



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0056768
(43) 공개일자 2025년04월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 9/16 (2006.01) B25J 11/00 (2006.01)
B25J 13/08 (2006.01) B25J 19/02 (2006.01)
E04F 21/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B25J 9/1661 (2013.01)
B25J 11/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0096521
(22) 출원일자 2024년07월22일
심사청구일자 2024년07월22일
(30) 우선권주장
1020230140047 2023년10월19일 대한민국(KR)

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
김정렬
경기도 고양시 일산서구 강선로 164, 1406동 901호 (일산동, 후곡마을14단지아파트)
박준범
인천광역시 미추홀구 경인남길 118, 404호 (용현동, 극동원룸주택)
(74) 대리인
특허법인태백

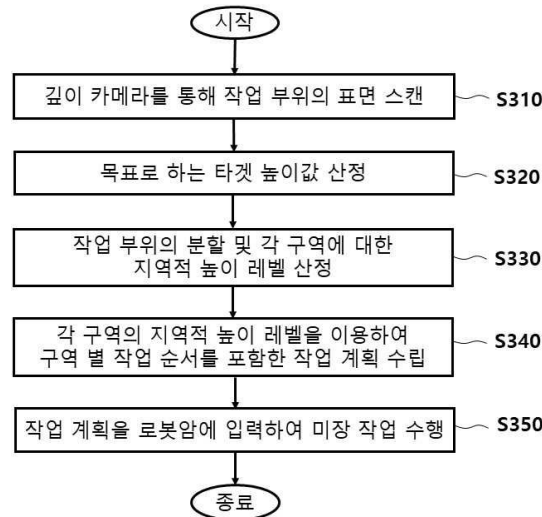
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 자동화 로봇을 이용한 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 자동화 로봇을 이용한 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 자동화 로봇을 이용한 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 방법에 있어서, 상기 자동화 로봇에 장착된 깊이 카메라를 이용하여 바닥마감 대상이 되는 작업 부위의 표면을 스캔하는 단계; 상기 작업 부위의 표면에서 취득된 점군 데이터들의 z값을 바탕으로 타겟 높이값을 산정하는 단계; 상기 작업 부위를 복수 구역으로 분할하고, 각 구역에 대한 클라우드 포인트들의 z 좌표값과 상기 타겟 높이값을 바탕으로 상기 타겟 높이값에 대비한 각 구역의 지역적 높이 레벨을 산출하는 단계; 상기 각 구역에 대한 지역적 높이 레벨을 기 설정된 작업 계획 알고리즘에 적용하여 작업 순서를 결정하는 단계; 및 상기 작업 순서와 상기 타겟 높이값을 포함한 작업 계획을 로봇암에 입력하여 바닥마감 작업을 수행하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

B25J 13/08 (2013.01)

B25J 19/02 (2013.01)

B25J 9/162 (2013.01)

B25J 9/1664 (2013.01)

B25J 9/1679 (2013.01)

E04F 21/20 (2013.01)

(72) 발명자

정욱

경기도 광명시 디지털로 56, 116동 1703호 (철산동, 철산래미안자이)

배성재

인천광역시 미추홀구 경인남길 62, 602호 (용현동)

김찬진

인천광역시 미추홀구 인하로47번길 149, 501호 (용현동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호

미부여

과제번호

00143493

부처명

국토교통부

과제관리(전문)기관명

국토교통과학기술진흥원

연구사업명

디지털기반건축시공및안전감리기술개발

연구과제명

디지털 기반 건축시공 및 안전감리 기술개발

과제수행기관명

단국대학교산학협력단

연구기간

2024.01.01 ~ 2024.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

자동화 로봇을 이용한 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 방법에 있어서,
 상기 자동화 로봇에 장착된 깊이 카메라를 이용하여 바닥마감 대상이 되는 작업 부위의 표면을 스캔하는 단계;
 상기 작업 부위의 표면에서 취득된 점군 데이터들의 z 값을 바탕으로 타겟 높이값을 산정하는 단계;
 상기 작업 부위를 복수 구역으로 분할하고, 각 구역에 대한 클라우드 포인트들의 z 좌표값과 상기 타겟 높이값을 바탕으로 상기 타겟 높이값에 대비한 각 구역의 지역적 높이 레벨을 산출하는 단계;
 상기 각 구역에 대한 지역적 높이 레벨을 기 설정된 작업 계획 알고리즘에 적용하여 각 구역의 작업 순서를 결정하는 단계; 및
 상기 작업 순서와 상기 타겟 높이값을 포함한 작업 계획을 로봇암에 입력하여 바닥마감 작업을 수행하는 단계를 포함하는 바닥마감 작업계획 수립 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 타겟 높이값을 산정하는 단계는,
 상기 작업 부위의 표면에서 취득된 점군 데이터들의 z 값의 평균을 상기 타겟 높이값으로 산정하는 바닥마감 작업계획 수립 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,
 상기 각 구역의 지역적 높이 레벨을 산출하는 단계는,
 해당 구역의 점군 데이터들의 z 값을 상기 타겟 높이값을 기준으로 z 축 방향으로 적분한 부피값을 상기 타겟 높이값에 대비한 해당 구역의 지역적 높이 레벨로 산출하는 바닥마감 작업계획 수립 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
 상기 바닥마감용 로봇암은 암 위치 이동을 위한 매니퓰레이터와 바닥 미장을 위한 엔드이펙터를 포함하며,
 상기 작업 부위의 분할 구역의 개수는 상기 작업 부위의 전체 면적과 상기 엔드이펙터의 1회 작업당 커버 가능한 작업 면적을 통해 결정되는 바닥마감 작업계획 수립 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
 상기 바닥마감 작업을 수행하는 단계는,
 상기 로봇암이 상기 작업 순서에 따라 각 구역을 이동하면서 바닥마감을 진행하여 상기 작업 부위를 평탄화하되,
 상기 작업 계획 알고리즘에 따라 상기 복수의 구역 중 지역적 높이 레벨이 가장 높은 구역부터 시작해서 다음 순서의 구역으로 모르타르를 이동시키는 방식으로 바닥마감 작업을 수행하여 전체 구역의 높이를 상기 타겟 높이값으로 평탄화하는 바닥마감 작업계획 수립 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 작업 순서를 결정하는 단계는,

