



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0082934
(43) 공개일자 2018년07월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F24F 11/00 (2018.01) G06N 3/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F24F 11/30 (2018.01)
F24F 11/62 (2018.01)
(21) 출원번호 10-2017-0028778
(22) 출원일자 2017년03월07일
심사청구일자 2017년03월07일
(30) 우선권주장
1020170004034 2017년01월11일 대한민국(KR)

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
조재훈
인천광역시 연수구 컨벤시아대로 55, 101동 1103호 (송도동, 송도이안)
윤현정
서울특별시 영등포구 신길로 108, 7동 309호 (신길동, 남서울아파트)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치 및 그 방법

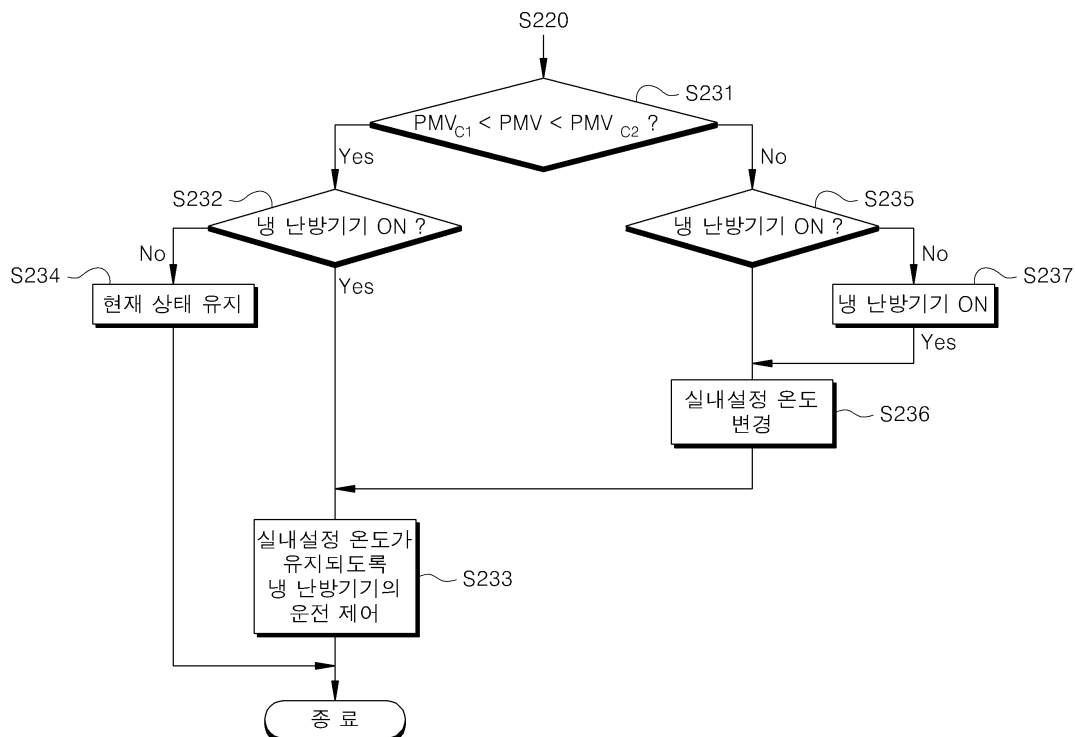
(57) 요약

본 발명은 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치 및 그 방법에 대한 것이다.

본 발명에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치는 사용자로부터 예측하고자 하는 지점이 선택되면, 특정 공간 내 이격 배치된 다수의 실내표면온도 센서 및 실외공기온도 센서로부터 센싱된 온도값을 각

(뒷면에 계속)

대표도 - 도7



각 입력받는 입력부와, 센싱된 실내표면온도값 및 실외공기온도값을 입력값으로 하고, 제1 신경망 모델을 이용하여 선택된 지점의 복수의 온열인자에 대한 온열값을 각각 예측하는 제1 예측부와, 예측된 복수의 온열값과 기 고정된 복수의 온열인자의 온열값을 입력값으로 하고, 제2 신경망 모델을 이용하여 지점의 온열환경 평가지표값 (PMV)을 예측하는 제2 예측부 및 지점의 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하는지 판단하고, 판단 결과에 따라 냉난방 기기를 작동시키고, 온열환경 평가지표값에 따른 해당 지점의 실내설정온도로 냉난방 기기의 운전을 제어하는 제어부를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 대공간의 비균일한 온열환경에 대하여 재실자에게 항상 쾌적한 온열 환경을 조성해 줄 수 있다.

(52) CPC특허분류

F24F 11/63 (2018.01)

G06N 3/08 (2013.01)

F24F 2110/10 (2018.01)

F24F 2110/12 (2018.01)

F24F 2120/20 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 16AUDP-B100343-02

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 도시건축연구사업

연구과제명 개폐식 대공간 건축물 환경 적응형 설비제어기술 개발(2차년도)

기 여 율 1/1

주관기관 영남대학교 산학협력단

연구기간 2016.04.01 ~ 2017.01.31

명세서

청구범위

청구항 1

사용자로부터 예측하고자 하는 지점이 선택되면, 특정 공간 내 이격 배치된 다수의 실내표면온도 센서 및 실외 공기온도 센서로부터 센싱된 온도값을 각각 입력받는 입력부;

상기 센싱된 실내표면온도값 및 실외공기온도값을 입력값으로 하고, 제1 신경망 모델을 이용하여 상기 선택된 지점의 복수의 온열인자에 대한 온열값을 각각 예측하는 제1 예측부;

상기 예측된 복수의 온열값과 기 고정된 복수의 온열인자의 온열값을 입력값으로 하고, 제2 신경망 모델을 이용하여 상기 지점의 온열환경 평가지표값(PMV)을 예측하는 제2 예측부; 및

상기 지점의 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하는지 판단하고, 판단 결과에 따라 냉난방 기기를 작동시키고, 상기 온열환경 평가지표값에 따른 해당 지점의 실내설정온도로 상기 냉난방 기기의 운전을 제어하는 제어부를 포함하는 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 판단 결과 상기 온열환경 평가지표값이 상기 기 설정된 쾌적범위 내에 속하는 경우 상기 냉난방 기기가 작동 상태이면, 상기 해당 지점의 실내설정온도가 유지되도록 상기 냉난방 기기의 운전을 제어하는 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 판단 결과 상기 온열환경 평가지표값이 상기 기 설정된 쾌적범위 내에 속하지 않는 경우 상기 냉난방 기기가 작동 상태이면, 상기 온열환경 평가지표값이 상기 기 설정된 쾌적범위 내에 속하도록 상기 실내설정온도를 변경하고 상기 변경된 실내설정온도에 대응되도록 상기 냉난방 기기의 운전을 제어하는 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 판단 결과 상기 온열환경 평가지표값이 상기 기 설정된 쾌적범위 내에 속하지 않는 경우 상기 냉난방 기기가 작동정지 상태이면, 상기 냉난방 기기를 온(ON)시키고 상기 변경된 실내설정온도에 대응되도록 상기 냉난방 기기의 운전을 제어하는 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

각 지점별 배치된 실내표면온도 센서 및 실외공기온도 센서로부터 센싱된 온도값을 각각 입력받으면, 제1 신경망 모델을 이용하여 각 지점별 복수의 온열인자에 대한 온열값을 각각 예측하는 제1 연산부;

