

# 웹 상의 삼차원 가상 건축물 저작도구의 설계 및 구현

김규평<sup>o</sup> 홍지영 이종학  
대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부  
{g9521005, s6047083, jhlee11}@cuth.cataegu.ac.kr

## Design and Implementation of Virtual Reality Authoring Tool for the 3D Virtual Building on the Web

Kyu-Pyong Kim<sup>o</sup> Ji-Young Hong Jong-Hak Lee  
School of Computer and Information Communications Engineering, Catholic Univ. of Daegu

### 요약

최근 인터넷상에서 삼차원 가상세계를 기술하기 위한 VRML(Virtual Reality Modeling Language) 문서의 효율적인 작성을 위해 다양한 VRML 저작도구들이 개발되어지고 있다. 이러한 기존의 VRML 저작도구들은 실제계에 존재하는 모든 객체들에 대한 다양한 형태의 가상세계를 저작할 수 있는 범용 저작도구들이다. 하지만, 특정의 특성을 가지는 삼차원 객체들로만 구성된 가상세계를 저작하는 경우에는 더욱더 편리한 저작도구를 개발할 수 있다. 가상 건축물의 경우 외형이 주로 직선적이고, 모든 구성 객체들을 레이어(layer)로 쌓음으로써 구현할 수 있는 특성을 지닌다. 따라서, 본 논문에서는 건축물 객체가 가지는 특성을 이용하여 전문가가 아닌 일반인도 웹 상에서 삼차원 가상 건축물을 쉽게 저작할 수 있는 저작도구를 설계하고 구현한다.

### 1. 서론

VRML(Virtual Reality Modeling Language)은 인터넷상에서 상호작용 가능한 삼차원 멀티미디어를 기술하기 위한 국제 표준(ISO/IEC 14772) 파일 포맷이다. 최초 VRML 1.0은 실리콘그래픽사의 오픈인벤터(Open Inventor) 파일 포맷을 기반으로 만들어졌으며[1], ISO에서 1997년 4월에 VRML2.0의 추가 수정 버전인 VRML97을 표준으로 결정하였다[2]. VRML은 이차원 표현의 한계를 벗어나 인터넷과 인터넷 그리고, 로컬 클라이언트 상에서 실제 세계와 유사한 삼차원의 표현과 상호작용을 할 수 있도록 해 준다[3, 4].

VRML은 HTML을 작성하는 것과 같이 텍스트 문서 편집기로 작성이 가능하지만 여러 문제점이 있다. 우선, 텍스트 문서 편집기를 이용하여 VRML 코드를 작성할 경우 코드가 복잡하기 때문에 오류를 범할 가능성이 있다. 또한, 삼차원적인 공간의 브라우징 기능이 없이 문서 편집기로만 작성해야 함으로 넓은 범위나 정교한 물체의 저작에는 비효율적이다[5]. 그러므로, VRML 전용 저작도구와 VRML 코드를 생성하는 삼차원 객체 모델링 도구를 사용하는 것이 더욱 효율적이다[4].

기존의 삼차원 객체 모델링 도구와 VRML만을 생성하는 VRML 전용 저작도구의 경우에도 전문 사용자가 아니면 사용하기 어려운 문제점이 있다. 즉, 기존의 삼차원 객체 모델링 도구는 VRML 상호작용과 키 프레임 애니메이션, 스크립팅을 지원하는 VRML 코드로의 완전한 변환이 불가능하므로 수작업으로 별도의 코드를 추가하여야 한다[5]. 그리고, VRML 전용 저작도구의 경우에도 저작도구의 범용성 때문에 복잡한 저작도구의 사용법을 습득하여야 하며, 객체 저작 훈련을 위한 많은 시간과 비용을 들여야 한다[6].

