

---

# 전력 u-IT 융복합화 기기의 평가와 인증 연구

이정훈\* · 박대우\*\* · 김응식\*\*\* · 김홍\*\*\*

A Study of Evaluation Certification on Electronic Power u-IT Convergence Equipment

Jeong-Hoon Yi\* · Dea-Woo Park\*\* · Eung-Sik Kim\*\*\* · Hong Kim\*\*\*

---

이 논문은 2009년 에너지·자원기술개발사업의 한국전기안전공사 연구비 지원을 받아 연구되었음

---

## 요 약

전력공급과 전기안전은 전체 시스템과 네트워크에 대한 필수적인 요소이다. 전기안전기술은 u-IT, u-City 기반 기술의 발전과 함께 전력 u-IT 융복합화 제품개발은 제품에 대한 평가와 인증에 관한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 전력기기와 u-IT기기의 융복합화 제품을 u-City에 적용시킬 전기안전 통합감시시스템을 개발하기 위해, 전력기기 단말에서 가장 많이 사용되는 아울렛에서 접속불량 검출장치가 내장된 전력 u-IT 융복합화 기기를 만들었다. 또한 전기안전 통합감시시스템에서의 원격 안전 점검을 위한 ZigBee, RFID의 센서를 이용하여 통신모듈과 제품의 기능에 대한 성능 평가를 하고, 누전, 고전압, Arc, 화재 검출 센서 진단 시스템에서 성능 실험 및 평가를 하여 적합판정을 받은 제품은 KS, 전기안전제품 인증을 한다.

## ABSTRACT

Whole system and network for supply of electric power and electricity safety are essential element. Electricity safety technology need rating for product and research about certification as product development that is done electric power u-IT cotton flannel mixed with development of u-IT, u-City base technology consists. Study on serve to develop electricity safety integration supervision system to apply product to u-City electric power appliance and cotton flannel mixed of u-IT appliance, Connection badness sensing instrument made device built-in electric power u-IT cotton flannel mixed in outlet that is used most in electric power appliance terminal. Using sensor on ZigBee, RFID performance estimation of communication module about function of product for remote safety check of electricity safety integration supervision system. A performance experiment and estimation in electric leakage, high voltage, Arc, fire detection diagnosis system and certification KS, electricity safety about product that get fitness finding.

## 키워드

u-City, IT융복합화 제품, 전력기기, 전기아울렛, 평가 인증

## Key word

u-City, IT Convergence Product, Electric Power Equipment, Electric Outlet, Estimation Certification

---

\* 호서대학교 벤처전문대학원 IT응용기술학과 (제1저자)  
\*\* 호서대학교 벤처전문대학원 IT응용기술학과 (교신저자)  
\*\*\* 호서대학교 안전보건학과

## I. 서론

현재 IT기술의 패러다임 변화는 개별적인 기존의 IT 기술들의 집합으로부터, 다양한 정보들을 효과적으로 제공 및 관리할 수 있는 통합적인 시스템과 네트워크에 대한 IT 융복합화(IT Convergence)[1]가 이루어지고 있다.

또한 인간이 생활하기 위해 복합적인 기능을 갖는 도시들은, 도시기능의 효율성과 시민들의 삶의 질 향상을 위해 새로운 혁신 도시의 필요성이 대두되었고, u-City (Ubiquitous City)라는 유비쿼터스 기술 기반의 도시 발전으로 이어지게 되었다[2].

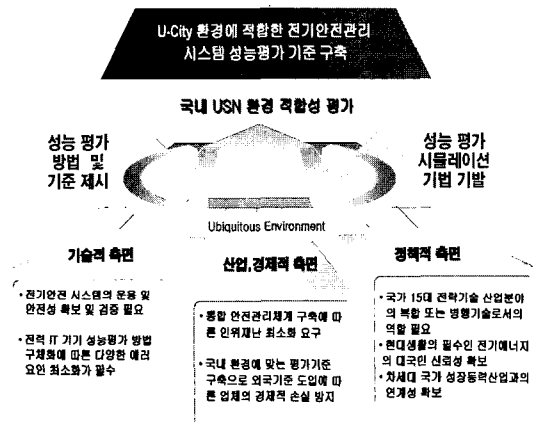


그림 1. u-City 환경 성능평가 기준 구축  
Fig. 1 u-City environment performance estimation standard construction

