

멀티 벤더 전력선 통신 망을 위한 통합 네트워크 관리시스템 설계 및 구현

*박창근, *최미정, *강준명, *홍원기, **임용훈, **주성호
*포항공과대학교, **전력연구원

*{pck1982, mjchoi, eliot, jwkhong}@postech.ac.kr, **{adsac, shju1052}@kepc.co.kr

Design and Implementation of Integrated Network Management System for Multi-Vendor Power Line Communication Network

* Chang-Keun Park, *Mi-Jung Choi, *Joon-Myung Kang, *James Won-Ki Hong, **Yong-hun Lim,
**Seongho Ju

*POSTECH, **KEPRI

요 약

전력선 통신(Power Line Communication, PLC)은 전력을 공급하는 전력선을 매개체로 하여, AMR(원격 검침) 서비스와 전력 부하 제어 서비스 등의 전력회사를 위한 서비스뿐만 아니라 홈 네트워킹 서비스까지 가능하게 해주는 통신기술이다. 최근 PLC 기술의 성장과 더불어 PLC 네트워크의 규모가 커짐에 따라 PLC 네트워크 내의 자원을 효율적으로 관리하기 위한 네트워크 관리 시스템의 필요성이 증가하고 있다. 현재 PLC 네트워크는 PLC 기술을 제공하는 chipset 벤더 별로 독립적으로 구축되고 있기 때문에, 각 chipset 벤더 별로 Private한 관리 정보(Management Information Base, MIB)를 정의하고, EMS(Element Management System) 수준의 관리 시스템을 개발하여 관리하고 있다. 이러한 관리 상태는 다양한 벤더의 PLC 장비가 혼재하는 PLC 네트워크(멀티 벤더 PLC 네트워크)를 통합적으로 관리하기에는 부족한 점이 많다. 본 논문에서는 멀티 벤더 PLC 네트워크를 효율적으로 관리할 수 있는 관리 시스템을 제안한다. 우리는 다양한 벤더의 PLC 장비를 통합적으로 관리할 수 있는 통합 PLC 관리 시스템(Integrated PLC Management System, IPMS)을 구현하고자 한다.

I. 서론

전력선 통신(Power Line Communication, PLC)은 전력을 공급하기 위해 이미 존재하고 있는 전력선에 고주파 데이터 신호를 실어서 통신할 수 있는 네트워크를 구축하는 것을 가능하게 해주는 기술이다 [1, 2]. 최근에는 200 Mbps PLC 장비가 상용화되는 등 PLC 기술이 성장함에 따라, 동남아시아나 아프리카와 같이 통신 인프라가 구축되지 않은 나라에서는 전력선을 통신 수단으로 활용하여 접근망(access network) 뿐만 아니라 백본망(backbone network)까지 구축하려는 연구가 진행 중이다. 이외에 AMR(원격 검침) 서비스, 홈 네트워킹 서비스 및 트리플 플레이 서비스(TPS) 등 PLC를 이용할 수 있는 부가서비스 개발에 많은 연구가 진행되고 있다 [3, 4]. 위와 같이 PLC를 이용한 다양한 부가 서비스가 개발되고 PLC 네트워크의 규모가 커짐에 따라 PLC 네트워크 자원에 대한 효율적인 관리의 중요성은 더욱 커지고 있다.

PLC 네트워크는 대체적으로 다음 4개의 주요 벤더들이 제공하는 chipset으로 만들어진 장비들로 구성되어 있다: 1) DS2 [5], 2) Intellon [6], 3) Xeline [7], 4) Panasonic [8]. 현재는 각각의 chipset 별로 독립적으로 네트워크가 구성되어 서비스가 제공되고 있다. 이런 상황에 있는 PLC 네트워크 장비들의 상호호환성을 확보하기 위해서 국내외 단체 및 산업체에서도 표준화 활동이 진행 중이다. 국내에서는 지난 2006년에 기술표준원이 다양한 업계와 기관이 참여한 '고속 PLC 표준 기술연구회' 활동을 통해, 고속 PLC 서비스를

위한 물리계층(PHY) 및 매체접근제어 (MAC) 계층에 대한 한국 표준규격을 완성하여 고시하였다. 국외에서는 IEEE P1901 Working Group [9]을 중심으로 고속 PLC 기술의 Physical Layer와 MAC Layer규격(Specification)에 대한 국제 표준안을 만들고 있다. 고속 PLC에 대한 국제 표준은 2008년에 나올 것으로 기대되고 있다.

