



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년11월21일

(11) 등록번호 10-2733148

(24) 등록일자 2024년11월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F24F 11/63 (2018.01) F24F 11/52 (2018.01)

F24F 110/20 (2018.01) F24F 110/64 (2018.01)

F24F 110/70 (2018.01) F24F 110/72 (2018.01)

G06N 3/08 (2023.01) G16Y 40/10 (2020.01)

(52) CPC특허분류

F24F 11/63 (2018.01)

F24F 11/52 (2018.01)

(21) 출원번호 10-2023-0165309

(22) 출원일자 2023년11월24일

심사청구일자 2023년11월24일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020220025511 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

정태수

서울특별시 성북구 보문로29다길 31, 110동 802호(삼선동2가, 삼선푸르지오)

서한석

인천광역시 남동구 앵고개로815번길 70, 109동 603호(논현동, 소래휴먼시아 1단지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

송인호, 윤형근, 최관락

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 유영철

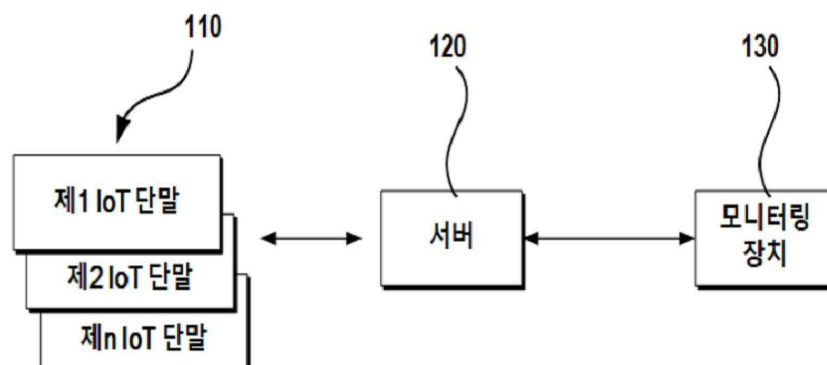
(54) 발명의 명칭 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템 및 그 방법

(57) 요약

개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템 및 그 방법이 개시된다. 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템은 건물 내외부에 각각 설치되어 공조 정보, 제어 정보, 설비 관련 정보 및 환경 정보 중 적어도 하나를 각각 취득하는 복수의 IoT 단말; 및 상기 복수의 IoT 단말로부터 상기 공조 정보, 상기 제어 정보, 상기 설비 관련 정보 및 상기 환경 정보를 수집한 후 전처리하여 데이터 셋을 구성하고, 상기 데이터 셋을 학습된 딥러닝 기반 예측 모델에 적용하여 공조 정보와 제어 정보와의 상관 관계와 타임 임베딩을 통한 환경 정보에 대한 하루 패턴을 반영하여 공조 예측값을 출력하는 서버를 포함한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

G06N 3/08 (2023.01)
G16Y 40/10 (2020.01)
F24F 2110/20 (2018.01)
F24F 2110/64 (2018.01)
F24F 2110/70 (2018.01)
F24F 2110/72 (2018.01)

박민제

부산광역시 북구 낙동북로 692, 103동 1101호(구포동, 해피투모로우)

(72) 발명자

신동환

서울특별시 성동구 왕십리로 410, 130동 903호(하왕십리동, 센트라스)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711198095
과제번호	00262379
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송기술국제공동연구
연구과제명	AI 기반 HVAC 시스템 제어를 통한 넷제로 건물 에너지 효율화 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2023.07.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

건물 내외부에 각각 설치되어 공조 정보, 제어 정보, 설비 관련 정보 및 환경 정보 중 적어도 하나를 각각 취득하는 복수의 IoT 단말; 및

상기 복수의 IoT 단말로부터 상기 공조 정보, 상기 제어 정보, 상기 설비 관련 정보 및 상기 환경 정보를 수집한 후 전처리하여 데이터 셋을 구성하고, 상기 데이터 셋을 학습된 딥러닝 기반 예측 모델에 적용하여 공조 정보와 제어 정보와의 상관 관계와 타임 임베딩을 통한 환경 정보에 대한 하루 패턴을 반영하여 공조 예측값을 출력하는 서버를 포함하되,

상기 딥러닝 기반 예측 모델은,

상기 공조 정보에 대한 셀프 어텐션(self-attention)을 수행한 결과와 상기 제어 정보 및 환경 정보 중 적어도 하나를 제1 잠재 행렬(latent array)로 추가적으로 입력 받아 제1 크로스 어텐션(cross-attention)을 수행하고,

타임 임베딩을 통한 환경 정보에 대한 하루 패턴을 제2 잠재 행렬로 추가 입력받은 후 상기 제1 크로스 어텐션 수행 결과와 제2 크로스 어텐션을 수행한 후 트랜스포머를 통해 잠재 표현을 정제하여 공조 예측값을 출력하는 것을 특징으로 하는 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 서버는,

소정 시간 단위로 표현된 하루 시간 데이터를 입력받은 후 각 시간별 예측을 위해 시간 변화를 고려하여 순차적으로 마스킹 범위를 가변시켜 타임 임베딩을 적용하는 것을 특징으로 하는 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 공조 예측값과 현재 공조값을 기반으로 모니터링을 위한 시각 정보를 출력하는 모니터링 장치를 더 포함하는 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 환경 정보는 실내 환경 정보와 기상 환경 정보를 포함하며,

상기 실내 환경 정보는 실내 습도, 미세먼지, 일산화탄소 및 이산화탄소 중 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템.

