



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0082882
(43) 공개일자 2025년06월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G05D 1/246 (2024.01) G01S 17/89 (2020.01)

G05D 1/243 (2024.01) G06T 17/05 (2011.01)

(52) CPC특허분류

G05D 1/246 (2024.01)

G01S 17/89 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2023-0171699

(22) 출원일자 2023년11월30일

심사청구일자 2023년11월30일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

한국기계연구원

대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)

주식회사 트위니

대전광역시 유성구 가정북로 90 (장동)

(72) 발명자

조영근

인천광역시 연수구 랜드마크로 160, 123동 1901호
(송도동, 더샵 송도 마리나베이)

신영식

대전광역시 서구 도안동로 177, 103동 302호 (도안동, 도안신도시 수목토 APT)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 동적 환경에서 자율주행로봇을 위한 정적 지도 생성 방법 및 장치

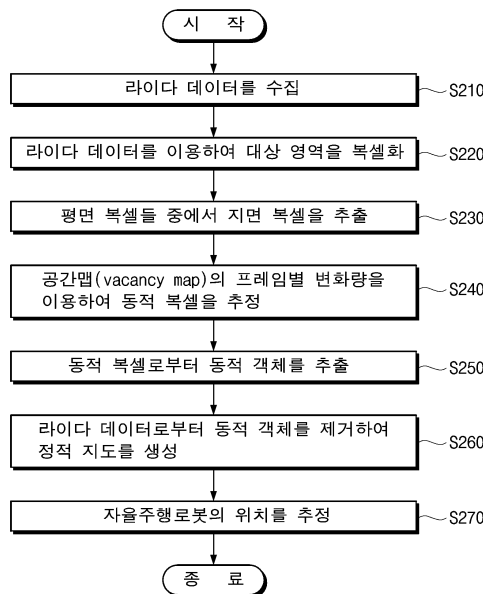
(57) 요약

본 발명은 동적 환경에서 자율주행로봇을 위한 정적 지도 생성 방법 및 장치에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 자율주행을 위한 정적 지도 생성 장치에서 수행되는 정적 지도 생성 방법에 있어서, 대상 영역을 주행하는 자율주행로봇에 장착된 라이다 센서를 통하여 주변을 스캐닝한 라이다 데이터를 획득하는 단계,

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



상기 라이다 데이터를 이용하여 대상 영역을 복셀화 하는 단계, 모든 3차원 복셀들에 대하여 PCA 알고리즘을 적용하여 평면으로 추정되는 복셀들을 선별하고, 평면 복셀들 중에서 지면 복셀을 추출하는 단계, 지면 복셀을 기준으로 상측의 빈 공간에 대한 공간맵(vacancy map)의 프레임별 변화량을 이용하여 동적 복셀을 추정하는 단계, 상기 추정된 동적 복셀로부터 동적 객체를 추출하는 단계, 그리고 상기 라이다 데이터로부터 동적 객체를 제거하여 정적 지도를 생성하는 단계를 포함한다.

본 발명에 따르면, 라이다 센서로부터 획득한 데이터에서 동적 객체를 제거함으로써, 정적 객체만을 이용하여 정적 지도를 생성할 수 있다. 또한, 동적 객체가 제거된 정적 지도를 통해 위치 추정을 수행하므로 자율주행로봇의 위치 추정 정확도 또한 향상된다.

(52) CPC특허분류

G05D 1/243 (2024.01)

G06T 17/05 (2013.01)

(72) 발명자

박주현

광주광역시 광산구 금봉로 106, 112동 802호 (우산동, 세계수영선수촌 중흥에스-클래스 센트럴)

강길환

경기도 안양시 만안구 덕천로 140, 2동 905호 (안양동, 준마아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711200489
 과제번호 00302589
 부처명 과학기술정보통신부
 과제관리(전문)기관명 한국연구재단
 연구사업명 STEAM연구
 연구과제명 Planet-Ex: 행성의 지속적 자율탐사를 위한 자가성장형 이중 군집로봇 융합연구
 기 여 율 30/100
 과제수행기관명 인하대학교
 연구기간 2023.09.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711193695
 과제번호 2022-0-00448-002
 부처명 과학기술정보통신부
 과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
 연구사업명 사람중심인공지능핵심원천기술개발
 연구과제명 인간처럼 회상이 가능한 인공 신경망 지속학습 플랫폼 개발
 기 여 율 20/100
 과제수행기관명 인하대학교 산학협력단
 연구기간 2023.01.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711184394
 과제번호 2021R1G1A1009941
 부처명 과학기술정보통신부
 과제관리(전문)기관명 한국연구재단
 연구사업명 개인기초연구(과기정통부)
 연구과제명 수중/재난 환경에서의 로봇의 자율주행 및 임무 수행을 위한 센싱 강건화 기술 개발
 기 여 율 20/100
 과제수행기관명 인하대학교
 연구기간 2023.03.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415188402
 과제번호 P0017124
 부처명 산업통상자원부
 과제관리(전문)기관명 한국산업기술진흥원
 연구사업명 산업혁신인재성장지원
 연구과제명 신산업융합 생태계 구축을 위한 인공지능 기반 임베디드시스템 고급인력양성
 기 여 율 10/100
 과제수행기관명 (사단)한국정보산업연합회
 연구기간 2023.03.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615013176
 과제번호 00143717
 부처명 국토교통부
 과제관리(전문)기관명 국토교통과학기술진흥원
 연구사업명 고부가가치융복합물류배송인프라혁신기술개발사업
 연구과제명 말단배송 로봇 및 운영기술 개발
 기 여 율 20/100
 과제수행기관명 한국기계연구원
 연구기간 2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

