



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0075854
(43) 공개일자 2011년07월06일

(51) Int. Cl.

B25J 5/00 (2006.01) B62D 57/032 (2006.01)

B25J 9/16 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0132418

(22) 출원일자 2009년12월29일

심사청구일자 2009년12월29일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전 유성구 궁동 220 충남대학교

(72) 발명자

정슬

대전광역시 유성구 반석동 반석마을아파트
701-1203

이형직

대전광역시 유성구 궁동 411-13 B3호

(74) 대리인

박창희, 김종관, 권오식

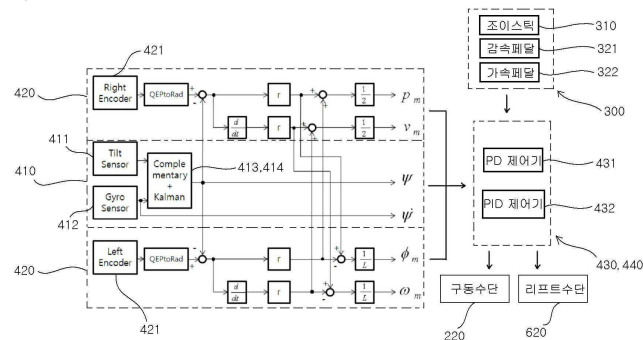
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 탑승형 역진자 이동 로봇 시스템

(57) 요 약

본 발명은 탑승형 이동로봇 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 본 발명은 보조이동부가 형성됨으로써 역진자 이동 모드 및 일반 이동 모드로 선택적으로 제어됨으로써 각 모드의 효과를 가지며, 저가의 틸트 센서 및 자이로 센서를 이용하면서도 컴플리멘터리 필터 및 칼만필터를 이용하여 역진자의 각도를 보다 정확하게 측정하고 제어 가능한 탑승형 역진자 이동로봇 시스템에 관한 것이다.

대표도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20070129155154

부처명 한국과학재단

연구관리전문기관

연구사업명 특정기초

연구과제명 두 밸런싱 로봇간의 협조제어에 대한 연구

기여율

주관기관 충남대학교

연구기간 2007년 05월 01일~2010년 02월 28일

특허청구의 범위

청구항 1

몸체부(100);

상기 몸체부(100) 하측 양측에 구비되는 한 쌍의 바퀴(210) 및 상기 바퀴(210)를 구동하는 구동수단(220)을 포함하는 이동부(200);

상기 몸체부(100) 하측에 구비되며, 리프트수단(610)에 의해 선택적으로 보조바퀴(620)가 지면에 맞닿도록 구비되는 보조이동부(600);

이동 방향과 전진 및 정지를 포함하는 이동 정보를 입력받는 입력부(300);

및 상기 입력부(300)로부터 입력받은 이동 정보 및 몸체부(100)의 상태 정보를 통해 이동부(200) 및 보조이동부(600)의 작동을 제어하는 감지-제어부(400)를 포함하되,

상기 보조이동부(600)는 상기 이동부(200)의 전측 및 후측에 형성되는 것을 특징으로 하는 탑승형 이동로봇 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 감지-제어부(400)는 상기 리프트수단(610)에 의해 보조이동부(600)의 보조바퀴(620)가 상승되어 상기 이동부(200)의 바퀴(210)가 몸체부(100)를 지지하는 역진자 이동 모드 또는 상기 보조이동부(600)의 보조바퀴(620)가 하강되어 상기 이동부(200)의 바퀴(210)와 함께 몸체부(100)를 지지하는 일반 이동 모드로 상기 탑승형 이동로봇 시스템(1000)을 제어하는 것을 특징으로 하는 탑승형 이동로봇 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 감지-제어부(400)는

역진자의 기울어진 각도를 측정하는 틸트센서(411) 및 자이로센서(412)와, 상기 틸트센서(411) 및 자이로센서(412)로부터 측정된 값을 필터링하는 컴플리멘터리(Complementary) 필터(413)와, 상기 컴플리멘터리 필터(413)를 통과한 정보를 재필터링하는 칼만 필터(414)를 포함하여 역진자의 각도를 추정하는 각도 추정부(410);

상기 바퀴(210) 구동수단(220)에 구비되는 엔코더(421)(Encoder)와, 상기 엔코더(421)의 회전수를 이용하여 역진자 이동로봇의 이동 위치 및 헤딩각도를 추정하는 위치및헤딩각도 추정부(420);

상기 각도 추정부(410) 및 위치및헤딩각도 추정부(420)를 통해 추정된 각도, 위치 및 헤딩각도 정보를 이용하여 구동수단(220)을 제어하는 구동 제어부(430); 및

상기 보조이동부(600)의 리프트수단(610) 작동을 제어하는 보조이동부 작동 제어부(440); 를 포함하는 것을 특징으로 하는 탑승형 이동로봇 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 각도 추정부(410)는 상기 틸트센서(411) 및 자이로센서(412)로부터 측정된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환부(415)가 구비되는 것을 특징으로 하는 탑승형 이동로봇 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 컴플리멘터리 필터(413)는

상기 틸트센서(411)로부터 측정된 값을 이용하여 아래 수학적 식 1에 의해 필터링하는 저역통과필터(413a) 및

상기 상기 자이로센서(412)로부터 측정된 값을 이용하여 아래 수학적 식 2에 의해 필터링하는 고역통과필터(413b)를 포함하는 것을 특징으로 하는 탑승형 이동로봇 시스템.

