

# 저전압 전기설비의 온라인 감시시스템 구축을 위한 국내외 실태조사

(The Survey of Domestic and Foreign for On-Line Monitoring System  
at Low Voltage Facilities)

김영석\* · 송길목 · 김선구

(Young-Seok Kim · Kil-Mok Shong · Sun-Gu Kim)

## 요 약

본 논문에서는 전기안전에 대한 부가서비스 같은 저전압 전기설비의 온라인 감시시스템 구축을 위한 국내외 실태조사를 수행하였다. 일본은 미래 정보화 사회를 위해 IT 기본법에 근거한 온라인 전기설비 감시시스템 서비스를 실시하고 있으며, 전기안전뿐만 아니라 지진이나 방범등의 부가서비스를 실시하고 있었다. 미국 및 유럽에서는 전력선 통신을 사용하여, 온라인 감시 및 빌딩군 관리 서비스를 실시하고 있었다. 국내에서도 전기안전과 관련하여 디지털 수배전반 등을 통해 누설전류 측정, 부하관리 등에 대한 서비스를 일부 기업에서 서비스를 실시하고 있었다. 실태조사를 통해, 국내에서도 시장 활성화를 위한 법, 제도적 개선이 필요할 것으로 판단된다.

## Abstract

In this paper, the survey and the analysis of domestic and foreign for on-line monitoring system at low voltage facilities example for value added service about electrical safety were executed. According to survey, in Japan, they are executing the on-line electrical facilities monitoring service based on IT basic law for the information of society construction and not only electrical safety but also value added service such as alarm for earthquake, security are being done. In USA and Europe, using power line communication(PLC), the on-line observation and building district management service were being realized. Observing the domestic case, electrical safety related with service such as distribution panel product incorporating load management and leakage current measurement was being executed in some companies. From the survey, it is necessary to improve on the law and the system for market activity in domestic.

Key Words : Value Added Service, Electrical Safety, PLC, On-line Monitoring System

\* 주저자 : 전기안전연구원 설비안전연구원 연구원

Tel : 031-580-3064, Fax : 031-580-3111

E-mail : athens9@naver.com

접수일자 : 2007년 1월 12일

1차심사 : 2007년 1월 17일

심사완료 : 2007년 1월 30일

## 1. 서 론

최근 국내에서는 정보화기술(IT)의 발달로 인한 u-Korea 전략을 추진하여 국가의 모든 자원을 지능

저전압 전기설비의 온라인 감시시스템 구축을 위한 국내외 실태조사

화, 네트워크화 함으로써 국민들이 언제 어디서나 일상생활에 필요한 서비스를 활용할 수 있는 유비쿼터스 시스템을 구현하고 있으며, 이는 물류, 의료, 가전, 통신 등 전 산업에 영향을 주어 사회 전반의 본질적인 변화와 인간 삶 향상의 변화를 가져 올 것으로 기대된다[1]. 산업자원부를 비롯한 기업체에서는 정보화 기술의 진보에 따른 전력·전기 산업분야에서 새로운 부가가치를 창출하기 위한 전력 IT의 성장동력 사업을 추진 중에 있다. 전력 IT의 기본방향은 첫째, 전력기기의 자동화, 디지털화, 네트워크화를 통한 효율성과 안전성의 향상, 둘째, 전력선을 통한 통신기술과 관련서비스 산업의 발전으로 유비쿼터스 시대의 저렴한 통신망서비스 공급, 셋째, 전력시장에서의 실시간 전력거래 구현을 위한 기기와 서비스의 제공 등을 들 수 있다. 급속도로 발전하는 정보화기술은 전 산업분야에 대해 응용되고, 연구개발이 지속적으로 이루어지고 있으며, 저전압 전기설비에 대한 원격감시 및 제어기술 및 제품개발 등에 대한 수요도 증가하고 있다[2].

가까운 일본에서는 전기안전을 위해 저전압 전기설비에 온라인 감시시스템을 도입하여 이상 징후를 수용가에게 통보하고, 기술자가 긴급 출동하여 사고를 미연에 방지하는 서비스를 제공하고 있다. 일본과 약간 다른 경우지만, 미국 및 유럽에서는 전기설비를 균 관리 할 수 있는 서비스를 도입하여 에너지 절약과 전기설비를 이용한 부가서비스(보안, 방범서비스)를 수용가 요구사항에 맞게 제공하고 있다 [3-7].

