



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0111491
(43) 공개일자 2023년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/11 (2017.01) B23K 31/12 (2006.01)
G06T 7/13 (2017.01) G06T 7/70 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/11 (2017.01)
B23K 31/125 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0007416
(22) 출원일자 2022년01월18일
심사청구일자 2022년01월18일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
김종남
부산광역시 남구 신선로 566, 306동 1102호
이재은
부산광역시 남구 분포로 111, 112동 1902호
김영봉
부산광역시 해운대구 센텀1로 9, S동 3301호
(74) 대리인
전용철

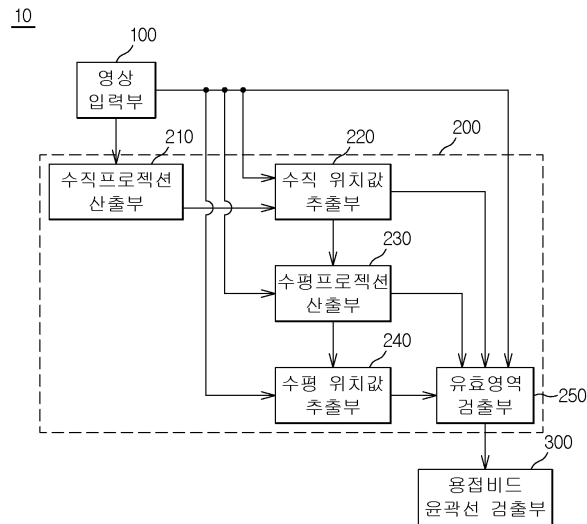
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법 및 장치에 관한 것으로, 본 발명의 일면에 따른 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법은 컴퓨터에 의해 구현되는 방법으로서, 용접영역을 포함하는 영상을 입력받는 단계, 영상의 용접영역에 포함된 복수 개의 픽셀 각각의 픽셀값에 기초하여 상기 용접영역의 좌우측과 상하측을 각각 제한하기 위한 복수 개의 수직 위치값과 복수 개의 수평 위치값을 추출하는 단계, 용접영역에서 복수 개의 수직 위치값과 복수 개의 수평 위치값으로 제한되는 용접비드 유효영역을 검출하는 단계 및 용접비드 유효영역으로부터 용접비드 윤곽선을 검출하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 7/13 (2017.01)

G06T 7/70 (2017.01)

G06T 2207/30152 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415175569

과제번호 P0004797

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국산업기술진흥원

연구사업명 지역혁신 클러스터 육성사업

연구과제명 첨단 해양산업 오픈랩 구축 및 실감형 융합 콘텐츠 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 한국해양과학기술원

연구기간 2022.01.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨터에 의해 구현되는 방법으로서,

용접영역을 포함하는 영상을 입력받는 단계;

상기 영상의 용접영역에 포함된 복수 개의 픽셀 각각의 픽셀값에 기초하여 상기 용접영역의 좌우측과 상하측을 각각 제한하기 위한 복수 개의 수직 위치값과 복수 개의 수평 위치값을 추출하는 단계;

상기 용접영역에서 상기 복수 개의 수직 위치값과 상기 복수 개의 수평 위치값으로 제한되는 용접비드 유효영역을 검출하는 단계; 및

상기 용접비드 유효영역으로부터 용접비드 윤곽선을 검출하는 단계;를 포함하는 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수 개의 수직 위치값과 복수 개의 수평 위치값을 추출하는 단계는,

상기 영상의 용접영역에 포함된 복수 개의 픽셀 각각의 픽셀값을 픽셀 열별로 평균함에 따라 복수 개의 픽셀 열에 대응되는 복수 개의 수직방향 프로젝션값을 산출하는 단계와,

상기 복수 개의 수직방향 프로젝션값 중 최댓값과 최솟값의 차이에 기초하여 상기 용접영역을 구성하는 복수 개의 픽셀 열 중 상기 용접영역의 좌우측을 각각 제한하기 위한 픽셀 열의 위치에 따른 제1 수직 위치값과 제2 수직 위치값을 추출하는 단계와,

상기 용접영역에 포함된 복수 개의 픽셀 각각의 픽셀값을 픽셀 행별로 평균함에 따라 복수 개의 픽셀 행에 대응되는 복수 개의 수평방향 프로젝션값을 산출하는 단계와,

상기 복수 개의 수평방향 프로젝션값 중 최댓값과 최솟값의 차이에 기초하여 상기 용접영역을 구성하는 복수 개의 픽셀 행 중 상기 용접영역의 상하측을 각각 제한하기 위한 픽셀 행의 위치에 따른 제1 수평 위치값과 제2 수평 위치값을 추출하는 단계를 포함하는 것

인 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 수직 위치값과 제2 수직 위치값을 추출하는 단계는

상기 복수 개의 픽셀 열에 대응되는 복수 개의 수직방향 프로젝션값 중 최댓값과 최솟값의 차이로부터 수직 기준값을 산출하는 단계와,

상기 복수 개의 수직방향 프로젝션값을 산출하는 단계에서 산출된 수직방향 프로젝션값이 상기 수직 기준값 이상인 픽셀 열 중 가장 좌측에 위치한 픽셀 열의 위치에 따른 제1 수직 위치값과, 상기 복수 개의 수직방향 프로젝션값을 산출하는 단계에서 산출된 수직방향 프로젝션값이 상기 수직 기준값 이상인 픽셀 열 중 가장 우측에 위치한 픽셀 열의 위치에 따른 제2 수직 위치값을 추출하는 단계를 포함하는 것

인 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제1 수평 위치값과 제2 수평 위치값을 추출하는 단계는

상기 복수 개의 픽셀 행에 대응되는 복수 개의 수평방향 프로젝션값 중 최댓값과 최솟값의 차이로부터 수평 기준값을 산출하는 단계와,

상기 복수 개의 수평방향 프로젝션값을 산출하는 단계에서 산출된 수평방향 프로젝션값이 상기 수평 기준값 이상인 픽셀 행 중 가장 상측에 위치한 픽셀 행의 위치에 따른 제1 수평 위치값과, 상기 복수 개의 수평방향 프로젝션값을 산출하는 단계에서 산출된 수평방향 프로젝션값이 상기 수평 기준값 이상인 픽셀 행 중 가장 하측에 위치한 픽셀 행의 위치에 따른 제2 수평 위치값을 추출하는 단계를 포함하는 것

인 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법.

청구항 5

용접영역을 포함하는 영상을 입력받는 영상 입력부;

상기 영상의 용접영역에 포함된 복수 개의 픽셀 각각의 픽셀값에 기초하여 상기 용접영역의 좌우측과 상하측을 각각 제한하기 위한 복수 개의 수직 위치값과 복수 개의 수평 위치값을 추출하고, 상기 용접영역에서 상기 복수 개의 수직 위치값과 상기 복수 개의 수평 위치값으로 제한되는 용접비드 유효영역을 검출하는 유효영역 검출모듈; 및

상기 용접비드 유효영역으로부터 용접비드 윤곽선을 검출하는 용접비드 윤곽선 검출부;를 포함하는 프로젝션 기반 용접비드 검출 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 유효영역 검출모듈은

상기 영상의 용접영역에 포함된 복수 개의 픽셀 각각의 픽셀값을 픽셀 열별로 평균함에 따라 복수 개의 픽셀 열에 대응되는 복수 개의 수직방향 프로젝션값을 산출하는 수직프로젝션 산출부와,

상기 복수 개의 수직방향 프로젝션값 중 최댓값과 최솟값의 차이에 기초하여 상기 용접영역을 구성하는 복수 개의 픽셀 열 중 상기 용접영역의 좌우측을 각각 제한하기 위한 픽셀 열의 위치에 따른 제1 수직 위치값과 제2 수직 위치값을 추출하는 수직 위치값 추출부와,

상기 용접영역에 포함된 복수 개의 픽셀 각각의 픽셀값을 픽셀 행별로 평균함에 따라 복수 개의 픽셀 행에 대응되는 복수 개의 수평방향 프로젝션값을 산출하는 수평프로젝션 산출부와,

상기 복수 개의 수평방향 프로젝션값 중 최댓값과 최솟값의 차이에 기초하여 상기 용접영역을 구성하는 복수 개의 픽셀 행 중 상기 용접영역의 상하측을 각각 제한하기 위한 픽셀 행의 위치에 따른 제1 수평 위치값과 제2 수평 위치값을 추출하는 수평 위치값 추출부와,

상기 용접영역에서 상기 제1 수직 위치값과 상기 제2 수직 위치값과 상기 제1 수평 위치값과 상기 제2 수평 위치값에 의해 제한되는 용접비드 유효영역을 검출하는 유효영역 검출부를 포함하는 것

인 프로젝션 기반 용접비드 검출 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 수직 위치값 추출부는

상기 복수 개의 픽셀 열에 대응되는 복수 개의 수직방향 프로젝션값 중 최댓값과 최솟값의 차이로부터 수직 기준값을 산출하고, 산출된 수직방향 프로젝션값이 상기 수직 기준값 이상인 픽셀 열 중 가장 좌측에 위치한 픽셀 열의 위치에 따른 제1 수직 위치값과, 산출된 수직방향 프로젝션값이 상기 수직 기준값 이상인 픽셀 열 중 가장 우측에 위치한 픽셀 열의 위치에 따른 제2 수직 위치값을 추출하는 것

인 프로젝션 기반 용접비드 검출 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 수평 위치값 추출부는

상기 복수 개의 행에 대응되는 복수 개의 수평방향 프로젝션값 중 최댓값과 최솟값의 차이로부터 수평 기준값을 산출하고, 산출된 수평방향 프로젝션값이 상기 수평 기준값 이상인 픽셀 행 중 가장 상측에 위치한 픽셀 행의 위치에 따른 제1 수평 위치값과, 산출된 수평방향 프로젝션값이 상기 수평 기준값 이상인 픽셀 행 중 가장 하측에 위치한 픽셀 행의 위치에 따른 제2 수평 위치값을 추출하는 것

인 프로젝션 기반 용접비드 검출 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 용접비드 검출 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 영상에서 용접비드를 검출하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 용접 품질 검사 방법으로 단면 매크로 검사, 육안 검사, 누설 검사 등의 검사 방법이 개시되고 있다. 이 중 이미지 기반의 용접 검사 방법은 다른 검사 방법에 비해 검사 수행 속도가 빨라 많이 이용되고 있다.

