

전력선 통신(PLC)을 이용한 난방기기 제어 및 원격제어 시스템의 개발에 관한 연구

김용태*, 신관우, 이윤섭
공주대학교 전기전자정보공학과

A Study on the development of Heating Facility Control and Remote Control System using Power Line Communication (PLC)

Yong-Tae Kim*, Kwan-Woo Shin, Youn-Seop Lee

*Dept. of Electrical Electronic & Information Eng., Kongju Univ.

Abstract - PLC (Power Line Communication) is the communication method using the existing power line installed in houses and offices to convert and transmit high frequency communication signal from tens of KHz to tens of MHz, and receive the filtered signal using high frequency filter. The advantage of PLC is that PLC uses the existing power line installed in houses and offices so it does not require separate power line. Easy and convenient access using electric outlets is another advantage of PLC. However, PLC has some disadvantages such as limited transmission power, high load interference and noise, variable signal attenuation, characteristic of impedance, selective possibility of frequency property.

This study designed the boiler temperature control system by unit using the modem designed on the basis of technology used for PLC modem, and designed remote control system using internet. After conducting experiments with those two systems, it was possible to control stably. By commercializing this product, we can avoid unnecessary heating of separate temperature control unit, and save the cost accordingly, and it is possible to control on a remote site using internet in a more convenient way.

1. 서 론

전력선 통신(PLC : Power Line Communication)이란 가정이나 사무실 등에 포설되어 있는 전력선을 이용하여 통신신호를 수십KHz에서 수십MHz의 고주파 신호로 바꾸어 실어 보내고 이를 고주파 필터를 이용하여 따로 분리해낸 신호를 수신하는 통신방식을 말한다. 국내에서 사용되는 전력은 60Hz의 교류신호로서 가전제품은 이를 전력변환기(트랜스포머)를 통해 직류로 바꾸어 사용하며, 전력선통신에서의 고주파 신호는 저전력의 출력 신호이므로 일반 가전기기 작동에는 영향을 미치지 않는다. 전력선 통신의 장점은 가정이나 사무실에 이미 포설되어 있는 전력선을 사용할 수 있으므로 별도의 통신선로가 필요하지 않으며, 많은 콘센트를 이용하여 쉽고 간편하게 접근할 수 있다는 점이다. 반면 제한된 전송 전력, 높은 부하간섭과 잡음, 가변하는 신호 감쇄 및 임피던스 특성, 주파수의 선택적 특성가능이라는 단점을 가지고 있다. 전력선 통신 기술은 리모콘을 이용하여 가정이나 사무실 내에 설치되어 있는 전자기기를 원격으로 제어하거나 외부에서 이동전화나 인터넷을 통

하여 집안에 있는 가전기기의 제어를 가능하게 해주며, 조명제어, 침입탐지와 같은 방법, 가스밸브원격차단과 같은 방재, 냉난방 기기의 제어와 같은 홈오토메이션, 자동원격점검, 원격모니터링에 적합한 기술로 주목 받고 있다. 특히 최근 들어 사이버 아파트 실업 붐을 타고 고가의 아파트에 기본 설비로 장착되는등 그 쓰임새가 날로 증가하고 있는 추세이다.

본 연구에서는 PLC 모델설계에 필요한 기술을 바탕으로 제작한 모델을 이용하여 보일러의 단위별 온도제어를 위한 시스템 및 인터넷을 이용한 원격제어 시스템을 설계하여 병렬제어 실험을 하였다.

2. 시스템 설계

전력선에는 AC 220V/60Hz의 교류 전력이 끊임없이 흐른다. 신호의 측면에서 보면 항상 규칙적인 신호가 흐른다는 것과 마찬가지로, 규칙적인 신호는 필터링에 의해 제거할 수 있고 그렇게 되면 신호가 없는 것과 같다고 볼 수 있다. 여기에 원하는 신호를 실고 수신측에서 필요한 신호만을 골라낼 수 있다면 전력선을 통한 데이터 전송이 가능해진다. 본 시스템에 사용하는 송수신기는 이러한 원리로 동작하는 하드웨어와 인터넷을 이용하여 원격리에서도 병렬제어가 가능하게 자바로 프로그램을 하였다.

