특 집

공간 데이터베이스 관리 시스템 보유 기술

배 해 영
인하대학교 컴퓨터공학부

I. 서 론

국내 GIS 관련 산업의 발전은 '제1차 국가 GIS 사업(1995~2000)'의 추진과정에서 본격화 되었고, 이 시기는 지리정보에 대한 저장, 처리, 분석 등을 통한 GIS 응용 기술 및 GIS 엔진(시스템) 기술의 발전에 시금석이 되었다. 이러한 GIS 엔진 기술의 발전에 따라 다양한 GIS 응용 분야의 요구에 부합되는 성능의 GIS 엔진이 개발되었고, 이는 다음의 두 단계로 구분되어 설명될 수 있다. 첫 번째 단계는 초기 발전 단계로서 데스크탑 수준의 단일 사용자를 위한 엔진개발이다. 이 시스템은 간략한 파일 형태의 저장구조상에 공간 연산을 지원토록 개발된 시스템이다. 두 번째 단계는 다중 사용자를 위한 클라이언트/서버 환경의 GIS 엔진으로 공간 데이터 관리와 공간 인덱스 및 공간 연산을 제공하기 위해 데이터베이스 관리 시스템을 확장한 공간 데이터베이스 관리 시스템(Spatial Database Management System, SDBMS)으로 기존의 정보처리 환경을 완벽하게 처리하는 데이터베이스 관리 시스템의 기능을 공간정보처리 환경에서도 구현될 수 있도록 한 GIS 핵심 엔진 기술 개발 단계이다.

특히, 국내에서 개발된 엔진은 외국의 엔진이 공간 데이타베이스와 비공간 데이타베이스를 소결합(loosely coupled) 방식의 2중 데이터베이스 구조로 갖는 시스템인데 반해 공간 데이터베이스와 비공간 데이터베이스를 완전하게 하나로 밀 결합시켜(tightly coupled) 개발한 우수한 성능을 보장할 수 있는 시스템이다. 국내에서 개발된 대표적인 공간 DBMS로는 객체관계형 DBMS UniSQL을 기반으로 한 ZEUS[1]와 인하대학교 데이터베이스연구실에서 자체 개발한 객체관계 DBMS인 GEOMania Millennium Server[2] 등이 있다.

다음의 〈표 1〉은 전통적인 DBMS, GIS 및 공간 DBMS에 대한 기능 비교를 표로 나타낸 것이다. 〈표 1〉에서도 알 수 있듯이 공간 데이터 처리 기능에 있어 기존 DBMS의 기능과 결합한 공간 DBMS가 기능상 모든 면에서 기존 GIS보다 우위에 있음을 알 수 있다. 이와 같은 공간 DBMS 개발 기술을 바탕으로 GIS 분야의 새로운 파라다임의 요구에 대응하기 위한 새로운 시스템의 개발이 추진되었고, 이의 성과로서 공간 DBMS 클러스터인 Ultra Fault-tolerant 공간 DBMS(GMS/Cluster)의 연구 개발이 완료되었으며, 분산 공간 DBMS(GMS*)의 연구 개발이 진행중에 있다. 또한 인터넷 환경에서의 이질적인 지리정보에 대한 상호운용성 지원을 위한 GML 문서 관리 시스템의 연구 개발을 완료하였다. 또한 이러한 새로운 시스템과 공간 DBMS 관련 보유 기술들이 상호 통합되어 위치기반서비스(Location Based Service, LBS)를 지원하기 위한 LBS 기반 엔진으로 사용될 것이다.

