

공간데이터 처리를 위한 확장된 저장관리시스템

김재홍*·배해영*

Extended Storage Management System for Spatial Data Processing

Jae-Hong Kim · Hae-Young Bae

요 약

최근 컴퓨터 기술의 발달로 단순한 문자, 숫자 등의 정보 표현에서 사용자가 보다 이해하기 쉽고 사용하기 쉬운 그래픽, 이미지 등의 공간 데이터에 대한 표현을 요구하고 있다.

지리 정보 시스템은 지도 형태의 데이터를 출력할 뿐만 아니라 지리 데이터 (geographic data)의 저장, 검색, 조작 및 분석 등을 처리하는 데이터베이스 시스템으로 지리적 요소의 공간 데이터와 이와 관련된 속성 데이터를 처리하는 효율적인 시스템이다.

공간 데이터의 처리는 기존의 데이터베이스 관리 시스템으로 그 처리가 어렵고 효율적으로 저장 관리하지 못하므로 공간 데이터에 대한 효율적인 연산을 처리할 수 있는 새로운 데이터베이스 관리 시스템이 요구된다.

본 논문에서는 지리 정보시스템과 같은 방대한 공간 데이터를 효율적으로 저장 관리하며, 사용자에게 빠른 접근을 위해 새로운 공간 색인 기법을 지원하는 확장된 저장 관리 시스템을 설계한다.

ABSTRACT: Current computer technologies developing, our requirements are changing from simple alpha-numeric processing to graphic and image, spatial data processing which are easy for user to understand and use.

Geographic information system is a kind of spatial database system that can not only print out the data in the form of maps but also manipulate, store, retrieve, and analyze the geographic data. It is efficient system

* 인하대학교 전자계산공학과 (Department of Computer Science & Engineering, INHA University, 253, Yonghyeun-dong, Nam-Ku, Incheon, Korea)

that can process the spatial data which has a geographical feature and its relative attribute data.

Conventional relational database management systems are not suitable for spatial data processing, so we need to design the spatial database management system which is suitable for efficient spatial data processing.

In this paper we design the extended storage management system that supports the spatial index technique that allows user to access fast and store and manage the enormous spatial data efficiently like geographic information system.

서론

오늘날의 고도 정보화 사회에서는 문자, 숫자 등의 텍스트 데이터(Text Data) 뿐만 아니라 그래픽(Graphic), 이미지(image), 사진(Picture), 비디오(Video), 오디오(Audio), 음성(Voice) 등의 다양한 멀티미디어 데이터(Multimedia Data)에 대한 처리가 요구된다(Wate 91). 특히 컴퓨터 기술의 발달로 그래픽, 이미지 등의 공간 데이터(Spatial Data)에 대한 처리가 가능 해짐에 따라 지리정보시스템 (Geographic Information System), CAD 데이터 베이스 시스템, VLSI 설계 시스템 등 다양한 멀티미디어 데이터베이스의 응용 분야에 많은 관심을 갖게 되었다.

지리정보시스템은 도시 행정, 국토 관리, 수자원 관리, 환경 평가 등 다양한 분야에서 활용되며, 지도 형태의 데이터를 출력하고 지리 데이터(Geographic Data)의 저장, 검색, 조작 및 분석 등을 처리하는 공간 데이터베이스 관리 시스템으로 필요성이 증대되고 있다(Kim, 93, Seve, 91).

지리 데이터는 시, 도로, 호수 등과 같은 영숫자로 구성된 비공간 데이터(Aspatial Data)와 위치와 관련된 공간데이터를 포함

한다. 공간 데이터는 점(Point), 선(Line), 영역 (Region), 이미지(Image)로 분류되며, 이러한 공간 데이터는 그들의 영역(Extent)에 따라 그 속성이 결정된다(Tana, 89, 김, 92). 또한 각 지리 데이터는 주어진 지도상에서 다른 데이터와 교차(Intersect), 근접(Adjacent), 포함(Contain) 등의 관계를 갖는다. 이러한 관계를 공간 관계(Spatial Relationship)라 하며, 속성을 기반으로 하기 보다는 데이터의 위치를 기반으로 한다(Ooi, 89, Laur, 91).

