(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월25일
(11) 등록번호 10-1679153
(24) 등록일자 2016년11월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 17/50 (2006.01) *G06F 9/44* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 17/5009 (2013.01)
G06F 17/5004 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0163619
(22) 출원일자 2015년11월20일
심사청구일자 2015년11월20일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140014979 A*
KR101558455 B1*
KR1020140070193 A
"에너지성능 평가의 신뢰도 향상을 위한 BIM 적용연구 : 학교시설물을 중심으로", 한양대학교 대학원 : 건축공학과 학위논문(박사), 2012년 08월
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
손정욱
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 신공학관 254호 (대현동,이화여자대학교)
정운성
서울특별시 서대문구 연희로 183, 801B호 (연희동)
(74) 대리인
손민

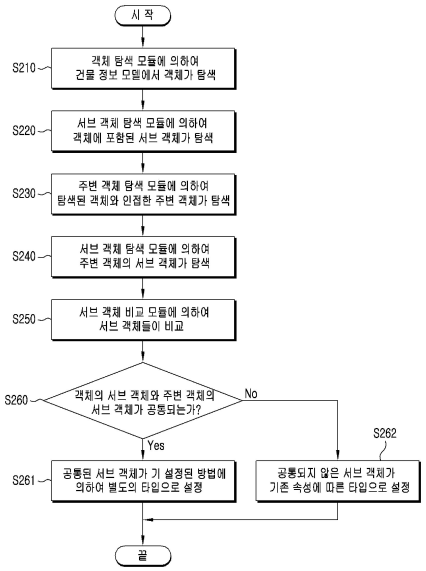
전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 박승철

(54) 발명의 명칭 **객체지향 물리적 모델링을 기초로 하는 건물 에너지 모델을 생성하고 이를 이용한 건물 성능 분석을 수행하기 위한 방법**

(57) 요 약

본 발명은 객체지향 물리적 모델링을 통하여 BIM과 BEM 사이의 효과적 모델 변환을 이룩함으로써 객체지향 물리적 모델링 기초 건물 에너지 모델을 생성하고, 이를 기반으로 건물 성능 분석을 높은 정확도로 수행하기 위한 기술에 관한 것이다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
G06F 9/4428 (2013.01)
G06F 2217/02 (2013.01)
G06F 2217/78 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2013R1A1A1010562
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 기초연구사업(학술진흥)-일반연구자지원사업-신진연구(연구비지원)
연구과제명 동적시뮬레이션을이용한건설작업의작업상황별적정생산성예측방법에관한연구
기 여 율 1/2
주관기관 이화여자대학교 산학협력단
연구기간 2013.06.01 ~ 2016.05.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2013R1A2A2A04014772
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 기초연구사업(학술진흥)-중견연구자지원사업-핵심연구지원사업-융합연구(공동)
연구과제명 실시간상황인지센서네트워크를활용한구조안정성평가기반재난대응융복합시스템연구
기 여 율 1/2
주관기관 이화여자대학교 산학협력단
연구기간 2013.06.01 ~ 2016.05.31
공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

(a) 건물 정보 입력부(100)를 통하여, 건물 정보 모델이 생성되는 단계; 및

(b) BEM 구축부(200)에 의하여, 상기 건물 정보 모델을 이용하여 객체지향 물리적 모델링(object-oriented physical modeling)을 기초로 건물 토폴로지(topology)가 생성되어 객체지향 물리적 모델링 기초 건물 에너지 모델(OOPM-based BEM)이 구축되는 단계; 및

(c) 건물 성능 분석부(300)에 의하여, 상기 구축된 객체지향 물리적 모델링 기초 건물 에너지 모델을 기초로 건물 성능 분석이 수행되는 단계를 포함하며,

상기 건물 정보 모델은, 개방형BIM(open-building information modeling)을 기반으로 생성된 것이며,

상기 건물 토폴로지는 객체지향 물리적 모델링의 대상(things)이 건물의 객체가 되어 해당 객체들이 관계(relationship)로 연결된 것이며, 그리고

상기 (b) 단계는,

(b1) 객체 탐색 모듈(210)에 의하여 상기 건물 정보 모델에서 객체가 탐색되는 단계;

(b2) 서브 객체 탐색 모듈(220)에 의하여 상기 탐색된 객체에 포함된 서브 객체가 탐색되는 단계;

(b3) 주변 객체 탐색 모듈(230)에 의하여 상기 탐색된 객체와 인접한 주변 객체가 탐색되는 단계;

(b4) 상기 서브 객체 탐색 모듈(220)에 의하여 상기 탐색된 주변 객체의 서브 객체가 탐색되는 단계;

(b5) 서브 객체 비교 모듈(240)에 의하여, 상기 (b2) 단계에서 탐색된 서브 객체와, 상기 (b4) 단계에서 탐색된 서브 객체가 비교되어 공통되는지 여부가 비교되는 단계; 및

(b6) 타입 설정 모듈(250)에 의하여, 상기 (b5) 단계에서, 공통되는 경우, 상기 공통된 서브 객체가 기 설정된 방법에 의하여 별도의 타입으로 설정되는 단계를 포함하는,

객체지향 물리적 모델링을 기초로 하는 건물 성능 분석 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 (b1) 단계에서 탐색된 객체와 상기 (b3) 단계에서 탐색된 그 주변 객체 및 상기 (b2) 및 (b4) 단계에서 탐색된 서브 객체들이 상기 건물 토폴로지를 구성하는,

객체지향 물리적 모델링을 기초로 하는 건물 성능 분석 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 (b6) 단계에서,

상기 공통된 서브 객체가 설정되는 기 설정된 방법은,

상기 공통된 서브 객체 중 어느 일면을 소정의 타입으로 설정하고, 다른 일면을 이에 공통되는 다른 타입으로 설정하는 방법인,

객체지향 물리적 모델링을 기초로 하는 건물 성능 분석 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 (b) 단계 이후,

(d) 출력 모듈(260)에 의하여, 상기 (b) 단계에서 생성된 건물 토폴로지가 출력되는 단계를 더 포함하는,

객체지향 물리적 모델링을 기초로 하는 건물 성능 분석 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 (d) 단계는,

