



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0174709
(43) 공개일자 2024년12월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 30/20 (2020.01) G06F 111/10 (2020.01)
(52) CPC특허분류
G06F 30/20 (2020.01)
G06F 2111/10 (2020.01)
(21) 출원번호 10-2023-0074273
(22) 출원일자 2023년06월09일
심사청구일자 2023년06월09일

(71) 출원인
삼성물산 주식회사
서울특별시 강동구 상일로6길 26 (상일동)
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대
학교)
(72) 발명자
유지용
서울특별시 성북구 송인로8길 80, 114동 204호
주선경
경기도 부천시 범안로 81, 111동 1205호
(74) 대리인
특허법인주원

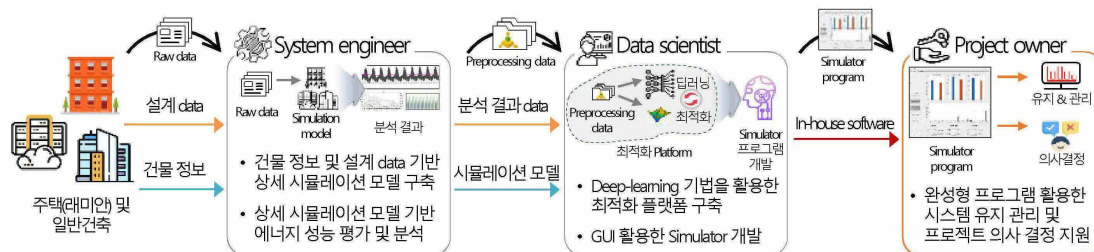
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 건물 에너지 시뮬레이션 시스템, 방법, 및 상기 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 기록 매체

(57) 요약

건물 에너지 시뮬레이션 시스템, 방법, 및 상기 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 기록 매체가 개시된다. 건물 에너지 시뮬레이션 시스템은 물리 모델 생성부, 데이터 생성부, 시뮬레이터 생성부, 및 에너지 시뮬레이션 수행부를 포함한다. 물리 모델 생성부는 대상 건물의 에너지 시뮬레이션을 수행하기 위한 물리 모델을 생성하고, 데이터 생성부는 물리 모델을 이용하여 입력값에 대한 출력값을 생성하고, 시뮬레이터 생성부는 입력값에 대해 동일한 출력값을 출력하도록 학습된 시뮬레이터를 생성하며, 에너지 시뮬레이션 수행부는 생성된 시뮬레이터를 이용하여 대상 건물의 에너지 시뮬레이션을 수행한다.

대표도



(72) 발명자

조우진

서울특별시 동작구 여의대방로 28, 101동 1102호

김의중

인천광역시 미추홀구 인하로 100

전병기

인천광역시 미추홀구 인하로 100

오경철

인천광역시 미추홀구 인하로 100

명세서

청구범위

청구항 1

대상 건물의 에너지 시뮬레이션을 수행하기 위한 물리 모델을 생성하는 물리 모델 생성부;
상기 물리 모델을 이용하여 입력값에 대한 출력값을 생성하는 데이터 생성부;
상기 입력값에 대해 동일한 출력값을 출력하도록 학습된 시뮬레이터를 생성하는 시뮬레이터 생성부; 및
상기 시뮬레이터를 이용하여 상기 대상 건물의 에너지 시뮬레이션을 수행하는 에너지 시뮬레이션 수행부를 포함하는 것을 특징으로 하는 건물 에너지 시뮬레이션 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
상기 입력값을 생성하는 입력값 생성부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 건물 에너지 시뮬레이션 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
상기 대상 건물에 대한 측정 데이터를 입력하는 측정 데이터 입력부; 및
상기 측정 데이터를 이용하여 상기 시뮬레이터를 보정하는 시뮬레이터 보정부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 건물 에너지 시뮬레이션 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,
상기 시뮬레이터를 이용하여 예측된 상기 대상 건물의 에너지 사용량에 따라 상기 건물에 대한 설계 분석을 수행하는 설계 분석부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 건물 에너지 시뮬레이션 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,
상기 시뮬레이터를 이용하여 예측된 상기 대상 건물의 에너지 사용량에 따라 상기 건물에 설치된 설비들에 대한 분석을 수행하는 장비 분석부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 건물 에너지 시뮬레이션 시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,
상기 시뮬레이터를 이용하여 예측된 상기 대상 건물의 에너지 사용량에 따라 상기 설비들의 운전 시나리오 분석을 수행하는 설비 운전 시나리오 분석부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 건물 에너지 시뮬레이션 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 설비의 운전 상태에 따라 상기 건물의 실시간 에너지 사용량을 분석하는 실시간 에너지 사용량 분석부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 건물 에너지 시뮬레이션 시스템.

