

# 실시간 EMS데이터의 효율적인 저장 및 관리를 위한 이력데이터 관리 시스템 설계 및 구현

장복선<sup>○\*</sup>, 김명의<sup>\*</sup>, 김완홍<sup>\*\*</sup>, 윤여준<sup>\*\*</sup>

한전KDN<sup>\*</sup>, 한국전력거래소<sup>\*\*</sup>

boksun<sup>○</sup>@kdn.com, utosan@kdn.com, wanhong.kim@kpx.or.kr, yjyoon@kpx.or.kr

## The Study on the Development of Historical Data Management System for Realtime EMS Data Storage & Retrieval

Boksun Jang<sup>○\*</sup>, Myoungui Kim<sup>\*</sup>, Wanhong Kim<sup>\*\*</sup>, Yeojun Yoon<sup>\*\*</sup>

Korea Electric Power Data Network Co. <sup>\*</sup>, Korea Power Exchange<sup>\*\*</sup>

### 요 약

계속적으로 변화하는 방대한 양의 EMS데이터를 실시간 취득하여, 사용자가 원하는 데이터만 추출해서 원하는 포맷으로 저장하여 추후 활용할 수 있는 HDMS시스템에 대하여 소개한다. HDMS시스템은 K-EMS 과제의 일부로서 개발되었다. 공유메모리를 사용하여 데이터를 처리하는 실시간 DBMS로부터 추출된 대용량 데이터를 고속으로 디스크 DBMS로 입력하고, 데이터 손실에 대한 Risk를 감소시키기 위하여 동적인 파티션 추가삭제를 통하여 자동으로 분산저장하며, 자동 백업 기능을 제공하여 사용자의 편의성을 증진한다. 데이터를 장기간 보관하고, 보관된 데이터에 대한 데이터 검색 기능을 제공하기 위하여 백업과 관련된 메타데이터를 관리한다. 관리된 메타데이터를 이용하여 사용자의 요구에 의해 백업파일을 시스템에 자동으로 복구하여 온라인 보관주기가 경과한 데이터에 대해 조회가 가능하도록 한다. HDMS시스템은 CIM 기반의 데이터베이스가 구축되어 향후 K-EMS와의 타 시스템과의 데이터 통합 및 연계가 용이하고 여러 분야에서 데이터 재활용이 가능할 것으로 예상된다.

### 1. 서론

생활에서 쉽게 접할 수 있는 전력은 사용의 편리성으로 인하여 경제성상 및 국민생활수준의 향상에 따라 소비가 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 전력 수요의 증대는 전력계통을 복잡화, 다양화 및 대용량화 하고 있다. 에너지관리시스템(Energy Management System, 이하 EMS)은 전력계통의 감시 및 제어, 경제급전 및 자동발전력제어, 전력계통 해석, 자료의 기록 및 저장, 급전원 모의훈련 등의 기능을 수행하는 중앙급전시스템을 말하며, 우리나라 전력계통을 종합적으로 감시/제어하는 설비이다. 우리나라의 경우 협소한 국토에 비해 다양한 제약사항과 복잡한 전력계통을 가지고 있어, 우리 계통운영 실정에 적합한 한국형 에너지관리 시스템(이하 K-EMS)의 필요성이 대두되어 현재 연구개발이 진행되고 있다. K-EMS는 실시간으로 7만 포인트 이상의 전력계통 데이터를 처리하기 위해 공동 실시간 데이터베이스(Realtime Database, 이하 RTDB), 이력 데이터베이스(Historical DB)가 각기 상존하면서 서로간의 밀접한 관계를 유지한다.

본 논문에서는 이력 데이터 관리 시스템(Historical Data Management System, 이하 HDMS)이 계속적으로 변화하는 방대한 양의 EMS데이터를 효율적으로 저장·관리하는 기법에 대하여 소개한다. HDMS는 한국형 EMS(K-EMS)개발을 위한 기술규격서에 요구되는 기능을 기본으로 하였다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 EMS관련 표준 : IEC 61970 CIM

EPEPTI의 CCAPI(Control Center Application Program Interface) 연구 프로젝트(RP-3654-1)의 결과로 태동된 IEC 61970 CIM(Common Information Model)은 EMS에 새로운 애플리케이션을 추가할 때 소요되는 비용과 시간을 감소시키고, EMS와 함께 효과적으로 작동하는 기존 애플리케이션 유비보수 및 시스템의 신규 투자비용 절감에 그 목적이 있다.

