

스마트 그린빌딩 구현을 위한 다기능 센서 통합 모듈 시스템 개발

김봉현^{1*}

¹경남대학교 컴퓨터공학과

Development of Multi-function Sensor Integration Module System for Smart Green Building

Bong-Hyun Kim^{1*}

¹Department of Computer Engineering, Kyungnam University

요 약 저탄소 녹색 환경 조성 및 성장을 위한 그린 IT 기술 개발은 미래형 신기술 분야이다. 따라서, 본 논문에서는 응용 RFID 모듈에 대한 보안 데이터를 생성하여 건물 환경에 대한 통합 감시 및 관리를 할 수 있는 스마트 그린 빌딩 조성용 다기능 센서 통합 모듈 시스템을 개발하였다. 논문에서 구현한 다기능 센서 통합 모듈 시스템은 열 감지 센서, 온도 감지센서, 스모그 감지센서, CO2 감지센서, O2 감지센서, 장력 감지센서 및 파손 감지센서를 통합 모듈로 개발하고 이를 실시간으로 모니터링 해줌으로써 건물 내부 환경에 대한 스마트 그린빌딩 환경을 구현할 수 있는 시스템을 설계, 개발하였다.

Abstract Green IT technology for the growth of low-carbon green environment and future development of the new technology. Therefore, in this paper, data generated by the security module for RFID applications, smart green building Sung multi-function sensor integrated module that can be integrated environment for building monitoring and management system has been developed. The development of a thermal sensor, temperature sensor, smog sensor, CO2 sensor, O2 sensor, tension sensor and damage detection sensor module with integrated system module integrated multi-functional sensors implemented in the paper. In real-time monitoring by allowing was design and developed system that can be implemented smart green building environment for the environment inside buildings.

Key Words : Green Building, Integration Module, Multi-function Sensor, RFID, Smart

1. 서론

최근 온실가스로 인한 지구 온난화 및 기후 변화가 국제적으로 가장 큰 이슈로 부각 되고 있다. 이 문제를 본격적으로 다룬 것은 1992년 브라질의 리우데자네이로에서 기후 변화 협약을 채택하면서 부터이다[1].

이와 같이 전 세계가 이런 흐름에 따라 온실가스에 대한 대체 방안을 모색하고 있으며 우리나라에서는 2008년에 처음으로 ‘저탄소 녹색성장’에 관한 정책이 제시되었다. 녹색성장은 ‘선택이 아닌 필수’임을 강조하고, 이미 가고 있는 길이라고 제시했다. 이어 저탄소 녹색 성장법

이 2009년 2월에 입법예고 되고, 2010년 4월 13일부터 시행에 들어가게 되었다. 이제는 이산화탄소를 비롯한 6대 온실가스로 인한 지구온난화가 더 이상 남의 이야기가 아닌 바로 우리 기업과 우리의 일상을 둘러싸고 있는 새로운 환경변화의 큰 변수로 다가와 있는 셈이다[2].

이를 위해 다양한 정책 시행과 기술 개발이 추진되고 있으며 탄소 저감형 또는 탄소 중립형 발전을 지향하는 기술 개발이 진행되고 있다. 특히, USN을 활용한 Green IT 기반의 녹색 성장 및 구축 기술은 u-City 구현에 있어 자연과 인간의 융화 부분이라 할 수 있다. 기존의 USN을 활용한 u-City 구성의 대다수는 생활 중심의 USN 개발로

*Corresponding Author : Bong-Hyun Kim(Kyungnam Univ.)

Tel: +82-55-249-6314 email: hyun1004@kyungnam.ac.kr

Received July 4, 2013

Revised (1st July 30, 2013, 2nd August 20, 2013)

Accepted October 10, 2013

유무선 네트워크(BcN, RFID, USN, IPv6) 인프라, 기술 및 서비스를 도시의 다양한 구성요소에 적용한 미래형 도시구축을 위한 기술 개발이 지속되고 있다[3].