1) 한국통신데이타(주)에 의해 상품화된 공간 DBMS
2) (주)지오매니아에 의해 상품화된 클라이언트/서버용 공간 DBMS

〈표 1〉 DBMS, GIS, Spatial DBMS의 기능 비교

Factor	DBMS	GIS	Spatial DBMS
Resource Sharing	Databas	File	Database Functionality
Data Model	Record-based Data Model	Spatial Data Model (Partial)	Spatial Data Model
Architecture	Client-Server	Client-Server	Distributed
Transaction Managemetn	Support	Not Support	Support
Spatial Operation	Not Support	Support	Support
Spatial Index	Not Support	Support	Support
Multi level Abstraction	Not Support	Partial Support	Support
Query Language	SQL	Not Support	Spatial SQL
Query Processing	Server-side Query Processing	Server-side Query Processing	Dual Query Processing
Administration	Support	Not Support	Support

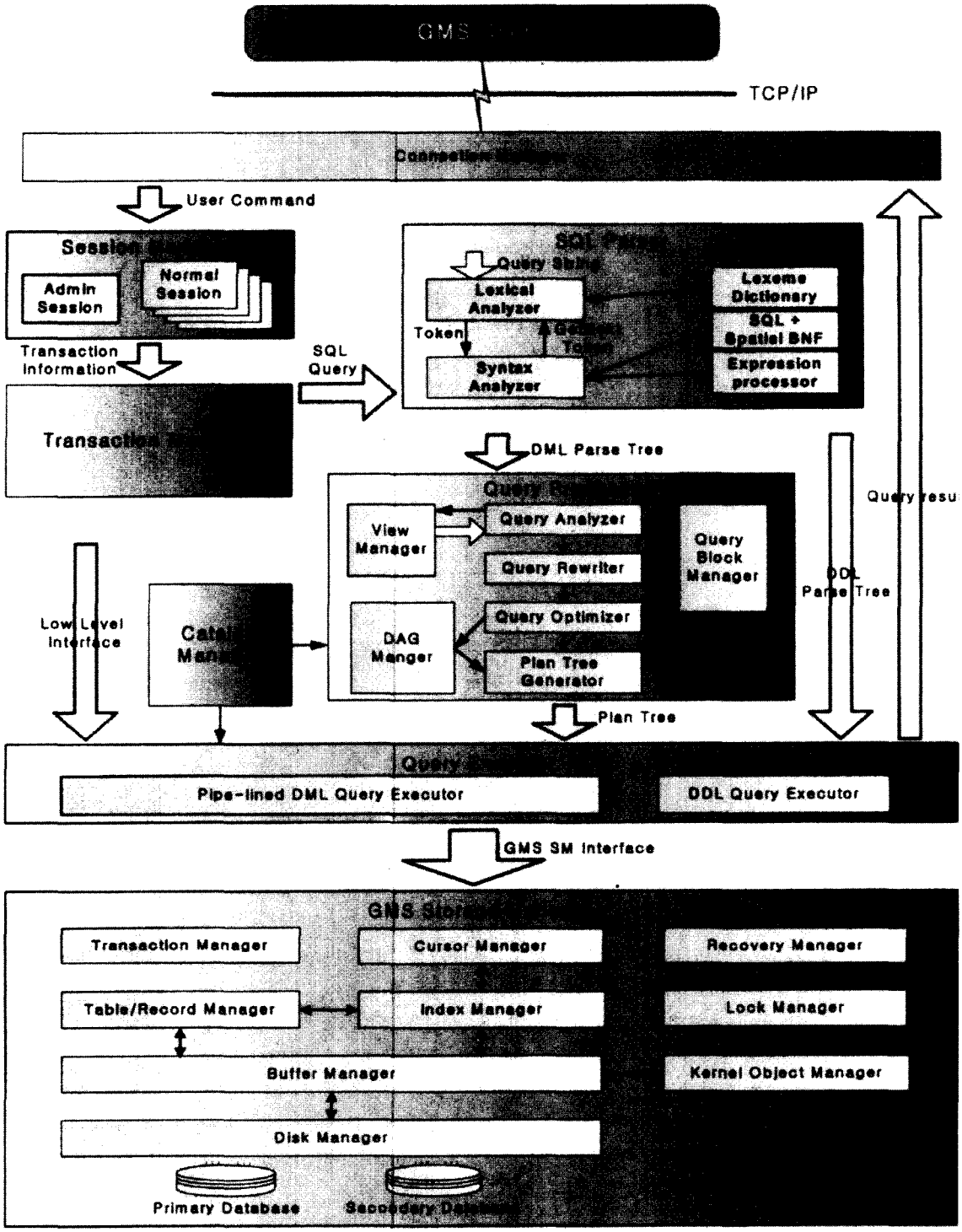
II. 클라이언트/서버 공간 DBMS : GMS

