

3차원 그래픽 이미지를 위한 XML 데이터베이스 시스템

(An XML Database System for 3-Dimensional Graphic Images)

황 종 하 [†] 황 수 찬 ^{**}
(Jongha Hwang) (Soochan Hwang)

요 약 본 논문에서는 3차원 이미지의 내용기반 검색을 지원하는 XML 기반의 3차원 그래픽 데이터베이스 시스템에 대해 기술한다. 현재 대부분의 그래픽 응용들은 2차원 이미지를 대상으로 하고 있으며 3차원 그래픽스 분야에서는 3차원 이미지의 표현에 대해서만 중점적으로 연구가 되고 있을 뿐 이미지가 포함하고 있는 의미 단위로서의 객체 모델링이나 이들 간의 공간 관계에 대한 처리는 아직 미흡한 실정이다. 본 논문의 모델에서 3차원 이미지는 공간관계를 가지고 있는 3차원 그래픽 객체의 조합으로 표현된다. 복잡한 3차원 객체는 기존의 그래픽 시스템에서 사용하는 선과 면 대신에 기본적인 객체들을 이용하여 모델링된다. 이렇게 구성된 3차원 그래픽 이미지들은 객체 모양이나 객체간의 공간관계를 이용한 내용기반 검색의 대상이 된다. 3차원 그래픽 이미지들은 XML 문서 형태로 표현되며, 이를 위한 3DGML DTD를 정의하였다. 끝으로 웹 기반으로 구현된 프로토타입 시스템에서의 질의 예를 보인다.

키워드 : 데이터베이스, 3D 그래픽, XML, 데이터 모델, 내용기반 검색, 객체지향 모델

Abstract This paper presents a 3-D graphic database system based on XML that supports content-based retrievals of 3-D images. Most of graphics application systems are currently centered around the processing of 2-D images and research works on 3-D graphics are mainly concerned about the visualization aspects of 3-D image. They do not support the semantic modeling of 3-D objects and their spatial relations. In our data model, 3-D images are represented as compositions of 3-D graphic objects with associated spatial relations. Complex 3-D objects are modeled using a set of primitive 3-D objects rather than the lines and polygons that are found in traditional graphic systems. This model supports content-based retrievals of scenes containing a particular object or those satisfying certain spatial relations among the objects contained in them. 3-D images are stored in the database as XML documents using 3DGML DTD that are developed for modeling 3-D graphic data. Finally, this paper describes some examples of query executed in our Web-based prototype database system.

Key words : database, 3D graphic, XML, data model, content-based retrieval, object-oriented model

1. 서론

최근 인터넷 활용이 급증하면서 웹과 데이터베이스 시스템 분야에서는 멀티미디어 데이터를 지원하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 3차원 그래픽 이미지는 시뮬레이션, 가상현실, 지리정보시스템 등의 분야에서[1, 2] 필수적인 정보로서 보다 현실감 있게 시각화

된 정보를 사용자에게 제공한다는 점에서 정보 서비스의 중요한 부분으로 인식되고 있다.

그러나 대부분의 기존 그래픽 데이터베이스 시스템들은 사진, 지도 등과 같은 2차원 이미지의 처리에 중점을 두고 있으며[3, 4, 5], 3차원 그래픽 이미지는 검색과 조작의 대상이 아닌 시각화의 대상으로만 간주되고 있다[6, 7]. 일반적으로 그래픽 분야에서 3차원의 그래픽 이미지는 주로 점, 선, 면 등을 이용하여 기하학적인 도형을 구성하고, 각 도형에 색상이나 질감 등의 속성을 부여함으로써 구성된다. 3차원 그래픽 이미지에 포함된 의미를 가지는 단위로서의 객체나 객체간의 관련성 등은 모델링의 대상이 되지 않고 있다. 현재 3차원 그래픽 이

· 본 논문은 인터넷정보검색 연구센터의 연구비 지원에 의한 것임.

[†] 학생회원 : 한국항공대학교 컴퓨터공학과
hwangjh@mail.hankong.ac.kr

^{**} 중신회원 : 한국항공대학교 전자·정보통신·컴퓨터공학부 교수
schwang@mail.hankong.ac.kr

논문접수 : 2001년 3월 10일

심사완료 : 2002년 1월 14일

미지의 데이터 모델링이나 특정 3차원 객체를 포함하거나 객체간에 특정 공간 관계가 있는 3차원 그래픽 이미지를 검색할 수 있도록 하는 내용기반 검색 기술은 아직 초보적인 단계이며 MPEG-4와 MPEG-7 표준에서 3차원 정보에 대한 문제를 다루기 시작하는 정도이다.

3차원 그래픽 이미지의 모델링을 위한 요구조건은 단순한 면들의 집합이 아닌 의미 단위로서의 객체를 효율적으로 표현할 수 있는 데이터 모델과 3차원 객체의 특징을 이용한 내용기반 검색의 지원이다. 3차원 그래픽 이미지에 대한 내용기반 검색은 일반적인 2차원 이미지의 검색에 사용되는 특징인 설명 텍스트나 주석, 색상, 텍스처, 객체의 윤곽 모습 외에도 3차원 그래픽 이미지에 포함된 객체의 3차원적인 특징과 객체간의 3차원 공간 관계를 지원할 수 있는 방안이 필요하다.

