

IEC 61970 기반의 EMS 데이터베이스 구축에 관한 연구

이진호, 손진만, 남영우, 이용익, 박종호, 김필석, 김병섭, 신용학
LS산전 중앙연구소

A study on an implementation of IEC 61970 based EMS database

J. H. Lee, J.M. Sohn, Y. W. Nam, Y. I. Lee, J. H. Park, P. S. Kim, B. S. Kim, Y. H. Shin
LS Industrial Systems Co., Ltd. Central R&D Center

Abstract - 전력계통 에너지관리시스템(EMS)을 위한 공통 정보모델(CIM:Common Information Model)은 1990년대 후반에 EPRI의 CCAPI (Control Center Application Program Interface) 연구 프로젝트에서 시작하여, 현재는 IEC의 국제표준인 IEC 61970시리즈로 등록되어 있다. 특히, CIM은 IEC61970의 Part 301, 302에 정의되어 있는 공통데이터 모델을 지칭하며, IEC61970의 Part 401~407에 정의되어 있는 CIS (Component Interface Specification)와 더불어 EMS의 API(Application Program Interface)를 정의하는 핵심 요소이다.

CIM (Common Information Model)은 전력회사의 전력 시스템 운영을 포함하여 전력회사 전반에 사용되는 주요한 객체(object)들을 나타내는 추상적 모델(abstract model)이다. 또한, CIM은 전력계통 자원을 객체 클래스들(object classes)과 속성들(attributes)로 표현하는 표준 방법을 제공함으로써, 발전분야나 배전분야와 같이 전력 계통의 운용 영역이 다른 계통들과 EMS 시스템 연계, 독립적으로 개발된 전체 EMS 시스템간의 연계, 서로 다른 판매자에 의해서 독립적으로 개발된 EMS 응용 프로그램간의 통합을 용이하게 한다.

본 논문에서는 전력계통 공통 데이터 모델인 IEC 61970을 소개하고, 이에 기반을 둔 한국형 EMS 데이터베이스 구축에 관해 설명한다.

1. 서 론

EMS 시스템은 전력회사에서 전력계통의 중앙급전 운영과 제어를 담당하며, 전력계통의 실시간 최적운영을 위한 다양한 응용프로그램과 실시간으로 취득된 데이터간의 정보교환이 요구되기 때문에 표준화 모델 기반의 정보교환이 일찍이 연구된 분야이다. 또한 EMS 시스템은 응용프로그램 뿐 아니라, 실시간 데이터베이스, 발전기정보 데이터베이스 및 계통해석용 데이터베이스 등 다양한 데이터베이스 시스템 간의 정보교환도 요구되므로 표준화된 데이터 모델에 의한 데이터베이스 스키마 설계의 중요성이 크다고 할 수 있다.

전력계통의 표준 데이터 모델에 대한 연구는 1990년대 후반 EPRI (Electric Power Research Institute)의 CCAPI (Control Center Application Program Interface) 연구 프로젝트(RP-3654-1)로부터 시작되었다. EPRI CCAPI 프로젝트는 EMS에 새로운 어플리케이션을 추가하는데 소요되는 비용과 시간의 절약, EMS에서 효과적으로 동작하는 기존 어플리케이션 및 시스템의 투자 보호를 기본 목적으로 한다[1,5].

CCAPI 프로젝트의 기본 임무는 발전 또는 배전 자동화 시스템(DMS; distribution management systems)과 같이 상이한 계통운영 사상을 지닌 시스템들과 EMS 시스템간의 연계, 독립적으로 개발된 전체 EMS 시스템 상호간의 연계, 다양한 판매자들에 의해서 독립적으로 개발

된 EMS 어플리케이션의 통합 등을 용이하게 하기 위한 표준 문서 초안을 작성하고 요구사항을 제공하는 것이다. 이것은 여러 어플리케이션 또는 시스템들이 공통 데이터에 접근하고, 그 정보가 내부적으로 어떻게 표현되는지와는 무관하게 정보교환을 할 수 있게 하는 API(Application Program Interface)를 정의함으로써 이루어진다.