[수학적 식 1]

$$F_i(s) = \frac{1}{\tau s + 1}$$

[수학적 식 2]

$$F_d(s) = \frac{\tau s}{\tau s + 1}$$

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 구동 제어부(430)는 PD 제어기(431), 및 PID 제어기(432)를 포함하는 것을 특징으로 하는 탑승형 이동로봇 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 구동 제어부(430)는 아래 수학적 식 3 및 수학적 식 4를 만족하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 탑승형 이동로봇 시스템.

[수학적 식 3]

$$\begin{aligned} \tau_R = & K_1(\theta_d - \theta) + K_2(\dot{\theta}_d - \dot{\theta}) \\ & + K_3(\phi_{md} - \phi_m) + K_4(w_{md} - w_m) + K_5 \int_0^t (\phi_{md} - \phi_m) dt \\ & + K_6(x_{md} - x_m) + K_7(v_{md} - v_m) + K_8 \int_0^t (x_{md} - x_m) dt \end{aligned}$$

[수학적 식 4]

$$\begin{aligned} \tau_L = & K_1(\theta_d - \theta) + K_2(\dot{\theta}_d - \dot{\theta}) \\ & - K_3(\phi_{md} - \phi_m) - K_4(w_{md} - w_m) - K_5 \int_0^t (\phi_{md} - \phi_m) dt \\ & + K_6(x_{md} - x_m) + K_7(v_{md} - v_m) + K_8 \int_0^t (x_{md} - x_m) dt \end{aligned}$$

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 입력부(300)는 조이스틱(310), 가속페달(322) 및 감속페달(321)을 포함하는 것을 특징으로 하는 탑승형 이동로봇 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 탑승형 이동로봇 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 본 발명은 보조이동부가 형성됨으로써 역진자 이동 모드 및 일반 이동 모드로 선택적으로 제어됨으로써 각 모드의 효과를 가지며, 저가의 틸트 센서 및 자이로 센서를 이용하면서도 컴플리멘터리 필터 및 칼만필터를 이용하여 역진자의 각도를 보다 정확하게 측정하고 제어 가능한 탑승형 역진자 이동로봇 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근에는 화석에너지 고갈과 환경오염에 대한 사회적 관심이 높아지고 있으면서 효율이 높은 하이브리드 엔진이나 배기가스가 없는 전기자동차 등 친환경 이동수단에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다.
- [0003] 특히, 2001년 미국의 발명가 Dean Jamen에 의해 개발된 Segway 라고 불리는 이동 로봇이 차세대 운송수단으로 제안된 후, 이에 대한 연구가 계속 이루어지고 있다.
- [0004] 상기 이동로봇은 자전거 구조와는 달리 양 옆으로 구성된 두 개의 바퀴를 이용하여 스스로 균형을 잡으면서 원하는 위치로 빠르고 안정되게 이동할 수 있도록 개발 되었다.
- [0005] 그러나 이러한 Segway의 경우 안정화를 위하여 다수의 고가 센서와 마이크로프로세서를 사용하여 기울어진 각도가 측정되고, 상기 측정된 각도를 이용하여 제어됨에 따라 생산단가가 상승되는 문제점이 있다.
- [0006] 최근에는 Segway 의 후속 모델로 시내와 같이 복잡하고 좁은 곳에서 주행 가능한 2인용 전기자동차 PUMA의 시범 모델이 출시되었으나, 이 역시 역진자의 정확한 각도를 측정하고 제어하기 위하여 고가의 센서가 필요하여 종래의 문제점을 그대로 가지고 있다.
- [0007] 또한, 상기 Segway 및 PUMA는 자동차처럼 가속페달이나 브레이크 페달이 없으며, 탑승자의 무게 중심을 이용하여 무게 중심의 이동에 따라 전·후 로 이동된다.
- [0008] 이에 따라, 저가 센서를 이용하더라도 역진자의 기울어진 각도를 정확히 측정하고, 사용자가 탑승하여 안정적으로 이동가능하면서도, 용이하게 사용자의 조작에 의해 용이하게 조작가능한 이동로봇의 개발이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0009] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 사용자가 탑승하여 이동 속도 및 방향을 제어가능하며, 안정적으로 이동가능하며, 컴플리멘터리 필터 및 칼만필터를 포함하는 각도 추정부를 이용함으로써, 저가의 필터를 이용해서도 역진자의 기울어진 각도를 용이하게 추정함으로써 생산 단가를 낮추면서도 안정적으로 이동로봇 시스템을 구동할 수 있는 탑승형 역진자 이동로봇 시스템을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0010] 본 발명의 탑승형 역진자 이동로봇 시스템(1000)은 **몸체부(100)**; 상기 몸체부(100) 하측 양측에 구비되는 한 쌍의 바퀴(210) 및 상기 바퀴(210)를 구동하는 구동수단(220)을 포함하는 **이동부(200)**; 상기 몸체부(100) 하측에 구비되며, 리프트수단(610)에 의해 선택적으로 보조바퀴(620)가 지면에 맞닿도록 구비되는 **보조이동부(600)**; 이동 방향과 전진 및 정지를 포함하는 이동 정보를 입력받는 **입력부(300)**; 및 상기 입력부(300)로부터 입력받은 이동 정보 및 몸체부(100)의 상태 정보를 통해 이동부(200) 및 보조이동부(600)의 작동을 제어하는 **감지-제어부(400)**를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 이 때, 상기 감지-제어부(400)는 상기 리프트수단(610)에 의해 보조이동부(600)의 보조바퀴(620)가 상승되어 상기 이동부(200)의 바퀴(210)가 몸체부(100)를 지지하는 역진자 이동 모드 또는 상기 보조이동부(600)의 보조바퀴(620)가 하강되어 상기 이동부(200)의 바퀴(210)와 함께 몸체부(100)를 지지하는 일반 이동 모드로 상기 탑승형 이동로봇 시스템(1000)을 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한, 상기 감지-제어부(400)가 역진자의 기울어진 각도를 측정하는 틸트센서(411) 및 자이로센서(412)와, 상기 틸트센서(411) 및 자이로센서(412)로부터 측정된 값을 필터링하는 컴플리멘터리(Complementary) 필터(413)와, 상기 컴플리멘터리 필터(413)를 통과한 정보를 재필터링하는 칼만 필터(414)를 포함하여 역진자의 각도를 추정하는 각도 추정부(410); 상기 바퀴(210) 구동수단(220)에 구비되는 엔코더(421)(Encoder)와, 상기 엔코더(421)의 회전수를 이용하여 역진자 이동로봇의 이동 위치 및 헤딩각도를 추정하는 위치및헤딩각도 추정부(420); 상기 각도 추정부(410) 및 위치및헤딩각도 추정부(420)를 통해 추정된 각도, 위치 및 헤딩각도 정보를 이용하여 구동수단(220)을 제어하는 구동 제어부(430); 및 상기 보조이동부(600)의 리프트수단(610) 작동을 제어하는 보조이동부 작동 제어부(440); 를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 각도 추정부(410)는 상기 틸트센서(411) 및 자이로센서(412)로부터 측정된 아날로그 신호를 디지털

