

전방향 이동이 가능한 청소로봇의 구동장치

진태석*

*동서대학교

Design of a Cleaning Robot with Omni-directional Mobility

Taeseok Jin*

*Dongseo University

E-mail : jints@dongseo.ac.kr

요 약

본 논문은 청소용 로봇의 전방향 주행이 가능하도록 하기 위한 새로운 구동장치를 제안하였다. 제안된 구조는 2차 평면에서 3자유도 모션제어가 가능하고 잉여도를 갖지 않는 세계의 상호작용 액추에이터로 구성하였다. 또한, 로봇의 운동메카니즘을 해석하기 위하여 전방위 구동장치의 기구학을 해석하였으며 구동 메카니즘을 제안하였다.

ABSTRACT

This paper presents design of a cleaning robot with an omni-directional mobility. The cleaning robot driven with three wheels has been developed and Those omni-wheels enable the robot to move in any directions so that lateral movement is possible. Three wheels mechanism using ball-type tire has been developed to realize a holonomic omni-directional robot.

키워드

Omnidirectional control, holonomic control, cleaning robot, ball driving

I. 서 론

최근 가정용 로봇중에서 청소로봇이 대표적으로 일상생활에 많은 보급이 이뤄지고 있다. 이러한 생활공간에서의 이동주행을 실현하기 위해서는 다양한 이동장치가 필요하게 된다. 특히, 좁은 환경에서 이동 로봇이나 여러 대에서 함께 작동하는 이동로봇에는 높은 기동성이 요구된다. 다리형 이동로봇은 그 제어가 복잡한데 비하여 차륜형 이동 로봇은 기구가 간단하고 제어가 용이하나 평지 주행에 제한되어 있다. 그런데 대부분의 전통적인 차륜형 이동로봇은 비홀로노믹 구조로 인한 자유자재로운 기동성을 갖지 못하고 경로 계획이 복잡하다. 그래서 높은 이동성을 가질 차륜형 이동 로봇으로 홀로노믹 구조를 갖는 전방위 이동 로봇이 주목 받게 되었다[1][2].

전방향 이동 로봇에서는 평면 위를 이동하는데 3 자유도 (병진 2 자유도, 선회 1 자유도)가 필요

하다. 지금까지 개발된 비홀로노믹 전방위 이동 로봇은 몇 가지 유형으로 분류 수 있지만 각각 구동기구 및 제어 측면에서 단점이 있었다. 본 연구에서는 홀로노믹 전방위 이동 로봇은 한 방향으로만 구동력을 발생 할 수 있는 패시브 롤러를 갖는 특수 바퀴 (혹은 크롤러) 구조를 제안하고자 한다. 장착된 세 개의 특수 바퀴를 120도마다 배치하고 각 바퀴를 각각의 액추에이터로 구동하는 방식을 적용하였고 로봇의 위치이동은 세 액추에이터의 회전 운동이 각 이동 자유도 방향의 운동에 상호 간섭으로 작용하게 된다[3].

II. 본 론

3 자유도를 구현하는 자체 이동을 하기 위해서는 횡단운전 등 복잡한 경로 계획이 필요하다. 이러한 이동방향의 제약을 극복하기 위해 하나의

바퀴 장치에 구동바퀴와 조향바퀴를 독립적으로 제어 할 수 있는 전륜조향형의 전방향 이동기구를 적용하고자 한다[2]. 그러나 진행 방향으로 바퀴의 방향을 정렬 한 후 이동해야하기 때문에 전방향으로의 이동시간이 소요된다.

복수 옴니 휠을 이용한 개별 구동 속도벡터의 방향을 고정하고 크기만을 변화시킬 수 있다. 그림 1은 메카노 휠 방식의 전방향 구동로봇의 전형적인 설계를 보여준다. 평면 3자유도 운동을 위해서는 방향이 서로 다른 3개의 구동 속도 벡터로 구현이 가능하다. 이 속도 벡터의 합성에 의해 기구 전체의 이동 속도 벡터를 결정할 수 있다. 따라서 바닥의 요철이나 경사로, 기구 전체의 중심 이동 등의 요인으로 인해 바닥과의 마찰이 흠어지는 상황에서는 합성 벡터의 방향이 불안정하게 된다. 그런 경우 주행바퀴의 오차발생이 누적되어 주행 정밀도가 떨어지게 된다. 또한 바퀴의 특수형상에 의한 구조의 복잡성, 주행시 진동과 낮은 내하중 능력, 소구경의 프리롤러에 의존함에 따른 단차 극복능력이 단점으로 들 수 있고 실용적인 응용에 한계점으로 작용하는 문제점이 있다 [4].