CIM은 CCAPI 프로젝트의 결과에 바탕을 두고 있으며, 현재는 IEC TC57의 WG(13)의 활동으로 IEC의 국제표준으로 등록되어 있다. IEC 61970 시리즈는 3개 부분이 출판되어 있고, 향후 9개의 목록은 해당 WG의 활동으로 국제표준으로 등록되어질 예정이다. 특히, CIM은 IEC 61970의 Part 301, 302에 정의되어 있는 공통데이터 모델을 지칭하며, IEC 61970의 Part 401~407에 정의되어 있는 CIS (Component Interface Specification)와 더불어 EMS의 API를 정의하는 핵심 요소이다. CIM은 EMS-API의 의미론적인 부분을 기술하고 있으며, CIS는 교환된 메시지의 컨텍스트를 정의한다.

CIM 기반의 전력계통 정보모델은 다음과 같이 IEC Standard 로서 분류되고 있다.

- Part IEC 61970-301 : EMS 정보의 물리적인 관점(physical aspects)을 논리적인 관점(logical view)으로 제공하며, 이러한 결과는 CIM 기반의 Package 의 집합으로 정의된다.
- Part IEC 61970-302 : 재무 및 에너지 계획의 논리적 관점을 정의한다.
- Part IEC 61970-303 : SCADA 논리적 관점을 정의한다.

CIM은 전력계통 운영을 포함하여 전력계통 전반에 사용되는 주요한 객체(object)들을 나타내는 추상적 모델(abstract model)이다. CIM은 전력계통 요소를 객체 클래스와 클래스간의 연관관계 및 클래스에 속하는 속성으로 표현하는 표준방법을 제공한다. CIM에서 나타난 객체들은 본질이 추상적이고 다양한 어플리케이션에서 사용될 수 있으며, 이들의 활용도는 EMS의 어플리케이션 프로그램 연계에 국한되지 않는다. 이 표준은 공통적인 전력계통 모델(common power system model)이 필요한 어떠한 도메인 분야에서도, 특정한 적용 분야에 관계없이 시스템과 응용 프로그램 사이의 호환성(compatibility)을 가능하게 하며, 상호운용(interoperability) 능력을 촉진하기 위하여 필요한 일종의 소프트웨어 도구로서 사용될 수 있다[4,7].

발전 및 배전 관리와 같이 운용 영역이 서로 다른 분야에 관한 시스템과 EMS 시스템의 연계, 독립적으로 개발된 전체 EMS 시스템간의 연계, 서로 다른 판매자에 의해서 독립적으로 개발된 EMS 응용 프로그램간의 통합을 용이하게 한다.

본 논문에서는 CIM에 대한 소개와 CIM기반의 EMS 데이터베이스 구현 방법을 설명하고, 한국형 EMS에서 구

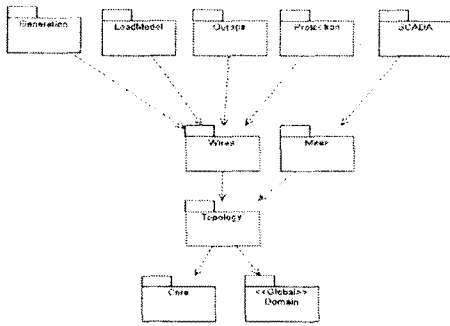


그림 1. CIM 패키지 다이어그램
Fig. 1. CIM package diagram

축하고자 하는 CIM기반의 데이터베이스 아키텍처를 제안한다.

2. 본 론

2.1 CIM(IEC 61970 Part 301)

CIM은 전력계통의 주요 객체들을 클래스로 나타내는 추상적인 모델로서 객체지향 모델링 기법을 사용하여 정의되어 있다. CIM은 그림 1과 같이 관련된 클래스들의 집합인 패키지로 구성되어 있다. 각 패키지는 관련 클래스들의 연관관계를 시각적으로 보여주는 클래스 다이어그램을 포함하고 있다[1,2,6].

각 패키지에 대한 설명은 다음과 같다.