신호로 변환하는 A/D 변환부(415)가 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또, 상기 컴플리멘터리 필터(413)는 상기 틸트센서(411)로부터 측정된 값을 이용하여 아래 수학식 1에 의해 필터링하는 저역통과필터(413a) 및 상기 상기 자이로센서(412)로부터 측정된 값을 이용하여 아래 수학식 2에 의해 필터링하는 고역통과필터(413b)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] [수학식 1]

$$F_t(s) = \frac{1}{\tau s + 1}$$

[0017] [수학식 2]

$$F_g(s) = \frac{\tau s}{\tau s + 1}$$

[0019] 또, 상기 구동 제어부(430)는 PD 제어기(431), 및 PID 제어기(432)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 아울러, 상기 구동 제어부(430)는 아래 수학식 3 및 수학식 4를 만족하도록 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0021] [수학식 3]

$$\begin{aligned} \tau_R = & K_1(\theta_d - \theta) + K_2(\dot{\theta}_d - \dot{\theta}) \\ & + K_3(\phi_{md} - \phi_m) + K_4(w_{md} - w_m) + K_5 \int_0^t (\phi_{md} - \phi_m) dt \\ & + K_6(x_{md} - x_m) + K_7(v_{md} - v_m) + K_8 \int_0^t (x_{md} - x_m) dt \end{aligned}$$

[0023] [수학식 4]

$$\begin{aligned} \tau_L = & K_1(\theta_d - \theta) + K_2(\dot{\theta}_d - \dot{\theta}) \\ & - K_3(\phi_{md} - \phi_m) - K_4(w_{md} - w_m) - K_5 \int_0^t (\phi_{md} - \phi_m) dt \\ & + K_6(x_{md} - x_m) + K_7(v_{md} - v_m) + K_8 \int_0^t (x_{md} - x_m) dt \end{aligned}$$

[0025] 또, 상기 입력부(300)는 조이스틱(310), 가속페달(322) 및 감속페달(321)을 포함하는 것을 특징으로 한다.

효 과

[0026] 이에 따라, 본 발명의 탑승형 역진자 이동로봇 시스템은 보조이동부가 리프트수단에 의해 상하이동됨으로써, 선택적으로 일반 이동 모드 및 역진자 이동 모드를 선택가능하고, 운행 시, 각 조건에 알맞은 모드를 선택함으로써 사용자의 안정적인 운전이 가능한 장점이 있다.

[0027] 더욱 상세하게, 본 발명의 탑승형 역진자 이동로봇 시스템은 안정적인 운행이 필요한 경우에 상기 보조이동부가 지면에 맞닿도록 리프트수단에 의해 하측으로 이동되어 이동부와 함께 몸체부를 안정적으로 지지하면서 이동되도록 하며, 좁은 공간에서 회전하거나 실외에서 운행되는 경우에 상기 보조이동부가 리프트수단에 의해 상측으로 이동되어 역진자 이동됨으로써 상황에 따라 다양한 운행 조건에 이용가능한 장점이 있다.

[0028] 또한, 본 발명은 컴플리멘터리 필터 및 칼만필터를 포함하는 각도 추정부를 이용함으로써, 저가의 필터를 이용해서도 역진자의 기울어진 각도를 용이하게 추정함으로써 생산 단가를 낮추면서도 안정적으로 역진자 이동로봇 시스템을 구동할 수 있는 장점이 있다.

[0029] 또한, 본 발명의 역진자 이동로봇 시스템은 사용자가 탑승하여 입력수단에 의한 제어에 의해서 안정적으로 장치 구동이 가능한 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 상술한 바와 같은 특징을 가지는 본 발명의 탑승형 역진자 이동로봇 시스템(1000)을 첨부된 도면을 참조

로 상세히 설명한다.

