

상용 ORDB를 하부구조로 갖는 객체관계형 지리정보 시스템의 설계 및 구현

윤지희*

Design and Implementation of an Object-Relational Geographic Information System based on a commercial ORDB

Jee-hee Yoon

요 약

본 논문에서는 객체관계형 지리정보 시스템의 설계 및 구현에 대하여 논한다. 본 지리정보 시스템은 상용의 객체관계형 데이터베이스 시스템을 하부 구조로 사용하며, 객체지향 데이터 모델에 근거한 공간 객체 모델, 공간 질의어 및 시각적 사용자 인터페이스를 제공하고 있다. 특히 본 시스템에서는 데이터베이스 상의 주색인(primary index) 기법으로 적용 가능한 DOT 공간 색인 기법을 이용하여 효율적인 공간 질의 처리를 수행한다. 또한 본 시스템에서는 SDTS 데이터 모델을 개념적 모델로 사용하며, SDTS의 공간 객체에 관한 개념적 모델은 지리정보 시스템 내에서 내부 데이터 모델인 객체지향 데이터 모델로 전환된다.

키워드 : 객체지향모델, 지리정보시스템, 공간 데이터 모델, 공간 색인기법

ABSTRACT : This paper presents the design and implementation of an object-relational geographic information system. This system has been developed on top of a commercial object-relational database management system. It provides flexible spatial data model, spatial query language, visual user interface, and efficient spatial access methods(DOT) in which traditional primary-key access methods can be applied. We report on our design choices and describe the current status of implementation. The conceptual model of the system is based on SDTS, and is mapped to the internal object-oriented data model.

Keywords : object-oriented data model, GIS, spatial data model, spatial access method.

서 론

최근 도시계획 및 기반 시설관리, 환경관리, 자원 관리 등에 관한 관심의 고조와 함께 이와 같은 지리정보를 다루는 응용 시스템(GIS 응용 시스템)

개발에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이들 응용 시스템은 지리정보 시스템을 기반으로 구축되는 것이 일반적이다.

지리정보 시스템(Laurini & Thompson, 1992)은 일종의 데이터베이스 시스템으로 볼 수 있으나,

* 한림대학교 컴퓨터공학과(Department of Computer Engineering, Hallym University, 1 Ockchon-dong, Chuncheon, Kangwon-do, 200-702, Korea, Tel.(0361)240-1454

공간 및 비공간 데이터로 구성되는 다량의 지리 데이터를 효율적으로 저장, 관리하여 검색 및 분석 기능을 제공하여야 하며, 특히 이들 데이터를 다양한 지도 형태로 표현하는 기능 등을 제공하여야 한다.

지리정보 시스템을 구현하기 위한 방법 중의 하나로서, 기존의 데이터베이스 시스템의 기능 확장 방식(Scholl & Voisard, 1991; Gunther & Riekert, 1993; Larue, 1993)을 들 수 있다. 데이터베이스 시스템은 대규모 데이터의 저장 및 검색 기능, 질의 최적화 기능, 동시성 제어 기능, 고장 회복 기능 등 다양한 시스템 기능을 기본으로 제공한다. 그러나 기존의 데이터베이스 시스템은 일반적으로 문자 숫자와 같은 단순 데이터 타입의 데이터 처리를 주목적으로 하며, 이를 위한 데이터 모델, 질의어, 액세스 기법 등을 표준으로 제공하고 있다. 따라서 이들 시스템을 GIS 응용 시스템 개발에 활용하는 경우, 복합 구조를 갖는 공간 데이터의 표현 및 저장, 관리 등에 많은 문제점이 수반된다(Scholl & Voisard, 1991). 또한 기존의 데이터베이스 시스템에서는 GIS 응용 시스템 개발시 요구되는 다양한 공간 연산자 등이 제공되지 않으며, 일반적으로 지도 출력 등을 위한 사용자 인터페이스 기능도 충분하지 못하다.

본 논문에서는 객체관계형 지리정보 시스템의 설계 및 구현에 대하여 논한다. 본 논문에서 구현한 지리정보 시스템은 상용의 객체관계형 모델 데이터베이스 시스템을 하부 구조로 사용하여 데이터베이스 시스템이 제공하는 기반 시스템 기능을 최대한 활용할 수 있다. 시스템 설계시, SDTS(ANSI, 1986; U.S. Geological Survey, 1991) 데이터 모델을 개념적 모델로 사용하였으며, 논리적 모델로서 객체관계형 데이터 모델을 사용하여 이에 적합한 구조화 공간 객체 모델을 지원하며, 데이터 모델의 구조를 각 클래스의 객체로 형태로 제공하고 있다. 또한 본 시스템에서는 공간 데이터 교환을 위한 SDTS 데이터를 수입, 수출 처리

할 수 있으므로 기존 시스템과의 데이터 공유가 가능하다.

본 시스템의 공간 색인 기법으로는 데이터베이스 시스템의 주색인(primary index) 기법을 그대로 적용, 활용할 수 있는 DOT(Faloutsos & Rong, 1991) 공간 색인 기법을 사용하여, 일반 지리정보 시스템에서와 같은 이중적인 색인 구조를 필요로 하지 않는다. 본 논문에서는 DOT 공간 색인 기법에 의한 공간 조인 알고리즘을 제안하고, 이를 활용한 효율적인 공간 질의 처리(Gunther 1993) 방식에 대하여 논한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선, SDTS 데이터 모델 및 객체지향 모델에 근거한 공간 데이터 모델링 방식에 대하여 논한다. 다음, 시스템의 구성 방식 및 구성 요소의 기능, 특징에 대하여 설명하고, 본 시스템의 사용자 인터페이스에 대하여 설명한다. 다음, DOT 공간 액세스 기법과 공간 조인 알고리즘에 대하여 설명하고 이를 활용한 공간 질의 처리에 대하여 논하고 결론을 맺는다.

