

---

# 스마트그리드 기반의 이동통신장치의 전력관리 시스템

이관호\*, 송지훈, 강상기, 유호상\*\*, 이내인\*\*

아이스툼\*, 이노넷\*\*, 군산대학교

## Power Management System of Base Station Equipment for Mobile Communication Based on Smart Grid

Lee Kwanho\*, Song Jihun, Kang Sanggee, Yoo Hosang\*\*, Lee Naein\*\*

I-storm\*, Innonet\*\*, Kunsan National Univ.

E-mail : skkang@kunsan.ac.kr

### 요 약

이동통신에서는 급격하게 증가하는 무선데이터의 수요를 충족시키기 위해서 주파수 효율이 보다 좋은 통신시스템을 개발하기 위해서 많은 연구가 진행되고 있다. 주파수이용 효율이 획기적으로 개선된 통신시스템이 개발되지 않는 이상 이동통신 사업자는 무선데이터 수요를 충족시키기 위해서 많은 수의 이동통신 기지국을 운용해야 하며, 때문에 이동통신 사업자는 이동통신 장치의 운영 및 유지비용을 절감하는 시스템이 반드시 필요하다. 무선데이터의 수요는 시간, 장소 등에 따라서 유동적으로 변화한다. 만약 무선데이터의 수요에 따라서 현재 운용중인 이동통신 시스템들을 상황에 맞게 선택적으로 운용한다면 많은 전력을 절감할 수 있다.

본 논문에는 무선트래픽의 수요가 급격히 감소하는 심야에 무선통신장치의 전원을 제어하거나 전력 피크 시간에 전력수요관리를 통해서 이동통신장치의 소모전력을 줄임으로써 운용유지보수 비용을 절감하는 스마트그리드 기반의 이동통신장치의 전력관리 시스템의 설계와 구현에 대해서 기술한다. 본 논문에서 제안하는 시스템의 타당성을 검증하기 위해서 현장시험을 수행하였으며, 현장시험에서는 이동통신 트래픽이 줄어드는 심야 시간대에서 무선통신장치의 소모전력을 관리함으로써 무선통신장치의 소모전력을 26% 줄일 수 있음을 입증하였다.

### ABSTRACT

Many studies have been carried out in order to develop a frequency efficient communication system than the current communication system for satisfying the increasing demands of wireless data services in mobile communication systems. If a communication system dramatically improving the frequency utilization efficiency is not developed, service providers must maintain more number of base station equipments to meet the increasing demands of wireless data service. Service provider needs a system or method to reduce maintenance costs. Demands of wireless data service are changed according to time of day, location and so on. Power consumption can be reduced if the supplied power of communication systems is controlled by wireless data traffics.

This paper describes the design and implementation of power management system of mobile communication base station's equipment based on smart grid. The proposed power management system controls the supplied power to the mobile communication infrastructures depending on the demand of wireless data. Field test results of the implemented system show the proposed system saves 26% of the power consumption in the base stations.

### 키워드

스마트그리드, 에너지절감, 이동통신, 부하관리, 전력관리

## 1. 서론

스마트폰을 이용한 다양한 서비스의 제공과 스마트폰 사용자의 급속한 증가로 인해서 무선데이터에 대한 수요는 급격히 증가하고 있고, 그에 따라서 현재의 시스템 보다 주파수이용 효율이 더 좋은 통신방식을 개발하기 위해서 많은 연구개발이 진행되고 있다. 특정한 무선통신 방식의 주파수이용 효율이 획기적으로 개선되지 않는 이상 현재의 무선데이터 수요의 증가 추세를 충족시키기 위해서는 더 많은 무선통신기지국(또는 장치)이 필요하다. 필요한 무선데이터 서비스를 제공하기 위한 무선통신장치의 급격한 증가는 이동통신사업자가 무선통신장치를 운영하기 위해서 필요한 운용 경비의 증가를 수반하며, 기본적으로 무선통신장치를 운용하기 위해서 필요한 전력사용에 대한 비용이 급격히 증가하기 때문에 이동통신장치의 전력수요에 대한 관리가 필요하다. 더불어 운용유지보수 비용을 절감하기 위해서 무선통신장치의 사용 전력량에 대한 원격검침이 필요하며, 최근 전력거래소는 전력 수요관리 시장을 만들었으며, 수요관리를 통한 전력 피크를 관리하고자 하고 있다.

