

# 사 례 발 표

## 고속처리용 실시간 GIS DBMS : Kairos Spatial

한 상 혁\*

### 목 차

1. MMDBMS 개요
2. 메모리 기반 GIS DBMS : Kairos Spatial
3. 디스크 DBMS와의 동기화 기능
4. 이중화 기능
5. 응용분야

(주)리얼타임테크는 멀티미디어 및 주기억장치 상주형 DBMS(MMDBMS, Main Memory DBMS) 관련 솔루션 전문회사로서 세계 최초로 서버용 주기억장치 상주형 GIS DBMS인 Kairos Spatial을 출시하여 텔레매틱스 시범도시 및 교통 정보 센터 등 다양한 분야에 적용하고 있다.

Kairos Spatial의 핵심 기술인 주기억장치 상주형 DBMS(MMDBMS) 기술을 디스크 기반 DBMS DRDBMS(Disk-Resident DBMS)와의 비교를 통해 소개하고 Kairos Spatial의 개요와 특징 및 제품 구성요소에 대해 살펴본다. 또한, 제품의 핵심 기능으로서 이중화 기능 및 동기화 기능에 대해 기술하고 마지막으로 GIS DBMS의 응용 분야 및 간략한 적용 사례에 대해 살펴본다.

### 1. MMDBMS 개요

MMDBMS는 데이터의 일부 또는 전부를 메인 메모리에 상주시켜 관리하는 시스템으로서 디스크 I/O로 인한 성능 저하의 최소화를 통하여 디스크 DBMS에 비해 수배 ~ 수십 배 이상의 고성능 트랜잭션 처리를 보장한다.

MMDBMS는 1990년 후반에서 2000년 초 사이에 국외에서는 타임스텐, 앙가라, 국내에서는 당 사의 카이로스를 비롯하여 알티베이스, 알라딘 등 다수의 제품들이 출시되어 지속적으로 발전하고 있다.

MMDBMS의 출현 배경은 기술적인 요인과 환경적인 요인으로 나누어 살펴볼 수 있다. 먼저 기술적인 요인을 살펴보면, 메모리 크기 대비 가격이 저렴해지고, 기본 장착 메모리의 크기가 수 GB로 증가하였으며, 64비트 운영체제의 보편화로 메모리 크기 제한 문제가 극복되었다는 점이다. 다음으로 환경적 요인을 살펴보면, 인터넷 서비스, 네트워크 솔루션 등 응용시스템이 점점 더 복잡해지고 트랜잭션의 실시간 처리에 대한 요구가 증가하고 있다. 그러나 기존 정보처리 시스템들은 이러한 요구를 만족시켜주지 못하고 있다. 지금까지 대부분의 응용에서 데이터 처리 솔루션으로 오라클, MS-SQL 등 디스크 DBMS를 활용하여 왔으나 시스템에서 요구하는 데이터 처리 성능을 만족시키기가 어렵다. 이를 해결하기 위한 방안으로 주로 시스템 업그레이드 등의 방법을 사용하나 이는 적합한 방법이 아니며 전체 시스템의 비용을 증가시키는 요인이 되고 있기에 이를 해결하기 위한 솔루션으로

\* (주)리얼타임테크 기술지원실 실장

MMDBMS가 출현하게 되었다.

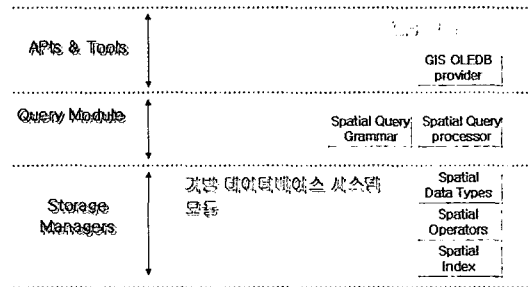
앞서 언급한 것처럼 DBMS는 데이터를 상주시키는 장소에 따라 주기억장치 상주형 DBMS와 디스크 기반 DBMS로 분류한다. MMDBMS는 디스크 접근 방법 및 질의 처리 알고리즘 최적화 등 데이터베이스 관리 기법과 시스템의 구조 등에서 디스크 기반 DBMS와 근본적인 차이를 보이고 있고, 이는 성능 향상의 결정적인 요인이 된다.

