



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0091107
(43) 공개일자 2022년06월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/13 (2017.01) B23K 31/12 (2006.01)
G01N 21/88 (2006.01) G01N 33/207 (2019.01)
G06T 5/00 (2019.01) G06T 5/20 (2006.01)
G06T 5/40 (2006.01) G06T 7/136 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/13 (2017.01)
B23K 31/125 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0182304
(22) 출원일자 2020년12월23일
심사청구일자 2020년12월23일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
김종남
부산광역시 남구 신선로 566, 306동 1102호
이재은
부산광역시 남구 분포로 111, 109동 1904호
김영봉
부산광역시 해운대구 센텀1로 9, S동 3301호
(74) 대리인
전용철

전체 청구항 수 : 총 12 항

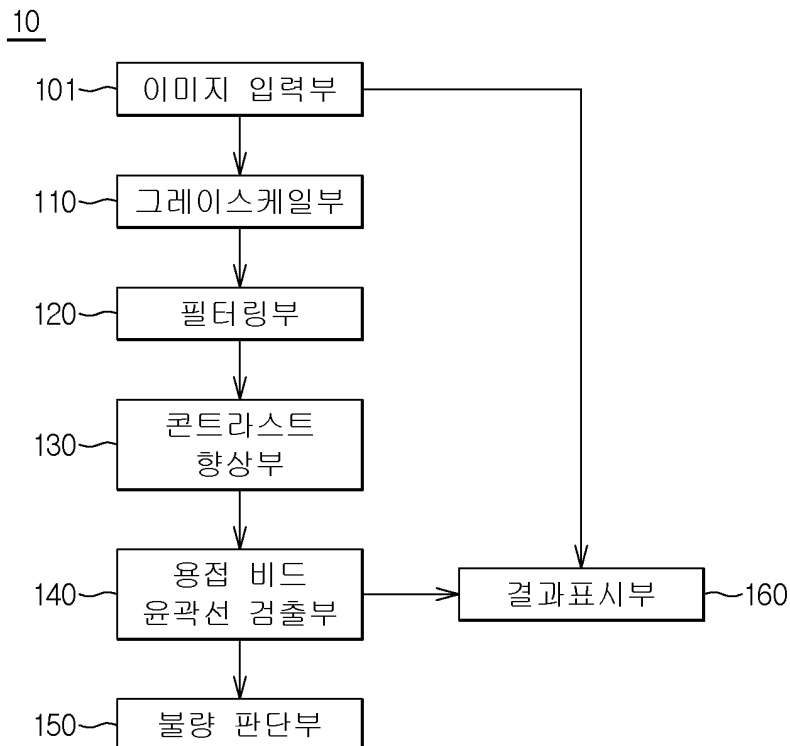
(54) 발명의 명칭 **정확도가 향상된 용접 비드 검출 장치 및 방법**

(57) 요약

본 발명은 정확도가 향상된 용접 비드 검출 장치 및 방법에 관한 것으로, 본 발명의 일면에 따른 정확도가 향상된 용접 비드 검출 장치는 수직연결바와 수직연결바의 상하단에 각각 수직으로 용접 결합되는 복수 개의 수평앵커판으로 구성된 SRD 진단보강부재의 용접 비드를 촬영함에 따라 생성되는 RGB 이미지를 입력받아 기설정된 컬러

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



변환 모델에 따라 RGB 이미지에 포함된 각 픽셀의 RGB값들을 그레이스케일값으로 변환함에 따른 그레이스케일 이미지를 생성하는 그레이스케일부, 그레이스케일 이미지를 하이 패스 필터링함에 따라 필터링 이미지를 출력하는 필터링부, 필터링 이미지의 히스토그램을 평활화함에 따른 콘트라스트 향상 이미지를 출력하는 콘트라스트 향상부 및 콘트라스트 향상 이미지를 미리 정해진 경계 검출 알고리즘에 적용함에 따라 콘트라스트 향상 이미지로부터 용접 비드의 윤곽선에 대응되는 픽셀들의 조합에 따른 용접 비드 윤곽선을 검출하는 용접 비드 윤곽선 검출부를 포함한다.

