(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0077342
(43) 공개일자 2021년06월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05B 17/02 (2006.01) *F24F 11/48* (2018.01)
F24F 11/63 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G05B 17/02 (2013.01)
F24F 11/48 (2018.01)
(21) 출원번호 10-2019-0168881
(22) 출원일자 2019년12월17일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
김수경
경기도 광명시 성채로 36, 303동 301호 (소하동, 광명역세권휴먼시아)
박노마
서울특별시 강남구 논현로65길 26, 302호 (역삼동, 허브빌)
권혁민
서울특별시 구로구 오리로 1102-10, 209동 501호 (천왕동, 천왕연지타운2단지)
(74) 대리인
특허법인 남앤남

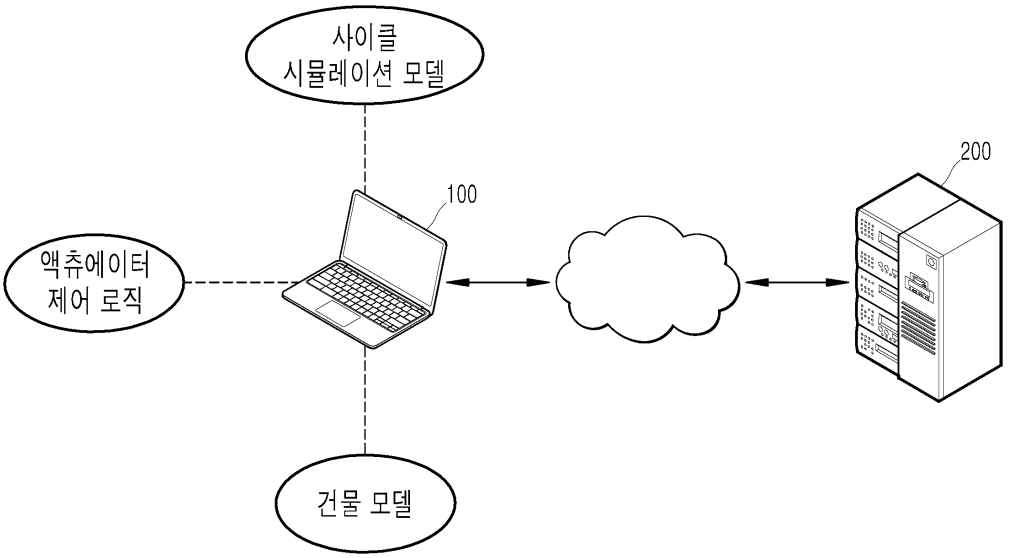
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **공기 조화기를 시뮬레이션하는 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 개시의 일 실시 예에 따른 시뮬레이션 장치는 공기 조화기와 관련된 센서들의 센싱 값에 기반하여 각각 공기 조화기의 실내기 및 실외기의 제어를 위한 액츄에이터(actuator) 제어 신호를 생성하는 실내기 제어 모듈 및 실외기 제어 모듈, 프로세서를 포함하고, 실내기 제어 모듈, 실외기 제어 모듈 및 프로세서 사이의 신호를 송신 또는 수신하는 통신부 및 프로세서와 전기적으로 연결되고, 사이클 시뮬레이션 모델을 저장하는 메모리를 포함할 수 있다. 메모리는 프로세서에서 실행될 때 프로세서로 하여금, 액츄에이터 제어 신호 및 사이클 시뮬레이션 모델에 기반하여 공기 조화기의 실내기 및 실외기의 구동을 모사하도록 야기하는 코드를 저장할 수 있다. 본 개시의 시뮬레이션 모델은 기계학습을 통해 생성된 심층 신경망을 포함할 수 있고, 시뮬레이션을 위한 데이터의 전송은 5G 네트워크를 이용한 사물 인터넷 환경에서 이루어질 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
F24F 11/63 (2018.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

공기 조화기와 관련된 센서들의 센싱 값에 기반하여 각각 공기 조화기의 실내기 및 실외기의 제어를 위한 액츄에이터(actuator) 제어 신호를 생성하는 실내기 제어 모듈 및 실외기 제어 모듈;

프로세서;

상기 실내기 제어 모듈, 상기 실외기 제어 모듈 및 상기 프로세서 사이의 신호를 송신 또는 수신하는 통신부; 및

상기 프로세서와 전기적으로 연결되고, 사이클 시뮬레이션 모델을 저장하는 메모리를 포함하고,

상기 메모리는 상기 프로세서에서 실행될 때, 상기 프로세서로 하여금,

상기 액츄에이터 제어 신호 및 상기 사이클 시뮬레이션 모델에 기반하여 상기 공기 조화기의 상기 실내기 및 상기 실외기의 구동을 모사하도록 야기하는 코드를 저장하는,

공기 조화기 시뮬레이션 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 액츄에이터 제어 신호는 압축기 주파수, 팽창변 개도, 공기조화기의 실내기 팬 RPM 및 공기 조화기의 실외기 팬 RPM 중에서 적어도 하나를 제어하는 신호를 포함하는,

공기 조화기 시뮬레이션 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 액츄에이터 제어 신호 및 상기 사이클 시뮬레이션 모델에 기반하여 상기 센싱 값을 예측하도록 야기하는 코드를 더 저장하는,

공기 조화기 시뮬레이션 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 사이클 시뮬레이션 모델은 베이퍼 인젝션(vapor injection) 압축기, 냉난방 동시형 사이클, 실내기 배관, 열교환기 분지 모델링, 열교환기 성능, 팬 풍량 소비전력 및 유속 분포 중 적어도 어느 하나에 대한 모델링을 포함하는,

공기 조화기 시뮬레이션 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 메모리는 건물 부하 시뮬레이션 모델을 더 저장하고,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

건물 정보 및 공기 조화기 설치 정보를 입력 받고, 상기 건물 정보, 상기 공기 조화기 설치 정보 및 상기 건물 부하 시뮬레이션 모델에 기반하여 상기 공기 조화기의 연간 실사용 성능을 산출하도록 야기하는 코드를 더 저장하는,

공기 조화기 시뮬레이션 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 건물 정보는 BIM(Building Information Modeling) 장치의 건물 BIM 모델 또는 표준 건물 라이브러리에서 선택된 건물 표준 모델에 기반하여 생성되는,

공기 조화기 시뮬레이션 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 건물 부하 시뮬레이션 모델에 기반하여 건물에 필요한 미리 설정된 시간 단위 별 냉방 부하 또는 난방 부하를 산출하도록 야기하는 코드를 더 저장하는,

공기 조화기 시뮬레이션 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 표준 건물 라이브러리는 건물의 크기 및 용도에 따라 미리 설정된 복수의 건물 표준 모델을 포함하는,

