



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0079393
(43) 공개일자 2017년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 17/50 (2006.01) G06F 11/34 (2006.01)
G06F 9/455 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 17/5009 (2013.01)
G06F 11/3452 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0189897
(22) 출원일자 2015년12월30일
심사청구일자 2015년12월30일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
윤근영
경기도 수원시 권선구 동수원로 145번길 23, 414동 501호 (권선동, 수원아이파크시티4단지)
송지수
경기도 수원시 영통구 매영로425번길 2, 402호
(74) 대리인
고영갑, 이성원, 권정기, 임상엽

전체 청구항 수 : 총 12 항

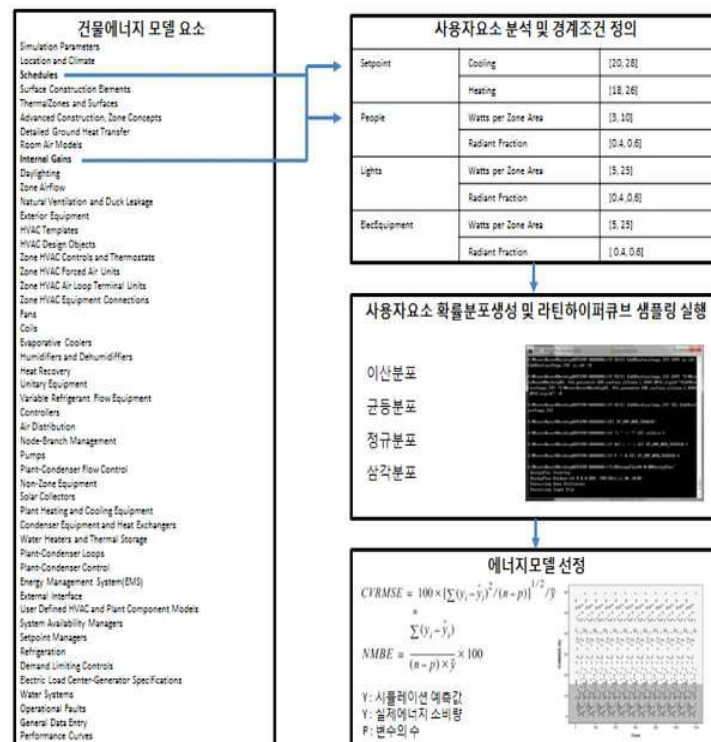
(54) 발명의 명칭 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템 및 방법

(57) 요약

사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템 및 방법이 개시된다. 건물 에너지 모델의 입력 요소에 대하여 사용자 요소 및 사용자 요소에 대한 스케줄(schedule)을 입력받아 선정하는 사용자 요소 선정 모듈; 상기 사용자 요소 선정 모듈에 의해 선정된 사용자 요소에 대한 입력 최대값 및 입력 최소값으로 구성되는 사용자 요소 경계

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



조건을 선정하는 사용자 요소 경계 조건 선정 모듈; 상기 사용자 요소 경계 조건에 대한 확률 분포를 생성하여 상기 건물 에너지 모델에 반영하는 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈; 상기 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈에서 반영된 건물 에너지 모델에 대해 라틴하이퍼큐브 샘플링을 수행하여 건물 에너지 모델의 시뮬레이션(simulation)을 실행하는 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈; 상기 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈에서 실행된 시뮬레이션의 결과와 실제 에너지 사용량을 대비하여 상기 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 높은 건물 에너지 모델을 선정하는 건물 에너지 모델 선정 모듈을 구성한다.

(52) CPC특허분류

G06F 17/5004 (2013.01)

G06F 9/455 (2013.01)

G06Q 50/08 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615008134

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술촉진연구사업

연구과제명 건물에너지 모델의 정확도 95% 달성을 위한 확률보정 자동화 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2014.10.16 ~ 2016.10.26

명세서

청구범위

청구항 1

건물 에너지 모델의 입력 요소에 대하여 사용자 요소 및 사용자 요소에 대한 스케줄(schedule)을 입력받아 선정하는 사용자 요소 선정 모듈;

상기 사용자 요소 선정 모듈에 의해 선정된 사용자 요소에 대한 입력 최대값 및 입력 최소값으로 구성되는 사용자 요소 경계 조건을 선정하는 사용자 요소 경계 조건 선정 모듈;

상기 사용자 요소 경계 조건에 대한 확률 분포를 생성하여 상기 건물 에너지 모델에 반영하는 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈;

상기 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈에서 반영된 건물 에너지 모델에 대해 라틴하이퍼큐브 샘플링을 수행하여 건물 에너지 모델의 시뮬레이션(simulation)을 실행하는 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈;

상기 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈에서 실행된 시뮬레이션의 결과와 실제 에너지 사용량을 대비하여 상기 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 높은 건물 에너지 모델을 선정하는 건물 에너지 모델 선정 모듈을 포함하는 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 사용자 요소 선정 모듈은,

기후 및 대지조건, 건물 에너지 모델링, 열적 조닝, 외피 구성, 건물 사용 스케줄, 구조체의 재료, 열평형 방정식, 지중 온도, 자연 채광, 자연 환기, 기구 제어, 팬(fan), 코일(coil), 가습기, 펌프(pump), 보일러(boiler) 및 냉동기 중 적어도 하나 이상의 입력 요소에 대하여 설정 온도, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량으로 구성되는 사용자 요소와 상기 사용자 요소에 대한 스케줄을 입력받아 선정하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 사용자 요소 선정 모듈은,

