

3D 구조물의 조작과정 기록을 위한 어노테이션 기법

이귀현[†], 임순범^{**}

요 약

웹 가상공간에서 3D 객체로 이루어져 있는 콘텐츠가 다양한 분야에서 활용되고 있지만, 현재까지는 주로 3D 가상공간을 둘러보거나 3D 객체를 시각화하는 것이 주요 목적이다. 한편, 분해 및 조립 등의 3D 객체의 조작과정을 정교하게 제어하고 또한 이러한 조작과정 자체를 기록하는 기술은 아직 초보적인 수준으로서 현재 조작한 결과만을 기록할 수 있는 정도이다. 따라서, 본 연구에서는 3D 객체로 이루어진 구조물에 대하여 조작과정을 의미있게 기록하고 재생할 수 있는 표현기법을 연구하였다. XML 또는 VRML로 표현된 3D 구조물을 구성하는 객체간의 구조 및 관계를 분석하여 객체의 조작과 조작과정 기록에 활용하였다. 기존의 일방적인 조작결과의 기록에서 벗어나서 사용자가 선택적으로 조작과정을 기록하고 저장할 수 있는 XML 기반의 조작과정 어노테이션 기법을 연구하였다. 제시된 어노테이션 기법은 선택적인 기록이 가능할 뿐 아니라 선택적인 재생이 가능하여 3D 구조물의 다양한 활용을 가능하게 해준다.

Process Annotation for Recording the Manipulation of 3D Structured Models

Gui-Hyun Lee[†], Soon-Bum Lim^{**}

ABSTRACT

3D object contents are used for various applications in the Web virtual space, where the main concerns are to navigate the 3D virtual space and visualize 3D objects. The techniques to manipulate 3D objects like disassembling and assembling and to record the manipulation process are the very first step. Until now, we can record only the result of 3D object manipulation. Thus, we have tried to study the representation technique to record meaningfully and replay the manipulation process of 3D structured objects. We analyzed the structures and their relations between components to construct 3D objects that are described in XML or VRML. Compared to the previous method, we studied a XML based annotation technique to record and store selectively by user. This technique makes 3D structured objects be used in the various applications by the selective recording and also selective replaying.

Key words: Process Annotation(조작과정 어노테이션), Expression for Structure and Relationship(구조 및 관계 표현), Operation Recording(조작과정 기록)

1. 서 론

3D 기술이 대중화됨에 따라 3D 콘텐츠의 수요가 급증하고 있으며, 다양한 분야에서 폭넓게 활용되어

지고 있다. 교육, 건축물의 설계 그리고 비행기나 중장비 운전 등의 기술 습득을 요하는 분야에 효과적인 모의 훈련 도구로 활용되고 있으며, 군사 훈련 및 의료 분야 등에도 다양하게 이용되고 있다. 이런 분야들

※ 교신저자(Corresponding Author) : 이귀현, 주소 : 서울시 용산구 청파동 2가 53-12(140-742), 전화 : 02)710-9424, FAX : 02)710-9407, E-mail : kiki75@gmail.com
접수일 : 2006년 7월 20일, 완료일 : 2006년 12월 27일
[†](주)이디 연구소 개발기획실

^{**} 정희원, 숙명여자대학교 멀티미디어학과 교수
(E-mail : sblim@sookmyung.ac.kr)

※ 본 연구는 2005년 정보통신부 IT학술기초연구지원사업(B1220-0501-029)의 지원에 의하여 수행되었음.

은 단순히 실사와 흡사한 3D 객체의 구조를 파악하는 것을 넘어 사용자가 직접 3D 객체를 조작하여 교육, 훈련할 수 있어야 의미가 있다. 따라서 이러한 목적을 가진 3D 콘텐츠는 사용자와의 상호작용이 중요하며, 그에 따른 조작과정의 기록이 필요하다.

그러나 현재 가상현실 연구는 물체를 시각화하는데 중점을 두고 있어 대부분의 3D 콘텐츠는 3D 모델의 완성된 모습이나 3D 공간을 둘러 볼 수 있는 내비게이션 기능 위주로 되어 있다. 조작이 가능한 3D 콘텐츠라고 하더라도 객체를 조작한 결과물만을 저장할 수 있는 수준이며, 조작과정을 저장하고 이를 재생하는 기술은 아직 적용되지 않고 있어 조작 과정뿐만 아니라 그 의미를 알 수 없다. 따라서 중간 조작 과정도 효과적으로 활용할 수 있는 대화식 3D 콘텐츠를 위해 먼저 사용자는 3D 구조물을 자유롭게 둘러 볼 수 있을 뿐 아니라, 3D 구조물의 조립/해체와 같은 조작이 가능해야 한다. 그리고 조작 내용을 기록하여, 자신이 조작 내용을 편집하고 선택적으로 재사용할 수 있어야 한다. 3D 구조물은 내부적인 구성 관계를 가지기 때문에, 조작 시 구조물을 이루는 객체 하나하나가 따로 조작되는 것이 아니라 서로의 연관 관계에 따라 조작이 이루어짐으로 이를 표현할 기술을 필요로 하게 된다. 이와 같은 요구사항을 만족시켜야만 효과적인 대화식 3D 콘텐츠라 할 수 있으며, 이를 위해서는 객체간의 관계 표현 기술과 조작과정 기록 기술이 필요하다.

