

# 먹매김 시공 자동화 로봇의 디지털 트윈 모델 구축 방안 연구

## A Study on Establishing a Digital Twin Model for Automated Layout Robots

박규선<sup>1</sup> · 이도현<sup>2</sup> · 장민호<sup>2</sup> · 김태훈<sup>3\*</sup> · 임현수<sup>4</sup> · 조규만<sup>5</sup>

Park, Gyuseon<sup>1</sup> · Lee, Dohyeon<sup>2</sup> · Jang, Minho<sup>2</sup> · Kim, Taehoon<sup>3\*</sup> · Lim, Hyunsu<sup>4</sup> · Cho, Kyuman<sup>5</sup>

**Abstract** : In the process of developing an industrial robot, various simulations should be conducted to evaluate the driving, movement, and performance of the robot. Space and time constraints exist to manufacture existing robots and implement various simulations, and efficiency is reduced due to high costs. To solve this problem, many simulations can be conducted by implementing the same movement and working environment as the real environment in virtual reality using digital twin technology. This study proposes a process for establishing a digital twin model of automated layout robots. Using the digital twin model, it is expected that it will not only evaluate the hardware performance of the robot in the future, but also verify the robot's algorithms such as motion planning and work process, identify and solve potential problems in advance, and prevent problems caused by software.

**키워드** : 먹매김공사, 건설로봇, 디지털트윈, 시공자동화

**Keywords** : layout work, construction robot, digital twin, construction automation

## 1. 서론

건설 자동화 기술은 지속적인 건설 전문인력 부족 현상과 고령화, 노무비 상승에 따른 생산성 및 품질 저하의 문제를 해결하기 위한 유용한 대안으로 제시되고 있다[1]. 이 중 로봇 기반 시공 자동화는 단순 반복 작업, 높은 정밀도를 요구하거나 위험성이 높은 작업에서 인력을 대체하여 작업 생산성 및 품질, 안전성 향상에 기여할 수 있으며, 이에 건설로봇 시장은 빠르게 성장하고 있다[2].

먹매김 작업은 건물 규모 증가 및 숙련공 부족에 따라 자동화 기술 도입 요구가 높은 작업 중 하나이다. 이에 최근 일부 해외 건설사와 자동화 회사에서 로봇 기반 자동화 기술 개발이 진행되고 있으며, 국내에서도 골조공사 먹매김 자동화를 위한 시스템 개발이 이루어지고 있다. 로봇 기반 자동화 시스템 구축과정에서 로봇의 주행, 움직임, 성능 등을 평가하기 위해서는 다양한 상황에서 시뮬레이션이 필요하지만, 현실에서는 시간, 공간, 비용의 한계가 존재하며, 이러한 단점을 보완하기 위해 가상 세계에서 실제 로봇의 물리적 성능을 구현 가능한 디지털 트윈 모델 구축이 요구된다. 이에 본 연구는 개발 중인 먹매김 시공 자동화 로봇의 디지털 트윈 모델 구축 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 먹매김 시공자동화 로봇 디지털트윈 모델 구축 방안

### 2.1 Unity 기반 로봇 객체 가상화

개발 중인 로봇의 설계를 바탕으로 로봇 객체의 가상화가 필요하며, 해당 프로세스는 그림 1과 같이 진행된다. 우선, Rigged Model 제작은 로봇의 3D 도면을 기반으로 로봇에 요구되는 움직임을 구현하기 위해 객체에 뼈대와 관절을 지정해 주는 작업이며 로봇의 움직임을 예상하여 Animator 작업을 진행하고 전체적인 작업은 Blender[3]라는 그래픽 소프트웨어로 진행하였다. 제작된 Rigged Model은 Unity 3D[4]로 이동하여 로봇 세부 설정을 입력해준다. Box Collider를 적용하여 로봇의 충돌을 감지하며, 현실과 같은 물리 제어로 작동하기 위해 Rigidbody를 적용해준다. 배경 구현은 실제 작업 환경을 똑같이 구현하기 위하여 실제 CAD 도면을 사용하여 Sketch up 프로그램으로 3D 모델을 제작한 뒤 구현하였다. 이동 구현은 로봇의 경로 설정인 Nav Mesh Agent 컴포넌트를 사용하여 도착 지점을 로봇에 입력하면 설정한 객체가 장애물과 다른 객체와 회피하며 최단 거리를 계산하여 이동할 수 있다.