제2 신경망 모델을 이용하여 상기 예측된 복수의 온열값과 기 고정된 복수의 온열인자의 온열값을 학습하여 상기 지점별 온열환경 평가지표값 데이터를 생성하는 제2 연산부; 및

상기 실내표면온도값, 상기 실외공기온도값, 상기 복수의 온열값 및 상기 지점별 온열환경 평가지표값 데이터를 각각 저장하는 저장부를 더 포함하는 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 연산부에 의해 학습되는 상기 복수의 온열인자는 공기온도, 복사온도, 착의량 및 습도를 포함하고, 상기 기 고정된 복수의 온열인자는 기류속도 및 대사량을 포함하는 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제2 연산부는,

다음의 수학식에 의해 산출된 온열인자의 온열값을 학습하여 상기 지점별 온열환경 평가지표값 데이터를 생성하는 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치:

$$PMV = [0,303 \cdot \exp(-0,036 \cdot M) + 0,028] \cdot$$

$$\left\{ \begin{aligned} & (M - W) - 3,05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6,99 \cdot (M - W) - p_a] - 0,42 \cdot [(M - W) - 58,15] \\ & - 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) \\ & - 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \end{aligned} \right\}$$

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028 \cdot (M - W) - I_{cl} \cdot \left\{ 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \right\}$$

$$h_c = \begin{cases} 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} & \text{for } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} > 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \\ 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} & \text{for } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} < 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \end{cases}$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290 I_{cl} & \text{for } I_{cl} \leq 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \\ 1,05 + 0,645 I_{cl} & \text{for } I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \end{cases}$$

여기서, M은 대사량, W는 외부일, I_{cl}은 착의량, t_a는 공기온도, t_r은 평균복사온도, f_{cl}은 의류 표면적 계수, t_{cl}은 의류 표면온도, v_{ar}은 기류속도, p_a는 수증기압, h_c는 인체 표면의 대류 열전달율, PMV는 온열환경 평가지표값이다.

청구항 8

실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치에 의해 수행되는 냉난방 제어 방법에 있어서,

사용자로부터 예측하고자 하는 지점이 선택되면, 특정 공간 내 이격 배치된 다수의 실내표면온도 센서 및 실외 공기온도 센서로부터 센싱된 온도값을 각각 입력받는 단계;

상기 센싱된 실내표면온도값 및 실외공기온도값을 입력값으로 하고, 제1 신경망 모델을 이용하여 상기 선택된 지점의 복수의 온열인자에 대한 온열값을 각각 예측하는 단계;

상기 예측된 복수의 온열값과 기 고정된 복수의 온열인자의 온열값을 입력값으로 하고, 제2 신경망 모델을 이용

하여 상기 지점의 온열환경 평가지표값(PMV)을 예측하는 단계;

상기 지점의 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하는지 판단하는 단계; 및

상기 판단 결과에 따라 냉난방 기기를 작동시키고, 상기 온열환경 평가지표값에 따른 해당 지점의 실내설정온도로 상기 냉난방 기기의 운전을 제어하는 단계를 포함하는 냉난방 제어 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 냉난방 기기의 운전을 제어하는 단계는,

상기 판단 결과 상기 온열환경 평가지표값이 상기 기 설정된 쾌적범위 내에 속하는 경우 상기 냉난방 기기가 작동 상태이면, 상기 해당 지점의 실내설정온도가 유지되도록 상기 냉난방 기기의 운전을 제어하는 냉난방 제어 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 냉난방 기기의 운전을 제어하는 단계는,

상기 판단 결과 상기 온열환경 평가지표값이 상기 기 설정된 쾌적범위 내에 속하지 않는 경우 상기 냉난방 기기가 작동 상태이면, 상기 온열환경 평가지표값이 상기 기 설정된 쾌적범위 내에 속하도록 상기 실내설정온도를 변경하고 상기 변경된 실내설정온도에 대응되도록 상기 냉난방 기기의 운전을 제어하는 냉난방 제어 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 냉난방 기기의 운전을 제어하는 단계는,

상기 판단 결과 상기 온열환경 평가지표값이 상기 기 설정된 쾌적범위 내에 속하지 않는 경우 상기 냉난방 기기가 작동정지 상태이면, 상기 냉난방 기기를 온(ON)시키고 상기 변경된 실내설정온도에 대응되도록 상기 냉난방 기기의 운전을 제어하는 냉난방 제어 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

각 지점별 배치된 상기 실내표면온도 센서 및 상기 실외공기온도 센서로부터 센싱된 온도값을 각각 입력받으면, 제1 신경망 모델을 이용하여 각 지점별 복수의 온열인자에 대한 온열값을 각각 예측하는 단계;

제2 신경망 모델을 이용하여 상기 예측된 복수의 온열값과 기 고정된 복수의 온열인자의 온열값을 학습하여 상기 지점별 온열환경 평가지표값(PMV) 데이터를 생성하는 단계; 및

상기 실내표면온도값, 상기 실외공기온도값, 상기 복수의 온열값 및 상기 온열환경 평가지표값 데이터를 각각 저장하는 단계를 더 포함하는 냉난방 제어 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 복수의 온열인자는 공기온도, 복사온도, 착의량 및 습도를 포함하고, 상기 기 고정된 복수의 온열인자는 기류속도 및 대사량을 포함하는 냉난방 제어 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 온열환경 평가지표값(PMV) 데이터를 생성하는 단계는,

다음의 수학적식에 의해 산출된 온열인자의 온열값을 학습하여 상기 지점별 온열환경 평가지표값 데이터를 생성하

는 냉난방 제어 방법:

$$PMV = [0,303 \cdot \exp(-0,036 \cdot M) + 0,028] \cdot$$

$$\left\{ \begin{aligned} & (M - W) - 3,05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6,99 \cdot (M - W) - p_a] - 0,42 \cdot [(M - W) - 58,15] \\ & - 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) \\ & - 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \end{aligned} \right\}$$

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028 \cdot (M - W) - I_{cl} \cdot \left\{ 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \right\}$$

$$h_c = \begin{cases} 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} & \text{for } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} > 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \\ 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} & \text{for } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} < 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \end{cases}$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290 I_{cl} & \text{for } I_{cl} \leq 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{KW} \\ 1,05 + 0,645 I_{cl} & \text{for } I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{KW} \end{cases}$$

여기서, M은 대사량, W는 외부일, I_{cl}은 착의량, t_a는 공기온도, t_r은 평균복사온도, f_{cl}은 의류 표면적 계수, t_{cl}은 의류 표면온도, v_{ar}은 기류속도, p_a는 수증기압, h_c는 인체 표면의 대류 열전달율, PMV는 온열환경 평가 지표값이다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 기계학습을 통해 예측된 실내 온열환경 평가지표값(PMV)을 이용하여 실내 온도가 적정 상태를 유지하도록 냉난방 기기를 제어하는 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 건물에서 실내 공간은 건축 환경 설비 측면에서 실내의 환경 변화로부터 재실자의 쾌적함을 유지시켜주는 공간이다. 재실자의 쾌적함은 여러 온열 인자들의 조합으로 인해 실시간으로 달라질 수 있는데, 이중 가장 대표적인 온열 인자로는 온도 값이 있다. 재실 공간 내에 분포되는 균일한 온도는 재실자가 느끼는 쾌적함에 큰 영향을 주기 때문에, 재실자에게 쾌적한 실내 환경을 조성해주기 위한 온도 분포 평가가 필요하다.

