

프리즘 모델과 B-Rep 모델의 3차원 공간 연산 성능 비교†

A Performance Comparison of 3-D Spatial Operation between Prism Model and B-Rep Model

장대성* · 김호철 · 김지현 · 김준석 · 이기준

Dae-Sung Jang* · Ho-Chul Kim · Ji-Hyun Kim · Joon-Seok Kim · Ki-Joune Li

부산대학교 컴퓨터공학과

{jangds, mitznari, greenglue, joonseok, lik}@pusan.ac.kr

요 약

실내공간의 특성을 고려하여 u-GIS 서비스를 제공하기 위해서는 그에 맞는 적절한 모델과 질의처리 방법이 필요하다. 프리즘 모델은 실내공간을 표현하기 위한 3차원 기하 모델이며, 이에 대한 질의처리 방법이 제안된 바 있다. 하지만 이에 대한 실험적 근거가 부족하므로, 본 논문에서는 프리즘 모델의 질의 처리 방법을 적용한 시스템과 B-Rep 기반의 3차원 공간 DBMS 시스템간의 연산 수행을 비교 실험하였다. 그 결과 프리즘 모델 기반의 질의처리 방법이 B-Rep 기반의 공간 DBMS 보다 질의 처리 성능이 우수한 것으로 검증되었다.

1. 서론

최근에 실외공간 서비스의 기대만큼이나 실내공간에 대한 관심도 증가하였다. 실내 공간에 대한 서비스를 위해서는 실내공간의 표현과 연산을 위한 효과적인 데이터 모델이 필요하며, 프리즘 모델[1]이 이에 해당한다. 프리즘 모델은 실내공간을 표현하기 위한 3차원 기하 모델과 이에 따른 질의처리 방법이 제안되었으나 이에 대한 실험적 근거가 부족하다. 따라서 본 논문에서는 프리즘 모델 기반의 질의처리 방법이 적용된 시스템에 대한 성능 연구를 하였다. 실제 건물의 도면자료에서 획득한 데이터와 다양한 가상 데이터의 집합들로 기존의 B-Rep 기반의 공간 DBMS 시스템과 3차원 공간 연산 수행을 통해 비교 실험한 결과, 프리즘 모델 기반의 질의처리 방법이 B-Rep 기반 공간 DBMS보다 질의처리 성능이 우수한 것

을 확인하였다.

2. 공간 연산과 실험 데이터 생성

본 논문에서 비교하는 두 대상은 3차원 공간 객체를 표현하는 모델과 위상 연산 방법에서 차이가 존재한다. B-Rep은 기하 객체를 구성하는 모든 면을 표현하며, 위상연산을 위해서 모든 면의 공간적인 관계를 검사한다. 반면에 프리즘 모델은 밑면과 윗면을 나타내는 두 개의 3차원의 다각형으로 표현하며, 두 다각형을 2차원으로 투영한 Footprint가 서로 동일하다. 따라서 프리즘 모델은 2차원의 Footprint로 위상연산을 우선 수행하고, 높이 정보를 이용하여 최종 결과를 결정한다.

두 모델의 성능을 실험하기 위해서 생성한 데이터 집합은 실제 데이터와 가상 데이터이다. 실제 데이터는 일산 KINTEX의 도면 자료에서 획득한 4에서 51개의

† 본 연구는 두뇌한국21사업과 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신사업과제의 연구비지원(07국토정보C04)에 의해 수행되었음

표 1. 질의 객체 면수의 증가에 따른 질의 처리 결과 (단위, 초)

면수	균일 분포				격자 분포				정규 분포				실제 데이터			
	4	8	12	16	4	8	12	16	4	8	12	16	4	8	12	16
Prism	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1
B-rep	0.21	0.35	0.38	0.43	0.24	0.39	0.44	0.52	0.25	0.37	0.49	0.57	0.34	0.52	0.57	0.66

면으로 구성된 759개의 다면체이다. 가상 데이터는 균일, 격자, 정규분포 데이터이며, 각각 4에서 16개의 면으로 구성된 1000개의 다면체다.