시작 작업 구역 선정 시에는 상기 복수의 구역 중 지역적 높이 레벨이 가장 높은 구역을 시작 작업 구역으로 설정하고,

시작 작업 구역을 포함한 설정 구역으로부터 다음 순서의 구역 결정 시에는 상기 설정 구역과 직교 방향으로 이웃한 복수의 인접 구역 중에 지역적 높이 레벨이 0의 값이 아니면서 최소인 구역을 다음 작업 구역으로 설정하는 로직을 사용하는 바닥마감 작업계획 수립 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 작업 순서를 결정하는 단계는,

상기 설정 구역에 해당하는 출발 구역에서 다음 순서의 구역에 해당하는 도착 구역으로 모르타르의 이동에 따라 변경이 예상되는 각 구역의 예상 높이 레벨을 바탕으로 상기 도착 구역의 지역적 높이 레벨을 업데이트하는 로직을 사용하며,

전체 구역의 지역적 높이 레벨이 모두 0의 값으로 업데이트 되면 작업계획 로직을 종료하는 바닥마감 작업계획 수립 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

업데이트 로직에 따라, 상기 출발 구역의 지역적 높이 레벨을 0의 값으로 업데이트하고, 상기 도착 구역의 지역적 높이 레벨을 상기 출발 구역과 도착 구역의 작업 전 지역적 높이 레벨의 합산 값으로 업데이트하는 바닥마감 작업계획 수립 방법.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 작업 순서를 결정하는 단계는,

상기 도착 구역의 지역적 높이 레벨의 업데이트 값이 0이면, 업데이트 되지 않은 잔여 구역을 대상으로 상기 시작 구역과 그에 대한 다음 순서의 구역을 재선정하는 바닥마감 작업계획 수립 방법.

청구항 10

자동화 로봇을 이용한 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 장치에 있어서,

상기 자동화 로봇에 장착된 깊이 카메라를 이용하여 바닥마감 대상이 되는 작업 부위의 표면을 스캔하는 인식부;

상기 작업 부위의 표면에서 취득된 점군 데이터들의 z값을 바탕으로 타겟 높이값을 산정하고, 상기 작업 부위를 복수 구역으로 분할하고, 각 구역에 대한 클라우드 포인트들의 z 좌표값과 상기 타겟 높이값을 바탕으로 상기 타겟 높이값에 대비한 각 구역의 지역적 높이 레벨을 산출하는 연산부;

상기 각 구역에 대한 지역적 높이 레벨을 기 설정된 작업 계획 알고리즘에 적용하여 각 구역의 작업 순서를 결정하는 작업 계획 수립부; 및

상기 작업 순서와 상기 타겟 높이값을 포함한 작업 계획을 로봇암에 입력하여 바닥마감 작업을 수행하는 제어부를 포함하는 바닥마감 작업계획 수립 장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 연산부는,

상기 작업 부위의 표면에서 취득된 점군 데이터들의 z값의 평균을 상기 타겟 높이값으로 산정하는 바닥마감 작업계획 수립 장치.

청구항 12

청구항 10에 있어서,

상기 연산부는,

해당 구역의 점군 데이터들의 z값을 상기 타겟 높이값을 기준으로 z축 방향으로 적분한 부피값을 상기 타겟 높이값에 대비한 해당 구역의 지역적 높이 레벨로 산출하는 바닥마감 작업계획 수립 장치.

청구항 13

청구항 10에 있어서,

상기 바닥마감용 로봇암은 암 위치 이동을 위한 매니퓰레이터와 바닥 미장을 위한 엔드이펙터를 포함하며,

상기 작업 부위의 분할 구역의 개수는,

상기 작업 부위의 전체 면적과 상기 엔드이펙터의 1회 작업당 커버 가능한 작업 면적을 통해 결정되는 바닥마감 작업계획 수립 장치.

청구항 14

청구항 10에 있어서,

상기 제어부의 제어에 따라, 상기 로봇암이 상기 작업 순서에 따라 각 구역을 이동하면서 바닥마감을 진행하여 상기 작업 부위를 평탄화하되,

상기 작업 계획 알고리즘에 따라 상기 복수의 구역 중 지역적 높이 레벨이 가장 높은 구역부터 시작해서 다음 순서의 구역으로 모르타르를 이동시키는 방식으로 바닥마감 작업을 수행하여 전체 구역의 높이를 상기 타겟 높이값으로 평탄화하는 바닥마감 작업계획 수립 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자동화 로봇을 이용한 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 카메라가 장착된 자동화 로봇을 이용하여 작업부위의 상태를 확인하고 요구되는 품질이 확보될 수 있도록 작업계획을 수립하는 자동화 로봇을 이용한 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 건축 공사에서 미장작업은 대상 및 필요에 따라 다양한 형태로 진행된다. 건축 내부 바닥마감 작업은 통상 현장에서 방통(방바닥 통 미장) 공사라고 불리는 공종의 마무리 작업을 의미한다.

[0003] 건축 내부 바닥미장 작업(통상 방통미장 작업)은 골조공사에서 건축 실내 인테리어 공사로 넘어가는 과정에 해당한다. 아울러, 건축 내부 바닥미장 작업을 마친 이후에는 해당 구역에 어떠한 물리적 접촉이 없도록 하는 것이 원칙이며 작업이 완료될 때 요구되는 품질이 이미 확보가 되어야 한다.

[0004] 한국토지주택공사(LH공사)에서 작성한 건설공사 스마트 핸드북에서는 방바닥 미장면은 높은 수평정밀도(평탄도)가 요구되는 작업으로 언급하고 있으며, '건축공사표준시방서'의 온수 온돌공사 마감에서는 흠손자국이 남지 않도록 작업해야 한다고 언급하고 있다.

[0005] 이와 같이 건축 내부 바닥미장 작업은 고품질의 마감에 요구되는 작업 특성상 높은 작업 난이도 및 업무 강도로 인해서 높은 자동화 기술이 요구된다.

[0006] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제10-2378022호(2022.03.24 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 카메라가 장착된 자동화 로봇을 이용하여 작업부위의 상태를 확인하고 요구되는 품질이 확보될 수 있도록 작업계획을 수립하는 자동화 로봇을 이용한 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 방법 및 장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은, 자동화 로봇을 이용한 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 방법에 있어서, 상기 자동화 로봇에 장착된 깊이 카메라를 이용하여 바닥마감 대상이 되는 작업 부위의 표면을 스캔하는 단계; 상기 작업 부위의 표면에서 취득된 점군 데이터들의 z 값을 바탕으로 타겟 높이값을 산정하는 단계; 상기 작업 부위를 복수 구역으로 분할하고, 각 구역에 대한 클라우트 포인트들의 z 좌표값과 상기 타겟 높이값을 바탕으로 상기 타겟 높이값에 대비한 각 구역의 지역적 높이 레벨을 산출하는 단계; 상기 각 구역에 대한 지역적 높이 레벨을 기 설정된 작업 계획 알고리즘에 적용하여 작업 순서를 결정하는 단계; 및 상기 작업 순서와 상기 타겟 높이값을 포함한 작업 계획을 로봇암에 입력하여 바닥마감 작업을 수행하는 단계를 포함한다.

