

철도관제 시스템의 효율성을 위한 데이터베이스 개선 방안 연구

A Study to Improve the Database for the Efficiency on Railway Traffic Control System

정혜란† 조우식*
Hye-Ran Jung Woo-Sic Cho

ABSTRACT

Most of the railway traffic control systems are using in the DBMS(Database Management System) is a disk-based DBMS. When the train schedule and the event data is inputted and referred at real time on Disk-based DBMS, it is characteristic of the slow access time and the data is preserved permanently.

For this reason, this paper suggests the way of improving for Railway Traffic Control System by the hybrid DBMS using a combination of memory and disk.

We apply the Hybrid DBMS to Railway Traffic Control System and compare the existing method with suggested one using the same data.

As a result of comparison, we have come to the conclusion that suggested method is far more performance to shorten data access time and process a mass information than the previous methods.

1. 서론

철도관제 시스템에서 사용하는 데이터베이스 관리 시스템(이하 'DBMS'라 칭함)의 DBMS는 대부분 디스크 기반의 DBMS(이하 'DDBMS'라 칭함)이다. DDBMS는 데이터 처리 속도의 기복이 심하고, 도입 비용 및 유지보수 비용이 많이 발생한다. 이는 실시간 열차 스케줄을 관리하고, 열차 표시 및 제어를 처리해야 하는 철도관제 시스템에서는 DDBMS 방식의 적용을 고려해야 할 부분이다.

그리하여, 데이터 처리 속도가 빠르며 도입 비용 및 유지보수 비용이 적게 발생하는 Hybrid DBMS. 즉, 메모리 저장 공간과 디스크 저장 공간을 함께 사용하는 DBMS를 사용하여 철도관제 시스템에 가장 효과적인 DBMS 방안을 제시하였다.

2. 본론

본론에서는 철도관제 시스템에서 데이터 처리 속도나 비용적인 면에서 DDBMS보다 효과적인 Hybrid DBMS를 사용하기 위해서 Hybrid DBMS의 배경 및 구조 등을 기술하였으며, Hybrid DBMS가 접목한 DDBMS와 MMDBMS의 각 특징을 기술하였다.

2.1 DDBMS와 MMDBMS

DDBMS(Disk-base DataBase Management System)는 말 그대로 데이터베이스 내에서 데이터를 기록할 때 하드 디스크나 기타 디스크 장치에 데이터를 기록하는 방식을 가진 데이터베이스 관리 시스템이다.

† 대아티아이(주), 연구소, 연구원
E-mail : bluher@daeati.co.kr

* 대아티아이(주), 연구소, 수석연구원

이에 반해, MMDBMS(Main Memory DataBase Management System)는 데이터베이스의 일부 또는 전부를 메인 메모리상에서 관리하는 것인데, 이는 디스크에 대한 접근 없이 직접 메인 메모리 접근을 통해 데이터를 관리함으로써 고성능 트랜잭션 처리를 가능하게 한다.

2.1.1 데이터 기억장치의 특징

DBMS는 데이터를 저장하는 시스템이므로 기억장치와 많은 연관이 있다. 그 중 DDBMS에서 사용하는 디스크와 MMDBMS에서 사용하는 메모리의 기억장치의 특징에 대해 나타내면 [도표 1]과 같다.

도표 1. 데이터 기억장치의 특징

기억장치	물리적 특성	접근시간 및 휘발성	최대크기	비용
RAM	전자게이트로 구성 M/B와 SYSTEM BUS로 연결	~7ns 접근시간이 균일함 휘발성	2TB	~400,000원/GB
HDD	헤드암 플래터로 구성 M/B와 I/O BUS로 연결	~7200rpm = ~4us Jitter 발생 비휘발성	수PB	~1,000원/GB
RAM : Random Access Memory M/B : Main Board ms, us, ns : milli/micro/nanosecond HDD : Hard Disk Drive M/B : Main Board rpm : Rotations Per Minute, 1 Rotation = 512 bytes * 63 ~ 32KB Jitter : 성능이 튜는 현상				

첫 번째로, 메모리는 접근시간이 수 ns(십억 분의 일초) 단위로서 매우 빠르며 접근시간이 균일 하고 정전 시에는 데이터가 소실되는 특징을 가지고 있다. 반면에 디스크는 접근시간이 수us(백만 분의 일초)로 램에 비해서 상대적으로 느리며, 접근시간이 균일하지 않으며 정전이 되더라도 데이터가 영구히 보존되는 특징을 가지고 있다.

