

스마트 탄소 미터링 시스템 하드웨어 개발

신준호⁰ 김진선 송병훈
전자부품연구원 RFID/USN융합연구센터
jhshin@keti.re.kr, jskim@keti.re.kr, bhsong@keti.re.kr

Development of Smart Carbon Metering System Hardware

Junho Shin⁰ Jinseon Kim Byunghun Song
RFID/USN Convergence Research Center, Korea Electronics Technology Institute

요 약

IT 기기들의 보급 확대 및 정보량의 급증으로 인한 에너지 소비와 온실가스 배출량이 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 증가로 인해 지구 온난화가 가속되고 있는 시점에서 탄소 배출의 효율적인 관리가 필수적인 요건으로 대두되고 있다. 이러한 배경을 바탕으로 본 논문에서는 전력시설물의 직접적인 전력사용량 뿐만 아니라 전력시설물을 유지하기 위해 필요한 제반시설물을 효율적으로 관리하기 위한 스마트 탄소 미터링 시스템의 하드웨어 시스템에 대해 알아보려고 한다.

1. 서 론

기후변화협약에 따라 온실가스인 이산화탄소 감축은 국가의 절대 의무이며 한국은 2013년부터 온실가스 감축의무를 부담하게 될 것이다 국제배출권거래(IET: International Emission Trading) 시장에 국가/기업이 대응해야한다. 각 기업별로 2013년 이후 탄소배출량 의무 감축에 막대한 금액이 소요될 것으로 예상되며 이러한 배경으로 에너지 자원의 중요성과 온실가스에 대한 사회적 요구가 대두되면서 에너지 절감 기술 및 효율적인 관리 기술이 전 산업적으로 요구가 확산되고 있으며 이에 관한 원천 R&D 개발이 매우 필요한 시점이다 본 논문에서는 스마트 탄소 미터링 기술에 필요한 하드웨어를 요소별로 살펴보고 기 개발한 하드웨어에 대한 상세 설명을 하기로 한다

2. 본 론

2.1 스마트 탄소 미터링 기술

스마트 탄소미터링이란 그린데이터센터 그린빌딩, 그린city를 표방하는 IT시설물의 에너지 사용현황을 실시간으로 모니터링하여 대상 시설에 맞는 탄소배출량을 환산 관리하고, 이를 통해 에너지 시설의 지능화 제어를 통해 탄소배출을 감축 시키는 통합 관리시스템이다 특히, 본 연구는 이러한 스마트 탄소미터링을 그린데이터센터에 적용하는 것을 기본 대상 시설로 정의하고 관련된 기술 개발에 주목하였다 본 기술을 실현하기 위해서는 다음과 같은 세가지 주요 세부 연구들이 필요하다 첫째는 전산 IDC시설물의 에너지 절감을 위해 USN 기술을 활용한 에너지 사용량 실시간 모니터링을 통한 탄소배출량 모니터링 및 수요예측 기술개발이다 둘째는

IDC용 온실가스 인벤토리 구축을 활용하여USN 액추에이터 통한 분산 에너지제어 기술개발이다 마지막으로 셋째는 탄소배출량 환산 지능형 통합 시스템 개발이다 [2][3].

이러한 기술은 차세대 그린데이터센터의 에너지 효율성 제고를 위한 인프라 및 시스템의 고성능고효율화 추진을 위한 핵심 기술로 IDC 내의 에너지 통합 관제 시스템 구축이 가능하도록 스마트 탄소미터링을 제공하는 핵심 플랫폼의 개발을 목표로 한다 이를 검증하기 위해 에너지 모니터링 USN 노드 및 에너지 USN 액추에이터 기술을 개발하는 것을 목표로 한다

2.2 스마트 탄소 미터링 구성 하드웨어

빌딩 내 전기시설의 에너지 모니터링 시스템 USN 액추에이터 시스템을 개발하고 운용하는 데 있어 통합 서버 프로토타입, 집중기, 중계기, 온습도 USN, 전력기기 전력량 센싱 USN, 사용자 디스플레이로 구성된다

