



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0072736
(43) 공개일자 2025년05월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 1/20 (2024.01) B62K 21/00 (2025.01)
B62M 6/40 (2010.01) B62M 6/50 (2010.01)
G05D 1/00 (2024.01)
(52) CPC특허분류
G05D 1/0891 (2013.01)
B62K 21/00 (2025.01)
(21) 출원번호 10-2023-0159670
(22) 출원일자 2023년11월17일
심사청구일자 2023년11월17일

(71) 출원인
국립창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
권오설
경상남도 창원시 의창구 중동로 78, 411동 2702호
(중동, 창원 중동 유니시티)
황성빈
경상남도 창원시 의창구 서상로 27, 101동 1201호
(동정동, 동정오성아파트)
김진서
경상남도 김해시 삼계로 35, 307동 104호 (삼계동, 구지마을3단지푸르지오아파트)
(74) 대리인
김종선, 이형석

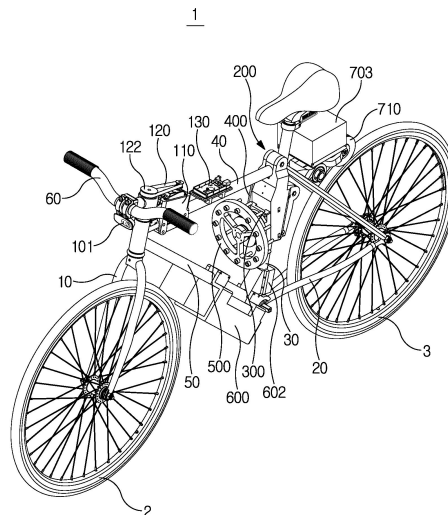
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 방법 및 장치를 제안한다. 본 발명에 의하면 모빌리티의 페달 지지대에 리액션 휠 베이스가 장착되며, 그 리액션 휠 베이스의 전방에는 균형 제어모터 및 엔코더가 장착된 모터 베이스가 장착된다. 또 상기 모빌리티의 기울기 각도를 보상하여 균형을 맞추도록 상기 균형 제어모터의 구동축과 연결되어 동작하는 리액션 휠이 모터 베이스의 전방에 장착된다. 상기 리액션 휠은 튜브 형상으로 형성되며, 중앙에 상기 균형 제어모터의 구동축이 끼워지는 중앙 홀이 형성되고, 중앙 홀과 테두리부분의 링부 사이에는 복수 개의 지지 프레임이 연결된다. 그리고 링 부에는 볼트 및 너트가 구비되어 모멘텀을 최대로 할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B62M 6/40 (2013.01)

B62M 6/50 (2013.01)

G05D 1/0088 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345356160
과제번호	LINC3.0-2022-65
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	3단계산학협력 선도대학육성사업(LINC3.0)
연구과제명	위성영상 관제시스템을 위한 초소형 차량검출 시스템 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	창원대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	3311946000
과제번호	S3311946
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	산학연플랫폼사업
연구과제명	스마트팩토리를 위한 딥러닝 기반의 자율주행 모빌리티 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	창원대학교
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

전륜과 후륜, 상기 전륜 및 후륜을 지지하는 전륜 지지대와 후륜 지지대, 페달 지지대, 상부 프레임 및 하부 프레임, 조향 핸들로 이루어진 모빌리티;

상기 페달 지지대에 장착된 리액션 휠 베이스;

상기 리액션 휠 베이스 전방에 장착되며, 균형 제어모터 및 엔코더가 장착된 모터 베이스;

상기 균형 제어모터를 제어하도록 상기 리액션 휠 베이스의 측면에 장착된 모터 드라이버; 및

상기 모터 베이스의 전방에 장착되며, 상기 모빌리티의 기울기 각도를 보상하여 균형을 맞추도록 상기 균형 제어모터의 구동축과 연결되어 동작하는 리액션 휠을 포함하고,

상기 리액션 휠은,

튜브 형상이며, 중앙에 상기 균형 제어모터의 구동축이 끼워지는 중앙 홀이 형성되고, 중앙 홀과 테두리부분의 링부 사이에는 복수 개의 지지 프레임이 연결되며, 링 부에는 볼트 및 너트가 결합되어 구성되는 것을 특징으로 하는, 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 모터 드라이버는,

LQR(Linear quadratic Regulator) 제어기의 명령 제어를 통해 획득되는 어느 하나의 게인(Gain) 값에 따라 상기 균형 제어모터를 구동시켜 상기 모빌리티의 균형제어를 수행하는, 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 LQR 제어기는,

하기의 상태 방정식에 의해 상기 게인 값을 선택하는, 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치.

$$\begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ \ddot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ \frac{g(m_b l_b + m_w l_w)}{m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b} & 0 & 0 \\ -\frac{g(m_b l_b + m_w l_w)}{m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b} & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ \psi \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ \frac{J_w(m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b)}{J_w(m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b)} \end{bmatrix} u(=\tau)$$

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 모터 드라이버는,

상기 리액션 휠을 구동시키는 균형 제어모터 및 모빌리티의 전/후진 이동을 제어하기 위한 전/후진 제어모터를 제어하는 2-채널 드라이버인, 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 모빌리티의 전/후진 구동을 제어하기 위해 전/후진 제어모터가 내장된 제어보드를 더 포함하고,
 상기 제어보드에는 상기 전/후진 제어모터의 구동력을 상기 후륜에 전달하기 위한 회전 휠이 연결되며,
 상기 회전 휠은 탄성부재의 탄성력에 따라 상기 후륜과 접촉하거나 이격되도록 구성되는, 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 조향 핸들을 조향하기 위해 조향 제어 모터가 구비되는 모터용 브라켓이 상기 상부 프레임에 장착되고,
 상기 모터용 브라켓은,
 모터 장착공간이 형성된 브라켓 몸체;
 상기 브라켓 몸체의 하방향으로 연장되는 고정다리; 및
 상기 고정다리 사이에 구비된 브라켓 지지대를 포함하여 구성되는, 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 리액션 휠 베이스는,
 상기 페달 지지대와 결합할 수 있는 베이스 본체;
 상기 베이스 본체 상단을 지지하도록 체결되는 상단 지지대; 및
 상기 베이스 본체 후면을 지지하도록 체결되는 후면 지지대를 포함하여 구성되는, 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,
 상기 하부 프레임에 제1 배터리; 및
 상기 상부 프레임에 제2 배터리를 더 포함하고,
 상기 제1 배터리는 제어보드 및 모터 드라이버의 구동을 위한 구동 전원을 공급하고,
 상기 제2 배터리는 조향 제어모터의 구동을 위한 구동 전원을 공급하는, 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치.

청구항 9

균형 제어모드와 주행 제어모드를 이용하여 자율 주행하는 모빌리티의 제어방법에 있어서,
 상기 균형 제어모드는, 모빌리티의 기울어진 각도만큼 LQR(Linear quadratic Regulator) 제어가 출력하는 토크 지령 값에 따라 리액션 휠을 구동시켜 균형을 유지하면서 주행하는 과정을 포함하고,
 상기 주행 제어모드는, 원격 모드 또는 자율 모드에 의해 주행하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 제어방법.

청구항 10

제9항에 있어서,
 상기 균형 제어모드는, 모빌리티의 현재 자세와 목표 자세를 비교하는 과정을 포함하고,
 상기 LQR 제어기는 모빌리티의 기울어진 각도(θ)와 리액션 휠의 회전각도(ψ)를 이용한 하기 최고차항에 대한 상태 방정식을 기초로 하여 토크 지령 값을 출력하는, 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 제어방법.