고속 PLC 기술의 상호호환성을 위한 Physical Layer와 MAC Layer의 활발한 표준화 활동과 반대로, 다양한 벤더의 PLC 장비가 혼재하는 PLC 네트워크인 멀티 벤더 PLC 네트워크의 통합적인 관리에 대한 연구는 활발하게 진행되지 못하고 있다. 현재는 각 주요 벤더 별로 자체적으로 Private한 PLC MIB과 관리 시스템을 제공하고 있지만, 추후에 다양한 장비들이 서로 혼재하는 네트워크가 구성된다면 각 벤더에서 제공하는 PLC MIB과 관리 시스템만으로는 멀티 벤더 PLC 네트워크를 통합 관리하는데 있어서 문제점을 야기할 수 있다. 첫째, PLC 네트워크 관리 시스템이 중복된 정보가 많은 모든 PLC MIB들을 제공해야 하기 때문에, 서버 장비의 공간 활용도가 비효율적일 뿐만 아니라 관리 정보(MIB)의 수정 및 유지보수의 복잡도가 증가한다. 둘째, 해당 벤더별 관리 정보의 OID를 찾아서 SNMP Message를 생성해야 하기 때문에 관리 서버에 주는 부담이 증가한다. 마지막으로, 모든 벤더의 PLC 네트워크 특징을 고려하여 관리 시스템을 개발해야 하기 때문에, 관리 시스템의 개발 load가 증가한다. 이러한 이유 때문에 현재 개발된 PLC 관리시스템은 PLC 장비업체가 자사의 제품을 위해 개발하여 제공하고 있다. 이런 문제점을 해결하기 위해 멀티 벤더 PLC 네트워크 관리 방법에 대한 표준화가

이루어져야 한다.

본 논문에서는 다양한 벤더의 PLC 장비들로 구성된 대규모 멀티 벤더 PLC 네트워크를 통합적으로 관리할 수 있는 관리 시스템을 제안한다. 특정 벤더에 의존적이지 않고 일반화된 PLC 네트워크를 위한 표준 PLC MIB을 설계하고, 설계된 MIB의 실효성을 검증하기 위해 대규모 멀티 벤더 PLC 네트워크를 통합적으로 관리하기 위한 Web 기반의 IPMS(Integrated PLC Management System)를 설계 및 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구로서, PLC 네트워크의 구조와 현재 PLC 네트워크 관리 동향에 대해서 설명한다. 3장에서는 표준 PLC MIB 설계에 대해 간략히 설명한다. 4장에서는 IPMS의 요구사항과 설계 구조에 설명한다. 5장에서는 설계한 구조를 바탕으로 한 IPMS의 구현에 설명한다. 끝으로 6장에서는 결론과 향후 연구에 대해 기술한다.

II. 관련연구

이 장에서는 관련연구로 PLC 네트워크의 구조와 PLC 네트워크의 관리 기술 동향에 대해서 설명한다.

