

# Web 3D를 이용한 3차원 가상도시공간정보 구축 Construction of Three Dimensional Virtual City Information Using the Web 3D

유환희\* · 조정운\*\* · 이학균\*\*\*

Yoo, Hwan Hee · Cho, Jung Un · Lee, Hak Gyun

## 요 旨

최근 Web 3D 기술의 발달과 인터넷에서의 가상현실 구현에 관한 기술개발로 인하여 웹에서 3차원으로 정보를 제공하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 인터넷에서 가상세계를 구현하는 표준 언어인 VRML과 HTML 문서에 있는 자바 애플릿과의 인터페이스를 제공하는 EAI 방식을 이용하여 3차원 공간에서 도시 정보를 웹 서비스하기 위한 다양한 어플리케이션 개발이 이루어지고 있다. 본 연구는 수치지도와 위성영상, VRML 등을 이용하여 3차원 가상도시를 구현하고, 웹(Web)에서 도시생활정보를 제공하는 3차원 가상도시공간정보를 EAI를 이용하여 구축함으로써 사용자 중심의 보다 현실감 있는 건물의 위치정보 및 생활정보를 제공할 수 있었다. 또한 텍스처링, 파노라마, 네비게이션 등 Web 3D 기술을 적용하여 다양한 경관분석과 경로 탐색을 가능하게 하였고, 데이터베이스와의 연동을 통한 속성정보의 검색뿐만 아니라, ASP를 이용하여 웹에서 데이터 업로드가 가능하도록 설계함으로써 실시간으로 도시생활정보를 제공할 수 있게 구축하였다.

## ABSTRACT

Recently, as advancing the technologies for Web 3D and Virtual Reality, the studies have been progressed actively to provide three dimensional information on the web. Especially, the various applications for providing urban information in 3D space have been developed using EAI(External Authoring Interface) that serves an interface between VRML(Virtual Reality Modeling Language), standard language for embodying virtual reality, and JAVA applet in HTML. In this study, as constructing 3D virtual city information using Digital Map, IKONOS satellite image, VRML and so on, we could provide users which need several information with building location and various urban living information. In addition, applying 3D skills such as texturing, panorama and navigation, users were enabled to perform various route searching and scenery analysis. Finally, to serve urban living information in real time, we designed to search information faster through interfacing database and to update data using ASP(Active Server Page) on web.

## 1. 서 론

최근 Web 3D 기술의 발달과 인터넷에서의 가상현실 구현에 관한 기술개발로 인하여 웹에서 3차원으로 정보를 제공하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 인터넷에서 가상세계를 구현하는 표준 언어인 VRML(Virtual Reality Modeling Language)과 HTML 문서에 있는 자바 애플릿(Java applet)과의 인터페이스를 제공하는 EAI(External Authoring Interface) 방식을 이용하여 3차

원적인 도시정보 분석 및 제공을 위한 다양한 어플리케이션 개발이 이루어지고 있다.<sup>1)3)</sup>

본 연구는 수치지도와 위성영상, VRML 등을 이용하여 3차원 가상도시를 구현하고, 이에 EAI 방식을 적용하여 도시 생활정보 데이터베이스와 연동시킴으로써, 각종 유용한 도시생활 정보를 실제와 동일한 3차원 가상현실 세계에서 제공하고 시뮬레이션 및 네비게이션이 가능한 3차원 도시생활정보 시스템을 구축하였다.

## 2. 연구범위와 방법

본 연구의 대상지역은 경남 진주시 장대동 동방호텔 부근으로, 1/1,000 수치지도에서 건물과 등고선 레이어

\*경상대학교 건설공학부 도시공학과 교수(공학연구원 책임 연구원)