공기 조화기 시뮬레이션 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 표준 건물 라이브러리에서 상기 건물 표준 모델의 선택에 대응하여,

상기 건물 표준 모델, 건물 위치의 기상 정보 및 상기 건물 부하 시뮬레이션 모델에 기반하여 상기 냉방 부하 또는 상기 난방 부하를 산출하도록 야기하는 코드를 더 저장하는,

공기 조화기 시뮬레이션 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 건물 위치의 기상 데이터를 입력 받고, 상기 기상 데이터의 일평균 기온에 따른 빈도수에 기반하여 상기 일평균 기온의 변화를 미리 설정된 개수의 구간으로 구분하고, 각 구간의 일평균 기온, 일교차 및 일사량 중 적어도 어느 하나에 기반하여 각 구간의 대표일을 선정하고, 상기 대표일의 기상 데이터에 기반하여 상기 냉방 부하 또는 상기 난방 부하를 산출하도록 야기하는 코드를 더 저장하는,

공기 조화기 시뮬레이션 장치.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 BIM(Building Information Modeling) 장치의 상기 건물 BIM 모델의 수신에 대응하여,

상기 건물 BIM 모델로부터 건물 체적, 벽의 면적 및 창문의 면적을 포함하는 건물 정보를 산출하고, 상기 건물 정보, 건물 위치의 기상 정보 및 상기 건물 부하 시뮬레이션 모델에 기반하여 상기 냉방 부하 또는 상기 난방 부하를 산출하도록 야기하는 코드를 더 저장하는,

공기 조화기 시뮬레이션 장치.

청구항 12

입력된 조건 및 공기 조화기의 사이클 시뮬레이션 모델에 기반하여 공기 조화기와 관련된 센싱 값을 예측하는 단계;

상기 센싱 값에 기반하여 상기 공기 조화기의 실내기 및 실외기의 제어를 위한 액츄에이터(actuator) 제어 신호를 생성하는 단계; 및

상기 액츄에이터 신호 및 상기 사이클 시뮬레이션 모델에 기반하여 상기 공기 조화기의 상기 실내기 및 상기 실외기의 구동을 모사하고, 상기 센싱 값을 예측하는 단계를 포함하는,

공기 조화기를 시뮬레이션하는 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

프로세서에서, 건물 정보 및 공기 조화기 설치 정보를 입력 받는 단계; 및

상기 건물 정보, 상기 공기 조화기 설치 정보 및 건물 부하 시뮬레이션 모델에 기반하여 상기 공기 조화기의 연간 실사용 성능을 산출하는 단계를 더 포함하는,

공기 조화기를 시뮬레이션하는 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

건물 BIM(Building Information Modeling) 모델 또는 표준 건물 라이브러리에서 선택된 건물 표준 모델에 기반하여 상기 건물 정보를 생성하는 단계를 더 포함하는,

공기 조화기를 시뮬레이션하는 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 건물 표준 모델, 건물 위치의 기상 정보 및 상기 건물 부하 시뮬레이션 모델에 기반하여 건물에 필요한 미리 설정된 시간 단위 별 냉방 부하 또는 난방 부하를 산출하는 단계를 더 포함하는,

공기 조화기를 시뮬레이션하는 방법.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 건물 BIM 모델로부터 건물 체적, 벽의 면적 및 창문의 면적을 포함하는 상기 건물 정보를 산출하는 단계; 및

상기 건물 정보, 건물 위치의 기상 정보 및 상기 건물 부하 시뮬레이션 모델에 기반하여 건물에 필요한 미리 설정된 시간 단위 별 냉방 부하 또는 난방 부하를 산출하는 단계를 더 포함하는,

공기 조화기를 시뮬레이션하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 명세서는 공기 조화기를 시뮬레이션(simulation)하는 방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 멀티히트펌프의 열역학적 거동을 모사한 사이클 시뮬레이션 모델에 기반하여 공기 조화기의 로직(logic)을 테스트하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 공기 조화기는 실내의 온도를 높이거나 낮추는 역할을 수행한다.

[0003] 열 매체가 공기 조화기 내부의 정해진 경로를 순환하고, 순환하는 열 매체는 열에너지를 방출하거나 흡수한다. 공기 조화기에서 열 매체는 열에너지를 전달하는 수단이고, 열에너지의 방출을 통해 난방을, 열에너지의 흡수를 통해 냉각을 수행한다. 또한, 공기 조화기는 공기 정화, 가습, 제습 기능을 수행하기도 한다.

[0004] 공기 조화기는 실내의 공기를 흡입하여 저온 또는 고온의 냉매와 열교환 한 후 이를 실내로 토출하는 것을 반복하는 작용에 의해 실내를 냉방시키거나 또는 난방시키는 냉/난방 시스템으로서, 압축기-응축기-팽창밸브-증발기로 이루어지는 일련의 사이클을 형성한다.

[0005] 최근 공기 조화기의 성능 향상과 함께 복잡한 구조가 적용된 공기 조화기가 보편화되면서 공기 조화기의 운용 로직(logic)도 복잡해지고 있다. 따라서, 제품 출시 전에 공기 조화기의 운용 로직이 적합하게 작동하는지 확인하는 절차가 필수적이다.

[0006] 또한, 공기 조화기가 운용되는 장소 및 환경이 다양하므로, 각 환경의 부하에 맞게 공기 조화기가 동작하는지 확인하는 절차도 필요하다.

[0007] 종래의 챔버(chamber)에서 온도, 습도 등을 변화시키면서 공기 조화기의 동작 데이터를 수집하고, 수집된 동작 데이터에 기반하여 공기 조화기의 로직 테스트를 수행하는 방법은 평가 조건의 많은 공차(tolerance)와 번거로움 등으로 인해 불편하고 부정확한 측면이 존재한다.

[0008] 종래 제품의 동작 모델에 기반하여 제품의 성능을 판단하는 기술이 다양한 분야에서 이용되고 있다.

[0009] 관련기술로서, 대한민국등록특허 제 10-1727434호(이하, '관련기술1'이라 함.)는 ' 랜덤 포레스트 모델을 이용한 냉동기의 성능 판단 방법'를 개시한다.

[0010] 관련기술1에 개시된 성능 판단 방법은 BEMS(BEMS: building energy management system) 데이터를 입력 변수로

하고 냉동기의 성능을 나타내는 출력 변수를 설정하여 구축된 랜덤 포레스트(random forest) 모델을 이용하여 냉동기의 성능을 판단하는 기술을 개시하고 있다. 하지만 관련기술1은 냉동기의 전력 사용량, 냉동기 효율 등의 성능 자체만 테스트 가능할 뿐 냉동기의 운용 로직을 테스트할 수 없는 문제점이 있다. 또한, 관련기술1은 건물에 관련된 데이터를 BEMS로부터 입력 받지만 연중 날짜에 따라 달라지는 부하의 변화는 고려하지 않고 냉동기의 성능을 측정하는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 개시의 실시 예는 열역학적 거동을 모사한 사이클 시뮬레이션 모델에 기반하여 공기 조화기의 운용 로직을 테스트하는 방법 및 장치를 제공하는 것을 일 과제로 한다.

