IEC 61968/61970 based Distribution Management System Suggestion

김 태 완* · 임 일 형† · 최 면 송** · 이 승 재** · 권 성 철***

(Taw-Wan Kim · Ilhyung Lim · Myeon-Song Choi · Seung-Jae Lee · Sung-Chul Kwon)

Abstract - A role of Distribution Automation System(DAS) is required to be changed from observing and control to complex and various new system including functions which monitoring, control, prediction, operation and management of EMS type according to be gradually Smart Grid of distribution operation system for development of further power system industrial. IEC(International Electrotechnical Commission) published communication standards which interface and data model of distribution operation system to IEC 61968 and of host system like EMS(Energy Management System) to IEC 61970. So far, each standards are emphasizing themselves, but if they are applied by designed integration of the standards, it could be more efficiency system. So, in this paper, integration application of IEC standards and structure of further distribution operation system to use them are proposed by gradually increasing importance of communication protocols, functions and roles in further distribution management system considering Smart Grid.

Key Words : IEC 61968, IEC 61970, DAS, IEC standard

1. 서 론

전력IT 산업의 통신 표준화에 대한 관심과 노력이 전력 산업에서 큰 비중을 차지하면서, 전력계통의 운영이 측정치 기반의 off-line 해석을 통한 운영방법으로부터 측정 데이터와 통신을 함께 이용하여 시스템의 효율을 높여 운영할 수 있는 환경으로 변화하고 있다[1].

통신의 이용하는 새로운 환경에 따라 이미 IEC는 IEC 61850, IEC 61968, IEC 61970을 중심으로 전력자동화 산업의 통신표준화에 주력하고 있다.

IEC 61850은 변전소 자동화용 통합 프로토콜 및 데이터 모델을 다룬 표준화이며[2], 또한 변전소가 아닌 다른 계통 영역으로 활용 범위를 넓히고 있다[3-4]. IEC 61968은 배전 계통에서 서로 다른 장비들 간의 통신 방법과 통신의 데이터 모델링 등을 다룬 표준화 내용을 제안하고 있고[5], IEC 61970은 EMS의 상위 application들에 대한 연동 및 결합에 대한 interface의 내용을 제시하고 있다[6]. 이들은 각각의 시스템 구조와 환경을 고려하여 표준화하였으며, 미래를 대비한 타 시스템과의 연계도 고려하고 있다.

통신의 활용에 따라 나타나기 시작한 새로운 변화와 함께

분산전원의 도입에 따른 새로운 형태와 기능을 가진 시스템이 요구되고 있다. 최근 분산전원이 연계된 새로운 형태의 배전계통이 등장하면서, Smart Grid에 대한 관심과 연구가 급증됨에 따라 그동안 배전계통의 감시 및 제어에만 국한되던 배전자동화 시스템이 앞으로는 분산전원의 출력량을 계획하여 운영하는 형태의 EMS의 기능들 까지도 포함한 새로운 미래 배전계통 운영 시스템으로 변화가 요구되고 있다[7].

이 새로운 형태의 시스템은 변전, 배전의 운영과 함께 소규모 EMS의 형태로 분산전원의 예측 및 발전량과 수송가의 부하량을 관리하는 형태로 이루어져 있다. 또한 통신을 이용하여 시스템간의 연계 및 운영을 하기 때문에 이 시스템에 대한 통신 표준화의 관심도 높아지고 있다.

새로운 배전관리 시스템은 IEC 61850을 단독 적용하거나, IEC 61970의 인터페이스를 활용하여 단독 적용하거나, IEC 61968의 내용을 따라 단독 적용하는 등의 여러 가지 방안들이 검토되고 있다. 하지만 서로 다른 interface 표준화를 주장하는 각각의 표준화들은 각각의 환경과 특성에 따라 활용성과 실현 가능성에서 문제가 될 수 있다. 예를 들어서 IEC 61850은 변전소의 특성과 안정된 통신 환경을 기반으로 만들어진 것이고, IEC 61968은 원격리에 널리 분포되어 있는 다수의 개체들과의 통신환경 및 이에 따른 통신 안정도와 속도 등에 대한 환경을 기반으로 만들어진 것이고, IEC 61970은 EMS의 application들과 같은 하나의 office 단위 영역 내에서 최상위 운영 시스템들 간의 안정된 고속 통신 환경을 기반으로 만들어진 것이다. 그러므로 어느 하나의 통신 표준화로 모든 전력분야의 통신 프로토콜을 통합하는 것은 적합하지가 않다.

