



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0029860
(43) 공개일자 2020년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 11/22 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)
G06T 7/50 (2017.01) H04N 5/33 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01B 11/22 (2013.01)
G06T 7/001 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0108408
(22) 출원일자 2018년09월11일
심사청구일자 2018년12월13일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
주영규
서울특별시 송파구 송이로19길 12-3, 103동 905호
정동민
서울특별시 서초구 효령로 84 대우효령아파트, 104동 403호
이중훈
서울특별시 강남구 학동로87길 9, 7동 502호
(74) 대리인
강귀용, 김수진

전체 청구항 수 : 총 8 항

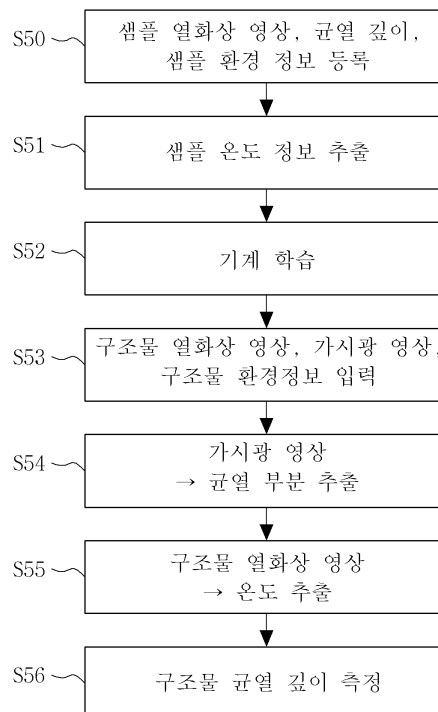
(54) 발명의 명칭 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른 구조물의 균열 깊이 측정 방법은 (a) 서로 다른 균열 깊이를 갖는 복수의 균열 샘플에 대해 촬영된 샘플 열화상 영상과, 각각의 상기 균열 샘플의 균열 깊이와, 각각의 상기 균열 샘플의 열화상 영상 촬영시의 샘플 환경 정보

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



가 등록되는 단계와; (b) 상기 샘플 열화상 영상으로부터 각각의 상기 균열 샘플의 균열 부분의 샘플 온도 정보가 추출되는 단계와; (c) 복수의 상기 균열 샘플에 대한 상기 균열 깊이, 상기 샘플 온도 정보 및 상기 샘플 환경 정보가 균열 깊이를 출력으로 하는 기 등록된 기계 학습 알고리즘의 훈련 데이터로 적용되어 학습되는 단계와; (d) 실제 구조물에 대해 촬영된 구조물 열화상 영상과, 상기 실제 구조물의 열화상 영상 촬영시의 구조물 환경 정보가 입력되는 단계와; (e) 상기 구조물 열화상 영상으로부터 균열 부분의 온도가 추출되는 단계와; (f) 상기 (e) 단계에서 추출된 온도와, 상기 구조물 환경 정보가 상기 (c) 단계에서 학습된 상기 기계 학습 알고리즘에 입력되어 상기 실제 구조물의 균열 깊이가 결정되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 균열의 깊이와 열화상 영상으로부터 추출된 온도, 그리고 주변 환경 정보를 훈련 데이터로 하여 기계 학습시키고, 실제 구조물에 대해 촬영된 균열에 대한 열화상 영상으로부터 추출된 균열 부분의 온도로부터 균열의 깊이를 측정할 수 있게 된다.

(52) CPC특허분류

G06T 7/50 (2017.01)

H04N 5/33 (2013.01)

G01N 2203/0062 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2018R1A4A1026027