저탄소 녹색 환경 조성을 위한 스마트 그린빌딩 통합 모듈 시스템 기술의 범위는 유비쿼터스 센싱 네트워크 인프라를 통하여 응용 RFID 모듈(산소 및 이산화탄소 배출 변화 등)에 대한 보안 데이터를 만들어 통합 감시 및 관리 시스템에 전송하여 녹색 건물 환경을 구현하는 것으로 응용 RFID 모듈 하드웨어 설계 부분과 분석 데이터의 암호화 부분 그리고 통합 감시 및 관리 시스템과 통신 프로토콜 설계부분으로 구성된 Green IT 실현 기술이라 할 수 있다[4,5]. 그러나 기존의 Green IT 기반 기술은 특정 조건에 대한 환경 변화를 측정하는 모듈로 다양한 환경적 변화에 대응하기 어려운 실정이다. 또한, 이를 통합적으로 운영할 경우 시스템 부피가 증가하여 관리, 운영 및 비용적 측면에서 부담이 가중될 수 밖에 없다.

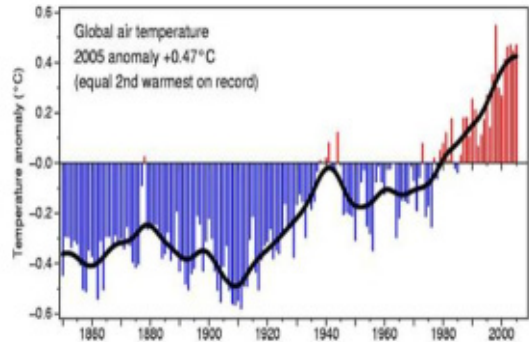
따라서, 본 논문에서는 기 개발된 USN 기반 기술을 통해 Green IT를 실현할 수 있는 기술 개발을 위한 다기능 센서 통합 모듈 및 실시간 모니터링 시스템이 연동된 스마트 그린빌딩 구현 시스템을 개발하였다. 스마트 그린빌딩 환경 조성용 통합 모듈 시스템은 열 감지센서, 온도 감지센서, 스모그 감지센서, CO2 감지센서, O2 감지센서, 장력 감지센서 및 파손 감지센서를 통합 모듈로 개발하고 이를 실시간으로 모니터링 해줌으로써 건물 내부 환경에 대한 스마트 그린빌딩 환경을 구현할 수 있는 시스템을 설계, 개발하였다.

2. 스마트 그린빌딩의 필요성

녹색 성장은 견실한 성장, 발전을 가져옴과 동시에 에너지 및 자원 사용을 최소화하고 동일한 에너지, 자원을 사용하되, CO2 배출 등 환경 부하 최소화를 실현하는 신성장 동력을 의미한다. 따라서, USN 기반 기술을 활용, 접목한 스마트 그린빌딩 통합 모듈 시스템은 건물이 환경 및 인류 건강에 미치는 악영향을 감소시키고 궁극적으로 녹색 산업을 발전시키는 효과적인 기술이다. 또한, RFID 통합 센서 및 모니터링 기반 기술을 통한 시스템 개발, 적용은 대상 사람, 사물, 공간에 관계없이 빌딩 환경 기능과 관련된 다양한 상황을 지능적으로 관리하여 최적화시키며 언제 어디서나 보편적인 서비스 활용이 가능하게 함으로써 궁극적으로 삶의 질을 높이고 기술간 접목을 통해 녹색 성장을 비롯한 신산업을 창출하는 데 매우 효율적인 기술 분야이다. 스마트 그린빌딩 환경 조성을 위한 다기능 통합 모듈 시스템은 녹색 성장 산업의

일환으로 단순 지역 서비스를 위한 환경 사업이 아닌 국가 전반에 대한 녹색 성장 산업이라 할 수 있다[6,7].

