

IEC61850을 사용한 마이크로그리드 데이터 통신

신수현*, 김은숙**, 윤해빈***, 양효식****¹⁾
세종대*

Microgrid Data Communication using IEC 61850

Soo-Hyun Shin*, Eun-Sook Kim**, Hae-Vin Yun***, Hyo-Sik Yang****
Sejong University*

Abstract - 마이크로그리드란 기존의 대규모의 전력망이 아닌 소규모의 독립형 전력망으로 생산된 에너지를 공유하고 대규모 전력망과 연계하여 운영하여 산이나 섬 같은 도서 지역의 발전 및 수요 자원에 에너지 안정성과 효율성을 높이는 기술이다. IEC61850은 변전소 자동화에 있어서 변전소 감시, 보호, 제어, 구동에 필요한 모든 부분에 정보통신기술을 적용한 디지털 제어 기반의 차세대 변전소 자동화 시스템을 설계, 개발, 운용하는 기술로서 변전소 운전의 자동화 및 무인화를 위한 핵심 기술이다. 본 논문은 국제 표준인 IEC 61850 데이터 모델을 사용하여 마이크로그리드와 연계 및 데이터 맵핑에 대해 실험하고 그에 대한 장점을 소개하며 향후 마이크로그리드와 상위 시스템 간 통신을 위해 공용통신망 활용에 관하여 서술하였다.

1. 서 론

마이크로그리드는 도서 지역 독립 운영에 있어 분산전원을 중심으로 하여 기존의 전력시스템과 상호보완적인 관계를 맺은 소규모 전력공급시스템을 일컫는다. 최근 사물인터넷 기술 도입으로 마이크로그리드가 여러 분야에서 이용되고 있으며 마이크로그리드 간의 연계를 통해 다양한 어플리케이션 장치들의 연결하고 신뢰성을 보장할 수 있는 전력망 구성이 가능하다.

관련 연구로는 IEC 61850을 사용하여 마이크로그리드의 보호, 감시, 제어에 필요한 정보에 대한 연구가 있었고 [1] 통합모델과 DDS를 이용한 마이크로그리드 관리시스템 연구에서는 공용통신망을 이용한 연구가 있었다 [2]. 마이크로그리드 에너지관리 시스템 기술 동향에서는 국내와 해외의 마이크로그리드 에너지 관리 시스템의 최근 기술 동향에 관한 전반적인 분석이 있었다 [3].

본 논문에서는 마이크로그리드 환경의 장치들을 IEC 61850 데이터 모델을 사용하여 모델링하여 시스템을 구현한 것과 더불어 향후 공용통신망을 사용한 마이크로그리드 내 IEC 61850의 방향도 서술하였다.

2. 본 론

2.1 마이크로그리드에서의 IEC 61850 필요성

마이크로그리드는 에너지 자원의 부족함에 대한 해결책 중 하나로 기존 전력망에 정보기술을 활용하여 에너지 효율을 최대한 이끌어내는 차세대 지능형 전력망을 일컫는다. 독립형 마이크로그리드의 보급으로 인해 DAS(배전 자동화 시스템)이 효율적으로 생산에서 송전, 배전까지 효율적으로 운영하고 관리하기 위해 각 마이크로그리드의 상태 정보를 지속적으로 모니터링 해야 하며 필요시 제어를 한다. 풍속과 태양광과 같은 에너지 생산이 불규칙한 신재생에너지도 효율적으로 활용 가능해야 한다. 하지만 벤더별로 상이한 데이터 통신 방식과 데이터 타입의 맵핑 방식으로 상호운용성 문제점과 서로 다른 기능들을 탑재하고 적용해야 하는 문제점 때문에 타 통신과 호환성이 결여되는 중요한 이슈가 있다 [4].

변전소 자동화 시스템 프로토콜은 미국에서부터 시작하여 1970~80년대에 개발되었었고 오랜 기간 사용되었다. 그 예로는 DNP 1) 교신저자: 양효식 (hsyang@sejong.edu)

와 IEC 60870이 있다. 하지만 이러한 프로토콜은 상태 정보와 기본 정보만 가지는 간단한 기능만 하고 있어 데이터를 모델링하고 맵핑하는데 유연성과 확장성이 부족하였다 [5].

