

스마트그리드 정보통신기술

이일우 | 이정인
한국전자통신연구원

요 약

스마트그리드는 저탄소 녹색성장이 전지구적 과제로 등장하면서 온실가스 배출을 최소화하는 그린에너지 산업 혁신의 핵심으로 출현하였다. 대한민국은 에너지 위기 및 기후 변화에 대응하고 안정적 전력 공급과 효율적 수요 관리 그리고 신성장동력원으로써 필요성을 내세워 스마트그리드를 정책 및 기술 개발을 추진중에 있다. 스마트그리드는 전통적인 송배전 역량 강화와 전력 IT화에 따른 사용자 서비스 확장의 2가지 측면에서 진화방향을 모색중이다. 특히 기존의 전력망에 정보통신 (Information and Communication Technology : ICT)기술을 융합한 인프라를 기반으로 하여, 전력공급자와 소비자 사이의 전력거래에 대한 정보를 양방향, 실시간으로 교환하여 에너지를 효율적으로 이용하는 전력 서비스로서의 역할에 관심이 모아지고 있다. 본 고에서는 ICT 기술이 융합된 스마트그리드 구조와 네트워킹과 정보 인프라로서의 스마트그리드 정보통신 기술에 대하여 간단하게 정리해 보고자 한다. 스마트그리드 내에 다양한 응용 서비스가 연계된 통신구조에 대하여 알아보고, 적용 가능한 다양한 통신기술에 대하여 살펴본다. 또한 현재 운영 중인 스마트그리드 표준화 조직 및 표준화 동향에 대하여 살펴보고, 그 중 전력시스템과 종단 응용 서비스 및 부하를 포함하는 에너지기술, 정보기술운영 관점에서의 스마트그리드 상호운용성 및 표준 현황에 대하여 기술해 보고자 한다.

I. 서 론

스마트그리드는 전력계통과 통신네트워크의 융합을 통하여 소비자와 전력공급자간 에너지 정보를 실시간·양방향으로 주고 받음으로써 에너지 효율을 최적화하는 차세대 전력망이다. 전력계통은 발전, 송전/변전, 배전, 부하로 구성되어 있으며 인터넷 기술을 중심으로 하는 통신네트워크 기술은 괄목할 만한 성장을 지속하고 있으며, 특히 대한민국은 세계 최고수준의 초고속인터넷망을 보유하고 있으며, 이러한 정보통신 기술은 스마트그리드 구축에 절대적인 영향을 미치게 된다. 이러한 정보통신 기술 기반의 스마트그리드는 향후 발생할 여러 문제들을 해결할 수 있는 해결책으로 제시되고 있다[1].

선진국 및 개발도상국의 에너지에 대한 끊임없는 수요는 전기에 대한 의존, 탄소집약적인 에너지 등을 야기하여, 세계기후변화 위기와 부족한 에너지 자원으로 인하여 전력 기반구조의 변화가 불가피한 상황이 되었다. 이러한 변화는 공급의 탄력성, 신재생에너지의 분산전원, 한정된 자원의 부족에 반응하여 수요가 발생할 것이다.

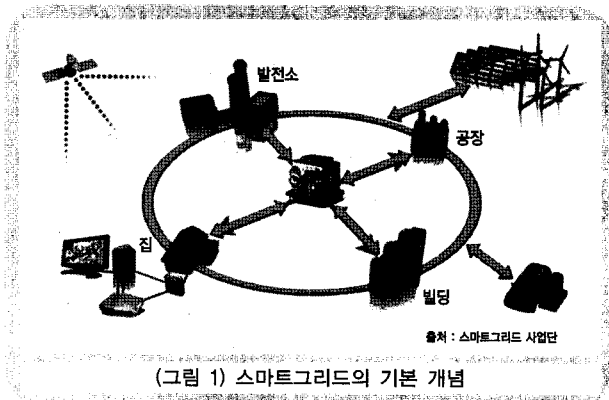
궁극적으로, 이러한 변화는 자동화, 분산화와 신뢰할만하고, 탄력적이며, 비용절감이 가능하며, 예상하지 못한 부분의 보안 제어시스템의 생성을 요구한다. 이를 해결하기 위한 첫 단계는 분리된 부분, 응용의 수직적 통합보다는 네트워크의 통합으로서 스마트그리드 통신네트워크를 이해하는 것이다. 이러한 병렬적인 통신네트워크와 기업의 진화는 지난 20~30년 동안 음성, 영상, 데이터 네트워크의 통합을 가

능하게 하였고, 현재의 스마트그리드는 미국 국립표준원 (NIST), 전기전자공학회(IEEE) 등의 주도로 인터넷 기반의 통신네트워크를 고려하고 있다[2].

서론에 이어 2장에서는 스마트그리드 구조 및 정보관리 기술에 대해 살펴보고, 3장에서는 스마트그리드 통신 요구사항 및 네트워크 기술 내용에 대해 기술하였다. 4장에서 스마트그리드 관련 표준화 현황에 대해 살펴보고 마지막으로 결론을 맺는다.