* 정 회 원 : 명지대 공대 전기공학과 연구교수

** 펠로우회원 : 명지대 공대 전기공학과 정교수

*** 정 회 원 : 한전전력연구원 송배전연구소 선임연구원

† 교신저자, 정회원 : The University of Western Ontario
전기공학과 Postdoctoral Fellow

E-mail : sojoo2jan@gmail.com

접수일자 : 2010년 9월 29일

최종완료 : 2011년 1월 17일

따라서 각 표준화들이 가진 역할과 개념에 맞게 IEC 61850, IEC 61968, IEC 61970을 각각의 특성과 적용 대상에 맞게 새로운 형태의 미래 배전자동화 시스템에 혼합 적용한다면 표준화의 장점을 더 부각시킬 수 있을 뿐만 아니라 시스템의 성능 또한 크게 개선될 것이다.

이러한 표준화의 혼합 적용에 대한 연구는 최근 IEC 61850과 IEC 61970을 통합 적용한 형태의 연구들이 진행되어 왔다. CDC (Common Data Class) 기반의 IEC 61850과 CIM(Common Information Model) 기반의 IEC 61970의 데이터 type을 mapping을 통하여 하나의 통합 프로토콜처럼 사용하도록 별도의 interface 없이 통합하는 연구들이 있었다. 또한 IEC 61970과 IEC 61968의 통합 적용을 위한 CIM 기반의 데이터 mapping에 대한 연구도 있었다[8-11]. 하지만 이 연구들은 대부분 데이터 type에 대한 통합을 다루고 있을 뿐 전체적인 시스템 관점에서 각각의 표준화를 활용하는 방안이나 구조를 고려하지는 않고 있다.

따라서 본 논문에서는 Smart Grid와 같은 미래 배전자동화 시스템 기반의 운영 시스템 구조를 제안하고, 배전계통 운영에 초점을 맞추어 IEC 61968과 IEC 61970의 혼합 적용 방안을 제안하고자 한다. 제안 내용을 뒷받침하기 위하여 IEC 표준화의 동향을 통해서 각각의 표준화들에 대한 특성과 활용 방안을 구별하고, IEC 61968과 IEC 61970에 대한 분석 및 비교를 통하여 두 표준의 개념 정립에 대한 객관적 자료를 제시하였다. 그리고 이들 내용을 기반으로 Smart Grid와 같은 미래 배전자동화 시스템의 구조와 IEC 61968과 IEC 61970의 혼합 적용 형태를 함께 제안하고자 한다.

본 논문의 2장에서는 전력 IT산업과 표준화의 동향을 제시하였고, 3장에서는 IEC 61968과 IEC 61970에 대한 개요와 비교를 제시하였다. 4장에서 2장과 3장의 내용을 기반으로 Smart Grid와 같은 미래 배전운영 시스템의 구조와 IEC 61968과 IEC 61970의 혼합 적용 형태의 방안을 제시하였다.

2. 전력IT 산업 관련 통신 표준화의 동향

지금까지의 전력산업에서 전력IT 시스템은 중앙에서 모든 것을 관리하는 중앙 집중 형태의 구조였다. 하지만 점차 기기 및 기술의 발달로 인하여 시스템의 효율을 증대시키기 위해 분산 시스템에 대한 많은 연구가 활발히 이루어지고 있다.

앞으로는 단일 시스템이 모든 역할을 단독 수행하며 타 시스템과의 연계를 고려하지 않는 형태의 시스템은 만들어지지 않을 것이다. 예를 들어서 EMS와 SCADA, SAS와 DMS 등 시스템들 간의 상호 운영이 점차 필요해지고 있는데 지금과 같이 독립적인 역할만 한다는 것은 미래를 향한 변화에 역행한다는 의미를 가지게 될 것이다.

그림 1은 IEC TC 57에서 고려하고 있는 표준화 적용 범위를 나타내고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 앞으로는 하나의 control centre에서 여러 계통 관리 시스템들이 상호 연계를 통해 계통을 효율적으로 운영하는 형태로 될 것이라는 것을 보여주고 있다. 따라서 이들 간의 정보교환을 위한 interface와 관련된 표준화에 대한 중요성이 점차 대두될 것으로 예상된다.

그림 1 IEC TC 57의 표준화 범위

Fig. 1 Standard domain of IEC TC 57

그동안의 전력IT 시스템에서 통신 방식의 변천사를 보면 저속의 1:1 통신 방식에서 초고속의 n:n이 가능한 Ethernet 방식으로 변화하고 있는 것을 알 수 있다.

