



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년12월06일
 (11) 등록번호 10-1338143
 (24) 등록일자 2013년12월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B25J 19/02 (2006.01) B25J 19/06 (2006.01)
 B25J 13/08 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0126468
 (22) 출원일자 2011년11월30일
 심사청구일자 2011년11월30일
 (65) 공개번호 10-2012-0059427
 (43) 공개일자 2012년06월08일
 (30) 우선권주장
 1020100120572 2010년11월30일 대한민국(KR)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020070108618 A*
 JP10507958 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 유진로봇
 서울특별시 금천구 디지털로 130, 남성프라자 1214호 (가산동)
 (72) 발명자
신경철
 서울특별시 종로구 세검정로 438, 롯데캐슬로잔 106-203 (평창동)
박성주
 인천광역시 부평구 산곡3동 우성4차아파트 402동 501호
이재영
 경기도 군포시 고산로677번길 34, 1324동 1404호 (산본동, 개나리아파트)
 (74) 대리인
특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 12 항

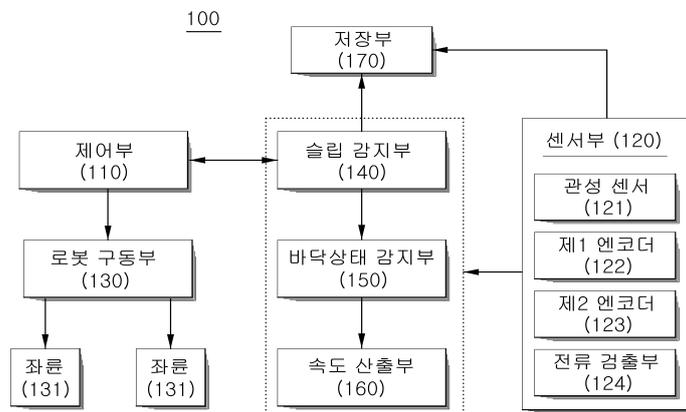
심사관 : 이경민

(54) 발명의 명칭 **이동 로봇의 슬립 감지 장치 및 방법**

(57) 요약

본 발명은 이동 로봇의 슬립을 감지하는 장치 및 방법에 관한 것으로서, 이동 로봇의 진행방향의 변화량 및 보조 바퀴의 회전량과 주 바퀴의 회전량을 검출하는 센서부; 상기 진행방향의 변화량과 보조 바퀴의 회전량에 기초하여 이동로봇의 실제 이동량을 계산하고, 상기 주 바퀴의 회전량에 기초하여 이동로봇의 추정 이동량을 계산하고, 상기 추정 이동량과 상기 실제 이동량의 비교차에 기초하여 상기 이동로봇에서의 슬립 발생 신호를 출력하는 슬립 감지부; 및 상기 슬립 발생 신호에 따라 상기 이동 로봇을 슬립 상태에 벗어나도록 제어하는 제어부;를 포함함으로써, 서로 다른 성향의 센서를 이용하여 검출한 속도의 차 또는 이동 거리에 기초하여 정면 슬립 및 측면 슬립을 동시에 감지하고, 이와 아울러 주행 중인 바닥 노면의 상태를 판단할 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

이동 로봇의 진행방향의 변화량 및 보조 바퀴의 회전량과 주 바퀴의 회전량을 검출하는 센서부;

상기 진행방향의 변화량과 보조 바퀴의 회전량에 기초하여 이동로봇의 실제 이동량을 계산하고, 상기 주 바퀴의 회전량에 기초하여 이동로봇의 추정 이동량을 계산하고, 상기 추정 이동량과 상기 실제 이동량의 비교차에 기초하여 상기 이동로봇에서의 슬립 발생 신호를 출력하는 슬립 감지부; 및

상기 슬립 발생 신호에 따라 상기 이동 로봇을 슬립 상태에서의 움직임에 대한 반대방향으로 이동하도록 제어하는 제어부;

를 포함하되, 상기 제어부는 상기 이동로봇 브러쉬의 소비 에너지를 합산하고, 시간의 변화에 따른 상기 합산된 소비 에너지의 패턴과 기 설정된 기준값을 비교하여 그 비교한 결과를 기초로 상기 이동로봇의 슬립 발생 여부를 판단하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 슬립 감지 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 슬립 감지부는 상기 실제 이동량에 대한 상기 추정 이동량의 비교차의 크기가 기설정된 허용 오차량 보다 큰 경우에는 상기 슬립 발생 신호를 생성하여 출력하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 슬립 감지 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 슬립 감지 장치는,

상기 이동로봇의 브러쉬 소비 전류를 검출하여 기설정된 기준 전류값과 비교하여 주행 경로 상의 노면 상태 신호를 출력하는 바닥상태 감지부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 슬립 감지 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 바닥상태 감지부는, 상기 브러쉬 소비 전류와 상기 기준 전류값의 비교차의 크기가 허용오차보다 큰 경우에는 상기 이동로봇이 카펫 또는 타일 상에서 주행중인 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 슬립 감지 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 소비 에너지의 패턴이 시간 변화에 따라 기준값 대비 증감을 반복하는 경우에는 상기 이동로봇이 아크 모션을 필요로 하는 회전 상태에 있는 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 슬립 감지 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 소비 에너지의 패턴이 시간 변화에 따라 기준값 대비 계속 증가하는 경우에는 상기 이동로봇이 슬립 상태에 있는 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 슬립 감지 장치.