GMS는 저장 관리자, 질의 처리 엔진, 공간 데이터 처리를 위한 응용 프로그래밍 인터페이스를 포함하는 클라이언트/서버 공간 DBMS으로서, 사용자 요구를 처리하기 위한 GIS 컴포넌트를 제공한다. 기존의 GIS가 공간 데이터와 비공간 데이터를 각각 처리하여 통합하는 형태의 소결합 관리 시스템이었다면 GMS는 공간 데이터와 비공간 데이터를 동시에 처리할 수 있는 메카니즘을 제공하는 밀 결합 관리 시스템이다.

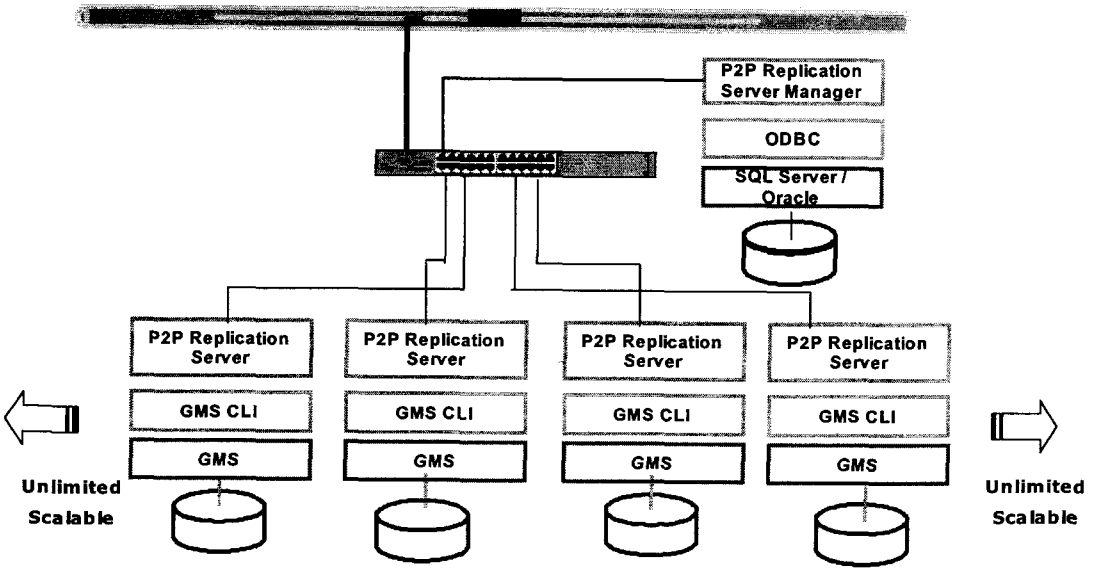
GMS의 주요 기능은 다음과 같다.

첫째, R 트리, B^+ 트리 등의 다양한 인덱스의 제공과 공간 데이터와 비공간 데이터에 대한 통합 처리를 통해 저비용 고성능 공간 데이터 처리가 가능하다. 둘째, 최적의 맞춤 서비스를 지원하기 위해 사용자 중심의 GIS 컴포넌트를 제공한다. 셋째, SQL-92 규격과 공간 연산을 위해 확장된 SQL을 지원함으로써 편리한 사용자 질의 인터페이스를 제공한다. 넷째, 효율적인 데이터 관리를 위한 공간 뷰를 지원한다. 다섯째, 전문 사용자를 위한 사용자 정의 최적화 플랜 정의 방법을 지원한다. 여섯째, 이질 분산 GIS 환경을 고려하여 DXF, SHP, SDTS, DWG, VPF, DGN 등의 다양한 데이터 포맷과 OGC OpenGIS 규격의 정보 처리의 표준 인터페이스를 제공함으로써 공간 데이터의 상호운용성을 지원한다. 일곱째, UNIX, NT 등의 다양한 플랫폼을 지원하고, 동일 클라이언트의 유연한 서버 연결을 지원한다.

