

전력선 통신에 의한 공기조화설비 제어네트워크 구축

김명호*, 안교철*

The Construction of AHU Control Network by Power Line Communication

Myungho Kim*, Kyochoh Ahn*

요 약

로컬 레벨의 표준화 및 시스템간의 상호운용성을 높이기 위하여 공기조화설비 제어 계통도를 지하층(8포인트)과 기준층(15포인트)으로 구분하여 설계하고 전력선통신으로 제어 네트워크를 구축하였다. 공기조화시스템의 각 디바이스는 개방형 프로토콜인 뉴런 C로 프로그램 하였다.

연구 결과 LONWORKS 프로토콜로 각 디바이스들의 자율분산제어가 가능하게 되었고 통신선의 길이와 회선수를 감소시킬 수 있었다.

ABSTRACT

In order to enhance standardization and interoperability of local level systems, AHU control network was designed with basement(8 point) and basis story(15 point) and then the network was constructed by power line communication.

Each devices of AHU system were programed with neuron C of LONWORKS as an open protocol.

As a result of a study, each devices of the network were controlled with self dispersion process by LONWORKS protocol and wiring could be reduced by power line communication

Key-words : Power line communication, AHU, LONWORKS, Open Protocol

I. 서 론

미국 애설론사에서 개발되어 현재 구미에서 빌딩자동제어 네트워크 기술의 표준으로 인식되고 있는 LONWORKS는 디바이스 레벨의 표준화를 통하여 빌딩을 구성하는 각 시스템간의 상호운용성을 확보하는데 매우 유용한 개방형 프로토콜이다.[1] 본 연구에서는 디지털화된 빌딩 시스템의 인터페이스 프로토콜이 제어 업체들마다 각각 다르고 공개되지도 않기 때문에 빌딩의 개보수시에 제어 업체의 주도로 되는 것을 방지하고, 빌딩의 확장성, 수명, 상호운용성 및 경제성 등을 개선하기 위하여 공기조화설비 제어네트워크를 LONWORKS로 구축하였으며 각 로컬 기기들 간의 배선공사의 간소화를 위하여 전력선통신을 사용하였다[2]

II. 네트워크 구축순서

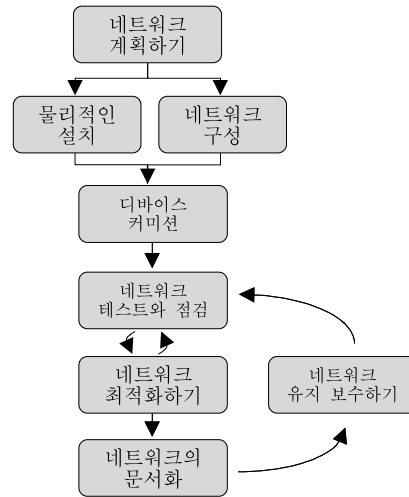


그림 1. 네트워크 구축순서
Fig. 1 Network Construrcting Process

* 경원대학교 건축설비공학과(ibs@kyungwon.ac.kr)

네트워크 구축과 유지 보수를 위하여 체계적인 작업이 되도록 네트워크 구현과정을 그림 1과 같이 구성하였다.

LONWORKS 공기조화설비 제어네트워크의 센서, 밸브 및 냉난방밸브를 peer-to-peer로 구성하였다. 디바이스의 제어를 위하여 디바이스 뉴런 칩의 OSI-7계층에 Neuron C를 사용하여 어플리케이션을 프로그래밍 하였고, 커미셔닝 과정으로 프로그램을 upload하여 디바이스를 네트워크화 하였다.

III. 공기조화설비 자동제어 시스템 설계

송풍량을 일정하게 하고 냉난방 밸브의 개도를 조절하여 토출 공기 온도를 변화하는 정풍량식의 자동제어 시스템으로서 기준층은 15포인트, 지하층은 8포인트로 LONWORKS 자동제어시스템을 설계하였다. 디바이스간 통신은 별도의 통신배선이 필요 없이 배선의 간소화를 위하여 전력선통신 프로토콜을 사용하였다.