전력은 모든 사회 인프라와 산업 활동의 원동력이 되기 때문에 전력부족은 사회 시스템 전체를 마비시키고, 전력의 부족은 산업 생산성을 떨어뜨리는 등 심각한 피해를 발생시킬 수 있다. 최근에는 전력수급을 위한 대책으로 전력 부하관리의 중요성이 부각되면서 스마트그리드(smart grid)에 대한 연구개발이 활발하게 이루어지고 있다[1]. 스마트그리드는 통신망을 기반으로 양방향에서 정보를 주고받으며, 실시간으로 전기사용량을 확인해서 사용하고, 필요에 따라서 공급자와 수요자가 역할을 바꿀 수도 있는, 종합적인 에너지 절감기술이며, 스마트그리드 기술을 사용하면 안정적으로 에너지 수급을 할 수 있으므로 산업 전반으로 스마트그리드의 기술이 확산될 것으로 기대된다.

이동통신은 폭발적으로 증가하는 무선데이터의 수요를 수용하기 위해서 WCDMA, Wibro, LTE 등의 통신방식으로 발전하고 있다[2,3]. 이와 같은 이동통신 시스템들은 최근에 개발된 시스템이 그 이전의 시스템을 대체하기 위해서 개발된 것이 아니라 폭발적으로 증가하는 무선데이터의 수요를 적절하게 처리하기 위한 시스템으로 개발되었기 때문에 대부분 한 지역에 모두 설치되어 있고, 항상 전력을 사용하고 있다. 그러나 무선데이터의 수요는 시간, 장소 등에 따라서 유동적으로 변화한다. 만약 무선데이터의 수요에 따라서 기지국에 설치되어 있는 이동통신 시스템들을 적절히 선택해서 일부만 운영한다면 많은 전력을 절감할 수 있다. (그림 1)은 하루 동안 이동통신 트래픽의 수요변화를 보여준다[4]. (그림 1)에서 알 수 있듯이 심야 시간대인 23시 ~ 05시 사이에는 트래픽의 수요가 거의 없다. 만약 이러한 시간

대에 불필요하게 공급되는 전력을 차단할 수 있다면, 이동통신장치의 전력소모를 획기적으로 줄일 수 있다.

본 논문에는 무선데이터의 수요가 적은 심야 시간에 이동통신장치에 공급되는 전력을 제어함으로써 소모 전력을 획기적으로 줄일 수 있는 스마트그리드 기반의 이동통신장치의 전력관리 시스템의 설계, 구현 및 현장시험 결과에 대해서 기술한다.

