

□ 기술애설 □

## 국가 지리 정보 시스템을 위한 공간 객체관리 시스템의 구조<sup>†</sup>

한국과학기술원 정진원\*·강흥근\*\*

서울대학교 김형주·박주홍

전국대학교 한기준\*

한양대학교 허신\*

### 1. 서론

다가오는 21세기에 정보사회로 진입하기 위하여 국토환경 및 기반시설물 등의 효율적인 관리가 요구됨에 따라 국가 차원에서 GIS 관련 기술 개발을 지원하고 GIS의 국가표준을 설정하며 기본공간데이터베이스를 구축함을 목적으로 1995년부터 국가지리정보체계(NGIS) 구축 사업이 시작되고 관련부처가 참여하는 NGIS 추진위원회가 설치되었다[4].

NGIS 추진위원회는 산하에 총괄분과, 지리 정보분과, 표준화분과, 기술개발분과, 토지정보 분과의 5개 분과를 설치 운영하고 있다. 총괄 분과는 당초 재정경제원이 담당하였으나 전문성을 고려하여 현재는 건설교통부가 담당하고 있고 지리정보분과는 건설교통부, 표준화분과는 정보통신부, 기술개발분과는 과학기술처, 토지정보분과는 내무부가 각각 담당하여 왔으며 총괄분과의 간사기관 역할을 국토개발연구원이 맡고 있다.

본 논문에서는 NGIS 기술개발사업의 개요와 사업의 일환으로 개발되고 있는 공간객체관리 시스템의 구조(architecture)에 관하여 기술한다. 공간객체관리시스템은 공간데이터베이스관리시스템(spatial DBMS)의 상위 컴포넌트로서 객체지향기술을 기반으로 공간데이터와 비공간 데이터를 통합관리할 수 있도록 개발하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 NGIS 기술개발사업의 개요를 소개하고 3장에서 공간객체관리시스템의 전체구조와 구성모듈에 대하여 설명한다. 4장에서 요약과 향후 연구개발계획으로 결론을 내린다.

### 2. 국가 지리 정보 시스템 기술개발 사업

NGIS기술 개발 사업은 과학기술처의 주관으로 NGIS구축 사업과 연계하여 과학기술정책관리연구소(STEPI)의 관리하에 추진하게 되었으며 다음의 4개 중과제로 구성되어 있다.

- 맵핑 분야 기술 개발
- DBMS Independent GIS 기본 소프트웨어 기술 개발
- DB Tool 기술 개발
- GIS 시스템 통합 기술 개발

맵핑 분야에서는 수치지도 제작 관련 기술을 개발한다. DBMS Independent GIS기본 소프트웨어(이하 기본 S/W)는 지리 정보의 분석, 조작 등을 수행하며 DBMS Independent라 함은 기본 S/W에서의 데이터 요구를 특정 DBMS에서 쓰이는 명령어(command)가 아닌 generic한 명령어를 사용하도록 하여 기본 S/W 하위에 다양한 DBMS를 이용할 수 있도록 함을 의미한다. DB Tool에서는 맵핑에서 제작한 수치 지도를 저장하고 기본 S/W에서 generic한 명령어로 요구하는 데이터에 대한 관리를 할 수 있는 기술을 개발한다.

† 본 연구는 과학기술처의 국가 지리 정보 시스템 기술개발 사업에서 지원받았음

\*중심회원

\*\*정회원

원래 NGIS 기술개발사업은 전체를 하나의 대과제로 구성하는 방법도 고려되었으나 하나의 연구기관이 상기 3개 기술분야의 전문성을 모두 갖추기가 어렵다는 이유 등에서 중과제로 분할하고 시스템 통합 업무를 별개의 중과제로 운영하는 방안을 채택하여 GIS 시스템 통합 기술 개발 중과제에서 통합 업무를 담당하게 되었다.

DB Tool 기술개발 중과제를 이루고 있는 세부과제들은 다음과 같으며 각 세부과제의 수행 기간은 3년이다.