[0003] 종래의 온도 분포 평가는 건물의 설계 단계에서 수행되어 최적의 냉난방 설비 설계안을 결정하기 위한 용도로 이용되었다. 그러나 이는 고정된 값이므로 재실자의 쾌적감 유지를 위해서는 실시간으로 수행되는 온도 분포 평가가 필요하다.

[0004] 특히 운동장 및 대 공연장 등과 같이 일반적인 공간에 비해 규모가 넓은 실내 공간의 경우에는, 동일한 공간 내에서 온도 센서를 통해 측정되는 지점에 따라 온도차가 크게 발생하므로 종래의 온도 분포 평가 방법을 적용하기에는 한계가 있다.

[0005] 일반적으로 온도 분포를 평가하는 방법으로는 실측 또는 시뮬레이션(CFD)이 있다. 실측 방법의 경우, 사용중인 건물의 온도 분포를 실시간으로 측정하기에는 지점마다 다수의 센서를 설치해야 하므로 센서의 설치 장소 확보가 용이하지 않고, 많은 양의 센서가 필요하므로 유지보수의 비용이 많이 발생된다. 또한, 데이터의 저장 과정에서 손실이 발생하는 등 다수의 문제가 존재한다. 시뮬레이션 방법은 특정한 경계조건 하에서만 유효한 결과값

을 얻을 수 있기 때문에 실시간 온도 분표 평가에서는 적합하지 않은 문제점이 있다.

[0006] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 등록특허공보 제10-1261198호(2013. 05. 10. 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 기계학습을 통해 예측된 실내 온열환경 평가지표값(PMV)을 이용하여 실내 온도가 적정 상태를 유지하도록 냉난방 기기를 제어하는 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0008] 또한, 대공간의 비균일한 온열환경에 대하여 재실자에게 쾌적한 온열환경을 조성하기 위해 존(zone)별로 예측된 온열환경 평가지표값(PMV)을 이용하여 존별 실내 설정 온도가 자동으로 유지되도록 하는 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치는, 사용자로부터 예측하고자 하는 지점이 선택되면, 특정 공간 내 이격 배치된 다수의 실내표면온도 센서 및 실외공기온도 센서로부터 센싱된 온도값을 각각 입력받는 입력부; 상기 센싱된 실내표면온도값 및 실외공기온도값을 입력값으로 하고, 제1 신경망 모델을 이용하여 상기 선택된 지점의 복수의 온열인자에 대한 온열값을 각각 예측하는 제1 예측부; 상기 예측된 복수의 온열값과 기 고정된 복수의 온열인자의 온열값을 입력값으로 하고, 제2 신경망 모델을 이용하여 상기 지점의 온열환경 평가지표값(PMV)을 예측하는 제2 예측부; 및 상기 지점의 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하는지 판단하고, 판단 결과에 따라 냉난방 기기를 작동시키고, 상기 온열환경 평가지표값에 따른 해당 지점의 실내설정온도로 상기 냉난방 기기의 운전을 제어하는 제어부를 포함한다.

[0010] 상기 제어부는, 상기 판단 결과 상기 온열환경 평가지표값이 상기 기 설정된 쾌적범위 내에 속하는 경우 상기 냉난방 기기가 작동 상태이면, 상기 해당 지점의 실내설정온도가 유지되도록 상기 냉난방 기기의 운전을 제어할 수 있다.

[0011] 상기 제어부는, 상기 판단 결과 상기 온열환경 평가지표값이 상기 기 설정된 쾌적범위 내에 속하지 않는 경우 상기 냉난방 기기가 작동 상태이면, 상기 온열환경 평가지표값이 상기 기 설정된 쾌적범위 내에 속하도록 상기 실내설정온도를 변경하고 상기 변경된 실내설정온도에 대응되도록 상기 냉난방 기기의 운전을 제어할 수 있다.

[0012] 상기 제어부는, 상기 판단 결과 상기 온열환경 평가지표값이 상기 기 설정된 쾌적범위 내에 속하지 않는 경우 상기 냉난방 기기가 작동정지 상태이면, 상기 냉난방 기기를 온(ON)시키고 상기 변경된 실내설정온도에 대응되도록 상기 냉난방 기기의 운전을 제어할 수 있다.

[0013] 각 지점별 배치된 실내표면온도 센서 및 실외공기온도 센서로부터 센싱된 온도값을 각각 입력받으면, 제1 신경망 모델을 이용하여 각 지점별 복수의 온열인자에 대한 온열값을 각각 예측하는 제1 연산부; 제2 신경망 모델을 이용하여 상기 예측된 복수의 온열값과 기 고정된 복수의 온열인자의 온열값을 학습하여 상기 지점별 온열환경 평가지표값 데이터를 생성하는 제2 연산부; 및 상기 실내표면온도값, 상기 실외공기온도값, 상기 복수의 온열값 및 상기 지점별 온열환경 평가지표값 데이터를 각각 저장하는 저장부를 더 포함할 수 있다.

[0014] 상기 제1 연산부에 의해 학습되는 상기 복수의 온열인자는 공기온도, 복사온도, 착의량 및 습도를 포함하고, 상기 기 고정된 복수의 온열인자는 기류속도 및 대사량을 포함할 수 있다.

[0015] 상기 제2 연산부는, 다음의 수식에 의해 산출된 온열인자의 온열값을 학습하여 상기 지점별 온열환경 평가지표값 데이터를 생성할 수 있다.

$$PMV = [0,303 \cdot \exp(-0,036 \cdot M) + 0,028] \cdot$$

$$\left\{ \begin{aligned} & (M - W) - 3,05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6,99 \cdot (M - W) - p_a] - 0,42 \cdot [(M - W) - 58,15] \\ & - 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) \\ & - 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \end{aligned} \right\}$$

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028 \cdot (M - W) - I_{cl} \cdot \left\{ 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \right\}$$

$$h_c = \begin{cases} 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} & \text{for } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} > 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \\ 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} & \text{for } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} < 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \end{cases}$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290 I_{cl} & \text{for } I_{cl} \leq 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{KW} \\ 1,05 + 0,645 I_{cl} & \text{for } I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{KW} \end{cases}$$

여기서, M은 대사량, W는 외부일, I_{cl}은 착의량, t_a는 공기온도, t_r은 평균복사온도, f_{cl}은 의류 표면적 계수, t_{cl}은 의류 표면온도, v_{ar}은 기류속도, p_a는 수증기압, h_c는 인체 표면의 대류 열전달율, PMV는 온열환경 평가 지표값이다.

또한, 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치에 의해 수행되는 냉난방 제어 방법은, 사용자로부터 예측하고자 하는 지점이 선택되면, 특정 공간 내 이격 배치된 다수의 실내표면온도 센서 및 실외공기온도 센서로부터 센싱된 온도값을 각각 입력받는 단계; 상기 센싱된 실내표면온도값 및 실외공기온도값을 입력값으로 하고, 제1 신경망 모델을 이용하여 상기 선택된 지점의 복수의 온열인자에 대한 온열값을 각각 예측하는 단계; 상기 예측된 복수의 온열값과 기 고정된 복수의 온열인자의 온열값을 입력값으로 하고, 제2 신경망 모델을 이용하여 상기 지점의 온열환경 평가지표값(PMV)을 예측하는 단계; 상기 지점의 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하는지 판단하는 단계; 및 상기 판단 결과에 따라 냉난방 기기를 작동시키고, 상기 온열환경 평가지표값에 따른 해당 지점의 실내설정온도로 상기 냉난방 기기의 운전을 제어하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

이와 같이 본 발명에 따르면, 기계학습을 통해 예측된 온열환경 평가지표값(PMV)을 이용하여 실내 온도가 적정 상태를 유지하도록 냉난방 기기를 제어함으로써 존(zone)별 실내 적정 온도를 유지시킬 수 있어 대공간의 비균일한 온열환경에 대하여 재실자에게 항상 쾌적한 온열 환경을 조성해줄 수 있다.