조립/해체 같은 3D 구조물의 조작과정을 기록하면 추후 기록된 내용을 기반으로 사용자 목적에 따라 재구성하여 사용할 수 있으며, 타인과 조작과정을 공유할 수 있다. 이와 같은 기술은 3D 콘텐츠를 단순한 시각자료에서 벗어나 구조 및 절차에 대한 정보까지 활용할 수 있게 해주며, 사용자가 직접 조작을 가능하게 함으로써 보다 인터랙티브한 3D 콘텐츠로 활용할 수 있게 해줄 것이다.

따라서 본 논문에서는 3D 구조물의 구조 및 관계를 분석하고, 데이터 문서의 구조, 내용, 출력형태를 분리할 수 있는 장점을 지닌 XML에 기반 하여 표현하고자 한다. 3D 구조물의 구조 및 관계 정보는 3D 구조물의 내부적인 구성관계, 즉 구성객체간의 논리적인 관계를 나타내는 것이다. 조작 시 구조물을 이루는 객체들은 서로의 연관 관계에 따라 조작이 이루어지게 됨으로 조작을 기록하기 위해서는 반드시 이

구조 및 관계정보를 필요로 한다. 이를 위해 구조 및 관계 표현을 위한 DTD(Document Type Definition)를 정의하였다. 그리고 조작과정을 분석하여 이를 기록하기 위한 조작과정 어노테이션을 XML 기반으로 표현하였고, 조작과정 어노테이션 시스템의 구현을 통해 검증하였다.

2장에서는 본 연구와 관련된 기존 연구를 살펴본다. 3장에서는 XML기반으로 3D 구조물의 구조 및 관계를 표현하고 DTD를 정의하였다. 4장에서는 조작과정 기록을 위한 분석 내용을 정리하고 DTD를 정의하였다. 5장에서는 시스템 구현 결과와 분석내용을 정리하였다.

2. 관련연구

사용자의 조작과정을 기록하기 위한 방법은 크게 동영상 녹화와 사용자 이벤트를 이용한 방법의 두 가지 방식으로 나뉜다. 동영상 녹화 기반의 스크린캡 방식은 화면 그 자체를 저장하여 조작과정을 기록하고 재생하는 방법으로 사용자의 조작과정을 똑같이 재현할 수 있다[1]. 그러나 이 방법은 화면 전체를 저장하기 때문에 상대적으로 많은 용량을 차지하며 조작의 내용에 대한 상호작용을 허용하지 않는다.

이벤트 기반 방식은 사용자의 조작과정이 얼마나 제한적인가를 기준으로 플래시(Flash)를 이용하여 저장한 콘텐츠와 Programming by demonstration (PBD) System으로 분류할 수 있다[2]. 플래시를 이용해서 저장한 콘텐츠는 미리 조작과정의 일부만을 기록하여, 정해진 이벤트의 발생 여부에 따라 재생된다. 그러나 제한적인 이벤트에 따라 재생되는 조작과정이 정해져 있으므로, 사용자의 조작이 자유롭지 않고 조작에 따른 재생 또한 제한적인 단점이 있다. 이러한 문제점을 보완하여 이벤트에 따라 사용자의 조작 과정을 자유롭게 기록하기 위한 연구들도 진행되고 있다. Programming by demonstration (PBD) 시스템은 사용자의 모든 이벤트를 자동으로 저장함으로써 사용자의 조작과정을 기록하고 재생할 수 있다. 그러나 사용자가 이벤트 저장을 직접 제어할 수 없기 때문에 불필요한 이벤트까지 기록된다는 단점이 있다.

이 밖에 조작 내용을 XML 형식으로 기록하기 위한 방법으로 조작 과정에 필요한 노드를 분석하고

정의한 연구들도 존재한다. BEHAVIOR3D는 X3D의 BEHAVIOR 노드를 기반으로 사용자의 동작을 정의하고 재사용이 가능하게 하는 노드에 관한 정의를 담고 있다[3].

3. 3D 구조물의 구조 및 관계표현

3D 구조물은 그 외형 뿐 아니라 내부구조와 구성되어지는 절차에도 의미를 지니므로 구성 객체 간에 연관성을 고려한 조작이 이루어져야 한다. 따라서 3D 구조물의 구성 객체간의 구조 및 관계를 분석하고 조작 시 미치는 영향에 따라 분류하여, 3D 구조물의 구조 및 관계를 XML 기반으로 표현하기 위한 DTD를 정의하였다.

3.1 3D 구조물의 구조 및 관계분석

본 논문에서 설명하는 3D 구조물의 구조 및 관계는 조작 시 구성객체간의 연관성 있는 조작을 위한 것이다. 따라서 조작 시 구성 객체 간에 미치는 영향에 따라 3D 구조물의 연결 관계를 분류하였다.