- 공간 객체 관리 시스템 개발
- 공간 객체 저장 시스템 개발
- OODBMS 인터페이스 개발
- RDBMS 인터페이스 개발

각 세부과제의 주요 연구개발범위를 간략히 기술하면 공간 객체 관리 시스템에서는 확장 가능한 시공간 객체 데이터 모델과 데이터에 대한 연산자를 개발하고 공간 질의에 적합한 질의 처리 및 최적화 기술을 개발하며, 공간 객체 저장 시스템에서는 동시성 제어기법, 회복관리기법, 접근방법 및 저장구조를 개발하며, OODBMS 인터페이스에서는 기본 S/W로부터의 generic DB command를 OODBMS command로 변환하는 기능과 시스템간의 입출력 기능을 개발하며, RDBMS 인터페이스에서는 generic DB command를 SQL로 변환하는 기능과 시스템간의 입출력 기능을 개발한다[1].

DB Tool 기술개발 중과제의 전체 구조와 기본 S/W 중과제간의 관계는 그림 1과 같다. 맵핑 중과제와 DB Tool 중과제간의 인터페이스는 대부분 기본 S/W 중과제를 통하여 인터페

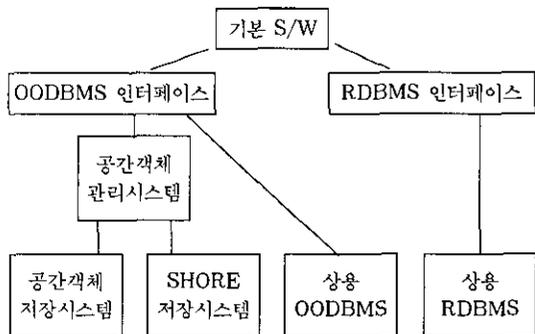


그림 1 DB Tool 기술개발과제 구조 및 환경

이스하도록 되어 있다. 공간 객체 관리 시스템은 현재 미국 Wisconsin대학교에서 개발을 완료하여 source코드를 공개하고 계속 새로운 버전을 내놓고 있는 SHORE저장시스템을 이용하여 테스트하고 있다.

공간객체관리시스템의 개발은 한국과학기술원에서 주관하고 있으며 위탁연구기관으로 서울대학교, 건국대학교, 한양대학교가 참가하고 참여기업으로 쌍용정보통신, SKC&C, 성수기술산업이 있다.

### 3. 공간 객체 관리 시스템의 구조

공간 객체 관리 시스템은 객체지향 DBMS를 확장하여 공간객체를 관리하는 기능을 추가하였으며 OMEGA(Object Management system for Geospatial Applications)라고 명명하였다. OMEGA는 외부 인터페이스로서 ODMG(Object Database Management Group)에서 객체지향 DBMS의 표준으로 설정한 ODL(Object Definition Language), OQL(Object Query Language), OML(Object Manipulation Language) 및 C++ OML 바인딩을 제공하며 UNIX운영체제를 사용한다. 그림 2는 OMEGA의 구조를 도시하였고, 각 모듈에 대한 설명은 아래와 같다.

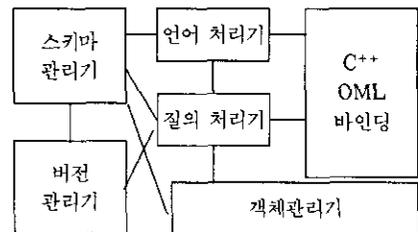


그림 2 공간 객체 관리 시스템 OMEGA의 구조

#### 3.1 데이터모델 및 스키마 관리기

OMEGA의 데이터 모델은 ODMG의 객체 모델에 공간 데이터 타입과 공간 연산을 추가하여 확장한 모델이다. 공간 데이터 타입은 SDTS(Spatial Data Transfer Standard)에 정의된 공간 객체를 기반으로 한 것으로 클래스 라이브러리 형태로 제공된다. 공간 데이터 타입은 기하 클래스들과 기하/위상 클래스들로

구성되어 있으며, 이와 관련된 공간 연산들은 Egenhofer가 제안한 9-교차(9-intersection) 위상 관계[6]에 거리 관계 및 방향 관계 등을 추가하여 공간 클래스들의 멤버 함수로 제공된다.