GMS의 시스템 구조를 그림으로 나타내면 다음의 〈그림 1〉과 같다.



〈그림 1〉 GMS의 시스템 구조



〈그림 2〉 GMS/Cluster의 운용 환경

III. Ultra Fault-tolerant 공간 DBMS : GMS/Cluster

GMS/Cluster는 공간 데이터베이스에 대한 고가용성, 고확장성, 고성능, 고효율에 대한 새로운 사용자 요구를 위해 GMS를 기반으로 하여 개발된 공간 DBMS 클러스터로서, 비공유 방식의 Pear to Pear 시스템 구조를 갖는다.

GMS/Cluster는 슈퍼 컴퓨터와 같은 고가의 대형 컴퓨터를 사용하는 대신에 여러 개의 프로세싱 노드들을 고속의 네트워크로 연결하여 데이터베이스 클러스터를 구성하고 하나의 노드에 장애가 발생할 경우, 오류가 발생하지 않은 노드가 오류가 발생한 노드의 테이터를 넘겨받아 서비스를 중단없이 처리하도록 한다. 또한 특정 노드에 부하가 급증하는 경우나 전체 노드들이 동시에 처리할 수 있는 동시 트랜잭션의 한계가 넘어서는 경우에도 새로운 프로세싱 노드를 온라인 상태로 확장하고 부하를 고르게 분산시킬 수 있다.

GMS/Cluster의 주요 기능은 다음과 같다.

첫째, 온라인 재구성을 통한 자동 시스템 확장 기능을 갖는다. 둘째, 응용 환경에 맞추어 복제와 분할이 수행된다. 셋째, log shipping과 타임스탬프를 이용한 갱신 충돌의 해결을 통해 lazy master & update everywhere 복제를 가능하게 해준다. 넷째, 활성 노드에 대한 로드 밸런싱이 동적으로 수행된다. 다섯째, 자동 소프트웨어 업그레이드를 지원한다.

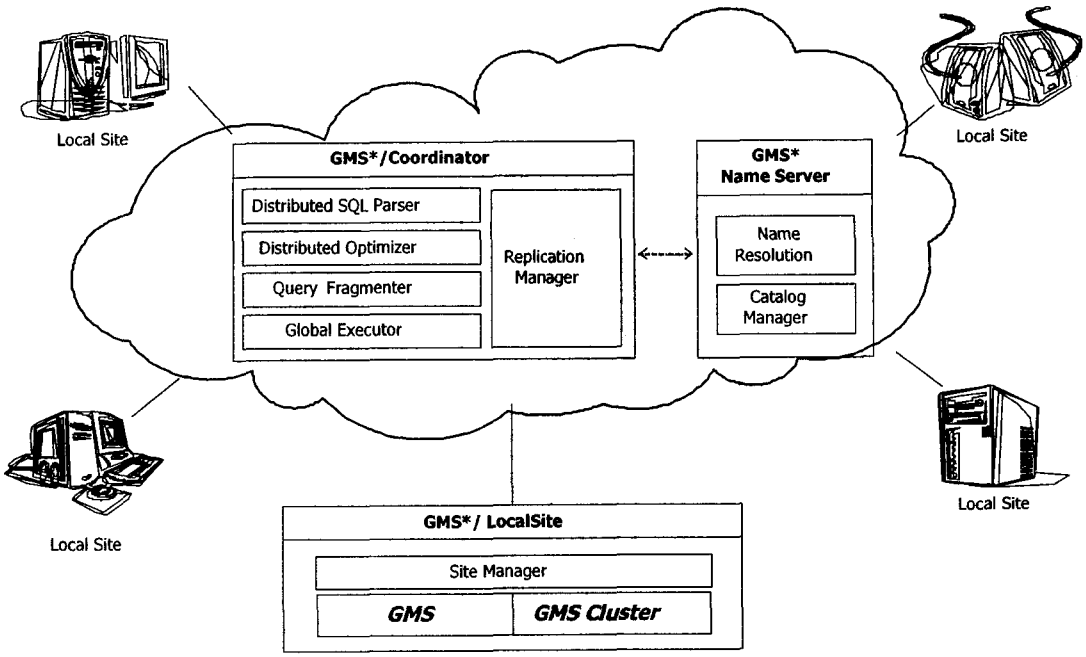
GMS/Cluster의 운용 환경을 그림으로 나타내면 다음의 〈그림 2〉와 같다.

