



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0005312
(43) 공개일자 2023년01월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 11/20 (2006.01) G06T 19/00 (2011.01)
G06T 7/10 (2021.01) G06T 7/60 (2017.01)

(52) CPC특허분류
G06T 11/203 (2013.01)
G06T 19/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-7041675
(22) 출원일자(국제) 2021년10월18일
심사청구일자 2022년11월28일

(85) 번역문제출일자 2022년11월28일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/055446
(87) 국제공개번호 WO 2022/235292
국제공개일자 2022년11월10일

(30) 우선권주장
63/185,949 2021년05월07일 미국(US)
17/502,520 2021년10월15일 미국(US)

(71) 출원인
텐센트 아메리카 엘엘씨
미국 94306 캘리포니아주 팔로 알토 파크 블러바드 2747

(72) 발명자
장 시양
미국 94306 캘리포니아주 팔로 알토 2747 파크 블러바드 텐센트 아메리카 엘엘씨 내

젠 빙
미국 94306 캘리포니아주 팔로 알토 2747 파크 블러바드 텐센트 아메리카 엘엘씨 내
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
유미특허법인

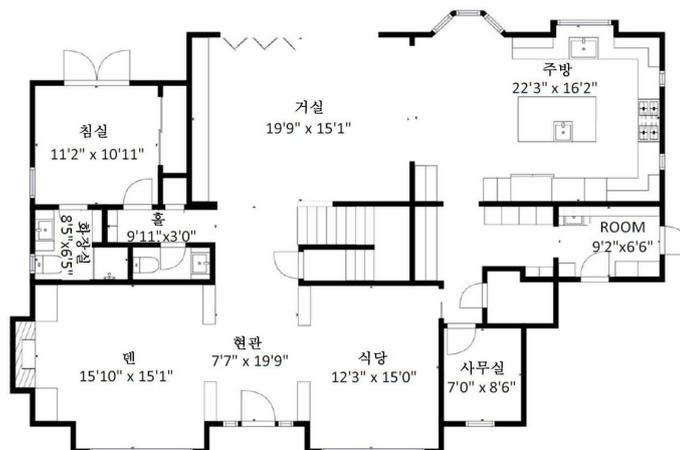
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 평면도를 생성하기 위한 방법 및 장치

(57) 요약

본 개시내용의 양상은 포인트 클라우드 모델로부터 평면도를 생성하기 위한 방법, 장치, 및 비-일시적 컴퓨터-판독 가능 저장 매체를 포함한다. 장치는 3차원 공간에 대응하는 입력 3차원 포인트 클라우드를 수신하는 프로세싱 회로를 포함한다. 프로세싱 회로는 수신된 입력 3차원 포인트 클라우드에서 복수의 벽 평면을 결정한다. 프로세싱 회로는 복수의 라인 세그먼트를 생성한다. 각각의 라인 세그먼트는, 복수의 벽 평면의 개개의 벽 평면을 3차원 공간의 플로어 평면에 투사함으로써 생성된다. 프로세싱 회로는, 평면도에 대응하는 2차원 공간에서 복수의 라인 세그먼트를 사용하여 3차원 공간에서 복수의 벽 평면을 나타낸다. 프로세싱 회로는 평면도를 개선하기 위해 2차원 공간에서 복수의 라인 세그먼트를 조정한다. 프로세싱 회로는 복수의 조정된 라인 세그먼트에 기초하여 평면도를 생성한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G06T 7/10 (2021.01)

G06T 7/60 (2013.01)

G06T 2207/10028 (2013.01)

G06T 2219/008 (2013.01)

(72) 발명자

허 루

미국 94306 캘리포니아주 팔로 알토 2747 파크 블러바드 텐센트 아메리카 엘엘씨 내

주 하이차오

미국 94306 캘리포니아주 팔로 알토 2747 파크 블러바드 텐센트 아메리카 엘엘씨 내

리우 산

미국 94306 캘리포니아주 팔로 알토 2747 파크 블러바드 텐센트 아메리카 엘엘씨 내

류 커린

미국 94306 캘리포니아주 팔로 알토 2747 파크 블러바드 텐센트 아메리카 엘엘씨 내

펑 웨이웨이

미국 94306 캘리포니아주 팔로 알토 2747 파크 블러바드 텐센트 아메리카 엘엘씨 내

명세서

청구범위

청구항 1

포인트 클라우드 모델(point cloud model)로부터 평면도(floor plan)를 생성하는 방법으로서,

상기 방법은:

3차원 공간에 대응하는 입력 3차원 포인트 클라우드를 수신하는 단계;

수신된 입력 3차원 포인트 클라우드에서 복수의 벽 평면을 결정하는 단계;

복수의 라인 세그먼트를 생성하는 단계 - 상기 복수의 라인 세그먼트 각각은 3차원 공간의 플로어 평면(floor plane)에 상기 복수의 벽 평면의 개개의 벽 평면을 투사함으로써 생성됨 -;

평면도에 대응하는 2차원 공간에서 상기 복수의 라인 세그먼트를 사용하여 3차원 공간에서 복수의 벽 평면을 나타내는 단계;

평면도를 개선하기 위해 2차원 공간에서 복수의 라인 세그먼트를 조정하는 단계; 및

복수의 조정된 라인 세그먼트에 기초하여 평면도를 생성하는 단계를 포함하는, 포인트 클라우드 모델로부터 평면도를 생성하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 라인 세그먼트를 생성하는 단계는:

수신된 입력 3차원 포인트 클라우드 내의 포인트의 서브셋을 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 투사하는 단계; 및

투사된 포인트에 기초하여, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트가 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정하는 단계를 포함하는, 포인트 클라우드 모델로부터 평면도를 생성하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트를 결정하는 단계는:

투사된 포인트에 기초하여, 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 2개의 종점의 좌표를 계산하는 단계를 포함하는, 포인트 클라우드 모델로부터 평면도를 생성하는 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면은 복수의 그리드(grid)에 의해 나타내고,

상기 조정하는 단계는:

복수의 그리드 내의 연속적인 그리드가 적어도 하나의 투사된 포인트를 포함하는지 여부를 결정하는 단계;

적어도 하나의 투사된 포인트를 포함하지 않는 연속적인 그리드에 기초하여 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면 상의 개방 영역을 결정하는 단계 - 상기 개방 영역은 연속적인 그리드에 대응함 -; 및

복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면 상의 개방 영역에 기초하여, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트 내의 개방 영역을 결정하는 단계를 포함하는, 포인트 클라우드 모델로부터 평면도를 생성하는 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면은 그리드의 복수의 열(column)에 의해 나타내고,

상기 조정하는 단계는:

복수의 그리드의 열 각각에 투사된 포인트가 없는 연속적인 그리드의 수가 그리드 임계치보다 더 큰지 여부를 결정하는 단계;

그리드의 복수의 열 중 개개의 하나의 열에서의 연속적인 그리드의 수가 그리드 임계치보다 큰 것에 기초하여, 그리드의 복수의 열 중 개개의 하나의 열에 대응하는 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 일부를 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 개방 영역 후보 부분으로 결정하는 단계;

복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트 내의 연속적인 개방 영역 후보 부분의 수가 부분 임계치보다 큰 것에 기초하여, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트 내의 개방 영역을 결정하는 단계 - 상기 개방 영역은 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트에 연속적인 개방 영역 후보 부분에 대응함 - 를 포함하는, 포인트 클라우드 모델로부터 평면도를 생성하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 조정하는 단계는:

복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트가 복수의 라인 세그먼트 내의 하나 이상의 다른 라인 세그먼트와 교차하는 것에 기초하여, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트를 다수의 부분으로 분할하는 단계;

복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 다수의 부분 내의 어느 연속적인 부분이 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는지를 결정하는 단계; 및

복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정된 연속적인 부분 중 하나 이상의 부분에 기초하여, 복수의 조정된 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트를 결정하는 단계를 포함하는, 포인트 클라우드 모델로부터 평면도를 생성하는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 어느 연속적인 부분을 결정하는 단계는:

다수의 부분 중 하나의 부분의 길이가 길이 임계치보다 더 큰 것에 기초하여, 다수의 부분 중 하나의 부분이 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정하는 단계를 포함하는, 포인트 클라우드 모델로부터 평면도를 생성하는 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 복수의 라인 세그먼트는 테스트 포인트를 포함하는 초기 평면도를 형성하고, 다수의 부분 각각은 복수의 샘플링 포인트를 포함하며,

상기 어떤 연속적인 부분이 포함되는지를 결정하는 단계는:

다수의 부분 중 하나의 부분에 대한 복수의 테스트 라인 세그먼트를 생성하는 단계 - 상기 복수의 테스트 라인 세그먼트 각각은 다수의 부분 중 하나의 부분의 샘플링 포인트 중 하나의 샘플링 포인트와 초기 평면도의 테스트 포인트 사이에 생성됨 -; 및

복수의 테스트 라인 세그먼트 내의 하나 이상의 테스트 라인 세그먼트 - 상기 하나 이상의 테스트 라인 세그먼트 각각은 복수의 라인 세그먼트 중 적어도 하나의 다른 라인 세그먼트와 교차하는 - 의 수가 교차 임계치 미만인 것에 기초하여, 다수의 부분 중 하나의 부분이 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정

하는 단계를 포함하는, 포인트 클라우드 모델로부터 평면도를 생성하는 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 복수의 조정된 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트를 결정하는 단계는:

복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하지 않는 다수의 부분 중 하나의 부분을 제거하는 단계; 및

복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정된 연속적인 부분 중 하나 이상을 복수의 조정된 라인 세그먼트 중 하나에 병합하는 단계를 포함하는, 포인트 클라우드 모델로부터 평면도를 생성하는 방법.

