



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년11월05일

(11) 등록번호 10-2321704

(24) 등록일자 2021년10월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G06T 17/20 (2006.01) G06T 11/20 (2006.01)
 G06T 7/70 (2017.01)

(52) CPC특허분류
 G06T 17/20 (2013.01)
 G06T 11/206 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2020-0186284

(22) 출원일자 2020년12월29일
 심사청구일자 2020년12월29일

(56) 선행기술조사문헌
 US20200111250 A1
 KR 1020190117354 A
 KR1020130118105 A

(73) 특허권자
 고려대학교 산학협력단
 서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(주)티랩스
 서울특별시 성북구 안암로 61-1, 2층 (안암동5가, 구검빌딩)

(72) 발명자
 도락주
 서울특별시 성북구 종암로21길 127, 104동303호(종암동, 현대아이파크1차아파트)

임가현
 서울특별시 성북구 인촌로22길 5, 407호(안암동5가)

(74) 대리인
 김연권

전체 청구항 수 : 총 18 항

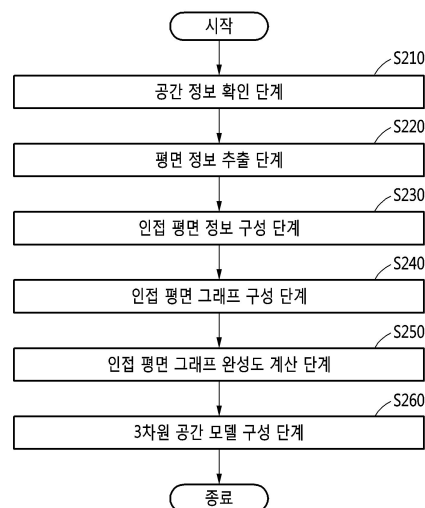
심사관 : 강석제

(54) 발명의 명칭 인접 평면 정보를 이용한 3차원 공간 모델 생성 방법 및 장치

(57) 요약

인접 평면 정보를 이용한 3차원 공간 모델 생성 방법 및 장치를 개시한다. 3차원 공간 모델 생성 방법은 3차원 공간에 대한 공간 정보를 확인하는 단계와, 공간 정보로부터 평면 정보를 추출하는 단계와, 평면 정보를 이용하여 인접 평면 정보를 구성하는 단계와, 인접 평면 정보를 이용하여 인접 평면 그래프를 구성하는 단계와, 인접 평면 그래프의 완성도를 계산하는 단계와, 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하는 경우, 인접 평면 그래프 및 상기 평면 정보를 이용하여 3차원 공간 모델을 구성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G06T 7/70 (2017.01)

G06T 2211/416 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615011465
과제번호	135766
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	국토공간정보연구사업
연구과제명	저비용, 고효율 실내공간정보 구축 및 갱신 핵심기술개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서울대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

3차원 공간에 대한 공간 정보를 확인하는 단계;

상기 공간 정보로부터 평면 정보를 추출하는 단계;

상기 평면 정보를 이용하여 인접 평면 정보를 구성하는 단계;

상기 인접 평면 정보를 이용하여 인접 평면 그래프를 구성하는 단계;

상기 인접 평면 그래프의 완성도를 계산하는 단계; 및

상기 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하는 경우, 상기 인접 평면 그래프 및 상기 평면 정보를 이용하여 3차원 공간 모델을 구성하는 단계

를 포함하는 3차원 공간 모델 생성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 공간 정보를 확인하는 단계는,

상기 3차원 공간에 대한 공간 정보를 획득하는 단계

를 포함하는, 3차원 공간 모델 생성 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 평면 정보를 추출하는 단계는,

상기 공간 정보에 포함되는 평면의 면적, 상기 평면의 중심, 상기 평면의 외곽선 및 상기 평면의 형상 중 적어도 하나를 포함하는 평면 정보를 추출하는 단계

를 포함하는, 3차원 공간 모델 생성 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 인접 평면 정보를 구성하는 단계는,

상기 평면 정보에 대응하는 평면에 인접한 인접 평면을 식별하는 단계; 및

상기 평면과 상기 인접 평면 간의 인접 거리를 포함하는 인접 평면 정보를 구성하는 단계

를 포함하는, 3차원 공간 모델 생성 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 인접 평면을 식별하는 단계는,

상기 평면의 외곽선을 기준으로 인접 평면을 식별하는 단계

를 포함하는, 3차원 공간 모델 생성 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,
상기 인접 평면을 식별하는 단계는,
상기 평면의 중심과 상기 평면 이외의 평면의 중심 간의 거리를 기준으로 인접 평면을 식별하는 단계를 포함하는, 3차원 공간 모델 생성 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 인접 평면 그래프를 구성하는 단계는,
상기 평면 정보 및 상기 평면과 인접 평면 간의 관계를 이용하여 상기 인접 평면 그래프를 구성하는 단계를 포함하는, 3차원 공간 모델 생성 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 인접 평면 그래프의 완성도를 계산하는 단계는,
상기 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못하는 경우, 상기 인접 평면 정보를 재구성하는 단계;
상기 재구성된 인접 평면 정보를 이용하여 상기 인접 평면 그래프를 재구성하는 단계; 및
상기 재구성된 인접 평면 그래프의 완성도를 재산출하는 단계를 포함하는, 3차원 공간 모델 생성 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,
상기 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못하는 경우, 상기 인접 평면 정보를 재구성하는 단계는,
상기 평면의 외곽선 중 인접 평면이 존재하지 않는 방향을 식별하는 단계; 및
상기 방향으로 탐색하여 인접 평면 정보를 재구성하는 단계를 포함하는, 3차원 공간 모델 생성 방법.

청구항 10

3차원 공간에 대한 공간 정보를 확인하는 확인부;
상기 공간 정보로부터 평면 정보를 추출하는 추출부;
상기 평면 정보를 이용하여 인접 평면 정보를 구성하는 평면 구성부;
상기 인접 평면 정보를 이용하여 인접 평면 그래프를 구성하는 그래프 구성부;
상기 인접 평면 그래프의 완성도를 계산하는 계산부; 및
상기 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하는 경우, 상기 인접 평면 그래프 및 상기 평면 정보를 이용하여 3차원 공간 모델을 구성하는 공간 구성부를 포함하는 3차원 공간 모델 생성 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 확인부는,

상기 3차원 공간에 대한 공간 정보를 획득하여 상기 공간 정보를 확인하는, 3차원 공간 모델 생성 장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 추출부는,

상기 공간 정보에 포함되는 평면의 면적, 상기 평면의 중심, 상기 평면의 외곽선 및 상기 평면의 형상 중 적어도 하나를 포함하는 평면 정보를 추출하는, 3차원 공간 모델 생성 장치.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 평면 구성부는,

상기 평면 정보에 대응하는 평면에 인접한 인접 평면을 식별하고, 상기 평면과 상기 인접 평면 간의 인접 거리를 포함하는 인접 평면 정보를 구성하는, 3차원 공간 모델 생성 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 평면 구성부는,

상기 평면의 외곽선을 기준으로 인접 평면을 식별하는, 3차원 공간 모델 생성 장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 평면 구성부는,

상기 평면의 중심과 상기 평면 이외의 평면의 중심 간의 거리를 기준으로 인접 평면을 식별하는, 3차원 공간 모델 생성 장치.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 그래프 구성부는,

상기 평면 정보 및 상기 평면과 인접 평면 간의 관계를 이용하여 상기 인접 평면 그래프를 구성하는, 3차원 공간 모델 생성 장치.

청구항 17

제10항에 있어서,

상기 계산부는,

상기 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못하는 경우, 상기 인접 평면 정보를 재구성하고, 상기 재구성된 인접 평면 정보를 이용하여 상기 인접 평면 그래프를 재구성하고, 상기 재구성된 인접 평면 그래프의 완성도를 재산출하는, 3차원 공간 모델 생성 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 계산부는,

상기 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못하는 경우, 상기 평면의 외곽선 중 인접 평면이 존재하지 않는 방향을 식별하고, 상기 방향으로 탐색하여 인접 평면 정보를 재구성하는, 3차원 공간 모델 생성 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 기술분야는 인접 평면 정보를 이용하여 3차원 공간 모델을 제작하는 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 3차원 공간에서 취득된 공간 정보를 바탕으로 구성된 평면 정보와 인접 평면 정보를 활용하여 3차원 공간 모델을 제작하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 3차원 공간 모델을 제작하는 방법과 관련하여 전통적으로는 지형 정보(geometry)를 사용하는 방식, 영상 정보(image)를 사용하는 방식, 지형 정보와 영상 정보를 혼합하여 사용하는 방식이 많이 사용되었다.

[0003] 라이다(LiDAR) 혹은 유사한 동작원리를 가지는 깊이측정장치를 활용하여 점구름정보를 취득하거나, 카메라 혹은 유사한 동작원리를 가지는 영상측정장치를 활용하여 영상 정보를 취득하거나, 키넥트(Kinect) 혹은 유사한 동작원리를 가지는 깊이-영상측정장치를 활용하여 색-점구름정보를 취득하거나 이들의 조합으로 지형 정보 또는 영상 정보를 취득하는 방법이 있다. 지형 정보 또는 영상 정보를 포함하는 공간 정보를 이용하여 3차원 공간 모델을 제작하기 위해 슬램(SLAM, Simultaneous Localization And Mapping), 영상-관성 거리정보(VIO, Visual Inertial Odometry), 영상 거리정보(VO, Visual Odometry) 등의 기법이 많이 활용되어 3차원 공간 모델을 점구름정보 형식으로 표현하였다.