두 번째로, 메모리는 메인보드와 연결되어 있어서 메인보드 특성에 따라 최대크기가 결정이 된다. 메인보드에 장착된 CPU가 32비트이면 메모리의 최대 크기는 4GB, CPU가 64비트라고 해도 최대 크기는 현재 수TB까지 장착 가능하다. 반면에, 디스크는 메인보드와 I/O버스로 연결되어 있어 메인보드의 특징과 거의 무관하게 수PB까지 구성이 가능하다.

요약하면, 일반적으로 메모리는 디스크에 비해 접근 시간이 수백 배 빠르며 성능이 균일한 반면, 정전 시 데이터가 손실되고, 저장용량에 한계가 있다. 반면에, 디스크는 데이터가 영구히 저장되며 저장용량에 한계가 거의 없으나 접근 시간이 느리고 일정하지 않다.

2.1.2 DDBMS의 특징

DDBMS는 데이터를 디스크에 저장하여 DBMS가 디스크에 있는 데이터를 버퍼로 읽어서 응용프로그램에게 전달해 주는 구조로 되어 있다. DDBMS는 데이터가 디스크에 저장되어 있기 때문에 대용량 DBMS를 제공할 수 있다. 하지만, 사회전반에 걸쳐 정보화가 급격히 진전되고 정보처리의 요구 성능이 폭주하면서 데이터 처리에 대한 수요는 많으나, DDBMS는 낮은 평균 처리속도와 처리속도의 기복이 크다는 문제점을 가지고 있다.

오라클, 인포믹스와 같은 DDBMS는 동시 사용자 지원, 로깅, 복구, 질의 처리기의 다양한 기능, SQL 언어의 다양성, 트랜잭션 처리의 완벽성, 다중처리 기능, 다중 버전 기능, 다양한 프로그래밍 인터페이스, 다양한 네트워크 호환성, 이중화(Replication), 타 개발도구들과의 연계성 등에서 탁월한 기능적인 우수

성이 있다. 대부분의 기관이나 기업에서 자료를 저장하고 활용하는 정보저장소로서 채택해 사용하고 있는 중이다.

하지만 DDBMS는 사용자들을 난처하게 하는 것이 몇 가지 있는데, 예를 들면 높은 제품가격, 높은 유지보수 비용, 응용 프로그램 등 시스템을 제작하는데 있어서의 목표 성능 달성 실패로 인한 시스템 전체의 실패 가능성이 늘 존재한다. 일단 개발이 완료되어 운영 중인 시스템도 목표성능의 유지를 위해 DBA(Database Administrator)가 필요하고, 응용 프로그램을 비롯한 시스템 전체에 대해 최적의 상태를 유지하기 위해 상당히 높은 비용을 지불할 각오를 해야 한다.

DDBMS의 특성 때문이기도 하지만, 하드디스크에서 데이터를 읽어서 메모리로 적재한 후에, 메모리에서 클라이언트의 정보제공 요구를 처리하게 됨으로써 성능에 문제를 일으키는 구조적 문제를 치유하고, 미래의 위험에 대비하기 위해 고비용의 대가를 치를 준비를 늘 하고 있어야 하는 것이다.

특별히 소용량 데이터베이스를 보유하면서 실시간으로 대량의 트랜잭션을 처리해야 하는 업종에서는 구입가격과 훈련비용, 제품 유지보수 비용, 개발비용 및 전문가 초빙 비용이 크게 부담이 되지 않을 수 없게 된다.

2.1.3 MMDBMS의 특징

DDBMS는 디스크에 데이터를 저장하는 반면에 MMDBMS는 데이터를 메모리에 저장한다. 따라서 MMDBMS는 메모리에 있는 데이터를 읽어서 바로 응용프로그램에게 전달해 주는 구조로 되어있다. 디스크에 데이터를 저장하는 DDBMS에 비해서 MMDBMS는 데이터를 메모리에 저장하기 때문에 평균처리 속도가 매우 빠르며 또한 메모리의 특성상 균일한 성능을 보장한다.

