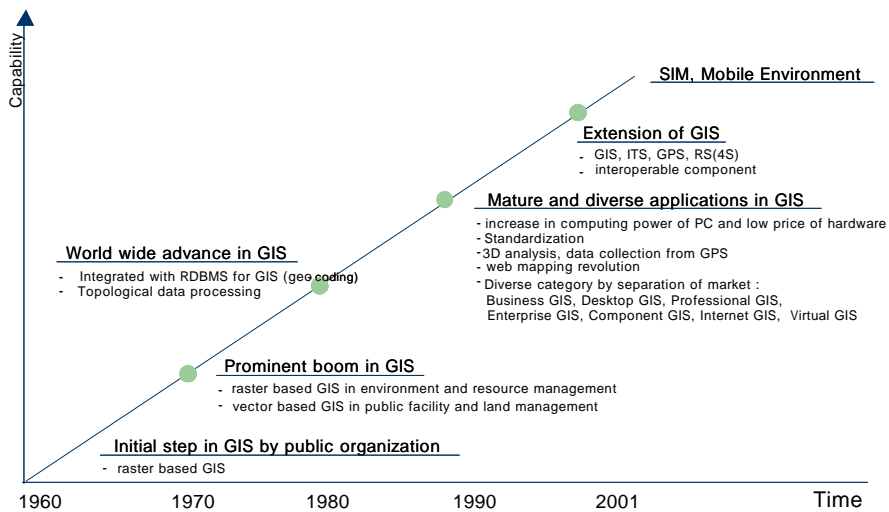


제 2절 지리정보시스템

1. GIS 기술의 변화

1960년대의 GIS 태동기를 거쳐 70년대부터 자원관리 및 공공시설물관리를 위해 레스터 및 벡터를 기본으로 한 GIS 시스템이 이용되기 시작하였다. 이러한 GIS 기술이 80년대에 이르러 관계 데이터베이스시스템과 결합되면서 geo-coding 기술이 보편화되었고, 위상 데이터 (Topology Data) 처리기술로 고급화된 응용 프로그램 개발이 가능하게 되었다. 90년대 이후의 GIS는 개인용 컴퓨터의 보급으로 자원관리 등의 관련 기술을 사용하는 일부 사용자에서 일반 사용자로 사용자 층이 확대되었으며, 고성능 하드웨어의 등장으로 다양한 응용, 특히 3D 분석 및 처리 기술, GPS로부터의 데이터 수집 및 활용 등 고속의 실시간 처리를 필요로 하는 응용 업무가 가능하게 되었다. 또한 비즈니스 GIS, 데스크탑 GIS, 프로페셔널 GIS, 컴포넌트 GIS, 인터넷 GIS, 엔터프라이즈 GIS 등 다양하고 세분화된 GIS가 등장하였다. 특히, 이 시기에 가장 큰 특징으로는 인터넷 GIS 즉, 웹 GIS의 등장을 꼽을 수 있다. 이로 인해 일반 사용자의 GIS 이용 양상이 다양해졌으며 개인과 관련된 여러 응용 프로그램이 보급되었다는 점이 주목된다. 2000년대에 이르러서는 GIS 기술이 기존의 RS, GPS, ITS 등의 기술과 통합되어 다양한 응용에 적합한 GIS 기술로 발전하는 4S 통합 기술로 발전되고 있다. 또한 앞으로는 [그림 3-8-16]과 같이 GIS와 그 관련기술이 SIM (Spatial Information Management) 및 Mobile



[그림 3-8-16] GIS의 기술에 대한 로드맵

Technology로 정의되는 새로운 패러다임의 GIS 기술로 발전되리라고 전망하고 있다.

2. 국내 GIS 핵심 엔진기술

국내 GIS 관련 산업 발전은 ‘제1차 국가 GIS 사업(1995~2000)’의 추진과정에서 본격화 되었고, 이 시기를 통해 지리정보에 대한 저장, 처리, 분석 등의 GIS 기술도 크게 발전하였다. 특히 GIS S/W의 개발 관점에서 본 GIS의 발전 단계는 공간 데이터베이스의 GIS 엔진으로의 접근을 기준으로 하여 크게 두 단계로 구분할 수 있다. 첫 번째 단계는 GIS 초기 발전 단계로서 기존의 관계 데이터베이스 시스템이나 파일 시스템을 기반으로 하여 공간 데이터와 비공간 데이터에 대한 처리를 각각 수행하고, 반환된 결과를 병합하거나 실질적인 공간 연산의 수행은 GIS S/W가 처리하는 형태의 GIS용 S/W를 개발하여 사용하는 단계이다. 두 번째 단계는 공간 데이터 관리와 공간 인덱스를 지원하고, 이에 대한 공간 연산을 제공하는 공간 데이터베이스 관리시스템(Database Management System, DBMS)을 개발하여 기존의 GIS를 대체 활용하는 GIS 핵심 엔진기술 개발단계이다.

