

# 그린빌딩에서의 빌딩마이크로그리드 통합제어를 위한 에이전트용 IED 개발

(A Development of Agent-Based IEDs for Integration Control of Building Microgrid in Smart Green Building)

홍원표\*

(Won-Pyo Hong)

## Abstract

In this paper, a development of agent-based IEDs(Intelligent electronic devices) for integration control of building microgrid in smart green building are proposed. To manage and control this complex energy system of smart green buildings, multi-agent system based networks is needed. Thus, several IEDs for utilizing multi-agent system are developed and modified for the their verification of performance as agent modules functions in the integrated experimental equipment. The good performance of these IED agents are verified from experimental results obtained from seamless bi-directional communication by SOAP/XML protocol between PC agent and IED agent.

Key Words : Agent-Based IED, Building Microgrid, BAS, Web-Based LonWorks IED Agent, SOAP/XML

## 1. 서 론

최근 스마트 그린빌딩은 기후변화로 인하여 전 세계적인 그린레이스에 핵심 아젠다로 설정되어, 그린시티를 구축하기 위한 제일 중요한 관심분야이다. 이를 실현하기 위한 방법으로 주변환경, 일사량을 고려한 배치, 국가적 정책 및 건물의 상태와 건물주의 의지 등에

따라서 달라지지만 일반적으로 패시브(passive)기법을 최대한 활용하여 난방과 급탕부하를 80%로 절감한 후, 신재생에너지원이나 열병합시스템을 하이브리드 그린에너지시스템을 구축하는 것이 비용효과적이고 최적방법이라 할 수 있다[1, 2]. 이를 위하여 열 에너지를 포함한 다양한 에너지원을 하이브리드형태로 도입하여 이를 그린시티를 위한 다양한 스마트그리드와의 연동운전을 포함한 빌딩마이크로그리드 형태로 운전해야 한다[3]. 이를 위하여 다양한 빌딩마이크로그리드의 구조와 제어전략들이 많이 연구되어져 왔으나 신재생에너지원의 제한적 출력(기상 등)과 낮은 효율성의 문제들로 인하여 부하의 급격한 변화와 피크전력에 대한 시스템의 안정적인 운전을 위하여

\* 주저자 : 한밭대학교 설비공학과 교수  
\* Main author : Dept. of Building & Plant Engineering, Hanbat National University, Korea  
Tel : 042-821-1179, Fax : 042-821-1175  
E-mail : wphong@hanbat.ac.kr  
접수일자 : 2012년 4월 24일  
1차심사 : 2012년 5월 18일, 2차심사 : 2012년 9월 24일  
심사완료 : 2012년 10월 10일

여전히 계통연계형 빌딩마이크로그리드 시스템들이 많이 사용되고 있다. 그러나 최근 대두되는 에너지 문제에 대응하기 위해서는 전체시스템의 운전이 가능한 계통에 연계되지 않은 상태로 운전하는 것이 가장 이상적인 운전이고, 신재생에너지원에서 발생하는 전력으로 요구부하전력을 충족시키지 못할 경우 계통에 연계하여 전력을 공급받는 것이 에너지소비 측면에서 가장 효율적이라고 할 수 있다[4-5]. 계통연계형 소규모 마이크로그리드시스템에서의 멀티에이전트 시스템의 적용[6]은 각 상태들에 따라 분산제어가 가능하기 때문에 각 장치들의 다양한 상태에서 최적의 운전을 통하여 계통연계모드(Grid connected mode)나 독립모드(Stand-alone mode) 운전의 전환을 판단할 수 있다. 계통연계 상태에서 멀티에이전트 시스템은 계통에서 공급받는 전력을 최소화하기 위하여 신재생에너지원과 저장장치들의 에이전트 간의 상태데이터(저장장치들의 SOC(State of charge), PV시스템의 최대 출력 전력, 요구부하전력량 등)들의 교환을 통하여 최적의 자신들의 동작을 선택하게 된다. 특히 독립모드에서는 가변되는 부하전력을 신재생에너지원과 분산전원 그리고 에너지 저장장치들만이 사용되어 부하를 충족해야 하기 때문에 계통연계형에 비하여 운전특성에 따라 효율이나 수명이 크게 좌우되는 배터리, 연료전지, SCB(supercapacitor bank)의 제어전략들이 중요하게 된다[1,6]. 신재생에너지시스템과 열병합시스템이 도입되어 운전되는 빌딩마이크로그리드를 제어·관리하기 위해서는 지금까지 현재의 전기와 가스를 전적으로 외부에 의존하는 BAS(building automation system)위주로 생성된 Data와 정보보다 수십 배의 정보를 가지고 있기 때문에 현재의 제어 및 모니터링 시스템 구조로는 불가능하다. 또한 빌딩마이크로그리드는 제어시스템을 통하여 전력과 열의 공급, 에너지 시장 참여, 중요한 부하의 규정된 서비스레벨, 사고 후의 재가동, 그리고 보조서비스 제공 등의 다양한 기능을 수행을 보장해야 한다. 따라서 본 연구에서는 소규모 빌딩마이크로그리드의 분산화된 마이크로소스 및 부하, 현재의 BAS의 빌딩에너지관리(BEMS)을 위한 2종류의 IED 에이전트 모듈을 개발하였다. 첫째는 Multi-protocol IED agent[7]를 개발