(d1) 상기 (b1) 단계에서 탐색된 객체 및 상기 (b3) 단계에서 탐색된 주변 객체가 상위 계층으로 표현되는 단계;

(d2) 상기 (b2) 단계에서 탐색된 서브 객체가 상기 (b1) 단계에서 탐색된 객체에 연결되어 그 하위 계층으로 표현되고, 상기 (b4) 단계에서 탐색된 서브 객체가 상기 (b2) 단계에서 탐색된 주변 객체에 연결되어 그 하위 계층으로 표현되는 단계;

(d3) 상기 (b5) 단계에서, 공통되는 경우, 상기 공통된 서브 객체가 상기 (d2) 단계에서 하나의 서브 객체로서 표현되되 상기 (d2) 단계에서 연결된 객체와 주변 객체에 모두 연결되어 표현되는 단계를 포함하는,

객체지향 물리적 모델링을 기초로 하는 건물 성능 분석 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 (c) 단계에서 수행되는 건물 성능 분석은, 전-건물 에너지 시뮬레이션(Whole-building energy simulation), 태양열 시스템 시뮬레이션(solar system simulation), 및 조도 및 주광 시뮬레이션(lighting & daylighting simulation)을 포함하는,

객체지향 물리적 모델링을 기초로 하는 건물 성능 분석 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 객체지향 물리적 모델링을 통하여 BIM과 BEM 사이의 효과적 모델 변환을 이룩함으로써 객체지향 물리적 모델링 기초 건물 에너지 모델을 생성하고, 이를 기반으로 건물 성능 분석을 높은 정확도로 수행하기 위한 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] BIM(Building Information Modeling)이란, 3차원 설계기술로서 건축물의 전자적 정보를 생성하고 표현하는 것이며 이러한 정보를 활용하여 건축의 전 생애주기에 필요한 정보를 획득하고 관리할 수 있는 기술이다. BIM을 생성하기 위한 BIM 저작 도구(아래에서, "건물 정보 입력부"로 표현)은 대표적으로 Revit을 들 수 있다.

[0004] 한편, 건물 설계 과정에서 시뮬레이션 도구를 이용하여 의사를 결정하는 것은, 건물의 에너지 분석은 물론, 건물 내외에서 이루어지는 각종 영향 요소들의 평가를 위하여 중요하다. 이를 위하여 다양한 건물 시뮬레이션 도구들이 존재하는데, 이를 위하여 필요한 모델로서 BEM을 들 수 있다.

[0005] 즉, BEM(Building Energy Modeling)이란, BIM과 달리 건물의 에너지를 확인하고 평가하기 위한 모델을 의미한다.

[0006] 그런데, BIM으로 생성된 건물 정보 모델들, 예를 들어 개방형BIM으로 생성된 모델을 BEM에서 그대로 사용하기 어렵다.

[0007] 이는, 상이한 시뮬레이션 도구들의 독립적이고 복잡한 입출력 구성이 서로 다르다는 점, 설계기술 분야에서 필요한 모델 내 정보들과 에너지 시뮬레이션 분야에서 필요한 모델 내 정보들이 상이하며, 그 형식 또한 다르다는 점 등을 그 이유로 들 수 있다.

[0008] 이를 해소하기 위한 다양한 시도들이 있어왔으며, 본 발명자에 의한 논문인 "Translating Building Information Modeling to Building Energy Modeling Using Model View Definition"에서도 이를 확인할 수 있다.

[0009] 한국등록특허 제10-1393740호, 한국등록특허 제10-1264409호, 한국등록특허 10-1418171호, 한국등록특허 제10-1471603호에서는 모두 BIM을 기반으로 생성된 건물 정보 모델을 사용하되, 이를 기초로 건물 에너지 시뮬레이션을 수행하고자 하였으며, 그 과정에서 발생되는 호환 불완전성의 문제를 다루고 있다.

[0010] 다만, 상기의 특허들에서는 호환이 잘 이루어지지 않는 특정 객체 또는 특정 파라미터에 대한 문제 해결에만 국한되어 있기에, BIM을 BEM으로 변경하는 종합적인 방법론을 제시하지는 못하고 있다.

[0012] 한편, "객체지향(Object-oriented)"은 프로그래밍 또는 모델링 등에 있어서, 여러 개의 대상(things, 또는 객체)의 시각에서 이들의 관계(relationship)를 통해 실제 세계를 모델링하여 개발하는 패러다임이다. 비객체지향 내지 절차지향의 반대로 볼 수 있다.

[0013] 객체지향 물리적 모델링을 기초로 하는 에너지 분석 시도들도 있었는데, 예를 들어 구조화된 수식 기반의 모델링 기술을 지원하도록 새롭고 단일화된 언어인 "Modelica"가 개발되기도 하였다.

[0014] "Modelica" 기반의 객체지향 물리적 모델링은, 에너지 시뮬레이션에서 일어나는 복잡한 물리적 시스템의 설계를 용이하게 해주면서도, 신속한 모델 추가, 하위 시스템 모델들의 추출이 용이하다는 측면에서 장점을 갖는다.

[0015] 그러나, 마찬가지로 BIM으로 생성된 건물 정보 모델을 그대로 "Modelica"에 적용하는 경우 에너지 시뮬레이션 수행 자체가 어렵거나 정확도가 낮아지는 문제는 여전히 존재한다.

[0017] (비특허문헌 1) Jeong, W.; Kim, J. B.; Clayton, M. J.; Haberl, J. S.; Yan, W.; Translating Building Information Modeling to Building Energy Modeling Using Model View Definition. The Scientific World Journal. 2014, 1-21

[0018] (특허문헌 1) KR10-1393740B

[0019] (특허문헌 2) KR10-1264409B

[0020] (특허문헌 3) KR10-1418171B

[0021] (특허문헌 4) KR10-1471603B

발명의 내용

해결하려는 과제

[0023] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것이다.

