

통신망 관점의 스마트그리드 요구사항 표준화 동향 분석

조평동* · 최문환** · 이상무***

*한국전자통신연구원

An Analysis on standardization requirements of the Smart Grid network

Pyung-dong Cho* · Mun-hwan Choi** · Snag-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 전력 및 IT가 결합된 형태이므로 통신망 관점에서 요구사항을 명확히 도출하고 이를 통신망에 구현하기 위한 구조가 구체적으로 정의되어야 한다. 본 논문에서는 ITU-T를 중심으로 스마트그리드에 대한 기술을 소개하고 통신망 관점의 표준 요구사항에 대해서도 같이 논하기로 한다.

ABSTRACT

Smart grid electrical energy network is constructed in the additional network concept can be viewed with the power and IT. In order to build smart grid networks the communication requirements should be defined definitely with implementing structure on communication network. In this paper, we introduces smart grid technology and network perspective on the requirements based on ITU-T standards.

키워드

스마트그리드, 전력 IT, 통신망 요구사항, 전력 시스템, ITU-T SG-FG

I. 서 론

스마트그리드는 그린 ICT기반의 에너지 효율성을 향상시키고 CO₂배출을 절감하기 위한 것으로, 기존의 전력망(Grid)에 ICT 기술(Smart)을 접목하여 전력 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 전력 정보를 교환함으로써, 에너지 효율을 최적화하는 차세대 전력망 기반의 개방형 시스템 네트워크 기술이다. 스마트그리드는 에너지, 중전, 통신, 가전, 자동차, 건설 등 여러 산업들이 융합되어 있는 기술분야이다.

스마트그리드는 제어 시스템과 전력 시스템들의 네트워크로, 네트워크들의 네트워크라 불린다(그림 1. 참조). 즉, 다양한 소유권과 관리 운영 영역을 가지는 많은 시스템들이 이해 관계자들간 및 지능형 전자기기들간의 단대단 서비스를 제공할 수 하도록 상호 연결되며 전력 공급을 경제적으로 안전하고, 신뢰성 있게 제공하기 위하여 빠르고, 효율적이고, 신뢰성 있게 통신 인프라의 지원이 반드시 필요하다[1].

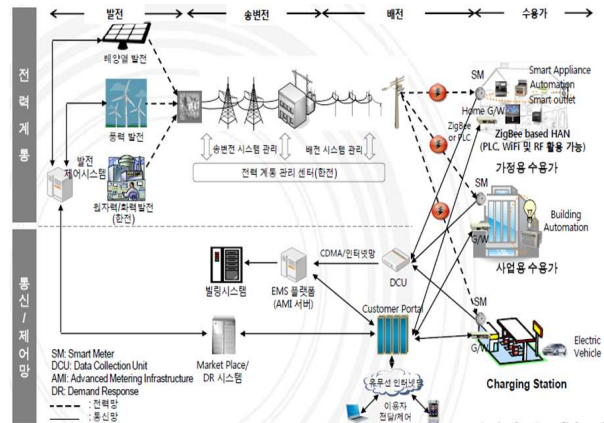


그림 1. 스마트그리드의 전력 제어 계통

스마트그리드에서 사용되는 통신 네트워크 기술은 크게 공중 네트워크와 사설 네트워크 기술로 나눌 수 있다. 공중 네트워크 기술은 전용선

(dedicated/dial-up), TDM Services (T1, Fractional T1, DS3) 그리고 Cable broadband Technology와 같은 유선 네트워크 기술과 2G/3G Cellular와 4G Tech. (WiMax, LTE) 기술인 무선 네트워크 기술 등이 있다.

