

건물 외벽 청소 로봇의 청소 툴을 위한 제어 알고리즘 개발 Development of Control Algorithm for Cleaning Tool of Building Wall Maintenance Robot

*허재명¹, #홍대희², 문성민²

*J. M. Huh¹, #D. H. Hong(dhhong@korea.ac.kr)², S.M.Moon²

¹고려대학교 기계공학과, ²고려대학교 기계공학과

Key words : Building Facade Robot, Cleaning Tool, Control Algorithm

1. 서론

현대 건설 산업의 추세가 고층화와 커튼 월(Curtain wall)의 장착화로 흐르면서, 오늘날 건물 유리창의 유지 관리 작업이 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 인력을 활용한 기존의 방식이 단층 건물에서는 큰 문제가 없지만, 고층 건물에서는 여러 문제점이 제기되고 있기 때문이다. 예로, 인부의 안전성 문제와, 이로 인한 인건비의 상승으로 유지 관리 작업 비용이 증가하였다.

이러한 문제점들을 해결하고자, 다양한 외벽 유지 관리 로봇(Building Wall Maintenance Robot)들이 활발하게 개발되고 있다. 본 논문의 로봇 시스템도 이러한 목적으로 개발되었고, 유지 관리 작업의 완전 자동화를 목표로 하고 있다.[1] 현재 개발된 외벽 유지 관리 로봇은 수평 이동부(Horizontal Moving Robot)와 수직 이동부(Vertical Climbing Robot)로 구성되어 있다. 수평 이동부는 건물에 설치된 수평 레일을 따라 이동하면서 청소 툴을 이용하여 청소를 하는 로봇 시스템이고, 수직 이동부는 수직레일을 따라

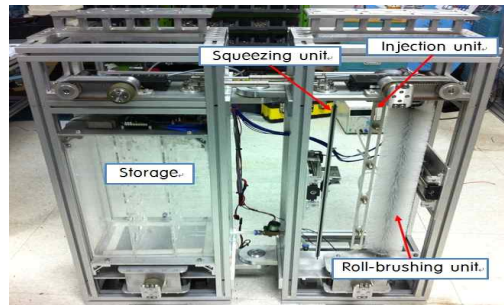


Fig. 2 Cleaning Tool system of Building Wall Maintenance Robot System

수평 이동부를 각 층으로 운반하고, 수평 이동부에 유지 관리 작업에 쓰이는 물을 공급한다.

본 논문에서는, 유지 관리 작업의 완전 자동화를 위해, 수평 이동부에 설치된 청소 툴의 구동을 위한 제어 알고리즘을 다룬다. 청소 툴은 롤 브러쉬 유닛(Roll brushing unit), 인젝션 유닛(Injection unit), 그리고 스퀴즈 유닛(Squeezing unit)으로 구성되어 있다. (Fig.2)

2. 인젝션 유닛의 제어

인젝션 유닛은 4개의 노즐, 펌프, 솔레노이드 밸브, 그리고 물 저장고(Storage)로 이루어져 있다.

인젝션 유닛의 구동은, 솔레노이드 밸브가 열리는 순간, 물 저장고의 물이 펌프에 의해 노즐로 보내어져 유리창으로 분사되는 방식이다. 여기서 물이 유리창에 충분히 뿌려질 수 있도록, 노즐의 분사 범위를 고려하여 Linear actuator로 유리창과 노즐 간의 간격을 조절할 수 있다. (Fig.3)

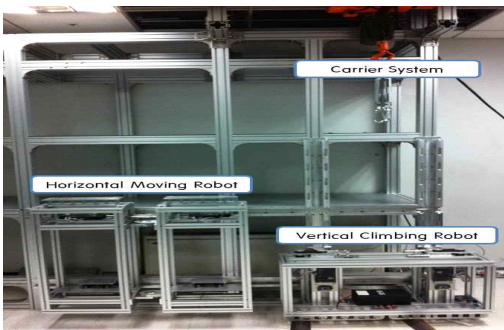


Fig. 1 Building Wall Maintenance Robot System[1]

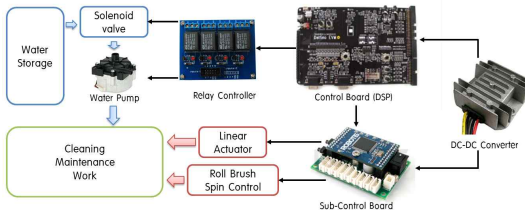


Fig. 3 Configuration of Control system of Cleaning Tool[1]