청구항 8

이동 로봇의 진행방향의 변화량 및 보조 바퀴의 회전량과 주 바퀴의 회전량을 검출하는 단계;

상기 진행방향의 변화량과 보조 바퀴의 회전량에 기초하여 이동로봇의 실제 이동량과 상기 주 바퀴의 회전량에 기초하여 이동로봇의 추정 이동량을 계산하는 단계; 및

상기 추정 이동량과 상기 실제 이동량의 비교차에 기초하여 상기 이동로봇이 슬립 상태에 있음을 감지하는 경우 상기 이동 로봇을 슬립 상태에서의 움직임에 대한 반대방향으로 이동하도록 제어하는 단계;

를 포함하되, 상기 제어하는 단계는 상기 이동로봇 브러쉬의 소비 에너지를 합산하고, 시간의 변화에 따른 상기 합산된 소비 에너지의 패턴과 기 설정된 기준값을 비교하여 그 비교한 결과를 기초로 상기 이동로봇의 슬립 발생 여부를 판단하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 슬립 감지 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 슬립 감지 방법은,

상기 이동로봇의 브러쉬 소비 전류를 검출하여 기설정된 기준 전류값과 비교하여 주행 경로 상의 노면 상태 신호를 출력하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 슬립 감지 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 노면 상태 신호를 출력하는 단계는, 상기 브러쉬 소비 전류와 상기 기준 전류값의 비교차의 크기가 허용오차보다 큰 경우에는 상기 이동로봇이 카펫 또는 타일 상에서 주행중인 것을 알리는 신호를 생성하여 출력하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 슬립 감지 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 슬립 상태를 벗어나도록 제어하는 단계는, 상기 실제 이동량에 대한 상기 추정 이동량의 비교차의 크기가 기설정된 허용 오차량 보다 큰 경우에는 상기 슬립 발생 신호를 생성하여 출력하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 슬립 감지 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 슬립 상태를 벗어나도록 제어하는 단계는, 상기 소비 에너지의 패턴이 시간 변화에 따라 기준값 대비 증감을 반복하는 경우에는 상기 이동로봇이 아크 모션을 필요로 하는 회전 상태에 있는 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 슬립 감지 방법.

청구항 14

제8항에 있어서,

상기 슬립 상태를 벗어나도록 제어하는 단계는, 상기 소비 에너지의 패턴이 시간 변화에 따라 기준값 대비 계속 증가하는 경우에는 상기 이동로봇이 슬립 상태에 있는 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 슬립 감지 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 이동 로봇의 감지 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 복수의 비영상 센서를 이용하여

[0001]

검출한 속도의 차에 기초하여 슬립의 발생 및 종류를 동시에 감지하고, 이와 아울러 이동 로봇의 이동 경로 상의 노면 상태를 감지할 수 있는 이동 로봇의 슬립 감지 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근 로봇 기술의 발전에 따라 스스로 경로를 설정하고 이동하는 이동 로봇이 활용되고 있다. 이동 로봇의 대표적인 예로는 주택이나 건물 내부를 청소하는 청소용 로봇, 위치를 안내하는 안내 로봇 등을 들 수 있다. 특히 청소 로봇의 경우에는 각종 센서와 주행 수단을 구비하여 주행하면서 내부에 구비된 진공 청소 유닛을 이용하여 실내 바닥을 청소하며 현재 다수의 실제 제품이 사용되고 있다.
- [0003] 이들 이동 로봇이 공간에서 효과적으로 위치를 판단하며 이동하기 위해서 이동하고 있는 공간에 대한 지도를 생성하고 공간상의 자신의 위치를 인식하는 것이 요구된다. 이동 로봇이 주변 공간에 대하여 스스로 위치를 인식하고 지도를 형성하는 것을 동시 위치인식 및 지도형성(SLAM : Simultaneous Localization And Mapping)이라고 한다.
- [0004] SLAM 기법 중에서 영상 기반의 SLAM은 영상에서 추출한 시각 특징점을 이용하여 주변 환경에 대한 지도를 생성하고, 로봇의 자세를 추정한다. 통상적으로 이동 로봇은 자이로스코프와 구동 모터에 구비된 엔코더를 이용하여 추측 항법(dead reckoning)으로 주행하며, 상부에 설치된 카메라를 이용하여 영상을 분석하고 지도를 생성한다. 이 때 자이로스코프와 엔코더로부터의 주행 정보에 의한 오차가 발생하는 경우 카메라로부터 획득된 영상 정보를 활용하여 누적되는 오차가 보정된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 상술한 종래 기술에 따른 이동 로봇은 주행시에 슬립이 발생한 경우 효과적으로 슬립영역을 탈출하지 못하거나 슬립각과 방향을 정확하게 검출할 뿐만 아니라 바닥의 상태를 감지하지 못한다.
- [0006] 상술한 종래 기술에 따른 이동 로봇은 주행시에 슬립이 발생한 경우 급격한 오차 증가로 인해서 카메라를 이용한 오차보정 성능이 현저하게 떨어지게 되며 이후 자신의 위치를 완전히 잃어버릴 수 있다.
- [0007] 상기한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 서로 다른 성향의 센서를 이용하여 검출한 속도의 차 또는 이동 거리에 기초하여 정면 슬립 및 측면 슬립을 동시에 감지하는 이동 로봇의 감지 장치 및 방법을 제공함을 목적으로 한다.
- [0008] 또한, 본 발명은 서로 다른 성향의 센서를 이용하여 각각의 속도 또는 이동 거리에 기초하여 미리 설정된 기준값과 속도 차 또는 이동 거리차를 비교하여 이동 로봇의 이동 노면 바닥 상태를 판단할 수 있는 이동 로봇의 감지 장치 및 방법을 제공함을 목적으로 한다.
- [0009] 또한, 본 발명은 이동 로봇에 구비된 브러쉬의 전류 소모 형태를 분류하여 이동 노면 바닥 상태를 판단할 수 있는 이동 로봇의 감지 장치 및 방법을 제공함을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일시예들에 따른 이동 로봇의 슬립 감지 장치는 이동 로봇의 진행방향의 변화량 및 보조 바퀴의 회전량과 주 바퀴의 회전량을 검출하는 센서부; 상기 진행방향의 변화량과 보조 바퀴의 회전량에 기초하여 이동로봇의 실제 이동량을 계산하고, 상기 주 바퀴의 회전량에 기초하여 이동로봇의 추정 이동량을 계산하고, 상기 추정 이동량과 상기 실제 이동량의 비교차에 기초하여 상기 이동로봇에서의 슬립 발생 신호를 출력하는 슬립 감지부; 및 상기 슬립 발생 신호에 따라 상기 이동 로봇을 슬립 상태에 벗어나도록 제어하는 제어부;를 포함한다.
- [0011] 상기 슬립 감지 장치는, 상기 이동로봇의 브러쉬 소비 전류를 검출하여 기설정된 기준 전류값과 비교하여 주행 경로 상의 노면 상태 신호를 출력하는 바닥상태 감지부를 더 포함하는 것이 가능하다.
- [0012] 상기 슬립 감지부는 상기 실제 이동량에 대한 상기 추정 이동량의 비교차의 크기가 기설정된 허용 오차량 보다 큰 경우에는 상기 슬립 발생 신호를 생성하여 출력할 수 있다.
- [0013] 상기 바닥상태 감지부는, 상기 브러쉬 소비 전류와 상기 기준 전류값의 비교차의 크기가 허용오차보다 큰 경우에는 상기 이동로봇이 카펫 또는 타일 상에서 주행중인 것으로 판단할 수 있다.