하지만 국내에서는 정보화기술의 발달과 전기설비의 발달은 급속도로 이루어졌지만, 전기안전 분야에서 전력 IT를 접목한 연구개발과 시장 활성화를 위한 법, 제도적 장치의 마련이 미비한 단계이다. 본 논문에서는 정보화 기술을 융합한 미래의 전기안전 방향을 위해 온라인 전기설비 감시시스템의 선진 외국사례 및 국내현황 등의 시장 실태를 조사하고 분석하였으며, 전기안전분야의 고부가 서비스를 위한 시장활성화 제도, 법 등에 관해 조사하였다.

## 2. 일본의 온라인 감시시스템

그림 1은 일본전기보안협회의 전기 설비 감시시스템의 흐름도를 나타낸다. 전기설비에서 누전 등의 이상 징후가 발생하면 DoPa망(무선통신)을 이용하여 협회의 집중감시수신센터로 신호가 전달되고 랜(LAN)을 이용하여 각 지역의 기술센터, 수용가의 휴대전화, 컴퓨터 등으로 경보 및 전송하여 원인조사를 수행한다. 전기보안협회에서 제공하는 전기설비 상시감시 시스템은 다음과 같다.

### 2.1 저전압 상시감시 시스템

그림 2에 저전압 상시감시 시스템을 나타낸다. 이 시스템은 1988년부터 서비스를 제공하고 있는 것으로, 저전압 전기설비에 있어서 설정치를 초과하는 누전을 검출하면 보안협회의 감시센터에서 자동적으로 통보한다. 수신 확인 후, 협회기술원으로부터 수용가에 현상확인 전화로 걸고, 현장에 출동해서 원인조사를 하는 등의 대응을 한다. 저전압 상시감시 시스템은 24시간 365일, 절연상태의 감시, 이상발생의 통보, 원인조사까지를 일괄해서 수행하는 것을 말한다.

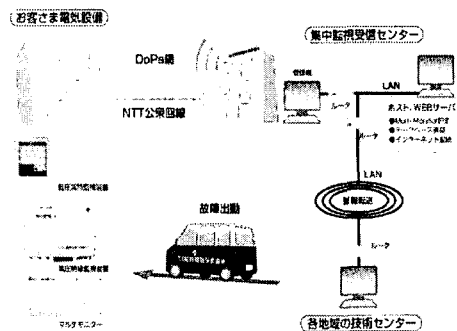


그림 1. 일본 전기보안협회의 전기설비 감시시스템  
Fig. 1. The on-line monitoring system of electrical facilities in KSDH Japan.

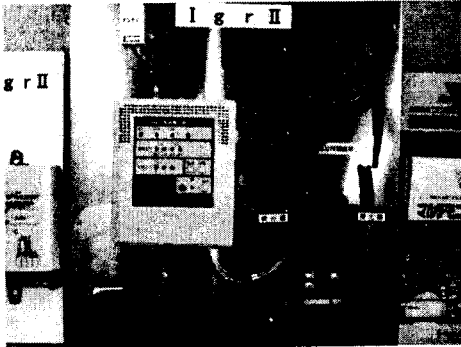


그림 2. 저전압상시감시시스템  
Fig. 2. The on-line monitoring system at low voltage

## 2.2 고전압상시 감시시스템

그림 3에 고전압상시 감시시스템을 나타낸다. 이 시스템은 1996년부터 서비스를 제공하고 있는 것으로 고전압전기설비의 절연을 24시간 연속으로 감시하고, 고전압전기설비가 절연과괴 등의 고장에 도달하기 전의 현상을 검출해서 자동통보를 해주는 역할을 한다. 자동적으로 송신되어온 파형 데이터를 수용가 담당기술센터에서 해석하고 현상발생의 원인을 진단하고 알려준다. 또한 필요에 따라 현상발생 개소의 탐색을 수행한다. 이 시스템은 고전압상시감시시스템 현상의 원인을 구명하기 위한 해석 프로그램 및 현상에의 대응을 조합시킨 시스템이다. 하지만, 고전압상시감시시스템이 무정전에서 연속적으로 고전압전로의 절연감시를 수행하는 것은 아니다. 사고의 전조로 되는 현상이 발생했을 때 그 정보를 전기보안협회의 집중감시수신센터에 휴대전화 데이터 회선을 통해서 자동송신을 한다.