2.2.1 통합 서버 프로토타입

실시간 탄소 미터링 인프라 플랫폼에서 통합 서버의 주된 기능은 집중기로부터 각 센서 USN의 데이터를 수집하여 이를 처리하고 UI를 통해 디스플레이 해준다. 집중기와 통신 인터페이스를 통해 검침 데이터 수집하고 수집된 검침/센싱 데이터를 처리 각 센서 USN, 중계기, 집중기로부터 이벤트 모니터링 Load Profile 및 데이터베이스 처리, Reporting 기능을 수행한다 [4].

2.2.2 집중기

각 USN 노드로부터 검침 데이터를 ZigBee 통신방식을 사용하여 전송 받아 통합 서버로 전달하는 집중기를 개발하였

다. 집중기는 하드웨어적으로 ZigBee Module부, Ethernet Module부, 프로세서부, 전원부, Backup Power부, 인터페이스부로 구성되며, 소프트웨어적 요소로는 운영 소프트웨어(Firmware)로 구성되어 있다. 집중기는 하위 USN 노드들의 검침 데이터를 수집하여 서버로 전달하기 때문에 32bit RISC 프로세서인 PXA255 선택 하였다. 프로세서의 기본적인 동작을 위해 XTAL, OSC, Reset 등의 기능을 지원한다. Firmware의 다운로드 및 디버깅을 위한 JTAG 포트 역시 지원한다. 뿐만 아니라 많은 데이터 정보를 유지하여야 하기 때문에 64MB의 SDRAM, 32MB의 FLASH 메모리를 사용하였다. ZigBee 통신을 위하여 ZigBee Module과의 인터페이스 지원하며, 통합 서버와의 통신을 위해 Ethernet 인터페이스 역시 지원한다. 그림 1은 집중기의 블록 다이어그램을 나타낸다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 집중기는 프로세서, 외부 메모리, 이더넷, ZigBee Module, 전원부 등으로 구성되어 있음을 알 수 있다.

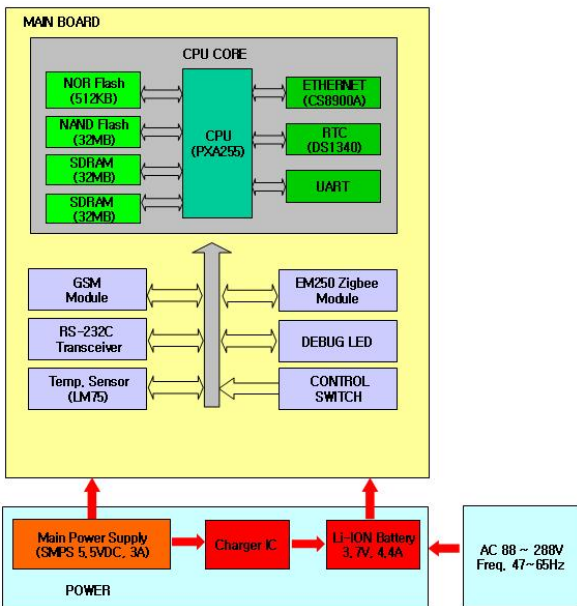


그림 1. 집중기 블록다이어그램

그림 2는 집중기 프로세서부의 회로도를 나타낸다 프로세서는 PXA255를 사용하며 외부 SDRAM, FLASH 메모리를 위한 버스 라인을 제공한다