자율주행을 위한 정적 지도 생성 장치에서 수행되는 정적 지도 생성 방법에 있어서,
 대상 영역을 주행하는 자율주행로봇에 장착된 라이다 센서를 통하여 주변을 스캐닝한 라이다 데이터를 획득하는 단계,
 상기 라이다 데이터를 이용하여 대상 영역을 복셀화 하는 단계,
 모든 3차원 복셀들에 대하여 PCA 알고리즘을 적용하여 평면으로 추정되는 복셀들을 선별하고, 평면 복셀들 중에서 지면 복셀을 추출하는 단계,
 지면 복셀을 기준으로 상층의 빈 공간에 대한 공간맵(vacancy map)의 프레임별 변화량을 이용하여 동적 복셀을 추정하는 단계,
 상기 추정된 동적 복셀로부터 동적 객체를 추출하는 단계, 그리고
 상기 라이다 데이터로부터 동적 객체를 제거하여 정적 지도를 생성하는 단계를 포함하는 정적 지도 생성 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 정적 지도와 라이다 데이터를 이용하여 상기 자율주행로봇의 위치를 추정하는 단계를 더 포함하는 정적 지도 생성 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,
 상기 지면 복셀을 추출하는 단계는,
 평면 복셀들 중에서 노멀 벡터(normal vector)가 지상을 향하는 복셀들을 지면 복셀로 결정하는 정적 지도 생성 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
 상기 동적 복셀을 추정하는 단계는,
 상기 지면 복셀과 상기 지면 복셀을 제외한 가장 낮은 포인트 지점 사이에 존재하는 복셀의 개수를 이용하여 공간 스코어(vacancy score)를 산출하는 단계,
 상기 공간 스코어를 이용하여 3차원 복셀에 대한 공간 맵을 생성하는 단계, 그리고
 프레임 별 공간 맵의 변화량이 기준값보다 큰 복셀을 동적 복셀로 추정하는 단계를 포함하는 정적 지도 생성 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,
 상기 추정된 동적 복셀로부터 동적 객체를 추출하는 단계는,
 상기 동적 복셀로 추정된 영역을 더 작은 크기의 복셀들로 분할하는 단계, 그리고
 분할된 복셀들에 대한 공간 맵의 변화량을 이용하여 최종적으로 동적 객체를 추정하는 단계를 포함하는 정적 지

도 생성 방법.

청구항 6

자율주행을 위한 정적 지도 생성 장치에 있어서,

대상 영역을 주행하는 자율주행로봇에 장착된 라이다 센서를 통하여 주변을 스캐닝하여 라이다 데이터를 획득하는 데이터 수집부,

상기 라이다 데이터를 이용하여 대상 영역을 복셀화 하는 복셀화부,

모든 3차원 복셀들에 대하여 PCA 알고리즘을 적용하여 평면으로 추정되는 복셀들을 선별하고, 평면 복셀들 중에서 지면 복셀을 추출하는 지면 복셀 추출부,

지면 복셀을 기준으로 상측의 빈 공간에 대한 공간맵(vacancy map)의 프레임별 변화량을 이용하여 동적 복셀을 추정하고, 상기 추정된 동적 복셀로부터 동적 객체를 추출하는 동적 객체 추출부, 그리고

상기 라이다 데이터로부터 동적 객체를 제거하여 정적 지도를 생성하는 정적 지도 생성부를 포함하는 정적 지도 생성 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 정적 지도와 라이다 데이터를 이용하여 상기 자율주행로봇의 위치를 추정하는 위치 추정부를 더 포함하는 정적 지도 생성 장치.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 지면 복셀 추출부는,

평면 복셀들 중에서 노멀 벡터(normal vector)가 지상을 향하는 복셀들을 지면 복셀로 결정하는 정적 지도 생성 장치.

청구항 9

청구항 6에 있어서,

상기 동적 객체 추출부는,

상기 지면 복셀과 상기 지면 복셀을 제외한 가장 낮은 포인트 지점 사이에 존재하는 복셀의 개수를 이용하여 공간 스코어(vacancy score)를 산출하고,

상기 공간 스코어를 이용하여 3차원 복셀에 대한 공간 맵을 생성하며,

프레임 별 공간 맵의 변화량이 기준값보다 큰 복셀을 동적 복셀로 추정하는 정적 지도 생성 장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 동적 객체 추출부는,

상기 동적 복셀로 추정된 영역을 더 작은 크기의 복셀들로 분할하고,

분할된 복셀들에 대한 공간 맵의 변화량을 이용하여 최종적으로 동적 객체를 추정하는 정적 지도 생성 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 동적 환경에서 자율주행로봇을 위한 정적 지도 생성 방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 동적 환경에서 실시간으로 동적객체를 제거하면서 정적 지도를 생성할 수 있는 정적 지도 작성 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 도시 환경에서 자율주행을 위해서는 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping), 즉 동시 로컬라이제이션과 매핑(Mapping)이 필수적이다. 실제 환경에는 차량, 자전거 및 보행자와 같은 동적 객체가 많이 있음에도 불구하고 대부분의 광 감지 및 범위(LiDAR) SLAM 방법은 비교적 정적인 환경을 위해 개발되었다.