III-1. 기준층 자동제어 시스템 설계

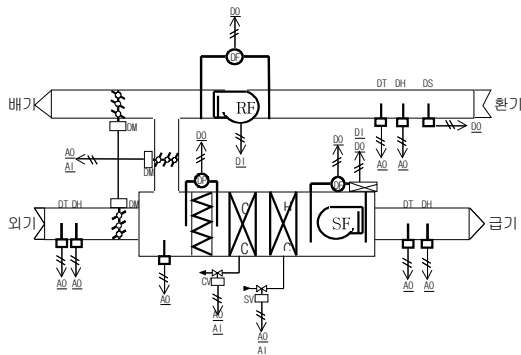


그림 2. 기준층의 자동제어 계통도(정풍량식)
Fig 2. Control Schematic of Basis Story (Constant Air Volume)

그림 2의 기준층 자동제어 시스템은 다음과 같은 제어기능을 갖는다. 급기팬(SF)의 기동으로 공조가 시작된다. 환기덕트의 검출온도로 냉난방밸브(CV,SV)를 비례제어하여 실내온도를 일정하게 유지시킨다.

외기, 배기 및 환기덤편(DM)은 상호연동비례적분제어를 한다. 에너지 관리와 효율적인 기기운용

을 위한 환절기시 외기와 환기 온도를 비교하여 상호연동비례적분제어, 동 하절기시 외기 배기덤편의 최소개도 환기덤편 역동작제어, 위밍오프시 일정 온도까지 외기와 배기덤편의 전폐동작제어를 덤편 디바이스에 프로그래밍 한다.

에어필터의 차압센서(DP)는 필터의 압력차를 검출하여 필터의 교환 시기를 통보하도록 디바이스에 프로그래밍 한다.

이온화 연감지기(DS)는 연기가 감지되면 화재경보를 통보하도록 디바이스에 프로그래밍 한다.

III-2. 지하층 자동제어 시스템 설계

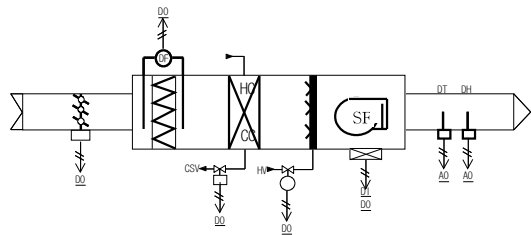


그림 3. 지하층의 자동제어 계통도(정풍량식)
Fig 3. Control Schematic of Basement (Constant Air Volume)

그림 3의 지하층 자동제어 시스템은 다음과 같은 제어기능을 갖는다. 지하층은 전외기방식이며, 냉난수 코일을 겸용하는 공기조화 시스템이다.

급기팬(SF)을 기동시켜 공조를 시작하며, 급기덤편이 열린 후 팬이 기동하도록 디바이스에 프로그램 한다.

급기덕트에 설치된 온도검출기에 의해 냉난방 밸브(CSV)를 비례제어하도록 냉난방밸브 디바이스에 프로그램 하여 급기온도를 일정하게 유지시킨다.

급기덕트에 습도검출기(DH)에 의해 가습밸브(HV) 디바이스가 ON/OFF 제어하도록 프로그램 하여 급기습도를 일정하게 유지 시킨다.

IV. 네트워크의 변수상태와 구성속성

공기조화 LONWORKS제어네트워크는 표준네트워크변수타입(SNVT)과 표준구성속성타입(SCPT)으로 구성된다. SNVT은 디바이스 간에 데이터 송수신상태를 정의하고, SCPT은 디바이스간의 송수신속성을 정의한다.[3]

IV-1. 기준층 표준네트워크변수상태(SNVT)

기준층 표준네트워크변수상태(SNVT)는 표 1과 같이 구성하였다. 표준화된 변수상태를 구성하기 위하여 온도값은 공조기에서 사용되는 온도 값의 범위를 갖는 SNVT_temp_p를 사용하였고, 공기흐름감지센서(DF), 습도값, 댐퍼 개도치 제어 값에는 SNVT_lev_percent를 사용하였으며, FAN의 기동 제어와 차압센서의 필터교환알람, 연감지기의 화재경보에는 SNVT_switch로 구성하였다.