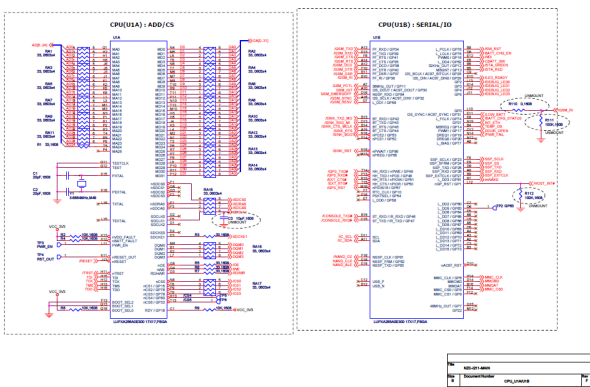


그림 2. 집중기 프로세서부 회로도 (버스 구성)

ZigBee Module부는 EM250(Microprocessor, ZigBee RF)부, Front-End부로 구성되어 있다. EM250의 기본동작을 위한 RESET, XTAL, OSC 등으로 구성되어 있으며, 무선 출력의 안정성을 위하여 Front-End부도 포함되어 있다. 그림 3는 ZigBee Module의 회로도를 나타낸다.

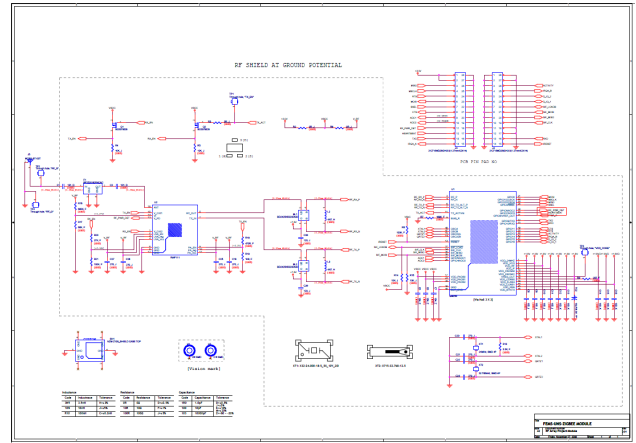


그림 3. Zigbee 모듈부 회로도

집중기는 서버와의 통신을 위해서 Ethernet 인터페이스를 제공하는데 이를 위한 회로도는 그림4와 같다 [5].

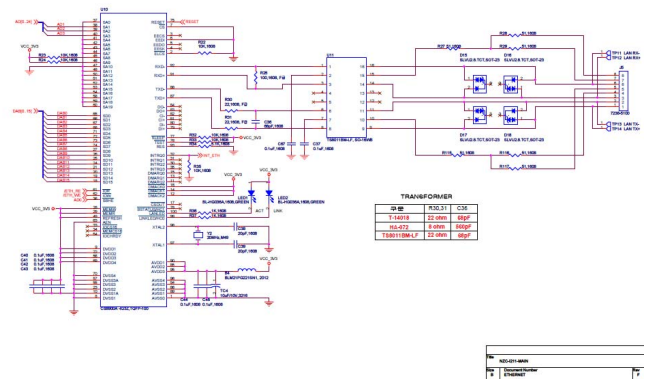


그림 4. Ethernet 인터페이스 회로도

집중기의 소프트웨어는 검침데이터 수집 데이터 검침 포맷 및 프로토콜 구현 각 센서 USN과 서버 간 통신 인터페이스 제공 스마트 탄소 그리드 실증 시스템에 시나리오에 적합한 어플리케이션 제공의 기능을 갖도록 개발하였다.

2.2.3 중계기

음영지역에 있는 센서 USN의 데이터를 전송 받아 집중기로 전달하는 중계기를 개발한다 중계기는 하드웨어적으로 프로세서부(RF 트랜시버 내장), 전원부, Front-End부로 구성되며, 소프트웨어적 요소로는 운영 소프트웨어(Firmware)로 구성되어 있다 [6]. 중계기는 음영지역에 위치한 센서 USN 들의 검침 데이터를 수집하여 집중기로 전달하기 위한 장비로 ZigBee 무선통신을 사용

하기 위해 Microprocessor와 ZigBee 트랜시버의 One-chip인 EM250을 선택 하였으며, 기본적인 동작을 위해 XTAL, OSC, Reset 등의 기능을 지원한다 Firmware의 다운로드 및 디버깅을 위한 SIF 포트 역시 지원한다 그림 5는 중계기의 블록 다이어그램을 나타낸다 그림 5에서 볼 수 있듯이 중계기는 EM250(Microprocessor, ZigBee RF), 외부 EEPROM, 전원부 등으로 구성되어 있음을 알 수 있다.