(52) CPC특허분류

G01N 21/8851 (2013.01)
G01N 33/207 (2021.08)
G06T 5/007 (2013.01)
G06T 5/20 (2013.01)
G06T 5/40 (2013.01)
G06T 7/136 (2017.01)
G01N 2021/8887 (2013.01)
G06T 2207/20024 (2013.01)
G06T 2207/30152 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415166359
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	부경대학교
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

수직연결바와 상기 수직연결바의 상하단에 각각 수직으로 용접 결합되는 복수 개의 수평앵커판으로 구성된 SRD 전단보강부재의 용접 비드를 촬영함에 따라 생성되는 RGB 이미지를 입력받아 기설정된 컬러 변환 모델에 따라 상기 RGB 이미지에 포함된 각 픽셀의 RGB값들을 그레이스케일값으로 변환함에 따른 그레이스케일 이미지를 생성하는 그레이스케일부;

상기 그레이스케일 이미지를 하이 패스 필터링함에 따라 필터링 이미지를 출력하는 필터링부;

상기 필터링 이미지의 히스토그램을 평활화함에 따른 콘트라스트 향상 이미지를 출력하는 콘트라스트 향상부; 및

상기 콘트라스트 향상 이미지를 미리 정해진 경계 검출 알고리즘에 적용함에 따라 상기 콘트라스트 향상 이미지로부터 용접 비드의 윤곽선에 대응되는 픽셀들의 조합에 따른 용접 비드 윤곽선을 검출하는 용접 비드 윤곽선 검출부;를 포함하는 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 RGB 이미지에 상기 용접 비드 윤곽선을 오버랩함에 따른 결과표시영역을 출력하는 결과표시부;를 더 포함하는 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 필터링부는

상기 그레이스케일 이미지를 역가우시안 기울기 연산자에 적용함에 따라 상기 그레이스케일 이미지를 하이 패스 필터링하여 필터링 이미지를 출력하는 것

인 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 역가우시안 기울기 연산자는 하기 수식식과 같은 것

인 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 장치.

[수식식]

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

상기 I는 그레이스케일 이미지이고, G_{σ} 는 표준편차 σ 를 갖는 가우시안 필터이다.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 용접 비드 윤곽선 검출부에서 검출된 용접 비드 윤곽선을 길이와 폭의 비율에 따라 용접 양호에 대응되는 제1 판단값 또는 용접 불량에 대응되는 제2 판단값 중 어느 하나를 선택하여 출력함으로써 SRD 전단보강부재에

대한 용접 불량 여부를 판단하는 불량 판단부;를 더 포함하는 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 경계 검출 알고리즘은

아래의 수학식에 따른 모폴로지컬 지오데식 액티브 컨투어 알고리즘인 것

인 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 장치.

[수학식]

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} = j(q) \cdot \psi \cdot |\nabla \psi|$$

여기서, $j(q)$ 는 밝기 레벨 q 에서 평활화된 히스토그램 함수이고, ψ 는 커브 함수이다.

청구항 7

수직연결바와 상기 수직연결바의 상하단에 각각 수직으로 용접 결합되는 복수 개의 수평앵커판으로 구성된 SRD 전단보강부재의 용접 비드를 촬영함에 따라 생성되는 RGB 이미지를 외부로부터 입력받는 단계;

기설정된 컬러 변환 모델에 따라 상기 RGB 이미지에 포함된 각 픽셀의 RGB값들을 그레이스케일값으로 변환함에 따른 그레이스케일 이미지를 생성하는 단계;

상기 그레이스케일 이미지를 하이 패스 필터링함에 따라 필터링 이미지를 출력하는 단계;

상기 필터링 이미지의 히스토그램을 평활화함에 따른 콘트라스트 향상 이미지를 출력하는 단계; 및

상기 콘트라스트 향상 이미지를 미리 정해진 경계 검출 알고리즘에 적용함에 따라 상기 콘트라스트 향상 이미지로부터 용접 비드의 윤곽선에 대응되는 픽셀들의 조합에 따른 용접 비드 윤곽선을 검출하는 단계;를 포함하는 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 용접 비드 윤곽선을 검출하는 단계 이후에 있어서,

상기 RGB 이미지에 상기 용접 비드 윤곽선을 오버랩함에 따른 결과표시영역을 출력하는 결과표시부;를 더 포함하는 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 필터링 이미지를 출력하는 단계는

상기 그레이스케일 이미지를 역가우시안 기울기 연산자에 적용함에 따라 상기 그레이스케일 이미지를 하이 패스 필터링하여 필터링 이미지를 출력하는 것

인 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 역가우시안 기울기 연산자는 하기 수학과 같은 것

인 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 방법.

