



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0129905
(43) 공개일자 2024년08월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B29C 64/393 (2017.01) B29C 37/00 (2006.01)
B29C 64/118 (2017.01) B33Y 10/00 (2015.01)
B33Y 50/02 (2015.01) G06N 3/08 (2023.01)
G06T 1/00 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)

(52) CPC특허분류

B29C 64/393 (2021.08)
B29C 64/118 (2021.08)

(21) 출원번호 10-2023-0023102

(22) 출원일자 2023년02월21일

심사청구일자 2023년02월21일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

김남훈

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원

김병수

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원

박민혁

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원

(74) 대리인

오위환, 정기택

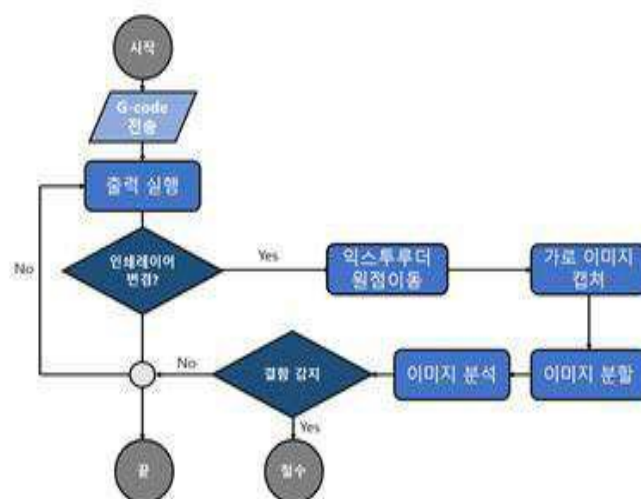
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 자동화 프로세스

(57) 요약

본 발명은 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 자동화 프로세스에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 이미지 데이터와 딥러닝 모델을 활용해 실시간으로 출력물의 상태를 평가하고 프린터의 상태를 예측하는 프로세스와 소프트웨어 플랫폼을 제안하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 자동화 프로세스에 관한 것으로, AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치는 FDM 3D 프린트 장치에 있어서, FDM 3D 프린트 장치의 익스투루더(Extruder) 제어 지코드(G-code)를 전송하는 프린터제어부; FDM 3D 프린트 장치에서 출력물의 이미지를 스캔하도록 제어 신호를 전송하고, AI를 활용해 스캔된 출력물의 이미지 분석을 수행하는 이미지분석부; 이미지분석부에서 결함이 감지되면 사용자에게 결함을 알리고 원인과 솔루션을 제공하는 결함도출부;를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B33Y 10/00 (2013.01)

B33Y 50/02 (2013.01)

G06N 3/08 (2023.01)

G06T 1/0007 (2013.01)

G06T 7/00 (2013.01)

B29C 2037/906 (2013.01)

G06T 2207/20084 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

FDM 3D 프린트 장치에 있어서,

상기 FDM 3D 프린트 장치의 익스투루더(Extruder) 제어 지코드(G-code)를 전송하는 프린터제어부;

상기 FDM 3D 프린트 장치에서 출력물의 이미지를 스캔하도록 제어 신호를 전송하고, AI를 활용해 스캔된 출력물의 이미지 분석을 수행하는 이미지분석부;

상기 이미지분석부에서 결함이 감지되면 사용자에게 결함을 알리고 원인과 솔루션을 제공하는 결함도출부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 프린터제어부는,

상기 FDM 3D 프린트 장치의 상태정보를 수신받아,

상기 FDM 3D 프린트 장치의 트리거 코드인 상기 지코드(G-code)를 생성하여 상기 FDM 3D 프린트 장치로 송신하는 트리거신호송신부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 프린터제어부는,

상기 FDM 3D 프린트 장치의 익스투루더(Extruder)가 객체를 프린트하여 하나의 레이어를 적층하도록 제어하는 신호를 생성하여, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 익스투루더(Extruder)로 송신하는 프린팅신호송신부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 프린터제어부는,

상기 FDM 3D 프린트 장치의 익스투루더(Extruder)가 하나의 레이어를 적층한 뒤, 익스투루더(Extruder)를 원점(0,0,0)의 위치로 보내는 프린팅재준비부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 프린터제어부는,

