



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0040116
(43) 공개일자 2020년04월17일

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05B 19/418 (2006.01) G05B 23/02 (2006.01)
G05D 23/13 (2006.01) G05D 7/06 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
G05B 19/41885 (2013.01)
G05B 23/0227 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2018-0119999
(22) 출원일자 2018년10월08일
심사청구일자 없음</p> | <p>(71) 출원인
에스케이텔레콤 주식회사
서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가)
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)</p> <p>(72) 발명자
윤상수
서울 중구 을지로 65 SKT타워
공동석
서울 중구 을지로 65 SKT타워
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
이철희</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 건물설비 제어방법 및 장치

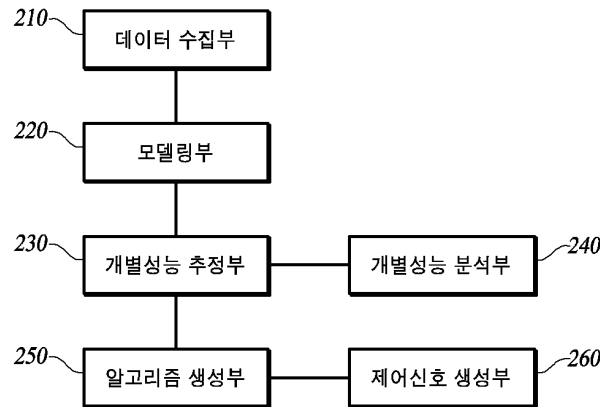
(57) 요약

건물설비 제어방법 및 장치를 개시한다.

본 실시예에 의하면, 본 실시예는 가우시안 프로세스 모델(Gaussian Process Model)을 이용하여 개별 온도 및 유량의 계측장비가 설치되지 않은 다수의 히트펌프 성능을 추정하고, 이를 기반으로 다수의 히트펌프에 대한 교변 제어를 수행하는 건물설비 제어방법 및 장치를 제공한다.

대표도 - 도2

110



(52) CPC특허분류

G05B 23/0235 (2013.01)

G05D 23/1313 (2013.01)

G05D 7/0617 (2013.01)

(72) 발명자

최선규

서울 중구 을지로 65 SKT타워

황승호

서울 중구 을지로 65 SKT타워

박성호

경기도 광명시 양지로 16 광명역써밋플레이스 오피스텔 112동 812호

박철수

경기도 안양시 동안구 귀인로 157 목연우성7차아파트 705동 1103호

안기연

경기도 수원시 장안구 서부로 2067 삼성아파트 206동 1002호

명세서

청구범위

청구항 1

건물의 설비정보를 수집하는 데이터 수집부;

수집된 설비정보를 기반으로 설비성능 학습모델을 모델링(Modeling)하는 모델링부;

상기 설비성능 학습모델을 기반으로 상기 건물 내 설비 각각의 출력 열량을 추정한 열량 추정정보를 생성하는 개별성능 추정부;

상기 열량 추정정보를 분석하여 설비 성능이상 여부를 판단하는 개별성능 분석부;

상기 열량 추정정보를 기반으로 설비를 제어하기 위한 제어 알고리즘(Algorithm)을 생성하는 알고리즘 생성부; 및

상기 제어 알고리즘을 기반으로 제어신호를 생성하는 제어신호 생성부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 건물설비 제어장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 모델링부는,

상기 설비정보를 입력정보 및 출력정보로 구분하고, 상기 입력정보 또는 상기 출력정보를 기반으로 가우시안 프로세스 모델(Gaussian Process Model)을 모델링하는 것을 특징으로 하는 건물설비 제어장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 입력정보는,

상기 건물 내 설비의 대수정보, 구동상태(On-Off) 정보, 유량정보 및 온도정보 중 적어도 하나 이상을 포함하고,

상기 출력정보는,

상기 설비정보를 기반으로 산출된 상기 설비의 열량정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 건물설비 제어장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 개별성능 추정부는,

상기 설비성능 학습모델에 설비의 대수정보 및 구동상태 정보를 포함하는 검증용 입력정보를 대입하여 상기 열량 추정정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 건물설비 제어장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 개별성능 분석부는,

상기 열량 추정정보 및 상기 건물 내 설비의 성능정보를 비교하여 상기 열량 추정정보가 상기 성능정보의 범위 내에 포함되는 경우, 설비성능을 정상으로 판단하고,

상기 열량 추정정보가 상기 성능정보의 범위를 벗어난 경우, 설비성능 이상으로 판단하는 것을 특징으로 하는

건물설비 제어장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 알고리즘 생성부는,

상기 열량 추정정보를 기반으로 설비가동 순서를 결정하기 위한 교번제어 알고리즘을 생성하는 것을 특징으로 하는 건물설비 제어장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제어신호 생성부는,

상기 제어 알고리즘을 기반으로 상기 건물의 설비에 대한 개별 운전신호를 상기 제어신호로서 생성하고, 상기 개별 운전신호를 상기 건물 내 설비 또는 사용자 단말기로 전송하는 것을 특징으로 하는 건물설비 제어장치.

