

# 대형유리 설치를 위한 인간-로봇 협업기술 기반의 IMD (Intuitive Manipulation Device) 적용에 관한 연구 A study on the IMD application for installing Heavy Material based on Human-Robot Cooperation Technology

\*강성균<sup>1</sup>, #한창수<sup>2</sup>, 송민수<sup>3</sup>, 김명수<sup>4</sup>

\*S. K. Kang<sup>1</sup>, #C. S. Han(cshan@hanyang.com)<sup>2</sup>, M. S. Song<sup>3</sup>, M. S. Gil<sup>4</sup>

<sup>1</sup>한양대학교 지능형로봇학과, <sup>2</sup>한양대학교 기계정보경영공학부, <sup>3</sup>한양대학교 메카트로닉스공학과

Key words : Human-Robot Cooperation, Virtual Axis, Intuitive Control Device, Heavy Material Handling

## 1. 서론

최근 건물의 형태가 고층화, 대형화됨에 따라 건설 자재 또한 대형화, 중량화 되고 있다. 그리고 이러한 건설 자재는 작업의 효율을 높이기 위해 건물 외부에서 생산되어 내부로 운반하여 조립, 설치된다. 기존에는 건설 자재를 생산에서 운반, 설치 할 때까지 작업자에 의해 이루어지고 있었으나 공기 단축, 비용 절감, 생산성 및 품질 향상 그리고 작업자의 안전성 향상 및 작업환경 개선 등을 위해 기계화 또는 자동화로 대체되고 있다.

중량물 핸들링 및 설치 작업을 하기 위한 건설 로봇으로는 국내 삼성물산의 커튼월 설치 로봇, 영국 GGR Corp. 의 중량 유리 설치 로봇, 영국 Peter Hird & Sons Ltd. 의 유리 설치 로봇, 오스트레일리아 Material Handling Corp. 의 외벽 유리 핸들링 로봇, 일본 Taisei Construction Corp., Asahi Glass Corp., Kajima Construction Corp. 의 중량물 핸들링 로봇, 스페인의 Power assist device등이 있다[1-2]. 중량물 핸들링 로봇들은 자재를 운반하기 위한 모바일 플랫폼과 중량물을 핸들링 하기 위한 흡착 장치 그리고 매니플레이터로 구성되어 있다. 또한 기존의 로봇은 비정형화된 환경에서 이동하고 설치하기 때문에 완전 자동화가 아닌 작업자의 실시간 입력 신호에 의해 구동되는 반자동화 시스템이다. 이러한 반자동화 시스템은 작업자에 의해 제어가 이루어지므로 작업자에게 있어서 직감적인 제어는 작업 시간을 결정하는 중요한 요소이다. 위와 같은 로봇들의 제어방법은 크게 두 가지로 분류된다. 첫 번째는 작업자가 원거리에서 로봇을 원격 제어 하는 방법으로 작업자의 안전성을 향상 시킨다. 두 번째는 로봇의 End-Effector를 잡고 핸들링 하는

방법이다. 이러한 방법은 중량물 핸들링 시 작업자의 부하를 줄여주지만 외부 장치를 통해 설치 작업이 실행되기 때문에 실제로는 작업자에게 있어서 직감적인 작업이 저하되는 문제를 발생시킨다.

따라서 본 논문에서는 건설 로봇을 이용하여 대형유리와 같은 중량물을 작업자가 직감적으로 작업 가능하도록 하는 IMD (Intuitive Manipulation Device) 적용에 관한 연구를 제시한다.

## 2. IMD의 적용

### 2.1 Methodology for IMD

대형유리가 작업자에 의해 설치되는 방법은 직사각형의 건설 자재 한 쪽 모서리를 설치 면에 부착시켜 순간 회전축으로 하고 가운데를 기준으로 대칭되는 모서리 쪽에서 힘을 가해 회전시킴으로써 설치 작업이 이루어진다. 따라서 본 논문에서 제안하는 방법은 기존의 로봇을 이용하여 작업자에 의해 설치되는 방법과 유사하게 이루어지도록 하여 직감적인 설치작업이 가능하도록 하는 것이다. 이러한 작업이 가능하기 위해서는 고정되어 있는 순간 회전축을 대형유리 위에 임의의 위치로 옮겨야 한다.