단순한 구성요소들로 구성되며 특정의 특성을 가지는 객체들만으로 구성된 가상세계를 저작하는 경우에는 더욱더 편리한 저작도구를 개발함으로써 전문가가 아닌 일반 사용자도 쉽게 삼차원 가상세계를 구축할 수 있다. 건축물과 같은 특정의 특성만을 가지는 경우에는 가상 건축물만을 저작할 수 있는 편리한 특수 VRML 저작도구를 만들 수 있다. 건축물 객체는 주로 외형이 직선적이며 모든 구성 객체들을 레이어로 쌓음으로써 구현할 수 있는 특성을 가진다. 이러한 건축물 객체가 가지는 특성과 이 특성에 맞는 인터페이스를 개발함으로써, 전문 사용자가 아니더라도 쉽게 가상 건축물을 저작할 수 있는 VRML 저작도구를 만들 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 가상 건축물의 특성에 따른 VRML 저작도구를 설계하고 구현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2절에서는 관련 연구로서 가상

건축물 저작도구가 생성하는 VRML 문서와 VRML 브라우저에 대한 기술을 비롯하여 VRML 브라우저의 문서내용을 제어하기 위한 자바 애플릿(java applet)과 EAI(External Authoring Interface) 기술에 대해서 알아본다. 그리고, 제3절과 제4절에서는 웹 상의 삼차원 가상 건축물 저작도구에 대한 설계 내용과 구현 내용을 기술한다. 마지막으로, 제5절에서는 결론 및 향후 연구과제를 서술한다.

### 2. 관련 연구 및 기본 개념

삼차원 가상 건축물 저작도구에서 생성된 건축물 객체의 결과는 VRML 문서 형태로 저장되어진다. VRML 문서의 구조는 헤더(header), 장면 그래프(scene graph), 원형(prototype), 사건 전달(event routing)로 구성된다[3]. 헤더는 VRML 파일임을 표시하고 파일의 인코딩 방식을 표시한다. 장면 그래프는 사물과 그 사물의 특성을 설명하는 노드들이 포함되어 있으며, 사물들을 표현하기 위해서 사용되는 청각과 시각적 요소를 가지는 노드들을 포함한다. 또한, 사건을 발생시키고 전달하는 노드들도 포함하는데 이것은 장면 그래프 안에서 계층적인 구조를 가지고 연결된다. 원형은 VRML 파일에 새로운 노드를 정의하고 추가할 수 있도록 해준다. 사건 전달은 주변 환경의 변화나 사용자의 행동에 반응하여 사건을 발생시킨다[2].

가상 건축물 저작도구에서 저작하는 가상 건축물 객체들의 시각적이고 공간적인 상태를 실시간으로 보여주기 위하여 VRML 플러그인(plug-in) 브라우저를 사용한다. 현재 플러그인 브라우저로 많이 사용되고 있는 코스모 플레이어(cosmo player)는 VRML 2.0 규약의 노드들을 완벽하게 지원한다[2]. VRML 브라우저가 HTML(Hyper Text Markup Language) 브라우저에 플러그인으로 설치된 경우 VRML 파일을 만나면 자동적으로 실행되어 가상세계를 향해할 수 있다. 그림 1은 파서(parser), 장면 그래프, 음향적/시각적 표현의 구성 요소들로 되어있는 VRML 브라우저의 개념적 모델을 나타낸다. 파서는 VRML을 해석하는 부분으로서 VRML 파일을 읽고 장면 그래프를 만든다. 장면 그래프는 변형 계층구조(transformation hierarchy), 라우트 그래프(route graph), 그리고 실행 엔진으로 구성된다. 변형 계층구조는 가상세계 안의 특정 위치를 가지는 뿌리 노드와 그 후손 노드 모두를 변화시킨다는 뜻으로 사용되고, 라우트 그래프는 노드들 사이의 연결을 의미하는 것이다. 그리고, 실행 엔진은 사건을 처리하고 라우트 그래프를 읽고 편집하며 또한 변형 계층구조를 변화시킨다. 사용자는 VRML 브라우저상의 가상공간을 탐색함으로써 사용자와의 상호작용을 위해 사건을 발생시키는 센서들에게 영향을 주게되고, 그

영향은 정해진 경로에 따라 라우트 그래프 요소와 음향적/시각적 표현 요소에 전해진다. 음향적/시각적 표현 요소는 사용자에게 변형 계층구조의 그래픽들과 음악을 표현한다[2].

