(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0082348
(43) 공개일자 2023년06월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/00 (2017.01) *G06T 7/11* (2017.01)
G06T 7/60 (2017.01) *G06T 7/73* (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/0004 (2013.01)
G06T 7/11 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2021-0170178
(22) 출원일자 2021년12월01일
심사청구일자 2021년12월01일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
명화공업주식회사
서울특별시 금천구 두산로 55
(72) 발명자
이상근
경기도 하남시 덕풍서로 65, 503동 103호(덕풍동, 하남풍산아이파크5단지)
정병길
경기도 수원시 영통구 웰빙타운로 70, 8704동 1102호(이의동, 광교 호반베르디움)
유희곤
경기도 안산시 상록구 광덕4로 460, 514동 102호(사동, 푸른마을5단지)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 6 항

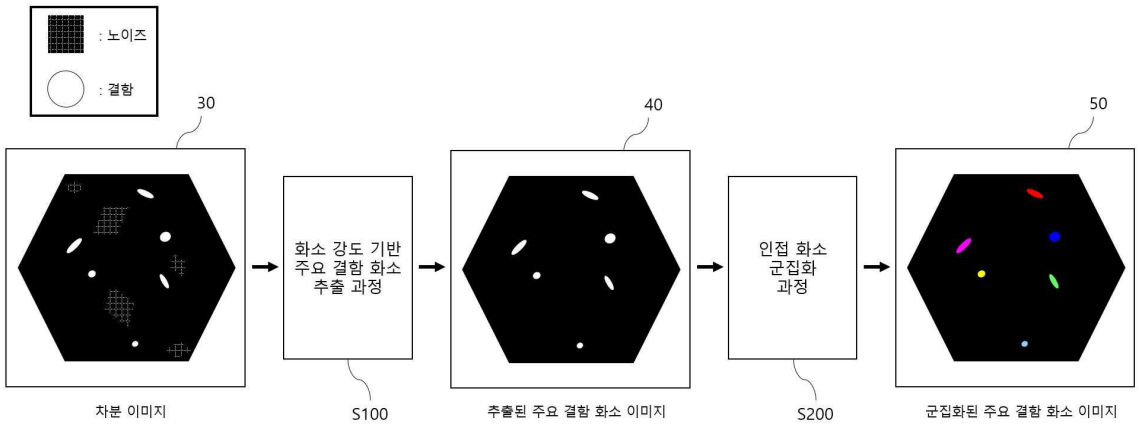
(54) 발명의 명칭 **차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법**

(57) 요 약

본 발명은 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 입력된 차분 이미지에 포함된 결함 후보 화소에서 화소 강도를 기반으로 복수개의 주요 결함 화소를 추출하는 화소 강도 기반 주요 결함 화소 추출 과정; 및 상기 복수개의 주요 결함 화소에서 인접한 주요 결함 화소들을

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



군집화하는 인접 화소 군집화 과정을 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 차분 이미지에 포함된 결함 후보 화소들로부터 화소 강도를 기반으로 주요 결함 화소들을 추출하고, 추출된 주요 결함 화소들을 군집화함으로써 결함 탐지 대상이 되는 결함 후보군의 개수를 효과적으로 줄일 수 있다.

뿐만 아니라, 각 군집으로부터 결함 탐지에 유용하게 사용될 수 있는 다양한 특징 정보를 추출하여 결함 탐지에 활용하도록 함으로써, 종래 기술에서 발생하였던 과검 문제를 최소화할 수 있고 종래 기술에서 차분 이미지의 부족한 유효 정보량으로 인해 발생한 문제들을 해결할 수 있다.

(52) CPC특허분류
G06T 7/60 (2013.01)
G06T 7/73 (2017.01)
G06T 2207/20224 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

입력된 차분 이미지에 포함된 결함 후보 화소에서 화소 강도를 기반으로 복수개의 주요 결함 화소를 추출하는 화소 강도 기반 주요 결함 화소 추출 과정; 및

상기 복수개의 주요 결함 화소에서 인접한 주요 결함 화소들을 군집화하는 인접 화소 군집화 과정을 포함하는 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 화소 강도 기반 주요 결함 화소 추출 과정은,

상기 차분 이미지에 포함된 모든 화소들을 화소 강도 순으로 정렬하여 화소 강도가 큰 상위 N개(N은 자연수)의 화소를 상기 주요 결함 화소로 추출하는 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 화소 강도 기반 주요 결함 화소 추출 과정은,

상기 차분 이미지 및 추출할 주요 결함 화소의 개수 N을 입력받는 단계;

화소가 포함되지 않은 주요 결함 화소 리스트를 생성하는 단계;

상기 차분 이미지에서 화소 강도가 가장 높은 화소 좌표를 추출하는 단계;

추출된 화소 좌표에 해당하는 화소를 상기 주요 결함 화소 리스트에 추가하는 단계; 및

상기 추출한 화소 좌표에 해당하는 화소값을 0으로 치환하는 단계를 포함하며,

상기 화소 좌표를 추출하는 단계 내지 상기 치환하는 단계를 상기 차분 이미지의 모든 화소값이 0이거나, 또는 상기 주요 결함 화소 리스트 내 화소들의 개수가 N이 될 때까지 반복하여 수행하는 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 인접 화소 군집화 과정은,

상기 주요 결함 화소 리스트에서 첫 번째 화소를 꺼내는 단계;

상기 화소와 인접한 군집이 존재하는지 여부를 확인하는 단계;

인접한 군집이 없으면 상기 화소를 포함하는 새로운 군집을 생성하는 단계;

인접한 군집이 있으면 상기 화소를 상기 인접한 군집에 추가하는 단계;

생성된 군집들 중에서 서로 인접한 군집들이 존재하는지 여부를 확인하는 단계; 및

인접한 군집들이 존재하면 하나의 군집으로 통합하는 단계를 포함하며,

상기 화소를 꺼내는 단계 내지 상기 통합하는 단계는 상기 주요 결함 화소 리스트가 비어 있을 때까지 반복하여 수행하는 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 인접 화소 군집화 과정에서 획득한 각 군집에 대한 특징 정보를 추출하는 과정을 더 포함하는 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 특징 정보는 각 군집의 결함 중심 좌표, 결함 크기, 입력 이미지 및 차분 이미지 각각에 대한 군집화된 결함 후보군 이미지 패치 및 통계적 특성 중 적어도 하나를 포함하는 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 설명하면 제조품의 품질 개선을 위한 이미지 기반 결함 탐지 기술에 있어서 차분 이미지의 화소 강도를 기반으로 주요 결함 화소를 추출하고 추출된 주요 결함 화소들을 군집화하여 결함 탐지에 유용한 특징 정보를 제공할 수 있는 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 인공지능 기술 기반의 제조품 결함 탐지 기술에 대한 연구가 널리 이루어지고 있으며, 제조품 품질 검사에 있어서 매우 효율적인 방안으로 주목을 받고 있다.

[0003] 일 예로, 입력 이미지와 복원 이미지의 차이인 차분 이미지를 기반으로 결함을 탐지하는 방식은 복원 오차를 통해 이상 화소를 추출할 수 있다는 점에서 매우 효과적이다. 이와 같이 추출된 이상 화소들은 그 자체만으로 결함 탐지에 사용될 수 있고, 결함 탐지를 위한 데이터로서 사용될 수도 있다.

[0004] 그러나, 이와 같은 종래의 결함 추출 방식은 다음과 같은 한계가 있다.

[0005] 첫째, 차분 이미지로부터 추출된 이상 화소들은 제조 공정에서 필연적으로 발생하는 긁힘, 얼룩, 먼지 등의 노이즈와 실제 결함들이 혼재하는 경우가 상당히 많다. 이러한 노이즈와 결함을 분리하는 작업을 수행하지 않을 경우, 결함 탐지 시에 정상 제품을 결함 제품으로 잘못 판단하는 과탐 문제가 발생할 가능성이 높다. 더 나아가, 차분 이미지만으로 이상 화소들의 강도, 위치, 크기 등과 같은 이상치의 특성을 추출하기에는 한계가 있다. 이상치 특성들은 노이즈와 결함을 구분할 수 있는 기준이 될 수 있으므로, 이와 같은 이상치 특성을 반영하지 못할 경우 결함 탐지에 있어 과탐의 원인이 될 수 있다. 다시 말해, 차분 이미지에서 노이즈와 결함을 분리하고 이상치의 특성을 반영하기 위한 전처리 작업을 수행하지 않을 경우, 수 많은 노이즈 화소들이 결함 탐지에 사용되어 높은 과탐률을 야기할 수 있다는 문제가 있다.