상기 FDM 3D 프린트 장치에서 객체의 출력이 완료 혹은 출력에 실패했을 경우 다음 출력을 이어나갈 수 있도록,

상기 FDM 3D 프린트 장치의 프린팅 베드에서 출력물을 탈착 혹은 제거하도록 자동 베드 리무버의 제어 명령 코드를 생성하는 베드리무버제어코드생성부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 베드리무버제어코드생성부는,

상기 자동 베드 리무버의 제어 명령 코드인 M118 명령어를 생성하는 것을 특징으로 하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 베드리무버제어코드생성부는,

상기 M118 명령어의 라인이 실행될 때,

미리 코딩된 동작대로 상기 자동 베드 리무버의 서보모터가 작동되도록,

시리얼 통신을 통해 라즈베리파이에 상기 자동 베드 리무버의 서보모터의 제어 텍스트를 전송하는 것을 특징으로 하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 이미지분석부는,

상기 FDM 3D 프린트의 촬상장치에서 출력물의 이미지를 실시간 스캔하도록 명령하는 제어 신호를 생성하여 전송하는 명령제어신호전송부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 이미지분석부는,

상기 FDM 3D 프린트의 촬상장치에서 스캔한 출력물의 이미지를 실시간 수집하여 데이터베이스를 구축하는 이미지DB부;

AI 이미지 분석 알고리즘을 활용해 상기 이미지DB부에서 수집된 출력물 이미지로부터 출력물의 결함을 분석하는 이미지결함분석부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 이미지분석부는,

AI의 3D 이미지 결함 분석 오류율을 저감하고, 자동 3D 이미지 결함 도출 학습 능력을 높이기 위한,

상기 이미지DB부에서 구축한 데이터베이스와 상기 이미지결함분석부에서 분석된 이미지 데이터를 상기 AI 이미지 분석 알고리즘에 재입력하여 상기 AI를 재학습하는 AI학습부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 결함도출부는,

상기 이미지분석부에서 스캔한 출력물 이미지에서 결함이 감지되면 사용자에게 결함의 원인 및 솔루션 데이터를 FDM 3D 프린트 장치 디스플레이부에 전송하는 솔루션제공부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 결함도출부는,

상기 이미지분석부에서 스캔한 출력물 이미지에서 결함이 발견되지 않는 경우, 상기 FDM 3D 프린트 장치에서 출력을 계속 진행하도록 제어 명령 신호를 송신하는 출력제어신호송신부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치.

청구항 13

AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션을 제공하는 FDM 3D 프린트 장치의 구동 방법에 있어서,

통신모듈부에서 상기 FDM 3D 프린트 장치의 상태 정보를 라즈베리파이로 송신하고, 상기 라즈베리파이로부터

FDM 3D 프린트 장치 제어 명령 지코드(G-code)를 수신받는 단계;

상기 통신모듈부에서 수신된 신호에 따라,

3D압출부는 상기 FDM 3D 프린트 장치의 익스투루더(Extruder)를 통해 객체를 레이어 단위로 적층하는 단계;

3D활상부는 상기 FDM 3D 프린트 장치의 활상장치에서 출력물을 캡처하는 단계;

이미지결합도출부는 상기 3D활상부에서 캡처된 출력물의 결합을 검출하는 단계;

상기 3D활상부에서 출력물의 출력이 완료되면, 베드리무버부는 지코드(G-code) 명령 신호 따라 출력물을 자동으로 제거하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 상태 정보는,

상기 FDM 3D 프린트 장치의 프린터 상태 및 상기 FDM 3D 프린트 장치의 현재 온도를 포함하는 것을 특징으로 하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 자동화 프로세스에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 이미지 데이터와 딥러닝 모델을 활용해 실시간으로 출력물의 상태를 평가하고 프린터의 상태를 예측하는 프로세스와 소프트웨어 플랫폼을 제안하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 자동화 프로세스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 압출적층조형(FDM: Fused Deposition Modeling) 방식은 열가소성수지 압출 적층 조형법이라고 하는데, 가장 대중화된 방식이며 필라멘트 형태의 열가소성 물질을 고온의 노즐 안에서 녹여내고 원하는 부분에 녹인 물질을 밀어내 아래부터 위로 적층하며 형상을 만들어내는 방식이다. 고온의 노즐에서 플라스틱 필라멘트를 녹여내기 때문에 노즐을 뜨겁게 온도를 올리는 과정이 필요하고, 소재는 종류가 굉장히 다양하지만 주로 PLA와 ABS를 사용한다.