또한 본 발명에 따르면, 훈련에 의한 기계학습(Artificial Neural Network, ANN)을 이용하여 다수 개의 센서 설치 및 관리가 어려운 지점의 온열 환경을 용이하게 예측할 수 있고, 센서의 사용량을 절감시켜 유지 관리비가 절감되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치를 나타낸 블록구성도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도이다.

도 3 및 도 4는 도 2의 세부 동작 흐름을 도시한 순서도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 방법에서 센서가 설치되는 지점을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 방법에 의해 예측된 실내공기 온도와 실제 측정 온도를 비교한 그래프이다.

도 7은 도 2의 세부 동작 흐름을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.
- [0026] 또한 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0027] 먼저, 도 1을 통해 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치에 대하여 설명한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치를 나타낸 블록구성도이다.
- [0029] 도 1에서와 같이 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치(100)는, 입력부(110), 제1 예측부(120), 제2 예측부(130), 저장부(140) 및 제어부(160)를 포함한다.
- [0030] 먼저, 입력부(110)는 사용자로부터 예측하고자 하는 지점이 선택되면, 특정 공간 내 이격 배치된 다수의 실내표면온도 센서(200) 및 실외공기온도 센서(300)로부터 센싱된 온도값을 각각 입력받는다.
- [0031] 여기서, 실내표면온도 센서(200)는 실내 표면의 온도 즉, 벽체의 온도를 측정하기 위한 센서이고, 실외공기온도 센서(300)는 외부 공기의 온도를 측정하기 위한 센서이다.
- [0032] 그리고, 제1 예측부(120)는 실내표면온도 센서(200) 및 실외공기온도 센서(300)로부터 센싱된 실내표면온도값 및 실외공기온도값을 입력값으로 하고, 제1 신경망 모델을 이용하여 사용자로부터 선택된 지점의 복수의 온열인자에 대한 온열값을 각각 예측한다.
- [0033] 여기서 신경망 모델이란 사람의 뇌 구조를 모방하여 과거의 데이터를 바탕으로 미래의 값을 예측하는 수학적 방법을 의미하며, 제1 신경망 모델은 각 지점별로 실내표면온도 센서(200) 및 실외공기온도 센서(300)를 배치하여 센싱되는 온도값을 인공신경망 구조로 학습하여 기 생성된 모델일 수 있다.
- [0034] 이때, 제1 예측부(120)에 의해 학습되는 복수의 온열인자는 공기온도, 평균복사온도, 착의량 및 습도를 포함한다. 여기서, 공기온도와 평균복사온도는 실외로부터 외벽과 같은 구조체에 전달된 열의 영향에 따라 실시간으로 값이 변하고, 착의량과 습도는 실외온도와의 물리적 관계에 변하는 값이므로 실내표면온도값 및 실외공기온도값에 따라 변화하는 공기온도, 평균복사온도, 착의량 및 습도를 각각 예측한다.
- [0035] 그리고 제2 예측부(130)는 제1 예측부(120)에서 예측된 복수의 온열값과 기 고정된 복수의 온열인자의 온열값을 입력값으로 하고, 제2 신경망 모델을 이용하여 사용자로부터 선택된 지점의 온열환경 평가지표값(PMV)을 예측한다.
- [0036] 여기서 기 고정된 복수의 온열인자는 기류속도 및 대사량을 포함한다.
- [0037] 즉, 제2 예측부(130)는 기 학습된 제2 신경망 모델을 이용하여 공기온도, 평균복사온도, 착의량 및 습도와 기류속도 및 대사량으로부터 온열환경 평가지표값(PMV)을 생성한다.
- [0038] 이때, 기류속도와 대사량은 다른 온열인자(공기온도, 평균복사온도, 착의량 및 습도)들에 비해 시간에 따른 동적 변화 특성이 작으므로 공간의 크기와 용도를 고려하여 기 고정된 값을 적용하여도 무방하다.
- [0039] 자세히는 제2 신경망 모델은 제1 예측부(120)에서 예측된 공기온도, 평균복사온도, 착의량 및 습도와 고정값인 기류속도 및 대사량을 인공신경망 구조로 기계 학습하여 기 생성된 모델일 수 있다.

[0040] 더욱 자세히는, 제2 예측부(130)는 다음의 수학적 식 1 내지 4에 의해 온열환경 평가지표값을 예측할 수 있다.

[0041] 이때 다음의 수학적 식 1에 의해 온열환경 평가지표값을 예측할 수 있다.

수학적 식 1

$$PMV = [0,303 \cdot \exp(-0,036 \cdot M) + 0,028] \cdot \left\{ \begin{aligned} &(M - W) - 3,05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6,99 \cdot (M - W) - p_a] - 0,42 \cdot [(M - W) - 58,15] \\ &- 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) \\ &- 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \end{aligned} \right\}$$

[0042]

[0043] 여기서, M은 대사량, W는 외부일, Icl은 착의량, ta는 공기온도, tr은 평균복사온도, fcl은 의류 표면적 계수, tcl은 의류 표면온도, Var은 기류속도, Pa는 수증기압, hc는 인체 표면의 대류 열전달율, PMV는 온열환경 평가지표값이다.

[0044] 이때, 의류 표면온도는 다음의 수학적 식 2에 의해 산출된다.

수학적 식 2

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028 \cdot (M - W) - I_{cl} \cdot \left\{ 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \right\}$$

[0045]

[0046] 여기서, tcl은 의류 표면온도이고, M은 대사량, W는 외부일, Icl은 착의량, fcl은 의류 표면적 계수, tr은 평균 복사온도, hc는 인체 표면의 대류 열전달율, ta는 공기온도이다.

[0047] 또한, 인체 표면의 대류 열전달율은 다음의 수학적 식 3에 의해 산출된다.

수학적 식 3

$$h_c = \begin{cases} 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} & \text{for } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} > 12,1 \cdot \sqrt{Var} \\ 12,1 \cdot \sqrt{Var} & \text{for } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} < 12,1 \cdot \sqrt{Var} \end{cases}$$

[0048]

[0049] 여기서, hc는 인체 표면의 대류 열전달율이고, tcl은 의류 표면온도, ta는 실외공기온도, Var은 기류속도이다.

[0050] 그리고, 의류 표면적 계수는 다음의 수학적 식 4에 의해 산출된다.

수학적 식 4

$$f_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290 I_{cl} & \text{for } I_{cl} \leq 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \\ 1,05 + 0,645 I_{cl} & \text{for } I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \end{cases}$$

[0051]

[0052] 여기서, fcl은 의류 표면적 계수이고, Icl은 착의량이다.

[0053] 이때 저장부(140)는 입력부(110)를 통해 입력된 실내표면온도값과 실외공기온도값, 그리고 제1 예측부(120)에 의해 예측된 복수의 온열값, 그리고 제2 예측부(130)에 의해 생성된 온열환경 평가지표값 데이터를 각각 저장한

다.

