

# 사물인터넷 기반 스마트 에너지 제어·관리를 위한 ICT 기술 요구사항

## I. 서론

IcT(Information and Communications Technologies) 기반 서비스는 신산업과의 융합으로 새로운 산업과 일자리를 창출 하는 ‘창조경제’ 실현의 핵심수단으로 조명되고 있으며, 우리 사회를 초연결사회(Hyper-connected society)로 구현하는 방향으로 발전하고 있다. 특히, 인간과 인간사이의 연결뿐만 아니라 인간과 사물, 사물과 사물을 연결하는 사물 인터넷과 탄소배출량에 따른 자원 이슈에 따라 에너지 절감을 위한 IcT 융합 기술이 크게 대두 되고 있다<sup>[1]</sup>.

이러한 사물인터넷분야는 ITU, 3GPP, ETSI, IEEE 등 세계 표준화 단체별로 2005년경부터 진행되고 있으며, 사물인터넷 서비스에 있어서 현재 사용자들에게 최소한의 영향을 주면서 연결디바이스에 최적화하는 것을 목표로 추진하고 있다. 또한 2012년 7월 M2M 표준화협력체인 oneM2M이 설립되었으며 공통 사용 사례발굴, 표준 규격 개발 등을 목표로 표준 추진 중에 있다<sup>[1]</sup>.

사물인터넷은 차세대 ICT 기술로서 사물과 사물, 사물과 사람 간에 정보가 수집되고 처리되는 지능형 정보인프라 및 이를 활용한 기술을 의미한다.

사물인터넷의 주요 적용 범위는 IcT기술과 다양한 산업 간의 융·복합을 통해 스마트 그리드, 마이크로 그리드, 스마트 홈, 헬스케어, 지능형 차량 서비스 등의 새로운 미래 서비스를 창출하는 분야를 포함한다. 특히, 스마트 그리드, 마이크로 그리드, 스마트 홈 등의 에너지 분야는 자원 절감 이슈의 심각성에 따라 유럽, 미국, 일본 등 전세계적으로 투자가 진행되고 있으며, IoT 기술을 통해 에너지 소비 및 비용을 절감 할 수 있는 다양한 솔루션들이 연구되고 있다<sup>[2]</sup>.



최원석  
충북대학교



최성곤  
충북대학교



에너지 분야는 스마트 그리드, 마이크로그리드, 스마트 홈 영역에서 에너지 효율적인 운영과 에너지 절감을 목적으로 IoT 기반의 지능형 전력망, 지능형 소비자, 지능형 운송, 지능형 신재생, 지능형 전력서비스 기술이 연구되고 있다.

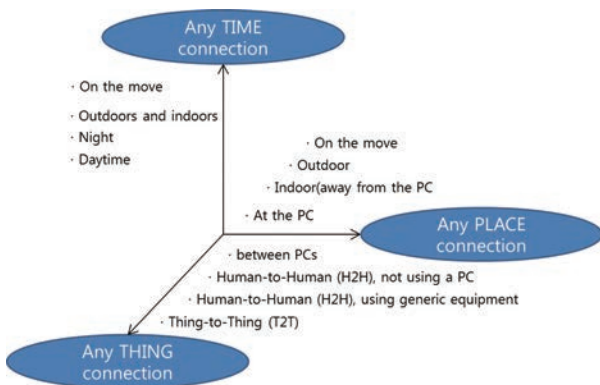
이러한 에너지 분야 기술에 대한 해결책을 찾기 위해서는 IoT 기반 기술을 어떻게 융합하고 적용 할 것인지 다양한 기술적 요구사항에 대한 분석이 필요하다. 따라서, 본고에서는 사물인터넷 기반 스마트 에너지 관리를 위한 ICT 분야의 기술적 필요성 및 요구사항에 대해 기술 한다.