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 (이공)기초연구실육성사업

연구과제명 3차원 건축 형상정보 및 이미지 프로세싱 기술 융합 연구실

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교산학협력단

연구기간 2018.08.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 방법에 있어서,

- (a) 서로 다른 균열 깊이를 갖는 복수의 균열 샘플에 대해 촬영된 샘플 열화상 영상과, 각각의 상기 균열 샘플의 균열 깊이와, 각각의 상기 균열 샘플의 열화상 영상 촬영시의 샘플 환경 정보가 등록되는 단계와;
- (b) 상기 샘플 열화상 영상으로부터 각각의 상기 균열 샘플의 균열 부분의 샘플 온도 정보가 추출되는 단계와;
- (c) 복수의 상기 균열 샘플에 대한 상기 균열 깊이, 상기 샘플 온도 정보 및 상기 샘플 환경 정보가 균열 깊이를 출력으로 하는 기 등록된 기계 학습 알고리즘의 훈련 데이터로 적용되어 학습되는 단계와;
- (d) 실제 구조물에 대해 촬영된 구조물 열화상 영상과, 상기 실제 구조물의 열화상 영상 촬영시의 구조물 환경 정보가 입력되는 단계와;
- (e) 상기 구조물 열화상 영상으로부터 균열 부분의 온도가 추출되는 단계와;
- (f) 상기 (e) 단계에서 추출된 온도와, 상기 구조물 환경 정보가 상기 (c) 단계에서 학습된 상기 기계 학습 알고리즘에 입력되어 상기 실제 구조물의 균열 깊이가 결정되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (b) 단계에서는 상기 샘플 열화상 영상으로부터 상기 균열 샘플의 균열 부분의 형상 정보가 함께 추출되고;

상기 (c) 단계에서는 기계 학습 알고리즘에 상기 형상 정보가 훈련 데이터로 함께 학습되고;

상기 (e) 단계에서는 상기 구조물 열화상 영상으로부터 균열 부분의 형상 정보가 함께 추출되어 상기 (f) 단계에서 상기 기계 학습 알고리즘에 입력되는 것을 특징으로 하는 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 (d) 단계에서는 상기 실제 구조물에 대해 촬영된 가시광 영상이 입력되며;

상기 (e) 단계는

- (e1) 상기 가시광 영상으로부터 상기 구조물의 균열 부분이 추출되는 단계와,
- (e2) 상기 구조물 열화상 영상 중 상기 (e1) 단계에서 추출된 균열 부분에 대응하는 위치에서의 온도가 균열 부분의 온도로 추출되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 기계 학습 알고리즘은 랜덤 포레스트 알고리즘(Random forest algorithm)을 포함하는 것을 특징으로 하는 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 방법.

청구항 5

열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 장치에 있어서,

서로 다른 균열 깊이를 갖는 복수의 균열 샘플에 대해 샘플 열화상 영상을 촬영하는 열화상 카메라와;

상기 열화상 영상으로부터 각각의 상기 균열 샘플의 균열 부분의 샘플 온도 정보를 추출하는 영상 처리부와;

상기 영상 처리부에 의해 추출된 상기 샘플 온도 정보, 각각의 상기 균열 샘플의 균열 깊이, 및 각각의 상기 균열 샘플의 열화상 영상 촬영시의 샘플 환경 정보를 균열 깊이를 출력으로 하는 기 등록된 기계 학습 알고리즘의 훈련 데이터로 적용하여 학습하는 기계 학습부와;

상기 열화상 카메라를 통해 실제 구조물에 대해 촬영된 구조물 열화상 영상과, 상기 실제 구조물의 열화상 영상 촬영시의 구조물 환경 정보가 입력되면, 상기 구조물 열화상 영상으로부터 균열 부분의 온도가 추출되도록 상기 영상 처리부를 제어하고, 상기 기계 학습부가 상기 구조물 열화상 영상으로부터 균열 부분의 온도와 상기 구조물 환경 정보를 입력으로 하여 상기 실제 구조물의 균열 깊이를 산출하도록 상기 기계 학습부를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 영상 처리부는 상기 샘플 열화상 영상으로부터 상기 균열 샘플의 균열 부분의 형상 정보를 함께 추출하고, 상기 구조물 열화상 영상으로부터 균열 부분의 형상 정보를 함께 추출하고;

상기 기계 학습부는 상기 균열 샘플의 균열 부분의 형상 정보를 상기 기계 학습 알고리즘의 훈련 데이터로 함께 학습하며;

상기 제어부는 상기 실제 구조물의 상기 균열 정보를 함께 입력받아 상기 실제 구조물의 균열 깊이를 산출하도록 상기 기계 학습부를 제어하는 것을 특징으로 하는 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 실제 구조물의 가시광 영상을 촬영하기 위한 가시광 카메라를 더 포함하며;

