



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0010500
(43) 공개일자 2023년01월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B29C 64/393 (2017.01) B29C 64/188 (2017.01)
B33Y 50/02 (2015.01) G06T 3/40 (2006.01)
G06T 7/40 (2017.01)

(52) CPC특허분류

B29C 64/393 (2021.08)
B29C 64/188 (2021.08)

(21) 출원번호 10-2021-0091131

(22) 출원일자 2021년07월12일

심사청구일자 2021년07월12일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

정임두

울산광역시 중구 종가로 313, 1611호 (우정동)

김태경

경상남도 김해시 분성로627번길 16-3, 101동 605호 (안동, 김해대아아파트)

(74) 대리인

김종선, 이형석

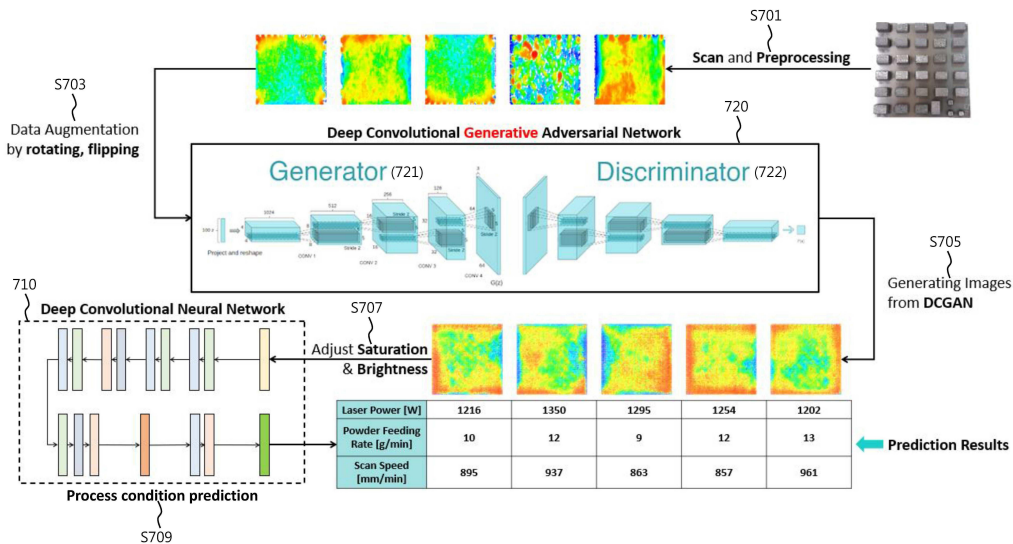
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **인공 지능을 이용하여, 조형물의 표면 조도를 예측하여 제공하는 장치 및 방법, 및 조형 조건을 예측하여 제공하는 장치 및 방법**

(57) 요약

본 발명은 인공 지능을 이용하여, 조형물의 표면 조도를 예측하여 제공하는 장치 및 방법, 및 조형 조건을 예측하여 제공하는 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 인공 지능을 이용하여 조형물의 표면 조도를 예측하여 제공하는 장치는, 디스플레이; 상기 인공 지능을 이용하여 생성되고, 표면 조도 이미지와 조형 조건이 매칭된 매칭 정보를 저장하는 메모리; 조형물을 조형하기 위한 조형 조건을 입력하는 입력 모듈; 및 상기 매칭 정보에 기초하여, 상기 수신된 조형 조건에 의해 조형될 조형물의 예상 표면 조도 이미지를 상기 디스플레이를 통해 출력하는 프로세서를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

B33Y 50/02 (2013.01)

G06N 20/00 (2021.08)

G06T 3/40 (2013.01)

G06T 7/40 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711135131
과제번호	2021M2D2A1A01050059
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	원자력기초연구지원사업(R&D)
연구과제명	심층신경망 연동 지능형 초소형 원전 금속 부품 적층제조 및 디지털 트윈화 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2021.04.15 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

인공 지능을 이용하여 조형물의 표면 조도를 예측하여 제공하는 장치에 있어서,

디스플레이;

상기 인공 지능을 이용하여 생성되고, 표면 조도 이미지와 조형 조건이 매칭된 매칭 정보를 저장하는 메모리;

조형물을 조형하기 위한 조형 조건을 입력하는 입력 모듈; 및

상기 매칭 정보에 기초하여, 상기 수신된 조형 조건에 의해 조형될 조형물의 예상 표면 조도 이미지를 상기 디스플레이를 통해 출력하는 프로세서를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는

적어도 하나의 학습 이미지를 전처리 하고,

상기 전처리된 학습 이미지를 회전 또는 플립하여 데이터 증대(data augmentation)를 수행하고,

제2 인공 지능 모델을 통해, 상기 증대된 학습 이미지들을 기초로, 가상의 표면 조도 이미지를 생성하고,

제1 인공 지능 모델을 통해, 상기 생성된 가상의 표면 조도 이미지를 분석하여 상기 생성된 가상의 표면 조도 이미지에 대응하는 조형물을 조형하기 위한 조형 조건을 예측하고, 및

상기 가상의 표면 조도 이미지와 상기 예측된 조형 조건을 매칭하여 상기 매칭 정보로 저장하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3