2.1 PLC 네트워크 구조

PLC 네트워크는 그림 1과 같이 크게 고압 배전선로를 이용한 MV(Medium Voltage) PLC와 저압 배전선로를 이용한 LV(Low Voltage) PLC로 나눌 수 있다 [10]. MV PLC는 변전소에서 가정 앞까지 오는 변압기까지 22.9 kV의 고압 전력선을 이용하고, LV PLC는 변압기에서 가정까지 들어오는 220V의 저압 전력선을 이용한다. PLC 네트워크는 마스터 모뎀, 슬레이브 모뎀, 리피터 모뎀, MV/LV Gateway 등의 장비들로 구성되어 있다 [11]. 마스터 모뎀은 광 네트워크, xDSL이나 케이블 네트워크 같은 백본망과 PLC 네트워크를 연결하기 위해서 사용된다. 리피터 모뎀은 PLC 모뎀들 사이의 신호를 증폭시키기 위해서 사용된다. 슬레이브 모뎀은 데스크탑 등의 인터넷에 연결하기 위한 장비와 전력선을 연결하기 위해서 사용된다. MV/LV Gateway는 LV PLC와 MV PLC를 연결하기 위해서 사용된다. 위와 같은 장비들이 PLC 네트워크의 관리대상이 된다. PLC 네트워크 운영센터에서는 인터넷을 통하여 이와 같이 구축된 PLC 네트워크를 관리할 수 있어야 한다.

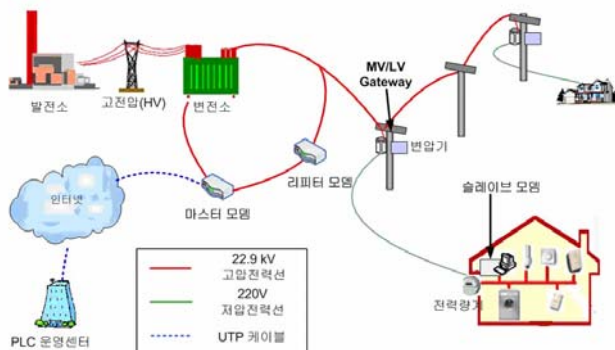


그림 1. PLC 네트워크 구조

2.2 PLC 네트워크 관리 기술 동향

현재 PLC 네트워크는 대체적으로 DS2, Intellon, Xeline, Panasonic, 4개의 주요 벤더들이 제공하는 chipset으로 만들어진 장비들로 구성되어 있다. 4개의 벤더 모두 SNMP 기반의 PLC 네트워크 관리 체제를

구축했거나 계획하고 있다. DS2와 Xeline은 자체적으로 Private PLC MIB을 정의하여, 자사의 PLC 장비를 위한 SNMP 에이전트를 독자적으로 개발하여 관리 기능을 제공하고 있고, EMS(Element Management System) 수준의 관리시스템도 함께 제공하고 있다. Intellon과 Panasonic은 그들의 chipset을 위한 private PLC MIB을 독자적으로 정의하여 관리 시스템을 제공하기 위해 현재 개발 중에 있다.

이 장에서는 Xeline과 OPERA의 관리구조의 특징에 대해 설명한다. Xeline은 chipset 뿐만 아니라 PLC 모뎀을 비롯한 PLC 장비들과 PLC 네트워크 관리 시스템과 같은 PLC 관련 소프트웨어까지 만드는 한국의 벤더이다. Xeline의 관리구조는 각 PLC 장비가 SNMP 에이전트를 탑재하고 있지 않기 때문에, SNMP 매니저와 PLC 모뎀 사이에 EU(EMS Unit)라는 Proxy 에이전트를 두어서 관리가 이루어진다. Proxy Agent는 관리 매니저로부터 받은 SNMP 메시지를 PLC 모뎀에서 제공하는 사적인(Proprietary) 메시지로 변환 시켜주는 역할을 수행한다.

OPERA [12]는 스페인의 DS2사가 주축으로 2004년부터 시작된 유럽의 전력선 통신 표준화 프로젝트로서 유럽 전역에 PLC 기술을 전파하는 것을 목적으로 PLC 시스템들의 표준화 및 다양한 서비스와 테스트를 수행하고 있다. OPERA의 관리 구조는 모든 PLC 장비들이 IP 어드레스와 SNMP 에이전트를 가진 관리 대상으로 가정하고 있기 때문에, SNMP 매니저에 의해 PLC 모뎀의 관리가 직접적으로 이루어진다.

III. 표준 PLC MIB 설계

이 장에서는 표준 PLC MIB에 대해서 설명한다. 그림 2는 다양한 벤더의 PLC 장비로 구성된, 멀티 벤더 PLC 네트워크 구조이다. 각 벤더 별로 독립된 셀로 PLC 네트워크를 구축하고 있다.