하여 빌딩의 다양한 프로토콜을 BAS의 표준프로토콜의 하나인 LonTalks로 통합하였으며 둘째는 고성능 LonWorks 모듈을 개발하여 PC에서 Web 서버와 SOAP/XML 기반 원격 빌딩마이크로통합운전을 위한 IED에이전트를 개발하였다. 또한 이의 성능을 확인하기 위하여 제어 및 모니터링 데이터의 막힘없는 양방향 소통이 가능한 HVAC 실험시스템을 구축하였다. 이 HVAC실험시스템에서 에이전트로 사용이 가능하도록 다양한 제어 및 모니터링 정보를 원격으로 운전함으로써 개발한 IED 에이전트 성능을 확인하였다. 이는 BAS의 BEMS와 빌딩마이크로그리드의 원격제어에 사용할 수 있는 기능과 성능을 확보할 수 있게 되어 빌딩마이크로그리드와 BAS의 통합관리에 크게 기여할 것으로 평가된다.

## 2. 빌딩마이크로그리드를 위한 지능형 에이전트

### 2.1 빌딩에서의 멀티 에이전트의 역할

빌딩은 전력설비 수배전, 조명, 냉난방, 공조, 방범 방재 등 다양한 감시 및 제어대상 디바이스를 가지고 있으며 이들 디바이스들은 Modbus, LonWorks 필드버스, BACnet/IP, Ethernet, wirelessLAN, CDMA 등 다양한 네트워크를 통해 자신의 상태정보를 보고하거나 설정명령을 수신하여 처리할 수 있다. 이를 EPRI 주도하고 있는 CEIDS프로젝트에서는 4개의 핵심 테마 중 수용가 포탈의 핵심 테마인 디바이스포탈이라 할 수 있다[7]. 이 빌딩단위의 디바이스포탈은 기본적으로 각 기기 및 디바이스들이 LAN의 데이터 네트워크에서 XML 형식의 상태정보와 명령인자가 가능해야 한다. 그러나 대부분은 Legacy device들은 고유프로토콜을 가지고 이런 명령을 처리하고 있음으로 이를 위한 게이트웨이(Gateway)가 필요하며 일반적으로 폐쇄된 시스템은 Device 레벨의 게이트웨이를 가지고 있어 서브시스템 간 상호 정보교환이 원활하지 못한 실정이다. 이는 고유한 프로토콜을 가진 여러 벤더가 서브시스템을 구축하고 있어 OSI 1-2계층의 RS-485의 표준화 통신으로 설계되어도 응용계층에

서의 고유 통신프로토콜방식으로 프로그램되기 때문에 게이트웨이를 사용해도 하부네트워크에서의 상호 정보공유 및 BAS의 경제성, 신뢰성 및 서비스질의 측면에서 매우 큰 단점을 가지고 있다. 또한 빌딩마이크로그리드의 복합에너지시스템은 인버터 및 컨버터가 계통의 연계를 위한 중요한 인터페이스로 각 제조회사마다 다양한 프로토콜 통신방식을 가지고 있으며 현재 가장 일반화된 프로토콜은 Modbus이다[8]. 따라서 빌딩에 설치된 LAN(Ethernet)에서의 막힘없는 데이터교환을 위해서는 에이전트기반 제어관리기법을 선정하는 것이 매우 효과적인 방법으로 제시되고 있다[9-10].

