

밸브제어기용 전력선 통신 모뎀을 이용한 에너지 절약형 난방제어 시스템

論 文

55P-3-2

Energy Saving Heating Control System Using the Power Line Communication Modem for a Valve Controller

金 名 鎬* · 李 泰 奉†
(Myung-Ho Kim · Tae-Bong Lee)

Abstract - In a heating control system, the indoor temperature controller transfers temperature signals inputted from the temperature sensor and the user to the valve controller. The valve controller receives these signals then the valve controller controls the valve driving motor on two position control and controls the indoor temperature. When setting up a new valve driving motor from a long distance it is necessary to set up a new valve controller. But occasionally, due to construction, it is impossible to wire between the existing valve controller and the new valve controller. In this situation, the new and existing valve controllers can communicate via power line communication. In this paper it is proposed heating control system controls on two position control via power line communication.

Key Words : LonWorks, Power Line Communication, Heating Control System, Two Position Control

1. 서 론

현재 일반적으로 사용되고 있는 난방시스템은 온도조절기에서 사용자가 입력한 온도 값과 온도센서에서 감지한 실내 온도 값을 비교하여 패어케이틀 등의 통신선을 이용하여 제어신호를 밸브제어기로 송신한다. 이 신호를 수신한 밸브제어기는 밸브구동기를 제어하여 밸브를 개폐하는 방법을 사용한다.

그러나 제어통신선을 사용하기 때문에 별도의 배선비용이 발생하는 것은 물론이고 밸브구동기를 새로 추가해야 되는 경우 기존의 밸브구동기와 새로운 밸브구동기간의 제어통신선이 벽체 외부로 노출되어 미관상으로 좋지 않을뿐더러 유지관리에 불편한 점이 많이 발생한다.

또한 밸브가 닫힌 후에도 방바닥의 온도는 즉시 변화되지 않고 사전에 진입된 온수로 인하여 일정시간동안 방바닥의 온도를 계속해서 높이기 때문에 방바닥이 과열되어 에너지의 낭비가 발생한다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 전력공급용으로 사용하는 전력선을 제어통신선으로 병용하는 전력선 통신 방식(1)과 LonWorks시스템으로 2위치 난방제어시스템을 구현하여 에너지소비를 최소한으로 줄이는 난방시스템을 구현하고자한다.

본 연구에서는 LonWorks 시스템(2), 송·수신 전력선 통신 모뎀의 하드웨어, 소프트웨어 구성 및 바인딩 도를 제시하였다. 또한 2위치제어 소프트웨어 구성과 이를 사용한 온도 편차 그래프를 통하여 기존방식과 차별화된 난방제어시스템에 대해서 연구하였다.

2. 본 론

2.1 제어네트워크 시스템 LonWorks

2.1.1 LonWorks 시스템의 구성

LonWorks 시스템은 설계, 구축, 운용, 유지관리를 위하여 OSI 7계층을 기반으로 한 통신 프로토콜인 LonTalk, 통신 프로토콜을 탑재하고 전송매체를 연결하기위한 통신모듈칩(이하 SIP), 개발Tool인 LonMaker와 NodeBuilder, LonWorks 네트워크를 논리적으로 구축하고 관리하는 네트워크 운영시스템인 LNS(LonWorks Network Service)로 구성된다.

2.1.2 LonWorks 네트워크의 구성

본 연구에서는 Neuron C를 사용하여 어플리케이션을 개발하였다.

어플리케이션은 표준 네트워크 변수 타입(Standard Network Variable;이하 SNVT)과 표준 구성 속성 타입(Standard Configuration Property Types;이하 SCPT)으로 구성하였다. SNVT은 네트워크상에서 디바이스간의 데이터

* 正 會 員 : 暎園專門大學 建築設備科 教授
† 교신저자, 正 會 員 : 暎園專門大學 電子情報科 副教授
E-mail : tblee@kwc.ac.kr
接受日字 : 2006年 4月 26日
最終完了 : 2006年 6月 5日

송·수신 상태를 정의하고, SCPT은 디바이스간의 송·수신 속성을 정의한다.

