

LonWorks를 이용한 전력선 통신 난방제어 시스템

김 명 호[†] · 김 선 부^{*}

[†] * 경원전문대학 건축설비과

Power Line Communication Heating Control System by LonWorks

Myung-ho Kim[†], Sun-Boo Kim^{*}

ABSTRACT : In a heating control system, the indoor temperature controller transfers temperature signals inputed 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, 전력선통신(PLC : Power Line Communication), 난방제어 시스템 (Heating Control System), 2위치제어(two position control)

1. 서론

현재 일반적으로 사용되고 있는 난방시스템은 Fig. 1과 같이 온도조절기에서 사용자가 입력한 온도 값과 온도센서에서 감지한 실내온도 값을 비교하여 페어케이블 등 제어통신선을 이용하여 제어신호를 밸브제어기로 송신한다. 이 신호를 수

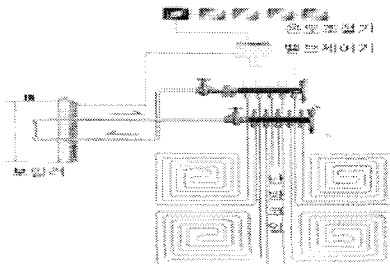


Fig. 1 Schematic of indoor heating system

신한 밸브제어기는 밸브구동기로 제어신호를 전송하여 밸브를 개폐하는 방법을 사용한다.

그러나 제어통신선을 사용하기 때문에 별도의 배선비용이 발생하고 건축 시에도 공사가 까다로우며 밸브구동기가 원거리에 구성되어 밸브제어기가 수용할 수 없는 경우 새로이 밸브제어기를 추가하게 되는데 이때 사용되는 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 높이기 때문에 방바닥은 설정온도보다 높아져 사용자가 쾌적한 실내 환경을 느끼지 못하고 방바닥이 과열되어 에너지의 낭비가 발생한다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 전력공급용으로 사용하는 전력선을 제어통신

[†] Corresponding author

Tel: +82-31-750-8643; fax: +82-31-750-8949

E-mail address: mhkim@kwc.ac.kr

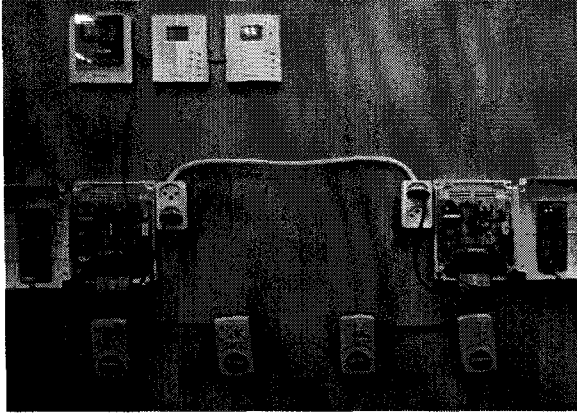


Fig. 2 Indoor heating control system

선으로 병용하는 전력선 통신 방식⁽¹⁾과 LonWorks시스템으로 2위치 난방제어시스템을 구현하여 에너지 소비를 최소한으로 줄이는 난방시스템을 구현하고자한다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험장치

Fig. 2와 같이 멀티온도 조절기, 2개의 각방온도 조절기와 밸브제어기, 송신용 전력선 통신 모듈과 수신용 전력선 통신 모듈 그리고 4개의 밸브구동기로 난방제어 시스템 실험 장치를 구성하였다.

2.2 제어 네트워크 시스템 LonWorks

2.2.1 LonWorks 시스템의 구성

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

2.2.2 LonWorks 네트워크의 구성

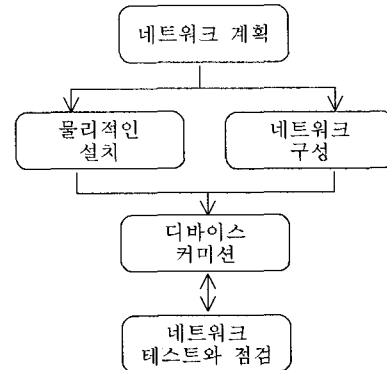


Fig. 3 Process of Lonworks network

본 논문에서는 네트워크를 구성하기위한 프로그램 언어로 Neuron C를 사용하였다.

Neuron C는 표준 네트워크 변수 타입(Standard Network Variable; 이하 SNVT)과 표준 구성 속성 타입(Standard Configuration Property Types; 이하 SCPT)으로 구성되어 있다. SNVT은 네트워크상에서 디바이스간의 데이터 송수신 상태를 정의하고, SCPT은 디바이스간의 송수신 속성을 정의한다.