[0003] SLAM 알고리즘은 특히 자율주행 이동체에 사용되어 주변 환경지도를 작성하는 동시에 이동체의 현재 위치를 작성된 환경지도 안에서 인식하는 기법을 지칭한다. 이때 자율주행 이동체는, 자율주행으로 스스로 이동이 가능한 차량, 로봇, 전자 기기 등을 포함한다. SLAM 기반의 이동로봇 자율주행(Navigation)에서 가장 중요한 기술은, 로봇의 현재 자기 위치를 파악하는 로봇 현지화(Localization) 기술이다.

[0004] 임의의 공간에서 강력하고 효율적인 자율주행을 달성하기 위해서는 사전에 현지화 및 매핑을 위한 정적 정보를 구축하는 것이 필수적이다. 자율주행을 위한 지역화 및 매핑 측면에서 동적 객체는 성능을 저하시키는 대표적인 요소이다.

[0005] 이에 따라 동적 객체를 제거하기 위한 다양한 알고리즘들이 개발되어 왔다. 3D LiDAR가 장착된 차량의 동적 물체 이러한 정적 정보는 주어진 데이터 종류나 센서 특성에 따라 특징, 점유 그리드, 복셀, 포인트 클라우드 등 다양한 형태로 지도로 저장된다.

[0006] 그러나, 자율주행 로봇을 위해 활용되는 기존의 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 기반의 지도 작성 기술은 동적 환경이나 객체를 고려하고 있지 않다.

[0007] 특히, 도시 환경에서는 많은 물체와 구조물이 예고 차량을 둘러싸고 있다. 따라서, 정적인 물체와 동적인 물체를 인식하는 강력한 SLAM은 자율주행차에 필수적이다. 또한 도시 환경에서 동적인 물체는 크기, 모양, 속도가 다양하기 때문에 자아 운동의 정확한 자세를 추정하기가 어렵다.

[0008] 종래의 발명은 동적 객체를 고려한 지도작성 기술이라 할지라도, 데이터 취득 후 후처리단계에서만 동적 객체가 제거 가능하다는 문제점이 있다.

[0009] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제10-2169283호(2020.10.23 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 동적 환경에서 실시간으로 동적객체를 제거하면서 정적 지도를 생성할 수 있는 정적 지도 생성 방법 및 장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명에 따르면, 자율주행을 위한 정적 지도 생성 장치에서 수행되는 정적 지도 생성 방법에 있어서, 대상 영역을 주행하는 자율주행로봇에 장착된 라이다 센서를 통하여 주변을 스캐닝한 라이다 데이터를 획득하는 단계, 상기 라이다 데이터를 이용하여 대상 영역을 복셀화 하는 단계, 모든 3차원 복셀들에 대하여 PCA 알고리즘을 적용하여 평면으로 추정되는 복셀들을 선별하고, 평면 복셀들 중에서 지면 복셀을 추출하는 단계, 지면 복셀을 기준으로 상측의 빈 공간에 대한 공간맵(vacancy map)의 프레임별 변화량을 이용하여 동적 복셀을 추정하는 단계, 상기 추정된 동적 복셀로부터 동적 객체를 추출하는 단계, 그리고 상기 라이다 데이터로부터 동적 객체를 제거하여 정적 지도를 생성하는 단계를 포함한다.

[0012] 상기 정적 지도와 라이다 데이터를 이용하여 상기 자율주행로봇의 위치를 추정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0013] 상기 지면 복셀을 추출하는 단계는, 평면 복셀들 중에서 노멀 벡터(normal vector)가 지상을 향하는 복셀들을 지면 복셀로 결정할 수 있다.

[0014] 상기 동적 복셀을 추정하는 단계는, 상기 지면 복셀과 상기 지면 복셀을 제외한 가장 낮은 포인트 지점 사이에 존재하는 복셀의 개수를 이용하여 공간 스코어(vacancy score)를 산출하는 단계, 상기 공간 스코어를 이용하여

3차원 복셀에 대한 공간 맵을 생성하는 단계, 그리고 프레임 별 공간 맵의 변화량이 기준값보다 큰 복셀을 동적 복셀로 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 추정된 동적 복셀로부터 동적 객체를 추출하는 단계는, 상기 동적 복셀로 추정된 영역을 더 작은 크기의 복셀들로 분할하는 단계, 그리고 분할된 복셀들에 대한 공간 맵의 변화량을 이용하여 최종적으로 동적 객체를 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 자율주행을 위한 정적 지도 생성 장치에 있어서, 대상 영역을 주행하는 자율주행로봇에 장착된 라이다 센서를 통하여 주변을 스캐닝하여 라이다 데이터를 획득하는 데이터 수집부, 상기 라이다 데이터를 이용하여 대상 영역을 복셀화 하는 복셀화부, 모든 3차원 복셀들에 대하여 PCA 알고리즘을 적용하여 평면으로 추정되는 복셀들을 선별하고, 평면 복셀들 중에서 지면 복셀을 추출하는 지면 복셀 추출부, 지면 복셀을 기준으로 상층의 빈 공간에 대한 공간맵(vacancy map)의 프레임별 변화량을 이용하여 동적 복셀을 추정하고, 상기 추정된 동적 복셀로부터 동적 객체를 추출하는 동적 객체 추출부, 그리고 상기 라이다 데이터로부터 동적 객체를 제거하여 정적 지도를 생성하는 정적 지도 생성부를 포함한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 라이다 센서로부터 획득한 데이터에서 동적 객체를 제거함으로써, 정적 객체만을 이용하여 정적 지도를 생성할 수 있다. 또한, 동적 객체가 제거된 정적 지도를 통해 위치 추정을 수행하므로 자율주행로봇의 위치 추정 정확도 또한 향상된다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자율주행로봇의 자율주행을 위한 정적 지도 생성 장치의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 정적 지도 생성 방법을 나타내는 순서도이다.