2.1 하드웨어 설계

전력선에 데이터를 실어 보내기 위해서는 전력은 차단하고 전력선에 신호만 실어주는 커플링회로와 필요한 신호만을 골라내는 필터링회로가 필요하다. 본 연구에서는 전력선 모델을 직접 제작해 사용하였다. 캐리어 전송 방식은 ASK(Amplitude Shift Keying)방식이며 캐리어 주파수는 140~165KHz를 사용하였다. 서버용 컴퓨터를 제외한 모든 모듈은 마이크로 프로세서로 동작제어를 하도록 하였다.

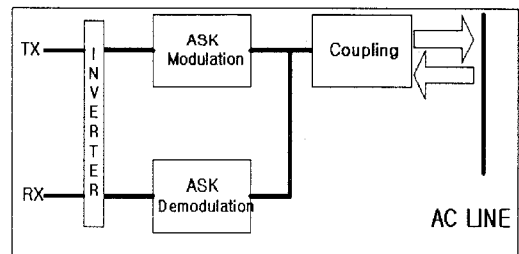


그림 1. 송 수신부 블록도

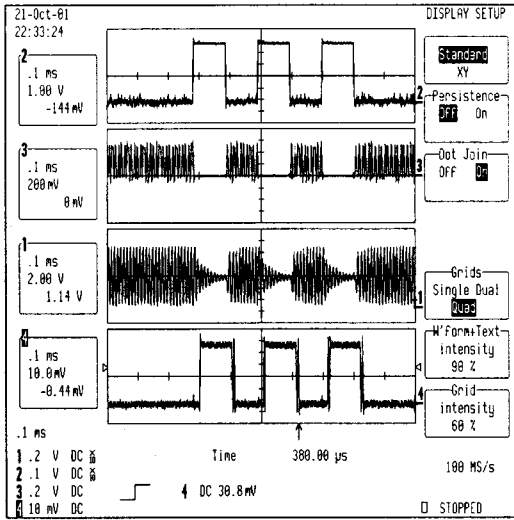


그림 2. 상단부터 원래의 데이터 신호, 기준주파수와 결합된 신호, 변조된 신호, 비교기를 통해 복조된 신호(데이터 전송속도=9600BPS)

2.2 소프트웨어 설계

제작된 전력선모뎀을 이용하여 제어기기를 연결하고 Sun사의 자바를 사용하여 인터넷을 통해 제어기에 접근할 수 있도록 하는 실험을 하였다. 원격 자원제어는 네트워크상에 연결된 여러 형태의 기기나 디바이스에 대하여 시간과 공간의 제한 없이 접근, 제어할 수 있는 방안을 제시하여 준다. 원격 자원제어에서는 자원을 요구하는 사용자(Client), 자원을 제공하여주는 서비스 제공자(Service), 시스템 전체를 관리하고 운용하며 이용자와 제공자를 상호 연결시켜주는 역할을 수행하는 서비스 관리자(Lookup)로 구성된 시스템 연합체를 구성하며 이 연합체내의 상호 교류와 접근을 통해서 상호 자원을 제어 및 이용할 수 있는 메카니즘을 제공하여 준다.

2.2.1 제어 시스템

시스템의 구성은 제어 단위 내에 제어시스템이 위치하는 경우와 제어단위 내에 제어시스템이 위치하고 인터넷을 통한 감시 및 제어를 하는 경우로 나누어 구성할 수 있다. 물론 제어 단위 내에 제어시스템이 위치하는 경우와 인터넷 확장을 위한 경우에 따른 제어시스템을 고려하여 두 가지 경우 모두를 수용하는 방향으로 정하였다. 제어 단위 내에 시스템이 위치할 경우 시스템의 구성은 클라이언트-서버의 구성이 되며 인터넷 확장 시 게이트웨이(Gateway)와 인터넷 클라이언트가 추가된다. 본 시스템에서 클라이언트는 온도조절기가 되며 서버는 밸브개폐 제어장치가 된다. 게이트웨이는 인터넷에 연결되고 자바가 실행되는 PC가 되고 인터넷 클라이언트는 웹 브라우저가 탑재된 PC를 말한다. 그림 3에서 보듯이 같이 단위 모듈별로 제작한 모뎀이 연결되었다. 각각의 모듈은 전력선 모뎀을 통해서 데이터를 주고받으며 게이트웨이 역할을 하는 서버에 의해 인터넷과 연동된다. 모듈과 전력선모뎀과의 연결은 원칩 마이크로 시리얼 포트를 이용해서 접속하도록 되어 있으며 시리얼 통신 속도는 9600BPS로 고정 되어있다. 따라서 모든 제어네트워크는 9600BPS로 데이터를 주고받는다.