CIM은 상이한 계통운영 사상을 가진 시스템들과 EMS 시스템간의 연계, 독립적으로 개발된 전체 EMS 시스템 상호간의 연계, 다양한 개발업체 등에 의하여 독립적으로 개발된 EMS 애플리케이션의 통합 등을 용이하게 하기 위한 표준 문서 초안을 작성하고 요구사항을 제공함으로써 애플리케이션이 또는 시스템들이 공통 데이터에 접근하고 내부적으로 그러한 데이터의 독립적인 정보교환을 가능하게 하기 위하여 API(Application Program Interface)를 정의함으로써 시작되었다. CIM은 API의 의미론적인 부분을 기술하며 CIS(Component Interface Specifications)는 데이터 교환에 사용되는 메시지의 내용을 정의한다.

#### 2.2 K-EMS RTDB

시스템 통합 및 데이터 연계에 대한 최근의 표준 적용에 대한 동향을 반영하여 K-EMS시스템은 표준 CIM

모델을 채택하여 EMS의 자료 구조 및 상호관계를 종합적으로 관리한다. 해외 선진사 시스템의 경우 기존 개발되었던 데이터베이스를 유지하면서 외부 시스템과의 정보교류를 위하여 CIM기반 Interface를 제공하는 반면, K-EMS시스템은 데이터베이스 자체를 CIM기반으로 개발하여 향후 EMS와의 타 시스템과의 통합 및 데이터 연계가 용이하도록 하였다.

K-EMS시스템에서 사용된 CIM은 [그림1]과 같이 크게 10개의 Package로 구성되어 있으며, 각 Package내의 Data Attribute들은 사용자 요구사항에 맞추어 한국형으로 약간의 수정 및 추가작업을 수행하였다.

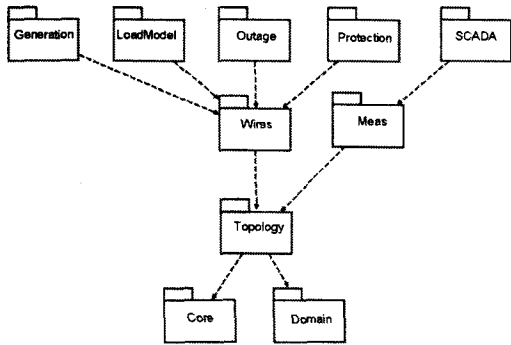


그림 1. CIM Package 구성

이렇게 구성된 CIM Data Model을 바탕으로 K-EMS 시스템은 Logical model 및 Physical model을 개발하였다. 시스템 기동시에 메모리에서 구축되도록 개발된 Physical model은 방대한 양의 EMS데이터를 실시간으로 처리하고 각 시스템과의 데이터 연계를 담당하게 된다. 이를 공동 RTDB라 지칭하고, 본 논문의 HDMS는 RTDB로부터 데이터를 취득한다.

### 3. 본론

#### 3.1 시스템 구성

HDMS시스템은 EMS에서 운영되는 실시간 휘발성 데이터를 주기적으로 추출하여 자체 저장장소에 보관함으로써 EMS 운영 자료의 추후 활용을 보장하는 시스템으로서 다음과 같은 기능을 제공한다.

- EMS에서 운영되고 있는 실시간 Analog, Status, Alarm & Event 자료를 주기적으로 취득하여 자체 저장장치에 기록한다.
- 저장 자료 종류 및 저장 주기, 저장 형식은 사용자 정의에 의해 설정이 가능하다.
- 데이터는 EMS 주처리장치(HOST)의 RTDB로부터 취득되고, RTDB는 CIM기반으로 구축된다.
- RTDB로부터 취득되는 모든 데이터는 CIM API를 사용한다.
- 취득된 데이터를 바탕으로 사용자가 지정하는 연

산식을 수행하여 연산데이터를 주기적으로 생성한다.