[0012] 또한, 본 개시의 실시 예는 공기 조화기가 설치되는 건물에서 발생되는 부하를 반영하여 공기 조화기의 효율을 측정하는 방법 및 장치를 제공하는 것을 일 과제로 한다.

[0013] 또한, 본 개시의 실시 예는 공기 조화기가 설치되는 건물에서 발생되는 부하를 편리하게 반영 가능한 공기 조화기의 효율을 측정하는 방법 및 장치를 제공하는 것을 일 과제로 한다.

[0014] 또한, 본 개시의 실시 예는 공기 조화기가 설치되는 건물의 위치 에 따른 날씨를 반영하여 공기 조화기의 효율을 측정하는 방법 및 장치를 제공하는 것을 일 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 개시의 일 실시 예는 공기 조화기의 챔버 환경이 아닌 공기 조화기의 열역학적 거동을 모델링하는 사이클 시뮬레이션 모델에 기반하여 실내기 또는 실외기의 제어를 위한 로직을 정확하고 용이하게 테스트하기 위한 시뮬레이션 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0016] 본 개시의 일 실시 예에 따른 공기 조화기를 시뮬레이션하기 위한 시뮬레이션 장치는 공기 조화기와 관련된 센서들의 센싱 값에 기반하여 각각 공기 조화기의 실내기 및 실외기의 제어를 위한 액츄에이터(actuator) 제어 신호를 생성하는 실내기 제어 모듈 및 실외기 제어 모듈, 프로세서를 포함하고, 실내기 제어 모듈, 실외기 제어 모듈 및 프로세서 사이의 신호를 송신 또는 수신하는 통신부 및 프로세서와 전기적으로 연결되고, 사이클 시뮬레이션 모델을 저장하는 메모리를 포함할 수 있다. 메모리는 프로세서에서 실행될 때 프로세서로 하여금, 액츄에이터 제어 신호 및 사이클 시뮬레이션 모델에 기반하여 공기 조화기의 실내기 및 실외기의 구동을 모사하도록 야기하는 코드를 저장할 수 있다.

[0017] 본 개시의 일 실시 예에 따른 공기 조화기를 시뮬레이션하는 방법은 입력된 조건 및 공기 조화기의 사이클 시뮬레이션 모델에 기반하여 공기 조화기와 관련된 센싱 값을 예측하는 단계, 센싱 값에 기반하여 공기 조화기의 실내기 및 실외기의 제어를 위한 액츄에이터(actuator) 제어 신호를 생성하는 단계 및 액츄에이터 신호 및 사이클 시뮬레이션 모델에 기반하여 공기 조화기의 실내기 및 실외기의 구동을 모사하고, 센싱 값을 예측하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 개시의 실시 예에 따른 공기 조화기를 시뮬레이션하는 장치 및 방법은 챔버 환경이 아닌 공기 조화기의 열역학적 거동을 모델링하는 사이클 시뮬레이션 모델에 기반하여 실내기 또는 실외기의 제어를 위한 로직을 정확하고 용이하게 테스트할 수 있다.

[0019] 또한, 본 개시의 실시 예에 따른 공기 조화기를 시뮬레이션하는 장치 및 방법은 공기 조화기가 설치되는 건물에서 발생되는 부하를 반영하여 공기 조화기의 효율을 측정할 수 있다.

[0020] 또한, 본 개시의 실시 예에 따른 공기 조화기를 시뮬레이션하는 장치 및 방법은 공기 조화기가 설치되는 건물의 위치에 따른 날씨를 반영하여 공기 조화기의 효율을 측정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 개시의 일 실시 예에 따른 공기 조화기를 시뮬레이션하는 방법을 수행하기 위한 환경을 도시한 도면이다.

도 2는 본 개시의 일 실시 예에 따른 공기 조화기를 시뮬레이션하는 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 3은 본 개시의 일 실시 예에 따른 공기 조화기를 시뮬레이션하는 방법을 설명하기 위한 순서도를 도시한다.

도 4는 본 개시의 일 실시 예에 따른 표준 건물 라이브러리의 건물 표준 모델을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 개시의 일 실시 예에 따른 BIM(Building Information Modeling) 장치의 건물 BIM 모델을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 개시의 일 실시 예에 따른 건물 위치의 기상 정보에 기반하여 건물의 냉방 부하 또는 난방 부하를 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 개시의 일 실시 예에 따른 건물 위치의 기상 정보에 기반하여 건물의 냉방 부하 또는 난방 부하를 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 본 개시의 일 실시 예에 따른 건물 위치의 기상 정보에 기반하여 건물의 냉방 부하 또는 난방 부하를 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0023] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0024] 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" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0025] 도 1은 본 개시의 실시 예에 따른 공기 조화기를 시뮬레이션(simulation)하는 방법을 수행하거나 장치를 실시하기 위한 환경의 예시도이다.

[0026] 본 개시의 실시 예에 따른 공기 조화기를 시뮬레이션하는 방법을 수행하거나 장치를 실시하기 위한 환경은 시뮬레이션 장치(100) 및 사이클 시뮬레이션 모델을 전송하는 서버(200)를 포함할 수 있다.

[0027] 사이클 시뮬레이션 모델은 멀티 히트 펌프의 열 역학적 거동을 모사한 모델로서 제어 로직(logic)을 통해 생성된 실내기 또는 실외기의 제어 신호를 입력으로 하여 제어 신호에 대한 실내기 또는 실외기의 액츄에이터(actiator)의 동작을 모사하고 그에 따른 변화를 센싱 값으로 출력하는 모델일 수 있다.

[0028] 사이클 시뮬레이션 모델은 실내기 또는 실외기의 구조 또는 버전에 따라 서로 다른 복수의 모델이 존재할 수 있다.

[0029] 서버(200)는 시뮬레이션 장치(100)의 요청에 따라 개발된 공기 조화기의 제어 로직을 테스트하기에 적합한 사이클 시뮬레이션 모델을 시뮬레이션 장치(100)로 전송할 수 있다.

[0030] 시뮬레이션 장치(100)는 서버로부터 수신하거나 미리 저장되어 있는 사이클 시뮬레이션 모델에 개발된 실내기 또는 실외기의 액츄에이터를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 액츄에이터 제어 로직을 포함할 수 있다.

