

벽면 전환 능력과 페이로드 성능을 가지는 유연한 등반 로봇 개발

Combot: Compliant Climbing Robotic Platform with Transitioning Ability and Payload Capacity

*이기욱¹, 우지윤¹, 김종원¹, 서태원²

*G. U. Lee¹, J. Y. Wu¹, J. Kim¹, #T. Seo²(taewon_seo@yu.ac.kr)

¹서울대학교 기계항공공학부, ²영남대학교 기계공학부

Key words : Wall climbing robot, compliant mechanism, transition ability, payload capacity

1. 서론

최근 국내외적으로 오일 탱크, 핵발전소의 검사나 고층 외벽 청소 및 도장과 같이 위험한 작업장에서의 작업자의 안전과 작업의 효율의 증가를 위해 등반로봇에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다 [1-3]. 이러한 연구는 등반 로봇의 실질적인 적용을 위해 벽면전환 능력(장애물 극복 능력)과 페이로드를 탑재 능력에 초점을 뒀고 있다.

등반 로봇의 벽면전환 능력과 높은 페이로드 능력에 관련하여 다양한 로봇들이 개발되어 왔지만, 두 가지의 능력을 모두 만족시키기 위해서는 더 많은 연구가 필요하다. 개발된 로봇의 예로 Fishcher *et al.* [4]의 이룬 자석바퀴 로봇은 거의 모든 종류의 벽면전환이 가능하였으나 낮은 페이로드 능력으로 인해 로봇의 실질적인 활용에 어려움이 있다. 반면에 Grieco *et al.* [5]의 등반로봇의 경우 높은 페이로드 능력을 가지고 있으나 어떠한 벽면전환도 수행하지 못하기 때문에 이 또한 적용 가능범위가 낮다.

본 논문에서는 다양한 벽면전환 능력과 높은 페이로드 능력을 동시에 만족시키는 로봇 플랫폼을 개발하였다 [6]. 로봇의 이름은 "Combot"이며, 3 개의 자석 벨트 모듈로 구성된다. 각 모듈은 링크를 통해 조인트로 연결되며, 각 조인트는 수동· 능동적으로 로봇 구동의 적절한 회전력의 인가한다. 또한 로봇 뒤쪽에는 벽면 전환 시 피치백 모멘트를 줄이기 위한 꼬리부가 부착되어있다.

2. 로봇 기구구조

로봇의 기구구조는 Fig. 1 과 같이 크게 3 개의 자석 벨트 모듈과 이를 연결하는 능동, 수동 회전 관절 및 능동적으로 구동하는 1 개의 꼬리로 이루어져있다. 먼저 각 자석 벨트 모듈은 모터가 자석 벨트를 회전함으로써 구동을 한다. 다음으로 능동 회전 관절은 모터의 토크 - 피드백 컨트롤을 통하여 로봇의 수행하는 벽면전환의 종류에 따라 일정한 회전력을 발생시키며, 수동 회전 조인트에서는 비틀림 스프링으로 회전력을 발생시킨다. 마지막으로 꼬리는 모터의 토크 - 피드백 컨트롤을 통해 구동이 되며, 벽면전환 시 로봇의 피치백 모멘트를 줄여주는 역할을 한다.

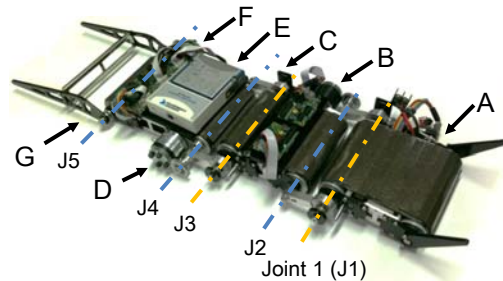


Fig. 1. Combot configuration. A, C, E are the main modules with magnetic treads; B, D, F are torque sensor to measure joint torque; and G is the active tail. There are five joints including the tail joint. The yellow joints (J1, J3) are passive joints achieved by torsion springs, and the blue joints (J2, J4, J5) are active joints achieved by torque-controlled motor.

