(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0019073
(43) 공개일자 2025년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01C 21/20 (2006.01) *G01C 21/00* (2006.01)
G01C 5/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01C 21/206 (2013.01)
G01C 21/3893 (2020.08)
(21) 출원번호 10-2024-7042688
(22) 출원일자(국제) 2023년05월24일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년12월24일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2023/055352
(87) 국제공개번호 WO 2023/228113
국제공개일자 2023년11월30일
(30) 우선권주장
63/365,357 2022년05월26일 미국(US)

(71) 출원인
넥스트나브, 엘엘씨
미국, 캘리포니아 94085, 써니베일, 484 오크메드 파크웨이
(72) 발명자
도르모디, 마이클
미국, 캘리포니아 94085, 써니베일, 484 오크메드 파크웨이
나가라잔, 바드리나스
미국, 캘리포니아 94085, 써니베일, 484 오크메드 파크웨이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
강명구

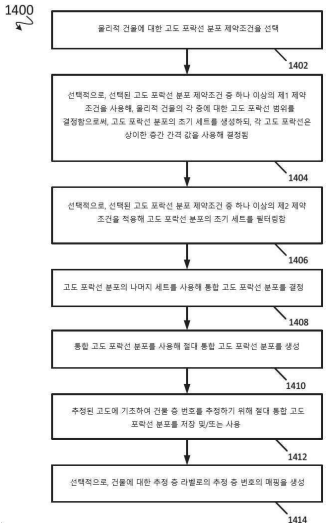
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **구조물의 층 번호와 층 라벨 추정**

(57) 요 약

방법은 건물에 대한 고도 포락선 분포 제약조건의 세트를 선택하는 단계 및 제약조건에 따라 건물에 대한 고도 포락선 분포의 세트를 생성하는 단계를 포함한다. 각 고도 포락선 분포는 하나 이상의 제1 고도 포락선을 포함한다. 통합 고도 포락선 분포가 고도 포락선 분포의 세트를 사용해 제약조건에 따라 건물에 대해 생성된다. 통합 고도 포락선 분포는 하나 이상의 제2 고도 포락선을 포함한다. 건물의 기준 고도가 결정되고, 기준 고도 및 통합 고도 포락선 분포를 사용해 절대 통합 고도 포락선 분포가 결정된다. 통합 고도 포락선 분포는, 건물의 각각의 추정 층 번호에 각각 대응하는 하나 이상의 제3 고도 포락선을 포함한다.

대 표 도 - 도14



(52) CPC특허분류
G01C 5/06 (2019.08)
(72) 발명자
한, 구이유안
미국, 캘리포니아 94085, 써니베일, 484 오크메드 파크웨이
라구파시, 아룬
미국, 캘리포니아 94085, 써니베일, 484 오크메드 파크웨이

명 세 서

청구범위

청구항 1

방법으로서,

물리적 건물에 대한 고도 포락선 분포 제약조건의 세트를 선택하는 단계,

고도 포락선 분포 제약조건의 세트에 따라 물리적 건물에 대한 고도 포락선 분포의 세트를 생성하는 단계 - 각 고도 포락선 분포는 하나 이상의 제1 고도 포락선을 포함하고, 각 제1 고도 포락선은 상기 물리적 건물의 각각의 추정 층 번호에 대응함 - ,

고도 포락선 분포의 세트를 사용하여 고도 포락선 분포 제약조건의 세트에 따라 상기 물리적 건물에 대한 통합 고도 포락선 분포를 생성하는 단계 - 상기 통합 고도 포락선 분포는 하나 이상의 제2 고도 포락선을 포함하고, 하나 이상의 제2 고도 포락선 각각은 상기 물리적 건물의 각각의 추정 층 번호에 대응함 - ,

상기 물리적 건물의 기준 고도를 결정하는 단계, 및

기준 고도 및 통합 고도 포락선 분포를 사용하여 절대 통합 고도 포락선 분포를 결정하는 단계 - 상기 통합 고도 포락선 분포는 하나 이상의 제3 고도 포락선을 포함하고, 각각의 제3 고도 포락선은 상기 물리적 건물의 각각의 추정 층 번호에 대응함 - 를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고도 포락선 분포 제약조건의 세트에 따라 상기 물리적 건물에 대한 고도 포락선 분포의 세트를 생성하는 단계는

제1 고도 포락선 분포 제약조건을 사용해 고도 포락선 분포의 초기 세트를 생성하는 것,

제2 고도 포락선 분포 제약조건을 사용해 고도 포락선 분포의 초기 세트를 필터링하는 것, 및

필터링 후 상기 고도 포락선 분포의 초기 세트의 나머지 고도 포락선 분포를 고도 포락선 분포의 세트로서 사용하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 고도 포락선 분포 제약조건은 최대 층 개수이고,

상기 제2 고도 포락선 분포 제약조건은 최대 건물 높이인, 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

고도 포락선 분포의 초기 세트는 복수의 고도 포락선 분포를 포함하고,

고도 포락선 분포 각각은 고도 포락선 분포의 각 층 번호와 연관된 최소 고도 값 및 최대 고도 값을 포함하는, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

고도 포락선 분포 제약조건의 세트는 최소 건물 높이, 최대 건물 높이, 최소 층 높이, 최대 층 높이, 최소 층 개수, 및 최대 층 개수를 포함하는 제약조건의 리스트로부터 선택되는, 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 고도 포락선 분포 제약조건의 세트를 선택하는 단계는 상기 물리적 건물을 포함하는 지역의 형태에 기초하여 개별적으로 그리고 조합하여 초기에 선택된 고도 포락선 분포 제약의 세트를 검증하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

모바일 장치의 추정 고도를 식별하는 단계,

절대 통합 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 추정 고도가 층 번호에 대응하는 고도 포락선 내에 있음을 결정하면, 해당 층 번호를 추정 층 번호의 리스트에 추가하는 단계, 및

추정 층 번호의 리스트를 종료점으로 반환하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

모바일 장치의 추정 고도를 식별하는 단계,

절대 통합 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 해당 층 번호에 대응하는 고도 포락선의 수직 중심 경향치(vertical central tendency)를 계산하는 단계,

절대 통합 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 추정 고도와 상기 층 번호에 대응하는 수직 중심 경향치 간 거리 크기를 계산하는 단계,

절대 통합 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 해당 층 번호에 대한 거리 크기에 기초하여 추정 층 번호의 리스트에 해당 층 번호를 조건부 추가하는 단계,

추정 층 번호의 리스트를 종료점으로 반환하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

해당 층 번호에 대한 거리 크기에 기초하여 추정 층 번호의 리스트에 해당 층 번호를 조건부로 추가하는 단계는,

해당 층 번호의 대응하는 거리 크기가 다른 층 번호들에 대응하는 거리 크기에 비교해서 가장 작은 거리 크기인 경우 추정 층 번호의 리스트에 해당 층 번호를 추가하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

해당 층 번호에 대한 거리 크기에 기초하여 추정 층 번호의 리스트에 해당 층 번호를 조건부로 추가하는 단계는,

해당 층 번호의 대응하는 거리 크기가 지정 임계치보다 작은 경우 추정 층 번호의 리스트에 해당 층 번호를 추가하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

해당 층 번호에 대한 거리 크기에 기초하여 추정 층 번호의 리스트에 해당 층 번호를 조건부로 추가하는 단계는,

각자의 거리 크기로 정렬된 추정 층 번호의 리스트에 모든 가능한 층 번호를 추가하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

모바일 장치의 추정 고도 데이터를 식별하는 단계,

절대 통합 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 추정 고도 데이터 및 해당 층 번호에 대응하는 고도 포락선을 사용해 고도 겹침 값을 계산하는 단계,

절대 통합 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 해당 층 번호에 대한 계산된 고도 겹침 값에 기초하여 추정 층 번호의 리스트에 해당 층 번호를 조건부 추가하는 단계,

추정 층 번호의 리스트를 종료점으로 반환하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

해당 층 번호에 대한 계산된 고도 겹침 값에 기초하여 추정 층 번호의 리스트에 해당 층 번호를 조건부로 추가하는 단계는,

해당 층 번호에 대한 계산된 고도 겹침 값이 다른 층 번호에 대응하는 계산된 고도 겹침 값에 비교해서 가장 큰 계산된 고도 겹침 값인 경우 해당 층 번호를 추정 층 번호의 리스트에 추가하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

해당 층 번호에 대한 계산된 고도 겹침 값에 기초하여 추정 층 번호의 리스트에 해당 층 번호를 조건부로 추가하는 단계는,

해당 층 번호의 대응하는 계산된 고도 겹침 값이 주어진 퍼센티지 임계치보다 큰 경우 추정 층 번호의 리스트에 해당 층 번호를 추가하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

해당 층 번호에 대한 계산된 고도 겹침 값에 기초하여 추정 층 번호의 리스트에 해당 층 번호를 조건부로 추가하는 단계는,

각자의 계산된 고도 겹침 값으로 정렬된, 추정 층 번호의 리스트에 모든 가능한 층 번호를 추가하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 16

제1항에 있어서,

물리적 건물의 각 추정 층 번호를 동일하게 명명된 추정 층 라벨에 매핑하는 단계,

지역적 기준 및 문화적 기준 중 적어도 하나에 기초하여 매핑으로부터 추정 층 라벨을 제거하는 단계,

추가 추정 층 라벨을 상기 매핑에 추가하는 단계, 및

추정 층 번호를 추정 층 라벨에 정렬하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 17

제1항에 있어서,

모바일 장치의 추정 위치 및 상기 모바일 장치의 추정 고도를 식별하는 단계,

상기 모바일 장치의 추정 위치에 대응하는 하나 이상의 물리적 건물을 식별하는 단계,

하나 이상의 물리적 건물 각각에 대해, 해당 건물과 연관된 각각의 절대 통합 고도 포락선 분포를 식별하는 단

계,

하나 이상의 물리적 건물 각각에 대해, 모바일 장치의 추정 고도 및 해당 건물과 연관된 각자의 절대 통합 고도 포락선 분포를 사용해 추정 층 번호의 리스트를 결정하는 단계, 및

하나 이상의 물리적 건물 각각에 대해, 상기 추정 층 번호의 리스트를 종료점으로 반환하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 기준 고도는 상기 물리적 건물의 지상층(ground floor)의 고도이며, i) 물리적 건물의 풋프린트 내 지형 데이터베이스의 고도를 질의하고 물리적 건물의 풋프린트에 걸친 고도들을 평균내거나, ii) 건물 데이터베이스로부터 물리적 건물의 지상층의 고도를 불러옴으로써, 결정되는, 방법.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 기준 고도는 물리적 건물의 지상층의 고도이고 상기 물리적 건물의 풋프린트 외부 지형 데이터베이스의 고도를 질의하고 고도를 평균냄으로써 결정되는, 방법.

청구항 20

하나 이상의 서버를 포함하는 시스템으로서, 상기 서버는,

물리적 건물에 대한 고도 포락선 분포 제약의 세트를 선택하고,

고도 포락선 분포 제약의 세트에 따라 물리적 건물에 대한 고도 포락선 분포의 세트를 생성하며 - 각 고도 포락선 분포는 하나 이상의 제1 고도 포락선을 포함하고, 각 제1 고도 포락선은 상기 물리적 건물의 각각의 추정 층 번호에 대응함 - ,

고도 포락선 분포의 세트를 사용하여 고도 포락선 분포 제약의 세트에 따라 상기 물리적 건물에 대한 통합 고도 포락선 분포를 생성하고 - 상기 통합 고도 포락선 분포는 하나 이상의 제2 고도 포락선을 포함하고, 하나 이상의 제2 고도 포락선 각각은 상기 물리적 건물의 각각의 추정 층 번호에 대응함 - ,

상기 물리적 건물의 기준 고도를 결정하며,

기준 고도 및 통합 고도 포락선 분포를 사용하여 절대 통합 고도 포락선 분포를 결정하도록 작동 가능한 - 상기 통합 고도 포락선 분포는 하나 이상의 제3 고도 포락선을 포함하고, 각각의 하나 이상의 제3 고도 포락선은 상기 물리적 건물의 각각의 추정 층 번호에 대응함 - , 시스템.

발명의 설명

배 경 기 술

[0001] 관련 출원

[0002] 이 출원은 2022년05월26일자 출원된 미국 특허 출원 번호 63/365,357의 우선권을 주장하며, 상기 미국 특허 출원은 모든 목적으로 본 명세서에 참조로서 포함된다.

[0003] 배경기술

[0004] 특정 환경에서 모바일 장치(가령, 사용자에 의해 작동되는 스마트폰)의 정확한 위치를 결정하는 것은 매우 어려울 수 있는데, 특히 모바일 장치가 지면 위에 위치할 수 있는 도시 환경(가령, 건물 내부)에 있는 경우 더욱 그렇다. 모바일 장치의 고도의 부정확한 추정은 건물의 여러 층에서 사용자를 수색할 때 응급 대원의 대응 시간을 지연시킬 수 있으므로 모바일 장치의 사용자의 생사에 영향을 미칠 수 있다. 덜 심각한 상황이더라도 부정확한 고도 추정으로 인해 사용자는 환경 내에서 잘못된 지역으로 이동할 수 있다.

[0005] 실제로, 모바일 장치의 추정 고도는 종종 기준 프레임을 기준으로 제공되거나 디스플레이된다. 일반적으로 지구 표면을 기준으로 한 고도는 타원체 위 높이(height above ellipsoid)(HAE) 또는 해면고도(above mean sea

level)(AMSL)이다. 그러나 이들 값은 사용자가 직관적일 수도 있지만 직관적이지 않을 수도 있는 고도 값을 해석할 수 있다고 가정하기 때문에 최종 사용자에게 유용하지 않을 수 있다.

[0006] 고도를 보고하는 또 다른 방법은, i) 평균 해발 높이(Mean Sea Level)라고도 알려져 있으며 지오이드(정확한 표면 높이를 측정하는 데 사용되는 전역 평균 해발 모델)를 사용함으로써 결정되는 해발 높이, ii) 지형 데이터베이스(terrain database)를 사용하여 결정되는 지형 위 높이(height above terrain)(HAT), 및 iii) 특히, 구조물 내부에 있을 때 사용자에게 가장 유용한 층 번호를 포함한다.

[0007] 처음 두 가지 방법은 각각 지오이드와 지형 데이터베이스로부터 쉽게 이용 가능할 수 있는 반면, 세 번째 방법은 시간 소모적이고 비용이 많이 드는 조사 작업을 사용해 구축될 수 있는 건물 층 수준에 대한 광범위하고 철저한 데이터베이스에 의존하기 때문에 쉽게 이용 가능하지 않을 수 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0008] 일부 실시예에서, 방법은 물리적 건물에 대한 고도 포락선 분포 제약조건의 세트를 선택하는 단계를 포함한다. 고도 포락선 분포 제약의 세트에 따라 물리적 건물에 대한 고도 포락선 분포의 세트가 생성되며, 각 고도 포락선 분포는 하나 이상의 제1 고도 포락선을 포함하고, 각 제1 고도 포락선은 상기 물리적 건물의 각각의 추정 층 번호에 대응한다. 고도 포락선 분포의 세트를 사용하여 고도 포락선 분포 제약의 세트에 따라 상기 물리적 건물에 대한 통합 고도 포락선 분포가 생성되며, 상기 통합 고도 포락선 분포는 하나 이상의 제2 고도 포락선을 포함하고, 하나 이상의 제2 고도 포락선 각각은 상기 물리적 건물의 각각의 추정 층 번호에 대응한다. 물리적 건물에 대해 기준 고도가 결정되고, 기준 고도 및 통합 고도 포락선 분포를 사용하여 절대 통합 고도 포락선 분포가 결정되며, 상기 통합 고도 포락선 분포는 하나 이상의 제3 고도 포락선을 포함하고, 각각의 제3 고도 포락선은 상기 물리적 건물의 각각의 추정 층 번호에 대응한다.

[0009] 일부 실시예에서, 시스템이 물리적 건물에 대한 고도 포락선 분포 제약조건의 세트를 선택하고, 고도 포락선 분포 제약조건의 세트에 따라 물리적 건물에 대한 고도 포락선 분포의 세트를 생성하도록 작동 가능한 하나 이상의 서버를 포함한다. 각 고도 포락선 분포는 하나 이상의 제1 고도 포락선을 포함하고, 각각의 제1 고도 포락선은 물리적 건물의 각각의 추정 층 번호에 대응한다. 고도 포락선 분포의 세트를 사용하여 고도 포락선 분포 제약의 세트에 따라 상기 물리적 건물에 대한 통합 고도 포락선 분포가 생성되고, 상기 통합 고도 포락선 분포는 하나 이상의 제2 고도 포락선을 포함하고, 하나 이상의 제2 고도 포락선 각각은 상기 물리적 건물의 각각의 추정 층 번호에 대응한다. 물리적 건물에 대해 기준 고도가 결정되고, 기준 고도 및 통합 고도 포락선 분포를 사용하여 절대 통합 고도 포락선 분포가 결정되며, 상기 통합 고도 포락선 분포는 하나 이상의 제3 고도 포락선을 포함하고, 각각의 제3 고도 포락선은 상기 물리적 건물의 각각의 추정 층 번호에 대응한다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 일부 실시예에 따라, 모바일 장치의 건물 층 번호 및/또는 층 라벨을 추정하기 위한 단순화된 작동 환경을 보여준다.

도 2는 일부 실시예에 따른, 도 1의 물리적 건물에 대응하는 건물 모델의 단순화된 예시를 보여준다.

도 3은 일부 실시예에 따라, 예시적 고도 포락선 범위의 표를 보여준다.

도 4는 일부 실시예에 따라, 고도 포락선 범위의 예시적 분포의 표를 보여준다.

도 5는 일부 실시예에 따라, 예시적 통합 고도 포락선 값의 표를 보여준다.

도 6-13은 일부 실시예에 따라, 예시적 통합 고도 포락선 분포의 그래픽적 표현을 보여준다.

도 14는 일부 실시예에 따라, 통합 고도 분포를 결정하기 위한 프로세스의 일부분의 단순화된 예를 보여준다.

도 15는 일부 실시예에 따라, 추정 고도에 기초하여 건물 층 번호를 추정하기 위한 프로세스의 일부분의 단순화된 예이다.

도 16은 일부 실시예에 따라, 예시적 절대 통합 고도 포락선 분포의 그래픽 표현을 보여준다.

도 17은 일부 실시예에 따라, 추정 고도에 기초하여 건물 층 번호를 추정하기 위한 프로세스의 일부분의 단순화

된 예시를 포함한다.

도 18은 일부 실시예에 따라, 예시적 절대 통합 고도 포락선 분포의 그래픽 표현을 보여준다.

도 19은 일부 실시예에 따라, 추정 고도에 기초하여 건물 층 번호를 추정하기 위한 프로세스의 일부분의 단순화된 예시를 포함한다.

도 20은 일부 실시예에 따라, 예시적 절대 통합 고도 포락선 분포의 그래픽 표현을 보여준다.

도 21은 일부 실시예에 따라, 층 번호를 층 라벨에 매핑하기 위한 프로세스의 일부분의 단순화된 예를 포함한다.

도 22은 일부 실시예에 따라, 추정 고도에 기초하여 건물 층 번호를 추정하기 위한 프로세스의 일부분의 단순화된 예시를 포함한다.

도 23은 일부 실시예에 따라, 작동 환경의 단순화된 평면도를 보여준다.

도 24는 일부 실시예에 따라, 도 1에 도시된 작동 환경의 송신기, 모바일 장치, 및 서버의 단순화된 구현예를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 명세서에는 구조물의 층 지정자, 가령, 층 번호 및/또는 층 라벨을 추정하고 추정 층 지정자를 대응하는 추정 고도를 "매핑"(즉, 논리적으로 연관 또는 링크)하는 방법이 개시된다. 이러한 구조물은 건물, 주차장, 기념물 및 그 밖의 다른 구조물을 포함한다. 이러한 구조물은 본 명세서에서 "건물"로 지칭되지만, 이 용어는 하나 이상의 층을 가진 임의의 구조물을 의미하는 것으로 이해된다. 매핑된 추정 건물 층 지정자는 차후 검색될 수 있도록 데이터베이스에 추가될 수 있다. 검색 시, 추정 건물 층 지정자는 모바일 장치의 추정 고도를 추정 층 번호 및/또는 층 라벨로 변환하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 사용자가 고층 사무실 건물에서 911과 같은 응급 서비스에 전화를 거는 상황에서, 사용자가 건물의 몇 층에 있는지 나타내는 층 지정자는 사용자의 모바일 장치에서 보고된 미가공 추정 고도 값을 받는 것보다 사용자에게 연락하려는 응급 대응자에게 훨씬 더 유용할 수 있다.

[0012] 본 명세서에 개시된 바와 같이, 층 지정자를 추정하고 이를 대응하는 고도에 매핑하는 작업은 유리하게 계산적으로 수행되며 각 물리적 건물에 대한 이러한 매핑 값을 생성하기 위해 비용이 많이 드는 건물 조사가 필요하지 않다. 추정 건물 층 지정자는 추정 건물 "층 번호" 및/또는 추정 건물 "층 라벨"을 포함한다. 층 번호와 층 라벨은 건물의 실제 조사에 기초하여 결정되는 것과 달리 대부분 계산을 통해 결정될 수 있기 때문에 "추정"이라고 한다. 그러나 일부 실시예에서는 크라우드 소싱 및 조사 데이터가 매핑된 데이터에 포함될 수 있으며 따라서 매핑된 추정 건물 층 지정자 중 일부는 사용자 또는 조사자가 제공한 데이터를 기반으로 매핑될 수 있다. 어떤 층 지정자를 사용할지는 추정 값, 매핑된 값 또는 이 둘의 조합을 통해 선택될 수 있다.

[0013] 본 명세서에 언급된 층 라벨(floor label)은 층 번호(floor number)와 구별된다. 이러한 구별은 사용자가 관찰한 수 라벨이 실제 층 번호 카운트(가령, 지면으로부터의 카운팅)를 반영하지 않을 수 있고 국가나 형태에 따라 다를 수 있기 때문이다. 예를 들어, 미국에서 층 라벨 "1층"은 지상 높이 층(ground-level floor)에 대응하고 층 라벨 "2층"은 지상 높이 층보다 하나 위 층에 대응한다. 또 다른 국가에서, 층 라벨 "1층"은 지상 높이 층보다 하나 위 층에 대응하고, "지상층"는 지상 높이 층에 대응한다. 예를 들어, 캐나다의 몬트리올에서, 지상층이 지상층에 대한 프랑스어인 "Rez-de-chausee"의 약자인 "RC"로 라벨링된다. 또 다른 예로, 실제로 13층이 있음에도 불구하고 숫자 13과 관련된 오명 때문에 "13층"이라는 층 라벨이 생략되는 경우가 많다. 또 다른 예로, 실제로 층 번호 4, 24, 34, 40 등이 있는데도 불구하고, 숫자 4가 포함된 층 라벨은 숫자 4와 관련된 오명 때문에 일부 국가나 문화권에서 생략된다. 위에 제시한 내용은 몇 가지 일반적인 예를 제시한 것이지만, 모든 변형을 포괄한 목록은 아니다.

[0014] 도 1은 일부 실시예에 따라 모바일 장치의 층 번호 및/또는 층 라벨을 추정하기 위한 단순화된 작동 환경(100)을 보여준다. 작동 환경은 제1 건물(190), 제2 건물(191), 모바일 장치(120a-e), 위성(150), 지형 송신기 네트워크(110a-b) 및 서버(130)를 포함한다. 또한 위성(150)으로부터의 위치 신호(153), 각자의 송신기(110a-b)로부터의 위치 신호(113a-b), 고도 지정자 고도 1 내지 n+1, 및 서버(130)와 연관된 통신 및 커맨드 신호가 도시된다.

[0015] 위에서 논의한 대로, 건물마다 층 번호 라벨이 다를 수 있다. 예를 들어, 건물(190)은 가장 낮은 층부터 가장

높은 층 순으로 "L1 층", "지상층", "1층", "펜트하우스"라는 라벨이 붙어 있다. 비교해 보면, 건물(191)은 가장 낮은 층부터 높은 층까지 "주차장", "1층", "2층"이라는 라벨이 붙어 있다. 따라서 모바일 장치(120b) 및 모바일 장치(120e)가 모두 고도 레벨 Altitude 2에 있고, 모바일 장치(120b) 및 모바일 장치(120e)가 모두 각각의 건물에서 거리 수준에 있더라도, 모바일 장치(120b)는 "지상층"이라는 라벨이 붙은 건물 층에 있는 반면, 모바일 장치(120e)는 "1층"이라는 라벨이 붙은 건물 층에 있다.

[0016] 각 송신기(110a-b)와 모바일 장치(120a-e)는 서로 다른 지형에 비해 다양한 자연 또는 인공 구조물(가령, 건물(190/191))의 내부 또는 외부의 서로 다른 고도 또는 깊이에 위치할 수 있다. 위치 신호(113a-b 및 153)는 각각 송신기(110a-b) 및 위성(150)으로부터 송신되고, 이후 알려진 송신 기술을 사용하여 모바일 장치(120)에 의해 수신된다. 단순화를 위해 지상 송신기를 두 개만 표시했지만, 지상 송신기의 네트워크(110a-b)에는 두 개보다 많은 송신기가 포함될 수 있음이 이해된다. 마찬가지로, 단순화를 위해 하나의 위성만 표시했지만, 위성(150)은 한 개보다 많은 위성을 포함할 수 있음이 이해된다.

[0017] 송신기(110a-b)는 시간 슬롯, 의사랜덤 시퀀스, 주파수 오프셋 또는 그 밖의 다른 접근 방식을 활용하는 하나 이상의 공통 다중화 파라미터를 사용하여 신호(113a-b)를 송신할 수 있으며, 이는 해당 기술 분야에서 알려져 있거나 여기에 공개된 바와 같다. 모바일 장치(120a-e)는 모바일 폰 또는 다른 무선 통신 장치, 휴대용 컴퓨터, 내비게이션 장치, 추적 장치, 수신기 또는 신호(113a-b 및/또는 153)를 수신할 수 있는 그 밖의 다른 적합한 장치를 포함하여 다양한 형태를 취할 수 있다. 송신기(110a-b), 모바일 장치(120) 및 서버(130)의 가능한 구성요소의 예가 도 24에 도시되어 있으며 아래에서 논의된다. 특히, 각 송신기(110a-b) 및 모바일 장치(120a-e)는 모바일 장치(120a-e)의 알려지지 않은 고도를 추정하는 데 사용되는 대기 조건(가령, 대기압 및 온도)의 측정치를 생성하기 위한 대기 센서(가령, 대기압, 온도 및/또는 습도 센서, 기상 관측소 등)를 포함할 수 있다.

