



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0116105  
(43) 공개일자 2023년08월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06Q 50/06 (2012.01) G05B 23/02 (2006.01)  
G06F 30/20 (2020.01) G06N 20/00 (2019.01)  
G06Q 10/04 (2023.01) G06Q 50/10 (2012.01)  
G06T 17/05 (2011.01) G06T 19/00 (2011.01)  
G16Y 10/80 (2020.01) G16Y 20/30 (2020.01)  
G16Y 40/30 (2020.01)

(52) CPC특허분류  
G06Q 50/06 (2013.01)  
G05B 23/0283 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0011614  
(22) 출원일자 2022년01월26일  
심사청구일자 2022년01월26일

(71) 출원인  
녹원정보기술(주)  
강원도 강릉시 난설현로 105, 가동 2층 (포남동)  
(72) 발명자  
홍성범  
경기도 고양시 덕양구 도래울로 85, 203동 1405호  
(도내동, 도래울센트럴더포레)  
(74) 대리인  
김동섭

전체 청구항 수 : 총 13 항

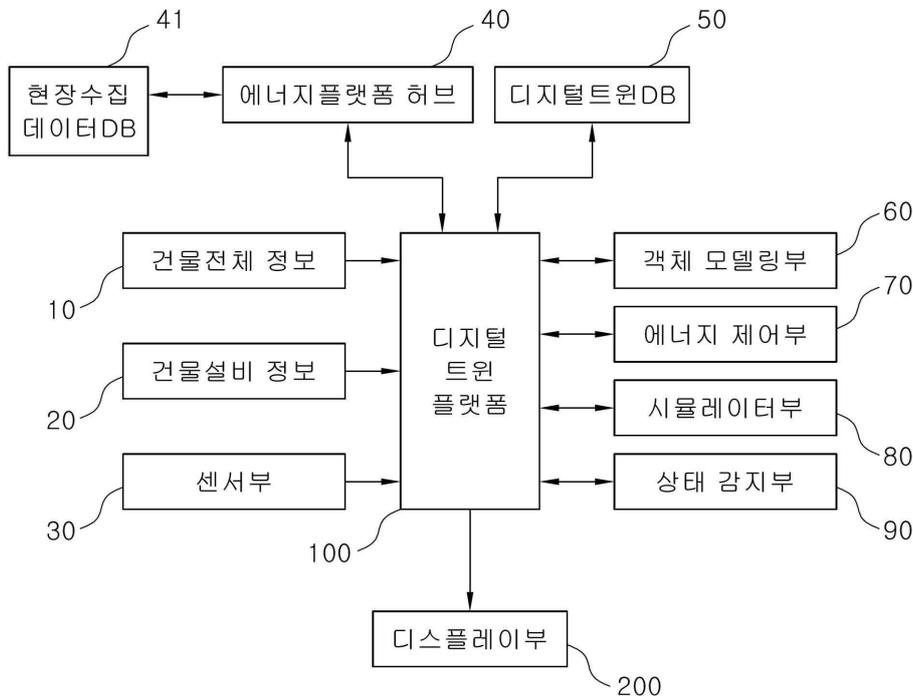
(54) 발명의 명칭 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼

(57) 요약

본 발명은 건물의 층/구분공간(zone)/설비별로 에너지 소비량을 디지털 트윈의 가상 모델링 데이터로 출력하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼에 관한 것이다.

중래 디지털 트윈이 적용된 건물 또는 도시에 대한 논의가 진행되고 있으나, 에너지 절감을 위한 건물에 대하여 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



디지털 트윈 플랫폼이 적용된 바 없으므로, 본 발명은 건물에 대한 세부 사항의 정보 데이터를 포함하는 건물전체정보 파트와; 건물내에 설치된 설비스펙의 정보 데이터를 포함하는 건물설비정보 파트와; 건물내 에너지 흐름에 대한 온도 및 습도를 포함하는 환경조건과 쾌적지표에 대한 환경조건을 실시간으로 검출하는 복수의 센서로 이루어진 센서부와; 상기 건물전체정보 파트와 건물설비정보 파트에서 전달된 정보 데이터를 통해 각각의 에너지 부하 및 에너지 소비량을 연산하는 에너지 플랫폼 허브와; 상기 건물전체정보 파트에서 전달된 정보 데이터에 의해 3D 또는 2D의 가상화 모델링 작업을 진행하는 객체 모델링부와; 상기 건물설비정보 파트 및 센서부에서 전달되는 정보 데이터와 시뮬레이터부에서 전달된 최적화 정보를 통해 건물의 전체 에너지 흐름을 콘트롤하는 에너지 제어부와; 건물전체정보 파트와 건물설비정보 파트 및 센서부에서 전달된 정보 데이터를 통해 건물 에너지 부하를 예측하고, 에너지 소비를 최적화하는 시뮬레이터부와; 상기 건물설비정보 파트 및 센서부의 정보 데이터에 포함된 각 설비 및 센서의 상태 및 고장여부를 실시간을 감시하는 상태고장감시부; 상기 건물전체정보 파트와 건물설비정보 파트에서 전달된 정보 데이터를 통해 상기 객체 모델링부에 의해 디지털 트윈(Digital Twin)을 구현하고, 상기 에너지 플랫폼 허브에서 연산된 에너지 소비량을 디지털 트윈의 가상 모델링 데이터로 출력하는 디지털 트윈 플랫폼과; 상기 디지털 트윈 플랫폼에서 구현되는 가상 모델링 데이터를 모니터에 표출하는 디스플레이부; 를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼을 제안한다.

본 발명에 의한 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼은 디지털 트윈, AI, IoT, 빅데이터 기술과 EMS(Energy Management System)기술의 접목을 통해 건물 에너지 관리 부문 신기술 개발로 인한 기술 시장 선점 가능하고, 디지털 트윈 기술을 통한 실시간 빌딩 에너지 지표를 관리하고, 분리된 빌딩 관리 시스템의 통합을 통한 체계적인 통합 빌딩 에너지 데이터 분석 및 최적화가 가능한 효과가 있다. 또한, 건물 에너지 최적화 알고리즘을 기반으로 반복적인 시뮬레이션 결과를 얻을 수 있으며, 디지털 트윈 기반의 건물에 동시 표출을 통해 보다 효과적인 최적화 알고리즘을 개선할 수 있으며, 건물의 에너지 시스템에 대한 이상징후 검출 및 진단, 일반건물의 요소별 에너지 사용량 및 에너지설비시스템의 물리적 변수, 제어변수 등의 분석을 통한 최적화 제어기술 구현이 가능한 장점이 있다. 또한, 온도 습도 중심의 초보적 수준을 뛰어넘어, 쾌적감 연구와 센서를 활용한 공기조화 제어기술의 구현할 수 있으며, 에너지 수요관리 측면에서 건물 부문 디지털 트윈 표준 요구사항을 정립함으로써 개발 솔루션의 성능, 확장성, 상호 운용성을 검증하여 건물 에너지 관리 시장에서 경쟁력을 확보할 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

- G06F 30/20 (2020.01)
- G06N 20/00 (2021.08)
- G06Q 10/04 (2023.01)
- G06Q 50/10 (2015.01)
- G06T 17/05 (2013.01)
- G06T 19/003 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415174628
과제번호	20212020900090
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지수요관리핵심기술개발(에특)(R&D)
연구과제명	에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 국내외 기술표준 연계형
디지털 트윈 플랫폼 및 사업	모델 개발
기여율	1/1
과제수행기관명	(주)에코시안
연구기간	2021.05.01 ~ 2022.01.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

건물에 대한 세부 사항의 정보 데이터를 포함하는 건물전체정보 파트(10)와;

건물내에 설치된 설비스펙의 정보 데이터를 포함하는 건물설비정보 파트(20)와;

