

**(19) 대한민국특허청(KR)**
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0072782

(43) 공개일자 2023년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B25J 5/00 (2006.01) *B25J 19/02* (2006.01)*B25J 9/12* (2006.01) *B25J 9/16* (2006.01)*B62D 57/024* (2006.01) *B62D 57/028* (2006.01)

(52) CPC특허분류

B25J 5/007 (2013.01)*B25J 19/023* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0159349

(22) 출원일자 2021년11월18일

심사청구일자 2021년11월18일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)

(72) 발명자

이상순

대전광역시 유성구 장대로71번길 34, 103동 801호(장대동, 장대푸르지오)

추정필

광주광역시 북구 양일1로 31, 110동 2102호(연제동, 힐스테이트 연제)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

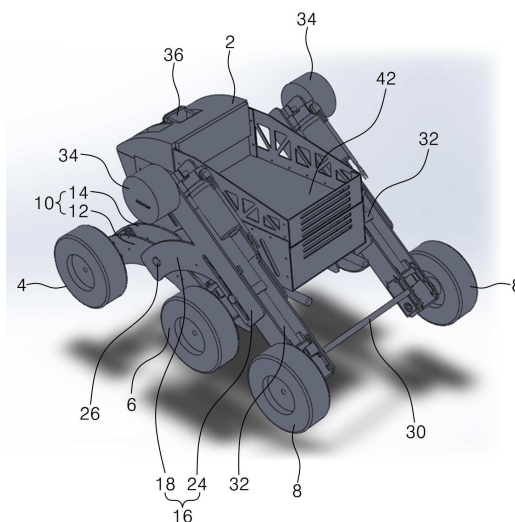
특허법인오암

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 계단 등반 로봇 및 이의 동작 방법

(57) 요약

제안기술은 계단 등반 로봇 및 이의 동작 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 라이더 센서를 이용하여 계단을 등반하는 로봇 및 이의 동작 방법에 관한 발명이다.

대 표 도 - 도1

(52) CPC특허분류

B25J 9/123 (2013.01)
B25J 9/161 (2013.01)
B25J 9/163 (2013.01)
B25J 9/1664 (2013.01)
B25J 9/1684 (2013.01)
B62D 57/024 (2013.01)
B62D 57/028 (2013.01)

박민수

충청남도 공주시 우금티로 580, 107동 801호(금학동, 금학 e-편한세상)

(72) 발명자

오연우

경기도 화성시 동탄중앙로 51, 627동 1104호(반송동, 동탄나루마을한화꿈에그린아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345332573
과제번호	LINC PLUS-2021-18
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	사회맞춤형 산학협력 선도대학(LINC+)육성(0.5)
연구과제명	라이더 센서를 이용한 계단 모양 인식과 이를 통한 로봇 동작 변형
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국기술교육대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

본체;

상기 본체의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 주행 방향에 대해 전방에 배치되는 제1바퀴;

상기 본체의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 상기 제1바퀴의 후방에 배치되는 제2바퀴;

상기 본체의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 상기 제2바퀴의 후방에 배치되는 제3바퀴;

상기 본체의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 상기 제1바퀴와 상기 제2바퀴를 연결하는 전단링크;

상기 본체의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 상기 전단링크의 후방에 배치되는 후단링크;

상기 본체의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 상기 전단링크와 상기 후단링크를 관통한 후 상기 본체에 고정되는 샤프트;를 포함하고,

상기 후단링크는,

전단이 상기 전단링크에 결합되는 곡선링크부와,

상기 곡선링크부의 후단이 길이 방향 중앙부에 결합되는 직선링크부를 포함하며,

상기 직선링크부에는, 하단이 상기 제3바퀴와 결합되고, 상기 직선링크부의 길이 방향을 따라 이동하며, 하방을 향해 길이가 연장되는 리니어 모터(linear motor)가 구비되는 것

을 특징으로 하는 계단 등반 로봇.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 직선링크부의 상단에는 전방의 형상과 상기 로봇으로부터 일정 지점까지의 거리를 측정하는 라이다 센서(LiDAR sensor)가 설치되는 것

을 특징으로 하는 계단 등반 로봇.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 본체에는,

전방 상황을 촬영하기 위한 영상 촬영 장치;

경사면에서 상기 리니어 모터의 동작 여부를 제어하기 위한 적외선 거리 센서;

상기 로봇의 전체적인 동작을 제어하기 위한 제어 회로 유닛;이 포함되는 것

을 특징으로 하는 계단 등반 로봇.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제어 회로 유닛은,

상기 로봇의 운영체제가 내장된 제어 모듈;

기 저장된 데이터로부터 실시간으로 촬영되는 영상을 탐지하기 위한 딥러닝 모듈;

상기 제어 모듈과 상기 딥러닝 모듈의 호환을 위한 호환모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 계단 등반 로봇.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 전단링크에는,
상기 본체가 수평을 유지하기 위한 제1자이로 센서;
상기 로봇의 계단 등반 후 평지를 인지하기 위한 제2자이로 센서;
상기 로봇의 회전을 위한 적외선 거리 센서;가 포함되는 것을 특징으로 하는 계단 등반 로봇.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 계단 등반 로봇의 동작 방법에 있어서,
웹서버에서 상기 로봇의 목표 층수를 입력하는 단계;
상기 목표 층수를 상기 로봇이 전달받는 단계;
영상 촬영 장치를 이용하여 계단을 실시간으로 인식하는 단계;
상기 로봇이 상기 계단이 정면에 위치하도록 정렬하는 단계;
라이다 센서가 상기 계단의 형상을 스캔하는 단계;
스캔된 상기 계단의 형상에서 상기 계단의 특정 포인트를 추출하는 단계;
상기 특정 포인트를 이용하여 상기 계단의 단너비 및 단높이를 계산하는 단계;
상기 단너비를 밑변으로 하고 상기 단높이를 높이로 하는 빗변의 길이를 계산하는 단계;
상기 로봇의 전후방향 길이가 상기 빗변의 길이의 2.5배가 되도록 제어하는 단계;
상기 로봇이 상기 계단을 등반하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 계단 등반 로봇의 동작 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 로봇의 전후방향 길이가 상기 빗변의 길이의 2.5배가 되도록 제어하는 단계는,
상기 로봇의 전후방향 길이를 만족하기 위한 리니어 모터의 길이를 계산하는 단계;
상기 리니어 모터의 현재 길이와 계산된 길이를 비교하는 단계;
상기 계산된 길이만큼 상기 리니어 모터의 길이가 연장되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 계단 등반 로봇의 동작 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 로봇의 전후방향 길이를 만족하기 위한 리니어 모터의 길이를 계산하는 단계에서,
상기 리니어 모터의 길이(L)는,

$$D+(A/2)+\sqrt{B^2+L^2+C^2}=L_{\text{전체}}$$

(여기서, D : 제1바퀴 내지 제3바퀴 중 어느 하나의 바퀴의 지름, A : 제1바퀴의 중심점과 제2바퀴의 중심점 사이의 직선 길이, B : 전단링크의 전후방향 중심점과 리니어 모터 상단의 직선 길이, C : 제1바퀴의 중심점과 전단링크의 중심점 사이의 직선 길이, $L_{전체}$: 제1바퀴의 전단과 제3바퀴의 후단 사이의 직선 길이)

인 것

을 특징으로 하는 계단 등반 로봇의 동작 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 제안기술은 계단 등반 로봇 및 이의 동작 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 라이더 센서를 이용하여 계단을 등반하는 로봇 및 이의 동작 방법에 관한 발명이다.

배경 기술

[0002] 코로나 19로 인하여 대인 접촉을 최소화하는 비대면 문화가 확산되면서 사람을 로봇으로 대체하려는 시도가 늘고 있다.