데이터 모델

□ SDTS 데이터 모델

각종 공간 데이터 및 GIS 소프트웨어를 공유, 활용하기 위하여는 공간 데이터 교환 표준화 작업이 필요하다. 미국에서는 1992년 SDTS를 미연방 표준(U.S. Geological Survey, 1991)으로 채택하였으며, 우리나라에서도 NGIS를 중심으로 공간 데이터 교환 표준화에 대한 작업이 진행되어, SDTS를 국가 지리정보 시스템의 공통 데이터 교환 표준으로 채택하였다(안병익, 1997).

SDTS 데이터 모델(개념적 모델)은 실제계의 공간 현상(spatial phenomena)에 대한 모델, 공간 현상을 표현하는 데 사용되는 공간 객체 모델, 공간 현상과 공간 객체와의 연관성을 표현하는 특성(feature) 모델로 이루어져 있다. SDTS 데이터 모

델은 실세계의 매우 다양한 공간 현상을 모델링하고 있으며, 공간 현상은 속성을 갖는 엔티티(entity)로 표현되고, 이들 공간 현상은 다시 공간 객체(spatial object)에 의하여 수치적으로 표현된다. 공간 객체는 0차원, 1차원, 2차원 객체로 분류될 수 있으며, 이들은 각각 논리적, 위상적 정보(순서관계, 연결성, 인접성)를 포함할 수 있다. Fig. 1은 SDTS가 정의한 13종의 단순(simple) 공간 객체의 예이다. 이들 단순 공간 객체는 집합(aggregation)에 의하여 복합 객체를 구성, 표현할 수 있다.

비공간 데이터는 관계형 데이터 모델에 근거하여 1차 관계(primary relation)와 2차 관계(secondary relation) 형태로 표현된다. 1차 관계의 각 튜플은 각각 유일한 공간 객체와 연관되어지며, 2차관계는 각 객체의 특성 및 상호 관련을 표현하는데 사용된다.

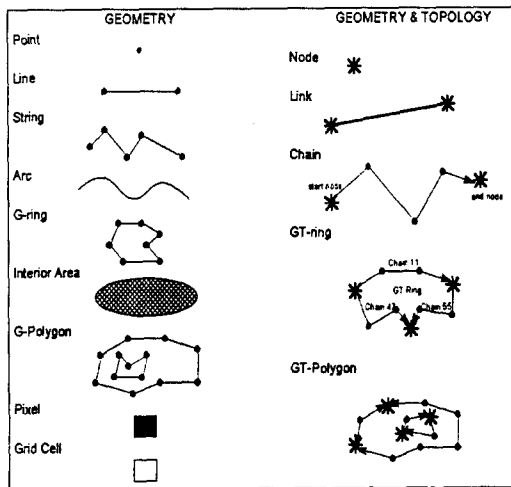


Fig. 1 SDTS Simple Spatial Objects

□ 공간 데이터 모델링

SDTS의 공간 객체에 관한 개념적 모델은 지리 정보 시스템 내에서 내부 데이터 모델로 전환되어야 한다. 본 시스템에서는 논리적 모델로써 객체지

향 데이터 모델(Kim, 1995)을 사용한다. 객체지향 데이터 모델의 대표적 특징은 클래스에 의한 타입 추상화(type abstraction), 캡슐화(encapsulation), 상속성(inheritance), 확장성(extensibility), 다형성(poly morphism) 기능 등으로 요약될 수 있다.

Fig. 2에 본 시스템의 공간 데이터베이스 스키마 구조의 일부분을 보인다. SDTS 모델에 정의된 각종 공간 객체는 클래스 계층 구조상의 각 클래스로 정의되며, 상위 클래스로부터 각종 속성과 메소드를 상속받는다. 우선 Geometry 클래스는 점(Point), 선(Line), 다각형(Polygon) 등의 공간 객체를 표현하는 클래스들의 상위 클래스로 정의되며, 여기에는 객체의 위치 정보를 나타내는 MBR(최소경계사각형) 속성 및 공통으로 사용되는 공간 연산자 등이 메소드로 정의되어 있다. 또한 예를 들어 Area Chain은 Chain의 하위 클래스로 정의되어 Chain에서 정의된 각종 속성 및 메소드를 상속받으며, 동시에 left-polygon과 right-polygon을 자체 속성으로 갖는다. Network Chain도 Chain의 하위 클래스로 정의되며, start-node와 end-node를 자체 속성으로 갖는다. Complete Chain은 Area Chain과 Network Chain의 하위 클래스로 정의되어 이 모든 속성들을 갖는 공간 객체로 정의하고 있다.

Fig. 3는 지도(map) 상의 각종 지리 객체(geographical object)에 관한 모델로서 이들 지리 객체는 공간 객체 클래스를 도메인으로 하는 공간 속성을 구성 요소로 갖는다. 또한 지도 객체는 하나 이상의 레이어로 구성되며, 각 레이어 객체는 지리 객체의 모임으로 정의 된다. Fig. 2와 Fig. 3에서는 OMT 기법(Rumbaugh, 1993)의 표기법을 사용하였다.