또한, 지구 온난화에 의한 열대야 현상의 증가로 인해 전력 에너지 수요가 급증하고 있으며 기후 변화에 의한 우기가 증가되면서 산업 발전의 차질을 초래하고 있을 정도로 최근 지구의 환경 변화에 따른 대체기술의 필요성이 증가하고 있다.

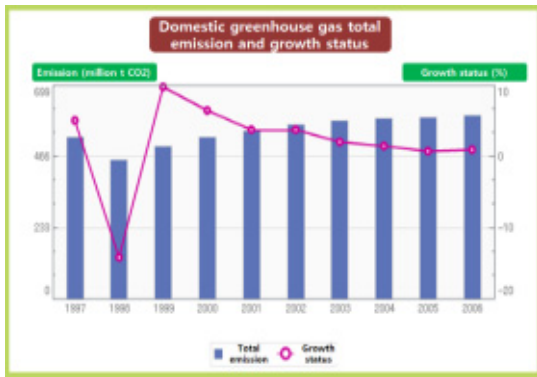


[Fig. 1] Change of earth atmosphere temperature

건물, 산업, 교통이 온실가스 배출 3대 부문으로 제기되고 있다. 특히, 건물은 현재 온실가스 배출량의 25% 이상을 차지하며 장기적으로 40%까지 증가될 것으로 예상된다. 따라서, 온실가스 배출량 감축 여력이 상대적으로 큰 건물 분야에 대한 녹색 건물 환경 조성이 차세대 이슈로 등장하고 있다.

탄소 배출의 대표적인 국가로는 미국과 중국이며 우리나라는 2020년까지 정부의 온실가스 감축 목표를 BAU 대비 30%로 확정했으며 선진국들의 경우 2020년까지 1990년 대비 40%(독일), 36%(영국), 25%(일본), 7%(미국)로 감축 목표를 설정하여 국가 차원에서의 투자와 연구 개발이 수행되고 있다[8,9]. 투자 및 연구 개발의 핵심인 탄소 배출량은 기업의 생존을 가름하는 중요한 Risk Factor이다.

따라서, 녹색 건물 환경 조성 및 성장을 위한 스마트 그린빌딩 통합 모듈 시스템의 연구개발 및 적용을 통해 건물 내부 온도 및 CO2, O2, 파괴 등을 체계적으로 모니터링하여 스마트 그린빌딩 환경을 구현할 수 있는 혁신적인 기술 개발의 필요성이 제기되었다.



[Fig. 2] Domestic greenhouse gas total emission and growth status

3. 다기능 통합 모듈 설계

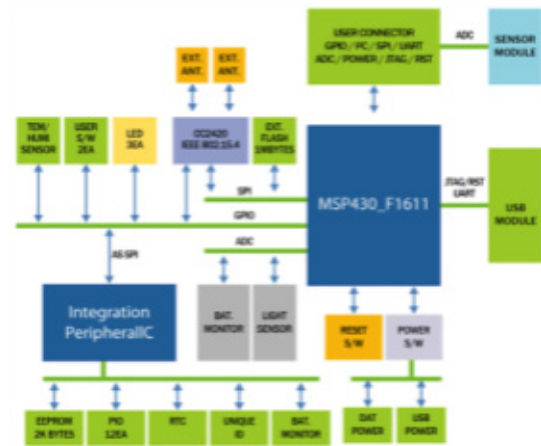
본 논문에서는 Green City의 스마트 그린빌딩 환경 구축에 필요한 감지 센서를 선정하여 다기능 지원 체계를 기본으로 한 통합 모듈을 설계하였다. 즉, Green IT 기반의 그린빌딩 환경 조성용 응용 센서 모듈을 설계하고 이를 기반으로 한 통합 모듈 시스템을 설계하였다.

시스템에서의 센서노드 구성은 주로 제어부(MCU), 무선통신부, 센서부 및 전원부로 구성되며, 현재 선보여지고 있는 응용 서비스에서의 센서노드는 다수의 노드를 광범위한 환경에서 분산 배치하여 이용되므로 노드의 전원을 자주 교환하는 것이 어렵기에 저전력 센서노드 개발이 요구된다. 또한 응용 서비스에 따라 노드의 설치 용이성이 고려되므로 센서노드의 소형화와 경량화가 필수적이다[10-15].

