

스마트그리드 기반 홈네트워크의 에너지 관리 표준화 동향 분석

조평동* · 최문환** · 이상무***

*한국전자통신연구원

An Analysis on standardization trend of home network energy management
based on Smart Grid network

Pyung-dong Cho* · Mun-hwan Choi** · Sang-mu Lee**

*ETRI(Electronics and Telecommunications Research Institute)

E-mail : pdcho@etri.re.kr

요 약

스마트그리드는 전력 에너지망에 구축되는 추가적인 네트워크 개념으로 볼 수 있으며 전력패T가 결합된 형태이므로 ICT 기술과 밀접한 관계를 갖는다 본 논문에서는 ITU-T를 중심으로 스마트그리드에 대한 표준화 동향을 소개하고 향후 추진방향에 대해서도 논하기로 한다

ABSTRACT

Smart grid can be viewed as additional network constructed on electrical energy network and has close relationship with ICT. In this paper, we introduce smart grid standardization trends focusing on ITU-T activities and discuss future direction.

키워드

스마트그리드, 홈 네트워크, 전력선 통신, ITU-T SG 15

I. 서 론

스마트그리드는 전력 에너지망에 구축되는 추가적인 네트워크의 개념이며 기존의 전력망에 ICT 기술을 접목하여 전력 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 전력 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화할 수 있는 차세대 전력망 기반의 개방형 시스템 네트워크 기술이다

스마트그리드 응용의 가장 대표적인 형태는 홈 네트워크이다. 홈 네트워크는 스마트그리드 제어망을 구축하는데 가장 가입자단에 위치하는 인프라를 형성한다. 홈 내에서 사용되는 에너지 정보를 수집하고 이를 외부망에 전달하기 위해서는 홈 네트워크에 어떤 미디어를 사용할 것인지 어떤 통신방식을 적용하여 에너지 사용정보 전달을 위한 프레임워크를 정의할 것인지 등이 표준화 되어야 한다.

현재 ITU-T SG 15에서는 'Communications for smart grid' 라는 연구의제를 설정하고 홈

네트워크 내의 에너지 관리 통신방식을 연구하고 이에 대한 요구사항을 정의하고 있다 본 논문에서는 ITU-T SG 15를 중심으로 스마트그리드에 대한 표준화 기술을 소개하고 스마트그리드를 기반으로 하는 에너지 관리 방식 및 이를 국내에 도입하기 위해 필요한 제도적 정비사항에 대해서도 같이 논하기로 한다

II. 국내 스마트그리드 추진현황

우리나라는 지구 온난화에 대비한 저탄소 녹색 성장을 국가발전의 새로운 패러다임으로 제시하면서, 스마트그리드를 기후변화 대응 에너지 효율성 향상 및 신성장 동력 창출을 위한 전략 산업으로써 집중 육성하기 위해 세계적 수준의 전력·통신 인프라를 기반으로 2030년까지 세계 최초로 국가 단위의 스마트그리드를 구축한다는 계획을 가지고 있다. 이를 위해 한국 정부는 국가

로드맵을 통해 스마트그리드 구축을 위한 3 단계의 계획을 수립하였다[2]. 우선 1단계 (2010~2012년)에서는 실증단지 구축 및 운영을 통해 신기술을 검증하고, 2단계 (2013~2021년)에서는 거점도시 및 광역단위 지구로 확장하여 소비자 측의 지능화를 완료하며, 3단계 (2021~2030년)에서는 전체 전력망의 지능화를 통해 국가 단위의 스마트그리드를 완성하는 것을 목표로 하고 있다

