



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월05일

(11) 등록번호 10-2213752

(24) 등록일자 2021년02월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 23/19 (2006.01) F24F 11/00 (2018.01)

(52) CPC특허분류
G05D 23/1917 (2013.01)
F24F 11/52 (2018.01)

(21) 출원번호 10-2015-7032725

(22) 출원일자(국제) 2014년04월15일

심사청구일자 2019년04월15일

(85) 번역문제출일자 2015년11월16일

(65) 공개번호 10-2015-0143788

(43) 공개일자 2015년12월23일

(86) 국제출원번호 PCT/US2014/034244

(87) 국제공개번호 WO 2014/172389

국제공개일자 2014년10월23일

(30) 우선권주장

13/866,602 2013년04월19일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020120123335 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 40 항

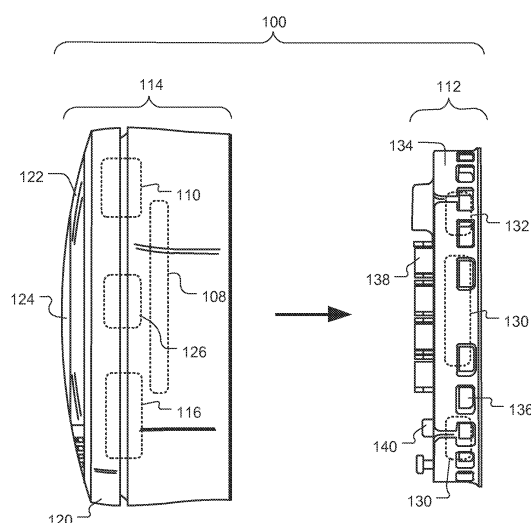
심사관 : 신효영

(54) 발명의 명칭 구조의 열역학 모델들의 생성 및 구현

(57) 요약

구조의 열역학 모델들을 생성하고 구현하기 위한 장치, 시스템들, 방법들 및 관련된 컴퓨터 프로그램 물건들이 개시된다. 본 명세서에서 개시되는 서모스탯들은 HVAC 시스템을 제어하도록 동작 가능하다. HVAC 시스템의 제어에 있어, 세트포인트 온도들의 특정한 스케줄에 대한 계산되는 실내 온도 프로파일을 결정하기 위한 필요성이 발생할 수 있다. 이러한 결정을 내리기 위해, 구조의 열역학 모델이 이용될 수 있다. 열역학 모델은 시간 정보, 온도 정보 및 HVAC 액추에이션 상태 정보를 포함하는 다양한 이력 데이터에 대해 기본 함수들의 세트의 가중화 팩터들을 피팅함으로써 생성될 수 있다. 기본 함수들의 세트는 HVAC 액추에이션 상태의 변화에 응답하여 구조의 실내 온도 궤도를 특징화하며, 액추에이션 상태의 변화 바로 이전에 발생한 실내 온도 변화의 레이트의 캐리오버를 특징화하는 관성 캐리오버 컴포넌트를 포함한다.

대표도 - 도1b



(52) CPC특허분류

F24F 11/58 (2018.01)

(72) 발명자

미니츠, 앨런 제이.

미국 캘리포니아 마운틴 뷰 엠피시어터 파크웨이
1600 (우:94043)

루프, 조셉 에이.

미국 캘리포니아 마운틴 뷰 엠피시어터 파크웨이
1600 (우:94043)

(56) 선행기술조사문헌

US04298946 A

US20080217418 A1

US20120065783 A1

US20120125559 A1*

US20120259469 A1

WO2012092622 A2

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

HVAC(heating, ventilation, and air conditioning) 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법으로서,

HVAC 액추에이션 상태의 인가에 응답하여 구조의 실내 온도 궤도(indoor temperature trajectory)를 예측하는 구조의 열역학 모델에 대한 요청을 수신하는 단계;

상기 HVAC 시스템이 상기 구조의 열 환경을 제어하는 시간의 기간에 대해 시간 정보, 온도 정보, 및 HVAC 액추에이션 상태 정보를 획득하는 단계;

각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 복수의 가중화 팩터들을 결정하는 단계 — 상기 기본 함수들의 가중화된 결합은 상기 HVAC 액추에이션 상태의 변화에 응답하여 상기 구조의 실내 온도 궤도를 특징화하고, 상기 기본 함수들은 상기 액추에이션 상태의 변화 바로 이전에 발생한 실내 온도 변화의 레이트의 캐리오버(carryover)를 특징화하는 관성 캐리오버 컴포넌트를 포함하고, 상기 관성 캐리오버 컴포넌트는 현재 사이클의 시작부에서 두드러지고 결국 사라지며, 상기 관성 캐리오버 컴포넌트는: 상기 현재 사이클의 시작부에서 온도 변화의 초기 레이트에 비례하고; 그리고 상기 현재 사이클의 시작 이래로 경과된 시간과 이른-사이클 활동(early-cycle activity)을 극복하기 위해 정상-상태(steady-state) 활동이 시작되는 상기 현재 사이클의 추정된 시간 간의 차이를 나타내는 시간 상수를 갖는 지수 감쇠(exponential decay)에 반비례함 — ; 및

상기 요청에 응답하여, 상기 각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 결정된 복수의 가중화 팩터들을 포함하는 열역학 모델을 리턴하는 단계

를 포함하는,

HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기본 함수들은 추가로,

실외 온도와 실내 온도 간의 차이를 포함하는,

HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 기본 함수들은 추가로,

구조 온도와 실내 온도 간의 차이를 포함하는,

HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 구조 온도를 추정하는 단계

를 더 포함하고,

상기 기본 함수들은 추정된 구조 온도와 실내 온도 간의 차이를 포함하는,

HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 구조 온도를 추정하는 단계는,

초기 구조 온도를 특정한 시간의 실내 온도로 세팅하는 단계; 및

상기 특정한 시간 이후의 복수의 연속적인 시간들 각각에 대해, 이전의 실내 온도와 이전의 실외 온도의 가중화된 결합으로서 상기 추정된 구조 온도를 결정하는 단계를 포함하는,

HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 기본 함수들은 추가로,

시각(time of day)의 표현을 포함하는,

HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 기본 함수들은 추가로,

환경 팩터들에 의해 영향을 받지 않는 에너지 변화들을 나타내는 상수를 포함하는,

HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법.

청구항 8

구조에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯(intelligent network-connected thermostat)으로서,

상기 HVAC 시스템의 하나 또는 그 초과에 엘리먼트를 엑추에이팅하도록 동작 가능한 HVAC 제어 회로;

상기 구조의 특성들을 측정하기 위한 하나 또는 그 초과에 센서들; 및

상기 HVAC 제어 회로 및 상기 하나 또는 그 초과에 센서들에 커플링되고, 상기 서모스탯으로 하여금 동작들을 수행하게 하도록 동작 가능한 프로세서

를 포함하고,

상기 동작들은,

HVAC 엑추에이션 상태의 인가에 응답하여 구조의 실내 온도 궤도를 예측하는 구조의 열역학 모델에 대한 요청을 수신하는 동작;

상기 HVAC 시스템이 상기 구조의 열 환경을 제어하는 시간의 기간에 대해 시간 정보, 온도 정보, 및 HVAC 엑추에이션 상태 정보를 획득하는 동작;

각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 복수의 가중화 팩터들을 결정하는 동작 — 상기 기본 함수들의 가중화된 결합은 상기 HVAC 엑추에이션 상태의 변화에 응답하여 상기 구조의 실내 온도 궤도를 특정화하고, 상기 기본 함수들은 상기 엑추에이션 상태의 변화 바로 이전에 발생한 실내 온도 변화의 레이트의 캐리오버를 특정화하는 관성 캐리오버 컴포넌트를 포함하고, 상기 관성 캐리오버 컴포넌트는 현재 사이클의 시작부에서 두드러지고 결국 사라지며, 상기 관성 캐리오버 컴포넌트는: 상기 현재 사이클의 시작부에서 온도 변화의 초기 레이트에 비례하고; 그리고 상기 현재 사이클의 시작 이래로 경과된 시간과 이른-사이클 활동을 극복하기 위해 정상-상태 활동이 시작되는 상기 현재 사이클의 추정된 시간 간의 차이를 나타내는 시간 상수를 갖는 지수 감쇠에 반비례함 — ; 및

상기 요청에 응답하여, 상기 각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 결정된 복수의 가중화 팩터들

을 포함하는 열역학 모델을 리턴하는 동작

을 포함하는,

구조에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 기본 함수들은 추가로,

현재 스테이지가 상기 구조의 실내 온도 궤도에 미치는 효과를 특징화하는 현재 스테이지 효과 컴포넌트를 포함하는,

구조에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 현재 스테이지 효과 컴포넌트는 0에서 시작하고, 특정한 시간 기간 이후 최대치에 도달하고, 그 후 줄어드는,

구조에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 복수의 가중화 팩터들은,

외부적으로 제공되는 일기 예보 및 외부적으로 제공되는 클록 신호를 제외하고 상기 서모스탯에 국부적으로 이용 가능한 정보만을 이용하여 결정되는,

구조에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 HVAC 액추에이션 상태는 비교적 높은 에너지 소비에 의해 특징화되는 제 1 상태 및 비교적 낮은 에너지 소비에 의해 특징화되는 제 2 상태를 포함하는,

구조에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

각각의 기본 함수는 상기 실내 온도 궤도의 일부를 특징화하는,

구조에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯.

청구항 14

명령들을 포함하는 유형의 비-일시적인 컴퓨터-관독 가능한 저장 매체로서,

상기 명령들은 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금, 동작들을 수행하게 하고, 상기 동작들은,

HVAC 액추에이션 상태의 인가에 응답하여 구조의 실내 온도 궤도를 예측하는 구조의 열역학 모델에 대한 요청을 수신하는 동작;

상기 HVAC 시스템이 상기 구조의 열 환경을 제어하는 시간의 기간에 대해 시간 정보, 온도 정보, 및 HVAC 액추에이션 상태 정보를 획득하는 동작;

각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 복수의 가중화 팩터들을 결정하는 동작 — 상기 기본 함수들의 가중화된 결합은 상기 HVAC 액추에이션 상태의 변화에 응답하여 상기 구조의 실내 온도 궤도를 특징화하고, 상기 기본 함수들은 상기 액추에이션 상태의 변화 바로 이전에 발생한 실내 온도 변화의 레이트의 캐리오버를 특징화하는 관성 캐리오버 컴포넌트를 포함하고, 상기 관성 캐리오버 컴포넌트는 현재 사이클의 시작부에서 두드러지고 결국 사라지며, 상기 관성 캐리오버 컴포넌트는: 상기 현재 사이클의 시작부에서 온도 변화의 초기 레이트에 비례하고; 그리고 상기 현재 사이클의 시작 이래로 경과된 시간과 이른-사이클 활동을 극복하기 위해 정상-상태 활동이 시작되는 상기 현재 사이클의 추정된 시간 간의 차이를 나타내는 시간 상수를 갖는 지수 감쇠에 반비례함 — ; 및

상기 요청에 응답하여, 상기 각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 결정된 복수의 가중화 팩터들을 포함하는 열역학 모델을 리턴하는 동작

을 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 열역학 모델에 대한 요청은 리턴된 열역학 모델에 대해 요구되는 특이성의 레벨(level of specificity)을 표시하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금,

상기 열역학 모델에 대한 요청을 충족하기에 충분한 하나 또는 그 초과 후보 모델들에 대한 복수의 기존의 모델들을 검색하는 동작을 포함하는 부가적인 동작들을 수행하게 하는 명령들

을 더 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금,

상기 검색이 어떠한 후보 모델들도 로케이팅하는데 실패할 때, 새로운 모델을 생성하는 동작; 및

상기 요청에 응답하여 생성된 새로운 모델을 리턴하는 동작을 포함하는 부가적인 동작들을 수행하게 하는 명령들

을 더 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금,

상기 새로운 모델을 생성한 이후, 상기 새로운 모델을 일반화하는 동작을 포함하는 부가적인 동작들을 수행하게 하는 명령들

을 더 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

상기 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금,

상기 검색이 단지 하나의 후보 모델만을 로케이팅할 때, 상기 요청에 응답하여 로케이팅된 모델을 리턴하는 동작을 포함하는 추가적인 동작들을 수행하게 하는 명령들

을 더 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금,

상기 검색이 복수의 후보 모델들을 로케이팅할 때, 상기 요청에 응답하여 상기 복수의 후보 모델들 중 가장 제한적인 모델을 리턴하는 동작을 포함하는 추가적인 동작들을 수행하게 하는 명령들

을 더 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

청구항 21

HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법으로서,

상기 HVAC 시스템이 상기 구조의 열 환경을 제어하는 시간의 기간에 대해 시간 정보, 온도 정보, 및 HVAC 액추에이션 상태 정보를 획득하는 단계;

각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 복수의 가중화 팩터들을 결정하는 단계 — 상기 기본 함수들의 가중화된 결합은 상기 HVAC 액추에이션 상태의 변화에 응답하여 상기 구조의 실내 온도 궤도를 특징화하고, 상기 기본 함수들은 상기 액추에이션 상태의 변화 바로 이전에 발생한 실내 온도 변화의 레이트의 캐리오버를 특징화하는 관성 캐리오버 컴포넌트를 포함하고, 상기 관성 캐리오버 컴포넌트는 현재 사이클의 시작부에서 두드러지고 결국 사라지며, 상기 관성 캐리오버 컴포넌트는: 상기 사이클의 시작부에서 온도 변화의 초기 레이트에 비례하고; 그리고 상기 HVAC 사이클의 시작 이래로 경과된 시간과 이른-사이클 활동을 극복하기 위해 정상-상태 활동이 시작되는 상기 HVAC 사이클의 추정된 시간 간의 차이를 나타내는 시간 상수를 갖는 지수 감쇠에 반비례함 — ; 및

상기 각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 결정된 복수의 가중화 팩터들을 포함하는 열역학 모델을 제공하는 단계

를 포함하는,

HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 기본 함수들은 추가로,

실외 온도와 실내 온도의 차이를 포함하는,

HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 기본 함수들은 추가로,
구조 온도와 실내 온도의 차이를 포함하는,
HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,
상기 구조 온도를 추정하는 단계
를 더 포함하고,
상기 기본 함수들은 추정된 구조 온도와 실내 온도의 차이를 포함하는,
HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서,
상기 구조 온도를 추정하는 단계는,
초기 구조 온도를 특정한 시간의 실내 온도로 세팅하는 단계; 및
상기 특정한 시간 이후의 복수의 연속적인 시간들 각각에 대해, 이전의 실내 온도와 이전의 실외 온도의 가중화된 결합으로서 상기 추정된 구조 온도를 결정하는 단계를 포함하는,
HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법.

청구항 26

제 21 항에 있어서,
상기 기본 함수들은 추가로,
시각의 표현을 포함하는,
HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법.

청구항 27

제 21 항에 있어서,
상기 기본 함수들은 추가로,
환경 팩터들에 의해 영향을 받지 않는 에너지 변화들을 나타내는 상수를 포함하는,
HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하는 방법.

청구항 28

스마트 홈 환경에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯으로서,
상기 HVAC 시스템의 하나 또는 그 초과인 엘리먼트를 액추에이팅하도록 동작 가능한 HVAC 제어 회로;
상기 스마트 홈 환경의 특성들을 측정하기 위한 하나 또는 그 초과인 센서들; 및
상기 HVAC 제어 회로 및 상기 하나 또는 그 초과인 센서들에 커플링되고, 상기 서모스탯으로 하여금 동작들을 수행하게 하도록 동작 가능한 프로세서
를 포함하고,
상기 동작들은,
상기 HVAC 시스템이 구조의 열 환경을 제어하는 시간의 기간에 대해 시간 정보, 온도 정보, 및 HVAC 액추에이션

상태 정보를 획득하는 동작;

각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 복수의 가중화 팩터들을 결정하는 동작 — 상기 기본 함수들의 가중화된 결합은 상기 HVAC 액추에이션 상태의 변화에 응답하여 상기 구조의 실내 온도 궤도를 특징화하고, 상기 기본 함수들은 상기 액추에이션 상태의 변화 바로 이전에 발생한 실내 온도 변화의 레이트의 캐리오버를 특징화하는 관성 캐리오버 컴포넌트를 포함하고, 상기 관성 캐리오버 컴포넌트는 현재 사이클의 시작부에서 두드러지고 결국 사라지며, 상기 관성 캐리오버 컴포넌트는: 상기 사이클의 시작부에서 온도 변화의 초기 레이트에 비례하고; 그리고 상기 HVAC 사이클의 시작 이래로 경과된 시간과 이른-사이클 활동을 극복하기 위해 정상-상태 활동이 시작되는 상기 HVAC 사이클의 추정된 시간 간의 차이를 나타내는 시간 상수를 갖는 지수 감쇠에 반비례함 — ; 및

상기 각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 결정된 복수의 가중화 팩터들을 포함하는 열역학 모델을 제공하는 동작

을 포함하는,

스마트 홈 환경에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 기본 함수들은 추가로,

현재 스테이지가 상기 구조의 실내 온도 궤도에 미치는 효과를 특징화하는 현재 스테이지 효과 컴포넌트를 포함하는,

스마트 홈 환경에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 현재 스테이지 효과 컴포넌트는 0에서 시작하고, 특정한 시간 기간 이후 최대치에 도달하고, 그 후 줄어드는,

스마트 홈 환경에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯.

청구항 31

제 28 항에 있어서,

상기 복수의 가중화 팩터들은,

외부적으로 제공되는 일기 예보 및 외부적으로 제공되는 클록 신호를 제외하고 상기 서모스탯에 국부적으로 이용 가능한 정보 만을 이용하여 결정되는,

스마트 홈 환경에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯.

청구항 32

제 28 항에 있어서,

상기 HVAC 액추에이션 상태는 비교적 높은 에너지 소비에 의해 특징화되는 제 1 상태 및 비교적 낮은 에너지 소비에 의해 특징화되는 제 2 상태를 포함하는,

스마트 홈 환경에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯.

청구항 33

제 28 항에 있어서,

각각의 기본 함수는 상기 실내 온도 궤도의 일부를 특징화하는,

스마트 홈 환경에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯.

청구항 34

명령들을 포함하는 유형의 비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체로서,

상기 명령들은 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금, 동작들을 수행하게 하고, 상기 동작들은,

HVAC 시스템이 구조의 열 환경을 제어하는 시간의 기간에 대해 시간 정보, 온도 정보, 및 HVAC 액추에이션 상태 정보를 획득하는 동작;

각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 복수의 가중화 팩터들을 결정하는 동작 — 상기 기본 함수들의 가중화된 결합은 상기 HVAC 액추에이션 상태의 변화에 응답하여 상기 구조의 실내 온도 궤도를 특징화하고, 상기 기본 함수들은 상기 액추에이션 상태의 변화 바로 이전에 발생한 실내 온도 변화의 레이트의 캐리오버를 특징화하는 관성 캐리오버 컴포넌트를 포함하고, 상기 관성 캐리오버 컴포넌트는 현재 사이클의 시작부에서 두드러지고 결국 사라지며, 상기 관성 캐리오버 컴포넌트는: 상기 사이클의 시작부에서 온도 변화의 초기 레이트에 비례하고; 그리고 상기 HVAC 사이클의 시작 이래로 경과된 시간과 이른-사이클 활동을 극복하기 위해 정상-상태 활동이 시작되는 상기 HVAC 사이클의 추정된 시간 간의 차이를 나타내는 시간 상수를 갖는 지수 감쇠에 반비례함 — ; 및

상기 각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 결정된 복수의 가중화 팩터들을 포함하는 열역학 모델을 제공하는 동작

을 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

청구항 35

제 34 항에 있어서,

상기 열역학 모델에 대한 요청은 제공된 열역학 모델에 대해 요구되는 특이성의 레벨을 표시하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

청구항 36

제 35 항에 있어서,

상기 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금,

상기 열역학 모델에 대한 요청을 충족하기에 충분한 하나 또는 그 초과 후보 모델들에 대한 복수의 기존의 모델들을 검색하는 동작을 포함하는 부가적인 동작들을 수행하게 하는 명령들

을 더 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

청구항 37

제 36 항에 있어서,

상기 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금,

상기 검색이 어떠한 후보 모델들도 로케이팅하는데 실패할 때, 새로운 모델을 생성하는 동작; 및

상기 요청에 응답하여 생성된 새로운 모델을 리턴하는 동작을 포함하는 부가적인 동작들을 수행하게 하는 명령들

을 더 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

청구항 38

제 37 항에 있어서,

상기 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금,

상기 새로운 모델을 생성한 이후, 상기 새로운 모델을 일반화하는 동작을 포함하는 부가적인 동작들을 수행하게 하는 명령들

을 더 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

청구항 39

제 36 항에 있어서,

상기 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금,

상기 검색이 단지 하나의 후보 모델만을 로케이팅할 때, 상기 요청에 응답하여 로케이팅된 모델을 리턴하는 동작을 포함하는 부가적인 동작들을 수행하게 하는 명령들

을 더 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

청구항 40

제 36 항에 있어서,

상기 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금,

상기 검색이 복수의 후보 모델들을 로케이팅할 때, 상기 요청에 응답하여 상기 복수의 후보 모델들 중 가장 제한적인 모델을 리턴하는 동작을 포함하는 부가적인 동작들을 수행하게 하는 명령들

을 더 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

관련 출원들에 대한 상호참조

[0002]

본 PCT 출원은 2013년 4월 19일 출원된 미국 정식 출원 번호 제13/866,602호에 대한 우선권의 이익을 주장하며, 상기 출원은 모든 목적들을 위해 그 전체가 인용에 의해 포함된다.

[0003]

분야

[0004]

본 특허 출원은 HVAC(heating, ventilation, and air conditioning) 시스템들을 제어하기 위한 시스템들, 장치, 방법들 및 관련된 컴퓨터 프로그램 물건들에 관한 것이다. 보다 구체적으로는, 이 특허 명세서는 그 구조의 열 환경을 제어하는 HVAC 시스템들의 관리에 있어 구조의 열역학 모델들을 생성 및 구현하기 위한 기법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0005]

거주 또는 상업적 빌딩과 같은 구조의 열 환경을 관리하기 위해 하나 또는 그 초과 HVAC 제어 시스템들이 통상적으로 이용된다. HVAC 제어 시스템들은 적절히 인클로저(enclosure)를 어떻게 컨디셔닝할지에 관한 판단들을 내릴 필요가 있으며, 이는 내부 열, 습도 또는 다른 환경 특성을 변동시키는 것을 포함할 수 있다. 인클로저는 가열 또는 냉각되는데 필요한 연관된 열 용량(thermal mass)을 갖기 때문에, 어떻게 그리고 언제 가열 또는 냉

각이 수행되는지는 프로세스의 비용을 물론 에너지 효율에 크게 영향을 줄 수 있다.

- [0006] 통상적으로, HVAC 시스템의 영향하에서 구조가 어떻게 거동하는지를 특정하도록 시도하는 모델은, 구조적 크기, 구조에 포함되는 윈도우의 수 및 특성들 등과 같은 다양한 팩터들에 기초하여 생성된다. 그 모델은 이어서 설치할 HVAC 시스템의 타입 및 크기를 특정하는데 이용되고 그리고/또는 그 모델은 빌딩의 수명에 걸쳐서 HVAC 제어 시스템에 의해 이용된다. 예를 들어, 미국 특허 번호 제7,072,727호는 빌딩의 열 손실을 결정하고 빌딩에 대한 HVAC 장비의 적절한 사이징에 대한 방법을 논의한다.
- [0007] 열을 부가하거나 시간 및 온도를 측정하는 것과 같은 단순한 계산들을 통해 설치 후에 모델 업데이트들이 발생하는지에 대해 또한 알게 된다. 예를 들어, 미국 특허 번호 제5,555,927호는 점유 온도(occupancy temperature)에 대한 복원이 시작되어야 하는 시간을 결정하기 위해, 세트백 온도(setback temperature)로부터 온도 제어 공간의 복원 동안 시간의 함수로서 온도의 변화를 근사하는 슬로핑된 복원 온도 라인과 공간 온도의 교차를 이용하는 세트백 서모스탯에 대한 적응된 복원 방법을 논의한다. 복원 라인 슬로프는 재계산되고 업데이트된다.
- [0008] 미국 특허 출원 공개 번호 제2005/0192915호는 중립-네트워크-기반 열 로드 예측기를 포함하는, 빌딩에 대한 예측된 열 로드들을 예보(forecast)하기 위한 시스템을 논의한다. 중립 네트워크는 빌딩 데이터, 점유 데이터 및 실제 날씨 컨디션들을 이용하여 트레이닝될 수 있다. 열 컨디션 예보기는 특정한 현장에 대해 예보된 높고 낮은 온도들 및 예측 바로 이전에 행해진 측정된 로컬 온도 및 습도 관찰들에 기초하여 단순한 회귀 모델을 이용한다.
- [0009] 이러한 시스템들은 구조의 열역학 모델들에 기초하여 HVAC 제어의 기술 분야를 발달시키지만, 연관된 HVAC 시스템의 엑추에이션의 결과로서 시간이 걸쳐서 구조의 열 환경에 대한 변화들을 특정화하는데 있어 열역학 모델들의 정확도를 개선하기 위한 상당한 여지가 남아 있다.