[0003] 영상 기반으로 용접 품질을 검사하기 위해서는 영상에서 용접비드에 해당하는 영역 또는 윤곽선을 검출하는 것이 필요하다. 이에 용접비드에 대응되는 영역 또는 윤곽선을 검출하기 위한 다양한 기술이 개시되고 있다. 이러한 종래의 기술은 용접비드에 해당하는 영역을 정확하게 검출하는 것에만 초점을 맞추고 있어, 영상의 크기가 커지거나 화소가 높아짐에 따라 연산량이 증가하고 연산 속도가 느려지는 문제가 발생할 수 있다.

[0004] 이에 따라, 불필요한 연산을 줄이고 연산 속도를 줄이기 위해 영상에서 용접비드 윤곽선 검출에 필요한 영역만을 검출하기 위한 기술 개발이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 특허출원번호 제10-2018-0043478호
(특허문헌 0002) 대한민국 특허출원번호 제10-2016-0048159호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 상기 문제점을 해결하기 위한 것으로, 용접비드가 촬영된 영상에서 각 픽셀의 픽셀값을 이용해 용접비드 유효영역을 검출하고 용접비드 유효영역에서 용접비드 윤곽선 검출을 수행하여 연산량을 줄이고 연산 속도를 향상할 수 있는 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 진술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일면에 따른 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법은 컴퓨터에 의해 구현되는 방법으로서, 용접영역을 포함하는 영상을 입력받는 단계, 영상의 용접영역에 포함된 복수 개의 픽셀 각각의 픽셀값에 기초하여 상기 용접영역의 좌우측과 상하측을 각각 제한하기 위한 복수 개의 수직 위치값과 복수

개의 수평 위치값을 추출하는 단계, 용접영역에서 복수 개의 수직 위치값과 복수 개의 수평 위치값으로 제한되는 용접비드 유효영역을 검출하는 단계 및 용접비드 유효영역으로부터 용접비드 윤곽선을 검출하는 단계를 포함한다.

[0009] 본 발명의 다른 면에 따른 프로젝션 기반 용접비드 검출 장치는 용접영역을 포함하는 영상을 입력받는 영상 입력부, 영상의 용접영역에 포함된 복수 개의 픽셀 각각의 픽셀값에 기초하여 용접영역의 좌우측과 상하측을 각각 제한하기 위한 복수 개의 수직 위치값과 복수 개의 수평 위치값을 추출하고, 용접영역에서 복수 개의 수직 위치값과 복수 개의 수평 위치값으로 제한되는 용접비드 유효영역을 검출하는 유효영역 검출모듈 및 용접비드 유효영역으로부터 용접비드 윤곽선을 검출하는 용접비드 윤곽선 검출부를 포함한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 따르면 용접비드가 촬영된 영상에서 각 픽셀의 픽셀값을 이용해 용접비드 유효영역을 검출하고 용접비드 유효영역에서 용접비드 윤곽선 검출을 수행하여 연산량을 줄이고 연산 속도를 향상할 수 있는 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법 및 장치를 제공하는 효과가 있다.

[0011] 본 발명의 효과는 상기에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 프로젝션 기반 용접비드 검출 장치의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법의 순서도이다.

도 3a는 본 발명의 실시예들에 있어서 용접영역을 포함하는 제1 이미지에서 추출된 제1 수직 위치값과, 제2 수직 위치값을 나타낸 예시도이다.

도 3b는 본 발명의 실시예들에 있어서 용접영역을 포함하는 제2 이미지에서 추출된 제1 수직 위치값과, 제2 수직 위치값을 나타낸 예시도이다.

도 3c는 본 발명의 실시예들에 있어서 용접영역을 포함하는 제3 이미지에서 추출된 제1 수직 위치값과, 제2 수직 위치값을 나타낸 예시도이다.

도 3d는 본 발명의 실시예들에 있어서 용접영역을 포함하는 제4 이미지에서 추출된 제1 수직 위치값과, 제2 수직 위치값을 나타낸 예시도이다.

도 4a는 본 발명의 실시예들에 있어서 용접영역을 포함하는 제1 이미지에서 추출되는 제1 수평 위치값과, 제2 수평 위치값을 나타낸 예시도이다.

도 4b는 본 발명의 실시예들에 있어서 용접영역을 포함하는 제2 이미지에서 추출되는 제1 수평 위치값과, 제2 수평 위치값을 나타낸 예시도이다.

도 4c는 본 발명의 실시예들에 있어서 용접영역을 포함하는 제3 이미지에서 추출되는 제1 수평 위치값과, 제2 수평 위치값을 나타낸 예시도이다.

도 4d는 본 발명의 실시예들에 있어서 용접영역을 포함하는 제4 이미지에서 추출되는 제1 수평 위치값과, 제2 수평 위치값을 나타낸 예시도이다.

도 5a는 본 발명의 실시예들에 있어서 제1 이미지의 용접영역에서 검출한 용접비드 유효영역과, 용접비드 윤곽선을 나타낸 예시도이다.

도 5b는 본 발명의 실시예들에 있어서 제2 이미지의 용접영역에서 검출한 용접비드 유효영역과, 용접비드 윤곽선을 나타낸 예시도이다.

도 5c는 본 발명의 실시예들에 있어서 제3 이미지의 용접영역에서 검출한 용접비드 유효영역과, 용접비드 윤곽선을 나타낸 예시도이다.

도 5d는 본 발명의 실시예들에 있어서 제4 이미지용접영역에서 검출한 용접비드 유효영역과, 용접비드 윤곽선을 나타낸 예시도이다.

도 6a는 본 발명의 실시예들에 따라 제1 이미지로부터 용접비드 윤곽선을 검출하기까지 소요된 시간을 나타낸

실험데이터이고, 도 6b는 종래의 기술에 따라 제1 이미지로부터 용접비드 윤곽선을 검출하기까지 소요된 시간을 나타낸 실험데이터이다.

도 7a는 본 발명의 실시예들에 따라 제2 이미지로부터 용접비드 윤곽선을 검출하기까지 소요된 시간을 나타낸 실험데이터이고, 도 7b는 종래의 기술에 따라 제2 이미지로부터 용접비드 윤곽선을 검출하기까지 소요된 시간을 나타낸 실험데이터이다.

도 8a는 본 발명의 실시예들에 따라 제3 이미지로부터 용접비드 윤곽선을 검출하기까지 소요된 시간을 나타낸 실험데이터이고, 도 8b는 종래의 기술에 따라 제3 이미지로부터 용접비드 윤곽선을 검출하기까지 소요된 시간을 나타낸 실험데이터이다.

도 9a는 본 발명의 실시예들에 따라 제4 이미지로부터 용접비드 윤곽선을 검출하기까지 소요된 시간을 나타낸 실험데이터이고, 도 9b는 종래의 기술에 따라 제4 이미지로부터 용접비드 윤곽선을 검출하기까지 소요된 시간을 나타낸 실험데이터이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하 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 것으로서, 본 발명은 청구항의 기재에 의해 정의될 뿐이다. 한편, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며, 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다.
- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 프로젝션 기반 용접비드 검출 장치의 블록도이고, 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법의 순서도이다.
- [0015] 본 발명의 다른 실시예에 따른 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법은 컴퓨터에 의해 구현될 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에 따른 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법은 각 단계의 기능을 수행하기 위한 프로그램 모듈을 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 컴퓨터에서 판독 가능한 저장매체에 기록되어, 컴퓨터에 의해 수행될 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 프로젝션 기반 용접비드 검출 방법은 본 발명의 일 실시예에 따른 프로젝션 기반 용접비드 검출 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [0017] 이하, 설명의 편의를 위해 기능적으로 일치되는 구성에 대해서는 도면 부호를 일치시키고 중복하여 설명하지 않도록 한다.
- [0018] 프로젝션 기반 용접비드 검출 장치(10)는 영상입력부(100), 용접비드 유효영역 검출모듈(200), 용접비드 윤곽선 검출부(300)를 포함하는 것일 수 있다.
- [0019] 영상입력부(100)는 외부로부터 용접비드를 촬영함에 따라 용접영역을 포함하는 영상을 입력받는 것일 수 있다(S100).
- [0020] 여기서, 용접영역이란 영상에서 용접비드를 포함하는 영역을 의미하며 사용자의 입력에 따라 미리 설정되는 것일 수 있다.
- [0021] 용접영역은 이미지에서 용접비드를 포함하도록 설정되어 용접비드 윤곽선 검출에 소요되는 연산량을 줄일 수 있다. 그러나, 종래의 용접영역은 사용자에 의해 설정되거나, 용접비드로 판단되는 객체를 포함하도록 용접비드를 기준으로 소정 간격 여유를 두고 설정되는 것으로, 불필요한 영역이 최소한으로 포함되게 하는 세밀한 설정이 어려운 한계가 있었다.
- [0022] 본 발명에 따르면 용접영역에 포함된 픽셀의 픽셀값에 기초하여 용접영역보다 작으며 용접비드 검출에 유효한 픽셀을 포함하는 용접비드 유효영역을 검출하고, 용접비드 유효영역에서 용접비드 검출을 수행함으로써, 용접비드 검출에 사용되는 연산량을 줄이고 연산 속도를 향상할 수 있다.
- [0023] 용접비드 유효영역 검출모듈(200)은 영상입력부(100)에서 입력된 영상의 용접영역에 포함된 복수 개의 픽셀 각각의 픽셀값에 기초하여 용접영역의 좌우측과 상하측을 각각 제한하기 위한 복수 개의 수직 위치값과 복수 개의 수평 위치값을 추출하고(S210), 용접영역에서 복수 개의 수직 위치값과 복수 개의 수평 위치값으로 제한되는 용

접비드 유효영역을 검출하는 것일 수 있다(S220).