상기 설정 온도, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량으로 구성되는 사용자 요소를 건물 에너지 모델에 반영할 경우, 각각에 대한 입력 최대값과 입력 최소값을 선정하고, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량에 대한 복사 방출량의 비율을 도출하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈은,

상기 선정된 사용자 요소 경계 조건에 대한 이산 분포, 균등 분포, 정규 분포 및 삼각 분포를 이용하여 상기 건물 에너지 모델의 사용자 요소에 대한 확률 분포를 생성하여 반영하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 건물 에너지 모델 선정 모듈은,

NMBE(Normalized Mean Biased Error) 및 CVMSE(Coefficient of Variance of Root Mean Square Error)의 통계적 지표를 이용하여 상기 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 건물 에너지 모델을 선정하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 건물 에너지 모델 선정 모듈은,

상기 NMBE의 값이 $\pm 6\%$ 이내이고 상기 CVMSE의 값이 $\pm 18\%$ 이내인 경우 상기 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하여 해당 건물 에너지 모델이 보정된 것으로 판단하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템.

청구항 7

사용자 요소 선정 모듈이 건물 에너지 모델의 입력 요소에 대하여 사용자 요소 및 사용자 요소에 대한 스케줄(schedule)을 입력받아 선정하는 단계;

사용자 요소 경계 조건 선정 모듈이 상기 사용자 요소 선정 모듈에 의해 선정된 사용자 요소에 대한 입력 최대값 및 입력 최소값으로 구성되는 사용자 요소 경계 조건을 선정하는 단계;

사용자 요소 확률 분포 생성 모듈이 상기 사용자 요소 경계 조건에 대한 확률 분포를 생성하여 상기 건물 에너지 모델에 반영하는 단계;

사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈이 상기 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈에서 반영된 건물 에너지 모델에 대해 라틴하이퍼큐브 샘플링을 수행하여 건물 에너지 모델의 시뮬레이션(simulation)을 실행하는 단계;

건물 에너지 모델 선정 모듈이 상기 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈에서 실행된 시뮬레이션의 결과와 실제 에너지 사용량을 대비하여 상기 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 높은 건물 에너지 모델을 선정하는 단계를 포함하는 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 사용자 요소 선정 모듈이 건물 에너지 모델의 입력 요소에 대하여 사용자 요소 및 사용자 요소에 대한 스케줄(schedule)을 입력받아 선정하는 단계는,

기후 및 대지조건, 건물 에너지 모델링, 열적 조닝, 외피 구성, 건물 사용 스케줄, 구조체의 재료, 열평형 방정식, 지중 온도, 자연 채광, 자연 환기, 기구 제어, 팬(fan), 코일(coil), 가습기, 펌프(pump), 보일러(boiler) 및 냉동기 중 적어도 하나 이상의 입력 요소에 대하여 설정 온도, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량으로 구성되는 사용자 요소와 상기 사용자 요소에 대한 스케줄을 입력받아 선정하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 사용자 요소 선정 모듈이 건물 에너지 모델의 입력 요소에 대하여 사용자 요소 및 사용자 요소에 대한 스케줄(schedule)을 입력받아 선정하는 단계는,

상기 설정 온도, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량으로 구성되는 사용자 요소를 건물 에너지 모델에 반영할 경우, 각각에 대한 입력 최대값과 입력 최소값을 선정하고, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량에 대한 복사 방출량의 비율을 도출하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 방법.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈이 상기 사용자 요소 경계 조건에 대한 확률 분포를 생성하여 상기 건물 에너지 모델에 반영하는 단계는,

상기 선정된 사용자 요소 경계 조건에 대한 이산 분포, 균등 분포, 정규 분포 및 삼각 분포를 이용하여 상기 건물 에너지 모델의 사용자 요소에 대한 확률 분포를 생성하여 반영하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 방법.

청구항 11

제7항에 있어서, 상기 건물 에너지 모델 선정 모듈이 상기 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈에서 실행된 시뮬레이션의 결과와 실제 에너지 사용량을 대비하여 상기 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도

와 신뢰도를 만족하는 높은 건물 에너지 모델을 선정하는 단계는,

NMBE(Normalized Mean Biased Error) 및 CVMSE(Coefficient of Variance of Root Mean Square Error)의 통계적 지표를 이용하여 상기 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 건물 에너지 모델을 선정하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 건물 에너지 모델 선정 모듈이 상기 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈에서 실행된 시뮬레이션의 결과와 실제 에너지 사용량을 대비하여 상기 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 높은 건물 에너지 모델을 선정하는 단계는,

