



정보산업동향

한국형 스마트그리드의 추진 동향 및 전망

이명호·홍석원(명지대학교), 이철환(Oracle Corporation), 이승재(명지대학교)

목 차 »	1. 서론
	2. 한국형 스마트 그리드의 구조
	3. 스마트 그리드 관련 추진 동향 및 전망
	4. 결론

1. 서론

최근 전 세계적으로 에너지 자원의 고갈과 이에 따른 에너지 사용, 특히 전력 사용을 효율적으로 관리하는 문제가 초미의 관심사로 떠오른 가운데, 스마트 그리드(Smart Grid)라고 불리는 차세대 지능형 전력망의 구축 및 관련 기술의 개발이 국내외적으로 활발하게 이루어지고 있다. 스마트 그리드에 대한 접근은 각 국가별로 현재의 전력 시스템 상황에 따라 달라지고 있는 것이 현실이나, 이에 대한 일반적인 정의를 내린다면 “기존의 전력망에 정보통신 기술을 접목하여 전력 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환하고 에너지 효율을 최적화하는 인프라”라고 볼 수 있다.

이러한 스마트 그리드에서 전력공급자는 전력 사용 현황의 실시간 모니터링을 통해 공급량을 탄력적으로 조절할 수 있게 된다. 전력소비자는 전력사용 현황의 실시간 파악을 통하여 전력 사용시간 및 사용량을 조절함으로써 전력사용을 최

적화할 수 있다. 스마트 그리드 전체의 운영은 자동 조정 시스템으로 고장 요인을 사전에 감지할 수 있도록 설계되어, 현재의 중앙 집중적으로 구축된 전력 통제 시스템을 분산화하게 된다. 또한 수력, 화력 발전원 뿐만 아니라, 비교적 소규모로 여러 곳에서 생산되는 분산형, 신재생에너지를 수용할 수 있도록 스마트 그리드가 구축된다. (<표 1> 참조)

<표 1> 기존 전력망과 스마트 그리드의 비교

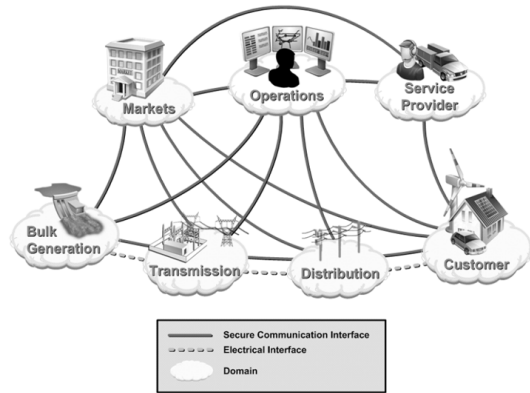
구분	기존 전력망	스마트그리드
전원공급 방식	중앙전원	분산전원
에너지 효율	30~50%	70~90%
전력흐름 제어	Demand-pull 방식	전력흐름에 따른 세부제어
발전특성/네트워크 구조	대도시 중심의 중앙 집중식 방사형 구조	자연조건을 활용한 분산형 네트워크
통신 방식	단방향 통신	양방향 통신
기술 특성	아날로그/전자기계식	디지털
장애 대응	수동 복구	자동 복구
설비 점검	수동	원격
가격 정보	제한적 가격 정보	열람 가능한 가격 정보

본 원고에서는 정부의 적극적 지원하에 구축되고 있는 한국형 스마트 그리드의 구조 및 추진 동향과 전망에 대하여 알아본다.

2. 한국형 스마트 그리드의 구조

스마트 그리드의 구조 정립에 관해서는 현재 많은 연구가 진행 중인데, 대표적으로는 스마트 그리드 구축에 있어 가장 앞서 있는 미국 NIST (National Institute of Standard and Technology)의 CGCTG (Cyber Security Coordination Task Group)의 정의를 주목할 필요가 있다. NIST의 스마트그리드 구조는 전체 스마트 그리드를 포괄하는 high level diagram을 도출할 목적으로 정의되었고, 지난 5년과 향후 5년 내 가능한 기술을 고려 대상으로 정의되었다. 이에 따르면 전체 구조를 7개의 도메인에 대하여 총체적인 관점에서 정의하고 있다. 보다 자세하게는, 크게 아래의 두 서브 구조들로 되어 있다 :