인공 지능을 이용하여 조형물의 표면 조도를 예측하여 제공하는 방법에 있어서,

입력 모듈을 통해 조형물을 조형하기 위한 조형 조건을 수신하는 단계; 및

상기 인공 지능을 이용하여 생성되어 메모리에 저장되고, 표면 조도 이미지와 조형 조건이 매칭된 매칭 정보에 기초하여, 상기 수신된 조형 조건에 의해 조형될 조형물의 예상 표면 조도 이미지를 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

적어도 하나의 학습 이미지를 전처리 하는 단계;

상기 전처리된 학습 이미지를 회전 또는 플립하여 데이터 증대(data augmentation)를 수행하는 단계;

제2 인공 지능 모델을 통해, 상기 증대된 학습 이미지들을 기초로, 가상의 표면 조도 이미지를 생성하는 단계;

제1 인공 지능 모델을 통해, 상기 생성된 가상의 표면 조도 이미지를 분석하여 상기 생성된 가상의 표면 조도 이미지에 대응하는 조형물을 조형하기 위한 조형 조건을 예측하는 단계; 및

상기 가상의 표면 조도 이미지와 상기 예측된 조형 조건을 매칭하여 상기 매칭 정보로 저장하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

인공 지능을 이용하여 조형 장치의 조형 조건을 예측하여 제공하는 장치에 있어서,

학습된 인공 지능 모델을 저장하는 메모리; 및

원하는 표면 조도를 가지는 기준 이미지를 획득하고, 상기 획득된 기준 이미지를 전처리 하고, 상기 인공 지능 모델을 통해 상기 전처리된 기준 이미지를 분석하여 상기 기준 이미지에 대응하는 표면 조도를 가지는 조형물을 조형하기 위한 조형 조건을 예측하여 제공하는 프로세서를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 기준 이미지를 리스케일(rescale)하여 상기 전처리를 수행하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 조형 조건을 출력하는 디스플레이를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 인공 지능 모델은

딥 합성곱 신경망(deep convolution neural network)를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 프로세서는

조형 조건 및 학습 이미지를 포함하는 학습 데이터를 획득하고,

상기 학습 이미지를 지정된 방식으로 전처리 하고,

상기 전처리된 학습 이미지를 회전 또는 플립하여 데이터 증대(data augmentation)를 수행하고,

상기 데이터 증대된 학습 이미지를 통해 상기 인공 지능 모델의 학습을 수행하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 10

제 5 항에 있어서,

상기 조형 장치는 직접 에너지 적층(directed energy deposition) 방식의 3차원 프린팅 장치이고,

상기 조형 조건은 상기 3차원 프린팅 장치의 레이저 파워, 분말 공급 속도 및 스캔 속도를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 11

인공 지능을 이용하여 조형 장치의 조형 조건을 예측하여 제공하는 방법에 있어서,

원하는 표면 조도를 가지는 기준 이미지를 획득하는 단계;

이미지 처리 모듈을 통해 상기 획득된 기준 이미지를 전처리 하는 단계; 및

인공 지능 모델을 통해 상기 전처리된 기준 이미지를 분석하여, 상기 기준 이미지에 대응하는 표면 조도를 가지는 조형물을 조형하기 위한 조형 조건을 예측하여 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 획득된 기준 이미지를 전처리 하는 단계는

상기 기준 이미지를 지정된 크기로 리스케일하는 단계를 포함하는 것으로 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

조형 조건 및 학습 이미지를 포함하는 학습 데이터를 획득하는 단계;

상기 학습 이미지를 전처리 하는 단계;

상기 전처리된 학습 이미지를 회전 또는 플립하여 데이터 증대(data augmentation)를 수행하는 단계; 및

상기 데이터 증대된 학습 이미지들을 통해 상기 인공 지능 모델의 학습을 수행하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 인공 지능을 이용하여, 조형물의 표면 조도를 예측하여 제공하는 장치 및 방법, 및 조형 조건을 예측하여 제공하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근에는 3 차원(three-dimension) 프린팅에 대한 관심이 증가하고 있다. 예를 들어, 직접 에너지 적층 방식(Directed Energy Deposition)을 이용한 3차원 프린팅에 대한 관심이 증가하고 있다. 이는 직접 에너지 적층 방식이 고품질의 부품 수리와 대형 부품 제조에 용이하기 때문이다.

[0003] 하지만, 직접 에너지 적층 방식을 이용하여 조형된 조형물은 표면 상태(표면 조도 또는 표면 거칠기(surface roughness))가 조형 조건(process condition)에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 직접 에너지 적층 방식을 통해 조형된 조형물은 표면 상태가 고르지 못할 수 있다. 이에 조형물에 대한 후처리(예: 표면 가공)가 필요하여 시간, 인력, 및/또는 비용이 낭비될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명은 입력된 조형 조건에 의해 조형될

조형물의 표면 조도를 예상(예측)하여 제공할 수 있는 인공 지능을 이용하여 조형물의 표면 조도를 예측하여 제공하는 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

- [0005] 또한, 본 발명은 기 조형된 조형물의 학습 데이터를 기반으로 인공 지능(artificial intelligence, AI) 모델을 학습시키고, 원하는 표면 조도를 가지는 조형물을 생성할 수 있는 최적의 조형 조건을 학습된 AI 모델을 통해 예측하여 제공할 수 있는 인공 지능을 이용하여 조형 조건을 예측하여 제공하는 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다