이에 따라 스마트그리드 실증단지가 2009년 12월부터 제주도 구좌읍 일대 약 6,000호를 대상으로 구축 및 운영이 진행되고 있다. 제주 실증단지는 기본 단계로서 인프라 구축이 완료되었고 현재는 확장 단계로서 통합 운영을 통한 다양한 기술 및 서비스에 대한 검증이 진행되고 있다. 2016년까지 1차 기본계획으로 7대 거점도시 스마트그리드 구축을 완성하고, 2021년까지 2차 기본계획으로 광역단위의 스마트그리드 구축이 계획되어 있다. 제주 실증단지에 구축된 한국형 스마트그리드 서비스는 비즈니스 분야별로 지능형 전력망 (Smart Power Grid), 지능형 서비스 (Smart Electricity Service), 지능형 소비자 (Smart Consumer), 지능형 신재생 (Smart Renewable) 및 지능형 운송 (Smart Transportation) 5개의 영역으로 구분하고 있다[1][2].

III. 스마트그리드와 ICT

전력망이 요구하는 가장 중요한 기능은 전력발전과 가입자 수요의 효율적 균형을 맞추는 것이다. 스마트그리드는 다음과 같이 전력망에서 요구되는 다양한 기능을 충족시키기 위한 기술로서 궁극적으로 이러한 기능들은 정보통신망을 통하여 정보를 상호 전달하고 제어함으로써 목표하는 바를 이룰 수 있다.

- 전송시스템을 통한 재사용 에너지 활용
- 분배시스템을 통한 에너지 자원의 분배
- 전기자동차의 급전
- 가입자 전기수요 관리 및 수요 예측
- 재사용 에너지의 저장

스마트그리드는 전력망의 일부분이라기 보다 전력망의 제어계층에 존재하는 over-lay 네트워크 개념으로 이해되어야 하며 전력기술에 대한 폭넓은 해석을 바탕으로 효율적인 제어 메커니즘이 개발되어야 한다.

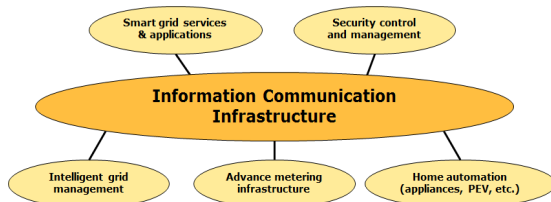


그림 1. 스마트그리드와 ICT 관련성

현재 통신과 전력산업은 연관성이 크지 않으나 스마트그리드는 많은 관리 요소가 가입자 측으로부터 실행되어 메터링이나 수요예측등을 실행하게 되므로 통신업체와 서비스 제공자는 다양한 기술을 활용하여 스마트그리드에서 필요로 하는 역할을 지원할 수 있다. 전력망에 대한 응용이나 장치는 지역적인 경계없이 상호 운용될 수 있어야 하고 궁극적으로 전력과 통신의 융합이 이루어지는 새로운 형태의 eco-system이 구축되어야 한다. 이러한 관점에서 현재 ITU-T에서는 표 1.과 같이 스마트그리드와 관련한 다양한 표준화 활동을 추진중이다.

표 1. 스마트그리드 관련 ITU-T 연구활동

Items	SGs and aspects	
(1) M2M	FG M2M	Service Layer use cases, requirements, APIs and protocols for healthcare and other application
	SG13	Q3/13 USN, MOC Q12/13 Ubiquitous networking (object to object communication)
	SG15	Q1/15 IP home network
	SG16	Q25/16 USN applications and services
(2) Smart metering	SG15	Q4c/15 PHY/DLL aspects of smart metering
(3) Vehicle communication	CITS	Collaboration on ITS Communication Standards
	SG13	Q12/13 networked vehicle
	SG16	Q27/16 Vehicle gateway platform for telecommunication/ITS services /applications
(4) Access and Home networking	SG13	Q12/13 Next generation home network
	SG15	Q1 and Q2/15 IP home network and access network QoS Q4a/15 Broadband in-premises networking Q4b/15: Home networking related Smart Grid communications
	SG16	Q21/16 home network services
(5) Energy saving network	SG13	Q21/13 Future network
(6) Smart Grid	SG15	Q4c/15 Communications for Smart Grid

