



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년02월07일
(11) 등록번호 10-2357871
(24) 등록일자 2022년01월26일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>F24F 11/00</i> (2018.01) <i>F24F 11/46</i> (2018.01)
 <i>F24F 11/63</i> (2018.01) <i>F24F 110/10</i> (2018.01)
 <i>F24F 110/20</i> (2018.01) <i>F24F 110/64</i> (2018.01)
 <i>F24F 110/70</i> (2018.01) <i>F24F 110/72</i> (2018.01)
 <i>F24F 7/00</i> (2021.01) <i>G06N 3/02</i> (2019.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>F24F 11/0001</i> (2018.01)
 <i>F24F 11/46</i> (2018.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-0162066
 (22) 출원일자 2020년11월27일
 심사청구일자 2020년11월27일</p> <p>(56) 선행기술조사문헌
 KR102066871 B1
 KR101912624 B1</p> | <p>(73) 특허권자
 경희대학교 산학협력단
 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)</p> <p>(72) 발명자
 유창규
 경기도 수원시 영통구 웰빙타운로 20, 8308동 202호(이의동, 호반가든하임)
 허성구
 서울특별시 강남구 선릉로72길 37(대치동)
 호르헤 로이 베니테즈
 경기도 용인시 기흥구 기흥로116번길 5, 103동 902호 (신갈동)</p> <p>(74) 대리인
 김연권</p> |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 유영철

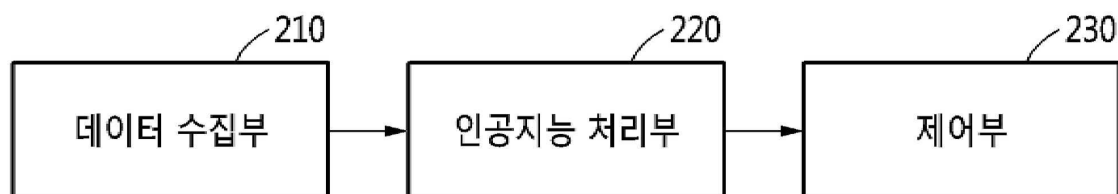
(54) 발명의 명칭 **인공지능을 이용하여 손실 데이터를 보정함에 따라 환기 장치를 제어하는 환기 제어 장치 및 방법**

(57) 요약

본 발명은 인공지능을 이용하여 손실 데이터를 보정하고, 보정된 데이터에 기반하여 환기 장치를 제어하는 기술적 사상에 관한 것으로, 실내공기질을 측정하기 위한 센서의 결함으로 인하여 손실된 측정데이터를 보정(imputation)하기 위한 인공지능을 이용하여 손실된 측정데이터를 보정하고, 보정된 측정데이터를 이용하여 환기 (뒷면에 계속)

대표도 - 도2

200



장치를 제어하는 기술에 관한 것으로, 본 발명의 일실시예에 따르면 인공지능을 이용하여 공기질에 대한 측정 데이터의 손실 데이터를 보정하고, 상기 보정된 데이터에 기반하여 환기 장치를 제어하기 위한 환기 제어 장치는 상기 공기질에 대한 측정 데이터를 수집하는 데이터 수집부, 상기 수집된 측정 데이터에 복수의 서로 다른 손실율을 적용하여 제1 시나리오를 생성하고, 상기 수집된 측정 데이터 중 적어도 하나의 측정 데이터 포인트를 결측치로 처리한 제2 시나리오를 생성하며, 상기 생성된 제1 시나리오 및 상기 제2 시나리오에 기반하여 보정 모델을 학습하는 인공지능 처리부 및 상기 학습된 보정 모델을 이용하여 상기 손실 데이터를 보정하고, 상기 보정된 데이터에 기반하여 상기 환기 장치를 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

F24F 11/63 (2018.01)

F24F 7/00 (2021.01)

G06N 3/02 (2019.01)

F24F 2110/10 (2018.01)

F24F 2110/20 (2018.01)

F24F 2110/64 (2018.01)

F24F 2110/70 (2018.01)

F24F 2110/72 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615011155

과제번호 152307

부처명 국토교통부

과제관리(전문)기관명 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 지하철 미세먼지 저감 기술개발사업

연구과제명 빅데이터 기반 조기 대응 초미세먼지 예측기술 개발(2/5)

기 여 율 1/1

과제수행기관명 경희대학교

연구기간 2019.04.25 ~ 2023.12.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

인공지능을 이용하여 공기질에 대한 측정 데이터의 손실 데이터를 보정하고, 상기 보정된 데이터에 기반하여 환기 장치를 제어하기 위한 환기 제어 장치에 있어서,

상기 공기질에 대한 측정 데이터를 수집하는 데이터 수집부;

상기 수집된 측정 데이터에 복수의 서로 다른 손실율을 적용하여 제1 시나리오를 생성하고, 상기 수집된 측정 데이터 중 적어도 하나의 측정 데이터 포인트를 결측치로 처리한 제2 시나리오를 생성하며, 상기 생성된 제1 시나리오 및 상기 제2 시나리오에 기반하여 보정 모델을 학습하는 인공지능 처리부; 및

상기 학습된 보정 모델을 이용하여 상기 손실 데이터를 보정하고, 상기 보정된 데이터에 기반하여 상기 환기 장치를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는

환기 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 인공지능 처리부는 상기 수집된 측정 데이터에 대하여 20% 내지 80%의 범위에서 상기 복수의 서로 다른 손실율을 적용하여 상기 제1 시나리오를 생성하는 것을 특징으로 하는

환기 제어 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 시나리오는 상기 복수의 서로 다른 손실율에 따른 데이터 간격이 존재하는 복수의 누락 데이터로 구성되는 것을 특징으로 하는

환기 제어 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 인공지능 처리부는 상기 복수의 서로 다른 손실율을 상기 20% 내지 80%의 범위에서 20%, 50% 및 80%로 결정한 경우, 상기 20%와 상기 50% 사이의 간격에 해당하는 누락 데이터의 평균 값과 상기 50%와 상기 80% 사이의 간격에 해당하는 누락 데이터의 평균 값 사이의 평균 값을 이용하는 것을 특징으로 하는

환기 제어 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 인공지능 처리부는 상기 수집된 측정 데이터의 총 측정 시간 중 임의의 시간에서 적어도 하나의 측정 데이터 포인트를 결측치로 처리한 제2 시나리오를 생성하는 것을 특징으로 하는

환기 제어 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제2 시나리오는 상기 적어도 하나의 측정 데이터 포인트에 따른 적어도 하나의 누락 데이터로 구성되는 것

을 특징으로 하는
환기 제어 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 인공지능 처리부는 상기 적어도 하나의 측정 데이터 포인트의 사이에 위치하는 적어도 하나의 측정 데이터 포인트에서 측정된 데이터의 평균 값을 이용하는 것을 특징으로 하는
환기 제어 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,
상기 인공지능 처리부는 상기 적어도 하나의 측정 데이터 포인트의 이전 측정 데이터 포인트의 측정 데이터와 이후 측정 데이터 포인트의 측정 데이터의 평균 값을 이용하는 것을 특징으로 하는
환기 제어 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 인공지능 처리부는 변이 오토인코더(Variational Auto Encoder, VAE)와 합성곱 신경망(Convolutional layer, CNN)을 결합하여 상기 제1 시나리오 및 상기 제2 시나리오를 기계 학습함에 따라 상기 보정 모델을 학습하는 것을 특징으로 하는
환기 제어 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,
상기 데이터 수집부는 상기 공기질과 관련하여 산화 질소(NO_x), 미세 먼지 농도(PM_{10}), 초 미세 먼지 농도($\text{PM}_{2.5}$), 일산화 탄소(CO), 이산화 탄소(CO_2), 온도, 습도 중 적어도 하나에 대한 측정 데이터를 수집하는 것을
특징으로 하는
환기 제어 장치.

청구항 11

인공지능을 이용하여 공기질에 대한 측정 데이터의 손실 데이터를 보정하고, 상기 보정된 데이터에 기반하여 환기 장치를 제어하기 위한 환기 제어 방법에 있어서,
데이터 수집부에서, 상기 공기질에 대한 측정 데이터를 수집하는 단계;
인공지능 처리부에서, 상기 수집된 측정 데이터에 복수의 서로 다른 손실율을 적용하여 제1 시나리오를 생성하는 단계;
상기 인공지능 처리부에서, 상기 수집된 측정 데이터 중 적어도 하나의 측정 데이터 포인트를 결측치로 처리한 제2 시나리오를 생성하고, 상기 생성된 제1 시나리오 및 상기 제2 시나리오에 기반하여 보정 모델을 학습하는 단계; 및
제어부에서, 상기 학습된 보정 모델을 이용하여 상기 손실 데이터를 보정하고, 상기 보정된 데이터에 기반하여 상기 환기 장치를 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는
환기 제어 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 인공지능 처리부는 상기 수집된 측정 데이터에 대하여 20% 내지 80%의 범위에서 상기 복수의 서로 다른 손실율을 적용하되, 상기 복수의 서로 다른 손실율을 상기 20% 내지 80%의 범위에서 20%, 50% 및 80%로 결정한 경우, 상기 20%와 상기 50% 사이의 간격에 해당하는 누락 데이터의 평균 값과 상기 50%와 상기 80% 사이의 간격에 해당하는 누락 데이터의 평균 값 사이의 평균 값을 이용하여 상기 제1 시나리오를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

환기 제어 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 수집된 측정 데이터 중 적어도 하나의 측정 데이터 포인트를 결측치로 처리한 제2 시나리오를 생성하고, 상기 생성된 제1 시나리오 및 상기 제2 시나리오에 기반하여 보정 모델을 학습하는 단계는,

상기 수집된 측정 데이터의 총 측정 시간 중 임의의 시간에서 적어도 하나의 측정 데이터 포인트를 결측치로 처리한 제2 시나리오를 생성하되, 상기 적어도 하나의 측정 데이터 포인트의 사이에 위치하는 적어도 하나의 측정 데이터 포인트에서 측정된 데이터의 평균 값을 이용하여 상기 제2 시나리오를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