도 3은 도 2의 S220 단계에서 S260단계까지의 과정을 설명하기 위한 개념도이다.

도 4는 라이다 데이터에 대한 조감도 이미지를 나타낸 예시도이다.

도 5는 도 2에 따른 S240단계를 설명하기 위한 순서도이다.

도 6a 및 도 6b는 동적 객체의 이동에 따른 공간 맵(vacancy map)의 프레임별 변화를 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0020] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0021] 임의의 환경에 자율주행로봇을 투입하여 자율주행 시스템을 구축하기 위해서는 해당 구역에 대한 지도가 요구된다. 지도를 통해 자율주행로봇은 현재 위치를 파악할 수 있고 목적 위치까지의 경로를 계획할 수 있다.

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자율주행로봇의 자율주행을 위한 정적 지도 생성 장치의 구성도이다.

[0023] 도 1에 도시한 것처럼, 본 발명의 실시예에 따른 SLAM을 기반으로 하는 정적 지도 생성 장치(100)는 데이터 수집부(110), 복셀화부(120), 지면 복셀 추출부(130), 동적 객체 추출부(140) 및 정적 지도 생성부(150)를 포함하며, 위치 추정부(160)를 추가적으로 더 포함할 수 있다.

[0024] 먼저, 데이터 수집부(110)는 대상 영역을 주행하는 자율주행로봇에 장착된 라이다 센서를 통하여 주변을 스캐닝하여 라이다 데이터를 획득한다.

- [0025] 라이다 센서(Light Detection And Ranging, LIDAR)는 자율주행로봇에 장착되어 목표물의 반사율, 위치정보 등을 포함하는 포인트 클라우드 정보를 자율주행로봇에 제공할 수 있다. 보다 구체적으로, 라이다 센서는 자율주행로봇의 주변 목표물(객체)에 빛을 방출하고 빛이 돌아오기까지 걸리는 시간 및 강도를 측정해 목표물의 거리, 반사율, 방향, 속도, 온도, 물질 분포 및 농도특성을 감지할 수 있다.
- [0026] 또한 라이다 센서는 감지된 라이다 정보들을 포인트 클라우드로 수집하여 실시간으로 3차원 지도를 생성하는데 사용할 수 있다. 라이다 센서는 SLAM 기반 정적 지도 생성 장치(100)와 네트워크를 통해 연결되어 다양한 라이다 데이터를 포함하는 정보들을 송수신할 수 있다.
- [0027] 그리고, 복셀화부(120)는 스캐닝된 라이다 데이터를 이용하여 대상 영역을 복셀화한다.
- [0028] 지면 복셀 추출부(130)는 모든 3차원 복셀들에 대하여 PCA 알고리즘을 적용하여 평면으로 추정되는 복셀들을 선별하고, 평면 복셀들 중에서 지면 복셀을 추출한다.
- [0029] 다음으로, 동적 객체 추출부(140)는 지면 복셀을 기준으로 상층의 빈 공간에 대한 공간맵(vacancy map)의 프레임별 변화량을 이용하여 동적 복셀을 추정하고, 상기 추정된 동적 복셀로부터 동적 객체를 추출한다.
- [0030] 정적 지도 생성부(150)는 라이다 데이터로부터 동적 객체를 제거하여 정적 지도를 생성한다.
- [0031] 그리고, 위치 추정부(160)는 정적 지도와 라이다 데이터를 이용하여 정적 지도를 기반으로 하여 자율주행로봇의 위치를 추정한다.
- [0032] 이하에서는 도 2 내지 도 6을 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 자율주행을 위한 정적 지도 생성 방법에 대하여 설명한다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 정적 지도 생성 방법을 나타내는 순서도이고, 도 3은 도 2의 S220 단계에서 S260단계까지의 과정을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0034] 먼저, 데이터 수집부(110)는 대상 영역을 주행하는 자율주행로봇에 장착된 라이다 센서를 통하여 주변을 스캐닝하고 라이다 데이터를 수집한다(S210).
- [0035] 여기서 자율주행로봇은 자율주행차량, 자율 이동체, 자율이동로봇, 무인로봇을 모두 포함하는 개념으로, 이동 중인 자율주행로봇의 전방에 탑재된 라이다 센서를 통하여 주변을 스캔하면, 반사된 데이터를 통해 정적 지도 생성 장치(100)는 클라우드 포인트 정보를 포함하는 라이다 데이터를 획득한다.
- [0036] 데이터 수집부(110)는 라이다 데이터로부터 대상 영역에 존재하는 정적 객체와 동적 객체에 대한 거리, 반사율, 방향, 속도, 온도, 물질 분포 및 농도특성 정보 중에서 적어도 하나를 획득할 수 있다.
- [0037] 다음으로, 복셀화부(120)는 라이다 데이터를 이용하여 대상 영역을 3차원으로 복셀화한다(S220).
- [0038] 즉, 복셀화부(120)는 라이다 데이터에 포함된 포인트 클라우드를 기반으로 주변 영역에 대하여 육면체 형태의 3차원 복셀을 생성하고, 복셀을 복수의 셀들로 분할한다. 그리고, 복셀화부(120)는 수신된 포인트 클라우드 데이터에 포함된 복수의 포인트들을 복수의 셀들 각각에 배치할 수 있다.
- [0039] 그리고, 지면 복셀 추출부(130)는 모든 3차원 복셀들에 대하여 PCA 알고리즘을 적용하여 평면으로 추정되는 복셀들을 선별하고, 평면 복셀들 중에서 지면 복셀을 추출한다(S230).
- [0040] 즉, 지면 복셀 추출부(130)는 모든 3차원 복셀들에 대응하는 3차원 좌표값들에 대해 PCA(Principle Component Analysis) 알고리즘을 적용하여 3차원 좌표값들 중 특이값을 제거하고, 특이값이 제거된 나머지 3차원 좌표값들을 이용하여 평면으로 추정되는 평면 복셀을 1차적으로 선별(Plane extraction)한다.
- [0041] 본 발명의 실시예에 따른 정적 지도 생성 장치(100)는 PCA(Principle Component Analysis) 알고리즘을 적용하여 특이값을 제거하는 방식으로 라이다 신호의 노이즈를 제거함으로써, 라이다 신호를 통해 생성되는 해당 지역 정보는 물론 지형 정보의 정밀도를 개선할 수 있다.
- [0042] 그리고, 지면 복셀 추출부(130)는 평면 복셀들 중에서 노멀 벡터(normal vector)가 지상을 향하는 복셀들을 지면 복셀로 추출(Ground extraction)한다. 이와 같이 검출된 지면 영역에 대응하는 지면 복셀은 동적 객체 감지를 위한 사전 정보로 활용된다.
- [0043] 도 4는 라이다 데이터에 대한 조감도 이미지를 나타낸 예시도이다.