상기 NMBE의 값이 $\pm 6\%$ 이내이고 상기 CVMSE의 값이 $\pm 18\%$ 이내인 경우 상기 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하여 해당 건물 에너지 모델이 보정된 것으로 판단하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 건물 에너지 모델링 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 구체적으로는 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 등록특허공보 10-1419607 및 등록특허공보 10-1549349는 건물 에너지 모델링 시스템에 대해 개시하고 있다.
- [0003] 건물 에너지 모델링은 건물의 에너지 분포와 흐름 등을 분석하여 건물 에너지를 시뮬레이션(simulation)하고 검증하는 것이다. 건물 에너지를 보다 정확하게 예측하기 위해서 다양한 아이디어가 개발되어 적용되고 있다.
- [0004] 등록특허공보 10-1419607의 경우 에너지 시뮬레이션의 정확도를 높이기 위해 층별로 모델링을 하거나 또는 존(zone)별로 모델링을 하는 방식을 취하고 있다.
- [0005] 등록특허공보 10-1549349는 건물 에너지 모델의 구축에 있어서 RANSAC 기법을 적용하여 데이터 필터링(filtering)의 정확도를 높이도록 구성되어 있다.
- [0006] 이와 같이 건물 에너지 모델링의 정확도를 개선하기 위해 프로세스(process)의 각 단계에서 프로세스에 대한 다양한 아이디어가 개발되고 있다. 그러나, 이와 같은 정확도 개선의 노력에도 불구하고 실제의 건물 에너지 분포나 흐름은 건물 에너지 모델링의 시뮬레이션 결과와는 차이가 있으며, 그 정확도에 있어서는 다소 부족함이 많은 실정이다.
- [0007] 기존의 건물 에너지 모델링은 주로 가우시안(Gaussian) 모델과 같은 산출 기법에만 초점이 맞추어져 있거나 또는 건물 내 냉난방 기기의 에너지, 건물을 구성하는 건축 자재의 재질적 특성 등에 초점을 맞추어 시뮬레이션을 하도록 구성되어 있다. 건축 자재의 열전도 특성, 열차단 특성, 그 크기, 배치 등을 고려하여 시뮬레이션을 한다. 또한, 문이나 창문의 배치 각 공간의 열 흐름 등을 세밀하게 고려하여 시뮬레이션을 한다.
- [0008] 그럼에도 불구하고, 기존의 건물 에너지 모델링은 실제 건물 에너지 사용량, 분포나 흐름과는 오차가 발생하고 있다.
- [0009] 이러한 오차는 수천가지의 요소를 고려하여야 하는 건물 에너지 모델링 자체의 곤란성은 물론 이들에 대한 정확한 정의를 하기가 어렵다는 점에 기인한다.
- [0010] 특히, 기존의 건물 에너지 모델링의 경우 건물의 완공 후에 발생하는 건물의 외피의 성능 변화를 고려하지 않거나, 동특성을 미반영하거나, 단순화된 냉난방 기기의 모델링에 국한되거나 또는 건물의 사용에 대한 비정확한 가정에 기인하고 있다.
- [0011] 이와 같은 사용적 요소는 건물 에너지 모델과 실제 건물 에너지 사용량간의 차이에 상당한 영향을 끼침에도 불구하고 아직까지 사용적 요소를 반영한 건물 에너지 모델링 기법은 어디에도 개시되거나 이용되고 있지 않은 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 대한민국특허청 등록특허공보 10-1419607
(특허문헌 0002) 대한민국특허청 등록특허공보 10-1549349

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명의 목적은 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템을 제공하는 데 있다.
[0014] 본 발명의 다른 목적은 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0015] 상술한 본 발명의 목적에 따른 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템은, 건물 에너지 모델의 입력 요소에 대하여 사용자 요소 및 사용자 요소에 대한 스케줄(schedule)을 입력받아 선정하는 사용자 요소 선정 모듈; 상기 사용자 요소 선정 모듈에 의해 선정된 사용자 요소에 대한 입력 최대값 및 입력 최소값으로 구성되는 사용자 요소 경계 조건을 선정하는 사용자 요소 경계 조건 선정 모듈; 상기 사용자 요소 경계 조건에 대한 확률 분포를 생성하여 상기 건물 에너지 모델에 반영하는 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈; 상기 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈에서 반영된 건물 에너지 모델에 대해 라틴하이퍼큐브 샘플링을 수행하여 건물 에너지 모델의 시뮬레이션(simulation)을 실행하는 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈; 상기 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈에서 실행된 시뮬레이션의 결과와 실제 에너지 사용량을 대비하여 상기 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 높은 건물 에너지 모델을 선정하는 건물 에너지 모델 선정 모듈을 포함하도록 구성될 수 있다.
- [0016] 이때, 상기 사용자 요소 선정 모듈은, 기후 및 대기조건, 건물 에너지 모델링, 열적 조닝, 외피 구성, 건물 사용 스케줄, 구조체의 재료, 열평형 방정식, 지중 온도, 자연 채광, 자연 환기, 기구 제어, 팬(fan), 코일(coil), 가습기, 펌프(pump), 보일러(boiler) 및 냉동기 중 적어도 하나 이상의 입력 요소에 대하여 설정 온도, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량으로 구성되는 사용자 요소와 상기 사용자 요소에 대한 스케줄을 입력받아 선정하도록 구성될 수 있다.
- [0017] 그리고 상기 사용자 요소 선정 모듈은, 상기 설정 온도, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량으로 구성되는 사용자 요소를 건물 에너지 모델에 반영할 경우, 각각에 대한 입력 최대값과 입력 최소값을 선정하고, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량에 대한 복사 방출량의 비율을 도출하도록 구성될 수 있다.
- [0018] 한편, 상기 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈은, 상기 선정된 사용자 요소 경계 조건에 대한 이산 분포, 균등 분포, 정규 분포 및 삼각 분포를 이용하여 상기 건물 에너지 모델의 사용자 요소에 대한 확률 분포를 생성하여 반영하도록 구성될 수 있다.
- [0019] 다른 한편, 상기 건물 에너지 모델 선정 모듈은, NMBE(Normalized Mean Biased Error) 및 CVMSE(Coefficient of Variance of Root Mean Square Error)의 통계적 지표를 이용하여 상기 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 건물 에너지 모델을 선정하도록 구성될 수 있다.
- [0020] 이때, 상기 건물 에너지 모델 선정 모듈은, 상기 NMBE의 값이 $\pm 6\%$ 이내이고 상기 CVMSE의 값이 $\pm 18\%$ 이내인 경우 상기 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하여 해당 건물 에너지 모델이 보정된 것으로 판단하도록 구성될 수 있다.
- [0021] 상술한 본 발명의 다른 목적에 따른 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 방법은, 사용자 요소 선정 모듈이 건물 에너지 모델의 입력 요소에 대하여 사용자 요소 및 사용자 요소에 대한 스케줄(schedule)을 입력받아 선정하는 단계; 사용자 요소 경계 조건 선정 모듈이 상기 사용자 요소 선정 모듈에 의해 선정된 사용자 요소에 대한 입력 최대값 및 입력 최소값으로 구성되는 사용자 요소 경계 조건을 선정하는 단계; 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈이 상기 사용자 요소 경계 조건에 대한 확률 분포를 생성하여 상기 건물 에너지 모델에 반영하는