그림 2 Serial 기반의 통신 환경

Fig. 2 Serial based communication environment

지금까지의 전력IT 시스템의 통신 환경은 그림 2와 같이 hard wire, RS232, RS485 등을 이용한 serial 기반의 1:1 통신이었다. 따라서 이러한 통신 환경에 적합한 IEC 60870 series, DNP 3.0 등을 통해서 운영되어왔다.

Serial 기반의 통신은 프로토콜 입장에서의 흐름 및 프로토콜 데이터 처리에 대하여 집중하여 정의되었으며, 각 응용 프로그램은 독자적인 데이터 구조를 가지고 프로토콜과 결합을 통해 통신을 수행하였다.

최근에는 IEC 61850을 이용한 변전소 자동화 시스템과 같이 일정 지역 내에서 수행하는 특성을 활용하여 그림 3과 같은 형태의 IED간 BUS stack을 가지는 통신 네트워크 형태를 채택하였다.

신뢰성 있는 BUS stack의 통신 네트워크를 사용하기 위해서는 BUS에 연결된 모든 IED들이 동일한 프로토콜을 지원해야 하고, LAN(Local Area Network) cable의 데이터 전송거리 특성과 BUS구조의 특수성에 따라 물리적 공간이 일정거리 이내로 한정되어야 한다. 따라서 이 구조는 제한된 근거리 지역 내에 여러 단말기들이 있을 때, 동일한 프로토콜을 사용하는 단말기들 간의 통신을 위한 환경에서 사용하기에 적합한 구조를 가지고 있다.

그림 3 BUS 구조를 가지는 통신 환경

Fig. 3 BUS based communication environment

최근 여러 전력IT 시스템의 통신 프로토콜 표준화의 방향을 그림 4에서 보여주고 있다. Control centre의 여러 application software들이 내부 환경에 맞는 표준화된 통신 프로토콜을 가지고 있다면, 자체적인 시스템의 통신에는 문제가 없으나 application들 간에는 interface를 맞추어야 하는 문제가 발생할 수 있다.

예를 들어 변전소 자동화 시스템은 IEC 61850기반인데 배전자동화 시스템은 IEC 61968로 구성되어있다고 가정했을 때, 변전소 자동화 시스템과 배전자동화 시스템간의 interface를 따로 정의하지 않고 있다면 상호간의 정보교환이 불가능해지고 운영에 있어서의 협조도 불가능해진다.

따라서 이러한 단점을 개선하고자 IEC 61968과 IEC 61970은 그림 4와 같은 형태의 Integration BUS 구조를 채택하고 있다. 이는 통신 환경을 가지는 component 기반의 환경으로 시스템 간 연동을 하는 형태가 될 것이다.

IEC 61968에서는 배전운영을 위한 여러 application들 간의 interface, IEC 61970에서는 EMS 관점에서의 여러 component들 간의 interface를 Integration BUS 구조를 통해서 제안하고 있다.

그림 4 Integration BUS 기반의 통신환경

Fig. 4 Integration BUS based communication environment

3. IEC 61968 및 IEC 61970 개요와 비교

3.1 IEC 61968의 개요

IEC 61968은 Application integration at electric utilities - System interfaces for distribution management 라는 이름으로 배전계통 관리를 위한 배전 application software들의 interface를 통합하는 방안을 제시하고 있다[5]. IEC 61968의 특징은 interface 및 interface message만 정의하고 있고 XML 기반으로 하며, 구현 방법은 IEC 61850과는 달리 IEC 61968의 범위 외로 규정하고 있다. 이는 어떤 기능을 어떻게 만들든 간에 interface가 필요하면 IEC 61968에서 정의하는 룰을 따르는 형태의 표준화 이다.

그림 5 IEC 61968의 interface reference model[5]

Fig. 5 Interface reference model of IEC 61968

그림 5는 IEC 61968의 interface reference model을 나타내고 있다. IEC 61968에서는 각각의 business function을 대상으로 하고 있으며, middleware를 이용한 service를 제공하는 형태로 되어있다. DMS와 관련된 외부 시스템들이나 business function들과의 interface는 part 10에서만 정의하고 있는 것으로 보아, 타 시스템과의 연동 보다는 DMS 관점에서 필요한 여러 business function들과의 데이터 모델 및 interface에 중점을 두고 있는 것을 알 수 있다[5].

3.2 IEC 61970의 개요

IEC 61970의 목적은 감시 및 제어 application들의 통합이라고 할 수 있다. 관련 application들 간에 사용되는 데이터 구조의 통일뿐만 아니라 interface에 대한 표준화이다. 이를 통해서 각 application에서 통신으로 송수신 하는 규칙의 중복 및 남용을 피하기 위하여 CIS (Component Interface Specification)를 통해 서로 통일성 있는 통신 방식으로 처리하는 형태이다[6].