표 1. 기준층 SNVT
Table 1. SNVT of basis story

	외기 온습도 센서	환기 온습도 센서	혼합기 온습도 센서
기동 제어	N/A	N/A	N/A
출력	온도출력 SNVT_temp_p nvoHVACTemp rang:-10~50	온도출력 SNVT_temp_p nvoHVACTemp rang:-10~50	온도출력 SNVT_temp_p nvoHVACTemp rang:-10~50
	습도출력 SNVT_lev_percent nvoHVACRH 0~100%	습도출력 SNVT_lev_percent nvoHVACRH 0~100%	습도출력 SNVT_lev_percent nvoHVACRH 0~100%
	엔탈피값출력 SNVT_lev_percent nvoActualValue 0~100%	엔탈피값출력 SNVT_lev_percent nvoActualValue 0~100%	N/A
입력	온도입력 SNVT_temp_p nvitemp rang:-10~50	온도입력 SNVT_temp_p nvitemp rang:-10~50	N/A
	습도입력 SNVT_lev_percent nvihumid rang:-10~50	습도입력 SNVT_lev_percent nvihumid rang:-10~50	N/A
	외기 댐퍼	환기 댐퍼	배기 댐퍼
기동 제어	N/A	N/A	N/A
출력	상태값출력 SNVT_lev_percent nvoActualValue 0~100%	상태값출력 SNVT_lev_percent nvoActualValue 0~100%	N/A
입력	작동값입력 SNVT_lev_percent nviRelStpt 0~100%	작동값입력 SNVT_lev_percent nviRelStpt 0~100%	작동값입력 SNVT_lev_percent nviRelStpt 0~100%
	N/A	작동값입력 SNVT_lev_percent nviRelStptFb 0~100%	N/A

	냉난방밸브	Supply FAN	Return FAN
기동 제어	N/A	SNVT_switch nviswitch 1:ON, 0:OFF	SNVT_switch nviswitch 1:ON, 0:OFF
출력	SNVT_hvac_status nvoUnitStatus 0:AUTO 1:HEAT 3:COOL 6:OFF	SNVT_switch nvoswitch 1:ON, 0:OFF	SNVT_switch nvoswitch 1:ON, 0:OFF
입력	SNVT_temp_p nviSpaceTemp rang:-10~50	N/A	N/A
	N/A	LED제어 SNVT_switch nviValue 1:ON, 0:OFF	LED제어 SNVT_switch nviValue 1:ON, 0:OFF

	공기흐름감지센서	차압센서	이온화 연감지기
기동 제어	N/A	N/A	N/A
출력	SNVT_lev_percent nvoAirFlow 0~100%	SNVT_lev_percent nvoValue 0~100%	SNVT_switch nvoFireAlm
입력	SNVT_switch nvoStateLed 1:ON, 0:OFF		N/A
		LED제어 SNVT_switch nviValue 1:ON, 0:OFF	

IV-2. 지하층 표준네트워크변수상태(SNVT)

지하층 표준네트워크변수상태(SNVT)는 표 2와 같이 구성하였다. 표준화된 변수상태를 구성하기 위하여 온도 값은 공조기에서 사용되는 온도 값의 범위를 갖는 SNVT_temp_p를 사용하였으며, 차압센서와 습도 값에는 SNVT_lev_percent를 사용하였고, 급기팬, 급기댐퍼 및 가습밸브에는 SNVT_switch를 사용하였다.