- 모든 데이터는 온라인에서 가용할 수 있는 보관 주기를 가지고, 보관주기가 경과한 데이터는 자동으로 백업된다.
- 저장장치에 보관된 Historical data를 사용자 지정 조건에 맞추어 검색하고 수정할 수 있다.
- 취득된 모든 데이터는 사용자가 설정하는 데이터 종류 및 제공주기, 제공형식에 맞추어 타 시스템에 제공될 수 있다.

본 논문에서 제시한 HDMS시스템은 [그림2]와같이 구성된다. 시스템은 EMS주처리 장치로부터 데이터를 취득하여 전송하는 Data Collector부분과 데이터를 입력하고 연산하는 Data Handler, 그리고 사용자에게 정보를 입력받는 웹모듈(JAVA) 이렇게 세 부분으로 나누어 질 수 있다.

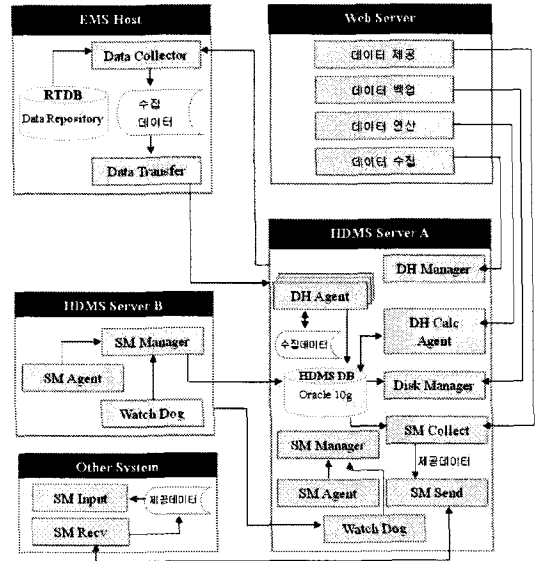


그림 2. HDMS시스템 구성도

#### 3.2 User Defined Table Design & Data Collect

K-EMS시스템에서는 방대한 양의 데이터를 고속으로 처리하기 위하여 메모리 기반의 RTDB를 사용한다. HDMS시스템의 가장 큰 특징은 이런 RTDB에서 사용되는 휘발성 데이터 중에서 사용자가 선택한 자료를 사용자가 원하는 주기에 맞추어 취득하여 사용자가 지정한 형식으로 저장할 수 있다는 것이다.

이를 위하여 사용자는 데이터가 저장될 테이블을 설계할 수 있고, 그 테이블에 입력될 데이터를 지정할 수 있다. 데이터를 수집하기 위하여 사용자로부터 입력되는 정보는 다음과 같다.

- 테이블 생성정보 - 테이블명, 테이블스페이스, 자

동파티션여부

- 수집데이터 설정정보 - target class, object filtering condition, 수집주기
- 백업정보 - 보관주기, 작업주기, 활성일시
- 컬럼 생성정보 - PK여부, 컬럼명, 데이터타입, 데이터 맵핑정보(RTDB-to-HDMS), 컬럼주석

[그림3]은 데이터 수집을 하기 위하여 사용자로부터 정보를 입력받는 화면이다.

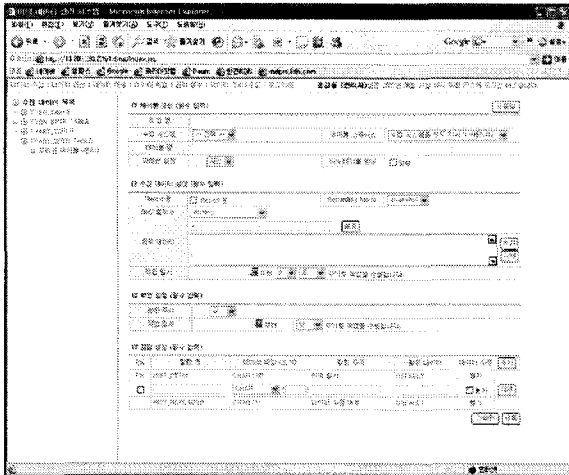


그림 3. HDMS User Interface - 수집조건입력

사용자가 수집정보를 입력할 때 수집할 데이터의 선택을 쉽게 하기 위하여, HDMS시스템에서는 EMS 주처리장치(HOST)의 RTDB로부터 전력계통에 대한 정보를 추출하여 전력계통 스키마 파일(\*.XML)을 생성하고, 이를 웹컨트롤을 통하여 제공함으로써 사용자의 편의성을 증대하였다. [그림 4]