우선 현실세계에서 구조물의 연결 관계를 살펴보자. 현실세계에서 구조물의 구성요소 간에 연결 방법으로는 못, 나사, 시멘트, 접착제 등이 있다. 시멘트나 접착제로 연결된 경우 ‘붙여졌다’로 표현하며, 못을 사용하여 연결한 경우는 그 상태에 따라 ‘붙여져 있다.’ 또는 ‘걸려 있다’로 표현할 수 있다. 이런 연결 상태에 의한 표현들은 조작 시 어떻게 이동하며 부가적인 상호작용이 있는지를 결정해준다. ‘올려져있다’의 경우는 선택된 객체가 연결도구 없이 중력에 의해서만 연결된 상태로, 조작할 때 아래에 연결되어 있는 객체는 영향을 받지 않는다. ‘붙어 있다’의 경우는 못이나 접착제와 같은 연결도구에 의해 연결된 상태로 조작 시 연결되어 있는 객체가 같이 조작되어 이동할 것이다. ‘걸려 있다’의 경우는 연결도구에 의해 연결되어 있지만 각자의 움직임을 가질 수 있는 경우를 말한다.

이와 같은 연결 방법에 따른 조작 시 특징에 대해 정리해보면 크게 연결도구가 있는 경우와 연결 도구가 없는 경우 두 가지로 분류할 수 있고 세부적으로 연결 도구가 있는 경우에 고정연결도구와 반 고정연결도구 두 가지로 다시 분류할 수 있다(그림 1). 이는 조작 시 연결도구가 없는 경우는 객체와 객체가 단순

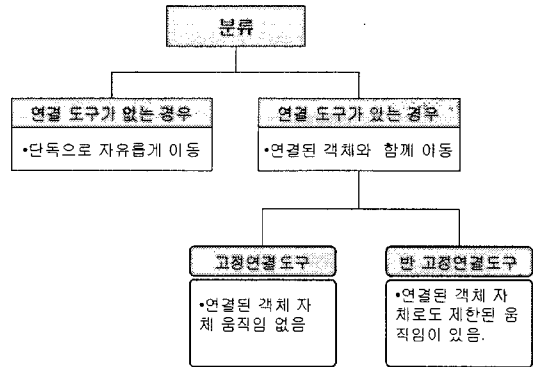


그림 1. 연결방법에 따른 분류

히 붙어 있는 상태로 한 객체를 선택하여 이동시키면 선택된 객체만 자유롭게 이동하고, 연결고리가 있을 경우 연결된 객체가 함께 이동하게 되며 이 중에서 연결 상태에 따라 이동 중에 객체 자체의 움직임이 있을 수 있다.

3.2 3D 구조물의 DTD 정의

3D 구조물의 조작과 기록을 위한 구조 및 관계 정보를 표현하기 위한 형식으로 XML (Extensible Markup Language)[4]을 선택 하였다. XML은 다루기 쉽고 여러 환경에서 지원되는 표준이며, 저장과 검색이 용이하고 확장성이 뛰어나다[5]. 또한 XML은 데이터에 구조를 부여하여, 계층구조를 가진다[6]. 이런 장점은 본 논문에서 제안하는 3D 구조물의 구조 및 관계를 표현하는 형식으로 적합하다. 따라서 3D 구조물의 구조 및 관계를 XML 기반으로 표현하기 위한 DTD를 정의하기 위하여, 우선 분석 내용을 다음과 같이 정의해 보았다.

- (1) 표현 하고자 하는 객체
 - 어떤 객체의 구조 및 관계인지 표현해야한다.
- (2) 연결된 대상
 - 연결된 대상이 누구인지 표현해야한다.
 - 연결된 대상이 여러 개일 경우도 표현 가능해야한다.
- (3) 연결방법
 - 어떤 방법으로 연결 되어 있는지 표현해야한다.
- (4) 연결된 부분
 - 연결된 부분이 어디 인지 표현해야한다.

위내용을 포함 할 수 있는 3D 구조물의 구조 및

관계를 XML기반으로 표현하기 위한 DTD를 표 1과 같이 정의 하였다.

표 1. 조작과정 기록 방식별 사용자 기능의 차이

```

<!ELEMENT obj_str (object)*>
<!ELEMENT object (Group*, object*)>
<!ATTLIST object
  objectid ID #IMPLIED
  relation (1|2|3) "1"
  link_part CDATA #REQUIRED>

<!ELEMENT Group (object)*>
<!ATTLIST Group
  groupid CDATA #IMPLIED>
    
```

3D 구조물의 구성객체의 구조 및 관계 정보를 object에 표현하며, 속성으로 objectid, relation, link_part 세 가지를 가진다. objectid는 현재 표현하고자 하는 객체의 이름을 값으로 가지며, relation은 연결방법은 표현하기 위한 것으로 앞서 분류한 세 가지 연결방법을 값으로 가진다. 본 논문에서는 참조 시 편의를 위해 '연결도구 없는 경우'는 1, '고정연결도구로 연결된 경우'는 2, '반 고정연결도구로 연결된 경우'는 3으로 relation의 값을 주었다. link_part는 연결된 부분 표현한 것으로 추후 반 고정 연결도구로 연결된 객체자체의 움직임을 제어할 때 참고할 수 있다. object의 하위 element로 object를 다시

정의한 것은 현재 조작되는 객체의 연결되는 대상을 상위 객체로 보고 계층구조로 나타내기 위한 것이다. 또한 연결된 대상은 여러 개일 경우에는 Group으로 묶어 표현한다. 이를 위해 Group의 하위 element로 object를 정의 하였다.