표 2 지하층 SNVT
Table 2. SNVT of basement

	Supply FAN	급기 댐퍼	가습밸브
기동 제어	SNVT_switch nviFanSwitch 1:ON, 0:OFF	SNVT_switch nviDamSwitch 1:ON, 0:OFF	SNVT_switch nviHumiSwitch 1:ON, 0:OFF
출력	SNVT_switch nvoConSwitch 1:ON, 0:OFF	N/A	N/A

	온습도센서	차압센서	냉난방밸브
기동 제어	N/A	N/A	N/A
출력	온도출력 SNVT_temp_p nvoHVACTemp rang:-10~50	SNVT_lev_percent nvoValue 0~100%	SNVT_hvac_status nvoUnitStatus 0:AUTO 1:HEAT 3:COOL 6:OFF
	습도출력 SNVT_lev_percent nvoHVACRH 0~100%		
입력	N/A	N/A	SNVT_temp_p nviSpaceTemp rang:-10~50

IV-3. 네트워크변수의 구성속성(SCPT)

HeartBeat, Throttle, SndDelta로 네트워크 변수의 속성을 구성하였다.

차압센서, 이온화연감지기, FAN에 디바이스의 신뢰성유지를 위해 5분의 HeartBeat주기를 주었다. 검출 값의 변화가 잦은 온도와 습도 값의 변수속성에 5초의 Throttle주기를 주어 네트워크 통신 트래픽을 조정해 주었다. 온도 및 습도디바이스의 검출값 변화가 급격히 증감할 경우 정상적인 데이터가 아닌 것으로 판단하여 해당 데이터를 무시하도록 SndDelta를 설정하였다.

V. 디바이스 제어 프로그래밍

기준층과 지하층 자동제어시스템의 각 디바이스는 프로그램상의 When(조건)절에 해당하는 Event가 발생할 때 실행되는 Event-Driven방식으로 프로그램 되었다.

이중에서 가장 대표적인 환기댐퍼 동작프로그램을 V-1과 같이 프로그램 하였다.

V-1. 환기 댐퍼 동작 프로그램

변수 nviRelStpt와 nviRelStptFb는 온습도 센서와 바인딩 되어 SNVT_lev_percent 타입으로 값이 입력되며, 입력 데이터는 프로그램에서 연산하여 각 경우에 맞는 댐퍼의 동작을 제어하고 비례적분 값을 nvoActualValue(SNVT_lev_percent)에 주게 되어 외기 댐퍼와 배기 댐퍼의 상호 연동 비례적분 제어를 하게 된다.[4]

```

when(update_occurs(nviRelStptFb))(
if(fbLockNormalNotLockedOut(MultiDamperContr::global_index))(
when(nviRelStptFb!=nviRelStpt)(
long damperact=0;
damperact = nviRelStptFb-nviRelStpt;

switch(damperact)
case 0: io_out(ioDamper,0);
nvoActualValue=100;
break;
case 1: io_out(ioDamper,30);
nvoActualValue=70;
break;
case 2: io_out(ioDamper,60);
nvoActualValue=40;
break;
case 3: io_out(ioDamper,100);
nvoActualValue=0;
break;
)))
    
```

V-2 공기조화설비 제어네트워크의 바인딩

각 디바이스 간에 네트워크 값을 통신하기 위하여 논리적인 주소 값을 주는 바인딩을 그림 4와 같이 구성하였다.

온습도 값을 검출하여 댐퍼디바이스를 상호연동 비례제어하기 위하여 환기 측과 외기측 온습도 센서 디바이스와 환기 댐퍼 디바이스를 바인딩 하여 외기온도와 환기온도를 비교하여 비례적분제어를 하고 외기 배기 댐퍼와 상호연동제어를 할 수 있도록 바인딩 하였다. 급기온도를 일정하게 유지시키도록 환기측 온도센서는 냉난방 밸브와 바인딩 하였다.

중앙감시실로부터 제어를 받는 급기팬은 기동명령을 받으면 동작하며 환기팬을 연동제어하도록 바인딩 하였다.

공기 흐름감지 센서 디바이스는 공기의 흐름감지를 통해 중앙감시실에 팬의 정상작동유무를 보고한다.

이온화 연감지기는 연기가 감지되면 급기팬을 정지시키고 중앙감시실에 화재정보를 통보한다.