- 4개의 도메인 : 전력의 생산에서 소비까지 ((그림 1)의 아랫부분)
 - 대규모 발전(Bulk Generation) : 화력, 원자력, 수력, 풍력, 태양열, 등
 - 송전(Transmission)
 - 배전(Distribution)
 - 사용자(Customer) : 일반 가정, 산업체, 사업체, 전기 자동차, 등
- 3개의 도메인 : 전력의 판매, 운영, 서비스 ((그림 1)의 윗부분)
 - 시장(Market) : 시장 관리 및 운영, 전력(도/소매) 거래, 등
 - 운영(Operation) : 통신 네트워크, 보안, 미터 검침, 유지보수 및 건설, Financial, 등
 - 서비스 제공자(Service Provider) : 과금, 고



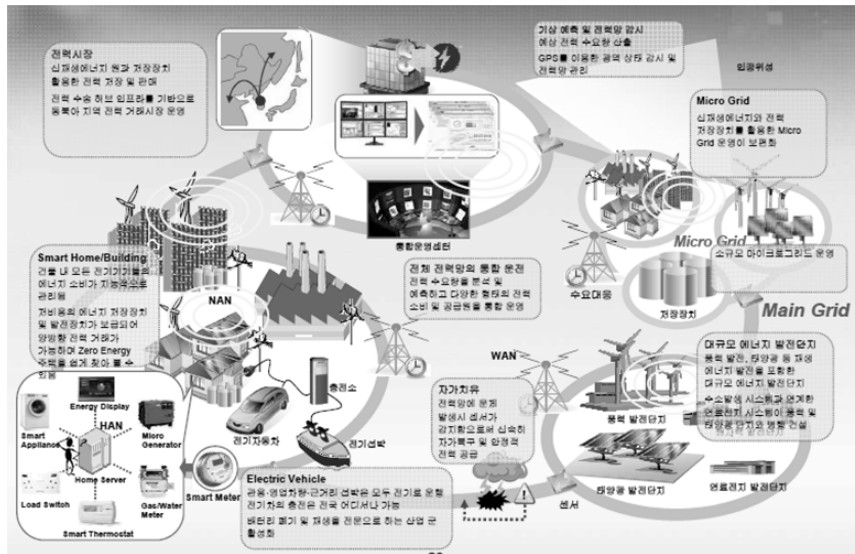
(그림 1) NIST의 스마트 그리드 구조

객 및 회계관리, 설치 및 유지 보수, 건물 및 소비자 가정의 전기 관리

위의 NIST의 스마트 그리드 구조를 토대로 한국형 스마트 그리드의 미래 모습을 조망해 볼 필요가 있는데, 이와 관련하여 최근 지경부에서 발표한 2030년경에 실현될 스마트 그리드의 미래 청사진을 보면 (그림 2)와 같다. 이 청사진은, 그러나, 장기적인 관점에서 작성된 것으로, 앞으로 5~10년 이후의 한국형 스마트 그리드의 모습을 그리는 데에는 한계가 있는 것으로 사료된다. 이에 따라 스마트 그리드의 발전 5단계를 살펴보고, 이에 따른 현재 국내의 스마트 그리드 발전 단계를 조망한 후, 앞으로 5년 이후의 한국형 스마트 그리드의 구조를 조망해 본다.

먼저 스마트 그리드의 발전 5단계를 살펴보면 아래와 같다 :

- 1단계 : 공급망의 효율성 증대, 송배전망의 업그레이드
- 2단계 : 수요효율성 증대, AMI, DR, 실시간 요금제(RTP), 등의 구현
- 3단계 : 신재생 에너지원 증대
- 4단계 : 분산형 전력제어 시스템의 구현, 중



(그림 2) 한국형 스마트 그리드 청사진(2030년 예정)

양집중형 → 분산형 전력 제어 시스템

- 5단계 : 새로운 사업 모델의 구현, 전기자동차, 자유로운 전력 거래

위와 같은 스마트 그리드의 발전단계를 점검해보건대, 한국의 스마트그리드는 1단계가 상당부분 진행된 상태이며, 2, 3단계를 본격 추진하는 단계라고 볼 수 있다. 즉, 분산전원 수용을 포함한 기존의 전력망 업그레이드 및 고객의 다양한 needs를 충족하기 위한 새로운 사업영역의 개척(EMS, DR, Billing, 사용자 portal 구축, 등)이 이루어지는 단계라고 할 수 있다. 각 국가의 현재의 전력망 사정에 따라 스마트 그리드에 대한 접근이 달라진다고 앞에서 언급한 바, 현재의 국내 전력망 사정에 비추어볼 때 단기적(향후 5년 이내)으로 한국의 스마트 그리드의 구축은 전력 인프라보다는 주로 수용가측 지능화를 중심으로 구조를 잡아갈 것으로 예상되며((그림 3) 참조), 아래의 두 가지 방향으로 진행될 것으로 예상된다 :

