

3 차원 객체의 모양에 기반한

특징추출 기법⁺

신준섭 황수찬
한국 항공 대학교 컴퓨터공학과

A Feature-Extraction Method based on Shapes of 3D Object

Jun-Seop Shin Soo-Chan Hwang
Dept. of Computer Engineering, Hankuk Aviation University

요 약

최근 멀티미디어 응용의 증가에 따라 그래픽 데이터를 위한 내용 기반 검색 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 인터넷 응용분야에서 3차원 그래픽 데이터베이스 사용의 필요성이 대두되고 활용되고 있다.

대부분의 3차원 그래픽 시스템은 사용자에게 그래픽은 검색의 대상이 아니라 단순히 보여주는 역할로 주로 사용되고 있다. 3차원 그래픽객체는 어떤 객체들로 구성되어 있으며 그들의 크기는 어떠한지 등의 정보를 포함하고 있다. 따라서 3차원 그래픽 객체에서는 2차원 이미지보다 의미객체에 대한 정확한 정보를 더 많이 얻어 낼 수 있다. 이러한 사실 때문에 2차원 이미지의 특징추출의 방법과는 다른 형식의 접근이 필요하다.

본 논문에서는 3차원 그래픽으로 모델링 된 3차원 객체들을 대상으로 객체가 이루는 X, Y, Z축상의 비율과 윤곽형태에 대한 SPBT(Space Partitioning Binary Tree)의 결과값으로 특징을 추출하고 샘플 데이터를 통해서 이들간의 클러스터링과 실제 예제 질의를 통한 비교분석을 통해 객체간의 유사검색이 가능하도록 하는 특징추출 방법을 제안하였다.

본 논문에서 제시한 모양기반 특징추출 방법은 웹상의 다양한 3차원 객체정보의 자동분류나 3차원 그래픽 데이터베이스를 위한 인덱스 구축 등에 활용될 수 있을 것이다.

제 1 장 서 론

최근 멀티미디어 응용의 증가에 따라 그래픽 데이터를 위한 내용 기반 검색 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 인터넷 응용분야에서 3차원 그래픽 데이터베이스 사용의 필요성이 대두되고 활용되고 있다.

기존 2차원 이미지 유사검색 시스템으로는 IBM 연구소에서 개발된 QBIC과 Columbia대학에서 개발된 VisualSEEK 등이 대표적이다. [1, 5]

그러나 3차원 그래픽은 앞에서 기술한 2차원 이미지 정보 외에도 객체의 모양이나 공간적인 위치정보, 시점에 따른 객체의 모양변화 등 다양한 특징들이 추가로 고려되어야 한다. 3차원 그래픽 객체에서는 2차원 이미지보다 의미객체에 대한 정확한 정보를 더 많이 얻어 낼 수 있다. 이러한 사실 때문에 2차원 이미지에서 하는 특징추출의 방법과는 다른 형식의 접근이 필요하다. 3차원 그래픽에 대한 유사검색을 위해서는 3차원 그래픽 데이터베이스에 표현된 특징을 적절히 추출 할 수 있는 방법이 있어야 한다.

본 논문에서는 2차원의 그래픽 데이터베이스에서 사용되고 있는 내용 기반 질의와 기존의 2차원 이미지 검색 시스템에 관해 소개하고 3차원 객체들을 대상으로 객체가 이루는 X, Y, Z축상의 비율과 윤곽형태에 대한 SPBT(Space Partitioning Binary Tree) 결과값으로 특징추출을 하고 샘플 데이터를 통해서 이들간의 클러스터링과 실제 예제 질의를 통한 비교분석을 통해 3차원 객체간의 유사검색이 가능한 특징추출방법을 제안하였다

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 3차원 객체모델, 기존의 2차원 이미지 검색 시스템을 소개한다. 3장에서는 3차원 그래픽 데이터베이스에서의 객체간의 유사검색을 위한 특징추출 방법을 제안한다. 4장에서는 3장에서 제안한 방법으로 샘플 데이터를 적용해서 이들간의 클러스터링과 실제 예제 질의를 통한 비교 분석을 하고, 5장에서 결론을 맺는다.

+ 이 논문은 과학재단의 '98 특정기초연구비의 지원에 의한 것임

제 2 장 관련 연구

2.1 3차원 객체 모델

본 논문에서 정의할 3차원 객체는 기본 객체와 사용자 정의 객체로 구분한다. 기본 객체는 3차원 그래픽을 표현하는데 기본이 되는 객체로서 직육면체, 원뿔, 구, 원기둥으로 구성되어 있다.