- [0024] 용접비드 유효영역 검출모듈(200)은 수직프로젝션 산출부(210), 수직 위치값 추출부(220), 수평프로젝션 산출부(230), 수평 위치값 추출부(240), 유효영역 검출부(250)를 포함하는 것일 수 있다.
- [0025] 수직프로젝션 산출부(210)는 영상의 용접영역에 포함된 복수 개의 픽셀 각각의 픽셀값을 픽셀 열별로 평균함에 따라 복수 개의 픽셀 열에 대응되는 복수 개의 수직방향 프로젝트값을 산출하는 것일 수 있다(S211).
- [0026] 수직 위치값 추출부(220)는 복수 개의 수직방향 프로젝트값 중 최댓값과 최솟값의 차이에 기초하여 용접영역을 구성하는 복수 개의 픽셀 열 중 용접영역의 좌우측을 각각 제한하기 위한 픽셀 열의 위치인 제1 수직 위치값과 제2 수직 위치값을 추출하는 것일 수 있다(S213).
- [0027] 수직 위치값 추출부(220)는 복수 개의 픽셀 열에 대응되는 복수 개의 수직방향 프로젝트값 중 최댓값과 최솟값의 차이로부터 수직 기준값을 산출하고, 산출된 수직방향 프로젝트값이 수직 기준값 이상인 픽셀 열 중 가장 좌측에 위치한 픽셀 열의 위치에 따른 제1 수직 위치값과, 산출된 수직방향 프로젝트값이 수직 기준값 이상인 픽셀 열 중 가장 우측에 위치한 픽셀 열의 위치에 따른 제2 수직 위치값을 추출하는 것일 수 있다(S213).
- [0028] 이때, 각 픽셀에 대응되는 수직 위치값은 가장 좌측부터 픽셀 열을 카운팅함에 따른 값으로, 다른 픽셀 열에 비해 우측에 위치한 픽셀 열 일수록 더 큰 수직 위치값을 가지는 것일 수 있다.
- [0029] 수직 위치값 추출부(220)는 복수 개의 픽셀 열에 대응되는 복수 개의 수직방향 프로젝트값 중 최댓값과 최솟값의 차이에 기설정된 상수(예를 들어 0.5)를 곱함에 따라 수직 기준값을 산출하고, 산출된 수직방향 프로젝트값이 수직 기준값 이상인 픽셀 열 중 가장 좌측에 위치한 픽셀 열의 위치에 따른 제1 수직 위치값과, 산출된 수직방향 프로젝트값이 수직 기준값 이상인 픽셀 열 중 가장 우측에 위치한 픽셀 열의 위치에 따른 제2 수직 위치값을 추출하는 것일 수 있다(S213).
- [0030] 수직 위치값 추출부(220)는 아래의 수학식을 만족하는 픽셀 열 중 가장 좌측에 위치한 픽셀 열의 위치에 따른 제1 수직 위치값과, 가장 우측에 위치한 픽셀 열의 위치에 따른 제2 수직 위치값을 추출하는 것일 수 있다(S213).

수학식 1

- [0031]
$$P_v(i) > (P_{vmax} - P_{vmin}) * \alpha 1$$
- [0032] 여기서, $P_v(i)$ 는 i열 픽셀의 픽셀값을 평균함에 따른 i열의 수직 프로젝트값, P_{vmax} 는 복수 개의 수직 프로젝트값 중 최댓값, P_{vmin} 는 복수 개의 수직 프로젝트값 중 최솟값, $\alpha 1$ 은 기설정된 상수값을 의미하는 것일 수 있다.
- [0033] 도 3을 참조하면, 수직 위치값 추출부(220)는 용접영역(ROI)에 포함된 픽셀 열에 대응되는 x좌표축과 각 픽셀열의 수직 프로젝트값에 대응되는 y좌표축으로 구성된 좌표영역에서 각 픽셀의 수직 프로젝트값에 대응되는 좌표를 연결함에 따른 수직 프로젝트 라인(1110)에서 수직 프로젝트값이 수직 기준값에 대응되는 기준값 라인(1120) 이상인 좌표 중 가장 좌측에 위치한, 즉 픽셀 열의 위치에 따른 좌표값이 가장 작은 좌표에서 픽셀 열의 위치에 대응되는 좌표값인 제1 수직 위치값(v1)을 추출하는 것일 수 있다.
- [0034] 그리고 수직 위치값 추출부(220)는 수직 프로젝트값이 수직 기준값에 대응되는 기준값 라인(1120) 이상인 좌표 중 가장 우측에 위치한, 즉 픽셀 열의 위치에 따른 좌표값이 가장 큰 좌표에서 픽셀 열의 위치에 대응되는 좌표값인 제2 수직 위치값(v2)을 추출하는 것일 수 있다.
- [0036] 수평프로젝션 산출부(230)는 용접영역에 포함된 복수 개의 픽셀 각각의 픽셀값을 픽셀 행별로 평균함에 따라 복수 개의 픽셀 행에 대응되는 복수 개의 수평방향 프로젝트값을 산출하는 것일 수 있다(S215).
- [0037] 수평프로젝션 산출부(230)는 수직 위치값 추출부(220)에서 추출한 제1 수직 위치값과 제2 수직 위치값에 기초하여, 용접영역에서 제1 수직 위치값 이후와 제2 수직 위치값 이전의 픽셀 열에 포함된 복수 개의 픽셀 각각의 픽셀값을 픽셀 행별로 평균함에 따라 복수 개의 픽셀 행에 대응되는 복수 개의 수평방향 프로젝트값을 산출하는

것일 수 있다(S215).

[0039] 수평 위치값 추출부(240)는 수평프로젝션 산출부(230)에서 산출한 복수 개의 수평방향 프로젝트값 중 최댓값과 최솟값의 차이에 기초하여 용접영역을 구성하는 복수 개의 픽셀 행 중 용접영역의 상하측을 각각 제한하기 위한 픽셀 행의 위치인 제1 수평 위치값과 제2 수평 위치값을 추출하는 것일 수 있다(S217).

[0040] 수평 위치값 추출부(240)는 복수 개의 픽셀 행에 대응되는 복수 개의 수평방향 프로젝트값 중 최댓값과 최솟값의 차이로부터 수평 기준값을 산출하고, 산출된 수평방향 프로젝트값이 수평 기준값 이상인 픽셀 행 중 가장 상측에 위치한 픽셀 행의 위치에 따른 제1 수평 위치값과, 산출된 수평방향 프로젝트값이 수평 기준값 이상인 픽셀 행 중 가장 하측에 위치한 픽셀 행의 위치에 따른 제2 수평 위치값을 추출하는 것일 수 있다(S217).

[0041] 이때, 각 픽셀에 대응되는 수평 위치값은 가장 상측부터 픽셀 행을 카운팅함에 따른 값으로, 다른 픽셀 행에 비해 아래에 위치한 픽셀 행 일수록 더 큰 수평 위치값을 가지는 것일 수 있다.

[0042] 수평 위치값 추출부(240)는 아래의 수학적식을 만족하는 픽셀 행 중 가장 상측에 위치한 픽셀 행의 위치에 따른 제1 수평 위치값과, 가장 하측에 위치한 픽셀 행의 위치에 따른 제2 수직 위치값을 추출하는 것일 수 있다(S213).

수학적식 2

$$P_h(i) > (P_{lmax} - P_{lmin}) * \alpha 2$$

[0043] 여기서, $P_h(i)$ 는 i행 픽셀의 픽셀값을 평균함에 따른 i행의 수평 프로젝트값, P_{lmax} 는 복수 개의 수평 프로젝트값 중 최댓값, P_{lmin} 는 복수 개의 수평 프로젝트값 중 최솟값, $\alpha 2$ 은 기설정된 상수값을 의미하는 것일 수 있다.

[0046] 도 4을 참조하면, 수평프로젝션 산출부(230)는 용접영역(ROI)에서 제1 수직 위치값 이전의 픽셀 열과 제2 수직 위치값 이후의 픽셀 열을 제거하고, 용접영역(ROI)에서 제1 수직 위치값 이후부터 제2 수직 위치값 이전까지의 픽셀 열에 속하는 픽셀의 픽셀값을 픽셀 행별로 평균함에 따른 수평 프로젝트값을 산출하는 것일 수 있다.

