
LonWorks 기반의 지능형 쾌적 공조 시스템 개발

김관형*, 강성인**, 황용연***, 변기식***

*동명대학교 컴퓨터공학과

**동명대학교 의용공학과

***부경대학교 제어계측공학과

Development of Intelligence comfortable Air Handling System Based on LonWorks

Gwan-hyung Kim* · Sung-in Kang** · Yeong-yeun Hwang*** · Gi-sig Byun***

*Dept. of Computer Engineering, TongMyung Univ.

**Dept. of Computer Medical, TongMyung Univ.

***Dept. Control & Instrumentation, PuKyong National Univ.

E-mail : taichiboy1@gmail.com

요 약

현대인의 생활은 대부분 실내에서 생활하고 있으며, 실내 거주공간을 쾌적화하기 위한 다양한 시스템을 설계하고 제어하고 있다. 제어기 설계에 있어서 중요한 인자는 온도, 자연광, 실내조명, 공간 넓이 등이 중요한 인자이며 이들 인자들 사이의 상관관계를 규명하여 쾌적제어기를 설계하고 있다.

본 논문에서는 온도, 습도 그 외에 실내 환경에 영향을 주는 조도와 실내 공간 넓이에 대한 기류 센서 등의 센서모듈을 설계하여 실내 환경에 대한 정보를 획득 한 뒤 실내에 사람의 유무에 대한 정보를 기준으로 PMV(Predicted Mean Vote) 규격화를 통하여 실내 환경을 쾌적하게 제어하는 시스템을 설계하였다. 또한, LonWorks 기반의 전력선 통신을 이용하여 실내조명을 제어하며, 공조용 에어컨을 제어할 수 있는 LonWorks 기반의 무선 리모콘을 설계하여 에어컨을 제어하고 원격 모니터링 기능을 수행하는 지능형 제어시스템을 제시하고자 한다.

ABSTRACT

In recent years, many home machines have been developed in order to design and control comfortable interior inside houses. For such task, important factors are temperature, natural and interior lights, and space and control of relative factors each other. This paper presents novel sensor module inside houses, which is designed based on these factors through the PMV (Predicted Mean Vote) standard using information about home state. Moreover, LonWorks based power line communication technique is utilized for control interior lights and air-conditioners by means of wireless remote controllers. This mechanism is systemically operated via intelligent control framework.

키워드

LonWorks, 전력선 통신, 원격 모니터링, 쾌적공조제어, PMV

1. 서 론

최근, 환경의 중요성과 삶의 질(Well-Being)에 대한 인식이 더욱 높아지고 있어 현대인의 생활

의 대부분은 차지하는 실내 환경에 대한 관심이 증대 되고 있다. 특히, 실내 공기의 질은 장시간 실내에 거주하는 현대인들에게는 질병의 원인이 되고 있으며, 작업 능력에 많은 영향을 미치고 있

다. 따라서 실내 환경의 가장 큰 부분을 차지하는 실내 공기를 정화하고 쾌적한 환경으로 만들 수 있는 공조시스템에 대한 연구가 진행되고 있다.

그러한 공조시스템은 환경 친화적이어야 하며, 에너지 절감 효과가 있어야 한다. 또한, 최근 지능형 홈 네트워크 기술 발달로 RF, Bluetooth, Wireless LAN 등과 같은 무선 통신기술과 전력 선통신(Power Line Communication), IEEE1394, Ethernet 등과 같은 유선 통신기술을 기초로 하는 공조시스템으로의 적용이 실용화 단계에 있다.

유선 통신기술인 전력선통신(PLC)의 장점은 추가 설비나 비용 없이 건물 내부나 가정 내부에 바로 적용할 수 있어 홈 네트워크 솔루션으로 주목을 받고 있다.[1]

본 논문에서는 PLC 장점을 활용하여 홈 네트워크나 인텔리전트 빌딩내의 환경 요소인 온도, 습도, 조도, 움직임 감지 센서, 기류센서, 복사온도 등을 활용하여 내부 환경 데이터를 수집하고, 수집된 정보를 통하여 공조 모델 별 PMV를 계산하여 쾌적정도를 분석하며 내부 환경 데이터를 모니터링 하도록 설계하였다.

