(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0089836
(43) 공개일자 2025년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*B23K 31/12* (2006.01) *B23K 9/09* (2006.01)
*B23K 9/095* (2006.01) *G06T 7/00* (2017.01)
*G06T 7/11* (2017.01) *G06T 7/62* (2017.01)
(52) CPC특허분류
*B23K 31/125* (2013.01)
*B23K 9/09* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0179565
(22) 출원일자 2023년12월12일
심사청구일자 2023년12월12일

(71) 출원인
**국립부경대학교 산학협력단**
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
**김종남**
부산광역시 남구 신선로 566, 306동 1102호
**이재은**
부산광역시 남구 분포로 111, 112동 1902호
(74) 대리인
**전용철**

전체 청구항 수 : 총 8 항

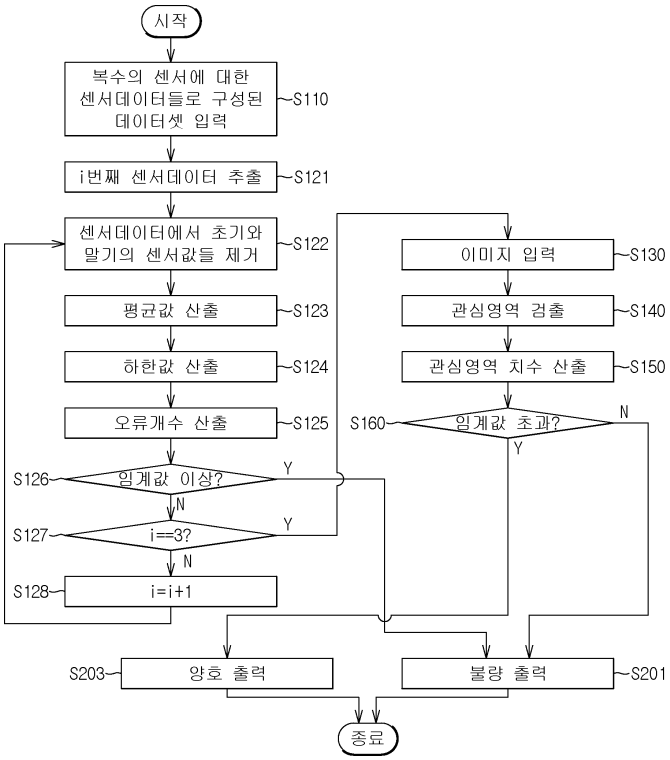
(54) 발명의 명칭 **센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법 및 장치**

## (57) 요 약

본 발명은 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법 및 장치에 관한 것으로, 본 발명의 일면에 따른 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법은 용접이 이뤄지는 기기에 설치되며 전압, 전류, 가스유량 중 적어도 하나를 측정하는 센싱모듈에서 시간에 따라 측정한 센서값들로 이뤄진 데이터셋을 입력받는 단계, 데이터셋에 포함된

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



센서값의 평균으로부터 산출된 하한값을 기준으로 하한값보다 작은 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단하는 단계, 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단한 결과 불량이 아닌 것으로 판단되면, 데이터셋에 대응되며 용접 비드가 촬영된 이미지를 입력받는 단계, 이미지에서 용접 비드에 대응하는 관심영역을 검출하는 단계, 관심영역의 가로 길이와 세로 길이 각각에 대한 치수를 산출하는 단계, 관심영역의 가로 길이와 세로 길이 각각에 대한 치수가 가로 길이와 세로 길이 각각에 대해 기설정된 임계값을 초과하는지에 따라 불량 여부를 판단하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류
***B23K 9/0956*** (2013.01)
***G06T 7/0004*** (2013.01)
***G06T 7/11*** (2017.01)
***G06T 7/62*** (2017.01)
*G06T 2207/30152* (2013.01)

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

전자 장치에 의해 수행되는 방법에 관한 것으로,

용접이 이뤄지는 기기에 설치되며 전압, 전류, 가스유량 중 적어도 하나를 측정하는 센싱모듈에서 시간에 따라 측정한 센서값들로 이뤄진 데이터셋을 입력받는 단계;

상기 데이터셋에 포함된 센서값의 평균으로부터 산출된 하한값을 기준으로 하한값보다 작은 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단하는 단계;

상기 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단한 결과 불량이 아닌 것으로 판단되면, 상기 데이터셋에 대응되며 용접 비드가 촬영된 이미지를 입력받는 단계;

상기 이미지에서 용접 비드에 대응하는 관심영역을 검출하는 단계;

상기 관심영역의 가로 길이와 세로 길이 각각에 대한 치수를 산출하는 단계;

상기 관심영역의 가로 길이와 세로 길이 각각에 대한 치수가 가로 길이와 세로 길이 각각에 대해 기설정된 임계값을 초과하는지에 따라 불량 여부를 판단하는 단계;를 포함하는 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 데이터셋을 입력받는 단계는

용접이 이뤄지는 기기에 설치되어 시간에 따른 각 시점에서 전압에 대한 센서값, 전류에 대한 센서값, 가스유량에 대한 센서값을 측정하는 센서모듈로부터 생성되고 복수의 시점에 대응하는 전압 센서값들로 이뤄진 제1센서데이터, 복수의 시점에 대응하는 전류 센서값들로 이뤄진 제2센서데이터, 복수의 시점에 대응하는 가스유량 센서값들로 이뤄진 제3센서데이터를 포함하는 데이터셋을 입력받는 것

인 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법.

### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단하는 단계는

상기 데이터셋에 포함된 상기 제1센서데이터, 상기 제2센서데이터, 상기 제3센서데이터를 순차적으로 추출하여 추출한 각 센서데이터에 포함된 센서값의 평균으로부터 산출된 각 센서데이터에 대한 하한값을 기준으로 하한값보다 작은 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단하는 것

인 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법.

### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단하는 단계는

상기 데이터셋에 포함된 상기 제1센서데이터, 상기 제2센서데이터, 상기 제3센서데이터 중 어느 하나의 센서데이터를 추출하는 단계와,

추출한 센서데이터에 포함된 센서값의 평균을 산출하는 단계와,

산출한 평균에 기설정된 비율을 곱해서 각 센서데이터에 대한 하한값을 산출하는 단계와,

각 센서데이터에 포함된 센서값 중 각 센서데이터에 대해 산출한 하한값보다 작은 센서값을 카운팅함에 따라 오류개수를 산출하는 단계와,

산출한 오류개수가 기설정된 임계값 이상인지에 따라 불량 여부를 판단하는 단계를 포함하는 것

인 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법.

**청구항 5**

명령들을 저장하는 메모리;

상기 메모리에 저장된 명령들을 수행함에 따라, 용접이 이뤄지는 기기에 설치되며 전압, 전류, 가스유량 중 적어도 하나를 측정하는 센싱모듈에서 시간에 따라 측정한 센서값들로 이뤄진 데이터셋을 입력받고, 상기 데이터셋에 포함된 센서값의 평균으로부터 산출된 하한값을 기준으로 하한값보다 작은 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단하며, 상기 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단한 결과 불량이 아닌 것으로 판단되면, 상기 데이터셋에 대응되며 용접 비드가 촬영된 이미지를 입력받고, 상기 이미지에서 용접 비드에 대응하는 관심영역을 검출하며, 상기 관심영역의 가로 길이와 세로 길이 각각에 대한 치수를 산출하고, 상기 관심영역의 가로 길이와 세로 길이 각각에 대한 치수가 가로 길이와 세로 길이 각각에 대해 기설정된 임계값을 초과하는지에 따라 불량 여부를 판단하는 프로세서;를 포함하는 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 장치.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 프로세서는

용접이 이뤄지는 기기에 설치되어 시간에 따른 각 시점에서 전압에 대한 센서값, 전류에 대한 센서값, 가스유량에 대한 센서값을 측정하는 센서모듈로부터 생성되고 복수의 시점에 대응하는 전압 센서값들로 이뤄진 제1센서데이터, 복수의 시점에 대응하는 전류 센서값들로 이뤄진 제2센서데이터, 복수의 시점에 대응하는 가스유량 센서값들로 이뤄진 제3센서데이터를 포함하는 데이터셋을 입력받는 것

인 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 장치.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 데이터셋에 포함된 상기 제1센서데이터, 상기 제2센서데이터, 상기 제3센서데이터를 순차적으로 추출하여 추출한 각 센서데이터에 포함된 센서값의 평균으로부터 산출된 각 센서데이터에 대한 하한값을 기준으로 하한값보다 작은 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단하는 것

인 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 장치.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 프로세서는

센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단하는데 있어서,

상기 데이터셋에 포함된 상기 제1센서데이터, 상기 제2센서데이터, 상기 제3센서데이터 중 어느 하나의 센서데이터를 추출하고,

추출한 센서데이터에 포함된 센서값의 평균을 산출하며,

산출한 평균에 기설정된 비율을 곱해서 각 센서데이터에 대한 하한값을 산출하고,

각 센서데이터에 포함된 센서값 중 각 센서데이터에 대해 산출한 하한값보다 작은 센서값을 카운팅함에 따라 오류개수를 산출하며,

산출한 오류개수가 기설정된 임계값 이상인지에 따라 불량 여부를 판단하는 것

인 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 장치.

## 발명의 설명

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 용접의 품질을 검사하는 기술에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

[0002] 용접은 자동차, 선박, 건축 등 다양한 산업분야에 사용되며 각 산업분야에서 용접 품질은 안전성과 관련있기 때문에 높은 품질의 용접 제품을 생산하는 것이 필요하다. 특히 건설 현장에서 구조물의 강도와 안전성을 향상시키기 위해 사용되는 SRD(Shear Reinforcement of Dual anchorage) 전단보강재의 경우, 제품의 용접 품질이 안전에 직결되므로 제품의 품질 검사가 필수적이다.