여기서 상기 최고차항식은,

$$\ddot{\theta} = \frac{g \sin(\theta)(m_b l_b + m_w l_w) - \tau}{m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b}$$

$$\ddot{\psi} = \frac{(m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b + J_w) \tau - J_w g \theta (m_b l_b + m_w l_w)}{J_w (m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b)}$$

이고,

상기 상태 방정식은,

$$\begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ \frac{g(m_b l_b + m_w l_w)}{m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b} & 0 & 0 \\ -\frac{g(m_b l_b + m_w l_w)}{m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b} & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta \\ \psi \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ \frac{J_w}{J_w(m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b)} \end{bmatrix} u (= \tau)$$

이다.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 원격 모드는,

외부 조정기로부터 입력된 조향값에 따라 조향 제어모터와 전/후진 제어모터를 구동하여 모빌리티 를 원격 주행 하는, 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 제어방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 자율 모드는,

차선검출과정; 및 객체인식과정을 포함하고,

상기 차선검출과정은 차선중앙과 모빌리티의 위치가 일치하도록 조향 제어모터를 구동시키는 과정을 포함하며,

상기 객체인식과정은 사람의 인식율이 소정 값 이상인 경우에 전/후진 제어모터를 선택 구동시키는 과정을 포함 하는, 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 제어방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 균형을 유지하면서 무인으로 자율 주행이 가능한 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 방법 및 그 모빌리티 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자율 주행 기술은 자동차와 같은 사륜차에 집중되어 연구 개발되는 추세이다. 자동차에 적용되는 자율 주행 기술은 안전 자세 제어를 넘어선 복잡한 자율 주행을 위한 자세 제어 기술이 필요하지 않다.

[0003] 반면 전륜 및 후륜으로 이루어진 자전거는 구조적으로 불안정하여 적절한 조향 없이는 균형을 유지할 수 없어 기존 사륜차에 적용되던 자율 주행 기술을 그대로 사용하기에 한계점을 갖고 있다. 즉 안정적인 주행을 위해서는 복합적인 제어가 필요하다. 그만큼 구조가 복잡하고 설계 비용 등이 증가한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2021-0093630(2021. 7. 28. 공개, 조향 및 자세 제어가 가능한 이륜차 로봇

및 이의 제어방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 균형제어모드 및 주행제어모드의 2가지 모드에 따라 무인 자율주행 운전이 가능한 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 방법 및 장치를 제공하는 것이다.
- [0006] 본 발명은 원격 및 자율 주행이 가능한 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 방법 및 장치를 제공하는 것이다.
- [0007] 본 발명은 주행도로의 차선 및 객체 인식을 수행하면서 자율 주행할 수 있는 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 방법 및 장치를 제공하는 것이다.
- [0008] 본 발명은 무인 자율주행이 가능하도록 각종 구성들이 최적으로 배치 장착되어 설계된 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 방법 및 장치를 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티는, 전륜과 후륜, 상기 전륜 및 후륜을 지지하는 전륜 지지대와 후륜 지지대, 페달 지지대, 상부 프레임 및 하부 프레임, 조향 핸들로 이루어진 자전거; 상기 페달 지지대에 장착된 리액션 휠 베이스; 상기 리액션 휠 베이스 전방에 장착되며, 균형 제어모터 및 엔코더가 장착된 모터 베이스; 상기 균형 제어모터를 제어하도록 상기 리액션 휠 베이스의 측면에 장착된 모터 드라이버; 및 상기 모터 베이스의 전방에 장착되며, 상기 자전거의 기울기 각도를 보상하여 균형을 맞추도록 상기 균형 제어모터의 구동축과 연결되어 동작하는 리액션 휠을 포함하고, 상기 리액션 휠은, 튜브 형상이며, 중앙에 상기 균형 제어모터의 구동축이 끼워지는 중앙 홀이 형성되고, 중앙 홀과 테두리부분의 링부 사이에는 복수 개의 지지 프레임이 연결되며, 링 부에는 볼트 및 너트가 결합되어 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 상기 모터 드라이버는, LQR(Linear quadratic Regulator) 제어기의 명령 제어를 통해 획득되는 어느 하나의 게인(Gain) 값에 따라 상기 균형 제어모터를 구동시켜 상기 자전거의 균형제어를 수행한다.
- [0012] 상기 LQR 제어기는, 하기의 상태 방정식에 의해 상기 게인 값을 선택한다.

$$\begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ \ddot{\theta} \\ \ddot{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ \frac{g(m_b l_b + m_w l_w)}{m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b} & 0 & 0 \\ -\frac{g(m_b l_b + m_w l_w)}{m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b} & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ \frac{J_w(m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b)}{J_w(m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b)} \end{bmatrix} u (= \tau)$$

- [0013]
- [0014] 상기 모터 드라이버는, 상기 리액션 휠을 구동시키는 균형 제어모터 및 자전거의 전/후진 이동을 제어하기 위한 전/후진 제어모터를 제어하는 2-채널 드라이버이다.
- [0015] 상기 자전거의 전/후진 구동을 제어하기 위해 전/후진 제어모터가 내장된 제어보드를 더 포함하고, 상기 제어보드에는 상기 전/후진 제어모터의 구동력을 상기 후륜에 전달하기 위한 회전 휠이 연결되며, 상기 회전 휠은 탄성부재의 탄성력에 따라 상기 후륜과 접촉하거나 이격되도록 구성된다.
- [0016] 상기 조향 핸들을 조향하기 위해 조향 제어 모터가 구비되는 모터용 브라켓이 상기 상부 프레임에 장착되고, 상기 모터용 브라켓은, 모터 장착공간이 형성된 브라켓 몸체; 상기 브라켓 몸체의 하방향으로 연장되는 고정다리; 및 상기 고정다리 사이에 구비된 브라켓 지지대를 포함하여 구성된다.
- [0017] 상기 리액션 휠 베이스는, 상기 페달 지지대와 결합할 수 있는 베이스 본체; 상기 베이스 본체 상단을 지지하도

록 체결되는 상단 지지대; 및 상기 베이스 본체 후면을 지지하도록 체결되는 후면 지지대를 포함하여 구성된다.

[0018] 상기 하부 프레임에 제1 배터리; 및 상기 상부 프레임에 제2 배터리를 더 포함하고, 상기 제1 배터리는 제어보드 및 모터 드라이버의 구동을 위한 구동 전원을 공급하고, 상기 제2 배터리는 조향 제어모터의 구동을 위한 구동 전원을 공급한다.

[0019] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 방법은, 균형 제어모드와 주행 제어모드를 이용하여 자율 주행하는 자전거의 제어방법에 있어서, 상기 균형 제어모드는, 자전거의 기울어진 각도만큼 LQR(Linear quadratic Regulator) 제어기가 출력하는 토크 지령 값에 따라 리액션 휠을 구동시켜 균형을 유지하면서 주행하는 과정을 포함하고, 상기 주행 제어모드는, 원격 모드 또는 자율 모드에 의해 주행하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 상기 균형 제어모드는, 자전거의 현재 자세와 목표 자세를 비교하는 과정을 포함하고, 상기 LQR 제어기는 자전거의 기울어진 각도(θ)와 리액션 휠의 회전각도(ψ)를 이용한 하기 최고차항에 대한 상태 방정식을 기초로 하여 토크 지령 값을 출력한다.

[0021] 최고차항식은,

$$\ddot{\theta} = \frac{g \sin(\theta)(m_b l_b + m_w l_w) - \tau}{m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b}$$

$$\ddot{\psi} = \frac{(m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b + J_w) \tau - J_w g \theta (m_b l_b + m_w l_w)}{J_w (m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b)}$$

이고,

[0023] 상태 방정식은,

$$\begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ \ddot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ \frac{g(m_b l_b + m_w l_w)}{m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b} & 0 & 0 \\ -\frac{g(m_b l_b + m_w l_w)}{m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b} & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ \psi \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ \frac{m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b + J_w}{J_w (m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b)} \end{bmatrix} u (= \tau)$$

이다.

[0025] 상기 원격 모드는, 외부 조정기로부터 입력된 조향값에 따라 조향 제어모터와 전/후진 제어모터를 구동하여 자전거를 원격 주행한다.

[0026] 상기 자율 모드는, 차선검출과정; 및 객체인식과정을 포함하고, 상기 차선검출과정은 차선중앙과 자전거의 위치가 일치하도록 조향 제어모터를 구동시키는 과정을 포함하며, 상기 객체인식과정은 사람의 인식율이 소정 값 이상인 경우에 전/후진 제어모터를 선택 구동시키는 과정을 포함한다.

