



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0020288
(43) 공개일자 2024년02월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B25J 9/16 (2006.01) B25J 13/08 (2006.01)
B25J 19/02 (2006.01) B25J 5/00 (2006.01)
G05D 1/00 (2024.01)

(52) CPC특허분류

B25J 9/1664 (2013.01)
B25J 13/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0096620

(22) 출원일자 2022년08월03일

심사청구일자 2022년08월03일

(71) 출원인

국립부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)

(72) 발명자

김창원

부산광역시 남구 분포로 111, 122동 2302호(용호동, 엘지메트로시티)

(74) 대리인

남건필, 박종수, 정지향, 차상윤

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 움직임 인식 기반의 자율 주행 로봇 제어 시스템 및 이를 이용한 자율 주행 로봇 제어 방법

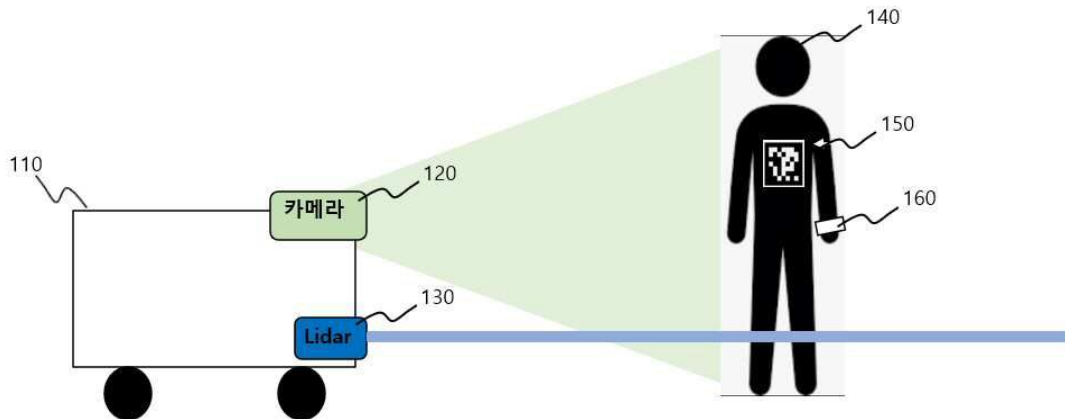
(57) 요약

본 발명은 움직임 인식 기반의 자율 주행 로봇 제어 시스템 및 이를 이용한 자율 주행 로봇 제어 방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 움직임 인식 기반의 자율 주행 로봇 제어 시스템은 자율 주행 로봇을 이동시키는 구동부, 상기 구동부를 제어하여 상기 자율 주행 로봇의 이동을 제어하는 구동 제어부, 상기 자율 주행 로봇의 기 설정된

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1

100



위치에서 기 설정된 방향의 영상을 촬영하는 카메라, 상기 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 상기 자율 주행 로봇의 주변 장애물을 탐지하는 라이다(Lidar), 상기 카메라에서 촬영된 영상을 기초로 영상 내에 포함된 추종 대상 객체를 식별하고, 상기 라이다를 통해 탐지된 주변 장애물을 기초로 상기 추종 대상 객체의 위치를 추정하는 위치 추정부, 상기 카메라에서 촬영된 영상을 기초로 상기 추종 대상 객체의 움직임을 인식하는 움직임 인식부 및 상기 위치 추정부에서 추정된 상기 추종 대상 객체의 위치를 기초로 자율 주행 로봇이 추종 대상 객체를 추종하도록 상기 구동 제어부를 제어하고, 상기 움직임 인식부에서 인식된 움직임에 대응되는 동작을 자율 주행 로봇이 실행하도록 상기 구동 제어부를 제어하는 로봇 제어부를 포함한다.

(52) CPC특허분류

B25J 19/022 (2013.01)

B25J 19/023 (2013.01)

B25J 5/007 (2013.01)

B25J 9/163 (2013.01)

G05D 1/12 (2021.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711161903
과제번호	2021R1F1A1059780
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	모바일 로봇의 자율주행 성능 향상을 위한 심층강화학습 기반의 내비게이션 알고리
준 연구	
기 여 율	100/100
과제수행기관명	부경대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

자율 주행 로봇의 동작을 제어하는 자율 주행 로봇 제어 시스템에 있어서,
 자율 주행 로봇을 이동시키는 구동부;
 상기 구동부를 제어하여 상기 자율 주행 로봇의 이동을 제어하는 구동 제어부;
 상기 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 기 설정된 방향의 영상을 촬영하는 카메라;
 상기 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 상기 자율 주행 로봇의 주변 장애물을 탐지하는 라이다(Lidar);
 상기 카메라에서 촬영된 영상을 기초로 영상 내에 포함된 추종 대상 객체를 식별하고, 상기 라이다를 통해 탐지된 주변 장애물을 기초로 상기 추종 대상 객체의 위치를 추정하는 위치 추정부;
 상기 카메라에서 촬영된 영상을 기초로 상기 추종 대상 객체의 움직임을 인식하는 움직임 인식부; 및
 상기 위치 추정부에서 추정된 상기 추종 대상 객체의 위치를 기초로 자율 주행 로봇이 추종 대상 객체를 추종하도록 상기 구동 제어부를 제어하고, 상기 움직임 인식부에서 인식된 움직임에 대응되는 동작을 자율 주행 로봇이 실행하도록 상기 구동 제어부를 제어하는 로봇 제어부를 포함하는 자율 주행 로봇 제어 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 추종 대상 객체는 기 설정된 식별 마커(marker)를 구비하는 자율 주행 로봇 제어 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 식별 마커는 ArUco Marker를 포함하는 자율 주행 로봇 제어 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 위치 추정부는
 상기 카메라에서 촬영된 영상 내에 포함된 객체 가운데 상기 식별 마커를 구비하는 객체를 추종 대상 객체로 식별하는 객체 식별부; 및
 상기 라이다를 통해 획득된 포인트 클라우드를 군집화하고, 군집화된 특징점 형상들 가운데 상기 추종 대상 객체의 특징점 모델과 대응되는 군집화된 특징점 형상을 식별하여 상기 추종 대상 객체를 식별하며, 해당 식별된 추종 대상 객체의 상대 위치를 추정하는 객체 위치 추정부를 포함하는 자율 주행 로봇 제어 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 추종 대상 객체의 특징점 모델은 상기 객체 식별부에서 식별된 추종 대상 객체에서 추출된 특징점 모델인 자율 주행 로봇 제어 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 추종 대상 객체의 특징점 모델은 기 설정되어 입력된 특징점 모델인 자율 주행 로봇 제어 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 특징점 모델은 기 설정된 높이에서의 작업자의 다리 형상에 대응되는 특징점 모델인 자율 주행 로봇 제어 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 움직임 인식부는

