

## U-city 안전을 위한 전기IT기기의 성능평가 시뮬레이션

박대우<sup>○</sup>, 최종문<sup>\*</sup>, 김응식<sup>\*\*</sup>

호서대학교 벤처전문대학원<sup>○\*</sup>, 호서대학교<sup>\*\*</sup>

e-mail: jmchoi@hoseo.edu, prof1@paran.com, eskim@hoseo.edu

### Performance Evaluation Simulation of Electrical IT Equipment for U-city Safety

Dea-Woo Park<sup>○</sup>, Choung-Moon Choi<sup>\*</sup>, Eung-Sik Kim<sup>\*\*</sup>

Hoseo Graduate School Of Venture<sup>○\*</sup>, Hoseo University<sup>\*\*</sup>

#### ● 요약 ●

U-City의 안전을 위하여 안전한 전기공급과 전기안전 점검과 전송에 필요한 전기IT 인프라는 중대한 요소이다. U-City의 건설에 필요한 전기IT기기의 설계와 개발 및 제조를 하고 Test-bed에 설치하여 성능 평가를 한 후에 검증을 받은 전기IT기기를 U-City 설치하여야 한다. 본 논문에서는 U-City 안전을 위한 전기IT기기에 대한 절연저항, 누설전류에 따르는 고온, 연기, Co2, 불꽃, 화재 등을 감지하는 센서를 부착하고, 발생할 수 있는 재난을 사전에 예방하기 위해 전기안전보호기술, 전기설비를 상시 감시할 수 있는 기반기술, 설비를 원격으로 관리할 수 있는 제품에 대한 성능평가와 시뮬레이션을 통해 U-City에 구축되려는 종합적인 전력통합감시시스템을 연구한다.

키워드: U-city, 전기IT기기(Electricity IT equipment), 성능평가(Performance Evaluation), 시뮬레이션(Simulation)

#### I. 서론

IT-Convergence 제품들이 U-City 건설에 사용되고 있고, 유비쿼터스(Ubiquitous) 사회의 인프라를 위한 IT기술을 이용한 전기IT설비도 중요한 부분을 차지하고 있다.

U-City의 안전을 위하여 필수적인 요소가 전기의 공급과 전기 안전이다. 안전한 전기공급과 전기안전 점검과 전송에 필요한 전기IT 인프라는 U-City건설의 중대한 요소이다. U-City의 건설에 필요한 전기IT기기의 설계와 개발 및 제조를 하고 Test-bed에 설치하여 성능 평가를 한 후에 검증을 받은 전기IT기기를 U-City 설치하여야 한다. U-City 관리 시스템은 사용자의 편리성과 전기의 안정성, 그리고 비용절감 및 설비운용의 효율성을 가져야 한다 [1][2].

특히 전기는 U-City의 건설 인프라로서 제품들의 동작에 전기 동력을 제공하지만, 또한 전기화재로 인한 재해의 위험성을 내포하고 있다. 전기 재해 발생 시에 사고 규모가 크고, 불시에 화재 등 재해가 전파되어, 소방법과 전기사업법에서는 별도의 재해예방 대책을 수립하고 있다[3].

전기의 이상에서 발생하는 전기에 의한 화재, 감전 등과 같은 재해는 그 징후가 비가시적으로 다른 재해에 비해 인지가 어려워, 상시적으로 감시할 필요성이 있고, 전기설비의 고장이나 열화에 의해 발생하는 현상에 대하여 일상적인 방법으로는 절연저항, 누설전류 외에는 상시 측정의 어려움이 있으므로, 이에 대해 감지 센서를 이용하여 기술개발이 필요하다. 또한 현행 사후관리 전기안

전관리시스템의 한계를 극복하기 위한 사전예방 차원으로 전환하기 위한 기술개발이 필요하다[4].

전력 IT 제품의 출시 및 수용가에서 사용되는 부분에서는 전기제품의 특성과 유무선 통신시스템에 전기안전성, EMC(Electro-Magnetic Compatibility), 유무선 통신부분까지 종합적으로 관련되어 성능 평가 및 인증제도가 필요한 실정이다.