II. PMV 제어 및 쾌적공조 시스템

일반적으로 쾌적 공조제어에 있어서 주요한 측도로 국제 규격으로 사용되는 PMV(Predicted Mean Vote)를 사용하고 있다. 그 측도로서의 쾌적감은 인간의 냉/온 체감 온도, 습도 뿐만 아니라 방사 및 기류 센서를 통한 실내 환경데이터와 실내 작업자의 착용의복(CLO치), 활동량(MET치) 등과 같은 인체 측면의 상태 정보에 의해 쾌적도가 결정된다. PMV는 인체와 같은 열지수 모델로부터 이론식을 산출하여 통계, 실험으로 쾌적도를 연계시킨 것으로 그 수치는 -3~+3의 수치로 나타나게 만들어 졌다. 여기서 -3은 춥다(cold)에서부터 +3은 덥다(hot)로 표현되고 쾌적 범위가 0에 가까울수록 쾌적하다(neutral comfort)라고 정의하고 있다.

$$PMV = (0.303e^{-0.036M+0.028})(M-W) - 3.05 \cdot 10^{-3} [5733 - 6.99(M-W) - pa] - 0.42 \cdot [(M-W) - 58.15] - 1.7 \cdot 10^{-5} \cdot M(5867 - pa) - 0.0014M(34 - ta) - 3.96 \cdot 10^{-8} \cdot fcl \cdot [(tcl + 273)^4 - (tr + 273)^4] - fcl \cdot hc(tcl - ta) \dots \dots \dots (1)$$

$$tcl = 35.7 - 0.028(M-W) - Icl \cdot 3.96 \cdot 10^{-8} \cdot fcl \cdot [(tcl + 273)^4 - (tr + 273)^4] + fcl \cdot hc(tcl - ta)$$

$$hc = 2.38(tcl - ta)^{2.25}$$

$$\text{for } 2.38(tcl - ta)^{0.25} > 12.1 \sqrt{var}$$

$$hc = 12.1 \sqrt{var}$$

$$\text{for } 2.38(tcl - ta)^{0.25} < 12.1 \sqrt{var}$$

$$fcl = 1.00 + 1.290Icl \quad \text{for } Icl < 0.078 m^2 \circ C / W$$

$$fcl = 1.05 + 0.645Icl \quad \text{for } Icl > 0.078 m^2 \circ C / W$$

PMV : Predicted mean vote

M(metabolic rate):활동량, 단위:인체표면에서의 W/m², 1 metabolic unit=1met=58W/m²

W(external work):외부 일, 단위:W/m², 대부분의 활동에서 0

I_{cl}(thermal resistance of clothing):의복의 단열값, 단위:m²°C/W, 1unit of thermal resistance of clothing=1clo=0.155m²°C/W

f_{cl} : 나체일 경우 인체 표면적에 대한 작의시 이 체 표면적 비율

ta(air temperature) : 공기온도(단위:°C)

tr(mean-radiant temperature):평균 복사온도(단위:°C)

var(relative air velocity):상대 기류속도(단위:m/s)

pa(partial water vapour pressure):수증기분압(단위:pascals)

hc(convective heat transfer coefficient):대류 열전달 계수(단위:W/m²°C)

tcl(surface temperature of clothing):의복의 표면 온도(단위:°C)

PMV 지표는 정상상태에서 유도 되었지만, 내부의 변수가 변하여도 해당 변수의 시간 평균을 이용하면 쉽게 적용할 수 있다. 다만 권고 사항으로 PMV 지표가 -2~+2사이의 PMV 값을 사용하기를 권하고 있다.[2][3]

최근에는 쾌적공조제어에 있어서 추가적인 고려 사항은 하절기와 동절기 사이에는 쾌적감 뿐만 아니라 에너지의 효율적 사용 측면도 고려해야 한다.

III. 전력선 통신 시스템 구성

본 논문에서 사용된 PLC 통신 모듈은 LonWorks 방식의 Echelon사의 PL31xx 칩셋을 이용하였으며, PLC간의 통신속도는 5.4Kbps의 저속 통신 모듈을 사용하여 시스템을 구성하였다.[4][5]

시스템 기능 별 모듈은 LonMaker를 이용하여 기능을 정의하고 시스템 모듈을 설계하였으며, 설계된 모듈 중 1개의 모듈을 선택하여 Master 기능을 수행하도록 설계하였다.