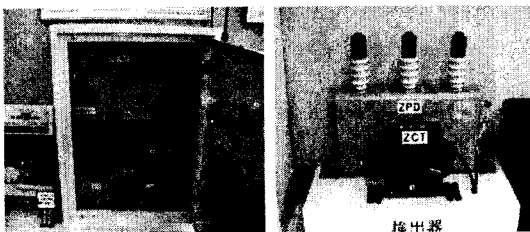


그림 3. 고전압상시감시시스템  
Fig. 3. The on-line monitoring system at high voltage

## 2.3 수용가 Demand 시스템

그림 4에 수용가 Demand 시스템의 사진을 나타낸다. 이 시스템은 2004년부터 서비스를 시작하였으며, 수용가의 전기 사용상황·실태를 파악·분석하고, 적절한 비용감소의 제안이나 제시를 제공한다. 또한 분석결과를 기초로 Demand 감시 장치에서 「Demand 관리」를 수행하는 것에서 피크전력(계약 전력)의 제어가 가능하다.

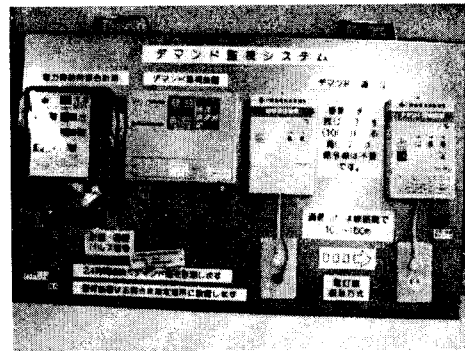


그림 4. 수용가 Demand 시스템  
Fig. 4. The demand system

이 시스템을 도입하면 첫째, 계약전력의 저감 및 상송방지에 의한 비용을 저감할 수 있고, 둘째, 데이터분석에 의해 수용가에 유리한 계약을 선택할 수 있는 전력계약종별의 개선을 검토할 수 있으며, 피크시의 전력을 다른 시간대로 이행, 정지하는 것에 의해 피크 전력을 억제하고, 생산량을 떨어뜨리지 않고 부하율을 향상시킬 수 있다.

## 2.4 일본 M 전기의 홈 분전반 서비스

그림 5에 일본 M전기에서 개발한 홈 분전반과 이를 이용한 부가서비스 흐름도를 나타낸다. 일본 M 전기에서 개발한 홈 분전반은 전기 공급뿐만 아니라, 지진경보 등 부가적인 서비스 기능으로 설계되었다. 분전반은 전력회사로부터의 전력 공급 외에 태양광 발전, 가스발전 등을 이용할 수 있는 차단기가 별도로 설치되어 주 전력과 별도전력을 혼용하여 사용할 수 있다. 이 홈 분전반 및 분기차단기의 크기는 기존

저전압 전기설비의 온라인 감시시스템 구축을 위한 국내의 실태조사

일반 분전반 대비 1/2 정도 작게 만들었으며, 기능은 2배로, 공간은 1/2로 축소하였다. 또한 홈 분전반에 게이트웨이를 설치하여 조명제어, 보안(Security), 현관 인터폰 기능 등을 일본 M본사에서 직접 제어 하며, 2006년부터 본격적인 서비스를 실시하고 있다.