청구항 8

건물 에너지 시뮬레이션 시스템이 수행하는 건물 에너지 시뮬레이션 방법으로서,

대상 건물의 에너지 시뮬레이션을 수행하기 위한 물리 모델을 생성하는 물리 모델 생성 단계;

상기 물리 모델을 이용하여 입력값에 대한 출력값을 생성하는 데이터 생성 단계;

상기 입력값에 대해 동일한 출력값을 출력하도록 학습된 시뮬레이터를 생성하는 시뮬레이터 생성 단계; 및

상기 시뮬레이터를 이용하여 상기 대상 건물의 에너지 시뮬레이션을 수행하는 에너지 시뮬레이션 수행 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 건물 에너지 시뮬레이션 방법.

청구항 9

청구항 8의 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한 프로그램을 기록한 기록 매체.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 에너지 시뮬레이션 관련 기술에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 공동주택이나 일반건물의 설계 및 운영에 있어서 건물 에너지를 시뮬레이션하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 건물에너지의 시뮬레이션은 공동주택의 개별 세대나 일반건물 등에 대해 다양한 설계 및 운전 파라미터를 변경 하면서 에너지의 사용량을 산출하는 엔지니어링 과정에서 사용된다.

[0004] 시뮬레이션을 위해서는 건물 각각의 개별적 특징을 반영한 물리모델의 생성이 필요하다. 또한, 건물의 특징이 변경될 때마다 물리모델을 수정하여야 한다. 그런데, 물리모델은 그 품질에 따라 에너지 시뮬레이션의 결과가 좌우되고 정교한 모델링이 어렵기 때문에, 전문 엔지니어에 의한 모델링 과정이 요구된다.

[0005] 또한, 물리 모델은 시뮬레이션에 많은 CPU time을 소비하기 때문에, 반복 계산을 통해 최적 해를 찾는 최적 운전 시뮬레이션이나 의사결정 과정에서 빠르게 결과를 확인하는 역설계를 위한 용도로 사용되기에는 어려움이 있다.

선행기술문헌**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) KR 1020220123301 A