데이터베이스 스키마는 ODL(Object Definition Language)을 사용하여 정의되며, ODL 전처리에 의하여 메타 데이터가 생성된다. 생성된 메타 데이터는 스키마 관리기에 의하여 데이터 사전(Data Dictionary)이라 불리는 영역에 저장되어 관리된다. 이러한 메타 데이터는 스키마 관리기 API를 통하여 질의어 및 OML 처리기 등에 제공되며, 스키마 브라우저를 통하여 사용자에게 제공되기도 한다.

### 3.2 질의 처리기

질의 처리기는 크게 2개의 부 모듈(질의 최적화 모듈과 질의 실행 모듈)로 구성되며 Volcano 최적화 생성기(VOG : Volcano Optimizer Generator)를 이용하여 구현되었다. 질의 최적화 모듈은 질의 언어 분야로부터 논리 연산자로 구성된 대수 트리(algebra tree)를 입력으로 받고 데이터 사전에 있는 통계치를 이용하여 질의 최적화를 수행한다. 질의 최적화 모듈에서는 공간/비공간 어느 한쪽에도 편중되지 않고 비용 모델에 근거하여 질의 수행 순서를 결정하는 공간/비공간 통합 질의 최적화 방법을 채택하였다. 질의 최적화의 결과로 물리 연산자를 노드로 하는 실행 계획 트리(execution plan tree)가 만들어진다.

질의 실행 모듈은 크게 다음과 같은 3개의 부 모듈(계획 트리 수행 모듈, 물리 연산자 모듈, 술어 모듈)로 구성되어 있다. 계획 트리 수행 모듈(plan tree executor module)은 최적화기로부터 넘어온 실행 계획 트리를 후방향 순회(postorder traversal)하면서 각 노드에 명시된 해당 물리 연산자 모듈(physical operator module)들을 호출하여 질의를 수행한다. 물리 연산자 모듈은 최적화기로부터 나온 물리 연산자들을 함수의 형태로 구현한 모듈이다. 비공간 객체에 대한 질의 실행은 일반 객체지향 DBMS가 하는 것과 유사하다. 그러나 공간 객체는 그 형태가 매우 복잡하고 양도 매우 방

대하므로 공간 질의를 여과/정제 단계로 분리하여 처리한다 술어 모듈(predicate module)은 물리 연산자 모듈에 입력되는 각 객체들에 대해 술어를 만족하는 객체들만을 결과에 포함시키기 위해 술어를 평가한 후 참/거짓을 반환한다.

### 3.3 객체 관리기 및 C++ 바인딩

OMEGA의 객체 관리기는 상위 모듈에게 객체의 지속성 및 효율적 접근을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 객체 지향 데이터베이스 시스템의 표준으로 널리 확산되고 있는 ODMG-93 지원의 일환으로 ODMG C++ 바인딩을 제공하고 있다.

OMEGA 객체 관리기는 메모리에 적재된 객체마다 해당 객체의 정보를 유지하기 위하여 OD(Object Descriptor)라고 하는 자료구조를 이용하며, 객체에 대한 참조(reference)는 객체를 직접 가리키지 않고 해당하는 객체의 OD를 가리킨다.

OMEGA의 객체 관리기는 효율적인 객체 접근을 위해 소극 간접 스위칭 기법을 사용하며[2], 한정된 메모리에서 효율적으로 객체를 관리하기 위하여 2Q알고리즘[7]을 채용하고 있다. 메소드의 동적 바인딩을 위하여 대리 함수[3]와 GNU C++ 컴파일러의 이름 망글링(mangling) 규칙을 구현하였으며, C++언어의 은닉된 포인터 문제를 해결하기 위하여, 객체가 메모리로 로딩될 때 생성자를 호출하는 방법을 사용하였다[5].

### 3.4 언어 처리기

본 모듈에서는 공간 객체 관리 시스템에 적합한 질의어를 지원한다. 질의어는 기존 객체지향 DBMS와의 호환성을 보장하기 위해서 그 기반으로 ODMG-93에서 정의하는 ODL, OQL과 C++ 바인딩을 지원하고 추가하여 공간 데이터 타입과 공간 연산을 지원하도록 설계되어졌다.

정의된 질의어를 처리하기 위해서 시스템은 세가지의 부분으로 구성되어진다.