[0009] 또한, 상기 타겟 높이값을 산정하는 단계는, 상기 작업 부위의 표면에서 취득된 점군 데이터들의 z 값의 평균을 상기 타겟 높이값으로 산정할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 각 구역의 지역적 높이 레벨을 산출하는 단계는, 해당 구역의 점군 데이터들의 z 값을 상기 타겟 높이값을 기준으로 z 축 방향으로 적분한 부피값을 상기 타겟 높이값에 대비한 해당 구역의 지역적 높이 레벨로 산출할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 바닥마감용 로봇암은 암 위치 이동을 위한 매니플레이터와 바닥 미장을 위한 엔드이펙터를 포함하며, 상기 작업 부위의 분할 구역의 개수는, 상기 작업 부위의 전체 면적과 상기 엔드이펙터의 1회 작업당 커버 가능한 작업 면적을 통해 결정될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 바닥마감 작업을 수행하는 단계는, 상기 로봇암이 상기 작업 순서에 따라 각 구역을 이동하면서 바닥마감을 진행하여 상기 작업 부위를 평탄화하되, 상기 작업 계획 알고리즘에 따라 상기 복수의 구역 중 지역적 높이 레벨이 가장 높은 구역부터 시작해서 다음 순서의 구역으로 모르타르를 이동시키는 방식으로 바닥마감 작업을 수행하여 전체 구역의 높이를 상기 타겟 높이값으로 평탄화할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 작업 순서를 결정하는 단계는, 시작 작업 구역 선정 시에는 상기 복수의 구역 중 지역적 높이 레벨이 가장 높은 구역을 시작 작업 구역으로 설정하고, 시작 작업 구역을 포함한 설정 구역으로부터 다음 순서의 구역 결정 시에는 상기 설정 구역과 직교 방향으로 이웃한 복수의 인접 구역 중에 지역적 높이 레벨이 0의 값이 아니면서 최소인 구역을 다음 작업 구역으로 설정하는 로직을 사용할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 작업 순서를 결정하는 단계는, 상기 설정 구역에 해당하는 출발 구역에서 다음 순서의 구역에 해당하는 도착 구역으로 모르타르의 이동에 따라 변경이 예상되는 각 구역의 예상 높이 레벨을 바탕으로 상기 도착 구역의 지역적 높이 레벨을 업데이트하는 로직을 사용하며, 전체 구역의 지역적 높이 레벨이 모두 0의 값으로 업데이트 되면 작업계획 로직을 종료할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 작업 순서를 결정하는 단계는, 업데이트 로직에 따라, 상기 출발 구역의 지역적 높이 레벨을 0의 값으로 업데이트하고, 상기 도착 구역의 지역적 높이 레벨을 상기 출발 구역과 도착 구역의 작업 전 지역적 높이 레벨의 합산 값으로 업데이트할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 작업 순서를 결정하는 단계는, 상기 도착 구역의 지역적 높이 레벨의 업데이트 값이 0이면, 업데이트 되지 않은 잔여 구역을 대상으로 상기 시작 구역과 그에 대한 다음 순서의 구역을 재선정할 수 있다.

[0017] 그리고, 본 발명은, 자동화 로봇을 이용한 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 장치에 있어서, 상기 자동화 로봇에 장착된 깊이 카메라를 이용하여 바닥마감 대상이 되는 작업 부위의 표면을 스캔하는 인식부; 상기 작업 부위의 표면에서 취득된 점군 데이터들의 z 값을 바탕으로 타겟 높이값을 산정하고, 상기 작업 부위를 복수 구역으로 분할하고, 각 구역에 대한 클라우트 포인트들의 z 좌표값과 상기 타겟 높이값을 바탕으로 상기 타겟 높이값에 대비한 각 구역의 지역적 높이 레벨을 산출하는 연산부; 상기 각 구역에 대한 지역적 높이 레벨을 기 설정된 작업 계획 알고리즘에 적용하여 각 구역의 작업 순서를 결정하는 작업 계획 수립부; 및 상기 작업 순서와 상기 타

겟 높이값을 포함한 작업 계획을 로봇암에 입력하여 바닥마감 작업을 수행하는 제어부를 포함한다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명에 따르면, 작업 이전에 작업 부위를 스캔하여 인식한 후에 인식된 정보를 기반으로 작업 계획 알고리즘에 따라 높이가 높은 구역의 모르타르를 낮은 쪽으로 이동시키면서 작업을 수행하도록 작업 계획을 수립함으로써 높은 평활도 품질을 확보할 수 있다.
- [0019] 아울러, 본 발명은 평활도 품질을 확보할 수 있도록 작업계획을 수립한 후 최종적으로 작업계획에 따라 로봇암을 제어하여 작업을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자동화 로봇을 이용한 바닥미장 시스템을 예시적으로 보여주는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 자동화 로봇을 이용한 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 장치의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 도 1의 장치를 이용한 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에서 자동화 로봇을 통해 작업 부위를 스캔하는 모습을 예시적으로 보여주는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에서 작업 부위를 스캔하여 얻은 점군 데이터를 예시적으로 보여주는 도면이다.
- 도 6은 도 4의 작업 부위를 복수 구역으로 분할한 결과를 예시적으로 보여주는 도면이다.
- 도 7은 도 6에서 각 구역 별 지역적 높이 레벨의 산출 결과를 예시적으로 보여주는 도면이다.
- 도 8은 로직 알고리즘의 순서를 일례로 보여주는 도면이다.
- 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 실시예에 따른 작업 계획 수립 방법의 구체적인 예시를 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0022] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자동화 로봇을 이용한 바닥미장 시스템을 예시적으로 보여주는 도면이다.
- [0024] 도 1과 같이 자동화 로봇을 이용한 바닥마감 시스템은 크게 로봇암 모듈, 작업부위 인식 모듈, 경로계획 모듈, 주행 모듈을 포함할 수 있다.
- [0025] 로봇암 모듈은 매니퓰레이터(Manipulator)와 엔드이펙터(End-effector)로 구성되며 실제로 미장작업을 수행하는 모듈을 의미한다.
- [0026] 로봇 구동을 위해서, 방통미장을 위한 자동화 로봇에는 로봇암의 구동을 위한 전력공급 장치가 설치될 수 있고, 로봇암에게 작업을 명령하고 작업을 완료했을 때 완료 신호를 받아 주행 모듈에 전달할 수 있는 입력장치가 설치될 수 있다. 아울러, 로봇암의 구동범위 안에는 자동화 로봇의 다른 장치들이 설치되지 않는 것이 바람직하다.
- [0027] 미장면 품질 확보를 위해서, 로봇암에 설치되는 엔드 이펙터는 판 형상을 가질 수 있고 미장면과 만나는 면이 기울어지도록 설정될 수 있다. 즉, 로봇암은 매니퓰레이터에 대해 엔드 이펙터의 기울기 조절이 가능하게 구현되거나, 엔드 이펙터가 일정 각도를 유지하도록 설치될 수 있다.