[0004] 그러나 이와 같은 기존 기술에는 다음과 같은 문제점들이 존재한다.

[0005] 첫째, 슬램, 영상-관성 거리정보, 영상 거리정보 등의 기법으로 구성된 점구름정보로 표현되는 3차원 공간 모델은 파일 저장 용량이 매우 크다. 점구름정보 형식으로 3차원 공간 모델을 표현하는 방법은 메모리 비효율적이며 처리 속도가 매우 오래 걸릴 수 있다.

[0006] 둘째, 점구름정보로 표현되는 3차원 공간 모델은 표현이 고르지 않기 때문에 평탄한 면적을 충분히 표현하지 못할 수 있다. 점구름정보로 표현되는 3차원 공간 모델은 불연속적인 점의 집합이기 때문에 등성등성한 부분이 존재하며 실제 공간을 충분하게 표현하지 못 할 수 있다. 또한 이미지와의 정합이 어려울 수 있다. 도 1은 점구름정보로 표현된 3차원 공간 모델의 예를 나타내는 도면이다. (가시화를 위해 천장을 표시하지 않았다.) 도 1의 3차원 공간 모델의 점구름정보의 밀집도는 균일하지 않다. 즉, 점구름정보가 존재하지 않는 공간이 존재한다.

[0007] 따라서, 메모리 측면에서 효율적이고, 실제 공간을 충분하게 표현할 수 있는 3차원 공간 모델 생성 방법이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 기술적 사상이 이루고자 하는 기술적 과제는, 실제 공간을 충분하게 표현하기 위해, 공간 정보로부터 구성된 인접 평면 정보를 활용하여 3차원 공간 모델을 제작하는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 기술적 사상에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법 및 장치가 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 기술적 사상에 의한 일 양태(Aspect)에 따르면, 3차원 공간에 대한 공간 정보를 확인하는 단계; 상기 공간 정보로부터 평면 정보를 추출하는 단계; 상기 평면 정보를 이용하여 인접 평면 정보를 구성하는 단계; 상기 인접 평면 정보를 이용하여 인접 평면 그래프를 구성하는 단계; 상기

인접 평면 그래프의 완성도를 계산하는 단계; 및 상기 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하는 경우, 상기 인접 평면 그래프 및 상기 평면 정보를 이용하여 3차원 공간 모델을 구성하는 단계를 포함하는 3차원 공간 모델 생성 방법이 개시된다.

- [0011] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 공간 정보를 확인하는 단계는, 상기 3차원 공간에 대한 공간 정보를 획득하여 상기 공간 정보를 확인하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 평면 정보를 추출하는 단계는, 상기 공간 정보에 포함되는 평면의 면적, 상기 평면의 중심, 상기 평면의 외곽선 및 상기 평면의 형상 중 적어도 하나를 포함하는 평면 정보를 추출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 인접 평면 정보를 구성하는 단계는, 상기 평면 정보에 대응하는 평면에 인접한 인접 평면을 식별하는 단계; 및 상기 평면과 상기 인접 평면 간의 인접 거리를 포함하는 인접 평면 정보를 구성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 인접 평면을 식별하는 단계는, 상기 평면의 외곽선을 기준으로 인접 평면을 식별하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 인접 평면을 식별하는 단계는, 상기 평면의 중심과 상기 평면 이외의 평면의 중심 간의 거리를 기준으로 인접 평면을 식별하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 인접 평면 그래프를 구성하는 단계는, 상기 평면 정보 및 상기 평면과 인접 평면 간의 관계를 이용하여 상기 인접 평면 그래프를 구성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 인접 평면 그래프의 완성도를 계산하는 단계는, 상기 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못하는 경우, 상기 인접 평면 정보를 재구성하는 단계; 상기 재구성된 인접 평면 정보를 이용하여 상기 인접 평면 그래프를 재구성하는 단계; 및 상기 재구성된 인접 평면 그래프의 완성도를 재산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못하는 경우, 상기 인접 평면 정보를 재구성하는 단계는, 상기 평면의 외곽선 중 인접 평면이 존재하지 않는 방향을 식별하는 단계; 및 상기 방향으로 탐색하여 인접 평면 정보를 재구성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 기술적 사상에 의한 다른 양태에 따르면, 3차원 공간에 대한 공간 정보를 확인하는 확인부; 상기 공간 정보로부터 평면 정보를 추출하는 추출부; 상기 평면 정보를 이용하여 인접 평면 정보를 구성하는 평면 구성부; 상기 인접 평면 정보를 이용하여 인접 평면 그래프를 구성하는 그래프 구성부; 상기 인접 평면 그래프의 완성도를 계산하는 계산부; 및 상기 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하는 경우, 상기 인접 평면 그래프 및 상기 평면 정보를 이용하여 3차원 공간 모델을 구성하는 공간 구성부를 포함하는 3차원 공간 모델 생성 장치가 개시된다.
- [0020] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 확인부는, 상기 3차원 공간에 대한 공간 정보를 획득하여 상기 공간 정보 및 상기 포즈 정보를 확인할 수 있다.
- [0021] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 추출부는, 상기 공간 정보에 포함되는 평면의 면적, 상기 평면의 중심, 상기 평면의 외곽선 및 상기 평면의 형상 중 적어도 하나를 포함하는 평면 정보를 추출할 수 있다.
- [0022] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 평면 구성부는, 상기 평면 정보에 대응하는 평면에 인접한 인접 평면을 식별하고, 상기 평면과 상기 인접 평면 간의 인접 거리를 포함하는 인접 평면 정보를 구성할 수 있다.
- [0023] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 평면 구성부는, 상기 평면의 외곽선을 기준으로 인접 평면을 식별할 수 있다.
- [0024] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 평면 구성부는, 상기 평면의 중심과 상기 평면 이외의 평면의 중심 간의 거리를 기준으로 인접 평면을 식별할 수 있다.
- [0025] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 그래프 구성부는, 상기 평면 정보 및 상기 평면과 인접 평면 간의 관계를 이용하여 상기 인접 평면 그래프를 구성할 수 있다.
- [0026] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 계산부는, 상기 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못하는 경우, 상기 인접 평면 정보를 재구성하고, 상기 재구성된 인접 평면 정보를 이용하여 상기 인접 평면 그래프를 재구성하고, 상기 재구성된 인접 평면 그래프의 완성도를 재산출할 수 있다.

[0027] 예시적인 실시예에 따르면, 상기 계산부는, 상기 평면의 외곽선 중 인접 평면이 존재하지 않는 방향을 식별하고, 상기 방향으로 탐색하여 인접 평면 정보를 재구성할 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 발명의 기술적 사상에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법 및 장치는 실제 공간을 충분하게 표현할 수 있는 3차원 공간 모델을 구성할 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명의 3차원 공간 모델 생성 방법 및 장치는 메모리를 효율적으로 활용하여 3차원 공간 모델을 구성할 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명의 3차원 공간 모델 생성 방법 및 장치는 이미지와의 정합이 용이한 3차원 공간 모델을 구성할 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명의 3차원 공간 모델 생성 방법 및 장치는 가상현실 (VR) 이나 증강현실 (AR) 등에 활용될 수 있다.

[0032] 또한, 본 발명의 3차원 공간 모델 생성 방법 및 장치는 3차원 공간 모델 생성 및 활용 관련 기술의 발전에 기여할 수 있다.

[0033] 본 발명의 기술적 사상에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법 및 장치가 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 지형 정보를 포함하는 공간 정보로 구성된 공간 지도의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법의 흐름도이다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법에서 공간의 평면 간의 관계 및 인접 평면 그래프를 도시한 도면이다.

도 4a 내지 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법에서 공간에 대한 인접 평면 그래프를 나타내는 도면이다.

도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법에서 인접 평면 그래프가 완성되지 않을 경우, 인접 평면 정보를 재탐색하는 과정에 대한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법에서 구성된 3차원 공간 모델을 나타내는 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 공간 모델 생성 장치의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0036] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0037] 본 명세서에서 사용되는 "실시예", "예", "측면", "예시" 등은 기술된 임의의 양상(aspect) 또는 설계가 다른 양상 또는 설계들보다 양호하다거나, 이점이 있는 것으로 해석되어야 하는 것은 아니다.

[0038] 또한, '또는' 이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or' 를 의미한다. 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다' 라는 표현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.

[0039] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 단수 표현("a" 또는 "an")은, 달리 언급하지 않는 한 또는 단수 형

태에 관한 것이라고 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 일반적으로 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.