## 2.2 BAS 및 빌딩마이크로그리드의 다중 에이전트 기반 통합관리 구조

빌딩열병합발전시스템과 신재생에너지 및 빌딩 설비 제어하기 위해서는 지금까지 BAS위주로 생성된 Data와 정보보다 수십 배의 정보를 가지고 있기 때문에 현재의 제어 및 모니터링 시스템 구조로는 불가능하다. 따라서 그림 1에서와 같이 Data 네트워크에서 역할을 분담하고 FIPA 플랫폼을 기반으로 하는 다중에이전트를 활용한 제어, 모니터링 및 데이터 및 에이전트간 상호 협력을 통하여 최적의사결정을 수행하도록 한다[11-13]. 이 계통도는 제일 하부 소규모 마이크그리드는 빌딩 마이크로그리드이며 배전 계통관점에서 보면 변전소 단위의 수용가포탈기기에 벨까지 확대시킬 수 있다. 여기서 IED는 지능형 노드로 빌딩 네트워크 관점에서 개방형프로토콜을 가진 Modbus, LonWorks, BACnet 및 CAN 프로토콜을 가진 상호운영성(interoperability)이 확보된 프로세서를 가진 제어기의 일종이다. 이 노드는 신호처리 및 데이터 프로세싱을 필드에서 수행하고 통신을 네트워크 통하여 주어진 이벤트를 수행하게 된다. IED 에이전트는 빌딩 마이크로그리드 관점에서 보면 그림 1에서 Local 제어기(에이전트)라고 볼 수 있으며 이 로컬 IED 에이전트는 크게 마이크로전원에이전트와 부하에이전트로 나눌 수 있다. 또한 제어에이전

트는 IED로부터 얻은 정보와 데이터를 처리하고 이를 저장과 MMI을 위한 디스플레이를 위하여 역할을 수행하게 된다. 제어 에이전트로부터 전달된 데이터는 상태모니터링과 이벤트로깅데이터 처리를 위한 실시간 데이터 에이전트와 비 실시간 데이터 에이전트로 나누어 업무를 수행하게 된다. 그림 1의 에너지 매니저에이전트는 빌딩MGCC(Microgrid control center)과 같은 역할을 하며 마이크로소스에 의하여 빌딩의 전기부하와 열부하수요에 부합하도록 하며 빌딩 마이크로그리드의 효율을 최대화하고 탄소배출 및 손실을 최소화하여 빌딩의 마이크로그리드의 토탈에너지시스템 이용율을 극대화하도록 한다. 빌딩에서 새로운 BMEMS(Building Microgrid Energy management System)에이전트 역할을 하는 MGCC는 로컬제어기인 IED 에이전트와 협조하여 시스템의 운영의 최적화를 도모한다.

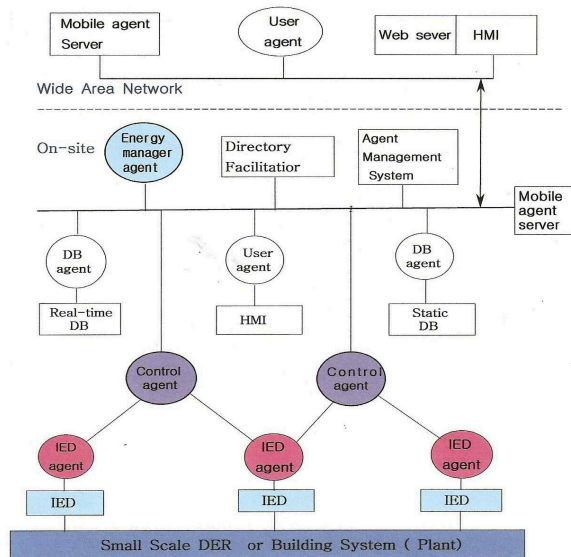


그림 1. BAS 및 빌딩마이크로그리드 다중 에이전트기반 통합관리구조

Fig. 1. Structure of multi-agent system based-management of BAS & building microgrid

이에 빌딩마이크로그리드시스템은 새로운 BMEMS가 필요하다. 이는 그림 2와 같은 표준화된 인터넷기반 개방형 아키텍처의 도입이 전제되어야하고[6] 상위 네

트위크에서의 새로운 BMEMS 에이전트, 마이크로소 오스에이전트, 부하에이전트, 저장장치 에이전트, 그리드에이전트 및 유저에이전트 등에 의한 다른 플랫폼에서의 자유로운 정보유통, 자율성 운영과 관리를 기반으로 하는 상호협력에 의한 다중에이전트시스템 기반 운영관리가 매우 효과적인 대안으로 연구개발되고 있다[14]. 그림 2는 빌딩의 다양한 프로토콜 사용 현황과 빌딩에서의 다중에이전트시스템의 네트워크 계층을 나타내고 있으며 여기서의 핵심은 이 IED에이전트는 임베디드 웹서버의 역할이라 할 수 있다. 또한 라우터의 기능을 동시에 수행하고 매우 쉽게 분산화된 시스템은 IED에이전트의 활용이 매우 긴요하게 된다.