- [0028] 로봇암은 입력된 레벨 정보(타겟 높이값)에 따라 일정한 높이에서 엔드 이펙터의 이동이 가능하게 구현될 수 있다. 로봇암을 통해 작업이 완료된 미장면(작업 부위)은 가장자리 제외한 작업 영역에서 요철(자국)이 없어야 하며, 연속적인 작업 부위의 연결부분 역시 요철이 없어야 한다.
- [0029] 또한, 현장 적용성을 위해서, 로봇암은 가능한 경량으로 제작되고, 로봇암과 로봇암에 연결된 엔드 이펙터는 건축 실내 공간에서 방과 방의 통로를 지나갈 수 있도록 위치할 수 있어야 한다. 엔드 이펙터는 탈부착이 가능할 수 있다. 로봇암의 작업 과정에서 로봇암과 로봇암에 연결되는 엔드 이펙터의 경로에 사람과 같은 장애물이 위치하여 충돌할 경우 이를 감지하여 작업을 중지할 수 있는 안전설정이 부가되는 것이 바람직하다.
- [0030] 작업 부위 인식모듈은 자동화 로봇이 작업을 수행하기 전후의 작업부위를 카메라 등의 센서로 인식하여 모르타르의 상태에 따라 미장작업의 경로 계획을 선정하고, 미장작업의 품질을 확인하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0031] 작업부위 인식 모듈은 로봇이 정해진 작업 위치에 도착하였을 때, 해당 결과를 입력받아 작업 부위 인식을 시작할 수 있고, 작업 표면의 데이터를 취득하고 이를 분할 및 분석하여 작업계획을 수립할 수 있다.
- [0032] 작업부위 인식 모듈은 산출된 작업계획 및 미장작업품질 정보를 로봇암과 로봇 모니터링 시스템으로 전달할 수 있다. 이와 같은 작업 부위 인식모듈은 본 발명에서 제안하는 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 장치 부분에 해당할 수 있다.
- [0033] 그리고, 경로계획 모듈은 실내 미장공사 현장에 최적화된 경로계획을 수립하는 모듈로서, As-Designed BIM 모델 또는 Scan-to-BIM을 통하여 현장상황이 반영된 BIM 모델이 존재한다는 것을 전제한다.
- [0034] 경로계획 모듈은 입력된 2D도면 또는 BIM 모델에서 인식한 건축물의 실내 정보(침실, 화장실, 발코니)를 통해 작업 면적을 선정할 수 있고, 동적 환경에서의 적용성을 위해서, 도면에 반영되지 못한 장애물을 인식하고, 인식한 장애물 정보에 따라 수정된 작업 및 경로를 생성하여 통합 모니터링 시스템으로 전달할 수 있다. 또한, 협동로봇 형태로 작업자와의 충돌을 방지하기 위해, 상시적으로 장애물, 사람에 대한 정보를 추적 가능하게 구현될 수 있다.
- [0035] 주행 모듈은 자동화 로봇의 하부 주행체를 의미하며, 경로계획 모듈을 통해 수립된 경로의 좌표를 따라 직접 주행하는 모듈을 의미할 수 있다.
- [0036] 주행 로봇은 일반적인 건설현장 바닥 또는 모르타르 면 위를 안정적으로 주행하도록 구현될 수 있다. 아울러, 주행 모듈이 주행을 완료한 모르타르 면은 로봇암 모듈이 정상적으로 미장작업을 수행할 수 있는 수준으로 훼손이 없도록 하는 것이 바람직하다. 이러한 주행 모듈은 회전 트로웰 방식이 아닌 바퀴 형식(Wheel Type)으로 구현될 수 있다.
- [0037] 이하에서는 작업부위 인식 모듈과 관련된 본 발명의 실시예에 따른 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 장치 및 방법을 구체적으로 설명한다.
- [0038] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 자동화 로봇을 이용한 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 장치의 구성을 나타낸 도면이다.
- [0039] 도 2에 나타난 것과 같이, 본 발명의 실시예에 따른 바닥마감 작업계획 수립 장치(100)는 인식부(110), 연산부(120), 작업계획 수립부(130), 제어부(140)를 포함한다, 여기서, 각 부(110~130)의 동작과 각 부 간의 데이터 흐름은 제어부(140)에 의해 제어될 수 있다.
- [0040] 본 발명의 실시예에서 바닥마감 작업계획 수립 장치(100)는 물리적으로 구성되어 프로세서, 메모리, 유저 인터페이스 입출력 장치 및 저장 장치, 네트워크 입출력부 등을 포함하는 컴퓨터 장치로 구현될 수도 있고, 컴퓨터 장치나 사용자 단말에 실행되는 응용 프로그램 등으로 구현될 수도 있다.
- [0041] 인식부(110)는 자동화 로봇에 장착된 깊이 카메라를 이용하여 바닥마감 대상이 되는 작업 부위의 표면을 스캔할 수 있다.
- [0042] 연산부(120)는 작업 부위의 표면에서 취득된 점군 데이터(Point Cloud 데이터)들의 z값을 바탕으로 타겟 높이값을 산정할 수 있고, 스캔한 작업 부위를 복수 구역으로 분할한 후에, 각 구역에 대한 클라우드 포인트들의 z 좌표값과 타겟 높이값을 바탕으로 타겟 높이값에 대비한 각 구역의 지역적 높이 레벨을 산출할 수 있다
- [0043] 작업계획 수립부(130)는 각 구역에 대한 지역적 높이 레벨을 기 설정된 작업 계획 알고리즘에 적용하여 각 구역의 작업 순서를 결정할 수 있고 작업 순서에 따른 작업 계획을 수립할 수 있다.