이런 고성능 및 균일 성능의 장점에도 불구하고 정보처리의 요구량이 방대하여 수백 GB이상의 데이터를 저장해야 하는 분야에서는 데이터를 메모리에 저장해야 하는 MMDBMS의 한계를 나타내게 되었다.

2.2 Hybrid DBMS

2.2.1 등장 배경

대용량을 저장할 수 있는 장점을 가지고 있지만, 접근 시간이 느리다는 단점을 가진 DDBMS와 데이터의 접근 시간은 빠르지만, 저장할 수 있는 공간이 적다는 단점을 가진 MMDBMS를 접목시킨 것이 Hybrid DBMS의 등장 배경이다. 아래의 [그림1]은 Hybrid DBMS의 등장 배경을 한눈에 보여준다.

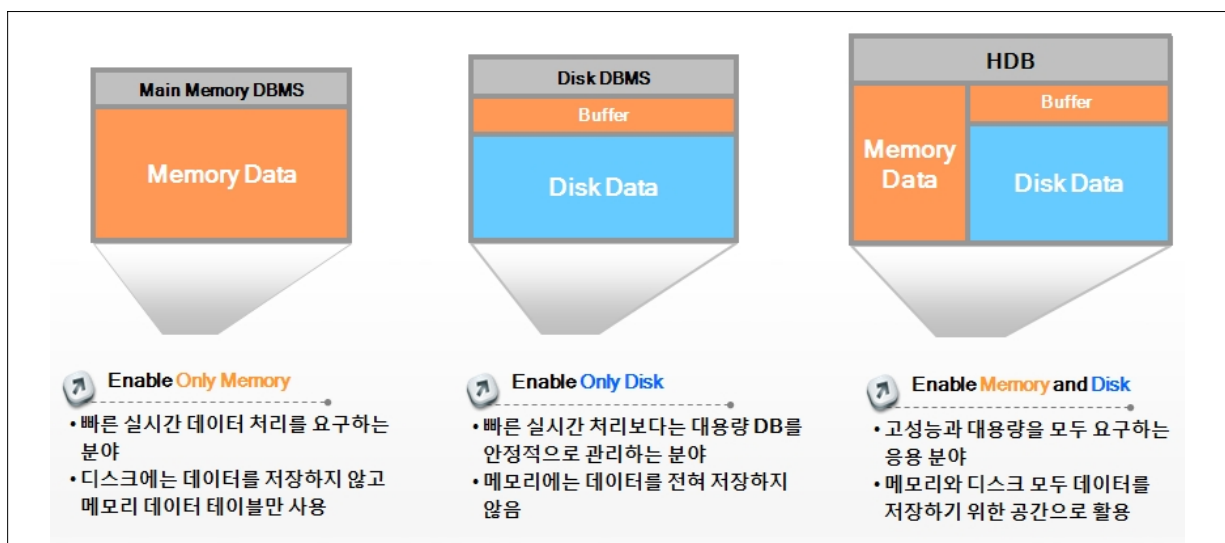


그림1. Hybrid DBMS 등장 배경

2.2.2 구조

DDBMS와 MMDBMS의 문제점을 극복하기 위해서 현재 가장 일반적으로 사용되는 구조로는 고성능이 필요한 데이터는 MMDBMS에, 대용량이 필요한 데이터는 DDBMS에 저장함으로써, 데이터를 차별화하여 저장한다. 반면에, 이 두 가지 종류의 데이터를 처리하는 DBMS를 하나로 통합하는 특징을 가지고 있다. 이러한 Hybrid DBMS의 구조를 [그림2]에 나타내고 있다.