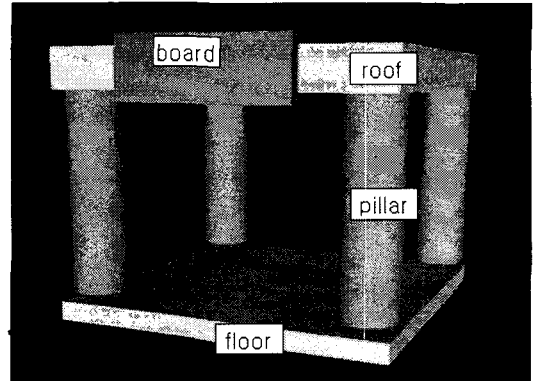


그림 2. 3D 구조물

표 2는 그림 2의 3D구조물의 구조 및 관계를 DTD에 따라 표현한 것이다.

floor는 아래 면이 가상공간 상에 올려져있는 상태로 relation의 값은 연결도구 없이 연결된 경우인 1이며, link_part의 값은 bottom이 된다. pillar 1, 2, 3, 4는 연결된 대상이 floor이므로 floor의 하위 노드로 정의 되어야한다. 그러나 roof의 대상이 pillar 1, 2, 3, 4 이므로 이를 Group pillar으로 묶어내고, floor하

표 2. DTD에 따른 구조 및 관계 표현

```

1:연결도구 없는 경우, 2:고정연결도구로 연결된 경우, 3:반 고정연결도구로 연결된 경우
<obj_str>
  <object objectid="floor" relation="1" link_part="bottom">
    <Group groupid="pillar">
      <object objectid="roof" relation="1" link_part="bottom">
        <object objectid="board" relation="2" link_part="back"/>
      </object>
    </Group>
  </object>
  <Group groupid="pillar">
    <object objectid="pillar1" relation="1" link_part="bottom"/>
    <object objectid="pillar2" relation="1" link_part="bottom"/>
    <object objectid="pillar3" relation="1" link_part="bottom"/>
    <object objectid="pillar4" relation="1" link_part="bottom"/>
  </Group>
</obj_str>
    
```

위 노드로 Group pillar가 정의되고 roof는 Group pillar의 하위 노드로 정의한다. board는 roof에 board의 뒷면이 붙어 고정되어 있는 상태로 고정연결도구가 있는 경우로 relation의 값이 2가 되며 link_part의 값으로 back을 가진다. 이와 같이 3D 구조물의 구조 및 관계 정보를 XML 문서로 표현 할 수 있다.

4. 3D 구조물의 조작과정

조작과정 어노테이션은 사용자가 자신이 작업한 조작과정을 의미 있게 기록하고 저장하여 이후에, 인터랙티브한 재생이 가능하도록 하는 기법으로 정의하고 있다. 이것은 단순한 문서에 대한 어노테이션에서는 다루지 못하는, 작업 그 자체에 대한 정보의 기록이다. 본 장에서는 조작과정 기록을 위한 분석내용을 정리하였으며, XML 기반으로 기록하기 위한 DTD를 확장하여 정의하였다.

4.1 3D 구조물의 조작과정 분석

조작의 종류는 조작 그 자체를 기록하는 것과 조작의 의한 3D 장면의 결과로 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 조작 그 자체를 기록하는 것은 마우스와 같은 포인팅 디바이스의 상태정보, 키보드의 상태정보, 메뉴의 상태 정보 등이 있으며, 조작의 의한 3D 장면의 결과로는 객체 선택, 객체의 선택 해제, 객체의 평행 이동, 객체의 회전, 객체의 크기 변환, 시점의 정의 등이 있다. 그러나 이동, 회전, 크기변환 등 기본적인 조작에 대한 정의로는 조작과정에 의미를 부여하기는 힘들다. 따라서 3D 구조물 조작과정의 부가적인 의미를 기록하기 위해 실제로 구조물을 조작할 때 그 과정이 어떤 의미를 가지는지 분석하였다.

그림 3과 같은 3D 구조물의 분해/조립 과정을 표 3과 같이 정리하였다.

표 3에서 '3D 구조물의 분해'와 '3D 구조물의 조립'은 현재 사용자의 조작이 전체적으로 어떤 조작인지를 의미한다. 또한 'board 분해', 'floor 조립'등은 객체가 선택된 후 움직임이 어떤 조작인지를 의미한다. 객체를 조작 할 때는 조작 할 객체를 선택하며, 선택된 객체의 이동, 회전, 크기 등이 변환된다. 이와 같은 객체 변환은 'board 분해', 'roof 분해', 'pillar 분해', 'floor 분해', 'floor 조립', 'pillar 조립', 'roof 조립', 'board 조립'과 같이 의미를 가지는 움직임이다. 사용

자가 조작한 내용이 어떤 조작인지에 대한 의미를 기록하기 위한 태그로 semantic을 정의한다. 사용자가 객체를 선택한 뒤 연결/분리와 같은 작은 움직임에 대한 의미를 기록하기 위한 태그로 operation을 정의한다.

