



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0079257
(43) 공개일자 2025년06월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 30/20 (2020.01) F24F 3/12 (2014.01)
G01D 21/02 (2006.01) G01N 15/00 (2025.01)
G01N 15/02 (2024.01) G06F 111/10 (2020.01)
G06F 113/08 (2020.01) G06F 17/18 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G06F 30/20 (2020.01)
F24F 3/12 (2021.01)

(21) 출원번호 10-2023-0166213

(22) 출원일자 2023년11월27일

심사청구일자 2023년11월27일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

조영민

경기도 수원시 영통구 광고호수공원로 중흥 S 클러스 102동 2102

이태정

서울특별시 송파구 양재대로 1089 방이동, 한양3차 3동 807호 (방이동, 잠실3차한양아파트)

(74) 대리인

특허법인 아이퍼스

전체 청구항 수 : 총 16 항

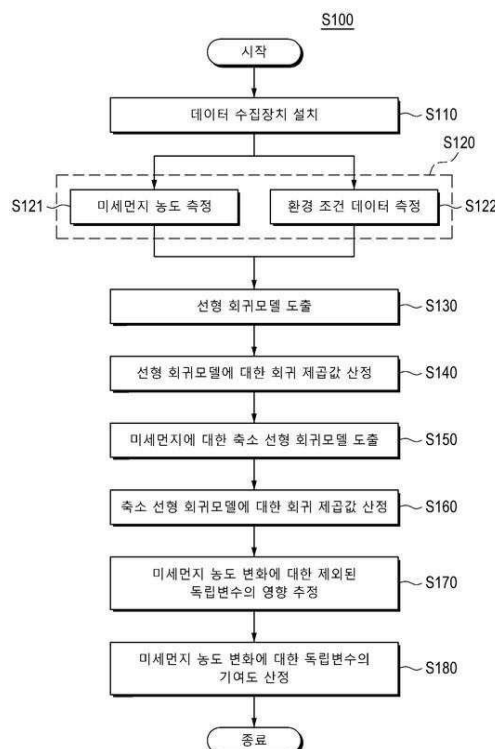
(54) 발명의 명칭 다중이용실내공간의 환경조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법은, a) 실내 공간에 설치된 데이터 수집장치가 실내 공간의 미세먼지 농도와, 실내 공간의 환경 조건 데이터인 실내 공간 습도, 환기 풍속, 재실자 이동 속도를 측정하는 단계; b) 산정장치가 상기 실내 공간의 환경 조건 데이터를 이용하여 상기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



실내 공간의 미세먼지 농도에 대한 선형 회귀모델을 도출하는 단계; c) 상기 산정장치가 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 계수값을 산정하는 단계; d) 상기 산정장치가 상기 실내 공간의 환경 조건 데이터인 실내 공간 습도, 환기 풍속, 재질자 이동 속도를 하나씩 제외하는 방법에 기반하여 미세먼지 농도에 대한 축소 선형 회귀모델을 도출하는 단계; e) 상기 산정장치가 상기 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 계수값을 산정하는 단계; f) 상기 산정장치가 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 계수값과 상기 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 계수값의 차이를 통해 미세먼지 농도의 변화에 대한 실내 공간의 환경 조건 데이터의 영향을 추정하는 단계; 및 g) 상기 산정장치가 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간의 환경 조건 데이터에 대한 기여도를 산정하는 단계;를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G01D 21/02 (2013.01)

G01N 15/02 (2024.01)

G06F 17/18 (2013.01)

G01N 2015/0096 (2013.01)

G06F 2111/10 (2020.01)

G06F 2113/08 (2020.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711132462
과제번호	2019M3E7A1113077
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	에너지환경통합형 학교미세먼지 기술개발사업
연구과제명	학교미세먼지 오염특성 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2019.08.20 ~ 2024.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

- a) 실내 공간에 설치된 데이터 수집장치가 실내 공간의 미세먼지 농도와, 실내 공간의 환경 조건 데이터인 실내 공간 습도, 환기 풍속, 채실자 이동 속도를 측정하는 단계;
- b) 산정장치가 상기 실내 공간의 환경 조건 데이터를 이용하여 상기 실내 공간의 미세먼지 농도에 대한 선형 회귀모델을 도출하는 단계;
- c) 상기 산정장치가 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값을 산정하는 단계;
- d) 상기 산정장치가 상기 실내 공간의 환경 조건 데이터인 실내 공간 습도, 환기 풍속, 채실자 이동 속도를 하나씩 제외하는 방법에 기반하여 미세먼지 농도에 대한 축소 선형 회귀모델을 도출하는 단계;
- e) 상기 산정장치가 상기 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값을 산정하는 단계;
- f) 상기 산정장치가 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값과 상기 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값의 차이를 통해 미세먼지 농도의 변화에 대한 실내 공간의 환경 조건 데이터의 영향을 추정하는 단계; 및
- g) 상기 산정장치가 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간의 환경 조건 데이터에 대한 기여도를 산정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 b) 단계는,

상기 산정장치가 이하의 다중 선형 회귀식을 이용하여 상기 실내 공간의 미세먼지 농도에 대한 선형 회귀모델을 도출하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법:

$$PM_{full} = w_1 Rh + w_2 v_{ventilation} + w_3 v_{occupant} + b$$

상기 다중 선형 회귀식에서, PM_{full} 은 미세먼지 농도 예측값, Rh 는 실내 공간 습도, $v_{ventilation}$ 은 환기 풍속, $v_{occupant}$ 는 채실자 이동 속도, w 는 선형 회귀계수 세트값, b 는 절편을 의미한다.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 c) 단계는,

상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값을 산정하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법:

$$SSR_{full} = \sum (\widehat{PM}_{full} - \overline{PM})^2$$

상기 수식에서, SSR_{full} (Sum of Squared Regression)은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값, $\widehat{PM}_{full}$ 은 상기 선형 회귀모델을 통해 예측된 미세먼지 농도, $\overline{PM}$ 은 상기 데이터 수집장치를 통해 실내 공간에서 측정된 미세먼지 농도의 평균값을 의미한다.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 d) 단계는,

상기 산정장치가 상기 실내 공간 습도를 제외한 이하의 다중 선형 회귀식을 이용하여 미세먼지 농도에 대한 제1 축소 선형 회귀 모델을 도출하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법:

$$PM_{v1\ reduce} = w_2 v_{ventilation} + w_3 v_{occupant} + b$$

상기 다중 선형 회귀식에서, $PM_{v1\ reduce}$ 는 상기 제1 축소 선형 회귀 모델상에서 미세먼지 농도 예측값, $V_{ventilation}$ 은 환기 풍속, $V_{occupant}$ 는 재실자 이동 속도, w 는 선형 회귀 계수 세트값, b 는 절편을 의미한다.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 e) 단계는,

상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 상기 제1 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 산정하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법:

$$SSR_{v1\ reduce} = \sum (\widehat{PM}_{v1\ reduce} - \overline{PM})^2$$

상기 수식에서, $SSR_{v1\ reduce}$ 는 상기 제1 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값, $\widehat{PM}_{v1\ reduce}$ 는 상기 제1 축소 선형

회귀모델을 통해 예측된 실내 공간의 미세먼지 농도, $\overline{PM}$ 는 상기 데이터 수집장치를 통해 실내 공간에서 측정된 미세먼지 농도의 평균값을 의미한다.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 f) 단계는,

상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제1 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값의 차이를 통해 미세먼지 농도의 변화에 대한 실내 공간 습도의 영향을 추정하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법:

$$Effect_{v1} = SSR_{full} - SSR_{v1\ reduce}$$

상기 수식에서, $Effect_{v1}$ 는 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제1 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간 습도의 영향 정도, SSR_{full} 은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값, $SSR_{v1\ reduce}$ 는 상기 제1 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 의미한다.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 g) 단계는,

상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간 습도의 기여도를 산정하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법:

$$Contribute_{v1} = \frac{Effect_{v1}}{SSR_{full}} \times 100$$

상기 수식에서, $Contribute_{v1}$ 은 상기 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간 습도의 기여도, $Effect_{v1}$ 는 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제1 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간 습도의 영향 정도, SSR_{full} 은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 의미한다.