## II. 관련 연구

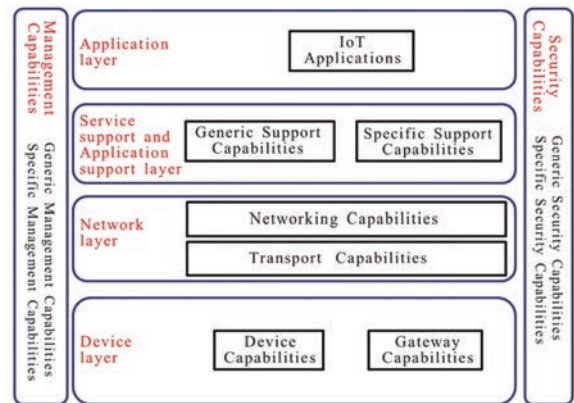
### 1. 사물인터넷

사물인터넷은 ICT 기술이 가미된 사물끼리의 물리적 혹은 가상적 연결에 의하여 미래 서비스를 제공할 수 있는 정보 사회의 글로벌 인프라를 구축할 수 있는 신기술을 의미한다. 여기서, 물리적인 사물은 하나 혹은 그 이상의 가상 사물을 통해 정보 차원에서 보여 질 수 있으나 가상의 사물은 물리적 사물과의 연결 없이 가상 세계에서 존재할 수 있다.

〈그림 1〉은 ITU-T에서 소개한 사물인터넷의 개념이다. 이미 통신 분야에서 제공하는 “Any TIME connection”, “Any PLACE connection” 개념에 ICT 기술을 적용시켜 “Any THING connection” 차원을 추가했다. 다시말해, 식별, 데이터 캡처, 프로세싱, 및 통신



〈그림 1〉 ITU-T의 사물인터넷 개념



〈그림 2〉 사물인터넷 참조 모델

능력을 개발함으로써, IoT는 모든 종류의 어플리케이션 서비스를 사물에서 이용할 수 있도록 제공한다<sup>[4]</sup>.

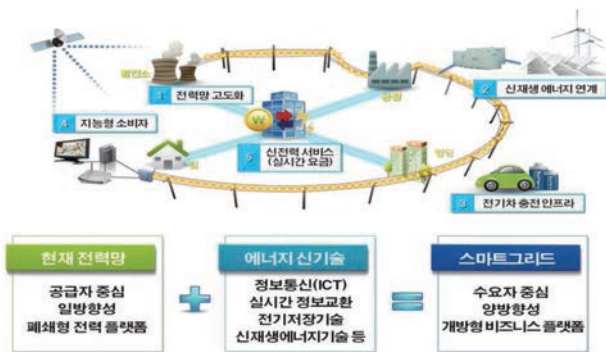
〈그림 2〉는 사물인터넷 참조 모델을 나타낸다<sup>[6]</sup>. 사물인터넷의 참조 모델은 네 계층으로 구성된다. Application layer는 IoT 어플리케이션을 다루는 계층이다. Service support and application support layer는 Generic support capabilities 및 specific support capabilities로 구성된다. Network layer는 Networking Capabilities 및 Transport Capabilities로 구성된다. Device layer는 Device Capabilities 및 Gateway Capabilities로 구성된다.

IoT 참조 모델을 기반으로 스마트 그리드, 마이크로 그리드, 스마트 홈, 헬스케어, 지능형 차량 서비스 등 분야와 융합하여 IoT 서비스를 제공할 수 있다.

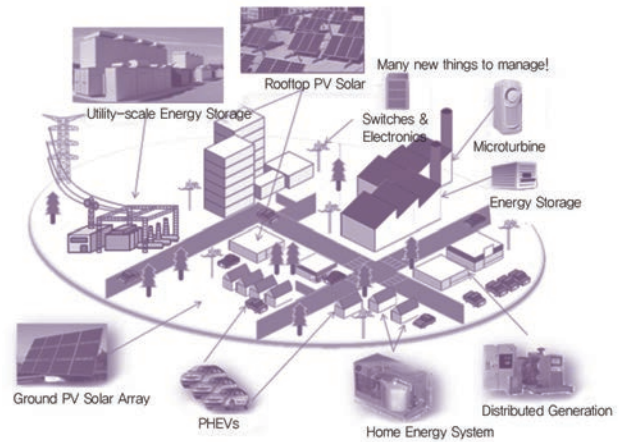
### 2. 스마트그리드/마이크로그리드

〈그림 3〉은 스마트그리드의 개념을 나타낸다<sup>[7]</sup>. 스마트 그리드는 전력망과 정보통신망과의 융·복합을 통해 부가가치를 창출하는 산업으로 크게 지능형 송배전 설비, 지능형 배전, 지능형 운영시스템, 인프라, 지능형 커뮤니티 분야로 분류 할 수 있다<sup>[7]</sup>.