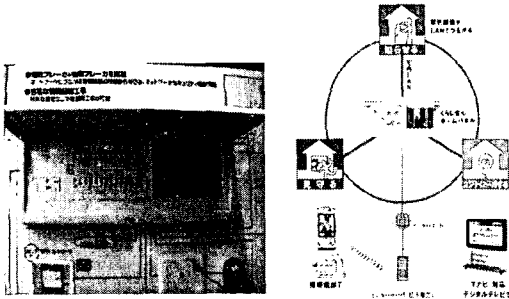


그림 5. 홈 분전반과 부가서비스 네트워크  
Fig. 5. The home smart cabinet panel and value added service network

### 3. 미국, 유럽의 온라인 감시시스템

#### 3.1 전력선통신을 이용한 감시시스템

전력선을 이용한 PLC 통신을 이용하여 미국의 A사에서는 PL31xx 칩을 이용한 저속 전력선 통신 기술로서 대략 5.5[kbps]의 통신속도를 갖는 방식으로 서비스를 제공하고 있다. 개방형 네트워크(LonWorks)는 ANSI/EIA 709.1 제어 네트워크를 구성하여 건물, 공장, 교통, 홈 네트워크 분야 등 디바이스 네트워크의 표준으로 널리 사용되고 있으며, 모든 국가의 주 파수 규약을 만족하는 칩셋인 PLT-22는 신뢰성 있는 전력선 통신 네트워크의 구축에 이용된다.

미국 A사에서는 이런 칩을 이용하여 빌딩 조명제어 및 전기제품과의 통신, 스마트 미터링, 가로등 제어, 기타 빌딩군 관리 등에 ANSI/CEA 709.1과 IT 기술을 접목하여 응용하고 있다. 빌딩 및 가정 내에서의 조명, 가스, 방범제어는 각 제품마다의 통신 모듈로 연결되고 A사에서 제공하는 I-lon 서버를 이용하여 컴퓨터 프로그램에서 제어, 관리되어 에너지를 절약하고 있다. 그림 6에 스마트 트랜시버와 관리 프로그램을 나타낸다.

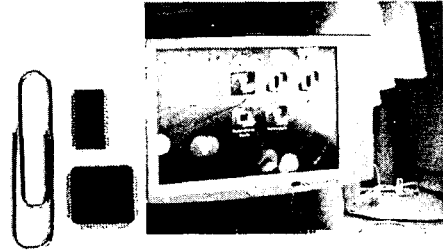
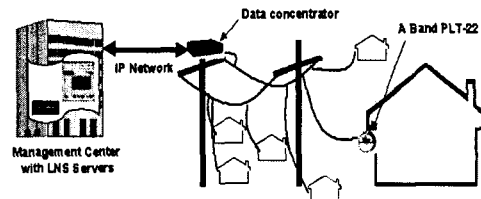


그림 6. 스마트 트랜시버 및 관리프로그램.  
Fig. 6. The control program and smart transceiver

그림 7에 이태리 전력회사인 ENEL의 전력선을 이용한 원격 검침용 솔루션을 나타낸다. 이태리에서 원격 검침 서비스를 이용하는 가구수는 무려 2천7백만 가구였다. 이 솔루션은 각 가정의 미터기의 검침 데이터를 주상변압기에 설치되는 집중기에서 전력선 통신을 이용하여 받고 이 데이터를 주상변압기에서 GSM무선 IP 망을 통해 관리 센터의 서버에 저장한다는 어플리케이션이다.



- A-band communication to meters
- Data concentrators at substations
- LNS Servers at management center
- LNS applications at management center — or anywhere else you want via the Internet

그림 7. ENEL사의 원격검침 시스템 구축  
Fig. 7. The remote metering system of ENEL company

그림 8은 노르웨이 오슬로 시의 가로등 제어시스템을 나타낸다. 노르웨이 오슬로 시에서는 가로등 제어 시스템 관리 사업으로 전체 가로등 15만대 중 8,000천대를 관제센터인 하스룬드(Hafslund) 사무실에서 컴퓨터 1대로 모니터링을 하고 있으며, 문제가 발생하면 긴급 출동반이 출동하여 처리하는 운영을 하고 있다. 가로등 제어 시스템의 통신 방법은 현장

사정에 따라서 PLC 통신, 인터넷 통신, 무선 통신 등을 사용하고 있고, 이 시스템의 도입으로 에너지 절약이 50[%]이상이 되며, 가로등 운영 관리비용도 약 40[%]정도 절감되는 것으로 나타났다. 가로등 제어 시스템의 모니터링 내용은 가로등의 점멸 상태 감시, 기기의 발열상태 감시, 조도 측정, 전류 및 전압 측정 등이 있으며, 디밍 제어도 교통량에 따라 조절하고 있다.

