(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월20일
(11) 등록번호 10-2422482
(24) 등록일자 2022년07월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 23/18 (2018.01) *G01N 23/04* (2018.01)
G06N 3/04 (2006.01) *G06N 3/08* (2006.01)
G06T 11/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 23/18 (2013.01)
G01N 23/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0047863(분할)
(22) 출원일자 2022년04월19일
심사청구일자 2022년04월19일
(62) 원출원 특허 10-2021-0123908
원출원일자 2021년09월16일
심사청구일자 2021년09월16일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020210024767 A
JP2004294287 A
JP2009544982 A
KR102269741 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
라이트브라더스 주식회사
서울특별시 용산구 녹사평대로11길 54 , 1층, 지하1층(서빙고동)
(72) 발명자
김희수
서울특별시 성동구 매봉길 15 ,106동604호(옥수동,래미안옥수리버젠)
(74) 대리인
박근수

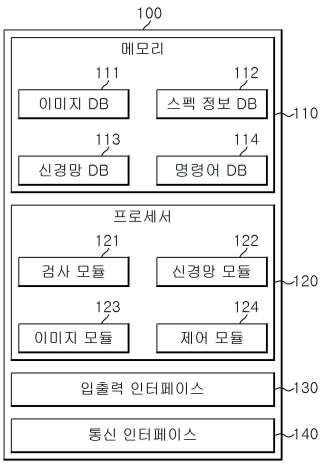
전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 정치영

(54) 발명의 명칭 **그레이 스케일 분석에 의한 제품의 비파괴 검사 장치, 방법, 및 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체**

(57) 요 약

본 문서의 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치는 비파괴 검사 제품에 엑스선을 방사하여 투과된 투과량 정보를 획득하는 동작; 상기 투과량 정보를 기초로 그레이 스케일 이미지를 생성하는 동작; 상기 이미지에 표현된 상기 제품의 일단으로부터 연장된 방향을 따라 타단에 이르기까지 상기 제품의 그레이 스케일을 측정하는 동작; 및 상기 그레이 스케일의 변화량을 기초로 상기 제품의 비정상 영역을 탐지하는 동작을 수행할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06N 3/04 (2013.01)
G06N 3/08 (2013.01)
G06T 11/00 (2013.01)
G01N 2223/1016 (2013.01)
G01N 2223/401 (2013.01)
G01N 2223/6462 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711126483
과제번호 2020-0-01713-002
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 민관협력기반ICT스타트업육성(R&D)
연구과제명 자전거 거래 플랫폼 서비스를 위한 빅데이터 및 잔존 평가 AI 기술 개발
기 여 율 1/1
과제수행기관명 라이트브라더스(주)
연구기간 2020.06.01 ~ 2022.12.31
공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

소정의 동작을 수행하도록 하는 명령어들을 저장하는 하나 이상의 메모리; 및 상기 하나 이상의 메모리와 동작 가능 하도록 연결되어 상기 명령어들을 실행하도록 설정된 하나 이상의 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서의 동작은,

비파괴 검사 제품에 엑스선을 방사하여 투과된 투과량 정보를 획득하는 동작;

상기 투과량 정보를 기초로 그레이 스케일 이미지를 생성하는 동작;

상기 이미지에 표현된 상기 제품의 일단으로부터 연장된 방향을 따라 타단에 이르기까지 상기 제품의 그레이 스케일을 측정하는 동작; 및

상기 그레이 스케일의 변화량을 기초로 상기 제품의 비정상 영역을 탐지하는 동작을 포함하고,

상기 투과량 정보를 획득하는 동작은,

비파괴 검사 제품의 부품별 스펙 정보가 매핑되어 있는 부품별 이미지 데이터 세트를 기초로 학습된 제1 신경망 모델에 상기 비파괴 검사 제품의 전체 이미지를 입력하여 상기 비파괴 검사 제품의 부품을 특정하는 동작; 및

상기 특정된 부품을 상기 엑스선이 방사되는 위치로 조절하여 상기 특정된 부품 별 엑스선의 투과량 정보를 획득하는 동작을 포함하는,

비파괴 검사 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 엑스선은

카본으로 형성된 비파괴 검사 제품의 그레이 스케일을 얻을 수 있도록, 60kV 이상 70kV 이하 범위의 전압, 11.0mA 이상 12.0 mA 이하 범위의 전류, 0.4mm 이상 1.0mm 이하 범위의 초점(FOC)로 설정되는,

비파괴 검사 장치.

청구항 3

소정의 동작을 수행하도록 하는 명령어들을 저장하는 하나 이상의 메모리; 및 상기 하나 이상의 메모리와 동작 가능 하도록 연결되어 상기 명령어들을 실행하도록 설정된 하나 이상의 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서의 동작은,

비파괴 검사 제품에 엑스선을 방사하여 투과된 투과량 정보를 획득하는 동작;

상기 투과량 정보를 기초로 그레이 스케일 이미지를 생성하는 동작;

상기 이미지에 표현된 상기 제품의 일단으로부터 연장된 방향을 따라 타단에 이르기까지 상기 제품의 그레이 스케일을 측정하는 동작; 및

상기 그레이 스케일의 변화량을 기초로 상기 제품의 비정상 영역을 탐지하는 동작을 포함하고,

상기 이미지를 생성하는 동작은,

엑스선 투과량의 세기를 0 이상 3500 이하의 a.u. intensity(arbitrary unit intensity)로 분류하는 경우, 상

기 엑스선의 투과량이 2216 이상 2500 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하는 제1 템플릿, 2108 이상 3294 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하는 제2 템플릿, 1893 이상 2878 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하는 제3 템플릿, 1257 이상 2878 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하도록 설정된 제4 템플릿, 31 이상 2410 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하도록 설정된 제5 템플릿 중 상기 비파괴 검사 제품의 종류에 기초해 어느 하나의 템플릿을 선택하고, 선택된 템플릿에 기 설정된 범위를 기초로 상기 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하는 동작을 포함하는,

비파괴 검사 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 변화량을 측정하는 동작은,

상기 일단에 위치한 일 점이 상기 일단으로부터 연장된 방향을 따라 타단에 이르기까지 이동한 거리를 x 축, 상기 일 점이 이동하도록 제어하면서 측정된 그레이 스케일의 크기를 y 축으로 하여 그레이 스케일의 변화량을 측정한 2차원 그래프 정보를 생성하는 동작을 포함하는,

비파괴 검사 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 탐지하는 동작은,

상기 2차원 그래프 정보 중 소정의 제1 축 범위 내에서 제2 축 값의 변화량이 기 설정된 임계값 이상으로 발생하는 부분이 있는 경우, 상기 기 설정된 임계값 이상으로 제2 축 변화량이 발생한 제2 축에 해당하는 부분을 비정상 영역으로 탐지하는 동작을 포함하는,

비파괴 검사 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 변화량을 측정하는 동작은,

상기 제품을 소정 방향으로 절단하도록 배치된 절단선이 상기 제품을 절단하게 되는 길이를 제3 축, 상기 절단선이 상기 제품의 일단으로부터 연장된 방향을 따라 타단에 이르기까지 이동시킨 거리를 제1 축, 상기 절단선이 상기 일단에서 상기 타단으로 이동하면서 측정된 그레이 스케일의 크기를 제2 축으로 하여 그레이 스케일의 변화량을 측정한 3차원 그래프 정보를 생성하는 동작을 포함하는,

비파괴 검사 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 탐지하는 동작은,

상기 3차원 그래프 정보 중 소정의 제1 축 범위 내에서 제2 축 값의 변화량이 기 설정된 임계값 이상으로 발생하는 부분이 있는 경우, 상기 기 설정된 임계값 이상으로 제2 축 변화량이 발생한 제1 축에 해당하는 부분을 비정상 영역으로 탐지하는 동작을 포함하는,

비파괴 검사 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 탐지하는 동작은,

상기 3차원 그래프 정보 중 소정의 제1 축 범위 내에서 제2 축 값의 변화량이 기 설정된 임계값 이상으로 발생하는 부분이 있는 경우, 상기 기 설정된 임계값 이상으로 제2 축 변화량이 발생한 제1 축 길이 및 제3 축 길이로 이루어진 3차원 영역을 비정상 영역으로 탐지하는 동작을 포함하는,

비파괴 검사 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 부품별 스펙 정보는,

상기 부품의 종류를 특정하는 정보 및 상기 부품에 대해 비파괴 검사를 수행하도록 기 설정되어 있는 엑스선의 전압, 전류, 및 초점 거리에 대한 정보를 포함하는,

비파괴 검사 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 신경망은,

이미지 판별 알고리즘을 기초로 학습이 수행되고,

상기 부품별 이미지 데이터 세트는,

이미지의 일부에 비파괴 검사 제품의 프레임, 휠, 및 구동계에 대해 레이블링된 데이터 세트를 포함하는,

비파괴 검사 장치.

청구항 11

소정의 동작을 수행하도록 하는 명령어들을 저장하는 하나 이상의 메모리; 및 상기 하나 이상의 메모리와 동작 가능 하도록 연결되어 상기 명령어들을 실행하도록 설정된 하나 이상의 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서의 동작은,

비파괴 검사 제품에 엑스선을 방사하여 투과된 투과량 정보를 획득하는 동작;

상기 투과량 정보를 기초로 그레이 스케일 이미지를 생성하는 동작;

상기 이미지에 표현된 상기 제품의 일단으로부터 연장된 방향을 따라 타단에 이르기까지 상기 제품의 그레이 스케일을 측정하는 동작;

상기 그레이 스케일의 변화량을 기초로 상기 제품의 비정상 영역을 탐지하는 동작;

상기 탐지된 비정상 영역의 종류를 판별하는 동작; 및

상기 비정상 영역의 이미지를 기초로 상기 비정상 영역의 종류를 판별하는 동작을 포함하고,

상기 비정상 영역의 종류를 판별하는 동작은,

비정상 이미지 데이터 세트를 기초로 학습된 제2 신경망 모델에 상기 비정상 영역의 이미지를 입력하여 상기 비정상 영역의 클래스를 판별하는 동작을 포함하는,

비파괴 검사 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 비정상 영역의 종류를 판별하는 동작은,

상기 비정상 영역을 포함하는 부품의 스펙 정보에 상기 비정상 영역의 클래스에 기초한 감가 정보를 반영하여 가격을 산정하는 동작을 더 포함하고,

상기 부품별 스펙 정보는,

상기 부품의 가격을 특정하는 정보를 포함하는,

비파괴 검사 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제2 신경망은,

이미지 판별 알고리즘을 기초로 학습이 수행되고,

상기 비정상 이미지 데이터 세트는,

이미지의 일부에 비파괴 검사 제품의 파손, 수리, 보강, 접합 및 기공에 대해 레이블링된 데이터 세트를 포함하는,

비파괴 검사 장치.