청구항 8

제 3 항에 있어서,

상기 d) 단계는,

상기 산정장치가 상기 환기 풍속을 제외한 이하의 다중 선형 회귀식을 이용하여 미세먼지 농도에 대한 제2 축소 선형 회귀 모델을 도출하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법:

$$PM_{v2reduce} = w_1 Rh + w_3 v_{occupant} + b$$

상기 수식에서, $PM_{v2reduce}$ 는 상기 제2 축소 선형 회귀 모델상에서 미세먼지 농도 예측값, Rh 는 실내 공간 습도, $V_{occupant}$ 는 재실자 이동 속도, w 는 선형 회귀 계수 세트값, b 는 절편을 의미한다.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 e) 단계는,

상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 상기 제2 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 산정하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법:

$$SSR_{v2reduce} = \sum (\widehat{PM}_{v2reduce} - \overline{PM})^2$$

상기 수식에서, $SSR_{v2reduce}$ 는 상기 제2 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값, $\widehat{PM}_{v2reduce}$ 는 상기 제2 축소 선형

회귀모델을 통해 예측된 실내 공간의 미세먼지 농도, $\overline{PM}$ 는 상기 데이터 수집장치를 통해 실내 공간에서 측정된 미세먼지 농도의 평균값을 의미한다.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 f) 단계는,

상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제2 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값의 차이를 통해 미세먼지 농도의 변화에 대한 환기 풍속의 영향을 추정하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법:

$$Effect_{v2} = SSR_{full} - SSR_{v2reduce}$$

상기 수식에서, $Effect_{v2}$ 는 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제2 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 환기 풍속의 영향 정도, SSR_{full} 은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값, $SSR_{v2reduce}$ 는 상기 제2 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값을 의미한다.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 g) 단계는,

상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 미세먼지 농도 변화에 대한 환기 풍속의 기여도를 산정하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법:

$$Contribute_{v2} = \frac{Effect_{v2}}{SSR_{full}} \times 100$$

상기 수식에서, $Contribute_{v2}$ 은 상기 미세먼지 농도 변화에 대한 환기 풍속의 기여도, $Effect_{v2}$ 은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제2 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 환기 풍속의 영향 정도, SSR_{full} 은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 의미한다.

청구항 12

제 3 항에 있어서,

상기 d) 단계는,

상기 산정장치가 상기 재실자 이동 속도를 제외한 이하의 다중 선형 회귀식을 이용하여 미세먼지 농도에 대한 제3 축소 선형 회귀 모델을 도출하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법:

$$PM_{v3reduce} = w_1 Rh + w_2 v_{ventilation} + b$$

상기 다중 선형 회귀식에서, $PM_{v3reduce}$ 는 상기 제3 축소 선형 회귀 모델상에서 미세먼지 농도 예측값, Rh 는 실내 공간 습도, $v_{ventilation}$ 은 환기 풍속, w 는 선형 회귀 계수 세트값, b 는 절편을 의미한다.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 e) 단계는,

상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 상기 제3 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 산정하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법:

$$SSR_{v3reduce} = \sum (\widehat{PM}_{v3reduce} - \overline{PM})^2$$

상기 수식에서, $SSR_{v3reduce}$ 는 상기 제3 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값, $\widehat{PM}_{v3reduce}$ 는 상기 제3 축소 선형 회귀모델을 통해 예측된 실내 공간의 미세먼지 농도, $\overline{PM}$ 는 상기 데이터 수집장치를 통해 실내 공간에서 측정된 미세먼지 농도의 평균값을 의미한다.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 f) 단계는,

상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제3 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값의 차이를 통해 미세먼지 농도의 변화에 대한 재실자 이동 속도의 영향을 추정하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법:

$$Effect_{v3} = SSR_{full} - SSR_{v3reduce}$$

상기 수식에서, $Effect_{v3}$ 는 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 계수값과 상기 제3 축소 선형 회귀모델의 회귀 계수값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 재실자 이동 속도의 영향 정도, SSR_{full} 은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 계수값, SSR_{v2_reduce} 는 상기 제3 축소 선형 회귀모델의 회귀 계수값을 의미한다.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 g) 단계는,

상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 미세먼지 농도 변화에 대한 재실자 이동 속도의 기여도를 산정하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법:

$$Contribute_{v3} = \frac{Effect_{v3}}{SSR_{full}} \times 100$$

상기 수식에서, $Contribute_{v3}$ 은 상기 미세먼지 농도 변화에 대한 재실자 이동 속도의 기여도, $Effect_{v3}$ 는 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 계수값과 상기 제3 축소 선형 회귀모델의 회귀 계수값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 재실자 이동 속도의 영향 정도, SSR_{full} 은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 계수값을 의미한다.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

h) 상기 산정장치가 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간 습도의 기여도, 환기 풍속의 기여도, 재실자 이동 속도의 기여도 중 기여도가 가장 높은 실내 공간의 환경 조건 데이터에 의해 실내 공간의 미세먼지 농도가 높아지는 시간대에 상기 실내 공간에 설치된 공기 정화설비가 가동되도록 상기 공기 정화설비의 운영 방안을 생성하여, 상기 공기 정화설비의 관리자에게 상기 공기 정화설비의 운영 방안을 제시하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 실내공간의 환경조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 다변량 회귀분석(multiple regression analysis, MRA)을 기반으로 실내공간의 환경 조건별 미세먼지 비산 기여도를 산정할 수 있는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현대 사회의 보건 환경이 향상됨에 따라 기대수명이 늘어나고 일반인들의 건강(Health)에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 산업화 진전과 자동차 이용 급증 등 화석연료 사용등으로 대기질은 날이 갈수록 악화되고 있으며, 미세먼지를 비롯한 각종오염물질의 농도는 위험 수치를 넘나들고 있다.

[0003] 이러한 대기오염뿐만 아니라, 일반인들이 대부분의 시간을 보내는 실내에서의 공기질 역시 오염이 심각하지만 대부분의 경우 이러한 상태가 인식되지 못한 채 방치되고 있다.

[0004] 실내공기질(Indoor Air Quality, IAQ)을 오염시키는 오염물질에는 미세먼지(PM10, PM2.5), 이산화탄소(CO₂) 등이 있다. 이러한 오염물질들은 학교 교실의 경우 재실자인 학생들의 걷기, 뛰기 등의 움직임 활동과 학생들의 호흡에 의해 가중되어 실내 공기를 더욱 악화시키게 된다. 따라서, 밀폐된 실내 공간에서는 실내오염원과 인간 활동 등으로 인해 실내오염 수준이 실외에 비해 일반적으로 2~5배 이상 높아지게 되며, 때로는 100배 이상이 되는 경우가 있다.

[0005] 이와 같이, 실내 공간의 미세먼지 농도를 관리하기 위해 실내 공간을 이루는 측벽면 또는 천장에 공기 정화설비

가 설치 및 가동될 수 있으며, 상기 공기 정화설비는 실내 공간의 미세먼지 농도에 따라 가동되어 실내 공간을 환기시킬 수 있다.

[0006] 이와 같이, 공기 정화설비가 실내 공간의 미세먼지 농도에 따라 실내 공간을 환기시키는 선행문헌으로서, 대한민국 등록특허공보 제10-1007730호(발명의 명칭: 지능형 공기 정화 시스템)이 공개된 바 있다.

[0007] 상기 선행문헌은 중대형 시설물의 곳곳에 개별적으로 설치되어 오염물질을 감지하는 무선 센서 및 상기 무선 센서와 교신하는 원거리 통신 장치를 통해 상기 오염물질의 감지 신호를 수신하여 상기 오염물질이 포함된 공기를 정화하는 공기 정화 수단을 포함하여 구성되는 지능형 공기 정화 시스템일 수 있다.

[0008] 이러한 상기 선행문헌에서는 무선 센서에서 감지하는 실내 공간의 미세먼지 농도에 따라 공기 정화설비가 지속적으로 가동되어야 한다. 그러나 공기 정화설비의 효율적인 운영을 위해서는 공기 정화설비의 지속적인 가동은 피하는 것이 바람직하다.