[0003] 대부분의 중소기업에서는 작업자의 육안에 의존하여 용접 품질 검사를 수행하고 있다. 육안을 이용한 품질 검사 방법은 작업자의 상태와 전문성에 따라 검사 결과가 달라질 수 있어 신뢰도가 저하되며 검사시간이 오래 걸리는 단점이 있다.

[0004] 이에, 센서나 이미지를 이용해 자동으로 용접 품질을 검사하는 기술들이 개시되고 있다. 센서를 이용한 용접 품질 검사 기술은 높은 정확도로 신속하게 검사가 가능한 장점이 있으나, 용접된 위치를 알 수 없는 한계가 있다.

[0005] 그리고, 용접 비드가 촬영된 이미지를 이용한 용접 품질 검사 기술은 용접 위치 파악이 가능하나 잡음에 의해 정확도가 떨어질 수 있으며, 데이터 처리에 시간과 비용이 많이 소모되는 문제가 있다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 특허출원번호 제10-2022-0014802호

(특허문헌 0002) 대한민국 특허출원번호 제10-2021-0161210호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 상기 문제점을 해결하기 위한 것으로, 센서에서 측정된 센서값과 용접 비드를 촬영한 이미지를 종합적으로 이용해 용접 비드의 품질을 검사하는 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법 및 장치를 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 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법은 전자 장치에 의해 수행되는 방법에 관한 것으로, 용접이 이뤄지는 기기에 설치되며 전압, 전류, 가스유량 중 적어도 하나를 측정하는 센싱모듈에서 시간에 따라 측정한 센서값들로 이뤄진 데이터셋을 입력받는 단계, 데이터셋에 포함된 센서값의 평균으로부터 산출된 하한값을 기준으로 하한값보다 작은 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단하는 단계, 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단한 결과 불량이 아닌 것으로 판단되면, 데이터셋에 대응되며 용접 비드가 촬영된 이미지를 입력받는 단계, 이미지에서 용접 비드에 대응하는 관심영역을 검출하는 단계, 관심영역의 가로 길이와 세로 길이 각각에 대한 치수를 산출하는 단계, 관심영역의 가로 길이와 세로 길이 각각에 대한 치수가 가로 길이와 세로 길이 각각에 대해 기설정된 임계값을 초과하는지에 따라 불량 여부를 판단하는 단계를 포함한다.

[0010] 본 발명의 다른 면에 따른 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 장치는 명령들을 저장하는 메모리, 메모리에 저장된 명령들을 수행함에 따라, 용접이 이뤄지는 기기에 설치되며 전압, 전류, 가스유량 중 적어도 하나를 측정하는 센싱모듈에서 시간에 따라 측정한 센서값들로 이뤄진 데이터셋을 입력받고, 데이터셋에 포함된 센서값의 평균으로부터 산출된 하한값을 기준으로 하한값보다 작은 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단하며, 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단한 결과 불량이 아닌 것으로 판단되면, 데이터셋에 대응되며 용접 비드가 촬영된 이미지를 입력받고, 이미지에서 용접 비드에 대응하는 관심영역을 검출하며, 관심영역의 가로 길이와 세로 길이 각각에 대한 치수를 산출하고, 관심영역의 가로 길이와 세로 길이 각각에 대한 치수가 가로 길이와 세로 길이 각각에 대해 기설정된 임계값을 초과하는지에 따라 불량 여부를 판단하는 프로세서를 포함한다.

## *발명의 효과*

[0011] 본 발명에 따르면 센서에서 측정된 센서값과 용접 비드를 촬영한 이미지를 종합적으로 분석함으로써 용접 품질 검사의 신속성과 정확성을 향상하는 효과가 있다.

[0012] 본 발명의 효과는 상기에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

## *도면의 간단한 설명*

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법의 순서도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법에서 관심영역을 검출하는 단계를 구체화한 순서도이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 장치의 블록도이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0014] 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.

[0015] 본 발명은 용접 작업에 의한 용접 비드가 존재하는 제품에 대해 불량 또는 양호로 품질을 검사하는 기술에 관한 것이다.

[0016] 특히, 본 발명은 용접 작업이 이뤄지는 기기에서 측정된 센서값과 용접 작업된 제품을 촬영한 이미지를 종합적으로 이용함에 따라 품질 검사 속도와 정확도를 향상하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법은 데이터 프로세싱이 가능한 전자 장치(예를 들어 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터, 휴대용 노트북 컴퓨터, 네트워크 컴퓨터)의 프로세서나 메모리에 탑재되어 지정된 기능들을 수행하는 컴퓨터 명령들(instructions)로 구현될 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법은 본 발명의 다른 실시예에 따른 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 장치에 의해 수행될 수 있다.

[0019] 이하 설명의 편의를 위해 기능적으로 일치되는 내용에 대해서는 도면 부호를 일치시키고 중복하여 설명하지 않도록 한다.