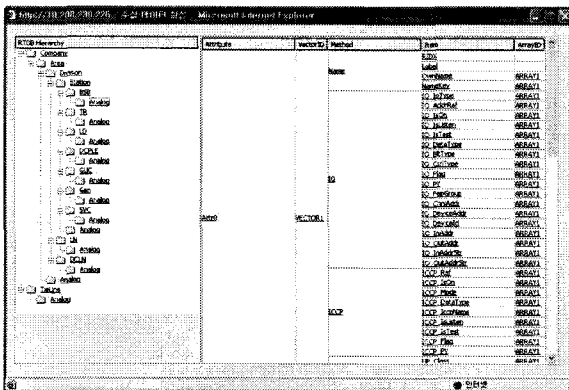


그림 4. 전력계통 Schema 표출 컨트롤

3.3 Dynamic Table Partitioning

실제로 DBA가 파티션 테이블을 생성하기위한 기본 전략은 단순하지 않다. 우선 파티션 정책을 수립해야 하는데 파티션은 구현단계가 아니라 설계단계에서 결정되어야 한다. 파티션 설계는 논리적 데이터 모델에서 물리적 데이터 모델로 전환하면서 이루어진다. DBA는 파티션 후보와 파티션 종류, 파티션 키, 파티션 수를 선정하고, 물리적인 디스크 구성과 디스크 볼륨을 확인한다. 그리고 하드디스크와 데이터파일, 테이블 스페이스의 맵핑목록을 작성해야한다. 어디까지나 이 모든 것은 결국 현업의 데이터베이스 관리자의 판단에 달려있음이 명백하다.

이러한 DBA의 치밀한 설계없이 사용자의 입력 정보에 의해 테이블이 생성되고 운영되는 HDMS시스템의 성능을 보장하기 위해서, 본 논문에서는 각 파티션 테이블을 물리적인 다른 테이블 스페이스에 자동으로 분산 저장하는 방법(Partitioning Rotation Mechanism)을 제시한다. 이중화된 HDMS시스템은 상용 DBMS(Oracle)을 사용하고, 하나의 RAID를 공유하고 있다. RAID 내부는 RAW DEVICE로 구성되어있으므로 TABLESPACE 하나당 하나의 DATAFILE만 존재할 수 있으므로, 물리적인 하드디스크 여러 개에 각각의 TABLESPACE를 생성해야한다. 그렇다는 것은 결국 각 RAW DEVICE에 만들어 놓은 각 테이블스페이스에 골고루 파티션 테이블이 생성되어야 한다.

HDMS시스템에서는 계속적으로 변화하는 EMS 데이터가 취득되어 한정된 온라인 공간에 저장된다. 시스템에 저장된 모든 데이터는 온라인 데이터 보관기간이 지정되고, 보관기간이 경과한 데이터는 백업처리하여 온라인의 가용공간을 확보한다. 데이터 백업으로 확보된 온라인 공간에는 새로운 파티션이 자동으로 생성되어 새로운 데이터를 저장할 수 있는 공간을 생성하게 된다. 한정된 자원에서 테이블 스페이스도 한정되어 되므로 계산된 용량에 의해서 파티션을 생성하고, 1번 파티션 테이블부터 N번 까지 골고루 분산되도록 데이터 덱서너리 정보를 읽어서 각 테이블스페이스 순서대로 할당하여 생성한다. 미리 생성해놓은 각각의 TABLESPACE에 골고루 분산되도록 덱서너리 정보를 미리 읽어서 그 덱서너리부터 순차적으로 맵핑한다. 이 기능을 원활히 활용하기 위해서는 시스템 운영중에 추가되는 TABLESPACE가 자동으로 인식되어야 한다. (단, 사용자가 생성하는 테이블 스페이스는 일정한 명명 규칙이 있어야 한다.)