\*\*경상대학교 부속 공학연구원 연구원

\*\*\*경상대학교 건설공학부 도시공학과 석사과정

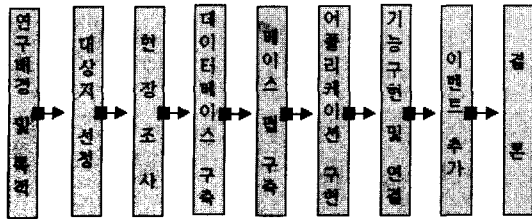


그림 1. 연구진행과정

를 추출하였다. 그리고 현장조사를 통하여 대상지역의 자료를 조사하고 건물외부 사진과 파노라마 제작에 사용할 주변 전경사진을 취득하였다. 현장조사자료를 바탕으로 데이터베이스를 구축한 다음 3차원 가상도시공간을 제작하였다. 3차원 가상도시공간의 VRML을 제작하여 HTML, 자바 애플릿, ASP(Active Sever Page) 등을 이용하여 사용자 인터페이스를 구현하고 데이터베이스와 연결하였다. 마지막으로 네비게이션, 파노라마 등 이벤트를 추가하여 3차원 가상도시공간정보를 완성하였다. 3차원 가상도시공간정보는 Windows NT4.0 환경에서 Cortona VRML 뷰어를 기반으로 구축하였다.

본 연구의 진행과정을 흐름도로 나타내면 그림 1과 같다.

### 3. Web 3D 기술

웹 환경에서 3차원 콘텐츠를 표현하기 위한 방법으로 최근에 가장 많이 사용되고 있는 것이 VRML과 Cult3D, Java3D 등이다. VRML은 가상현실 모델링 언어로 기존의 HTML이 텍스트와 이미지위주로 구성되어 실제적인 가상공간을 구축하는데 적합하지 않다고 판단되어 이를 대체할 새로운 규약으로 제정된 것이다. 한편 Cycore 사에서 발표한 Web 3D 서비스용 저작도구 및 브라우저의 총칭인 Cult3D는 VRML과 그 개념은 비슷하지만, 공개된 언어규약이 아니라 독자적인 파일형식을 통하여 정보교환이 이루어진다.<sup>4)</sup> 또한 웹에서의 3차원 그래픽 프로그래밍을 위해 개발된 자바 라이브러린 Java3D는 3차원 객체에 대한 더욱 직접적인 조작과 관리가 가능하지만, 3차원 가상세계를 표현하기 위한 브라우저를 직접 개발해야하고 3차원 객체의 생성 및 조작을 위한 프로그래밍에 시간이 많이 걸린다는 단점이 있다.<sup>5)</sup> 본 연구에서는 이러한 내용들을 바탕으로 객체간의 상호

작용과 사용자와 객체간의 동작을 표현할 수 있는 VRML<sup>6)</sup>과 EAI를 이용하여 3차원 가상도시공간정보를 구축하였다.

## 4. EAI

EAI는 VRML과 HTML 문서에 있는 자바 애플릿의 인터페이스를 제공하는 것으로 자바 애플릿을 통해 다양한 사용자 인터페이스 구성이 가능하고, VRML의 기능을 크게 확장시킬 수 있다. 애플릿은 java.awt.Panel 클래스의 하위 클래스로서, AWT에서 제공하는 그래픽 기능과 다른 컴포넌트를 포함할 수 있는 기능을 갖는다. 또한 마우스 이벤트나 키보드 이벤트를 처리할 수 있게 해준다.

VRML세계와 외부 환경과의 의사소통을 위해 필요한 인터페이스가 바로 EAI이며, 이는 외부 환경에서 VRML세계에 영향을 줄 수 있는 함수들로 구성된다(그림 2).<sup>3),7)</sup>

### 4.1 자바 애플릿과 HTML의 관계

애플릿은 java.awt.Panel 클래스의 하위 클래스로서, AWT에서 제공하는 그래픽 기능과 다른 컴포넌트를 포함할 수 있는 기능을 갖추고 있다. 또한 마우스 이벤트나 키보드 이벤트를 처리할 수 있게 해 준다. 애플릿은 웹 서버에서 다운로드 되어 웹 브라우저에서 동적으로 실행이 가능하지만, 어플리케이션과 달리 독자적으로 실행될 수 없고, 웹 브라우저나 애플릿 뷰어(applet viewer) 같은 특수한 프로그램 내에서만 실행이 가능하다. 또한, 애플릿 자체를 실행할 수는 없고, 애플릿을 포함하는 웹 페이지를 웹 브라우저나 애플릿 뷰어에서 읽어들이어서 실행해야 한다. 웹 브라우저가 기본적으로 읽을 수 있는 문서는 오로지 HTML 문서밖에는 없다.<sup>8)</sup> 따라서, 브라우저에서 이미지나 애플릿을 읽어들이기 위해서는, HTML 문서로 지정해주어야 한다. 그러므로 브라