[0024] 보다 구체적으로, BIM을 기반으로 생성된 건물 정보 모델을 이용하여, 건물 에너지 분석을 수행하기 위한 BEM 생성 및 건물 성능 분석을 높은 정확도로 이루기 위하여, 객체기반 물리적 모델링을 적용한 기술을 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0026] 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예는, (a) 건물 정보 입력부(100)를 통하여, 건물 정보 모델이 생성되는 단계; 및 (b) BEM 구축부(200)에 의하여, 상기 건물 정보 모델을 이용하여 객체지향 물리적 모델링(object-oriented physical modeling)을 기초로 건물 토폴로지(topology)가 생성되어 객체지향 물리적 모델링 기초 건물 에너지 모델(OOPM-based BEM)이 구축되는 단계; 및 (c) 건물 성능 분석부(300)에 의하여, 상기 구

축된 객체지향 물리적 모델링 기초 건물 에너지 모델을 기초로 건물 성능 분석이 수행되는 단계를 포함하며, 상기 건물 정보 모델은, 개방형BIM(open-building information modeling)을 기반으로 생성된 것이며, 상기 건물 토폴로지는 객체지향 물리적 모델링의 대상(things)이 건물의 객체가 되어 해당 객체들이 관계(relationship)로 연결된 것인, 객체지향 물리적 모델링을 기초로 하는 건물 성능 분석 방법을 제공한다.

[0027] 또한, 상기 (b) 단계는, (b1) 객체 탐색 모듈(210)에 의하여 상기 건물 정보 모델에서 객체가 탐색되는 단계; (b2) 서브 객체 탐색 모듈(220)에 의하여 상기 탐색된 객체에 포함된 서브 객체가 탐색되는 단계; (b3) 주변 객체 탐색 모듈(230)에 의하여 상기 탐색된 객체와 인접한 주변 객체가 탐색되는 단계; (b4) 상기 서브 객체 탐색 모듈(220)에 의하여 상기 탐색된 주변 객체의 서브 객체가 탐색되는 단계; (b5) 서브 객체 비교 모듈(240)에 의하여, 상기 (b2) 단계에서 탐색된 서브 객체와, 상기 (b4) 단계에서 탐색된 서브 객체가 비교되어 공통되는지 여부가 비교되는 단계; 및 (b6) 타입 설정 모듈(250)에 의하여, 상기 (b5) 단계에서, 공통되는 경우, 상기 공통된 서브 객체가 기 설정된 방법에 의하여 별도의 타입으로 설정되는 단계를 포함하며, 상기 (b1) 단계에서 탐색된 객체와 상기 (b3) 단계에서 탐색된 그 주변 객체 및 상기 (b2) 및 (b4) 단계에서 탐색된 서브 객체들이 상기 건물 토폴로지를 구성하는 것이 바람직하다.

[0028] 또한, 상기 (b6) 단계에서, 상기 공통된 서브 객체가 설정되는 기 설정된 방법은, 상기 공통된 서브 객체 중 어느 일면을 소정의 타입으로 설정하고, 다른 일면을 이에 공통되는 다른 타입으로 설정하는 방법인 것이 바람직하다.

[0029] 또한, 상기 (b) 단계 이후, (d) 출력 모듈(260)에 의하여, 상기 (b) 단계에서 생성된 건물 토폴로지가 출력되는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0030] 또한, 상기 (d) 단계는, (d1) 상기 (b1) 단계에서 탐색된 객체 및 상기 (b3) 단계에서 탐색된 주변 객체가 상위 계층으로 표현되는 단계; (d2) 상기 (b2) 단계에서 탐색된 서브 객체가 상기 (b1) 단계에서 탐색된 객체에 연결되어 그 하위 계층으로 표현되고, 상기 (b4) 단계에서 탐색된 서브 객체가 상기 (b2) 단계에서 탐색된 주변 객체에 연결되어 그 하위 계층으로 표현되는 단계; (d3) 상기 (b5) 단계에서, 공통되는 경우, 상기 공통된 서브 객체가 상기 (d2) 단계에서 하나의 서브 객체로서 표현되되 상기 (d2) 단계에서 연결된 객체와 주변 객체에 모두 연결되어 표현되는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[0031] 또한, 상기 (c) 단계에서 수행되는 건물 성능 분석은, 전-건물 에너지 시뮬레이션(Whole-building energy simulation), 태양열 시스템 시뮬레이션(solar system simulation), 및 조도 및 주광 시뮬레이션(lighting & daylighting simulation)을 포함하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0033] 본 발명에 의하여 BIM을 기반으로 생성된 건물 정보 모델을 통하여 BEM을 효과적으로 생성할 수 있으며, 이를 통하여 건물 성능 분석을 높은 정확도로 수행할 수 있다.

[0034] 높은 정확도의 건물 성능 분석은, 건물 설계과정에서 설계자들에게 유용한 데이터를 제공할 수 있으며, 이를 통하여 열부하, 조명, 음향 등에 있어서 효율성 높은 건물 설계에 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 본 발명에 따른 방법을 수행하기 위한 시스템의 개략도이다.

도 2는 본 발명에 따른 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 3은 본 발명에 따른 방법 중 건물 토폴로지를 생성하는 방법을 상세하게 설명하기 위한 순서도이다.

도 4 및 도 5는 본 발명에 따른 방법을 적용한 예시를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 이하에서, "객체지향 물리적 모델링(OOPS: Object-Oriented Physical Modeling)"은, 다수의 대상들과 그들의 관계를 통한 모델링 기법을 의미하는 것으로, 종래에 익히 알려진 개념이다.

[0038] 아래에서 상세히 설명하는 본 발명에 따른 방법에 의하면, BIM을 기반으로 생성된 건물 정보 모델에 객체지향 물리적 모델링 기법을 적용함으로써 토폴로지(topology)가 생성되면서 "객체지향 물리적 모델링 기초 건물 에너지 모델(OOPM-based BEM)"이 구축된다.

[0039] 이하에서, "건물 정보 모델"은, 전술한 BIM에서 사용되는 데이터를 의미하며, 국제표준에 따를 경우 IFC 형식을 갖게 된다. 후술하겠지만 건물 정보 입력부에서 각종 정보들이 입력되어 건물 정보 모델을 생성하게 되며, 이러한 건물 정보 입력부는 어떠한 방식을 적용한 정보처리기기이어도 무방하나, 예를 들어 Revit과 같은 소프트웨어를 탑재한 하드웨어일 수 있다.