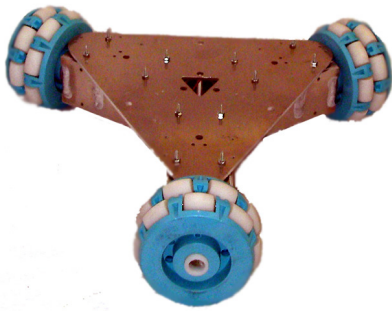


그림 1. 메카노 휠방식의 전방향구동 로봇

그림 2와 같이 4 개의 구체와 4개의 액추에이터로 구성하여 보다 안정된 베이스를 구현된 기구도 제안 및 개발되고 있다[4]. 이 기구는 4 개의 액추에이터로 구성되기 때문에 1 자유도의 중복으로 인한 과도한 구속이 주어진다. 오버(과도) 구속 문제를 가지는 기구는 액추에이터 사이의 동작을 정밀하게 동기화시킬 필요가 있다. 이것이 무너지면 구동계에 과도한 부담이나 구체와 주행면 사이에 미끄럼이 발생한다. 이러한 오버(과도) 구속 문제를 해결하기 위해 Asama 등은 3개의 액추에이터에 따라 4륜 구동 바퀴형 구동 전달기구를 제안하고 있다[5]. 하지만 이것도 구조가 복잡하기 때문에 조정 및 유지 보수에 많은 문제점을 안고 있다. 이상과 같이 홀로노믹 전방위 이동 능력을 가진 기구는 기구 및 제어 관계가 상충되는 경우가 발생하는 경우가 많이 발생되고 있다 [6].

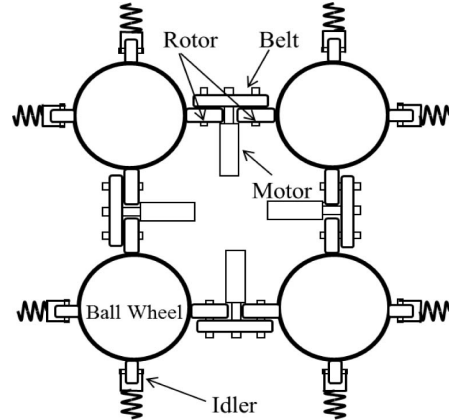


그림 2. 4개의 구체형 구동휠 구조

III. 메카니즘 설계

본 연구에서 제안한 구조는 그림 3과 같이 구성된 전방향 이동기구 구조를 제안하고자 한다. 바닥의 요철이 없는 거실 등에서 청소용 구동장치로 적용하기에 적당한 이동구조체라 할 수 있다. 또한 이동을 위한 구체의 방향성이 2방향 이상으로 구동시키는 방식이다. 이 방식은 각 구체의 구동 속도 벡터가 기구의 각 구 접지에서의 속도 벡터와 일치한다. 따라서 바닥의 요철이나 경사로, 기구 전체의 중심 이동 등이 있어도 주행 안정성이 높다고 할 수 있다.



그림 3. 구체형 3축 구동휠 구조

본 연구에서는 문제에 대해 액추에이터의 구조적 배치를 통한 주행의 효율성을 높이고자 한다. 3개의 액추에이터에 의해 3개의 구체를 각각 2방향 이상으로 구동시키는 홀로노믹 전방위 이동기구를 제안한다. 3개의 액추에이터를 이용하여 오버(과도)구속 문제를 해결하고 3개의 구체를 동시에 상시 구동 바퀴로 한 것에 특징으로 한다 [7].

IV. 결 론

본 논문에서는 청소용 로봇의 전방향 주행이 가능하도록 하기 위한 새로운 구동장치 설계를 위한 기존 연구동향을 제시하였다. 기 연구된 각종 구동장치의 문제점을 고찰하고 개선하기 위한 새로운 구동장치를 제안하였다.

제안한 장치는 구체구동방식으로 2방향성을 갖는 구동방식이다. 이 방식은 각 구체의 구동 속도 벡터가 기구의 각 구 접지에서의 속도 벡터와 일치한다. 따라서 바닥의 요철이나 경사로, 기구 전체의 중심 이동 등이 있어도 주행 안정성을 높일 수 있는 제어 및 추가적 기구적 메카니즘 요소에 대한 연구가 필요하다 판단하고 있다

감사의 글

본 연구는 중소기업청의 기술혁신개발사업 [S2178426, 3DoF 전방향 구동과 300mm/s급 카펫 주행이 가능한 로봇 플랫폼 개발]과 한국연구재단의 일반연구지원사업[No. 2010-0021054]의 일환으로 일부 수행하였음.

참고문헌

- [1] Pin, F. G., and Killough, S. M., "A New Family of Omnidirectional and Holonomic Wheeled Platforms for Mobile Robots", IEEE Transactions on Robotics and Automation, vol. 10, no. 4, pp.480-489, 1994.
- [2] Tadakuma, K., Tadakuma, R., and Berengeres, J., "Development of Holonomic Omnidirectional Vehicle with "Omni-Ball": Spherical Wheels", Proceeding of the 2007 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.33-39, 2007
- [3] West, M. and Asada, H., "Design of a Holonomic Omnidirectional Vehicle" Proceeding of the 1992 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.97-103, 1992.
- [4] West, M. and Asada, H., "Design and Control of Ball Wheel Omnidirectional Vehicles", Proceeding of the 1995 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.1931-1938, 1995.
- [5] Ferrière, L., Champion, G., and Raucant, B., "ROLLMOBS, a new drive system for omnimobile robots", Robotica, Cambridge University Press, vol. 19, pp.1-9, 2001.
- [6] Lee, Y. C., Danny, Lee, D. V., Chung, J. H., and Velinsky, S. A., "Control of a

redundant, reconfigurable ball wheel drive mechanism for an omnidirectional mobile platform", Robotica, Cambridge University Press, vol. 25, pp.385-395, 2007.

[7] K. B. Kim and B. K. Kim, "Minimum time trajectory for threewheeled omnidirectional mobile robot following a bounded curvature path with a referenced heading profile", IEEE Trans. on Robotics, vol. 27, no.4, pp.800-808, 2011.