- [0044] 그리고, 제어부(140)는 작업 순서와 타겟 높이값을 포함한 작업 계획을 자동화 로봇의 로봇암에 입력하여 바닥 마감 작업을 수행할 수 있다. 즉, 제어부(140)는 작업 순서에 따른 작업 계획을 로봇암에 입력하여 바닥마감 작업이 작업 계획에 따라 수행되도록 한다.
- [0045] 이때, 제어부(140)는 작업 부위를 스캔하여 인식한 정보를 기반으로 높이가 높은 구역의 모르타르를 낮은 쪽으로 이동시키면서 작업을 수행하도록 작업 계획을 수립함으로써 전체 구역을 타겟 레벨로 평탄화하고 높은 평화도 품질을 확보할 수 있다.
- [0046] 도 3은 도 1의 장치를 이용한 건축 내부 바닥마감 작업계획 수립 방법을 설명하는 도면이고, 도 4는 본 발명의 실시예에서 자동화 로봇을 통해 작업 부위를 스캔하는 모습을 보여주는 도면이고, 도 5는 본 발명의 실시예에서 작업 부위를 스캔하여 얻은 점군 데이터를 보여주는 도면이다.
- [0047] 먼저, 인식부(110)는 자동화 로봇에 장착된 깊이 카메라를 이용하여 바닥마감 대상이 되는 작업 부위의 표면을 스캔할 수 있다(S310).
- [0048] 도 4는 깊이 카메라를 통해 작업면을 스캔하는 모습으로, 이러한 과정을 통해서 도 5와 같은 작업면에 대한 점군 데이터의 3차원 좌표 획득이 이루어질 수 있다. 아울러, 도 4에서와 같이, 바닥마감용 로봇암(10)은 암 위치 이동을 위한 매니플레이터(11)와 바닥 미장을 위한 엔드이펙터(12)를 포함할 수 있다.
- [0049] 다음으로, 연산부(120)는 작업 부위의 표면에서 취득된 점군 데이터들의 z값을 바탕으로 타겟 높이값을 산정할 수 있다(S320). 여기서, 연산부(120)는 작업 부위의 표면에서 취득된 점군 데이터들의 z값의 평균값을 목표로 하는 미장 높이인 타겟 높이값으로 산정할 수 있다.
- [0050] 다음, 연산부(120)는 인식된 작업 부위를 복수 구역으로 분할한 다음, 각 구역에 대한 클라우드 포인트들의 z 좌표값과 상기 타겟 높이값을 바탕으로 상기 타겟 높이값에 대비한 각 구역의 지역적 높이 레벨을 산출할 수 있다(S330). 이러한 S330 단계를 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0051] 도 6은 도 4의 작업 부위를 복수 구역으로 분할한 결과를 예시적으로 보여주는 도면이다. 이러한 도 6과 같이, 타겟 높이값 산출 후에, 연산부(120)는 작업부위 데이터를 동일 면적의 복수의 구역으로 분할할 수 있다. 도 6은 작업 부위가 6 등분된 것을 예시하며, 각 구역에 표식을 위한 인덱스가 라벨링될 수 있다.
- [0052] 본 발명의 실시예에서, 작업 부위의 분할 개수는 인식된 작업 부위의 전체 면적과, 엔드이펙터(12)의 스펙(예: 작업판 크기)에 따른 1회 작업당 커버 면적을 통해서 결정될 수 있다. 예를 들어, 전체 면적이 100이고, 1회 작업당 커버 면적이 18인 경우, 100을 18로 나눈 값에 올림 함수를 적용한 6의 값을 작업 부위의 분할 개수로 설정할 수 있으며, 이에 따라, 작업 부위의 전체 면적 100을 균일하게 6 등분할 수 있다.
- [0053] 구역 분할 이후에, 연산부(120)는 각 구역 별로 해당 구역의 점군 데이터들의 z값을 타겟 높이값(z값 평균)을 기준으로 z축 방향으로 적분하여 얻은 부피값을 타겟 높이값에 대비한 해당 구역의 지역적 높이 레벨로 산출할 수 있다.
- [0054] 도 7은 도 6에서 각 구역 별 지역적 높이 레벨의 산출 결과를 예시적으로 보여주는 도면이다.
- [0055] 앞서 설명한 것과 같이, 타겟 높이값은 작업 부위 내 점군들의 z값 평균이며, 각 구역 별로 이를 기준으로 위로 솟아난 부분은 양의 면적값으로 적분되고 꺼진 부분은 음의 면적값으로 적분된다. 이에 따르면, 전체적으로 타겟 높이보다 꺼진 구역의 경우 해당 구역에서 환산된 전체 부피값이 음의 값으로 얻어지고, 타겟 높이보다 솟아오른 구역의 경우 해당 구역에서 환산된 전체 부피값이 양의 값으로 얻어질 수 있다.
- [0056] 이와 같이, 구역의 환산한 지역적 높이 레벨이 양의 값을 가질수록 목표 높이값보다 전체적인 부피가 그 값 만큼 큰 구역(예: 도 7의 2,3번째 영역)을 나타내고, 해당 구역의 환산한 지역적 높이 레벨이 음의 값을 가질수록 목표 높이값보다 전체적인 부피가 그 값 만큼 작은 구역(예: 도 7의 1,4,5,6번째 영역)을 나타낼 수 있다.
- [0057] 다음으로, 작업계획 수립부(130)는 각 구역에 대해 도출된 지역적 높이 레벨을 기 설정된 작업 계획 알고리즘에 적용하여 각 구역의 작업 순서를 결정할 수 있다(S340). 작업 계획 알고리즘은 구역 별로 산출된 지역적 높이 레벨을 입력받아 기 정해진 작업 계획 로직을 바탕으로 작업 계획을 수립하도록 사전에 구축될 수 있다. 이에 대한 구체적인 실시예는 후술하기로 한다.
- [0058] 그리고, 제어부(140)는 작업 순서와 타겟 높이값을 포함한 작업 계획을 로봇암(10)에 입력하여 바닥마감 작업을 수행하도록 할 수 있다(S350).