발명의 내용

- [0010] HVAC 시스템과 연관되는 구조의 열역학 모델을 생성하기 위한 다양한 방법들이 개시된다. 일 실시예에 따라, 열역학 모델을 생성하기 위한 방법은 다양한 동작들을 포함한다. 이러한 동작들은 HVAC 엑추에이션 상태의 인가에 응답하여 구조의 실내 온도 궤도(indoor temperature trajectory)를 예측하는 구조의 열역학 모델에 대한 요청을 수신하는 단계; HVAC 시스템이 구조의 열 환경을 제어하는 시간의 기간에 대해 시간 정보, 온도 정보, 및 HVAC 엑추에이션 상태 정보를 획득하는 단계; 및 각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 복수의 가중화 팩터들을 결정하는 단계를 포함하며, 기본 함수들의 가중화된 결합은 HVAC 엑추에이션 상태의 변화에 응답하여 구조의 실내 온도 궤도를 특정화하고, 기본 함수들은 엑추에이션 상태의 변화 바로 이전에 발생한 실내 온도 변화의 레이트의 캐리오버(carryover)를 특정화하는 관성 캐리오버 컴포넌트를 포함한다. 동작은 추가로 요청에 응답하여, 각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 결정된 복수의 가중화 팩터들을 포함하는 열역학 모델을 리턴하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 몇몇 실시예들에서, 기본 함수들은 실외 온도와 실내 온도의 차이, 구조 온도와 실내 온도의 차이, 시각(time of day)의 표현, 환경 팩터들에 의해 영향을 받지 않는 에너지 변화들을 나타내는 상수 및/또는 현재 스테이지가 구조의 실내 온도 궤도에 미치는 효과를 특정화하는 현재 스테이지 효과 컴포넌트와 같은 다양한 함수들 중 하나 또는 그 조합을 포함할 수 있다.
- [0012] 다양한 서모스탯이 또한 개시된다. 몇몇 실시예들에 따라, 스마트 홈 환경(smart home environment)에서 HVAC 시스템의 동작을 제어하기 위한 지능형 네트워크-연결 서모스탯(intelligent network-connected thermostat)이 개시된다. 서모스탯은 다양한 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 서모스탯은 HVAC 시스템의 하나 또는 그 조합의 엘리먼트를 엑추에이팅하도록 동작 가능한 HVAC 제어 회로 및 스마트 홈 환경의 특성들을 관리하기 위한 하나 또는 그 조합의 센서들을 포함할 수 있다. 서모스탯은 또한 HVAC 제어 회로 및 하나 또는 그 조합의 센서들에 커플링되고, 서모스탯으로 하여금 다양한 동작들을 수행하게 하도록 동작 가능한 프로세서를 포함할 수 있다. 이러한 동작들은, 예를 들어, HVAC 엑추에이션 상태의 인가에 응답하여 구조의 실내 온도 궤도를 예측하는 구조의 열역학 모델에 대한 요청을 수신하는 단계; HVAC 시스템이 구조의 열 환경을 제어하는 시간의 기간에 대해 시간 정보, 온도 정보, 및 HVAC 엑추에이션 상태 정보를 획득하는 단계; 및 각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 복수의 가중화 팩터들을 결정하는 단계를 포함하고, 기본 함수들의 가중화된 결합은 HVAC 엑추에이션 상태의 변화에 응답하여 구조의 실내 온도 궤도를 특정화하고, 기본 함수들은 엑추에이션 상태의 변화 바로 이전에 발생한 실내 온도 변화의 레이트의 캐리오버를 특정화하는 관성 캐리오버 컴포넌트를 포함한다. 이러한 동작들은 추가로, 요청에 응답하여, 각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 결정된

복수의 가중화 팩터들을 포함하는 열역학 모델을 리턴하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 몇몇 실시예들에서, 복수의 가중화 팩터들은 외부적으로 제공되는 일기 예보 및 외부적으로 제공되는 클록 신호를 제외하고 서모스탯에 국부적으로 이용 가능한 정보만을 이용하여 결정될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, HVAC 액추에이션 상태는 비교적 높은 에너지 소비의 제 1 상태 및 비교적 낮은 에너지 소비의 제 2 상태를 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 각각의 기본 함수는 실내 온도 궤도의 일부를 특징화할 수 있다.

[0014] 컴퓨터-관독 가능한 저장 매체들이 또한 개시된다. 몇몇 실시예들에서 따라, 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 컴퓨터 프로세서로 하여금, 동작들을 수행하게 하는 명령들을 포함하는 유형의 비-일시적인 컴퓨터-관독 가능한 저장 매체가 개시된다. 이러한 동작들은 HVAC 액추에이션 상태의 인가에 응답하여 구조의 실내 온도 궤도를 예측하는 구조의 열역학 모델에 대한 요청을 수신하는 단계; HVAC 시스템이 구조의 열 환경을 제어하는 시간의 기간에 대해 시간 정보, 온도 정보, 및 HVAC 액추에이션 상태 정보를 획득하는 단계; 및 각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 복수의 가중화 팩터들을 결정하는 단계를 포함할 수 있고, 기본 함수들의 가중화된 결합은 HVAC 액추에이션 상태의 변화에 응답하여 구조의 실내 온도 궤도를 특징화하고, 기본 함수들은 액추에이션 상태의 변화 바로 이전에 발생한 실내 온도 변화의 레이트의 캐리오버를 특징화하는 관성 캐리오버 컴포넌트를 포함한다. 이러한 동작들은 추가로, 요청에 응답하여, 각각의 복수의 미리 결정된 기본 함수들에 대응하는 결정된 복수의 가중화 팩터들을 포함하는 열역학 모델을 리턴하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 몇몇 실시예들에서, 열역학 모델에 대한 요청은 리턴된 열역학 모델에 대해 요구되는 특이성의 레벨(level of specificity)을 표시할 수 있고, 명령들은 컴퓨터 프로세서로 하여금 부가적인 동작들을 수행하게 할 수 있다. 이러한 부가적인 동작들은 열역학 모델에 대한 요청을 충족하기에 충분한 하나 또는 그 초과 후보 모델들에 대한 복수의 기존의 모델들을 검색하는 단계를 포함할 수 있다. 검색이 어떠한 후보 모델들도 로케이팅하는데 실패할 때, 새로운 모델이 생성되고 요청에 응답하여, 리턴될 수 있다. 검색이 단지 하나의 후보 모델만을 로케이팅할 때, 요청에 응답하여 로케이팅된 모델이 리턴될 수 있다. 검색이 복수의 후보 모델들을 로케이팅할 때, 요청에 응답하여 복수의 후보 모델들 중 가장 제한적인 모델이 리턴될 수 있다.

[0016] 본 발명의 실시예들의 성질 및 이점들의 보다 완전한 이해를 위해, 다음의 상세한 설명 및 첨부 도면들이 참조되어야 한다. 본 발명의 다른 양상들, 목적들 및 이점들은 이어지는 도면들 및 상세한 설명으로부터 자명하게 될 것이다. 그러나 본 발명의 범위는 청구항들의 열거들로부터 완전히 자명하게 될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1a는 실시예에 따라 본 명세서에서 설명되는 열역학 거동 예측 프로세스들 중 하나 또는 그 초과를 구현하는데 이용될 수 있는 지능형 네트워크-연결 디바이스에 포함될 수 있는 일반적인 디바이스 컴포넌트들의 예를 예시한다.

도 1b는 실시예에 따라, 설치, 구성 및 업그레이드의 용이함을 위해 교체 가능한 모듈 및 도킹 스테이션을 갖는 지능형 네트워크-연결 디바이스를 예시한다.

도 2는 실시예에 따라, 본 명세서에서 추가로 설명되는 디바이스들, 방법들, 시스템들, 서비스들 및/또는 컴퓨터 프로그램 물건들 중 하나 또는 그 초과가 응용 가능하게 될 수 있는 스마트 홈 환경의 예를 예시한다.

도 3은 실시예에 따라 도 1 및/또는 도 2의 스마트 홈이 통합될 수 있는 확장 가능한 디바이스들 및 서비스 플랫폼의 네트워크-레벨도를 예시한다.

도 4는 실시예에 따라 도 3의 확장 가능한 디바이스들 및 서비스 플랫폼의 요약된 기능도를 예시한다.

도 5는 실시예에 따라 특수-목적 컴퓨터 시스템의 블록도이다.

도 6은 실시예에 따라 열역학 거동 모델링을 구현하는 HVAC 제어 시스템의 컴포넌트들을 예시한다.

도 7은 실시예에 따라 $g(t^{cycle})$ 의 예를 예시한다.

도 8은 실시예에 따른 열역학 모델 생성기를 예시한다.

도 9는 실시예에 따라 연관된 HVAC 시스템의 액추에이션 상태에서 가능한 변화들에 대한 구조의 예상되는 환경적 응답을 결정하기 위한 프로세스의 통신 시퀀스를 예시한다.

도 10은 실시예에 따라 적합한 열역학 모델을 결정하기 위한 프로세스를 예시한다.

도 11은 다른 실시예에 따라 적합한 열역학 모델을 결정하기 위한 프로세스를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 구조들의 열역학 거동 모델링의 분야에 관련되는 다양한 방법들, 장치, 시스템들 및 컴퓨터-판독 가능한 매체들이 본 명세서에서 설명된다. 구조의 환경 특성들을 관리하는 이러한 HVAC 시스템들을 포함하는 시스템들을 포함하는 다수의 현대의 시스템들에서, 구조의 열역학 거동을 예측하는 것이 바람직하다. 이러한 예측들은 다양한 유형의 유리한 용도들을 가질 수 있다. 현대의 HVAC 제어 시스템들에서, 이러한 예측들은 원하는 세트포인트 온도들에 도달하거나 유지하는데 있어 HVAC 시스템을 정확하게 액추에이팅하기 위해 매일 토대로 이용될 수 있다. 이러한 예측들은 또한 예컨대, DR(demand-response) 이벤트들 동안, DR 이벤트 기간으로부터 DR 이벤트 기간 외부의 시간의 기간으로 시프트되는 에너지의 양을 최대화하는 세트포인트 온도들의 스케줄 또는 몇몇 추가적인 또는 대안적인 의미에서 최적인 스케줄을 보다 정확하게 식별하기 위해 주기적으로 이용될 수 있다.
- [0019] 열역학 거동의 예측이 구현되는 특정한 애플리케이션에 무관하게, 다수의 실시예들에서 이러한 예측들은 구조의 열역학 모델의 이용에 의해 용이하게 된다. 열역학 모델 그 자체는, HVAC 액추에이션 상태의 변화와 같은 자극의 인가에 응답하여, 실내 온도와 같이 구조와 연관된 환경 컨디션의 궤도를 특징화하는 하나 또는 그 초과기의 기본 함수들에 의해 정의될 수 있다. 모델의 일반화에 있어서, 기본 함수들 각각에 대한 가중 팩터들은 HVAC 액추에이션 상태들의 과거 변화들로부터 발생한 과거 환경 컨디션 궤도들을 나타내는 데이터의 이력에 대해 피팅(fit)될 수 있다. 모델이 생성되면, 그것은 구조의 열역학 거동을 시뮬레이팅하는데 후속적으로 이용될 수 있다.
- [0020] "열역학(thermodynamic)"이란 용어는 물리적 시스템을 특징화하는데 이용될 수 있는 모든 상태 변수들을 포함할 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 열역학 변수들의 예들은, 압력, 온도, 기류, 습도 및 미립자 물질(particulate matter)을 포함(그러나 이것으로 제한되지 않음)한다. 또한, "모델"이란 용어는 일반적으로 시스템의 설명 또는 표현을 지칭한다. 설명 또는 표현은 예컨대, 수학적 모델들의 경우에 수학적 언어를 이용할 수 있다. 모델들의 타입들 및/또는 모델들의 특성들의 예들은, 제한 없이, 룩업 테이블들, 선형, 비-선형, 결정론적, 개연론적, 정적, 동적 및 집중된 파라미터 및/또는 분배된 파라미터들을 갖는 모델들을 포함한다.
- [0021] 이제 도면들을 참조하면, 도 1a는 실시예에 따라 본 명세서에서 설명되는 열역학 거동 예측 프로세스들 중 하나 또는 그 초과를 구현하는데 이용될 수 있는 지능형 네트워크-연결 디바이스(100)(즉, "디바이스")에 포함될 수 있는 일반적인 디바이스 컴포넌트들의 예를 예시한다. 디바이스들의 시스템 내의 하나, 그 초과 또는 모든 디바이스(100) 각각은 하나 또는 그 초과기의 센서들(102), 사용자-인터페이스 컴포넌트(104), 전원(예를 들어, 전력 연결(106) 및/또는 배터리(108)를 포함함), 통신 컴포넌트(110), 모듈성 유닛(예를 들어, 도킹 스테이션(112) 및 교체 가능한 모듈(114)을 포함함), 및 지능 컴포넌트들(116)을 포함할 수 있다. 특정한 센서들(102), 사용자-인터페이스 컴포넌트들(104), 전원 구성들, 통신 컴포넌트들(110), 모듈성 유닛들 및/또는 지능 컴포넌트들(116)은 디바이스들(100)에 걸쳐서 동일하거나 유사할 수 있거나, 또는 디바이스 타입 또는 모델에 의존하여 변동될 수 있다.
- [0022] 본 명세서에서 설명되는 바와 같은 센서들(102)은 일반적으로 물질, 물리적 현상 및/또는 물리적 수량을 측정 및/또는 등록하는 디바이스들 또는 시스템들을 포함한다. 센서는 관찰자, 기구 및/또는 시스템에 의해 해석될 수 있는 신호로 측정을 변환할 수 있다. 센서는 특수 목적 디바이스로서 구현될 수 있고 그리고/또는 범용 컴퓨터 시스템 상에서 실행되는 소프트웨어로서 구현될 수 있다. 제한이 아닌 예로서, 디바이스(100) 내의 하나 또는 그 초과기의 센서들(102)은 예를 들어, 가속, 온도, 습도, 물, 공급된 전력, 근접도, 외부 움직임, 디바이스 움직임, 사운드 신호들, 초음파 신호들, 광 신호들, 화재, 연기, 일산화탄소, GPS(global-positioning-satellite) 신호들 또는 RF(radio-frequency), 또는 다른 전자기 신호들 또는 장(field)들을 검출할 수 있을 수도 있다. 따라서, 예를 들어, 센서들(102)은, 온도 센서(들), 습도 센서(들), 위험-관련 센서(들) 또는 다른 환경적 센서(들), 가속도계(들), 마이크로폰(들), 카메라(들)(예를 들어, 전하-커패시터-디바이스 또는 비디오 카메라들)를 비롯해서 그것까지의 광학 센서(들), 능동 또는 수동 방사선 센서(들), GPS 수신기(들), 또는 라디오-주파수 식별 검출기(들)를 포함할 수 있다. 도 1a가 단일 센서를 갖는 실시예를 예시하지만, 다수의 실시예들은 다수의 센서들을 포함할 것이다. 몇몇 인스턴스들에서, 디바이스(100)는 하나 또는 그 초과기의 주 센서들 및 하나 또는 그 초과기의 보조 센서들을 포함한다. 주 센서(들)는 디바이스의 코어 동작에 중심이 되는 데이터를 감지할 수 있다(예를 들어, 서모스탯에서 온도를 감지하거나 연기 검출기에서 연기를 감지함). 보조 센서(들)는 에너지-효율 목적들 또는 스마트-동작 목적들을 위해 이용될 수 있는 다른 타입들의 데이터(예를 들어, 움직임, 광 또는 사운드)를 감지할 수 있다. 몇몇 인스턴스들에서, 평균 사용자는 보조 센서의 존재를 인식하지 못할 수

도 있다.

- [0023] 디바이스(100)의 하나 또는 그 초과 사용자-인터페이스 컴포넌트들(104)은 시각적 디스플레이(예를 들어, 박막 트랜지스터 디스플레이 또는 유기 발광 다이오드 디스플레이) 및/또는 오디오 스피커 및/또는 몇몇 다른 통신 매체를 통해 사용자에게 정보를 제시하도록 구성될 수 있다. 사용자-인터페이스 컴포넌트(104)는 또한 터치스크린, 버튼들, 스크롤 컴포넌트(예를 들어, 이동 가능한 또는 가상 링 컴포넌트), 마이크론폰 또는 (예를 들어, 제스처들을 검출하기 위한) 카메라와 같이 사용자로부터 정보를 수신하기 위한 하나 또는 그 초과 사용자-입력 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 사용자-입력 컴포넌트(104)는, 사용자가 (예를 들어, 세팅을 조정하기 위해) 링을 회전시킴으로써 및/또는 (예를 들어, 조정된 세팅을 선택하기 위해 또는 옵션을 선택하기 위해) 링 내부들을 클릭함으로써 컴포넌트와 상호작용할 수 있는 클릭-회전 환형 링 컴포넌트를 포함한다. 다른 실시예에서, 사용자-입력 컴포넌트(104)는 (예를 들어, 디바이스들의 전력 또는 알람 상태가 변화될 것임을 표시하기 위해) 제스처(gesture)들이 검출될 수 있도록 카메라를 포함한다.
- [0024] 디바이스(100)의 전원 컴포넌트는 전력 연결(106) 및/또는 로컬 배터리(108)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 전력 연결(106)은 라인 전압 소스와 같은 전력 소스에 디바이스(100)를 연결할 수 있다. 몇몇 인스턴스들에서, AC 전력 소스로의 연결(106)은 (예를 들어, 재충전 가능한) 로컬 배터리(108)를 반복적으로 충전하는데 이용될 수 있어서, 배터리(108)는 추후에, AC 전력 연결해제 또는 다른 전력 결핍 시나리오의 이벤트시에 필요로 되는 경우 전력을 공급하는데 이용될 수 있게 된다.
- [0025] 디바이스(100)의 통신 컴포넌트(110)는 디바이스(100)가 중앙 서버 또는 원격 디바이스, 예컨대, 본 명세서에서 설명되는 다른 디바이스 또는 휴대용 사용자 디바이스와 통신하는 것을 가능케 하는 컴포넌트를 포함할 수 있다. 통신 컴포넌트(110)는 디바이스(100)가, 비-제한적인 예들로서, Wi-Fi, ZigBee, 3G/4G 무선, CAT6 유선 이더넷, HomePlug 또는 다른 전력라인 통신 방법, 전화, 또는 광섬유를 통해 통신하도록 허용할 수 있다. 통신 컴포넌트(110)는 무선 카드, 이더넷 플러그, 또는 다른 트랜시버 연결을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 통신 컴포넌트(110)는 디바이스(100)와 중앙 서버, 그리고 몇몇 실시예들에서 부가적인 디바이스들간의 정보를 동기화하기 위해 중앙 서버와의 통신을 가능하게 한다. 이러한 디바이스들 간에 데이터를 동기화하기 위한 기법은 추가로, 2012년 9월 22일 출원되고 공동으로 양도된 미국 일련 번호 제13/624,892호(참조 번호 NES0231-US)에서 추가로 설명되는 그 내용물들은 모든 목적들을 위해 그 전체가 본원에 인용에 의해 포함된다.
- [0026] 디바이스(100)의 모듈성 유닛은 정적 물리적 연결 및 교체 가능한 모듈(114)을 포함할 수 있다. 따라서, 모듈성 유닛은 (예를 들어, 배선을 보존하도록) 디바이스(100)를 완전히 재설치함 없이 교체 가능한 모듈(114)을 업그레이드하는 능력을 제공할 수 있다. 정적인 물리적 연결은 빌딩 구조에 부착할 수 있는 (인터페이스 박스로도 불려질 수 있는) 도킹 스테이션(112)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도킹 스테이션(112)은 접착제를 통해 천장에 붙여지거나 나사들을 통해 벽에 장착될 수 있다. 도킹 스테이션(112)은 몇몇 인스턴스들에서, 빌딩 구조의 부분을 통해 연장할 수 있다. 예를 들어, 도킹 스테이션(112)은 벽의 시트록(sheet rock)을 통과하게 만들어진 홈을 통해 벽 뒤의 배선에(예를 들어, 120V 라인 전압 배선들에) 연결될 수 있다. 도킹 스테이션(112)은 전력-연결 회로(106) 및/또는 AC-DC 파워링 회로(powering circuitry)와 같은 회로를 포함할 수 있고, 사용자가 높은-전압 배선들에 노출되는 것을 방지할 수 있다. 도킹 스테이션(112)은 또한 또는 대안적으로, (빌딩 구조를 난방하기 위한) 난방 유닛, (빌딩 구조를 냉방하기 위한) 에어컨-컨디션 유닛 및/또는 (빌딩 구조를 통해 공기를 순환시키기 위한) 환기 유닛과 같은 HVAC 시스템의 엘리먼트들을 액추에이팅(즉, 턴 온 및 오프)하기 위한 제어 회로를 포함할 수 있다. 몇몇 인스턴스들에서, 도킹 스테이션(112)은, 예를 들어, 서모스탯 디바이스가 연기 검출기 디바이스와 상이한 도킹 스테이션을 포함하도록 디바이스의 타입 또는 모델에 특유하다. 몇몇 인스턴스들에서, 도킹 스테이션(112)은 디바이스(100)의 다수의 타입들 및/또는 모델들에 걸쳐 공유될 수 있다.
- [0027] 모듈성 유닛의 교체 가능한 모듈(114)은 디바이스의 일부 또는 모든 센서들(102), 프로세서들, 사용자-인터페이스 컴포넌트들(104), 배터리들(108), 통신 컴포넌트들(110), 지능 컴포넌트들(116) 등을 포함할 수 있다. 교체 가능한 모듈(114)은 도킹 스테이션(112)에 부착(예를 들어, 플러그 또는 연결)하도록 구성될 수 있다. 몇몇 인스턴스들에서, 교체 가능한 모듈들(114)의 세트는 교체 가능한 모듈들(114)에 걸쳐서 변동되는 능력들, 하드웨어 및/또는 소프트웨어로 생성된다. 사용자들은 이에 따라, 모든 디바이스 컴포넌트들을 교체하거나 또는 디바이스(100)를 완전히 재설치해야 할 필요 없이 그의 교체 가능한 모듈(114)을 쉽게 업그레이드 또는 교체할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 제한된 지능 및 소프트웨어 능력들을 갖는 제 1 교체 가능한 모듈을 포함하는 저렴한 디바이스로 시작할 수 있다. 사용자는 이어서 보다 능력있는 교체 가능한 모듈을 포함하도록 디바이스를 쉽게 업그레이드할 수 있다. 다른 예로서, 사용자가 그의 지하층에서 모델 #1 디바이스, 그의 거실에서 모델 #2 디바이스를 갖고, 모델 #3 교체 가능한 모듈을 포함하도록 그의 거실 디바이스를 업그레이드하는 경우, 사용자

는 모델 #2 교체 가능한 모듈을 기존의 도킹 스테이션에 연결하도록 지하층으로 이동시킬 수 있다. 모델 #2 교체 가능한 모듈을 이어서, 예를 들어, (예를 들어, 사용자 인터페이스를 통해 사용자로부터의 정보를 요청함으로써) 그의 새로운 위치를 식별하기 위해 초기화 프로세스를 시작할 수 있다.

