

SOA 기반의 전력 데이터 통합 설계 방안

김지영*, 이효정*, 김상태*, 송완석*, 김용광**, 최미화**
 한전KDN(주)*, (주)팜즈커뮤니케이션**

Architecture Design for Integrating Power Data based on SOA

Ji-Young Kim*, Hyo-Jung Lee*, Sang-Tae Kim*, Wan-Seok Song*, Yong-Kwang Kim, Mi-Hwa Choi**
 Korea Electric Power Data Network Co., LTD*, FAMZ Communication**

Abstract - 현재 전력 시스템들은 폐쇄된 환경에서 각각 독립적으로 운영, 관리 되고 있다. 새로운 전력 공급원의 투입 및 예상치 않은 전력 수요의 급증으로 야기되는 전력 계통의 동요 상태는 독립된 한 시스템의 데이터만으로 상황을 신속하게 예측하기가 어렵다. 따라서, 현재 동적인 전력 계통 상황에 대해 운전원들에게 신속하고 정확하게 정보를 제공하기 위해서는 기존 전력 계통운영 시스템들의 연동 및 데이터 연계의 문제를 고려하지 않을 수 없다. 본 논문에서는 현재 개발 중에 있는 Synchro-Phasor 기반의 K-WAMS(Korea Wide Area Monitoring System)를 소개하고, K-WAMS와 기존 시스템들과의 데이터 연계 및 교환을 위해 IEC 61970 표준 CIM(Common Information Model)기반의 데이터 스키마 설계 방법 및 각 전력 시스템들의 데이터 통합을 위해 서비스 지향 아키텍처인 SOA 기반의 설계 방법을 제안한다.

1. 서 론

최근 정부의 녹색 전력 IT 개발의 일환으로 스마트 그리드에 대한 관심이 높아짐에 따라 각 분야별 시스템 연계나 통합에 대한 관심도 높아지고 있다. 스마트 그리드는 통신망의 연결을 통해 하나의 데이터 관리 시스템으로 통합 관리 할 수 있는 구조를 가지고 있으며 발전에서 수용가까지 이르는 데이터의 상호 교환이 가능한 지능형 전력망이다. 스마트 그리드 송전분야를 구성하는 시스템인 K-WAMS(Korea-Wide Area Monitoring System)는 Synchro-Phasor 기법을 이용하여 지역적으로 분산되어 있는 PMU(Phasor Measurement Unit)로부터 시각 동기화 된 Phasor 데이터를 실시간으로 수집하여 전력계통의 안정도(Stability)를 실시간으로 계산하고 평가하여 전력계통의 종합적인 안전도(Security)를 감시할 수 있는 시스템이다. K-WAMS에서 취득되는 데이터는 기존의 EMS(Energy Management System)나 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)보다 고속, 정밀한 데이터이다. 기존 시스템들과 K-WAMS가 데이터를 공유할 경우 보다 많은 지역의 정보를 실시간으로 제공할 수 있게 되어 기존의 불확실한 상태 추정(State Estimation)이 아니라 상태 측정값으로 정확한 결과를 제공할 수 있다는 장점이 있다. 또한 MOS(Market Operation System)나 DAS(Distribution Automation System)로부터 K-WAMS에서 측정할 수 없는 다양한 정보를 제공받아 전력 계통 상태를 판단하기 위한 종합적인 전력 지식 베이스(Knowledge Base)를 구축할 수 있다.

본 논문에서는 상호 이질적인 환경의 전력 시스템들의 전력 데이터 통합을 위하여 CIM 기반의 데이터 설계 방법을 제안하고, 다양한 플랫폼 기반의 전력 시스템들의 서비스 및 데이터 활용을 위하여 서비스 지향 아키텍처인 SOA 기법을 적용한 통합 아키텍처를 제안한다.

먼저, 2.1과 2.2절에서는 데이터 통합을 위한 근간인 IEC61970 표준 및 SOA 기술에 대해서 설명하고 2.3절에서는 현재 개발중인 K-WAMS 시스템에 대해서 기술한다. 2.4절과 2.5절에서는 전력데이터 통합을 위한 CIM 기반의 데이터 스키마 설계 기법을 설명하고 전력 시스템들 간 데이터 교환 및 서비스 재사용을 위한 SOA 기반의 아키텍처를 설명한다.

2. 본 론

2.1 IEC 61970 표준

IEC(International Electrotechnical Commission) 61970표준은 EMS(Energy Management System) 개발을 위한 API(Application Program Interface)를 정의한 것이다. 이 표준은 CCAPI(EPRI Control Center API) 연구 프로젝트의 결과로써 EMS나 다른 시스템에 새로운 어플리케이션을 추가하기 위해 필요한 비용이나 시간을 줄이고, 기존 어플리케이션 및 시스템을 상호 연결하기 위한 통합 프레임워크를 제공하기 위한 것이다. IEC 61970 표준은 가이드라인과 기본 요구사항, 어휘, CIM(Common Information Model), CIS(Component Interface Specification)

및 CIS 기술 매핑으로 주요 5가지 부분으로 구성되어 있다.