[0047] 수평 위치값 추출부(240)는 용접영역(ROI)에 포함된 픽셀 행에 대응되는 x좌표측과 각 픽셀 행의 수평 프로젝트값에 대응되는 y좌표측으로 구성된 좌표영역에서, 용접영역(ROI)에서 픽셀 행별 수평 프로젝트값에 대응되는 좌표를 연결함에 따른 수평 프로젝트 라인(1210)에서 수평 프로젝트값이 수평 기준값에 대응되는 기준값 라인(1220) 이상인 좌표 중 가장 상측에 위치한, 즉 픽셀 행의 위치에 따른 좌표값이 가장 작은 좌표에서 픽셀 행의 위치에 대응되는 좌표값인 제1 수평 위치값(h1)과 수평 프로젝트값이 수평 기준값에 대응되는 기준값 라인(1220) 이상인 좌표 중 가장 우측에 위치한, 즉 픽셀 행의 위치에 따른 좌표값이 가장 큰 좌표에서 픽셀 행의 위치에 대응되는 좌표값인 제2 수평 위치값(h2)을 추출하는 것일 수 있다.

[0048] 유효영역 검출부(250)는 용접영역에서 제1 수직 위치값과 제2 수직 위치값과 제1 수평 위치값과 제2 수평 위치값에 의해 제한되는 용접비드 유효영역을 검출하는 것일 수 있다(S220).

[0049] 유효영역 검출부(250)는 용접영역에 포함된 복수 개의 픽셀 중 픽셀 열이 제1 수직 위치값 이후부터 제2 수직 위치값 이전까지이고 픽셀 행이 제1 수평 위치값 이후부터 제2 수평 위치값 이전까지인 용접비드 유효영역을 검출하는 것일 수 있다(S220).

[0050] 본 발명에 따르면 용접영역에 포함된 각 픽셀의 픽셀값의 열 또는 행별로 평균함에 따른 프로젝트값에 기초하여 용접영역에서 용접비드 윤곽선 검출을 수행할 용접비드 유효영역을 검출할 수 있다.

[0051] 즉, 복잡한 연산과정없이 용접영역에 포함된 픽셀의 픽셀값으로 용접영역보다 작은 용접비드 윤곽선을 검출하기 위한 용접비드 유효영역을 검출할 수 있다.

[0052] 따라서, 용접비드 윤곽선을 검출에 필요한 연산량을 줄이고 연산속도를 향상하는 이점을 기대할 수 있다.

- [0053] 용접비드 윤곽선 검출부(300)는 용접비드 유효영역 검출모듈(200)에서 검출한 용접비드 유효영역으로부터 용접비드 윤곽선을 검출하는 것일 수 있다(S300).
- [0054] 용접비드 윤곽선 검출부(300)는 용접비드 유효영역에 포함된 각 픽셀의 픽셀값을 그레이스케일값으로 변환함에 따라 그레이스케일 이미지를 생성하고, 그레이스케일 이미지를 하이패스 필터링하며 필터링 이미지를 생성하는 것일 수 있다.
- [0055] 여기서, 용접비드 윤곽선 검출부(300)는 그레이스케일 이미지를 역가우시안 기울기 연산자에 적용함에 따라 그레이스케일 이미지를 하이패스 필터링한 필터링 이미지를 생성하는 것일 수 있다.
- [0056] 용접비드 윤곽선 검출부(300)는 아래의 수학적식을 이용하여 그레이스케일 이미지를 하이패스 필터링한 필터링 이미지($g(I)$)를 생성하는 것일 수 있다.

수학적식 3

$$g(I) = \frac{1}{1 + |\nabla G_{\sigma} * I|^2}$$

- [0057]
- [0058] 여기서, I 는 그레이스케일 이미지이고, G_{σ} 는 표준편차 σ 를 갖는 가우시안 필터이다.
- [0059] 상기한 구성에 따라, 그레이스케일 이미지의 경계 성분을 강화하되 윤곽선을 부드럽게할 수 있다.
- [0060] 이후, 용접비드 윤곽선 검출부(300)는 필터링 이미지의 히스토그램을 평활화함에 따라 콘트라스트 향상 이미지를 생성하는 것일 수 있다.
- [0061] 용접비드 윤곽선 검출부(300)는 필터링 이미지에 속하는 각 픽셀들이 가지는 강도값에 기초한 히스토그램을 생성하고 히스토그램을 기설정된 단조 변환 모델에 따라 수정하며 필터링 이미지의 히스토그램을 평활화하여 콘트라스트 향상 이미지를 생성하는 것일 수 있다.
- [0062] 이후, 용접비드 윤곽선 검출부(300)는 미리 정해진 모폴로지컬 지오테식 액티브 컨투어 알고리즘에 콘트라스트 향상 이미지를 적용함에 따라 용접비드의 윤곽에 대응되는 픽셀의 조합으로 이뤄진 용접비드 윤곽선을 검출하는 것일 수 있다.
- [0063] 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예들에 용접비드가 촬영된 이미지를 적용함에 따라, 용접비드가 포함된 용접영역(1310)이 설정된 이미지에서, 용접영역(1310)보다 작은 용접비드 유효영역(1320)을 검출하고, 용접비드 유효영역(1320)내에서 용접비드 윤곽선(1330)을 검출할 수 있다.
- [0064] 이하, 본 발명의 실시예들에 따라 용접비드 윤곽선 검출을 수행함으로써 연산 시간이 줄어들음을 확인하기 위한 실험을 수행하였다.
- [0065] 실험조건으로 각각 다른 용접비드를 촬영함에 따라 생성된 복수 개의 이미지(제1 이미지, 제2 이미지, 제3 이미지, 제4 이미지)를 이용하고, 각 이미지를 본 발명의 실시예에 따라 용접비드 유효영역 검출, 용접비드 윤곽선 검출을 수행하였을 때 용접비드 윤곽선 검출까지 소모된 시간과, 각 이미지를 종래의 액티브 컨투어 기반의 용접비드 윤곽선 검출 방법에 적용하였을 때 윤곽선 검출까지 소모된 시간을 확인하였다.
- [0066] 도 6a를 참조하면 제1 이미지에서 본 발명의 실시예들에 따라 용접비드 유효영역을 검출하여 용접비드 윤곽선을 검출하는 경우 용접비드 윤곽선을 검출까지 약 0.1076초가 소요되고, 도 6b를 참조하면 제1 이미지를 종래의 용접비드 윤곽선 검출에 적용하는 경우 용접비드 윤곽선을 검출까지 약 1.24446초가 소요되는 것을 확인할 수 있다.
- [0067] 또한, 도 7a를 참조하면 제2 이미지에서 본 발명의 실시예들에 따라 용접비드 유효영역을 검출하여 용접비드 윤곽선을 검출하는 경우 용접비드 윤곽선을 검출까지 약 0.1027초가 소요되고, 도 7b를 참조하면 제2 이미지를 종래의 용접비드 윤곽선 검출에 적용하는 경우 용접비드 윤곽선을 검출까지 약 1.2257초가 소요되는 것을 확인할 수 있다.
- [0068] 도 8a를 참조하면 제3 이미지에서 본 발명의 실시예들에 따라 용접비드 유효영역을 검출하여 용접비드 윤곽선을

검출하는 경우 용접비드 윤곽선을 검출까지 약 0.1146초가 소요되고, 도 8b를 참조하면 제3 이미지를 종래의 용접비드 윤곽선 검출에 적용하는 경우 용접비드 윤곽선을 검출까지 약1.2536초가 소요되는 것을 확인할 수 있다.

[0069] 또한, 도 9a를 참조하면 제4 이미지에서 본 발명의 실시예들에 따라 용접비드 유효영역을 검출하여 용접비드 윤곽선을 검출하는 경우 용접비드 윤곽선을 검출까지 약 0.1187초가 소요되고, 도 9b를 참조하면 제4 이미지를 종래의 용접비드 윤곽선 검출에 적용하는 경우 용접비드 윤곽선을 검출까지 약1.2456초가 소요되는 것을 확인할 수 있다.

[0070] 즉, 본 발명의 실시예들에 따라 용접비드 유효영역을 검출하고 용접비드 윤곽선 검출을 수행하는 경우 종래의 액티브 컨투어 기반의 용접비드 윤곽선 검출 방법에 비해 약 10배에서 12배 가량 속도가 향상됨을 확인할 수 있었다.