청구항 10

장치로서,

프로세싱 회로를 포함하며,

상기 프로세싱 회로는:

3차원 공간에 대응하는 입력 3차원 포인트 클라우드를 수신하고;

수신된 입력 3차원 포인트 클라우드에서 복수의 벽 평면을 결정하며;

복수의 라인 세그먼트 - 상기 복수의 라인 세그먼트 각각은 3차원 공간의 플로어 평면에 복수의 벽 평면의 개개의 벽 평면을 투사함으로써 생성됨 - 를 생성하고 ;

평면도에 대응하는 2차원 공간에서 복수의 라인 세그먼트를 사용하여 3차원 공간에서 복수의 벽 평면을 나타내며;

평면도를 개선하기 위해 2차원 공간에서 복수의 라인 세그먼트를 조정하고; 그리고

복수의 조정된 라인 세그먼트에 기초하여 평면도를 생성하도록

구성되는, 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 프로세싱 회로는:

수신된 입력 3차원 포인트 클라우드 내의 포인트의 서브셋을 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면 상에 투사하고; 그리고

투사된 포인트에 기초하여, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트가 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정하도록

구성되는, 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 프로세싱 회로는:

투사된 포인트에 기초하여, 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 2개의 중점의 좌표를 계산하도록

구성되는, 장치.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면은 복수의 그리드(grid)에 의해 나타내고,

상기 프로세싱 회로는:

복수의 그리드 내의 연속적인 그리드가 적어도 하나의 투사된 포인트를 포함하는지 여부를 결정하고;

적어도 하나의 투사된 포인트를 포함하지 않는 연속적인 그리드에 기초하여 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면 상의 개방 영역 - 상기 개방 영역은 연속적인 그리드에 대응함 - 을 결정하며; 그리고

복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면 상의 개방 영역에 기초하여 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트 내의 개방 영역을 결정하도록

구성되는, 장치.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면은 그리드의 복수의 열(column)에 의해 나타내고,

상기 프로세싱 회로는:

복수의 그리드의 열 각각에 투사된 포인트가 없는 연속적인 그리드의 수가 그리드 임계치보다 더 큰지 여부를 결정하고;

그리드의 복수의 열 중 개개의 하나의 열에서의 연속적인 그리드의 수가 그리드 임계치보다 큰 것에 기초하여, 그리드의 복수의 열 중 개개의 하나의 열에 대응하는 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 일부를 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 개방 영역 후보 부분으로 결정하며;

복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트 내의 연속적인 개방 영역 후보 부분의 수가 부분 임계치보다 큰 것에 기초하여, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트 내의 개방 영역 - 상기 개방 영역은 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트에 연속적인 개방 영역 후보 부분에 대응함 - 을 결정하도록

구성되는, 장치.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 프로세싱 회로는:

복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트가 복수의 라인 세그먼트 내의 하나 이상의 다른 라인 세그먼트와 교차하는 것에 기초하여, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트를 다수의 부분으로 분할하고;

복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 다수의 부분 내의 어느 연속적인 부분이 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는지를 결정하는; 그리고

복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정된 연속적인 부분 중 하나 이상의 부분에 기초하여, 복수의 조정된 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트를 결정하도록

구성되는, 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 프로세싱 회로는:

다수의 부분 중 하나의 부분의 길이가 길이 임계치보다 더 큰 것에 기초하여, 다수의 부분 중 하나의 부분이 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정하도록

구성되는, 장치.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 복수의 라인 세그먼트는 테스트 포인트를 포함하는 초기 평면도를 형성하고, 다수의 부분 각각은 복수의 샘플링 포인트를 포함하며,

상기 프로세싱 회로는:

다수의 부분 중 하나의 부분에 대한 복수의 테스트 라인 세그먼트 - 상기 복수의 테스트 라인 세그먼트 각각은 다수의 부분 중 하나의 부분의 샘플링 포인트 중 하나의 샘플링 포인트와 초기 평면도의 테스트 포인트 사이에 생성된 - 를 생성하고; 그리고

복수의 테스트 라인 세그먼트 내의 하나 이상의 테스트 라인 세그먼트 - 상기 하나 이상의 테스트 라인 세그먼트 각각은 복수의 라인 세그먼트 중 적어도 하나의 다른 라인 세그먼트와 교차함 - 의 수가 교차 임계치 미만인 것에 기초하여, 다수의 부분 중 하나의 부분이 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정하도록

구성되는, 장치.

청구항 18

제15 항에 있어서,

상기 프로세싱 회로는:

복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하지 않는 다수의 부분 중 하나를 제거하고; 그리고

복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정된 연속적인 부분 중 하나 이상의 부분을 복수의 조정된 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트에 병합하도록

구성되는, 장치.

청구항 19

명령을 저장하는 비-일시적 컴퓨터-판독 가능 저장 매체로서,

상기 명령은 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행될 때, 적어도 하나의 프로세서로 하여금,

3차원 공간에 대응하는 입력 3차원 포인트 클라우드를 수신하는 것;

수신된 입력 3차원 포인트 클라우드에서 복수의 벽 평면을 결정하는 것;

복수의 라인 세그먼트 - 상기 복수의 라인 세그먼트 각각은 3차원 공간의 플로어 평면에 상기 복수의 벽 평면의 개개의 벽 평면을 투사함으로써 생성된 - 를 생성하는 것;

평면도에 대응하는 2차원 공간에서 복수의 라인 세그먼트를 사용하여 3차원 공간에서 복수의 벽 평면을 나타내는 것;

평면도를 개선하기 위해 2차원 공간에서 복수의 라인 세그먼트를 조정하는 것; 그리고

복수의 조정된 라인 세그먼트에 기초하여 평면도를 생성하는 것을

수행하게 하는, 비-일시적 컴퓨터-판독 가능 저장 매체.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 저장된 명령은 상기 적어도 하나의 프로세서로 하여금,

복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트가 복수의 라인 세그먼트 내의 하나 이상의 다른 라인 세그먼트와 교차하는 것에 기초하여, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트를 다수의 부분으로 분할하는 것;

복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 다수의 부분 내의 어느 연속적인 부분이 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는지를 결정하는 것; 그리고

복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정된 연속적인 부분 중 하나 이상의 부분에 기초하여 복수의 조정된 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트를 결정하는 것을

수행하게 하는, 비-일시적 컴퓨터-판독 가능 저장 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은, 2021년 10월 15일자로 출원된 발명의 명칭이 "METHOD AND APPARATUS FOR GENERATING A FLOOR PLAN"인 미국 특허 출원 제17/502,520호를 우선권의 이익을 주장하며, 이는 2021년 5월 7일자로 출원된 발명의 명칭이 "METHODS OF ESTIMATING FLOORPLAN FROM POINT CLOUDS"인 미국 가출원 제63/185,949호에 대한 우선권의 이익을 주장한다. 종래 출원의 개시내용은 그 전체가 인용에 의해 본원에 포함된다.

[0002] 본 개시내용은 일반적으로 3차원 공간의 평면도(floor plan)의 생성에 관련된 실시예를 설명한다.

배경 기술

[0003] 본원에서 제공되는 배경기술 설명은 본 개시내용의 맥락을 일반적으로 제시하는 목적을 위한 것이다. 현재 명명된 발명가의 작업 - 이 배경기술 섹션에 설명되어 있는 범위 내에서 - 뿐만 아니라 출원 당시 종래 기술로 달리 인정되지 않을 수 있는 설명의 양태들은 본 개시내용에 대한 종래 기술로 명시적으로나 묵시적으로 인정되지 않는다.

[0004] 실내 건물의 3차원(3D) 재구성은 활발한 연구 주제이며, 부동산, 건물 건설, 건물 복원, 엔터테인먼트 등을 포함하여 다양한 산업에서 사용되고 있다. 3D 재구성은 단일 이미지(예컨대, RGB 이미지) 또는 다른 보기의 이미지 그룹을 입력으로 취하여 장면에서 건물의 3D 기하학적 구조 표현을 생성함으로써 컴퓨터 비전 및 머신 러닝과 같은 기술을 활용한다. 깊이 센서의 진보는, 장면으로부터 직접적으로 깊이 정보를 측정하는 훨씬 더 편리하고 더 정확한 방식을 가능하게 하였다. 예컨대, 일부 널리 사용되는 깊이 카메라는 라이다(Lidar), 구조화된 광 등을 포함한다. 3D 재구성은 다양한 적용분야에서 사용될 수 있고, 다른 표현으로 추가로 변환될 수 있다.

[0005] 객체의 3D 기하학적 구조 표현은 공간 내의 3D 포인트의 세트를 포함하는 포인트 클라우드(point cloud)의 형태일 수 있다. 각각의 3D 포인트는 3D 포지션 정보 및 부가적인 속성, 이를테면 색 정보 및 반사율 정보를 포함할 수 있다. 다른 대중적인 3D 포맷은, 3D 포인트 정보에 부가하여, 이웃하는 포인트 사이의 연결 정보를 포함하는 텍스처링된 메시(textured mesh)이다. 연결 정보에 기초하여, 텍스처링된 메시의 페이스(facet)(예컨대, 삼각형)의 집합이 형성될 수 있다. 텍스처링된 메시의 텍스처 정보가 또한 각각의 페이스에 부착될 수 있다.

[0006] 부동산과 같은 3D 공간에 대한 적용분야의 경우, 3D 기하학적 구조의 중요한 부산물은 평면도이다. 생산 시에, 전문적인 평면도는 일반적으로, 건물의 3D 기하학적 구조 정보로부터 전문가에 의해 생성될 수 있다. 도 1은 본 개시내용의 실시예에 따른 예시적인 평면도를 도시한다. 도 1에서, 평면도는 특정 포맷의 디지털 캔버스에서 전문 애플리케이션을 사용함으로써 그려진다. 평면도는 추정된 치수 및 일부 룸 라벨(room label)을 갖는 기본 룸 레이아웃을 포함한다.