따라서 IEC 61970에 대한 전력분야에서의 장점은 전력시스템 운영을 위한 여러 시스템들 간 연동이 가능하도록 각각의 시스템 간 데이터 모델을 표준화 하여 interface 표준을 제시한 것이라고 볼 수 있다.

그림 6은 IEC 61970의 적용을 통해 지금과 같이 일관성 없는 연결과 혼재된 데이터 교환 방식에서 data BUS와 표준 API를 이용한 통합을 이루어 개발 application들의 경쟁을 붙여 단가를 낮추고 시스템 성능을 향상시키려는 표준화의 기본적인 의도를 표현한 것이다.

그림 6 IEC 61970의 EMS using EMS-API component standard interface 구조[6]

Fig. 6 EMS using EMS-API component standard interfaces

가운데 component execution system이라는 data BUS의 형태를 가지고 각 component라고 이름을 붙인 여러 application들이 CIS를 통해 데이터를 공유하는 형태로 되어 있다. DMS application이 EMS의 형태 구조에 연결되어 있는 것은 아마도 Smart Grid와 같은 소규모 EMS의 형태로 운영 될 것을 가정한 것으로도 볼 수 있지만, DMS도 필요 하다면 EMS의 데이터를 활용하는 형태라고 보는 것이 좋을 것 같다.

또한 DMS와 같은 다른 component들과의 연계도 가능한 구조를 나타내는 것으로, 이를 통해서 알 수 있는 것은 IEC 61970은 EMS 관점에서의 여러 component들과의 data 연계를 위한 것이기도 하지만, 최상위 시스템 관점에서 다른 시스템들과의 연계를 위한 데이터 모델 및 interface 방안이라고 볼 수도 있다. 즉, IEC 61970은 최상위 시스템 관점에서의 interface를 제시한 것이다. 따라서 HSDA와 같은 고속의 통신도 필요한 것이기에 이러한 것들이 standard에 반영되어 있다[6].

3.3 IEC 61968과 IEC 61970의 비교

IEC 61968과 IEC 61970은 각각의 standard 제목을 통해서도 비교가 가능하다. 우선 IEC 61968은 Application integration at electric utilities - System interfaces for distribution management 이라는 제목을 보아도 배전운영 시스템에 사용되는 각 application들 간의 interface에 대한 내용을 담고 있는 것을 알 수 있다.

IEC 61970은 Energy management system application program interface (EMS-API) 라는 제목으로 EMS와 같은 최상위 시스템의 application들 간의 interface에 대한 내용을 담고 있는 것을 알 수 있다.

IEC 61968과 IEC 61970에 대한 비교는 표 1에서와 같이 정리하였다. IEC 61970은 EMS와 같은 최상위 운영 시스템 관점에서 연동하는 개념이고, IEC 61968은 배전계통 운영 시스템과 같은 서로 다른 이기종 형태를 결합할 수 있는 interface와 메시지를 정의하고 있다. 표준화에 대한 내용의 구현에 대하여 IEC 61970은 data BUS 및 CIS에 대하여 정의하여 제공하고 있지만, IEC 61968은 구현 부분에 대해서 언급하지 않으며 이 기종간의 통신 결합 방법 및 메시지 구조를 정의한다.

표 1 IEC 61968과 IEC 61970의 비교

Table 1 Comparison of IEC 61968 and IEC 61970

항목	IEC 61968	IEC 61970
표준화 범위	배전의 특성에 맞게 서로 다른 이 기종 형태를 결합할 수 있는 interface 및 메시지 형태 정의	EMS와 같은 상위운영 시스템 관점에서 연동 개념
표준화 구현내용	구현은 언급하지 않음	CIS를 이용한 구현 규약 존재
특징	배전의 특성에 따른 통신, meter, asset 등에 대한 정의	실시간 전송, 일반 전송 등 다양한 전송방식 존재, 네트워크 감시 개념 없음
데이터구조	CIM을 메시지에 삽입	CIM 사용
응용프로그램 및 시스템 결합	Application adapter를 이용한 interface	Component adapter를 이용한 interface
전송 매개체	Middleware	Integration BUS
이 기종 연동 개념	각 기능별로 interface 및 전달 메시지 구조를 정의하여 지원	CIS를 이용한 연동을 기준으로 설명

각각의 통신에 대한 특징에 대하여 IEC 61970은 실시간 전송, 일반전송 등 다양한 전송방식이 존재하고 네트워크에 대한 감시 개념이 없다. 이는 최상위 시스템의 특징에 따라 제약된 공간에서의 신뢰성이 높은 형태로 통신 구조를 가지고 있기 때문이다. 하지만 IEC 61968의 경우에는 넓은 공간에 분포되어있는 통신환경을 가진 배전계통 특성에 따라 통신방식을 정의하고 있다.