[0003] 전 세계의 많은 병원에서는 로봇이 방역과 원격 진료 뿐만 아니라 격리된 환자에게 의료물품을 운반하는 일을 수행하고 있으며, 호텔에서도 손님이 머무는 동안 사회적 거리가 유지되도록 로봇이 침구류, 세면도구, 음식 등을 배달하는 서비스가 진행되고 있다.

[0004] 또한, 무인 택배 시대를 이끄는 배달 로봇의 상용화가 활발히 연구 중이다.

[0005] 상기와 같이 다양한 로봇들이 활성화되고 있는 상황이지만 이들의 제일 큰 문제점은 평지 주행에만 적합하여 가파른 경사나 방지턱, 건물의 실내외 계단에서는 안정적인 주행이 어렵다는 것이다.

[0006] 언덕이 많은 국내 지형 특성상 주택들이 경사진 지대에 밀집하게 들어서 있고, 곳곳에 방지턱 및 계단 지형이 많기 때문에 국내 운송 로봇의 상용화를 위해서는 이에 맞는 로봇을 개발할 필요성이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2314536호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위해 발명된 것으로서, 평지 뿐만 아니라 계단, 방지턱 및 언덕 등과 같은 평탄하지 않은 지형에서도 안정적인 주행이 가능한 로봇을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 계단 등반 로봇에 있어서,

[0010] 본체;

[0011] 본체의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 주행 방향에 대해 전방에 배치되는 제1바퀴;

[0012] 본체의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 제1바퀴의 후방에 배치되는 제2바퀴;

[0013] 본체의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 제2바퀴의 후방에 배치되는 제3바퀴;

[0014] 본체의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 제1바퀴와 제2바퀴를 연결하는 전단링크;

[0015] 본체의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 전단링크의 후방에 배치되는 후단링크;

- [0016] 본체의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 전단링크와 후단링크를 관통한 후 본체에 고정되는 샤프트;를 포함하고,
- [0017] 후단링크는,
- [0018] 전단이 전단링크에 결합되는 곡선링크부와,
- [0019] 곡선링크부의 후단이 길이 방향 중앙부에 결합되는 직선링크부를 포함하며,
- [0020] 직선링크부에는, 하단이 제3바퀴와 결합되고, 직선링크부의 길이 방향을 따라 이동하며, 하방을 향해 길이가 연장되는 리니어 모터(linear motor)가 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 직선링크부의 상단에는 전방의 형상과 로봇으로부터 일정 지점까지의 거리를 측정하는 라이다 센서(LiDAR sensor)가 설치되는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 본체에는,
- [0023] 전방 상황을 촬영하기 위한 영상 촬영 장치;
- [0024] 경사면에서 리니어모터의 동작 여부를 제어하기 위한 적외선 거리 센서;
- [0025] 로봇의 전체적인 동작을 제어하기 위한 제어 회로 유닛;이 포함되는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 제어회로 유닛은,
- [0027] 로봇의 운영체제가 내장된 제어 모듈;
- [0028] 기 저장된 데이터로부터 실시간으로 촬영되는 영상을 탐지하기 위한 딥러닝 모듈;
- [0029] 제어 모듈과 딥러닝 모듈의 호환을 위한 호환모듈;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 전단링크에는,
- [0031] 본체가 수평을 유지하기 위한 제1자이로 센서;
- [0032] 로봇의 계단 등반 후 평지를 인지하기 위한 제2자이로 센서;
- [0033] 로봇의 회전을 위한 적외선 거리 센서;가 포함되는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 계단 등반 로봇의 동작 방법에 있어서,
- [0035] 웹서버에서 로봇의 목표 층수를 입력하는 단계;
- [0036] 목표 층수를 로봇이 전달받는 단계;
- [0037] 영상 촬영 장치를 이용하여 계단을 실시간으로 인식하는 단계;
- [0038] 로봇이 계단이 정면에 위치하도록 정렬하는 단계;
- [0039] 라이다 센서가 계단의 형상을 스캔하는 단계;
- [0040] 스캔된 계단의 형상에서 계단의 특정 포인트를 추출하는 단계;
- [0041] 특정 포인트를 이용하여 계단의 단너비 및 단높이를 계산하는 단계;
- [0042] 단너비를 밑변으로 하고 단높이를 높이로 하는 빗변의 길이를 계산하는 단계;
- [0043] 로봇의 전후방향 길이가 빗변의 길이의 2.5배가 되도록 제어하는 단계;
- [0044] 로봇이 계단을 등반하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0045] 로봇의 전후방향 길이가 빗변의 길이의 2.5배가 되도록 제어하는 단계는,
- [0046] 로봇의 전후방향 길이를 만족하기 위한 리니어 모터의 길이를 계산하는 단계;
- [0047] 리니어 모터의 현재 길이와 계산된 길이를 비교하는 단계;
- [0048] 계산된 길이만큼 리니어 모터의 길이가 연장되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0049] 로봇의 전후방향 길이를 만족하기 위한 리니어 모터의 길이를 계산하는 단계에서,
[0050] 리니어 모터의 길이(L)는,

$$D+(A/2)+\sqrt{B^2+L^2+C^2}=L_{\text{전체}}$$

[0051]

[0052] (여기서, D : 제1바퀴 내지 제3바퀴 중 어느 하나의 바퀴의 지름, A : 제1바퀴의 중심점과 제2바퀴의 중심점 사이의 직선 길이, B : 전단링크의 전후방향 중심점과 리니어 모터 상단의 직선 길이, C : 제1바퀴의 중심점과 전단링크의 중심점 사이의 직선 길이, $L_{\text{전체}}$: 제1바퀴의 전단과 제3바퀴의 후단 사이의 직선 길이)인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0053] 본 발명에 따르면, 계단, 방지턱 및 언덕 등과 같은 평탄하지 않은 지형에서도 안정적인 주행이 가능한 효과가 있다.
[0054] 또한, 계단의 높이 및 너비에 맞춰 로봇이 등반할 수 있는 효과가 있다.
[0055] 따라서, 의료분야에서 코호트 격리되어 있는 특정 층을 대상으로 한 의료물품 또는 폐기물 운반 시 본 발명의 로봇을 이용함으로써 층간 감염 가능성을 완전히 배제할 수 있는 효과가 있다.
[0056] 또한, 택배 분야에서 배달 기사들과의 접촉 없이 무인 택배를 전달받을 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0057] 도 1은 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 후측 사시도.
도 2는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 전측 사시도.
도 3은 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 좌측면도.
도 4는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 정면도.
도 5는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 후면도.
도 6은 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 상부도.
도 7은 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 하부도.
도 8은 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 적외선 거리 센서.
도 9는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 자이로 센서.
도 10은 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 본체 내부 제어 회로.
도 11은 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 소프트웨어 구성도.
도 12는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 딥러닝 코딩 예시도.
도 13은 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 웹서버 예시도.
도 14는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 동작 순서도.
도 15는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 계단 등반 시 계단 인식 방법 개념도.
도 16은 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 계단 등반 시 리니어 모터 길이 계산 개념도.
도 17은 본 발명에 따른 계단 등반 로봇이 계단 상에 위치하는 경우의 실시예.
도 18은 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 동작 예시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0058] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할

수 있을 것이다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 출원에서 사용되는 용어는 단지 특정한 실시 예들을 설명하기 위한 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다.

