

빌딩 에너지시스템 통합네트워크 구축에 관한 연구

(The Novel Configuration of Integrated Network for Building Energy System)

홍원표*

Won-Pyo Hong)

Abstract

The new millennium has started with several innovations driven by fast evolution of the technologies in energy sector. A strong impulse towards the diffusion of new economical efficient technologies regulatory incentives related to energy production from renewable source and a small scale building trigeneration and to promotion of more sustainable environmental-friendly generation solutions, the evolution of electricity markets, more and more binding local emission constraints, and the need for improving the security of supply to reduce the energy system vulnerability. The 24 percentage energy quantity of total energy consumption consumes in commercial buildings and residential houses and the 30% portion of total CO₂ emissions covers also in the commercial buildings and residential houses sector. To cope with efficiently this energy situation in building sector, Building microgrid or building cooling, heating & power(BCHP) system has been interested in recent day due to meeting thermal and electric energy requirements efficiently and with appropriate energy quality. A multi agent system is a collective of intelligent agents that communicate with each other and work cooperatively to achieve common goals. Also, it is to mediate and coordinate communication between Control Areas and Security Coordinators for real-time control of the BCHP system and the power grid. In this new circumstance, it is very important to integrate the power and energy delivery system and the information system(communication , networks, and intelligent equipment)that controls it. Therefore, development of smart control modules with open communication protocol and seamlessly interchange the data and information between control network and data network including extranet and intranet give a great meanings. We designed and developed the TCP/IP-CAN IED agent modules and ModBus./LonTalk/(TCP/IP) IED agent ones to configure the multi-agent system based smart energy network of commercial buildings and also intelligent algorithms for inverter fault diagnostics which can be operated in control level or agent level network.

1. 서론

모든 기술은 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 전환되고 있으며 디지털 통신 네트워크는 우리의 삶의 모든 분야에 직접적으로 영향을 미치고 있다. 즉, 디지털 컨버전스의 시대가 도래 하고 있다. 이에 의하여 전력산업은 이제 전력이란 말 자체의 수정이 불가피할 만큼 새로운 환경에 적응해야할 시점에 와 있다. 전력 에너지 분야의 기술 및 서비스 모든 영역에서도 이제 집중적 사고에서 분산적 사고로의 패러다임 전환이 절실히 요구되고 있다. 이 현상은 전력에너지 산업 분야에서 에너지의 규제가 완화되고 시장 자유화가 진행되고 있는 가운데 새로운 에너지 이용기술이나 재생에너지 이용기술 및 2차 전지와 같은 분산형전원이 수용가와 수용가 인접에 설치할 수 있다는 점과 범지구적 규모의 환경문제의 심각성에 기인한다. 이는 전력도 에너지라는 사고 틀에서 기술, 자본, 서비스 및 제도의 혁신이 필요하다. 즉, 전력에너지는 비동기화 된 운영과 관리방식, 마이크로그리드 방식의 분산된 지능형 아키텍처설계와 개발, 양방향 자유로운 디지털 통신을 기반으로 하는 패킷 기반의 에너지 거래체계 확립, 다양한 품질과 소비의 자유형식을 제공하는 멀티포달 서비스제공 등 해결해야 할 과제를 안고 있다. 이에 미국을 중심으로 하는 선진국에

서는 이러한 환경의 전력에너지 유통의 새로운 전환을 만들기 위한 노력을 경주하고 있다. 미국은 연방정부 주도 하에 민간기업과 국책연구소 등의 전 역량을 결집하는 인텔리그리드(Intelli-Grid) 프로젝트를 추진하여 21세기 디지털 시대를 지원하는 에너지 정보 결합 인프라를 구축함으로써 지식기반 산업 경쟁력과 국가 에너지 기반 인프라의 안정성을 확보하려는 노력 중에 있으며 2020년까지 Advanced Distribution Automation 개발관련 유연한 배전제통, 개방형표준통신 시스템 및 전력거래시스템을 목표로 하는 연구를 진행 중에 있다[1-5]. 일본은 ECONET이라는 전력시스템 관련 기술개발 전략도 국가경쟁력 창출을 위한 전 산업부문의 기본 전략인 "유비쿼터스"라는 국가비전의 틀 아래 통합적으로 추진하고 있다. 국내에서도 전력 IT 사업을 국가적 주도로 추진하고 있어 전력에너지 양방향 유통시스템에 대비한 통신 네트워크인프라를 효과적으로 활용할 수 있는 기술개발을 2005년도부터 추진되고 있다.