- [0059] 이에 따라, S350 단계에서는 로봇암(10)이 작업 순서에 따라 각 구역을 이동하면서 바닥마감을 진행하여 작업 부위를 평탄화할 수 있다.
- [0060] 이때, 로봇암(10)은 작업 계획 알고리즘에 따라 복수의 구역 중 지역적 높이 레벨이 가장 높은 구역부터 시작해서 다음 순서의 구역으로 모르타르를 이동시키는 방식으로 바닥마감 작업을 수행하여 전체 구역의 높이를 타겟 높이값으로 평탄화할 수 있다.
- [0061] 다음은 작업 순서를 결정하는 단계의 동작을 구체적으로 설정한다.
- [0062] 작업 순서 결정 단계에서, 작업계획 수립부(130)는 시작 작업 구역 선정 시에는 분할된 복수의 구역 중 지역적 높이 레벨이 가장 높은 구역을 시작 작업 구역으로 설정하고, 시작 작업 구역을 포함한 설정 구역으로부터 다음 순서의 구역 결정 시에는 설정 구역과 직교 방향으로 이웃한 복수의 인접 구역 중에 지역적 높이 레벨이 0의 값이 아니면서 최소인 구역을 다음 작업 구역으로 설정하는 로직을 사용하여 작업 순서를 결정할 수 있다.
- [0063] 또한, 작업 순서 결정 단계에서, 작업계획 수립부(130)는 설정 구역에 해당하는 출발 구역에서 다음 순서의 구역에 해당하는 도착 구역으로 모르타르의 이동에 따라 변경이 예상되는 각 구역의 예상 높이 레벨(출발 구역의 경우: 0, 도착 구역의 경우: 작업 전 두 구역의 지역적 높이 레벨의 합)을 바탕으로 도착 구역의 지역적 높이 레벨을 업데이트하는 로직을 사용하여 작업 순서를 결정할 수 있다.
- [0064] 이때, 업데이트 시에는 업데이트 로직에 따라 출발 구역의 지역적 높이 레벨을 0의 값으로 업데이트하고, 상기 도착 구역의 지역적 높이 레벨을 상기 출발 구역과 도착 구역의 작업 전 지역적 높이 레벨의 합산 값으로 업데이트할 수 있다.
- [0065] 아울러, 작업계획 수립부(130)는 그 과정에서 전체 구역의 지역적 높이레벨이 모두 0의 값으로 업데이트 되면 작업계획 로직을 종료할 수 있다.
- [0066] 여기서 각 구역의 지역적 높이 레벨은 타겟 높이값을 기준으로 연산된 부피값에 해당하므로, 타겟 높이값에 대응한 부피 레벨은 0에 해당함은 자명하다. 이러한 본 발명의 실시예에 따르면, 업데이트된 레벨이 모두 0이 되면서, 작업 부위를 구성한 각 구역의 높이가 모두 타겟 높이값으로 평탄화될 수 있다.
- [0067] 또한, 작업계획 수립부(130)는 도착 구역의 지역적 높이 레벨의 업데이트 값이 0이면, 업데이트 되지 않은 잔여 구역을 대상으로 시작 구역과 그에 대한 다음 순서의 구역을 재선정할 수 있다. 이와 같은 작업계획 로직의 동작은 후술하는 도 8과 도 9a, 도 9b의 예시에서도 확인할 수 있다.
- [0068] 도 8은 로직 알고리즘의 순서를 일례로 보여주는 도면이다. 로직 알고리즘의 작업은 지역적 레벨이 가장 높은 구역부터 시작하고, 각 구역에서 작업은 직교 방향으로 인접한 구역으로만 가능할 수 있다.
- [0069] 로직에서 말하는 '이동'은 현재 구역을 변경하는 것으로, 작업이 아닌 로봇암의 이동을 의미한다. 이 경우 이동만 하므로 지역적 높이 레벨은 업데이트하지 않는다. 또한, 로직에서 말하는 '작업은 실제 로봇의 작업을 의미하며, 작업 후 각 구역의 지역적 높이 레벨은 업데이트 되며, 업데이트 방식은 다음과 같다.
- [0070] 출발구역의 value = 0으로 업데이트되고, 도착구역의 value = (출발구역의 작업 전 value + 도착구역의 작업 전 value)로 업데이트 된다. 로직 알고리즘의 순서를 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0071] 로직 알고리즘은 도 8의 복수 구역 중 지역적 높이 레벨(value)이 가장 높은 구역을 시작 구역으로 설정한다(A). 이후, 이웃한 인접 구역 중에서 value가 가장 낮은 곳으로 모르타르를 이동시켜 작업한다(B). 그리고, 현재 구역의 value가 0 보다 작거나 같은지 판단한 결과(C), 그러한 경우 A 단계로 돌아간다. 또한, 현재 구역의 value가 0보다 크면 그 인접 구역의 value가 모두 0인지 판단한다(D). 판단 결과, 인접 구역의 value가 모두 0이 아니면 B 단계를 진행하고, 인접 구역의 value가 모두 0으로 판단 시, E 단계를 진행한 후에, F 단계에서 모든 구역의 value가 0이 아니면 D 단계로 돌아간다. 아울러, 모든 구역의 value가 0으로 확인되면, 작업계획 로직을 종료할 수 있다.
- [0072] 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 실시예에 따른 작업 계획 수립 방법의 구체적인 예시를 보여주는 도면이다. 여기서, 작업계획 수립을 위해, 로봇암(10)은 입력된 타겟 높이값(평균 z값)에 따라 일정한 높이에서 엔드 이펙터(11)를 조작하여 바닥마감 및 평탄화 동작을 수행하는 것을 가정한다.
- [0073] 먼저, 도 9a를 참조하면, 스텝 1은 작업부위 인식 후 각 구역 별 지역적 높이 레벨(value)을 산정한 결과를 보여준다. 스텝 1는 6개 구역 중 지역적 높이 레벨이 가장 높은 3번 구역을 최초의 시작 작업 구역으로 선택한 것

을 보여준다.