- [0059] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0060] 본 발명은 계단 등반 로봇 및 이의 동작 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 라이더 센서를 이용하여 계단을 등반하는 로봇 및 이의 동작 방법에 관한 발명이다.
- [0061] 도 1에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 후측 사시도가 도시되어 있고, 도 2에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 전측 사시도가 도시되어 있으며, 도 3에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 좌측면도가 도시되어 있고, 도 4에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 정면도가 도시되어 있으며, 도 5에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 후면도가 도시되어 있고, 도 6에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 상부도가 도시되어 있고, 도 7에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 하부도가 도시되어 있다.
- [0062] 본 발명의 로봇은 본체(2)와, 상기 본체(2)의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 주행 방향에 대해 전방에 배치되는 제1바퀴(4)와, 상기 본체(2)의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 상기 제1바퀴(4)의 후방에 배치되는 제2바퀴(6)와, 상기 본체(2)의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 상기 제2바퀴(6)의 후방에 배치되는 제3바퀴(8)와, 상기 본체(2)의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 상기 제1바퀴(4)와 상기 제2바퀴(6)를 연결하는 전단링크(10)와, 상기 본체(2)의 양측 각각에 서로 대칭하여 배치되며, 상기 전단링크(10)의 후방에 배치되는 후단링크(16)를 포함하여 구성된다.
- [0063] 상기 제1바퀴(4), 상기 제2바퀴(6) 및 상기 제3바퀴(8)는 모두 동일한 직경을 갖도록 형성된다.
- [0064] 상기 전단링크(10)는 곡선 형상인 것으로, 반원 형태로 형성될 수 있다.
- [0065] 상기 후단링크(16)는 전단이 상기 전단링크(10)의 전후방향 중앙부에 결합되는 곡선링크부(18)와, 상기 곡선링크부(18)의 후단이 길이 방향 중앙부에 결합되는 직선링크부(24)를 포함하여 구성된다.
- [0066] 상기 직선링크부(24)는 상기 로봇의 전단으로부터 후단으로 갈수록 지면을 향해 일정 각도 기울어지도록 형성된다.
- [0067] 상기 직선링크부(24)에는 리니어 모터(linear motor)(32)가 구비된다. 상기 리니어 모터(32)는 상기 직선링크부(24)의 길이 방향을 따라 이동하는 것으로, 상단은 상기 직선링크부(24)의 상단에 고정되며, 하단은 하방을 향해 길이가 연장되도록 구성된다.
- [0068] 상기 리니어 모터(32)의 하단에는 상기 제3바퀴(8)가 결합되어, 상기 리니어 모터(32)의 길이 조절 시 상기 제3바퀴(8)의 위치가 조절된다.
- [0069] 상기 직선링크부(24)의 상단에는 전방의 형상 및 상기 로봇으로부터 일정 지점까지의 거리를 측정하는 라이더 센서(LiDAR sensor)(34)가 설치된다.
- [0070] 상기 본체(2)에는 전방 상황을 촬영하기 위한 영상 촬영 장치(36)가 설치된다. 상기 영상 촬영 장치(36)는 카메라라 할 수 있다.
- [0071] 상기 전단링크(10)와 상기 후단링크(16)는 샤프트(26)에 의해 결합된다.
- [0072] 상기 후단링크(16)의 곡선링크부(18)는 외측판(20)과 내측판(22)을 포함하여 구성되며, 상기 전단링크(10)는 외측판(12)과 내측판(14)을 포함하여 구성된다.
- [0073] 상기 후단링크(16)와 상기 전단링크(10)의 결합 시 상기 곡선링크부(18)의 외측판(20)과 내측판(22) 사이에 상기 전단링크(10)의 외측판(12)과 내측판(14)이 배치된다. 즉, 상기 곡선링크부(18)의 외측판(20) 내측면에 상기 전단링크(10)의 외측판(12) 외측면이 맞닿고, 상기 곡선링크부(18)의 내측판(22) 내측면에 상기 전단링크(10)의 내측판(14) 외측면이 맞닿게 된다.
- [0074] 상기 곡선링크부(18)의 외측판(20)으로부터 상기 전단링크(10)를 차례로 관통한 후 상기 곡선링크부(18)의 내측판(22)을 관통한 샤프트(26)는 상기 본체(2)에 고정된다.
- [0075] 상기 전단링크(10)와 상기 후단링크(16)는 상기 샤프트(26)에 대해 회전하면서 계단 등 평탄하지 않은 주행 경

로를 이동하게 된다.

- [0076] 상기와 같이 구성된 상기 전단링크(10) 및 후단링크(16)에는 로커-보기(rocker-bogie) 시스템이 적용된 것으로, 상기 로커-보기(rocker-bogie) 시스템에서의 링크는 지면의 모양에 따라 유동적으로 적응하기 때문에 항상 6개의 바퀴가 지면에 접촉한 상태로 이동하게 된다.
- [0077] 이러한 이유로 비교적 작은 직경의 바퀴로도 큰 추력을 내면서 이동할 수 있다.
- [0078] 상기 로봇은 6개의 바퀴가 모두 계단의 지면에 접촉하고 있어야 등반이 가능한 추력이 발생된다.
- [0079] 만약, 상기 제1바퀴(4) 내지 상기 제3바퀴(8)를 포함한 통 6개의 바퀴가 모두 계단 벽에 접촉하여 계단 등반이 어렵거나, 상기 제1바퀴(4) 내지 제3바퀴(8) 중 4개의 바퀴가 계단 벽에 접촉하고 나머지 2개의 바퀴의 추력이 충분하지 않아 계단 등반이 어려운 경우 상기 리니어 모터(32)의 길이를 조절하여 수직항력을 증가시킴으로써 상기의 문제를 해결하게 된다.
- [0080] 한 쌍의 상기 제1바퀴(4) 사이에는 상기 본체(2)의 양측을 가로지르는 방향의 전단고정바(28)가 결합된다. 상기 전단고정바(28)에 의해 상기 본체(2) 양측의 상기 제1바퀴(4)가 서로 고정되며, 상기 로봇의 이동 시 서로 연동하여 움직이게 된다.
- [0081] 한 쌍의 상기 제3바퀴(8) 사이에는 상기 본체(2)의 양측을 가로지르는 방향의 후단고정바(30)가 결합된다. 상기 후단고정바(30)에 의해 상기 본체(2) 양측의 상기 제3바퀴(8)가 서로 고정되며, 상기 로봇의 이동 시 서로 연동하여 움직이게 된다.
- [0082] 도 8에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 적외선 거리 센서가 도시되어 있고, 도 9에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 자이로 센서가 도시되어 있다.
- [0083] 상기 전단링크(10)에는 원활한 계단 등반과 계단참에서의 이동 시퀀스를 위해 서로 다른 종류인 2개의 자이로 센서(38)와, 2개의 적외선 거리 센서(40)가 구성된다.
- [0084] 상기 자이로 센서(38)의 종류로는 MPU9250과 MPU6050이 적용될 수 있다.
- [0085] 제1자이로 센서인 상기 MPU9250은 OpenCR에 내장되어 있는 센서이며, 상기 본체(2)가 항상 수평을 유지시키는 역할을 한다.
- [0086] 상기 본체(2)의 상측에는 물품적재함(42)이 배치될 수 있는데, 상기 제1자이로센서 값 중 X축 각도에 따라 상기 물품적재함(42) 내부에 설치된 모터가 작동하여 상기 물품적재함(42)이 항상 수평을 유지할 수 있도록 하였다. 이로 인해 평탄하지 않은 지형에서도 상기 물품적재함(42) 내부의 물품이 흔들림 없이 안정적인 상태로 이송될 수 있다.
- [0087] 제2자이로 센서인 상기 MPU6050은 상기 로봇이 계단 등반 과정에서 계단참 등 평평한 지면에 도달했을 경우 이를 인지하는 역할을 한다.
- [0088] 한 쌍의 상기 전단링크(10) 중 어느 하나에는 상기 MPU9250이 배치되고, 다른 하나에는 상기 MPU6050이 배치될 수 있다.
- [0089] 상기 적외선 거리 센서(40)의 종류로는 VL53LOX V2가 적용될 수 있다.
- [0090] 상기 적외선 거리 센서(40)는 상기 전단링크(10) 이외에 상기 본체(2)의 전단면에도 배치된다.
- [0091] 즉, 상기 적외선 거리 센서(40)는 총 4개인 것으로 상기 본체(2)에 2개, 상기 전단링크(10)에 1개씩 배치된다.
- [0092] 상기 적외선 거리 센서(40)는 상기 로봇의 회전을 위한 것으로, 상기 로봇이 계단 등반 시 계단참에서 원하는 방향으로 회전하여 다음 층으로 향하는 계단을 등반할 수 있도록 한다.
- [0093] 상기 본체(2)에 배치된 2개의 상기 적외선 거리 센서(40)는 경사면에서 상기 리니어모터의 동작 여부를 제어하는 역할을 하기도 한다.
- [0094] 상기 본체(2)의 내부에는 상기 로봇의 전체적인 동작을 제어하기 위한 제어 회로 유닛이 포함된다.
- [0095] 도 10에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 본체 내부 제어 회로가 도시되어 있고, 도 11에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 소프트웨어 구성도가 도시되어 있다.
- [0096] 상기 제어 회로 유닛은, 상기 로봇의 운영체제가 내장된 제어 모듈과, 기 저장된 데이터로부터 실시간으로 촬영