- [0044] 도 4에 나타난 것처럼, 지면 복셀은 노란색으로 표시되며, 동적 물체로 감지된 복셀은 초록색으로 표시한다.
- [0045] 도 4에서 보는 것처럼, 대부분의 동적 물체는 주로 차량 혹은 보행자이며, 해당 동적물체는 모두 지면 위에서 움직인다는 공통점 존재한다는 것을 알 수 있다.
- [0046] 즉, 도 4와 같이 라이다 데이터(LiDAR data)를 조감도 이미지로 나타냈을 때, 동적 객체는 지면 영역 주위에만 존재한다고 가정할 수 있다.
- [0047] 이와 같은 가정을 이용하면, 동적 객체 검출 시 지면의 주변 영역에서만 동적 물체 검출 알고리즘을 적용하여 연산 효율성 확보할 수 있다.
- [0048] 다음으로, 동적 객체 추출부(140)는 지면 복셀을 기준으로 상측의 빈 공간에 대한 공간맵(vacancy map)의 프레임별 변화량을 이용하여 동적 복셀을 추정한다(S240).
- [0049] 이하에서는 도 5 및 도 6을 이용하여 S240단계에 대하여 더욱 상세하게 설명한다.
- [0050] 도 5는 도 2에 따른 S240단계를 설명하기 위한 순서도이고, 도 6a 및 도 6b는 동적 객체의 이동에 따른 공간 맵(vacancy map)의 프레임별 변화를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0051] 먼저, 동적 객체 추출부(140)는 지면 복셀과 지면 복셀을 제외한 가장 낮은 포인트 지점 사이에 존재하는 복셀의 개수를 이용하여 공간 스코어(vacancy score)를 산출한다(S241).
- [0052] 도 6에서 보는 바와 같이, 지면 복셀(ground)을 기준으로 최소 높이의 복셀(minimum height voxel)까지의 빈 공간(vacant space)에 존재하는 복셀의 개수를 카운팅하여 공간 스코어를 산출한다.
- [0053] 예를 들어, 해당 지면 복셀에 나무가 심어져 있는 경우에는 해당 지면의 공간 스코어는 0이 되고, 지붕이나 천장의 높이 변화에 따라 공간 스코어도 각각 다르게 설정된다.
- [0054] 따라서 층고가 높은 건물일수록 해당 지면 복셀의 공간 스코어도 증가하게 된다.
- [0055] 그리고, 동적 객체 추출부(140)는 S241단계에서 획득한 공간 스코어를 이용하여 3차원 복셀에 대한 공간 맵(vacancy map)을 생성한다(S242).
- [0056] 특히, 도 6a는 t-1 시점에서 공간 맵을 나타낸 것이고, 도 6b는 다음 프레임에 해당하는 t 시점에서의 공간 맵을 예시적으로 나타낸 것이다.
- [0057] 도 6a 및 도 6b에 나타난 것처럼, 동적 객체 추출부(140)는 각각의 지면 복셀에 대응하는 공간 스코어를 위치에 따라 매핑하여 공간 맵을 생성한다.
- [0058] 다음으로 동적 객체 추출부(140)는 공간 맵 내의 공간 스코어의 프레임 별 변화량을 통하여 동적 복셀을 추정한다(S243).
- [0059] 도 6a 및 도 6b에서 보는 것처럼, 빨간 색 박스 표시한 사람이 움직이는 동안 공간 맵 상의 공간 스코어는 변하게 된다. 즉, 사람은 지면 위를 걸어다니므로, 사람이 지나가는 지면의 공간 스코어는 “0”이 된다. 따라서, 사람이 지나가는 동안 공간 스코어가 “0”이 되는 지면의 위치가 시점에 따라 변하게 되므로, 동적 객체 추출부(140)는 공간 스코어의 변화량을 통해 동적 복셀을 추정할 수 있다.
- [0060] 또한, 동적 객체가 아닌 지면 위에 낙엽 등이 떨어져서 공간 스코어가 변할 수도 있으므로, 동적 객체 추출부(140)는 공간 스코어의 프레임 별 변화량이 기준값보다 큰 경우에만 해당 복셀을 동적 복셀로 추정할 수 있다.
- [0061] 그리고, 동적 객체 추출부(140)는 추정된 동적 복셀로부터 동적 객체를 추출한다(S250).
- [0062] 이때, 동적 객체 추출부(140)는 S240 단계에서 동적 복셀로 추정된 영역을 더 작은 크기의 복셀들로 분할하고, 분할된 복셀들에 대한 공간 맵의 변화량을 이용하여 최종적으로 동적 객체를 추정할 수 있다.
- [0063] 다음으로, 정적 지도 생성부(150)는 라이다 데이터로부터 동적 객체를 제거하여 정적 지도를 생성한다(S260).
- [0064] 즉, 정적 지도 생성부(150)는 S210 단계에서 획득한 라이다 데이터로부터 동적 객체를 제거하고, 정적 객체만을 이용하여 정적 지도를 생성할 수 있다.
- [0065] 그리고, 위치 추정부(160)는 정적 지도를 기반으로 하여 자율주행로봇의 위치를 추정한다(S270).