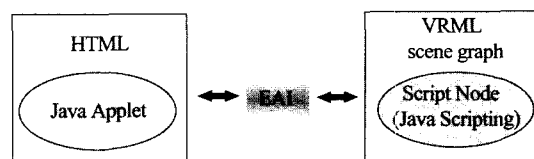


그림 2. EAI 개념도

우자가 애플릿이 포함된 HTML 문서를 읽는다는 것은 HTML 문서를 먼저 읽고, 이 문서에서 지정된 애플릿을 다시 읽어들이어서, 브라우저내의 자바가상머신에서 실행하는 두 단계를 거치게 된다.<sup>9)</sup>

#### 4.2 자바 애플릿과 VRML과의 관계

VRML 모델과 이벤트를 주고받기 위해서 EAI에 필요한 자바 클래스를 импорт(import)하면 자바 file에서 VRML 모델에 접근하여 노드를 생성/삭제하거나, 외부 프로그램에서 VRML의 이벤트 모델을 이용하여 VRML 장면(Scene)의 노드에 접근이 가능하다. VRML의 이벤트 모델에서는 어떤 노드의 EventOut이 다른 노드의 EventIn으로 라우팅(Routing)되게 된다. EventOut이 발생하면 EventIn이 이를 감지하여 그 노드에 의해 이벤트가 수행된다.<sup>10),11)</sup>

#### 4.3 HTML과 VRML과의 관계

HTML페이지에서 PARAM NAME으로 접근하여 속성을 변경해 줄 수 있다. 흔히 HTML페이지에서 VRML 내부의 여러 조건을 조절하려면 JAVA를 이용한 EAI를 이용해야 한다. 그러나 간단한 이벤트 수행을 위해 자바를 이용한다면 비효율적이므로 Cortona와 Internet Explorer를 사용하면 VBScript를 이용해 간단하게 여러 가지 조건을 조절할 수 있다. 또한 ASP를 연결함으로써 데이터베이스와 연동할 수 있는데, 다양한 데이터베이스 검색과 데이터베이스에서 불러들인 속성데이터를 새 다이얼로그 박스에 자유롭게 호출할 수 있다.

## 5. 3차원 가상도시정보 시스템 구축

### 5.1 시스템 구성도

본 연구에서 개발한 3차원 도시정보 시스템은 수치지도와 항공사진, VRML의 텍스처 등을 이용하여 3차원 가상도시를 구축하고 3차원 객체를 데이터베이스와 연결함으로써 각 객체에 대한 3차원 도시정보를 얻을 수 있으며, 인터넷상에서 능동적인 조작과 분석이 가능하도록 시스템을 설계하였다.

사용자는 그림 3과 같이 웹 브라우저를 통해 3차원 도시정보 시스템과 접속하고, 웹 서버에 있는 데이터베이스로부터 정보를 받게되는데 여기서 EAI는 VRML과 자바의 상호작용을 가능하게 하는 인터페이스이다.

### 5.2 데이터베이스 구축과 접근형태

본 연구에서는 경남 진주시 장대동 일대를 연구대상지역으로 선정하고, 직접 현장조사 및 사진을 촬영하여 데이터베이스를 구축하였다. 데이터베이스에는 관계형 데이터베이스를 이용한 테이블 형식의 속성데이터와 이미지 데이터를 저장하였다. 속성데이터는 각 건물의 층수, 용도, 전화번호, 중요사항 등 도시생활에 필요한 데이터로 이루어지고, 이미지 데이터는 각 건물의 외내부 사진뿐만 아니라 교차로 부분에서 360도 회전하며 관찰할 수 있는 파노라마 영상을 제공하기 위한 각 교차로 별 전/후/좌/우의 전경사진을 제작하였다.