3. 청소 툴의 장애물 회피 제어

청소 툴과 건물의 장애물과의 충돌을 방지하기 위하여, 수평 이동부의 한 쪽 끝에는 근접 센서가 설치되어 있다. 근접 센서가 장애물을 감지하면, 컨트롤러에 'ON' 신호를 보낸다. 그때부터 컨트롤러는 타이머를 통하여 시간을 측정하고, 측정된 시간과 바퀴에 달려있는 엔코더 측정값을 이용하여 청소 툴과 장애물과의 거리를 구할 수 있다. 계산한 거리가 일정 거리에 도달하면, 청소 툴의 각 유닛은 Linear actuator에 의해 로봇 안쪽으로 들어가 장애물과의 충돌을 피할 수 있게 된다.

4. 스퀴즈 유닛의 Force control

스퀴즈 유닛은 단순 접촉이 아닌 일정한 크기 이상의 접촉력을 유리에 가하여, 유리의 더러운 물을 제거하는 유닛이다. 여기서 유리의 허용한도를 넘지 않으면서, 접촉력을 일정 수준으로 유지하기 위해 Force control[2]이 사용되었다. 스퀴즈 유닛의 Force control은 접촉력의 목표 값을 설정하여, 이것을 스퀴즈 유닛의 Force sensor가 측정한 힘과 비교하고, 힘의 차이를 바탕으로 Linear actuator를

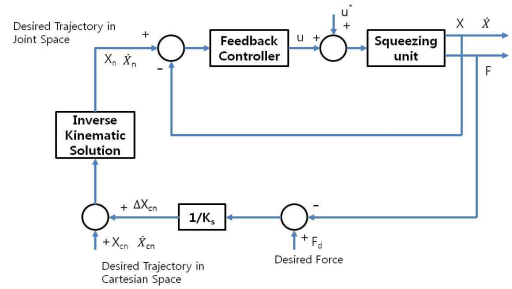


Fig. 4 Force Control scheme of Linear actuator (X_n : new trajectory of Squeezing unit, u^* : feedforward torque of motor of linear actuator, u : feedback torque of motor of linear actuator, K_s : gain of Force sensor)[2]

통하여 스퀴즈 유닛의 위치 및 속도를 제어하는 것이다. (Fig. 4)

4. 결론

본 논문에서, 건물 외벽 유지 관리 로봇에 장착된 청소 툴의 제어 알고리즘을 개발하였다. 분사 제어를 통하여, 물을 효율적으로 분사시킬 수 있고, 회피 및 힘 제어를 통하여, 로봇과 건물의 충돌 및 파손을 방지할 수 있다.

본 논문의 제어방식을 토대로, 시제품의 제어 시스템을 개발하여, 외벽 유지 관리 공정을 효율적이고 안전하게 만들 것이다.

후기

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국 건설 교통 기술평가원에서 위탁 시행한 2010년도 건설기술혁신사업(과제번호: 10기술혁신 E03)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. S.M.Moon, D.Hong, J.M.Huh, S.W.Kim, "Development of Building-Facade Maintenance Robot with control system of Cleaning Tool Mechanism", The 13th Symposium on Construction Robotics in Japan (13th SCR), 2012.
2. 최병오, "두 개의 유연한 링크를 갖는 로봇의 접촉력 제어", 94 한국자동제어학술회의논문집, 597-602, 1994.

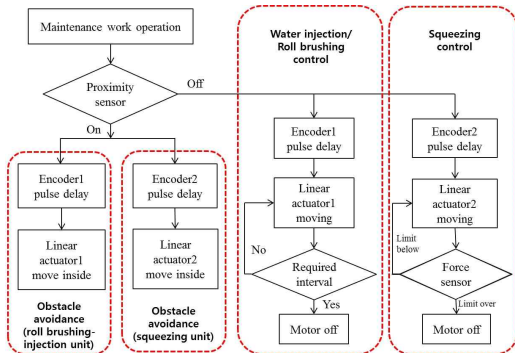


Fig. 4 Control algorithm of Cleaning Tool System[1]