발명의 효과

[0027] 이와 같은 본 발명에 따르면, 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티의 좌우 균형과 주행 방향으로 조향을 수행하면서 무인으로 자율 주행이 가능함을 알 수 있다.

[0028] 본 발명에 따르면 휴대폰 등과 같은 단말장치를 이용하여 원격 조정이 가능하기 때문에 원거리에 있는 자전거의 주행 제어가 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치의 전체 사시도면이다.

도 2는 서보모터용 브라켓의 도면이다.

도 3은 리액션 휠의 도면이다.

도 4는 모터 베이스의 도면이다

도 5는 모터 드라이버 케이스의 도면이다.

도 6는 리액션 휠 베이스의 전방에 장착되는 리액션 휠의 도면이다.

도 7은 후륜을 정/역방향 구동시키기 위해 제어보드와 각종 구조물이 장착된 사진이다.

도 8은 도 1의 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치의 블록 구성도이다.

도 9는 동역학 유도를 위해 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치의 각종 값들을 나타낸 도면이다.

도 10 및 도 11은 본 발명의 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치의 제어동작을 설명하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0031] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0032] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0033] 본 발명에서 사용되는 “부” 또는 “부분” 등의 일부분을 나타내는 표현은 해당 구성요소가 특정 기능을 포함할 수 있는 장치, 특정 기능을 포함할 수 있는 소프트웨어, 또는 특정 기능을 포함할 수 있는 장치 및 소프트웨어의 결합을 나타낼 수 있음을 의미하나, 꼭 표현된 기능에 한정된다고 할 수는 없으며, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0034] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.
- [0036] 이하에서는 도면에 도시한 실시 예에 기초하면서 본 발명에 대하여 더욱 상세하게 설명하기로 한다.
- [0038] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치(예를 들면 '자전거'일 수 있음)의 전체 사시도면이며, 이러한 도 1과 자전거의 각 부위에 설치된 구성을 설명하는 여러 도면들을 함께 참조하면서 무인 자율주행 자전거의 구성들에 대해 살펴보기로 한다.
- [0039] 도 1에서 보듯이 조정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치(1, 자전거)의 전체적인 골격은, 전륜(2) 및 후륜(3)을 지지하는 전륜 지지대(10) 및 후륜 지지대(20), 페달 지지대(30), 상부 프레임(40) 및 하부 프레임(50), 조향 핸들(60)을 포함하여 구성된다.
- [0040] 조향 핸들(60)에는 주행방향의 전방을 촬영하는 카메라(101)가 장착된다. 또 조향 핸들(60)을 조향하기 위해 조향 제어 모터(111, 도 8)가 설치되는 모터용 브라켓(110), 폴리(120), 기어(122)가 설치된다. 조향 제어 모터(111)의 구동력이 폴리(120)를 통해 기어(122)로 전달되고, 기어(122)의 구동에 의해 조향 핸들(60)이 소정 각도만큼 좌/우 방향으로 회동하는 구성이다.
- [0042] 도 2는 모터용 브라켓의 도면이다. (a)와 같이 모터용 브라켓(110)은 상부 프레임(40) 상에 장착하도록 브라켓 몸체(111)의 하측에 고정다리(113)들이 연장 형성되고 중앙에 모터 장착공간(112)이 형성된다. 고정다리(113)에

는 볼트용 홀(114)이 형성되며, 볼트를 체결하여 상부 프레임(40)에 장착한다.

- [0043] 그리고 모터용 브라켓(110)의 고정다리(113) 사이에는 (b)와 같은 형상의 브라켓 지지대(115)가 더 장착될 수 있다. 브라켓 지지대(115)는 조향 제어모터(111)를 더 견고하게 고정하고 내구성을 높이기 위한 구조물이다. (c)는 모터용 브라켓(110)의 브라켓 몸체(111)에 브라켓 지지대(115)가 결합된 상태이다.
- [0044] 모터용 브라켓(110)의 전단에는 자세 센서(102, 도 8)가 장착되고 후단에는 아두이노가 설치된 홀더(130), 그리고 배터리(제2 배터리)(421)가 장착된다. 도면에는 홀더(130)만 도시하였다. 자세 센서(102) 및 제2 배터리(421)는 대응하는 별도의 브라켓을 사용하여 상부 프레임(40)에 설치될 것이다. 자세 센서(102)는 자전가의 기울어진 정도를 센싱하는 역할을 한다. 본 실시 예에서 자세 센서(120)는 관성을 측정하여 자전거의 기울어진 각도를 측정하는 IMU(Inertial Measurement Unit) 센서일 수 있다.
- [0046] 본 실시 예에 따르면 페달 지지대(30)는 상부 프레임(40)과 하부 프레임(50) 사이에 수직되게 설치되며, 상기 페달 지지대(30)에 리액션 휠 베이스(200)가 장착된다.
- [0047] 도 3은 리액션 휠 베이스(200)의 도면이다. 도 3에 도시한 바와 같이 리액션 휠 베이스(200)는 페달 지지대(30)에 세로 방향으로 장착할 수 있는 구조를 가진다. 리액션 휠 베이스(200)는 (a)의 베이스 본체(210)와, (b)의 베이스 본체(210) 상단에 체결되는 상단 지지대(220), 그리고 (c)의 베이스 본체(210) 후면에 체결되는 후면 지지대(230)를 포함하여 구성된다. 상단 지지대(220)는 베이스 본체(210)를 위에서 지지해주고, 후면 지지대(230)는 베이스 본체(210)를 뒤에서 지지해준다. (d)는 리액션 휠 베이스(200)가 상부 프레임(40)과 페달 지지대(30)에 걸쳐 실제 장착된 사진이다.
- [0049] 도 4는 모터 베이스의 도면이다. 모터 베이스는 리액션 휠 베이스의 전방에 장착된다.
- [0050] 도 4의 (a)는 균형 제어모터 및 엔코더가 장착될 모터 베이스(300)의 전체 형상이며, inverted reaction wheel pendulum의 링크와 비슷한 역할을 한다. (b)와 같이 모터 베이스(300)는 전방에는 리액션 휠(500)이 장착되게 된다.
- [0052] 도 5는 모터 드라이버 케이스의 도면이다. 모터 드라이버 케이스(400)는 리액션 휠 베이스(200)의 측면에 장착된다. 모터 드라이버 케이스(400)는, 상/하부 케이스(410, 420)의 결합에 의해 케이스 본체를 형성하며, 케이스 본체 내부에 모터 드라이버(401, 도 8)가 내장된다.
- [0053] 그리고 상/하부 케이스(410, 420)는 방열을 위하여 다수의 방열구(411)가 형성될 수 있다. 또 하부 케이스(420)의 내부에는 모터 드라이버(401)를 하부 케이스(420) 바닥면과 이격시켜 열이 더 용이하게 방출되도록 지지대(422)가 형성될 수 있다.
- [0054] 상기 모터 드라이버(401)는 배터리 전원을 공급받고 균형 제어모터(310, 도 8) 및 전/후진 제어모터(701, 도 8)의 구동을 제어하는 역할을 한다. 본 실시 예에서 모터 드라이버(401)는 BLDC 모터 드라이버인 ODrive가 사용될 수 있다.
- [0055] ODrive는 여러 엔코더와 BLDC모터 등을 포함하며, 균형 제어모터(310) 및 전/후진 제어모터(701)와 호환성이 좋고 인가전압의 범위도 56V까지 가능한 이점이 있다.
- [0057] 도 6는 리액션 휠 베이스의 전방에 장착되는 리액션 휠의 도면이다.
- [0058] 도 6의 (a) 및 (b)에 도시한 바와 같이, 리액션 휠(500)은 대략 튜브 형상으로 형성되며, 모터 베이스(300)에 장착된 균형 제어모터(310)의 구동축이 끼워지는 중앙 홀(501)을 중심으로 3개의 지지프레임(503)이 방사형으로 연결된다. 또 모멘텀을 최대한 크게 만들기 위하여 링 부(502)에는 볼트(504) 및 너트(505)가 추가로 결합할 수 있게 한다.
- [0059] 리액션 휠 베이스(300)에 리액션 휠(500)이 장착된 모습은 도 4의 (b)를 참조할 수 있다.