그림 1처럼 u-City는 유비쿼터스 기반 기술을 이용한 도시 건설을 위해 BcN(Broadband convergence Network) [3], USN(Ubiquitous Sensor, Network)[4], RFID(Radio Frequency Identification)[5] 등의 u-IT 기술을 활용하여 도시 전반에 걸쳐 지능적으로 통합하고 이러한 u-IT 기술들을 적용한 u-교통, u-교육, u-보건·복지, u-방범·방재·화재 감시 등의 다양한 유비쿼터스 기반 서비스들에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[6].

새롭게 건설되는 u-City에 활용될 전력 설비와 안전성을 확보하기 위해 IT기술을 적용할 경우 운영, 유지보수의 비용절감과 설비운용의 효율성을 가질 수 있

다[7]. 전력기기와 IT 융복합화 제품들은 u-City 뿐만 아니라 IT 선박, IT 자동차, IT 항공기 등에도 IT의 융복합화 제품들이 연구 개발되어 필수적으로 채택되고 있다[8].

전체 시스템과 네트워크에 대한 전력의 공급을 맡고 있으며, 시스템을 작동시키기 위한 필수적인 요소로서 전기와 전원 네트워크에 대한 전기안전기술은 그림 2처럼 전체 시스템의 운용 및 안전성 확보를 위한 기반 기술로서 신뢰성 확보 및 검증에 활용된다. 특히 전기화재 발생 이전의 사전 단계에서 합선, 아크[9], 누전[10], 과전류[11], 가스 발생 등의 징후에 영향을 줄 수 있는 전력 IT 융복합화 제품에 대한 고장, 부하 변동, 장애 요소를 효과적으로 감지하여 전기화재를 사전에 예방하는 것이 전체 시스템의 운용 및 안전성 확보에 필수적인 선행요소이다.

따라서, 전력 IT 융복합화 기기의 성능평가 방법을 구체화하고 표준화하여 전력 IT 융복합화 기기의 인증을 받게 하여, IT 융복합화 기기의 여러 요인을 최소화할 수 있는 방법론 설정 및 평가 인증 연구가 필수적으로 요구된다. 본 논문에서는 전력기기와 u-IT기기의 융복합화 제품의 평가 방법과 인증에 관한 연구를 한다.

본 논문은 1.서론에서 연구의 현황, 필요성 및 목적, 2. 전기화재 위험요인과 안전기기에서 관련연구를, 3. 전력 u-IT 융복합화 기기에서 u-IT 융복합화 기기와 기기 제품에 대한 연구 4.전력 u-IT 융복합화 기기의 평가 인증에서 평가 방법과 인증 및 표준화, 5.에서 결론 및 향후 연구와 참조문헌을 연구한다.

## II. 전기화재 위험요인과 안전기기

### 2.1. 전기화재 위험 요인

전기화재 발생 원인의 78%로 가장 높은 화재발생인 일반용 전기설비의 경우, 전문적인 지식이 없는 사용자와 미자격 전기사업자가 전기사업법에 의한 3년 점검주기를 스스로 관리해나가는 기존의 전기안전관리에는 재해예방의 한계가 있다.

### 2.2. 전력 IT 기기

따라서 기존의 전기안전관리시스템에다가 전력 IT-융복합화 기기의 전기안전 통합관리시스템의 적용을 통하여 배선 및 콘센트의 접촉불량에 의한 전기화재의 예방과 아크, 누전, 과부하, 전력품질, 전기설비의 진단 기능을 갖는 배분전반, 전기안전지도 등의 개발을 통한 전기안전관리의 필요성이 있다[12].

전력 IT 제품의 출시 및 수용가에서 사용되는 부분에서는 전기제품의 특성과 유무선 통신시스템에 전기안전성, EMC[13], 유무선 통신부분까지 종합적으로 관련되어 성능 평가 및 인증제도가 필요한 실정이다.