[0028]

디바이스의 지능 컴포넌트들(116)은 다양한 상이한 디바이스 기능성 중 하나 또는 그 초과를 지원할 수 있다. 지능 컴포넌트들(116)은 일반적으로 본 명세서에서 설명되는 유리한 기능성들 중 하나 또는 그 초과를 수행하게 되게 하고 그리고/또는 수행하게 되도록 구성되고 프로그래밍되는 하나 또는 그 초과와 프로세서들을 포함한다. 지능 컴포넌트들(116)은 로컬 메모리(예를 들어, 플래시 메모리, 하드 드라이브, 랜덤 액세스 메모리)에 저장된 컴퓨터 코드를 수행하는 범용 프로세서들, 특수-목적 프로세서들 또는 주문형 집적 회로들, 이들의 결합의 형태로 및/또는 다른 타입들의 하드웨어/펌웨어/소프트웨어 프로세싱 플랫폼들을 이용하여 구현될 수 있다. 지능 컴포넌트들(116)은 또한 예컨대, AJAX(Asynchronous Javascript and XML) 또는 유사한 프로토콜들을 이용하여 클라우드 서버로부터 제공되는 명령들을 실행하는 JVM(Java virtual machine)을 실행함으로써 클라우드-기반 시스템들 또는 중앙 서버들에 의해 원격으로 수행되거나 관리되는 알고리즘들의 대응부들(counterpart) 또는 로컬화된 버전들로서 구현될 수 있다. 예로서, 지능 컴포넌트들(116)은, 위치(예를 들어, 집 또는 방)가 점유될 때, 위치가 특정한 사람에 의해 점유되거나 특정한 수 및/또는 세트의 사람(예를 들어, 하나 또는 그 초과와 임계치들에 대해 상대적임)에 의해 점유되는지 여부를 비롯해서 그 여부까지를 검출하도록 구성될 수 있다. 이러한 검출은, 예를 들어, 마이크로폰 신호들을 분석하고, (예를 들어, 디바이스 앞의) 사용자 이동들을 검출하고, 문들 또는 차고문들의 개방 또는 폐쇄를 검출하고, 무선 신호들을 검출하고, 수신된 신호의 IP 어드레스를 검출하거나, 또는 시간 윈도우 내에서 하나 또는 그 초과와 디바이스들의 동작을 검출함으로써 발생할 수 있다. 지능 컴포넌트들(116)은 특정한 점유자들 또는 객체들을 식별하기 위해 이미지-인식 기술을 포함할 수 있다.

[0029]

몇몇 인스턴스들에서, 지능 컴포넌트들(116)은 원하는 세팅들을 예측하고 그리고/또는 이들 세팅들을 구현하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 존재 검출에 기초하여, 지능 컴포넌트들(116)은 예를 들어, 집이나 특정한 방에 아무도 없을 때 전력을 보존하기 위해, 또는 사용자 선호도들(예를 들어, 일반 옛-홈(at-home) 선호도들 또는 사용자-특정 선호도들)에 따라 디바이스 세팅들을 조정할 수 있다. 다른 예로서, 특정한 사람, 동물 또는 객체(예를 들어, 아이, 동물, 또는 잃어버린 객체)의 검출에 기초하여, 지능 컴포넌트들(116)은 사람, 동물 또는 객체가 있는 곳의 오디오 또는 시각적 표시자들을 개시할 수 있거나, 또는 인지되지 않는 사람이 특정한 조건들 하에서(예를 들어, 밤에 또는 조명들이 꺼졌을 때) 검출되는 경우 경고 또는 보안 피치를 개시할 수 있다. 또 다른 예로서, 지능 컴포넌트들(116)은 사용자 세팅들의 매시간, 매주 또는 심지어 계절별 동향들을 검출하고 세팅을 상응하게 조정할 수 있다. 예를 들어, 지능 컴포넌트들(116)은, 특정한 디바이스가 평일마다 6:30am에 턴 온되거나, 또는 디바이스 세팅은 마지막 3시간에 걸쳐서 높은 세팅으로부터 더 낮은 세팅들로 점진적으로 조정된다는 것을 검출할 수 있다. 지능 컴포넌트들(116)은 이어서, 디바이스가 평일마다 6:30am에 턴 온될 것이고 또는 세팅은 더 긴 시간 기간에 걸쳐서 그의 세팅을 점진적으로 계속 낮추어야 한다는 것을 예측할 수 있다.

[0030]

몇몇 인스턴스들에서, 디바이스들은 제 1 디바이스에 의해 검출된 이벤트들이 제 2 디바이스의 액션에 영향을 미치도록 서로 상호작용할 수 있다. 예를 들어, 제 1 디바이스는, (예를 들어, 차고에서 움직임들을 검출하고, 차고의 조명의 변화를 검출하거나, 또는 차고문의 개방을 검출함으로써) 사용자가 차고에 들어왔다는 것을 검출할 수 있다. 제 1 디바이스는 이 정보를 제 2 디바이스에 전송할 수 있어서, 제 2 디바이스는, 예를 들어, 집 온도 세팅, 조명 세팅, 음악 세팅 및/또는 보안-경고 세팅을 조정할 수 있게 된다. 다른 예로서, 제 1 디바이스는 (예를 들어, 움직임 또는 돌연한 광-패턴 변화들을 검출함으로써) 정문에 접근중인 사용자를 검출할 수 있다. 제 1 디바이스는 예를 들어, (예를 들어, 도어벨의 사운드와 같이) 일반적인 오디오 또는 시각적 신호가 제시되게 하거나, 또는 (예를 들어, 사용자가 점유하고 있는 방 내에 방문자의 존재를 알리기 위해) 위치-특정 오디오 또는 시각적 신호가 제시되게 할 수 있다.

[0031]

도 1b는 실시예에 따라 설치, 구성 및 업그레이드의 용이함을 위해 교체 가능한 모듈(114)(예를 들어, 헤드 유닛) 및 도킹 스테이션(112)(예를 들어, 백 플레이트)을 갖는 지능형 네트워크-연결 디바이스(100)를 예시한다. 위에서 설명된 바와 같이, 디바이스(100)는 벽에 장착되고, 환형 형상을 가지며, 사용자 입력을 수신하기 위한 (예를 들어, 사용자 인터페이스(104)의 부분일 수 있는) 외측 회전 가능한 링(120)을 가질 수 있다. 외측 회전 가능한 링(120)은 사용자가 새로운 타겟 온도를 선택하는 것과 같은 조정들을 행하도록 허용한다. 예를 들어, 외측 링(120)을 시계 방향으로 회전시킴으로써, 타겟 세트포인트 온도가 증가될 수 있고, 외측 링(120)을 반시계 방향으로 회전시킴으로써, 타겟 세트포인트 온도가 감소될 수 있다. 그 세트포인트 온도로 바로 변화하도록 구조의 온도에 대한 바램을 반영하는 기존의 세트포인트 온도에 대한 변화들은 "즉각적인 세트포인트 온도" 또는 "현재 세트포인트 온도"에 대한 변화들로서 본 명세서에서 지칭될 수 있다. 이는 세트포인트 온도들이 구조의

미래의 온도들에 대한 바램을 반영하는, 시간별, 일별, 주별, 월별 또는 다른 스케줄로 제공될 수 있는 세트포인트 온도들에 대조적이다. 이러한 세트포인트 온도들은 "스케줄링된 세트포인트 온도"로서 또는 "세트포인트 온도들의 스케줄"로서 본 명세서에서 지칭될 수 있다.

[0032] 디바이스(100)는 (예를 들어, 사용자 인터페이스(104)의 부분일 수 있는) 디스플레이(124)를 포함하는 커버(122)를 갖는다. 헤드 유닛(114)은 백 플레이트(112)로 슬라이드된다. 디스플레이(124)는 예를 들어, 디바이스(100)의 현재 동작 상태, 링(120)을 통한 디바이스와의 직접적인 사용자 상호작용, 예를 들어, (수동 적외선 움직임 센서와 같은) 접근도 센서(102)를 통한 사용자의 감지된 존재, 원격 액세스 디바이스를 통한 디바이스와의 원격사용자 상호작용 등에 의존하여 다양한 정보를 디스플레이할 수 있다. 예를 들어, 디스플레이(124)는 현재 세트포인트 온도를 나타내는 중앙 숫자들을 디스플레이할 수 있다.

[0033] 몇몇 실시예들에 따라, 헤드 유닛(114)과 백 플레이트(112)의 연결은 자석들, 베이어넷(bayonet), 래치, 및 캐치들, 매칭하는 굴곡들을 갖는 탭들 또는 립들, 또는 헤드 유닛(114) 및 백 플레이트(112)의 메이팅 부분들 상의 단순한 마찰을 이용하여 달성될 수 있다. 몇몇 실시예들에 따라, 헤드 유닛(114)은 배터리(108), 통신 컴포넌트(110), 지능 컴포넌트들(116), 및 (예를 들어, 사용자 인터페이스(104)의 부분일 수 있는) 디스플레이 구동기(126)를 포함한다. 배터리(108)는 2011년 2월 24일 출원되고 공동으로 양도된 공동-계류중인 미국 일련 번호 제13/034,674호(참조 번호: NES0006-US) 및 제13/034,678호(참조 번호 NES0007-US), 및 2011년 10월 6일 출원되고 공동으로 양도된 미국 일련 번호 제13/267,871호(참조 번호 NES0158-US)(이들 모두는 모든 목적을 위해 그 전체가 여기에 인용에 의해 포함됨)에서 설명된 바와 같이, 이용 가능한 경우, HVAC 시스템 제어 회로(들)로부터 또는 공통 배선으로부터, (전력 스틸링(power stealing) 및/또는 전력 공유로서 또한 지칭되는) 전력 하베스팅(power harvesting)을 통해 획득되는, 백 플레이트(112)로부터의 전력을 이용하는 (예를 들어, 지능 컴포넌트들(116)의 부분일 수 있고 그리고/또는 백 플레이트(112)에 포함될 수 있는) 재충전 회로를 이용하여 재충전될 수 있다. 몇몇 실시예들에 따라, 배터리(108)는 재충전 가능한 단일 셀 리튬-이온, 또는 리튬-폴리머 배터리이다.

[0034] 백 플레이트(112)는 하우징(134) 내의 전자장치들(130) 및 (예를 들어, 센서들(102) 중 하나일 수 있는) 온도 센서(132)를 포함하며, 이들은 환기구(136)를 통해 환기된다. 온도 센서(132)는 백 플레이트(112)가 헤드 유닛(114)에 연결되지 않을 때 조차도 완전 기능식 서모스탯으로서 동작하도록 허용한다. 배선 커넥터들(138)은 HVAC 시스템의 컴포넌트들을 액추에이팅하기 위한 배선들, HVAC 시스템으로부터 전력을 수신하기 위한 배선들 등으로의 연결과 같이 HVAC 시스템 배선들에 대한 연결을 허용하도록 제공된다. 연결 단자(140)는 헤드 유닛(114)과 백 플레이트(112) 간의 전기적 연결을 제공하는 수 또는 암 플러그 커넥터이다. HVAC 시스템에 연결하고 제어하기 위한 다양한 어레인지먼트들은 위의 미국 일련 번호 제13/034,674호 및 제13/034,678호에서 추가로 설명된다.

[0035] 몇몇 실시예들에서, 백 플레이트 전자장치들(130)은 MCU 프로세서 및 난방 및 냉방과 같이 하나 또는 그 초과 HVAC 기능들을 턴 온 및 턴 오프하도록 HVAC 제어 회로들을 개방 및 폐쇄하기 위한 구동기 회로를 포함한다. 전자장치들(130)은 또한 상이한 시각에 효과를 나타내는 일련의 프로그래밍된 세팅들을 저장하는데 이용되는 플래시 메모리를 포함하여서, 프로그래밍된 세트포인트(즉, 원하는 온도) 변화들은, 헤드 유닛(114)이 백 플레이트(112)에 부착되지 않을 때 조차도 수행될 수 있게 된다. 몇몇 실시예들에 따라, 전자 장치들(130)은 또한 HVAC 공통 전력배선이 이용 가능하지 않을 때 조차도 HVAC 제어 회로(들)로부터의 전력을 획득하기 위해 (부가적으로 또는 대안적으로 헤드 유닛(114)에서 제공된 것에 대해 부가적이거나 대안적일 수 있는) 전력 하베스팅 회로를 포함한다.

[0036] 특정한 실시예들에서 디바이스(100)는 헤드 유닛, 백 플레이트, 사용자 인터페이스, 통신 컴포넌트들, 지능 컴포넌트들 등과 같은 다양한 컴포넌트들을 포함하는 지능형 네트워크-연결 러닝(learning) 서모스탯이다. 그러나 본 명세서에서 설명된 다양한 동작들을 수행하는 디바이스들은 도 1a 및 도 1b에서 예시된 것보다 더 적거나 더 많은 수의 컴포넌트들로 동등하게 잘 동작할 수 있다는 것이 당업자들에게 의해 인지될 것이다. 따라서, 도 1a 및 도 1b의 디바이스(100)의 도시는 본 교시의 범위를 제한하는 것이 아니라 본질적으로 예시적인 것으로서 받아들여져야 한다.

[0037] 도 2는 본 명세서에서 추가로 설명되는 디바이스들, 방법들, 시스템들, 서비스들 및/또는 컴퓨터 프로그램 물건들 중 하나 또는 그 초과가 실시예에 따라 응용 가능하게 될 수 있는 스마트 홈 환경(200)의 예를 예시한다. 도시된 스마트 홈 환경은, 예를 들어, 집, 사무소 빌딩, 차고, 모바일 홈 또는 열역학 거동이 예측될 수 있는 다른 타입의 인클로저를 포함할 수 있는 구조(250)를 포함한다. 디바이스들은 또한 아파트, 콘도미니엄, 또는 사

무소 공간과 같은 전체 구조(250)를 포함하지 않는 스마트 홈 환경에 통합될 수 있다는 것이 인지될 것이다. 또한, 스마트 홈 환경은 실제 구조(250) 외측의 디바이스들에 커플링될 수 있고 그리고/또는 이를 제어할 수 있다. 실제로, 스마트 홈 환경의 몇 개의 디바이스들은 물리적으로 구조(250) 내에 있을 필요가 전혀 없다. 예를 들어, 풀 히터(pool heater) 또는 관개 시스템을 제어하는 디바이스는 구조(250) 외측에 로케이팅될 수 있다.

[0038] 스마트 홈 환경(200)은 벽들(254)을 통해 서로 적어도 부분적으로 분리되는 복수의 방들(252)을 포함한다. 벽들(254)은 내부 벽들 또는 외부 벽들을 포함할 수 있다. 각각의 방은 추가로 바닥(256) 및 천장(258)을 포함한다. 디바이스들은 벽(254), 바닥(256) 또는 천장(258) 상에 장착되고, 이에 통합되고 그리고/또는 그에 의해 지지될 수 있다. 스마트 홈 환경(200) 내에 통합될 수 있는 다양한 디바이스들은 다양한 유용한 스마트 홈 목적들 중 임의의 것을 제공하기 위해 클라우드-기반 서버 시스템들에 및/또는 서로 끊임없이 통합될 수 있는 지능형 다중-감지 네트워크-연결 디바이스를 포함한다. 지능형 다중-감지 네트워크-연결 서모스탯(202)은 주위 기후 특성들(예를 들어, 온도 및/또는 습도)을 검출하고 HVAC(heating, ventilation and air-conditioning) 시스템(203)을 제어할 수 있다. HVAC 시스템의 제어가 본 명세서에서 설명되지만, 유사한 원리들이 난방 시스템, 에어 컨디셔닝 시스템, 습도 제어 시스템 또는 이들의 임의의 결합과 같은 다른 온도/습도 제어 시스템들을 제어하는데 균등하게 적용될 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 하나 또는 그 초과 지능형 네트워크-연결 다중-감지 위험 검출 유닛들(204)은 홈 환경에서 위험한 물질 및/또는 위험한 컨디션의 존재(예를 들어, 연기, 화재, 또는 일산화탄소)를 검출할 수 있다. "스마트 도어벨(smart doorbell)"이라 불릴 수 있는 하나 또는 그 초과 지능형 다중-감지 네트워크-연결 입구 인터페이스 디바이스들(206)은 위치로의 사람의 접근 또는 떠남을 검출하고, 청취 가능한 기능성을 제어하고 청취 가능한 또는 시각적 수단을 통해 사람의 접근 또는 떠남을 알리거나, 또는 (예를 들어, 보안 시스템을 활성화 또는 탈활성화하도록) 보안 시스템에 관한 세팅들을 제어할 수 있다.

[0039] 몇몇 실시예들에서, 스마트 홈은 스마트 미터(smart meter)와 같은 적어도 하나의 에너지 소비 미터(218)를 포함할 수 있다. 에너지 소비 미터(218)는 구조(250) 내에 그리고 그 주위의 디바이스에 의해 소비되는 일부 또는 모든 에너지(전기, 가스 등)를 모니터링할 수 있다. 에너지 소비 미터(218)는 미터(218)의 표면 상에서 주어진 시간 기간에 걸쳐 소비되는 에너지의 양을 디스플레이할 수 있다. 주어진 기간은 예를 들어, 1 초, 1 분, 1 시간, 하루, 1달, 1초 미만에 시간 스캔, 한 달 초과 시간 스캔 또는 1초와 한 달 간에 시간 스캔일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 에너지 소비 미터(218)는 미터(218)가 다양한 정보, 예를 들어, 하나 또는 그 초과 주어진 기간들에 걸쳐 소비되는 에너지의 양, 임의의 특정한 시간의 또는 임의의 특정한 시간 기간 동안의 에너지의 가격 등을 통신하는 것을 가능케 하는 통신 능력들(유선 또는 무선)을 포함할 수 있다. 통신 능력들은 또한 미터가 다양한 정보를 수신하는 것을 가능케 할 수 있다. 예를 들어, 미터는 HVAC 시스템(203)과 같은 스마트 홈의 하나 또는 그 초과 디바이스들을 제어하기 위한 명령들, 임의의 특정한 시간에 또는 임의의 특정한 시간 기간 동안의 에너지의 가격 등을 수신할 수 있다. 구조(250) 내의 그리고 그 주위의 디바이스들의 제어를 용이하게 하기 위해, 미터(218)는 이러한 디바이스에 유선으로 또는 무선으로 연결될 수 있다.

[0040] 복수의 지능형 다중-감지 네트워크-연결 벽 조명 스위치들(208) 각각은 주위 조명 컨디션들을 검출하고, 방-점유 상태들을 검출하고, 하나 또는 그 초과 조명들의 전력 및/또는 흐릿한 상태(dim state)를 제어할 수 있다. 몇몇 인스턴트들에서, 조명 스위치들(208)은 추가로 또는 대안적으로, 천장 팬과 같은 팬의 전력 상태 또는 속도를 제어할 수 있다. 복수의 지능형 다중-감지 네트워크-연결 벽 플러그 인터페이스들(210) 각각은 방 또는 인클로저의 점유를 검출하고 (예를 들어, 집에 아무도 없는 경우 플러그에 전력이 공급되지 않도록), 하나 또는 그 초과 벽 플러그들로의 전력의 공급을 제어할 수 있다. 스마트 홈은 추가로, 냉장고들, 난로들 및/또는 오븐들, 텔레비전들, 세탁기들, 건조기들, 조명들(구조(250) 내부 및/또는 외부), 스테레오들, 인터컴 시스템(intercom system), 차고-문 개방자들, 바닥 팬들, 천장 팬들, 집-전체 팬들, 벽 공기 컨디셔너들, 풀 히터들(214), 관개 시스템들(216), 보안 시스템들 등과 같이 복수의 지능형 다중-감지 네트워크-연결 기구들(212)을 포함할 수 있다. 도 2의 설명들이 특정한 디바이스들과 연관되는 특정한 센서들 및 기능성들을 식별할 수 있지만, (명세서 전체에 걸쳐 설명된 것들과 같은) 다양한 센서들 및 기능성들 중 임의의 것이 디바이스에 통합될 수 있다는 것이 인지될 것이다.

[0041] 프로세싱 및 감지 능력들을 포함하는 것 외에도, 스마트 홈 환경(200) 내의 디바이스들 각각은 액세스 디바이스(266) 및/또는 원격 서버(264)와 같은 스마트 홈 환경(240) 외측의 임의의 디바이스들은 물론 스마트 홈 환경(200) 내의 임의의 다른 디바이스들과의 정보 공유 및 데이터 통신들이 가능하게 될 수 있다. 디바이스들은 다양한 통상의 또는 표준 무선 프로토콜들(Wi-Fi, ZigBee, 6LoWPAN, IR, IEEE 802.11, IEEE 802.15.4 등) 중 임의의 것 및/또는 다양한 통상의 또는 표준 유선 프로토콜들(CAT6 이더넷, HomePlug 등) 중 임의의 것을 통해 통

신들을 송신 및 수신할 수 있다. 벽 플러그 인터페이스들(210)은 무선 또는 유선 리피터들로서 역할할 수 있고 그리고/또는 (i) AC 아웃렛들에 플러그되고 Homeplug 또는 다른 전력 라인 프로토콜을 이용하여 통신하는 디바이스들 및 (ii) AC 아웃렛들에 플러그되지 않은 디바이스들 간의 브리지들로서 기능할 수 있다.

[0042] 예를 들어, 제 1 디바이스는 무선 라우터(260)를 통해 제 2 디바이스와 통신할 수 있다. 디바이스는 추가로 네트워크(262)와 같은 네트워크에 대한 연결을 통해 원격 디바이스들과 통신할 수 있다. 네트워크(262)를 통해, 디바이스는 중앙(즉, 원격) 서버 또는 클라우드-컴퓨팅 시스템(264)과 통신할 수 있다. 원격 서버 또는 클라우드-컴퓨팅 시스템(264)은 디바이스와 연관되는 제조자, 지원 엔티티 또는 서비스 제공자와 연관될 수 있다. 일 실시예에서, 사용자는 전화 또는 인터넷-연결 컴퓨터와 같은 다른 통신 수단을 이용하도록 요구되기 보단 오히려, 디바이스 그 자체를 이용하여 고객 지원(customer support)에 접촉할 수 있을 수도 있다.

[0043] 디바이스의 네트워크 연결들은 추가로, 사용자가 디바이스 부근에 있지 않은 경우조차도 사용자가 디바이스와 상호작용하도록 허용할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 컴퓨터(예를 들어, 데스크톱 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 또는 태블릿) 또는 다른 휴대용 전자 디바이스(예를 들어, 스마트폰)(266)를 이용하여 디바이스(예를 들어, 서모스탯(202))와 통신할 수 있다. 웹페이지 또는 앱(app)은 사용자로부터 통신들을 수신하고 통신들에 기초하여 디바이스를 제어하고 그리고/또는 디바이스의 동작에 관한 정보를 사용자에게 제시하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 휴대용 전자 디바이스(266)가 서모스탯(202)과 상호작용하는데 이용될 때, 사용자는 서모스탯에 대한 현재 세트포인트 온도를 보고 휴대용 전자 디바이스(266)를 이용하여 그것을 조정할 수 있다. 사용자는 이 원격 통신 동안 구조 내에 또는 구조 외측에 있을 수 있다. 휴대용 전자 디바이스(266)와 서모스탯(202) 간의 통신들은 (예를 들어, 휴대용 전자 디바이스(266)가 구조(250)로부터 원격일 때) 원격 서버(264)를 통해 라우팅될 수 있거나, 또는 몇몇 실시예들에서, 원격 서버(264)를 제외하고 라우팅될 수 있다.

[0044] 스마트 홈 환경(200)은 또한, 벽 플러그 인터페이스들(210)에 의해, 조잡하게 (ON/OFF)로라도 제어될 수 있는 구식의 종래의 세탁기/건조기, 냉장고들 등과 같은 다양한 통신 불가능한 레거시 기구들(240)을 포함할 수 있다. 스마트 홈은 추가로, 위험 검출 유닛들(204) 또는 조명 스위치들(208)에 의해 제공되는 IR 신호들에 의해 또는 몇몇 실시예들에서, 벽 플러그 인터페이스(210)를 통해 통신하기 위해 전력라인과 같은 소켓-기반 통신 프로토콜을 이용함으로써 제어될 수 있는 IR-제어식 벽 에어컨 디바이스들 또는 다른 IR-제어식 디바이스들과 같이 다양한 부분적으로 통신하는 레거시 기구들(242)을 포함할 수 있다.

[0045] 특정한 실시예들에서 스마트 홈(200)은 원격 서버(264)와 같이 스마트 홈(200) 외부의 디바이스들 또는 시스템들은 물론 모두가 서로 통신하도록 동작 가능한 다수의 클라이언트 디바이스들 및 액세스 디바이스들을 포함하는 환경이다. 그러나 이러한 환경은 도 2에서 예시된 것보다 더 적은 또는 더 많은 수의 컴포넌트들을 갖고 균등하게 잘 동작할 수 있다는 것이 당업자에 의해 인지될 것이다. 상이한 기능성을 갖는 다양한 엘리먼트들을 포함하는 스마트-홈 환경의 하나의 특정한 예는 2012년9월 21일 출원된 미국 가출원 일련 번호 제61/704,437호에서 상세히 설명되며, 상기 가출원의 전체 내용물들은 모든 목적을 위해 그 전체가 여기에 인용에 의해 포함된다. 따라서, 도 2의 스마트 홈 환경(200)의 도시는 본 교시들의 범위에 대한 제한이 아니라 본질적으로 예시적인 것으로서 받아들여져야 한다.