- [0014] 상기 제어부는, 상기 이동로봇 브러쉬의 소비 에너지를 합산하고, 시간에 따른 상기 합산된 소비 에너지의 패턴을 기초로 상기 이동로봇의 주행 상태를 판단하는 것이 가능하다.
- [0015] 상기 제어부는, 상기 소비 에너지의 패턴이 시간 변화에 따라 기준값 보다 크고 작음을 반복하는 경우에는 상기 이동로봇이 회전 상태에 있는 것을 판단하는 것이 가능하다.
- [0016] 상기 제어부는, 상기 소비 에너지의 패턴이 시간 변화에 따라 기준값 대비 계속 증가하는 경우에는 상기 이동로봇이 슬립 상태에 있는 것으로 판단하는 것이 가능하다.
- [0017] 본 발명의 일시예에 따른 이동 로봇의 슬립 감지 방법은 이동 로봇의 진행방향의 변화량 및 보조 바퀴의 회전량과 주 바퀴의 회전량을 검출하는 단계; 상기 진행방향의 변화량과 보조 바퀴의 회전량에 기초하여 이동로봇의 실제 이동량과 상기 주 바퀴의 회전량에 기초하여 이동로봇의 추정 이동량을 계산하는 단계; 및 상기 추정 이동량과 상기 실제 이동량의 비교차에 기초하여 상기 이동로봇이 슬립 상태에 있음을 감지하는 경우 상기 이동로봇을 슬립 상태에 벗어나도록 제어하는 단계를 포함한다.
- [0018] 상기 슬립 감지 방법은, 상기 이동로봇의 브러쉬 소비 전류를 검출하여 기설정된 기준 전류값과 비교하여 주행 경로 상의 노면 상태 신호를 출력하는 단계를 더 포함하는 것이 가능하다.
- [0019] 상기 노면 상태 신호를 출력하는 단계에서는, 상기 브러쉬 소비 전류와 상기 기준 전류값의 비교차의 크기가 허용오차보다 큰 경우에는 상기 이동로봇이 카펫 또는 타일 상에서 주행중인 것을 알리는 신호를 생성하여 출력하는 것이 가능하다.
- [0020] 상기 슬립 상태를 벗어나도록 제어하는 단계에서는, 상기 실제 이동량에 대한 상기 추정 이동량의 비교차의 크기가 기설정된 허용 오차량 보다 큰 경우에는 상기 슬립 발생 신호를 생성하여 출력하는 것이 가능하다.
- [0021] 상기 슬립 상태를 벗어나도록 제어하는 단계에서는, 상기 이동로봇 브러쉬의 소비 에너지를 합산하고, 시간에 따른 상기 합산된 소비 에너지의 패턴을 기초로 상기 이동로봇의 주행 상태를 판단하는 것이 가능하다.
- [0022] 상기 슬립 상태를 벗어나도록 제어하는 단계에서는, 상기 소비 에너지의 패턴이 시간 변화에 따라 기준값 보다 크고 작음을 반복하는 경우에는 상기 이동로봇이 회전 상태에 있는 것을 판단하는 것이 가능하다.
- [0023] 상기 슬립 상태를 벗어나도록 제어하는 단계는, 상기 소비 에너지의 패턴이 시간 변화에 따라 기준값 대비 계속 증가하는 경우에는 상기 이동로봇이 슬립 상태에 있는 것으로 판단하는 것이 가능하다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명의 실시예에 따른 이동 로봇의 슬립감지 장치는 슬립을 감지하여 감지된 슬립의 종류 및 패턴을 분석하여 이동로봇의 주행 노면 상태를 판단할 수 있다.
- [0025] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 이동 로봇의 슬립감지 장치는 메인 브러쉬의 소모 전류를 검출하고, 검출된 소모 전류의 패턴을 분석하여 이동로봇의 주행 노면 상태를 판단할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 슬립의 종류 및 노면 상태를 감지할 수 있는 이동 로봇의 슬립 감지 장치의 블록도이고,
 도 2는 도 1의 슬립 감지 장치가 적용되는 로봇 청소기의 하부의 개략적인 구성도이고,
 도 4 및 5의 각각은 본 발명의 실시예들에 따른 슬립의 종류 및 노면 상태를 감지할 수 있는 이동 로봇의 슬립 감지 방법의 순서도이고,
 도 5는 이동로봇의 주행시 카펫과 hard floor에서의 메인브러쉬의 전류 소모량을 도시한 것이고,
 도 6는 이동로봇의 주행시 노면 상태 또는 주행 형태에 따른 메인브러쉬의 전류 소모 형태를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하의 실시예들은 본 발명의 구성 요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성 요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성 요소 또는 특징은 다른 구성 요소나