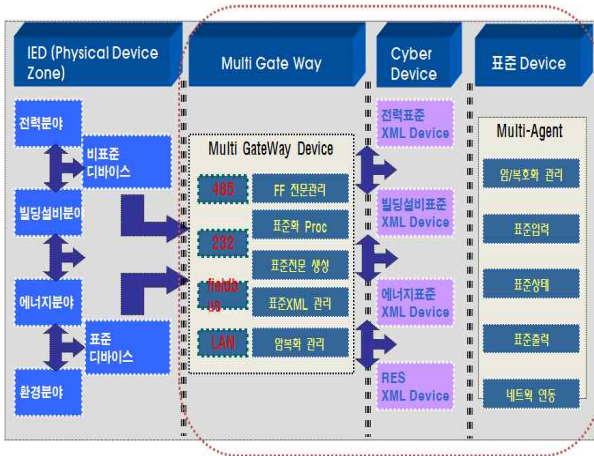


그림 2. BAS에서의 IED 에이전트 역할  
Fig. 2. Role of IED agent in BAS

### 3. 그린빌딩관리를 위한 IED에이전트 개발

#### 3.1 Multi-protocol IED agent 개발

본 연구에서 사용된 Multi-protocol IED[8]가 고성능제어기로 설정되어, 빌딩마이크로그리드의 마이크로소스, 부하의 빌딩제어대상기기의 제어를 위하여 고성능 DSP 칩이 담당한다. 듀얼포트 SRAM은 Neuron chip로 이는 Salve로 설정되어 LonWorks network level에서 nvi를 이용하여 명령을 지시한다.

또한 Modbus Protocol을 이용하여 BCHIP의 상태를 요청하여 현재의 BCHIP시스템의 상태(제어 및 모니터링데이터, 고장상태, 전력 등)를 nvo로 변환하여 표시하고 있다. 그림 3은 ModBus/LonTalk/(TCP/IP)의 통합이 가능한 Multi-protocol IED agent 전체 구성도를 나타낸 것이다. ModBus/LonTalk/(TCP/IP) IED agent 구성요소는 LonWorks 칩으로 10MHz인 TMPN3150를, Host CPU로는 60MHz인 TMS320C32PCMA60의 DSP칩을 사용하였으며, 이 두 프로세서간의 데이터 교환을 위하여 Dual port RAM [15]을 활용하여 구성하였다. 그림 4는 개발된 Multi-protocol IED Agent 전경을 나타낸 것이다. 본 연구에서는 이 IED 에이전트는 LonWorks시스템의 제어 및 모니터링데이터를 터치스크린에서 수행할 수 있도록 하였다.

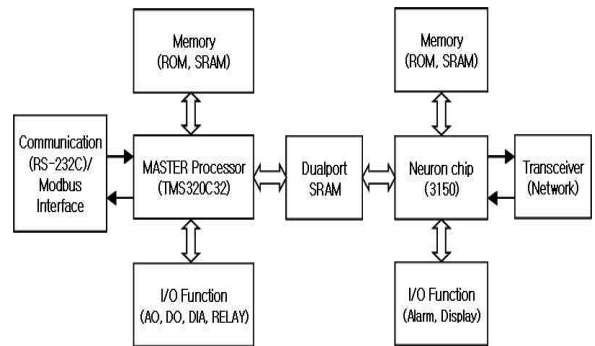


그림 3. Multi-protocol IED agent 상세한 구성도  
Fig. 3. Detailed Block diagram of Multi-protocol IED agent



그림 4. 개발된 Multi-protocol IED Agent  
Fig. 4. View of developed Multi-protocol IED agent

### 3.2 Web 기반 LonWorks IED 에이전트 개발

본 논문에서는 기존의 32bit DDC(Direct Digital Control) 제어기를 사용하고 있는 공기조화용 제어기를 현재의 개방형 LonTalk 프로토콜을 가진 8bit 필드버스용 칩으로 매우 저렴하고 콤팩트하게 개발하는 데 목적이 있다. 공조기는 빌딩 전력의 전기에너지 사용에 70%를 상회하고 빌딩설비제어에 근간이 되는 설비로 그동안 DDC 방식으로 제어되어 왔으나 필드의 제어디바이스가 증가로 I/O배선이 대폭적으로 증가하여 매우 복잡한 설비를 구축할 수밖에 없었다. 이를 효과적으로 대처하기 위하여 필드버스의 장점을 부가한 콤팩트형 필드버스기반의 새로운 제어모듈을 개발하였다. 주 프로세서는 8bit Neuron 칩으로 구현했으며 이 칩에 29개의 I/O를 사용할 수 있도록 설계하였다. 또한 이 고성능 모듈이 원격에서도 쉽게 제어 모니터링 하기 위하여 Web 서버인 i·Lon 100을 활용하는 기술을 구현하였다. 이는 빌딩시스템의 태양광 및 태양열 시스템은 물론 히트펌프를 활용하여 열·에너지를 효과적으로 사용하기 위한 시스템에서도 적용할 수 있도록 하였다. 그림 5는 본 연구에서 개발한 LonWorks 기반 고성능 IED 전경을 나타낸 것이다 [16].