[0006] 둘째, 대부분의 종래 기술들은 차분 이미지의 불필요한 노이즈를 제거하기 위해서 특정 임계값을 기준으로 이상 화소를 필터링하여 추출하는 방식의 전처리를 수행한다. 이에 따라, 전처리가 수행된 차분 이미지는 화소를 수치로 변환했을 때 상대적으로 데이터에 0이 많이 포함된다는 특성을 가진다. 그러나, 데이터에 0이 많이 포함될수록 결함 탐지에 유용한 유효 정보가 상대적으로 부족할 가능성이 높으며, 유효 정보가 부족할수록 결함 탐지 모델의 학습 및 추론에 있어서 이상치에 대해 둔감할 가능성이 높다. 다시 말해, 종래 기술에 따라 전처리가 수행된 차분 이미지를 결함 탐지를 위한 데이터로 사용할 경우, 결함 탐지 모델은 차분 이미지의 부족한 유효 정보량으로 인해 잘못된 판단 결과를 초래할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 이와 같이 본 발명에 따르면, 차분 이미지의 화소 강도를 기반으로 주요 결함 화소를 추출하고 추출된 주요 결함 화소들을 군집화하여 결함 탐지에 유용한 특징 정보를 제공할 수 있는 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법에 있어서, 입력된 차분 이미지에 포함된 결함 후보 화소에서 화소 강도를 기반으로 복수개의 주요 결함 화소를 추출하는 화소 강도 기반 주요 결함 화소 추출 과정; 및 상기 복수개의 주요 결함 화소에서 인접한 주요 결함 화소들을 군집화하는 인접 화소 군집화 과정을 포함한다.

[0009] 상기 화소 강도 기반 주요 결함 화소 추출 과정은, 상기 차분 이미지에 포함된 모든 화소들을 화소 강도 순으로 정렬하여 화소 강도가 큰 상위 N개(N은 자연수)의 화소를 상기 주요 결함 화소로 추출할 수 있다.

[0010] 상기 화소 강도 기반 주요 결함 화소 추출 과정은, 상기 차분 이미지 및 추출할 주요 결함 화소의 개수 N을 입력받는 단계; 화소가 포함되지 않은 주요 결함 화소 리스트를 생성하는 단계; 상기 차분 이미지에서 화소 강도가 가장 높은 화소 좌표를 추출하는 단계; 추출된 화소 좌표에 해당하는 화소를 상기 주요 결함 화소 리스트에 추가하는 단계; 및 상기 추출한 화소 좌표에 해당하는 화소값을 0으로 치환하는 단계를 포함하며, 상기 화소 좌표를 추출하는 단계 내지 상기 치환하는 단계를 상기 차분 이미지의 모든 화소값이 0이거나, 또는 상기 주요 결함 화소 리스트 내 화소들의 개수가 N이 될 때까지 반복하여 수행할 수 있다.

[0011] 상기 인접 화소 군집화 과정은, 상기 주요 결함 화소 리스트에서 첫 번째 화소를 꺼내는 단계; 상기 화소와 인접한 군집이 존재하는지 여부를 확인하는 단계; 인접한 군집이 없으면 상기 화소를 포함하는 새로운 군집을 생성하는 단계; 인접한 군집이 있으면 상기 화소를 상기 인접한 군집에 추가하는 단계; 생성된 군집들 중에서 서로 인접한 군집들이 존재하는지 여부를 확인하는 단계; 및 인접한 군집들이 존재하면 하나의 군집으로 통합하는 단계를 포함하며, 상기 화소를 꺼내는 단계 내지 상기 통합하는 단계는 상기 주요 결함 화소 리스트가 비어 있을 때까지 반복하여 수행할 수 있다.

[0012] 상기 인접 화소 군집화 과정에서 획득한 각 군집에 대한 특징 정보를 추출하는 과정을 더 포함할 수 있다.

[0013] 상기 특징 정보는 각 군집의 결함 중심 좌표, 결함 크기, 입력 이미지 및 차분 이미지 각각에 대한 군집화된 결함 후보군 이미지 패치 및 통계적 특성 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0014] 이와 같이 본 발명에 따르면, 차분 이미지에 포함된 결함 후보 화소들로부터 화소 강도를 기반으로 주요 결함 화소들을 추출하고, 추출된 주요 결함 화소들을 군집화함으로써 결함 탐지 대상이 되는 결함 후보군의 개수를 효과적으로 줄일 수 있다.

[0015] 뿐만 아니라, 각 군집으로부터 결함 탐지에 유용하게 사용될 수 있는 다양한 특징 정보를 추출하여 결함 탐지에 활용하도록 함으로써, 종래 기술에서 발생하였던 과검 문제를 최소화할 수 있고 종래 기술에서 차분 이미지의 부족한 유효 정보량으로 인해 발생한 문제들을 해결할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명에서 사용되는 차분 이미지를 획득하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 도 2에 도시된 화소 강도 기반 주요 결함 화소 추출 과정의 상세 흐름도이다.

도 4는 도 2에 도시된 인접 화소 군집화 과정의 상세 흐름도이다.

도 5a 내지 도 8b는 본 발명의 실시예에 따른 제조품 최적 결함 후보군 추출의 다양한 예를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.

[0018] 또한 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내

려져야 할 것이다.

[0019] 도 1은 본 발명에서 사용되는 차분 이미지를 획득하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0020] 도 1을 참조하면, 생성 모델(100)은 입력된 입력 이미지(10)로부터 복원 이미지(20)를 생성하며, 입력 이미지(10)와 복원 이미지(20)의 차이 연산을 통해 차분 이미지(30)를 획득할 수 있다. 이와 같이 획득한 차분 이미지(30)에는 노이즈 및 실제 결함들이 포함될 수 있으며, 차분 이미지(30)로부터 추출된 결함 후보 화소들 역시 노이즈 화소 및 실제 결함 화소들이 혼재할 수 있다.

[0021] 여기서, 생성 모델(100)은 데이터의 학습을 통해 학습 데이터의 분포를 따르는 유사한 데이터를 생성하는 모델을 의미하며, 예를 들어 오토인코더(Autoencoder), 생성적 적대 신경망(Generative Adversarial Networks, GAN) 등의 모델 구조를 기반으로 설계된 것일 수 있다.

[0022] 예를 들어, 생성 모델(100)은 입력 데이터를 받아들이는 입력층, 학습 데이터의 분포를 학습하여 입력 데이터로부터 잠재 벡터를 도출하는 인코더, 도출된 잠재 벡터로부터 복원 데이터를 생성하는 디코더, 및 입력 데이터와 동일한 크기를 가진 출력 데이터를 도출하는 출력층으로 구성될 수 있다.

[0023] 이와 같은 생성 모델(100)은 정상 데이터(즉, 노이즈 및 결함이 포함되지 않은 제조품 이미지)로 구성된 데이터 세트를 학습에 사용하여 정상 데이터의 분포에 근사한 출력 데이터(즉, 복원 이미지)를 생성할 수 있다.

[0024] 또한, 입력 이미지(10)는 결함 탐지를 수행할 제조품 이미지를 의미하며, 예를 들어, jpg, png, bmp 등과 같은 다양한 이미지 파일 형식으로 저장된 데이터일 수 있다. 입력 이미지(10)의 각 화소값은 일반적인 화소값인 0과 255 사이의 값을 가질 수 있다.

[0025] 한편, 복원 이미지(20)는 생성 모델(100)을 통해 입력 이미지(10)로부터 도출된 이미지를 의미하며, 생성 모델(100)의 가중치와 입력 이미지(10)로부터 계산된 값이므로 복원 이미지(20)의 각 화소값은 0과 255 사이의 값을 가지지 않을 수 있다.