이러한 확장성과 유연성의 부족함과 상호운용성을 확보하기 위해 도입된 것이 IEC 61850 표준이다. 상이한 벤더간 약속된 데이터 통신 방법과 데이터 타입, 모델링 방식을 제시하며 실제 물리적 장비를 가상화시켜 디지털 제어 기반을 꾸릴 수 있게 한다. 이는 신재생 전력과 에너지 자원 분배의 그리드를 통합시킬 수 있게 하며, 소규모로 전력 소비를 가능케 하며 지역 부근에 발전 설비를 분산 배치하고 전력생산, 송전과 배전에 관한 분산 전원 환경 구축을 가능케 한다. 도서 지역에 설치된 분산전원 시스템의 방대한 데이터를 취득하려면 국제 표준인 IEC 61850 표준을 적용해야 하며 이를 통해 상호운용성도 확보할 수 있다.

국내 변전소 자동화 프로토콜은 현재 DNP3과 IEC 60870-5을 기본으로 하여 국내 환경과 맞게 KEPCO DNP1.0으로 수정해서 이용하고 있고 단방향 직렬 통신이지만 이더넷을 이용해서 TCP/IP에 DNP를 추가하여 이용하고 있다.

2.1.1 공용통신망 사용의 필요성

기존 마이크로그리드 시스템은 독립적으로 운영되고 있지만 에너지 효율성의 극대화를 위해서 대규모 전력망과 통신 해야 한다. 더불어 독립형 마이크로그리드 시스템과 DAS의 데이터 취득을 위해서 공용통신망을 사용해야 한다. 공용통신망은 그리드 간 비실시간 통신을 목적으로 한다. 또한, 신재생 에너지와 배전망과 같은 다양한 분산 전력 자원과 수용가의 정보를 수집하는 마이크로그리드에 필수적인 요소이다. 이러한 필요성 때문에 IEC 61850 기반 마이크로그리드 시스템 개발은 여러 프로젝트가 진행되고 있지만, 공용통신망을 이용하여 상위시스템과 연계가 되지 않고 있다. 공용통신망을 이용한 데이터 교환 방식은 보안에 취약점이 있기 때문에 이를 극복하기 위한 보호 알고리즘 적용이 필수다.

2.2 시스템 구현

<그림 1>은 사물인터넷 통신 프로토콜인 XMPP (eXtensible Messaging and Presence Protocol)을 이용한 사물인터넷 기반의 IEC 61850과 연계된 마이크로그리드 시스템의 구조도이다. 이렇게 IEC 61850을 이용한 마이크로시스템 구축은 불규칙적으로 생산되는 신재생 에너지와 분산 에너지 자원이 효과적으로 통신하며 에너지의 효율성을 최대한 이끌어 낼 수 있다.

본 논문에서 구현한 마이크로그리드 시스템은 IEC 61850을 데이터 모델과 서비스 모델로 사용하여 태양광 에너지와 풍력 에너지를 모의 데이터 에너지로 설정하고 시스템을 구현하였다. 개발된 클라이언트 프로그램은 향후 다양한 사물인터넷 프로토콜 (예로, XMPP, DDS, MQTT 등)을 이용하여 DAS 시스템과 연계하여 데이터 교환이 가능할 것이다.



〈그림 1〉 IEC 61850을 사용한 마이크로그리드 구조

2.2.1 시스템 구현 방법 및 환경

본 논문에서는 IEC 61850을 사용하여 태양광 에너지와 풍력 에너지를 각각의 논리노드 (LN, Logical Node)로 두고 모의 데이터 값을 클라이언트 프로그램을 통해 서버와 통신하여 마이크로그리드 시스템을 구현했다. LN은 MMDC와 MMET로 순서대로 태양광 에너지와 풍속 에너지를 가상화시켜 나타내었고 MMDC의 Data Object는 전류, 전압, 전력을 포함하고 있고 MMET의 Data Object는 풍속, 기온, 습도를 포함하고 있다. IED와 비슷한 환경을 재현하기 위해 라즈베리 파이를 서버로 사용했다. 〈그림 2〉는 IEC 61850을 사용한 마이크로그리드 시스템 구현에 사용된 클라이언트 프로그램의 실행화면 중 Report Control Block 화면이다.