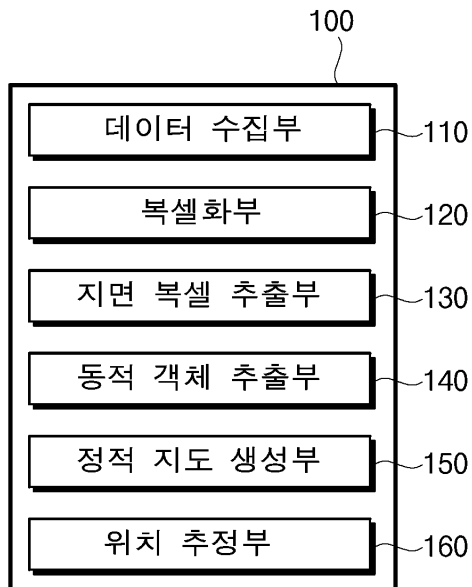
- [0066] 위치 추정부(160)는 S260 단계에서 생성된 정적 지도 데이터와 라이다 데이터를 매칭시켜 자율주행로봇의 최종 위치를 추정할 수 있다.
- [0067] 이때, 동적 객체가 제거된 정적 객체만 이용하여 정적 지도를 생성함으로써, 위치 추정의 정확도도 크게 향상된다.
- [0068] 또한, 위치 추정부(160)는 포인트 클라우드로부터 추출된 포인트를 이용하여 구조물의 형상을 생성하고, 구조물의 위치도 추정할 수 있다.
- [0069] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 라이다 센서로부터 획득한 데이터에서 동적 객체를 제거함으로써, 정적 객체만을 이용하여 정적 지도를 생성할 수 있다. 또한, 동적 객체가 제거된 정적 지도를 통해 위치 추정을 수행하므로 자율주행로봇의 위치 추정 정확도 또한 향상된다.
- [0070] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

