

로프 등강기를 구비한 등반로봇의 설계 Design of a Wall Climbing Robot with Rope Ascender

*서근찬¹, 박준환¹, 조선미¹, 김태균¹, #김종원¹

*Kunchan Seo¹, Junwhan Park¹, Sunme Cho¹, Taegyun Kim¹,

#Jongwon Kim(jongkim@snu.ac.kr)¹

¹서울대학교 기계항공공학부

Key words : Climbing robot, Rope ascender, Propeller thruster, Triangular track

1. 서론

고층 빌딩의 외벽 청소나 도장, 대형 탱크의 검사 및 도장 등 사람이 수행하는 위험한 고소작업을 대체 하기 위해 등반로봇의 개발이 다양하게 이루어져 왔다. 진공을 이용해 벽면에 흡착하고 옥상에 설치된 크레인에 의해 상하 이동하는 형태를 가지고 있거나[1~2] 진공, Van der Waals 힘, 정전기력, 등을 이용하여 로봇을 벽면에 흡착한 후 다리, 트랙, 슬라이딩 등의 메커니즘을 이용하여 이동 하는 로봇들이 소개되어 왔다[3~5]. 전자의 경우는 로봇의 자중을 크레인이 지지하는 이동시키는 것이고, 후자의 경우는 흡착 메커니즘이 지지하고 별도의 이동 메커니즘이 이동시키는 것이다. 하지만 두 경우 모두 다양한 재질과 장애물 형상을 가진 벽면에서는 사용이 제한적이었다.

본 논문에서는 로프 등강기 메커니즘을 이용한 새로운 등반로봇 플랫폼의 설계를 제안하였다. 많은 고소작업이 로프에 매달린 사람에 의존하는데, 이를 대체할 수 있는 등반로봇 플랫폼을 제안하는 것이 연구의 목적이다. 제안된 로봇의 특징은 로봇에 탑재된 로프 등강기가 로프에 하중을 지지하며 로프를 따라 로봇을 이동시키는 것이다. 따라서 큰 흡착력을 갖는 흡착 메커니즘이나 별도의 크레인 등이 필요 없으며 벽면에 직접 흡착된 상태로 이동하지 않기 때문에 다양한 벽면 재질에 적용이 가능하고 장애물을 넘어 주행하는 것이 용이하다. 2 절에서는 본 로봇 플랫폼의 기구 구조와 동작원리를, 3 절에서 제어부 및 작업자 인터페이스 구조를 소개하였다.

2. 로봇의 구조 및 동작원리

로봇의 구조는 Fig. 1 과 같다. 옥상에 고정된 로프를 따라 로프 등강기가 로봇을 상하 이동시키는 동시에 2 개의 프로펠러 추력기가 로봇을 벽면으로 밀어 붙인다. 4 개의 삼각 트랙이 벽면에 밀착한 상태로 이동하는데, 트랙은 모터로 좌우 트랙이 각각 구동 되고, 앞뒤 트랙 각각은 모터에 의해 트랙 중심 축을 중심으로 전체 회전이 가능하다. Fig. 2 는 이러한 구조를 이용하여 장애물을 넘어 이동하는 원리를 보여준다.

Fig. 3 은 기능 시작품의 모습이다. 로봇 크기는 1132mm(L)×784mm(W)×695 mm(H)이고, 무게는 65kgf 이다. 외부 전원으로 동작하며 로프 등강기 구동모터 1 개, 삼각 트랙의 타이밍 벨트 이송 모터 2 개(좌/우), 삼각 트랙 전체 회전 모터 2 개(전/후), 프로펠러 모터 2 개, 그리고 로프 등강기 기준으로 하부 플랫폼을 회전시키는 조향 모터 1 개까지 총 8 개의 모터가 탑재된다.

