

한국형 EMS의 실시간 SCADA 데이터베이스 설계에 관한 연구

이효상, 김완홍, 박민경, 윤여준
한국 전력거래소(KPX)

Development of Real Time SCADA Database in Korean EMS

Hyo Sang Lee, Wan Hong Kim, Min Ryung Park, Yeo Jun Yoon.

Abstract - 한국의 전력계통 운영환경에 적합한 한국형 에너지 관리 시스템(이하 K-EMS)의 개발에 있어 실시간 SCADA 데이터베이스의 설계는 EMS의 성공을 가능하는 핵심 요소이다. 특히, 계통규모가 커지고 다양한 계통 어플리케이션들이 개발, 활용됨에 따라 방대한 양의 현장 데이터를 실시간으로 취득하여 관리하고 어플리케이션에 필요한 데이터 인터페이스를 제공하는 EMS SCADA 데이터베이스의 중요성이 증대되고 있다. 이에 K-EMS 개발의 일환으로 개발 중인 K-EMS SCADA 시스템의 개요 및 데이터베이스 설계에 대해 소개하고자 한다.

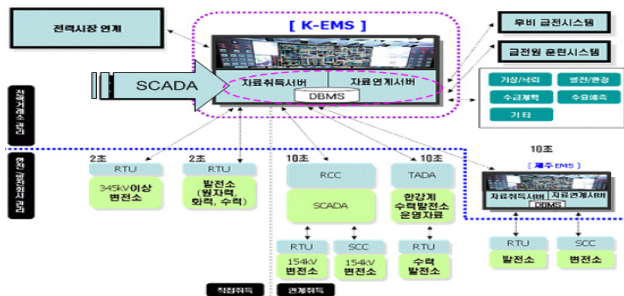
1. 서 론

2005년부터 한국전력거래소(이하 KPX)는 국내 전력 IT선진화를 도모하고 해외 기술의존에서 벗어나 한국계통상황에 적합한 EMS를 순수 국내 기술로 개발 하고자 전기연구원, LS산전, 한전KDN 등 산학연 공동으로 K-EMS(Korean Energy Management System) 개발을 추진 중에 있다. Baseline - Prototype - Fullscale의 3단계에 걸친 개발관리를 통해 최초 개발에 대한 리스크를 분산시키고 그동안 산발적으로 이루어졌던 국내 전력IT 관련기술을 총집합시켜 이 분야에 있어 국가 기술 경쟁력을 제고할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 본 논문에서는 K-EMS 개발의 근간이 되는 K-EMS SCADA 기능 및 실시간 SCADA 데이터베이스 설계내용에 대해 다루고자 한다.

2. K-EMS SCADA 시스템

2.1 개요 및 주요기능

SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition) 시스템은 전력계통의 원방 감시, 운전 및 제어를 위한 시스템이다. <그림 1>과 같이 중앙급전소의 EMS와 연계하여 한전 전력관리처의 SCADA주장치 및 발전소의 RTU설비들로부터 원격으로 자료를 취득하고, 감시, 제어계측하는 자동화 시스템이다.



<그림 1> K-EMS SCADA 시스템 개요

2.1.1 데이터 취득

SCADA 시스템은 현장기기, 어플리케이션 및 다른 사이트로부터 주기적으로 데이터를 취득, 관리한다. 취득되는 데이터는 다음과 같다.

<표1> SCADA 시스템 취득데이터 내용 및 규모

종류	대상	데이터	기타	규모
RTU(Remote Terminal Unit)	765kV, 345kV, 발전기	아날로그	DNP, 이중화	2-10초 주기, 아날로그 및 상태정보취득(5만포인트)
RCC(Regional Control Center)	12개 전력관리처, 한강 TADA, 제주 SCADA	로그, 상태값, 적산값 등	ICCP, 이중화	연산포인트처리(2만포인트)
WIS(Weather Information System)	기상청	기상정보	TCP/IP	5분단위

2.1.2 데이터 처리

K-EMS SCADA시스템은 다음과 같은 데이터 처리기능을 가진다.