지능형 송배전 설비 분야는 송전 효율을 증가시키고 송전 손실을 최소화하여 전력의 안정적 공급과 신뢰성 확보를 위한 기술이며, 지능형 배전 기술은 배전 설비의 양방향 보호협조, 고장 예측 등을 통해 다양한 분산전원 연계와 전기차 등 신규 대용량 수요를 위한 배전 신뢰도를



〈그림 3〉 스마트그리드의 개념



〈그림 4〉 마이크로그리드의 개념

높이기 위한 기술이다.

또한, 지능형 운영시스템은 전력수급 조절을 위해 전자식 전기기기와 첨단 통신 인프라를 활용하여 전력계통에 대한 제어 감시, 분산전원 연계 등 전력망 운영 기술이며, 지능형 커뮤니티는 지능형 전력망을 통해 신재생에너지, 스마트 홈, 빌딩, 공장, 전기차 등 다양한 영역에서 에너지를 유기적으로 유통하고 거래하며 새로운 부가가치를 창출하기 위한 기술이다.

이들 지능형 설비, 배전, 운영, 인프라 기술들은 상호호환성 및 보안 기술이 요구되며 이를 위한 기술이 인프라 기술이다. 인프라 기술은 안정적 적용 및 확대를 위한 기반 기술로 표준화 시험인증 및 평가 등이 요구된다.

마이크로그리드는 대규모 전력망이 가진 문제점, 즉 발전원의 입지 문제, 전력수송을 위한 전력설비의 사회적 수용성 문제, 생산과 소비의 불일치로 인한 지역적 갈등과 보상 문제들을 해결할 수 있는 새로운 전력망 개념이다.

마이크로그리드는 물리적으로 구분되는 영역 내의 신재생 에너지, 전력저장장치 등 다수의 분산에너지 자원과 이를 소비하는 부하 부분으로 구성된 커뮤니티 단위의 소규모 그리드로, 대규모 전력계통과 전기적으로 연결되어 운전되거나, 〈그림 4〉와 같이 분리되어 운전되는 소규모 자립형 전력망을 의미한다<sup>[8]</sup>.

마이크로그리드의 기술은 유효/무효전력제어 및 전력품질 보상, 원격제어 및 감시기능, 계통연계/단독운전을

제어하는 PCS(Power Conditioning System), 계통의 보호를 위한 STS/IED(Static Transfer Switch/Intelligent Electronic Device), 그리고 에너지의 생산과 경제적 급전을 제어하는 장치인 EMS(Energy Management System) 등으로 구성된다.

PCS 기술은 태양광발전 어레이의 전기적 출력을 사용에 적합한 형태의 전력으로 변환하는데 사용되는 기술로써 유효/무효전력 제어 및 전력품질 보상과 원격제어 및 감시기능, 계통연계/단독운전 검용 기능

이 요구된다.

STS/IED 기술은 계통 보호를 위한 기술로써 단독운전방지의 배전계통 연계 보호 기능과 배전계통 고장시 독립 운전 절제, 재동기 투입의 기능이 요구된다.

EMS는 에너지의 생산·소비를 제어 및 관리 하는 기술로써 전력, 에너지, 열 등의 부하 및 신재생에너지 발전량을 예측하고 경제급전, 자동발전제어 및 최적발전계획 기능이 요구된다.

**스마트그리드는 전력망에 IT 기술을 접목하여 전력공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환하고 에너지효율을 최적화하여 새로운 부가가치를 창출하는 차세대 전력망의 의미이다.**

### Ⅲ. IoT 기반 에너지 관리를 위한 ICT 기술 이슈

본 절에서는 IoT 기반 에너지 관리를 위해 연구되어야 하는 ICT 기술의 요구사항을 기술 한다.