국내에서 공간 데이터 처리기술과 데이터베이스

스기술을 엔진 수준에서 완전하게 하나로 밀결합시켜(tightly coupled) 개발한 대표적인 공간 DBMS로는 객체관계형 DBMS UniSQL을 기반으로 한 ZEUS¹⁾와 인하대학교 데이터베이스 연구실에서 자체 개발한 관계 DBMS를 기반으로 한 GEOMania Millennium Server²⁾ 등이 있다.

본 절의 지리정보시스템에서는 인하대학교 데이터베이스연구실에서 현재까지 개발한 GIS S/W를 기반으로 해서 GIS의 발전 단계를 설명하도록 하겠다.

가. GIS의 초기 발전 단계

GIS의 초기 발전 단계는 Desktop GIS인 GEOMania³⁾에 대한 연구개발과 Web GIS인 GEO/WEB에 대한 연구개발 단계를 포함하며, 이들 각각에 대해 설명한다.

(1) 데스크탑 GIS(standalone GIS) : GEOMania
데스크탑 GIS인 GEOMania는 데스크탑 개인용 컴퓨터의 사용자에게 GUI(Graphical User Interface)를 통해 쉽게 지리정보를 지도로 생성

1 한국통신데이터(주)에 의해 상품화된 공간 DBMS

2 (주)지오매니아에 의해 상품화된 클라이언트/서버용 공간 DBMS

3 (주)지오매니아에 의해 상품화된 데스크탑 GIS

하여 보여주거나 전형적인 공간 데이터 관리 및 공간 분석 등의 방법을 제공한다. GEOMania가 갖는 주요 기능은 다음과 같다.

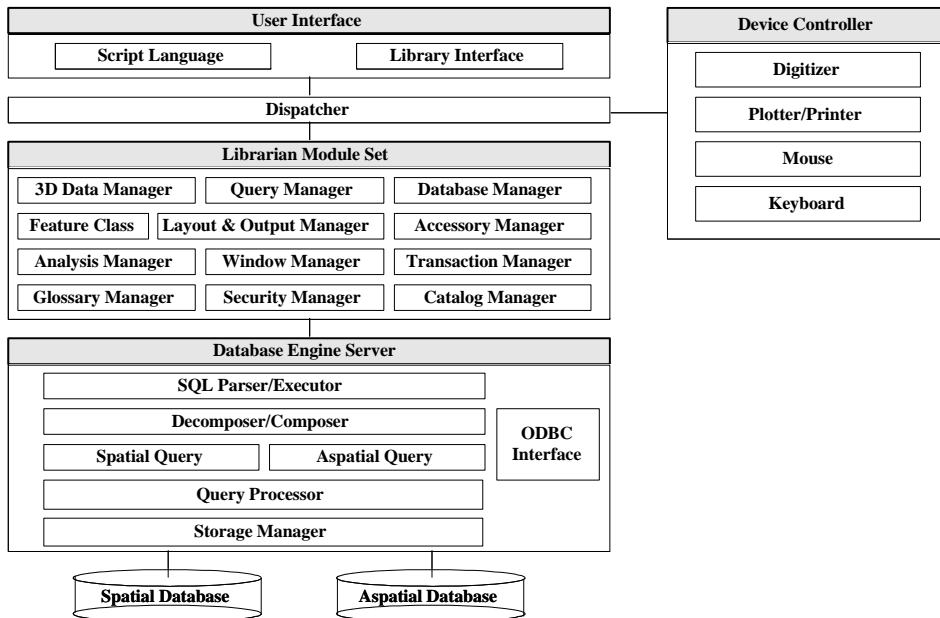
첫째, 자체 데이터 저장 포맷뿐만 아니라 이질 환경의 공간 데이터에 대한 상호운용성을 제공하기 위해 SDTS, DGN, DWG, MIF, SHP 등의 표준 데이터 포맷을 지원하고, OGC의 OpenGIS 규격을 지원한다. 둘째, 자체 DBMS를 사용하거나 ODBC와 같은 표준화된 연결 인터페이스를 이용하여 상용 DBMS를 사용할 수 있도록 한다. 셋째, 프로그래밍 사용자 편의 제공을 위해 4GL과 자체 스크립트 언어를 제공하고, 응용 프로그래밍 인터페이스를 제공한다. 넷째, 표준 질의어로 SQL을 지원한다. 다섯째, TM, UTM 등의 좌표 시스템을 제공하고, 사용자 정의 좌표 시스템 기능을 통해 다양한 좌표 시스템을 사용할 수 있도록 한다. 여섯째, 위상 데이터를 생성하고, 분석할 수 있도록 한다. 일곱째, 컴포넌트기반 응용 소프트웨어 개발 환경을 제공한다. 여덟째, 공간 분석 기능과 그리드 데이터 생성을 통한 위성 데이터 처리 기능을 제공한다.

[그림 3-8-17]은 데스크탑 GIS인 GEOMania의 시스템 구조를 간략하게 도시하였다.