[0009] 즉, 공기 정화설비를 효율적으로 운영하기 위해서는 실내공간의 미세먼지 농도가 높은 시간대에 집중적으로 가동될 필요가 있으며, 실내공간의 미세먼지 농도가 높은 시간대를 도출하기 위해서는 실내공간의 환경조건에 따른 미세먼지 비산 기여도를 정량화할 필요가 있다.

[0010] 그러나 상기 선행문헌은 실내공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도를 정량화하는 수단이 미구비됨에 따라, 실내공간의 미세먼지 농도에 따라서 공기 정화설비가 지속적으로 가동될 수도 있는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 10-2022-0116643

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 10-2220213

(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 10-1988317

(특허문헌 0004) 대한민국 등록특허 10-2531123

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 따라서 본 발명은 상기과 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 공기 정화설비의 효율적 운영을 위해 실내공간 습도, 공기 정화설비의 환기 풍속, 재실자 이동 속도를 포함하는 실내공간의 환경 조건 데이터에 다변량 회귀 분석(multiple regression analysis, MRA)을 적용하여 실내 공간의 환경 조건별 미세먼지 비산 기여도를 산정할 수 있는 실내공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법을 제공함에 있다.

[0013] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 목적은 a) 실내 공간에 설치된 데이터 수집장치가 실내 공간의 미세먼지 농도와, 실내 공간의 환경 조건 데이터인 실내 공간 습도, 환기 풍속, 재실자 이동 속도를 측정하는 단계; b) 산정장치가 상기 실내 공간의 환경 조건 데이터를 이용하여 상기 실내 공간의 미세먼지 농도에 대한 선형 회귀모델을 도출하는 단계; c) 상기 산정장치가 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값을 산정하는 단계; d) 상기 산정장치가 상기 실내 공간의 환경 조건 데이터인 실내 공간 습도, 환기 풍속, 재실자 이동 속도를 하나씩 제외하는 방법에 기반하여 미세먼지 농도에 대한 축소 선형 회귀모델을 도출하는 단계; e) 상기 산정장치가 상기 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값을 산정하는 단계; f) 상기 산정장치가 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값과 상기 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값의 차이를 통해 미세먼지 농도의 변화에 대한 실내 공간의 환경 조건 데이터의 영

향을 추정하는 단계; 및 g) 상기 산정장치가 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간의 환경 조건 데이터에 대한 기여도를 산정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법으로서 달성될 수 있다.

[0015] 그리고 상기 b) 단계는, 상기 산정장치가 이하의 다중 선형 회귀식을 이용하여 상기 실내 공간의 미세먼지 농도에 대한 선형 회귀모델을 도출하는 것을 특징으로 할 수 있다.

$$PM_{full} = w_1 Rh + w_2 v_{ventilation} + w_3 v_{occupant} + b$$

[0017] 상기 다중 선형 회귀식에서, PM_{full} 은 미세먼지 농도 예측값, Rh 는 실내 공간 습도, $V_{ventilation}$ 은 환기 풍속, $V_{occupant}$ 는 재실자 이동 속도, w 는 선형 회귀계수 세트값, b 는 절편을 의미한다.

[0018] 또한 상기 c) 단계는, 상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 산정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

$$SSR_{full} = \sum (PM_{full} - \overline{PM})^2$$

[0020] 상기 수식에서, SSR_{full} (Sum of Squared Regression)은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값, $\widehat{PM}_{full}$ 은 상기 선형 회귀모델을 통해 예측된 미세먼지 농도, $\overline{PM}$ 은 상기 데이터 수집장치를 통해 실내 공간에서 측정된 미세먼지 농도의 평균값을 의미한다.

[0021] 그리고 상기 d) 단계는, 상기 산정장치가 상기 실내 공간 습도를 제외한 이하의 다중 선형 회귀식을 이용하여 미세먼지 농도에 대한 제1 축소 선형 회귀 모델을 도출하는 것을 특징으로 할 수 있다.

$$PM_{v1\ reduce} = w_2 v_{ventilation} + w_3 v_{occupant} + b$$

[0023] 상기 다중 선형 회귀식에서, $PM_{v1\ reduce}$ 는 상기 제1 축소 선형 회귀 모델상에서 미세먼지 농도 예측값, $V_{ventilation}$ 은 환기 풍속, $V_{occupant}$ 는 재실자 이동 속도, w 는 선형 회귀 계수 세트값, b 는 절편을 의미한다.

[0024] 또한 상기 e) 단계는, 상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 상기 제1 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 산정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

$$SSR_{v1\ reduce} = \sum (\widehat{PM}_{v1\ reduce} - \overline{PM})^2$$

[0026] 상기 수식에서, $SSR_{v1\ reduce}$ 는 상기 제1 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값, $\widehat{PM}_{v1\ reduce}$ 는 상기 제1 축소 선형 회귀모델을 통해 예측된 실내 공간의 미세먼지 농도, $\overline{PM}$ 은 상기 데이터 수집장치를 통해 실내 공간에서 측정된 미세먼지 농도의 평균값을 의미한다.

[0027] 그리고 상기 f) 단계는, 상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제1 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값의 차이를 통해 미세먼지 농도의 변화에 대한 실내 공간 습도의 영향을 추정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

$$Effect_{v1} = SSR_{full} - SSR_{v1\ reduce}$$

[0029] 상기 수식에서, $Effect_{v1}$ 는 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제1 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간 습도의 영향 정도, SSR_{full} 은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값, $SSR_{v1\ reduce}$ 는 상기 제1 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 의미한다.

[0030] 그리고 상기 g) 단계는, 상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간 습도의

기여도를 산정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

$$Contribute_{v1} = \frac{Effect_{v1}}{SSR_{full}} \times 100$$

[0031]

[0032] 상기 수식에서, $Contribute_{v1}$ 은 상기 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간 습도의 기여도, $Effect_{v1}$ 는 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제1 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간 습도의 영향 정도, SSR_{full} 은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 의미한다.

[0033] 그리고 상기 d) 단계는, 상기 산정장치가 상기 환기 풍속을 제외한 이하의 다중 선형 회귀식을 이용하여 미세먼지 농도에 대한 제2 축소 선형 회귀 모델을 도출하는 것을 특징으로 할 수 있다.

$$PM_{v2reduce} = w_1 Rh + w_3 v_{occupant} + b$$

[0034]

[0035] 상기 수식에서, $PM_{v2reduce}$ 는 상기 제2 축소 선형 회귀 모델상에서 미세먼지 농도 예측값, Rh 는 실내 공간 습도, $V_{occupant}$ 는 재실자 이동 속도, w 는 선형 회귀 계수 세트값, b 는 절편을 의미한다.

[0036] 또한 상기 e) 단계는, 상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 상기 제2 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 산정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

$$SSR_{v2reduce} = \sum (\widehat{PM}_{v2reduce} - \overline{PM})^2$$

[0037]

[0038] 상기 수식에서, $SSR_{v2reduce}$ 는 상기 제2 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값, $\widehat{PM}_{v2reduce}$ 는 상기 제2 축소 선형 회귀모델을 통해 예측된 실내 공간의 미세먼지 농도, $\overline{PM}$ 는 상기 데이터 수집장치를 통해 실내 공간에서 측정된 미세먼지 농도의 평균값을 의미한다.

[0039] 그리고 상기 f) 단계는, 상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제2 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값의 차이를 통해 미세먼지 농도의 변화에 대한 환기 풍속의 영향을 추정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

$$Effect_{v2} = SSR_{full} - SSR_{v2reduce}$$

[0040]

[0041] 상기 수식에서, $Effect_{v2}$ 는 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제2 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 환기 풍속의 영향 정도, SSR_{full} 은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값, $SSR_{v2reduce}$ 는 상기 제2 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값을 의미한다.