전기 안전의 필수적인 기본 기기로서의 전기안전 통합감시시스템의 개발은 국민의 소중한 재산과 생명을 보호함으로써 인적, 물적 손실의 예방을 통해 산업과 경제적으로 많은 도움을 줄 것이다[14]. 또한 전기안전 통합 감시시스템과 관련된 기술개발은 접촉불량 예방기능을 갖는 제품시장의 활성화, 새로운 배전반 제작시장의 형성, 첨단 정보통신기술을 갖는 분전반, 게이트웨이, 원격감시기술을 적용한다[15].

### 2.3. u-City 통합관제센터 전기안전관리

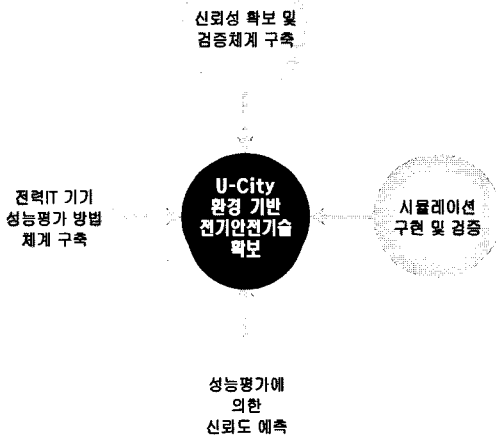


그림 2. u-City 환경 기반 전기안전기술 확보  
Fig. 2 U-City environment base electricity safety technology security

새로 적용될 u-City 통합관제센터의 전기안전 관리분야에서는 유선과 무선 기반의 유비쿼터스 환경에서의 안정적 시스템 운용은 그림 2처럼 전기안전요소를 원격으로 감시하고 관리함으로써 국가의 안전관리기술의 향상을 가져올 수 있다.

## III. 전력 u-IT 융복합화 기기

### 3.1. 전력 IT 융복합화 기기 개발

전력기기의 단말에서 일반적으로 가장 많이 사용되는 아울렛은 플러그, 콘센트 접속 시 체결불량이나 여러 요소에 의해 그림 3처럼 느슨해짐으로 접촉 불량을 초래할 수 있다. 이 결과 접촉 저항이 증가하게 되어 발열이 발생하므로, 장기간 사용 시 고온 상태가 되고, 이것을 계기로 접촉 저항은 더욱 증가하며, 일정 임계값을 넘어 나면 화재가 발생한다.

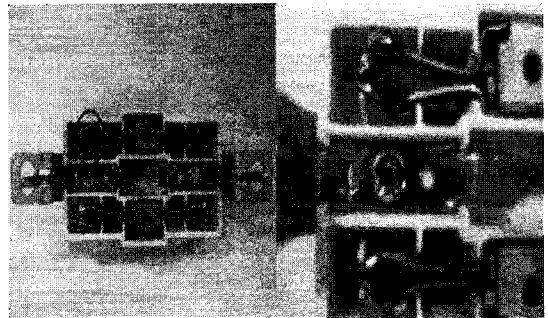


그림 3. 접촉 불량 아울렛  
Fig. 3 Contact badness Outlet

아울렛에 접속저항 변화에 따른 전압변동 회로를 내장하고 전압변동 정보를 전기안전 통합감시시스템에게 유무선 네트워크를 이용하여 정보를 전달하며, 사전에 전기기기를 점검하여 전기화재의 예방이 가능하도록 그림 4와 같이 접촉 불량 검출장치가 내장된 아울렛을 개발 하였다.

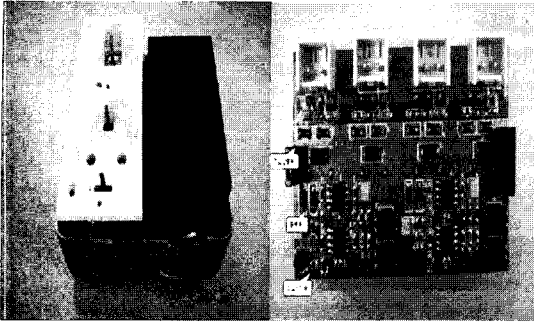


그림 4. 접촉 불량 검출장치가 내장된 아울렛  
Fig. 4 Built in outlet of contact badness sensing instrument

### 3.2. 전력 u-IT 융복합화 기기 제품

전력 u-IT 융복합화 기기 제품들은 전력 기기들의 점검과 안전성 점검을 위해, 사람들이 일일이 방문을 하여 체크하였지만, 본 논문의 전력 u-IT 융복합화 기기 제품은 전력선 네트워크와 기기들에 대한 원격 자동 점검을 위하여 u-City 통합관제센터의 전기안전관리통합 감시 시스템으로 정보를 전송한다.