디스크 기반 DBMS는 디스크 사용의 효율성을 위하여 디스크 I/O 회수를 줄이면서 디스크 공간을 적게 사용하는 것에 초점을 맞춘 B+ 트리 구조의 인덱스 기법을 사용한다. 반면에 MMDBMS의 인덱스 구조는 계산 시간과 메모리 사용량을 줄이기 위한 목적으로 T 트리 인덱스 기법을 사용한다. T 트리 구조는 균형을 유지하기 위해 필요한 회전(rotation) 연산 비용을 메인 메모리 구조에 최적화된 것으로 데이터 검색뿐만 아니라 데이터 변경에 따른 인덱스 구조변경에 필요한 시간을 최소화하는 장점이 있다. 디스크 기반 DBMS는 디스크 I/O를 줄이기 위해 메인 메모리에 버퍼를 두어 최근에 접근한 데이터를 캐싱한다. 그러나 모든 데이터가 버퍼에 캐싱되어 있다고 하더라도 최악의 시나리오를 고려한 알고리즘을 사용할 수밖에 없기 때문에 데이터가 디스크에 존재한다는 가정을 배제할 수 없다. 따라서 이를 관리 및 처리하기 위해 복잡한 알고리즘의 사용으로 CPU 시간을 많이 사용하는 결과를 초래하게 되어 시스템의 부하를 증가시키게 된다.

## 2. 메모리 기반 GIS DBMS : Kairos Spatial

Kairos Spatial은 고속 트랜잭션 처리용 주기억장치 상주형 관계형 DBMS인 카이로스에 GIS 국제 표준화 단체인 OGC(Open GIS Consortium)에서 제안한 GIS 규격을 따르는 자료형과 오퍼레이션 및 기능을 탑재한 국내 최초의 메모리 기반 관계형 공간객체 관리 시스템으로서 텔레매틱스, ITS 등

공간 정보의 고속처리를 요하는 응용의 데이터 처리 솔루션으로 출시되었다. OGC 표준에서 제안한 다양한 자료형과 풍부한 공간 연산자를 이용하여 기존의 GIS 응용뿐만 아니라 텔레매틱스 및 유비쿼터스 분야에 다양하게 활용되고 있다.



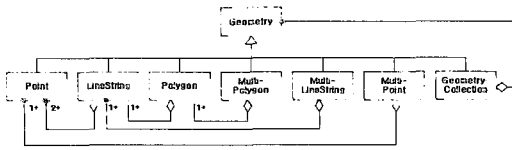
(그림 1) Kairos Spatial 의 통합형 서버구조

Kairos Spatial은 (그림 1)과 같이 고속 트랜잭션 처리용 주기억장치 상주형 RDBMS인 Kairos를 확장하여 다양한 종류의 GIS 데이터에 대한 오퍼레이션(공간질의)를 수행할 수 있도록 확장한 시스템이다. 특히 GIS 자료형, 연산자 및 색인 기능 등 GIS 엔진 모듈들과 카이로스 시스템의 각 기능 모듈들을 완전히 결합(Tightly-Coupled)한 통합형(Integrated) 서버 구조로서 카이로스 시스템의 특징인 고성능 및 관계형 질의 지원을 유지하면서 동시에 GIS 기능을 탑재한 고성능 GIS 엔진 구조를 가진다.

Kairos Spatial은 OGC에서 정의하고 있는 사용자 인터페이스(OLEDB Provider) 및 SQL 규격을 준수함으로써 응용프로그램의 작성성이 용이하고 이식성(Portability)이 뛰어난 GIS 응용 개발을 지원한다. 또한 비공간 질의 SQL과의 호환성을 유지함으로써 기존 응용 개발자들이 쉽고 편리하게 공간 응용을 개발할 수 있는 환경을 제공하고 있다.