[0071] 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구의 범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구의 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

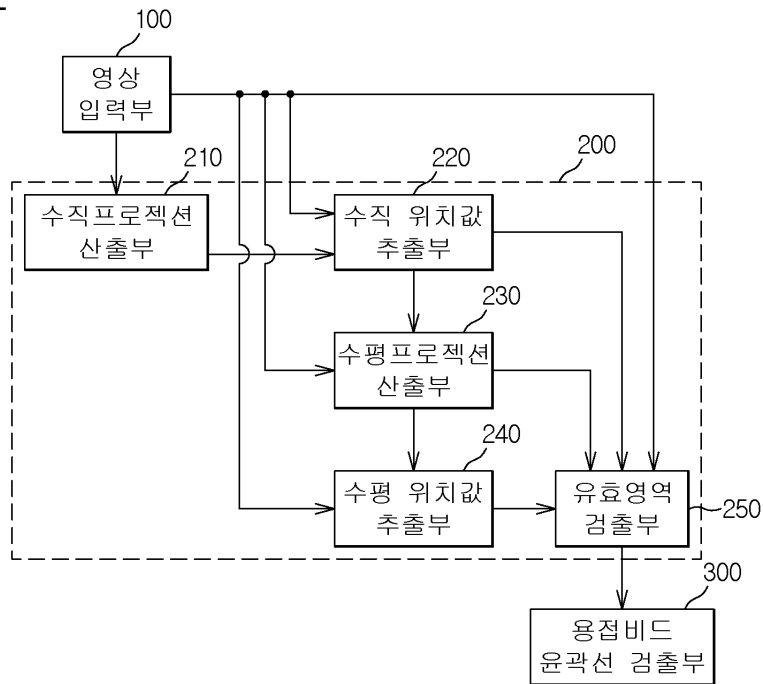
부호의 설명

[0072] 10 : 프로젝션 기반 용접비드 검출 장치
 100 : 영상 입력부
 200 : 용접비드 유효영역 검출모듈
 210 : 수직프로젝션 산출부
 220 : 수직 위치값 추출부
 230 : 수평프로젝션 산출부
 240 : 수평 위치값 추출부
 250 : 유효영역 검출부
 300 : 용접비드 윤곽선 검출부