[0020] 도 3을 참조하면 본 발명의 다른 실시예에 따른 용접 품질 검사 장치(100)는 통신인터페이스(110), 입출력인터페이스(120), 메모리(130), 프로세서(140)를 포함할 수 있다.

[0021] 통신인터페이스(110)는 네트워크를 통해 외부의 사용자 단말기와 연결되어 사용자의 입력에 따라 입력을 수신하고 데이터 처리 결과를 사용자 단말기로 출력할 수 있다.

[0022] 여기서, 사용자 단말기는 데스크탑, 노트북, 태블릿, 스마트폰 등이 적용될 수 있다.

[0023] 입출력인터페이스(120)는 입력 또는 출력을 위한 장치와 연결되어 입력 장치에 의해 사용자의 입력을 수신하거나 출력 장치를 통해 데이터 처리 결과를 출력할 수 있다.

[0024] 여기서 입력 장치는 마우스, 키보드 등이 적용되고, 출력 장치는 디스플레이 등이 적용될 수 있다.

[0025] 실시예에 따라 입출력인터페이스(120)에는 터치디스플레이와 같이 입력과 출력이 모두 가능한 입출력 장치가 연결될 수 있다.

[0026] 메모리(130)는 본 발명의 실시예에 따른 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법을 수행하기 위해 미리 설정된 명령들을 저장할 수 있다.

[0027] 프로세서(140)는 메모리(130)에 저장된 명령들을 실행함에 따라 본 발명의 실시예에 따른 센서와 이미지를 이용한 용접 품질 검사 방법을 수행하는 것일 수 있다.

[0028] 도 1을 참조하면, 프로세서(140)는 통신인터페이스(110) 또는 입출력인터페이스(120)를 통해 사용자로부터 용접이 이뤄지는 기기에 설치되며 전압, 전류, 가스유량 중 적어도 하나를 측정하는 센싱모듈에서 시간에 따라 측정한 센서값들로 이뤄진 데이터셋을 입력받을 수 있다(S110).

[0029] 여기서 데이터셋은 용접이 이뤄지는 기기에 설치되어 용접 기기에서 각 제품에 대해 용접 작업을 수행하는 동안 시간에 따른 각 시점에서 전압에 대한 센서값, 전류에 대한 센서값, 가스유량에 대한 센서값을 측정하는 센서모듈에서 시간에 따른 복수의 시점에서 측정한 전압에 대한 센서값, 전류에 대한 센서값, 가스유량에 대한 센서값으로부터 생성될 수 있다.

[0030] 센서모듈은 전압을 측정하기 위한 전압센서, 전류를 측정하기 위한 전류센서, 가스유량을 측정하기 위한 가스유량센서를 포함하여 용접 작업이 이뤄지는 기기에서 용접 작업이 수행되는 제품별로 시간에 따른 각 시점에서 전압에 대한 센서값, 전류에 대한 센서값, 가스유량에 대한 센서값을 측정하여 외부의 장치로 전송가능한 것일 수 있다.

[0031] 데이터셋은 각 제품에 대해 용접 작업이 이뤄지는 시간동안 센서모듈로부터 전송된 센서값들을 기록함에 따라 생성되어 통신인터페이스(110) 또는 입출력인터페이스(120)를 통해 사용자로부터 입력될 수 있다.

[0032] 데이터셋은 각 제품에 대해 복수의 시점에 대응하는 전압 센서값들로 이뤄진 제1센서데이터, 복수의 시점에 대응하는 전류 센서값들로 이뤄진 제2센서데이터, 복수의 시점에 대응하는 가스유량 센서값들로 이뤄진 제3센서데이터를 포함할 수 있다.

[0033] 프로세서(140)는 데이터셋에 포함된 센서값의 평균으로부터 산출된 하한값을 기준으로 하한값보다 작은 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단할 수 있다.

[0034] 프로세서(140)는 제1센서데이터, 제2센서데이터, 제3센서데이터를 순차적으로 추출하여 추출한 각 센서데이터에 포함된 센서값의 평균으로부터 산출된 각 센서데이터에 대한 하한값을 기준으로 하한값보다 작은 센서값의 개수에 따라 불량 여부를 판단할 수 있다.

[0035] 구체적으로 프로세서(140)는 전압에 대한 센서데이터의 순서에 대응하도록 기설정된 초기값(예를 들어 1)을 가지는 반복 지수(i)를 기준으로 데이터셋에 포함된 제1센서데이터, 제2센서데이터, 제3센서데이터 중 어느 하나의 센서데이터를 추출할 수 있다(S121).

[0036] 프로세서(140)는 추출한 센서데이터에 포함된 복수의 시점에 대한 복수의 센서값 중 초기와 말기에 대응하는 센서값을 제거할 수 있다(S122).

[0037] 프로세서(140)는 추출한 센서데이터에 포함된 복수의 시점에 대한 복수의 센서값 중 앞에서 기설정된 순서까지의 센서값과 뒤에서 기설정된 순서까지의 센서값을 제거할 수 있다(S122).