[0031] 액츄에이터 제어 로직은 실내기 또는 실외기의 실제 제품의 제어 PCB(Printed Circuit Board)에 구현된 모듈일 수 있으며, 또는 하드웨어, 소프트웨어 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로 구현될 수 있다. 액츄에이터 제어 로직은 온도, 습도 등의 환경 조건에 적합하게 실내기 또는 실외기의 액츄에이터를 구동하는 제어 신호를 생

성할 수 있다.

[0032] 액츄에이터 제어 로직은 정상 냉방 운전 및 난방 운전뿐 아니라 압축기 보호, 제상운전, 오일회수 등 같은 다양한 상황에 자동적으로 대응하도록 액츄에이터들을 구동하는 제어 신호를 생성할 수 있다.

[0033] 시뮬레이션 장치(100)는 실제 제품이 설치될 환경의 영향에 따른 공기 조화기의 실사용 효율을 산출하기 위해, 제품이 설치될 건물에서 발생되는 부하를 예측하기 위한 건물 모델을 포함할 수 있다. 건물 모델은 BIM(Building Information Modeling) 장치로부터 수신한 건물 BIM 모델 또는 표준 건물 라이브러리에서 선택된 건물 표준 모델일 수 있고 추후 자세히 설명한다.

[0034] 본 개시의 실시 예에 따른 공기 조화기를 시뮬레이션하는 방법을 수행하거나 장치를 실시하기 위한 환경은 시뮬레이션 장치(100)를 모니터링하는 모니터링 장치를 추가적으로 포함할 수 있다.

[0035] 모니터링 장치는 시뮬레이션 장치(100)의 사이클 시뮬레이션 모델의 출력에 대한 액츄에이터 제어 로직의 제어 신호들을 모니터링 하고 제어 로직에 대한 평가를 수행할 수 있다. 제어 로직의 평가를 위한 평가 항목 또는 평가 조건은 모니터링 장치에 미리 저장될 수 있다.

[0036] 도 2는 본 개시의 일 실시 예에 따른 공기 조화기를 시뮬레이션하는 시뮬레이션 장치(100)의 구성을 나타낸 블록도이다.

[0037] 도 2를 참조하면, 본 개시의 일 실시 예에 따른 공기 조화기를 시뮬레이션하는 시뮬레이션 장치(100)는 사이클 시뮬레이션 모델(121)의 출력에 기반하여 실내기 또는 실외기의 액츄에이터를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 제어 로직을 수행하고, 사이클 시뮬레이션 모델(121)에 기반하여 공기 조화기의 거동을 모사하는 프로세서(110), 사이클 시뮬레이션 모델(121) 및 건물 모델(122)를 저장하는 메모리(120)를 포함할 수 있다.

[0038] 시뮬레이션 장치(100)는 공기 조화기의 실내기의 액츄에이터들을 제어하는 제어 로직을 구현한 실내기 제어 모듈(130), 실외기의 액츄에이터들을 제어하는 제어 로직을 구현한 실외기 제어 모듈(130)을 포함할 수 있다.

[0039] 실내기 제어 모듈(130) 또는 실외기 제어 모듈(140)은 공기 조화기와 관련된 센서들의 센싱 값에 기반하여 각각 공기 조화기의 실내기 및 실외기의 제어를 위한 액츄에이터 제어 신호를 생성하는 제어 로직이 소프트웨어 또는 하드웨어 또는 소프트웨어 및 하드웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0040] 실내기 제어 모듈(130) 또는 실외기 제어 모듈(140)은 적어도 하나 이상의 실내기별 운전 모드, 용량 판단을 하고 시동 및 정지 제어, 정시제어, 비상제어를 수행하기 위한 액츄에이터 제어 신호를 생성할 수 있다.

[0041] 사이클 시뮬레이션 모델(121) 또는 건물 모델(122)는 서버(200)에서 수신하거나 시뮬레이션 장치(100)에 탑재될 수 있다.

[0042] 사이클 시뮬레이션 모델(121) 또는 건물 모델(122)은 하드웨어, 소프트웨어 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로 구현될 수 있으며, 사이클 시뮬레이션 모델(121) 또는 건물 모델(122)의 일부 또는 전부가 소프트웨어로 구현되는 경우 사이클 시뮬레이션 모델(121) 또는 건물 모델(122)을 구성하는 하나 이상의 명령어는 메모리(120)에 저장될 수 있다.

[0043] 사이클 시뮬레이션 모델은 베이퍼 인젝션(vapor injection) 압축기, 냉난방 동시형 사이클, 실내기 배관, 열교환기 분지 모델링, 열교환기 성능, 팬 풍량 소비전력 및 유속 분포 중 적어도 어느 하나에 대한 모델링을 포함할 수 있다.

[0044] 프로세서(110)는 사이클 시뮬레이션 모델(121)을 사용하여 결정되거나, 생성된 정보에 기초하여 실내기 또는 실외기의 액츄에이터의 실행 가능한 동작을 수행하기 위한 제어 신호를 결정할 수 있다.

[0045] 액츄에이터 제어 신호는 압축기 주파수, 팽창변 개도, 공기조화기의 실내기 팬 RPM 및 공기 조화기의 실외기 팬 RPM 중에서 적어도 하나를 제어하는 신호일 수 있다.

[0046] 프로세서(110)는 액츄에이터 제어 신호를 생성하기 위해 실내기 제어 모듈(130) 또는 실외기 제어 모듈(140)에 각각 별개로 존재할 수 있으며, 사이클 시뮬레이션 모델(121)을 구동하여 센싱 값을 생성하기 위해 별개로 존재할 수 있다.

[0047] 프로세서(110)는 데이터를 처리할 수 있는 모든 종류의 장치를 포함할 수 있다. 프로세서(110)는, 예를 들어 프로그램 내에 포함된 코드 또는 명령으로 표현된 기능을 수행하기 위해 물리적으로 구조화된 회로를 갖는, 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치를 의미할 수 있다. 이와 같이 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치의 일 예로

써, 마이크로 프로세서(microprocessor), 중앙처리장치(central processing unit: CPU), 프로세서 코어(processor core), 멀티프로세서(multiprocessor), ASIC(applicationspecific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array) 등의 처리 장치를 포함할 수 있다.

[0048] 프로세서(110)는 사이클 시뮬레이션 모델(121)에 기반하여 실내기 제어 모듈(130) 또는 실외기 제어 모듈(140)에서 수행되는 제어 로직이 생성한 제어 신호에 대응하여 실내기 또는 실외기를 포함하는 공기 조화기의 거동을 모사하는, 즉 액츄에이터들의 동작을 모사하고 액츄에이터들의 동작으로 인한 실내기 또는 실내기의 변화를 반영하는 센싱 값을 산출할 수 있다.

[0049] 프로세서(110)는 건물 모델(122)에 기반하여 공기 조화기의 실사용 효율을 산출하기 위해 공기 조화기가 설치되는 환경을 모사하는, 즉 건물에서 생성되는 부하를 산출할 수 있다.