발명의 내용

[0007] 본 개시내용의 양상은 포인트 클라우드 모델로부터 평면도를 생성하기 위한 장치를 제공한다. 장치는 3차원 공간에 대응하는 입력 3차원 포인트 클라우드를 수신하는 프로세싱 회로를 포함한다. 프로세싱 회로는 수신된 입력 3차원 포인트 클라우드에서 복수의 벽 평면을 결정한다. 프로세싱 회로는 복수의 라인 세그먼트를 생성한다. 각각의 라인 세그먼트는, 복수의 벽 평면의 개개의 벽 평면을 3차원 공간의 플로어 평면(floor plane)에 투사함으로써 생성된다. 프로세싱 회로는, 평면도에 대응하는 2차원 공간에서 복수의 라인 세그먼트를 사용하여 3차원 공간에서 복수의 벽 평면을 나타낸다. 프로세싱 회로는 평면도를 개선하기 위해 2차원 공간에서 복수의 라인 세그먼트를 조정한다. 프로세싱 회로는 복수의 조정된 라인 세그먼트에 기초하여 평면도를 생성한다.

[0008] 실시예에서, 프로세싱 회로는 수신된 입력 3차원 포인트 클라우드 내의 포인트의 서브세트를 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 투사한다. 프로세싱 회로는 투사된 포인트에 기초하여 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트가 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것을 결정한다.

- [0009] 실시예에서, 프로세싱 회로는 투사된 포인트에 기초하여 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 2개의 종점의 좌표를 계산한다.
- [0010] 실시예에서, 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면은 복수의 그리드에 의해 나타내고, 프로세싱 회로는 복수의 그리드 내의 연속적인 그리드가 적어도 하나의 투사된 포인트를 포함하는지 여부를 결정한다. 프로세싱 회로는, 적어도 하나의 투사된 포인트를 포함하지 않는 연속적인 그리드에 기초하여 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면 상의 개방 영역을 결정한다. 개방 영역은 연속적인 그리드에 대응한다. 프로세싱 회로는, 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면 상의 개방 영역에 기초하여 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트 내의 개방 영역을 결정한다.
- [0011] 실시예에서, 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면은 그리드의 복수의 열(column)에 의해 나타내고, 프로세싱 회로는 그리드의 복수의 열 각각에 투사된 포인트가 없는 연속적인 그리드의 수가 그리드 임계치보다 큰지 여부를 결정한다. 프로세싱 회로는, 그리드의 복수의 열 중 개개의 하나의 열에서의 연속적인 그리드의 수가 그리드 임계치보다 큰 것에 기초하여, 그리드의 복수의 열 중 개개의 하나의 열에 대응하는 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 일부를 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 개방 영역 후보 부분으로 결정한다. 프로세싱 회로는, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트에서의 연속적인 개방 영역 후보 부분의 수가 부분 임계치보다 큰 것에 기초하여, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트에서의 개방 영역을 결정한다. 개방 영역은, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트 내의 연속적인 개방 영역 후보 부분에 대응한다.
- [0012] 실시예에서, 프로세싱 회로는, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트가 복수의 라인 세그먼트 내의 하나 이상의 다른 라인 세그먼트와 교차하는 것에 기초하여, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트를 다수의 부분으로 분할한다. 프로세싱 회로는, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 다수의 부분 내의 어느 연속적인 부분이 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는지를 결정한다. 프로세싱 회로는 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정된 연속적인 부분 중 하나 이상의 부분에 기초하여 복수의 조정된 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트를 결정한다.
- [0013] 실시예에서, 프로세싱 회로는, 다수의 부분 중 하나의 부분의 길이가 길이 임계치보다 큰 것에 기초하여, 다수의 부분 중 하나의 부분이 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정한다.
- [0014] 실시예에서, 복수의 라인 세그먼트는 테스트 포인트를 포함하는 초기 평면도를 형성하고, 다수의 부분 각각은 복수의 샘플링 포인트를 포함하고, 그리고 프로세싱 회로는 다수의 부분 중 하나의 부분에 대한 복수의 테스트 라인 세그먼트를 생성한다. 복수의 테스트 라인 세그먼트 각각은 다수의 부분 중 하나의 부분의 샘플링 지점 중 하나의 샘플링 지점과 초기 평면도의 테스트 지점 사이에 생성된다. 프로세싱 회로는, 복수의 테스트 라인 세그먼트 내의 하나 이상의 테스트 라인 세그먼트의 수가 교차 임계치 미만인 것에 기초하여, 다수의 부분 중 하나의 부분이 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정한다. 하나 이상의 테스트 라인 세그먼트 각각은, 복수의 라인 세그먼트 중 적어도 하나의 다른 라인 세그먼트와 교차한다.
- [0015] 실시예에서, 프로세싱 회로는 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하지 않는 다수의 부분 중 하나의 부분을 제거한다. 프로세싱 회로는, 복수의 벽 평면 중 하나의 평면에 대응하는 것으로 결정된 연속적인 부분 중 하나 이상의 부분을 복수의 조정된 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트에 병합한다.
- [0016] 본 개시내용의 양상은 포인트 클라우드 모델로부터 평면도를 생성하기 위한 방법을 제공한다. 방법은, 포인트 클라우드 모델로부터 평면도를 생성하기 위해 장치에 의해 수행되는 프로세스 중 임의의 하나 또는 이의 조합을 수행할 수 있다. 이 방법에서, 3차원 공간에 대응하는 입력 3차원 포인트 클라우드가 수신된다. 수신된 입력 3차원 포인트 클라우드에서 복수의 벽 평면이 결정된다. 복수의 라인 세그먼트가 생성된다. 복수의 라인 세그먼트 각각은, 복수의 벽 평면의 개개의 벽 평면을 3차원 공간에서 플로어 평면에 투사함으로써 생성된다. 3차원 공간에서의 복수의 벽 평면은, 평면도에 대응하는 2차원 공간에서 복수의 라인 세그먼트를 사용함으로써 나타낸다. 복수의 라인 세그먼트는, 평면도를 개선하기 위해 2차원 공간에서 조정된다. 평면도는 복수의 조정된 라인 세그먼트에 기초하여 생성된다.
- [0017] 본 개시내용의 양상은 또한, 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행될 때, 적어도 하나의 프로세서로 하여금, 포인트 클라우드 모델로부터 평면도를 생성하기 위한 방법 중 임의의 하나 또는 이의 조합을 수행하게 하는 명령을 저장하는 비-일시적인 컴퓨터-판독 가능 매체를 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 개시된 청구 대상의 추가 특징, 성질 및 다양한 이점은 다음의 상세한 설명 및 첨부 도면으로부터 더 명백해질 것이다:
 도 1은 본 개시내용의 실시예에 따른 예시적인 평면도를 도시한다.
 도 2는 본 개시내용의 실시예에 따른 건물의 예시적인 포인트 클라우드를 도시한다.
 도 3a는 본 개시내용의 실시예에 따른 인형의 집(doll house)의 2차원 평면도의 예를 도시한다.
 도 3b는 본 개시내용의 실시예에 따른 인형의 집의 3차원 모델의 예를 도시한다.
 도 4는 본 개시내용의 실시예에 따른 예시적인 벽 평면 표현을 도시한다.
 도 5a 내지 도 5d는 본 개시내용의 실시예에 따른, 룸 레이아웃을 개선하는 예시적인 절차를 도시한다.
 도 6a 및 도 6b는 본 개시내용의 일부 실시예에 따른 벽 평면 내의 개방 영역의 2개의 예를 도시한다.
 도 7은 본 개시내용의 실시예에 따른 예시적인 흐름도를 도시한다.
 도 8은 본 개시내용의 실시예에 따른 컴퓨터 시스템의 개략적인 예시이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] **I. 평면도 생성**
- [0020] 본 개시내용은, 3D 공간(예컨대, 실내 건물)의 3차원(3D) 재구성에 관한 것이다. 3D 재구성은 다양한 가상 현실(VR) 및/또는 증강 현실(AR) 적용분야, 이를테면 가상 여행, 디지털 박물관, 및 가상 주택 판매에 사용될 수 있다.
- [0021] 평면도 생성을 가능하게 하기 위해, 일부 관련 예에서, 다양한 자동 알고리즘(예컨대, 평면도-직소 시스템(Floor plan-jigsaw system), 플로어-에스피(Floor-sp) 시스템 등)이 세그먼트화 및 그래프 최적화에 의해 사용될 수 있다. 이러한 자동 알고리즘을 사용함으로써, 룸 레이아웃의 대략적인 추정이 생성될 수 있으며, 이는 전문적인 평면도를 위한 양호한 시점일 수 있다. 그러나, 이러한 자동 알고리즘은 많은 양의 계산 및 최적화 반복을 필요로 하기 때문에 복잡성의 관점에서 비용이 상당히 많이 든다. 더욱이, 일부 자동 알고리즘은 데이터-중심(data-driven)이며, 교육 데이터의 품질에 크게 의존한다.
- [0022] 본 개시내용은, 예컨대 3D 공간의 포인트 클라우드로부터 단순화된 평면도를 생성하기 위한 간단하지만 효과적인 알고리즘을 포함하는, 포인트 클라우드로부터 평면도를 추정하는 방법을 포함한다. 도 2는 본 개시내용의 실시예에 따른 건물의 예시적인 포인트 클라우드를 도시한다. 포인트 클라우드에서, 작은 정사각형(예컨대, 정사각형(201 및 202))은 포인트 클라우드를 생성하기 위해 건물의 이미지를 캡처하도록 구성된 카메라의 포지션을 표시한다. 이러한 카메라 포지션은 사용되는 알고리즘에 따라 선택적일 수 있다.
- [0023] 도 3a 및 도 3b는 인형의 집의 포인트 클라우드가 본 개시내용의 알고리즘에 입력될 때의 예시적인 출력을 도시한다. 알고리즘의 출력은, 도 3a에 도시된 바와 같은 인형의 집의 2D 평면도 및 도 3b에 도시된 바와 같은 인형의 집의 3D 인형의 집 표현을 포함한다.
- [0024] 도 3a에 도시된 바와 같이, 평면도는 다수의 벽 세그먼트를 포함할 수 있고, 각각의 벽 세그먼트는 포인트 클라우드의 벽 평면에 대응한다. 따라서, 일부 실시예에서, 입력 3D 포인트 클라우드의 주요 벽 평면이 먼저 검출될 수 있다. 그 다음, 벽 평면이 포인트 클라우드의 플로어 평면에 투사될 때, 이러한 벽 평면은 다수의 라인 세그먼트에 의해 나타낼 수 있다. 벽 평면은 수평 플로어 평면에 수직인 것으로 가정된다. 그 다음, 평면도의 품질을 개선하기 위해 다수의 라인 세그먼트에 대한 다양한 조작이 수행될 수 있다.
- [0025] 일부 실시예에서, 입력 포인트 클라우드의 플로어 평면은 3D 공간에서 x-y 평면에 평행하고, 반대 z 방향은 플로어 평면(또는 접지 평면)을 향하고, 수직 벽은 x-y 플로어 평면에 수직인 것으로 가정된다. 도 2는 x-축, y-축, 및 z-축의 방향을 도시한다.
- [0026] 본 개시내용의 양상에 따르면, 일부 주요 평면(예컨대, 벽 평면, 플로어 평면 및 천장 평면)은 3D 포인트 클라우드와 같은 3D 공간의 표현으로부터 검출될 수 있다. 주 평면을 검출하기 위해 다양한 평면 검출 알고리즘이 사용될 수 있다.