그림 5. LonWorks 기반 고성능 IED 전경  
Fig. 5. High performance IED with LonWorks

## 4. IED 에이전트 성능실험시스템 구축

### 4.1 실험 시뮬레이터 하드웨어 구성

LonWorks 네트워크의 특징기기를 제어하기 위한 제어 모듈을 개발하고 그 성능을 시험하기 위하여 구성하였다. 일반적으로 지능형제어 모듈은 제어대상이 되는 센서나 조작기를 대상으로 그룹 및 각각을 제어하기 위하여 필요한 제어모듈형과 조작기 및 센서에 전용으로 제어하기 위하여 제어기를 제어 디바이스 내에 일체화 시킨 센서 및 조작기 전용제어기를 개발할 수 있는 이 제어기는 고가의 센서 및 조작기(밸브)를 대상으로 정밀한 제어가 필요하고 제어 디바이스가 현장에 광범위하게 분포되어 있을 경우 개발하여 사용할 수 있다. 본 연구에서 개발한 제어모듈은 제어 포인트들이 집중되어 있는 AHU, VAV(variable air volume) units 및 냉각시스템 보일러시스템과 같은 단독 기기전용으로 사용하는 데 목적이 있다. 이 모듈은 제어 및 모니터링을 효과적이고 저가의 제어 모듈로 구성할 수 있을 뿐만 아니라 필드버스의 장점인 선로의 wiring을 매우 콤팩트하게 구성할 수 있기 때문에 시스템 구성 후 유지관리도 매우 효과적이어서 시스템 신뢰성이 크게 개선되는 장점을 가지게 된다. 그림 6은 이 실험장치의 블럭다이어그램을 나타낸 것이다. AHU 시뮬레이터는 고성능 제어모듈기반으로 하는 IED 에이전트의 성능 실험을 하기 위하여 제작하였

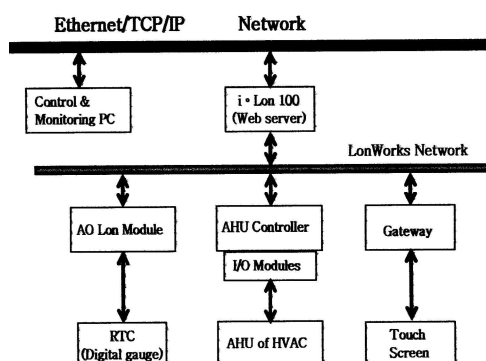


그림 6. 실험시뮬레이터 블럭다이어그램  
Fig. 6. Block diagram of experimental simulator

다. 위한 AHU 시뮬레이터이다. i·Lon 100[17]은 web server와 라우터 기능을 가지고 있어 LonWorks 네트워크에서 제어 및 모니터링 한 데이터를 Web 기반제어를 가능케 하는 장치이다.

#### 4.2 PC기반 IED agent 성능평가를 위한 실험시스템 구성

AHU simulator를 가지고 IED 에이전트 성능평가를 실시하였다. 본 연구에서는 XML으로 모든 필드의 정보를 웹기반 PC에서 제어 모니터링할 수 있도록 PC서버를 구축하고 빌딩제어의 표준프로토콜의 하나인 LonWorks기반 AHU 시뮬레이터를 가지고 실험장치를 구축하고 IED에이전트의 성능 실험을 수행하였다. XML 웹서비스는 기존 분산컴포넌트와 다르게 클라이언트와 서버와의 연결이 유연하고(필요시 연결하고 완료되면 끊는 형태(Loosely-coupled)) 플랫폼과 구현언어가 독립적이며 HTTP프로토콜을 사용하기 때문에 방화벽에 상관없이 사용이 가능하다. 현재 SOAP은 XML 웹서비스에서 분산컴포넌트를 이용하기 위한 XML 기반의 메세징기술이다. 분산환경하에서 애플리케이션 간의 정보를 교환하기 위한 XML 기반의 서로

다른 플랫폼에서 구현된 컴포넌트를 통합할 수 있는 프로토콜이다. 인터넷 프로토콜을 사용하여 연결되어 있는 시스템들 간 통신에 XML을 사용하는 프로토콜로 플랫폼과 구현언어가 독립적으로 방화벽의 문제도 해결할 수 있는 등 XML-RPC보다 더 유용하게 사용하는 추세에 있다. 따라서 XML 웹서비스핵심기술의 하나인 SOAP 프로토콜을 이용하여 플랫폼과 독립적으로 서비스 및 정보를 호출하고 응답하기 위한 PC기반에서 Web서버 에이전트의 우수한 성능을 시뮬레이터로 실험을 통하여 확인하였다.