일의의 3차원 객체는 이러한 기본 객체를 조합하는 것으로 표현이 가능하다. 기본 객체나 사용자 정의 객체와 같은 단일 객체를 여러 개 모아서 책상, 의자, 침대, 식탁 등과 같은 의미를 가지는 객체로 모델링 한 것을 assembled 객체라 한다. [2].

기본 객체는 그림 2.1과 같이 직육면체, 원뿔, 원기둥, 구로 구성된다.

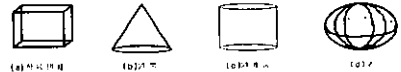


그림 2.1 기본 객체

assembled 객체는 자기만의 고유한 의미를 객체 이름으로 가지고 있다. 그래서 객체 이름이 책상 또는 의자인 것을 포함하는 scene을 검색할 수 있다.

그림 2.2 assembled 객체의 예

2.2 SPBT

공간 분할 이진 트리(space partitioning binary tree : SPBT)와 영역 트리(region tree)는 특별한 하드웨어 지원 없이 그래픽의 보다 빠른 디스플레이를 위해 제안된 자료 구조이다 [3, 4].

공간 분할 이진 트리는 객체의 특성 부 영역을 생성하기 위해서 사용하는 자료 구조 이다. 공간 분할 이진 트리의 내부 노드는 3차원 공간에서 객체에 인접한 면의 정보이고 각각의

외부 노드는 하나의 특성 뷰 영역 정보이다. 공간 분할 이진 트리의 외부 노드에는 화면 출력을 위한 정보 즉, 보이는 면, 색, 질감 등의 정보를 가지고 있다.

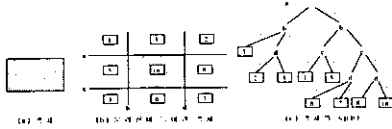


그림 2.3 SPBT의 구성

그림 2.3는 설명을 쉽게 하기 위해서 2차원 객체를 예로 들어 설명한 것이다. 그림 2.3의 (a)는 특성 뷰 영역을 생성하기를 원하는 객체이고 (b)는 공간 분할 이진 트리를 만들기 위해 객체에 인접한 분리 선을 삽입한 상태의 그림이다. 그림에서 각 숫자는 분리선에 의해서 구분되는 공간을 의미하고 각 공간 안에서는 시점이 변화해도 특성 뷰는 동일하다. 이 영역이 특성 뷰 영역이 된다. (c)는 분리선을 이용하여 완성된 공간 분할 이진 트리를 보인 것이다. [3, 4].

제 3 장 3차원 객체의 특징추출

3차원 그래픽 데이터 모델링을 기반으로 다양한 종류의 3차원 객체가 존재한다. 본 논문에서는 다음과 같은 3차원 객체간의 유사검색에 필요한 특징추출 방법을 제안한다.

3차원 객체의 특징으로 본 논문에서는 객체 전체가 이루는 MBR(Minimum Bounding Rectangle)의 비율과 객체의 윤곽형태를 구해서 이에 대한 SPBT를 만들고 여기서 나오는 결과를 특징으로 추출한다.

3.1 객체 전체 MBR의 비율

그림 3.1의 두 의자 객체에서 객체의 MBR은 점선으로 표시한 육면체이다.

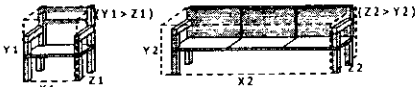


그림 3.1 객체 전체 MBR의 비율

객체가 이루는 전체 MBR에서 각각의 축에 대해 객체가 차지하는 비율은 객체의 특징을 나타내는데 중요하다고 볼 수 있다. 그러므로 객체의 MBR을 구하고 구해진 MBR상에서 각각의 축에 대해 객체가 차지하는 비율을 구할 수 있다.

3.2 전체 객체의 윤곽형태에 대한 SPBT

SPBT는 2.2절에서 설명한 바와 같이 객체의 모양을 구분할 수 있는 특징 정보이며 3차원 객체의 윤곽 형태는 3차원 객체의 특징을 나타내는데 중요하다고 볼 수 있다. 그러므로 객체가 이루는 윤곽 형태를 찾아내서 SPBT를 만들고 SPBT의 결과물인 트리의 높이(면의 수)와 리프 노드 수를 가지고 객체의 특징벡터의 한 요소로써 비교가 가능하다.

