이동형 로봇의 기구학적 분류에 따른 기술동향

Technical Trend of Mobile Robot According to Kinematic Classification

정 찬 세, 박 경 택, 양 순 용*

(Chan Se Jeong¹, Kyoung Taik Park², and Soon Yong Yang¹)

¹School of Mechanical Engineering, University of Ulsan

²Department of Robotics and Mechatronics, Korea Institute of Machinery & Materials, Korea

Abstract: Smart mobile robot is a kind of Intelligent Robot. It means that operates manipulate autonomously and recognize the external environment. Smart mobile robot moving mechanism has many type and the type depend on the robot shape or purpose. Recently, research on the moving mechanism has been actively in many area. The moving mechanism divided to wheel type, crawler type, walking type, other type and the moving type choose by the kind of robot or the purpose robot. In this paper, describe the kind of moving mechanism on the smart mobile robot and the technical trend of moving mechanism of smart mobile robot.

Keywords: mobile robot, moving mechanism, technical trend, kinematic classification

I. 서론

스마트 모바일 로봇은 지능형 로봇(intelligent robots)의 일종으로 외부환경을 인식(perception)하고, 스스로 상황을 판단(cognition)하여, 자율적으로 동작(manipulation)하는 로봇을 의미한다. 기존의 로봇과 차별화되는 것은 상황판단 기능과 자율동작 기능이 추가 된 것으로 상황판단 기능은 다시 환경인식 기능과 위치인식 기능으로 나뉘고 자율동작 기능은 조작제어 기능과 자율이동 기능으로 나눌 수 있다.

스마트 모바일 로봇 주요 기술에서 이동기술은 로봇의 자율이동과 관련된 주요 기술로써 로봇의 사용용도와 형상에 따라 결정되며 이동기구의 결정은 곧 로봇의 이동 알고리즘을 결정하게 된다. 따라서 로봇의 자율이동에 있어서 이동기구부의 결정은 로봇의 핵심기술로 분류되고 있다.

자율이동기술은 자유롭게 이동할 수 있는 기술로서 적용되는 방식에 따라 Wheel Mechanism, Crawler Mechanism, Walking Mechanism 으로 분류된다[1]. Wheel Mechanism은 적용이 쉽고 구조가 간단하여 많은 분야에 적용되고 있으며 경로계획과 Wheel 제어기술이 주요 기술이다. Crawler Mechanism은 전형적으로 험지와 같은 장소에서 주로 사용되며 속도제어와 방향제어가 주요 기술이다. Walking Mechanism은 동물 및 사람의 보행을 묘사한 기술이며 밸런싱 기술과 구조 제어기술이 핵심 기술이다.

본 논문에서는 스마트 모바일 로봇의 이동기구부를 그

종류에 대하여 Wheel Mechanism, Crawler Mechanism, Walking Mechanism과 그 외 이동기구부의 특징과 기술동향에 대하여 기술하였다.

II. WHEEL MECHANISM

휠 이동기구는 일반적으로 가장 널리 사용되는 이동 mechanism으로 휠의 구름을 이용하여 로봇을 이동시키게 되며 휠의 개수에 따라 2휠, 4휠, 6휠로 분류된다. 2휠 이동기구는 밸런싱 기술을 접목하여 로봇이 중심을 잡으면서 이동할 수 있는 기술이며 4휠, 6휠은 별도의 밸런싱 기술을 적용하지 않고 단순 휠의 굴림을 이용하여 이동한다.

휠 이동기구는 단순 휠 이동기구뿐 아니라 여러개의 휠을 사용하거나 반원형태의 휠을 사용하여 형상이 복잡한 노면을 이동할 수 있는 형태로 개발되었다.

1. 일반 휠 방식

일반 휠 방식은 2 휠, 4 휠, 6 휠로 나눌 수 있으며 2 휠의 경우 보조 휠을 추가하여 별도의 밸런싱 기술을 적용하지 않고 이동 할 수 있는 mechanism을 가지고 있으며 4휠

그림 1. 일반적인 2휠 메커니즘

Fig. 1. The general 2 wheel mechanism.

* 책임저자(Corresponding Author)

Manuscript received April 12, 2013 / revised August 19, 2013 / accepted September 2, 2013

정찬세, 양순용: 울산대학교 기계공학부

(worwordl81@nate.com/soonnyy@ulsan.ac.kr)

박경택: 한국기계연구원(ktparkone@gmail.com)

※ 본 논문은 2013 제 28회 ICROS 학술대회에 초안이 발표되었음.