(특허문헌 0002) KR 102182651 B1

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 전문 엔지니어가 없이도 다양한 조건의 건물에 대해 효과적으로 에너지 시뮬레이션을 수행할 수 있는 시스템 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 건물 에너지 시뮬레이션 시스템은 물리 모델 생성부, 데이터 생성부, 시뮬레이터 생성부, 및 에너지 시뮬레이션 수행부를 포함한다.
- [0011] 물리 모델 생성부는 대상 건물의 에너지 시뮬레이션을 수행하기 위한 물리 모델을 생성하고, 데이터 생성부는 물리 모델을 이용하여 입력값에 대한 출력값을 생성하고, 시뮬레이터 생성부는 입력값에 대해 동일한 출력값을 출력하도록 학습된 시뮬레이터를 생성하며, 에너지 시뮬레이션 수행부는 생성된 시뮬레이터를 이용하여 대상 건물의 에너지 시뮬레이션을 수행한다.
- [0012] 이와 같은 구성에 의하면, 인공지능을 이용하여 자동 생성된 시뮬레이터를 이용할 수 있기 때문에, 전문 엔지니어 없이도 다양한 조건의 건물에 대해 효과적으로 에너지 시뮬레이션을 수행할 수 있게 된다.
- [0014] 이때, 물리 모델의 입력값을 생성하는 입력값 생성부를 더 포함할 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 실제 입력 데이터가 없는 경우에도 생성된 입력 변수를 이용하여 학습을 위한 다양한 데이터를 확보할 수 있게 된다.
- [0016] 또한, 대상 건물에 대한 측정 데이터를 입력하는 측정 데이터 입력부, 및 측정 데이터를 이용하여 시뮬레이터를 보정하는 시뮬레이터 보정부를 더 포함할 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 건물에 대한 측정 데이터가 확보되는 경우, 건물의 실제 상태에 대응하도록 시뮬레이터를 개선할 수 있게 된다.
- [0018] 또한, 시뮬레이터를 이용하여 예측된 대상 건물의 에너지 사용량에 따라 건물에 대한 설계 분석을 수행하는 설계 분석부를 더 포함할 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 설계시 시뮬레이션 결과를 반영할 수 있게 된다.
- [0020] 또한, 시뮬레이터를 이용하여 예측된 대상 건물의 에너지 사용량에 따라 건물에 설치된 설비들에 대한 분석을 수행하는 설비 분석부를 더 포함할 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 건물에 설치된 다양한 설비들에 대응하는 에너지 사용량 분석이 가능하게 된다.
- [0022] 또한, 시뮬레이터를 이용하여 예측된 대상 건물의 에너지 사용량에 따라 설비들의 운전 시나리오 분석을 수행하는 설비 운전 시나리오 분석부를 더 포함할 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 건물에 설치된 설비들의 운전 시나리오에 따른 에너지 사용량을 분석할 수 있게 된다.
- [0024] 또한, 설비의 운전 상태에 따라 건물의 실시간 에너지 사용량을 분석하는 실시간 에너지 사용량 분석부를 더 포함할 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 건물에 설치된 설비의 운전 상태에 따른 건물의 실시간 에너지 사용량을 분석할 수 있게 된다.
- [0026] 아울러, 상기 시스템을 방법의 형태로 구현한 발명과 상기 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한 프로그램을 기록한 기록 매체가 함께 개시된다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명에 의하면, 인공지능을 이용하여 자동 생성된 시뮬레이터를 이용할 수 있기 때문에, 전문 엔지니어 없이도 다양한 조건의 건물에 대해 효과적으로 에너지 시뮬레이션을 수행할 수 있게 된다.
- [0030] 또한, 실제 입력 데이터가 없는 경우에도 생성된 입력 변수를 이용하여 학습을 위한 다양한 데이터를 확보할 수 있게 된다.
- [0032] 또한, 건물에 대한 측정 데이터가 확보되는 경우, 건물의 실제 상태에 대응하도록 시뮬레이터를 개선할 수 있게 된다.
- [0034] 또한, 설계시 시뮬레이션 결과를 반영할 수 있게 된다.
- [0036] 또한, 건물에 설치된 다양한 설비들에 대응하는 에너지 사용량 분석이 가능하게 된다.
- [0038] 또한, 건물에 설치된 설비들의 운전 시나리오에 따른 에너지 사용량을 분석할 수 있게 된다.
- [0040] 또한, 건물에 설치된 설비의 운전 상태에 따른 건물의 실시간 에너지 사용량을 분석할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0042] 도 1은 본 발명의 기술 개요도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 건물 에너지 시뮬레이션 시스템의 개략적인 블록도.
- 도 3 및 도 4는 도 2의 시뮬레이터의 구축 및 사용 상태를 도시한 도면.
- 도 5는 입력값 생성 과정의 예를 도시한 도면.
- 도 6은 설계 단계에서의 시뮬레이터의 활용 예시를 도시한 도면.
- 도 7은 온도 설정 설비의 운전 시나리오 분석의 예시를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0043] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.
- [0044] 도 1은 본 발명의 기술 개요도이다. 본 발명에서는 상세 시뮬레이션과 딥러닝 및 최적화 기법을 기반으로 대상 건축물의 물리적 거동을 묘사하는 에너지 시뮬레이터 프로그램을 생성하여 프로젝트 관리자에게 In-house software 형태로 제공하고, 이를 통해 숙련된 에너지 모델링 전문가 없이 프로젝트 관리자가 기획단계에서부터 사용하며, 이후 지속적으로 건물 에너지관리를 가능케 하는 의사결정 지원 및 분석체계를 제공할 수 있다.
- [0045] 이에 따라, 시뮬레이터 프로그램 내 최적화 플랫폼을 활용하여 Reverse engineering 및 의사결정 지원도구로 활용할 수 있고, 실제 운전 데이터와 시뮬레이터 프로그램을 연계하여 건축물의 에너지 관리도구로 활용할 수 있으며, In-house software 기반의 관리체계 수립 및 확장을 통한 관리주체의 기술 경쟁력을 제고할 수 있다.
- [0047] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 건물 에너지 시뮬레이션 시스템의 개략적인 블록도이다. 도 2에서, 건물 에너지 시뮬레이션 시스템은 물리 모델 생성부(105), 데이터 생성부(110), 시뮬레이터 생성부(115), 에너지 시뮬레이션 수행부(120), 입력값 생성부(125), 측정 데이터 입력부(130), 시뮬레이터 보정부(135), 설계 분석부(140),

