

지능형 전력시스템 참조 아키텍처 개발에 관한 연구

오도은*, 김현수**

*한전 전력연구원

**충남대학교 전기정보통신공학부 컴퓨터전공

e-mail:hifive@kepri.re.kr

e-mail:hskim401@cnu.ac.kr

A Study on Development of Reference Architecture for the Intelligent Power System

Do-Eun Oh*, Hyeon-Soo Kim**

*Korea Electric Power Research Institute

**Computer Science & Engineering, Chungnam National University

요 약

오늘날 세계경제는 아날로그 경제에서 디지털 경제로 급속히 전환하고 있으며, 디지털 혁명은 경제발전과 사회변혁을 주도하고 있다. 전력시스템에 있어서도 지능형 전력기기의 확산과 전력산업 디지털화가 확대되면서 전력공급자에 의한 중앙집중형·단방향 제어 및 정보의 흐름을 Plug-in-Play가 가능한 양방향·분산형 전력시스템 구조로의 전환을 요구하고 있다. 그러나 현재의 전력시스템은 과거 100여년간 산업사회를 지향한 하부구조를 지니고 있으며, 각 운영 제어시스템들 또한 독자적인 필요에 의해 상이한 플랫폼으로 개발되어 왔기 때문에, 시스템 상호간 연결과 필요한 정보의 원활한 교환을 통한 전체 전력망의 최적화를 이루는 데까지는 도달할 수 없었다. 본 논문은 전체 전력시스템에서 발생하는 데이터의 원활한 유통과 교환을 통한 자가 치유형 전력망으로 일컬어지는 지능형 전력시스템 구현을 위한 참조 아키텍처 개발에 대하여 기술한다.

1. 서론

흔히 전력시스템이라 하면 전력의 생산과정에서 소비에 이르기까지 전력회사의 업무 범위를 크게 발전, 송변전, 배전으로 나누었을 때, 송변전과 배전으로 이루어진 전력전달망인 전력계통을 일컫는다. 지난 수 십 년 동안 전 세계적으로 유례없는 속도의 정보통신(IT)기술 발전이 이루어져 왔고, 이 기술들이 빠른 처리능력과 편리성 제공을 목적으로 사회 전반에 도입되었듯이 다른 기술 분야에 비해 상대적으로 발전 속도가 느리다고 인식되어온 전력 분야에도 어김없이 도입되었다. 이러한 정보통신기술은 전력산업이 시작된 이래 고수되어 온 수동처리 업무 방식을 빠르고 간편한 자동화 방식으로 전환함으로써 업무처리 능력은 대폭 향상되었으나, 독자적인 필요에 의해 상이한 플랫폼으로 개발되어 왔기 때문에, 시스템 상호간에 연결이 되고, 필요한 정보를 교환 처리하여 전체 전력망의 최적화를 이루는 데까지는 도달할 수 없었다.

전기를 생산하는 발전소에서 전력계통을 거쳐 사용자에게 전력을 공급하기 위해 시설되는 일련의 설비를 전력설비라 부르며, 전력계통을 구성하는 이런 전력설비들을 원격에서 감시 제어하는 시스템을 전력운영, 제어시스템이라고 한다. 가장 상위에 있는 시스템은 국가 전체 에너지의 수요와 공급을 최적 제어하기 위해서 발전설비를 비롯한 765kV 및 345kV 송전망을 운영하는 에너지관리시스템이며, 그 다음에 변전설비의 감시제어를 담당하는

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)가 있다. 전력계통의 말단인 배전계통을 감시 제어하는 시스템은 배전자동화시스템이라고 부른다.

