

한국형 EMS의 계통해석 응용프로그램을 위한 DB 및 S/W 구조설계에 관한 연구

허성일, 김선구, 이효상
한국전력거래소

A Study on Database and Software Architecture for K-EMS Network Analysis Applications

HUR, SEONG IL KIM, SEON-GU LEE, HYO-SANG
KOREA POWER EXCHANGE

Abstract - 에너지 관리시스템(EMS)은 전력계통 제어용 종합 자동화 설비로서 전력계통 운영의 효율성과 전력공급의 신뢰도 향상을 위해 운용되고 있다. EMS의 중요한 기능중 하나는 일련의 계통해석 애플리케이션들을 통해 전력계통의 상태를 해석하여 안전도를 감시하고 평가하는 것이다. 이러한 계통해석 애플리케이션들은 상호간에 데이터의 일관성을 유지하기 위해 하나의 동일한 전력계통모델을 사용하여야 하며, 주어진 시간에서 여러 개의 독립적인 기능이 순차적으로 실행하여 계통의 상태정보를 실시간으로 제공해야 하므로 데이터의 입출력이 매우 빠르게 이뤄질 수 있어야 한다. 따라서 이러한 실시간 애플리케이션이 요구하는 신뢰성과 성능을 만족하기 위해서는 공통 네트워크 모델 기반의 데이터베이스와 그에 맞게 애플리케이션을 위한 데이터 입출력 구조나 기능을 설계하여야 한다.

본 논문은 전력IT 국가전략과제로 개발 진행 중인 한국형 EMS(이하 K-EMS)의 계통해석 애플리케이션을 위한 데이터베이스의 구조와 애플리케이션을 구성하는 세부 기능들의 구조를 이러한 관점에서 기술하고자 한다.

1. 서 론

한국형 EMS의 계통해석 애플리케이션은 시시각각 변화하는 전력계통의 전반적인 상태를 분석하는 것으로 사용목적에 따라 실시간 모드와 검토모드로 구성된다. 실시간 모드 애플리케이션은 실시간 계통평가를 통해 실시간 운영에 도움을 주는 것으로 다음과 같은 기능으로 구성된다[1]. 주어진 시간에 모든 애플리케이션이 공통적으로 사용할 전력계통 모델을 확립하기 위해 측정값 정보를 이용하여 계통의 토폴로지를 처리하고 계통의 기본상태 해를 추정하는 '상태추정'기능이 있다. 상태추정을 통해 얻어진 계통에 주요 송전선 등 전력설비의 고장을 상정하고 예상 고장발생시 계통에 미치는 영향을 평가하는 '상정고장해석'기능, 상정사고계통에서 발생할 수 있는 과부하 및 저전압 해소를 위해 적용 가능한 제어방안을 제시하는 '안전도개선'기능이 있다. 검토모드는 실시간 모드에서 얻어진 전력계통모델을 이용한 계통 검토가 주 목적이다. 예를 들어, '조류계산'기능을 이용하여 긴급후전에 따른 계통의 영향을 평가하고 대책을 수립할 수 있으며, '고장해석'기능을 통해 단락고장발생에 따른 고장전류를 계산하여 적절한 대책을 세울 수도 있다. 아울러 실시간 모드의 상정고장해석과 안전도개선 기능은 검토용 계통을 대상으로 순차적 계통해석 수행을 위해 검토모드에서도 사용가능하다. EMS 기능에는 그 외 여러 가지 기능이 있으며, 표 1을 참조하길 바란다.

<표 1> K-EMS 계통해석 애플리케이션 분류

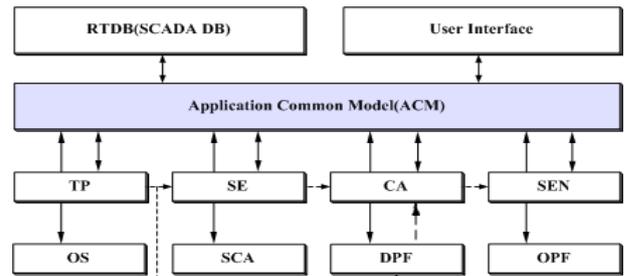
실시간 계통해석	검토모드 계통해석
○ 상태추정(SE) - 토폴로지 처리 - 송전선로 손실 계수 산정 - 모선부하 분배 계수 산정	○ 급전원 조류계산(DPF) - 토폴로지 처리 - 송전선로 손실 계수 산정
○ 상정고장해석(CA)	○ 상정고장해석(CA)
○ 안전도개선(SEN)	○ 안전도개선(SEN)
○ 제약급전(SCD)	○ 고장해석(SCA)
○ 전압, 무효전력분배(VVD)	○ 휴전계획(OS)
	○ 최적조류계산(OPF)
	○ 송전선 과부하 완화(TLR)

실 계통에서 운전되는 EMS에서는 공통 데이터베이스와 이를 기반으로 위에서 열거한 기능들이 순차적으로 수행되어야 한다. 따라서 데이터의 일관성을 유지하기 위해 공통 네트워크 모델 기반의 데이터 구조를 가져야 할 것이며, 모든 애플리케이션의 수행이 가능하도록 계통 데이터 모델링이 요구된다. 아울러, 애플리케이션에 의한 데이터 접근 속도 향상을 위한 최적의 데이터 질의구조를 고려해야 하며, 합리적인 프로그램 인터페이스의 설계가 필요하다.