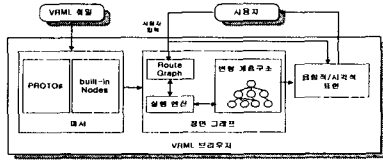


그림 1: VRML 브라우저의 개념적 모델

HTML 문서내의 자바 애플릿(java applet)에서 VRML 브라우저의 문서내용을 제어하기 위해서는 EAI(External Authoring Interface)를 사용하여야 한다. EAI는 VRML 세계와 외부 환경사이의 통신을 위한 인터페이스를 제공하기 위한 것으로서, 외부 환경에서 제어할 수 있는 VRML 브라우저 기능을 집합이며, 자바 애플릿을 이용해서 같은 페이지 상에 포함된 VRML 브라우저의 문서내용을 제어할 수 있도록 지원한다[7, 8]. 따라서, 자바 애플릿과 VRML 장면이 EAI를 통해서 대화하게 되므로 다양한 사용자 인터페이스 구성이 가능하고, VRML의 기능을 크게 확장시킬 수 있다[9]. 그림 2는 VRML 브라우저가 플러그인으로 설치된 HTML 브라우저에서 VRML, EAI, 자바 애플릿간의 관계를 나타낸다.

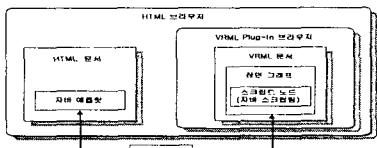


그림 2: VRML, EAI, 자바 애플릿간의 관계

가상 건축물 저작도구에서 EAI를 사용하여 VRML 브라우저의 문서내용을 제어하기 위해서는 자바 애플릿과 VRML 문서화일이 함께 단일 HTML 문서에 포함되어야 한다. 그림 3은 단일 HTML 문서에 포함된 VRML 문서화일과 자바 애플릿의 예를 나타낸다. HTML 문서에 VRML 문서화일을 포함하기 위해 EMBED 태그를 사용하고, 자바 애플릿을 포함하기 위해 APPLET 태그를 사용한다. EAI를 사용하는 자바 애플릿은 VRML 문서내용에 포함된 코드들 중에서 재사용을 위해 DEF 명령문으로 정의되어진 코드만 접근이 가능하며 EAI에 사용되는 자바 클래스들을 임포트(import) 명령문으로 선언한 후 사용한다.

```

<!-- HTML 문서 -->
<EMBED SRC="Model.wrl"
  <APPLET CODE="Applet.class"
  </APPLET>

<!-- VRML 문서화일 -->
<!-- Model.wrl -->
#VRML V2.0 utf8
DEF ROOT transform {
  translation 0 0 0
  children 1 ...
  }
  
```

그림 3: 단일 HTML 문서에 포함되는 VRML 문서화일과 자바 애플릿

### 3. 가상 건축물 저작도구의 설계

일반적인 건축물 객체들의 경우 주로 외형이 직선적이며 모든 구성 객체들을 레이어로 쌓음으로써 구현이 가능하므로 이런 특성에 따른 가상 건축물 저작도구를 설계할 수 있다. 건축물 객체를 구성하는 모든 부분 객체들은 삼차원 공간상에서 Y축의 높이에 따라 동일한 성질의 객체들로 이루어진다. 따라서, 가상 건축물을 구성하는 객체를 Y축의 높이에 따른 객체별 레이어로 나누고, 또다시 객체별 레이어는 작은 객체들로 나누어 처리한다. 그림 4는 가상 건축물을 구성하는 객체별 레이어를 나타낸다. 객체별 레이어는 크게 천정, 벽, 바닥으로 나누어진다.

삼차원 공간상에서 Y축의 높이에 따른 객체별 레이어 정보를 처리하기 위해 각각의 레이어를 이차원 배열로 처리한다. 각 객체별 레이어를 다시 작은 객체로 나누어 처리하기 위해 이차원 그리드 그림판을 사용하는데, 이 그리드 그림판은 이차원 배열에 있는 가상 건축물의 부분객체 정보들을 추가하고 삭제하도록 인터페이스 한다. 이차원 그리드 그림판을 사용하여 객체별 정보를 변경함으로써, 가상 건

축물 객체를 저장할 때 VRML 브라우저상의 삼차원 공간을 이동할 필요가 없으며, 건축물 객체를 구성하는 부분 객체들을 정확하게 연결할 수 있다.

