



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월14일
(11) 등록번호 10-2252295
(24) 등록일자 2021년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 1/02 (2020.01) G05D 1/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G05D 1/0274 (2013.01)
G01S 17/89 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0141857
(22) 출원일자 2019년11월07일
심사청구일자 2019년11월07일
(56) 선행기술조사문헌
KR101286135 B1*
Wolfgang Hess 외 3, "Real-Time Loop Closure
in 2D LIDAR SLAM", 2016 IEEE International
Conference on Robotics and Automation (ICRA)
Stockholm, Sweden, May 16-21, 2016*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
선문대학교 산학협력단
충청남도 아산시 탕정면 선문로221번길 70 (선문
대학교)
(72) 발명자
박윤용
충청남도 천안시 서북구 공원로 195, 102동 2906
호(불당동, 펜타포트)
김세엽
충청남도 아산시 탕정면 매곡로71번길 36-8, 106
호(애성빌라)
이호원
서울특별시 동작구 남부순환로261길 42, 502호(사
당동, 청우하이츠빌)
(74) 대리인
김정수

전체 청구항 수 : 총 2 항

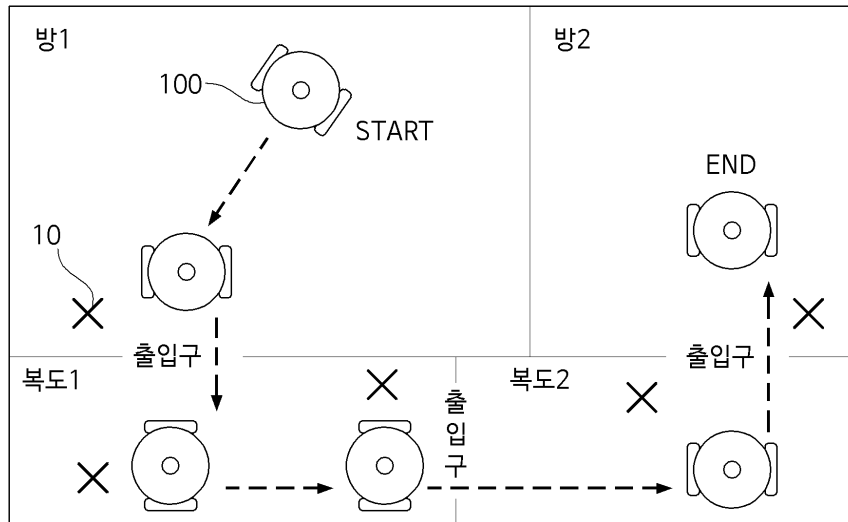
심사관 : 박지은

(54) 발명의 명칭 실내 토폴로지맵 생성 방법 및 이를 위한 자율주행 로봇

(57) 요약

실내 토폴로지맵 생성 방법 및 이를 위한 자율주행 로봇이 개시된다. 실내 토폴로지맵 생성 방법은, 실내에서 주행을 시작하는 단계, 라이다 센서를 이용하여 주변형태 데이터를 획득하는 단계, 기주행경로에 대한 페루프(loop closure) 검사를 수행하는 단계, 페루프 검사 결과에 따라 기주행경로와 주행예정경로가 교차되지 않도록 주행예정경로를 설정하는 단계, 주행이 종료되면, 획득된 주변형태 데이터를 이용하여 실내 지도를 생성하는 단계 및 생성된 실내 지도를 이용하여 실내 토폴로지맵을 생성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G05D 1/0088 (2013.01)

G05D 1/0212 (2013.01)

G05D 1/0257 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711054784
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	자유공모
연구과제명	재난상황에서 효율적인 인명구조를 위한 실내 네비게이션 내장 스마트 웨어러블 디
바이스에 관한 연구	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	선문대학교
연구기간	2016.06.01 ~ 2020.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

라이다(Lidar) 센서를 탑재한 자율주행 로봇이 수행하는 실내 토폴로지맵 생성 방법에 있어서,
 실내에서 주행을 시작하는 단계;
 상기 라이다 센서를 이용하여 주변형태 데이터를 획득하는 단계;
 상기 주행을 하면서 상기 주변형태 데이터를 획득함과 동시에, 실시간 획득되는 주변형태 데이터와 미리 설정된 주요지점 형태정보를 비교하여 제1 주요지점을 결정하는 단계;
 상기 결정된 제1 주요지점을 노드로 설정하고, 상기 설정된 노드를 선으로 연결하여 기주행경로를 생성하는 단계;
 상기 기주행경로를 생성함과 동시에, 새로운 제1 주요지점 결정에 따라 새롭게 생성된 새로운 노드와 기설정된 노드의 유클리디안 거리(Euclidean Distance)를 산출하는 단계;
 상기 산출된 유클리디안 거리가 미리 설정된 임계거리 이하인 기설정된 노드가 존재하는 경우, 새로운 노드가 상기 임계거리 이하인 기설정된 노드의 위치에 중복 생성되어 폐루프가 형성된 것으로 판단하는 단계;
 상기 폐루프 형성에 따라 상기 기주행경로와 주행예정경로가 교차되지 않도록 상기 주행예정경로를 설정하는 단계;
 상기 주행이 종료되면, 상기 획득된 주변형태 데이터를 이용하여 실내 지도를 생성하는 단계;
 상기 실내지도에 표시된 주행경로를 중심으로 상기 실내지도를 미리 설정된 크기의 영역으로 분할하는 단계;
 상기 분할된 영역의 형태적 특징정보를 추출하는 단계;
 상기 추출된 형태적 특징정보와 미리 설정된 제2 주요지점의 형태적 특징정보를 비교하는 단계;
 상기 비교 결과에 따라, 상기 분할된 영역을 상기 추출된 형태적 특징정보와 대응하는 제2 주요지점으로 분류하는 단계; 및
 상기 분류된 제2 주요지점을 노드로 설정하여 상기 실내 토폴로지맵을 생성하는 단계를 포함하되,
 상기 제1 주요지점은 출입구이고,
 상기 출입구의 상기 주요지점 형태정보는 상기 출입구 형상을 나타내는 좁은 틈 형태 및 상기 좁은 틈의 양측에 각각 연결된 방 또는 복도 형상을 나타내는 면에 근사하는 형태를 포함하여 표현되고,
 상기 제1 주요지점을 결정하는 단계는,
 상기 출입구의 주요지점 형태정보를 이용하여 상기 출입구를 식별하는 단계; 및
 상기 출입구 통과 전후 각각의 지점을 상기 제1 주요지점으로 결정하는 단계를 포함하고,
 상기 주행예정경로를 설정하는 단계는,
 상기 폐루프를 검출한 시점에 새롭게 설정된 노드를 상기 기주행경로에서 삭제하고, 상기 폐루프를 형성한 새로운 노드와 기설정된 노드의 위치를 회피하여 상기 주행예정경로를 설정하고,
 상기 실내 지도를 생성하는 단계는,
 raw 맵 이미지로 획득된 주변형태 데이터에서 노이즈를 제거하여 상기 실내 지도를 생성하는 단계; 및
 상기 주행의 완료에 따라 생성되는 주행 시작지점부터 주행 종료지점까지의 주행경로를 상기 실내 지도에 표시하는 단계를 포함하고,
 상기 제2 주요지점은 상기 실내의 방, 복도 및 출입구를 포함하되,

