

토픽맵을 이용한 3D 건축물의 구조모델링 기법 연구

김소영*, 임순범*, 우성호**, 최윤철***
*숙명여자대학교 멀티미디어학과
**숙명여자대학교 건축디자인학과
***연세대학교 컴퓨터학과
e-mail:sykim712@naver.com

Structure Modeling Techniques for the 3D Architecture using Topic Maps

So-Young Kim*, Soon-Bum Lim*, Sung-Ho Woo**, Yoon-Chul Choy***
*Dept of Multimedia Science, Sookmyung Women's University
**Dept of Architectural Design, Sookmyung Women's University
***Dept of Computer Science, Yonsei University

요 약

가상현실 기술은 3 차원 가상공간 및 물체를 시각화하는데 중점을 두고 있다. 이는 사용자가 3 차원으로 데이터를 충분히 활용하지 못하고, 시각자료로만 사용하게 되는 요인이 된다. 이를 보완하기 위해 시각 정보뿐만 아니라 구조 및 관계에 대한 정보까지도 효과적으로 활용 할 수 있는 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 외형뿐만 아니라 내부적인 구조와 관계에도 의미를 부여하기 위하여 3 차원 건축물에 XML 기반의 토픽맵을 적용하였다. 전통 건축물의 공포 부분을 모델링하고, 각각의 객체가 사용자에 의해 조각이 가능하도록 하였으며, 객체들의 구조와 연결관계를 분석하고, 정의된 구조 및 관계를 토대로 토픽맵을 작성하였다. 작성된 토픽맵은 모델링 데이터에 적용 가능하도록 DOM 을 이용하여 변환하였다. 이 연구를 통해 아무리 복잡한 구조물이라도 그에 대한 구조 정보를 쉽게 파악할 수 있었고, 계층적 연결 관계도 쉽게 파악 할 수 있었다.

1. 서론

가상현실 기술은 3 차원 가상 환경의 모델링을 통해 실사와 같은 환경을 제공한다. 이와 같은 장점으로 인해 교육, 군사훈련, 비행, 건축물 설계 등과 같은 다양한 분야에서 가상현실 기술이 활용되고 있으며, 수요도 급증하고 있는 추세이다. 그러나 현재 가상현실 기술에 대한 연구는 많은 부분 3 차원 데이터의 외형 정의 및 가시화에 초점을 두고 있다. 이로 인해 사용자는 모델링 된 3 차원 데이터를 단순한 시각자료로밖에 사용하지 못할 뿐만 아니라, 외형 외의 구조적인 정보에 대한 접근이 어렵게 된다. 특히, 3 차원 데이터의 구조가 복잡할 경우에는 시각 위주의 빈약한 정보뿐만 아니라 구조의 복잡함이라는 문제까지

발생하게 된다. 이를 보완하기 위해 시각 정보뿐만 아니라 3 차원 데이터의 구조 및 관계, 절차에 대한 정보까지도 인터랙티브하게 활용 할 수 있는 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 3D 건축물의 외형뿐만 아니라 내부적인 구조와 관계에도 의미를 부여하기 위하여 구조 및 관계 표현을 위해 정보 자원들을 상호 연관성에 따라 연결하고 조직하여 지식구조를 기술할 수 있도록 제정된 ISO (International Organization for Standardization) 표준인 토픽맵을 3 차원 가상환경에 적용하고, 그에 따른 구조모델링 기법을 제안하였다.

2. 관련 연구

웹에서 3 차원 물체를 표현하기 위한 연구는 계속 되어 왔고, VRML 이나 OpenGL, JAVA3D 등의 표준도 개발되어 사용되고 있다. 이들 기술은 3 차원 데이터

본 연구는 서울시 산학연 협력사업 신기술 연구개발 지원에 의해 수행되었음.