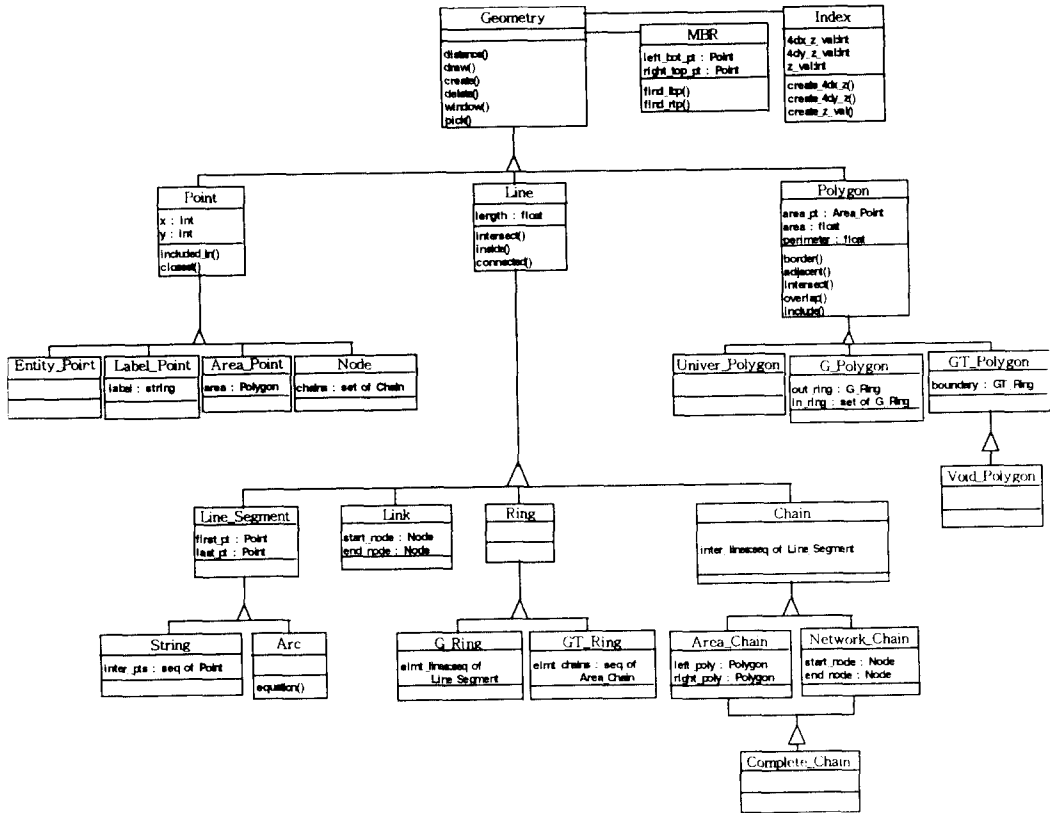


Fig. 2 Spatial Database Schema

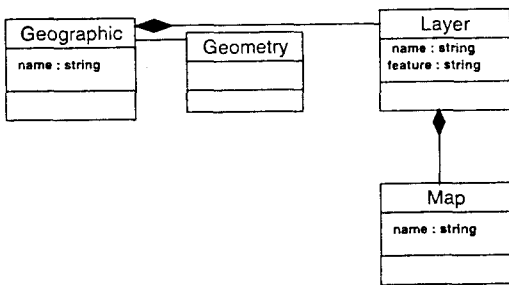


Fig. 3 Geographical Data Model

□ SDTS 데이터 변환

SDTS는 모듈의 형태로 정보를 저장한다. 각 모듈은 레코드로 구성되며, 각 레코드는 필드로, 각 필드는 서브필드로 구성되며, 이 서브 필드에 각각의 데이터 항목이 기록되는 형식을 갖는다.

SDTS에는 34 종류의 모듈 타입이 존재하며, 다음과 같이 크게 5가지의 모듈로 나눌 수 있다. Global 모듈은 공간 데이터의 전반적인 맥락에 관련된 정보를 가진 부분이며, Data Quality 모듈은 데이터의 질에 관한 정보를 저장하는 부분이며, Attribute 모듈은 속성에 관한 정보를, Spatial Object 모듈은 실제 공간 데이터의 정보를 가진 부분이며, Graphic Representation 모듈은 데이터 표현에 관한 정보를 가진다.

본 시스템에서는 이와 같이 모듈 형태로 생성된 SDTS 데이터를 입력, 변환, 처리하여 Fig. 2의 예와 같은 공간 데이터베이스 스키마 구조상의 각 인스턴스로 객체를 자동 생성한다. Fig. 4와 같이 SDTS의 각 모듈별 데이터는 디코딩 과정에 의하여 덤프 파일로 변환되며, 매핑 프로그램은 이 덤프

프 파일로부터 공간 객체를 생성한다.

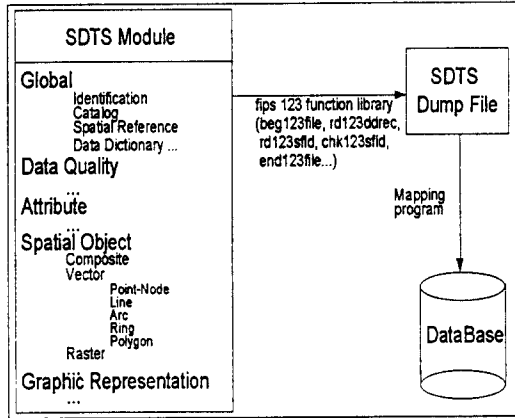


Fig. 4 Process of SDDS Data import

시스템 구현

□ 시스템 구성

Fig. 5와 같이 본 시스템은 지리 데이터베이스 모듈, 시스템 모듈, 사용자 인터페이스로 구성된다. 지리 데이터베이스 모듈은 데이터베이스 시스템과 데이터베이스로 이루어진다. 데이터베이스 시스템으로는 상용의 객체관계형 데이터베이스 시스템인 UniSQL/X R3.5.2(UniSQL, 1996)를 사용하며, 데이터베이스는 지리 데이터의 표현 및 처리를 위한 모든 클래스와 메소드의 정의, 색인 구조 등을 포함한다.

시스템 모듈은 데이터베이스 상의 지리 데이터에 관한 입출력, 질의처리, 데이터 수정 등을 담당하는 부분으로서, 다시 그래픽 출력 모듈, 질의 처리 모듈, 매니저 모듈, 데이터 수입/수출 모듈로 세분화할 수 있다. 그래픽 출력 모듈에서는 데이터베이스 안에 실제로 좌표로 저장된 데이터를 화면상에 그리거나 Zoom In/Out 방식의 출력을 지원하는 등 화면상에 나타나는 지도 데이터에 관한 모든 연산 작업을 지원한다. 질의처리 모듈은 마우스를 사용한 점질의, 영역질의, 혹은 SQL 질의

어에 의한 공간 질의 처리 등을 담당하는 모듈이다. 관리 모듈은 클래스 객체와 오브젝트 객체의 삽입, 삭제 및 수정 등을 처리하는 모듈로서, 지리 데이터베이스의 상태를 변화시키는 작업에 관여한다. 또한 클래스의 스키마 구조 브라우징 기능을 제공하여 사용자가 질의응답 과정 중 참조할 수 있도록 지원한다. 데이터 수입/수출 모듈은 타 시스템과의 데이터 공유를 위한 데이터 변환을 담당한다.