상기 방의 형태적 특징정보는 상기 방 형상을 나타내는 면에 근사하는 형태로 표현되고,
 상기 복도의 형태적 특징정보는 상기 복도 형상을 나타내는 기다란 축 형태를 포함하여 표현되고,
 상기 출입구의 형태적 특징정보는 상기 출입구 형상을 나타내는 좁은 틈 형태 및 상기 좁은 틈의 양측에 각각 연결된 방 또는 복도 형상을 나타내는 면에 근사하는 형태를 포함하여 표현되고,
 상기 실내 토폴로지맵을 생성하는 단계는,
 상기 설정된 노드를 상기 주행경로에 따라 선으로 연결하는 단계; 및
 상기 설정된 노드에 분류된 제2 주요지점의 속성을 나타내는 식별정보를 표시하는 단계를 포함하고,
 상기 식별정보는 상기 방, 상기 복도 또는 상기 출입구를 나타내는 알파벳 및 동일한 속성을 가진 노드들을 구분하기 위한 일련번호를 포함하는 것을 특징으로 하는 실내 토폴로지맵 생성 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

라이다(Lidar) 센서를 탑재한 자율주행 로봇에 있어서,
 명령어를 저장하는 메모리; 및
 상기 명령어를 실행하는 프로세서를 포함하되,
 상기 명령어는,
 실내에서 주행을 시작하는 단계;
 상기 라이다 센서를 이용하여 주변형태 데이터를 획득하는 단계;
 상기 주행을 하면서 상기 주변형태 데이터를 획득함과 동시에, 실시간 획득되는 주변형태 데이터와 미리 설정된 주요지점 형태정보를 비교하여 제1 주요지점을 결정하는 단계;
 상기 결정된 제1 주요지점을 노드로 설정하고, 상기 설정된 노드를 선으로 연결하여 기주행경로를 생성하는 단계;
 상기 기주행경로를 생성함과 동시에, 새로운 제1 주요지점 결정에 따라 새롭게 생성된 새로운 노드와 기설정된 노드의 유클리디안 거리(Euclidean Distance)를 산출하는 단계;
 상기 산출된 유클리디안 거리가 미리 설정된 임계거리 이하인 기설정된 노드가 존재하는 경우, 새로운 노드가 상기 임계거리 이하인 기설정된 노드의 위치에 중복 생성되어 폐루프가 형성된 것으로 판단하는 단계;
 상기 폐루프 형성에 따라 상기 기주행경로와 주행예정경로가 교차되지 않도록 상기 주행예정경로를 설정하는 단계;
 상기 주행이 종료되면, 상기 획득된 주변형태 데이터를 이용하여 실내 지도를 생성하는 단계;
 상기 실내지도에 표시된 주행경로를 중심으로 상기 실내지도를 미리 설정된 크기의 영역으로 분할하는 단계;

상기 분할된 영역의 형태적 특징정보를 추출하는 단계;

상기 추출된 형태적 특징정보와 미리 설정된 제2 주요지점의 형태적 특징정보를 비교하는 단계;

상기 비교 결과에 따라, 상기 분할된 영역을 상기 추출된 형태적 특징정보와 대응하는 제2 주요지점으로 분류하는 단계; 및

상기 분류된 제2 주요지점을 노드로 설정하여 상기 실내 토폴로지맵을 생성하는 단계를 포함하는 실내 토폴로지맵 생성 방법을 수행하고,

상기 제1 주요지점은 출입구이고,

상기 출입구의 상기 주요지점 형태정보는 상기 출입구 형상을 나타내는 좁은 틈 형태 및 상기 좁은 틈의 양측에 각각 연결된 방 또는 복도 형상을 나타내는 면에 근사하는 형태를 포함하여 표현되고,

상기 제1 주요지점을 결정하는 단계는,

상기 출입구의 주요지점 형태정보를 이용하여 상기 출입구를 식별하는 단계; 및

상기 출입구 통과 전후 각각의 지점을 상기 제1 주요지점으로 결정하는 단계를 포함하고,

상기 주행예정경로를 설정하는 단계는,

상기 페루프를 검출한 시점에 새롭게 설정된 노드를 상기 기주행경로에서 삭제하고, 상기 페루프를 형성한 새로운 노드와 기설정된 노드의 위치를 회피하여 상기 주행예정경로를 설정하고,

상기 실내 지도를 생성하는 단계는,

raw 맵 이미지로 획득된 주변형태 데이터에서 노이즈를 제거하여 상기 실내 지도를 생성하는 단계; 및

상기 주행을 완료에 따라 생성되는 주행 시작지점부터 주행 종료지점까지의 주행경로를 상기 실내 지도에 표시하는 단계를 포함하고,

상기 제2 주요지점은 상기 실내의 방, 복도 및 출입구를 포함하되,

상기 방의 형태적 특징정보는 상기 방 형상을 나타내는 면에 근사하는 형태로 표현되고,

상기 복도의 형태적 특징정보는 상기 복도 형상을 나타내는 기다란 축 형태를 포함하여 표현되고,

상기 출입구의 형태적 특징정보는 상기 출입구 형상을 나타내는 좁은 틈 형태 및 상기 좁은 틈의 양측에 각각 연결된 방 또는 복도 형상을 나타내는 면에 근사하는 형태를 포함하여 표현되고,

상기 실내 토폴로지맵을 생성하는 단계는,

상기 설정된 노드를 상기 주행경로에 따라 선으로 연결하는 단계; 및

상기 설정된 노드에 분류된 제2 주요지점의 속성을 나타내는 식별정보를 표시하는 단계를 포함하고,

상기 식별정보는 상기 방, 상기 복도 또는 상기 출입구를 나타내는 알파벳 및 동일한 속성을 가진 노드들을 구분하기 위한 일련번호를 포함하는 것을 특징으로 하는 자율주행 로봇.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 실내 토폴로지맵(topology map) 생성 방법 및 이를 위한 자율주행 로봇에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 지도 데이터는 도로를 중심으로 도로 주변의 POI(Point of Interest) 및 교통안내 표지판 등을 화면에 출력할 수 있도록 생성되어 있다. 이러한 지도 데이터를 사용하는 내비게이션은 차량이 도로를 주행할 때, 차량의 현재 위치 정보와 함께, 관련된 정보를 화면에 출력할 수 있으나, 건축 구조물 또는 지하 공간 등의 실내에 진입하는 경우에는 GPS(Global Positioning System) 신호 수신에 곤란하여 현재 위치 정보를 획득할 수 없

는 문제점이 있다.