3. 실험 및 결과 분석

생성된 데이터 집합에 대한 두 모델간의 3차원 공간 연산의 성능비교는 AMD Athlon(tn) 64 Processor 3500+ 2.21GHz CPU와 2GB RAM이 장착된 윈도우 XP 환경에서 C#으로 구현하여 실험하였다. 앞 절에서 설명한 데이터에 대한 질의 집합은 기하 객체를 구성하는 면의 수가 각각 4, 8, 12, 16인 4가지로 구성되며, 균일 분포를 따른다. 질의 객체의 크기는 데이터 집합이 존재하는 전체 영역의 5%, 10%, 15%, 20%, 25%이며, 각각 10k개이다. 표1은 실험 결과를 나타내며, 표의 수치는 각 실험 수행 시간의 평균이다.

B-rep을 기반으로 하는 3차원 공간 DBMS는 OGC의 Simple Feature Geometry[3]에서 정의된 공간연산 중 교차연산만을 지원하기 때문에, 위상 연산은 교차 연산으로 한정하였다. 표1에서 정리한 B-rep 모델의 교차연산 수행 시간은 그림 1의 (a)와 같이 질의 집합을 구성하는 다면체의 면수가 선형적으로 증가함에 따라 교차 연산 수행시간은 비례하여 증가하였으며, 4면체와 16면체의 수행 시간은 약 두 배 이상의 차이를 나타냈다. 반면에 프리즘 모델의 수행 시간은 정규 분포 데이터 집합을 제외한 나머지의 경우에서 약 0.2배의 근소한 증가를 나타내

었다. 정규 분포의 데이터 집합의 경우에는 프리즘 모델이 여과 과정에서 3차원의 높이 정보를 고려하지 않고, 2차원의 Footprint만을 검사하기 때문에, 전체 영역의 중심에 데이터가 밀집되어있는 정규 분포 형태에서는 다른 데이터 집합에 비해서 수행 시간이 증가한 것을 확인하였다.

그림 1의 (b)는 다면체의 크기 증가에 따른 수행 시간의 변화 그래프이다. 프리즘 모델의 경우 그림 1의 (b)에서 나타난 수행시간 결과는 그림 1의 (a)와 같이 선형적이지만, 선형 증가량은 더 높았다. 그 이유는 프리즘 모델 역시 질의 객체의 크기가 증가할수록 여과 단계에서 선택되는 데이터가 많아지기 때문에 수행 시간의 증가로 이어진다.

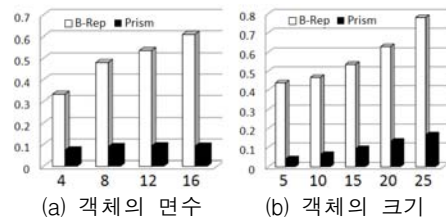


그림 1. 프리즘 모델과 B-Rep 모델의 질의 처리 시간 비교

4. 결론

본 논문에서는 B-Rep 기반의 3차원 공간 DBMS 시스템과 프리즘 모델의 질의 처리 방법을 적용한 시스템간의 연산 수행을 비교 실험하였다. 실험 결과 전자의 수행 시간이 후자에 비해서 약 7.5배 높

은 것을 확인하였다. 또한 후자의 경우 질의 객체의 면의 수가 증가하여도 수행 시간의 증가량이 적다는 것을 확인하였다. 따라서 실내공간 표현을 위해서 제안된 프리즘모델이 B-Rep 기반의 공간 DBMS에 비해서 실내공간의 실제 응용을 위한 데이터 모델로써 더욱 효과적이라는 것을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] Joon-Seok Kim, Hye-Young Kang, and Ki-Joune Li, "Topology of the Prism Model for 3D Indoor Spatial Objects," Proc. International Workshop on Indoor Spatial Awareness, pp. 698-703, 2009.
- [2] M. Mantyla, "An Introduction to Solid Modeling," 1987.
- [3] J. R. Herring, "OpenGIS Implementation Specification for Geographic information - Simple feature access - Part 1: Common architecture," Open Geospatial Consortium, Inc, 2006. Version 1.2.0, OGC Doc. No. 06-103r3.