사용자 인터페이스(Egenhofer & Frank, 1988 ; Egenhofer, 1994)로는 질의어 환경과 그래픽 사용자 환경이 제공되며, 본 시스템은 Solaris 2.x 운영체제 기반의 Sun Sparc 워크스테이션 상에서 프로그래밍 언어 C와 OSF/Motif 2.0를 사용하여 구현하였다.

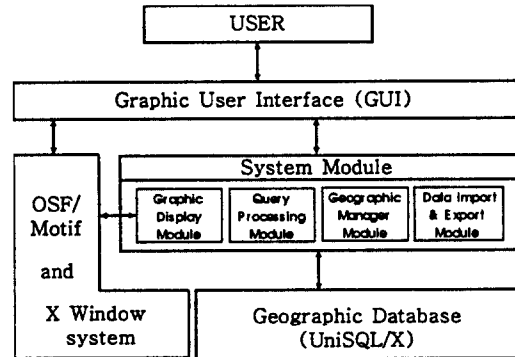


Fig. 5 System Architecture

□ 사용자 인터페이스

본 시스템에서는 직관적이고 편리한 사용자 환경을 제공하기 위하여 사용자의 질의 응답 과정을 보조할 수 있는 다양한 도구 개발에 관한 연구를 수행하고 있다. Fig. 6는 예제 화면의 하나로서 화면상의 각 메뉴를 중심으로 그 기능을 간략히 설명하면 다음과 같다.

- (1) 파일(File) : 파일 메뉴는 수입/수출 서브 메뉴를 갖는다. 수입(Import) 모듈은 디코딩된

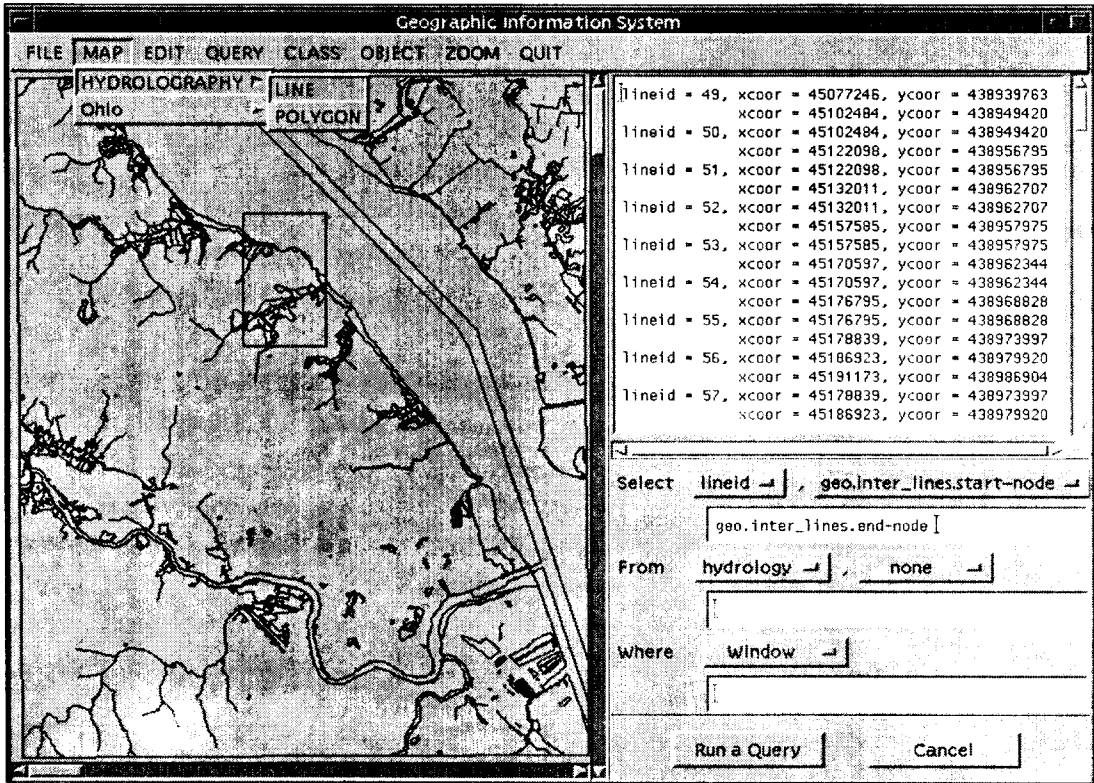


Fig. 6 An Example of GUI Environment

SDTS 데이터 파일을 매핑 프로그램에 의하여 지리 데이터베이스에 저장하는 기능을 담당하며, 수출(Export) 모듈은 에디터상의 지도를 포스트스크립트 파일로 저장하는 기능을 담당한다.

- (2) 지도(Map) : 지도 메뉴를 선택하면 데이터베이스 상에 등록된 지도명이 서브 메뉴로 출력되며, 여기서 임의의 지도가 선택되면 다시 그 지도를 구성하는 레이어 명이 서브 메뉴로 출력된다. 사용자는 선택에 의하여 각 지도를 레이어 별로 로드 시킬수 있으며, 여러 레이어들을 중첩 출력할 수 있고, 선택된 레이어를 취소 시킴으로써 화면상에서 지우는 기능 등이 제공된다.
- (3) 편집(Edit) : 화면 상에 로드된 객체에 대한

간단한 교정(삽입, 삭제, 수정) 작업을 지원한다. 교정 과정에 의하여 수정된 레이어는 새로운 이름으로 데이터베이스 상에 저장될 수 있다.