과제의 해결 수단

- [0006] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 지능을 이용하여 조형물의 표면 조도를 예측하여 제공하는 장치는, 디스플레이; 상기 인공 지능을 이용하여 생성되고, 표면 조도 이미지와 조형 조건이 매칭된 매칭 정보를 저장하는 메모리; 조형물을 조형하기 위한 조형 조건을 입력하는 입력 모듈; 및 상기 매칭 정보에 기초하여, 상기 수신된 조형 조건에 의해 조형될 조형물의 예상 표면 조도 이미지를 상기 디스플레이를 통해 출력하는 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 지능을 이용하여 조형물의 표면 조도를 예측하여 제공하는 방법은, 입력 모듈을 통해 조형물을 조형하기 위한 조형 조건을 수신하는 단계; 및 상기 인공 지능을 이용하여 생성되어 메모리에 저장되고, 표면 조도 이미지와 조형 조건이 매칭된 매칭 정보에 기초하여, 상기 수신된 조형 조건에 의해 조형될 조형물의 예상 표면 조도 이미지를 제공하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 지능을 이용하여 조형 장치의 조형 조건을 예측하여 제공하는 장치는, 학습된 인공 지능 모델을 저장하는 메모리; 및 원하는 표면 조도를 가지는 기준 이미지를 획득하고, 상기 획득된 기준 이미지를 전처리 하고, 상기 인공 지능 모델을 통해 상기 전처리된 기준 이미지를 분석하여 상기 기준 이미지에 대응하는 표면 조도를 가지는 조형물을 조형하기 위한 조형 조건을 예측하여 제공하는 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 지능을 이용하여 조형 장치의 조형 조건을 예측하여 제공하는 방법은, 원하는 표면 조도를 가지는 기준 이미지를 획득하는 단계; 이미지 처리 모듈을 통해 상기 획득된 기준 이미지를 전처리 하는 단계; 및 인공 지능 모델을 통해 상기 전처리된 기준 이미지를 분석하여, 상기 기준 이미지에 대응하는 표면 조도를 가지는 조형물을 조형하기 위한 조형 조건을 예측하여 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0010] 이상과 같은 본 발명은 입력된 조형 조건에 의해 조형될 조형물의 표면 조도를 미리 확인할 수 있어, 조형물 제작을 위한 시간, 비용, 및/또는 인력을 절감할 수 있는 효과를 제공할 수 있다.
- [0011] 또한, 본 발명은 원하는 표면 조도(surface roughness)를 가지는 조형물을 조형하기 위한 최적의 조형 조건을 용이하게 획득(예: AI가 추천)할 수 있어, 조형 장치(예: 3 차원 프린팅 장치)를 통해 조형물을 제작하는 시간, 비용, 및/또는 인력을 절감할 수 있는 효과를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 조형물을 조형하기 위한 시스템을 도시한 도면이다.
- 도 2는 도 1의 제어 장치의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공 지능의 학습 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공 지능의 학습을 위한 학습 데이터를 획득하는 방법을 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공 지능을 이용하여 최적의 조형 조건을 추천하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 지능을 이용하여 최적의 조형 조건을 추천하는 방법을 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 예상 표면 조도 이미지를 제공하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 이하에서 동일한 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0014] 비록 제1, 제2 등이 다양한 소자, 구성요소 및/또는 섹션들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 소자, 구성요소 및/또는 섹션들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 소자, 구성요소 또는 섹션들을 다른 소자, 구성요소 또는 섹션들과 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 소자, 제1 구성요소 또는 제1 섹션은 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 소자, 제2 구성요소 또는 제2 섹션일 수도 있음은 물론이다.
- [0015] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "이루어지다(made of)"는 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0016] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 구성에 대하여 상세히 설명한다.
- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 조형물을 조형하기 위한 시스템을 도시한 도면이다.
- [0019] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 시스템은 조형 장치(100) 및 제어 장치(200)를 포함할 수 있다.
- [0020] 조형 장치(100)는 조형물을 조형할 수 있다. 예를 들어, 조형 장치(100)는 3 차원 프린팅 장치일 수 있다. 이하에서는, 조형 장치(100)가 직접 에너지 적층(directed energy deposition) 방식의 3차원 프린팅 장치인 것으로 하여 설명하기로 한다.
- [0021] 조형 장치(100)는 설정된 조형 조건(process condition)에 따라 조형물을 조형할 수 있다. 상기 조형 조건은 레이저의 파워(세기), 분말 공급 속도 및 스캔 속도를 포함할 수 있다. 조형 장치(100)는 노즐을 설정된 속도로 지정된 패턴을 따라 이동시키며, 분말(예: Ti-6Al-4V 합금 파우더)을 설정된 분말 공급 속도로 방출하고, 설정된 파워의 레이저에 의해 방출된 분말들이 결합(예: 적층 방식으로 증착)되도록 할 수 있다.
- [0022] 제어 장치(200)는 조형 장치(100)에 유선 또는 무선으로 연결되어 조형 장치(100)를 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어 장치(200)는 조형 장치(100)에 유선 또는 무선으로 연결될 수 있는 데스크 탑 PC 또는 랩탑 PC일 수 있다. 다른 예로, 제어 장치(200)는 서버일 수 있다. 또 다른 예로, 제어 장치(200)는 조형 장치(100)에 포함될 수 있다.
- [0023] 제어 장치(200)는 기계작된 조형물과 관련된 학습 데이터(학습 이미지 및 조형 조건을 포함)를 기반으로 훈련(training) 및 학습(learning)하고, 사용자가 원하는 표면 조도를 가지는 조형물을 조형하기 위한 최적의 조형 조건을 예측하여 제공하는 인공 지능(artificial intelligence, AI) 모델을 포함할 수 있다. 이에 대한 상세한 설명은 도 3 내지 도 6을 참조하여 후술하기로 한다.
- [0024] 또한, 제어 장치(200)는 조형 조건이 입력되면, 입력된 조형 조건에 의해 조형될 조형물의 표면 조도를 예측하여 제공할 수 있다. 이에 대한 상세한 설명은 도 8을 참조하여 후술하기로 한다.
- [0025] 도 2는 도 1의 제어 장치의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0026] 도 2를 참조하면, 제어 장치(200)는 프로세서(210), 메모리(220), 디스플레이(230), 입력 모듈(240), 및 스캔 모듈(250)을 포함할 수 있다. 메모리(220)는 이미지 처리 모듈(221), 제1 AI 모델(223) 및 제2 AI 모델(225)을 포함할 수 있다.