특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성 요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성할 수도 있다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다.

- [0028] 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어 (firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0029] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0030] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [0031] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 전기적으로 연결되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 포함한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0032] 또한, 본 명세서에서 기재한 모듈(module)이란 용어는 특정한 기능이나 동작을 처리하는 하나의 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현할 수 있다.
- [0033] 이하의 설명에서 사용되는 특정(特定) 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 슬립의 종류 및 노면 상태를 감지할 수 있는 이동 로봇의 슬립 감지 장치의 블록도이고, 도 2는 도 1의 슬립 감지 장치가 적용되는 로봇 청소기의 하부의 개략적인 구성도이다.
- [0035] 도 1 및 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 이동 로봇의 슬립 감지 장치(100)는 센서부(120)와, 로봇 구동부(130)와, 이들을 제어하는 제어부(110)와, 이동로봇에 슬립 발생 및 슬립 종류를 감지하는 슬립 감지부(140)와, 이동로봇의 주행 경로상의 노면상태를 판단하는 바닥상태 감지부(150)를 포함한다. 또한, 이동로봇은 청소를 위하여 브러쉬를 구비하는 것이 일반적이므로 이하에서 기술되고 있으나, 제안된 본 발명을 구현하는 데 있어서 필수적인 요소는 아니므로 도시하지 않았다.
- [0036] 여기서, 본 발명이 이동로봇으로 구현될 수 있는 하나의 예로서 로봇 청소기(10)에 적용되어 구현되었으나, 다른 형태의 이동로봇에도 적용될 수 있으며 이와 같은 일실시예가 본 발명을 로봇 청소기로 한정하는 것은 아니다.
- [0037] 구동부(130)는 제어부(110)로부터 구동 제어신호를 받아 본체의 하단에 부착된 좌륜(131) 및 우륜(132)을 제어하여 이동 로봇이 제어신호에 따른 방향으로 진행하거나 회전 또는 정지하도록 바퀴를 구동한다.
- [0038] 센서부(120)는 관성센서(121), 제1 엔코더(122)와 제2 엔코더(123), 및 전류 검출부(124)를 구비하며, 제어부(110)는 관성센서(121), 제1 엔코더(122)와 제2 엔코더(123), 및 전류 검출부(124)로부터 얻은 정보를 바탕으로 하여 이동 로봇의 이동을 제어하도록 한다.
- [0039] 여기서, 관성센서(121)로는 자이로스코프가 사용될 수 있고, 제1 엔코더(122)로는 패시브 엔코더(passive encoder)가 사용될 수 있고, 제2 엔코더(123)로는 휠 엔코더(wheel encoder)가 사용될 수 있다.
- [0040] 관성센서(121)는 관성을 감지하여 이동 로봇의 헤딩(heading) 방향을 확인할 수 있도록 하는데, 관성센서(121)의 센싱 정보와 엔코더(122,123)의 센싱 정보는 이동 로봇의 주행 정보(odometry)를 구성한다. 만약, 관성센서(121)의 센싱 정보와 엔코더(122,123)의 센싱 정보가 정확하다면 이동 로봇은 이들로부터 획득된 주행 정보만으로 완벽하게 제어될 수 있을 것이다.