3차원 그래픽 이미지에 적용할 수 있는 검색 기법은 특징기반 검색(feature-based query), 유사 검색(similarity query), 공간 관계 검색(spatial relation query) 등으로 구분할 수 있다[3, 4, 8]. 특징기반 검색은 3차원 그래픽 이미지에 대한 설명, 포함된 객체의 색상, 텍스처, 모양 등을 기반으로 한 검색 방법이다. 이러한 정보는 자동적으로 생성되거나 사용자가 수동으로 부여할 수 있다. 유사 검색은 사용자가 3차원 그래픽 이미지 혹은 객체의 예를 제시하거나 특정 정보를 설명 텍스트 형태로 제공하면 그와 유사한 3차원 그래픽 이미지를 데이터베이스에서 검색하는 것이다. 이 검색은 질의에 정확히 일치하는 하나의 결과를 찾아주는 것이 아니라 질의를 만족하는 범위 내에 속하는 결과 집합을 찾아주게 된다. 공간 관계 검색은 3차원 그래픽 이미지 내에 존재하는 객체간의 공간적인 위치 관계를 이용한 검색을 의미한다.

본 논문에서는 3차원 그래픽 이미지를 위한 그래픽 데이터 모델을 제안하고 이 모델을 바탕으로 내용기반 검색을 지원하는 XML 기반의 3차원 그래픽 데이터베이스 시스템에 대해 기술하도록 한다.

3차원 그래픽 데이터 모델은 면과 선을 이용한 객체의 모델링 대신, 기본적인 객체들을 정의하고 이들을 빌딩 블록으로 이용하여 의미를 가지는 3차원 객체를 구성하도록 한다. 그리고 이들간의 3차원적인 공간 관계를 표현함으로써 3차원 그래픽 이미지를 작성한다. 내용기반 검색은 요소 객체의 모양이나 객체간의 공간 관계, 객체나 3차원 그래픽 이미지에 대한 설명 등을 이용하여 구성될 수 있다. 객체의 모양에 기반한 검색은 주어진 모양의 요소 객체를 포함하는 3차원 그래픽 이미지를 검색하는 것이며, 공간 관계에 의한 검색은 3차원 그

래픽 이미지에 포함된 객체들 간의 공간적인 상하, 좌우, 원근 관계를 기반으로 검색하는 것이다. 마지막으로 각 객체의 색상이나 설명 텍스트, 객체 이름 등을 기반으로 검색할 수도 있다.

본 논문에서 제시한 3차원 그래픽 데이터 모델은 XML로 구현되었으며, 이를 위해 3차원 그래픽 이미지를 XML 문서로 표현할 수 있도록 하는 3DGML(3-Dimensional Graphical Markup Language) DTD를 정의하였다. XML 문서 형태로 표현된 3차원 그래픽 이미지들은 파싱을 통해 유효성 검사를 거친 후 데이터베이스에 저장된다. 그래픽 데이터베이스에 대한 질의는 질의 처리기를 통해서 처리되고, 질의의 결과로 검색된 XML 문서는 스타일시트를 통해서 사용자에게 보여준다. XML 문서에 포함된 3차원 그래픽 이미지는 VRML로 변환되어 웹 브라우저에 디스플레이 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련 연구를 소개하고, 3장에서 3차원 그래픽 데이터 모델을 기술한다. 4장에서는 3차원 그래픽 데이터 모델링을 위한 3DGML DTD의 정의를 설명한다. 5장에서는 3차원 그래픽 데이터베이스 시스템의 프로토타입 구현 및 질의 예들을 보이고 마지막으로 6장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

그래픽 데이터베이스 분야의 주요 연구 분야로는 데이터 모델링, 질의 처리, 기억장소 관리 및 압축 기법, 시각화 기법 등을 들 수 있다[3]. 그러나 대부분의 응용들은 사진이나 지도와 같은 2차원 이미지를 대상으로 한 것들이며 3차원 그래픽 응용들은 3차원 그래픽 이미지의 시각화에 대해서 중점을 두고 있다.

그러나 최근에는 3차원 그래픽 이미지의 모델링이나 내용기반 검색에 관련되어 MPEG 표준안을 비롯한 일부 연구 결과들이 발표되고 있다. MPEG 표준안중 MPEG-4 SNHC(Synthetic, Natural, and Hybrid Coding)는 사진이나 비디오와 같은 자연 영상에 그래픽과 같은 인공 영상을 합성하여 이를 효율적으로 표현할 수 있는 기술의 개발을 목적으로 하고 있다[9].

MPEG-4 SNHC에서 3차원 객체는 3차원 메쉬(mesh)와 기준 벡터(norm vector) 그리고 색상과 텍스처(texture) 같은 특징으로 표현된다. MPEG-7은 MPEG-4 SNHC를 기반으로 멀티미디어 콘텐츠의 표현과 탐색을 가능하게 하는 표준 인터페이스의 제공을 목표로 하고 있다[10]. 그러나 MPEG 표준에서는 3차원 객체를 점과 면의 단순한 모임으로 간주할 뿐 그래픽 객체의 의미 모델링이나 객체간의 공간 관계 모델링 등

은 고려하지 않고 있다.

3차원 객체의 모델링과 객체 모양의 유사성을 이용한 검색을 지원하는 기법으로 기하학적 해싱(geometric hashing)이 있다[11]. 이 방법은 컴퓨터 비전 기반의 기법으로 화학 응용을 위한 유사 탐색을 지원한다. 3차원 객체는 공간상의 점들로 표현되며 각 객체는 특정 기준을 만족하는 몇 개의 연결된 부분 그래프인 부구조(substructure)로 분리된다. 객체는 각 부구조를 하나의 노드로 간주하는 3차원 그래프로 정의된다. 두 객체의 유사성은 이 부구조와 이들을 연결하는 간선들의 연결 형태를 근거로 판단한다. 그러나 이 방법은 객체의 기하학적인 모양만을 고려할 뿐, 객체의 특징이나 의미 표현을 지원하지 않으며 객체간의 공간 관계에 의한 검색도 지원하지 않는 문제가 있다.