[0046] 도 3은 실시예에 따라 도 1 및/또는 도 2의 스마트 홈이 통합되는 확장 가능한 디바이스들 및 서비스 플랫폼의 네트워크-레벨도를 예시한다. 도 2를 참조하여 논의된 지능형 네트워크-연결 디바이스들 각각은 하나 또는 그 초과와 원격 서버들 또는 클라우드 컴퓨팅 시스템들(264)과 통신할 수 있다. 통신은 직접적으로(예를 들어, 무선 캐리어로의 3G/4G 연결성을 이용함), (단순 무선 라우터로부터 예를 들어, 지능형 전용 홈-전체 제어 노드를 포함해서 이들까지의 범위의 방식일 수 있는) 허브 네트워크를 통해 또는 임들의 임의의 결합을 통해 인터넷(262)에 대한 연결을 설정함으로써 인에이블될 수 있다.

[0047] 원격 서버 또는 클라우드-컴퓨팅 시스템(264)은 스마트 홈 디바이스들로부터 동작 데이터(302)를 수집할 수 있다. 예를 들어, 디바이스들은 일상적으로 동작 데이터를 전송할 수 있거나, 또는 (예를 들어, 고객 지원에 요청할 때) 특정한 인스턴스들에서 동작 데이터를 전송할 수 있다. 원격 서버 또는 클라우드-컴퓨팅 아키텍처(264)는 추가로 하나 또는 그 초과와 서비스들(304)을 제공할 수 있다. 서비스들(304)은 예를 들어, 소프트웨어 업데이트, 고객 지원, 센서 데이터 수집/로깅, 원격 액세스, 원격 또는 분배된 제어, 또는 (예를 들어, 성능을 개선하고, 활용 비용을 감소시키는 등을 위해 수집된 동작 데이터(304)에 기초한) 이용 제안들을 포함할 수 있다. 서비스들(304)과 연관되는 데이터는 원격 서버 또는 클라우드-컴퓨팅 시스템(264)에 저장될 수 있고, 원격 서버 또는 클라우드-컴퓨팅 시스템(264)은 적절한 시간에(예를 들어, 정규 간격들로, 사용자로부터 요청을 수신 시에 등) 데이터를 리트리브 및 전송할 수 있다.

[0048] 도 3에서 예시된 바와 같은 설명된 확장 가능한 디바이스들 및 서비스 플랫폼의 하나의 현저한 특징은 제한 없이, (원격 서버(264)에 포함되거나 그로부터 별개일 수 있는) 단일 데이터 프로세싱 서버(307)에 집중될 수 있거나, 또는 몇 개의 상이한 컴퓨팅 엔티티들 간에 분배될 수 있는 프로세싱 엔진(306)이다. 프로세싱 엔진(306)은 분석에 기초하여 또는 분석의 부분으로서 통계들을 생성하고 그리고/또는 데이터를 분석하기 위해 데이터를 인덱싱하기 위해 (예를 들어, 인터넷 또는 허브 네트워크를 통해) 디바이스들의 세트로부터 데이터를 수신하도록 구성되는 엔진들을 포함할 수 있다. 분석된 데이터는 유도된 데이터(308)로서 저장될 수 있다. 분석 또는 통계의 결과들은 이어서, 결과들을 유도하는데 이용된 ops 데이터를 제공하는 디바이스에 역으로, 다른 디바이스들에, 디바이스의 사용자에게 웹페이지를 제공하는 서버에, 또는 다른 비-디바이스 엔티티들에 전송될 수 있다. 예를 들어, 이용 통계들, 다른 디바이스들의 이용에 상대적인 이용 통계들, 이용 패턴들 및/또는 센서 판독들을 요약한 통계가 전송될 수 있다. 결과들 또는 통계는 인터넷(262)을 통해 제공될 수 있다. 이러한 방식으로, 프로세싱 엔진(306)은 스마트 홈으로부터 획득된 동작 데이터로부터 다양한 유용한 정보를 유도하도록 구성되고 프로그래밍될 수 있다. 단일 서버는 하나 또는 그 초과 엔티티들을 포함할 수 있다.

[0049] 유도된 데이터는, 홈-당, 인근-당, 또는 지역-당 토대로 디바이스들의 명시적인 프로그래밍된 제어(예를 들어, 전기 발전소에 대한 수요-응답 프로그램들)로부터, 홈별 토대로 보조할 수 있는 추론 요약들의 생성(예를 들어, 추론은 집주인이 휴가를 떠났음을 이끌어낼 수 있고 이에 따라 보안 검출 장비는 강화된 감도가 될 수 있음), 정부 또는 자선 목적을 위해 이용될 수 있는 통계 및 연관된 추론 요약들의 생성에 이르는 범위의 다양한 유용한 목적들을 위해 다양한 상이한 입도들에서 상당히 유익할 수 있다. 예를 들어, 프로세싱 엔진(306)은 디바이스들의 인구에 걸쳐서 디바이스 이용에 관한 통계들을 생성하고 통계를 디바이스 사용자, 서비스 제공자 또는 (예를 들어, 요청했거나, 또는 통계에 대한 금전 보상을 제공할 수 있는) 다른 엔티티에 송신할 수 있다. 특정한 예시들로서, 통계는 자선단체들(322), 정부 엔티티들(324)(예를 들어, 식품 의약국 또는 환경 보호국), 학문적 기관들(326)(예를 들어, 대학 연구자들), (예를 들어, 디바이스 워런터들 또는 서비스를 관련된 장비에 제공하는) 사업체들(328), 또는 공익 회사들(330)에 전송될 수 있다. 이들 엔티티들은 에너지 이용을 감소시키기 위한 프로그램들을 형성하도록, 고장난 장비를 우선적으로 서비스하도록, 높은 서비스 수요들을 대비하도록, 과거 서비스 성능 등을 추적하도록, 또는 지금 알려져 있거나 나중에 개발되는 다양한 유익한 기능들 또는 작업들 중 임의의 것을 수행하도록 데이터를 이용할 수 있다.

[0050] 도 4는, 실시예에 따라, 프로세싱 엔진(306)은 물론 스마트 홈 환경의 디바이스들에 대한 구체적인 참조와 더불어, 도 3의 확장 가능한 디바이스들 및 서비스 플랫폼의 요약된 기능도를 예시한다. 스마트 홈에 안착된 디바이스들이 무제한적인 다양한 상이한 개별 능력들 및 제한들을 가지더라도, 이들은 모두가, 이들 각각이 데이터 소비자(402)(DC), 데이터 소스(404)(DS), 서비스 소비자(406)(SC) 및/또는 서비스 소스(408)(SS)라는 점에서 공통 특성들을 공유하는 것으로 간주될 수 있다. 유리하게는, 디바이스들이 그들의 로컬 또는 즉각적인 목적들을 달성하기 위해 필요한 본질적인 제어 정보를 제공하는 것 외에도, 확장 가능한 디바이스들 및 서비스 플랫폼은 또한 이들 디바이스들로부터 유도하는 많은 양의 데이터를 이용하도록 구성될 수 있다. 그의 즉각적인 기능들에 관해 디바이스들 그 자체의 실제 동작을 강화하거나 최적화하는 것 외에도, 확장 가능한 디바이스들 및 서비스 플랫폼은 또한, 다양한 유용한 목적들을 달성하기 위해 다양한 자동화된, 확장 가능한, 플렉서블한 및/또는 스케일러블한 방식으로 그 데이터를 "리퍼포징(repurposing)"하도록 지시될 수 있다. 이들 목적들은 예를 들어, 이용 패턴들, 디바이스 효율 및/또는 (예를 들어, 특정한 기능성을 요청하는) 사용자 입력에 기초하여 미리 정의되거나 적응적으로 식별될 수 있다.

[0051] 예를 들어, 도 4는 다수의 패러다임들(410)을 포함하는 것으로서 프로세싱 엔진(306)을 도시한다. 프로세싱 엔진(306)은 주 또는 보조 디바이스 기능들을 모니터링하고 관리하는 관리된 서비스 패러다임(410a)을 포함할 수 있다. 디바이스 기능들은 사용자 입력들이 주어지면 디바이스의 적절한 동작을 보장하는 것, 침입자가 주택 안에 있거나 주택 안에 들어오도록 시도하고 있다는 것을 추정(예를 들어, 그리고 응답)하는 것, 디바이스에 커플링되는 장비의 장애(예를 들어, 타버린 백열 전구)를 검출하는 것, 에너지 요구 응답 이벤트들을 구현하거나 다른 방식으로 응답하는 것, 또는 현재 또는 예측된 미래 이벤트 또는 특성을 사용자에게 경고하는 것을 포함할 수 있다. 프로세싱 엔진(306)은 추가로, 디바이스 이용에 기초하여 사용자의 관심의 특성들(예를 들어, 인구통계학 정보), 바램들 및/또는 물건들을 추정하는 광고/통신 패러다임(410b)을 포함할 수 있다. 서비스들, 프로모션들, 물건들 또는 업그레이드들은 이어서 사용자에게 제안되거나 자동으로 제공될 수 있다. 프로세싱 엔진(306)은 추가로 소셜 네트워크로부터의 정보를 이용하고, (예를 들어, 디바이스 이용에 기초하여) 소셜 네트워크에 정보를 제공하고, 및/또는 소셜 네트워크 플랫폼과의 사용자 및/또는 디바이스 상호작용들과 연관되는 데이터를 프로세싱하는 소셜 패러다임(410c)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 소셜 네트워크 상의 그들의 신뢰되는

콘택들(trusted contacts)에 리포트되는 바와 같은 사용자의 상태는, 조명 검출, 보안 시스템 비활성화 또는 디바이스 이용 검출기들에 기초하여 이들이 집에 있을 때를 나타내도록 업데이트될 수 있다. 다른 예로서, 사용자는 다른 사용자들과 디바이스-이용 통계들을 공유할 수도 있다. 프로세싱 엔진(306)은 도전과제, 규칙들, 준수 규정들 및/또는 보상들을 사용자에게 알리고 및/또는 도전과제가 충족되었는지, 규칙 또는 규정이 준수되는지 및/또는 보상이 받아졌는지를 결정하기 위해 동작 데이터를 이용하는 도전과제들/규칙들/준수/보상들 패러다임(410d)을 포함할 수 있다. 도전과제들, 규칙들 또는 규정들은, 에너지를 보존하기 위한, 안전하게 살게 하기 위한(예를 들어, 독소 또는 발암물질들에 대한 노출을 감소시킴) 돈 및/또는 장비 수명을 보존하기 위한, 건강을 개선하는 등을 위한 노력들에 관련될 수 있다.

[0052] 프로세싱 엔진(306)은 하나 또는 그 초과와 프로세싱 패러다임들의 기능성을 개선하기 위해 외부 소스들로부터 외부 정보(416)를 통합하거나, 또는 그렇지 않으면 활용할 수 있다. 외부 정보(416)는 디바이스로부터 수신된 동작 데이터를 해석하기 위해, 디바이스 근처(예를 들어, 디바이스가 인클로징된 구조 외측) 환경의 특성을 결정하기 위해, 사용자에게 이용 가능한 서비스들 또는 제품들을 결정하기 위해, 소셜 네트워크 또는 소셜-네트워크 정보를 식별하기 위해, 디바이스 근처 엔티티들(예를 들어, 비상-대응팀, 경찰 또는 병원과 같은 공공-서비스 엔티티들)의 콘택 정보를 결정하는 등을 하기 위해 이용되어, 통계 또는 환경 컨디션들, 동향들 또는 흐름 또는 인근과 연관된 다른 정보 등을 식별할 수 있다.

[0053] 통상의 것에서 심오한 것에 이르는 현저한 범위 및 다양한 이익들이, 설명된 확장 가능한 디바이스들 및 서비스 플랫폼에 의해 유발되며 그 범위 내에 있을 수 있다. 따라서, 하나의 "통상의" 예에서, 스마트 홈의 각각의 침실에는 점유 센서를 포함하는 연기/화재/CO 알람이 제공될 수 있으며, 여기서 점유 센서는 또한 거주자가 자고 있거나 깨어있는지를 (예를 들어, 움직임 검출, 얼굴 인식, 청취 가능한 사운드 패턴들 등에 의해) 추론 가능할 수 있다. 심각한 화재 이벤트가 감지되는 경우, 원격 보안/모니터링 서비스 또는 소방국에는 각각의 침실에 얼마나 많은 거주자들이 있는지 그리고 이들 거주자들이 여전히 자고 있는지(또는 움직이지 않는지) 또는 이들이 침실에서 적절히 대피하고 있는지가 통지된다. 이것은 물론, 설명된 확장 가능한 디바이스들 및 서비스 플랫폼에 의해 수용되는 매우 유리한 능력이지만, 이용 가능하게 될 수 있는 보다 대형의 "지능"의 잠재력을 진정으로 예시할 수 있는 상당히 더 보다 "심오한" 예들이 있을 수 있다. 아마도 보다 "심오한" 예로서, 화재 안전을 위해 이용되는 동일한 데이터 침실 점유 데이터는 인근 아동 발달 및 교육의 소셜 패러다임의 맥락에서 프로세싱 엔진(306)에 의해 또한 "리포즈"될 수 있다. 따라서, 예를 들어, "통상의" 예에서 논의된 동일한 침실 점유 및 움직임 데이터가 수집되고 프로세싱(적절히 익명화됨)을 위해 이용 가능하게 될 수 있으며, 여기서 특정한 ZIP 코드의 취학아동의 수면 패턴들이 식별되고 추적될 수 있다. 취학아동의 수면 패턴들의 로컬화된 변동들이 식별되고 예를 들어, 지역 학교들의 상이한 영양 프로그램들에 상관될 수 있다.

[0054] 도 5는 실시예에 따른 특수-목적 컴퓨터 시스템(500)의 블록도이다. 예를 들어, 클라이언트 디바이스(100) 중 하나 또는 그 초과, 스마트 홈 환경(200)의 엘리먼트들, 원격 서버(264), 프로세싱 엔진(306), 데이터 프로세싱 서버(307), 또는 본 명세서에서 설명된 다른 전자 컴포넌트들이 특수-목적 컴퓨터 시스템(500)으로서 구현될 수 있다. 본 명세서에서 설명되는 방법들 및 프로세스들은 본 명세서에서 설명된 방법들 및 프로세스들의 액션들을 수행하도록 컴퓨터 시스템에 지시하는, 유형의(tangible) 비-일시적인 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체들 및/또는 컴퓨터-프로그램 물건들에 의해 유사하게 구현될 수 있다. 각각의 이러한 컴퓨터-프로그램 물건은 대응하는 동작들을 수행하도록 컴퓨터 시스템의 프로세서에 지시하는, 컴퓨터-판독 가능한 매체 상에 실현되는 명령들(예를 들어, 코드들)의 세트들을 포함할 수 있다. 명령들은 순차적인 순서로, 또는 병렬로(예컨대, 상이한 프로세싱 스레드들 하에서), 또는 이들의 결합으로 실행되게 구성될 수 있다.

[0055] 특수-목적 컴퓨터 시스템(500)은 컴퓨터(502), 컴퓨터(502)에 커플링되는 모니터(504), 컴퓨터(502)에 커플링되는 (선택적인) 하나 또는 그 초과와 부가적인 사용자 출력 디바이스들(506), 컴퓨터(502)에 커플링되는 하나 또는 그 초과와 사용자 입력 디바이스들(508)(예를 들어, 키보드, 마우스, 트랙볼, 터치 스크린), 컴퓨터(502)에 커플링되는 선택적인 통신 인터페이스(510) 및 컴퓨터(502)에 액세스 가능하거나 그 내에 유형의 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체(512)를 포함하는 컴퓨터-프로그램 물건을 포함한다. 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체(512) 상에 저장된 명령들은 본 명세서에서 설명된 방법들 및 프로세스들을 수행하도록 시스템(500)에 지시할 수 있다. 컴퓨터(502)는 버스 서브시스템(516)을 통해 다수의 주변 디바이스들과 통신하는 하나 또는 그 초과와 프로세서들(514)을 포함할 수 있다. 이들 주변 디바이스들은 사용자 출력 디바이스(들)(506), 사용자 입력 디바이스(들)(508), 통신 인터페이스(510), 및 저장 서브시스템, 예컨대, 랜덤 액세스 메모리(RAM)(518) 및 비-휘발성 저장 드라이브(520)(예를 들어, 디스크 드라이브, 광학 드라이브, 고상 드라이브)를 포함할 수 있으며, 이들은 유형의 컴퓨터-판독 가능한 메모리의 형태들이다.

- [0056] 컴퓨터-판독 가능한 매체(512)는 랜덤 액세스 메모리(518)에 로딩되고, 비-휘발성 저장 드라이브(520)에 저장되거나, 또는 그렇지 않으면 컴퓨터(502)의 하나 또는 그 초과 컴포넌트들에 액세스 가능하게 될 수 있다. 각각의 프로세서(514)는 Intel® 또는 Advanced Micro Devices, Inc.®로부터의 마이크로프로세서 등과 같은 마이크로프로세서를 포함할 수 있다. 컴퓨터-판독 가능한 매체(512)를 지원하기 위해 컴퓨터(502)는 컴퓨터-판독 가능한 매체(512)와 위에서 언급된 컴포넌트들 간의 통신들은 물론, 컴퓨터-판독 가능한 매체(512)를 원조하는, 위에서 언급된 컴포넌트들 간의 통신들을 핸들링하는 운용 체제를 실행한다. 예시적인 운용 체제들은 Microsoft Corporation로부터의 Windows® 등, Sun Microsystems로부터의 Solaris®, LINUX, UNIX 등을 포함한다. 다수의 실시예들에서 그리고 본 명세서에서 설명된 바와 같이, 컴퓨터-프로그램 물건은 컴퓨터-판독 가능한 매체(예를 들어, 디스크, 메모리 칩 등)를 포함하는 장치(예를 들어, 케이스, 판독/기록 헤드 등을 포함하는 하드 드라이브, 케이스를 포함하는 컴퓨터 디스크, 커넥터, 케이스 등을 포함하는 메모리 카드)일 수 있다. 다른 실시예들에서, 컴퓨터-프로그램 물건은 명령 세트들, 또는 코드 모듈들 그 자체를 포함하고 컴퓨터-판독 가능한 매체 상에서 실현될 수 있다.
- [0057] 사용자 입력 디바이스들(508)은 컴퓨터 시스템(502)에 정보를 입력하기 위한 모든 가능한 타입들의 디바이스들 및 매커니즘들을 포함한다. 이들은 키보드, 키패드, 마우스, 스캐너, 디지털 드로잉 패드, 디스플레이에 포함되는 터치 스크린, 음성 인식 시스템들과 같은 오디오 입력 디바이스들, 마이크로폰들 및 다른 타입들의 입력 디바이스들을 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 사용자 입력 디바이스들(508)은 통상적으로, 컴퓨터 마우스, 트랙볼, 트랙 패드, 조이스틱, 무선 리모콘, 드로잉 태블릿, 음성 커맨드 시스템으로서 실현된다. 사용자 입력 디바이스들(508)은 통상적으로 사용자가, 버튼의 클릭 등과 같은 커맨드를 통해 모니터(504) 상에 나타나는 객체들, 아이콘들, 텍스트 등을 선택하도록 허용한다. 사용자 출력 디바이스들(506)은 컴퓨터(502)로부터의 정보를 출력하기 위한 모든 가능한 타입들의 디바이스들 및 매커니즘들을 포함한다. 이들은 디스플레이(예를 들어, 모니터(504)), 프린터들, 오디오 출력 디바이스들과 같은 비-시각적 디스플레이들 등을 포함할 수 있다.
- [0058] 통신 인터페이스(510)는 다른 통신 네트워크들 및 디바이스들에 대한 인터페이스를 제공하고, 유선 또는 무선 통신 네트워크(522)를 통해 다른 시스템들, WAN들 및/또는 인터넷에 데이터를 전송하고 이로부터 데이터를 수신하기 위한 인터페이스로서 역할할 수 있다. 통신 인터페이스(510)의 실시예들은 통상적으로, 이더넷 카드, 모뎀(전화, 위성, 케이블, ISDN), (비동기식) 디지털 가입자 라인(DSL) 유닛, FireWire® 인터페이스, USB® 인터페이스, 무선 네트워크 어댑터 등을 포함한다. 예를 들어, 통신 인터페이스(510)는 컴퓨터 네트워크, FireWire® 버스 등에 커플링될 수 있다. 다른 실시예들에서, 통신 인터페이스(510)는 컴퓨터(502)의 마더보드 상에 물리적으로 통합될 수 있고 그리고/또는 소프트웨어 프로그램 등일 수 있다.
- [0059] RAM(518) 및 비-휘발성 저장 드라이브(520)는 실행 가능한 컴퓨터 코드, 인간-판독 가능한 코드 등을 비롯해서, 본 발명의 컴퓨터-프로그램 물건 실시예들로서 이러한 데이터를 저장하도록 구성된 유형의 컴퓨터-판독 가능한 매체들의 예들이다. 다른 타입들의 유형의 컴퓨터-판독 가능한 매체들은 플로피 디스크들, 제거 가능한 하드 디스크들, 광학 저장 매체들, 예컨대, CD-ROM들, DVD들, 바코드들, 반도체 메모리들, 예컨대, 플래시 메모리들, 판독-전용 메모리들(ROM들), 배터리-백킹(battery-backed) 휘발성 메모리들, 네트워킹된 저장 디바이스들 등을 포함한다. RAM(518) 및 비-휘발성 저장 드라이브(520)는 위에서 설명된 바와 같이 본 발명의 다양한 실시예들의 기능성을 제공하는 기본 프로그래밍 및 데이터 구성들을 저장하도록 구성될 수 있다.
- [0060] 본 발명의 기능성을 제공하는 소프트웨어 명령 세트들은 컴퓨터-판독 가능한 매체(512), RAM(518) 및/또는 비-휘발성 저장 드라이브(520)에 저장될 수 있다. 이들 명령 세트들 또는 코드는 프로세서(들)(514)에 의해 실행될 수 있다. 컴퓨터-판독 가능한 매체(512), RAM(518), 및/또는 비-휘발성 저장 드라이브(520)는 또한 본 발명에 따라 이용되는 데이터 및 데이터 구조들을 저장하기 위한 저장소를 제공할 수 있다. RAM(518) 및 비-휘발성 저장 드라이브(520)는 프로그램 실행 동안 명령들 및 데이터의 저장을 위한 주 랜덤 액세스 메모리(RAM) 및/또는 고정된 명령들이 저장되는 판독-전용 메모리(ROM)를 포함하는 다수의 메모리들을 포함할 수 있다. RAM(518) 및 비-휘발성 저장 드라이브(520)는 프로그램 및/또는 데이터 파일들의 영구적(비-휘발성) 저장을 제공하는 파일 저장 서브시스템을 포함할 수 있다. RAM(518) 및 비-휘발성 저장 드라이브(520)는 제거 가능한 플래시 메모리와 같은 제거 가능한 저장 시스템을 또한 포함할 수 있다.
- [0061] 버스 서브시스템(516)은 컴퓨터(502)의 다양한 컴포넌트들 및 서브시스템들이 의도될 때 서로 통신하도록 허용하기 위한 매커니즘을 제공한다. 버스 서브시스템(516)은 단일 버스로서 개략적으로 도시되지만, 버스 서브시스템의 대안적인 실시예들이 컴퓨터(502) 내의 다수의 버스를 또는 통신 경로들을 활용할 수 있다.
- [0062] 펌웨어 및/또는 소프트웨어 구현에 대해, 방법론들은 본 명세서에서 설명된 기능들을 수행하는 모듈들(예를 들

어, 프로시저들, 함수들 등)로 구현될 수 있다. 명령들을 유형으로 실현하는 머신-판독 가능한 매체는 본 명세서에서 설명되는 방법론들을 구현하는데 이용될 수 있다. 예를 들어, 소프트웨어 코드들은 메모리에 저장될 수 있다. 메모리는 프로세서 내에 또는 프로세서 외부에서 구현될 수 있다. 본 명세서에서 이용된 바와 같이, "메모리"란 용어는 임의의 타입의 장기, 단기, 휘발성, 비휘발성, 또는 다른 저장 매체를 지칭하며, 메모리가 저장되는 임의의 특정한 타입의 메모리, 또는 메모리들의 수 또는 매체들의 타입으로 제한되진 않는다.

[0063] 또한, 본 명세서에서 개시된 바와 같이, "저장 매체"란 용어는 판독 전용 메모리(ROM), 랜덤 액세스 메모리(RAM), 자기 RAM, 코어 메모리, 자기 디스크 저장 매체들, 광학 저장 매체들, 플래시 메모리 디바이스들 및/또는 정보를 저장하기 위한 다른 머신 판독 가능한 매체들을 비롯해서, 데이터를 저장하기 위한 하나 또는 그 초과개의 메모리들을 나타낼 수 있다. "머신-판독 가능한 매체"란 용어는 휴대용 또는 고정된 저장 디바이스들, 광학 저장 디바이스들, 무선 채널들 및/또는 명령(들) 및/또는 데이터를 포함하거나 전달하는 저장 가능한 다양한 다른 저장 매체들을 포함(그러나 이것으로 제한되지 않음)한다.