- [0041] 그러나, 실제 환경에서는 구동 바퀴(131,132)의 슬립(slip)이나 센서 정보의 오류로 인해 이동 로봇의 실제 위치와 상기 주행 정보에 근거하여 계산된 위치가 다를 수 있다. 이러한 오차는 영상 획득부(12)에 의해 획득된 영상을 함께 이용하면 보정될 수 있다.
- [0042] 제어부(110)는 센서부(120)로부터 얻은 정보로 얻은 정보와, 슬립감지부(140)로부터 얻은 슬립 발생 및 슬립 종류에 관한 정보와, 바닥상태 감지부(150)로부터 얻은 이동로봇의 주행 경로상의 노면 상태 정보를 이용하여 이동 로봇이 필요한 방향으로 주행하도록 로봇 구동부(130)를 제어한다.
- [0043] 특히, 본 실시예에 따른 이동 청소기가 주행시 주행 경로에 카펫이 존재하는 경우에 카펫 감지를 용이하게 하기 위하여, 본 실시예에서는 센서(121,122,123)의 변경된 구성과 새로운 감지 알고리즘을 구현한다. 이와 같은 비전센서를 사용하지 않고 본 실시예의 새로운 센서 구성과 새로운 감지 알고리즘을 구현하는 것은 기존의 슬립 감지 장치가 슬립의 종류에 따라 비전 센서와 비비전 센서를 이용함으로써, 슬립 감지에 정확성이 높지 않은 것에 기인한다.
- [0044] 도 3 및 4의 각각은 본 발명의 실시예들에 따른 슬립의 종류 및 노면 상태를 감지할 수 있는 이동 로봇의 슬립 감지 방법의 순서도이고, 도 5는 이동로봇의 주행시 카펫과 hard floor에서의 메인브러쉬의 전류 소모량을 도시한 것이고, 도 6은 이동로봇의 주행시 노면 상태 또는 주행 형태에 따라 메인브러쉬의 전류 소모 형태를 도시한 것이다.
- [0045] 이하에서는 본 발명에서 제안하는 슬립 감지 기술에 대하여 다수의 수식과 도 1 내지 도 6를 참조하여 더욱 상세하게 설명하겠다.
- [0046] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명이 적용되는 이동 로봇(10)은 이동 감지 수단으로서, 동력을 전달받아 이동로봇(10)을 이동시키는 좌우 주 바퀴(131,132)에 구비된 제2엔코더(123), 보조바퀴인 수동바퀴(122)에 구비되어 진행방향(화살표 방향)으로의 이동시 이동량을 감지하는 제1엔코더(122)와, 이동로봇(10)의 진행방향을 감지하는 자이로센서(121)를 구비한다.
- [0047] 도 3에 도시된 바와 같이, 이동로봇의 슬립 감지 방법은 이동 로봇(10)의 진행방향의 변화량 및 보조 바퀴의 회전량과 주 바퀴의 회전량을 검출하고(S110), 상기 진행방향의 변화량과 보조 바퀴의 회전량에 기초하여 이동로봇의 실제 이동량과 상기 주 바퀴의 회전량에 기초하여 이동로봇의 추정 이동량을 계산하여(S120),상기 추정 이동량과 상기 실제 이동량의 비교차에 기초하여 상기 이동로봇이 슬립 상태에 있음을 감지하는 경우 상기 이동로봇을 슬립 상태에 벗어나도록 제어한다(S130).
- [0048] 그러므로, 차동방정식에 의한 이동 로봇(10)의 위치, $X_i = [x_i, y_i, t_i]^t$ 는 식(1)을 이용하여 구할 수 있다.
- [0049]
$$\dot{X}_i = X_{i-1} + dX \tag{1}$$
- [0050] 여기서, dX 는 단위시간 동안의 움직임이며 식(2)를 이용하여 구할 수 있다.
- [0052]
$$dX = [dx \ dy \ dt]^t, \ dx = s \cdot \cos(t_i), \ dy = s \cdot \sin(t_i) \tag{2}$$
- [0053] 여기에서, s 는 양 바퀴가 움직인 거리의 평균이므로 식(3)과 같고, dt 는 양 주 바퀴(131,132)의 좌우 편차를 통해서 유도될 수 있으므로 식(4)와 같다.
- [0054]
$$s = (\text{left_wheel_movement} + \text{right_wheel_movement}) / 2 \tag{3}$$
- [0055]
$$dt = (\text{right_wheel_movement} - \text{left_wheel_movement}) / \text{바퀴사이의 거리} \tag{4}$$
- [0056] dX 는 양 주 바퀴(131,132)의 이동량뿐만 아니라 패시브 엔코더(122)와 자이로스코프(121)를 이용하여 구할 수도

있다. 이 때 s는 패시브 엔코더(122)를 통해서 구한 이동량으로 대치되고, dt는 자이로스코프(121)를 통해서 구한 변화량으로 대치된다. 여기서, dt는 수식 (4)에서 정의한 바와 같이 각도의 변화량을 의미하며, 양 바퀴의 휠 엔코더(123)를 이용해서도 구할 수 있고, 자이로 스코프(121)에서 구한 각도 변화량을 이용하여서도 구할 수 있다.

[0057] 이동로봇(10)이 슬립없이 이동하는 경우, 양 바퀴(131,132)를 통해서 구한 이동 로봇(10)의 위치와 자이로스코프(121) 및 패시브 엔코더(122)를 이용하여 구한 위치는 같아야 하므로 식(6)을 유도할 수 있다.

[0058] $Left_wheel_est = (2S_{pe} + 바퀴사이거리 * 자이로스코프의\ 각도\ 변화량)/2$

[0059] $Right_wheel_est = (2S_{pe} - 바퀴사이거리 * 자이로스코프의\ 각도\ 변화량)/2(6)$

[0060] 여기서, 위에서 말하는 S_{Pe}는 패시브엔코더(122)에서 구한 이동 로봇의 전진방향 이동량이고, Left_wheel_est와 Right_wheel_est는 좌륵(131)과 우륵(132)의 추정 이동량이다. 즉, 슬립이 발생하는 경우에는 양 바퀴의 실제 이동량과 휠 엔코더(123)에서 측정된 이동량이 상이하므로 휠 에코더에 의해 측정된 이동량을 추정 이동량이라 칭한다.

