



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2019년01월11일  
 (11) 등록번호 10-1937594  
 (24) 등록일자 2019년01월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G09B 29/00 (2006.01) G01S 17/89 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 G09B 29/003 (2013.01)  
 G01S 17/89 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2017-0138077  
 (22) 출원일자 2017년10월24일  
 심사청구일자 2017년10월24일  
 (65) 공개번호 10-2018-0118500  
 (43) 공개일자 2018년10월31일  
 (30) 우선권주장  
 1020170051631 2017년04월21일 대한민국(KR)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020130135652 A\*  
 KR1020160147127 A\*  
 KR1020160150504 A\*  
 KR1020100040234 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 한국과학기술원  
 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)  
 (72) 발명자  
 명현  
 대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)  
 김형진  
 대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 양성보

전체 청구항 수 : 총 13 항

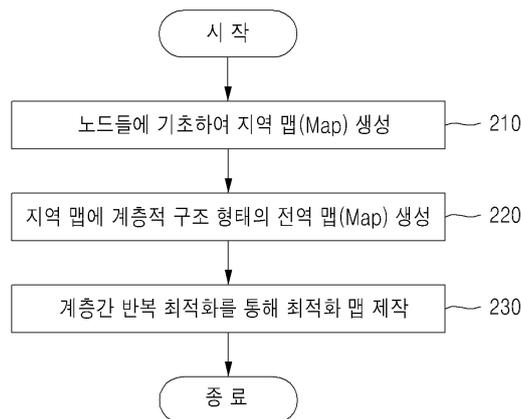
심사관 : 선우용진

(54) 발명의 명칭 **2차원 레이저 스캐너를 이용한 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법 및 장치**

**(57) 요약**

본 발명은 저가의 2차원 레이저 스캐너를 이용하여 계층적 구조 기반의 3차원 고정밀 맵을 제작하는 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치 및 방법에 관한 것으로, 저가의 2차원 레이저 스캐너를 이용하여 3차원 고정밀 맵을 제작할 수 있다.

**대표도** - 도2



(72) 발명자  
**정광익**  
 대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학  
 기술원)

**송승원**  
 대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학  
 기술원)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10045252

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 대분류: 산업기술혁신사업/ 중분류: 로봇산업융합핵심기술개발사업 / 소분류: 로봇산업융  
 합핵심기술개발사업

연구과제명 (RCMS) 자율적 지식습득과 상황 적응적 지식응용을 통하여 무경험 상황에서 주어진 작업을  
 80% 이상 수행할 수 있는 로봇작업지능기술 개발(2017)

기여율 1/2

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10063172

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 대분류: 산업기술혁신사업/ 중분류: 로봇산업융합핵심기술개발사업 / 소분류: 로봇산업융  
 합핵심기술개발사업

연구과제명 (RCMS) 환경변화에 강인한 실내외 통합 자율주행을 위한 학습형 로봇이동지능기술  
 개발(2018)

기여율 1/2

주관기관 고려대학교산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

이동 로봇의 이동 경로 상에 형성된 노드들(nodes)에 기초하여 지역 맵(Map)을 생성하는 단계;  
 상기 노드들을 그룹핑하여 상기 지역 맵에 계층적 구조 형태의 전역 맵을 생성하는 단계; 및  
 상기 지역 맵 및 상기 전역 맵의 계층간 반복 최적화를 통해 최적화 맵을 제작하는 단계를 포함하되,  
 상기 최적화 맵을 제작하는 단계는  
 계층적 구속 조건(constraint)를 이용하여 상기 지역 맵 및 상기 전역 맵 중 어느 하나의 최적화를 수행하고,  
 그 외 하나의 최적화를 수행하는  
 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
 상기 지역 맵을 생성하는 단계는  
 이동 경로에 따른 상기 이동 로봇의 2차원 푸시 브room 레이더(2D push - broom LiDAR)로부터 측정된 센서 정보와,  
 상기 이동 로봇의 오도메트리(odometry) 정보를 이용하여 상기 노드들을 형성하는 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,  
 상기 지역 맵을 생성하는 단계는  
 상기 이동 로봇의 이동에 따라 축적된 상기 노드들의 노드 구속조건(constraint)을 이용하여 그래프 - 구조  
 (graph - structure)의 상기 지역 맵을 생성하는 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,  
 상기 전역 맵을 생성하는 단계는  
 상기 지역 맵을 형성하는 상기 노드들을 일정 간격에 따라 그룹핑하여 슈퍼 노드들(super nodes)을 형성하고,  
 상기 형성된 슈퍼 노드들을 연결하여 상기 전역 맵을 생성하는 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,  
 상기 전역 맵을 생성하는 단계는  
 상기 슈퍼 노드들에 루프 클로징(loop closing) 구속 조건(constraint)을 이용하여 상기 전역 맵을 생성하는 계  
 층적 구조 기반의 맵 제작 방법.

#### 청구항 6

삭제

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 최적화 맵을 제작하는 단계는

상기 지역 맵 및 상기 전역 맵 중 수행된 어느 하나의 최적화를 상기 그 외 하나에 적용하여 최적화를 수행함으로써, 3차원의 상기 최적화 맵을 제작하는 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법.

**청구항 8**

이동 로봇의 이동 경로 상에 형성된 노드들(nodes)에 기초하여 지역 맵(Map)을 생성하고, 상기 노드들을 그룹핑하여 계층적 구조 형태의 전역 맵을 생성하는 단계;

상기 지역 맵 및 상기 전역 맵의 계층간 반복 최적화를 수행하는 단계; 및

상기 최적화에 따라 재 생성된 지역 맵에 기초하여 최적화 맵을 제작하는 단계를 포함하되,

상기 계층간 반복 최적화를 수행하는 단계는

계층적 구속 조건(constraint)를 이용하여 상기 지역 맵 및 상기 전역 맵 중 어느 하나의 최적화를 수행하고, 그 외 하나의 최적화를 수행하는

계층적 구조 기반의 맵 제작 방법.

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

제8항에 있어서,

상기 최적화 맵을 제작하는 단계는

상기 지역 맵 및 상기 전역 맵에 대한 최적화 후, 상기 생성된 지역 맵에 포함된 노드 구속 조건(constraint)을 제거하고, 상기 최적화에 따라 변경된 노드들 간의 변경 노드 구속조건(constraint)을 이용하여 상기 재 생성된 지역 맵으로부터 3차원의 상기 최적화 맵을 제작하는 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법.

**청구항 11**

이동 로봇의 이동 경로 상에 형성된 노드들(nodes)에 기초하여 지역 맵(Map)을 생성하고, 상기 노드들을 그룹핑하여 계층적 구조 형태의 전역 맵을 생성하는 맵 생성부; 및

상기 지역 맵 및 상기 전역 맵의 계층간 반복 최적화를 수행하여 최적화 맵을 제작하는 최적화 수행부를 포함하되,

상기 최적화 수행부는

계층적 구속 조건(constraint)를 이용하여 상기 지역 맵 및 상기 전역 맵 중 어느 하나의 최적화를 수행하고, 그 외 하나의 최적화를 수행하여 3차원의 상기 최적화 맵을 제작하는

계층적 구조 기반의 맵 제작 장치.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 맵 생성부는

이동 경로에 따른 상기 이동 로봇의 2차원 푸시 브room 레이더(2D push - broom LiDAR)로부터 측정된 센서 정보와, 상기 이동 로봇의 오도메트리(odometry) 정보로부터 측정된 상기 노드들의 노드 구속조건(constraint)을 이용하여 그래프 - 구조(graph - structure)의 상기 지역 맵을 생성하는 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 맵 생성부는

상기 지역 맵을 형성하는 상기 노드들을 일정 간격에 따라 그룹핑하여 슈퍼 노드들(super nodes)을 형성하고, 상기 형성된 슈퍼 노드들의 루프 클로징(loop closing) 구속 조건(constraint)을 이용하여 상기 전역 맵을 생성하는 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치.