환기 제어 방법.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 생성된 제1 시나리오 및 상기 제2 시나리오에 기반하여 보정 모델을 학습하는 단계는

변이 오토인코더(Variational Auto Encoder, VAE)와 합성곱 신경망(Convolutional layer, CNN)을 결합하여 상기 제1 시나리오 및 상기 제2 시나리오를 기계 학습함에 따라 상기 보정 모델을 학습하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

환기 제어 방법.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 공기질에 대한 측정 데이터를 수집하는 단계는

상기 공기질과 관련하여 산화 질소(NO_x), 미세 먼지 농도(PM_{10}), 초 미세 먼지 농도($\text{PM}_{2.5}$), 일산화 탄소(CO), 이산화 탄소(CO_2), 온도, 습도 중 적어도 하나에 대한 측정 데이터를 수집하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

환기 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 인공지능을 이용하여 손실 데이터를 보정하고, 보정된 데이터에 기반하여 환기 장치를 제어하는 기술적 사상에 관한 것으로, 실내공기질을 측정하기 위한 센서의 결함으로 인하여 손실된 측정데이터를 보정(imputation)하기 위한 인공지능을 이용하여 손실된 측정데이터를 보정하고, 보정된 측정데이터를 이용하여 환기 장치를 제어하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 스마트 도시 구현과 지속 가능한 도시 개발에 대한 관심이 증가하면서 지하 역사 등 실내건물에서의 사물인터넷, 기계학습, 빅 데이터를 활용한 실내공기질 모니터링과 공기질 개선을 위한 환기시스템 개발 연구가 많

이 이루어지고 있다.

- [0003] 하지만 부정확한 센서의 손실 데이터는 건물 내 실내공기질 관리 시스템의 다양한 문제를 야기하며, 이를 대처하기 위한 결함 센서의 손실데이터 보정 방법에 관한 연구가 매우 부족한 실정이다.
- [0004] 도 1은 종래 기술에 따른 실내공기질 관리 시스템(100)을 예시한다.
- [0005] 도 1을 참고하면, 종래 기술에 따른 실내공기질 관리 시스템(100)은 지하철 역사 환경(110), 원격 모니터링 시스템(120) 및 환기 제어 시스템(130)을 포함한다.
- [0006] 지하철 역사 환경(110)은 지하 2층(D2)을 통해 시간 당 2000명의 통근 능력을 지니고 있고, 지하 1층(D1)과 지하 2층(D2)으로 구분되며, 지하 1층(D1)은 지하 약 10m에 위치하고, 지하 2층(D2)은 지하 약 24m에 위치하며, 지하 1층(D1)은 대기실로 구성되고, 지하 2층(D2)은 지하철 플랫폼으로 구성된다.
- [0007] 지하철 플랫폼은 한 방향으로 환승하려는 사람들이 철도로 분리된 반대편으로 가고자 하는 사람들과 마주하기 때문에 대면 유형으로 분리 될 수 있다.
- [0008] 원격 모니터링 시스템(120)은 지하철 역사 환경(110) 내에 지하 1층(D1)과 지하 2층(D2)에 모두 설치되어 있고, 모니터링되는 실내 공기질(indoor air quality, IAQ) 레벨은 환기 제어 시스템(130)에 의해 제어되는 공기 전달에 따라 증가 또는 감소될 수 있다.
- [0009] 환기 제어 시스템(130)은 지하철 역사 환경(110)의 실내 공기질 관리를 위해 주파수 인버터 장치의 주파수를 원하는 속도와 토크로 전력을 변경하고, 환기 팬의 회전 속도를 제어하기 위해 제어 신호를 생성할 수 있다. 예를 들어 환기 제어 시스템(130)은 환기 제어 장치로 지칭될 수 있다.
- [0010] 종래 기술에 따른 실내공기질 관리 시스템(100)은 환기 제어 시스템(130)이 환기 속도를 조정하여 공기 공급을 조절함에 있어서, 실내 공기질 정보에서 손실된 측정 데이터에 따른 공백 데이터를 고려하지 않는다.
- [0011] 따라서, 실내공기질 관리 시스템(100)은 환기 시스템에 대한 규제가 적절하게 이루어지지 못하여 실내 공기질 레벨이 감소하면서도 환기 장치 제어를 위한 에너지 소모가 증가하는 단점이 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2019-0104489호 "공기 조화기의 센서 데이터를 보정하는 인공지능 공기 조화기 및 그 방법"
- (특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-2158932호 "미세먼지 분석기의 농도 보정시스템 및 보정 방법"
- (특허문헌 0003) 한국공개특허 제10-2020-0025843호 "공기질 패턴 및 조리정보에 따라 공기 청정기를 작동하는 방법"
- (특허문헌 0004) 한국등록특허 제10-1757746호 "인공지능을 이용한 공기조화시스템 제어 장치 및 그 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 인공지능을 이용하여 실내 공기질에 대한 측정 데이터 상의 손실 데이터를 보정하고, 보정된 데이터에 기반하여 환기 장치를 제어함에 따라 실내 공기질을 개선하면서 에너지 소모를 줄이는 것을 목적으로 한다.
- [0014] 본 발명은 지하 역사를 포함하여 국내 및 국외 대부분의 건물에서 발생하는 이산화탄소, 이산화질소 및 미세먼지 등과 관련된 실내대기오염물질의 센서에 적용 가능한 손실 데이터 보정 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0015] 본 발명은 손실 데이터 보정 방법에 기반하여 센서의 측정 데이터에 대한 신뢰성을 향상하고, 향상된 신뢰성에 기반하여 센서의 측정 성능을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0016] 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능을 이용하여 공기질에 대한 측정 데이터의 손실 데이터를 보정하고, 상기 보정된 데이터에 기반하여 환기 장치를 제어하기 위한 환기 제어 장치는 상기 공기질에 대한 측정 데이터를 수집하는 데이터 수집부, 상기 수집된 측정 데이터에 복수의 서로 다른 손실율을 적용하여 제1 시나리오를 생성하고, 상기 수집된 측정 데이터 중 적어도 하나의 측정 데이터 포인트를 결측치로 처리한 제2 시나리오를 생성하며, 상기 생성된 제1 시나리오 및 상기 제2 시나리오에 기반하여 보정 모델을 학습하는 인공지능 처리부 및 상기 학습된 보정 모델을 이용하여 상기 손실 데이터를 보정하고, 상기 보정된 데이터에 기반하여 상기 환기 장치를 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 인공지능 처리부는 상기 수집된 측정 데이터에 대하여 20% 내지 80%의 범위에서 상기 복수의 서로 다른 손실율을 적용하여 상기 제1 시나리오를 생성할 수 있다.
- [0018] 상기 제1 시나리오는 상기 복수의 서로 다른 손실율에 따른 데이터 간격이 존재하는 복수의 누락 데이터로 구성될 수 있다.
- [0019] 상기 인공지능 처리부는 상기 복수의 서로 다른 손실율을 상기 20% 내지 80%의 범위에서 20%, 50% 및 80%로 결정한 경우, 상기 20%와 상기 50% 사이의 간격에 해당하는 누락 데이터의 평균 값과 상기 50%와 상기 80% 사이의 간격에 해당하는 누락 데이터의 평균 값 사이의 평균 값을 이용할 수 있다.
- [0020] 상기 인공지능 처리부는 상기 수집된 측정 데이터의 총 측정 시간 중 임의의 시간에서 적어도 하나의 측정 데이터 포인트를 결측치로 처리한 제2 시나리오를 생성할 수 있다.
- [0021] 상기 제2 시나리오는 상기 적어도 하나의 측정 데이터 포인트에 따른 적어도 하나의 누락 데이터로 구성될 수 있다.
- [0022] 상기 인공지능 처리부는 상기 적어도 하나의 측정 데이터 포인트의 사이에 위치하는 적어도 하나의 측정 데이터 포인트에서 측정된 데이터의 평균 값을 이용할 수 있다.
- [0023] 상기 인공지능 처리부는 상기 적어도 하나의 측정 데이터 포인트의 이전 측정 데이터 포인트의 측정 데이터와 이후 측정 데이터 포인트의 측정 데이터의 평균 값을 이용할 수 있다.
- [0024] 상기 인공지능 처리부는 변이 오토인코더(Variational Auto Encoder, VAE)와 합성곱 신경망(Convolutional layer, CNN)을 결합하여 상기 제1 시나리오 및 상기 제2 시나리오를 기계 학습함에 따라 상기 보정 모델을 학습할 수 있다.
- [0025] 상기 데이터 수집부는 상기 공기질과 관련하여 산화 질소(NO_x), 미세 먼지 농도(PM10), 초 미세 먼지 농도(PM2.5), 일산화 탄소(CO), 이산화 탄소(CO_2), 온도, 습도 중 적어도 하나에 대한 측정 데이터를 수집할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일실시예에 따르면 인공지능을 이용하여 공기질에 대한 측정 데이터의 손실 데이터를 보정하고, 상기 보정된 데이터에 기반하여 환기 장치를 제어하기 위한 환기 제어 방법은 데이터 수집부에서, 상기 공기질에 대한 측정 데이터를 수집하는 단계, 인공지능 처리부에서, 상기 수집된 측정 데이터에 복수의 서로 다른 손실율을 적용하여 제1 시나리오를 생성하는 단계, 상기 인공지능 처리부에서, 상기 수집된 측정 데이터 중 적어도 하나의 측정 데이터 포인트를 결측치로 처리한 제2 시나리오를 생성하고, 상기 생성된 제1 시나리오 및 상기 제2 시나리오에 기반하여 보정 모델을 학습하는 단계 및 제어부에서, 상기 학습된 보정 모델을 이용하여 상기 손실 데이터를 보정하고, 상기 보정된 데이터에 기반하여 상기 환기 장치를 제어하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 인공지능 처리부는 상기 수집된 측정 데이터에 대하여 20% 내지 80%의 범위에서 상기 복수의 서로 다른 손실율을 적용하되, 상기 복수의 서로 다른 손실율을 상기 20% 내지 80%의 범위에서 20%, 50% 및 80%로 결정한 경우, 상기 20%와 상기 50% 사이의 간격에 해당하는 누락 데이터의 평균 값과 상기 50%와 상기 80% 사이의 간격에 해당하는 누락 데이터의 평균 값 사이의 평균 값을 이용하여 상기 제1 시나리오를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0028] 상기 수집된 측정 데이터 중 적어도 하나의 측정 데이터 포인트를 결측치로 처리한 제2 시나리오를 생성하고, 상기 생성된 제1 시나리오 및 상기 제2 시나리오에 기반하여 보정 모델을 학습하는 단계는, 상기 수집된 측정 데이터의 총 측정 시간 중 임의의 시간에서 적어도 하나의 측정 데이터 포인트를 결측치로 처리한 제2 시나리오