를 가시화할 수 있는 여러 방법론을 제공하지만, 3 차원 데이터에 구조 및 관계에 대한 정보는 표현하지 못하고 있다. 따라서 3 차원 데이터의 의미 정보를 구조적으로 표현하고, 3 차원 환경에 직접 적용할 수 있는 연구가 절실하다.

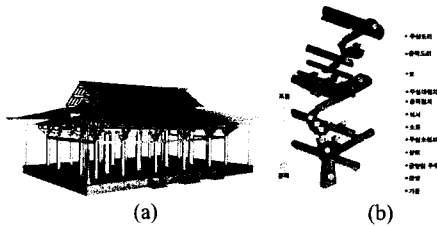
본 장에서는 그 동안 연구되었던 3 차원 건축물의 구조 표현에 대해 정리하고, 3 차원 가상 공간 표현에 적용한 시맨틱 기술을 정리하였다.

2.1 3D 건축물의 구조 표현

(그림 1)은 3 차원 건축물의 구조 표현에 대한 대표적 예이다.

디지털 무량수전[7]은 무량수전을 이루는 각각의 객체를 데이터베이스화 하였다. 그러나 데이터를 활용하기 위한 시공과정은 플래시 애니메이션 형태여서 그 구조를 파악하기 힘들다.

옛집[8]의 경우도, 시공과정 및 분해과정을 볼 수 있다는 장점이 있지만 플래시 애니메이션의 형태로 되어 있어 건축물의 복잡한 구조를 이해하기 힘들고, 객체가 구조화되어 있지 않다.



(그림 1) (a) 디지털무량수전[7], (b) 옛집[8]

위에서 언급한 예시는 3 차원 건축물을 디지털화하여 표현하고 있지만, 사용자의 직접 조작에 의한 데이터 활용이 불가능하다는 단점이 있다. 또한 건축물의 구조도 보여주기엔 그칠 뿐 내부적인 접근이 이루어지지 않고 있는 실정이다.

2.2 시맨틱 기술을 적용한 3D 가상공간 표현

건축공간 데이터베이스에서의 정보 검색을 위한 메타데이터에 관한 기초적 연구[2]는 건축 공간 정보의 효과적인 검색을 목적으로 메타데이터를 기술하였다. 건축공간정보를 물리적 공간정보와 논리적 공간정보로 구분하여 체계화된 정보로서의 공간의 개념을 제시하고, 이를 바탕으로 RDF 형식으로 메타데이터를 개발하였다.

토픽맵을 이용한 3 차원 가상환경 탐색향해 도구의 설계 및 구현[1]은 가상환경에 위치한 목표/목적지들에 대한 의미정보를 포함한 토픽맵 기반의 탐색향해 도구를 개발한 것으로서, 토픽맵을 사용함으로써 토픽을 이용한 네비게이션, 계층구조 밖의 주제로의 이동, 현재 위치에 대한 충분한 참조 정보 제공 등을 가능하게 하였다.

본 연구에서는 위와 같은 시맨틱 기술의 장점을 차용하여 3 차원 건축물에 적용하였다. 건축물의 구조

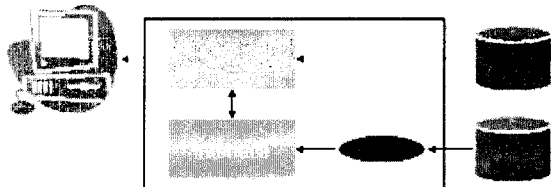
및 관계 정보의 표현을 위해 토픽맵을 사용하였다. 토픽맵은 토픽과 토픽과의 연결성 표현이 풍부하므로 구조와 관계의 표현이 용이하다.