- [0040] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0041] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0042] 한편, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0043] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법의 흐름도이다.
- [0044] 도 2를 참조하면, 본 발명의 기술적 사상에 의한 일 양태(aspect)에 따르면, 3차원 공간 모델 생성 방법은, 3차원 공간에 대한 공간 정보를 확인하는 단계(S210)와, 공간 정보로부터 평면 정보를 추출하는 단계(S220)와, 평면 정보를 이용하여 인접 평면 정보를 구성하는 단계(S230)와, 인접 평면 정보를 이용하여 인접 평면 그래프를 구성하는 단계(S240)와, 인접 평면 그래프의 완성도를 계산하는 단계(S250)와, 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하는 경우, 인접 평면 그래프 및 평면 정보를 이용하여 3차원 공간 모델을 구성하는 단계(S260)를 포함한다.
- [0045] 구체적으로, 3차원 공간 모델 생성 장치는 3차원 공간에 대한 공간 정보를 확인한다.
- [0046] 공간 정보는 3차원 공간의 지형 정보, 깊이 정보, 영상 정보 등을 포함할 수 있다. 공간 정보는 깊이측정장치 또는 영상측정장치 또는 깊이-영상측정장치로부터 측정할 수 있다. 이때, 라이다 (LiDAR) 혹은 유사한 동작 원리를 가지는 깊이측정장치를 활용하여 지형 정보를 취득하거나, 카메라 혹은 유사한 동작 원리를 가지는 영상측정장치를 활용하여 영상 정보를 취득하거나, 키넥트 (Kinect) 혹은 유사한 동작 원리를 가지는 깊이-영상측정장치를 활용하여 깊이-영상 정보를 취득할 수 있다.
- [0047] 3차원 가상 공간 모델을 구성하기 위한 공간 정보는 깊이측정장치 또는 영상측정장치 등을 포함하는 공간 측정 장치에 의해 취득될 수 있으며, 공간 측정 장치의 시야각(FoV, Field of View)이 현실 공간을 확보할 수 있는 경로로 공간 정보를 취득하면, 3차원 가상 공간 모델은 현실 공간과 유사하게 구성될 수 있다.
- [0048] 공간 정보는 깊이측정장치 또는 영상측정장치 또는 깊이-영상측정장치로부터 관측된 공간 정보를 가공한 정보일 수 있다. 예컨대, SLAM(simultaneous localization and mapping) 또는 SfM(structure from motion)과 같은 기술을 활용하여 공간 정보를 구성할 수 있다. 이렇게 생성된 공간 정보는 점구름정보 (point cloud data), 메쉬(mesh), 라인(line) 등 여러 형태로 표현이 가능하다. 점구름정보에서 메쉬로, 메쉬에서 점구름정보로 등 다른 표현법으로 변환이 가능하기 때문에 본 발명의 일 실시예에서는 점구름정보 표현된 공간 정보를 예시로 설명한다. 그러나 본 발명의 공간 정보는 이에 한정되는 것이 아니며, 다른 유형의 형태로 표현될 수 있다. 또한, 다른 표현 형태의 공간 정보는 변환 작업을 거쳐 본 발명의 일 실시예를 따를 수 있다.
- [0049] 공간 정보를 취득하는 과정 또는 공간 정보를 구성하는 과정에서, 깊이측정장치 또는 영상측정장치 또는 깊이-영상측정장치의 위치를 의미하는 포즈 (pose) 정보를 계산할 수 있다. 여기서 포즈 정보는 위치(position)와 방향 (orientation)을 포함할 수 있다. 일 예시로, 점구름정보는 기준좌표계를 기준으로 3차원 좌표값(x,y,z)을 가지며 각 점의 수직 벡터(normal vector)를 계산할 수 있다.
- [0050] 영상 정보는 3차원 공간에 대한 2차원 이미지로서 2자유도의 기저 벡터(basis vector)로 표현 가능한 형태를 가질 수 있으며, 카메라와 같이 3차원을 2차원으로 표현하는 형태 또는 카메라에 적외선 필터를 장착하여 3차원 열 정보를 2차원으로 표현한 형태일 수 있다.
- [0051] 깊이 정보는 3자유도의 기저 벡터로 표현 가능한 점 형태를 가지며, 깊이측정장치를 사용하여 취득될 수도 있고, 서로 다른 곳에서 촬영된 두 개 이상의 이미지를 활용하여 추정될 수도 있다. 전자의 예로는 라이다

(LiDAR), 소나(SONAR), 적외선(InfraRed), TOF(Time Of Flight) 거리탐지기를 통해 취득된 깊이 정보가 있고, 후자의 예로는 스테레오카메라, 다중카메라, 전방향 스테레오카메라 등을 통해 취득된 깊이 정보가 있다. 한편, Kinect, JUMP, PrimeSense, Project Beyond 등의 디바이스를 이용하게 되면 깊이 정보 및 영상 정보를 동시에 취득할 수도 있다.

[0052] 예컨대, 본 발명의 일 실시예에서는 깊이 측정 장치를 통해 취득한 깊이 정보뿐만 아니라 내삽법(interpolation)을 통해 깊이 정보를 새롭게 추정하여 사용할 수도 있다. 보다 구체적으로는, 취득된 복수의 깊이 정보 중에서 3개 이상의 깊이 정보를 선별하여 다각형(삼각형 포함) 메쉬(Mesh)를 구성한 후, 그 다각형 메쉬 내부에 내삽법을 통해 새로운 깊이 정보를 추정하여 추가할 수 있다.

[0053] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 취득 깊이 정보 및 영상 정보는 통합 센서 시스템을 이용하여 동시에 취득될 수도 있다. 여러 개의 측정장치를 사용하는 경우, 센서 간의 좌표 관계를 구하는 캘리브레이션 과정이 필요할 수 있다.

[0054] 공간 정보를 취득하는 과정에서 관성측정장치(IMU) 등을 추가적으로 사용할 수도 있고, 바퀴형 이동로봇에 센서를 부착하여 측정하는 경우 거리 정보(odometry)를 활용할 수도 있다. 현실 공간이 공간 측정 장치의 시야각보다 넓은 경우, 센서의 회전, 이동 또는 이를 조합하여 공간 정보를 취득할 수 있다. 이때, 개별 공간 정보가 취득된 3차원 포즈(pose)가 각각 상이할 수 있으며, 개별 공간 정보가 취득된 포즈를 예측하기 위해 슬램(SLAM, Simultaneous Localization And Mapping), 영상-관성 거리 정보(VIO, Visual Inertial Odometry), 영상 거리 정보(VO, Visual Odometry) 등의 기법을 활용할 수 있다.

[0055] 한편, 공간 정보의 구성은 공간 측정 장치의 종류에 따라 상이할 수 있다. 일 예로 공간 측정 장치가 단일 카메라로만 구성된 경우 사전측정정보는 카메라 영상 정보로 구성되며, 해당 영상정보를 활용하여 단일 카메라인 경우 픽셀들 간의 상대적 거리를, 복수의 카메라인 경우에는 픽셀들 간의 절대 거리를 예측할 수 있다. 특히, 특징점을 추출하지 않고도 단일 카메라의 경우 누적된 영상정보를 활용하여 픽셀의 깊이를 예측할 수 있으며, 복수의 카메라의 경우 복수의 카메라 영상이나 이의 누적된 영상정보를 활용하여 픽셀의 깊이를 예측할 수도 있다.

[0056] 나아가, 추가적인 깊이 정보, 관성 정보 등의 정보가 함께 활용된 경우, 각 공간 측정 장치의 고유 특성에 맞게 공간 정보 처리가 가능할 수 있다. 일 예로 관성측정장치를 사용하여 관성 정보가 획득 가능한 경우에 이를 활용하여 슬램의 성능을 향상시키거나, 영상정보 처리 시 영상 취득 지점에 대한 추정(prediction) 정보로 사용하여 영상 취득 지점에 대한 보정(correction)이 보다 용이하도록 할 수 있다. 또한, 관성 정보의 가속도 값 혹은 각속도 값을 활용하여 실제 이동 거리를 예상할 수 있고, 이를 단일 카메라 혹은 복수의 카메라로부터 추출된 깊이 정보의 크기(scale)을 보정하는데 활용할 수도 있다.

[0057] 일 실시예에 따르면, 공간 정보를 확인하는 단계는, 3차원 공간에 대한 공간 정보를 획득하여 공간 정보를 확인하는 단계를 포함할 수 있다. 일 예로, 3차원 공간 모델 생성 장치는 깊이측정장치 또는 영상측정장치 또는 깊이-영상측정장치와 같은 공간 측정 장치로부터 3차원 공간에 대한 공간 정보와 해당 공간 측정 장치의 포즈 정보를 이용하여 3차원 공간에 대한 공간 정보를 획득하고 확인할 수 있다. 다른 예시로, 3차원 공간 모델 생성 장치는 공간 정보를 저장하고 있는 서버로부터 3차원 공간에 대한 공간 정보를 수신하여 3차원 공간에 대한 공간 정보 및 포즈 정보를 확인할 수 있다.

[0058] 그리고 3차원 공간 모델 생성 장치는 공간 정보로부터 평면 정보를 추출한다.

[0059] 평면 정보는 3차원 평면에 대한 정보이다. 평면 정보는 RANSAC (random sample consensus) 또는 PCA (principal component analysis) 또는 영역 확장 (region growing) 또는 딥러닝 (deep learning) 등의 방법을 사용하여 구성 할 수 있다. 평면 정보를 추출할 때 파라미터 (parameter)가 사용될 수 있다. 파라미터는 사전에 정의될 수 있으며, 3차원 공간에 따라 바뀌어 설정될 수 있다. 평면 정보는 $ax + by + cz + d = 0$ 과 유사한 평면 방정식으로 표현할 수 있으며, 평면의 노말 벡터 (normal vector) 와 평면의 상수를 포함할 수 있다. 또한 평면 정보는 평면의 면적, 평면의 중심, 평면의 외곽선 (polygon) 또는 평면을 구성하는데 포함된 공간 정보 등을 포함할 수 있다.

