

# 먹매김 시공 자동화 로봇 개선 우선순위 도출 연구

## A study on improvement priority of an automated layout robot

박규선<sup>1</sup> · 김태훈<sup>2\*</sup> · 임현수<sup>3</sup> · 조규만<sup>4</sup>

Park, Gyuseon<sup>1</sup> · Kim, Taehoon<sup>2\*</sup> · Lim, Hyunsu<sup>3</sup> · Cho, Kyuman<sup>4</sup>

**Abstract** : Construction robot-based automation can contribute to productivity and quality improvement by replacing manpower in tasks that have simple repetitive properties or require high precision. In this respect, layout work is one of the most effective tasks in introducing robot-based automation technology. The development of a robotic layout system for building structures has recently been promoted in Korea, and a prototype of a marking robot has been produced. However, for commercialization, the technology improvement is required through the analysis of major improvement directions. Therefore, this study aims to derive the improvement priorities of the marking robot based on the evaluation of researchers who participated in the development process. As a result, there was a high demand for improvement in factors such as the robot's precise positioning method and robot size and weight. The results of this study are expected to serve as guidelines for the efficient input of limited resources in the future technology development process.

**키워드** : 마킹로봇, 먹매김 작업, 개선 우선순위, 건설자동화

**Keywords** : marking robot, layout work, improvement priority, construction automation

## 1. 서론

건설 로봇 기반 시공 자동화는 단순 반복적이거나 높은 정밀도를 요구하는 작업에서 효과적으로 인력을 대체하여 작업 성능 향상에 기여할 수 있다[1]. 이러한 측면에서 건물의 구성 요소를 형성하는 먹매김 공정은 로봇을 활용한 자동화에 적합하며, 최근 국내에서는 골조공사를 대상으로 먹매김 시공 자동화 로봇이 개발되었다[2]. 현재 개발된 로봇은 프로토타입(prototype)으로 실험실 테스트를 통한 성능 검증을 수행한 상태이며, 해당 기술의 제품화 및 상용화를 위해서는 주요 개선 방향에 대한 분석을 통한 시스템 개선이 요구된다. 이에 본 연구에서는 개발된 먹매김 시공 자동화 로봇의 개선 우선순위를 도출하고자 하며, 이를 통해 향후 보다 효율적인 기술 개선, 개발에 활용하고자 한다.

## 2. 먹매김 시공 자동화 로봇 개선순위 및 방향 도출

### 2.1 먹매김 로봇 개요

본 절에서는 박규선 외 4인[2]의 연구에서 개발된 먹매김 시공 자동화 로봇의 구성 및 운영방식을 기술한다. 개발된 로봇은 기존 작업 인력을 대체하여 골조공사 환경에서 스스로 위치를 인식하여 이동 및 바닥 먹매김 작업 수행이 가능하도록, 크게 1) 로봇 주행을 위한 구동부, 2) 먹스 프린팅을 위한 마킹부, 3) 로봇 주행 및 마킹 제어를 위한 제어부, 4) 장애물 및 철근 인식을 위한 센싱부로 구성되었다. 로봇의 위치 제어는 먹매김 작업층에 설치된 토탈스테이션(total station)과 로봇 구동부 상부에 위치한 프리즘(prism) 타겟을 활용하여 이루어지며, 골조 환경에서 정밀도를 확보하기 위하여 로봇이 정지된 상태에서 일정 길이(500mm 내외)의 선을 마킹하는 방식을 채택하였다. 또한 로봇 몸체 측면에 위치한 마킹부는 일정 거리 이동 및 회전(최대 150mm 이동, 15도 회전)을 통해 주행 속도를 높이면서도 마킹 위치 정밀도를 확보할 수 있다. 따라서 개발된 로봇은 1) 작업 위치 정지 후 정밀 자세(위치, 각도, 기울기) 확인, 2) 마킹부 이동을 통한 먹매김 수행, 3) 작업 정보 전송 및 다음 작업 위치로 이동, 4) 상기 작업 반복의 순서로 운영된다.

