences, 25, pp.1125-1136.

Perkins, N.H., 1992, Three questions on the use of photo-realistic simulations as real world surrogates", Landscape and Urban Planning 21, pp.265-267.

Zlatanova, S. and Gruber, M., 1998, 3D Urban GIS on the Web: Data Structuring and Visualization, presented ant the AGILE conference, pp.111-120.