IV. 분산 공간 DBMS : GMS*

GMS*는 여러 사이트에 분산된 공간 데이터에 대한 통합 관리를 위한 분산 공간 DBMS로서, 다양한 플랫폼, 다양한 데이터베이스 서버 환경을 지원한다.

GMS*의 주요 기능은 다음과 같다.

첫째, 질의 처리의 속도 개선을 위해 지역 사이트에 실체화된 뷰를 생성하여 처리한다. 둘째, 개선된 질의 처리 방법으로 임시 테이블을 생성하지 않고 공간 조인 연산의 처리에 iterator를 사용한다. 셋째, 변경 연산이 발생하면 incremental



〈그림 3〉 GMS*의 시스템 구조

update 방법을 사용하여 변경된 공간 데이터로 변경 로그 레코드를 생성하여 저장하고, deferred propagation 방법을 사용하여 로그 레코드를 전송한다.

GMS*는 코디네이터, 네임 서버, 지역 사이트에서 동작되는 사이트 관리자로 구성되며, 각각의 기능은 다음과 같다. 코디네이터는 클라이언트를 대신해서 질의를 받아 처리하며, SQL Parser, Global Optimizer, Query Fragmenter, Global Executor로 구성된다. 네임 서버는 지역 사이트의 등록과 이에 대한 바인딩 기능을 갖는다. 지역 사이트의 사이트 관리자는 코디네이터에 의해 주어진 질의를 처리하고, 처리 결과로 발생하는 다른 사이트에 대한 상호작용을 제어한다.