이 프로그램은 AHU 컨트롤러를 iLon 100의 표준화된 XML/SOAP 프로토콜 통신을 통하여 획득한 데이터를 사용자가 쉽게 확인할 수 있도록 화면에 표시하고 수동 또는 자동으로 제어를 할 수 있도록 한다. 그림 7은 SOAP/XML 기반 IED에이전트(EM)시스템 구성도를 나타낸 것이다.

#### 4.3 iLon100E3 XML-SOAP통신용 Function Blocks 작성

그림 8은 iLon100 XML-SOAP통신용 Function Blocks를 구성한 것이다. 이는 LonWorks AHU 제어기에서 LonTalk 프로토콜로 통신하여 제어모니터링하는 모든 정보와 데이터를 iLon100에 구성한 것으로 데이터네트워크(Ethernet)에서 EM의 PC 웹서버에서 XML/SOAP로 상호 정보교환이 가능하도록 하는 역할을 한다. 그 주요기능은 각종 상태확인, 수동 및 자동제어모드 선택, XML/SOAP 데이터 형식확인을 할 수 있도록 구성하였다.

### 5. 성능실험결과

#### 5.1 성능실험절차

그림 9는 PC 서버로 XML/SOAP에 의하여 필드 제어와 모니터링 데이터를 주고받는 것을 PC상에서 시뮬레이터의 각종 모니터링 값과 실시간으로 원격

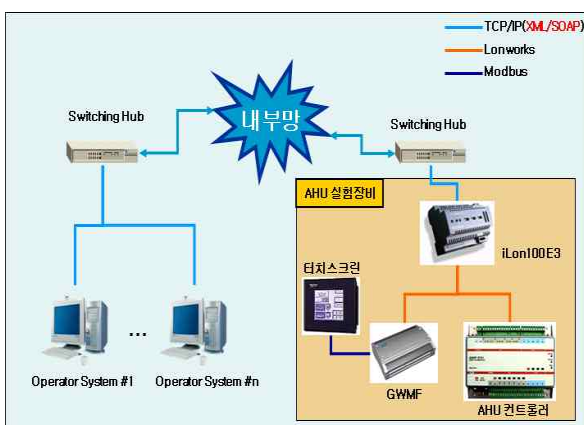


그림 7. IED 에이전트 SOAP/XML 기반 통신 실험시스템구성도  
Fig. 7. Configuration for SOAP/XML communication experiment

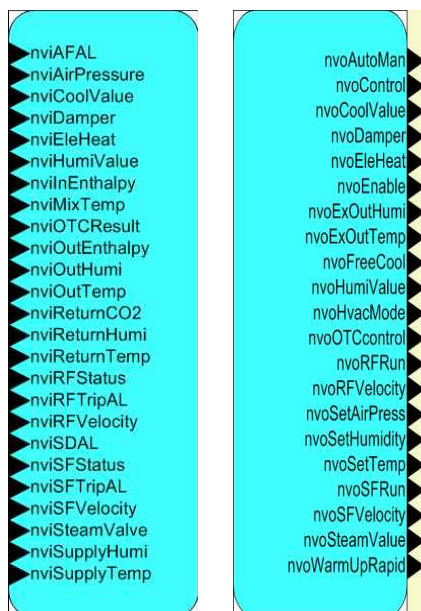


그림 8. SOAP/XML 입, 출력 Function Blocks  
Fig. 8. Function Blocks of Soap/XML input & output

관리하고 있는 보여주고 있다. 즉 이 프로그램은 표준 프로토콜인 XML/SOAP 통신을 제공하는 iLon100과 이더넷을 통하여 통신하며 사용자가 원하는 데이터를 화면에 제공하거나 제어 명령을 출력하는 프로그램이다. 아래와 같은 절차로 이 기능을 수행하게 된다.

- ① iLon 100 IP address : iLon100에 입력된 IP Address를 입력한다.
- ② Connected Time : 프로그램이 iLon100과 최초 연결된 시간을 표시한다.
- ③ Data Polling Time : 프로그램이 iLon100의 Data를 획득하는 주기를 설정한다.
- ④ Run : 이 버튼을 클릭하면 iLon100의 Data를 획득한다.
- ⑤ DataServer List: iLon100이 가지고 있는 XML/SOAP 통신용 NV목록을 표시한다.
- ⑥ XMLDataView: DataServer List에서 선택된 NV의 XML 형식을 확인한다.

각종 설정값 입력할 수 있으며 즉, 맴퍼, 압력, 외기 온, 습도, 냉, 난방, 인버터, 환기 온, 습도의 설정값을

입력한다. 또한 수동과 자동모드를 선택하여 운전이 가능하며, XML Data 형식 확인이 가능하도록 AHU Controller를 동작시키기 위해 정의된 NV들의 XML Data 형식을 볼 수 있다. 그림 9에서보는 바와 같이 PC 에이전트와 IED 에이전트(EM)간의 데이터 통신을 실시간 실험을 보여주고 있는 전경이다.

