

수직벽 등반로봇을 위한 무한궤도휠 메커니즘 설계 Design of tracked wheel mechanism for wall climbing robot

*김 황¹, 서근찬¹, 김종원¹, #김홍석²,

*Hwang Kim¹, Kunchan Seo¹, Jongwon Kim¹, #Hongseok Kim(hongseok@snut.ac.kr)²

¹서울대학교 기계항공공학부, ²서울과학기술대학교 기계공학과

Key words : tracked wheel, climbing robot, suction pad, multi-body

1. 서론

전세계적으로 기존에 대부분 작업자에 의해 이루어졌던 고층건물의 외벽청소, 대형선박의 도장작업, 원자력 파워플랜트의 검사작업 등 위험한 고소작업들을 대신 수행하기 위한 등반용 모바일 로봇의 개발 및 연구가 꾸준히 진행되고 있다. [1-4]

모바일 로봇 분야에서 특정 범주에 속하는 등반 로봇에 있어서 등반 환경의 형상, 재질 및 중력에 반하는 요구사항에 따라 다리, 바퀴, 무한궤도휠, 웨그(바퀴와 다리의 조합), 슬라이딩 등의 방식을 적용하는 이동 메커니즘과 진공 흡착력, 자기력, 정전기유도, 반데르발스력 등을 이용한 부착 메커니즘이 기본적인 설계 메커니즘에 해당된다. [1,2,4-7]

본 연구에서는 수직벽 등반시 벽면 부착 제어가 용이하고 주행속도 향상에 기여할 수 있도록 흡착패드와 무한궤도휠을 조합한 등반로봇용 무한궤도휠의 구조 및 메커니즘을 제안한다. 아울러, 이를 적용한 수직벽 및 벽면간 이동이 가능한 등반로봇을 소개한다.

2. 무한궤도휠의 구조 및 메커니즘

고안된 무한궤도휠은 타이밍벨트 외부에 결합된 6 개의 흡착패드를 회전시키며 벽면에 흡착 및 탈착시키는 구조이다. Fig.1 과 Fig. 2 에서 보여지듯이 진공 펌프와 통기되는 공압실린더와 푸시타입의 기계식 공압밸브로 구성되는 인터페이스유닛은 무한궤도휠과 흡착패드 사이에 연결되는데, 휠의 회전에 따라 하나의 밸브가 무한궤도휠 측면에 위치한 가이드레일에 의해 눌리면 공압실린더 내 압력편차로 흡착패드가 벽면에 밀착되게 된다.

또한, 다른 하나의 밸브가 시간적 차이를 두고 가이드레일에 눌리게 되면 흡착패드 내 압력편차로 벽면에 밀착되어 있던 흡착패드가 벽면에 부착하게 된다.

끝으로 두 개의 공압밸브가 순차적으로 가이드레일로부터 릴리즈되면 흡착패드는 벽면으로부터 탈착 및 실린더 내 피스톤의 수축으로 무한궤도휠의 타이밍벨트 쪽으로 복귀하게 된다. 이러한 일련의 과정을 통하여 무한궤도휠의 회전에 따라 흡착패드는 벽면에서의 밀착 및 흡/탈착 과정을 반복하게 되고, 하나의 무한궤도휠에서 최소 한 개 이상의 흡착패드가 항상 벽면에 부착되어 있는 상태를 유지한다. 흡착패드는 약 -70kPa 의 압력에서 최대 500N 의 수직방향 부착력을 낼 수 있다.