건물내 에너지 흐름에 대한 온도 및 습도를 포함하는 환경조건과 쾌적지표에 대한 환경조건을 실시간으로 검출하는 복수의 센서로 이루어진 센서부(30)와;

상기 건물전체정보 파트(10)와 건물설비정보 파트(10)에서 전달된 정보 데이터를 통해 각각의 에너지 부하 및 에너지 소비량을 연산하는 에너지 플랫폼 허브(40)와;

상기 건물전체정보 파트(10)에서 전달된 정보 데이터에 의해 3D 또는 2D의 가상화 모델링 작업을 진행하는 객체 모델링부(60)와;

상기 건물설비정보 파트(20) 및 센서부(30)에서 전달되는 정보 데이터와 시뮬레이터부(80)에서 전달된 최적화 정보를 통해 건물의 전체 에너지 흐름을 컨트롤하는 에너지 제어부(70)와;

건물전체정보 파트(10)와 건물설비정보 파트(20) 및 센서부(30)에서 전달된 정보 데이터를 통해 건물 에너지 부하를 예측하고, 에너지 소비를 최적화하는 시뮬레이터부(80)와;

상기 건물설비정보 파트(20) 및 센서부(30)의 정보 데이터에 포함된 각 설비 및 센서의 상태 및 고장여부를 실시간을 감시하는 상태고장감시부(90);

상기 건물전체정보 파트(10)와 건물설비정보 파트(10)에서 전달된 정보 데이터를 통해 상기 객체 모델링부(60)에 의해 디지털 트윈(Digital Twin)을 구현하고, 상기 에너지 플랫폼 허브(40)에서 연산된 에너지 소비량을 디지털 트윈의 가상 모델링 데이터로 출력하는 디지털 트윈 플랫폼(100)과;

상기 디지털 트윈 플랫폼(100)에서 구현되는 가상 모델링 데이터를 모니터에 표출하는 디스플레이부(200);

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 디지털 트윈 플랫폼(100)에는 디지털 트윈DB(50)가 연동되고, 상기 디지털 트윈DB(50)에는 기존에 구현되어 있는 다른 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화에 대한 데이터가 저장되며,

디지털 트윈 플랫폼(100)에서는 디지털 트윈DB(50)에 저장된 동일 또는 유사한 건물의 빅데이터(Big Data)를 머신러닝(Machine Learning) 알고리즘과 AI(Artificial Intelligence)를 적용하여 디지털 트윈 구현의 효율성을 향상시키는 것을 특징으로 하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼.

#### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 건물전체정보 파트(10)에서는 건물의 연면적 정보(11), 층수 정보(11), 각층 구분공간(zone)의 정보(13), 각층 구분공간(zone)의 면적 정보(14), 냉난방 면적 정보(15)를 포함하는 데이터를 디지털 트윈 플랫폼(100)에 전달하는 것을 특징으로 하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼.

#### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 건물설비정보 파트(20)에서는 각층 구분공간(zone)별 설치되어 있는 설비의 종류 정보(21), 각 설비별 성능 및 효율을 포함하는 스펙(spec) 정보(22), 각 설비별 운전상태 정보(23)를 포함하는 데이터를 디지털 트윈 플랫폼(100)에 전달하는 것을 특징으로 하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 센서부(30)에서는 에너지 IOT 센서정보(31), 외기온도 및 습도 정보(32), 건물내 각층 구분공간(zone)별 에너지 소모량 정보(33)을 포함하는 데이터를 실시간으로 디지털 트윈 플랫폼(100)에 전달하는 것을 특징으로 하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼.

#### 청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 에너지 플랫폼 허브(40)에서는 건물 설계도 및 구조도에 의해 파악되는 건물의 에너지 부하를 기준으로, 센서부(30)에서 검출된 정보 데이터를 통해 현재 시점의 에너지 소비량을 연산하고, 최적 제어 기능모듈을 통해 최적화된 에너지 소비량을 산출하여 디지털 트윈 플랫폼(100)에 전달하는 것을 특징으로 하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼.

#### 청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 객체 모델링부(60)는

사전단계로, 건물의 설계도와 대비되는 구조물에 대한 실측(61), 각 구분공간(zone) 및 설비에 대한 속성정보화(62); 3D-VR엔진 및 설비 캐릭터링(Visualization)의 기반기술을 통해 건물 외관 및 각 구분공간(zone) 및 설비에 대하여 실제와 유사한 오브젝트를 통해 캐릭터를 형성하는 3D-모델링(63); 각 캐릭터의 형상 및 크기를 조절하는 비주얼 동기화(64)를 수행하고,

구현단계로, 가상화된 각 캐릭터의 비주얼을 건물 구조에 따라 위치 배열하는 가상화 모델링(65), 빅데이터를 활용한 분석(Analytics)을 수행하여 실시간으로 변화되는 에너지 소비량의 정보데이터를 포함하는 가상화 모델링(66)하여,

디지털 트윈 플랫폼(100)을 통해 디스플레이부(200)에 실시간으로 출력하는 것을 특징으로 하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼.

#### 청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 객체 모델링부(60)에서는 건물의 층별 또는 구분공간(zone)에 따라 색상 및 속성을 부여하고,

상기 디스플레이부(200)에서는 오브젝트 필터 기능이 구현되어, 각 층별 또는 구분공간(zone)의 속성에 따라 선택적 모니터링이 가능하도록 구현된 것을 특징으로 하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼.

**청구항 9**

제 1항에 있어서,

상기 에너지 제어부(70)에서는 설정된 온도 및 습도를 기준으로 현재의 외기 온도 및 습도를 대응 조절하여 에너지 소비량을 최적화하는 지능형 건물 에너지 절감부(71)와;

PMV(Predicted Mean Vote; 예상 평균온열감)와, PPD(Predicted Percentage of Dissatisfied; 예상불만족도)와, 실내 온도 및 습도와, 실내 CO2 농도, 실내 조도를 설정된 쾌적지표에 따라 조절하는 쾌적지표 대응부(72)와;

열원 및 전력으로 이루어지는 에너지데이터와, 기후 및 미세먼지감지 및 재실감지로 이루어지는 환경데이터에 의해 에너지 소비를 조절하는 최적제어부(73);

를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼.

**청구항 10**

제 1항에 있어서,

상기 시뮬레이터부(80)에서는 건물의 층별, 구분공간(zone)별, 설비별로 소요되는 에너지 부하를 예측하는 건물 부하 예측부(81)와;

에너지 부하에 따라 가장 바람직한 에너지 절감을 산출하는 최적제어 시뮬레이션부(82)와;

센서의 신호를 전달받아 고장감지 알고리즘을 적용하고, 에너지 최적운영방안을 도출하는 예지보전 시뮬레이션부(83);

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼.

**청구항 11**

제 10항에 있어서,

상기 시뮬레이터부(80)에서는 축소차수모델(ROM; Reduced Order Model)기법을 활용하여 건물에너지 실시간 시뮬레이션 실증환경과, 건물이 설치된 주변 환경변수를 고려한 건물의 에너지 소비량 변화 및 시뮬레이션 데이터 연계 부하 예측 기법을 적용하여, 가상센서 및 시뮬레이션 데이터를 연계하여 건물에너지 최적 운영 제어기법을 모의시험 하는 것을 특징으로 하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼.

**청구항 12**

제 1항에 있어서,

상기 상태감지부(90)에서는 건물에 설치되어 있는 설비가 정상적으로 동작하는지를 온도 및 습도의 피드백 제어(feedback control)를 통해 측정하고 고장여부 및 이상작동 여부를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼.