- [0054] 마지막으로 제어부(160)는 사용자로부터 선택된 지점의 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하는지 판단하고, 판단 결과에 따라 냉난방 기기(400)를 작동시키고, 제2 예측부(130)에서 예측된 온열환경 평가지표값에 따른 해당 지점의 실내설정온도로 냉난방 기기(400)의 운전을 제어한다.
- [0055] 자세히는, 제어부(160)는 판단 결과 제2 예측부(130)에서 예측된 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하는 경우 냉난방 기기(400)가 작동 상태이면, 사용자로부터 선택된 지점의 실내설정온도가 유지되도록 냉난방 기기(400)의 운전을 제어한다. 만약, 냉난방 기기(400)가 작동정지 상태이면 현재 상태를 유지한다.
- [0056] 즉, 냉난방 기기(400)가 작동되고 있지 않음에도 불구하고 해당 지점의 온열환경 평가지표값이 쾌적범위 내에 있기 때문에 제어부(160)는 냉난방 기기(400)를 작동시키지 않고 현재 상태를 유지시킨다.
- [0057] 다만 제어부(160)는 설정 주기 간격으로 온열환경 평가지표값을 산출하여 해당 지점의 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하는지 여부를 판단하여 항상 쾌적한 온열 환경이 조성되도록 한다.
- [0058] 또한 제어부(160)는 판단 결과 제2 예측부(130)에서 예측된 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하지 않는 경우 냉난방 기기(400)가 작동 상태이면, 해당 지점의 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하도록 실내설정온도를 변경하고 변경된 실내설정온도에 대응되도록 냉난방 기기(400)의 운전을 제어한다.
- [0059] 즉, 제어부(160)는 제2 예측부(130)에서 예측된 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하도록 공기온도를 기준으로 위의 수학적 식 1을 역산하여 산출되는 온열환경 평가지표값에 대응하는 실내설정온도로 변경하고, 해당 지점의 온도가 변경된 실내설정온도에 대응되도록 냉난방 기기(400)의 운전을 제어한다.
- [0060] 또한, 제어부(160)는 판단 결과 제2 예측부(130)에서 예측된 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하지 않는 경우 냉난방 기기(160)가 작동정지 상태이면, 냉난방 기기의 구동을 온(ON)시키고 변경된 실내설정온도에 대응되도록 냉난방 기기(160)의 운전을 제어할 수 있다.
- [0061] 냉난방 제어 장치(100)는 제2 예측부(130)에서 예측된 온열환경 평가지표값과 실내설정온도를 출력하는 출력부(미도시)가 구비될 수도 있다.
- [0062] 이하에서는 도 2 내지 도 7을 통해 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 방법에 대하여 설명한다.
- [0063] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도로서, 이를 참조하여 본 발명의 구체적인 동작을 설명한다.
- [0064] 도 2에서와 같이 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 방법은 기계 학습 모델을 생성하기 위한 학습 단계(S210)와 생성된 모델을 통하여 예측하고자 하는 지점의 온열환경 평가지표값을 예측하기 위한 예측 단계(S220) 및 냉난방 기기(400)를 제어하기 위한 제어 단계(S230)를 포함한다.
- [0065] 도 3 및 도 4는 도 2의 세부 동작 흐름을 도시한 순서도이다.
- [0066] 학습단계(S210)는 도 3에서와 같이 S211단계 내지 S213단계를 포함하고, 예측 단계(S220)는 도 4에서와 같이 S221 내지 S225 단계를 포함한다.
- [0067] 예측하고자 하는 지점의 온열환경 평가지표값을 예측하기 위하여 먼저 기계 학습을 통해 지점별 온열환경 평가지표값을 생성해야 한다.
- [0068] 이를 위해 먼저, 입력부(110)는 특정 공간 내 이격 배치된 다수의 실내표면온도 센서(200) 및 실외공기온도 센서(300), PMV 온열인자 및 PMV 센서로부터 센싱된 값을 각각 입력받는다(S211).
- [0069] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 방법에서 센서가 설치되는 지점을 설명하기 위한 도면이다.
- [0070] 학습 단계에서는 신경망 모델 생성을 위한 입력값을 입력받기 위해 도 5의 노란색 표시와 같이 실내표면온도 센서(200) 및 실외공기온도 센서(300)가 다수의 지점에 이격 배치되고, 도 5의 푸른색 표시와 같이 PMV 온열인자 및 PMV 센서가 공간 내부에 이격 배치될 수 있다.
- [0071] 이때, 신경망 모델 생성이 완료되면, 푸른색 표시의 PMV 온열인자 및 PMV 센서는 모두 제거되는 것이 바람직하다.

- [0072] 즉, 예측 단계에서는 기 학습된 신경망 모델을 이용하여 온열환경 평가지표값을 예측하기 때문에 PMV 온열인자 및 PMV 센서는 학습이 완료되면 불필요하게 된다.
- [0073] 그 다음 제1 예측부(120)는 S211 단계에서 입력된 값을 인공신경망 구조로 학습하여, 복수의 온열인자에 대한 온열값을 지점별로 예측하기 위한 제1 신경망 모델을 생성한다(S212).
- [0074] 그 다음 제2 예측부(130)는 S212단계에서 예측된 온열값을 인공신경망 구조로 학습하여, 지점별 온열환경 평가지표값을 예측하기 위한 제2 신경망 모델을 생성한다(S213).
- [0075] 이때, 온열환경 평가지표값은 1970년대 Fanger가 기후챔버를 이용한 실험값을 토대로 온열쾌적감을 예측하기 위해 ASHRAE 온열감 스케일인 -3 ~ +3에 대응하여 개발한 지표이다. 이러한 온열환경 평가지표값을 계산하는데 필요한 6가지 인자는 공기온도, 평균복사온도, 착의량 및 습도, 기류속도의 물리적 인자와 착의량 및 대사량의 개인적 인자로 구성되며, 6가지의 인자를 이용하여 앞의 수학적 식 1 내지 4에 의해 산출된다.
- [0076] 또한, 제1 및 제2 신경망 모델은 인공신경망 모델 중 하나인 다층 퍼셉트론 신경망을 이용하여 실내공기온도 예측 모델을 학습할 수 있다.
- [0077] 여기서 인공신경망은 데이터 기반 모델링 방법인 기계학습의 한 종류로 1943년 McCulloch과 Pitts의 논문에서 인간의 두뇌를 수많은 신경세포(뉴런)로 이루어진 컴퓨터로 여긴 것이 그 시초이다. 인공신경망 구조는 벡터 형태의 데이터를 병렬 분산 처리하여 짧은 시간에 대량의 정보를 안정적으로 처리할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 실시간 동적 시스템을 모델링하기에 적합하며 감지된 상황에 대해 적응할 수 있도록 시스템을 설정할 수 있다.
- [0078] 또한, 인공신경망은 입력 패턴과 출력 패턴이 맵핑(mapping)되고, 이와 같은 과정의 반복을 통하여 신경망은 입력 패턴과 출력 패턴과의 관계에 대하여 학습하게 된다. 그리고 추후에 입력되는 패턴과 가장 유사한 패턴 그룹을 찾음으로써, 입력 패턴에 대응되는 출력 패턴에 대하여 모델링하는 것을 특징으로 한다.
- [0079] 또한, 도 5는 신경망 모델의 학습에 대한 이해를 돕기 위한 예시로, 300석 규모의 강당을 용도에 따라 무대(Tstage), 객석(Tseat), 통로(Thallway)와 같이 3개의 구역으로 구분하여 모델링했다. 그리고 한국태양에너지학회와 메테오놈, EnergyPlus 시뮬레이션 데이터를 이용하여 모델의 학습 데이터 세트를 구성하였다. 데이터 세트는 8760개로 도 5에서와 같이 방위 별 일사량(In, Iw, Is, Ie), 공기온도(Ta), 실내표면온도(Ten, Twn, Tws, Tes), 실내공기온도(Tstage, Tseat, Thallway)이다.
- [0080] 본 발명의 실시예에 따른 신경망 모델의 구조는 은닉층의 뉴런 수가 10개인 3개의 층으로 구성된다. Mustafaraj et al.(2011)에 따르면 은닉뉴런의 개수가 충분하다면 1개의 은닉층으로도 예측이 충분하며, 은닉뉴런은 최소 입력뉴런보다 하나 더 많은 것이 권장된다. 여기서 입력되는 데이터는 방위별 일사량, 실외공기온도, 실내표면온도이고, 출력하고자 하는 데이터는 실내공기온도이다. 입력 데이터의 조합을 달리하여 구역별로 16개의 신경망 모델을 구성하였으며 데이터 세트의 70%는 학습에, 나머지 30%는 검증 및 시험에 사용된다.
- [0081] 신경망 모델의 학습은 뉴런 간 학습 알고리즘을 통해 입력 데이터가 전방향으로 이동하면서 이루어진다. 정해진 신경망 구조를 통해 도출된 출력값과 기대되는 목표값과의 차이를 최소화시키는 것을 목적으로 매회 반복계산마다 가중치가 조정된다. 본 발명의 실시예에 적용되는 수치 최적화 기법은 지역 최적해를 안정적으로 찾을 수 있도록 뉴턴법이 수정된 Levenberg-Marquardt(LM) 알고리즘이다. LM알고리즘은 최소자승문제에 특화된 최적화 기법으로 다층 퍼셉트론을 학습시키는데 성공적으로 적용되어왔으며 다음의 수학적 식 5와 같다.