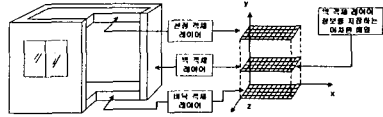


그림 4: 가상 건축물을 구성하는 객체별 레이어

웹 상의 삼차원 가상 건축물 저작도구 시스템은 크게 객체 생성부, 객체 조립부, 그리고 VRML 브라우저와 저작도구에서 사용하는 데이터 저장소로 구성된다. 그림 5는 웹 상의 삼차원 가상 건축물 저작도구의 전체 시스템 구성을 나타낸다. 객체 생성부는 삼차원 건축물 객체를 생성하기 위해 객체 저장, 객체 편집, 그리고 객체 저장 부분으로 구성되며 객체 조립부는 건축물 객체들을 조립하여 가상공간을 저작하기 위한 객체 추가, 객체 삭제, 객체 조립, 그리고 가상공간 저장 부분으로 구성된다. VRML 브라우저는 객체 생성부나 객체 조립부에서 저작 중에 있거나 완성된 삼차원 가상 건축물 객체들과 삼차원 가상 건축물 객체들의 조립을 통해 생성되는 가상공간을 출력해 준다. 객체 생성부와 객체 조립부는 데이터 저장소에서 필요한 객체를 불러오거나 완성된 객체를 저장한다.

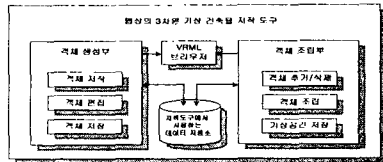


그림 5: 웹 상의 삼차원 가상 건축물 저작도구의 전체 시스템 구성

그림 6은 가상 건축물 저작도구의 객체 생성부를 세부적으로 나타낸다. 객체 생성부는 화일 입출력, 건축물 저장 도면편집, 그리고 객체의 종류와 속성선택 부분으로 구성된다. 화일 입출력 부분은 저작된 가상 건축물 객체의 저장 정보를 입출력하거나 저작된 가상 건축물 객체를 VRML 화일로 저장한다. 건축물 저장 도면편집 부분은 VRML 브라우저를 보면서 삼차원 가상 건축물 객체를 저작할 수 있는 이차원 그리드 그림판을 제공하며, 이차원 그리드 그림판에 그려진 건축물 도면 정보를 천정, 벽, 바닥 등으로 각각 분리하여 이차원 배열에 저장한다. 그리고 객체의 종류와 속성선택 부분은 건축물 객체에 사용되는 부분 객체의 종류를 선택하고 색상, 벽 높이, 벽 두께를 선택한다.

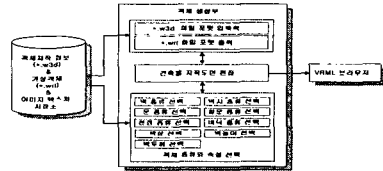


그림 6: 가상 건축물 저작도구의 객체 생성부

건축물 저장도면 편집에서 이차원 그리드 그림판에 그려놓은 객체 정보를 이차원 배열에 저장하기 위해 객체별로 서로 다른 숫자 상수를 사용한다. 그림 7은 벽 객체 레이어의 객체 정보를 저장하기 위해 사용되는 이차원 배열을 나타내며, 객체의 구별을 위한 숫자 상수 0은 빈 공간, 1은 벽, 2는 창문, 3은 출입문을 나타낸다. 벽 객체 정보를 저장하는 이차원 배열에는 창문과 출입문 객체 정보를 함께 저장한다. 이차원 배열에 저장되어 있는 객체 정보들은 건축물 도면을 편집하거나 완성된 가상 건축물 객체를 VRML 문서 형태로 저장할 때 사용되어 진다.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