[0040] 이하에서, 건물 정보 모델에 포함되는 "객체(object)"는, 건물을 구성하는 다양한 물체들을 의미하는 것으로, 예를 들어 벽체, 바닥 슬라브, 지붕, 천장, 창호, 문 등을 포함할 수 있다. 건물에 포함되는 어떠한 구성요소도 객체를 이룰 수 있다.

[0041] 이하에서, "건물 성능 분석"은, 건물을 이루고 있는 시스템들의 성능을 예측하기 위한 수치해석 모델을 사용 기법을 의미한다. 그 종류는 건물 성능 분석 시뮬레이션 도구가 어느 것인지에 따라 달라질 수 있으며, 본 기술분야의 일반적인 정의 및 세부 분류에 따라 예를 들어 전-건물 에너지 시뮬레이션(Whole-building energy simulation), 태양열 시스템 시뮬레이션(solar system simulation), 및 조도 및 주광 시뮬레이션(lighting & daylighting simulation)을 포함할 수 있다. 또한, 여기에서 전-건물 에너지 시뮬레이션은, 열부하 계산 및 HVAC 시스템 선택용 시뮬레이션으로 각각 구분되거나, 태양열 시스템 시뮬레이션은 PV 시스템, 액티브 태양열 시스템 및 패시브 태양열 시스템용 시뮬레이션으로 각각 구분될 수도 있다.

[0043] 시스템의 설명

[0044] 이하에서, 도 1을 참조하여, 본 발명에 따른 방법을 수행하기 위한 시스템을 설명한다.

[0045] 본 발명에 따른 방법을 수행하기 위한 시스템은, 건물 정보 입력부(100), BEM 구축부(200) 및 건물 성능 분석부(300)로 구분될 수 있다.

[0046] 건물 정보 입력부(100)는 건물 정보 모델을 생성하기 위한 정보를 입력한다. 일 실시예에서 Revit과 같은 소프트웨어가 탑재된 하드웨어일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0047] 건물 정보 입력부(100)는 자재 데이터베이스(110)와 연동된다.

[0048] 자재 데이터베이스(110)는 건물 정보 모델에 포함되는 객체들에 설정될 수 있는 자재들 및 그 속성에 대한 정보를 포함한다.

[0049] 예를 들어, 슬라브, 벽체, 지붕의 열관류율, 창호의 개폐 여부와 기밀성과 열관류율, 문의 기밀성과 열관류율, 회전문인지 여부, 조명설비의 스케줄 제어 가능 여부와 자동점멸여부 등 다양한 정보가 포함될 수 있다.

[0050] 따라서, 건물 정보 모델의 특정 객체에 특정 자재를 선택할 경우, 열관류율, 개폐 여부, 기밀성 등 다양한 정보가 자동으로 확인된다.

[0052] BEM 구축부(200)는, 건물 정보 입력부(100)에서 생성된 건물 정보 모델을 토대로 건물 토폴로지를 생성하고 객체지향 물리적 모델링 기초 건물 에너지 모델(OOPM-based BEM)을 구축하는 기능을 수행한다.

[0053] BEM 구축부(200)는, 객체 탐색 모듈(210), 서브 객체 탐색 모듈(220), 주변 객체 탐색 모듈(230), 서브 객체 비교 모듈(240), 타입 설정 모듈(250) 및 출력 모듈(260)을 포함한다.

[0054] 객체 탐색 모듈(210)은 건물 정보 모델에서 객체를 탐색한다. 탐색되는 객체는 벽체, 바닥, 지붕, 천장, 창문, 문 등 제한이 없으나, 아래에서는 건물 에너지 시뮬레이션에 필요한 공간, 즉 방 객체를 탐색하는 것을 예로 들어 설명한다.

[0055] 서브 객체 탐색 모듈(220)은 객체에 포함된 서브 객체를 탐색한다. 방 객체의 서브 객체는 벽체가 될 것이다.

[0056] 주변 객체 탐색 모듈(230)은 탐색된 객체에 인접한 주변 객체를 탐색한다. 방 객체에 인접한 다른 방 객체가 탐색될 수 있다.

[0057] 서브 객체 비교 모듈(240)은, 서브 객체 탐색 모듈(220)에 의하여 탐색된 다수의 서브 객체들을 상호 비교하는 기능을 수행한다.

[0058] 타입 설정 모듈(250)은 미리 설정된 기준에 의하여 객체 또는 서브 객체들의 타입을 설정한다.

[0059] 출력 모듈(260)은, BEM 구축부(200)에 의하여 생성된 토폴로지 등을 출력하는 기능을 수행한다.

[0060] 각각의 모듈들의 세부 기능은 아래에서 본 발명에 따른 방법과 함께 상세히 설명한다.

[0062] 건물 성능 분석부(300)는, BEM 구축부(200)에서 구축된 객체지향 물리적 모델링 기초 건물 에너지 모델(OOPM-based BEM)을 이용하여 건물 성능을 분석하는 기능을 수행한다.

[0063] 전술한 바와 같이, 분석되는 건물 성능은 어떠한 것이어도 무방하나, 전-건물 에너지 시뮬레이션(Whole-building energy simulation), 태양열 시스템 시뮬레이션(solar system simulation), 및 조도 및 주광 시뮬레이션(lighting & daylighting simulation)을 포함할 수 있다.

[0065] 방법의 설명

[0066] 이하, 도 2 내지 도 5를 참조하여 본 발명에 따른 방법을 상세히 설명한다.

[0067] 건물 정보 입력부(100)를 통하여, 건물 정보 모델이 생성된다(S100). 도 4에서 (A)로서 도시된다.

[0068] 다음, BEM 구축부(200)에 의하여, 상기 건물 정보 모델을 이용하여 객체지향 물리적 모델링을 기초로 건물 토폴로지가 생성되어 객체지향 물리적 모델링 기초 건물 에너지 모델(OOPM-based BEM)이 구축된다(S200). 도 4에서 (B)로서 도시된다.

[0069] 이 과정을, 도 3 내지 도 5를 참조하여 보다 상세히 설명한다.

[0071] 먼저, 객체 탐색 모듈(210)에 의하여 상기 건물 정보 모델에서 객체가 탐색된다(S210).