2.1.3 LonWorks 네트워크의 구축

LonWorks의 네트워크 구축을 위하여 체계적인 작업이 되도록 네트워크 구현과정을 그림 1과 같이 구성하였다.(3)

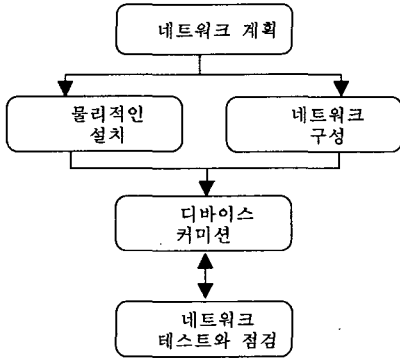


그림 1 네트워크 구축과정
Fig. 1 Network process

2.2 전력선을 이용한 난방제어 시스템의 구성

난방제어 시스템은 그림 2와 같이 멀티온도 조절기(거실)나 각방온도 조절기(침실1~침실3)로부터 제어신호를 수신한 밸브제어기는 밸브구동기를 통하여 온수밸브를 개폐하고 실내온도를 제어한다.

제1 밸브제어기와 원거리에 설치되는 제2 밸브제어기를 별도의 통신선을 배선하지 않고 전력선으로 제어하는 전력선 통신방법을 사용하여 실내온도 조절기로 제2 밸브제어기가 제어되도록 구성하였다.

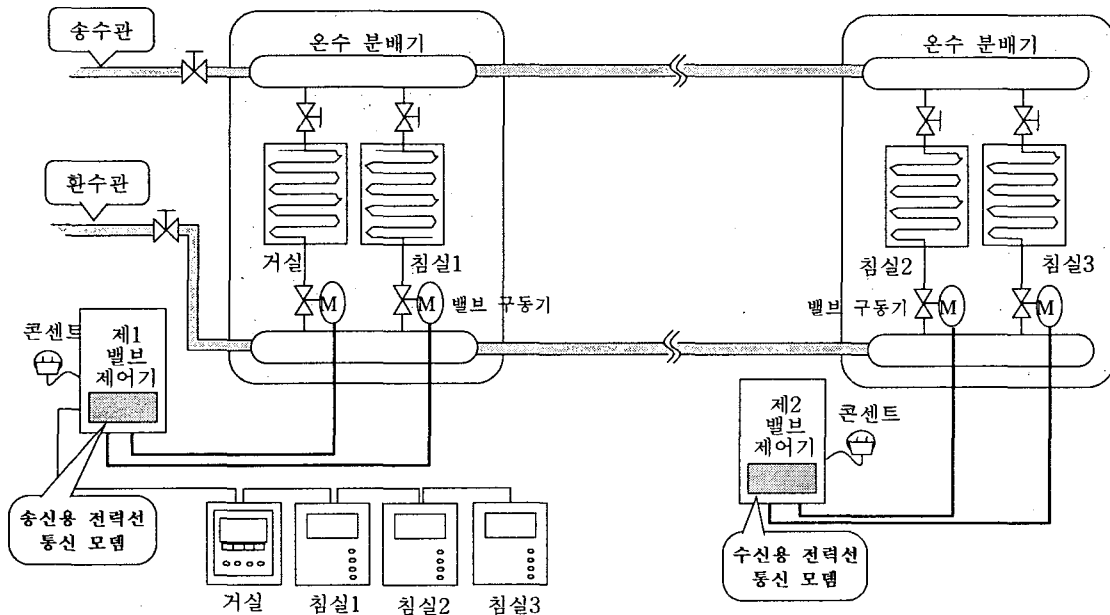


그림 2. 실내온도 조절기 계통도
Fig. 2 Schematic of room temperature controller

2.2.1 송·수신용 전력선 통신 모델 H/W 구성

송·수신용 전력선 통신 모델은 그림 3과 같이 커플러, 입·출력부, 전원부, SIP, 커넥터, 통신확인부 및 서비스키부 로 구성된다.