비즈니스 레벨에서의 애플리케이션은 그 목적을 달성하기 위해 여러 개의 세부기능들로 이뤄지게 된다. 따라서 유사한 목적을 갖는 애플리케이션들의 경우, 세부기능이 중복되므로 이러한 것들은 공통기능으로 묶을 수 있다. 공통기능들은 애플리케이션 수행 각 단계에 분포하고 있으며, 공통 데이터 구조와 밀접한 관계를 갖는다. 따라서 공통 데이터 구조를 활용하여 새로운 비즈니스 기능을 갖는 애플리케이션을 개발하고자 할 때는 이러한 공통기능을 재활용할 수 있게 된다.

2. 본 론

여기서는 K-EMS 계통해석 애플리케이션을 통합하기 위해 구축된 공통 데이터베이스(Application Common Model)에 대해 소개하고, 애플리케이션을 구성하는 세부 기능들을 살펴보고 구조적인 관점에서 개발방법을 설명하고자 한다.



<그림 1> 계통해석 애플리케이션과 통합 DB

2.1 계통해석 애플리케이션 공통 데이터베이스(ACM)

2.1.1 개요

애플리케이션 공통 데이터베이스인 ACM은 애플리케이션 사이에 공유하는 데이터를 포함하여 계통해석에 필요한 모든 데이터를 담고 있다[2]. 개별 애플리케이션으로 보면 알고리즘 수행에 필요한 데이터와 해당 애플리케이션에만 사용되는 특정 데이터도 포함된다. 이러한 ACM은 계통해석 수행환경에 따라 실시간 계통해석을 위한 데이터베이스와 검토용 계통해석을 위한 데이터베이스로 구분된다. 실시간용 데이터베이스는 스카다 데이터베이스로부터 취득되는 값을 이용하여 계속적으로 데이터를 갱신하며, 검토용 데이터베이스는 실시간 데이터베이스를 스냅샷 하거나, 사용자에 의해 지정된 데이터일 수도 있다.

몇몇 애플리케이션은 실시간 수행모드와 검토용 수행모드에 공통적으로 사용된다(그림1). 이들 애플리케이션의 알고리즘은 동일하나 앞서 언급한 것처럼 수행모드에 따라 그들이 접근하여 사용하는 데이터만 다르게 되는 것이다. 그림 1은 공통 데이터구조인 ACM을 중심으로 계통해석 애플리케이션이 어떻게 상호 연결되고 있는지 보여주고 있다. 모든 애플리케이션은 기본적으로 ACM을 통해 상호간에 데이터를 공유하며, 특정 애플리케이션은 점선으로 표시된 것처럼 순차적으로 수행되게 설정할 수 있다.

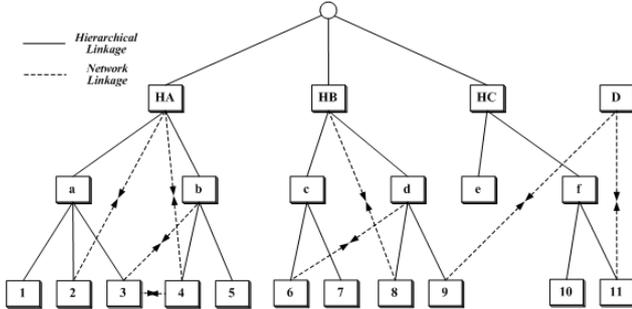
2.1.2 메모리 상주 데이터베이스(Memory-Resident DB)

종래 디스크 기반의 데이터베이스의 경우 디스크 입출력에 따른 시간 지연과 계산수행시간의 불확실성이 늘 존재한다. 이러한 요인은 시간제약을 갖고 순차적인 실행을 요하는 실시간 애플리케이션에는 결정적인 한계점이 될 수 있다[3]. 하지만, 데이터베이스를 메모리에 구축하면 이러한 문제를 피할 수 있으므로 K-EMS는 이러한 방식을 채택하고 있다. 따라서 디스크 접근을 최소화하고 메모리 I/O사용과 메모리 구조의 최적화를 통해 데이터 접근 및 질의처리 속도를 향상시켜 대량의 데이터를 빠르게 다룰 수 있으므로 트랜잭션의 실시간 처리가 가능하다.