지하층의 급기팬은 동작이전에 급기댐퍼가 열리도록 바인딩 하였고, 급기 온도와 습도를 일정하게 유지시키기 위하여 온도센서는 냉난방밸브와, 습도 센서는 가습밸브와 바인딩 하였다.

VI. 결 론

LONWORKS를 이용하여 공기조화설비의 제어네트워크를 구축하였으며 네트워크의 배선은 전력선 통신 프로토콜을 적용한 결과 공기조화설비의 각 기기들이 서로 협조하여 자율적으로 동작하면서

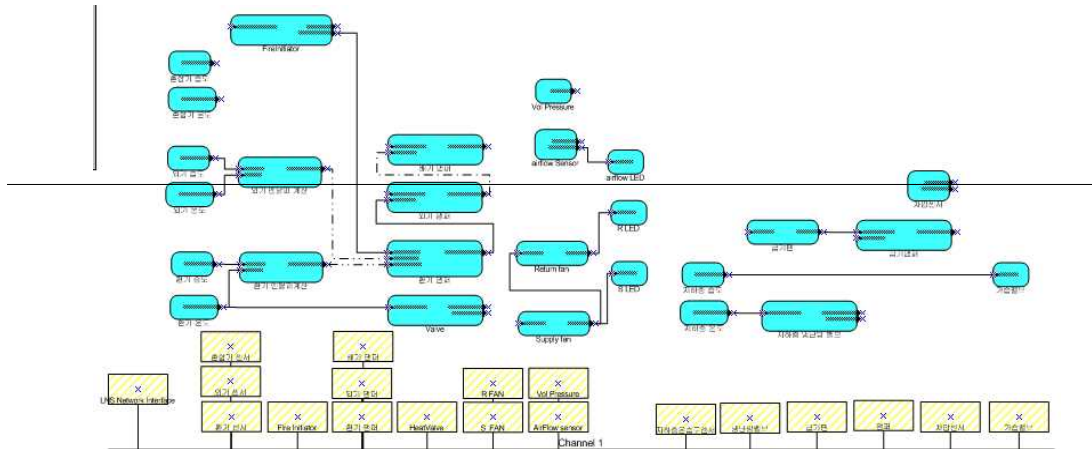


그림 4. 공기조화설비 제어네트워크의 바인딩
Fig 4. Binding Diagram of AHU Control Network

제어를 실현하는 자율분산시스템이 가능하였으며
댐퍼 및 냉난방 밸브와 기존의 DDC간에 사용하던
배선수도 대폭 절감할 수 있었다. 세계적 추세에
있는 빌딩자동제어의 표준화를 위하여 더욱 다양
한 표준네트워크변수상태(SNVT)와 이에 적합한
구성속성(SCPT)를 개발하는 것이 금후의 과제라
고 생각한다.

참고문헌

- [1] 上野正人, “LONWORKS 시스템·デバイス開發”,
建築設備と配管工事, pp.61-65, 2. 2002
- [2] 植田誠人 外1人, “後樂森ビルでのLONWORKSを用
いた中央監視·自動制御設備”, 空氣調和衛生工學, 7
4卷
10号, pp.39-45, 6.2000
- [3] LONMAKER User’s Guide, echelon, Release3
- [4] Neuron C Programmer’s Guide, echelon, pp.2.2
-2.9, Revision7

저자약력

김 명 호(Myungho Kim)



1989년 강원대 전기공학과 졸업
1991년 광운대 대학원 전기공학과
졸업(공학석사)
1995년 광운대 대학원 전기공학과
졸업(공학박사)
1996년 동경 공업대학 전자물리학과
Post Doctor
2008년 CarnegieMellon 대학 건축과
Visiting Scholar
2008년 강원대학교 건축설비공학과
교수

<관심분야> IBS 및 설비자동제어

안 교 철(Kyochoh Ahn)



1980년 단국대 기계공학과 졸업
1983년 단국대 대학원 기계공학과
졸업(공학석사)
1996년 아주대 대학원 기계공학과
졸업(공학박사)
2008년 강원대학교 건축설비공학과
교수

<관심분야> 공기조화설비