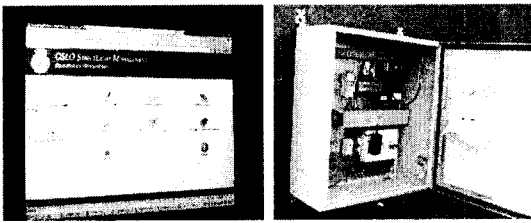


그림 8. 가로등 제어 시스템  
Fig. 8. The remote metering system of ENEL company

### 3.2 빌딩 군 관리 서비스

빌딩의 군 관리 서비스는 미국의 K회사에서 서비스를 제공하고 있다. 빌딩의 군 관리 서비스는 기존 빌딩자동화시스템(BAS)에서 업그레이드한 것으로 의뢰회사들의 인터넷상에서 접속하여 빌딩제어를 한 눈에 볼 수 있게 한 서비스로서 빌딩운영제어(Building Operation Control, BOC)이라고 한다. 이는 전력선 통신을 이용하여 빌딩 전체의 조명, 냉·난방 제어, 기타 등의 제어 기술이 혼합되어 빌딩을 관리해 주는 서비스이다. 이 회사에서는 빌딩관리에 대한 자료관리, 보안포탈서비스, 빌딩유지 시스템의 3가지 서비스를 제공하고 있다.

기존 건물에서의 빌딩운영제어 시스템은 에너지 관리, 보안(security) 포털 제공하며, 신축 건물에 대해서는 에너지 관리, 보안 포털 제공, 빌딩 관리를 제공한다. 또한 빌딩 군 관리 시 이상 발생 시에는 해당 수용가 및 담당자에게 문자서비스를 제공하여 이상조치를 취하고 있다.

프랑스에서의 빌딩의 군 관리는 냉방, 난방, 공조 설비, 조명제어, 방범 등과 전력설비 분전반의 전류, 전압, 온도 등을 감시하고 있고, 이를 관제하는 설비

는 컴퓨터 1대로 2사람이 운영하고 있었다. 따라서 빌딩의 설비운영 인력이 적으므로 외부의 전문 진단 기관에 의뢰하여 점검·보수 등을 실시하고 있었다.

특히 빌딩 내에서 전기설비에 의한 화재사고, 감전사고 및 설비사고로 인한 손해가 발생할 경우에는 진물주는 전문 진단기관을 상대로 손해 보상을 청구할 수 있으므로, 전문 진단기관에서는 철저한 전기 안전관리를 실시하고 있었다.

## 4. 국내의 온라인 감시시스템

국내의 전력부가서비스 시장현황을 살펴보면, 시장 환경이 크게 활성화 되어 있지는 않다. 대부분이 홈 네트워크를 겨냥한 사업으로 가정 내의 가전제품 및 조명제어 등을 하나의 네트워크 시스템으로 묶어 서비스를 제공하고 있다. 전기설비 관련 전력부가서비스 시장현황을 살펴보면 국내에서는 일부 업체에서 서비스를 제공하고 있으며, 대표적인 K사의 서비스 내용은 디지털 I 수배전반을 개발하여 무인운전 시스템을 제공하고 있다. 이 무인운전 시스템은 기존 기업 내의 인터넷 망을 이용한 전력설비 원격 감시 제어를 하는 것으로, 디지털 수배전반의 기능은 고효율 운전 시스템, 누설전류 측정 및 제어, 전력품질 분석 및 통보를 역할을 한다. 그림 9에 디지털 수배전반의 사진과 제어프로그램을 나타낸다.

편리한 무인운전서비스를 제공하는 이 제품은 웹 기반의 공간이동 웹미터 통합서비스를 제공하는데, 웹상에서 제어할 수 있는 프로그램이 있으며, 일일, 주간, 월간 단위로 보고서 출력, 전력품질, 비교, 전력상황 데이터베이스 추적, SMS 서비스 등 분석하는 서비스를 제공하고 있다.

