4차원 지리정보시스템에서의 데이터 제공 서비스

이성호[O] 김성수 김경호 박종현
한국전자통신연구원 공간정보기술센터
{sholee[O], sungsoo, kkh, jhp}@etri.re.kr

Data Providing Services In 4-dimensional GIS

Seong-Ho Lee[O] Sung-Soo Kim Kyong-Ho Kim Jong-Hyun Park
Spatial Information Technology Center, ETRI

요 약

4차원 지리정보시스템은 기존의 2차원 공간정보의 평면적인 정보구조가 가지는 한계를 극복하기위해 확장된 좌표계를 가진다. 추가된 좌표축은 공간 객체들의 높이 정보축과 시간 정보축을 포함한다. 이 연구에서는 OGC에서 제안하는 2차원 기하 클래스 구조를 수용하고 추가된 시공간 정보를 다룰 수 있는 4차원 기하 객체 모델을 정의하였다. 또한, 시간 및 공간 데이터에 대한 인덱스를 구성하였으며 4차원 지리정보시스템의 공간 데이터 제공 서비스를 위하여 3차원과 4차원 시공간 연산 및 분석 기능을 구현하였다.

1. 서 론

최근 데이터베이스에 대한 연구는 응용 분야에 따라 진행되고 있다. 공간 데이터베이스[1]와 시간 데이터베이스[2], 그리고 멀티미디어 데이터베이스를 그 예로 들수 있다. 지난 30년간 공간 및 시간 데이터베이스에 대한 연구가 수행되면서 사용자들은 다양하고 세련된 정보를 요구하게 되었다. 이는 컴퓨터 그래픽스, 무선 인터넷과 초고속통신 네트워크의 기술이 성장함에 따라, 이 기술들과 시간 및 공간 데이터베이스의 응용 분야가 융합하게 하는 동기가 되고 있다. 예를 들면, 모바일 인터넷 장비를 사용하는 많은 사용자들은 자신이 위치한 장소에서 바라보는 도심의 장면이 그대로 모바일 장비에 담겨져 있기를 원하고 있으며, 그 장비로부터 의사결정에 도움을 받고자한다. 기존의 2차원 평면적인 공간정보만을 제공하는 지리정보시스템에서는 정보 제공의 한계를 나타내고 있다. 최근의 지리정보시스템들은 단순한 공간정보만을 제공하는 수준에서 멀티미디어, 실시간 3차원 위치정보, 이동 객체의 이동 경로 탐색등 고차원의 정보를 제공하는 수준으로 발전하고 있다.

이 연구에서는 3차원 지리정보와 시간차원의 시간정보를 포함하는 데이터베이스로부터 공간 및 시간 데이터를 적재하고, 의사 결정을 위한 시공간 연산과 분석기능을 제공하는 4차원 지리정보시스템을 구현하였다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 2차원, 3차원 및 4차원 시공간 모델에 대하여 관련 연구를 살펴보고, 이 시스템에서 설계 구현한 시공간 데이터 제공자와 데이터 접근자 컴포넌트를 3장에서 설명한다. 4장에서는 실험 결과에 대하여 논하며 끝으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

OGC에서는 기하 클래스의 구조를 [3]에 정의하였다. 최상의 루트 클래스인 Geometry는 Point, Curve, Surface와 GeometryCollection에 대한 하위 클래스들을 가진다. 또한, Point, LineString과 Polygon 컬렉션들에 대응되는 0, 1, 2차원 컬렉션 클래스가 각각 MultiPoint, MultiLineString과 MultiPolygon 이다. 즉, OGC 명세에 정의된 Geometry의 하위 클래스들은 2차원 좌표 공간 ($\Re^2$)에 존재하는 0, 1, 2차원의 기하 객체에 한정되어 있다.

복잡한 3차원 기하 객체를 위해 Box, Cone, Sphere, Cylinder와 WireFrame 등의 3차원 기하 요소들을 포함할 수 있다[4]. 복합 피처를 지원하는 이들 3차원 기하 객체의 컬렉션들은 Geometry의 하위 클래스인 GSolid 클래스가된다. [4]는 3차원 공간 객체를 다루기위해 OGC의 기하 클래스 구조를 변경한 구조이다.

3차원 공간 모델에 대한 객체 수준의 유효시간의 참조, 이력 객체와 이동 객체등을 고려하여 4차원 기하 객체 모델의 클래스 구조를 설계하였다[6].

3. 시공간 데이터 제공 서비스

3차원 공간 및 시간 지리정보를 저장하고 관리하며 데이터베이스에 접근하는 데이터 제공자 컴포넌트와 공간 및 시간연산, 인덱스 생성등의 작업을 수행하는 데이터 접근자 컴포넌트로 구성하였다. 그림1은 4차원 지리정보를 저장하고 검색하며 분석기능을 수행하는 두개의 컴포넌트를 나타낸 것이다. 이 연구에서의 4차원 지리정보는 기존

정보에 3차원 정보와 시간차원 정보를 추가하여 사용하였고, 4차원 Geometry 정보는 OGC에서 제안한 형태를 확장하여 저장하였다.