청구항 8

건물의 설비정보를 수집하는 데이터 수집과정;

수집된 설비정보를 기반으로 설비성능 학습모델을 모델링(Modeling)하는 모델링 과정;

상기 설비성능 학습모델을 기반으로 상기 건물 내 설비 각각의 출력 열량을 추정한 열량 추정정보를 생성하는 개별성능 추정과정;

상기 열량 추정정보를 분석하여 설비 성능이상 여부를 판단하는 개별성능 분석과정;

상기 열량 추정정보를 기반으로 설비를 제어하기 위한 제어 알고리즘(Algorithm)을 생성하는 알고리즘 생성과정; 및

상기 제어 알고리즘을 기반으로 제어신호를 생성하는 제어신호 생성과정

을 포함하는 것을 특징으로 하는 건물설비 제어방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 실시예는 건물설비 제어방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이하에 기술되는 내용은 단순히 본 실시예와 관련되는 배경 정보만을 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것이 아니다.

[0003] 에너지 효율적 건물 운영을 위해 BEMS(Building Energy Management System)를 활용하여 설비 시스템의 동적 거동 및 성능을 시뮬레이션(Simulation) 모델로 모사하고, 이를 건물 운영 제어에 적용하려는 시도가 계속되고 있다. 하지만, 시뮬레이션 모델은 개발에 소요되는 비용 및 시간으로 인해 실제 활용되기에는 어려움이 있다.

[0004] 건물 설비 시스템은 사용 연수에 따라 그 성능이 점차 저하되어 초기에 설치된 당시의 성능을 발휘하지 못하는 경우가 있다. 설비 시스템의 성능을 확인하기 위해서는 각 설비 시스템마다 온도 및 유량의 계측 장비를 설치해야 한다. 하지만, 계측장비 설치에 발생하는 비용적 부담과 계측장비 설치의 물리적 어려움으로 인해 건물 설비 시스템의 성능을 정량화하기 곤란하다는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 실시예는 가우시안 프로세스 모델(Gaussian Process Model)을 이용하여 개별 온도 및 유량의 계측장비가 설치되지 않은 다수의 히트펌프 성능을 추정하고, 이를 기반으로 다수의 히트펌프에 대한 교번제어를 수행하는 건물설비 제어방법 및 장치를 제공하는 데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 실시예의 일 측면에 의하면, 건물의 설비정보를 수집하는 데이터 수집부; 수집된 설비정보를 기반으로 설비 성능 학습모델을 모델링(Modeling)하는 모델링부; 상기 설비성능 학습모델을 기반으로 상기 건물 내 설비 각각의 출력 열량을 추정한 열량 추정정보를 생성하는 개별성능 추정부; 상기 열량 추정정보를 분석하여 설비 성능 이상 여부를 판단하는 개별성능 분석부; 상기 열량 추정정보를 기반으로 설비를 제어하기 위한 제어 알고리즘(Algorithm)을 생성하는 알고리즘 생성부; 및 상기 제어 알고리즘을 기반으로 제어신호를 생성하는 제어신호 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 건물설비 제어장치를 제공한다.

[0007] 본 실시예의 다른 측면에 의하면, 건물의 설비정보를 수집하는 데이터 수집과정; 수집된 설비정보를 기반으로 설비성능 학습모델을 모델링(Modeling)하는 모델링 과정; 상기 설비성능 학습모델을 기반으로 상기 건물 내 설비 각각의 출력 열량을 추정한 열량 추정정보를 생성하는 개별성능 추정과정; 상기 열량 추정정보를 분석하여 설비 성능이상 여부를 판단하는 개별성능 분석과정; 상기 열량 추정정보를 기반으로 설비를 제어하기 위한 제어 알고리즘(Algorithm)을 생성하는 알고리즘 생성과정; 및 상기 제어 알고리즘을 기반으로 제어신호를 생성하는 제어신호 생성과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 건물설비 제어방법을 제공한다.

발명의 효과

[0008] 이상에서 설명한 바와 같이 본 실시예에 의하면, 가우시안 프로세스 모델(Gaussian Process Model)을 이용하여 개별 온도 및 유량의 계측장비가 설치되지 않은 다수의 히트펌프 성능을 추정하고, 이를 기반으로 다수의 히트펌프에 대한 교번제어를 수행하는 건물설비 제어방법 및 장치를 제공하는 효과가 있다.

[0009] 본 실시예에 의하면, 다수 또는 개별의 히트펌프를 열원으로 하는 건축물에 대해 개별 측정장치 없이도 계통 전체에 대한 계측정보만 있다면 개별 히트펌프에 대한 성능을 추정할 수 있다.