따라서, 스마트그리드는 개방형 전력망을 기반으로 상호 연동되는 다양한 전력 시스템 장치들을 위한 도메인들의 각 시스템들과 다른 도메인들의 시스템들 간의 상호 연동을 위한 운용성 표준등이 매우 중요하다. 스마트그리드의 표준규격에 대해서는 미국의 NIST가 가장 먼저 연구에 착수하였으며 현재 ISO/IEC, 미국의 SGIP 등 다양한 단체를 중심으로 규격화가 진행되고 있다. 본 고에서는 통신기술의 국제 표준화 기구인 ITU-T focus group 활동을 중심으로 통신망 관점의 스마트그리드 구조를 분석하고 망 구현 요구사항에 대한 표준화 동향을 논하고자 한다.

II. 스마트그리드의 통신 인프라

스마트그리드는 다양한 소유권과 관리 운용 영역을 가지는 많은 시스템들이 이해 관계자들간 및 지능형 전자기기들(IEDs: Intelligent Electric Devices) 간의 단대단 서비스를 제공할 수 하도록 상호 연결되며 전력 공급을 경제적으로 안전하고, 신뢰성 있게 제공하기 위하여 빠르고, 효율적이고, 신뢰성 있는 통신 인프라의 상호 연동 지원이 반드시 필요하다.

전력과 ICT의 융합인 스마트그리드는 그림 2.와 같이 전력망을 구성하는 발전, 송전, 배전, 소비자 도메인의 많은 전력 관련 필드 장치들과 이들과 연동되는 운용, 시장, 서비스 도메인들로 구성된다. 스마트그리드는 개방형 전력망을 기반으로 상호 연동되는 다양한 전력 시스템 장치들을 위한 보안 대책뿐 아니라 여러 도메인들의 각 시스템들과 다른 도메인들의 시스템들간의 상호 연동을 위한 표준이 매우 중요하다[2].

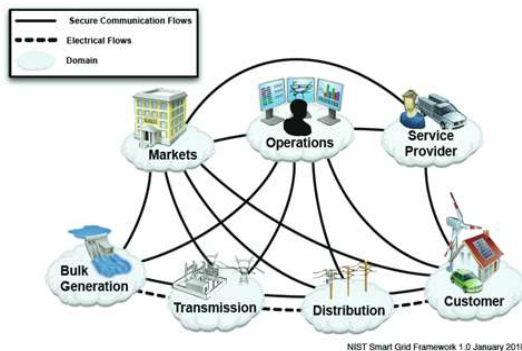


그림 2. 스마트그리드의 도메인 모델

ICT 기반 스마트그리드를 구축하기 위해 최우

선적으로 추진되어야 할 사항은 상호 운용성 표준화 규격 및 구조를 정립하는 것이라고 할 수 있다. 이를 위한 단계적 절차를 살펴보면, 첫째 스마트그리드에 적용해야 할 표준을 식별, 정의 및 구현하고 둘째, 구현된 표준의 적합성과 인증을 위한 상호 운용성 시험 단계가 필요하며, 셋째, 실질적 실험을 통한 기능 검정 과정이 필요하다. 넷째, 표준과 실험을 바탕으로 스마트그리드 서비스를 위한 기반 구조를 정립되어야 한다. 이러한 기반 구조상에서 전력 시스템 특유의 스마트그리드 설계 작업이 진행되어야 상호 운용성 및 확장성이 보장되는 효율적인 스마트그리드 구축이 가능하게 된다.

III. 스마트그리드의 use case

ITU-T 스마트그리드 포커스그룹 회의에서는 스마트그리드를 통해 가능한 application을 use case라는 제목으로 정의하여 현재까지 11개의 use case를 정의하고 있다. 이용자 측면과 제공자 측면 그리고 관리 측면까지 모든 내용을 망라하고 있으며 use case는 스마트그리드를 구조화하기 위한 가장 상위의 요구사항으로 볼 수 있다. 이 중 대표적인 8개 user case에 대한 내용을 정리하면 다음과 같다[3].