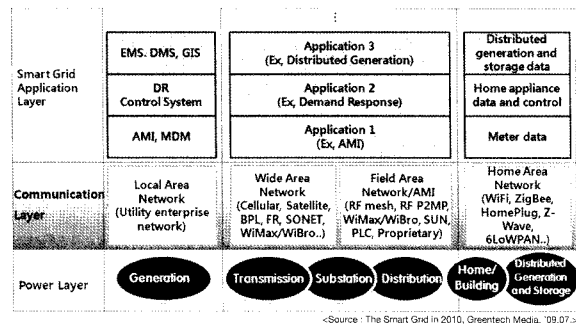
II. 스마트그리드 구조

스마트그리드는 IT를 활용하여 전력 생산/소비 정보를 양방향·실시간으로 유통함으로써 에너지 효율을 최적화하고 에너지 프로슈머의 등장을 가능케 하는 차세대 전력망으로 정의가 된다. 그러나 스마트그리드의 정의 및 개념에 대해서는 각국의 상황 및 환경에 따라 조금씩 다른 내용을 담기도 한다. 즉 스마트그리드는 다양한 관련 산업 분야를 포함하는 전력 산업에 대한 새로운 패러다임을 나타내는 것이며, 처해진 상황에 따라 정의나 개념도 조금씩 달라질 수 있다[3]. 다음 (그림 1)은 스마트그리드의 기본 개념을 나타낸 것이다. 스마트그리드는 기존의 전력계통과 분산전원이 연계되고, 전기자동차가 도입 됨에 따라 기존 제어시스템에 다양한 통신 인프라가 추가된 형태가 될 것이다.



2.1 스마트그리드 계층구조

스마트그리드는 전력 산업과 ICT 산업이 융합되면서 복잡한 구조를 가지게 되는데, 스마트 전력그리드(Smart Power Grid), 스마트 신재생(Smart Renewables), 스마트 운송(Smart Transportation), 스마트 전기서비스(Smart Electricity Service), 그리고 스마트 수용가(Smart Consumer)의 5가지 물리적 영역으로 구별된다. 적용되는 기술의 분석 및 이해를 위해서 전력과 정보통신 기술이 융합되는 스마트그리드의 구조를 다음 (그림 2)에 전력 계층, 통신 계층, 응용 계층으로 계층화된 구조로 나타내었다.



(그림 2) 스마트그리드의 계층구조

전력계층은 발전 및 송배전시스템, 수용가까지 물리적 연계를 위한 계통시스템과 분산전원의 계통연계 및 에너지 저장, 수용가측 부하를 나타내고 있다.

통신계층은 스마트그리드에서 전력공급자와 소비자의 에너지 정보를 실시간으로 교환할 수 있게 하는 통신 인프라를 나타내고 있으며, 구성요소간의 네트워킹은 주로 Zig Bee, WiFi, Z-Wave와 같은 무선네트워킹, HomePlug와 전력선통신(PLC)을 주요 기술로 하는 유선네트워킹으로 대별될 수 있다. 통신 인프라에 관한 내용은 다음 3장에서 자세히 기술하기로 한다.

응용 계층은 에너지 관리 시스템 (Energy Management System : EMS), 미터링 인프라 (Advanced Metering Infrastructure : AMI), 수요반응 (Demand Response : DR), 보안 및 전력품질 보장과 전력거래 등이 스마트그리드에서 구현되는 응용 및 운영 서비스들이다. 추후에 신전력서비스를 제공할 수 있는 응용 서비스는 스마트그리드의 주요 기술 분야이다.

2.2 스마트그리드 정보관리 기술

스마트그리드가 구현이 되는 시점에서는 방대한데이터와 정보들이 통신망을 통해 흘러다니게 된다. 또한 복잡하고 다양한 전력시스템들이 업데이트되면서 관리 대상이 되는 객체들은 기하급수적으로 증가할 것이다. 에너지 관련 정보를 취합, 감시 및 제어, 관리하여 수용가 및 전력공급자에게 새로운 서비스를 제공하게 될 것이다. 다음 (그림 3)은 에너지 정보를 교환할 수 있는 시스템의 예를 나타낸 것이다. 발전 부분의 에너지관리시스템, 송배전 부분의 지능형 송전시스템, 지능형 배전시스템과 수용가 부분의 지능형 전력기기 에 대한 관리 및 운영 시스템은 스마트그리드 서비스의 주요 기술이 될 것이다.

발전부문에서는 전력계통 계획 및 운영 및 에너지 사용에 대한 모니터링, 제어를 구현하는 지능형 에너지관리시스템(EMS)이 개발되고 있다.

송전부문에서는 전력계통의 신뢰도와 안정도를 감시하는 WAMS(Wide Area Measurement System)이 있으며, 또한 PMU(Phasor Measurement Unit)에서 전압, 전류, 기본파 위상 등의 데이터를 측정하여 실시간으로 관리 및 제어하는 WACS(Wide Area Measurement System)과 광역 전력계통의 상황을 실시간으로 인지하여 네트워크 구성요소들의 최적화를 궁극적 목적으로 하는 WASA(Wide Area Situational Awareness) 기술이 IT 기반의 스마트그리드 주요 기술이다.