**청구항 13**

제 1항에 있어서,

상기 디스플레이부(200)는 디지털 트윈 플랫폼(100)에 의해 구현된 건물의 실시간 에너지 소비량을 모니터링하

면서, 선택된 건물의 구분공간(zone)에 따라 에너지 소비량을 표시하고, 각 선택된 화면에 포함된 설비를 개별적으로 선택하면, 해당 설비의 에너지 소비량을 별도 화면으로 표시하여,

이상/돌발 상황 발생시 상기 객체 모델링부(60)에서 부여된 건물의 층별 또는 구분공간(zone)의 속성을 실시간 확인함으로써 신속한 대응조치 및 원격컨트롤 기능이 가능한 것을 특징으로 하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 디지털 트윈 플랫폼에 관한 것으로서, 특히 건물전체정보 파트(part)와 건물설비정보 파트(part)와 센서부에서 전달되는 정보 데이터가 디지털 트윈 플랫폼에 전달되며, 에너지 플랫폼 허브에서는 각 정보 데이터를 통해 건물에 포함되는 층/구분공간(zone)/설비를 포함하는 각 구성요소의 에너지 소비량을 연산하고, 객체 모델링부를 통해 각 구성요소에 대한 가상화 모델링 작업을 진행하며, 에너지 제어부에서는 건물의 전체 에너지 소비량에 따라 최적 제어를 수행하고, 디지털 트윈 플랫폼에서는 객체 모델링부에 의해 디지털 트윈(Digital Twin)을 구현하고, 상기 에너지 플랫폼 허브에서 연산된 에너지 소비량을 디지털 트윈의 가상 모델링 데이터로 출력하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼에 관한 것이다.

[0002] 또한, 본 발명은 시뮬레이터부에서는 모의시험을 통해 에너지 최적제어를 위한 반복적인 테스트를 수행하며, 상 태고장감시부를 통해 상기 건물설비정보 파트 및 센서부의 정보 데이터에 포함된 각 설비 및 센서의 상태 및 고 장여부를 실시간을 감시하는 있는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼 에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 일반적으로 디지털 트윈(digital twin)이란, 현실세계의 기계나 장비, 사물 등을 컴퓨터 속 가상세계에 구현한 것으로서, 가상공간에 실물과 똑같은 물체(쌍둥이)를 만들어 다양한 모의시험(시뮬레이션)을 통해 검증해 보는 기술을 말한다.

[0004] 디지털 트윈 기술은 미국 가전업체인 제너럴 일렉트릭(GE)이 주창한 개념으로 2000년대 들어 제조업에 도입되기 시작했으며 항공, 건설, 헬스케어, 에너지, 국방, 도시설계 등 다양한 분야에서도 활용되고 있으며, 실제 제품을 만들기 전 모의시험을 통해 발생할 수 있는 문제점을 파악하고 이를 해결하기 위해 활용될 수도 있다.

[0005] 예를 들어 항공기가 비행하면서 겪게 되는 환경 정보를 수집해 디지털 트윈에 적용하면 환경이 항공기에 미치는 영향을 파악하고 기기 고장을 예측할 수 있다. 3차원 설계 프로그램을 사용하고 사물인터넷(IoT)을 통해 방대한 양의 정보를 수집할 수 있게 되면서 디지털 트윈의 정확도가 높아지고 있다.

[0006] 디지털 트윈 기술을 활용하면 가상세계에서 장비, 시스템 등의 상태를 모니터링하고 유지·보수 시점을 파악해 개선할 수 있다. 가동 중 발생할 수 있는 다양한 상황을 예측해 안전을 검증하거나 돌발 사고를 예방해 사고 위험을 줄일 수도 있다. 또한 생산성 향상, 장비 최적화 등의 결과를 가져올 수 있고 시제품 제작에 들어가는 비용과 시간을 대폭 절감할 수 있다.

[0007] 최근에는 가상공간에 실제 도시와 동일한 도시를 구축하고 여기에서 인구 분포, 안전, 복지, 환경, 상권, 교통 등 각종 도시행정을 먼저 시험해 검증하는 데에도 디지털 트윈 기술이 활용되고 있다. 가상공간에 디지털 트윈 이 구축되면 정책을 실제 도시에 도입하기 전에 효율성을 검증하고 부족한 부분을 보완할 수 있다. 예를 들면 도시에 도로를 만들면 실제 주변 교통량에 어떤 영향을 주는지 등을 도로 구축 전에 파악할 수 있게 된다.

[0008] 국내에서는 세종시가 스마트시티 디지털 트윈 플랫폼을 한국전자통신연구원(ETRI)과 함께 개발해 세종시에 적용 할 계획이다. 또 전주시는 안전하고 편리한 도시를 만들기 위해 한국국토정보공사와 협력해 전주시의 행정 데이 터와 한국국토정보공사의 IT를 접목시킨 디지털 트윈 도시를 만들기로 했으나, 아직 에너지 절감을 위한 건물 플랫폼에는 아직 적용된 바가 없다.

[0009] 예를 들어, 특허공개 제1020200144998호 (디지털 트윈을 이용하여 가상센서를 구현하는 컴퓨팅 시스템 및 이를 이용한 실시간 데이터 수집방법)(이하, '선행기술1'이라 함)에서는 디지털 트윈을 이용하여 센서 기반 데이터를 수집하고, 데이터를 확장하여 모델을 고도화하는 기술을 제안하고 있으나, 위 선행기술1은 실제의 물리센서가

작동하지 않거나, 실제 물리센서가 설치되지 못하는 위치에 가상 센서를 구현하고, 가상 센서를 기반으로 하여 시스템에 대한 디지털 트윈 모델을 제공하기 위한 것일뿐, 건물내 에너지 부하에 따른 실제 에너지 소비량을 예측하는 기술적 사상과는 전혀 연관성이 없었다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 건물전체정보 파트(part)와 건물설비정보 파트(part)와 센서부에서 전달되는 정보 데이터가 디지털 트윈 플랫폼에 전달되며, 에너지 플랫폼 허브에서는 각 정보 데이터를 통해 건물에 포함되는 층/구분공간(zone)/설비를 포함하는 각 구성요소의 에너지 소비량을 연산하고, 객체 모델링부를 통해 각 구성요소에 대한 가상화 모델링 작업을 진행하며, 에너지 제어부에서는 건물의 전체 에너지 소비량에 따라 최적 제어를 수행하고, 디지털 트윈 플랫폼에서는 객체 모델링부에 의해 디지털 트윈(Digital Twin)을 구현하고, 상기 에너지 플랫폼 허브에서 연산된 에너지 소비량을 디지털 트윈의 가상 모델링 데이터로 출력하는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼을 제공함에 그 목적이 있다.

[0011] 또한, 본 발명은 시뮬레이터부에서는 가상 실험을 통해 에너지 최적제어를 위한 반복적인 테스트를 수행하며, 상태고장감시부를 통해 상기 건물설비정보 파트 및 센서부의 정보 데이터에 포함된 각 설비 및 센서의 상태 및 고장여부를 실시간을 감시하는 있는 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼을 제공함에 다른 목적이 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0012] 본 발명에 의한 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼은 건물에 대한 세부 사항의 정보 데이터를 포함하는 건물전체정보 파트와; 건물내에 설치된 설비스펙의 정보 데이터를 포함하는 건물설비정보 파트와; 건물내 에너지 흐름에 대한 온도 및 습도를 포함하는 환경조건과 쾌적지표에 대한 환경조건을 실시간으로 검출하는 복수의 센서로 이루어진 센서부와; 상기 건물전체정보 파트와 건물설비정보 파트에서 전달된 정보 데이터를 통해 각각의 에너지 부하 및 에너지 소비량을 연산하는 에너지 플랫폼 허브와; 상기 건물전체정보 파트에서 전달된 정보 데이터에 의해 3D 또는 2D의 가상화 모델링 작업을 진행하는 객체 모델링부와; 상기 건물설비정보 파트 및 센서부에서 전달되는 정보 데이터와 시뮬레이터부에서 전달된 최적화 정보를 통해 건물의 전체 에너지 흐름을 컨트롤하는 에너지 제어부와; 건물전체정보 파트와 건물설비정보 파트 및 센서부에서 전달된 정보 데이터를 통해 건물 에너지 부하를 예측하고, 에너지 소비를 최적화하는 시뮬레이터부와; 상기 건물설비정보 파트 및 센서부의 정보 데이터에 포함된 각 설비 및 센서의 상태 및 고장여부를 실시간을 감시하는 상태고장감시부; 상기 건물전체정보 파트와 건물설비정보 파트에서 전달된 정보 데이터를 통해 상기 객체 모델링부에 의해 디지털 트윈(Digital Twin)을 구현하고, 상기 에너지 플랫폼 허브에서 연산된 에너지 소비량을 디지털 트윈의 가상 모델링 데이터로 출력하는 디지털 트윈 플랫폼과; 상기 디지털 트윈 플랫폼에서 구현되는 가상 모델링 데이터를 모니터에 표출하는 디스플레이부; 를 포함하여 구성되는 것을 그 기술적 특징으로 한다.