- [0027] 프로세서(210)는 메모리(220)로부터 명령(command) 또는 인스트럭션들(instructions)을 수신하고, 수신된 명령 또는 인스트럭션들에 따라 각 구성 요소들을 제어하여, 다양한 기능들을 수행할 수 있다. 본 발명에 따른 프로세서(210)는 AI 모델을 통해 원하는 표면 조도를 가지는 조형물을 조형할 수 있는 최적의 조형 조건을 제공하는 절차 및 조형 조건에 따라 조형될 조형물의 표면 조도를 예측하여 제공하는 절차를 제어할 수 있다. 각 절차를 제어하는 프로세서(210)에 대한 상세한 설명은 도 5 내지 7을 참조하여 후술하기로 한다.
- [0028] 프로세서(210)는 중앙 처리 장치(central processing unit: CPU), 마이크로 컨트롤 유닛(micro control unit: MCU), 마이크로 프로세서 유닛(micro processor unit: MPU) 등으로 형성될 수 있다.
- [0029] 메모리(220)는 프로세서(210)와 전기적으로 연결될 수 있고, 메모리(220)는 제어 장치(200)를 동작시키기 위한 다양한 프로그램들, 및 프로세서(210)를 동작시키기 위한 다양한 명령 및/또는 인스트럭션들을 저장할 수 있다. 메모리(220)는 내장 메모리 또는 외장 메모리 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 상기 내장 메모리는 휘발성 메모리(예: DRAM, SRAM, 또는 SDRAM 등), 비휘발성 메모리(예: OTPROM(one time programmable ROM), PROM, EPROM, EEPROM, mask ROM, flash ROM, 플래시 메모리, 하드 드라이브, 또는 솔리드 스테이트 드라이브(SSD) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 외장 메모리는 다양한 인터페이스를 통하여 제어 장치(200)와 연결될 수 있는 SD(secure digital), Micro-SD, Mini-SD, 또는 USB(universal serial bus) 메모리 등을 포함할 수 있다.
- [0030] 메모리(220)는 이미지 처리 모듈(221), 제1 AI 모델(223), 및 제2 AI 모델(225)을 포함할 수 있다.
- [0031] 이미지 처리 모듈(221)은 제1 AI 모델(223)의 학습을 위한 학습 이미지 및 조형 조건을 예측하기 위한 목표 이미지에 대한 이미지 처리를 지원할 수 있다. 또한, 이미지 처리 모듈(221)은 데이터 증대(data augmentation) 기능을 지원할 수 있다. 도 2에서는 이미지 처리 모듈(221)이 메모리(220)에 저장된 소프트웨어 모듈인 것으로 도시하였다. 하지만, 다른 예에 따르면, 이미지 처리 모듈(221)은 프로세서(210)에 포함되는 하드웨어 모듈 또는 별도의 구성으로 제어 장치에 포함되는 하드웨어 모듈일 수 있다.
- [0032] 제1 AI 모델(223)은 사용자가 원하는 표면 조도를 가지는 조형물을 조형하기 위한 최적의 조형 조건을 예측하여 제공할 수 있다. 이를 위하여, 제1 AI 모델(223)은 기계작된 조형물들과 관련된 학습 데이터를 기반으로 훈련(training) 및 학습(learning)을 수행할 수 있다. 학습 데이터는 조형물을 스캔한 스캔 이미지(이하, 학습 이미지) 및 해당 조형물을 조형한 조형 조건을 포함할 수 있다.
- [0033] 제1 AI 모델(223)은 딥 합성곱 신경망(deep convolution neural network)일 수 있다. 하지만, 본 발명은 제1 AI 모델(223)이 딥 합성곱 신경망인 것으로 한정되지 않고, 알려진 다양한 인공 지능 기술이 이용될 수 있다.
- [0034] 제2 AI 모델(225)은 지정된 기준 이미지(이하, 실제 이미지)와 유사한 가상의 이미지를 생성할 수 있다. 예를 들어, 제2 AI 모델(225)은 이미지 처리 모듈(221)에 의해 증대된 이미지들을 기준으로 가상의 표면 조도 이미지를 생성할 수 있다. 제2 AI 모델(225)은 GAN(generative adversarial networks) 또는 DCGAN(deep convolution generative adversarial networks)일 수 있다. 하지만, 본 발명은 제2 AI 모델(225)이 GAN 또는 DCGAN인 것으로 한정되지 않고, 알려진 다양한 인공 지능 기술이 이용될 수 있다.
- [0035] 제2 AI 모델(225)에 의해 생성된 가상의 표면 조도 이미지들은 제1 AI 모델(223)에 입력되어 조형 조건이 예측될 수 있다. 예측된 조형 조건은 해당 가상 표면 조도 이미지와 매칭되어 저장(예: 매칭 정보를 저장)될 수 있다. 또는, 예측된 조형 조건은 해당 가상 표면 조도 이미지에 표기(labeled)될 수 있다.
- [0036] 디스플레이(230)는 입력 기능 및/또는 출력 기능을 제공할 수 있다. 예를 들어, 디스플레이(230)는 터치 패널 및/또는 표시 패널을 포함할 수 있다. 디스플레이(230)는 제1 AI 모델(223)에 의해 예측된 최적의 조형 조건을 표시할 수 있다. 또한, 디스플레이(230)는 입력된 조형 조건에 따라 조형될 조형물의 예상 표면 조도 이미지를 표시할 수 있다.
- [0037] 입력 모듈(240)은 물리적인 버튼, 광학식 키, 키패드, 마우스, 또는 터치 패드 등을 포함할 수 있다. 입력 모듈(240)은 조형 조건을 입력하는 사용자 입력을 수신할 수 있다. 입력 모듈(240)이 터치 패널로 형성되는 경우 입력 모듈(240)은 디스플레이(230)와 일체형으로 형성될 수 있다.
- [0038] 스캔 모듈(250)은 조형물을 스캔할 수 있다. 스캔 모듈(250)은 조형물을 스캔하여 표면 조도 이미지(이하, 스캔 이미지)를 생성할 수 있다. 스캔 이미지는 제1 AI 모델(223)의 학습을 위한 학습 데이터로 이용되거나, 제2 AI 모델(225)이 가상의 표면 조도 이미지를 생성하는 기준 이미지로 이용될 수 있다. 한편, 스캔 모듈(250)은 제어 장치(200)에 포함되지 않고, 조형 장치(100)에 포함되거나, 별도의 구성일 수 있다.