[0010] 본 실시예에 의하면, 개별 히트펌프의 성능 저하를 확인할 수 있고, 추정된 값을 기반으로 개별 히트펌프들의 교번제어 알고리즘을 생성하여 건물 설비 시스템 제어에 필요한 에너지를 절감하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 본 실시예에 따른 건물설비 제어 시스템의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 실시예에 따른 건물설비 제어장치의 구조를 나타낸 블록 구성도이다.
- 도 3은 본 실시예에 따른 건물설비 제어장치에 의해 제어되는 건물설비 시스템을 예시적으로 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 실시예에 따른 설비성능 학습모델을 학습하여 개별 설비 각각의 성능을 추정하는 방법을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 실시예에 따른 건물설비 제어장치가 개별 설비의 용량을 추정한 결과를 그래프로 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 실시예에 따른 건물설비 제어방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 본 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 본 실시예들을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 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. 본 실시예에서 '포함'이라는 용어는 명세서 상에 기재된 구성요소, 특징, 단계 또는 이들을 조합한 것이 존재한다는 것이지, 하나 또는 복수 개의 구성요소나 다른 특징, 단계 또는 이들을 조합한 것의 존재 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0013] 본 실시예에서 '설비'는 특정 목적을 만족시키기 위해 건물에 설치된 시설을 의미한다. 본 실시예에서는 당업자

의 이해를 돕기 위해 다양한 설비 중 히트펌프(Heat Pump)를 중심으로 설명하지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0014] 도 1은 본 실시예에 따른 건물설비 제어 시스템의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0015] 도 1을 참조하면, 건물설비 제어 시스템은 건물(100), 건물설비 제어장치(110) 및 사용자 단말기(120)를 포함한다.
- [0016] 건물(100)은 건물(100)에 설치된 히트펌프에 관한 설비정보를 측정 및 저장한다. 건물(100)은 설비정보를 측정하기 위한 유량 계측장치 또는 온도 계측장치 등을 포함할 수 있다. 건물(100)은 건물설비 제어장치(110)에 설비정보를 제공하고, 건물설비 제어장치(110) 또는 사용자 단말기(120)로부터 제어신호를 수신하여 히트펌프 시스템을 제어한다. 도 1에서 건물(100)은 하나의 건축 구조물인 것처럼 도시되고 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 복수의 건물(100)을 포함하는 건물군일 수 있다.
- [0017] 건물설비 제어장치(110)는 건물(100)로부터 건물(100)의 히트펌프에 관한 설비정보를 수집한다. 건물설비 제어장치(110)는 수집한 설비정보를 기반으로 설비성능 학습모델을 학습한다. 건물설비 제어장치(110)는 학습한 설비성능 학습모델을 이용하여 히트펌프 각각의 개별 성능을 추정하여 추정정보를 생성한다. 건물설비 제어장치(110)는 추정정보를 기반으로 건물을 제어하기 위한 알고리즘을 생성한다.
- [0018] 건물설비 제어장치(110)는 추정정보를 기반으로 복수 개의 히트펌프 중 성능 이상이 있는 히트펌프를 판단하고, 판단 결과를 사용자 단말기(120)로 전송한다. 건물설비 제어장치(110)는 생성된 제어 알고리즘을 기반으로 제어신호를 생성하여 히트펌프 또는 사용자 단말기(120)로 전송한다. 제어신호가 사용자 단말기(120)로 전송되는 경우, 사용자는 수신된 제어신호를 확인하고 사용자의 필요에 맞게 제어신호를 수정할 수 있다. 건물설비 제어장치(110)에 대한 구체적인 설명은 도 2와 관련하여 후술한다. 한편, 도 1에서 건물설비 제어장치(110)는 별도의 독립적인 장치인 것으로 도시되고 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 히트펌프 시스템에 포함된 일부 모듈 또는 히트펌프에 관한 설비정보를 처리하는 소프트웨어의 형태로 구현될 수 있다.
- [0019] 사용자 단말기(120)는 건물설비 제어장치(110)로부터 제어 알고리즘 또는 제어신호를 수신한다. 또한, 사용자 단말기(120)는 개별 히트펌프의 성능 이상 여부를 판단한 결과를 수신한다. 사용자 단말기(120)는 사용자의 조작 또는 명령에 의해 제어 알고리즘 또는 제어신호를 수정하고, 수정된 제어신호를 히트펌프로 전송한다. 사용자 단말기(120)는 스마트폰(Smart Phone), 태블릿(Tablet), 랩톱(Laptop), 개인용 컴퓨터(PC: Personal Computer), 개인 휴대 단말기(PDA: Portable Multimedia Player), 무선 통신 단말기(Wireless Communication Terminal), 미디어 플레이어, 음성인식 스피커 등과 같은 다양한 전자기기 중 어느 하나일 수 있으며, 건물설비 제어 시스템을 위한 모니터링(Monitoring) 장치일 수 있다.
- [0020] 도 2는 본 실시예에 따른 건물설비 제어장치의 구조를 나타낸 블록 구성도이다.
- [0021] 도 2를 참조하면, 건물설비 제어장치(110)는 데이터 수집부(210), 모델링부(220), 개별성능 추정부(230), 개별성능 분석부(240), 알고리즘 생성부(250) 및 제어신호 생성부(260)를 포함한다. 건물설비 제어장치(110)의 구성요소는 일 실시예에 따른 것으로 본 실시예를 재현하는데 필수적인 구성요소는 아니고, 일부 구성요소가 추가되거나 변경 또는 삭제될 수 있다.
- [0022] 데이터 수집부(210)는 건물(100)로부터 건물(100)의 히트펌프에 관한 설비정보를 수집한다. 여기서 설비정보란 설비와 관련된 정보 즉, 히트펌프의 대수정보, 구동상태(On-Off) 정보 또는 히트펌프 전체 시스템의 유량정보, 온도정보 등을 의미한다. 데이터 수집부(210)는 수집한 설비정보를 기반으로 열량정보를 산출한다.
- [0023] 데이터 수집부(210)는 기존에 온도를 기준으로 히트펌프의 구동 대수를 제어하는 방식에서 열량을 기준으로 제어하기 위해 열량정보를 산출한다. 데이터 수집부(210)는 특정 주기를 기준으로 반복하여 설비정보를 수집하고, 이를 모델링부(220)로 전송한다. 데이터 수집부(210)가 열량정보를 산출하기 위한 일 예는 [수학식 1]과 같다.