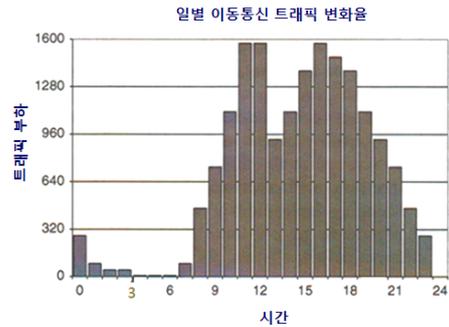


그림 1. 일별 이동통신 트래픽 변화

## II. 시스템 설계 및 구현

(그림 2)는 이동통신 시스템에 적용된 논문에서 제안하는 전력관리 시스템의 운용 개념도이다. 본 논문에서 제안하는 전력관리 시스템은 (그림 1)에 보이는 것과 같이 부하관리서버, 원격전력마스터, 전력량계 그리고 무선통신장치용 배터리 및 스마트폰 어플로 구성된다. 부하관리서버는 전력거래소 수요관리서버와 OpenADR 프로토콜로 연동되며, 수요관리 서버의 정보를 이용해서 이동통신장치 전원에 연결된 원격전원 제어장치(원격전력 마스터)를 제어할 수 있다. 전력량계와 원격전력마스터를 통해서 전력량의 원격 검침이 가능하며, 스마트폰 어플을 이용하여 원격전원 제어장치의 제어 및 상태감시가 가능하다. (그림 2)가 일반적인 이동통신 시스템과 다른 점은 트래픽소요에 따라서 필요한 이동통신 시스템에 공급되는 전력을 on/off할 수 있다는 점이다.

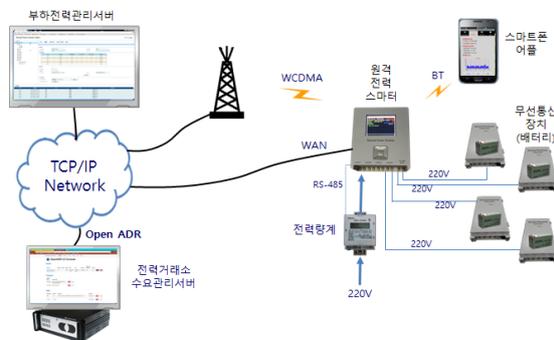


그림 2. 시스템 운용 개념도

구현한 시스템의 기능 및 (그림 2)의 원격전력 스마트의 기능은 (그림 3)에 나타낸 개발 시스템의 전체 시스템의 구성도를 통해서 알 수 있다. (그림 3)에는 사용되는 전력의 관점에서 시스템을 나타낸 것으로 본 논문에서 개발한 시스템이 이동통신 기지국에 적용되는 경우 전력절감 정도와 성능을 확인할 수 있다. (그림 3)에는 나타내지 않았으나 이동통신 기지국에서 운용되는 시스템들은 서비스되는 데이터(음성 보다는 데이터가 아주 많기 때문에)의 양을 실시간으로 활용 가능하다. 때문에 실제 운용에 있어서 기지국에서 운용하는 이동통신 시스템의 전력공급 on/off는 이동통신 서비스 사와 연동된다. <표 1>에는 본 논문에서 제안하는 시스템의 주요 규격을 나타내었다.

표 1. 시스템 주요 규격

항 목	규격	비고
원격 통신	WCDMA	@ 무선
RPS 입력 전원 전압	LAN	@ 유선
RPS 전원 전류 용량	220V	
FSK 주파수	Max 50A	
FSK 통신 수	433MHz 대역	RPS 통신
RPS 소모전력	Max. 10	
스마트폰어플 통신	5W 이하	
부하관리서버-수요관리서버 통신	Bluetooth	
원격전력스마터-부하관리서버 통신	OpenADR 2.0b	
원격전력스마터-전력량계 통신	RS-485	

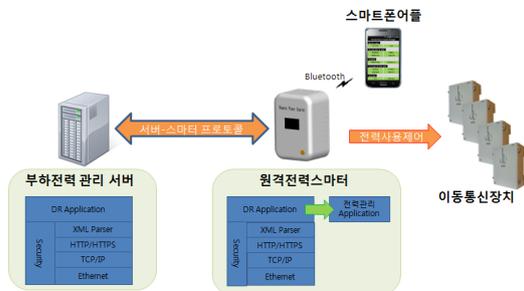
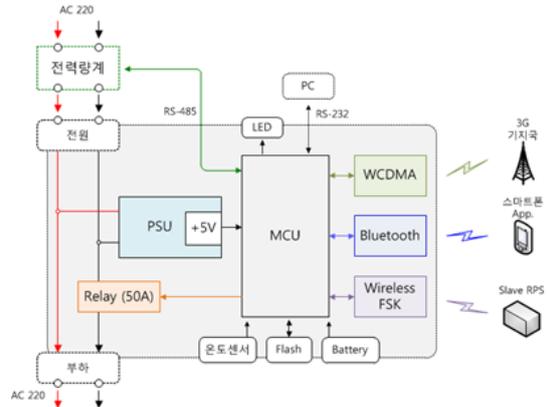