되는 영상을 탐지하기 위한 딥러닝 모듈과, 상기 제어 모듈과 상기 딥러닝 모듈의 호환을 위한 호환모듈을 포함하여 구성된다.

- [0097] 상기 제어 모듈로는 Arduino DUE가 적용될 수 있다.
- [0098] 상기 MPU6050 자이로센서의 경우, Arduino MEGA에서 제어되며, 안정적인 출력을 위해 보정필터(상보필터)를 적용할 수 있다.
- [0099] 상기 적외선 거리 센서(40) 또한 마찬가지로 Arduino MEGA에서 제어되며, 보정필터(메디안필터)를 적용할 수 있다.
- [0100] 상기 딥러닝 모듈은 YOLOv4가 적용될 수 있다. 상기 YOLOv4와 Cuda 가속 연산을 통한 빠른 물체 인식으로 주변 환경에서 필요한 물체를 탐지할 수 있다.
- [0101] 상기 호환 모듈로는 로봇의 동작 시퀀스를 위한 ROS(Robot Operating System) 로봇 운영체제 기반의 소프트웨어가 내장된 Jetson Nano가 적용될 수 있다.
- [0102] 상기 ROS는 로봇 소프트웨어 플랫폼의 일종이며, roserial는 메시지, 토픽 등을 시리얼 통신 기반으로 사용할 수 있도록 변환해주는 패키지이다. 이는 서로 다른 언어를 기반으로 하는 플랫폼 간 통신이 가능한 장점이 있다.
- [0103] 상기 YOLOv4는 python을 사용하고, 상기 Arduino DUE는 c와 c++을 사용하는데, 상기 ROS를 사용하면 서로 호환될 수 있다.
- [0104] 상기 ROS는 TCP/IP(인터넷 통신), 상기 Arduino는 UART(시리얼 통신)으로 통신하므로 이를 해결하기 위해 roserial package를 설치하여 로봇을 작동시키게 된다.
- [0105] 또한, TCP/IP 프로토콜로 통신하기 때문에 wi-fi로 인터넷에 쉽게 접근 가능하여 이미지나 영상을 실시간으로 처리하면서 송수신 할 수 있다.
- [0106] 상기 제어 회로 유닛은 상기 Jetson Nano를 중심으로 상기 Arduino DUE와 OpemCM9.04를 USB serial로 연결하여 서로 통신하고 제어할 수 있도록 구성된다.
- [0107] 상기 OpemCM9.04와 상기 바퀴 및 상기 리니어 모터(32)의 구동을 위한 모터는 UART 방식으로 통신하며 이를 기반으로 제어 명령을 전달하게 된다.
- [0108] 또한, 메시지 패싱으로 상기 로봇의 제어를 위한 웹서버를 ROS Web Server로 제작하여 컴퓨터 및 스마트폰 등 외부장치에 의한 제어가 가능하도록 구성하였다.
- [0109] 도 12에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 딥러닝 코딩 예시도가 도시되어 있다.
- [0110] 상기 딥러닝 모듈은 하나의 신경망을 적용하여 이미지를 일정한 영역으로 나누고 각각의 영역에 가중치를 부여하는 원리로 학습을 진행하여 객체 탐지를 단일 회귀 문제로 해결한다.
- [0111] 본 발명의 일 실시예에서는 약 10000장의 계단 이미지 데이터로부터 가중치 모델을 구축하였다.
- [0112] 상기 로봇은 상기 계단 이미지 데이터 학습에 의해 주행 시 상기 영상 촬영 장치(36)를 통해 인식되는 다양한 형태의 계단 구조를 스스로 판단하게 된다.
- [0113] 도 13에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 웹서버 예시도가 도시되어 있다.
- [0114] 상기 웹서버는 자바 스크립트 기반으로 제작될 수 있다. 상기 영상 촬영 장치(36)에서 촬영된 영상을 실시간으로 상기 웹서버로 전송하여 상기 웹서버와 연결된 외부장치에서 실시간으로 확인할 수 있다.
- [0115] 상기 로봇의 사용자는 상기 웹서버에 로봇의 이동 목표 층수를 입력하고 도착 완료까지 한 번에 제어할 수 있다. 보안을 위해 동일한 와이파이를 공유해야만 상기 웹서버에 접속 할 수 있도록 설정할 수도 있다.
- [0116] 하기에서는 상기와 같이 구성되는 계단 등반 로봇의 동작 방법에 대해 설명하도록 한다.
- [0117] 도 14에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 동작 순서도가 도시되어 있다.
- [0118] 상기 계단 등반 로봇의 동작 방법은,
- [0119] 웹서버에서 상기 로봇의 목표 층수를 입력하는 단계;

- [0120] 상기 목표 층수를 상기 로봇이 전달받는 단계;
- [0121] 영상 촬영 장치(36)를 이용하여 계단을 실시간으로 인식하는 단계;
- [0122] 상기 로봇이 상기 계단이 정면에 위치하도록 정렬하는 단계;
- [0123] 라이다 센서(34)가 상기 계단의 형상을 스캔하는 단계;
- [0124] 스캔 된 상기 계단의 형상에서 상기 계단의 특정 포인트를 추출하는 단계;
- [0125] 상기 특정 포인트를 이용하여 상기 계단의 단너비 및 단높이를 계산하는 단계;
- [0126] 상기 단너비를 밑변으로 하고 상기 단높이를 높이로 하는 빗변의 길이를 계산하는 단계;
- [0127] 상기 로봇의 전후방향 길이가 상기 빗변의 길이의 2.5배가 되도록 제어하는 단계;
- [0128] 상기 로봇이 상기 계단을 등반하는 단계;를 포함하여 진행된다.
- [0129] 먼저, 상기 외부장치에서 상기 웹서버에 접속하여 상기 로봇의 이동 목표 층수가 입력되면, 상기 제어 회로 유닛에서 상기 목표 층수를 전달받게 된다.
- [0130] 상기 로봇은 상기 목표 층수로의 이동을 위해 상기 영상 촬영 장치(36)를 이용하여 전방의 객체를 탐지하게 되며, 이를 통해 계단을 실시간으로 인식하게 된다.
- [0131] 상기 영상 촬영 장치(36)에 상기 계단이 인식되면, 상기 로봇은 상기 계단이 정면에 위치하도록 정렬하게 된다.
- [0132] 상기 라이다 센서(34)가 상기 계단을 형상을 스캔하게 되고, 스캔 된 상기 계단의 형상에서 상기 계단의 특정 포인트를 추출하게 된다.
- [0133] 상기 특정 포인트는 도 15에 ①, ②, ③으로 표시된 세 군데 지점으로, 상기 특정 포인트를 이용하여 상기 계단의 단너비 및 단높이를 계산하게 된다.
- [0134] 상기 단너비와 상기 단높이가 계산되면, 상기 단너비를 밑변으로 하고 상기 단높이를 높이로 하는 빗변(도면상 ①과 ③의 직선 길이)의 길이를 계산하게 된다.
- [0135] 상기 빗변의 값이 계산되면 상기 로봇의 전후방향 전체 길이가 상기 빗변 길이의 2.5배가 되도록 제어하게 된다.
- [0136] 상기 로봇의 전후방향 전체 길이는 상기 제1바퀴(4)의 전단과 상기 제3바퀴(8)의 후단 사이의 직선 길이가 된다.
- [0137] 도 16에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 계단 등반 시 리니어 모터 길이 계산 개념도가 도시되어 있다.
- [0138] 상기 로봇의 전후방향 길이가 상기 빗변의 길이의 2.5배가 되도록 제어하는 단계는,
- [0139] 상기 로봇의 전후방향 길이를 만족하기 위한 리니어 모터(32)의 길이를 계산하는 단계;
- [0140] 상기 리니어 모터(32)의 현재 길이와 계산된 길이를 비교하는 단계;
- [0141] 상기 계산된 길이만큼 상기 리니어 모터(32)의 길이가 연장되는 단계;를 포함하여 진행된다.
- [0142] 상기 로봇의 전후방향 길이를 만족하기 위한 리니어 모터(32)의 길이를 계산하는 단계에서 상기 리니어 모터(32)의 길이(L)는 하기의 수학식 1을 이용하여 계산할 수 있다.