○ 기존의 전력망 업그레이드

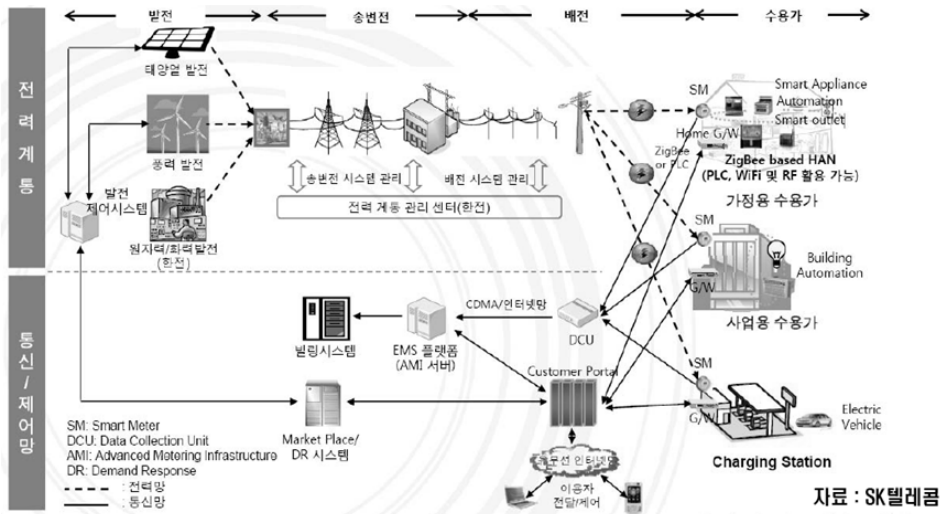
- 현재의 전력 인프라는 많은 부분에서 현대화된 상태이다. 특히, 송/배전 및 변전화 자동화/현대화가 지난 5~6년 사이에 크게 진척되어 있는 상황이다.

- 스마트 그리드의 구축으로 크게 영향을 받을 부분은 주로 분산 전원(마이크로 그리드로 불리는)의 수용을 위한 전력망의 업그레이드 부분으로 사료된다.

- 분산전원에서 생산된 전원을 받아들이고, 저장하고, 소비자에게 공급하기 위한 장치들의 수용이 필요하다.

○ 전력 수요의 효율성을 극대화하기 위하여 전력 소비자들의 다양한 needs를 충족하기 위한 사업들 중심으로 변화가 일어날 것으로 예상된다.

- EMS (Energy Management System), DR (Demand Response, 수요반응), AMI (Advanced Metering Infrastructure), 사용자들을 위한 전력용 portal 구축 등의 사업들



(그림 3) 한국형 스마트 그리드의 구조

이 스마트 그리드를 중심으로 다양하게 펼쳐질 것으로 전망됨

3. 스마트 그리드 관련 추진 동향 및 전망

3.1 시장 현황 및 전망

국내의 스마트 그리드 추진은 2004년에 산학연 기관과 전문가들에 의해 전력 인프라 현대화를 위한 기초 기술 개발이 시작된 이후, 2008년에는 그린 에너지산업 발전 전략의 과제로 스마트 그리드를 선정하고 법적, 제도적 기반의 마련을 위해 지능형 전력망 구축 위원회를 신설하였고, 2009년 6월에는 한국형 스마트 그리드의 비전을 발표하고 제주에 실증단지 구축을 시작하였다. 2010년부터 기술 실증에 착수했고, 2011년부터 시범도시를 중심으로 대규모 보급을 시작할 예정이다.

우리나라 스마트그리드 시장을 2020년까지 연평균 32% 성장하여 42조 원의 시장을 형성할 것

으로 예상(대신증권)된다. 지식경제부는 2030년까지 스마트그리드가 성공적으로 구축되면 총 2억 3천만 톤의 온실가스 감축(누적치), 5만 개의 일자리(연평균) 및 74조 원의 내수창출(누적치)을 기대(지경부 보도자료, 2010.01.25)하고 있다.