커플러는 전력선의 60[Hz]의 주파수에 통신 주파수 115[KHz]와 132[KHz]를 중첩 반송하고 커넥터는 밸브제어기와의 제어신호를 송·수신하도록 변환하여 연결하는 기능을 수행한다. 전원부는 상용전압(220[V])을 정전압 레귤레이터를 통해 구동 전압(5[V], 12[V])을 만들고, 입·출력부는 I/O pin을 통해 제어신호를 송·수신하며 SIP는 시스템 개발자가 개발한 어플리케이션을 메모리에 저장하여 원활한 통신을 수행하도록 한다. 또한 서비스키부는 SIP가 가지는 48[Bit]의 주소 값으로 전력선을 통해 자신에게 오는 신호를 수신할 수 있게 하고 통신확인부는 전력선 통신 시에 제어 신호 송·수신 여부를 확인할 수 있도록 구성하였다.

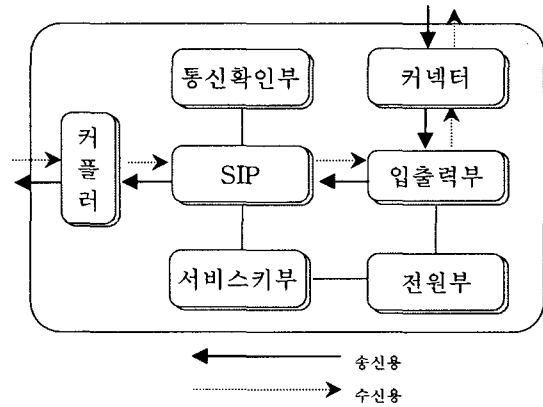


그림 3 전력선 통신 모델 계통도
Fig. 3 Schematic of PLC modem

2.2.2 송신용 전력선 통신 모듈 알고리즘

Smart Transceiver에 Neuron C로 그림 4와 같은 알고리즘의 송신용 전력선 통신 모듈의 어플리케이션을 작성하였다. (4-5)

전력선 통신 모듈에 전원이 공급되면 네트워크 변수와 구성속성에 초기값 입력 및 모듈의 동작 준비를 알리는 초기 설정을 한다.

전력선 통신 모듈의 네트워크 연결상태(When(offline)) 및 통신상태(When(wink))를 점검하여 정상적인 통신기능을 수행하게 된다.

Event 발생에 대해서 Task를 실행하는 event driven 방식으로 밸브제어기에서 제어신호(io_Bit0~io_Bit7)가 발생하게 되면 해당하는 Task를 실행하여서 네트워크 변수(nvoSwitch[0]~nvoSwitch[7])에 제어 데이터를 입력하여 표준네트워크 변수 SNVT_switch 타입으로 전송하도록 구성하였다.

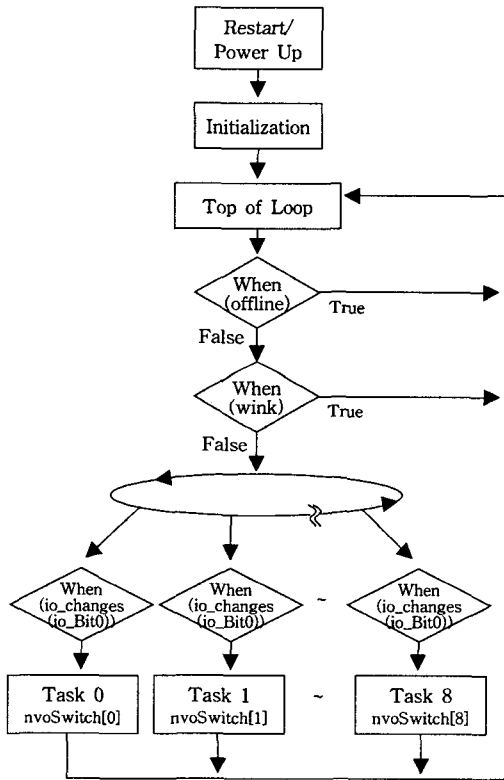


그림 4 송신용 전력선 통신 모듈 알고리즘
Fig. 4 Algorithm transmission PLC modem

2.2.3 수신용 전력선 통신 모듈 알고리즘

그림 5와 같이 전원이 공급되어 초기화 동작과 통신상태 점검을 마친 수신용 전력선 통신 모듈에서 표준 네트워크 변수 SNVT_switch를 수신하면 When(nv_update_occur(nviValue)) event가 발생하게 된다. 수신된 nviValue를 분석하여 제어하고자 하는 밸브구동기의 ioOutBit에 제어신호를 출력하여 밸브구동기를 제어하게 된다.