수학적 식 5

$$\begin{aligned}x_{k+1} &= x_k - \alpha_k g_k \\ \alpha_k &= [J^T(x_k)J(x_k) + \mu_k I]^{-1} \\ g_k &= J^T(x_k) V(x_k)\end{aligned}$$

[0082]

[0083] 여기서, x_k 는 현재 가중치와 편차 벡터, α_k 는 학습률, g_k 는 현재 벡터의 구배를 의미한다.

[0084] 도 5에 나타난 3개 구역의 실내공기온도를 예측하는 신경망 모델의 입력 데이터의 구성과 학습된 모델의 정확도

를 아래의 표 1과 같이 결정계수(R^2)와 평균제곱오차(Mean Square Error, MSE)로 평가했다. 결정계수는 1에 가까울수록, 평균제곱오차는 0에 가까울수록 모델의 정확도가 높음을 나타낸다. 아래의 표 1에서 대부분의 학습 모델에서 결정계수가 0.9이상으로 예측 성능이 높게 나타났으며, 동시에 평균제곱오차가 가장 작은 학습 모델은 실내표면온도와 외기온도, 일사량이 모두 학습된 모델 1-11임을 알 수 있다. 그러나 센서의 가격 및 취급의 어려움을 고려하면 모델 1-1이 측정이 쉬운 실내표면온도로부터 좋은 예측 성능을 나타내는 효율적인 학습 모델이라는 것을 알 수 있다.

표 1

Model	Input data	R^2	MSE
1-1	$T_{en}, T_{wn}, T_{ws}, T_{es}$	0.982081	0.294980
1-2	T_{en}, T_{wn}	0.976579	0.387910
1-3	$T_{en}, T_{wn}, T_{ws}, T_{es}, T_a$	0.989130	0.172310
1-4	T_{en}, T_{wn}, T_a	0.637459	5.804900
1-5	$T_{en}, T_{wn}, T_{ws}, T_{es}, I_w, I_n, I_e$	0.988533	0.193650
1-6	$T_{en}, T_{wn}, T_{ws}, T_{es}, I_w, I_e$	0.986327	0.236310
1-7	$T_{en}, T_{wn}, T_{ws}, T_{es}, I_n$	0.988175	0.168440
1-8	$T_{en}, T_{wn}, I_w, I_n, I_e$	0.980298	0.329370
1-9	T_{en}, T_{wn}, I_w, I_e	0.983370	0.275780
1-10	T_{en}, T_{wn}, I_n	0.981387	0.292690
1-11	$T_{en}, T_{wn}, T_{ws}, T_{es}, T_a, I_w, I_n, I_e$	0.991359	0.139310
1-12	$T_{en}, T_{wn}, T_{ws}, T_{es}, T_a, I_w, I_e$	0.988473	0.183620
1-13	$T_{en}, T_{wn}, T_{ws}, T_{es}, T_a, I_n$	0.990363	0.151900
1-14	$T_{en}, T_{wn}, T_a, I_w, I_n, I_e$	0.845241	2.502499
1-15	$T_{en}, T_{wn}, T_a, I_w, I_e$	0.845535	2.283100
1-16	T_{en}, T_{wn}, T_a, I_n	0.848315	2.382099

[0085]

[0086]

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 방법에 의해 예측된 실내공기 온도와 실제 측정 온도를 비교한 그래프이다.

[0087]

도 6은 실내표면온도를 입력 데이터로 이용하는 모델 1-1의 구조를 이용하여 1월의 데이터 세트 743개로 학습을 하고, 2월의 실내공기온도를 예측한 결과를 나타낸 그래프이다. 예측한 실내공기온도(ANN)와 실제값(Target)이 거의 동일한 것으로 보아 본 발명이 실시예에 따른 학습 모델은 큰 오차가 없음을 확인할 수 있다.

[0088]

이상의 학습 모델 생성 과정(S211단계 내지 S213단계)은 본 발명의 일실시예일 뿐이며, 반드시 본 발명의 실시예에 따른 냉난방 제어 장치(100)가 수행하는 것은 아니다. 즉, 이미 기 학습되어 생성된 제1 신경망 모델과 제2 신경망 모델을 냉난방 제어 장치(100)에 적용시킬 수도 있다.

[0089]

또한, 본 발명의 실시예에서 생성된 신경망 모델이 아닌 다른 학습 모델을 이용하여도 무방하며 반드시 이에 국한될 필요는 없다.

[0090]

S210단계에서와 같이 학습 모델이 생성되면, 냉난방 제어 장치(100)는 사용자로부터 선택되는 지점의 온열환경 평가지표값을 예측하기 위한 예측 단계(S220)를 수행한다.

[0091]

먼저, 도 4에서와 같이 사용자로부터 예측하고자 하는 지점이 선택되면(S221), 입력부(110)는 실내표면온도 센서(200) 및 실외공기온도 센서(300)로부터 센싱된 온도값을 입력받는다(S222).

[0092]

그 다음, 제1 예측부(120)는 S222 단계에서 센싱된 실내표면온도값 및 실외공기온도값을 입력값으로 하고, 기 생성된 제1 신경망 모델을 이용하여 사용자로부터 선택된 지점의 복수의 온열인자에 대한 온열값을 각각 예측한다(S223).