[0003] 한편, 3D 프린터에서 품질에 가장 밀접한 관련이 있는 부품은 익스투루더(Extruder, 압출기)이다. 여기서, 익스투루더(Extruder, 압출기)는 원료 필라멘트를 노즐에 공급하고 베드에 필라멘트를 녹여 안착시키는 역할을 담당한다.

[0004] 이러한, 익스투루더(Extruder, 압출기)를 이용한 압출적층조형(FDM) 방식은 강도가 강하고 습도도 강해서 내구성이 뛰어나며, 다른 방식에 비해 장비 구조와 프로그램이 간단해서 장비 가격과 유지보수 비용이 낮다. 또한, 다양한 소재를 압출해 적층할 수 있으며 구조가 단순해 대형화에 용이하고, 기기 컨트롤의 정밀도에 따라 모델 표면 조도의 개선이 가능하다. 따라서 다양한 산업 분야에 적용 가능한 적층제조 방식으로 이러한 이점 덕분에 항공, 의료, 제조 등 다양한 분야에서 널리 활용되고 있다.

[0005] 하지만 장기적으로 FDM 장비를 가동했을 때 다른 방식에 비해 출력 속도가 느리며, 모델 표면 조도의 퀄리티가 높지 않다. 또한, 경화 시 소재가 흘러내리는 것을 방지하기 위해 지지대가 필요하며 프린팅 후에는 제거작업이 필요하다. 이 과정에서 출력물의 결과에 영향을 주는 다양한 프린터의 유지보수 문제가 발생한다. 기존에는 이를 해결하기 위해 숙련된 오퍼레이터의 유지보수 스킬이 요구되어왔으며, 이는 오퍼레이터의 숙련도에 따라 문제해결에 소요되는 시간과 비용에 차이가 발생하는 문제를 야기한다. 또한, 출력 실패로 인해 불필요한 시간과 재료가 낭비되는 문제가 발생한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-2349556호(2022.01.06.)

(특허문헌 0002) 한국등록특허공보 제10-1850688호(2018.04.16.)

(특허문헌 0003) 중국공개특허공보 제115423781A호(2022.12.02.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 이와 같은 문제점을 감안한 것으로서, 본 발명은 이미지 데이터와 딥러닝 모델을 활용해 실시간으로 출력물의 상태를 평가하고, 프린터의 상태를 예측하여 출력물의 결함을 저감하는 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 자동화 프로세스를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 실시예들에 따른 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치는 FDM 3D 프린트 장치에 있어서, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 익스트루더(Extruder) 제어 지코드(G-code)를 전송하는 프린터제어부; 상기 FDM 3D 프린트 장치에서 출력물의 이미지를 스캔하도록 제어 신호를 전송하고, AI를 활용해 스캔된 출력물의 이미지 분석을 수행하는 이미지분석부; 상기 이미지분석부에서 결함이 감지되면 사용자에게 결함을 알리고 원인과 솔루션을 제공하는 결함도출부;를 포함한다.

[0009] 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 프린터제어부는, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 상태정보를 수신받아, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 트리거 코드인 상기 지코드(G-code)를 생성하여 상기 FDM 3D 프린트 장치로 송신하는 트리거신호송신부;를 포함한다.

[0010] 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 프린터제어부는, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 익스트루더(Extruder)가 객체를 프린트하여 하나의 레이어를 적층하도록 제어하는 신호를 생성하여, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 익스트루더(Extruder)로 송신하는 프린팅신호송신부;를 더 포함한다.

[0011] 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 프린터제어부는, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 익스트루더(Extruder)가 하나의 레이어를 적층한 뒤, 익스트루더(Extruder)를 원점(0,0,0)의 위치로 보내는 프린팅제준비부;를 더 포함한다.