[수학식]

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

상기 I는 그레이스케일 이미지이고, G_{σ} 는 표준편차 σ 를 갖는 가우시안 필터이다.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 용접 비드 윤곽선을 검출하는 단계 이후에 있어서,

상기 용접 비드 윤곽선을 길이와 폭의 비율에 따라 용접 양호에 대응되는 제1 판단값 또는 용접 불량에 대응되는 제2 판단값 중 어느 하나를 선택하여 출력함으로써 SRD 진단보강부재에 대한 용접 불량 여부를 판단하는 단계;를 더 포함하는 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 방법.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 용접 비드 윤곽선을 검출하는 단계에서 상기 경계 검출 알고리즘은

아래의 수학식에 따른 모폴로지컬 지오데식 액티브 컨투어 알고리즘인 것

인 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 방법.

[수학식]

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} = j(q) \cdot \psi \cdot |\nabla \psi|$$

여기서, $j(q)$ 는 밝기 레벨 q 에서 평활화된 히스토그램 함수이고, ψ 는 커브 함수이다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 정확도가 향상된 용접 비드 검출 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 SRD 진단보강부재의 용접 비드가 촬영된 이미지에서 용접 비드 윤곽을 정확하게 인식하기 위한 정확도가 향상된 용접 비드 검출 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 산업적으로 생산된 도구와 장비의 품질을 평가하기 위한 다양한 품질 평가 시스템이 개발되고 있다. 용접물의 품질 검사 방법으로 단면 매크로 검사, 육안 검사, 누설 검사 등이 있는데, 특히 이미지 기반의 용접 검사 기술은 검사 수행 속도가 비교적 빨라 많이 이용되고 있다.

[0003] 종래의 이미지 기반의 용접 검사 기술은, 용접물이 촬영된 이미지에서 용접 비드 윤곽을 검출하고 용접 비드 윤곽의 형태에 기초하여 용접 품질을 판단하는 것으로, 용접 검사 정확도를 높이기 위해 용접 비드 윤곽을 정밀하고 정확하게 판단하는 것이 중요하다.

[0004] SRD 진단보강부재는 수직연결바와 수직연결바의 상하단에 각각 수직으로 용접 결합되는 복수 개의 수평앵커판으로 구성되어 I자 형태를 가진다. SRD 진단보강부재의 용접 비드는 서로 소정 각도를 가지고 접하는 수직연결바와 수평앵커판 사이에 형성됨에 따라 수평한 용접물에 형성되는 용접 비드에 비해 경계가 불분명하며 고르지 못하다는 특징을 가진다.

[0005] 용접 비드를 검출하는 것과 관련하여 모폴로지컬 지오데식 액티브 컨투어 알고리즘을 이용한 윤곽 검출 기술, 연결요소(Connected Components with preprocessing)를 이용한 윤곽 검출 기술 등이 개시되고 있으나 이러한 종래의 기술들은 경계가 불분명하며 고르지 않은 SRD 진단보강부재의 용접 비드의 윤곽을 정확히 검출해내기