수학식 1

$$Q = m \times C_p \times dT$$

[0024]

[0025] (Q: 열량, m: 유량, C_p: 비열, dT: 온도 차이)

[0026] [수학식 1]에서 Q는 히트펌프 각각의 생산열량 합계(히트펌프 시스템 전체의 생산열량), m은 히트펌프를 통과하는 물의 유량, C_p는 물의 비열, dT는 히트펌프를 통과하기 전과 후의 온도 차이를 의미한다. 히트펌프 시스템 및 설비정보에 관해서는 도 3과 관련하여 후술한다.

[0027] 모델링부(220)는 수집된 설비정보를 기반으로 설비성능 학습모델을 모델링(Modeling)한다. 여기서, 설비성능 학습모델이란 히트펌프 시스템 전체의 설비정보를 이용하여 히트펌프 각각의 성능을 추정하기 위한 모델로서, 본 실시예에서는 가우시안 프로세스 모델(Gaussian Process Model)을 이용하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 가우시안 프로세스 모델은 데이터의 확률 및 통계적 상관관계에 의해 개발되는 일종의 회귀모델(Regression Model)이며, 측정 데이터만으로 모델의 개발을 할 수 있는 특징이 있다. 특히, 가우시안 프로세스 모델은 입력 정보에 대응하는 결과정보를 가우시안 분포의 확률적 형태로 출력할 수 있다(도 5 참조). 가우시안 프로세스 모델이 설비정보를 기반으로 학습하기 위한 일 예는 [수학식 2]와 같다.

수학식 2

$$Q_1 \times OnOff_1 + Q_2 \times OnOff_2 + \dots + Q_n \times OnOff_n = Q_{tot}$$

[0028]

[0029] (Q_n: 히트펌프 개별 열량, OnOff_n: 각 히트펌프의 구동상태, Q_{tot}: 히트펌프 시스템의 전체열량)

[0030] 건물은 히트펌프 시스템 전체에 관한 설비정보를 측정하므로, 설비정보를 기반으로 히트펌프 시스템 전체의 생산 열량(Q_{tot})만을 산출할 수 있다. 따라서, 히트펌프 각각의 생산열량(Q_n)은 불확정적이고, 확률적으로 변화하는 값이다. 가우시안 프로세스 모델은 시스템의 입력과 출력의 관계를 확률적으로 표현함으로써 불확실성을 고려하여 히트펌프 시스템 전체의 생산열량(Q_{tot})에서 히트펌프 각각의 생산열량(Q_n)을 추정한다.

[0031] 모델링부(220)는 설비성능 학습모델을 모델링하기 위해 수집된 설비정보를 입력정보와 출력정보로 구분한다. 입력정보는 히트펌프의 대수정보 및 구동상태 정보, 출력정보는 열량정보를 포함한다. 입력정보 및 출력정보는 매트릭스 데이터(Matrix Data)의 형태를 갖는다(도 4 참조). 모델링부(220)는 입력정보와 출력정보를 기반으로 설비성능 학습모델을 모델링한다.

[0032] 개별성능 추정부(230)는 학습된 설비성능 학습모델을 기반으로 각 히트펌프의 개별 열량을 추정하고, 추정한 결과를 추정정보로 생성한다. 보다 상세하게는, 개별성능 추정부(230)는 검증용 입력정보를 설비성능 학습모델에 대입한다. 검증용 입력정보는 히트펌프의 대수정보 및 히트펌프의 구동상태 정보를 나타내는 정보로, 단위행렬(Identity Matrix)의 구조를 갖는다(도 4 참조). 개별성능 추정부(230)는 설비성능 학습모델로부터 출력되는 값을 각 히트펌프의 개별 열량으로 추정한다. 개별성능 추정부(230)는 각 히트펌프의 개별 열량 단위[J]을 용량 단위[kW]로 환산하여 추정정보를 생성한다. 모델링부(220)와 개별성능 추정부(230)에 관해서는 도 4와 관련하여 후술한다.