[0012] 본 발명의 실시예들에 있어서, 프린터제어부는, 상기 FDM 3D 프린트 장치에서 객체의 출력이 완료 혹은 출력에 실패했을 경우 다음 출력을 이어나갈 수 있도록, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 프린팅 베드에서 출력물을 탈착 혹은 제거하도록 자동 베드 리무버의 제어 명령 코드를 생성하는 베드리무버제어코드생성부;를 더 포함한다.

[0013] 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 베드리무버제어코드생성부는, 상기 자동 베드 리무버의 제어 명령 코드인 M118 명령어를 생성한다.

[0014] 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 베드리무버제어코드생성부는, 상기 M118 명령어의 라인이 실행될 때, 미리 코딩된 동작대로 상기 자동 베드 리무버의 서보모터가 작동되도록 시리얼 통신을 통해 라즈베리파이에 상기 자동 베드 리무버의 서보모터의 제어 텍스트를 전송한다.

[0015] 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 이미지분석부는, 상기 FDM 3D 프린트의 촬상장치에서 출력물의 이미지를 실시간 스캔하도록 명령하는 제어 신호를 생성하여 전송하는 명령제어신호전송부;를 포함한다.

[0016] 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 이미지분석부는, 상기 FDM 3D 프린트의 촬상장치에서 스캔한 출력물의 이미지를 실시간 수집하여 데이터베이스를 구축하는 이미지DB부; AI 이미지 분석 알고리즘을 활용해 상기 이미지DB부에서 수집된 출력물 이미지로부터 출력물의 결함을 분석하는 이미지결함분석부;를 더 포함한다.

[0017] 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 이미지분석부는, AI의 3D 이미지 결함 분석 오류율을 저감하고, 자동 3D 이미지 결함 도출 학습 능력을 높이기 위한, 상기 이미지DB부에서 구축한 데이터베이스와 상기 이미지결함분석부에서 분석된 이미지 데이터를 상기 AI 이미지 분석 알고리즘에 재입력하여 상기 AI를 재학습하는 AI학습부;를 더 포함한다.

[0018] 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 결함도출부는, 상기 이미지분석부에서 스캔한 출력물 이미지에서 결함이 감지되면 사용자에게 결함의 원인 및 솔루션 데이터를 FDM 3D 프린트 장치 디스플레이부에 전송하는 솔루션제공부;를 포함한다.

[0019] 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 결함도출부는, 상기 이미지분석부에서 스캔한 출력물 이미지에서 결함이 발

견되지 않는 경우, 상기 FDM 3D 프린트 장치에서 출력을 계속 진행하도록 제어 명령 신호를 송신하는 출력제어 신호송신부;를 더 포함한다.

[0020] 본 발명의 또 다른 실시예들에 따른 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 방법은 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결합 감지 및 솔루션을 제공하는 FDM 3D 프린트 장치의 구동 방법에 있어서, 통신모듈부에서 상기 FDM 3D 프린트 장치의 상태 정보를 라즈베리파이로 송신하고, 상기 라즈베리파이로부터 FDM 3D 프린트 장치 제어 명령 지코드(G-code)를 수신받는 단계; 상기 통신모듈부에서 수신된 신호에 따라, 3D압출부는 상기 FDM 3D 프린트 장치의 익스투루더(Extruder)를 통해 객체를 레이어 단위로 적층하는 단계; 3D활상부는 상기 FDM 3D 프린트 장치의 활상장치에서 출력물을 캡처하는 단계; 이미지결합도출부는 상기 3D활상부에서 캡처된 출력물의 결합을 검출하는 단계; 상기 3D활상부에서 출력물의 출력이 완료되면, 베드리무버부는 지코드(G-code) 명령 신호 따라 출력물을 자동으로 제거하는 단계;를 포함한다.

[0021] 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 상태 정보는, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 프린터 상태 및 상기 FDM 3D 프린트 장치의 현재 온도를 포함한다.

발명의 효과

[0022] 이상에서 설명한 바와 같은 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결합감지 및 자동화 프로세스에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.

[0023] 첫째, FDM 프린터의 출력물 품질 향상과 장비유지보수 시간 단축할 수 있다.

[0024] 둘째, 이미지 데이터와 딥러닝 모델을 활용해 실시간으로 출력물의 상태를 평가하고 프린터의 상태를 예측할 수 있다.