상기 영상 처리부는 상기 가시광 영상으로부터 상기 실제 구조물의 균열 부분을 추출하고, 상기 구조물 열화상 영상 중 상기 가시광 영상을 통해 추출된 균열 부분에 대응하는 위치에서의 온도를 균열 부분의 온도로 추출하는 것을 특징으로 하는 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 장치.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 기계 학습 알고리즘은 랜덤 포레스트 알고리즘(Random forest algorithm)을 포함하는 것을 특징으로 하는 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 구조물의 균열에 대해 촬영된 열화상 영상을 이용하여 해당 균열이 깊이를 측정할 수 있는 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

일반적으로 구조물의 안전검사에 적용되는 균열 검사는 육안 검사와 비파괴 검사 2가지로 나눌 수 있다. 육안검사의 경우 버니어 캘리퍼스(Vernier calipers), 열화상 측정장비 등 휴대용 측정기를 사용하여 구조물 외부의 균열을 측정하는 방식이다. 비파괴 검사의 경우 초음파, 방사선, 자분 탐상, 침투탐상법, 반발 경도법 등을 사용하여 구조물 내부의 균열을 측정하는 방식이다.

- [0003] 열화상 검사방법은 크게 두 가지 종류로 구분할 수 있는데, 하나는 수동적 검사 방법으로 모든 물체가 방사하고 있는 고유의 적외선 에너지를 검출하는 방법이고, 또 다른 하나는 능동적 검사 방법으로 대상체에 외부의 에너지를 입사하여 대상체의 내부 조건에 따라 달라지는 방사에너지의 검출을 이용하는 방법으로 나뉘게 된다.
- [0004] 수동적 검사 방법 중 열화상 측정 장비를 통한 수동적 검사 방법은 구조물의 외부 균열 측정방법으로서 사물의 표면으로부터 방출되는 복사열을 감지 및 측정하고 이를 통하여 사물의 표면 온도를 수치화 할 수 있다. 이 때 건물의 균열부는 균열을 통하여 내부에서 열이 방출되어 주변온도보다 상대적으로 높게 측정된다. 이러한 원리를 통하여 균열 여부를 판단하는 측정방법이다.
- [0005] 이와 같은 열화상 측정 장비는 단지 구조물에 균열이 발생하였는지 여부 만을 판단할 뿐 균열의 정도, 즉 균열의 깊이를 측정할 수 없어 향후 구조물의 변화를 예측하기 어려운 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0553124호
(특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2006-0029716호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 이에, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로서, 구조물의 균열에 대해 촬영된 열화상 영상을 이용하여 해당 균열이 깊이를 측정할 수 있는 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 방법 및 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기 목적은 본 발명에 따라, 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 방법에 있어서, (a) 서로 다른 균열 깊이를 갖는 복수의 균열 샘플에 대해 촬영된 샘플 열화상 영상과, 각각의 상기 균열 샘플의 균열 깊이와, 각각의 상기 균열 샘플의 열화상 영상 촬영시의 샘플 환경 정보가 등록되는 단계와; (b) 상기 샘플 열화상 영상으로부터 각각의 상기 균열 샘플의 균열 부분의 샘플 온도 정보가 추출되는 단계와; (c) 복수의 상기 균열 샘플에 대한 상기 균열 깊이, 상기 샘플 온도 정보 및 상기 샘플 환경 정보가 균열 깊이를 출력으로 하는 기 등록된 기계 학습 알고리즘의 훈련 데이터로 적용되어 학습되는 단계와; (d) 실제 구조물에 대해 촬영된 구조물 열화상 영상과, 상기 실제 구조물의 열화상 영상 촬영시의 구조물 환경 정보가 입력되는 단계와; (e) 상기 구조물 열화상 영상으로부터 균열 부분의 온도가 추출되는 단계와; (f) 상기 (e) 단계에서 추출된 온도와, 상기 구조물 환경 정보가 상기 (c) 단계에서 학습된 상기 기계 학습 알고리즘에 입력되어 상기 실제 구조물의 균열 깊이가 결정되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 방법에 의해서 달성된다.
- [0009] 여기서, 상기 (b) 단계에서는 상기 샘플 열화상 영상으로부터 상기 균열 샘플의 균열 부분의 형상 정보가 함께 추출되고; 상기 (c) 단계에서는 기계 학습 알고리즘에 상기 형상 정보가 훈련 데이터로 함께 학습되고; 상기 (e) 단계에서는 상기 구조물 열화상 영상으로부터 균열 부분의 형상 정보가 함께 추출되어 상기 (f) 단계에서 상기 기계 학습 알고리즘에 입력될 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 (d) 단계에서는 상기 실제 구조물에 대해 촬영된 가시광 영상이 입력되며; 상기 (e) 단계는 (e1) 상기 가시광 영상으로부터 상기 구조물의 균열 부분이 추출되는 단계와, (e2) 상기 구조물 열화상 영상 중 상기 (e1) 단계에서 추출된 균열 부분에 대응하는 위치에서의 온도가 균열 부분의 온도로 추출되는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 그리고, 상기 기계 학습 알고리즘은 랜덤 포레스트 알고리즘(Random forest algorithm)을 포함할 수 있다.
- [0012] 한편, 상기 목적은 본 발명의 다른 실시 형태에 따라, 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 장치에 있어서, 서로 다른 균열 깊이를 갖는 복수의 균열 샘플에 대해 샘플 열화상 영상을 촬영하는 열화상 카메라와;