- [0039] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공 지능의 학습 동작을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공 지능의 학습을 위한 학습 데이터를 획득하는 방법을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0040] 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 제어 장치(200)(예: 프로세서(210))는 학습 데이터를 획득할 수 있다(S301). 학습 데이터는 소형 장치(100)를 통해 기 소형된 조형물(410)을 2차원 또는 3차원으로 스캔한 학습 이미지(421, 423) 및 해당 조형물(410)을 소형한 조형 조건을 포함할 수 있다. 이하에서는, 2차원으로 스캔한 학습 이미지(421)을 이용하여 설명하기로 한다.
- [0041] 제어 장치(200)는 학습 이미지(421)를 전처리할 수 있다(S303). 예를 들어, 제어 장치(200)는, 도 4의 식별 부호 430에 도시된 바와 같이, 학습 이미지(421)의 여백을 잘라내고, 도 4의 식별 부호 440에 도시된 바와 같이, 지정된 크기(예: 128*128)로 리사이징(resizing)할 수 있다.
- [0042] 제어 장치(200)는, 전처리된 학습 이미지를 증대(data augmentation)할 수 있다(S305). 예를 들어, 제어 장치(200)는, 도 4의 식별 부호 450에 도시된 바와 같이, 리사이징된 이미지를 지정된 각도(예: 90도, 180도, 207도)만큼 회전(451, 453, 455), 좌우 반전(457) 또는 상하 반전(459)하여 새로운 학습 이미지들을 생성할 수 있다. 한편, S305 단계는 과적합 발생을 방지하기 위한 것으로, 학습 데이터가 충분한 경우 생략될 수 있다. 도시하지는 않았지만, 제어 장치(200)는 학습 이미지의 RGB 값을 0과 1 사이의 값으로 조정하는 정규화(normalization)를 수행할 수 있다.
- [0043] 제어 장치(200)는 학습 이미지를 이용하여 제1 AI 모델(223)의 학습을 수행할 수 있다(S307). 제1 AI 모델(223)은 딥 합성곱 신경망(deep convolution neural network)을 포함할 수 있다. 하지만, 본 발명은 제1 AI 모델(223)이 딥 합성곱 신경망인 것으로 한정되지 않고, 알려진 다양한 인공 지능 기술이 이용될 수 있다.
- [0044] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공 지능을 이용하여 최적의 조형 조건을 추천하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 지능을 이용하여 최적의 조형 조건을 추천하는 방법을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0045] 도 5 및 도 6을 참조하면, 제어 장치(200)는 기준 이미지(610)를 수신할 수 있다(S501). 기준 이미지(610)는 사용자가 원하는 표면 조도를 가지는 조형물을 스캔한 이미지일 수 있다.
- [0046] 제어 장치(200)는 기준 이미지(601)를 전처리할 수 있다(S503). 예를 들어, 제어 장치(200)는, 도 6의 603에 도시된 바와 같이, 용량 감소 및 효율 향상을 위하여 기준 이미지(610)를 리스케일(rescale)할 수 있다.
- [0047] 제어 장치(200)는 전처리된 기준 이미지를 분석할 수 있다(S505). 예를 들어, 제어 장치(200)는, 도 6의 605에 도시된 바와 같이, 기준 이미지(610)에 대응하는 표면 조도를 가지는 조형물을 조형하기 위한 최적의 조형 조건을 예측하기 위해 AI 모델(예: 제1 AI 모델(223))을 통해 전처리된 기준 이미지를 분석할 수 있다. AI 모델은 식별 부호 605에 도시된 바와 같이, 딥 합성곱 신경망(DCNN)일 수 있다. 딥 합성곱 신경망은 1개의 입력 층과 출력 층, 및 4개의 은닉 층으로 구성될 수 있다. 은닉층의 활성화 함수는 Relu, 출력층의 활성화 함수는 sigmoid를 포함할 수 있다. 한편, 식별 부호 605의 딥 합성곱 신경망의 구조는 일 예일 뿐, 본 발명을 한정하지는 않는다.
- [0048] 제어 장치(200)는 예측된 최적의 조형 조건을 제공할 수 있다(S507). 예를 들어, 제어 장치(200)는, 식별 부호 607에 도시된 바와 같이, 예측된 최적의 조형 조건을 디스플레이(230) 상에 출력할 수 있다.
- [0049] 한편, 제어 장치(200)는 산출된 조형 조건을 자동 또는 수동(예: 사용자의 요청)으로 조형 장치(100)로 전송하여 조형 장치(100)가 해당 조형 조건에 따라 조형물을 조형하도록 할 수 있다.
- [0050] 한편, 기 학습된 제1 AI 모델을 통해 학습 이미지 셋(trained set)과 비학습 이미지 셋(test set)의 조형 조건을 예측하여 제1 AI 모델의 성능을 평가한 결과, 조형 조건을 예측한 예측 데이터(predicted data)와 실제 조형 조건을 나타내는 오리지널 데이터(original data)가 유사하였다. 상세하게는, 식별 부호 611에 도시된 평가 결과를 참조하면, 평가된 전체 학습 이미지에 대한 레이저 파워의 평균절대비율오차(mean absolute percentage error: MAPE)는 3.28 %이고, 분말 공급 속도의 평균절대비율오차는 5.11 %이고, 진행 속도의 평균절대비율오차는 1.89 %임을 알 수 있다. 또한, 식별 부호 613에 도시된 평가 결과를 참조하면, 평가된 전체 비학습 이미지에 대한 레이저 파워의 평균절대비율오차는 7.81 %이고, 분말 공급 속도의 평균절대비율오차는 11.77 %이고, 진행 속도의 평균절대비율오차는 4.30 %임을 알 수 있다. 이는 일 예일 뿐, 제1 AI 모델이 더 많은 수의 학습 이미지를 통해 학습하면, 더 정확한 예측이 가능할 것이다. 비학습 이미지에 대한 예측 결과 역시 더욱 정확해질 것이다.