- [0027] 일 실시예에서, RANSAC(random sample consensus) 알고리즘이 3D 포인트 클라우드에서 구분적(piecewise) 평면을 검출하기 위해 적용될 수 있다.
- [0028] 일 실시예에서, 3D 포인트 클라우드 내의 포인트는 x-y 평면에서 2D 그리드 상에 투사될 수 있다. 그 다음, 3D 포인트 클라우드에서 벽 평면을 나타내기 위해 2D 평면에서 라인 세그먼트가 검출된다. 예컨대, x-y 평면의 영역 내의 투사된 포인트의 수가 임계치보다 크면, 영역은 벽 평면으로 간주되고 라인 세그먼트로 나타낼 수 있다.
- [0029] 일 실시예에서, 검출된 평면은 특정 규칙의 관점에서 상이한 카테고리로 분류될 수 있다. 예컨대, 검출된 평면은 각각의 평면의 법선 방향, 크기 및 포지션에 기초하여 다음의 유형으로 분류될 수 있다: (i) 플로어 평면 - 플로어 평면의 법선 방향은 (0, 0, 1)에 근접해야 하고 z-포지션은 카메라 포지션(들) 아래에 있어야 함 -; (ii) 천장 평면 - 천장 평면의 법선 방향은 (0, 0, -1)에 근접해야 하고, z-포지션은 카메라 포지션 위에 있어야 함 -; (iii) 벽 평면 - 벽 평면의 법선 방향은 x-y 평면에 평행해야 함 -; 및 (iv) 다른 평면.
- [0030] 벽 평면이 포인트 클라우드의 x-y 평면에 수직인 것으로 가정될 때, 포인트 클라우드의 벽 평면은, 벽 평면을 x-y 평면에 투사함으로써 2D 평면의 라인 세그먼트로서 나타낼 수 있다. 예컨대, 포인트 클라우드의 벽 평면은 무한 평면, 즉, $Ax + By + D = 0$ 에 있으며, 여기서, A, B, 및 D는 상수 계수이며, 편의상 $A^2 + B^2 = 1$ 가정된다. z 축의 계수가 0이기 때문에, 방정식 $Ax + By + D = 0$ 은 2D 평면의 라인으로서 고려될 수 있다. 시점(x_0, y_0) 및 종점(x_1, y_1)은 벽 평면을 나타내는 라인 세그먼트를 정의하며, 여기서 시점(x_0, y_0) 및 종점(x_1, y_1)은 방정식 $Ax + By + D = 0$ 에 의해 나타내는 라인 상에 있다.
- [0031] 도 4는 본 게시내용의 실시예에 따른 예시적인 벽 평면 표현을 도시한다. 표현에서, 실선 정사각형(401)은 $Ax + By + D = 0$ 에 의해 정의된 벽 평면을 나타내고, 줄무늬 정사각형(402)은 벽 평면(402)에 평행한 2D 하위공간 평면(subspace plane)이다. 2D 하위공간 평면(402)은 방정식 $Ax + By = 0$ 에 의해 정의될 수 있고, 2개의 직교 기저 벡터에 의해 나타낼 수 있다. 하나의 기저 벡터는 x-y 평면(또는 접지 평면), 즉, $b_v = (0, 0, 1)^T$ 에 수직이고, 그리고 다른 기저 벡터는 $b_h = n \times b_v = (-B, A, 0)^T$ 에 의해 계산될 수 있으며, 여기서, $n = (A, B, 0)^T$ 는 2D 하위공간 평면(402)의 법선 벡터이다. 기저 벡터(b_h)는 정의에 의해 x-y 평면 상에 있다.
- [0032] 위의 가정에 기초하여, 각각의 벽의 크기가 추정될 수 있다. 벽 평면은 평면 검출 알고리즘(예컨대, RANSAC 알고리즘)을 사용함으로써 검출되는 포인트의 세트에 의해 나타낼 수 있다. 이들 포인트는 방정식 $Ax + By + D = 0$ 에 의해 정의된 벽 평면(401)에 근접해야 한다. 이들 포인트를 검출된 벽 평면(401) 상에 투사함으로써, 벽 평면(401)의 크기(예컨대, 폭 및 높이)는 2D 하위공간 평면(402)의 2개의 기저 벡터(b_v 및 b_h)에 의해 추정될 수 있다.
- [0033] 실시예에서, 벽 평면(401) 상에 있거나 그에 근접한 각각의 포인트 $p_i = (x_i, y_i, z_i)^T$ 에 대해, 벽 평면(401)에서의 대응하는 투사된 포인트의 좌표는 $p'_i = (h_i, v_i)^T = (b_h, b_v)^T \cdot p_i$ 과 같이 계산될 수 있다. 그 다음, 벽 평면(401)의 폭은 $W = \max(h_i) - \min(h_i)$ 과 같이 추정될 수 있고, 벽 평면(401)의 높이는 $H = \max(v_i) - \min(v_i)$ 과 같이 추정될 수 있다. 벽 평면(401)을 나타내는 라인 세그먼트의 시점 및 종점은 $(x_0, y_0, 0)^T = \min(h_i) \cdot b_h$ 및 $(x_1, y_1, 0)^T = \max(h_i) \cdot b_h$ 과 같이 계산될 수 있다.
- [0034] 본 게시내용의 양상에 따르면, 포인트 클라우드에서 검출된 벽 평면의 라인 세그먼트를 분석함으로써 공간(예컨대, 룸)의 레이아웃이 추정될 수 있다. 벽 평면이 2D 평면에서 라인 세그먼트에 의해 나타낼 수 있기 때문에, 라인 세그먼트는 룸 레이아웃의 대략적인 추정을 제공할 수 있다. 룸 레이아웃을 개선하기 위해 라인 세그먼트 각각에 대해 동작의 세트가 수행될 수 있다. 동작의 세트는 다음의 단계를 포함할 수 있다(그러나 이에 제한되지 않음): (1) 다른 라인 세그먼트(들)와 라인 세그먼트의 교차부(들)를 체크하는 단계; (2) 라인 세그먼트가 하나 이상의 다른 라인 세그먼트와 교차한다면, 라인 세그먼트를 다수의 부분으로 분할하는 단계; (3) 다수의 부분 중 이상치(outlier) 부분(들)을 제거하는 단계; (4) 나머지 연속적인 부분을 새로운 라인 세그먼트로 병합하는 단계. 일부 실시예에서, 이상치 부분(들)의 제거는 정류 단계(rectification step)를 포함할 수 있다.

예컨대, 라인 세그먼트는 카메라 포지션과 같은 부가적인 정보에 기초하여 정류될 수 있다. 임의의 순서로의 이들 동작의 임의의 조합이 룬 레이아웃을 개선하는 데 사용될 수 있다는 것이 주목된다. 더욱이, 모든 실시예에서 모든 동작이 요구되는 것은 아니다.

[0035] 도 5a 내지 도 5d는 본 개시내용의 실시예에 따른, 룬 레이아웃을 개선하는 예시적인 절차를 도시한다. 도 5a는 5개의 라인 세그먼트(0 내지 4)를 포함하는 개략적인 룬 레이아웃(또는 초기 룬 레이아웃)을 도시한다. 각각의 라인 세그먼트는 포인트 클라우드의 복수의 벽 평면의 개개의 벽 평면에 기초하여 생성된다. 도 5a에서, 라인 세그먼트의 교차부가 체크된다. 라인 세그먼트가 다른 라인 세그먼트(들)와의 하나 이상의 교차부를 갖는 경우, 라인 세그먼트는 다수의 부분으로 분할될 수 있다. 예컨대, 라인 세그먼트(0)와 라인 세그먼트(1)는 도 5a에서 서로 교차하고, 따라서 도 5b에 도시된 바와 같이, 라인 세그먼트(0)는 2개의 서브-세그먼트(0.0 및 0.1)로 분할되고, 라인 세그먼트(1)는 2개의 서브-세그먼트(1.0 및 1.1)로 분할된다. 라인 세그먼트(2)와 라인 세그먼트(4)는 도 5a에서 서로 교차하고, 따라서 도 5b에 도시된 바와 같이, 라인 세그먼트(2)는 2개의 서브-세그먼트(2.0 및 2.1)로 분할되고, 라인 세그먼트(4)는 2개의 서브-세그먼트(4.0 및 4.1)로 분할된다.