[0072] 도 4에 도시된 예시에서, 건물 객체 중 공간 정보를 나타내는 방 객체(Room 1)가 탐색된 것을 확인할 수 있다. 이러한 탐색은 건물 정보 모델의 IFC 구조에서 쉽게 확인할 수 있다.

[0073] 다음, 서브 객체 탐색 모듈(220)에 의하여 상기 탐색된 객체인 방 객체(Room 1)에 포함된 서브 객체들이 하나씩 모두 탐색된다(S220).

[0074] 도 4에 도시된 예시에서, 방 객체(Room 1)에 대하여 총 4개의 벽체(Wall_181755, Wall_181756, Wall_181757, Wall_181758)가 탐색되었음을 확인할 수 있다. 이러한 탐색 역시 건물 정보 모델의 IFC 구조에서 쉽게 확인할 수 있다.

[0075] 다음, 주변 객체 탐색 모듈(230)에 의하여 상기 탐색된 객체와 인접한 주변 객체가 탐색된다(S230).

[0076] 도 4에 도시된 예시에서, 방 객체(Room 1)에 인접한 주변 방 객체(Room 2)가 탐색됨을 확인할 수 있다. 이러한 탐색 역시 건물 정보 모델의 IFC 구조에서 쉽게 확인할 수 있다.

[0077] 다음, 서브 객체 탐색 모듈(220)에 의하여 상기 탐색된 주변 객체의 서브 객체가 탐색된다(S240).

[0078] 도 4에 도시된 예시에서, 주변 방 객체(Room 2)에 대하여 총 4개의 벽체(Wall_181758, Wall_188662, Wall_188624, Wall_188590)가 탐색되었음을 확인할 수 있다.

[0079] 다음, 서브 객체 비교 모듈(240)에 의하여, S220 단계에서 탐색된 서브 객체와 S240 단계에서 탐색된 서브 객체가 비교되어(S250) 공통되는지 여부가 확인된다(S260). 공통되는지 여부 역시 건물 정보 모델의 IFC 구조에서 쉽게 확인할 수 있다.

[0081] 공통되는 경우, 타입 설정 모듈(250)에 의하여, 상기 공통된 서브 객체가 기 설정된 방법에 의하여 별도의 타입으로 설정되고(S261), 공통되지 않은 경우에는 기존 속성인 다른 타입으로 설정된다(S262).

[0082] 다시 말해 공통된 서브 객체 중 어느 일면이 소정의 타입으로 설정하고, 다른 일면은 이에 공통되는 다른 타입으로 설정된다.

[0083] 예를 들어, 전술한 도 4의 예시에서 하나의 벽체(Wall_181758)만이 공통됨이 확인되고, 그 외의 벽체들은 공통되지 않은 것으로 확인될 것이다.

[0084] 이 경우, 도 5에 도시된 바와 같이, 타입 설정 모듈(250)은 공통된 벽체(Wall_181758)의 경우 일 면은 datConBou로, 다른 일면은 surBou로 설정되도록 프로그래밍될 수 있다. 여기에서 datConBou는 열 영역 사이에서 내부 벽 표면을 갖는 불투명 표면을 의미하는 것이며, surBou는 열 영역 사이에서 동일 공유 벽을 갖는 불투명 표면을 의미하는 것이다.

[0085] 한편, 공통되지 않은 벽체는 총 6개가 확인되는데, 도 5에 도시된 바와 같이, 타입 설정 모듈은 기존 속성에 따라 타입을 설정하게 된다. 기존 속성에서 창문이 포함되는지 여부에 따라, 창문을 포함하는 불투명한 표면이 datConExtWin로 정의되고, 포함하지 않는 불투명한 표면이 datConExt로 정의될 경우, 4개의 벽체에는

datConExtWin가 설정되고 2개의 벽체에는 datConExt가 설정될 수 있다.

[0086] 이와 같은 방식으로 서브 객체들에 대한 타입 설정이 완료되면, 해당 타입들이 저장됨으로써 건물 토폴로지가 생성되고 객체지향 물리적 모델링 기초 건물 에너지 모델(OOPM-based BEM)이 구축될 수 있다.

[0087] 즉, datConBou, surBou, datConExtWin, datConExtWin로 설정된 서브 객체들의 각각의 식별자 및 개수를 확인함으로써 건물 토폴로지가 자동으로 생성되는 것이다. 예를 들어, 도 4의 하단의 도면과 같이 생성되게 된다.

[0088] 즉, 객체 및 주변 객체가 상위 계층으로 표현되고, 각각의 서브 객체가 해당 객체 또는 주변 객체에 연결되어(즉, 관계를 가짐) 하위 계층으로 표현되며, 공통된 것으로 확인된 서브 객체는 하나로 표현되되 객체 또는 주변 객체와 모두 연결되어 표현되게 된다.

[0090] 다시 도 2로 돌아오면, 이제 건물 성능 분석부(300)에 의하여, 상기 구축된 객체지향 물리적 모델링 기초 건물 에너지 모델을 기초로 건물 성능 분석이 수행된다. 종래 이미 개발된 시뮬레이션 도구를 사용하는 것이므로, 구체적인 수행 방법에 대한 설명은 생략한다.

[0091] 다른 실시예에서, 출력 모듈(260)은 이와 같은 과정에서 생성된 건물 토폴로지를 별도로 출력하도록 구성될 수도 있다. 출력되는 형식은 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같다.

[0092] 이와 같이 사용자에게 토폴로지를 출력하여 줌으로써, 설계자 및 에너지 시뮬레이션 분석자에게 직관적인 객체 사이의 관계를 알려줄 수 있다.