[0018] 모바일 장치의 고도를 추정하는 데에는 여러 가지 접근 방식이 있다. 기압 기반 위치 시스템에서 고도는 모바일 장치의 교정된 압력 센서에서 측정한 압력과 교정된 기준 압력 센서 네트워크에서 측정한 주변 압력, 그리고 네트워크나 다른 소스에서 측정한 주변 온도를 사용하여 계산할 수 있다. 모바일 장치의 고도의 추정치(h_{mobile})는 다음과 같이 필요한 정보를 수신하는 모바일 장치, 서버, 또는 또 다른 기계에 의해 계산될 수 있다:

[0019] $$h_{mobile} = h_{sensor} - \frac{RT_{remote}}{gM} ln\left(\frac{P_{sensor}}{P_{mobile}}\right)$$ (수식 1),

[0020] 여기서 P_{mobile}은 모바일 장치의 압력 센서에 의한 모바일 장치의 위치에서의 압력의 추정치이고, P_{sensor}는 실제 압력에서 허용되는 압력 양 이내(가령, 5 Pa 미만)로 정확한 기준 압력 센서의 위치에서의 압력의 추정치이며, T_{remote}는 기준 압력 센서의 위치 또는 원격 온도 센서의 상이한 위치에서의 온도의 추정치(가령, 켈빈 단위)이고, h_{sensor}는 원하는 고도 오차 범위(가령, 1.0 미터 미만) 내에서 추정된 기준 압력 센서의 추정 고도이며, g는 중력 가속도(가령, -9.8 m/s^2)에 대응하고, R은 기체 상수이며, M은 공기(가령, 건조 공기 또는 기타)의 몰 질량이다. 수식 1의 대체 실시예에서는 마이너스 부호(−)가 플러스 부호(+)로 대체될 수 있으며, 이는 해당 기술 분야의 통상의 기술자라면 누구나 이해할 수 있을 것이다(가령, g = 9.8 m/s^2). 기준 압력 센서의 위치에서의 압력의 추정치는 기준 압력 센서에 대응하는 추정 기준-레벨 압력으로 변환될 수 있는데, 이는 기준 압력 센서의 위도와 경도, 그러나 기준 압력 센서의 고도와 상이할 가능성이 높은 기준 레벨 고도에서의 압력 추정치를 지정한다. 기준-레벨 압력은 다음과 같이 결정될 수 있다:

[0021] $$P_{ref} = P_{sensor} \times exp\left(\frac{gM(h_{ref} - h_{sensor})}{RT_{remote}}\right)$$ (수식 2),

[0022] 여기서 P_{sensor}는 기준 압력 센서의 위치에서의 압력의 추정치이고, P_{ref}는 기준-레벨 압력 추정치이며, h_{ref}는 기준-레벨 고도이다. 모바일 장치의 고도 h_{mobile}는 수식 1을 사용하여 계산될 수 있는데, 여기서, h_{ref}가 h_{sensor}를 대체하고 P_{ref}가 P_{sensor}를 대체한다. 기준-레벨 고도 h_{ref}는 어떠한 고도라도 가능하며 종종 평균 해수면(MSL)으로 설정된다. 둘 이상의 기준-레벨 압력 추정치가 사용 가능할 때, 기준-레벨 압력 추정치는 단일 기준-레벨 압력 추정치 값으로 결합되고(가령, 기준 압력의 평균, 가중 평균 또는 그 밖의 다른 적합한 조합을 사용해), 단일 기준-레벨 압력 추정치 값이 기준-레벨 압력 추정치 P_{ref}에 사용된다.

[0023] 본 명세서에 개시된 바와 같이, 물리적 건물에 대응하는 건물 모델이 개별 "적층된" 층으로 계산적으로 구성된

다. 즉, 건물 모델은 건물 모델의 각 층에 대한 수직 경계 및/또는 오프셋을 계산적으로 결정하고 이러한 수직 경계 및/또는 오프셋을 누적함으로써 "건설"된다. "건물 층 번호"라는 용어는 사용자가 서게 될 실제 표면이 아닌 건물 내의 레벨을 의미하는 것으로 간주된다. 사용자가 층에 차지할 수 있는 물리적 공간을 본 명세서에서 "고도 포락선(altitude envelope)"이라고 하며, 이는 층의 가장 낮은 표면(즉, 해당 층의 "지면(ground)")과 해당 층의 천장으로 경계를 이루며, 경계는 지면과 천장 간 간격(ground-to-ceiling separation)으로 구분된다.

[0024] 제1 층의 고도 포락선은, 적절한 중간 층/천장 간격 값("경계 두께")을 두고, 제2 층의 고도 포락선 위 또는 아래에 "적층"되며, 이는 제1 층과 제2 층을 논리적 또는 수학적으로 연관시킴으로써 이뤄진다. 경계 두께는 선택한 규칙에 따라 바닥의 두께나 천장의 두께가 될 수 있다. 간단한 예로, 두 개의 층이 적층된 건물 모델은 각 층의 높이를 합친 것과 같은 건물 모델 높이 값을 가질 수 있다. 또는, 두 개의 층이 적층된 건물 모델은 가장 낮은 층이 지하로 모델링된 경우 가장 위에 적층된 층의 높이와 정확히 같은 건물 높이 값을 가질 수 있다.

[0025] 일부 실시예에서는 건물 모델의 각 층의 고도 포락선이 건물 모델의 가장 낮은 시작점 위나 다른 층의 가장 낮은 시작점 위에 적층된다. 다른 실시예에서, 건물 모델의 각 층이 건물 모델의 가장 높은 시작점 아래나 다른 층 아래에 적층된다. 각 층은 층간 간격(floor-to-floor separation)이라는 수직 거리를 포함한다. 층간 간격은 층의 지면과 천장 간 간격과 경계 두께를 포함한다.

[0026] 도 2는 일부 실시예에 따른 물리적 건물(가령, 도 1의 건물(190))에 대응하는 건물 모델(290a 및 290b)의 단순화된 예(200)를 보여준다. 제1 건물 모델(290a)은 층(220a-d), 경계 두께 값(206a-d), 지면과 천장 간 간격 값(202a-d), 및 층간 간격 값(204a-d)을 포함한다. 제2 건물 모델(290b)은 층(220e-h), 경계 두께 값(206e-h), 지면과 천장 간 간격 값(202e-h), 및 층간 간격 값(204e-h)을 포함한다. 0층으로 라벨링된 층은 지하에 있는 것으로 간주된다. 건물 모델(290a)의 1층으로 라벨링된 층(220b)의 지면은 지형의 최상층 표면과 수직으로 정렬된다고 가정한다. 비교를 위해, 건물 모델(290b)의 1층으로 라벨링된 층(220f)의 지면은 경계 두께'로 라벨링된 경계 두께 값(206e)에 의해 지형의 상단 표면으로부터 오프셋되어 있다고 가정된다.

[0027] 일부 실시예에서, 층간 간격 값이 건물 모델 전체에 걸쳐 균일하다고 가정한다. 다른 실시예에서는, 층간 간격 값은 건물 모델의 일부 또는 전체 부분에서 균일하지 않다고 가정한다. 예를 들어, 일부 층에 대해 층간 간격 값이 더 클 수 있다(가령, 호텔 로비를 모델링하는 경우).

[0028] 일부 실시예에서, 경계 두께 값이 건물 모델 전체에 걸쳐 균일하다고 가정한다. 다른 실시예에서는 경계 두께 값이 건물 모델의 일부 또는 전체 부분에서 균일하지 않다고 가정한다. 예를 들어, 경계 두께 값이 일부 층들에 대해, 가령, 로비 위의 천장, 대형 회의실 아래의 층 등을 모델링하는 경우, 더 클 수 있다. 건물 모델의 상부에서의 경계 두께 값(지붕 두께라고도 함)(가령, 206d 및 206h)은 나머지 건물 모델의 경계 두께 값보다 클 수도 있다.

[0029] 일부 실시예에서, 다락방이나 크롤 공간(crawl space)처럼 사람이 실제로 거주할 수 있는 집 안의 인구가 적은 장소가 고려된다. 다락방은 일반적으로 건물의 최상층 위, 지붕 아래에 위치한다. 다락방은 종종 수평으로 평평한 천장이 없고 지붕과 최상층 위의 바닥/천장 두께로 경계를 이룬다. 크롤 공간은 일반적으로 건물 아래에 위치하며 수직 여유 공간이 거의 없는 작은 공간으로, 전선, 케이블, 파이프 등을 설치하는 데 사용된다.

[0030] 물리적 건물을 모델링할 때 다락방을 고려하기 위해, 일부 실시예에서는 일반적으로 최대 바닥-천장 간격 값이 더 작은 추가 층이 추정 층의 상단 부근에 추가된다. 일부 실시예에서, 건물 데이터베이스가 건물의 높이에 대한 통계, 가령, 최대 높이(지붕의 맨 꼭대기에 대응) 또는 최소 높이(지붕 선 또는 지붕의 가장 낮은 지점에 대응)를 제공하는 경우 임계치(가령, 2미터) 이상의 차이가 계산될 수 있다. 계산된 차이는 지붕이 경사져 있고 다락방 공간이 있을 가능성이 있는지 여부를 결정하는 데 사용될 수 있다. 이는 사업체보다는 주거지에서 더 흔하게 일어날 수 있다. 건물 데이터베이스가 최소 및 최대 건물 높이를 제공하지 않는 경우, 주어진 건물 높이는 최소/최대이거나 평균이나 중앙값과 같이 그 사이의 지표일 수 있다.

[0031] 일부 실시예에서, 건물 데이터베이스가 건물에 대한 높이를 하나만 제공하고 제공된 높이가 해당 건물의 최대 높이 또는 최소 높이(즉, 지붕 선)에 대응하는지 알 수 없는 경우, 건물 형태, 건축 경향, 건물 규정(즉, 도시 규정), 건물 정보 또는 그 밖의 다른 정보를 기반으로 제공된 높이가 최대 높이 또는 최소 높이에 해당하는지 여부를 추론할 수 있다. 예를 들어, 건물 데이터베이스에 따르면 특정 건물의 높이가 5m인 경우 해당 건물은 평평한 지붕이 있는 2개 층(각 2.5m)으로 구성될 수도 있고, 바닥-천장 간격 값이 3-3.5m이고 다락방이 1.5-2m인 단층 주택일 수도 있다. 그러나 건물이 새너제이(San Jose)와 같은 교외 지역에 위치하고 주변 주택이 단층 주택으로 알려져 있거나 건축법이 단층 주택만 규정하고 있는 경우 5m 높이를 지붕 선이 아닌 지붕 최대 높이로

가정할 수 있다. 반대로, 이웃 가구가 여러 층으로 구성되어 있거나 해당 건물이 여러 층을 의미하는 유닛(가령, 유닛 101, 유닛 201)을 갖는 아파트 단지인 경우 5m 높이는 지붕선으로 추정할 수 있으므로 2층 건물이라고 할 수 있다.

[0032] 물리적 건물을 모델링할 때 크롤 공간을 고려하기 위해, 일부 실시예에서는 추정 층의 하단 부근에 추가적인 지하 수직 간격이 추가된다. 예를 들어, 추정 층 번호를 구성할 때 크롤 공간을 모델링하기 위해, 추가적인 지하 수직 간격이 일반적으로 1m를 넘지 않는다. 이러한 실시예는 건축학적으로 기반을 둘 수 있으며, 건물 기초의 세부사항을 사용하여 크롤 공간의 존재를 추론할 수 있다(가령, 콘크리트 슬래브 위에 있는 집은 크롤 공간이 없을 가능성이 높음). 다른 실시예에서는 건물 바닥면을 사용하여 건물에 다락방이나 크롤 공간이 있는지 여부를 결정할 수 있다. 또 다른 구현예는 시장 기반일 수 있으며, 뉴올리언스와 같은 일부 시장은 홍수 위험으로 인해 지하 기능이 없을 가능성이 높다. 일부 시장은 (눈으로부터 보호하기 위해) 뾰족한 지붕이 많고, 다른 시장은 평평한 지붕이 많은데, 이를 통해 다락방이 있을 가능성을 유추할 수 있다.

[0033] 건물 모델의 각 층은 하나 이상의 고도 포락선과 연관된다. 고도 포락선은 고도 포락선 최솟값과 고도 포락선 최댓값으로 제한된 고도의 범위이며 모바일 장치의 사용자가 물리적 건물의 각 층 상에 물리적으로 위치할 수 있는 위치의 경계에 대응하고, 단 사용자는 바닥이나 천장 내부에 있을 수 없다고 가정한다.

[0034] 균일한 층간 간격 값을 사용하여 구성된 건물 모델의 경우, 층 번호가 1에서 계산을 시작하고 지면이 지형과 일치한다(즉, 층 번호 1은 0m의 최소 고도 포락선 값을 가져야 함)고 가정할 때 고도 포락선 범위는 다음과 같이 정의할 수 있다:

[0035] $\textit{고도 포락선 최솟값} = \textit{층간 간격} \times (\textit{층 번호} - 1)$ (수식 3),

[0036] 및

[0037] $\textit{고도 포락선 최댓값} = (\textit{층간 간격} \times \textit{층 번호}) - (\textit{경계 두께})$ (수식 4).

[0038] 불균일한 층간 간격 값을 사용하여 구성된 건물 모델의 경우, 층 번호 = 1에서 계산을 시작한다고 가정하고 고도 포락선 범위가 일반적으로 다음과 같이 정의될 수 있다:

[0039] $\textit{고도 포락선 최솟값} = \sum_{i=1}^{\textit{floor of interest}-1} \textit{층간 간격}_i + \sum_{j=1}^{\textit{floor of interest}-1} \textit{경계 두께}_j$ (수식 5),

[0040] 및

[0041] $\textit{고도 포락선 최댓값} = \sum_{i=1}^{\textit{floor of interest}} \textit{층간 간격}_i + \sum_{j=1}^{\textit{floor of interest}-1} \textit{경계 두께}_j$ (수식 6).

[0042] 이 규칙에서 "관심 층"은 고려되는 최대 층 번호이며, 주어진 층의 경계 두께는 바닥-천장 간격 위에 있다.

[0043] 물리적 건물의 지면 층(ground floor)이 지형과 정렬되지 않는 균일한 층간 간격 값을 사용하여 구성된 건물 모델의 경우(가령, 도 2의 건물 모델(290b)에 대해 표시된 대로), 층 번호 = 1에서 계산을 시작한다고 가정하고 고도 포락선 범위가 다음과 같이 정의될 수 있다:

[0044] $\textit{고도 포락선 최솟값} = (\textit{층간 간격} \times (\textit{층 번호} - 1) + (\textit{경계 두께}')$ (수식 7),

[0045] 및

[0046] $\textit{고도 포락선 최댓값} = \textit{층간 간격} \times \textit{층 번호}$ (수식 8),

[0047] 여기서 경계 두께'는 지형 위의 경계 두께 값이다(가령, 도 2에 표시된 경계 두께 값(206e)).

[0048] 물리적 건물의 지면 층(ground floor)이 지형과 정렬되지 않는 불균일한 층간 간격 값을 사용하여 구성된 건물 모델의 경우(가령, 도 2의 건물 모델(290b)에 대해 표시된 대로), 층 번호 = 1에서 계산을 시작한다고 가정하고 고도 포락선 범위가 다음과 같이 정의될 수 있다:

[0049] $\textit{고도 포락선 최솟값} = \sum_{i=1}^{\textit{floor of interest}-1} \textit{층간 간격}_i + \sum_{j=1}^{\textit{floor of interest}-1} \textit{경계 두께}_j + \textit{경계 두께}'$ (수식 9),

[0050] 및

[0051] $고도\ 포락선\ 최댓값 = \sum_{i=1}^{floor\ of\ interest} 층간\ 간격_i + \sum_{j=1}^{floor\ of\ interest-1} 경계\ 두께_j + 경계\ 두께'$ (수식 10).

[0052] 이 규칙에서, "관심 층"은 고려되는 최대 층 번호이고, 주어진 층의 경계 두께는 바닥-천장 간격 위에 있으며, 경계 두께'는 지형 위의 경계 두께 값이다(가령, 도 2의 경계 두께 값(206e)).

[0053] 일부 실시예에 따르면, 4층 건물 모델의 각 층에 대해 결정된 고도 포락선 범위의 예시 표(300)가 도 3에 도시되어 있다. 표(300)의 값은 수식 3과 수식 4를 사용하여 건물 모델에 대한 균일한 0.3m의 경계 두께 및 균일한 3m의 층간 간격을 가정하여 생성되었으며, 여기서 층간 간격은 0.3m 경계 두께에 2.7m 바닥-천장 간격을 더한 값과 동일하고 지하가 아닌 가장 낮은 층의 지면이 지형의 최상면과 정렬된다. 실제로, 층 간격은 건물 내에서 일정한 값이 아닐 수도 있고, 여러 건물 간에 공통된 값일 수도 없기 때문에, 일부 실시예에서는 다양한 층간 간격 값이 있을 수 있으며, 이를 결합하여 통합 고도 포락선 분포를 계산할 수 있다고 가정한다. 통합 고도 포락선 분포는 일련의 고도 범위("고도 포락선")이며, 여기서 각 고도 범위는 물리적 건물의 특정 층과 연관된 고도에 대응한다. 이러한 의미에서 "분포"는 고도 포락선이 건물의 연속적인 층 번호에 어떻게 대응하는지를 나타내는 표현이다.

[0054] 층간 간격 값의 가산적 특성으로 인해 건물 모델 내의 높은 층일수록 낮은 층에 비해 가능한 고도 값 범위가 더 넓다. 도 4에 도시된 예시 표(400)는 일부 실시예에 따라 4층 건물 모델에 대해 계산적으로 결정된 고도 포락선 범위의 두 가지 분포, 즉 "분포 1" 및 "분포 2"를 나타낸다. 표(400)의 분포 1의 고도 포락선 최솟값과 고도 포락선 최댓값은 균일한 바닥-천장 간격 값 2.2m와 경계 두께 0.3m(즉, 층간 간격 값 2.5m)를 사용하여 수식 3과 수식 4를 통해 계산되었다. 분포 2의 값은 2.7m의 균일한 바닥-천장 간격 값과 0.3m의 경계 두께(즉, 3m의 층간 간격 값)를 사용하여 수식 3과 수식 4를 사용하여 계산되었다.

[0055] 표 400에는 건물 모델의 고도 포락선 분포가 두 가지만 표시되어 있지만, 일부 실시예에서는 다양한 층 간 간격 값에 대한 고도 포락선 분포가 생성된다. 예를 들어, 층간 간격 값에 대해, 최소 예상 바닥-천장 간격 값, 가령, 2.5m에서 시작하여, 최대 예상 층간 간격 값, 가령, 4.5m에 도달할 때까지 층간 간격 값을 균일한 값, 가령, 0.1m만큼씩 증분시키는 고도 포락선 분포를 생성함으로써, 고도 포락선 분포의 세트가 생성될 수 있다. 층간 바닥 값은 설명된 대로 균일한 값만큼씩 또는 불균일한 값만큼씩 증분될 수도 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 층간 간격 값은 로그 간격으로 지정되거나, 반복적인 간격을 갖거나, 특정 간격 값에 가중치를 둘 수 있다. 예를 들어, 4.5m에 도달할 때까지 0.1m의 균일한 값으로 층간 간격 값을 증분시키는 대신(가령, 2.5m, 2.6m, 2.7m ... 4.5m), 일부 실시예에서는 층간 간격 값이 증가하는 비율로 증분된다(가령, 2.5m, 2.6m, 2.8m, 3.5m, ... 4.5m). 또는, 일부 실시예에서 층간 간격 값이 다중 분포에 대해 고정되어 통합 고도 포락선 분포 해당 간격 값에 더 큰 가중치를 제공한다(가령, 2.5m, 2.5m, 2.5m,쯘4.5m). 일부 실시예에서는 이하에서 설명될 바와 같이 고도 포락선 분포의 세트가 필터링되어 비물리적(가령, 물리적으로 불가능하거나, 가능성이 낮거나, 비실용적) 층 또는 건물 모델을 야기하는 고도 포락선 분포를 제거한다. 일부 실시예에서, 고도 포락선 분포의 세트로부터 필터링된 분포는 통합 고도 포락선 분포에 기여하지 않는다. 다른 실시예에서, 고도 포락선 분포의 세트로부터 필터링된 분포는 통합 고도 포락선 분포에 완전히 기여하지 않는다(가령, 그 기여도는 고도 포락선 분포의 세트로부터 필터링되지 않는 분포에 비교해서 통합 고도 포락선 분포에 덜 기여하도록 가중된다). 그런 다음 임의의 남아 있는 고도 포락선 분포가 조합되어 통합 고도 포락선 분포를 생성할 수 있다.

[0056] 일부 실시예에서, 건물 모델에 대한 통합 고도 포락선 분포가 건물 모델의 각 층에 대한 통합 고도 포락선 최솟값과 통합 고도 최댓값을 결정함으로써 생성된다.

[0057] 다른 실시예에서, 각 고도 포락선(즉, 분포 1, 분포 2 등)은 확률 분포 함수(균일, 가우시안/정규 또는 그 밖의 다른 일부 분포)로 결정되고, 이를 통합 고도 포락선 분포로 결합할 때, 통합 고도 포락선 분포는 가중 고도 포락선의 조합의 피크에 대응하는 피크를 갖는 확률 분포와 유사할 수 있다. 예를 들어, 이하에 기재된 도 6을 참조하면, 제1 고도 포락선 분포(602)의 2.2m 바닥-천장 간격 값이 제2 고도 포락선 분포의 2.7m 바닥-천장 간격 값보다 더 가중되면, 통합 고도 포락선 분포(606)는 하단 쪽에 더 가중된 층 분포를 가질 수 있다(즉, 606의 1층 범위는 2.2-2.7m보다 0-2.2m에 더 집중되어 있다).

[0058] 또 다른 실시예에서, 층의 통합 고도 최솟값은 각 고도 포락선 분포에 대해 해당 층에 연관된 고도 포락선의 가장 작은 고도 포락선 최솟값이다. 마찬가지로, 층에 대한 통합 고도 최댓값은 각 고도 포락선 분포에 대해 해당 층에 연관된 고도 포락선의 가장 큰 고도 포락선 최댓값이다.

[0059] 이 실시예에 따라 구성된 통합 고도 포락선 분포의 예는 도 5의 층 번호 조회 테이블(500)에 나타나 있다. 도시된 바와 같이, 일부 실시예에서, 각 층에 대한 통합 고도 포락선 최솟값은 도 4의 표(400)에 도시된 바와 같이 해당 층의 분포 1 또는 분포 2의 최소 고도 포락선 값이다. 마찬가지로, 각 층의 통합 고도 포락선 최댓값은 도 4의 표(400)에 표시된 대로 해당 층의 분포 1 또는 분포 2의 최대 고도 포락선 값이다. 다른 실시예에서, 통합 고도 최솟값은 각 고도 포락선 분포에 대한 해당 층 번호와 연관된 고도 포락선의 고도 포락선 최솟값의 퍼센티지(가령, 10%) 내에 있다. 마찬가지로, 이러한 실시예에서, 통합 고도 최댓값은 각 고도 포락선 분포에 대해 해당 층 번호와 연관된 고도 포락선의 가장 큰 고도 포락선 최댓값의 퍼센티지(가령, 10%) 내에 있다. 또 다른 실시예에서, 각 고도 포락선이 확률 분포 함수로 결정된다. 이러한 확률 분포 함수는 상이한 층간 간격 값에 대응하는 고도 포락선 분포에 걸쳐 상당한 중복이 있는 곳에 집중(피크)될 수 있으며, 통합 고도 포락선 분포는 여러 고도 포락선 분포가 중복되는 영역에 집중될 수 있다. 예를 들어, 도 4에서, 통합 고도 포락선 분포는 분포 1 및 분포 2로부터 결합될 수 있으며, 여기서 통합 고도 포락선 분포는 9m와 9.7m 사이에 집중될 수 있고, 7.5m와 9m 사이에 덜 집중될 수 있으며, 9.7m와 11.7m 사이에 덜 집중될 수 있다.

[0060] 일부 실시예에 따르면, 표(400)의 고도 포락선 분포 값과 층 번호 룩업 표(500)의 결과적인 통합 고도 포락선 분포 값의 예시적 그래픽 표현(600)이 도 6에 도시되어 있다. 그래프(600)는 제1 고도 포락선 분포(602), 제2 고도 포락선 분포(604), 경계 두께(622a-f), 통합 고도 포락선 분포(606) 및 1~4층의 고도 포락선 범위를 포함하는 층 번호의 범례(610)를 포함하며, 각 층은 고유한 채우기 패턴으로 지정된다. 제1 분포(602)의 각 층에 대한 고도 포락선 범위는 도 4의 표(400)에 표시된 분포 1의 값에 대응한다. 마찬가지로, 제2 분포(604)의 각 층에 대한 고도 포락선 범위는 도 4의 표(400)에 나타난 분포 2에 대한 값에 대응한다. 경계 두께(622a-f)는 0.3m의 고정값으로 설정된다. 점선으로 나타난 것처럼, 제1 고도 포락선 분포(602)와 제2 고도 포락선 분포(604)로부터의 최소 고도 포락선 값과 최대 고도 포락선 값이 선택되어 통합 고도 포락선 분포(606)를 생성할 수 있다.

[0061] 본 명세서에 개시된 바와 같이, 통합 고도 포락선 분포(606)의 값은 추후 검색을 위해 층 번호 조회 테이블로서 저장된다. 예를 들어, 모바일 장치가 어느 물리적 건물에 있는지 추정하면 해당 물리적 건물과 연관된 통합 고도 포락선 분포, 즉 층 번호 조회 테이블을 검색할 수 있다. 일부 실시예에서, 모바일 장치가 어느 물리적 건물에 있는지 확실하지 않은 경우, 여러 개의 통합 고도 포락선 분포를 검색할 수 있으며, 각 분포는 모바일 장치가 있을 가능성이 높은 물리적 건물에 대응한다. 그런 다음, 검색된 통합 고도 포락선 분포(들)가 사용되어 모바일 장치의 추정 고도를 각 물리적 건물(들)의 층 번호 및/또는 층 라벨에 매핑할 수 있다.

[0062] 예를 들어, 도 5에 도시된 층 번호 조회 테이블(500)의 값에 기초하여, 추정 고도 7m가 층 번호 3으로 변환하거나 "매핑"될 수 있다. 중복되는 고도 포락선 영역이 있을 수 있으므로 여러 개의 층 번호가 선택될 수도 있다. 예를 들어, 고도 8m는 층 번호 3 또는 층 번호 4를 나타내거나, 층 번호 3(표시된 75% 가능성) 또는 층 번호 4(표시된 25% 가능성)를 나타낼 수 있으며, 퍼센티지는 결과의 신뢰도를 반영한다. 일부 실시예에서는, 각 결과의 신뢰도는 층 번호 중심까지의 거리로서 도출된다. 추정 층 번호 및 연관 신뢰도를 결정하고 요약하는 것에 대한 추가 설명이 아래와 같다.

[0063] 일부 실시예에서는 층 번호와 해당 범위가 한 번 미리 계산된 다음(아래에 자세히 설명됨) 이후의 조회를 위해 데이터베이스에 채워지고, 제약 조건이 변경되는 경우(건물이 추가로 건설되거나 철거되거나, 데이터베이스 오류가 확인 및/또는 수정되는 경우 등)에만 값이 다시 계산된다.

[0064] 일부 실시예에 따라, 고도 포락선 분포의 세트를 사용하여 구성된 통합 고도 포락선 분포의 또 다른 예가 도 7에 도시되어 있다. 이 예에서, 작은 경계 두께가 가정되었다. 지하 층/레벨이 도시되어 있지 않지만, 본 명세서에 개시된 것과 동일한 접근 방식은 지하에 단일 또는 다중 층이 있는 건물에도 적용할 수 있다. 도 7은 고도 포락선 분포(702)의 세트, 고도 포락선 분포(702)를 사용하여 생성된 통합 고도 포락선 분포(704) 및 층 번호의 범례(710)를 보여주는 그래프(700)를 포함한다.

[0065] 도시된 예에서, 고도 포락선 분포(702)는 각각 2.5m~4.5m 범위의 상이한 층간 간격 값에 각각 대응하는 개별 고도 포락선 분포를 포함한다. 이 예에서, 아래에 자세히 설명될, 어떠한 고도 포락선 분포 제약조건도 고도 포락선 분포(702)에 적용되지 않았다. 결과적으로, 통합 고도 포락선 분포(704)의 높은 층일수록 낮은 층에 비해 점점 더 넓은 고도 포락선 범위를 가진다. 예를 들어, 통합 고도 포락선 분포(704)의 층 번호 7("층 #7")은 약 17m에서 32m까지 걸쳐 있다. 이렇게 범위가 넓으면 통합 고도 포락선 분포(704)의 값을 층 번호 조회 테이블로 사용하여 추정 고도를 사용하여 추정 층 번호를 생성하더라도 정확하거나 유용한 결과가 나올 가능성은 낮다.