공간 데이터의 특징은 그 크기가 방대하고 데이터를 수집하는데 많은 비용이 소모된다는 것이다(Krie, 91). 또한 데이터 타입이 복합 객체(Complex Object)로 구성되며, 공간 연산 및 공간 관계가 수치 연산이나 수치 관계보다 복잡하여 많은 계산과 추론을 요구한다(Wolf, 89). 따라서 공간 데이터를 수집하고 처리하는 것은 기존의 텍스트 데이터를 수집하고 처리하는 것보다 어렵고 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 또한 기존의 데이터베이스 관리 시스템으로는 공간 데이터에 대한 연산 처리를 효율적으로 수행하지 못할 뿐만 아니라 저장 관리하기가 매우 어렵다(Peuq, 87, Pali, 87, Guti, 89, Star, 90, Laur, 91)

본 논문은 방대한 공간 데이터를 효과적

으로 저장 관리할 수 있는 확장된 저장 관리 시스템(Storage Management System)을 설계하고, 공간 데이터에 대한 빠른 검색을 수행할 수 있는 새로운 공간 색인 기법(Spatial Indexing Method)을 제안한다.

본 논문은 2장에서 관련 연구로 지리정보 시스템에서 사용되는 데이터 형태를 분석하고, 3장에서 저장 관리 시스템을 설계한다. 4장에서는 새로운 공간 색인 기법을 제안하고, 끝으로 5장에서 결론을 맺는다.

지리정보시스템의 데이터 형태에 대한 고찰

공간 데이터

지리정보 시스템의 데이터는 공간 및 비공간 그리고 이들 간의 관계로써 묘사된다. 비록 기존의 데이터베이스 관리 시스템이 이러한 지리정보시스템과 같은 새로운 응용 분야를 위해 쉽게 확장 될 수 있기는 하지만 그 효율성이 크게 떨어진다. (Guti, 89, Garg, 90, Kim, 93)

그 이유로 첫째, 지리정보시스템의 객체는 단순 객체가 아닌 복합 객체이다 (Wolf, 89, Lu, 91). 즉, 점 객체는 x,y,z 등의 좌표 값으로 이루어지고, 선 및 영역 객체는 이러한 좌표 값의 집합에 의해 형성된다. 따라서 지리정보시스템은 반드시 복합 객체를 지원해야만 하며, 기존의 데이터 베이스 관리 시스템은 이러한 복합 객체를 효율적으로 지원하지 못한다.

둘째, 지리정보 시스템은 풍부한 데이터 타입을 필요로 한다(Krie, 91, Lu, 91). 이는 공간데이터, 속성데이터, 이미지 그리고 텍스트를 포함한다. 공간 데이터는 지도 공간상의 지리표현 객체로 가변 길이(Variable Length)이며, 복합 형태로써 표현된다. 속성 데이터는 묘사된 공간 데이터와 관련된

비공간 특성을 갖는 데이터이며, 이미지, 일반적으로 배경을 단순히 출력하기 위한 목적으로 육상 목표나 객체를 볼 수 있게 하는 데이터이다. 일반적으로 공간 데이터와 이미지 데이터는 그 크기가 매우 크고 구조화가 어렵다(Same, 89, Star, 90).

지리정보시스템의 지리 데이터를 분류하면 크게 주제별 데이터(Thematic Data)와 공간 데이터(Spatial Data)로 분류되며, 공간 데이터는 다시 기하 데이터(Geometric data)와 위상 데이터(Topological data)로 분류된다. 기하 데이터는 공간 데이터를 표현하는 것으로 래스터(Raster)나 벡터(Vector) 형식을 갖는다. 반면 위상 데이터는 이러한 기하 데이터 사이의 공간 관계를 표현하는 것으로 인접, 포함 등의 공간 관련 정보를 갖는다. 래스터 형식과 벡터 형식 모두 공간 데이터를 표현하는데 사용되지만 벡터 형식의 기하 데이터는 공간 특성을 기반으로 한 검색에 적합하다. 반면 래스터 데이터는 이미지 기반 데이터로 공간 관계를 표현하기가 보다 어렵다. 따라서 벡터 데이터는 일반적인 조작을 위해 사용되며 래스터

Table 1 Geographic data types and properties

데이터 타입	저장형태	특 성
주제별데이터	영 수 자	속성은 그 크기가 작다. 그러나 속성의 개수는 많고 어떤 속성은 가변길이를 갖는다. 키값에 의한 희한 검색 일반적인 연산이다.
벡터데이터	점, 선, 영역	그 크기가 매우 가변적으로 수개의 점부터 많은 수백개의 점들로 구성된다. 검색은 공간 위치를 반으로 한다.
래스터데이터	이 미 지	크기가 매우 커서 수메가 바이트까지 하는 것도 있다. 검색은 관련된 묘사정보를 기본으로 한다.
위상데이터	유 도 (Derived)	관계는 저장되지 않는다. 효율적인 색인과 클러스터링이 필수적이다.