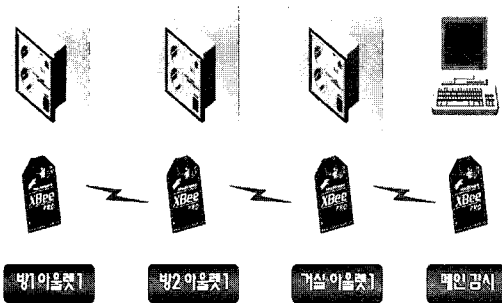


그림 5. 아울렛의 ZigBee Routing Mode  
Fig. 5 ZigBee Routing Mode of outlet

그림 5는 전력 u-IT 융복합화 기기인 아울렛에서 전기 안전관리통합 감시시스템으로 정보를 전송하는 ZigBee Routing Mode를 보여준다.

그림 6은 X-Bee 시리즈인 ZigBee-Mesh를 사용하여 개발한 전력 u-IT 융복합화 기기 아울렛이다.

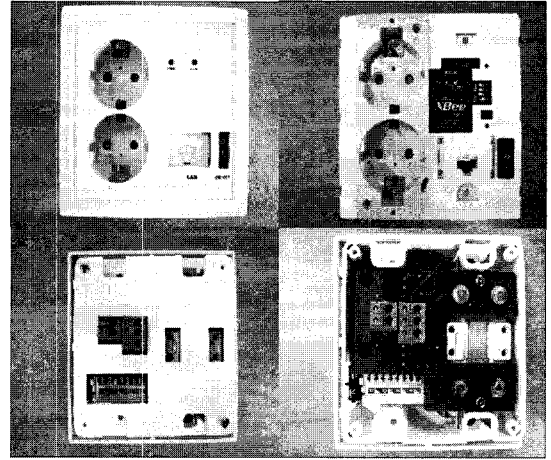


그림 6. 전력 u-IT 융복합화 기기 ZigBee 아울렛  
Fig. 6 ZigBee outlet of electronic power u-IT convergence equipment

## IV. 전력 u-IT 융복합화 기기의 평가 인증

### 4.1. 전력 u-IT 융복합화 기기 제품 평가

전력 IT기기를 평가하여 인증하려면 유·무선통신에 대한 표준화 준수 여부 및 기능의 정상 작동 여부, 온도, 습도, 화재센서에 대하여 각각에 맞는 성능실험장비를 이용하여 성능의 적합 여부를 실험한다.

전력 u-IT 융복합화 기기 제품인 아울렛에 대한 평가 인증은 각 부품의 기능과 성능 및 내구 연한 동안 정상 작동 여부를 평가한다. 인증은 ZigBee, RFID의 센서를 이용하여 성능 평가를 하고, PD(Partial Discharge), Arc 검출 진단 시스템에서 기기 성능 실험 및 평가를 하여 내구 연한 동안 정상작동 여부를 평가한 다음 적합한 제품에 대하여 인증을 한다.

다음은 전력 u-IT 융복합화 기기 제품에 대한 평가 기준들을 정리한 것이다.

- 아울렛  
새로 설계되는 부분을 제외한 기존 아울렛의 크기 및 규격은 상용되고 있는 아울렛과 동일하여야 하고, ZigBee 통신모듈의 안테나 부분은 가능한 최소부분

만이 돌출되어야 한다.