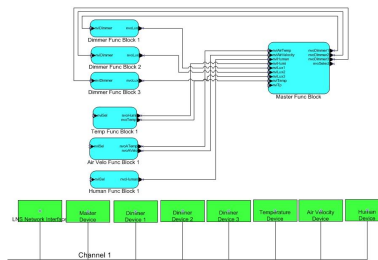


그림 1. LonMaker를 이용한 모듈 설계

IV. 실험 및 고찰

일반적으로 인체가 외부환경과 접촉하면서 주변의 온도, 방사온도, 기류와 습도에 영향을 받을 때 인간의 인체는 체온을 일정하게 유지하기 위하여 발열량을 조절하게 되며, 그 조절로 인하여 인간은 춥거나 덥은 감각을 느끼게 된다.

때문에 PMV 수치는 온도, 습도, 방사온도, 기류 등을 개별적으로 측정하며, 작업자의 작업량(CLO치), 활동량(MET치)으로 살출할 수 있다.

그림 2는 IrDA 방식의 무선 리모컨을 설계하여 에어컨을 제어모듈로 Master 기능을 수행하도록 설계하였다. 제시한 Master 모듈은 환경센서의 데이터를 PLC 기반으로 데이터를 수집하고, 수집된 데이터를 PMV 지표를 통하여 쾌적도를 판단하여 에어컨을 제어하게 된다. 뿐만아니라 수집된 데이터를 Window 기반의 모니터링 시스템으로 UART를 이용하여 데이터를 전송하였다.

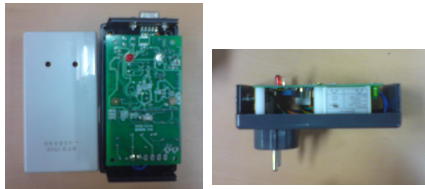


그림 2. 에어컨 제어기 및 Master 제어기

그림 3은 본 논문의 PMV 지표에 사용되는 센서 모듈을 제시하였다. 각각의 모듈은 PLC 통신 모듈을 내장하고 있다.



그림 3. 기류센서, 온도, 습도센서 및 동작 감지 센서

그림 4는 본 논문에 사용된 PLC 통신의 데이터의 모니터링은 iLON™ 100 이용하여 전력선 통신 상태를 모니터링 하였으며, PC상의 전력선 통신 프로토콜 모니터링 프로그램인 LonScanner Protocol Analyzer 프로그램을 이용하여 통신 데이터를 확인하였다.



그림 4. iLON™ 100 이용한 데이터 모니터링

그림 5는 iLON™ 100 이용하여 모니터링 된 데이터를 Window 기반의 VC++6.0을 이용하여 모니터링 하였다. 수집된 데이터를 기반으로 PMV 지표를 적용하여 에어컨 리모컨의 제어 명령을 수행하도록 하는 관리 시스템의 사용자 UI(User Interface)를 제시하였다.



그림 5. 윈도우 기반의 시스템 모니터링 프로그램

V. 결 론

PLC 통신 기술을 통한 지능형 공조제어시스템에 적용하기 위하여 빌딩이나 홈 내부의 환경인 온도, 습도, 조도, 기류센서 등과 같은 데이터를 수집하고 PMV 지표를 통하여 쾌적도를 예측하였다. 제어장치로의 에어컨장치 및 조명장치를 제어하는 쾌적공조 제어시스템으로 통합하여 활용이 가능함을 제시하였다.

향후 연구과제는 상위 시스템으로서 전력자원을 효율적으로 관리할 수 있는 전력에너지 운영 프로그램의 개발이 필요하며, 부하 특성별 부하제어가 가능한 PLC 모듈의 개발이 필요하며 여러 형태의 전력정보를 통합 관리할 수 있는 전력에너지 모니터링 시스템의 개발이 필요하다.

참고문헌

- [1] 문경덕, 배유석, 김채규, “홈 네트워크 제어 미들웨어 개요 및 표준화동향,” 정보처리학회지, 제8권, 제5호, 2001.
- [2] 박상만, “전자산업 생산현장 PMV 개선 및 생산성 향상에 관한 연구,” 조선대학교대학원 석사학위논문, pp.6-7, 2007.2
- [3] http://home.snu.ac.kr/Html/comfort/comfort_043.htm
- [4] Echelon, “PLT-22 Power Line Transceiver User’s Guide” version 1.2
- [5] 안영주, 황용연, 변기식, “스마트 홈에서 지능형 냉난방 제어 시스템을 위한 전력선 통신 동향”, 한국정밀화학학회지, 제24권, 제6호, pp.19-21, 2007.6