상기 식별된 추종 대상 객체를 포함하는 제1 관심영역(ROI, Region Of Interest)을 설정하고, 상기 제1 관심영역 내 상기 식별된 추종 대상 객체의 움직임을 인식하여 해당 움직임에 대응되는 동작 명령을 생성하며, 생성된 동작 명령을 상기 로봇 제어부로 전송하는 동작 명령 생성부를 포함하는 자율 주행 로봇 제어 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 움직임 인식부는

기 설정된 기준에 따라 상기 식별된 추종 대상 객체의 움직임이 돌발 움직임인지 여부를 식별하는 돌발 움직임 식별부를 더 포함하되,

상기 추종 대상 객체의 움직임이 돌발 움직임으로 식별되는 경우, 상기 동작 명령 생성부는 상기 동작 명령을 생성하지 않는 자율 주행 로봇 제어 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 돌발 움직임 식별부는

하기 수학적 식 1을 기초로 상기 추종 대상 객체의 돌발 움직임 여부를 식별하는 자율 주행 로봇 제어 시스템.

[수학적 식 1]

$$\frac{P_{N_var}}{f_m - f_n} > N_{set}$$

여기에서, f_m 은 영상의 제1 프레임, f_n 은 제2 프레임, P_{N_var} 은 제1 프레임과 제2 프레임 사이에 객체(예를 들어, 작업자) 영역의 위치가 변동된 픽셀의 개수, N_{set} 는 기 설정된 돌발 움직임 기준값

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 로봇 제어부는

상기 자율 주행 로봇의 주행 방향에 상기 자율 주행 로봇의 사이즈에 대응되는 제2 관심영역(ROI)를 설정하고,

상기 위치 추정부에서 (라이다를 통해) 탐지된 주변 장애물의 위치 정보를 기초로 상기 제2 관심영역에 기 설정된 거리 내에 장애물이 위치하지 않도록 상기 구동 제어부를 제어하여 자율 주행 로봇을 이동시키는 자율 주행 로봇 제어 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 로봇 제어부는

해당 자율 주행 로봇과 연결되어 군집 주행하는 제2 자율 주행 로봇을 등록하고, 상기 등록된 제2 자율 주행 로봇에 상기 움직임에 대응되는 동작 명령을 전송하는 자율 주행 로봇 제어 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 로봇 제어부는

해당 자율 주행 로봇의 주행 방향에 해당 자율 주행 로봇의 사이즈에 대응되는 제2 관심영역(ROI) 및 상기 제2 자율 주행 로봇의 사이즈에 대응되는 제3 관심영역(ROI)를 설정하고,

제2 관심영역과 제3 관심영역을 비교하여 회피 관심영역을 설정하며,

상기 위치 추정부에서 (라이다를 통해) 탐지된 주변 장애물의 위치 정보를 기초로 상기 회피 관심영역에 기 설정된 거리 내에 장애물이 위치하지 않도록 상기 구동 제어부를 제어하여 자율 주행 로봇을 이동시키는 자율 주행 로봇 제어 시스템.

청구항 14

자율 주행 로봇의 동작을 제어하는 자율 주행 로봇 제어 시스템에 있어서,

자율 주행 로봇을 이동시키는 구동부;

상기 구동부를 제어하여 상기 자율 주행 로봇의 이동을 제어하는 구동 제어부;

상기 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 기 설정된 방향의 영상을 촬영하는 카메라;

상기 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 상기 자율 주행 로봇의 주변 장애물을 탐지하는 라이다(Lidar);

상기 카메라에서 촬영된 영상을 기초로 영상 내에 포함된 추종 대상 객체를 식별하고, 상기 라이다를 통해 탐지된 주변 장애물을 기초로 상기 추종 대상 객체의 위치를 추정하는 위치 추정부;

상기 추종 대상 객체에 구비된 관성측정장치에서 수신된 움직임 측정 값을 기초로 상기 추종 대상 객체의 움직임을 인식하는 움직임 인식부; 및

상기 위치 추정부에서 추정된 상기 추종 대상 객체의 위치를 기초로 자율 주행 로봇이 추종 대상 객체를 추종하도록 상기 구동 제어부를 제어하고, 상기 움직임 인식부에서 인식된 움직임에 대응되는 동작을 자율 주행 로봇이 실행하도록 상기 구동 제어부를 제어하는 로봇 제어부를 포함하는 자율 주행 로봇 제어 시스템.

청구항 15

카메라가 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 기 설정된 방향의 영상을 촬영하는 단계;

라이다(Lidar)가 상기 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 상기 자율 주행 로봇의 주변 장애물을 탐지하는 단계;

위치 추정부가 상기 카메라에서 촬영된 영상을 기초로 영상 내에 포함된 추종 대상 객체를 식별하고, 상기 라이다를 통해 탐지된 주변 장애물을 기초로 상기 추종 대상 객체의 위치를 추정하는 단계;

움직임 인식부가 상기 카메라에서 촬영된 영상을 기초로 상기 추종 대상 객체의 움직임을 인식하는 단계;

로봇 제어부가 상기 위치 추정부에서 추정된 상기 추종 대상 객체의 위치를 기초로 자율 주행 로봇이 추종 대상 객체를 추종하도록 구동 제어부를 제어하는 단계; 및

로봇 제어부가 상기 움직임 인식부에서 인식된 움직임에 대응되는 동작을 자율 주행 로봇이 실행하도록 상기 구동 제어부를 제어하는 단계를 포함하는 자율 주행 로봇 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자율 주행 로봇 제어 시스템 및 이를 이용한 자율 주행 로봇 제어 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 카메라와 라이다(LIDAR)를 이용하여 객체를 추종하면서 객체의 움직임에 따른 동작을 수행할 수 있는 자율 주행 로봇 제어 시스템 및 이를 이용한 자율 주행 로봇 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 산업발전 가속화와 이커머스의 비약적인 성장으로 인해 물류 처리 업무가 점차 신속하고 복잡해지고 있으며, 이에 따라 물류센터에서 처리되는 물류 자동화 시스템들이 다수 개발되고 있다.