3. 구조모델링 기법 설계

시각 정보뿐만 아니라 3 차원 데이터의 구조 및 관계에 대한 정보까지도 인터랙티브하게 활용하기 위해서는 이들 정보를 의미론적이고 구조적으로 표현하는 것이 우선되어야 한다. 본 논문에서는 정보의 의미론적이고 구조적인 표현을 구조모델링으로 정의하고, 시맨틱 웹 기술의 하나인 토픽맵 기술을 3 차원 건축물에 적용하였다. 그리고 3 차원 데이터의 구조 및 관계를 설명하기 위하여 우리나라 전통 목조 건축물의 한 부분인 ‘공포’를 예로 들어 설명하였다.

공포의 구조 및 관계를 사용자가 이해할 수 있도록 구조 데이터를 3 차원 구조물에 적용하고, 사용자가 직접 객체들을 조작해보고 분석해볼 수 있도록 시스템을 구현하였다.

공포의 구조와 객체들의 연결관계를 분석하고, 정의된 구조 및 관계를 토대로 XML 기반의 토픽맵을 작성하였다. 작성된 토픽맵은 3 차원 모델링 데이터에 적용 가능하도록 변환하였으며, 전체적인 시스템 구조는 다음 (그림 2)와 같다.



(그림 2) 시스템 구조

3.1 구조 및 관계 분석

공포란 전통 목조 건축물의 일부로 건축물의 기둥 위에 놓여져 지붕의 하중을 원활하게 기둥에 전달하는 역할을 하는 것을 말한다. 공포는 주두, 소첨차, 대첨차, 소로, 제공 등의 상위그룹으로 이루어져 있으며, 각각의 상위그룹마다 수개 또는 수십 개의 하위 객체를 가지고 있다.

(그림 3)은 계층적으로 구성된 공포의 구조를 보여준다.



(그림 3) 공포의 구조

(그림 3)에서와 같이 공포는 넓은 범위의 객체그룹에서 좁은 범위로의 개별 객체로 좁혀가는 계층적 구조를 가진다. 계층적 구조를 통해 개별 객체의 구조 및 위치 파악도 가능하지만, 객체 그룹 별 구조의 파악도 가능해진다. 본 논문에서는 이런 공포의 특징적

인 계층적 구조를 이용하여 토픽맵을 작성하였으며, 다음 절에서 토픽맵을 이용한 구조의 설계에 대해 설명한다.

3.2 구조 모델의 설계

토픽맵은 정보들의 복잡한 구조에 대한 지식을 표현하고 이를 토픽(Topic)과 그 관계(Association)들로 조직화한다. 이 때 토픽은 사람, 사물, 의미 등 실세계에서 'Thing' 으로 표현할 수 있는 모든 것들이 될 수 있다. 관계는 이런 토픽과 토픽들을 연결하는 것으로서, 상하 관계뿐만 아니라 다양한 의미적 관계성까지 표현할 수 있다. 어커런스(Occurrence)는 토픽과 토픽이 참조하게 되는 각종 정보 자원들을 연결시켜 주는 역할을 한다.

공포는 공포 그 자체에서부터 공포가 포함된 주두, 소침차, 대침차, 소로, 제공 그룹, 그리고 각 그룹이 포함한 개별 객체에 이르기까지 모든 객체들이 토픽의 대상이 될 수 있다. 그러나 이 때, 상위객체그룹은 하위 개별 객체를 포함하고 있으므로, 이들은 하위 개별 객체들의 참조 대상인 토픽 타입으로써의 역할을 한다. (그림 4)는 제공(#jg)이라는 상위 객체 그룹을 참조하는 하위 객체 제공 01(#jg01)을 토픽맵으로 나타낸 것이다.

```
<topic id="jg01">
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href="#jg"/>
  </instanceOf>
  <baseName>
    <baseNameString>jegong 01</baseNameString>
  </baseName>
  <occurrence>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href="#position"/>
    </instanceOf>
    <resourceData>0.4447 30.2878 -1.4319</resourceData>
  </occurrence>
</topic>
```

(그림 4) 토픽과 토픽타입

토픽을 참조하는 정보자원으로써 위치 값(#position)을 정의하였다. 공포는 외형상, 똑같은 형태의 객체가 위치만 바뀌어서 계속 나타난다. 따라서 추후 공포를 확장하게 될 경우, 같은 객체를 계속해서 정의하고 표현하는 번거로움을 없애기 위해 가상공간 상의 각 부재의 위치 값을 정보자원으로 정의하였다.