따라서 본 논문의 연구에서는 U-City에 전기공급과 전기안정성을 확보하기 위해 구축되려는 전기IT기기에 대한 절연저항, 누설전류에 따르는 고온, 연기, Co2, 불꽃, 화재 등을 감지하는 센서를 부착하고, 발생할 수 있는 재난을 사전에 예방하기 위해 전기안전 보호기술, 전기설비를 상시 감시할 수 있는 기반기술, 설비를 원격으로 관리할 수 있는 제품에 대한 성능평가와 시뮬레이션을 통해 U-City에 구축되려는 종합적인 전력통합감시시스템을 연구한다. 새로 개발된 전기IT기기에 대한 성능평가를 실시하고, 인증을 받게 하여, 정보화 도시인 U-City에 대한 전기안전 통합관리시스템의 성능평가와 Test Bed 구축, 시범서비스 사업 등을 통하여 시스템의 안전성을 확보하고자 한다.

#### II. 관련 연구

##### 2.1 전기IT기기

전기IT 용복합화 제품인 아울렛 등은 PD(Partial Discharge),

Arc 검출 진단 시스템에서 상시적으로 감시를 하며, ZigBee[5], RFID[6]의 센서를 이용하여 감시 값과 임계치 정보를 전기안전관리시스템에게 정보를 전달한다. 즉 기존의 전기안전관리시스템에 다다 전력 IT-융복합화 기기들을 응용하는 실시간으로 센서의 정보들을 전달받아 분석하여 배선 및 콘센트의 접촉불량에 의한 전기화재의 예방과 아크, 누전, 과부하, 전력품질, 전기설비의 진단 기능을 갖는 배분전반, 전기안전지도 등의 개발을 통한 전기안전관리를 위한 U-City 통합감시시스템에 접속하여 전기 안전성을 확보한다.

전기 안전의 필수적인 기본 기기로서의 전기안전 통합감시시스템의 개발은 국민의 소중한 재산과 생명을 보호함으로써 인적, 물적 손실의 예방을 통해 산업과 경제적으로 많은 도움을 줄 것이다. 또한 전기안전 통합 감시시스템과 관련된 기술개발은 접촉불량 예방기능을 갖는 제품시장의 활성화, 새로운 배전반 제작시장의 형성, 첨단 정보통신기술을 갖는 분전반, 게이트웨이, 원격감시기술을 적용한다[7].

## 2.2 전기기기의 성능평가

전력 IT기기를 평가하여 인증하려면 유무선통신에 대한 표준화 준수 여부 및 기능의 정상 작동 여부, 온도, 습도, 화재센서에 대하여 각각에 맞는 성능시험장비를 이용하여 성능의 적합 여부를 실험한다. 다음은 전기IT기기의 U-City에 적용될 기기 제품에 대한 평가 기준들을 정리한 것이다[8].

### ■ 고전력 증폭기

새로 설계되는 부분을 제외한 기존 아울렛의 크기 및 규격은 상용되고 있는 아울렛과 동일하여야 하고, ZigBee 통신모듈의 안테나 부분은 가능한 최소부분만이 돌출되어야 한다.

### ■ 아울렛

새로 설계되는 부분을 제외한 기존 아울렛의 크기 및 규격은 상용되고 있는 아울렛과 동일하여야 하고, ZigBee 통신모듈의 안테나 부분은 가능한 최소부분만이 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 아울렛의 크기 및 규격은 상용되고 있는 아울렛과 동일하여야 하고, ZigBee 통신모듈의 안테나 부분은 가능한 최소부분만이 돌출되어야 한다.

## 2.3 전기기기의 표준화

산업자원부 기술표준원은 전기IT 연구개발과 표준화를 동시 진행으로 전기IT 사업 통합성 확보 및 조기 상용화를 지원한다는 목표로 전기IT 표준화를 추진 중에 있다. 전기IT 연구과제는 상호 연계성 확보를 위해 통신 프로토콜 등의 표준을 적시에 공급하고, 연구개발로 인해 창출된 전기IT 신기술 및 신제품의 신속한 국제 표준화를 추진한다는 것이다. 또한 신기술 및 신제품의 인증 등 적합성평가를 조기에 완성해 시장창출 및 상용화를 적극 지원할 방침이다.