[0038] 예를 들어 프로세서(140)는 추출한 센서데이터에 포함된 복수의 시점에 대한 복수의 센서값 중 앞에서 세 번째에 해당하는 시점까지의 센서값들과, 뒤에서 세 번째에 해당하는 시점까지의 센서값들을 제거할 수 있다.

[0039] 용접 기기에서 각 제품에 대해 용접 작업을 수행하는 동안 측정되는 센서값은 용접의 품질에 관계없이 초반과 후반에서 불안정한데, 본 발명에서는 불안정한 초반과 후반의 센서값을 제외시킴으로써 센서값을 이용한 품질 판단 정확도가 향상되도록 한다.

[0040] 프로세서(140)는 초기와 말기에 대응하는 센서값을 제거한 센서데이터에 포함된 센서값의 평균을 산출하고

(S123), 산출한 평균에 기설정된 비율을 곱해서 각 센서데이터에 대한 하한값을 산출하며(S124), 초기와 말기에 대응하는 센서값을 제거한 센서데이터에 포함된 센서값 중 산출한 하한값보다 작은 센서값을 카운팅함에 따라 오류개수를 산출할 수 있다(S125).

[0041] 여기서 하한값을 산출하기 위한 비율은 실험을 통해 경험적으로 도출되어 미리 설정될 수 있다. 예를 들어 하한값을 산출하기 위한 비율은 사용자의 입력에 ㄸ따라 0.5로 미리 설정될 수 있다.

[0042] 그리고 프로세서(140)는 산출한 오류개수가 기설정된 임계값 이상인지에 따라 센서를 기반으로 불량 여부를 판단할 수 있다(S126).

[0043] 여기서 센서를 기반으로 불량 여부를 판단하기 위한 임계값은 실험을 통해 경험적으로 도출되어 미리 설정될 수 있다.

[0044] 예를 들어, 불량 여부를 판단하기 위한 임계값을 변경하며 실험한 결과 임계값을 5로 설정했을 때의 정확도가 98%로 가장 높은 경우, 센서를 기반으로 불량 여부를 판단하기 위한 임계값은 사용자에 의해 5로 설정될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0045] 프로세서(140)는 산출한 오류개수가 기설정된 임계값 이상이면 불량으로 판단하며, 불량에 대해 기설정된 제1판단값을 출력할 수 있다(S201).

[0046] 프로세서(140)는 산출한 오류개수가 기설정된 임계값 이상이 아니면 반복 지수(i)가 가스유량에 대한 센서데이터의 순서에 대응하도록 기설정된 기준값(예를 들어 3)과 대응되는지 판단하고(S127), 반복 지수(i)가 기설정된 기준값(예를 들어 3)과 대응하지 않으면 반복 지수(i)를 하나 증가시키며(S128), 반복 지수에 대한 센서데이터를 추출하는 S121 단계로 돌아갈 수 있다.

[0047] 상기한 구성에 따라, 데이터셋에서 전압에 대한 센서데이터부터 전류에 대한 센서데이터, 가스유량에 대한 센서데이터를 순차적으로 추출해서 센서데이터에 포함된 센서값을 기반으로 불량 여부를 판단할 수 있다.

[0048] 따라서, 용접시 측정되는 값이 균일하지 않은 경우 불량을 빈번하게 일으키는 순서인 전압, 전류, 가스유량 순으로 센서데이터를 분석할 수 있다.

[0049] 즉, 전압, 전류, 가스유량에 관한 센서데이터를 분석하는데 있어서 불량 원인으로 빈번하게 발생하는 순으로 센서데이터를 분석할 수 있다.

[0050] 이에 따라 여러 센서의 센서값을 이용해 품질 검사의 안전성을 높이되 검사 시간을 단축할 수 있다.

[0051] 프로세서(140)는 반복 지수(i)가 기설정된 기준값과 대응하는지 판단하는 S127 단계에서 반복 지수(i)가 기설정된 기준값과 대응하는 것으로 판단되면, 즉 데이터셋에서 전압에 대한 센서데이터부터 전류에 대한 센서데이터, 가스유량에 대한 센서데이터를 순차적으로 추출해서 센서데이터에 포함된 센서값을 기반으로 불량 여부를 판단한 결과 불량으로 판단되지 않으면, 데이터셋에 대응되며 용접 비드가 촬영된 이미지를 사용자로부터 입력받을 수 있다(S130).

[0052] 여기서, 용접 비드가 촬영된 이미지는 용접 제품에서 용접 비드를 포함하여 촬영함에 따라 생성되는 것으로, 용접 제품별로 용접 작업이 이뤄지는 시간동안 측정된 센서값들로 이뤄진 데이터셋과 미리 매칭되는 것일 수 있다.

[0053] 프로세서(140)는 입력된 이미지에서 용접 비드에 대응하는 관심영역을 검출할 수 있다(S140).