3차원 그래픽 이미지에 포함된 객체의 공간 배치 정보를 표현하기 위한 기법으로 3차원 공간 지향 그래프(3-D Spatial Orientation Graph; SOG)가 있다[12]. 3차원 그래픽 이미지의 각 객체는 수작업에 의존한 사전 분석을 통해 심볼 또는 아이콘으로 표시되고 객체의 위치는 중심점(centroid) 좌표로 표시된다. 3차원 그래픽 이미지는 모든 중심점들을 연결한 완전 3차원 그래프로 표현된다. 3차원 그래픽 이미지의 유사성은 이미지에 포함된 심볼 또는 아이콘 정보와 이들을 연결하는 그래프 간선의 방향성을 근거로 판단된다. 이 방법은 3차원 그래픽 이미지에 포함된 객체의 모양이나 특징 표현을 지원하지 않으며, 객체들간의 상대적 공간 관계를 이용한 검색도 지원하지 않는다.

한편, XML은 비교적 적은 노력으로 복잡한 타입의 문서를 기술할 수 있도록 하는 매우 유용한 기법이다 [13]. XML의 개방성과 확장성을 이용하여 다양한 응용 분야의 언어들이 개발되었으며 대표적인 것으로는 CML(Chemical Markup Language), MathML (Mathematical Markup Language), MusicML 등이 있다. 또한 XML의 구조화된 문서의 표현력을 이용한 XML 통합 문서 시스템들도 연구되고 있다[14, 15]. 이들은 특정 응용 도메인을 위한 복잡한 데이터 타입의 표현과 브라우징을 가능하게 한 것이다. XML의 표현력을 이용한 또 다른 응용으로는 웹 브라우저에 표현되는 멀티미디어 응용의 저작을 위한 SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language)과 2차원 그래픽 표현을 위한 SVG(Scalable Vector Graphics)가 있다[16, 17]. 3차원 그래픽 모델을 위한 XML 응용은 아직 미미한 실정이나 본 논문에서는 XML의 확장성과 표현력이 3차원 그래픽 이미지의 모델링에도 잘 적용될 수 있음

을 보인다.

3. 3차원 그래픽 데이터 모델

3.1 3차원 그래픽 데이터 모델

일반적인 3차원 그래픽 이미지는 선과 면으로 구성된 하나 이상의 3차원 그래픽 객체와 이들이 공간적으로 배치되어 있는 위치 정보로 표현된다. 그러나 이러한 형태로 표현된 3차원 그래픽 이미지는 자신을 구성하는 각 요소에 대해서 의미적 정보를 부여하기가 곤란하며, 각 요소들을 독립적인 단위로 간주하여 검색하거나 조작하기가 매우 어렵다.

본 논문에서 제시한 3차원 그래픽 데이터 모델은 객체 지향 개념을 이용하여 하나의 의미 단위로서 3차원 객체를 표현하고 이들간의 3차원적인 공간 관계를 첨가함으로써 복잡한 3차원 그래픽 이미지를 체계적이며 간단히 모델링할 수 있는 기능을 제공하고 있다. 본 모델에서 3차원 그래픽 이미지는 하나 이상의 3차원 객체와 이들간의 공간 관계로 모델링된다. 각각의 3차원 객체는 면과 선으로 구성하는 대신 모델이 제공하는 기본적인 3차원 객체들을 조합하여 표현한다.

본 모델에서 3차원 그래픽 이미지를 구성하기 위한 클래스 계층 및 클래스 구성 계층(class composition hierarchy)은 그림 3.1 과 같다.

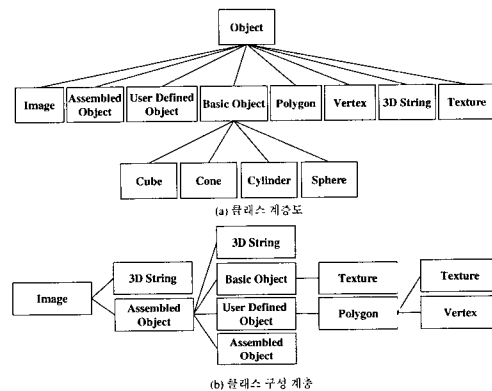
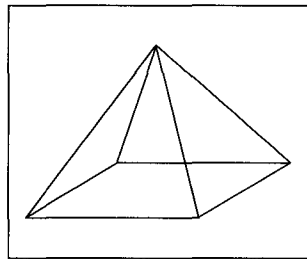


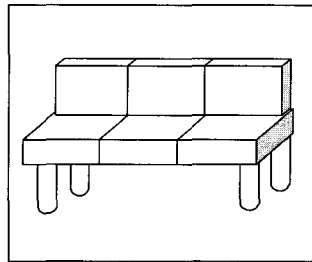
그림 3.1 클래스 계층 및 클래스 구성 계층

3차원 객체의 모델링을 위한 기본 요소는 기본 객체(basic object)와 사용자 정의 객체(user defined object)이다. 기본 객체는 3차원 객체를 표현하기 위한 빌딩 블록으로서 육면체, 원뿔, 구, 원기둥 등이 제공되며, 기본 객체의 각 면에는 색상, 텍스처 등과 같은 특성 값이 부여되어 질의와 시각화에 이용된다. 기본 객체

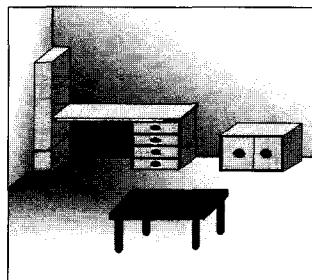
로만 가지고 표현하기 힘든 객체의 경우에는 임의의 수의 다각형(polygon)으로 구성되는 사용자 정의 객체를 별도로 사용자가 정의할 수 있는데, 이 경우도 각 면에 특성 값들을 부여할 수 있다. 그림 3.2(a)는 다각형으로 구성된 사용자 정의 객체의 예를 보인 것이다.