를 생성하되, 상기 적어도 하나의 측정 데이터 포인트의 사이에 위치하는 적어도 하나의 측정 데이터 포인트에서 측정된 데이터의 평균 값을 이용하여 상기 제2 시나리오를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0029] 상기 생성된 제1 시나리오 및 상기 제2 시나리오에 기반하여 보정 모델을 학습하는 단계는 변이 오토인코더(Variational Auto Encoder, VAE)와 합성곱 신경망(Convolutional layer, CNN)을 결합하여 상기 제1 시나리오 및 상기 제2 시나리오를 기계 학습함에 따라 상기 보정 모델을 학습하는 단계를 포함할 수 있다.

[0030] 상기 공기질에 대한 측정 데이터를 수집하는 단계는 상기 공기질과 관련하여 산화 질소(NO_x), 미세 먼지 농도(PM_{10}), 초 미세 먼지 농도($\text{PM}_{2.5}$), 일산화 탄소(CO), 이산화 탄소(CO_2), 온도, 습도 중 적어도 하나에 대한 측정 데이터를 수집하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0031] 본 발명은 인공지능을 이용하여 실내 공기질에 대한 측정 데이터 상의 손실 데이터를 보정하고, 보정된 데이터에 기반하여 환기 장치를 제어함에 따라 실내 공기질을 개선하면서 에너지 소모를 줄일 수 있다.

[0032] 본 발명은 지하 역사를 포함하여 국내 및 국외 대부분의 건물에서 발생하는 이산화탄소, 이산화질소 및 미세먼지 등과 관련된 실내대기오염물질의 센서에 적용 가능한 손실 데이터 보정 방법을 제공할 수 있다.

[0033] 본 발명은 손실 데이터 보정 방법에 기반하여 센서의 측정 데이터에 대한 신뢰성을 향상하고, 향상된 신뢰성에 기반하여 센서의 측정 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 종래 기술에 따른 실내공기질 관리 시스템을 설명한다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치를 설명한다.

도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치가 인공지능을 이용하여 손실 데이터를 보정하기 위한 생성한 제1 시나리오에 따른 누락 데이터를 설명한다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치가 인공지능을 이용하여 손실 데이터를 보정하기 위한 생성한 제2 시나리오에 따른 누락 데이터를 설명한다.

도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 일실시예에 따른 다양한 기계 학습 모델을 이용하여 손실 데이터를 보정한 결과를 설명한다.

도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일실시예에 따른 기계 학습 모델의 구성을 설명한다.

도 7 및 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법을 설명한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0036] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0037] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0038] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있

다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

- [0039] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0040] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0042] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0044] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치를 설명한다.
- [0045] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치의 구성 요소를 예시한다.
- [0046] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치(200)는 데이터 수집부(210), 인공지능 처리부(220) 및 제어부(230)를 포함한다.
- [0047] 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치(200)는 도 1에서 설명된 환기 제어 시스템(130)에 대응될 수 있다. 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치(200)가 도 1에서 설명된 실내공기질 관리 시스템(100)에 적용될 수 있다.
- [0048] 일례로, 데이터 수집부(210)는 도 1에서 설명된 원격 모니터링 시스템(telemonitoring systems, TMS)으로부터 실내 공기질에 대한 모니터링 결과로서 공기질에 대한 측정 데이터를 수집할 수 있다.
- [0049] 예를 들어, 원격 모니터링 시스템의 센서가 설치된 복수의 위치 각각은 측정 데이터 포인트로 지칭될 수 있고, 측정 데이터 포인트마다 측정 데이터가 존재하며, 측정 데이터 포인트는 결측치로 분류 가능하다.
- [0050] 예를 들어, 데이터 수집부(210)는 도 1에서 설명된 지하철 역사 환경 내에 위치하는 다수의 센서들을 이용하여 수집된 지하철 역사 환경 내에 공기질 측정 결과에 대한 데이터를 수집할 수 있다.
- [0051] 본 발명의 일실시예에 따르면 데이터 수집부(210)는 공기질과 관련하여 산화 질소(NO_x), 미세 먼지 농도(PM10), 초 미세 먼지 농도(PM2.5), 일산화 탄소(CO), 이산화 탄소(CO_2), 온도, 습도 중 적어도 하나에 대한 측정 데이터를 수집할 수 있다.
- [0052] 본 발명의 일실시예에 따르면 인공지능 처리부(220)는 측정 데이터에 대하여 복수의 서로 다른 손실율을 적용하여 제1 시나리오를 생성할 수 있다.
- [0053] 즉, 인공지능 처리부(220)는 원격 모니터링 시스템의 센서 오류에 따라 생성된 손실 데이터에 대한 보정을 수행하기 위해서 제1 시나리오를 생성할 수 있다.
- [0054] 일례로, 인공지능 처리부(220)는 데이터 수집부(210)에 의해 수집된 측정 데이터에 대하여 20% 내지 80%의 범위에서 복수의 서로 다른 손실율을 적용하여 제1 시나리오를 생성한다.
- [0055] 본 발명의 일실시예에 따르면 인공지능 처리부(220)는 복수의 서로 다른 손실율을 20% 내지 80%의 범위에서 20%, 50% 및 80%로 결정한 경우, 20%와 상기 50% 사이의 간격에 해당하는 누락 데이터의 평균 값과 50%와 80% 사이의 간격에 해당하는 누락 데이터의 평균 값 사이의 평균 값을 이용하여 제1 시나리오를 생성할 수 있다.
- [0056] 따라서, 제1 시나리오는 복수의 서로 다른 손실율에 따른 데이터 간격이 존재하는 복수의 누락 데이터로 구성되되, 구성된 누락 데이터들 사이의 평균 값이 이용될 수 있다.
- [0057] 본 발명의 일실시예에 따르면 인공지능 처리부(220)는 데이터 수집부(210)에 의해 수집된 측정 데이터 중 적어

도 하나의 측정 데이터 포인트를 결측치로 처리한 제2 시나리오를 생성한다.

- [0058] 일례로, 인공지능 처리부(220)는 수집된 측정 데이터의 총 측정 시간 중 임의의 시간에서 적어도 하나의 측정 데이터 포인트에서 측정된 데이터를 결측치로 처리하여 제2 시나리오를 생성할 수 있다.
- [0059] 예를 들어, 제2 시나리오는 적어도 하나의 측정 데이터 포인트에 따른 적어도 하나의 누락 데이터로 구성될 수 있다.
- [0060] 본 발명의 일실시예에 따르면 인공지능 처리부(220)는 적어도 하나의 측정 데이터 포인트의 사이에 위치하는 적어도 하나의 측정 데이터 포인트에서 측정된 데이터의 평균 값을 이용하여 제2 시나리오를 생성할 수 있다.
- [0061] 예를 들어, 인공지능 처리부(220)는 실측치로 처리한 측정 데이터 포인트가 두개 존재할 경우, 두 측정 데이터 포인트 사이에 위치하는 복수의 측정 데이터 포인트에서 측정된 데이터의 평균 값을 이용하여 제2 시나리오를 생성할 수 있다.
- [0062] 일례로, 인공지능 처리부(220)는 적어도 하나의 측정 데이터 포인트의 이전 측정 데이터 포인트의 측정 데이터와 이후 측정 데이터 포인트의 측정 데이터의 평균 값을 이용할 수 있다.
- [0063] 즉, 인공지능 처리부(220)는 제1 측정 데이터 포인트에서 측정된 측정 데이터를 누락 데이터로 처리한 경우, 제1 측정 데이터 포인트의 이전 측정 데이터 포인트와 다음 측정 데이터 포인트에서 각각 측정된 측정 데이터의 평균 값을 이용하여 제2 시나리오를 생성할 수 있다.
- [0064] 본 발명의 일실시예에 따르면 인공지능 처리부(220)는 제1 시나리오와 제2 시나리오에 기반하여 보정 모델을 학습한다.
- [0065] 즉, 인공지능 처리부(220)는 변이 오토인코더(Variational Auto Encoder, VAE)와 합성곱 신경망(Convolutional layer, CNN)을 결합하여 제1 시나리오 및 제2 시나리오를 기계 학습함에 따라 보정 모델을 학습할 수 있다.
- [0066] 또한, 인공지능 처리부(220)는 누락된 데이터를 보정 모델에 도입할 시 신뢰할 수 있는 추정 및 추정 데이터를 생성하기 위하여 필요한 매개 변수에 해당하는 제1 시나리오 및 제2 시나리오에 대하여 학습했는지 여부를 확인할 수 있다.
- [0067] 본 발명의 일실시예에 따르면 인공지능 처리부(220)는 정상 조건에서 완전한 측정을 포함하는 실내 공기질 데이터 세트를 수집했다고 가정한다.
- [0068] 또한, 인공지능 처리부(220)는 제로 평균 및 단위 분산으로 훈련 세트를 정규화하고 검증 절차에 대한 매개 변수를 저장한다.
- [0069] 또한, 인공지능 처리부(220)는 변이 오토인코더(Variational Auto Encoder, VAE)와 합성곱 신경망(Convolutional layer, CNN)을 결합한 VAE-CNN의 아키텍처를 설계하고, 관련된 하이퍼 파라미터를 조정한다.
- [0070] 또한, 인공지능 처리부(220)는 VAE-CNN 모델을 훈련시키고 모델의 입력 및 출력 벡터를 정상 조건에서 완전한 측정을 포함하는 실내 공기질 데이터 세트와 동일한 변수로 설정할 수 있다.
- [0071] 본 발명의 일실시예에 따르면 제어부(230)는 학습된 보정 모델을 이용하여 손실 데이터를 보정하고, 보정된 데이터에 기반하여 환기 장치를 제어할 수 있다.
- [0072] 따라서, 본 발명은 인공지능을 이용하여 실내 공기질에 대한 측정 데이터 상의 손실 데이터를 보정하고, 보정된 데이터에 기반하여 환기 장치를 제어함에 따라 실내 공기질을 개선하면서 에너지 소모를 줄일 수 있다.
- [0073] 또한, 본 발명은 손실 데이터 보정 방법에 기반하여 센서의 측정 데이터에 대한 신뢰성을 향상하고, 향상된 신뢰성에 기반하여 센서의 측정 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0075] 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치가 인공지능을 이용하여 손실 데이터를 보정하기 위한 생성한 제1 시나리오에 따른 누락 데이터를 설명한다.
- [0076] 도 3a의 그래프(300), 그래프(301) 및 그래프(302)를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치는 이산화탄소, 미세먼지 및 습도 각각에 대하여 실제 데이터에 대비하여 약 20% 정도의 누락 데이터를 생성하여 제1 시나리오에 활용한다.
- [0077] 그래프(300), 그래프(301) 및 그래프(302)에서 주파수는 환기 장치의 동작 주파수와 관련된다.