[0026] 차분 이미지(30)는 입력 이미지(10)와 복원 이미지(20)의 차이 연산을 통해 도출된 이미지를 의미하며, 차분 이미지(30)의 각 화소값은 입력 이미지(10)와 복원 이미지(20)의 각 화소값의 차이 연산을 통해 도출될 수 있는 양수값 또는 음수값을 포함할 수 있으나 본 발명의 실시예에서는 절대값으로 변환한 값을 사용한다. 또한, 차분 이미지(30)의 각 화소값은 입력 이미지(10)와 복원 이미지(20)의 차이 연산으로 도출된 값이므로 0과 255 사이의 값을 가지지 않을 수 있다.

[0027] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0028] 도 2를 참조하면, 우선, 화소 강도 기반 주요 결함 화소 추출 과정(S100)을 통해 입력된 차분 이미지(30)에 포함된 결함 후보 화소에서 노이즈와 결함을 분리함과 동시에 주요 결함 화소를 추출하여 추출된 주요 결함 화소 이미지(40)을 획득한다.

[0029] 다음으로 인접 화소 군집화 과정(S200)을 통해 주요 결함 화소 이미지(40)에 포함된 인접한 주요 결함 화소들을 군집화하여 군집화된 주요 결함 화소 이미지(50)을 획득한다.

[0030] 더 나아가, 군집화된 주요 결함 화소 이미지(50)에 포함된 군집화 결과를 기초로 각 군집에 대한 특징 정보를 추출하는 과정을 추가로 포함할 수 있다.

[0031] 상술한 본 발명의 실시예에 따른 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법은 이미지 프로세싱이 가능한 프로세싱 장치에 의해 수행될 수 있다.

[0032] 여기서, 결함 후보 화소는 차분 이미지(30)로부터 추출된 화소들로서 결함 탐지에 활용될 가능성이 높은 화소들을 의미한다. 또한, 결함 후보 화소는 화소 자체를 의미할 수도 있고, 해당 화소의 절대 좌표값, 화소의 강도 등과 같은 화소의 특징 정보를 포함하는 의미로 사용될 수 있다. 이러한 결함 후보 화소는 전처리되지 않은 차분 이미지(30)로부터 추출된 것이므로, 노이즈와 실제 결함이 혼재할 가능성이 높다.

[0033] 주요 결함 화소는 결함 후보 화소로부터 도 3을 참조하여 후술하는 화소 강도 기반 주요 결함 화소 추출 과정에 따라 추출된 화소들을 의미한다. 노이즈와 실제 결함이 혼재할 가능성이 높은 결함 후보 화소와는 달리, 주요 결함 화소는 화소 강도를 기반으로 상당수의 노이즈를 제거하고 결함일 가능성이 높은 화소들을 추출한 것이다.

[0034] 한편, 화소 군집화는 추출된 주요 결함 화소 이미지(40)에서 서로 인접한 화소값이 0이 아닌 화소들을 하나의

집합으로 구성하여 화소들의 군집을 형성하는 것을 의미하며, 도 4를 참조하여 후술하는 인접 화소 군집화 과정에 따라 수행될 수 있다. 이에 따라 도출된 주요 결함 화소 군집들은 서로 이격되어 있으며, 각 군집들은 군집에 포함된 화소들의 절대 좌표값, 화소의 강도, 화소의 개수, 군집의 중심 좌표 등의 정보를 포함할 수 있다.

[0035] 도 3은 도 2에 도시된 화소 강도 기반 주요 결함 화소 추출 과정의 상세 흐름도이다.

[0036] 입력된 차분 이미지(30)에 포함된 이상 화소들을 이상치의 정도가 심할수록 정상 화소들과의 수치 차이가 크다. 따라서 입력 이미지(10)와 복원 이미지(20)의 차이 연산을 통해 도출된 차분 이미지(30)에서 추출된 결함 후보 화소들은 이상치가 심할수록 더 높은 화소 강도를 가질 수 있다. 일반적으로 입력 이미지(10)에서 결함의 이상치는 노이즈의 이상치에 비해 더 큰 수치를 가지므로, 차분 이미지(30)에서 결함 화소는 노이즈 화소에 비해 상대적으로 더 큰 수치를 가진다고 가정할 수 있다. 이에, 본 발명의 실시예에서는 차분 이미지(30)의 모든 화소들을 화소 강도 순으로 정렬하여 화소 강도가 큰 상위 N개(N은 자연수)의 화소를 주요 결함 화소로 추출할 수 있다.

[0037] 일 실시예에 따르면, 도 3에 도시된 바와 같이, 주요 결함 화소의 추출 대상인 차분 이미지와 추출할 주요 결함 화소의 개수 N을 입력받고(S110), 주요 결함 화소 리스트를 생성할 수 있다(S120). 여기서, 생성된 주요 결함 화소 리스트는 화소가 포함되지 않은 NULL 리스트이다.

[0038] 이후, 입력된 차분 이미지로부터 화소 강도가 가장 높은 화소 좌표를 추출하고(S130), 추출한 화소 좌표에 해당하는 화소를 생성된 주요 결함 화소 리스트에 추가한 후(S140), 차분 이미지에서 추출한 화소 좌표에 해당하는 화소값을 0으로 치환할 수 있다(S150).

[0039] 상술한 S130 내지 S150 단계는 차분 이미지의 모든 화소값이 0이거나(S160), 또는 주요 결함 화소 리스트 내 화소들의 개수가 N이 될 때까지(S170) 반복하여 수행될 수 있다.

[0040] 또한, S160 또는 S170의 조건을 만족하면 주요 결함 화소 리스트를 출력할 수 있다(S180).

[0041] 도 4는 도 2에 도시된 인접 화소 군집화 과정의 상세 흐름도이다.

[0042] 도 4를 참조하면, 우선, 주요 결함 화소 리스트가 입력되면(S210), 해당 리스트에서 첫번째 화소를 꺼내고(S220), 해당 화소와 인접한 군집이 존재하는지 여부를 확인하여(S230), 인접한 군집이 없으면 해당 화소를 포함하는 새로운 군집을 생성하고(S240), 인접한 군집이 있으면 해당 화소를 인접한 군집에 추가할 수 있다(S250).

[0043] 이후 생성된 군집들 중에서 서로 인접한 군집들이 존재하는지 여부를 확인하여(S260), 인접한 군집들이 존재하면 이들을 하나의 군집으로 통합할 수 있다(S270).

[0044] 상술한 S220 내지 S270 단계는 주요 결함 화소 리스트에 포함된 화소를 다 꺼내서 해당 리스트가 비어 있을 때까지(S280) 반복하여 수행될 수 있다.

[0045] 이에 따라 주요 결함 화소 리스트에 포함된 모든 화소들에 대한 군집화가 완료되면, 주요 결함 화소가 포함된 군집들을 출력할 수 있다(S290).

[0046] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따르면, 주요 결함 화소 리스트의 모든 화소들에 대해 인접 여부를 확인하여 서로 인접한 경우 동일한 군집에 포함시키고 서로 인접한 군집들은 하나의 군집으로 통합시킴으로써 결함 탐지 대상이 되는 결함 후보군의 개수를 효과적으로 줄일 수 있다.

[0047] 도 5a 내지 도 8b는 본 발명의 실시예에 따른 제조품 최적 결함 후보군 추출의 다양한 예를 도시하는 도면으로, 도 5a, 도 6a, 도 7a 및 도 8a는 제조품의 다양한 입력 이미지에서 도 2에 도시된 차분 이미지 화소 강도에 기반한 제조품 최적 결함 후보군 추출 방법에 따라 주요 결함 화소를 추출하고 이들을 군집화한 결과를 도시하는 도면이고, 도 5b, 도 6b, 도 7b 및 도 8b는 도 5a, 도 6a, 도 7a 및 도 8a에 도시된 각각의 군집화 결과로부터 결함 탐지에 유용한 특징 정보를 추출하는 예를 도시하는 도면이다.