청구항 14

비파괴 검사 장치가 수행하는 비파괴 검사 방법에 있어서,

비파괴 검사 제품에 엑스선을 방사하여 투과된 투과량 정보를 획득하는 단계;

상기 투과량 정보를 기초로 그레이 스케일 이미지를 생성하는 단계;

상기 이미지에 표현된 상기 제품의 일단으로부터 연장된 방향을 따라 타단에 이르기까지 상기 제품의 그레이 스케일을 측정하는 단계; 및

상기 그레이 스케일의 변화량을 기초로 상기 제품의 비정상 영역을 탐지하는 단계를 포함하고,

상기 투과량 정보를 획득하는 단계는,

비파괴 검사 제품의 부품별 스펙 정보가 매핑되어 있는 부품별 이미지 데이터 세트를 기초로 학습된 제1 신경망 모델에 상기 비파괴 검사 제품의 전체 이미지를 입력하여 상기 비파괴 검사 제품의 부품을 특정하는 단계; 및

상기 특정된 부품을 상기 엑스선이 방사되는 위치로 조절하여 상기 특정된 부품 별 엑스선의 투과량 정보를 획득하는 단계를 포함하는,

비파괴 검사 방법.

청구항 15

제14항의 방법을 프로세서가 수행하게 하는 명령어를 포함하는 컴퓨터 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능 기록매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 문서의 실시예는 비파괴 검사 제품에 대한 엑스선 투과를 통해 추출한 그레이 스케일의 분석을 통해 제품의 비파괴 검사를 수행하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 자전거는 사람이 페달을 밟아 움직이게 되는 이동 수단으로서 가볍고 튼튼한 재질로 제작될수록 이동 효율과 안정성이 높아진다. 이에 따라, 최근에는 무게가 가벼우면서도 상대적으로 강도가 강한 카본 복합재(Carbon Composite)로 제작된 자전거가 개발 및 제조되고 있다.

[0004] 한편, 자전거의 부품 중에서는 카본 복합재의 두께가 1㎜도 되지 않을 정도로 매우 얇게 제작되는 부품도 있기에, 제조 과정에서 카본 복합재 내부에 기공이 발생하기도 하고, 사용 과정에서 사용자의 무게나 충격으로 인해 부품에 균열이 쉽게 발생하기도 한다.

[0005] 이러한 기공이나 균열 등이 발생한 비정상 부분은 자전거의 안정성에 큰 영향을 준다. 예를 들어, 비정상적 부분의 결함은 자칫하면 자전거의 운행 중 파손되어 큰 사고로 이어질 수 있고, 비정상적인 문제가 있음에도 정상으로 둔갑하여 중고 시장에서 거래되어 이러한 문제를 알지 못한 채 자전거를 거래한 매수자가 사고나 피해를 입을 가능성이 있다.

[0006] 다만, 이러한 카본 복합재의 비정상 부분은 매우 미세하여 전문가가 아니면 확인이 어려운 데다가, 자전거의 접합 부분을 일일이 분해하여 검사하지 않으면 내부를 확인할 수 없어, 그 검사 과정 또한 소요되는 시간과 비용이 상당하다는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제10-2157233호: 중성자선과 엑스선을 이용하는 비파괴 검사 시스템

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 문서의 실시예들은 상술한 문제를 해결하기 위해, 비파괴 검사(Non-destructive Inspection)를 통해 비파괴 검사 제품의 비정상 영역을 자동으로 검출하는 기술을 제공하고자 한다.

[0010] 특히, 비정상 영역을 자동으로 정확하게 검출해내기 위해서는 비파괴 검사 제품로부터 분석 대상이 되는 정보 자체를 분석에 용이하도록 획득하는 기술과, 획득된 정보를 가공하여 정보의 의미를 분석해내는 기술이 요구된다. 이를 위해, 본 문서의 실시예들은 카본에 대한 비파괴 검사에 적합한 이미지를 생성해내는 전처리 정보 획득 과정과, 전처리 정보 획득 과정을 통해 얻은 정보를 가공하여 부품의 비정상 부분을 검출해내는 기술을 제시한다.

[0011] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 바로 제한되지 않으며, 언급되지는 않았으나 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있는 목적을 포함할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치는 소정의 동작을 수행하도록 하는 명령어들을 저장하는 하나 이상의

메모리; 및 상기 하나 이상의 메모리와 동작 가능 하도록 연결되어 상기 명령어들을 실행하도록 설정된 하나 이상의 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서의 동작은 비파괴 검사 제품에 엑스선을 방사하여 투과된 투과량 정보를 획득하는 동작; 상기 투과량 정보를 기초로 그레이 스케일 이미지를 생성하는 동작; 상기 이미지에 표현된 상기 제품의 일단으로부터 연장된 방향을 따라 타단에 이르기까지 상기 제품의 그레이 스케일을 측정하는 동작; 및 상기 그레이 스케일의 변화량을 기초로 상기 제품의 비정상 영역을 탐지하는 동작을 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 엑스선은 카본으로 형성된 비파괴 검사 제품의 그레이 스케일을 얻을 수 있도록, 60kV 이상 70kV 이하 범위의 전압, 11.0mA 이상 12.0 mA 이하 범위의 전류, 0.4㎜ 이상 1.0㎜ 이하 범위의 초점(FOC)로 설정될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 이미지를 생성하는 동작은 엑스선 투과량의 세기를 0 이상 3500 이하의 a.u. intensity(arbitrary unit intensity)로 분류하는 경우, 상기 엑스선의 투과량이 2216 이상 2500 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하는 제1 템플릿, 2108 이상 3294 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하는 제2 템플릿, 1893 이상 2878 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하는 제3 템플릿, 1257 이상 2878 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하도록 설정된 제4 템플릿, 31 이상 2410 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하도록 설정된 제5 템플릿 중 상기 비파괴 검사 제품의 종류에 기초해 어느 하나의 템플릿을 선택하고, 선택된 템플릿에 기 설정된 범위를 기초로 상기 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하는 동작을 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 변화량을 측정하는 동작은 상기 일단에 위치한 일 점이 상기 일단으로부터 연장된 방향을 따라 타단에 이르기까지 이동한 거리를 x 축, 상기 일 점이 이동하도록 제어하면서 측정된 그레이 스케일의 크기를 y 축으로 하여 그레이 스케일의 변화량을 측정한 2차원 그래프 정보를 생성하는 동작을 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 탐지하는 동작은 상기 2차원 그래프 정보 중 소정의 제1 축 범위 내에서 제2 축 값의 변화량이 기 설정된 임계값 이상으로 발생하는 부분이 있는 경우, 상기 기 설정된 임계값 이상으로 제2 축 변화량이 발생한 제2 축에 해당하는 부분을 비정상 영역으로 탐지하는 동작을 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 변화량을 측정하는 동작은 상기 제품을 소정 방향으로 절단하도록 배치된 절단선이 상기 제품을 절단하게 되는 길이를 제3 축, 상기 절단선이 상기 제품의 일단으로부터 연장된 방향을 따라 타단에 이르기까지 이동시킨 거리를 제1 축, 상기 절단선이 상기 일단에서 상기 타단으로 이동하면서 측정된 그레이 스케일의 크기를 제2 축으로 하여 그레이 스케일의 변화량을 측정한 3차원 그래프 정보를 생성하는 동작을 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 탐지하는 동작은 상기 3차원 그래프 정보 중 소정의 제1 축 범위 내에서 제2 축 값의 변화량이 기 설정된 임계값 이상으로 발생하는 부분이 있는 경우, 상기 기 설정된 임계값 이상으로 제2 축 변화량이 발생한 제1 축에 해당하는 부분을 비정상 영역으로 탐지하는 동작을 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 탐지하는 동작은 상기 3차원 그래프 정보 중 소정의 제1 축 범위 내에서 제2 축 값의 변화량이 기 설정된 임계값 이상으로 발생하는 부분이 있는 경우, 상기 기 설정된 임계값 이상으로 제2 축 변화량이 발생한 제1 축 길이 및 제3 축 길이로 이루어진 3차원 영역을 비정상 영역으로 탐지하는 동작을 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 투과량 정보를 획득하는 동작은 비파괴 검사 제품의 부품별 스펙 정보가 매핑되어 있는 부품별 이미지 데이터 세트를 기초로 학습된 제1 신경망 모델에 상기 비파괴 검사 제품의 전체 이미지를 입력하여 상기 비파괴 검사 제품의 부품을 특정하는 동작; 및 상기 특정된 부품을 상기 엑스선이 방사되는 위치로 조절하여 상기 특정된 부품 별 엑스선의 투과량 정보를 획득하는 동작을 포함하고, 상기 부품별 스펙 정보는 상기 부품의 종류를 특정하는 정보 및 상기 부품에 대해 비파괴 검사를 수행하도록 기 설정되어 있는 엑스선의 전압, 전류, 및 초점 거리에 대한 정보를 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 제1 신경망은 이미지 판별 알고리즘을 기초로 학습이 수행되고, 상기 부품별 이미지 데이터 세트는 이미지의 일부에 비파괴 검사 제품의 프레임, 휠, 및 구동계에 대해 레이블링된 데이터 세트를 포함할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 프로세서의 동작은 상기 비정상 영역을 탐지하는 동작 이후, 상기 비정상 영역의 이미지를 기초로 상기 비정상 영역의 종류를 판별하는 동작을 더 포함할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 비정상 영역의 종류를 판별하는 동작은 비정상 이미지 데이터 세트를 기초로 학습된 제2 신경망 모델에 상기 비정상 영역의 이미지를 입력하여 상기 비정상 영역의 클래스를 판별하는 동작; 및 상기 비정상 영역을 포함하는 부품의 스펙 정보에 상기 비정상 영역의 클래스에 기초한 감가 정보를 반영하여 가격을 산정하는 동작을 더 포함하고, 상기 부품별 스펙 정보는 상기 부품의 가격을 특정하는 정보를 포함할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 제2 신경망은 이미지 판별 알고리즘을 기초로 학습이 수행되고, 상기 비정상 이미지 데이터 세트는

이미지의 일부에 비파괴 검사 제품의 파손, 수리, 보강, 접합 및 기공에 대해 레이블링된 데이터 세트를 포함할 수 있다.