- [0031] 도 1은 본 발명에 따른 탑승형 역진자 이동로봇 시스템(1000)의 사시도이고, 도 2는 본 발명에 따른 탑승형 역진자 이동로봇 시스템(1000)의 보조이동부(600)를 나타낸 도면이며, 도 3는 본 발명에 따른 탑승형 역진자 이동로봇 시스템(1000)의 좌표계이며, 도 4은 본 발명에 따른 탑승형 역진자 이동로봇 시스템(1000)의 감지-제어부(400)를 나타낸 개략도이고, 도 5는 본 발명에 따른 탑승형 이동로봇 시스템(1000)의 각도 추정부를 나타낸 개략도이며, 도 6 및 도 7은 본 발명에 따른 탑승형 이동로봇 시스템(1000)의 각도 및 헤딩각도 제어 결과를 나타낸 그래프이다.
- [0032] 본 발명의 탑승형 이동로봇 시스템(1000)은 몸체부(100), 이동부(200), 보조이동부(600), 입력부(300) 및 감지-제어부(400)를 포함하여 형성된다.
- [0033] 상기 몸체부(100)는 탑승형 이동로봇 시스템(1000)의 기본이 되어, 나머지 구성들이 장착가능한 부분으로서, 사용자가 탑승가능하도록 의자형태의 안착부(110)가 형성된다.
- [0034] 상기 이동부(200)는 상기 몸체부(100)의 하측 양측에 구비되는 한 쌍의 바퀴(210)와, 상기 한 쌍의 바퀴(210)를 구동하는 구동수단(220)을 포함한다.
- [0035] 본 발명의 탑승형 이동로봇 시스템(1000)은 상기 몸체부(100)의 하측에 한 쌍의 바퀴(210)를 포함하는 이동부(200)가 형성되어 상기 바퀴(210)가 형성하는 가상의 축을 중심으로 역진자 운동을 하면서 전, 후 방향으로 이동되며, 중심을 유지하게 된다.
- [0036] 상기 보조이동부(600)는 상기 몸체부(100) 하측에 구비되어 이동부(200)와 함께 상기 몸체부(100)를 이동하는 수단으로서, 보조바퀴(620) 및 상기 보조바퀴(620)가 지면에 선택적으로 맞닿도록 상하이동하는 리프트수단(610)을 포함하여 형성된다.
- [0037] 도 2는 보조이동부(600)의 형태를 나타낸 도면이다.
- [0038] 상기 보조이동부(600)는 상기 몸체부(100)의 하측에 형성되며, 상기 이동부(200)의 전측 및 후측에 형성되어 선택적으로 상승 또는 하강됨으로써 상기 보조이동부(600)의 보조바퀴(620) 상승 시, 상기 이동부(200)에 의해서만 역진자 운동을 하면서 이동되고, 상기 보조이동부(600)의 보조바퀴(620) 하강 시(지면과 맞닿게 위치함), 일반 이동된다.
- [0039] 또한, 상기 보조이동부(600)의 보조바퀴(620)가 상승되어 고정되는 위치는 상기 이동부(200) 바퀴(210)의 역진자 운동을 방해하지 않되, 상기 몸체부(100)가 일정 각도 이상으로 기울어지는 것을 방지할 수 있는 위치에 고정된다.
- [0040] 더욱 상세하게, 상기 보조이동부(600)의 리프트수단(610)이 상기 보조바퀴(620)를 하강하여 상기 보조바퀴(620)가 지면에 맞닿으면, 이동부(200)의 바퀴(210)를 보조하면서 일반 이동 모드로 운행된다. (도 2 (a), 및 (c) 참조)
- [0041] 이와 반대로, 상기 보조이동부(600)의 리프트수단(610)이 상기 보조바퀴(620)를 하강하여 상기 보조바퀴(620)가 지면과 일정거리 이격되어 위치되면 상기 이동부(200)의 바퀴(210)만이 역진자 운동을 하면서 역진자 이동 모드로 운행된다. (도 2 (b), (d) 참조)
- [0042] 상기 리프트수단(610)은 상기 보조바퀴(620)를 지지하면서 선택적으로 보조바퀴(620)를 상하방향으로 이동되도록 할 수 있는 수단이 이용될 수 있으며, 도 1의 전측에 위치한 보조이동부(600) 및 도 2의 (a) 및 (b)에서는 높이방향으로 중앙부가 외측방향으로 접철되게 형성되어 상기 보조바퀴(620)가 동일 위치에서 높이방향으로만 이동됨으로써 접철되는 각도를 조절하여 보조바퀴(620)의 지지 높이를 결정하는 예를 도시하였다.
- [0043] 도 2의 후측에 위치한 보조이동부(600) 및 도 2의 (c), 및 (d)에서는 상기 리프트수단(610)이 일정 축을 기준으로 상기 보조바퀴(620)가 회동되도록 형성된 예를 도시한 것이다.
- [0044] 상기 보조이동부(600)는 고정 위치가 높이방향으로 변동되어 일반 이동 모드 및 역진자 이동 모드로 제어될 수 있되, 역진자 이동 모드 시, 몸체부가 전측 또는 후측으로 일정 각도 이상 기울어지는 것을 방지할 수 있는 다양한 형태로 형성될 수 있다.
- [0045] 상기 보조이동부(600)는 도 1에서 전측에 위치한 바와 같이, 몸체부(100)의 하측 중앙 영역에 형성되거나, 도 1에서 후측에 위치한 바와 같이, 양측에 위치될 수 있으며, 도면은 일 실시예로서, 그 형태가 서로 변경되어도

무방하다.