[0003] 실제 산업현장에서는 물류 자동화 시스템과 이에 이용되는 자율 주행 로봇이 이미 적용되고 있다. 자율 주행 로봇은 AGV(Automated Guided Vehicle), AMR(Autonomous Mobile Robot) 등을 포함한다.

[0004] 예를 들어, 물류센터에서 자율 주행 로봇은 상품을 픽업하고 다음 작업장으로 상품을 이동시키는 업무 등을 수행한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 10-2234770(2021.04.02)

(특허문헌 0002) 한국 등록특허 10-2425271(2022.07.21)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 카메라와 라이다(LIDAR)를 이용하여 객체를 추종하면서 객체의 움직임에 따른 동작을 수행할 수 있는 움직임 인식 기반의 자율 주행 로봇 제어 시스템 및 이를 이용한 자율 주행 로봇 제어 방법을 제공한다.

[0007] 본 발명은 단순히 작업자를 추종하는 것이 아니라, 영상 또는 IMU기반의 HRI(Human Robot Interface)를 통해 작업자의 동작을 인식하고 그에 대응되는 동작을 수행하도록 제어할 수 있는 움직임 인식 기반의 자율 주행 로봇 제어 시스템 및 이를 이용한 자율 주행 로봇 제어 방법을 제공한다.

[0008] 본 발명은 로봇에 대한 비전문가도 손쉽게 자율 주행 로봇을 제어할 수 있는 움직임 인식 기반의 자율 주행 로봇 제어 시스템 및 이를 이용한 자율 주행 로봇 제어 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명에 따른 움직임 인식 기반의 자율 주행 로봇 제어 시스템은 자율 주행 로봇을 이동시키는 구동부, 상기 구동부를 제어하여 상기 자율 주행 로봇의 이동을 제어하는 구동 제어부, 상기 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 기 설정된 방향의 영상을 촬영하는 카메라, 상기 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 상기 자율 주행 로봇의 주변 장애물을 탐지하는 라이다(Lidar), 상기 카메라에서 촬영된 영상을 기초로 영상 내에 포함된 추종 대상 객체를 식별하고, 상기 라이다를 통해 탐지된 주변 장애물을 기초로 상기 추종 대상 객체의 위치를 추정하

는 위치 추정부, 상기 카메라에서 촬영된 영상을 기초로 상기 추종 대상 객체의 움직임을 인식하는 움직임 인식부 및 상기 위치 추정부에서 추정된 상기 추종 대상 객체의 위치를 기초로 자율 주행 로봇이 추종 대상 객체를 추종하도록 상기 구동 제어부를 제어하고, 상기 움직임 인식부에서 인식된 움직임에 대응되는 동작을 자율 주행 로봇이 실행하도록 상기 구동 제어부를 제어하는 로봇 제어부를 포함한다.

[0010] 일 실시예에서, 상기 추종 대상 객체는 기 설정된 식별 마커(marker)를 구비할 수 있다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 식별 마커는 ArUco Marker를 포함할 수 있다.

[0012] 일 실시예에서, 상기 위치 추정부는 상기 카메라에서 촬영된 영상 내에 포함된 객체 가운데 상기 식별 마커를 구비하는 객체를 추종 대상 객체로 식별하는 객체 식별부 및 상기 라이다를 통해 획득된 포인트 클라우드를 군집화하고, 군집화된 특징점 형상들 가운데 상기 추종 대상 객체의 특징점 모델과 대응되는 군집화된 특징점 형상을 식별하여 상기 추종 대상 객체를 식별하며, 해당 식별된 추종 대상 객체의 상대 위치를 추정하는 객체 위치 추정부를 포함할 수 있다.

[0013] 일 실시예에서, 상기 추종 대상 객체의 특징점 모델은 상기 객체 식별부에서 식별된 추종 대상 객체에서 추출된 특징점 모델일 수 있다.

[0014] 일 실시예에서, 상기 추종 대상 객체의 특징점 모델은 기 설정되어 입력된 특징점 모델일 수 있다.

[0015] 일 실시예에서, 상기 특징점 모델은 기 설정된 높이에서의 작업자의 다리 형상에 대응되는 특징점 모델일 수 있다.

[0016] 일 실시예에서, 상기 움직임 인식부는 상기 식별된 추종 대상 객체를 포함하는 제1 관심영역(ROI, Region Of Interest)을 설정하고, 상기 제1 관심영역 내 상기 식별된 추종 대상 객체의 움직임을 인식하여 해당 움직임에 대응되는 동작 명령을 생성하며, 생성된 동작 명령을 상기 로봇 제어부로 전송하는 동작 명령 생성부를 포함할 수 있다.

[0017] 일 실시예에서, 상기 움직임 인식부는 기 설정된 기준에 따라 상기 식별된 추종 대상 객체의 움직임이 돌발 움직임인지 여부를 식별하는 돌발 움직임 식별부를 더 포함하되, 상기 추종 대상 객체의 움직임이 돌발 움직임으로 식별되는 경우, 상기 동작 명령 생성부는 상기 동작 명령을 생성하지 않을 수 있다.

[0018] 일 실시예에서, 상기 돌발 움직임 식별부는 하기 수학적 1을 기초로 상기 추종 대상 객체의 돌발 움직임 여부를 식별할 수 있다.

[0019] [수학적 1]

$$\frac{P_{N_var}}{f_m - f_n} > N_{set}$$

[0020]

[0021] 여기에서, f_m 은 영상의 제1 프레임, f_n 은 제2 프레임, P_{N_var} 은 제1 프레임과 제2 프레임 사이에 객체(예를 들어, 작업자) 영역의 위치가 변동된 픽셀의 개수, N_{set} 는 기 설정된 돌발 움직임 기준값

[0022] 일 실시예에서, 상기 로봇 제어부는 상기 자율 주행 로봇의 주행 방향에 상기 자율 주행 로봇의 사이즈에 대응되는 제2 관심영역(ROI)를 설정하고, 상기 위치 추정부에서 (라이다를 통해) 탐지된 주변 장애물의 위치 정보를 기초로 상기 제2 관심영역에 기 설정된 거리 내에 장애물이 위치하지 않도록 상기 구동 제어부를 제어하여 자율 주행 로봇을 이동시킬 수 있다.