지난 수 십 년 동안 소량의 저속 데이터 통신 특성에 적합하게 개발되어온 현재의 전력 운영, 제어시스템들은 각 전력회사로부터 신뢰성 있는 전력설비 운영이라는 목표를 가장 잘 만족시키는 기술의 선택에 의해 전력회사의 요구를 훌륭히 만족시키며 운영되어 왔다. 하지만 저속 데이터 통신의 제약 뿐 아니라 이용할 수 있는 데이터의 한계는 전력회사에게 계통운영의 신뢰성 유지 목표이외의 다른 것을 고려하도록 하지 않았을 뿐 아니라 이들 기술들이 지닌 상호운용성 결여 및 배타적인 환경구성 요건은 전력회사에게 처음 선택한 기술이외의 다른 대안을 생각할 수 없게 만들어 왔다. 본 논문은 지능형 전력기기의 확산과 전력산업 디지털화가 확대되면서 전력시스템 전 영역에 걸쳐 발생하는 새로운 데이터의 활용과 이를 통한 지능형 전력시스템 구현을 위한 기술 독립적 지능형 전력시스템 참조 아키텍처에 대하여 기술하였다. 본 논문은 먼저 아키텍처에 대하여 정의하고 기술 독립적 지능형 전력시스템 참조 아키텍처 개발방법에 대하여 살펴본 뒤 결론으로 맺는다.

2. 아키텍처의 정의

아키텍처란 내부에 포함된 컴포넌트와 컴포넌트 상호

간 및 주변 환경과의 관계, 그리고 컴포넌트를 설계하고 전개해나가기 위한 기본 원칙들을 포함하는 하나의 시스템을 이루기 위한 기본 구성을 의미하며, 참조 아키텍처란 여러 서로 다른 특징을 가지는 기능과 시스템에 걸쳐 공통적으로 발견되는 요구사항들의 유형들을 찾아내고 시스템 엔지니어링 기법으로 조직화하여 만든 전체 시스템 차원의 인프라를 위한 아키텍처를 말한다. 즉, 아키텍처가 하나의 시스템 내에서 재사용 가능한 컴포넌트를 정의하고, 컴포넌트와 컴포넌트간 및 컴포넌트와 주변 환경과의 관계를 정의한다면, 참조 아키텍처란 시스템의 범주를 엔터프라이즈 수준으로 확장하여, 그 안에 포함된 각각의 서로 다른 개별 시스템들의 기능들로부터 공통된 요구사항들을 유형화하여 이를 만족시키는 공통적인 컴포넌트를 정의하고 이들 컴포넌트 및 주변 환경과의 관계를 정의한 것이라 할 수 있다. 기술 독립적 아키텍처란 공통정보모델, 공통서비스 및 범용인터페이스로 이루어진 참조 아키텍처라 할 수 있다. 실제 아키텍처의 구현에 있어서는 이들 공통정보모델, 공통서비스 및 범용인터페이스를 만족시키는 기술을 취사선택하여 구현함으로써 처음 선택한 기술로부터의 기술 종속을 피하며, 언제든지 다른 기술로의 대체 및 호환이 가능함으로써 유지보수의 비용을 줄이고 새로운 환경변화에 유연하게 대응할 수 있다. 또한 기술을 제공하는 업체간 경쟁을 통하여 기술 구현 비용도 함께 줄일 수 있다. 여기에서, 공통정보모델은 “무슨 데이터를 주고받을 것인가”로, 범용인터페이스와 공통서비스는 “어떻게 주고받을 것인가”로 이해할 수 있다. 이러한 기술 독립적 참조 아키텍처를 통하여 서로 다른 특징을 가지는 다양한 시스템들이 하나의 전체 시스템 차원으로 상호 운영될 수 있으며, 이는 전체시스템에 유연성과 호환성을 부여함으로써 데이터의 원활한 교환 및 유통이 가능하게 된다.

3. 지능형 전력시스템 참조 아키텍처

3.1 비즈니스 요구사항 정의

모든 시스템 개발의 시작은 비즈니스 요구에서 출발한다. 지금까지 전력산업을 비롯한 모든 분야에 있어 새로운 기술의 개발과 적용에 초점을 맞춘 기술 중심의 흐름이 전개되어 왔으나, 이는 결국 기술 사용자에게 기술 종속과 이로 인한 정보의 교환과 유통이 불가능한 정보의 섬을 만들어 왔다. 전력산업에 있어 비즈니스 요구사항이란 전력시스템이 그 사용자에게 제공해야하는 기능이라고 할 수 있다. 따라서 지능형 전력시스템 참조 아키텍처의 개발을 위한 출발점은 철저히 기술을 배제한 전체 전력시스템에 대한 과거와 현재 그리고 미래에 대한 기능을 정의하는 것으로부터 시작한다. 기술의 구현 가능성과 무관하게 전력시스템이 현재와 미래의 사용자에게 제공해야할 기능, 예로 디지털 부하에 따른 공급 신뢰성, 신재생에너지의 확산에 따른 계통 유연성, 전력소비자와의 양방향 데이터 교환, 지능형 전력기기의 Plug-in-Play, 전력시스템의 광범

위한 제어 및 모니터링, 자가 치유형 그리드 등을 위한 기능들을 정의한다.