[0050] 통신부(150)는 프로세서(110), 실내기 제어 모듈(130) 및 실외기 제어 모듈(140) 사이에서 제어 신호, 센싱 값을 전송하도록 제어할 수 있다. 통신부(150)는 UART(Universal asynchronous receiver/transmitter), USB(Universal Serial Bus), PI 486 게이트웨이 등을 포함할 수 있다.

[0051] 도 3을 참조하여 본 개시의 일 실시 예에 따른 공기 조화기를 시뮬레이션하는 방법을 설명한다.

[0052] 시뮬레이션 장치(100)는 실내기 제어 모듈(130) 및 실외기 제어 모듈(140)의 제어 로직을 테스트하기 위한 실험 조건(실내 및 실외의 온도, 습도 등)을 입력받을 수 있다.

[0053] 시뮬레이션 장치(100)의 실내기 제어 모듈(130) 또는 실외기 제어 모듈(140)은 각각 포함하고 있는 제어 로직에 기반하여 실험 조건에서의 액츄에이터 제어 신호를 생성할 수 있다.

[0054] 시뮬레이션 장치(100)는 액츄에이터 제어 신호를 사이클 시뮬레이션 모델(121)에 입력하고, 액츄에이터 제어 신호를 통해 모사된 실내기 또는 실외기의 액츄에이터 구동에 따른 변화를 반영하는 센싱 값을 사이클 시뮬레이션 모델(121)에 기반하여 예측할 수 있다(S310).

[0055] 시뮬레이션 장치(100)의 실내기 제어 모듈(130) 또는 실외기 제어 모듈(140)은 각각 포함하고 있는 제어 로직에 기반하여, 사이클 시뮬레이션 모델(121)에 기반하여 예측된 센싱 값에 대응하여 액츄에이터의 구동 변화를 야기하기 위한 액츄에이터 제어 신호를 생성할 수 있다(S320).

[0056] 시뮬레이션 장치(100)는 사이클 시뮬레이션 모델(121)에 기반하여 액츄에이터 제어 신호에 대응한 실내기 또는 실외기의 구동을 모사하고, 모사된 실내기 또는 실외기의 액츄에이터 구동에 따른 변화를 반영하는 센싱 값을 사이클 시뮬레이션 모델(121)에 기반하여 예측할 수 있다(S330).

[0057] 시뮬레이션 장치(100)는 사이클 시뮬레이션 모델(121)에 기반하여 예측된 센싱 값이 미리 설정된 조건에 도달하거나, 미리 설정된 시간에 도달하는 경우 시뮬레이션을 종료하고 모니터링 결과를 출력할 수 있다.

[0058] 시뮬레이션 장치(100)는 실제 공기 조화기가 설치되는 환경의 정보에 기반하여 공기 조화기가 설치되는 건물에서 발생되는 부하를 계산하고, 환경의 영향을 고려한 공기 조화기의 실사용 효율을 산출할 수 있다.

[0059] 일 실시 예에서, 시뮬레이션 장치(100)는 공기 조화기의 일년을 기준으로 하는 연간 실사용 효율을 산출할 수 있다.

[0060] 시뮬레이션 장치(100)는 공기 조화기가 설치되는 환경의 정보에 기반하여 건물 모델(122)에서 건물의 실시간 부하를 산출하고, 실내기 제어 모듈(130) 또는 실외기 제어 모듈(140)에서 생성한 액츄에이터 제어 신호와 함께 건물의 실시간 부하를 사이클 시뮬레이션 모델(121)에 입력하여 공기 조화기의 사이클에서 처리한 열량을 다시 건물 모델(122)에 반영할 수 있다.

[0061] 시뮬레이션 장치(100)는 공기 조화기가 설치되는 건물의 구조와 관련된 건물 정보, 해당 건물에 설치되는 공기 조화기의 배관 크기, 공기 조화기의 용량, 실내기의 설치 위치, 실내기 정보 및 대수 등 공기 조화기의 설치 정보를 건물 모델(122)에 입력하여 건물에서 생성되는 부하를 시뮬레이션할 수 있다.

[0062] 건물 모델(122)은 공기 조화기 최적 설계 지원 등의 기능을 가질 수 있고, 후방 차분 방법(backward difference method)에 기반하여 구조체의 열 전도를 계산하고 열 평형 방법(heat balance method)에 기반하여 건물의 실내 부하를 산출할 수 있다.

[0063] 건물 모델(122)은 구조체, 내부 운영 스케줄, 조명, 창문, 습도를 모델링할 수 있고, 미리 설정된 시간 단위 별 건물에 필요한 냉방 부하 또는 난방 부하를 산출할 수 있다.

[0064] 시뮬레이션 장치(100)는 외부의 BIM 장치로부터 수신한 건물 BIM 모델 또는 표준 건물 라이브러리에서 선택된 건물 표준 모델에 기반하여 건물 정보를 건물 모델(122)에 반영할 수 있다.

[0065] 시뮬레이션 장치(100)는 도 4와 같은 표준 건물 라이브러리에서 선택된 건물 표준 모델에 기반하여 건물 정보를 건물 모델(122)에 반영할 수 있다.

[0066] 표준 건물 라이브러리는 건물의 크기 및 용도에 따라 미리 설정된 복수의 건물 표준 모델을 포함할 수 있고, 사용자가 공기 조화기가 설치될 건물의 유형 및 구조 등의 건물 정보를 정확히 알 수 없는 경우, 공기 조화기가 설치될 건물과 근사한 구조를 가진 건물 표준 모델에 기반하여 건물에서 생성되는 부하를 산출할 수 있다.

[0067] 도 4를 참조하면, 예를 들어, 복수의 건물 표준 모델 중에서 공기 조화기가 설치될 건물과 근사한 구조를 가진 건물 표준 모델을 선택하고, 해당 건물 표준 모델에 미리 설정된 건물의 창문 면적, 열 전달 계수, 전체 면적 등의 건물 정보를 건물 모델(122)에 반영할 수 있다.

[0068] 시뮬레이션 장치(100)는 사용자의 입력에 따라 표준 건물 라이브러리에서 선택된 건물 표준 모델의 층수, 바닥 면적 등의 일부 구조를 변경할 수 있다. 따라서, 건물 표준 모델을 이용하는 경우에도 공기 조화기가 설치될 건물의 환경에 가까운 건물 정보를 반영할 수 있는 효과가 있다.

[0069] 시뮬레이션 장치(100)는 도 5와 같은 BIM 장치에서 수신한 건물의 BIM 모델에 기반하여 건물 정보를 건물 모델(122)에 반영할 수 있다.