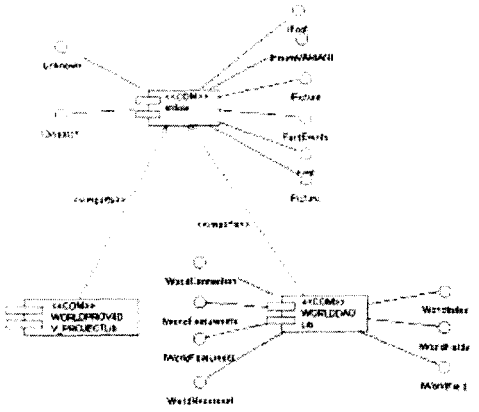

그림 1 4차원 지리정보 제공 및 접근 컴포넌트

데이터 제공자 컴포넌트는 OLE DB 표준 인터페이스를 통하여 3차원 및 시간 데이터를 검색한다. 이 컴포넌트는 데이터 소스에 접근하여 데이터 접근자 컴포넌트로부터 질의된 3차원 정보를 반환한다. 데이터 접근자 컴포넌트는 성능 향상을 위한 공간 인덱싱 작업을 수행하고, 데이터 관리자에게 공간 및 시공간 연산, 분석 기능을 위한 인터페이스를 제공한다.

그림 1 에서 IWorldIndex 인터페이스는 공간 및 시공간 인덱스를 생성하고, 검색 메소드를 제공하는 인터페이스이다. 또한, IWorldFeatureset 인터페이스는 시공간 연산과 분석 메소드를 포함하는 인터페이스이다.

3.1 데이터 제공자 컴포넌트

2차원 지리정보 데이터를 다뤄왔던 응용 시스템들은 공간정보를 제공하는 데이터베이스에 접근하여 메타 정보를 우선적으로 다루게 된다. 위에서도 언급했듯이 기존 시스템들은 메타정보의 내용과 형식을 자체 시스템에 맞도록 구축하고 사용하기 때문에, 다른 응용 시스템에서 접근하는 것이 불가능하다. 더욱이 3차원 GIS 시스템에는 2차원의 평면 데이터에 부가적인 정보인 높이 정보와 시간 데이터가 추가되었다. 그러므로 3차원 데이터 제공자는 다양한 GIS 파일 형식 또는 소프트웨어에 대하여 동일한 방법으로 GIS 정보에 대한 접근 방법을 지원하여 일관된 방식으로 메타 정보를 접근 할 수 있어야 한다. 이 연구에서 제공해야 할 메타 정보를 다음과 같이 정의하였다.

- 3차원 공간 정보를 저장하는 전체 피쳐(feature) 테이블의 메타정보
- 각 피쳐 테이블에서의 객체(object)를 구분하는 컬럼에 관한 메타정보
- 피쳐 테이블에서의 기하 정보를 저장하는 컬럼에 관한 메타정보
- 각 피쳐 테이블의 기하 정보 타입에 관한 메타정보
- 각 피쳐가 지원하는 차원(dimension)에 관한 메타정보
- 각 피쳐 테이블의 최대 맵 영역(map extents)에 관한 메타정보
- 객체들의 명칭을 저장하는 컬럼에 관한 메타정보

3.2 데이터 접근자 컴포넌트

데이터 접근자 컴포넌트는 OLE DB 인터페이스로 구현된 데이터 제공자 컴포넌트를 이용하여 3차원 혹은 4차원 GIS 데이터를 제어한다. 제공자로부터 받아온 데이터를 데이터 관리자 컴포넌트가 요청하는 형태로 가공, 편집하여 제공한다.

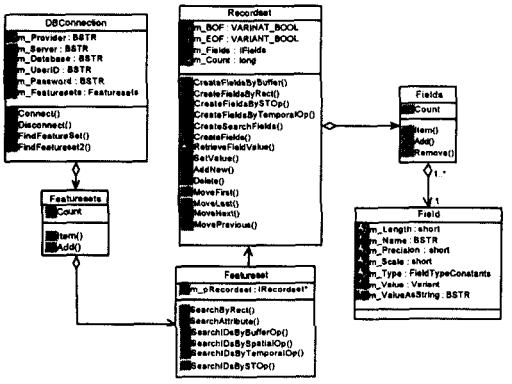

그림 2 데이터 접근자 컴포넌트의 클래스 다이어그램

이 컴포넌트는 데이터베이스에 연결을 완료하면 데이터베이스의 메타테이블에 저장된 피쳐 테이블들에 대한 정보를 관리한다. 즉, 피쳐 테이블들의 이름, 기하 정보 칼럼의 이름, 객체에 대한 식별자 이름 등이 어떤 것인지를 관리한다. 데이터 관리 컴포넌트는 데이터 접근자에게 원하는 정보를 인터페이스에 정의된 여러 가지 메소드들을 호출하여 데이터를 가져갈 수 있다. 데이터 접근자는 호출된 메소드에서 처리한 정보를 하나의 레코드 혹은 레코드 집합으로 제공한다.