수학식 1

[0143]
$$D+(A/2)+\sqrt{B^2+L^2+C^2}=L_{\text{전체}}$$

- [0144] 여기서, D는 상기 제1바퀴(4) 내지 상기 제3바퀴(8) 중 어느 하나의 바퀴의 지름, A는 상기 제1바퀴(4)의 중심점과 상기 제2바퀴(6)의 중심점 사이의 직선 길이, B는 상기 전단링크(10)의 전후방향 중심점과 상기 리니어 모터(32) 상단의 직선 길이, C는 상기 제1바퀴(4)의 중심점과 상기 전단링크(10)의 중심점 사이의 직선 길이, $L_{\text{전체}}$ 는 상기 제1바퀴(4)의 전단과 상기 제3바퀴(8)의 후단 사이의 직선 길이가 된다.

- [0145] 도 16을 참고하여 보면, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 D를 114mm, 상기 A를 229.86mm, 상기 B를 226mm, 상기 C를 54.87mm로 적용하였다.
- [0146] 즉, 상기 특정 포인트를 이용하여 상기 빗변의 길이를 구하고, 이를 이용하여 상기 L_{전체}의 길이를 구한 뒤, 이를 이용하여 상기 리니어 모터(32)의 길이(L)를 구하게 된다.
- [0147] 상기와 같이 계산된 상기 리니어 모터(32)의 길이(L)를 상기 리니어 모터(32)의 현재 길이와 비교하여, 상기에서 계산된 길이만큼 상기 리니어 모터(32)의 길이가 연장되도록 제어하게 된다.
- [0148] 도 17에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇이 계단 상에 위치하는 경우의 실시예가 도시되어 있고, 도 18에는 본 발명에 따른 계단 등반 로봇의 동작 예시도가 도시되어 있다.
- [0149] 도 18에 도시된 바와 같이, 상기 로봇은 계단 등반 시 상기 라이다 센서(34)를 이용하여 상기 특정 포인트를 스캔(A)하고, 상기 리니어 모터(32)의 길이를 계산하여 해당 길이만큼 상기 리니어 모터(32)를 연장(B)시키게 된다.
- [0150] 상기 리니어 모터(32)에 의해 수직항력이 증가하여 상기 제1바퀴(4) 및 상기 제2바퀴(6)가 계단을 따라 등반 할 수 있게 된다.
- [0151] 상기 로봇의 계단 등반 시 계단참에 도달하면, 상기 자이로센서는 평지임을 인식하게 되고, 상기 로봇은 벽과의 거리를 고려하여 정지하게 된다.
- [0152] 이후 상기 로봇은 좌로 75도, 우로 315도 회전하면서 상기 영상 촬영 장치(36)를 통해 다음 계단의 방향을 확인하게 된다.
- [0153] 만약, 상기 로봇의 좌회전 시 다음 계단을 발견하게 되면 우회전은 진행하지 않는다.
- [0154] 이후 상기 로봇은 상기 계단 등반을 계속하게 된다.
- [0155] 앞서 설명한 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시 예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술 분야에 통상의 지식을 갖는 자라면 후술 될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

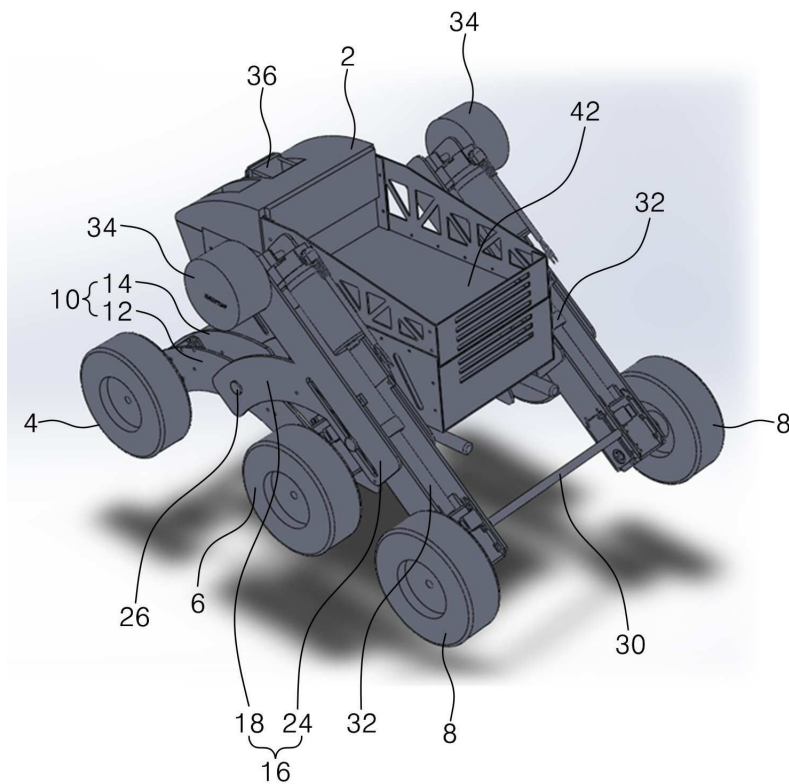
부호의 설명

- [0156] 2 : 본체
- 4 : 제1바퀴
- 6 : 제2바퀴
- 8 : 제3바퀴
- 10 : 전단링크
- 12 : 전단링크의 외측판
- 14 : 전단링크의 내측판
- 16 : 후단링크
- 18 : 곡선링크부
- 20 : 곡선링크부의 외측판
- 22 : 곡선링크부의 내측판
- 24 : 직선링크부
- 26 : 샤프트
- 28 : 전단고정바
- 30 : 후단고정바