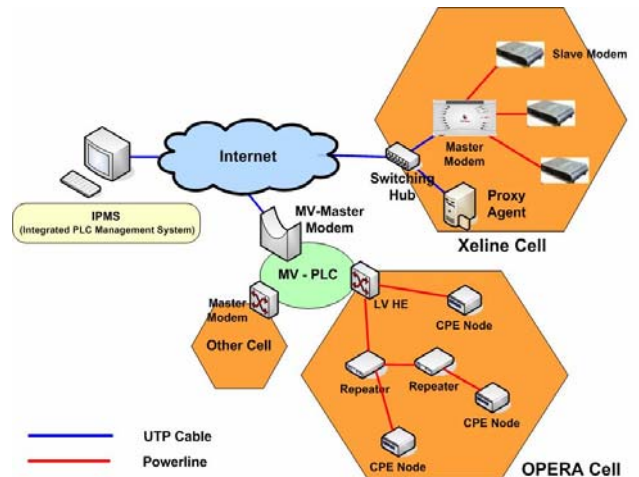


그림 2. 멀티 벤더 PLC 네트워크

기존 PLC MIB을 이용하여 그림 2와 같은 멀티 벤더 PLC 네트워크를 관리하기에는 서론에 제시한 많은 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해서는 모든 PLC 장비에 적용될 수 있는 공통의 관리 정보가 표준 PLC MIB으로 정의되고, 각 벤더 별로 특수한 관리 정보는 Private MIB으로 따로 정의하여 관리가 이루어져야 한다.

우리는 이전 연구에서 표준 PLC MIB을 정의하였다 [13]. 표준 PLC MIB은 유럽의 OPERA단체가 정의한 PLC MIB과 한국의 Xeline MIB에서 정의한 PLC MIB을 비교

분석한 내용을 바탕으로 설계한 것으로, 모든 PLC 장비들이 기본적으로 제공해야 할 관리 정보(MIB)로 이루어져 있다 [13]. 즉, 특정 업체의 PLC 장비에 의존적인 것이 아니라, 전반적인 PLC 네트워크 관리를 위한 관리 정보이다. 표준 PLC MIB은 그림 3과 같이 system, interface, plcInfo, trap의 4개의 그룹으로 이루어져 있다.

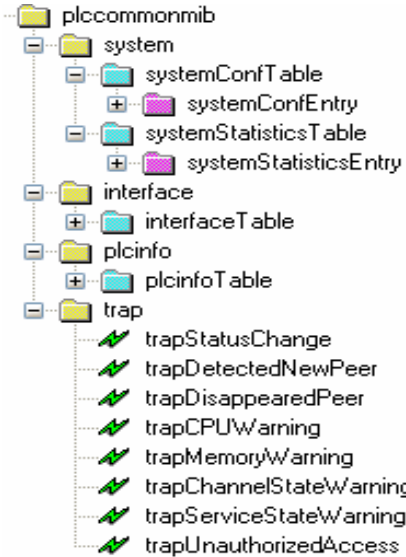


그림 3. 표준 PLC MIB 구조

IV. IPMS 설계

이 장에서는 IPMS의 요구사항을 분석하고 그 요구사항을 바탕으로 설계된 구조를 설명한다.

4.1 요구사항분석

IPMS은 그림 2와 같은 멀티 벤더 PLC 네트워크를 3장에서 설계한 표준 PLC MIB을 이용하여 관리하는 시스템이다. 그 뿐만 아니라 표준 PLC MIB을 지원하지 않는 기존의 다양한 벤더의 PLC 장비들도 통합적으로 관리할 수 있어야 한다. 따라서 OPERA 망과 같이 모든 장비에 SNMP 에이전트를 탑재한 구조뿐만 아니라 Xeline 망과 같이 장비에 SNMP 에이전트를 탑재하지 않은 Proxy 에이전트 구조도 관리할 수 있어야 한다. 즉 복수의 셀로 구성된 다양한 벤더의 PLC 네트워크를 통합적으로 관리할 수 있어야 한다.