[0033] 개별성능 분석부(240)는 개별성능 추정부(230)에서 생성된 추정정보를 기반으로 각 히트펌프의 성능 이상 여부를 판단한다. 개별성능 분석부(240)는 각 히트펌프의 열량에 관한 추정정보와 히트펌프의 성능정보를 비교한다. 여기서 성능정보란, 히트펌프를 제조하는 회사가 제공하는 성능표로, 냉방 및 난방에 대한 히트펌프의 가용용량[kW]에 관한 정보를 의미한다. 즉, 개별성능 분석부(240)는 추정정보가 성능정보의 범위를 벗어난 경우, 해당 히트펌프를 성능 이상으로 판단한다. 개별성능 분석부(240)는 성능 이상으로 판단된 히트펌프에 관한 정보를 사용자 단말기(120)로 전송한다.

[0034] 알고리즘 생성부(250)는 개별성능 추정부(230)에서 생성된 추정정보를 기반으로 히트펌프를 제어하기 위한 제어 알고리즘(Algorithm)을 생성한다. 알고리즘 생성부(250)는 추정정보에 포함된 각 히트펌프의 개별 용량 중 높은 값을 출력하는 순서대로 우수한 성능을 가진 히트펌프로 판단한다. 제어 알고리즘은 교번(Sequencing) 제어 알고리즘으로, 건물(100)의 요구 냉난방에 따른 열량을 기준으로 히트펌프의 가동 대수를 결정한다. 즉, 알고리즘 생성부(250)는 우수한 성능의 히트펌프, 즉 높은 열량을 출력하는 히트펌프의 순서대로 가동하여 건물(100)의 요구 냉난방에 따른 열량에 상응하는 히트펌프의 가동대수를 결정한다. 한편, 알고리즘 생성부(250)는 알고리즘

생성 시 개별성능 분석부(240)에서 성능 이상으로 판단된 히트펌프를 제외하고 교번제어 알고리즘을 생성할 수 있다.