- 취득데이터 처리 : 아날로그, 상태정보, 적산값, 변화율 등 취득데이터에 대해 유효성 검사, 스케일링 변환 등을 거쳐 유효한 값을 채택
- 알람/이벤트 처리 : 아날로그 한계치 검사, 상태정보 변경, 시스템 및 통신상태 이상 등에 대한 알람 및 이벤트 처리
- 연산데이터 처리 : Flow calculation, 평균부하, 유효성 검사 등에 대한 계산 처리

2.1.3 원격제어

K-EMS 시스템을 통해 운영자는 제어 가능한 현장설비(발전설비, 스위치, 변압기 탭 등)에 대해 제어신호를 전송할 수 있다.

3. K-EMS 실시간 SCADA 데이터베이스

3.1 K-EMS 통합데이터베이스 개요

K-EMS는 Study mode를 제외하고는 현재의 전력계통 모델을 기반으로 실시간 자료처리를 하게 된다. 전력계통의 변화가 잦은 우리나라의 실정에 맞춰 전력계통 모델 정보를 일관성 있게 변경관리 할 수 있도록 K-EMS 데이터베이스는 Offline DB, Realtime DB 및 Historical DB로 구성되어 있다. K-EMS SCADA 데이터베이스는 통합데이터베이스의 일부로 RTU, RCC등 원격소로부터 주기적으로 취득되는 방대한 양의 전력계통 데이터를 관리하게 된다.

3.2 실시간 SCADA 데이터베이스의 특징

SCADA 데이터베이스는 일반적인 데이터 관리시스템으로서의 DBMS의 기능 이외에 2초~4초 주기로 취득되는 데이터를 실시간으로 처리하기 위한 기능을 고려해야 한다. 실시간 SCADA 데이터베이스는 주요 태스크(task)들이 엄격한 시간제약(Time Constraint)하에서 각종 어플리케이션이 요구하는 데이터를 높은 신뢰성을 가지고 제공할 수 있는 환경이 구현되어야 한다.

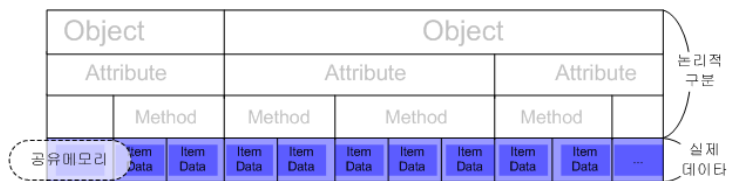
3.3 K-EMS SCADA 데이터베이스 아키텍처

3.3.1 기본개념

K-EMS의 SCADA 데이터베이스는 프로세스 간의 실시간 데이터 교환을 위해서 공유 메모리 상에 위치한다. 실시간 데이터베이스의 데이터 구조는 Schema 파일에 정의되며 이에 의거 데이터베이스는 어플리케이션들이 공유 메모리 내 데이터에 접근할 수 있는 기능(API, Application Interface)을 제공한다.

3.3.2 데이터베이스 논리 구조(Logical Structure)

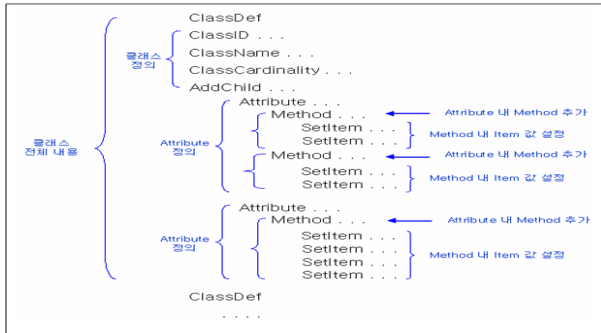
실시간 데이터베이스의 Data는 "Class-Attribute-Method-Item"으로 정의되는 <그림2>와 같은 계층구조를 가진다. "Class"는 데이터의 종류를 의미하며 Attribute는 해당 Class가 가지는 속성을 의미한다. 보통의 경우 속성은 단일한 값을 가지며 속성에 관련된 여러 기능들이 있을 수 있다. Method는 해당 Attribute가 가지는 이러한 기능들을 의미하며 Item은 Method를 동작시키는데 필요한 여러 설정들을 의미한다.



<그림 2> Logical Structure

3.3.3 스키마 파일(Schema File)

실시간 데이터베이스는 Schema File에 정의된 구조를 바탕으로 공유 메모리 내 공간을 확보(Schema에 지정된 Class의 개수만큼)한다. 확보된 공간에 실제 데이터가 Schema File에 정의된 구조를 가지고 올라가게 된다. 공유 메모리의 내의 데이터에 접근하기 위해서는 우선적으로 Schema 정보를 읽고 이를 바탕으로 공유 메모리에 있는 데이터의 위치 및 사이즈를 파악해야 한다. Schema File은 <그림3>과 같은 형식으로 작성된다.