IPMS의 기능적인 요구사항은 다음과 같다. 첫째, PLC 장비의 등록, 정보수정 및 삭제를 할 수 있고, PLC 장비 간의 연결정보를 조회할 수 있는 구성정보 관리 기능을 제공해야 한다. 둘째, 성능장애가 발생시 Trap을 발생해 사용자에게 알려주고, 장애이력을 조회할 수 있는 장애정보 관리 기능을 제공해야 한다. 셋째, 성능관련 데이터를 처리(수집, 분석, 보고서 작성)할 수 있는 성능정보 관리 기능을 제공해야 한다. 넷째, 가입자 정보를 조회, 추가, 삭제, 변경할 수 있는 가입자 정보 관리 기능을 제공해야 한다. 마지막으로 사용자를 변경하고, 등급을 관리할 수 있는 사용자 관리 기능을 제공해야 한다.

IPMS의 비기능적인 요구사항은 다음과 같다. 첫째, IPMS는 멀티 벤더 PLC 네트워크를 통합 관리해야 하기 때문에, 표준 PLC MIB을 지원하지 않는 기존의 PLC 장비까지 관리할 수 있어야 한다. 둘째, IPMS는 다양한 장비 및 관리정보의 추가, 수정, 삭제가 빈번히 발생할 수 있으므로, 변경 시 다른 모듈에 주는 영향을

최소화하기 위해, 모든 모듈들이 기능적으로 독립되도록 설계되어야 한다. 셋째, IPMS은 수천만 개 이상의 관리대상 장비를 관리해야 하는 시스템이기 때문에, 수천 건의 서버 부하 발생 시에도 서버가 다운되지 않는 대용량 처리 기능을 갖추어야 한다. 마지막으로 Multi-tier 기반의 구조를 제공하기 위해서 다중 플랫폼을 지원하고, 타 시스템과의 연동을 위한 표준 인터페이스를 제공해야 한다.

4.2 IPMS 구조

이 장에서는 4.1장에서 분석한 요구사항을 바탕으로 설계한 IPMS의 구조에 대해서 살펴본다. 그림 4는 IPMS의 전체 구조를 보여준다.