배전부문에서는 전력용 반도체 스위치를 이용, 전력계통을 능동적으로 제어하여, 손실을 줄이고 전력계통의 신뢰도

를 향상시키는 FACTS(Flexible AC Transmission System) 기술과 분산전원 통합 연계 운영시스템 및 자가치유를 위한 SDMS(Smart Distribution Management System) 기술도 주요 기술로 연구 개발중에 있다.

수용가 부문에서는 AMI 뿐만 아니라 가정 내 연결되어 있는 전기기기로부터 데이터를 계측하고 관리하는 시스템인 MDMS(Meter Data Measurement System)이 핵심 기술이 될 것이다.

III. 스마트그리드 통신 기술

3.1 스마트그리드 통신구조

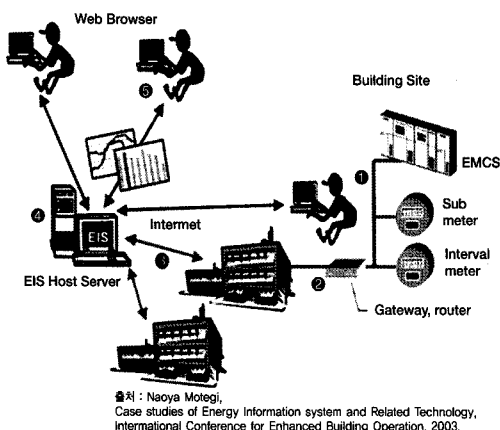
앞에서 스마트그리드 계통구조 및 계통 내 데이터 및 제어 응용에 대한 정보기술에 대하여 알아보았다. 현재의 응용들은 계통에 수직적으로 연계되어 있어서 양방향으로 정보교환이 불가능한 형태였으나, 미래에는 계통이 연계되는 응용들이 상호 연결되어 양방향으로 정보교환이 가능한 형태의 통신 인프라가 구축이 될 것이다. 그 중에서 수용가와 전력사업자 간의 정보 교환을 위한 AMI인프라 구축이 필수적이다.

AMI(Advanced Metering Infrastructure)는 전력회사와 최종 소비자 사이의 정보화 인프라로서 기존의 단방향의 중앙집중형 전력계통 형태에 신재생에너지 발전설비와 다양한 분산전원을 연계하고, 각종 센서와 계측기를 설치하여 실시간으로 양방향 통신을 하며, 공급자와 수용자의 능동적인 참여를 통한 수요반응(DR)으로 에너지 효율을 높이는 스마트그리드 실현에 필수적인 핵심 요소 기술이다[4].

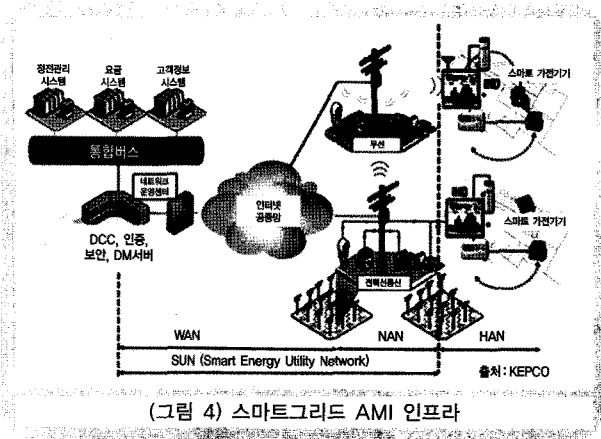
AMI는 주기적 (1시간, 15분 등) 단위로 에너지 정보를 계측하며, 전력 사용량을 포함한 수용가의 에너지 관련 정보를 응용서버로 전달한다. 또한, 양방향 통신 인프라 상으로 수요반응을 위한 원격 제어 기능도 제공하는 것이다.

다음 (그림 4)에 현재 논의되고 있는 스마트그리드 AMI 네트워크 구조의 예를 나타내었다.

전력회사 내의 상위시스템들과 스마트 미터들을 연결해 주기 위한 통신의 구간을 크게 3구간으로 구별할 수 있다. 가정 내 통신망인 HAN(Home Area Network)과 AMI와 집중기



(그림 3) 에너지 정보 시스템



(그림 4) 스마트그리드 AMI 인프라

(Concentrator)까지 구간의 통신인 NAN(Neighborhood Area Network), 그리고 집중기부터 상위 시스템까지 연결하는 WAN(Wide Area Network)으로 나눌 수 있으며 각각의 특징에 대하여 알아본다.

• Wide area network (WAN)

전력설비의 종단과 다양한 집중기들이 연계된 통신네트워크이며, 종종 공공 유선 또는 무선 이동통신기술이 이용된다. 또한 독점적 유선 기술, 광대역 전력선 또는 전용의 광케이블, 무선기술, 종단간 다중 WiFi mesh를 포함하는 무선 기술이 이용될 수 있다.

• Neighborhood area network (NAN)

전력회사의 IT 인프라에 연계된 각각의 AMI에 대한 통신 네트워크 인프라로서 CDMA, WiBro와 같은 공용 이동통신 기술과 IEEE 802.11s WiFi매쉬 등의 무선 매쉬 네트워크 기술이 이용된다. 최근에는 IEEE 802.15.4g 에서 스마트 유틸리티 네트워크 (Smart Utility Network : SUN) 기술을 표준화 하고 있다.