그림 7: 벽 객체 레이어의 객체 정보를 저장하는 2차원 배열

가상 건축물의 도면편집 과정에서 이차원 배열에 저장된 객체 정보들을 VRML 브라우저상에 시각적, 공간적으로 나타내기 위해서는 저장된 객체 정보를 이용하여 VRML 문서 형태의 코드를 생성해야 한다. 그림 8은 이차원 배열에 저장된 객체 정보 중에서 숫자 상수 1에 해당하는 벽 객체 정보를 VRML 문서 형태의 코드로 생성한 예를 나타낸다. 삼차원 공간상에 표시할 벽 객체의 위치를 설정하기 위해 px, py, pz 변수의 값을 사용하며, 벽 객체의 크기를 조절하기 위해 sx, sy, sz 변수의 값을 사용한다. 그리고, 벽 객체의 색상을 설정해 주기 위해서 cr, cg, cb 변수의 값을 사용하며, 벽 객체의 투명도를 조절하기 위해서 tr 변수의 값을 사용한다. 또한 벽 객체의 재질을 표현하는 텍스처의 경로 나타내기 위해서 path 변수의 값을 사용하고 텍스처의 스케일을 조절하기 위해서 tsx와 tsy 변수를 사용한다.

```

Transform {
  translation px py pz
  children Shape {
    geometry Box { size sx sy sz }
    appearance Appearance {
      material Material {
        diffuseColor cr cg cb
        transparency tr }
      texture ImageTexture { url path }
      textureTransform TextureTransform { scale tsx tsy }
    }
  }
}
    
```

그림 8: 벽 객체 정보를 VRML 문서 형태의 코드로 생성한 예

그림 9는 가상 건축물 저작도구의 객체 조립부를 세부적으로 나타낸다. 객체 조립부는 제작된 가상 건축물 객체를 저장소에서 선택, 추가하고 객체의 크기, 위치, 회전, 색상, 텍스처 변경과 객체의 복사, 삭제 기능을 이용하여 가상 공간을 제작한 후 가상 공간을 저장할 수 있도록 구성된다.

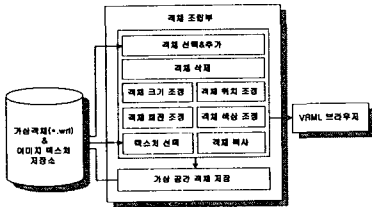
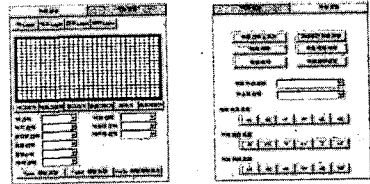


그림 9: 가상 건축물 저작도구의 객체 조립부

#### 4. 가상 건축물 저작도구의 구현

가상 건축물 저작도구의 구현을 위하여 펜티엄 II 시스템 사양에서 비용으로 윈도우 NT 서버와 클라이언트용으로 윈도우 98 운영체제를 사용하였고, 브라우저는 익스플로러 5.0과 VRML 플러그인 브라우저인 코스모 플레이어를 사용하였다. 그리고 프로그램 개발을 위하여 JBuilder 3.0을 사용하였고 VRML 브라우저의 문서내용을 제어하기 위하여 EAI를 사용하였으며, 자바 애플릿 인증을 위하여 MS SDK(MicroSoft Software Development Kit) 4.0을 사용하였다.

그림 10의 (a)는 웹상의 삼차원 가상 건축물 저작도구의 객체 생성부 사용자 인터페이스를 나타낸다. 객체 생성부의 사용자 인터페이스는 VRML 브라우저를 보면서 가상 건축물 객체의 도면을 그릴 수 있도록 지원하는 이차원 그리드 그림판, 가상 건축물 객체의 제작에 사용되는 부분 객체들의 속성 변경을 위한 선택상자, 그리고 객체를 편집하고 저장하기 위한 그리기와 지우기 명령버튼들로 구성된다. 건축설계에서와 같이 가상 건축물의 계층적인 도면 작성을 위하여 각 객체별 레이어에 대한 평면도를 이차원 그리드 그림판을 사용하여 작성한다. 그리고, 선택 상자를 사용하여 가상 건축물에 사용되는 다양한 부분 객체들을 선택하고 건축물의 저작도구의 조립부 사용자 인터페이스를 나타낸다. 객체 조립부의 사용자 인터페이스는 객체 생성부에서 제작된 가상 건축물 객체들의 크기, 회전, 위치들을 변경하고 복사하여 완성된 가상공간을 저장할 수 있도록 하는 버튼들로 구성된다.