#### 발명의 효과

[0013] 본 발명에 의한 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼은 디지털 트윈, AI, IoT, 빅데이터 기술과 EMS(Energy Management System)기술의 접목을 통해 건물 에너지 관리 부문 신기술 개발로 인한 기술 시장 선점 가능하고, 디지털 트윈 기술을 통한 실시간 빌딩 에너지 지표를 관리하고, 분리된 빌딩 관리 시스템의 통합을 통한 체계적인 통합 빌딩 에너지 데이터 분석 및 최적화가 가능한 효과가 있다.

[0014] 또한, 건물 에너지 최적화 알고리즘을 기반으로 반복적인 시뮬레이션 결과를 얻을 수 있으며, 디지털 트윈 기반의 건물에 동시 표출을 통해 보다 효과적인 최적화 알고리즘을 개선할 수 있으며, 건물의 에너지 시스템에 대한 이상징후 검출 및 진단, 일반건물의 요소별 에너지 사용량 및 에너지설비시스템의 물리적 변수, 제어변수 등의 분석을 통한 최적화 제어기술 구현이 가능한 장점이 있다.

[0015] 또한, 온도 습도 중심의 초보적 수준을 뛰어넘어, 쾌적감 연구와 센서를 활용한 공기조화 제어기술의 구현할 수 있으며, 에너지 수요관리 측면에서 건물 부문 디지털 트윈 표준 요구사항을 정립함으로써 개발 솔루션의 성능, 확장성, 상호 운용성을 검증하여 건물 에너지 관리 시장에서 경쟁력을 확보할 수 있는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0016] 도 1은 본 발명에 의한 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼의 블록 구성도,
- 도 2은 도 1의 디지털 트윈 플랫폼에 전달되는 정보 데이터의 세부구성도,
- 도 3은 도 1의 디지털 트윈 플랫폼을 위해 정보 데이터를 데이터 변환과 제어 및 시뮬레이션하기 위한 세부구성도,
- 도 4 내지 도 11은 본 발명의 디스플레이부에서 표출되는 화면의 다양한 실시예.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0017] 본 발명은 대규모 수용가의 동적 에너지 수용에 대응, 최적 운영을 위한 에너지 디지털 트윈 플랫폼을 개발하기 위해 제안된 것으로서, 일반건물 디지털 트윈 플랫폼 및 실시간 자동 M&V 기반의 에너지 관리 시스템 개발하며, 고층실도 데이터 기반 에너지 디지털 트윈 플랫폼 개발하고, 물리기반 시뮬레이션 기법 활용 가상 센싱 데이터 취득 및 센서 및 시뮬레이션 데이터 연계 건물에너지 최적 운영 제어 기법 기술개발하며, 데이터의 신뢰성/경제성/정확성 확보 위한 실내외 하이브리드 유무선 센서 네트워크 기반 구축 및 개발하고, 고층실도 데이터 기반 건물 에너지 디지털 트윈 시각화 기술개발 및 시뮬레이션 데이터 연계 건물에너지 디지털 트윈 시각화 기술개발하며, 일반건물 및 데이터센터의 에너지 효율성 향상을 위한 최적제어 알고리즘 수립 및 데이터 분석 연계방안을 개발하고, 일반건물의 재실자의 쾌적도 확보를 위한 알고리즘 수립 및 데이터 분석연계 방안 개발하며, 에너지 다소비 건물 주요설비 예지보전을 위한 상태감시 및 고장감지기술을 개발하고, 국내 기술력을 바탕으로 하는 디지털트윈의 국제표준기반 표준화방안 마련하기 위해 복수의 협력 전문업체에서 분야별로 연구개발을 진행하고 있다.
- [0018] 특히, 본원 출원인은 디지털 트윈을 위한 가상화 모델링 작업을 담당하여, 협력 전문업체에서 개발된 기술을 접목하여, 가상화 모델링 데이터와 에너지 소비량을 운영자가 시각적으로 인식할 수 있는 디지털 트윈 플랫폼을 제안한다.
- [0019] 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 통해 상세히 설명한다.
- [0020] 본 발명의 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 디지털 트윈 플랫폼은 도 1에 도시된 바와 같이, 건물에 대한 세부 사항의 정보 데이터를 포함하는 건물전체정보 파트(part)(10)와; 건물내에 설치된 설비스펙의 정보 데이터를 포함하는 건물설비정보 파트(part)(20)와; 건물내 에너지 흐름에 대한 온도 및 습도를 포함하는 환경조건과 쾌적지표에 대한 환경조건을 실시간으로 검출하는 복수의 센서로 이루어진 센서부(30)와; 상기 건물전체정보 파트(10)와 건물설비정보 파트(10)에서 전달된 정보 데이터를 통해 각각의 에너지 부하 및 에너지 소비량을 연산하는 에너지 플랫폼 허브(40)와; 상기 건물전체정보 파트(10)에서 전달된 정보 데이터에 의해 3D 또는 2D의 가상화 모델링 작업을 진행하는 객체 모델링부(60)와; 상기 건물설비정보 파트(20) 및 센서부(30)에서 전달되는 정보 데이터와 시뮬레이터부(80)에서 전달된 최적화 정보를 통해 건물의 전체 에너지 흐름을 컨트롤하는 에너지 제어부(70)와; 건물전체정보 파트(10)와 건물설비정보 파트(20) 및 센서부(30)에서 전달된 정보 데이터를 통해 건물 에너지 부하를 예측하고, 에너지 소비를 최적화하는 시뮬레이터부(80)와; 상기 건물설비정보 파트(20) 및 센서부(30)의 정보 데이터에 포함된 각 설비 및 센서의 상태 및 고장여부를 실시간을 감시하는 상태고장감시부(90); 상기 건물전체정보 파트(10)와 건물설비정보 파트(10)에서 전달된 정보 데이터를 통해 상기 객체 모델링부(60)에 의해 디지털 트윈(Digital Twin)을 구현하고, 상기 에너지 플랫폼 허브(40)에서 연산된 에너지 소비량을 디지털 트윈의 가상 모델링 데이터로 출력하는 디지털 트윈 플랫폼(100)과; 상기 디지털 트윈 플랫폼(40)에서 구현되는 가상 모델링 데이터를 모니터에 표출하는 디스플레이부(200); 를 포함하여 구성된다.
- [0021] 또한, 상기 디지털 트윈 플랫폼(100)에는 디지털 트윈DB(50)가 연동되고, 상기 디지털 트윈DB(50)에는 기존에 구현되어 있는 다른 에너지 다소비 건물의 에너지 관리 및 최적화에 대한 데이터가 저장되며, 디지털 트윈 플랫폼(100)에서는 디지털 트윈DB(50)에 저장된 동일 또는 유사한 건물의 빅데이터(Big Data)를 머신러닝(Machine Learning) 알고리즘과 AI(Artificial Intelligence)를 적용하여 디지털 트윈 구현의 효율성을 향상시킬 수 있다.
- [0022] 본 발명의 기술구성을 구체적으로 살펴보면, 도 2에 도시된 바와 같이 상기 건물전체정보 파트(10)에서는 건물

의 연면적 정보(11), 층수 정보(11), 각종 구분공간(zone)의 정보(13), 각종 구분공간(zone)의 면적 정보(14), 냉난방 면적 정보(15)를 포함하는 정보 데이터를 디지털 트윈 플랫폼(100)에 전달하게 된다.