[0061] 이동로봇(10)에 슬립이 발생하는 경우에는, 식(6)을 이용하여 구한 각 바퀴(131,132)의 이동량과 실제 각 바퀴로부터 피드백이 된 바퀴의 이동량이 현저하게 다르므로, 바퀴의 이동량은 식(7)을 이용하여 구할 수 있다.

[0062] $Error_left_wheel = Left_wheel_est - left_wheel$

[0063] $Error_right_wheel = Right_wheel_est - right_wheel \quad (7)$

[0064] 여기서, Error_left_wheel 및 Error_right_wheel의 각각은 좌륵 및 우륵에 대한 추정 이동량과 측정 이동량의 오차값이다.

[0065] 구동 중 슬립의 발생을 판별하기 위해서 다음과 같은 몇 가지 과정을 거치게 된다.

[0066] 단계 1: 식(7)을 이용하여 구한 각 바퀴의 슬립 정도를 큐에 저장한다.

[0067] 단계 2: 큐에 저장된 데이터(슬립 데이터)를 이용하여 지난 N 샘플의 합 (지난 N x 샘플링 타임 동안 각 바퀴가 슬립되는 양)을 구한다. 통상 N은 수 초가 되도록 설정한다.

[0068] 단계 3: 단계 2에서 구한 슬립되는 양이 미리 설정된 문턱치 값보다 크면 슬립이 발생했다고 가정하고 액션을 취한다.

[0069] 단계 4: 액션을 취하기 전(全) 슬립 방향을 구하기 위해서 단계 5를 수행한다. .

[0070] 단계 5: 큐에서 구한 마지막 T개의 샘플의 합을 각 바퀴별로 구한다. 결국 각 바퀴의 슬립에 의한 이동량을 구하게 된다. 통상 T는 1초 내외가 되도록 설정한다.

[0071] 단계 6: 각 바퀴의 슬립을 이용하여 기구학을 풀면 dX를 구하게 되는데 이동 로봇은 dX의 반대방향으로 회피해야 한다. 즉, 수식(1), (2)를 이용하면 각 바퀴의 이동량 또는 자이로스코프(121)와 패시브엔코더(122)를 이용하여 dX를 구할 수 있고, 구해진 dX를 이용하여 이동 로봇의 현재 위치를 알 수 있다. 한편, Error_left_wheel와 Error_right_wheel을 이용하여 dX를 계산할 수 있고, 이동 로봇은 상기 계산한 dX의 반대로 회피하는 것이 바람직하다.

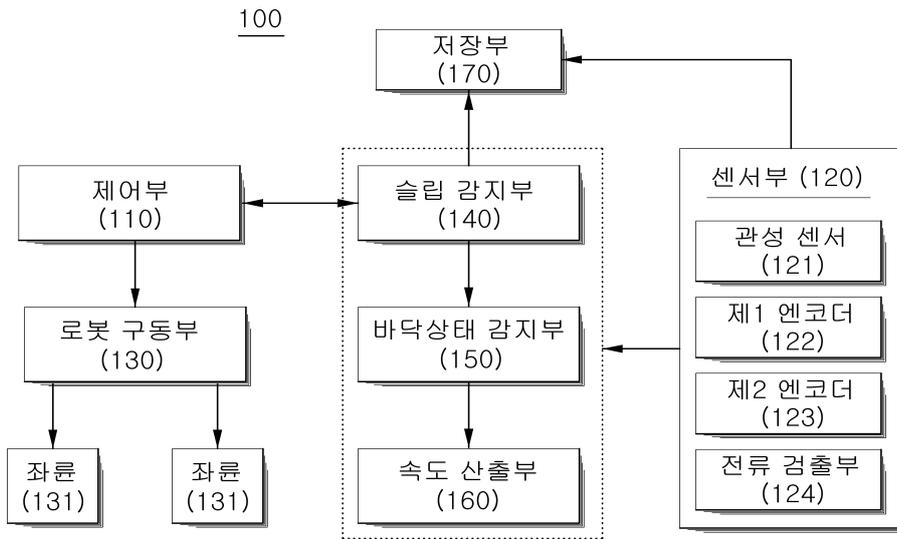
[0072] 또한, 다른 실시예에 따른 이동로봇의 슬립 감지 장치(100)는 속도 산출부(160)가 제2 엔코더(123)는 구비하지 않고, 관성센서(121) 및 제1 엔코더 만을 구비한 센서부(120)를 이용하여 현재 주행중인 로봇 청소기를 대상으로 자체 속도만을 측정하고, 상기 자체 측정된 제1 속도(주행속도)와, 미리 실험으로 측정된 로봇 청소기의 속도인 제2 속도(기대속도 또는 기준속도)의 차를 구하여 속도차를 이용하여 슬립상태를 판단하는 것도 가능하다. 여기서, 관성센서(121)로는 자이로스코프가 사용될 수 있고, 제1 엔코더(122)로는 패시브 엔코더(passive

encoder)가 사용될 수 있다.