2.1.3 네트워크 계층형 데이터베이스

데이터베이스 자료구조는 계층형, 네트워크형, 관계형, 객체형 등이 있으며, 다중 관계성을 지원하는 관계형 자료구조가 질의구조의 최적화 기법 개선을 통해 널리 사용되고 있다. 계층형 구조는 관계성 제약으로 인해 사용이 점차 줄어들고 있지만, 고속 성능의 장점으로 인해 메모리 데이터베이스에서는 관계형에 비해 다소 우수하여 많이 사용되고 있다.

전력계통의 운영관점에서 보면 전력설비들은 소유회사, 지역, 전력관리처, 발전전소에 소속되는 계층적 구조를 갖는다. 토폴로지 관점에서는 운영측면의 계층구조를 가지는 전력설비들을 네트워크 연결 구조로 형성하여 신속한 데이터 접근을 가능하게 한다. 따라서 ACM은 관계성의 제약을 해소하기 위해 네트워크 구조를 겸비한 계층구조 형태로 가져가고 있다(그림 2 참고).



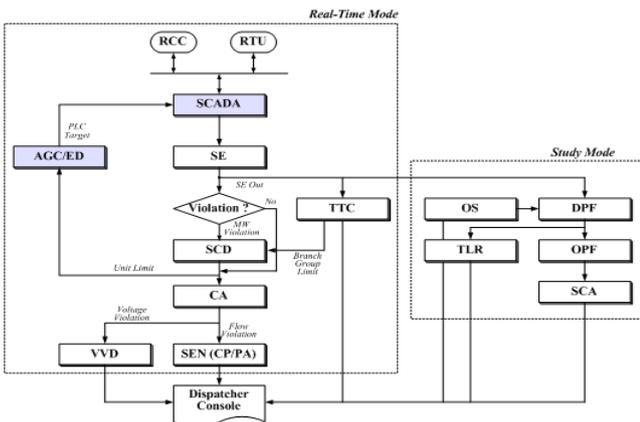
〈그림 2〉 네트워크 연결 관계를 갖는 계층 DB 구조

최적 질의구조의 사전 분석을 통해 운영측면의 계층구조와 토폴로지 측면의 네트워크 구조를 설계하는 것이 데이터 입출력 속도를 비롯한 애플리케이션의 실시간 수행 성능을 결정한다고 볼 수 있다.

그림에서 네모상자에 표시된 개별 데이터 개체인 테이블의 경우, 변하지 않고 고정된 정적인 테이블과 애플리케이션 구동주기에 맞춰 갱신되는 동적인 테이블로 나누고 있다. 또한 동적 테이블은 애플리케이션별로 분리하여 테이블에 소속된 전체 데이터를 한꺼번에 읽고 쓸 수 있는 일괄처리 구조로 만들어 데이터 입출력 속도를 향상시킬 수 있도록 설계하였다.

2.2 계통해석 애플리케이션 소프트웨어

K-EMS의 계통해석 애플리케이션의 수행순서는 상위 레벨에서의 논리적 기능 설계에 따라 여러 가지 형태로 꾸밀 수 있다. 구성 가능한 하나의 예를 도시하면 그림 3과 같다. 자세한 사항은 앞서 간략하게 언급하였으므로 생략하기로 하고, 여기서는 기능측면에서 효율성과 재사용성을 염두에 둔 애플리케이션의 구조에 대해 간략하게 소개하고자 한다.



〈그림 3〉 계통해석 애플리케이션 수행 흐름도

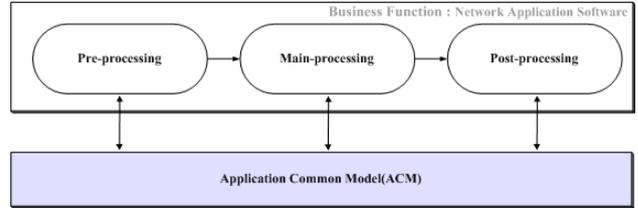
2.2.1 애플리케이션 소프트웨어 구조

지금까지 언급한 계통해석 애플리케이션을 기능으로 나누어 보면 그림 4에서처럼 크게 전처리 기능, 주 연산기능 그리고 후처리 기능으로 나누어 볼 수 있다.