어려움이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 대한민국 특허출원번호 제10-2018-0043478호
(특허문헌 0002) 대한민국 특허출원번호 제10-2018-0122011호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 목적은 상기 문제점을 해결하기 위한 것으로, SRD 진단보강부재의 용접 비드가 촬영된 이미지에 역가우시안 기울기 연산자를 적용함에 따라 하이 패스 필터링하고, 히스토그램 평활화에 따라 콘트라스트를 향상시킨 후 모폴로지컬 지오데식 액티브 컨투어 알고리즘에 적용함에 따라 용접 비드의 윤곽을 더 정확히 검출할 수 있는 정확도가 향상된 용접 비드 검출 장치 및 방법을 제공하는 것이다.
- [0008] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일면에 따른 정확도가 향상된 용접 비드 검출 장치는 수직연결바와 수직연결바의 상하단에 각각 수직으로 용접 결합되는 복수 개의 수평앵커판으로 구성된 SRD 진단보강부재의 용접 비드를 촬영함에 따라 생성되는 RGB 이미지를 입력받아 기설정된 컬러 변환 모델에 따라 RGB 이미지에 포함된 각 픽셀의 RGB값들을 그레이스케일값으로 변환함에 따른 그레이스케일 이미지를 생성하는 그레이스케일부, 그레이스케일 이미지를 하이 패스 필터링함에 따라 필터링 이미지를 출력하는 필터링부, 필터링 이미지의 히스토그램을 평활화함에 따른 콘트라스트 향상 이미지를 출력하는 콘트라스트 향상부 및 콘트라스트 향상 이미지를 미리 정해진 경계 검출 알고리즘에 적용함에 따라 콘트라스트 향상 이미지로부터 용접 비드의 윤곽선에 대응되는 픽셀들의 조합에 따른 용접 비드 윤곽선을 검출하는 용접 비드 윤곽선 검출부를 포함한다.
- [0010] 본 발명의 다른 면에 따른 정확도가 향상된 용접 비드 검출 방법은 수직연결바와 수직연결바의 상하단에 각각 수직으로 용접 결합되는 복수 개의 수평앵커판으로 구성된 SRD 진단보강부재의 용접 비드를 촬영함에 따라 생성되는 RGB 이미지를 외부로부터 입력받는 단계, 기설정된 컬러 변환 모델에 따라 RGB 이미지에 포함된 각 픽셀의 RGB값들을 그레이스케일값으로 변환함에 따른 그레이스케일 이미지를 생성하는 단계, 그레이스케일 이미지를 하이 패스 필터링함에 따라 필터링 이미지를 출력하는 단계, 필터링 이미지의 히스토그램을 평활화함에 따른 콘트라스트 향상 이미지를 출력하는 단계 및 콘트라스트 향상 이미지를 미리 정해진 경계 검출 알고리즘에 적용함에 따라 콘트라스트 향상 이미지로부터 용접 비드의 윤곽선에 대응되는 픽셀들의 조합에 따른 용접 비드 윤곽선을 검출하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명에 따르면 SRD 진단보강부재의 용접 비드가 촬영된 이미지에 역가우시안 기울기 연산자를 적용함에 따라 하이 패스 필터링하고, 히스토그램 평활화에 따라 콘트라스트를 향상시킨 후 모폴로지컬 지오데식 액티브 컨투어 알고리즘에 적용함에 따라 용접 비드의 윤곽을 더 정확히 검출할 수 있는 정확도가 향상된 용접 비드 검출 장치 및 방법을 제공하는 효과가 있다.
- [0012] 본 발명에 따르면 용접 비드 윤곽선을 더 정확하게 검출함으로써 용접 검사 정확도를 향상하는 효과를 기대할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 효과는 상기에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 정확도가 향상된 용접 비드 검출 장치의 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 정확도가 향상된 용접 비드 검출 방법의 순서도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예들에 따라 용접 비드를 포함하는 이미지로부터 검출되는 용접 비드 윤곽선을 표시한 도면이다.