[0042] 그리고 상기 g) 단계는, 상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 미세먼지 농도 변화에 대한 환기 풍속의 기여도를 산정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

$$Contribute_{v2} = \frac{Effect_{v2}}{SSR_{full}} \times 100$$

[0043]

[0044] 상기 수식에서, $Contribute_{v2}$ 은 상기 미세먼지 농도 변화에 대한 환기 풍속의 기여도, $Effect_{v2}$ 는 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제2 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 환기 풍속의 영향 정도, SSR_{full} 은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 의미한다.

[0045] 그리고 상기 d) 단계는, 상기 산정장치가 상기 재실자 이동 속도를 제외한 이하의 다중 선형 회귀식을 이용하여 미세먼지 농도에 대한 제3 축소 선형 회귀 모델을 도출하는 것을 특징으로 할 수 있다.

$$PM_{v3reduce} = w_1 Rh + w_2 v_{ventilation} + b$$

[0046]

상기 다중 선형 회귀식에서, $PM_{v3reduce}$ 는 상기 제3 축소 선형 회귀 모델상에서 미세먼지 농도 예측값, Rh 는 실내 공간 습도, $v_{ventilation}$ 은 환기 풍속, w 는 선형 회귀 계수 세트값, b 는 절편을 의미한다.

[0047]

또한 상기 e) 단계는, 상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 상기 제3 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 산정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0048]

$$SSR_{v3reduce} = \sum (PM_{v3reduce} - \overline{PM})^2$$

[0049]

상기 수식에서, $SSR_{v3reduce}$ 는 상기 제3 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값, $PM_{v3reduce}$ 는 상기 제3 축소 선형 회귀모델을 통해 예측된 실내 공간의 미세먼지 농도, $\overline{PM}$ 는 상기 데이터 수집장치를 통해 실내 공간에서 측정된 미세먼지 농도의 평균값을 의미한다.

[0050]

또한 상기 f) 단계는, 상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제3 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값의 차이를 통해 미세먼지 농도의 변화에 대한 재실자 이동 속도의 영향을 추정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0051]

$$Effect_{v3} = SSR_{full} - SSR_{v3reduce}$$

[0052]

상기 수식에서, $Effect_{v3}$ 는 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제3 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 재실자 이동 속도의 영향 정도, SSR_{full} 은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값, $SSR_{v3reduce}$ 는 상기 제3 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값을 의미한다.

[0053]

그리고 상기 g) 단계는, 상기 산정장치가 이하의 수식을 이용하여 미세먼지 농도 변화에 대한 재실자 이동 속도의 기여도를 산정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0054]

$$Contribute_{v3} = \frac{Effect_{v3}}{SSR_{full}} \times 100$$

[0055]

상기 수식에서, $Contribute_{v3}$ 은 상기 미세먼지 농도 변화에 대한 재실자 이동 속도의 기여도, $Effect_{v3}$ 는 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 상기 제3 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 재실자 이동 속도의 영향 정도, SSR_{full} 은 상기 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 의미한다.

[0056]

그리고, h) 상기 산정장치가 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간 습도의 기여도, 환기 풍속의 기여도, 재실자 이동 속도의 기여도 중 기여도가 가장 높은 실내 공간의 환경 조건 데이터에 의해 실내 공간의 미세먼지 농도가 높아지는 시간대에 상기 실내 공간에 설치된 공기 정화설비가 가동되도록 상기 공기 정화설비의 운영 방안을 생성하여, 상기 공기 정화설비의 관리자에게 상기 공기 정화설비의 운영 방안을 제시하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0057]

발명의 효과

[0058]

본 발명의 실시예에 의하면, 실내공간의 환경 조건별 미세먼지 비산 기여도를 정량화한 것에 기반하여 실내공간의 미세먼지 농도가 높은 시간대에만 공기 정화설비가 가동되도록 운영 방안을 제시함으로써, 공기 정화설비의 효율적 운영이 가능토록 한다.

[0059]

한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0060] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니 된다.
- 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 시스템의 구성요소를 도시한 블록도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 데이터 수집장치에 구비된 장치 및 산정장치에 탑재된 알고리즘을 도시한 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 실내공간의 환경조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법의 과정을 도시한 흐름도이다.
- 도 4는 도 3에 도시된 실내공간의 환경조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법을 증명하기 위한 실험을 수행하기 위한 챔버를 도시한 도면이다.
- 도 5는 도 4에 도시된 챔버 기반의 실험에 따른 미세먼지별 실내공간의 미세먼지 비산 기여도를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0061] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0062] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0063] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 영역은 라운드지거나 소정 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서 도면에서 예시된 영역들은 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.
- [0064] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0065] 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.
- [0066] **미세먼지 비산 기여도 정량화 시스템**
- [0067] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 시스템의 구성요소를 도시한 블록도이다.
- [0068] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 시스템(100)은 실내 공간의 환경 조건별 미세먼지 비산 기여도를 산정하기 위해 데이터 수집장치(110) 및 산정장치(120)를 포함한다.

- [0069] 실시예에서, 데이터 수집장치(110)는 실내 공간의 미세먼지 농도를 수집하는 제1 수집장치와 실내공간의 환경조건 데이터를 수집하기 위한 제2 수집장치로 구분될 수 있다.
- [0070] 이러한 데이터 수집장치(110)의 제1 수집장치 및 제2 수집장치는 장치의 종류를 한정하지 아니하나, 실시예에서는 도 2에 도시된 바와 같이 구성될 수 있다.
- [0071] 또한, 실내 공간의 환경 조건 데이터는 실내 공간의 미세먼지 비산에 기여하는 다양한 데이터가 포함되는 것이 바람직하나, 본 발명에서는 설명의 편의상 실내 공간 습도, 환기 풍속, 재실자 이동 속도를 포함하는 데이터로 한정하여 설명하도록 하겠다.
- [0072] 즉, 실내공간의 환경조건 데이터는 실내공간 습도, 환기 풍속, 재실자 이동 속도 등을 포함하는 환경 데이터로 이해되는 것이 바람직하다.
- [0073] 실시예에서, 산정장치(120)는 환경조건 데이터에 다변량 회귀 분석(multiple regression analysis, MRA)을 적용하여 실내공간의 환경조건별 미세먼지 비산 기여도를 산정할 수 있다.
- [0074] 또한, 산정장치(120)는 산정된 실내공간의 환경 조건별 미세먼지 비산 기여도에 기반하여 공기 정화설비의 운영 방안을 생성하며, 상기 공기 정화설비의 운영 방안을 상기 공기 정화설비의 관리자에게 제시할 수 있다.
- [0075] 여기서, 공기 정화설비의 관리자는 공기 정화설비를 설치 및 교체하는 작업자일 수 있으나, 이와 동시에 미세먼지 비산 기여도 정량화 시스템(100)의 사용자일 수도 있다.
- [0076] 도 2는 도 1에 도시된 데이터 수집장치에 구비된 장치 및 산정장치에 탑재된 알고리즘을 도시한 블록도이다.
- [0077] 도 2의 (a)를 참조하면, 데이터 수집장치(110)는 미세먼지 간이측정기(111), 습도계(112), 풍속계(113) 및 비전센서(114)를 포함한다.
- [0078] 실시예에서, 미세먼지 간이측정기(111)는 데이터 수집장치(110)의 제1 수집장치로서 실내공간을 이루는 측벽면, 기둥, 천장 및 바닥 중 적어도 하나에 설치되어 실내 공간의 미세먼지 농도를 측정할 수 있다.
- [0079] 이러한 미세먼지 간이측정기(111)는 실내공간의 미세먼지 농도를 실시간으로 측정할 수 있다면 종류를 한정하지 아니하며, 실시간으로 측정하는 동시에 실내 공간의 미세먼지 농도를 산정장치(120)로 전송할 수 있다.
- [0080] 즉, 산정장치(120)는 실시간으로 미세먼지 간이측정기(111)로부터 실내 공간의 미세먼지 농도에 대한 데이터를 전송받게 된다.
- [0081] 실시예에서, 습도계(112)는 데이터 수집장치(110)의 제2 수집장치로서 실내 공간을 이루는 측벽면, 기둥, 천장 및 바닥 중 적어도 하나에 설치되어 실내 공간 습도를 측정할 수 있다.
- [0082] 이러한 습도계(112)는 실내 공간 습도를 실시간으로 측정할 수 있다면 종류를 한정하지 아니하며, 실시간으로 측정하는 동시에 실내 공간 습도를 산정장치(120)로 전송할 수 있다.
- [0083] 즉, 산정장치(120)는 실시간으로 습도계(112)로부터 실내 공간 습도에 대한 데이터를 전송받아 저장할 수 있다.
- [0084] 실시예에서, 풍속계(113)는 데이터 수집장치(110)의 제2 수집장치로서 외기의 유입을 위해 실내 공간에 하나 이상 배치된 창문에 설치되어 자연환기에 따라 외부로부터 실내공간으로 유입되는 외기의 풍속을 측정할 수 있다.
- [0085] 이러한 풍속계(113)는 실내공간으로 유입되는 외기의 풍속을 측정할 수 있다면 종류를 한정하지 아니하며, 실시간으로 측정하는 동시에 실내 공간으로 유입되는 외기의 풍속을 산정장치(120)로 전송할 수 있다.
- [0086] 즉, 산정장치(120)는 실시간으로 풍속계(113)로부터 실내공간으로 유입되는 외기의 풍속에 대한 데이터를 전송받아 저장할 수 있다.
- [0087] 실시예에서, 비전센서(114)는 데이터 수집장치(110)의 제2 수집장치로서 재실자 이동 속도를 측정할 수 있도록 실내 공간을 이루는 기둥 또는 천장에 설치되어 실내 공간에 위치한 재실자 이동 속도를 측정할 수 있다.
- [0088] 본 발명의 재실자 이동 속도를 측정 방식을 구체적으로 설명하자면, 비전센서(114)는 우선적으로 재실자의 움직임이 감지된 해당 시간(T_0)을 저장할 수 있다.
- [0089] 그 후, 비전센서(114)는 재실자의 주기적 거리 간격(예: 0.5m)에 도착할 때마다 시간 로그 정보($T_{거리}$)를 기록할 수 있다. 예를 들면, 재실자의 움직임 이후 첫 0.5m 거리에 도착한 시간은 $T_{0.5}$ 로 재실자 이동 속도는 이하의