3.2 공통 요구사항 분석

정의된 전력시스템 기능들로부터 아키텍처가 제공해야 하는 공통적인 요구사항들을 분석한다. 분석과정에서 전력시스템이 현재 제공하고 있는 그리고 미래에 제공해야할 모든 기능들이 크게 데이터와 이에 대한 원활한 교환이라는 두 가지 범주로 구성되며, 이는 순수 전력기술 보다는 정보기술 분야의 기본 요구사항들을 더 만족해야함을 알 수 있다.

- 통신구성 요구사항

전력기기, 서버, 사용자 등 정보의 소유자와 사용자 및 이들을 연결시키는 디바이스 등 기본적인 네트워크와 연결에 관한 요구사항

- 서비스 품질 요구사항

서비스 응답 및 처리 속도, 서비스 이용시간 등의 서비스 품질에 관한 요구사항

- 보안 요구사항

개방형 전력시스템 환경에 따른 정보보안 및 접근제한 등 보안에 관한 요구사항

- 데이터 관리 요구사항

발생되는 데이터의 원활한 교환 및 관리에 관한 요구사항

3.3 시스템 엔지니어링 기법 적용

아키텍처의 구성요소인 컴포넌트와 컴포넌트 상호간 및 주변 환경과의 관계를 도출하기 위해 이용되는 것이 시스템 엔지니어링 기법이다. 이는 다양하고 복잡한 문제를 해결 가능한 수준으로 단순화시키고 추상화시키는 기법으로 전력시스템과 같은 다양하고 복잡한 기능과 요구사항들로 구성된 시스템을 대상으로 쉽게 솔루션을 찾아내는데 적합한 기법이다. 시스템 엔지니어링 기법을 통하여 각 기능에 대한 정의와 교환되어야할 정보, 정보와 관련된 행위자 및 각각의 정보교환 과정 등을 표준화된 양식으로 정의할 수 있으며, 이것을 유즈 케이스라고 명명한다. 앞서 정의된 전력시스템 기능들을 이러한 시스템 엔지니어링 기법을 적용한 유즈 케이스로 작성하며, 이 과정에서 각각의 기능들을 공통적 요구사항 분석을 통하여 전력시스템 영역별로 구분하고, 각 영역 내에서 하나의 세부기능을 큰 기능에 포함시킴으로써 아키텍처 관점의 주요 유즈 케이스들을 도출한다. 아키텍처 관점의 전력시스템 영역별 구분은 다음과 같다.

- 전력시장 운영

- 발전

- 송전

- 배전

- 분산전원

- 소비자

- 기업 관리

3.4 추상 유즈 케이스 도출

각각의 주요 유즈 케이스들의 분석으로부터 공통된 기능들을 정의하기 위한 다음의 추상 유즈 케이스를 도출한다. 추상 유즈 케이스들에서 보는 바와 같이 현재 그리고 미래의 전력시스템이 공통적으로 요구하는 것은 통합 기능임을 알 수 있다.