청구항 6

(a) 건물 내외부에 각각 설치된 IoT 단말을 통해 공조 정보, 제어 정보, 설비 관련 정보 및 환경 정보 중 적어도 하나를 각각 수집하는 단계;

(b) 상기 복수의 IoT 단말로부터 상기 공조 정보, 상기 제어 정보, 상기 설비 관련 정보 및 상기 환경 정보를 수집한 후 전처리하여 데이터 셋을 구성하는 단계; 및

(c) 상기 데이터 셋을 학습된 딥러닝 기반 예측 모델에 적용하여 공조 정보와 제어 정보와의 상관 관계와 타임 임베딩을 통한 환경 정보에 대한 하루 패턴을 반영하여 공조 예측값을 출력하는 단계를 포함하되,

상기 (c) 단계 이전에 딥러닝 기반 예측 모델을 학습하는 단계를 더 수행하되,

상기 딥러닝 기반 예측 모델을 학습하는 단계는,

상기 공조 정보에 대한 셀프 어텐션(self-attention)을 수행한 결과와 상기 제어 정보 및 환경 정보 중 적어도 하나를 제1 잠재 행렬(latent array)로 추가적으로 입력 받아 제1 크로스 어텐션(cross-attention)을 수행하고,

타임 임베딩을 통한 환경 정보에 대한 하루 패턴을 제2 잠재 행렬로 추가 입력받은 후 상기 제1 크로스 어텐션 수행 결과와 제2 크로스 어텐션을 수행한 후 트랜스포머를 통해 잠재 표현을 정제하여 공조 예측값을 출력하도록 학습되는 것을 특징으로 하는 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 방법.

청구항 7

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 건물 에너지 관리 시스템(BEMS: building energy management system 이하, BEMS라 칭하기로 함)은 컴퓨터를 사용하여 건물 관리자가 합리적인 에너지 이용을 기본으로 입주자를 위한 안전하고 위생적이며 쾌적한 생활환경과 기능적인 업무 환경을 유지하고 보전하기 위한 제어, 관리, 경영 시스템을 말한다.

[0004] 이러한 BEMS를 활용하면 에너지 사용량, 실내 환경, 건물의 탄소 배출량 등을 확인하고 관리할 수 있으며, 평균적으로 10%~30% 정도의 에너지를 절감할 수 있을 뿐만 아니라, 건물의 쾌적한 환경 조성, 건물의 수명 연장 등의 효과를 얻을 수 있다.

[0005] 종래의 BEMS 기술들은 멀리 떨어진 위치에 설치된 센서와 콘트리트벽 내부에 설치된 분전반간 통신의 어려움이 존재하며, 전산유체역학(CFD)과 같이 건물 내부 공기 흐름을 물리적으로 해석하는 기술로 공조 환경 모사가 가능하지만, 개방형 구조의 대형 건물에서는 분석에 필요한 컴퓨팅 리소스 비용이 크고, 계산 시간이 기하급수적으로 증가하여 실시간성이 떨어진다는 문제가 발생한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) (01) 대한민국특허등록공보 제10-1873333호(2018.06.26)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.
- [0009] 또한, 본 발명은 무선 통신 장점을 활용하여 시공간 특성을 반영한 정확한 공조 예측 정보 제공으로 개방형 구조의 대형 건물에서 효과적으로 적용이 가능한 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.
- [0010] 또한, 본 발명은 유체역학적 계산 없이 데이터 기반 학습으로 규모가 크고 복잡한 공조 환경을 모사하고, 환경 변화(증축 등)에 빠르게 보완 적용이 가능한 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.
- [0011] 또한, 본 발명은 타임 임베딩을 통해 유용한 정보를 주는 시간대와 그렇지 않은 시간대를 모델이 학습하도록 하여 정합성 높은 예측이 가능하고, 이를 기반으로 자동화된 공조 예측 시스템 구축이 가능한 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 일 측면에 따르면, 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템이 제공된다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 건물 내외부에 각각 설치되어 공조 정보, 제어 정보, 설비 관련 정보 및 환경 정보 중 적어도 하나를 각각 취득하는 복수의 IoT 단말; 및 상기 복수의 IoT 단말로부터 상기 공조 정보, 상기 제어 정보, 상기 설비 관련 정보 및 상기 환경 정보를 수집한 후 전처리하여 데이터 셋을 구성하고, 상기 데이터 셋을 학습된 딥러닝 기반 예측 모델에 적용하여 공조 정보와 제어 정보와의 상관 관계와 타임 임베딩을 통한 환경 정보에 대한 하루 패턴을 반영하여 공조 예측값을 출력하는 서버를 포함하는 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템이 제공될 수 있다.
- [0015] 상기 딥러닝 기반 예측 모델은, 상기 공조 정보에 대한 셀프 어텐션(self-attention)을 수행한 결과와 상기 제어 정보 및 환경 정보 중 적어도 하나를 제1 잠재 행렬(latent array)로 추가적으로 입력 받아 제1 크로스 어텐션(cross-attention)을 수행하고, 타임 임베딩을 통한 환경 정보에 대한 하루 패턴을 제2 잠재 행렬로 추가 입력받은 후 상기 제1 크로스 어텐션 수행 결과와 제2 크로스 어텐션을 수행한 후 트랜스포머를 통해 잠재 표현을 정제하여 공조 예측값을 출력할 수 있다.
- [0016] 상기 서버는, 소정 시간 단위로 표현된 하루 시간 데이터를 입력받은 후 각 시간별 예측을 위해 시간 변화를 고려하여 순차적으로 마스킹 범위를 가변시켜 타임 임베딩을 적용할 수 있다.
- [0017] 상기 공조 예측값과 현재 공조값을 기반으로 모니터링을 위한 시각 정보를 출력하는 모니터링 장치를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 환경 정보는 실내 환경 정보와 기상 환경 정보를 포함하며, 상기 실내 환경 정보는 실내 습도, 미세먼지, 일산화탄소 및 이산화탄소 중 적어도 하나이다.
- [0020] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 방법이 제공된다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따르면, (a) 건물 내외부에 각각 설치된 IoT 단말을 통해 공조 정보, 제어 정보, 설비 관련 정보 및 환경 정보 중 적어도 하나를 각각 수집하는 단계; (b) 상기 복수의 IoT 단말로부터 상기 공조 정보, 상기 제어 정보, 상기 설비 관련 정보 및 상기 환경 정보를 수집한 후 전처리하여 데이터 셋을 구성하는 단계; 및 (c) 상기 데이터 셋을 학습된 딥러닝 기반 예측 모델에 적용하여 공조 정보와 제어 정보와의 상관 관계와 타임 임베딩을 통한 환경 정보에 대한 하루 패턴을 반영하여 공조 예측값을 출력하는 단계를 포함하는 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 방법이 제공될 수 있다.
- [0022] 상기 (c) 단계 이전에 딥러닝 기반 예측 모델을 학습하는 단계를 더 수행하되, 상기 딥러닝 기반 예측 모델을 학습하는 단계는, 상기 공조 정보에 대한 셀프 어텐션(self-attention)을 수행한 결과와 상기 제어 정보 및 환경 정보 중 적어도 하나를 제1 잠재 행렬(latent array)로 추가적으로 입력 받아 제1 크로스 어텐션(cross-attention)을 수행하고, 타임 임베딩을 통한 환경 정보에 대한 하루 패턴을 제2 잠재 행렬로 추가 입력받은 후 상기 제1 크로스 어텐션 수행 결과와 제2 크로스 어텐션을 수행한 후 트랜스포머를 통해 잠재 표현을 정제하여 공조 예측값을 출력하도록 학습될 수 있다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템 및 그 장치를 제공함으로써