- [0003] 이러한 문제점을 보완하기 위해서, 종래에는 건축물의 CAD 도면 등을 이용하여 구성된 실내 지도 데이터에 기반한 2차원 또는 3차원의 내비게이션 화면이 사용자에게 제공되었다. 그런데, 이러한 방식으로 실내 지도 데이터를 구축하기 위해서는, 건축물의 설계와 관련된 CAD 도면 등의 자료를 이용해야 하므로, CAD 도면을 보유하고 있지 않은 건축물에 대한 실내 지도 생성은 어려움이 있었다. 더욱이, CAD 도면은 건축물 구조의 세부내용을 포함하고 있기 때문에, 건물주가 외부에는 쉽게 공개하지 않는다는 제한이 있어서, 현실적으로 실내 지도를 생성하기 위해서 해당 건축물의 CAD 도면을 활용하는 것은 사실상 불가능 하였다.
- [0004] 이에 따라, 최근에는 라이다(LiDAR: Light Detection and Ranging)를 탑재한 장치를 이용하여 사람이 직접 실내를 스캔하여 실내 지도를 작성하는 기술이 이용되고 있다.
- [0005] 라이다(LiDAR, Light Detection and Ranging)는 빛을 이용하여 거리를 측정하고 물체를 감지하는 센서이다. 1930년대 기상 관측을 위해 처음 개발되었다가 레이저 기술이 등장한 1960년대 이르러서 본격적으로 활용되기 시작했다. 당시에는 주로 항공분야와 위성에 적용되었으나, 이후 영역을 넓히며 지구환경, 탐사, 자동차, 로봇 등에 적용되었다. 라이다는 레이더와 비슷한 원리를 가지고 있다. 레이더는 전자기파를 외부로 발사해 재수신되는 전자기파로 거리, 방향 등을 확인한다. 반면에, 라이다는 펄스 레이저를 사용한다는 차이점이 있다. 라이다는 파장이 짧은 레이저를 사용함으로써, 정밀도 및 해상도를 높이고 사물에 따라 입체적인 파악도 가능한 특징이 있다.
- [0006] 이와 같은 라이다를 이용하여 실내나 실외의 지도를 작성하는 다양한 기술이 개발되어 이용되고는 있으나, 실질적으로 사람이 라이다를 탑재한 장치를 조작하여 환경 데이터가 수집되어 지도가 작성되므로, 예상치 못한 시행착오로 인하여 작성된 지도의 품질 저하가 발생할 수 있고, 이를 예방하기 위하여 필요이상의 반복 측정이 이루어질 수 있는 문제점이 있다.
- [0007] 그리고, 지도 데이터를 활용하여 서비스를 제공하는 각종 기기들은 작성된 지도의 상당한 데이터량을 감당하기 어렵거나 상당한 데이터량으로 부하가 증가할 수 있다.
- [0008] 따라서, 실내 환경 데이터를 정확하게 측정하고 수집하여 실내 지도를 작성하고, 작성된 실내 지도의 데이터를 경량화할 수 있는 기술이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1983785호(2019.05.23)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 실내를 자동으로 주행하면서 주변환경의 형태 데이터를 획득하여 수집하는 한편, 한번 주행한 경로를 다시 주행하지 않도록 주행경로를 제어하며, 획득된 주변형태 데이터를 이용하여 실내 지도를 작성하고, 작성된 실내 지도를 이용하여 실내 토폴로지맵(topology map)을 작성하는 실내 토폴로지맵 생성 방법 및 이를 위한 자율주행 로봇을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 일 측면에 따르면, 라이다(Lidar) 센서를 탑재한 자율주행 로봇이 수행하는 실내 토폴로지맵 생성 방법이 개시된다.
- [0012] 본 발명의 실시예에 따른 실내 토폴로지맵 생성 방법은, 실내에서 주행을 시작하는 단계, 상기 라이다 센서를 이용하여 주변형태 데이터를 획득하는 단계, 기주행경로에 대한 폐루프(loop closure) 검사를 수행하는 단계, 상기 폐루프 검사 결과에 따라 상기 기주행경로와 주행예정경로가 교차되지 않도록 상기 주행예정경로를 설정하는 단계, 상기 주행이 종료되면, 상기 획득된 주변형태 데이터를 이용하여 실내 지도를 생성하는 단계 및 상기 생성된 실내 지도를 이용하여 실내 토폴로지맵을 생성하는 단계를 포함한다.