전체 객체의 윤곽 형태가 이루는 SPBT의 결과 값을 구하는 방법으로는 우선 윗면과 아래면이 될 수 있는 대상 면들을 선택하고 이렇게 얻어진 대상면들을 X와 Z축으로 투영해서 3차원 객체에 대한 윤곽 형태 중에서 윗면과 아래면을 구한다. 이렇게 얻어진 윗면과 아래면의 연결을 통해서 육면체를 만들 수 있다. 이렇게 얻어진 육면체 중에서 각각의 면이 평면을 이루지 못할 경우가 있는데 이때 평면을 이루지 못하는 사각형을 의미객체에 대해서 양각을 갖는 삼각형 2개로 나누어서 다면체를 만든다. 이렇게 만들어진다면체는 육면체에서 12면체가 될 수 있다. 이렇게 얻어진다면체로 SPBT를 구성하고 결과로 트리의 높이와 리프 노드

수를 얻는다.

3.2.1 윗면과 아래면이 될 수 있는 대상 면들의 선택

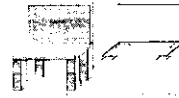


그림 3.2 의미객체와 대상윗면의 예

그림 3.2과 같이 의미객체 내에 있는 기본 객체들 중에서 윗면들이 선택 대상 면들에 해당될 수 있다. 우선 이 기본 객체에 있는 윗면들을 높이 순으로 정렬을 한다. 정렬된 면들 중에서 순서대로 면들을 선택을 한다. 또, 아래면이 될 수 있는 대상 면들을 구하는 것은 윗면을 구하는 방법과 동일하게 구한다. 이와 같은 방법으로 윗면이 될 수 있는 대상 면들과 아래면이 될 수 있는 대상면들을 찾으면 그림 3.3과 같다. (a)는 윗면을 구성할 수 있는 대상면들, (b)는 아래면을 구성할 수 있는 대상면들을 보여주고 있다.

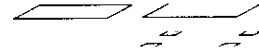


그림 3.3 선택된 윗면과 아래면

3.2.2 윗면과 아래면 만들기

위의 단계에서 얻어진 대상면들을 X와 Z축으로 2차원 투영을 할 수 있다. 이렇게 2차원상으로 투영되어진 대상면들을 가지고 3차원 객체에 대한 윤곽형태 중에서 윗면과 아래면을 구할 수 있다.

먼저 대상면들에서 전체 MBR을 구한다. 구해진 MBR을 구성하는 선분들 중에서 가장 긴 직선을 찾는다. 가장 긴 직선 중 MBR을 이루는 꼭지점의 개수에 따라 3가지의 형태로 윗면과 아래면이 될 수 있는 4개의 점을 찾는다. 자세한 알고리즘은 다음과 같다.

① 대상면들에서 전체 MBR을 구한다.

대상면들 중에서 전체 MBR을 구하고 이 MBR과 접하고 있는 점들의 리스트를 구한다. 구해진 점들의 리스트는 각각 MBR의 선분에 해당하는 LLine(Left Line), RLine(Right Line), FLine(Front Line), BLine(Back Line)의 리스트에 정보를 유지한다.

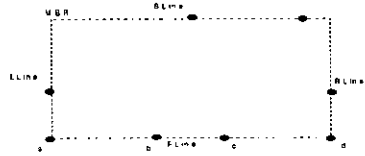


그림 3.4 선택된 대상평면의 예

다음 단계에서 하나의 선분 리스트에서 선분을 구성할 수 있는 최소의 점 정보인 2개의 점만을 유지한다. MBR을 이루는 각각의 4개의 선분의 리스트에서 점을 2개 이상 포함한다면 가장 거리가 먼 2개의 점만을 남긴다.

② 선택된 가장 긴 직선 중 MBR을 이루는 꼭지점의 개수에 따라 윗면과 아래면이 될 수 있는 각각의 4개의 점을 선택한다.

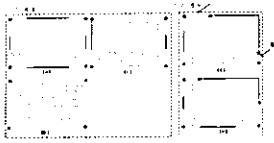


그림 3.5 선택 가능한 특징점의 개수별 예(1)

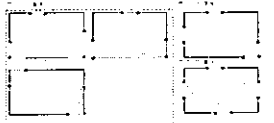


그림 3.6 선택 가능한 특징점의 개수별 예(2)

3.2.3 평면이 아닌 사각형

위의 단계에서 얻어진 윗면과 아래면의 연결을 통해서 육면체를 만들 수 있다.



그림 3.7 윗면이 평면이 아닌 육각형태

그림 3.7 에서처럼 육면체를 이루는 6 개의 평면 중 3 차원 공간상에서 평면을 이루지 못하는 사각형이 존재할 수 있다. 위의 육면체 중에서 윗면이 그 예라고 볼 수 있다. 이러한 평면을 이루지 못하는 사각형에 대해서 삼각형 두개로 만드는 보간 작업이 필요하다.