IV. 스마트그리드와 전력선통신

스마트그리드에 접속하는 Home network의 국내 통신방식은 phone-line, coaxial cable, power line, 무선방식등 여러 가지가 대상이 되나 현재 ITU-T SG 15에서는 전력선 통신방식을 대상으로 G.9955/G.9956 표준을 개발하고 있다. 스마트그리드에서 사용되는 전력선(Power line)은 통신의 목적이 아니라 전기를 전달하기 위한 목적으로 사용되는 전선이다. 전력선 통신방식은 스마트그리드에 대해 가장 기본적으로 적용가능한 통신방식이며 신뢰성과 사용의 자유로움 그리고 모든 응용에 적용가능하다는 점에서 우선 적용대상 통신방식으로 표준화를 추진하고 있다

PLC 기술은 전력을 공급하는 전력선을 매체로 사용하는 통신 방식으로 전력선을 타고 가정으로 들어오는 50~60Hz 주파수대의 교류전기가 흐르

는 구리 전기선에 수십~수백kHz의 고주파 통신 신호를 함께 실어 보내고, 이때 모뎀을 이용하여 전기선에서 통신신호만을 골라내 인터넷 통신을 가능하게 한 기술이다.

데이터 전송 속도에 따라서는 저속 60bps~10kbps, 중속 10kbps~1Mbps, 고속 1~10Mbps로 구분되며, 이에 따라 저속은 홈네트워킹의 제어용으로, 중속은 홈네트워킹의 데이터 통신용으로, 고속은 외부망 액세스용으로 통신 목적을 나눌 수 있다.

PLC는 무선통신 방식에 비해 단말기를 저렴하게 공급할 수 있고, 기존 전력선을 그대로 활용함으로써 투자비가 저렴하고 기존 변압기를 그대로 활용함으로써 공간 점유 비용이 불필요하여 현재의 초고속통신망의 단점인 높은 설치비를 현저하게 줄일 수 있다. 반면, PLC는 제한된 전송전력, 높은 부하 간섭과 잡음 (High noise), 가변감쇠 (High attenuation), 임피던스 레벨 (Impedance level) 잡음, 그리고 신호왜곡 (Signal distortion) 등의 해결해야 할 문제점들을 지니고 있다.

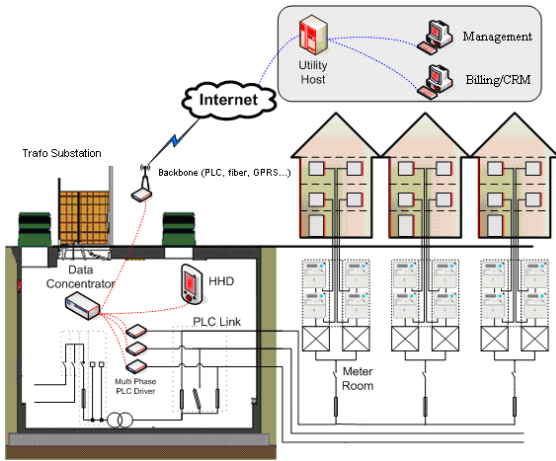


그림 2. 홈네트워크와 전력선 통신

그러나 현재 세계적으로 ISO/IEC, IEEE 등에서 다양한 종류의 전력선통신 방식 표준을 제시하고 있어 사용상에 혼란이 야기되고 있다. 이에 대해 2009년 SGIP(Smart Grid Interoperability Panel)에서는 업계에서 사용할 단일 표준의 선정 작업을 추진중이며 궁극적으로 국제 단일표준 규격의 제정이 업계의 혼란성을 배제할 것이라는 판단하에 ITU-T에서는 전력선 통신방식의 가입자망 응용에 대한 G.9955/G.9956 표준을 개발 중이다