데이터는 보여줌을 보다 개선하기 위해 사용된다.

위상 데이터, 즉 공간 관계는 명시적으로 저장하는 일이 드물며 동적으로 유도된다. 주제별 데이터는 지리 객체와 관련된 영숫자 데이터로 텍스트의 형식을 갖는다. <Table 1>은 지리 데이터 타입을 분류하고 그 특성을 요약한 것이다.

사용자 요구 사항

지리정보시스템은 일반적으로 사용자에게 다음과 같은 특성을 제공해야 한다.

(1) 외부 인터페이스 언어의 지원

외부 인터페이스 언어는 사용자와 시스템 사이에서 상호 작용을 제공하는 수단이다. 따라서 사용자가 질의를 쉽게 접할 수 있고 사용하기 쉬워야 할 뿐만 아니라 그 표현력이 강력해야 한다. 비록 SQL, QBE, QUEL과 같은 언어가 강력하고 사용하기 편리한 언어이지만, 공간 데이터를 처리하는 지리정보시스템의 응용에는 부적합하다. 따라서 새로운 언어를 설계하거나, 기존의 언어를 확장하여야 한다(Krie, 91).

지리정보시스템은 기존의 데이터베이스 관리 시스템과는 달리 공간 데이터의 다양한 표현과 공간 데이터와 비공간 데이터 사이의 특별한 상호 작용을 요구한다. 그러므로 지리정보시스템을 위한 사용자 인터페이스는 구문을 통한 상호 작용, 도형으로 나타난 결과와의 상호 작용, 구분과 도형이 혼합된 형태의 상호 작용의 세가지 형태의 상호 작용을 제공해야 한다(Egen, 88).

즉, 공간 및 비공간 정보의 검색과 이들의 조합에 의한 검색뿐만 아니라 지칭된 공간 데이터로부터 관련된 공간 정보 및 비공간 정보를 검색하는 공간 질의가 반드시 지원되어야 한다.

(2) 윈도우 기능의 제공

사용자가 원하는 영역을 선택하여 이를 변환하여 한 윈도우 내에 출력될 수 있어야

함은 물론 전체 지도로 부터 작은 영역까지의 색인에 의한 검색 기능이 제공되어야 한다.

(3) 다양한 형태의 출력 제공

지리정보시스템의 응용에 따라 둘 이상의 지도가 동일 영역에 의해 중첩(Overlay) 출력되는 기능뿐만 아니라 여러 개의 계층(Layer)에 의한 계층별 출력이 지원되어야 한다. 또한 정확하고 다양한 축척(Scale)으로 플로터나 프린터를 통해 지도가 출력될 수 있어야 한다(Seve, 91).

(4) 다양한 응용에 이용되는 연산자의 제공

지리정보시스템에서는 교차, 근접, 포함 등의 다양한 연산자가 반드시 지원되어야 한다.

(5) 효율적인 저장 관리 시스템의 지원

지리정보시스템의 공간 데이터는 그 크기가 방대하므로 저장 관리를 효율적으로 지원하여 사용자에게 빠른 접근을 제공해야 한다.

(6) 공간 색인 기법의 지원

지리정보시스템은 그래픽, 이미지, 지도 등의 공간 객체를 검색, 저장, 분석 및 출력하는 기능을 갖는 데이터 베이스 시스템으로 공간 객체에 대한 효과적이고 빠른 검색을 요구한다. 이러한 공간 객체를 기존의 데이터 베이스 관리 시스템의 색인으로 검색하기는 매우 어렵고 비효율적이다. 따라서 지리 정보 시스템에서 공간 객체를 위한 공간 색인은 반드시 지원되어야 한다(Kim, 93).

본 논문에서는 이러한 사용자 요구 사항을 고려하여 방대한 공간 데이터를 효율적으로 저장 관리 할 수 있으며, 사용자에게 빠른 검색을 제공할 수 있는 새로운 공간색인기법을 지원하는 저장관리시스템인 KORED/STORM (Korean Oriented RELational Database System/STORAGE Management system)을 설계한다.