전력시스템에 다양한 분산에너지시스템이 보급됨에 따라서 전력품질 및 신뢰도에 미치는 영향 등을 무시할 수 없게 되었으며 또한 소규모 빌딩단위로 도입된 분산전원(BCHP 시스템)은 빌딩내의 열수요와 통합된 제어 및 관리가 병행되어야하는 어려운 과제를 가지고 있다. 현재 거주건물의 수용가도 수동(passive)네트워크에서

능동(active)네트워크로 크게 변모하고 있다. 종래의 소규모 분산전원을 가지는 수용가의 전력·에너지시스템의 제어 및 관리는 계층적 분산제어 혹은 집중제어관리 방식에서 현재의 능동네트워크에 걸 맞는 분산화 된 지능 제어관리시스템을 요구하고 있다. 즉, 종래에 중앙집중 방식으로 관리하는 기능들인 부하관리, 네트워크 복구 결정, 발전기최적구성과 급전, 에너지의 합리적 이용 및 통합적 관리 등이 분산화된 지능형 협조관리방법으로 전환되어야 한다. 또한 전력시장의 자유화가 진전되어 DER(distributed Energy resources)의 비중이 확대됨에 따라 현재의 제어 및 관리 방식으로는 기술적 문제의 해결의 어려움을 초래함은 물론이고 다양한 품질과 서비스 제공이 불가능하게 된다[6-10].

현재 능동시스템이 당면하고 있는 문제점은 상위계통의 신배전시스템과 분산에너지시스템이 긴밀히 협조 운전하는 자율분산 운용체계 확립, 소규모 마이크로그리드 방식의 지능형 운용 아키텍처설계와 개발, 양방향 자유로운 디지털 통신을 기반으로 하는 패킷 기반의 에너지 거래체계 확립, 다양한 전력품질과 소비의 자유 형식을 제공하는 멀티포달 서비스제공 등으로 요약할 수 있다. 이는 수많은 컴포넌트와 시스템들이 시공간을 제약을 뛰어넘는 상호 밀접한 협력에 의한 제어관리 및 고품질 서비스 창출을 해야만 자유로운 에너지 유통 상품을 요구하는 전기에너지 환경변화에 적응이 가능하다. 이에 새로운 복합 전력에너지시스템에서의 ICT(Information communication technology) 적용기술과 개방된 통신기능이 부가된 고속 마이크로프로세서기술 광목할만한 진보 및 실시간 지능형알고리즘의 구현으로 인하여 유력한 대안기술로 검토되고 있는 것이 협조와 자율을 기반으로 하는 지능형 다중 에이전트를 이용한 제어·관리 방법이다. 그러나 시장기반 제어·관리 (market-based control and management), 현장의 기기제어 및 모니터링을 위하여 개방 프로토콜이 임베디드된 강력한 지능형 제어기 및 IED (intelligent electronic devices)의 활용, ICT기반 인프라를 활용한 환경의 다양한 변화에 능동적으로 응동하기 위하여 협력(cooperation), 조정(coordination) 및 협상(negotiation)기능을 가진 새로운 개념의 에이전트를 분산 및 계층분산화한 다중에이전트를 이용한 복합 전력에너지시스템에서의 활용에 주목을 받게 되었다.

따라서 건물내에서 기존 빌딩자동제어시스템(BAS)과 에너지관리시스템(EMS) 통합적 제어·관리 기반을 구축하기 위하여 빌딩자동화의 개방형프로토콜을 가진 LonWorks와 CAN 기반 IED(intelligent electronic devices)agent를 개발하고 그 성능을 실증 실험 및 시뮬레이터의 개발을 통하여 검증하였다. 또한 Multi-agent 기반이 되는 Data 네트워크에서의 효과적인 원격제어를 위하여 Web기반제어가 가능한 TCP/IP-CAN IED 2종 및 Modbus/LonWorks/(TCP/IP)

IED를 개발하고 실험을 통하여 검증하였다. 이를 통하여 빌딩에너지시스템의 하부 인프라스트럭처의 MAS기반 통합관리기초기술을 확립하였다.