- 1) 광역 상황인식(Wide-Area Situation Awareness) : 상호 연결망과 광역에 걸쳐 전력계통 구성요소들과 성능을 실시간 모니터링 하는 서비스로 정전 발생에 대비하여 사전 문제점 예견 및 방지와 대응을 위한 방안을 제공한다. 그리고, 전력망의 구성요소들의 움직임 및 성능 관리를 최적화 한다.
- 2) 수요반응(Demand Response) : 최대 전력 수요 시간 중이거나 전력 신뢰도가 위험일 경우, 고객들의 에너지 사용을 줄이는 방법으로 이를 위하여 에너지 고객에게 인센티브를 제공하는 방법으로 전력 수급의 균형을 최적화 한다
- 3) 전력저장(Energy Storage) : 양수식 수력 발전과 같이 전력을 직/간접적으로 저장하는 기술로써, 새로운 방식의 신저장 능력인 분산에너지자원(DER : Distributed Energy Resource)의 사용으로 발전에서 실수요자까지 전체 전력망에 이점을 제공하는 서비스
- 4) 전력수송(Electric Transportation) : 플러그방식의 전기 자동차들의 대규모 전력 집적 능력으로 원유 절감 및 재생 에너지 사용의 증가와 탄소 배출량의 감소를 실현 가능하게 한다.
- 5) 첨단계량 인프라(AMI) : 전력 회사들이 고객 사이트에서 계량기와 상호 작용할 수 있는 1차적인 수단으로, 양방향 통신을 제공하여 많은 기능을 사용 가능하게 하고 고객에게

실시간 요금 정보를 제공하는 인프라 역할 제공

- 6) 배전망 관리(Distribution Grid Management) : 급전선, 변압기 및 네트워크로 연계된 배전 계통 구성요소들의 성능 극대화를 제공하고 송전 계통과 고객 운영의 통합을 지원한다.
- 7) 시장 운용(Market Operations) : 전력가격체계부터, 1일전 가격체제와 대량 발전과 같은 전기 및 에너지 서비스 가격체제를 설정하기 위한 정보교환을 지원한다
- 8) 이용자 화면(Existing user's screens) : 휴대폰, 스마트폰, IPTV, 인터넷 영상전화, (태블릿) PC, 윌패드 등이 고려된다.

나머지 use case인 Managing Appliances through/by Energy G/W, Electric Vehicle, Local Energy Generation/Injection에 대한 정의는 아직 진행 중이다.

IV. 스마트그리드의 requirement

스마트그리드의 개념적 모델은 앞의 그림 2.와 같이 나타낼 수 있으며 모두 7개의 개체가 상호연관성을 갖는 것으로 개념화 한다. 이들 개체는 domain 이라는 이름으로 불리어 지며 각 domain은 다양한 기능적 요구사항을 내포한다. 이들 domain내 요구사항 및 상호 연관성은 그림 3.과 같다[4].

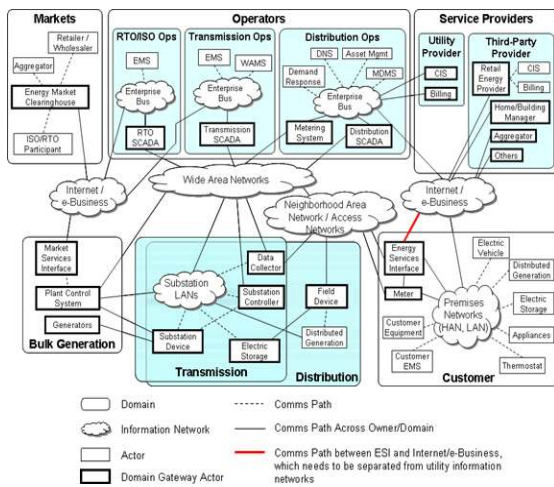


그림 3. 스마트그리드의 reference 구조

스마트그리드 focus group에서는 스마트그리드의 7개 domain에 대해 통신망의 관점으로 단순화 하여 service plane, communication plane, energy plane 의 3개 plane으로 형상화 하여 요구사항을 정의한다. 3개 plane과 7개의 domain 상호 연관성은 그림 4.와 같이 나타낼 수 있다.

