

# 3D 오브젝트의 외피를 이용한 유사도 검색

\*김아미, 송주환, 권오봉

\*전북대학교 전자정보공학부, 전주대학교 교양학부, 전북대학교 전자정보공학부  
e-mail : iamami@paran.com, jwsong@jj.ac.kr, obgwun@chonbuk.ac.kr

## Similarity Search in 3D Object using Minimum Bounding Cover

\*A-Mi Kim, Ju-Hwan Song, Ou-Bong Gwun

Div. of Electronics & Information Engineering Chonbuk University,  
School of Liberal Art Jeonju University

### II. 3차원 모델의 특징 기술자

#### Abstract

In this paper, We propose the feature-based 3D model Retrieval System. 3D models are represented as triangle meshes. A first simple feature vector can be calculated from hull. After looking for meshes intersected with the hull, we compute the curvature of meshes. These curvature are used as the model descriptor.

#### I. 서론

3차원 데이터는 3차원 형태의 모델링기법, 디지털 화, 가시화 기술의 발전으로 그 수가 폭발적으로 증가하고 있다[4]. 따라서 이러한 데이터에 대한 효과적인 관리 및 검색이 요구되고 있으며 그에 따른 다양한 연구가 진행되고 있다.

일반적으로 3차원 모델들은 형태(shape)를 통한 검색 및 객체인식이 이루어지고 있다[5]. 그러므로 3차원 모델의 형태를 가장 잘 표현할 수 있는 기술자(descriptor)를 추출하여 색인 및 검색에 활용하는 것이 무엇보다도 중요하다.

본 논문에서는 외접구를 이용하는 기존의 방법과 달리 모델의 형태정보를 가장 잘 나타내는 외피(경계 블록 껍질)를 활용하여 특징을 추출하는 기법을 제안하고 이를 이용한 검색 시스템을 구현한다.

3차원 모델의 특징 기술자를 추출하기 위해서는 우선 전처리 과정을 거친다. 위치변환, 크기변환, 회전변환에 따라 모델의 특징이 달라지지 않도록 주성분분석(PCA)을 통해 포즈정규화(pose normalization)과정을 거친다[5]. 이어서 기하학적인 정보를 이용하여 특징을 추출한다.

3차원 모델은 삼각형 메쉬(mesh)로 구성되어 있다. 우선, 이 모델을 둘러싸는 경계 껍질을 구한다. 이 껍질과 모델이 만나는 면(face)들을 찾고 이 면들의 곡률 값을 구하여 이 곡률 값들의 평균을 특징 기술자로 사용한다.

#### 2.1 외피 정보 이용

모델을 둘러싸는 외접구를 사용하는 기존의 방식과 달리 경계 블록 껍질을 사용하면 외부 형태에 큰 영향을 미치는 면에 대해서만 곡률을 계산하게 되므로 처리시간을 줄일 수 있다. 3차원 벤치마크 데이터의 경우, 원 모델을 경계 껍질로 대표하여 나타낼 때 약 4 ~ 20%의 정점과 면만으로 표현이 가능하다[4].

경계 껍질을 구하기 위하여 충분히 작은 껍질을 구하고 남아있는 요소들을 하나씩 증가하는 Incremental 알고리즘[4]을 적용하며 CGAL(Computational Geometry Algorithm Library)을 사용한다[7][8].

#### 2.2 곡률 측정

주곡률을 측정하기 위하여 접포물면피팅(Osculating

Paraboloid Fitting) 기법을 사용한다. 꼭지점 주변에 연결된 작은 삼각형들을 접포물면으로 근사하여 곡률을 구하는 알고리즘으로 다면체 표면의 주곡률은 구해진 포물면의 주곡률과 같다[6]. 곡률을 구하고자 하는 점 V에서의 가우스 곡률과 평균곡률은 식(2.1), (2.2)로 나타낼 수 있다.