(a) 사용자 정의 객체



(b) 조합 객체



(c) 3차원 그래픽 이미지

그림 3.2 3차원 그래픽 모델링 예

복잡한 3차원 객체는 기본 객체와 사용자 정의 객체를 조합하여 표현하는데 이와 같이 하나 이상의 객체로 표현된 복합 객체를 본 모델에서는 조합 객체(assembly object)라고 한다. 조합 객체는 또 다른 조합 객체를 이용하여 정의할 수도 있다. 대개의 경우 조합 객체는 책상, 의자 등과 같이 독립적인 의미 단위(semantic unit)로서 데이터베이스에 존재할 수 있다. 그림 3.2(b)의 조합 객체는 육면체와 원기둥과 같은 기

본 객체들을 이용하여 의자를 모델링한 것이다.

그림 3.2(c)와 같은 3차원 그래픽 이미지는 사무용 가구 세트, 학생용 가구 세트, 생활 가구 세트 등과 같이 하나 이상의 조합 객체를 이용하여 모델링한다.

3.2 3차원 공간 관계 모델링

3차원 객체 사이의 공간 관계를 표현하기 위해 본 논문에서는 3-D 스트링 기법을 정의하였다. 3-D 스트링은 절대 시점에 대해서 객체들의 상하, 좌우, 원근 관계를 표현하는 기법으로 2차원 공간 관계를 표현하는데 사용되는 2-D 스트링[18]을 확장한 것이다.

1-D 스트링은 이미지 내의 객체들을 좌표 상의 어느 하나의 축으로 투영해서 얻어진 객체들의 선형 순서를 표현하는 것으로 공간 관계에 참여하는 객체의 집합 V 와 객체의 공간상의 순서 관계를 나타내는 순서 기호 집합 A 로 구성된다. 순서 기호는 좌우, 상하, 원근 관계를 의미하는 "<"와 동일 위치 관계를 의미하는 "=" 이 있다.

3-D 스트링은 3개의 1-D 스트링 (u, v, w)로 표현한다. u 는 X축 투영에 의해 좌우 관계를 표현하는 1-D 스트링을 의미하며, v 는 Y축에 대한 상하 관계, w 는 Z축에 대한 원근 관계를 표현한다. 3-D 스트링의 예로서 그림 3.3과 같이 3차원 공간에 위치한 두 개의 객체 a, b 를 고려해보기로 하자.

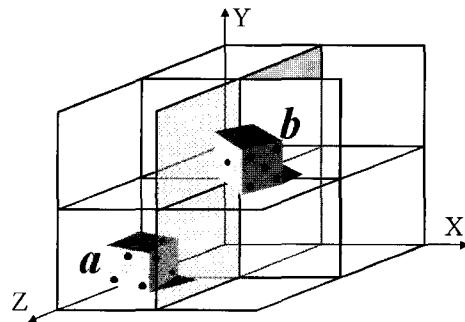


그림 3.3 3차원 공간상의 두 객체

그림 3.3에서 객체 a, b 를 X축에 투영하면 객체 a 가 객체 b 의 왼쪽에 존재하므로 u 는 " $a < b$ "이다. 객체를 Y축에 대해 투영하면 객체 a 가 객체 b 의 아래쪽에 존재하므로 v 는 " $a < b$ "가 되고 객체를 Z축에 투영하면 객체 a 와 객체 b 는 동일 위치에 존재하므로 w 는 " $a = b$ "이다. 따라서 3-D 스트링의 값은 ($a < b, a < b, a = b$)가 되며, 객체 a 가 객체 b 의 왼쪽 아래에 위치하며 앞에서 같은 지점에 있다는 것을 의미한다. 3-D 스트링

에서 Z축 순서를 나타내는 w 스트링은 객체의 전후 순서를 표현하고 있는 스트링이다. 전후 순서를 이용해서 먼 객체부터 가까운 객체의 순서로 디스플레이를 하면 먼저 그려진 멀리 있는 객체는 뒤에 그려지는 가까운 객체에 의해서 가려지게 되는 은면 제거(hidden surface) 효과를 가져온다.

4. 3차원 그래픽 모델링을 위한 DTD

이 장에서는 3장에서 설명한 3차원 그래픽 데이터 모델을 지원하는 3DGML DTD의 정의를 설명한다. 3차원 그래픽 객체 모델링을 위한 DTD의 전체적인 구조는 그림 4.1과 같다.

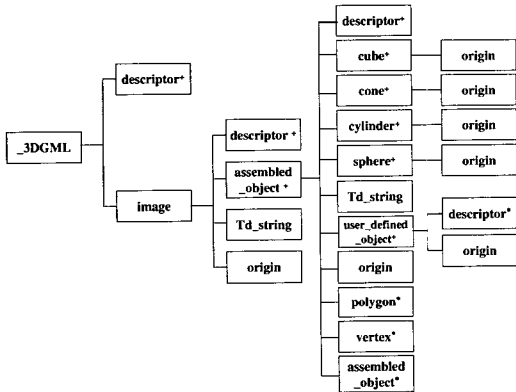


그림 4.1 3DGML DTD의 구조

이미지 표현을 위한 3DGML DTD의 엘리먼트를 설명하기 위해 그래픽 객체의 모델링 부분을 먼저 설명한 후 이미지 정의를 위한 엘리먼트에 대해 설명하기로 한다.