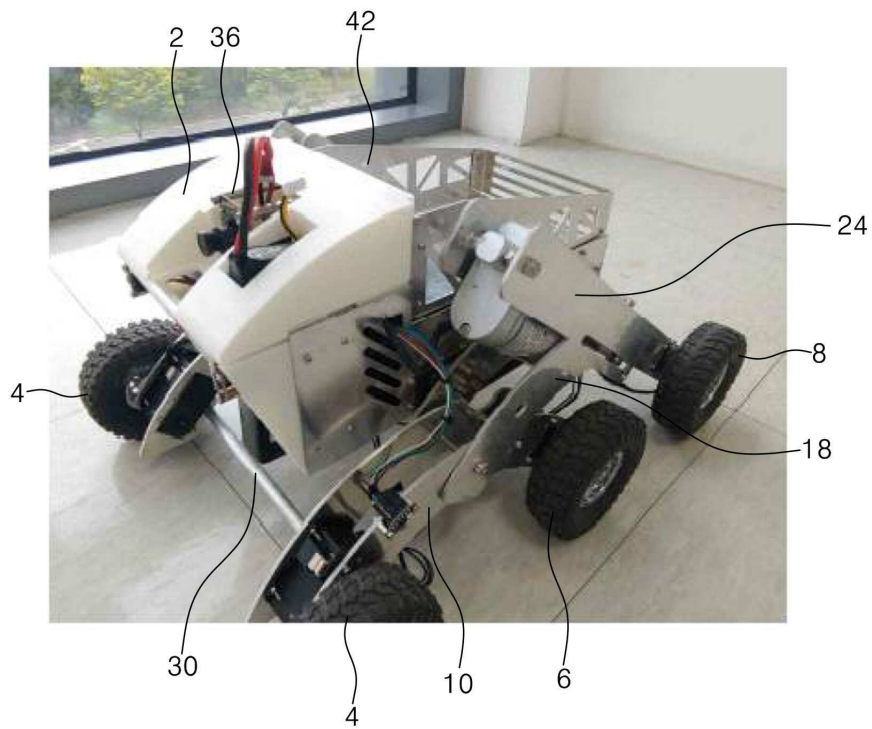
- 32 : 리니어 모터(linear motor)
 34 : 라이다 센서(LiDAR sensor)
 36 : 영상 촬영 장치
 38 : 자이로 센서
 40 : 적외선 거리 센서
 42 : 물품적재함