[0066] 어떤 경우에는, 물리적 건물에 대한 구체적인 사실 정보가 이용 가능하다(가령, 건물 데이터베이스 등의 데이터 소스). 이러한 정보는 해당 건물의 실제 층 번호, 해당 건물의 실제 높이 등이 포함될 수 있다. 그러나 많은 경

우 일반적인 지역적 정보만 제공됩니다(가령, 특정 지역의 최대 건물 높이, 특정 지역의 최대 층 번호 등). 물리적 건물에 대한 어떠한 정보도 없으면, 본 명세서에서 정의된 층 번호 1이 지상에 있다고 가정할 수 있으며, 이는 층 번호 1의 고도 포락선 최솟값(Altitude Envelope Min)이 지형 위 높이 값인 0m를 갖는다는 것을 의미하며, 여기에는 경계 두께가 포함될 수 있다. 그러나 건물 형태나 유형에 따라 몇 가지 합리적인 제약 조건을 가정하고 이를 사용하면 모바일 장치의 추정 고도와 추정 건물 층 번호 간의 더 정확한 매핑을 생성할 수 있으며, 제약 조건을 가정하지 않은 경우에 비해 더 정확한 매핑을 생성할 수 있다. 이러한 고도 포락선 분포 제약조건은 최소 건물 높이, 최대 건물 높이, 최소 층 높이, 최대 층 높이, 최소 층 개수, 최대 층 개수를 포함한다. 이러한 제약조건을 사용함으로써 실제 건물을 모델링할 때 더욱 좁은 고도 범위 분포를 유리하게 결정할 수 있다.

[0067] 어떤 고도 포락선 분포 제약조건이 선택되는지에 따라, 각각 다른 품질을 갖는 4가지 상이한 통합 분포가 결정될 수 있다. 이들 분포는 다음을 고려하여 결정될 수 있다: 1) 제약조건을 사용하지 않음, 2) 층의 수를 제약(지하 층의 수를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있음), 3) 건물 높이를 제약(건물의 지면 깊이를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있음), 및 4) 이전 제약조건을 모두 사용함. 고도 포락선 분포 제약조건의 세트가 선택된 후, 선택된 제약조건은, 고도 포락선 분포를 생성할 때 선택적으로 사용되고/사용되거나, 하나 이상의 제약조건을 위반하는 고도 포락선 분포를 필터링하는 데 사용된다. 이러한 고도 포락선 분포 제약조건 외에도, 경계 두께가 추정되거나 측정된 데이터에 기초할 수 있다.

[0068] 예를 들어, 도 8에 도시된 바와 같이, 건물의 층 번호에 대한 고도 포락선 분포 제약조건이, 고도 포락선 분포 생성 시 사용될 수 있고, 최대 건물 높이에 대한 고도 포락선 분포 제약조건도 고도 포락선 분포 생성 후에 고도 포락선 분포에 적용될 수 있다. 도 8은 일부 실시예에 따른 고도 포락선 분포 값과 그에 따른 통합 고도 포락선 분포 값의 단순화된 그래픽 표현(800)을 보여준다. 그래프(800)는 도 6의 제1 고도 포락선 분포(602), 제2 고도 포락선 분포(604), 경계 두께(622a-f), 제3 고도 포락선 분포(808), 경계 두께(822g-i), 통합 고도 포락선 분포(606) 및 층 번호의 범례(810)를 포함한다. 제3 고도 포락선 분포(808)는 4m 층간 간격 값을 사용하여 생성되었으며, 경계 두께(622a-f와 822g-i)는 0.3m의 고정 값으로 설정되었다. 지하 층/레벨이 도시되어 있지 않지만, 본 명세서에 개시된 것과 동일한 접근 방식은 지하에 단일 또는 다중 층이 있는 건물에도 적용할 수 있다.

[0069] 앞서 언급했듯이, 고도 포락선 분포는 건물 내 최소 또는 최대 층 개수에 의해 제한될 수 있다. 최대 층 개수는 물리적 건물이 위치한 지역에 대한 일반 정보에 기초할 수 있다. 일부 실시예에서는 건물의 각 층에 대한 고도 포락선을 결정하는 프로세스가 최대 층 개수에 도달하면 중단된다. 표시된 예에서, 건물의 층 개수(가령, 4개)에 대한 고도 포락선 분포 제약조건은 분포(602, 604 및 808)를 생성할 때 사용되었으며, 최대 건물 높이(가령, 12m)에 대한 고도 포락선 분포 제약조건은 분포(602, 604 및 808)가 생성된 후에 적용되었다. 이러한 제약조건으로 인해, 제3 고도 포락선 분포(808)가 비물리적인 층(즉, 층 번호 4)을 가진다. 제3 고도 포락선 분포(808)의 4층은 고도 포락선이 0.5m보다 조금 더 높기 때문에 비물리적인 것으로 간주되며, 따라서 건물에 대한 층 구성으로는 있을 수 없는 것이다. 분포(808)는 비-물리적 층을 갖기 때문에, 통합 고도 포락선 분포(606)가 결정될 때 해당 분포의 고도 값이 제외되는 것이 바람직하다. 건물 높이 제약조건이 분포(602, 604 및 808)에 적용되지 않았다면, 제3 고도 포락선 분포(808)도 통합 고도 포락선 분포(606)에 기여했을 것이다.

[0070] 일부 실시예에서, 고도 포락선 분포 제약조건을 선택하는 것은 초기 선택된 제약조건의 세트를 검증하는 하위 단계를 포함한다. 초기 선택된 고도 포락선 분포 제약조건의 세트는 고도 포락선 분포를 생성할 때 사용되기 전 및/또는 생성된 고도 포락선 분포에 제약조건을 적용하기 전에 검증될 수 있다.

[0071] 예를 들어, 지역의 형태가 주어질 때(가령, 어떠한 건물도 임계값, 가령, 20m를 초과하지 않는 교외 지역) 또는 지역의 최대 건물 높이가 주어질 때(가령, 시카고의 어떤 건물도 지역에서 가장 높은 건물, 가령, 시카고의 윌리스 타워(Willis Tower)보다 높지 않음) 주어진 건물 높이 제약조건이 유효한지 여부가 결정될 수 있다. 또 다른 예로, 지역의 형태가 주어질 때(가령, 어떠한 건물도 5층을 초과하지 않는 교외 지역), 또는 지역의 최대 건물 층 개수가 주어졌을 때(가령, 어떤 건물도 가장 층 번호가 많은 지역에서 건물보다 층 번호가 높지 않음) 건물 층 개수에 대한 제약조건이 유효한지 여부가 결정될 수 있다.

[0072] 제약조건의 초기 세트의 개별 고도 포락선 분포 제약조건을 검증하는 것 외에도, 고도 포락선 분포 제약조건의 조합도 검증될 수 있다. 예를 들어, 특정 층간 간격 값 및/또는 바닥-천장 간격 값이 가정될 때 제약조건의 일부 조합이 비-물리적 건물 모델을 도출할 수 있다. 예를 들어, (사람의 키의 상한을 가정할 때, 타당한) 2m의 절대 최소 층간 간격 값이 가정되는 경우, 건물이 8개의 층을 가질 것을 요구하는 제1 고도 포락선 분포 제약조건과 10m 건물 높이를 요구하는 제2 고도 포락선 분포 제약조건의 조합은, 각 층이 고작 1.25 m 높이를 가질 것이기 때문에, 비-물리적 건물 모델을 도출할 것이다. 또 다른 예로, 층간 간격을 최대 5m로 가정할 때, 10개 층

이 있는 100m 건물은, 최종 층 각각이 건물 높이에 의해 제시되는 높이의 절반에 불과하기 때문에, 물리적으로 존재하지 않는다.

[0073] 검증을 통과하지 못하는 특정 건물에 대한 고도 포락선 분포 제약조건의 개별 또는 조합을 처리하기 위한 여러 옵션("비-물리적 제약조건")이 본 명세서에 개시된다. 이러한 옵션 각각은 함께 또는 개별적으로 수행할 수 있으며 다음을 포함한다:

[0074] i) 건물 높이 제약조건을 제거. 건물 높이 제약조건이 건물이 위치한 지역에 잘못되었거나 있을 법하지 않은 것으로 결정되는 경우(가령, 높이가 100m인 교외 주택은 있을 법하지 않고, 세계에서 가장 높은 초고층 빌딩보다 높은 초고층 빌딩은 있을 법하지 않음 등) 이를 수행할 수 있다.

[0075] ii) 최대 층 개수 제약조건을 제거. 이는 건물의 층 개수에 대한 제약조건이 잘못되었거나 건물이 위치한 지역에 대해 가능성이 낮은 것으로 결정되는 경우 사용될 수 있다(가령, 10층짜리 교외 주택은 가능성이 낮고, 400층이 넘는 초고층 빌딩은 가능성이 낮음).

[0076] iii) 층 개수와 건물 높이 제약조건을 모두 제거. 이는 건물이 위치한 지역에 대해 층 번호와 건물 높이에 대한 제약 조건이 모두 잘못되었거나 있을 법하지 않은 것으로 결정되는 경우 사용될 수 있다.

[0077] iv) 건물에 오프라인 검증을 위한 플래그를 지정하고 사용자에게 경고. 오프라인 인간 검증은 건물 데이터 세트를 더욱 강화하고 검증하는 장점이 있다.

[0078] v) 사용자에게 경고 및/또는 아무것도 하지 않기. 이 방법은 최소한의 자원만 사용한다는 장점이 있다.

[0079] 상기의 옵션 (i)의 예로서 또는 처음에 하나의 고도 포락선 분포 제약조건만 선택된 상황의 예로서, 도 9는 일부 실시예에 따라 건물의 최대 층 개수에 대한 제약조건만을 사용하여 구성된 통합 고도 포락선 분포의 예를 보여준다(가령, 건물 높이 제약조건이 제거되었거나 건물 높이 제약조건을 사용할 수 없기 때문). 이 예에서, 작은 경계 두께가 가정되었고 층 번호 1에 대한 고도 포락선의 가장 낮은 고도가 건물 높이 0m에 정렬된다(즉, 층은 아래에서 위로 쌓인다). 도 9는 고도 포락선 분포(902)의 세트, 고도 포락선 분포(902)를 사용하여 생성된 통합 고도 포락선 분포(904), 및 층 번호의 범례(910)를 나타내는 그래프(900)를 포함한다. 지하 층/레벨이 도시되어 있지 않지만, 본 명세서에 개시된 것과 동일한 접근 방식은 지하에 단일 또는 다중 층이 있는 건물에도 적용할 수 있다.

[0080] 도시된 예에서 고도 포락선 분포(902)는 각각 2.5m 내지 4.5m 범위의 서로 다른 층간 간격 값에 대응하는 개별 고도 포락선 분포를 포함한다. 분포(902)는 모델링되는 건물이 최대 8층이라는 제약조건을 고려하여 구성되었다.

[0081] 상기의 옵션 (ii)의 예로서 또는 처음에 하나의 고도 포락선 분포 제약조건만 선택된 상황의 예로서, 도 10은 일부 실시예에 따라 최대 건물 높이에 대한 제약조건만을 사용하여 구성된 통합 고도 포락선 분포의 예를 보여준다(가령, 최대 층 개수 제약조건이 제거되었거나 최대 층 개수가 사용할 수 없기 때문). 도 9에 표시된 예와 유사하게, 이 예에서는 작은 경계 두께가 가정되었고 층 번호 1에 대한 고도 포락선의 가장 낮은 고도가 건물 높이 0m에 정렬된다(즉, 층은 아래에서 위로 적층된다). 도 10은 고도 포락선 분포(1002)의 세트, 고도 포락선 분포(1002)를 사용하여 생성된 통합 고도 포락선 분포(1004), 및 층 번호의 범례(1010)을 보여주는 그래프(1000)를 포함한다. 지하 층/레벨이 도시되어 있지 않지만, 본 명세서에 개시된 것과 동일한 접근 방식은 지하에 단일 또는 다중 층이 있는 건물에도 적용할 수 있다.

[0082] 분포(1002)는 처음에는 최대 층 개수에 대한 제약 없이 구성되었으며 각 분포는 2.5m에서 4.5m까지의 다양한 층간 간격 값에 대응한다. 그러나 최대 건물 높이를 20m로 제한한 후, 점선으로 표시된 사각형으로 표시된 분포(1002)의 서브세트는 건물 상단에 비-물리적 층(도시되지 않음)을 도출하기 때문에 분포(1002)의 세트로부터 필터링되었다. 예를 들어, 바닥-천장 간격이 2.5m 미만인 건물의 최상층은 비-물리적 층이다. 따라서 점선으로 표현된 분포(1002)의 서브세트는 통합 고도 포락선 분포(1004)를 생성하는 데 사용되지 않았다.

[0083] 아래에서 위로 층을 쌓는 것의 대안으로, 건물 옥상에서 아래로 층을 쌓는 것도 가능하다. 이러한 실시예에서, 건물 하단에 비물리적 바닥을 생성하는 층 간격을 갖는 분포(가령, 최하층의 경우 층간 간격이 2.5m 미만)는 일부 실시예에 따라 도면 11에 도시된 바와 같이 제거될 수 있다. 일부 실시예에서는 지하 레벨이 있는 건물의 경우, 건물 옥상에서부터 아래로 계산적으로 쌓인 분포가 지면으로 확장될 수 있으며 비물리적 제약에 따라 제거되지 않을 수 있다.

[0084] 도 10에 나타난 것과 유사하게, 이 예에서는 작은 경계 두께가 가정되었다. 그러나 도 11에서, 층 번호 8에 대

한 고도 포락선의 가장 높은 고도는 20m 건물 높이에 정렬된다(즉, 층은 위에서 아래로 계산적으로 적층된다). 도 11는 고도 포락선 분포(1102)의 세트, 고도 포락선 분포(1102)를 사용하여 생성된 통합 고도 포락선 분포(1104), 및 층 번호의 범례(1110)를 나타내는 그래프(1100)를 포함한다. 지하 층/레벨이 도시되어 있지 않지만, 본 명세서에 개시된 것과 동일한 접근 방식은 지하에 단일 또는 다중 층이 있는 건물에도 적용할 수 있다.

[0085] 분포(1102)는 처음에는 최대 층 개수에 대한 제약 없이 구성되었으며 각각은 2.5m에서 4.5m까지의 다양한 층간 간격 값에 대응한다. 그러나 최대 건물 높이를 20m로 제한한 후, 점선으로 표시된 사각형으로 표시된 분포(1102)의 서브세트는 건물 하단에 비-물리적 층(도시되지 않음)을 도출하기 때문에 분포(1102)의 세트로부터 필터링되었다(가령, 최하부 층이 2.5 m 미만의 바닥-천장 간격을 가졌다). 따라서 점선으로 표현된 분포(1102)의 서브세트는 통합 고도 포락선 분포(1104)를 생성하는 데 사용되지 않았다.

[0086] 앞서 언급했듯이, 일부 실시예에서는 두 개의 고도 포락선 분포 제약조건이 결합되어 개별 제약조건보다 가능한 고도 포락선 분포의 수를 훨씬 더 줄일 수 있다. 일부 실시예에 따르면, 최대 층 개수 제약조건과 최대 건물 높이 제약조건이 적용될 때 고도 포락선 분포의 세트를 사용하여 구성된 통합 고도 포락선 분포의 예가 도 12에 도시되어 있다. 도 10에 표시된 것과 유사하게, 이 예에서는 작은 경계 두께가 가정되었고 층 번호 1의 고도 포락선의 가장 낮은 고도가 건물 높이 0m에 정렬된다(즉, 층은 계산적으로 아래에서 위로 적층된다). 도 12는 고도 포락선 분포(1202)의 세트, 고도 포락선 분포(1202)를 사용하여 생성된 통합 고도 포락선 분포(1204), 및 층 번호의 범례(1210)를 나타내는 그래프(1200)를 포함한다. 지하 층/레벨이 도시되어 있지 않지만, 본 명세서에 개시된 것과 동일한 접근 방식은 지하에 단일 또는 다중 층이 있는 건물에도 적용할 수 있다.

[0087] 분포(1202)는 처음에는 최대 층 개수에 대한 제약(즉, 최대 6개 층)을 사용해 구성되었으며 각 분포는 2.5m에서 4.5m까지의 다양한 층간 간격 값에 대응한다. 그러나 최대 건물 높이를 20m로 제한한 후, 점선으로 표시된 사각형으로 표시된 분포(1202)의 서브세트는 건물 상단에 비-물리적 층(도시되지 않음)을 도출하기 때문에 분포(1202)의 세트로부터 필터링되었다(가령, 최상부 층이 2.5 m 미만의 바닥-천장 간격을 가졌다). 따라서 점선으로 표현된 분포(1202)의 서브세트는 통합 고도 포락선 분포(1204)를 생성하는 데 사용되지 않았다. 도시된 바와 같이, 두 개의 고도 포락선 분포 제약조건(최대 층 개수와 최대 건물 높이)을 결합하면, 도 11의 통합 고도 포락선 분포(1104), 도 10의 통합 고도 포락선 분포(1004), 및 특히 도 9의 통합 고도 포락선 분포(904)에 비교할 때, 통합 고도 포락 분포(1204)의 고도 포락선들 간의 중첩이 훨씬 적어지는 이점이 있다. 따라서 통합 고도 포락선 분포(1204)를 사용하는 건물 층 번호 조회 테이블은 통합 고도 포락선 분포(1104, 1004 또는 904)를 사용하는 건물 층 조회 테이블보다 더 정확할 것이다. 또한, 통합 고도 포락선 분포(1204)를 사용하는 건물 층 번호 조회 테이블은 연관된 물리적 건물에 대한 값비싼 측량 없이도 유용하게 생성될 수 있으며, 동시에 사용자의 추정 고도에 따라 해당 건물에 대한 정확한 추정 층 번호를 제공할 수 있다.

[0088] 앞서 논의한 대로, 아래에서 위로 바닥을 계산적으로 적층하는 것의 대안으로, 층이 건물 옥상에서 아래로 바닥을 계산적으로 쌓일 수 있고 건물 하단에 비-물리적 층을 만드는 층 간격(가령, 하단 층에 대해 층간 간격이 2.5m 미만)이 제거될 수 있다. 일부 실시예에 따르면, 최대 층 개수 제약조건과 최대 건물 높이 제약조건이 적용될 때 고도 포락선 분포의 세트를 사용하여 구성된 통합 고도 포락선 분포의 예가 도 13에 도시되어 있다. 도 11에 표시된 것과 유사하게, 이 예에서는 작은 경계 두께가 가정되었고 층 번호 6의 고도 포락선의 가장 큰 고도가 최대 건물 높이 20m에 정렬된다(즉, 층은 계산적으로 위에서 아래로 적층된다). 도 13은 고도 포락선 분포(1302)의 세트, 고도 포락선 분포(1302)를 사용하여 생성된 통합 고도 포락선 분포(1304), 및 층 번호의 범례(1310)를 나타내는 그래프(1300)를 포함한다. 지하 층/레벨이 도시되어 있지 않지만, 본 명세서에 개시된 것과 동일한 접근 방식은 지하에 단일 또는 다중 층이 있는 건물에도 적용할 수 있다.

[0089] 분포(1302)는 처음에는 최대 층 개수에 대한 제약(즉, 최대 6개 층)을 사용해 구성되었으며 각 분포는 2.5m에서 4.5m까지의 다양한 층간 간격 값에 대응한다. 그러나 최대 건물 높이를 20m로 제한한 후, 점선으로 표시된 사각형으로 표시된 분포(1302)의 서브세트는 건물 하단에 비-물리적 층(도시되지 않음)을 도출하기 때문에 분포(1302)의 세트로부터 필터링되었다(가령, 최하부 층이 2.5 m 미만의 바닥-천장 간격을 가졌다). 따라서 점선으로 표현된 분포(1302)의 서브세트는 통합 고도 포락선 분포(1304)를 생성하는 데 사용되지 않았다. 도시된 바와 같이, 두 개의 고도 포락선 분포 제약조건(최대 층 개수와 최대 건물 높이)을 결합하면, 도 11의 통합 고도 포락선 분포(1104), 도 10의 통합 고도 포락선 분포(1004), 및 특히 도 9의 통합 고도 포락선 분포(904)에 비교할 때, 통합 고도 포락 분포(1304)의 고도 포락선들 간의 중첩이 훨씬 적어지는 이점이 있다. 따라서 통합 고도 포락선 분포(1304)를 사용하는 건물 층 번호 조회 테이블은 통합 고도 포락선 분포(1104, 1004 또는 904)를 사용하는 건물 층 조회 테이블보다 더 정확할 것이다.

[0090] 일부 실시예에서, 통합 고도 포락선 분포는 다양한 기술을 사용하여 생성된 고도 포락선 분포의 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 통합 고도 포락선 분포의 하단 부분은 아래에서 위로 형성된 고도 포락선 분포를 포함할 수 있고(가령, 도 12를 참조하여 표시 및 설명한 대로), 통합 고도 포락선 분포의 상단 부분은 위에서 아래로 형성된 고도 포락선 분포를 포함함으로써(가령, 도 13을 참조하여 표시 및 설명한 대로) 고도 포락선 중첩을 더욱 줄일 수 있다. 예를 들어, 통합 포락선 분포의 상단 절반은 층 번호 4-6에 대응하는 통합 포락선 분포(1304)의 상단 절반을 포함할 수 있고, 고도 포락선 분포의 하단 절반은 층 번호 1~3에 대응하는 통합 고도 분포(1204)의 하단 절반을 포함할 수 있다. 또한 건물의 층 번호가 홀수라고 추정 또는 판단되는 경우(입력된 제약조건, 다른 제약 조건 또는 건물 데이터베이스에서 검색한 데이터를 사용하여), 건물의 중간 층은 1204와 1304의 조합일 수 있다. 즉, 1204의 최솟값과 1304의 최댓값을 취하거나, 1304의 최댓값과 1204의 최솟값을 취하거나, 다른 조합을 사용할 수 있다.

[0091] 일부 실시예에 따라, 통합 고도 분포를 결정하기 위한 프로세스(1400)의 일부에 대한 단순화된 예가 도 14에 도시되어 있다. 특정 단계, 단계 순서, 단계 조합은 설명 및 예시 목적으로만 표시된다. 다른 실시예에서는 유사한 기능이나 결과를 얻기 위해 서로 다른 특정 단계, 단계 순서 및 단계의 조합을 구현할 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세스(1400)의 각 단계는 서버(가령, 도 1의 서버(130)) 및/또는 (가령, 도 1의 모바일 장치(120a-e) 근처에 있는) 모바일 장치에서 수행된다. 건물에 대한 추정 층 번호와 추정 층 라벨의 매핑을 생성하기 위한 프로세스는 본 명세서에 개시된 다른 프로세스와 독립적으로 사용될 수 있다.

[0092] 단계(1402)에서, 층 번호 조회 테이블이 구성되는 물리적 건물에 대해 고도 포락선 분포 제약조건의 세트가 선택된다(가령, 도 5에 표시된 것). 앞서 설명한 바와 같이, 이러한 고도 포락선 분포 제약조건은 최소 건물 높이, 최대 건물 높이, 최소 층 높이, 최대 층 높이, 최소 층 개수, 및 최대 층 개수를 포함한다. 일부 실시예에서, 고도 포락선 분포 제약조건의 세트는 이러한 제약조건 중 하나 이상을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 제약조건이 사용되지 않으며 제약조건의 세트는 공집합이다. 일부 실시예에서, 고도 포락선 분포 제약조건의 세트는 사용자가 제공한 설정(가령, 구성 설정), 데이터베이스의 제약조건 가용성, 관련 데이터베이스(가령, 건물 및/또는 지형 데이터베이스)의 데이터 품질 또는 제공된 설계 또는 허용 기준에 따라 서버(130)을 통해 선택된다. 다른 실시예에서, 고도 포락선 분포 제약조건의 세트는 최적화된 결과(가령, 고도 포락선 간 최소 중복이 있는 통합 고도 포락선 분포)를 생성하기 위해 다양한 제약 조건을 시도하는 반복적 프로세스를 기반으로 서버(130)를 사용하여 자동으로 선택된다.

[0093] 앞서 설명한 바와 같이, 일부 실시예에서, 단계(1402)는 초기 선택된 제약조건의 세트를 검증하는 하위 단계를 포함한다. 예를 들어, 초기 선택된 제약조건의 세트는 물리적 건물이 위치한 지역의 건물 형태에 대한 일반 정보를 사용하여 검증될 수 있다. 앞서 설명한 대로, 이러한 검증은 해당 지역의 실제 건물 형태를 고려할 때 제약 조건 중 어떤 것이 불가능한지 여부를 결정하는 것을 포함한다.

[0094] 단계(1404)에서 고도 포락선 분포의 초기 세트가 생성되며, 선택적으로 선택된 고도 포락선 분포 제약조건 중 하나 이상의 제1 세트를 사용한다. 첫 번째 실시예에서, 각 고도 분포는 하나 이상의 적층된 고도 포락선을 포함하고, 각 고도 포락선은 물리적 건물의 층 번호에 대응하고 다른 고도 포락선 또는 초기 지점과, 층간 간격 값 또는 바닥-천장 간격 값에 경계 두께 값을 더한 값 만큼 분리된다. 첫 번째 실시예와 관련하여, 세트 내의 각 고도 포락선 분포는 최솟값(가령, 2.5m)에서 최댓값(가령, 4.5m)까지의 범위를 갖는 상이한 층간 간격 값, 또는 바닥-천장 간격 값을 사용해 결정된다. 예를 들어, 도 8에서, 고도 포락선 분포의 세트는 분포(602, 604 및 808)를 포함했으며, 여기서 분포(602)는 2.5m 층간 간격 값에 해당하고, 분포(604)는 3m 층간 간격 값에 대응하며, 분포(808)는 4m 층간 간격 값에 대응한다. 도 8에 도시된 예에서도, 제1 고도 포락선 분포 제약조건, 즉 단계(1402)에서 선택된 것이 4개 층인 최대 층 개수에 대한 제약조건이었다. 따라서 각 분포(602, 604, 및 808)는 최대 4개 층만 포함하도록 구성되었다.

[0095] 두 번째 실시예에서는, 고도 포락선 분포의 초기 세트가, 건물의 높이가 충족되거나 초과될 때까지, 고정된 층간 간격 값, 가령, 3m을 두고 고도 포락선들을 적층함으로써 결정될 수 있다. 이러한 접근 방식은 간단하지만, 특히, 높은 층일수록 오류가 누적되기 쉬울 수 있다.

[0096] 세 번째 실시예에서, 건물에 대한 고도 포락선 분포의 초기 세트는 건물의 높이를 층 개수로 나눔으로써 결정될 수 있으며, 이때 두 값 모두가 (가령, 건물 데이터베이스로부터) 알려져 있다고 가정한다. 예를 들어, 두 개의 층이 있는 8m 건물은 건물의 바닥으로부터 0m~4m의 고도 범위를 갖는 1층(ground floor), 4~8m의 고도 범위를 갖는 최상층을 가질 가능성이 높다. 그러나 이렇게 계산된 고도 범위는 서로 겹치지 않는 경계를 명확하게 그렸을 수 있으며, 경계 값에 가까운 사용자를 적절하게 특성화하지 못할 수 있다. 제시된 예에서, 사용자 고도

4.001m는 사용자가 1층 경계로부터 0.001m 떨어져 있다는 사실을 반영하지 않고 건물(고도 범위가 4~8m)의 최상층에 할당된다.