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

제11항에 있어서,

상기 맵 생성부는

상기 지역 맵 및 상기 전역 맵에 대한 최적화 후, 상기 생성된 지역 맵에 포함된 노드 구속 조건을 제거하고, 상기 최적화에 따라 변경되는 노드들 간의 변경 노드 구속조건(constraint)을 이용하여 지역 맵을 재 생성하며,

상기 최적화 수행부는

상기 재 생성된 지역 맵으로부터 3차원의 상기 최적화 맵을 제작하는 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치.

**청구항 16**

제11항에 있어서,

상기 이동 로봇의 오도메트리 정보를 획득하는 인코더

를 더 포함하고,

상기 맵 생성부는

상기 획득된 오도메트리 정보에 기초하여 상기 지역 맵을 생성하는 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 저가의 2차원 레이저 스캐너를 이용하여 이동 로봇의 이동 경로에 따른 계층적 구조 기반의 3차원 고정밀 맵을 제작하는 기술에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 로봇은 산업 현장에서 대량 생산을 위한 도구로서 사용되었다. 로봇은 고정된 위치에서 단순하고 반복적인 작업을 수행하였다. 로봇 기술의 발달에 따라, 로봇은 보다 다양한 형태를 가지게 되었고, 보다 높은 지능과 다양한 작업을 할 수 있는 능력을 갖추게 되었다.

[0003] 최근에, 자율 이동 로봇(autonomous mobile robot)은 효율성과 안정성 때문에 주목을 받고 있다. 이동 로봇은 UGVs(Unmanned Ground Vehicles)을 포함하며, 다양한 임무를 자동으로 수행하기 위해 스스로 주행할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

[0004] 또한, 이동 로봇은 스스로 주행하기 위한 지도(Map; 맵)를 생성 및 제작하며, 생성된 맵을 이용하여 보다 정확한 이동을 하거나, 외부로 생성된 맵을 전송하여 위치 기반 및 지도 기반의 무인 자동차, 실내 위치 인식 및 3차원 맵 복원 등에 연계하여 다양한 서비스를 제공할 수 있다.

[0005] 다만, 기존의 이동 로봇에 적용되는 위치 추정 및 맵핑 기술은 영상이나 레이저, 초음파 등을 활용하는 센싱 방식을 이용한 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 기술을 주로 사용하였다.

[0006] 이 때, 기존 기술은 보다 정확한 이동 로봇의 위치 추정 및 맵핑을 위해 고가의 센서 시스템과 다수의 센서 시스템을 이용하였다. 하지만 이러한 기존 기술은 비용적인 측면, 복수 개의 센서 시스템에 의한 복잡성 및 결과 데이터의 정확성 유지를 위한 부담 등의 여러 가지 측면에서 제약요소를 가지고 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10 - 1490055호(2015.01.29. 등록), "이동 로봇의 위치와 지도를 추정하는 방법 및 이를 수행하는 장치들"  
 (특허문헌 0002) 한국등록특허 제10 - 1738751호(2017.05.16. 등록), "실내 자기장을 이용한 이동 로봇의 위치 인식 방법 및 장치"

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명의 목적은 저가의 2차원 레이저 스캐너를 이용하여 3차원 고정밀 맵을 제작할 수 있는 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법 및 장치를 제공하고자 한다.  
 [0010] 또한, 본 발명의 목적은 이동 로봇의 이동 경로에 따른 지역 맵, 및 지역 맵에 계층적 구조 형태의 전역 맵의 계층간 상관관계에 따른 반복 최적화를 통해 3차원 맵을 정밀하게 생성할 수 있는 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법 및 장치를 제공하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

[0011] 본 발명의 일실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법은 이동 로봇의 이동 경로 상에 형성된 노드들(nodes)에 기초하여 지역 맵(Map)을 생성하는 단계, 상기 노드들을 그룹핑하여 상기 지역 맵에 계층적 구조 형태의 전역 맵을 생성하는 단계 및 상기 지역 맵 및 상기 전역 맵의 계층간 반복 최적화를 통해 최적화 맵을 제작하는 단계를 포함한다.  
 [0012] 상기 지역 맵을 생성하는 단계는 이동 경로에 따른 상기 이동 로봇의 2차원 푸시 브room 레이더(2D push-broom LiDAR)로부터 측정된 센서 정보와, 상기 이동 로봇의 오도메트리(odometry) 정보를 이용하여 상기 노드들을 형성할 수 있다.  
 [0013] 상기 지역 맵을 생성하는 단계는 상기 이동 로봇의 이동에 따라 측정된 상기 노드들의 노드 구속조건(constraint)을 이용하여 그래프-구조(graph-structure)의 상기 지역 맵을 생성할 수 있다.  
 [0014] 상기 전역 맵을 생성하는 단계는 상기 지역 맵을 형성하는 상기 노드들을 일정 간격에 따라 그룹핑하여 슈퍼 노드들(super nodes)을 형성하고, 상기 형성된 슈퍼 노드들을 연결하여 상기 전역 맵을 생성할 수 있다.  
 [0015] 상기 전역 맵을 생성하는 단계는 상기 슈퍼 노드들에 루프 클로징(loop closing) 구속 조건(constraint)을 이용하여 상기 전역 맵을 생성할 수 있다.  
 [0016] 상기 최적화 맵을 제작하는 단계는 계층적 구속 조건(constraint)를 이용하여 상기 지역 맵 및 상기 전역 맵 중 어느 하나의 최적화를 수행하고, 그 외 하나의 최적화를 수행할 수 있다.  
 [0017] 상기 최적화 맵을 제작하는 단계는 상기 지역 맵 및 상기 전역 맵 중 수행된 어느 하나의 최적화를 상기 그 외 하나에 적용하여 최적화를 수행함으로써, 3차원의 상기 최적화 맵을 제작할 수 있다.  
 [0018] 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법은 이동 로봇의 이동 경로 상에 형성된 노드들(nodes)에 기초하여 지역 맵(Map)을 생성하고, 상기 노드들을 그룹핑하여 계층적 구조 형태의 전역 맵을 생성하는 단계, 상기 지역 맵 및 상기 전역 맵의 계층간 반복 최적화를 수행하는 단계 및 상기 최적화에 따라 재 생성된 지역 맵에 기초하여 최적화 맵을 제작하는 단계를 포함한다.  
 [0019] 상기 계층간 반복 최적화를 수행하는 단계는 계층적 구속 조건(constraint)를 이용하여 상기 지역 맵 및 상기 전역 맵 중 어느 하나의 최적화를 수행하고, 그 외 하나의 최적화를 수행할 수 있다.