- Domain 패키지는 클래스의 속성들에 대한 데이터 타입과 단위를 정의하는 데이터 사전이다.
- Core 패키지는 모든 어플리케이션에서 사용되는 핵심적인 클래스로서, PowerSystemResource, Equipment, 등의 클래스를 포함하고 있다. 다른 모든 패키지는 코어 패키지에 의존하는 연관관계와 일반화 상속관계를 갖는다.
- Topology 패키지는 전력계통 설비가 상호 어떻게 연결되어 있는지에 대한 물리적 정의를 갖는 Terminal 클래스 모델의 Connectivity 특성과 이들과 연관관계를 가지는 Core 패키지에 대하여 확장한 것이다.
- Wires 패키지는 송전 및 배전망의 전기적 특성 정보를 모델링하는 패키지로 Core와 Topology 패키지를 확장한 것이다. 상태추정, 전력조류계산, 최적조류계산과 같은 응용프로그램에서 사용된다.
- Meas 패키지는 어플리케이션 간에 교환되는 동적 측정 데이터를 나타내는 요소로 구성된다.
- SCADA 패키지는 SCADA어플리케이션에서 사용되는 정보를 모델링하기 위한 엔티티를 포함하고 있다.
- Outage 패키지는 현재 계통구성에 대한 토폴로지 정보와 향후 계획된 토폴로지 정보를 모델링하며, Core와 Wires 패키지를 확장한 것이다. 전력계통 응용프로그램 내부에서 선택적으로 사용된다.
- Protection 패키지는 계전기와 같은 계통보호 장비의 정보를 모델링하며, Core와 Wires 패키지를 확장한 것이다. 훈련용 시뮬레이터, 배전계통의 고장점 계산 프로그램 등에 사용된다.
- LoadModel 패키지는 부하곡선의 형태로 전력계통 부하와 에너지 수용가를 모델링하며, 부하예측 및 부하관리 분야에서 사용된다.
- Generation 패키지는 Production과 Generation Dynamics로 구성되는 두 가지 하위 패키지로 나누어지며, 발전소의 물리적인 장비의 특성과 제어에 관한 객체

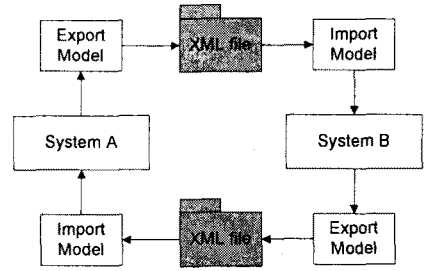


그림 2. CIM 기반의 정보모델 교환
Fig. 2. CIM-based model exchange

들로 구성되어 있다. 자동발전제어, 경제급전, 기동장치 및 Dynamic Training Simulator 프로그램에서 사용된다.

2.2 CIM 구현방법

CIM은 외부 어플리케이션과의 통신을 도와주는 일종의 인터페이스 명세이다. 주 목적은 데이터베이스와 관련된 공통 데이터 모델을 표현하는 IEC 61970 Part 3xx와 구축된 데이터베이스와 서로 다른 시장환경 및 서로 다른 목적을 가지는 다양한 어플리케이션과의 자료교환을 목적으로 하는 IEC 61970 Part 4xx의 구현을 통해 완전한 상호호환성을 실현하고자 하는 것이다. 언급한 2가지 요소의 구현 정도에 따라 다음과 같이 CIM의 구현을 세가지로 분류할 수 있다[3].

2.2.1 통신을 위한 외부표준(external standard)으로 사용

CIM을 외부 시스템과의 통신을 위한 외부 표준(external standard)으로 사용하는 것이다. 즉, EMS 내부에서는 전용 데이터 스키마(private data schema)가 적용되고, 전용 스키마와 CIM 스키마 사이의 데이터 전달을 위해 두 스키마 간의 매핑이 이루어진다. 이 방법은 구현하기 쉬우며, 기존 프로그램을 별도의 수정 없이 직접 사용할 수 있다. 하지만 이러한 방법은 개발사가 서로 다른 시스템 간의 상호운영 문제만을 해결할 수 있다. 응용프로그램의 상호호환 관점에서 개발사 A의 응용프로그램을 개발사 B의 EMS 플랫폼에 통합하려 하고자 하면, 이 방법은 사용할 수 없지만, 2.1에서 언급한 IEC 61970 Part 301의 사용만으로도 얻을 수 있는 이득은 그림 2와 같이 서로 다른 EMS 플랫폼 사이에 데이터교환의 상호호환성은 유지된다는 것이다.