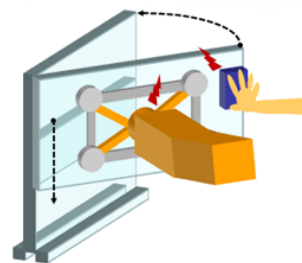


Fig. 1 A role of IMD

본 논문에서는 옮겨진 순간 회전축을 건설 로봇 매니플레이터의 실제 존재하지 않는 가상 축이라 정의하고 본 논문에서 제안한 IMD의 중심축을 임의의 가상축과 일치시켜 작업자가 원하는 작업이 되도록 로봇 매니플레이터를 제어한다(그림 1).

IMD를 이용하여 대형 유리를 설치하는 방법은 설치 작업의 동적 거동을 분석하여 기존의 로봇 시스템의 문제점을 보완할 수 있는 인간-로봇 협업 시스템으로 작업자에게 있어서 좀 더 직감적인 작업이 가능하게 한다. 이러한 시스템은 단순하지만 강력하여 유리 설치 작업의 효율을 높일 수 있을 것이다.

### 2.2 개념 설계

다양한 설치 작업 형태 및 작업 방법, 일정하지 않은 유리의 크기에 따라 순간 회전축의 위치와 자세는 항상 움직인다. 이러한 순간 회전축의 위치를 찾기 위해 적외선 센서를 스캔하는 방법을 사용한다. 적외선 센서는 비교적 측정거리가 짧지만 일정한 구간 내에서는 직진성이 높고, 가격이 저렴한 장점이 있다. 그리고 적외선 센서를 회전시키기 위해 가격과 무게를 고려해서 RC 서보모터를 사용한다. 그림 2는 임의의 위치에 놓여 있는 IMD를 찾는 방법을 나타낸다.

작업자가 실시간으로 로봇매니플레이터를 제어하기 위해서 본 연구에서는 3 자유도 Force 센서를 작업자의 입력 장치로 사용한다. 표 1은 대형 유리를 설치하기 위한 IMD의 사양을 나타낸다.

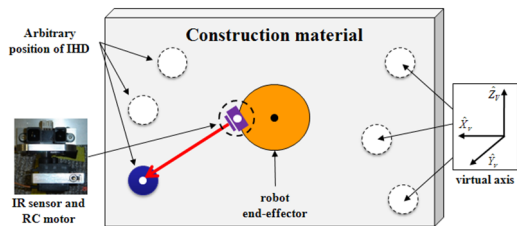


Fig. 2 Position detecting method of IMD

Table 1 Requirement of IMD

Part	Requirement
Virtual axis define	Position detecting
	Orientation detecting
IMD H/W	Suction Device
	3 DOF force sensor
IMD S/W	Real-time detecting algorithm
	Direct force control

### 3. 모의 실험

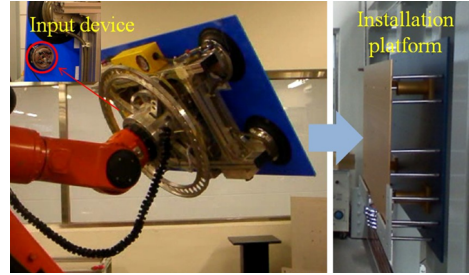


Fig. 3 The experiment system

그림 3은 본 연구에서 제안하는 시스템을 실험하는 장치로 Input Device (IMD)를 통해 작업자가 매니플레이터를 조작하도록 하였다. 설치되는 실제 대형유리가 설치되는 조건과 유사하도록 설치 플랫폼을 구성하여 실험하였다.

### 4. 결론

본 연구의 목표는 작업자 중심의 대형유리 설치를 위한 IMD 적용에 관한 연구이다. 이러한 방법은 종전의 복잡한 로봇제어 기반 시스템의 한계를 극복하기 위한 방법으로 제안되었으며, IMD를 이용한 가상 축에 의한 설치작업은 작업은 작업자의 직감적인 작업 및 작업의 효율성, 작업의 안전성을 보장할 수 있을 것이다.

### 후기

본 연구는 국토해양부(MLTM) 건설기술혁신사업(CTIP)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

본 연구는 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행되었습니다. (2010-0025255)

본 연구는 지식경제부 산업원천기술개발사업의 지원에 의해 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. Yukio Hasegawa, "Research Development of Building Construction Robotics in Japan and Their Future Theme", ISARC, Korea Univ., Korea, 2009.
2. Junichio Maeda, "Outline of the Research for the Automation and Robotics on Construction in the Architectural Institute of Japan", ISARC, Korea Univ., Korea, 2009.