- [0020] 상기 최적화 맵을 제작하는 단계는 상기 지역 맵 및 상기 전역 맵에 대한 최적화 후, 상기 생성된 지역 맵에 포함된 노드 구속 조건(constraint)을 제거하고, 상기 최적화에 따라 변경된 노드들 간의 변경 노드 구속조건(constraint)을 이용하여 상기 재 생성된 지역 맵으로부터 3차원의 상기 최적화 맵을 제작할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치는 이동 로봇의 이동 경로 상에 형성된 노드들(nodes)에 기초하여 지역 맵(Map)을 생성하고, 상기 노드들을 그룹핑하여 계층적 구조 형태의 전역 맵을 생성하는 맵 생성부 및 상기 지역 맵 및 상기 전역 맵의 계층간 반복 최적화를 수행하여 최적화 맵을 제작하는 최적화 수행부를 포함한다.
- [0022] 상기 맵 생성부는 이동 경로에 따른 상기 이동 로봇의 2차원 푸시 브room 레이더(2D push - broom LiDAR)로부터 측정된 센서 정보와, 상기 이동 로봇의 오도메트리(odometry) 정보로부터 축적된 상기 노드들의 노드 구속조건(constraint)을 이용하여 그래프 - 구조(graph - structure)의 상기 지역 맵을 생성할 수 있다.
- [0023] 상기 맵 생성부는 상기 지역 맵을 형성하는 상기 노드들을 일정 간격에 따라 그룹핑하여 슈퍼 노드들(super nodes)을 형성하고, 상기 형성된 슈퍼 노드들의 루프 클로징(loop closing) 구속 조건(constraint)을 이용하여 상기 전역 맵을 생성할 수 있다.
- [0024] 상기 최적화 수행부는 계층적 구속 조건(constraint)를 이용하여 상기 지역 맵 및 상기 전역 맵 중 어느 하나의 최적화를 수행하고, 그 외 하나의 최적화를 수행하여 3차원의 상기 최적화 맵을 제작할 수 있다.
- [0025] 상기 맵 생성부는 상기 지역 맵 및 상기 전역 맵에 대한 최적화 후, 상기 생성된 지역 맵에 포함된 노드 구속 조건을 제거하고, 상기 최적화에 따라 변경되는 노드들 간의 변경 노드 구속조건(constraint)을 이용하여 지역 맵을 재 생성하며, 상기 최적화 수행부는 상기 재 생성된 지역 맵으로부터 3차원의 상기 최적화 맵을 제작할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치는 상기 이동 로봇의 오도메트리 정보를 획득하는 인코더를 더 포함하고, 상기 맵 생성부는 상기 획득된 오도메트리 정보에 기초하여 상기 지역 맵을 생성할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0027] 본 발명의 실시예에 따르면, 저가의 2차원 레이저 스캐너를 이용하여 3차원 고정밀 맵을 제작할 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 이동 로봇의 이동 경로에 따른 지역 맵, 및 지역 맵에 계층적 구조 형태의 전역 맵의 계층간 상관관계에 따른 반복 최적화를 통해 3차원 맵을 정밀하게 생성할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0029] 도 1a 내지 도 1c는 본 발명에 따른 이동 로봇의 이동 경로 및 생성된 지역 맵의 예를 도시한 것이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법의 흐름도를 도시한 것이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 지역 맵의 생성 및 매칭을 설명하기 위한 일 예시도를 도시한 것이다.
- 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 일실시예에 따른 전역 맵의 최적화를 설명하기 위한 일 예시도를 도시한 것이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법의 흐름도를 도시한 것이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 지역 맵 및 전역 맵의 최적화를 설명하기 위한 일 예시도를 도시한 것이다.
- 도 7a 및 도 7b는 본 발명에 따른 최적화 맵의 결과에 대한 일 예시도를 나타낸 것이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치의 구성을 설명하기 위해 도시한 것이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0030] 이하, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 또한, 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0031] 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 시청자, 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.

- [0033] 도 1a 내지 도 1c는 본 발명에 따른 이동 로봇의 이동 경로 및 생성된 지역 맵의 예를 도시한 것이다.
- [0034] 보다 구체적으로, 도 1a는 이동 경로에 따라 데이터를 축적하는 이동 로봇의 예를 도시한 것이다. 도 1a를 참조하면, 이동 로봇(10)은 이동 경로 상에 진행 방향으로 이동하며 센서 정보를 측정할 수 있다.
- [0035] 이 때, 이동 로봇(10)은 2차원 푸시 브룸 레이더(2D push-broom LiDAR)를 포함하며, 2차원 푸시 브룸 레이더를 이용하여 이동 경로에 따른 일정 시간 간격으로 센서 정보를 측정하여 데이터를 축적(Scan accumulation)할 수 있다.
- [0036] 더욱이, 이동 로봇(10)은 인코더를 이용하여 오도메트리 정보(odometry data)를 획득할 수 있다. 이 때, 인코더는 이동 로봇(10)의 전동 휠의 회전 속도와 회전 방향을 검출하고, 검출된 회전 속도와 회전 방향을 이용하여 이동 로봇(10)의 오도메트리 정보를 획득할 수 있으며, 오도메트리 정보는 이동 로봇(10)의 x축 좌표와 y축 좌표, 진행 방향의 각도를 포함할 수 있다.
- [0037] 따라서, 이동 로봇(10)은 이동 경로 상에 2차원 푸시 브룸 레이더로부터 측정된 센서 정보와, 오도메트리 정보를 이용하여 복수의 노드(node)를 형성할 수 있다. 이 때, 노드는 센서 정보 및 오도메트리 정보가 수집되는 시간에서의 이동 로봇(10)의 위치에 기반하여 형성될 수 있다.
- [0038] 도 1b는 이동 로봇(10)의 이동 경로에 따라 측정되는 센서 정보의 축적을 통해 생성된 지역 맵의 예를 도시한 것이며, 도 1c는 도 1b에서 생성된 지역 맵에 ICP(Iterative Closest Point) 알고리즘을 적용하여 매칭된 지역 맵의 예를 도시한 것이다.
- [0039] 도 1c를 참조하면, 이동 로봇(10)의 이동 경로에 따라 측정되는 센서 정보의 축적, 및 3차원 ICP 알고리즘을 이용하여 3차원의 지역 맵이 생성되는 것을 확인할 수 있으며, ICP 알고리즘의 매칭을 통해 3차원의 연석 및 나뭇잎을 확인할 수 있다.
- [0041] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법의 흐름도를 도시한 것이다.
- [0042] 도 2에 도시된 방법은 도 8에 설명되는 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [0043] 도 2를 참조하면, 단계 210에서 이동 로봇의 이동 경로 상에 형성된 노드들(nodes)에 기초하여 지역 맵(Map)을 생성한다.
- [0044] 예를 들면, 이동 로봇은 2차원 푸시 브룸 레이더(2D push-broom LiDAR)를 포함하며, 2차원 푸시 브룸 레이더를 이용하여 이동 경로에 따른 일정 시간 간격으로 센서 정보를 측정하여 데이터를 축적(Scan accumulation)하고, 인코더로부터 이동 로봇의 오도메트리 정보(odometry data)를 획득할 수 있다. 이 때, 단계 210은 센서 정보 및 오도메트리 정보를 기반으로 이동 경로에 따른 복수의 노드들(nodes)을 형성하는 단계일 수 있다. 여기서, 복수의 노드들은 센서 정보 및 오도메트리 정보가 수집되는 시간에서의 이동 로봇의 위치에 기반하여 형성될 수 있으며, 정보가 수집되는 시간은 기 설정되어 반복될 수 있다. 다만, 반복적으로 정보를 수집하는 시간은 이동 로봇을 관리하는 관리자 또는 사용자에게 의해 설정될 수 있으므로, 한정되지 않는다.
- [0045] 이후, 단계 210은 이동 로봇의 위치를 나타내는 복수의 노드들과, 노드 간의 노드 구속 조건(constraint)을 나타내는 에지(edge)를 포함하는 그래프-구조(graph-structure)의 지역 맵을 생성할 수 있다. 여기서, 상기 노드 구속 조건은 인코더에 의해 획득된 오도메트리 정보에 기초하여 생성되는 오도메트리 구속 조건일 수 있다. 또한, 상기 지역 맵은 오도메트리 구속 조건 외에 루프 클로징 구속 조건 및 회전 구속 조건 중 어느 하나 이상에 의해 생성될 수도 있다.
- [0046] 이 때, 단계 210은 생성된 지역 맵에 3차원 ICP 매칭 알고리즘(Iterative Closest Point Algorithm)을 이용하여 상관 관계를 획득할 수 있으며, 획득 결과에 따른 3차원의 지역 맵을 매칭할 수 있다.
- [0047] 단계 220에서 노드들을 그룹핑하여 지역 맵에 계층적 구조 형태의 전역 맵을 생성한다.
- [0048] 예를 들면, 단계 220은 지역 맵을 형성하는 복수의 노드들을 일정 간격 또는 일정 개수에 따라 그룹핑하여 슈퍼 노드(super node)를 형성하며, 형성된 슈퍼 노드들을 연결하여 전역 맵을 생성하는 단계일 수 있다. 이 때, 단계 220은 복수의 슈퍼 노드들과, 슈퍼 노드 간의 루프 클로징(loop closing) 구속 조건(constraint)을 나타내는 에지(edge)를 포함하는 전역 맵을 생성할 수 있다.
- [0049] 여기서, 루프 클로징 구속 조건은 이동 로봇의 이동 경로 상에 형성된 노드들에 대해 측정된 자기장 값들에 기