스마트그리드 국내 시장은 2030년 까지 74조 원(누적치)의 시장을 형성할 것으로 전망(출처 : 정보통신산업진흥원, IT Insight)된다. 정부는 2010년까지 스마트그리드 구축에 3000억원을 투입하고, 2030년까지 민간 공동으로 27조 5000억원을 투입하여, 70조원 규모의 내수시장과 50만 개의 일자리를 창출하고 480억 달러의 수출을 달성할 계획이다.

3.2 기술개발 현황 및 전망

우리나라는 세계 최고의 IT 인프라, 단일 송배전 회사 등 최적의 환경에서 국가 단위의 스마트그리드 구축 추진하면서 스마트그리드 구축 차원을 넘어 유관 산업과의 융합을 통한 ‘국가단위의 녹색 성장 플랫폼’ 전략 추진 중이다. 2009년 6월

〈표 2〉 스마트 그리드 제주 실증단지 구축 분야 및 내용

분야	내용
지능형 전력망	지능형 송전망, 디지털 변전소, 스마트 배전망, 통신망과의 연계, 전력시스템 통합제어 솔루션 개발
지능형 소비자	스마트 계량기, 통신망, 홈 빌딩/공장용 에너지 관리 시스템, 서비스 플랫폼, 가정용 신재생, 전기차 충전인프라 구축
지능형 운송	전기차 배터리 교환소, 전기차 충전기, 통신기반 서비스 플랫폼 및 충전 통신망, 모바일/내비게이터 정보제공
지능형 신재생	신재생용 저력저장장치, 마이크로그리드 운용기기, 시스템, 통신망
지능형 서비스	다양한 요금제도 개발, 전력 컨설팅, DR 기반의 신전력 서비스 설계 및 운영

부터 제주에 스마트그리드 실증단지를 구축 중에 있다(〈표 2〉 참조). 이를 통하여 관련 기술개발들이 이루어지고 있으며, 표준화를 향한 움직임도 빨라지고 있다. 제주 실증단지 구축은 제주도 구좌읍일대 약 6000호 대상으로 이루어지고 있으며, 5개 분야(스마트 전력망, 스마트 전력시장, 스마트 소비자, 스마트 운송, 스마트 신재생에너지)로 구성되어, 전력/통신/자동차/가전, 등 스마트그리드 유관 기업들로 구성된 12개 컨소시엄(171사)이 참여하고 있다.

현재 국내의 스마트그리드 구축 추진 전략은 아래와 같이 3단계로 나누어 추진되고 있다(〈표

3〉 참조) :

- 1단계(2012년) : 실증단지 구축
- 2단계(2020년) : 광역단위로 구축 확장
- 3단계(2030년) : 국가단위 구축 완료
- 제주 실증단지에서 검증된 제품과 기술에 대해서는 국가표준으로 제정하고, 국내 보급 사업에 우선적으로 지원할 계획, 이후 관련기술의 상용화 및 수출산업화 계획.

3.2.1 AMI 관련 기술 개발

AMI (Advanced Metering Infrastructure)는 단

〈표 3〉 스마트 그리드 3 단계 추진 전략

분야	1단계	2단계	3단계
	실증단지구축 및 운용	광역단위로 구축 확장	국가단위 완성
지능형 전력망	<ul style="list-style-type: none"> •스마트 배전 운영 시스템 •지능형 전력설비 시험 및 인증 	<ul style="list-style-type: none"> •디지털 변전소 •지능형 배전 •지능형 전력기기 	<ul style="list-style-type: none"> •스마트그리드 토탈 엔지니어링 •에너지 컨설팅
지능형 소비자	<ul style="list-style-type: none"> •HAN •수용가 포털 •스마트 미터 •스마트 가전 •그린 홈 •Home EMS 	<ul style="list-style-type: none"> •그린 빌딩 •그린 IDC •그린 공장 •Building EMS •Factory EMS 	<ul style="list-style-type: none"> •AMI 응용 시스템
지능형 운송	<ul style="list-style-type: none"> •배터리 •파워트레인(모터, 인버터, 등) •충전 인프라 •소형 EV 	<ul style="list-style-type: none"> •V2G 시스템 •Mobile AMS •중대형 EV 	<ul style="list-style-type: none"> •EV VPP •Advanced EV 시스템
지능형 신재생	<ul style="list-style-type: none"> •신재생 발전 연계 안정화 장치 •저압 마이크로 그리드용 운용기기 •소규모 저장 장치용 전력 변환 기기 •대규모 신재생 발전단지 / 대용량 에너지 저장장치 	<ul style="list-style-type: none"> •대규모 신재생 발전 연계 안정화 장치 •배전급 마이크로 그리드용 운용기기 •중대용량 저장장치용 전력변환기기 	<ul style="list-style-type: none"> •지능형 신재생 발전 연계설비 •마이크로그리드 시스템
지능형 서비스	<ul style="list-style-type: none"> •RTP 시범사업 •수요자원 관리사업 	<ul style="list-style-type: none"> •실시간 DR 시장 •지능형 전력시장 •전력파생상품 	<ul style="list-style-type: none"> •통합전력시장 •국가간 전력거래