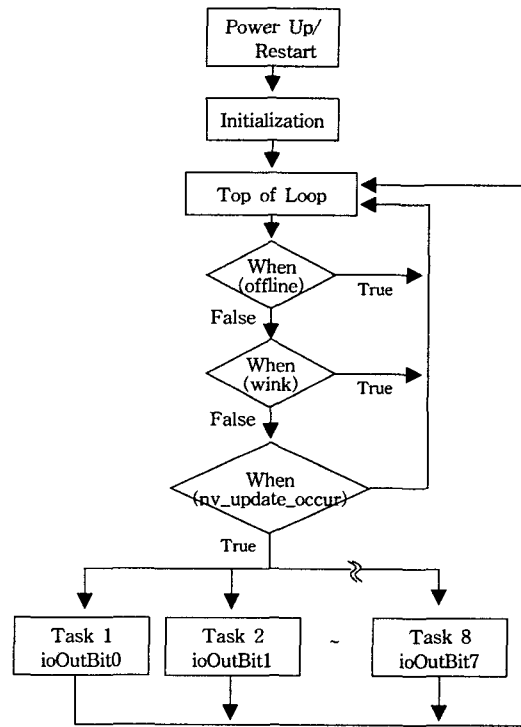


그림 5 수신용 전력선 통신 모듈 알고리즘
Fig. 5 Algorithm of receiving PLC modem

2.2.4 송·수신용 전력선 통신 모듈 바인딩

밸브제어기간에 전력선 통신을 하기 위하여 LonMaker를 이용하여 논리적 연결인 바인딩을(6) 그림 6과 같이 구성하였다.

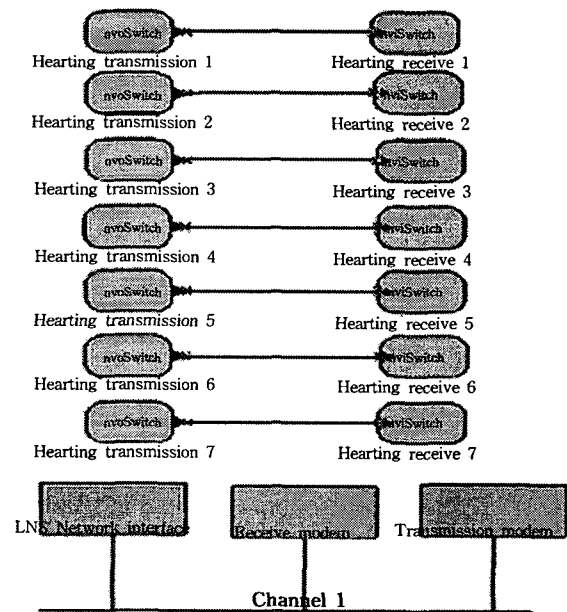


그림 6 송·수신용 전력선 통신 모듈 바인딩도
Fig. 6 Binding graph of transmissioning and receiving PLC modem

2.3 2위치제어를 이용한 실내온도 조절기

실내온도 조절기는 그림 7과 같은 구조를 갖는다. 2위치 제어 시스템을 구성하기 위하여 온도센서부와 입력부에서 온도 값을 입력받아 표시부에서 표시하고 제어부에서 입력받은 값을 2위치 제어 알고리즘으로 비교하여 출력부에서 밸브 제어기로 제어신호를 송신하도록 구성한다.