저장 관리 시스템 (KORED/STORM)의 설계

설계방침

KORED/STORM은 유닉스의 저장 관리자와 WiSS의 문제점을 고려하여 공유 데이터를 접근하는 여러 트랜잭션에 어떠한 간섭도 주지 않으면서 데이터의 무결성을 유지하고 데이터가 가진 값에 의해 원하는 데이터를 효율적으로 검색하는 인덱스 기법등 일반적인 저장 관리 시스템이 갖는 모든 기능을 포함하도록 설계한다. KORED/STORM은 다음과 같은 3가지의 방향으로 설계한다.

- ◎ 유닉스 환경하에서의 저장관리자 구현
- ◎ KORED 및 KORED/GEO의 하부구조로서의 저장 관리자의 구현
- ◎ 롱 데이터의 효과적인 지원

프로세스 구조

KORED/STORM은 데이터 베이스 관리 시스템이나 사용자 응용 프로그램과의 빠른 인터페이스를 위해 함수 호출을 이용하고, 사용자와 데이터 베이스 관리 시스템 간의 프

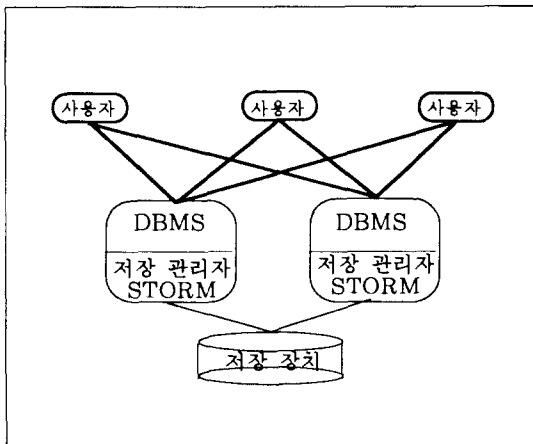


Fig. 1 Processes structure of KORED/STORM.

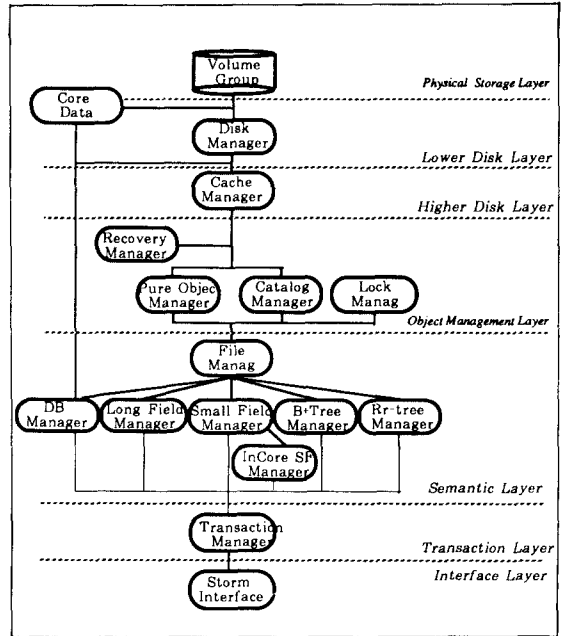


Fig. 2 Architecture of KORED/STORM.

로세스 구조를 1:1이나 M:N으로 구성한다. <Fig.1>은 KORED/STORM의 프로세스 구조를 나타낸다.

KORED/STORM의 구조

<Fig.2>는 KORED/STORM의 블럭구조를 나타낸다.

(1) 볼륨 그룹 관리자

볼륨 그룹 관리자는 볼륨 그룹에 대한 조작을 담당한다. 이 관리자는 새로운 볼륨 그룹의 생성, 기존 볼륨 그룹의 삭제, 기존 볼륨 그룹에 새로운 볼륨의 추가, 사용하고 자 하는 볼륨 그룹의 마운트, 사용이 끝난 볼륨 그룹을 저장 장치에 저장하는 언마운트 기능을 가진다(Kim, 93).

(2) 입출력 관리자

KORED/STORM의 모든 입출력은 입출력 관리자를 통한다. 입출력 관리자는 유닉스의 미처리 입출력 방식(raw device I.O.)을 통해서 유닉스 파일 시스템의 버퍼 캐쉬를 거치지 않고 직접 저장 장치에 대한 입출력을 행한다.