그림 2. 일반적인 4휠 메커니즘

Fig. 2. The general 4 wheel mechanism.

및 6휠의 경우 독립현가 기술을 적용하여 기존의 자동차와 유사한 형태의 이동 mechanism을 가진다.

2 휠 방식은 구동 휠 2개에 보조 휠을 부착하고 2개의 구동 휠을 이용하여 속도 및 방향제어를 한다. 보조 휠은 밸런싱 역할만 하는 방식으로 독립적인 구동 휠 제어로 정지상태에서 360도 회전이 가능하며 조향성이 좋은 장점이 있다. 하지만 실내와 같이 주행환경이 좋아야 하며 험지와 같은 곳에서는 사용이 어려운 단점이 있다. 현재 개발되어 있는 2휠 방식의 종류는 그림 1과 같다[2,3].

4 휠 방식은 기존의 자동차와 유사한 형태의 mechanism을 가지며 독립 휠 구동으로 조향 및 속도 제어를 할 수 있다. 4 휠 방식은 독립구동과 독립조향으로 방향을 제어할 수 있으므로 조향성이 좋으며 비교적 험지에서도 사용이 가능하여 널리 사용되고 있다. 또한 기본적인 바디 형태에 여러 종류의 장치를 장착할 수 있어 적용범위가 넓다. 현재 개발되어 있는 4 휠 방식의 종류는 그림 2와 같다[5].

그림 3. 일반적인 6휠 메커니즘

Fig. 3. The general 6 wheel mechanism.

그림 4. 기타 휠 메커니즘

Fig. 4. The others wheel mechanism.

6 휠방식은 4휠과 유사한 형태의 mechanism을 가지며 종류에 따라 독립휠 구동과 로봇 바디의 형상 변경으로 조향 및 속도 제어를 할 수 있다. 6 휠은 높은 하중을 견딜 수 있고 접지력이 높아 하중이 큰 로봇장치를 운용할 수 있으며 험지에서 안정적으로 운용할 수 있다. 따라서 실내 보다는 실외에서 사용되는 모바일 로봇에 많이 적용을 하고 있다. 현재 개발되어 있는 6 휠 방식의 종류는 그림 3과 같다[4].

2. 기타 휠 방식

자이로 직립 휠 방식은 일종의 2 휠 방식으로 2 휠 방식 로봇에 밸런싱 기술을 접목한 기술이다. 기본적으로 실내와 같은 평지에서 사용하는 것을 목적으로 하며 험지와 같은 지역은 운용이 어렵다. 또한 밸런싱 기술과 조향 기술을 동시에 적용하여 자체적인 운용이 가능하지만 다른 방식에 비하여 정지한 상태에서도 지속적인 밸런싱 모니터링을 해야 하므로 전력손실이 있다.

그 외의 휠 방식으로는 다수의 휠을 장착하여 계단과 같은 특수한 상황에서 이동이 가능하도록 하는 mechanism이 적용된 로봇과 험지와 같은 곳에서 원활한 이동을 가능하도록 하기 위하여 휠을 반원의 형태로 하여 반원의 탄성을 이용하는 mechanism이다. 현재 개발되어 있는 기타 휠 방식의 종류는 그림 4와 같다[11].

III. CRAWLER MECHANISM

크롤러 방식의 이동 mechanism은 하나 혹은 다수의 무한 궤도를 적용하여 이동하는 mechanism으로 일반 크롤러 방식, 저상 크롤러 방식, 무게 중심 이동형 크롤러 방식으로 분류할 수 있다.

1. 일반 크롤러 방식

일반 크롤러 방식의 이동 mechanism은 한 개 혹은 다수의 무한궤도를 이용하므로 접지력이 높으며 1개의 무한궤도에 최소 1개의 구동 모터로 로봇을 구동시킬 수 있다. 높

그림 5. 일반적인 크롤러 메커니즘

Fig. 5. The general crawler mechanism.

은 접지력으로 인하여 주행안정성은 높아지지만 로봇을 운용하는 에너지 효율은 떨어지는 단점이 있으며 휠 방식 mechanism에 비하여 구조가 복잡하고 비용이 높은 단점이 있다. 현재 개발된 크롤러 방식의 종류는 그림 5와 같다[5].