[0036] 도 5c에서, 이상치 서브-세그먼트(들)가 제거될 수 있다. 실시예에서, 서브-세그먼트의 길이가 길이 임계치 미만이면, 서브-세그먼트는 이상치 서브-세그먼트로서 간주되어 제거될 수 있다. 예컨대, 도 5b의 서브-세그먼트(0.0 및 1.0)는 제거될 수 있는데, 이는 각각의 길이가 길이 임계치보다 작기 때문이다. 실시예에서, 건물의 이미지를 캡처하도록 구성된 캡처링 디바이스(예컨대, 카메라)의 캡처링 포지션이 제공될 수 있다. 서브-세그먼트가 캡처링 디바이스에서 보이지 않으면, 서브-세그먼트에 대응하는 벽 평면이 다른 벽 평면(들)에 의해 폐색된다고 결정될 수 있고, 서브-세그먼트는 이상치-세그먼트로서 간주되어 제거될 수 있다. 예컨대, 결정은 캡처링 디바이스의 가시선(line of sight)에 기초하여 정해질 수 있다. 실시예에서, 서브-세그먼트는 다수의 샘플링 포지션을 포함할 수 있고, 다수의 샘플링 포지션 각각은 캡처링 디바이스의 캡처링 포지션과 개개의 테스트 라인 세그먼트를 형성할 수 있다. 테스트 라인 세그먼트 중 적어도 하나가 하나 이상의 다른 라인 세그먼트와 교차하고, 적어도 하나의 테스트 라인 세그먼트의 수가 교차 임계치보다 크면, 서브-세그먼트는 이상치-세그먼트로서 간주되어 제거될 수 있다. 예컨대, 도 5b의 서브-세그먼트(4.1)는 도 5c에서 카메라에 보이지 않기 때문에 제거될 수 있다.

[0037] 도 5d에서, 제거되지 않은 서브-세그먼트가 중첩(또는 연결)되고 서로 평행하면, 나머지 서브-세그먼트는 새로운 라인 세그먼트로 병합될 수 있다. 예컨대, 도 5c의 서브-세그먼트(2.0 및 2.1)는 도 5d의 라인 세그먼트(2)로 병합될 수 있다.

[0038] 본 개시내용의 양상에 따르면, 벽 평면과 연관된 3D 포인트의 패턴을 분석함으로써, 룬의 특정 피처가 식별될 수 있다. 일부 실시예에서, 벽 상의 도어 및 윈도우와 같은, 벽 평면에서의 개방 영역이 검출될 수 있다. 벽 평면과 연관된 3D 포인트는 다수의 2D 그리드에 의해 나타내는 벽 평면에 투사될 수 있다. 투사된 포인트는 도 6a 및 도 6b에 도시된 바와 같이 2D 그리드로 복셀화(voxelized)될 수 있고, 여기서 X로 마킹된 그리드는 적어도 하나의 포인트에 의해 점유된 복셀을 표시하지만 나머지 그리드는 비어 있다. 개방 영역을 검출하기 위해 다양한 알고리즘이 벽 평면의 2D 그리드 표현에 적용될 수 있다.

[0039] 일 실시예에서, 개방 영역은 비어있는 그리드의 연결된 영역으로서 검출될 수 있다. 비어있는 그리드의 연결성은 8-연결 및 4-연결과 같은 다양한 수단으로 정의될 수 있다. 8-연결에서, 중앙의 비어있는 그리드 및 그의 8개의 이웃하는 비어있는 그리드는 비어있는 그리드의 연결된 영역을 형성할 수 있다. 8-연결의 예는 도 6b의 연결된 영역(605)이며, 여기서, 중앙의 그리드는 비어 있고, 그의 8개의 이웃하는 그리드도 역시 비어 있다. 4-연결에서, 중앙의 비어있는 그리드 및 그의 4개의 이웃하는 비어있는 그리드(예컨대, 이웃하는 최상부 그리드, 이웃하는 좌측 그리드, 이웃하는 우측 그리드 및 이웃하는 최하부 그리드)는 비어있는 그리드의 연결된 영역을 형성할 수 있다.

[0040] 도 6a에서, 음영 영역(shaded area)(603)은 벽 평면(601)에서 비어있는 그리드의 연결된 영역이다. 도 6b에서, 벽 평면(602)에서 비어있는 그리드의 2개의 연결된 영역(604 및 605)이 있다. 비어있는 그리드의 각각의 연결된 영역은 벽 평면 상의 개방 영역 후보로서 고려될 수 있다. 비어있는 그리드의 연결된 영역이 하나 이상의 특정 규칙을 충족하면, 이는 개방 영역으로서 검출될 수 있다. 규칙은 개방 영역의 최소 크기, 개방 영역의 높이, 개방 영역의 폭 등을 포함할 수 있다(그러나 이에 제한되지 않음).

[0041] 일 실시예에서, 2D 그리드를 갖는 벽 평면은 도 6a 및 도 6b에서 예시된 바와 같이 열 단위(column-wise) 통계를 사용함으로써 1D 행(row)으로 감소될 수 있으며, 여기서, 벽 평면(601 및 602)은 각각 1D 스트립(611 및 612)으로 감소된다. 각각의 1D 스트립 내의 비어있는 셀은 특정 규칙에 기초하여 결정될 수 있다. 예컨대, 열

내의 비어있는 그리드의 백분율(또는 수)이 제1 백분율 임계치(또는 제1 비어있는 수 임계치)보다 크면, 열에 대응하는 1D 스트립 내의 셀은 1D 스트라이프에서 비어있는 셀로서 결정될 수 있다. 도 6a에서, 열(606) 내의 비어있는 그리드의 백분율은 백분율 임계치(예컨대, 50%)보다 더 크고, 1D 스트립(611) 내의 대응하는 셀(616)은 비어있는 셀로서 결정될 수 있다. 1D 스트립 내의 연속적인 비어있는 셀의 백분율(또는 수)이 제2 백분율 임계치(또는 제2 비어있는 수 임계치)보다 크면, 연속적인 비어있는 셀은 벽 평면을 나타내는 개방 영역을 1D 스트립에서 형성할 수 있다. 예컨대, 연속적인 비어있는 셀(617)의 수는 제2 비어있는 수 임계치(예컨대, 2)보다 크고, 연속적인 비어있는 셀(617)은 1D 스트립(611)의 개방 영역으로서 결정될 수 있다.

[0042] 일 실시예에서, 벽 평면의 2D 그리드 또는 1D 스트라이프 표현에 기초하여, 피처를 추출하고 개구 패턴을 자동으로 검출하기 위해, 패턴 인식 기법(예컨대, 딥 러닝 알고리즘)이 적용될 수 있다.

[0043] 본 개시내용은, 3D 포인트 클라우드에서 벽 평면을 2D 평면에서 다수의 라인 세그먼트로서 나타냄으로써, 3D 공간, 이를테면 실내 장면의 포인트 클라우드로부터 평면도를 추정하는 방법을 포함한다. 벽 평면 각각은, 플로어 평면 상의 3D 포인트 클라우드의 개개의 포인트 또는 개개의 2D 투사로부터 추정될 수 있다. 룸 레이아웃은 2D 평면의 라인 세그먼트에 대한 다양한 동작에 의해 추정될 수 있다. 카메라 포지션은 라인 세그먼트를 미세 조정하는 데 사용될 수 있다. 예컨대, 카메라 포지션으로부터 벽 평면의 가시성이 추정될 수 있다. 개방 영역(예컨대, 개방된 도어 또는 윈도우)은 벽 평면으로부터 추정될 수 있다. 게다가, 하나 이상의 머신 러닝 및/또는 딥 러닝 알고리즘(예컨대, 서포트 벡터 머신)은, 생성된 평면도에 기초하여 룸 세그먼트화, 룸 라벨링 등과 같은 다른 분석이 수행될 수 있도록 적용될 수 있다.

[0044] **II. 흐름도**

[0045] 도 7은 본 개시내용의 실시예에 따른 예시적인 프로세스(700)를 요약하는 흐름도를 도시한다. 다양한 실시예에서, 프로세스(700)는 도 8에 도시된 프로세싱 회로와 같은 프로세싱 회로에 의해 실행된다. 일부 실시예에서, 프로세스(700)는 소프트웨어 명령으로 구현되며, 따라서 프로세싱 회로가 소프트웨어 명령을 실행할 때, 프로세싱 회로는 프로세스(700)를 수행한다.

[0046] 프로세스(700)는 일반적으로, 단계(S710)에서 시작될 수 있으며, 여기서 프로세스(700)는 3차원 공간에 대응하는 입력 3차원 포인트 클라우드를 수신한다. 그 다음, 프로세스(700)는 단계(S720)로 진행한다.

[0047] 단계(S720)에서, 프로세스(700)는 수신된 입력 3차원 포인트 클라우드에서 복수의 벽 평면을 결정한다. 그 다음, 프로세스(700)는 단계(S730)로 진행한다.

[0048] 단계(S730)에서, 프로세스(700)는 복수의 라인 세그먼트를 생성한다. 각각의 라인 세그먼트는, 복수의 벽 평면의 개개의 벽 평면을 3차원 공간의 플로어 평면에 투사함으로써 생성된다. 그 다음, 프로세스(700)는 단계(S740)로 진행한다.

[0049] 단계(S740)에서, 프로세스(700)는 평면도에 대응하는 2차원 공간에서 복수의 라인 세그먼트를 사용하여 3차원 공간에서 복수의 벽 평면을 나타낸다. 그 다음, 프로세스(700)는 단계(S750)로 진행한다.

[0050] 단계(S750)에서, 프로세스(700)는 평면도를 개선하기 위해 2차원 공간에서 복수의 라인 세그먼트를 조정한다. 그 다음, 프로세스(700)는 단계(S760)로 진행한다.

[0051] 단계(S760)에서, 프로세스(700)는 복수의 조정된 라인 세그먼트에 기초하여 평면도를 생성한다. 이어서, 프로세스(700)가 종료된다.

[0052] 실시예에서, 프로세스(700)는 수신된 입력 포인트 클라우드 내의 포인트의 서브셋을 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면 상으로 투사한다. 프로세스(700)는 투사된 포인트에 기초하여 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트가 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정한다.

[0053] 실시예에서, 프로세스(700)는 투사된 포인트에 기초하여 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 2개의 중점의 좌표를 계산한다.

[0054] 실시예에서, 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면은 복수의 그리드에 의해 나타내고, 프로세스(700)는 복수의 그리드 내의 연속적인 그리드가 적어도 하나의 투사된 포인트를 포함하는지 여부를 결정한다. 프로세스(700)는, 적어도 하나의 투사된 포인트를 포함하지 않는 연속적인 그리드에 기초하여 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면 상의 개방 영역을 결정한다. 개방 영역은 연속적인 그리드에 대응한다. 프로세스(700)는 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면 상의 개방 영역에 기초하여 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트 내의 개방 영역을

결정한다.