4.1 그래픽 객체의 정의

3차원 그래픽 이미지 내에서 가장 큰 의미 단위는 조합 객체이다. 조합 객체는 모델에서 설명한 것처럼 기본 객체와 사용자 정의 객체, 조합 객체 등과 이들에 대한 특징 정보로 정의된다. 3DGML DTD에서 조합 객체를 위한 엘리먼트의 DTD 정의는 다음과 같다.

```
<!ELEMENT assembled_object (descriptor+, origin,
(cubelcylinderlconelphereluser_defined_object)+,
assembled_object*, polygon*, vertex*, Td-string)>
<!ATTLIST assembled_object
o_id CDATA #REQUIRED >
```

조합 객체(assembled_object) 엘리먼트는 설명자(descriptor)와 육면체(cube), 원기둥(cylinder), 원뿔(cone), 구(sphere) 등의 기본 객체, 사용자 정의 객체

(user_defined_object), 하위 조합 객체, 다각형(polygon), 정점(vertex), 3-D 스트링(Td-string) 엘리먼트 등으로 구성된다. 조합 객체 엘리먼트의 정의 예를 보이면 그림 4.2와 같다. 그림 4.2는 그림 3.2(c)의 이미지에 포함된 4개의 다리를 가지는 사각탁자 객체를 3DGML로 모델링한 것이다.

```
<assembled_object o_id="a2">
<descriptor d_name="name" value="탁자"
type="string"/>
<descriptor d_name="price" value="150000"
type="money"/>
<!-- 탁자의 상판 정의 -->
<cube o_id="c1" p_index="p105, p106, p107, p108,
p109, p110">
<origin x="125" y="21" z="100"/>
</cube>
<!-- 탁자의 다리 정의 -->
<cylinder o_id="cy1" v_tl="109, 20, 89" v_tr="110,
20, 89" v_bl="109, 0, 89" v_br="110, 0, 89">
<origin x="109" y="10" z="89"/>
</cylinder>
<!-- . . . . . 나머지 세 원기둥 cy2, cy3. cy4의 정의
-->
</assembled_object>
```

그림 4.2 사각 탁자의 정의

그림 4.2에서 조합객체 a2는 설명자 엘리먼트와 탁자를 구성하는 요소 객체들의 정의로 구성되었다. 탁자의 상판은 육면체로 표현하였고 다리는 4개의 원기둥으로 표현하였다.

설명자 엘리먼트는 부모 엘리먼트의 설명 필드를 생성하기 위한 메타 정보를 표현하며, 데이터베이스 테이블의 필드를 정의하는 스키마 선언문과 유사한 역할을 한다. 설명자 엘리먼트의 속성은 필드명(d_name), 값(value), 값의 타입(type)으로 구성되며 관계 스키마로 변환될 때와 이미지에 대한 검색에 사용된다. 탁자 객체에는 이름과 가격을 위한 2개의 설명자가 정의되어 있다.

기본 객체들은 각기 별도의 엘리먼트로 정의되는데 육면체는 가장 기본적인 객체로 6개의 사각형으로 정의된다. 각 사각형은 4개의 점으로 정의되며 각기 id가 부여된다. 예에서 탁자 상판을 정의하는 육면체는 식별자(o_id) 속성과 p105에서 p110까지 6개의 사각형으로 정의되었으며 자식 엘리먼트로는 조합 객체 내에서 객체의 위치를 나타내는 origin 엘리먼트를 포함하고 있다. 육면체의 색상과 텍스처는 각 면을 구성하는 다각형 엘리먼트에 표현된다.

원기둥과 원뿔, 구는 곡면을 가지므로 다각형 대신 각 객체의 특징을 잘 표현할 수 있는 방법으로 표현된다. 원기둥은 그림 4.3과 같이 사각형의 회전체로 정의될 수

있으므로 원기둥 엘리먼트는 v_tl, v_tr, v_bl, v_br의 네 점과 윗면, 몸통, 밑면에 대한 색상과 텍스처 속성으로 정의된다. 원뿔 엘리먼트는 삼각형의 회전체로 정의되므로 3개의 점과 옆면과 바닥의 색상과 텍스처 속성이 정의된다. 구 엘리먼트는 구의 중심점과 반지름, 구의 표면 정보로 정의된다.

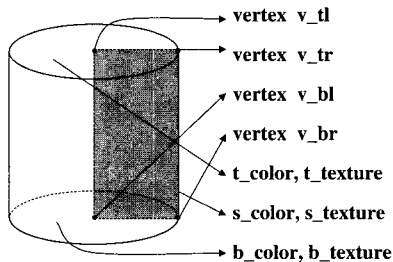


그림 4.3 원기둥 객체의 속성

4.2 3차원 이미지의 정의

3DGML에서 이미지를 정의하기 위한 DTD 구조는 다음과 같다.

```
<!ELEMENT _3DGML (descriptor+, image)>
<!ELEMENT image (descriptor+, assembled_object+,
Td_string, origin)>
<!ATTLIST image
i_id CDATA #REQUIRED>
```

루트 엘리먼트 <_3DGML>은 3차원 그래픽 이미지 자체에 대한 정의인 이미지(image) 엘리먼트와 이미지에 대한 설명 정보를 표현하는 설명자 엘리먼트로 구성된다. 이미지 엘리먼트는 다시 설명자와 하나 이상의 조합 객체, 3-D 스트링, origin 엘리먼트 등으로 구성된다. origin 엘리먼트는 3차원 공간상에서 이미지의 기준점을 나타낸다. 그림 4.4는 책상, 탁자, 장식장으로 구성된 그림 3.2(c)를 3DGML DTD를 이용하여 정의한 XML 문서의 예이다.