- 도 4는 종래의 모폴로지컬 지오데식 액티브 컨투어 알고리즘에 용접 비드를 포함하는 이미지를 단순 적용하였을 때 검출되는 용접 비드 윤곽선을 표시한 도면이다.
- 도 5는 종래의 하프너가 제안한 용접 분할 방식에 용접 비드를 포함하는 이미지를 적용하였을 때 검출되는 용접 비드 윤곽선을 표시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 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.
- [0016] 본 발명은 SRD 진단보강부재의 용접 비드를 더 정확히 검출하기 위한 기술이다.
- [0017] SRD 진단보강부재의 용접 비드는, 서로 수직으로 결합되는 수직연결바와 수평앵커판 사이에 형성됨에 따라 배경이 되는 수직연결바 및 수평앵커판과의 구분이 뚜렷하지 않고, 경계가 약하고 불연속적이다.
- [0018] 이에 따라 종래의 경계 검출 기술로 SRD 진단보강부재의 용접 비드를 검출하는 경우, 실제 용접 비드 윤곽선에 비해 수축, 또는 팽창된 윤곽선을 검출하거나, 불연속한 경계에 있어 실제보다 더 돌출되거나 수축되게 검출하는 등의 문제가 있었다.
- [0019] 본 발명은 SRD 진단보강부재에 형성된 용접 비드를 더 정확히 검출하기 위한 것으로 용접 비드를 포함하는 이미지를 역가우시안 기울기 연산자를 이용한 하이 패스 필터링하고, 히스토그램 평활화를 통해 콘트라스트를 향상시켜 모폴로지컬 지오데식 액티브 컨투어(Morphological Geodesic Active contours) 알고리즘에 적용함에 따라 용접 비드 윤곽선을 종래 기술 대비 더 정확히 검출하도록 한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 정확도가 향상된 용접 비드 검출 장치의 블록도이고, 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 정확도가 향상된 용접 비드 검출 방법의 순서도이다.
- [0021] 본 발명의 다른 실시예에 따른 정확도가 향상된 용접 비드 검출 방법은 본 발명의 일 실시예에 따른 정확도가 향상된 용접 비드 검출 장치(10)에 의해 수행될 수 있다.
- [0022] 이하 설명의 편의를 위하여, 도 1 및 도 2에 있어서 기능적으로 일치되는 기능부들의 도면 부호를 일치시키고, 중복하여 설명하지 않도록 한다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 정확도가 향상된 용접 비드 검출 장치(10)는 이미지 입력부(101), 그레이스케일부(110), 필터링부(120), 콘트라스트 향상부(130), 용접 비드 윤곽선 검출부(140), 불량 판단부(150), 표시영역 생성부(160), 표시부(170)를 포함하는 것일 수 있다.
- [0024] 이미지 입력부(101)는 수직연결바와 수직연결바의 상하단에 각각 수직으로 용접 결합되는 복수 개의 수평앵커판으로 구성된 SRD 진단보강부재의 용접 비드를 촬영함에 따라 생성되는 RGB 이미지를 외부로부터 입력받는다(S101).
- [0025] 그레이스케일부(110)는 이미지 입력부(101)로부터 RGB 이미지를 입력받아 기설정된 컬러 변환 모델에 따라 RGB 이미지에 포함된 각 픽셀의 RGB값들을 그레이스케일값으로 변환함에 따른 그레이스케일 이미지를 생성한다(S103).
- [0026] 필터링부(120)는 그레이스케일부(110)에서 생성된 그레이스케일 이미지를 하이 패스 필터링함에 따라 필터링 이미지를 출력한다(S105).