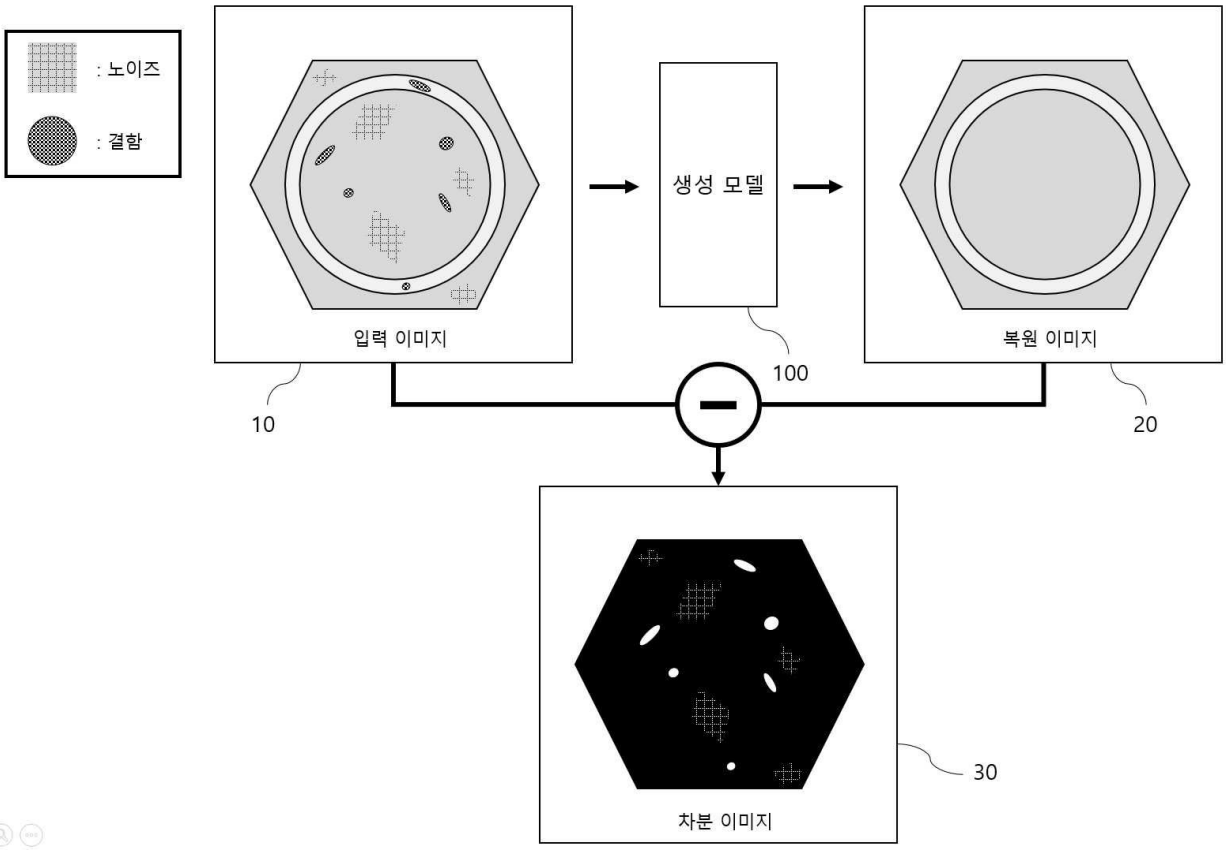
[0048] 도 5a 내지 도 8b를 참조하면, 군집화 결과로부터 각 군집의 결함 중심 좌표, 결함 크기(즉, 각 군입에 포함된 화소의 개수), 입력 이미지 및 차분 이미지 각각에 대한 군집화된 결함 후보군 이미지 패치 및 통계적 특성(평균 화소 강도 등) 중 적어도 하나를 포함하는 특징 정보를 추출할 수 있다. 위에서 열거된 특징 정보는 예시에 불과한 것으로, 이 밖에도 각 군집으로부터 결함 탐지에 유용하게 사용될 수 있는 다양한 특징 정보를 추출할 수 있다. 이와 같은 특징 정보들은 이미지 기반 결함 탐지 기술에서 추가적으로 활용되어 종래 기술에서 발생하였던 과검 문제를 최소화할 수 있고, 이를 통해 결함 탐지 성능을 개선할 수 있다. 더 나아가 다양한 특징 정보

를 추가로 활용하여 결함 탐지 모델을 학습함으로써 차분 이미지만 사용한 경우에 비해 이상치에 대한 영향력을 증가시킬 수 있으며, 이에 따라 종래 기술에서 차분 이미지의 부족한 유효 정보량으로 인해 발생한 문제들을 해결할 수 있다.

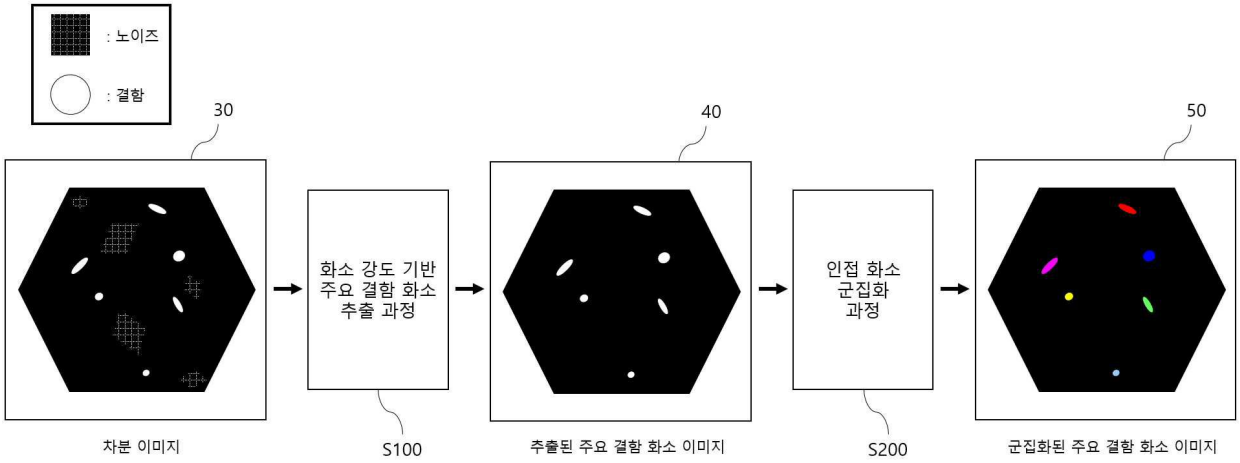
[0049] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면