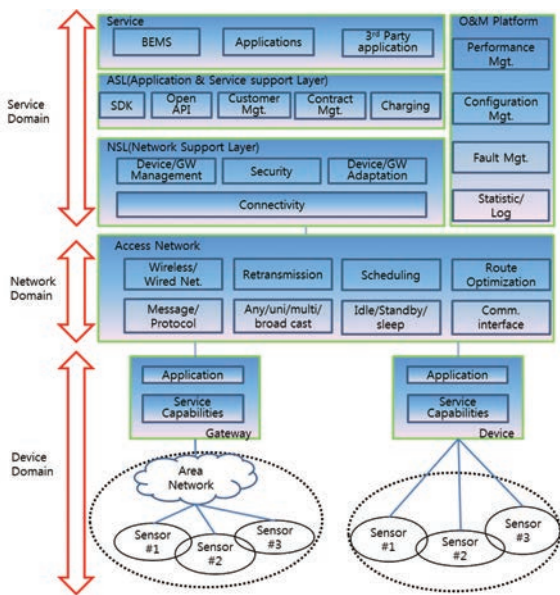
〈그림 5〉는 IoT 기반 에너지 제어·관리 시스템 모델을 나타낸다. 에너지 관리 모델은 서비스 및 제어 영역에 따라 디바이스 도메인, 네트워크 도메인, 서비스 도메인으로 구분 될 수 있다<sup>3)</sup>.

디바이스 도메인은 에너지를 생산 및 소비하는 기기와 이들의 에너지 소비량 측정하고 제어하는 측정 및 제어 장치 그리고 이를 유무선 네트워크와 연결하기 위한 게이트웨이로 구성된다.

네트워크 도메인은 디바이스 도메인 내 생성된 정보와 서비스 도메인에서 생성된 제어·운영 정보를 유무선 통신 기술을 이용하여 상호 전송하기 위한 구간으로 LAN, WAN, WCDMA, LTE 등의 유선통신망 및 이동통신망으로 구성된다.

서비스 도메인은 전송된 각 디바이스 요소들의 에너지 정보를 가공하여 다양한 통계 정보와 에너지 절감 방안 등의 분석 정보, 분석된 결과를 통한 제어 정보를 제공하기 위한 서비스 시스템과 디바이스 관리, 제어, 이벤트 제공 등의 관제 및 모니터링을 위한 시스템으로 구성된다.

〈그림 5〉와 같이 IoT 기반 에너지 관리 및 제어 시스템을 구성하기 위해서는 scalability, interoperability,



〈그림 5〉 IoT 기반 제어·에너지 관리 시스템 모델

data management, automation, processing, reliability, availability, future proofness, communication service, management, security 등 ICT 측면에서 다양한 기술적 문제를 해결해야 한다<sup>4)</sup>.

### 1. Scalability

에너지 제어 및 관리 시스템의 하드웨어와 소프트웨어 기능의 확장이나 환경 변화에 동반된 요구 변경에 대해 하드웨어 및 소프트웨어의 개선 및 적용이 용이해야 한다. 다시 말해, 추가적인 하드웨어와 소프트웨어의 변화가 발생했을 시, 적용 대상이 되는 시스템은 이를 수용할 수 있어야 한다.

**마이크로그리드는 전력 공급과 그것을 관리하는 기술을 모두 포함하는 캠퍼스, 군사기지, 공장, 동네, 선박 등 지역화된 전력망을 의미한다.**

### 2. Interoperability

Interoperability를 고려하기 위해서 표준과의 적합성, 제어 및 관리 시스템의 적용성, 정보 모델간의 상호 매핑에 대한 기술적 요구사항이 존재한다.

에너지 제어 및 관리 시스템은 표준과의 적합성을 제공하기 위해 표준화되거나 범용적인 프로토콜을 사용을 하여 상호 운용성을 제공할 수 있어야 하며, 제어 및 관리 시스템의 적용성에 있어 제어 및 관리 시스템의 적용 대상 크기, 범위, 형태에 관계없이 적용할 수 있어야 한다. 또한, 서로 다른 정보 모델로부터의 정보를 모니터링 및 제어를 위해 이용할 수 있도록 정보 모델의 상호 매핑 방안이 요구된다.