- [0046] 일반 이동 모드는 지면이 고르며 운행제어하기에 충분한 공간이 확보되는 경우, 및 사용자가 탑승, 하차하는 때와 같이 안정적으로 고른 운행이 요구되는 경우에 상기 보조이동부(600)의 보조바퀴(620)가 상기 이동부(200)의 바퀴(210)와 함께 몸체부(100)를 이동한다.
- [0047] 역진자 이동 모드는 실외와 같이 턱이나 틈새가 있어 보조이동부(600)의 보조바퀴(620)가 운행을 방해하거나, 좁은 공간에서 회전을 해야하는 경우 등에서 상기 이동부(200)의 바퀴(210) 만이 상기 몸체부(100)를 지지하여 이동한다.
- [0048] 이에 따라, 본 발명의 탑승형 역진자 이동로봇 시스템은 보조이동부가 리프트수단에 의해 상하이동됨으로써, 선택적으로 일반 이동 모드 및 역진자 이동 모드를 선택가능하고, 운행 시, 각 조건에 알맞은 모드를 선택함으로써 사용자의 안정적인 운전이 가능한 장점이 있다.
- [0049] 상기 입력부(300)는 상기 안착부(110) 위치에서 사용자가 용이하게 조작가능하여 이동 방향 정보와, 전진 및 정지 정보를 입력받는 부분으로, 이 외에도, 탑승 및 하차와 같이 사용자의 필요에 의해 안정적인 상태가 요구되는 경우에 상기 리프트수단(620)의 작동(바퀴(610)가 지면과 맞닿는지 여부) 정보를 입력 받을 수 있다.
- [0050] 이 때, 이동 방향 정보는 도 1에 도시한 바와 같이, 조이스틱(310)이 이용되어 입력 될 수 있으며, 상기 전진 및 정지 정보는 각각 가속페달(322) 및 감속페달(321)이 이용되어 입력될 수 있다.
- [0051] 또한, 본 발명의 탑승형 이동로봇 시스템(1000)은 사용자가 탑승형 이동로봇 시스템(1000)의 상태 및 입력 정보들을 확인할 수 있는 디스플레이부(500)가 더 형성될 수 있다.
- [0052] 상기 감지-제어부(400)는 전체 상태를 감지하고, 이를 판단하여 이동부(200)의 작동을 제어하는 부분으로서, 크게 각도 추정부(410), 위치및헤딩각도 추정부(420), 구동 제어부(430) 및 보조이동부 구동 제어부(440)를 포함하여 형성된다.
- [0053] 먼저, 도 3는 본 발명의 탑승형 이동로봇 시스템(1000)의 좌표계를 나타내었다.
- [0054] 탑승형 이동로봇 시스템(1000)을 제어함에 있어, 역진자의 각도, 몸체의 위치 및 헤딩각도가 가장 중요한 요소로서, 본 발명의 탑승형 이동로봇 시스템(1000)은 상기 감지-제어부(400)의 각도 추정부(410)를 통해 각도를 추정하고, 상기 위치및헤딩각도 추정부(420)를 통해 위치 및 헤딩각도를 추정하고, 상기 구동 제어부(430)를 통해 균형을 유지하며, 구동수단(220)을 제어한다.
- [0055] 상기 각도 추정부(410)는 역진자의 기울어진 각도를 측정하는 틸트센서(411) 및 자이로센서(412), 이를 필터링하는 컴플리멘터리 필터(413), 및 칼만 필터(414)를 포함하여 형성된다.
- [0056] 상기 틸트센서(411)는 낮은 주파수에서는 비교적 정확한 각도를 측정할 수 있으나, 주파수가 높아짐에 따라 급격하게 신뢰도가 저하되는 문제점이 있으며, 상기 자이로센서(412)는 저주파수의 드리프트 현상에 의해 신뢰도가 저하되는 문제점있다.
- [0057] 이에 따라, 본 발명의 탑승형 이동로봇 시스템(1000)은 저주파수에서는 상기 틸트센서(411)를 통해 측정된 각도 정보를 이용하고, 고주파수에서는 자이로센서를 통해 측정된 각도 정보를 이용하며, 컴플리멘터리 필터 및 칼만 필터(414)를 이용하여 측정 정보를 필터링함으로써 각도 정보의 정확성을 보다 높일 수 있다.
- [0058] 더욱 상세하게, 도 4 및 도 5에 도시한 바와 같이, 상기 컴플리멘터리 필터는 상기 틸트센서(411)로부터 측정된 값을 이용하여 수학적 식 1에 의해 필터링 하는 저역통과필터(413a) 및 상기 자이로센서(412)로부터 측정된 값을 이용하여 아래 수학적 식 2에 의해 필터링하는 고역통과필터(413b)를 포함한 후, 상기 칼만 필터(414)를 통과하여 최종 각도를 추정하게 된다.

[0059] [수학적 식 1]

[0060]
$$F_i(s) = \frac{1}{\tau s + 1}$$

[0061] [수학적 식 2]

[0062]
$$F_g(s) = \frac{\tau s}{\tau s + 1}$$

[0063] 이 때, 상기 각도추정부(410)는 상기 틸트센서(411) 및 자이로센서(412)로부터 측정된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환부(415)를 포함한다.

[0064] 상기 수학적식 1 및 수학적식 2는 틸트센서(411)의 전달함수를 $H_t(s)$, 자이로센서(412)의 전달함수를 $H_g(s)$ 라 할 때, $H_t(s)F_t(s) + H_g(s)F_g(s) = 1$ 를 만족하는 경우를 계산한 것으로, 이상적인 센서의 조건인 상기 $H_t(s)$, $H_g(s)$ 를 1로 모델링하고, 1차 필터 형태로 저역통과필터(413a) 및 고역통과필터(413b) 계산식을 설정하였다.

[0065] 이 때, 상기 τ 는 0.8이다.