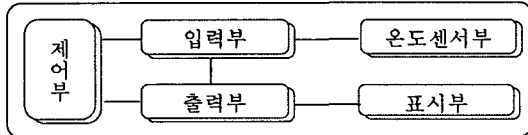


그림 7 실내온도 조절기의 개략도
Fig. 7 Schematic of room temperature controller

2.3.1 온도 조절 및 2위치제어 알고리즘

그림 8과 같이 실내온도 조절기는 통신상태 점검(When(offline), When(wink))을 마치게 되면 설정온도와 실내온도를 비교하는 loop를 실행하게 된다.

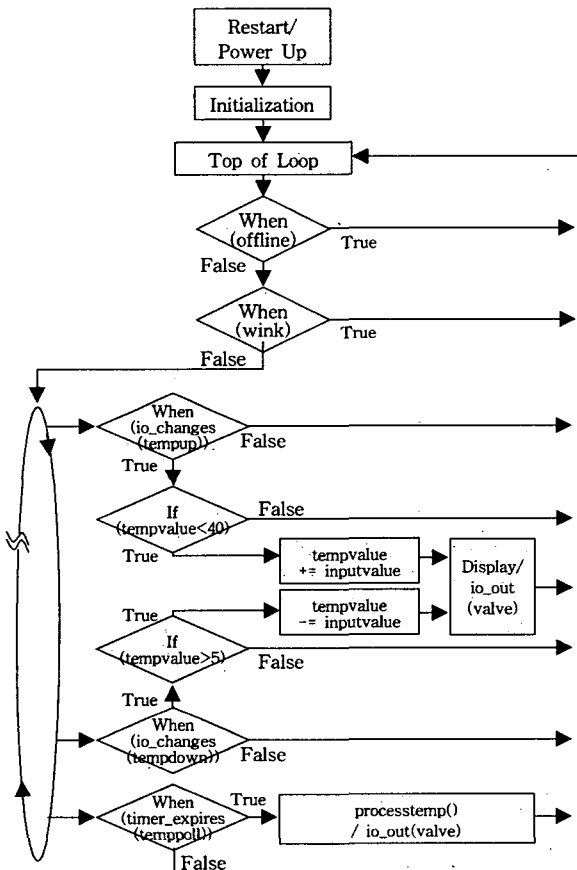


그림 8 온도 조절 및 2위치 제어 알고리즘
Fig. 8 Algorithm of temperature control and two position control
사용자가 온도 값을 설정(When(io_change(tempup/tempdown)) 하게 되면 현재의 온도와 설정온도를 비교(If(tempvalue))하여 밸브구동기를 제어한다.

2위치 제어를 위하여 빌딩 공조시스템 자동제어에서 사용하는

방식으로 6초마다 제어루프를 갱신(When(timer_expires(tempoll)) 하도록 하였다.

현재의 온도와 설정온도의 편차 및 온도변화 시간을 관계식으로 연산하여 설정온도에 도달하기 전에 밸브구동기를 제어한다.

2.3.2 2위치제어의 에너지 절감을 비교

사진 1은 실내온도조절기, 밸브제어기 및 밸브구동기로 구성된 모의실험장치를 나타낸다.

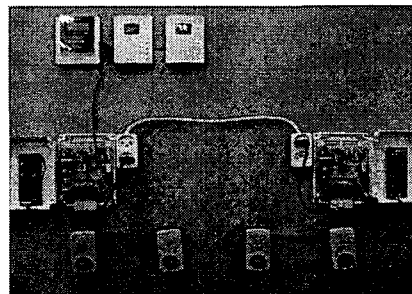


사진 1 전력선통신 난방제어시스템의 모의실험장치
Photo 1 Simulation equipment of PLC heating control system

시간 변화에 따라 기존의 보일러 제어시스템을 적용한 실내공간(4.5[m]×4.2[m]×2.3[m])과 2위치 제어방식을 적용한 실내공간(4.5[m]×4.2[m]×2.3[m])의 온도[℃]를 측정할 결과는 그림 9, 그림 10과 같다.

그림 9와 같이 기존의 보일러 시스템을 적용한 실내공간은 온도의 상하 진폭이 커서 낭비 열이 심해 에너지 낭비가 컸으며, 그림 10과 같이 2위치제어를 적용한 실내공간은 낭비 열이 없고 일정한 온도를 계속 유지시켜 40%의 에너지가 절감되는 것을 알 수 있다.