이를 위해 화재 방지용 열 감지센서, 온도 감지센서 설계를 통한 다기능 단일 모듈을 1차로 설계하였으며 저탄소 녹색 환경 구축용 CO₂ 감지센서, O₂ 감지센서 설계를 통한 다기능 단일 모듈을 2차로 설계하였다. 마지막으로 빌딩 내부 파괴 감시용 장력 감지센서, 파손 감지센서 설계를 통한 다기능 단일 모듈을 최종적으로 설계하여 이를 통합하였다. 또한, 빌딩 환경과 연계한 통합 공간 감시 프로그램 개발 및 연동을 구현하고 기존 도시 및 건물 환경에 대한 녹색 성장 활용과 더불어 최근 다양한 비주얼 툴과 통합 뷰어 및 응용 프로그램 모듈의 제공을 통한 실시간 모니터링 시스템을 설계하였다.

이를 위해 CFD(Carbon-Fire-Destruction) 감지 센서의 통합 모듈을 통해 측정된 보안 데이터는 USN 게이트웨이를 통하여 중앙의 통합 빌딩 공간 감시 시스템에 전달된다. 이는 다양한 통합 뷰어를 통한 실시간 스마트 그린

빌딩 정보를 분석, 출력하고 이를 통해 빌딩 환경 보호 및 관리를 수행한다.



[Fig. 3] Hardware Block Diagram

각 모듈별 설계 내용은 아래와 같이 구성하였다. Basic apply sensors on a single sensor design and development 센서는 개별적으로 모듈화하여 설계하고 개발하였다. 즉 각 센서들 온도, 산소, 이산화탄소, 스모그에 대하여 개별적으로 구성하였다.

Expansion module for circuit design and development 는 개발된 센서의 메인 보드는 다양한 환경에 적용하도록 설계한 것이다. 즉 산소 센서만을 필요로 하는 곳에는 해당 센서만을 사용하고 나머지 센서는 사용하지 않는 것이 경제적이기 때문이다.

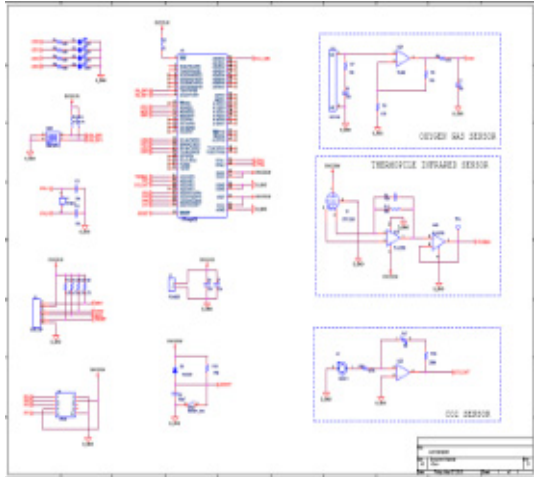
Data Encryption and Protocol Design은 센서의 데이터를 특별하도록 설계하였다. 즉 센서 데이터는 외부로 전송하는 단계에서 외부의 불필요한 사용자(보안강화)들에게 데이터가 전달되지 않도록 하기 위해 설계를 해야 한다. 또한 통신 규약도 설계하여 독립적인 통신 프로토콜을 갖고 데이터 수신과 전송을 하도록 설계하였다.

Sensor gate design and development 센서들은 많은 영역에 분포되어야 한다. 또한 센서들은 데이터 전달을 하는 센서 네트워크를 구성하여 근접 센서의 문제에도 정상적인 통신데이터를 전달하도록 설계하여야 한다. 또한 센서들의 최종단계에는 게이트 모듈이 존재하여야 한다.