2.2.2 내부 표준(internal standard)으로 사용

CIM을 완벽한 내부 표준(internal standard)으로 사용하는 것이다. EMS 플랫폼뿐만 아니라 어플리케이션까지도 CIM 스키마를 기반으로 다시 만들어지며, CIM과 동일한 의미를 가지는 어떠한 전용 데이터 스키마도 없다. 객체지향의 실시간 데이터베이스가 CIM 모델을 처리하기 위해 사용될 수 있으며, 모든 어플리케이션은 완벽하게 CIM 기반으로 개발된다. 이 방법의 기본 개념이 좋긴 하지만 실현하기 어려운 면이 있다. 그 이유는 기존 어플리케이션들은 대체로 아주 효율적으로 신뢰할 수 있으며, 모든 어플리케이션들을 재개발하는 것이 어렵고 불필요하기 때문이다.

2.2.3 내부표준(internal standard)으로 부분적 사용

CIM을 부분적인 내부 표준으로 사용하는 것이다. EMS

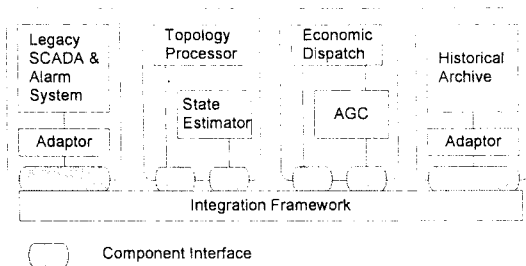


그림 3 CIM기반의 EMS 아키텍처
Fig. 3. EMS architecture based on CIM

플랫폼은 CIM을 기반으로 다시 만들어 진다. 새로운 어플리케이션과 재개발 계획이 있는 일부 어플리케이션 또한 CIM을 기반으로 다시 만들어 진다. 다른 기존 어플리케이션은 그대로 사용되게 된다. 이렇게 하여 기존 어플리케이션을 통합하기 위해서는, 새로운 플랫폼은 전용 API와 호환성이 있어야 한다. 그림 3에 간략한 개념적 아키텍처가 나타나있다. 이 방법은 앞에서 설명한 두 방법의 단점을 피할 수 있고, EMS에서 CIM 표준의 구현에 적합한 방법이다.

2.3 CIM 기반 데이터베이스 아키텍처

CIM의 Generation 패키지로 표현될 수 있는 발전기 모델을 사용한 경제급전과 AGC 기능 및 Topology 패키지, Wires 패키지로 표현될 수 있는 Topology 프로세싱, 상태추정(State Estimator)기능은 EMS의 주요 기능이다. 이 중 그림 3에 AGC 기능에 관한 데이터베이스 구축을 포함한 보다 구체적인 아키텍처가 나타나있다. 그림 3은 크게 세가지 파트, 즉, 화면 파트, 응용프로그램 파트 그리고, 데이터베이스 파트로 나눌 수 있다.

2.3.1 데이터베이스 모델

데이터베이스는 크게 다음과 같은 네가지로 구성된다.