초하여 생성될 수 있으며, 단계 220은 형성된 복수의 노드들을 그룹핑하여 슈퍼 노드들을 형성하고, 형성된 슈퍼 노드들에 대해 측정된 자기장 값들과 미리 정의된 슈퍼 노드에 대한 자기장 값을 비교하여 매칭함으로써, 루프 클로징 구속 조건을 생성할 수 있다.

- [0050] 단계 230에서 지역 맵 및 전역 맵의 계층간 반복 최적화를 통해 최적화 맵을 제작한다.
- [0051] 이 때, 지역 맵 및 전역 맵은 계층적 구속 조건(constraint)에 의해 계층적으로 형성될 수 있으며, 단계 230은 3차원 ICP 매칭 알고리즘(Iterative Closest Point Algorithm)을 이용하여 전역 맵의 최적화를 수행한 후, 지역 맵을 최적화할 수 있다. 즉, 단계 230은 전역 맵과 지역 맵을 번갈아 반복적으로 최적화를 수행하고, 전역 맵에서 수행된 최적화를 지역 맵에 적용하여 최적화를 수행하거나 지역 맵에서 수행된 최적화를 전역 맵에 적용하여 최적화를 수행함으로써, 3차원의 최적화 맵을 보다 정밀하게 생성할 수 있다. 이 때, 지역 맵 및 전역 맵의 최적화 순서는 한정되지 않는다.
- [0053] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 지역 맵의 생성 및 매칭을 설명하기 위한 일 예시도를 도시한 것이다.
- [0054] 도 3을 참조하면, 지역 맵(310)은 노드(311), 및 노드(311) 간의 노드 구속 조건(312)을 포함하는 그래프 - 구조(graph - structure) 기반의 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)을 나타낸다.
- [0055] 노드(311)는 이동 로봇에 포함된 2차원 푸시 브룸 레이더(2D push - broom LiDAR)로부터 측정된 센서 정보와, 이동 로봇의 오도메트리 정보(odometry data)에 의해 형성될 수 있다. 이 때, 센서 정보 및 오도메트리 정보를 노드(311)로 표현하여 축적함으로써, 지역 맵(310)을 생성할 수 있다.
- [0056] 또한, 전역 맵(320)은 지역 맵(310)을 형성하는 복수의 노드들(311)을 일정 간격 또는 일정 개수에 따라 그룹핑하여 슈퍼 노드(321)를 형성하고, 형성된 슈퍼 노드들(321) 간의 루프 클로징 구속 조건(322)을 포함하는 그래프 - 구조(graph - structure) 기반의 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)을 나타낸다.
- [0057] 이 때, 지역 맵(310) 및 전역 맵(320)은 계층적 구속 조건(332)에 의해 계층적 구조 기반으로 형성될 수 있다.
- [0059] 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 일실시예에 따른 전역 맵의 최적화를 설명하기 위한 일 예시도를 도시한 것이다.
- [0060] 보다 구체적으로, 도 4a는 기본 전역 맵의 예를 도시한 것이고, 도 4b는 측정된 전역 맵의 예를 도시한 것이며, 도 4c는 최적화된 전역 맵의 예를 도시한 것이다.
- [0061] 도 4a를 참조하면, 기본 전역 맵(410)은 루프 클로징 구속 조건에 의해 연결된 복수의 슈퍼 노드들(401)을 포함하며, 슈퍼 노드(401)는 지역 맵을 형성하는 복수의 노드들에 의해 형성된 것일 수 있다.
- [0062] 이 때, 복수의 노드들은 이동 로봇의 이동에 따른 오도메트리 정보 및 센서 정보에 기반하여 형성되며, 지역 맵은 이동 로봇의 직선 경로 또는 곡선 경로에서 획득되는 오도메트리 구속 조건 및 회전 구속 조건에 기반하여 생성될 수 있다.
- [0063] 상기 오도메트리 구속 조건은 인코더에 의해 획득된 오도메트리 정보에 기초하여 생성되는 구속 조건을 의미하고, 상기 회전 구속 조건은 이동 로봇이 회전하는 동안 측정되는 자기장 값에 기초하여 생성되는 구속 조건을 의미하며, 상기 루프 클로징 구속 조건은 이동 로봇의 이동 경로 상에 형성된 노드들에 대해 측정된 자기장 값들에 기초하여 생성되는 구속 조건을 의미할 수 있다.
- [0064] 다만, 실시예에 따라서는 상황에 따라 오도메트리 구속 조건과 루프 클로징 구속 조건만을 이용하여 지역 맵이 생성될 수 있고, 오도메트리 구속 조건과 회전 구속 조건만을 이용하여 지역 맵이 생성될 수도 있으며, 오도메트리 구속 조건과 루프 클로징 구속 조건 그리고 회전 구속 조건 모두를 이용하여 지역 맵이 생성될 수도 있다.
- [0065] 나아가, 이동 로봇이 직선 구간을 주행하는 경우에만 노드들을 형성하고, 이동 로봇이 주행 중 정지 상태에서 회전하는 경우에 회전 구속 조건을 생성할 수 있는데, 회전 구속 조건은 이동 로봇이 정지 상태에서 회전하는 동안에도 관측되는 자기장 벡터가 전역 좌표계 상에서 일정하다 가정된 상태에서 생성될 수 있다. 즉, 이동 로봇이 회전할 때 자기장 센서도 함께 회전하므로 회전 전후로 측정되는 자기장 벡터 간의 관계를 이용하여 로봇의 회전각에 대한 구속 조건을 생성할 수 있다.
- [0066] 즉, 이동 로봇이 2차원 평면 상에서 이동한다 가정하고, 이동 로봇이 어떤 병진 변위(translational displacement)없이 회전하는 경우, 전역 좌표 프레임(global coordinate frame)에서 나타나는 자기장 벡터는 변하지 않기 때문에 특정 조건에서 자기장의 측정 특성들을 이용함으로써, 회전 구속 조건을 생성할 수 있다.
- [0067] 다만, 실시예에 따라서, 회전 구속 조건은 직선 도로를 주행하는 이동 로봇이 방향을 바꾸는 과정에서 생성될

수도 있다. 예를 들면, 직선 도로를 주행하는 이동 로봇이 좌측 또는 우측으로 방향을 변환(각도는 무관함)하여 센서 정보 및 오도메트리 정보를 획득할 수 있고, 이에 따라 형성되는 복수의 노드들로부터 회전을 감지할 수 있으며, 회전된 노드를 포함하는 복수의 노드들을 연결하는 회전 구속 조건을 생성할 수도 있다. 즉, 회전 구속 조건은 자기장 벡터 또는 노드의 위치에 기반하여 생성될 수 있다.