[0060] 공간 정보 및 점구름정보로 표현된 3차원 공간 모델을 활용하여 평면 정보를 추출할 수 있다. 이때 공간 정보와 점구름정보로 표현된 3차원 공간 모델을 독립적으로 사용하여 평면 정보를 추출할 수도 있으며, 두 정보를 복합적으로 사용하여 평면 정보를 추출할 수도 있다.

[0061] 일 실시예에 따르면, 평면 정보를 추출하는 단계는, 공간 정보에 포함되는 평면의 면적, 평면의 중심, 평면의

외곽선 및 평면의 형상 중 적어도 하나를 포함하는 평면 정보를 추출하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0062] 그리고 3차원 공간 모델 생성 장치는 평면 정보를 이용하여 인접 평면 정보를 구성한다. 인접 평면 정보는 평면 정보간의 인접성에 대한 정보를 포함할 수 있다. 구체적으로, 인접 평면 정보는 기준 평면에 인접한 평면 정보 및 인접 거리에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0063] 일 실시예에 따르면, 인접 평면 정보를 구성하는 단계는, 평면 정보에 대응하는 평면에 인접한 인접 평면을 식별하는 단계 및 평면과 인접 평면 간의 인접 거리를 포함하는 인접 평면 정보를 구성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0064] 평면 정보간의 인접 거리를 계산하여 인접성을 판단할 수 있다. 평면 정보 간의 인접 거리를 계산하는 방법으로, 유클리디안 거리, 마할라노비스 거리, 최소 거리, 평균 거리 등 다양한 거리 계산 방법이 사용될 수 있다.
- [0065] 일 실시예에 따르면, 인접 평면을 식별하는 단계는, 기준이 되는 평면(기준 평면)의 외곽선을 기준으로 인접 평면을 식별하는 단계를 포함할 수 있다. 구체적으로, 3차원 공간 모델 생성 장치는 기준 평면의 외곽선을 기준으로 인접 평면을 탐색할 수 있다.
- [0066] 다른 예시로, 3차원 공간 모델 생성 장치는 인접 평면 내부를 기준으로 인접 평면을 탐색할 수도 있다. 인접 평면을 탐색하는 거리 기준은 사전에 설정된 값이 사용될 수 있으며, 공간에 따라 값이 다르게 설정될 수 있다.
- [0067] 일 실시예에 따르면, 인접 평면을 식별하는 단계는, 기준 평면의 중심과 기준 평면 이외의 평면의 중심 간의 거리를 기준으로 인접 평면을 식별하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0068] 그리고 3차원 공간 모델 생성 장치는 인접 평면 정보를 이용하여 인접 평면 그래프를 구성한다.
- [0069] 인접 평면 그래프는 인접 평면 정보를 그래프 형식으로 표현한 것이다. 인접 평면 그래프의 정점(node, 노드)은 평면 정보이며, 인접 평면 그래프의 간선(edge)은 정점(평면 정보) 간의 인접 관계이다. 정점은 평면 간의 위치 관계에 기초하여 간선을 이용하여 서로 연결되어 있다. 인접 평면 그래프는 방향 그래프일 수 있으며 무방향 그래프일 수도 있다.
- [0070] 일 실시예에 따르면, 인접 평면 그래프를 구성하는 단계는, 평면 정보 및 기준 평면과 인접 평면 간의 관계를 이용하여 인접 평면 그래프를 구성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0071] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법에서 공간의 평면 간의 관계 및 인접 평면 그래프를 도시한 도면이다. 구체적으로, 도 3a는 공간의 평면 정보와 인접 평면 그래프의 예를 나타내는 도면이다. 도 3b는 도 3a의 인접 평면 그래프를 도식화한 도면이다. 기준이 되는 평면(기준 평면)의 평면 파라미터와 그 이웃하는 평면의 평면 파라미터 간의 차이가 소정의 임계치보다 작은 경우 연결되어 있는 정점들은 통합될 수 있다.
- [0072] 인접 평면 그래프의 정점 간에 간선으로 연결되어 있다면 두 정점이 의미하는 평면 정보가 인접해 있다고 고려될 수 있다. 이와 달리, 인접 평면 그래프의 정점 간에 간선으로 연결되어 있지 않다면 두 정점이 의미하는 평면 정보가 인접하지 않다고 고려될 수 있다.
- [0073] 그리고 3차원 공간 모델 생성 장치는 인접 평면 그래프의 완성도를 계산한다.
- [0074] 인접 평면 그래프의 완성도는 각 정점에 인접하는 인접 평면 정보에 대한 정점이 간선으로 연결되어 있는지에 대한 정도이다. 적절한 정점들이 간선으로 연결되었다면 인접 평면 그래프의 완성도는 높아진다.
- [0075] 인접 평면 그래프의 완성도를 산출하는 방법으로 사이클 분할(cycle decomposition) 방법이 사용될 수 있다. 각 정점에 대해 사이클 분할이 가능하면 인접 평면 그래프의 완성도는 높을 수 있다. 인접 평면 그래프의 완성도는 전체 정점에 수에 대해 사이클 분할이 가능한 정점의 수로 표현될 수 있다. 인접 평면 그래프가 완성되었다는 의미는 인접 평면 그래프의 모든 정점에 대해 사이클 분할이 가능하다는 의미일 수 있으며 워터타이트(watertight)한 3차원 공간 모델을 구성할 수 있음을 의미할 수 있다.
- [0076] 도 4a 내지 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법에서 공간에 대한 인접 평면 그래프를 나타내는 도면이다. 도 4a 내지 도 5b는 공간에 존재하는 평면 중 평면 V_i 와 평면 V_i 에 대한 인접 평면 그래프를 도식화한 도면이다. 도 6a 및 도 6b는 공간에 존재하는 평면 중 평면 V_k 와 평면 V_k 에 대한 인접 평면 그래프를 도식화한 도면이다.

- [0077] 도 4a를 참조하면, 공간에 존재하는 평면 중 평면 V_i 이 기준 평면으로 설정된다. 평면 V_i 에 대한 인접 평면으로, 평면 V_i 의 상단 모서리에 맞닿은 평면 1, 평면 V_i 의 우측 모서리에 맞닿은 평면 2, 평면 V_i 의 하단 모서리에 맞닿은 평면 3, 및 평면 V_i 의 좌측 모서리에 맞닿은 평면 4가 존재한다. 기준 평면 V_i 에 대한 인접 평면 그래프를 구성하면 도 4b와 같다. 즉, 도 4b는 완성된 인접 평면 그래프의 예를 나타내는 도면이다. 구체적으로, 각각의 평면은 정점(node, 노드)으로 표시되어 있으며, 각 평면 간의 관계는 간선(edge)으로 표시되어 있다. 기준 평면 V_i 에 대해 인접 평면은 평면 1, 2, 3, 4로 표현될 수 있으며, 인접 평면 그래프는 각 노드들을 연결하는 간선에 의해 표현된다.
- [0078] 도 5a를 참조하면, 공간에 존재하는 평면 중 평면 V_j 이 기준 평면으로 설정된다. 여기서 평면 V_j 는 도 4a의 평면 V_i 와 다르게 π 자 형태의 평면이고, 이에 따라, 외측으로 접하는 평면들과 내측으로 접하는 평면이 존재한다. 구체적으로, 평면 V_j 의 외측에 접하는 인접 평면으로, 평면 V_j 의 상단 모서리에 맞닿은 평면 1, 평면 V_j 의 우측 모서리에 맞닿은 평면 2, 평면 V_j 의 하단 모서리에 맞닿은 평면 3, 및 평면 V_j 의 좌측 모서리에 맞닿은 평면 7이 존재한다. 그리고 평면 V_j 의 내측에 접하는 인접 평면으로, 평면 V_j 의 상단 모서리에 맞닿은 평면 5, 평면 V_j 의 우측 모서리에 맞닿은 평면 4, 평면 V_j 의 하단 모서리에 맞닿은 평면 3, 및 평면 V_j 의 좌측 모서리에 맞닿은 평면 6이 존재한다. 기준 평면 V_j 에 대한 인접 평면 그래프를 구성하면 도 5b와 같다. 즉, 도 5b는 완성된 인접 평면 그래프의 예를 나타내는 도면이다. 구체적으로, 각각의 평면은 정점(node, 노드)으로 표시되어 있으며, 각 평면 간의 관계는 간선(edge)으로 표시되어 있다. 기준 평면 V_j 에 대해 인접 평면은 평면 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8로 표현될 수 있으며, 인접 평면 그래프는 각 노드들을 연결하는 간선에 의해 표현된다. 기준 평면 V_j 의 외측에 인접하는 평면 1, 2, 3 및 7은 하나의 닫힌(closed) 연결고리를 구성하며, 기준 평면 V_j 의 내측에 인접하는 평면 3, 4, 5 및 6은 하나의 닫힌(closed) 연결고리를 구성한다.
- [0079] 그리고 3차원 공간 모델 생성 장치는 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하는 경우, 인접 평면 그래프 및 평면 정보를 이용하여 3차원 공간 모델을 구성한다. 일 예시로, 3차원 공간 모델 생성 장치는 인접 평면 그래프가 닫힌(closed) 연결고리를 구성하는 경우, 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하는 것으로 판단할 수 있다.
- [0080] 그 후, 3차원 공간 모델 장치는 공간 정보를 활용하여 3차원 공간 모델을 구성할 수 있다. 예컨대, SLAM (simultaneous localization and mapping) 또는 SfM (structure from motion) 과 같은 기술을 활용하여 3차원 공간 모델을 구성할 수 있다. 이렇게 구성된 3차원 공간 모델은 점구름정보 (point cloud data), 메쉬 (mesh), 라인(line) 등 여러 형태로 표현이 가능하다. 점구름정보에서 메쉬로, 메쉬에서 점구름정보로 등 다른 표현법으로 변환이 가능하기 때문에 본 발명에서는 점구름정보 표현된 3차원 공간 모델을 예를 들어 설명한다. 다만, 다른 표현 형태의 3차원 공간 모델은 점구름정보로의 변환 작업을 거친 후 본 발명의 일 실시예를 따를 수 있다.
- [0081] 3차원 공간 모델은 인접 평면 그래프와 평면 정보를 사용하여 구성될 수 있다. 2개의 인접한 평면은 교선을 가지고, 3개의 인접한 평면은 교점을 가질 수 있다. 인접 평면 그래프에 사용하여 인접한 3쌍의 평면을 찾을 수 있고, 인접한 3쌍의 평면의 교점을 계산할 수 있다. 교선 및 교점을 이용하여 3차원 공간 모델을 구성할 수 있다.
- [0082] 도 6a를 참조하면, 공간에 존재하는 평면 중 평면 V_k 이 기준 평면으로 설정된다. 평면 V_k 에 대한 인접 평면으로, 평면 V_k 의 상단 모서리에 맞닿은 평면 1, 평면 V_k 의 좌측 모서리에 맞닿은 평면 2, 평면 V_k 의 하단 모서리에 맞닿은 평면 3이 존재한다. 기준 평면 V_i 에 대한 인접 평면 그래프를 구성하면 도 6b와 같다. 구체적으로, 각각의 평면은 정점(node, 노드)로 표시되어 있으며, 각 평면 간의 관계는 간선(edge)로 표시되어 있다. 기준 평면 V_k 에 대해 인접 평면은 평면 1, 2, 3으로 표현될 수 있으며, 인접 평면 그래프는 각 노드들을 연결하는 간선에 의해 표현된다. 그러나 도 6a 및 도 6b의 평면 간의 관계 및 그 그래프를 보면, 기준 평면 V_k 에 인접하는 평면 1, 2, 3으로는 하나의 닫힌 연결고리를 구성하지 못함을 알 수 있다. 이와 같이 인접 평면 그래프가 닫힌 연결고리를 구성하지 못하는 경우, 인접 그래프는 완성되지 않은 것으로 결정된다.
- [0083] 인접 평면 그래프의 완성도가 충분하지 않을 경우, 인접 평면 정보를 재 구성하고 인접 평면 그래프를 재 구성하는 단계를 적어도 한번 수행할 수 있다. 그래프의 완성도가 충족될 때까지 인접 평면 정보와 인접 평면 그래프를 재 구성하고 인접 평면 그래프의 완성도를 산출하는 과정을 반복 수행할 수 있다. 인접 평면 정보를 찾지 못한 방향을 특정할 수 있으며, 그 방향으로 인접 평면 정보를 구성하기 위해 탐색 과정이 수행될 수 있다.
- [0084] 일 실시예에 따르면, 인접 평면 그래프의 완성도를 계산하는 단계는, 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못하는 경우, 인접 평면 정보를 재구성하는 단계와, 재구성된 인접 평면 정보를 이용하여 인접 평