- [0078] 즉, 환기 제어 장치는 이산화탄소, 미세먼지 및 습도 각각의 변화에 대하여 환기 장치가 동작하기 위한 주파수와 관련하여 측정 데이터를 수집하고, 실제 데이터에 대하여 약 20% 정도의 누락 데이터를 생성하여 제1 시나리오에 활용한다.
- [0079] 여기서, 20% 정도의 누락 데이터는 실제 데이터에 대비하여 약 80% 정도의 손실율이 발생한 데이터를 나타낼 수 있다.
- [0080] 도 3b의 그래프(310), 그래프(311) 및 그래프(312)를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치는 이산화탄소, 미세먼지 및 습도 각각에 대하여 실제 데이터에 대비하여 약 50% 정도의 누락 데이터를 생성하여 제1 시나리오에 활용한다.
- [0081] 그래프(310), 그래프(311) 및 그래프(312)에서 주파수는 환기 장치의 동작 주파수와 관련된다.
- [0082] 즉, 환기 제어 장치는 이산화탄소, 미세먼지 및 습도 각각의 변화에 대하여 환기 장치가 동작하기 위한 주파수와 관련하여 측정 데이터를 수집하고, 실제 데이터에 대하여 약 50% 정도의 누락 데이터를 생성하여 제1 시나리오에 활용한다.
- [0083] 여기서, 50% 정도의 누락 데이터는 실제 데이터에 대비하여 약 80% 정도의 손실율이 발생한 데이터를 나타낼 수 있다.
- [0084] 도 3c의 그래프(320), 그래프(321) 및 그래프(322)를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치는 이산화탄소, 미세먼지 및 습도 각각에 대하여 실제 데이터에 대비하여 약 80% 정도의 누락 데이터를 생성하여 제1 시나리오에 활용한다.
- [0085] 그래프(320), 그래프(321) 및 그래프(322)에서 주파수는 환기 장치의 동작 주파수와 관련된다.
- [0086] 즉, 환기 제어 장치는 이산화탄소, 미세먼지 및 습도 각각의 변화에 대하여 환기 장치가 동작하기 위한 주파수와 관련하여 측정 데이터를 수집하고, 실제 데이터에 대하여 약 80% 정도의 누락 데이터를 생성하여 제1 시나리오에 활용한다.
- [0087] 여기서, 80% 정도의 누락 데이터는 실제 데이터에 대비하여 약 80% 정도의 손실율이 발생한 데이터를 나타낼 수 있다.
- [0088] 도 3a 내지 도 3c를 비교하면 실제 데이터는 동일하고, 누락 데이터의 비율에 따라 누락 데이터 사이의 간격이 존재하는데, 이 간격의 평균 값이 기계 학습의 대상이 될 수 있다.
- [0089] 또한, 누락 데이터 사이의 간격의 빈 공간을 채우기 위해 누락 된 값을 임의의 노이즈로 대체하고 훈련 세트의 각 센서의 평균값을 곱하는 것으로 구성된 사전 계산 방법이 수행될 수 있다.
- [0091] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치가 인공지능을 이용하여 손실 데이터를 보정하기 위한 생성한 제2 시나리오에 따른 누락 데이터를 설명한다.
- [0092] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치가 복수의 데이터 측정 지점에서 측정된 데이터를 수집하고, 데이터가 수집된 측정 포인트에서의 데이터를 누락 시켜 제2 시나리오에 따른 누락 데이터를 생성하고, 생성된 누락 데이터를 이용하여 제2 시나리오를 생성하는 구성을 예시한다.
- [0093] 도 4의 그래프(400)를 참고하면, 그래프(400)의 가로축은 임의의 시간에서의 샘플 포인트를 나타낼 수 있고, 세로축은 각 샘플 포인트에서 측정된 미세먼지 농도를 나타낼 수 있다.
- [0094] 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치는 약 250 개 이상의 데이터 측정 포인트에서 측정된 데이터(401)를 수집하고, 측정된 데이터(401)의 복수의 샘플 포인트(402)를 지정하여 샘플 포인트(402)에서의 측정 결과를 누락 데이터로 처리하여 제2 시나리오를 생성한다.
- [0095] 예를 들어, 환기 제어 장치가 누락 처리한 샘플 포인트(402) 각각은 이전 샘플 포인트 다음 샘플 포인트가 존재하고, 샘플 포인트(402) 사이에도 복수의 샘플 포인트가 존재한다.
- [0096] 예를 들어 샘플 포인트(402)는 총 30개 정도가 존재할 수 있고, 총 30개의 포인트는 무작위로 제거될 수 있다.
- [0098] 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 일실시예에 따른 다양한 기계 학습 모델을 이용하여 손실 데이터를 보정한 결과를 설명한다.
- [0099] 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치가 다양한 기계 학습 모델을 이용하여 손실 데이

터를 보정하기 위하여 제1 시나리오 및 제2 시나리오를 기계학습한 보정 모델을 이용하여 손실 데이터를 보정한 결과에 대한 성능 평가를 예시한다.

[0100] 도 5a는 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치가 이산화 질소(NO_2)에 대하여 보정한 결과와 관련된 성능 평가를 예시하고, 도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치가 미세먼지에 대하여 보정한 결과와 관련된 성능 평가를 예시하며, 도 5c는 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 장치가 습도에 대하여 보정한 결과와 관련된 성능 평가를 예시한다.

[0101] 도 5a 내지 도 5c에서 다양한 기계 학습 모델은 PCA(principal component analysis), AE(auto encoder), AE-CNN(auto encoder-convolution layer), VAE-MLP(variational auto encoder-multi-layer perceptron) 및 VAE-CNN(variational auto encoder-convolution layer)을 포함한다.

[0102] 도 5a의 그래프(500)는 평균 제곱근 오차(root mean square error, RMSE)를 나타내고, 그래프(501)는 측정 절대 오차(mean absolute error, MAE)를 나타낼 수 있다.

[0103] 도 5b의 그래프(510)는 평균 제곱근 오차(root mean square error, RMSE)를 나타내고, 그래프(511)는 측정 절대 오차(mean absolute error, MAE)를 나타낼 수 있다.

[0104] 도 5c의 그래프(520)는 평균 제곱근 오차(root mean square error, RMSE)를 나타내고, 그래프(521)는 측정 절대 오차(mean absolute error, MAE)를 나타낼 수 있다.

[0105] 평균 제곱근 오차는 하기 [수학식 1]을 이용하여 계산될 수 있다.

[0107] [수학식 1]

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - x'_i)^2}$$

[0108]

[0110] [수학식 1]에서, RMSE는 평균 제곱근 오차를 나타낼 수 있고, N은 샘플의 수를 나타낼 수 있고, x_i 는 실제 측정 데이터를 나타낼 수 있으며, x'_i 는 누락 데이터를 나타낼 수 있다. 여기서, 누락 데이터는 제1 시나리오 및 제2 시나리오에 따라 누락된 데이터를 나타낼 수 있다.

[0111] 한편, 측정 절대 오차는 하기 [수학식 2]를 이용하여 계산될 수 있다.

[0113] [수학식 2]

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^N |x_i - x'_i|}{N}$$

[0114]

[0116] [수학식 2]에서, MAE는 측정 절대 오차를 나타낼 수 있고, N은 샘플의 수를 나타낼 수 있고, x_i 는 실제 측정 데이터를 나타낼 수 있으며, x'_i 는 누락 데이터를 나타낼 수 있다. 여기서, 누락 데이터는 제1 시나리오 및 제2 시나리오에 따라 누락된 데이터를 나타낼 수 있다.

[0117] 도 5a 내지 도 5c에 따르면 AE-CNN은 가장 낮은 손상 수준에서 VAE-CNN과 유사한 성능을 보여 누락된 데이터 속도가 높아질수록 추정치를 저하시키는 문제점을 나타냈다.

[0118] 본 발명의 일실시예에 따른 기계 학습 방법에 해당하는 VAE-CNN(variational auto encoder-convolution layer)는 다른 기계학습 들에 대비하여 데이터의 손실율이 20% 및 50%에서 안정적인 성능을 보여 주고 있다.

[0120] 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일실시예에 따른 기계 학습 모델의 구성을 설명한다.