(3) 할당 관리자

KORED/STORM의 할당 관리자는 객체에 대한 페이지의 할당과 회수를 담당하며, 할당하고자 하는 데이터의 특성에 따라 두가지 할당 단위를 제공한다. 첫번째는 익스텐트 단위의 할당이며, 이 방식은 스몰 데이터 (small data)의 할당에 사용 된다. 이 방식으로 할당된 객체는 익스텐트 단위의 물리적 연속성을 가지고 있다. 두번째는 이진 버디 시스템을 이용한 버디 세그먼트(buddy segment) 단위의 할당으로, 이 방법은 여러개의 익스텐트들로 구성되는 롱 데이터(long data)를 할당하기 위해 사용 된다. 버디 시스템에 의해 할당된 페이지들은 지역성이 증대되어 순차적인 입출력시 저장 장치의 순수한 전송 효율에 가까운 수행 효율을 기대할 수 있는 점과 많은 익스텐트들의 할당과 반환을 빠른 속도로 수행할 수 있다. 그리고 버디 세그먼트의 반환시 인접한 버디 세그먼트와 자동적인 합병을 구현 할 수 있기 때문에 저장 장치의 외적 단편화를 줄일 수 있는 장점을 가진다(Per, 77).

(4) 버퍼 캐쉬 관리자

버퍼 캐쉬 관리자는 페이지의 중요성에 가중치를 두는 힌트를 적용한 최소 최근 사용 정책을 사용한다. 버퍼 관리자는 방출시킬 페이지를 결정 할 때 가장 낮은 힌트를 가지며 최근에 가장 사용되지 않은 페이지를 선택한다.

(5) 스몰 데이터관리자

이 구조는 WiSS의 레코드 관리자의 슬롯

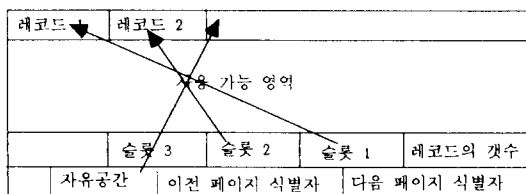


Fig.3 Expression of small data.

구조를 사용한다. <Fig.3>은 이 구조를 나타낸다.

(6) 인덱스 관리자

KORED/STORM는 텍스트 데이터의 색인으로 B-tree를 사용하며, 공간 데이터의 빠른 접근을 위한 색인으로 Rr-tree를 사용한다.

(7) 카탈로그 관리자

카탈로그 관리자는 화일의 디렉토리나 데이터 베이스 사전을 저장 하는 기능을 한다. 현재의 카탈로그 관리자는 스몰 데이터 관리자의 기능을 이용하여 화일을 구축하고, 키에 의한 빠른 접근을 위해 인덱스 관리자를 이용하여 색인을 구축한다.

(8) 인터페이스 관리자

KORED/STORM의 인터페이스 관리자는 저장 장치에 대한 인터페이스를 저장 관리자의 상부에 위치하는 데이터 베이스 관리 시스템이나 응용 프로그램에 제공한다. 이 인터페이스는 저장 관리자의 프로세스 구조에 따라 함수 호출 또는 프로세스간의 통신을 이용하여 구현 될 수 있다. 현재의 구조는 함수를 이용한 호출 방식이다.

롱 데이터 관리자

롱 데이터 관리자는 KORED/STORM의 설계 목적중의 하나인 롱 데이터의 관리를 수행한다. 롱 데이터를 위한 페이지의 효과적인 할당을 위해 버디 시스템에 의한 할당법을 사용하며, 스몰 데이터와 독립된 볼륨에 저장하여 관리한다.

(1) 롱 데이터 항목을 위한 할당 정책

롱 데이터의 할당은 이진 버디 시스템을 사용한다. 이진 버디 시스템은 가변 길이를 갖는 데이터를 할당하는 속도와 할당된 블록의 반환시 인접한 자유 공간과의 자동적인 합병을 수행하는 특징을 가진다. 이진 버디 시스템은 2n 크기를 가지는 버디 세그먼트 단위로 할당을 수행한다.

화일의 할당을 위해 필요한 버디 세그먼트

트의 갯수와 크기는 화일의 크기를 이진수로 표현하여 결정한다. 즉 크기 23인 화일은 이진수로 10111이며 이 화일에는 1페이지, 2페이지, 4페이지, 16페이지 크기의 버디 세그먼트가 할당 된다.