면 그래프를 재구성하는 단계와, 및 재구성된 인접 평면 그래프의 완성도를 재산출하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0085] 구체적으로, 3차원 공간 모델 생성 장치는 인접 평면 그래프가 닫힌(closed) 연결고리를 구성하지 못하는 경우, 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못한 것으로 결정할 수 있다. 그리고 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못하는 경우, 인접 평면을 재탐색하여 재구성할 수 있다. 3차원 공간 모델 생성 장치는 재구성된 인접 평면 정보를 이용하여 인접 평면 그래프를 재구성할 수 있다. 일 예시로, 3차원 공간 모델 생성 장치는 영역 확장 방식(region growing method)을 이용하여 인접 평면 그래프를 재구성할 수 있다.
- [0086] 일 실시예에 따르면, 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못하는 경우, 인접 평면 정보를 재구성하는 단계는, 평면의 외곽선 중 인접 평면이 존재하지 않는 방향을 식별하는 단계 및 방향으로 탐색하여 인접 평면 정보를 재구성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0087] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법에서 인접 평면 그래프가 완성되지 않을 경우, 인접 평면 정보를 재탐색하는 과정에 대한 도면이다. 도 7a는 도 6a 및 도 6b와 같이 기준 평면 V_k 우측에 인접하는 평면 정보를 찾지 못한 예시를 나타내는 도면이다. 3차원 공간 모델 생성 장치는 기준 평면에 대해 인식되지 않은 인접 평면 정보를 재탐색할 수 있다. 도 7b를 참조하면, 3차원 공간 모델 생성 장치는 기준 평면 V_k 에 대해 우측에 인접하는 평면 정보를 찾기 위해 근방을 탐색하여 인접 평면 정보(π_4)를 재구성할 수 있다. 그리고 3차원 공간 모델 생성 장치는 재구성된 인접 평면 정보를 이용하여 인접 평면 그래프를 재구성하고, 재구성된 인접 평면 그래프의 완성도를 재산출할 수 있다.
- [0088] 이에 따라 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하는 경우, 3차원 공간 모델 생성 장치는 인접 평면 그래프 및 평면 정보를 이용하여 3차원 공간 모델을 구성한다.
- [0089] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법에서 구성된 3차원 공간 모델을 나타내는 도면이다. 본 발명의 일 실시예로 구성된 3차원 공간 모델은 메쉬 형태로 표현하기가 수월할 수 있다. 본 발명의 일 실시예로 구성된 3차원 공간 모델은 이미지와의 정합이 용이할 수 있다. 본 발명의 일 실시예로 구성된 3차원 공간 모델은 워터타이트 할 수 있다.
- [0090] 본 발명의 기술적 사상에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법은 메모리를 효율적으로 활용하면서 실제 공간을 충분히 표현할 수 있어, 이미지와의 정합이 용이한 3차원 공간 모델을 구성할 수 있다. 또한, 본 발명의 3차원 공간 모델 생성 방법 및 장치는 가상현실 (VR) 이나 증강현실 (AR) 등에 활용될 수 있고, 이에 따라, 3차원 공간 모델 생성 및 활용 관련 기술의 발전에 기여할 수 있다.
- [0091] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 공간 모델 생성 장치의 블록도이다.
- [0092] 본 발명의 기술적 사상에 의한 3차원 공간 모델 생성 장치는, 3차원 공간에 대한 공간 정보를 확인하는 확인부(910)와, 공간 정보로부터 평면 정보를 추출하는 추출부(920)와, 평면 정보를 이용하여 인접 평면 정보를 구성하는 평면 구성부(930)와, 인접 평면 정보를 이용하여 인접 평면 그래프를 구성하는 그래프 구성부(940)와, 인접 평면 그래프의 완성도를 계산하는 계산부(950)와, 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하는 경우, 인접 평면 그래프 및 평면 정보를 이용하여 3차원 공간 모델을 구성하는 공간 구성부(960)를 포함하는 3차원 공간 모델 생성 장치가 개시된다.
- [0093] 구체적으로, 3차원 공간 모델 생성 장치의 확인부(910)는 3차원 공간에 대한 공간 정보를 확인한다.
- [0094] 공간 정보는 3차원 공간의 지형 정보, 깊이 정보, 영상 정보 등을 포함할 수 있다. 공간 정보는 깊이측정장치 또는 영상측정장치 또는 깊이-영상측정장치로부터 측정할 수 있다. 이때, 라이다 (LiDAR) 혹은 유사한 동작 원리를 가지는 깊이측정장치를 활용하여 지형 정보를 취득하거나, 카메라 혹은 유사한 동작 원리를 가지는 영상측정장치를 활용하여 영상 정보를 취득하거나, 키넥트 (Kinect) 혹은 유사한 동작 원리를 가지는 깊이-영상측정장치를 활용하여 깊이-영상 정보를 취득할 수 있다.
- [0095] 3차원 가상 공간 모델을 구성하기 위한 공간 정보는 깊이측정장치 또는 영상측정장치 등을 포함하는 공간 측정 장치에 의해 취득될 수 있으며, 공간 측정 장치의 시야각(FoV, Field of View)이 현실 공간을 확보할 수 있는 경로로 공간 정보를 취득하면, 3차원 가상 공간 모델은 현실 공간과 유사하게 구성될 수 있다.
- [0096] 공간 정보는 깊이측정장치 또는 영상측정장치 또는 깊이-영상측정장치로부터 관측된 공간 정보를 가공한 정보일 수 있다. 예컨대, SLAM(simultaneous localization and mapping) 또는 SfM(structure from motion)과 같은 기술을 활용하여 공간 정보를 구성할 수 있다. 이렇게 생성된 공간 정보는 점구름정보 (point cloud data), 메쉬

(mesh), 라인(line) 등 여러 형태로 표현이 가능하다. 점구름정보에서 메쉬로, 메쉬에서 점구름정보로 등 다른 표현법으로 변환이 가능하기 때문에 본 발명의 일 실시예에서는 점구름정보 표현된 공간 정보를 예시로 설명한다. 그러나 본 발명의 공간 정보는 이에 한정되는 것이 아니며, 다른 유형의 형태로 표현될 수 있다. 또한, 다른 표현 형태의 공간 정보는 변환 작업을 거쳐 본 발명의 일 실시예를 따를 수 있다.