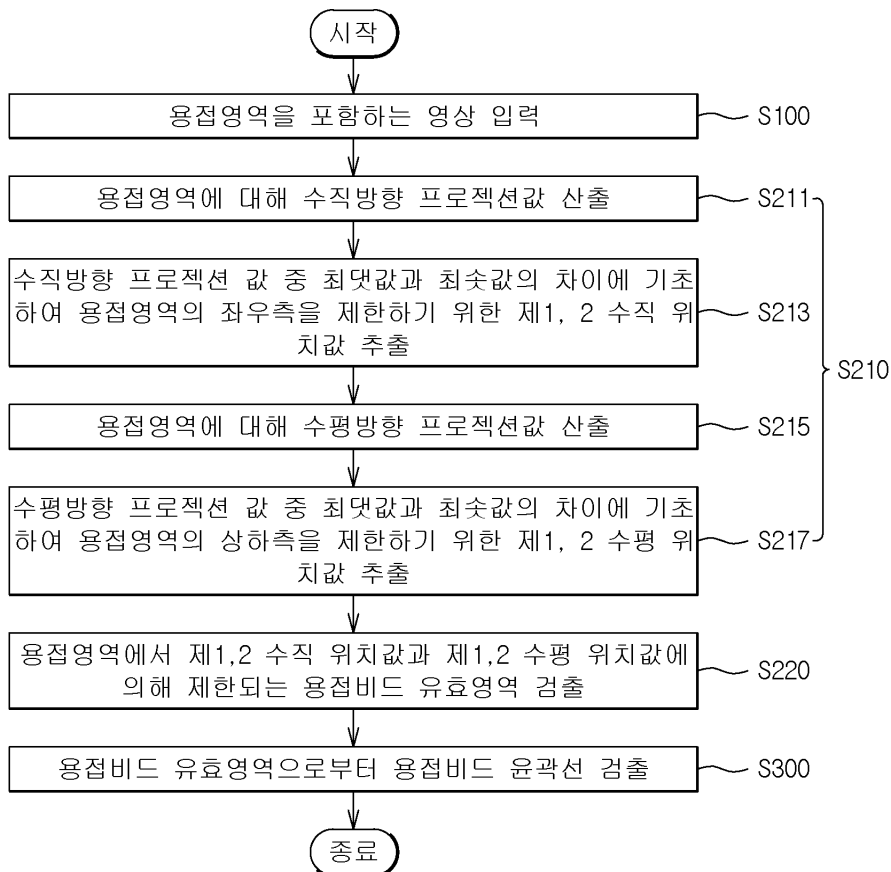
도면

도면1

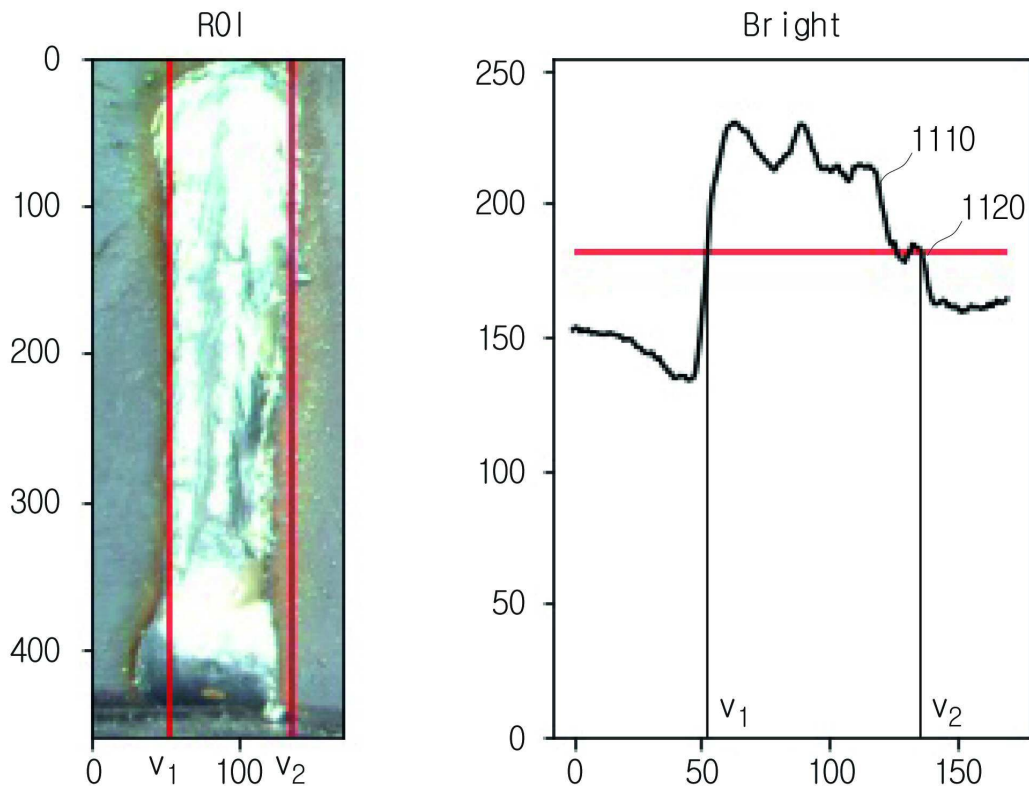
10



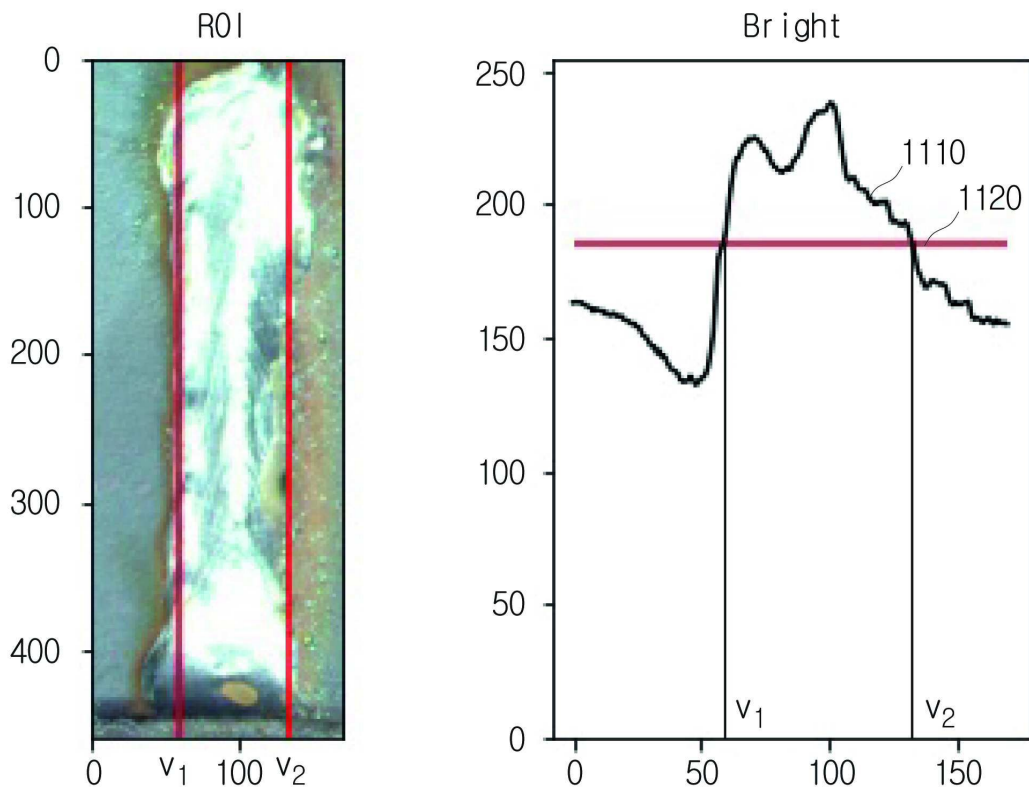
도면2



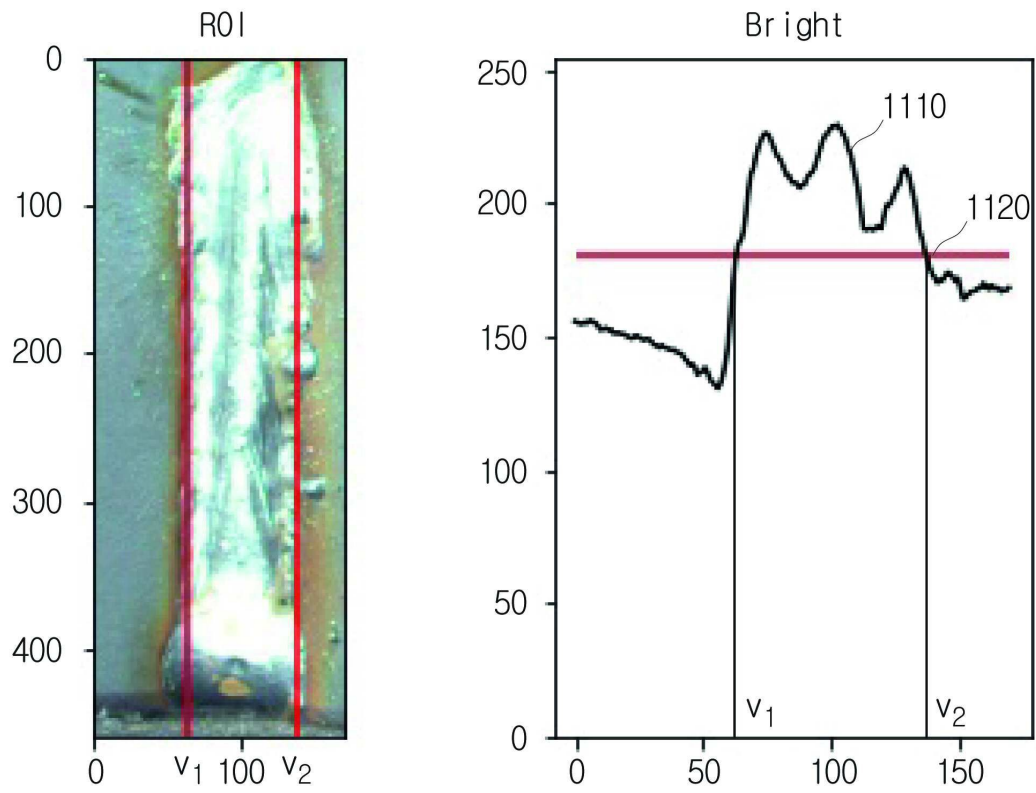
도면3a



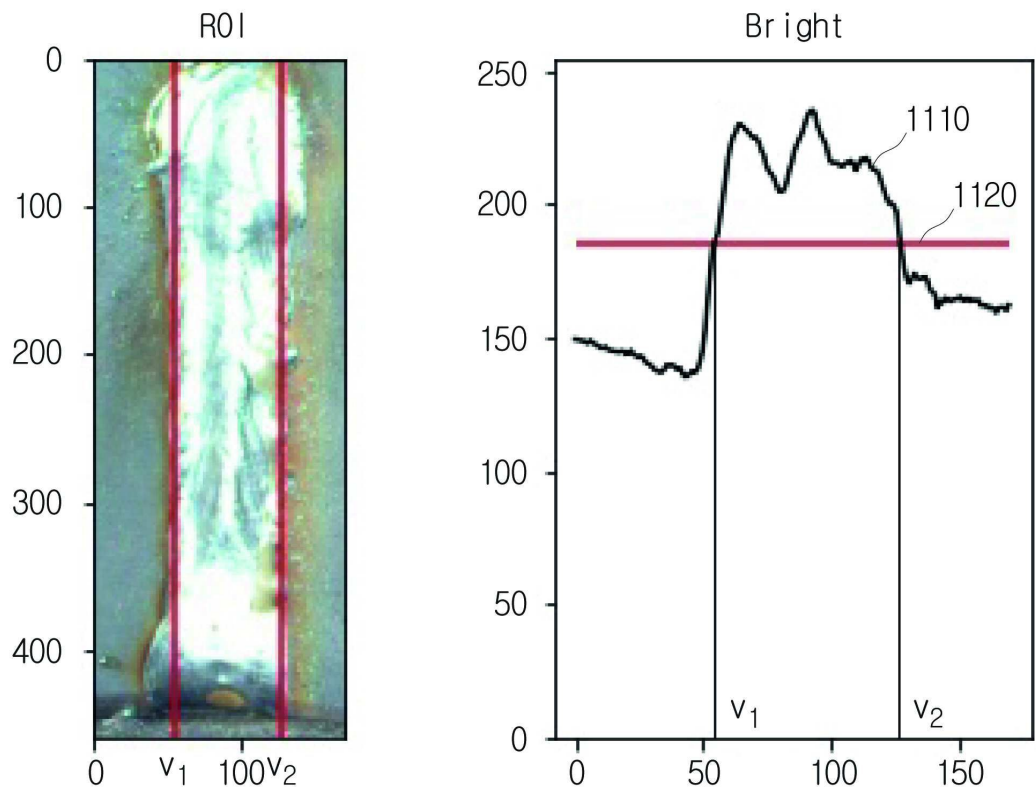
도면3b



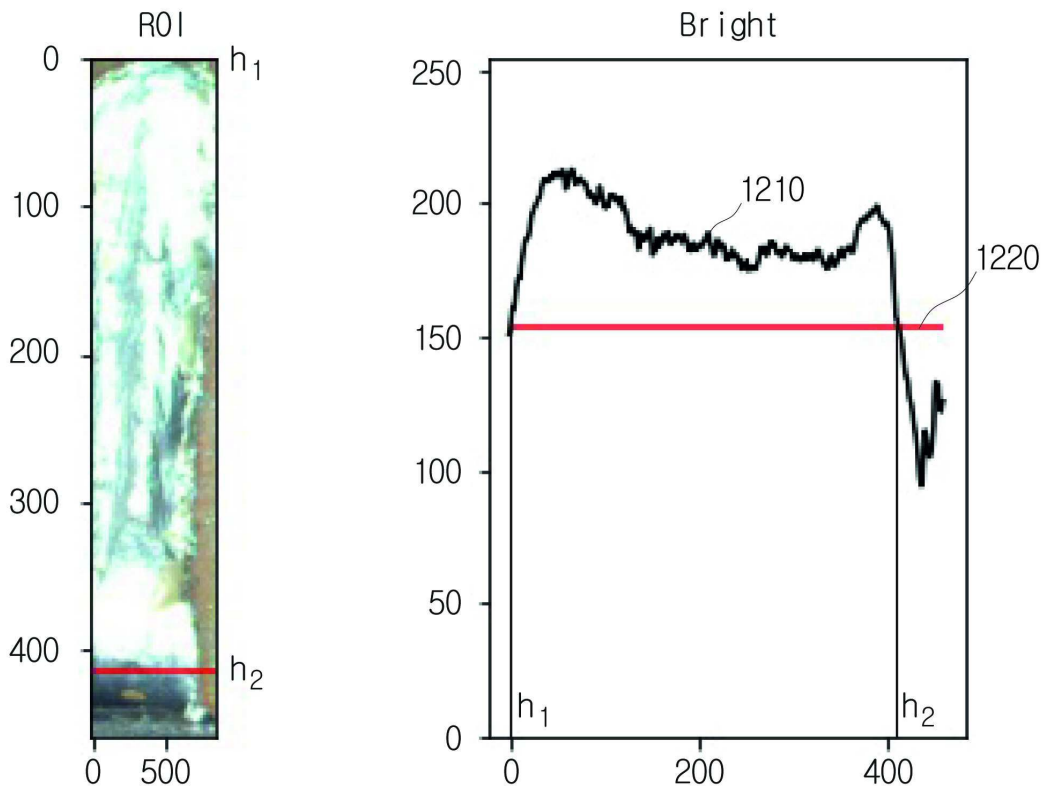
도면3c



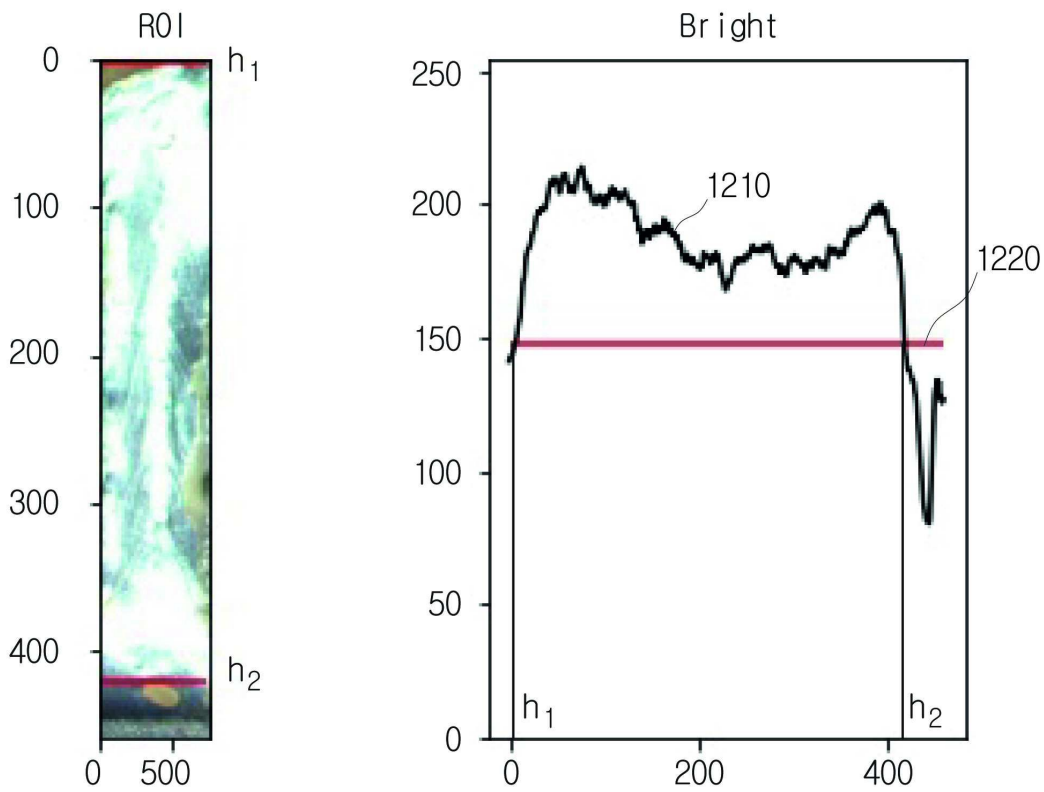
도면3d



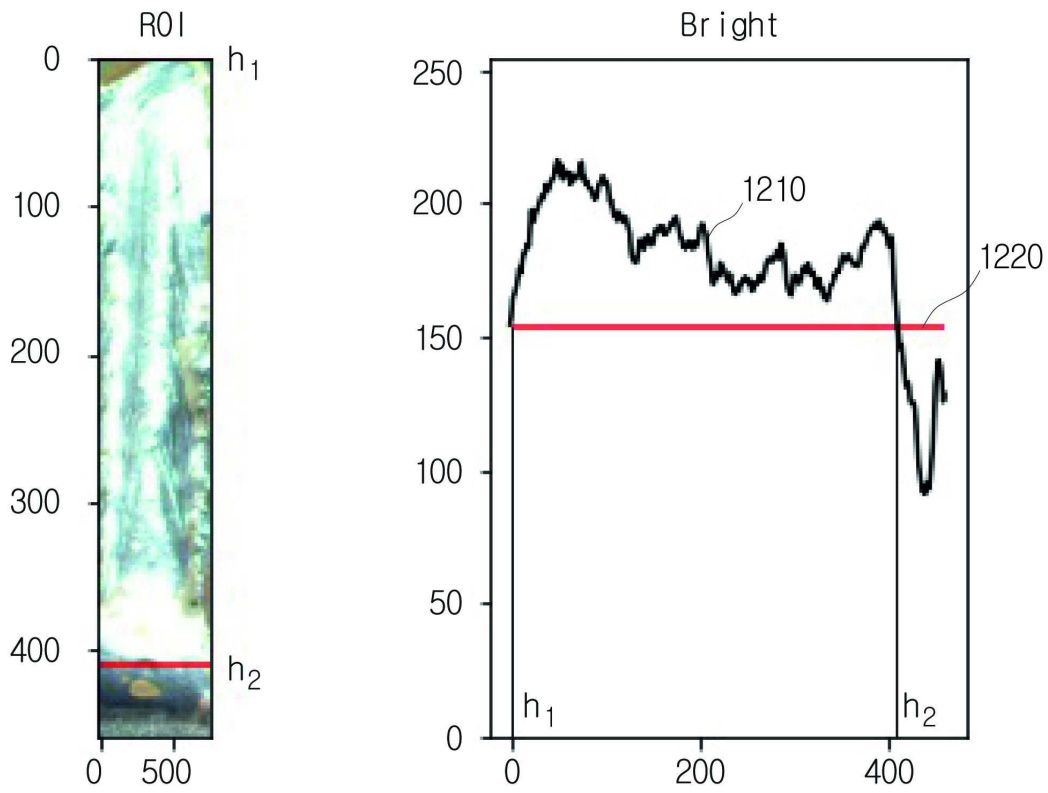
도면4a



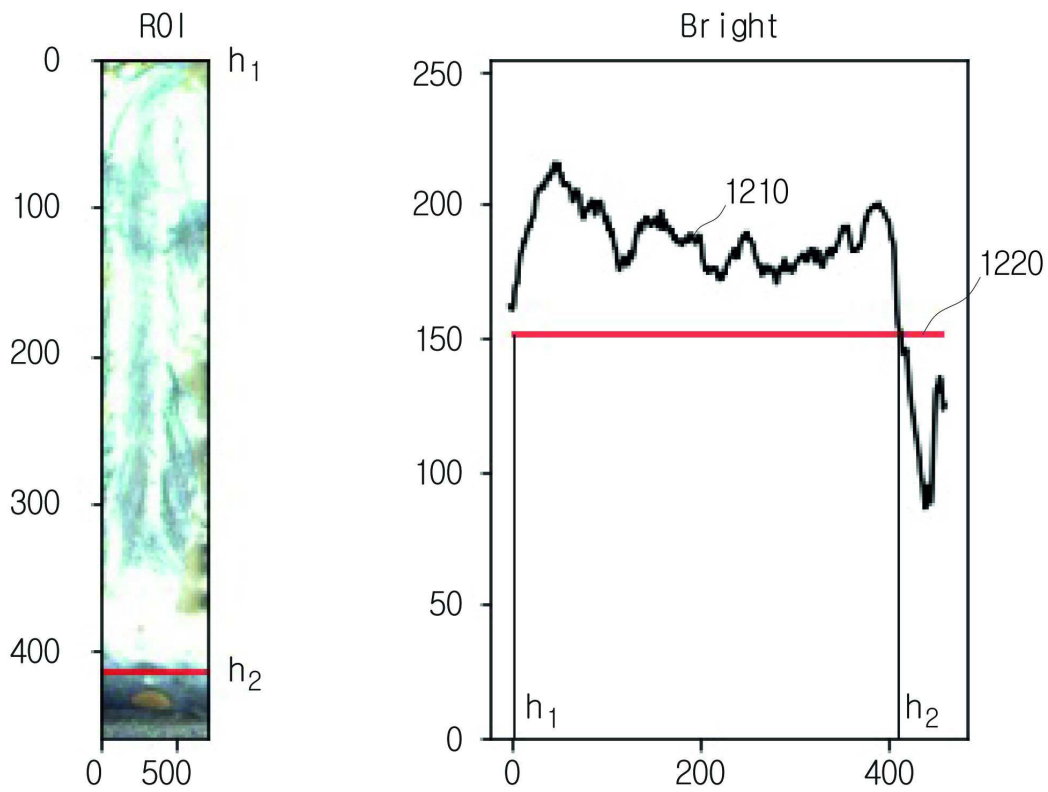
도면4b



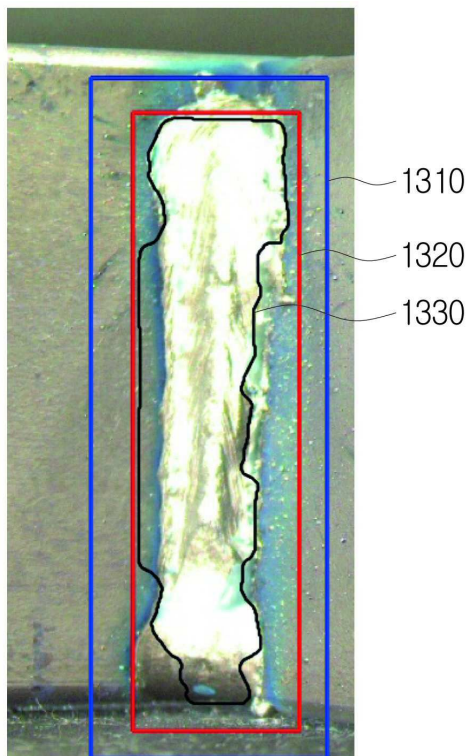
도면4c



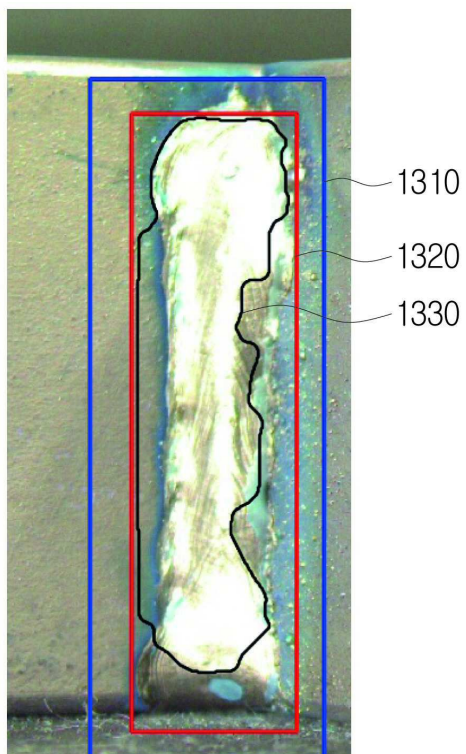
도면4d



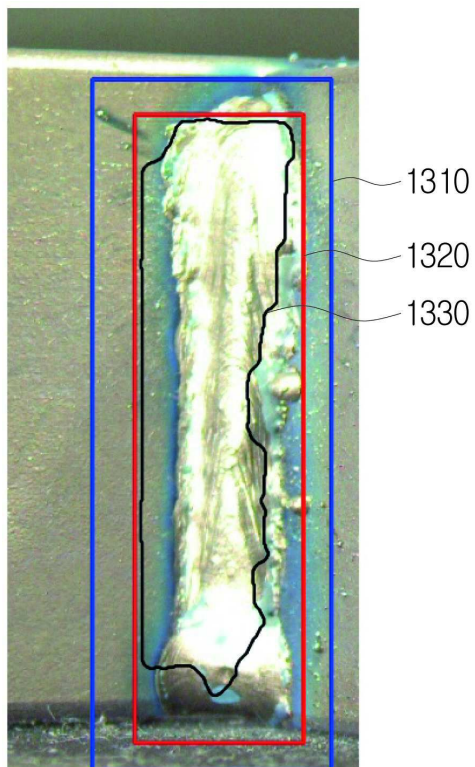
도면5a



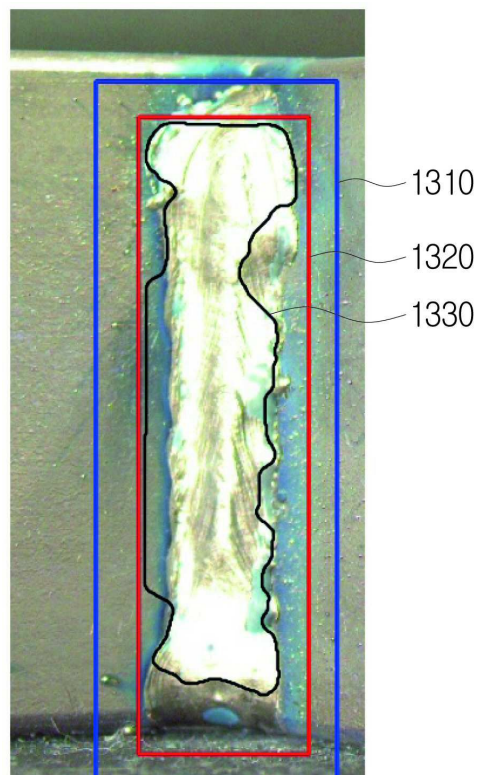
도면5b



도면5c



도면5d



도면6a

```

187 B_min = min(bright_value)
188 B_max = max(bright_value)
189
190 B_50 = (B_max - B_min)*0.5 + B_min
191
192
193 bright_value = np.array(bright_value)
194 # 50%에서 최소점
195 min_loc_h = (np.where(bright_value <= [round(B_50)+1]) and np.where([round(B_50)-1] <= bright_value))[0][0]
196 y_min_h = bright_value[min_loc_h]
197 x_min_h = np.where(bright_value==y_min_h)[0][0]
198
199 # 50%에서 최대점
200 a_len_h = (np.where(bright_value <= ([round(B_50)+1])) and np.where([round(B_50)-1] <= bright_value))[0][0]
201 max_loc_h = (np.where(bright_value <= ([round(B_50)+1])) and np.where([round(B_50)-1] <= bright_value))[0][0]
202 y_max_h = bright_value[max_loc_h]
203 x_max_h = np.where(bright_value==y_max_h)[0][0]
204
205
206 # 수평 자른 roi 영상
207 roi1_hv = roi1_h[round(x_min_h)+1:round(x_max_h)-1, 0:img_v].copy() # 이미지 자르기 _camera4
208
209
210 # 이미지 저장
211 #plt.subplot(111)
212 fig, ax = plt.subplots(1, 1, figsize=(12, 12))
213 ax.imshow(roi, cmap = 'gray')
214 plt.hlines(x_min_h+1, x_min, x_min+roi1_hv.shape[1], color="red")
215 plt.hlines(x_max_h-1, x_min, x_min+roi1_hv.shape[1], color="red")
216 plt.vlines(x_min, x_min_h+1, x_min_h+1+roi1_hv.shape[0]-1, color="red")
217 plt.vlines(x_max, x_min_h+1, x_min_h+1+roi1_hv.shape[0]-1, color="red")
218 ax.axis('off')
219 #plt.imshow('./rec_camera1%a.jpg'%a, cmap='gray')
220 plt.savefig('./rec_camera1%a.jpg'%a)
221
222 end = time.time()
223 print('The time is', (end - start))
224

```

The time is 0.10768461227416992

도면6b

```

16 #r = np.array([60, 60, 500, 500])
17 #c = np.array([180,200,200,180])
18 init_ls = np.zeros(image_g_0.shape, dtype=np.int8)