[0064] 도 6은 실시예에 따라 열역학 거동 모델링을 구현하는 HVAC 제어 시스템(600)의 컴포넌트들을 예시한다. 이해를 용이하게 하기 위해, 시스템(600)은 도 1a, 도 1b, 도 2 및 도 7을 참조하여 설명되지만, 시스템(600)의 실시예들은 도 1a, 도 1b, 도 2 및 도 7을 참조하여 설명된 예시적인 장치 및 시스템들로 제한되지 않는다는 것이 이해되어야 한다.

[0065] 다양한 실시예들에 따른 HVAC 제어 시스템(600)은 HVAC 시스템을 통해 구조의 실내 환경 컨디션들을 지능적으로 제어하기 위한 다양한 HVAC 제어 알고리즘들을 구현하도록 동작 가능하다. HVAC 제어 알고리즘들 중 하나 또는 그 초과는 직접적으로 또는 간접적으로, 연관된 HVAC 시스템의 엘리먼트의 액추에이션 상태의 변화들에 대한 구조의 환경적 응답을 예측하는 열역학 예측들에 의존할 수 있다. 열역학 예측들은 결국, 구조의 열역학 모델에 적어도 부분적으로 기초하여 생성될 수 있으며, 여기서 열역학 모델은 HVAC 액추에이션 상태의 인가에 응답하여 구조의 환경 특성 궤도를 특징화한다. 특징화된 환경 특성 궤도는, 실내 온도 및 실내 습도를 비롯(그러나 이것으로 제한되지 않음)해서, 구조 내부의 다양한 환경 컨디션들 중 하나 또는 그 초과개의 궤도일 수 있다.

[0066] 몇몇 실시예들에 따른 HVAC 제어 시스템(600)은 HVAC 제어 엘리먼트(610), 열역학 거동 예측 엘리먼트(620), 및 열역학 모델 생성기(630)와 같은 다양한 컴포넌트들을 포함한다. 이들 컴포넌트들 각각은 물리적으로, 논리적으로, 또는 통신 가능하게 서로 커플링될 수 있고, 몇몇 실시예들에서, 시스템(600)의 하나 또는 그 초과개의 컴포넌트들에 대해 여기서 설명되는 구조적 엘리먼트들 및/또는 그의 기능성은 시스템(600)의 다른 컴포넌트들에서 유사하게 구현될 수 있다. 또한, 시스템(600)의 컴포넌트들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 결합으로 구현될 수 있고, 일 실시예에서, 시스템(600)의 컴포넌트들은 디바이스(100)에서 구현될 수 있지만, 다른 실시예들은, 컴포넌트들 중 일부 또는 전부가 디바이스(100) 이외의 다른 전기 디바이스들(예를 들어, 휴대용 전자 디바이스(266) 및/또는 원격 서버(264)와 같은 스마트 홈 환경(200)과 연관되는 디바이스들)에서 구현될 수 있기 때문에, 그것으로 제한되지 않는다.

[0067] HVAC 제어 엘리먼트(610)는 다양한 이유들 중 하나 또는 그 초과개에 대해, 구조의 열역학 거동의 예측을 획득하고 이용하고자 할 수 있는 HVAC 제어 로직을 포함한다. 예를 들어, 서모스탯(202)에 의해 구현되는 하나 또는 그 초과개의 HVAC 제어 알고리즘들은 HVAC 제어의 정확도를 증가시키기 위해 구조(250)의 열역학 거동의 예측에 의존할 수 있다. HVAC 엘리먼트(610)는 다양한 가능성들에 스패(span)하는 HVAC 제어 로직을 포함할 수 있고, 예를 들어, 요구-응답 제어 유닛(612), TOU(time-of-use) 제어 유닛(614), 에어웨이브(airwave) 제어 유닛(616) 및 시간-온도 제어 유닛(618)을 포함하고 거기서 구현될 수 있다.

[0068] DR 제어 유닛(612)은 DR 이벤트에 대해 HVAC 시스템, 예를 들어, HVAC(203)를 제어하도록 동작 가능할 수 있다. DR 제어 유닛(612)은 이러한 제어를 용이하게 하기 위한 다양한 제어 로직을 포함할 수 있고, 몇몇 경우들에서, 이러한 제어 로직은 DR 이벤트 기간 내에서(즉, 감소된 에너지 소비가 요구되는 시간의 기간) DR 이벤트 기간 외측의 하나 또는 그 초과개의 시간 기간들로 에너지 소비를 시프트하도록 HVAC 시스템을 제어할 수 있다. 이러한 제어를 수행하는데 있어, DR 제어 유닛(612)은 구조의 열역학 거동의 하나 또는 그 초과개의 예측들에 적어도 부분적으로 의존할 수 있다. DR 이벤트에 응답하여 HVAC 시스템을 제어하기 위한 다양한 기법들은 2013년 3월 15일 출원되고 공동으로 양도된 미국 일련 번호 제13/842,213호(참조 번호 NES0253-US) 및 발명의 명칭이 "Controlling An HVAC System In Association With a Demand-Response Event"이고 동시 출원된 미국 일련 번호 제13/866,635호(참조 번호 NES0340-US)에서 설명되며, 이들 둘 다는 모든 목적을 위해 그 전체가 인용에 의해 여기에 포함된다.

[0069] TOU(time-of-use) 제어 유닛(614)은 에너지의 동적인 가격책정(pricing)이 존재하는 환경에서 HVAC 시스템을 제

어하도록 동작 가능할 수 있다. 즉, 소비자에 의해 지각되는 바와 같은 에너지 단위 당 가격은 하루 종일에 걸쳐서 변동될 수 있다. 이 경우에 TOU 제어 유닛은 동적인 가격책정에 따라 하루 종일에 걸쳐 에너지를 효율적으로 소비하면서 원하는 레벨의 거주자 편안함을 달성하도록 HVAC 시스템의 제어를 용이하게 하기 위한 다양한 제어 로직을 포함할 수 있다. 이러한 제어를 수행하는데 있어, TOU 제어 유닛(614)은 구조의 열역학 거동의 하나 또는 그 초과 예측들에 적어도 부분적으로 의존할 수 있다. TOU HVAC 시스템 제어를 수행하기 위한 다양한 기법들은 발명의 명칭이 "Automated Adjustment Of An HVAC Schedule For Resource Conservation"이고 공동으로 양도되고 동시 출원된 미국 일련 번호 제13/866,578호(참조 번호 NES0211-US) 및 발명의 명칭이 "Controlling An HVAC System In Association With A Demand-Response Event"이고 공동으로 양도되고 동시 출원된 미국 일련 번호 제13/866,635호(참조 번호 NES0340-US)에서 설명되며, 이들 둘 다는 모든 목적을 위해 그 전체가 인용에 의해 여기에 포함된다.

[0070] 에어웨이브 제어 유닛(616)은 HVAC 시스템의 에어 컨디셔닝 엘리먼트에 대한 에어 컴프레서 및 팬을 독립적으로 제어하도록 동작 가능할 수 있다. 원하는 세트포인트 온도에 도달하도록 구조의 내부 온도를 냉각하는 동안, 에어웨이브 제어 유닛(616)은 특정한 시간 기간 동안 팬을 온(on)으로 유지하면서 원하는 세트포인트 온도에 도달하기 이전에 컴프레서를 중지시키거나 그렇지 않고 턴 오프할 수 있다. 이러한 경우에, HVAC 시스템에 의한 에너지 소비는 여전히 원하는 세트포인트 온도들에 달성하면서 감소될 수 있다. 이러한 제어를 수행하는데 있어, 에어웨이브 제어 유닛(616)은 구조의 열역학 거동의 하나 또는 그 초과 예측들에 적어도 부분적으로 의존할 수 있다. HVAC 시스템의 에어 컨디셔닝 엘리먼트에 대한 에어 컴프레서 및 팬을 독립적으로 제어하기 위한 다양한 기법들은 2012년 3월 29일 출원되고 공동으로 양도된 미국 일련 번호 제13/434,573호(참조 번호 NES0208-US)에서 설명되며, 이는 모든 목적을 위해 그 전체가 인용에 의해 여기에 포함된다.

[0071] 시간-온도 제어 유닛(618)은, 구조의 내부 온도가 원하는 세트포인트 온도에 도달하게 하기 위해 HVAC 시스템에 대해 필요한 시간의 양을 계산하고 몇몇 실시예들에서 사용자에게 통신하도록 동작 가능할 수 있다. 이러한 계산들의 이용은 사용자에게 대한 통신으로 제한되지 않고, 오히려 다른 HVAC 제어 로직에 의해 또한 이용될 수 있으며, 제어 유닛(618)은 원하는 온도에 도달하는데 필요한 시간의 양을 결정하는 것으로 제한되는 것이 아니라, 특정한 습도 레벨과 같이 다른 실내 환경 특성들에 도달하는데 필요한 시간을 결정하기 위한 로직을 또한 포함할 수 있다. 실내 환경 특성에 도달하는데 필요한 시간을 결정하는데 있어, 시간-온도 제어 유닛(618)은 구조의 열역학 거동의 하나 또는 그 초과 예측들에 적어도 부분적으로 의존할 수 있다. 시간-온도 제어를 수행하기 위한 다양한 기법들은 2011년 1월 4일 출원되고 공동으로 양도되는 미국 일련 번호 제12/984,602호(참조 번호 NES019-US) 및 2012년 9월 30일 출원된 미국 일련 번호 제13/632,028호(참조 번호 NES0124-US)에서 설명되며, 이들 둘 다는 모든 목적을 위해 그 전체가 인용에 의해 여기에 포함된다.

[0072] 실시예들은 본 명세서에서 설명된 특정한 제어 유닛들을 포함하는 HVAC 제어 엘리먼트(610)로 제한되는 것이 아니라, 오히려 구조의 열역학 거동의 예측에 적어도 부분적으로 의존하는 다양한 제어 유닛들 중 하나 또는 그 초과를 포함할 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 이러한 예측을 나타내는 정보의 획득을 용이하게 하도록, 몇몇 실시예들에서, HVAC 제어 엘리먼트(610) 또는 거기에 포함된 하나 또는 그 초과 유닛들은 예측 시간 기간에 걸쳐서 구조의 열역학 거동의 예측을 위한 요청을 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)에 통신할 수 있다. 몇몇 특정한 실시예들에서, 요청은 예상되는 실내 온도 프로파일, 예상되는 실내 습도 프로파일 또는 하나 또는 그 초과 다른 예상되는 실내 환경 특성들을 특징화하는 프로파일에 대한 요청을 포함할 수 있다. 요청은 요청을 원조하는 다양한 정보들 중 일부, 또는 전부를 포함하거나 전혀 포함하지 않을 수 있다. 예를 들어, 요청은 예측 시간 기간에 걸쳐 HVAC 시스템의 원하는 제어를 특징화하는 원하는 HVAC 제어 궤도를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서 HVAC 제어 궤도는 예를 들어, 예측 시간 기간 동안 세트포인트 온도들의 스케줄일 수 있다.

[0073] 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는 원하는 HVAC 제어 궤도에 적어도 부분적으로 응답하여 구조의 열역학 거동을 예측하도록 동작 가능한 계산 로직을 포함한다. 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는 HVAC 상태 제어 시뮬레이터(622) 및 실내 온도 예측기(624)와 같은 이러한 예측들을 생성하기 위한 다양한 계산 로직을 포함할 수 있다.

[0074] HVAC 상태 제어 시뮬레이터(622)는 원하는 환경 컨디션(예를 들어, 원하는 실내 온도) 및 현재 환경 컨디션(예를 들어, 현재 실내 온도)에 기초하여 HVAC 시스템의 하나 또는 그 초과 스테이지들의 액추에이션을 시뮬레이팅하도록 동작 가능하다. HVAC 스테이지들의 액추에이션을 시뮬레이팅하는데 있어, HVAC 상태 제어 시뮬레이터(622)는 원하는 환경 컨디션(예를 들어, 원하는 실내 온도)을 나타내는 정보 및 대응하는 현재 환경 컨디션(예를 들어, 현재 실내 온도)을 나타내는 정보를 수신하고, 하나 또는 그 초과 시뮬레이팅된 HVAC 액추에이션 상태들을 나타내는 정보를 결정하고 출력하도록 HVAC 스테이지 제어 로직의 세트를 적용할 수 있다. 예를 들어, 온도 제어 시뮬레이션들에서, 원하는 실내 온도가 현재 실내 온도보다 더 높은 경우, HVAC 상태 제어 시뮬레이

터(622)는 하나 또는 그 초과 HVAC 난방 스테이지들의 액추에이션을 나타내는 정보를 출력할 수 있다. 유사하게, 원하는 실내 온도가 현재 실내 온도보다 낮은 경우, HVAC 상태 제어 시뮬레이터(622)는 하나 또는 그 초과 HVAC 냉방 스테이지들의 액추에이션을 나타내는 정보를 출력할 수 있다. 실시예들은 이들 특정한 예들로 제한되지 않는다는 것이 인지되어야 한다. 예를 들어, HVAC 시스템들은 다양한 스테이지들, 팬 스테이지, 제 1 및 제 2 난방 스테이지들, 긴급 난방 스테이지, 제 1 및 제 2 냉방 스테이지들, 가습기 스테이지 등 중 하나 또는 그 초과를 포함할 수 있으며, 여기서 스테이지들은 독립적으로(또는 서로 의존적으로) 액추에이팅될 수 있다.

[0075] 실내 온도 예측기(624)는 HVAC 스테이지(들)의 시뮬레이팅된 액추에이션 상태(들)에 응답하여 현재 환경 컨디션의 예상된 변화(예를 들어, 현재 실내 온도의 변화)를 결정하도록 동작 가능하다. 현재 환경 컨디션의 예상된 변화를 결정하는데 있어, 실내 온도 예측기(624)는 HVAC 제어 시스템의 영향하에서, 구조가 열역학적으로 어떻게 거동하는지를 특정하는 구조의 열역학 모델에 의존할 수 있다. 몇몇 비교적 단순한 경우들에서, 구조의 단지 하나의 열역학 모델이 존재할 수 있고, 이에 따라 실내 온도 예측기(624)는 구조의 환경 컨디션의 예상된 변화들을 결정하도록 그 단일 모델에 의존할 수 있다. 다른 경우들에서, 그러나 다수의 모델들이 존재할 수 있으며, 이 경우에, 실내 온도 예측기(624)는 가장 적합한 모델을 이용할 수 있다. 예를 들어, 상이한 모델들은 상이한 HVAC 액추에이션 상태들에 연관될 수 있는데, 예컨대, 모델은 액추에이팅되는 스테이지 1 난방과 연관되고 상이한 모델은 액추에이팅되는 스테이지 1 냉방과 연관되고, 또 다른 모델은 액추에이팅되는 스테이지 1 난방 및 팬과 연관된다. 가장 적합한 모델은 이에 따라 어느 HVAC 스테이지들이 HVAC 상태 제어 시뮬레이터(622)에 의해 그리고 HVAC 상태 제어 시뮬레이터(622)에 의해 수신된 하나 또는 그 초과 시뮬레이팅된 HVAC 액추에이션 상태들을 나타내는 정보에 의해 정의된 바와 같이 액추에이팅되는지에 의존할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 열역학 모델(들)은 예를 들어, 적용된 모델이 구조의 가장 최근의 거동 특성들을 정확하게 반영한다는 것을 보장하도록 시간에 걸쳐서 교정될 수 있다는 것이 또한 인지되어야 한다.

[0076] 현재 환경 컨디션의 예상된 변화를 결정하는데 있어, 열역학 모델 외에도, 실내 온도 예측기(624)는 또한 다양한 정보를 획득하고 이용할 수 있다. 예를 들어, 실내 온도 예측기(624)는 예상된 실외 환경 특성(예를 들어, 예상된 실외 온도), 예상된 구조적 환경 특성(예를 들어, 구조의 예상된 온도), 환경 특성들이 결정되는 구조에 국부적인 시간 등과 같은 정보를 획득하고 이용할 수 있다. 몇몇 특정한 실시예들에서, 이러한 정보 중 일부 또는 전부는 구조의 예상된 열역학 거동을 결정하는데 있어 열역학 모델과 함께 이용될 수 있다.

[0077] 몇몇 특정한 실시예들에서, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는 원하는 환경 컨디션을 나타내는 정보로서 세트포인트 온도의 스케줄($T^{schedule}$)을 수신할 수 있다. 스케줄($T^{schedule}$)은 각각의 엘리먼트가 $T^{schedule}(k)$ 에 의해 표현되는 이산 시간-와이즈 엘리먼트들(discrete time-wise elements)의 벡터로서 구현될 수 있다. 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는 벡터($T^{schedule}(k)$)에 의해 정의된 세트포인트 온도를 HVAC 상태 제어 시뮬레이터(622)에 순차적으로 적용할 수 있다. HVAC 상태 제어 시뮬레이터(622)는 이어서, 결국 각각의 세트포인트 온도에 대해, 적절한 HVAC 액추에이션 상태를 결정한다. HVAC 액추에이션 상태들은 유사하게, (각각의 HVAC 스테이지에 대한) 이산 시간-와이즈 엘리먼트들의 벡터($U(k)$)로서 구현될 수 있으며, 각각의 엘리먼트는 대응하는 스케줄 엘리먼트($T^{schedule}(k)$)의 입력에 응답하여 HVAC 상태 제어 시뮬레이터(622)에 의해 순차적으로 출력된다. 각각의 이산 시간-와이즈 엘리먼트($U(k)$)는 그 후, 각각의 엘리먼트($U(k)$)에 대해, 실내 온도의 예상된 변화($T^{indoor}(k+1)$)를 결정하고 출력하는 실내 온도 예측기(624)에 적용될 수 있다. 충분한 때마다, 실내온도의 예상된 변화($T^{indoor}(k+1)$)는 HVAC 상태 제어 시뮬레이터(622)에 피드백될 수 있어서, HVAC 상태 제어 시뮬레이터(622)는 입력 세트포인트 온도와 비교를 위해 예상된 실내 온도를 결정할 수 있다. 모든 시간 단계들이 시뮬레이팅되어 전체 예측 시간 기간이 시뮬레이팅되게 되면, 이산 HVAC 액추에이션 상태 엘리먼트들($U(k)$)은 예상된 HVAC 액추에이션 제어 궤도를 생성하도록 어그리게이팅될 수 있고, 실내 온도의 예상된 변화들($T^{indoor}(k+1)$)은 예상된 실내 온도 프로파일을 생성하도록 어그리게이팅될 수 있다.

[0078] 열역학 모델 생성기(630)는 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)에 의한 이용을 위해 열역학 모델을 식별하고, 몇몇 실시예들에서, 이 열역학 모델을 생성하도록 동작 가능한 계산 로직을 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는 열역학 모델 생성기(630)에 커플링되거나, 그렇지 않고 그와 통신할 수 있다. 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)가 구조의 예상된 열역학 거동을 결정하도록 요청되는 상황들에서, 열역학 예측 엘리먼트(620)는 열역학 모델 생성기(630)로부터 열역학 모델을 요청할 수 있다. 단일 모델이 구조의 환경 특성 궤도를 특징화하는데 이용되는 경우들에서, 요청은 단순히 그 모델의 현재 버전을 요청할 수 있다. 다수의 상이한 모델들이 이용될 수 있는 경우들에서, 요청은 가장 적합한 모델을 식별하거나 생성하는데 있어 열역학 모델 생

성기(630)를 보조하도록 HVAC 시스템의 액추에이션 상태를 식별하는 정보를 포함할 수 있다.

[0079] 언급된 바와 같이, 실내 온도 예측기(624)는 구조의 환경 특성 궤도를 특징화하기 위한 구조의 열역학 모델을 획득할 수 있다. 몇몇 특정한 구현들에서, 모델은 HVAC 시스템의 액추에이션 상태에 응답하여 환경 특성 궤도에 관한 복수의 기본 팩터들(이들 중 일부는 직접적인 물리적 중요도를 갖고, 다른 것들은 단지 연관적 수학적 중요도만을 가짐)의 기여분(contribution)을 특징화하는, 미리 선택되고 미리 결정된 복수의 기본 함수들에서 발견될 수 있다. 기본 함수들은 예를 들어, 주어진 HVAC 스테이지로부터의 효과, 이전의 사이클로부터의 효과, 실외 및 실내 온도의 차이, 구조 및 실내 온도의 차이 및 환경 팩터들 이외의 다른 팩터들에 의해 야기되는 효과를 나타내는 다양한 함수들 중 하나 또는 그 조합을 포함할 수 있다. 몇몇 특정한 실시예들에서, 기본 함수는 다음 중 하나 또는 그 조합을 포함한다:

[0080] (a) $(1 - g(t^{cycle})) \times r$ 에 의해 표현되는 바와 같이 현재 사이클의 초반에 두드러지고 결국 사라지는 이전의 사이클로부터의 초기 레이트;

[0081] (b) $g(t^{cycle}) \times \exp(-\sigma t^{cycle})$ 에 의해 표현되는 바와 같이, 0에서 시작하고 대략 $2 \times t^{steady-state}$ 에서 최대치에 도달하고, 그 후 천천히 감소하는 주어진 스테이지에 대한 일차 효과;

[0082] (c) $T^{out} - T^{in}$ 에 의해 표현되는 바와 같이 실외 온도와 실내 온도 간의 차이의 효과;

[0083] (d) $T^{structure} - T^{in}$ 에 의해 표현되는 바와 같이 구조 온도와 실내 온도 간의 차이의 효과;

[0084] (e) $\sin(2\pi \text{mod}(t, 1))$ 에 의해 표현되는 바와 같이 태양광의 효과를 근사하는 (로컬 시간의) 시각(time of day)의 효과; 및

[0085] (f) 환경 팩터들에 의해 영향을 받지 않는 에너지 변화들을 나타내는 상수.

[0086] 여기서 $g(t^{cycle}) = 1 / (1 + \exp(-\gamma \times (t^{cycle} - t^{steady-state})))$ 이며, r 은 사이클의 초반에서 온도 변화의 초기 레이트이고, σ 및 γ 는 상수들이다. 이제 도 7을 간략히 참조하면, 도 7은 실시예에 따른 $g(t^{cycle})$ 의 예를 예시한다. 또한, t 는 로컬 시간의 시각이고, t^{cycle} 은 현재 사이클의 시작 이래로 경과된 시간이고, $t^{steady-state}$ 는 이른-사이클 활동(early-cycle activity)을 극복하도록 정상-상태(steady-state)가 시작하는 사이클의 추정된 시간이고, T^{in} 은 실내 온도이고, T^{out} 은 실외 온도이고, $T^{structure}$ 는 구조 온도이고, U 는 스테이지 1 난방, 스테이지 2 난방, 스테이지 2 냉방, 보조 난방, 드리프트/HVAC 오프와 같은 활성 HVAC 스테이지(들)이다. 각각의 스테이지는 특정한 상태에 연관될 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 상태는 비교적 높은 에너지 소비의 제 1 상태(예를 들어, ON 상태) 및 비교적 낮은 에너지 소비의 제 2 상태(예를 들어, OFF 상태)를 포함할 수 있고, 여기서 제 1 상태는 제 2 상태에 비해 높은 에너지 소비이고, 제 2 상태는 제 1 상태에 비해 낮은 에너지 소비이다. 몇몇 실시예들에서, 상태는 반드시 온 및 오프 상태들로 제한되는 것이 아니라, 제어 신호들의 상이한 진폭들을 갖는 상태들을 포함할 수 있다. 예를 들어, HVAC 액추에이션 상태는 ON 상태들의 그라디언트(gradient)를 포함할 수 있다.