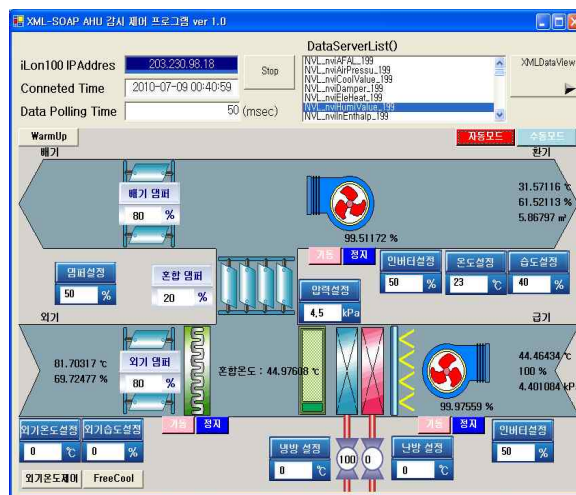


그림 9. PC 에이전트와 IED 에이전트간의 XML/SOAP에 의한 통신 실험전경

Fig. 9. View of Communication experiment by Soap/XML between PC agent and IED agent

## 5.2 PC기반 IDE 에이전트 성능평가결과

그림 9의 화면에 XML Data 형식을 확인하려는 NV를 선택한다. SOAP/XML로 통신하는 Data 형식과 화면상의 원격 모니터링값을 자세히 볼 수 있다.

(a) 요청 XML 형식

```

<iLONDataServer>
<NVL>
<UCPTpointName>NVL_nviAFAL_199</UCPTpointName>
</NVL>
</iLONDataServer>
    
```

응답 XML 형식은 그림 10과 같다. 입력창 상은 NV 값 및 타입에 대한 정보를 포함하고 있으며 입력창 하는 NV의 세부 정보를 나타내고 있다.

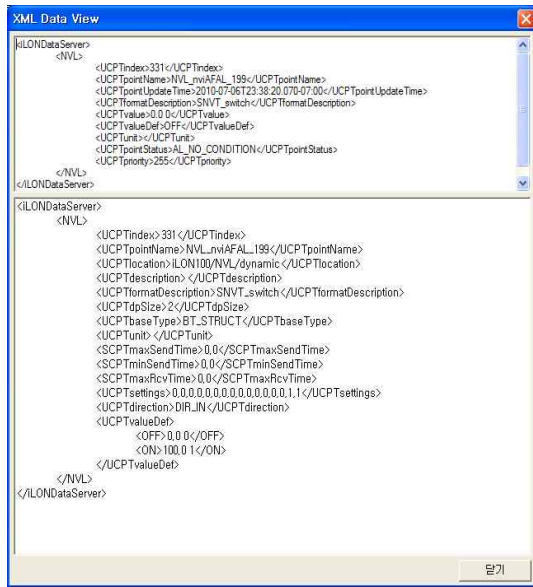


그림 10. 응답 XML 형식(data view)  
Fig. 10. Communication response of XML format

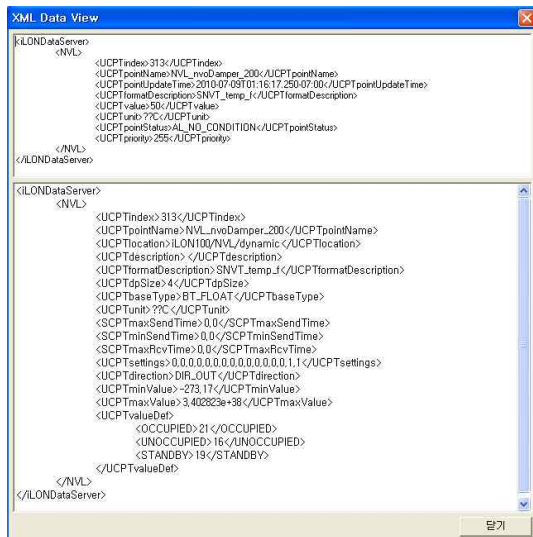


그림 11. 응답 XML 형식(data view)  
Fig. 11. Communication response of XML format

(b)요청 XML 형식

```
<iLONDataServer>
<NVL>
<UCPTpointName>NVL_nvoDamper_200</UCP
TpointName>
</NVL>
</iLONDataServer>
```

<iLONDataServer>

응답 XML 형식은 그림 11과 같다. 역시 입력창 상 은 NV값 및 타입에 대한 정보를 포함하고 있으며 입 력창 하는 NV의 세부 정보를 나타내고 있다.