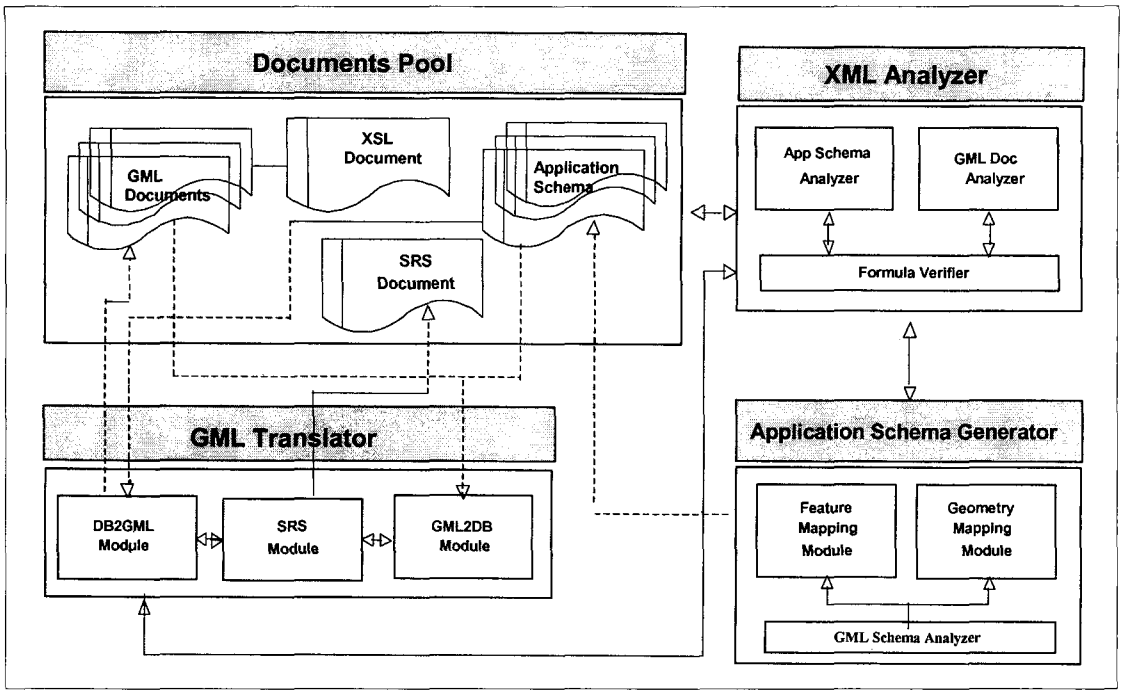
V. GML 문서 관리 시스템

GML 문서 관리 시스템은 이질적인 시스템 환경에 의해 자체 저장 형식에 따라 독립적으로 구축된 공간 데이터의 상호운용을 목적으로 OGC에서 제안한 GML을 기반으로 하여 사용자의 요구에 따라 공간 데이터베이스로부터 어플리케이션 스키마를 자동 생성하고, GML 문서에 표현된 지리정보를 공간 데이터베이스에 저장하거나 공간 데이터베이스의 지리정보를 GML 문서로 상호 변환하는 방법을 제공하는 시스템이다.

GML 문서 관리 시스템의 주요 기능은 다음과 같다.

첫째, 작성된 GML 문서에 대해 GML 파서를 이용하여 well-formed 문서 검증, 유효성 검증 및 분석을 수행한다. 둘째, GML 문서의 생성에 참조하기 위한 어플리케이션 스키마를 자동 생성한다. 셋째, 공간 객체에 대한 주석 정보 기술을 위한 타입을 정의하여 스키마를 작성한다. 넷째, 공간 데이터베이스와 GML 문서 사이의 공간 데이터 변환을 수행한다. 다섯째, 좌표 체계 확인, 수정 및 변환 기능을 제공한다.

GML 관리 시스템의 구조를 그림으로 표현하면 다음의 〈그림 4〉와 같다.



〈그림 4〉 GML 문서 관리 시스템의 구조

Ⅵ. LBS 응용의 기반 시스템으로서의 GMS/LBS

LBS란 이동 통신 기술의 발달과 함께 휴대폰, PDA, Notebook PC 등 휴대용 단말의 위치 추적, 위치와 관련된 정보를 제공하는 유/무선 단말의 진보된 시스템 및 서비스를 말한다. 이러한 서비스를 위한 저장 및 검색 시스템들은 다수의 단말기 및 사용자로부터 오는 검색 및 갱신 연산을 효과적으로 원하는 시간내에 처리해야 하는 요구사항을 갖는다.

LBS를 지원하기 위한 시스템에서는 메인 메모리 시스템을 주로 사용한다. 메인 메모리 시스템은 빠르기는 하지만 데이터베이스 크기가 매우 한정적이며, 안전성 측면에서 디스크 기반 시스템에 비해 떨어진다는 문제점을 갖는다.