[0097] 공간 정보를 취득하는 과정 또는 공간 정보를 구성하는 과정에서, 깊이측정장치 또는 영상측정장치 또는 깊이-영상측정장치의 위치를 의미하는 포즈 (pose) 정보를 계산할 수 있다. 여기서 포즈 정보는 위치(position)와 방향 (orientation)을 포함할 수 있다. 일 예시로, 점구름정보는 기준좌표계를 기준으로 3차원 좌표값(x,y,z)을 가지며 각 점의 수직 벡터(normal vector)를 계산할 수 있다.

[0098] 일 실시예에 따르면, 확인부(910)는, 3차원 공간에 대한 공간 정보를 획득하여 공간 정보 및 포즈 정보를 확인할 수 있다. 일 예로, 확인부(910)는 깊이측정장치 또는 영상측정장치 또는 깊이-영상측정장치와 같은 공간 측정 장치로부터 3차원 공간에 대한 공간 정보와 해당 공간 측정 장치의 포즈 정보를 이용하여 3차원 공간에 대한 공간 정보를 획득하고 확인할 수 있다. 다른 예시로, 확인부(910)는 공간 정보를 저장하고 있는 서버로부터 3차원 공간에 대한 공간 정보를 수신하여 3차원 공간에 대한 공간 정보 및 포즈 정보를 확인할 수 있다.

[0099] 그리고 3차원 공간 모델 생성 장치의 추출부(920)는 공간 정보로부터 평면 정보를 추출한다.

[0100] 평면 정보는 3차원 평면에 대한 정보이다. 평면 정보는 RANSAC (random sample consensus) 또는 PCA (principal component analysis) 또는 영역 확장 (region growing) 또는 딥러닝 (deep learning) 등의 방법을 사용하여 구성 할 수 있다. 평면 정보를 추출할 때 파라미터 (parameter)가 사용될 수 있다. 파라미터는 사전에 정의될 수 있으며, 3차원 공간에 따라 바뀌어 설정될 수 있다. 평면 정보는 $ax + by + cz + d = 0$ 과 유사한 평면 방정식으로 표현할 수 있으며, 평면의 노말 벡터 (normal vector) 와 평면의 상수를 포함할 수 있다. 또한 평면 정보는 평면의 면적, 평면의 중심, 평면의 외곽선 (polygon) 또는 평면을 구성하는데 포함된 공간 정보 등을 포함할 수 있다.

[0101] 공간 정보 및 점구름정보로 표현된 3차원 공간 모델을 활용하여 평면 정보를 추출할 수 있다. 이때 공간 정보와 점구름정보로 표현된 3차원 공간 모델을 독립적으로 사용하여 평면 정보를 추출할 수도 있으며, 두 정보를 복합적으로 사용하여 평면 정보를 추출할 수도 있다.

[0102] 일 실시예에 따르면, 추출부(920)는, 공간 정보에 포함되는 평면의 면적, 평면의 중심, 평면의 외곽선 및 평면의 형상 중 적어도 하나를 포함하는 평면 정보를 추출할 수 있다.

[0103] 그리고 3차원 공간 모델 생성 장치의 평면 구성부(930)는 평면 정보를 이용하여 인접 평면 정보를 구성한다. 인접 평면 정보는 평면 정보간의 인접성에 대한 정보를 포함할 수 있다. 구체적으로, 인접 평면 정보는 기준 평면에 인접한 평면 정보 및 인접 거리에 대한 정보를 포함할 수 있다.

[0104] 일 실시예에 따르면, 평면 구성부(930)는, 평면 정보에 대응하는 평면에 인접한 인접 평면을 식별하고, 평면과 인접 평면 간의 인접 거리를 포함하는 인접 평면 정보를 구성할 수 있다.

[0105] 평면 정보간의 인접 거리를 계산하여 인접성을 판단할 수 있다. 평면 정보 간의 인접 거리를 계산하는 방법으로, 유클리디안 거리, 마할라노비스 거리, 최소 거리, 평균 거리 등 다양한 거리 계산 방법이 사용될 수 있다.

[0106] 일 실시예에 따르면, 평면 구성부(930)는, 평면의 외곽선을 기준으로 인접 평면을 식별할 수 있다. 구체적으로, 평면 구성부(930)는 기준 평면의 외곽선을 기준으로 인접 평면을 탐색할 수 있다. 다른 예시로, 평면 구성부(930)는 인접 평면 내부를 기준으로 인접 평면을 탐색할 수도 있다. 인접 평면을 탐색하는 거리 기준은 사전에 설정된 값이 사용될 수 있으며, 공간에 따라 값이 다르게 설정될 수 있다.

[0107] 다른 실시예에 따르면, 평면 구성부(930)는, 평면의 중심과 평면 이외의 평면의 중심 간의 거리를 기준으로 인접 평면을 식별할 수 있다.

[0108] 그리고 3차원 공간 모델 생성 장치의 그래프 구성부(940)는 인접 평면 정보를 이용하여 인접 평면 그래프를 구성한다.

[0109] 인접 평면 그래프는 인접 평면 정보를 그래프 형식으로 표현한 것이다. 인접 평면 그래프의 정점(node)은 평면 정보이며, 인접 평면 그래프의 간선(edge)은 정점(평면 정보) 간의 인접 관계이다. 인접 평면 그래프는 방향 그래프일 수 있으며 무방향 그래프일 수도 있다.

- [0110] 일 실시예에 따르면, 그래프 구성부(940)는, 평면 정보 및 평면과 인접 평면 간의 관계를 이용하여 인접 평면 그래프를 구성할 수 있다. 인접 평면 그래프의 정점 간에 간선으로 연결되어 있다면 두 정점이 의미하는 평면 정보가 인접해 있다고 고려될 수 있다. 이와 달리, 인접 평면 그래프의 정점 간에 간선으로 연결되어 있지 않다면 두 정점이 의미하는 평면 정보가 인접하지 않다고 고려될 수 있다.
- [0111] 그리고 3차원 공간 모델 생성 장치의 계산부(950)는 인접 평면 그래프의 완성도를 계산한다. 인접 평면 그래프의 완성도는 각 정점에 인접하는 인접 평면 정보에 대한 정점이 간선으로 연결되어 있는지에 대한 정도이다. 적절한 정점들이 간선으로 연결되었다면 인접 평면 그래프의 완성도는 높아진다.
- [0112] 인접 평면 그래프의 완성도를 산출하는 방법으로 사이클 분할(cycle decomposition) 방법이 사용될 수 있다. 각 정점에 대해 사이클 분할이 가능하면 인접 평면 그래프의 완성도는 높을 수 있다. 인접 평면 그래프의 완성도는 전체 정점에 수에 대해 사이클 분할이 가능한 정점의 수로 표현될 수 있다. 인접 평면 그래프가 완성되었다는 의미는 인접 평면 그래프의 모든 정점에 대해 사이클 분할이 가능하다는 의미일 수 있으며 워터타이트(watertight)한 3차원 공간 모델을 구성할 수 있음을 의미할 수 있다.
- [0113] 그리고 3차원 공간 모델 생성 장치의 공간 구성부(960)는 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하는 경우, 인접 평면 그래프 및 평면 정보를 이용하여 3차원 공간 모델을 구성한다. 일 예시로, 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족한다는 것은, 인접 평면 그래프가 닫힌(closed) 연결고리를 구성하는 것임을 의미할 수 있다.
- [0114] 그 후, 3차원 공간 모델 장치는 공간 정보를 활용하여 3차원 공간 모델을 구성할 수 있다. 예컨대, SLAM(simultaneous localization and mapping) 또는 SfM(structure from motion)과 같은 기술을 활용하여 3차원 공간 모델을 구성할 수 있다. 이렇게 구성된 3차원 공간 모델은 점구름정보(point cloud data), 메쉬(mesh), 라인(line) 등 여러 형태로 표현이 가능하다. 점구름정보에서 메쉬로, 메쉬에서 점구름정보로 등 다른 표현법으로 변환이 가능하기 때문에 본 발명에서는 점구름정보 표현된 3차원 공간 모델을 예를 들어 설명한다. 다만, 다른 표현 형태의 3차원 공간 모델은 점구름정보로의 변환 작업을 거친 후 본 발명의 일 실시예를 따를 수 있다.
- [0115] 3차원 공간 모델은 인접 평면 그래프와 평면 정보를 사용하여 구성될 수 있다. 2개의 인접한 평면은 교선을 가지고, 3개의 인접한 평면은 교점을 가질 수 있다. 인접 평면 그래프에 사용하여 인접한 3쌍의 평면을 찾을 수 있고, 인접한 3쌍의 평면의 교점을 계산할 수 있다. 교선 및 교점을 이용하여 3차원 공간 모델을 구성할 수 있다.
- [0116] 인접 평면 그래프의 완성도가 충분하지 않을 경우, 인접 평면 정보를 재 구성하고 인접 평면 그래프를 재 구성하는 단계를 적어도 한번 수행할 수 있다. 그래프의 완성도가 충족될 때까지 인접 평면 정보와 인접 평면 그래프를 재 구성하고 인접 평면 그래프의 완성도를 산출하는 과정을 반복 수행할 수 있다. 인접 평면 정보를 찾지 못한 방향을 특정할 수 있으며, 그 방향으로 인접 평면 정보를 구성하기 위해 탐색 과정이 수행될 수 있다.
- [0117] 일 실시예에 따르면, 계산부(950)는, 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못하는 경우, 인접 평면 정보를 재구성하고, 재구성된 인접 평면 정보를 이용하여 인접 평면 그래프를 재구성하고, 재구성된 인접 평면 그래프의 완성도를 재산출할 수 있다.
- [0118] 구체적으로, 3차원 공간 모델 생성 장치는 인접 평면 그래프가 닫힌(closed) 연결고리를 구성하지 못하는 경우, 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못한 것으로 결정할 수 있다. 그리고 인접 평면 그래프의 완성도의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못하는 경우, 인접 평면을 재탐색하여 재구성할 수 있다. 3차원 공간 모델 생성 장치는 재구성된 인접 평면 정보를 이용하여 인접 평면 그래프를 재구성할 수 있다.
- [0119] 일 실시예에 따르면, 계산부(950)는, 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하지 못하는 경우, 평면의 외곽선 중 인접 평면이 존재하지 않는 방향을 식별하고, 방향으로 탐색하여 인접 평면 정보를 재구성할 수 있다.
- [0120] 이에 따라 인접 평면 그래프의 완성도가 소정의 기준을 충족하는 경우, 3차원 공간 모델 생성 장치는 인접 평면 그래프 및 평면 정보를 이용하여 3차원 공간 모델을 구성한다.
- [0121] 본 발명의 일 실시예로 구성된 3차원 공간 모델은 메쉬 형태로 표현하기가 수월할 수 있다. 본 발명의 일 실시예로 구성된 3차원 공간 모델은 이미지와의 정합이 용이할 수 있다. 본 발명의 일 실시예로 구성된 3차원 공간 모델은 워터타이트 할 수 있다.
- [0122] 본 발명의 기술적 사상에 따른 3차원 공간 모델 생성 방법은 메모리를 효율적으로 활용하면서 실제 공간을 충분