[0026] 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치가 수행하는 비파괴 검사 방법은 비파괴 검사 제품에 엑스선을 방사하여 투과된 투과량 정보를 획득하는 단계; 상기 투과량 정보를 기초로 그레이 스케일 이미지를 생성하는 단계; 상기 이미지에 표현된 상기 제품의 일단으로부터 연장된 방향을 따라 타단에 이르기까지 상기 제품의 그레이 스케일을 측정하는 단계; 및 상기 그레이 스케일의 변화량을 기초로상기 제품의 비정상 영역을 탐지하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 문서의 실시예에 따르면, 비파괴 검사 제품의 분해 없이도 간단하게 부품의 비정상 부분을 검출해낼 수 있고 비정상 부분의 종류를 판별해낼 수 있다. 이에 따라, 비파괴 검사 제품의 제조 시 검수 과정을 효과적으로 단축시키면서 검수 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0029] 또한, 인증된 기관이 본 문서의 기술을 사용함으로써 자전거 등 제품의 중고 거래 시장에서 제품의 품질을 인증하여 건전한 거래 문화를 적립하고, 제품 사용자의 안전을 보장할 수 있다.

[0030] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치의 기능 블록도이다.

도 2는 일 실시예에 따라 자전거의 전체 이미지에 포함된 자전거의 부품을 분류하는 제1 신경망의 예시도이다.

도 3은 일 실시예에 따라 부품의 비정상 영역을 탐지한 결과 이미지이자, 비정상 영역의 종류를 판별하는 제2 신경망의 학습에 사용되는 이미지의 예시도이다.

도 4는 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치가 비파괴 검사 방법을 수행하는 동작의 흐름도이다.

도 5는 동일한 대상에 대하여 엑스선의 성질을 달리하여 획득된 정보로부터 생성된 각각의 그레이 스케일 이미지 예시도이다.

도 6은 그레이 스케일로 변환할 엑스선의 투과량 범위를 달리하여 생성된 그레이 스케일 이미지의 예시도이다.

도 7은 일 실시예에 따라 자전거 부품의 일단에 위치한 절단선이 부품의 방향을 따라 타단에 이르기까지 이동하도록 제어하면서 그레이 스케일의 변화량을 측정하는 동작을 설명하기 위한 예시도이다.

도 8은 일 실시예에 따라 정상 상태의 부품을 검출한 동작의 예시도이다.

도 9는 일 실시예에 따라 비정상 영역을 포함하는 부품을 검출한 동작의 예시도이다.

도 10은 일 실시예에 따라 측정된 그레이 스케일의 변화량을 기초로 생성된 3차원 그래프 정보의 예시도이다.

도 11은 일 실시예에 따라 자전거 부품의 일단에 위치한 일 점이 부품의 방향을 따라 타단에 이르기까지 이동하도록 제어하면서 그레이 스케일의 변화량을 측정하는 동작을 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 본 발명의 다양한 실시예가 첨부된 도면을 참조하여 기재된다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 실시예의 다양한 변경(modification), 균등물(equivalent), 및/또는 대체물(alternative)을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0034] 도 1은 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치(100)의 기능 블록도이다.

[0035] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치(100)는 메모리(110), 프로세서(120), 입출력 인터페이스(130) 및 통신 인터페이스(140)를 포함할 수 있다.

[0036] 메모리(110)는 이미지 DB(111), 스펙 정보 DB(112), 신경망 DB(113) 및 명령어 DB(114)를 포함할 수 있다.

[0037] 이미지 DB(111)는 자전거의 전체 이미지, 자전거의 부품 이미지, 자전거의 엑스선 촬영 이미지, 자전거의 엑스선 촬영 이미지 중 비정상 영역이 특정된 이미지에 대한 데이터를 저장할 수 있다. 이미지 DB(111)에 저장된 이미지는 후술할 제1 신경망 및 제2 신경망의 학습에 사용될 수 있다.

[0038] 스펙 정보 DB(112)는 자전거 부품의 상세 정보를 저장할 수 있다. 예를 들어, 부품의 상세 정보는 재질, 용도, 제조사, 생산 년도, 각 부품의 브랜드, 카테고리, 연식, 동작 방식, 컬러, 소재, 모델명, 사이즈, 최소 권장키, 최대 권장키, 지오메트리, 제조 시 배출되는 탄소량, 가격, 부품에 대해 비파괴 검사를 수행하기 위해 설정해야 하는 엑스선의 전압, 전류, 및 초점 거리, 부품에 대해 획득된 엑스선 투과량 정보에서 그레이 스케일로 변환하기 위해 설정해야 하는 템플릿 정보를 포함할 수 있다.

[0039] 신경망 DB(113)는 학습된 신경망을 저장할 수 있다. 예를 들어, 신경망 DB(113)는 자전거의 부품별 스펙 정보가 매핑되어 있는 자전거 부품별 이미지 데이터 세트를 기초로 학습되어 소정의 자전거 이미지가 입력되면 자전거 이미지에 포함된 부품의 클래스를 특정(ex. 프레임, 휠, 및 구동계 등)하고 각 부품의 스펙 정보를 출력하는 제1 신경망 모델을 포함할 수 있다. 예를 들어, 신경망 DB(113)는 자전거 부품별 비정상 이미지 데이터 세트를 기초로 학습되어 소정의 비정상 영역 이미지를 입력하면 해당 비정상 영역의 클래스(ex. 파손, 수리, 보강, 접합 및 기공 등)를 특정하는 제2 신경망 모델을 포함할 수 있다.

[0040] 명령어 DB(114)는 프로세서(120)의 동작을 수행시킬 수 있는 명령어들을 저장할 수 있다. 예를 들어, 명령어 DB(114)는 후술할 프로세서(120)의 동작들과 대응되는 동작을 수행하도록 하는 컴퓨터 코드를 저장할 수 있다.

[0041] 프로세서(120)는 비파괴 검사 장치(100)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 프로세서(120)는 검사 모듈(121), 신경망 모듈(122), 이미지 모듈(123) 및 제어 모듈(124)을 구현할 수 있다. 프로세서(120)는 메모리(110)에 저장된 명령어들을 실행해 검사 모듈(121), 신경망 모듈(122), 이미지 모듈(123) 및 제어 모듈(124)을 구동시킬 수 있다.

[0042] 검사 모듈(121)은 엑스선을 이용하여 '제품'의 촬영을 수행하는 비파괴 촬영 장비(ex. X-RAY CT SCANNER)와 연동될 수 있고, 비파괴 촬영 장비를 제어할 수 있다. 예를 들어, 검사 모듈(121)은 자전거의 부품에 엑스선을 방사하도록 비파괴 촬영 장비를 제어하고, 자전거의 부품을 투과한 엑스선의 투과량 정보를 획득할 수 있다. 비파괴 검사 장치(100)는 비파괴 촬영 장비와 유무선으로 연결될 수 있다. 한편, 본 문서의 실시예에서는 이해의 편의상 상술한 '제품'을 자전거로 예시하여 설명하나, 본 문서의 실시예의 적용 대상은 예시에 한정되지 않고 엑스선 투과를 통해 그레이 스케일을 추출할 수 있는 다양한 제품에 적용될 수 있다.

[0043] 신경망 모듈(122)은 실시예에 따른 제1 신경망 및 제2 신경망을 학습 및 제어할 수 있다.

[0044] 도 2는 일 실시예에 따라 자전거의 전체 이미지에 포함된 자전거의 부품을 분류하는 제1 신경망의 예시도이다.

[0045] 도 2를 참조하면, 신경망 모듈(122)은 자전거의 전체 이미지에서 자전거를 구성하는 각 부품들의 위치가 바운딩 박스로 특정되어 부품을 특정하는 클래스가 레이블링된 학습 이미지를 기초로 이미지 판별 알고리즘을 이용하여 제1 신경망을 학습시킬 수 있다. 제1 신경망의 학습이 완료되면, 자전거 이미지가 제1 신경망에 입력되는 경우, 컨볼루션 연산을 통해 이미지의 특징값이 추출되고, 추출된 특징값을 기반으로 입력된 이미지에 포함된 자전거 부품들의 위치를 특정할 수 있고, 특정된 푸품에 매핑된 스펙 정보를 출력할 수 있다.

[0046] 일 예로, 제1 신경망은 자전거의 전체 이미지로부터 개별적인 부품들(ex. 프레임, 크랭크, 앞변속기, 뒷변속기, 휠, 레버 등)을 특정 및 분류할 수 있고, 서로 연동되어 동작하는 개별적인 부품의 세트(ex. 프레임셋, 구동계, 휠셋, 컴포넌트 등)를 그룹화할 수 있다. 신경망 모듈(122)은 분류된 개별적인 부품과 개별적인 부품의 세트를 기초로, 입력된 자전거 이미지에 포함된 부품의 정보를 집합의 형태로 저장할 수 있다. 예를 들어, 신경망 모듈(122)은 프레임셋에 대응하는 원소의 집합 {포크, 프레임}, 그룹셋에 대응하는 원소의 집합 {앞변속기, 뒷변속기, 브레이크, 레버, 크랭크, 카세트, 체인}, 휠셋에 대응하는 원소의 집합 {타이어, 허브}, 컴포넌트에 대응하는 원소의 집합 {스템, 싯포스트, 핸들바, 안장}의 형태로, 입력된 자전거 이미지에 포함된 부품 정보를 그룹화하여 특정할 수 있다.