- ODL 전처리기 : 공간 객체 클래스 정의를 포함한 ODL구문을 분석해서 클래스, 클래스

의 멤버 데이터, 메소드 등과 상속 관계를 스키마 관리기에 등록한다. 또 분석한 정보를 바탕으로 적절한 C++ ODL로 변환하여 헤더 파일을 생성해 낸다.

- C++ 헤더 분석기: 생성된 C++ 헤더를 분석해서 필요한 정보를 스키마 관리기에 등록한다. 이때 추출되는 정보는 객체 내에서 멤버 데이터의 위치, 객체 크기와 같은 물리적 정보이다.

- OQL 구문 분석기: 사용자가 입력한 OQL 구문을 질의어 처리기에서 사용하는 SOA트리(본 시스템에서 사용하는 내부 질의 표현 형식) 형태로 변환하는 일을 수행한다. 공간 연산자와 공간 상수는 s-overlap, s-point와 같은 새로이 확장된 구문을 통해서 입력되고 시스템은 이들에 대해서는 공간 연산을 처리하기 위한 연산자들로 변환한다. 일반적인 OQL구문은 select, join같은 일반 대수 연산자들로 변환한다. 이들이 혼합되어 있는 SOA트리는 질의어 최적화기에 전달되어 진다.

### 3.5 버전 관리기

버전은 객체의 갱신 과정 중에서 객체의 특정한 한 상태를 의미한다. 객체의 버전 진화 과정은 각각의 버전을 노드로 하고 버전의 계승 관계를 간선으로 가지는 버전 진화 그래프로 표현된다. 버전 진화 그래프는 루트 노드를 갖는 비순환 방향성 그래프이다.

버전 관리기에서는 버전의 진화를 효율적으로 관리하기 위한 자료 구조로써 버전 진화 그래프에 대한 전반적인 관리를 위한 Generic 클래스와 각각의 버전에 대한 정보를 관리하기 위한 버전 노드 클래스를 사용한다.

버전의 식별자로서 버전 ID를 사용하고 있으며, 필요한 경우 버전을 더 이상 갱신할 수 없도록 하는 버전의 동결 기능을 지원한다. 또한, 하나의 버전을 여러 개의 분할 버전으로 나누고 분할 버전들을 다시 하나의 버전으로 머지하는 기능과 버전 진화 그래프의 특정 버전을 지칭하지 않아도 선택되는 디폴트 버전을 지원한다.

디폴트 버전으로는 버전 노드에 설정된 버전 시간이 가장 늦은 버전이 선택된다.

### 3.6 래스터 처리기

래스터 처리기는 공간 정보를 래스터 형식으로 정의하여 이를 저장하고 필요에 따른 여러 가지 작업들을 수행한다. 본 연구에서는 래스터 처리를 위한 래스터 데이터 모델을 다음과 같이 정의하였다. 래스터 데이터는 한 지도 상에서 표현하는 모든 정보를 셀(cell) 단위로 쪼개어 표현한다. 지도상에 표현되는 정보의 속성에 따라 하나의 래스터 데이터는 여러 계층(layer)으로 나뉜다. 하나의 계층에는 단 하나의 속성에 대한 지도 정보가 다루어진다. 한 계층에서는 한 가지 속성에 대한 지도 상의 위치에서의 특정 값에 따라 여러 개의 영역(zone)으로 다시 세분화된다. 하나의 영역은 동일한 값 또는 하나의 구간으로 인식되는 값을 갖는 연속된 위치들을 모아놓은 것이다. 각 영역은 속한 위치에서의 속성 값 또는 영역내의 위치 정보들을 포함하게 된다.

## 4. 결 론

국가 지리 정보 시스템 기술개발사업의 일환으로 객체지향기술을 기반으로 공간 및 비공간 데이터를 통합하여 관리할 수 있는 공간 객체 관리 시스템인 OMEGA를 개발하였다. OMEGA는 객체지향데이터모델을 확장하여 공간데이터를 정의할 수 있게 하였으며 질의언어나 C++ 언어를 사용하여 공간데이터와 비공간데이터를 연계하여 검색할 수 있는 기능을 갖고 있다. 따라서 OMEGA를 GIS의 데이터를 관리하는 하부구조로, 또는 독립적인 공간 DBMS로 이용할 수 있다.