제품특징을 살펴보면 다음과 같다.

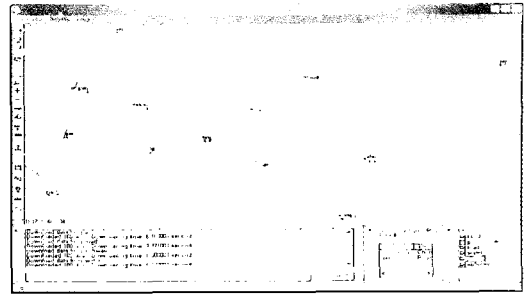
- 표준 및 de-facto 표준을 준수하는 공간 데이터 모델을 지원하며 시스템 내장형 공간 자료



(그림 2) Kairos Spatial 의 공간 자료형

형을 제공한다.

- ④ 메모리에 최적화된 R\*-Tree 사용으로 최적의 성능을 보장한다.
  - ⑤ 9-Intersection Model을 기반으로 하는 공간 관계 연산자 지원하며, 메모리에 최적화된 공간 조인(Spatial-Join)알고리즘 적용하였고, 대용량 데이터의 효율적 관리 및 공간연산의 성능 향상을 위한 2차 필터기술 적용하였다.
  - ⑥ Spatial Extension for ODBC and JDBC, GIS OLEDB Provider 등 다양한 개발 인터페이스를 제공한다.
- 제품 구성요소를 살펴보면 다음과 같다.
- ⑦ SQL92 표준을 따르는 RDBMS 기능을 기본적으로 제공한다.
  - ⑧ OGC 표준에 따르는 POINT, LINESTRING, POLYGON, MULTIPPOINT, MULTILINESTRING, MULTIPOLYGON, GEOMETRI-COLLECTION 등 다양한 공간 자료형 및 Intersects, Overlaps, Disjoints, Touches, Withins, Contains, Equals, Crosses, Union, Intersection, Difference, Symdifference 등 다양한 오퍼레이터를 지원한다.
  - ⑨ MS-SQL, Oracle, Sybase, Informix 등 디스크 DBMS와의 실시간 단/양방향 동기화를 지원한다.
  - ⑩ 고가용성 및 부하 분산을 위한 DB 다중화 기능 (Active-Active, Active-Standby)을 제공한다.
  - ⑪ 관리 도구, 모니터링 도구, GIS 데이터 뷰잉 툴 등 다양한 시스템 관리 및 유틸리티를 제공한다.



(그림 3) Kairos GIS 뷰어로 본 서울시 지도

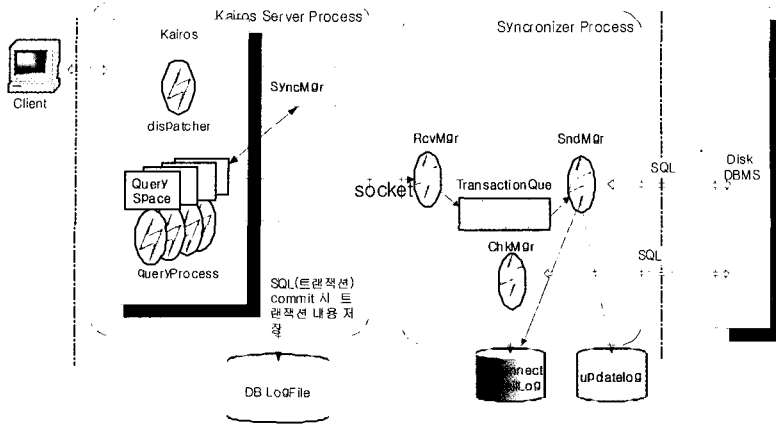
### 3. 디스크 DBMS와의 동기화 기능

카이로스의 데이터베이스 동기화 기능은 시스템 전체의 성능 향상을 위하여 카이로스가 기존 RDBMS의 데이터의 일부 또는 전체의 복사본을 유지하며 서비스 하는 경우, 서비스를 수행하고 있는 서버의 데이터베이스에 대한 최신정보와 RDBMS 데이터베이스를 일치시켜줌으로써 두 DBMS 간 데이터의 일관성을 제공하는 것을 목적으로 한다.

