

떡매김 시공 자동화 로봇 요소기술 및 요구성능 도출 기초 연구

Preliminary Study on Elemental Factors and Performance Requirements for Robotic Layout System

김 초 원* 박 규 선** 지 현 서* 김 태 훈*** 임 현 수****
Kim, Chowon Park, Gyu Seon Ji, Hyunsuh Kim, Taehoon Lim, Hyunsu

Abstract

Construction robotics is rapidly forming a market in conjunction with the development of sensing and artificial intelligence technologies. The layout work for accurately constructing the shape and dimensions of the building frame requires high accuracy and precision, and is one of the high demands for productivity and quality improvement through construction automation. Thus, as a preliminary study, we derived the elemental factors and performance requirements for developing an automated layout robot. In addition, alternatives on driving and marking units were investigated based on literature review and practitioner's interview. The result of this study will be used as a basic data for the layout robot design.

키 워 드 : 떡매김공사, 건설로봇, 요소기술, 요구성능

Keywords : layout work, construction robot, elemental factor, performance requirement

1. 서 론

4차 산업혁명 및 포스트코로나 시대에 대응을 위하여 스마트 건설기술의 접목을 통한 건설산업의 패러다임 전환이 요구되며, 건설로봇을 활용한 시공 자동화 기술은 센싱 및 인공지능 기술의 발달과 맞물려 빠르게 시장을 형성하고 있는 추세이다¹⁾. 이 중 골조의 형상 및 치수를 정확하게 구축하기 위한 떡매김 공사는 정확도 및 정밀성이 크게 요구되며, 건축물 규모 증가 및 비정형화, 숙련공 부족에 따라 시공 자동화를 통한 생산성 및 품질 향상 요구가 높은 작업 중 하나이다²⁾. 이에 본 연구에서는 건축물 골조공사의 떡매김 시공 자동화 로봇 개발에 필요한 요소기술 및 요구성능을 도출하기 위한 기초 연구를 수행하였다.

2. 떡매김 로봇

요소기술 및 요구성능 도출

떡매김 시공 자동화 로봇 개발에 필요한 요소기술 및 요구성능 도출을 위하여 관련 문헌 분석 및 현장 조사를 수행하였으며, 크게 로봇의 이동을 위한 구동부와 떡매김 작업을 위한 마킹부, 로봇의 원활한 작업수행을 보조하기 위한 센싱부로 구분하였다(표 1).

구동부 중 실제 로봇의 주행을 위한 주행부는 콘크리트 바닥 마감 상태에 따른 요철부위에 대응하여 안정적 주행이 가능하여야 하며, 작업 생산성 측면에서 주행 속도 및 회전반경에 대한 고려가 요구된다. 마킹부는 떡매김을 위한 마킹장치와 잉크 공급장치로 구성될 수 있으며, 떡매김 오차 관리범위 내에서의 작업 수행이 가능하도록 떡매김시 장치의 흔들림 방지 및 정밀도 확보가 가장 크게 요구된다. 이를 위하여

표 1. 떡매김 로봇 요소기술 및 요구성능 도출

분류	요소기술	요구성능
구동부	주행장치	주행속도, 요철부위 대응, 회전반경, 접지력
	전원공급장치	무게 및 크기, 효율성, 방수/방진성능
마킹부	마킹장치	마킹시 흔들림 방지 및 정밀도, 마킹속도, 마킹압력
	잉크공급장치	잉크 소비 효율성, 공급 안정성, 흘날림(번짐) 및 이물질 혼입 방지
센싱부	장애물 감지센서	바닥 장애물(슬리브, 앵커 등) 인식
	위치 및 방향 인식 센서	로봇 위치 및 이동 방향 인식, 마킹부위 인식
	추락방지 센서	건물 외곽부 및 개구부 인식

* 조선대학교 건축공학과 석사과정

** 조선대학교 건축공학과 학부생

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

**** 순천향대학교 건축학과 조교수, 공학박사

일정한 마킹 속도 및 압력 유지가 필요하며, 떡매김 잉크 공급시 잉크의 흘날림(번짐) 및 이물질 혼입 방지가 요구된다. 마지막으로 센싱부에서는 미리 매입되어 돌출되어 있는 슬리브, 앵커 등의 장애물을 인식하고 회피하여 주행하기 위한 장애물 감지센서가 요구되며, 로봇의 현재 위치 및 이동방향, 마킹장치를 통한 떡매김 부위의 인식을 위한 센서가 구성되어야 한다.