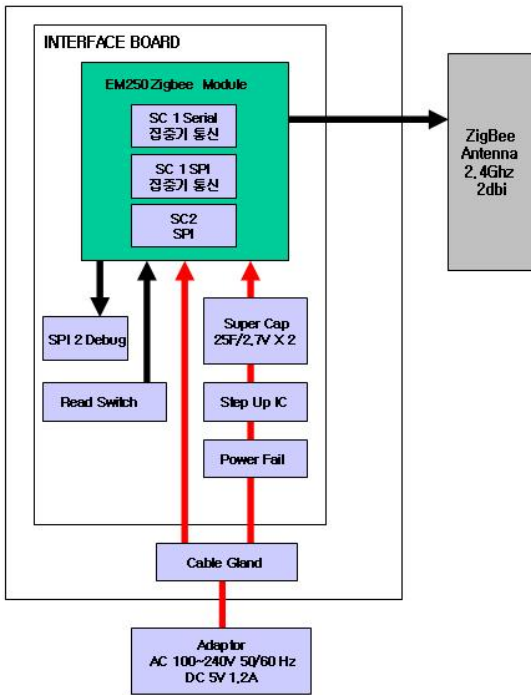


그림 5. 중계기 블록다이어그램

그림 6은 집중기 프로세서부 및 Front-End부의 회로도를 나타낸다. EM250, RESET, EEPROM, XTAL, OSC 등 프로세서의 기본동작회로로 구성되어 있다 또한 무선 출력의 안정성을 위하여 Front-End부도 포함되어 있다.

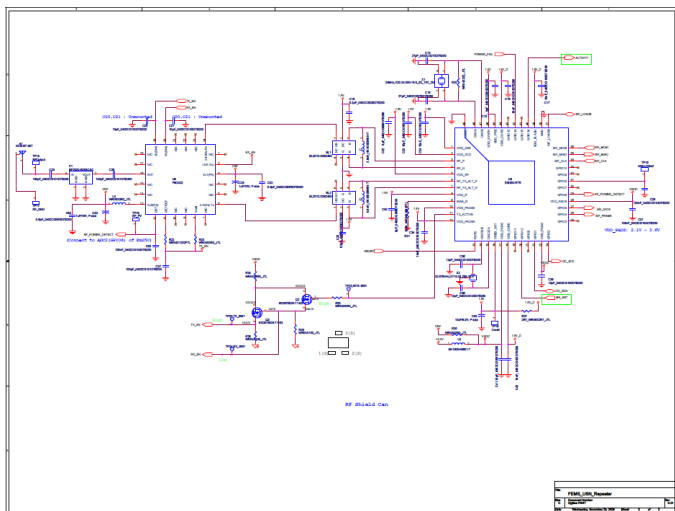


그림 6. 중계기 프로세서부 회로도

중계기의 firmware는 각 센서 USN과 집중기 간의 데이터 전송, 실시간으로 검침데이터 수집 데이터 검침 포맷 및 프로토콜의 기능을 갖도록 개발하였다