- [0061] 한편 도 1을 다시 참조하면 하부 프레임(50)에는 배터리 케이스(600)가 장착된다. 배터리 케이스(600)는 자전거의 주행에 필요한 전원을 공급하기 위한 배터리(즉 제1 배터리)(601)가 설치된다. 앞에서 말한 제2 배터리(421)와 다른 구성이다. 본 실시 예에 따르면 제1 배터리(601)는 제어보드(700) 및 모터 드라이버(401)의 구동 전원을 공급하기 위한 배터리로 사용되고, 제2 배터리(421)는 조향 제어모터(111)의 구동 전원을 공급하기 위한 배터리로 사용할 수 있다.
- [0063] 그리고 도 1 및 도 7에서 보듯이 자전거의 안장 하부에는 자전거의 전/후진 구동을 제어하기 위해 제어보드(700) 및 전/후진 제어모터(701)가 장착된 제어박스(703)가 설치된다. 여기서 도 7은 후륜을 정/역방향 구동시키기 위해 제어박스(703)와 각종 구조물이 장착된 사진이다.
- [0064] 제어보드(700)는 예를 들면 젯슨 나노, 라즈베리 파이 등과 같은 제어를 위한 장치일 수 있고, 제어보드(700)는 전/후진 제어모터(701)와 함께 상기 균형 제어모터(310)의 구동을 제어한다.
- [0065] 그리고 제어보드(700)에는 전/후진 제어모터(701)의 구동력을 후륜에 전달하기 위한 구조물이 연결된다. 본 실시 예에서 구조물은 스프링(720) 및 회전 휠(710) 등을 의미할 수 있다. 구체적으로 전/후진 제어모터(701)의 구동에 의해 스프링(720)이 상기 회전 휠(710)을 상/하 방향으로 이동시켜 후륜(3)과 접촉되게 하며, 전/후진 제어모터(701)의 정/역회전 구동에 따라 후륜(3)과 접촉한 회전 휠(710)이 소정 방향으로 회전하면서 후륜(3)을 정방향(전진) 또는 역방향(후진) 회전시켜 자전거를 전/후진 이동하는 것이다.
- [0067] 도 8은 도 1의 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치의 블록 구성도이다.
- [0068] 도 8을 참조하면, 무인 자율주행 자전거(1)는 제어보드(700) 및 모터 드라이버(401)를 포함할 수 있다. 제어보드(700)와 모터 드라이버(401)는 절연매체에 의해 서로 절연된 상태로 분리된다. 그리고 제어보드(700)와 모터 드라이버(401)는 외부 원격조정을 위해 휴대폰 등과 같은 단말장치와 통신할 수 있는 통신수단(미도시)이 구비된다. 통신수단은 유무선 방식의 각종 통신방식을 이용하여 통신할 수 있는 구성들일 수 있다.
- [0069] 도 8에서 제어보드(700) 및 모터 드라이브(401)에 구동 전원을 공급하기 위한 제1 배터리(601)가 구비되고, 제1 배터리(601)의 전원을 변환하여 제어보드(700)용 전원으로 변환하여 공급하기 위한 전압 변환기(602)가 구비된다.
- [0070] 제어보드(700)는 자전거의 각도를 체크하는 자세센서(102), 자율 주행을 위해 주행 전방을 촬영하는 카메라(101), 자전거의 조향을 제어하는 조향 제어모터(111)를 제어한다. 여기서 조향 제어모터(111)는 제1 배터리(601)의 전원 대신 상부 프레임(40)에 장착된 제2 배터리(421)의 배터리 전원을 공급받는다.
- [0071] 모터 드라이버(401)는 리액션 휠(500)을 구동시키는 균형 제어모터(310) 및 자전거의 전/후진 이동을 제어하기 위한 전/후진 제어모터(701)를 제어하는 2-채널 드라이버이다.
- [0073] 다음에는 본 발명의 모빌리티 장치의 무인 자율 주행을 위한 동역학 유도에 대해 설명한다.
- [0074] 동역학 유도를 위해 각종 파라미터 값을 도 9의 도면을 기준으로 아래와 같이 설정하였다. 도 9는 동역학 유도를 위해 자전거의 각종 값들을 나타낸 도면이다.
- [0075] L_w : 지면에서 리액션 휠의 무게 중심까지의 거리, [0.547m]
- [0076] L_b : 지면에서 자전거 무게 중심까지의 거리, [0.523m]
- [0077] m_w : 리액션 휠의 무게, [1.053kg]
- [0078] m_b : 자전거 무게, [15.446kg]
- [0079] J_w : 리액션 휠의 관성 모멘트, [0.007Kg m²]
- [0080] J_b : 자전거의 관성 모멘트, [0.527Kg m²]

[0081] G: 중력가속도 [9.81m/s^2]

[0082] Θ : 자전거의 기울어진 각도

[0083] ψ : 리액션 휠의 회전각도

[0085] 동역학 유도를 위해 상기한 파라미터 값을 기초로 하여 위치벡터와, 상기 위치벡터를 미분하여 구한 속도벡터는 다음과 같다.

$$\overrightarrow{P_b} = \begin{bmatrix} l_b \sin(\theta) \\ l_b \cos(\theta) \end{bmatrix} \quad \overrightarrow{P_w} = \begin{bmatrix} l_w \sin(\theta) \\ l_w \cos(\theta) \end{bmatrix}$$

[0086]

[0087] 여기서 $\overrightarrow{P_b}$ 는 자전거 무게중심의 위치벡터이고, $\overrightarrow{P_w}$ 는 리액션 휠의 무게중심의 위치벡터를 말한다.

$$\overrightarrow{\dot{P}_b} = \begin{bmatrix} l_b \dot{\theta} \cos(\theta) \\ -l_b \dot{\theta} \sin(\theta) \end{bmatrix} \quad \overrightarrow{\dot{P}_w} = \begin{bmatrix} l_w \dot{\theta} \cos(\theta) \\ -l_w \dot{\theta} \sin(\theta) \end{bmatrix}$$

[0088]

[0089] 그리고 상기 속도벡터를 이용하면 자전거의 선형 운동에너지 및 회전 운동에너지는 다음과 같이 구할 수 있다.

[0090] 첫 번째, 선형 운동에너지 K_t 는 $K_{t,b}$ 와 $K_{t,w}$ 의 합으로 구할 수 있다.

[0091] $K_{t,b}$ 및 $K_{t,w}$, 그리고 K_t 는 다음과 같다.

$$K_{t,b} = \frac{m_b [\dot{\theta}^2 l_b^2 \cos(\theta)^2 + \dot{\theta}^2 l_b^2 \sin(\theta)^2]}{2}$$

[0092]

$$K_{t,w} = \frac{m_w [\dot{\theta}^2 l_w^2 \cos(\theta)^2 + \dot{\theta}^2 l_w^2 \sin(\theta)^2]}{2}$$

[0093]

$$K_t = K_{t,b} + K_{t,w} = \frac{m_b [\dot{\theta}^2 l_b^2 \cos(\theta)^2 + \dot{\theta}^2 l_b^2 \sin(\theta)^2]}{2} + \frac{m_w [\dot{\theta}^2 l_w^2 \cos(\theta)^2 + \dot{\theta}^2 l_w^2 \sin(\theta)^2]}{2}$$

[0094]

[0095] 두 번째, 회전 운동에너지 K_r 는 $K_{r,b}$ 와 $K_{r,w}$ 의 합으로 구할 수 있다.

[0096] $K_{r,b}$ 및 $K_{r,w}$, 그리고 K_r 는 다음과 같다.

$$K_{r,b} = \frac{J_b (\dot{\theta})^2}{2}$$

[0097]

$$K_{r,w} = \frac{J_w (\dot{\theta} + \dot{\psi})^2}{2}$$

[0098]

$$K_r = K_{r,b} + K_{r,w} = \frac{J_b (\dot{\theta})^2}{2} + \frac{J_w (\dot{\theta} + \dot{\psi})^2}{2}$$

[0099]

[0100] 따라서 상기 선형 운동에너지와 회전 운동 에너지의 합에 의해 전체 운동 에너지를 구할 수 있고 다음과 같다.

$$K = \frac{1}{2} \left[\dot{\theta}^2 (m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b + J_w) + J_w \dot{\psi}^2 + 2 J_w \dot{\theta} \dot{\psi} \right]$$

[0101]

[0102] 한편 자전거의 위치 에너지(U)는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$U = m \times g \times h$$

$$U = m_b l_b g \cos(\theta) + m_w l_w g \cos(\theta)$$

[0103]

[0104] 여기서 m은 질량, g는 중력가속도, h는 무게 중심까지의 거리를 말한다.