[0094] 이상, 본 명세서에는 본 발명을 당업자가 용이하게 이해하고 재현할 수 있도록 도면에 도시한 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당0업자라면 본 발명의 실시예로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 보호범위는 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0096] 100: 건물 정보 입력부

110: 데이터베이스

200: BEM 구축부

210: 객체 탐색 모듈

220: 서브 객체 탐색 모듈

230: 주변 객체 탐색 모듈

240: 서브 객체 비교 모듈

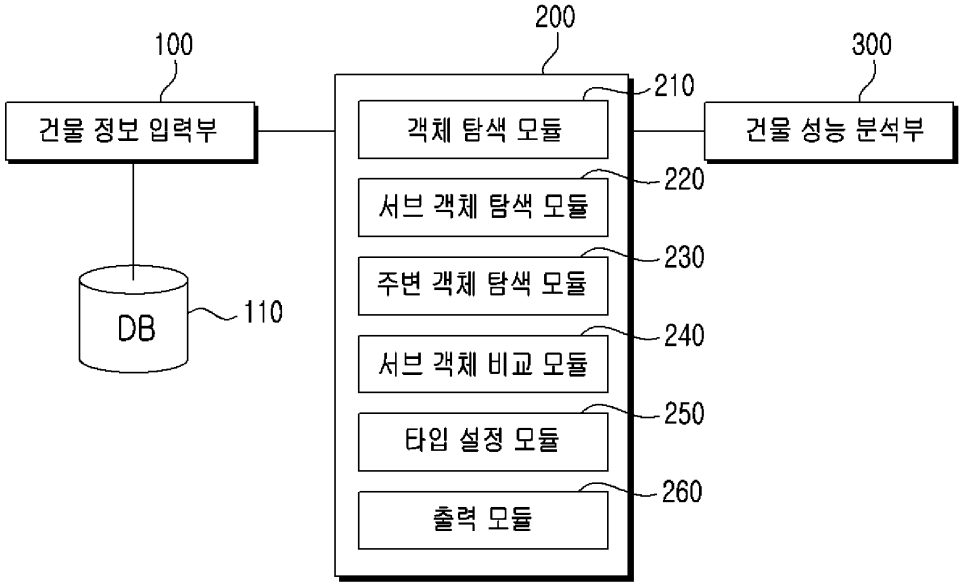
250: 타입 설정 모듈

260: 출력 모듈