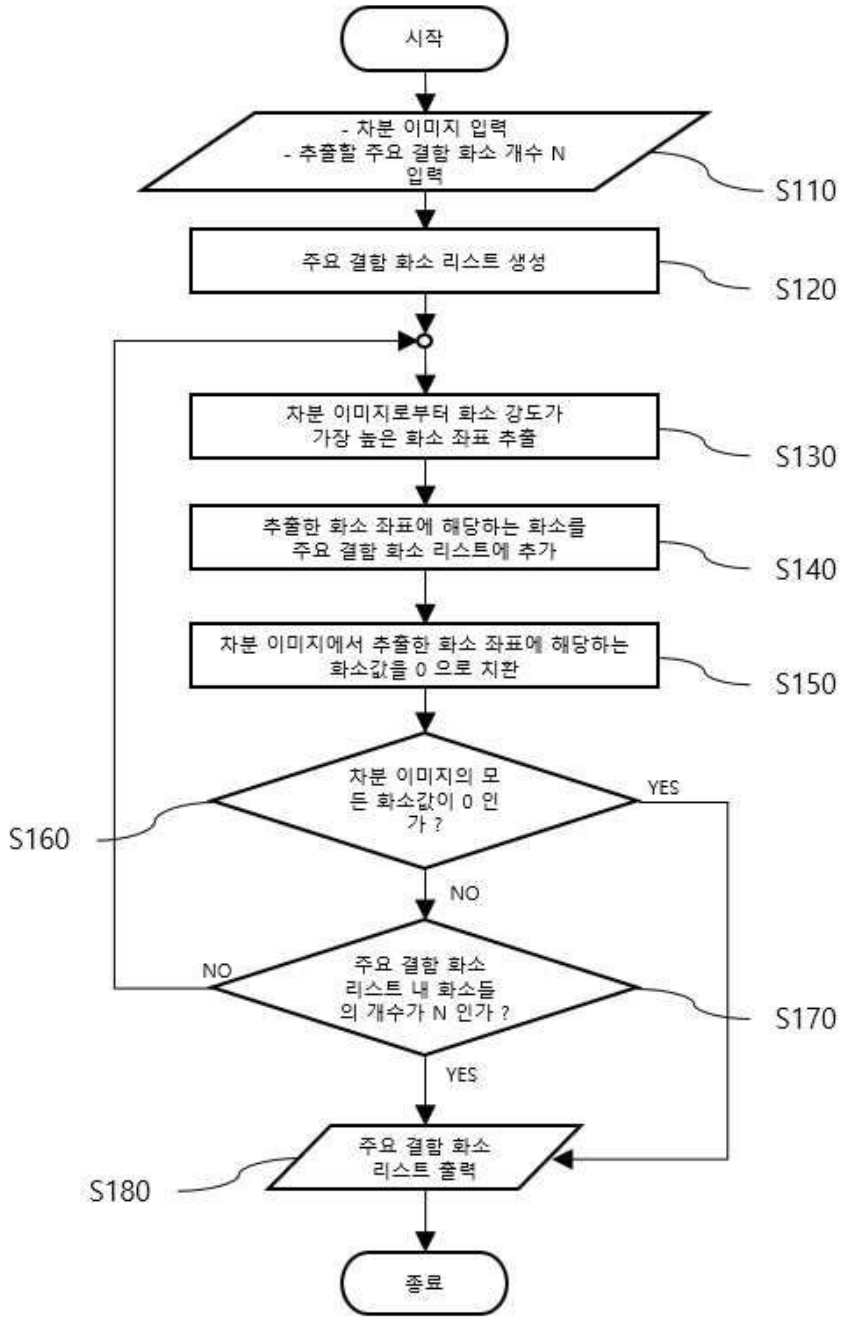
도면1



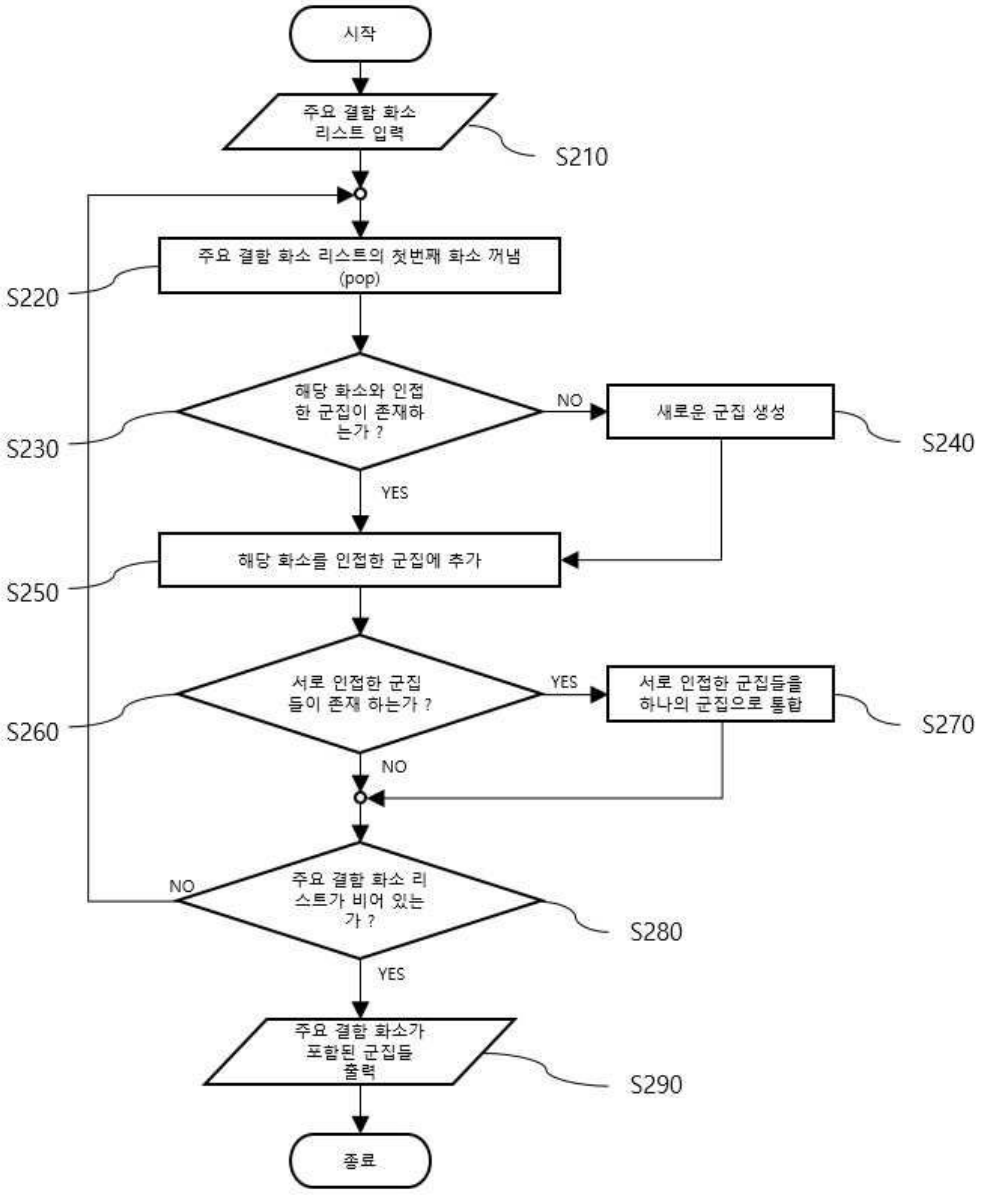
도면2


: 노이즈
: 결함
30
40
50
화소 강도 기반 주요 결함 화소 추출 과정
인접 화소 군집화 과정
차분 이미지
S100
추출된 주요 결함 화소 이미지
S200
군집화된 주요 결함 화소 이미지

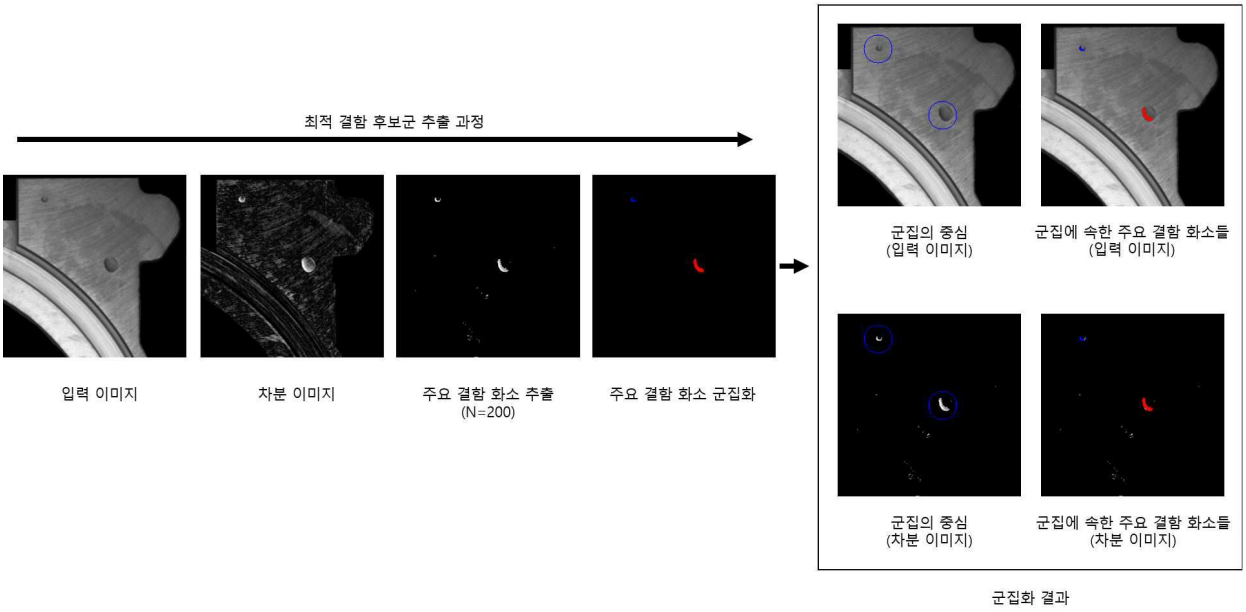
도면3


시작
- 차분 이미지 입력
- 추출할 주요 결함 화소 개수 N 입력
S110
주요 결함 화소 리스트 생성
S120
차분 이미지로부터 화소 강도가 가장 높은 화소 좌표 추출
S130
추출한 화소 좌표에 해당하는 화소를 주요 결함 화소 리스트에 추가
S140
차분 이미지에서 추출한 화소 좌표에 해당하는 화소값을 0 으로 치환
S150
차분 이미지의 모든 화소값이 0 인가 ?
S160
YES
NO
주요 결함 화소 리스트 내 화소들의 개수가 N 인가 ?
NO
S170
YES
주요 결함 화소 리스트 출력
S180
종료

