

비정형 외벽 건물 환경에서 로프 구동 기반 휠레그 등반 로봇의 적응 제어 전략

안사훈^{*†} · 현동근^{*} · 문예철^{*} · 이종명^{*} · 김화수^{**} · 서태원^{*}

^{*}한양대학교 융합기계공학과, ^{**}경기대학교 기계시스템공학과

Adaptive control strategy of rope driven wheel-legged climbing robot in atypical exterior façade

Sahoon Ahn^{*†}, Donggen Hyun^{*}, Yecheol Moon^{*}, Jongmyeong Lee^{*†}, Hwa Soo Kim^{**} and TaeWon Seo^{*}

^{*} The Department of Mechanical Convergence Engineering, Hanyang University

^{**} School of Mechanical System Engineering, Kyounggi University

1. 서 론

건축 기술의 발전으로 고층건물의 수가 증가함에 따라 건물의 유지보수에 대한 수요가 높아지고 있다. 사람이 진행하는 건물 외벽에서의 유지보수 작업은 필수적이지만 위험 또한 수반된다. 이를 로봇으로 대체하기 위한 많은 연구가 진행되었다. 그 중 하나가 로프를 감는 장치인 Ascender를 이용해 건물 외벽을 이동하며 작업하는 로봇이다. [1] 하지만 이전의 연구는 2 차원 평면 벽면에서의 이동을 전제로 했기 때문에 3 차원 비정형 건물에서의 작업 성능에는 한계가 있었다. 그래서 비정형 외벽 청소 로봇 플랫폼은 3 차원 곡면에서의 효과적인 이동과 작업을 위해 Wheel-Leg 메커니즘과 LST(Linear sliding turret) 메커니즘을 추가하여 비정형 외벽의 형상에 적합한 제어를 진행하도록 대응하였다. LST 메커니즘은 Ascender 부분과 Wheel leg 부분을 연결하여 직선 및 회전 방향으로 상대적 움직임을 만들어 내는 역할을 한다.

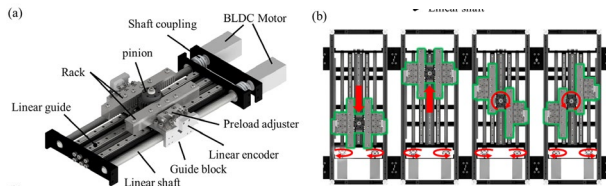


Fig. 1. (a) LST 메커니즘 (b) LST 메커니즘 작동

외벽 환경에서 로봇이 해결해야 할 문제는 3 가지이다. 첫번째는 건물의 외벽에 하중이 집중되지 않도록 지면 반력을 분산하여 손상을 최소화하는 것이고 두번째는 외벽에 있는 장애물을 극복하고 세번째는 청소작업을 진행하면서 안정적인 자세를 유지하는 것이다. 본 연구에서는 이 문제를 해결하기 위한 제어 전략을 제시하고자 한다.

2. 제어 알고리즘

2.1 지면 반력 분산

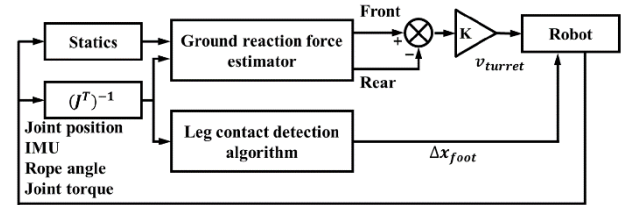


Fig. 2. 반력 분산 알고리즘 도식도

지면 반력 분산을 위해 우선 반력 추정을 진행한다. 정역학 및 모터 토크 측정 데이터를 기반으로 지면 반력을 추정하고 그 차이에 맞게 LST 메커니즘을 작동시켜 무게중심을 이동하면 반력이 분산된다.

2.2 장애물 극복을 위한 ZMP 이동

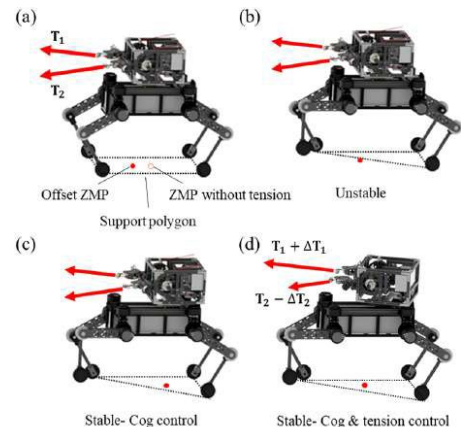


Fig. 3. 장애물 극복을 위한 ZMP 이동

장애물 극복을 위해서는 다리를 하나 들어서 3 다리로 안정적으로 지지되는 자세를 처음으로 시작하게 된다. 이때 자세가 무너지지 않고 유

[†] Presenting Author, noohasna@hanyang.ac.kr

지하기 위해서는 ZMP 를 support polygon 안에 들어오도록 해야 하는데 LST 메커니즘을 활용하여 이를 구현한다.

3. 결 론

본 연구에서는 비정형 외벽 환경에서 외벽청소 로봇이 해결해야 할 문제는 3 가지 중 2 가지인 건물 외벽 손상 방지를 위한 지면 반력 분산과 장애물 극복을 위한 ZMP 이동을 위한 제어 전략을 제시하였다. 추후에 3 번째 문제인 건물 외벽의 다양한 각도 상황에서 안정적인 청소작업을 진행하도록 자세 유지를 하는 제어 전략 수립을 진행할 계획이다.

후 기

본 연구는 2021 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2021M3C1C3096807 and NRF-2021M3C1C3096808, BRIDGE 융합연구개발사업).

참고문헌

- (1) S. Yoo, T. Kim, M. Seo, J. Oh, H. S. Kim and T. Seo, "Position- Tracking Control of Dual-Rope Winch Robot With Rope Slip Compensation," in IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol. 26, no. 4, pp. 1754-1762,