단계; 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈이 상기 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈에서 반영된 건물 에너지 모델에 대해 라틴하이퍼큐브 샘플링을 수행하여 건물 에너지 모델의 시뮬레이션(simulation)을 실행하는 단계; 건물 에너지 모델 선정 모듈이 상기 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈에서 실행된 시뮬레이션의 결과와 실제 에너지 사용량을 대비하여 상기 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 높은 건물 에너지 모델을 선정하는 단계를 포함하도록 구성될 수 있다.

[0022] 이때, 상기 사용자 요소 선정 모듈이 건물 에너지 모델의 입력 요소에 대하여 사용자 요소 및 사용자 요소에 대한 스케줄(schedule)을 입력받아 선정하는 단계는, 기후 및 대지조건, 건물 에너지 모델링, 열적 조닝, 외피 구성, 건물 사용 스케줄, 구조체의 재료, 열평형 방정식, 지중 온도, 자연 채광, 자연 환기, 기구 제어, 팬(fan), 코일(coil), 가습기, 펌프(pump), 보일러(boiler) 및 냉동기 중 적어도 하나 이상의 입력 요소에 대하여 설정 온도, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량으로 구성되는 사용자 요소와 상기 사용자 요소에 대한 스케줄을 입력받아 선정하도록 구성될 수 있다.

[0023] 그리고 상기 사용자 요소 선정 모듈이 건물 에너지 모델의 입력 요소에 대하여 사용자 요소 및 사용자 요소에 대한 스케줄(schedule)을 입력받아 선정하는 단계는, 상기 설정 온도, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량으로 구성되는 사용자 요소를 건물 에너지 모델에 반영할 경우, 각각에 대한 입력 최대값과 입력 최소값을 선정하고, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량에 대한 복사 방출량의 비율을 도출하도록 구성될 수 있다.

[0024] 한편, 상기 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈이 상기 사용자 요소 경계 조건에 대한 확률 분포를 생성하여 상기 건물 에너지 모델에 반영하는 단계는, 상기 선정된 사용자 요소 경계 조건에 대한 이산 분포, 균등 분포, 정규 분포 및 삼각 분포를 이용하여 상기 건물 에너지 모델의 사용자 요소에 대한 확률 분포를 생성하여 반영하도록 구성될 수 있다.

[0025] 다른 한편, 상기 건물 에너지 모델 선정 모듈이 상기 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈에서 실행된 시뮬레이션의 결과와 실제 에너지 사용량을 대비하여 상기 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 높은 건물 에너지 모델을 선정하는 단계는, NMBE(Normalized Mean Biased Error) 및 CVRMSE(Coefficient of Variance of Root Mean Square Error)의 통계적 지표를 이용하여 상기 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 건물 에너지 모델을 선정하도록 구성될 수 있다.

[0026] 이때, 상기 건물 에너지 모델 선정 모듈이 상기 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈에서 실행된 시뮬레이션의 결과와 실제 에너지 사용량을 대비하여 상기 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 높은 건물 에너지 모델을 선정하는 단계는, 상기 NMBE의 값이 $\pm 6\%$ 이내이고 상기 CVRMSE의 값이 $\pm 18\%$ 이내인 경우 상기 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하여 해당 건물 에너지 모델이 보정된 것으로 판단하도록 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0027] 상술한 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템 및 방법에 의하면, 기존의 건물 에너지 모델에 대하여 사용자 요소를 추가하여 건물의 사용적 요소를 반영하여 건물 에너지를 시뮬레이션하고 예측하도록 구성됨으로써, 건물 에너지 모델의 오차를 줄여 보다 정확하고 신뢰성 높은 시뮬레이션과 예측 결과를 얻을 수 있는 효과가 있다.

[0028] 특히, 기존과 달리 사용자의 체온 발열, 냉난방 기기의 온도 설정, 조명 발열량 등에 대한 스케줄 입력을 하고 이를 건물 에너지 모델링에 반영함으로써, 시간과 사용자의 동적 요소에 기반하여 실제 건물 에너지와 유사한 시뮬레이션과 예측을 할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명에 따른 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템의 모식도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템의 블록 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링의 보정 결과를 나타내는 그래프이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링의 검증 결과를 나타내는 그래프이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0031] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0032] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0033] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0034] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0035] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0036] 도 1은 본 발명에 따른 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템의 모식도이다.
- [0037] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템(100)의 프로세스가 개략적으로 개시되어 있다.
- [0038] 먼저 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템(100)에서는 본 발명에 따른 다양한 건물 에너지 모델 요소를 반영한 건물 에너지 모델을 활용한다.
- [0039] 이러한 건물 에너지 모델은 다양한 산출 방식과 다양한 건물 에너지 모델 요소를 복합적으로 활용한다. 기존의 건물 에너지 모델을 활용할 수도 있다.
- [0040] 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템(100)은 이러한 건물 에너지 모델 요소에 건물 자체에 관한 요소뿐만 아니라 사용자 요소를 더 포함하는 특징을 갖는다.
- [0041] 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템(100)은 사용자 요소로서 냉난방 기기 등의 설정 온도, 기기 발열량, 조명 기기의 조명 발열량 및 건물 내 사람들의 인체 발열량 등을 시간에 따라 동적으로 반영하고 이를 통해 건물 에너지를 시뮬레이션하고 예측하도록 구성된다.
- [0042] 기존과 달리 사용자 요소를 더 반영하는 점에서 기존의 건물 에너지 모델이 갖는 오차 범위를 줄이고 실제 건물 에너지와 유사하게 예측 가능하도록 구성된다.
- [0043] 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템(100)은 사용자 요소를 분석하여 그 입력의 경계 조건을 정의하고 그 사용자 요소의 스케줄을 미리 입력하여 정확하고 신뢰성 있는 건물 에너지 모델을 시간에 따라 예측 가능하다.