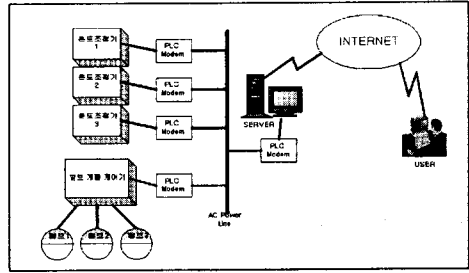


그림 3. 웹 자원 제어 시스템 구조

2.2.2 제어 프로토콜(Protocol)

데이터를 주고받기 위해서는 우선 프로토콜을 설정해야 한다. 본 논문의 실험에 필요한 데이터는 양방향 전송 방식으로 통신을 수행하도록 되어있다. 전력선 라인에 다수의 모뎀이 연결되어 있기 때문에 동시에 여러 개의 신호를 전송할 경우 간섭 등으로 인하여 정확한 통신이 이루어지지 않아 한번에 하나의 모뎀만이 전력선에 신호를 실어 보낼 수 있도록 멀티드롭방식을 이용하여 순차적으로 통신하는 프로토콜로 구성하였다.

본 문헌에 사용된 시스템의 데이터 전송구조는 그림 4와 같다.

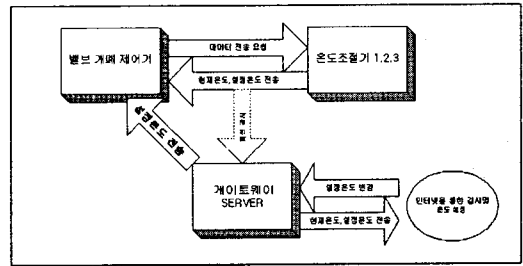


그림 4. 데이터 전송 구조

전송하고자 하는 데이터의 형태는 패킷형태로 되어있으며 미리 예약해둔 패킷에 따라 응답하도록 프로그래밍을 하였다. 전력선에는 상당한 노이즈가 발생하는데 본 논문에서 제작한 모뎀은 노이즈에 대한 대책이 없기 때문에 전송된 데이터의 값이 올바르게 전송되는지를 확인하기가 곤란하다. 그래서 각 단위모듈별로 고유 ID를 부여해서 자신의 ID로 들어온 데이터만을 추출하고 데이터 전송이 올바르게 이루어 졌을 경우 예약된 데이터 신호를 보내 서로 확인을 해야만 다음 패킷을 전송하도록 하여 데이터 전송이 확실하게 이루어지도록 하였다.

2.2.3 제어 프로그램

모든 데이터 전송의 시작은 밸브제어기로부터 시작 되도록 한다. 각 온도조절기에는 고유 ID가 부여되어 있으므로 이 ID를 통해 각 모듈을 액세스하게 된다. 밸브 제어기는 순서대로 각 ID를 호출해 데이터를 요구하고 호출을 받은 모듈은 자신의 데이터를 전송하게 된다. 이때 SERVER는 데이터를 수신만 하는 역할을 한다. 밸브제어기는 각 온도조절기로부터 들어온 데이터를 비교해 밸브의 개폐 상태를 결정한다. 설정온도가 현재 온도 값 보다 높을 때는 밸브를 열어 온수가 공급되도록 하고 설정온도가 현재온도보다 낮을 때는 밸브를 닫아 온수의 공급을 차단한다. 아래에 제어프로그램의 블럭도를 나타내었다.