3.3 기타 특징

추가적으로 고려된 특징으로는 의미객체를 구성하는 가장 큰 기본객체, 가장 큰 기본객체가 차지하는 부피율, 의미객체를 이루는 기본객체의 개수 등이 있고 이는 본 논문의 실험에서 고려되지 않았고, 보다 정밀한 의미객체 간의 비교에서 필요하고 추후연구 사항이다.

제 4 장 실 험

4.1 실험 환경

본 논문의 실험에서 사용하는 샘플은 가구를 대상으로 했으며 가구가 모양에 있어서 특징지어질 수 있는 것을 대부분 고려하여 만들어졌으며 이러한 샘플의 개수는 50 개로 하였다. 가구에는 거실장, 옷장, 의자, 장롱, 책상, 침대, 탁자 등을 고려하였다. 구현환경으로는 윈도우즈 기반에 Visual C++와 OpenGL로 구현하였다.

4.2 특징별 클러스터링과 분류 정확율

본 논문에서는 특징값으로 비율과 윤곽에 따른 SPBT의 결과를 고려하고 있다. 비율과 윤곽에 대해서 각각 고려해서 분류 정확율을 살펴본 결과는 표 4.1과 같다. 여기서 분류 정확율이란 특징요소를 통해서 분류된 객체들 중에서 본 저자가 수동 클러스터링 했을 때 나타나는 group된 객체들이 속해 있는 비율을 나타내는 것이다.

특징요소	장롱	의자	책상	침대	거실장
비율	59%	100%	67%	83%	80%
SPBT	100%	100%	83%	100%	100%
비율+SPBT	100%	100%	100%	100%	100%

표 4.1 특징요소별 분류 정확율

표 4.1의 결과는 샘플 데이터를 통해서 실험한 결과이다.

4.3 질의객체에 대한 결과 실험

질의는 샘플 객체를 대상으로 이와 유사한 객체들을 찾는 방법으로 수행되며 결과 객체들은 유사도에 따라 rank순 가지고 출력된다.

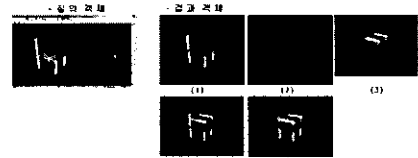


그림 4.1 질의와 결과 예(1)

제 5 장 결 론

본 논문에서는 3차원 그래픽 데이터 모델링을 기반으로 3차원의 그래픽 객체간의 유사질의를 가능하도록 의미객체 각각에서의 특징추출 방법을 제안하였다. 3차원 그래픽에서는 2차원 이미지에서보다 의미객체에 대한 정확한 정보를 더 많이 얻어 낼 수 있다. 이러한 사실 때문에 2차원 이미지에서 하는 특징추출의 방법과는 다른 형식의 접근이 필요하다. 본 논문에서는 3차원 그래픽으로 모델링 된 3차원 객체들을 대상으로 객체가 이루는 X, Y, Z축상의 비율과 윤곽형태에 대한 SPBT 결과값으로 특징추출을 하고 샘플 데이터를 통해서 이들간의 클러스터링과 실제 예제 질의를 통한 비교분석을 통해 3차원 객체간의 유사검색이 가능한 특징추출방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 특징추출 방법은 3차원 그래픽에서의 의미 객체들 간의 유사검색에서 효율적으로 쓰일 수 있다.

향후 연구로는 의미객체에서 특징추출을 할 때 사용자가 의도하지 않은 의미객체에서의 잘못된 객체표현을 어떠한 임계값을 두어서 그 부분을 무시하고 바로 잡을 수 있는 특징의 추출방법에 대한 연구가 필요하다. 보다 정밀한 의미객체 간의 유사검색을 위해 가장 큰 기본객체, 가장 큰 기본객체가 차지하는 비율, 의미객체를 이루는 기본객체의 수와 함께 추가적인 특징에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] A. Del Bimbo, E. Vicario, "Weighting Spatial Relationships in Retrieval by Visual Contents," IFIP TC2/WG2.6 Fourth Working Conference on Visual Database System 4, Italy, May, 1998, P 277 - 292
- [2] David A. White, Ramesh Jain, "Similarity Indexing with the SS-tree," Visual Computing Laboratory, University of California, San Diego, 1996
- [3] Stefan Berchtold, Daniel A. Keim, Hans-Peter Kriegel, "The X-tree: An Index Structure for High Dimensional Data," Proceedings of 22nd VLDB Conference, P 28 - 39, India, 1996
- [4] 용환승, "시그니처를 이용한 증집 애플리케이션을 가지는 질의 처리 기법," 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사 학위 논문, 1994
- [5] 홍성용, "혼합형 이미지 메타데이터를 이용한 지능적 이미지 검색 시스템 설계 및 구현", 멀티미디어학회 논문지, 제10권, 제3호, 2000.6, P210 - 211