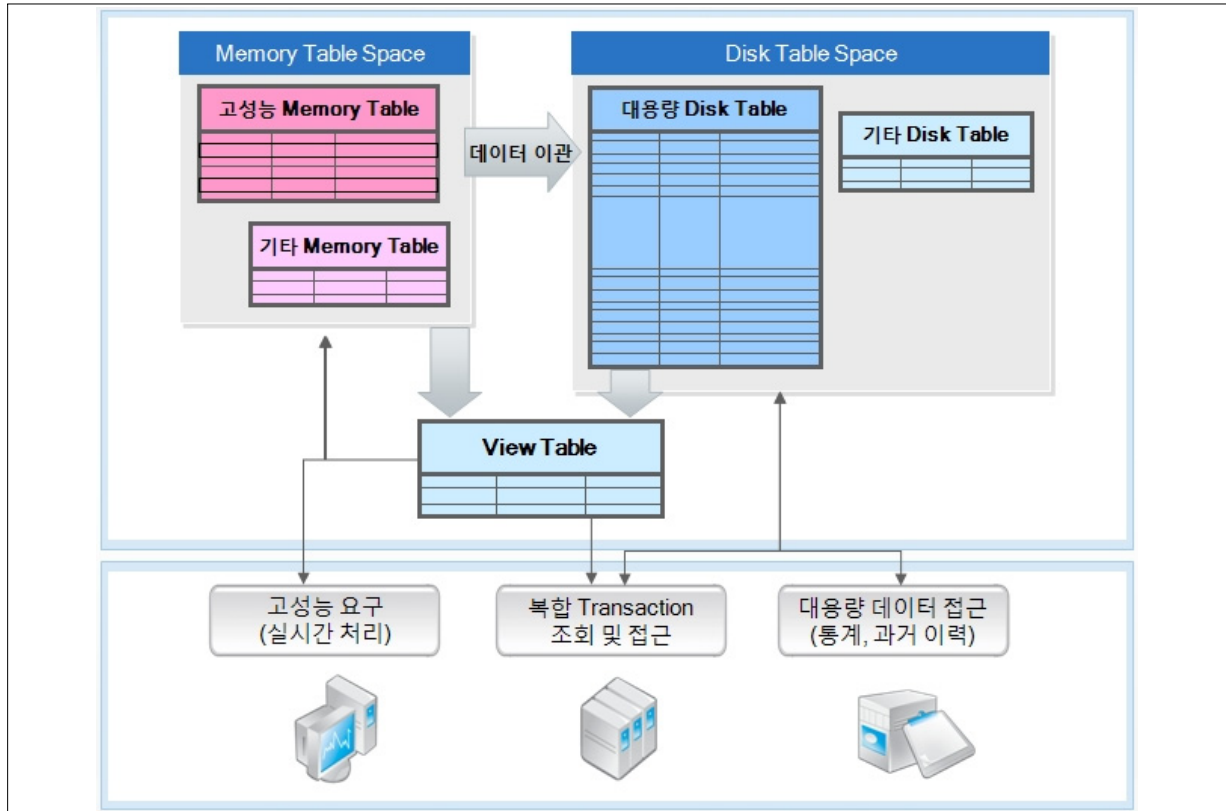


그림2. Hybrid DBMS 구조

2.2.3 동작 방법

아래의 [그림3]은 Hybrid DBMS의 구동과 종료시 동작 방법을 나타낸 것이다.