- [0013] 상기 기주행경로에 대한 폐루프(loop closure) 검사를 수행하는 단계는, 상기 주행을 하면서 상기 주변형태 데이터를 획득함과 동시에, 실시간 획득되는 주변형태 데이터를 분석하여 주요지점을 결정하는 단계, 상기 결정된 주요지점을 노드로 설정하고, 상기 설정된 노드를 선으로 연결하여 상기 기주행경로를 생성하는 단계, 상기 기주행경로를 생성함과 동시에, 새로운 주요지점 결정에 따라 새롭게 생성된 새로운 노드와 기설정된 노드의 유클리디안 거리(Euclidean Distance)를 산출하는 단계 및 상기 산출된 유클리디안 거리가 미리 설정된 임계거리 이하인 기설정된 노드가 존재하는 경우, 새로운 노드가 상기 임계거리 이하인 기설정된 노드의 위치에 중복 생성되어 폐루프가 형성된 것으로 판단하는 단계를 포함한다.
- [0014] 상기 주행예정경로를 설정하는 단계는, 상기 폐루프를 검출한 시점에 새롭게 설정된 노드를 상기 기주행경로에서 삭제하고, 상기 폐루프를 형성한 새로운 노드와 기설정된 노드의 위치를 회피하여 상기 주행예정경로를 설정한다.
- [0015] 상기 실내 토폴로지맵을 생성하는 단계는, 상기 실내지도에 표시된 주행경로를 중심으로 상기 실내지도의 미리 설정된 크기의 영역으로 분할하는 단계, 상기 분할된 영역의 형태적 특징정보를 추출하는 단계, 상기 추출된 형태적 특징정보와 미리 설정된 주요지점의 형태적 특징정보를 비교하는 단계, 상기 비교 결과에 따라, 상기 분할된 영역을 상기 추출된 형태적 특징정보와 대응하는 주요지점으로 분류하는 단계 및 상기 분류된 주요지점을 노드로 설정하여 상기 실내 토폴로지맵을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0016] 상기 주요지점은 상기 실내의 방, 복도 및 출입구를 포함하되, 상기 방의 형태적 특징정보는 상기 방 형상을 나타내는 면에 근사하는 형태로 표현되고, 상기 복도의 형태적 특징정보는 상기 복도 형상을 나타내는 기다란 축 형태를 포함하여 표현되고, 상기 출입구의 형태적 특징정보는 상기 출입구 형상을 나타내는 좁은 틈 형태 및 상기 좁은 틈의 양측에 각각 연결된 방 또는 복도 형상을 나타내는 면에 근사하는 형태를 포함하여 표현된다.
- [0017] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 라이다(Lidar) 센서를 탑재한 자율주행 로봇이 개시된다.
- [0018] 본 발명의 실시예에 따른 자율주행 로봇은, 명령어를 저장하는 메모리 및 상기 명령어를 실행하는 프로세서를 포함하되, 상기 명령어는, 실내에서 주행을 시작하는 단계, 상기 라이다 센서를 이용하여 주변형태 데이터를 획득하는 단계, 기주행경로에 대한 폐루프(loop closure) 검사를 수행하는 단계, 상기 폐루프 검사 결과에 따라 상기 기주행경로와 주행예정경로가 교차되지 않도록 상기 주행예정경로를 설정하는 단계, 상기 주행이 종료되면, 상기 획득된 주변형태 데이터를 이용하여 실내 지도를 생성하는 단계 및 상기 생성된 실내 지도를 이용하여 실내 토폴로지맵을 생성하는 단계를 포함하는 실내 토폴로지맵 생성 방법을 수행한다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명의 실시예에 따른 실내 토폴로지맵(topology map) 생성 방법 및 이를 위한 자율주행 로봇은, 실내를 자동으로 주행하면서 주변환경의 형태 데이터를 획득하여 수집하는 한편, 한번 주행한 경로를 다시 주행하지 않도록 주행경로를 제어하며, 획득된 주변형태 데이터를 이용하여 실내 지도를 작성하고, 작성된 실내 지도를 이용하여 실내 토폴로지맵을 작성함으로써, 정확도가 높은 실내 지도 및 실내 토폴로지맵을 작성할 수 있고, 이를 통해 실내 지도의 데이터를 경량화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자율주행 로봇이 실내에서 실내지도 작성을 위하여 주변환경 데이터를 수집하는 동작을 개략적으로 예시하여 나타낸 도면.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 자율주행 로봇이 수행하는 실내 토폴로지맵 생성 방법을 나타낸 흐름도.
- 도 3은 도 2의 S300 단계의 세부단계를 나타낸 흐름도.
- 도 4는 도 2의 S600 단계의 세부단계를 나타낸 흐름도.
- 도 5 내지 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 자율주행 로봇이 수행하는 실내 토폴로지맵 생성 방법을 설명하기 위한 도면.
- 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 실내 토폴로지맵을 생성하는 자율주행 로봇의 구성을 개략적으로 예시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0022] 이하, 본 발명의 다양한 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상술하겠다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자율주행 로봇이 실내에서 실내지도 작성을 위하여 주변환경 데이터를 수집하는 동작을 개략적으로 예시하여 나타낸 도면이다.
- [0024] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 자율주행 로봇(100)은 실내 지도 작성을 위하여, 시작지점(START)부터 방1, 복도1, 복도2 및 방2를 거쳐 종료지점(END)까지 이동함으로써, 실내를 골고루 돌아다니면서 주변형태 데이터를 획득하여 수집한다.
- [0025] 여기서, 자율주행 로봇(100)은 실내 지도 작성을 위한 주변형태 데이터를 획득하기 위하여 라이다(Lidar) 센서를 탑재하며, 자율주행을 위하여, 실내에서 스스로 위치를 측정하기 위한 다양한 측위용 센서 및 주행장치를 구비할 수 있다.
- [0026] 그래서, 자율주행 로봇(100)은 다양한 측위용 센서 및 주행장치를 이용하여 실내를 주행하면서 라이다 센서를 통해 주행중 주변형태 데이터를 획득하여 수집할 수 있다.
- [0027] 예를 들어, 자율주행 로봇(100)은 2차원 평면에서 라이다를 반시계 방향으로 360도 회전시키면서, 라이다를 통해 펄스 레이저를 외부로 발사하여 현재 자신의 위치를 기준으로 주변형태 데이터를 수집할 수 있다. 즉, 자율주행 로봇(100)은 주변의 물체에서 반사된 펄스 레이저를 라이다를 통해 수신하여, 자신의 위치에서 어느 방향으로 어느 거리에 물체가 있다는 것을 파악할 수 있다. 보다 상세하게, 자율주행 로봇(100)은 제1 지점에서 라이다를 이용한 측정을 수행하여 제1 점군을 획득하고, 다시 이동하면서 제2 지점에서 라이다를 이용한 측정을 수행하여 제2 점군을 획득하는 것을 주행 완료때까지 반복할 수 있다. 이후, 자율주행 로봇(100)은 이렇게 각각의 위치에서 측정한 복수의 점군을 누적해서 병합하여 점군으로 구성된 3차원 지도를 생성할 수 있다.
- [0028] 다시, 도 1을 참조하면, 자율주행 로봇(100)은 시작지점에서 출발하여 출입구를 통과하여 복도1로 진입한다. 이어, 자율주행 로봇(100)은 복도1을 주행하다가 출입구를 통과하여 복도2로 진입한다. 이어, 자율주행 로봇(100)은 복도2를 주행하다가 출입구를 통과하여 방2로 진입한 후, 방2를 주행하다가 종료지점에서 정지한다.
- [0029] 이때, 자율주행 로봇(100)은 주행 중에, 주요지점(10)을 결정하고, 결정된 주요지점(10)을 노드로 설정하고, 설정된 노드를 선으로 연결한 기주행경로를 생성할 수 있다.
- [0030] 여기서, 주요지점(10)은 도 1에 도시된 바와 같이, 방1과 복도1 사이, 복도1과 복도2 사이 및 복도2와 방2 사이의 출입구의 주변 지점일 수 있다. 자율주행 로봇(100)은 라이다 센서를 통해 획득된 주변형태 데이터를 이용하여 실내에서 출입구를 검출할 수 있다.
- [0031] 이와 같이 주요지점(10)의 결정을 통해 생성한 기주행경로를 기반으로 자율주행 로봇(100)은 기주행경로와 주행 예정경로가 교차되지 않도록 자신의 주행예정경로를 설정할 수 있으며, 주행 종료 후 최종적으로 획득된 주변형태 데이터를 이용하여 실내 지도를 작성할 수 있다.
- [0032] 그리고, 자율주행 로봇(100)은 작성된 실내 지도로부터 검출되는 주요지점을 노드로 설정하고, 주행 종료에 따라 생성된 주행 시작지점부터 주행 종료지점까지의 주행경로에 따라, 설정된 노드를 연결하여 실내 토폴로지맵을 작성할 수 있다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 자율주행 로봇이 수행하는 실내 토폴로지맵 생성 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 3은 도 2의 S300 단계의 세부단계를 나타낸 흐름도이고, 도 4는 도 2의 S600 단계의 세부단계를 나타낸 흐름도이고, 도 5 내지 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 자율주행 로봇이 수행하는 실내 토폴로지맵 생성 방법을 설명하기 위한 도면이다. 이하, 도 2 내지 도 4를 중심으로 본 발명의 실시예에 따른 실내 토폴로지맵 생성 방법을 설명하되, 도 5 내지 도 10을 참조하기로 한다.
- [0034] S100 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 실내 지도 작성을 위한 주변형태 데이터를 획득하기 위하여, 실내에서 자율주행을 시작한다.