- (4) 질의(Query) : 화면 상에 로드된 객체를 마우스로 클릭하여 속성 정보 등을 얻거나, 마우스로 질의 영역을 설정하는 대화식 질의가 가능하다. 이 둘 마우스 클릭에 의한 점 질의 및 영역 질의는 SQL 공간 질의어(Egenhofer, 1994)에 의한 질의와 연동하여 이용할 수 있다. Fig. 6은 본 시스템에 의한 질의 응답 과정의 예로서, 사용자가 "hydrology" 지도상의 "line" 레이어를 로드 시킨 후 마우스를 이용하여 윈도우를 설정하고 제어를 SQL 질의 화면으로 옮기면,

시스템은 SQL 질의문 중 가능한 부분에 대하여 질의문을 부분적으로 작성하고 나머지 부분만을 사용자가 작성하도록 유도한다. 이때 부분 SQL문에 대하여도 선택 가능한 항목은 가능한 범위내에서 버튼을 제공하며, 그 이외의 부분만을 Form-filling 방식으로 지원한다.

- (5) 클래스 관리기(Class Manager) : 클래스와 클래스 속성의 생성과 삭제 작업 등을 지원한다. 또한 클래스 관리기는 SQL 질의어에 의한 질의문 작성 과정에 편의를 제공하기 위하여 데이터베이스 스키마의 브라우징 기능(원정임, 1997)을 제공한다. Fig. 7은 본 시스템의 클래스 관리기의 화면 출력 예로서, 사용자가 선택한 클래스에 대하여 그

클래스의 상위 클래스, 하위 클래스, 속성, 도메인 정보 등을 포함한 스키마 정보를 그래픽 출력하여 사용자의 이해를 돕는다.

- (6) 객체 관리기(Object Manager) : 객체관리기는 공간 객체에 대한 삽입, 삭제, 수정 기능을 지원한다.
- (7) 줌(Zoom) : 선택된 지도에 대해서, 전체적인 부분이나 어느 특정 선택 부분을 좀 더 세밀하게 보기 위하여 줌 기능을 지원한다. 디스플레이 배율은 100, 200, 400%로 지원한다. 또한 지도 데이터에 대한 부분을 좀 더 수월하게 보기 위하여 스크롤 기능이 지원된다.

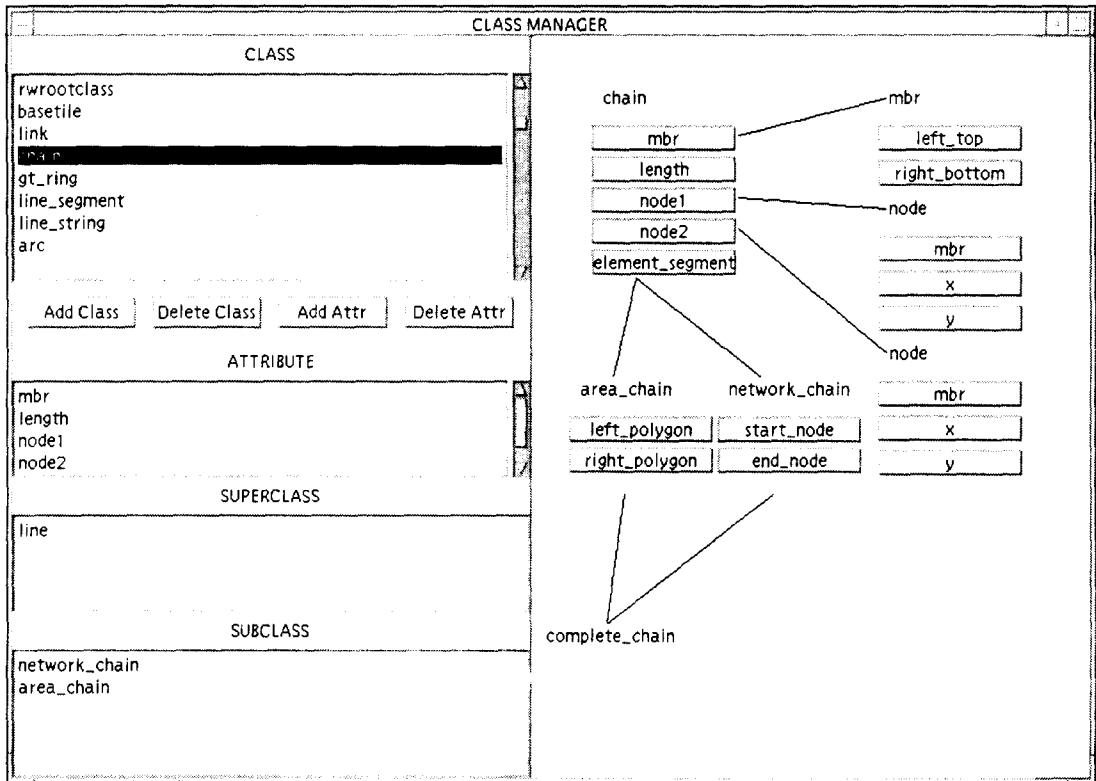


Fig. 7 Class Manager

공간 색인

□ 공간 색인 기법

일반적으로 그 양이 방대한 공간데이터에 관한 공간 연산을 효율적으로 수행하기 위하여는 효율적인 공간 액세스 기법이 함께 제공되어야 한다. 공간 객체의 위치 정보는 근사적으로 MBR을 이용하여 표현되며, MBR을 이용한 공간 색인 기법은 크게 3가지 정도로 분류할 수 있다. 첫번째 방법은 k 차원의 공간 객체를 $2k$ 차원의 공간에 있는 점으로 변환하는 구석점 변환 방식(송주원, 1996)이며 Grid-file, KDB 트리, LSD 트리 등이 이에 속한다. 두번째 방식은 공간 순서화 곡선(space filling curve) 등을 사용하여 k 차원의 공간 객체를 일련의 1차원 점으로 변환하는 방식이며 Z순서 색인 기법(Orenstein, 1986) 등이 이에 속한다. 세번째 방식은 k 차원의 데이터 공간을 분할하는 방식으로 R 트리(Brinkhoff, 1993), R+ 트리, R* 트리(Beckmann, 1990), cell 트리 등이 이에 속한다.

한편 데이터베이스 시스템과의 융합성을 고려한 새로운 색인 기법으로 DOT(Faloutsos & Rong, 1991) 색인을 들 수 있다. DOT 색인 기법은 위에서 기술한 처음 두가지 색인 방식의 융합형으로 B 트리 구조 상의 구현이 가능하다는 특징을 갖는다.