2. 저상 크롤러 방식

저상 크롤러 방식은 무게중심을 로봇의 하단에 위치하도록 설계하여 계단 및 협지에서 전복을 방지하며 주행 안정성을 높이기 하는 방식이다. 저상 크롤러 방식은 로봇의 전방에 무한궤도가 높게 설계되어 있어서 협지 주행시 높이 차이가 높은 곳에서도 주행이 가능하도록 하였다. 무한궤도를 적용한 로봇의 경우 정지상태에서는 비교적 안정적인 작업이 가능하지만 주행시에는 주행로의 협한 정도에 따라 전후 혹은 좌우로 큰 진동이 발생하므로 주행과 동시에 로봇의 작업은 어려운 실정이다. 현재 개발된 저상 크롤러 방식의 로봇의 종류는 그림 6과 같다[5].

그림 6. 저상 크롤러 메커니즘

Fig. 6. The low CG crawler mechanism.

그림 7. 무게중심 이동형 메커니즘

Fig. 7. The moving CG crawler mechanism.

3. 무게 중심 이동형 크롤러 방식

무게 중심 이동형 크롤러 방식은 두 개 혹은 그 이상의 크롤러를 가지고 있으며 협지나 계단에서 크롤러의 위치를 변경하여 무게 중심의 위치를 변경할 수 있는 방식이다. 무게 중심을 변경함으로써 크롤러의 접지력을 확보하고 전복 안정성을 높일 수 있는 장점이 있다. 현재까지 개발된 무게 중심 이동형 크롤러 방식의 종류는 그림 7과 같다[5].

IV. WALKING MECHANISM

1. 2족 보행

2족 보행 방식은 사람의 보행과 유사한 형태로 보행하며 로봇 자체 이동과 사람의 보행을 도와주는 어시스트 형태의 이동으로 분류될 수 있다. 2족 직립 보행은 밸런싱 기술과 기구 제어기술이 접목 되어야 하며 현재 자체적인 단순

그림 8. 2족 보행 메커니즘

Fig. 8. The 2 legs waking mechanism.

그림 9. 4족 보행 메커니즘

Fig. 9. The 4 legs waking mechanism.

보행과 계단 오르내리는 정도의 기술이 개발된 상태이나 보행로의 높이 차이에 대한 보정에 대하여는 아직 미비한 수준이다. 현재까지 개발된 2족 보행 로봇의 종류는 그림 8과 같다[3,9,11].

2. 4족 보행

4족 방식은 4족 형태의 동물의 움직임과 동일한 형태로 이동하는 mechanism으로써 모터나 유압액추에이터를 이용하여 진자의 운동을 발생시킨다. 또한 이동을 위한 다리의 진자제어와 로봇의 밸런싱 제어와 같은 기술이 요구된다. 4족 방식의 경우 이미 이동을 위한 기술은 거의 완료된 상태이며 전방의 사람을 따라가는 기술과 같은 부가기술도 개발되고 있다. 현재까지 개발된 4족 보행 로봇의 종류는 그림 9와 같다[9,11].

3. 6족 이상의 보행

6족 이상의 다족 보행 방식의 이동 mechanism은 곤충의 형태로 이동하는 방식으로 스파이더 방식으로 다리가 전후 좌우로 움직이면서 로봇의 위치를 제어하게 된다. 6족 이상의 다족 보행 방식 로봇의 종류는 그림 10과 같다[9].

그림 10. 6족 이상의 보행 메커니즘

Fig. 10. The more than 6 legs waking mechanism.

V. THE OTHERS MECHANISM

기타 이동기구는 보행과 원형이동이 융합된 하이브리드 형태와 물고기 혹은 해파리와 같은 해저이동기구, 스네이크 이동기구, 애벌레 이동기구 등이 있다. 하이브리드 형태는 6족 혹은 원형의 구름 이동기구를 선택할 수 있으며 해저 로봇은 물고기, 해파리, 스테이크 형태의 이동기구가 적용되어 있다. 또한 스테이크 형태의 이동기구는 횡방향의 자체 굴림으로 나무와 같은 지형지물을 올라갈 수도 있다.

1. 하이브리드형 이동방식

하이브리드형 이동 mechanism은 6족 형태의 이동 방식을 가지고 있으면서 로봇 자체적으로 원형의 형태로 이동할 수 있는 mechanism으로 로봇이 이동하는 지형의 형태에 따라 이동 방법을 선택할 수 있다. 하이브리드형 이동 mechanism이 적용된 로봇은 그림 11과 같다[8].

2. 해저로봇 이동방식

물고기 로봇 혹은 해파리 로봇은 해저에서 이동하므로 유체 내부에서의 유동을 고려하여야 한다. 이를 고려한 방법으로 일반 물고기 로봇과 해파리 로봇, 수중 스네이크 로

그림 11. 하이브리드 메커니즘

Fig. 11. The hybrid moving mechanism.