- [0055] 실시예에서, 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면은 그리드의 복수의 열에 의해 나타내고, 프로세스(700)는, 그리드의 복수의 열 각각에 투사된 포인트가 없는 연속적인 그리드의 수가 그리드 임계치보다 큰지 여부를 결정한다. 프로세스(700)는, 그리드의 복수의 열 중 개개의 하나의 열에서의 연속적인 그리드의 수가 그리드 임계치보다 큰 것에 기초하여, 그리드의 복수의 열 중 개개의 하나의 열에 대응하는 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 일부를 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 개방 영역 후보 부분으로 결정한다. 프로세스(700)는, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트에서의 연속적인 개방 영역 후보 부분의 수가 부분 임계치보다 큰 것에 기초하여, 복수의 라인 세그먼트 중 하나에서의 개방 영역을 결정한다. 개방 영역은, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트 내의 연속적인 개방 영역 후보 부분에 대응한다.
- [0056] 실시예에서, 프로세스(700)는, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트가 복수의 라인 세그먼트 내의 하나 이상의 다른 라인 세그먼트와 교차하는 것에 기초하여, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트를 다수의 부분으로 분할한다. 프로세스(700)는, 복수의 라인 세그먼트 중 하나의 라인 세그먼트의 다수의 부분 내의 어느 연속적인 부분이 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는지를 결정한다. 프로세스(700)는 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정된 연속적인 부분 중 하나 이상의 부분에 기초하여 복수의 조정된 라인 세그먼트 중 하나를 결정한다.
- [0057] 실시예에서, 프로세스(700)는, 다수의 부분 중 하나의 부분의 길이가 길이 임계치보다 더 큰 것에 기초하여, 다수의 부분 중 하나의 부분이 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정한다.
- [0058] 실시예에서, 복수의 라인 세그먼트는 테스트 포인트를 포함하는 초기 평면도를 형성하고, 다수의 부분 각각은 복수의 샘플링 포인트를 포함하고, 프로세스(700)는 다수의 부분 중 하나의 부분에 대한 복수의 테스트 라인 세그먼트를 생성한다. 복수의 테스트 라인 세그먼트 각각은 다수의 부분 중 하나의 부분의 샘플링 지점 중 하나의 샘플링 지점과 초기 평면도의 테스트 지점 사이에 생성된다. 프로세스(700)는, 복수의 테스트 라인 세그먼트 내의 하나 이상의 테스트 라인 세그먼트의 수가 교차 임계치 미만인 것에 기초하여, 다수의 부분 중 하나의 부분이 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정한다. 하나 이상의 테스트 라인 세그먼트 각각은, 복수의 라인 세그먼트 중 적어도 하나의 다른 라인 세그먼트와 교차한다.
- [0059] 실시예에서, 프로세스(700)는 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하지 않는 다수의 부분 중 하나의 부분을 제거한다. 프로세스(700)는 복수의 벽 평면 중 하나의 벽 평면에 대응하는 것으로 결정된 연속적인 부분 중 하나 이상을 복수의 조정된 라인 세그먼트 중 하나에 병합한다.
- [0060] **III. 컴퓨터 시스템**
- [0061] 위에서 설명된 기법은, 컴퓨터-판독 가능 명령을 사용하여 컴퓨터 소프트웨어로서 구현될 수 있으며 하나 이상의 컴퓨터-판독 가능 매체에 물리적으로 저장될 수 있다. 예컨대, 도 8은 개시되는 청구 대상의 특정 실시예를 구현하기에 적합한 컴퓨터 시스템(800)을 도시한다.
- [0062] 컴퓨터 소프트웨어는, 임의의 적절한 머신 코드 또는 컴퓨터 언어를 사용하여 코딩될 수 있으며, 이는, 하나 이상의 컴퓨터 CPU(central processing unit), GPU(Graphics Processing Unit) 등에 의해, 직접 실행되거나 또는 해석, 마이크로-코드 실행 등을 통해 실행될 수 있는 명령을 포함하는 코드를 생성하기 위해, 어셈블리, 컴파일레이션(compilation), 링킹 등의 메커니즘으로 처리될 수 있다.
- [0063] 명령은, 예컨대 개인용 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 서버, 스마트폰, 게임 디바이스, 사물 인터넷 디바이스 등을 포함하는, 다양한 유형의 컴퓨터 또는 이들의 컴포넌트에서 실행될 수 있다.
- [0064] 컴퓨터 시스템(800)에 대해 도 8에 도시된 컴포넌트는, 사실상 예시적이며, 본 개시내용의 실시예를 구현하는 컴퓨터 소프트웨어의 사용 또는 기능의 범위에 대한 어떠한 제한을 제안하려는 의도는 아니다. 컴포넌트의 구성은 컴퓨터 시스템(800)의 예시적인 실시예에 예시된 컴포넌트 중 임의의 하나 또는 이들의 조합과 관련된 임의의 종속성 또는 요건을 갖는 것으로 해석되어서는 안된다.
- [0065] 컴퓨터 시스템(800)은 특정 인간 인터페이스 입력 디바이스를 포함할 수 있다. 이러한 인간 인터페이스 입력 디바이스는, 예컨대, 촉각적 입력(이를테면, 키스트로크(keystroke), 스와이프(swipe), 데이터 글러브 움직임(data glove movement)), 오디오 입력(이를테면, 음성, 클랩핑(clapping)), 시각적 입력(이를테면, 제스처), 후각적 입력(묘사되지 않음)을 통해, 한 명 이상의 인간 사용자에게 의한 입력에 응답할 수 있다. 인간 인터페이스 디바이스는 또한, 오디오(이를테면, 스피치, 음악, 주변 소리), 이미지(이를테면, 스캔된 이미지, 스틸 이미

지 카메라로부터 획득된 사진 이미지), 비디오(이를테면, 2차원 비디오, 입체 비디오를 포함하는 3차원 비디오)와 같이 인간에 의한 의식적인 입력과 반드시 직접 관련된 것은 아닌 특정 미디어를 캡처하는 데 사용될 수 있다.

[0066] 입력 인간 인터페이스 디바이스는 키보드(801), 마우스(802), 트랙 패드(803), 터치 스크린(810), 데이터-글러브(도시되지 않음), 조이스틱(805), 마이크로폰(806), 스캐너(807), 및 카메라(808) 중 하나 이상(각각 중 하나만이 묘사됨)을 포함할 수 있다.

[0067] 컴퓨터 시스템(800)은 또한 특정 인간 인터페이스 출력 디바이스를 포함할 수 있다. 이러한 인간 인터페이스 출력 디바이스는, 예컨대, 촉각적 출력, 소리, 빛 및 냄새/맛을 통해 한 명 이상의 인간 사용자의 감각을 자극할 수 있다. 이러한 인간 인터페이스 출력 디바이스는, 촉각적 출력 디바이스(예컨대, 터치 스크린(810), 데이터-글러브(도시되지 않음) 또는 조이스틱(805)에 의한 촉각적 피드백, 그러나 입력 디바이스로서의 역할을 하지 않는 촉각적 피드백 디바이스가 있을 수도 있음), 오디오 출력 디바이스(이를테면, 스피커((809), 헤드폰(묘사되지 않음)), 시각적 출력 디바이스(이를테면, CRT 스크린, LCD 스크린, 플라즈마 스크린, OLED 스크린을 포함하는 스크린(810), 이 각각은 터치 스크린 입력 능력이 있거나 없음, 이 각각은 촉각 피드백 능력이 있거나 없음 - 이들 중 일부는 입체 출력과 같은 수단을 통해 2차원 시각적 출력 또는 3차원 이상의 출력을 출력할 수 있음; 가상-현실 안경(묘사되지 않음), 홀로그래픽 디스플레이 및 스모크 탱크(묘사되지 않음)), 및 프린터(묘사되지 않음)를 포함할 수 있다. 이러한 시각적 출력 디바이스(이를테면, 스크린(810))는 그래픽 어댑터(850)를 통해 시스템 버스(848)에 연결될 수 있다.

[0068] 컴퓨터 시스템(800)은 또한, 인간이 액세스가능한 저장 디바이스 및 이의 연관된 매체, 이를테면 CD/DVD 등의 매체(821)를 갖는 CD/DVD ROM/RW(820), 썸-드라이브(thumb-drive)(822), 이동식 하드 드라이브 또는 솔리드 스테이트 드라이브(823)를 포함하는 광학 매체, 레거시 자기 매체 이를테면, 테이프 및 플로피 디스크(floppy disc)(묘사되지 않음), 특수 ROM/ASIC/PLD 기반 디바이스 이를테면, 보안 동글(security dongle)(묘사되지 않음) 등을 포함할 수 있다.

[0069] 당업자는 또한, 현재 개시되는 청구 대상과 관련하여 사용되는 “컴퓨터-판독 가능 매체”란 용어가 전송 매체, 반송파 또는 다른 일시적 신호를 포괄하지 않는다는 것을 이해해야 한다.