써, 무선 통신 장점을 활용하여 시공간 특성을 반영한 정확한 공조 예측 정보 제공으로 개방형 구조의 대형 건물에서 효과적으로 적용이 가능한 이점이 있다.

[0025] 또한, 본 발명은 유체역학적 계산 없이 데이터 기반 학습으로 규모가 크고 복잡한 공조 환경을 모사하고, 환경 변화(증축 등)에 빠르게 보완 적용이 가능한 이점도 있다.

[0026] 또한, 본 발명은 시간 임베딩을 통해 유용한 정보를 주는 시간대와 그렇지 않은 시간대를 모델이 학습하도록 하여 정합성 높은 예측이 가능하고, 이를 기반으로 자동화된 공조 예측 시스템 구축이 가능한 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 도면.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 방법을 나타낸 순서도.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 예측 모델의 전체 구조를 도시한 도면.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 시간에 따른 환경 정보의 패턴을 설명하기 위해 도시한 도면.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 시간 임베딩을 설명하기 위해 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 서버의 내부 구성을 개략적으로 도시한 블록도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0030] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0033] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 시스템(100)은 복수의 IoT 단말(110), 서버(120) 및 모니터링 장치(130)를 포함하여 구성된다.

[0034] 복수의 IoT 단말(110)은 개방형 구조를 가지는 대형 건물 내 단일 공간상의 특정 위치에 각각 설치되거나 공조 시스템, 설비 시스템과 연동되는 장치일 수 있다.

[0035] 예를 들어, 복수의 IoT 단말(110)은 습도, (초)미세먼지, 일산화탄소 및 이산화탄소 등과 같은 실내 환경 정보를 감지하거나 공조 시스템과 연동되며, 공조 시스템내 환기 또는/및 냉난방과 관련한 현재 시스템의 공조 정보를 취득하고, 각 공조 시스템의 설정값 및 제어 신호, 최대수요 전력 등과 같은 공조 제어 정보를 취득하거나, 공조 시스템 운영을 위해 건물 내부의 자원 사용량(즉, 시스템 내부 상별 전류값)을 측정하거나, 실내 공조 환경에 영향을 주는 요소를 구분하기 위해 쇼케이스의 온도, 자동출입문 개폐 횟수 등과 같은 실내 설비 관련 정보를 취득할 수도 있다.

[0036] 서버(120)는 복수의 IoT 단말(110)로부터 실내 환경 정보, 공조 관련 정보, 자원 사용 관련 정보, 설비 관련 정보 및 기상 정보를 수집하고, 이를 학습된 딥러닝 기반 예측 모델에 적용하여 공조 예측값을 출력한다. 이에 대해서는 하기에 도 2를 참조하여 보다 상세히 설명하기로 한다.