[0027] 필터링부(120)는 그레이스케일 이미지를 역가우시안 기울기 연산자에 적용함에 따라 그레이스케일 이미지를 하이 패스 필터링하여 필터링 이미지를 출력하는 것일 수 있다(S105).

[0028] 필터링부(120)는 하기의 수학식 1에 따른 역가우시안 기울기 연산자에 그레이스케일 이미지를 적용함에 따라 하이 패스 필터링하여 필터링 이미지를 출력하는 것일 수 있다(S105).

수학식 1

[0029]
$$g(I) = \frac{1}{1 + |\nabla G_{\sigma} * I|^2}$$

[0030] 여기서 I 는 그레이스케일 이미지이고,
$$G_{\sigma} = \frac{1}{\sqrt{(2\pi\sigma^2)}} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$
 은 표준편차 σ 를 갖는 가우시안 필터이다.

[0031] 본 발명의 실시예들에 있어서 필터링부(120)는 역가우시안 기울기 연산자를 이용해 그레이스케일 이미지를 하이 패스 필터링함에 따라, 그레이스케일 이미지에서 윤곽선 검출에 불필요한 성분은 제거하고 경계 성분을 강화할 수 있다.

[0032] 또한, 본 발명의 실시예들에 있어서 역가우시안 기울기 연산자를 이용하여 하이 패스 필터링 함에 따라 경계 성분을 강화하되 이미지의 윤곽선을 부드럽게 하는 이점이 있다.

[0033] 콘트라스트 향상부(130)는 필터링부(120)에서 출력되는 필터링 이미지의 히스토그램을 평활화함에 따른 콘트라스트 향상 이미지를 출력한다(S107).

[0034] 콘트라스트 향상부(130)는 필터링 이미지에 속하는 각 픽셀들이 가지는 강도값들에 기초한 히스토그램을 생성하고 히스토그램을 기설정된 단조 변환 모델에 따라 수정함에 따라 필터링 이미지의 히스토그램을 평활화하여, 콘트라스트 향상 이미지를 출력하는 것일 수 있다(S107).

[0035] 용접 비드 윤곽선 검출부(140)는 콘트라스트 향상부(130)에서 출력되는 콘트라스트 향상 이미지를 미리 정해진 모폴로지컬 지오데식 액티브 컨투어 알고리즘에 적용함에 따라 콘트라스트 향상 이미지로부터 용접 비드의 윤곽선에 대응되는 픽셀들의 조합에 따른 용접 비드 윤곽선을 검출한다(S109).

[0036] SRD전단보강부재는 모재 부분과 용접 비드 부분을 제외한 부분에서 주위와 대비한 색상, 음영 등의 차이로 인해 노이즈 성분이 다수 발생될 수 있고 불균일한 용접에 따라 용접 비드 부분의 경계가 불연속적인 경우가 많을 수 있어 용접 비드를 촬영한 이미지에 종래의 객체의 경계를 검출하기 위한 알고리즘을 단순 적용해서는 용접 비드 부분의 경계를 검출하는 것이 쉽지 않은 면이 있다.