카이로스로부터 디스크 기반 DBMS로의 단방향 동기화는 카이로스에 반영된 갱신 내용(insert, update, delete)을 Synchronizer로 전송하고 Synchronizer는 이를 동기화할 Target DBMS로 전송한다.

(그림 4)는 단방향 동기화에서 카이로스가 클라이언트로부터 데이터 변경 요청을 받았을 때 처리 과정을 보여준다.

카이로스에서 접속된 클라이언트로부터 데이터 변경질의어의 요청이 들어왔을 때 (그림 4)에서 보는 바와 같이 단방향 동기화에서 카이로스에서 접속된 클라이언트가 데이터 변경 질의를 전달하면 카이로스에서 처리된 뒤 Synchronizer에게 처리된 질의를 전송한다. Synchronizer는 입력받은 질의어를 타겟이 되는 디스크 기반 DBMS 로 전송을 해서 데이터의 동기화를 하게 된다.



(그림 4) 동기화 시스템 구조도(단방향)

#### 4. 이중화 기능

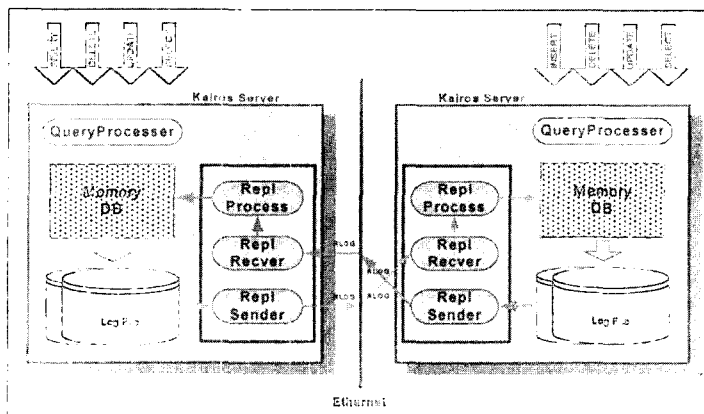
데이터베이스 이중화 기능은 서비스를 수행하고 있는 서버의 데이터베이스에 대한 최신 백업 데이터베이스의 유지와 서버의 예기치 않은 종료가 발생했을 때 대체 서버가 즉시 동일한 데이터베이스로 서비스를 재개할 수 있는 무정지 운영 환경을 제공하는 것을 목적으로 한다.

카이로스는 액션 기반 이중화 방식을 사용한다. 트랜잭션 수행 과정에서 생기는 실행 계획(질의어 처리를 수행한 후 발생하는 트랜잭션에 관한 각종 정보)을 RLOG로 재구성하여 이중화하고 있는 상대방 서버에게 전달하면 RLOG를 수신한 사이트가 이를 사용자 트랜잭션과 같은 형태로 수행함으

로써 데이터의 일치성을 보장한다.

이중화 서비스 방식은 Active-Standby와 Active-Active 두 가지 형태가 있다. Active-Standby 이중화는 모든 사용자 트랜잭션이 Active 서버에서 처리되고 Standby 서버는 단지 Active 서버의 데이터 이미지와 일치시키는 백업용으로 사용된다. Active-Active 이중화에서는 이런 점을 보완하여 모든 서버에서 사용자 트랜잭션을 처리 하면서 각각의 사이트 간 데이터의 일관성을 유지할 수 있는 방법이다.

Active-Active 이중화 구동 시에는 각 서버에서 동일한 레코드에 대한 중복 연산으로 인하여 데이터 충돌이 발생할 수 있다. 이중화 시 발생하는 데이터 충돌의 종류는 다음과 같다.