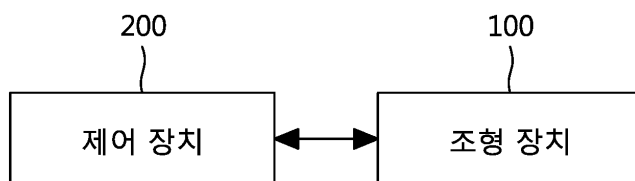
- [0051] 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 예상 표면 조도 이미지를 제공하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0052] 먼저, 본 발명의 일 실시 예에 따른 제어 장치는 가상의 이미지를 생성하는 제2 AI 모델을 더 포함할 수 있다.
- [0053] 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 제어 장치는 조형물을 스캔하고, 스캔 이미지를 전처리(S701)할 수 있다. 제어 장치는 전처리된 이미지들을 회전 또는 반전하여 데이터 증대를 수행(S703)할 수 있다. 데이터 증대된 이미지들은 제2 AI 모델(720)로 입력될 수 있다. 제2 AI 모델(720)은 가짜 이미지를 생성하는 생성기(721) 및 생성된 가짜 이미지를 판별하는 판별기(722)를 포함할 수 있다.
- [0054] 제2 AI 모델(720)은 데이터 증대된 이미지들에 기초하여 가상 표면 조도 이미지들을 생성할 수 있다(S705). 생성된 가상 표면 조도 이미지들은 채도(saturation) 및 밝기(brightness)가 조절될 수 있다(S707).
- [0055] 제2 AI 모델(720)에 의해 생성된 가상의 표면 조도 이미지들은 제1 AI 모델(710)로 입력되어, 조형 조건이 각각 예측될 수 있다(S709). 예측된 조형 조건은 가상의 표면 조도 이미지와 각각 매칭되어 저장될 수 있다. 이를 통해 본 발명의 제어 장치는 다양한 조형 조건과 표면 조도 이미지가 매칭된 매칭 정보(예: 데이터베이스 또는 매칭 테이블)를 확보(예: 메모리에 저장)할 수 있다.
- [0056] 상술한 본 발명의 일 실시 예에 따른 제어 장치(예: 제어 장치의 프로세서)는 입력 모듈을 통해 조형 조건이 입력되면, 매칭 정보를 이용하여 해당 조형 조건과 매칭되는 표면 조도 이미지(예상 표면 조도 이미지)를 제공할 수 있다. 예를 들어, 제어 장치는 매칭 정보로부터 상기 입력된 조형 조건에 매칭된 표면 조도 이미지를 추출하고, 추출된 표면 조도 이미지를 디스플레이 상에 출력할 수 있다. 이를 통해, 사용자는 조형 장치를 통해 조형물을 조형하지 않더라도 조형될 조형물의 표면 조도를 미리 확인할 수 있다.
- [0057] 이상과 같이 본 발명의 도시된 실시 예를 참고하여 설명하고 있으나, 이는 예시적인 것들에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 요지 및 범위에 벗어나지 않으면서도 다양한 변형, 변경 및 균등한 다양한 타 실시 예들이 가능하다는 것을 명백하게 알 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적인 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