## 6. 결 론

스마트그린빌딩은 이제 에너지의 시장기반 변화 및 빌딩열병합시스템과 신재생에너지의 도입으로 소 비중심에서 에너지를 생산하고 소비하며 그리드와 연계된 에너지와 데이터통신이 상호 양방향으로 유 통하는 새로운 에너지시스템을 맞이하고 있다. 또한 2차 열 발생시스템인 흡수식냉동기 및 히트펌프시스 템의 도입으로 통합된 에너지시스템 운영관리가 매 우 강조되는 시점이다. 따라서 이러한 빌딩마이크로 도입으로 빌딩은 상시 최상의 에너지 효율로 건물을 운영할 수 있고 건물에너지 네트워크 기술개발을 통 하여 새로운 통합적에너지 관리를 수행하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 빌딩마이크로그리드와 BAS 외의 통합운전시스템을 활용하기 위한 IED 에이전 트를 개발하고 성능실험을 통하여 PC에이전트와 IED 에이전트간의 실시간 데이터의 효율적인 소통 기술을 개발하였으며 본 연구의 중요한 결론은 아래 와 같이 요약할 수 있다.

- 1) 기 개발된 LonWorks기반한 IED를 활용한 에이 전트 모듈을 개발하고 이 모듈성능을 확인하기 위한 실험시스템을 구축하였다.
- 2) 기 개발된 Multi-protocol IED를 에이전트모 들로 활용하기 위하여 고성능 LonWorks기반 IED 에이전트 모듈과 통합 설치하여 에이전 트의 통신언어인 SOAP/XML로 양방향 통신 할 수 있는 분산에이전트 활용기술을 개발하 였다.
- 3) 따라서 이 IED 에이전트는 빌딩마이크로그리 드의 분산제어 관리기술에서 유용하게 활용할 수 있는 기반을 구축 하였다.

추후 FIPA 플랫폼기반제어 및 협조운영 알고리즘 을 개발하여 빌딩에너지 네트워크의 새로운 기반을 조성하고자 한다.



## References

- [1] W.P. Hong, "Configuration of novel energy system for smart green building", KIIEE magazine, Vol. 25, No. 2, pp.33-47, 2011. 3.
- [2] Samoo Architects & Engineers, "Sustainable Design process of Zero Energy House", Spacetime Press, 2011.02.
- [3] W.P. Hong, "Current status and Control technology of building Microgrid", KIIEE Magazine, Vol.23, No.2, pp.10-23, 2009. 4.
- [4] W.P. Hong, "Configuration of smartgrid technology for smart green city", KIIEE, Magazine, Vol.25, No.5, pp.50-60, 2011.09.
- [5] W.P. Hong, "Self-reliance energy model for apartment building", KIIEE Magazine, Vol.26, No.1, pp. 57-67, 2012. 1.
- [6] W.P. Hong, "Multi-agent system based control and management technology for a small scale building microgrid", KESRI report 1-3, 2008-2010.
- [7] <http://www.smartgridnews.com/index.html>
- [8] W.P. Hong, "Network-Based Intelligent Motor-Control Systems Using IEEE/EIA709.1 Fieldbus", IASTED International Multi-Conference on ACI, June 20-24, 2005, Novosibirsk, Russia.
- [9] D.P. Buse, "IP network-based MAS for Industrial Automation," Springer, 2007.
- [10] M. Luck, "Agent-based Software Development," Artech House, Inc., 2004.
- [11] M. Luck, "Agent-based Software Development," Artech House, Inc., 2004.
- [12] F. Bellifemine, "Developing MAS with JADE," Wiley, 2007.
- [13] A.L. Dimeas, "Operation of a Multiagent System for Microgrid control", IEEE Trans. on Power System, Vol. 20, No. 3, August 2005.
- [14] W.P. Hong, "A multiagent-based hybrid power control and management of distributed power sources", Journal of KIIEE, Vol.25, No.8, August, 2011.
- [15] Echelon, Microprocessor Interface Program (MIP)/DPS Developer's Kit (Model 23210).
- [16] W.P. Hong, "Web based control modules Using LonWorks/Ethernet Server for Control a large Scale Renewable Energy System in Building", The Proceedings of KIEE 2008 Summer Conference, pp. 436~439, 2008.7.
- [17] Echelon, "i.Lon e3 programmers reference", 2005.

## ◇ 저자소개 ◇

**홍원표 (洪元杓)**

1956년 5월 15일생. 1978년 숭실대학교 전기공학과 졸업. 1989년 서울대학교 대학교 전기공학과 졸업(박사). 1979~1993년 한전전력연구원 선임연구원. 2007~2008년 UBC 방문교수. 현재 한밭대학교 설비공학과 교수. 본 학회 이사 및 편수위원. 주요 연구분야는 필드버스제어네트워크 적용. Green Building과 에너지 구축기술 및 Smart space 관련기술.