(그림 5)는 공포 구조의 계층적 연결성을 표현한 것이다. 상위 객체 그룹과 하위 개별 객체들의 포함 관계를 표현하기 위하여 #_superclass 와 #_subclass 를 정의하였다.

```
<association>
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href="#_class-subclass"/>
  </instanceOf>
  <member>
    <roleSpec>
      <topicRef xlink:href="#_superclass"/>
    </roleSpec>
```

```
<topicRef xlink:href="#jg"/>
</member>
<member>
  <roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#_subclass"/>
  </roleSpec>
  <topicRef xlink:href="#jg01"/>
</member>
</association>
```

(그림 5) 계층적 연결성의 표현

토픽과의 토픽의 연결은 미리 정의된 개별 토픽들을 참조함으로써 구성된다. 따라서 추후 토픽을 계속해서 정의하는 것이 아니라 정의된 토픽을 토대로 다양한 의미적 연결을 수행할 수 있으므로 관계의 확장이 용이하다.

3.3 구조 관계 정보의 적용

토픽맵으로 구조화 한 정보를 3 차원 건축물에 적용하기 위해서는 VRML 노드에 맞게 토픽맵 데이터를 변환시켜주는 과정이 필요하다. 트리 구조는 동일한 수준의 객체들을 한 데 묶어 표현하므로 계층적 포함관계를 나타내기에 가장 좋은 형태라 할 수 있다.

(그림 6)은 토픽맵에서 정의한 토픽들에 대한 관계 정보를 VRML 과 연동하기 위한 변환 과정이며, 본문에서는 이러한 변환을 위하여 자바스크립트와 DOM(Document Object Model)을 활용하였다. DOM은 XML 또는 HTML 문서로의 접근 및 수정이 용이하고 구조의 탐색하고 이를 트리 형태로 표현하는데 효과적이다. 토픽맵에서 정의한 개별 객체의 아이디 'jg0x' 는 변환 과정을 통해 VRML 상의 개별 객체들을 정의한 'GP_1jp_01_jg_0x' 노드와 연결된다.

```
xdoc = new ActiveXObject("Msxml.DOMDocument");
xdoc.async = false;
xdoc.load("gongpo.xml");

if (xdoc.parseError.errorCode != 0) {
  alert("파일을 메모리로 로드하는데 실패하였습니다 : " + xdoc.parseError.reason);
}
rootNode = xdoc.documentElement;
alert("[파일로드 성공] 루트 엘리먼트 : " + rootNode.nodeName);
```

(그림 6) 변환 과정

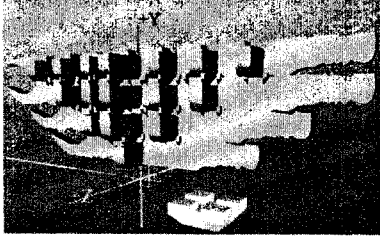
```
d = new dTree('d');
:
d.add(6,1,'jg',"group_Select('jg_PS');"); // 그룹으로써의 제공
:
d.add(57,6,'jg01',"node_Selection('GP_1jp_01_jg_01');");
d.add(58,6,'jg02',"node_Selection('GP_1jp_01_jg_02');");
d.add(59,6,'jg03',"node_Selection('GP_1jp_01_jg_03');");
d.add(60,6,'jg04',"node_Selection('GP_1jp_01_jg_04');");
```