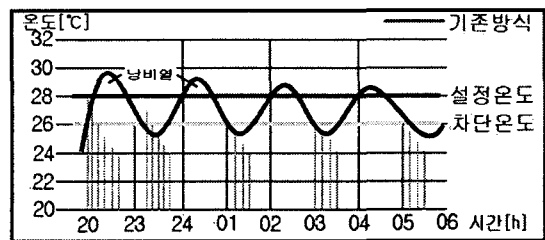


그림 9 기존의 온도제어 시스템 실내온도 변화
Fig. 9 The variation of room temperature of existing temperature control system

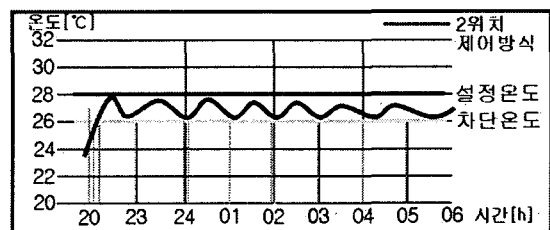


그림 10 2위치제어 실내온도 변화
Fig. 10 The variation of room temperature of two position control

3. 결 론

전력선 통신방식과 LonWorks시스템으로 2위치제어 시스템을 구현하였다.

전력선 통신을 하기 위하여 각각의 밸브제어기에 송·수신 전력선 통신 모듈을 설치하였고 실내온도 조절기의 제어부에 2위치제어 알고리즘을 구현한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

① 제어통신선대신 중복배선이 필요 없는 전력선 통신방식을 사용함에 따라 배선 비용을 최소한으로 절감할 수 있었다.

② 제어통신선을 사용하여 추가적인 밸브제어기를 구성 시에는 배선이 외부로 노출되어 미관상에 좋지 않을 뿐만 아니라 누전에 대한 위험도가 높는데 비해 기존에 배선된 전력선을 전력공급과 제어통신선 등으로 병용하여 미관상 개선효과와 누전에 대한 안전성을 보장할 수 있었다.

③ 2위치제어 방식으로 인하여 기존의 실내온도 제어방식은 달리 온도 편차가 적은 적정한 온도를 유지하여 40% 에너지를 절감할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] 홍원표, "홈 네트워킹 콘트롤 솔루션", 조명·전기 설비 학회지, pp.43-55, 15권 4호, 2001. 8
- [2] 이창은외 3명, "전력선 기반의 론웍스 네트워크를 제공하는 홈 자동화 구성 관리 제어기 구조", 조명·전기설비학회지, pp.37-44, 18권 2호, 2004. 4
- [3] 김명호외 2명, "LonWorks를 이용한 공기조화설비 제어네트워크 구축", 2005년도 대한전기학회 하계 학술대회 논문집, pp. 2675-2677, 2005. 7
- [4] Echelon.co., "Neuron C Programmer's Guide", pp.2.16 - 2.22, 1997.
- [5] Echelon.co., "Neuron C Reference Guide", pp. 1.4 -1.5, 1997.
- [6] Echelon.co., "LonMaker™ User's Guide", pp. 1.9 - 1.10, 1998.

저 자 소 개



김 명 호 (金 名 鎬)

1963년 5월 11일생. 1989년 강원대 공대 전기공학과 졸업. 1991년 광운대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1995년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1995년 일본 동경공업대학 전자물리학과 객원연구원.

2006년 현재 경원전문대학 건축설비과 교수.

Tel : 031-750-8643

E-mail : mhkim@kwc.ac.kr



이 태 봉 (李 泰 奉)

1961년 6월 26일생. 1986년 홍익대학교 공과대학 전자공학과 졸업. 1989년 홍익대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1994년 동 대학원 전자공학과 졸업(공학박사). 2006년 현재 경원전문대학 전자정

보과 부교수

Tel : 031-750-8755

E-mail : tblee@kwc.ac.kr