[0054] 도 2를 참조하면, 프로세서(140)는 이미지에서 용접 비드를 포함하는 제1관심영역을 검출할 수 있다(S140).

[0055] 여기서 제1관심영역의 검출은 이미지에서 용접 비드가 포함된 영역을 박스영역으로 라벨링하는 사용자의 입력에 따라 이뤄질 수 있다.

[0056] 프로세서(140)는 사용자의 입력에 따라 용접 비드를 촬영한 이미지에서 용접 비드가 포함된 영역이 라벨링된 라벨링이미지를 입력받아 이미지에서 용접 비드에 해당하는 영역을 검출하도록 미리 학습된 학습모델에 S130 단계에서 입력된 이미지를 입력함으로써 용접 비드를 포함하는 제1관심영역을 검출할 수 있다(S141).

[0057] 사용자에 의한 라벨링은 보통 박스 형태로 이뤄지고 용접 비드를 포함시키기 위해 실제 용접 비드에 해당하는 영역보다 소정 간격 여유를 둔 큰 면적을 가진다.

[0058] 따라서, 제1관심영역을 그대로 사용하는 경우 용접 비드에 해당하지 않는 픽셀들이 포함되어 불필요하게 연산량

이 증가할 수 있다.

[0059] 프로세서(140)는 제1관심영역에서 용접 비드에 해당하는 더 세밀한 관심영역을 검출하기 위해 제1관심영역에 포함된 픽셀의 픽셀값을 열별로 평균해서 산출된 열별 밝기 평균을 평균하여 수직방향 평균밝기 산출하고(S142), 열별 밝기 평균이 수직방향 평균밝기에 대응되는지에 따라 열에 대한 열좌표값을 선택할 수 있다(S143).

[0060] 이때, 열에 대한 열좌표값은 제1관심영역을 이루는 픽셀의 열을 최좌측부터 카운팅함에 따른 값으로, 우측에 위치한 열일수록 큰 값을 가질 수 있다.

[0061] 프로세서(140)는 제1관심영역을 이루는 열에서 열별로 산출된 밝기 평균이 수직방향 평균밝기 이상인 열에 대한 열좌표값 중 최소값인 제1열좌표값과 최대값인 제2열좌표값을 각각 선택할 수 있다(S143).

[0062] 프로세서(140)는 제1관심영역에 포함된 픽셀의 픽셀값을 행별로 평균해서 산출된 행별 밝기 평균을 평균하여 수평방향 평균밝기 산출하고(S144), 행별 밝기 평균이 수평방향 평균밝기에 대응되는지에 따라 행에 대한 행좌표값을 선택할 수 있다(S145).

[0063] 이때, 행에 대한 행좌표값은 제1관심영역을 이루는 픽셀의 행을 최상측부터 카운팅함에 따른 값으로, 하측에 위치한 행일수록 큰 값을 가질 수 있다.

[0064] 프로세서(140)는 제1관심영역을 이루는 행에서 행별로 산출된 밝기 평균이 수직방향 평균밝기 이상인 행에 대한 행좌표값 중 최소값인 제1행좌표값과 최대값인 제2행좌표값을 각각 선택할 수 있다(S145).

[0065] 프로세서(140)는 제1관심영역에서 선택된 제1열좌표값 및 제2열좌표값과, 제1행좌표값과 제2행좌표값의 조합의 조합에 따른 복수의 좌표로 둘러싸인 제2관심영역을 검출할 수 있다(S146).

[0066] 상기한 구성에 따라 프로세서(140)는 사용자에 의해 라벨링된 영역을 기반으로 검출된 제1관심영역에서 용접 비드에 해당하지 않은 픽셀을 제외시킨 제2관심영역을 검출할 수 있다.

[0067] 이후, 프로세서(140)는 검출한 관심영역의 가로 길이와 세로 길이 각각에 대한 치수를 산출할 수 있다(S150).

[0068] 프로세서(140)는 제2열좌표값에 제1열좌표값을 차감해서 가로 길이에 대한 치수를 산출하고 제2행좌표값에 제1행좌표값을 차감해서 세로 길이에 대한 치수를 산출할 수 있다(S150).

[0069] 프로세서(140)는 관심영역의 가로 길이와 세로 길이 각각에 대한 치수가 가로 길이와 세로 길이 각각에 대해 기설정된 임계값을 초과하는지에 따라 이미지를 기반으로 불량 여부를 판단할 수 있다(S160).

[0070] 프로세서(140)는 가로 길이에 대한 치수가 가로 길이에 대해 미리 정해진 제1임계값을 초과하고 세로 길이에 대한 치수가 세로 길이에 대해 미리 정해진 제2임계값을 초과하는지에 따라 이미지를 기반으로 불량 여부를 판단할 수 있다(S160).