[수학식 1]과 같이 계산될 수 있다.

수학식 1

$$v_{occupant} = \frac{0.5}{T_{0.5} - T_0}$$

[0090]

그 후, 재실자가 두 번째 0.5m 거리에 도착한 시간은 T1.0으로 재실자 이동 속도는 이하의 [수학식 2]와 같이 계산될 수 있다.

수학식 2

$$v_{occupant} = \frac{0.5}{T_{1.0} - T_{0.5}}$$

[0092]

상기 [수학식 1] 및 [수학식 2]에서 $V_{occupant}$ 는 재실자 이동 속도를 의미하며, T는 시간을 의미한다.

[0093]

이러한 비전센서(114)는 상기와 같은 방식으로 재실자 이동 속도를 측정할 수 있다면 종류를 한정하지 아니하며, 실시간으로 측정하는 동시에 재실자 이동 속도를 산정장치(120)로 전송할 수 있다.

[0094]

즉, 산정장치(120)는 실시간으로 비전센서(114)로부터 재실자 이동 속도에 대한 데이터를 전송받아 저장할 수 있다.

[0095]

실시예에서, 산정장치(120)는 실내 공간의 환경 조건별 미세먼지 비산 기여도를 산정하는 것이 가능한 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)이 학습 및 검증이 완료된 후에 탑재될 수 있다.

[0096]

실시예에서, 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)은 산정장치(120)가 데이터 수집장치(111~114)로부터 전송받는 데이터를 이용하여, 상기 데이터 중 실내 공간의 환경 조건 데이터인 실내 공간 습도, 환기 풍속, 재실자 이동 속도에 각각 다변량 회귀 분석을 적용하여 실내 공간의 환경 조건별 미세먼지 비산 기여도를 산정할 수 있다.

[0097]

즉, 실내 공간의 환경 조건별 미세먼지 비산 기여도는 실내 공간 습도, 환기 풍속, 재실자 이동 속도의 미세먼지 비산 기여도를 의미한다.

[0098]

실시예에서, 산정장치(120)는 공기 정화설비의 운영 방안을 생성하는 것이 가능한 운영 방안 생성 알고리즘(122)이 학습 및 검증이 완료된 후에 탑재될 수 있다.

[0099]

실시예에서, 운영 방안 생성 알고리즘(122)은 공기 정화설비가 지속적인 가동이 아니라, 실내공간의 미세먼지 농도가 기설정된 미세먼지 농도를 초과하는 시간대에만 공기 정화설비가 가동되도록 하는 공기 정화설비의 운영 방안을 생성할 수 있다.

[0100]

여기서, 공기 정화설비가 가동되도록 하는 기준인 기설정된 미세먼지 농도는 실내 공간이 학교 교실인 경우를 기준으로 하여 $PM_{2.5}$ 은 $35 \mu g/m^3$, PM_{10} $75 \mu g/m^3$ 일 수 있다.

[0101]

즉, 운영 방안 생성 알고리즘(122)은 실내 공간(학교 교실)의 미세먼지 농도가 $PM_{2.5}$ 기준 $35 \mu g/m^3$ 를 초과하거나, PM_{10} 기준 $75 \mu g/m^3$ 를 초과하는 시간대에 공기 정화설비가 가동되도록 하는 운영 방안을 생성하는 것이 바람직하다.

[0102]

이에 따라, 공기 정화설비는 운영 방안 생성 알고리즘(122)의 운영 방안에 의해 실내 공간의 미세먼지 농도가 $PM_{2.5}$ 기준 $35 \mu g/m^3$ 이하가 되도록 하거나, PM_{10} 기준 $75 \mu g/m^3$ 이하가 되도록 가동되는 것이 바람직하다.

[0103]

실시예에서, 운영 방안 생성 알고리즘(122)은 생성한 공기 정화설비의 운영 방안을 상기 공기 정화설비의 관리자가 구비한 단말(예: PC, 태블릿 등)에 전송함으로써, 상기 공기 정화설비의 관리자에게 상기 공기 정화설비의

[0104]

운영 방안을 제시할 수 있다.