[0070] 컴퓨터 시스템(800)은 또한, 하나 이상의 통신 네트워크(855)에 대한 네트워크 인터페이스(854)를 포함할 수 있다. 하나 이상의 통신 네트워크(855)는 예컨대 무선, 유선, 광일 수 있다. 하나 이상의 통신 네트워크(855)는 추가로, 로컬, 광역, 대도시, 차량 및 산업, 실시간, 지연-내성(delay-tolerant) 네트워크 등일 수 있다. 하나 이상의 통신 네트워크(855)의 예는, 이더넷, 무선 LAN과 같은 로컬 영역 네트워크, GSM, 3G, 4G, 5G, LTE 등을 포함하는 셀룰러 네트워크, 케이블 TV, 위성 TV 및 지상파 방송 TV를 포함하는 TV 유선 또는 무선 광역 디지털 네트워크, CANBus를 포함하는 차량 및 산업 네트워크 등을 포함한다. 특정 네트워크는 일반적으로, 특정 범용 데이터 포트 또는 주변 버스(849)(이를테면, 예컨대, 컴퓨터 시스템(800)의 USB 포트)에 부착된 외부 네트워크 인터페이스 어댑터를 필요로 하며; 다른 것은 일반적으로, 아래에 설명되는 바와 같은 시스템 버스에 대한 부착에 의해 컴퓨터 시스템(800)의 코어에 통합된다(예컨대, PC 컴퓨터 시스템으로의 이더넷 인터페이스 또는 스마트폰 컴퓨터 시스템으로의 셀룰러 네트워크 인터페이스). 이러한 네트워크 중 임의의 것을 사용하여, 컴퓨터 시스템(800)은 다른 엔티티와 통신할 수 있다. 이러한 통신은, 예컨대 로컬 영역 네트워크 또는 광역 디지털 네트워크를 사용하는 다른 컴퓨터 시스템에 대해, 단방향성의 수신-전용(예컨대, 방송 TV), 단방향성의 송신-전용(예컨대, CANbus-특정 CANbus 디바이스) 또는 양방향성일 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 특정 프로토콜 및 프로토콜 스택은 이들 네트워크 및 네트워크 인터페이스 각각에서 사용될 수 있다.

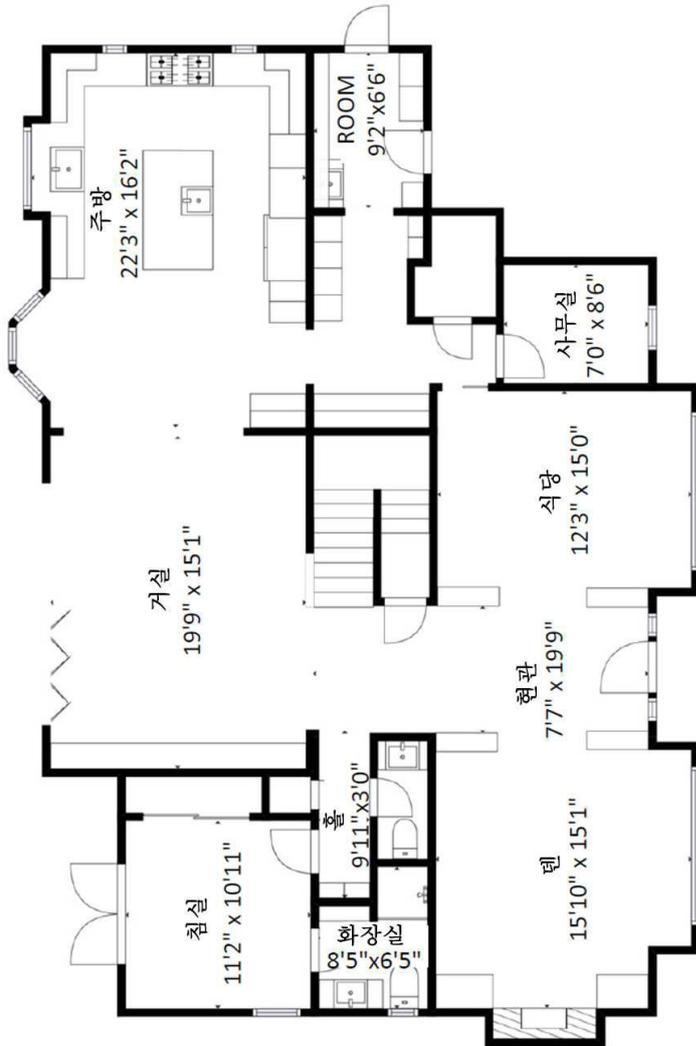
[0071] 위에서 논의된 인간 인터페이스 디바이스, 인간이 액세스 가능한 저장 디바이스 및 네트워크 인터페이스는 컴퓨터 시스템(800)의 코어(840)에 부착될 수 있다.

[0072] 코어(840)는 하나 이상의 CPU(Central Processing Unit)(841), GPU(Graphics Processing Unit)(842), FPGA(Field Programmable Gate Areas(843) 형태의 특수 프로그램가능 프로세싱 유닛, 특정 작업을 위한 하드웨어 가속기(844), 그래픽 어댑터(850) 등을 포함할 수 있다. 이러한 디바이스는, ROM(Read-only memory)(845), 랜덤 액세스 메모리(846), 내부 비-사용자 액세스 가능 하드 드라이브, SSD 등과 같은 내부 대용량 저장소(847)와 함께 시스템 버스(848)를 통해 연결될 수 있다. 일부 컴퓨터 시스템에서, 시스템 버스(848)는 추가 CPU, GPU 등에 의한 확장을 가능하게 하기 위해 하나 이상의 물리적 플러그의 형태로 액세스 가능할 수 있다. 주변 디바이스는 코어의 시스템 버스(848)에 직접 또는 주변 버스(849)를 통해 부착될 수 있다. 예에서, 스크린(810)은 그래픽 어댑터(850)에 연결될 수 있다. 주변 버스를 위한 아키텍처는 PCI, USB 등을 포함한다.

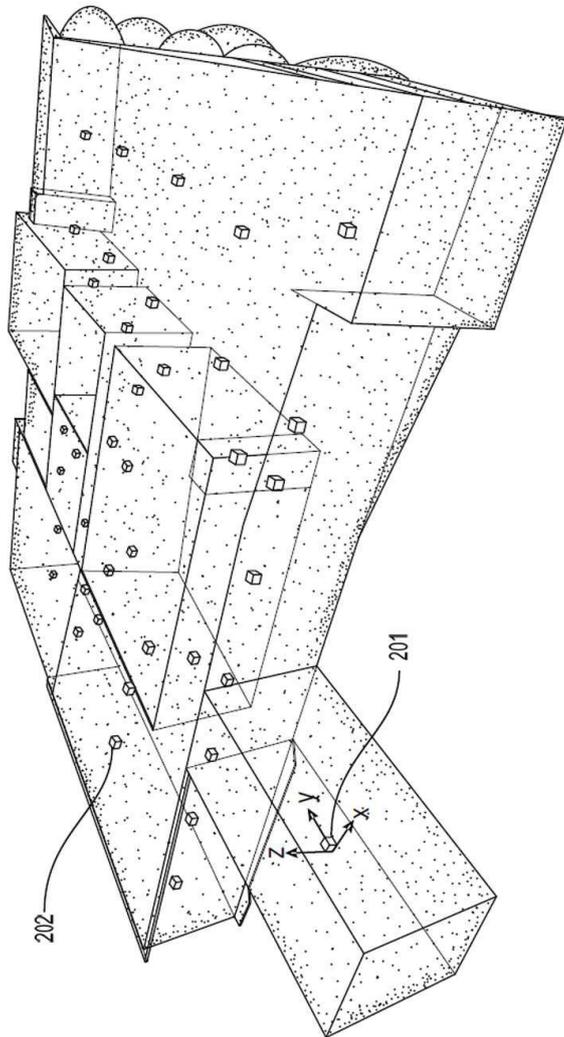
- [0073] CPU(841), GPU(842), FPGA(843) 및 가속기(844)는, 조합하여, 앞서 논의된 컴퓨터 코드를 구성할 수 있는 특정 명령을 실행할 수 있다. 이 컴퓨터 코드는 ROM(845) 또는 RAM(846)에 저장될 수 있다. 트랜지셔널 데이터(transitional data)는 또한 RAM(846)에 저장될 수 있는 반면, 영구 데이터는, 예컨대, 내부 대용량 저장소(847)에 저장될 수 있다. 하나 이상의 CPU(841), GPU(842), 대용량 저장소(847), ROM(845), RAM(846) 등과 밀접하게 연관될 수 있는 캐시 메모리의 사용을 통해, 메모리 디바이스 중 임의의 메모리 디바이스에 대한 빠른 저장 및 검색이 가능해질 수 있다.
- [0074] 컴퓨터-판독 가능 매체는 다양한 컴퓨터-구현 동작을 수행하기 위한 컴퓨터 코드를 가질 수 있다. 매체 및 컴퓨터 코드는 본 개시내용의 목적을 위해 특별히 설계되고 구성된 것일 수 있거나, 또는 이들은, 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 잘 알려져 있고 이들이 이용 가능한 종류의 것일 수 있다.
- [0075] 제한이 아닌 예로서, 아키텍처(800), 특히 코어(840)를 갖는 컴퓨터 시스템은, 하나 이상의 유형의 컴퓨터-판독 가능 매체에 구현된 소프트웨어를 실행하는 프로세서(들)(CPU, GPU, FPGA, 가속기 등을 포함)의 결과로서 기능을 제공할 수 있다. 이러한 컴퓨터-판독 가능 매체는, 위에서 소개된 바와 같은 사용자가 액세스 가능한 대용량 저장소와 연관된 매체일 수 있을 뿐만 아니라, 코어-내부 대용량 저장소(847) 또는 ROM(845) 과 같은 비-일시적 특성을 갖는 코어(840)의 특정 저장소일 수 있다. 본 개시내용의 다양한 실시예를 구현하는 소프트웨어는 이러한 디바이스에 저장되고 코어(840)에 의해 실행될 수 있다. 컴퓨터-판독 가능 매체는 특정 필요사항에 따라 하나 이상의 메모리 디바이스 또는 칩을 포함할 수 있다. 소프트웨어는, 코어(840) 및 구체적으로 그 안에 있는 프로세서(CPU, GPU, FPGA 등을 포함)로 하여금, RAM(846)에 저장된 데이터 구조를 정의하는 것 그리고 소프트웨어에 의해 정의된 프로세스에 따라 이러한 데이터 구조를 수정하는 것을 포함하여, 본원에서 설명되는 특정 프로세스 또는 특정 프로세스의 특정 부분을 실행하게 할 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 컴퓨터 시스템은, 본원에 설명된 특정 프로세스 또는 특정 프로세스의 특정 부분을 실행하기 위해 소프트웨어 대신 또는 소프트웨어와 함께 동작할 수 있는 회로(예컨대, 가속기(844))에 하드와이어링된 또는 다른 방식으로 구현된 로직의 결과로서 기능을 제공할 수 있다. 소프트웨어에 대한 참조는, 적절한 경우, 로직을 포괄할 수 있으며 이와 반대도 가능하다. 컴퓨터-판독 가능 매체에 대한 참조는, 적절한 경우, 실행을 위한 소프트웨어를 저장하는 회로(예컨대, 집적 회로(IC)), 실행을 위한 로직을 구현하는 회로, 또는 이 둘 다를 포괄할 수 있다. 본 개시내용은 하드웨어 및 소프트웨어의 임의의 적절한 조합을 포괄한다.
- [0076] 본 개시내용이 여러 예시적인 실시예를 설명했지만, 본 개시내용의 범위 내에 속하는 변경, 치환 및 다양한 대체 등가물이 존재한다. 따라서, 당업자는 본원에 명시적으로 도시되거나 설명되지 않았지만, 본 개시내용의 원리를 구현하고 따라서 본 개시내용의 사상 및 범위 내에 있는 수 많은 시스템 및 방법을 안출할 수 있을 것임이 이해될 것이다.