[0097] 후자의 두 실시예와 대조적으로, 본 명세서에 개시된 바와 같이 첫 번째 실시예는 유리하게도 광범위한 층 간격 값을 고려할 수 있게 하고 비물리적인 층간 간격 값(즉, 사람의 키에 기반한 믿기 어려울 정도로 짧은 바닥)을 고도 포락선 분포에서 필터링할 수 있게 한다. 또한, 본 명세서에 개시된 첫 번째 실시예는 유리하게도 불균일한 층간 간격 값을 허용한다. 후자의 두 실시예와 대조적으로, 본 명세서에 개시된 바와 같이, 첫 번째 실시예는 유리하게도 층 범위의 버퍼가 생성되도록 허용하는데(즉, 겹치는 층 범위), 이를 사용하여 사용자의 고도가 결정된 층 외에도 하나 이상의 인접한 층에 확실하게 할당될 수 있는 경우를 판별할 수 있다.

[0098] 이전 예를 참조하면, 겹치는 부분이 있는 층 범위(가령, 건물의 1층의 고도가 0~4.25m이고, 건물의 최상층의 고도가 3.75~8.25m인 경우)는 겹침이 없는 간단한 접근 방식에 비해 층 번호 추정을 유리하게 개선한다. 예를 들어, 4.001m의 사용자 고도는 사용자의 위치를 건물의 1층이나 최상층에 매핑하는 반면, 간단한 접근 방식은 사용자의 위치를 최상층에만 할당한다. 사용자의 고도 4.001m에 잡음이 있고 몇 밀리미터라도 변동이 생기면, 본 명세서에 공개된 일부 실시예에서는 겹치는 두 층을 모두 지정하는 것과 반대로, 사용자의 층 번호는 건물의 1층과 최상층 사이를 왔다 갔다 하게 된다. 또한 사용자의 고도가 4.5m +/- 0.4m의 결정된 신뢰도/불확실성을 가지고 있는 경우 사용자의 고도 범위인 4.1m~4.9m의 겹치는 부분이 1층 또는 최상층을 나타낼 수 있는 반면, 간단한 접근 방식에서는 여전히 최상층만 나타내어 잡음이 있는 층 번호 추정과 나쁜 사용자 경험이 초래된다.

[0099] 도 14로 돌아와서, 단계(1406)에서, 선택된 고도 포락선 분포 제약조건 중 둘 이상이 고도 포락선 분포의 세트에 적용되어 고도 포락선 분포의 세트를 필터링할 수 있다. 도 8에 도시된 예에서, 단계(1402)에서 선택된 제2 고도 포락선 분포 제약조건은 최대 건물 높이가 20m에 해당하는 제약조건이다. 도 8에 도시된 예에서, 최대 건물 높이에 대한 제약조건으로 인해 앞서 논의한 바와 같이 분포(808)에 대해 비-물리적 건물이 생성되므로, 분포(808)는 통합 고도 포락선 분포의 세트로부터 필터링되고 그 후 통합 고도 포락선 분포(606)을 생성하는 데 사용되지 않는다.

[0100] 단계(1408)에서 고도 포락선 분포의 나머지 세트가 통합 고도 포락선 분포를 결정하는 데 사용된다. 선택된 고도 포락선 분포 제약조건 중 두 번째 하나 이상이 단계(1406)에서 고도 포락선 분포의 세트에 적용되지 않는 상황에서, 고도 포락선 분포의 나머지 세트가 단계(1404)에서 생성된 고도 포락선 분포의 초기 세트와 동일하다. 마찬가지로, 어떠한 제약조건도 선택되지 않은 시나리오에서, 또는 초기 제약조건 중 어느 것도 검증을 통과하지 못한 경우, 고도 포락선 분포의 나머지 세트가 단계(1404)에서 결정된 고도 포락선 분포의 초기 세트와 동일하다.

[0101] 단계(1410)에서, 통합 고도 포락선 분포를 사용하여 절대 통합 고도 포락선 분포가 생성된다. 지형의 상대적인 통합 고도 포락선 분포의 고도 값과 비교했을 때, 절대 고도 포락선 분포의 고도 값은 각각 지구 타원체 위의 높이인 타원체 위 높이와 같은 기준 프레임을 기준으로 한 절대 고도 값이다. 절대 통합 고도 포락선 분포를 생성하기 위해, 건물의 통합 고도 포락선 분포가 추정되면 가장 낮은 층의 타원체 위 높이 고도 값과 같은 참조 고도 값에 이를 추가한다. 가장 낮은 층의 기준 고도 값은 다음을 포함한 다양한 방법으로 결정될 수 있다:

[0102] a) 건물 풋프린트 내의 지형 데이터베이스에 질의하고 건물 풋프린트 전체에 걸쳐 결과의 평균을 구하기. 또는 최소 또는 최대 지형 또는 그 밖의 다른 일부 통계적 메트릭이 사용될 수 있음, 및/또는

[0103] b) 건물 풋프린트 외부(약 10m 정도의 완충 영역 밖)의 지형 데이터베이스에 질의하고 쿼리하고 결과의 평균을 구하기. 이는 모델링에서 건물 제거를 충분히 처리할 수 없는 지형 데이터베이스에 유용하다. 또는, 최소 또는 최대 지형이나 다른 통계적 메트릭이 사용될 수 있다. 경사면에 위치하고 가장 낮은 층 입구가 지형의 가장 낮은 부분에 위치하는 건물의 경우, 최소 지형이 가장 낮은 층의 지면의 고도를 나타낼 가능성이 높을 것임, 및/또는

[0104] c) 가능한 경우 건물 데이터베이스에 질의하여 가장 낮은 층의 기준 고도 값을 직접 불러오기.

[0105] 단계(1412)에서, 절대 통합 고도 포락선 분포와 선택적으로 (상대) 통합 고도 포락선 분포가 즉시 또는 나중에 사용하기 위해 저장된다. 일부 실시예에서, 절대 통합 고도 포락선 분포는 데이터베이스에 층 번호 조회 테이블로 저장되고 물리적 건물과 연관되어(가령, 주소, 건물 이름 또는 지정자 및/또는 좌표 또는 더 큰 데이터 구조의 일부로) 저장된다. 또한, 단계(1414)에서, 추정 층 번호와 추정 층 번호 라벨 간의 매핑이 선택적으로 생성된다. 도 21을 참조하여 단계(1414)의 세부사항이 아래에서 설명된다.

[0106] 아래에 설명된 바와 같이, 층 번호 조회 테이블은 예를 들어 서버 및/또는 모바일 장치에서 모바일 장치의 추정

고도와 절대 통합 고도 포락선 분포를 사용하여 모바일 장치가 물리적 건물의 어느 층에 있는지 추정하는 데 사용될 수 있다. 따라서 건물의 절대 층 번호 분포가 알려지면(즉, 저장소에서 생성되거나 검색되면) 고도 데이터(가령, 모바일 장치에서 얻은 데이터)를 층 번호에 매핑할 수 있다. 본 명세서에 개시된, i) 통합 고도 포락선 분포를 결정하고, ii) 고도 포락선 분포를 사용하여 모바일 장치의 추정 고도(및 선택적으로 고도 불확실성/신뢰도)를 층 번호에 매핑하며, iii) 매핑된 층 번호를 종료점에 보고하기 위한 프로세스 및 기술은 서로 결합하여 또는 독립적으로 사용될 수 있다. 즉, 본 명세서에 개시된 기술 및 프로세스를 사용하여 결정된 통합 고도 포락선 분포는 고도 포락선 분포를 사용하여 모바일 장치의 추정 고도(및 선택적으로 고도 불확실성/신뢰도)를 층 번호에 매핑하기 위한 대체 프로세스(즉, 본 명세서에 개시된 것에 비교되는 것) 및/또는 매핑된 층 번호를 종료점에 보고하기 위한 대체 프로세스와 함께 사용될 수 있다. 마찬가지로, 본 명세서에 개시된 고도 포락선 분포를 사용하여 모바일 장치의 추정 고도(및 선택적으로 고도 불확실성/신뢰도)를 층 번호에 매핑하기 위한 기술 및 프로세스는 통합 포락선 분포를 결정하기 위한 대체 프로세스 및/또는 매핑된 층 번호를 종료점에 보고하기 위한 대체 프로세스와 함께 사용될 수 있다. 또한, 본 명세서에 개시된 매핑된 층 번호를 종료점에 보고하기 위한 기술 및 프로세스는 통합 고도 포락선 분포를 결정하기 위한 대체 프로세스 및/또는 고도 포락선 분포를 사용하여 모바일 장치의 추정 고도를 층 번호에 매핑하기 위한 대체 프로세스와 함께 사용될 수 있다.

[0107] 도 15는 모바일 장치의 추정 고도에 따라 건물의 층 번호를 추정하기 위해 절대 통합 고도 포락선 분포를 사용하기 위한 도 14의 단계(1412)의 첫 번째 실시예로 사용될 수 있는 프로세스(1500)의 일부에 대한 단순화된 예를 포함한다. 특정 단계, 단계 순서, 단계 조합은 설명 및 예시 목적으로만 표시된다. 다른 실시예에서는 유사한 기능이나 결과를 얻기 위해 서로 다른 특정 단계, 단계 순서 및 단계의 조합을 구현할 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세스(1500)의 각 단계는 서버(가령, 도 1의 서버(130)) 및/또는 모바일 장치에서 수행된다. 모바일 장치의 추정 고도(및 선택적으로 고도 불확실성/신뢰도)를 기반으로 건물의 층 번호를 추정하기 위해 절대 통합 고도 포락선 분포를 사용하는 프로세스(1500)는 본 명세서에 공개된 다른 프로세스와 함께 또는 독립적으로 사용될 수 있다.

[0108] 일부 실시예에 따라, 프로세스(1500)의 단계는 절대 고도 포락선 분포(1606), 범례(1610) 및 추정 고도(1630a-b)를 포함하는 도 16의 예시 그래프(1600)를 참조하여 설명된다. 아래에 설명된 대로 일부 시나리오에서는 모바일 장치가 어느 건물에 있는지 불확실할 수 있다. 이러한 시나리오에서, 일부 실시예에서는, 프로세스(1500)의 단계가 모바일 장치가 위치할 수 있는 가능한 건물 목록 내의 각 건물에 대해 수행된다. 다른 실시예에서는, 건물이 유사한 분포를 가지고 있는 경우, 분포가 결합될 수 있다.

[0109] 단계(1502)에서, 모바일 장치의 추정 고도가 식별된다(가령, 1630a 또는 1630b 중 하나). 앞서 설명한 바와 같이, 모바일 장치의 추정 고도는 모바일 장치의 기압 센서가 측정한 대기압 및/또는 모바일 장치에서 수신한 위치 신호를 사용하여 결정될 수 있다. 어떤 상황에서는, 추정 고도가 모바일 장치에서 서버에서 수신한 추정 고도일 수 있다. 다른 상황에서는 추정 고도가 서버나 그 밖의 다른 소스로부터 불러와질 수 있다. 일부 실시예에서, 전체 고도 추정 프로세스가 모바일 장치에서 수행될 수 있다. 단계(1504)에서 절대 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 추정 고도가 해당 층 번호에 해당하는 고도 포괄 범위 내에 있으면 해당 층 번호가 추정 층 번호 목록에 추가된다. 도 16을 참조하면, 단계(1502)로부터의 추정 고도가 추정 고도(1630a)인 경우, 추정 층 번호의 목록은 층 번호 4만 포함할 것이다. 그러나 단계(1502)에서 추정 고도가 추정 고도(1630b)인 경우, 추정 고도(1630b)는 층 번호 4에 해당하는 고도 포락선 내에 있을 뿐만 아니라, 겹치는 부분을 기준으로 층 번호 3에 해당하는 고도 포락선 내에도 있기 때문에 추정 층 번호 목록에는 층 번호 4와 층 번호 3이 모두 포함된다. 단계(1506)에서 추정 층 번호 목록은 모바일 장치 사용자, 응급 대응자, 컴퓨터 시스템, 서버 및/또는 프로세스(1500)를 시작한 장치 등의 종료점으로 반환된다.

[0110] 도 17는 추정 고도에 따라 건물의 층 번호를 추정하기 위해 절대 통합 고도 포락선 분포를 사용하기 위한 도 14의 단계(1412)의 두 번째 실시예로 사용될 수 있는 프로세스(1700)의 일부에 대한 단순화된 예를 포함한다. 특정 단계, 단계 순서, 단계 조합은 설명 및 예시 목적으로만 표시된다. 다른 실시예에서는 유사한 기능이나 결과를 얻기 위해 서로 다른 특정 단계, 단계 순서 및 단계의 조합을 구현할 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세스(1700)의 각 단계는 서버(가령, 도 1의 서버(130)) 및/또는 모바일 장치에서 수행된다. 모바일 장치의 추정 고도(및 선택적으로 고도 불확실성/신뢰도)를 기반으로 건물의 층 번호를 추정하기 위해 절대 통합 고도 포락선 분포를 사용하는 프로세스(1700)는 본 명세서에 공개된 다른 프로세스와 함께 또는 독립적으로 사용될 수 있다.

[0111] 아래에 설명된 대로 일부 시나리오에서는 모바일 장치가 어느 건물에 있는지 불확실할 수 있다. 이러한 시나리오에서, 일부 실시예에서는, 모바일 장치가 위치할 수 있는 가능한 건물 목록 내의 각 건물에 대해 프로세스

(1700)의 단계가 수행된다.

[0112] 절대 고도 포락선 분포(1806), 범례(1810), 추정 고도(1830), 제1 수직 거리 크기(1840), 제2 수직 거리 크기(1842), 및 수직 중심 경향치(1852a-d)를 포함하는 도 18의 예시 그래프(1800)를 참조하여 프로세스(1700)의 단계가 기재된다.

[0113] 단계(1702)에서 모바일 장치의 추정 고도가 식별된다(가령, 1830). 어떤 상황에서는, 추정 고도가 절대 고도 포락선 분포에 해당하는 건물 내부의 모바일 장치를 사용하여 결정한 추정 고도일 수 있다. 다른 상황에서는 추정 고도가 서버나 다른 소스에서 검색한 고도 값일 수 있다.

[0114] 단계(1704)에서 절대 고도 포락선 분포의 각 층 번호(가령, 1806)에 대해 해당 층에 해당하는 고도 포락선에 대한 수직 중심 경향치(가령, 1852a-d)가 계산된다. 일부 실시예에서, 각 수직 중심 경향치는 해당 고도 포락선의 평균 또는 중앙값이다. 예를 들어, 일부 실시예에서 고도 포락선의 수직 중심 경향치는 다음과 같이 계산될 수 있다.

[0115] $$중심\ 경향치 = \frac{고도\ 포락선\ 최솟값 + 고도\ 포락선\ 최댓값}{2}$$ (수식 11),

[0116] 단계(1706)에서, 절대 고도 포락선 분포의 각 고도 포락선에 대해 추정 고도와 수직 중심 경향치 사이의 거리 크기가 계산된다. 거리 크기(가령, 1840, 1842)는 추정 고도 값(가령, 1830)과 해당 고도 포락선의 중심 경향치(가령, 1852d, 1852c)의 차이의 절대값을 결정함으로써 고도 포락선에 대해 계산된다.

[0117] 단계(1708)에서, 절대 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 해당 층 번호는 해당 층 번호의 고도 포괄 범위에 대한 거리 크기를 기반으로 추정 층 번호 목록에 조건부로 추가된다.

[0118] 추정 층 번호 목록에 층 번호를 조건부로 추가하는 것은 하나 이상의 지정된 조건에 따라 추정 층 번호 목록에 층 번호를 추가하는 것을 포함한다. 조건이 충족되면, 해당 층 번호가 추정 층 번호 목록에 추가된다. 조건이 충족되지 않으면 해당 층 번호는 추정 층 번호 목록에 추가되지 않는다. 예를 들어, 일부 실시예에서는 거리 크기가 다른 층 번호에 해당하는 거리 크기와 비교했을 때 가장 작은 거리 크기인 경우 해당 층 번호가 추정 층 번호 목록에 추가된다. 이러한 실시예에서, 다른 모든 층 번호는 추정 층 번호 목록에서 제외된다. 다른 실시예에서, 층 번호의 해당 거리 크기가 주어진 임계값(가령, 5미터)보다 작을 경우 추정 층 번호 목록에 층 번호가 추가된다. 이러한 실시예에서, 다른 모든 층 번호는 추정 층 번호 목록에서 제외된다. 또 다른 실시예에서는 모든 층 번호가 추정 층 번호 목록에 추가되고 추정 층 번호 목록은 거리 크기에 따라 정렬되며 거리 크기에 따라 매핑되는 신뢰도도 함께 정렬된다. 이러한 각 실시예에서, 추정 층 번호 목록에는 각 추정 층 번호에 대응하는 거리 크기 값도 포함될 수 있다.

[0119] 예를 들어, 도 18을 참조하면, 단계(1702)로부터 추정 고도가 추정 고도(1830)인 경우, 거리 크기(1840)가 거리 크기(1842)보다 작기 때문에 추정 층 번호 목록에는 층 번호 4만 포함될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 거리 크기(1840)가 임계값보다 작고 거리 크기(1842)가 임계값보다 큰 경우에만 추정 층 번호 목록에 층 번호 4가 포함될 수 있다. 또 다른 실시예에서는 추정 층 번호 목록에 모든 층 번호가 포함될 수 있으며, 가장 작은 거리 크기에서 가장 큰 거리 크기 순으로 정렬된다(즉, 층 번호 4, 층 번호 3, 층 번호 2, 층 번호 1). 단계(1710)에서 추정 층 번호 및/또는 층 라벨 목록이 종료점(가령, 서버, 모바일 장치 및/또는 프로세스(1700)를 시작한 장치)로 반환된다.

[0120] 도 19는 추정 고도에 따라 건물 층 번호를 추정하기 위해 절대 통합 고도 포락선 분포를 사용하기 위한 도 14의 단계(1412)의 세 번째 실시예로 사용될 수 있는 프로세스(1900)의 일부에 대한 단순화된 예를 포함한다. 특정 단계, 단계 순서, 단계 조합은 설명 및 예시 목적으로만 표시된다. 다른 실시예에서는 유사한 기능이나 결과를 얻기 위해 서로 다른 특정 단계, 단계 순서 및 단계의 조합을 구현할 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세스(1900)의 각 단계는 서버(가령, 도 1의 서버(130)) 및/또는 모바일 장치에서 수행된다. 모바일 장치의 추정 고도(및 선택적으로 고도 불확실성/신뢰도)를 기반으로 건물의 층 번호를 추정하기 위해 절대 통합 고도 포락선 분포를 사용하는 프로세스(1900)는 본 명세서에 공개된 다른 프로세스와 함께 또는 독립적으로 사용될 수 있다.

[0121] 아래에 설명된 대로 일부 시나리오에서는 모바일 장치가 어느 건물에 있는지 불확실할 수 있다. 이러한 시나리오에서, 일부 실시예에서는, 모바일 장치가 위치할 수 있는 가능한 건물 목록 내의 각 건물에 대해 프로세스(1900)의 단계가 수행된다. 다른 실시예에서는, 건물이 유사한 분포를 가지고 있는 경우, 분포가 결합될 수 있다.

[0122] 일부 실시예에 따르면, 절대 고도 포락선 분포(2006), 범례(2010), 제1 계산된 고도 중첩 값(2040), 제2 계산된

고도 중첩 값(2042), 추정 고도(2030) 및 신뢰 구간(2031)을 포함하는 도 20의 예시 그래프(2000)를 참조하여 프로세스(1900)의 단계가 기재된다.

[0123] 단계(1902)에서, 모바일 장치의 추정 고도 데이터가 식별된다(가령, 2030). 어떤 상황에서는, 추정 고도 데이터는 추정 고도와 추정 고도에 해당하는 불확실성/신뢰 구간을 포함하며, 이는 일반적으로 X +/- Y m로 표현되지만 간격은 비대칭적일 수도 있다(+Y m, -Z m). 도 20에 표시된 바와 같이, 추정 고도 데이터(2030)는 점으로 표현된 추정 고도(2030)와 점을 중심으로 한 수염으로 표현된 해당 신뢰 구간(2031)을 포함한다. 일부 실시예에서, 추정 고도 데이터는 모바일 장치로부터 수신될 수 있다. 또 다른 상황에서는 추정 고도 데이터가 서버나 다른 소스로부터 불러와질 수 있다.

[0124] 고도 데이터의 하한은 다음과 같이 계산되는데, 여기서 추정 고도 신뢰 값은 신뢰 구간이 대칭인 경우 추정 고도 신뢰 구간의 절반이고, 신뢰 구간이 비대칭인 경우 추정 고도 신뢰 구간의 일부이다:

[0125] *하한 = (추정 고도) - (추정 고도 신뢰 값)* (수식 12),

[0126] 그리고 고도 데이터의 상한은 다음과 같이 계산된다:

[0127] *상한 = (추정 고도) + (추정 고도 신뢰 값)* (수식 13).

[0128] 일부 실시예에서, 신뢰 구간 또는 추정 고도 신뢰 값은 2020년 5월 19일에 발행된 미국 특허 제10,655,961호 및/또는 2021년 9월 7일에 출원된 미국 특허 출원 제17/447,027호에 설명된 대로 결정되거나 계산되며, 두 특허 모두 본원에 전문이 포함되어 있다. 다른 실시예에서는 신뢰 구간 또는 추정 고도 신뢰 값이 다른 프로세스에 의해 이미 계산된다. 또 다른 실시예에서는 신뢰 구간 또는 추정 고도 신뢰 값은 고정된 값이다.

[0129] 단계(1904)에서는 절대 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해 해당 층에 해당하는 고도 데이터와 고도 포괄 사이의 고도 중첩 값이 계산된다. 일부 실시예에서, 여기에 설명된 고도 데이터에는 추정 고도 값이 포함되며, 선택적으로 추정 고도와 관련된 고도 불확실성/신뢰도 값이 포함된다. 주어진 층의 고도 중첩 값은 수직 범위(가령, 5m) 또는 중첩 퍼센티지(가령, 10%)를 포함할 수 있으며, 여기서 수식 12의 하한과 수식 13의 상한 사이의 고도 범위는 해당 층의 고도 포락선 최솟값과 고도 포락선 최댓값 사이의 고도 범위와 중첩된다. 예를 들어, 도 20에서, 신뢰 구간(2031)은 제1 고도 중첩 값(2040)만큼 층 번호 4의 고도 포락선과 중첩된다. 마찬가지로, 신뢰 구간(2031)은 제2 고도 중첩 값(2042)만큼 층 번호 3의 고도 포락선과 중첩된다.

[0130] 단계(1906)에서, 절대 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 해당 층 번호는 해당 층 번호에 대한 계산된 중첩 값을 기반으로 추정 층 번호 목록에 추가된다. 일부 실시예에서, 해당 층에 대한 계산된 고도 중첩 값이 다른 층 번호에 해당하는 계산된 고도 중첩 값과 비교했을 때 가장 큰 계산된 고도 중첩 값인 경우, 해당 층 번호가 추정 층 번호 목록에 추가된다. 이러한 실시예에서, 다른 모든 층 번호는 추정 층 번호의 목록에서 제외된다. 다른 실시예에서는, 층 번호의 대응하는 계산된 고도 중첩 값이 고도 포락선 범위 또는 모바일 장치의 추정 고도 범위와 관련하여 측정되었을 때 주어진 퍼센티지 임계값(가령, 20%) 또는 거리 범위(가령, 3m)보다 큰 경우, 층 번호가 추정 층 번호 목록에 추가된다. 이러한 실시예에서, 다른 모든 층 번호는 추정 층 번호의 목록에서 제외된다. 또 다른 실시예에서는 모든 층 번호가 추정 층 번호 목록에 추가되고 추정 층 번호 목록은 각각의 계산된 고도 중첩 값에 따라 정렬된다. 이러한 각 실시예에서, 추정 층 번호 목록은 추정 고도 데이터의 관련 신뢰 구간도 포함할 수 있다. 또한, 이러한 각 실시예에서, 추정 층 번호 목록에는 각 층 번호에 대한 관련 신뢰 구간 또는 불확실성도 포함될 수 있다. 단계(1908)에서, 추정 층 번호 목록이 종료점(가령, 서버, 모바일 장치 및/또는 프로세스(1900)를 시작한 장치)으로 반환된다.

[0131] 사용자 경험이 실제 층 번호(실제 층 번호)가 아닌 층 라벨(즉, 관찰된 것)과만 일치할 수 있으므로, 추정 층 번호를 해당 추정 층 라벨로 변환하는 것이 필요하거나 바람직할 수 있다. 일부 실시예에서는, 층 라벨의 제거 및 추가에 대한 규칙 목록이 먼저 편집된다. 이러한 목록은 지리적 특성, 형태적 특성 또는 건물 유형별로 구분될 수 있다. 예를 들어, 규칙 목록은 샌프란시스코 도심의 지오펜스 내의 모든 건물에 "13층"이 없다고 지정할 수 있다. 또 다른 예로, 해당 목록에서는 몬트리올 우편번호에 있는 건물의 최하층이 "지상층"이고, 1층이 지상층 바로 위에 있다고 지정할 수 있다. 또 다른 예로, 규칙 목록에서는 베이징에 있는 10m 이상 높이의 건물에는 모두 "4"가 적힌 층 라벨을 붙이지 않도록 지정할 수 있다. 또 다른 예로, 목록이나 규칙은 여러 규칙을 결합할 수 있다. 이러한 규칙 목록은 특정 패턴을 따르거나 미리 정의된 층 라벨 체계가 있는 특정 건물 등 구체적인 예외를 추가하여 확장될 수 있다.

[0132] 일부 실시예에서는, 건물의 여러 층이 혼합된 용도로 사용될 수 있다. 예를 들어, 건물의 북쪽 면에는 침실과 복도가 있고, 남쪽 면에는 다락방이 있을 수 있다. 이러한 경우, 사용자의 2D 위치가 층 라벨을 결정하는 데 중

요해진다.

[0133] 도 21은 도 14에 도시된 단계(1414)의 예시적 실시예인 프로세스(2100)의 일부를 도시하며, 일부 실시예에 따라 건물의 추정 층 번호와 추정 층 라벨의 매핑을 선택적으로 생성한다. 특정 단계, 단계 순서, 단계 조합은 설명 및 예시 목적으로만 표시된다. 다른 실시예에서는 유사한 기능이나 결과를 얻기 위해 서로 다른 특정 단계, 단계 순서 및 단계의 조합을 구현할 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세스(2100)의 각 단계는 서버(가령, 도 1의 서버(130)) 및/또는 모바일 장치에서 수행된다. 건물에 대한 추정 층 번호와 추정 층 라벨의 매핑을 생성하기 위한 프로세스는 본 명세서에 개시된 다른 프로세스와 독립적으로 사용될 수 있다.

[0134] 단계(2102)에서 건물의 절대 통합 고도 분포의 각 추정 층 번호는 동일한 이름의 추정 층 라벨에 (가령, 서버에 의해) 매핑된다. 예를 들어, 층 번호 1은 "층 번호 1" 또는 "1층"에 매핑되고, 층 번호 2는 "층 번호 2" 또는 "2층"에 매핑된다. 이 맥락에서 "맵핑", "매핑됨", "매핑" 및 "번역"이라는 용어는 논리적으로, 설명적으로 및/또는 프로그램적으로 하나 이상의 항목을 하나 이상의 다른 항목(가령, 데이터베이스, 데이터 세트 또는 기타 데이터 객체)에 연결하는 것을 의미한다.

[0135] 단계(2104)에서, 지역 및/또는 문화적 기준에 따라 층 라벨에 플래그가 지정되거나 매핑에서 제거된다. 예를 들어, "13층", "4층", "39층"은 일부 문화권에서는 "불운한" 곳으로 여겨질 수 있다. 일부 실시예에서, 단계(2104)는 지역적으로 특정하거나 건물 간 맥락을 포함할 수 있는 규칙 목록(가령, 서버에서)을 조립, 식별 또는 검색하는 것을 포함한다. 이러한 규칙은 위에서 설명한 규칙과 비슷한데, 예를 들어, 샌프란시스코의 건물에는 "13층"이 없을 수 있다. 그런 다음 해당 규칙에 따라 매핑에서 층 라벨이 제거된다.