기술표준원은 차세대 변전자동화 시스템과 에너지관리시스템 등의 표준화에 국제 전기기술위원회(IEC) 프랑스 대표기관인 UTE(전기통신기술연합)와 공동협력을 추진한다. 기존의 통신제어용 구리배선 변전시스템을 국제표준 방식인 차세대 광케이블이더넷 통신방식 변전시스템으로 변환한다는 계획이다. 기술표준원은 전기IT 국내 전문가로 구성된 대표단을 구성해 국제표준(IEC 61850)기반 차세대 변전시스템이 전력계통과 IEC61850은 변전소 자동화 통신 프로토콜의 국제 단일표준으로 제정에 노력하고 있다.

## III. U-city 전기기기의 구성, 표준화, 성능평가 실험기준

U-City에 필요한 전기공급과 전기안전성을 확보하기 위해 구축하려는 전기IT기기 Home Network Wall-Pad, 비접촉식 아크 검출기, 아크안전 진단, 아울렛, MPNP, 블랙박스, 차단기에 대한 절연저항, 누설전류에 따르는 고온, 연기, Co2, 불꽃, 화재 등을 감지하는 센서를 부착하고, 발생할 수 있는 재난을 사전에 예방하기 위해 상시 감시할 수 있는 기반기술, 설비를 원격으로 관리할 수 있는 전기IT기기 제품에 대한 성능평가의 구성, 표준화, 실험기준을 연구한다.

### 3.1 전기기기의 제품 개발 내용

표 1은 U-City에 적용될 전기IT기기 제품에 대한 모듈별 개발 내용들을 정리한 것이다.

표 1. U-City에 적용될 전기IT기기 제품개발 내용

Table 1. IT equipment power to be applied to U-City for product development

제품명	전기IT기기 개발 제품 내용
Home Network Wall-Pad	* 제어보드 데이터 통신 및 서비스 연동 검증(UART) * 콘센트 Arc 검출 회로와 연동 및 검증. * U-City 통합 서버와 TCP/IP통신 서비스 * 세대 통합 분전반 매립함 및 커버 설계
비접촉식 아크 검출기, 아크안전 진단	* 직렬 아크 검출기 개발 * 아크 발생시 동반되는 빛, 파장 등을 이용한 새로운 검출 기술 개발
아울렛	* 접촉불량 검출장치 및 통신모듈 개발 * Zigbee 통신 모듈개발 * 접촉불량 검출장치가 내장된 아울렛 금형 및 제작
저전압 배전반 (MPNP) 블랙박스	* 블랙박스 개발 * 전기안전을 위한 센서 모듈 개발 * 게이트웨이 개발
차단기	* 통신 연동 시험 * MPNP 브리켓 설계 및 제작 * 배선용 차단기 개발 * 누전 차단기 개발

### 3.2 전기IT기기의 모듈 분석

전기IT기기 제품의 모듈 구성도를 분석해 보면 다음과 같다. 배전반(MPNP)의 절연상태를 모니터링하기 위한 여러 가지 입력신호를 받아서 임베디드 PC에서 처리한다.

■ Measuring Item

- Arc : 4Ch
- PD : 1Ch
- Fire : 1Ch

그림 1과 같이 전기IT기기의 모듈이 구성되어 각 아이템/채널 별 개별 보드로 모듈화하고 각 보드에 프로세서를 장착한다. 화재 센서는 처리 완료된 데이터를 RS485로 입력, 각 보드로부터의 신호는 메인보드에서 종합 처리한다. Ethernet을 통하여 상위와 일방 통신으로 신호 송신하며, 임베디드 터치스크린 PC를 사용하여 결과 표시한다.