XML 문서가 표현한 이미지는 a1, a2, a3, a4 등의 4개의 조합 객체와 이들간의 공간 관계를 표현한 3-D 스트링 엘리먼트로 구성되어 있다. 조합 객체 a2는 다시 책상과 서랍책상을 정의한 하위 조합 객체 a21과 a22로 표현되었으며 a4는 배경을 정의한 것이다. 객체간의 공간 관계는 3-D 스트링 엘리먼트로 표현되었다. 예로서 X축에 대한 공간 순서를 표현한 u 스트링 "a4 < a1 < a2 < a3"는 이미지의 왼쪽부터 배경, 책상, 탁자, 장식장이 위치하고 있음을 나타낸다. 배경은 이미지에서 원

```
<?xml version="1.0" encoding="EUC-KR"?>
<!DOCTYPE TDGML SYSTEM 3DGML.DTD>

<_3DGML>
<descriptor name="name" value="가구 데이터베이스"
type="string"/>
<image i_id="s1">
<descriptor d_name="title" value="공부방" type="string"/>
<assembled_object o_id="a1">
<descriptor d_name="name" value="책상세트"
type="string"/>
<assembled_object o_id="a11">
<descriptor d_name="name" value="책장"
type="string"/>
<!-- ... 책장 객체의 정의 -->
</assembled_object>
<assembled_object o_id="a12">
<descriptor d_name="name" value="서랍책상"
type="string"/>
<!-- ... 서랍책상의 정의 -->
</assembled_object>
</assembled_object>
<assembled_object o_id="a2">
<descriptor d_name="name" value="탁자"
type="string"/>
<!-- ... 탁자의 정의 -->
</assembled_object>
<assembled_object o_id="a3">
<descriptor d_name="name" value="장식장"
type="string"/>
<!-- ... 장식장의 정의 -->
</assembled_object>
<assembled_object o_id="a4">
<descriptor d_name="name" value="배경"
type="string"/>
<user_defined_object o_id="u41" p_index="w1, w2,
f3">
<polygon o_id="w1" v_index="v1, v2, v3, v4"
texture="c:\texture\w1.tex"/>
<!-- ... 나머지 다각형과 정점의 정의 -->
</assembled_object>
<Td_string u="a4 < a1 < a2 < a3" v="a4 < a2 = a3
< a1" w="a4 < a1 = a3 < a2"/>
<origin x="0" y="0" z="0"/>
</image>
</_3DGML>
```

그림 4.4 3차원 그래픽 이미지의 정의

쪽 뒤의 가장 낮은 곳에 위치한 객체로 정의되었다.

3DGML에서 사용자 정의 객체는 육면체와 유사하게 다각형들의 리스트로 정의된다. 예에서 사용자 정의 객체 u41은 3개의 다각형을 포함한 리스트 "w1, w2, f3"로 정의되었으며, 각 다각형에 대한 정보는 다시 polygon 엘리먼트에 의해 표현되었다. 다각형 엘리먼트는 정점(vertex) 엘리먼트들의 리스트와 색상, 텍스처 속성을 갖는다. 텍스처 속성은 텍스처 정보를 가진 화일에 대한 경로로 표현한다.

정점 엘리먼트는 객체를 이루는 가장 작은 단위로서 3차원 공간상의 한 점을 나타낸다. 정점 엘리먼트의 속성은 식별자(o_id)와 정점의 위치를 나타내는 point로

구성된다. point는 3차원 공간상의 한 점의 좌표 값으로 서 (x, y, z) 형태로 표현된다.

5. 3차원 그래픽 데이터베이스 시스템

5.1 시스템 구조

본 논문에서 제시한 XML 기반 3차원 그래픽 데이터베이스 시스템은 사용자 인터페이스, XML 처리부, 데이터베이스 인터페이스 등의 세 부분으로 구성되며 그 구조는 그림 5.1과 같다.

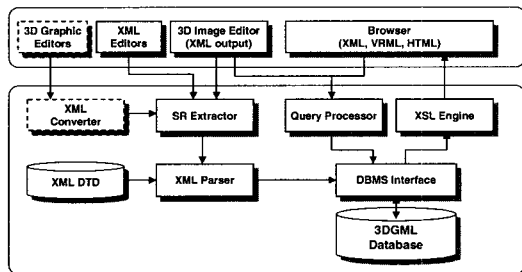


그림 5.1 XML 기반 3차원 그래픽 데이터베이스 시스템 구조

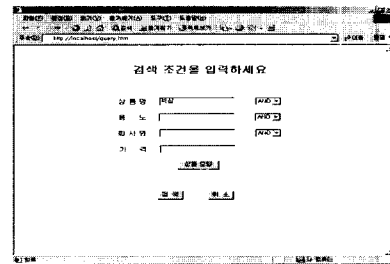
3차원 그래픽 이미지는 3차원 이미지 편집기를 이용하여 작성되고 XML 문서로 변환된다. 공간 관계 추출 기인 SR Extractor는 XML 문서에 표현된 3차원 객체들의 위치 정보를 바탕으로 공간 관계를 추출하여 3-D 스트링으로 표현한다. 그 결과의 XML 문서는 XML 파서가 3DGML DTD를 참조하여 적합한 문서인지를 검사하고, 문서의 엘리먼트와 속성, 텍스트 등을 파싱하여 데이터베이스에 저장하게 된다. 현재 프로토타입 시스템에서는 3DGML DTD에 맞는 XML 문서를 결과로 제공하는 3차원 이미지 편집기를 구현해서 사용하고 있지만 기존의 3차원 모델링 도구인 3D Studio, AutoCAD 등을 이용할 수도 있다. 그러나 이러한 기존 편집기들은 자체적인 표현 형식을 가지므로 이들을 3DGML 형식에 맞는 XML 문서로 변환할 수 있는 XML 변환기(converter)가 필요하다. 현재 다른 편집기의 지원을 위한 XML 변환기는 개발 중에 있다.

질의 처리 과정은 질의 조건을 입력받아 이를 XML 형태로 변환하고 이를 바탕으로 데이터베이스에 저장된 3차원 그래픽 이미지들을 탐색하게 된다. 질의 처리기는 설명자를 이용한 질의, 주어진 객체를 포함하는 3차원 그래픽 이미지를 검색하는 질의, 3-D 스트링을 이용한 공간 관계 질의 등을 지원하고 있다.