- [0044] 여기서, 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템(100)은 사용자 요소가 반영된 확률 분포를 생성하고 라틴하이퍼큐브 샘플링을 실행한다. 다양한 건물 에너지 모델에 대해 이러한 사용자 요소를 반영하고 나서, 각각의 건물 에너지 모델이 실제 건물 에너지 모델과 대비하여 오차 범위 내에 있을 때 해당 건물 에너지 모델을 선정하여 이용하도록 구성된다.
- [0045] 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템(100)은 온도 설정과 내부 발열이라는 2가지 사용자 요소를 반영하여 매우 정확한 예측이 가능하다.
- [0046] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템의 블록 구성도이다.
- [0047] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 시스템(100)은 사용자 요소 선정 모듈(110), 사용자 요소 경계 조건 선정 모듈(120), 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈(130), 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈(140) 및 건물 에너지 모델 선정 모듈(150)을 포함하도록 구성될 수 있다.
- [0048] 이하, 세부적인 구성에 대하여 설명한다.
- [0049] 사용자 요소 선정 모듈(110)은 건물 에너지 모델의 입력 요소에 대하여 사용자 요소 및 사용자 요소에 대한 스케줄(schedule)을 입력받아 선정하도록 구성될 수 있다.
- [0050] 여기서, 사용자 요소는 건물 내 사용자들의 인체 발열량이라든가 냉난방 기기, 보일러(boiler) 등에 대한 설정 온도, 이러한 기기의 발열량, 조명 기기의 발열량 등과 같이 건물 자체보다는 사용자의 활동에 의해 동적으로 나타나는 요소를 의미한다.
- [0051] 기존에는 건물 자체의 재질이나 구역과 같은 건물 에너지 모델 요소만 고려하였으나, 본 발명에서는 건물을 이용하는 사용자나 그 사용자의 활동에 의한 건물 에너지 모델 요소를 반영하여 기존 건물 에너지 모델을 보정하도록 구성된다.
- [0052] 사용자 요소는 좀 더 구체적으로 기후 및 대기조건, 건물 에너지 모델링, 열적 조닝, 외피 구성, 건물 사용 스케줄, 구조체의 재료, 열평형 방정식, 지중 온도, 자연 채광, 자연 환기, 기구 제어, 팬(fan), 코일(coil), 가습기, 펌프(pump), 보일러(boiler) 및 냉동기 중 적어도 하나 이상의 입력 요소에 대하여 설정 온도, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량으로 구성될 수 있다.
- [0053] 사용자 요소 선정 모듈(110)은 이러한 사용자 요소뿐만 아니라 각 사용자 요소의 스케줄을 입력받아 선정하도록 구성될 수 있다. 즉, 냉난방 기기 등의 운영 스케줄, 사용자의 출입에 따라 사용자가 건물에 실재하게 되는 스케줄 등을 미리 입력받도록 구성될 수 있다.
- [0054] 사용자 요소 선정 모듈(110)은 이러한 사용자 요소의 스케줄은 현재의 사용자 요소의 동적 변화에 따라 실시간으로 입력받도록 구성될 수도 있다.
- [0055] 사용자 요소 경계 조건 선정 모듈(120)은 사용자 요소 선정 모듈(110)에 의해 선정된 사용자 요소에 대한 사용자 경계 조건을 선정하도록 구성될 수 있다.
- [0056] 사용자 요소 경계 조건 선정 모듈(120)은 사용자 경계 조건으로서 각 사용자 요소의 입력 최대값 및 입력 최소값을 입력받아 선정하도록 구성될 수 있다.
- [0057] 사용자 요소 경계 조건 선정 모듈(120)은 설정 온도, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량으로 구성되는 사용자 요소를 건물 에너지 모델에 반영할 경우, 각각에 대한 입력 최대값과 입력 최소값을 선정하고, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량에 대한 복사 방출량의 비율을 도출하도록 구성될 수 있다.
- [0058] 이러한 사용자 경계 조건은 확률 분포를 산출하는 데 이용될 수 있다.
- [0059] 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈(130)은 사용자 요소 경계 조건에 대한 확률 분포를 생성하여 건물 에너지 모델에 반영하도록 구성될 수 있다.
- [0060] 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈(140)은 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈(130)에서 반영된 건물 에너지 모델에 대해 라틴하이퍼큐브 샘플링을 수행하도록 구성되며 이를 통해 건물 에너지 모델의 시뮬레이션(simulation)을 실행하도록 구성될 수 있다.
- [0061] 시뮬레이션을 위해서는 에너지플러스(EnergyPlus), DOE, Trnsys, ESP-r 등의 프로그램이 활용될 수 있다.