• Home area network (HAN)

가정 내 정보가전의 제어 및 응용서비스를 디스플레이하기 위한 통신 네트워크이다. 기존의 PLC 통신기술과 WPAN 영역의 ZigBee 및 WLAN의 WiFi 등이 사용되고 있다. 무선으로는 ZigBee가 유선으로는 PLC 기술이 스마트그리드 실증사업에는 우선 대상으로 고려되고 있기도 하다.

3.2 스마트그리드 통신 기술

스마트그리드에 필요한 네트워크 기술은 양방향 통신으로 에너지 정보를 실시간으로 교환하여 최적화된 에너지를 소비를 유도할 수 있는 개방형 시스템 네트워크 및 프로토콜이 적용되어야 한다. 스마트그리드는 상위시스템과 하위시스템들간의 통합 네트워크로써 통신 인프라는 지능형 전자 기기들간의 종단간 서비스를 제공해야 한다. 무엇보다도 전력공급을 안전하게 하고, 신뢰도를 유지하며, 다양한 인터페이스에 대한 상호호환성을 지원해야 할 것이다.

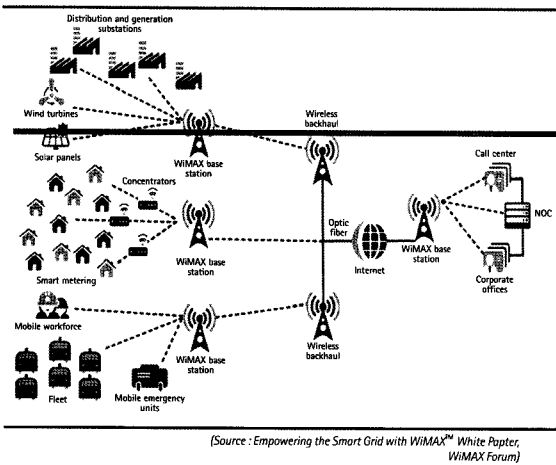
본 장에서는 스마트그리드에 적용 가능한 통신 네트워크 기술에 대하여 알아보기로 한다.

• Public Wired Technologies

많은 산업분야처럼, 전력산업은 통신을 위한 유선 공용 회로를 광범위하게 사용하며, 임대 통신선(전용선 및 전화접속)을 포함한다. 이는 전력회사 내의 개인 네트워크 내에서 이용된다. 이 기술은 전력회사 중앙 제어 센터와 변전소 자동화 연결에 사용되었다. 일반적으로 변전소 연계를 위해 설치된 통신 기술은 임대한 회선에 1200 baud modems이다. 특히 변전소에서는 지역 통신회사로부터 전용의 TDM 서비스(T1, Fractional T1, DS3 services)를 사용하기도 한다. 그리고, 프레임 릴레이 서비스(Frame Relay Service)는 이러한 링크들 위로 제공되기도 한다.

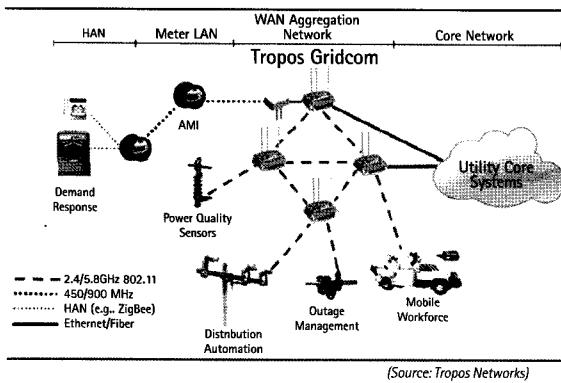
• Public Wireless Technologies

이동통신 운영자는 전력회사에 기기간(Machine-to-Machine : M2M) 통신 서비스를 오랫동안 제공하였고, 셀룰라 데이터 서비스는 산업적 및 상업적인 스마트 미터링 시스템을 위하여 광범위하게 사용되었다. 2세대(2G) 와 3세대(3G)에 이어, 4세대(4G) 이동통신 기술은 높은 대역폭과 서비스 품질 보증을 제공하게 될 것이다. 4G 기술인 WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) /WiBro(Wireless Broadband)는 높은 대역폭과 서비스 품질 보증을 제공하며, 기지국으로부터의 서비스 범위는 5-15 km이고, 70 Mbps의 전송속도를 갖는다. 또한 주파수 대역은 허가된 3.65 GHz와 비허가된 5.8 GHz고, IEEE 802.16 표준을 기반으로 한다. 아래 (그림 5)는 WiMAX/WiBro 네트워크 구성을 나타낸다.



(그림 5) WIMAX/WiBro 네트워크 구성

또한 다른 무선통신기술로는 WiFi가 있다. 이는 WIMAX와 다르게 한정된 공간 내에서의 근거리통신망을 통하여 서비스를 제공하며, IEEE 802.11표준에 근거한 통신기술이다. 전송속도는 4~11 Mbps이며, 대용량의 정보를 교환할 수 있다. (그림 6)은 WiFi 네트워크의 구성을 보여주고 있다.