[0121] 도 6a는 본 발명의 일실시예에 따른 기계 학습 모델의 인코더(encoder)를 예시하고, 도 6b는 본 발명의 일실시예에 따른 기계 학습 모델의 디코더(decoder)를 예시한다.

[0122] 도 6a를 참고하면, 인코더(600)는 공통 2 개의 커널을 갖는 2 개의 스택 Conv-1D 레이어로 구성되며, 필터 및

활성화 함수의 수는 각각 첫 번째 및 두 번째 레이어에 대해 32개의 필터와 64개의 필터로 구성되며 동작 특성은 tanh 함수와 relu 함수로 구분 가능하다.

- [0123] 그런 다음 손실 계산을 단순화하기 위해 평균 및 로그 분산을 생성하기 위해 하나의 계층이 추가되고, 인코더의 출력은 잠재 표현(z)의 샘플링일 수 있다.
- [0124] 도 6b를 참고하면, 디코더(610)는 256, 128 및 64 개의 뉴런이 있는 3 개의 스택 된 고밀도 레이어에 해당한다. 또한, 활성화층의 기능은 elu 함수일 수 있다.
- [0125] 출력 계층은 선형 활성화를 갖는 9 개의 뉴런으로 구성되고, 잠재 표현은 입력과 거의 유사한 대치로 변환될 수 있다.
- [0127] 도 7 및 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법을 설명한다.
- [0128] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따르면 환기 제어 방법이 제1 시나리오 및 제2 시나리오를 이용하여 기계 학습을 수행하고, 그에 따라 서로 다른 손실율과 서로 다른 데이터 측정 포인트에서의 손실을 고려하여 손실 데이터를 보정하는 구성을 예시한다.
- [0129] 도 7을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법은 단계(701)에서 측정 데이터를 수집한다.
- [0130] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법은 공기질과 관련하여 산화 질소(NO_x), 미세 먼지 농도(PM_{10}), 초 미세 먼지 농도($\text{PM}_{2.5}$), 일산화 탄소(CO), 이산화 탄소(CO_2), 온도, 습도 중 적어도 하나에 대한 측정 데이터를 수집 할 수 있다.
- [0131] 단계(702)에서 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법은 측정 데이터에 서로 다른 손실율을 적용하는 제1 시나리오를 생성한다.
- [0132] 즉, 환기 제어 방법은 수집된 측정 데이터에 대하여 20% 내지 80%의 범위에서 복수의 서로 다른 손실율을 적용 하되, 복수의 서로 다른 손실율을 20% 내지 80%의 범위에서 20%, 50% 및 80%로 결정한 경우, 20%와 50% 사이의 간격에 해당하는 누락 데이터의 평균 값과 50%와 80% 사이의 간격에 해당하는 누락 데이터의 평균 값 사이의 평균 값을 이용하여 제1 시나리오를 생성할 수 있다.
- [0133] 단계(703)에서 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법은 측정 데이터 중 임의의 시간들에서의 측정 데이터를 결측치로 처리한 제2 시나리오를 생성하여 보정 모델을 학습한다.
- [0134] 즉, 환기 제어 방법은 수집된 측정 데이터의 총 측정 시간 중 임의의 시간에서 적어도 하나의 측정 데이터 포인트를 결측치로 처리한 제2 시나리오를 생성하되, 적어도 하나의 측정 데이터 포인트의 사이에 위치하는 적어도 하나의 측정 데이터 포인트에서 측정된 데이터의 평균 값을 이용하여 제2 시나리오를 생성할 수 있다.
- [0135] 또한, 환기 제어 방법은 실측치로 결정한 측정 데이터 포인트의 이전과 다음 측정 데이터 포인트의 데이터 값의 평균 값을 이용하여 제2 시나리오를 생성할 수 있다.
- [0136] 단계(704)에서 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법은 보정 모델을 이용하여 손실 데이터를 보정하고, 보정된 데이터에 기반하여 환기 장치를 제어한다.
- [0137] 즉, 환기 제어 방법은 환기 장치를 제어함에 있어서, 손실 데이터가 보정된 측정 데이터에 기반하여 환기 장치를 동작 시킨다.
- [0138] 따라서, 환기 제어 방법은 실내 공기질 관리에서의 에너지 수요를 줄임에 따라 이산화탄소 배출량을 약 20% 줄 이면서도 실내 공기질 레벨을 약 3% 향상시킬 수 있다.
- [0139] 이에 따라, 본 발명은 지하 역사를 포함하여 국내 및 국외 대부분의 건물에서 발생하는 이산화탄소, 이산화질소 및 미세먼지 등과 관련된 실내대기오염물질의 센서에 적용 가능한 손실 데이터 보정 방법을 제공할 수 있다.
- [0140] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따르면 환기 제어 방법의 VAE-CNN에 기반한 기계 학습 검증 절차를 예시한다.
- [0141] 도 8을 참고하면, 단계(801)에서 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법은 랜덤 노이즈로 사전 계산하고, 훈련 세트 매개 변수를 표준화한다.
- [0142] 즉, 환기 제어 방법은 시나리오 1에 따라서 누락된 데이터의 간격을 고려하여 랜덤 노이즈를 도입하고, 훈련 세트에 있는 센서의 측정 값의 평균을 곱하여 사전 계산함에 따라 빈 공간을 대체하고, 이에 따른 훈련 세트 매개

변수를 표준화한다.

- [0143] 또한 시나리오 2에 따라서 누락된 데이터는 이전 값과 이후 값의 평균으로 대체될 수 있다.
- [0144] 단계(802)에서 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법은 기계 학습 모델에 변수(X_{ej})를 입력한다. 여기서, j 는 샘플 수에 따라서 변경될 수 있다.
- [0145] 단계(803)에서 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법은 변수(X_{ej})가 불완전한 기록(incomplete record)인지 여부를 확인하고, 불완전한 기록일 경우 단계(804)로 진행하고, 불완전한 기록이 아니면, 단계(804) 및 단계(805)는 건너뛴다.
- [0146] 단계(804)에서 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법은 변수(X_{ej})가 손실 데이터를 포함하는 불완전한 기록이므로, 변수(X_{ej})에서 각 손실 값에 대한 변수(x'_{ij})로 업데이트 한다.
- [0147] 단계(805)에서 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법은 변수(X_{ej})에서 마지막 추정 변수(x'_{ij})로 변경한다.
- [0148] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법은 미리 계산 된 데이터는 VAE-CNN 모델을 통해 전파되어 실제 값 (즉, 대치 된 집합 $X^c \in \mathbb{R}^p$)의 신뢰할 수 있는 근사값을 얻어 누락 된 데이터를 나타내는 미리 입력 된 값을 대체할 수 있다.
- [0149] 단계(806)에서 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법은 변수(X'_{ej})가 마지막 기록인지 여부를 판단하고, 마지막 기록이면 단계(807)로 진행하고, 마지막 기록이 아니면 단계(802)로 돌아가서 동일한 절차를 반복한다.
- [0150] 단계(807)에서 본 발명의 일실시예에 따른 환기 제어 방법은 최종 반복(final iteration) 여부를 확인하고, 기계학습 절차를 종료하거나 단계(802)로 돌아가서 동일한 절차를 반복한다.
- [0152] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0153] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0154] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로,

또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0155] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

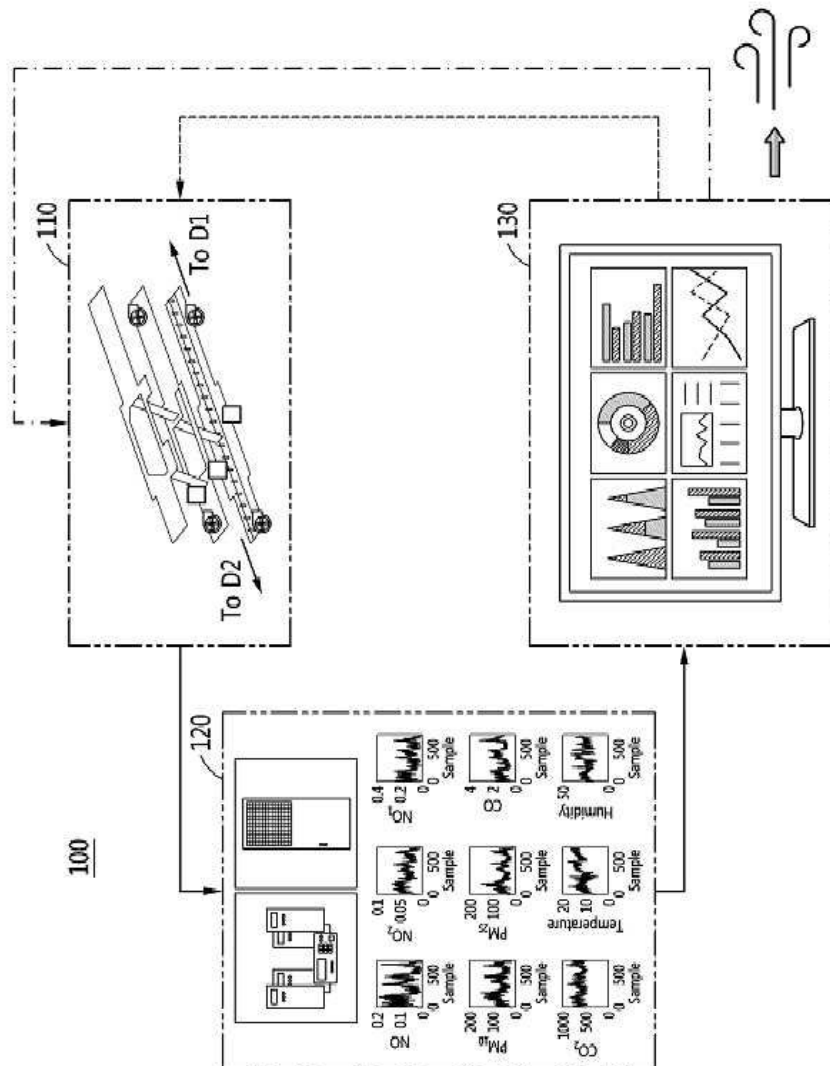
[0156] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