(그림 7) 트리 구조 표현

4. 시스템 구현

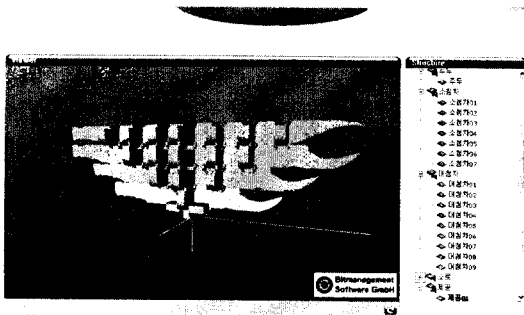
다음 (그림 8)은 구조 정보 적용을 위해 모델링 한 공포의 한 부분이다. 공포의 모델링을 위해

VRML 을 사용하였으며, 각각의 객체를 선택해서 원하는 대로 이동시킬 수 있도록 하였다. Boundary box 를 이용하여 원래 위치를 기억하므로 조작 후 원위치도 가능하도록 하였다.



(그림 8) VRML 로 모델링 된 공포

(그림 9)는 토픽맵을 트리 구조로 변환한 화면이다. 트리 구조에서의 객체 선택 시, VRML 화면 상에서 선택된 3 차원 객체의 색상이 변하도록 하였다. 또한 VRML 화면 상의 객체 선택 시에도 선택된 객체가 트리 구조 상에 표현되도록 하였다. 트리 구조에서 상위 그룹 선택 시에도 VRML 화면 상에서 선택 된 그룹이 표시되도록 구현하였으며, 그룹별 이동도 가능하도록 하였다.



(그림 9) 트리 구조와 연동된 화면

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 토픽맵을 사용하여 3 차원 건축물의 구조와 관계 정보를 구조화하고, 이를 3 차원 데이터에 적용하였다. 이는 토픽맵이 웹 환경뿐만 아니라 3 차원 가상환경에서도 지식 구조를 기술하기 위해 사용될 수 있다는 것을 보여주었다. 토픽맵을 통해 3 차원 건축물의 구조를 쉽게 표현할 뿐 아니라, 계층적 연결성까지 의미 있게 표현할 수 있었다. 이를 적용한 3 차원 건축물의 경우, 조작 시 건축물의 구조 정보를 쉽게 파악할 수 있었으며, 계층적 연결 관계도 쉽게 파악할 수 있었다.

본 연구는 3 차원 건축물로서 공포를 모델링하고, 그의 구조 및 계층 관계를 표현하였다. 그러나 공포의 특성 상 각 객체가 계층 관계와 상관없이 짜맞추어져 있으므로, 향후 객체 간의 연결관계에 대한 구조모델링이 필요하다. 객체 간의 연결성을 정의하면 공포의 시공과정이나 분해과정까지 구조화 할 수 있

음이 기대된다. 3 차원 객체 조작 시 구조 관계를 고려한 조작을 실행할 수 있을 뿐만 아니라, 구조물이 활용되는 다양한 콘텐츠에 효과적으로 이용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 김학근, 송특섭, 임순범, 최윤철, “토픽맵을 이용한 3 차원 가상환경 탐색항해 도구의 설계 및 구현”, 정보처리학회논문지 B 제 11-B 권 제 7 호, pp.793-802, 2004.12
- [2] 황지은, 최진원, “건축공간 데이터베이스에서의 정보 검색을 위한 메타데이터에 관한 기초적 연구”, 대한건축학회논문집 제 22 권 1 호, pp.603-606, 2002.04
- [3] 황지은, 최진원, “웹 기반 지능형 한국전통건축 학습시스템의 자료모델링 및 인터페이스 연구”, HCI 논문집, 제 10 권 1 호, pp.165-170, 2001.02
- [4] “Ontopia” <http://www.ontopia.net>
- [5] “ISO Topic map” <http://www.isotopicmaps.org>
- [6] “디지털 무량수전” <http://ddml.yonsei.ac.kr/digitalm/index.htm>
- [7] “사이버 전통 한옥마을 옛집” <http://yetzip.culturecontent.com>