2.2.3 LonWorks 네트워크의 구축

LonWorks의 네트워크 구축을 위하여 체계적인 작업이 되도록 네트워크 구현과정을 Fig. 3와 같이 구성하였다.⁽³⁾

2.3 전력선을 이용한 난방제어 시스템의 구성

난방제어 시스템은 Fig. 4와같이 멀티온도 조절기나 각방온도 조절기로부터 제어신호를 수신한 밸브제어기는 밸브구동기를 통하여 온수밸브를 개폐하고 실내온도를 제어한다.

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

2.3.1 송·수신용 전력선 통신 모듈 H/W 구성

송·수신용 전력선 통신 모듈은 Fig. 5와 같이 커플러, 입·출력부, 전원부, SIP, 커넥터, 통신확인부, 서비스키부로 구성된다.

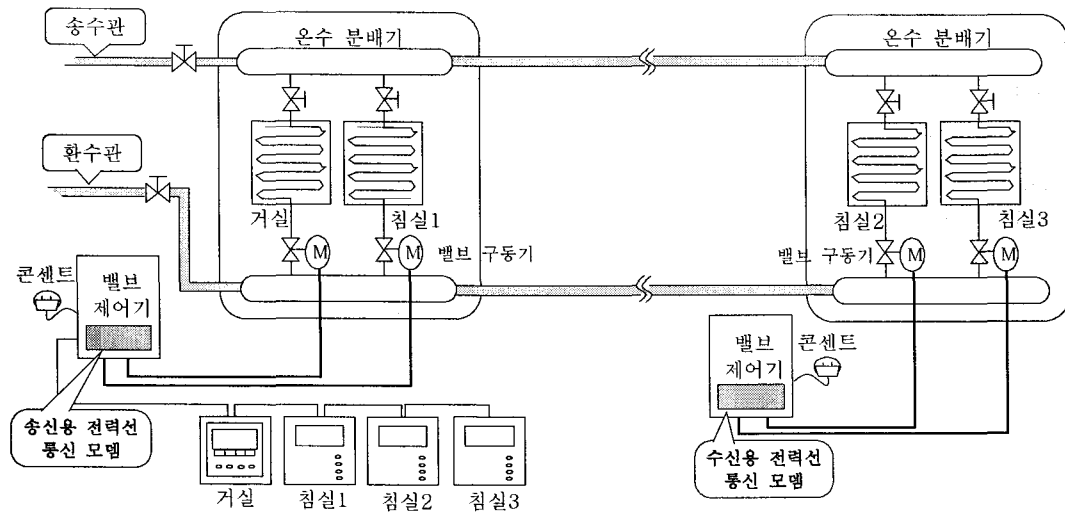


Fig. 4 Schematic of heating control system by power line communication

커플러는 전력선 통신을 할 수 있는 연결 매체이고 커넥터는 밸브제어기와 제어신호를 송·수신할 수 있는 연결매체이다. 전원부는 상용전압 (220[V])을 정전압 레귤레이터를 통해 구동 전압 (12[V], 5[V])을 만들고, 입·출력부는 I/O pin을 통해 제어신호를 송·수신하며 SIP는 시스템 개발자가 개발한 프로그램을 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 제어신호 송·수신 여부를 확인할 수 있도록 구성하였다.

2.3.2 송신용 전력선 통신 모듈 S/W 구성

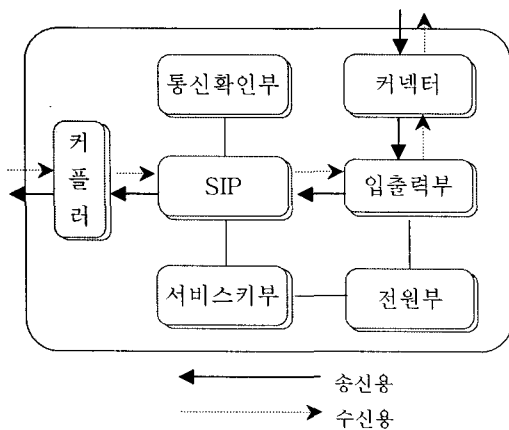


Fig. 5 Process of power line communication modem

SIP의 Neuron Chip에 Neuron C로 송신용 전력선 통신 모듈의 펌웨어를 제작하였다. 제2 밸브제어기의 제어신호를 전력선통신모뎀이 입력받을 수 있도록 변수를 선언하였고 SNVT_switch를 8개의 배열로 선언하여 제2 밸브제어기의 밸브구동기 8개를 제어할 수 있게 구성하였다.⁽⁴⁾ 변수를 통해 입력이 되었을 경우 수신용 전력선 통신 모듈로 전송하기 위해 네트워크변수 (nvoSwitch)로 입력된 값을 보내도록 다음과 같이 프로그래밍 하였다.

```

IO_0 input bit io_Bit0;
.
.
IO_7 input bit io_Bit7;
.
network output SNVT_switch nvoSwitch
[switch1_FBLOCK_COUNT];

when(io_changes(io_Bit0))
{
    switch1[0]::nvoSwitch.state=input_value;
}

when(io_changes(io_Bit7))
{
    switch1[7]::nvoSwitch.state=input_value;
}

```

}

2.3.3 수신용 전력선 통신 모뎀 S/W 구성

송신용 전력선 통신 모뎀에서 전력선을 통해 수신된 제어신호를 SNVT_switch(nviValue)의 8개 배열로 입력받고 밸브제어기의 릴레이로 출력하기 위하여 변수를 선언하였다.