## 5. 전기안전 관련 국내외 법, 제도

전기안전과 관련된 전력부가서비스의 국내법은 전기사업법, 전기통신기본법에 의해 적용되고 있지만, 구체적으로 제도 및 관련법이 마련되어 있지 않다. 전기안전과 관련된 사용전 검사, 정기검사, 전기설비의 안전관리는 전기사업법에 근거하여 실시하고 있으며, 표 1은 전기사업법 시행령의 제40조에 근

저전압 전기설비의 온라인 감시시스템 구축을 위한 국내외 실태조사

거한 전기안전관리담당자의 선임에 관한 것을 나타낸다. 전기사업법에는 자가용 전기설비 소유자 또는 점유자는 일정규모 이하의 설비에 대해서는 전기안전공사 혹은 일정자격을 갖춘 대행업체와 전기안전관리에 대한 선임 및 대행할 수 있다고 되어 있다. 또한 일정규모 이상의 전기설비에 관해서는 표 1에 나타난 것과 같이 전기안전관리자를 항상 상주시켜야 한다[9].

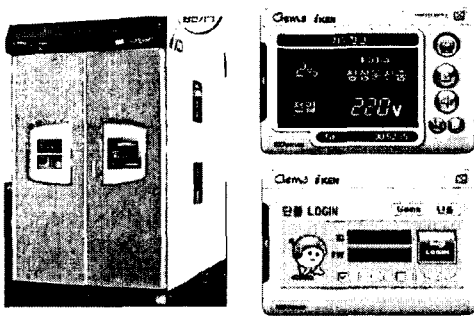


그림 9. 디지털 배전반 및 웹상에서의 제어프로그램  
Fig. 9. The digital distribution panel and the control program in web based

전력부가서비스는 기존엔 전력선 통신을 모뎀으로 한 전력설비 원격검침, 전력선 모뎀을 이용한 홈네트워크, 인터넷 망을 이용한 전력설비 원격 감시 제어 등으로 서비스를 제공하였으며, 홈 네트워크 등의 활성화를 위해 2005년 7월 전파법을 일부 개정하여 전계장도 500마이크로 볼트 이하인 전력선 통신 설비는 허가사항이 아닌 것으로 개정하였다. 사용주파수의 범위도 450[kHz]에서 30[MHz]로 확대하여 고속 전력선 모뎀의 활성화도 꾀하였다[8].

일본은 정보통신기술의 활용에 의해 세계적 규모로 발생하는 급격하고 대폭적인 사회경제구조의 변화에 대응하기 위해 IT 기본법인 고도정보통신 네트워크사회형성 기본법을 만들었으며, 전파법을 개정하여 전파사용료를 개선하고 1993년 전파 주파수를 기존 90[MHz]에서 9,500[MHz]로 증가시켰다. 또한 전기안전을 담당하는 보안협회에서는 절연감시시스템을 의무적으로 설치하고 자가용 전기설비에서 온라인 감시시스템을 도입하는 업체에 대해서는 절연저항관리를 1년에 1회 보고토록 한 것을 3~6년에 1

회 보고로 완화하였으며, 1인당 관리할 수 있는 수용가 점수도 30[%]로 증가시켰으며, 고도화정보사회를 위한 기초적인 제도를 마련하였다.

표 1. 전기안전관리담당자의 자격기준 · 보조인력  
Table 1. The assistant and requirement standard of technical expert on electrical safety management

대행 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기수용설비 용량 75[kW] 이상 1000[kW] 미만</li> <li>• 발전용량 500[kW] 미만, 전체용량 1,500[kW] 미만</li> </ul>	1인당 가중치 합계 60점 이내에서 대행업무 수행
전기 안전 관리 담당자의 자격 기준, 보조 원인력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기수용설비 용량 1만[kW] 이상 : 전기분야 2명</li> <li>• 전기수용설비 용량 5천~1만 [kW] 미만 : 전기분야 1명</li> <li>• 발전설비용량 50만[kW] 이상 : 전기 및 기계분야 각 2명</li> <li>• 발전설비용량 10만[kW] ~ 50만 [kW]미만 : 전기분야 2명 기계분야 1명</li> <li>• 발전설비용량 1만 [kW] ~ 10만[kW] 미만 : 전기 및 기계분야 각 1명</li> </ul>	