[0047] 신경망 모듈(122)은 특정된 각 부품에 대응하는 스펙 정보를 스펙 정보 DB(112)에서 검색하여, 특정된 각 부품에 대응하는 스펙 정보를 매핑하여 저장할 수 있다.

[0048] 도 3은 일 실시예에 따라 부품의 비정상 영역을 탐지한 결과 이미지이자, 비정상 영역의 종류를 판별하는 제2 신경망의 학습에 사용되는 이미지의 예시도이다.

[0049] 도 3을 참조하면, 제2 신경망의 학습에 사용되는 이미지는 학습을 위해 직접 레이블링한 이미지를 포함하거나,

본 발명의 실시예(ex. 도 2의 S1010 내지 S1040의 과정)에 의해 자동으로 비정상 영역이 특정되어 비정상 영역의 종류가 레이블링된 이미지를 포함할 수 있다. 비정상 영역의 종류에 대한 클래스는 기공, 다기공, 도장 수리, 레진 과다, 박리, 섬유 손상, 섬유 불일치, 섬유 수리, 열손상, 이물질, 접합부 손상, 주름 및 탈접합에 대한 클래스를 포함할 수 있다.

[0050] 도 3을 참조하면, 신경망 모듈(122)은 비정상 영역이 바운딩 박스로 특정되어 비정상 영역의 종류에 대한 클래스가 레이블링된 학습 이미지를 기초로 소정의 이미지 판별 알고리즘을 이용하여 제2 신경망을 학습시킬 수 있다. 제2 신경망의 학습이 완료되면, 비정상 영역이 특정된 이미지가 제2 신경망에 입력되는 경우, 제2 신경망은 컨볼루션 연산을 통해 이미지의 특징값을 추출하고, 추출된 특징값을 기반으로 입력된 이미지에 포함된 비정상 영역의 위치 및 종류를 특정할 수 있다.

[0051] 이미지 모듈(123)은 비파괴 촬영 장비로부터 획득한 투과량 정보를 기초로 촬영된 자전거 부품에 대한 그레이 스케일 이미지를 생성할 수 있다.

[0052] 제어 모듈(124)은 생성된 그레이 스케일 이미지를 분석하여 촬영된 부품에 비정상 영역이 포함되어 있는 지 판별하고, 판별된 비정상 영역의 종류를 특정할 수 있다. 제어 모듈(124)은 비정상 영역의 종류에 기초하여 수리해야 할 방법을 결정하거나 해당 부품의 가격을 산정할 수 있다.

[0053] 상술한 검사 모듈(121), 신경망 모듈(122), 이미지 모듈(123) 및 제어 모듈(124)에 의해 수행되는 동작은 프로세서(120)에 의해 수행되는 동작으로 이해될 수 있다.

[0054] 입출력 인터페이스(130)는 비파괴 검사 장치(100)를 제어하는 관리자가 특정 정보를 입력하게끔 하거나, 관리자에게 특정 정보를 출력하는 하드웨어 인터페이스 또는 소프트웨어 인터페이스를 포함할 수 있다.

[0055] 통신 인터페이스(140)는 비파괴 검사 장치(100)가 통신망을 통해 외부 장치(ex. 비파괴 촬영 장비)와 정보를 송수신 할 수 있게 한다. 이를 위해, 통신 인터페이스(140)는 무선 통신모듈 또는 유선 통신모듈을 포함할 수 있다.

[0056] 비파괴 검사 장치(100)는 프로세서(120)를 통해 연산을 수행하고 네트워크를 통해 정보를 송수신할 수 있는 다양한 형태의 장치로 구현될 수 있다. 예를 들면, 휴대용 통신 장치, 스마트 폰, 컴퓨터 장치, 휴대용 멀티미디어 장치, 노트북, 태블릿 PC 등을 포함할 수 있다.

[0057] 이하, 비파괴 검사 장치(100)가 상술한 구성을 통해 수행하는 동작의 실시예를 도 4 내지 도 11과 함께 살펴본다.

[0058] 도 4는 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치(100)가 비파괴 검사 방법을 수행하는 동작의 흐름도이다.

[0059] 도 4를 참조하면, 검사 모듈(121)은 자전거의 부품에 엑스선을 방사하도록 비파괴 촬영 장비를 제어하고, 자전거의 부품을 투과한 엑스선의 투과량 정보를 획득할 수 있다(S1010)

[0060] 검사 모듈(121)은 제어 모듈(124) 또는 신경망 모듈(122)이 비정상 부분을 높은 정확도로 검출해내도록, 자전거의 각 부품에 대응하는 엑스선 제어를 수행하여 비정상 영역의 판단에 용이한 정보를 생성한다. 엑스선의 성질을 어떻게 제어하느냐에 따라 도 5와 같이 비정상 영역에 대한 정보가 포함되거나 유실될 수 있기 때문이다.

[0061] 도 5는 동일한 대상에 대하여 엑스선의 성질을 달리하여 획득된 정보로부터 생성된 각각의 그레이 스케일 이미지 예시도이다.

[0062] 도 5를 참조하면, 엑스선의 투과량이 너무 낮으면 (a)와 같은 이미지가 생성되고, 엑스선의 투과량이 너무 높으면 (c)와 같은 이미지가 생성되기 때문에, 엑스선의 성질을 부품에 적합하게 조절하여 (b)와 같은 이미지를 얻어내는 것이 중요하다.

[0063] 검사 모듈(121) 촬영 대상인 각 부품의 특성에 기초하여 각 부품 별로 엑스선의 성질을 조절할 수 있다. 예를 들어, 검사 모듈(121)은 카본으로 형성된 자전거의 부품을 촬영하는 경우, 엑스선 방사 시 60kV 이상 70kV 이하 범위의 전압, 11.0mA 이상 12.0 mA 이하 범위의 전류, 0.4mm 이상 1.0mm 이하 범위의 초점(FOC) 환경으로 설정되도록 비파괴 촬영 장비를 제어하여 엑스선을 방사할 수 있다.

[0064] 검사 모듈(121)이 엑스선 촬영 동작을 수행하기 이전에, 신경망 모듈(122)은 자전거의 부품별 스펙 정보가 매핑되어 있는 자전거 부품별 이미지 데이터 세트를 기초로 학습된 제1 신경망 모델에 비파괴 검사 대상 자전거의 전체 이미지를 촬영 및 입력하여, 검사 대상 자전거의 부품의 위치 및 부품의 종류를 특정할 수 있다. 검사 모

듈(121)은 특정된 부품별 스펙 정보를 스펙 정보 DB(112)에서 검색할 수 있다. 부품별 스펙 정보는 각 부품에 대해 비파괴 검사를 수행하도록 기 설정되어 있는 엑스선의 전압, 전류, 및 초점 거리에 대한 정보를 포함할 수 있다. 검사 모듈(121)은 특정된 부품의 위치로 엑스선이 방사되는 위치를 조절하여, 스펙 정보에 저장된 정보를 기반으로 엑스선의 성질을 제어하여, 각 부품에 대해 분석하기 적합한 투과량 정보를 획득할 수 있다.

[0065] 다음으로, 이미지 모듈(123)은 획득된 투과량 정보를 기초로 그레이 스케일 이미지를 생성할 수 있다(S1020).

[0066] 이미지 모듈(123)은 제어 모듈(124) 또는 신경망 모듈(122)이 비정상 부분을 높은 정확도로 검출해내도록, 획득된 투과량 정보 중 어떠한 범위의 정보를 활용하여 그레이 스케일로 변환할 것인지 판별하여, 비정상 영역의 판단에 용이한 이미지를 생성한다. 획득된 투과량 정보 중 어떠한 범위에 해당하는 정보를 그레이 스케일로 변환하느냐에 따라 비정상 영역에 대한 정보가 포함되거나 유실될 수 있기 때문이다.

[0067] 도 6은 그레이 스케일로 변환할 엑스선의 투과량 범위를 달리하여 생성된 그레이 스케일 이미지의 예시도이다.

[0068] 도 6을 참조하면, 이미지 모듈(123)은 엑스선 투과량의 세기를 0 이상 3500 이하의 a.u. intensity(arbitrary unit intensity)로 분류하고, 엑스선의 투과량이 2216 이상 2500 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하는 제1 템플릿, 2108 이상 3294 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하는 제2 템플릿, 1893 이상 2878 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하는 제3 템플릿, 1257 이상 2878 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하는 제4 템플릿, 31 이상 2410 이하인 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환하는 제5 템플릿 중 부품에 따라 어느 하나의 템플릿을 결정하여, 결정된 템플릿의 범위를 기초로 획득된 투과량 정보를 그레이 스케일로 변환할 수 있다.

[0069] 예를 들어, 제1 템플릿은 대비가 크고 어둡게 변환되기 때문에, 외곽선의 형태나 두께 등과 같이 측면 또는 단면을 확인해야 하는 부품의 경우, 해당 부품의 검사에 제1 템플릿이 사용되도록 스펙 정보에 저장될 수 있다.

[0070] 제2 템플릿은 대비가 적고 어둡게 변환되기 때문에, 면의 상태를 면밀히 확인해야 하는 부품의 경우, 해당 부품의 검사에 제2 템플릿이 사용되도록 스펙 정보에 저장될 수 있다.

[0071] 제3 템플릿은 대비와 밝기가 균형적으로 변환되기 때문에, 전반적인 면과 선의 요소들을 모두 검토해야 하는 부품의 경우, 해당 부품의 검사에 제3 템플릿이 사용되도록 스펙 정보에 저장될 수 있다.