- [0023] 상기 건물설비정보 파트(20)에서는 각종 구분공간(zone)별 설치되어 있는 설비의 종류 정보(21), 각 설비별 성능 및 효율을 포함하는 스펙(spec) 정보(22), 각 설비별 운전상태 정보(23)를 포함하는 데이터를 디지털 트윈 플랫폼(100)에 전달하게 된다.
- [0024] 또한, 상기 센서부(30)에서는 에너지 IoT(Internet of Things) 센서정보(31), 외기온도 및 습도 정보(32), 건물내 각종 구분공간(zone)별 에너지 소모량 정보(33)을 포함하는 데이터를 실시간으로 디지털 트윈 플랫폼(100)에 전달하게 된다. 이때, 센서부(30)에서는 에너지 흐름에 대한 온도 및 습도를 포함하는 환경조건과 쾌적지표에 대한 환경조건을 검출하는 것이다.
- [0025] 물론, 상기 센서부(30)에서는 종래의 일반적인 온도센서, 습도센서 등을 사용할 수도 있으며, 초기상태와 냉난방설비 또는 공기조화설비를 가동한 상태를 비교하면서 피드백제어를 통해 원하는 온도 및 습도를 포함하는 쾌적지수를 조절할 수 있게 된다.
- [0026] 특히, 상기 에너지 IOT 센서정보(31)는 물건을 인터넷으로 연결한걸 IOT 사물인터넷이 구현된 센서에서 획득하는 정보 데이터로서, 초연결 사회에서의 에너지 문제 해결을 위한 IoT 기반 스마트 에너지 플랫폼 기술에 적용되는 전자 소자를 통해 주변 환경의 다양한 정보를 획득하게 된다.
- [0027] 즉, 에너지 IOT 센서는 에너지 정보 수집, 에너지 수요의 부하 관리 및 에너지 공유/거래를 통한 에너지 효율을 극대화하고자 하는 서비스에 적용되며, 이러한 IoT 기반 스마트 에너지 관리 서비스는 사물인터넷을 활용한 에너지 공급-전달-활용의 전주기 에너지 시스템 간 상호 연계·통합을 통해 에너지 효율성 증대, 에너지 공유 및 거래 서비스를 제공하며, 에너지 수요의 지속적 증가, 전력 피크 회피, 미래 트렌드 대응 등 국가 사회의 문제 해결을 위한 에너지 신서비스 개발 및 확산이 가능하다. 이는 IoT 기반 에너지 수요 관리 서비스, 분산 에너지 패러다임 구축, 에너지 인터그리드 기반 에너지 거래 서비스 등을 위한 에너지 인터넷 플랫폼을 개발함으로써 가능해진다.
- [0028] 이때, 에너지 소비량/화재/고장여부/전원동작을 검출하는 것은 본원발명의 센서부(30)에 구비된 에너지 IOT 센서와 온도센서 및 습도센서 등에 의해 가능하게 되며, 이외 종래 공지된 센서장치에 의해서도 구현이 가능하다.
- [0029] 상기 센서부(30)에서 구현되는 센싱을 포함하는 구체적인 기술사항은 본원 출원인의 협력업체에서 독자적으로 진행하는 기술사항이므로, 이하 구체적인 설명은 생략한다.
- [0030] 또한, 상기 에너지 플랫폼 허브(40)에서는 건물 설계도 및 구조도에 의해 파악되는 건물의 에너지 부하를 기준으로, 센서부(30)에서 검출된 정보 데이터를 통해 현재 시점의 에너지 소비량을 연산하고, 최적 제어 기능모듈을 통해 최적화된 에너지 소비량을 산출하여 디지털 트윈 플랫폼(100)에 전달하게 된다.
- [0031] 이때, 상기 에너지 플랫폼 허브(40)는 상기 건물전체정보 파트(10)와, 건물설비정보 파트(20)와 센서부(30)에서 전달되는 현장 수집 데이터를 저장하는 별도의 현장수집 데이터 DB(41)가 구비되고, 상기 현장수집 데이터 DB(41)에 저장된 데이터를 원천 데이터로 활용하여, 동일 유사한 건물 구조에 대한 최적제어에 활용할 수 있다.
- [0032] 한편, 본 발명은 디지털 트윈을 구현하기 위해 정보 데이터의 변환과 에너지 제어 및 최적화 시뮬레이션에 기술적 특징이 있으므로, 이하 도 3을 기준으로 이를 구체적으로 설명한다.
- [0033] 상기 객체 모델링부(60)는 사전단계로, 건물의 설계도와 대비되는 구조물에 대한 실측(61), 각 구분공간(zone) 및 설비에 대한 속성정보화(62), 3D-VR엔진 및 설비 캐릭터링(Visualization)의 기반기술을 통해 건물 외관 및 각 구분공간(zone) 및 설비에 대하여 실제와 유사한 오브젝트를 통해 캐릭터를 형성하는 3D-모델링(63), 각 캐릭터의 형상 및 크기를 조절하는 비주얼 동기화(64)를 수행하게 된다.
- [0034] 이때, 상기 실측(61)은 건물의 외관 및 구조가 상세하게 명시된 설계도 또는 3D 조감도로 대체할 수 있으며, 상기 속성정보화(62)에서는 구분공간(zone) 또는 설비 종류에 따라 색상 및 속성을 부여하게 된다.
- [0035] 특히, 본 발명에서는 상기 3D-모델링(63)에서 실제와 유사한 오브젝트를 통해 3D 모델링이 실제와 동일하게 표현되도록 구현하고, 디스플레이부(100)에서 오브젝트 필터 기능이 구현되어, 색상 및 속성에 따라 선택적 모니터링이 가능하여 운영자가 맞춤형 상황만 표출/모니터링 가능하게 구현할 수 있다.
- [0036] 따라서, 상기 객체 모델링부(60)에서는 건물의 층별 또는 구분공간(zone)에 따라 색상 및 속성을 부여하고, 상기 디스플레이부(100)에서는 오브젝트 필터 기능이 구현되어, 각 층별 또는 구분공간(zone)의 속성에 따라 디스

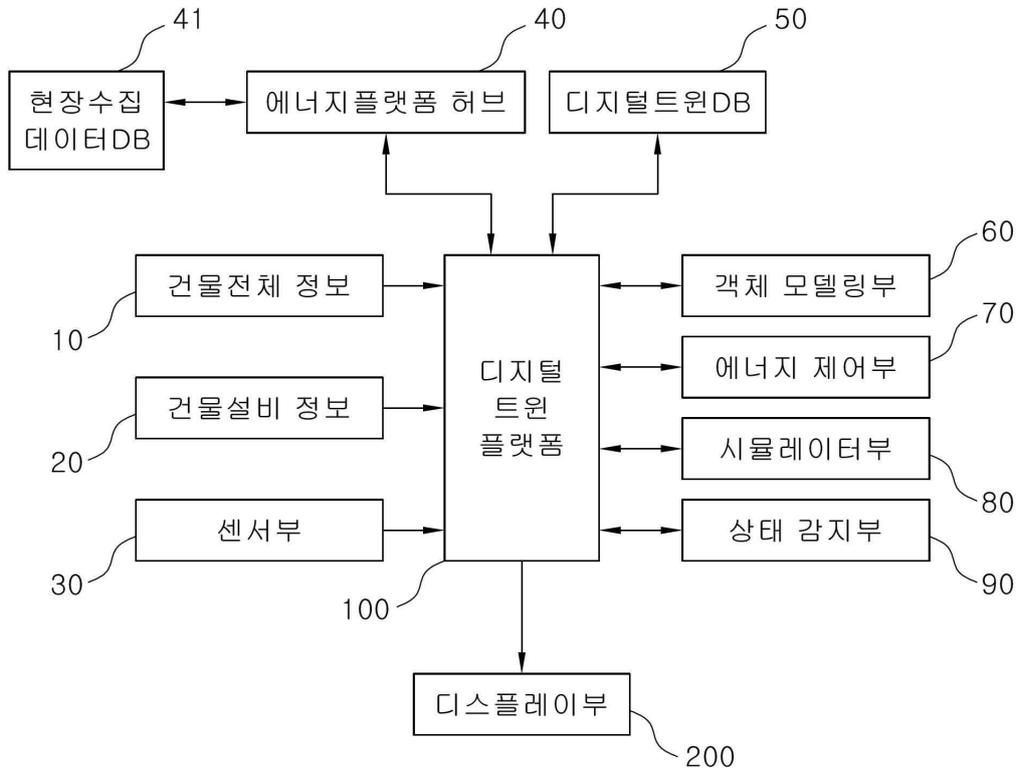
플레이부(100)에서 선택적 모니터링이 가능하도록 구현됨에 기술적 특이성이 있다.