[0025] 셋째, 모델을 학습시키는데 필요한 이미지 데이터셋을 실시간으로 수집하여 자동 학습하는 환경을 구현할 수 있다.

[0026] 넷째, 작업자 없이 자동으로 출력물을 출력하고 이미지를 수집할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 장비 구성도이다.

도 2는 본 발명의 작동 순서도이다.

도 3은 본 발명의 구성도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 프린터제어부(10)의 구성도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지분석부(20)의 구성도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 결합도출부(30)의 구성도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 FDM 3D 프린트 장치의 구동 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들에 따른 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결합감지 및 자동화 프로세스에 대하여 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하거나, 개략적인 구성을 이해하기 위하여 실제보다 축소하여 도시한 것이다.

[0029] 또한, 제1 및 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진

자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0031] 도 1은 본 발명의 장비 구성도이다.

[0032] 도 1을 참고하면, 본 발명의 장비 구성도는 라즈베리파이(싱글보드 컴퓨터)와 카메라, FDM 3D 프린터, 모니터링용 컴퓨터 및 배드리무버를 포함한다. 여기서, 라즈베리파이를 중심으로 상기 FDM 3D 프린터는 시리얼 통신을 기반으로 데이터를 주고받으며, 상기 데이터에 포함된 지코드를 통해 텍스트 명령어가 상기 시리얼 통신을 통해 상기 FDM 3D 프린터에 전달되어, 상기 FDM 3D 프린터는 객체를 출력한다. 이후 상기 라즈베리파이는 출력된 객체를 스캔하도록 상기 카메라에 명령 제어 코드를 송신함에 따라 상기 카메라는 상기 출력된 객체를 캡처하고, 캡처한 이미지를 상기 라즈베리파이로 송신한다. 이 모든 과정은 상기 라즈베리파이(싱글보드 컴퓨터)와 상기 모니터링용 컴퓨터의 실시간 송수신된 이미지 및 상태를 기반으로 하여 상기 모니터링용 컴퓨터에서 상기 라즈베리파이(싱글보드 컴퓨터)로 출력물용 지코드(G-code)를 송신하기 때문에 제어할 수 있다. 상기 라즈베리파이는 상기 객체의 출력물에 결함이 없도록 상기 배드리무버를 통해서 상기 FDM 3D 프린터 배드에 이물질질을 제거하도록 서보모터 작동명령을 수신하며, 여기서, 상기 서보모터 작동명령은 GPIO 포트를 통해서 이뤄진다.

[0033]

[0034] 도 2는 본 발명의 작동 순서도이다.

[0035] 도 2를 참고하면, 본 발명의 경우 이미지 데이터와 딥러닝 모델을 활용해 실시간으로 출력물의 상태를 평가하고 프린터의 상태를 예측하는 프로세스와 소프트웨어 플랫폼을 제안한다. 또한, 모델을 학습시키는데 필요한 이미지 데이터셋을 자동으로 수집하고 학습하는 환경을 구현해 학습에 많은 데이터가 필요한 단점을 극복했다. 따라서 본 발명의 이미지 데이터와 딥러닝 모델을 활용해 실시간으로 출력물의 상태를 평가하고 프린터의 상태를 예측하는 프로세스의 작동 순서는 상기 라즈베리파이에서 생성된 G-code가 프린트로 전송되고 프린팅이 진행된다. 이에 따라 한 레이어를 적층한 뒤 엑스투루더를 원점으로 보낸다. 이후, 출력물의 이미지를 캡처하고 AI를 활용해 분석을 진행한다. 또한, 결함이 감지되면 사용자에게 결함을 알리고 원인파 문제해결방안을 제공한다. or 결함이 발견되지 않았다면 출력을 계속 진행한다.

[0037] 도 3은 본 발명의 구성도이다.

[0038] 도 3을 참고하면, AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결함감지 및 솔루션제공 장치는 프린터제어부(10), 이미지분석부(20) 및 결함도출부(30)를 포함한다.