[0066] 상기 칼만 필터(414)는 상기 컴플리멘터리 필터를 통과한 정보를 재필터링하는 구성으로서, 본 발명의 탑승형 이동로봇 시스템(1000)은 정확한 각도값을 추정할 수 있다.

[0067] 이 때, 상기 칼만 필터(414)의 업데이트는 아래와 같이 수행된다.

$$\begin{aligned} \text{Time update :} \\ \hat{x}_k^- &= A\hat{x}_{k-1} \\ P_k^- &= AP_{k-1}A^T + Q \\ \text{Measurement update :} \\ K_k &= P_k^- H^T (HP_{k-1}H^T + R)^{-1} \\ \hat{x}_k &= \hat{x}_k^- + K_k(z_k - H\hat{x}_k^-) \\ P_k &= (I - K_kH)P_k^- \quad (10) \end{aligned}$$

[0068]

[0069] 상기 위치및헤딩각도 추정부(420)는 상기 바퀴 구동수단(220)에 구비되는 엔코더(421)를 포함하여, 상기 엔코더(421)의 회전수를 이용하여 역진자 이동로봇의 이동 위치 및 헤딩각도를 추정한다.

[0070] 상기 구동 제어부(430)는 본 발명의 탑승형 이동로봇 시스템(1000)에서 상기 몸체부(100)가 균형을 유지하면서 동시에 위치를 제어하는 구성으로서, 상기 각도 추정부(410) 및 위치및헤딩각도 추정부(420)를 통해 획득한 값을 이용하여 구동수단(220)을 제어한다.

[0071] 이 때, 상기 구동 제어부(430)는 각도 제어를 위한 PD 제어기(431)와, 위치 및 헤딩각도 제어를 위한 PID 제어기(432)를 포함할 수 있으며, 상기 구동수단(220)을 가동하기 위한 PWM을 발생시키는 PWM발생기를 포함할 수 있다.

[0072] 또한, 상기 구동 제어부(430)는 아래 수학적식 3 및 수학적식 4를 만족하도록 제어된다.

[0073] [수학적식 3]

$$\begin{aligned} \tau_R &= K_1(\theta_d - \theta) + K_2(\dot{\theta}_d - \dot{\theta}) \\ &\quad + K_3(\phi_{md} - \phi_m) + K_4(w_{md} - w_m) + K_5 \int_0^t (\phi_{md} - \phi_m) dt \\ &\quad + K_6(x_{md} - x_m) + K_7(v_{md} - v_m) + K_8 \int_0^t (x_{md} - x_m) dt \end{aligned}$$

[0074]

[0075] [수학적식 4]

$$\begin{aligned} \tau_L &= K_1(\theta_d - \theta) + K_2(\dot{\theta}_d - \dot{\theta}) \\ &\quad - K_3(\phi_{md} - \phi_m) - K_4(w_{md} - w_m) - K_5 \int_0^t (\phi_{md} - \phi_m) dt \\ &\quad + K_6(x_{md} - x_m) + K_7(v_{md} - v_m) + K_8 \int_0^t (x_{md} - x_m) dt \end{aligned}$$

[0076]

[0077] 상기 보조이동부 작동 제어부(400)는 상기 입력부(300)의 입력 또는 몸체부(100)의 상태 정보를 통해 상기 보조이동부(600)의 리프트수단(610) 작동을 제어한다.

[0078] 도 6 및 도 7은 본 발명에 따른 탑승형 이동로봇 시스템(1000)의 각도 및 헤딩각도 제어 결과를 나타낸 그래프로, 도 1에 도시한 바와 같으며, 상기 구동모터가 2개의 24V DC 모터(150W)가 구비되며, 상기 각각의 구동모터

에는 엔코더(421)가 부착되어 바퀴(210)의 회전 각도를 측정하고, 상기 바퀴(210)가 반지름 20Cm 이며, 양 바퀴(210)의 거리는 70C m으로 제작한 후, 핸들 형태의 조이스틱(310)을 조작하였을 때, 각도 및 헤딩각도 조절 결과를 나타내었다.

[0079] 도면에 도시한 바와 같이, 본 발명의 탑승형 이동로봇 시스템(1000)은 자동차와 유사하게 사용자가 안착되어 조이스틱(310)을 조절함으로써 구동가능한 형태에서도 안정적으로 각도 및 헤딩각도가 조절된다.

[0080] 상술한 바와 같이, 본 발명의 탑승형 이동로봇 시스템(1000)은 컴플리멘터리 필터(413) 및 칼만 필터(414)를 포함하는 각도 추정부(410)를 이용함으로써, 저가의 필터를 이용해서도 역진자의 기울어진 각도를 용이하게 추정함으로써 생산 단가를 낮추면서도 안정적으로 탑승형 이동로봇 시스템(1000)을 구동할 수 있는 장점이 있다.

[0081] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

도면의 간단한 설명

[0082] 도 1은 본 발명에 따른 탑승형 이동로봇 시스템의 사시도.

[0083] 도 2는 본 발명에 따른 탑승형 이동로봇 시스템의 보조이동부를 나타낸 도면.

[0084] 도 3는 본 발명에 따른 역진자 이동로봇의 좌표계

[0085] 도 4은 본 발명에 따른 탑승형 이동로봇 시스템의 감지-제어부를 나타낸 개략도.

[0086] 도 5는 본 발명에 따른 탑승형 이동로봇 시스템의 각도 추정부를 나타낸 개략도.

[0087] 도 6 및 도 7은 본 발명에 따른 탑승형 이동로봇 시스템의 각도 및 헤딩각도 제어 결과를 나타낸 그래프.