[0070] 도 4를 참조하면, 시뮬레이션 장치(100)는 예를 들어, 공기 조화기가 설치될 건물의 BIM 모델에서 공기 조화기의 장비 정보(모델 정보), 배관 설치 정보(배관의 배치 형태, 배관의 관경, 배관의 방향 등), 분지관 형태 및 분지 횟수 등의 공기 조화기 설치 정보를 추출할 수 있다.

[0071] 시뮬레이션 장치(100)는 건물의 부하를 산출하기에 적합하도록 건물의 BIM 모델을 서피스 모델(surface model)로 변환하고, 변환된 서피스 모델로부터 건물 체적, 벽의 면적, 창문의 개수, 창문의 크기 등을 반영하여 건물 정보를 생성할 수 있다.

[0072] 시뮬레이션 장치(100)는 건물 정보, 건물 위치의 기상 정보 및 건물 모델(122)에 기반하여 건물에서 생성되는 냉방 부하 또는 난방 부하를 산출할 수 있다.

[0073] 기상 정보는 공기 조화기가 설치된 건물이 위치한 도시의 기상 정보일 수 있다.

[0074] 시뮬레이션 장치(100)는 기상 정보 서버로부터 공기 조화기가 설치된 건물이 위치한 도시의 기상 데이터를 입력받고, 기상 데이터의 전체 데이터가 아닌 미리 설정된 구간을 대표하는 구간 대표 기상 정보에 기반하여 건물에서 생성되는 냉방 부하 또는 난방 부하를 산출할 수 있다.

[0075] 시뮬레이션 장치(100)는 수신한 기상 데이터의 일평균 기온에 따른 빈도수에 기반하여 상기 일평균 기온의 변화를 미리 설정된 개수의 구간으로 구분하고, 각 구간의 일평균 기온, 일교차 및 일사량 중 적어도 어느 하나에 기반하여 각 구간의 대표일을 선정할 수 있다.

[0076] 일 실시예에서, 시뮬레이션 장치(100)는 연간 기상 데이터에서 일 평균 기온이 매우 높거나 매우 낮은 일부 날들(days)을 제외한 날들을 미리 설정된 개수의 구간으로 구분한 후 선정된 각 구간의 대표일 및 일 평균 기온이 가장 높은 날, 일 평균 기온이 가장 낮은 날의 기상 정보를 기상 모델(122)에 반영할 수 있다.

[0077] 도 6을 참조하면, 예를 들어, 일 평균 기온이 매우 높거나 매우 낮은 일부 날들을 제외한 4개의 구간(620, 630, 640, 650)에서 각 구간의 대표일을 선정하고, 일 평균 기온이 매우 높거나 매우 낮은 날들이 속한 구간(610, 660)의 대표일은 일 평균 기온이 가장 높은 날, 일 평균 기온이 가장 낮은 날을 선정할 수 있다.

[0078] 시뮬레이션 장치(100)는 각 구간의 일 평균 온도, 일교차, 일사량의 평균치와 비슷한 일 평균 온도, 일교차, 일사량을 갖는 날을 각 구간을 대표하는 구간별 대표일로 선택할 수 있다.

[0079] 시뮬레이션 장치(100)는 선정된 각 구간의 대표일의 도 7과 같은 기상 정보, 예를 들어 상대 습도의 변화, 일사량의 변화, 외기 온도의 변화 등을 기상 모델(122)에 반영할 수 있다.

[0080] 시뮬레이션 장치(100)는 기상 정보 및 건물 정보를 건물 모델에 반영하여 건물의 실시간 냉방 부하 또는 난방 부하를 산출할 수 있다.

[0081] 시뮬레이션 장치(100)는 건물의 부하를 기준으로 실내기 제어 모듈(130) 또는 실외기 제어 모듈(140)의 로직 별

사이클 거동을 사이클 시뮬레이션 모델(121)에 기반하여 재현된 시간 별 사이클에서 처리한 열량 값 및 소비전력 값을 산출할 수 있다. 시뮬레이션 장치(100)는 산출된 시간 별 사이클에서 처리한 열량 값 및 소비전력 값에 기반하여 제어 로직 별 환경에 따른 공기 조화기의 실사용 효율을 산출할 수 있다.

[0082] 도 8은 각 도시들의 365일 모두의 기상 정보를 이용하여 산출된 부하 결과와 기상 데이터를 일정 구간으로 구별하여 선정된 대표일의 기상 정보를 이용하여 산출된 부하 결과를 비교 실험한 결과이고, 모든 도시에서 10% 이내의 차이를 갖는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 공기 조화기가 설치된 건물이 위치한 도시의 연간 기상 정보를 모두 반영하지 않고 미리 설정된 개수의 구간의 대표일의 기상 정보를 이용하여 건물의 부하를 산출함으로써, 적은 연산량을 통해서도 환경을 반영한 정확도가 높은 공기 조화기의 실사용 효율을 산출할 수 있다.

[0083] 전술한 본 발명은, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는, 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체의 예로는, HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Disk), SDD(Silicon Disk Drive), ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있다. 또한, 상기 컴퓨터는 시뮬레이션 장치(100)의 프로세서(110)를 포함할 수도 있다.

[0084] 한편, 상기 프로그램은 본 개시를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 통상의 기술자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수 있다. 프로그램의 예에는, 컴파일러에 의하여 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용하여 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함될 수 있다.

[0085] 본 개시의 명세서(특히 특허청구범위에서)에서 "상기"의 용어 및 이와 유사한 지시 용어의 사용은 단수 및 복수 모두에 해당하는 것일 수 있다. 또한, 본 개시에서 범위(range)를 기재한 경우 상기 범위에 속하는 개별적인 값을 적용한 발명을 포함하는 것으로서(이에 반하는 기재가 없다면), 발명의 상세한 설명에 상기 범위를 구성하는 각 개별적인 값을 기재한 것과 같다.

[0086] 본 개시에 따른 방법을 구성하는 단계들에 대하여 명백하게 순서를 기재하거나 반하는 기재가 없다면, 상기 단계들은 적당한 순서로 행해질 수 있다. 반드시 상기 단계들의 기재 순서에 따라 본 개시가 한정되는 것은 아니다. 본 개시에서 모든 예들 또는 예시적인 용어(예들 들어, 등등)의 사용은 단순히 본 개시를 상세히 설명하기 위한 것으로서 특허청구범위에 의해 한정되지 않는 이상 상기 예들 또는 예시적인 용어로 인해 본 개시의 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한, 통상의 기술자는 다양한 수정, 조합 및 변경이 부가된 특허청구범위 또는 그 균등물의 범주 내에서 설계 조건 및 인자(factor)에 따라 구성될 수 있음을 알 수 있다.