이 들 공간 색인 기법의 성능을 비교하는 경우, 입력 데이터의 분포 및 질의 유형에 의하여 각기 그 비교 결과가 다를 수 있으나 일반적으로 R 트리 계열이 비교적 우수한 성능을 나타내는 것으로 알려져 있다(Faloutsos, 1987). 그러나 이 들 색인 기법은 기존의 데이터베이스 시스템과의 융합성이 좋지 못하므로 공간 데이터와 비공간 데이터를 위한 별개의 색인 구조를 필요로 한다. DOT 기법은 기존의 데이터베이스 시스템의 주색인 기법으로 사용될 수 있으며, 변형된 Hilbert 곡선을 순서화 곡선으로 사용하는 경우, 점 질의 혹은 영역 질의

에서 R 트리보다 우수한 성능을 보인다(Faloutsos & Rong, 1989).

본 논문에서 구현한 지리정보 시스템에서는 공간 객체를 위한 색인 기법으로 DOT 기법을 사용하며, 이 색인을 기반으로 한 점질의 및 영역 질의 연산을 제공한다. 또한 본 시스템에서는 DOT 기법에 의한 새로운 공간 조인 알고리즘을 제안, 구현함으로써, 이를 활용한 효율적인 공간 조인 연산을 제공하고 있다. 이 들 공간 색인 구조 및 공간 색인을 활용한 공간 연산자는 Fig. 2에 보인 바와 같이 각 클래스의 속성 및 메소드로 정의되어 관리된다.

□ DOT에 의한 공간조인 연산

공간 조인(Gunther, 1993)은 공간 속성을 갖는 두 개의 공간객체의 집합을 결합하는 연산으로서 다음과 같이 정의된다.

공간 조인 $R \bowtie_{i\theta j} S$ 는 객체의 집합을 저장하

는 R과 S에 대하여 R의 i 번째 속성과 S의 j 번째 속성이 공간 데이터 타입을 갖는 공간 속성이고, θ 가 공간 연산자(결침 연산 등)일 경우의 연산이다. 공간 조인 연산을 필요로 하는 예로서, 공간 속성으로 숲의 경계와 도시의 경계를 갖는 “숲”과 “도시”라는 객체의 집합에 대하여 “각 도시와 만나는 각 숲의 이름을 열거 하시오”라는 질의를 생각할 수 있다.

DOT(DOuble Transformation) 기법은 앞에서 기술한 바와 같이 구석점 변환기법과 공간 순서화 곡선 방법을 결합한 방식으로 그 과정은 다음과 같다. 우선 k 차원 공간 상에 존재하는 공간객체를 MBR에 의해 표현한 후, 이 MBR을 $2k$ 차원 공간 상의 한 점으로 변환한다. 이것을 1차 변환이라 한다. 다음, 공간 순서화 기법을 사용하여 $2k$ 차원 공간 상의 한 점을 1차원의 한 점으로 변환하며(이 변환값을 x-value라고 부른다), 이것을 2

차 변환이라 한다. 이때 원래의 k차원 공간을 원공간(initial space)이라 하며, 1차 변환 후의 공간을 중간 공간(intermediate space), 2차 변환 후의 공간을 최종 공간(final space)이라 부른다.

DOT에 의한 점질의(point query) 연산 과정을 예를 들어 설명하면 다음과 같다. 점질의란 주어진 질의 점을 포함하는 모든 공간 객체를 검색하는 것으로 여기에서는 설명의 편의를 위하여 1차원 상의 공간 객체를 대상으로 한다.

Fig 8-(a)는 1차원 원공간의 공간 객체(A, B)와 q로 표현되는 점 질의를 나타낸다. Fig 8-(b)은 이 둘 각 공간 객체를 1차 변환에 의하여 중간 공간인 2차원 공간 상의 한 점으로 나타낸 것으로, 각 객체의 시작점을 Xs축의 좌표로, 끝점을 Xe축의 좌표로 이용하고 있다. 따라서 모든 공간 객체는 2차원 공간 상의 대각선 위의 점으로 매핑되며, 이때 질의 q는 ($X_s \leq q$ and $X_e \geq q$)를 만족하는

질의 영역으로 매핑된다. Fig 8-(c)는 2차 변환에 의한 최종 공간 상의 각 공간 객체와 질의를 나타낸다. 즉, 2차원의 중간 공간에 대하여 tri-Hilbert 순서화 곡선(Faloutsos & Rong, 1989)을 이용하여 매핑을 하면, 공간 객체는 각각 1차원 공간 상의 하나의 점으로(A는 0, B는 7의 x-value를 갖는다), 질의 영역은 1차원 공간 상의 일련의 점의 집합(q는 0-6의 x-value를 갖는다)으로 변환된다. 따라서 이와 같이 1차원 공간 상의 점으로 변환된 공간 객체 및 질의 영역에 대하여 기존의 데이터베이스 주색인 방법을 그대로 적용할 수 있으며, 이에 따른 점질의 연산을 행할 수 있다.

공간조인 연산은 위에서 설명한 바와 같이 두 개의 공간객체 집합에 대한 것으로서 점질의 및 영역 질의의 경우와 달리 질의 영역이 고정되지 않는다. 그러므로 R과 S에 대하여 공간 조인 연산을 행하는 경우, 색인이 존재하지 않는다면 R 상