- [0062] 구체적으로는, 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈(140)이 사용자 요소 경계 조건에 대한 이산 분포, 균등 분포, 정규 분포 및 삼각 분포를 산출하고, 이를 이용하여 건물 에너지 모델의 사용자 요소에 대한 확률 분포를 생성하여 반영하도록 구성될 수 있다.
- [0063] 건물 에너지 모델 선정 모듈(150)은 사용자 요소를 반영하여 보정한 여러 건물 에너지 모델에 대하여 정확도와 신뢰도가 높은 건물 에너지 모델을 선정하는 구성이다.
- [0064] 이를 위해 먼저 건물 에너지 모델 선정 모듈(150)은 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈(140)에서 실행된 시뮬레이션의 결과와 실제 에너지 사용량을 대비하도록 구성될 수 있다.
- [0065] 건물 에너지 모델 선정 모듈(150)은 이와 같이 사용자 요소를 반영하여 보정한 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 높은 건물 에너지 모델을 선정하도록 구성될 수 있다. 여기서, 소정 기준이란 허용된 오차 범위를 의미한다.
- [0066] 건물 에너지 모델 선정 모듈(150)은 NMBE(Normalized Mean Biased Error) 및 CVRMSE(Coefficient of Variance of Root Mean Square Error)의 통계적 지표를 이용하여 건물 에너지 모델을 선정하도록 구성될 수 있다.
- [0067] 이때, 건물 에너지 모델 선정 모듈(150)은 보정된 건물 에너지 모델 중에서 정확도와 신뢰도가 오차 범위 내인 건물 에너지 모델을 선정하도록 구성될 수 있다.
- [0068] 예시적으로는, 건물 에너지 모델 선정 모듈(150)은 NMBE의 값이 $\pm 6\%$ 이내이고 CVRMSE의 값이 $\pm 18\%$ 이내인 경우 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하여 해당 건물 에너지 모델이 보정된 것으로 판단할 수 있으며, 이러한 건물 에너지 모델을 선정할 수 있다.
- [0069] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링의 보정 결과를 나타내는 그래프이다.
- [0070] 도 3에 따르면, NMBE 및 CVRMSE를 이용하여 건물 에너지 모델링에 사용자 요소를 반영한 결과를 나타낸다. 즉, 건물 에너지 모델링에 사용자 요소를 반영하여 보정한 결과를 나타낸다. NMBE는 $\pm 5\%$ 의 정확도를 나타내며, CVRMSE는 $\pm 10\%$ 의 정확도를 나타낸다.
- [0071] 기존에 비하여 상당히 오차가 줄어들었으며, 표 1은 이러한 기술 적용 전과 후에 대한 결과치를 나타낸다.

표 1

	기술 적용 전	기술적용 후	
		평균값	최소값
NMBE (%)	-7.502	-1.750	0.028
CVRMSE (%)	26.782	8.041	0.097

- [0072]
- [0073] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링의 검증 결과를 나타내는 그래프이다.
- [0074] 도 4에 의하면, 사용자 요소를 반영한 건물 에너지 모델과 실제 건물 에너지 사용량의 차이를 일별로 나타내고 있다. 예측값과 실제 측정값에 있어서 대략 20-30 kWh 정도의 오차 범위를 나타내고 있다.
- [0075] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 요소가 반영된 건물 에너지 모델링 방법의 흐름도이다.
- [0076] 도 5를 참조하면, 먼저 사용자 요소 선정 모듈(110)이 건물 에너지 모델의 입력 요소에 대하여 사용자 요소 및 사용자 요소에 대한 스케줄(schedule)을 입력받아 선정한다(S101).
- [0077] 여기서, 사용자 요소 선정 모듈(110)은 기후 및 대지조건, 건물 에너지 모델링, 열적 조닝, 외피 구성, 건물 사용 스케줄, 구조체의 재료, 열평형 방정식, 지중 온도, 자연 채광, 자연 환기, 기구 제어, 팬(fan), 코일(coil), 가습기, 펌프(pump), 보일러(boiler) 및 냉동기 중 적어도 하나 이상의 입력 요소에 대하여 설정 온도, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량으로 구성되는 사용자 요소와 사용자 요소에 대한 스케줄을 입력받아 선정하도록 구성될 수 있다.