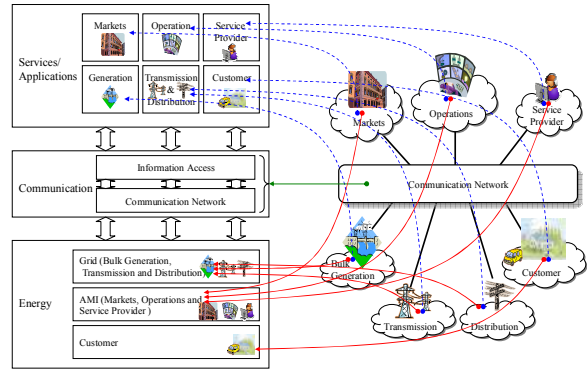


그림 4. 3개 평면과 7개 도메인간 연관성

Requirement 에서는 service plane, communication plane, energy plane에 대해 통신망 측면의 요구사항을 정의한다. 각 평면에 대한 요구사항의 세부적인 내용은 그림 3.의 각 domain 내 세부 블록을 기준으로 정리하고 있다.

V. 스마트그리드의 architecture

Architecture는 스마트그리드의 구현에 필요한 사항을 정의한다. 세부적인 기술규격은 구현시 결정할 사항이므로 스마트그리드의 기능적 구조 측면에서 내용을 제시하고 있다. 그리고 망 구현시 적용가능한 시나리오에 대해서도 나타내고 있다. Functional architecture 측면에서 reference model은 requirement 설정을 위한 model보다 복잡성을 부분 축소시켜 정의하고 있다[5].

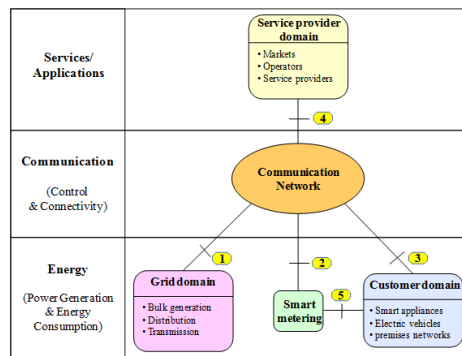


그림 5. 간략화된 domain model 구조

세부 기능구조는 그림 6.과 같이 Service provider, Grid, Customer 로 3개의 domain을 간략화 하고 각 domain내 기능별 모듈이 상호 연결되고 통신망을 통해 상호 연동하는 물리적 관점의 구조를 제시하고 있다.

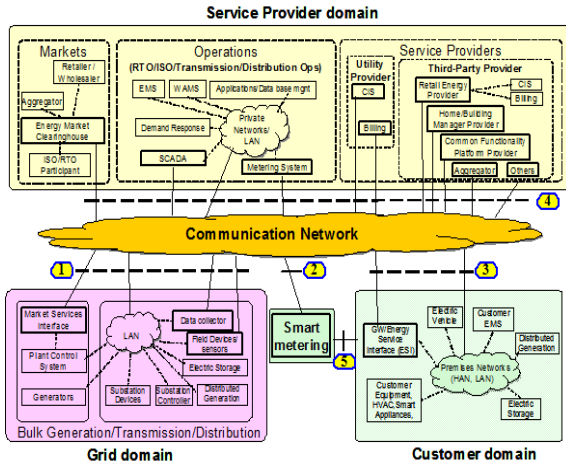


그림 6. 스마트그리드의 architecture

AMI(Automatic Metering Infrastructure)는 스마트 그리드를 대표하는 응용이다. AMI domain은 HAN(Home Area Network)과 NAN(Neighborhood Area Network)/WAN(Wide Area Network) 간 연결성을 제공한다. 스마트그리드의 가입자망 구성은 그림 7과 같이 6개의 시나리오로 나누어 각 경우에 대한 요구사항을 생각해 볼 수 있다.