[0039] 프린터제어부(10)는 FDM 3D 프린트 장치에 있어서, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 엑스투루더(Extruder) 제어 지코드(G-code)를 전송하며, 이미지분석부(20)는 상기 FDM 3D 프린트 장치에서 출력물의 이미지를 스캔하도록 제어 신호를 전송하고, AI를 활용해 스캔된 출력물의 이미지 분석을 수행한다. 결함도출부(30)는 이미지분석부(20)에서 결함이 감지되면 사용자에게 결함을 알리고 원인파 솔루션을 제공한다.

[0041] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 프린터제어부(10)의 구성도이다.

[0042] 도 4를 참고하면, 프린터제어부(10)는 트리거신호송신부(10a), 프린팅신호송신부(10b), 프린팅재준비부(10c) 및 배드리무버제어코드생성부(10d)를 포함한다.

[0043] 트리거신호송신부(10a)는 상기 FDM 3D 프린트 장치의 상태정보를 수신받아, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 트리거 코드인 상기 지코드(G-code)를 생성하여 상기 FDM 3D 프린트 장치로 송신한다. 여기서, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 상태 정보는 상기 FDM 3D 프린트 장치의 프린터 상태 및 상기 FDM 3D 프린트 장치의 현재 온도를 포함한다. 이후, 프린팅신호송신부(10b)는 상기 FDM 3D 프린트 장치의 엑스투루더(Extruder)가 객체를 프린트하여 하나의 레이어를 적층하도록 제어하는 신호를 생성하여, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 엑스투루더(Extruder)로 송신한다. 프린팅재준비부(10c)는 상기 FDM 3D 프린트 장치의 엑스투루더(Extruder)가 하나의 레이어를 적층한 뒤, 엑스투루더(Extruder)를 원점(0,0,0)의 위치로 보낸다. 여기서, 상기 하나의 레이어 적층 높이는 슬라이싱 소프트웨어에서 제안하는 일반 품질 설정인 0.2mm로 설정하였고, 기준선에서 노즐 온도는 205° C로 설정되었고

빌드 플레이트의 온도는 60℃로 설정한다. 또한, 베드리무버제어코드생성부(10d)는 상기 FDM 3D 프린트 장치에서 객체의 출력이 완료 혹은 출력에 실패했을 경우 다음 출력을 이어나갈 수 있도록, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 프린팅 베드에서 출력물을 탈착 혹은 제거하도록 자동 베드 리무버의 제어 명령 코드를 생성한다. 여기서, 좀 더 상세하게 설명하자면 베드리무버제어코드생성부(10d)는 상기 자동 베드 리무버의 제어 명령 코드인 M118 명령어를 생성하며, 상기 M118 명령어의 라인이 실행될 때, 미리 코딩된 동작대로 상기 자동 베드 리무버의 서보모터가 작동되도록, 시리얼 통신을 통해 라즈베리파이에 상기 자동 베드 리무버의 서보모터의 제어 텍스트를 전송한다.

[0044] 여기서, 상기 베드 리무버에 대해서 상세하게 설명하자면, 상기 베드리무버는 베드 리무버 고정부(1)&리무버 축(1), 베드 리무버 고정부(2)&리무버 축(2)&서보모터 고정부 및 메인 바디를 포함한다. 상기 베드 리무버 고정부(1)&리무버 축(1)은 3D 프린트 X축 횡 프레임에 고정 시켜주는 장비로 리무버가 회전 할 수 있는 회전축으로 활용된다. 또한, 사익 베드 리무버 고정부(2)&리무버 축(2)&서보모터 고정부의 경우, 반대편 고정부 및 회전축으로 활용되며, 서보모터가 장착되어 축의 회전력을 제공한다. 상기 메인 바디는 출력물 베드의 X 축 방향으로 바닥과 밀착해 Y축으로 이동하며 출력물을 제거하는 구조이며, 출력 중에는 프린터 노즐보다 상대적으로 높은 Z 좌표에 위치해 출력을 방해하지 않는다. 또한 칼날이 끝단에 달려있어 출력물을 적은 힘으로 제거할 수 있는 구조이다.

[0046] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지분석부(20)의 구성도이다.

[0047] 도 5를 참고하면, 이미지분석부(20)는 명령제어신호전송부(20a), 이미지DB부(20b), 이미지결합분석부(20c) 및 AI학습부(20d)를 포함한다.