Development of integration module detects data protocol에서 센서들간에는 무선 데이터 통신방식(센서 네트워크)을 수행하여 게이트웨이까지 도달하도록 하고 게이트웨이는 전송시스템을 구성하여 중앙 통합관제시스템으로 실시간 전송하도록 개발한다. 전송된 데이터는 실

시간으로 중앙시스템의 데이터베이스에 저장되어 활용토
록 개발한다.

Development of integration monitoring viewer에서 저
장된 각 센서 데이터는 사용자의 요구사항에 맞게 보여
지도록 구성하는 부분을 개발하였다.



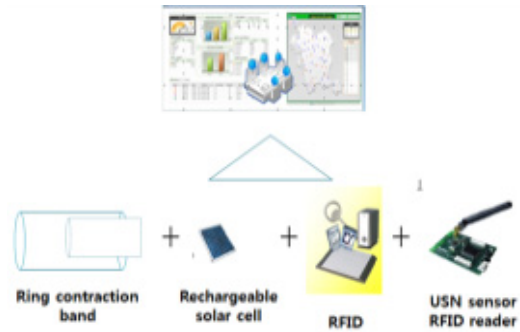
[Fig. 4] Integrated module design schematic

4. 다기능 통합 모듈 시스템 개발

본 논문에서는 다기능 통합 모듈 시스템을 개발하기
위해 RFID 기반기술을 이용하여 빌딩 내부의 환경 데이
터가 저장되고 측정 데이터 관리 운영 모듈에 의하여 작
동되도록 하는 스마트 그린빌딩 서버를 구성하였다. 즉,
스마트 그린빌딩 서버로부터 신호를 전송받아 빌딩 내부
에 설치된 RFID 태그와 신호를 송수신하도록 안테나가
설치된 RFID 리더기로 구성하였다.

RFID는 초기에 사용하도록 설계하였다. 이유는 태그
를 통한 데이터 생성과 전달을 하도록 설계하였다. 그러
나 건물제어와 같이 실시간 자료 등을 수집하고 처리하
기 위해서는 데이터통신을 하는 통신장치가 필요했으며
이에 시장에서 안정적으로 자리잡고 있는 통신장치인
Zigbee를 선택하였다.

Zigbee는 저전력, 초소형, 저가격 및 사용의 편리함을
제공하는 무선 통신기술로 Zigbee 송수신기를 센서와 결
합하면 대규모의 무선센서 네트워크를 가능하게 합니다.
응용분야로는 홈 네트워크, 홈 오토메이션, 공장 및 빌딩
자동화, 헬스케어, 데이터 시장 등에 광범위하게 사용되
고있다.



[Fig. 5] Development system configuration

개발을 위한 다기능 통합 모듈 시스템은 1단계로 기본
적용 센서들에 대한 단일 센서 모듈로 개발하고 2단계로
데이터 전달의 Cross-Layer 방식 설계 및 데이터 암호화
방식이 적용된 프로토콜 설계를 통한 센서 게이트를 개
발하였으며 3단계로 출력 데이터에 대한 분석 및 실시간
모니터링 프로그램 연동 시스템을 개발하였다.

또한, 시간의 흐름에 따라 변화되는 빌딩의 물리적 변
화를 감지하기 위해 RFID 태그에 링형으로 형성된 수축
밴드를 설치하였다.

이때, RFID 태그는 수축밴드의 신축을 USN 센서로
구성된 장력감지센서가 감지함과 동시에 링형의 수축밴
드에 수직으로 형성된 장방형 인장밴드가 빌딩의 물리적
변화를 감지하여 관리 서버에 전송, 저장 및 분석함으로
써 빌딩의 물리적 상태 데이터를 파악할 수 있도록 하였다.



[Fig. 6] Integrated module system

다기능 통합 모듈 시스템의 모니터링 기술 개발 및 연
동은 관리 서버에 저장된 빌딩 환경의 정보를 RFID 리더
기와 무선으로 통신하는 RFID 태그에서 관리된 빌딩의
정보를 이용하여 빌딩 환경의 각종 정보를 관리자가
RFID 리더기의 모니터링을 통해 파악, 분석할 수 있도록
개발하였다.