데이터 구조에 대한 비교에서 IEC 61970은 CIM을 사용하고, IEC 61968은 CIM을 메시지에 삽입하는 형태로 운영하는 것을 제안하고 있으며, IEC 61970은 component 기반의 application, IEC 61968은 business 형태의 application 간의 interface를 제공하는 형태이다. 전송 매개체는 IEC 61970은 integration BUS, IEC 61968은 middleware 형태의 매개체를 활용하고 있다. IEC 61970은 CIS를 이용한 interface를 IEC 61968은 기능별로 메시지 구조를 정의하고 있다.

그림 7 전력IT 통신 표준화를 위한 IEC 61850/61968/61970의 연관관계

Fig. 7 Relationship of IEC 61850/61968,61970 for Power IT communication standard

최근 전력분야에서 IEC 표준화에 대해 큰 이슈가 되고 있는 IEC 61968과 IEC 61970 그리고 IEC 61850의 특징을 기반으로 전력IT 통신 표준화에 대한 대표적인 3가지의 연관관계를 살펴보면 그림 7과 같이 나타낼 수 있다.

이는 IEC 61850, IEC 61968, IEC 61970들이 각각의 환경과 역할에 맞게 구분되어 있으며, 각기 다른 특성들을 가지고 있다는 것을 의미한다. 어느 하나가 다른 것들을 대체하기 보다는 상호 융합을 통해서 보다 좋은 결과를 이룰 수 있다는 것을 보여주고 있다.

4. IEC 61968과 IEC 61970을 적용한 미래 배전운영 시스템의 제안

4.1 IEC 61968과 IEC 61970의 적용방안

IEC 61968과 IEC 61970의 특성에 따라 이들을 적용한 미래 배전계통 운영 시스템의 구조와 적용 방법을 그림 8과 같이 제안하고자 한다.

그림 8 미래 배전관리 시스템 서버의 구조

Fig. 8 A server structure of future distribution management system

새로운 배전관리 시스템은 그림 8과 같이 하나의 서버 PC 안에 다양한 계층 구조를 가지는 방법을 제안한다. 각각의 표준화 특성에 맞는 component들의 통신 표준화를 사용하되 상호 연동이 필요한 경우에는 IEC 61970의 CIS를 통해서 연동하는 방식을 제안한다.

서버는 CIS 인터페이스를 통해서 IEC 61970에서도 다루고 있는 발전량 예측 또는 부하예측과 같은 component들과의 연동을 하며, 이에 대한 결과는 CIS를 통해 배전계통 운영 시스템의 middleware로 전송되어 배전계통 운영을 위한 여러 business function들이 데이터를 활용할 수 있도록 한다. 변전소의 데이터 및 연동 운영이 필요한 경우도 마찬가지로 CIS를 통하여 다른 영역의 표준화에 접근하는 구조를 가지는 시스템 구조를 제안한다.

이 구조는 IEC 61970과 IEC 61968을 혼합 적용하여 최종적으로 각각의 특성과 기능에 맞고, 적용 환경과 목표가 동일한 표준화를 사용하도록 적용 방안을 제안하였다.

이러한 구조를 통해서 그림 9는 향후 배전계통의 미래를 예상하여 전체 전력계통 시스템에 대한 요소들의 위치와 기능을 배전계통 운영에 초점을 맞추어 나타낸 것이다. Smart

Grid 형태로 미래 배전망 운영이 계획되고 있는 것을 감안하여 변전소부터 배전 말단까지를 나타낸 것으로, 변전소 좌측의 부분은 발송전단 부분이므로 고려대상에서 제외되며, 최종적으로 전체 전력계통 입장에서의 최상위 EMS와 IEC 61970을 통해 interface가 될 수 있다는 가능성을 두고 있다.

그림 9의 중간 부분에서 디지털 변전소는 IEC 61850 기반으로 구성되어 있으며, IEC 61970을 통해서 control centre와의 interface를 하는 형태가 될 것이다. 배전계통을 관리하는 시스템은 IEC 61968을 이용한 interface 형태로 구현될 것이며 배전계통의 단말 기기들과의 데이터 계측 및 제어명령을 내리는 부분에 대해서도 IEC 61968을 통해 이루어질 것이다.