화일에 할당된 버디 세그먼트의 갯수는 저장 장치의 사용성과 탐색 시간을 고려하여 조정한다. 크기 s인 화일을 N개 이하의 버디 세그먼트로 할당하기 위해서 '1'의 갯수가 N개 이하가 될 때까지 s에 1을 더해준 후 할당한다. 즉 크기 23인 화일은 이진수 표현인 10111에 1을 한번 더하여 11000으로 변환시킨 후 8페이지와 16페이지 크기의 버디 세그먼트를 할당한다.

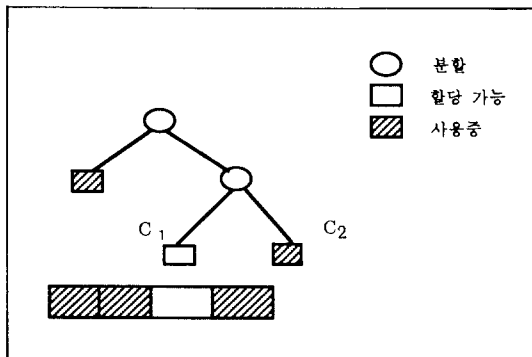


Fig.4 Expression of storage device using tree.

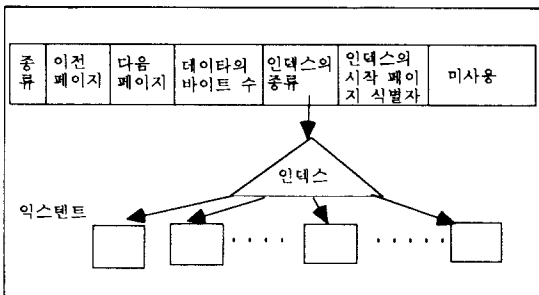


Fig.5 Architecture of long data.

〈Fig.4〉는 이진 버디 트리 구조를 이용한 저장 장치의 표현이다. C2가 반환될때 C1과 C2는 하나의 연속적인 공간으로 합병되어

할당 가능한 버디 세그먼트로 반환된다.

(2) 롱 데이터의 구조도

롱 데이터 헤더와 롱 데이터 페이지들에 대한 인덱스, 그리고 버디 시스템에 의해 할당되어진 버디 세그먼트들로 구성된다. 〈Fig.5〉는 롱 데이터의 구조도이다.

새로운 공간 색인 기법(Rr-tree)의 제안

본 논문에서 제안하는 Rr-tree는 R-tree를 확장하여 변환(Transformation), 겹침영역(Overlapping region) 및 잘림(Clipping) 문제를 고려하여, 데이터 페이지의 검색을 줄이고 공간 객체와 비교하는 시간을 줄여 빠른 공간 검색을 제공하는 공간 색인 기법이다(Kim,93). RrOtree는 R-tree의 최소 경계 사각형(Minimum Boundary Rectangle: MBR)과 함께 공간 객체에 완전히 포함된 최대 내부 사각형(Maximum Internal Rectangle: MIR)을 구성하여 빠른 검색을 가능하게 한다.

기본 개념

Rr-tree를 제안하는 기본 개념은 다음과 같다(Kim, 93).

- 점 질의시 사용자가 공간 객체의 중앙부분을 선택할 확률은 매우 높으므로 공간 객체내에 최대 내부 사각형을 유지하여 겹침으로서 검색될 수 있는 MBR의 수를 줄인다.
- 사용자의 점 질의가 임의의 공간 객체의 MIR에 속하고, 공간 객체내에 또 다른 공간 객체가 존재하지 않는 경우 리프노드에서 접근되는 데이터 페이지는 단지 1페이지이다. 그러나 R-tree와 R⁺tree는 리프 노드에서 공간 객체의 MBR이 겹쳐져 있는 수 많음 데이터 페이지를 접근하게 된다.

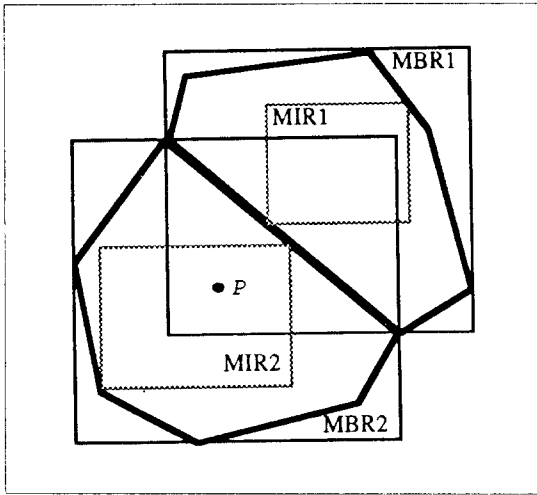


Fig.6 An example of MBR for spatial objects.