[0071] 프로세서(140)는 가로 길이에 대한 치수가 가로 길이에 대해 미리 정해진 제1임계값을 초과하고 세로 길이에 대한 치수가 세로 길이에 대해 미리 정해진 제2임계값을 초과하면 불량으로 판단하며 불량에 대해 기설정된 제1판단값을 출력할 수 있다(S201).

[0072] 프로세서(140)는 가로 길이에 대한 치수가 가로 길이에 대해 미리 정해진 제1임계값을 초과하지 않거나 세로 길이에 대한 치수가 세로 길이에 대해 미리 정해진 제2임계값을 초과하지 않으면 양호로 판단하며 양호에 대해 기설정된 제2판단값을 출력할 수 있다(S203).

[0073] 여기서, 불량에 대한 제1판단값과 양호에 대한 제2판단값은 불량인지 양호인지를 확인할 수 있도록 사용자에 의해 미리 설정되는 것일 수 있다.

[0074] 이하 본 발명의 실시예에 따라 용접 품질을 검사했을 때 기존 기술 대비 신속성과 정확성이 향상됨을 확인하기 위한 실험을 수행하였다.

[0075] 실험조건으로는 용접 품질이 양호한 SRD 전단보강재에 대한 400개의 데이터셋 및 이미지와, 용접 품질이 불량한 SRD 전단보강재에 대한 12개의 데이터셋과 이미지를 이용하고, 윈도우 10 프로, i9 with NVIDIA GeForce RTX 3080 (NVIDIA, Santa Clara, CA), GDDR6X 10GB, 3.7GHz 프로세서 , 파이썬 3.8의 사양을 가진 PC를 이용해 센서만 이용했을 때, 이미지만 이용했을 때, 본 발명에 따라 센서와 이미지를 종합적으로 이용했을 때 각각에서 품질 검사 성능과 품질 검사에 소요된 시간을 측정하였다.

[0076] 품질 검사 성능 지표로는 정확도(Accuracy), 정밀도(Precision), 재현율(Recall), F1-score를 이용하였다.

[0077] 아래의 표는 실험결과 도출된 품질 검사 성능 지표와 소요 시간을 나타낸 것이다.

*표 1*

[0078]

| | Accuracy | Precision | Recall | F1-score | Time(s) |
|---|---|---|---|---|---|
| 센서만 이용 | 99.80 | 99.79 | 100 | 99.89 | 1.496 |
| 이미지만 이용 | 99.59 | 99.59 | 100 | 99.79 | 26.495 |
| 본 발명 | 100 | 100 | 100 | 100 | 25.736 |

[0079] 상기 표를 참조하면 기존의 센서와 이미지 중 어느 하나만을 이용한 품질 판단도 대체적으로 높은 정확도를 보였으나 불량 제품을 양호한 것으로 잘못 분류하여 정확도에 대한 성능지표가 100에 미치지 않는데 비해, 본 발명의 경우 412개의 모든 샘플에 대해 정확도에 대한 성능지표가 100으로 센서나 이미지 중 하나만 이용한 것에 비해 정확하게 품질을 판단하는 것을 확인할 수 있다.

[0080] 또한, 이미지만 이용할 때보다 검사에 소요된 시간이 단축된 것을 확인할 수 있다.

[0081] 본 발명에 따르면 센서와 이미지를 종합적으로 고려해서 용접 품질을 판단함으로써 센서만 이용한 기존 기술의 한계인 용접 비드의 위치 파악이 불가한 한계를 해결하되 이미지만 이용한 기존 기술의 문제인 속도 저하를 개선하면서 품질 판단 정확도를 높이는 이점이 있다.

[0082] 한편, 첨부된 순서도의 단계들은 컴퓨터 프로그램 명령들로 구현될 수 있으며, 컴퓨터 프로그램 명령들은 컴퓨터에서 판독 가능한 메모리에 저장될 수 있기 때문에, 순서도의 단계에서 설명된 기능들은 이를 수행하는 명령 수단을 내포하는 제조물로 생산될 수도 있다.