[0136] 단계(2106)에서는 충분한 수의 층 라벨이 있는지(즉, 각 층 번호에 대해 사용 가능한 층 라벨이 최소한 하나 있는지) 여부가 결정된다. 충분한 수의 층 라벨이 있다고 판단되면 흐름은 단계(2108)로 진행된다.

[0137] 단계(2108)에서 적절한 위치(가령, "로비", "메자닌", "전망대")에 매핑에 (가령, 서버에 의해) 새로운 층 라벨이 추가된다. 일부 실시예에서, 단계(2108)는 (가령, 서버에서) 지역적으로 특정하거나 건물 간 맥락을 포함할 수 있는 규칙 목록을 조립, 식별 또는 검색하는 것을 포함한다. 이러한 규칙은 위에서 설명한 규칙과 유사한데, 예를 들어, 몬트리올의 건물에는 "1층(Ground Floor)"이 있을 수 있다. 그런 다음 해당 규칙에 따라 층 라벨이 매핑에 추가된다.

[0138] 그런 다음, 단계(2110)에서 (가령, 서버에 의해) 추정 층 번호가 추정 층 라벨에 정렬되고 초과되는 추정 층 라벨이 삭제된다. 초과되는 수의 층 라벨은 단계(2106)에서 결정된 층 라벨의 수가 부족한 것의 역 문제이다. 예를 들어, 추정 층 라벨 "13층"이 매핑에서 제거되면 추정 층 번호 13은 층 라벨 "14층"에 정렬될 것이다.

[0139] 또는 건물 데이터베이스가 모든 가능한 주거 단위 번호를 포함하는 경우, 이러한 주거 단위 번호의 형식은 가능한 층 라벨로 해석될 수 있다. 예를 들어, 아파트 단지에 아파트 번호 101, 102, 201 및 202가 포함되어 있는 경우, 층 라벨은 아파트 번호의 첫 번째 숫자를 사용하여 해당 단지의 층 라벨 1과 2를 설정할 수 있다. 또는 추가적인 층 라벨 소스(가령, 건물 내 모든 엘리베이터 뱅크의 엘리베이터 버튼 목록이나 건물 평면도의 층 목록)를 사용할 수 있는 경우, 서버는 이러한 정보를 사용하여 층 라벨을 설정할 수 있다.

[0140] 각 지역은 수백 개의 물리적 건물을 가질 수 있고, 각 건물은 여러 가지 층 라벨 순열이 있을 수 있으며, 알려진 아파트 번호, 엘리베이터 버튼 정보 등을 포함할 수 있는 대용량 데이터 세트 외에도 지역 및 문화적 규칙에 대한 대용량 데이터 세트가 고려되므로, 프로세스(2100)는 대용량 데이터 세트에 액세스하여 작업할 수 있는 하나 이상의 서버에 의해 수행되는 것이 유리하다.

[0141] 단계(2106)에서 층 라벨의 개수가 층 번호의 개수보다 적은 것으로 판단되면, 흐름은 단계(2112)로 진행하여 층 라벨의 개수를 1 이상 증가시킨다. 그런 다음 흐름은 더 큰 가능한 층 라벨 버퍼로 재처리하기 위해 단계(2102)로 복귀한다.

[0142] 도 22는 일부 실시예에 따른 도 14에 도시된 단계(1412)의 예시적 실시예인 프로세스(2200)의 일부를 나타낸다. 특정 단계, 단계 순서, 단계 조합은 설명 및 예시 목적으로만 표시된다. 다른 실시예에서는 유사한 기능이나 결과를 얻기 위해 서로 다른 특정 단계, 단계 순서 및 단계의 조합을 구현할 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세스(2200)의 각 단계는 서버(가령, 도 1의 서버(130)) 및/또는 모바일 장치에서 수행된다.

[0143] 일부 실시예에 따르면, 프로세스(2200)의 일부는 도 23에 도시된 그래프(2300)를 참조하여 기재된다. 그래프(2300)는 모바일 장치의 추정 위치의 중심(2302), 2D(2차원) 신뢰 영역(2306)의 반경을 형성하는 추정 위치의 신뢰도(2304), 제1 건물 다각형(2308), 제2 건물 다각형(2310), 및 제3 건물 다각형(2312)을 포함하는 운영 환

경에 대한 단순화된 상향식 보기를 제공한다. 건물 다각형은 물리적 건물의 2차원 이상의 상향식 윤곽선이다. 건물 폴리곤은 해당 기술 분야에서 알려진 바와 같이 건물, 지형 또는 지형 데이터세트로부터 저장되고 검색될 수 있다. 또한 중첩 영역(2320, 2321, 및 2322)도 표시된다. 중첩 영역(2320, 2321, 및 2322)은 각각 해당 영역의 건물 다각형의 중첩 부분과 신뢰 영역(2306)의 내부에 의해 정의된다.

[0144] 일부 실시예에서, 2D 신뢰 영역(2306)은 균일한 밀도 분포(가령, 정규 분포 또는 기타 분포)이다. 다른 실시예에서, 2D 신뢰 영역(2306)은 균일하지 않은 분포, 즉 중심(2302)에 가까울수록 가중치가 크고 중심(2302)에서 멀어질수록 가중치가 작은 가중 분포를 따른다. 균일한 분포의 경우, 같은 면적(가령, 10%)을 갖는 두 개의 겹치는 건물 평면도는 모바일 장치가 있을 가능성이 가장 높은 건물에 따라 정렬하면 동일한 중요성을 가질 수 있다. 그러나 2D 신뢰 영역(2306)이 불균일한 분포를 따르는 실시예에서, 중심(2302)에 더 가까운 중첩 영역이 중심(2302)에서 더 먼 유사한 크기의 중첩 영역보다 더 높은 가중치를 가질 수 있다. 적용된 중첩 영역 가중치는 중복 영역을 정렬할 때 모바일 장치가 있을 가능성이 가장 높은 건물을 결정하는 데 사용될 수 있다.

[0145] 표시된 예에서 제1 건물 다각형(2308)은 "123 Main Street"에 위치하거나 이름이나 지정자(가령, "Empire State Building", "Building 1", "A1" 등)로 식별되는 건물에 대응하며, 높이는 50m이고, 17층이며, 중첩 영역(2320)에서 2D 신뢰 영역(2306)과 2.5% 겹치고, 중심(2302)과의 가장 가까운 거리가 1.41 단위이다. 즉, 2D 신뢰 영역(2306)의 2.5%가 제1 건물 다각형(2308)과 중첩된다.

[0146] 제2 건물 다각형(2310)은 높이 30m, 9층, 2D 신뢰 영역(2306)과 7.3% 중첩 영역(2321)을 갖고 중심(2302)과의 가장 가까운 거리가 1 단위인 "234 Main Street"에 위치한 건물에 대응한다. 즉, 2D 신뢰 영역(2306)의 7.3%가 제2 건물 다각형(2310)과 중첩된다.

[0147] 제3 건물 다각형(2312)은 높이 20m, 6층, 2D 신뢰 영역(2306)과 42.8% 중첩 영역(2322)을 갖고 중심(2302)이 (2312) 내에 위치하므로 중심(2302)과의 가장 가까운 거리가 0단위인 "345 Main Street"에 위치한 건물에 대응한다. 즉, 2D 신뢰 영역(2306)의 42.8%가 제3 건물 다각형(2312)와 중첩된다.

[0148] 도 22로 돌아와서, 단계(2202)에서 추정 사용자 위치(가령, 중심(2302)에 위치)와 추정 사용자 고도가 결정된다(즉, 3D(3차원) 추정 위치). 어떤 상황에서는 추정 사용자 위치 및 추정 고도가 모바일 장치(즉, 사용자가 휴대하는 기기)를 사용하여 결정될 수 있으며, 이는 모바일 장치의 추정 위치 및/또는 추정 고도를 나타낼 수 있다. 또 다른 상황에서는 추정 사용자 위치와 추정 고도가 서버나 다른 데이터 소스에서 검색된 값일 수 있다. 위에서 설명한 바와 같이, 일부 실시예에서는 모바일 장치의 2D 위치는 모바일 장치에서 수신된 위치 신호를 사용하여 결정될 수 있다. 모바일 장치의 고도는 유사한 위치 신호를 사용하여 결정될 수도 있고, 모바일 장치의 기압 센서를 사용하여 측정한 대기압을 기반으로 할 수도 있다.

[0149] 단계(2204)에서는 추정된 사용자 위치에 대응하는 하나 이상의 물리적 건물이 식별된다. 추정된 3D 고정(가령, 모든 3D 불확실성을 포함하는 원통형 볼륨 또는 타원형 등)의 경우, 추정된 위치의 2D 신뢰 영역과 중첩되는 모든 건물 다각형(가령, 2306)은 사용자 장치가 위치할 수 있는 잠재적 건물의 세트에 포함된다. 예를 들어, 도 23에 표시된 바와 같이, 2D 신뢰 영역(2306)은 건물 다각형(2308, 2310 및 2312)과 중첩된다. 따라서, 잠재적 건물의 초기 세트는 건물 다각형(2308, 2310, 및 2312)에 대응하는 건물을 포함한다. 일부 실시예에서는 해당 건물의 높이가 추정 위치의 추정 고도와 고도적으로 겹치지 않는 경우 잠재적 건물을 세트에서 제거할 수 있다. 예를 들어, 사용자 장치의 추정 고도가 100m인 경우 높이가 100m 미만인 건물(또는 100m 미만이고 반올림, 고도 불확실성 및 건물 데이터베이스 불확실성을 고려한 완충 범위)은 잠재적 건물의 세트로부터 제거될 것이다(가령, 사용자가 엠파이어 스테이트 빌딩의 최상층 근처에 있을 것으로 추정되고 400m의 2D 불확실성이 있는 경우, 사용자는 다른 건물에 있을 가능성이 낮으므로 제공된 것보다 훨씬 더 나은 2D 불확실성이 추론될 수 있음). 도 23을 참조하면, 중심(2302)이 제3 건물 다각형(2312)에 근접해 있기 때문에 "345 Main Street"가 가장 가까운 건물일 가능성이 높으며 반환된 가능한 건물 및 해당 층 번호 추정 목록에서 먼저 정렬된다. 그러나 중심(2302)에서 추정된 위치의 고도 값이 345 Main Street의 가능한 층 범위를 벗어나는 경우, 해당 건물은 잠재적 건물을 나열하는 API(애플리케이션 프로그래밍 인터페이스) 응답에서 제거될 수 있다.

[0150] 일부 실시예에서, 잠재적 건물의 세트에서 남은 건물 수가 0인 경우, 추정 층 번호를 사용자에게 반환하지 않거나, 추정 위치 영역에서 해당 건물이 감지되지 않았음을 사용자에게 경고하거나, 추정 층 번호 "기본 사례"를 사용하는 것의 조합을 포함하는 여러 옵션이 있다. 추정 층 번호 기준 케이스는 건물 높이나 층 번호에 대한 제약을 가정하지 않고 추정 위치와 연관된 타원체 위 높이 또는 지형 위 높이를 프로세스(2200)를 사용하여 추정 층 번호와 추정 층 번호 신뢰도로 변환하지만, 건물이 검출되지 않았다는 것을 사용자에게 경고한다.

[0151] 일부 실시예에서는 잠재적 건물의 세트에서 남은 건물 수가 1인 경우, 추정 위치와 관련된 타원체 위 높이 또는 지형 위 높이가 프로세스(2200)를 사용하여 추정 층 번호 및 추정 층 번호 신뢰도로 변환된다.

[0152] 일부 실시예에서, 잠재적 건물의 세트에 있는 나머지 건물 수가 하나 보다 많은 경우, 잠재적 건물의 세트에 있는 각 건물에 대해, 추정 위치와 연관된 타원체 위 높이 또는 지형 위 높이가 추정 층 번호 및 프로세스(2200)를 사용한 추정 층 번호 신뢰도로 변환된다. 일부 실시예에서, 각 건물의 추정 층 번호가 사용자에게 반환되며, 이는 별도로 나열되지만 가능성 있는 건물별로 정렬된다. 일부 실시예에서, 중심(가령, 2302)과 각 건물 다각형 사이의 거리의 메트릭을 계산하고 해당 메트릭으로 정렬함으로써 가장 가능성 있는 건물이 추정될 수 있다. 이러한 실시예에서, 메트릭은 평균 거리, 중간 거리, 또는 2D 신뢰 영역(가령, (2306)) 및 건물 다각형의 중첩이다. 또 다른 실시예에서는 잠재적 건물을 2D 신뢰 영역(가령, 2306)과 중첩되는 비율에 따라 정렬될 수 있다.

[0153] 또 다른 실시예에서, 메트릭은 중첩 영역의 측정값이며, 건물은 퍼센티지가 아닌 사용자의 2D 신뢰 영역을 기준으로 중첩된 건물 다각형의 면적에 따라 정렬될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 메트릭은 비례적 중첩이고, 건물은 사용자의 2D 신뢰 영역과 중첩된 건물 다각형의 비례적 중첩에 따라 정렬될 수 있다. 비례적 중첩은 중첩 면적을 건물 다각형의 총 면적으로 나눔으로써 계산된다. 따라서 사용자의 2D 신뢰 영역과 완전히 겹치는 매우 작은 건물 다각형은 사용자의 2D 신뢰 영역과 부분적으로 겹치는 매우 큰 건물보다 먼저 정렬될 것이다.

[0154] 또 다른 실시예에서는 세트 내의 건물만 포함될 수도 있고, 실외와 유의미한 중첩이 있는 경우(즉, 건물과 유의미한 중첩이 없는 경우) "실외"를 옵션으로 포함할 수도 있다.

[0155] 도 22로 돌아와서, 단계(2206)에서 집합 내 각 잠재적 건물에 대응하는 절대 통합 고도 포락선 분포가 식별된다. 일부 실시예에서, 절대 통합 고도 포락선 분포는 프로세스(1400)의 단계(1412)를 참조하여 설명한 대로 절대 통합 고도 포락선 분포를 저장하는 데 사용된 서버 또는 데이터베이스로부터 불러와진다. 단계(2208)에서 잠재적 건물의 세트 내 각 건물에 대해, 해당 건물의 추정 고도와 절대 통합 고도 포락선 분포를 사용하여 추정 층 번호 목록이 결정된다. 일부 실시예에서, 추정 층 번호에 더하여 또는 추정 층 번호 대신, 도 21을 참조하여 기재된 추정 층 번호 대 추정 층 라벨 매핑을 사용하여 추정 층 라벨이 결정된다.

[0156] 단계(2210)에서, 잠재적 건물의 세트가 조립되고 세트에 있는 각 건물에 대한 연관된 추정 층 번호(범위 포함)가 계산된 후, 추정 층 번호는 종료점(가령, 사용자, 모바일 장치, 서버 또는 프로세스(2200)를 시작한 장치)에 보고되거나 반환될 수 있다. 일부 실시예에서, 추정 층 번호가 API(application programming interface)를 통해 종료점으로 반환된다. 본 명세서에 개시된 바와 같이 종료점 반환되는 API 응답의 내용을 생성하기 위한 기술 및 프로세스가 본 명세서에 개시된 다른 프로세스와 조합하여 또는 독립적으로 사용될 수 있다.

[0157] 일부 실시예에서 API 응답은 *추정 층 번호 = {{ADDRESS0, FLOORRANGE0, STATUS0}, {ADDRESS1, FLOORRANGE1, STATUS1},...}*의 일반 형식이 될 수 있다. 예를 들어, 사용자의 지형 위 높이가 (26 +/- 3)미터이고 사용자의 위치가 도 23에 나타난 것처럼 3개의 건물과 중첩되는 경우, 너무 낮은 한 건물(즉, 345 Main Street)을 잠재적 건물의 세트에서 제외할 수 있고 나머지 건물은 사용자 중심까지의 거리에 따라 정렬될 수 있는데, 가령, *추정 층 번호 = {{"234 Main Street", "8 +/- 1", ""}, {"123 Main Street", "10 +/- 2", ""}}*이다. 일부 실시예에서 사용자 중심까지의 거리가 API 응답의 일부로서 반환된다. 일부 실시예에서,사용자 중심까지의 거리가 API 응답의 일부로 반환되고 결과는 수신 시스템에 의해 정렬된다.

[0158] 또 다른 실시예에서, 층 표현은 층 범위로 정의될 수도 있는데, 가령, *추정 층 번호 = {{"234 Main Street", "7, 8, 9", ""}, {"123 Main Street", "8, 9, 10, 11", ""}}*이다. 또는, 층 표현은 비대칭 오류로 정의될 수도 있는데, 가령, *추정 층 번호 = {{"234 Main Street", "8 +/- 1", ""}, {"123 Main Street", "10 + 1 -2", ""}}*이다.

[0159] 다른 실시예에서는, 낮은 건물이 API 응답에 포함될 수 있지만, 이의 상태가 플래깅되는, 가령, *추정 층 번호 = {{"345 Main Street", "", "Short building"}, {"234 Main Street", "8 +/- 1", ""}, {"123 Main Street", "10 + 1 -2", ""}}*이다.

[0160] 또 다른 실시예에서, 실외 부분이 가장 큰 중첩 부분이기 때문에 API 응답에 포함될 수 있는데, 가령, *추정 층 번호 = {{"Outdoors","",""},{"234 Main Street", "8 +/- 1", ""}, {"123 Main Street", "10 +/- 2", ""}}*이다.

[0161] 또 다른 실시예에서, 층 표현은 신뢰도 백분율로 정의될 수 있는데, 가령, *추정 층 번호 = {{"234 Main Street", "8 (80%), 7 (10%), 9 (10%)", ""}, {"123 Main Street", "10 (60%), 9 (10%), 8 (10%), 11 (20%)",*

*""}}*이다.

[0162] 또 다른 실시예에서, 층 또는 주소 표현이 신뢰도 백분율로 순위화될 수 있지만 개별 신뢰도를 나타내지 않을 수 있는데, 가령, *추정 층 번호 = {{"234 Main Street", "8, 7, 9", ""}, {"123 Main Street", "10, 9, 8, 11", ""}}*이다.

[0163] 또 다른 실시예에서, 층 표현은 가장 높은 신뢰도의 층/가장 가능성이 높은 층(공개된 신뢰도 포함 또는 미포함)일 수 있으며, 그 뒤에 다양한 층(공개된 신뢰도 포함 또는 미포함)이 이어질 수 있으며, 예를 들어, *추정 층 번호 = {{"234 Main Street", "8 (80%), [8 (80%), 7 (10%), 9 (10%)]", ""}, {"123 Main Street", "10 (60%), [10 (60%), 9 (10%), 8 (10%), 11 (20%)]", ""}}, 추정 층 번호 = {{"234 Main Street", "8, [8, 7, 9]", ""}, {"123 Main Street", "10, [10, 9, 8, 11]", ""}}*이다.

[0164] 또 다른 실시예에서는, 층 표현이 신뢰도 백분율로 정의될 수 있지만 건물당 가장 높은 신뢰도 값을 갖는 층만 반환되며, 예를 들어, *추정 층 번호 = {{"234 Main Street", "8 (80%)", ""}, {"123 Main Street", "10 (60%)", ""}}*이다.

[0165] 또 다른 실시예에서, 주소 표현은 절대 신뢰도 값뿐만 아니라 신뢰도 백분율로 정의될 수 있는데, 가령, *추정 층 번호 = {{"234 Main Street (50%)", "8 +/- 1", ""}, {"123 Main Street (30%)", "10 +/- 2", ""}}*이다.

[0166] 또 다른 실시예에서, 사람이 살지 않는 건물에 대한 추가 정보가 있는 경우, API 응답에서 해당 정보를 제거하거나 사용자에게 경고를 표시할 수 있다. 예를 들어, 234 Main Street가 버려진 건물인 경우, *추정 층 번호 = {{"123 Main Street", "10 +/- 2", ""}}*, 또는 *추정 층 번호 = {{"234 Main Street", "8 +/- 1", "Unpopulated"}, {"123 Main Street", "10 +/- 2", ""}}*이다.

[0167] 또 다른 실시예에서, 제한되거나 출입이 금지된 층 번호(가령, 무인 서버실)에 대한 추가 정보가 있는 경우, 해당 번호를 API 응답에서 제거할 수 있다. 예를 들어, 234 Main Street에 8층이 서버실인 경우, *추정 층 번호 = {{"234 Main Street", "7, 9", ""}, {"123 Main Street", "10 +/- 2", ""}}*이다.

[0168] 또 다른 실시예에서, 건물 표현이 신뢰도 백분율로 정의될 수 있지만 가장 높은 신뢰도 값을 갖는 건물만 반환되는데, 가령, *추정 층 번호 ={{"234 Main Street (60%)", "8 +/- 1", ""}*이다.

[0169] 또 다른 실시예에서는 층 표현과 건물 표현을 신뢰도 백분율로 정의할 수 있지만 신뢰도가 가장 높은 건물과 신뢰도가 가장 높은 층만 반환되며, 예를 들어, *추정 층 번호 = {{"234 Main Street (60%)", "8 (80%)", ""}*이다.

[0170] 본 명세서에 기재된 프로세스(1400) 및 그 밖의 다른 프로세스와 관련하여, 각 지리적 지역에는 수백 개, 또는 심지어 수천 개의 물리적 건물이 있을 수 있고, 각 건물에는 층 번호와 층 라벨의 많은 가능한 순열이 있을 수 있으며, 알려진 아파트 번호, 엘리베이터 버튼 정보 등을 포함할 수 있는 대규모 데이터 세트 외에도 지역 및 문화적 규칙에 대한 대규모 데이터 세트가 고려되기 때문에, 본 명세서에서 개시되는 프로세스는 하나 이상의 모바일 장치 및/또는 서버에 의해 수행되고 수동으로 수행되지 않는 것이 바람직하다. 이러한 모바일 장치는 물리적인 대기 효과를 측정하고, 측정 결과를 나타내는 데이터를 대규모 데이터세트에 액세스하여 작업할 수 있는 하나 이상의 서버로 전송할 수 있기 때문이다. 예를 들어, 고도 포락선 분포 제약조건의 선택, 고도 포락선 분포 제약조건의 검증, 다양한 고도 포락선 분포의 구성, 고도 포락선 분포로의 고도 포락선 분포 제약조건의 적용, 결과적인 통합 고도 포락선 분포의 생성, 및 절대 통합 고도 포락선 분포의 생성이 한 지역에 대해 수백 번, 아니 수천 번 반복될 수 있다. 또한, 고려되는 지역이 수백 개, 아니 수천 개에 달할 수도 있다. 본 명세서에 개시된 프로세스는 모바일 장치 및/또는 서버에서 수행되는 것이 바람직하므로, 추정 고도를 추정 층 번호 및/또는 층 라벨에 매핑하는 데이터 세트가 건물을 측량하거나 이러한 매핑을 수동으로 검색하여 수동으로 생성하는 수동 프로세스에 비해 저렴하고 빠르게 여러 지역에 대한 데이터 세트를 생성할 수 있다는 이점이 있다.

[0171] 일부 실시예에서는 개별 층 분포에 대한 경계를 강화하기 위해 원하는 경우 층 번호별로 통합 층 분포가 선택적으로 선택될 수 있다. 일부 실시예에서는 층간 간격 및 바닥-천장 간격, 그리고 경계 두께가 건물 전체에 걸쳐 균일할 필요가 있다. 일부 실시예에서는 지형 아래 층(즉, 지하 층)이 유사한 기법을 사용해 매핑될 수 있지만, 건물 깊이(건물 높이와 유사)는 문서화되어 있지 않거나 평가하기 쉽지 않을 수 있으며, 지하 층의 개수도 잘 문서화되어 있지 않거나 평가하기 쉽지 않을 수 있다. 이러한 실시예에서 환기와 건물 기초에 대한 몇 가지 가정을 통해 지하 층 번호 및/또는 건물 깊이를 제한할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서는 지하 레벨/층의 수 및/또는 깊이에 관해 직접적으로 가정할 수 있다. 예를 들어, 건물의 지하 층/층이 5개를 넘지 않아야 하고, 깊이가 20m를 넘지 않아야 하며, 지하 층의 총 깊이가 20m를 넘지 않아야 한다는 가정이 있을 수 있다. 건물 깊이와

지하 레벨/층에 대한 다른 가정이 있을 수 있으며, 이는 건물이 위치한 지리적 지역에 기초할 수 있다.

[0172] 건물의 바닥은 수평(또는 평평)하다고 가정하는 것이 합리적일 수 있지만 지형은 반드시 수평하지 않을 수 있으므로, 일부 실시예에서는, 아래에 설명될 바와 같이, 모바일 장치의 지형 위 높이가 아니라 건물의 절대 통합 고도 포락선 분포를 직접 사용해, 모바일 장치의 타원체 위 높이 고도 값을 추정 층 번호로 변환하는 것이 선호된다. 예를 들어, 건물의 하나의 측부에 지하에 지하 1층의 일부가 있는 경사 지형에 세워진 건물에서, 사용자가 층을 바꾸지 않고 건물 바닥을 수평으로 걸을 때 타원체 위 높이 값은 크게 변하지 않을 것으로 예상된다. 그러나 기본 지형 데이터베이스가 경사 지형(건물을 세우기 위해 발굴된 지형)을 나타내는 경우 모바일 장치의 지형 위 높이 값이 변경될 수 있다. 따라서 지형 위의 높이는 타원형 위의 높이보다 덜 안정적일 가능성이 있으며, 의도치 않게 추정 층 번호 보고에 오류를 유발할 수 있다.

[0173] 모바일 장치의 추정 고도 데이터는 앞서 언급한 것처럼 타원체 위 높이(HAE), 평균 해수면(MSL), 지형 위 높이(HAT) 등 다양한 방법으로 측정할 수 있다. 건물 데이터베이스에 지면을 기준으로 한 높이로 측정/표현되는 데이터(가령, HAT)가 포함되어 있는 경우, 즉 건물 데이터베이스가 다양한 층/층 번호에 대한 통합 고도 포락선 분포를 제공하는 경우, 필요한 경우 모바일 장치의 추정 고도 데이터를 해당 기술 분야에서 알려진 프로세스를 통해 HAT로 변환해야 한다. 또한 건물 데이터베이스가 절대 높이(가령, HAE 또는 MSL)로 측정/표현되는 데이터를 포함하는 경우, 즉, 건물 데이터베이스가 다양한 층/층 번호에 대한 절대 통합 고도 포락선 분포를 제공하는 경우, 필요에 따라 모바일 장치의 추정 고도 데이터가 해당 기술 분야에서 알려진 프로세스를 통해 HAE 또는 MSL로 변환될 필요가 있다. 그러나 앞서 언급한 것처럼 HAT를 직접 사용하는 데에는 한계가 있으므로 주의해야 한다.