본 연구에서 데이터베이스에 접근하는 방법은 세 가지로 나뉘는데 첫째, VRML 브라우저의 3차원 지물을 직

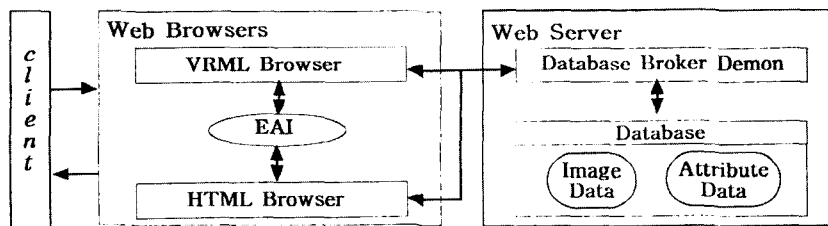


그림 3. 시스템 전체 구성도

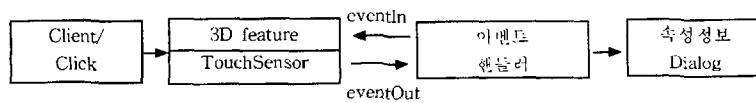


그림 4. TouchSensor에 의한 속성정보 검색

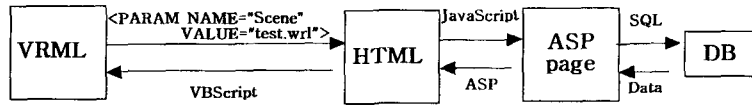


그림 5. 데이터베이스연동 흐름도

접 클릭함으로써 선택된 지형요소의 속성정보를 얻는 방법이 있다(그림 4).

둘째, 텍스트 박스에 주소를 입력하여 속성정보를 얻는 방법이다. 이 방법은 해당건물의 속성정보뿐만 아니라 VRML Browser를 통해 해당 건물의 위치를 함께 도시해 준다.

셋째, ASP(Active Server Page)를 이용한 속성정보의 추가·삭제 및 검색이다. 이것은 데이터 검색뿐만이 아니라 데이터베이스의 필드에 직접 접근하여 그 내용을 추가·삭제할 수 있으며 정해진 포맷에 맞추어 내부사진과 같은 이미지 데이터의 저장도 가능하다(그림 5).

### 5.3 기본도 구축

본 연구수행을 위한 기본도 구축작업은 크게 세 부분으로 나눌 수 있다. 첫 번째는 실제 좌표와 동일한 3차원 건물 생성을 위해 수치지도에서 추출한 건물레이어를 ArcView 3D Analyst에서 3차원 좌표를 가지는 Shapefile 변환하는 작업이며, 두 번째는 등고선 레이어로부터 불규칙 삼각망(TIN)을 생성하고 이에 기하보정한 위성영상을 맵핑하는 작업이다. 세 번째는 VRML로 변환 후 이벤트가 적용될 건물을 생성하기 위해 3D Max에서 건물 VRML을 생성하는 작업이다. 즉, ArcView 3D Analyst에서 Shapefile과 3차원 지형 데이터인 TIN을 이용하여 1차적인 3차원 VRML을 생성하고, 건물 검

색과 같은 이벤트를 적용하기 위해 3D Max에서 각 건물을 개체별로 인식하도록 다시 VRML을 생성하여 이 두 VRML을 결합함으로써 정확한 위치좌표와 축척을 갖는 기본도를 완성하였다.

그림 6은 AcrView 3D Analyst에서 3차원 Scene을 생성한 다음 지형과 건물을 불러온 것이며, 그림 7은 대상지역의 IKONOS 위성영상을 지형에 텍스처링한 모습이다.

그림 8은 기본도 구축과정의 흐름을 보여주고 있다.