[0023] 일 실시예에서, 상기 로봇 제어부는 해당 자율 주행 로봇과 연결되어 군집 주행하는 제2 자율 주행 로봇을 등록하고, 상기 등록된 제2 자율 주행 로봇에 상기 움직임에 대응되는 동작 명령을 전송할 수 있다.

[0024] 일 실시예에서, 상기 로봇 제어부는 해당 자율 주행 로봇의 주행 방향에 해당 자율 주행 로봇의 사이즈에 대응되는 제2 관심영역(ROI) 및 상기 제2 자율 주행 로봇의 사이즈에 대응되는 제3 관심영역(ROI)를 설정하고, 제2 관심영역과 제3 관심영역을 비교하여 회피 관심영역을 설정하며, 상기 위치 추정부에서 (라이다를 통해) 탐지된 주변 장애물의 위치 정보를 기초로 상기 회피 관심영역에 기 설정된 거리 내에 장애물이 위치하지 않도록 상기 구동 제어부를 제어하여 자율 주행 로봇을 이동시킬 수 있다.

[0025] 본 발명에 따른 움직임 인식 기반의 자율 주행 로봇 제어 시스템은 자율 주행 로봇을 이동시키는 구동부, 상기 구동부를 제어하여 상기 자율 주행 로봇의 이동을 제어하는 구동 제어부, 상기 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 기 설정된 방향의 영상을 촬영하는 카메라, 상기 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 상기 자율 주행 로봇의 주변 장애물을 탐지하는 라이다(Lidar), 상기 카메라에서 촬영된 영상을 기초로 영상 내에 포함된 추종 대상 객체를 식별하고, 상기 라이다를 통해 탐지된 주변 장애물을 기초로 상기 추종 대상 객체의 위치를 추정하는 위치 추정부, 상기 추종 대상 객체에 구비된 관성측정장치에서 수신된 움직임 측정 값을 기초로 상기 추종 대상 객체의 움직임을 인식하는 움직임 인식부 및 상기 위치 추정부에서 추정된 상기 추종 대상 객체의 위치를 기초로 자율 주행 로봇이 추종 대상 객체를 추종하도록 상기 구동 제어부를 제어하고, 상기 움직임 인식부에서 인식된 움직임에 대응되는 동작을 자율 주행 로봇이 실행하도록 상기 구동 제어부를 제어하는 로봇 제어부를 포함한다.

[0026] 본 발명에 따른 움직임 인식 기반의 자율 주행 로봇 제어 방법은 카메라가 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 기 설정된 방향의 영상을 촬영하는 단계, 라이다(Lidar)가 상기 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 상기 자율 주행 로봇의 주변 장애물을 탐지하는 단계, 위치 추정부가 상기 카메라에서 촬영된 영상을 기초로 영상 내에 포함된 추종 대상 객체를 식별하고, 상기 라이다를 통해 탐지된 주변 장애물을 기초로 상기 추종 대상 객체의 위치를 추정하는 단계, 움직임 인식부가 상기 카메라에서 촬영된 영상을 기초로 상기 추종 대상 객체의 움직임을 인식하는 단계, 로봇 제어부가 상기 위치 추정부에서 추정된 상기 추종 대상 객체의 위치를 기초로 자율 주행 로봇이 추종 대상 객체를 추종하도록 구동 제어부를 제어하는 단계 및 로봇 제어부가 상기 움직임 인식부에서 인식된 움직임에 대응되는 동작을 자율 주행 로봇이 실행하도록 상기 구동 제어부를 제어하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0027] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 움직임 인식 기반의 자율 주행 로봇 제어 시스템 및 이를 이용한 자율 주행 로봇 제어 방법은 카메라와 라이다(LIDAR)를 이용하여 객체를 추종하면서 객체의 움직임에 따른 동작을 수행할 수 있다.

[0028] 본 발명에 따른 움직임 인식 기반의 자율 주행 로봇 제어 시스템 및 이를 이용한 자율 주행 로봇 제어 방법은 단순히 작업자를 추종하는 것이 아니라, 영상 또는 IMU기반의 HRI(Human Robot Interface)를 통해 작업자의 동작을 인식하고 그에 대응되는 동작을 수행할 수 있다.

[0029] 본 발명에 따른 움직임 인식 기반의 자율 주행 로봇 제어 시스템 및 이를 이용한 자율 주행 로봇 제어 방법은 로봇에 대한 비전문가도 손쉽게 자율 주행 로봇을 제어할 수 있으므로, 자율 주행 로봇을 바로 현장에 투입할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자율 주행 로봇과 추종 대상 객체를 나타내는 도면

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 자율 주행 로봇 제어 시스템의 구성을 나타내는 도면

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자율 주행 로봇 제어 방법을 설명하는 흐름도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하, 본 발명에 따른 움직임 인식 기반의 자율 주행 로봇 제어 시스템 및 이를 이용한 자율 주행 로봇 제어 방법을 실시하기 위한 구체적인 내용을 설명하면 다음과 같다.

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자율 주행 로봇과 추종 대상 객체를 나타내는 도면이다.

[0033] 도 1을 참조하면, 자율 주행 로봇(110)은 복수의 센서, 예를 들어, 카메라(120)와 라이다(LIDAR, Light Detection And Ranging)(130)를 포함할 수 있다.

[0034] 자율 주행 로봇(110)은 사람의 운전없이 자율적으로 주행할 수 있다. 일 실시예에서, 자율 주행 로봇(110)은 AGV(Automated Guided Vehicle), AMR(Autonomous Mobile Robot) 등을 포함할 수 있다.

[0035] 자율 주행 로봇(110)은 추종 대상 객체(예를 들어, 현장의 작업자)(140)를 추종하여 주행하면서, 추종 대상 객체(140)의 움직임을 인식하고 그에 대응되는 동작을 수행할 수 있다. 예를 들어, 물류센터에 배치된 자율 주행

로봇(110)은 적재물을 적재하고 추종 대상 객체(예를 들어, 현장의 작업자)(140)가 이동 시, 추종 대상 객체(140)를 추종하면서 주행할 수 있다. 추종 대상 객체(예를 들어, 현장의 작업자)(140)는 기 정의된 움직임을 취할 수 있고, 주행 중인 자율 주행 로봇(110)은 추종 대상 객체(140)의 움직임을 인식하여, 해당 움직임에 대응되는 동작을 수행할 수 있다.