Partitioning Rotation Mechanism은 DBMS의 Parallel Processing과 함께 사용하여 시스템 성능을 향상시킬 수 있다. 실험 결과는 4장에 기술한다.

3.4 Automatic Table Backup & Restore

온라인 보관주기가 경과한 데이터는 자동으로 Export 되어 시스템 공간(디스크) 활용과 운영의 효율성을 높인다. 온라인 보관주기는 사용자가 데이터 수집조건을 입력할 때 필수항목으로 입력된다. 백업과 관련된 각 정보들의 개체 관계도는 [그림 5]와 같다.

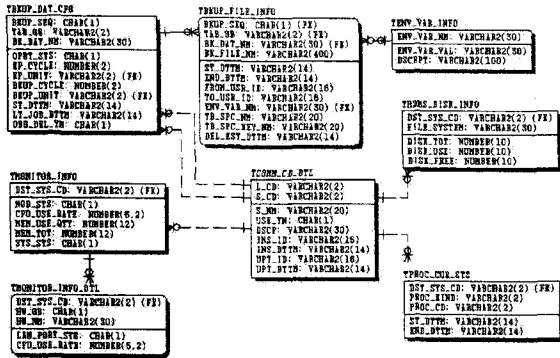


그림 5. HDMS시스템 Backup관련 ERD

대분류의 명세코드를 Master로 하여 백업데이터 설정 정보와 백업된 파일 정보를 시스템에 유지한다. HDMS시스템은 데이터 입력에 대하여 부하를 분산시키기 위하여 이중으로 운영되지만, 기타 다른 기능들은 Primary Server에서만 실행된다. 백업 프로세스는 시스템의 상태를 파악하여 Primary Server에서만 실행되도록하여 데이터의 일관성을 유지한다.

백업 프로세스는 1차와 2차로 구분될 수 있다. 1차는 DBMS의 table에서 파일로 백업하는 과정이고, 2차는 백업된 파일을 다른 매체(Tape or Optical Disk)로 이동시키는 과정이다. 이 과정에서 백업프로세스는 디스크의 가용상태 현황을 확인하여 시스템 알람을 발생시켜 사용자에게 알릴 수 있다.

HDMS시스템은 데이터 보관주기가 경과하여, 이미 파일로 백업되어 온라인으로 조회되지 않는 많은 데이터에 대한 조회 기능을 제공한다. 사용자가 지정하는 기간에 해당하는 백업파일을 자동으로 TEMP TABLE SPACE에 RESTORE하여 사용자가 이 데이터들에 대한 조회가 가능하게 한다. 이 기능들은 시스템에 입력된 메타정보를 바탕으로 자동으로 이루어진다. 사용자는 DB Import에 관한 지식이나 Tool의 도움 없이 웹을 통하여 손쉽게 기능을 사용할 수 있다.

#### 4. 성능평가

본 절에서는 Partitioning Rotation Mechanism과 DBMS의 Parallel Processing과 함께 사용하여 대용량 데이터를 고속으로 처리하여 시스템 성능을 향상시킬 수 있음을 실험을 통하여 증명하고자 한다.

##### 4.1 실험 환경

HDMS시스템은 [그림 6]과 같은 환경에서 구축되었다. 이미 구축된 HDMS시스템을 사용하여 실험을 진행하였다.

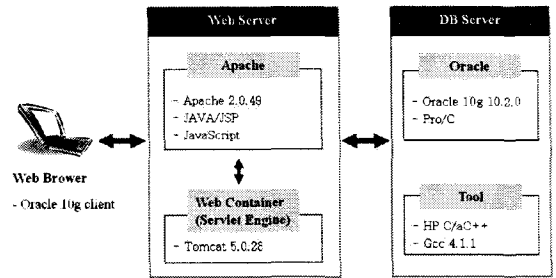


그림 6. HDMS시스템의 실험환경

DB Server는 6개의 물리적 디스크를 가지고, 각각의 디스크에는 각각 하나의 TABLE SPACE(1~6)가 존재한다. 실험에 사용된 DBMS는 Parallel processing을 지원한다.