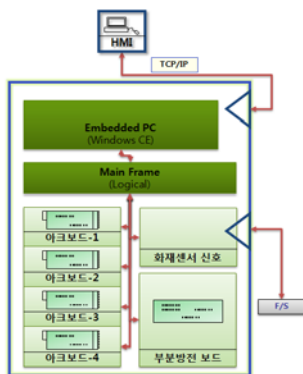


그림 1. 전기IT기기 구성

Fig. 1. electricity IT equipment configuration

### 3.3 전기IT기기의 표준화

표 2는 U-City에 적용될 전기IT기기 제품별로 적용될 모듈들에 대한 표준화 내용들을 정리한 것이다.

표 2. 전기IT기기 제품의 모듈별 표준화 내용

Table 2. Modular Standardization of IT equipment for electricity products

회사	개발 제품 표준
Home Network Wall-Pad	제어보드 데이터 통신 : 검증 표준 : RS-232 KSC/IEC 60884-1, KSC/IEC 60884-2-6 (가정용 및 이와 유사한 용도의 플러그 및 콘센트 ) KSC/IEC 60364-432,1 (과부하 및 단락전류 보호 가능 기구) KSC/IEC 60364-433 (과부하보호) KS C 8326 (주택용 분전반) KSC IEC 60439-1 (분전반 통칙) KS C 1306 (회로계) TTAS,KO-04,0058 (홈네트워크 월패드 매입함) TTAS,KO-06,0111 (RFID Privacy Protection Guideline) KEMC pro,DB-01 (제품규격 분전반)
비접촉식 아크 검출기, 아크안전 진단	KSC IEC 61643-1 (저압배전계통의 서지보호장치) KSC/IEC 60364 (건축전기설비) TTAS,KO-06,0143/R1 (RFID 코드 식별을 위한 OID등록 및 관리체계)
아울렛	TTAS,KO-04,0001/R2 (주거용 건물에 대한 구내 통신 선로 설비) TTAS,KO-04,0002/R1 (업무용 건축 물에 대한 구내통신 선로설비) TTAS,KO-04,0008/R1 (구내 평형 케이블의 전기적 성능 시험방법) TTAS,KO-04,0019/R1 (옥외 구내선로 배선) TTAS,KO-10,0258 (정보시스템 성능관리 지침)
저전압 배전반 (MPNP) 블랙박스	KS C 8336 (자동 온도 조절기), KS C 1608 (지시열전온도계) TTAS,KO-05,0040 (차세대PC용 3차원 스마트 입력장치) TTAR-06,0034 (지하공동구 관리 서비스 응용 요구사항 프로파일) TTAS,KO- 01,0061 (MEGACOH,248 프로토콜 적합성 시험) TTAS,KO-04,0005/R1 (구내통신선로설비 설계 및 설치) TTAS,KO-04,0061 (지능형 홈 기기의 네트워크 및 제어 접속 플랫폼) TTAS,KO-10,0260 (전산기계실 관리 지침) TTAS,OT-03,0017 (이더넷 기반 수동형 광통신망의 광전송장치용 송수신기 특성 및 신뢰성 시험절차)
차단기	KS C 4613 (누전 차단기) KS C 8321 (배선용 차단기) KS C 8452 (옥내 배선용 연결함) TTAK,KO-04,0081 (홈네트워크 용어) TTAS,KO-06,0046/R3 (시각장애인용 음성유도기 무선규격) TTAS,KO-04,0039 (낙뢰에 대한 광케이블 보호수단과 접지의 적용) TTAS,KO-10,0118/R1 (정보시스템 운영관리 지침) TTAS,KO-10,0260 (전산기계실 관리 지침)

### 3.4 전기기기의 성능평가 실험 기준

- 초기 안정화 시간 측정(산화물 반도체 센서)
  - 센서의 과도특성 평가를 통한 안정한 데이터 획득
  - 실제 가동시간 조건 파악
- 외적 요인(온도, 습도)에 의한 신호분석
  - 장기 운행 시 신호변화에 영향을 줄 수 있는 환경요인을 파악
  - 데이터 분석을 통한 외적 요인과 장기운행 요인에 따른 원인 파악

## IV. 전기기기의 성능평가 시뮬레이션

U-City에 적용될 전기IT기기 제품 별로 화재, 온도, 습도 연기, Co2 센서 등을 적용하여 전기IT기기의 성능 평가 시뮬레이션을 실행해 본다.