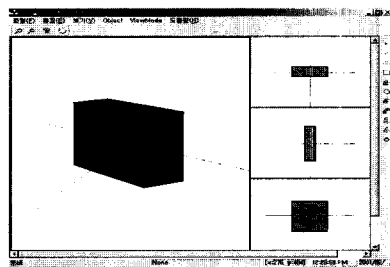
현재 본 논문의 3차원 그래픽 데이터베이스 시스템은 Windows NT의 IIS(Internet Information Server) 웹 서버 상에서 프로토타입으로 구현되었다. XML 파서는 DOM(Document Object Model) API[19]를 사용하여 ASP로 구현되었고, 파싱된 XML 문서는 MS-SQL 서버에 저장된다.

5.2 질의 예

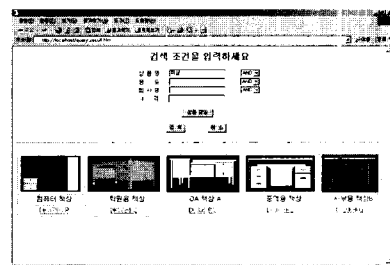
이 절에서는 프로토타입 시스템을 이용하여 구성된 3차원 그래픽 데이터베이스에 대한 질의 예를 보이기로 한다. 그림 5.3과 5.4는 XML 기반 3차원 그래픽 데이터베이스 시스템의 질의 화면으로 전자 상거래를 위한 가구 카탈로그 데이터베이스에 대한 질의 예들이다. 사용자는 설명자에 정의된 항목이나 이미지가 포함하고 있는 요소 객체를 이용한 질의를 사용할 수 있으며, 객체간의 공간 관계를 이용한 질의도 가능하다.



(a) 검색 조건 입력



(b) 상품 모양

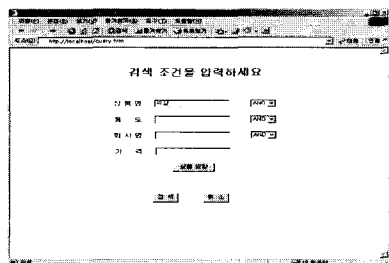


(c) 검색 결과 화면

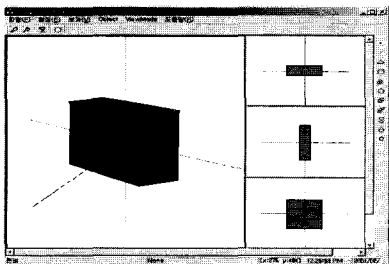
그림 5.3 질의 예와 검색 결과

그림 5.3(a)는 질의 인터페이스 화면으로, 화면에 검색 조건으로 제시된 상품명, 용도, 회사명, 가격 등은 XML 문서의 설명자 엘리먼트에 정의된 것들이다. 검색 조건으로 원하는 상품의 모양을 제시하고자 할 경우에는 3차원 이미지 편집기를 이용하여 직접 상품 모양을 작성하거나 기존 객체를 검색하여 조건으로 제시할 수 있다. 그림 5.3(b)의 화면은 본 시스템의 3차원 이미지 편집기를 이용하여 요소 객체를 정의하는 모습이다. 3차원 이미지 편집기의 기본 화면은 사용자가 원하는 시점에서 객체를 바라보는 모습을 보여주는 화면과 객체를 XY, YZ, XZ 평면에 투영한 모습을 보여주는 오른쪽의 세 화면으로 구성되며, 메뉴를 이용해서 화면구성은 변경이 가능하다. 3차원 이미지 편집기의 도구 모음을 이용해서 빌딩 블록인 기본 객체와 사용자 정의 객체를 생성하고 이들을 그룹핑하여 하나의 의미 객체인 요소 객체를 만든다.

설명자 항목에 대한 조건과 요소 객체에 대한 정의는 3DXML의 DTD 정의에 맞게 XML 문서로 변환되고 파싱되어 저장된 XML 문서와 비교된다. 그림 5.3(c)는 검색 결과 화면으로 상품명이 책상이면서 그림 5.3(b)에 제시된 서랍장을 포함한 상품들을 보여주고 있다.



(a) 검색 조건 화면



(b) 검색 결과 화면

그림 5.4 공간 관계 질의 처리 및 결과 화면

그림 5.4는 공간 관계를 이용한 질의와 그 결과 화면이다. 공간 관계 질의는 사용자가 질의 화면을 통해 원

하는 객체들 간의 공간 관계를 3-D 스트링 형태로 표현하면, 시스템은 제시한 객체들을 포함하면서 그 객체들간에 주어진 공간 관계를 가지는 3차원 그래픽 이미지를 검색하게 된다. 그림 5.4(a)에서 제시한 질의는 책상 아래에 두개의 서랍장이 위치한 상품을 찾기 위한 것으로 3-D 스트링 (u, v, w) 중에서 v값만을 이용하여 조건 "서랍 < 책상"을 표현하였다. 질의 결과로 그림 5.4(b)와 같은 네 개의 책상 이미지가 검색되었다.

6. 결론

최근 들어 XML에 대한 연구가 활발히 진행되고 많은 응용 분야에서 XML의 장점을 이용한 다양한 응용 시스템들이 개발되고 있지만 아직까지 3차원 그래픽 정보를 지원하기 위한 XML 응용은 거의 없는 실정이다. 또한 3차원 그래픽 이미지에 대한 내용기반 질의를 가능토록 하는 데이터 모델과 질의 시스템에 대한 연구도 거의 되지 않고 있다.