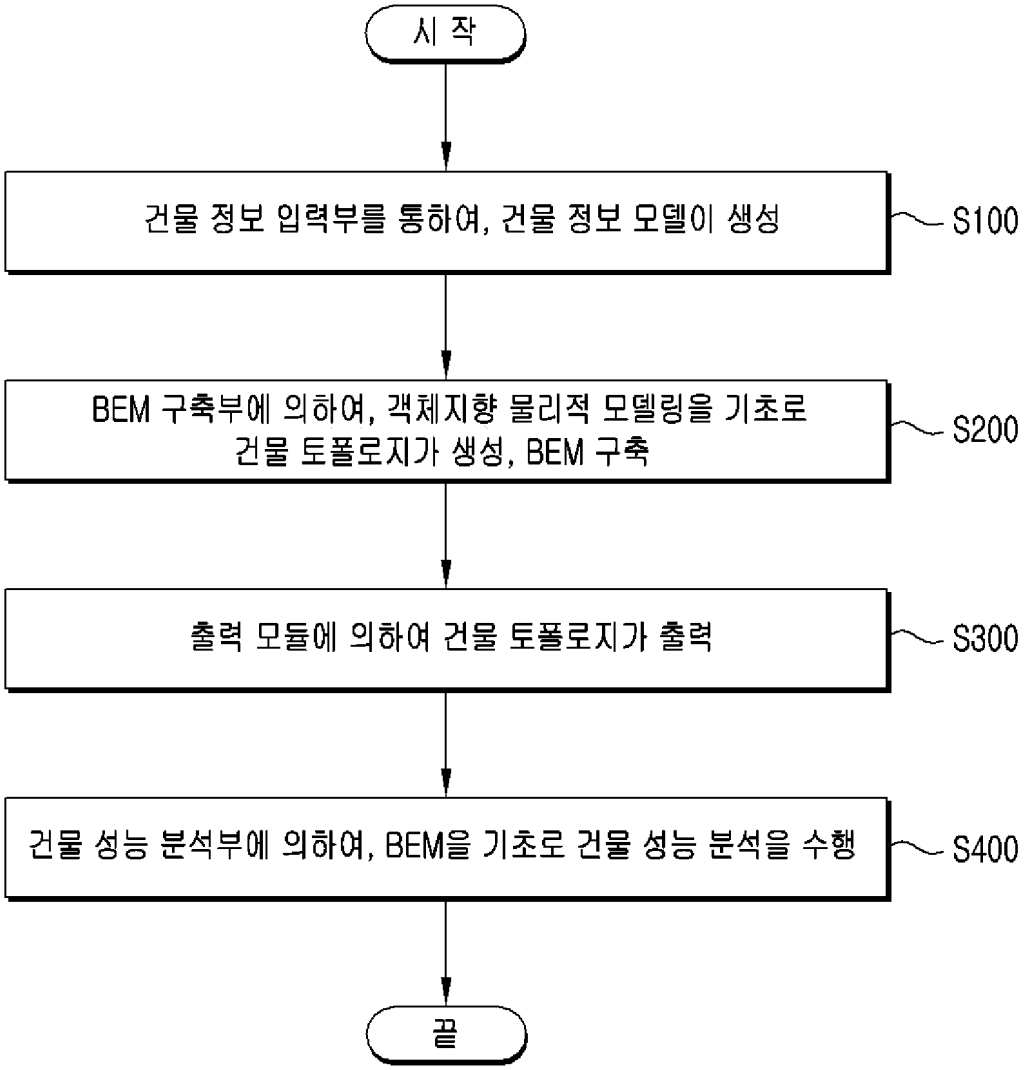
300: 건물 성능 분석부

도면

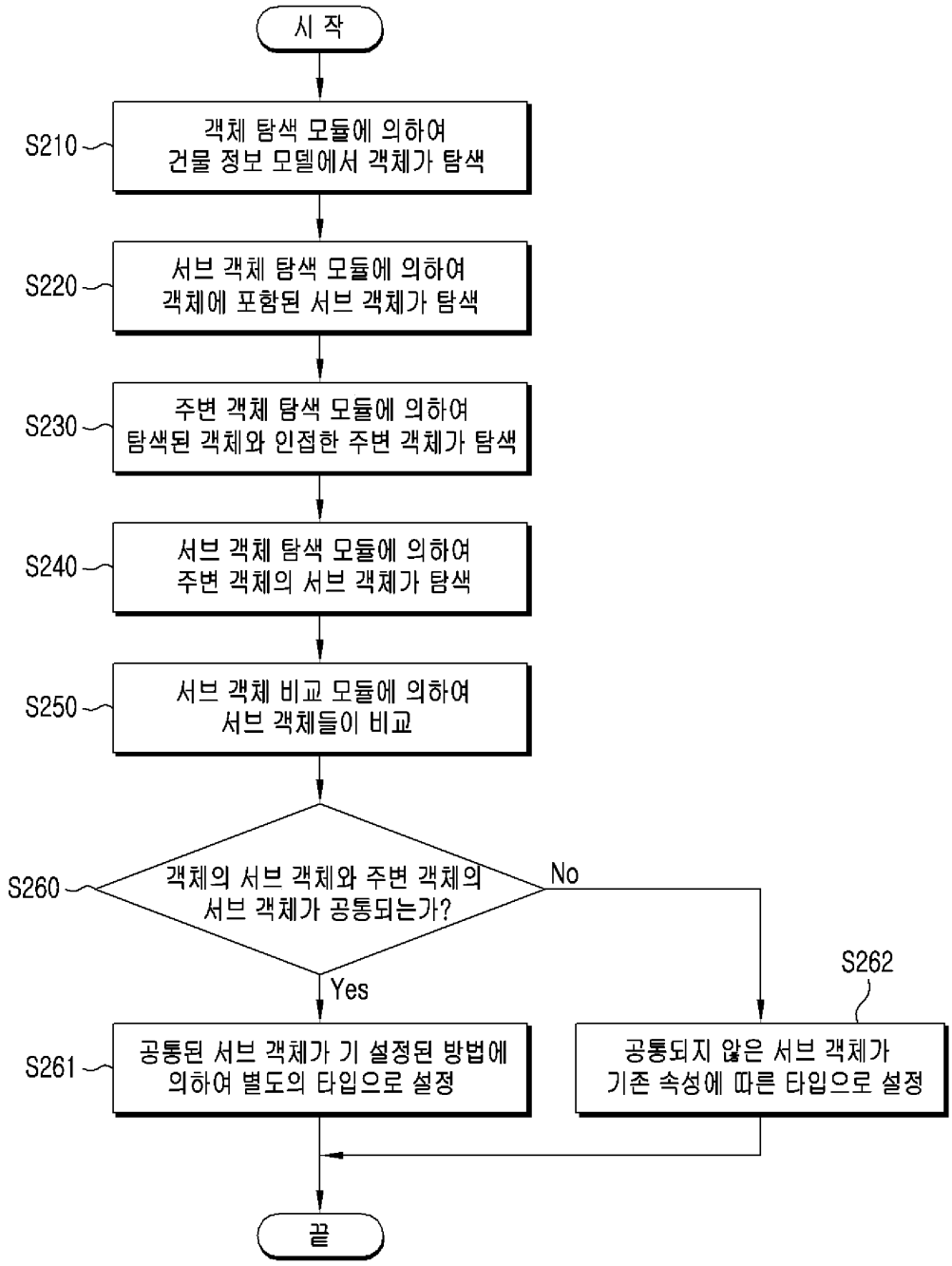
도면1


100
건물 정보 입력부
DB
110
200
객체 탐색 모듈
210
서브 객체 탐색 모듈
220
주변 객체 탐색 모듈
230
서브 객체 비교 모듈
240
타입 설정 모듈
250
출력 모듈
260
300
건물 성능 분석부

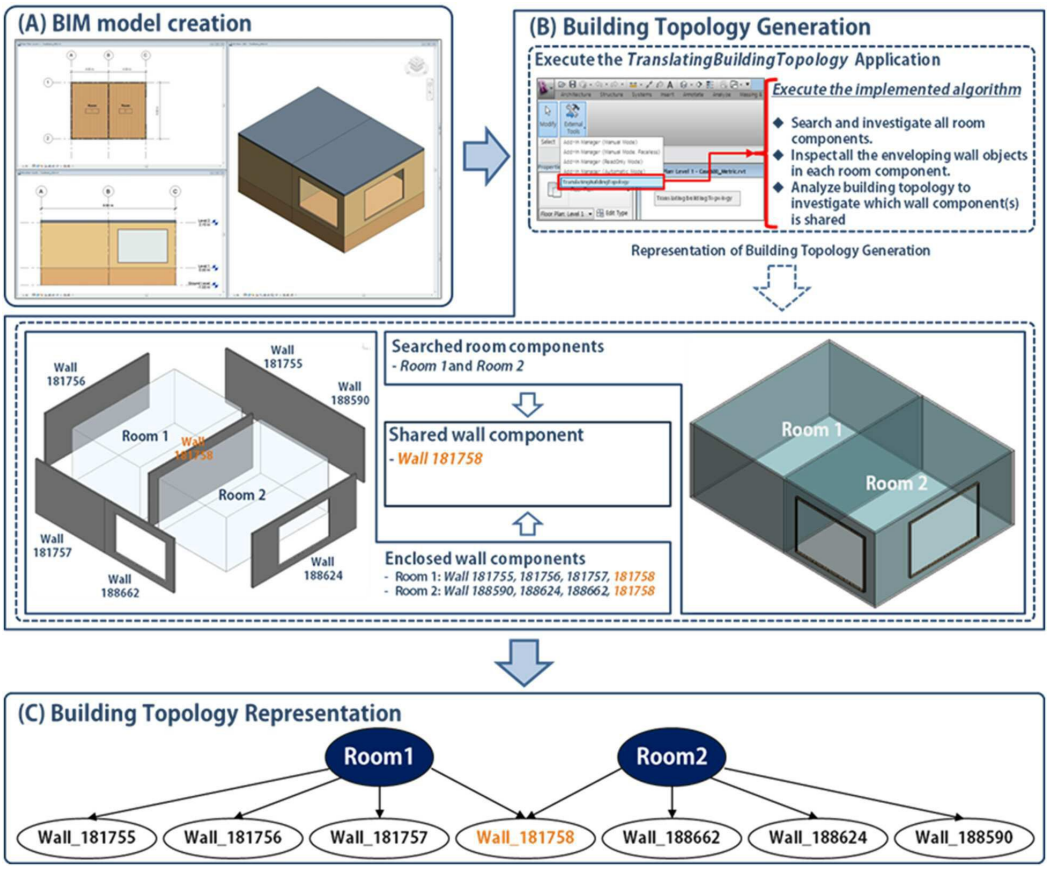
도면2


시 작
건물 정보 입력부를 통하여, 건물 정보 모델이 생성
S100
BEM 구축부에 의하여, 객체지향 물리적 모델링을 기초로
건물 토폴로지가 생성, BEM 구축
S200
출력 모듈에 의하여 건물 토폴로지가 출력
S300
건물 성능 분석부에 의하여, BEM을 기초로 건물 성능 분석을 수행
S400
끝