[0037] 모니터링 장치(130)는 서버(120)와 연동되며, 서버(120)로부터 제공되는 공조 예측값과 현재 공조값을 이용하여 모니터링을 위한 시각 정보를 출력한다. 여기서, 모니터링 장치(130)는 공조 예측값과 현재 공조값을 기반으로 공조 시스템 운영, 관리에 도움을 주는 정보를 실시간 대시보드로 표현하여 제공할 수 있다.

[0038] 본 발명의 일 실시예에서는 서버(120)와 모니터링 장치(130)가 별도의 구성인 것을 가정하여 이를 중심으로 설명하나, 구현 방법에 따라 서버(120)와 모니터링 장치(130)는 하나의 장치일 수도 있다.

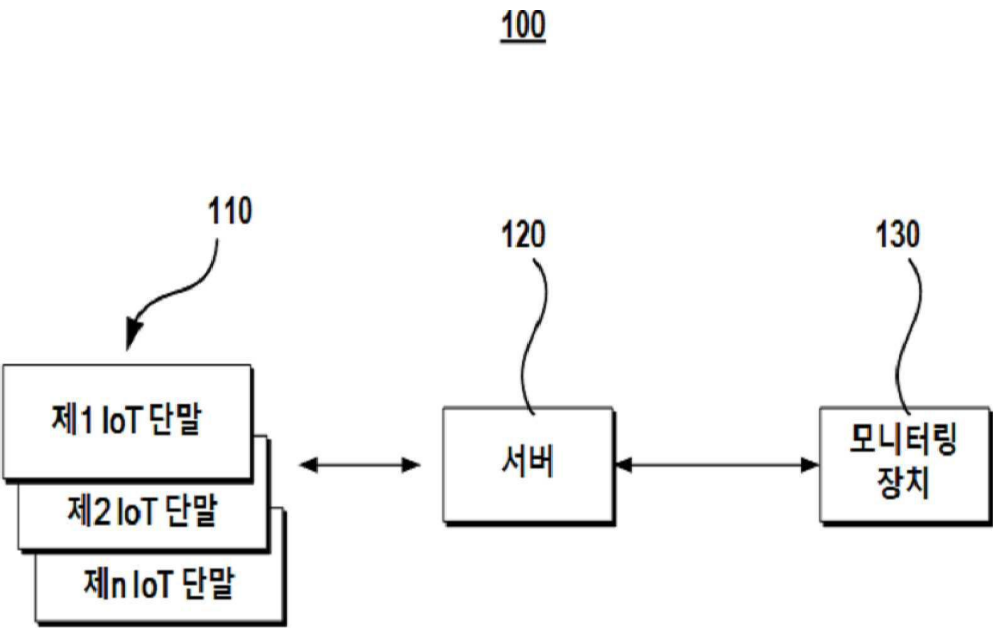
- [0039] 복수의 IoT 단말(110)과 서버(120) 및 모니터링 장치(130)는 저전력 장거리 통신을 통해 데이터를 송수신할 수 있다. 여기서, 저전력 장거리 통신은 예를 들어, LoraWAN일 수 있다. 이러한 LoraWAN은 각 장치들의 신호세기(SF: spreading factor)에 따라 전송률(DR: data rate)을 조정하는 ADR(adaptative data rate) 특성을 통해 저전력으로도 장거리 통신이 가능하며, 데이터 간섭을 최소화하여 통신 안정성을 확보할 수 있다.
- [0041] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 예측 방법을 나타낸 순서도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 예측 모델의 전체 구조를 도시한 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 시간에 따른 환경 정보의 패턴을 설명하기 위해 도시한 도면이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 시간 임베딩을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [0042] 단계 210에서 서버(120)는 건물 내외부에 설치/위치된 복수의 IoT 단말(110)로부터 공조 관련 정보, 환경 정보, 설비 관련 정보 등을 각각 수집하여 데이터베이스에 저장한다.
- [0043] 여기서, 공조 관련 정보는 공조 정보와 공조 제어 정보를 포함할 수 있다. 공조 정보는 공조 시스템 내의 환기, 냉방, 난방과 관련한 현재 시스템의 공조 정보이며, 공조 제어 정보는 공조 시스템의 설정값, 제어 정보, 최대 소요 전력 등을 포함할 수 있다.
- [0044] 또한, 환경 정보는 실내 환경 정보와 외부 환경 정보를 포함하며, 실내 환경 정보는 해당 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간에 대한 습도, (초)미세먼지, 일산화탄소 및 이산화탄소 등을 포함할 수 있다. 또한, 외부 환경 정보는 기상 환경 정보일 수 있다.
- [0045] 또한, 설비 관련 정보는 실내 공조 환경에 영향을 주는 요소를 구분하기 위해 쇼케이스의 온도, 자동출입문 개폐 횟수 등을 포함할 수 있다.
