



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0017588
(43) 공개일자 2020년02월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/08 (2012.01) G06F 30/00 (2020.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/08 (2013.01)
G06F 30/13 (2020.01)
(21) 출원번호 10-2018-0088019
(22) 출원일자 2018년07월27일
심사청구일자 2019년05월30일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
김희선
서울특별시 강남구 도곡동 도곡렉슬아파트 204동 703호
강제원
서울특별시 마포구 창전동 서강쌍용예가아파트 104동 904호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인한얼

전체 청구항 수 : 총 12 항

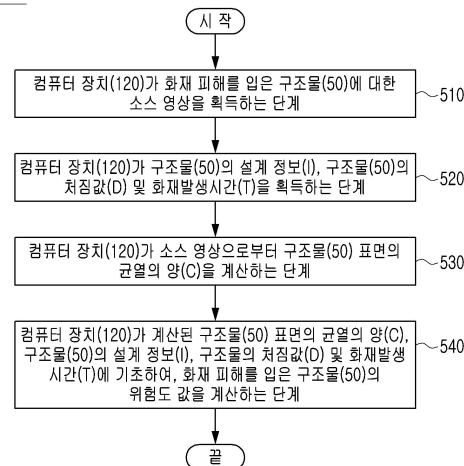
(54) 발명의 명칭 화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법

(57) 요약

화재 피해를 입은 구조물(50)의 위험도 추정 방법은, 컴퓨터 장치(120)가 화재 피해를 입은 구조물(50)에 대한 소스 영상을 획득하는 단계, 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 구조물(50)의 설계 정보(I), 상기 구조물(50)의 처짐값(D) 및 화재발생시간(T)을 획득하는 단계, 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 소스 영상으로부터 상기 구조물(50) 표면의 균열의 양(C)을 계산하는 단계 및 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 계산된 구조물(50) 표면의 균열의 양(C), 상기 구조물(50)의 설계 정보(I), 상기 구조물(50)의 처짐값(D) 및 상기 화재발생시간(T)에 기초하여, 상기 화재 피해를 입은 구조물(50)의 위험도 값을 계산하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도5

500



(72) 발명자

류은미

경상북도 포항시 남구 대도동634-23 신흥울림프스
503호

이지은

경기도 부천시 소향로 18 (상동행복한마을 금호어
울림) 2405동 2102호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615009500

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술촉진연구

연구과제명 머신러닝 기반의 영상정보 분석을 통한 철근 콘크리트 구조물의 지능형 손상평가 원천기술
개발

기 여 율 1/1

주관기관 이화여자대학교산학협력단

연구기간 2017.06.22 ~ 2018.06.21

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 컴퓨터 장치(120)가 화재 피해를 입은 구조물(50)에 대한 소스 영상을 획득하는 단계;
- (b) 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 구조물(50)의 설계 정보(I), 상기 구조물(50)의 처짐값(D) 및 화재발생시간(T)을 획득하는 단계;
- (c) 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 소스 영상으로부터 기 설정된 방법에 의하여 상기 구조물(50) 표면의 균열의 양(C)을 계산하는 단계; 및
- (d) 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 계산된 구조물(50) 표면의 균열의 양(C), 상기 구조물(50)의 설계 정보(I), 상기 구조물(50)의 처짐값(D) 및 상기 화재발생시간(T)에 기초하여, 상기 화재 피해를 입은 구조물(50)의 위험도 값을 계산하는 단계를 포함하는,
- 화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 설계 정보(I)는, 상기 구조물(50)의 하중, 재질, 부재, 구조 또는 설계 공법에 대한 정보를 포함하는,

화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 설계 정보(I)에 기초하여 기 설정된 방법에 의하여 상기 구조물(50)의 공칭강도가 결정되는,

화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 구조물(50)의 하중 및 상기 구조물(50)의 공칭강도에 기초하여, 기 설정된 방법에 의하여 상기 구조물(50)의 하중비(L)가 결정되는,

화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 (d) 단계는,

상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 계산된 구조물(50) 표면의 균열의 양(C), 상기 구조물(50)의 하중비(L), 상기 구조물(50)의 처짐값(D), 상기 화재발생시간(T) 각각에 계수를 부여한 값에 기초하여, 상기 화재 피해를 입은 구조물(50)의 위험도 값을 계산하는 단계를 포함하는,

화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 계수는, 상기 구조물(50)에 가해진 하중 및 상기 구조물(50)의 공칭강도에 기초하여 연산된 것인,

화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 계수는, 상기 구조물(50)의 공칭강도 대비 상기 구조물(50)에 가해진 하중의 비율(L)에 기초하여 연산된 것인,

화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 계수는, 상기 구조물(50)의 공칭강도 대비 상기 구조물(50)에 가해진 하중의 비율(L)의 범위에 따라 연산된 것인,

화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

(c1) 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 소스 영상을 사전에 마련된 CNN(Convolutional Neural Network)에 입력하여 상기 구조물(50) 표면의 균열의 양(C)을 계산하는 단계를 포함하는,

화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 (c1) 단계는,

(c11) 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 소스 영상을 사전에 마련된 CNN에 입력하여 상기 소스 영상에서 균열로 인식되는 부분을 추출하는 단계; 및

(c12) 상기 추출된 균열로 인식되는 부분의 픽셀의 수를 합하는 단계를 포함하는,

화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 (c1) 단계는, 상기 소스 영상에 대한 에지 검출을 수행한 전처리 영상이 상기 컴퓨터 장치(120)에 의해 상기 CNN에 더 입력되는 단계를 포함하며,

상기 (c) 단계는, 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 전처리 영상을 사전에 마련된 CNN에 입력하여 상기 구조물(50) 표면의 균열의 양(C)을 계산하는 단계를 포함하는,

화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법.