- [0105] 이때, 관리자의 단말에 전송된 공기 정화설비의 운영방안에는 시간, 분, 초의 시간 표시 형식으로 표기된 공기 정화설비의 가동 시간부터 가동 종료 시간까지에 대한 데이터와, 표 또는 그래프 등과 함께 실내 공간의 환경 조건별 미세먼지 비산 기여도를 %단위로 표시한 데이터가 포함될 수 있다.
- [0106] 이와 같이, 산정장치(120)는 운영 방안 생성 알고리즘(122)을 통해 공기 정화설비의 관리자에게 상기 공기 정화설비의 운영 방안을 제시함으로써, 실내 공간의 미세먼지 농도가 높은 시간대에만 공기 정화설비가 가동되도록 한다.
- [0107] 이러한 산정장치(120)를 통해, 미세먼지 비산 기여도 정량화 시스템(100)은 공기 정화설비가 지속적 가동이 아닌 미세먼지 농도가 높은 시간대에만 가동되도록 함으로써, 공기 정화설비의 효율적 운영이 가능토록 한다.
- [0108] **미세먼지 비산 기여도 정량화 방법**
- [0109] 이하에서는, 상기 본 발명의 미세먼지 비산 기여도 정량화 시스템(100)에 의해 수행되는 본 발명의 실시예에 따른 실내공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법(S100)의 과정에 대해 자세히 설명하도록 하겠다.
- [0110] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 실내공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법의 과정을 도시한 흐름도이다.
- [0111] 도 3을 참조하면, 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법(S100)은 데이터 수집장치 설치 단계(S110), 데이터 측정 단계(S120), 선형 회귀모델 도출 단계(S130), 제1 회귀 제공값 산정 단계(S140), 축소 선형 회귀모델 도출 단계(S150), 제2 회귀 제공값 산정 단계(S160), 영향 추정 단계(S170) 및 기여도 산정 단계(S180)를 포함할 수 있다.
- [0112] 먼저, 데이터 수집장치(110)는 실내 공간의 특정 위치에 설치될 수 있다(S110).
- [0113] 이때, 데이터 수집장치(110)는 상술한 바와 같이 미세먼지 간이측정기(111), 습도계(112), 풍속계(113) 및 비전센서(114)로 이해되는 것이 바람직하다.
- [0114] 상기 데이터 수집장치 설치 단계(S110) 후, 미세먼지 간이측정기(111)는 실내 공간의 미세먼지 농도를 측정할 수 있으며(S121), 습도계(112), 풍속계(113) 및 비전센서(114)는 실내 공간의 환경 조건 데이터를 측정할 수 있다(S122).
- [0115] 이때, 실내공간의 환경 조건 데이터는 상술한 바와 같이 실내 공간 습도, 환기 풍속, 재실자 이동 속도일 수 있다.
- [0116] 이러한 데이터 측정 단계(S120)에서 측정된 실내공간의 미세먼지 농도는 다변량 회귀 분석의 종속변수로 이용되며, 실내공간의 환경 조건 데이터는 다변량 회귀 분석의 독립변수로 이용될 수 있다.
- [0117] 상기 데이터 측정 단계(S120) 후, 산정장치(120)는 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)을 통해 독립변수인 실내공간의 환경조건 데이터를 이용하여 종속변수인 실내공간의 미세먼지 농도에 대한 선형 회귀모델(full model)을 도출할 수 있다(S130).
- [0118] 이때, 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)은 다중 선형 회귀식인 이하의 [수학식 3]을 기반으로 선형 회귀모델을 도출하도록 학습 및 검증이 완료된 상태일 수 있다.

수학식 3

$$PM_{full} = w_1 Rh + w_2 v_{ventilation} + w_3 v_{occupant} + b$$

- [0119]
- [0120] 상기 [수학식 3]에서, PM_{full} 은 미세먼지 농도 예측값, Rh 는 실내 공간 습도, $V_{ventilation}$ 은 환기 풍속, $V_{occupant}$ 는 재실자 이동 속도, w 는 선형 회귀계수 세트값, b 는 절편을 의미한다.
- [0121] 상기 선형 회귀모델 도출 단계(S130) 후, 산정장치(120)는 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)을 통해 상기 선형 회귀모델 도출 단계(S130)에서 도출된 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값을 산정할 수 있다(S140).

[0122] 이때, 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값은 상기 선형 회귀모델이 종속변수인 미세먼지 간이측정기(111)를 통해 실내공간에서 측정된 미세먼지 농도의 변화를 어느 정도로 정확히 예측하는지에 대한 지표일 수 있다.

[0123] 한편, 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)은 이하의 [수학식 4]를 기반으로 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 산정하도록 학습 및 검증이 완료된 상태일 수 있다.

수학식 4

$$SSR_{full} = \sum (PM_{full} - \overline{PM})^2$$

[0124]

[0125] 상기 [수학식 4]에서, SSR_{full} (Sum of Squared Regression)은 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값, PM_{full} 은 선형 회귀모델을 통해 예측된 미세먼지 농도, $\overline{PM}$ 은 미세먼지 간이측정기(111)를 통해 실내 공간에서 측정된 미세먼지 농도의 평균값을 의미한다.

[0126] 상기 제1 회귀 제곱값 산정 단계(S140) 후, 산정장치(120)는 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)을 통해 독립변수인 실내공간 습도, 환기 풍속, 재실자 이동 속도를 하나씩 제외하는 방법에 기반하여 미세먼지 농도에 대한 축소 선형 회귀모델(reduced model)을 도출할 수 있다(S150).

[0127] 이때, 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)이 독립변수를 제외하는 순서는 한정하지 아니하나, 실시예에서는 실내공간 습도, 환기 풍속, 재실자 이동 속도를 순차적으로 독립변수에서 제외하여 축소 선형 회귀모델을 도출할 수 있다.

[0128] 상기 축소 선형 회귀모델 도출 단계(S150)에서, 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)은 이하의 [수학식 5]와 같이, 실내공간 습도를 독립변수에서 제외하여 제1 축소 선형 회귀 모델을 도출하도록 학습 및 검증이 완료된 상태일 수 있다.

수학식 5

$$PM_{v1\ reduce} = w_2 v_{ventilation} + w_3 v_{occupant} + b$$

[0129]

[0130] 상기 [수학식 5]에서, $PM_{v1\ reduce}$ 는 제1 축소 선형 회귀 모델상에서 미세먼지 농도 예측값, $V_{ventilation}$ 은 환기 풍속, $V_{occupant}$ 는 재실자 이동 속도, w 는 선형 회귀 계수 세트값, b 는 절편을 의미한다.

[0131] 또한, 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)은 이하의 [수학식 6]과 같이, 환기 풍속을 독립변수에서 제외하여 제2 축소 선형 회귀 모델을 도출하도록 학습 및 검증이 완료된 상태일 수 있다.

수학식 6

$$PM_{v2\ reduce} = w_1 Rh + w_3 v_{occupant} + b$$

[0132]

[0133] 상기 [수학식 6]에서, $PM_{v2\ reduce}$ 는 제2 축소 선형 회귀 모델상에서 미세먼지 농도 예측값, Rh 는 실내 공간 습도, $V_{occupant}$ 는 재실자 이동 속도, w 는 선형 회귀 계수 세트값, b 는 절편을 의미한다.

[0134] 그리고 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)은 이하의 [수학식 7]과 같이, 재실자 이동 속도를 독립변수에서 제외하여 제3 축소 선형 회귀 모델을 도출하도록 학습 및 검증이 완료된 상태일 수 있다.

수학식 7

$$PM_{v3reduce} = w_1 Rh + w_2 v_{ventilation} + b$$

[0135]

[0136]

상기 [수학식 7]에서, $PM_{v3reduce}$ 는 제3 축소 선형 회귀 모델상에서 미세먼지 농도 예측값, Rh 는 실내 공간 습도, $V_{ventilation}$ 은 환기 풍속, w 는 선형 회귀 계수 세트값, b 는 절편을 의미한다.

[0137]

상기 축소 선형 회귀모델 도출 단계(S150) 후, 산정장치(120)는 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)을 통해 상기 축소 선형 회귀모델 도출 단계(S150)에서 도출된 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값을 산정할 수 있다 (S160).

[0138]

이때, 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값은 제1, 2, 3 축소 선형 회귀모델이 각각 종속변수인 미세먼지 간 이측정기(111)를 통해 실내공간에서 측정된 미세먼지 농도의 변화를 어느 정도로 정확히 예측하는지에 대한 지표일 수 있다.

[0139]

한편, 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)은 이하의 [수학식 8] 내지 [수학식 10]을 기반으로 제1, 2, 3 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값을 산정하도록 학습 및 검증이 완료된 상태일 수 있다.

수학식 8

$$SSR_{v1reduce} = \sum (\widehat{PM}_{v1reduce} - \overline{PM})^2$$

[0140]

[0141]

상기 [수학식 8]에서, $SSR_{v1reduce}$ 는 실내 공간 습도를 독립변수에서 제외하여 도출한 제1 축소 선형 회귀모델의 회귀 제공값, $\widehat{PM}_{v1reduce}$ 는 상기 제1 축소 선형 회귀모델을 통해 예측된 실내공간의 미세먼지 농도, $\overline{PM}$ 는 미세먼지 간이측정기(111)를 통해 실내공간에서 측정된 미세먼지 농도의 평균값을 의미한다.

수학식 9

$$SSR_{v2reduce} = \sum (\widehat{PM}_{v2reduce} - \overline{PM})^2$$

[0142]

[0143]

상기 [수학식 9]에서, $SSR_{v2reduce}$ 는 환기 풍속을 독립변수에 제외하여 도출한 제2 축소 선형 회귀모델의 회귀 제공값, $\widehat{PM}_{v2reduce}$ 는 상기 제2 축소 선형 회귀모델을 통해 예측된 실내공간의 미세먼지 농도, $\overline{PM}$ 는 미세먼지 간이측정기(111)를 통해 실내공간에서 측정된 미세먼지 농도의 평균값을 의미한다.