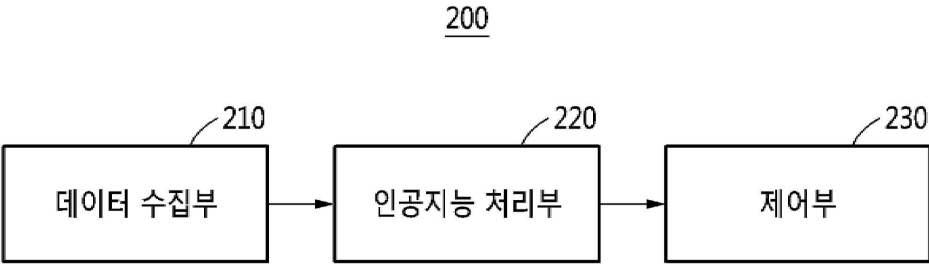
[0157] 200: 환기 제어 장치
210: 데이터 수집부 220: 인공지능 처리부
230: 제어부

도면

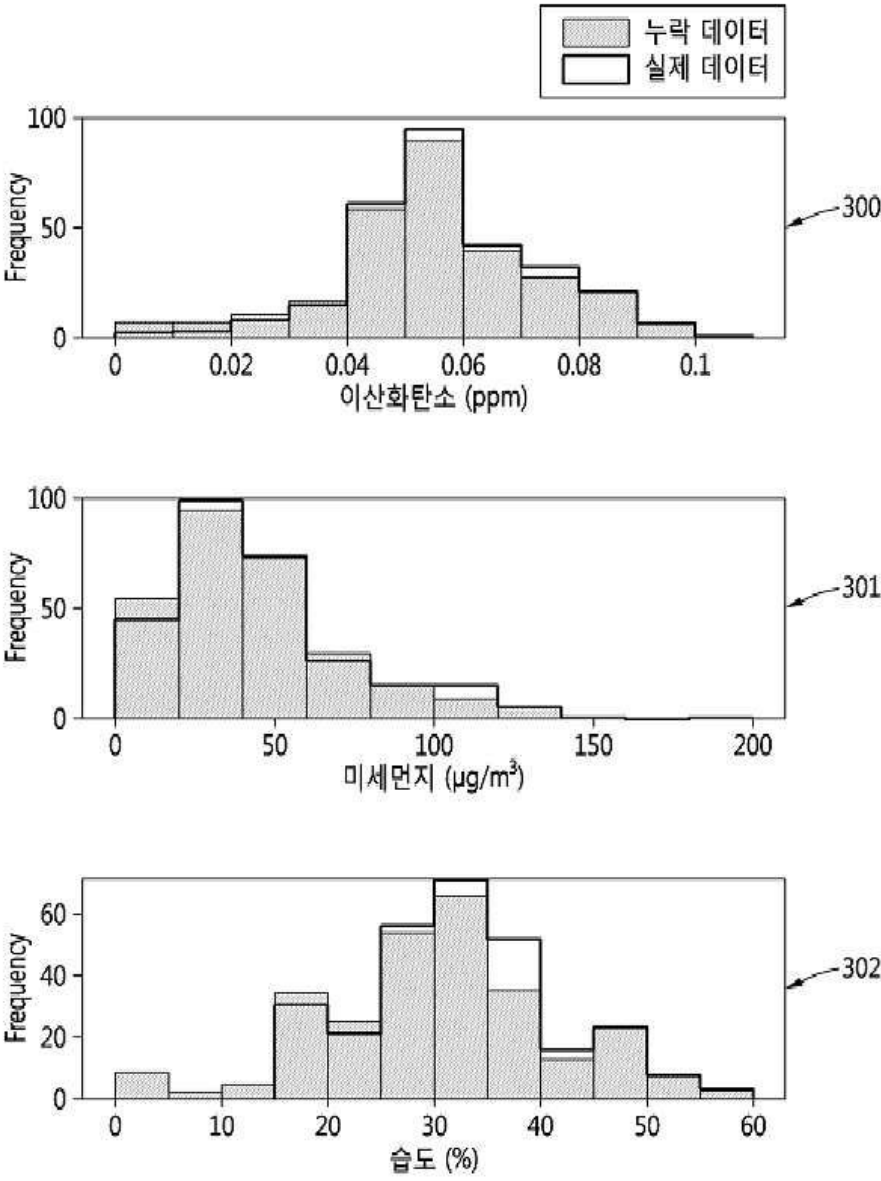
도면1



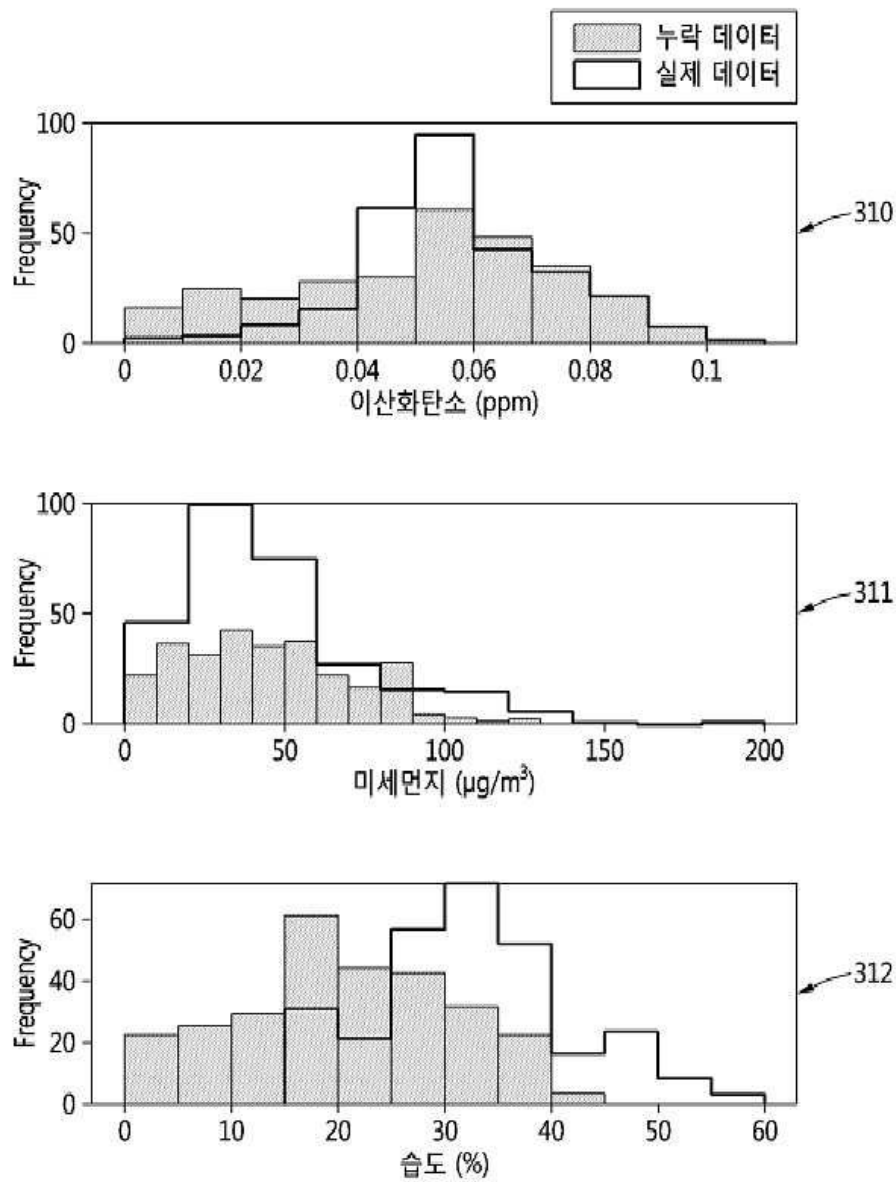
도면2



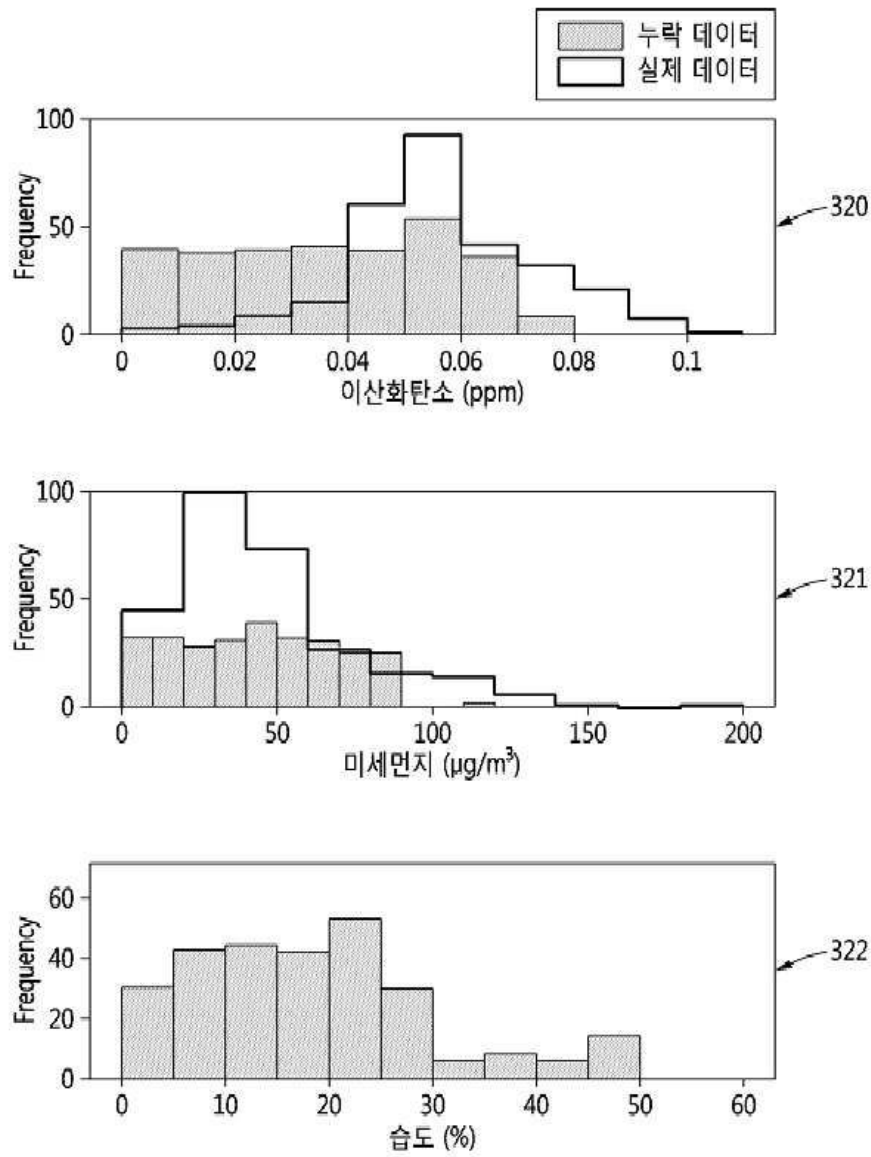