## 6. 결 론

본 논고에서는 정보화기술(IT)을 이용한 외국의 전기설비의 감시 및 유지관리에 등에 관해 조사하였다. 일본의 경우에는 전기보안협회에서 온라인 전기설비 감시시스템을 개발하여 운용하고 있으며, 기업에서는 홈 분전반을 이용하여 기존 전기 공급뿐만 아니라, 부가적인 보안과 방법서비스를 실시하고 있었다. 일본에서는 미래 네트워크 사회 형성을 위해 기본 IT법을 제정하고 전기설비 안전점검에 대한 인센티브를 부여하여 시장을 활성화 시켰다. 미국과 유럽에서의 전기설비 및 군 관리 서비스에서는 빌딩 및 대수용가의 실무자 및 관리자가 원격감시를 맞춤 서비스로 요구하고 있으며, 태내의 전기안전뿐만 아니라 에너지 절약에 큰 관심이 있는 것으로 나타났다. 국내에서는 디지털 수배전반을 개발하여 무인운전 시스템을 제공하고 있었지만, 개발 및 서비스 활용이 폭넓게 이루어지지 않았으며, 제도적으로 전력

선 통신을 위한 규제 완화가 이루어져 있었다.

따라서 국내·외 등의 사례를 살펴볼 때, 수용가는 기본적인 전기 공급뿐만 아니라, 전기안전서비스, 부가적인 방법, 보안, 조명, 난방 제어서비스를 요구하는 것으로 나타나, 이에 적합한 서비스 모델 개발이 필요한 것으로 사료된다. 또한 IT 강국으로서의 전기안전시장 환경을 선점하는 것이 중요하다고 판단되어 전기안전제품의 신뢰성, 안전성 확보, 제품의 저가 공급에 의한 경쟁력 확보, 전기안전 서비스 정착을 위해서는 정부의 보조금 지급, 수용하는 고객들에 대한 인센티브 부여 등의 관련법 개정과 전기안전 서비스 인식 확산 및 홍보 등이 필요한 것으로 판단된다.

본 연구는 산업자원부 전력산업기반기금의 지원으로 수행되었습니다.

## References

- [1] “u-Korea 전략 연구”, 한국전산원, 2004.
- [2] 이기원 외, “수용가용 On-Line 에너지 통합관리(전기, 수도, 가스)시스템 모니터링 사업”, 보고서, 산업자원부, 2003.
- [3] “일본의 유비쿼터스 정책추진 동향”, ETRI보고서, 2005.
- [4] “미국의 유비쿼터스 정책추진 동향”, ETRI보고서, 2005.
- [5] “EU의 유비쿼터스 정책추진 동향”, ETRI보고서, 2005.
- [6] “www.ksdh.or.jp”
- [7] “Information Technology and Electric Power Systems”, Tesla technology programme, TEKES, Finland, 2002.
- [8] 전력선 통신(PLC) 국가표준 설명회 자료.
- [9] 전기관계법령집 제40조, “전기안전관리자의 선임 등” 대한전기협회, 2005.5.

## ◆ 저자소개 ◆

### 김영석 (金榮錫)

1974년 4월 27일생. 1996년 2월 경상대학교 공대 전기공학과 졸업. 1999년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2004년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 2001~2002년 야마구치대학 전기전자공학과 객원연구원. 2003년~현재 전기안전연구원 설비안전연구그룹연구원.

Tel : (031)580-3064

Fax : (031)580-3111

E-mail : athens9@naver.com

### 송길목 (宋信穆)

1967년 3월 31일생. 1994년 2월 송실대 공대 전기공학과 졸업. 2003년 8월 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년~현재 전기안전연구원 설비안전연구그룹선임연구원.

Tel : (031)580-3065

Fax : (031)580-3111

E-mail : natasder@kesco.or.kr

### 김선구 (金善球)

1961년 2월 25일생. 1985년 2월 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1991~2002년 한국전기안전공사 재직. 2002년~현재 전기안전연구원 설비안전연구그룹 그룹장(책임연구원).

Tel : (031)580-3071

Fax : (031)580-3111

E-mail : ksk@kesco.or.kr