〈Fig.6〉은 공간 객체의 MIR과 MBR에 대한 예이다.

〈Fig.6〉에서 사용자가 점 P를 선택하였을 경우 R-tree나 R-tree의 경우 리프 노드에서 MBR1과 MBR2가 겹치므로 두 공간 객체를 모두 읽어 비교해야 한다. 그러나 리프 노드에 3MIR이 존재하는 Rr-tree의 경우, 점 P가 MIR1에 속하므로 MBR2에 대한 공간 객체를 읽을 필요가 없고, MBR1의 공간 객체에 포함되는지를 비교해야 하는 부가적인 처리도 필요없게 된다.

Rr-tree의 구조

Rr-tree는 R-tree의 확장으로 공간 객체를 완전히 포함하는 최소 경계 사각형과 공간 객체에 완전히 포함되는 최대 내부 사각형으로 구성되는 높이 균형 트리이다. Rr-tree의 리프 노드는 (Oid, MBR, MIR)의 색인 레코드 엔트리를 가지며, 여기서 Oid는 데이터 베이스의 고안 객체를 참조하는데 사용되는 객체 식별자(Object Identifier)이고, MBR은 공간 객체를 완전히 포함하는 최소 경계 사각형이다. 또한 MIR은 공간 객체에 완전히 포함되는 최대 내부 사각형으

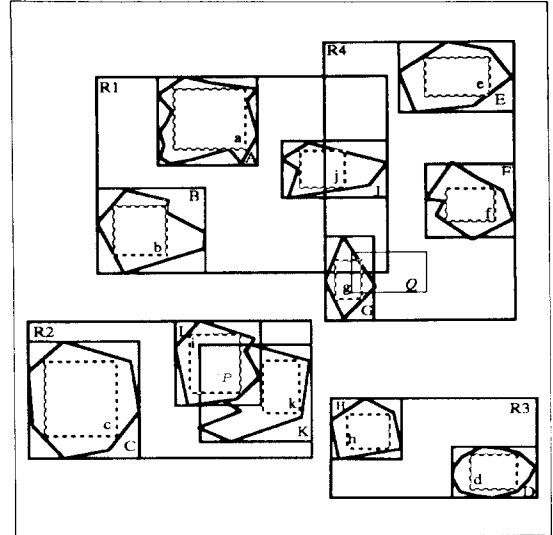


Fig.7 Objects in Rr-tree.

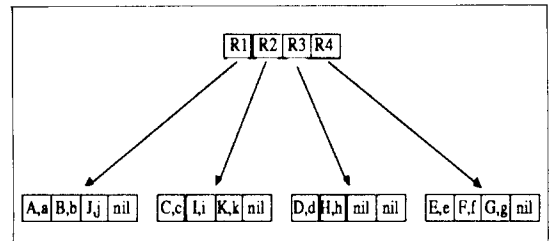


Fig.8 Index structure of Rr-tree.

로 빠른 검색을 지원하기 위한 R-tree의 추가 항목이다.

중간 노드는 (Child-Pointer, MBR)의 엔트리를 가지며, 는 Rr-tree의 자식 노드의 주소이고, MBR은 자식 노드 엔트리의 모든 사각형을 포함하는 최소 경계 사각형이다.

〈Fig.7〉과 〈Fig.8〉은 Rr-tree의 색인 구조와 저장된 객체들을 보여주고 있다. 〈Fig.8〉은 색인 구조에서 리프 노드는 대문자로 표시된 최소 경계 사각형과 소문자로 표시된 최대 내부 사각형을 포함하고 있다. 예를 들어 점 P를 포함하는 공간 객체를 검색하는 점 질의에 대해 공간 객체 I의 MIR i에 이미 점 P가 포함되어 있으므로 공간 객체 K를 비교할 필요가 없다.

또한 공간 객체 I에 대해서도 R-tree나 R-tree와 같이 공간 객체를 비교해야 하는 부가적인 처리가 생략된다.