2. 본 론

2.1 유비쿼터스 도시와 빌딩

2007년 에는 전 세계 역사상 처음으로 도시의 인구가 비도시의 인구를 넘어섰다. 한 때 예견되었던 도시의 몰락이 아닌 도시의 전성기가 계속되고 있는 셈이다. 미국의 도시학자 리처드 플로리다(R. Florida)는 2006년 뉴스위크지 기고를 통해 상하이와 같은 거대한 도시를 '뉴메칼로폴리스'라고 지칭했다. 그는 뉴메칼로폴리스는 인재와 자본, 산업설비를 뿔아드리면서 엄청난 이노베이션 원천이 되고 있다고 했다. 또한 세계의 20개의 메칼로폴리스는 전세계인구의 10%(6억 6천만명)가 모여 살며 지구촌 경제활동의 절반, 과학활동의 3분의 2, 글로벌이노베이션 활동의 4분의 3이 이루어지고 있다. 한마디로 메칼로폴리스가 경제발전과 기술혁신의 원천지가 되고 있다고 주장한다. 알렌코스트 교수는 글로벌화가 도시의 집적을 촉진 시키고 경쟁력을 올린다고 주장하고 있다. 따라서 현재 미국, 일본, 중국 등에서 모리의 도시재생론에 따라 업무, 주거 놀이, 교육, 휴식, 문화 기능을 모은 콤팩트도시가 만들어 지고 있다. 수직도시론 창시자인 모리 미노루는 공업사회에서의 시간적, 공간적, 정신적으로 분리되었으나 지식산업사회에서는 두뇌와 감성을 사용해서 가치를 창조하는 글로벌비즈니스가 전개되기 때문에 가정, 일, 놀이, 휴식 구분이 애매해지고 따라서 시간창출형 도시 및 타운 개발을 통하여 해결하려고 하고 있다고 주장 했다. 그는 직장과 주거를 분리를 전제로 했던 산업사회와 달리 직장과 주거 일체화가 더 효율적인 지식사회에 걸맞다는 인식에 근거하고 있으며 앞으로 지속적인 개발이 예상된다. 개별화된 인텔리전트 빌딩형에서 도시 개발형으로 발전되고 있으며, 전문 기능형에서 복합 기능형으로 발전되고 있다. 점적이고 선적인 통신설비 중심의 개발에서 설비와 건물이 부동산 개발과 결합한 형태인 도시 및 지역 중심의 면적인 개발로 발전되고 있다. 최근에는 설비, 건물, 단지, 지구, 도시 전체에 종합적으로 정보화를 실현하려는 도시계획 차원으로 개발이 진행되고 있다. 유비쿼터스 도시계획이 이러한 계획의 골간을 이룬다. 이러한 분위기를 반영하듯 세계 각국의 도시들은 유비쿼터스 도시를 모토로 경쟁력 있는 도시의 구축을 서두르고 있다. 미국 뉴욕 뉴저지, 샌프란시스코 베이에어리어; 영국 런던 도크랜드; 프랑스 라데팡스; 네델란드 암스테르담; 일본 도쿄, 요코하마 등의 국외 뿐만 아니라 서울 상암동 DMC,영종도 신공항, 인천광역시 송도 미디어밸리, 부산광역시의 유비쿼터스 부산 등 국내 도시도 발빠른 움직임을 보이고 있다.

2.2 빌딩단위 BHP시스템의 다중에이전트 기반 에너지통합관리

BCHP시스템과 신재생에너지 및 빌딩 설비제어하기 위해서는 지금까지 BAS위주로 생성된 Data와 정보보다 수십 배의 정보를 가지고 있기 때문에 현재의 제어 및 모니터링 시스템 구조로는 불가능하다. 따라서 그림 2.1에서와 같이 Data 네트워크에서 역할을 분담하고 FIPA 플랫폼을 기반으로 하는 다중에이전트를 활용한 제어, 모니터링 및 데이터 및 에이전트간 상호 협력을 통하여 최적의사결정을 수행하도록 한다. 이 계통도는 제일 하부 소규모 마이크로그리드는 빌딩 마이크로그리드이며 배전계통관점에서보면 변전소 단위의 수용가포탈기레벨까지 확대시킬 수 있다. 여기서 IED는 지능형 노트로 빌딩 네트워크 관점에서 개방형프로토콜을 가진 LonWorks나 CAN 프로토콜을 가진 상호동작성(interoperability)이 확보된 프로세서를 가진 제어기의 일종이다. 이 노드는 신호처리 및 데이터 프로세싱을 필드에서 수행하고 통신을 네트워크 통하여 주어진 이벤트를 수행하게 된다. IED에이전트는 빌딩 마이크로그리드 관점에서 보면 그림 2.2에서 Local 제어기(에이전트)라고 볼 수 있으며 이 로컬 IDE 에이전트는 크게 마이크로전원에이전트와 부하에이전트로 크게 나눌 수 있다. 또한 그림 2.1의 제어 에이전트는 IED로부터 얻은 정보와 데이터를 처리하고 이를 저장과 MMI을 위한 디스플레이를 위하여 역할을 수행하게 된다. 제어 에이전트로부터 전달된 데이터는 상태모니터링과 이벤트로깅 데이터 처리를 위한 실시간 데이터 에이전트와 비 실시간 데이터 에이전트로 나누어 업무를 수행하게 된다. 그림 2.1의 에너지매니저 에이전트는 그림 2.2 MGCC (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. MGCC는 로컬제어기와 협조하여 시스템의 운영의 최적화를 도모한다. 그림 2.1의 IED 에이전트 레벨로 데이터와 정보를 수집(Data acquisition)하는 역할을 담당하며 로컬에서 제어기능을 수행한다.