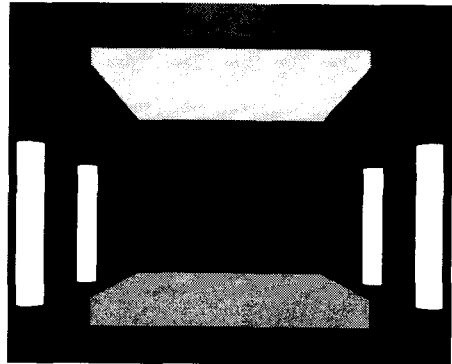


그림 3. 3D 구조물 분해

표 3. 분해/조립 과정

3D 구조물 분해	3D 구조물 조립
1. board 분해 가. 못 선택 나. 못을 뺀 다. board 선택 라. board 떼어냄 마. board 이동	1. floor 조립 가. floor 선택 나. floor 이동 다. floor를 바닥에 놓음
2. roof 분해 가. roof 선택 나. roof를 들어냄 다. roof 이동	2. pillar 조립 가. pillar 선택 나. pillar 이동 다. pillar를 floor 위에 놓음
3. pillar 분해 가. pillar 선택 나. pillar를 들어냄 다. pillar 이동	3. roof 조립 가. roof 선택 나. roof 이동 다. roof를 pillar 위에 놓음
4. floor 분해 가. floor 선택 나. floor를 치움 다. floor 이동	4. board 조립 가. board 선택 나. board 이동 다. board를 roof 앞에 붙임 라. 못 선택 마. 못 이동 바. 못 박음

4.2 3D 구조물의 조작과정 기록을 위한 DTD정의

앞서 분석한 내용을 바탕으로 조작과정 기록을 위한 DTD를 정의하였다. 다음 표 4는 정의한 조작과정 기록을 위한 DTD의 일부이다.

semantic은 사용자의 조작에 대한 의미를 기록하

표 4. 조작과정 기록을 위한 DTD 일부

```

<!ELEMENT pa_3d_ietm (semantic, comment)*>
<!ELEMENT semantic
(devicecontrol, keystroke, menu, select, set, camera, delay, comment)*>
<!ATTLIST semantic
        semantic_name      CDATA          #REQUIRED
        id                  CDATA          #IMPLIED
        time                CDATA          #REQUIRED
>
<!ELEMENT select (operation, comment)*>
<!ATTLIST select
        objectid           CDATA          #REQUIRED
        id                 CDATA          #IMPLIED
        time               CDATA          #REQUIRED
>
<!ELEMENT operation (transform, matrix_transform, comment)*>
<!ATTLIST operation
        operation_name     CDATA          #REQUIRED
        id                 CDATA          #IMPLIED
        time               CDATA          #REQUIRED
>
<!ELEMENT transform (comment)*>
<!ATTLIST transform
        type               (translate|rotate|resize) "translate"
        x                  CDATA          #REQUIRED
        y                  CDATA          #REQUIRED
        z                  CDATA          #REQUIRED
        id                 CDATA          #IMPLIED
        time               CDATA          #REQUIRED
>

```

기 위한 것으로 최상위에 정의하였다. 이 부분에 저장된 정보를 활용하면 재생 시 사용자 목적에 맞게 재구성하여 재생이 가능해지며, 반복 재생, 선택 재생과 같은 대화식 재생도 가능해진다. select는 선택된 객체를 나타내는 것으로 objectid에 객체이름을 저장한다. 객체의 해제는 select를 벗어날 때 이루어진다. operation은 select의 하위 노드에 위치하여 선택된 객체의 연결/분리와 같은 작은 움직임을 기록하기 위한 것으로 기본적인 조작인 이동, 회전, 크기변환이 정의되어야 한다. 따라서 평행 이동, 회전, 크기변환과 기타 변환의 실제 조작은 operation의 하위 노드에 정의한다. 그 중 이동, 회전, 크기변환은 x, y, z의 속성을 기록해주어야 하는데 translate x, y, z의 값으로 객체가 이동한 위치 값이 저장되고, rotate는 회전 값, resize는 변환 값이 저장된다. 따라서 세 가지 변환을 합쳐 transform이라 정의하고 속성 type에서 translate, rotate, resize를 구분 할 수 있도

록 하였다. comment는 조작에 대한 추가 정보를 기록하기 위한 것으로 조작의 추가 설명을 기록하도록 한 것이다. Comment는 모든 노드에 하위로 들어갈 수 있다. 각 엘리먼트에 공통적으로 포함된 속성으로 id와 time이 있다. id는 각 조작에 식별자를 붙일 수 있게 허용하는 것으로 재생 시에 탐색을 위한 것이다. time은 각 조작이 행해진 시작 시간을 기록하는 것으로 단위는 msec으로 가정하였다.

5. 조작과정 어노테이션 시스템구현

5.1 시스템개요

본 연구에서 제안하는 시스템은 사용자가 3D 구조물을 조작할 때, 3D 구조물의 구조 및 관계 정보를 참조하므로 구성객체 간에 연관성 있는 조작이 가능하다. 또한 조작과정은 어노테이션 모델에 의해 의미

있게 기록되고, 추후 기록된 조작과정은 재생 모듈을 통해 재생하여 볼 수 있다.