상기 열화상 영상으로부터 각각의 상기 균열 샘플의 균열 부분의 샘플 온도 정보를 추출하는 영상 처리부와; 상기 영상 처리부에 의해 추출된 상기 샘플 온도 정보, 각각의 상기 균열 샘플의 균열 깊이, 및 각각의 상기 균열 샘플의 열화상 영상 촬영시의 샘플 환경 정보를 균열 깊이를 출력으로 하는 기 등록된 기계 학습 알고리즘의 훈련 데이터로 적용하여 학습하는 기계 학습부와; 상기 열화상 카메라를 통해 실제 구조물에 대해 촬영된 구조물 열화상 영상과, 상기 실제 구조물의 열화상 영상 촬영시의 구조물 환경 정보가 입력되면, 상기 구조물 열화상 영상으로부터 균열 부분의 온도가 추출되도록 상기 영상 처리부를 제어하고, 상기 기계 학습부가 상기 구조물 열화상 영상으로부터 균열 부분의 온도와 상기 구조물 환경 정보를 입력으로 하여 상기 실제 구조물의 균열 깊이를 산출하도록 상기 기계 학습부를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 장치에 의해서도 달성된다.

[0013] 여기서, 상기 영상 처리부는 상기 샘플 열화상 영상으로부터 상기 균열 샘플의 균열 부분의 형상 정보를 함께 추출하고, 상기 구조물 열화상 영상으로부터 균열 부분의 형상 정보를 함께 추출하고; 상기 기계 학습부는 상기 균열 샘플의 균열 부분의 형상 정보를 상기 기계 학습 알고리즘의 훈련 데이터로 함께 학습하며; 상기 제어부는 상기 실제 구조물의 상기 균열 정보를 함께 입력받아 상기 실제 구조물의 균열 깊이를 산출하도록 상기 기계 학습부를 제어할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 실제 구조물의 가시광 영상을 촬영하기 위한 가시광 카메라를 더 포함하며; 상기 영상 처리부는 상기 가시광 영상으로부터 상기 실제 구조물의 균열 부분을 추출하고, 상기 구조물 열화상 영상 중 상기 가시광 영상을 통해 추출된 균열 부분에 대응하는 위치에서의 온도를 균열 부분의 온도로 추출할 수 있다.

[0015] 그리고, 상기 기계 학습 알고리즘은 랜덤 포레스트 알고리즘(Random forest algorithm)을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 상기와 같은 구성에 따라 본 발명에 따르면, 균열의 깊이와 열화상 영상으로부터 추출된 온도, 그리고 주변 환경 정보를 훈련 데이터로 하여 기계 학습시키고, 실제 구조물에 대해 촬영된 균열에 대한 열화상 영상으로부터 추출된 균열 부분의 온도로부터 균열의 깊이를 측정할 수 있게 된다.

[0017] 따라서, 단순히 구조물에 균열이 발생하였는지 여부에서 나아가, 열화상 영상에서 균열의 깊이까지 측정이 가능하게 되어, 구조물의 건전도를 보다 정확하게 판단할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명에 따른 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 장치의 구성을 설명하기 위한 도면이고, 도 2는 본 발명에 따른 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 장치의 열화상 카메라가 설치된 드론의 예를 나타낸 도면이고,

도 3은 본 발명에 따른 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 장치의 균열 샘플의 예를 나타낸 도면이고,

도 4는 도 3은 본 발명에 따른 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 장치에서 실제 구조물의 균열을 촬영한 가시광 영상과 열화상 영상의 예를 나타낸 도면이고,

도 5는 본 발명에 따른 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 상세히 설명한다.