수신용 전력선 통신 모뎀의 네트워크 변수 8개 중 어떤 네트워크변수에서 제어신호입력이 발생하였는지 찾고 변수를 통하여 입력받은 제어신호를 릴레이에 출력한다.

이를 통하여 릴레이는 제어동작을 수행하고 밸브구동기가 구동되도록 다음과 같이 프로그래밍하였다.⁽⁵⁾

IO_0 output bit ioOutBit0;

IO_7 output bit ioOutBit7;

```

network input SNVT_switch nviValue
    [openLoopActuator_FBLOCK_COUNT];
when(nv_update_occurs(nviValue))
{
    if (nv_update_completes(nviValue[0]))
    {
        io_out(ioOutBit0,nviValue[0].state);
    }
    .
    .
    .
    if(nv_update_completes(nviValue[7]))
    {
        io_out(ioOutBit7,nviValue[7].state);
    }
}

```

2.3.4 송·수신 전력선 통신 모뎀 바인딩

밸브제어기간에 전력선 통신을 하기 위하여 송신용 전력선 통신 모뎀에서 네트워크변수를 통하

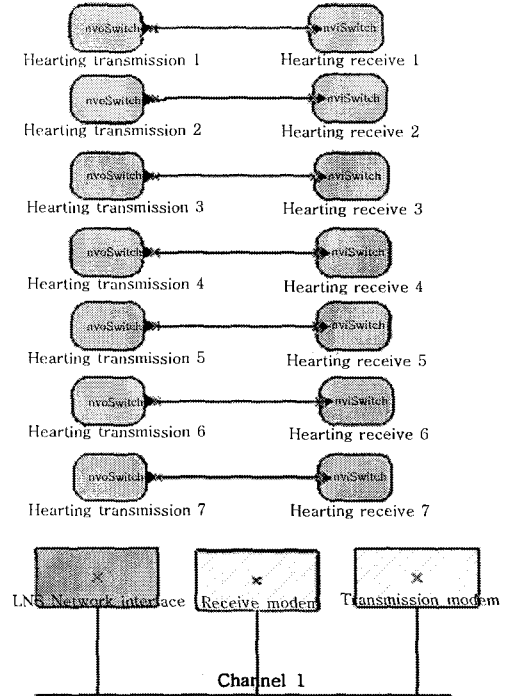


Fig. 6 Binding schematic for power line communication modem

여 제어신호를 전송하면 수신용 전력선 통신 모뎀에서 이 신호를 수신할 수 있도록 LonMaker를 이용하여 논리적 연결인 바인딩을⁽⁶⁾ Fig. 6과 같이 구성하였다.

2.4 2위치제어를 이용한 실내온도 조절기

실내온도 조절기는 Fig. 7과 같은 구조를 갖는다. 2위치 난방제어시스템을 구성하기 위하여 온도 센서부와 입력부에서 온도 값을 입력받아 표시부에서 표시하고 제어부에서 2위치 난방제어시스템으로 입력받은 값을 비교하여 출력부에서 제어신호를 밸브제어기로 송신하도록 구성된다.

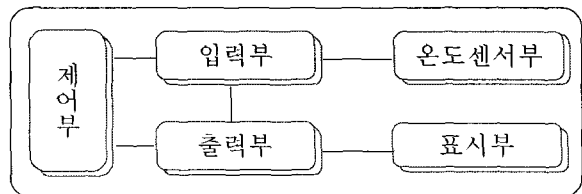


Fig. 7 Schematic of indoor temperature controller

2.4.1 2위치제어 Program

실내온도 조절기에 다음과 같은 프로그램을 작성하여 2위치제어를 구성하였다.

온도센서부와 밸브제어기를 실내온도 조절기의 IO4, IO5로 연결하여 신호를 송·수신할 수 있게 하였고 사용자가 IO6, IO7을 통해 온도 값을 설정할 수 있도록 하였으며 설정온도 값을 저장하는 변수 TemperatureClipping과 밸브가 OFF된 후 상승하는 실내온도 값을 저장하는 변수 ValveOffUpTemp을 선언하였다.

또한 방의 넓이에 따라 ValveOffUpTemp값이 바뀌도록 사용자에게 온도값을 입력받는 SCPT를 SCPTtemperatureHysteresis(nciTempValue)로 선언하였다.