그림 9 미래 배전계통 운영 시스템의 구성요소들

Fig. 9 Components of future distribution management system

4.2 미래 배전관리 시스템의 제안

그림 9에는 S-RTU, S-Recloser, S-AMI의 위치와 역할과 기능이 나타나있다. S-RTU는 중앙으로 계통의 데이터를 수집하여 전송하는 역할 또는 중앙이 내린 명령을 받아 수행하는 역할을 가진 있으며, S-Recloser는 S-RTU와 같은 역할을 하지만 지금의 배전자동화 시스템과 같이 보호기능을 탑재하고 차단기와 함께 설치되는 것을 말한다. S-AMI는 일반 수용가나 소규모 분산전원이 연결된 수용가에서 부하의 감시 및 관리를 하는 장비이다.

일정 영역의 S-AMI들의 데이터는 1차적으로 해당 영역을 담당하는 S-RTU에게 전송된다. 이를 받은 S-RTU는 긴급 상황과 평상 시 상황을 구별하여 적절한 조치를 하는 역할을 한다.

사고가 발생하기 전 평상 시의 정상 상황에서는 계통의 데이터를 중앙의 control center로 전송하는 역할과, 운영을 위해 중앙에서 말단으로 명령을 전송하는 기능이 있을 것이다. 명령을 전송하는 과정에서 큰 문제가 될 것은 없지만, 계통에서 중앙으로 데이터가 집중되기 때문에, 데이터 집중에 따른 중앙의 통신처리 부담에 대한 고려를 해야 한다.

만약 부하와 수용가에 대한 감시를 위해 다수의 AMI가 직접적으로 control center로 직접 연결되어 데이터를 전송을 한다면 중앙의 입장에서는 운영 영역을 줄이거나, 운영 시스템 가격을 높이거나 하는 등의 부작용이 따를 수 있다.

따라서 S-RTU가 이를 1차적으로 정리하여 control center로 전송해주는 역할을 한다. 이렇게 한다면 상황에 따라 보다 많은 데이터를 활용할 수 있고 시스템 운영 가격 상승 또한 절감시킬 수 있을 것이다.

계통 내 고장과 같은 긴급 상황의 경우 자신이 조치할 수 있는 상황들에 대해서는 S-AMI들과 인근 S-RTU들의 통신을 통하여 문제를 해결하는 역할을 수행한다. 그렇지 못한 상황의 경우에는 신속하게 데이터를 중앙으로 전송하고, 지령을 받아 필요한 조치들을 취하도록 하는 역할을 한다. 이는 분산제어 시스템의 도입에 대한 가능성을 고려한 것이다.

분산제어 시스템은 중앙에서 모든 명령이 내려지는 것이 아니라 특정 상황에 대하여 분산적으로 각각의 동작을 통해 최종 목표를 달성하는 형태의 시스템으로 agent 기반 시스템으로 표현되기도 한다. 배전계통 내 다수의 분산전원을 포함하고 있고, Ethernet 통신 기반으로 n:n 통신이 가능하여 단말간에도 정보교환을 통해 운영에 필요한 조치가 이루어지는 분산제어 시스템도 도입될 것이다.

또한 분산전원의 출력변화와 예측하기 힘든 수요 부하에 대한 환경 변화를 agent 기반으로 효율적으로 운영하는 smart한 시스템이 만들어질 것으로 기대하고 있다. 이는 상세한 알고리즘과 적용 타당성 검토에 대하여 향후 많은 노력과 연구가 필요할 것으로 예상된다.

따라서 본 논문에서는 미래의 여러 smart한 application들의 적용 가능성을 고려하여 시스템 환경 구성을 제안하고 있다. 그림 9의 우측 내부에서와 같은 구조들이 배전계통 내에 전반적으로 퍼져있는 그림 10과 같은 구조를 가지는 것을 제안한다.

그림 9의 우측 그림은 하나의 S-RTU만 나타내고 있는데, 실질적으로 그림 10과 같이 S-RTU와 S-RTU 또는 S-Recloser 사이에는 다수 다종의 부하들이 존재하게 된다. DG의 연계에 따라서 부하의 종류도 다양해지고 신재생 발전원이 생기기도 하는데, 큰 규모의 수용가, 소규모 수용가, 전기 자동차 급속 충전소, 큰 규모의 수용가가 큰 용량의 분산전원과 함께 있는 부하, 작은 규모의 수용가가 작은 용량의 분산전원과 함께 있는 부하, 이들이 밀집되어있는 단지 등이 있을 수 있다.

이렇게 복잡하고 다양한 부하들의 데이터들은 점점 더 빠르고 정확하고 세밀하게 요구되고 있다. 그것은 데이터의 양이 많아지는 것을 의미하여, 통신 네트워크의 환경과 기기와 서버의 성능이 점점 더 좋아져야 한다는 것을 의미한다.