2.1.1 CIM(Common Information Model)

CIM은 전력 시스템 엘리먼트들의 논리적인 관점을 정의하고 객체지향 개념 기반의 UML(Unified Modeling Language) 클래스 다이어그램을 이용하여 관계 및 속성을 표현할 수 있다. 이것은 IEC 표준 데이터 사전으로 제안되었고 전력 시스템 오브젝트들로써 클래스를 정의하여 통합에 대한 문제점들을 해결 할 수 있는 기반을 마련하였다. CIM은 전력 계통 전반에 관계된 중요한 객체 및 각 벤더들의 전력시스템 운용 측면을 모델링하기 위해 필요한 객체들을 표현하는 추상적인 모델로써 공통적인 전력 계통 분야뿐만 아니라 특정 분야에 관계없이 적용할 수 있다. 또한, 시스템과 응용 프로그램 사이의 공용 데이터 접근을 가능하게 하여 호환성 및 상호 운용성을 가능하게 한다. 따라서, 각 어플리케이션 분야별 데이터를 공통으로 관리하기 위해서는 특정 구현 기술에 독립적이고 다양한 플랫폼 간에 정보를 공유할 수 있는 CIM 기반의 데이터 설계가 필수적이라 할 수 있다[1].

2.1.2 CIS(Component Interface Specification)

CIS는 독립적으로 개발된 어플리케이션이나 시스템들간의 통합을 용이하게 하기 위해 제안된 표준이며 컴포넌트 및 어플리케이션이 표준화된 방법으로 공통 데이터에 접근 가능 하도록 하고 상호간의 데이터 교환을 가능하게 하는 인터페이스를 제공한다. CIS는 4가지 표준 인터페이스 집합이며 OPC(Open Connectivity)와 OMG(Object Management Group) 표준을 근간으로 하고 있다. 이들 인터페이스 서비스들은 다양한 프로토콜과 프로그래밍 언어로 개발 될 수 있으며, GDA(Generic Data Access), HSDA(High Speed Data Access), TSDA(Time Series Data Access), GES(Generic Event and Subscription)로 구성되어 있다.

2.2 SOA(Service Oriented Architecture)

SOA는 서비스 지향 아키텍처로써, 소프트웨어를 공유와 재사용이 가능한 서비스 단위로 개발하는 것을 말한다. 서비스 지향이란 서비스를 서로 연결하여 특정 기능을 하는 것으로 SOA는 기술중심의 솔루션 보다는 비즈니스 프로세스에 중심을 둔 소프트웨어 설계방식이다. CORBA, DCOM, COM+, EJB, J2EE, .NET 등과 같은 분산 컴포넌트들은 특정 기술들에 종속적이면서 상대적으로 연관도가 높아 동일 플랫폼이나 프레임워크 내부에서의 재사용성은 높으나, 이기종 환경에서 개발된 기존 컴포넌트들을 재사용하고자 할 때, 플랫폼과 구현언어에 대한 종속성이 높기 때문에 상호운용성 문제가 야기된다. 이를 보완하기 위해서 SOA는 어플리케이션 기능들을 서비스 집합으로 정의하여 구현 기술로부터의 독립성 및 유연성이 높아 재사용성 뿐만 아니라 이기종 시스템 간 통합 구축에도 적합하게 하였다. 또한, SOA는 코드 수준보다는 서비스 수준의 재사용성을 제공하여 라이브러리 공유로 인해 발생하는 코드 의존성을 제거하고, 벤더 독립적인 상호 운영을 가능하게 하여 최종적으로 사용자에게 필요한 특정 기능을 제공할 수 있다[2].

2.3 K-WAMS(Korea-Wide Area Monitoring System)

K-WAMS는 지역적으로 분산되어 있는 전력데이터 측정장치인 i-PIU(intelligent Power system Information Unit)로부터 실시간으로 Phasor 데이터를 취득하고 분석하여 전국 전력 계통의 안전도를 평가하고, 외란이 발생하였을 때 조기 경보하여 광역 정전을 방지하는 시스템이다. i-PIU는 스마트 그리드를 구현하기 위한 필수적인 장비인 PMU(Phasor Measurement Unit)로써 16ms 마다 주기적으로 데이터를 계속하여 기존 전력 시스템 보다 더 정밀한 데이터를 제공한다. 또한, 외란

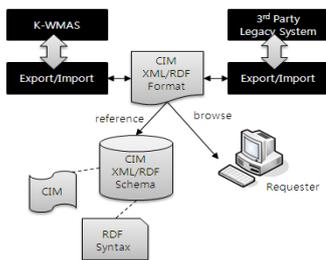
발생시 계측된 데이터를 분석이 용이한 WaveForm으로 저장하여 운영자의 별도 노력 없이 데이터 접근이 가능하도록 하였다[3].