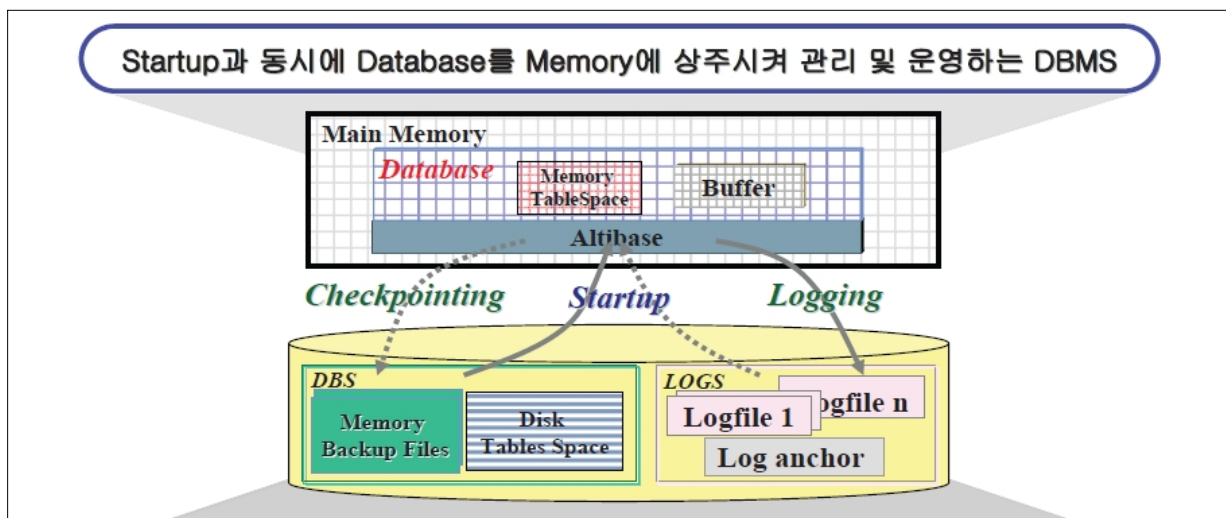


그림3. Hybrid DBMS 동작 방법

[그림3]에서 보는 것과 같이 구동시 Backup DB를 메모리로 로딩하며, 최근의 종료가 비정상일 경우 Log파일을 이용하여 비정상 종료 전까지 복구를 한다. Hybrid DBMS를 운영 할 때의 동작은 메인 메모리 내의 DB에 접근 작업을 수행하면서 DB 변경 작업시 디스크 Log에 기록하는 방식이다. 디스크 Log에 기록을 하면서 주기적으로 Checkpoint를 발생하여 DBMS가 비정상 종료일 경우를 항상 대비를 하고 있다. DBMS의 운영이 끝나고 종료 시에는 정상 종료와 비정상 종료로 나뉘 수 있다. 정상 종료 시에는 메인 메모리 내에 존재하는 DB를 하드디스크 Backup DB에 반영(Checkpoint 발생)하여 DBMS 구동 시 불러오는 방식이며, 비정상 종료시 메인 메모리 내의 DB를 하드디스크에 저장할 수 없기 때문에 다음 구동 시에는 로그 파일을 이용하여 비정상 종료 전까지의 데이터를 복구 할 수 있는 방식이다.

2.2.4 장점

Hybrid DBMS의 가장 큰 장점은 데이터 차별화와 저렴한 비용을 들 수 있다.

첫 번째로, 데이터 차별화는 현재 운영되고 있는 시스템 내부에서 데이터에 대한 특성은 시간에 따라 변화하게 되고 과거 시점에 접근 빈도가 높은 데이터도 시간의 흐름에 따라 성격이 이력 데이터로 변화하게 된다. 실시간 데이터와 이력 데이터가 한 위치에 존재 할 경우에 데이터 추출 시 오히려 불필요한 데이터 접근으로 인해 성능을 저하시키게 되므로 실시간성 데이터와 이력성 데이터는 데이터의 분리가 필요하며 이를 Hybrid DBMS를 통하여 구현할 수 있다.

즉, 접근 빈도가 높은 데이터의 경우 메모리에 데이터를 저장하고 운영하다가 특정 시점이 될 경우 메모리의 데이터를 디스크 쪽으로 데이터를 이동 할 수 있는 것이다. 따라서 메모리에 데이터를 저장할 수 있는 영역은 다시 확보가 되고 디스크 쪽으로 옮겨진 데이터는 언제든지 다시 재접근이나 데이터 갱신 및 처리가 가능해진다.