2.2.4 온/습도 센서 USN

온/습도 센서를 통해서 취득한 온/습도 정보를 저장 및 처리하여 집중기로 전달하는 온/습도 센서 USN을 개발한다. 온/습도 센서USN과 집중기 간의 통신방식은 ZigBee를 사용한다. 온/습도 센서 USN은 하드웨어적으로 ZigBee Module부, 프로세서부, 전원부, 인터페이스부로 구성되며, 소프트웨어적 요소로는 운영 소프트웨어(Firmware)로 구성되어 있다. 온/습도 센서 USN은 온/습도 센서로부터 검침 데이터를 수집하여 집중기로 전달하며, 배터리 동작을 하기 때문에 저전력 마이크로프로세서인 Atmega128L을 사용 하였다. 프로세서의 기본적인 동작을 위해 XTAL, OSC, Reset 등의 기능을 지원한다. Firmware의 다운로드 및 디버깅을 위한 시리얼 포트 역시 지원한다. 그리고 데이터 정보를 유지하기 위해서 2개의 외부 EEPROM(512Kbit)을 지원한다. 또한 ZigBee 통신을 위하여 ZigBee Module과의 인터페이스 역시 지원한다. 그림 7은 온/습도 센서 USN의 블록다이어그램을 나타낸다. 그림 7에서 볼 수 있듯이 USN Node는 프로세서, 외부 EEPROM, ZigBee Module, RS-232부, 전원부, 센서부 등으로 구성되어 있음을 알 수 있다.

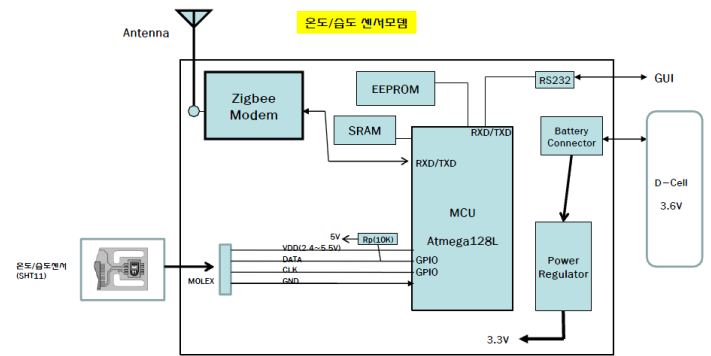


그림 7. 온/습도 센서 USN 블록다이어그램

온/습도 센서 USN의 ZigBee Module 부는 EM250 (Microprocessor, ZigBee RF)부, Front-End부로 구성되어 있다. EM250의 기본동작을 위한 RESET, XTAL, OSC 등으로 구성되어 있으며, 무선 출력의 안정성을 위하여 Front-End부도 포함되어 있다. 온/습도 센서 USN의 firmware는 온/습도 데이터 검침 및 전송 검침데이터 집중기에 전송기능을 갖도록 개발하였다

2.2.5 전력기기 전력량 센싱 USN

전력기기의 전력 사용량을 측정하여 취득한 정보를 저장 및 처리하여 집중기로 전달하는 전력기기 전력량 센싱 USN을 개발하였다. 전력기기 전력량 센싱 USN과 집중기 간의 통신방식은 ZigBee를 사용한다 [3][5]. 전력

기기 전력량 센싱 USN은 하드웨어적으로 ZigBee Module부, 전원부로 구성되며 소프트웨어적 요소로는 운영 소프트웨어(Firmware)로 구성되어 있다. 전력기기 전력량 센싱 USN은 전력량을 측정 및 저장하여 데이터를 ZigBee 통신방식을 사용하여 집중기로 전달한다. 전원부는 AC220V 입력 받아 동작에 필요한 DC를 공급해 줄 수 있도록 설계 하였고, 여기에 Power IC인 CS5463을 사용하여 전력기기의 전력 사용량을 측정하였다. 또한 ZigBee Module과의 인터페이스 역시 지원한다. 그림 8은 전력기기 전력량 센싱 USN의 블록다이어그램을 나타낸다. 그림 8에서 볼 수 있듯이 전력기기 전력량 센싱 USN은 전원부, AFE, 외부 EEPROM, ZigBee Module 등으로 구성되어 있음을 알 수 있다.