[0036] 예를 들어, 자율 주행 로봇(110)은 카메라(120)를 통해 촬영된 영상을 기초로 추종 대상 객체(140)를 식별하고, 라이다(130)를 통해 탐지된 주변 장애물을 기초로 추종 대상 객체(140)의 위치를 추정하여 추종 대상 객체(140)를 추종할 수 있다.

[0037] 추종 대상 객체(140)는 기 설정된 식별 마커(marker)(150)를 구비할 수 있다. 일 실시예에서, 식별 마커(150)는 2차원 코드(ArUco Marker 등)에 해당할 수 있다. 예를 들어, 작업자는 식별 정보를 포함하는 ArUco Marker를 신체에 부착할 수도 있고, 작업자는 식별 정보를 포함하는 ArUco Marker가 부착된 의류 등을 입을 수도 있다.

[0038] 식별 마커(150)는 개별 식별 정보를 포함할 수 있고, 자율 주행 로봇(110)은 카메라(120)를 통해 촬영된 식별 마커(150)를 인식하여 영상 속에 포함된 복수의 객체들 가운데 추종 대상 객체(140)를 식별할 수 있다. 자율 주행 로봇(110)은 식별 마커(150)에 포함된 개별 식별 정보에 대응되는 명령 데이터 세트를 로드(load)한다. 주행 중인 자율 주행 로봇(110)은 카메라(120)를 통해 촬영된 영상을 기초로 추종 대상 객체(140)의 움직임을 인식하고, 명령 데이터 세트에서 해당 움직임에 대응되는 명령을 수행할 수 있다.

[0039] 일 실시예에서, 추종 대상 객체(140)는 관성측정장치(IMU, Inertial Measurement Unit)(160)를 구비할 수 있다. 관성측정장치(160)는 추종 대상 객체(예를 들어, 현장의 작업자)(140)의 속도와 방향, 중력 및 가속도를 측정하여 해당 측정값을 자율 주행 로봇(110)에 전송할 수 있다.

[0040] 예를 들어, 작업자는 관성측정장치(160)를 신체의 일부에 부착 또는 착용할 수 있고, 관성측정장치(160)가 부착 또는 착용된 신체를 움직여서 자율 주행 로봇(110)을 제어할 수 있다. 자율 주행 로봇(110)은 관성측정장치(160)에서 무선으로 수신된 측정값을 기초로 추종 대상 객체(140)의 움직임을 인식하고, 명령 데이터 세트에서 해당 움직임에 대응되는 명령을 수행할 수 있다.

[0041] 일 실시예에서, 자율 주행 로봇(110)은 카메라(120)를 통해 촬영된 영상 또는 관성측정장치(160)에서 무선으로 수신된 측정값을 기초로 추종 대상 객체(140)의 움직임을 인식할 수 있다. 다른 실시예에서, 자율 주행 로봇(110)은 카메라(120)를 통해 촬영된 영상과 함께 관성측정장치(160)에서 무선으로 수신된 측정값을 기초로 추종 대상 객체(140)의 움직임을 인식할 수도 있다.

[0042] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 자율 주행 로봇 제어 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

[0043] 도 2를 참조하면, 자율 주행 로봇 제어 시스템(200)은 카메라(210), 라이다(LIDAR)(220), 위치 추정부(230), 움직임 인식부(240), 로봇 제어부(250), 메모리(260), 무선 통신부(270), 구동 제어부(280) 및 구동부(290)를 포함한다. 이하에서는 설명의 편의를 위해 추종 대상 객체가 작업자인 경우를 가정하여 설명하기로 한다.

[0044] 카메라(210)는 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 구비되어 기 설정된 방향의 영상을 촬영한다. 예를 들어, 카메라(210)는 자율 주행 로봇의 전면, 상부에 구비되어, 자율 주행 로봇의 진행방향(예를 들어, 전방)을 촬영할 수 있다. 자율 주행 로봇에는 단일 카메라가 구비될 수도 있고, 복수의 스테레오 카메라가 구비될 수도 있다.

[0045] 라이다(220)는 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 빛을 조사하고, 주변 객체에서 반사된 빛을 수신하여 자율 주행 로봇의 주변 장애물을 탐지한다. 일 실시예에서, 라이다(220)는 작업자를 식별하기 위해 기 설정된 작업자의 신체 식별할 수 있는 위치에 구비될 수 있다. 예를 들어, 작업자의 다리를 식별하여 작업자를 식별하는 경우, 라이다(220)는 자율 주행 로봇의 전면에서, 작업자의 다리 위치에 대응되는 높이 위치에 구비될 수 있다.

[0046] 위치 추정부(230)는 카메라(210)에서 촬영된 영상을 기초로 영상 내에 포함된 추종 대상 객체를 식별하고, 라이다(220)를 통해 탐지된 주변 장애물을 기초로 작업자의 위치를 추정한다.

[0047] 일 실시예에서, 위치 추정부(230)는 객체 식별부(232) 및 객체 위치 추정부(234)를 포함할 수 있다. 객체 식별부(232)는 카메라(210)에서 촬영된 영상 내에 포함된 객체 가운데 식별 마커(150)를 구비하는 객체를 작업자로 식별한다. 예를 들어, 객체 식별부(232)는 객체 추출(Object Detection) 알고리즘을 통해 카메라(210)에서 촬영된 영상 내에서 복 수의 객체를 추출할 수 있다. 일 실시예에서, 객체 식별부(232)는 영상 내에서 탐지된 객체 가운데 식별 마커(150)가 식별된 위치에 대응되는 객체를 작업자로 식별할 수 있다. 일 실시예에서, 영상내에서 식별 마커(150)가 복수개 식별되는 경우, 객체 식별부(232)는 식별된 식별 마커(150)들에 대한 정보를 자율 주

행 로봇의 상태를 표시하는 상태 표시 화면(미도시)에 표시하고, 작업자로부터 추종할 작업자의 식별 마커에 대한 정보를 입력받는다.