하게 표현할 수 있어, 이미지와의 정합이 용이한 3차원 공간 모델을 구성할 수 있다. 또한, 본 발명의 3차원 공간 모델 생성 방법 및 장치는 가상현실 (VR) 이나 증강현실 (AR) 등에 활용될 수 있고, 이에 따라, 3차원 공간 모델 생성 및 활용 관련 기술의 발전에 기여할 수 있다.

[0123] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0124] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0125] 상기한 실시예들의 설명은 본 발명의 더욱 철저한 이해를 위하여 도면을 참조로 예를 든 것들에 불과하므로, 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 의미로 해석되어서는 안될 것이다.

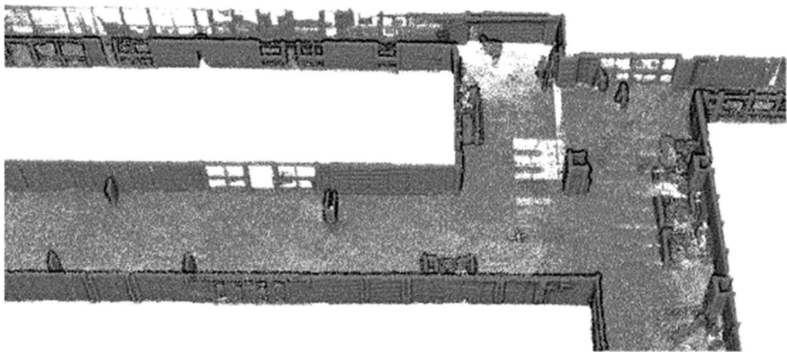
[0126] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0127] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

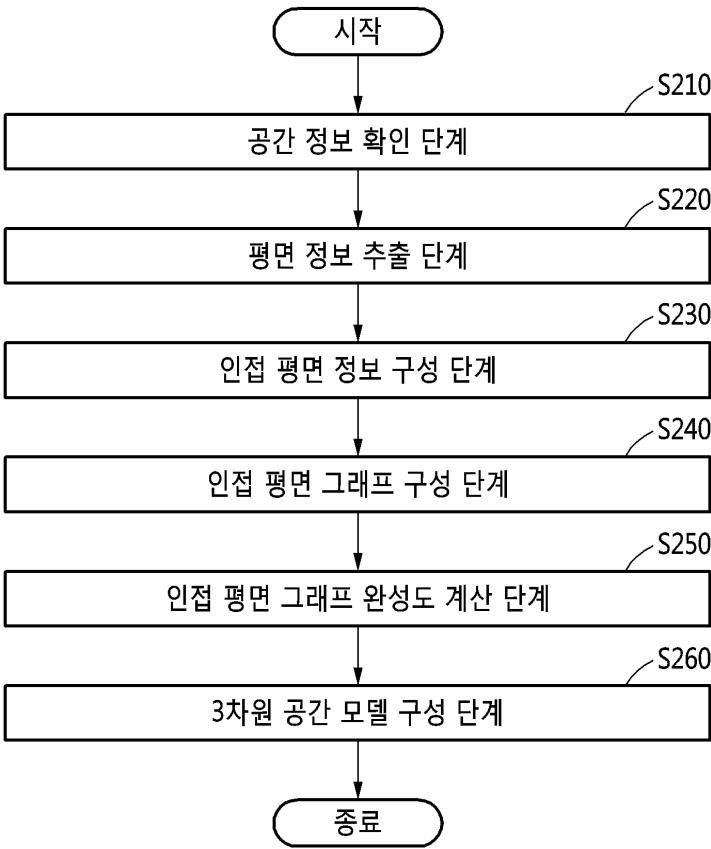
[0128] 또한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기본적인 원리를 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변화와 변경이 가능함은 명백하다 할 것이다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