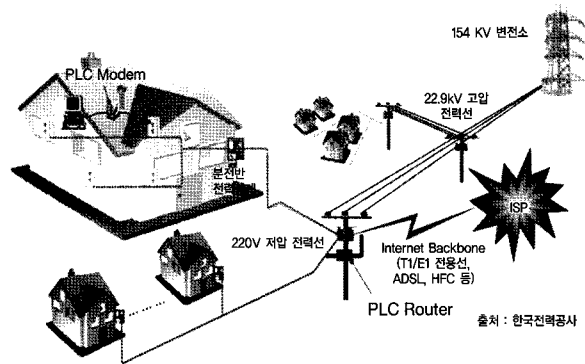
(그림 6) WiFi 네트워크 구성

• Private Wired Technologies

대표적인 예로 광통신(Fiber Optic Communications)이 있다. 이들 다양한 형태는 스마트그리드 전체에 걸쳐 사용하고 있으며, 특히 변전소 어플리케이션에서 사용한다. 변전소 내의, 광섬유는 전자제어와 변전소 설비 사이에서 안전성과 EMI 장점을 갖는다. 결과적으로, SCADA 인터넷의 많

은 부분이, 독점적 시리얼 링크뿐만 아니라, 물리적 통신 매체로서 다중모드 fiber로 사용된다. 국내의 경우에는 전력관리 단위로 변전소를 연결하고 있으며 광복합가공지선(Optical Power Ground Wire : OPGW)을 사용하고 있으면 2.5Gbps 광전송장치를 사용하여 45Mbps 및 E2/T1급 단위로 add/drop 시켜서 운영중이다.

또한 PLC(Power Line communication), BPL(Broadband over Power Line), NPL(Narrowband Power Line) 등이 스마트그리드의 인프라로 적용되고 있다. (그림 7)은 PLC 통신구조에 대하여 나타내고 있으며, 기존의 전력선을 통신망으로 활용하는 과정이다. <표 1>은 상기에서 기술된 PLC 종류에 따른 통신 범주를 정리한 것이다.



(그림 7) PLC 통신구조

<표 1> NAN에서의 PLC 통신 범주

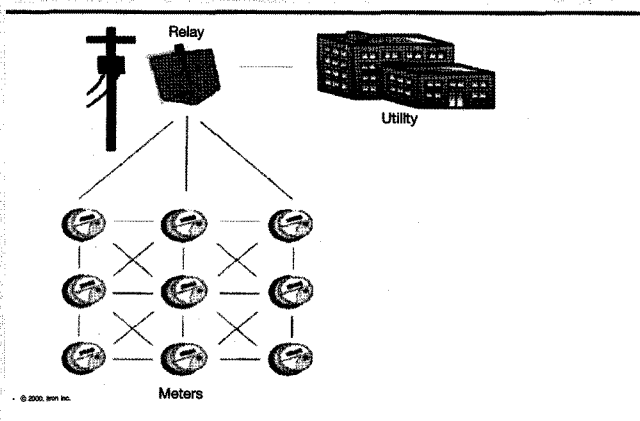
구분	Data Rate	Grid Segment	Modulation Frequency
PLC	10 ~ 100' s bits/sec	Medium Voltage & Low Voltage segment	50~60 Hz
NPL	1~100' s kbit/sec	Low Voltage	CENELEC A band
BPL	1~2+ M bits/sec	High Voltage, Medium Voltage, Low Voltage	OFDM

• Private Wireless Technologies

무선 주파수 기반(Radio Frequency : RF) 메쉬 (mesh)네트워크는 NAN을 위한 선도기술과 미국내의 배전자동화의 기술의 통신 인프라로 활용된다. 메쉬 네트워크 형태는 복잡

하게 형성된 네트워크 토폴로지이다. 이러한 네트워크는 메쉬 노드로 연결되어 있으며, 이는 다른 망과 연결하기 위한 Bridge 역할 및 게이트웨이 역할을 한다. (그림 8)은 메쉬 네트워크 구성을 나타낸다.

무선 메쉬 네트워크는 유선망과의 연결 없이 망 확장이 용이하며, 이에 따른 망 설치의 신속성 및 경제성, 다중 경로에 의한 Redundancy 제공 등에서 유연성과 확장성의 특징이 있다. 또한 다중 경로를 통한 통신 방식으로 특정 노드에서 물리적 절체나 트래픽의 과부하 등의 문제가 생기면, 자동으로 통신망에서 최적의 새로운 라우팅 경로를 찾고, 최적화된 통신망이 구성될 수 있도록 하는 특징이 있다.



(Sources: Itron, Analyst Day Presentation, August 2009; Pike Research)

(그림 8) Mesh 네트워크의 구성

메쉬 네트워크는 광대역에서 사용되며, 각 나라별로 사용하고 있는 대역이 다르다. <표 2>는 각 통신사업자가 NAN에서의 무선 메쉬 네트워크 범위를 전체적으로 나타낸 것이다.