V. 스마트그리드 에너지 관리 표준

전력선통신 방식에 대한 표준은 아직까지 단일 표준으로 확립되어 있지 않다. Narrow band에 대해서는 CENELEC norm EN 50065-1 으로 표준화

되어 있으며 broad band에 대해서는 IEEE P1901의 PLC-based Local Area Networks and internet access 이라는 표준으로 제정되어 있다. 이외에 G3-PLC Alliance에 의해 시작된 PLC-G3 표준, PRIME Alliance에 의해 시작된 PRIME 표준등이 있다. EN 50065-1과 PLC-G3, PRIME 표준은 500kHz 이하 대역의 주파수를 사용하는 narrow band PLC에 대한 표준이다.

G.hn에서는 100Mbps 이상 데이터 전송율을 갖는 IEEE P.1901 기반 전력선통신 방식 표준을 적용하는데 비해 G.hnem 표준에서는 1Mbps 이하의 데이터 전송율을 갖는 전력선통신 방식 표준을 채택하고 있다. 사용하는 주파수 대역도 홈네트워크의 경우 2~300mhz이나 스마트그리드의 경우 500kHz이하의 주파수 대역을 사용하는 전력선 통신방식을 채택하고 있다. 협대역 전력선통신의 경우 전송 데이터율은 1Mbps 이하이나 망신뢰성이 높고 복잡성이 낮으며 전력소모가 적다는 장점이 있으며 스마트그리드에서 요구하는 데이터 전송율은 1Mbps 이하급으로 만족가능한 것으로 보고 있다.

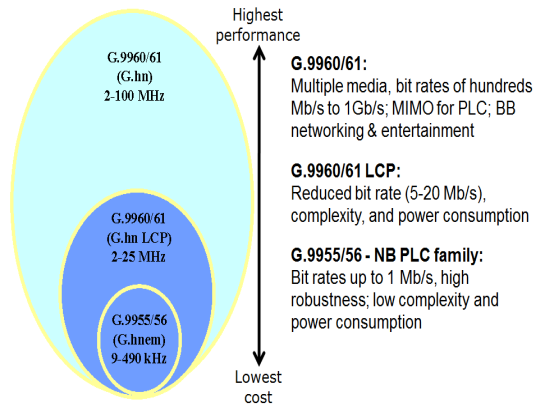


그림 3. ITU-T의 전력선 통신 관련 표준

표 2. 스마트그리드의 전력선통신 요구범위

Functional Area	Smart Grid Home Networks
Data Rate	Low (<1 Mb/s)
Reliability	Very High ^l
Quality of Service	Best Effort with bounded delay, low latency
Power Consumption	Very Low ^l
Range	AMI range for access applications Single home (plus detached buildings) or MDU
Security	High ^l
Typical Network Size	AMI: 10 (rural) and 400 (urban) In-home: 30+ devices
EMC compliance	Complies with different regional regulations
Complexity (Cost)	Low ^l

G.9955/G.9956 표준은 CENELEC A 밴드와 FCC 밴드를 대상으로 표준이 제정되어 있다. 최초 표준은 Annex에 PLC-G3, PRIME 표준을 추가 하였으나 이들 방식은 사용하는 주파수 대역도 다르고 통신방식도 다르므로 별도의 표준으로 분리하는 것이 좋겠다는 판단에 따라 전체 4개의 표준으로 분리되었다. PLC-G3는 G.9957, PRIME 은 G.9958 번호를 부여받아 표준화가 진행중이다.

G.hnem(Home network energy management) 권고안은 홈 네트워크 표준인 G.9960의 스마트 그리드 관련 내용에 해당하는 권고안이다. G.9955, G.9956 표준에서는 Home network에서 전력선통신 방식을 옥내 통신방식으로 사용하는 경우 에너지 관리 관련하여 전력선통신의 물리계층 및 데이터 링크 계층에서 갖추어야 할 내용들을 표준화하고 있다[4][5].