$$K_g = k_1 k_2 = c_{2,0} c_{0,2} - c_{1,1}^2 \quad \text{식(2.1)}$$

$$K_m = \frac{k_1 + k_2}{2} = \frac{c_{2,0} + c_{0,2}}{2} \quad \text{식(2.2)}$$

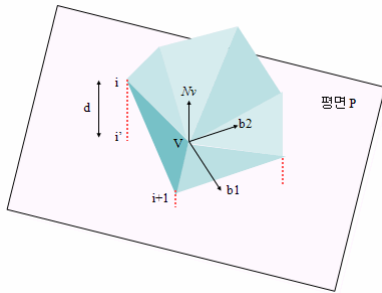


그림 1 이변량 다항식 구성에 필요한 요소들

### III. 3차원 모델 검색 시스템

구현에 사용된 시스템은 GB의 메모리와 3.2GHz의 Pentium 4 CPU를 가진 개인용 컴퓨터에서 Microsoft 사의 Visual C#.Net 2005로 구현하였다. 검색을 위한 특징 벡터는 데이터베이스 Microsoft SQL Server 2000을 사용하였다.

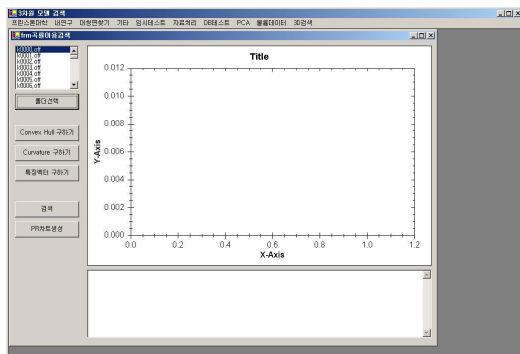


그림 2 검색 시스템

3차원 모델의 검색과정은 다음과 같다.

먼저 벤치마크데이터에 대해 미리 특징 기술자를 추출한 후 이를 데이터베이스에 저장한다. 질의로는 3차원 벤치마크데이터를 사용하며, 사용자가 찾고자 하는

3차원 질의모델을 선택하면(query-by-examples) 질의에 대한 특징 기술자를 추출한다. 추출된 질의 특징 기술자와 데이터베이스 안에 있는 특징기술자 간의 유사성을 계산하여 이를 순서화하여 제시한다. 유사성 평가를 위한 각 모델들의 특징 기술자의 거리계산은 L2 norm(Euclidian distance)를 사용한다[5]. 실험 데이터는 콘스탄츠(Konstantz) 대학에서 제공하는 형태 벤치마크(Shape Benchmark) 데이터베이스를 이용한다.

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 효과적인 3차원 모델 검색을 위한 외피정보를 활용하여 특징 기술자를 추출하는 알고리즘을 제시하였다. 최소경계값을 구하고 그 경계와 모델이 접하는 면의 곡률을 접포물면 피팅 방법을 이용하여 계산하고 이를 특징 기술자로 사용한다.

외피정보를 모델의 섹터별로 활용하여 이를 분류화하여 검색모델을 필터링하는 방안에 대해서 추가 연구 중이다.

### 참고문헌

- [1] Jeong-Jun Song, Forouzan Golshani. "3D Object Feature Extraction Based on Shape Similarity", International Journal on Artificial Intelligence Tools, Vol. 12, pp. 37-56, Jan. 2003.
- [2] BENJAMIN BUSTOS 외 4인, "Feature-Based Similarity Search in 3D Object Databases", ACM Computing Surveys, Vol. 37, No.4, pp.345-387, December 2005.
- [3] JOSEPH O'ROURKE, "Computational Geometry in C", Cambridge University Press, pp. 68-70, 2001.
- [4] Johan W. H. Tangelder and Remoco C. Veltkamp "A Survey of Content Based 3D Shape Retrieval Methods", Proceedings of the Shape Modeling International 2004, 2004
- [5] 이기호, 김낙우, 김태용, 최중수, "기하학 정보를 이용한 3차원 모델 검색", 한국통신학회, Vol. 30, No. 10C, pp. 1007-1016, 2005년 10월.
- [6] 조윤선, "기하 복원 모델로서의 다면체와 등위 집합의 비교", 서강대학교, 석사학위 논문, 2003년.
- [7] <http://student.ulb.ac.be/~claugero/3dch/index.html>
- [8] <http://www.cgai.org>