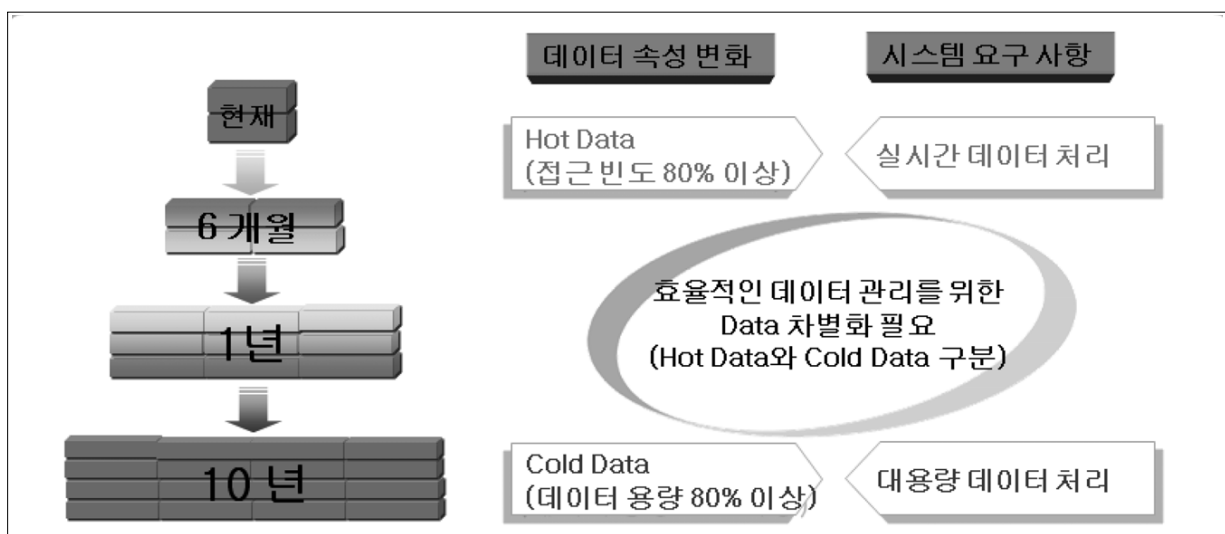


그림4. 데이터 차별화의 개념

두 번째로, Hybrid DBMS를 사용하기 위해서는 도입 비용 및 유지보수 비용도 생각을 해야 할 것이다. 예를 들어, 2.1.2에서 설명한 DDBMS는 1License당 1천 200만원 정도의 가격을 책정하고 있다고 한다면, Hybrid DBMS는 1License당 약 1천만원 정도의 가격을 책정하고 있다. DDBMS에 비해 약 15% 가량의 비용이 절감되는 것이다. 또한, 유지보수 비용도 무시할 수 없는데 1License 금액의 약 20~22% 정도에 해당하는 가격을 책정하고 있는 DDBMS에 비해, Hybrid DBMS는 1License 금액의 10%정도에 해당하는 가격을 책정하고 있다.

요약하면, Hybrid DBMS는 고성능 정보처리를 가능하게 하는 MMDBMS와 대용량 정보처리를 가능하게 하는 DDBMS의 장점을 통합하여 데이터는 차별화하고 데이터 관리를 통합한 구조이다.

즉, Hybrid DBMS는 효율적인 시간 활용을 통해 고성능 정보처리를 수행하고 효율적인 자원 활용을 통해 대용량 정보를 처리하기 때문에 고성능 및 대용량 정보처리가 모두 필요한 분야를 포함하여 포괄적으로 사용이 가능하다.

2.3 철도관제 시스템

2.2절에서 살펴본 Hybrid DBMS를 철도관제 시스템에서 어떠한 방향으로 사용하여 DBMS를 효율적으로 관리할 수 있는지에 대한 방안을 본 절에서 제시한다.

2.3.1 업무 구분

철도관제 시스템은 열차 제어, 통신 처리, 열차 운행 관리, 열차 경합 해소, 유지보수 등의 업무를 하고 있다. 이 중 DBMS를 사용하는 주요 업무는 열차 제어와 열차 운행 관리라고 할 수 있다.

열차제어의 주요 업무는 시스템 관리 기능, 각종 이벤트 관리, 열차 표시 및 제어, 열차 진로 제어, 열차위치추적, 열차 운행 스케줄 관리 등이며, 열차 운행 관리 기능은 스케줄 작성/변경/갱신/조회 서비스, 각 역 정보관리 등이 있다.

2.3.2 문제점

철도관제 시스템에서는 대부분을 DDBMS를 사용하여 열차 제어와 열차 운행 관리 업무를 진행하고 있다. 철도관제 시스템에서 사용하고 있는 DDBMS에는 크게 두가지의 문제점이 존재하고 있다.

DDBMS를 사용하고 있기 때문에 대용량 정보처리가 필요한 분야인 열차 제어 업무의 이벤트 관리 기능과 데이터 조회 수가 거의 없는 시스템 관리 기능에는 무리 없이 사용 가능하다. 하지만, 실시간으로 주고받는 데이터를 필요로 하는 열차 표시 및 제어, 열차 진로 제어, 열차 위치 추적, 열차 운행 스케줄 관리 등에서는 DDBMS를 사용함으로써 데이터 처리 속도가 느리다는 문제점을 가지고 있다. 현 시점에서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 시스템 개발자들은 디스크에 데이터를 읽어 메모리로 적재한 후에, 메모리에서 사용자들에게 정보 제공 요구를 처리하는 방법으로 운영하고 있다. 하지만, 이러한 방법은 시스템이 사용하는 메모리에서 이루어짐으로써, 시스템 재구동시 데이터가 쉽게 지워지는 휘발성의 특징으로 인해 데이터 손실의 위험을 항상 내포하고 있다.