Control Block		
Name : EMS1Solar1/LLN0\$BR\$EMS1SolarRCB01		
Index	Name	Value
1	RptID	SolarVal
2	RptEna	TRUE
3	DatSet	EMS1Solar1/LLN0\$Solar1DS
4	ConfRev	0
5	OptFlds	0a00
6	BufTm	60
7	SqNum	9
8	TrgOps	06
9	IntgPd	5000
10	GI	FALSE
11	PurgeBuf	FALSE
12	EntryID	ac

〈그림 2〉 클라이언트 프로그램 Report Control Block화면

2.2.2 실험 결과

〈그림 3〉은 IEC 61850을 사용한 마이크로그리드 시스템에서 태양광과 풍력 에너지가 클라이언트에서 서버의 리포트 메시지를 수신하는 화면을 나타낸다. EMS1이라는 IED에서 두 개의 LN MMDC와 MMET에서 각각 태양광, 풍력에너지 값을 볼 수 있다. 전력, 전압, 전류를 Data Object로 설정한 태양광 에너지 LN과 기온, 습도, 풍속을 Data Object로 설정한 풍력 에너지 LN에서 나온 데이터 값을 볼 수 있다. Report Rate를 0.3초로 하여 총 약 2만 개의 데이터 통신을 결과로 받았으며 각각의 LN과 데이터값이 어떻게 맵핑되었는지 볼 수 있다.

Report		
RCB Name : EMS1Solar1/LLN0\$BR\$EMS1SolarRCB01		
Report Message		
Index	Name	Value
0	MMDC1\$MX\$Watt\$mag\$f	1.387754
1	MMDC1\$MX\$Watt\$q	0
2	MMDC1\$MX\$Watt\$.secs	0
3	MMDC1\$MX\$Amp\$mag\$f	1.970543
4	MMDC1\$MX\$Amp\$q	0
5	MMDC1\$MX\$Amp\$.secs	0
6	MMDC1\$MX\$Vol\$mag\$f	169.419357
7	MMDC1\$MX\$Vol\$q	0
8	MMDC1\$MX\$Vol\$.secs	0
9	MMET1\$MX\$EnvTnp\$mag\$f	17.911661
10	MMET1\$MX\$EnvTnp\$q	0
11	MMET1\$MX\$EnvTnp\$.secs	0
12	MMET1\$MX\$EnvHum\$mag\$f	87.714859
13	MMET1\$MX\$EnvHum\$q	0
14	MMET1\$MX\$EnvHum\$.secs	0
15	MMET1\$MX\$HorWdSpd\$m...	0.000000
16	MMET1\$MX\$HorWdSpd\$q	0
17	MMET1\$MX\$HorWdSpd\$.t...	0

〈그림 3〉 실험 결과

3. 결 론

마이크로그리드 시스템 내 발전에서 송전, 배전뿐만 아니라 분산 전원과 신재생 에너지의 상호 운용성의 확보를 위해 객체 지향 기반의 모델링과 데이터 통신 방식을 국제 표준 통신 규격 IEC 61850을 이용하여 하나의 전력 네트워크 기반으로 통합하는 실험을 진행하였다. 독립형 마이크로그리드의 목적은 분산 전원의 효율적인 활용과 다른 그리드와 통신할 때 에너지 효율을 최대화로 이끄는 것이다. IEC 61850 기반으로 만들어진 마이크로그리드 시스템은 이러한 목적을 가능케 한다.

데이터 통신의 필요성으로 향후 IEC 61850을 기반으로 한 마이크로그리드의 통신에 DDS, MQTT와 같은 사물인터넷 통신 프로토콜의 이용으로 상위 시스템과 통신할 수 있어야 에너지의 효율성을 증진시킬 수 있는 하나의 방법이 될 것이다.

감사의 글

본 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No.NRF-2016R1D1A1B03935785). 또한 본 연구는 한국전력공사의 2016년 선정 기초연구개발과제 연구비에 의해 지원되었음 (과제번호 : R17XA05-66)

[참 고 문 헌]

- [1] Mojaharul Islam, HongHee Lee, "Microgrid communication network with combined technology", International Conference on Informatics, Electronics and Vision, 2016
- [2] 이동진, "통합모델과 DDS를 이용한 마이크로그리드 관리시스템", 대한전기학회, 2017
- [3] 김형태, "마이크로그리드 에너지관리 시스템 기술 동향", KEITI, 2013
- [4] International Electrotechnical Commission, Communication networks and systems for power utility automation - Part 1: Introduction and overview, IEC: Chicago, IL, USA, 2013
- [5] 양민욱, "변전소자동화 프로토콜 비교 및 IEC 61850과 CIM 연계에 관한 연구", 대한전기학회, 2009