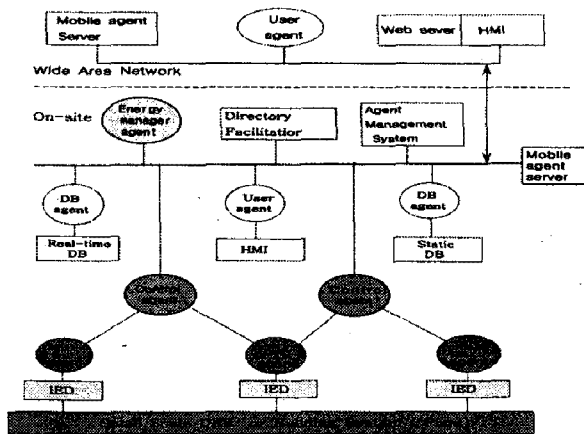


그림 2.1 빌딩그리드 다중 에이전트 계통도

그림 2.2는 빌딩마이크로그리드 환경에서의 제어레벨

을 나타낸 것이다. DNO(distribution Network Operator)는 배전시스템의 변전소나 구역전기사업단위의 영대의 마이크로그리드를 가지고 운영할 때에 기술적 운영을 담당하는 디바이스다. MO(Market Operator) 여러 사이트의 마이크로그리드의 마켓운영 역할을 담당한다. 이 두 디바이스는 빌딩 마이크로그리드 범위에 속하지 않지만 MGCC와 관리레벨의 데이터를 교환하며 다수의 마이크로그리드가 상호 협력하여 각각의 마이크로그리드가 최적 운영조건을 가지도록 한다. 에이전트간의 통신을 위한 가장 큰 걸림돌은 각 에이전트가 가지고 있는 이질성(heterogeneity)이다. 이러한 이질성을 극복하고 통신하기 위해서는 상호 이해 가능한 언어와 프로토콜이 필요하다. 에이전트 플랫폼은 FIPA(Foundation for Intelligent Physical Agent)이다. 모든 에이전트 통신은 메시지 전달을 기반으로 하며 이 메시지 표현은 ACL(Agent Communication Language)이다. 대표적인 예는 KQML(Knowledge Query and Manipulation Language)과 FIPA-ACL이 있다. 그림 2.3은 FIPA(Foundation for Intelligent Physical Agent) 플랫폼 가진 에이전트 상호간의 실시간 및 비실시간 정보 교환방식을 기반으로 한 빌딩마이크로그리드 제어기들을 자세히 나타낸 것이다. 빌딩단위 BCHP시스템의 다중에이전트 기반 에너지통합관리시스템의 전체 구성도를 나타낸 것이다. IED에이전트, 제어에이전트, 에너지매니저에이전트 및 빌딩관리 에이전트가 BCHP를 최적으로 운영하기위하여 DATA 네트워크에서 FIPA 플랫폼을 가진 에이전트기반에서 상호 협조와 협동을 통하여 최적 빌딩그리드 운영을 수행하게 된다. 물론이 네트워크 개념도는 대형마이크로 그리드에도 그대로 적용될 수 있는 개념적인 역할과 정보교환 등을 나타내었다.