- [0068] 이에 따라서, 도 4a 내지 도 4c에 도시된 전역 맵(410, 420, 430)은 형성된 노드들과, 오도메트리 구속 조건, 회전 구속 조건 및 루프 클로징 구속 조건에 기반하여 이동 로봇의 직선 경로 및 곡선 경로를 포함할 수 있다.
- [0069] 도 4b를 참조하면, 측정된 전역 맵(420)은 지역 맵의 오도메트리 정보에 포함된 오차로 인해 맵의 정확성이 떨어진 것을 확인할 수 있다.
- [0070] 이후, 도 4c를 참조하면, 최적화된 전역 맵(430)은 측정된 전역 맵(420)의 루프 클로징(loop closing)된 슈퍼 노드들(401)을 최적화하여 맵의 매칭 정확도가 향상된 것을 확인할 수 있다.
- [0071] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법 및 장치는 지역 맵 및 전역 맵의 최적화를 통해 맵에 포함된 오차를 최소화하여 맵의 매칭 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0073] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법의 흐름도를 도시한 것이다.
- [0074] 도 5에 도시된 방법은 도 8에 설명되는 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [0075] 단계 510에서 이동 로봇의 이동 경로 상에 형성된 노드들(nodes)에 기초하여 지역 맵(Map)을 생성하고, 노드들을 그룹핑하여 계층적 구조 형태의 전역 맵을 생성한다.
- [0076] 단계 520에서 지역 맵 및 전역 맵의 계층간 반복 최적화를 수행한다.
- [0077] 여기서, 단계 510 및 단계 520에 대한 설명은 도 2에서 기술한 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법의 단계 210, 단계 220 및 단계 230의 내용과 일치하므로, 생략하기로 한다.
- [0078] 이후, 단계 530에서 최적화에 따라 재 생성된 지역 맵에 기초하여 최적화 맵을 제작한다.
- [0079] 예를 들면, 단계 520은 계층적 구속 조건(constraint)를 이용하여 지역 맵 및 전역 맵 중 어느 하나의 최적화를 수행하고, 그 외 하나의 최적화를 수행할 수 있다. 이후, 단계 530은 지역 맵 및 전역 맵에 대한 최적화 후, 생성된 지역 맵에 포함된 노드 구속 조건(constraint)을 제거하고, 최적화에 따라 변경된 노드들 간의 변경 노드 구속 조건(constraint)을 이용하여 재 생성된 지역 맵으로부터 3차원의 최적화 맵을 제작하는 단계일 수 있다.
- [0080] 이하에서는, 도 6을 참조하여 단계 530에 대해 보다 상세히 설명하고자 한다.
- [0082] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 지역 맵 및 전역 맵의 최적화를 설명하기 위한 일 예시도를 도시한 것이다.
- [0083] 도 6의 (a)를 참조하면, 전역 맵을 구성하는 슈퍼 노드(610)는 지역 맵을 형성하는 복수의 노드들(620)의 조합으로 형성되며, 노드(620)에 포함된 오차를 포함하고 있다.
- [0084] 이에 따라서, 슈퍼 노드(610)를 확대한 (b)를 참조하면, 지역 맵은 복수의 노드들(620), 및 노드(620) 간의 노드 구속 조건(622)을 포함하는 그래프 - 구조(graph structure)를 형성하고, 이동 로봇의 이동 경로 상에 형성된 오도메트리 정보의 오차(621)를 포함하는 것을 알 수 있다. 이 때, 상기 노드 구속 조건은 인코더에 의해 획득된 오도메트리 정보에 기초하여 생성되는 오도메트리 구속 조건일 수 있다. 또한, 상기 지역 맵은 오도메트리 구속 조건 외에 루프 클로징 구속 조건 및 회전 구속 조건 중 어느 하나 이상에 의해 생성될 수도 있다.
- [0085] 이 때, 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법은 단계 530에서 지역 맵에 포함된 노드 구속 조건(622)을 제거하고, 최적화에 따라 변경된 노드들(630) 및 변경된 노드(630) 간의 변경 노드 구속 조건(631)을 이용하여 재 생성된 지역 맵으로부터 3차원의 최적화 맵을 제작할 수 있다.
- [0086] 보다 구체적으로, 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법은 단계 530에서 지역 맵에 포함된 오도메트리 정보의 오차(621)를 최소화하기 위해 최적화를 수행할 수 있으며, (b)의 오도메트리 정보의 오차(621)를 최소화 또는 제거하기 위해 복수의 노드들(620)을 연결하는 노드 구속 조건(622)을 제거하고, (c)의 최적화에 따라 변경된 노드들(630)에 ICP(Iterative Closest Point) 알고리즘을 이용하여 변경 노드 구속 조건(631)을 포함하는 그래프 - 구조(graph - structure) 기반의 지역 맵을 재 생성할 수 있다.