[0072] 제4 템플릿은 대비가 비교적 크고 밝게 변환되기 때문에, 비교적 두께가 있거나 중첩된 구조로 인해 엑스선의 투과가 적은 부품의 경우, 해당 부품의 검사에 제4 템플릿이 사용되도록 스펙 정보에 저장될 수 있다.

[0073] 제5 템플릿은 대비가 적고 밝게 변환되기 때문에, 삼중 이상으로 중첩되어 있는 두꺼운 부품과 금속류의 원소가 혼합되어 제조되는 부품의 경우, 해당 부품의 검사에 제5 템플릿이 사용되도록 스펙 정보에 저장될 수 있다.

[0074] 다음으로, 제어 모듈(124)은 그레이 스케일 이미지에 표현된 자전거의 부품의 일단으로부터 해당 부품의 연장된 방향을 따라 타단에 이르기까지 그레이 스케일의 변화량을 측정하고(S1030), 그레이 스케일의 변화량이 임계치 이상으로 발생하는 영역을 비정상 영역으로 탐지할 수 있다(S1040).

[0075] 도 7은 일 실시예에 따라 자전거 부품의 일단(a)에 위치한 절단선이 부품의 방향을 따라 타단(b)에 이르기까지 이동하도록 제어하면서 그레이 스케일의 변화량을 측정하는 동작을 설명하기 위한 예시도이다.

[0076] 도 7을 참조하면, 제어 모듈(124)은 그레이 스케일 이미지에서 인식된 부품의 외곽면과 직교하는 절단선을 따라 그레이 스케일의 크기를 측정하도록 제어할 수 있다.

[0077] 도 8은 일 실시예에 따라 정상 상태의 부품을 측정한 예시도이다. 도 8은 이해의 편의를 위해 세 부분(a, b, c)의 이격된 위치에서 측정된 그레이 스케일의 크기를 측정한 예시이다.

[0078] 도 8를 참조하면, 제어 모듈(124)은 그레이 스케일 이미지에서 인식된 부품의 외곽면과 직교하는 절단선을 따라 그레이 스케일의 크기를 측정하도록 제어할 수 있다. 도 8의 세 부분(a, b, c)에서 측정된 그래프를 참조하면, 각 절단선의 위치에서 측정된 그레이 스케일의 크기는 변화량이 급격하게 발생하지 않고 일정하게 유지되는 것을 확인할 수 있다.

[0079] 도 9는 일 실시예에 따라 비정상 영역을 포함하는 부품을 측정한 예시도이다. 도 9는 이해의 편의를 위해 세 부분(a, b, c)의 이격된 절단선의 위치에서 측정된 그레이 스케일의 크기를 측정한 예시이다.

[0080] 도 9를 참조하면, 제어 모듈(124)은 그레이 스케일 이미지에서 인식된 부품의 외곽면과 직교하는 절단선을 따라 그레이 스케일의 크기를 측정하도록 제어할 수 있다. 도 9의 세 부분(a, b, c)에서 측정된 그래프를 참조하면,

(b)의 절단선의 위치에서 측정된 그래프의 일 영역에서, (a) 또는 (c)의 그래프의 모양에 비해 변화량이 급격하게 발생한 영역이 존재하는 것을 확인할 수 있다.

[0081] 본 발명의 실시예는 적합한 성질의 엑스선에 의해 촬영된 그레이 스케일 이미지에서 비정상 영역의 부분의 스케일 크기가 급격하게 변하는 구간이 하나 이상 발생한다는 것에 착안하여, 도 10과 같이 연속하여 측정된 그레이 스케일의 변화량을 기초로 비정상 영역을 탐지할 수 있다.

[0082] 도 10은 일 실시예에 따라 측정된 그레이 스케일의 변화량을 기초로 생성된 3차원 그래프 정보의 예시도이다.

[0083] 도 10을 참조하면, 제어 모듈(124)은 부품의 일단에서 부품을 절단하는 절단선의 길이를 z 축, 절단선이 부품의 방향을 따라 타단에 이르기까지 이동시킨 거리를 x 축, 절단선이 이동하면서 측정된 그레이 스케일의 크기를 y 축으로 하여, 그레이 스케일의 변화량을 측정한 3차원 그래프 정보를 생성할 수 있다. 제어 모듈(124)은 3차원 그래프 정보 중 소정 범위 내의 x 축에서 y 축의 변화량이 기 설정된 임계값 이상으로 변화된 지점이 적어도 일 영역 이상 발생한 경우, 기 설정된 임계값 이상으로 y 축 변화량이 발생한 x 축 길이에 해당하는 부분을 비정상 영역으로 탐지할 수 있다. 또한, 제어 모듈(124)은 기 설정된 임계값 이상으로 y 축 변화량이 발생한 x 축 길이 및 z 축 길이로 이루어진 3차원 영역을 비정상 영역으로 탐지할 수 있다.

[0084] 도 11은 일 실시예에 따라 자전거 부품의 일단(a)에 위치한 일 점이 부품의 방향을 따라 타단(b)에 이르기까지 이동하도록 제어하면서 그레이 스케일의 변화량을 측정하는 동작을 설명하기 위한 예시도이다.

[0085] 도 11을 참조하면, 제어 모듈(124)은 그레이 스케일 이미지에서 인식된 부품의 외곽면과 평행한 방향을 따라 그레이 스케일의 크기를 측정하도록 제어할 수 있다. 제어 모듈(124)은 일단에 위치한 일 점이 상기 부품의 방향을 따라 타단에 이르기까지 이동한 거리를 x 축, 일 점이 이동하면서 측정된 그레이 스케일의 크기를 y 축으로 하여, 그레이 스케일의 변화량을 측정한 2차원 그래프 정보를 생성할 수 있다. 제어 모듈(124)은 2차원 그래프 정보 중 소정 범위 내의 x 축에서 y 축의 변화량이 기 설정된 임계값 이상으로 변화된 지점이 적어도 일 지점 이상 발생한 지점이 경우, 기 설정된 임계값 이상으로 y 축 변화량이 발생한 x 축 길이에 해당하는 부분을 비정상 영역으로 탐지할 수 있다.

[0086] 다음으로, 제어 모듈(124)은 특정된 비정상 영역의 이미지를 기초로 비정상 영역의 종류를 판별할 수 있다(S1050).

[0087] 일 예로, 제어 모듈(124)은 자전거 부품별 비정상 이미지 데이터 세트를 기초로 학습된 제2 신경망 모델에 탐지된 비정상 영역의 이미지를 입력하여 비정상 영역의 클래스를 판별할 수 있다. 제어 모듈(124)은 비정상 영역을 포함하는 부품의 스펙 정보에 비정상 영역의 클래스에 기초한 감가 정보를 반영하여 가격을 산정할 수 있다. 예를 들어, 특정된 부품의 스펙 정보를 기초로 도출된 본래 가격에, 탐지된 비정상 영역의 클래스가 기공인 경우 10% 가격 하락, 접합인 경우 15% 가격 하락 등의 감가 정보를 반영하여 비정상 영역이 존재함에 따른 가격을 재산정할 수 있다. 제어 모듈(124)은 해당 부품의 비정상 영역의 종류에 따라 수리해야 하는 방법을 스펙 정보 DB(112)에서 검색하여, 해당 부품의 비정상 영역을 수리하는 방법 또는 수리 가격을 안내하도록 출력할 수 있다.

[0088] 상술한 실시예에 따르면, 비파괴 검사 제품의 분해 없이도 간단하게 부품의 비정상 부분을 검출해낼 수 있고 비정상 부분의 종류를 판별해낼 수 있다. 이에 따라, 비파괴 검사 제품의 제조 시 검수 과정을 효과적으로 단축시키면서 검수 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0089] 또한, 인증된 기관이 본 문서의 기술을 사용함으로써 자전거 등 제품의 중고 거래 시장에서 제품의 품질을 인증하여 건전한 거래 문화를 적립하고, 제품 사용자의 안전을 보장할 수 있다.

[0090] 본 문서의 다양한 실시예들 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술적 특징들을 특정한 실시예들로 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시예의 다양한 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 또는 관련된 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 아이템에 대응하는 명사의 단수 형은 관련된 문맥상 명백하게 다르게 지시하지 않는 한, 아이템 한 개 또는 복수 개를 포함할 수 있다.

[0091] 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", “A 또는 B 중 적어도 하나,” "A, B 또는 C," "A, B 및 C 중 적어도 하나,” 및 “A, B, 또는 C 중 적어도 하나"와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구에 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. " 1", "제2", 또는 "첫째" 또는 "둘째"와 같은 용어들은 단순히 해당 구성요소를 다른 해당 구성요소와 구분하기 위해 사용될 수 있으며, 해당 구성요소들을 다른 측

면(예: 중요성 또는 순서)에서 한정하지 않는다. 어떤(예: 제1) 구성요소가 다른(예: 제2) 구성요소에, “기능적으로” 또는 “통신적으로”라는 용어와 함께 또는 이런 용어 없이, “커플드” 또는 “커넥티드”라고 언급된 경우, 그것은 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 직접적으로(예: 유선으로), 무선으로, 또는 제3 구성요소를 통하여 연결될 수 있다는 것을 의미한다.

[0092] 본 문서에서 사용된 용어 "모듈"은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구현된 유닛을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부품, 또는 회로 등의 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. 모듈은, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는, 부품의 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. 예를 들면, 일 실시예에 따르면, 모듈은 ASIC(application-specific integrated circuit)의 형태로 구현될 수 있다.

[0093] 본 문서의 다양한 실시예들은 기기(예: 전자 장치)에 의해 읽을 수 있는 저장 매체(예: 메모리)에 저장된 하나 이상의 명령어들을 포함하는 소프트웨어(예: 프로그램)로서 구현될 수 있다. 저장 매체는 RAM(random access memory), 메모리 버퍼, 하드 드라이브, 데이터베이스, EPROM(erasable programmable read-only memory), EEPROM(electrically erasable read-only memory), ROM(read-only memory) 및/또는 등등을 포함할 수 있다.