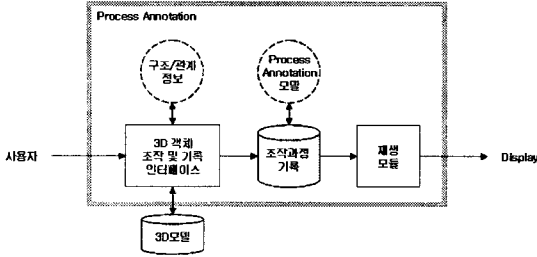


그림 4. 전체 시스템 구조

3D 구조물의 연관된 구성 객체들이 서로의 관계에 따른 조작을 위해 3D 구조물의 구조 및 관계를 XML 기반으로 표현하고, 3D 구조물은 X3D로 구축한다. 그리고 사용자가 조작한 조작과정은 XML로 기록하고, 사용자 인터페이스는 Java로 구현하였다. 사용자 인터페이스의 구성은 가상공간을 중심으로 좌측에 사용자가 구조 및 관계 정보를 한눈에 확인할 수 있도록 3D 구조물의 구조 및 관계 정보를 표현하였으며, 하단에는 조작과정을 기록하기 위한 사용자 인터페이스와 기록된 조작과정을 재생하기 위한 사용자 인터페이스로 구성하였다(그림 5).

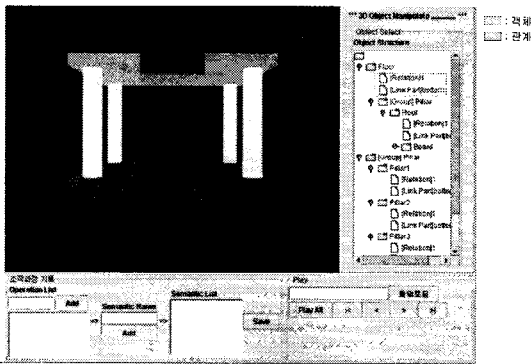


그림 5. 사용자 인터페이스

사용자는 3D 구조물이 어떤 구조와 관계를 가지는 볼 수 있어야한다. 따라서 그림 5와 같이 사용자가 3D 구조물의 구조 및 관계 정보를 한눈에 확인할 수 있도록, 객체와 객체 간의 관계를 표현하는 Tree 형태로 표현하였다.

5.2 3D 객체의 조작

조작과정을 기록하기에 앞서 사용자는 3D 객체를 조작 할 수 있어야한다. 3D 객체 조작에는 3D 구조물을 전체적으로 둘러보는 조작과 구성객체를 선택하여 이동하는 조작이 있다. 이와 같은 조작은 마우스를 이용하는 것이 적합하다. 그러나 마우스 포인터가 구조물을 둘러보기 위한 것인지 구성객체를 조작하기 위한 것인지 구별할 필요가 있다. 따라서 모드 메뉴를 두어 '공간/객체'로 구분하여 '공간' 모드의 경우는 3D 구조물을 둘러보기 위한 것으로 사용하며, '객체'모드의 경우에는 마우스는 객체를 조작하기 위한 것으로 한다. 또한 사용자 필요에 따라 3D 구조물의 구조 및 관계를 참조하여 연관성 있는 조작과 참조하지 않고 개별적인 조작을 할 수 있도록 객체 참조 메뉴를 두어 'ON/OFF'를 선택하여 조작 할 수 있도록 하였다.

5.3 조작과정의 기록 및 재생

사용자가 조작한 3D 구조물의 조작과정을 기록하기 위해 본 연구에서는 이벤트기반의 기록 방식을 선택했다. 그림 6을 보면 1번 객체에 2번 객체를 조립하기 위해 2번 객체를 선택하여 이동하여 1번 객체에 조립하였다.

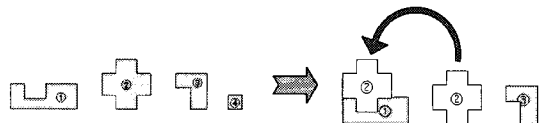


그림 6. 객체 조작

이때 사용자가 실수로 3번에 걸쳐 1번 객체에 2번 객체를 조립하였다고 한다면, 이 과정을 기존의 이벤트 기반 방식으로 저장하게 되면 일어나는 모든 이벤트에 대해 기록을 하게 되어 재생 시 실수로 이동한 2번 객체의 불필요한 움직임 까지도 저장하여 재생된다. 이와 같은 불필요한 움직임(조작)이 저장되는 것을 최소화하기 위해서 선택 이벤트 기반으로 기록한다. 이는 객체를 선택하였을 때(객체가 교체될 때) 그전에 선택되어 있던 객체의 최종 위치 값을 저장하고 현재 객체를 선택하였음을 기록한다. 재생 시 그림 7과 같은 결과를 얻을 수 있다.

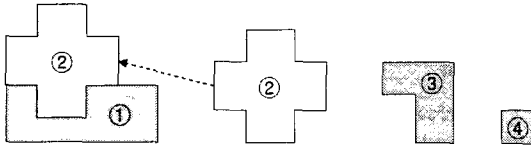


그림 7. 선택 이벤트 기반으로 기록 후 재생

또한 객체의 선택이 교체되지 않았을 때 중간 조작이 의미를 가질 수 있다. 이와 같은 경우에는 수동으로 기록 버튼을 클릭하여 중간 조작을 기록 한다. 그림 8에서와 같이 재생 시 2번 객체가 1번 객체에 부딪친다. 이러한 경우 2번 객체가 1번 객체에 부딪치지 않도록 중간에 기록 버튼을 클릭하여 저장하여 재생하도록 하였다.