도면

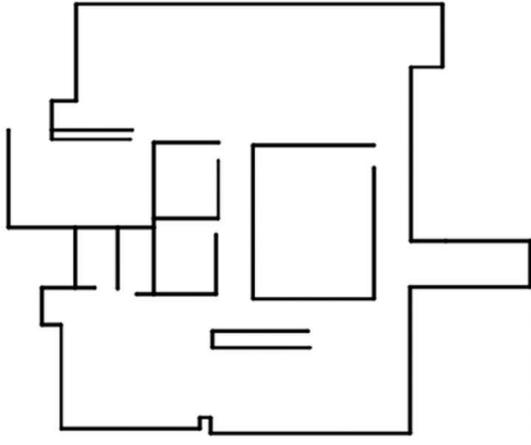
도면1



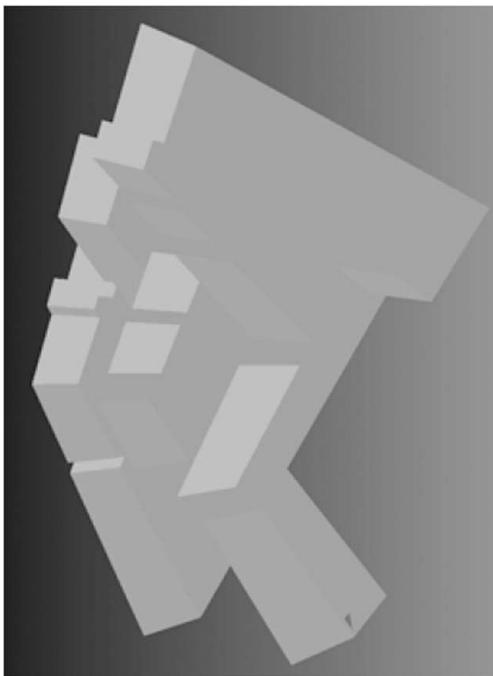
도면2



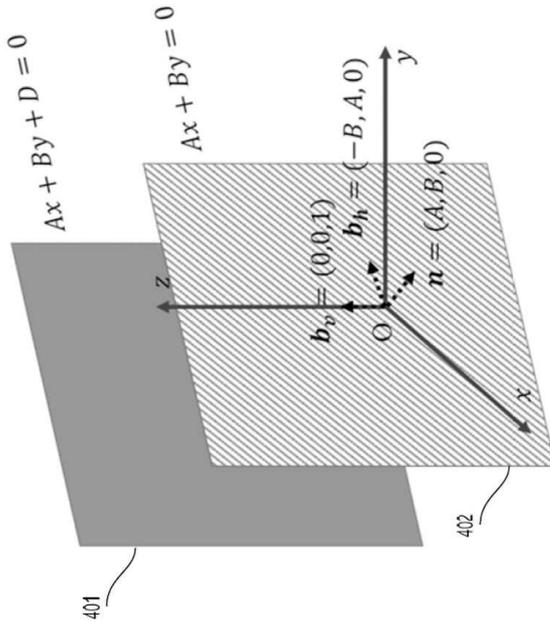
도면3a



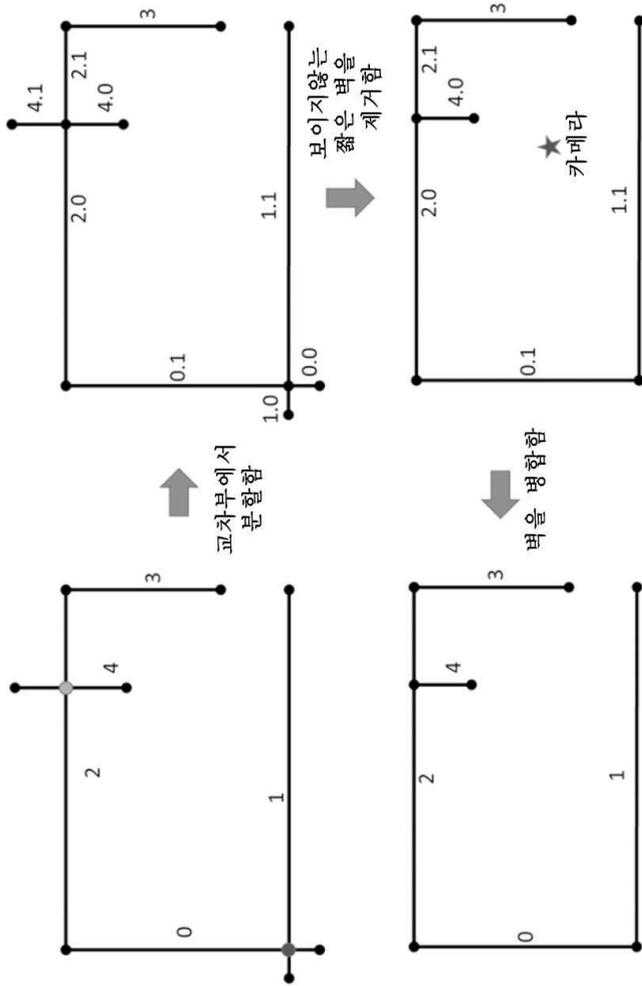
도면3b



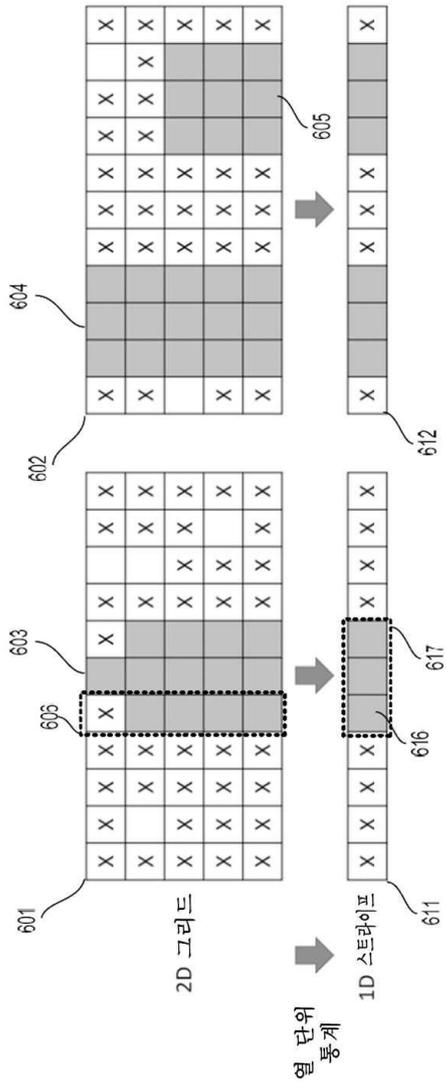
도면4



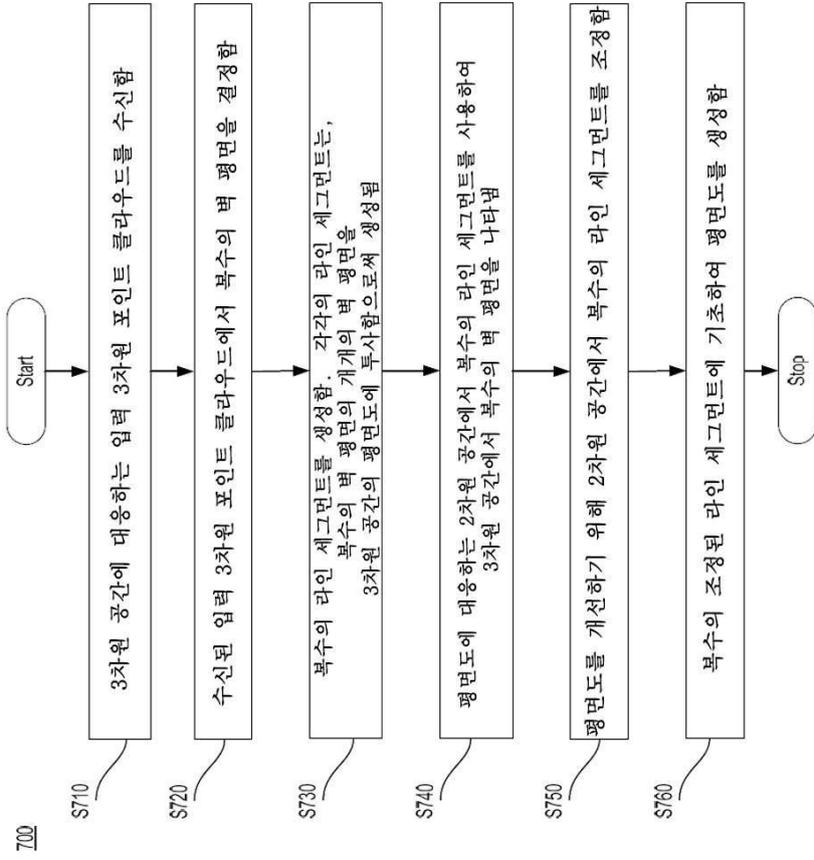
도면5



도면6



도면7



도면8