- [0088] 다시 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 방법의 단계 530은 도 6(c)에 도시된 재 생성된 지역 맵에 기반하여 재 생성된 지역 맵 및 재 생성된 전역 맵을 번갈아 반복적으로 최적화를 수행하여 3차원의 최적화 맵을 제작할 수 있다.
- [0090] 도 7a 및 도 7b는 본 발명에 따른 최적화 맵의 결과에 대한 일 예시도를 나타낸 것이다.
- [0091] 보다 구체적으로, 도 7a는 오도메트리 정보만을 이용하여 제작한 맵의 예를 도시한 것이고, 도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 계층간 반복 최적화를 수행하여 제작된 최적화 맵의 예를 도시한 것이다.
- [0092] 도 7a를 참조하면, 도 6(b)에서 전술한 바와 같이, 오도메트리 정보에 포함된 오차로 인해 맵의 정확성이 떨어진 것을 확인할 수 있다.
- [0093] 이에 반해, 도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 계층간 반복 최적화를 수행하여 제작된 최적화 맵의 결과를 도시한 것으로, 도 7b를 참조하면 전체 맵의 정확도가 향상된 것을 확인할 수 있다.
- [0094] 이 때, 본 발명에 의해 제작된 최적화된 맵은 지역 맵 및 전역 맵의 계층간 반복 최적화를 통해 제작된 것으로, 전체적인 맵의 정확도가 향상된 것을 알 수 있다.
- [0096] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치의 구성을 설명하기 위해 도시한 것이다.
- [0097] 도 8을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치(800)는 지역 맵 및 전역 맵의 계층간 반복 최적화를 수행하여 최적화 맵을 제작한다.
- [0098] 이에 따른, 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치(800)는 맵 생성부(810) 및 최적화 수행부(820)를 포함한다.
- [0099] 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치(800)의 인코더(830)는 이동 로봇의 오도메트리 정보(odometry data)를 획득하고, 획득된 오도메트리 정보를 맵 생성부(810)로 제공할 수 있다.
- [0100] 이 때, 인코더(830)는 이동 로봇의 전동 휠의 회전 속도와 회전 방향을 검출하고, 검출된 회전 속도와 회전 방향을 이용하여 이동 로봇의 오도메트리 정보를 획득할 수 있으며, 오도메트리 정보는 이동 로봇의 x축 좌표와 y축 좌표, 진행 방향의 각도를 포함할 수 있다.
- [0101] 맵 생성부(810)는 이동 로봇의 이동 경로 상에 형성된 노드들(nodes)에 기초하여 지역 맵(Map)을 생성하고, 노드들을 그룹핑하여 계층적 구조 형태의 전역 맵을 생성한다.
- [0102] 예를 들면, 맵 생성부(810)는 이동 로봇에 포함된 2차원 푸시 브room 레이더(2D push-broom LiDAR)로부터 이동 경로에 따른 일정 시간 간격으로 센서 정보를 수신하여 데이터 축적(Scan accumulation)하고, 인코더(830)로부터 이동 로봇의 오도메트리 정보를 수신하며, 센서 정보 및 오도메트리 정보를 기반으로 이동 경로에 따른 복수의 노드들(nodes)을 형성할 수 있다. 이 때, 복수의 노드들은 센서 정보 및 오도메트리 정보가 수집되는 시간서의 이동 로봇의 위치에 기반하여 형성될 수 있으며, 정보가 수집되는 시간은 기 설정되어 반복될 수 있다. 다만, 반복적으로 정보를 수집하는 시간은 이동 로봇을 관리하는 관리자 또는 사용자에게 의해 설정될 수 있으므로, 한정되지 않는다.
- [0103] 이후, 맵 생성부(810)는 이동 로봇의 위치를 나타내는 복수의 노드들과, 노드 간의 노드 구속 조건(constraint)을 나타내는 에지(edge)를 포함하는 그래프-구조(graph-structure)의 지역 맵을 생성할 수 있다. 여기서, 상기 노드 구속 조건은 인코더에 의해 획득된 오도메트리 정보에 기초하여 생성되는 오도메트리 구속 조건일 수 있다. 또한, 상기 지역 맵은 오도메트리 구속 조건 외에 루프 클로징 구속 조건 및 회전 구속 조건 중 어느 하나 이상에 의해 생성될 수도 있다.
- [0104] 이 때, 맵 생성부(810)는 생성된 지역 맵에 3차원 ICP 매칭 알고리즘(Iterative Closest Point Algorithm)을 이용하여 상관 관계를 획득할 수 있으며, 획득 결과에 따른 3차원의 지역 맵을 매칭할 수 있다.
- [0105] 또한, 맵 생성부(810)는 지역 맵을 형성하는 노드들을 일정 간격 또는 일정 개수에 따라 그룹핑하여 슈퍼 노드들(super nodes)을 형성하며, 형성된 슈퍼 노드들을 연결하여 전역 맵을 생성할 수 있다. 이 때, 맵 생성부(810)는 복수의 슈퍼 노드들과, 슈퍼 노드 간의 루프 클로징(loop closing) 구속 조건(constraint)을 나타내는 에지(edge)를 포함하는 전역 맵을 생성할 수 있다.
- [0106] 여기서, 루프 클로징 구속 조건은 이동 로봇의 이동 경로 상에 형성된 노드들에 대해 측정된 자기장 값들에 기초하여 생성될 수 있으며, 맵 생성부(810)는 형성된 복수의 노드들을 그룹핑하여 슈퍼 노드들을 형성하고, 형성