19 rr, cc = polygon(r,c)
20 init_ls[rr,cc] = 1
21 ls = morphological_geodesic_active_contour(image_h_0, 30, init_ls,
22 smoothing=4, balloon=-4,
23 threshold="auto")
24
25 fig, ax = plt.subplots(1, 1, figsize=(12, 12))
26 ax.imshow(image, cmap = 'gray')
27 m = ax.contour(ls, [0.5], linewidths=np.arange(2.5, 4, 2.5), colors='black')
28 ax.axis('off')
29 fig.savefig('C:/Users/John/Desktop/FOUR_IMAGES/camera125_segmentation.jpg',bbox_inches='tight')
30 plt.imshow('C:/Users/John/Desktop/FOUR_IMAGES/g2.png',ls,cmap='gray')
31 end = time.time()
32 print('The time ellapsed for segmentation is', (end - start))
33 segmentation_and_evaluation()

```

The time ellapsed is 1.2446765899658203

도면7a

```

240     # 이미지 저장
241     #plt.subplot(111)
242     fig, ax = plt.subplots(1, 1, figsize=(12, 12))
243     ax.imshow(roi, cmap = 'gray')
244     plt.hlines(x_min_h+1,x_min,x_min+roi1_hv.shape[1],color="red")
245     plt.hlines(x_max_h-1,x_min,x_min+roi1_hv.shape[1],color="red")
246     plt.vlines(x_min,x_min_h+1,x_min_h+1+roi1_hv.shape[0]-1,color="red")
247     plt.vlines(x_max,x_min_h+1,x_min_h+1+roi1_hv.shape[0]-1,color="red")
248     ax.axis('off')
249     #plt.imsave('./rec_camera1%a.jpg'%a,cmap='gray')
250     plt.savefig('./rec_camera1%a.jpg'%a)
251
252
253 end = time.time()
254 print('The time is', (end - start))
255

```

The time is 0.10270309448242188

도면7b

```

24
25     fig, ax = plt.subplots(1, 1, figsize=(12, 12))
26     ax.imshow(image, cmap = 'gray')
27     m = ax.contour(ls, [0.5], linewidths=np.arange(2.5, 4, 2.5), colors='black')
28     ax.axis('off')
29     fig.savefig('C:/Users/John/Desktop/FOUR_IMAGES/camera167_segmentation.jpg',bbox_inches='tight')
30     plt.imsave('C:/Users/John/Desktop/FOUR_IMAGES/g2.png',ls,cmap='gray')
31     end = time.time()
32     print('The time ellapsed for segmentation is', (end - start))
33 segmentation_and_evaluation()

```

The time ellapsed for segmentation is 1.225745677947998

도면8a

```

240     # 이미지 저장
241     #plt.subplot(111)
242     fig, ax = plt.subplots(1, 1, figsize=(12, 12))
243     ax.imshow(roi, cmap = 'gray')
244     plt.hlines(x_min_h+1,x_min,x_min+roi1_hv.shape[1],color="red")
245     plt.hlines(x_max_h-1,x_min,x_min+roi1_hv.shape[1],color="red")
246     plt.vlines(x_min,x_min_h+1,x_min_h+1+roi1_hv.shape[0]-1,color="red")