도면3a



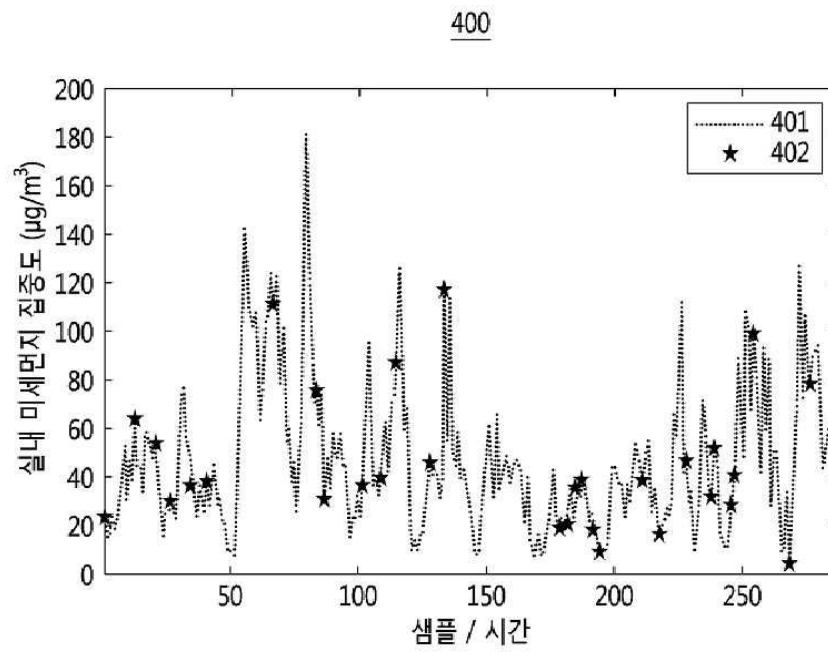
도면3b



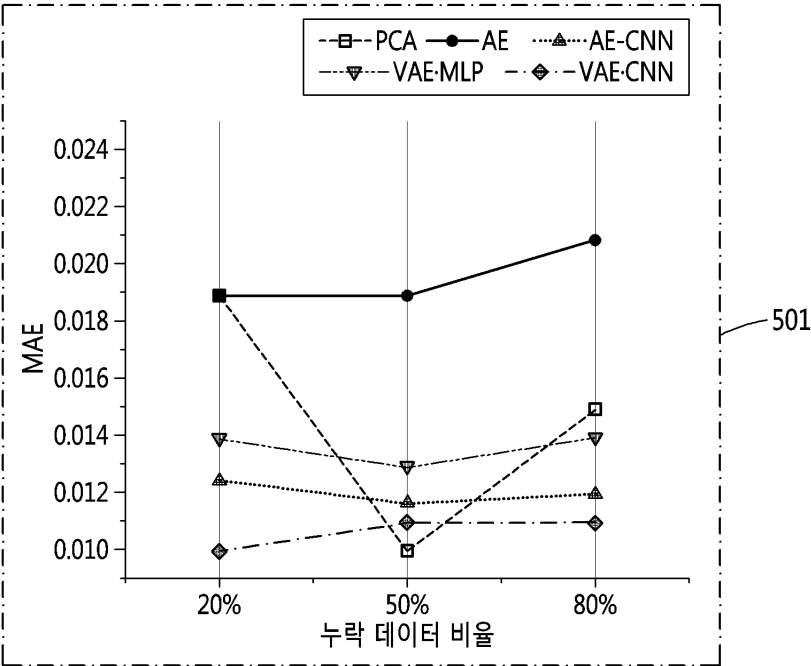
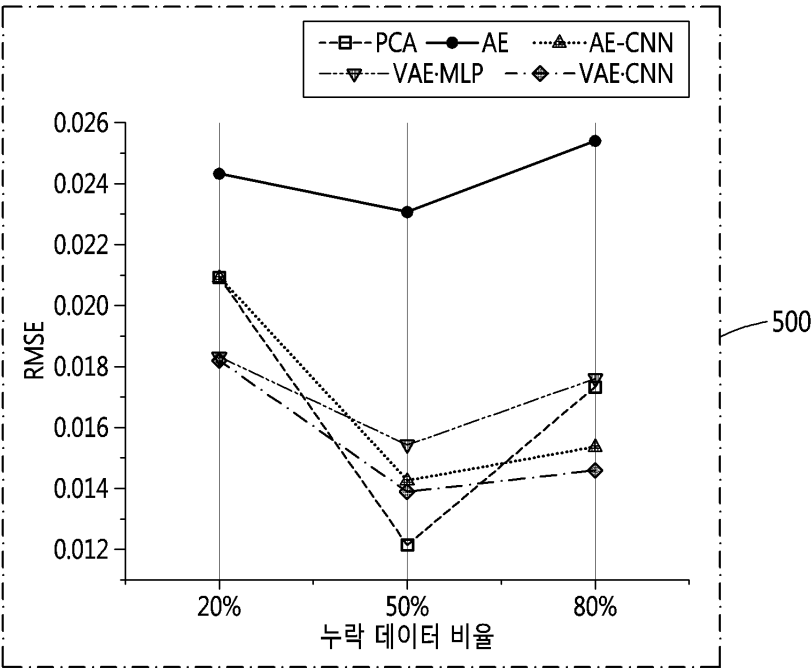
도면3c



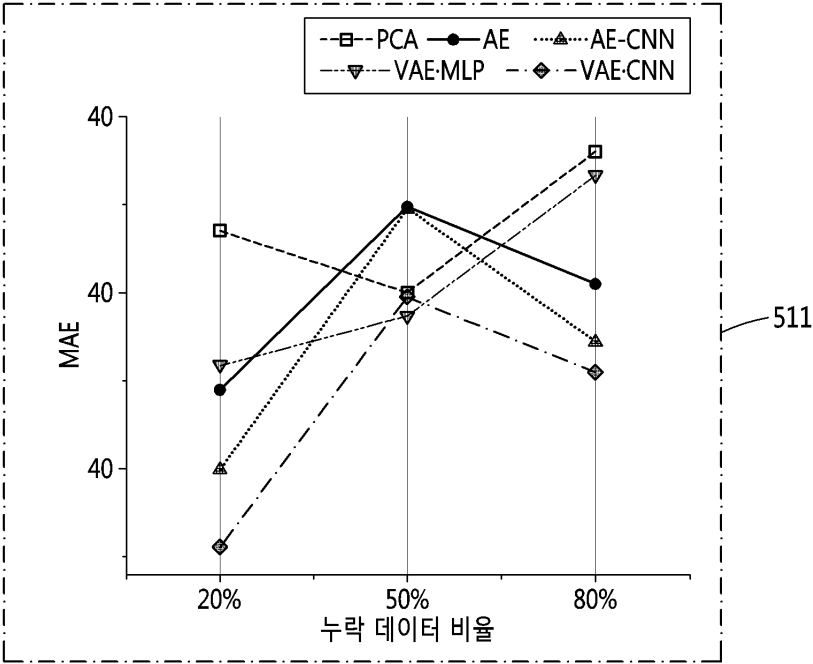
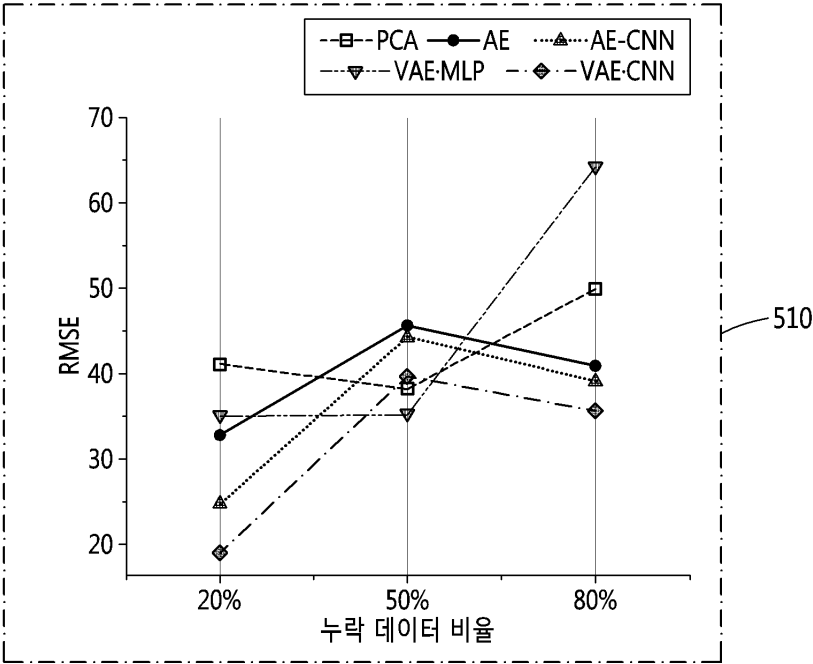
도면4