- [0093] 이때, 제1 예측부(120)에 의해 예측되는 복수의 온열인자는 공기온도, 평균복사온도, 착의량 및 습도를 포함한다.
- [0094] 따라서 각각의 센서 없이도 실내표면온도값 및 실외공기온도값을 이용하여 공기온도, 평균복사온도, 착의량 및 습도를 각각 예측할 수 있다.
- [0095] 그 다음 제2 예측부(130)는 S223 단계에서 예측된 복수의 온열값과 기 고정된 복수의 온열인자의 온열값을 입력값으로 하고, 기 생성된 제2 신경망 모델을 이용하여 사용자로부터 선택된 지점의 온열환경 평가지표값을 예측한다(S224).
- [0096] 이때, 기 고정된 복수의 온열인자는 기류속도 및 대사량을 포함한다.
- [0097] 즉, 제2 예측부(130)는 제2 신경망 모델을 이용하여 사용자로부터 선택된 지점의 공기온도, 평균복사온도, 착의량 및 습도와 기류속도 및 대사량을 통해 해당 지점에 대한 온열환경 평가지표값을 예측할 수 있다.
- [0098] 마지막으로 냉난방 제어 장치(100)는 해당 지점의 온열환경 평가지표값을 출력한다(S225).
- [0099] 그리고 냉난방 제어 장치(100)는 S220단계에서 예측된 온열환경 평가지표값을 이용하여 냉난방 기기(400)를 제어하기 위한 제어 단계(S230)를 수행한다.
- [0100] 도 7은 도 2의 세부 동작 흐름을 도시한 순서도이다.
- [0101] 냉난방 기기 제어 단계(S230)는 도 7에서와 같이 S231단계 내지 S237단계를 포함한다.
- [0102] 먼저 제어부(160)는 S224 단계에서 예측된 지점의 온열환경 평가지표값(PMV)이 기 설정된 쾌적범위(PMV_{C1} 과 PMV_{C2} 사이) 내에 속하는지 판단한다(S231).
- [0103] S231단계의 판단 결과 S224 단계에서 예측된 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하는 경우 냉난방 기기(400)가 작동 상태이면(S232), 제어부(160)는 사용자로부터 선택된 지점의 실내설정온도가 유지되도록 냉난방 기기(400)의 운전을 제어한다(S233).
- [0104] 만약, 냉난방 기기(400)가 작동정지 상태이면 현재 상태를 유지한다(S234).
- [0105] 즉, 냉난방 기기(400)가 작동되고 있지 않음에도 불구하고 해당 지점의 온열환경 평가지표값이 쾌적범위 내에 있기 때문에 제어부(160)는 냉난방 기기(400)를 작동시키지 않고 현재 상태를 유지시킨다.
- [0106] 다만 제어부(160)는 설정 주기 간격으로 온열환경 평가지표값을 산출하여 해당 지점의 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하는지 여부를 판단하여 항상 쾌적한 온열 환경이 조성되도록 한다.
- [0107] 또한 S231단계의 판단 결과 S224 단계에서 예측된 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하지 않는 경우 냉난방 기기(400)가 작동 상태이면(S235), 제어부(160)는 해당 지점의 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하도록 실내설정온도를 변경한다(S236).
- [0108] 즉, 제어부(160)는 제2 예측부(130)에서 예측된 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하도록 공기온도를 기준으로 위의 수학식 1을 역산하여 산출되는 온열환경 평가지표값에 대응하는 실내설정온도로 변경한다.
- [0109] 자세히는 제어부(160)는 온열환경 평가지표값(PMV)이 기 설정된 쾌적범위(PMV_{C1} 과 PMV_{C2} 사이) 내에 속하도록 공기온도를 조절하여 온열환경 평가지표값(PMV)을 변경하고, 변경된 온열환경 평가지표값(PMV)에 대응하게 실내설정온도를 변경한다.
- [0110] 그리고 S236 단계에서 변경된 실내설정온도에 대응되도록 냉난방 기기(400)의 운전을 제어한다.
- [0111] 또한 S231단계의 판단 결과 S224 단계에서 예측된 온열환경 평가지표값이 기 설정된 쾌적범위 내에 속하지 않는 경우 냉난방 기기(160)가 작동정지 상태이면, 냉난방 기기의 구동을 온(ON)시킨다(S237).
- [0112] 그리고 S236 단계에서 변경된 실내설정온도에 대응되도록 냉난방 기기(160)의 운전을 제어할 수 있다.
- [0113] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 실내 온열환경 평가지표값을 이용한 냉난방 제어 장치 및 그 방법은 기계학습을 통해 예측된 온열환경 평가지표값(PMV)을 이용하여 실내 온도가 적정 상태를 유지하도록 냉난방 기기를 제어함으로써 존(zone)별 실내 적정 온도를 유지시킬 수 있어 대공간의 비균일한 온열환경에 대하여 제

실자에게 항상 쾌적한 온열 환경을 조성해줄 수 있다.

[0114] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 훈련에 의한 기계학습(Artificial Neural Network, ANN)을 이용하여 다수 개의 센서 설치 및 관리가 어려운 지점의 온열 환경을 용이하게 예측할 수 있고, 센서의 사용량을 절감시켜 유지 관리비가 절감되는 효과가 있다.

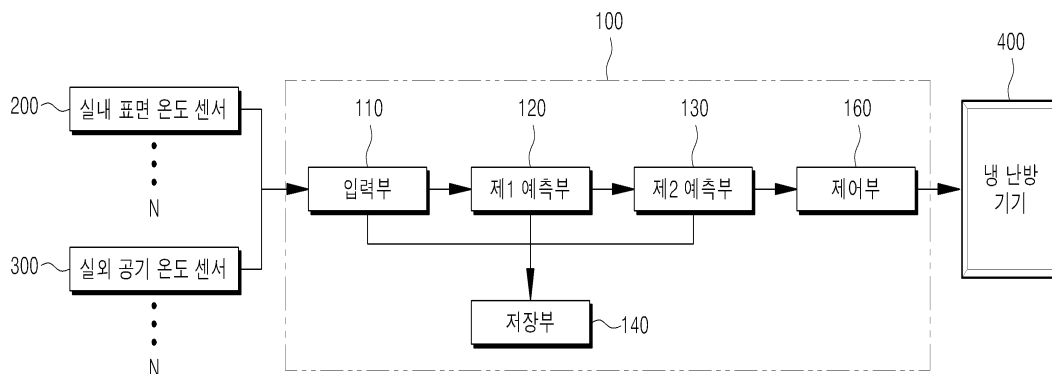
[0115] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

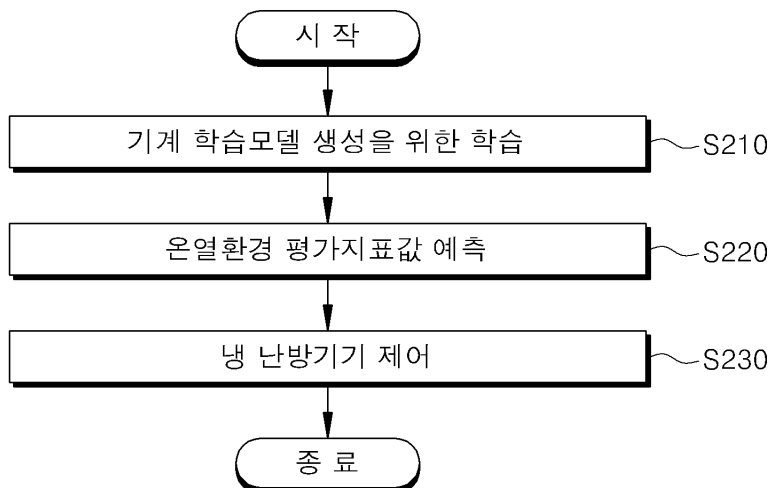
[0116] 100 : 냉난방 제어 장치 110 : 입력부
120 : 제1 예측부 130 : 제2 예측부
140 : 저장부 160 : 제어부
200 : 실내표면온도 센서 300 : 실외공기온도 센서
400 : 냉난방 기기