[0048] 명령제어신호전송부(20a)는 상기 FDM 3D 프린트의 촬상장치에서 출력물의 이미지를 실시간 스캔하도록 명령하는 제어 신호를 생성하여 전송한다. 이에 따라 이미지DB부(20b)는 상기 FDM 3D 프린트의 촬상장치에서 스캔한 출력물의 이미지를 실시간 수집하여 데이터베이스를 구축하고, 이미지결합분석부(20c)는 AI 이미지 분석 알고리즘을 활용해 상기 이미지DB부에서 수집된 출력물 이미지로부터 출력물의 결합을 분석한다. 즉, 좀 더 상세하게 설명하자면 이미지결합분석부(20c)는 심층 신경망 기반 객체 감지의 한 형태인 YOLO(You Only Look Once) 알고리즘을 사용하여 감지하면, 가벼운 Edge 하드웨어에서도 실시간으로 이미지로부터 출력물의 결합을 감지한다. 또한, AI학습부(20d)는 AI의 3D 이미지 결합 분석 오류율을 저감하고, 자동 3D 이미지 결합 도출 학습 능력을 높이기 위해 이미지DB부(20b)에서 구축한 데이터베이스와 이미지결합분석부(20c)에서 분석된 이미지 데이터를 상기 AI 이미지 분석 알고리즘에 재입력하여 상기 AI를 재학습한다. 즉 여기서, AI학습부(20d)는 샘플링 기술을 사용하여 이미지DB부(20b)와 이미지결합분석부(20c)로부터 데이터 세트를 수집하며, 여기서 상기 데이터 세트는 61개의 "정상" 샘플과 25개의 "비정상" 샘플이 포함된다. 상기 61개의 "정상" 샘플과 25개의 "비정상" 샘플에는 100개의 레이어가 있다. 또한, AI학습부(20d)는 변형 자동 인코더(VAE:Variational Autoencoder) 교육을 위해 사용자인터페이스를 통해 샘플 이미지를 수동으로 보강했다. 따라서, 총 17800개의 이미지에 대해 변형 자동 인코더(VAE:Variational Autoencoder) 네트워크를 학습한다.

[0050] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 결합도출부(30)의 구성도이다.

[0051] 도 6을 참고하면, 결합도출부(30)는 솔루션제공부(30a) 및 출력제어신호송신부(30b)를 포함한다. 여기서, 솔루션제공부(30a)는 이미지분석부(20)에서 스캔한 출력물 이미지에서 결합이 감지되면 사용자에게 결합의 원인 및 솔루션 데이터를 FDM 3D 프린트 장치 디스플레이부에 전송하며, 출력제어신호송신부(30b)는 이미지분석부(20)에서 스캔한 출력물 이미지에서 결합이 발견되지 않는 경우, 상기 FDM 3D 프린트 장치에서 출력을 계속 진행하도록 제어 명령 신호를 송신한다.

[0053] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 FDM 3D 프린트 장치의 구동 흐름도이다.

[0054] 도 7을 참고하면, AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 방법은 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결합감지 및 솔루션을 제공하는 FDM 3D 프린트 장치의 구동 방법에 있어서, 통신모듈부에서 상기 FDM 3D 프린트 장치의 상태 정보를 라즈베리파이로 송신하고, 상기 라즈베리파이로부터 FDM 3D 프린트 장치 제어 명령 지코드(G-code)를 수신받는 단계(S701); 상기 통신모듈부에서 수신된 신호에 따라, 3D압출부는 상기 FDM 3D 프린트 장치의 익스트루더