(그림 5) 이중화 시스템 구조도

- insert conflict : 동일한 키 값을 가진 데이터를 삽입하려는 경우
- delete conflict : (이미 삭제되어) 존재하지 않는 키를 가진 데이터를 삭제하려는 경우
- update conflict : 동일한 키 값을 갖는 레코드에 대해서 다른 값을 가진 데이터를 변경하려는 경우

이중화에서 위와 같은 데이터 충돌을 해결하는 완벽한 방법은 존재하지 않는다. 분산DBMS에서의 데이터 일치를 위한 방식으로 2-PC(Phase Commit) 또는 3-PC와 같은 방법을 이용할 수 있지만 시스템 성능의 제약 때문에 상용 DBMS에서는 지연 이중화(Differed Replication)을 지원하기 때문이다.

이를 위한 보완책으로 몇 가지 충돌 해결방식을 지원할 수 있다. 첫번째는 데이터 충돌에 대한 메시지를 그대로 사용자에게 전달하여 사용자가 직접 해결할 수 있도록 하는 방식이다. 두번째는 지역서버 또는 원격서버의 데이터에 우선 순위를 지정하여 데이터 충돌시 무조건 우선 순위가 높은 쪽의 데이터가 반영되도록 하는 방식이다. 세번째는 각 테이블에 Timestamp 필드를 두어서 데이터가 변경된 시간을 기준으로 나중 데이터가 반영되도록 하는 방식이다.

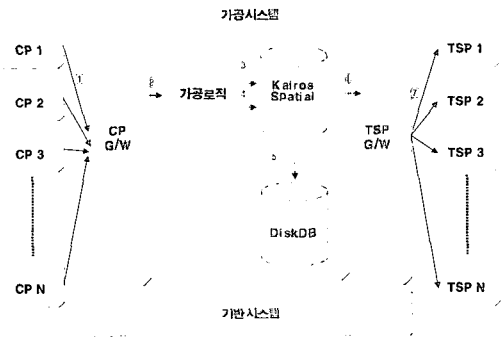
## 5. 응용분야

Kairos Spatial은 관계형 DBMS 기능 및 GIS 기능이 통합된 구조로 비공간 데이터가 주를 이루는 범용 응용 분야뿐 아니라 고성능 공간 정보 처리를 하는 ITS(Intelligent Transportation System), Telematics, LBS(Location Based System) 등과 같은 응용분야에도 적합한 솔루션이다.

응용 분야중에서 Kairos Spatial을 적용한 사례인 교통 정보 센터에 대해 간략히 살펴보도록 한다.

교통 정보 센터는 윈도우 환경에서 운영되며 고속 공간 데이터 처리가 필수적인데, 이를 위한 필

수 컴포넌트로서 Kairos Spatial이 활용된다. (그림 6)은 교통 정보 센터에서 Kairos Spatial을 적용한 시스템 구성도를 나타낸다.



(그림 6) 교통 정보 센터 시스템 구성도

수행 흐름을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 CP로부터 텔레매틱스 정보를 수집한다. 그리고 원시 데이터를 가공시스템에 전달하여 Kairos Spatial에 원시 데이터 및 가공된 데이터를 저장한다. 이 과정은 하나의 트랜잭션으로 처리된다. 그 후 디스크 DBMS에 원시 데이터 및 가공된 데이터를 저장하고 TSP G/W에 데이터를 전달하여 서비스를 제공하며, Kairos Spatial을 활용함으로써 고성능 교통 정보 서비스를 가능하게 한다.

## 저자약력



한 상혁

1998년 충남대학교 컴퓨터과학과  
 2000년 충남대학교 컴퓨터과학과(석사)  
 2000년 (주)리얼타임테크 메모리디비팀 팀장  
 2001년-현재 충남대학교 컴퓨터과학과 박사과정 재학 중  
 2004년 (주)리얼타임테크 기술지원실 실장  
 관심분야 : 데이터베이스, 주기억장치상주형 DBMS, GIS  
 이 메 일 : hanul@realtimetech.co.kr