본 논문에서는 3차원 그래픽 데이터에 대한 의미적 모델링이 가능한 데이터 모델과 이를 XML 기반의 문서로 표현하여 처리할 수 있는 3차원 그래픽 데이터베이스 시스템을 제안하였다. 본 논문에서 제시한 시스템은 구조화된 문서의 작성과 인터넷 응용의 개발이 용이한 XML의 장점을 가지고 3차원 그래픽 이미지를 모델링하므로 3차원 객체 및 이미지에 대한 구조적인 표현이 가능하다. 또한 모델링 기법도 면과 선을 이용한 3차원 객체의 표현 대신 모델이 제공하는 기본 객체와 사용자 정의 객체들을 조합함으로써 비교적 간단하게 복잡한 3차원 객체를 표현할 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라 3-D 스트링을 이용하여 객체간의 공간 관계를 표현할 수 있도록 함으로써 이를 바탕으로 3차원 그래픽 이미지에 대한 내용기반 검색과 공간 관계를 이용한 질의 처리가 가능하다. 본 논문에서 제안한 XML을 이용한 3차원 그래픽 데이터베이스 시스템은 그래픽을 필요로 하는 다양한 응용 분야에 활용될 수 있을 것이다.

현재 본 시스템에 대한 확장으로 객체의 모양에 기반한 유사 검색 기법을 연구중이며, 일반적인 3차원 모델링 도구로 작성한 3차원 그래픽 이미지를 입력으로 사용할 수 있는 방안도 고려중이다. 또한 3차원 공간 관계는 시점에 따라 변화되므로 시점을 고려한 공간 관계 표현 방법도 연구되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] R. G. Menendez and J. E. Bernard, "Flight

- Simulation in Synthetic Environments," IEEE Proceedings of the Digital Avionics Systems Conferences, vol. 1, pp.2.A.5_1-2.A.5_6, 2000.
- [2] S. Jie, "Visualizing 3-D Geographical Data with VRML," IEEE Proceedings of the Computer Graphics International Conferences, pp.108-110, 1998.
- [3] A. D. Bimbo, Visual Information Retrieval, Morgan Kaufmann, 1999.
- [4] K. W. Hung and M. A. Yong, "A Content-based Image Retrieval System Integrating Color, Shape and Spatial Analysis," IEEE Proceedings of the International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 2, pp.1484-1488, 2000.
- [5] R. Brunelli and O. Mich, "Image Retrieval by Example," IEEE Transactions on Multimedia, vol. 2, no. 3, pp.164-171, 2000.
- [6] F. M. Weinhaus and V. Devarajan, "Texture Mapping 3D Models of Real-World Scenes," ACM Computing Survey vol. 29, no. 4, pp.325-368, 1997.
- [7] S. Hwang, S. Cho, T. Wang, and P. C.-Y. Sheu, "A Fast 3-D Visualization Methodology Using Characteristic Views of Objects," International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, vol. 8, no. 1, World Scientific, 1998.
- [8] S. Berretti, A. D. Bimbo, and P. Pala, "Retrieval by Shape Similarity with Perceptual Distance and Effective Indexing," IEEE Transactions on Multimedia, vol. 2, no. 4, pp.225-239, 2000.
- [9] Q. Huang, A. Puri, and Z. Liu, "Multimedia Search and Retrieval: New Concepts, System Implementation, and Application," IEEE Transactions on Circuits and System for Video Technology, vol. 10, no. 5, pp.679-692, 2000.
- [10] J. Hunter, "MPEG-7 Behind the Scenes," D-Lib Magazine, vol. 5, no. 9, September 1999.
- [11] W. Xiong and J. T. L. Wang, "Fast Similarity Search in Database of 3D Objects," IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence, pp.16-23, 1998.
- [12] V. N. Gudivada and G. S. Jung, "Spatial Knowledge Representation and Retrieval in 3-D Image Database," IEEE Proceedings of the International Conference on Multimedia Computing and Systems, pp.90-97, 1995.
- [13] T. Bray, J. Paoli, and C. M. Sperberg-McQueen, Extensible Markup Language (XML) 1.0, <http://www.w3.org/TR/1998/REC-xml-19980210>, 1998.
- [14] H. Lin, T. Risch, and T. Katchaounov, "Object-Oriented Mediator Queries to XML Data," Proceedings of 1st Int'l Conferences on Web Information Systems Engineering, vol. 2, 2000.
- [15] W3 Consortium, Extensible Markup Language (XML) Activity, XML Activity, <http://www.w3.org/XML/Activity.html>, 1998.
- [16] W3 Consortium, Scalable Vector Graphics (SVG) 1.0 Specification, <http://www.w3.org/TR/2000/CR-SVG-20001102/>, 2000[25]
- [17] W3 Consortium, Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL) 1.0 Specification, <http://www.w3.org/TR/REC-smil/>, 1998.
- [18] S. K. Chang, Q. Y. Shi, and C. W. Yan, "Iconic Indexing by 2-D Strings," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 9, no. 3, 1987.
- [19] W3 Consortium, Document Object Model (DOM), <http://www.w3.org/DOM/>, 1998.



황 중 하

1996년 2월 한국항공대학교 전자계산학과(이학사). 1998년 2월 한국항공대학교 컴퓨터공학과(공학석사). 1998년3월 ~ 현재 한국항공대학교 컴퓨터공학과 박사 과정. 관심분야는 데이터베이스 시스템, 내용기반 검색 시스템, 소프트웨어 공학



황 수 찬

1984년 서울대학교 전자계산기공학과(공학사). 1986년 서울대학교 전자계산기공학과(공학석사). 1991년 서울대학교 컴퓨터공학과(공학박사). 1995년 8월 ~ 1996년 7월 미국 캘리포니아 주립대학 전기 및 컴퓨터공학과 방문교수. 1991년 3월 ~ 현재 한국항공대학교 전자·정보통신·컴퓨터공학부 부교수. 관심분야는 데이터베이스 시스템, 객체지향 시스템, 멀티미디어 시스템, 정보검색 시스템