3. 실험

로봇의 프로토타입의 Fig. 1 과 같다. 로봇의 꼬리를 제외한 전체 크기는 폭 216mm, 길이 522mm, 높이 38mm 이며, 무게는 6.4 kg 이다. 로봇은 외부의 PC 와 전원 공급장치에서 유선으로 제어신호와 에너지를 공급받는다.

로봇의 실험은 2 가지의 내각 (0° 에서 90° , 270° 에서 0°) 및 2 가지의 외각 (0° 에서 270° , 90° 에서 0°) 에 대한 벽면전환 능력과 수직 벽에 대한 페이로드 능력에 대해 진행되었다. 실험 결과는 Fig. 2 와 Fig. 3 과 같으며, 4 가지의 벽면 전환 능력 및 10kg 의 수직 페이로드 능력을 검증하였다.

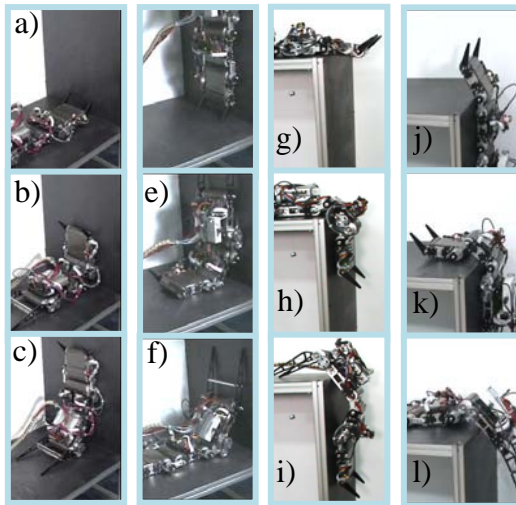


Fig. 2. Photo snapshot during internal transitions ; 0 to 90 degrees (a-c), 270 to 0 degrees (d-f); and during external transitions; 0 to 270 degrees (g-i), 90 to 0 degrees (j-l)

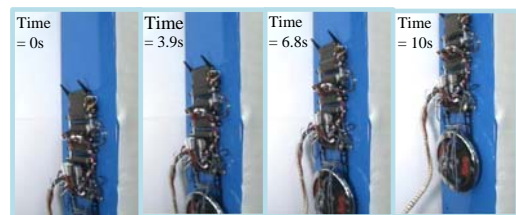


Fig. 3. Photos of vertical climbing of the Combob with 10 kg payloads.

4. 결론

본 연구에서는 다양한 벽면전환 능력과 높은 페이로드 능력을 가지는 등반로봇을 개발하였으며, 실험을 통하여 4 가지의 벽면 전환 및 10kg 의 수직 페이로드 능력을 검증하였다. 이러한 능력을 통하여 개발된 로봇이 선박이나 핵 발전소와 같은 환경에서의 다양한 작업 로봇 플랫폼으로 쓰일 수 있기를 기대한다.

후기

이 논문은 2011 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2011-0027576).

참고문헌

1. W. Shen et al. "Proposed wall climbing robot with permanent magnetic tracks for inspecting oil tanks," IEEE Int'l Conf. on Mechatronics and Automation, pp. 2072-2077, 2005.
2. L. Briones et al., "Robicen: A wall-climbing pneumatic robot for inspection in nuclear power plants," Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, vol. 11, no. 4, pp. 287-292, 1994.
3. H. Zhang et al., "Sky cleaner 3: A real pneumatic climbing robot for glass-wall cleaning," IEEE Robotics & Automation Magazine, vol. 13, no. 1, pp. 32-41, 2006.
4. W. Fischer et al. "Compact Magnetic Wheeled Robot for Inspecting Complex Shaped Structures in Generator Housings and Similar Environments," IEEE/RSJ Int' Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp. 4116-4121, 2009.
5. J. C. Grieco et al., "A Six-Legged Climbing Robot for High Payloads," IEEE Int'l Conf. on Control Applications, 1998, Trieste, Italy, pp. 446-450.
6. 이기욱, 우지윤, 김종원, 서태원, "높은 페이로드 성능을 가지는 유연한 등반로봇의 개발," 한국정밀공학회 2011 년도 춘계학술대회논문집, pp. 445-446, 2011.