현재 전력계통 운영환경에서는 외란 발생 및 고장 발생 이후에 수동으로 각 시스템에 흩어져있는 데이터를 수집해야 하기 때문에 사용자의 노력 및 시간이 소모 될 뿐만 아니라 데이터 분석결과와 정확도도 완벽하게 신뢰할 수 없다. 그러나, 기존 시스템 및 K-WAMS가 데이터 및 서비스 공유를 위한 플랫폼을 가지게 되는 경우 보다 많은 지역의 정보를 실시간으로 제공할 수 있을 뿐만 아니라 기존의 EMS에서 불확실한 상태 추정(State Estimation)이 아니라 상태 측정값으로 정확한 결과를 기대할 수 있을 것이다. 또한, MOS(Market Operation System)나 DAS(Distribution Automation System)로부터 K-WAMS에서 측정할 수 없는 다양한 정보를 제공받게 되어 전력 계통 상태를 판단하기 위한 종합적인 전력 지식 베이스(Knowledge Base)를 구축할 수 있다.

2.4 CIM 기반의 데이터 스키마 설계

전력 시스템들은 벤더 의존적이며 개발 플랫폼에 종속적인 자체 데이터베이스를 가지고 있다. 특정 사용자가 타 시스템의 데이터를 참고하기 위해서는 번거롭게 오프라인 데이터를 취득하여 해당 데이터베이스의 스키마형태로 변환하여 사용하거나, 해당 시스템의 데이터를 취득할 수 있는 별도의 시스템 연계 및 데이터 취득 모듈을 별도 개발하여 사용해야 한다. 이러한 경우, 데이터 이용의 효율성 및 수집한 데이터의 정확성이나 신뢰성을 확보할 수 없은 자명한 일이다. 따라서, 데이터 통합 및 공유를 위해서는 모든 전력 시스템이 참조할 수 있는 데이터베이스의 공통된 표준 데이터 스키마가 필수적이다.

그림 1은 CIM 기반의 각 어플리케이션의 데이터 교환 및 데이터 통합을 도식화 한 것이다. K-WAMS 및 레거시 시스템의 데이터를 Export 모듈을 이용해 추출한 후 CIM XML/RDF 형식으로 변환하고 이것을 필요로 하는 요청자에게 제공하거나 각 시스템에 import 모듈을 이용해 해당 시스템의 데이터 포맷으로 변환 후 제공된다. CIM XML/RDF 데이터 형식은 CIM 오브젝트 모델을 RDF 구문을 기반으로 만든 CIM XML/RDF 스키마를 참조한다. 이 스키마는 추후 각 업무영역에서 생성된 다양한 형태의 데이터들을 변환하고 통합하기 위한 기초 데이터 스키마가 될 것이다.



〈그림 1〉 CIM 기반의 데이터 스키마 변환

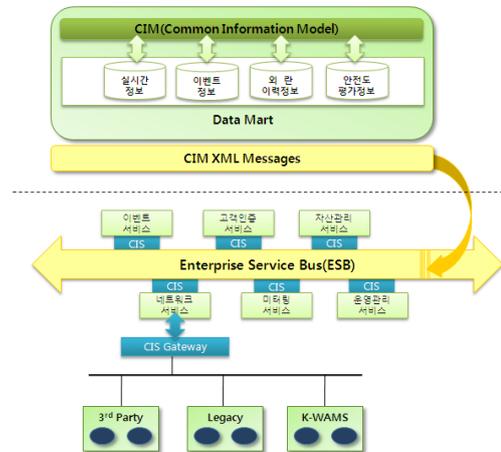
2.5 전력 데이터 통합을 위한 SOA 아키텍처 설계

스마트 그리드는 발전에서부터 송전, 변전, 배전, 수용가에 이르기까지 모든 연관 어플리케이션들이 공통된 인터페이스를 통해 서로 연계할 수 있으며, 현재 까지 각자 고립되어 관리되던 데이터들은 통신망의 연결을 통해 하나의 데이터 관리 시스템으로 통합 관리 할 수 있는 구조를 가지고 있다. 본 논문에서는 스마트 그리드 목적과 부합하는 전력 시스템 전체의 데이터 연계 및 통합을 위해, CIM 기반의 데이터 설계를 통해 공통 데이터 마트를 구축하고, 표준화 된 인터페이스를 이용하여 서비스를 필요로 하는 사용자들에게 제공하기 위한 SOA 기반의 시스템 설계 방법을 제안한다. 이것은 지역적으로 산재되어 있고 다양한 형식 및 구조, 이질적 플랫폼으로 존재하고 있는 각 전력 시스템의 전력계통 데이터에 대한 통합 관리를 가능하게 한다[4].