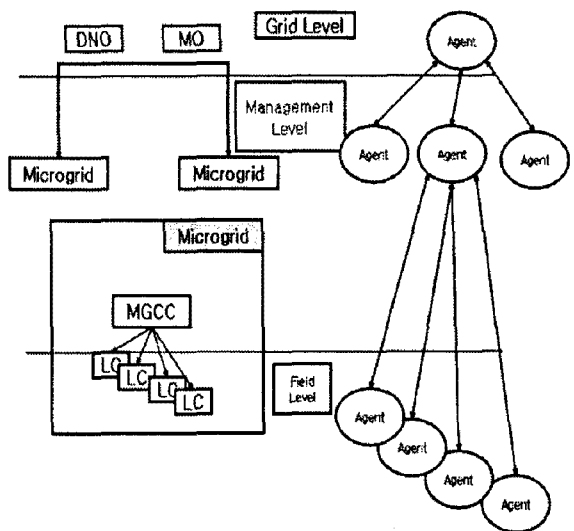


그림 2.2 빌딩 Microgrid의 에이전트기반 제어 개념도

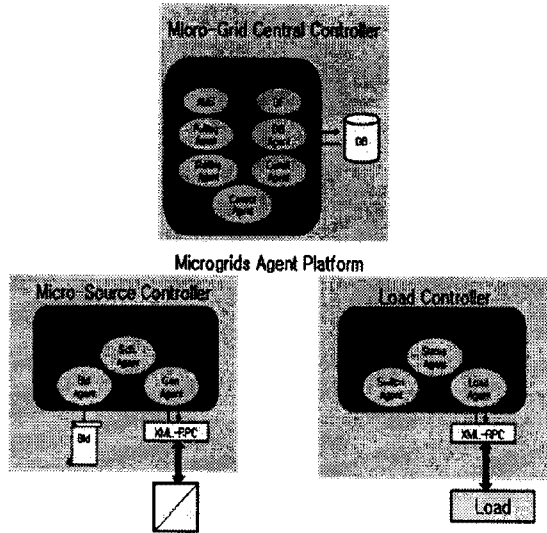


그림 2.3 FIPA 플랫폼 기반 빌딩 Microgrid 제어기의 구성

그림 2.4는 MAS 모듈 구조를 나타낸 것으로 IEDs를 중심으로 Data acquisition and control system 모듈은 IED agent -Data acquisition과 Control (plant) agent(TR, CB, RES, BCHP) 및 services Modules-ontology DB로 구성되며 필드의 모든 데이터를 수집하고 기본적인 제어 및 감시기능을 협조적으로 수행하게 된다. Local area modules (LAN) 은 Database agent와 Document Agent를 중심으로 실시간 데이터 DB(logging event, alarms & condition monitoring data)와 static DB(configuration data)기능을 수행하게 된다. Global modues (WAN)는 user agent를 중심으로 제어센터 구실을 하며 서비스모듈과 매우 긴밀히 협조하여 통합적 협조관리 기능을 수행하게 된다.