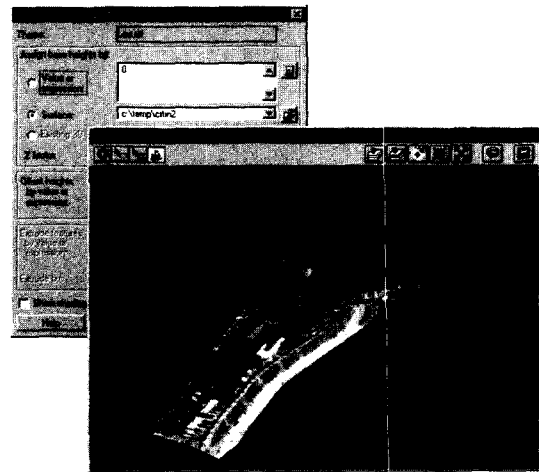


그림 7. IKONOS 영상 텍스처링

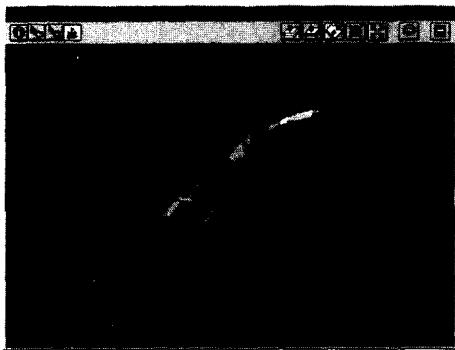


그림 6. ArcView 3D scene

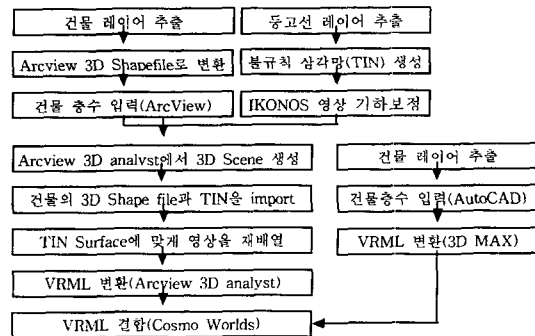


그림 8. 기본도 구축과정



그림 9. 어플리케이션 초기 화면

## 6. 어플리케이션의 구현

3차원 기상도시공간정보의 어플리케이션은 그림 9와 같이 두 개의 뷰어로 나누어지는데, 대상지역을 수직으로 나타낸 2차원 미니 맵과 Cortona VRML 뷰어이다. 복잡한 3차원 내에서 현재의 위치를 2차원 뷰어를 통해 알 수 있으며, 2차원 뷰어에서 마우스를 클릭한 후 움직이면 3차원의 뷰 포인트가 변하면서 동일한 위치를 보여 준다. 이것은 EAI를 적용한 것으로, 2차원 뷰어에서  $x$ ,  $z$  좌표 값을 얻은 다음 3차원 즉, VRML상에 있는 폴리곤들로부터 방정식을 수립하여 미지수  $y$  값을 찾는 연산을 수행하고 그  $x$ ,  $y$ ,  $z$  좌표에 카메라의 시점을 이동시키는 원리를 이용하였다.

### 7. 3차원 기상도시 공간정보 기능 구현

#### 7.1 텍스처링

지형에 해상도가 높은 IKONOS 위성영상을 텍스처링하여 도로, 하천 등 주변 환경을 관찰할 수 있으며, 각 건물 벽면에는 건물외벽 사진을 텍스처링하여 실감나는 건물의 외형을 반영하였다. 단, 이미지의 용량이 전체 처리속도에 영향을 미칠 수 있으므로 메뉴에서 텍스처를 선택하거나 제거할 수 있도록 하였다.

그림 10은 텍스처링 메뉴에서 지형을 선택하여 지형 VRML에 위성영상을 텍스처링하는 과정을 보여주고 있다.