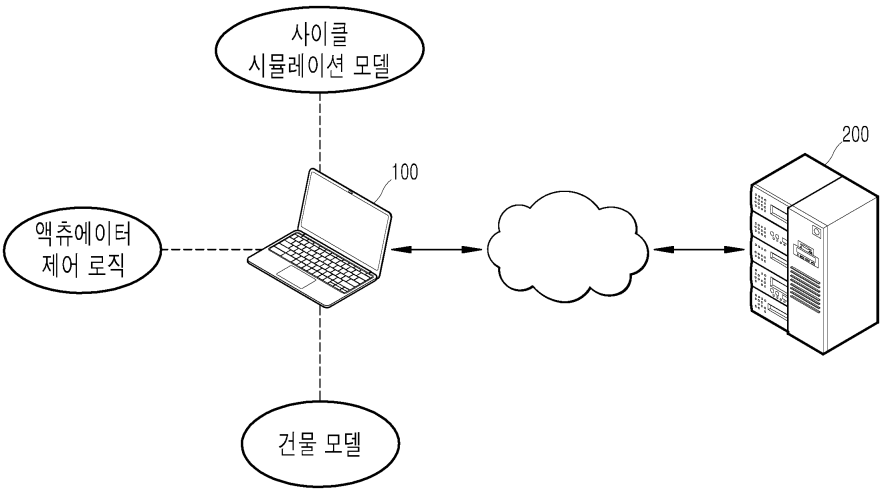
[0087] 따라서, 본 개시의 사상은 상기 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 또는 이로부터 등가적으로 변경된 모든 범위는 본 개시의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0088] 100: 시뮬레이션 장치 200: 서버

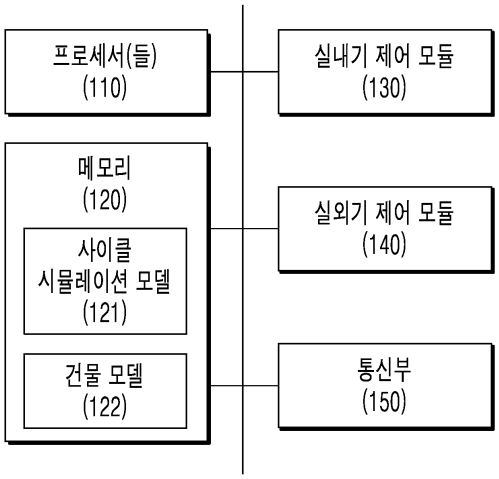
도면

도면1

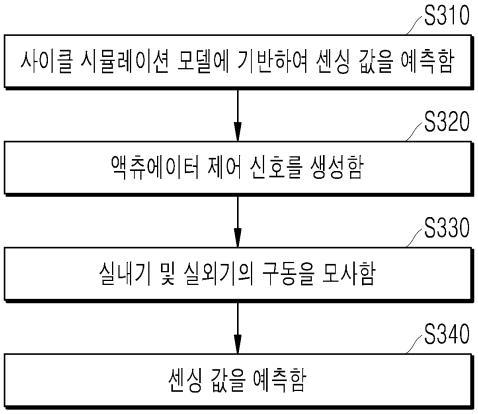


도면2

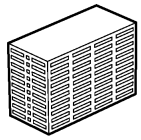
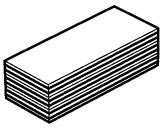
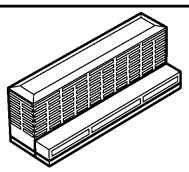
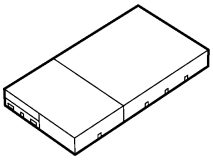
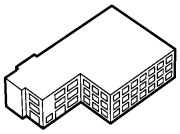
100



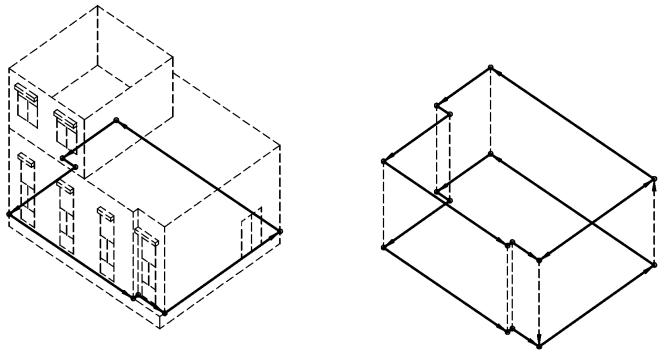
도면3



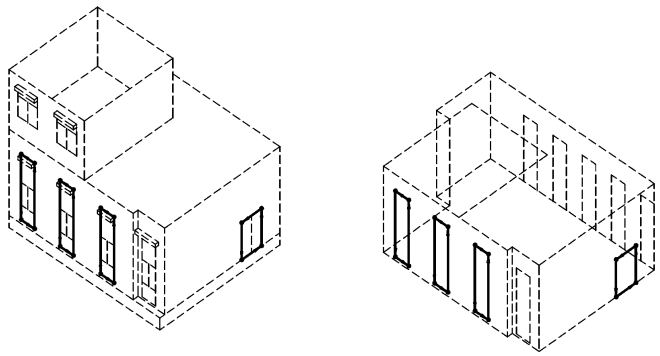
도면4

건물 형태	건물 종류
	고층 빌딩
	중형 오피스
	대형 호텔
	창고
	병원

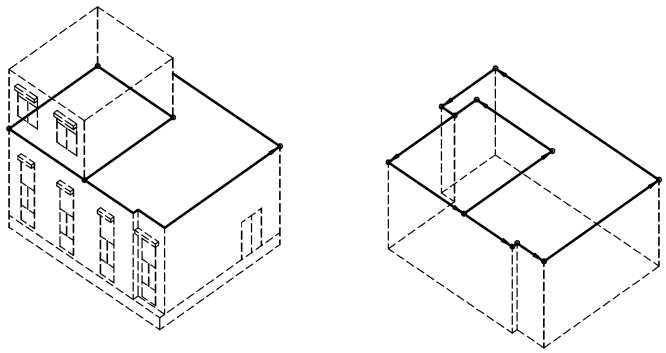
도면5



(a)