그림 2는 서비스 연계 및 데이터 통합을 위한 SOA 기반의 개념적 아키텍처이다. 접선 윗부분은 2.4절의 CIM 기반의 데이터 스키마 설계를 통해 다양한 전력 시스템들의 CIM 기반의 데이터 마트를 구축한 그림이다. 특정 서비스에서 데이터 마트의 액세스를 요청하면 서비스 요청 및 응답 메시지가 데이터 교환을 위한 CIM/XML 형태로 변환되어 공통 서비스로 전송된다. 이때 필요한 서비스들은 ESB(Enterprise Service Bus)에서 호출하여 해당 결과를 제공하게 된다. 여기서 ESB는 이기종 시스템 간의 통합 환경을 지원하는 표준 인터페이스 기반의 미들웨어로 모듈화 된 서비스를 조립 및 조합하여 하나의 완성된 기능을 제공한다.

다양한 플랫폼 환경의 3rd Party 시스템, 레거시 시스템, K-WAMS 등에서 요청한 메시지는 CIS 게이트웨이를 통해 네트워크 공통 서비스

로 전달되어 필요한 서비스들을 조합한다. 공통 서비스로 등록된 서비스들은 어떤 플랫폼인지 여부와 관계없이 ESB에서는 CIS 어댑터를 통해 상호호환이 가능하도록 하였다. CIS 어댑터는 CIM/XML 형태의 정적인 데이터 교환뿐만 아니라 2.1.2에서 언급한 일반 데이터, 고속 데이터, 시계열 데이터, 이벤트 데이터와 같은 다양한 종류의 데이터 액세스가 가능하게 한 인터페이스이다.



〈그림 2〉 SOA 기반의 통합 아키텍처

3. 결 론

K-WAMS는 전력 계통의 안전도를 실시간 평가하여 광역 정전에 대한 조기경보를 제공하고, EMS는 상태추정, 자동발전제어, 경제 급전, 주파수 유지를 관리, 발전기 기동 상태 관리 등과 같은 전국 전력 계통 운영을 위한 정보를 제공한다. 이들 시스템간의 데이터 통합은 계통 데이터 신뢰성 확보나 광역 전력 계통 상황 정보 및 현재 운전상황을 신속, 정확하게 제공 할 수 있을 뿐만 아니라 잠재적인 전력 시스템 성능 향상을 기대할 수 있다. 그러나, 아쉽게도 현재는 각 전력 시스템들은 벤더 의존적이고, 폐쇄된 시스템 환경 때문에 전력 분야의 정보 공유가 어려운 실정이다.

따라서, 본 논문에서는 전력 분야의 정보 공유를 위해서 전력 공통정보 모델인 CIM 기반의 데이터 스키마 설계를 제안하였고, 상호 이질적인 시스템 운영 환경에서의 데이터 교환을 위해 공통 서비스를 표준화된 인터페이스로 제공한 SOA 기반의 통합 아키텍처를 제안하였다.

제안한 통합 아키텍처를 실제로 검증하기 위해서는 기존 시스템들의 아키텍처 변경이 불가피 하고, 통합을 위한 과외의 작업들이 다수 존재하기 때문에 어려운 것은 사실이지만, 향후 구체적인 설계 및 개발 작업을 통해 기존 시스템의 최소한의 변경으로 시스템 연계 및 데이터 교환이 가능하도록 해야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Jian Wu, Noel N.Schulz, "Overview of CIM-Oriented Database Design and Data Exchanging in Power System Applications", IEEE, 2005
- [2] 김종인, 신동익, "SOA(Service Oriented Architecture) 관련 기술 동향과 전망", 정보화정책 제13권 제2호, 2006
- [3] 김상태, 김지영, 이동철, 송완석, "시간동기 데이터를 이용한 광역계통 감시시스템 'K-WAMS' 구현", 대한전기학회 추계학술대회, 2008
- [4] D.H. WILSON, K.HAY, R.F.B.MACLAREN etc., "Control Centre Applications of Integrated WAMS-based Dynamics Monitoring and Energy Management Systems", CIGRE C2-105, 2008.
- [5] Yan Yaqin, Wu Zhongxi, and Hang Chunming, "A Novel implementation of IEC 61970 CIS based on Ice middleware", IEEE/PES, 2005