<그림 3> Schema File의 작성

3.3.4 Method의 이해

K-EMS SCADA DB의 핵심엔진이라고 할 수 있는 부분이 바로 이 Method이다. Method는 SCADA관점으로 볼 때 필요한 각 기능별 설정 정보를 모아 둔 Data Set이다. 즉 SCADA의 단일 기능을 구현하기 위해 해당 기능을 동작시키는데 필요한 설정정보(Item)들의 집합인 하나의 Method가 적용된다. 주요 Method로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 공통 Method : 고유ID관리, 계층구조 상,하위 정보 관리 등
- Value 관련 Method : SCADA 기능 관련값(Flag, Tag) 관리 관련
- 통신설정 관련 Method : 통신기 주소 및 취득값 관련
- 알람처리 관련 Method : 알람 정보 관련
- 크기처리 관련 Method : Engineering 값 환산(Scale, Range) 관련
- 값 표시 관련 Method : 취득값 표시 필드 사이즈 등
- 기타 Method : 제어, 이력데이터 사용, 부하관리 관련

3.3.5 데이터의 로딩

데이터베이스는 Schema File을 읽어 들이고 Schema 정의에 따라 Data File을 공유 메모리로 올려 놓는다. 이 과정은 다음과 같다.

시스템은 기동 시 데이터베이스는 Schema File을 읽어 필요한 공유 메모리 공간을 확보한다. 그리고 실시간으로 각 공유 메모리에 들어갈 데이터를 공유메모리에 써 넣는다. 이 과정에서 데이터는 Schema File에 정의된 구조에 따라 "Class-Attribute-Method-Item"의 내부 계층구조를 가지고 공유 메모리에 적재된다. 실시간 데이터베이스는 Item데이터를 Schema에 맞춰 해석하여 어플리케이션이 데이터에 접근할 수 있는 API를 제공한다. 이러한 데이터 접근을 위해서 Class-Attribute-Method-Item-ItemData로 구성되는 고유번호의 집합이나 Object의 이름 혹은 통신기기의 주소 등이 Key로 주어진다. 이후 시스템의 각 어플리케이션들은 Key를 참조하여 공유 메모리에 접근하여 Data를 Read 하거나 Write 하는 작업을 수행한다.

3.4 K-EMS SCADA 데이터베이스 구성내역

3.4.1시스템 관련 Item

시스템 구성 노드들에 대해 입력, 관리되는 데이터는 아래와 같다.

- 노드 정보 : Master, Client, DB서버, Hub, FEP, ICCP Datalinker Printer 등 시스템 노드 정보
- 상태 정보 : 주/예비, 이중화 정보, Fail-Over정보, 시스템 절체, Serial 통신 관련 정보 등

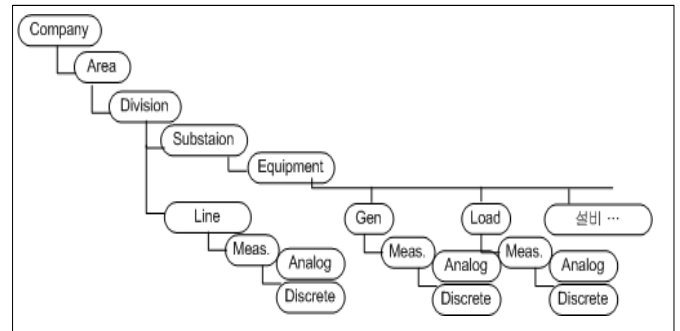
3.4.2 통신 관련 item

통신 기기(RTU, ICCP)관련 입력, 관리되는 주 데이터는 다음과 같다.

- 공통 : 고유ID, 계층구조 상, 하위 정보, Sibling ID 등
- 상태관련 : Tag, Flag, Time Stamp, 초기값, 알람발생 여부, 알람 생 상태, 알람카테고리, 알람 타입 등
- Role 관련 : Main/Backup 설정 등
- 통신설정 관련 : 프로토콜, 어드레스, 포트번호, Main/Backup IP, Listening/Test 모드 여부, ICCP 정보 등

3.4.3설비관련 item

Offline DB로부터 입력되는 주요 계통설비 데이터의 계층구조<그림 4> 및 관련입력데이터는 아래와 같다.