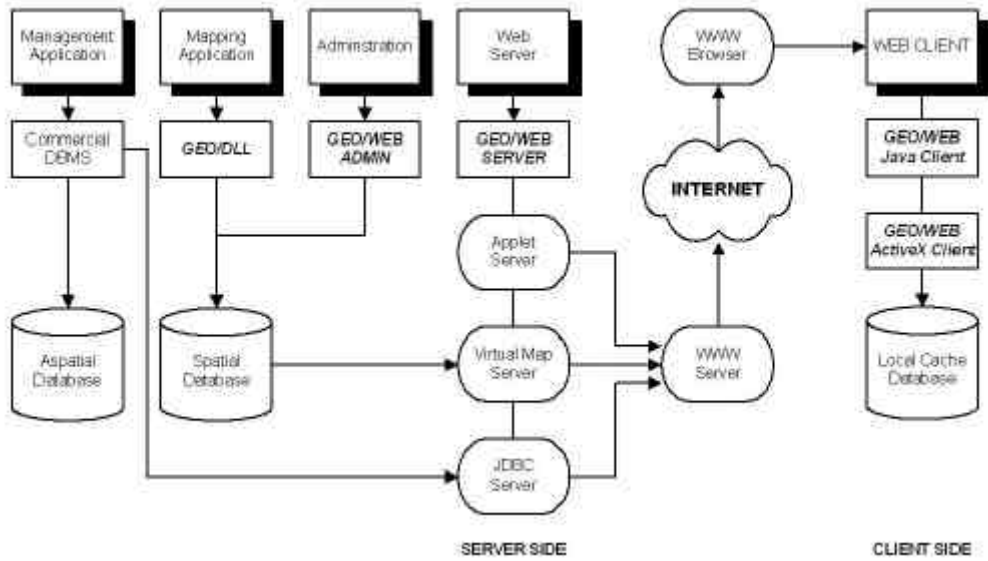
(2) 웹 GIS : GEO/WEB

웹 GIS인 GEO/WEB은 웹 브라우저를 기반으로 다양한 지리 정보를 사용자에게 제공하는 GIS이다. GEO/WEB의 서버는 기존 GIS에 대한 변경이 발생하지 않는 CGI(Common Gateway Interface)를 사용한다. GEO/WEB의 클라이언트는 지리 데이터와 이에 대한 처리 모듈을 모두 전송 받으며, 자바 애플릿이나 ActiveX Control을 플러그인하는 방식으로 구현되었다. GEO/WEB의 주요 기능은 다음과 같다.

첫째, Zoon In/Zoom Out/Move/Panning 등의 지도 브라우징 방법을 제공한다. 둘째, 레이어 제어를 수행한다. 셋째, 비공간 데이터에 대한 테이블 관리를 수행한다. 넷째, 질의 발송(query shipping)과 데이터 발송(data shipping) 방법을 복합한 하이브리드(hybrid) 질의 처리 방식에 의해 질의를 효율적으로 처리한다. 다섯째, 멀티미디어 디코딩(decoding)과 URL 네비게이션(navigation)을 처리한다. 여섯째, 서버의 통



[그림 3-8-17] 데스크탑 GIS GEOMania의 시스템 구조



[그림 3-8-18] 웹 GIS GEO/WEB의 운용 환경

[표 3-8-19] DBMS, GIS, Spatial DBMS의 기능 비교

Factor	DBMS	GIS	Spatial DBMS
Resource Sharing	Database	File	Database, Functionality
Data Model	Record -based Data Model	Spatial Data Model (Partial)	Spatial Data Model
Architecture	Client - Server	Client - Server	Distributed
Transaction Management	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

계 모니터링을 수행한다.

GEO/WEB의 운용 환경은 [그림 3-8-18]과 같다.

나. 공간 DBMS로서의 GIS 접근

GIS의 두 번째 발전 단계는 기존 GIS를 공간 데이터와 이에 대한 공간 연산을 제공하는 공간 DBMS로 대체하기 위해 진행되는 연구개발단계로 정의한다. [표 3-8-19]는 전통적인 DBMS, GIS 및 공간 DBMS에 대한 기능 비교를 표로 나타낸 것이다. [표 3-8-19]에서도 알 수 있듯이 공간 데이터 처리기술과 기존 DBMS의 기능을 결합한 공간 DBMS가 기능상 모든 면에서 기존 GIS보다 우위에 있음을 알 수 있다. 이와 같은 공간 DBMS로서의 GIS 접근을 위한 연구개발단계로 클라이언트/서버 공간 DBMS인 GEOMania Millennium Server (GMS)에 대한 연구개발, 공간 DBMS 클러스터인 울트라 fault-tolerant 공간 DBMS(GMS/Cluster)의 연구개발, GML 문서 관리 시스템의 연구 개발이 진행되었고, 분산 공간 DBMS (GMS*)의 연구개발 및 Spatio-temporal DBMS의 연구 개발이 현재 진행되고 있다.