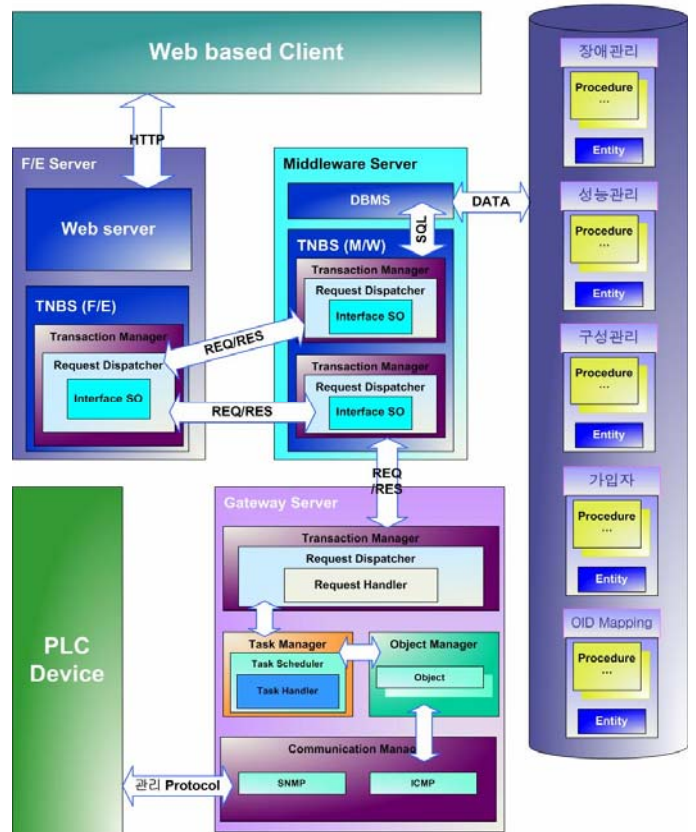


그림 4. IPMS 구조

IPMS는 3-Tier 구조로 F/E(Front End) Server, Middleware Server, Gateway Server로 구성되어 있다. F/E Server는 Presentation Tier로 Web 기반의 Client와의 통신을 담당한다. Middleware Server는 Data Tier로 DB 관리를 통해 F/E Server와 Gateway Server 사이를 중개하는 역할을 수행한다. Gateway Server는 관리장비와 통신하여 실질적인 네트워크 관리를 담당하는 Business Tier이다. DB에는 PLC 네트워크 관리를 위한 장애관리기능, 성능관리기능 등의 Business Logic과 데이터 구조에 관한 정보와 표준 PLC MIB을 지원하지 않는 PLC 장비를 관리하기 위한 기존 PLC MIB의 관리정보와 표준 PLC MIB의 관리정보의 OID mapping 정보가 저장되어 있다. IPMS가 표준 PLC MIB을 지원하지 않는 장비를 관리할 때는, DB에서 저장되어 있는 OID mapping 정보를 이용하여, 원하는 정보의 해당 벤더 Private MIB의 OID를 얻어 관리하게 된다.

TNBS(Transaction based Service)는 Transaction을 관리하는 Transaction Manager와 Transaction Manager에 특정 관리업무를 수행할 때만 Plug-In 되어서 DB에

저장되어 있는 Business Logic에 대한 데이터를 전송하는 interface SO(Shared Object)로 구성되어 있다. Transaction Manager에서는 다른 Tier와의 통신만 담당하게 되어 있고, Business Logic에 대한 통신은 interface SO에서 담당하게 되어있는 구조이다. 이러한 유연한 구조로 인하여 Middleware로 집종되는 서버부하에도 견딜 수 있는 성능 용량을 가질 수 있다.

Transaction Manager는 Request Dispatcher를 통해 사용자의 Request를 처리하고, 장비로부터 오는 Notification과 Response를 전달하는 기능을 한다. Task Manager는 운영자가 XML로 정의된 설정과일을 통해 Task를 실행하면, Gateway 서버에서 실행되는데, 이 Task를 처리하고, 스케줄링 하는 기능을 수행한다. Object Manager는 다양한 데이터 구조의 저장 기능을 제공함으로써, NMS의 Business Logic을 구현하는데 필요한 데이터 모델링을 지원하는 기능을 한다. Communication Manager는 통신 Protocol 별로 관리장비와의 통신을 처리하는 기능을 담당한다.

Client와 F/E Server는 HTTP를 통해서 통신하고, F/E Server와 Middleware Servers와 Gateway Server는 Transaction Manager에서 제공하는 연동 API를 통해서 통신한다. XML 기반의 3-Tier 구조를 택함으로써, 다중 플랫폼을 지원하고, 이기종 H/W 증설에 따른 문제점을 최소화시켰다.

V. IPMS 구현

이 장에서는 4.2장에서 설명한 설계를 바탕으로 한 IPMS의 구현에 대해서 설명한다. IPMS는 윈도우 XP 기반 하에 JDK 1.5와 eclipse를 활용하여 구현을 하였다. DB는 Oracle 10g가 설치되어 있는 서버를 JDBC 통해 접속하여 필요한 관리 정보를 Middleware Server가 접근하여 사용할 수 있게 하였다. SNMP 라이브러리는 AdventNet [14]에서 제공하는 SNMP API를 사용해서 구현하였다.

IPMS는 4.1장에서 제시한 관리 기능을 제공한다. 그림 5는 IPMS의 PLC 장비를 관리하는 User Interface를 보여준다. IPMS는 웹 기반으로 구현되어, 관리자는 웹 브라우저를 통해 편리하게 접근 가능하다. IPMS의 main 페이지를 살펴보면, 위쪽에는 각 관리기능 (장애관리, 구성관리 등) 별로 메뉴 버튼이 있고, 왼쪽에는 PLC 장비의 연결 정보를 Tree View로 계층적으로 보여준다. 원하는 지역이나 PLC장비를 선택하면, 중앙 화면에 해당 PLC 장비들의 MAC 어드레스, 동작상태, 등록상태, 사용자정보와 같은 관리 정보가 보이게 된다.