- [0048] 객체 위치 추정부(234)는 라이다(130)를 통해 획득된 포인트 클라우드(point cloud)를 군집화한다. 객체 위치 추정부(234)는 군집화된 특징점 형상들 가운데 작업자(추종 대상 객체)의 특징점 모델과 대응되는 군집화된 특징점 형상을 식별하여 작업자를 식별할 수 있다. 객체 위치 추정부(234)는 현재 자율 주행 로봇의 위치를 기준으로 해당 식별된 작업자의 상대 위치를 추정할 수 있다. 예를 들어, 객체 위치 추정부(234)는 해당 자율 주행 로봇의 위치를 기준으로 하여 작업자의 상대 위치를 x , y , z 축 좌표값, 각 축에 대한 각도값(Φ , Θ , Ψ)으로 나타낼 수 있다.
- [0049] 일 실시예에서, 작업자의 특징점 모델은 객체 식별부(232)에서 식별된 추종 대상 객체에서 추출된 특징점 모델에 해당할 수 있다. 예를 들어, 객체 식별부(232)는 영상에서 식별 마커(150)에 대응되는 작업자를 식별하고, 식별된 작업자의 특징점을 추출하여 특징점 모델을 생성한 후, 생성된 특징점 모델을 객체 위치 추정부(234)에 제공할 수 있다.
- [0050] 다른 실시예에서, 작업자의 특징점 모델은 기 설정되어 입력된 특징점 모델에 해당할 수 있다. 예를 들어, 객체 위치 추정부(234)는 기 저장된 작업자(또는, 사람)의 특징점 모델을 이용하여 작업자를 식별하고 해당 작업자의 상대 위치를 추정할 수 있다. 일 실시예에서, 작업자의 특징점 모델은 기 설정된 높이(예를 들어, 자율 주행 로봇에서 라이다가 위치하는 높이)에서의 작업자의 신체 형상에 대응되는 특징점 모델에 해당할 수 있다. (예를 들어, 사람의 다리 형상에 대응되는 특징점 모델)
- [0051] 움직임 인식부(240)는 카메라(210)에서 촬영된 영상을 기초로 작업자의 움직임을 인식한다. 일 실시예에서, 움직임 인식부(240)는 동작 명령생성부(242) 및 돌발 움직임 식별부(244)를 포함할 수 있다. 동작 명령생성부(242)는 위치 추정부(230)에서 식별된 작업자(추종 대상 객체)를 포함하는 제1 관심영역(ROI, Region Of Interest)을 설정하고, 제1 관심영역 내 식별된 작업자의 움직임을 인식하여 해당 움직임에 대응되는 동작 명령을 생성한다. 동작 명령생성부(242)는 생성된 동작 명령을 로봇 제어부(250)로 전송한다.
- [0052] 일 실시예에서, 동작 명령생성부(242)는 카메라(210)에서 촬영된 영상에서 작업자를 포함하는 영역을 제1 관심영역으로 설정하고, 해당 작업자의 움직임을 인식할 수 있다. 예를 들어, 동작 명령생성부(242)는 영상 내의 작업자의 외곽 경계선을 기준으로 상하좌우로 각각 기 설정된 거리만큼 떨어진 사각형 형태의 영역을 제1 관심영역으로 설정할 수 있다. 해당 제1 관심영역 내 작업자의 움직임만 인식함으로써, 동작 명령생성부(242)는 관심영역 외부의 움직임에 대해 무시할 수 있으므로, 움직임 인식율, 인식의 정확도 및 인식 속도를 높일 수 있고 연산량을 줄일 수 있다.
- [0053] 일 실시예에서, 움직임 인식부(240)는 객체(예를 들어, 작업자)별로 정의된 명령 데이터 세트를 저장하는 데이터 메모리(미도시)를 더 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 명령 데이터 세트는 객체(예를 들어, 작업자) 식별 정보, 해당 객체 식별 정보에 대응되는 움직임 패턴 데이터, 움직임 패턴에 대응되는 동작 명령 데이터를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 동작 명령은 정지 명령, 우회전 명령, 좌회전 명령, 제자리 선회 명령 및 추종 명령을 포함할 수 있다.
- [0054] 작업자의 의도적 움직임이 아닌 사고에 의한 돌발 움직임에도 작업자의 움직임을 인식하여 동작 명령을 생성하는 경우, 자율 주행 로봇은 작업자의 의도가 아닌 잘못된 동작을 수행할 수 있다. 작업장에서는 자율 주행 로봇의 잘못된 동작이 사고로 이어질 수 있으므로, 작업자의 돌발 움직임에 의한 동작 오류를 최소화할 필요가 있다.
- [0055] 돌발 움직임 식별부(244)는 기 설정된 기준에 따라 식별된 작업자(추종 대상 객체)의 움직임이 돌발 움직임인지 여부를 식별한다. 일 실시예에서, 작업자의 움직임이 돌발 움직임으로 식별되는 경우, 돌발 움직임 식별부(244)는 동작 명령 생성부(242)에 돌발 움직임 신호를 전송하고, 돌발 움직임 신호가 수신되면, 동작 명령 생성부(242)는 해당 움직임에 대해 동작 명령을 생성하지 않는다.
- [0056] 일 실시예에서, 돌발 움직임 식별부(242)는 하기 수학적 1을 기초로 작업자의 돌발 움직임 여부를 식별할 수 있다.

[0057] [수학식 1]

$$\frac{P_{N_var}}{f_m - f_n} > N_{set}$$

[0058]

[0059] 여기에서, f_m 은 영상의 제1 프레임, f_n 은 제2 프레임, P_{N_var} 은 제1 프레임과 제2 프레임 사이에 객체(예를 들어, 작업자) 영역의 위치가 변동된 픽셀의 개수, N_{set} 는 기 설정된 돌발 움직임 기준값을 나타낸다.

[0060] 상기 수학식 1의 좌측 값이 기준값보다 큰 경우, 기 정해진 시간 사이에 영상 내 객체(작업자)가 돌발적으로 움직인 것으로 식별하여, 돌발 움직임 식별부(244)는 동작 명령 생성부(242)에 돌발 움직임 신호를 전송한다.

[0061] 일 실시예에서, 사용자는 상기 수학식 1의 돌발 움직임 기준값을 조정하여, 자율 주행 로봇의 작업자 움직임 인식 감도(예를 들어, 인식 속도 느림, 인식 속도 보통, 인식 속도 빠름)를 조정할 수 있다. 예를 들어, N_{set} 을 작게 할수록 움직임 인식 속도를 점차 느리게 설정할 수 있다.