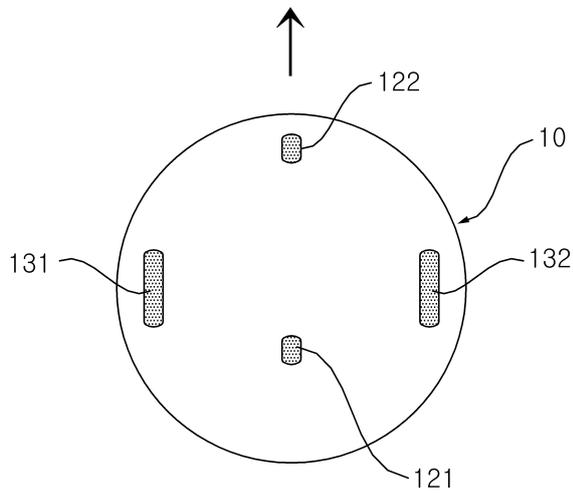
- [0073] 이 경우에도 상기 주행속도와 상기 기준속도의 속도차와, 슬립 발생 및 종류에 관한 상관관계 및 상기 속도차의 패턴과 노면의 상태에 대한 연관관계는 데이터 테이블로 미리 만들어져 저장부(170)에 저장되어 있는 것이 바람직하다.
- [0074] 또한, 다른 실시예에 따른 이동로봇의 슬립 감지 장치는 전류 검출부(124)를 이용하여 메인 브러쉬의 소모 전류를 검출하고, 소모전류의 패턴을 분석하여, 노면의 상태에 따라 미리 계산되어 데이터 테이블의 형태로 저장부(미도시)에 미리 저장된 메인 브러쉬의 소모 전류 패턴(기준 소모전류 패턴)을 비교하여 로봇 청소기가 주행하는 노면의 상태, 주행 상태 또는 로봇 청소기의 주행 상태 등을 판단할 수 있다.
- [0075] 이동로봇(10)이 슬립되는 정도는 노면 조건에 따라서 상이하다. 예를 들어서, 슬립이 발생하는 정도는 일반 hard floor의 경우에는 슬립이 0에 가깝지만 타일의 경우에는 0보다 크며 카펫의 경우에는 모의 길이와 밀도 등에 따라서 매우 큰 편차를 보인다. 즉, 일반 hard floor에서는 슬립이 거의 발생하지 않으나, 타일이나 카펫에서는 슬립이 발생한다. 특히 카펫에서는 카펫의 종류에 따라 슬립이 발생하는 정도의 편차가 매우 크다.
- [0076] 메인브러시는 통상 노면에 닿아 쓰레기를 집진하므로 노면 상태에 따라서 회전 특성이 달라지게 된다는 점에 착안하여 본 발명에서 제안하고 있는 노면 상태를 판별하는 기술을 연구하였다.
- [0077] 도 5는 노면 상태에 따른 메인브러시의 전류 소모 특성 표이다. 도 5를 통하여 알 수 있는 바와 같이, 카펫트 주행시 슬립이 발생한 경우의 전류소모는 hard floor에서 주행시의 전류소모에 비해서 커지게 된다. 그러므로 상기 설명한 방법을 사용하는 경우에도 이동 로봇은 카펫이나 타일과 같이 노면조건이 열악한 곳에서는 많은 슬립이 발생하여 민감도를 올릴 수 없거나 오인식이 발생할 수 있다. 식(8)을 수행함으로써 전술한 민감도나 오인식 문제를 해결할 수 있다. 식(8)은 식(7)을 재구성하여 얻을 수 있다.
- [0078]
$$\text{Error_left_wheel} = K_{\text{slip}} * \text{Left_wheel_est} - \text{left_wheel}$$
- [0079]
$$\text{Error_right_wheel} = K_{\text{slip}} * \text{Right_wheel_est} - \text{right_wheel} \quad (8)$$
- [0080] 여기서, K_{slip} 은 슬립을 예측하여 넣어주는 보상 값으로 실험을 통해서 구해지는데 식(9)와 같은 관계를 갖도록 구성된다.
- [0081]
$$K_{\text{slip}} = \text{function_K}(\text{main_brush_current}) \quad (9)$$
- [0082] 여기서, function_K 는 실험을 통해서 구해진 일종의 룩업 테이블이다.
- [0083] 기존의 이동 로봇에서는 직진성분과 회전성분에 대한 비교를 달리하여 슬립을 감지하였다. 즉 직진 중에는 직진성분을 구할 수 있는 센서 (passive encoder, accelerometer)만을 이용하고 회전 중에는 회전성분만을 구할 수 있는 센서(자이로스코프)를 이용하였다. 그러므로 U 턴과 같은 움직임이나 벽타기와 같이 아크(arc) 모션을 필요로 하는 주행시에는 민감도가 떨어지거나 전혀 슬립을 감지하지 못하였다.
- [0084] 본 발명에서는 상술한 바와 같이 각 바퀴의 슬립을 구하여 모션의 형태 (translation only, rotation only, arc motion)에 상관없이 슬립을 감지할 수 있다.
- [0085] 도 6(a) 내지 (b)는 시간 변화에 따른 메인브러쉬의 합산 소비 에너지의 패턴을 도시한 것이고, 도 6(c) 내지 (d)는 시간 변화에 따른 메인브러쉬의 소비 전류량의 패턴을 도시한 것이다.
- [0086] 도 6(a) 내지 (d)을 통하여 알 수 있는 바와 같이, 슬립이 없는 정상 노면 청소시의 합산 소비 에너지를 기준 에너지로 정의하고, 이동 로봇이 회전하고 있는 경우에 이동로봇의 브러쉬에서 소비되는 합산 에너지와 기준 에너지의 비교차를 보면 상기 에너지의 비교차가 시간이 지남에 따라 증감을 반복하고 있음을 알 수 있고, 슬립이