[0105] 상기와 같이 운동 에너지 및 위치 에너지가 구해지면 라그랑지안(L)은 '운동 에너지(K) - 위치 에너지(U)'로 정의할 수 있고 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$L = \frac{1}{2} \left[\dot{\theta}^2 (m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b + J_w) + J_w \dot{\psi}^2 + 2 J_w \dot{\theta} \dot{\psi} \right] - m_b l_b g \cos(\theta) - m_w l_w g \cos(\theta)$$

[0106]

[0107] 상기 라그랑지안(L)을 이용하여 오일러-라그랑지 방정식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial L}{\partial q} = 0$$

[0108]

[0109] 상기 오일러-라그랑지 방정식은 자전거의 기울어진 각도(θ)와 리액션 휠의 회전각도(ψ)에 대해 다음 식으로 풀이할 수 있다.

[0110] 첫 번째, 자전거의 기울어진 각도(θ)에 대해서는 다음과 같다.

$$\frac{\partial L}{\partial \theta} = (m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b + J_w) \dot{\theta} + J_w \dot{\psi}$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} \right) = (m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b + J_w) \ddot{\theta} + J_w \ddot{\psi}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \theta} = m_b l_b g \sin(\theta) + m_w l_w g \sin(\theta)$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \theta} = (m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b + J_w) \ddot{\theta} + J_w \ddot{\psi} - m_b l_b g \sin(\theta) - m_w l_w g \sin(\theta) = 0$$

[0111]

[0112] 두 번째, 리액션 휠의 회전각도(ψ)에 대해서는 다음과 같다.

$$\frac{\partial L}{\partial \psi} = J_w \dot{\theta} + J_w \dot{\psi}$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\psi}} \right) = J_w \ddot{\theta} + J_w \ddot{\psi}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \psi} = 0$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\psi}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \psi} = J_w \ddot{\theta} + J_w \ddot{\psi} = \tau$$

[0113]

[0114] 그리고 상기한 자전거의 기울어진 각도(θ)와 리액션 휠의 회전각도(ψ)를 이용한 최고차항은 다음과 같다.

$$\ddot{\theta} = \frac{g \sin(\theta)(m_b l_b + m_w l_w) - \tau}{m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b}$$

$$\ddot{\psi} = \frac{(m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b + J_w) \tau - J_w g \theta (m_b l_b + m_w l_w)}{J_w (m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b)}$$

[0115]

[0116] 마지막으로 상기 최고차항에 대해 정리한 식을 이용하면 아래와 같이 상태 방정식을 도출할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ \ddot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ \frac{g(m_b l_b + m_w l_w)}{m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b} & 0 & 0 \\ -\frac{g(m_b l_b + m_w l_w)}{m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b} & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ \psi \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ \frac{J_w}{J_w(m_b l_b^2 + m_w l_w^2 + J_b)} \end{bmatrix} u (= \tau)$$

[0117]

[0118] 본 발명은 상기한 상태방정식을 이용하여 자전거의 자세를 추론하고, 모터 드라이버에 구비된 LQR((Linear quadratic Regulator) 제어기의 명령 제어를 통해 획득되는 계인 값을 찾아 자전거의 균형제어를 수행한다. 상기 LQR 제어기의 명령어의 Q 값은 중요도에 따라 높게 설정하고 R 값은 제어입력의 크기에 따라 결정할 수 있다. R 값이 작아지면 제어입력의 크기는 커지게 된다.

[0119] 실시 예에서 Q 값 및 R 값은 다음과 같이 설정할 수 있다.

$$Q = \begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 \\ 0 & 100 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad R = 10000$$

[0120]

[0122] 이어서는 본 발명인 무인 자율주행 자전거의 구동 예를 살펴본다.

[0123] 도 10 및 도 11은 본 발명의 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치의 제어동작을 설명하는 흐름도이다.

[0124] 본 발명의 무인 자율주행 자전거(1)는 균형제어모드와 주행제어모드로 구동될 수 있고, 균형제어모드와 주행제어모드는 자전거가 주행하는 동안 동시에 수행될 수 있다.

[0125] 첫 번째로 균형제어모드를 위한 구동 명령어가 입력된 경우이다.

[0126] 균형제어를 위한 명령어가 인가되면(S100), 자세센서(102)는 자전거의 기울어진 각도를 센싱한다(S110). 자세센서(102)는 센싱한 정보를 제어보드(700)로 전송한다.

[0127] 제어보드(700)는 자세센서(102)가 전송한 각도 정보를 기초로 하여 현재 자세와 목표 자세를 비교한다(S130). 이때 현재 자세와 목표 자세를 비교하기 전에 자전거의 각도 정보에 포함된 노이즈나 오차를 제거하는 필터링 과정이 수행될 수도 있다(S120). 목표 자세는 자전거가 균형을 유지하면서 주행할 수 있는 각도를 말하고, 예를 들면 자전거가 지면과 수직인 0° 일 수도 있다.

[0128] 제어보드(700)가 현재 자세와 목표 자세를 비교한 결과, 두 개의 자세 값이 같은 경우에는 별도의 제어과정을 수행하지 않고 그대로 주행하면 된다. 반면 두 개의 자세 값이 상이한 경우(S130에서 N)에는 균형 제어모터(310)의 모터 토크를 제어해야 한다. 균형 제어모터(310)의 토크는 LQR 제어기가 상기 현재 자세와 목표 자세 간의 차이 값만큼 토크 출력 값을 계산한다(S140).

[0129] 모터 드라이버(401)는 계산된 토크 출력 값이 미리 설정한 범위 내에 존재하는가를 판단한다(S150). 그리고 판단결과 토크 출력 값이 범위를 벗어난 경우 토크 출력 값을 정해진 값으로 제한하고(S160), 제한된 토크 출력으로 균형 제어모터(310)를 구동시킨다(S170). 반면 토크 출력 값이 미리 설정한 범위 내에 존재하면 그 계산된 토크 출력 값으로 균형 제어모터(310)를 구동시킨다. 그러면 균형 제어모터(310)는 모터 구동축과 연결된 리액션 휠(500)을 구동시킨다. 이에 자전거는 기울어진 각도만큼 반대 방향으로 움직이며, 따라서 밸런스를 유지되

게 한다. 즉 목표 자세 값이 되도록 하는 것이다.