<표 2> RF Mesh NAN System

항목	범위
RF Frequency	902 ~ 2.4 GHz
Link Data Rate	19.2 ~ 650 kbps
Link Data Rate	19.2 ~ 650 kbps
Access Protocol	IEEE 802.15.4 또는 Proprietary
Mesh Protocol	ZigBee PRO 또는 Proprietary
Network Protocol	IP 또는 Proprietary

3.3 스마트그리드 통신 요구사항

스마트그리드 응용들은 대역폭(bandwidth), 지연(latency), 신뢰성(reliability), 보안(security)의 4가지 통신 요구사항이 필요하다[1]. 이러한 요구사항을 구체화 시키는 것은, 응용들이 가지고 있는 잠재적 이익에 따라 세부 조건들이 계속 변하는 것처럼 어려운 일이므로, <표 3>에서 현재 고려되고 있는 요구사항 기준에 대하여 정리하였다. <표 4>는 상기 3.2절에서 기술한 통신 네트워크 기술별 요구사항을 정리한 것이다. 제시된 요구사항들 중에서 보안에 대한 이슈들이 많으며, 이는 스마트그리드에 대한 물리적 또는 사이버 공격이 발생하여 전력망이 손실을 입을 경우 국가적 안보위협이 발생할 수 있기 때문에 스마트그리드 구성 요소뿐만 아니라, 전력망, 시스템, 서비스, 단말장치 등 전반에 걸친 보안 기술 및 대비가 필요하다는 것을 나타내는 것이다.

<표 3> 통신 네트워크 요구사항 기준

Attribute	Comments
Bandwidth	Low = 250 kbps 미만 또는 20 kbps 이하 Medium = 250 kbps ~1 Mbps High = 1 Mbps 초과
Latency	Loose = 절대량과 종단간 latency의 변동성을 견딜 수 있음 Medium = 절대량과 종단간 latency의 변동성에 따른 상대적 제한 Tight = 절대량과 종단간 latency에 대하여 엄격함
Reliability	Low = 중요한 동작 손해는 없음 Medium = 운영과정 중 충격을 받지만, 서비스 손실이 없음 High = 운영과정 중 손실이 발생
Security	Low = 링크가 고의적으로 손상된 것이면(데이터 획득 또는 도용) 중요한 운영 손실은 없을 것임 Medium = 중요한 손실은 제한적으로 발생 High = 손실 범위가 뚜렷하고, 광범위함

<표 4> 스마트그리드 통신 주요기술의 요구사항

기술	Bandwidth	Latency	Reliability	Security
Wi-Fi PF Pt to MPt	L	M	M	H
WIMAX	M-H	M	M	H
2G/3G	L	M	M	M
4G	M-H	M	M-H	M
VSAT	L-M-H	H	M-H	H

IV. 스마트그리드 표준

기존의 전력망에 ICT기술을 융합하여 스마트그리드를 구현하기 위해서는 각 구성요소별 표준화 작업이 필요하다. 기존의 IP, 유무선 통신기술 등의 각각의 요소들은 이미 대부분 국제표준으로 만들어져 있으나, 스마트그리드 출현으로 각 요소별 시스템 및 기기간의 상호운용성을 보장하기 위한 새로운 표준을 제정하고 있다. 본 장에서는 표준화기구 및 스마트그리드 통신 표준에 대하여 간략하게 기술하기로 한다.

• National Institute of Standards and Technology (NIST)

미국표준기술연구소(NIST)를 중심으로 ICT기반 스마트그리드를 구축하기 위하여, 우선 실행해야 하는 계획들을 선정하여 상호운용성 표준화 규격 및 구조를 정립하고 있다. 특히, 미 에너지 독립과 안정에 관한 법률 (Energy Independence and Security Act(EISA) of 2007)의 1305항에 NIST가 스마트그리드 장치 및 시스템의 상호운용성을 확보하기 위한 프레임워크를 개발하는 의무를 지우고 있다.

• American National Standards Institute (ANSI)

미국 표준협회(ANSI)는, 미국과 타 국가가 사용하는 응용 계층 데이터 포맷을 통한 정확성을 계측하는 것에서부터 모든 것을 포함하는 규격 모음을 제공한다.

• International Electrotechnical Commission (IEC)

IEC는 유럽과 그 외 지역에 채택된 규격을 제공한다. 스마트그리드 표준화 추진 중 변전소 내 정보통신을 위한 IEC 61850, 전력시스템 어플리케이션 규격을 위한 IEC 61970, 61968 등이 있다. 전력시스템의 관리 및 운영에 관한 대부분의 표준을 포함하고 있다.

• Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

IEEE는 ANSI에 의해 채택된 많은 그리드 표준을 규정하였으며, 또한 잘 알려진 통신 표준은 세계적인 기업과 가정용

네트워크에 사용되었다. 열악한 변전소 환경에서 운영을 위한 설비 환경 표준이 채택된 것을 포함한다. HAN/NAN/WAN의 통신 인프라에 대한 다양한 표준을 제정하고 있으며, P2030 이라는 별도의 스마트그리드 표준화 그룹을 운용 중이다.

• Electric Power Research Institute (EPRI)

독립적인 비영리 회사이며, 미국 공공 전력사업의 이익을 위하여 연구와 개발 그리고 전력분야 설계를 수행하고 있다. EPRI는 표준을 직접적으로 공식화 하지 않더라도, 특히 구조적 모델에 관한 표준개발의 적극적인 역할을 한다. NIST의 상호운용성 프레임워크 개발의 기반 정보를 제공하였다.