[0087] 이들 기본 함수들 중 일부 또는 전부는 열역학 모델을 형성 시에 다양한 방식으로 결합될 수 있다. 또한, 부가적인 또는 대안적인 기본 함수들이 이용될 수 있다. 다수의 실시예들에서, 각각의 기본 함수는 가중화되며, 여기서 특정한 가중화는 예를 들어, (추후에 논의되는) 피팅 알고리즘(fitting algorithm)에 의해 동적으로 결정될 수 있다. 상술된 기본 함수들의 가중화된 버전들을 포함하는 하나의 특정한 열역학 모델은 다음과 같이 표현될 수 있다:

$$\Delta T_i^{in} = (1 - g(t_i^{cycle})) \times r + w_{j1} \times g(t_i^{cycle}) \times \exp(-\sigma t_i^{cycle}) + w_{j2}(T_i^{out} - T_i^{in}) + w_{j3}(T_i^{structure} - T_i^{in}) + w_{j4} \times \sin(2\pi \text{mod}(t_i, 1)) + w_{j5}$$

[0088]

[0089]

여기서 w_{j1} , w_{j2} , w_{j3} , w_{j4} , 및 w_{j5} 는 각각의 기본 함수에 대응하는 가중화 팩터들이고,

$$\Delta T_{i+1}^{in} = T_{i+1}^{in} - T_i^{in} \text{ 이다.}$$

[0090]

동작에서, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는 구조의 열역학 거동을 시뮬레이팅하기 이전에 다양한 정보를 획득할 수 있다. 예를 들어, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는 열역학 모델 생성기(630)로부터 가중화 팩터들(w_{j1} ,

w_{j2} , w_{j3} , w_{j4} , 및 w_{j5})에 대한 값들, 원격 엔티티로부터 예측 시간 기간에 걸친 예상된 실외 온도(T_i^{out}) 및 상수들(σ 및 γ)에 대한 값들을 획득할 수 있다. 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는 입력 원하는 환경 컨디션들의 시간-와이즈 시퀀스를 통해 진행될 때, 예측 기간 동안 주어진 시간의 예측된 실내 온도는 예측에 있어 후속

시간의 열역학 거동을 예측하기 위해 T_i^{in} 와 같은 입력으로서 이용될 수 있다.

[0091]

몇몇 실시예들에서, 구조의 온도($T^{structure}$)는 이러한 정보를 검출하도록 동작 가능한 하나 또는 그 초과 센서들(예를 들어, 구조의 벽에 커플링되는 온도 센서)을 이용하여 결정될 수 있다. 다른 실시예들에서, 그러나 구조의 온도는 직접 획득되는 것이 아니라 오히려 추정될 수 있다. 구조 온도를 추정하는데 있어, 초기 구조 온도는 특정한 시간의 실내 온도로 세팅될 수 있다. 시간은 구조 내의 또는 주위의 환경 특성들 간의 천이 시간으로서 선택될 수 있다. 예를 들어, 시간은 하루의 뜨거운(hot) 기간이 차가운(cool) 기간으로 천이하는 시간으로서 선택될 수 있다. 이는, 예를 들어, 특정한 기간에 걸친 최대 및 최소 온도들을 결정하고, 그 기간에 걸친 평균 온도를 결정하고, 이어서 평균 온도가 도달되는 시간을 결정함으로써 결정될 수 있다. 다수의 환경들에서, 이는 11pm, 자정, 1am, 11pm과 1am 간의 시간, 또는 11pm 이전 또는 1am 이후 시간 근처일 수 있다.

[0092]

천이 시간이 결정되면, 초기 구조 온도는 그 시간의 실내 온도로 세팅될 수 있고, 이어서 그 후 복수의 연속적인 시간들 각각에 대해, 추정된 구조 온도는 이전의 실내 및 실외 온도들의 가중화된 결합으로서 결정될 수 있다. 가중화들은, 실내 온도 및 실외 온도가 구조 온도를 추정하는데 있어 균등하게 고려되도록 서로 동일하게

될 수 있거나, 또는 서로 상이할 수 있다. 예를 들어, 구조 온도는 먼저 $T_0^{structure} = T_{midnight}^{in}$ 가 되게 하고 그 후 자정 이후 연속적인 시간들에 대해 업데이트 규칙 $T_i^{structure} = (1 - \alpha - \beta) T_{i-1}^{structure} + \alpha T_i^{in} + \beta T_i^{out}$ 을 이용함으로써 시간단계(n)에서 추정될 수 있

으며, 여기서 $T_0^{structure}$ 는 구조의 초기 온도이고, $T_{midnight}^{in}$ 는 자정의 실내 온도이고, α 및 β 는 0과 1간의 상수들이다.

[0093]

사이클의 초반의 활동과 중간의 활동과 사이클의 종료 간의 차이점이 도출될 수 있다는 것이 인지되어야 하며, 여기서 사이클은 HVAC 시스템이 특정한 HVAC 액추에이션 상태에 따라 액추에이팅되는 기간이다. 사이클의 초반에(예를 들어, 최초의 5-10분), 이른-사이클 활동이 발생하며(이 기간 동안 온도 변화 대부분이 이전의 사이클로부터 캐리오버(carry over)됨), HVAC는 램프 업(ramp up)하기 시작한다. 사이클의 초반 이후(예를 들어, 10분 이후), 정상-상태 활동이 발생하며, 이 기간 동안, 온도가 세트포인트 쪽으로 그리고 실외 온도로부터 멀어지게 이동함에 따라 HVAC 효과가 점진적으로 줄어들고, 실외 온도, 구조 온도, 시각의 변화들이 온도 프로파일에 크게 영향을 미친다. 본 명세서에서 이용되는 바와 같이, "사이클"은, 특정한 HVAC 액추에이션 상태가 실제로 고려되는 모델에 대한 관심의 에너지-소비 파라미터들(즉, 액추에이션 스테이지(들))에 관한 것인 기간을 지칭한다. 예를 들어, 관심의 파라미터는 단순히 난방이 온 또는 오프인지를 관한 것인 시나리오를 고려한다. 단순한 단일-스테이지 HVAC 시스템에서, HVAC가 온이고 그 후 오프인 시간은 2개의 별개의 연속적인 사이클들을 나타낸다. 그러나 난방 스테이지 및 팬과 같은 다수의 스테이지들을 갖는 보다 복잡한 HVAC 시스템에서, 히터가 (팬 상태에 무관하게) 온이고, 그 후 히터가 (팬 상태에 무관하게) 오프인 시간은 2개의 별개의 연속적인 사이클들

을 나타낸다. 이 보다 복잡한 시스템에서, 팬의 상태는 사이클의 지속기간에 영향을 주지 않는데, 그 이유는 특정한 모델에 대한 관심의 파라미터는 히터의 상태에만 관련되기 때문이다.

[0094]

이 거동을 캡처하기 위해, $g(t^{\text{cycle}})$ 은 $1 / (1 + \exp(-\gamma \times (t^{\text{cycle}} - t^{\text{steady-state}})))$ 와 동일하게 세팅될 수 있으며, 여기서 $t^{\text{steady-state}}$ 는 앞서 설명된 바와 같이, 정상-상태 활동이 이른-사이클 활동을 극복하기 시작하는 사이클에서의 추정된 시간이다. 이는 도 7에서 도시된 바와 같이, 사이클의 초반 이후 완만하게 증가하는 단조 비-감소 로지스틱스 함수(monotonic non-decreasing logistic function)이다.

[0095]

주어진 사이클이 시작했을 때 온도 변화의 초기 레이트는, 정상-상태 활동이 시작하기 이전 그의 형상 대부분을 결정할 수 있다는 것이 또한 인지되어야 한다. 변수(r)는 이에 따라 사이클의 초반에 온도 변화의 초기 레이트

$$r_j = T_{\text{beginning of cycle } j} - T_{\text{end of cycle } j-1}$$

로서 정의될 수 있어서, 가 되게 된다. 그 후, 각각의 시간단계

$$r_i = r_{j:icj}$$

(i)에 대해, 변수(r)는로서 정의된다. 즉, 임의의 시점에서 r의 값은 그 지점을 포함하는 사이클의 초반의 r의 값일 수 있다.

[0096]

시스템(600)은 특정한 실시예들에서, 열역학 거동 모델링을 구현하고 다양한 실시예들에 따라 HVAC 제어 엘리먼트(610), 열역학 거동 예측 엘리먼트(620) 및 열역학 모델 생성기(630)와 같은 다양한 컴포넌트들을 포함한다. 그러나 본 명세서에서 설명된 다양한 동작들을 수행하는 시스템들은 도 6에서 예시된 것보다 더 적거나 더 많은 컴포넌트들로 균등하게 또한 동작할 수 있다는 것이 당업자들에 의해 인지될 것이다. 따라서, 도 6의 시스템(600)의 도시는 본질적으로 예시적인 것이며 본 교시들의 범위를 제한하지 않는 것으로서 받아들여져야 한다.

[0097]

이제 도 8을 참조하면, 도 8은 실시예에 따른 열역학 모델 생성기(630)를 예시한다. 열역학 모델 생성기(630)는 HVAC 액추에이션 상태의 인가에 응답하여 구조의 환경 특성 궤도를 특징화하는 열역학 모델을 식별하고 그리고/또는 몇몇 경우들에서 이를 생성하도록 동작한다. 열역학 모델 생성기(630)는 입력/출력 로직(632), 모델 리턴 제어기(634), 모델 저장 엘리먼트(636), 및 센서(들)(640), HVAC 상태 제어기(642) 및 클록(644)에 커플링되는 데이터 획득 유닛(638)과 같은 다양한 컴포넌트들을 포함한다. 열역학 모델 생성기(630)는 추가로 데이터 저장 엘리먼트(646), 모델 피팅 유닛(648), 및 모델 파라미터 저장 엘리먼트(650)를 포함할 수 있다. 이들 컴포넌트들 각각은, 서로 물리적으로, 논리적으로 또는 통신 가능하게 커플링될 수 있고, 몇몇 실시예들에서, 모델 생성기(630)의 하나 또는 그 초과 컴포넌트들에 대해 본 명세서에서 설명된 구조적 엘리먼트들 및/또는 그의 기능성은 모델 생성기(630)의 다른 컴포넌트들에서 유사하게 구현될 수 있다. 또한, 모델 생성기(630)의 컴포넌트들은 하드웨어, 소프트웨어 또는 이들의 임의의 결합으로 구현될 수 있고, 일 실시예에서, 모델 생성기(630)의 컴포넌트들은 디바이스(100)에서 구현될 수 있지만, 다른 실시예들은, 컴포넌트들 중 일부 또는 전부가 디바이스(100) 이외의 다른 전자 디바이스들(예를 들어, 휴대용 전자 디바이스(266) 및/또는 원격 서버(264)와 같은 스마트 홈 환경(200)과 연관되는 디바이스들)에서 구현될 수 있기 때문에 그러한 것으로서 제한되지 않는다.

[0098]

열역학 모델 생성기(630)는 열역학 모델에 대한 요청에 응답하여 모델을 식별하고 그리고/또는 생성하도록 동작 가능할 수 있다. 모델이 식별되거나 또는 그렇지 않고 생성되면, 열역학 모델 생성기(630)는 모델 및/또는 그의 컴포넌트들을 리턴할 수 있다. 예를 들어, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)로부터 통신된 모델에 대한 요청에 응답하여, 모델 생성기(630)는 열 모델을 식별하고 열 모델을 예측 엘리먼트(620)에 통신할 수 있으며, 여기서 통신된 모델은 가중화 팩터들(w_{j1} , w_{j2} , w_{j3} , w_{j4} , 및 w_{j5})에 대한 값과 같이 모델을 특징화하는 하나 또는 그 초과 모델 파라미터들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하나 또는 그 초과 모델들은 요청이 수신된 시간에 이미 생성되었을 수 있고, 몇몇 상황들에서(예를 들어, 이들 모델들이 여전히 유효한 경우, 즉, 24시간 이내와 같이 요청을 수신한 시간에 대해 비교적 최근에 획득된 데이터에 기초하여 생성된 경우), 이미 생성된 모델이 리턴될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 요청은 모델에 대해 요구되는 특이성의 레벨을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 모델은 스테이지 1 및 스테이지 2 히터가 액추에이팅될 때 생성된 데이터에 기초하여 생성될 수 있다. 요청은, 스테이지 1 및 스테이지 2 히터가 액추에이팅될 뿐만 아니라 팬도 액추에이팅될 때 생성된 데이터에 기초하여 생성된 모델을 그것이 요구한다고 표시할 수 있다. 요청에 응답하여, 모델 생성기(630)는 이미 생성된 후보 모델들을 검색할 수 있고, 요청된 특이성 레벨을 충족할 수 있다. 어떠한 후보 모델도 발견되지 않는 경우, 새로운 모델이 생성되고 리턴될 수 있다. 하나의 후보가 발견되는 경우, 그 모델이 리턴될 수 있다. 다수의 후보들이 발견되는 경우, 가장 제한적인 모델이 리턴될 수 있다. 이 특정한 예에서, 기존의 모델은 요청을 충족하

기에 충분히 특유하지 않을 수 있고, 이 경우에, 요청에 맞춰지는 새로운 모델이 생성될 수 있다.

- [0099] 입력/출력 로직(632)은 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)와 같은 다른 컴포넌트들과 열역학 모델 생성기(630)의 컴포넌트들을 통신 가능하게 인터페이스하도록 동작 가능한 로직을 포함한다. 입력/출력 로직(632)은 이에 따라 열 모델에 대한 요청들에 대한 응답들을 수신하고, 해석하고, 포물레이팅하고 그리고 통신하도록 동작 가능할 수 있다.
- [0100] 모델 리턴 제어기(634)는 모델에 대한 요청을 분석하고, 기존의 모델들에 대해 검색하고, 요청에 응답하여 리턴할 특정한 모델을 식별하고, 새로운 모델을 생성하기 위한 데이터를 획득하도록 데이터 획득 유닛(638)에 지시하고 새로운 모델에 대한 가중화 팩터들을 피팅하도록 모델 피팅 유닛(648)에 지시하는 것을 포함하는 다양한 동작들을 수행하도록 동작 가능할 수 있다. 모델 리턴 제어기(634)는 입력/출력 로직(632), 모델 저장 엘리먼트(636), 데이터 획득 유닛(638) 및 모델 피팅 유닛(648)에 커플링될 수 있다.
- [0101] 모델 저장 엘리먼트(636)는 그의 파라미터들을 포함하는 하나 또는 그 초과 열역학 모델들을 저장할 수 있다. 예를 들어, 모델 저장 엘리먼트(636)는 특정한 모델에서 이용된 기본 함수들을 나타내는 정보, 모델에서 이용되는 임의의 상수들의 값, 및 모델에서 이용되는 임의의 가중화 팩터들의 값을 포함할 수 있다. 각각의 모델에 대해, 모델 저장 엘리먼트(636)는 또한 모델의 특이성 레벨을 나타내는 정보를 또한 포함할 수 있으며, 여기서 특이성 레벨은 모델을 생성하는데 이용된 데이터의 타입을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 특이성 레벨은 모델을 생성하는데 이용된 데이터에 대해 활성인 스테이지들의 타입들을 나타낼 수 있다.
- [0102] 데이터 획득 유닛(638)은 열역학 모델을 생성하는데 있어 이용을 위해 다양한 데이터를 획득하도록 동작 가능할 수 있다. 예를 들어, 데이터 획득 유닛(638)은 실내 온도, 실외 온도, 실내 습도, 실외 습도, 거주 등과 같은 감지된 정보를 수신하기 위한 하나 또는 그 초과 센서들(640)에 커플링될 수 있다. 데이터 획득 유닛(638)은 또한, 시간에 걸친 HVAC 액추에이션 상태(예를 들어, 스테이지 1 난방이 온인지, 스테이지 2 난방이 온인지, 긴급 난방이 온인지 등)를 나타내는 HVAC 상태 제어기(642)에 커플링될 수 있다. 데이터 획득 유닛(638)은 또한 센서(들)(640) 및 HVAC 상태 제어기(642)에 의해 수신되는 정보를 상관시키기 위한 타이밍 신호들을 제공할 수 있는 클럭(644)에 커플링될 수 있다. 열역학 모델 생성에서 이용될 수 있는 다양한 타입들의 정보는 2010년 9월 14일 출원되고 공동으로 양도된 미국 일련 번호 제12/881,430호(참조 번호 NES002-US)에서 추가로 설명되며, 그의 전체 내용물들은 모든 목적을 위해 그 전체가 여기에 포함된다. 데이터 획득 유닛(638)은 또한 데이터 획득 유닛(638)에 의해 획득된 데이터를 저장하도록 동작 가능할 수 있는 데이터 저장 엘리먼트(646)에 커플링될 수 있다.
- [0103] 모델 피팅 유닛(648)은 획득된 데이터 중 일부 또는 전부에 대해 기본 함수들의 세트와 연관되는 기본 함수 가중화 팩터를 피팅하도록 동작 가능할 수 있다. 이들 가중화 팩터들은 최소-제곱법 피팅(least-squares fitting)을 포함(그러나 이것으로 제한되지 않음)하는 다양한 피팅 기법들 중 하나 또는 그 초과를 이용하여 피팅될 수 있다. 가중화 팩터들은 1일, 3일, 5일, 7일, 10일, 14일, 1 내지 14 범위의 여러날들, 또는 1 미만 또는 14 초과 여러날들을 포함하는 데이터의 임의의 적합한 이력을 이용하여 피팅될 수 있다. 가중화 팩터들의 피팅 시에, 모델 피팅 유닛(648)은 우선 표현들이 모델 파라미터 저장 엘리먼트(650)에 저장된 하나 또는 그 초과 기본 함수들을 식별할 수 있다. 예를 들어, 모델 피팅 유닛(648)은 이전에 설명된 기본 함수들 중 하나 또는 그 초과를 식별하고 선택할 수 있다. 모델을 구성하는데 이용되는 기본 함수들이 선택되면, 이들 기본 함수들과 연관될 수 있는 임의의 적합한 상수들, 예컨대, 이전에 설명된 상수들 중 하나 또는 그 초과가 식별될 수 있고 그의 값들이 결정된다. 모델 피팅 유닛(648)은 이어서 획득된 데이터 엘리먼트(646)에 저장된 적절한 이력 데이터를 결정하여, 그 이력 데이터에 대해 가중화 팩터들을 이용(적절한 데이터가 모델 요청에 의해 정의될 수 있는 경우)하고 피팅할 수 있어서, 가중화된 기본 함수들은 구조의 이력적 열역학 응답을 특징화하고 이에 따라 구조의 미래의 열역학 응답을 예측하기 위해 후속적으로 이용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 모델 피팅 유닛(648)은 로컬 자정으로부터 로컬 자정까지와 같은 특정한 시간 기간 동안에만 생성된 데이터를 이용한다. 이러한 경우에, 모델들을 생성하는 빈도는 동일한 기준들에 기초하지만 동일한 24 시간 기간 내에서 생성된 모델들이 서로 동일할 수 있기 때문에 감소될 수 있다.
- [0104] 열역학 모델 생성기(630)는 열역학 모델을 식별하고 그리고/또는 몇몇 경우들에서, 생성하도록 동작하고, 입력/출력 로직(632), 모델 리턴 제어기(634), 모델 저장 엘리먼트(636), 데이터 획득 유닛(638), 데이터 저장 엘리먼트(646), 모델 피팅 유닛(648), 및 모델 파라미터 저장 엘리먼트(650)와 같은 다양한 컴포넌트들을 포함한다. 그러나 본 명세서에서 설명되는 다양한 동작을 수행하는 시스템들은 도 8에서 예시된 것보다 더 적거나 더 많은 수의 컴포넌트들로도 또한 동일하게 동작할 수 있다는 것이 당업자들에 의해 인지될 것이다. 따라서, 도 8의 열

역학 모델 생성기(630)의 도시는 본 교시들의 범위를 제한하는 것이 아니라 본질적으로 예시적인 것으로서 받아 들여져야 한다.

- [0105] 도 9는 실시예에 따라 연관된 HVAC 시스템의 액추에이션 상태의 가능한 변화들에 대한 구조의 예상된 환경적 응답을 결정하기 위한 프로세스(700)의 통신 시퀀스를 예시한다. 이해를 용이하게 하도록, 프로세스(700)는 도 6 내지 도 8을 참조하여 설명되지만, 프로세스(700)의 실시예들은 도 6 내지 도 8을 참조하여 설명된 예시적인 시스템들 및 장치로 제한되지 않는다는 것이 이해되어야 한다.
- [0106] 동작(702)에서, HVAC 제어 엘리먼트(610)는 구조의 열역학 거동의 예측에 대한 요청을 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)에 통신한다. 몇몇 특정한 실시예들에서, 요청은 예상된 실내 온도 프로파일, 예상된 실내 습도 프로파일, 또는 하나 또는 그 초과와 다른 예상된 실내 환경 특성들을 특징화하는 프로파일에 대한 요청을 포함한다. 요청은 요청을 원조하는 다양한 정보들 중 일부, 또는 전부를 포함하거나 전혀 포함하지 않을 수 있다. 예를 들어, 요청은, 예측된 시간 기간에 대한 세트포인트 온도들의 스케줄과 같은 예측 시간 기간에 걸쳐 HVAC 시스템의 원하는 제어를 특징화하는 원하는 HVAC 제어 궤도를 포함할 수 있다.
- [0107] 요청의 수신에 응답하여, 동작(704)에서, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는 열역학 모델 생성기(630)로부터 적합한 열역학 모델을 요청할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 요청은 모델이 적합하게 되는 HVAC 시스템의 하나 또는 그 초과와 스테이지들의 액추에이션 상태의 표시와 같이 모델에 대해 요구되는 특이성의 레벨을 표시할 수 있다. 다른 실시예들에서, 요청은 또한 또는 대안적으로, 모델을 생성하는데 이용되어야 하는 기본 함수들을 표시할 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)에 의해 이용되는 기본 함수들의 수 또는 선택은 변할 수 있고 그리고/또는 열역학 모델 생성기(630)는 상이한 기본 함수들이 상이한 모델들에서 이용되는 다수의 상이한 모델들을 저장할 수 있다. 이에 따라, 요청은 어느 특정한 기본 함수들이 주어진 시간에 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)에 의해 구현되는지 그리고 이에 따라 모델이 생성되어야 하는 특정한 기본 함수들을 표시할 수 있다.
- [0108] 열역학 모델에 대한 요청의 수신에 응답하여, 동작(706)에서, 열역학 모델 생성기(630)는 요청을 충족하는 적합한 열역학 모델을 결정할 수 있다. 이는 모델에 대해 가장 적합한 미리-존재하는 모델들을 검색하는 것 및/또는 요청에 대해 제공되는 새로운 모델을 생성하는 것을 포함할 수 있다.
- [0109] 적합한 모델이 식별되면, 동작(708)에서, 모델은 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)에 리턴될 수 있다. 모델의 리턴 시에, 임의의 기본 함수 가중화 팩터들의 값, 기본 함수와 함께 이용되는 임의의 상수들의 값 그리고 몇몇 경우들에서, 모델에 의해 이용된 기본 함수들의 식별을 나타내는 정보와 같은 다양한 정보가 통신될 수 있다.
- [0110] 모델의 수신에 응답하여, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는 모델 및 예측된 시간 기간에 대한 세트포인트 온도의 스케줄과 같은 원하는 HVAC 제어 궤도에 기초하여 구조의 예상된 열역학 거동을 결정할 수 있다. 구조의 예상된 열역학 거동이 결정되면, 동작(712)에서, 그것은 HVAC 제어 엘리먼트(610)에 리턴될 수 있다. 이는 예를 들어, 예상된 실내 온도 프로파일, 예상된 실내 습도 프로파일, 예상된 HVAC 액추에이션 궤도 등 중 하나 또는 그 초과를 리턴하는 것을 포함할 수 있다.
- [0111] 도 9에서 예시된 특정한 동작들은 다양한 실시예들에 따라 연관된 HVAC 시스템의 액추에이션 상태의 가능한 변화에 대한 구조의 계산된 환경적 응답을 결정하기 위한 특정한 프로세스를 제공한다는 것이 인지되어야 한다. 다른 동작 시퀀스들은 대안적인 실시예들에 따라 또한 수행될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 대안적인 실시예들은 상이한 순서로 위에서 약술된 동작들을 수행할 수 있다. 또한, 도 9에서 예시된 개별 동작들은 개별 동작들에 대해 적절하게 다양한 시퀀스들에서 수행될 수 있는 다수의 서브-동작들을 포함할 수 있다. 또한, 특정한 애플리케이션에 의존하여 부가적인 동작들이 부가될 수 있거나, 또는 기존의 동작들이 제거된다. 당업자는 다수의 변형들, 변형들 및 대안들을 인지하고 인식할 것이다.
- [0112] 도 10은 일 실시예에 따라 적합한 열역학 모델을 결정하기 위한 프로세스를 예시한다. 이해를 용이하게 하기 위해, 프로세스가 도 6 내지 도 9를 참조하여 설명되지만, 프로세스의 실시예들은 도 6 내지 도 9를 참조하여 설명된 예시적인 시스템들 및 장치로 제한되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 몇몇 실시예들에서 그리고 본 명세서에서 설명된 바와 같이, 프로세스는 동작(706)으로서 구현될 수 있다. 그러나 본 명세서에서 설명된 프로세스(들)가 동작(706) 이외의 다른 동작들에서 구현될 수 있기 때문에 실시예들은 그러한 것으로서 제한되지 않는다는 것이 인지되어야 한다.
- [0113] 동작(706A)에서, 열역학 모델에 대한 요청이 수신된다. 예를 들어, 열역학 모델 생성기(630)는 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)로부터 통신된 열역학 모델에 대한 요청을 수신할 수 있다.