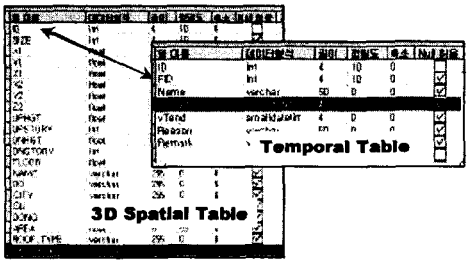

그림 3 다차원(3D+Time) 시공간 테이블 구조

4. 실험 결과

4.1 4차원 시공간 데이터베이스 스키마

다차원 공간 데이터에는 객체 식별자(ID), 최대 영역(map extent), 객체명, geoemtry 등의 메타테이블에서 관리하는 기본적인 다차원 정보와 부가적인 정보를 포함한다. 3차원과 시간 정보를 사용하기 위해서는, OGC에서 제안한 2차원 공간 정보의 WKB 구조를 다차원에 적용하도록 확장이 필요하다. 그림 3은 3차원 공간 정보와 시간 정보를 저장하는 테이블 스키마 구조이다.

4.2 공간연산

- 조건 1. 선택된 영역의 X, Y 좌표 :
(198178.0, 450952.0), (199051.0, 451598.0)
- 조건 2. Z 좌표 설정 : 50m
- 조건 3. 공간 연산자 : Contains3D, Overlaps3D, Intersects3D

공간 연산의 예로서 Contains3D, Overlaps3D, Intersects3D에 대한 결과를 3차원으로 나타내면 그림 4의 오른쪽과 그림 5와 같다. 공간 연산의 결과는 다른 객체들과 구별되는 색으로 표현하였다.

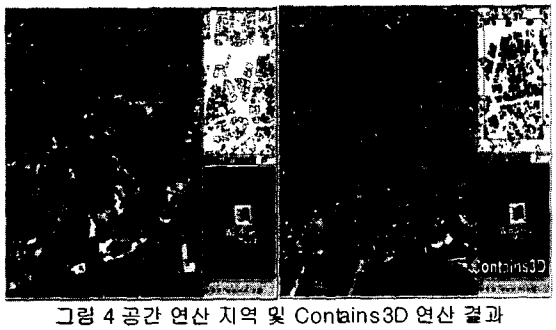

그림 4 공간 연산 지역 및 Contains3D 연산 결과

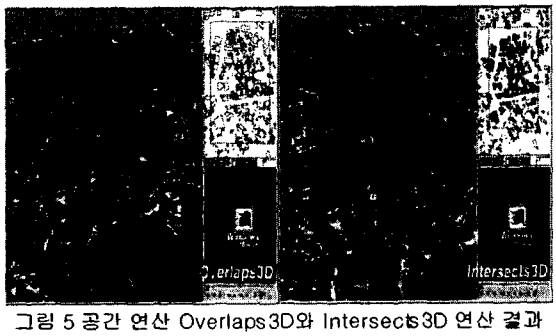

그림 5 공간 연산 Overlaps3D와 Intersects3D 연산 결과

4.2 시간 및 시공간 연산

- 조건 1. 연산의 종류 : 시공간 연산
- 조건 2. 공간 영역 설정 : (197717.0, 451118.0, 0), (198466.0, 452050.0, 150.0)
- 조건 3. 시간 영역 설정 : (2002-01-01, 2002-11-17)
- 조건 4. 공간 연산자 : Intersects3D
- 조건 5. 시간 간격(time granularity) : 1 month

그림 6 시공간 연산 결과

5. 결론

이 연구 결과는 3차원 공간 정보 및 시간 정보를 효율적으로 저장, 검색, 관리, 분석 및 가시화할 수 있는 핵심 컴포넌트에 관한 것으로 이를 이용하여 Stand-alone 뿐만 아니라 웹 환경하에서도 쉽게 응용 시스템을 구축할 수 있게 된다. 3차원 지리정보 시스템의 핵심 컴포넌트들은 그 응용범위가 실로 방대한데 도시 경관 계획 시스템, 통신 시설물 관리 시스템, 지하매설물 관리 시스템, 3차원 차량 주행 시스템, 그리고 위성영상 기반 데이터 구축 시스템 등 다양한 분야에서 활용될 수 있다.

참고문헌

[1]. O. Guenther, and A. Buchmann, "Research Issues in Spatial Databases ", ACM SIGMOD Record, Vol.19, No.4, Dec., 1990.

[2]. V. Tsotras, and A. Kumar, "Temporal Database Bibliography Update ", ACM SIGMOD Record, Vol.25, No.1, Mar., 1996.

[3]. OpenGIS Consortium Inc., The OpenGIS Simple Feature Specification for OLE/COM, Revision 1.1, 1999.

[4]. K.H. Kim, "Design and Implementation of 3D GIS Components ", Proceedings of ASPRS2001, 2001.

[5]. S.H. Lee, "Representing Topological Relationships for 3-Dimensional Spatial Features", ISRS2002, 2002.

[6]. 이현아, "4차원 객체 컴포넌트 설계 및 구현 ", 석사학위 논문, 2002.