그림 11과 같이 건물 역시 지형과 마찬가지로 텍스처링 메뉴에서 건물을 선택하면 텍스처링한 건물로 대

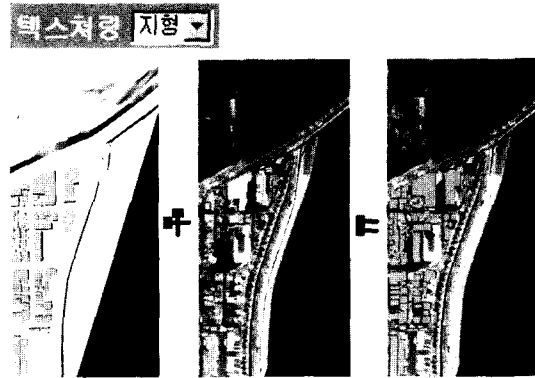


그림 10. 지형 텍스처링

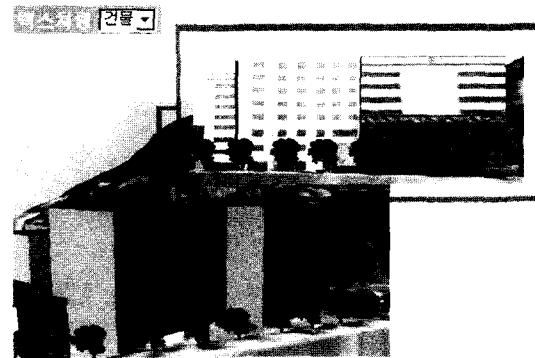


그림 11. 건물 텍스처링

체되게 된다.

건물 텍스처링 방법에는 여러 가지가 있을 수 있다. 건물의 각 면마다 데이터베이스와 링크되어 있는 이미지를 불러오는 방법을 사용할 수도 있고, 모든 면이 텍스

쳐링 되어있는 건물을 기존 건물과 교체하는 방법이 있다. 전자의 경우 데이터를 효율적으로 사용할 수는 있지만 내부적으로 상당히 복잡한 구조를 가지게 되는 반면, 후자는 매우 간단한 스크립트로 조절이 가능하지만 한꺼번에 큰 용량의 이미지 데이터를 불러들인다는 단점이 있다.

## 7.2 파노라마

메뉴에서 파노라마를 선택했을 때 다음 그림 12와 같

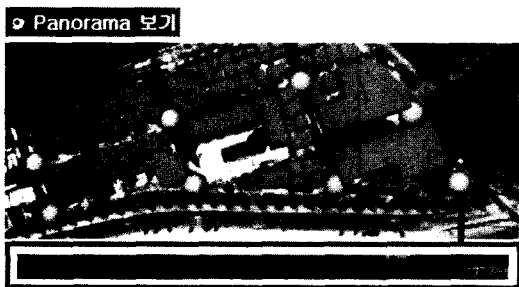


그림 12. 파노라마 보기

이 노란색 모양의 아이콘이 나타나며, 이것을 클릭하면 그 지점에서 360도 회전하며 주변경관을 살펴볼 수 있는 파노라마 창이 생성되도록 하였다.

파노라마 영상을 보여줄 지점의 좌, 우, 앞, 뒤에서 촬영된 사진을 이용하였으며, 자연스러운 연속 영상을 보여주기 위해서 사진 촬영시 영상과 영상이 겹치는 경계 지역의 중복도와 일정한 초점 거리를 유지하여 촬영하였다.

## 7.3 뷰 포인트(viewpoint) 이동 및 표시

그림 13은 뷰 포인트의 이동과 scene의 변화를 보여주고 있다. 어플리케이션에서 뷰 포인트의 시점을 변경할 수 있으며, 뷰 포인트의 값이 변경될 때 현재 뷰포인트의 좌표를 맵의 하단에 표시되도록 하였다.

## 7.4 네비게이션

그림 14는 VRML의 뷰 포인트 애니메이션 기능을 사용하여 미리 정해 놓은 경로에 따라 네비게이션을 실행한 장면이다.