[Table 1] Step-by-step major development contents

Step	Target	Major content	Detail content
1	Integrated sensor design and development	Basic apply sensors on a single sensor design and development	<ul style="list-style-type: none"> o Component selection task <ul style="list-style-type: none"> - Data process CPU - Longest distance measuring sensor for o Unified work of apply sensor <ul style="list-style-type: none"> - CO2, O2 measurement sensor - Heat, smog, temperature measurement sensors o Data collection and transmission protocol design o Design and development of a communication protocol between the sensor
		Expansion module for circuit design and development	<ul style="list-style-type: none"> o Expansion module connection unit design <ul style="list-style-type: none"> - Building measurement and monitoring sensors - Other sensors
2	Sensor gate design and development	Data Encryption and Protocol Design	<ul style="list-style-type: none"> o Design of data processing protocol <ul style="list-style-type: none"> - RAW data analysis for data conversion o Design of data-passing protocol <ul style="list-style-type: none"> - Guarantees of integrity, confidentiality, availability of Transmission data
		Sensor gate design and development	<ul style="list-style-type: none"> o Transmission method design <ul style="list-style-type: none"> - WCDMA method - WiFi method - WLAN method - BcN method o Design of information sharing method between the gate o Gate equipment selection
3	Real time monitoring development	Development of integration module detects data protocol	<ul style="list-style-type: none"> o Receiving data processing design <ul style="list-style-type: none"> - Integrity, confidentiality confirmed of data - Error checking of data - Decryption of data o Design of data store method and convert DB
		Development of integration monitoring viewer	<ul style="list-style-type: none"> o Development of real-time monitoring viewer <ul style="list-style-type: none"> - Tables, charts, and pie o Variety of menu configuration <ul style="list-style-type: none"> - Search and other function

모니터링 기술 개발은 데이터를 분할하여 DB에 저장하고 파싱 및 저장 쿼리를 수행하였다. 또한 측정 데이터를 파일로 저장하여 전송 및 분석이 편리하도록 개발하였다. Fig. 7은 모니터링 기술 개발에 대한 인터페이스를 나타낸 것이다.

현재는 건물제어 시스템 FA와 연계를 하고 있지 않으나 추후 FA 시스템과 연계하여 지능형 건물의 데이터 모니터링 환경을 구축할 것이다. 또한 데이터 저장은 분석을 통한 공조시스템의 문제점 등도 찾아 효율적인 관리를 통한 에너지 절약 등 그린 IT 환경을 구축할 수 있는 자료로 활용될 수 있을 것이다.



[Fig. 7] Monitoring interface

5. 결론

저탄소 녹색 건물 환경 조성용 스마트 그린빌딩 시스템 통합 모듈의 발전방향은 개발된 응용기술의 확대 적용과 관련 기술을 연구 발전을 통하여 지속적인 녹색 건물 환경 보호 대응 방안이 절실하다. 즉, 개발 초기에는 응용 모듈의 개발 설계 등을 통하여 녹색 건물 환경의 보호, 회손, 파괴, 재난, 조기 예방, 관리 등이 주를 이루지만 앞으로 발전 방향은 u-Building Doctor와 같이 건물 환

경의 건강을 검진하고 건강상태를 관리하여 허약한 건물 환경에 대한 조기 치료를 통하여 건강한 녹색 건물 환경을 조성할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 계측기록 단말장치가 형성된 RFID 기술 기반을 이용한 스마트 그린빌딩 구현을 위한 다기능 센서 통합 모듈 시스템을 개발하였다. 즉, 건물에 다기능 통합 모듈을 설치하여 계측기록 단말장치와 RFID 태그에서 감지된 환경 정보 신호를 전송받아 그린 빌딩을 관리자가 편리하게 관리하기 위한 시스템을 개발하였다.