- G.9955: Narrow-band OFDM power line communication transceivers - physical layer specification
- G.9956: Narrow-band OFDM power line communication transceivers - data link layer specification

Power line communication에 사용되는 주파수 대역은 CENELEC에서 정의한 500kHz 이하 A 밴드 와 FCC 지정 주파수 대역을 대상으로 한다. 전력선 통신 방식은 EN 50065 표준을 따르며 Home networking transceiver 간의 상호공존성도 IEEE P1901 표준을 기반으로 하고 있다.

VI. 결 론

스마트 그리드는 전력 IT를 기반으로 하는 개념으로 이를 이용한 전력에너지 관리는 가입자 영역에서부터 전력사용 상태를 확인하고 이를 통신하여 관리체제를 구축해야 하기 때문에 홈 및 빌딩의 거주자 측면하기 위한 표준규격 확보가 우선되어야만 효율적인 에너지관리가 가능하다.

Home network에 대한 스마트 그리드 응용기술에 대해서는 IEC 등 타 기관에서도 이미 논의되고 있기 때문에 표준화 관점에서는 중복성을 피하기 위해 표준화 기관별 담당역할을 정의하고 상호 협력하는 체제로 진행되고 있다.

ITU-T에서는 홈내 스마트그리드 통신방식으로 협대역 전력선통신 방식을 선정하고 이에 대한 표준화 작업을 추진중이다.

현재 국내에서 전력선통신 방식은 전력선반송 설비가 9kHz 이상 450kHz까지의 범위 내의 주파수를 사용하며 송신설비의 고주파출력이 10와트 이하가 되도록 허용 범위만을 규정하고 있다[3]. 유선분야에서는 옥내에서만 전력선 통신방식의 시용을 허용하고 있으며 이 또한 구체적인 기술 보다는 전기위해의 범위에 대해서만 표준규격을 따르도록 규정하고 있어 실제 전력선통신 모델에

대한 기술조건이나 옥외망과의 연동에 대한 지침 등은 없는 실정이다.

국내 스마트그리드 업계에서도 스마트그리드에 전력선통신 방식을 사용할 계획이 있으며 세계적으로 전력선통신 방식에 대한 표준화가 활성화되고 있어 국내에서도 이에 대해 다시 검토하여 세부적 추진방향을 논의할 필요가 있을 것이다.

국제적으로 진행되는 스마트 그리드 표준을 수용하기 위해서는 옥내외 전력선 통신 기술의 확립 및 이를 제도권으로 수용하기 위한 기술기준의 정비 등이 필요하나 이 분야는 전기와 통신이 혼재하는 부분으로 실제 통신기술 개발에 대한 현실적 추진에 대해 논의가 필요한 시점이다. 스마트 그리드는 향후 인터넷에 못지 않는 impact 가 있는 기술 분야이기 때문에 관련된 기술 확보는 물론 이러한 제도적인 부분에 대해서도 미리 마련하여 향후 관련 사업의 활성화에 지장이 없도록 대비하여야 할 것이다.

Acknowledgement

"본 연구는 방송통신위원회의 지원을 받는 방송통신표준기술력향상사업의 연구결과로 수행되었음"

참고문헌

- [1] 박창민, 조평동, 스마트그리드 네트워크 기술 동향, 전자통신동향분석 제26권 제2호, 2011년 4월
- [2] 안윤영, 박창민, 스마트그리드에서의 AMI 네트워크 기술 동향, 주간기술동향, 2012년 8월
- [3] 장동원, 김용환, 전력선 통신 도입을 위한 기술기준분석 전자통신동향분석 제19권 제 1호 통권85호, 2004년 2월
- [4] ITU-T, G.9955: Narrow-band OFDM power line communication transceivers - physical layer specification, 2011. 12.
- [5] ITU-T, G.9956: Narrow-band OFDM power line communication transceivers - data link layer specification, 2011. 12.