수학식 10

$$SSR_{v3reduce} = \sum (\widehat{PM}_{v3reduce} - \overline{PM})^2$$

[0144]

[0145]

상기 [수학식 10]에서, $SSR_{v3reduce}$ 는 재실자 이동 속도를 독립변수에 제외하여 도출한 제3 축소 선형 회귀모델의

회귀 제공값, $\widehat{PM}_{v3reduce}$ 는 상기 제3 축소 선형 회귀모델을 통해 예측된 실내 공간의 미세먼지 농도, $\overline{PM}$ 는 미세먼지 간이측정기(111)를 통해 실내 공간에서 측정된 미세먼지 농도의 평균값을 의미한다.

[0146] 상기 제2 회귀 제공값 산정 단계(S160) 후, 산정장치(120)는 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)을 통해 선형 회귀 모델에 대한 회귀 제공값(SSR_{full})과 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값(SSR_{reduce})의 차이를 통해 미세먼지 농도의 변화에 대한 실내 공간의 환경 조건 데이터(독립변수)의 영향을 추정할 수 있다(S170).

[0147] 이때, 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)은 이하의 [수학식 11] 내지 [수학식 13]을 기반으로 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값과 제1, 2, 3 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값의 차이를 통해 미세먼지 농도의 변화에 대한 실내 공간의 환경 조건 데이터의 영향을 추정하도록 학습 및 검증이 완료된 상태일 수 있다.

수학식 11

$$Effect_{v1} = SSR_{full} - SSR_{v1reduce}$$

[0148]

[0149] 상기 [수학식 11]에서, $Effect_{v1}$ 는 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값과 제1 축소 선형 회귀모델의 회귀 제공값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간 습도의 영향 정도, SSR_{full} 은 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값, $SSR_{v1 reduce}$ 는 실내 공간 습도를 독립변수에서 제외하여 도출한 제1 축소 선형 회귀모델의 회귀 제공값을 의미한다.

수학식 12

$$Effect_{v2} = SSR_{full} - SSR_{v2reduce}$$

[0150]

[0151] 상기 [수학식 12]에서, $Effect_{v2}$ 는 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값과 제2 축소 선형 회귀모델의 회귀 제공값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 환기 풍속의 영향 정도, SSR_{full} 은 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값, $SSR_{v2 reduce}$ 는 환기 풍속을 독립변수에서 제외하여 도출한 제2 축소 선형 회귀모델의 회귀 제공값을 의미한다.

수학식 13

$$Effect_{v3} = SSR_{full} - SSR_{v3reduce}$$

[0152]

[0153] 상기 [수학식 13]에서, $Effect_{v3}$ 는 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값과 제3 축소 선형 회귀모델의 회귀 제공값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 재실자 이동 속도의 영향 정도, SSR_{full} 은 선형 회귀모델에 대한 회귀 제공값, $SSR_{v3 reduce}$ 는 재실자 이동 속도를 독립변수에서 제외하여 도출한 제3 축소 선형 회귀모델의 회귀 제공값을 의미한다.

[0154] 상기 영향 추정 단계(S170) 후, 산정장치(120)는 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)을 통해 미세먼지 농도 변화에 대한 실내공간의 환경조건 데이터(독립변수)의 기여도를 산정할 수 있다(S180).

[0155] 이때, 다변량 회귀 분석 알고리즘(121)은 이하의 [수학식 14] 내지 [수학식 16]을 기반으로 미세먼지 농도 변화에 대한 실내공간의 환경조건 데이터의 기여도를 산정하도록 학습 및 검증이 완료된 상태일 수 있다.

수학식 14

$$Contribute_{v1} = \frac{Effect_{v1}}{SSR_{full}} \times 100$$

[0156]

[0157] 상기 [수학식 14]에서, $Contribute_{v1}$ 은 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간 습도의 기여도, $Effect_{v1}$ 는 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 제1 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 실내공간 습도의 영향 정도, SSR_{full} 은 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 의미한다.

수학식 15

$$Contribute_{v2} = \frac{Effect_{v2}}{SSR_{full}} \times 100$$

[0158]

[0159] 상기 [수학식 15]에서, $Contribute_{v2}$ 은 미세먼지 농도 변화에 대한 환기 풍속의 기여도, $Effect_{v2}$ 는 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 제2 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 환기 풍속의 영향 정도, SSR_{full} 은 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 의미한다.

수학식 16

$$Contribute_{v3} = \frac{Effect_{v3}}{SSR_{full}} \times 100$$

[0160]

[0161] 상기 [수학식 16]에서, $Contribute_{v3}$ 은 미세먼지 농도 변화에 대한 재실자 이동 속도의 기여도, $Effect_{v3}$ 는 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값과 제3 축소 선형 회귀모델의 회귀 제곱값의 차이를 통해 추정되는 실내 공간의 미세먼지 농도 변화에 대한 재실자 이동 속도의 영향 정도, SSR_{full} 은 선형 회귀모델에 대한 회귀 제곱값을 의미한다.

[0162] 상기 기여도 산정 단계(180) 후, 산정장치(120)는 운영 방안 생성 알고리즘(122)을 통해 상기 기여도 산정 단계(180)에서 산정된 실내 공간의 미세먼지 농도에 대한 실내 공간 습도의 기여도, 환기 풍속의 기여도, 재실자 이동 속도의 기여도 중 기여도가 가장 높은 실내 공간의 환경 조건 데이터에 의해 실내 공간의 미세먼지 농도가 높아지는 시간대에 공기 정화설비가 가동되도록 상기 공기 정화설비의 운영 방안을 생성하여, 상기 공기 정화설비의 관리자에게 상기 공기 정화설비의 운영 방안을 제시할 수 있다.

[0163] **실험예**

[0164] 본 발명의 실시예에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 시스템(100) 및 이에 의해 수행되는 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법(S100)의 실내 공간의 미세먼지 농도에 대한 독립변수의 기여도 산정이 가능한 것을 증명하기 위한 실험이 진행되었다.

[0165] 도 4는 도 3에 도시된 실내 공간의 환경 조건에 따른 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법을 증명하기 위한 실험을 수행하기 위한 챔버를 도시한 도면이다.

[0166] 도 4를 참조하면, 학교 모사 챔버(A)는 학교 교실의 환경 특성을 모사(또는 반영)하며, 외란을 제어한 조건에서 미세먼지 비산 특성 측정 실험이 수행될 수 있다.

- [0167] 이러한 학교 모사 챔버(A)는 본 발명의 증명 실험에서 크기가 9(L)×3(W)×2.5(H)m로서 표준 교실면적의 1/3일 수 있다.
- [0168] 실험용 기후 환경챔버(B)는 기후 환경(온도, 습도, 풍속, 결빙 등)을 인위적으로 구현하는 시험장비로서 학교 건물의 외부 환경 조건을 모사할 수 있다.
- [0169] 이러한 실험용 기후 환경챔버(B)는 본 발명의 증명 실험에서 크기가 34(L)×6(W)×6(H)m일 수 있다.
- [0170] 상기 증명 실험에서는, 학교 모사 챔버(A) 및 실험용 기후 환경챔버(B)를 기반으로 상술한 미세먼지 비산 기여도 정량화 방법(S100)의 각 단계(S110~S180)를 진행하였으며, 선형 회귀모델, 축소 선형 회귀모델, 선형 회귀모델에 대한 회귀 계수값, 축소 선형 회귀모델에 대한 회귀 계수값이 [표 1]에 기재된 것과 같이 산정(또는 도출)될 수 있다.
- [0171] 또한, 상기 증명 실험에서는, 미세먼지 농도 변화에 대한 독립변수의 기여도가 [표 1] 및 도 5에 도시된 그래프와 같이 산정될 수 있다.