도면

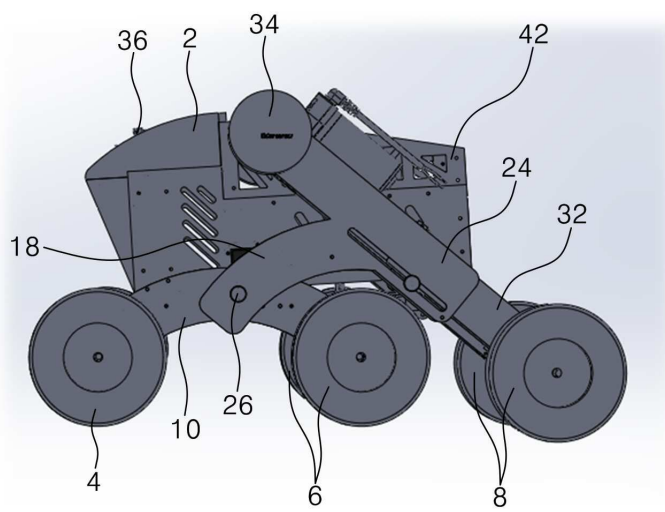
도면1



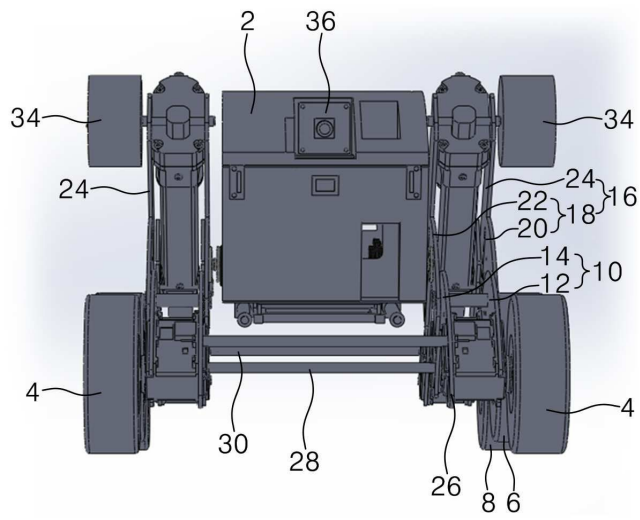
도면2



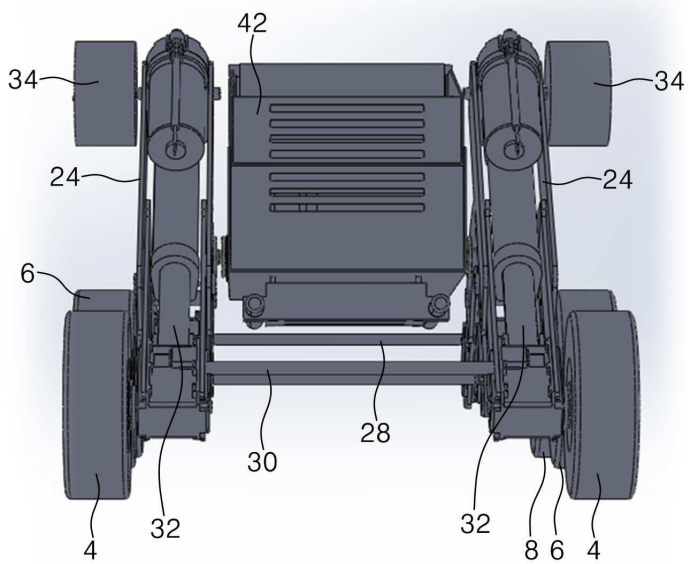
도면3



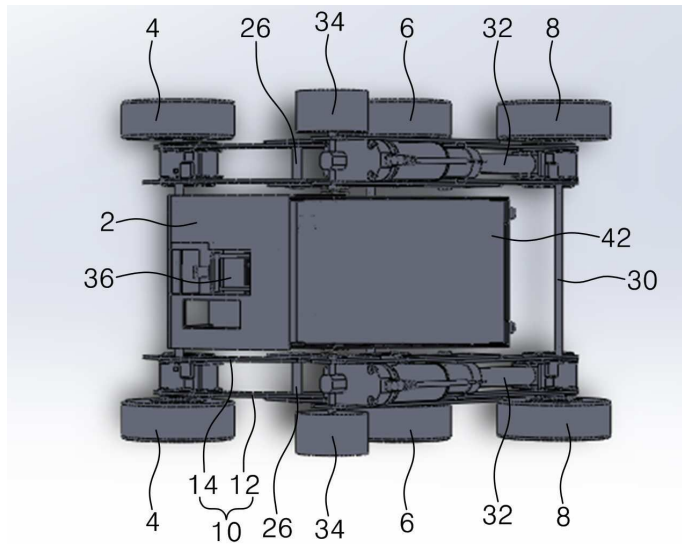
도면4



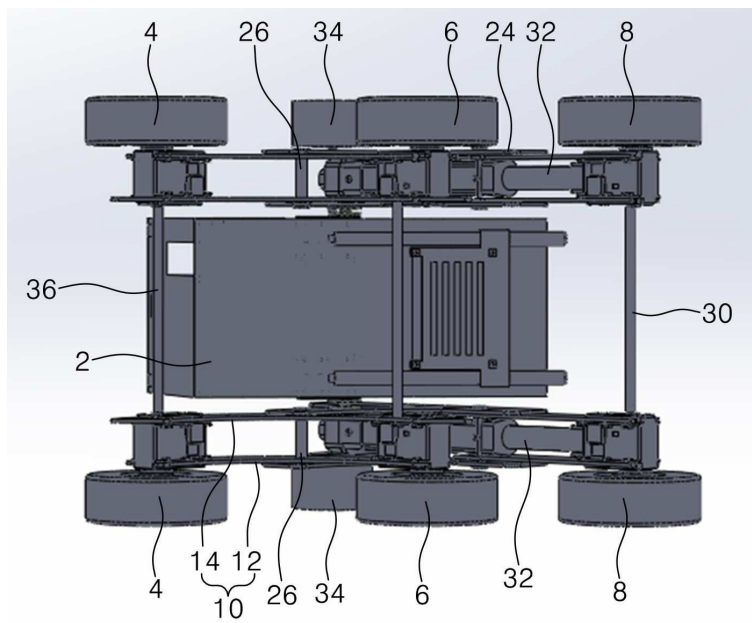
도면5



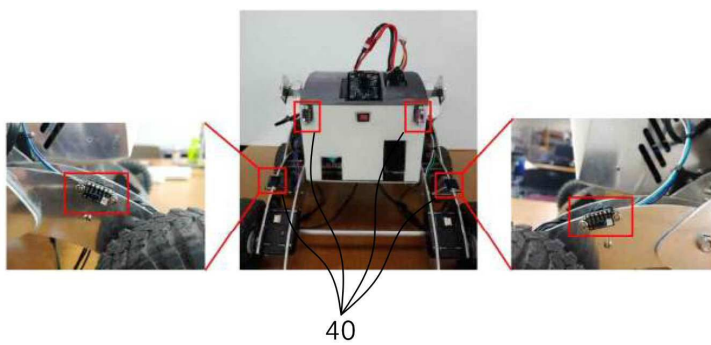
도면6



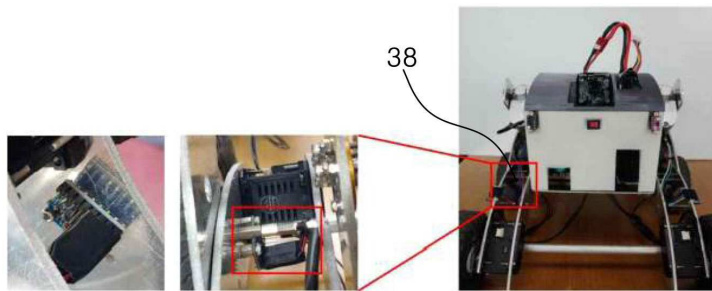
도면7



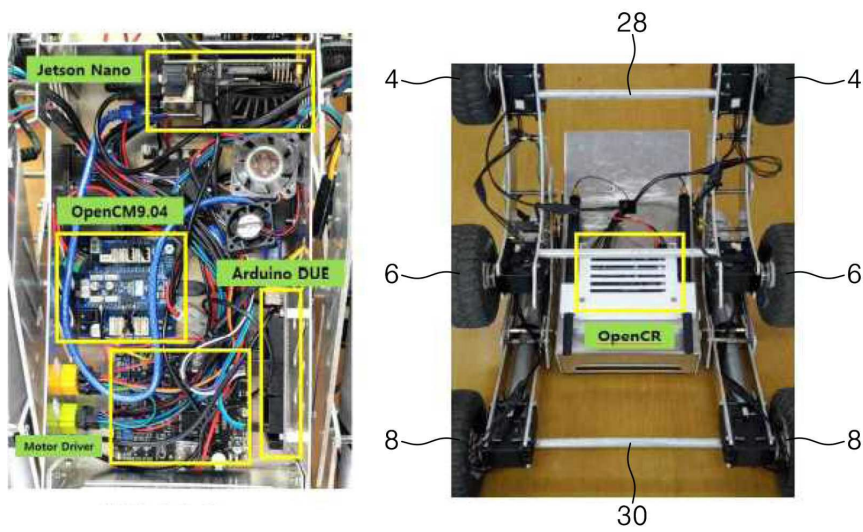
도면8



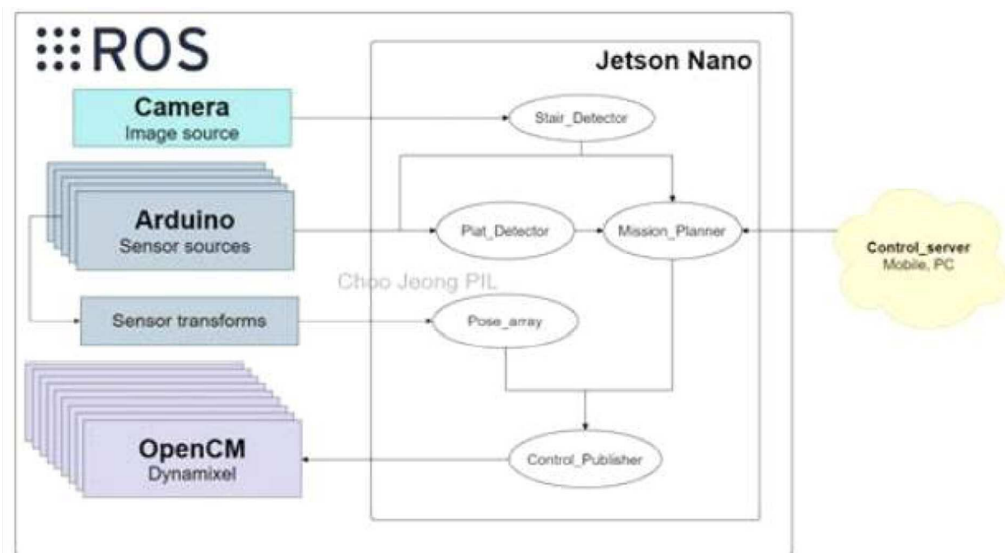
도면9



도면10



도면11



도면12

YOLO detection function - 계단("stair")을 인지하면 sign = 1 을 return)