또한 객체 Q와 교차하는 모든 객체를 검색하는 영역 질의에 대해서도 공간 객체를 일일히 비교해야 하는 부가적인 처리를 없앤다. 검색, 삽입 및 삭제 알고리즘과 성능 평가는 (Kim, 93)에 자세히 설명되어 있다.

결 론

지리정보시스템은 그래픽, 이미지, 지도 등의 공간 데이터에 대해 효율적인 저장과 널가 필요하며 빠른 검색을 제공해야 한다.

본 논문에서 데이터 베이스 관리 시스템과 지리정보시스템을 위한 저장 관리자인 KORED/STORM을 유닉스 운영 체제 하에서 구현하였다. KORED/STORM은 룡 데이터의 효과적인 관리를 위해 버디 시스템에 의한 할당 정책을 사용하며, 데이터 베이스의 무결성을 보장하기 위해 미처리 입출력 방식을 이용하여 저장 장치를 직접 관리하였다.

KORED/STORM은 공간 데이터에 대한 빠른 검색을 위해 새로운 공간 색인 기법인 Rr-tree를 지원한다. Rr-tree는 R-tree의 MBR과 함께 공간 객체를 포함하는 MIR을 두어 점 질의시 효과적이고 빠른 접근을 가능하게 하였다.

참 고 문 헌

김중훈, 김재홍, 배해영, 1992. "KORED/GEO의 공간 데이터 처리의 설계 및 구현", 한국 정보과학회 논문지 Vol.19, No 2, pp.55-58, [김 92]
 김홍연, 김재홍, 배해영, 1993. "유닉스 환경하에서 효율적인 저장관리자의 설계" 한국정보 과학회 논문지 Vol. 20, No. 1, pp. 55-58, [김 93]

Egenhofer, M. J., A.U.Frank, 1993. "Towards a Spatial Query Language: User Interface Considerations, Por 1th Int. Conf. on VLDB, pp.124-133, [Egen88]
 Gargano, M., E. Nardelil, 1990. "A Logical Data Model for Integrated Geographical Databases" System Integration 90, pp. 473-481, [Garg90]
 Guting, R. H., 1989 "Gral: An Extensible Relational Database System for Geometric Applications" Proc. of VLDB Conf, [Guti89]
 Kim J.H., H.Y.Bae, 1993. "Rr-tree: The Design of Efficient Access Method for Spatial Objects" Far East Workshop on GIS, [Kim93]
 Kriegel, H-P., T. Brinkhof, and R. Schneider, 1991. "The Combination of Spatial Access Methods and Computational geometry in Geographic Database Systems" Proc. of 2nd Symposium SSD'91, pp.5-21, [Krie91]
 Laura, M. H., W. F. Cody, 1991. "Exploiting Extensible DBMS in Integrated Geographic Information Systems" Proc. of 2nd Symposium SSD'91, pp.423-450, [Laur91]
 Lu, H. J. et al., 1991. "Storage Management in Geographic Information Systems" Proc. of 2nd Symposium SSD'91, pp.51-470. [Lu91]
 Ooi, B. C., R. S. Davis, and K. J. McDonell, 1989. "Extending A DBMS for Geographic Applications" Proc. of IEEE Data Engineering, pp.590-597, [Ooi89]
 Palimaka, J. et al., 1987. "Integration of a Spatial and Relational Database Within a Geographic Information System" Proc. of Int. Workshop on GIS, [Pali87]

- Perterson, J. L. and T. A. Norman, Buddy Systems, CACM, vol. 20, No. 6, pp.421-431, June [Per77]
- Peuquet, D. J., 1987. Data Models for Very Large Geographic Databases, Proc. of Int. Workshop on GIS, [Peuq87]
- Samet, H., 1989. The Design and Analysis of Spatial Data Structures, Addison Wesley [Same89]
- Sevensson, P., 1991. Geo-SAL : A Query Language for Spatial Data Analysis Proc. of 2nd Symposium SSD'91, Springer-Verlag, pp.119-140, [Seve91]
- Star, J., 1990. Geographic Information Systems, pp61-142, Prentice Hall, [Star90]
- Waterworth, J., 1991. Multimedia, pp.114-150, Ellis Horwood, [Wate91]
- Wolf, A., 1991. "The DASDBS GEO-Kernel, Concepts, Experiences, and the Second Step" Proc. of 1st Symposium SSD'89, Springer-Verlag, pp.67-88, [Wolf89]