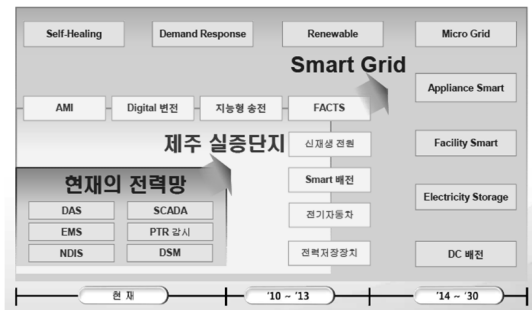
방향 디지털 계량기인 AMR (Advanced Meter Reading)이 진화된 형태로서 전력 생산자와 소비자 사이의 양방향 데이터 통신을 통하여 다양한 서비스를 제공하기 위한 인프라를 말한다. 이와 관련된 기술개발 현황을 살펴보면,

- 2000년에 AMI 이전의 AMR을 산업용(고압) 소비자를 대상으로 상용화.
- 저압 수용가에 대해서는 ZigBee 방식을 사용하여 제주도에 1천가구에 대한 시범사업 실시
- 2005년부터 한전에서 고속전력망 통신을 사용하여 원격검침 시범사업 시작
- 2009년에 약 5만5000가구를 대상으로 원격검침이 구축된 상태
- 전력망 통신을 이용하여 무선과 연동하여 수도 및 가스 검침을 동시에 수행하는 원격검침 시범사업이 추진되고 있음.
- 정부는 2010년부터 2020년까지 저압수용가(1,800만호)를 대상으로 총 1조 4,749억 원을 투자하여 스마트미터를 단계적으로 보급하고 양방향 통신시스템을 구축할 계획
- 제주 스마트그리드 실증사업과 연계하여 '10년에 제주지역 통합검침을 추진하는 한편, 이를 토대로 전국 확대 방안을 검토할 계획 : 신뢰성, 내구성 등의 전력량계 성능을 국제수준으로 높이기 위해 전력량계 기술수준을 국제기준(IEC)에 부합하도록 개정하고 2010년 1월 11일 부터시행
- 전자식 전력량계 보급에 의한 수용가 자동화를 통해 전기공급자는 검침비용 절감, 소비자는 에너지절약 등을 가능케 함으로써 매년 3,444억 원의 사회적 편익 발생 기대

3.2.2 HAN 및 기타 관련 기술 개발

HAN (Home Area Network)의 홈게이트웨이/홈서버는 가정내 스마트 가전기기 등을 유무선 통신 인프라를 통해 제어하고 관리하는 역할을 담당하며, 스마트 미터와 연계되어 작동한다. 스마트 그리드의 수용가 단인 가정 인프라의 자동화를 구현하는 중요한 기술이다. 전력선 통신, ZigBee 등의 통신 기술을 활용한 HAN의 구현이 시도되고 있다. 그 이외에도 송전선로에 대한 실시간 감시기술을 통한 안정적인 송전기술, 모든 계통의 자동화를 통한 스마트 배전 자동화 기술, 변전 자동화 기술, 등 전력 시스템의 자동화 및 지능화 관련 기술의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 전기 자동차 관련 기술 및 전력저장 기술, 신재생 에너지 기술, 등의 개발도 활발하게 진행되고 있다.