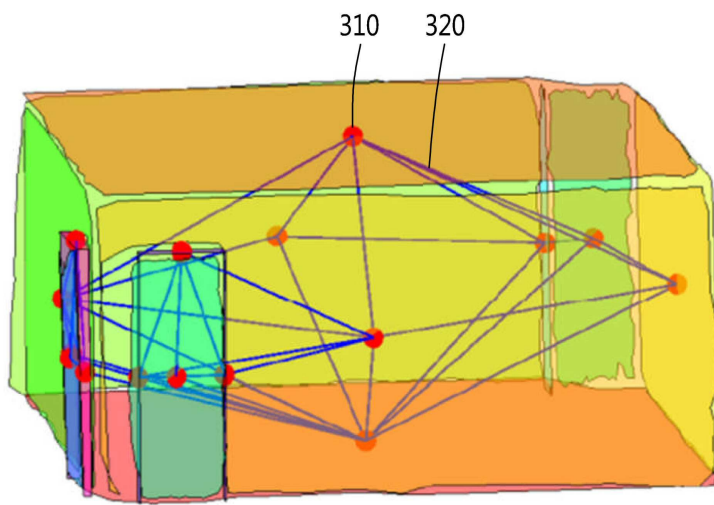
도면1



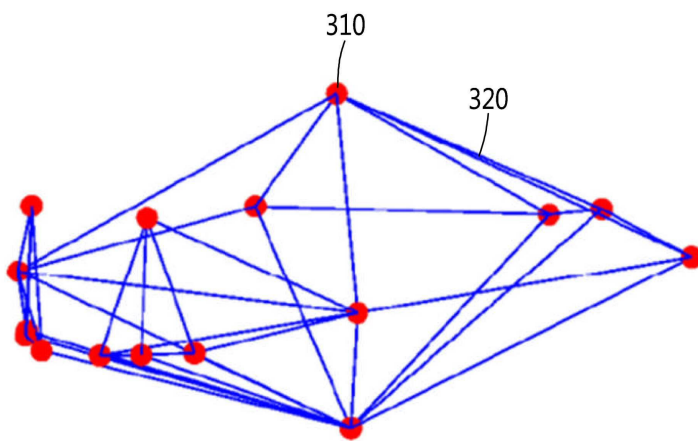
도면2



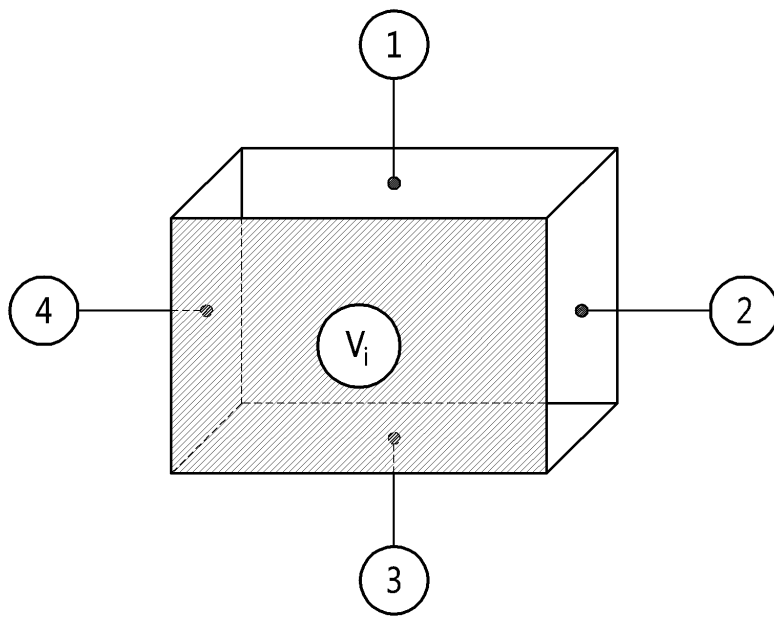
도면3a



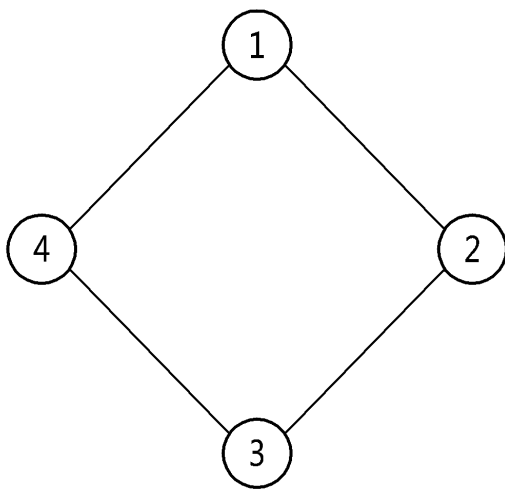
도면3b



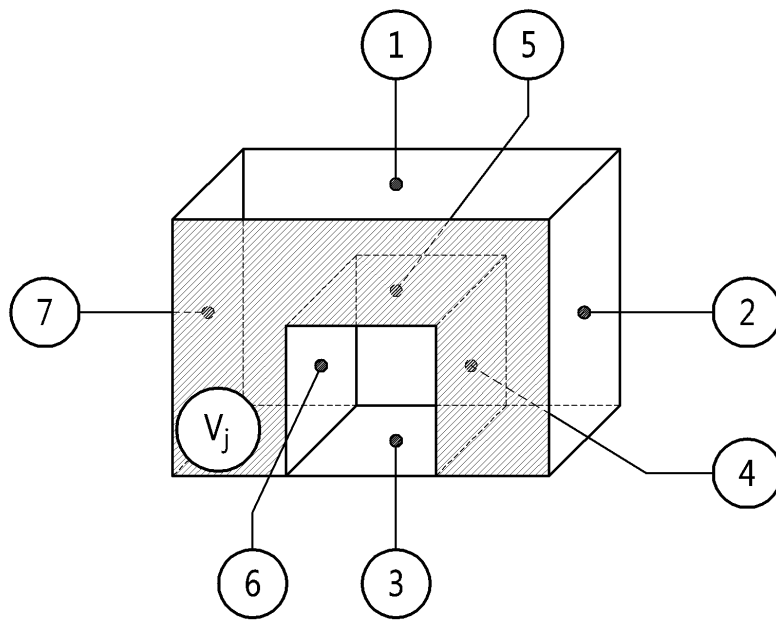
도면4a



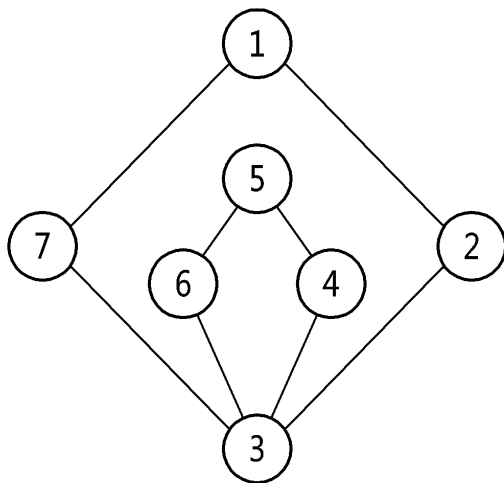
도면4b



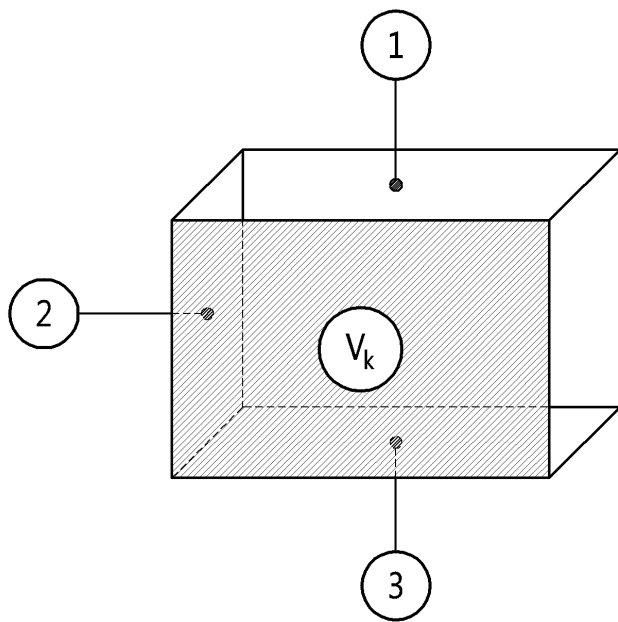
도면5a



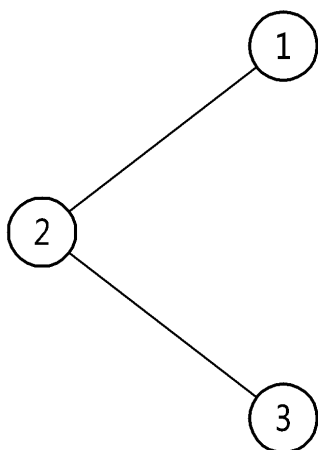
도면5b



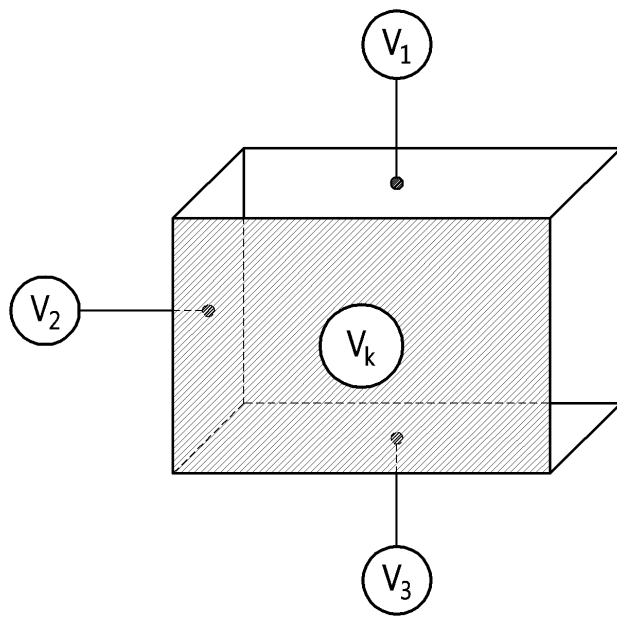
도면6a



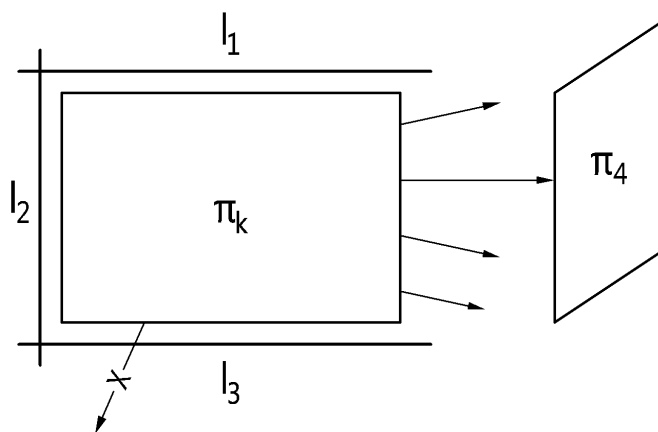
도면6b



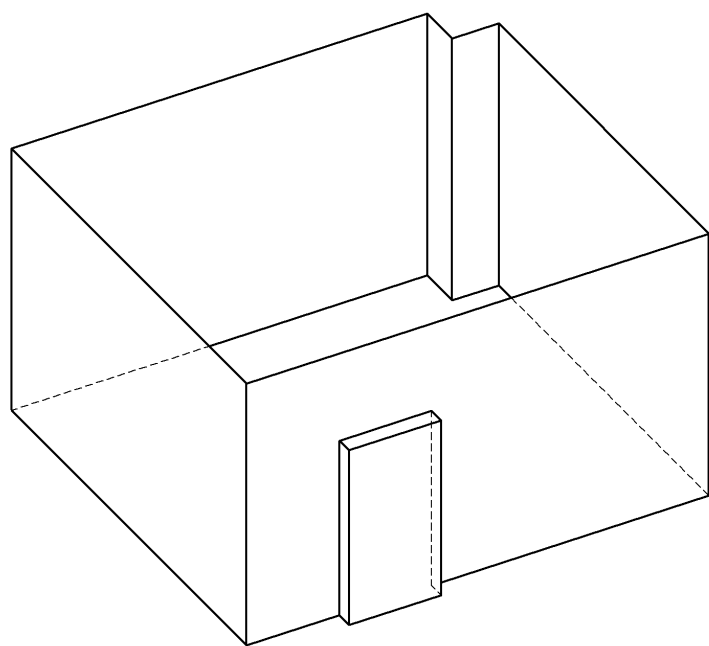
도면7a



도면7b



도면8



도면9