247     plt.vlines(x_max,x_min_h+1,x_min_h+1+roi1_hv.shape[0]-1,color="red")
248     ax.axis('off')
249     #plt.imsave('./rec_camera1%a.jpg'%a,cmap='gray')
250     plt.savefig('./rec_camera1%a.jpg'%a)
251
252
253 end = time.time()
254 print('The time is', (end - start))
255

```

The time is 0.11469340324401855

도면8b

```

23         threshold="auto")
24
25     fig, ax = plt.subplots(1, 1, figsize=(12, 12))
26     ax.imshow(image, cmap = 'gray')
27     m = ax.contour(ls, [0.5], linewidths=np.arange(2.5, 4, 2.5), colors='black')
28     ax.axis('off')
29     fig.savefig('C:/Users/John/Desktop/FOUR_IMAGES/camera156_segmentation.jpg', bbox_inches='tight')
30     plt.imshow('C:/Users/John/Desktop/FOUR_IMAGES/g2.png', ls, cmap='gray')
31     end = time.time()
32     print('The time ellapsed for segmentation is', (end - start))
33     segmentation_and_evaluation()

```

The time ellapsed for segmentation is 1.2536492347717285

도면9a

```

240     # 이미지 저장
241     #plt.subplot(111)
242     fig, ax = plt.subplots(1, 1, figsize=(12, 12))
243     ax.imshow(roi, cmap = 'gray')
244     plt.hlines(x_min_h+1, x_min, x_min+roi1_hv.shape[1], color="red")
245     plt.hlines(x_max_h-1, x_min, x_min+roi1_hv.shape[1], color="red")
246     plt.vlines(x_min, x_min_h+1, x_min_h+1+roi1_hv.shape[0]-1, color="red")
247     plt.vlines(x_max, x_min_h+1, x_min_h+1+roi1_hv.shape[0]-1, color="red")
248     ax.axis('off')
249     #plt.imshow('./rec_camera1%a.jpg'%a, cmap='gray')
250     plt.savefig('./rec_camera1%a.jpg'%a)
251
252
253     end = time.time()
254     print('The time is', (end - start))
255

```

The time ellapsed for segmentation is 0.11871075630187988

도면9b

```

25     fig, ax = plt.subplots(1, 1, figsize=(12, 12))
26     ax.imshow(image, cmap = 'gray')
27     m = ax.contour(ls, [0.5], linewidths=np.arange(2.5, 4, 2.5), colors='black')
28     ax.axis('off')
29     fig.savefig('C:/Users/John/Desktop/FOUR_IMAGES/camera148_segmentation.jpg', bbox_inches='tight')
30     plt.imshow('C:/Users/John/Desktop/FOUR_IMAGES/g2.png', ls, cmap='gray')
31     end = time.time()
32     print('The time ellapsed for segmentation is', (end - start))
33     segmentation_and_evaluation()

```

The time ellapsed for segmentation is 1.245696783065796