[0020] 도 1은 본 발명에 따른 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 장치(200)의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 도 1을 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 구조물의 균열 깊이 측정 장치(200)는 영상 처리부(230), 기계 학습부(240), 및 제어부(210)를 포함한다. 또한, 본 발명에 따른 구조물의 균열 깊이 측정 장치(200)는 열화상 카메라(220)와 가시광 카메라(250)를 포함할 수 있다.

[0021] 열화상 카메라(220)는 실제 구조물이나 균열 샘플(S)에 대한 열화상 영상을 촬영한다. 본 발명에서는 균열 샘플(S)의 열화상 영상을 촬영할 때는 촬영자가 손에 파지한 상태에서 촬영할 수 있으며, 실제 구조물의 균열을 측정할 경우, 도 2에 도시된 바와 같이, 드론(100)과 같은 무인 항공기에 열화상 카메라(220)를 설치하여 촬영하도록 마련될 수 있는 바, 이에 대한 상세한 설명은 후술한다.

- [0022] 영상 처리부(230)는 균열 샘플(S)의 균열 부분(SC)의 온도 정보(이하, '샘플 온도 정보'라 함)를 추출한다. 균열 샘플(S)은 도 3에 도시된 바와 같이, 구조물에 일정 깊이의 균열(SC)을 형성하여 제작되는데, 다수의 균열 샘플(S)에 서로 다른 균열 깊이를 갖도록 제작하게 된다. 그리고, 열화상 카메라(220)로 각각의 균열 샘플(S)을 촬영하여 각각의 균열 샘플(S)에 대한 열화상 영상(이하, '샘플 열화상 영상'이라 함)을 촬영하게 된다.
- [0023] 그리고, 영상 처리부(230)는 각각의 샘플 열화상 영상으로부터 각각의 균열 샘플(S)의 균열 부분(SC)의 온도를 측정하여 샘플 온도 정보를 추출하게 된다.
- [0024] 기계 학습부(240)는 영상 처리부(230)에 의해 추출된 샘플 온도 정보, 각각의 균열 샘플(S)의 균열 깊이, 그리고 각각의 균열 샘플(S)의 열화상 영상 촬영시 샘플 환경 정보를 균열 깊이를 출력으로 하는 기 등록된 기계 학습 알고리즘의 훈련 데이터로 적용하여 학습한다. 본 발명에서는 기계 학습 알고리즘으로 랜덤 포레스트 알고리즘(Random forest algorithm)이 적용되는 것을 예로 하는데, 다른 기계 학습 알고리즘이 적용될 수 있음은 물론이다.
- [0025] 여기서, 샘플 환경 정보로는 열화상 카메라(220)로 촬영할 당시의 주변 온도, 즉 대기 온도, 습도, 풍속, 조도가 적용될 수 있다. 즉, 열화상 카메라(220)에 의해 촬영되는 균열 부분의 온도 변화에 영향을 주는 환경을 샘플 환경 정보를 훈련 데이터로 적용할 수 있다.
- [0026] 상기와 같이 기계 학습부(240)에 의해 다수의 균열 샘플(S)로부터 얻어진 훈련 데이터들이 학습된 상태에서, 실제 구조물에 대한 균열 깊이 측정이 진행될 수 있다.