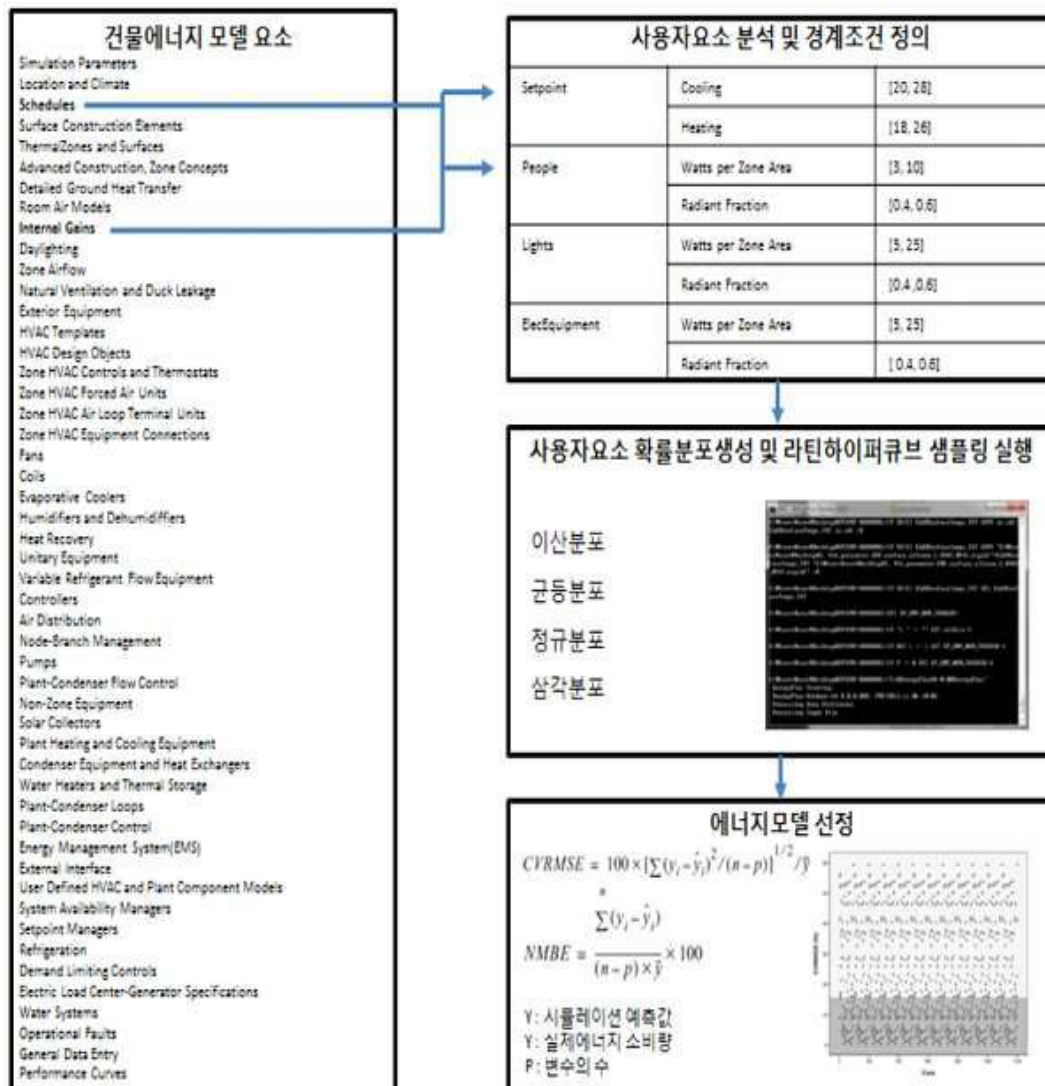
- [0078] 좀 더 구체적으로는 사용자 요소 선정 모듈(110)이 설정 온도, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량으로 구성되는 사용자 요소를 건물 에너지 모델에 반영할 경우, 각각에 대한 입력 최대값과 입력 최소값을 선정하고, 기기 발열량, 조명 발열량 및 인체 발열량에 대한 복사 방출량의 비율을 도출하도록 구성될 수 있다.
- [0079] 다음으로, 사용자 요소 경계 조건 선정 모듈(120)이 사용자 요소 선정 모듈(110)에 의해 선정된 사용자 요소에 대한 입력 최대값 및 입력 최소값으로 구성되는 사용자 요소 경계 조건을 선정한다(S102).
- [0080] 다음으로, 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈(130)이 사용자 요소 경계 조건에 대한 확률 분포를 생성하여 건물 에너지 모델에 반영한다(S103).
- [0081] 이때, 앞서 선정된 사용자 요소 경계 조건에 대한 이산 분포, 균등 분포, 정규 분포 및 삼각 분포를 이용하여 건물 에너지 모델의 사용자 요소에 대한 확률 분포를 생성하여 반영하도록 구성될 수 있다.
- [0082] 다음으로, 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈(140)이 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈(130)에서 반영된 건물 에너지 모델에 대해 라틴하이퍼큐브 샘플링을 수행하여 건물 에너지 모델의 시뮬레이션(simulation)을 실행한다(S104).
- [0083] 다음으로, 건물 에너지 모델 선정 모듈(150)이 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈(140)에서 실행된 시뮬레이션의 결과와 실제 에너지 사용량을 대비하여 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 높은 건물 에너지 모델을 선정한다(S105).
- [0084] 여기서, NMBE(Normalized Mean Biased Error) 및 CVMSE(Coefficient of Variance of Root Mean Square Error)의 통계적 지표를 이용하여 건물 에너지 모델 중에서 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하는 건물 에너지 모델을 선정하도록 구성될 수 있다.
- [0085] 구체적으로는, NMBE의 값이 $\pm 6\%$ 이내이고 CVMSE의 값이 $\pm 18\%$ 이내인 경우 소정 기준의 정확도와 신뢰도를 만족하여 해당 건물 에너지 모델이 보정된 것으로 판단하도록 구성될 수 있다.
- [0086] 이상 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

- [0087] 110: 사용자 요소 선정 모듈
120: 사용자 요소 경계 조건 선정 모듈
130: 사용자 요소 확률 분포 생성 모듈
140: 사용자 요소 기반 라틴하이퍼큐브 샘플링 모듈
150: 건물 에너지 모델 선정 모듈