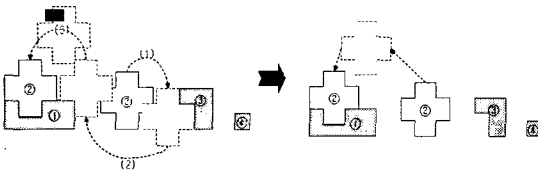


그림 8. 선택 이벤트 기반과 수동으로 기록 후 재생

선택 이벤트 기반으로 조작을 기록하는 동시에 사용자의 필요에 따라 수동으로 기록한다. 또한 기록된 단순 조작들을 묶어 의미를 부여하여 저장한다. 이는 추후에 조작과정을 다시 볼 수 있게 하며, 선택 또는 검색을 통해서 중간 조작과정을 볼 수 있게 한다.

5.4 구현결과 및 분석

XML로 표현된 3D 구조물의 구조 및 관계정보를 로드하여 Tree 형태로 표현하였으며, 조작 시 구조 및 관계정보를 적용하였다. Tree로 표현된 3D 구조물의 구조 및 관계를 보면 'Board'는 'Roof'에 고정 연결 도구로 연결되어 있는 상태이다. 따라서 3D 구조물의 구조 및 관계를 적용하지 않은 경우는 'Board'를 허공에 그대로 두고 'Roof'만 이동되는 반면, 3D 구조물의 구조 및 관계를 적용한 경우에는 'Roof'의 이동 시 'Board'는 함께 이동 된다. 이와 같이 구조물의 구조 및 관계를 적용함으로써 객체간의 연관성 있는 조작이 가능하였다(그림 9).

조작과정을 기록하기 위한 방법으로는 선택 이벤트 기반으로 필요한 경우 사용자가 수동으로 조작과

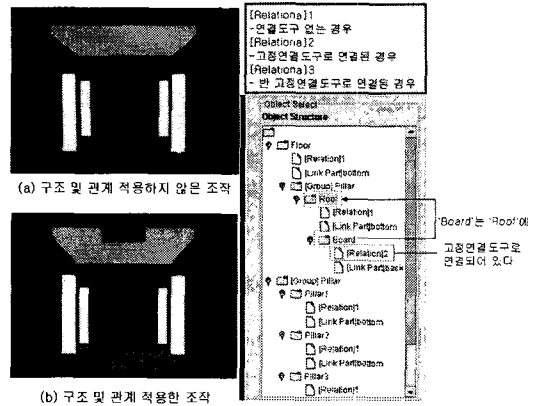


그림 9. 3D 구조물의 구조 및 관계를 적용한 조작

정을 기록은 방법을 사용하였다. 이 때, 객체를 단순히 객체를 이동하는 것이 아니라 'Pillar1선택', 'Pillar1분해', 'Pillar2선택', 'Pillar3분해' 등의 의미를 부여하여 기록한다. 그리고 나서 조작과정 기록 모듈의 Operation List에 저장된 조작 내용들을 묶어 '지붕 분해'와 '기둥분해'란 의미를 부여하여 한다. 이는 Semantic List에서 확인 할 수 있다. 조작을 마친 후 Save 버튼을 누르게 되면 전체 조작과정은 XML 문서로 기록된다(그림 10).

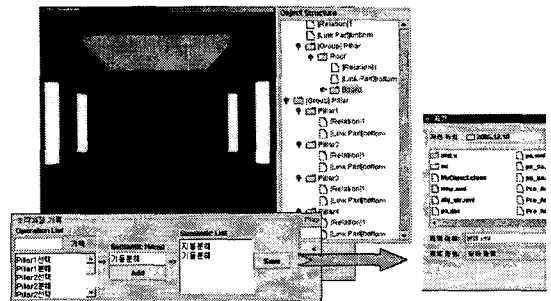


그림 10. 3D 구조물 분해과정 기록

'Board'를 조립하는 과정을 선택 이벤트 기반 방식과 기존의 이벤트 기반 방식으로 기록하여 비교하였다. 비교를 위하여 불필요한 작업을 조작 중에 실행하여 보았다. 기존의 이벤트 기반으로 조작과정을 기록한 결과 불필요한 작업으로 Board를 Pillar1에 조립한 내용과 이동되는 동안의 중간 위치 값이 모두 기록되었다. 반면 선택 이벤트 기반으로 기록한 결과는 Board가 Roof에 조립된 내용만 선택적으로 기록

표 5. 조작과정 기록 방식별 사용자 측면의 비교

구 8분	사용자의 조작	사용자별 조작과정 기록	사용자별 선택적 기록	사용자별 선택적 재생	사용자별 조작과정의 수정
스크린캡 방식[1]	불가능	불가능	불가능	불가능	불가능
플래시 방식[2]	제한적	불가능	불가능	제한적	불가능
행위 노드 기록 방식[3]	제한적	제한적	제한적	가능	제한적
제안 방식	가능	가능	가능	가능	가능

할 수 있었다. 따라서 선택 이벤트 기반으로 기록된 내용은 기존의 이벤트 기반으로 기록된 내용 보다 용량이 작고, 효율적으로 조작내용을 저장할 수 있음을 알 수 있었다.