[0174] 본 공개에 의해 설명되거나 다른 방식으로 활성화된 모든 방법(또한 "프로세스" 또는 "접근법"이라고도 함)은 하드웨어 구성 요소(가령, 기계), 소프트웨어 모듈(가령, 기계 판독 가능 매체에 저장됨) 또는 이들의 조합에 의해 구현될 수 있다. 특히, 본 공개에 의해 기술되거나 다른 방식으로 활성화된 모든 방법은 본 공개에 의해 기술된 모든 구체적이고 실질적인 시스템에 의해 구현될 수 있다. 예를 들어, 기계에는 본 명세서에 설명되어 있거나 해당 기술 분야에 공지되어 있는 하나 이상의 컴퓨팅 장치, 프로세서, 제어기, 집적 회로, 칩, 칩상 시스템, 서버, 프로그래밍 가능 논리 장치, 현장 프로그래밍 가능 게이트 어레이, 전자 장치, 특수 목적 회로 및/또는 기타 적합한 장치가 포함될 수 있다. 본 명세서에는, 하나 이상의 기계에 의해 실행될 때, 하나 이상의 기계가 여기에 기술된 방법의 단계를 포함하는 작업을 수행하거나 구현하게 하는 프로그램 명령을 구현하는 하나 이상의 비일시적 기계 판독 매체가 포함된다. 본 명세서에서 사용되는, 기계 판독 가능 매체는 비휘발성 또는 휘발성 저장 매체 하나 이상, 이동식 또는 고정식 매체, 집적 회로 매체, 자기 저장 매체, 광 저장 매체 또는 RAM, ROM, EEPROM을 비롯한 기타 저장 매체를 포함하되 이에 국한되지 않는 모든 형태의 기계 판독 가능 매체를 포함하며, 이는 본 출원이 접수된 관할권의 법률에 따라 특허를 받을 수 있으나, 본 출원이 접수된 관할권의 법률에 따라 특허를 받을 수 없는 기계 판독 가능 매체(가령, 일시적인 전파 신호)는 포함하지 않는다. 본 명세서에 개시된 방법은 수행되는 일련의 규칙을 제공한다. 또한, 본 명세서에 기재된 임의의 방법을 구현하기 위한 하나 이상의 기계와 하나 이상의 비일시적 기계 판독 가능 매체를 포함하는 시스템도 여기에 포함된다. 본 명세서에 기재된 모든 방법의 단계를 포함하는 작업을 수행하거나 구현하거나, 수행하거나 구현하도록 구성되거나, 작동 가능하거나, 적응된 하나 이상의 기계도 본 명세서에서 고려된다. 본 명세서에 기재된 각 방법은 기존 기술이 아니며, 지형 위 높이 신뢰도를 특성화하는 분야에서 상당한 이점을 제공하는 프로세스 흐름의 특정 규칙 집합을 나타낸다. 본 명세서에 기재된 방법 단계는 순서에 관계없이 수행될 수 있으며, 가능하다면 설명된 것과 병렬로 또는 다른 순서로 수행될 수 있다. 본 명세서에 기재된 다양한 방법 단계는 결합되어 아무리 많은 수의 방법을 형성할 수 있으며, 이는 해당 기술 분야의 통상의 기술자라면 이해할 수 있을 것이다. 본 명세서에 개시된 모든 방법 단계 또는 특징은 어떠한 이유로든 청구범위에서 생략될 수 있다. 본 공개의 개념을 흐리는 것을 방지하기 위해 일부 잘 알려진 구조 및 장치는 도면에 표시되지 않았다. 두 가지 사물이 서로 "결합"되어 있을 때, 그 두 가지 사물은 직접적으로 연결되어 있을 수도 있고, 하나 이상의 중간 사물에 의해 분리되어 있을 수도 있다. 두 특정한 사물을 연결하는 선이나 개입되는 사물이 없는 경우, 달리 명시하지 않는 한 적어도 하나의 실시예에서는 이러한 사물의 결합이 고려된다. 한 사물의 출력과 다른 사물의 입력이 서로 결합되어 있는 경우, 출력에서 전송된 정보는 하나 이상의 중간 사물을 거치더라도 출력된 형태나 수정된 버전으로 입력에 의해 수신된다. 달리 명시되지 않는 한, 여기에 공개된 정보(가령, 데이터, 명령, 신호, 비트, 심볼, 칩 등)를 전송하는 데 알려진 모든 통신 경로 및 프로토콜을 사용할 수 있다. 포함하다, 구성하는, 포함하다, 포함하는 등의 단어는 배타적 의미(즉, ~로만 구성됨)가 아닌 포괄적 의미(즉, 이에 국한되지 않음)로 해석되어야 한다. 단수 또는 복수 숫자를 사용하는 단어는 달리 명시되지 않는 한 각각 복수 또는 단수 숫자를 포함한다. 상세 설명에 사용된 "또는"과 "및"이라는 단어는 달리 명시되지 않는 한 목록에 있는 모든 항목 및 해당 항목을 포괄한다. 일부,

임의의, 적어도 하나라는 단어는 하나 이상을 가리킨다. 본 명세서에서 ~일 수 있다(may 또는 can)라는 용어는 필수 사항이 아닌 예를 나타내는 데 사용되는데, 예를 들어, 동작을 수행할 수 있다 또는 특성을 가질 수 있다는 각 실시예에서 해당 동작을 수행할 필요나 해당 특성을 가질 필요는 없고, 적어도 하나의 실시예에서 해당 동작을 수행하거나 해당 특성을 가지는 것을 의미한다. 대안적 접근 방식이 기재되지 않는 한, 데이터 소스로부터의 데이터에 대한 액세스는 알려진 기술(가령, 요청 구성요소가 질의나 그 밖의 다른 알려진 접근 방식을 통해 소스로부터 데이터를 요청하고, 소스가 데이터를 검색하여 찾고, 소스가 데이터를 수집하여 요청 구성요소에 전송하는 것, 또는 그 밖의 다른 알려진 기술)을 사용하여 달성될 수 있다.

[0175] 도 24는 일부 실시예에 따른 송신기(2401), 모바일 장치(2402) 및 서버(2403)의 구성요소를 도시한다. 의사소통 경로의 예는 구성요소들 간의 화살표로 표시된다.

[0176] 도 24에서 예시적으로, 각 송신기(2401)는 다음을 포함할 수 있다: 모바일 장치와 정보를 교환하기 위한 모바일 장치 인터페이스(11)(가령, 해당 기술 분야에서 알려져 있거나 본 명세서에 공개된 안테나 및 RF 프론트엔드 구성요소), 하나 이상의 프로세서(12), 정보 및/또는 프로그램 명령의 저장 및 검색을 제공하기 위한 메모리/데이터 소스(13), 송신기에서 또는 근처의 환경 조건(가령, 압력, 온도, 습도, 기타)을 측정하기 위한 대기 센서(14), 서버와 정보를 교환하기 위한 서버 인터페이스(15)(가령, 안테나, 네트워크 인터페이스 또는 그 밖의 다른 것), 및 해당 기술 분야의 통상의 기술자에게 알려진 그 밖의 다른 임의의 구성요소. 메모리/데이터 소스(13)는 실행 가능한 명령을 포함하는 소프트웨어 모듈을 저장하는 메모리를 포함할 수 있으며, 프로세서(12)는 모듈로부터의 명령을 실행함으로써 다음을 포함한 다양한 동작을 수행할 수 있다: (i) 본 명세서에서 설명하거나 해당 기술 분야의 통상의 기술자가 송신기에서 수행할 수 있다고 이해하는 방법의 일부 또는 전부를 수행, (ii) 선택된 시간, 주파수, 코드 및/또는 위상을 사용하여 전송할 위치 신호 생성, (iii) 모바일 장치 또는 그 밖의 다른 소스로부터 수신된 신호의 처리; 또는 (iv) 본 개시에 설명된 동작에 필요한 그 밖의 다른 처리. 송신기에 의해 생성 및 전송되는 신호는 다양한 정보를 포함할 수 있으며, 이러한 정보는 모바일 장치나 서버에서 결정되면 다음을 식별할 수 있다: 송신기, 송신기 위치, 송신기 또는 송신기 근처의 환경 조건, 및/또는 해당 기술 분야에 알려진 그 밖의 다른 정보. 대기 센서(14)는 송신기와 통합되어 있거나 송신기와 분리되어 송신기와 동일한 위치에 있거나 송신기 근처(가령, 임계 거리 내)에 위치할 수 있다.

[0177] 도 24에서 예시적으로, 모바일 장치(2402)는 다음을 포함할 수 있다: 송신기와 정보를 교환하기 위한 송신기 인터페이스(21)(가령, 해당 기술 분야에서 알려져 있거나 여기에 달리 공개된 안테나 및 RF 프론트엔드 구성요소), 하나 이상의 프로세서(22), 정보 및/또는 프로그램 명령의 저장 및 검색을 제공하기 위한 메모리/데이터 소스(23), 모바일 장치의 환경 조건(가령, 압력, 온도, 기타)을 측정하기 위한 대기 센서(들) 24(가령, 기압계 및 온도 센서), 그 밖의 다른 조건을 측정하기 위한 그 밖의 다른 센서(25)(가령, 움직임 및 방향을 측정하기 위한 관성 센서), 사용자가 입력을 제공하고 출력을 수신할 수 있도록 하는 사용자 인터페이스(26)(가령, 디스플레이, 키보드, 마이크, 스피커, 기타), 모바일 장치 외부의 서버 또는 기타 장치(가령, 안테나, 네트워크 인터페이스 또는 기타)와 정보를 교환하기 위한 또 다른 인터페이스(27), 및 해당 기술 분야의 통상의 기술자에게 알려진 기타 구성요소. GNSS 인터페이스와 처리 장치(도시되지 않음)가 고려되는데, 이는 다른 구성요소(가령, 인터페이스(21) 및 프로세서(22)) 또는 독립형 안테나, RF 프론트엔드 및 GNSS 신호 수신 및 처리에 전담된 프로세서와 통합될 수 있다. 메모리/데이터 소스(23)는 실행 가능한 명령을 포함하는 소프트웨어 모듈을 저장하는 메모리를 포함할 수 있고, 프로세서(22)는 모듈로부터의 명령을 실행함으로써 다음을 포함한 다양한 동작을 수행할 수 있다: (i) 본 명세서에 기술되어 있거나 해당 기술 분야의 통상의 기술자가 모바일 장치에서 수행할 수 있다고 이해하는 방법의 일부 또는 전부를 수행, (ii) 모바일 장치 및 송신기의 압력 측정값, 송신기 또는 다른 소스의 온도 측정값 및 계산에 필요한 그 밖의 다른 정보에 기초한 모바일 장치의 고도 추정, (iii) 위치 정보를 결정하기 위한 수신 신호(가령, 신호의 도착 시간 또는 이동 시간, 모바일 장치와 송신기 간의 의사 거리, 송신기 대기 조건, 송신기 및/또는 위치 또는 기타 송신기 정보)의 처리, (iv) 모바일 장치의 추정 위치를 계산하기 위한 위치 정보의 사용, (v) 모바일 장치의 관성 센서의 측정치에 기초한 이동 결정, (vi) GNSS 신호 처리, 또는 (vii) 본 개시에 기재된 작업에 필요한 기타 처리.

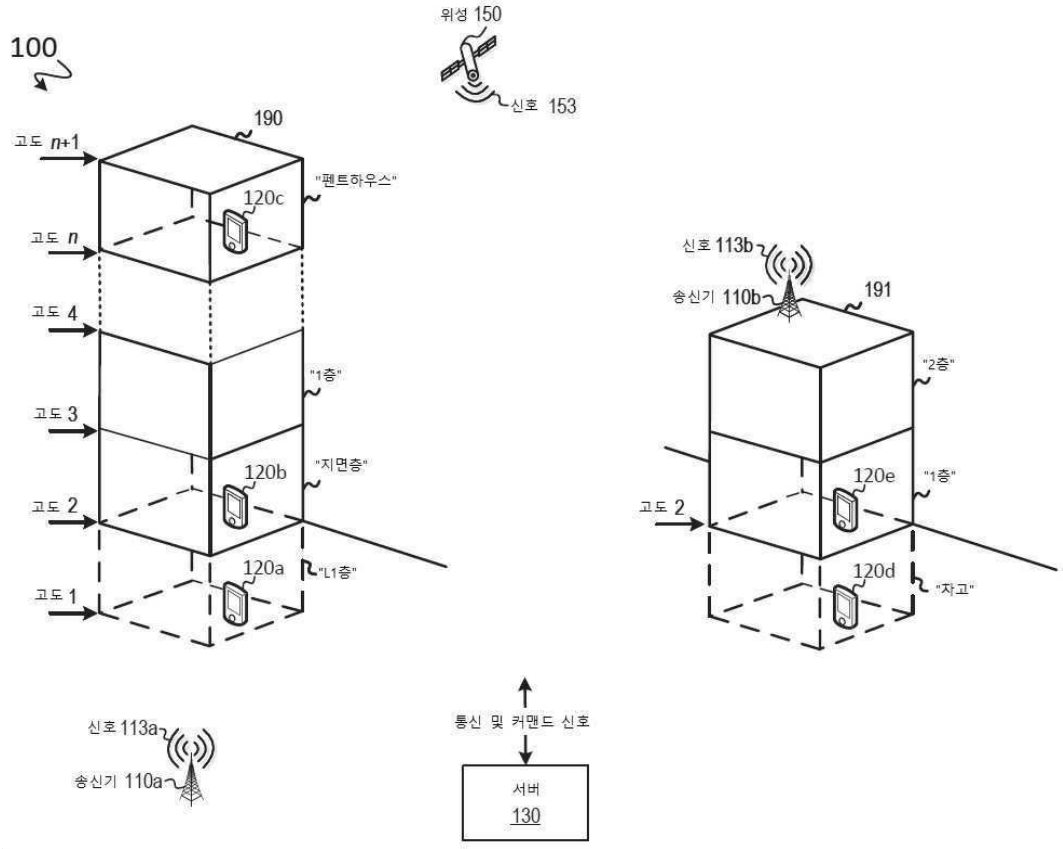
[0178] 도 24에서 예시된 바와 같이, 서버(2403)는 다음을 포함할 수 있다: 모바일 장치와 정보를 교환하기 위한 모바일 장치 인터페이스(31)(가령, 안테나, 네트워크 인터페이스 또는 기타), 하나 이상의 프로세서(32), 정보 및/또는 프로그램 명령의 저장 및 검색을 제공하기 위한 메모리/데이터 소스(33), 송신기와 정보를 교환하기 위한 송신기 인터페이스(34)(가령, 안테나, 네트워크 인터페이스 또는 기타), 및 해당 기술 분야의 통상의 기술자에게 알려진 기타 구성요소. 메모리/데이터 소스(33)는 실행 가능한 명령을 포함하는 소프트웨어 모듈을 저장하는 메모리를 포함할 수 있으며, 프로세서(32)는 상기 모듈로부터의 명령을 실행함으로써 다음을 포함하는 다양한

동작을 수행할 수 있다: (i) 본 명세서에서 설명하거나 해당 기술 분야의 통상의 기술자가 서버에서 수행할 수 있다고 이해하는 방법의 일부 또는 전부를 수행, (ii) 모바일 장치의 고도 추정, (iii) 모바일 장치의 추정 위치 계산, 또는 (iv) 본 개시에서 설명하는 동작에 필요한 그 밖의 다른 처리. 본 명세서에 기재된 대로 서버가 수행하는 단계는 모바일 장치와 멀리 떨어진 다른 기계(기업의 컴퓨터나 다른 적합한 기계 포함)에서도 수행될 수 있다.

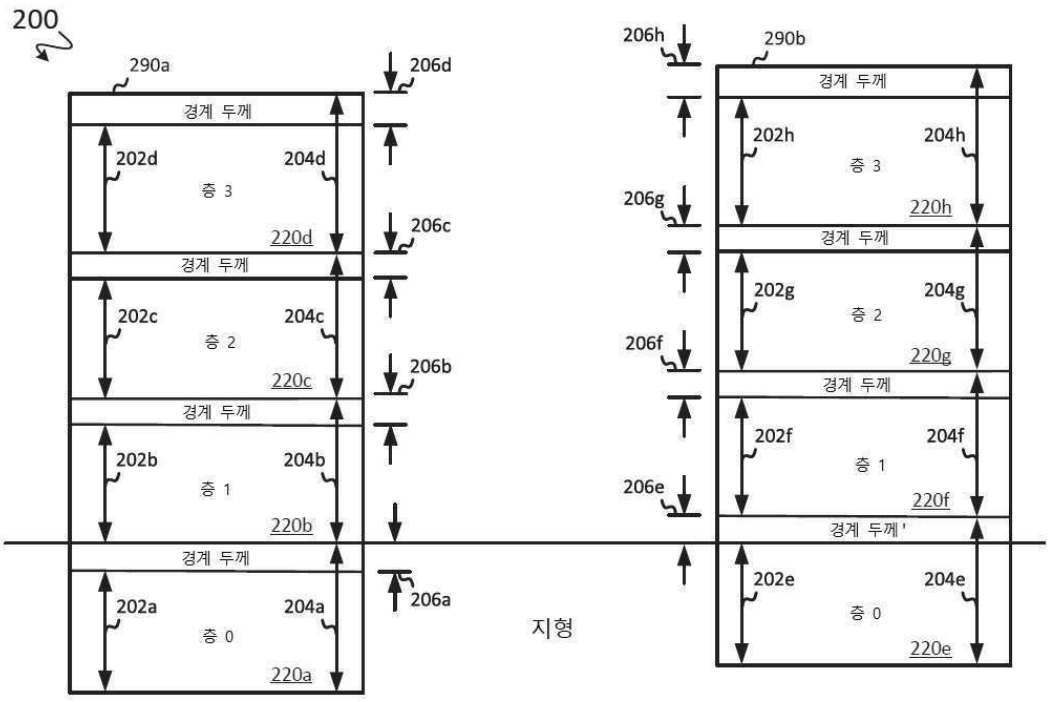
[0179] 본 명세서에 개시된 특정 측면은 모바일 장치의 위치를 추정하는 것과 관련이 있는데, 즉, 위치가 위도, 경도 및/또는 고도 좌표, x, y 및/또는 z 좌표, 각도 좌표 또는 기타 표현 방식으로 표현되는 경우이다. 모바일 장치의 위치를 추정하기 위해 다양한 기법이 사용될 수 있는데, 여기에는 삼각 측량이 포함되고, 삼각 측량은 모바일 장치가 다양한 비콘(가령, 지상 송신기 및/또는 위성)에서 수신한 다양한 "위치"(또는 "거리 측정") 신호가 이동한 거리를 사용하여 모바일 장치의 위치를 추정하는 데 기하학을 사용하는 프로세스이다. 비콘으로부터 위치 신호를 전송하고 수신하는 시간과 같은 위치 정보가 알려져 있다면, 두 시간의 차이에 빛의 속도를 곱하면 위치 신호가 비콘에서 모바일 장치까지 이동한 거리를 추정할 수 있다. 다양한 비콘의 다양한 위치 신호에 대응하는 다양한 추정 거리는 해당 비콘의 위치와 같은 위치 정보와 함께 사용되어 모바일 장치의 위치를 추정할 수 있다. 비콘(가령, 송신기 및/또는 위성) 및/또는 대기 측정으로부터의 위치 신호에 기반하여 모바일 장치의 위치(위도, 경도 및/또는 고도)를 추정하는 위치 시스템 및 방법이 동일 출원인의 2012년03월06일에 공개된 미국 특허 제8,130,141호 및 2015년06월 16일에 공개된 미국 특허 제9,057,606호에 설명되어 있다. "위치결정 시스템"이라는 용어는 위성 시스템(가령, GPS, GLONASS, Galileo, Compass/Beidou와 같은 GNSS(Global Navigation Satellite Systems), 지상 송신기 시스템, 하이브리드 위성/지상 시스템을 의미할 수 있다.

도면

도면1



도면2



도면3

300

고도 포락선 최솟값 (미터)	고도 포락선 최댓값 (미터)	층 번호
0	2.7	1
3	5.7	2
6	8.7	3
9	11.7	4

도면4

400

고도 포락선 최솟값 (미터) (2.5 m)	고도 포락선 최댓값 (미터) (2.5 m)	고도 포락선 최솟값 (미터) (3 m)	고도 포락선 최댓값 (미터) (3 m)	층 번호
0	2.2	0	2.7	1
2.5	4.7	3	5.7	2
5	7.2	6	8.7	3
7.5	9.7	9	11.7	4

분포 1:
2.2m의 바닥-천장 간격 및
0.3m의 경계 두께를 가정

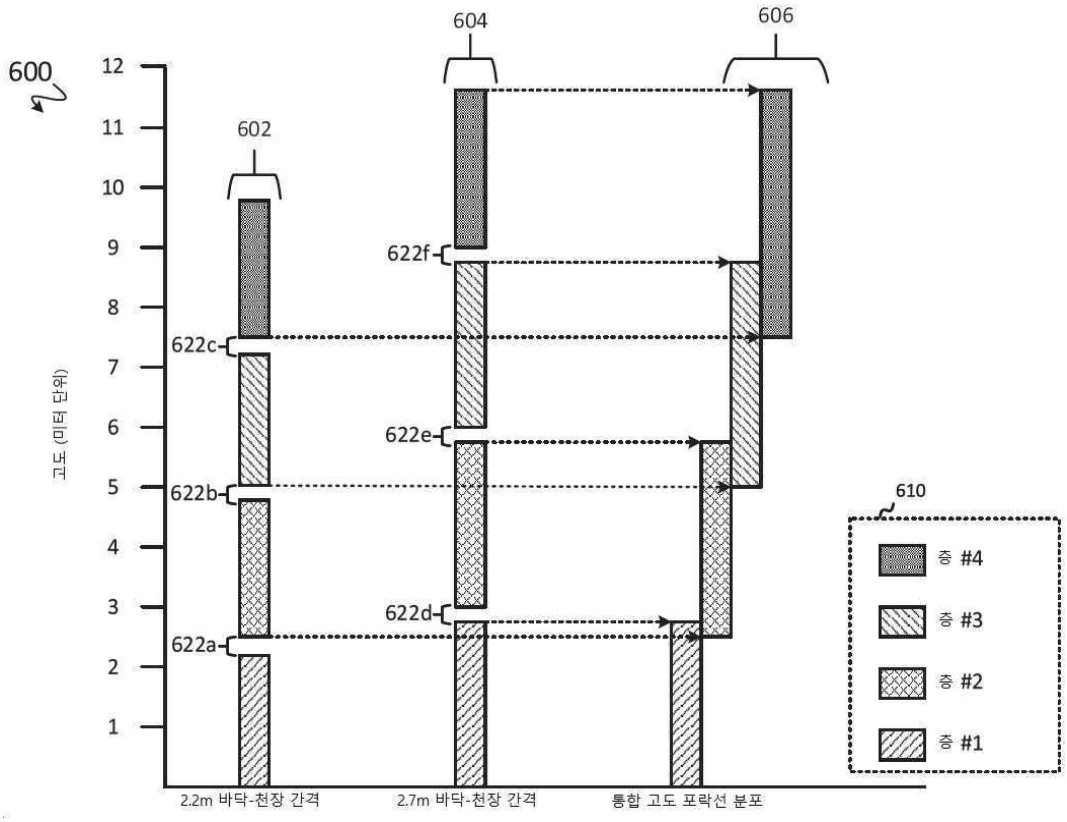
분포 2:
2.7m의 바닥-천장 간격 및
0.3m의 경계 두께를 가정

도면5

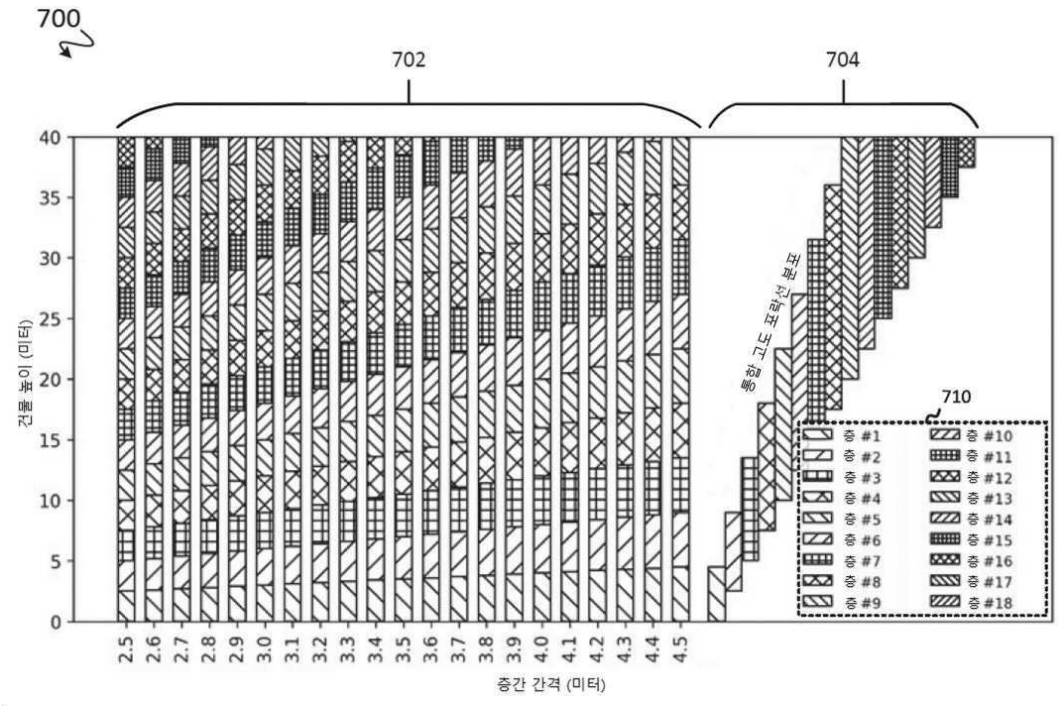
500

고도 포락선 최솟값 (미터)	고도 포락선 최댓값 (미터)	층 번호
0	2.7	1
2.5	5.7	2
5	8.7	3
7.5	11.7	4

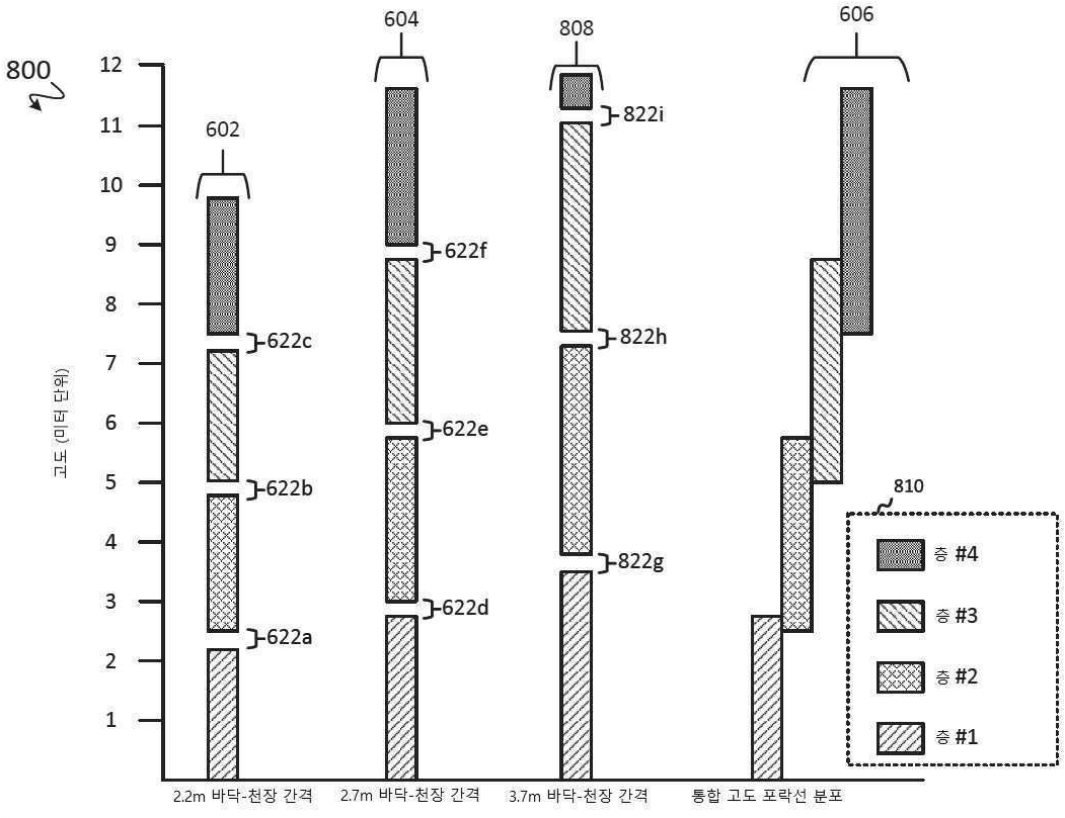
도면6



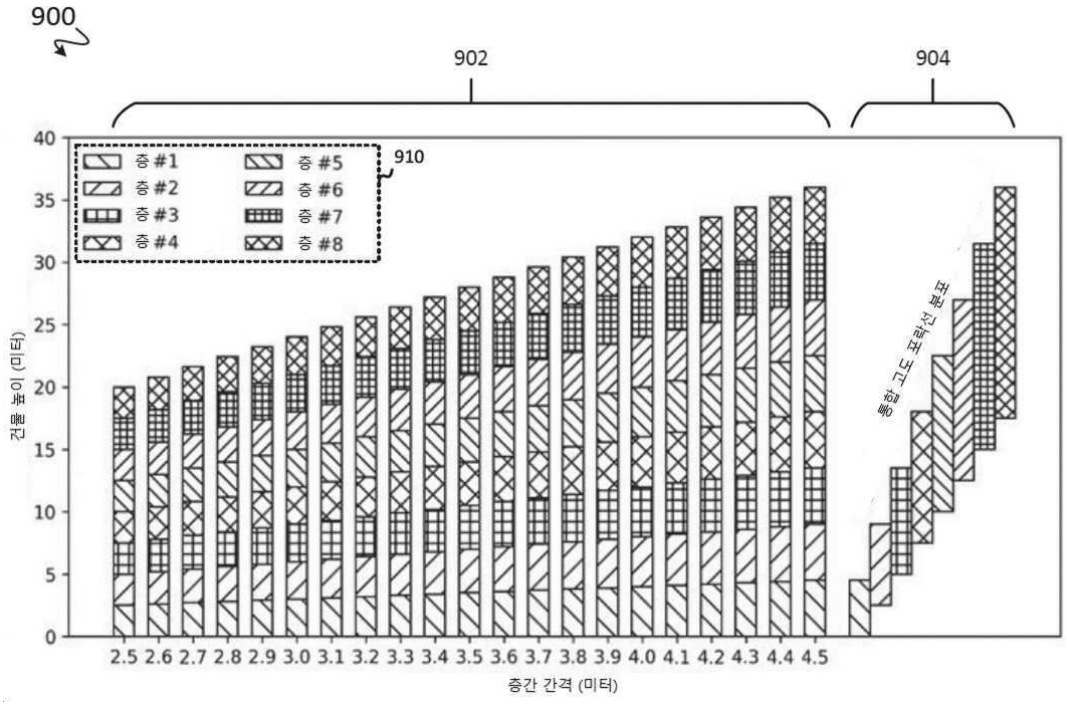
도면7


700
702
704
건물 높이 (미터)
층간 간격 (미터)
통합 고도 포락선 분포
710
층 #1
층 #2
층 #3
층 #4
층 #5
층 #6
층 #7
층 #8
층 #9
층 #10
층 #11
층 #12
층 #13
층 #14
층 #15
층 #16
층 #17
층 #18