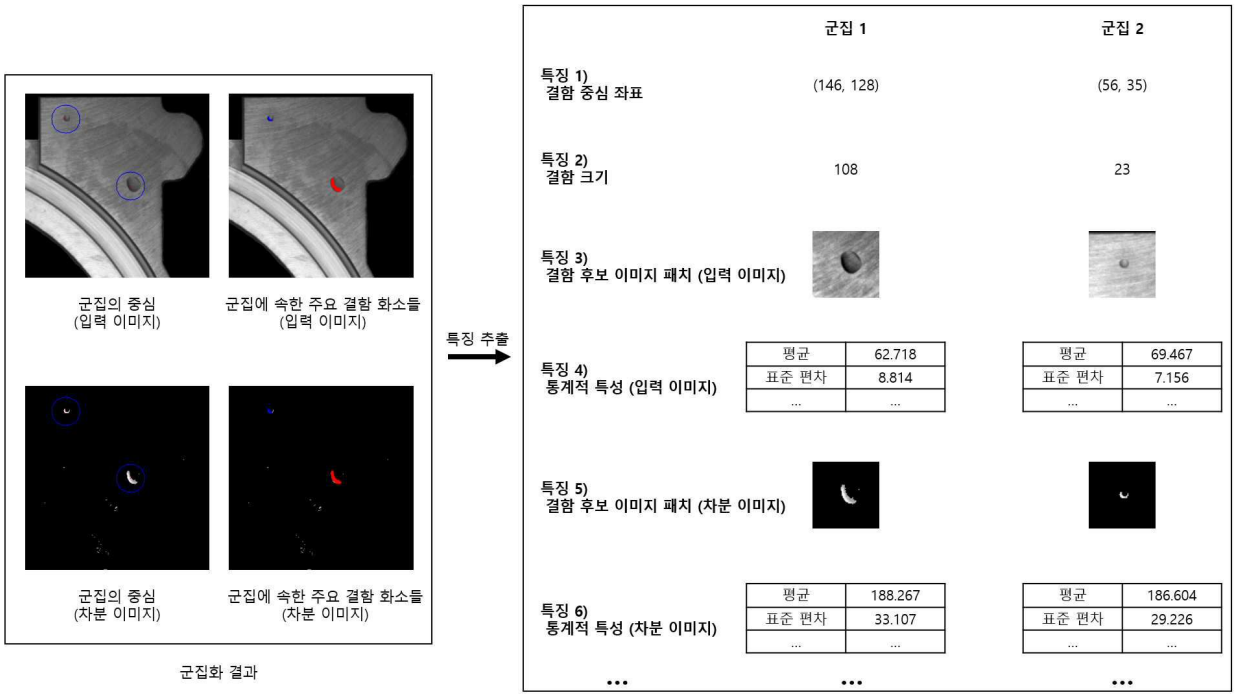
도면4


시작
주요 결함 화소 리스트 입력
S210
주요 결함 화소 리스트의 첫번째 화소 꺼냄 (pop)
S220
해당 화소와 인접한 군집이 존재하는가 ?
S230
NO
새로운 군집 생성
S240
YES
해당 화소를 인접한 군집에 추가
S250
서로 인접한 군집들이 존재 하는가 ?
S260
YES
서로 인접한 군집들을 하나의 군집으로 통합
S270
NO
주요 결함 화소 리스트가 비어 있는가 ?
S280
NO
YES
주요 결함 화소가 포함된 군집들 출력
S290
종료

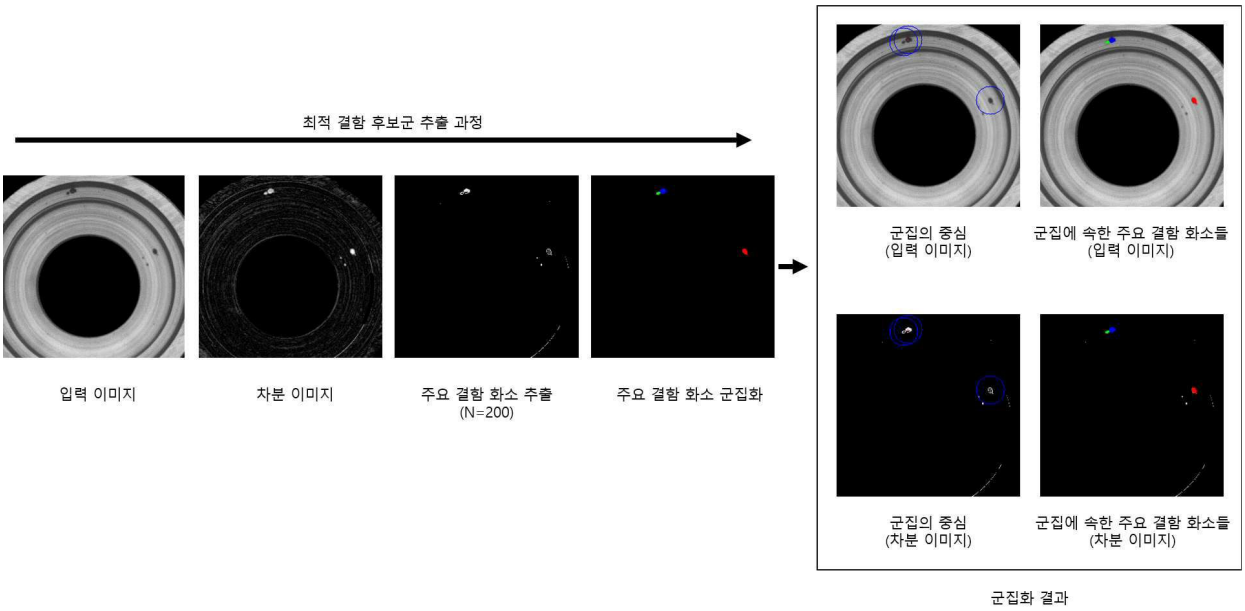
도면5a


최적 결함 후보군 추출 과정
입력 이미지
차분 이미지
주요 결함 화소 추출
(N=200)
주요 결함 화소 군집화
군집의 중심
(입력 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(입력 이미지)
군집의 중심
(차분 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(차분 이미지)
군집화 결과