- [0130] 상기한 과정을 반복 수행함으로써, 자전거는 균형을 유지하면서 주행할 수 있다(S500).
- [0131] 두 번째로 주행제어모드를 위한 구동 명령어가 입력된 경우이다(S200).
- [0132] 주행제어모드는 원격모드와 자율모드로 구분되며, 원격모드 명령(S210)과 자율모드 명령(S300)이 각각 입력될 수 있다.
- [0133] 본 실시 예에 따라 원격모드 명령이 입력되면(S210), 제어보드(700)는 외부 조정기의 입력여부를 판단한다(S220). 외부 조정기는 예를 들면 휴대폰과 같은 단말장치일 수 있고, 자전거의 원격 조정을 위한 프로그램이 설치되어 있어야 할 것이다. 외부 조정기 입력이 없으면 대기 또는 종료시킨다(S250).
- [0134] 제어보드(700)는 외부 조정기의 입력이 있는 경우, 그 외부 조정기의 입력 명령에 따른 조향 값을 수신한다(S230). 조향 값은 자전거의 주행에 필요한 전진/후진/좌회전/우회전은 물론 회전 각도 등의 정보 들을 포함할 수 있다. 이러한 조향 값에 따라 제어보드(700)는 조향 제어모터(111)를 구동하여 조향 방향을 조정하고, 나아가 제어보드(700)로부터 조향 값을 전달받은 모터 드라이버(401)는 전/후진 제어모터(701)를 구동하여 자전거의 전/후진 주행을 원격 제어한다. 자전거의 원격 제어는 주행종료 명령이 입력되기 전까지 수행된다(S600).
- [0136] 본 실시 예에 따라 자율모드 명령이 입력되면(S300), 제어보드(700)는 카메라(101)를 구동시켜 촬영 정보를 수신한다(S310). 촬영 정보는 차선정보 및 객체정보(사람 등)를 포함할 수 있고, 상기 촬영 정보에 따라 다른 제어동작을 수행한다.
- [0137] 먼저 차선 검출 동작이다. 카메라(101)가 촬영한 정보로부터 차선이 검출되면(S320), 제어보드(700)는 검출된 차선의 중앙과 자전거의 위치가 일치하는 지 판단한다(S330). 판단 결과 그 2개의 정보가 일치하면 자전거는 그대로 자율 주행을 진행한다. 반면 2개의 정보가 불일치하면 제어보드(700)는 조향 제어모터(421)를 조정하여 주행할 수 있도록 제어한다. 이때 제어보드(700)는 예를 들어 PID 제어를 이용하여 위치 값을 제공하고, PWM 방식으로 조향 제어모터(421)의 구동을 제어할 수 있다.
- [0138] 다음 객체 인식 동작이다. 카메라(101)가 촬영한 정보로부터 객체가 인식되면(S400), 제어보드(700)는 객체 인식모델(예를 들면 YOLO 모델 등)의 학습결과에 따라 객체가 사람이고(S410), 사람을 인식하는 인식값이 정해진 값 이상이면(S420), 자율 주행중인 자전거의 구동을 중지시킨다. 반면 객체가 인식되지 않고, 인식된 사물이 사람이 아닌 경우 등에는 자율 주행중인 자전거를 계속 구동시킨다. 또 필요한 경우 전/후진 제어모터(701)를 구동시켜 자전거를 후진 구동시킬 수도 있다.
- [0139] 상기한 실시 예에서는 객체가 사람인 경우 자전거의 자율 주행을 중지시키거나 후진 구동시키는 제어동작을 설명하였다. 그러나 본 발명은 전방에 사람 이외에 사물이나 동물 등의 객체가 인식된 경우에는 자전거의 자율 주행을 무조건 중지시키거나 조향 제어모터(111)와 연계하여 주행하도록 제어할 수 있다. 자율 주행중인 자전거가 전방의 장애물과 충돌을 피하면서 자율 주행할 수 있도록 하기 위함이다.
- [0141] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명은 최적화된 부품들의 배치 및 제어기의 구동을 통해 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 방법 및 장치를 제공하는 것을 기본적인 기술적 사상으로 하고 있음을 알 수 있다.
- [0143] 이상과 같이 본 발명의 도시된 실시 예를 참고하여 설명하고 있으나, 이는 예시적인 것들에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 요지 및 범위에 벗어나지 않으면서도 다양한 변형, 변경 및 균등한 타 실시 예들이 가능하다는 것을 명백하게 알 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적인 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

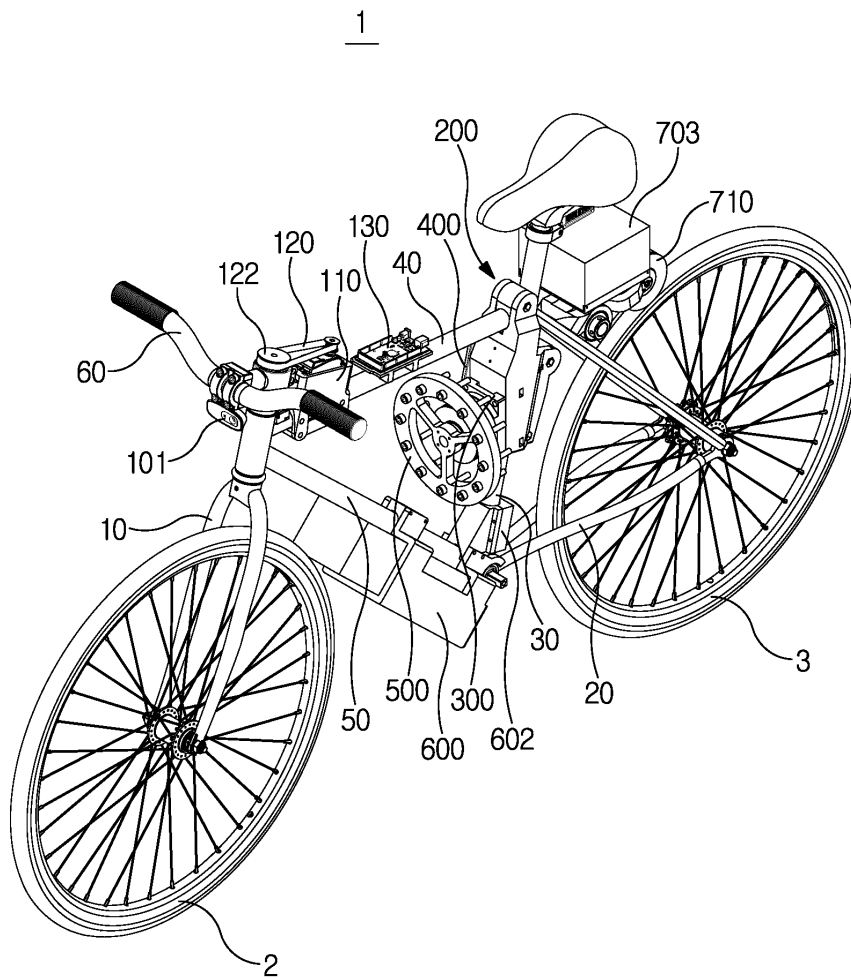
부호의 설명

- [0144] 1: 초정밀 균형 제어 기반 자율주행 모빌리티 장치
2: 전륜 3: 후륜 10: 전륜 지지대 20: 후륜 지지대 30: 페달 지지대
40: 상부 프레임 50: 하부 프레임

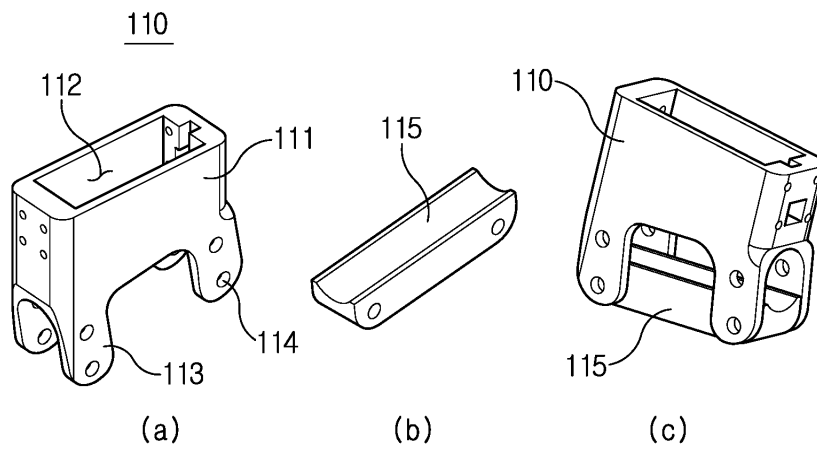
- 101: 카메라 102: 자세센서
 110: 모터용 브라켓
 111: 조향 제어모터
 200: 리액션 휠 베이스
 300: 모터 베이스 310: 균형 제어모터
 400: 모터 드라이버 케이스 401: 모터 드라이버
 500: 리액션 휠
 600: 배터리 케이스
 601: 제1 배터리 421: 제2 배터리
 700: 제어보드
 701: 전/후진 제어모터