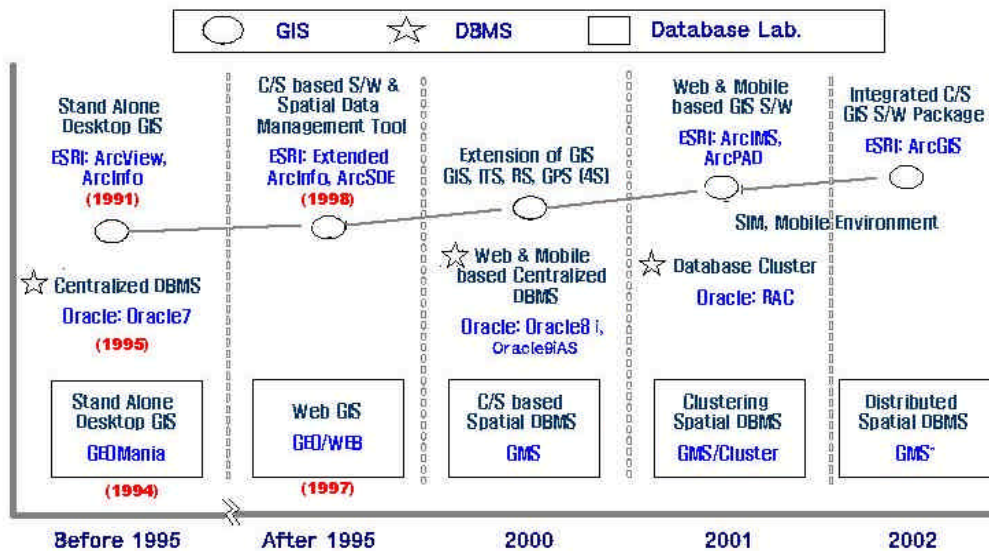
[그림 3-8-19]는 GIS S/W에 대한 연구개발을 통해 살펴본 GIS 발전단계를 GIS와 DBMS의 진화 측면을 고려하여 비교한 그림이다. 이 그림에서 표현된 것과 같이 GIS S/W는 DBMS에 영향을 받아 발전되고 있음을 알 수 있다.

다음은 클라이언트/서버 공간 DBMS인 GMS, 공간 DBMS 클러스터인 GMS/Cluster, GML 문서관리시스템, 분산 공간 DBMS인 GMS*, Spatio-temporal DBMS인 GMS/T 각각에 대해 설명한다.

(1) 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(loosely coupled) 관리시스템이었다면 GMS는 공간 데이터와 비공간 데이터를 동시에 처리할 수 있는 메카니즘을 제공하는 밀결합(tightly coupled) 관리시스템이다. GMS의 주요 기능은 다음과 같다.

첫째, R+ 트리, B+ 트리 등의 다양한 인덱스



[그림 3-8-19] GIS 대 DBMS의 진화

의 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 정보처리를 위한 표준 인터페이스를 제공함으로써 공간 데이터의 상호 운용성을 지원한다. 일곱째, UNIX, NT 등의 다양한 플랫폼을 지원하고, 동일 클라이언트의 유연한 서버 연결을 지원한다. GMS의 시스템 구조는 [그림 3-8-20]과 같다.

(2) 공간 DBMS 클러스터 : 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 Peer to Peer 방식의 시스템 구조를 갖는다.

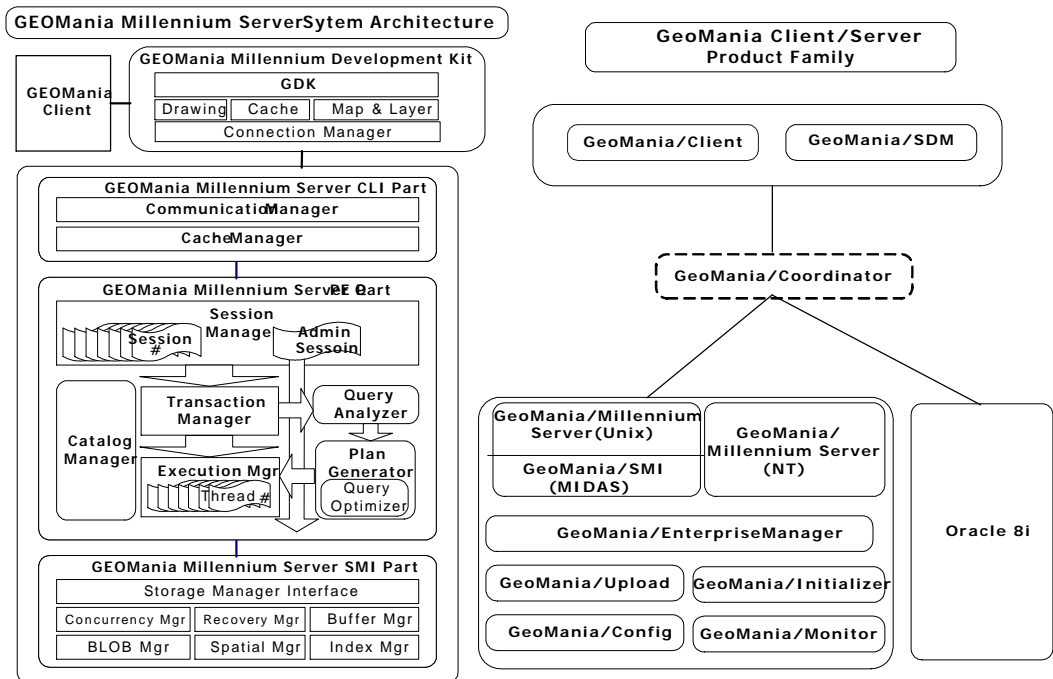
GMS/Cluster의 주요 기능은 다음과 같다.