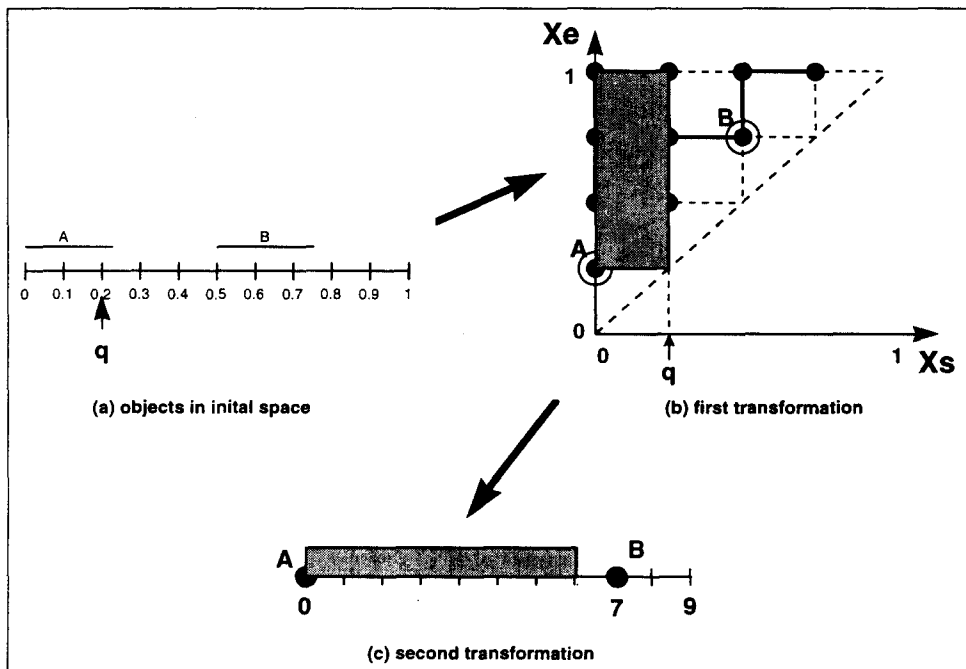
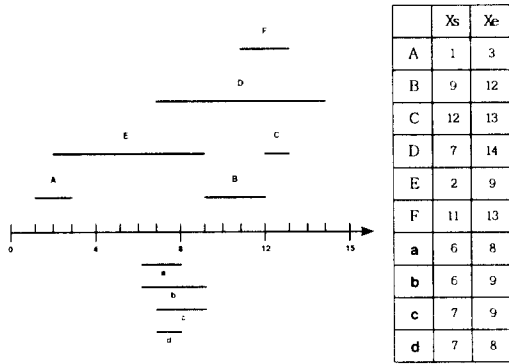


Fig. 8 Illustration of the DOT method

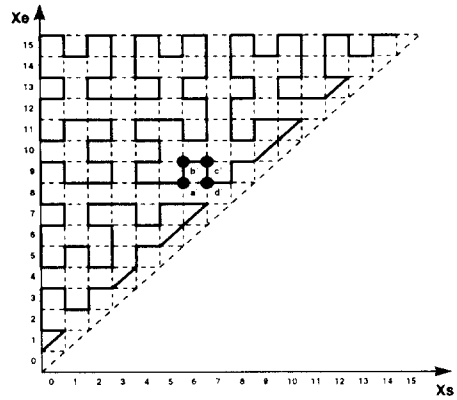
의 각 공간 객체에 대하여 S 상의 공간 객체를 모두 한 번 조회하여야 하는 multi-scan-query에 해당한다.

DOT 색인기법에 의한 공간 조인 과정을 Fig. 9의 예제를 이용하여 설명하면 다음과 같다. Fig. 9(a)는 1차원 원공간에서 공간 조인 대상이 되는 R과 S를 나타낸 것으로, R은 a,b,c,d,...의 공간 객체를 포함하며, S는 A,B,C,D,...의 공간 객체를 포

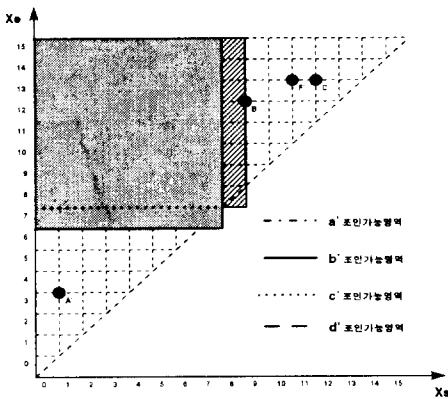
합한다. 이 들 객체는 1차 변환에 의하여 Fig. 9(b), Fig. 9(c)와 같이 2차원 중간 공간 상에 표현된다. 이때 R 상의 각 공간 객체에 대하여 S 상의 조인 가능 객체 영역을 설정할 수 있다. 예를 들어 R상의 a 객체는 중간 공간 상에서 (6, 8)의 좌표를 갖는 점으로 표현되며, a에 대한 S 상의 조인(영역 겹침) 가능 객체 영역은 ($X_s \leq 8$ and $X_e \geq 6$)를 만족하는 2차원 공간 상의 대각선 위부



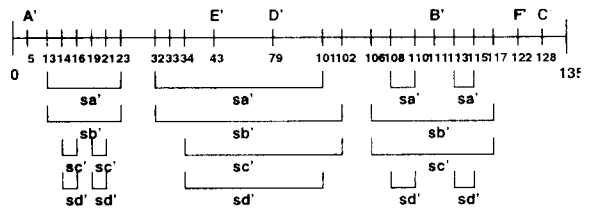
(a) objects in initial one-dimensional space



(b) objects of File R in intermediate space



(c) objects of File S in intermediate space



(d) segments for join available space in final space

Fig. 9. Illustration of the Spatial Join Operation using DOT method

분의 빗금친 부분에 해당한다. Fig. 9-(d)는 tri-Hilbert 순서 곡선을 이용한 2차 변환에 의하여 S상의 공간 객체 및 조인 가능 객체 영역을 1차원 공간 상에 나타낸 것이다. 즉 sa'으로 표시된 1차원 공간 상의 점의 집합(13-23, 32-101, 108-110, 113-115)은 a 객체와 조인 가능한 S 객체 존재영역을 나타낸다. 그림에 표현된 R 상의 a,b,c,d는 tri-Hilbert 순서 곡선상의 연속된 값을 가지며, 이때 각 객체에 대한 S상의 조인 가능 객체 영역이 상당히 중첩됨을 볼 수 있다.