[0037] 용접 비드 윤곽선 검출부(140)는 콘트라스트 향상부(130)에서 출력되는 콘트라스트 향상 이미지에 침식 연산 및 팽창 연산 중 적어도 하나를 적용하여 용접 비드 이외의 이미지 부분과 용접 비드에 대응되는 이미지 부분의 형태를 분리하고 잡음 성분을 제거하는 것일 수 있으며, 하기 수학식 2에 따라 용접 비드의 경계에 대응되는 커브를 도출하도록 하여 콘트라스트 향상 이미지로부터 용접 비드의 윤곽선에 대응되는 픽셀들의 조합에 따른 용접 비드 윤곽선을 검출하는 것일 수 있다(S109).

수학식 2

[0038]
$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} = j(q) \cdot \psi \cdot |\nabla \psi|$$

[0039] 수학식 2는 용접 비드의 경계에 대응되는 커브를 도출하기 위한 함수로, 여기서, j(q)는 밝기 레벨 q에서 평활화된 히스토그램 함수이고, Ψ 는 커브 함수이다.

[0040] j(q)는 분포에서 g(I)에 수렴하여, j(q)는 히스토그램 평활화된 경계의 중심에서 최솟값을 획득하는 것일 수 있다.

- [0041] 곡선의 내부 에너지를 내포한 두 개의 수학적 곡선의 외부 에너지를 내포한 하나의 수학적 곡선을 포함하는 종래 기술에 따른 객체 윤곽선 검출 방식을 적용하는 경우 계산의 복잡성과 느린 수렴에 의해 윤곽선 검출 성능이 저하되는 문제가 발생될 수 있으나, 본 발명의 실시예들에 따른 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 장치 및 방법에서는 노이즈가 제거된 이미지(g(I))에 대해 분포에서 수렴하며 경계의 중심에서 최솟값을 갖는 히스토그램 함수와 커브 함수에 따라 용접 비드 윤곽선을 검출하여, 용접 비드의 경계에 대응되는 커브를 도출하는 데 있어서 커브가 최솟값보다 더 작게 검출되는 것을 방지하고, 커브의 진화(evolver)에 있어 기울기의 소실 및 폭발을 방지하며, 계산의 복잡성과 느린 수렴에 의해 윤곽선 검출 성능이 저하되는 문제가 발생되지 않도록 할 수 있다.
- [0042] 도 3은 본 발명의 실시예들에 따라 용접 비드를 포함하는 이미지로부터 검출되는 용접 비드 윤곽선을 표시한 도면이고, 도 4는 종래의 모폴로지컬 지오데식 액티브 컨투어 알고리즘에 용접 비드를 포함하는 이미지를 단순 적용하였을 때 검출되는 용접 비드 윤곽선을 표시한 도면이며, 도 5는 종래의 하프너가 제안한 용접 분할 방식에 용접 비드를 포함하는 이미지를 적용하였을 때 검출되는 용접 비드 윤곽선을 표시한 도면이다.
- [0043] 도 4를 참조하면 종래의 모폴로지컬 지오데식 액티브 컨투어 알고리즘에 용접 비드를 포함하는 이미지를 단순 적용하였을 때 검출되는 용접 비드의 윤곽선은 실제 용접 비드의 윤곽에 비해 내측으로 수축되어 정확도가 떨어짐을 확인할 수 있다.
- [0044] 도 5를 참조하면 하프너(Haffner)가 제안한 용접 분할(Weld Segmentation)방식에 의해 검출되는 용접 비드의 윤곽선은 경계가 매끄럽지 않은 부분에서 실제 용접 비드의 윤곽에 비해 윤곽선이 더 돌출되거나 내측으로 더 수축되어 용접 비드 윤곽선 검출에 오차가 발생함을 확인할 수 있다.
- [0045] 도 3을 참조하면 본 발명의 실시예들에 따른 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 장치 및 방법은 종래의 경계 검출 기술을 이용하여 검출되는 용접 비드의 윤곽선에 비하여 더 정확한 용접 비드 윤곽선을 검출함을 확인할 수 있다.
- [0046] 불량 판단부(150)는 용접 비드 윤곽선 검출부(140)에서 검출된 용접 비드 윤곽선의 길이와 폭의 비율에 따라 용접 양호에 대응되는 제1 판단값 또는 용접 불량에 대응되는 제2 판단값 중 어느 하나를 선택하여 출력함에 따라 SRD 진단보강부재에 대한 용접 불량 여부를 판단하는 것일 수 있다.
- [0047] 불량 판단부(150)는 용접 비드 윤곽선 검출부(140)에서 검출된 용접 비드 윤곽선의 길이에 따라 검출되는 복수 개의 윤곽폭들의 평균값을 용접 비드 윤곽선의 길이로 나눈 값이 기설정된 임계값 이상이고, 복수 개의 윤곽폭들 중 기설정된 임계폭보다 작은 윤곽폭들의 갯수가 기설정된 기준값 이하이면 용접 양호에 대응되는 제1 판단값을 출력하고, 용접 비드 윤곽선의 길이로 나눈 값이 기설정된 임계값 미만이거나, 복수 개의 윤곽폭들 중 기설정된 임계폭보다 작은 윤곽폭들의 갯수가 기설정된 기준값을 초과하면 용접 불량에 대응되는 제2 판단값을 출력하는 것일 수 있다.
- [0048] 결과표시부(160)는 용접 비드 윤곽선 검출부(140)에서 검출된 용접 비드 윤곽선을 RGB 이미지에 오버랩함에 따른 결과표시영역을 생성하여 출력하는 것일 수 있다.
- [0049] 본 발명에 따르면 SRD 진단보강부재의 용접 비드를 촬영함에 따라 생성되는 RGB 이미지를 그레이스케일 이미지로 변환한 후 역가우시안 기울기 연산자에 적용함에 따라 경계 성분을 제외한 불필요한 성분들이 제거하고, 히스토그램 평활화를 통해 콘트라스트가 향상된 콘트라스트 향상 이미지를 생성하여 콘트라스트 향상 이미지를 미리 정해진 모폴로지컬 지오데식 액티브 컨투어 알고리즘에 적용함으로써 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선을 검출할 수 있다.
- [0050] 또한, 본 발명에 따르면 SRD 진단보강부재의 용접 비드를 촬영함에 따라 생성되는 RGB 이미지에서 검출된 용접 비드 윤곽선을 RGB 이미지에 오버랩함에 따른 결과표시영역을 출력하여 사용자가 실제 용접 비드와 검출된 용접 비드 윤곽선을 쉽게 비교가능하도록 한다.
- [0051] 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