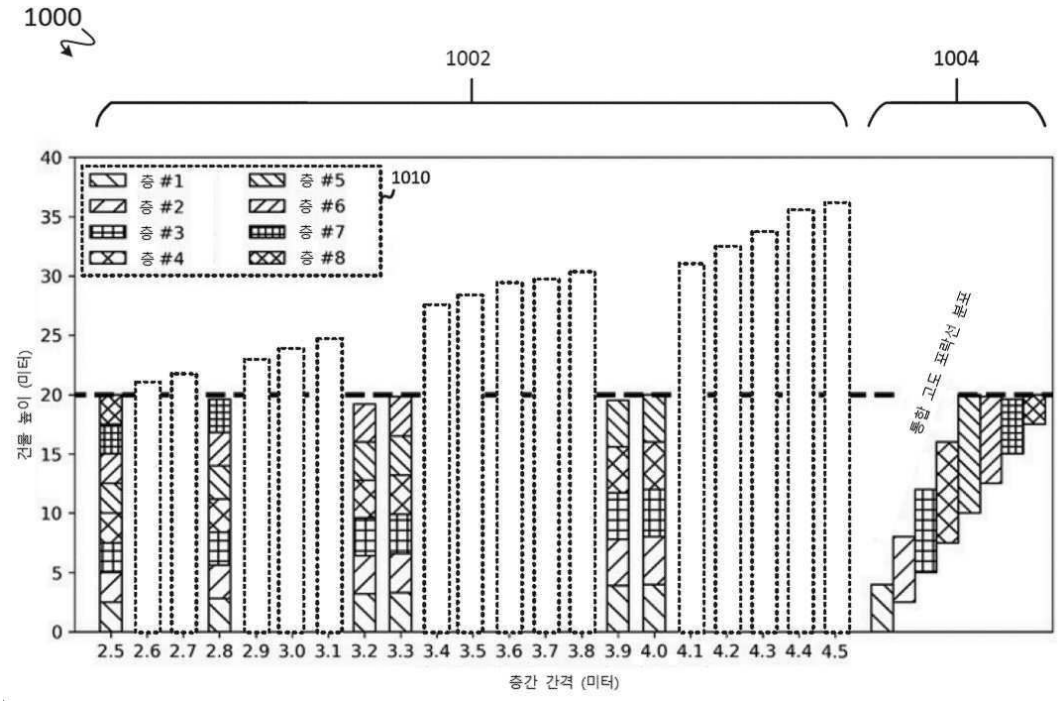
도면8


800
602
604
808
606
622a
622b
622c
622d
622e
622f
822g
822h
822i
810
층 #1
층 #2
층 #3
층 #4
고도 (미터 단위)
2.2m 바닥-천장 간격
2.7m 바닥-천장 간격
3.7m 바닥-천장 간격
통합 고도 포락선 분포

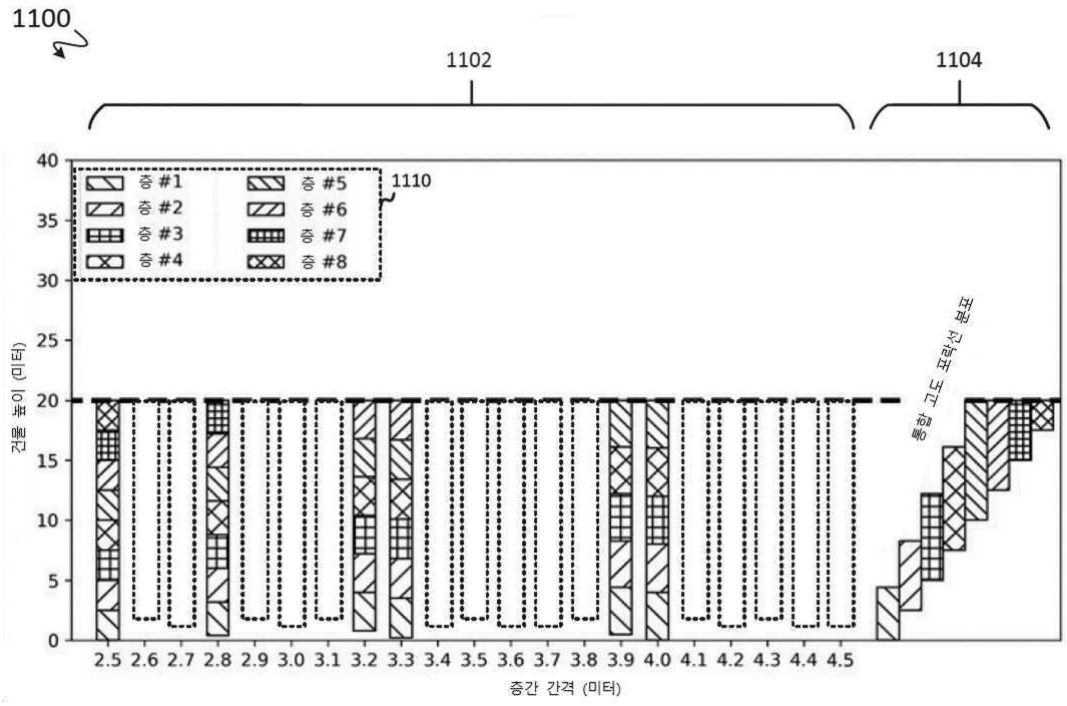
도면9


900
902
904
910
층 #1
층 #2
층 #3
층 #4
층 #5
층 #6
층 #7
층 #8
건물 높이 (미터)
0 5 10 15 20 25 30 35 40
2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3.0 3.1 3.2 3.3 3.4 3.5 3.6 3.7 3.8 3.9 4.0 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5
층간 간격 (미터)
통합 고도 포락선 분포

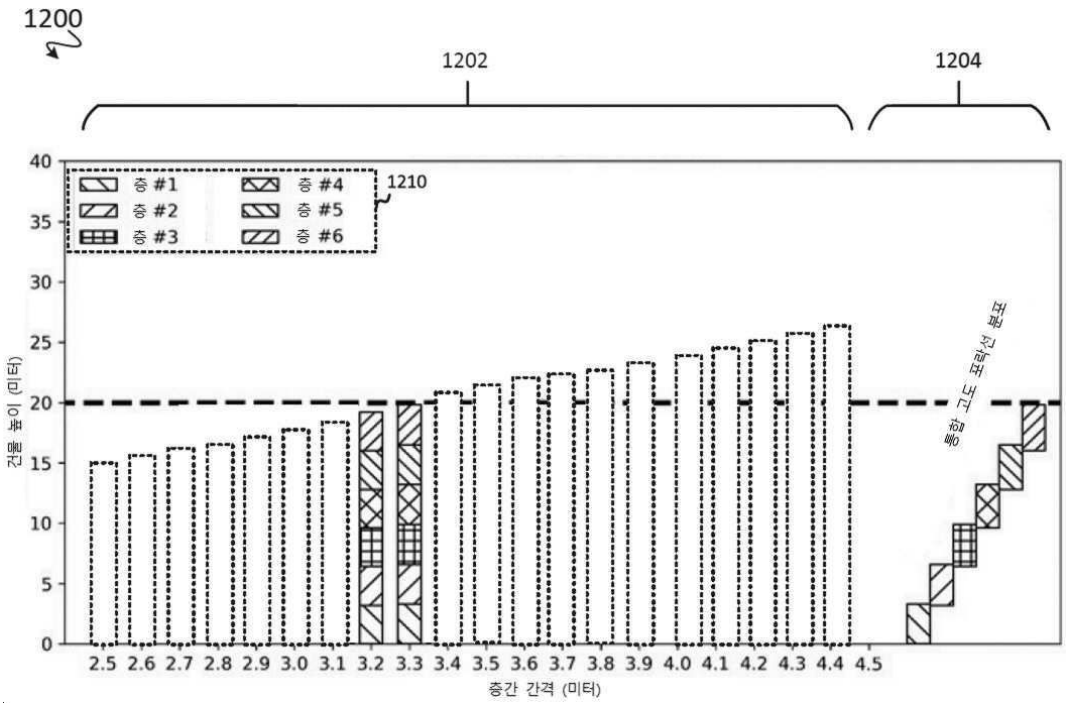
도면10


1000
1002
1004
1010
층 #1
층 #2
층 #3
층 #4
층 #5
층 #6
층 #7
층 #8
건물 높이 (미터)
0 5 10 15 20 25 30 35 40
2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3.0 3.1 3.2 3.3 3.4 3.5 3.6 3.7 3.8 3.9 4.0 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5
층간 간격 (미터)
통합 고도 포락선 분포

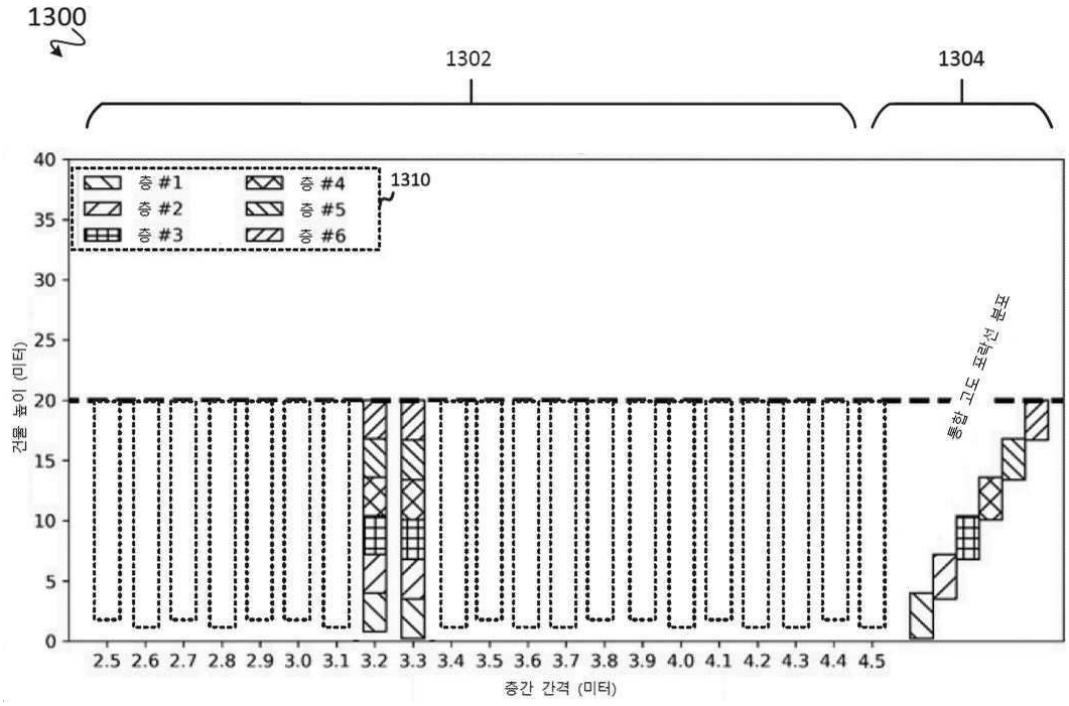
도면11


1100
1102
1104
층 #1
층 #2
층 #3
층 #4
층 #5
층 #6
층 #7
층 #8
1110
건물 높이 (미터)
통합 고도 포락선 분포
층간 간격 (미터)

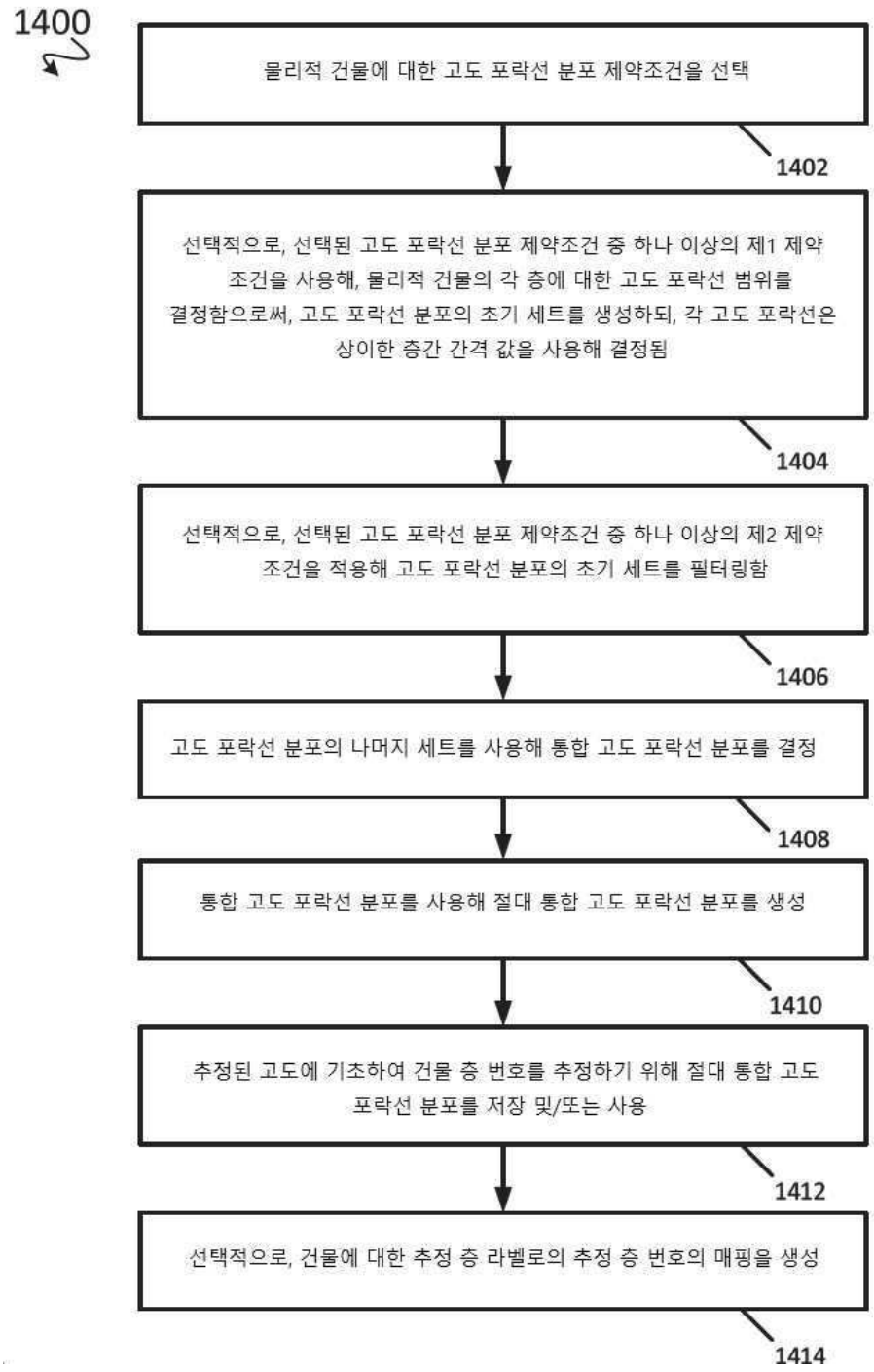
도면12


1200
1202
1204
층 #1
층 #2
층 #3
층 #4
층 #5
층 #6
1210
건물 높이 (미터)
통합 고도 포락선 분포
층간 간격 (미터)

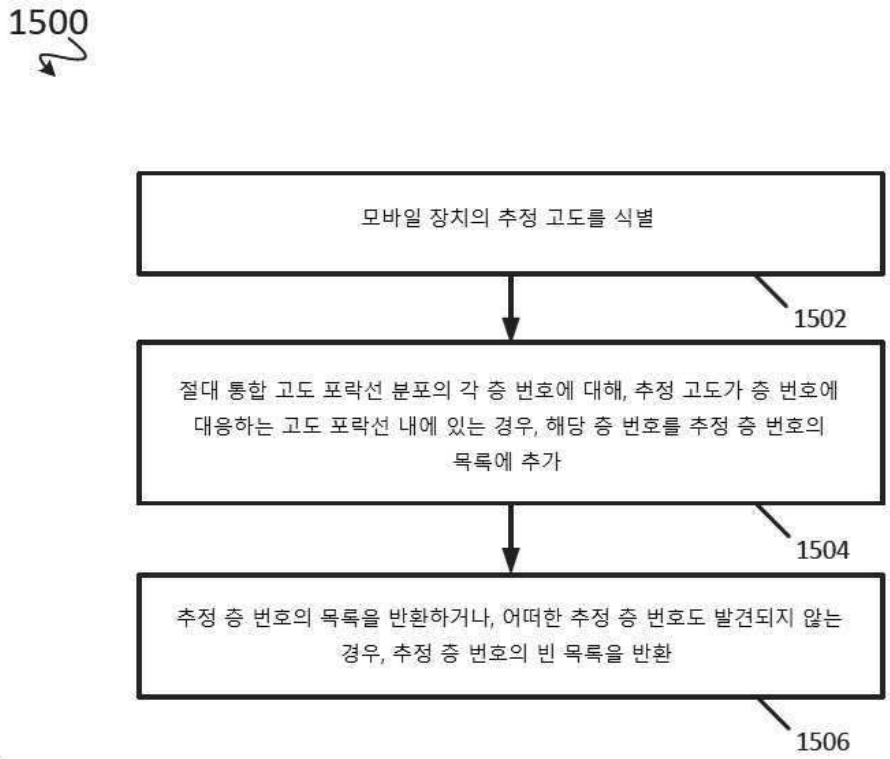
도면13


1300
1302
1304
층 #1
층 #2
층 #3
층 #4
층 #5
층 #6
1310
건물 높이 (미터)
층간 고도 포락선 분포
0
5
10
15
20
25
30
35
40
2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3.0 3.1 3.2 3.3 3.4 3.5 3.6 3.7 3.8 3.9 4.0 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5
층간 간격 (미터)

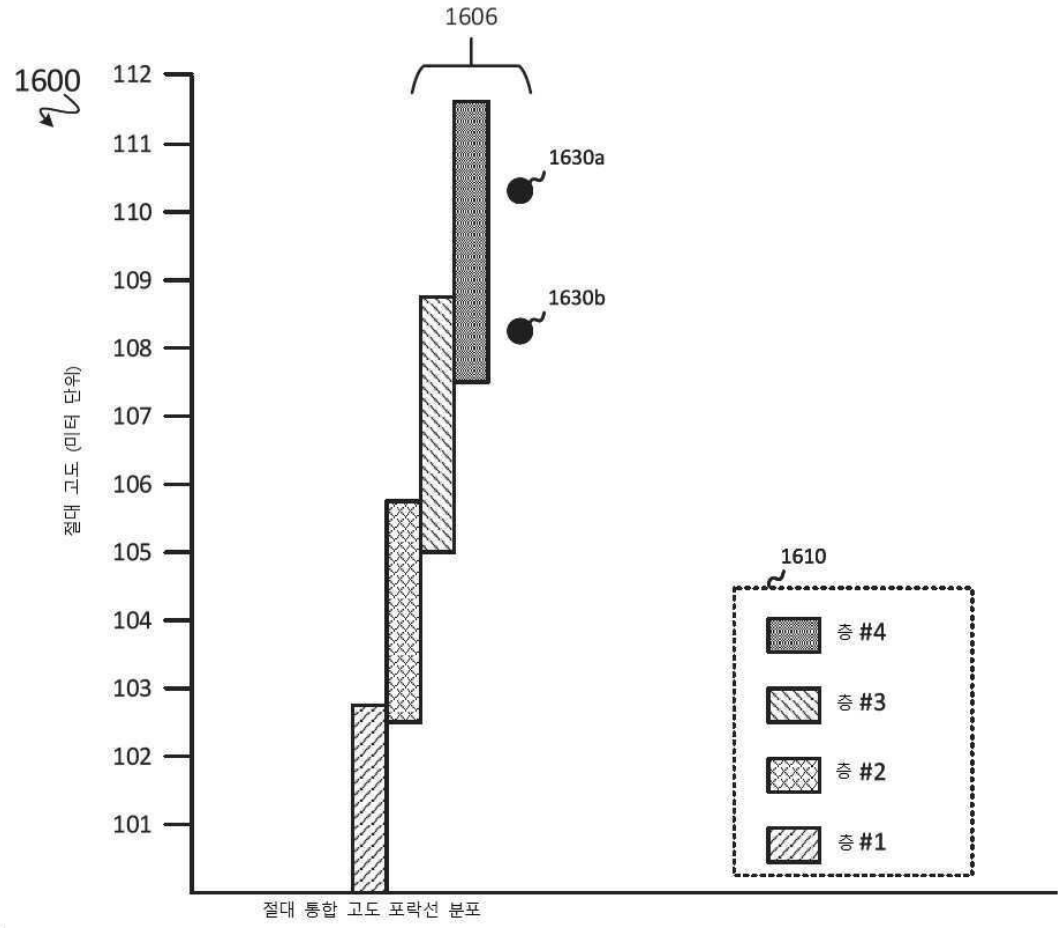
도면14


1400
물리적 건물에 대한 고도 포락선 분포 제약조건을 선택
1402
선택적으로, 선택된 고도 포락선 분포 제약조건 중 하나 이상의 제1 제약 조건을 사용해, 물리적 건물의 각 층에 대한 고도 포락선 범위를 결정함으로써, 고도 포락선 분포의 초기 세트를 생성하되, 각 고도 포락선은 상이한 층간 간격 값을 사용해 결정됨
1404
선택적으로, 선택된 고도 포락선 분포 제약조건 중 하나 이상의 제2 제약 조건을 적용해 고도 포락선 분포의 초기 세트를 필터링함
1406
고도 포락선 분포의 나머지 세트를 사용해 통합 고도 포락선 분포를 결정
1408
통합 고도 포락선 분포를 사용해 절대 통합 고도 포락선 분포를 생성
1410
추정된 고도에 기초하여 건물 층 번호를 추정하기 위해 절대 통합 고도 포락선 분포를 저장 및/또는 사용
1412
선택적으로, 건물에 대한 추정 층 라벨로의 추정 층 번호의 매핑을 생성
1414

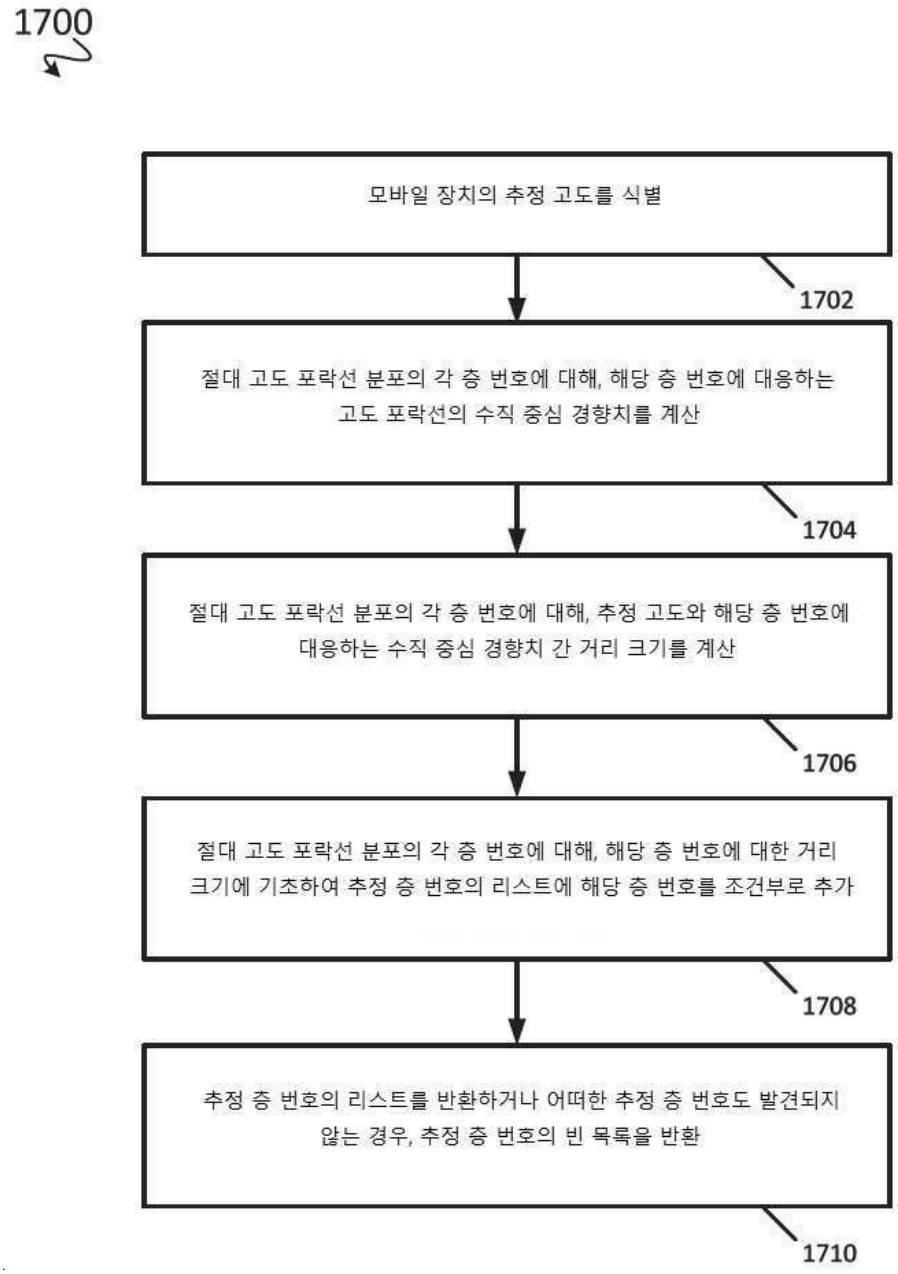
도면15


1500
모바일 장치의 추정 고도를 식별
1502
절대 통합 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 추정 고도가 층 번호에 대응하는 고도 포락선 내에 있는 경우, 해당 층 번호를 추정 층 번호의 목록에 추가
1504
추정 층 번호의 목록을 반환하거나, 어떠한 추정 층 번호도 발견되지 않는 경우, 추정 층 번호의 빈 목록을 반환
1506