TEST\_TABLE\_1은 TABLE SPACE[1]에 생성하고, 파티션 테이블을 10개 생성하였다. TEST\_TABLE\_2는 TABLE SPACE[2~6]에 2개씩 분산하여 파티션 테이블을 생성하였다.

본 실험에는 실제 EMS에서 유통되는 데이터 형식을 그대로 사용하여 제작된 시뮬레이터 데이터를 사용하였다.

##### 4.2 실험 결과

본 실험은 수집에 필요한 정보를 입력하고, 20만건의 데이터를 1만건씩 20회에 나누어 입력하는데 걸린 시간을 체크하였다. 백업은 입력된 데이터를 바탕으로 파티션 범위내 따라 데이터를 EXPORT받고, 해당 데이터를 온라인에서 지우는데 걸린 평균시간을 체크하였다. [그림 7]의 왼쪽막대부터 INSERT, BACKUP(EXPORT)의 수행결과를 보여준다.

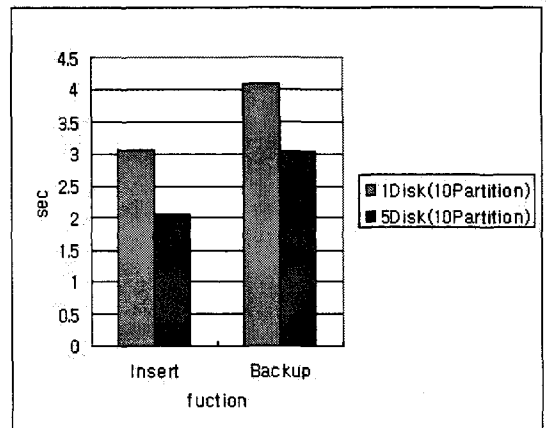


그림 7. 테스트 결과 : 입력 & 백업

Test\_Table\_A는 1Disk(10Partition)으로 구성되었고, Test\_Table\_B는 5Disk(10Partition)으로 구성되었다. 각 테이블에서 수집된 데이터 건수를 1만건, 5만건, 10만건, 20만건으로 증가시키며 데이터 조회(Select with Condition)에 대한 평균응답시간을 체크하였다.[그림 8]

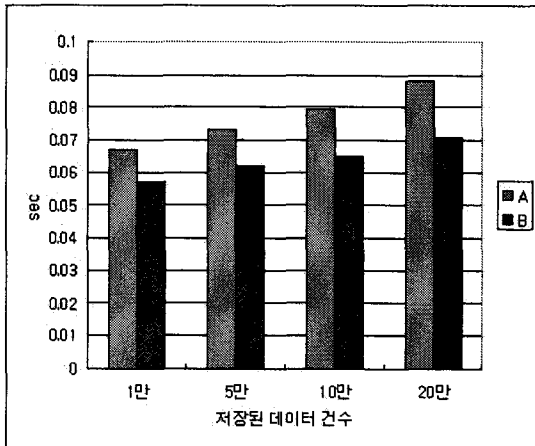


그림 8. 테스트 결과 : 데이터 조회

### 5. 결론

본 논문에서는 계속적으로 변화하는 방대한 양의 전력계통 데이터를 효율적으로 저장 관리하는 HDMS 시스템의 특성에 대해 서술하였다. 또한 실험을 통하여 데이터웨어하우스의 성격을 갖는 HDMS시스템에서 Partitioning Rotation Mechanism과 상용 RDBMS의 Parallel Processing을 함께 사용하여 시스템 성능을 향상 시킬 수 있음을 증명하였다.

HDMS시스템은 해외 선진사들의 EMS시스템을 우리 기술로 대체하기 위한 목적으로 개발되는 K-EMS 과제의 한부분으로 개발되었다. 현재 HDMS시스템은 1차 개발을 완료하고 그 기능을 검증하는 단계에 있다. 향후 기능보강과 실증시험 단계를 거쳐 실제 전력계통운영에서 활용될 계획이다.

### [참고문헌]

- [1] KEMS 기술 규격서 (KPX, 2005)
- [2] CIM Ver. 10 Rev. 7 (<http://www.cimuser.org>, December 2005)
- [3] 한전KDN, "통합 EMS 연계 SCADA 시스템 및 DB 개발", 시스템 설계 명세서, December 2006