- [0035] 예를 들어, 자율주행 로봇(100)은 저장된 자율주행 알고리즘에 따라 다양한 측위용 센서 및 주행장치를 이용하여 실내를 주행할 수 있다.
- [0036] S200 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 실내에서 주행을 하면서 라이다 센서를 이용하여 주변형태 데이터를 획득한다.
- [0037] S300 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 기주행경로와 주행예정경로가 교차되지 않도록 자신의 주행예정경로를 설정하기 위하여, 페루프(loop closure) 검사를 수행한다.
- [0038] 예를 들어, 도 5는 자율주행 로봇(100)이 시작지점부터 종료지점까지 주행을 완료한 후의 전체 주행경로에 페루프가 형성된 예를 나타낸다. 자율주행 로봇(100)이 도 5에 도시된 바와 같이 주행경로에 페루프가 형성된 것을 검출하지 못하고, 주행경로에 페루프가 형성된 상태로 주행을 완료한 경우, 페루프가 형성된 상태에서 획득된 주변형태 데이터를 이용하여 작성된 실내 지도는 부정확할 수 있다. 따라서, 자율주행 로봇(100)은 주행경로에 페루프가 형성되지 않도록, 페루프 형성 여부를 검사하고 페루프가 형성되면 주행예정경로를 수정해야 한다.
- [0039] 이하, 도 3을 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 페루프 검사 방법을 설명하기로 한다.
- [0040] S310 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 실내에서 주행을 하면서 라이다 센서를 이용하여 주변형태 데이터를 획득함과 동시에, 실시간 획득되는 주변형태 데이터를 분석하여 주요지점을 결정한다. 즉, 자율주행 로봇(100)은 실시간 획득되는 주변형태 데이터와 미리 설정된 주요지점 형태정보를 비교하여 주요지점을 결정할 수 있다.
- [0041] 예를 들어, 도 9는 라이다 센서를 이용하여 획득되는 주변형태 데이터로 표현된 실내의 주요지점 형태정보의 예를 나타낸다. 도 9를 참조하면, 주요지점은 실내에서 방, 복도, 출입구 등이 될 수 있다. 여기서, 방의 주요지점 형태정보(30)는 방 형상을 나타내는 면에 근사하는 형태로 표현될 수 있고, 복도의 주요지점 형태정보(40)는 복도 형상을 나타내는 기다란 축 형태를 포함하여 표현될 수 있고, 출입구의 주요지점 형태정보(50)는 출입구 형상을 나타내는 좁은 틈 형태와, 좁은 틈의 양측에 각각 연결된 방 또는 복도 형상을 나타내는 면에 근사하는 형태를 포함하여 표현될 수 있다.
- [0042] 본 발명의 실시예에 따르면, 페루프 검사 수행을 위하여 사용되는 주요지점은 방과 복도 사이 또는 제1 복도와 제2 복도 사이와 같이, 하나의 공간에서 다른 공간으로의 이동이 이루어지는 출입구 주변으로 결정될 수 있다. 예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이, 자율주행 로봇(100)은 미리 설정된 출입구의 주요지점 형태정보(50)를 이용하여 출입구를 식별한 후, 출입구 통과 전후 각각의 지점을 주요지점으로 결정할 수 있다. 즉, 자율주행 로봇(100)은 방1과 복도1 사이의 출입구를 중심으로 방1 및 복도1에 각각 주요지점을 설정할 수 있고, 마찬가지로, 복도1과 복도2 사이의 출입구를 중심으로 복도1 및 복도2에 각각 주요지점을 설정할 수 있고, 복도2와 방2 사이의 출입구를 중심으로 복도2 및 방2에 각각 주요지점을 설정할 수 있다.
- [0043] S320 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 결정된 주요지점을 노드로 설정하고, 설정된 노드를 선으로 연결하여 기주행경로를 생성한다.
- [0044] S330 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 기주행경로를 생성함과 동시에, 새로운 주요지점 결정에 따라 새롭게 생성된 새로운 노드와 기설정된 노드의 거리를 산출한다. 예를 들어, 자율주행 로봇(100)은 노드 설정 시, 설정되는 노드에 좌표값을 부여할 수 있으며, 부여된 좌표값을 이용하여 새로운 노드와 기설정된 노드의 유클리디안 거리(Euclidean Distance)를 산출할 수 있다.
- [0045] S340 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 각 기설정된 노드에 대하여 산출된 새로운 노드와 기설정된 노드의 거리가 미리 설정된 임계거리 이하인지 여부를 판단한다. 여기서, 임계거리는 실질적으로 동일한 위치로 판정되는 측정된 위치값들의 위치오차값으로 설정될 수 있다.
- [0046] S350 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 산출된 새로운 노드와 기설정된 노드의 거리가 미리 설정된 임계거리 이하인 기설정된 노드가 존재하는 경우, 새로운 노드가 해당 기설정된 노드의 위치에 중복 생성되어 페루프가 형성된 것으로 판단할 수 있다.
- [0047] S360 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 산출된 새로운 노드와 기설정된 노드의 거리가 모든 기설정된 노드에 대하여 미리 설정된 임계거리를 초과하는 경우, 새로운 노드가 새로운 위치에 생성되어 페루프가 미형성된 것으로 판단할 수 있다.
- [0048] 예를 들어, 도 6을 참조하면, 자율주행 로봇(100)은 순차적으로1번부터 18번까지의 노드를 설정하면서 주행할 수 있다. 이때, 자율주행 로봇(100)은 새로운 노드와 기설정된 노드의 유클리디안 거리를 산출할 수 있다. 즉,

자율주행 로봇(100)은 4번 노드를 생성할 때, 새로운 노드인 4번 노드와 기설정된 노드인 1번, 2번 및 3번 노드 각각의 유클리디안 거리를 산출하고, 1번, 2번 및 3번 노드 중에서 4번 노드와의 유클리디안 거리가 임계거리 이하인 노드가 존재하는지 여부를 확인하여 페루프 형성 여부를 판단할 수 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 만약, 15번 노드 및 16번 노드 설정 시, 15번 노드와 1번 노드의 거리 및 16번 노드와 2번 노드의 거리가 임계거리 이하인 경우, 자율주행 로봇(100)은 페루프가 검출된 것으로 판단할 수 있다. 그래서, 자율주행 로봇(100)은 15번 및 16번 노드를 삭제하여 기주행경로를 수정하고, 15번 및 16번 노드의 위치(즉, 1번 및 2번 노드의 위치)를 회피하여 17번 및 18번 노드를 생성하기 위하여 주행예정경로를 수정하여 설정할 수 있다.