- [0037] 상기 사전단계에서 획득한 데이터에 의해 구현단계가 진행되며, 상기 구현단계에서는 가상화된 각 캐릭터의 비주얼을 건물 구조에 따라 위치 배열하는 가상화 모델링(65), 빅데이터를 활용한 분석(Analytics)을 수행하여 실시간으로 변화되는 에너지 소비량의 정보데이터를 포함하는 가상화 모델링(66)하여, 디지털 트윈 플랫폼(100)을 통해 디스플레이부(100)에 실시간으로 출력하는 것이다.
- [0038] 이때, 상기 디스플레이부(100)에서는 특정 층수, 특정 구분공간(zone)의 선택 검색이 가능하고, 이상/돌발 상황 발생시 작업속성을 실시간 확인함으로써 신속한 대응조치 및 원격컨트롤 기능이 가능하게 된다.
- [0039] 한편, 상기 에너지 제어부(70)에서는 설정된 온도 및 습도를 기준으로 현재의 외기 온도 및 습도를 대응 조절하여 에너지 소비량을 최적화하는 지능형 건물 에너지 절감부(71)와; PMV(Predicted Mean Vote; 예상 평균온열감)와, PPD(Predicted Percentage of Dissatisfied; 예상불만족도)와, 실내 온도 및 습도와, 실내 CO2 농도, 실내 조도를 설정된 쾌적지표에 따라 조절하는 쾌적지표 대응부(72)와; 열원 및 전력으로 이루어지는 에너지데이터와, 기후 및 미세먼지감지 및 재실감지로 이루어지는 환경데이터에 의해 에너지 소비를 조절하는 최적제어부(73); 를 포함하여 구성된다.
- [0040] 사람은 덥거나 춥다고 느끼는 환경의 4가지 온열인자인 기온, 기습, 기류, 복사열의 종합적인 영향을 받는다. 기온이 높아도 습도가 낮고 바람이 불면 그다지 덥게 느끼지 않는 반면에, 기온이 낮아도 습도가 높고 복사열이 있으면 비교적 덥게 느끼게 된다.
- [0041] 즉, 인간이 느끼는 더위/추위에는 공기 자체의 온도인 공기온도와, 일상생활에서 벽, 마루, 청정 등의 표면이나 유리 창문을 통과하는 햇볕 등과 같이 직접 접하지 않아도 열에너지가 느끼지는 복사온도와, 공기에 수분이 얼마나 포함되어 있는가에 따라 결정되는 절대습도 또는 상대습도와, 건물 내부 구조의 차이로 발생하는 공기의 흐름에 의한 열 이동인 기류가 주로 영향을 미친다.
- [0042] 본 발명에서는 최적제어를 위해 인체가 받는 환경의 온열적 영향력을 종합적으로 평가하는 쾌적 지표(Comfort Index)를 적용한다.
- [0043] 상기 쾌적지표는 인체가 온열환경 요소에 대해 느끼는 쾌적성과 온랭감에 따라 인체반응을 나타내기 위한 척도로서, 이외에 건물 내부의 CO2 농도, 조도 등에 의해 쾌적지표가 결정된다.
- [0044] 상기 PMV(Predicted Mean Vote; 예상 평균온열감)은 인체와 주위 환경간의 열평형방정식으로 부터 PMV는 인간과 주위환경의 6가지 온열환경요소(기온, 습도, 기류, MRT, 대사량, 착의량)를 측정하여 산정. 따뜻하고 추운정도를 -3에서 +3까지의 수치로서 나타낸다.
- [0045] 또한, 상기 PPD(Predicted Percentage of Dissatisfied; 예상불만족도)는 어떤 환경에 대한 열적 불만족자들의 전체 인원수에 대한 백분율인 를 통해 특정 지점의 열환경에 대한 사람들의 예상 불쾌지수를 확인할 수 있다.
- [0046] 한편, 상기 시뮬레이터부(80)에서는 건물의 층별, 구분공간(zone)별, 설비별로 소요되는 에너지 부하를 예측하는 건물부하 예측부(81)와; 에너지 부하에 따라 가장 바람직한 에너지 절감을 산출하는 최적제어 시뮬레이션부(82)와; 센서의 신호를 전달받아 고장감지 알고리즘을 적용하고, 에너지 최적운영방안을 도출하는 예지보전 시뮬레이션부(83); 를 포함하여 구성된다.
- [0047] 상기 시뮬레이터부(80)에서는 실제의 물리센서가 작동하지 않거나, 실제 물리센서가 설치되지 못하는 위치에 가상 센서를 구현하고, 가상 센서를 기반으로 하여 시스템에 대한 디지털 트윈 모델의 시뮬레이션을 진행할 수 있다.
- [0048] 이때, 상기 시뮬레이터부(80)에서는 축소차수모델(ROM; Reduced Order Model)기법을 활용하여 건물에너지 실시간 시뮬레이션 실증환경과, 건물이 설치된 주변 환경변수를 고려한 건물의 에너지 소비량 변화 및 시뮬레이션 데이터 연계 부하 예측 기법을 적용하여, 가상센서 및 시뮬레이션 데이터를 연계하여 건물에너지 최적 운영 제어기법을 모의시험하는 것이다.
- [0049] 또한, 상기 상태감지부(90)에서는 건물에 설치되어 있는 설비가 정상적으로 동작하는지를 본 발명의 일 시예인 온도 및 습도의 피드백 제어(feedback control)를 통해 측정하고 고장여부 및 이상 작동 여부를 모니터링 할 수 있다.
- [0050] 상기 피드백제어란, 출력 신호를 그 입력 신호로 되돌림으로써 제어량의 값을 목표값(온도, 습도 등)과 비교하여 그들을 일치시키도록 정정 동작을 하는 제어방식으로서, 고장 또는 상태이상의 경우 피드백 제어가 정상적으