각 기능은 ACM으로부터 필요한 데이터를 가져와서 연산을 수행하고 그 결과를 다시 ACM에 기록함으로써 ACM과의 데이터 인터페이스를 통해 순차적으로 수행된다. 주 연산기능에선 애플리케이션 수행 알고리즘과 관련하여 공통적으로 사용될 수 있는 기능을 묶을 수 있으며, 전·후처리 기능에서는 데이터의 준비 및 화면출력에 필요한 데이터 가공 기능을 공통기능으로 분류할 수 있다. 물론 개별 애플리케이션에서만 사

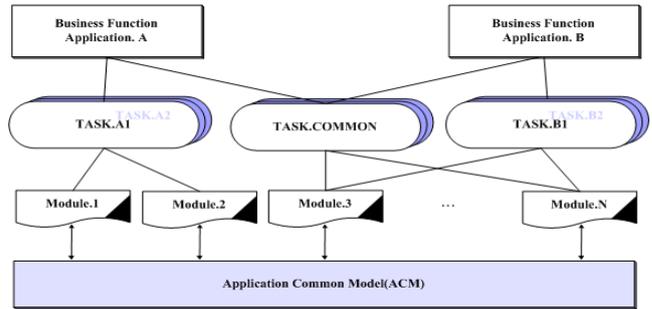
용되는 고유한 것은 별도의 전용기능으로 개발하여 사용해야 한다.

다시 말해서 수행환경모드는 다르지만 동일한 알고리즘을 사용하는 애플리케이션(CA, SEN)이라면 그 기능을 공유하여 사용할 수 있으며, 다른 애플리케이션을 통해 산출된 결과라 할지라도 그것을 활용하여 동일한 목적의 기능을 수행하면 공통기능으로 가져다 쓸 수 있다. 예를 들면, 상태추정과 조류계산 애플리케이션의 주 연산기능을 통해 산출된 계통해의 위반을 감시하기 위한 감시요소와 제약조건 설정과 같은 전처리 기능과 설정된 제약사항과 계통상태 해를 비교하여 위반사항을 출력하는 후처리 기능은 공통기능으로 적용될 수 있는 것이다. 따라서 상태추정이나 조류계산 애플리케이션은 '상태추정'이나 '조류계산' 수행이라는 고유의 연산기능이외에 이러한 공통기능을 추가하여 하나의 비즈니스 기능을 수행하는 애플리케이션으로써 모습을 갖추게 된다.



〈그림 4〉 애플리케이션 S/W 구조의 기능별 분류

세분화된 기능들을 하나의 태스크로 보고, 위의 그림을 재구성하면 그림 5의 형태로 나타낼 수 있다. 하나의 비즈니스 애플리케이션은 여러 개의 태스크로 이뤄지며, 이러한 태스크는 여러 개의 단위모듈을 통해 수행되는 점에서 계층적 구조이며, 이미 생성한 기능을 재사용할 수 있는 점에서 객체지향적인 구조를 가진다. 만약 새로운 애플리케이션의 개발이 필요한 경우에는 기존의 태스크를 사용하거나 기존의 세부 모듈을 묶어서 새로운 태스크를 만들어서 사용할 수 있으므로 이러한 구조는 애플리케이션의 확장은 물론 개발과 유지보수를 용이하게 해준다.



〈그림 5〉 애플리케이션 S/W 계층적 분산 구조

3. 결 론

지금까지 한국형 EMS(K-EMS)의 계통해석 애플리케이션을 위한 공통 데이터베이스(ACM)의 구조와 이를 기반으로 계통해석을 수행하는 애플리케이션 소프트웨어의 구조에 대해 개략적으로 살펴보았다. 실시간 계통의 상태정보 제공을 위해 다수 애플리케이션들이 데이터의 신뢰성을 유지하면서 순차적으로 수행되고 빠른 데이터 처리가 가능해야 한다는 점에 주안을 두었다. 아울러 공통의 데이터베이스를 통해 이들 애플리케이션이 통합되는 점을 고려하여 중복될 수 있는 기능들과 고유의 기능들을 세분하여 개발하는 방법을 소개하였다.

본 논문에서는 ACM을 구성하는 세부사항들과 계통해석 애플리케이션을 위한 공통기능들을 자세히 언급하지 않았다. 현재 완료되어 있는 부분과 개발단계에 있는 부분이 혼재되어 있기 때문이다. 향후 개발 완료시점에 이르면 보다 폭넓게 소개할 수 있으리라 사료된다.

본 논문은 산업자원부에서 시행한 전력산업 연구개발사업(과제번호 : R-2005-1-398-004)으로 수행되었습니다. 관계자분들께 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

[1] 한국전력거래소 KEMS 개발실, "한국형 EMS 기술규격서", 2007
 [2] 한국전력거래소 KEMS 개발실, "K-EMS 기술지침서07-01", 2007
 [3] Jian Wu; Yong Cheng; Schulz, N.N., "Overview of Real-Time Database Management System Design for Power System SCADA System" Proceedings of the IEEE, Page(s): 62 - 66, 2006