- PD  
초고주파 대역 측정방법 이용하여 전체 시스템의 측정감도를 측정하고, Network Analyzer를 이용하여 하드웨어부에 대한 특성 평가를 실험하여 초당 입력신호를 분석하고 성능을 실험한다. 센서 값에 대한 통신 유연성과 표준화인 TCP/IP, RS-485의 표준 프로토콜의 일관성(Modbus)을 검사하고, 결과물 표현에 대한 사용자 편의성을 검토하여 평가한다.
- Arc  
표준화된 아크발생장치에 의한 전체 시스템을 평가하고, 아크 발생량에 따른 감도를 평가한다. 아날로그 output까지의 응답 평가를 통해 통신 유연성과 표준화인 TCP/IP, RS-485의 표준 프로토콜의 일관성을 검사하고, 결과물 표현에 대한 사용자 편의성을 검토하여 평가한다.
- ZigBee  
새로 설계되는 부분을 제외한 기존 아올렛의 크기 및 규격은 상용되고 있는 아올렛과 동일하여야 하고, ZigBee 통신모듈의 안테나 부분은 가능한 최소부분만이 돌출되어야 한다.

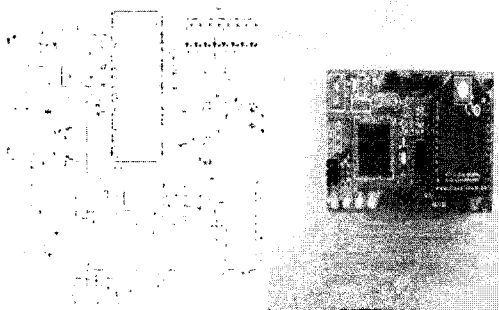


그림 7. ZigBee 회로도 및 통신부  
Fig. 7 ZigBee circuit diagram and communications department

그림 7에서 ZigBee로 설계된 통신회로를 이용하여 실제 통신 테스트를 하였고, AD 변환시의 문제점과 AVR 소스의 문제점으로 인하여 통신이 원활하지 않음을 확인하였다. 이로 인해 문제점을 보완하기 위하여 회로와 소스를 수정하여 재설계한다.

#### 4.2. 제품 평가 인증

ZigBee 통신칩은 X-Bee의 칩을 사용하였으며 ZigBee 통신을 위한 제어 및 센서에서 측정된 멀티 신호를 취합하기 위하여 제어회로를 이용하여 설계하고 적용 개발 시킨 개별 코드 인식 평가 결과표는 표 1과 같다.

표 1. 개별 코드 인식 평가 결과표  
Table 1. Recognition results of individual codes

구분	기술평가 기준	성능평가
동작 전원	3.3V	부적합, 적합
데이터 전송률	250kbps	부적합, 적합
적용거리(범위)	10~50m(1:1 통신)	부적합, 적합
잠복 시간	15ms 이하	부적합, 적합
채널 수	16채널(사용8채널)	부적합, 적합
주파수 대역	2.4GHz	부적합, 적합
어드레싱	8비트 Short 주소 EH는 확장된 64비트 IEEE주소	부적합, 적합
채널 접속 방식	CSMA/CA 및 Slotted CSMA/CA	부적합, 적합
활용온도범위	-40~85℃	부적합, 적합

전기안전과 화재재난안전을 위한 전력 IT 융복합화 기기 제품의 성능을 측정하여 +5% 내의 허용오차 값 범위 내에서 부적합, 적합으로 하여 판정한다.

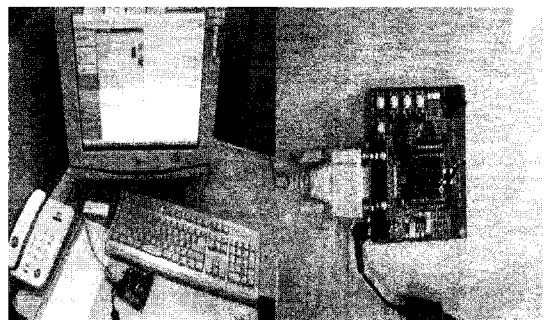


그림 8. ZigBee 송·수신부 거리 측정  
Fig. 8 Distance measurement of ZigBee transceiver

통신 측정장소는 시험실 내부이며 통신 측정을 위한 프로그램은 MAXSTREAM사의 통신측정 프로그램인 X\_CTU를 사용하였다.