### 3. Data management

에너지 소비 및 생산을 하는 기기로부터의 데이터, 환경 정보, 운영 정보 등 어떤 오브젝트로부터 생성되는 데이터는 시스템의 운용 및 제어를 위한 적절한 요소로 사용될 수 있도록 관리가 필요하며, 데이터 관리를 위해서 데이터 버스와 DB 시스템에 대한 고려가 필요하다.

데이터 관리는 실시간/비실시간(히스토리), 정적/동적 운영에 따라 대용량 데이터 분산 및 병렬 처리 되는데, 상이한 통신 서비스를 제공 받을 때 데이터 버스는 서로 다



른 서비스 요구에 대해 등급에 따라 적절한 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 또한 DB시스템은 대량 데이터를 데이터의 성격, 종류에 따라 관리될 수 있어야 한다.

#### 4. Automation

시스템은 새로운 연결이나 변경에 있어서 Self-organization, Coordination 등의 자동화된 동작을 필요로 한다.

예를 들어, 블랙아웃이 발생했을 때, 시스템의 첫 회복 단계는 오브젝트에 전력을 제공하는 최소 레벨의 전력 제공 영역부터 black start이어야 하며, 각 구성 요소는 최상위 제어 시스템에 재연결 되기 전에 스스로 self-organization 될 수 있어야 한다. 또한, 로컬 컨트롤러는 어떤 문제가 발생했을 때, 이를 해결하기 위한 제어 센터를 컨트롤 할 수 있는 상호 동적 coordination 기능이 필요하다.

#### 5. Processing

각기 다른 우선순위를 가지는 데이터 및 이벤트를 처리하기 위해 시스템은 분산 처리 능력, 고성능 처리 능력이 필요하다.

오브젝트 마다 운용에 있어 서로 다른 목적과 우선순위를 가지며, 이들 오브젝트를 제어하기 위한 데이터 처리에 있어 분산된 처리 능력을 가져야 한다.

높은 우선순위를 가지는 오브젝트를 제어하기 위해서는 그 데이터 처리에 있어 실시간 처리 기능이 있는 고성능 프로세싱을 통해 제어되어야 하며, 낮은 우선순위를 가지는 오브젝트의 운용을 제어하기 위해서는 상대적으로 낮은 프로세싱 능력을 제공하는 것이 처리 효율, 에너지 및 비용 측면에서 효율적이다.

#### 6. Auto-configuration

시스템에 새로운 디바이스나 서버 시스템이 설치되면 addressing, device description, 원격 장치 등록, device discovery, Role-based Access Control, mapping Tool for information model 등 자동적 구성 기술이 요구된다.

오브젝트가 시스템에 추가, 제거 되는 과정에서 동적 장치 발견이 가능해야 한다. 또한, 오브젝트의 각 구성요소를 제어하기 위해 제어 시스템에 의해 IP 주소 구성 및 디바이스의 주소지정 능력이 필요하며, 이들의 정보에 대해 관리하고 있어서야 한다.

각 오브젝트의 정보 관리에 있어 오브젝트의 정확한 운용 및 제어를 위해서는 각 디바이스나 서버 시스템의 능력에 대해 명세화 되어야 하며, 안전한 플러그&플레이를 제공하기 위한 초기 보안 자격을 부여하고 권한을 가진 장치 및 서버 시스템을 구분하여 접근 및 제어 할 수 있는 기능을 가져야 한다.

앞서 언급한 Auto-configuration 기능을 통해 등록된 오브젝트에 의해 수집 되는 데이터는 제어하려는 목적에 따라 그에 따른 정보 모델에서 쉽게 데이터 요소를 연동하기 위한 매핑 방안이 필요하다.

#### 7. Reliability, Availability and future proofess

IoT 기반 에너지 제어 · 관리 시스템 모델은 신뢰성, 가용성 등 기술적 요구사항을 필요로 한다.