- 기업관리의 통합

개별적으로 운영, 관리되어온 시스템 네트워크 관리와 전력시스템 관리에 대한 통합

- 전력 도매 및 소매시장 운영 통합

전력회사들의 시장 참여에 따른 에너지 마켓 트랜잭션 서비스와 전력회사 내 운영 애플리케이션간의 통합

- 전력기기 통합

전력시스템 내에 존재하는 서로 다른 전력기기들의 제어, 모니터링, 센싱 기능 통합

- 애플리케이션 통합

전력 운영 애플리케이션 상호간의 원활한 데이터 교환 및 유통을 위한 통합

- 데이터 통합

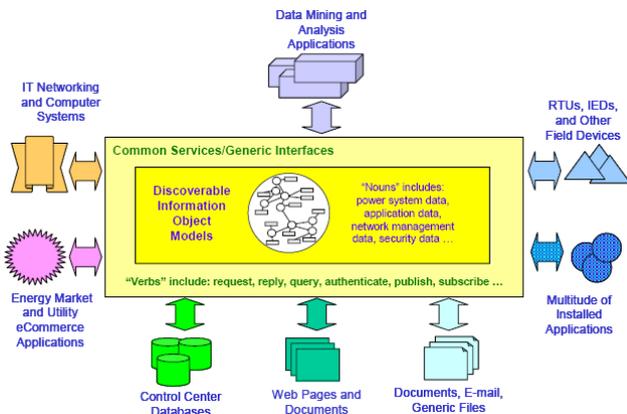
표준화된 데이터 표현 형식, 체계 및 접근 방법을 통한 데이터 통합

- 보안기능 통합

보안 영역별 보안 정책, 기능 등의 통합

3.5 기술 독립적 참조 아키텍처

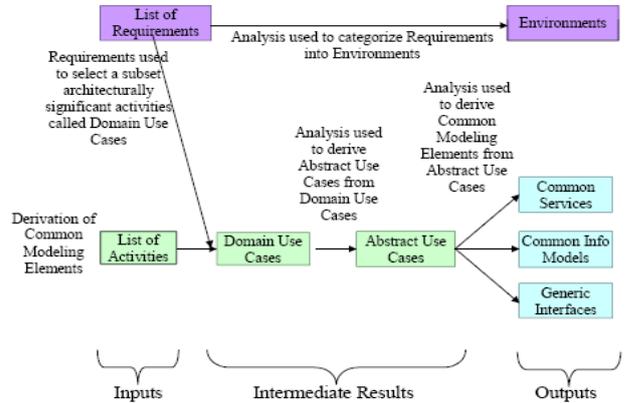
도출된 추상 유즈 케이스의 분석을 통하여 공통정보모델, 공통서비스, 범용인터페이스로 구성된 기술 독립적 지능형 전력시스템 참조 아키텍처가 만들어 진다. 그림 1은 기술 독립적 지능형 전력시스템 참조 아키텍처를 보여준다.



(그림 1) 지능형 전력시스템 참조 아키텍처

실제 아키텍처의 구현에 있어서는 이들 공통정보모델, 공통서비스 및 범용인터페이스를 만족시키는 기술을 취사

선택하여 구현하게 된다. 그림 2는 지금까지 살펴본 기술 독립적 지능형 전력시스템 참조 아키텍처 개발 과정을 나타내고 있다.



(그림 2) 참조 아키텍처 개발 과정

4. 결론

향후 20년간 전력시스템은 빠르게 증가하는 디지털사회의 고품질 전력수요를 만족시키기 위해 큰 변화를 겪을 것이다. 세밀하고 정교한 마이크로 센서와 연동하는 분산 지능 네트워크, 이들을 지역적으로 통합하여 전력의 제어 관리를 수행함과 동시에 정보전달 네트워크와 결합된 다양한 부가서비스를 제공하는, 자가 치유 능력 (Self-healing)을 갖추게 될 것이다. 이는 전력시스템 전체를 아우르는 공통정보모델, 공통서비스 및 범용인터페이스로 이루어진 지능형 전력시스템 참조 아키텍처를 통해 전체시스템에 유연성과 호환성을 부여함으로써 데이터의 원활한 교환 및 유통을 통해 가능하게 될 것이다.

참고문헌

[1] J. Hughes et al., "The Integrated Energy and Communication Systems Architecture," Volume I, EPRI.
 [2] P. Myrda et al., "The True Vision of Automation," IEEE Power & energy, 2007.
 [3] J. Marx et al., "Eskon Integrates Area SCADA Systems," Transmission and Distribution World, 2007.
 [4] B. P. Smith et al., "TVA Investigates End-to-End Integration," Transmission and Distribution World, 2007.