그림 3. 개발 시스템의 구성도

원격전력스마터의 구성도는 (그림 4)의 (a)와 같다. (그림 4)에서 알 수 있듯이 이동통신 시스템에 공급되는 전력의 on/off는 무선과 유선으로 가능하다. 전력 공급의 on/off 제어를 유/무선으로 한 것은 이중화를 고려한 것이나, 구현에서는 전력 사용과 원격전력스마터의 관리 등에 대한 데이터를 부하전력 관리 서버와 연동을 위한 목적으로 사용한다. (그림 4)에서 Bluetooth는 기지국의 유지보수에 편의성을 제공하기 위한 목적으로 이용된다. 실제 구현한 원격전력스마터의 사진은 (그림 4)의 (b)와 같다. (그림 5)에는 전력관리 서버의 화면을 보여 준

다. 전력관리 서버는 지도, 설정, 상태감시, 동작 스케줄 및 통계에 관한 사항을 관리할 수 있다. (그림 6)에는 스마트폰 어플리케이션의 화면을 보여주며, 기지국장치의 상태, 전력량을 확인할 수 있으며, 기지국장치의 전원을 on/off 할 수 있다.



(a) 원격전력스마터 구성도



(b) 구현된 원격전력스마터  
그림 4. 원격전력스마터



그림 5. 전력관리 서버

본 논문에서 제안하는 시스템의 타당성 검증을 위해서 실제 현장시험을 수행하였다. (그림 7)은 현장시험에서 설치한 본 논문의 시스템을 보여준다. 현장시험은 안양 인덕원 IT 벨리에 있는 KT 기지국에서 수행하였고, 심야 시간인 23시 ~ 05시

에 이동통신장치에 공급되는 전원을 제어하였다. 시험 결과 심야 시간에 필수적으로 필요한 3G(또는 LTE) 무선통신장치를 제외한 장치의 전원을 차단함으로써 전체 약 26%의 전력을 절감할 수 있음을 보였다.

동통신장치의 전력절감을 위한 시스템의 설계와 구현에 관해서 기술하였다. 본 논문에서 제안하는 시스템의 타당성 검증을 위해서 현장시험을 수행하였으며, 현장시험 결과 약 26%의 전력절감 효과가 있음을 입증하였다.



그림 6. 스마트폰 어플리케이션



그림 7. 현장 시험 사진

### III. 결론

본 논문에는 무선데이터의 수요에 따라서 운용하는 통신시스템에 공급되는 전력을 제어하는 이

### 참고문헌

- [1] James Momoh, Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis, Wiley-IEEE Press, 2012.
- [2] Harri Holma and Antti Toskala, LTE for UMTS: OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access, John Wiley & Sons, 2009.
- [3] Erik Dahlman, Stefan Parkvall and Johan Skold, 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, Academic Press, 2011.
- [4] Ramjee Prasad, Sudhir Dixit, Richard van Nee and T. Ojanpera, Globalization of Mobile and Wireless Communications: Today and in 2020, Springer, 2011.
- [5] 이성재, 강상기, 이관호, 유호상, “이동통신 인프라 전력절감을 위한 부하관리 시스템,” 한국정보통신학회, 2014년 추계종합학술대회

본 논문은 지식경제 기술혁신사업 에너지기술 개발사업(이동통신 인프라 전력 절감을 위한 전력 부하 관리시스템 개발:20131020400650)의 지원으로 수행되었음.