(a) 객체 생성부 (b) 객체 조립부

그림 10: 객체 생성부와 객체 조립부의 사용자 인터페이스

그림 11은 웹 상에서 삼차원 가상 건축물 저작도구를 실행한 모습을 나타낸다. 사용자가 가상 건축물을 제작할 때 시점(view point)을 변경하거나 향해하면서 작업할 수 있도록 하는 VRML 브라우저 창과 저작도구가 실행되는 애플릿 창으로 되어있다.

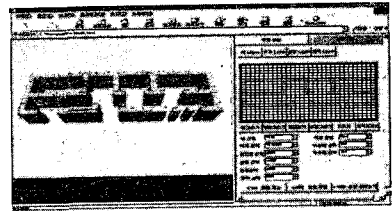


그림 11: 웹 상의 3차원 가상 건축물 저작도구의 실행모습

#### 5. 결론

본 논문에서는 특정의 특성만을 가지는 객체들로 구성된 삼차원 가상 건축물 저작도구를 설계하고 구현하였다. 가상 건축물 객체는 응용분야가 광범위하고 많이 사용되어지며 삼차원 가상세계의 많은 부분을 차지한다. 지금까지 삼차원 가상세계의 구축을 위한 다양한 VRML 저작도구들이 개발되어 왔다. 그러나, 이러한 저작도구들로서는 다양한 객체를 다루기 위한 범용성에 의한 복잡성 때문에 전문 사용자가 아니면 가상 건축물을 구축하기 어렵다. 본 논문에서 구현한 가상 건축물 저작도구는 건축물에 대한 주요 특성만을 이용한 간단한 인터페이스를 제공함으로써 전문 사용자가 아닌 일반 사용자들도 웹 상에서 쉽고 간단하게 가상 건축물을 제작할 수 있다.

향후 연구과제로는 사용자와의 상호작용에 사용되는 센서(sensor) 기능과 노드들간의 사건 전달에 사용되는 라우트(route) 기능으로 애니메이션 기능을 추가하고, 생성된 객체의 VRML 코드에 대한 최적화 방법과 다양한 삼차원 사물 객체를 웹 상에서 효율적으로 제작할 수 있는 저작도구에 대한 연구이다.

#### 6. 참고문헌

- [1] web3d, "WhatIsVRML.?", [http://www.web3d.org/fs\\_technical\\_info.htm](http://www.web3d.org/fs_technical_info.htm), 1999.
- [2] 고영덕, 3차원 멀티미디어 홈페이지로의 도전 VRML2.0, 헤지원, 1998. 7.
- [3] web3d, "The Virtual Reality Modeling Language Introduction," <http://www.vrml.org/WorkingGroups/vrml-eai/Specification/part2/introduction.html>, 1997.
- [4] 김동진 외, "인텔리전트 VRML 에디터의 설계 및 구현," 한국정보과학회 봄 학술발표논문집, 제 26권 1호, pp. 63-65, 1999.
- [5] 박병주 외, "VRML 저작도구의 설계 및 구현," 한국정보과학회 봄 학술발표논문집, 제 25권 1호, pp. 323-325, 1998.
- [6] 하주한 외, "VRML을 이용한 Web기반의 가상공간 저작도구의 구현," 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 제 26권 2호, pp. 632-634, 1999.
- [7] Chris Marrin, "External Authoring Interface Reference," <http://www.vrml.org/WorkingGroups/vrml-eai/ExternalInterface.html>, Nov. 1997.
- [8] Web3d, "VRML 2.0 External Authoring Interface (EAI) FAQ," [http://home.hiwaay.net/~crisper/vrmlworks/eai\\_faq/](http://home.hiwaay.net/~crisper/vrmlworks/eai_faq/), Feb. 1999.
- [9] 김정현 외, "VRML과 JAVA를 이용 Web 기반 Virtual 방송국 시스템 설계 및 구현" 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 제 26권 2호, pp. 638-640, 1999.