[0094] 또한, 본 문서의 실시예들의 프로세서는, 저장 매체로부터 저장된 하나 이상의 명령어들 중 적어도 하나의 명령을 호출하고, 그것을 실행할 수 있다. 이것은 기기가 호출된 적어도 하나의 명령어에 따라 적어도 하나의 기능을 수행하도록 운영되는 것을 가능하게 한다. 이러한 하나 이상의 명령어들은 컴파일러에 의해 생성된 코드 또는 인터프리터에 의해 실행될 수 있는 코드를 포함할 수 있다. 프로세서는 범용 프로세서, FPGA(Field Programmable Gate Array), ASIC(Application Specific Integrated Circuit), DSP(Digital Signal Processor) 및/또는 등등 일 수 있다.

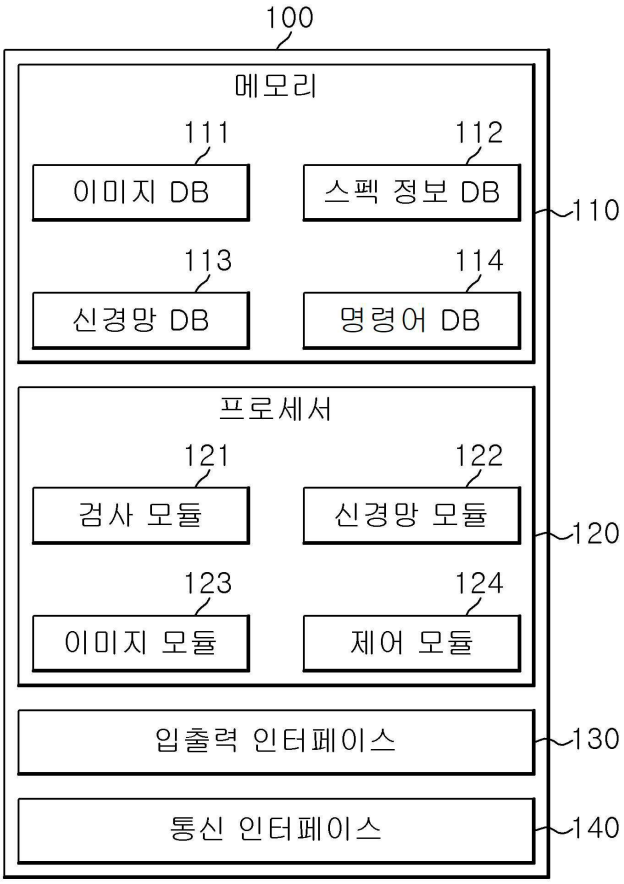
[0095] 기기로 읽을 수 있는 저장매체는, 비일시적(non-transitory) 저장매체의 형태로 제공될 수 있다. 여기서, ‘비일시적’은 저장매체가 실재(tangible)하는 장치이고, 신호(예: 전자기파)를 포함하지 않는다는 것을 의미할 뿐이며, 이 용어는 데이터가 저장매체에 반영구적으로 저장되는 경우와 임시적으로 저장되는 경우를 구분하지 않는다.

[0096] 본 문서에 개시된 다양한 실시예들에 따른 방법은 컴퓨터 프로그램 제품(computer program product)에 포함되어 제공될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 상품으로서 판매자 및 구매자 간에 거래될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 기기로 읽을 수 있는 저장 매체(예: compact disc read only memory (CD-ROM))의 형태로 배포되거나, 또는 어플리케이션 스토어(예: 플레이 스토어)를 통해 또는 두 개의 사용자 장치들(예: 스마트폰들) 간에 직접, 온라인으로 배포(예: 다운로드 또는 업로드)될 수 있다. 온라인 배포의 경우에, 컴퓨터 프로그램 제품의 적어도 일부는 제조사의 서버, 어플리케이션 스토어의 서버, 또는 중계 서버의 메모리와 같은 기기로 읽을 수 있는 저장 매체에 적어도 일시 저장되거나, 임시적으로 생성될 수 있다.

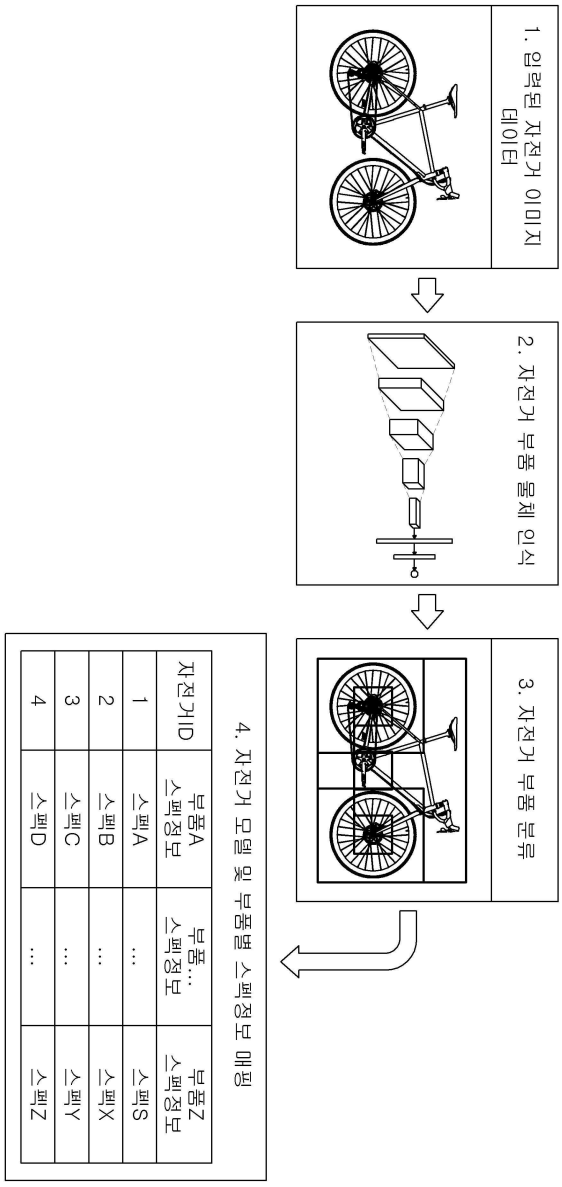
[0097] 다양한 실시예들에 따르면, 기술한 구성요소들의 각각의 구성요소(예: 모듈 또는 프로그램)는 단수 또는 복수의 개체를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 전술한 해당 구성요소들 중 하나 이상의 구성요소들 또는 동작들이 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 구성요소들 또는 동작들이 추가될 수 있다. 대체적으로 또는 추가적으로, 복수의 구성요소들(예: 모듈 또는 프로그램)은 하나의 구성요소로 통합될 수 있다. 이런 경우, 통합된 구성요소는 복수의 구성요소들 각각의 구성요소의 하나 이상의 기능들을 통합 이전에 복수의 구성요소들 중 해당 구성요소에 의해 수행되는 것과 동일 또는 유사하게 수행할 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 모듈, 프로그램 또는 다른 구성요소에 의해 수행되는 동작들은 순차적으로, 병렬적으로, 반복적으로, 또는 휴리스틱하게 실행되거나, 동작들 중 하나 이상이 다른 순서로 실행되거나, 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 동작들이 추가될 수 있다.

도면

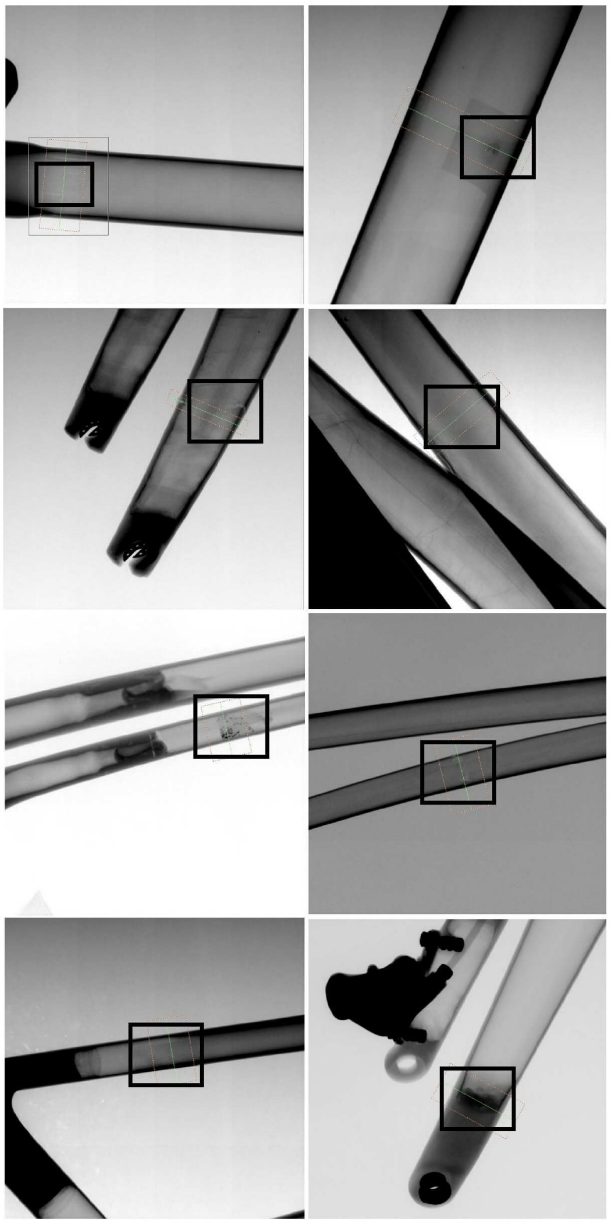
도면1


100
메모리
111
이미지 DB
112
스펙 정보 DB
110
113
신경망 DB
114
명령어 DB
프로세서
121
검사 모듈
122
신경망 모듈
120
123
이미지 모듈
124
제어 모듈
입출력 인터페이스
130
통신 인터페이스
140