• UCA International Users Group (UCAIug)

비영리기업은 사용자와 벤더의 요구사항과 관련된 몇몇 기업을 위한 실시간 응용 표준개발을 보조하는 것에 관심을 갖는다. EPRI의 후원을 받고 있으며, Utility, AMI, OpenHAN, OpenSG, OpenADR를 포함하는 다양한 조직의 후원을 한다. 미국 스마트그리드 표준의 프레임워크와 요구사항을 정의하기 위하여 중요한 역할을 담당하고 있다.

• Device Language Message Specification (DLMS)/COMpanion Specification for Energy Metering (COSEM) Users Groups

이 그룹은 스마트 미터와 전력회사의 계측 데이터 교환을 위해서 가장 넓게 승인되는 국제 표준을 규정하고, 유럽에서 처음으로 IEC 62056/EN 13757 표준을 사용하였다. 해당 표준은 유럽 및 국내 표준의 근간이 된다.

• European Committee for Electro technical Standardization (CENELEC)

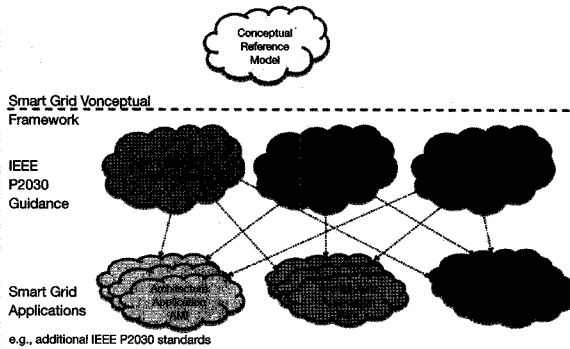
유럽 연합의 공식적인 전자기술 표준화 기구이며 평가와 표준측정을 담당한다.

상기에서 언급한IEC, IEEE802, IETF, ANSI, ETSI 등과 같은 표준화 기구에서 정의된 표준들을 기반으로 스마트그리드 관련 상호운용성 표준화 작업이 IEC, IEEE P2030, SGIP 등에

서 표준화 작업을 진행하고 있다[5]. 그 중에서 현재 진행중인 프로젝트 IEEE P2030에 대하여 살펴보도록 한다.

• IEEE P2030

전력시스템과 종단간 응용 및 부하를 포함한 에너지 기술 및 정보기술 운영의 스마트그리드 상호운용성에 대한 가이드라인을 제공한다. 종단 응용 및 부하를 갖는 전력시스템의 스마트그리드 상호운용성에 대한 용어, 특성, 기술적 성능 및 평가 기준을 제공하며, 또한 기술적 원리의 적용을 다루는 지식기반을 제공한다[6]. 스마트그리드에 대한 상호운용성 가이드는 NIST 모델로부터 구축되었다. 통신, 전력 시스템과 IT 계층을 자세히 기술함으로써, 이러한 계층과 내부 상호운용성 인터페이스 관계를 정의하고 있다. 수많은 변화가 가능한 종단 응용을 위한 전력시스템과 부하를 통과하는 스마트그리드 설계 경로를 (그림 9)에 나타내었다.



(그림 9) 스마트그리드 상호운용성의 호환성

(표 5)는 스마트그리드 통신을 위한 표준 및 가이드라인에 대하여 정리해 놓은 것이다.

<표 5> 스마트그리드 통신을 위한 표준 및 가이드라인

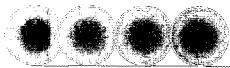
표준 및 가이드라인	어플리케이션
ANSI/ASHRAE 135-2008/ISO 16484-5 BACnet	고객의 사이트에서의 빌딩 시스템 통신을 위한 정보 모델과 메시지
ANSI C12 Suite	성능, 보안, 통신 프로토콜, 데이터 테이블과 거래용 계량기를 위한 표준
ANSI/CEA 709 and CEA 852.1 LON Protocol Suite	빌딩자동화, 가정내 자동화, 도로조명, 전력량계를 포함하며, 다양한 어플리케이션 사용을 위한 다목적 지역 네트워킹 프로토콜