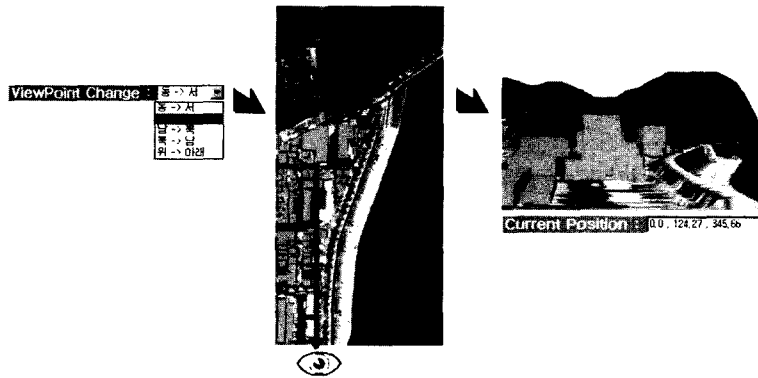


그림 13. 뷰 포인트 이동 및 표시

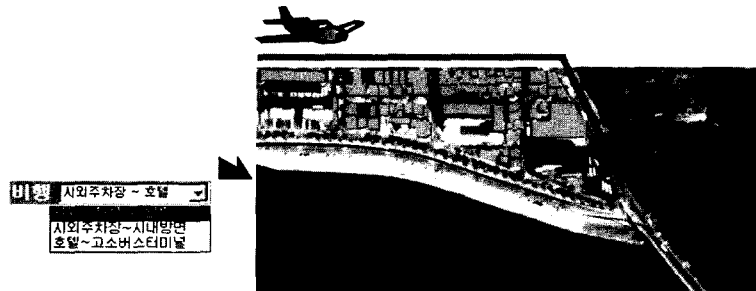


그림 14. 네비게이션 선택 및 진행경로

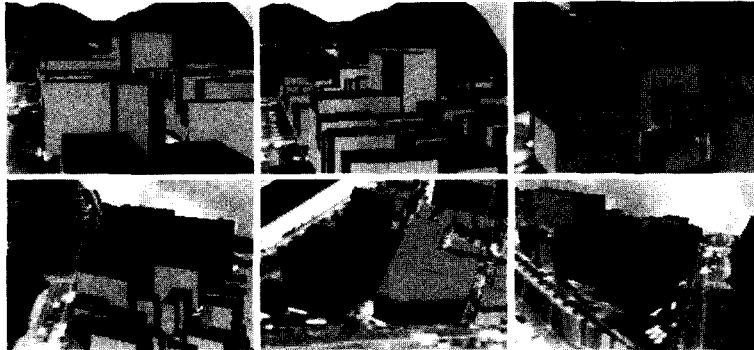


그림 15. 네비게이션 진행 장면

네비게이션을 실행하면 진행경로에 따라 출발점으로부터 도착점까지 가상 시뮬레이션을 볼 수 있다(그림 15). 3차원상에서 원하는 지점까지 미리 네비게이션함으로써 복잡한 도심내의 목적지를 찾는 데 보다 직접적이고 현장감 있는 지리정보를 제공할 수 있도록 하였다.

#### 7.5 건물검색 및 속성정보

텍스트 박스에 주소 또는 상호명을 입력하면 해당하는 건물이 빨간 색으로 도시되고 그 건물을 클릭하면 내부 속성정보 창이 뜬다(그림 16).

3차원 가상도시공간정보에서 가장 중요한 기능으로서, 데이터베이스와 연동하여 속성정보를 제공하는데 클라이언트가 직접 데이터베이스에 접근하여 데이터를 업로드할 수 있다.

기본적인 속성정보의 입력은 현장조사에서 대부분 이루어질 수 있으나 복잡한 도심에서의 건물용도 및 세부

내용은 매우 자주 변동되므로, ASP를 이용하여 관계자가 직접 웹에서 데이터베이스에 접근하고 해당 관련 정보 및 이미지를 업데이트 해 줄 수 있는 환경을 제공함으로써 최신정보를 실시간으로 공유할 수 있도록 하였다. 속성정보의 입력과 수정·갱신은 그림 17과 같은 단계로 구성하였다.

다음 그림 18은 건물을 검색된 건물을 클릭하였을 때 속성정보 박스가 보여지는 모습이다.

속성상자 내에서도 용도 및 상호명 등의 여러 가지 조건으로 건물검색이 가능하며 사용자 인증 과정을 거쳐 건물 외내부 사진과 속성정보를 입력하거나 수정·갱신할 수 있다.

