먹매김 로봇 작업경로 설정을 위한 최적경로 탐색방법

Path optimization method for shifting path planning of marking robot

임현수[1] · 김태훈[2] · 김태훈[3] · 김창원[4*]
Lim, Hyunsu[1] · Kim, Taehoon[2] · Kim, Taehoon[3] · Kim, Chang-Won[4*]

Abstract

Since the marking robot draws lines by point-to-point operation, the robot's shifting path greatly affects the working time and productivity. Therefore, it is required to analyze the movement method based on the robot's motion and plan to minimize the movement time. Therefore, this study proposes a method that can optimize the robot's shifting path to minimize the working time of the marking robot. Through the results of this study, it is expected that the non-working time of the marking robot will be reduced and the efficient operation will be possible.

키 워 드 : 먹매김 로봇, 이동경로 계획, 로봇시공
Keywords : making robot, shifting path planning, robotic construction

1. 서 론

1.1 연구의 목적

먹매김 자동화 로봇은 작업위치로 이동하여 정지 후 먹선을 그리고 다음 작업위치로 이동하여 작업을 반복하는 프로세스를 가진다[1]. 이러한 프로세스는 각 작업지점을 이동하는 이동경로가 먹매김 작업시간에 영향을 미치기 때문에 로봇의 이동경로의 설정이 매우 중요하다[2]. 로봇의 이동경로를 최소화하기 위해서는 우선적으로 로봇의 동작을 기반으로 지점별 이동시간을 산정하는 방법이 요구된다. 이에 본 연구는 먹매김 로봇의 작업경로 설정을 위해 로봇동작 기반의 작업시간을 산정하고 이를 최소화하는 최적경로 탐색방법을 제안하고자 한다.

2. 먹매김 로봇 작업경로 탐색

2.1 먹매김 로봇 동작 분석

먹매김 로봇은 직렬바퀴와 회전부를 통해 직선주행, 사선주행, 제자리 회전이 가능하다. 로봇의 주행능력을 바탕으로 로봇이 가장 이동 프로세스를 최소화 할 수 있는 방법으로 주행동작을 설정하였다. 로봇의 지점 간 주행동작은 지점 간 최소거리로 직선으로 이동 후에 먹선을 그릴 수 있는 방향으로 회전하는 방식이다. 구체적인 로봇의 주행동작은 3단계로 구분되며 그림 1과 같다. 먼저 로봇은 작업 완료 후 다음 작업지점을 판단하여 다음 작업지점의 이동지점으로 직선으로 이동한다. 이동지점은 로봇의 크기를 고려하여 작업지점에서 600mm의 이격거리를 가진다. 다음으로 로봇은 이동지점 도착 후 마킹부의 위치를 파악하여 먹선을 그리기 위한 회전을 수행한다. 마지막으로 회전완료 후 로봇은 작업지점으로 이동한다.

2.2 먹매김 로봇 작업경로 시간산정

먹매김 로봇의 이동시간을 산정하기 위해서는 단계별 이동시간을 측정해야 한다. 직선이동시간은 길이로 산정할 수 있으나 회전시간은 로봇의 방향에 따라 변화된다. 회전시간 산정을 위해서는 작업지점의 수직부재의 먹선 방향의 인식이 중요하며, 이를 각 작업지점별로 4개 방향으로 구분하는 작업이 필요하다. 이에 각 작업지점별 먹선의 위치를 a,b,c,d의 네 방향으로 구분하였고 이를 매트릭스로 구성하여 각 작업지점별 회전에 필요한 시간을 산정하였다.

1) 순천향대학교, 건축학과, 조교수
2) 조선대학교, 건축공학과, 부교수
3) 서울과학기술대학교, 건축학부, 건축공학전공, 조교수
4) 한국조달연구원, 공사계약연구팀, 부연구위원, 교신저자(cwkim@kip.re.kr)

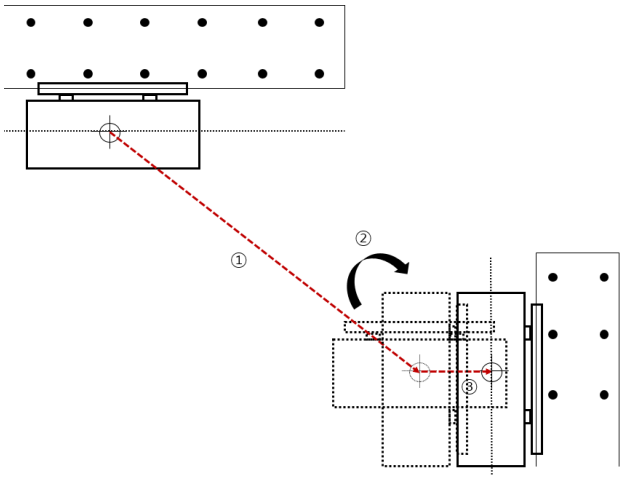

그림 1. 먹매김 로봇 이동 프로세스

이를 바탕으로 로봇에 이동에 걸리는 시간은 식(1) 과 같다.

$$T_m = \sum_{i=1}^{n}(M_i + R_{i+1} + W_{i+1}) \tag{1}$$

T_m : 로봇의 이동시간
M_i : i 작업지점에서 i +1 이동지점까지 이동시간
R_i : i 이동지점에서 회전시간
W_i : i 이동지점에서 작업지점까지 이동시간

R_i 는 회전관계의 매트릭스를 활용하여 해당하는 시간을 산정하며, W_i 는 600mm 수평이동시간을 결정값으로 입력한다. M_i 는 지점 간 직선거리로 산정한다. 이를 활용하여 T_m을 최소화할 수 있는 최적화 알고리즘을 활용한다면 먹매김 로봇의 작업기간을 최소화 할 수 있는 작업지점의 순서를 도출할 수 있다.

3. 결 론

본 연구는 먹매김 로봇의 최적이동경로 도출을 위한 기초연구로 먹매김 로봇의 동작을 분석하여 먹매김 로봇의 지점 간 이동방식을 도출하고 이를 통해 로봇의 이동시간을 산정하는 방법을 제안하였다. 본 연구의 결과물은 추후 최적화 알고리즘을 통해 먹매김 로봇의 작업시간을 최소화 할 수 있는 경로탐색에 활용될 수 있으며, 로봇의 이동시간을 줄여 로봇운영의 효율을 높이고 먹매김 작업의 생산성 향상에 기여할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 2022년 정부의 재원으로 한국연구재단(2020R1F1A1075887) 및 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업(과제번호:22CTAP-C163941-02)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 임현수, 조규만, 김태훈. 건축물 골조공사용 먹매김 자동화 시스템 개발방향 연구. 한국건축시공학회지. 2021. p. 387-396.
2. Jiahao J. et al., Robotic binding of rebar based on active perception and planning. Automation in Construction. 2021. Article 103939.