(그림 4)는 스마트 그리드 관련 기술개발 추진 계획과 관련된 그림은 현재의 전력망, 제주 실증단지 구축을 통하여 개발하게 될 기술들, 그리고 장기적으로 스마트 그리드를 구축하면서 얻게 될 기술들을 중심으로 보여준다.



(그림 4) 국내의 스마트 그리드 추진 계획

3.3 보안 관련 추진 동향

국내의 스마트 그리드 보안 관련 추진 현황을 간략히 살펴보면,

- 2010년 1월에 발표된 스마트 그리드 국가 로드맵의 5대 분야 실행 로드맵 중, 지능형 소비자 로드맵에서 보안기술 연구를 중요한 연구개발 과제로 지정함.
- 2010년 7월에 입법 예고된 “지능형 전력망 구축 및 이용 촉진에 관한 법률(안)”에서는 개인정보의 수집 및 처리를 위한 정보 주체의 동의를 의무화하도록 함으로써 스마트 그리드 상에서의 정보 보호를 위한 보안 대책을 마련하게 되었다.
- 현재 진행 중인 제주 실증단지 구축에서 한국 스마트 그리드 사업단의 보안 워킹그룹, 보안센터를 중심으로 보안체계를 수립하였다 :
 - 2010년 3월 : 실증단지 운영규정 중 “사이버 보안지침” 발표
 - 2010년 6월 : 실증단지 “보안 가이드라인” 발표
- 스마트 그리드 보안체계 연구 개발 :
 - 한국 에너지 기술 평가원 : 스마트 그리드 보안 체계 연구 R&D 과제 추진(2010.11-2012.10)
 - 국가 스마트 그리드 구축에 필요한 보안 체계 개발 및 소요 R&D 과제 도출을 목적으로 함
 - 1단계는 보안 모델 연구, 2단계는 보안 체계 연구
- 보안 표준화 추진
 - 스마트 그리드 국가 표준화 추진전략 수립
 - 상호 운용성 확보를 위한 표준 프레임워크 단계별 개발 계획 수립
 - 스마트 그리드 표준화 포럼 운영
 - 국가 차원의 주요 분야별 표준화 + 민간 차원의 표준 개발
 - 3단계의 보안 기술 표준화 목표

- 1단계(2011-2012) : 장치 및 시스템 보안 기술 표준화
- 2단계(2012-2013) : 전력망 보안 표준화
- 3단계(2014~) : 서비스 보안 기술 표준화

4. 결론

본 원고에서는 한국형 스마트 그리드의 구조를 현재 진행되고 있는 전력망 현대화 사업들 및 전력 관련 서비스 개발 사업들을 중심으로 조망하고, 스마트 그리드 추진 동향 및 전망을 시장, 기술 발전, 보안의 관점에서 살펴보았다. 스마트 그리드는 앞으로 10-20년간에 걸쳐서 구축되어 국가의 중요한 인프라로서 사용될 것이다. 이러한 스마트 그리드의 효율적 구축을 위한 기술 개발의 가속화 및 안정적인 운영 기술의 확보가 중요한 과제가 될 것이며 이에 대한 준비를 해나가는 것이 시급하다.

5. 감사의 글

이 정보산업동향 원고는 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업의 결과물 중 일부임(2009-0089793).

참고 문헌

- [1] 스마트 그리드 소개자료, 지식경제부, 2009년, <http://www.mke.go.kr>
- [2] F. Cleveland, “IEC TC57 Security Standards for the Power System's Information Infrastructure - Beyond Simple Encryption,” IEC TC57 WG15 Security Standards ver5, October 2005.

- [3] M. F Foley, "Data Privacy and Security Issues for Advanced Metering Systems (Part 2)," Smartnews.com, July 2008.
- [4] NIST Cyber Security WG, "*Smart Grid Cyber Security Strategy and Requirements*", NISTIR 7628, 2010년 8월.
- [5] NIST, "*Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards Release 1.0*", Special Report 1108, 2010년 1월.
- [6] USAIug OpenHAN Task Force, "*UCAIug Home Area Network System Requirements Specification Version 2.0*", 2010년 8월.
- [7] USAIug, "*Security Profile for Advanced Metering Infrastructure Version 1.0*", 2009년 12월.
- [8] USAIug AMI-SEC ASAP, "AMI System Security Requirements v1.01", 2008년 12월.
- [9] Rob Wilhite, "Insecurity about smart grid security," *Transmission & Distribution World*, May 2009.