1) 조선대학교 건축공학과, 석사과정

2) 조선대학교 건축공학과, 학사과정

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

4) 순천향대학교 건축학과, 조교수

5) 조선대학교 건축공학과, 교수

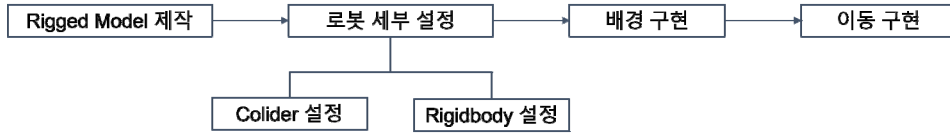


그림 1. 떡매김 로봇 가상화 과정

### 2.2 ROS 연계 디지털트윈 모델 구축

ROS(Robot Operating System)란 오픈소스 로봇 운영체제로 로봇 응용 프로그램 제작에 많이 사용된다[5]. 그림 2는 ROS와 Unity 3D를 통합한 디지털 트윈 모델 구축 프레임워크다. 실제 로봇을 이용하여 테스트를 진행할 시 로봇의 이동 거리값, 프리즘의 이동 값, 로봇팔과 잉크젯의 움직임, 알람을 보낸 시간 등을 로봇의 TD 보드에 저장되며 ROS를 통해 각각의 노드(node)로 데이터가 들어오게 된다. 저장된 데이터 중 Unity 3D에서 구현하기 위한 데이터값을 ROS에서 받으며 그 데이터를 이용하여 구축된 가상 모델에 실제 로봇과 동일한 움직임을 구현할 수 있다.

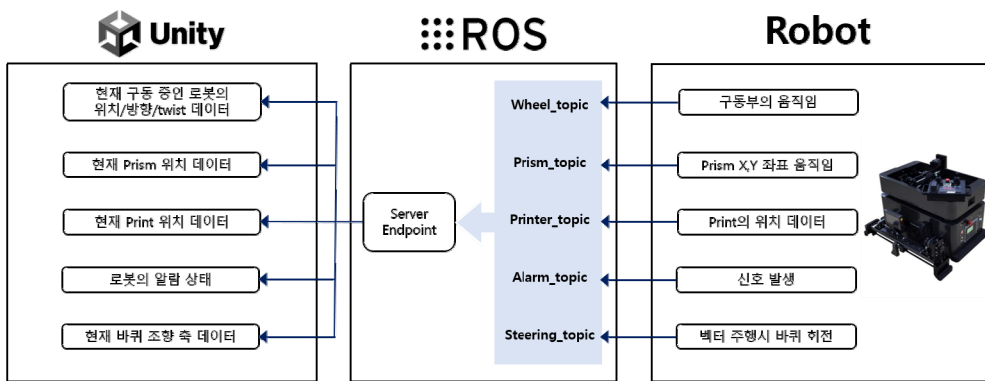


그림 2. 디지털트윈 모델 구축 프레임워크

## 3. 결론

본 연구는 가상 환경에서 떡매김 시공 자동화 로봇의 운영 및 시뮬레이션을 위한 디지털 트윈 모델 구현 방안을 제시하였다. 현재 구현할 수 있는 범위는 속도 제어, 떡매김 동작, 벽체 인식, 좌표 순서에 따른 이동 등이며, 실제 로봇의 운행에 필요한 구성 요소를 갖추었다. 추후 개발된 ROS를 통해 실제 로봇의 데이터를 받아 디지털 트윈 모델의 성능 검증을 진행할 계획이다. 디지털 트윈 모델을 활용하여 로봇 운영 시각화 및 문제 발생 확인, 사전 성능 예측 신뢰성 향상 등의 효과를 기대할 수 있다.

## 감사의 글

본 논문은 2022년 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업(과제번호: 21CTAP-C163790-01)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

## 참고문헌

1. 권순욱. 스마트 건설: 건설자동화와 건설로봇화로부터 유래와 정의. 건축(대한건축학회지). 2021. 제65권 3호. p. 56-57.
2. 한국건설기술연구원. 건설 로봇 시장 및 기술동향. 월간 스마트건설리포트. 2020.
3. <https://unity.com/>
4. <https://www.blender.org/>
5. 이충명 외 6인. 디지털 트윈 모델 적용 ROS 기반 퍼스널 모빌리티 원격제어 시스템 개발. 한국컴퓨터종합학술대회 논문집. 2019.