- [0049] 다시, 도 2를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 실내 토폴로지맵 생성 방법에 대하여 설명하기로 한다.
- [0050] S400 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 페루프 검사 결과에 따라 주행예정경로를 설정한다. 즉, 자율주행 로봇(100)은 페루프를 검출한 시점에 새롭게 설정된 노드를 기주행경로에서 삭제하고, 페루프를 형성한 새로운 노드와 기설정된 노드의 위치를 회피하여 주행예정경로를 설정할 수 있다.
- [0051] S500 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 주행 종료 후 최종적으로 획득된 주변형태 데이터를 이용하여 실내 지도를 생성한다.
- [0052] 예를 들어, 라이다 센서를 통해 획득되는 주변형태 데이터는 도 7에 도시된 바와 같은 raw 맵 이미지로 획득될 수 있다. 그리고, 자율주행 로봇(100)은 raw 맵 이미지로 획득된 주변형태 데이터에서 노이즈를 제거하여 도 8에 도시된 바와 같은 실내 지도를 생성할 수 있다. 이때, 자율주행 로봇(100)은 도 8에 도시된 바와 같이, 주행 종료에 따라 생성되는 주행 시작지점부터 주행 종료지점까지의 주행경로(20)를 실내 지도에 표시할 수 있다.
- [0053] S600 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 생성된 실내 지도를 이용하여 실내 토폴로지맵을 생성한다.
- [0054] 이하, 도 4를 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 실내 지도를 이용하여 실내 토폴로지맵을 생성하는 방법을 설명하기로 한다.
- [0055] S610 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 실내지도에 표시된 주행경로(20)를 중심으로 실내지도의 미리 설정된 크기의 영역으로 분할한다.
- [0056] S620 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 분할된 영역의 형태적 특징정보를 추출한다.
- [0057] S630 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 추출된 형태적 특징정보와 미리 설정된 주요지점의 형태적 특징정보를 비교한다.
- [0058] S640 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 비교 결과에 따라, 분할된 각 영역을 추출된 형태적 특징정보와 대응하는 주요지점으로 분류한다.
- [0059] 예를 들어, 도 9는 라이다 센서를 이용하여 획득되는 주변형태 데이터로 표현된 실내의 주요지점의 형태적 특징정보의 예를 나타낸다. 도 9를 참조하면, 주요지점은 실내에서 방, 복도, 출입구 등이 될 수 있다. 여기서, 방의 형태적 특징정보(30)는 방 형상을 나타내는 면에 근사하는 형태로 표현될 수 있고, 복도의 형태적 특징정보(40)는 복도 형상을 나타내는 기다란 축 형태를 포함하여 표현될 수 있고, 출입구의 형태적 특징정보(50)는 출입구 형상을 나타내는 좁은 틈 형태와, 좁은 틈의 양측에 각각 연결된 방 또는 복도 형상을 나타내는 면에 근사하는 형태를 포함하여 표현될 수 있다. 그래서, 자율주행 로봇(100)은 분할된 영역 중 방, 복도 및 출입구에 해당하는 영역을 방, 복도 및 출입구의 주요지점으로 분류하고, 방, 복도 및 출입구에 해당하지 않는 영역은 주요지점이 아닌 나머지 영역으로 분류하거나 분류하지 않고 무시할 수 있다.
- [0060] S650 단계에서, 자율주행 로봇(100)은 분류된 주요지점을 노드로 설정하여 실내 토폴로지맵을 생성한다. 즉, 자율주행 로봇(100)은 설정된 노드를 실내지도에 표시된 주행경로(20)에 따라 선으로 연결하여 실내 토폴로지맵을 생성할 수 있다. 이때, 각 노드에는 방, 복도 또는 출입구와 같이 분류된 주요지점의 속성을 나타내는 식별정보가 표시될 수 있다.
- [0061] 예를 들어, 자율주행 로봇(100)은 도 10에 도시된 바와 같은 실내 토폴로지맵을 생성할 수 있다. 도 10을 참조하면, 방으로 분류된 노드에 표시되는 식별정보는 방을 의미하는 알파벳 R(Room)을 포함하고, 복도로 분류된 노드에 표시되는 식별정보는 복도를 의미하는 알파벳 H(Hallway)를 포함하고, 출입구로 분류된 노드에 표시되는 식별정보는 출입구를 의미하는 알파벳 D(Doorway)을 포함할 수 있다. 그리고, 동일한 속성을 가진 노드들을 구분하기 위하여, 도 10에 도시된 바와 같이, 식별정보는 동일한 속성을 가진 노드들에 부여되는 일련번호를 더 포함할 수 있다.