설비 분석부(145), 설비 운전 시나리오 분석부(150), 및 실시간 에너지 사용량 분석부(155)를 포함한다.

- [0049] 물리 모델 생성부(105)는 대상 건물의 에너지 시뮬레이션을 수행하기 위한 물리 모델을 생성하고, 데이터 생성부(110)는 물리 모델을 이용하여 입력값에 대한 출력값을 생성하고, 시뮬레이터 생성부(115)는 입력값에 대해 동일한 출력값을 출력하도록 학습된 시뮬레이터를 생성하며, 에너지 시뮬레이션 수행부(120)는 생성된 시뮬레이터를 이용하여 대상 건물의 에너지 시뮬레이션을 수행한다.
- [0050] 이와 같은 구성에 의하면, 인공지능을 이용하여 자동 생성된 시뮬레이터를 이용할 수 있기 때문에, 전문 엔지니어 없이도 다양한 조건의 건물에 대해 효과적으로 에너지 시뮬레이션을 수행할 수 있게 된다. 도 3 및 도 4는 도 2의 시뮬레이터의 구축 및 사용 상태를 도시한 도면이다.
- [0052] 입력값 생성부(125)는 물리 모델의 입력값을 생성한다. 이와 같은 구성에 의하면, 실제 입력 데이터가 없는 경우에도 생성된 입력 변수를 이용하여 학습을 위한 다양한 데이터를 확보할 수 있게 된다.
- [0053] 도 5는 입력값 생성 과정의 예를 도시한 도면이다. 도 5에서, 공동주택 건물정보를 담고 있는 TRNbuild(b18)를 윈도우 공용프로그램인 TXT 확장자로 변환한다. 이후 Matlab은 TXT 정보를 코딩하여 임의 건물입력정보 수정 후 다시 TXT로 정보를 저장한다. 저장된 TXT는 TRNSYS가 시뮬레이션할 수 있는 TRNbuild(b18) 확장자로 다시 변경되어 시뮬레이션을 진행한다. 이 과정은 수일동안 반복되어 다양한 시나리오의 에너지 시뮬레이션 데이터를 생성할 수 있다.
- [0055] 측정 데이터 입력부(130)는 대상 건물에 대한 측정 데이터를 입력하고, 시뮬레이터 보정부(135)는 측정 데이터를 이용하여 시뮬레이터를 보정한다. 이와 같은 구성에 의하면, 건물에 대한 실제 측정 데이터가 확보되는 경우, 건물의 실제 상태에 대응하도록 시뮬레이터를 보정할 수 있게 된다.
- [0057] 설계 분석부(140)는 시뮬레이터를 이용하여 예측된 대상 건물의 에너지 사용량에 따라 건물에 대한 설계 분석을 수행한다. 이와 같은 구성에 의하면, 설계시 시뮬레이션 결과를 반영할 수 있게 된다.
- [0058] 도 6은 설계 단계에서의 시뮬레이터의 활용 예시를 도시한 도면이다. 시뮬레이터를 통해 벽체 물성치 / 창호 성능 / 방위와 같은 건축적 요소에 따른 에너지 시뮬레이션이 가능해지며, 각 실의 설정온도 / 조명밀도 / 침기율 설정 등을 설정할 수 있다. 입력 파라미터는 사용자의 목적에 따라 추가 및 수정 가능하며, 전문 모델러가 아니라도 사용환경에 제약없이 실시간 에너지 시뮬레이션 가능하다.
- [0060] 설비 분석부(145)는 시뮬레이터를 이용하여 예측된 대상 건물의 에너지 사용량에 따라 건물에 설치된 설비들에 대한 분석을 수행한다. 이와 같은 구성에 의하면, 건물에 설치된 다양한 설비들에 대응하는 에너지 사용량 분석이 가능하게 된다.
- [0062] 설비 운전 시나리오 분석부(150)는 시뮬레이터를 이용하여 예측된 대상 건물의 에너지 사용량에 따라 설비들의 운전 시나리오 분석을 수행한다. 이와 같은 구성에 의하면, 건물에 설치된 설비들의 운전 시나리오에 따른 에너지 사용량을 분석할 수 있게 된다.
- [0063] 도 7은 온도 설정 설비의 운전 시나리오 분석의 예시를 도시한 도면이다. 도 7에서와 같이, 설정온도 변경 시의 에너지 예상 사용량을 계산하는 딥러닝 모델을 통해 설정온도 제안 서비스와 같은 다양한 서비스를 제공할 수 있게 된다.
- [0065] 실시간 에너지 사용량 분석부(155)는 설비의 운전 상태에 따라 건물의 실시간 에너지 사용량을 분석한다. 이와 같은 구성에 의하면, 건물에 설치된 설비의 운전 상태에 따른 건물의 실시간 에너지 사용량을 분석할 수 있게 된다.