- [0074] 스텝 3은 시작 작업 구역 이후의 다음 순서의 구역 설정을 위해, 시작 작업 구역(3번 구역)과 이웃한 인접 구역(2,6번 구역) 중 지역적 높이 레벨이 0이 아니면서 최소 레벨에 해당하는 구역인 6번 구역을 다음 작업 구역으로 설정한 것을 보여준다.
- [0075] 이와 같이, 시작 작업 구역인 3번 구역에서 다음 작업 구역인 6번으로 작업을 수행하게 되면, 3번 구역의 모르타르는 6번 구역으로 이동하게 되면서, 스텝 4와 같이, 3번 구역의 레벨은 목표로 하는 레벨인 0의 값으로 업데이트되고, 6번 구역의 레벨 값은 작업 전의 3번 구역의 레벨(0.002)과 6번 구역의 레벨(-0.0001)의 합($0.0019 = 0.002 + (-0.0001)$)으로 업데이트된다.
- [0076] 다음, 스텝 5는 6번 구역의 주변에 직교로 이웃한 2개의 구역(2,5번 구역) 중 최소 레벨에 해당하는 구역인 5번 구역을 다음 작업 구역으로 설정한 것을 보여준다.
- [0077] 스텝 6은 6번 구역에서 5번 구역으로 바닥 마감 작업을 수행한 결과로, 6번 구역의 레벨은 0의 값으로 업데이트되고, 5번 구역의 레벨 값은 작업 전의 6번 구역의 레벨(0.0019)과 5번 구역의 레벨(-0.0011)의 합($0.0008 = 0.0019 + (-0.0011)$)으로 업데이트된다.
- [0078] 다음, 스텝 7은 5번 구역의 주변에 직교로 이웃한 3개의 구역(2,4,6번 구역) 중 0의 값이 아니면서 최소 레벨에 해당하는 4번 구역을 다음 작업 구역으로 설정하여 작업한 결과를 보여주는 것으로, 5번 구역의 레벨은 0의 값으로 업데이트되고, 4번 구역의 레벨 값은 작업 전의 5번 구역의 레벨(0.0008)과 4번 구역의 레벨(-0.0008)의 합($0 = 0.0008 + (-0.0008)$)으로 업데이트된다.
- [0079] 이때, 현재 구역인 5번 구역의 업데이트된 레벨 값이 0인 경우에는, 업데이트 되지 않은 잔여 구역을 대상으로 시작 구역과 그에 대한 다음 순서의 구역을 재설정할 수 있다.
- [0080] 즉, 스텝 8과 같이, 잔여 구역 중 지역적 높이 레벨이 가장 높은 2번 구역을 추가적인 시작 구역으로 재설정하고, 2번 구역과 인접한 이웃 구역 중에 남은 1번 구역을 다음 작업 구역으로 설정할 수 있다. 이러한 설정으로 작업한 결과, 스텝 9과 같이 2번 구역의 레벨은 0으로 업데이트 되고 1번 구역의 레벨은 작업 전의 2번 구역의 레벨(0.0006)과 1번 구역의 레벨(-0.0006)의 합($0 = 0.0006 + (-0.0006)$)으로 업데이트된다.
- [0081] 이에 따라, 전체 구역이 모두 0으로 업데이트되면 스텝 10과 같이, 로직이 종료된다. 아울러, 위 과정을 종합한 최종 로봇암의 작업계획이 스텝 11의 그림과 같이 최종 도출될 수 있다. 도출된 작업계획은 로봇암에 입력되어 적용 가능하다.
- [0082] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 작업 이전에 작업 부위를 스캔하여 인식한 후에 인식된 정보를 기반으로 작업 계획 알고리즘에 따라 높이가 높은 구역의 모르타르를 낮은 쪽으로 이동시키면서 작업을 수행하도록 작업 계획을 수립함으로써 높은 평활도 품질을 확보할 수 있다.
- [0083] 아울러, 본 발명은 평활도 품질을 확보할 수 있도록 작업계획을 수립한 후 최종적으로 작업계획에 따라 로봇암을 제어하여 작업을 수행할 수 있다.
- [0084] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

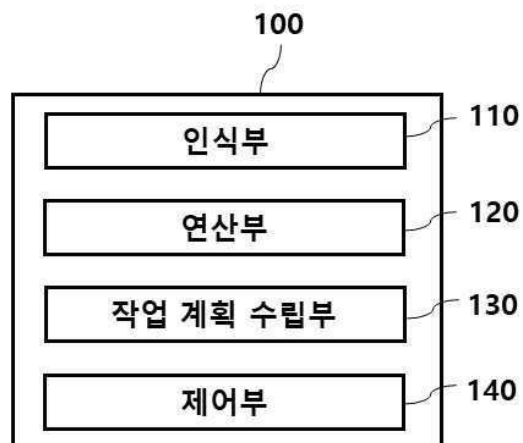
- [0085] 100: 바닥마감 작업계획 수립 장치
- 110: 인식부
- 120: 연산부
- 130: 작업계획 수립부
- 140: 제어부