도면

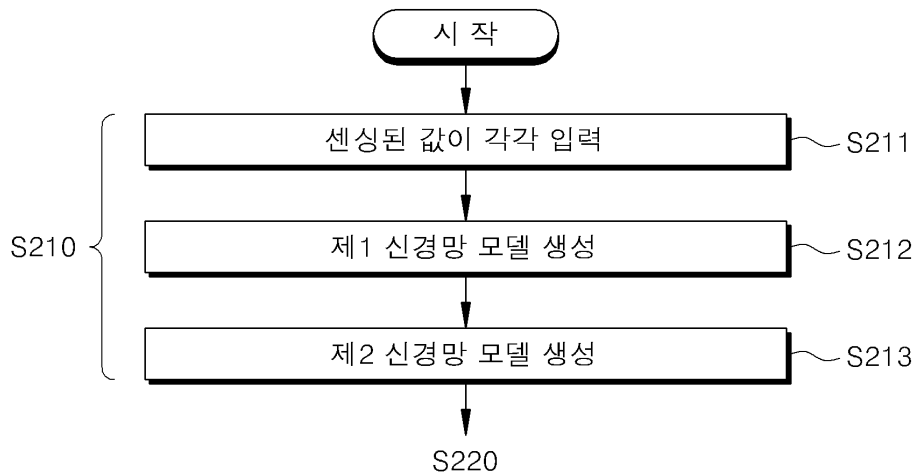
도면1



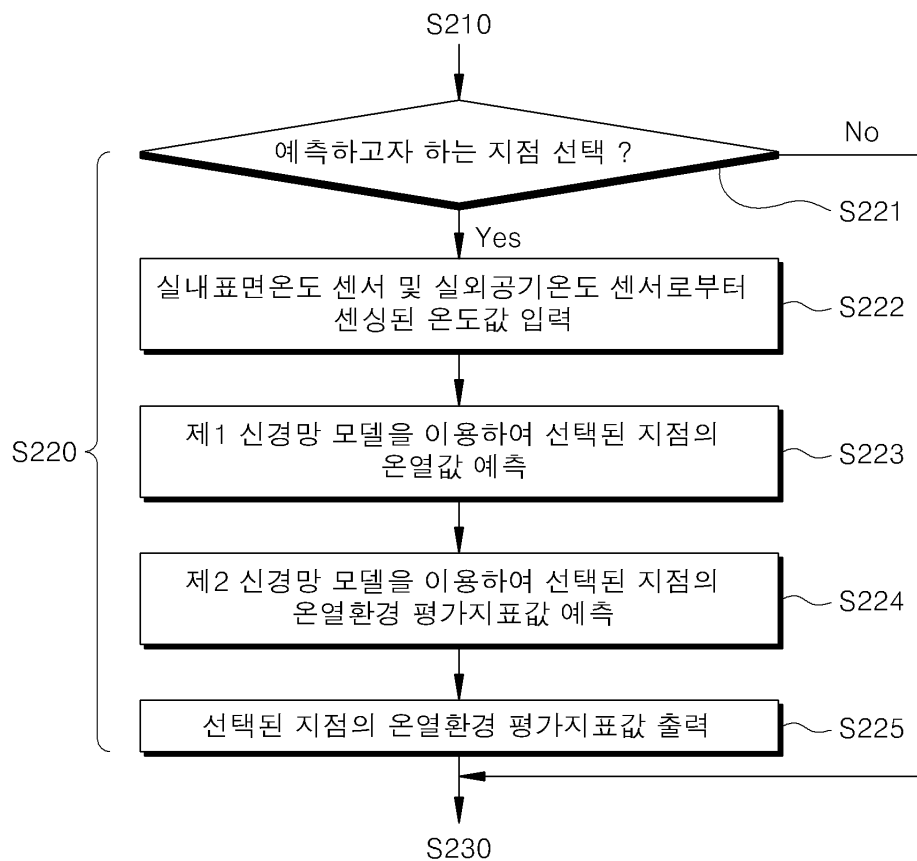
도면2



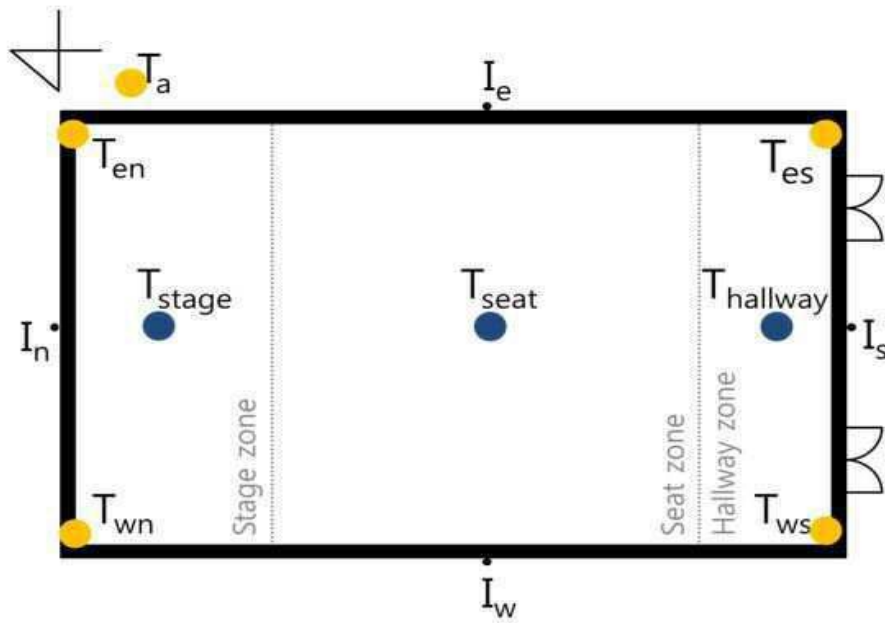
도면3



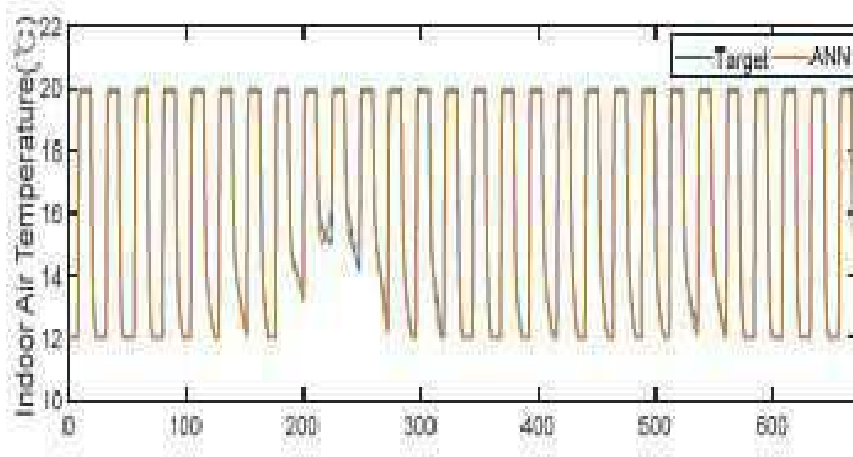
도면4



도면5



도면6



도면7