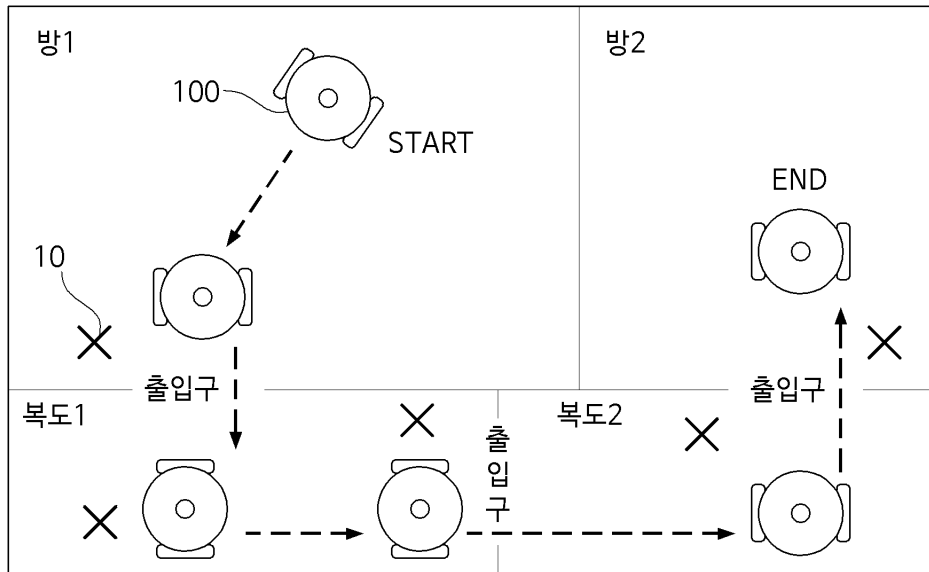
- [0062] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 실내 토폴로지맵을 생성하는 자율주행 로봇의 구성을 개략적으로 예시한 도면이다.
- [0063] 도 11을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 자율주행 로봇(100)은 프로세서(110), 메모리(120), 센서부(130), 주행부(140), 통신부(150) 및 인터페이스부(160)를 포함한다.
- [0064] 프로세서(110)는 메모리(120)에 저장된 처리 명령어를 실행시키는 CPU 또는 반도체 소자일 수 있다.
- [0065] 메모리(120)는 다양한 유형의 휘발성 또는 비휘발성 기억 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리(120)는 ROM, RAM 등을 포함할 수 있다.
- [0066] 예를 들어, 메모리(120)는 본 발명의 실시예에 따른 실내 토폴로지맵 생성 방법을 수행하는 명령어들을 저장할 수 있다. 또한, 메모리(120)는 본 발명의 실시예에 따른 자율주행 로봇(100)의 자율주행 알고리즘을 저장할 수 있다.
- [0067] 센서부(130)는 실내 지도 작성을 위하여 주변형태 데이터를 획득하는 라이다 센서를 포함할 수 있고, 자율주행 로봇(100)이 자율주행을 위하여 실내에서 위치를 측정하기 위한 다양한 측위용 센서를 포함할 수 있다.
- [0068] 주행부(140)는 자율주행 로봇(100)을 주행시키기 위한 수단이다.
- [0069] 통신부(150)는 통신망을 통해 다른 장치들과 데이터를 송수신하기 위한 수단이다.
- [0070] 인터페이스부(160)는 네트워크에 접속하기 위한 네트워크 인터페이스 및 사용자 인터페이스를 포함할 수 있다.
- [0071] 한편, 전술된 실시예의 구성 요소는 프로세스적인 관점에서 용이하게 파악될 수 있다. 즉, 각각의 구성 요소는 각각의 프로세스로 파악될 수 있다. 또한 전술된 실시예의 프로세스는 장치의 구성 요소 관점에서 용이하게 파악될 수 있다.
- [0072] 또한 앞서 설명한 기술적 내용들은 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 실시예들을 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. 하드웨어 장치는 실시예들의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0073] 상기한 본 발명의 실시예는 예시의 목적을 위해 개시된 것이고, 본 발명에 대한 통상의 지식을 가지는 당업자라면 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정, 변경, 부가가 가능할 것이며, 이러한 수정, 변경 및 부가는 하기의 특허청구범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

부호의 설명

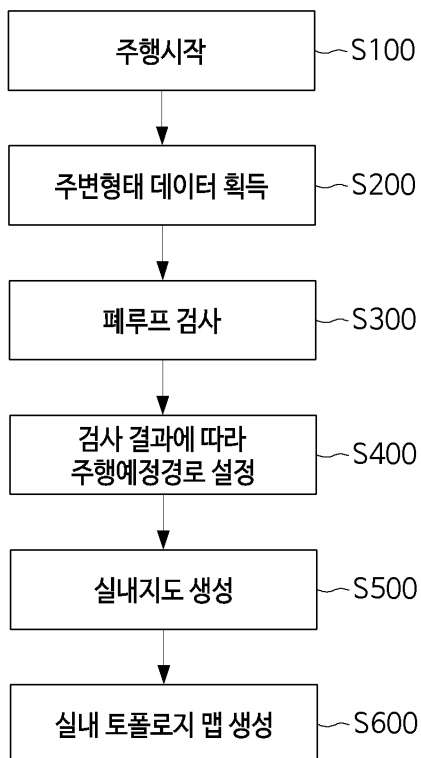
- [0074] 10: 주요지점
- 100: 자율주행 로봇
- 110: 프로세서
- 120: 메모리
- 130: 센서부
- 140: 주행부
- 150: 통신부
- 160: 인터페이스부

