

벽면간 전환 능력을 가진 다관절 등반로봇의 설계 Design of a multi-linked wall climbing robot with wall-to-wall transition capabilities

*김황¹, 서근찬¹, 김종원¹, 박준환¹, #김홍석²

*Hwang Kim¹, Kunchan Seo¹, Jongwon Kim¹, Junhwan Park¹

#Hong Seok Kim(hongseok@snut.ac.kr)²,

¹서울대학교 기계항공공학부, ²서울과학기술대학교 기계공학과

Key words : climbing robot, transition, suction, multi-linked, robotics

1. 서론

최근 인간에 의해 수행되어 왔던 고층건물 외벽청소, 원자력 용기 내부 검사, 건설 작업, 대형 선박 도장 등의 극한 작업들을 등반로봇으로 대체하기 위한 학계의 연구 및 개발이 활발히 이루어 지고 있다. (Fig. 1)

기존의 등반로봇은 작업 환경의 형상, 재질 및 중력방향 등의 요구사항에 따라 Leg, Wheel, Tracked wheel, Wheg, Sliding 등의 방식을 적용하는 이동 메커니즘과 Suction force, Magnetic force, Aerodynamic attraction, Dry adhesion 등을 이용한 부착 메커니즘의 적절한 조합으로 연구 및 개발되어 왔으나 [1], 작업이 가능한 페이로드 성능을 가지고 다양한 벽면간 전환이 가능한 로봇은 전무한 실정이다.

본 논문에서는 floor-to-vertical wall 뿐만 아니라 100mm 수준의 얇은 벽면간 전환이 가능한 다관절 구조의 등반로봇 설계에 대한 연구를 다룬다.



Fig. 1 Applicable fields of climbing robots

2.

개발된 등반 로봇은 Fig. 2 에서 보이는 바와 같이 무한궤도 바퀴를 이용한 이동 메커니즘, 무한궤도 바퀴에 부착되는 다수의 진공 흡착 패드를 적용한 부착 메커니즘, 그리고 연쇄 다관절 기구 구조를 적용한 벽면 전환 메커니즘의 조합으로 구성된다.

제안하는 로봇의 전체 크기는 1500mm(L) × 1000mm(W) × 300mm(H) 이고, 무게는 70kgf 이다. 본 로봇은 약 10kgf 의 페이로드 성능을 가지고 벽면에서 상하 주행이 가능하다. 본체의 중앙 배면에는 조향용 흡착패드 시스템이 설치되어 약 ±15 도의 방향 제어가 가능하다.

흡착패드는 기계식 밸브와 공압실린더 모듈을 조합하여 벽면 밀착 및 탈/부착을 가능하게 하는 무한궤도 바퀴 메커니즘으로 설계되어 복잡한 제어과정 없이 로봇의 연속적인 주행을 가능하게 한다. 무한궤도 바퀴에 설치된 흡착패드는 푸쉬 타입의 기계식 밸브에 의해 무한궤도 바퀴 위를 회전하며 진공 개폐가 이루어지고, 벽면 방향의 흡착패드는 각 흡착패드와 결합되도록 고안된 공압 실린더의 작동으로 벽면에 밀착하게 된다. Fig. 3 은 고안한 흡착이 가능한 무한궤도 바퀴의 구조를 보여준다.

로봇의 기구는 3 개의 본체와 본체를 연결하는 링크를 포함하여 총 7 개의 연쇄 다관절 구조로 이루어지며 이는 다양한 형상으로 이루어진 고층 건물에서의 외벽 작업뿐 아니라 얇은 벽면간 이동을 가능하게 한다. 로봇을 구동시키는 액추에이터는 주행을

위한 3 개의 모터가 각 본체에 탑재되고, 링크간 회전을 가능하게 하는 관절 구동모터 6 개가 회전 관절에 설치되며, 조향을 위한 모터 1 개가 기구부의 중앙에 배치된다. 로봇의 에너지원으로 24V 전원, 진공펌프를 사용하고, 각 모터의 제어기 및 진공원을 제어하는 솔레노이드 밸브는 PC 기반의 환경을 통해 제어된다.

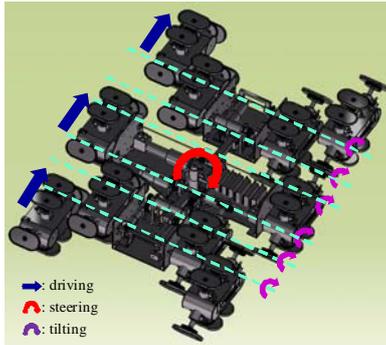


Fig. 2 3D model of final design alternative

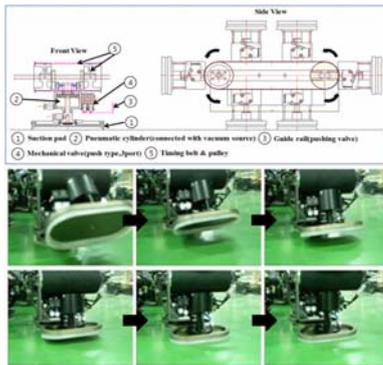


Fig. 3 Tracked wheel mechanism

3. 벽면간 전환 능력

Fig. 4 와 Fig. 5 는 각각 로봇의 Floor-to-wall transition 과 Thin wall transition 기능을 보여준다. 기구적 간섭을 고려한 역기구학 해석에 의거, 구동 관절 값의 도출을 통해 실험이 실시된다.

4. 결론

본 논문에서는 흡착 패드와 무한궤도 바퀴,

연쇄 다관절 구조를 조합하여 다양한 벽면 환경에서 벽면간 전환이 가능한 등반 로봇의 설계안을 제시하였다. 본 로봇의 메커니즘을 통하여 실제 복잡한 형상으로 이루어진 고소 작업 환경에서의 적용이 기대된다.

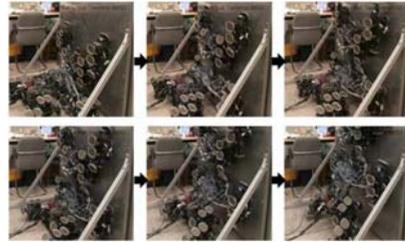


Fig. 4 Applicable fields of climbing robots

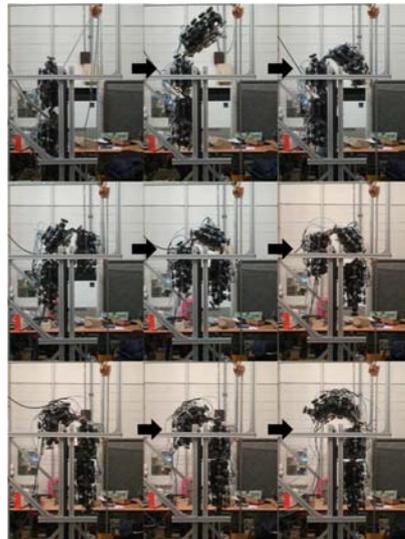


Fig. 5 Applicable fields of climbing robots

후기

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

참고문헌

1. Chu, B., Jung K., Han, C., and Hong D., "A survey of climbing robots: Locomotion and adhesion", IJPEM, Vol. 11, No. 4, pp. 633-647, 2010