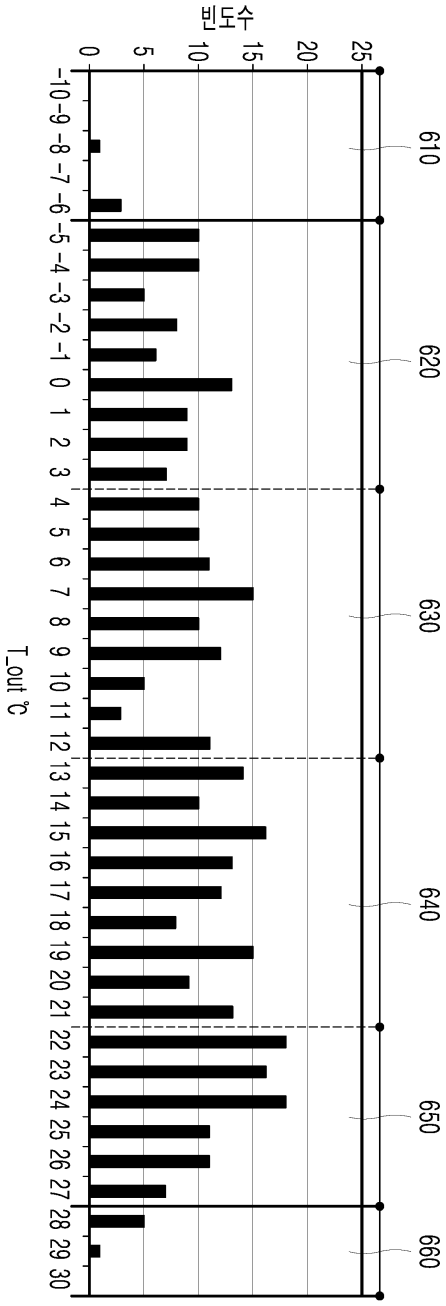


(b)

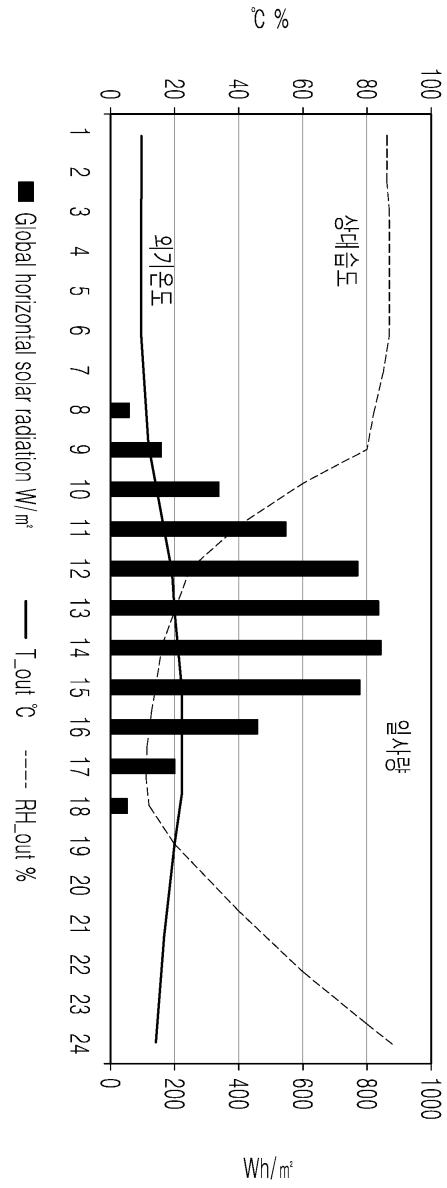


(c)

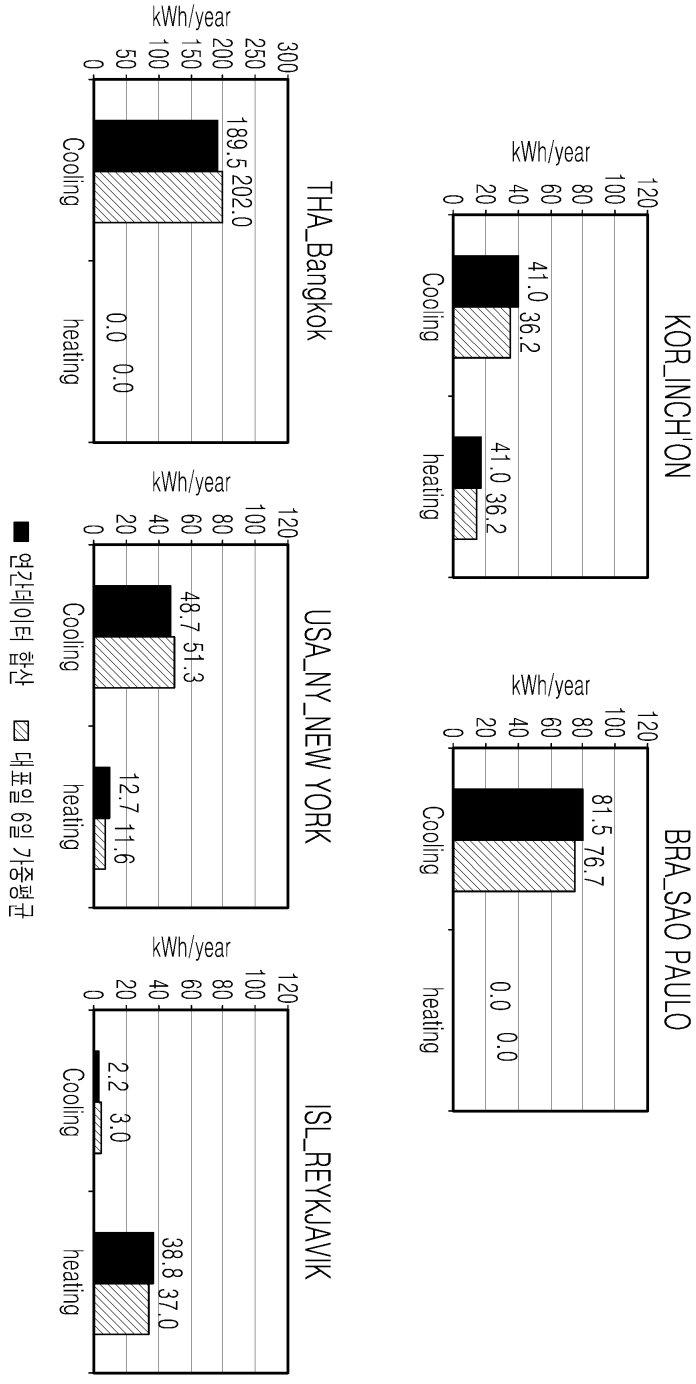
도면6


빈도수
0
5
10
15
20
25
T_out ℃
-10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
610
620
630
640
650
660

도면7


℃ %
100
80
60
40
20
0
상대습도
외기온도
일사량
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
0
200
400
600
800
1000
Wh/㎡
Global horizontal solar radiation W/㎡
T_out ℃
RH_out %

도면8


kWh/year
KOR_INCH'ON
Cooling
heating
41.0
36.2
41.0
36.2
BRA_SAO PAULO
81.5
76.7
0.0
0.0
THA_Bangkok
189.5
202.0
0.0
0.0
USA_NY_NEW YORK
48.7
51.3
12.7
11.6
ISL_REYKJAVIK
2.2
3.0
38.8
37.0
연간데이터 합산
대표일 6일 가중평균