3. 주요 요소기술 대안 분석

앞서 도출된 떡매김 로봇의 요소기술 중 주행 및 마킹장치의 대안을 도출하고 각 대안들을 요구성능 측면에서 비교 분석하였다. 우선, 주행장치 대안으로 차륜방식, 무한궤도방식, 하프트랙(차륜+무한궤도) 방식을 도출하였으며, 요철 대응, 속도, 접지력, 회전반경 등의 측면에서 성능을 비교하였다. 또한, 마킹장치의 경우 마킹방식 측면에서 노즐분사방식, 롤러칠 방식, 막대형 찍기방식을 도출하고, 로봇이 이동 또는 정지한 상태로 구분하였으며, 이에 노즐분사+이동, 롤러칠+이동, 노즐분사+정지, 롤러칠+정지, 찍기+정지의 총 5가지 대안에 대한 성능을 비교하였다(표 2).

도출된 대안들의 분석 결과를 토대로 현장 관리자 인터뷰를 수행하였으며, 결과적으로 주행장치에서는 무한궤도 방식을, 마킹장치에서는 로봇 정지상태에서의 막대형 찍기 방식을 가장 선호하는 것으로 파악되었다. 이는 무한궤도 방식의 경우 이동속도 측면에서는 불리하나, 떡매김 로봇을 도입할 경우 해당 층의 골조공사가 진행되기 전날 야간에 작업이 가능하므로 다른 성능들에서 우수한 무한궤도 방식이 유리할 것으로 파악되었다. 마킹장치의 경우 로봇이 정지한 상태에서 일정 길이의 막대형 마킹장치를 이용하여 찍는 방식으로 떡매김을 수행할 시 떡매김 작업속도는 상대적으로 떨어질 수 있으나, 가장 중요한 마킹 정밀도 확보 및 부가장치의 필요성을 고려했을 때 가장 적합할 것으로 도출되었다.

표 2. 주요 요소기술 대안 분석

구분	대안(주행장치)			대안(마킹장치)				
	차륜	무한궤도	하프트랙	노즐분사+이동	롤러칠+이동	노즐분사+정지	롤러칠+정지	찍기+정지
요철대응	×	○	△					
이동속도	○	×	△					
요구출력	○	×	△					
접지력	△	○	○					
구동력	△	○	○					
회전반경	×	○	×					
정밀도				×	△	△	○	○
마킹속도				○	○	△	×	△
잉크요구량				×	△	×	○	○
흘날림방지장치				필요	불필요	필요	불필요	불필요
이물질혼입방지장치				불필요	필요	불필요	필요	불필요
마킹부위 댄퍼				필요	필요	필요	필요	불필요

*Note: ○(우수), △(보통), ×(나쁨)

4. 결 론

본 연구에서는 떡매김 시공 자동화 로봇 개발을 위한 기초 연구로 요소기술 및 요구성능을 도출하고, 주요 요소기술의 대안을 분석하였으며, 향후 떡매김 로봇 설계를 위한 기초 자료로 활용될 것이다. 또한, 떡매김 공사의 시공 자동화를 위해서는 실제 떡매김 작업 로봇 외에 사전 작업인 도면화 및 측량, 후속작업인 검측에 이르기까지 전반적인 프로세스의 디지털화와 관리 플랫폼 연계가 요구되며, 이를 고려한 떡매김 시공 자동화 시스템 개발을 지속하고자 한다.

Acknowledgement

본 논문은 2021년 정부의 재원으로 한국연구재단(NRF-2019R1A4A1028116) 및 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업(과제번호:21CTAP-C163790-01)의 지원을 받아 수행된 연구결과의 일부입니다.

참 고 문 헌

1. Tractica, Construction & Demolition Robots - Robot Assistants and Structure, Finishing, and Infrastructure Robots: Global Market Analysis and Forecasts, 2019
2. Brosque, C. et al., Comparison of construction robots and traditional methods for drilling, drywall, and layout tasks, 2020 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), IEEE, 2020