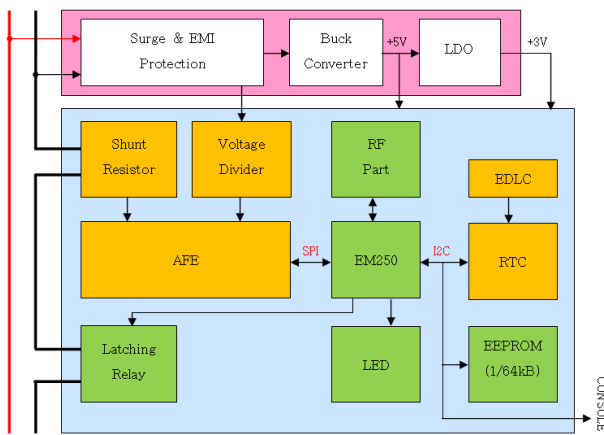


그림 8. 전력기기 전력량 센싱 USN 블록다이어그램

그림 9는 전원부의 회로도를 나타낸다. AC 220V를 입력 받아 Power IC에 사용되는 5Vdc, 3.3Vdc와 ZigBee Module에 사용되는 3.3Vdc를 공급한다.

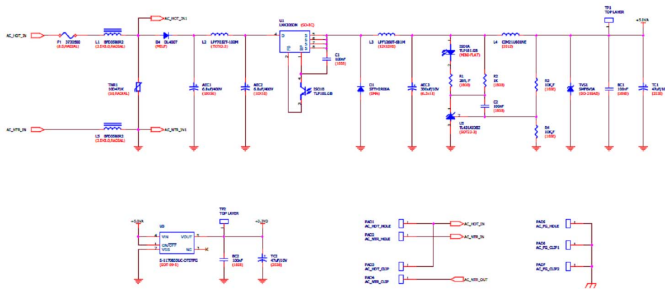


그림 9. 전력기기 전력량 센싱 USN 프로세서부 회로도

그림 10은 Power IC를 사용하여 전력 사용량 검출을 위한 AFE부의 회로도를 나타낸다. Power IC인 CS5436을 사용하여, 전력기기의 사용 전력량을 산출 한다

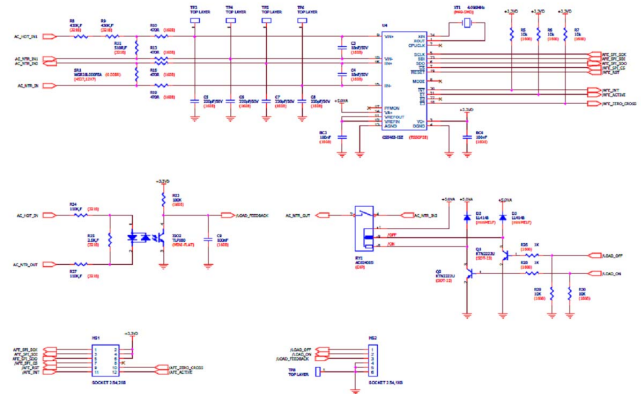


그림 10. 전력기기 개별 센서 프로세서부

위의 회로도 및 기구를 바탕으로 제작된 전력기기 전력량 센싱 USN의 모습은 그림 11과 같다.



그림 11. 제작된 전력기기 전력량 센싱 USN 외형

2.2.6 모니터링 디스플레이

집중기로부터 온/습도 및 전력기기의 전력 사용량의 데이터를 수신하여 디스플레이 해주는 모니터링 디스플레이를 개발한다. 모니터링 디스플레이와 집중기 간의 통신방식은 ZigBee를 사용한다. 모니터링 디스플레이 하드웨어적으로 ZigBee Module부, 프로세서부, 전원부, 인터페이스부로 구성되며 소프트웨어적 요소로는 운영 소프트웨어(Firmware)로 구성되어 있다 [3]. 모니터링 디스플레이는 온/습도, 전력 사용량의 데이터를 집중기로 수신하여 디스플레이 해주는 기능을 지원하기 위해서 ARM9 프로세서를 사용하였다. 프로세서의 기본적인 동작을 위해 XTAL, OSC, Reset 등의 기능을 지원한다. Firmware의 다운로드 및 디버깅을 위한 시리얼 포트 역시 지원한다. 그리고 데이터 정보를 유지하기 위해서 2개의 외부 EEPROM(512Kbit)을 지원한다. 또한 ZigBee 통신을 위하여 ZigBee Module과의 인터페이스 역시 지원한다.