기술 개발 사업의 2차년도가 끝난 현재 단일 사용자 시스템 환경에서 대부분의 기능이 구현되었고 시설물 관리 지도를 사용하여 기능이 검증되었다. 3차년도에는 다중사용자 시스템을 구현하고 중첩 질의 등 기능을 추가하며 성능과 안정도를 향상시킬 예정이다.

### 참고문헌

[1] 과학기술처, 과학기술정책관리연구소, 국

가 지리 정보 시스템(GIS)기술개발사업안 내, 1995. 8.

- [2] 민준기, 이성진, 정진완, “효율적인 복합 객체 접근을 위한 포인터 스위칭 모듈의 설계 및 구현”, 한국정보과학회 봄 학술발표논문집, 제24권, 제1호, 1997.
- [3] 안정호, 이강우, 송하주, 김형주, “Soprano: 객체 저장 시스템의 설계 및 구현”, 정보과학회지(C), 제2권, 제3호, 1996.
- [4] NGIS 총괄분과위원회, 국가지리정보체계(NGIS)구축 기본계획, 1997. 8.
- [5] A. Biliris, S. Dar, and N.H.Gehani. “Making C++ Objects Persistent: The Hidden Pointers”, Software-Practice and Experience, 1993.
- [6] M. J. Egenhofer and J. Sharma, “Topological Relations between Regions in  $R^2$  and  $Z^3$ ”, 3<sup>rd</sup> Symposium of SSD, 1993.
- [7] T. Johnson and D. Shasha, “2Q: A Low Overhead High Performance Buffer Management Replacement”, In Proceedings of the International Conference on Very Large Data Bases, Sept. 1994.

**정진완**



1973 서울대학교 전기공학과(학사)  
 1983 University of Michigan 컴퓨터공학과(박사)  
 1983~1993 미국 GM 연구소 선임연구원 및 책임연구원  
 1993~1996 한국과학기술원 정보통신공학과 부교수  
 1996~현재 한국과학기술원 전산학과 부교수

관심분야: GIS, 객체지향 데이터베이스, 멀티미디어 데이터베이스, 분산 데이터베이스, CIM

**강희근**



1989 고려대학교 전산학과(학사)  
 1992 한국과학기술원 전산학과(석사)  
 1995~현재 한국과학기술원 전산학과 박사과정  
 관심분야: 클라이언트-서버 데이터베이스, 지리 정보 시스템, 정보검색

**김형주**



1982 서울대 컴퓨터공학과(학사)  
 1985 Univ. of Texas at Austin 전자계산학과(석사)  
 1988 Univ. of Texas at Austin 전자계산학과(박사)  
 1988~1990 Georgia Institute of Technology 조교수  
 1991~현재 서울대학교 컴퓨터공학과 부교수  
 관심분야: 객체 지향 시스템, 사용자 인터페이스, 데이터베이스

**박주홍**



1993 서울대 계산통계학과(학사)  
 1995 서울대 컴퓨터공학과(석사)  
 1995~현재 서울대 컴퓨터공학과 박사과정  
 관심분야: 객체 지향 시스템, 데이터베이스, 질의어 처리

**한기준**



1979 서울대학교 수학교육학과(이학사)  
 1981 한국과학기술원 전산학과(공학석사)  
 1985 한국과학기술원 전산학과(공학박사)  
 1985~현재 건국대학교 컴퓨터공학과 교수  
 1990 Stanford 대학 전산학과 visiting scholar  
 관심분야: 지리 정보 시스템, 객체 지향 데이터베이스

공간 데이터 마이닝, 주기억-상주 데이터베이스

**허신**



1973 서울대학교 전기공학과(학사)  
 1979 Univ. of Southern California 전자계산학과(석사)  
 1986 Univ. of South Florida 전자계산학과(박사)  
 1986~1988 The Catholic University of America 조교수  
 1988~현재 한양대학교 전자계산학과 부교수

관심분야: 분산처리 시스템, 결합허용 컴퓨터 시스템, 실시간 운영체제, 지리 정보 시스템