- [0027] 제어부(210)는 실제 구조물에 대해 촬영된 열화상 영상(이하, '구조물 열화상 영상'이라 함)과, 실제 구조물의 열화상 영상 촬영시의 환경 정보(이하, '구조물 환경 정보'라 함)가 입력되면, 구조물 열화상 영상으로부터 균열 부분의 온도가 추출되도록 영상 처리부(230)를 제어한다. 도 4의 (a)는 실제 구조물에 발생한 균열 부분의 예를 나타낸 도면이고, 도 4의 (b)는 이를 열화상 카메라(220)로 촬영하여 획득한 구조물 열화상 영상을 나타낸 도면이다.
- [0028] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 구조물의 균열 깊이 측정 장치(200)에서는 열화상 카메라(220)가 드론(100) 등의 무인 항공기에 설치되어 구조물을 촬영하는 것을 예로 하고 있다.
- [0029] 이와 같이, 드론(100)과 같은 무인 항공기를 통해 촬영하게 되면, 고층 건물과 같이 사람이 촬영하기 어려운 구조물에 대해서도 보다 쉽게 촬영이 가능하게 되며, 측정에 소요되는 인력, 장비, 시간을 현저히 줄일 수 있게 된다.
- [0030] 여기서, 본 발명에서는 실제 구조물의 가시광 영상을 가시광 카메라(250)가 촬영하도록 마련될 수 있다. 그리고, 영상 처리부(230)는 가시광 영상으로부터 실제 구조물의 균열 부분을 추출하고, 구조물 열화상 영상 중 가시광 영상을 통해 추출된 균열 부분에 대응하는 위치에서의 온도를 균열 부분의 온도로 추출할 수 있다.
- [0031] 이를 통해, 본 발명에 따른 구조물의 균열 깊이 측정 장치(200)가 실제 장비에 적용될 때, 가시광 카메라(250)가 구조물의 외관을 촬영하는 과정에서 영상 처리부(230)가 촬영된 가시광 영상으로부터 균열 부분을 추출한 후, 해당 균열 부분만 열화상 카메라(220)가 촬영하는 방식으로 진행하여, 열화상 카메라(220)가 구조물 전체의 열화상 영상을 촬영하고 전체 열화상 영상에서 균열 부분의 온도를 추출하는 번거러움을 해소할 수 있게 된다.
- [0032] 상기와 같이 구조물 열화상 영상으로부터 구조물 온도 정보가 추출되면, 제어부(210)는 기계 학습부(240)가 구조물 열화상 영상으로부터 추출된 균열 부분의 온도와, 구조물 환경 정보를 입력으로 하여, 실제 구조물의 균열 깊이가 산출되도록 기계 학습부(240)를 제어하게 됨으로써, 열화상 영상으로부터 구조물에 발생한 균열의 균열 깊이의 측정이 가능하게 된다.
- [0033] 한편, 본 발명에 따른 구조물의 균열 깊이 측정 장치(200)의 영상 처리부(230)는 샘플 열화상 영상으로부터 균열 샘플(S)의 균열 부분(SC)의 형상 정보를 함께 추출하도록 마련될 수 있다. 그리고, 기계 학습부(240)는 균열 샘플(S)의 균열 부분(SC)의 형상 정보를 기계 학습 알고리즘의 훈련 데이터로 함께 학습할 수 있다.
- [0034] 그리고, 실제 구조물의 균열 깊이를 측정하는 과정에서도, 영상 처리부(230)가 구조물 열화상 영상으로부터 실제 구조물의 균열 부분의 형상 정보를 함께 추출하고, 기계 학습부(240)에 형상 정보를 함께 입력하도록 마련될 수 있다.
- [0035] 이를 통해, 균열 부분의 형상에 따른 균열 부분의 온도 변화도 함께 반영됨으로써, 보다 정확한 균열 깊이의 측정이 가능하게 된다.