첫째, 온라인 재구성을 통한 자동 시스템 확장 기능을 갖는다. 둘째, 응용 환경에 맞추어 복제와 분할이 수행된다. 셋째, 로그발송(log shipping)과 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.

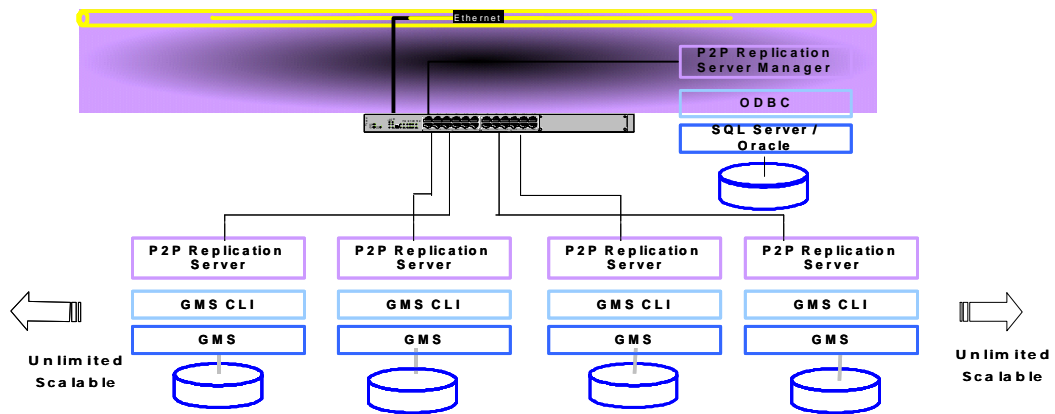
GMS/Cluster의 운용 환경은 [그림 3-8-21]과 같다.

(3) 공간 데이터의 상호운용성 지원을 위한 GML 관리 시스템

GML 관리 시스템은 이질적인 시스템 환경에 의해 자체 저장 형식에 따라 독립적으로 구축된



[그림 3-8-20] GMS의 시스템 구조

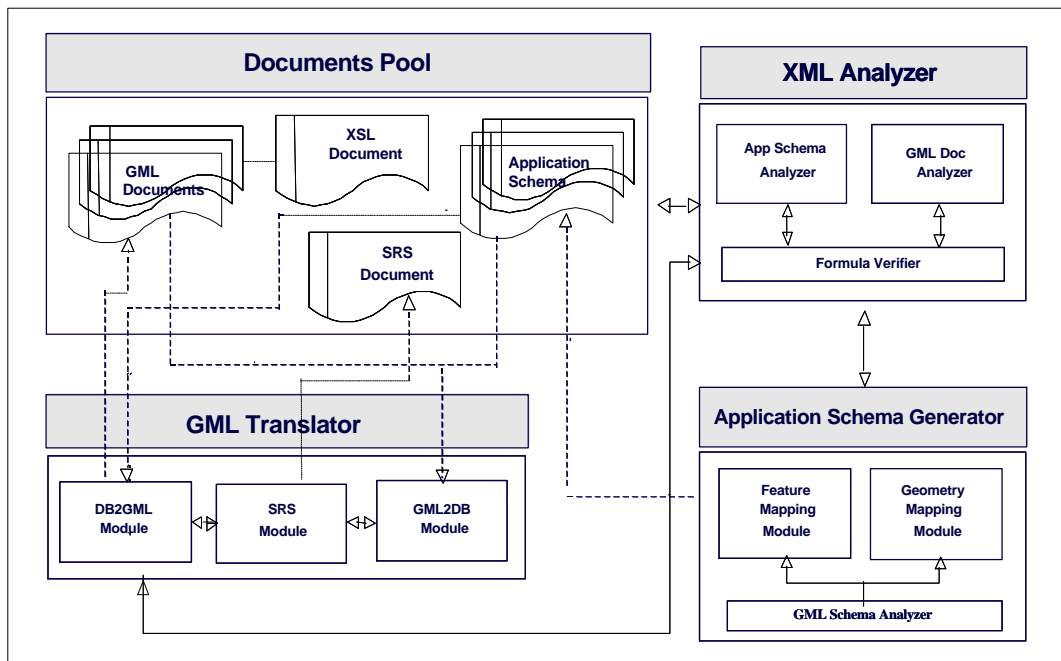


[그림 3-8-21] GMS/Cluster의 운용 환경

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 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, 좌



[그림 3-8-22] GML 관리 시스템의 구조

표 체계 확인, 수정 및 변환 기능을 제공한다.