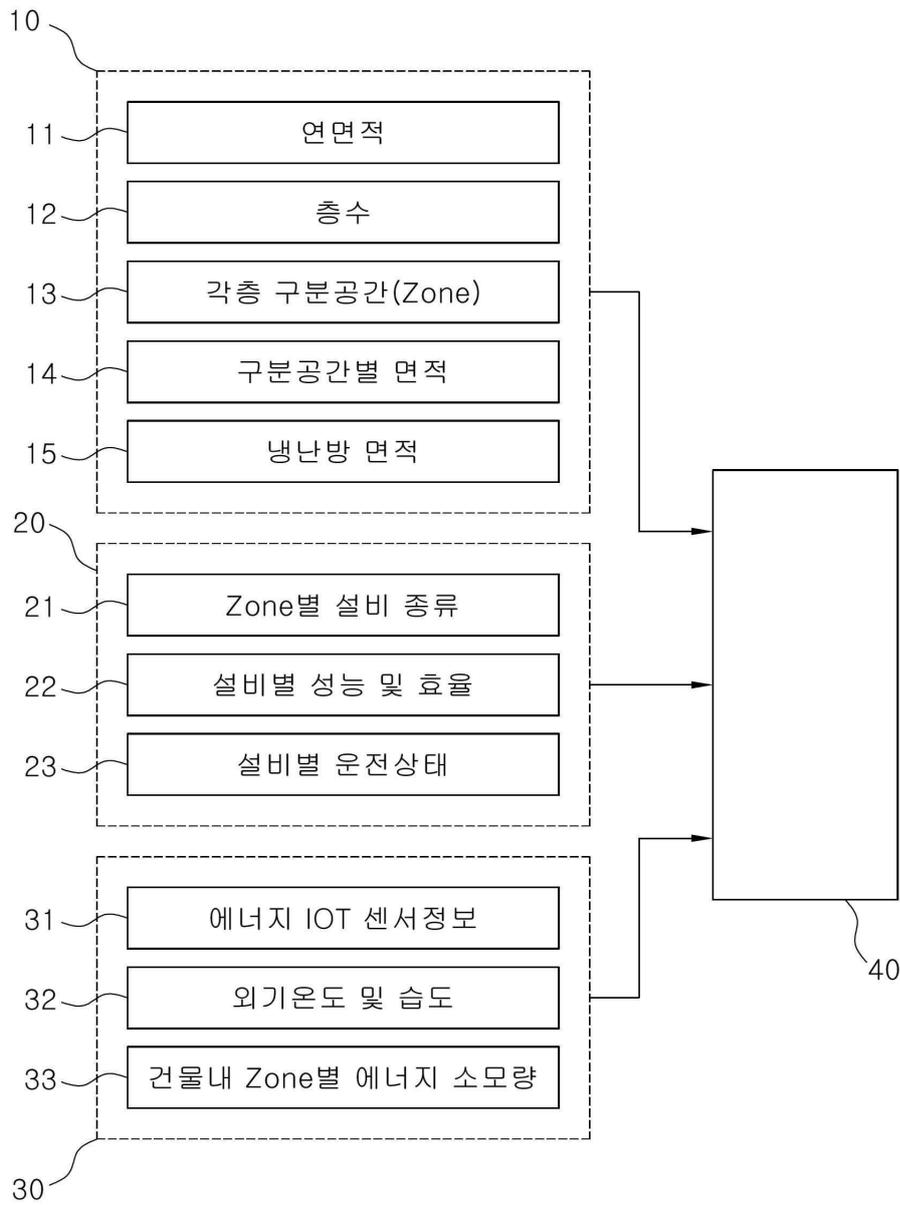


도면

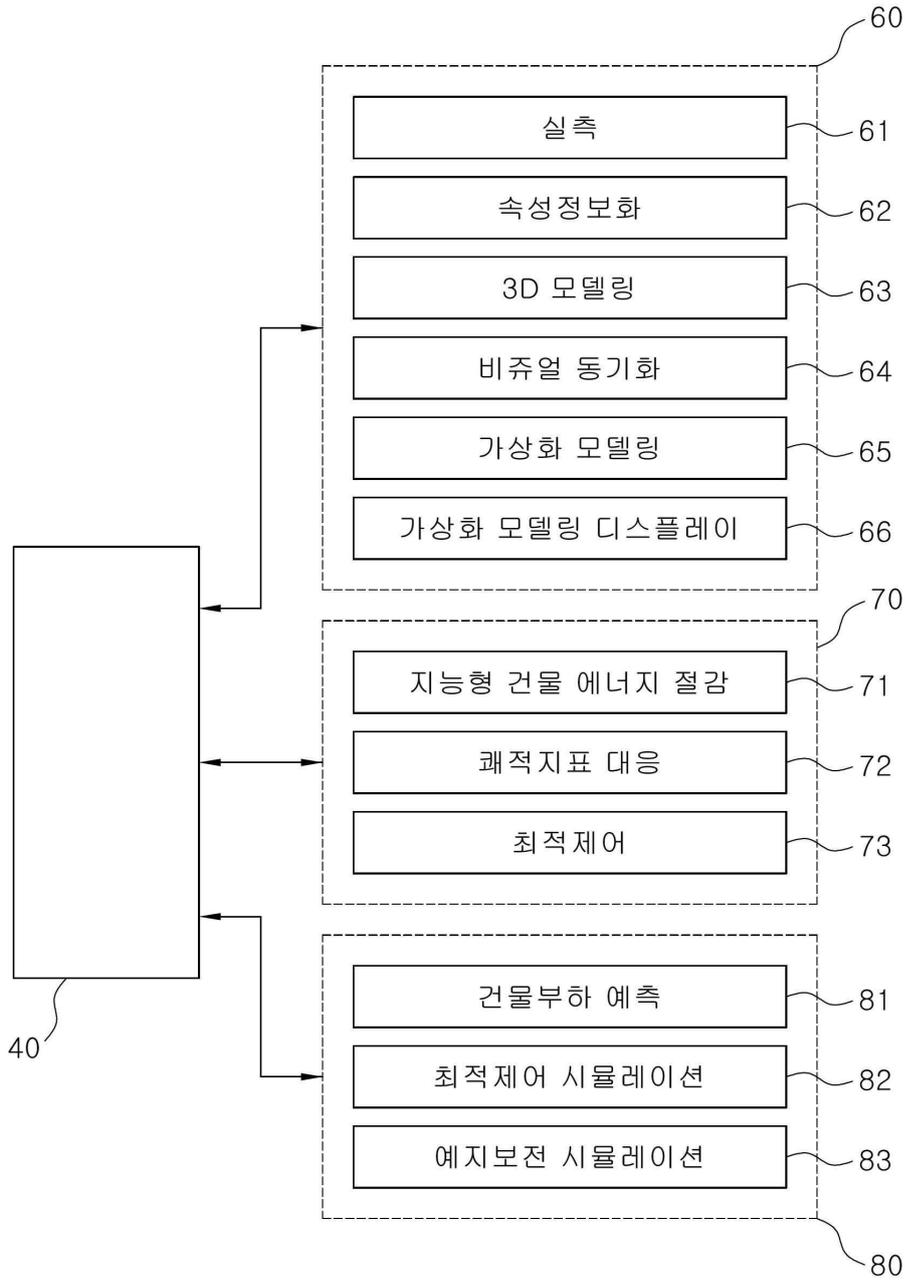
도면1



도면2



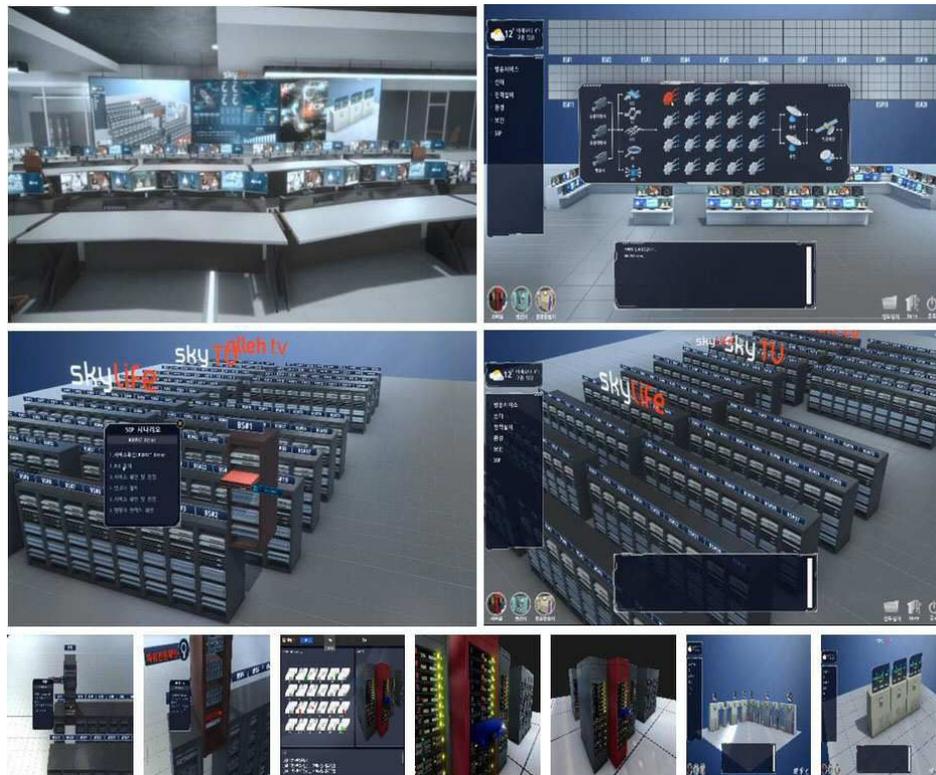
도면3



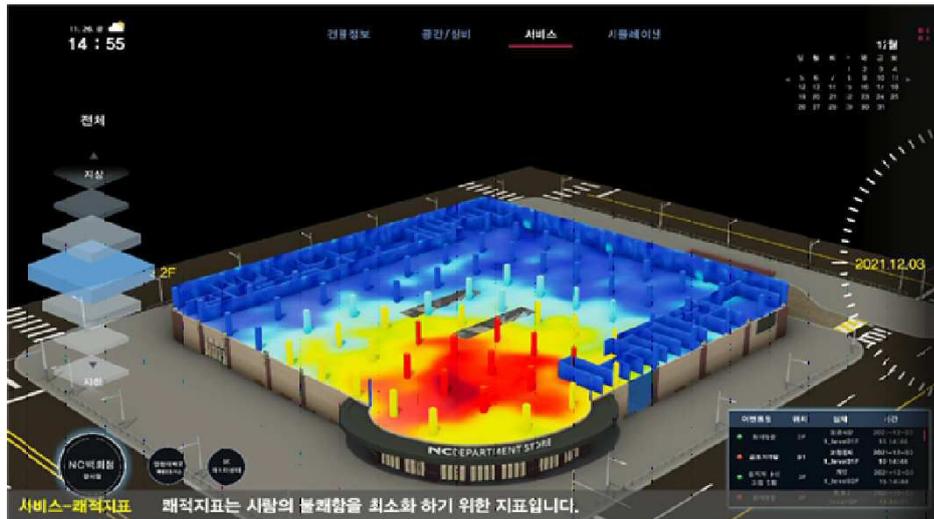