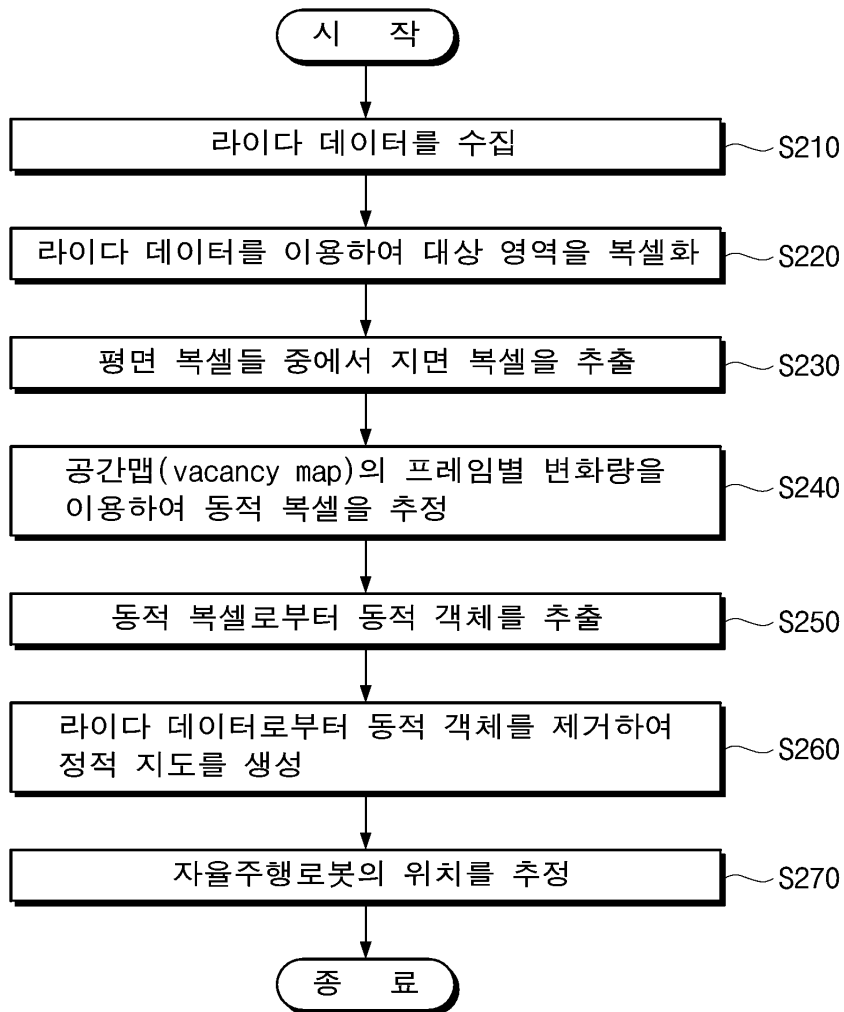
- [0071] 100: 정적 지도 생성 장치 110: 데이터 수집부
120: 복셀화부 130: 지면 복셀 추출부
140: 동적 객체 추출부 150: 정적 지도 생성부
160: 위치 추정부