[0062] 상기에서 설명한 돌발 움직임 식별부(244)와 돌발 움직임 여부를 식별하는 수학식은 하나의 구현 예이며, 다른 구현 방식으로 구현될 수도 있다.

[0063] 다른 실시예에서, 움직임 인식부(240)는 작업자에 구비된 관성측정장치(IMU, Inertial Measurement Unit)(160)에서 수신된 움직임 측정 값을 기초로 작업자의 움직임을 인식할 수도 있다.

[0064] 로봇 제어부(250)는 위치 추정부(230)에서 추정된 작업자(추종 대상 객체)의 위치를 기초로 자율 주행 로봇이 추종 대상 객체를 추종하도록 구동 제어부(280)를 제어하고, 움직임 인식부(240)에서 인식된 작업자의 움직임에 대응되는 동작을 자율 주행 로봇이 실행하도록 구동 제어부(280)를 제어한다. 예를 들어, 로봇 제어부(250)는 작업자의 제어에 따라 기 설정된 거리를 유지하면서 작업자를 추종하도록 구동 제어부(280)를 제어할 수 있다.

[0065] 일 실시예에서, 로봇 제어부(250)는 하기 표 1의 제어 법칙에 따라 구동 제어부(280)를 제어할 수 있다.

[0066] [표 1]

Stop: $V_r = 0, V_L = 0$

Right turn: $V_r = +slow, V_L = +fast$

Left turn: $V_r = +fast, V_L = +slow$

Turning: $V_r = +slow, V_L = -slow$

Following: $V_r = command, V_L = command$

[0067]

[0068] 예를 들어, 움직임 인식부(240)에서 정지(stop) 명령이 수신되는 경우, 로봇 제어부(250)는 우측 휠(wheel)의 속도(V_r)와 좌측 휠(wheel)의 속도(V_L)가 0이 되도록 구동 제어부(280)를 제어할 수 있다. 움직임 인식부(240)에서 우회전(Right turn) 명령이 수신되는 경우, 로봇 제어부(250)는 우측 휠의 속도(V_r)를 느리게(slow)하고 좌측 휠의 속도(V_L)를 빠르게(fast)하도록 구동 제어부(280)를 제어할 수 있다. 움직임 인식부(240)에서 좌회전(Left turn) 명령이 수신되는 경우, 로봇 제어부(250)는 우측 휠의 속도(V_r)를 빠르게(fast)하고 좌측 휠의 속도(V_L)를 느리게(slow)하도록 구동 제어부(280)를 제어할 수 있다. 움직임 인식부(240)에서 선회(Turning) 명령이 수신되는 경우, 로봇 제어부(250)는 우측 휠의 속도(V_r)를 진행방향으로 느리게(+slow)하고 좌측 휠의 속도(V_L)를 진행 반대방향으로 느리게(-slow)하도록 구동 제어부(280)를 제어할 수 있다. 움직임 인식부(240)에서 추종(following) 명령이 수신되는 경우, 로봇 제어부(250)는 우측 휠의 속도(V_r)와 좌측 휠의 속도(V_L)를 제어

에 따라 기 설정된 거리를 유지하면 객체를 추종하도록 구동 제어부(280)를 제어할 수 있다.

- [0069] 로봇 제어부(250)는 자율 주행 로봇의 주행 방향에 자율 주행 로봇의 사이즈에 대응되는 제2 관심영역(ROI)를 설정할 수 있다. 로봇 제어부(250)는 위치 추정부(230)에서 라이다(220)를 통해 탐지된 주변 장애물의 위치 정보를 기초로 제2 관심영역에 기 설정된 거리 내에 장애물이 위치하지 않도록 구동 제어부(280)를 제어하여 자율 주행 로봇을 이동시킬 수 있다. 예를 들어, 로봇 제어부(250)는 제2 관심영역에 기 설정된 거리 내에 장애물이 위치하지 않도록 구동 제어부(280)를 제어할 수 있다.
- [0070] 작업자는 복수의 자율 주행 로봇을 이용하여 작업을 수행할 수도 있다. 예를 들어, 한 번에 다수의 물건을 이송하는 경우, 복수의 자율 주행 로봇에 물건을 분할하여 적재한 후 이송할 수 있다. 이러한 경우, 작업자의 제어 명령이 복수의 자율 주행 로봇에 전달되어야 한다.
- [0071] 예를 들어, 2개의 자율 주행 로봇을 이용하여 작업을 수행하는 경우, 로봇 제어부(250)는 작업자의 제어에 따라 해당 자율 주행 로봇(제1 자율 주행 로봇)과 연결되어 군집 주행하는 제2 자율 주행 로봇을 등록할 수 있다. 일 실시예에서, 제1 자율 주행 로봇은 마스터 로봇으로 설정되고, 제2 자율 주행 로봇은 슬레이브 로봇으로 설정될 수 있다.
- [0072] 제1 자율 주행 로봇의 로봇 제어부(250)는 작업자의 움직임을 인식하여 해당 작업자의 움직임에 대응되는 동작 명령을 무선 통신부(270)를 통해 제2 자율 주행 로봇에 전송할 수 있다.
- [0073] 로봇 제어부(250)는 제1 자율 주행 로봇의 주행 방향에 해당 제1 자율 주행 로봇의 사이즈에 대응되는 제2 관심영역(ROI)과 제2 자율 주행 로봇의 사이즈에 대응되는 제3 관심영역(ROI)를 설정할 수 있다. 로봇 제어부(250)는 등록된 제2 관심영역과 제3 관심영역을 비교하여 회피 관심영역을 설정하고, 라이다(220)를 통해 탐지된 주변 장애물의 위치 정보를 기초로 회피 관심영역에 기 설정된 거리 내에 장애물이 위치하지 않도록 구동 제어부(280)를 제어할 수 있다. 일 실시예에서, 회피 관심영역은 제2 관심영역과 제3 관심영역 가운데 크기가 큰 관심영역으로 설정될 수 있다. 다른 실시예에서, 회피 관심영역은 제2 관심영역과 제3 관심영역을 모두 포함하는 영역으로 설정될 수도 있다. 또는, 회피 관심영역은 제1 자율 주행 로봇이 장애물을 통과하기 전에는 제2 관심영역으로 설정되고, 제1 자율 주행 로봇이 장애물을 통과한 후에는 제3 관심영역으로 설정될 수도 있다.
- [0074] 메모리(260)는 자율 주행 로봇의 운영 및 동작에 필요한 데이터를 저장할 수 있다. 구동부(290)는 자율 주행 로봇의 휠을 구동하는 동력원을 포함한다. 예를 들어, 구동부(290)는 자율 주행 로봇의 각 휠을 구동하는 모터에 해당할 수 있다.
- [0075] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자율 주행 로봇 제어 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [0076] 도 3을 참조하면, 카메라(210)는 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 기 설정된 방향의 영상을 촬영하고(단계 S310), 라이다(Lidar)(220)는 자율 주행 로봇의 기 설정된 위치에서 자율 주행 로봇의 주변 장애물을 탐지한다(단계 S320).
- [0077] 위치 추정부(230)는 카메라(210)에서 촬영된 영상을 기초로 영상 내에 포함된 추종 대상 객체를 식별하고, 라이다(220)를 통해 탐지된 주변 장애물을 기초로 추종 대상 객체의 위치를 추정한다(단계 S330). 추종 대상 객체를 식별하고 해당 객체의 위치를 추정하는 방법은 도 2에서 설명한 바와 같다.
- [0078] 움직임 인식부(240)는 카메라(210)에서 촬영된 영상을 기초로 추종 대상 객체의 움직임을 인식할 수 있다(단계 S340). 일 실시예에서, 움직임 인식부(240)는 작업자에 구비된 관성측정장치(IMU)(160)에서 수신된 움직임 측정값을 기초로 작업자의 움직임을 인식할 수도 있다. 추종 대상 객체의 움직임을 인식하는 방법은 도 2에서 설명한 바와 같다.
- [0079] 로봇 제어부(250)는 위치 추정부(230)에서 추정된 추종 대상 객체의 위치를 기초로 자율 주행 로봇이 추종 대상 객체를 추종하도록 구동 제어부(280)를 제어하고(단계 S350), 움직임 인식부(240)에서 인식된 움직임에 대응되는 동작을 자율 주행 로봇이 실행하도록 구동 제어부(290)를 제어한다(단계 S360).
- [0080] 이상 본 발명의 실시예로 설명하였으나 본 발명의 기술적 사상이 상기 실시예로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범주에서 다양한 움직임 인식 기반의 자율 주행 로봇 제어 시스템 및 이를 이용한 자율 주행 로봇 제어 방법으로 구현할 수 있다.