이를 통해 건물 내부의 환경에 대한 정보 즉, 녹색 건물 환경 조성 및 유지에 관한 감시 등을 관리하고 유지하는 스마트 그린빌딩을 위한 실시간 모니터링 기술이 연동된 다기능 센서 통합 모듈 시스템을 구현하였다. 추후 빌딩내부의 환경을 관리, 감독하는 분야뿐만 아니라 특정 범위의 지역적 환경을 관리하는 시스템으로의 개발이 필요할 것으로 판단되어 Green City 환경 조성용 시스템으로 개발을 수행할 계획이다.

References

[1] Gi Heung Lim, "A Study on the Green Growth Industries in the Human Resource Development Program of Gwangju Regional SME," *Digital Policy Research*, Vol8 No2, pp.115 - 129, 2010.

[2] Byeong Ho Kim, "A Study on the Korea's greenhouse gas reduction policy in response to the United Nations Framework Convention on Climate Change," *University of Seoul, A Master's Degree Paper*, 2008.

[3] Myeong Hwan Lim, "The New IT Innovation Strategies through the RFID/USN Promotion," *Electronics and Telecommunications Trends*, Vol24 No2, pp.19-31, 2009.

[4] Im Sun Kim, *Low Carbon, Green Growth*, Bookshill Pub., 2009.

[5] Hyu Chan Kim, "Design and implementation of a dynamic management method for heterogeneous RFID/USN devices," *Journal of the Korea Society of Computer & Information*, Vol14 No7, pp.143-150, 2009.

[6] Byeong Ju Kang, "A Research on the Strategies of Fostering Green Industries with Low Carbon In the case of Daejeon Metropolitan City", *Journal of Korean Urban Management Association*, Vol24 No3, pp.281-306, 2011.

[7] Yong Rok Choi, "A Methodological Approaches on the Global Green Growth", *Commerce Information Research*,

Vol14, No2, pp.349-367, 2012.

[8] Eun Mi Hyeon, "A study on the reducing of CO2 emission from operation of environmentally friendly building", *Konkuk Univ. A Master's Degree Paper*, 2010.

[9] Gyeong A Kim, "A Study on the regulation of carbon dioxide emissions, according to the international global warming agreement," *Seoul National Univ. A Master Degree Paper*, 1992.

[10] Seung Chang Park, *Ubiquitous sensor network technology*, Jinhan M&B Pub., 2005.

[11] J.-Y. Choi, B.-C. Jeon, S.-J. Lee, "A Location-based Green Home Service using a Smart Phone", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, Vol 12, No 3, pp. 89~97, 2012.

[12] H.-K. Yang, "Security Analysis of a Secure Dynamic ID based Remote User Authentication Schemefor Multi-server Environment", *Journal of The Institute of Webcasting, Internetand Telecommunication*, Vol13, No1, pp.273~278, 2013.

[13] H.-m. Park, B.-c. Jeon, D. Ryu, "A Study for Context-Awareness based on Multi-Sensor in the Smart-Clothing", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, Vol 13, No 3, pp. 71~78, 2013.

[14] J.-J. Kang, Y.-C. Lee, "Development of Smart NFC Security Authenticator(SNSA)", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, Vol 12, No 1, pp. 177~181, 2013.

[15] J.-M. Baek, I.-S. Hong, "The Design of Underground Utilities Management System based on Mobile Augmented Reality Technology", *Journal of The Instituteof Webcasting, Internetand Telecommunication*, Vol 13, No1, pp.41~47, 2013.

김 봉 현(Bong-Hyun Kim)

[정회원]



- 2002년 2월 : 한밭대학교 전자계산학과 (공학석사)
- 2009년 2월 : 한밭대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 2004년 1월 ~ 2012년 2월 : 에이텍정보기술 자문이사
- 2012년 3월 ~ 현재 : 경남대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야>

BIT융합기술, 차세대컴퓨팅, RFID/USN