그림 8같이 ZigBee 송·수신부 거리 측정 시험에서 적용거리의 범위 안에 수용되어 적합 판정을 받았으며, 그림 9는 ZigBee 모듈 거리 측정 테스트 결과 값으로 역시 적합 판정을 받았다.

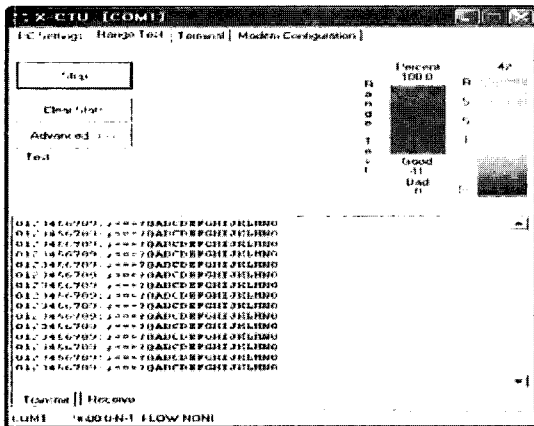


그림 9. ZigBee 모듈 거리 측정  
Fig. 9 Distance measurement of ZigBee modules

평가 결과 적합 판정을 받은 제품은 KS인증을 신청하여 전기안전에 관한 제품 인증을 받는다.

## V. 결 론

기존의 전력거기에 u-IT 기술이 융복합화 되어 다양한 기능의 제품이 개발되고 있다고, 특히 필수 인프라로서 전기안전은 필수적으로 확보해야할 요소이다.

본 논문에서는 전력기기와 u-IT기기의 융복합화 제품을 u-City에 적용시킬 전기안전기술을 확보하기 위하여, 전기안전 통합감시시스템을 개발하고, 그 중에서 전력 u-IT 융복합화 기기의 평가방법과 인증을 연구하였다. 전력기기의 단말에서 가장 많이 사용되는 아울렛에서 접속불량 검출장치가 내장된 IT 융복합화 기기를 만들었고, 전기안전 통합감시시스템에서의 원격 안전 점검을 위한 ZigBee, RFID의 센서를 이용하여 성능 평가를 하고, PD, Arc 검출 진단 시스템에서 기기 성능 실험 및 평가를 하여 적합 판정을 받은 제품에 대하여 KS, 전기안전 인증을 한다.

전력 IT기기를 평가하여 인증하려면 유·무선 통신, 온도, 습도, 화재의 안전 기준에 대한 평가 기준을 마련하고, 각각에 맞는 실험장비로 실험을 통해 평가하여, 적합 판정을 받은 제품에 대해 KS 인증을 하여야 한다.

향후 연구로는 전력 IT기기 융복합화 제품과 전기안전 통합감시시스템에서의 원격점검에서의 효과 및 분석에 대한 연구가 필요하다.

## 감사의 글

본 연구는 2009년도 에너지·자원기술개발사업의 한국전기안전공사 연구비 지원을 받아 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

## 참고문헌

- [ 1 ] 김윤호, "IT 컨버전스기술 기반의 지역 방재정보 통신산업 도출," 한국정보기술학회, 제6권, 제4호, pp.207-214, 2008.
- [ 2 ] David Bell Brunel. "Emergent application integration of ubiquitous information systems (UBIS)." Proceedings of the 4th international workshop on Services integration in pervasive environments. pp.13-18. 2009.
- [ 3 ] 권준철, "u-City와 BcN," 한국통신학회, 제23권, 제10호, pp.31-39, 2006.
- [ 4 ] 임명환, 박용재, "RFID/USN 서비스 시장 전망 및 적용 사례분석," 한국전자과학회, 제19권, 제6호, pp.3-12, 2008.
- [ 5 ] Y. Chen, J. S. Chou, and H. M. Sun, "A novel mutual authentication scheme based on quadratic residues for RFID systems," Computer Networks, Vol. 52, pp.2373-2380, 2008.
- [ 6 ] 이영로, 이재근, 정찬성, 류도, "u-City 구축사업 현황 및 향후 발전방향," 한국정보과학회, 제26권, 제8호, pp.5-12, 2008.