그림 5. IPMS User Interface

VI. 결론

전력선을 이용한 PLC 기술은 경제성과 접근의 용이함으로 현재 많은 주목을 받고 있는 기술이다. 최근 PLC를 활용할 부가서비스가 개발되고 망의 규모가 커짐에 따라 PLC 네트워크 관리의 중요성이 커지고 있다. 하지만 PLC 기술의 MAC Layer와 Physical Layer에 대한 왕성한 표준활동과 달리 PLC 네트워크 관리 기술에 대한 연구는 미흡하다. 본 논문에서는 멀티 벤더 PLC 네트워크를 중앙에서 통합적으로 관리하기 위한 통합관리시스템을 제안하였다. 특정 업체에 의존적이지 않고 일반화된 PLC 네트워크 관리를 위한 표준 PLC MIB을 설계하고, 대규모 멀티 벤더 PLC 네트워크를 통합적으로 관리하기 위한 Web 기반의 IPMS를 설계 및 구현하였다. 이를 통해 멀티 벤더 PLC 네트워크의 통합적인 관리기술과 PLC 네트워크 관리를 위한 국내의적인 표준화에 기여하고자 한다.

향후 연구에서는 본 연구에서 구현한 통합 관리시스템을 실제 대규모 PLC 네트워크 관리에 적용하여 관리를 수행함으로써 그 실효성을 검증할 것이다.

참고문헌

- [1] George Jee, Ram Das Rao, and Yehuda Cern, " Demonstration of the technical viability of PLC systems on medium- and low-voltage lines in the United States," IEEE Communications Magazine, vol. 41, no. 5, May. 2003, pp. 108-112.
- [2] Weilin Liu, Hanspeter Widmer, and Philippe Raffin, " Broadband PLC access systems and field deployment in European power line networks," IEEE Communications Magazine, vol. 41, no. 5, May. 2003, pp. 114-118.
- [3] Niovi Pavlidou, A.J. Han Vinck, and Javad Yazdani, " Power Line Communications: State of the Art and Future Trends," IEEE Communications Magazine, Apr. 2003, pp. 34-40.
- [4] A. Majumder and J. Caffery, " Power line communications," IEEE Potentials, Vol. 23, Issue 4, Oct.-Nov. 2004, pp. 4-8.
- [5] DS2, <http://www.ds2.es/>
- [6] Intellon, <http://www.intellon.com/>
- [7] Xeline, <http://www.xeline.com/>
- [8] Panasonic, <http://www.panasonic.com/>
- [9] IEEE P1901, " Draft Standard for Broadband Over Power Line Networks: Medium Access Control and Physical Layer Specifications" , IEEE , <http://grouper.ieee.org/groups/1901/>.
- [10] 강준명, 박창근, 김은희, 홍원기, 임용훈, 주성호, 최문석, 이범석, 현덕화, " 전력선 통신망을 위한 네트워크 관리 시스템의 설계 및 구현 ", KNOM Review, Vol. 9, No. 2, Dec. 2006, pp. 8-19.
- [11] Jae-Jo Lee, Choong Seon Hong, Joon-Myung Kang, and James Won-Ki Hong, " Power line communication network and management in Korea," International Journal of Network Management (IJNM), Vol. 13, Issue 6, Special Issue, Nov.-Dec. 2006, pp. 443-457.
- [12] OPERA (Open PLC European Research Alliance), <http://www.ist-opera.org/>
- [13] 박창근, 강준명, 최미정, 홍원기, 임용훈, 주성호, 최문석, 이범석, 현덕화, " 전력선 통신망을 위한 관리 정보 설계", Proc. of KNOM 2007 Conference, Cheju, Korea, Apr. 26-27, 2007. pp.198-205.
- [14] AdventNet, <http://www.adventnet.com/>