<그림 4> 주요 설비데이터 Hierarchy 구조

- 발전기 : 시스템기준전압, 기기정격전압, Base MVA, 유효효전력 최소/최대값, 정상상태 저항/리액턴스, 과도상태 저항/리액턴스, 차과도 상태 저항/리액턴스, 역상분 저항/리액턴스, 영상분 저항/리액턴스, 동기조상기 선택, 양수발전기 선택, Node정보 등
- 스위치 : Status, Normal Status, 차단용량 등
- 송전선로 : 기준전압(kV), 회선번호, 정상분 저항/리액턴스/서셉턴스, 영상분 저항/리액턴스/서셉턴스, 선로 열적용량 제한치(normal, emergency, loadshed) 등
- ZBR : Node 정보, 기준전압(kV), 직렬저항값, Status 등
- Shunt : Shunt Type, Bank 정보, 용량, 영상분 용량(Mvar), 기준전압(kV), Nominal Voltage, 제어전압(최대/최소), 제어 Node 등

3.4.4 취득포인트 관련 입력item

현장 취득값(아날로그, 상태값, 적산값)과 관련해서 입력, 관리되는 데이터는 아래와 같다.

- 공통 : 고유ID, 계층구조 상, 하위정보, Sibling ID 등
- Analog/Discrete : 포인트에 대한 Tag, Flag, 초기값, 변경시간, 통신 기기 정보, 제어금지/허용, 허용범위, 알람정보, 환산(Scale), 최대/최소, Disturbance 정보 등
- Counter : 위 정보 외 누적방법, Reset 주기 등

4. 결 론

본 논문에서는 K-EMS SCADA 시스템의 기능 및 역할과 시스템의 핵심 요소인 실시간 SCADA 데이터베이스의 설계내용에 대해 소개하였다. 갈수록 증가하는 전력계통의 규모와 다양한 최신 어플리케이션의 활용에 대한 요구가 증가하고 있는 현실을 생각해볼 때, 방대한 양의 데이터를 취득, 관리하여 이를 필요로 하는 어플리케이션에 공급하고 실시간으로 처리할 수 있는 효율적이고 안정적인 SCADA 데이터베이스의 존재는 필수적이라 하겠다. 따라서 K-EMS SCADA 데이터베이스는 엄격한 실시간 성능 요구사항을 만족시킬 수 있는 실시간 퍼포먼스 측면에 가장 중점을 두고 개발되었다. 이와 동시에 다양한 실시간 어플리케이션에 데이터 접근을 제공하기 위한 표준 인터페이스(API)의 개발과 데이터 서비스의 안정성 및 신뢰도 측면 역시 설계 시 충분히 고려되었다. 끝으로, 본 SCADA 데이터베이스의 설계가 단일 시스템으로서의 SCADA 시스템의 유용성을 제고할 뿐만 아니라 확장된 K-EMS 통합 데이터베이스 환경의 실시간 어플리케이션(Network Analysis, Generation Control 등)과 상호 유기적인 동작에도 기여할 것으로 기대한다.

한국형EMS 개발은 산업자원부의 전력산업 연구개발사업으로 수행 중인 사업입니다.

[참고 문헌]

- [1] KPX, "K-EMS 기술규격서", 2006
- [2] Jian Wu, Yong Cheng, and Noel N.Schulz, "Overview of Real-Time Database Management System Design for Power System SCADA System", SoutheastCon, Proceedings of The IEEE, pp. 62-66, March 31 - April 2 2006
- [3] P.S.Yu, Y.K.Wu, K.J.Lin, and S.H.Son, "On real-time databases: concurrency control and scheduling", Proceedings of the IEEE Real-Time Technology and Applications Symposium, January 1994, vol. 82, no. 1, pp.140-157
- [4] LS산전, "실시간 데이터베이스 개념설계(Use Case명세)", 2006
- [5] LS산전, "K-EMS RTDB 분석설계 첨부(Method)", 2007
- [6] LS산전, "한국형 SCADA 데이터베이스 상세 설계명세서", 2007
- [7] LS산전, "스카다 시스템 및 DB개발-시스템 아키텍처 설계", 2006
- [8] KPX, <http://www.epsis.kpx.or.kr>, "한국전력정보통신시스템"