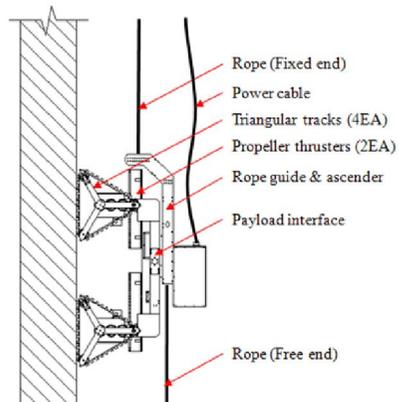


Fig. 1 Structure of the climbing robot platform

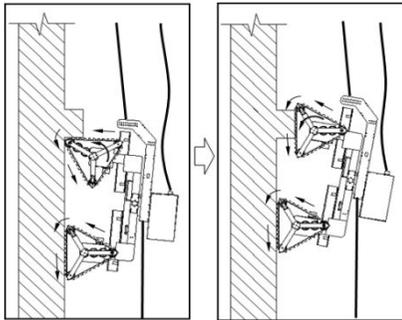


Fig. 2 Working principle of triangular tracks



Fig. 3 Prototype of the climbing robot platform

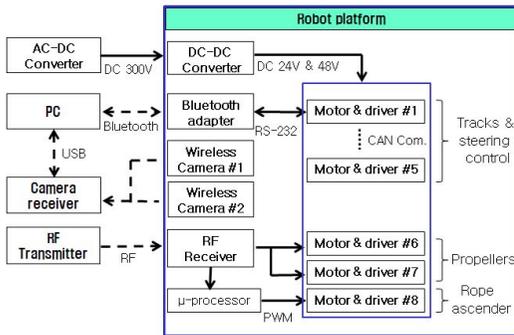


Fig. 4 Control system and user interface

3. 제어부 구조 및 작업자 인터페이스

제어부의 구조는 Fig. 4와 같다. PC와 무선 조종기를 이용하여 작업자는 안전한 곳에서 원격으로 로봇을 조작한다. 전/후 이동, 프로펠러 구동과 같이 피드백 제어가 필요 없고 빈번하게 동작되는 모터는 무선 조종기로 속도가 제어되고 피드백 제어가 필요한 모터는 Bluetooth를 통해 PC로 제어된다. 로봇에는 주행환경과 가반하중의 동작을 모니터링 할 수 있도록 무선 카메라가 2대 탑재 된다.

4. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 로프 등강기를 구비한 새로운 등반 로봇의 구조를 제안 하였다. 건물 외벽과 같은 실제 주행 환경에서 로봇 플랫폼의 이동 속도, 장애물 극복 능력, 페이로드 등의 기본 기능 검증이 이루어질 것이며 청소유닛 등 로봇에 탑재될 수 있는 가반하중에 대한 연구가 진행 될 것이다.

후기

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2001-0027576).

참고문헌

1. Teodor, A., Manuel, A., Samir, N., "Climbing cleaning robot for vertical surfaces", *Industrial Robot: An International Journal*, vol.36, Iss: 4, 352-357, 2009.
2. Norbert, E., Mario, L., Tino, K., Dietmar, K., Thomas, S., Justus, H., "Kinematics, sensors and control of the fully automated façade-cleaning robot SIRIUSc for the Fraunhofer headquarters building, Munich", *Industrial Robot: An International Journal*, vol.35, Iss: 3, 224-227, 2008.
3. Nagakubo, A., Hirose, S., "Walking and running of the quadruped wall-climbing robot", *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, vol.2, 1005-1012, 1994.
4. Sangbae, K., Matthew, S., Salomon, T., Barrett, H., Daniel, S., Mark R., C., "Smooth vertical surface climbing with directional adhesion", *IEEE Transactions on Robotics*, vol.24, no.1, 65-74, 2008.
5. Prahlad, H., Pelrine, R., Stanford, S., Marlow, J., Kornbluh, R., "Electroadhesive robots—wall climbing robots enabled by a novel, robust, and electrically controllable adhesion technology", *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 3028-3033, 2008.