- [ 7 ] 이상익, 전현재, 김기현, 배석명, “전력IT기반 전  
기안전 감시시스템 설계,” 전력전자학회, pp.583-  
585, 2006.
- [ 8 ] 설정선, “IT산업정책 성과와 2008년 추진방향,”  
한국통신학회, 제25권, 제1호, pp.5-11, 2008.
- [ 9 ] Gregory, G.D., Kon Wong, Dvorak, R.F., “More  
about arc-fault circuit interrupters”, Proceedings of  
the IEEE, Vol. 40, Issue 4, pp. 1006-1011, 2004.
- [10] V. Babrauskas, “Fire due to Electric Arcing : Can  
'Cause' Beads Be Distinguished from 'Victim'  
Beads by Physical or Chemical Testing?”, Fire and  
Materials 2003, Interscience Communications Ltd.,  
pp.189-201, 2003.
- [11] Bok-ki Kim, Kuo-Ta Hsieh, Francis X, Bostick, “A  
Three-Dimensional Finite Element Model for  
Thermal Effect of Imperfect Electric Contacts”,  
IEEE Trans. on MAG., Vol. 35, No.1, pp.170-174,  
1999.
- [12] 김기현, 이상익, 강민희, 배석명, “건축물에 시설  
되는 수변전설비 내진설계 및 검사 방법에 관한  
연구,” 한국조명·전기설비학회, pp.332-335,  
2008.
- [13] 권종화, 윤재훈, 김창주, “전자파 적합성(EMC)대  
책 및 측정 기술 동향,” 한국전자파학회, 제20권,  
제1호, pp.124-133, 2009.
- [14] 이기주, 김태형, 서강래, 강근택, 이원창, “무선 센  
서 네트워크를 이용한 통합 화재 감시 시스템,”  
한국지능시스템학회, 제18권, 제2호, pp.245-248,  
2008.
- [15] Jang-Ping Sheu, Po-Wen Cheng, and Kun-Ying  
Hsieh, “Design and Implementation of a Smart  
Mobile Robot,” IEEE International Conference on  
Wireless Ana Mobile Computing, Networking And  
Communication, Vol. 3, pp.422-429, 2005.

저자소개



이정훈(Jeong-Hoon Yi)

2009년 호서대학교  
정보통신공학과 (공학사)  
2009년~현재 호서대학교 벤처전문  
대학원 IT응용기술 학과  
(석사과정)

※ 관심분야: 포렌식, 정보보호, 네트워크 보안, 유비  
쿼터스, IT convergence



박대우(Dea-Woo Park)

1998년 숭실대학교 컴퓨터학과  
(공학석사)  
2004년 숭실대학교 컴퓨터학과  
(공학박사)

2000년 매직캐슬정보통신연구소 소장, 부사장  
2004년 숭실대학원 정보과학대학원 정보보안학과  
겸임조교수

2006년 정보보호진흥원(KISA) 선임연구원  
2007년~현재 호서대학교 벤처전문대학원 조교수  
2007년~현재 호서대학교 벤처전문대학원 조교수

※ 관심분야: 정보보호, 유비쿼터스 네트워크 및 보안,  
보안시스템, CERT/CC, Forensic, Hacking, VoIP 보  
안, 이동통신 및 WiBro 보안



김 응 식(Eung-Sik Kim)

1984년 서울대학교 (공학사)  
1986년 서울대학교 대학원  
(공학석사)  
1991년 서울대학교 대학원  
(공학박사)

1992년~현재 호서대학교 교수

※ 관심분야: 전기안전, 전기화재, 화재대피, 산불피해  
예방, 고전압



김 홍(Hong-Kim)

1980년 충남대학교 (공학사)

1982년 충남대학교 대학원  
(공학석사)

1987년 충남대학교 대학원  
(공학박사)

1988년~현재 호서대학교 교수

1999년~2003년 (사)한국창업보육협회 1,2대 회장

2003년~2004년 대통령자문 국가균형발전위원회  
자문위원

2004년~2006년 아시아창업보육협회 회장

2005년~2008년 한국안전학회 회장

2006년~2009년 한국벤처창업학회 회장

2008년~현재 호서대학교 산학협력단장

※ 관심분야: 산업안전, 화재폭발, 방화방폭, 기술벤처  
창업, 벤처기술개발