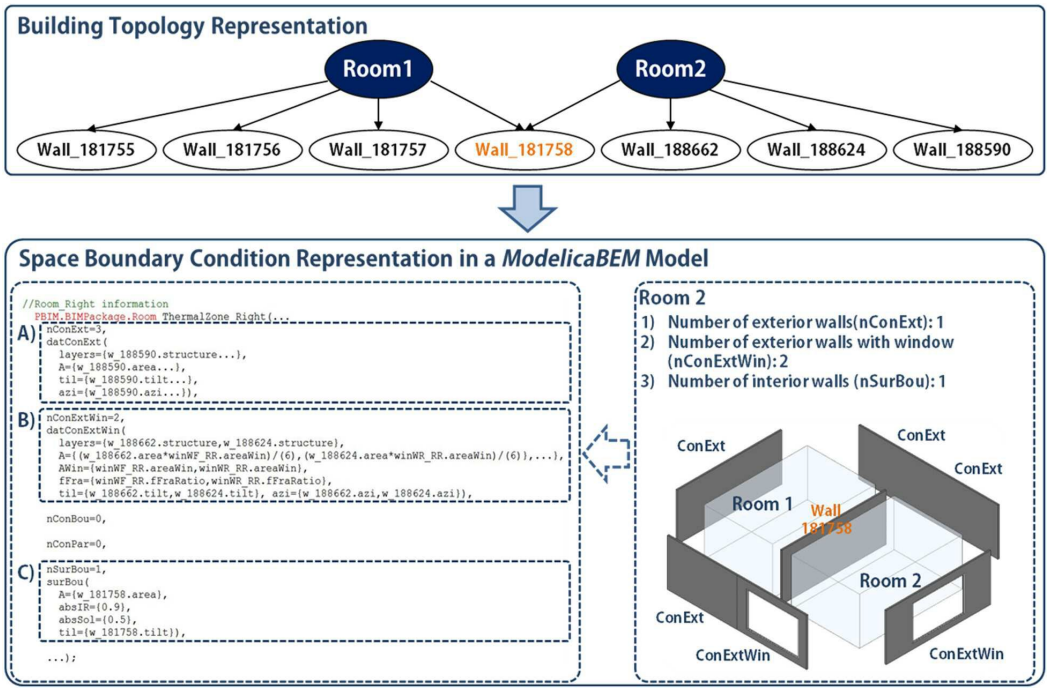
도면3


시 작
S210
객체 탐색 모듈에 의하여
건물 정보 모델에서 객체가 탐색
S220
서브 객체 탐색 모듈에 의하여
객체에 포함된 서브 객체가 탐색
S230
주변 객체 탐색 모듈에 의하여
탐색된 객체와 인접한 주변 객체가 탐색
S240
서브 객체 탐색 모듈에 의하여
주변 객체의 서브 객체가 탐색
S250
서브 객체 비교 모듈에 의하여
서브 객체들이 비교
S260
객체의 서브 객체와 주변 객체의
서브 객체가 공통되는가?
No
Yes
S262
S261
공통된 서브 객체가 기 설정된 방법에
의하여 별도의 타입으로 설정
공통되지 않은 서브 객체가
기존 속성에 따른 타입으로 설정
끝

도면4


(A) BIM model creation
(B) Building Topology Generation
Execute the TranslatingBuildingTopology Application
Execute the implemented algorithm
Search and investigate all room components.
Inspect all the enveloping wall objects in each room component.
Analyze building topology to investigate which wall component(s) is shared
Representation of Building Topology Generation
Wall 181756
Wall 181755
Wall 188590
Room 1
Wall 181758
Room 2
Wall 181757
Wall 188662
Wall 188624
Searched room components
- Room 1 and Room 2
Shared wall component
- Wall 181758
Enclosed wall components
- Room 1: Wall 181755, 181756, 181757, 181758
- Room 2: Wall 188590, 188624, 188662, 181758
Room 1
Room 2
(C) Building Topology Representation
Room1
Room2
Wall_181755
Wall_181756
Wall_181757
Wall_181758
Wall_188662
Wall_188624
Wall_188590

도면5


Building Topology Representation
Room1
Room2
Wall_181755
Wall_181756
Wall_181757
Wall_181758
Wall_188662
Wall_188624
Wall_188590
Space Boundary Condition Representation in a ModelicaBEM Model
//Room_Right information
PBIM.BIMPackage.Room ThermalZone_Right(...
A)
nConExt=3,
datConExt(
layers={w_188590.structure...},
A={w_188590.area...},
til={w_188590.tilt...},
azi={w_188590.azi...}),
B)
nConExtWin=2,
datConExtWin(
layers={w_188662.structure,w_188624.structure},
A={{w_188662.area*winWF_RR.areaWin)/(6),{w_188624.area*winWR_RR.areaWin)/(6)},...},
AWin={winWF_RR.areaWin,winWR_RR.areaWin},
fFra={winWF_RR.fFraRatio,winWR_RR.fFraRatio},
til={w_188662.tilt,w_188624.tilt}, azi={w_188662.azi,w_188624.azi}),
nConBou=0,
nConPar=0,
C)
nSurBou=1,
surBou(
A={w_181758.area},
absIR={0.9},
absSol={0.5},
til={w_181758.tilt}),
...);
Room 2
1) Number of exterior walls(nConExt): 1
2) Number of exterior walls with window (nConExtWin): 2
3) Number of interior walls (nSurBou): 1
ConExt
ConExt
ConExt
Room 1
Wall 181758
Room 2
ConExt
ConExtWin
ConExtWin