도면

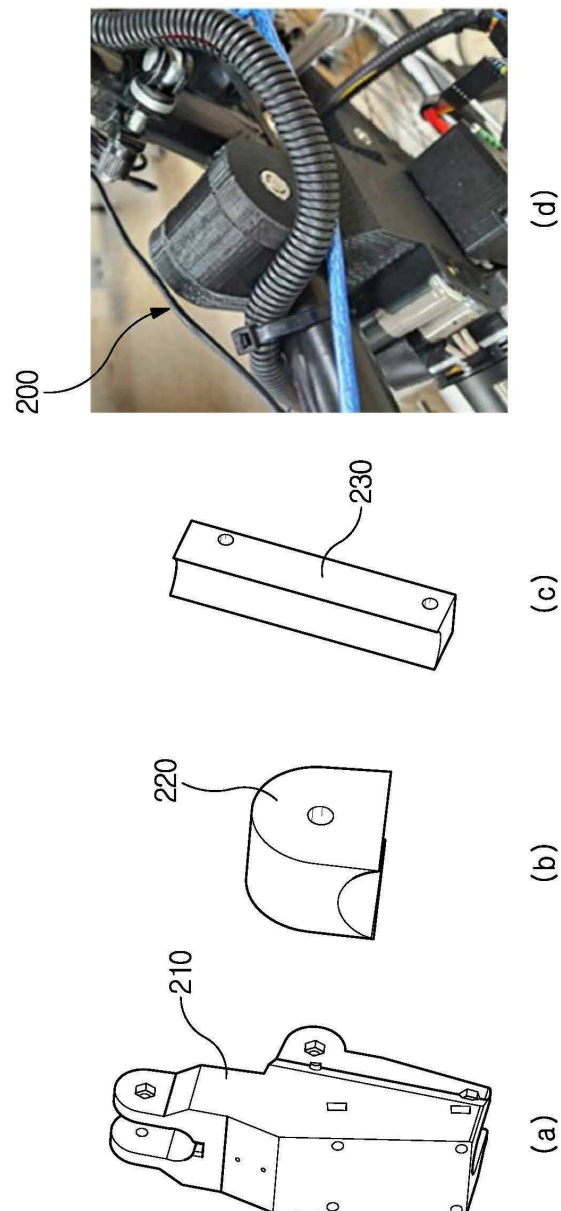
도면1



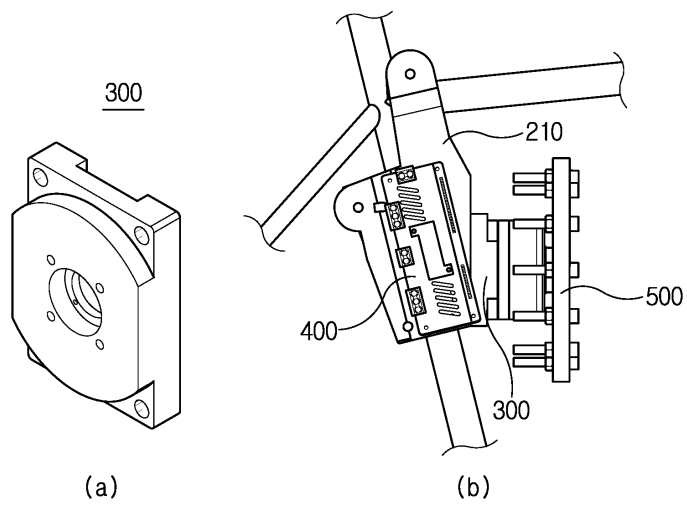
도면2



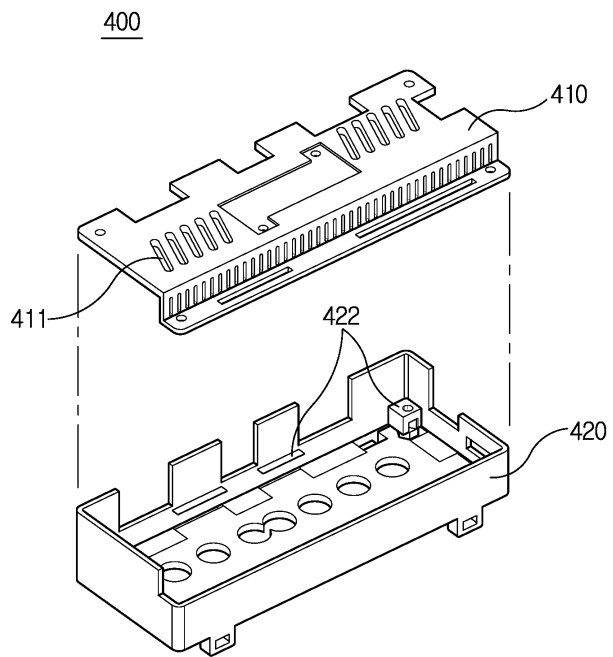
도면3



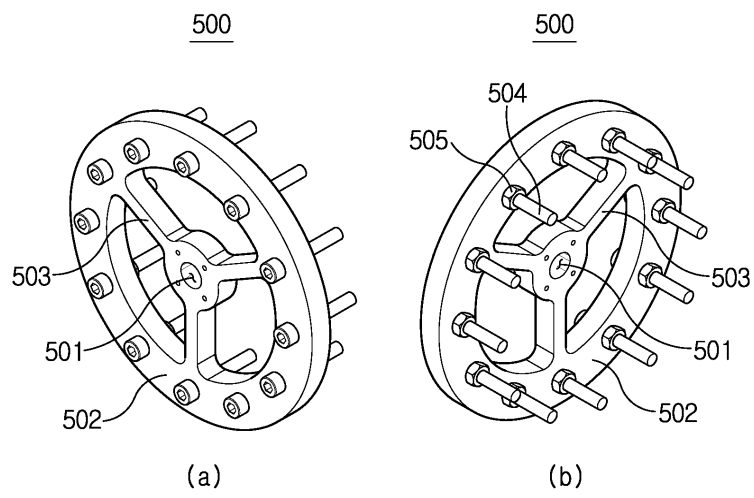
도면4