도면4



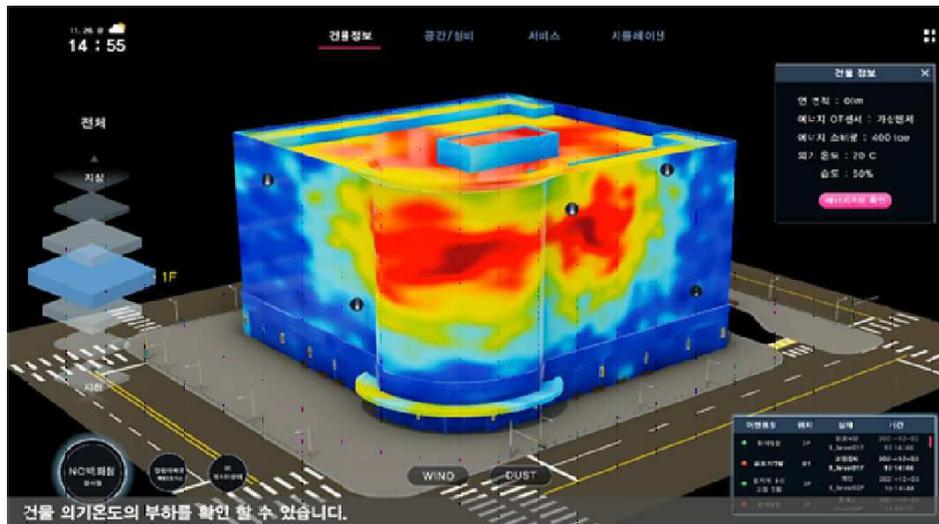
도면5



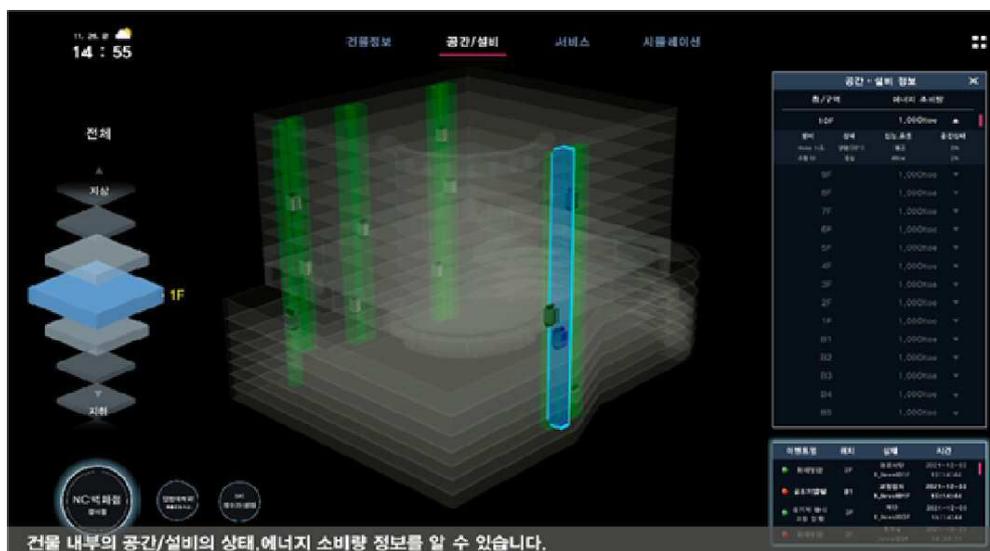
도면6



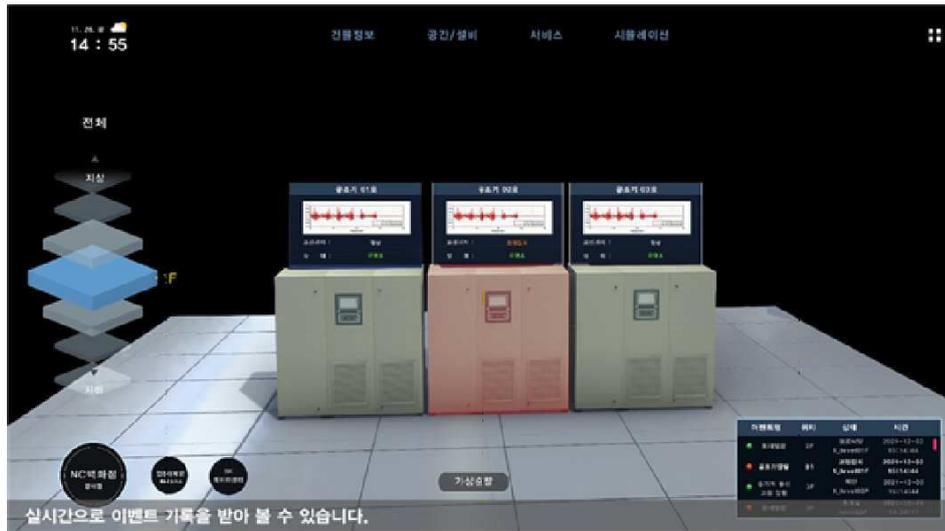
도면7



도면8



도면9



도면10



도면11