도면

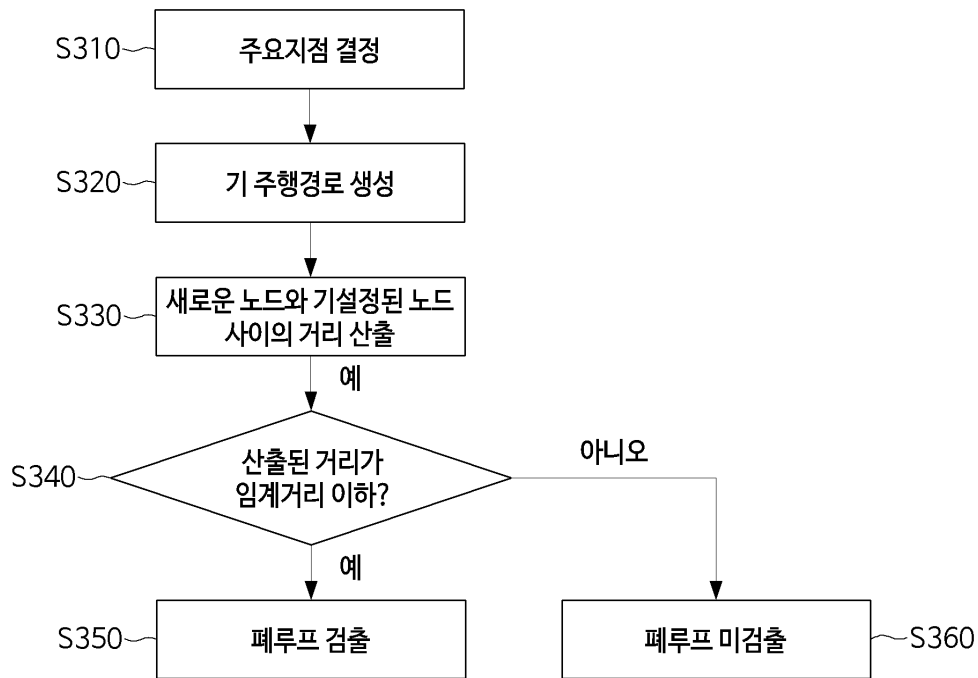
도면1



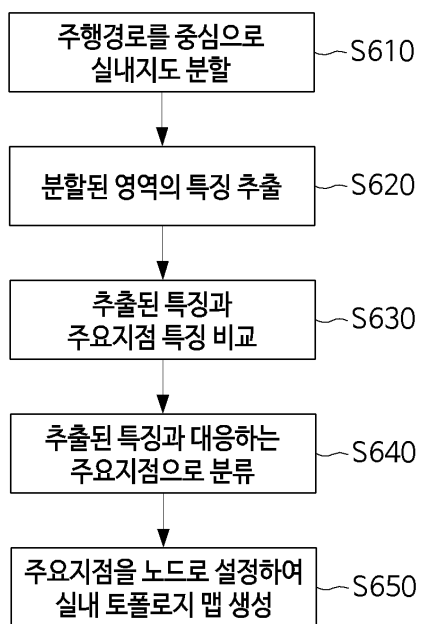
도면2



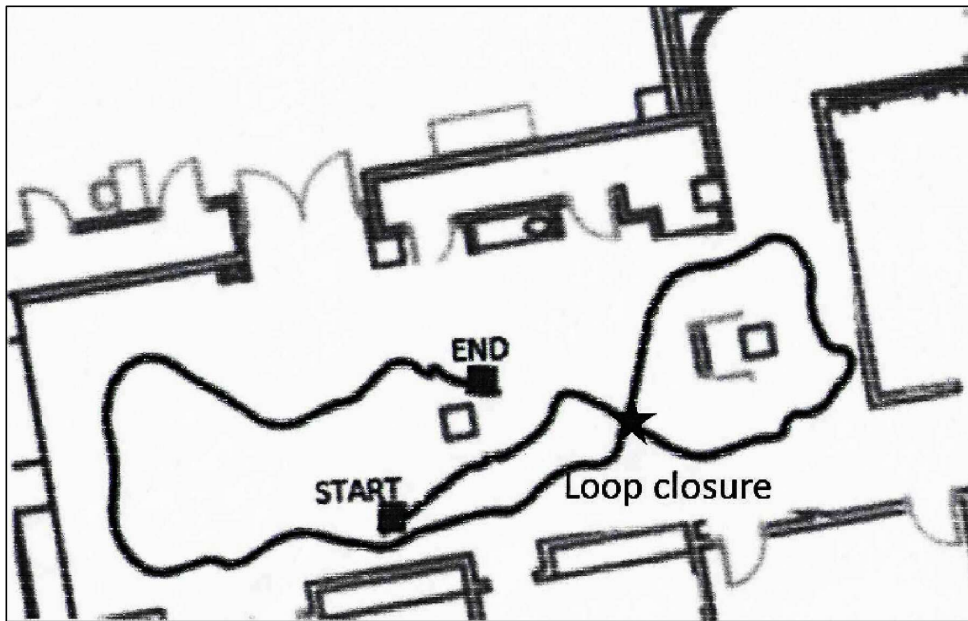
도면3



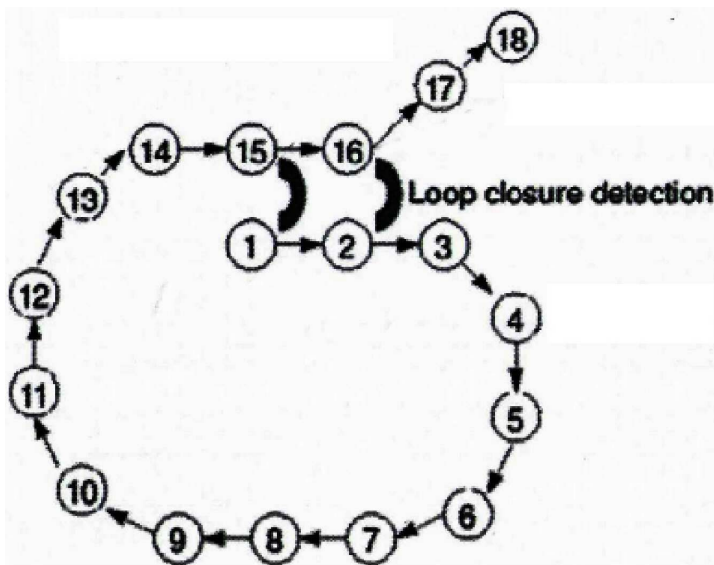
도면4



도면5



도면6



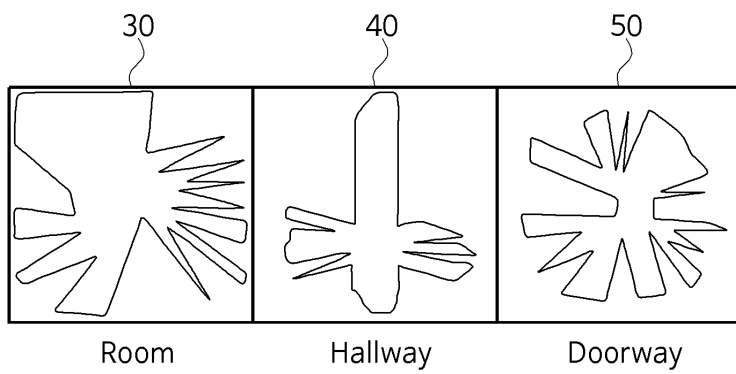
도면7



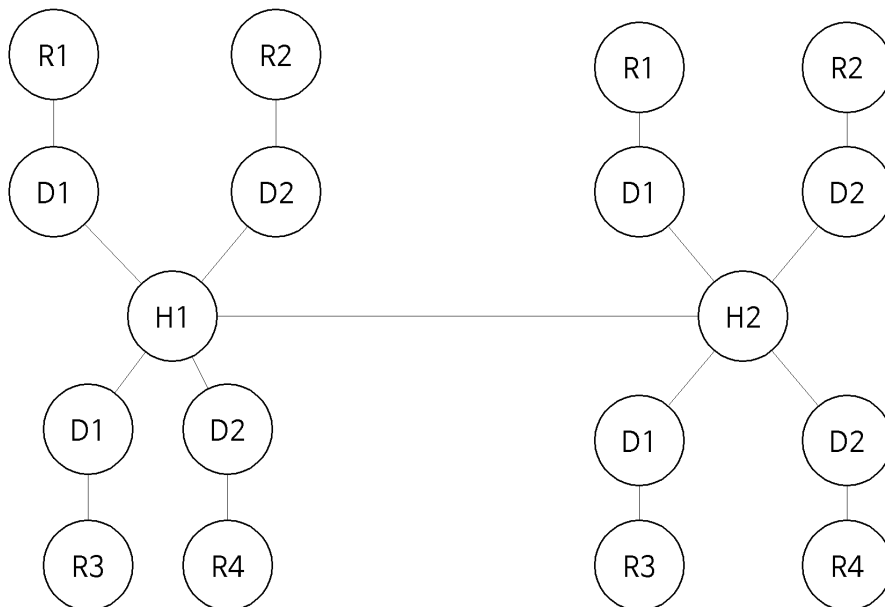
도면8



도면9



도면10



도면11

100