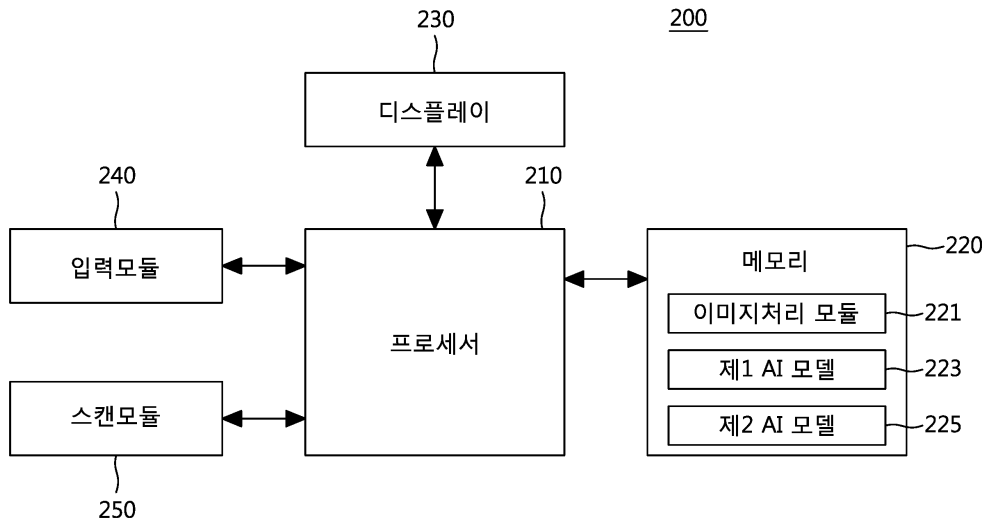
- | | | |
|--------|----------------|---------------|
| [0058] | 100: 조형 장치 | 200: 제어 장치 |
| | 210: 프로세서 | 220: 메모리 |
| | 221: 이미지 처리 모듈 | 222: 제1 AI 모델 |
| | 223: 제2 AI 모델 | 230: 디스플레이 |
| | 240: 입력 모듈 | 250: 스캔 모듈 |