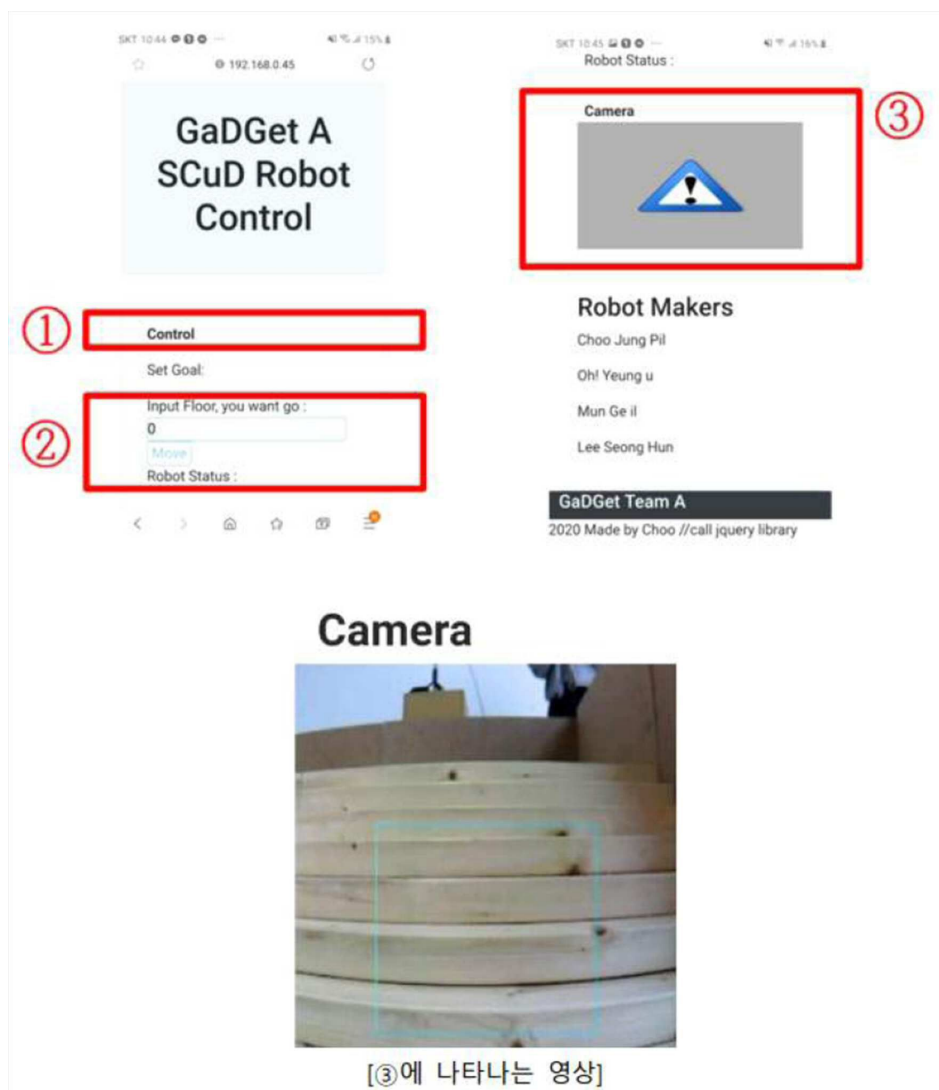
```
def detection(sign, cap, threshold):
    global frame
    ret, frame = cap.read()
    detections = darknet.detect_image(net,meta, frame , thresh=.5)

    for i in range(len(detections)) :
        label , score , box = retbox(detections,i,frame)
        cv2.rectangle(frame, (box[0], box[1]), (box[2], box[3]), (255,255,0), 2)
        #frame = cv2.resize(frame, dsize=(640, 480), interpolation=cv2.INTER_AREA)
        print(label, score, box)
        if score < threshold :
            if label == "stair":
                sign = 1

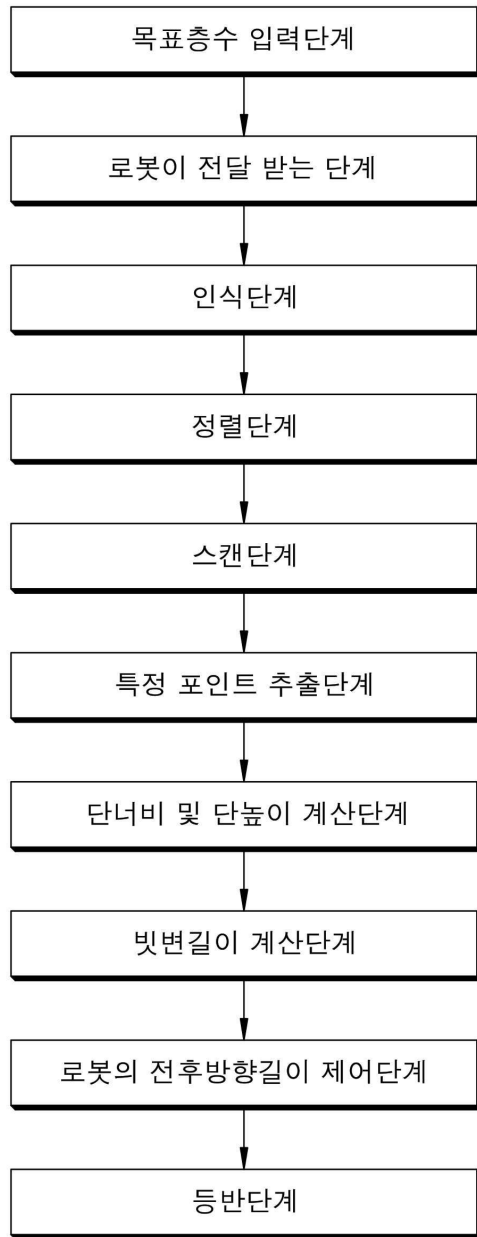
            break
        else :
            left,top,right,bottom=box

    return sign, frame
```

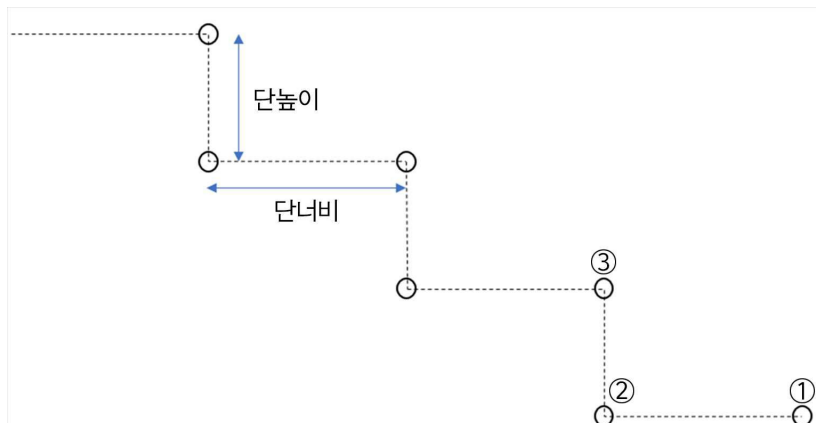
도면13



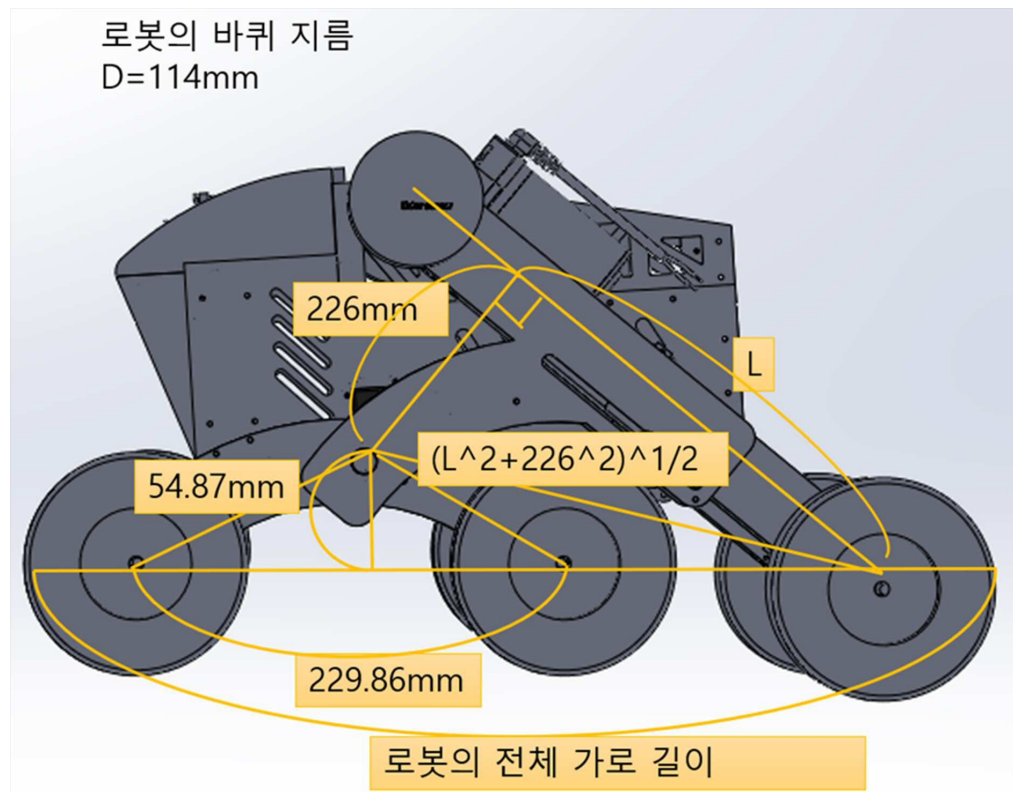
도면14



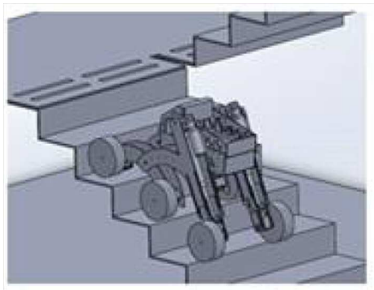
도면15



도면16



도면17



도면18