그림 12. 해저 이동 메커니즘

Fig. 12. The under sea moving mechanism.

그림 13. 스네이크 이동 메커니즘

Fig. 13. The snake moving mechanism.

봇등이 있다. 해저로봇 방식은 그림 12와 같다[9].

3. 스네이크 이동 방식

스네이크 이동 mechanism은 스네이크 형태의 로봇의 마찰력을 이용하여 이동 방향의 수직으로 진동하여 이동한다. 스네이크 이동 mechanism이 적용된 로봇의 종류는 그림 12와 같다[9].

VI. 결론

본 논문에서는 스마트 모바일 로봇의 이동기구에 대하여 그 종류와 특징을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

스마트 모바일 로봇의 이동기구를 휠 방식, 크롤러 방식, 보행 방식, 기타 방식으로 분류하였다.

휠 이동기구는 휠의 개수에 따라 2휠, 4휠, 6휠, 기타 휠로 분류하였으며 기타 휠은 다수의 휠과 반원형태의 휠로 분류하였다.

크롤러 이동기구는 1개 혹은 다수의 무한궤도를 이용한 이동기구가 있었으며 에너지효율은 떨어지지만 험로에서 유용하다.

크롤러 이동기구는 무게중심을 낮게 설계하거나 위치를 변경하여 전복 안전성을 높인다.

보행로봇은 이동기구는 2족 보행, 4족 보행, 6족이상의 다족보행으로 분류하였으며 진자 운동을 발생시키기 위한 수단으로 모터 및 유압액추에이터를 이용한다.

기타 이동기구는 하이브리드형, 해저로봇, 스네이크 로봇의 세부형태로 분류하였다.

향후 본 이동기구의 분류를 기반으로 로봇의 환경과 용도에 적합한 이동기구를 결정할 것이며 새로운 형태의 이동기구가 제안될 것이다.

REFERENCES

- [1] The Robotics Society of Japan, Robotics Handbook, 1st ed, Corona Publishing, Tokyo, 1991.
- [2] <http://www.ntrexgo.com>
- [3] <http://www.zdnet.co.kr>
- [4] C. S. Han, "The legged walking robot and moving mechanism," KSME, vol. 48, no. 9, pp. 34-38, Sep. 2008.
- [5] C. M. Gifford, "Review of select mobile robot and robotic manipulator technologies," Gifford Tech Report, 2006.
- [6] M. J. Jeong, "Abroad research trend of robot," ICROS (in Korean), vol. 11, no. 2, pp. 28-33, May 2005.
- [7] B. T. Pinhas, "Hybrid mobile robot system: interchanging locomotion and manipulation," The University of Toronto, 2008.
- [8] <http://www.bocabearings.com/innovation-contest/>
- [9] <http://www.youtube.com/DARPAtv>
- [10] C. S. Jeong and S. Y. Yang, "Technical trend of moving mechanism on mobile robot," Proc. of 28th ICROS Annual Conference (in Korean), Changwon, Korea, pp. 412-413, May 2013.

[11] <http://www.youtube.com/user/BostonDynamics>

[12] J. Y. Kim and S. Y. Lee, "Estimation of the user's location/posture for mobile augmented reality," ICORS, vol. 18, no. 9, pp. 1011-1017, 2012.

[13] Y. S. Hwang, J. H. Han, H. W. Kim, and J. M. Lee, "A 3D map building algorithm for a mobile robot moving on the slanted surface," Journal of Institute of Control, Robotics and Systems (in Korean), vol. 18, no. 3, pp. 243-250, 2012.

정 찬 세

2007년 울산대 기계자동차공학부 졸업. 2010년 동 대학원 석사. 2013년 동 대학원 박사. 현재 울산대학교 기계기술연구소 연구원. 관심분야는 제어 및 응용, 계측.

박 경 택

1977년 부산대학교(공학사). 1981년 부산대학교(공학석사), 1989년 University of Cincinnati(공학박사). 1991년~현재 한국기계연구원 책임연구원, 관심분야는 로봇시스템, 자동화시스템.

양 순 용

1979년 부산대 기계설계학과 졸업. 1981년 동 대학원 석사. 1987년 일본 동경대학 석사. 1997년 일본동경대학 박사. 1998년~현재 울산대학교 기계공학부 교수. 관심분야는 메카트로닉스 및 제어, 유공압 공학.