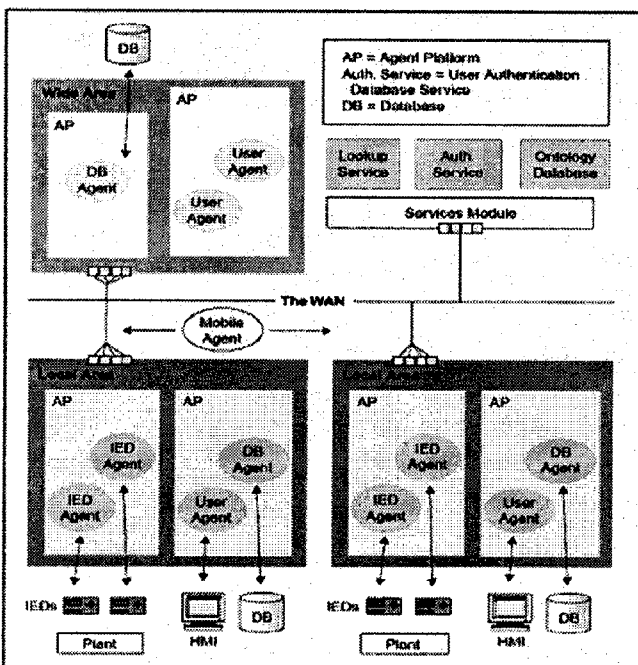


그림 2.4 Multi-Agent 시스템의 모듈 구조

2.3 빌딩에너지 네트워크 구성을 위한 IED Agent 개발

(1) TCP/IP-CAN IED agent 개발

CAN 필드버스를 빌딩네트워크의 제어 네트워크로 신재생에너지원 뿐 만 아니라 빌딩의 토탈에너지 시스템을 정교하게 경제적으로 제어하기위하여 TI사의 TMS320LF28X 고성능 전용칩을 사용하여 상위 네트워크 기반 멀티에이전트를 실현하기 위한 고성능 IED(Intelligent Electronic Devices)를 개발하였다. 또한 이더넷도 원격모니터링의 중요성 및 다량의 정보의 양방향 통신의 용이성으로 특징지워지는 인터넷의 발달로 인하여 산업용 네트워크로서의 사용이 검토되고 있으며 이 응용프로토콜을 이용하여 유지보수 및 데이터수집, ERP 시스템까지의 데이터 전송을 한 가지 통신을 사용할 수 있다는 점에서 코스트 저감의 효과적면에서 매우 중요한 필드버스 하나로 검토하고 있다. 따라서 기존 산업용필드버스와 이더넷 기반의 통신 시스템의 통합은 매우 강력한 산업네트워크로서 역할을 수행할 것으로 판단된다. 이더넷(Ethernet)에서 사용하는 프로토콜은 Ethernet TCP/IP, EtherNet/IP, Modbus/IP, ProfiNet 등이 있으며 본 논문에서는 Ethernet TCP/IP와 Modbus/IP를 기반으로 원격시스템을 개발하였다. 당해 연도 연구에서는 빌딩자동화 및 소형열병합 시스템 운전을 위한 CAN과 LonWorks 필드버스 레벨의 고성능 제어 모듈과 LonWorks 기반 HVAV 제어용 범용제어모듈을 개발하고 Ethernet TCP/IP와 Modbus/IP 프로토콜을 바탕으로 실험시스템을 이용하여 원격 기반 실시간 성능실험을 실시하였다. 또 CAN 통신을 기반으로 다수 신재생에너지시스템의 도입되어 기존의 빌딩제어 시스템과 연계하여 운전하기위한 토탈 빌딩네트워크시스템을 구축하기 위한 일환으로 CAN이 내장되어 있는 TI사의 DSP2812 코어 칩을 MCU Bus interface로 이더넷칩 RTL8021BL를 하드웨어적으로 연결한 TCP/IP-CAN 게이트웨이를 개발함으로써 데이터량이 비교적 소규모 산업용전동기 제어에 적합하도록 저비용, 소형 및 경량화를 실현하여 CAN 필드버스를 제어 네트워크로 하는 다중에이전트를 실현하기 위한 원격제어 시스템 기반을 구축하였다. 따라서 이 IED의 다량의 데이터와 정보가 데이터 네트워크와 용이하고 경제적으로 링크하기 위한 CAN/IP-CAN 게이트웨이(gateway)도 개발하여 Multi-agent 시스템을 구축하기 위한 지능형 제어모듈을 개발하고 실험을 통하여 그 성능을 확인하였다. 그림 2.5는 CAN/IP-CAN 게이트웨이(gateway)IED agent의 전경을 나타낸 것이다.

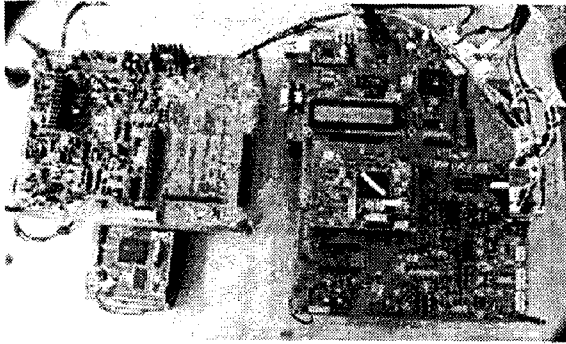


그림 2.5 CAN/IP-CAN 게이트웨이 (gateway) IED agent의 전경

(2) ModBus/LonTalk/TCP/IP IED agent 개발

본 연구에서 사용된 GWMF가 Master로 설정되고, BCHP 시스템이나 빌딩제어대상기기의 제어가 Salve로 설정되어 LonWorks network level에서 nvi를 이용하여 명령을 지시한다. 또한 Modbus Protocol을 이용하여 BCHP의 상태를 요청하여 현재의 BCHP시스템의 상태(제어 및 모니터링데이터, 고장상태, 전력 등)를 nvo로 변환하여 표시하고 있다. 그림 2.6은 ModBus/LonTalk/(TCP/IP)IED agent 전체 구성도를 나타낸 것으로 이 디바이스는 본 실험시스템 구성시 마스터로 역할을 하게 된다. 또한 BCHP시스템 기기는 슬레이브로 사용된다. 또한 그림 2.7은 ModBus/LonTalk/(TCP/IP)IED agent 상세한 구성도와 불력도를 나타낸 것으로 LonWorks 칩으로 10MHz인 TMPN3150를 사용하였으며 Host CPU로는 60MHz인 TMS320C32PCMA60의 DSP칩을 사용하였으며 이 두 프로세서간의 데이터 교환을 위하여 Dual port RAM을 사용하여 구성 하였다. 그림 2.7 ModBus/LonTalk/(TCP/IP) IED Agent 전경