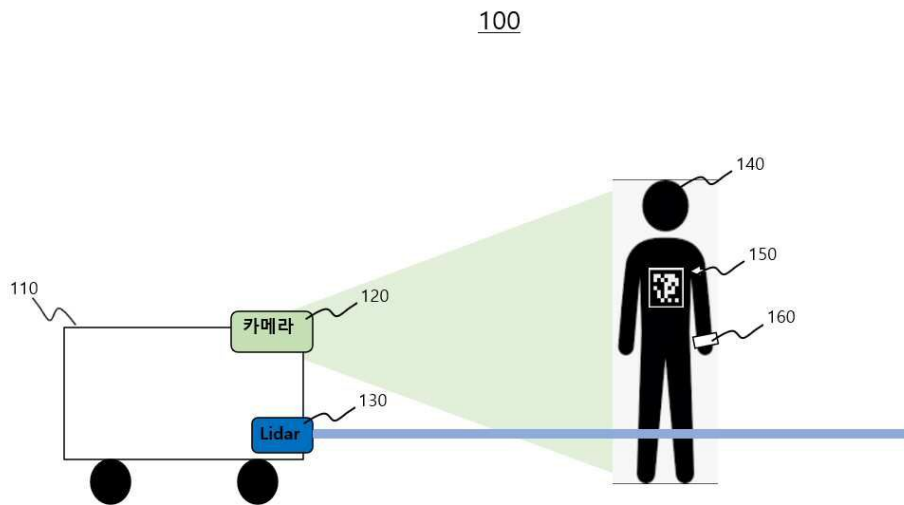
부호의 설명

[0081]

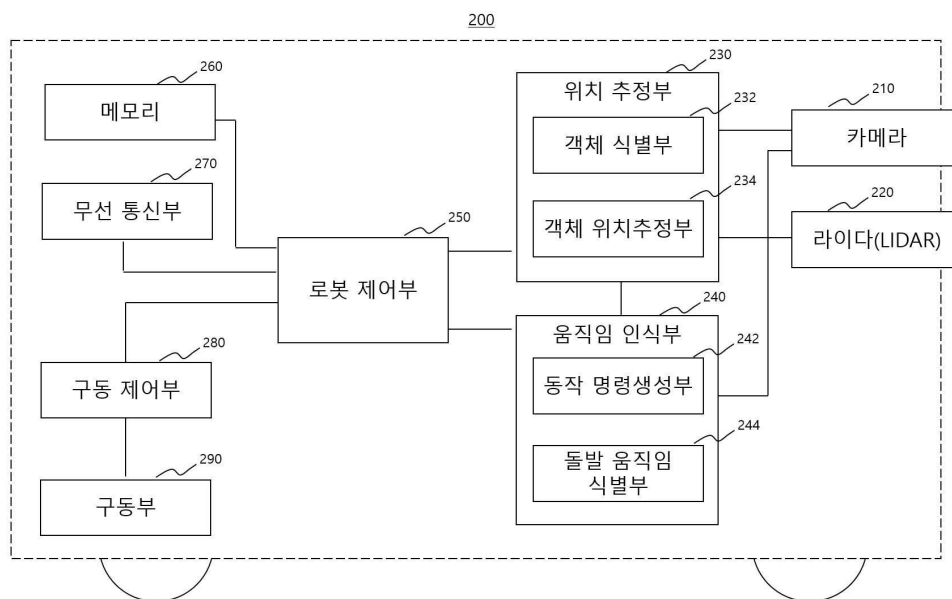
- 110 : 자율 주행 로봇
 120 : 카메라
 130 : 라이다(LIDAR, Light Detection And Ranging)
 140 : 추종 대상 객체
 150 : 식별 마커
 160 : 관성측정장치(IMU, Inertial Measurement Unit)

도면

도면1



도면2



도면3