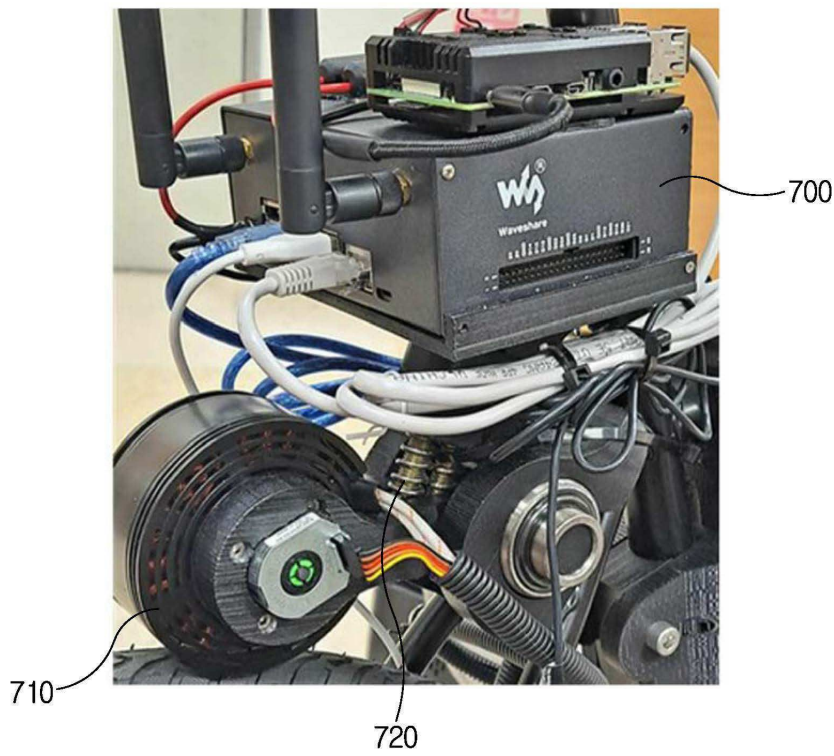
도면5



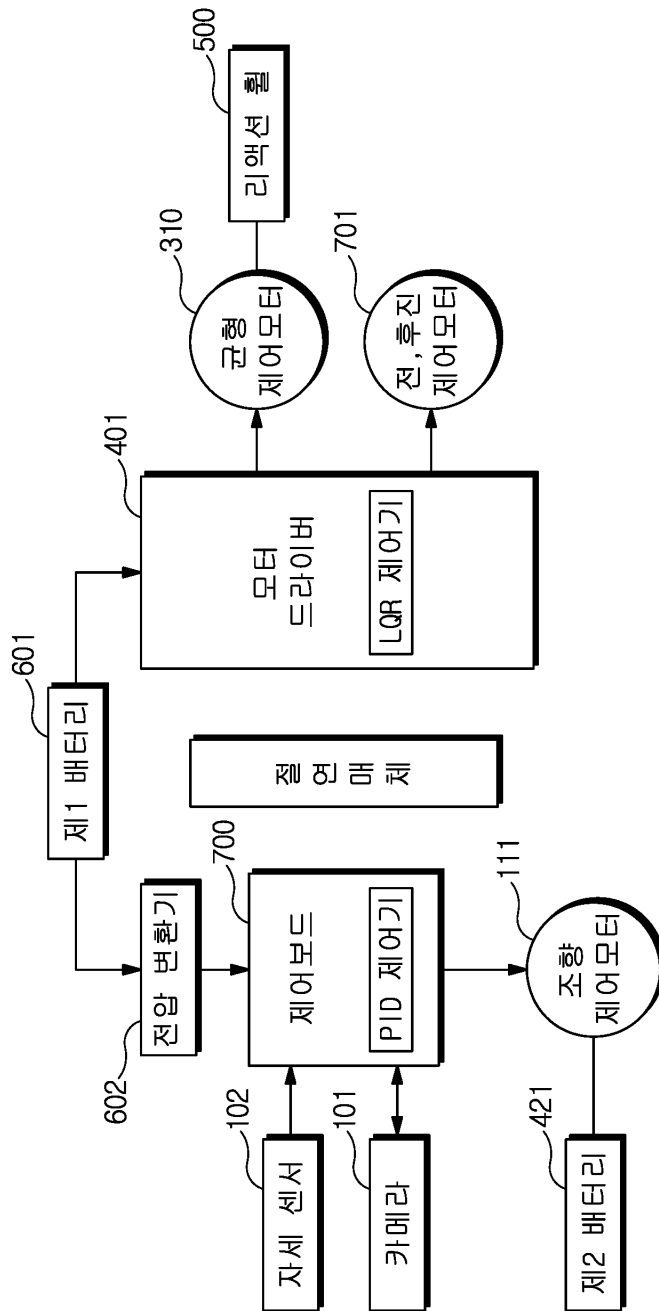
도면6



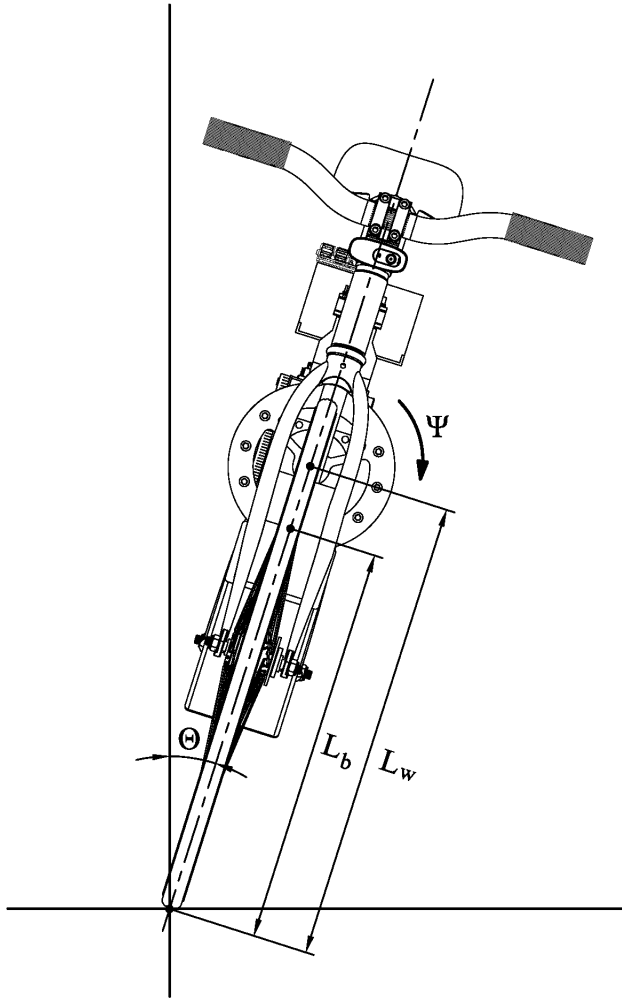
도면7



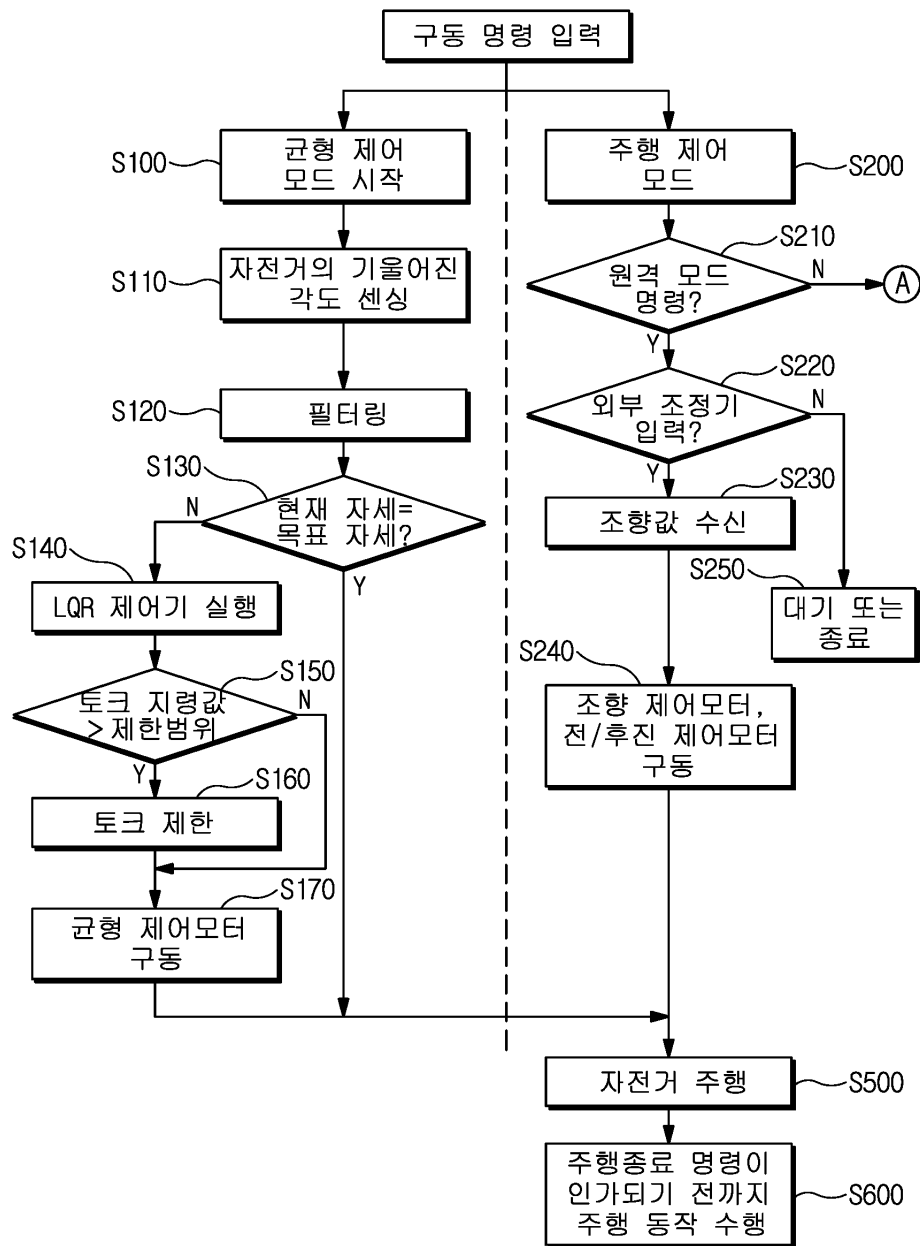
도면8



도면9



도면10



도면11