된 슈퍼 노드들에 대해 측정된 자기장 값들과 미리 정의된 슈퍼 노드에 대한 자기장 값을 비교하여 매칭함으로써, 루프 클로징 구속 조건을 생성할 수 있다.

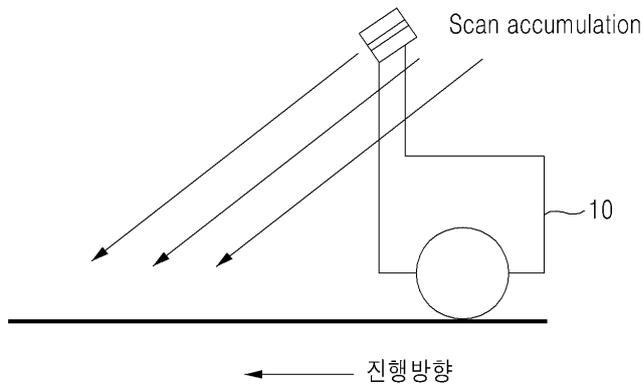
- [0107] 맵 생성부(810)를 통해 생성되는 지역 맵 및 전역 맵에 대해 보다 상세히 설명하자면, 지역 맵을 형성하는 복수의 노드들은 이동 로봇의 이동에 따른 오도메트리 정보 및 센서 정보에 기반하여 형성되며, 지역 맵은 이동 로봇의 직선 경로 또는 곡선 경로에서 획득되는 오도메트리 구속 조건 및 회전 구속 조건에 기반하여 생성될 수 있다.
- [0108] 상기 오도메트리 구속 조건은 인코더(830)에 의해 획득된 오도메트리 정보에 기초하여 생성되는 구속 조건 (constraint)을 의미하고, 상기 회전 구속 조건은 이동 로봇이 회전하는 동안 측정되는 자기장 값에 기초하여 생성되는 구속 조건을 의미하며, 상기 루프 클로징 구속 조건은 이동 로봇의 이동 경로 상에 형성된 노드들에 대해 측정된 자기장 값들에 기초하여 생성되는 구속 조건을 의미할 수 있다.
- [0109] 다만, 실시예에 따라서는 맵 생성부(810)는 상황에 따라 오도메트리 구속 조건과 루프 클로징 구속 조건만을 이용하여 지역 맵을 생성할 수 있고, 오도메트리 구속 조건과 회전 구속 조건만을 이용하여 지역 맵을 생성할 수도 있으며, 오도메트리 구속 조건과 루프 클로징 구속 조건 그리고 회전 구속 조건 모두를 이용하여 지역 맵을 생성할 수도 있다.
- [0110] 나아가, 맵 생성부(810)는 이동 로봇이 직선 구간을 주행하는 경우에만 노드를 형성하고, 이동 로봇이 주행 중 정지 상태에서 회전하는 경우에 회전 구속 조건을 생성할 수 있는데, 회전 구속 조건은 이동 로봇이 정지 상태에서 회전하는 동안에도 관측되는 자기장 벡터가 전역 좌표계 상에서 일정하다 가정하는 상태에서 생성될 수 있다. 즉, 이동 로봇이 회전할 때 자기장 센서도 함께 회전하므로 회전 전후로 측정되는 자기장 벡터 간의 관계를 이용하여 로봇의 회전각에 대한 구속 조건을 생성할 수 있다.
- [0111] 즉, 이동 로봇이 2차원 평면 상에서 이동한다 가정하고, 이동 로봇이 어떤 병진 변위(translational displacement)없이 회전하는 경우, 전역 좌표 프레임(global coordinate frame)에서 나타나는 자기장 벡터는 변하지 않기 때문에 특정 조건에서 자기장의 측정 특성들을 이용함으로써, 회전 구속 조건을 생성할 수 있다.
- [0112] 다만, 실시예에 따라서, 회전 구속 조건은 직선 도로를 주행하는 이동 로봇이 방향을 바꾸는 과정에서 생성될 수도 있다. 예를 들면, 직선 도로를 주행하는 이동 로봇이 좌측 또는 우측으로 방향을 변환(각도는 무관함)하여 센서 정보 및 오도메트리 정보를 획득할 수 있고, 이에 따라 형성되는 복수의 노드들로부터 회전을 감지할 수 있으며, 회전된 노드를 포함하는 복수의 노드들을 연결하는 회전 구속 조건을 생성할 수도 있다. 즉, 회전 구속 조건은 자기장 벡터 또는 노드의 위치에 기반하여 생성될 수 있다.
- [0113] 최적화 수행부(820)는 지역 맵 및 전역 맵의 계층간 반복 최적화를 수행하여 최적화 맵을 제작한다.
- [0114] 이 때, 지역 맵 및 전역 맵은 계층적 구속 조건(constraint)에 의해 계층적으로 형성될 수 있으며, 최적화 수행부(820)는 3차원 ICP 매칭 알고리즘(Iterative Closest Point Algorithm)을 이용하여 전역 맵의 최적화를 수행한 후, 지역 맵을 최적화할 수 있다. 즉, 최적화 수행부(820)는 전역 맵과 지역 맵을 번갈아 반복적으로 최적화를 수행하고, 전역 맵에서 수행된 최적화를 지역 맵에 적용하여 최적화를 수행하거나 지역 맵에서 수행된 최적화를 전역 맵에 적용하여 최적화를 수행함으로써, 3차원의 최적화 맵을 보다 정밀하게 생성할 수 있다. 이 때, 지역 맵 및 전역 맵의 최적화 순서는 한정되지 않는다.
- [0115] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치(800)의 맵 생성부(810)는 지역 맵 및 전역 맵에 대한 최적화 후, 생성된 지역 맵에 포함된 노드 구속 조건을 제거하고, 최적화에 따라 변경되는 노드들 간의 변경 노드 구속 조건(constraint)을 이용하여 지역 맵을 재 생성할 수 있으며, 최적화 수행부(820)는 재 생성된 지역 맵으로부터 3차원의 최적화 맵을 제작할 수 있다.
- [0116] 예를 들면, 최적화 수행부(820)에 의해 지역 맵 및 전역 맵에 대한 최적화가 수행되는 경우, 지역 맵에 포함된 오도메트리 정보의 오차가 최소화되거나 제거되어 복수의 노드들이 변경될 수 있다. 이에 따라서, 맵 생성부(810)는 최적화 수행부(820)로부터 수행되는 최적화에 기초하여, 기존 지역 맵을 형성하는 복수의 노드들에 연결된 노드 구속 조건을 제거하고, 최적화에 따라 변경된 노드들에 ICP 알고리즘을 이용하여 변경 노드 구속 조건을 포함하는 그래프-구조 기반의 지역 맵을 재 생성할 수 있다. 이후, 맵 생성부(810)는 재 생성된 지역 맵에 따른 전역 맵을 재 생성할 수 있다.
- [0117] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 계층적 구조 기반의 맵 제작 장치(800)는 최적화 수행부(820)의 지역 맵 및 전역 맵의 계층간 반복 최적화에 따른 맵 생성부(810)의 지역 맵 및 전역 맵의 재 생성을 반복함으로써, 최적화 맵의