- [0035] 제어신호 생성부(260)는 제어 알고리즘을 기반으로 제어신호를 생성하고, 생성된 제어신호를 히트펌프로 전송하거나 사용자 단말기(120)로 전송한다. 제어신호는 히트펌프를 구동하기 위한 운전신호를 의미한다. 각각의 히트펌프는 제어신호 생성부(260)로부터 운전신호를 수신하고, 수신한 운전신호에 대응하여 구동한다. 또한, 사용자 단말기(120)는 제어신호 생성부(260)로부터 제어 알고리즘 및 제어신호를 수신하고, 사용자는 사용자 단말기(120)를 통해 제어 알고리즘 및 제어신호를 확인 또는 수정한다. 제어신호 생성부(260)는 사용자 단말기(120)로부터 확인 또는 수정된 제어신호를 각각의 히트펌프로 전송한다.
- [0036] 도 3의 (a) 및 (b)는 본 실시예에 따른 건물설비 제어장치에 의해 제어되는 건물설비 시스템을 예시적으로 나타낸 도면이다.
- [0037] 도 3의 (a) 및 (b)를 참조하면, 히트펌프 시스템은 10대의 히트펌프가 병렬로 연결된 시스템이다. 히트펌프 시스템은 공조기로부터 물을 환수하고, 환수되는 물의 전체 온도를 측정하여 각각의 히트펌프로 분배한다. 각각의 히트펌프는 입구와 출구에서 온도만을 측정한다. 환수되는 물은 각각의 히트펌프를 경유하여 공조기로 출수되고, 히트펌프 시스템은 출수되는 전체 물의 유량 및 온도를 측정한다. 즉, 히트펌프 시스템에서는 전체 유량을 측정하는 것이므로, 사용자는 히트펌프 시스템 전체의 열량만을 측정할 수 있고, 개별 히트펌프 시스템의 열량을 확인할 수 없다(수학적 1 참조). 따라서, 본 실시예에 따른 건물설비 제어장치(110)는 히트펌프 시스템 전체의 열량정보를 이용하여 각각의 개별 히트펌프의 열량정보를 추정한다.
- [0038] 도 4는 본 실시예에 따른 설비성능 학습모델을 학습하여 개별 설비 각각의 성능을 추정하는 방법을 나타낸 도면이다.
- [0039] 도 4를 참조하면, 설비성능 학습모델은 가우시안 프로세스 모델로, 히트펌프의 설비정보를 이용하여 학습한다. 설비정보는 히트펌프의 대수정보, 구동상태 정보를 입력정보로, 전체 히트펌프 시스템의 열량정보를 출력정보로 하는 매트릭스 데이터로 표현된다. 보다 상세하게는, 매트릭스 데이터는 히트펌프의 대수정보와 구동상태 정보를 기준으로 행을 구성하고, 각각의 히트펌프로부터 수집한 횟수에 따라 열을 구성한다. 예컨대, 첫번째 행의 경우 1110101011/Y₁은 총 10대의 히트펌프가 병렬로 연결되고, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 10번째 히트펌프가 구동되고 있으며, 현재 히트펌프 전체의 열량이 Y₁의 값을 갖는다는 정보를 나타낸다. 설비성능 학습모델은 표현된 매트릭스 데이터를 이용하여 모델링된다. 설비성능 학습모델의 학습이 완료된 후, 검증용 입력정보가 설비성능 학습모델에 입력된다. 검증용 입력정보는 단위 행렬의 형태를 가지므로, 설비성능 학습모델은 검증용 입력정보를 기반으로 개별 히트펌프의 생산열량을 추정할 수 있다.
- [0040] 도 5의 (a) 및 (b)는 본 실시예에 따른 건물설비 제어장치가 개별 설비의 용량을 추정한 결과를 그래프로 나타낸 도면이다.
- [0041] 도 5의 (a)를 참조하면, 건물설비 제어장치(110)는 냉방과 관련된 개별 히트펌프의 추정용량을 가우시안 그래프로 나타낸다. 건물설비 제어장치(110)는 추정된 용량의 평균값이 높을수록 우수한 성능을 지닌 히트펌프로 판단한다. 예컨대, 7번째 히트펌프는 평균 용량이 62.2[kW]로 가장 우수한 성능을 가졌고, 2번째 히트펌프는 평균 용량이 40.3[kW]으로 가장 안 좋은 성능을 가진 것으로 판단된다. 건물설비 제어장치(110)는 건물(100)의 요구 냉방 열량을 측정하고, 요구 냉방 열량에 상응하는 열량을 공급할 수 있도록 히트펌프의 가동 대수 및 가동 순서를 결정한다.
- [0042] 도 5의 (b)를 참조하면, 건물설비 제어장치(110)는 난방과 관련된 개별 히트펌프의 추정용량을 가우시안 그래프로 나타낸다. 난방과 관련하여 8번째 히트펌프는 평균용량이 74.5[kW]로 가장 우수한 성능을 가졌고, 7번째 히트펌프는 평균용량이 50.5[kW]으로 가장 안 좋은 성능을 가진 것으로 판단된다. 건물설비 제어장치(110)는 건물(100)의 요구 난방 열량을 측정하고, 요구 난방 열량에 상응하는 열량을 공급할 수 있도록 히트펌프의 가동 대수 및 가동 순서를 결정한다.
- [0043] 한편, 건물설비 제어장치(110)는 추정된 평균 용량정보와 성능정보를 비교하여 히트펌프의 성능이상 여부를 판단한다. 예컨대, 성능정보가 히트펌프의 냉방 능력 범위를 38.5[kW] 이상 60.2[kW] 이하로 표시하는 경우, 건물설비 제어장치(110)는 38.5[kW] 이상 60.2[kW] 이하의 범위를 벗어난 평균 용량정보를 갖는 히트펌프를 결정하고, 해당 히트펌프들을 성능 이상이 발생한 것으로 판단한다. 건물설비 제어장치(110)는 성능 이상으로 판단된 히트펌프에 대한 정보를 사용자 단말기(120)로 전송한다.