4. 결 론

본 연구에서 개발한 PLC 모델을 이용하여 보일러의 단위별(각방) 온도제어를 위한 시스템을 사용할 경우 솔레노이드 밸브를 제어하는 별도의 신호선이 필요 없게 되었고, 불필요한 난방을 하지 않아도 되어 연료를 절감하였다. 그리고 인터넷을 이용한 원격제어 시스템을 설계하여 병렬제어 실험을 한 결과 매우 안정적인 제어를 할 수 있었다. 향후 각 가정의 방법, 난방, 냉방 등의 홈오토메이션을 전력선 모뎀을 이용하면 별도의 신호선이 필요 없게 되어 설비가 간편해 지고, 구축된 인터넷 환경을 통해 원격제어를 할 수 있어 생활이 매우 편리할 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] Stefan Ramseier, Michael Arzberger, Andreas Hauser, "MV and LV Powerline Communications: New Proposed IEC Standards", Proceedings of the 1999 IEEE Transmission and Distribution Conference - Volume 1, 235-239, April 1999.
- [2] Ferreira,H.C.; Grove,H.M.; Hooijen,O; Han Vinck,A.J. "Power line communications: an overview" AFRICON, 1996., IEEE AFRICON 4th Volume: 2, 558-563, 1996
- [3] Razavi,Behzad.;Theodore S.Rappaport., "RF MICROELECTRONICS", Prentice Hall, 1998
- [4] 이기준, 정국영, 정채영, "웹 환경을 기반으로 한 원격 자동제어 시스템", 정보처리학회논문지 A 제 8권-A권 제2호, 2001.6
- [5] 정화자, 김영천, "데이터 통신 및 네트워크", 시그마프레스, 1999.9
- [6] 김화중, "컴퓨터 네트워크 프로그래밍", 홍릉과학출판사, 2000.1
- [7] "프로그래머", 2001년 8월호 p226-235
- [8] 유효상, "무선 데이터 통신 입문 해설", 성안당, 1996
- [9] <http://www.act-solutions.com>
- [10] <http://www.metricom-corp>
- [11] <http://www.echelon.co.kr>
- [12] <http://www.plcom.co.kr>
- [13] <http://www.xeline.com>

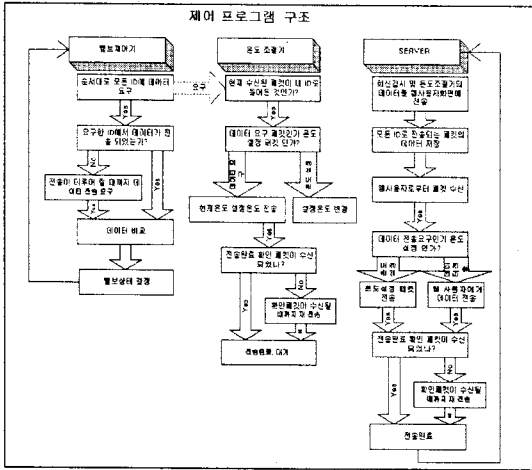


그림5. 제어 프로그램의 구조

3. 실험 및 고찰

전력선에 신호를 실었을 때의 파형은 그림6과 같다. 설정된 온도에 따라 난방 여부를 결정하여 솔레노이드 밸브를 동작 시켰다. 데이터를 패킷 단위로 전송하고 1초에 수십 번 데이터를 주고받으므로 통신오차가 발생하여도 난방기기 즉 솔레노이드 밸브 동작에는 큰 영향을 끼치지 않았다.

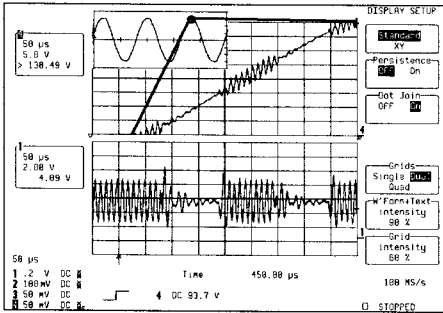


그림 6. 상용 전력선에 실린 신호

그림7은 자바로 프로그래밍 한 자바애플릿화면이다. 홈 오토메이션을 위해 차후에는 여러 가지 기능을 추가 할 것이고, 이번에는 각방 온도 제어만을 위한 애플릿을 구성하였다.

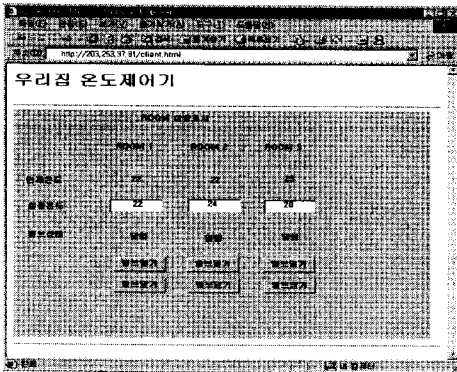


그림7. 웹 사용자 프로그램