정확도를 향상시킬 수 있다.

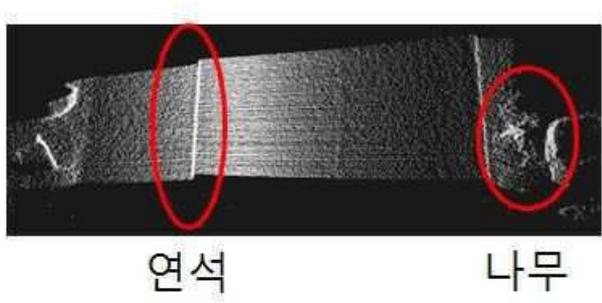
- [0119] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 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 어플리케이션을 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.
- [0121] 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.
- [0123] 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.
- [0125] 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] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

도면1a



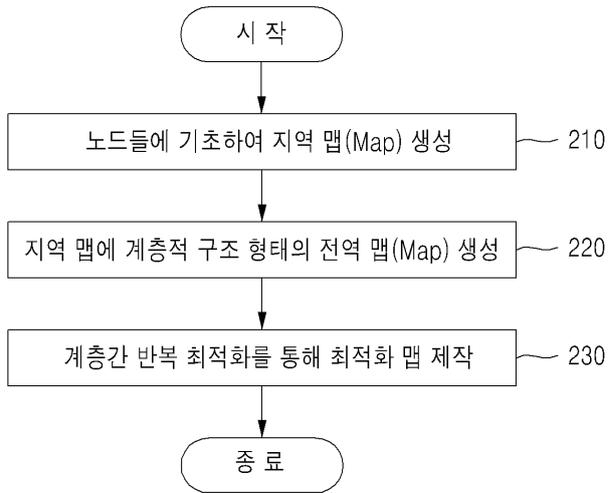
도면1b



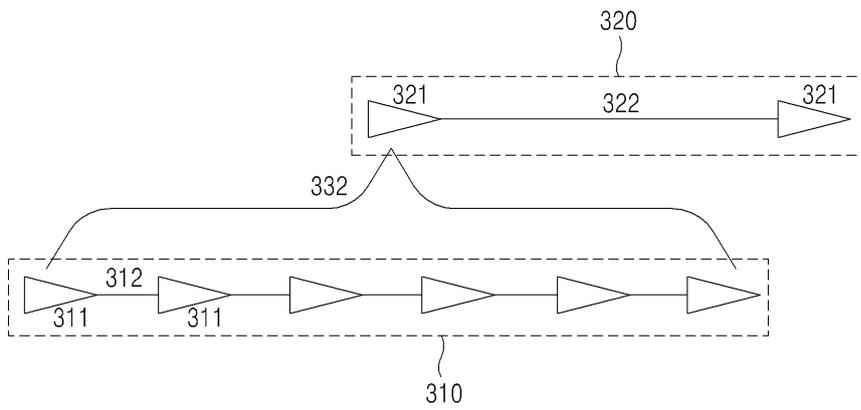
도면1c



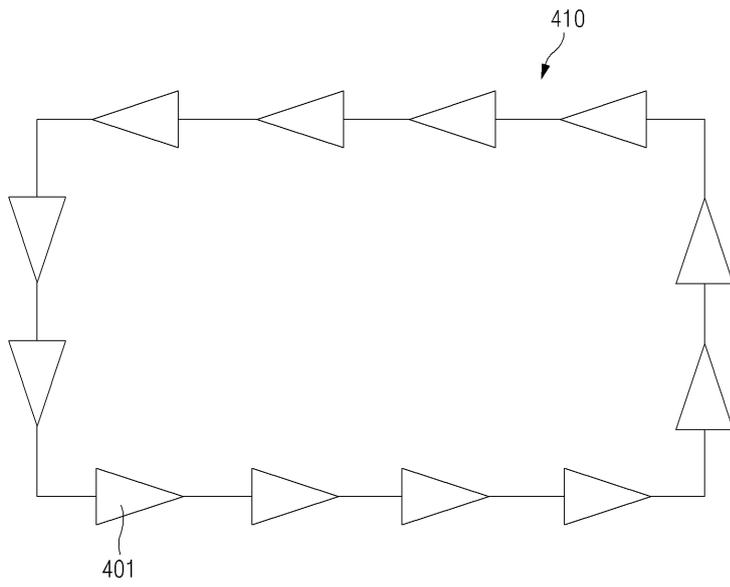
도면2



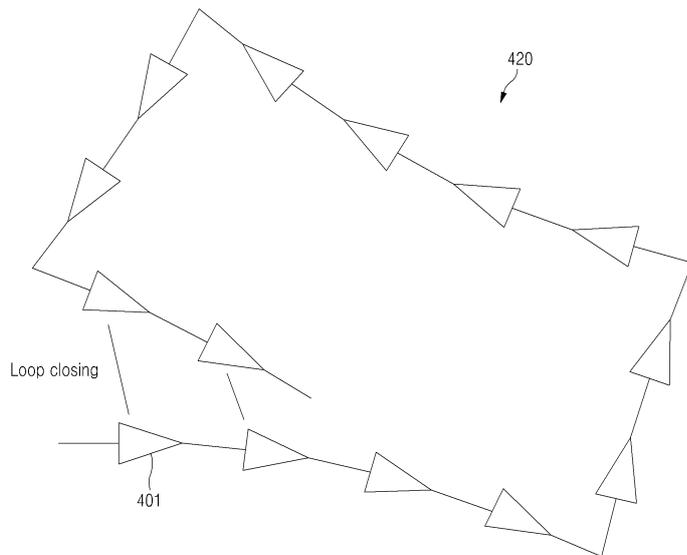
도면3



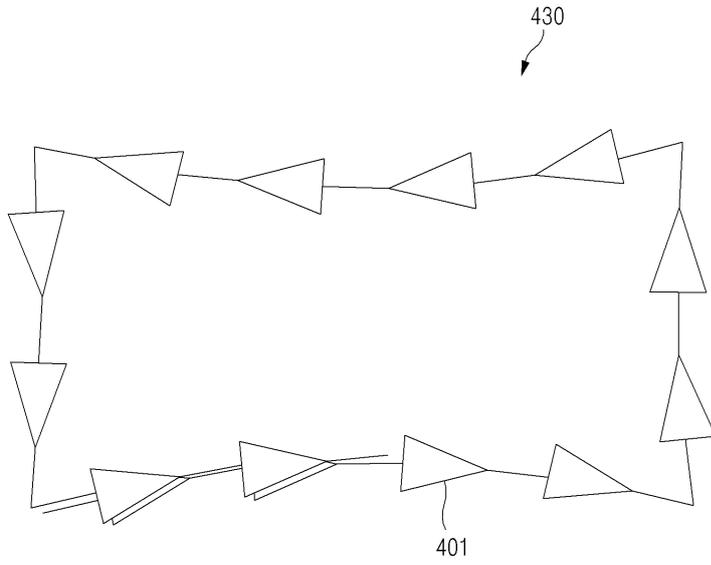
도면4a



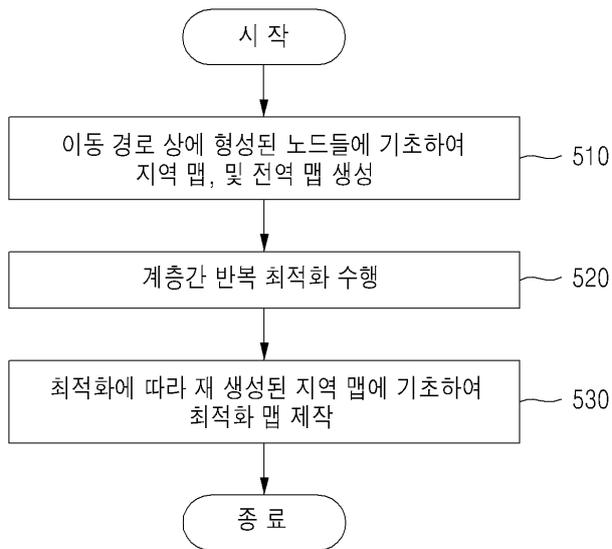
도면4b



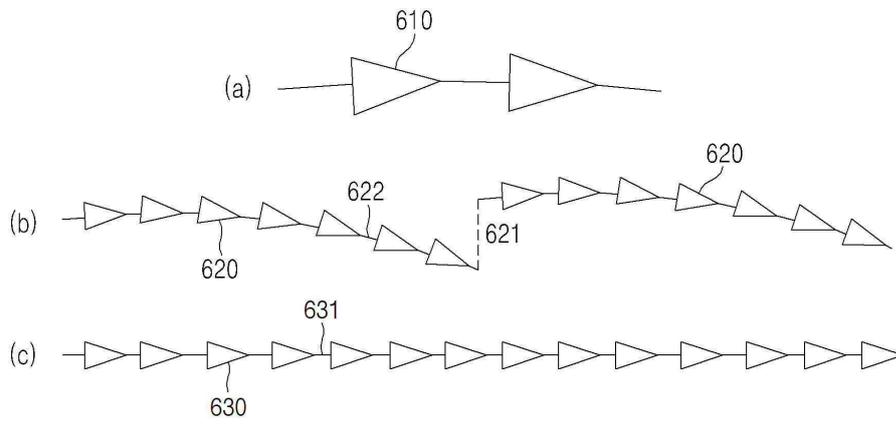
도면4c



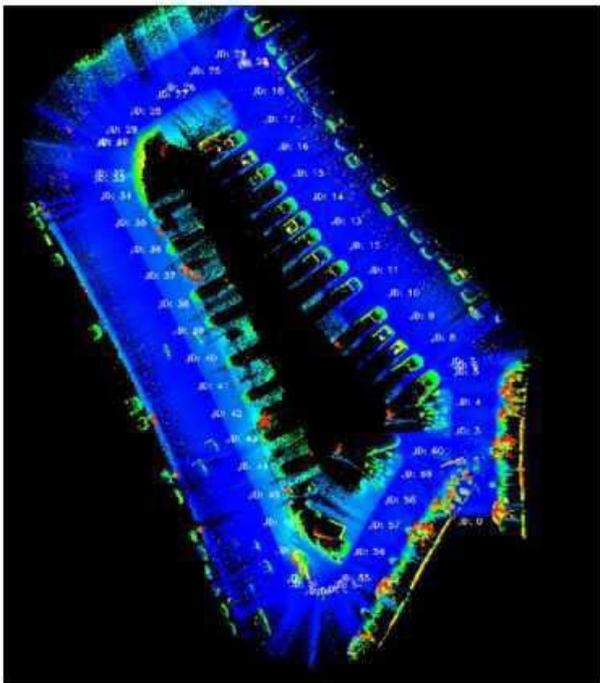
도면5



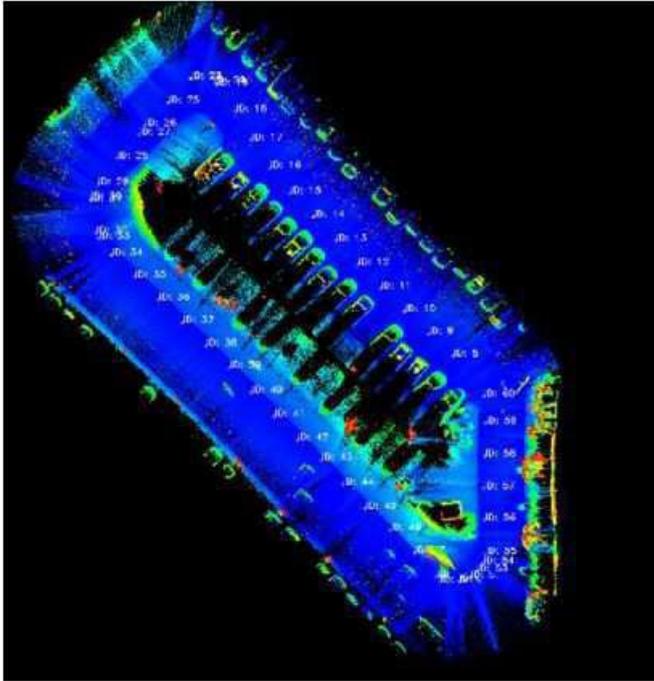
도면6



도면7a



도면7b



도면8