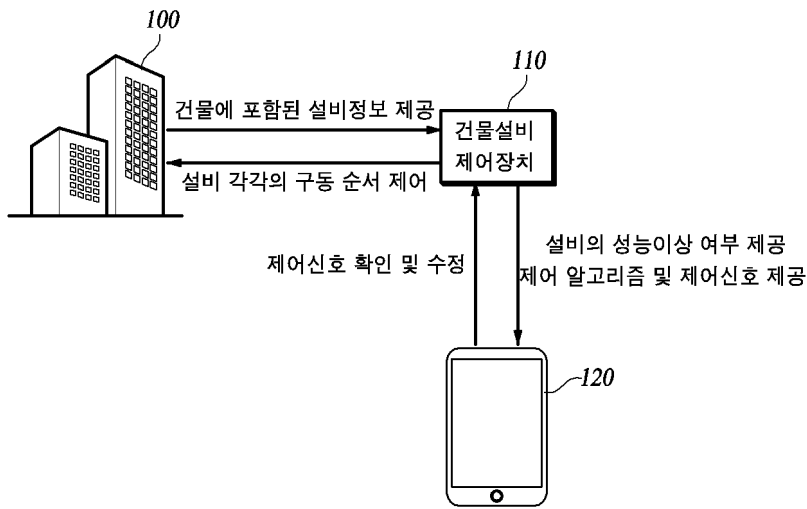
- [0044] 도 6은 본 실시예에 따른 건물설비 제어방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0045] 도 6을 참조하면, 건물설비 제어장치(110)는 건물(100)로부터 건물(100)의 히트펌프에 대한 설비정보를 수집한다(S602). 건물설비 제어장치(110)는 수집한 설비정보를 기반으로 설비성능 학습모델을 모델링한다(S604). 건물설비 제어장치(110)는 학습된 설비성능 학습모델에 검증용 입력정보를 대입하여 개별 히트펌프의 용량을 추정한 추정정보를 생성한다(S606). 건물설비 제어장치(110)는 개별 히트펌프의 용량이 높을 수록 우수한 성능을 지닌 것으로 판단한다. 건물설비 제어장치(110)는 추정정보를 기반으로 개별 히트펌프의 성능 이상 여부를 판단한다(S608). 보다 상세하게는, 건물설비 제어장치(110)는 추정정보가 성능정보의 범위를 벗어난 경우, 해당 히트펌프의 성능 이상이 발생한 것으로 판단한다(S610).
- [0046] 한편, 건물설비 제어장치(110)는 개별 히트펌프 중 성능 이상으로 판단된 히트펌프가 존재하는 경우, 사용자 단말기(120)로 해당 히트펌프의 성능 이상과 관련된 정보를 전송한다(S614). 건물설비 제어장치(110)는 교번제어 알고리즘을 생성함에 있어 성능 이상으로 판단된 히트펌프를 제외할 수 있다(S616). 건물설비 제어장치(110)는 추정정보를 기반으로 교번제어 알고리즘을 생성한다(S612). 건물설비 제어장치(110)는 교번제어 알고리즘을 기반으로 히트펌프를 제어하기 위한 제어신호를 생성하고, 제어신호를 히트펌프로 전송하거나 사용자 단말기(120)로 전송한다(S618). 제어신호가 사용자 단말기(120)로 전송되는 경우, 사용자는 사용자 단말기(120)를 통해 제어신호를 확인하고, 사용자의 의도에 맞게 제어신호를 수정할 수 있다. 개별 히트펌프들은 건물설비 제어장치(110)로부터 수신한 제어신호를 기반으로 순차적으로 구동된다(S620).
- [0047] 도 6에서는 단계 S602 내지 단계 S620을 순차적으로 진행하는 것으로 기재되어 있으나, 이는 본 발명의 일 실시예의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것이다. 본 발명의 일 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서, 단계 S602 내지 단계 S620 중 하나 이상의 단계를 병렬적으로 실행하는 등 다양하게 수정 및 변형하여 적용 가능하다.
- [0048] 이상의 설명은 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- [0049] 100: 건물 110: 건물설비 제어장치
- 120: 사용자 단말기 210: 데이터 수집부
- 220: 모델링부 230: 개별성능 추정부
- 240: 개별성능 분석부 250: 알고리즘 생성부
- 260: 제어신호 생성부