(Extruder)를 통해 객체를 레이어 단위로 적층하는 단계(S702); 3D촬상부는 상기 FDM 3D 프린트 장치의 촬상장치에서 출력물을 캡처하는 단계(S703); 이미지결합도출부는 상기 3D촬상부에서 캡처된 출력물의 결합을 검출하는 단계(S704); 상기 3D촬상부에서 출력물의 출력이 완료되면, 베드리무버부는 지코드(G-code) 명령 신호 따라 출력물을 자동으로 제거하는 단계(S705);를 포함한다. 여기서, 상기 FDM 3D 프린트 장치의 상태 정보는 상기 FDM 3D 프린트 장치의 프린터 상태 및 상기 FDM 3D 프린트 장치의 현재 온도를 포함한다. 이상에서 설명한 바와 같은 AI 기반 실시간 FDM 3D 프린팅 결합감지 및 자동화 프로세스에 따르면 다음과 같은 효과가 있다. 첫째, FDM 프린터의 출력물 품질 향상과 장비유지보수 시간 단축할 수 있다. 둘째, 이미지 데이터와 딥러닝 모델을 활용해 실시간으로 출력물의 상태를 평가하고 프린터의 상태를 예측할 수 있다. 셋째, 모델을 학습시키는데 필요한 이미지 데이터셋을 실시간으로 수집하여 자동 학습하는 환경을 구현할 수 있다.

[0056]

앞서 설명한 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술 분야에 통상의 지식을 갖는 자라면 후술될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

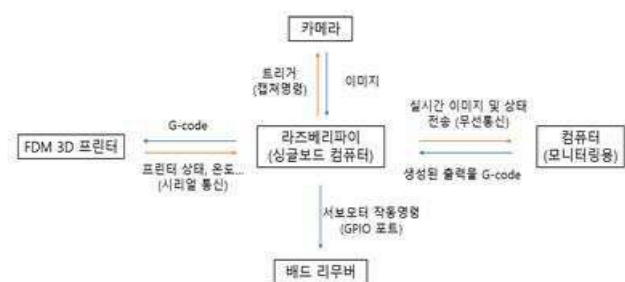
부호의 설명

[0057]

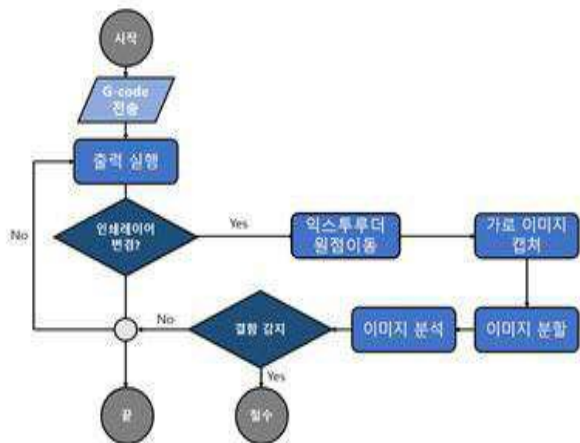
10: 프린터제어부	10a: 트리거신호송신부
10b: 프린팅신호송신부	10c: 프린팅재준비부
10d: 베드리무버제어코드생성부	
20: 이미지분석부	20a: 명령제어신호전송부
20b: 이미지DB부	20c: 이미지결합분석부
20d: AI 학습부	
30: 결합도출부	
30a: 솔루션제공부	30b: 출력제어신호송신부

도면

도면1



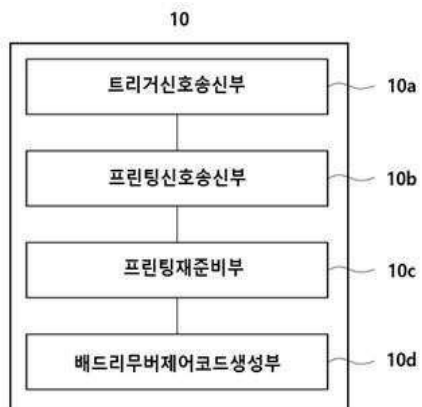
도면2



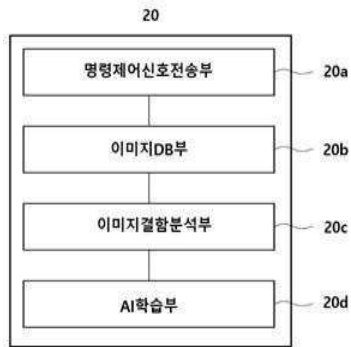
도면3



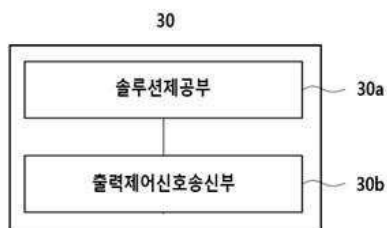
도면4



도면5



도면6



도면7