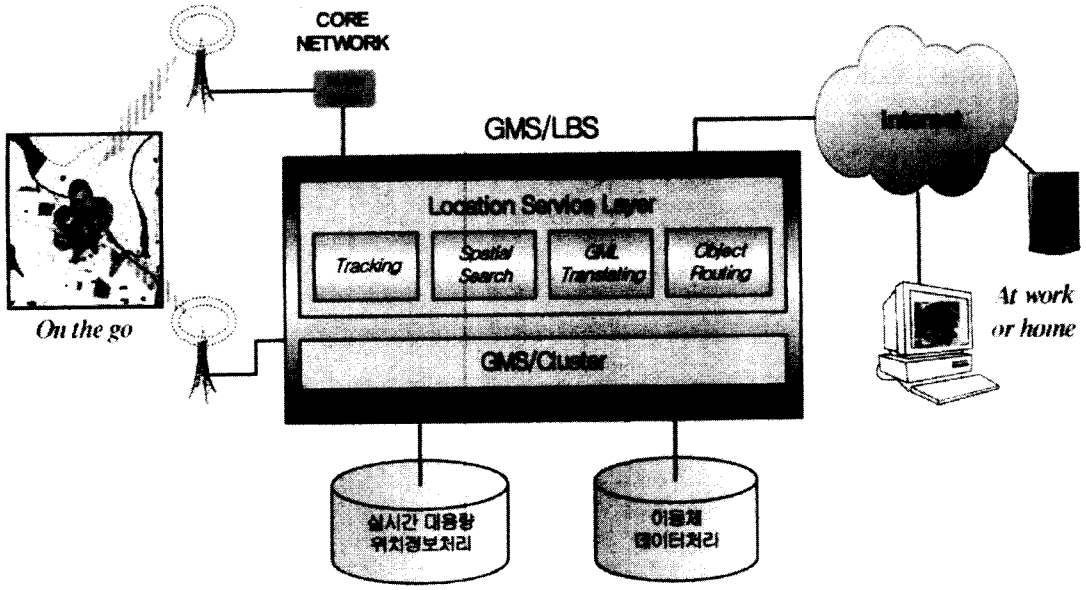
GMS/LBS는 고성능, 고가용성 GMS/Cluster를 하부저장 시스템으로 하며, 표준 LBS 응용 서비스를 위하여 location service layer를 제공함으로써 다양한 LBS 응용 분야 지원을 위한 고성능, 고가용성 서비스를 제공한다.

본 시스템의 주요 기능은 다음과 같다.

첫째, Tracking 서비스는 유/무선 이동객체의 파악된 위치와 이동방향 정보를 추적/가공 하여 사용자에게 제공하는 것이다.

둘째, Spatial Search 서비스는 각 지역별 공간객체의 접근성, 위치, 방향 등의 정보를 고려하여 POI(Point Of Interest) 서비스에 대한 질의처리를 수행하는 것이다.

셋째, GML Translating 서비스는 이동객체에 대한 다양한 정보를 수집하여 모든 데이터의 상호운용성을 제공하기 위하여 사용자의 위치정보 및 다양한 공간 데이터를 K-GML로 변환하는 서비스를 제공한다. K-GML은 GML 2.1.1 명세를 기반으로 하여 GML 3.0 draft 명세를 포함하고 있으며, 인하대 지능형 GIS 센터의 제3세부 과제를 통해 표준화가 진행되고 있다. LBS 응용에 대한 사용자 인터페이스의 대부분은 음성 서비스 형태로 지원될 것으로 예상된다. 따라서



〈그림 5〉 GMS/LBS 시스템 구조

K-GML 표준화 작업에서는 음성 데이터를 binary 형태의 voice 타입으로 DB에 저장하고, 이를 XML 형태의 K-GML 문서로 변환하기 위한 응용 스키마를 제공할 예정이다.

넷째, Object Routing 서비스는 사용자가 원하는 장소에서 원하는 정보를 얻을 수 있도록 서비스 받고자 하는 LBS 서비스의 종류를 선택하여 받을 수 있도록 해주는 기능이다. 사용자가 원하는 정보의 타입을 바탕으로 하여 각 사용자에게 개별적인 정보를 제공하는 것이다.

Ⅶ. 결 론

지금까지 인하대학교 데이터베이스연구실에서 연구 개발된 시스템들을 토대로 하여 공간 데이터베이스 관리 시스템 기술과 새로운 접근으로의 기술 개발 방향에 대하여 기술하였다.