도면

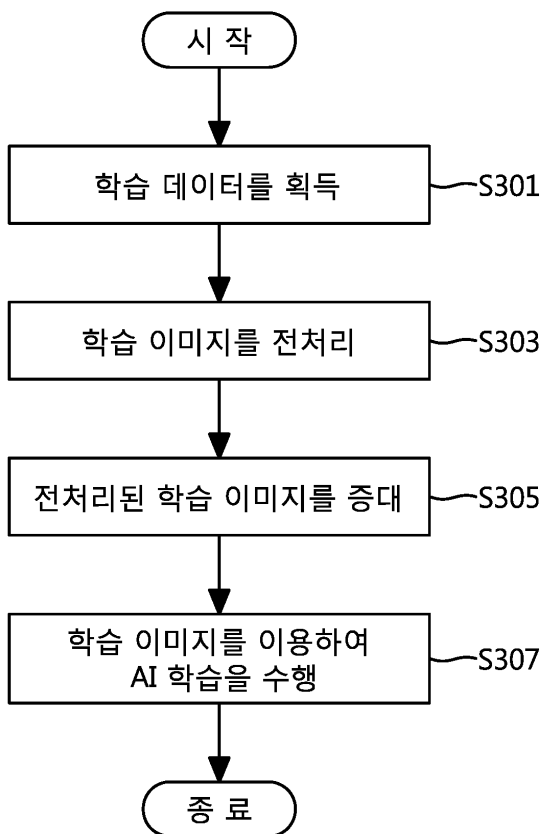
도면1



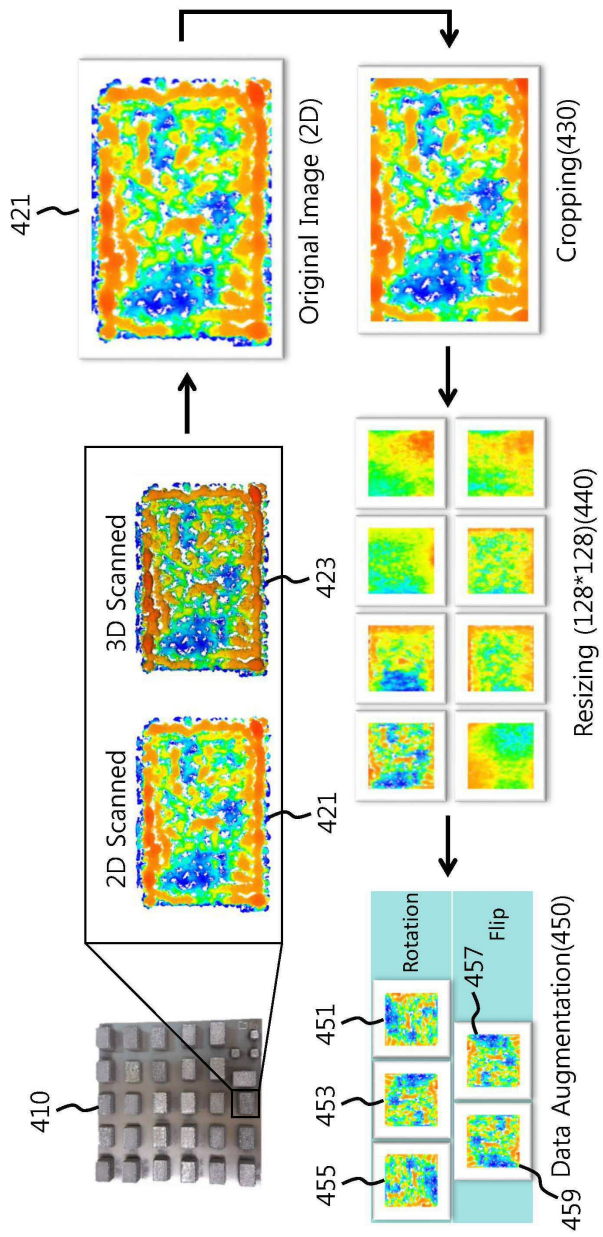
도면2



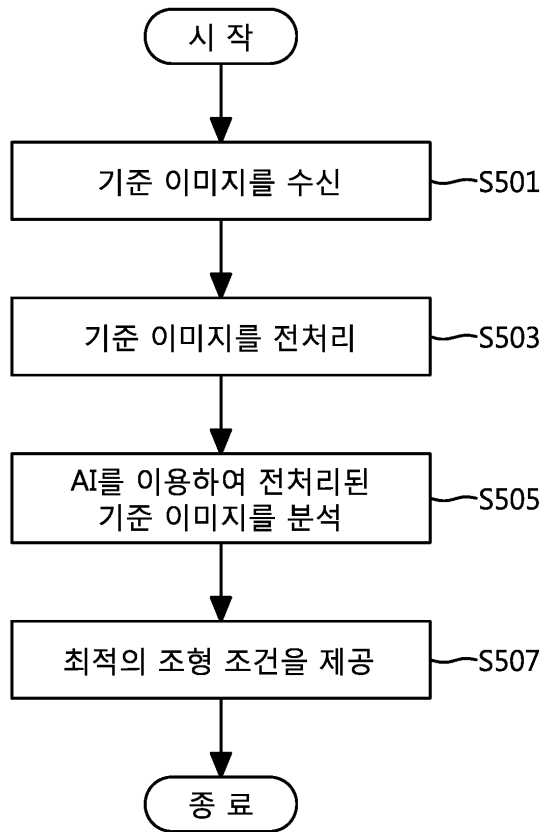
도면3



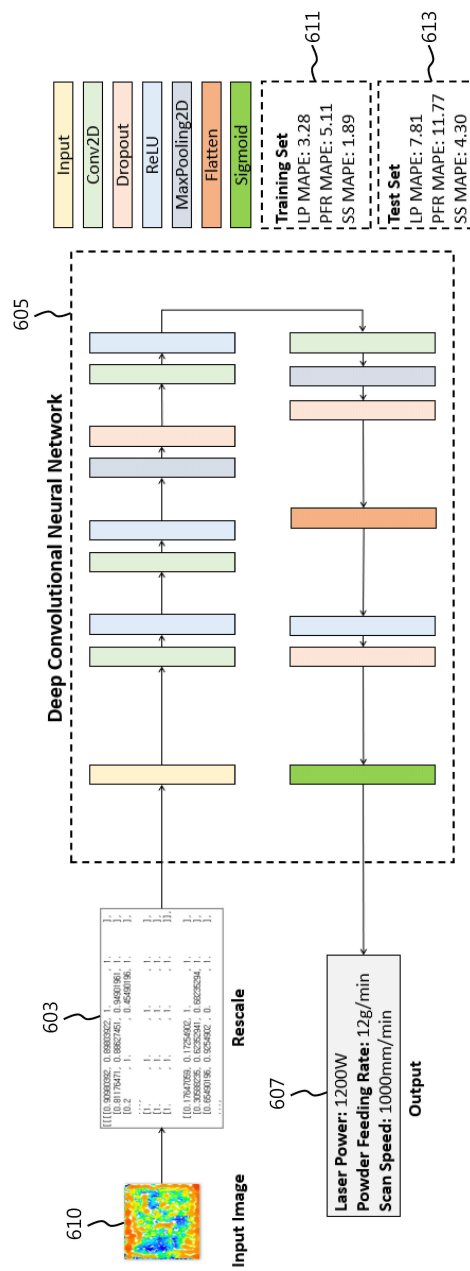
도면4



도면5



도면6



도면7