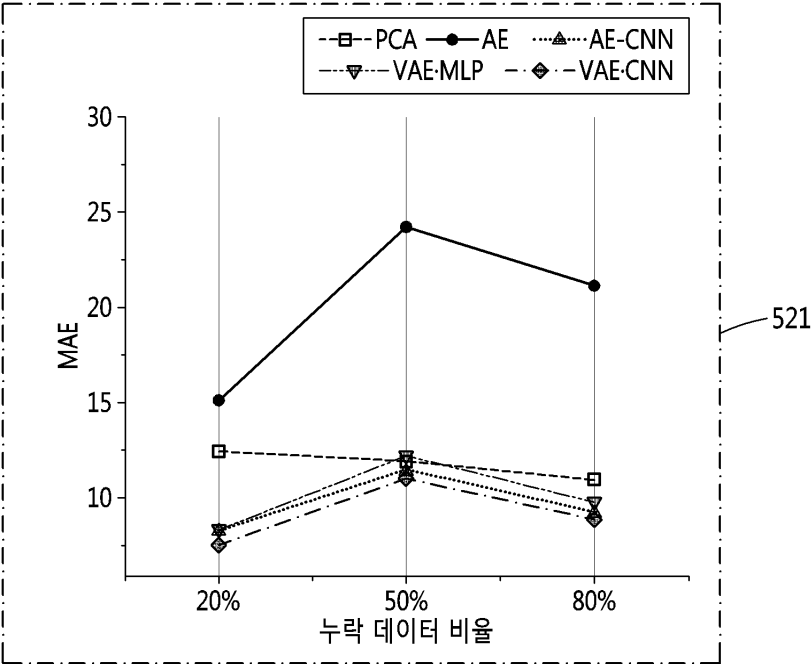
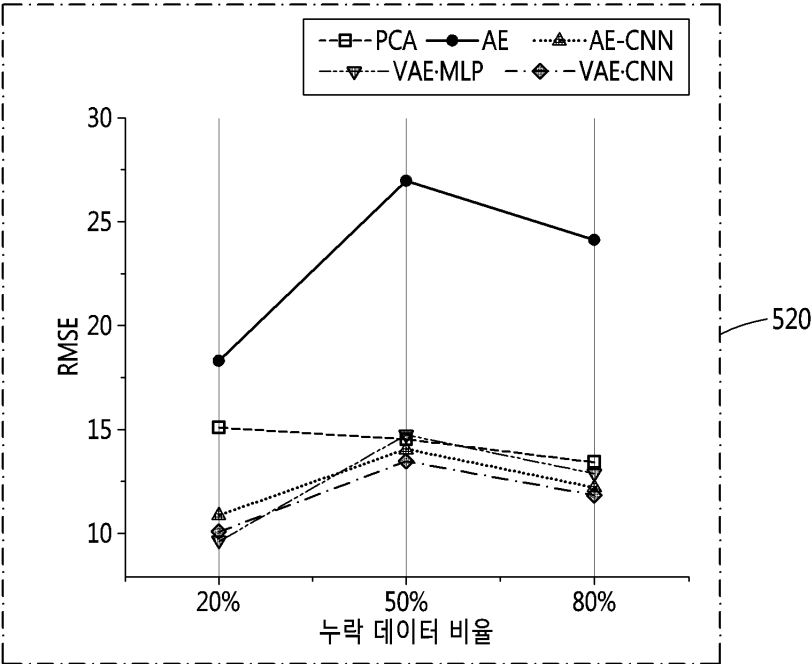
도면5a



도면5b

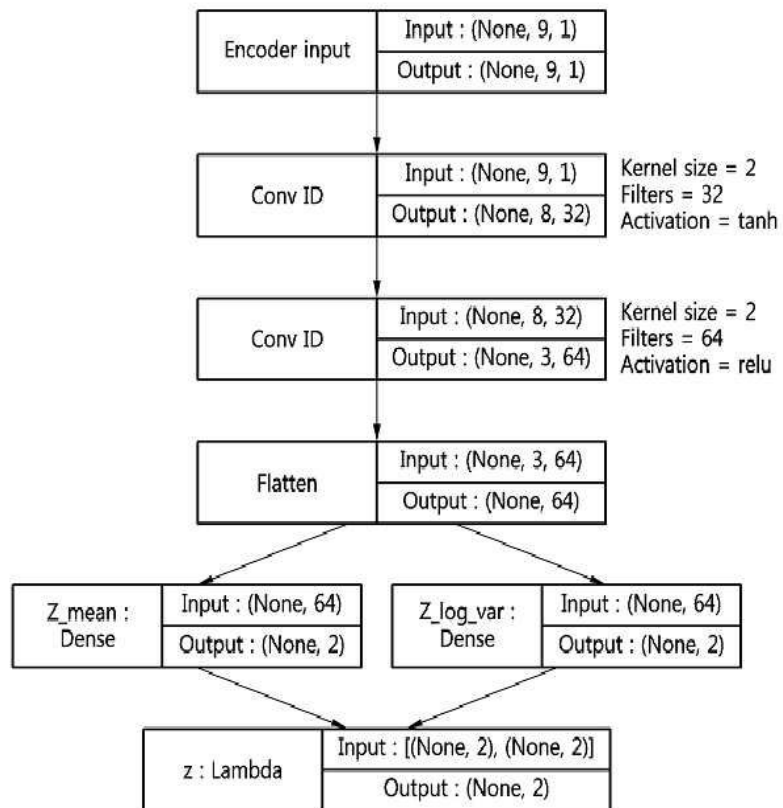


도면5c

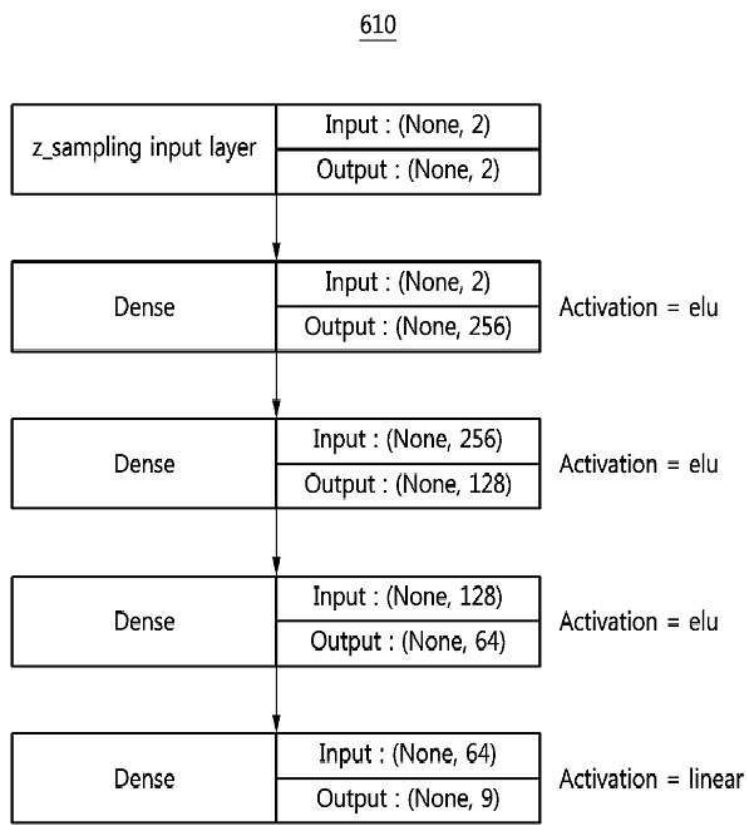


도면 6a

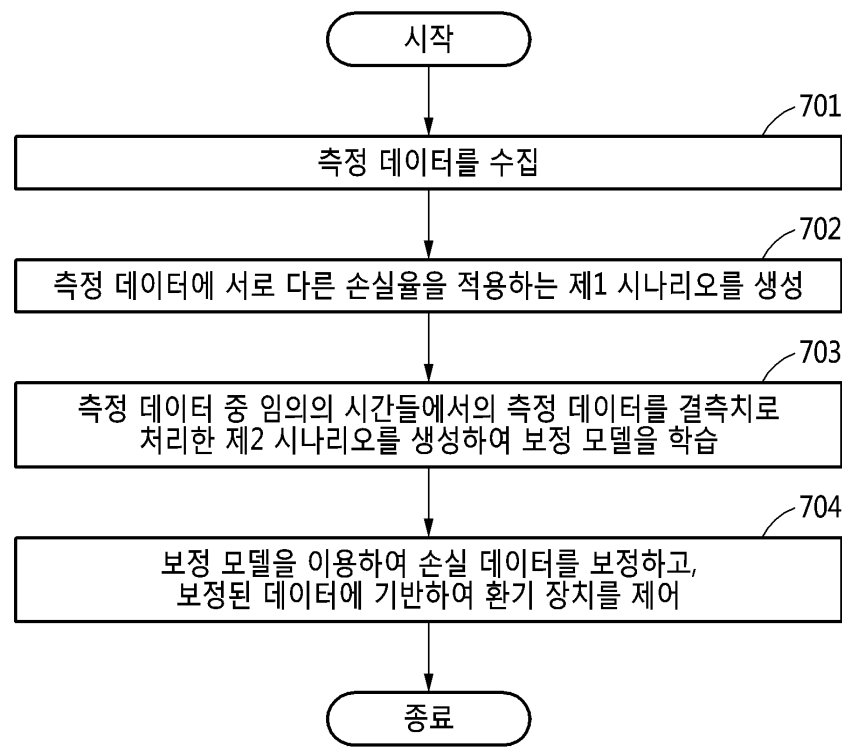
600



도면6b



도면7



도면8