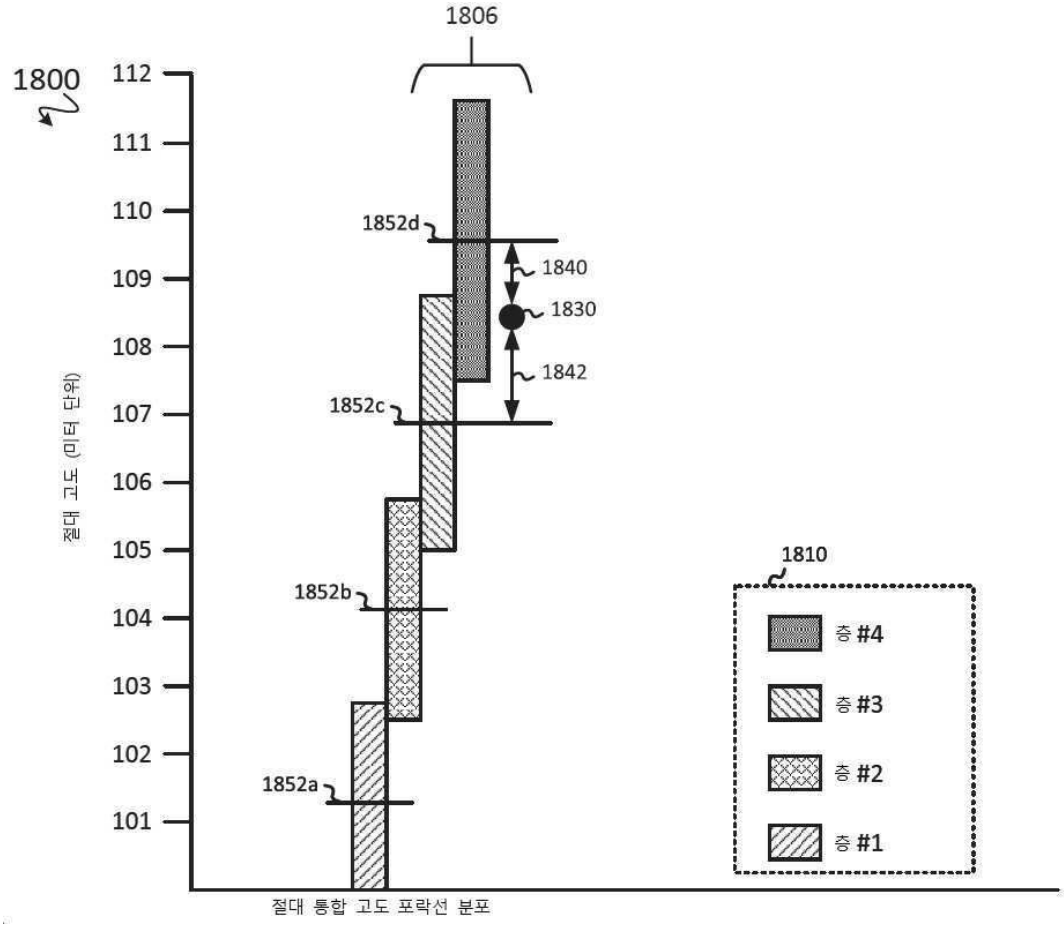
도면16


1600
1606
112
111
110
109
108
107
106
105
104
103
102
101
절대 고도 (미터 단위)
1630a
1630b
1610
층 #4
층 #3
층 #2
층 #1
절대 통합 고도 포락선 분포

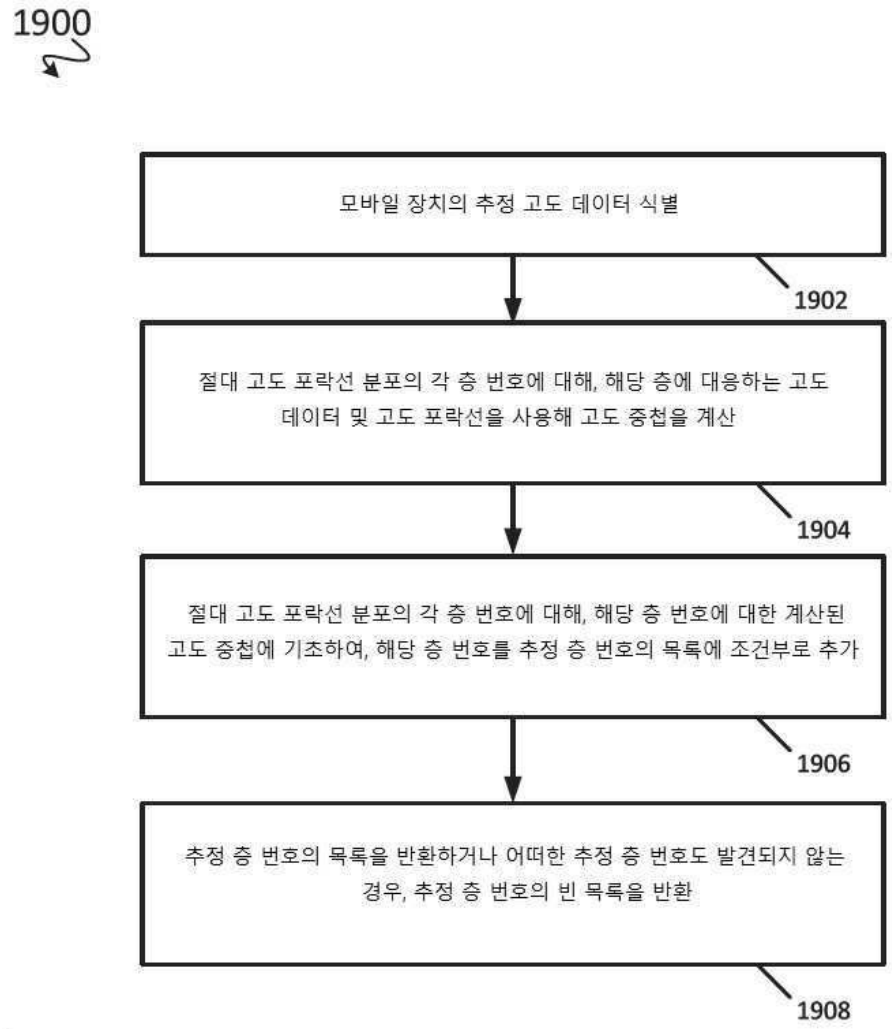
도면17


1700
모바일 장치의 추정 고도를 식별
1702
절대 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 해당 층 번호에 대응하는 고도 포락선의 수직 중심 경향치를 계산
1704
절대 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 추정 고도와 해당 층 번호에 대응하는 수직 중심 경향치 간 거리 크기를 계산
1706
절대 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 해당 층 번호에 대한 거리 크기에 기초하여 추정 층 번호의 리스트에 해당 층 번호를 조건부로 추가
1708
추정 층 번호의 리스트를 반환하거나 어떠한 추정 층 번호도 발견되지 않는 경우, 추정 층 번호의 빈 목록을 반환
1710

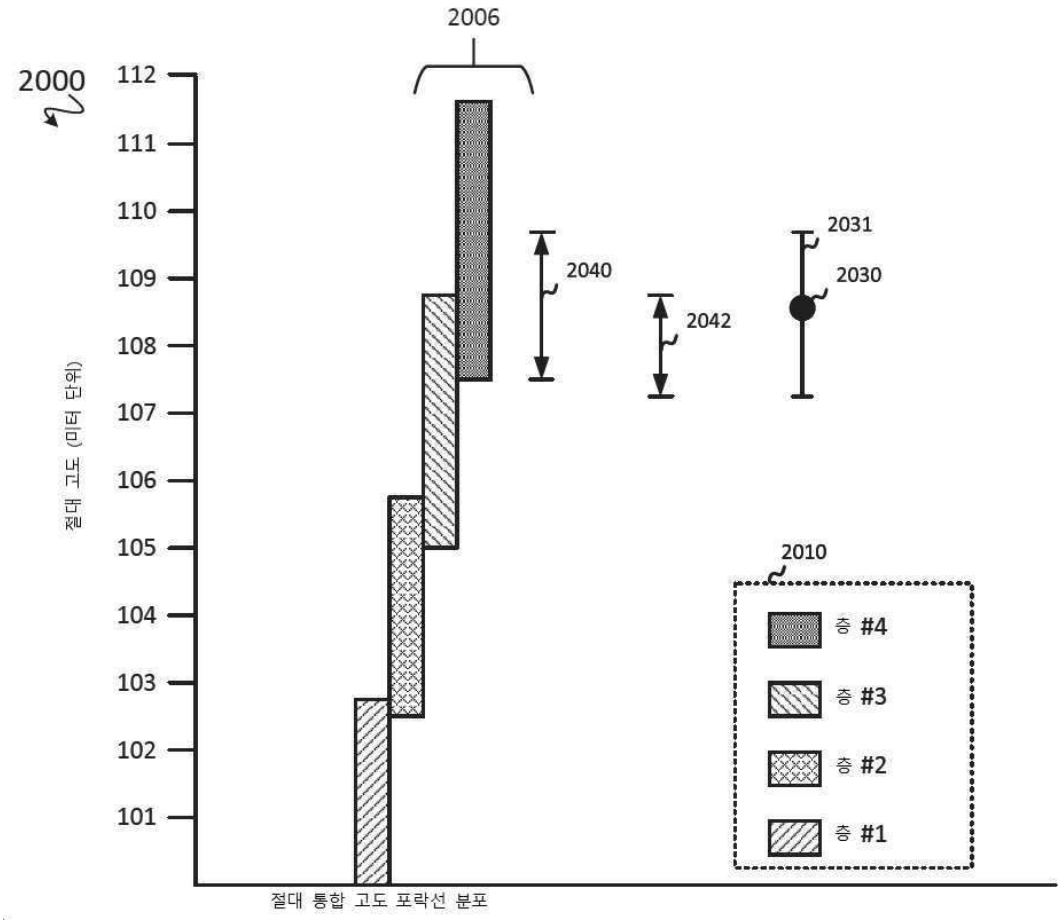
도면18


1806
1800
112
111
110
109
108
107
106
105
104
103
102
101
절대 고도 (미터 단위)
1852d
1840
1830
1842
1852c
1852b
1852a
1810
층 #4
층 #3
층 #2
층 #1
절대 통합 고도 포락선 분포

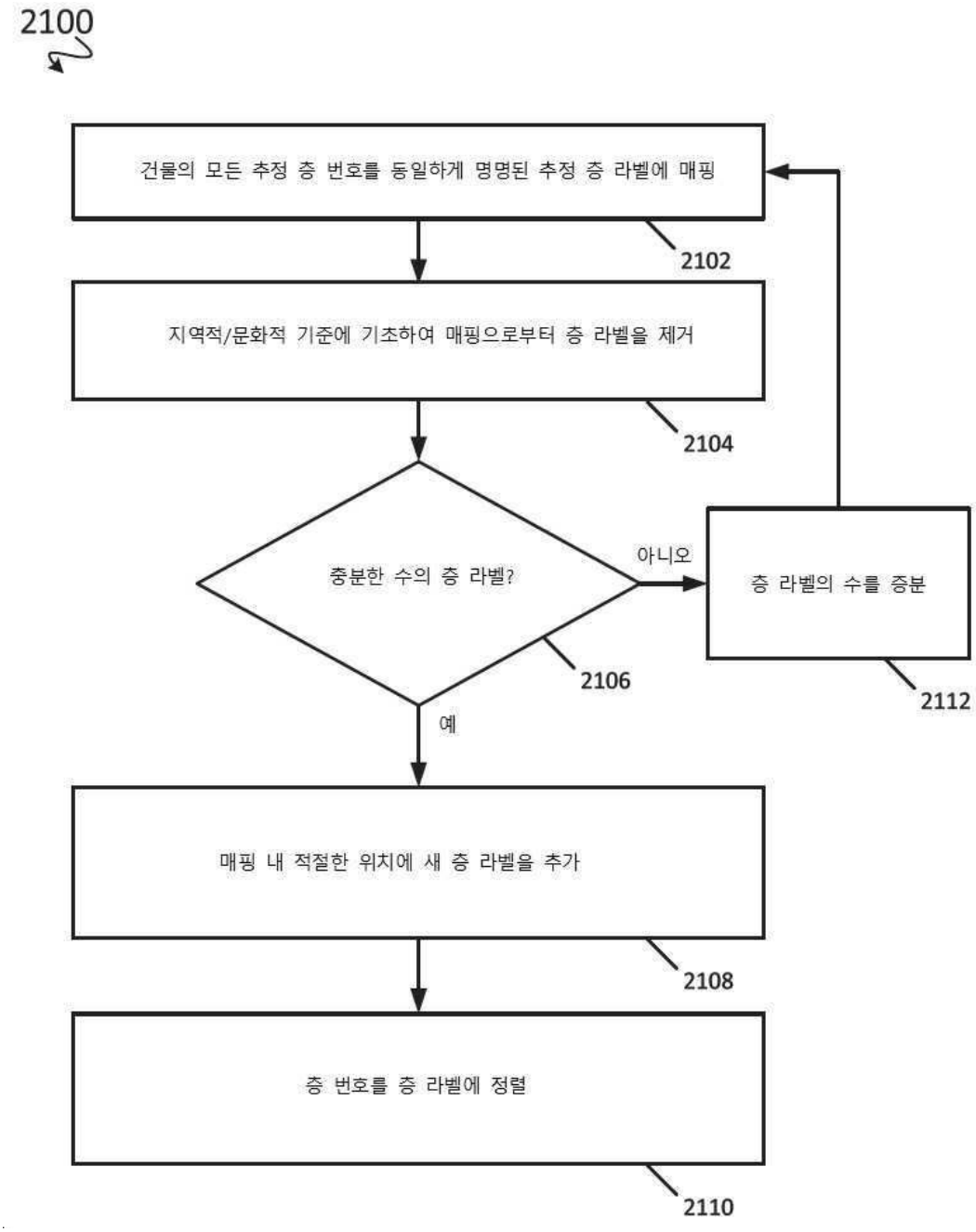
도면19


1900
모바일 장치의 추정 고도 데이터 식별
1902
절대 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 해당 층에 대응하는 고도 데이터 및 고도 포락선을 사용해 고도 중첩을 계산
1904
절대 고도 포락선 분포의 각 층 번호에 대해, 해당 층 번호에 대한 계산된 고도 중첩에 기초하여, 해당 층 번호를 추정 층 번호의 목록에 조건부로 추가
1906
추정 층 번호의 목록을 반환하거나 어떠한 추정 층 번호도 발견되지 않는 경우, 추정 층 번호의 빈 목록을 반환
1908

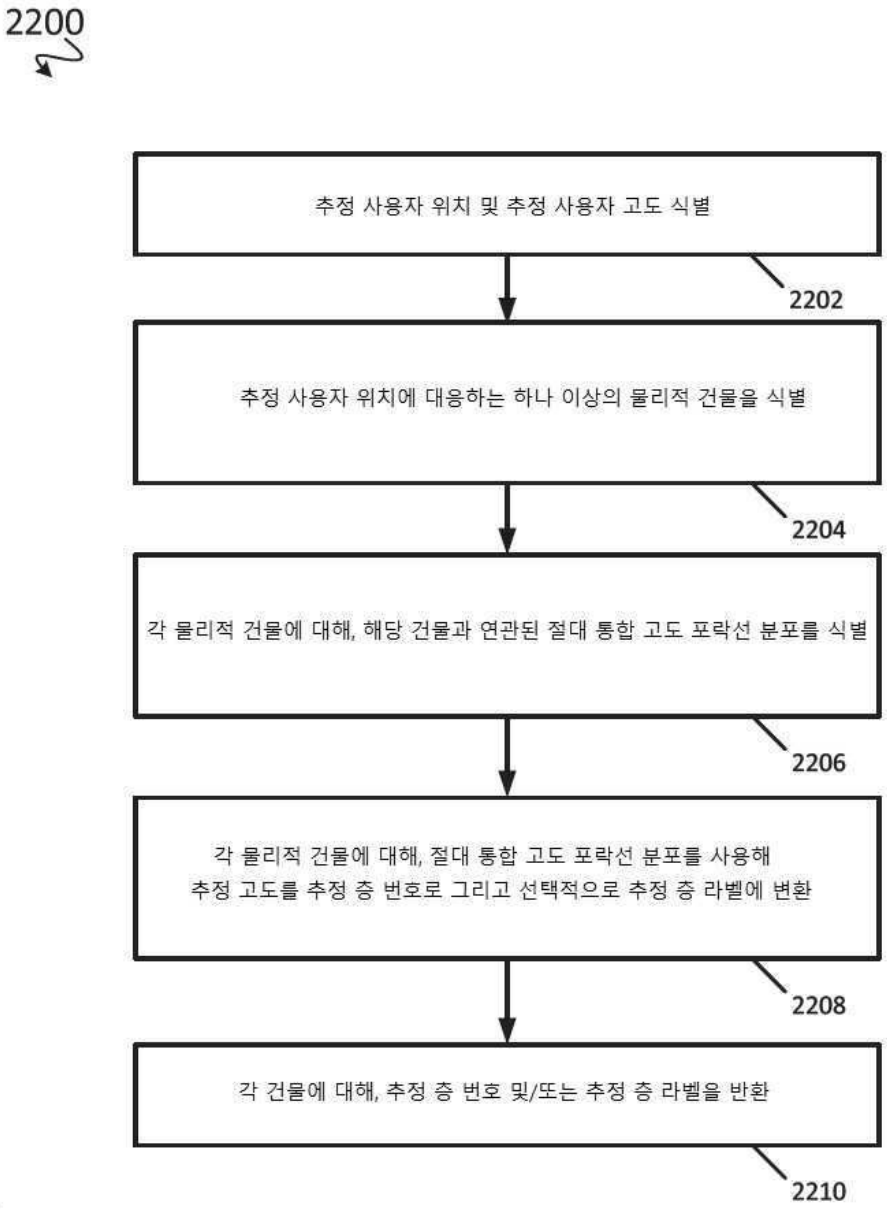
도면20


2000
2006
112
111
110
109
108
107
106
105
104
103
102
101
절대 고도 (미터 단위)
2040
2042
2031
2030
2010
층 #4
층 #3
층 #2
층 #1
절대 통합 고도 포락선 분포

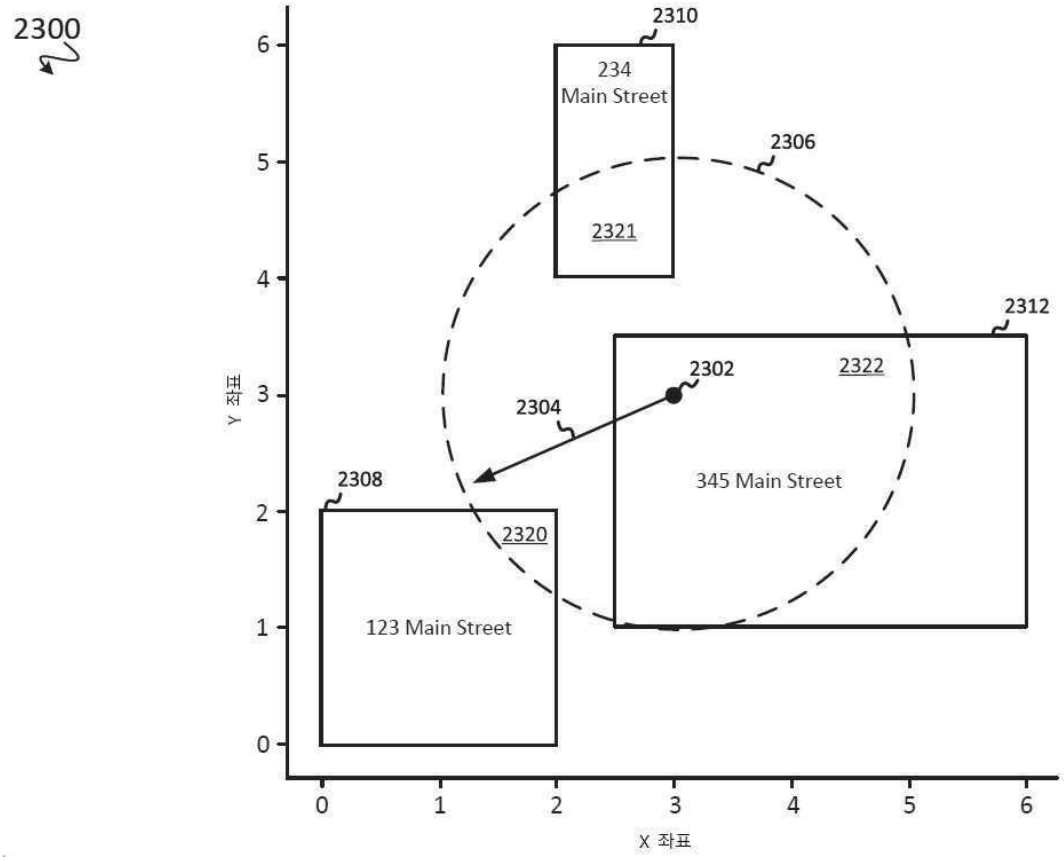
도면21


2100
건물의 모든 추정 층 번호를 동일하게 명명된 추정 층 라벨에 매핑
2102
지역적/문화적 기준에 기초하여 매핑으로부터 층 라벨을 제거
2104
충분한 수의 층 라벨?
아니오
층 라벨의 수를 증분
2106
2112
예
매핑 내 적절한 위치에 새 층 라벨을 추가
2108
층 번호를 층 라벨에 정렬
2110

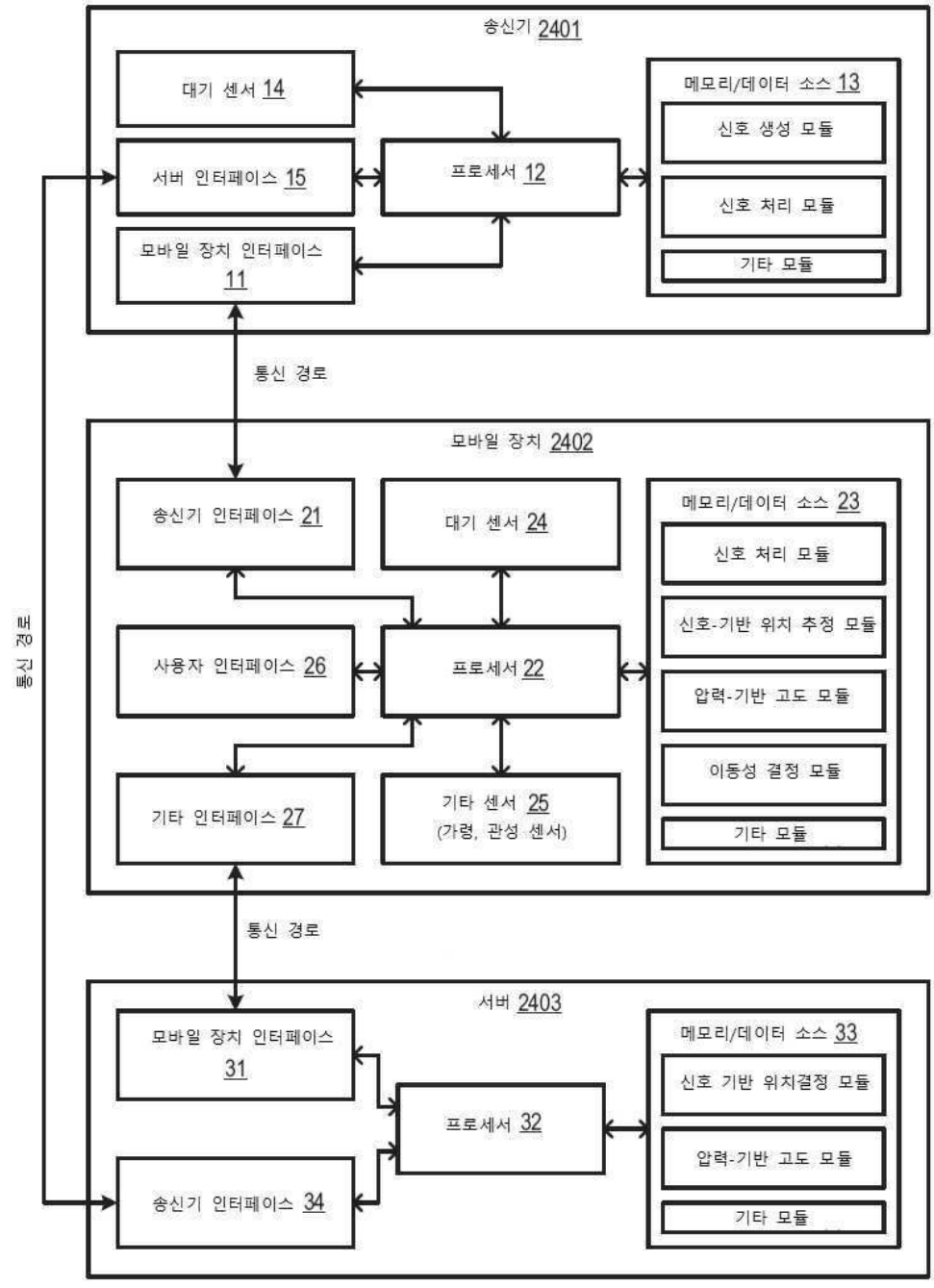
도면22


2200
추정 사용자 위치 및 추정 사용자 고도 식별
2202
추정 사용자 위치에 대응하는 하나 이상의 물리적 건물을 식별
2204
각 물리적 건물에 대해, 해당 건물과 연관된 절대 통합 고도 포락선 분포를 식별
2206
각 물리적 건물에 대해, 절대 통합 고도 포락선 분포를 사용해
추정 고도를 추정 층 번호로 그리고 선택적으로 추정 층 라벨에 변환
2208
각 건물에 대해, 추정 층 번호 및/또는 추정 층 라벨을 반환
2210

도면23


2300
2310
234
Main Street
2306
2321
2312
2302
2322
2304
345 Main Street
2308
2320
123 Main Street
Y 좌표
X 좌표
0
1
2
3
4
5
6

도면24


송신기 2401
대기 센서 14
서버 인터페이스 15
모바일 장치 인터페이스 11
프로세서 12
메모리/데이터 소스 13
신호 생성 모듈
신호 처리 모듈
기타 모듈
통신 경로
모바일 장치 2402
송신기 인터페이스 21
대기 센서 24
사용자 인터페이스 26
프로세서 22
기타 인터페이스 27
기타 센서 25
(가령, 관성 센서)
메모리/데이터 소스 23
신호 처리 모듈
신호-기반 위치 추정 모듈
압력-기반 고도 모듈
이동성 결정 모듈
기타 모듈
통신 경로
통신 경로
서버 2403
모바일 장치 인터페이스 31
송신기 인터페이스 34
프로세서 32
메모리/데이터 소스 33
신호 기반 위치결정 모듈
압력-기반 고도 모듈
기타 모듈