[0088] **도면의 주요부분에 대한 부호의 설명**

[0089] 1000 : 탑승형 이동로봇 시스템

[0090] 100 : 몸체부 110 : 안착부

[0091] 200 : 이동부 210 : 바퀴

[0092] 220 : 구동수단

[0093] 300 : 입력부 310 : 조이스틱

[0094] 321 : 감속페달 322 : 가속페달

[0095] 400 : 감지-제어부

[0096] 410 : 각도추정부 411 : 틸트센서

[0097] 412 : 자이로센서 413 : 컴플리멘터리 필터

[0098] 413a : 저역통과필터 413b : 고역통과필터

[0099] 414 : 칼만 필터 415 : A/D 변환부

[0100] 420 : 위치및헤딩각도 추정부 421 : 엔코더

[0101] 430 : 구동 제어부 431 : PD제어기

[0102] 432 : PDI제어기

[0103] 440 : 보조이동부 작동 제어부

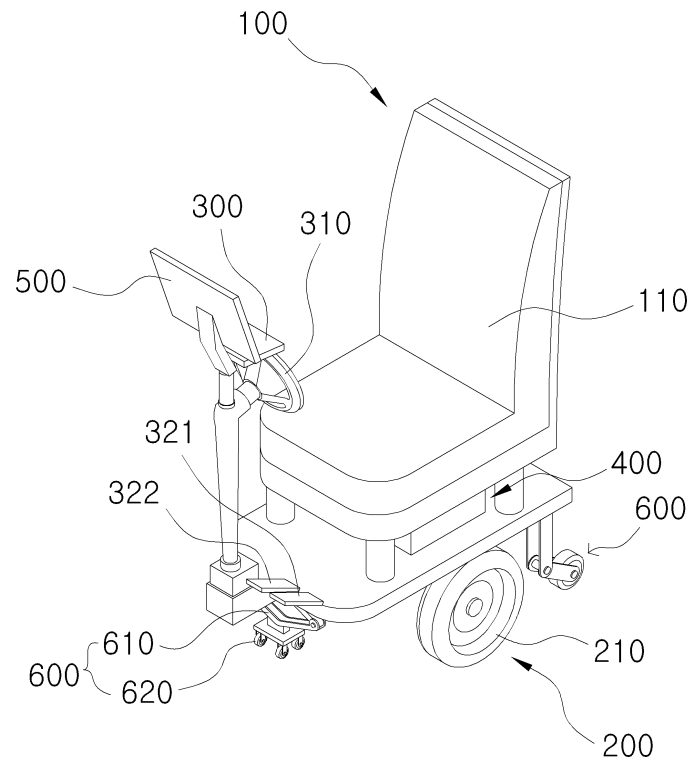
[0104] 500 : 디스플레이부

[0105] 600 : 보조이동부 610 : 리프트수단

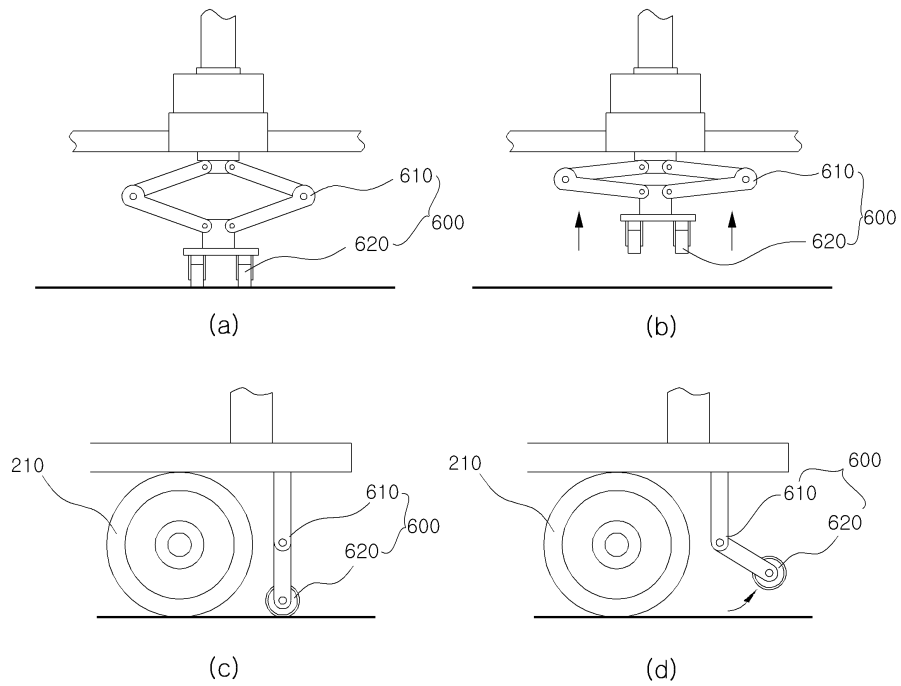
[0106] 620 : 보조바퀴

도면

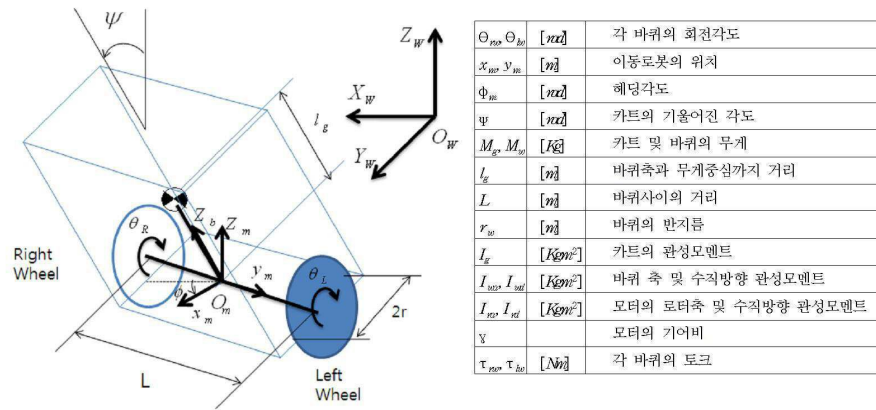
도면1



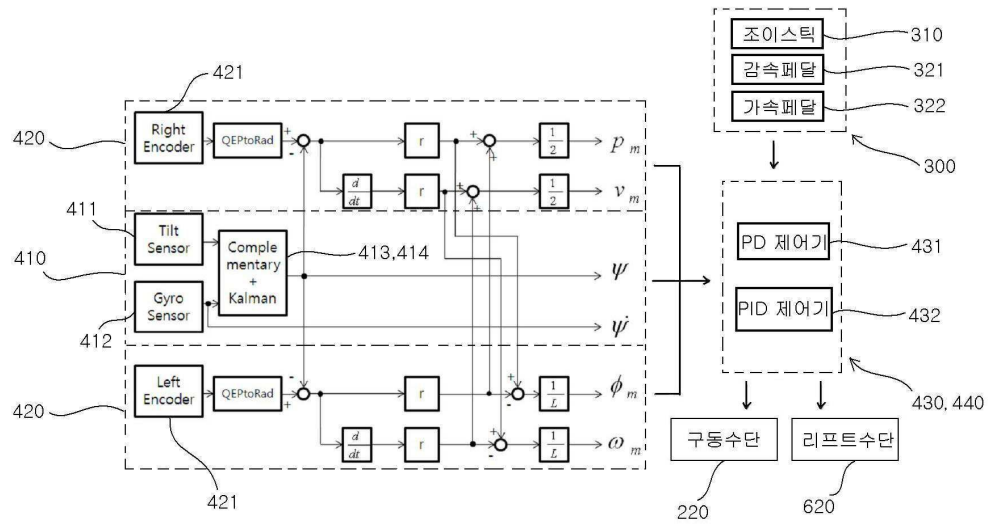
도면2



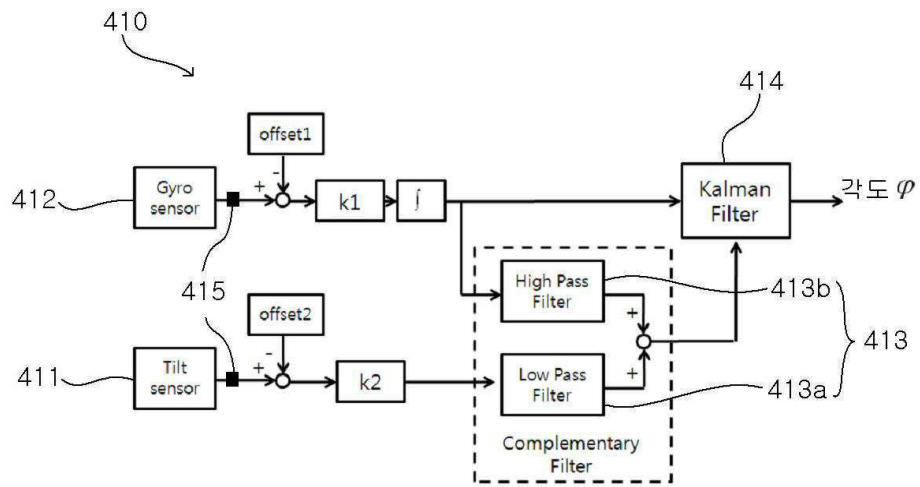
도면3



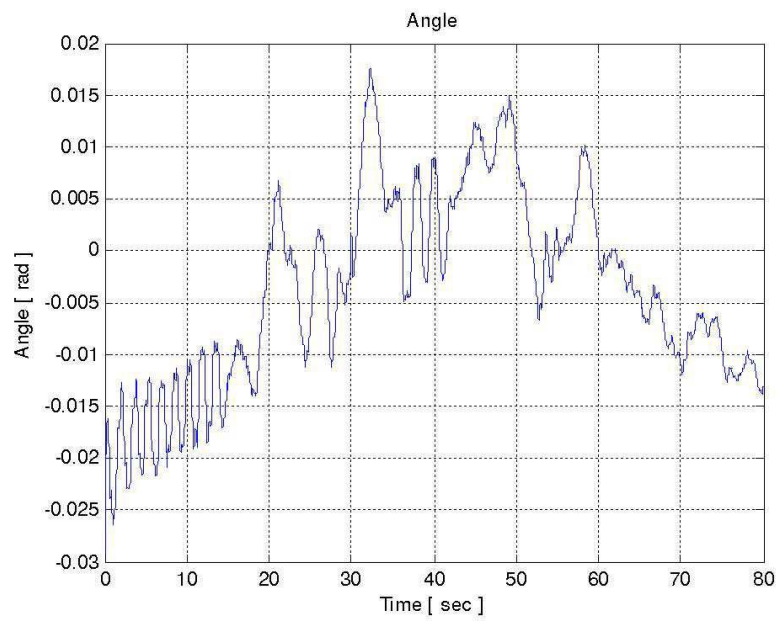
도면4



도면5



도면6



도면7