그림 10에서는 다수 다종의 여러 부하들의 데이터가 집중되고 가공되어 중앙으로 전송해주는 gateway 역할을 S-RTU 또는 S-Recloser가 포함된 미래 배전자동화 시스템의 배전계통 구조를 보여주고 있다. 이 부하들과 DG들은 각각 S-AMI (Smart Advanced Metering Infrastructure)를 가지고 있어 설치 지점에서의 정보를 S-RTU에게 전송하는 구조를 가진다.

S-AMI는 wire 또는 wireless 네트워크를 통해 통신망을 구성하며, 이는 현장 상황에 따라 바뀌도록 융통성을 가지도록 한다. 또한 이 S-AMI들은 각각의 고유명을 가지고 있으며 위치정보를 가지고 있어 S-RTU가 자신을 기준으로 양단의 부하 또는 분산전원의 종류와 특성 및 출력량을 파악하고 관리할 수 있는 구조를 가지도록 한다.

그림 10 미래 배전자동화 시스템의 구조

Fig. 10 A structure of future distribution automation system

GE나 ABB에서도 배전계통에 있는 여러 단말기들, 특히 AMI와의 통신을 무선망을 이용해서 중앙에서 모두 취득하는 형태를 제시하고 있는데, 본 연구에서는 무선의 통신 신뢰성과 과다한 수의 S-AMI 포인트가 존재했을 때의 통신에 대한 부하를 고려하여 유선을 활용할 것을 제안한다.

본 논문에서 제안하는 시스템 구조의 장점은 중앙으로 집중되는 정보와 통신의 양에 대한 부담을 줄일 수 있고, 계통에서 이벤트 발생 시 대처 능력이 중앙으로 가서 판단된 후에 내려오는 것 보다는 단말 자체에서 해결할 수 있는 일들은 자체적으로도 해결이 가능하다는 점이다. 이는 결국 분산 시스템의 도입을 의미하고 있으며, 이미 MAS의 개념을 통해 분산 시스템의 도입 가능성을 보인바 있다[13].

이러한 가능성을 현실로 바꾸기 위해서는 시스템 구조와 환경이 뒷받침 되어야 하며, 향후 Smart Grid에서 하고자 하는 많은 일들이 이러한 시스템 환경이 갖추어져야만 성능과 효율을 발휘할 수 있기 때문에 이러한 연구와 검토는 많은 논의를 통해서 계속 되어야 할 것이다.

5. 결 론

본 논문에서는 최근 전력IT 산업에서 가장 큰 이슈가 되고 있는 통신 표준화에 대하여 동향을 살펴보고, 이들을 고려하여 Smart Grid 시대를 대비한 미래 배전관리 시스템의 IEC 61968/61970의 적용방안과 시스템 구조를 제안하였다.

전력IT 분야의 통신 표준화는 점차 통신 분야의 앞선 기술들 중 이미 검증은 마치고 효율적으로 입증된 것들을 적용하는 형태로 기술 도입에 대한 수준을 따라잡고 있으며, 표준화의 동향을 제시하여 최근 IEC 61968과 IEC 61970에서 제안하는 표준화 통신망 구조를 통해서 최근의 추세를 따라가고 있다. 이에 따라서 각각의 IEC 통신 표준화 working group들은 자기분야에 있어서 강력한 개념과 결과를 내놓고 있다. 하지만 타 분야와의 연동에 있어서는 서로 자신들의 표준화를 제안한다고 하지만 사실상 그러한 부분에 있어서는 취약하다.

따라서 본 논문에서는 Smart Grid 시대가 시작되면서 전력계통에서 가장 이슈가 되고 있는 배전계통 운영 시스템을 대상으로 적합한 IEC 61968과 IEC 61970을 혼합 적용하는 방안을 제시하였고, 이들을 이용한 미래의 배전운영 시스템의 구조도 제안하였다.

다양한 종류의 여러 지점으로부터의 데이터들을 중앙으로

바로 전송하지 않고, S-RTU나 S-Recloser가 일종의 통신 gateway 역할을 하여 interface를 맞춘 S-AMI를 통해 일정 지역에 대한 정보를 받아들이는 형태를 제안하였다. 중앙에서 필요한 데이터와 단말에서 필요한 데이터를 분리함으로써 불필요한 통신 부담 문제를 해결할 수 있고, 또한 agent 기반의 기술이 미래의 운영 시스템에 적용되었을 때 데이터의 활용이 보다 용이한 형태의 구조를 제안하였다.