### 4.1 센서(온도, 습도, 연기, Co2) 분석

그림 2는 충전전반 전기화재 시뮬레이션을 통해 전기IT기기 제품이 온도, 습도 연기, Co2 센서 등을 반응하는 성능 평가 시뮬레이션을 실행하였다. 각 센서는 온도와 습도 연기에 반응하여 탐지 값을 임계치 이상으로 측정 되었을 때, U-City 본부의 전기안전 통합관리시스템으로 정보를 전송 하였다.

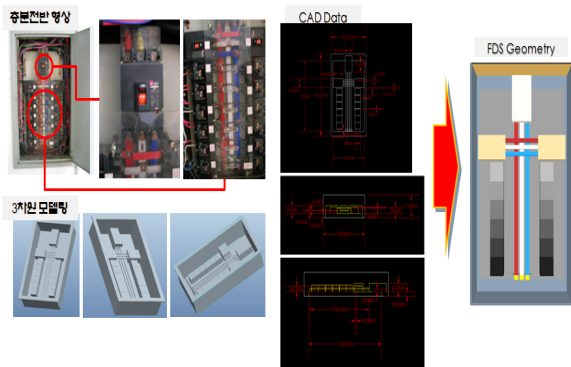


그림 2. 충전전반 전기화재 시뮬레이션  
Fig. 2. Charge distributor electrical fire simulation

### 4.2 센서 임계치 반응 측정

그림 3은 전기화재 시뮬레이션을 통해 전기IT기기 제품이 화재가 발생 하였을 때, 센서의 측정 임계치 이상으로 값이 올라갔을 때, 반응을 측정하는 성능 평가 시뮬레이션을 실행하였다.

화재센서는 온도와 연기 화재에 반응하여 탐지 값을 임계치 이상으로 측정 되었을 때, U-City 본부의 전기안전 통합관리시스템으로 정보를 전송 하였다.

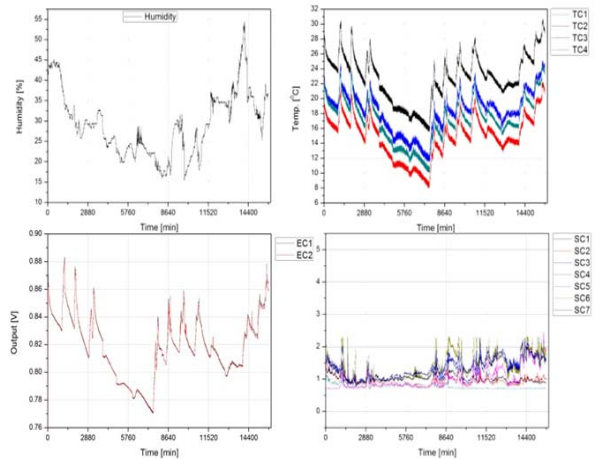


그림 3. 화재 센서 임계치  
Fig. 3. Fire sensor threshold

### 4.3 시뮬레이션 신호값

전기IT기기 내에서 화재가 발생 하였을 때, N<sub>2</sub>와 CO가 발생하여 일정한 유속 조건에서 센서 응답시간 평가에서 최대 신호 값에 대한 90% 신호값을 나타내는 데 걸리는 시간을 측정한다.

HPNP, MPNP, 수배전반 등 유사한 공간에서 전기화재 발생한 것으로 가정 했을 때, 시뮬레이션을 통하여 즉시 전기를 차단하고 U-City 본부의 전기안전 통합관리시스템으로 비상 모드로 전환하는 정보를 전송 하였다.