표 5는 기존의 조작을 다루는 콘텐츠 기록 방식과 본 연구에서 제안한 조작과정 어노테이션 방식과의 사용자 입장에서의 기능별 차이를 보여준다.

스크린캡 방식의 경우 정확하지만 일괄적인 정보의 저장으로 정보의 양이 방대하고, 플래시 방식의 경우 비교적 선택적으로 재생할 수 있으나 수정이 어렵다. 또한 행위 노드 기록 방식인 Behavior3D의 경우, 사용자의 조작에 따른 기록이 아닌 틀이나 프로그래밍 방법에 따라 미리 기록한 내용을 선택적으로 재생하므로 사용자가 직접 조작한 내용의 기록 및 수정이 제한적이다.

본 논문에서 제안한 방식은 사용자에게 따라 원하는 조작만을 기록할 수 있으며 원하는 정보만을 기록함으로써 정보의 양도 줄일 수 있음을 알 수 있었다. 또한 사용자의 직접 조작을 기록함으로써 보다 인터랙티브한 조작기록이라 할 수 있다. 이 기법은 다음과 같은 장점들이 있어 기존의 방법들 보다 우수하다고 할 수 있을 것이다.

- 사용자의 의도에 따라 선택적으로 조작 과정을 기록/저장 가능
- 구조 및 관계의 분석을 통해 각 객체들의 연관 관계에 따른 조작 가능
- 기록한 조작 과정의 의미를 파악하기 쉬움

6. 결 론

본 논문에서는 3D 구조물의 조작과정을 기록하기 위한 구조 및 관계 표현 기법을 제안하고 조작의 의미 있는 기록을 위한 조작과정 어노테이션 기법을

제안하였다. 3D 구조물의 구조 및 관계 정보를 구조화하여 XML 기반으로 표현하기 위한 DTD를 정의하고, 장면그래프로 표현하지 못했던 3D구조물의 구조 및 관계를 XML로 추가하여 표현하였다. 그리고 3D 구조물의 조작과정을 의미 있게 기록하기 위한 조작과정 어노테이션 DTD를 정의하고, 구조 및 관계 표현 기법과 조작과정 어노테이션 기법에 대한 간단한 프로토타입을 구현하였다. 조작과정은 이벤트 기반으로 사용자가 기록하고자 하는 중간과정을 수동으로나마 선택적으로 기록하여 불필요한 기록을 최소화 하였다. 각 조작 과정은 어노테이션을 통하여 의미를 부여하여 저장하였으므로 각 과정을 검색하여 살펴볼 수 있으며, 구조 및 관계를 표현하였으므로 각 객체간의 연관성 있는 조작이 가능하다. 이후 사용자가 다루기 쉬운 인터페이스가 개발되고, 조작과정의 재생에 관한 연구가 이루어진다면, 다양한 조립식 시제품을 위한 산업분야에서 뿐만 아니라 건축물의 가상 시공 및 복원/해체 작업에도 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Miura, M. and Tanaka, J., "A Framework for Event-Driven Demonstration Based on the Java Toolkit," *APCHI '98* (Asia Pacific Computer Human Interactions '98), pp. 331-336, Japan, 1998.
- [2] Yoshinori Aoki, Fumio Ando, and Amane Nakajima, "Web Operation Recorder and Player," *IEEE*, 2000.
- [3] Raimund Dachsel and Enrico Rukzio, "BEHAVIOR3D: An XML-Based Framework for 3D Graphics Behavior," *ACM*, 2003.

- [4] W3C Recommendation REC-xml-19980210, Extensible Markup Language (XML), <http://www.w3c.org/TR/1998/REC-XML-19980210>.
- [5] F. Bounphrey, *Professional XML Applications*, Wrox, 1999.
- [6] David Hunter, *Beginning XML*, Wrox, 2002.
- [7] Gui-Hyun Lee, Eun-Joo Sin, So-Young Kim, Sung-Ho Woo, and Soon-Bum Lim, "Representation Technique of Structure and Process for 3D Construction Model," *Caadria*, 2006.

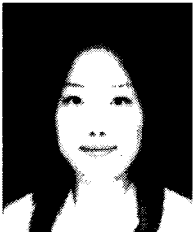


임 순 범

- 1982년 서울대학교 계산통계학과(학사)
- 1983년 한국과학기술원 전산학과(석사)
- 1992년 한국과학기술원 전산학과(박사)
- 1989년~1992년 (주)휴먼컴퓨터

창업 / 연구소장

- 1992년~1997년 (주)삼보컴퓨터 프린터개발부 부장
- 1997년~2001년 건국대학교 컴퓨터과학과 교수
- 2001년~현재 숙명여자대학교 멀티미디어학과 교수
- 관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 모바일 멀티미디어 응용, 전자출판 (폰트, XML, 전자책, e-Learning)



이 귀 현

- 2003년 숙명여자대학교 멀티미디어학과 (학사)
- 2006년 숙명여자대학원 멀티미디어학과 (석사)
- 2006년~현재 (주)이디 연구소 개발기획실 근무