- [0046] 이외에도, 화재 관련 정보를 더 수집할 수도 있다. 여기서, 화재 관련 정보는 EHP(Electric Heat Pump) 설정 온도일 수 있다. 이러한 EHP 설정 온도는 부하 상황과 화재 상황 식별에 이용될 수 있다.
- [0047] 단계 215에서 서버(120)는 수집된 실내 환경 정보, 공조 관련 정보, 자원 사용 관련 정보, 설비 관련 정보, 기상 정보, 화재 관련 정보를 전처리하여 정규화한 후 데이터 셋을 구성한다.
- [0048] 이와 같이, 서로 다른 IoT 단말을 통해 수집되는 각 정보들은 스케일과 분포가 서로 상이할 수 있다.
- [0049] 따라서, 서버(120)는 서로 다른 IoT 단말을 통해 수집된 각 정보(예를 들어, 공조 관련 정보, 환경 정보, 설비 관련 정보)를 전처리하여 데이터를 정규화하고 표준화하여 데이터 셋을 구성할 수 있다.
- [0050] 또한, 데이터 셋을 구성함에 있어, 데이터베이스에서 반영 시점에 해당하는 정보들을 추출한 후 무결성과 이상치 존재 여부를 검증한 후 데이터 셋을 구성할 수 있다.
- [0051] 단계 220에서 서버(120)는 데이터 셋을 학습된 딥러닝 기반 예측 모델에 적용하여 공조와 제어와의 상관 관계와 타임 임베딩을 통한 환경 정보에 대한 하루 패턴을 반영하여 공조 예측값을 출력한다.
- [0052] 이해와 설명의 편의를 도모하기 위해 딥러닝 기반 예측 모델의 학습 과정에 대해 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [0053] 딥러닝 기반 예측 모델의 상세 구조는 도 3에 도시된 바와 같다. 도 3에 도시된 바와 같이, 딥러닝 기반 예측 모델은 트랜스포머 기반 시공간 어텐션(spatio-temporal attention) 모델이다.
- [0054] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 도 3와 같은 트랜스포머 기반 시공간 어텐션 모델인 딥러닝 기반 예측 모델을 통해 각 IoT 단말과 공조기 사이의 공간적 영향력과 시간에 따른 공기 흐름을 모사할 수 있다. 예를 들어, 현재 온도를 예측하는 것을 가정하기로 한다. 현재 온도는 과거 온도와 과거 제어와 같이 두 종류의 특징에 영향을 받는다.
- [0055] 이에, 서버(120)는 딥러닝 기반 예측 모델은 데이터 셋을 기초로 현재 시점의 공조 정보를 예측하기 위해 과거 공조 정보(예를 들어, 온도)가 현재 상태(온도)에 얼마나 영향을 받는지를 알기 위해 셀프-어텐션(self-attention)을 수행한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 공조 정보를 입력 행렬(input array)에 입력받은 후 트랜스포머 구조를 기반으로 쿼리(query), 키(key), 밸류(value)가 동일한 입력 데이터 셋을 가지는 셀프-어텐션을 수행할 수 있다. 셀프-어텐션 동작 자체는 당업자에는 자명한 사항이므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0056] 현재 온도에 영향을 주는 제어 정보는 일반적인 트랜스포머의 크로스-어텐션과 달리 쿼리, 키, 밸류가 상이한 차원의 데이터 셋을 구성된다.