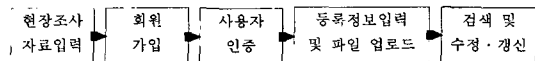


그림 17. 속성정보 구축단계



그림 16. 건물검색



그림 18. 속성정보

## 8. 결 론

보다 현실에 가까운 3차원 지형공간정보를 인터넷 기반 환경에서 제공하기 위한 3차원 인터넷 GIS는 새로이 주목받는 분야중 하나이다.

본 연구에서는 수치지형도를 이용하여 기본도를 구축하고, 웹 환경에서 구동되는 3차원 시각화 모델을 위한 표준언어인 VRML과 고해상의 위성영상을 이용하여 가상도시공간을 구현하였다. 또한, 사용자 중심의 인터페이스구성과 VRML 기능을 보다 확장할 수 있는 EAI 방식을 적용하여 도시생활정보 데이터베이스와 연동되는 시스템을 개발함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 3차원 웹 표준 언어 규약인 VRML과 그 기능을 확장시킬 수 있는 EAI 방식을 이용하여 사용자 중심의 3차원 도시생활정보 시스템을 구축함으로써 VRML 브라우저를 이용하는 클라이언트가 어디에서든 편리하게 접속하여 현실감 있는 건물의 위치정보와 실시간적인 생활정보를 제공받을 수 있게 하였다.

둘째, 텍스처링, 파노라마, 시뮬레이션, 네비게이션 등 가상도시공간정보를 좀더 현실적으로 시각화할 수 있는 Web 3D 기술을 본 시스템에 적용하여 다양한 경관분석과 3차원적 경로탐색이 가능하게 함으로써 사용자의 의사결정에 중요한 수단을 제공할 수 있도록 하였다.

셋째, VRML과 데이터베이스의 연동을 통해 3차원 지도에서 3차원 지물의 직접 클릭으로 공간객체들의 속성 정보를 제공받을 수 있도록 하였으며, 다이얼로그 박스에서 다양한 검색기능을 수행하는 사용자 중심의 인터페이스를 구축함으로써 일반사용자들이 용이하게 위치정보

와 속성정보를 제공받도록 하였다.

## 참고문헌

1. 강성봉, 조정운, 이학균, 유환희, "External Authoring Interface를 이용한 3차원 도시생활정보 시스템구축", 대한토목학회 학술발표회논문집, 2001.
2. 유환희, 조정운, "인터넷상에서 가상도시공간정보 구축", 한국지형공간정보학회 추계학술발표회 논문집, 2001, pp. 69-76.
3. 조정운, "인터넷상에서 3차원 가상도시공간정보 구축", 경상대학교, 석사학위논문, 2002.
4. 박태준, 김해동, 최병태, "Web 3D 기술의 현황과 미래", 정보과학회지, 제19권, 제5호, 2001, pp. 4-12.
5. 김경호, 이기원, 이종훈, 양영규, "Java/VRML기반 3차원 GIS의 설계 및 구현".
6. PanjettyKumaradevan, Virtual Reality and Distributed GIS, SenthilKumar, Iowa State University, 246 N Hyland Aprt# 309 Ames, Iowa 50014, 1999.
7. 신석효, "3차원 공간 시설물의 효율적인 관리를 위한 웹 GIS 기법의 적용", 경상대학교, 박사학위논문, 2002.
8. 김성진, 정의현 공저, 자바2, 대림출판사, 2000.
9. 김경호, 이기원, 이호근, 하영렬, "www에서 구동되는 3차원 GIS의 설계 및 구현", 한국정보과학회 학술발표논문집, Vol. 25, No. 1, 1998, pp. 146-148.
10. 이 윤, "인터넷에서 Java와 VRML을 이용한 지하시설물의 3차원 시각화 시스템 개발", 한양대학교, 석사학위논문, 1998.
11. Siyka Zlatanova, VRML For 3D GIS, ITC, Enshede, The Netherlands, 1997.

(2002년 2월 18일 원고접수)