표준 및 가이드라인	어플리케이션
DNP3	중앙센터와 변전소 사이 통신 · 및 급전장치 자동화에 대한 표준
IEC 60870-6/TASE.2	이종기기의 제어센터에 보내지는 메시지 표준 정의
IEC 61850 Suite	변전소간 통신
IEC 61968/61970 Suites	공동정보모델을 사용하는 제어센터 시스템들의 정보 교환 정의 표준
IEEE C37.118	PMU(Phase measurement unit) 성능 규격과 통신 정의
IEEE 1547 Suite	저장장치와 분산전원, 그리고 전력회사의 물리적 및 전기적 상호연계 규정
IEEE 1588	지속적인 시간 관리를 필요로 하는 장비를 위한 스마트그리드 전역의 시간관리와 clock 동기화
Internet Protocol Suite	인터넷망에서 패킷 송전을 위한 프로토콜, IPv6은 새로운 인터넷 프로토콜의 버전으로 더 넓은 address 공간을 허용하며, IPv4를 향상 시킴
Multispeak	전력회사 운영 도메인 내의 어플리케이션 s/w 통합을 위한 규격
OpenADR	전력회사와 상업/산업 수용가를 위한 가격반응 및 직접부하제어를 위한 메시지 교환 정의
OPC-UA Industrial	Publish/subscribe 매커니즘을 기반으로 한 보안, 신뢰도, 고속 데이터 교환을 위한 platform-independent 규격
Open Geospatial Consortium Geography Markup Language (GML)	위치 기반의 정보 교환을 위한 표준 : 스마트그리드 어플리케이션에 대한 지리적 데이터 요구사항을 다룸
ZigBee/HomePlug Smart Energy Profile 2.0	HAN 기기 통신 및 정보모델
OpenHAN	HAN과 전력회사의 AMI 시스템과 연계를 위한 규격
AEIC Guidelines v2.0	vendor와 전력회사의 AMI 구현을 위한 표준을 추구하는 프레임워크와 시험기준을 포함하는 가이드라인

V. 결 론

올 해는 인류가 전기에너지를 사용한지 131년이 되는 해이다. 앞으로 10/20년이 지금까지 130년의 전력 산업의 변화를 뛰어넘는 큰 변화를 겪게 될 시기가 될 것임에는 이견이 없을 것이다. 이는 전력산업에 있어서 정보통신 기술이 크게 기여할 것이라는 기대치를 포함하고 있음에 분명하다. 본고에서는 스마트그리드에 대한 정의, 구조 및 통신 인프라를 포함하는 정보통신 기술에 대해 기술하였다. FACTS, HVDC, 초전도 요소 기술 등의 전력 송배전 시스템 역량 강

화와 사용자 서비스 확장 측면에서 양방향 유무선 통합 통신 네트워크를 기반으로 전력 에너지 정보 및 각종 시스템 운영 상태 정보들을 관리하기 위한 플랫폼의 구현이 스마트그리드 정보통신 기술의 목적이자 필요성이 될 것이다. 대한민국은 세계 최초의 국가단위의 스마트그리드 구축을 목표로 전력 IT 과제 및 제주실증사업을 통해 걸음을 재촉하고 있다. 스마트그리드 제주실증사업은 다양한 영역 분야가 하나의 물리적 장소에서 상호운용성을 위해 실증되고 있다는 점에서 국내의 관심을 집중시키고 있다. 또한, 국제 사회에서 스마트그리드 선도국가로서의 위상을 지키기 위한 노력들이 계속중이다. 이러한 스마트그리드 실행 계획들의 중요한 부분은 정보통신 기술이 자리하고 있어야 하며, 결국은 표준기반의 상호운용성, 신뢰성, 보안, 효율성을 보장하는 정보통신 기술의 체계적인 접근과 개발이 스마트그리드의 성공을 좌우할 것임은 분명하다.



[1] Pike Research “Smart Grid Networking and Communications”, pp. 1- 129, 2009.

[2] 이은동 “스마트그리드를 위한 통신서비스 품질과 보안 요구사항”, 한국통신학회지(정보와통신), 제27권 제 4호, pp. 1-2, 2010.

[3] 이일우. “스마트그리드 기술 동향”, 한국통신학회지(정보와통신), 제 26 권 제 9호 pp. 24-25, 2009.

[4] 김근영. “통신사업자 홈네트워크 기반의 스마트그리드 AMI 구축방안”, 한국정보과학회 정보과학지, 제 27 권, 제 11호 pp. 93, 2009.

[5] 박창민, “스마트그리드 상호운용성 표준 동향”, TTA Journal No.129, p 42-50.



[6] IEEE P2030 : http://grouper.ieee.org/groups/scc21/2030/2030_index.html.

[7] 박인수, “스마트그리드와 정보통신(IT)기술”, 한국통신사업자연합회, 제 2009 권, 제 51호, pp14-19.

[8] Wenpeng Luan, “Smart Grid Communication Network

Capacity Planning for Power Utilities”, Transmission and Distribution Conference and Exposition, IEEE PES, pp 1-4, 2010.

[9] Smart Grid Interoperability Standards Project(SGIP) : <http://www.nist.gov/smartgrid/>

약 력	
	1992년 경희대학교 컴퓨터공학과 학사 1994년 경희대학교 컴퓨터공학과 석사 2007년 충남대학교 컴퓨터공학과 박사 1994년 ~ 현재 한국전자통신연구원 융합기술연구부문 그린컴퓨팅 연구부 스마트그리드기술연구팀 책임연구원/팀장 2009년 ~ 2010년 한국전자통신연구원 융합기술연구부문 그린IT기획 전문위원 관심분야: 스마트그리드, 그린IT, 홈네트워크, 모바일 네트워크
이 일 우	
	2007년 홍익대학교 전자전기공학부 학사 2009년 홍익대학교 전자전기 제어공학과 석사 2009년 ~ 2010년 한국전력공사 전력연구원 송배전연구소 배전IT팀 위촉연구원 2010년 ~ 현재 한국전자통신연구원 융합기술연구부문 그린컴퓨팅연구부 스마트그리드기술연구팀 연구원
이 정 인	