[0083] 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*

[0084] 100 : 용접 품질 검사 장치

110 : 통신 인터페이스

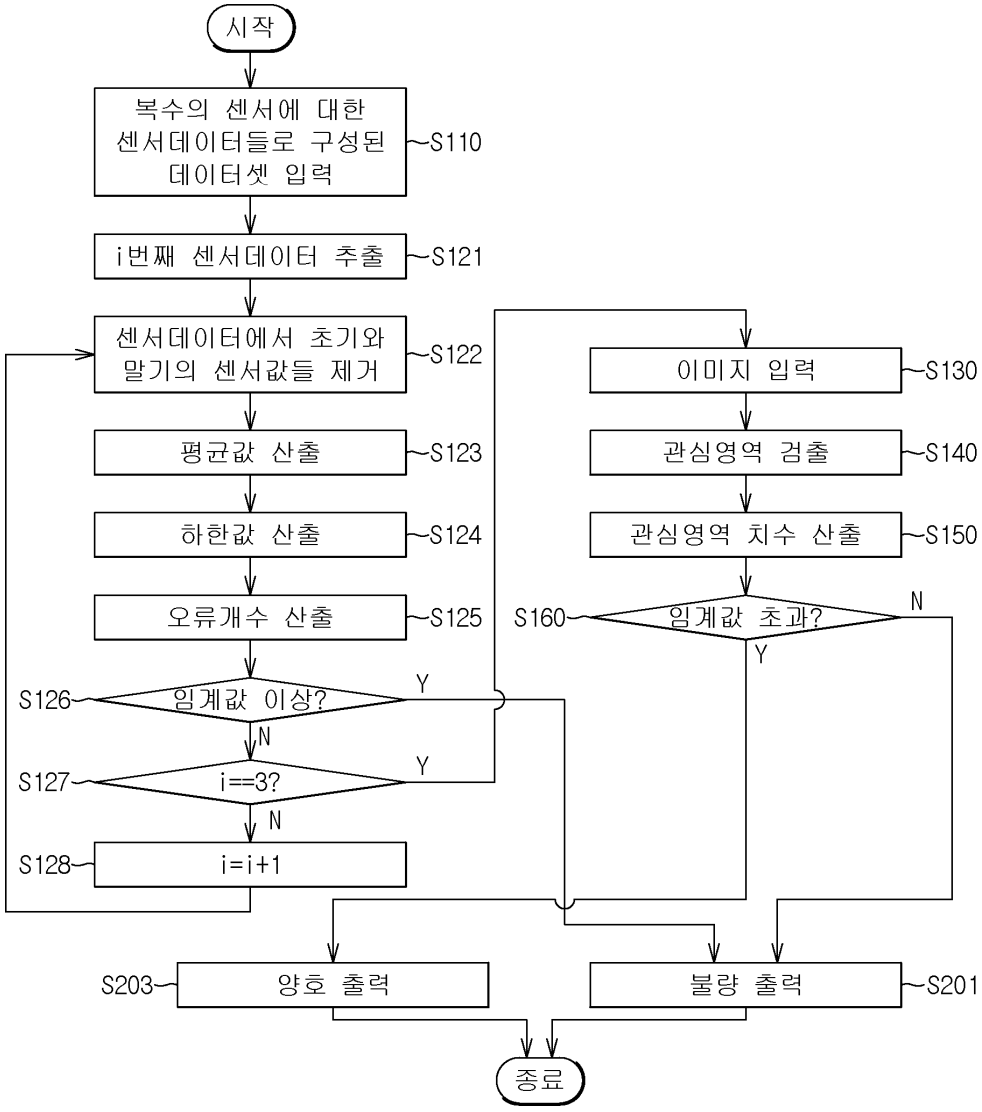
120 : 입출력 인터페이스

130 : 메모리

140 : 프로세서

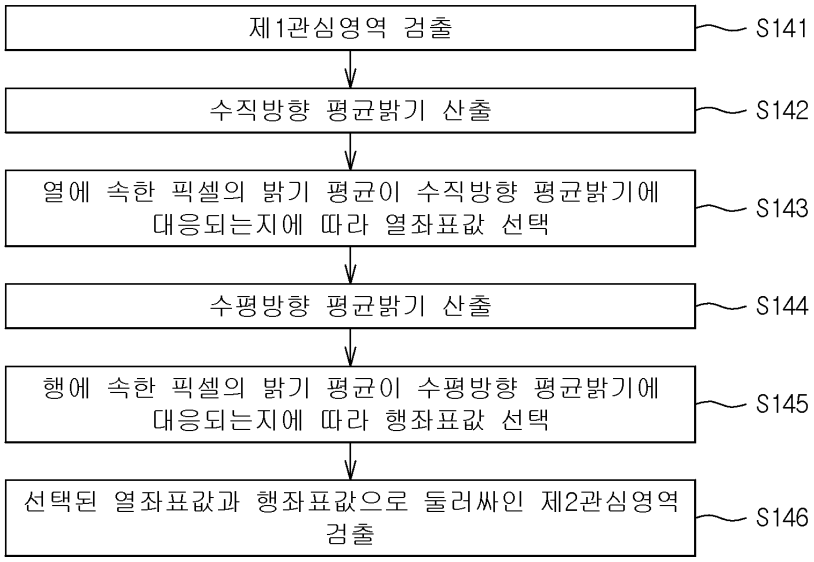
## 도면

### 도면1


시작
복수의 센서에 대한 센서데이터들로 구성된 데이터셋 입력
S110
i번째 센서데이터 추출
S121
센서데이터에서 초기와 말기의 센서값들 제거
S122
평균값 산출
S123
하한값 산출
S124
오류개수 산출
S125
S126
임계값 이상?
Y
N
S127
i==3?
Y
N
S128
i=i+1
이미지 입력
S130
관심영역 검출
S140
관심영역 치수 산출
S150
S160
임계값 초과?
N
Y
S203
양호 출력
불량 출력
S201
종료

도면2

S140




도면3

100