도면

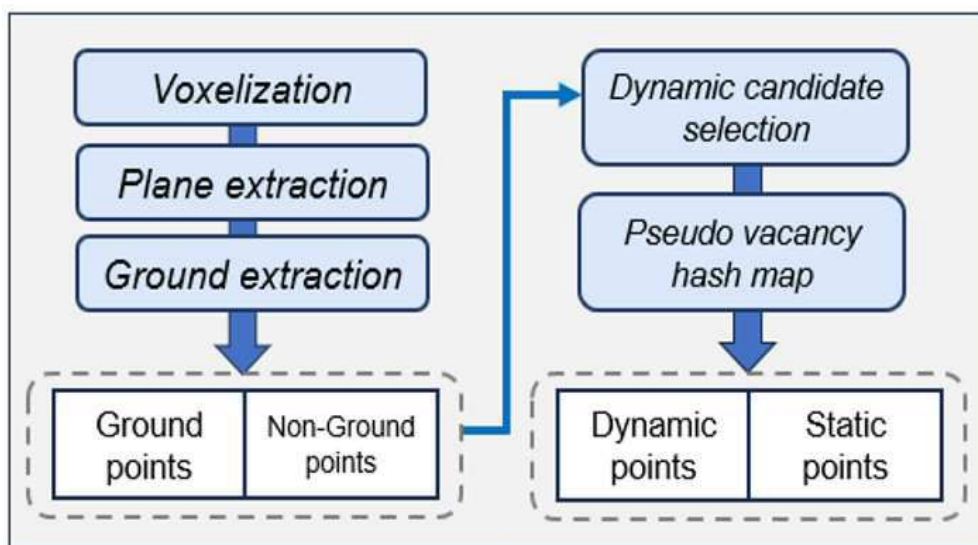
도면1



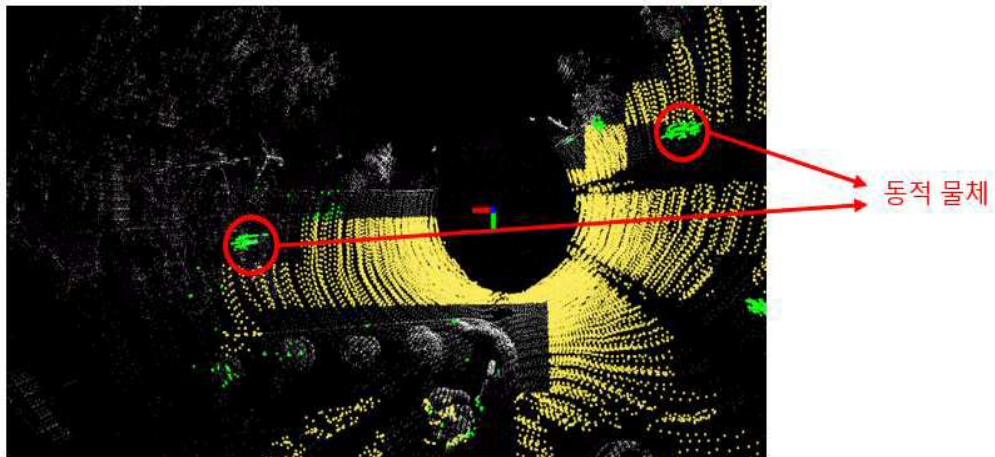
도면2



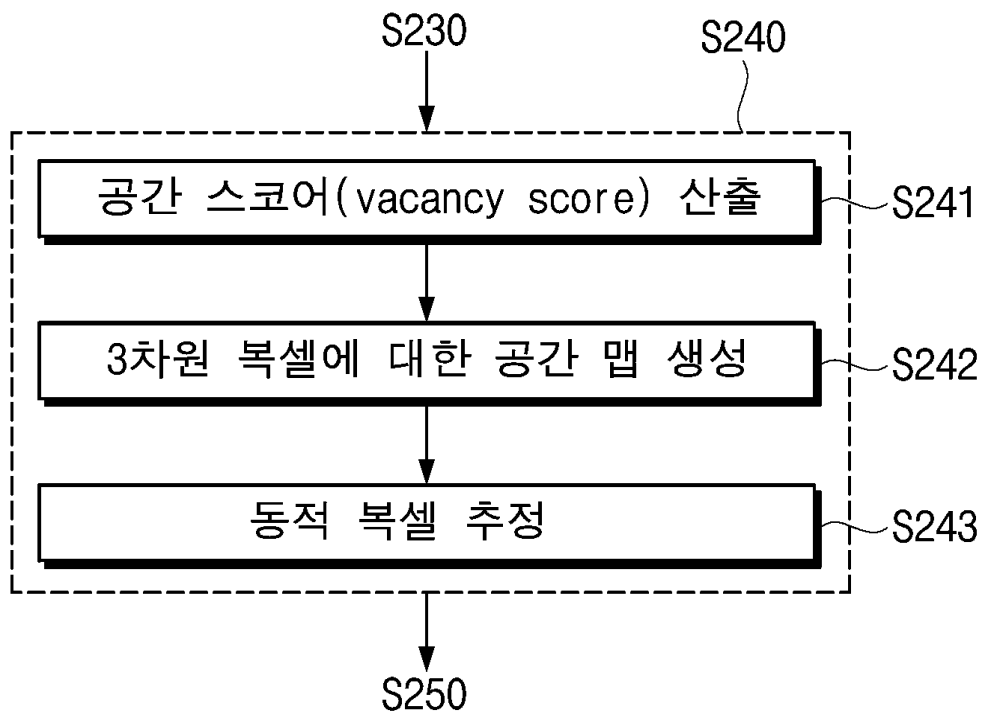
도면3



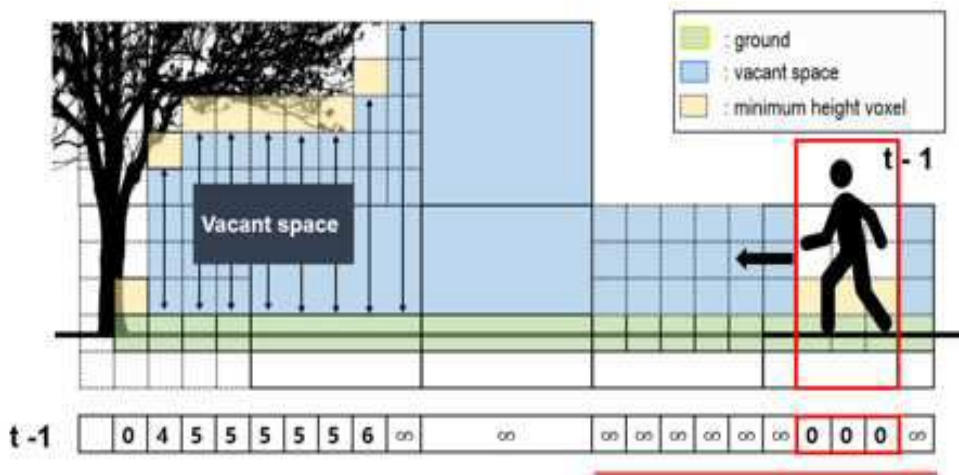
도면4



도면5

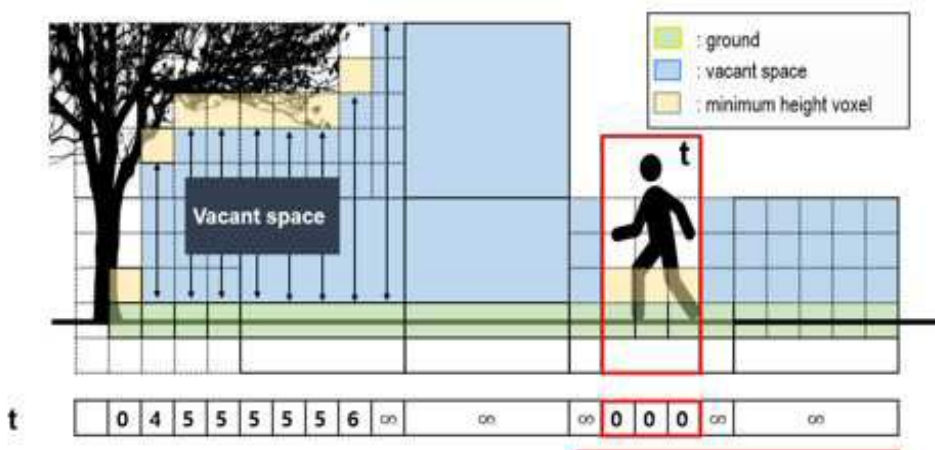


도면6a



[t-1 시점의 vacancy map]

도면6b



[t 시점의 vacancy map]