GML 관리 시스템의 구조를 그림으로 표현하면, [그림 3-8-22]와 같다.

(4) 분산 공간 DBMS : GMS*

GMS*는 여러 사이트에 분산된 GIS 데이터에 대한 통합관리를 위한 분산 공간 DBMS로서, 다양한 플랫폼, 다양한 데이터베이스 서버 환경을 지원한다. GMS*의 주요 기능은 다음과 같다.

첫째, 질의처리 속도의 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 Update 방법을 사용하여 변경된 공간 데이터로 변경 로그 레코드를 생성하여 저장하고, Deferred Propagation 방법을 사용하여 로그 레코드를 전송한다.

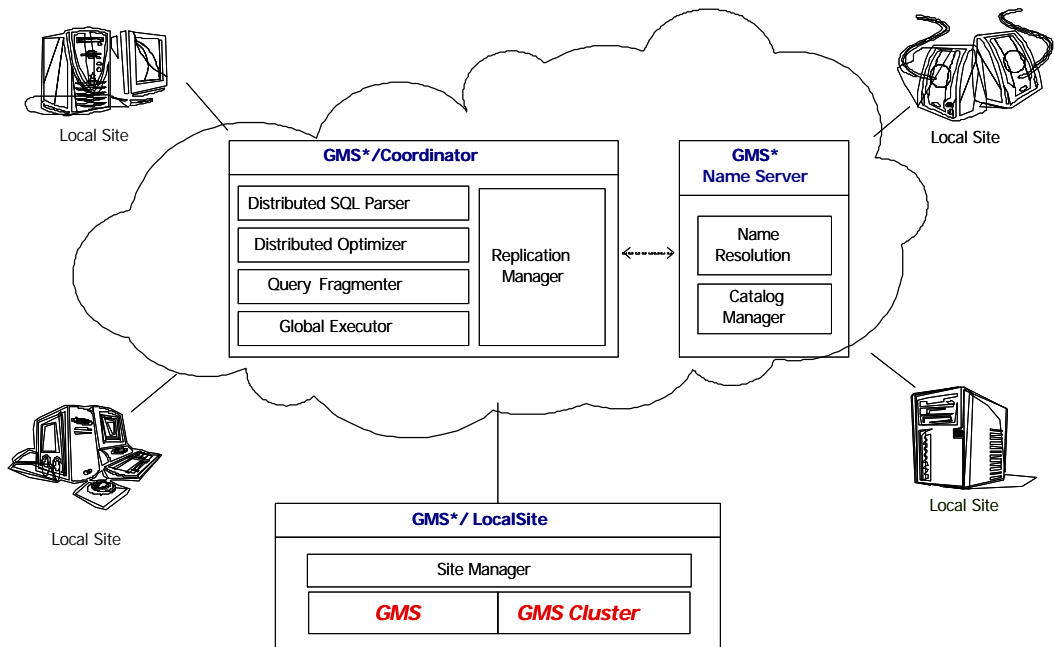
GMS*는 코디네이터, 네임서버, 지역 사이트에서 동작되는 사이트 관리자로 구성되며, 각각의 기능은 다음과 같다. 코디네이터는 클라이언트를

대신해서 질의를 받아 처리하며, SQL Parser, Global Optimizer, Query Fragmenter, Global Executor로 구성된다. 네임서버는 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.