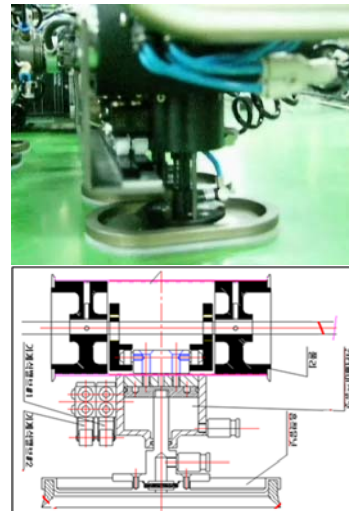


Fig. 1 The structure of tracked wheel with suction pads, interface unit and guide rail

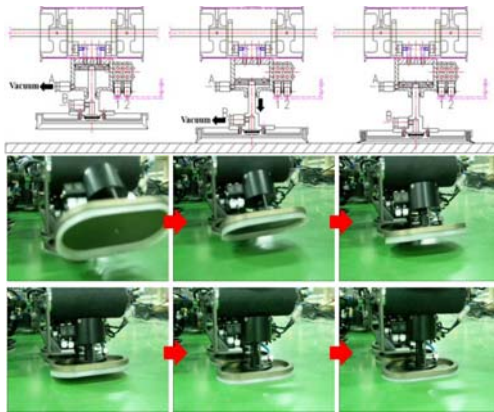


Fig. 2 Attachment procedure of suction pad

3. 무한궤도휠을 적용한 등반로봇



Fig. 3 Multi-body climbing robot with tracked wheel mechanism

Fig. 3 은 총 10 개의 무한궤도휠이 장착되어 최종 개발된 다관절 등반로봇을 보여준다. 본 로봇은 총 3 개의 바디로 구성되어 2 번째 바디 배면에는 제자리 조향용 흡착패드 모듈이 설치되어 있다. 이는 수직벽 등반 뿐만 아니라 벽면간 이동이 가능하도록 개발된 로봇이다.

4. 결론

본 논문에서는 수직벽 등반시 벽면 부착 제어가 용이하고 주행속도 향상에 기여할 수 있는 흡착패드와 휠이동방식을 조합한 새로운 무한궤도휠의 구조 및 메커니즘에 대하여 검토하였다. 또한 무한궤도휠 메커니즘을 적용한 등반로봇을 소개하였다.

후기

본 연구는 서울시 산학연 협력사업(11045)과 2010 년도 정부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 것이다. (2010-0027809)

참고문헌

1. Elkmann, N., Felsch, T., Sack, M., Saenz, J. and Hortig, J., "Innovative Service Robot System for Façade Cleaning of Difficult-to-Access Areas", Proceedings of the 2002 IEEE/RSJ Int'l Conf. on Intelligent Robots and Systems, **1**, 756-762, 2002.
2. Kim, H., Kim, D., Yang, H., Lee, K., Seo, K., Chang, D. and Kim, J., "Development of a Wall-climbing Robot using a Tracked Wheel Mechanism", Journal of Mechanical Science and Technology, **22**, 1490-1498, 2008.
3. Fafña, A., Souto, D., Deibe, A., López-Peña, F., Duro, R. J. and Fernández, X., "Development of a Climbing Robot for Grit Blasting Operations in Shipyards", Proceedings of the 2009 IEEE Int'l Conf. on Robotics and Automation, 2560-2565, 2009.
4. Zhang, H., Zhang, J., Zong, G., Wang, W. and Liu, R., "Sky Cleaner 3: a Real Pneumatic Climbing Robot for Glass-wall Cleaning", IEEE Robotics & Automation Magazine, **13**, 32-41, 2006.
5. Hirose, S., Nagakubo, A. and Toyama, R., "Machine That Can Walk and Climb on Floors, Walls and Ceilings," Proceedings of the International Conference on Advances in Robotics, 753-758, 1991.
6. Armada, M., Prieto, M., Akinfiev, T., Fernandez, R., Gonzalez, P., Garcia, E., Montes, H., Nabulsi, S., Ponticelli, R., Sarria, J., Estremera, J., Ros, S., Grieco, J. and Fernandez, G., "On the Design and Development of Climbing and Walking Robots for the Maritime Industries," Maritime Research, **2**, 9-32, 2005.
7. Santos, D., Kim, S., Spenko, M., Parness, A. and Cutkosky, M., "Directional Adhesive Structures for Controlled Climbing on Smooth Vertical Surfaces," Proc. of the 2007 IEEE Int'l Conf. on Robotics and Automation, 1262-1267, 2007.