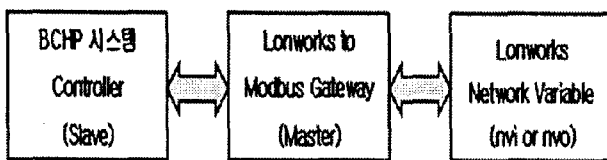


그림 2.6 ModBus/LonTalk/ (TCP/IP) IED agent 불력도

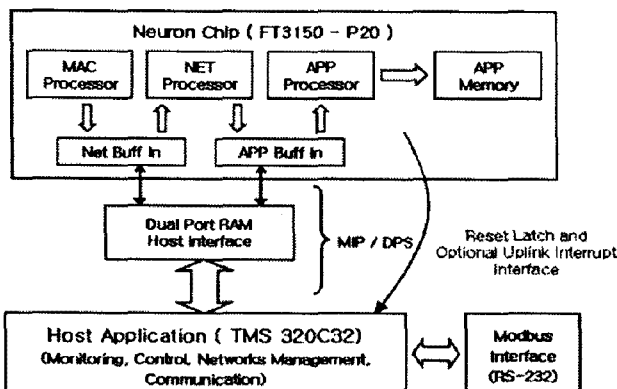


그림 2.7 ModBus/LonTalk/ (TCP/IP) IED agent 상세한 구성도

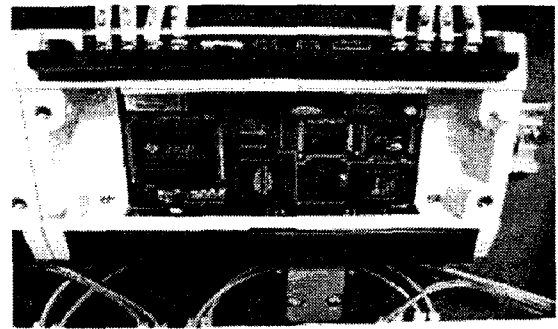


그림 2.7 ModBus/LonTalk/ (TCP/IP) IED Agent 전경

(3) LonWorks 기반 고성능 IED개발 및 Web기반 원격제어 시스템구축 기술

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 상외하고 빌딩설비의 온도와 습도 조절에 근간이 되는 설비로 그동안 DDC 방식으로 제어 되어 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. 현재 그 성능 파악하기 위하여 시뮬레이터를 개발하고 이를 통하여 실험결과를 분석하고 있으며 그 결과 매우 우수한 특성을 보이고 있다. 또한 다양한 응용프로그램을 탑재하고 있어 기존에 수행하고 있는 에너지절약프로그램은 물론이고 다양한 필드 데이터를 제공할 수 있어 빌딩설비의 센서의 코스트 절감에도 크게 기여할 것으로 판단된다. 또한 이 고성능 모듈이 원격에서도 쉽게 제어 모니터링 하기위하여 Web 서버인 i·Lon 100을 활용하는 기술을 구현하였다. 이는 빌딩시스템의 태양광 및 태양열 시스템은 물론 히트펌프를 활용하여 열·에너지를 효과적으로 사용하기 위한 시스템에서도 적용 할 수 있도록 하였다. 그림 2.9는 본 연구에서 개발한 LonWorks 기반 고성능 IED 전경을 나타낸 것이다. 또한 그림 2.10은 LonWorks 기반 Web 기반 제어 불력도를 표시한 것으로 Web 서버(i·Lon)를 통하여 agent 기반 네트워크에 용이하게 접근할 수 있으며 XML/SOAP를 사용하여 이질적인 데이터 교환 및 활용을 가능케한다. 그림 2.11은 그림 2.10을 불력도를 기반으로 공조설비제어 시뮬레이터를 구현한 장치이다. 이 실험을 통하여 개발 한 IED agent의 활용가능성을 검증하였다.