- [0114] 동작(706b)에서, 시간 정보, 온도 정보 및 HVAC 액추에이션 상태 정보는, HVAC 시스템이 구조의 환경 특성(예를 들어, 열 환경)을 제어하는 시간의 기간에 대해 획득된다. 예를 들어, 데이터 획득 유닛(638)은, 로컬 시간의 시각, 현재 사이클의 시작 이래로 경과된 시간, 이른-사이클 활동을 극복하기 위해 정상 상태 활동이 시작하는 사이클 내의 추정된 시간 등과 같은 정보를 획득할 수 있으며, 여기서 이러한 데이터 중 일부 또는 전부는 내부 또는 외부 클럭(644)으로부터 획득될 수 있다. 데이터 획득 유닛(638)은 실내 온도, 실외 온도, 구조 온도 등과 같은 온도 정보를 획득할 수 있으며, 여기서 이러한 데이터 중 일부 또는 전부는 하나 또는 그 초과 센서들(640)로부터 획득된다. 데이터 획득 유닛(638)은 또한 또는 대안적으로, HVAC 액추에이션 상태 정보를 획득할 수 있으며, 이는 예를 들어, HVAC 상태 제어기(642)로부터 구조의 열 환경을 HVAC 시스템이 제어하는 시간의 기간 동안 어느 스테이지 또는 스테이지들 또는 HVAC 시스템이 액추에이팅되는지를 표시할 수 있다.
- [0115] 동작(706c)에서, 복수의 기본 함수들이 식별되며, 여기서 이들 기본 함수들 중 가중화된 결합은 HVAC 액추에이션 상태의 변화에 응답하여 구조의 실내 온도 궤도를 특징화한다. 예를 들어, 이전의 사이클로부터 초기 레이트, 주어진 스테이지로부터의 일차 효과, 실외 온도와 실내 온도 간의 차이의 효과, 구조 온도와 실내 온도 간의 차이의 효과, 시각의 효과, 환경 팩터들에 의해 영향을 받지 않는 에너지 변화들을 나타내는 상수를 나타내는 기본 함수들이 식별될 수 있다.
- [0116] 동작(706D)에서, 기본 함수들에 대응하는 복수의 가중화 팩터들이 결정될 수 있다. 예를 들어, 이전에 설명된 w_{j1} , w_{j2} , w_{j3} , w_{j4} , 및 w_{j5} 와 같은 가중화 팩터들이 획득된 데이터에 대해 이들을 피팅함으로써 결정될 수 있다.
- [0117] 동작(706E)에서, 가중화 팩터들을 포함하는 열역학 모델이 리턴된다. 예를 들어, 가중화 팩터들(w_{j1} , w_{j2} , w_{j3} , w_{j4} , 및 w_{j5})의 값을 나타내는 정보는 열역학 모델 생성기(630)로부터 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)로 통신된다.
- [0118] 도 10에서 예시된 특정한 동작들은 실시예에 따라 적합한 열역학 모델을 결정하기 위한 특정한 프로세스를 제공한다. 이것이 인지되어야 한다. 동작들의 다른 시퀀스들은 대안적인 실시예들에 따라 또한 수행될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 대안적인 실시예들은 상이한 순서로 위에서 약속된 동작들을 수행할 수 있다. 또한, 도 10에서 예시된 개별 동작들은 개별 동작들에 대해 적절하게 다양한 시퀀스들로 수행될 수 있는 다수의 서브-동작들을 포함할 수 있다. 또한, 부가적인 동작들은 특정한 애플리케이션에 의존하여 부가될 수 있거나 기존의 동작들이 제거된다. 당업자는 다수의 변동들, 변형들 및 대안들을 인지하고 인식할 것이다.
- [0119] 도 8을 참조하여 설명된 바와 같이, 다수의 모델들은 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)에 의한 이용을 위해 모델 저장 엘리먼트(636)에 저장될 수 있다. 다수의 실시예들에서, 처음에, 특정한 (예를 들어, 로컬) 날짜에 관한 모델이 필요하고, 모델은 트레이닝(즉, 생성)될 수 있고 그의 파라미터들은 모델 저장 엘리먼트(636)와 같은 모델 캐시에 저장된다. 모델들이 후속 요청들에 충족하기 위해 후속적으로 이용될 수 있지만, 몇몇 실시예들에서, 모델 저장 엘리먼트(636)에 저장된 모델들은 24시간 후와 같은 특정한 시간의 기간 이후에 스테일(stale)될 수 있다. 몇몇 경우들에서, 저장된 모델이 유효한 시간 기간은 모델들을 생성하는데 이용된 데이터의 시간 기간에 상관될 수 있다. 모델이 스테일되면, 모델이 모델 요청을 충족하기에 적합하게 될 수 있는 경우 조차도, 모델은 리턴되지 않고 오히려 새로운 모델이 생성될 수 있다.
- [0120] 또한 앞서 설명된 바와 같이, HVAC 시스템은 팬, 스테이지 1 난방, 스테이지 2 난방 등과 같은 다수의 스테이지들을 포함할 수 있다. 열역학 모델에 대한 요청은 원하는 특이성 레벨을 표시할 수 있다. 요청된 기준들을 충족하는 모델이 존재하는 경우, 이러한 모델이 리턴될 수 있다. 그렇지 않으면, 요청된 기준들에 특별히 맞춰지는 새로운 모델이 생성되고 리턴될 수 있다.
- [0121] 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, HVAC 액추에이션 상태는 스테이지들의 이진 세팅들에 의해 정의될 수 있으며, 여기서 각각의 스테이지는 이진 온(ON) 상태 또는 이진 오프(OFF) 상태를 가질 수 있다. 표 1은 HVAC 상태들의 예시적인 시퀀스를 예시한다.

표 1

스테이지	12:00am	7:35am	7:43am	7:50am	7:55am	8:10am	9:30am	9:50am
팬	오프	온	오프	온	온	오프	온	오프
스테이지 1 난방	오프	온	오프	온	온	오프	온	오프
스테이지 2 난방	오프	오프	오프	오프	온	오프	온	오프
긴급 난방	오프	오프	오프	오프	오프	오프	오프	오프

[0122]

[0123]

표 1. HVAC 상태들의 예시적인 시퀀스

[0124]

모델에 대한 요청 시에, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는 "스테이지 1 난방이 온일 때 유효한 구조에 대한 모델을 나에게 주세요"와 같은 요청을 할 수 있다. 그러나 이러한 요청에 관한 문제는, 팬이 또한 항상 동시에 온이기 때문에 단지 스테이지 1 난방만이 온일 때 측정된 데이터는 없다는 것이다. 물론, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는 아마도, 팬이 온인지 여부는 신경쓰지 않는다. 따라서, 요청은 실제로 "스테이지 1 난방이 온일 때 유효한 구조에 대한 모델을 나에게 주시고 나는 다른 스테이지들에 관해 신경쓰지 않아요"와 같이 보다 구체적이 되어야 한다. 그러나 이 요청에 관한 문제는, 표 1에서 표시된 바와 같이, 스테이지 1 난방이 온일 때 데이터 중 일부는, 스테이지 2 난방이 또한 온인 동안 수집되었다는 것이며, 스테이지 2 난방 데이터가 아마도 모델을 왜곡할 것이다. 이에 따라, 모델을 요청할 때, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는, 이들 스위치들의 특정한 세팅들 외에도, 그것이 어느 스위치들을 신경쓰는지를 특정해야 한다. 예를 들어, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는, "스테이지 1 난방이 온이고, 스테이지 2 난방이 오프이고 긴급 난방이 오프일 때 유효한 구조에 대한 모델을 나에게 주시고 나는 다른 스테이지들의 세팅들에 관해 신경쓰지 않아요"와 같은 요청을 할 수 있다. 이러한 복잡도들을 고려하여, 모델에 대한 요청을 할 때, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는 마스크의 형태로 그것이 신경쓰는 스테이지들의 세트를 특정할 수 있다.

[0125]

위의 가장 특정한 예시적인 요청 이후에, 다음으로부터 생성된 모델 저장 엘리먼트(636) 내의 모델이 존재하게 될 것이다:

[0126]

마스크: 팬 - 신경 안씀; 스테이지 1 난방 - 신경씀; 스테이지 2 난방 - 신경씀; 긴급 난방 - 신경씀

[0127]

엑추에이션 상태: 팬 - N/A; 스테이지 1 난방 - 온; 스테이지 2 난방 - 오프; 긴급 난방 - 오프

[0128]

"스테이지 1 난방이 온이고, 스테이지 2 난방이 오프이고 긴급 난방이 오프일 때 유효한 구조에 대한 모델을 나에게 주시고 나는 어떠한 다른 스테이지들의 세팅들에 관해 신경쓰지 않아요"에 대한 임의의 후속 요청은 이 동일한 모델을 획득하고 그것을 재사용할 수 있을 것이다.

[0129]

두 개의 도전과제들이 이러한 상당히 엄격한 모델-매칭 정책과 관련하여 발생한다. 첫째로, "스테이지 1 난방이 온일 때 유효한 구조에 대한 모델을 나에게 주시고 나는 다른 모든 다른 스위치들을 신경쓰며 이들은 오프되어야 해요"에 대한 임의의 요청은 상술된 모델을 이용할 수 없을 것인데, 그 이유는 팬이 온이었을 때 획득된 몇몇 데이터 상에서 그것이 트레이닝되었기 때문이다. 새로운 모델은 데이터의 더 적은 서브세트에 대하여 피팅되어야 할 것이다. 둘째로, "스테이지 1 난방이 온일 때 유효한 구조에 대한 모델을 나에게 주시고 나는 임의의 다른 스위치들의 세팅들을 신경쓰지 않아요"에 대한 임의의 요청은 또한 이 모델을 재사용할 수 없을 것인데, 그 이유는 모델이 스테이지 2 난방이 온이었을 때의 데이터를 이용하지 않았기 때문이다. 따라서, 모델은 모든 이용 가능한 데이터 상에서 트레이닝되지 않았고, 새로운 모델이 데이터의 더 큰 세트에 대하여 피팅되어야 할 것이다.

[0130]

몇몇 실시예들에서, 모델의 정의는 피팅 동안 확장될 수 있다. 위의 예를 이용하여, "스테이지 1 난방이 온이고 스테이지 2 난방이 오프일 때 유효한 구조에 대한 모델을 나에게 주시고, 나는 팬 또는 긴급 난방에 관해 신경쓰지 않아요"에 대한 요청은 동일한 모델을 재사용할 수 없을 것인데, 그 이유는 모델은 긴급 난방이 오프인 데이터 상에서 트레이닝되었기 때문이다. 모델에 대한 이러한 요청에서, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)는 긴급

난방 세팅에 관해 신경쓰지 않고, 따라서, 프리피트 모델(prefit model)은 일반적으로 충분하지 않다. 그러나 우리가 데이터로부터 알 수 있는 바와 같이, 모델이 긴급 난방 오프에 대해 피팅될 때, 모델 피팅 유닛(648)은 긴급 난방이 온이었을 때 데이터가 없다는 것을 알아차릴 수 있다. 따라서, "나는 긴급 난방에 관해 신경쓰지 않아요"라고 언급된 요청은, "긴급 난방이 오프일 때"에 대한 모델에 대한 보다 제한적인 요청과 정확히 동일한 결과들을 획득할 것이다. 따라서, 모델 피팅 유닛(648)은, 모델 파라미터를 변화시킴 없이, "긴급 난방은 오프이어야 해요"로부터 "나는 긴급 난방에 관해 신경쓰지 않아요"로 온 더 플라이(on the fly)로 요청을 변화시킬 수 있다. 이제 보다 일반적인 모델은 위의 2번째 요청에 대해 재사용될 수 있다. 물론, 새로운 데이터가 수집되고 모델이 리피트될 때마다, 긴급 난방 오프일 때의 데이터만 모델이 원한다고 모델이 특정한 인스턴스에 대해, 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)에 의해 이용되는 모델 내로 진행중인, 긴급 난방 온인 어떠한 데이터도 존재하지 않는다는 것을 보장하기 위해 동일한 검증이 재차 이루어질 수 있다.

[0131] 몇몇 실시예들에서, 모델의 정의는 피팅 동안 제한될 수 있다. 위의 예와 유사하게, 모델 "스테이지 1 난방이 온일 때 그리고 나는 가슴에 관해 신경쓰지 않아요"에 대해 요청이 이루어졌다고 가정한다. 피팅 동안, 모델 피팅 유닛(648)은, 요청이 가슴에 관해 신경쓰지 않지만, 사실상 가슴은 항상 오프였다는 것을 알아차릴 수 있다. 피팅 알고리즘은 모델에서 그 사실의 알아차리게 되는 경우, "스테이지 1 난방이 온일 때 그리고 가슴이 오프이어야 해요"에 대한 제 2 후속 요청은 동일한 모델을 재사용할 수 있다.

[0132] 따라서, 몇몇 실시예들에서, 모델은 표 2에서 예시된 바와 같이 각각의 HVAC 스테이지에 대해 독립적으로 다양한 비트들을 계속 추적한다.

표 2

[0133]

마스크비트	양자	온	주의
1	1	N/A	이 모델은 이 스위치 상태에 관계 없이 요청된다. 피팅 동안, 이 스위치 상태의 양자의 값들로부터의 데이터가 이용된다: 온 및 오프
1	0	0	이 모델은 이 스위치 상태에 관계 없이 요청된다. 피팅 동안, 모든 이용 가능한 데이터는 이 스위치를 오프로 세팅되게 한다는 것이 발견되었다.
1	0	1	이 모델은 이 스위치 상태에 관계 없이 요청된다. 피팅 동안 모든 이용 가능한 데이터는 이 스위치를 온으로 세팅되게 한다는 것이 발견되었다.
0	0	0	이 모델은 요청에 의해 이 스위치가 오프로 세팅된 데이터만을 이용하여 트레이닝된다(이 스위치가 온일 때 동안 데이터가 존재하는지는 알려지지 않음).
0	0	1	이 모델은 요청에 의해 이 스위치가 온으로 세팅된 데이터만을 이용하여 트레이닝된다(이 스위치가 오프일 때 동안 데이터가 존재하는지는 알려지지 않음).
0	1	0/1	유효하지 않음

[0134] 표 2. 모델 상태를 식별하도록 이용된 비트들

[0135] 표 2에서, 마스크비트 비트(MaskEither bit)는 피팅 알고리즘에 대한 입력이며, 여기서 모델 요청은 마스크 파라미터로서 그것을 특정할 수 있다.

[0136] 마스크비트 = 0(즉, 거짓)인 경우 온 비트는, HVAC 스테이지의 세팅이 중요하다는 것을 나타내고, 온 비트는 피팅 알고리즘에 대한 입력으로서 모델 요청에서 특정될 수 있다.

[0137] 양자 비트는 모델 피팅이 완료된 이후 모델 피팅 유닛(648)으로부터의 출력이고 모델을 피팅하도록 선택된 데이터를 반영하도록 세팅될 수 있다.

[0138] 마스크비트 = 1(즉, 참)이고 양자의 비트 = 0(즉, 모든 데이터가 온 또는 오프임)인 경우 온 비트는, 이 비트가 또한 모델을 피팅하도록 선택된 데이터를 반영하기 위한 모델 피팅 유닛(648)으로부터의 출력이라는 것을 나타낸다.

[0139] 이제 도 11을 참조하면, 도 11은 다른 실시예에 따라 적합한 열역학 모델을 결정하기 위한 프로세스를 예시한다. 이해를 용이하게 하기 위해, 프로세스는 도 6 내지 도 10을 참조하여 설명되지만, 프로세스의 실시예들은 도 6 내지 도 10을 참조하여 설명된 예시적인 시스템들 및 장치들로 제한되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 몇몇 실시예들에서, 그리고 본 명세서에서 설명된 바와 같이, 프로세스는 동작(706)으로서 구현될 수 있

다. 그러나 실시예들은, 본 명세서에서 설명된 프로세스(들)가 동작(706) 이외의 다른 동작들에서 구현될 수 있기 때문에 그것으로 제한되지 않는다는 것이 인지되어야 한다.

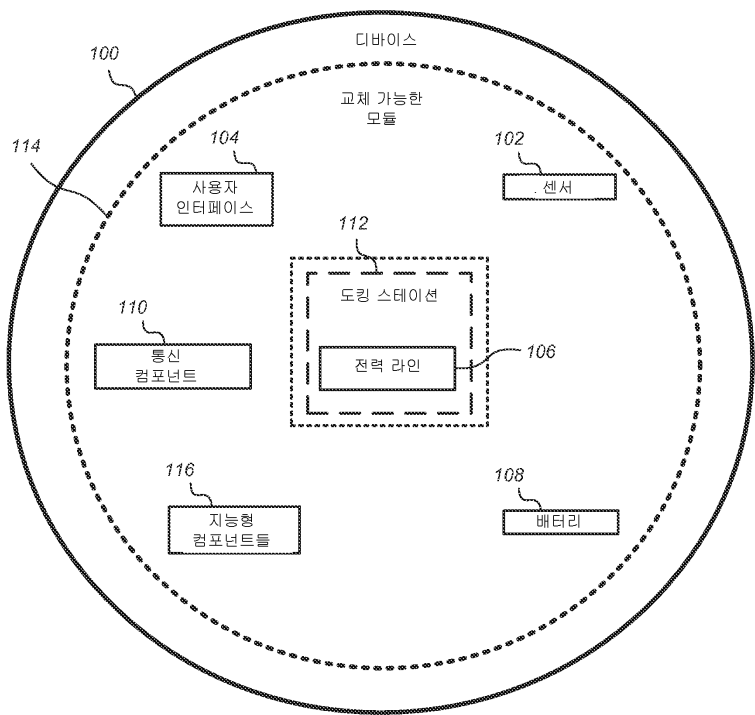
- [0140] 동작(706AA)에서, 열역학 모델에 대한 요청이 수신된다. 예를 들어, 열역학 모델 생성기(630)는 열역학 예측 엘리먼트(620)로부터 이러한 요청을 수신할 수 있다. 요청은 리턴된 모델에 대한 원하는 특이성 레벨을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 요청은, 모델이 어느 HVAC 스테이지들에 맞춰질지를 나타내는 마스크 및 이들 스테이지들 각각의 액추에이션 상태를 포함할 수 있다.
- [0141] 동작(706BB)에서, 기존의 모델들은 요청을 충족하는 임의의 후보 모델들에 대해 검색된다. 예를 들어, 모델 리턴 제어기(634)는 요청을 충족하는 하나 또는 그 초과 모델들에 대해 모델 저장 엘리먼트(636)를 검색할 수 있다. 이러한 모델들이 원하는 특이성 레벨 또는 수락 가능한 일반성 레벨을 갖는 경우 이들은 요청을 충족할 수 있다.
- [0142] 동작(706CC)에서, 임의의 후보 모델들이 검색의 결과로서 로케이팅되는지가 결정된다. 없는 경우, 새로운 열역학 모델이 생성되는 동작(706DD)으로 프로세싱이 지속될 수 있다. 새로운 열역학 모델은 예를 들어, 동작들(706B 내지 706D)을 참조하여 논의된 바와 같이 모델 피팅 유닛(648)에 의해 생성될 수 있다. 또한, 새로운 열역학 모델은 요청에서 표시된 특이성의 레벨에 기초하여 생성될 수 있다.
- [0143] 새로운 모델이 생성되면, 프로세싱은 새로운 모델이 일반화되거나 제한되는지 결정되는 동작(706EE)으로 진행될 수 있다. 새로운 모델은, 요청된 특이성 레벨을 갖는 모델을 생성하는데 이용된 데이터가 또한 덜 제한적인 특이성 레벨을 표시하는 모델 요청을 또한 충족할 수 있다고 결정되는 경우 일반화되거나 확장될 수 있다. 유사하게, 새로운 모델은, 요청된 특이성 레벨을 갖는 모델을 생성하는데 이용된 데이터가 또한 보다 더 제한적인 특이성 레벨을 나타내는 모델 요청을 충족할 수 있다고 결정되는 경우 제한되거나 좁아질 수 있다.
- [0144] 새로운 모델이 일반화되거나 제한되는 경우, 프로세싱은 새로운 모델이 일반화되거나 제한되는 동작(706FF)으로 지속될 수 있다. 새로운 모델을 일반화/제한하는데 있어, 모델이 적용되는 상이한 특이성 레벨들을 나타내는 정보가 모델과 연관되고 모델 저장 엘리먼트(636)에 저장될 수 있다.
- [0145] 프로세싱은 이어서 새로운 모델이 리턴되는 동작(706GG)으로 지속될 수 있다. 예를 들어, 열역학 모델 생성기(630)에 통신되는 모델에 대한 요청에 응답하여, 열역학 모델 생성기(630)는 열역학 거동 예측 엘리먼트(620)에 새로운 모델을 리턴할 수 있다.
- [0146] 동작(706CC)으로 되돌아와서, 모델 요청을 충족하기에 충분한 적어도 하나의 이용 가능한 후보 모델이 존재한다고 결정되는 경우, 프로세싱은 복수의 후보 모델들이 존재하는지 결정되는 동작(706HH)으로 지속될 수 있다. 단지 하나의 모델만이 존재하는 경우, 동작(706II)에서, 그 모델이 리턴될 수 있다. 그렇지 않으면, 프로세싱은 후보 모델들 중 하나가 리턴되는 동작(706JJ)으로 지속될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 가장 제한적 모델이 리턴될 수 있다.
- [0147] 도 11에서 예시된 특정한 동작들은 실시예에 따라 적합한 열역학 모델을 결정하기 위한 특정한 프로세스를 제공한다는 것이 인지되어야 한다. 다른 동작 시퀀스들은 대안적인 실시예들에 따라 또한 수행될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 대안적인 실시예들은 상이한 순서로 위에서 약속된 동작들을 수행할 수 있다. 또한, 도 11에서 예시된 개별 동작들은 개별 동작들에 적절히 다양한 시퀀스들로 수행될 수 있는 다수의 서브-동작들을 포함할 수 있다. 또한, 특정한 애플리케이션들에 의존하여 부가적인 동작들이 부가되거나 기존의 동작들이 제거될 수 있다. 당업자는 다수의 변동들, 변형들 및 대안들을 인지하고 인식할 수 있다.
- [0148] 특정한 세부사항들은 실시예들의 완전한 이해를 제공하도록 위의 설명에서 주어진다. 그러나 실시예들은 이들 특정한 세부사항들 없이 실시될 수 있다는 것이 이해된다. 예를 들어, 회로들은 불필요한 세부사항들로 실시예들을 모호하게 하지 않도록 블록도들로 도시된다. 다른 인스턴스들에서, 잘-알려진 회로들, 프로세스들, 알고리즘들, 구조들 및 기법들은 실시예들을 모호하게 하는 것을 방지하도록 불필요한 세부사항 없이 도시될 수 있다. 또한, 실시예들은 다음의 공동으로 양도된 애플리케이션들 중 하나 또는 그 초과에서 설명된 시스템들, 방법들, 장치 등 중 일부 또는 전부를 포함할 수 있으며 이들 각각은 모든 목적들을 위해 그 전체가 여기에 인용에 의해 포함되며, 이들은, 위의 미국 일련 번호 제13/842,213호; 2012년 9월 30일 출원된 미국 일련 번호 제13/632,118호(참조 번호 NES0119-US); 2012년 9월 30일 출원된 미국 일련 번호 제13/632,093호(참조 번호 NES0122-US); 위의 미국 일련 번호 제13/632,028호; 2012년 9월 30일 출원된 미국 일련 번호 제13/632,041호(참조 번호 NES0162-US), 2012년 9월 30일 출원된 미국 일련 번호 제13/632,707호(참조 번호 NES0234-US), 위의 미국 임시 일련 번호 제61/704,437호(참조 번호 NES0254-US); 2012년 1월 3일 출원된 PCT 출원 번호 제PCT/US12/20026호

(참조 번호 NES0185-PCT); 2012년 1월 일 출원된 PCT 출원 번호 제PCT/US12/00007호(참조 번호 NES0190-PCT); 및 2011년 10월 7일 출원된 미국 일련 번호 제3/269,501호(참조 번호 NES0120-US)이다.