표 1

[0172]

	제외 변수	SSR		SSR _{full} - SSR _{reduced}		제외 변수 기여도	
		PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5
full model		10.7	7.1				
reduced model	습도	9.1	6.1	1.6	1.0	15%	13%
	재실자 (학생) 이동 속도	1.7	1.0	9.0	6.1	84%	86%
	환기 풍속	10.6	7.0	0.1	0.1	1%	1%

- [0173] 상기 [표 1] 및 도 5를 참조하면, 미세먼지 농도 변화에 대한 실내 공간(학교 교실) 습도의 기여도는 PM10 기준 15%, PM2.5 기준 13%로 산정되었으며, 미세먼지 농도 변화에 대한 환기 풍속의 기여도는 PM10, PM2.5 기준 각각 1%로 산정되었고, 미세먼지 농도 변화에 대한 재실자 이동 속도는 PM10 기준 84%, PM2.5 기준 86%로 산정되었다.
- [0174] 이러한 미세먼지 농도 변화에 대한 독립변수의 기여도를 산정하는 증명 실험의 결과에 따라, 산정장치(120)는 학교 교실 내 위치한 재실자(학생)의 이동이 발생하는 학교 교실 내 활동(예: 점심 시간, 학교 교실 내에서 진행되는 체육 시간 등)에 따라 실내 공간의 미세먼지가 비산되는 시간동안 공기 정화설비가 가동되도록 하는 운영 방안을 생성 및 상기 공기 정화설비의 관리자에게 제시할 수 있다.
- [0175] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

[0176]

- 100: 미세먼지 비산 기여도 정량화 시스템,
 110: 데이터 수집장치,
 111: 미세먼지 간이측정기,
 112: 습도계,
 113: 풍속계,
 114: 비전센서,
 120: 산정장치,
 121: 다변량 회귀 분석 알고리즘,

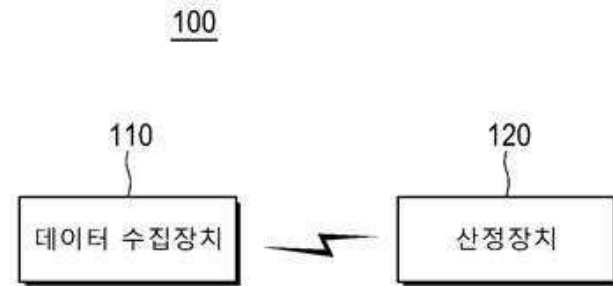
122: 운영 방안 생성 알고리즘,

A: 학교 모사챔버,

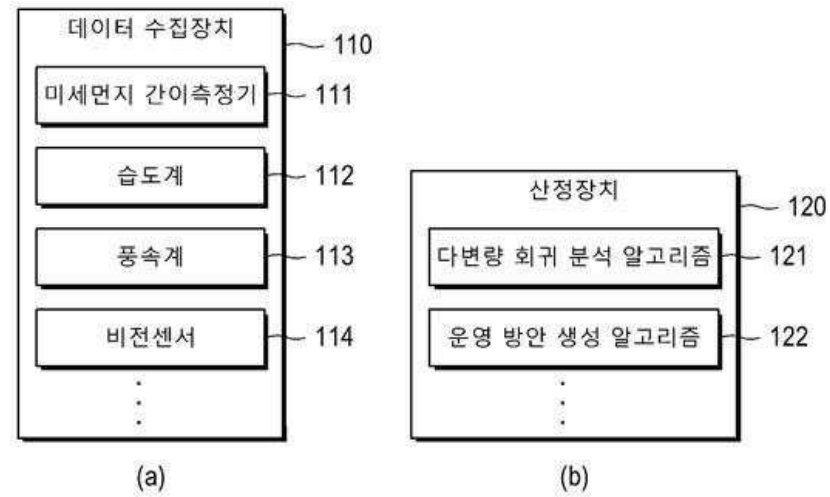
B: 실대형 환경챔버.

도면

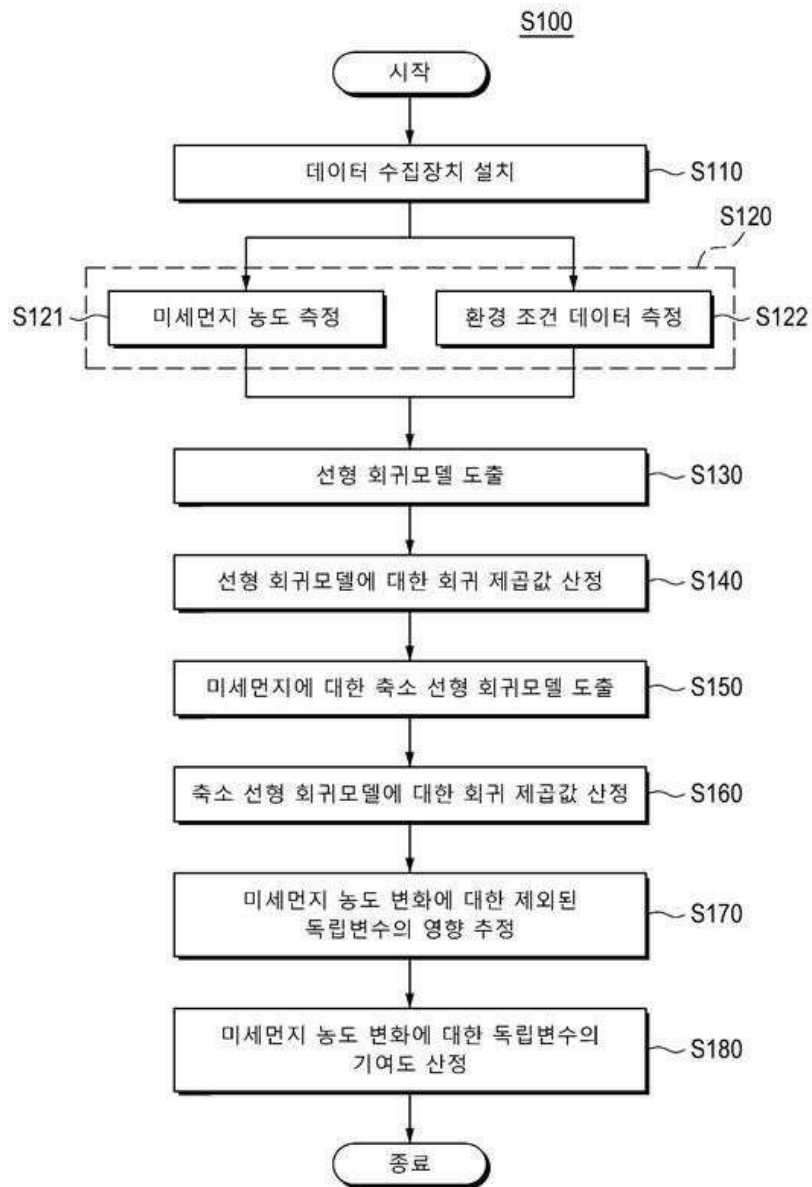
도면1



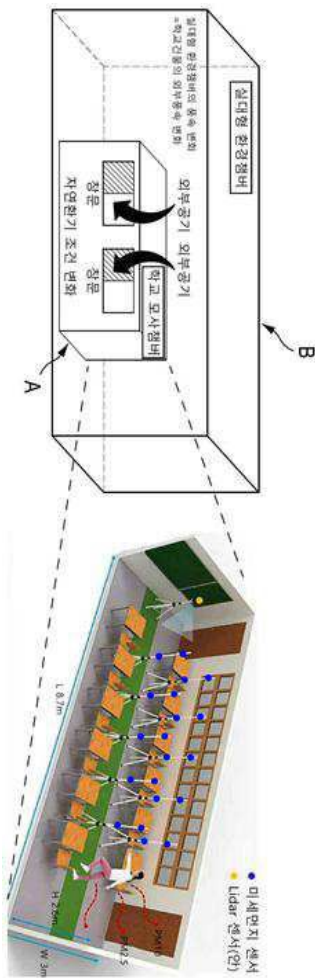
도면2



도면3



도면4



도면5