사용자는 5~40℃ 사이의 온도 값을 설정하게 하여 설정된 값을 LCD에 표시하도록 하였고 6초에 1회단위로 제어루프를 갱신하도록 프로그램을 구성하여 온도편차를 줄이고 에너지를 절감할 수 있게 하였다.

```
#define ON 1
#define OFF 0

IO_4 input ontime clock (1) invert
                                NowTemperature;
IO_5 output bit ValveDriver;
IO_6 input bit TempUp;
IO_7 input bit TempDown;

SCPTtemperatureHysteresis cp_family
                                nciTempValue;

int TemperatureClipping;
int ValveOffUpTemp;
stimer repeating Temptimer = 6;

when(reset)
{
    ValveOffUpTemp =
        hvacTempSensor::nciTempValue;
}

when(io_changes(TempUp) to 1)
```

```
{
    TemperatureClipping += input_value;
    TemperatureClipping =
        min(TemperatureClipping, 40);

    DisplayString(0, 0, "
");
    DisplayString(0, 0, "Temperature = ");
    DisplayNumber(15, 0,
        TemperatureClipping);
}

when(io_changes(TempDown) to 1)
{
    TemperatureClipping -= input_value;
    TemperatureClipping =
        max(TemperatureClipping, 5);

    DisplayString(0, 0, "
");
    DisplayString(0, 0, "Temperature = ");
    DisplayNumber(15, 0,
        TemperatureClipping);
}

when(timer_expires(Temptimer))
{
    if(NowTemperature >=
        TemperatureClipping - ValveOffUpTemp)
        io_out(ValveDriver, OFF);
    else
        io_out(ValveDriver, ON);
}
```

3. 실험결과 및 고찰

3.1 2위치제어의 에너지 절감을 비교

온돌 난방과 같은 바닥 난방제어에서는 실내공기 온도로 난방을 조절하기 때문에 방바닥이 설정온도와 다르게 과열되어 에너지 낭비가 발생한다.

Fig. 8과 같이 기존의 보일러 시스템은 온도 변화의 굴곡이 크고 낭비 열이 심해 에너지 소모가 큰 것을 알 수 있다.

참 고 문 헌

1. Hong, W. P., 2001, Home Networking Control Solution, - LonWorks Power Line Communication System Center -, proceeding of the lighting · electricity equipment, Home Network and Intelligent apartment Vol. 15, No. 6, pp. 347 - 359
2. Lee, C. E, et al. 2004, "Home automatize organization management controller structure to provide with LonWorks Network of PLC-base, proceeding of the lighting · electricity equipment, Vol. 18, No. 2
3. Kim, M. H., Kim, Y. O. and Lee, T. B., 2005, A Construction of AHU Control Network by LonWorks, Proceeding of the KIEE, pp. 2675-2677
4. Echelon.co., Neuron C Programmer's Guide pp. 2.16 - 2.22, pp. 1.9
5. Echelon.co., Neuron C Reference Guide pp.1.4-1.5, pp.1.12 - 1.13
6. Echelon.co., LonMaker™ User's Guide, pp. 1.9 - 1.10, pp. 10.17

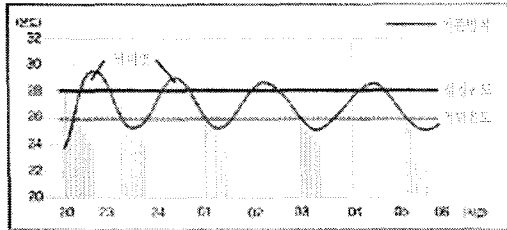


Fig. 8 Temperature change of existing indoor heating control system

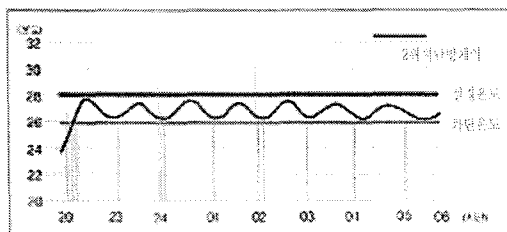


Fig. 9 Indoor temperature change by two position control

그러나 Fig. 9와 같이 2위치제어를 적용하면 낭비 열이 없고 일정한 온도를 계속 유지시켜 에너지의 절감이 되는 것을 알 수 있다.

4. 결 론

전력선 통신방식과 LonWorks시스템으로 2위치 제어 시스템을 구현하였다.

전력선 통신을 하기 위하여 각각의 밸브제어기에 송수신 전력선 통신 모듈을 설치하였고 실내온도 조절기의 제어부에 2위치제어 프로그램을 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 제어방식과는 달리 온도 편차가 적은 적정한 온도를 유지하여 에너지를 절감할 수 있었다.