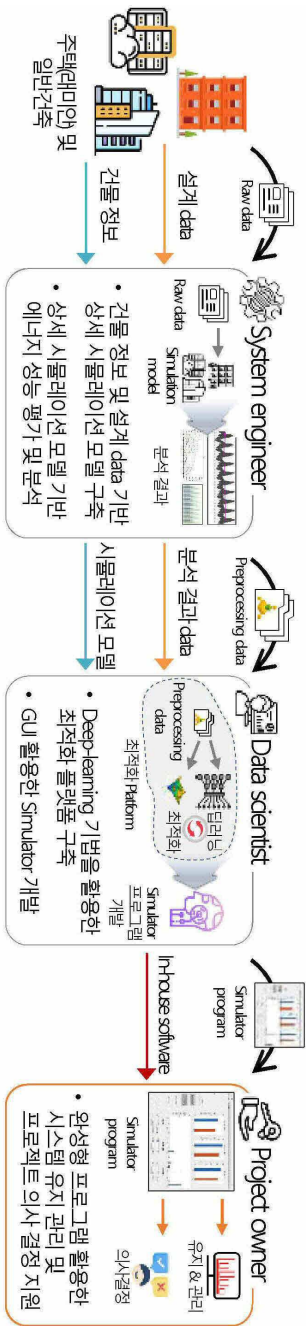
- [0067] 정리하면, 본 발명의 특징은, 물리 모델에 랜덤 입력변수를 적용해 시뮬레이션을 진행하여 물리 모델 결과 데이터를 생성(데이터 증강화)하고, 물리 모델 결과를 딥러닝 학습데이터로 이용해 딥러닝 모델을 구축하는 것이다. 이때, 개발된 딥러닝 모델은 일반적인 프로그램 확장자인 exe로 개발되어 설계자에게 라이선스 및 분석 장소에 영향을 받지 않는 손쉬운 분석 시뮬레이터 형태로 제공될 수 있다.
- [0068] 본 발명에 따른 시뮬레이터는 물리모델과 거의 동일한 시뮬레이션 결과를 제공하지만 계산에서 소비되는 시간을 현저하게 줄일 수 있으며(연간 시뮬레이션 1회당 40초 vs 1초 내외), 전문 모델러 및 에너지 시뮬레이션 전문가가 아닌 사용자(설계자)도 언제 어디서든 단순한 조작으로 에너지 시뮬레이션이 가능하다.
- [0069] 이에 따라, 역설계 및 최적화 에너지 시뮬레이션, 건축적 설계인자별 에너지 성능 평가 및 설계 최적화, 에너지 예상 사용량 평가 및 에너지 절감 시나리오 제공이 가능해 진다.
- [0071] 보다 구체적으로, 본 발명에 따른 설계용 에너지 시뮬레이터를 위해, Deep learning 기법을 활용한 시뮬레이터를 개발하여 설계단계에서 에너지 영향 인자 변화 및 운영 시나리오 변화에 따른 시스템 관리 및 분석이 가능한 에너지 시뮬레이터 제시한다. 이때, 시뮬레이터는 동적 에너지 시뮬레이션 상용프로그램인 TRNSYS를 통해 건물 부하 모델을 개발하고 MATLAB과 연동하여 데이터를 송수신하며 다양한 조건에서의 에너지 시뮬레이션 데이터를 생성한다. 또한, 생성된 데이터는 딥러닝 모델을 통해 학습을 진행하며, 건물 부하모델의 에너지 거동을 유사하게 묘사할 수 있다.
- [0072] 또한, 제어 및 서비스용 에너지 시뮬레이터를 위해, 제안된 모델은 설계 및 운영단계에서 다양한 서비스가 가능하며 블라인드/ 설정온도 서비스는 다른 서비스의 입력값으로 활용될 수 있다. 또한, 개발된 딥러닝 기반 시뮬레이터는 UI를 갖춘 형태로 사용하거나 제어모듈과 연동가능하다.
- [0073] 또한, Mother Model의 상세 모델에 기능을 추가하거나 수정하는 방식으로 지속적으로 모델 관리가 가능하고, 실제 데이터가 가용하다면 시뮬레이터 결과를 뉴럴네트워크와 결합하여 피팅하는 방식으로 실사용량 예측에 사용 가능하다.
- [0075] 본 발명이 비록 일부 바람직한 실시예에 의해 설명되었지만, 본 발명의 범위는 이에 의해 제한되어서는 아니 되고, 특허청구범위에 의해 뒷받침되는 상기 실시예의 변형이나 개량에도 미쳐야할 것이다.