- CIM 기반의 계통정보 공통모델 데이터베이스 발전기 정보, 토폴로지 정보, 장비의 설정정보와 같은 전력계통의 정적인 정보를 저장하게 된다.
- SCADA 데이터베이스 RTU 포인트 정보, 유효전력, 무효전력, 전압 등의 아날로그 측정값 및 차단기의 개폐정보 등의 디지털 측정값과 같은 계통 취득정보 그리고, 제한조건 위반과 같은

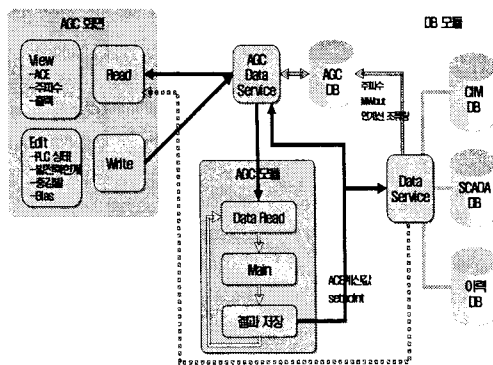


그림 4. 제안된 아키텍처
Fig. 4. The proposed architecture

알람정보를 저장하게 된다.

• 이력 데이터베이스
운영중에 발생하는 모든 이벤트 및 알람, 취득값의 과거 이력을 저장하게 된다.

• 응용프로그램 전용 데이터베이스

그림 4에서는 AGC 데이터베이스가 응용프로그램 전용 데이터베이스가 되며, 응용프로그램을 수행하기 위한 각종 파라미터 및 수행 성능 등을 고려하여 CIM 기반의 계통정보 공통모델 데이터베이스의 정적정보 또한 별도로 저장하게 된다.

여기서, CIM 기반의 데이터베이스 구축을 통하여 2.2에서 언급한 다른 플랫폼과의 계통 정보모델 교환이 가능하게 된다.

2.3.2 데이터 서비스

화면파트와 응용 프로그램파트에서는 개별적인 통신을 통한 데이터 교환은 이루어지지 않고, 오로지 데이터베이스와의 입출력을 통해서 정보교환이 이루어진다. 이러한 개념은 데이터 서비스가 확정 된다면, 화면 및 응용 프로그램 개발이 독립적으로 수행될 수 있는 장점이 있다. 여기서, 화면 파트는 통상 서버와는 다른 플랫폼에서 운용되는 관계로 서비스형태로 데이터 교환이 이루어지게 되고, 응용 프로그램은 서버에서 운용될 경우, 데이터 서비스가 API의 형태로 이루어지게 된다.

3. 결 론

각기 다른 개발사에서 독립적으로 개발된 EMS 어플리케이션의 통합 등을 용이하게 하기 위한 표준안인 CIM의 일부인 IEC 61970 중 계통의 정적모델을 나타내는 Part 301에 대하여 알아보았다. CIM을 EMS에 구현하기 위한 방안을 알아보고, 장단점을 살펴보았다. 방대한 데이터를 수조마다 다루게 되는 부담같은 성능과 관계된 이유로 인하여 CIM을 부분적으로 활용하는 방안을 사용하여 개발 가능한 아키텍처를 제안하였다. 향후 CIM은 보다 더 많은 분야를 포함하게 될 것이며, 궁극적으로 응용 프로그램간의 상호호환성을 고려한 데이터서비스 부분에 대한 구체적인 연구가 진행되고 있으므로, 지속적인 관심 및 이의 활용에 대한 연구가 필요하다.

[참 고 문 헌]

- [1] IEC International Standard, "IEC 61970-301, Energy management system application interface (EMS-API) - Part 301: Common Information Model(CIM) base", 2003.
- [2] T. Berry, "Standards for energy management system application program interfaces," 2000, pp. 156-161.
- [3] S. Zhang, J. Yao, Z. Yang, M. Chen, and Q. Su, "Implementation of standard IEC 61970 in EMS systems," 2004, pp. 114-118 Vol.1.
- [4] E. Dobrowolski, "Control center interoperability issues," 2001, pp. 466-469.
- [5] S. F. Mauser, J. Gillerman, and D. Nordell, "Utility information integration-vision, benefits, strategies, and status," 2000, p. 6.
- [6] O. Preiss and T. Kostic, "Unified Information Models in Support of Location Transparency for Future Utility Applications," 2006, pp. 242a-242a.
- [7] J. P. Britton and A. N. deVos, "CIM-based standards and CIM evolution," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 20, pp. 758-764, 2005.