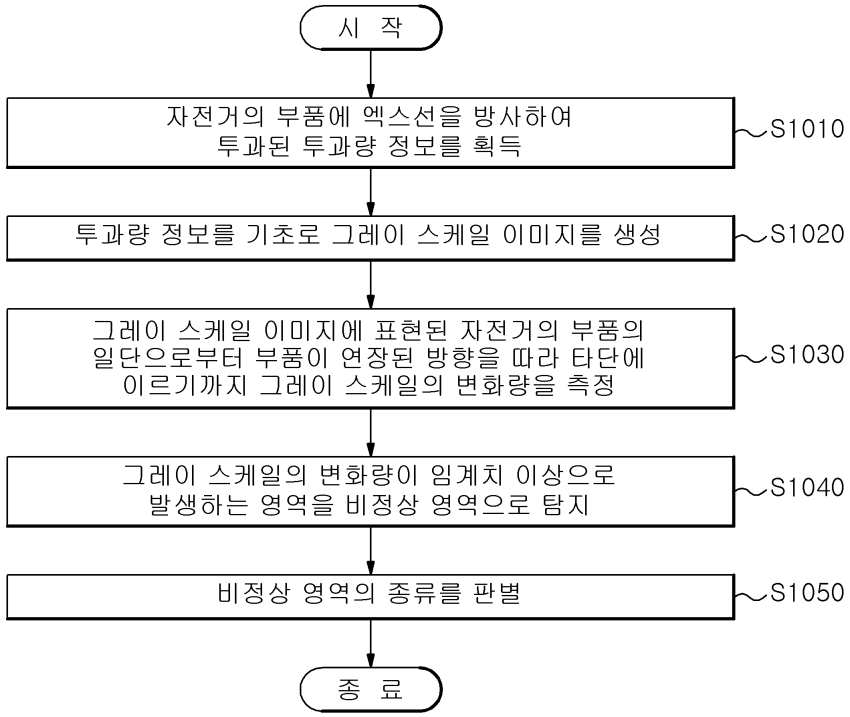
도면2


1. 입력된 자전거 이미지 데이터
2. 자전거 부품 물체 인식
3. 자전거 부품 분류
4. 자전거 모델 및 부품별 스펙정보 매핑
자전거ID
부품A 스펙정보
부품… 스펙정보
부품Z 스펙정보
1
스펙A
…
스펙S
2
스펙B
…
스펙X
3
스펙C
…
스펙Y
4
스펙D
…
스펙Z

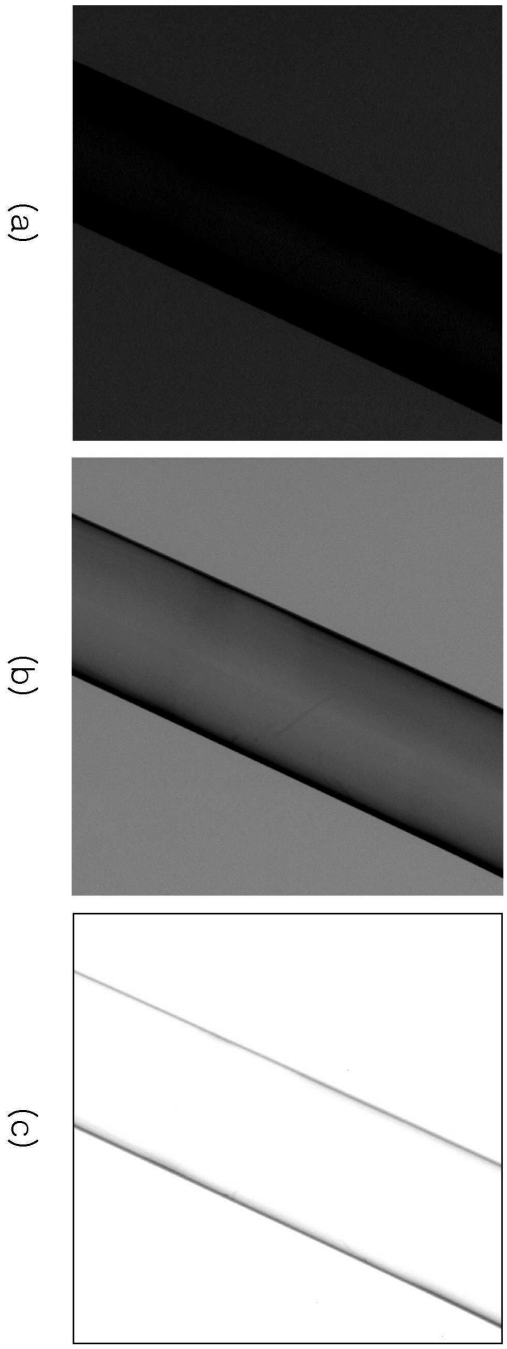
도면3



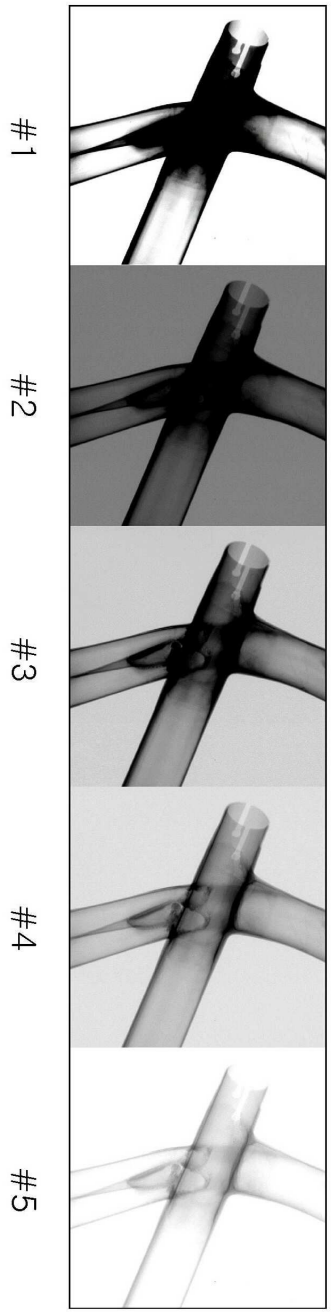
도면4


시 작
자전거의 부품에 엑스선을 방사하여
투과된 투과량 정보를 획득
S1010
투과량 정보를 기초로 그레이 스케일 이미지를 생성
S1020
그레이 스케일 이미지에 표현된 자전거의 부품의
일단으로부터 부품이 연장된 방향을 따라 타단에
이르기까지 그레이 스케일의 변화량을 측정
S1030
그레이 스케일의 변화량이 임계치 이상으로
발생하는 영역을 비정상 영역으로 탐지
S1040
비정상 영역의 종류를 판별
S1050
종 료