부호의 설명

- [0077]
- 105: 물리 모델 생성부
 - 110: 데이터 생성부
 - 115: 시뮬레이터 생성부
 - 120: 에너지 시뮬레이션 수행부
 - 125: 입력값 생성부
 - 130: 측정 데이터 입력부
 - 135: 시뮬레이터 보정부
 - 140: 설계 분석부
 - 145: 설비 분석부
 - 150: 설비 운전 시나리오 분석부
 - 155: 실시간 에너지 사용량 분석부

도면

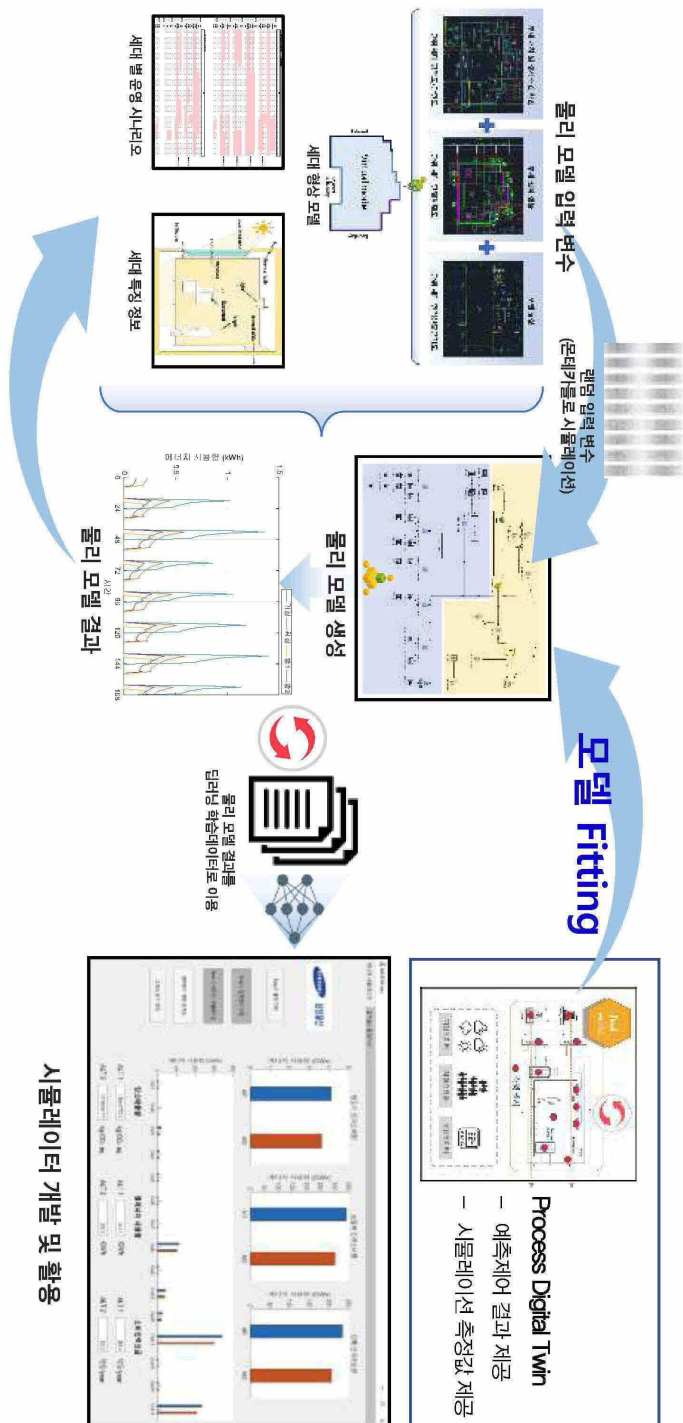
도면1



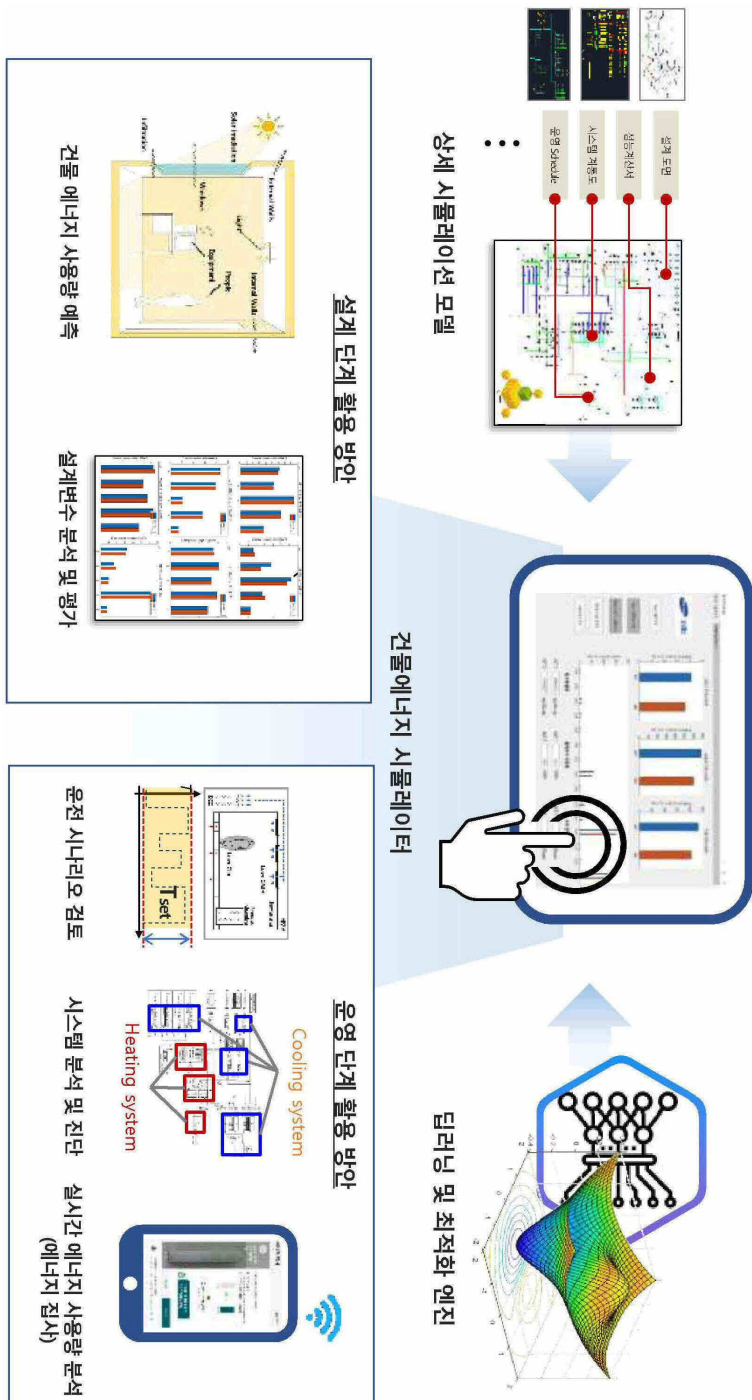
도면2

물리 모델 생성부	~ 105
데이터 생성부	~ 110
시뮬레이터 생성부	~ 115
에너지 시뮬레이션 수행부	~ 120
입력값 생성부	~ 125
측정 데이터 입력부	~ 130