두 번째 문제점은 DDBMS의 도입 비용 및 유지보수 비용이다. 2.1.1절에서 설명한 것과 같이 DDBMS는 초기 도입 비용과 추후 유지보수 비용이 Hybrid DBMS보다 약 10~15% 크기 때문이다.

2.3.3 해결방안

2.3.2에서 설명한 처리 속도 및 비용에 관한 문제점은 Hybrid DBMS를 사용하여 해결할 수 있다.

Hybrid DBMS를 철도관제 시스템에 적용하기 위해서는 메모리에 기록되는 데이터와 디스크에 기록되는 데이터를 구분할 필요성이 있다. 아래의 [도표 2]는 철도관제 업무에 따른 데이터 사용 횟수 및 데이터 용량의 기준을 나타낸 것이다.

도표 2. 철도업무의 데이터 기준('11년 통합관제센터 기준)

업무 구분	데이터 조회/삽입/변경 횟수	데이터 용량	저장소
시스템 관리 기능	데이터 삽입 많음	소용량	디스크
이벤트 관리	데이터 삽입 많음	대용량	디스크
열차 표시 및 제어	데이터 조회/삽입/변경 많음	소용량	메모리
열차 진로 제어	데이터 조회/삽입/변경 많음	소용량	메모리
열차 위치 추적	데이터 조회/삽입 많음	소용량	메모리
열차 운행 스케줄	데이터 조회/삽입/변경 많음	대용량	메모리
열차 운행 실적	데이터 조회/삽입 많음	대용량	디스크
역 정보 관리	데이터 조회/삽입/변경 적음	소용량	디스크

[도표 2]와 같이 대용량 데이터를 사용하지 않고 자주 조회되는 업무들은 메모리에 데이터를 저장한다. 대용량 데이터이고, 자주 조회되지 않는 업무들은 디스크에 데이터를 저장해도 무방하다.

[도표 2]와 같이 데이터 사용 횟수와 데이터 용량의 기준은 주관적으로 나타낸 것이다. 각 시스템의 사양과 데이터 조회/삽입/변경에 대한 횟수를 고려하여 각 담당 시스템 DBA(Database Administrator)가 테스트를 진행한 후 메모리에 기록하는 것과 디스크에 기록하는 것을 나누어야 할 것이다.

단, 주의하여야 할 점은 사용하는 서버의 메모리의 용량을 파악하여 그 이상의 데이터가 메모리에 저장되지 않도록 한다. 만약 그 이상의 데이터가 메모리에 저장된다면 데이터가 기록 및 변경, 삭제가 되지 않기 때문이다.

3. 결론

결론적으로, 철도관제 시스템에서는 DBMS를 어떻게 사용하느냐에 따라 데이터 접근 속도가 느려질 수도 있고, 빨라 질 수도 있다. 또, 비용적인 면에서도 도입 비용 및 유지보수 비용이 적게 들 수도 있고, 많은 비용이 들 수도 있다.

철도관제 시스템은 데이터의 조회/삽입/변경 등이 빈번하게 일어나는 시스템이며, 메모리 기반의 고성능 공간 데이터 처리와 디스크 기반의 대용량 저장구조를 모두 요구하는 시스템이라고도 할 수 있다. 이러한 시스템에 데이터 접근 시간을 단축하고, 비용적인 면에서도 효율성을 높일 수 있는 Hybrid DBMS를 사용하면 실시간 데이터를 처리할 수 있어서 철도관제 시스템 기술이 끊임없이 변화해 나갈 것이다.

참고문헌

1. 김상하, “DDBMS의 파트너 MMDBMS가 뜬다” MMDBMS 기술 연재, 1호. 2004.
2. 김상하, “DDBMS와 MMDBMS의 비교 분석” MMDBMS 기술 연재, 2호. 2004.
3. Altibase, ALTIBASE 운영자 과정. Vol.1 2009.
4. Altibase, ALTIBASE HDB 제품 소개서. 2011.
5. 박호진, 최근 데이터 처리기술 및 전망. -국산 데이터 처리 솔루션을 중심으로-. 특집원고. 2010.