DOT 색인을 이용한 공간 조인 과정은 다음과 같다. 우선 R과 S상의 객체에 대하여 각각 계산된 x-value를 주기로 사용한 B 트리 색인을 구성한다. 각 공간 객체는 디스크 상에서 x-value에 의하여 정렬되므로 디스크 상의 같은 페이지에는 근접한 x-value를 갖는 객체들이 존재하게 된다. 이 공간 색인을 이용하여 R 상의 공간 객체를 포함하는 각 페이지와 S 상의 조인 가능 공간 객체를 포함하는 각 페이지에 대하여 구체적인 비교 연산을 행하여 조인 결과를 얻을 수 있다. 이때, 같거나 근접한 페이지에 속한 R 상의 공간 객체들에 대한 S 상의 조인 가능 공간 객체 집합은 위의 예에서 보인 바와 같이 상당한 중첩 부분을 가지므로 이를 이용한 효율적인 조인 연산의 구현이 가능하다.

결 론

본 시스템의 주요 특징을 간략히 요약하면 다음과 같다.

1. 본 지리정보 시스템은 기반 시스템으로써 상용의 객체관계형 데이터베이스 시스템을 사용한다. 따라서 공간 및 비공간 데이터를 같은 데이터베이스에 저장하여 데이터베이스 시스템의 효율적 관리하에 둔다.
2. 색인 기법으로써 데이터베이스 시스템의 주 색인 기법을 적용할 수 있는 DOT기법을 사

용한다. 따라서 공간 데이터에 대한 색인을 활용한 효율적인 점질의, 영역질의 및 공간 조인 연산을 제공한다.

3. 본 시스템은 개념적 데이터 모델로써 SDTS 모델을 사용하며, 표준 SDTS 형식의 데이터를 입력하여 내부 데이터로 활용할 수 있다.
4. 지리정보 시스템의 내부 데이터 모델로써 객체지향 데이터 모델을 사용하므로 SDTS 데이터 모델의 다양한 공간 복합 객체를 유연하게 수용하며, 각 공간객체에 대한 메소드 기술에 의하여 각종 공간 연산자를 제공한다.
5. 다기능의 사용자 편의를 고려한 그래픽 사용자 인터페이스를 제공한다.

본 시스템은 개발 중으로 특히 사용자 인터페이스 프로그램의 기능 확장을 위한 연구를 진행하고 있다. 또한 DOT 기법에 의한 공간 조인연산의 성능 평가에 관한 연구를 수행하고 있다.

참 고 문 헌

- 송주원, 김상욱, 황규영, 1996, "구석점 변환 기법을 이용한 공간 조인 알고리즘", 정보과학회 논문지(B), 제23권 제7호, pp. 682-698.
- 안병익, 김영만, 주영도, 1997, "SDTS를 기반으로 한 GIS DB용 공간 데이터 변환 도구 (SDCT) 개발", 정보처리학회 춘계학술발표 논문집, 4권 1호, pp. 82-86.
- 원정임, 홍동완, 이경준, 윤지희, 1997, "객체지향 데이터베이스 상의 협력질의응답", 정보과학회 봄 학술발표 논문집(B), 24권 1호, pp. 265-268.
- ANSI, 1986, American National Standard for Information Systems : Specification for a Data Descriptive File for Information Interchange, ANSI/ISO 8211.
- Beckmann, N., Kriegel, H., and Schneider, R.,

- 1990, "The R*-tree : An Efficient and Robust Access Method for Points and Rectangles," Proc. ACM SIGMOD'90, pp. 322-331.
- Brinkhoff, T., Kriegel, H., and Seeger, B., 1993, "Efficient Processing of Spatial Joins Using R-trees," Proc. ACM SIGMOD'93, pp. 237-246.
- Egenhofer, M., and Frank, A., 1988, "Towards a Spatial Query Language : User Interface Considerations," Proc. 14th VLDB, pp. 124-133.
- Egenhofer, M., 1994, "Spatial SQL : A Query and Presentation Language," IEEE TOKDE, Vol. 6, No. 1, pp. 86-95.
- Faloutsos, C. and Sellis, T., and Roussopoulos, N., 1987, "Analysis of Object Oriented Spatial Access Methods," Proc. ACM SIGMOD'87, pp. 426-439.
- Faloutsos, C. and Rong, Y., 1989, "Spatial Access Methods Using Fractals : Algorithms and Performance Evaluation," UMIACS-TR-89-31, CS-TR-2214, Univ. of Maryland, pp. 1-17.
- Faloutsos, C. and Rong, Y., 1991, "DOT : A Spatial Access Method Using Fractals," Proc. 7th Intl. Conf. on Data Engineering, pp. 152-159.
- Gunther, O., 1993, "An Introduction to Spatial Database Systems." In Proc. 9th Intl. Conf. on Data Engineering, pp. 50-59.
- Gunther, O. and Riekert, W., 1993, "The Design of GODOT : An Object-Oriented Geographic Information System," IEEE Data Engineering Bulletin, Vol. 16, No. 3, pp. 4-9.
- Kim, W., 1995, "Modern Database Systems : The Object Model, Interoperability and Beyond," Addison-Wesley, pp. 1-705.
- Larue, T., Pastre, D., and Viemont, Y., 1993, "Strong Integration of Spatial Domains and Operators in a Relational Database System," Advances in Spatial Databases, Third International Symposium SSD '93, pp. 53-72.
- Laurini, R. and Thompson, D., 1992, "Fundamentals of Spatial Information Systems," Academic Press, pp. 1-680.
- Orenstein, J., 1986, "Spatial Query Processing in an Object-Oriented Database System", Proc. ACM SIGMOD'86, pp. 326-336.
- Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy F., and Lorensen, W., 1993, "Object-Oriented Modeling and Design". Prentice Hall.
- Scholl, M. and Voisard, A., 1991, "Object-Oriented Database Systems for Geographic Applications : an Experiment with O₂," Geographic Management Systems Workshop Proceedings, pp. 103-137.
- UniSQL, 1996, "Application Programming Interface Reference Manual".
- U.S. Geological Survey, 1991, "National Mapping Program Technical Instructions, FIPS Pub 123 Application Programmers Reference Manual(Draft version)".