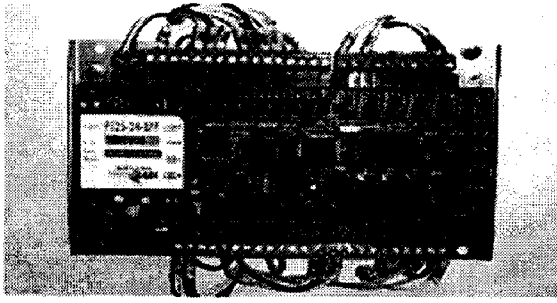


그림 2.9 LonWorks 기반 고성능 IED 전경

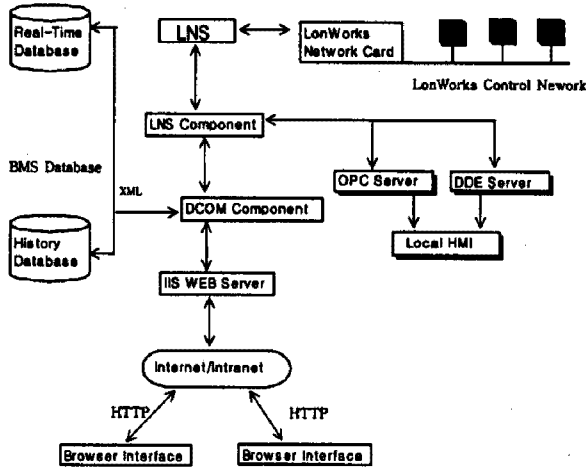


그림 2.10 LonWorks 기반 원격제어 블록도

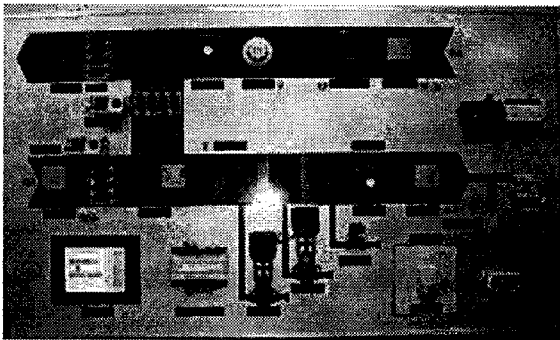


그림 2.11 LonWorks IED agent

3. 결론

빌딩도 에너지의 시장기반 변화 및 BCHP 시스템과 신재생 에너지의 도입으로 이제 소비중심에서 에너지를 생산하고 소비하며 그리드와 연계된 에너지와 데이터통신이 상호 양방향으로 유통하는 새로운 에너지시스템을 맞이하고 있다. 또한 2차 열발생시스템인 흡수식냉동기 및 히트펌프시스템의 도입으로 통합된 에너지시스템 운영관리가 매우 중요한 시점이다. 따라서 이러한 복합화된 분산에너지원으로서의 빌딩은 상시 최상의 에너지 효율로 건물을 운영할 수 있고 건물에너지 네트워크 기술개발을 통하여 통합적에너지 관리를 수행하여야한다. 따라서 본 연구에서는 빌딩의 개방프로토콜을 사용한 다중에이전트 기반 빌딩에너지네트워크 운영을 위하여 LonWorks와 CAN IED agent를 개발하고 실험을 통하여 그 성능을 실증하였다. 추후 FIPA 프랫폼기반제어 및 협조운영

알고리즘을 개발하여 빌딩에너지 네트워크의 새로운 기반을 조성하고자한다.

Acknowledgment

The authors would like to gratefully acknowledge the financial support of KESRI (Korea Electrical Engineering & Science Research Institute) under project R-2007-1-015-02

참고 문헌

- [1] F.A.Farret, "Integration of Alternative Source of Energy", Wiley interscience, 2006.
- [2] C. Marnay & et al., "Optimal technology Selection and Operation of Commercial-Building Microgrids", LBNL-6231, Jan. 2007.
- [3] Energy and Environmental Analysis, Inc., "Market Potential for Advanced Thermally Activated BCHP in Five National Account Sectors(Final Report)", Oak Ridge National Lab. May 2003.
- [4] H.Ren & et al., "Optimal size for Residential CHP system", Applied Thermal Engineering 28, pp. 514-523, 2008.
- [5] P.LeMar, "Integrated Energy Systems(IES) for Buildings : A Market Assessment(final report)", ORNL/SUB/409200, Sep. 2002.
- [6] M. WooldRidge, "MultiAgent Systems", John Wiley & Sons Ltd, 2002.
- [7] S.W. Hadley, et al., "Quantitative Assessment of Distributed Energy Resource Benefits", ORNL/TM-2003/20 Report, May 2003.
- [8] A. D. Little, "Opportunities for Micropower and Fuel Cell/ Gas Turbine Hybrid System in Industrial Applications", Final report to Lockheed Martin Energy Research Cooperation and the DOE Office of Industrial Technologies, Jan. 2000.
- [9] C. Marnay & et al., "Microgrid for commercial building CHP and Power Heterogeneous Power Quality and Reliability", LBNL-635520, Oct. 2007.
- [10] Energy and Environmental Analysis, Inc., "Market Potential for Advanced Thermally Activated BCHP in Five National Account Sectors(Final Report)", Oak Ridge National Lab. May 2003.
- [11] H.Ren & et al., "Optimal size for Residential CHP system", Applied Thermal Engineering 28, pp. 514-523, 2008.
- [1] D. Loy, "Open Control Networks", Kluwer Acadrmic Publishers, 2001.
- [2] TMS320X281X DSP Enhanced CAN(eCAN) Reference guide, TI, 2005.
- [3] k. Etschberger, "Controller Area Network", IXCAT press, 2001
- [13] Won-Pyo Hong, "Induction Motor Bearing Damage Detection Using Stator Current Monitoring", KIIEE Vol. 19, No. 7, pp. 70-77 Sep. 2005.
- [14] Won-Pyo Hong, "Stator Current processing-Based Technique for Bearing Damage Detection in Induction Motor", ICCAS2005, June2-5, 2005, Korea.