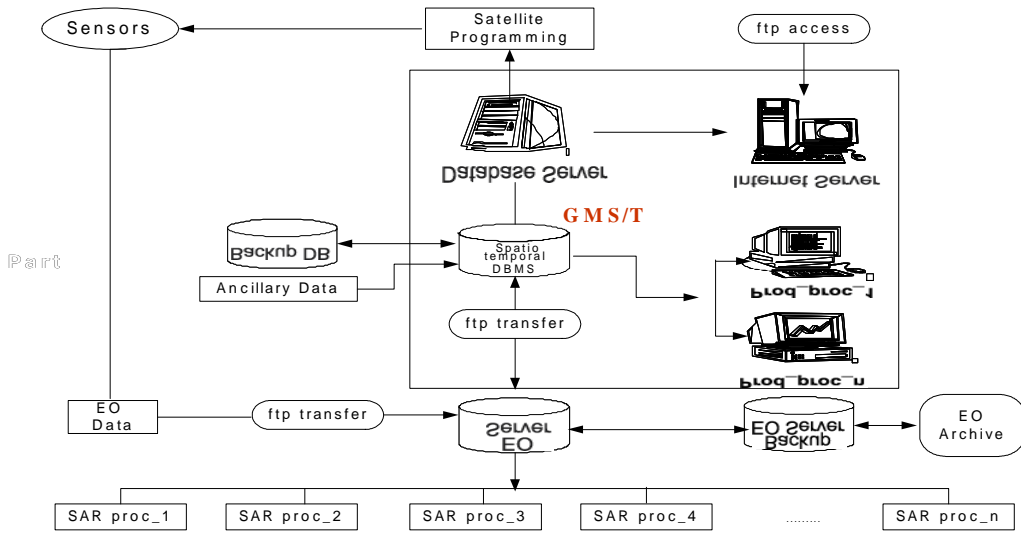
(5) Spatio-temporal DBMS : GMS/T

GMS/T는 시간 개념을 갖도록 클라이언트/서버 공간 DBMS인 GMS를 확장한 버전으로서 한국과 스위스의 협력에 의해 수행되는 Crop Information Service의 기반이 되는 DBMS로 사용될 목적으로 연구 개발되고 있다. GMS/T는 RS기술을 활용해 위성에서 주기적으로 관측하여 전송하는 SAR 데이터들을 전처리 과정을 거쳐 처리한 후 이들을 시간대별 데이터베이스로 생성하여 관리한다. Crop Information Service 환경에서 Spatio-temporal DBMS인 GMS/T가 사용될 위치는 [그림 3-8-24]와 같다.

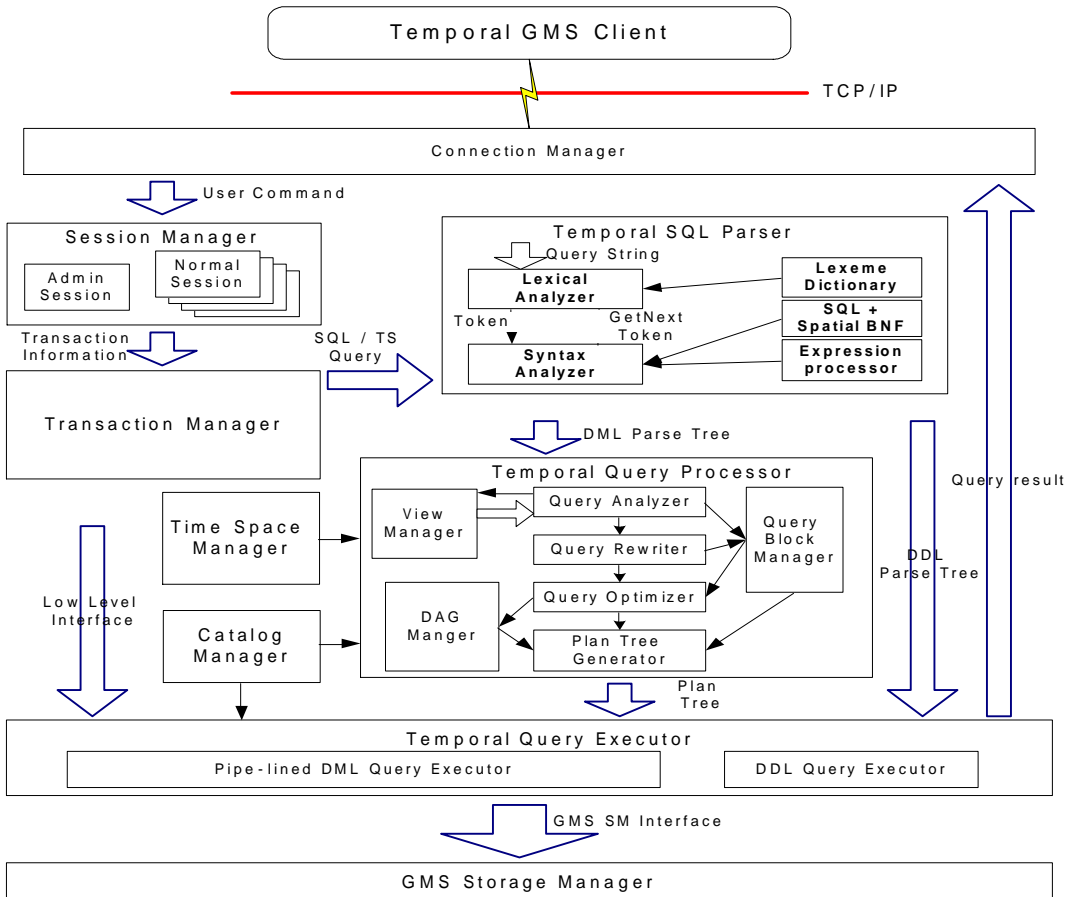
GMS/T의 시스템 구조는 [그림 3-8-25]와 같다.



[그림 3-8-23] GMS*의 시스템 구조



[그림 3-8-24] Crop Information Service 환경에서의 GMS/T의 위치



[그림 3-8-25] GMS/T의 구조

3. 새로운 패러다임의 GIS 기술

가. 4S 통합 기술

4S 통합 기술은 활용 분야에 따라 제각기 발전해오던 GIS, RS(Remote Sensing), GPS(Global Positioning System), ITS(Intelligent Transport System) 기술을 통합하여 새로운 GIS 응용에 활용하는 기술을 말한다. 특히, 최근 각각의 시스템 운용 환경에서 구축된 데이터베이스에 대한 공동 사용의 필요성이 증대되어 개방형 GIS 컴포넌트 S/W 관점의 연구가 활발히 진행되고 있다.