공간 DBMS로서의 GIS 접근을 위한 연구 개발에 있어서는 서버 approach로서 클라이언트/서버 공간 DBMS인 GEOMania Millennium Server(GMS)와 공간 DBMS 클러스터인 Ultra Fault-tolerant 공간 DBMS(GMS/Cluster)의 연구 개발을 완료하였고, 분산 공간 DBMS(GMS*)의 연구 개발을 진행하고 있다. 또한 인터넷 approach로는 인터넷 상의 이질적인 지리정보에 대한 상호운용성 지원을 위한 GML 문서 관리 시스템을 연구 개발하였다. 이들 공간 DBMS 관련기술 및 새로운 방향의 기술들은 궁극적으로는 GIS에서의 새로운 응용분야인 LBS 플랫폼으로 사용될 GMS/LBS의 개발로 귀착될 것이다.

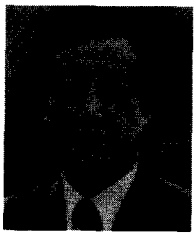
참 고 문 헌

[1] 이환재, 안준순, 강동재, 이경모, 정보홍, 박동선, 배해영, "GEO/Millennium 클라이언트-서버 공간 데이터베이스 시스템," 한국정보과학회 춘계학술발표논문집, 27권, 1호, 2000.

[2] 김종현, 김명근, 김성희, 배해영, "KORED/StormNT : 공간 데이터베이스를 위한 저장

관리자의 설계 및 구현" 한국정보과학회 춘계학술발표논문집, 28권, 1호, 2001.
〔3〕 최상길, 이종원, 김장수, "ZEUS를 활용한 공간정보유통체계," 데이터베이스연구회지, 18권, 1호, 2002.
〔4〕 유병섭, 이충호, 이재동, 배해영, "확장 가능한 고가용 데이터베이스에서 네트워크 비용을 줄이기 위한 변경된 분할 기법," 한국정보과학회 춘계학술발표논문집, 29권, 1호, 2002.
〔5〕 장용일, 이충호, 이재동, 배해영, "확장 가능한 고가용 데이터베이스에서 개선된 온-라인 확장 기법," 한국정보과학회 춘계학술발표논문집, 29권, 1호, 2002.
〔6〕 김태연, 조숙경, 정보홍, 배해영, "멀티 서버 환경에서의 공간 뷰 생성 및 실체와 기법," 한국정보과학회 추계학술발표논문집, 28권, 2호, 2001.
〔7〕 고주일, 이환재, 김명근, 이순조, 배해영, "분산 공간 데이터베이스 시스템에서 효율적인 질의 처리를 위한 병렬연쇄 공간 조인 기법," 한국정보처리학회 2002년 춘계학술발표논문집, 9권, 1호, 2002.
〔8〕 안영수, 박순영, 정원일, 배해영, "공간 데이터베이스와 GML 문서간의 지리 정보 변환 방법," 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, 9권, 2호, 2002.
〔9〕 안영수, 박순영, 정원일, 배해영, "웹 상에서의 GML 기반 지리정보 서비스 시스템의 설계 및 구현," 개방형지리정보시스템학회 추계학술대회논문집, 5권, 2호, 2002.

저 자 소 개



裵 海 英

1974년 인하대학교(공학사, 응용물리학), 1978년 연세대학교(공학석사, 전자계산학), 1990년 숭실대학교(공학박사, 전자계산학), 1982년~현재 : 인하대학교 컴퓨터공학과 교수, 2000~현재 : 중국 중경우전대학 명예교수, 1999년~현재 : 정보통신부 지정 지능형 GIS센터장, 2001년~현재 : 건설교통부 국가 GIS추진 민간자문위원장, 2001년~현재 : ETRI 컴소연 자문위원, 2002년~현재 : 개방형지리정보시스템학회 회장, 〈주관심 분야 : 데이타베이스, 공간데이타베이스〉