[0052]

10 : 정확도가 향상된 용접 비드 윤곽선 검출 장치

101 : 이미지 입력부

110 : 그레이스케일부

120 : 필터링부

130 : 콘트라스트 향상부

140 : 용접 비드 윤곽선 검출부

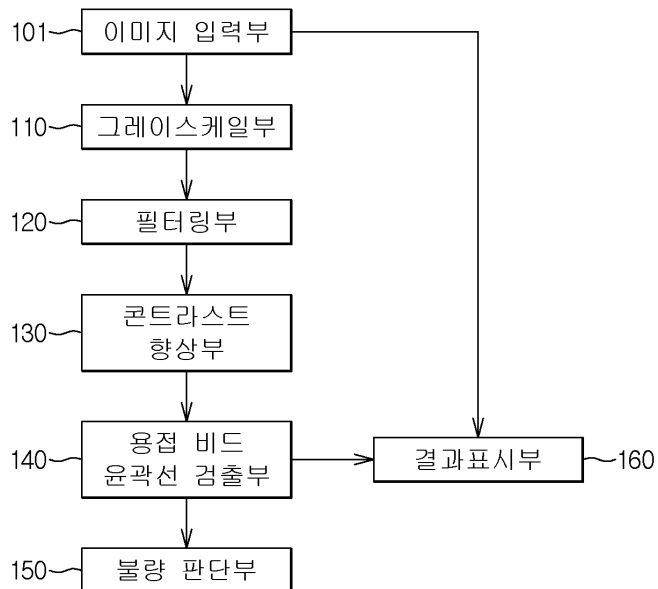
150 : 불량 판단부

160 : 결과표시부

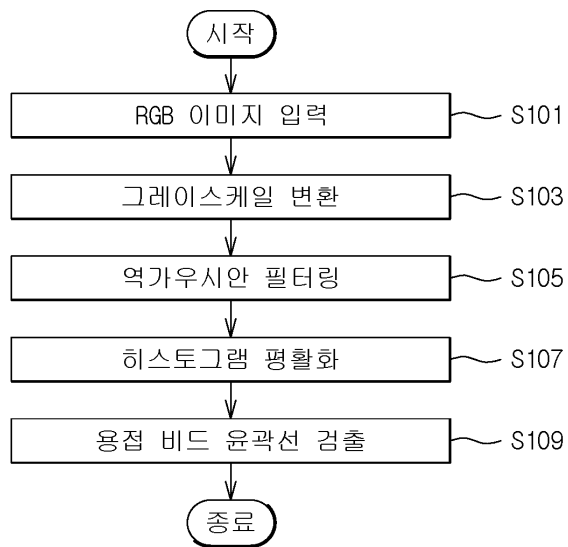
도면

도면1

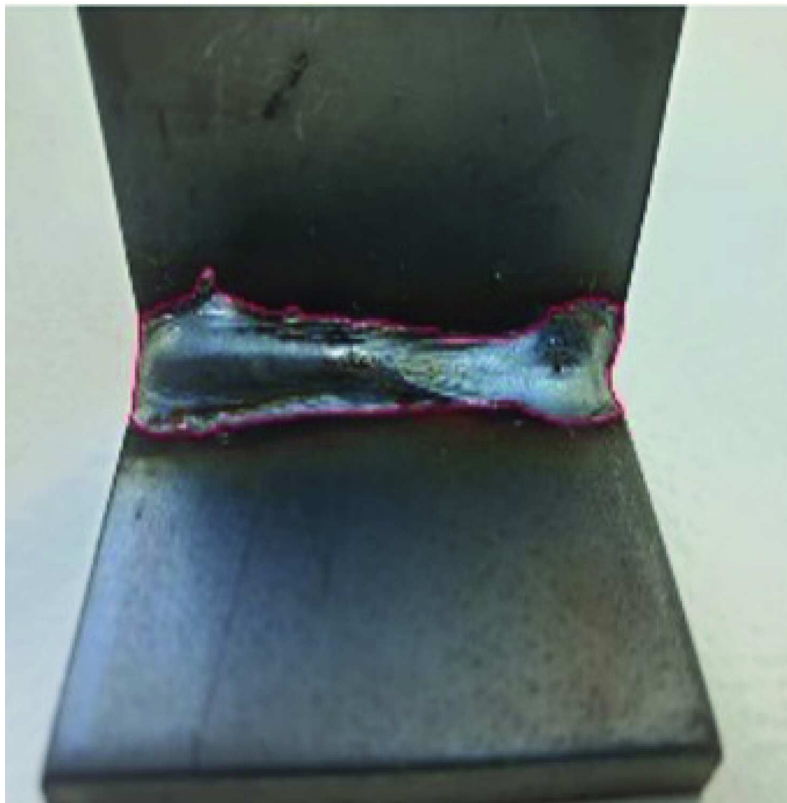
10



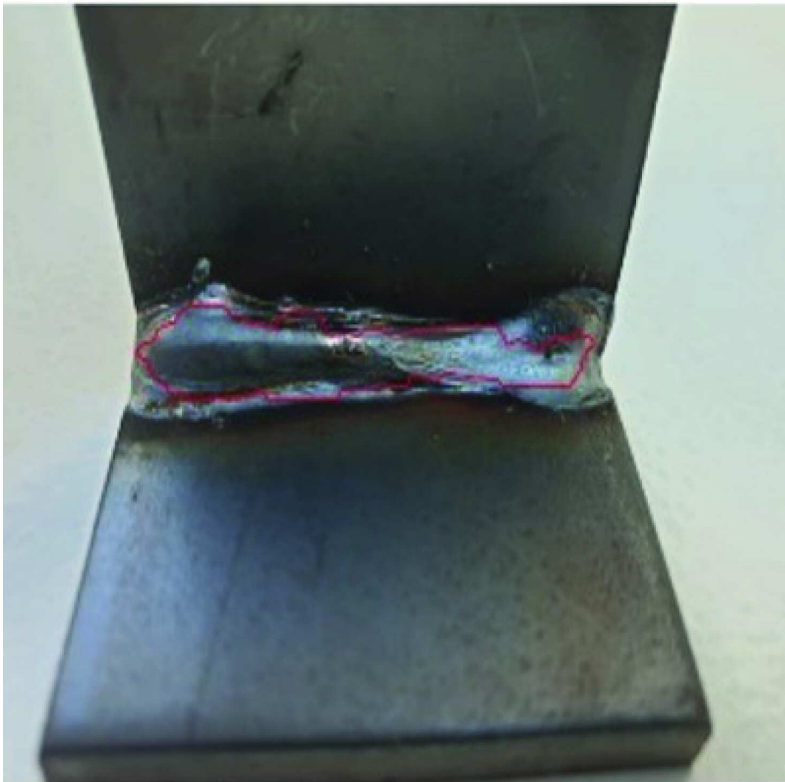
도면2



도면3



도면4



도면5