도면

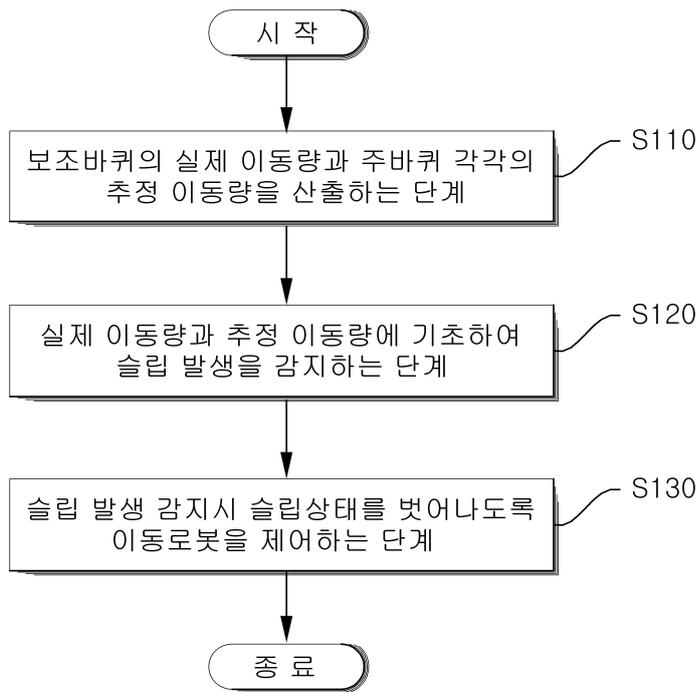
도면1



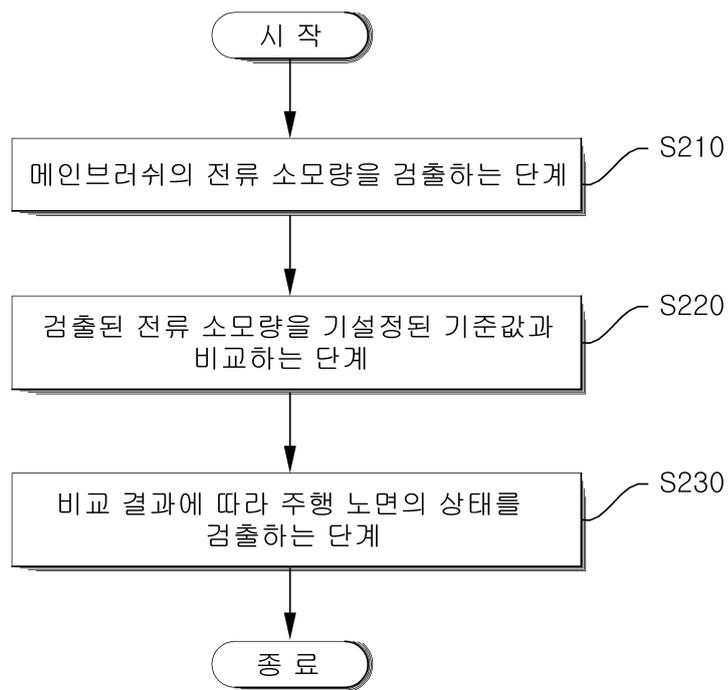
도면2



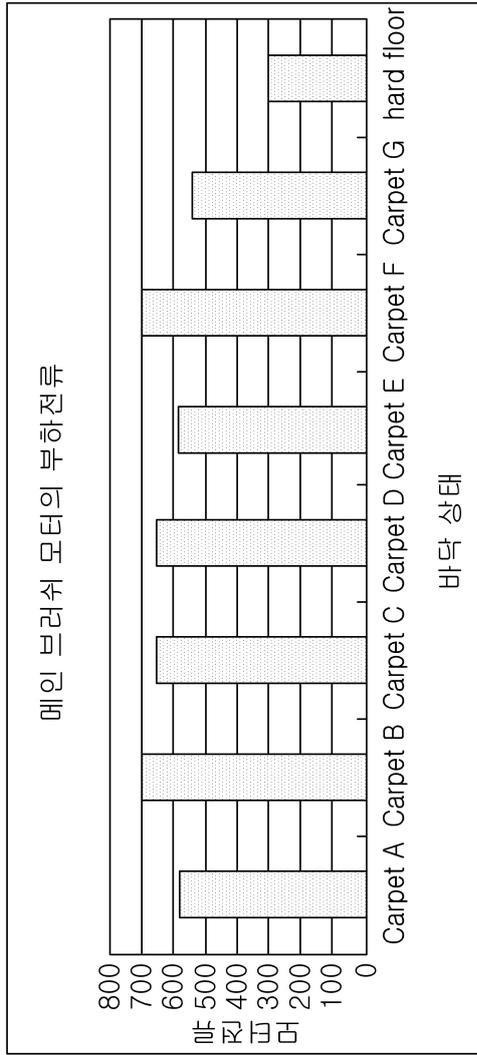
도면3



도면4



도면5



도면6