위의 회로도 및 기구를 바탕으로 제작된 모니터링 디스플레이의 모습은 그림 12와 같다.



그림 12. 제작된 모니터링 디스플레이 외형

3. 결 론

향후 글로벌 녹색시장을 선점하기 위한 녹색기술로써 기업들에게 탄소배출량에 대한 정보를 정확하게 제공할 수 있는 국제표준기준의 탄소배출량을 모니터링 및 제어할 수 있는 핵심기술인 “스마트 탄소미터링 기술 개발”이 절대적으로 필요하고, 이로 인하여 녹색정보 산업육성 및 글로벌 시장 선점 필요하다 데이터센터 전력시설물의 에너지 사용량을 USN 기반으로 능동적으로 모니터링하고 제어할 수 있는 기술 개발을 통해 실제적인 에너지 절감에 기여할 수 있는 원천 기술을 개발하고 데이터베이스화된 에너지 사용량을 기반으로 에너지 사용 효율성 평가 및 에너지 소비패턴 분석과 시뮬레이션을 통한 수요예측으로 부하변동에 효과적으로 대응 가능하도록 지원하여 에너지 이용효율을 향상하고 탄소배출량 관리를 통한 기후변화 대응체계 구축할 수 있는 지능형 탄소/에너지 통합 관제 시스템의 개발이 필요하다 본 논문에서는 이러한 지능형 탄소에너지 통합 관제 시스템의 핵심이 되는 스마트 탄소 미터링 시스템 하드웨어 개

발에 대하여 논하였다 스마트 탄소미터링을 이용한 통합 그린데이터센터의 관제 시스템은 IT장비들의 에너지 사용량의 탄소배출량 환산과 지능형제어를 활용하여 탄소배출량 감축 실적을 등록 관리함으로써 탄소관리를 체계적 계량화 할 수 있으며 온실가스 감축실적을 인정받을 수 있는 국제 수준의 평가 및 검증시스템의 구축에 체계적으로 대응할 수 있을 것이다

본 연구는 지식경제부의 산업원천기술개발사업의 일환으로 추진되고 있는 “스마트탄소미터링 핵심 기술 개발”의 지원에 의한 것임

[참 고 문 헌]

- [1] Ji Sun Lee, Daekyo Jung, Yoon Ki Kim, “Smart Grid Solution, Services, and Business Models Focused on Telco,” 2010 IEEE-NOMS, APR, 2010.
- [2] 한중훈, 이근철, 오재영, 이지선, 정대교, 김윤기, “USN을 이용한 전력 모니터링 시스템 구현” 제 13회 차세대 통신 소프트웨어 학술대회(NCS'09), 2009, 12월
- [3] 송병훈, 신준호, 정지은, “IT 장비를 위한 스마트 탄소 미터링 기술,” 한국통신학회지, 2009, 8월
- [4] 송병훈, 강경현, 정광수, “무선 센서 네트워크에서 Bounded Delay를 보장하는 Adaptive Back-off 기법,” 2009 한국컴퓨터종합학술대회, 2009, 7월
- [5] 신준호, 정광현, 이동호, 정광수, “IP-USN을 위한 서비스 관리 프로토콜,” 2009 한국컴퓨터종합학술대회, 2009, 7월
- [6] 송병훈, 강경현, 정광수, “무선 센서 네트워크에서 네트워크 생존 시간을 고려한 혼잡 제어 방법” 2009 한국정보과학회 추계학술대회, 2009, 11월