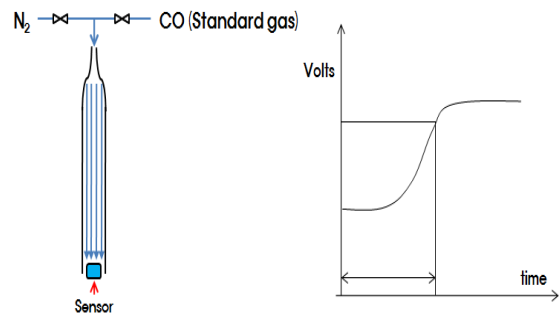


그림 4. 전기화재 시뮬레이션  
Fig. 4. electrical fire Simulation

### 4.4 시뮬레이션 시험성적서(외부)

전기IT기기에서 성능 시험을 외부에 의뢰하여 시뮬레이션 평가를 받은 시뮬레이션 시험성적서이다. 내용은 다음과 같다.



그림 5. 시험 성적서[10]  
Fig. 5. Test Report

- 시험종류 - 성능확인시험
- 제품명 - 누전차단기
- 형식명 - DMS 32Fcz
- 정격 - 단상 2선식 220V 20A 30mA 0.03s 5kA
- 적용규격 - k 61009-1:2008-02
- 접수번호 - TRD10S00270(2010.02.04)
- 신청자 - (주)대륙  
경기도 용인시 처인구 포곡읍 삼계리 530
- 제작자 - (주)대륙  
경기도 용인시 처인구 포곡읍 삼계리 530
- 시험일자 - 2010.02.07
- 발행일자 - 2010.02.19
- 시험결과 - 참고시험으로써 정격단락용량에서의 시험을 실시한 결과 첨부와 같음

## V. 결론

U-City에 필요한 전기공급과 전기안전을 위한 전기IT기기와 인프라 구축은 필수이다. 본 논문에서는 U-City에 구축하려는 전기IT기기에 대한 절연저항, 누설전류에 따르는 고온, 연기, Co2, 불꽃, 화재 등을 감지하는 센서를 부착하여, 재난을 사전에 예방하기 위해 상시 감시할 수 있는 전기안전보호기술, 전기설비를 원격으로 관리할 수 있는 제품에 대한 성능평가와 시뮬레이션을 연구하여, U-City에 구축되려는 종합적인 전력통합감시시스템을 연구하였다.

향후 연구로는 실제 U-City에 구축한 전기IT기기와 에너지, 가스 등을 통합하는 U-City 재난관리 통합감시시스템에 대한 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] 김정훈, 조춘만, “유비쿼터스 시대를 대비한 u-City 계획체계 정립방안,” 한국GIS학회지, 16(1), 129-144쪽, 2008.
- [2] 신현수, “IT Convergence,” 한국지능시스템학회지, pp.264-267, 2011.
- [3] 김현수, “전기사업법상 기술기준 개편,” 대한전기학회, 223-226쪽, 2004.
- [4] 이은웅, “우리나라의 전기 역사와 전기기술의 위상,” 대한전기학회, 17-18쪽, 2003.
- [5] 고덕영, 정동규, “ZigBee를 이용한 원격 조도 제어시스템,” 한국정보기술학회, 168-173쪽, 2010.
- [6] 신우철, 유상봉, “확장된 사용제어 모델을 이용한 RFID 접근 제어,” 한국전자거래학회, 12(4), 127-144쪽, 2007.
- [7] 길경석, 송재용, 이종혁, 권장우, 송동영, “전자파 대응 단위세대 분전반의 설계 및 제작,” 한국조명설비학회, 14(6), 18-25쪽, 2011.
- [8] 김현식, 조정현, 김시호, “무선 전력 구동 센서 테크 내장형 온도센서의 설계,” 대한전자공학회, 44(10), 1-6쪽, 2007.
- [9] 이기주, 김태형, 서강래, 강근택, 이원창, “무선 센서 네트워크를 이용한 통합 화재 감시 시스템,” 한국지능시스템학회, 18(2), 2008.
- [10] 대륙, “U-City 환경에 적합한 전기안전 통합 관리시스템 개발 및 실증,” 프로젝트 발표자료, 2010. 3.