### 2.2 로봇 개선 우선순위 및 방향

개발된 프로토타입의 개선 우선순위 및 방향 도출을 위해 기술의 이해도가 가장 높은 연구 참여 실무진(5인, A-E)간 논의를 진행하

1) 조선대학교 건축공학과, 석사과정

2) 조선대학교 건축공학과, 부교수, 교신저자(thoonkim@chosun.ac.kr)

3) 순천향대학교 건축학과, 조교수

4) 조선대학교 건축공학과, 교수

였으며, 이를 통해 각 요소기술별로 개선 필요요소를 도출하였다. 총 13개 요소에 대해 개선 필요도를 4점 척도(1점:매우 필요치 않다~4점:매우 필요하다)로 평가 하였으며(표 1 참조), 각 요소에 대한 개선 방향을 도출하였다.

개선 필요성이 가장 높은 요소는 로봇의 정밀위치 확인을 위한 방법으로 나타났다. 이는 현재 로봇의 정밀 위치 확인 방법은 상부에 프리즘 타겟의 3점 위치 확인을 통해 이루어지는데, 이 과정에서 소요되는 시간 및 위치 정밀도 확보 측면 성능이 상대적으로 부족하기 때문으로 판단된다. 따라서 향후 현재 프리즘 이동없이 IMU와 같은 정밀 센서를 추가하는 방식 등을 도입하여 해당 작업의 성능 향상에 가장 우선적인 노력 투입이 요구된다. 다음으로는 현장에서 적용성 및 운영 용이성 측면을 고려하여 전반적인 로봇의 무게와 크기 축소에 대한 개선 요구가 높게 나타났다. 먹매김 로봇은 골조공사가 이루어지는 건물의 최상층에 투입되어야 하는 만큼 별도의 운송장비를 활용하기에 어려움이 있다. 이에 2인 이내의 작업자로 무리없이 운반이 가능하고 보다 좁은 장소에서 용이한 이동이 가능하도록 무게와 크기를 축소할 필요성이 높다고 판단되었다. 이는 향후 배터리 용량 축소, 착탈식 배터리 적용, 불필요 센서 축소 등의 전반적인 로봇 하드웨어 개선을 통해 달성할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 로봇의 운용환경상 방진성능을 중점으로 한 방진/방수 성능 개선과 일정 길이 마킹 방식에 대한 개선(인크 분사장치 개선, 지점 마킹 방식 도입 등) 요구가 비교적 높게 나타났다.

표 1. 먹매김 자동화 로봇 개선 필요성 평가

구분	개선 요소	개선 필요도 평가결과					평균
		A	B	C	D	E	
구동부	구동바퀴 크기/재질	2	2	2	2	4	2.4
	보조바퀴 개수/위치	3	2	4	3	1	2.6
	주행 성능	1	2	3	2	2	2.0
	배터리 용량/크기	1	2	4	2	1	2.0
마킹부	마킹 제어 프로그램	2	2	2	2	4	2.4
	마킹 방식	2	3	3	3	3	2.8
제어/센싱부	정밀위치 확인 방법	4	4	4	4	4	4.0
	로봇 이동제어 방법	3	2	3	3	3	2.8
	마킹부 제어 방법	2	2	3	2	1	2.0
	장애물 인식/회피 방법	1	3	2	2	4	2.4
기타	로봇 무게	3	4	4	4	4	3.8
	로봇 크기	3	4	4	4	4	3.8
	방진/방수 성능	4	4	2	3	4	3.4

### 3. 결론

본 연구에서는 최근 국내에서 개발이 진행된 먹매김 시공 자동화 로봇의 제품화 및 상용화를 위한 주요 개선 요소 및 방향을 도출하였다. 본 연구 결과는 개발에 참여한 연구진 평가에만 기초하였다는 한계가 있으며, 기술 수요자 측면의 요구도가 보완될 필요가 있다. 이러한 과정을 통해 향후 기술 개발 과정에서 한정된 자원의 효율적 투입을 위한 가이드라인 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

### 감사의 글

본 논문은 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업(과제번호: 21CTAP-C163790-01) 및 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원(No.2021R1F1A1060087)을 받아 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

### 참고문헌

1. Pan M., Pan W.Understanding the Determinants of Construction Robot Adoption: Perspective of Building Contractors. Journal of Construction Engineering and Management. 2020. Vol.146, No.5. p. 04020040.
2. 박규선, 김태훈, 임현수, 오종현, 조규만. 건축물 골조공사 먹매김 시공자동화 로봇 프로토타입 개발. 한국건축시공학회지. 2022. 제22권 6호. p. 689-700.