- [0057] 따라서, 서버(120)는 제어 정보를 잠재 행렬(latent array)로 추가적으로 입력 받은 후 크로스-어텐션(cross-attention)을 통해 공조 정보와 제어 정보의 관계를 딥러닝 기반 예측 모델에 학습시킬 수 있다.
- [0058] 서버(120)는 제어 정보와 마찬가지로 환경 정보를 잠재 행렬로 추가적으로 입력받은 후 크로스-어텐션을 수행하여 공조 정보와 환경 정보의 관계를 딥러닝 기반 예측 모델에 학습시킬 수도 있다.
- [0059] 데이터 셋에서 실내 온도에 영향을 주는 데이터는 제어 정보 및 환경 정보이며, 이 중 실내 온도에 많은 영향을 주는 재실 정도는 이산화탄소를 이용하여 파악될 수 있다.
- [0060] 이해와 설명의 편의를 도모하기 위해 도 4를 참조하여 설명하기로 한다.
- [0061] 도 4에 도시된 바와 같이, 특정 실내 공간의 이산화탄소 농도는 오전에서 오후 3시까지 재실 정도를 파악할 수 있는데 도움이 되는 반면, 그 이후에는 환기가 되지 않아 이산화탄소 농도가 누적되기 때문에 이산화탄소 농도만으로는 높은 재실율을 나타낸다.
- [0062] 따라서, 이산화탄소 농도로 특정 실내 공간상에 재실율을 파악하는데 도움이 되는 시간대와 도움이 되지 않는 시간대를 딥러닝 기반 예측 모델이 구분할 수 있도록 학습시켜야 한다.
- [0063] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 하루 패턴을 통해 필요한 정보와 필요하지 않는 정보를 구분하여 딥러닝 기반 예측 모델이 학습할 수 있도록 타임-임베딩(time embedding)을 통해 학습 가능한 파라미터를 잠재 행렬로 추가적으로 입력할 수 있다.
- [0064] 타임 임베딩은 하루 패턴을 파악하기 위해 10분 단위로 24시간을 구성한 후 이를 0시 ~ 24시 단위로 잠재 행렬로 구성할 수 있다.
- [0065] 일반적인 시계열 모델의 경우 윈도우 슬라이싱(window slicing) 방식으로 일정 시간 단위를 윈도우로 구성하고, 윈도우를 스텝 단위로 밀어 데이터를 구성하는 방식이다.
- [0066] 그러나, 본 발명의 일 실시예에서는 소정의 시간 간격을 가지는 하루 시간 데이터를 입력한 후 각 시간별 예측을 위해 시간 변화를 고려하여 순차적으로 마스킹 범위를 가변시켜 하루 패턴을 파악하는 방식을 적용한다.
- [0067] 도 5를 참조하여 설명하기로 한다.
- [0068] 도 5에 도시된 바와 같이, 하루 시간 데이터에 대해 각 시점(예를 들어, 제1 시점과 제2 시점)에 적용되는 마스킹 범위가 서로 상이하다. 제1 시점에 제1 시간을 제외한 나머지 시간 영역에 마스크를 적용하여 딥러닝 기반 예측 모델에 적용할 수 있으며, 제2 시점에는 제1 시점과 제2 시점을 제외한 나머지 영역에 마스크를 적용하여 딥러닝 기반 예측 모델에 적용할 수 있다. 이와 같이, 시간 변화(즉, 하루 패턴)를 인식할 수 있도록 순차적으로 마스킹 범위를 가변시킨 시간 데이터를 딥러닝 기반 예측 모델에 적용할 수 있다.
- [0069] 다시, 도 3을 참조하여 서버(120)는 공조 정보와 제어 정보를 크로스-어텐션한 결과와 타임 임베딩을 통해 추가적으로 잠재 행렬로 입력된 시간 데이터에 대해 크로스-어텐션을 다시 수행한 후 트랜스포머를 통해 잠재 표현을 정제한 후 현재 공조 예측값을 출력하도록 학습시킬 수 있다.
- [0070] 이와 같이, 서버(120)는 학습된 딥러닝 기반 예측 모델에 현재 시점의 데이터 셋을 적용한 후 공조 정보와 제어 정보의 관계와 타임 임베딩된 하루 패턴에 따른 환경 정보를 고려하여 공조 예측값을 출력할 수 있다.
- [0071] 단계 225에서 서버(120)는 공조 예측값과 실제 데이터를 기반으로 각 공조 시스템의 실시간 모니터링을 위한 시각 정보를 제공한다.
- [0072] 이와 같이 제공된 시각 정보는 공기질 상태, 전력 측정 센서의 상태, 센서별 패턴 분석, 각 부하별 사용량 비교 등 공조 시스템 제어 의사 결정을 보조하는데 이용될 수 있다.
- [0074] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 서버의 내부 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.
- [0075] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 서버(120)는 수집부(610), 전처리부(620), 학습부(630), 예측부(640), 메모리(650) 및 프로세서(660)를 포함하여 구성된다.
- [0076] 수집부(610)는 건물 내외부에 각각 설치된 IoT 단말을 통해 공조 정보, 제어 정보, 설비 관련 정보 및 환경 정보 중 적어도 하나를 각각 수집하여 데이터베이스에 저장한다.
- [0077] 전처리부(620)는 수집된 데이터를 전처리하고 정규화한 후 표준화하여 데이터 셋을 구성한다.