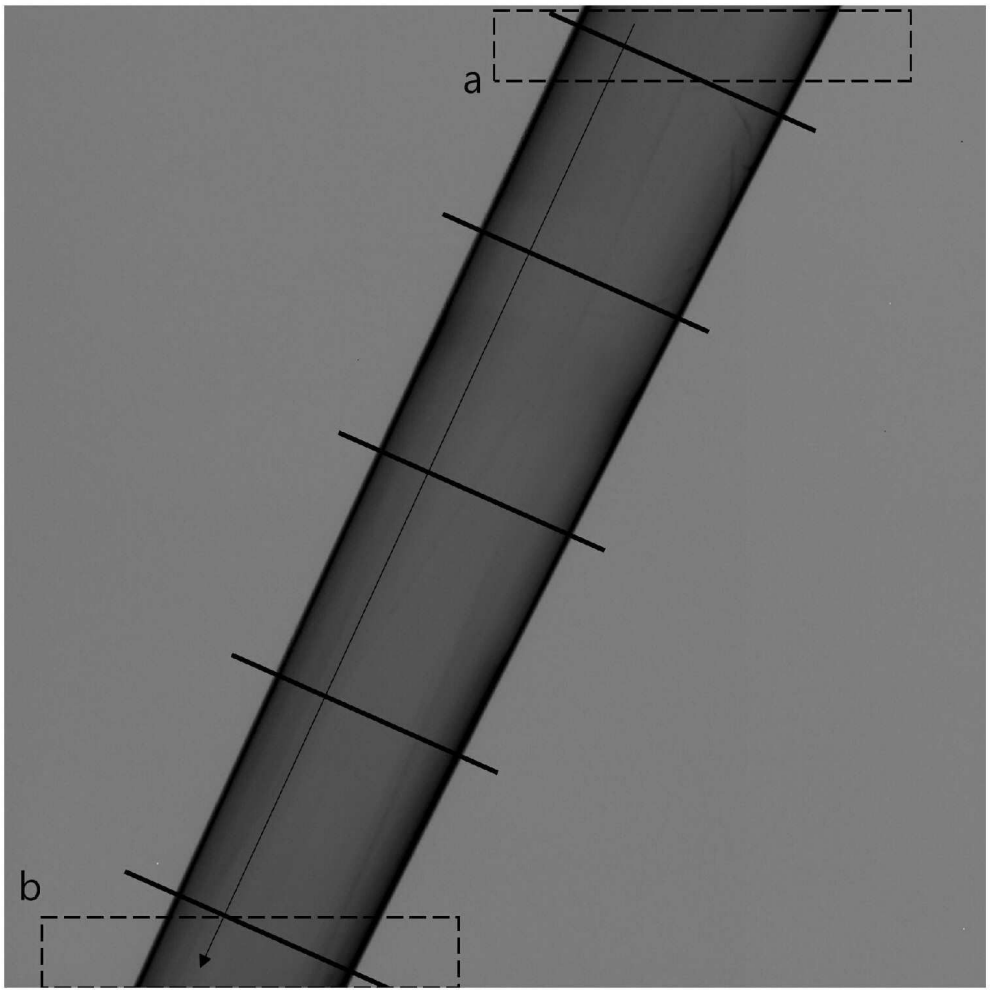
도면5



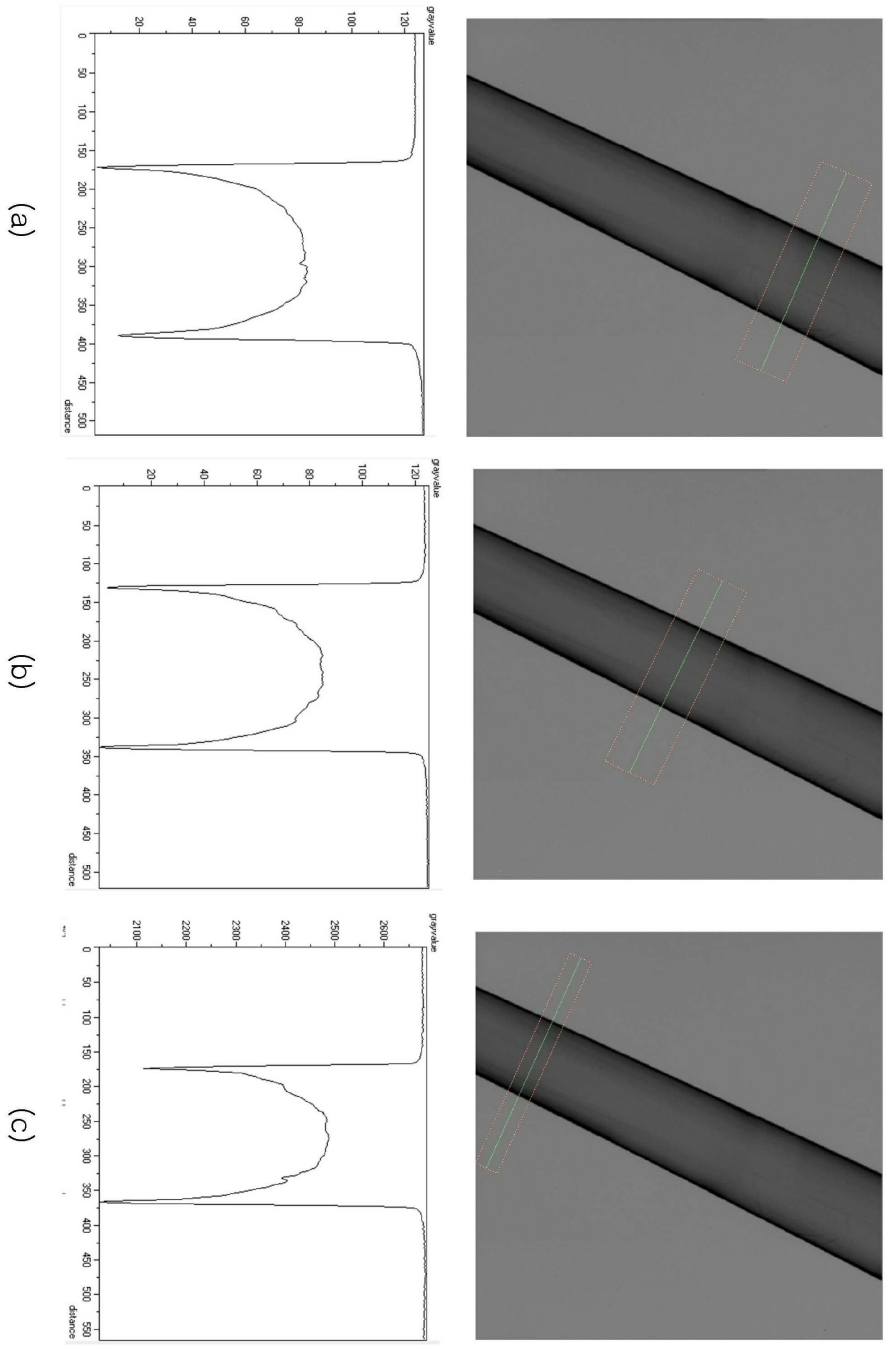
도면6



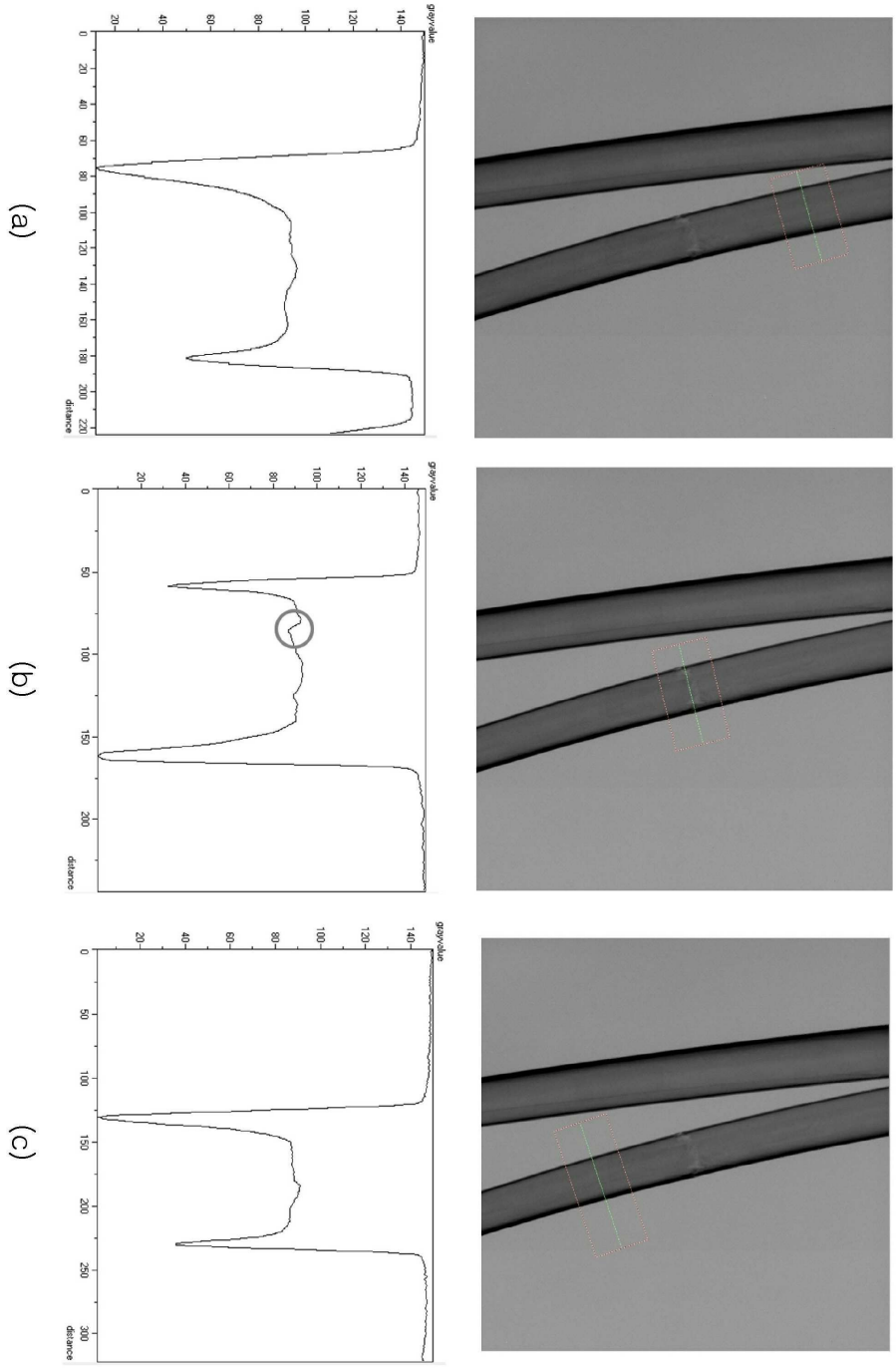
도면7



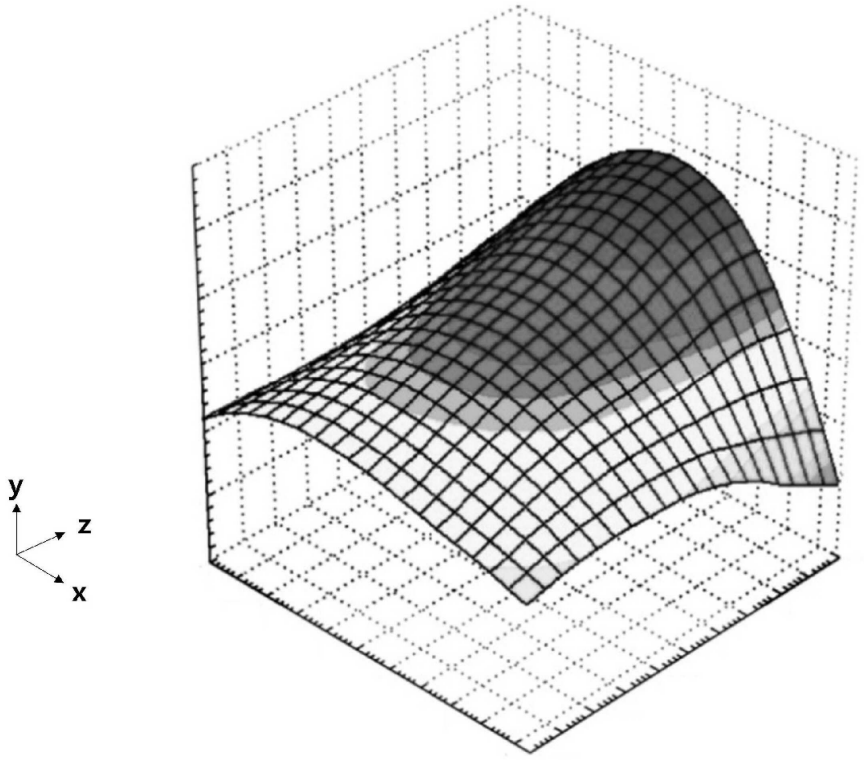
도면8



도면9



도면10



도면11