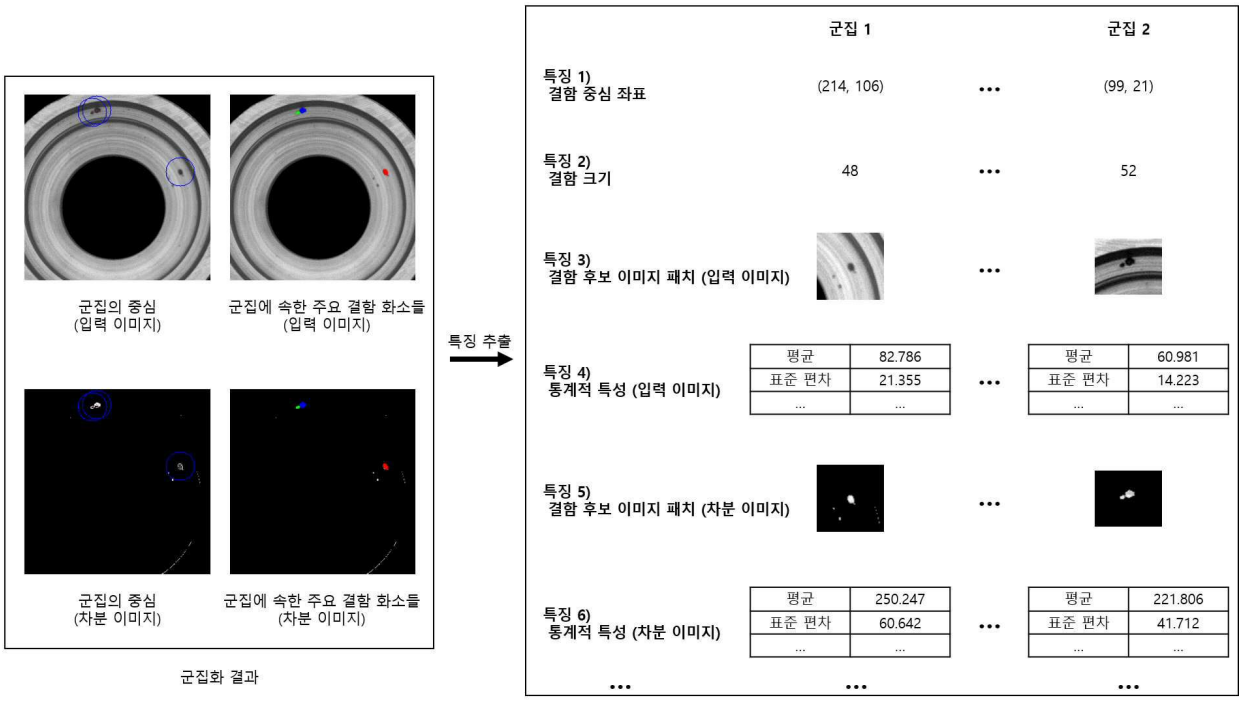
도면5b


군집의 중심
(입력 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(입력 이미지)
군집의 중심
(차분 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(차분 이미지)
군집화 결과
특징 추출
군집 1
군집 2
특징 1)
결함 중심 좌표
(146, 128)
(56, 35)
특징 2)
결함 크기
108
23
특징 3)
결함 후보 이미지 패치 (입력 이미지)
특징 4)
통계적 특성 (입력 이미지)
평균 62.718
표준 편차 8.814
...
평균 69.467
표준 편차 7.156
...
특징 5)
결함 후보 이미지 패치 (차분 이미지)
특징 6)
통계적 특성 (차분 이미지)
평균 188.267
표준 편차 33.107
...
평균 186.604
표준 편차 29.226
...

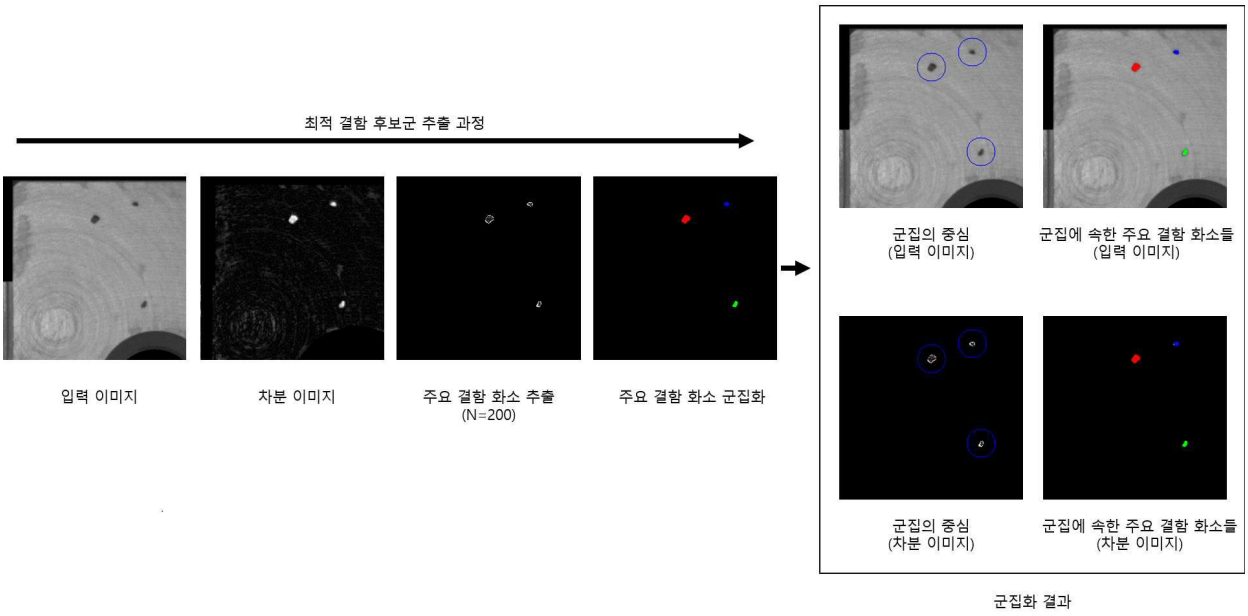
도면6a


최적 결함 후보군 추출 과정
입력 이미지
차분 이미지
주요 결함 화소 추출
(N=200)
주요 결함 화소 군집화
군집의 중심
(입력 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(입력 이미지)
군집의 중심
(차분 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(차분 이미지)
군집화 결과

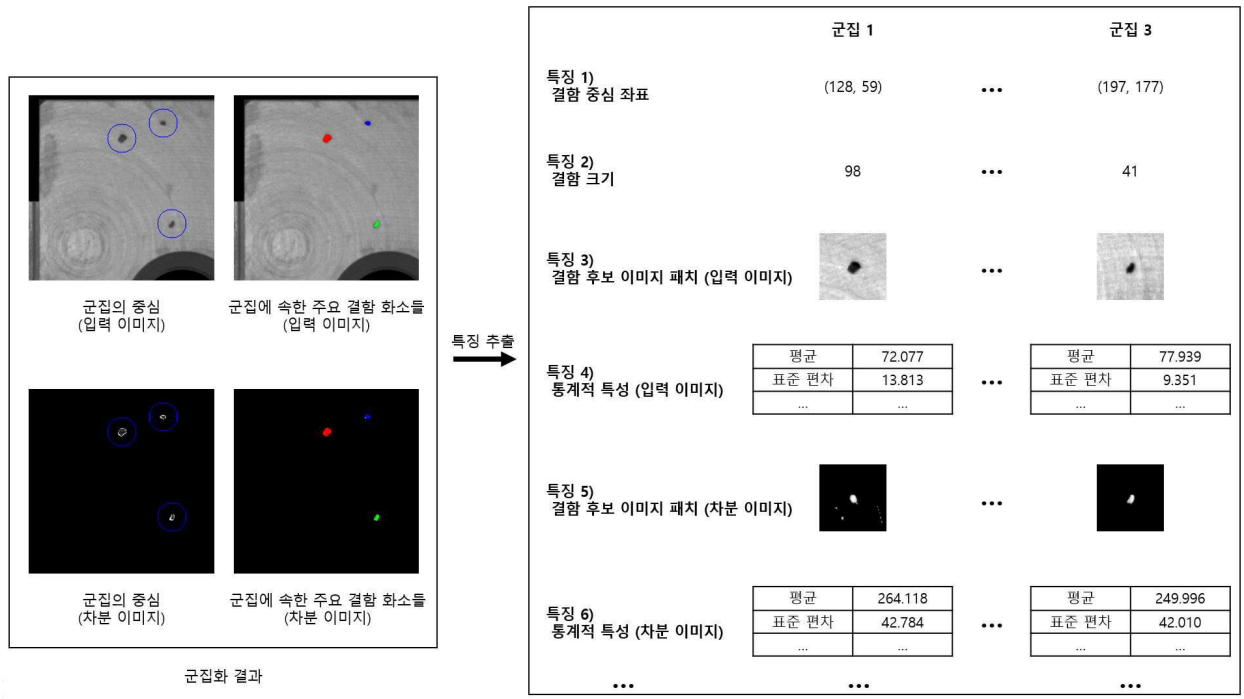
도면6b


군집의 중심
(입력 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(입력 이미지)
군집의 중심
(차분 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(차분 이미지)
군집화 결과
특징 추출
군집 1
군집 2
특징 1)
결함 중심 좌표
(214, 106)
(99, 21)
특징 2)
결함 크기
48
52
특징 3)
결함 후보 이미지 패치 (입력 이미지)
특징 4)
통계적 특성 (입력 이미지)
평균 82.786
표준 편차 21.355
평균 60.981
표준 편차 14.223
특징 5)
결함 후보 이미지 패치 (차분 이미지)
특징 6)
통계적 특성 (차분 이미지)
평균 250.247
표준 편차 60.642
평균 221.806
표준 편차 41.712