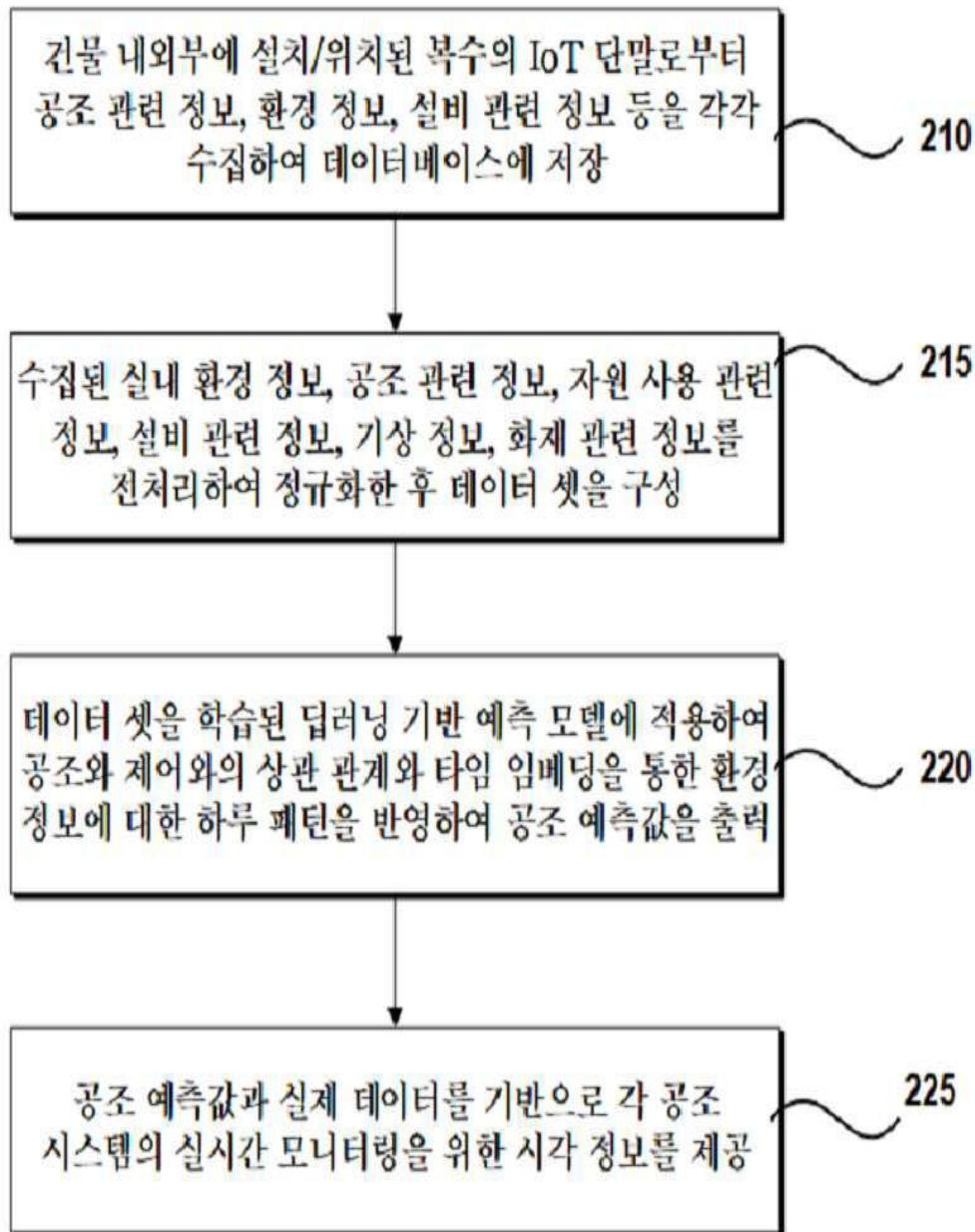
- [0078] 학습부(630)는 데이터 셋을 이용하여 딥러닝 기반 예측 모델을 학습시키기 위한 수단이다. 예를 들어, 학습부(630)는 데이터 셋을 기반으로 공조 정보에 대한 셀프 어텐션을 통해 과거 공조 정보가 현재 공조 정보에 얼마나 영향을 주는지 학습시킬 수 있다. 또한, 학습부(630)는 공조 정보와 제어 정보간의 관계를 딥러닝 기반 예측 모델에 학습시킬 수 있다. 이를 위해, 공조 정보에 대한 셀프 어텐션(self-attention)을 수행한 결과와 상기 제어 정보를 제1 잠재 행렬(latent array)로 추가적으로 입력 받아 크로스 어텐션(cross-attention)을 수행하여 공조 정보와 제어 정보간의 관계를 딥러닝 기반 예측 모델에 학습시킬 수 있다. 또한, 타임 임베딩을 통해 환경 정보에 대한 하루 패턴을 딥러닝 기반 예측 모델에 학습시킬 수도 있다. 즉, 타임 임베딩을 통한 환경 정보에 대한 하루 패턴을 제2 잠재 행렬로 추가로 입력받아 공조 정보와 제어 정보의 크로스 어텐션 수행 결과와 다시 크로스 어텐션을 수행한 후 트랜스포머를 통해 잠재 표현을 정제하여 공조 예측값을 도출하도록 학습시킬 수 있다.
- [0079] 예측부(640)는 학습된 딥러닝 기반 예측 모델에 데이터 셋을 적용하여 공조 정보와 제어 정보와의 관계와 타임 임베딩을 통한 환경 정보에 대한 하루 패턴을 고려하여 공조 예측값을 출력한다.
- [0080] 메모리(650)는 본 발명의 일 실시예에 따른 개방형 구조의 대형 건물내 단일 공간 공조 제어 방법을 수행하기 위한 프로그램 코드를 저장한다.
- [0081] 프로세서(660)는 본 발명의 일 실시예에 따른 서버(120)의 내부 구성 요소들(예를 들어, 는 수집부(610), 전처리부(620), 학습부(630), 예측부(640), 메모리(650) 등)을 제어하기 위한 수단이다.
- [0082] 서버(120)가 모니터링 장치(130)의 기능을 수행하는 경우, 프로세서(660)는 공조 예측값과 실제 데이터를 기반으로 공조 시스템의 실시간 모니터링을 위한 시각 정보를 제공할 수도 있다.
- [0084] 본 발명의 실시 예에 따른 장치 및 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야 통상의 기술자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기매체(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.
- [0085] 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0086] 이제까지 본 발명에 대하여 그 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