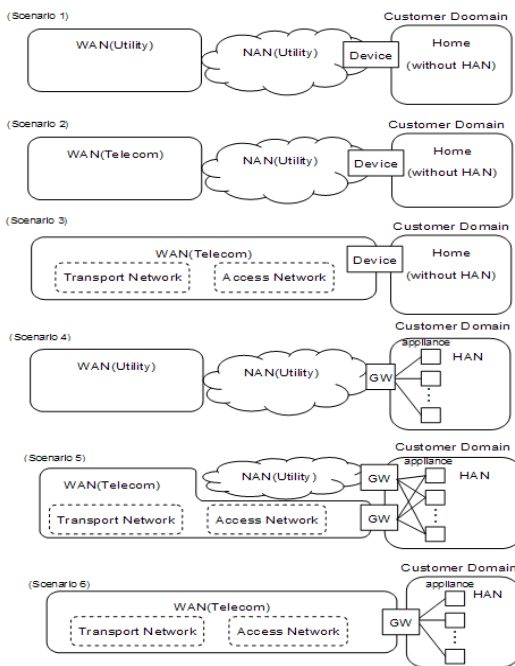


그림 7. 망 구성 시나리오

VI. 결 론

스마트그리드는 전력 IT로 부터 출발한 개념이며 세계적인 그린화 정책에 맞추어 향후 20년만에 걸쳐 구축될 대규모의 기술 분야로 인식되고 있으며 현재 국내에서도 장기적인 계획을 세워 도입을 추진중이다. 국내에서 스마트그리드는 주로 전력분야로 편성되어 사업화가 진행되고 있으며 2011년 7월에 ‘지능형 전력망법’이 제정되어 제도적 기반이 마련된 상태이다.

스마트그리드는 전력사용 정보의 전달 및 제어 관리 측면에서 통신기술이 많은 부분을 차지하나 국내에서 이 분야는 아직 활성화되어 있지 않은 상태이다. 스마트그리드의 원활한 운용을 위해서는 장기간 상호운용성 및 통신망에서의 정보관리가 매우 중요한 부분을 차지하므로 통신망 관점에서 스마트그리드를 분석하고 이에 대한 추진전략을 마련할 필요가 있다.

이러한 스마트그리드 핵심 응용 서비스를 지원하기 위해서는 스마트그리드 제어 인프라를 위하여 공공 및 사설 네트워크들의 연결과 상이한 응용들과 이용자 및 각 스마트그리드 영역의 네트워킹 기술들과 이들의 통신 요건과 더불어 에너지, 정보 기술 및 텔레콤 인프라의 관리 및 보호, 전자, 정보, 통신 계통의 비밀성, 무결성 및 가용성을 제공할 수 있는 조치등이 확보되어야 한다.

향후, 스마트그리드 통신서비스가 국민의 기간 서비스 수준으로 맞추어질 것을 가정한다면 이에 대한 신뢰성의 준수 범위도 검토될 필요가 있다. 국제적인 표준화 활동 추이를 분석하고 이를 토대로 국내 환경에 적합한 기술적 기반을 정비하여야 스마트그리드 산업의 원활한 정착이 가능할 수 있을 것이다.

Acknowledgement

“본 연구는 방송통신위원회의 지원을 받는 방송통신표준기술력향상사업의 연구결과로 수행되었음”

참고문헌

- [1] 박창민, 조평동, 스마트그리드 네트워킹 기술 동향, 전자통신동향분석 제26권 제2호, 2011년 4월
- [2] ITU-T, Smart-O-34Rev.3 “Smart Grid overview” deliverable, 2011. 8.
- [3] ITU-T, Smart-O-31Rev.6 “Use Cases for Smart Grid” deliverable, 2011. 8.
- [4] ITU-T, Smart-I-205 Rev.3 (Latest draft text) Deliverable Requirements, 2011. 8.
- [5] ITU-T, Smart-O-33Rev.5-2 Revised draft Deliverable on Smart Grid Architecture, 2011. 8.