시스템 측면에서 신뢰성 있고 안전하게 운용되기 위해 예러, 노화, 교체, 사고 등 만약을 대비해 교체 시스템을 마련해야 할 필요가 있으며, 통신 측면에서는 신뢰성을 보장하기 위해 병목 현상이 있을 때마다 이를 인식 할 수 있도록 계획과 알고리즘이 필요하다.

또한, 하드웨어 또는 소프트웨어 장치는 모듈화를 통해 교체나 확장성이 용이해야 한다.

#### 8. Communication Service

IoT에서 디바이스와 다른 디바이스 간 통신 방법은 크게 세 개로 분류 된다. 게이트웨이를 통하여 통신 네트워크를 통하여 디바이스 간 통신하는 방법이 있으며, 게이트웨이 없이 직접 통신 네트워크를 통하여 디바이스 간 통신하는 방법 있다. 또한, 통신 네트워크를 이용하지 않고 디바이스 간 통신하는 방법 있다.

각 통신에서 모니터링과 컨트롤 정보에 대해 요청과 응답이 가능 해야 하며, 다른 요청이 없어도 일어날 일에 대해 보고와 기록이 가능해야 한다.



또한, 데이터 종류에 따른 품질을 고려하여 디바이스나 서버 시스템에서 전송 받은 데이터에 대해 Latency, loss, bandwidth, priority 등 대한 처리가 가능해야 한다.

### 9. Management

오퍼레이터는 시스템 내에서 각 오브젝트의 output을 원격으로 제어 할 수 있도록 관리할 필요가 있다.

관리 대상으로는 장비, 가전 제품, 라인 등의 오브젝트 목록이 관리 되어야 하며, 에너지 분야에서 서로 다른 이해 관계자들 사이의 ICT 서비스의 사용에 대한 SLA를 유연하게 관리 할 수 있어야 한다.

### 10. IT Security

각 디바이스의 정보가 권한이 없는 장치, 서브시스템 및 사용자에게 유출되지 않아야 한다.

## IV. 향후 연구 및 결론

지금까지 사물인터넷 기반 스마트 에너지 제어·관리를 위한 ICT 측면의 기술적 요구사항에 대해 살펴보았다. 사물인터넷 기술과 에너지 제어·관리 분야의 융합된 기술을 ICT 측면에서 해결하기 위해서는 서비스 측면, 네트워크 측면, 장치 측면 모두에서 기술적 요구사항을 해결해야 한다.

### 참고 문헌

[1] 주대영, 김종기, "초연결시대 사물인터넷(IoT)의 창조적 융합 활성화 방안," 산업연구원, 2014, 1.

[2] 정보통신산업진흥원, "사물인터넷(Internet of Things) 산업의 주요 동향," 해외 ICT R&D 정책동향, 2013, 10.

[3] 황성일, 박태준, 손영근, 전근표, "M2M 기반 스마트 그리드 적용 사례 및 서비스 요구사항에 관한 연구 : 공공빌딩 에너지 관리," 한국통신학회논문지 제38권 제7호, 2013, 7.

[4] "Microgrid Functional Architecture Description," FINSENY, Mar, 2013.

[5] ITU-T, adapted from the Nomura Research Institute, "Ubiquitous Networking: Business Opportunities and Strategic

Issues", Aug. 2004.

[6] ITU-T Y.2060, "Overview, of the Internet of things," Jun. 2012.

[7] 한국산업기술진흥원, "에너지분야(스마트그리드)," 2012 산업기술로드맵 보고서, 2013, 12

[8] 김성만, "마이크로그리드 기술의 적용과 운영사례," Journal of the Electric World, Nov. 2014.



최원석

- 2008년 충북대학교 정보통신공학과 학사 졸업
- 2008년 충북대학교 전파공학과 석박사통학과정

〈관심분야〉

Energy-saving Network, NGN, IoT, Mobility



최성곤

- 2004년 KAIST 네트워크 박사 졸업
- 2004년~현재 충북대학교 전자정보대학 부교수

〈관심분야〉

Energy-saving Network, NGN, IoT, Microgrid, Mobility, QoS