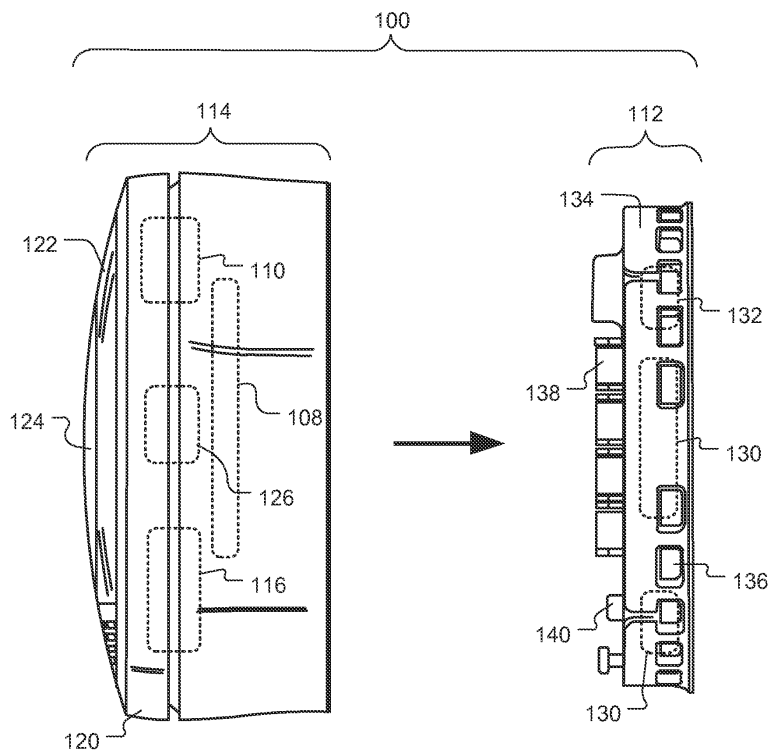
- [0149] 위에서 설명된 기법들, 블록들, 단계들 및 수단들의 구현은 다양한 방식으로 행해질 수 있다. 예를 들어, 이들 기법들, 블록들 단계들 및 수단들은 하드웨어, 소프트웨어 또는 이들의 결합들로 구현될 수 있다. 하드웨어 구현들에 대해, 프로세싱 유닛들은 하나 또는 그 초과 ASIC들(application specific integrated circuits), DSP들(digital signal processors), DSPD들(digital signal processing devices), PLD들(programmable logic devices), FPGA들(field programmable gate arrays), 프로세서들, 제어기들, 마이크로-제어기들, 마이크로프로세서들, 위에서 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 다른 전자 유닛들, 및/또는 이들의 결합 내에서 구현될 수 있다.
- [0150] 또한, 실시예들은 흐름차트, 흐름도, 데이터 흐름도, 구조도, 또는 블록도로서 도시되는 프로세스로서 설명될 수 있다는 것이 주의된다. 흐름차트는 순차적인 프로세스로서 동작들을 설명하지만, 동작들 중 다수가 병렬로 또는 동시에 수행될 수 있다. 또한, 동작들의 순서는 재-배열될 수 있다. 프로세스는, 그의 동작이 완료될 때 종결되지만, 도면에서 포함되지 않은 부가적인 단계들을 가질 수 있다. 프로세스는 메서드, 함수, 프로시저, 서브루틴, 서브프로그램 등에 대응할 수 있다. 프로세스가 함수에 대응할 때, 그의 종결은 호출 함수 또는 메인 함수로 함수의 리턴에 대응한다.
- [0151] 또한, 실시예들은 하드웨어, 소프트웨어, 스크립팅 언어들, 펌웨어, 미들웨어, 마이크로코드, 하드웨어 기술 언어들 및/또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어, 스크립팅 언어 및/또는 마이크로코드로 구현될 때, 필요한 작업들을 수행하기 위한 프로그램 코드 또는 코드 세그먼트들은 저장 매체와 같은 머신 판독 가능한 매체에 저장될 수 있다. 코드 세그먼트 또는 머신-실행 가능한 명령은, 프로시저, 함수, 서브프로그램, 프로그램, 루틴, 서브루틴, 모듈, 소프트웨어 패키지, 스크립트, 클래스, 또는 명령들, 데이터 구조들 및/또는 프로그램 스테이트먼트들의 임의의 결합을 나타낼 수 있다. 코드 세그먼트는 정보, 데이터, 아규먼트들, 파라미터들, 및/또는 메모리 콘텐츠들을 전달 및/또는 수신함으로써 다른 코드 세그먼트 또는 하드웨어 회로에 커플링될 수 있다. 정보, 아규먼트들, 파라미터들, 데이터 등은 메모리 공유, 메시지 전달, 토큰 전달, 네트워크 전송 등을 비롯해서 임의의 적합한 수단을 통해 전달, 포워딩 또는 전송될 수 있다.
- [0152] 본 개시의 원리들이 특정한 장치들 및 방법들과 관련하여 위에서 설명되었지만, 이 설명은 본 교시들의 범위에 관한 제한으로서가 아니라 예로서만 이루어졌다는 것이 명확히 이해될 것이다.

도면

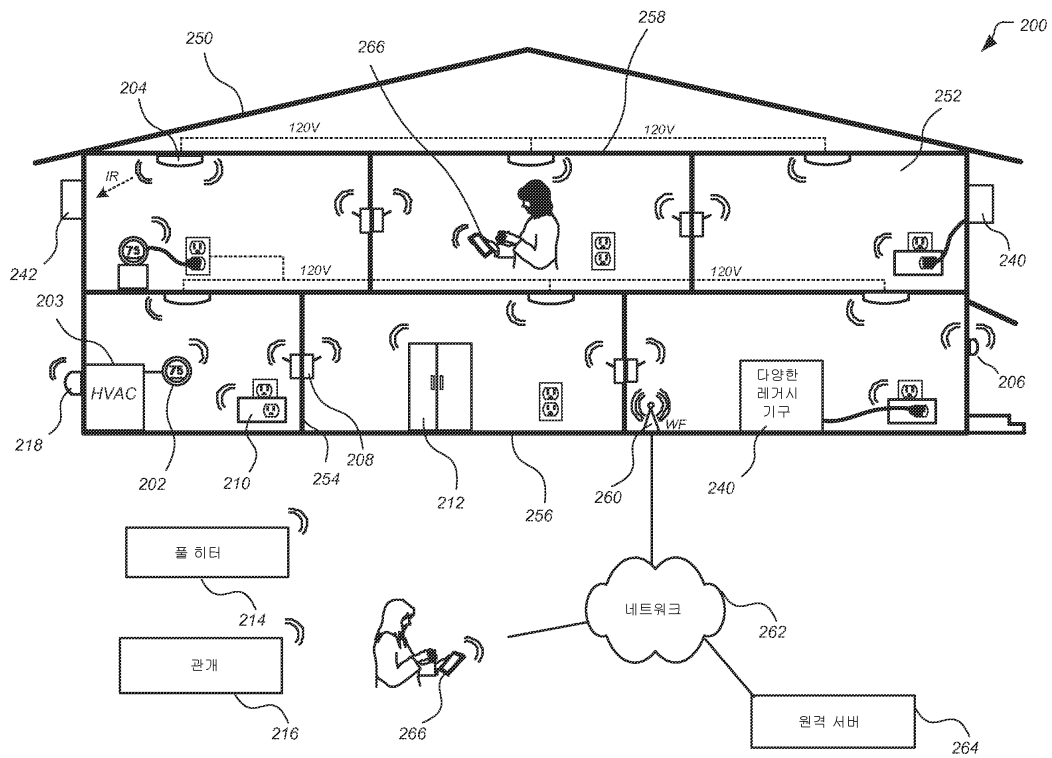
도면1a



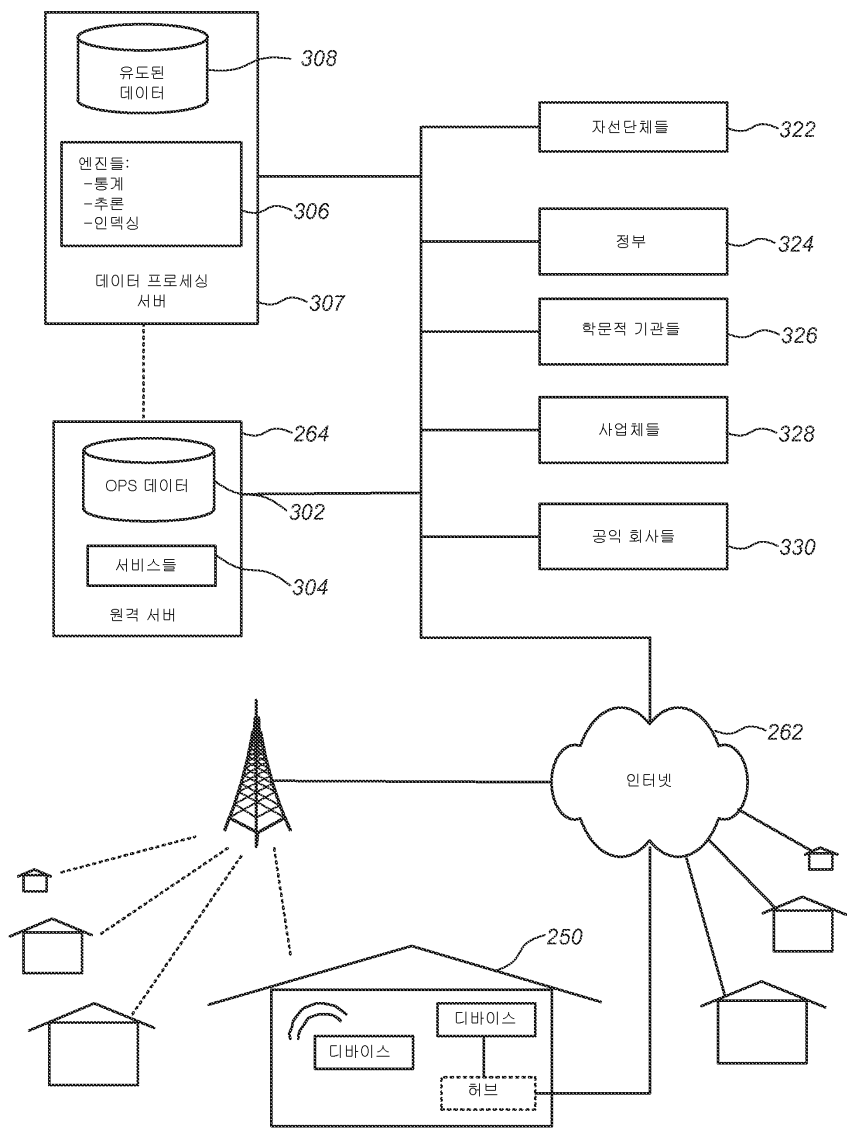
도면1b



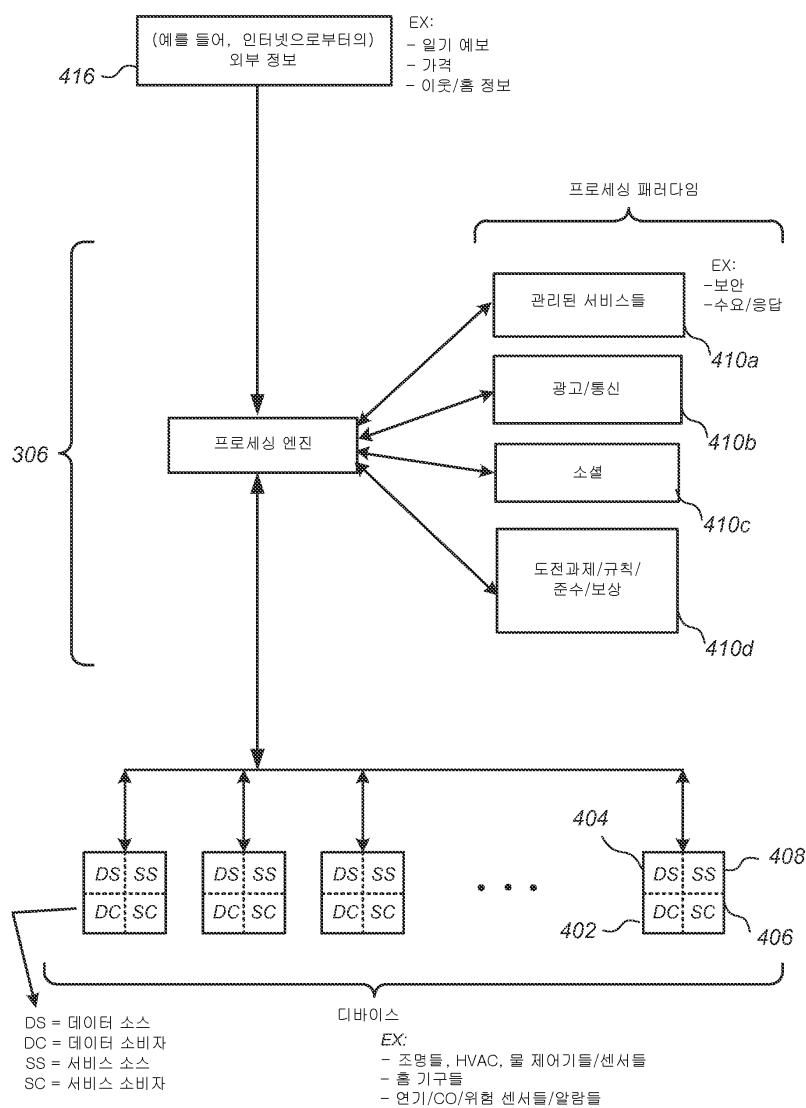
도면2



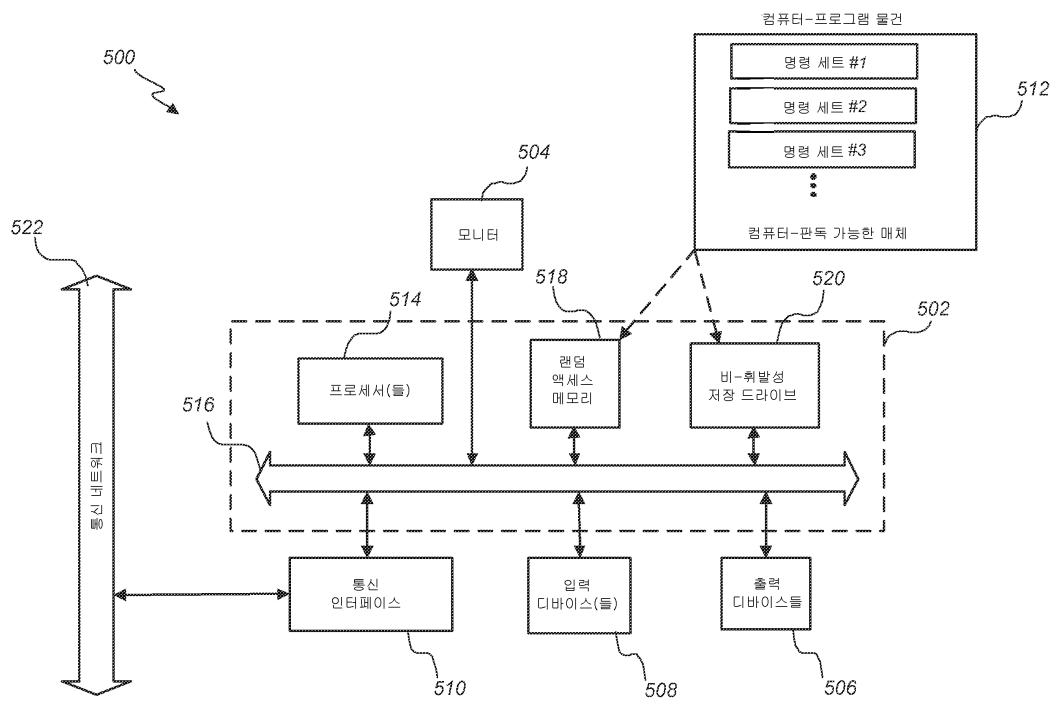
도면3



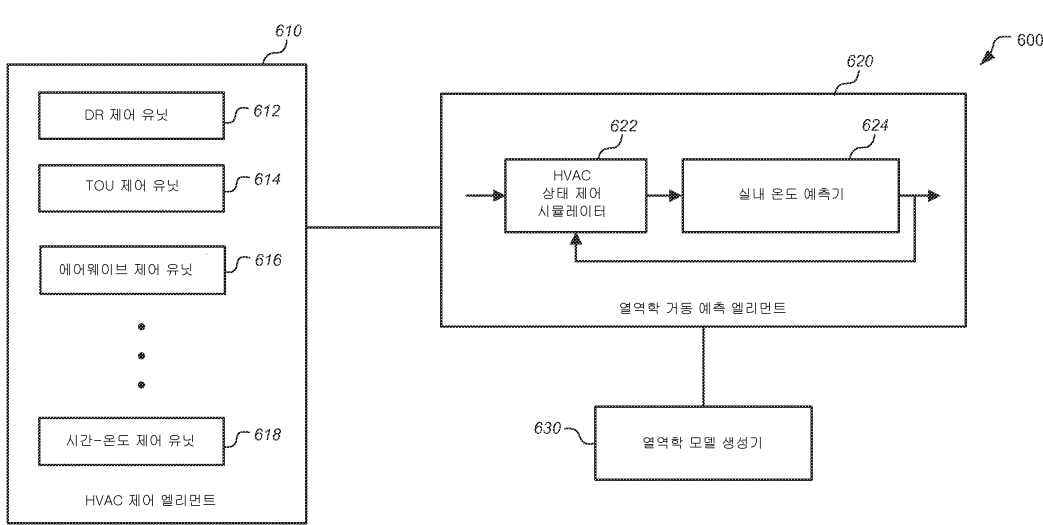
도면4



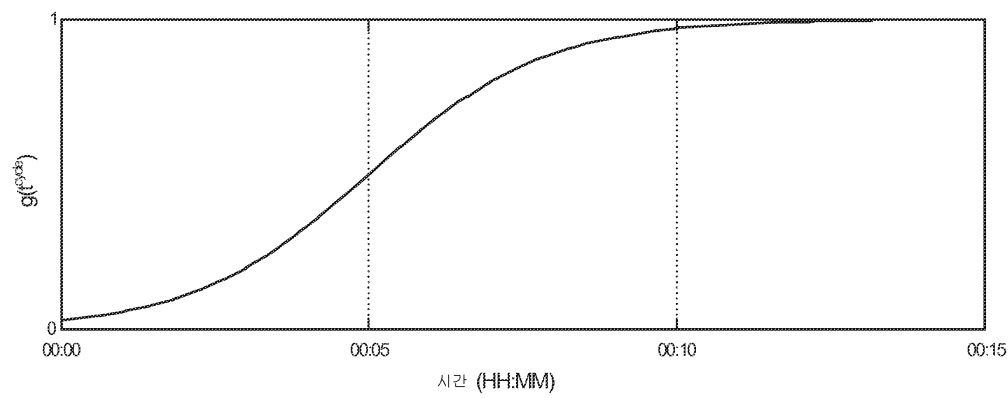
도면5



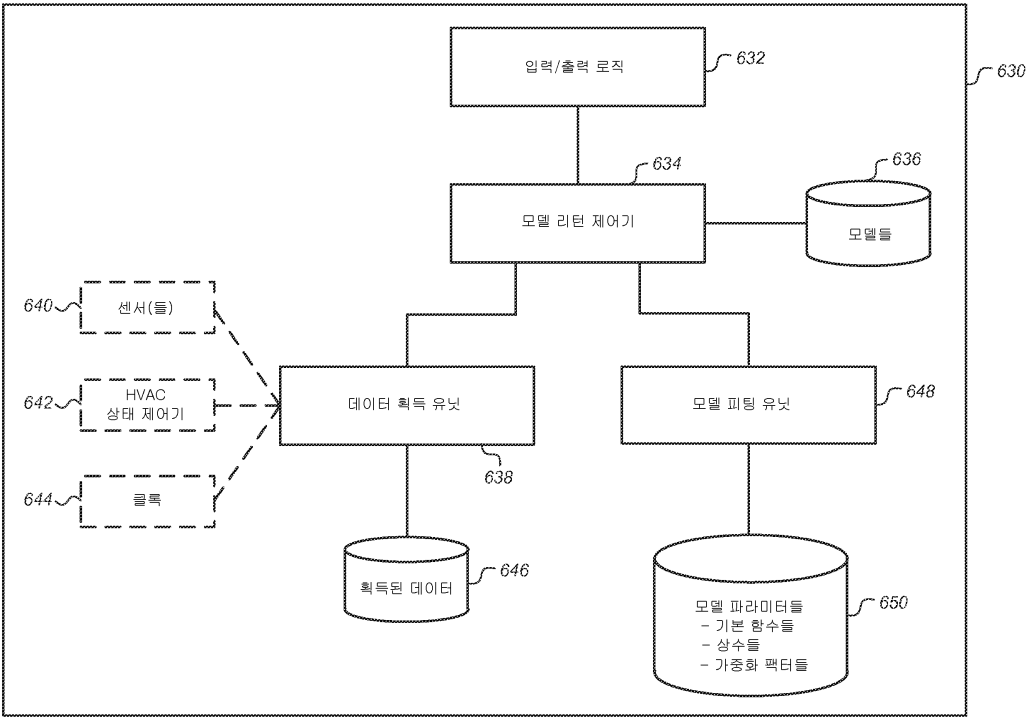
도면6



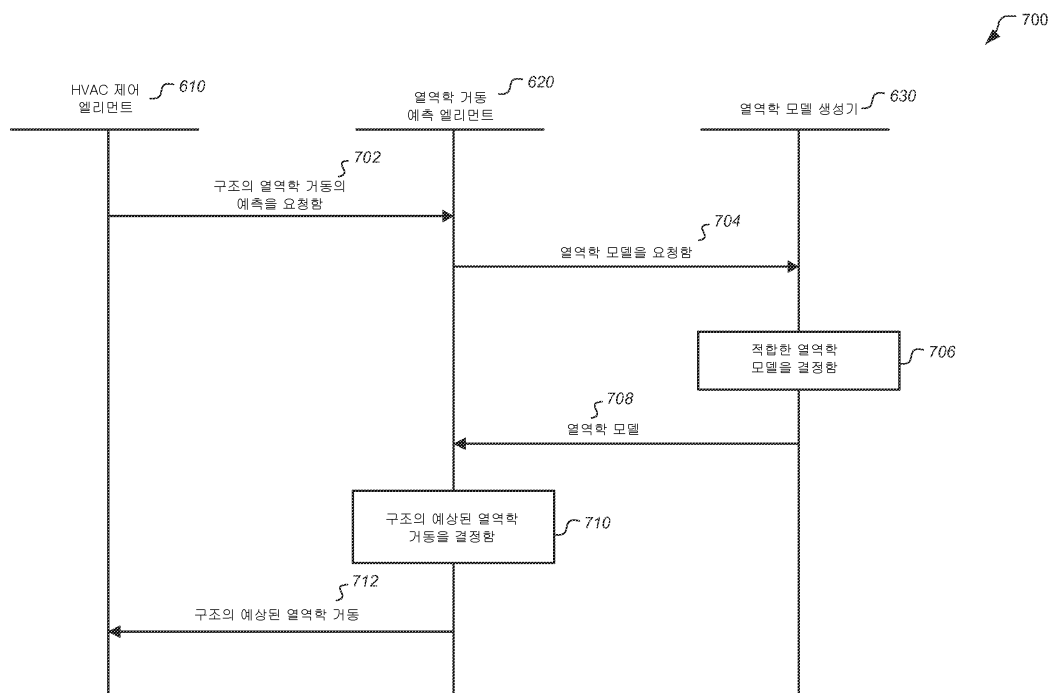
도면7



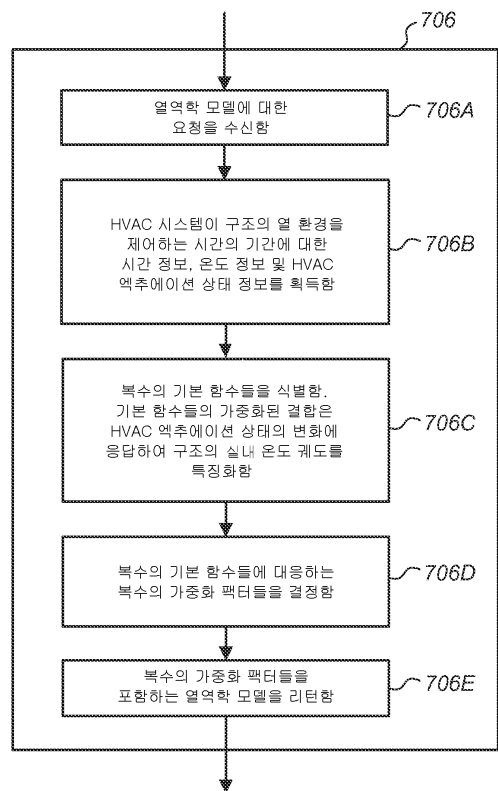
도면8



도면9



도면10



도면11