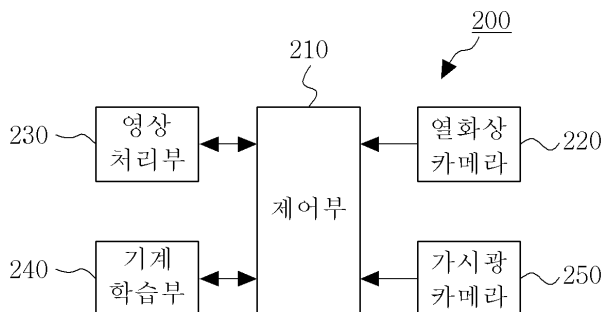
- [0036] 이하에서는, 도 5를 참조하여 본 발명에 따른 열화상 영상을 이용한 구조물의 균열 깊이 측정 방법에 대해 상세히 설명한다.
- [0037] 먼저, 기계 학습을 위해, 복수의 균열 샘플(S)에 대한 샘플 열화상 영상, 균열 깊이, 및 샘플 환경 정보가 등록된다(S50). 그런 다음, 각각의 샘플 열화상 영상으로부터 균열 샘플(S)의 균열 부분(SC)의 온도인 샘플 온도 정보가 추출된다(S51).
- [0038] 각각의 샘플 열화상 영상으로부터 샘플 온도 정보가 추출되면, 추출된 샘플 온도 정보, S50 단계에서 등록된 균열 깊이 및 샘플 환경 정보가 기계 학습 알고리즘의 훈련 데이터로 입력되어 기계 학습이 진행된다(S52).
- [0039] 그리고, 상기와 같이 학습된 기계 학습 알고리즘을 이용하여 실제 구조물에 대한 균열 깊이 측정 과정이 진행된다.
- [0040] 먼저, 구조물에 대해 촬영된 구조물 열화상 영상, 가시광 영상 및 구조물 환경 정보가 입력된다(S53). 그런 다음, 입력된 가시광 영상으로부터 구조물의 균열 부분이 추출된다(S54). 그런 다음, 가시광 영상으로부터 추출된 균열 부분에 해당하는 위치에서 구조물 열화상 영상으로부터 구조물 온도 정도가 추출된다(S55).
- [0041] 여기서, 도 5에서는 구조물 열화상 영상과 가시광 영상이 함께 입력되는 것을 예로 설명하고 있으나, 상술한 바와 같이, 드론(100) 등을 이용하여 촬영할 때 가시광 영상이 촬영된 후 균열 부분이 추출되고, 균열 부분이 추출된 위치에서만 열화상 영상이 촬영되어 입력되도록 마련될 수 있음은 물론이다.
- [0042] 그리고, 구조물 열화상 영상으로부터 구조물 온도 정보가 추출되면, 구조물 온도 정보 및 구조물 환경 정보가 학습된 기계 학습 알고리즘에 입력되어, 구조물의 균열 깊이가 산출되어, 구조물 균열 깊이의 측정이 가능하게 된다(S56).
- [0043] 비록 본 발명의 몇몇 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 원칙이나 정신에서 벗어나지 않으면서 본 실시예를 변형할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 발명의 범위는 첨부된 청구항과 그 균등물에 의해 정해될 것이다.

부호의 설명

- [0044] 100 : 드론 200 : 구조물의 균열 깊이 측정 장치
210 : 제어부 220 : 열화상 카메라
230 : 영상 처리부 240 : 기계 학습부
250 : 가시광 카메라

도면

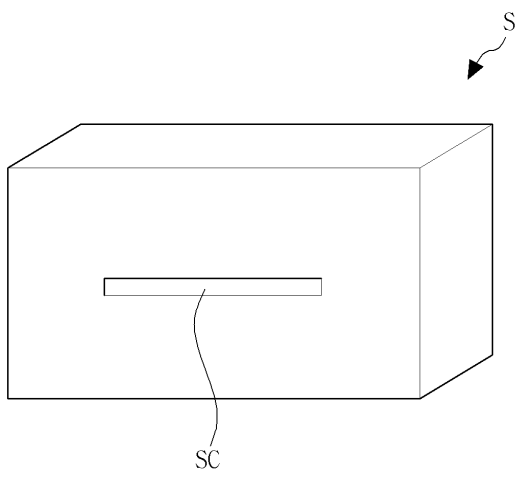
도면1



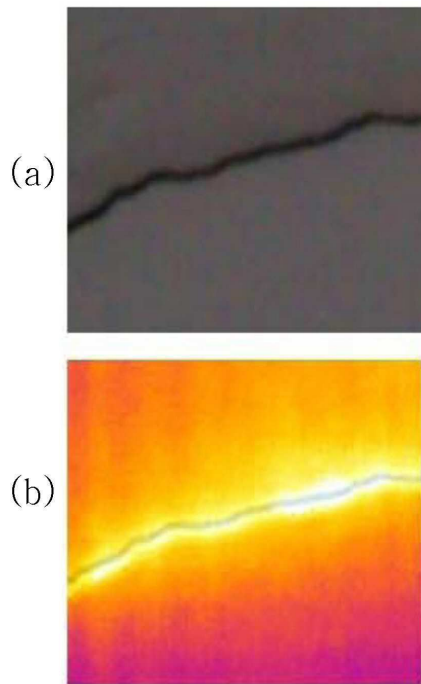
도면2



도면3



도면4



도면5