미래 Smart Grid의 운영 시스템은 배전운영 시스템 기반의 소규모 EMS 형태가 될 것으로 예상되고, 또 그렇게 변하고 있다. 또한 분산 시스템의 적극 도입과 이를 위한 agent 적용 기술의 관심이 높아지고 있는 가운데, 앞으로는 전력분야에서 이러한 agent 기술이 적용된 분산 시스템과 전력분야 통신표준화들의 통합 운영에 대한 연구와 기술이 크게 발전할 것으로 기대하고 있다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 “스마트 배전 운영시스템 개발” 연구 과제입니다.(No. 2009T100200067)

참 고 문 헌

- [1] Liserre M., Sauter T., Hung J.Y., "Future Energy Systems: Integrating Renewable Energy Sources into the Smart Power Grid Through Industrial electronics", Industrial Electronics Magazine, IEEE, Vol. 4, pp. 18-37, 2010.
- [2] IEC 61850 International Standard Part : 1 - 10
- [3] Mohagheghi S., etc.. "Modeling distribution automation system components using IEC 61850", Power & Energy Society General Meeting, 2009. PES '09. IEEE
- [4] Kanabar P.M., etc.. "Evaluation of communication technologies for IEC 61850 based distribution automation system with distributed energy resources", Power & Energy Society General Meeting, 2009. PES '09. IEEE
- [5] IEC 61968 International Standard Part 1 - 14-X
- [6] IEC 61970 International Standard Part 1 - 5XX
- [7] Liserre M., Sauter T., Hung J.Y., "Future Energy Systems: Integrating Renewable Energy Sources into the Smart Power Grid Through Industrial electronics", Industrial Electronics Magazine, IEEE, Vol. 4, pp. 18-37, 2010.
- [8] Kostic T., etc.. "Towards the formal integration of two upcoming standards: IEC 61970 and IEC 61850", Power Engineering, 2003 Large Engineering Systems Conference on, 2003
- [9] Andrea M., etc.. "Open-Source Implementation of Monitoring and Controlling Services for EMS/SCADA Systems by Means of Web Services - IEC 61850 and IEC 61970 Standards", IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, VOL. 24, NO. 3, JULY 2009
- [10] Junhyeok Choi, etc.. "Integration Method Analysis between IEC 61850 and IEC 61970 for Substation Automation System", IEEE T&D Asia 2009
- [11] 이지혜 외 4명, "배전 자동화 어플리케이션을 위한 CIM 표준 연구 조사", 2009년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2009
- [12] I. Lim, etc.. "Distributed Restoration system applying Multi-Agent in distribution automation system", IEEE PES General Meeting, 2008

저 자 소 개

김 태 완 (金 泰 完)

1994년 건국대 공대 컴퓨터공학과 졸업.
1996년 동 대학원 컴퓨터공학과 졸업(석사). 2002년 현대중공업(주) 기계전기연구소 연구원, 2006년 동 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사). 2007년 건국대 컴퓨터공학과 강의 교수,
현재 명지대학교 전기공학과 연구 교수.
Tel : 031-330-6819
Fax : 031-330-6816
E-mail : twkim@mju.ac.kr

임 일 형 (林 一 亨)

2005년 명지대학교 전기공학과 졸업.
2007년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2010년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 2010년 4월-8월 차세대전력기술 연구센터 전임연구원. 2010년 9월-현재 The University of Western Ontario, 전기공학과 Postdoctoral Fellow.
E-mail : sojoo2jan@gmail.com

최 면 송 (崔 勉 松)

1989년 서울대 공대 전기공학과 졸업.
1991년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 동 전기공학과 졸업(공학박사). 1995년 Pennsylvania State Univ. 방문연구원. 1992년 기초전력공학 공동연구소 전임연구원. 현재 명지대학교 공대 전기공학과 교수.
Tel : 031-330-6367
E-mail : mschoi@mju.ac.kr

이 승 재 (李 承 宰)

1979년 서울대 공대 전기공학과 졸업.
1981년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1988년 Univ. of Washington 전기공학과 졸업(공학박). 1994년 Univ. of Washington 교환 교수. 현재 명지대학교 공대 전기공학과 교수.

Tel : 031-336-6362

E-mail : sjlee@mju.ac.kr

권 성 철 (權 成 鐵)

1995년 경북대학교 전자공학과 졸업.
1997년 포항공대 전기전자공학과 졸업(석사). 현재 한국전력공사 전력연구원 송배전연구소 선임연구원.

Tel : 042-865-5985

E-mail : mindall@kepcoco.kr