4S 통합을 위한 기술들을 살펴보면, GIS에 의한 벡터 데이터와 RS의 레스터 데이터 사이의 상호 변환 및 연계 기술, GPS에 의한 위치 데이터와 GIS의 벡터 데이터 사이의 매핑 기술 등이 있으며, 4S 환경에서 공통으로 사용되는 공간 데이터베이스의 통합 기술, 공간 데이터 사이의 상호운용성 지원 기술 등이 있다.

나. 모바일 GIS를 기반으로 하는 LBS 기술

무선 인터넷과 PDA 등의 모바일 단말기의 발전으로 GIS를 위한 데이터베이스 기술은 점차 모바일 GIS 환경의 LBS(Location Based Service)로 발전되고 있다.

일반적인 의미에서의 LBS는 단말기를 이용하여 위치를 추적하고, 위치와 관련된 정보를 제공하는 무선 서비스라고 할 수 있으며, 이와 같은 LBS 환경을 구축하기 위해서는 위치결정기술, 무선 인터넷의 위치처리기술, 공간데이터처리기술, LBS 기반 플랫폼기술, LBS 관련 응용 S/W 개발기술, 표준화 관련 기술, LBS 서비스 개발기술 등이 복합적으로 필요하다.

다. SIM(Spatial Information Management)

SIM이란 공간정보관리기술로 GIS 및 GIS가 다루는 공간정보의 개념을 기존의 IMS(Information Management System, 정보관리시스템)와 통합하여 확장한 기술을 말한다. 이러한

SIM은 GIS(Geographic Information System) 분야, BSS(Business Support System) 분야와 PP(Personal Productivity) 분야로 구성된다. SIM을 구성하는 각각의 분야에 대한 설명을 기술하면 다음과 같다.

첫째, GIS 분야는 기존의 지리정보시스템 분야로서 공간 데이터 변환, 분석, 모델링, 공간 데이터 표현과 관련된 응용시스템과 수치지도 제작, 수정 및 이를 이용한 시설물관리, 토지관리, 환경 관리 등 현재 가장 널리 응용되고 있다.

둘째, BSS 분야는 공간정보를 경영관리의 한 요소로서 활용하기 위한 분야로서 ERP(Enterprise Resource Planning), CRM(Customer Relationship Management), SCM(Supply Chain Management)에 공간정보와 공간정보처리 기능을 내장하여 확장시킨 응용시스템을 말한다. 이는 데이터베이스 기술과 일종의 공간정보처리 기술을 접목시킨 것으로 생산, 유통, 판매, 금융 등의 경제사회 전반에 걸쳐 활용될 수 있다.

셋째, PP(Personal Productivity)분야는 인터넷, 이동 통신 기술이 GIS 기술과 통합되어 이루어지는 분야로서 휴대전화 및 PDA등을 이용한 LBS(Location Based Service)와 관련된 다양한 정보 서비스를 가능하게 하는 기술분야를 말한다.

세계적인 민간 시장조사기관인 IDC(International Data Corp.)에 따르면 [표 3-8-20]과 같이 GIS 산업의 성장은 5% 미만에 머물고 BSS나 PP 분야의 성장률은 25% 이상을 상회하여 향후 1~2년 이내에 기존 GIS 시장을 추월할 것으로 전망된다.

[표 3-8-20] SIM의 구성 및 각각의 발전 전망

	GIS	BSS	Personal Productivity
Current Revenue	~75%	~20%	<5%
Growth Rate	~2 to 5%	~25 to 35%	Too early
Potential Users	< 1,000,000	~8,000,000	~20,000,000
% Penetration	Near saturation	<10%	Too early

자료 : ISS/International Data Corp.

4. GIS 기술의 향후 전망

국내 GIS 기술은 1995년부터 시작된 ‘국가 GIS 사업’의 영향으로 지리정보의 구축, 표준화 및 관련 법규의 정리, 지리정보시스템에 대한 연구 개발 등에 있어서 많은 발전을 가져왔으며, 이를 통해 지리정보시스템의 사용이 본격적으로 이루어지게 되었다.

GIS S/W의 개발 관점에서 GIS의 발전 단계는 공간 데이터베이스의 GIS 엔진으로의 접근을 기준으로 크게 두 단계로 구분할 수 있다. 첫 번째 단계는 GIS 초기 발전 단계로서 화일 시스템 기반의 GIS용 S/W를 개발하여 사용하는 단계이고, 두 번째 단계는 공간데이터관리와 공간 인덱스를 지원하고, 이에 대한 공간 연산을 제공하는 공간 DBMS를 개발하여 기존의 GIS를 대체 활용하는 GIS 핵심 엔진기술 개발 단계이다.

GIS 관련 응용은 SIM 등의 새로운 패러다임으로 발전되고 있으며, DBMS 기술을 기반으로

하는 GIS만이 새로운 GIS의 발전 방향을 이끌 수 있다고 전망한다.