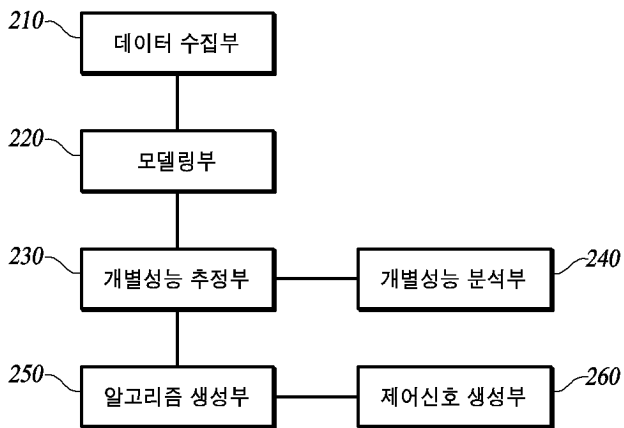
도면

도면1

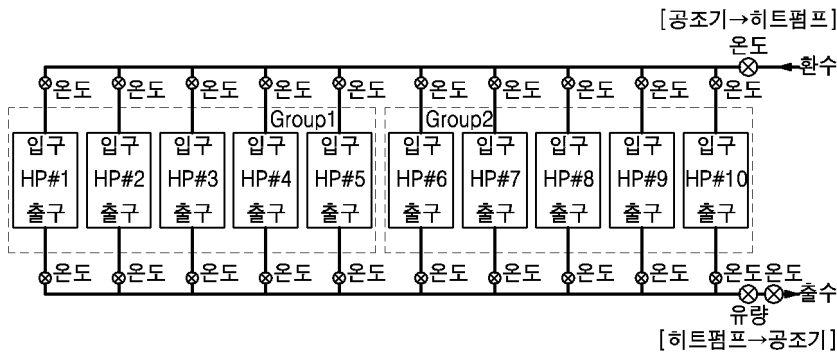


도면2

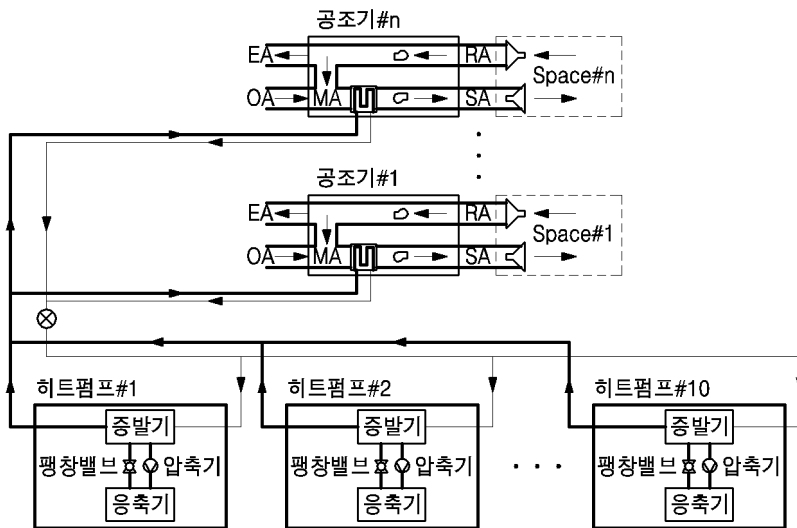
110



도면3

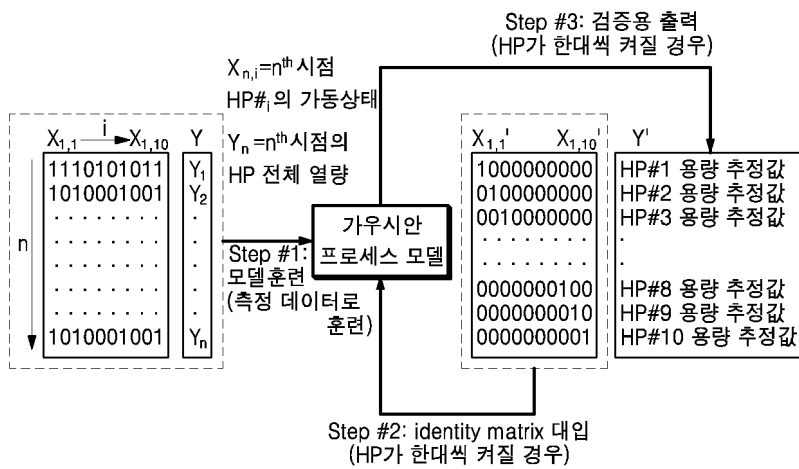


(a)

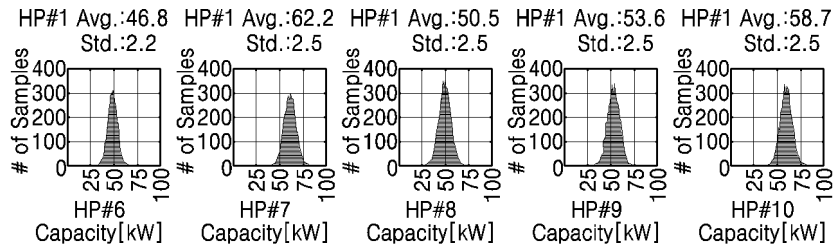
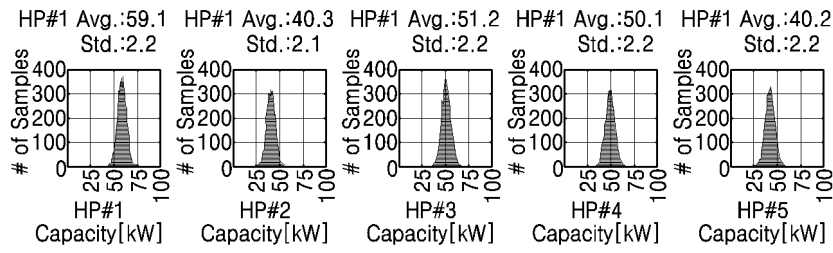


(b)

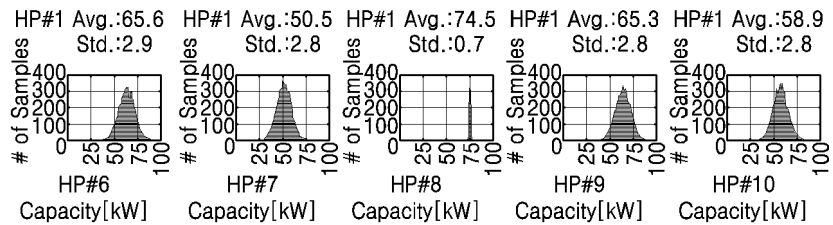
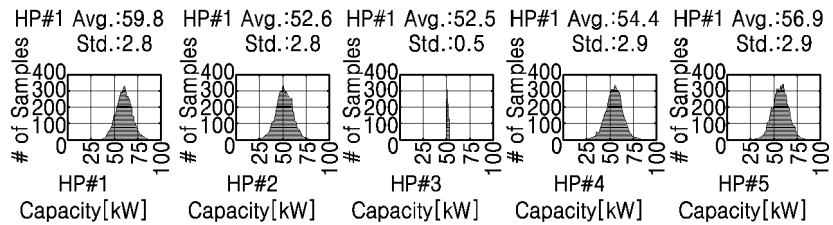
도면4



도면5



(a)



(b)

도면6