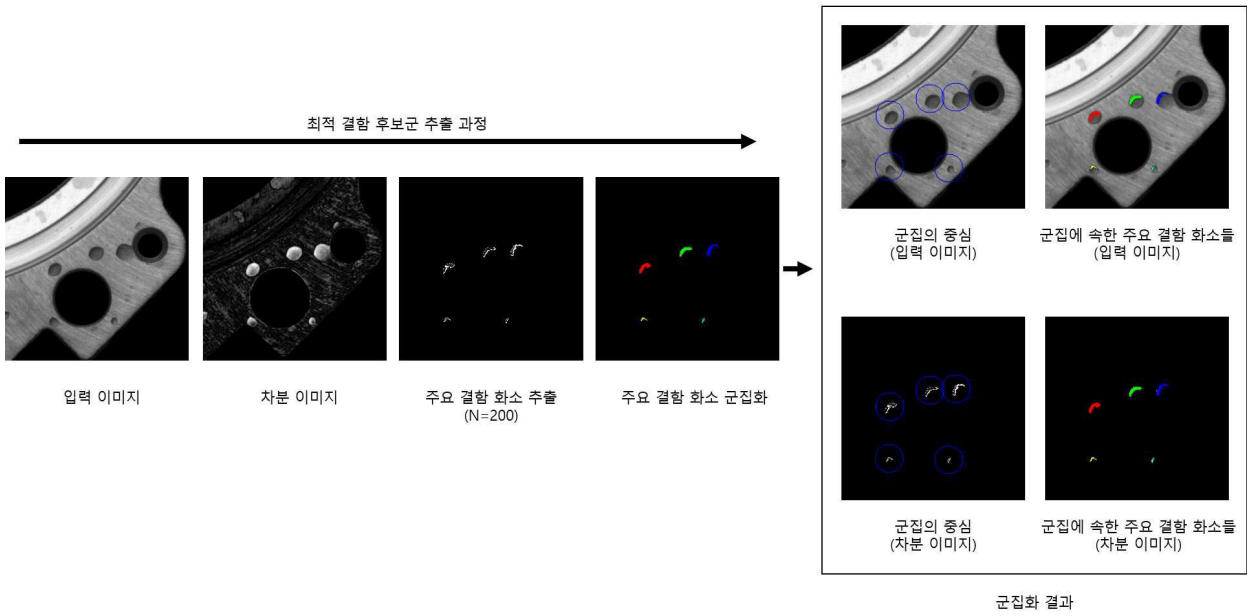
도면7a


최적 결함 후보군 추출 과정
입력 이미지
차분 이미지
주요 결함 화소 추출
(N=200)
주요 결함 화소 군집화
군집의 중심
(입력 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(입력 이미지)
군집의 중심
(차분 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(차분 이미지)
군집화 결과

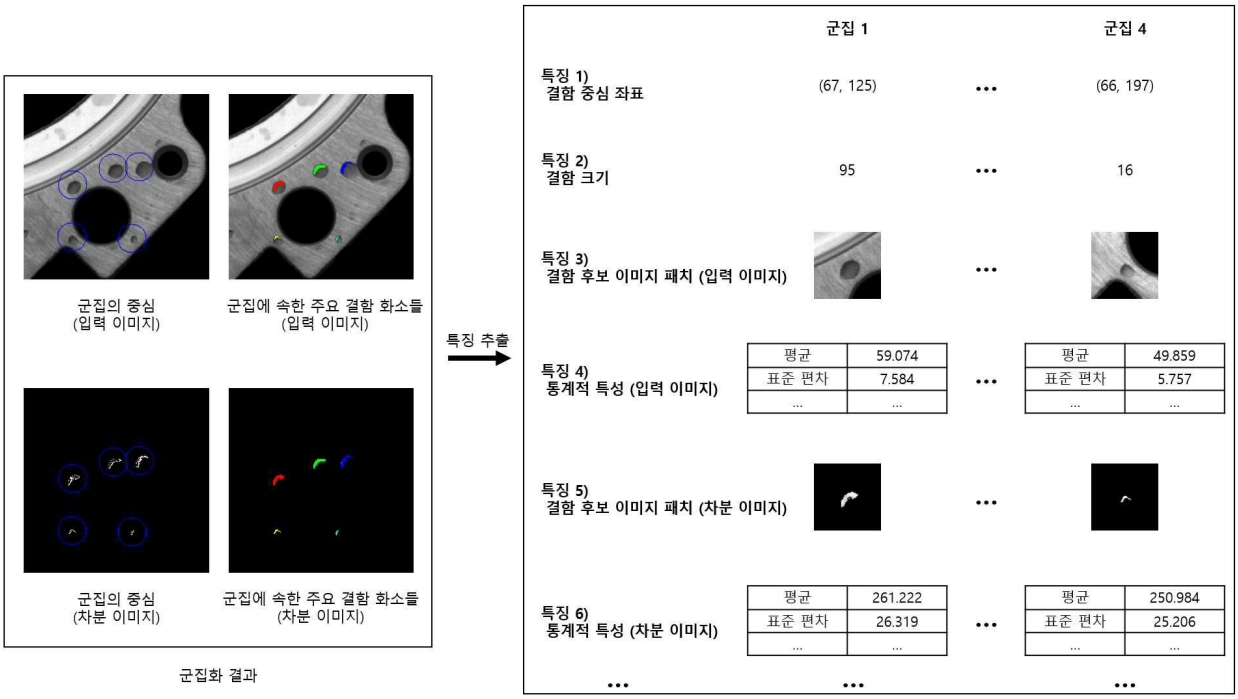
도면7b


군집의 중심
(입력 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(입력 이미지)
군집의 중심
(차분 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(차분 이미지)
군집화 결과
특징 추출
군집 1
군집 3
특징 1)
결함 중심 좌표
(128, 59)
(197, 177)
특징 2)
결함 크기
98
41
특징 3)
결함 후보 이미지 패치 (입력 이미지)
특징 4)
통계적 특성 (입력 이미지)
평균 72.077
표준 편차 13.813
평균 77.939
표준 편차 9.351
특징 5)
결함 후보 이미지 패치 (차분 이미지)
특징 6)
통계적 특성 (차분 이미지)
평균 264.118
표준 편차 42.784
평균 249.996
표준 편차 42.010

도면8a


최적 결함 후보군 추출 과정
입력 이미지
차분 이미지
주요 결함 화소 추출
(N=200)
주요 결함 화소 군집화
군집의 중심
(입력 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(입력 이미지)
군집의 중심
(차분 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(차분 이미지)
군집화 결과

도면8b


군집의 중심
(입력 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(입력 이미지)
군집의 중심
(차분 이미지)
군집에 속한 주요 결함 화소들
(차분 이미지)
군집화 결과
특징 추출
군집 1
군집 4
특징 1)
결함 중심 좌표
(67, 125)
(66, 197)
특징 2)
결함 크기
95
16
특징 3)
결함 후보 이미지 패치 (입력 이미지)
특징 4)
통계적 특성 (입력 이미지)
평균 59.074
표준 편차 7.584
평균 49.859
표준 편차 5.757
특징 5)
결함 후보 이미지 패치 (차분 이미지)
특징 6)
통계적 특성 (차분 이미지)
평균 261.222
표준 편차 26.319
평균 250.984
표준 편차 25.206