시뮬레이터 보정부	~ 135
설계 분석부	~ 140
설비 분석부	~ 145
설비 운전 시나리오 분석부	~ 150
실시간 에너지 사용량 분석부	~ 155

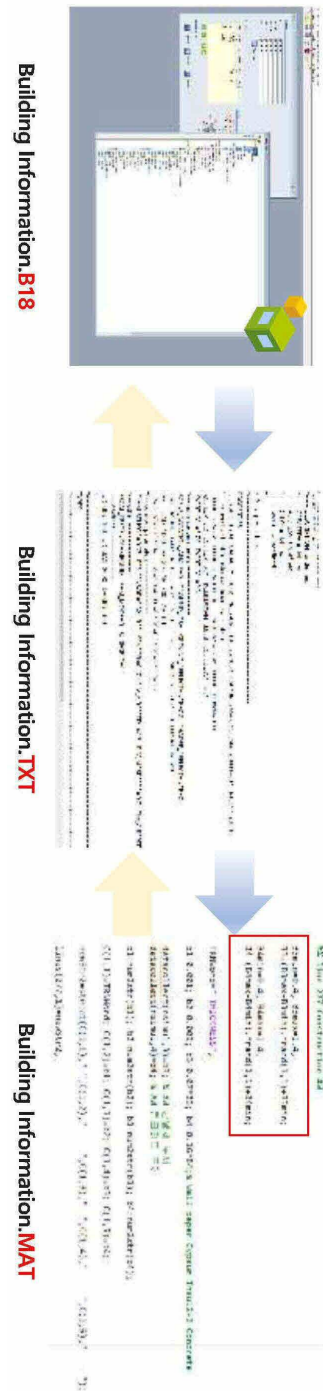
도면3



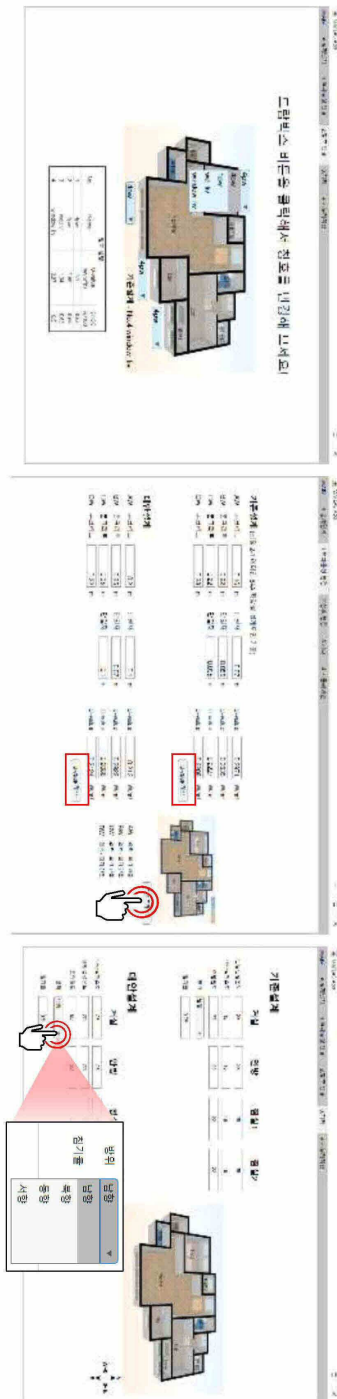
도면4



도면5



도면6



도면7