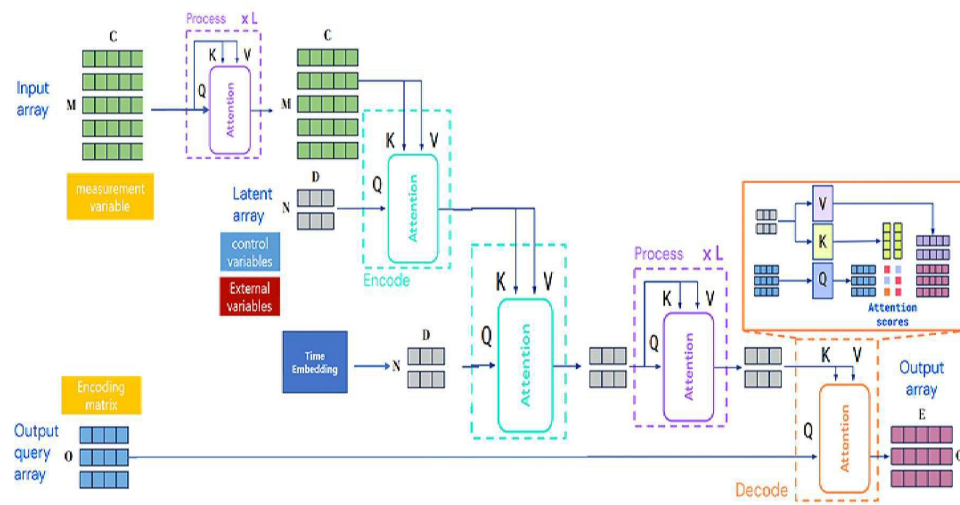
도면1



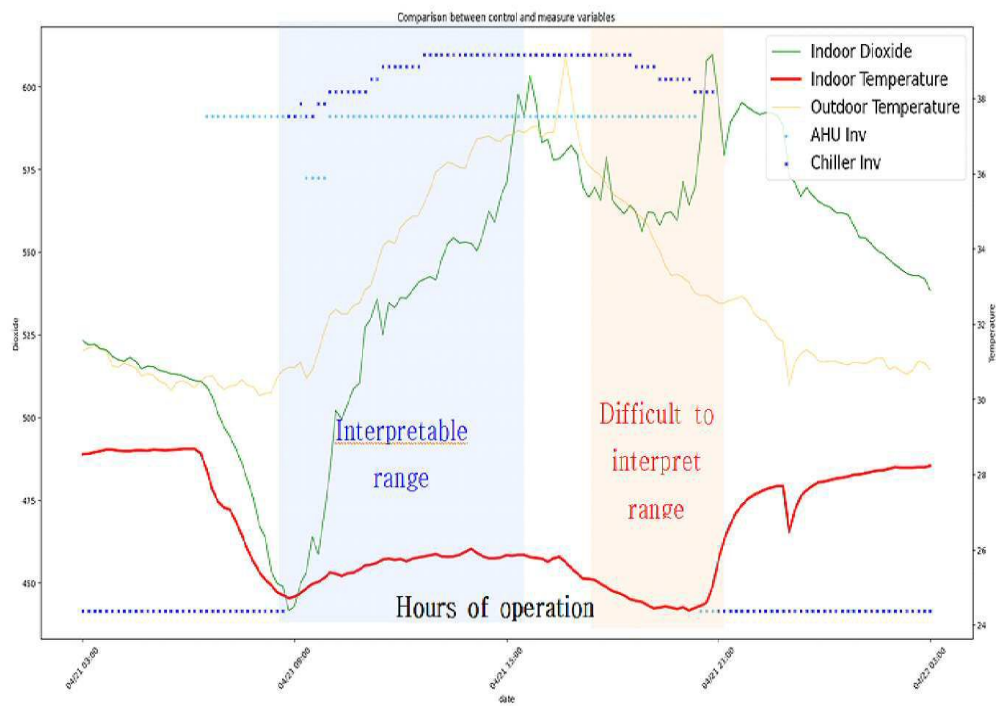
도면2



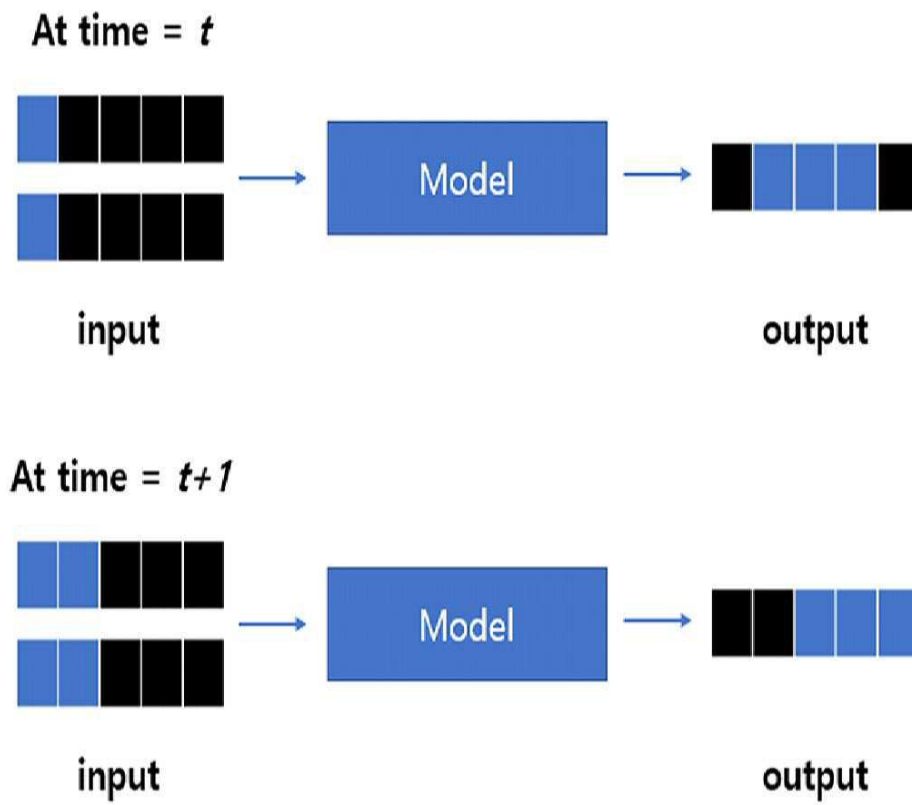
도면3



도면4



도면5



도면6