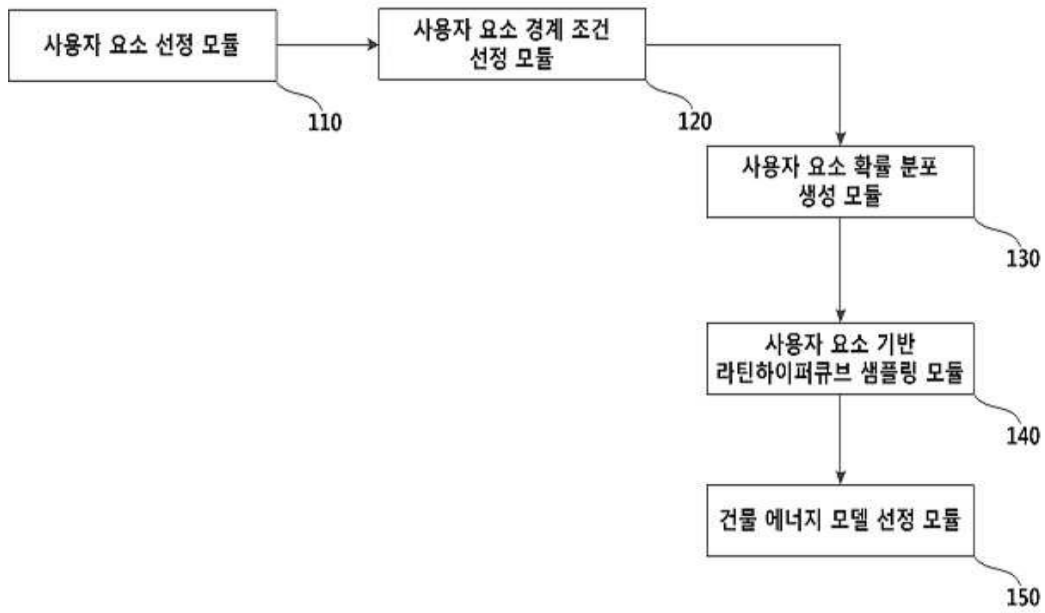
도면

도면1

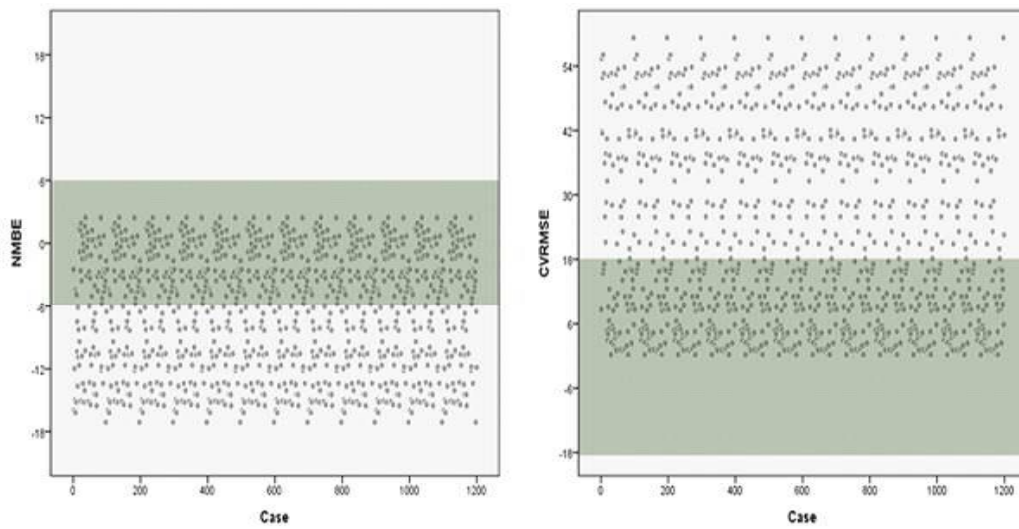


도면2

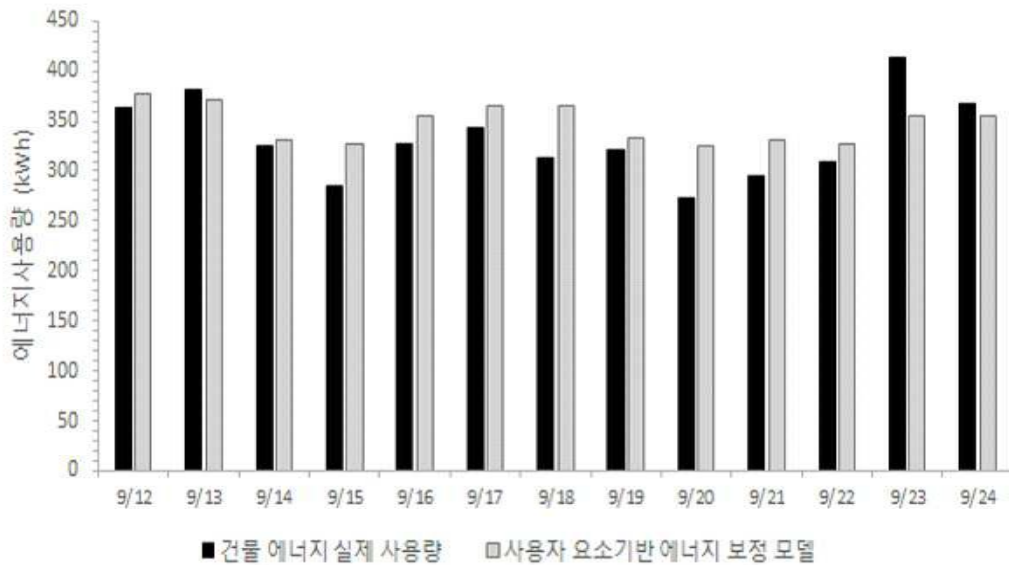
100



도면3



도면4



도면5