도면

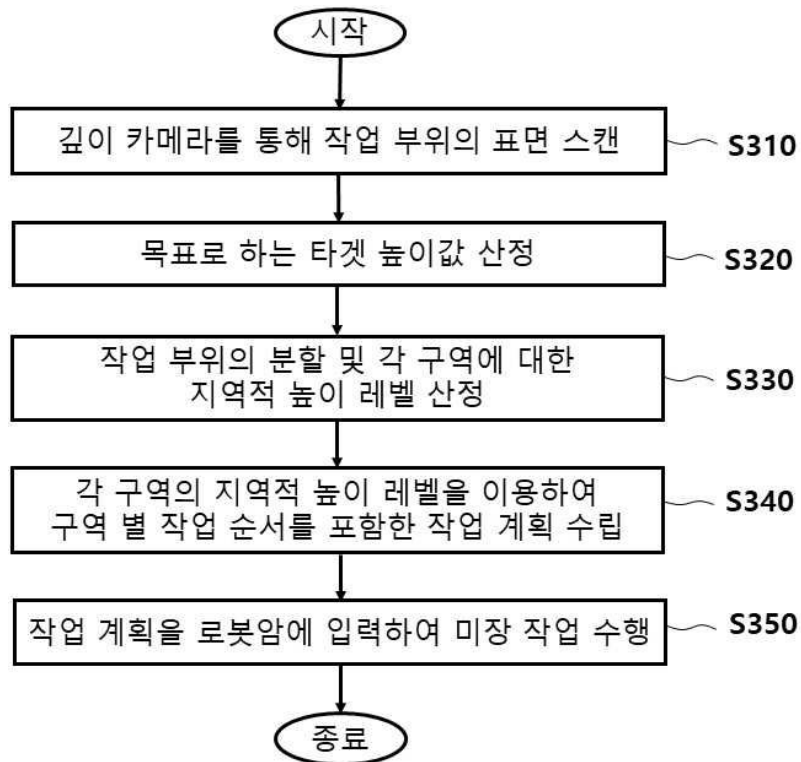
도면1



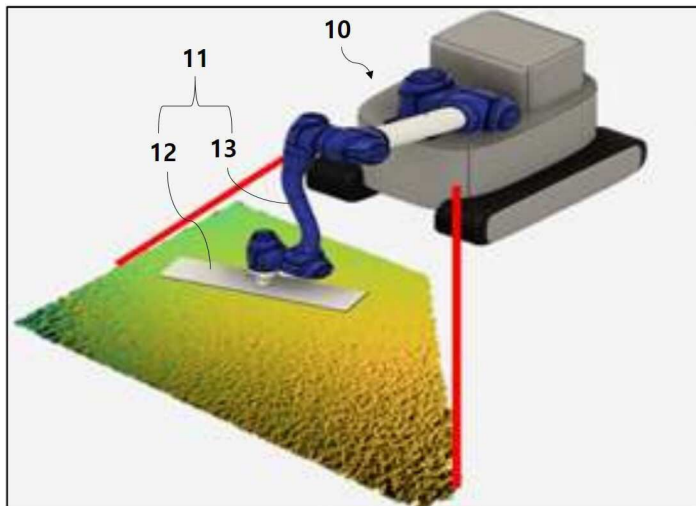
도면2



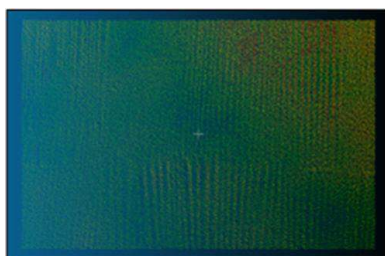
도면3



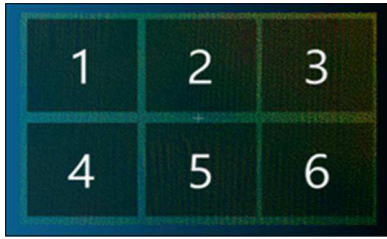
도면4



도면5



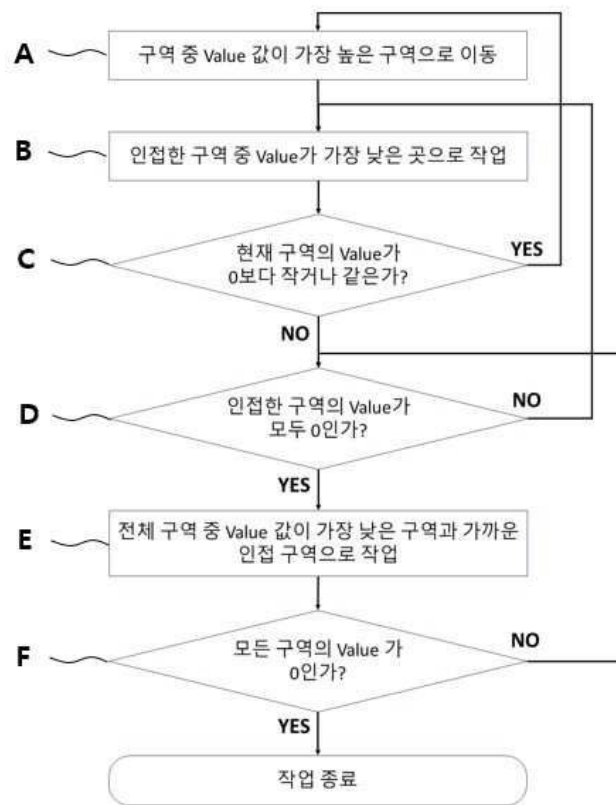
도면6



도면7

(1, 1) -0.0006	(1, 2) 0.0006	(1, 3) 0.0020
(2, 1) -0.0008	(2, 2) -0.0011	(2, 3) -0.0001

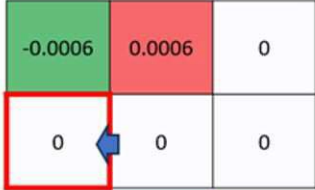
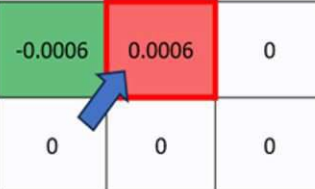
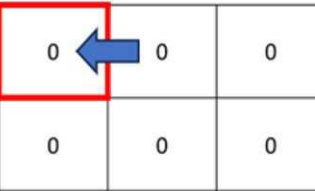
도면8



도면9a

1	작업부위인식 및 Value 산정 결과	-0.0006	0.0006	0.002
		-0.0008	-0.0011	-0.0001
2	Value값이 가장 높은 3번 구역으로 이동	-0.0006	0.0006	0.002
		-0.0008	-0.0011	-0.0001
3	3번 구역에서 인접한 구역은 2번, 6번 그 중 Value가 낮은 구역은 6번 이므로 6번으로 작업	-0.0006	0.0006	0.002
		-0.0008	-0.0011	-0.0001
4	출발구역인 3번 과 도착구역인 6번 Value update	-0.0006	0.0006	0
		-0.0008	-0.0011	0.0019
5	현재 구역의 Value가 0보다 작거나 같지않고, 인접한 두 구역의 Value가 모두 0이 아니므로, 인접한 구역 중 Value가 낮은 5번 구역으로 작업	-0.0006	0.0006	0
		-0.0008	-0.0011	0.0019
6	출발구역인 6번 과 도착구역인 5번 Value update	-0.0006	0.0006	0
		-0.0008	0.0008	0

도면9b

7 현재 구역의 Value가 0보다 작거나 같지 않고, 인접한 두 구역의 Value가 모두 0이 아니므로, 인접한 구역 중 Value가 낮은 4번 구역으로 작업 및 Value update	
8 현재 구역의 Value가 0이므로 Value값이 가장 높은 2번 구역으로 이동(작업 X, Value update X)	
9 현재 구역의 Value가 0보다 작거나 같지 않고, 인접한 두 구역의 Value가 모두 0이 아니므로, 인접한 구역 중 Value가 낮은 1번 구역으로 작업 및 Value update	
10 모든 구역의 Value가 0이므로 로직 종료	
11 위 과정을 종합한 최종 로봇암의 작업계획	