청구항 12

(a') 컴퓨터 장치(120)가 화재 피해를 입은 구조물(50)에 대한 소스 영상을 획득하는 단계;

(b') 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 구조물(50)의 설계 정보(I) 및 화재발생시간(T)을 획득하는 단계;

(c') 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 소스 영상으로부터 상기 구조물(50)의 처짐값(D)을 계산하는 단계;

(d') 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 소스 영상으로부터 상기 구조물(50) 표면의 균열의 양(C)을 계산하는 단계; 및

(e') 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 계산된 구조물(50) 표면의 균열의 양(C), 상기 구조물(50)의 설계 정보(I), 상기 구조물(50)의 처짐값(D) 및 상기 화재발생시간(T)에 기초하여, 상기 화재 피해를 입은 구조물(50)의 위험도 값을 계산하는 단계를 포함하는,

화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 구조물의 위험도를 추정하는 기법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 화재 발생 후에는 화재에 노출된 구조물이 안전한 지 여부를 파악하는 것이 중요하다. 구조물에 GPS, 가속도계 등과 같은 장비를 부착하여 실시간으로 구조물을 모니터링하는 기법 등이 연구되고 있다.

[0004] 한편 화재 피해를 입은 구조물 재사용 및 보강여부 파악을 위해서는 구조물의 위험도 정도를 빠르고 정확하게 판단하는 것이 중요하다. 화재 피해를 입은 구조물의 위험도 정도를 파악하기 위해서 구조물이 노출된 온도를 유추해 내는 방법, X-ray 또는 초음파와 같은 비파괴 검사 장비를 이용하여 구조물의 손상 정도를 유추해 내는 검사 방법 등이 연구되어 왔다.

[0005] (특허문헌 1) 한국공개특허 제10-2010-0026004호

[0006] (특허문헌 2) 한국공개특허 제10-2016-0091709호

[0007] (특허문헌 3) 한국공개특허 제10-2014-0049410호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 개시의 일 목적은 카메라(110) 등으로 획득한 구조물 영상, 구조물의 설계 정보, 구조물의 처짐값, 화재발생 시간 등에 기초하여, 화재 피해를 입은 구조물의 위험도를 추정하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예는, (a) 컴퓨터 장치(120)가 화재 피해를 입은 구조물(50)에 대한 소스 영상을 획득하는 단계; (b) 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 구조물(50)의 설계 정보(I), 상기 구조물(50)의 처짐값(D) 및 화재발생시간(T)을 획득하는 단계; (c) 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 소스 영상으로부터 기 설정된 방법에 의하여 상기 구조물(50) 표면의 균열의 양(C)을 계산하는 단계; 및 (d) 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 계산된 구조물(50) 표면의 균열의 양(C), 상기 구조물(50)의 설계 정보(I), 상기 구조물(50)의 처짐값(D) 및 상기 화재발생시간(T)에 기초하여, 상기 화재 피해를 입은 구조물(50)의 위험도 값을 계산하는 단계를 포함하는, 화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법을 제공한다.
- [0012] 또한, 상기 설계 정보(I)는, 상기 구조물(50)의 하중, 재질, 부재, 구조 또는 설계 공법에 대한 정보를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0013] 또한, 상기 설계 정보(I)에 기초하여 기 설정된 방법에 의하여 상기 구조물(50)의 공칭강도가 결정되는 것이 바람직하다.
- [0014] 또한, 상기 구조물(50)의 하중 및 상기 구조물(50)의 공칭강도에 기초하여, 기 설정된 방법에 의하여 상기 구조물(50)의 하중비(L)가 결정되는 것이 바람직하다.
- [0015] 또한, 상기 (d) 단계는, 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 계산된 구조물(50) 표면의 균열의 양(C), 상기 구조물(50)의 하중비(L), 상기 구조물(50)의 처짐값(D), 상기 화재발생시간(T) 각각에 계수를 부여한 값에 기초하여, 상기 화재 피해를 입은 구조물(50)의 위험도 값을 계산하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0016] 또한, 상기 계수는, 상기 구조물(50)에 가해진 하중 및 상기 구조물(50)의 공칭강도에 기초하여 연산되는 것이 바람직하다.
- [0017] 또한, 상기 계수는, 상기 구조물(50)의 공칭강도 대비 상기 구조물(50)에 가해진 하중의 비율(L)에 기초하여 연산되는 것이 바람직하다.
- [0018] 또한, 상기 계수는, 상기 구조물(50)의 공칭강도 대비 상기 구조물(50)에 가해진 하중의 비율(L)의 범위에 따라 연산되는 것이 바람직하다.
- [0019] 또한, 상기 (c) 단계는, (c1) 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 소스 영상을 사전에 마련된 CNN(Convolutional Neural Network)에 입력하여 상기 구조물(50) 표면의 균열의 양(C)을 계산하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0020] 또한, 상기 (c1) 단계는, (c11) 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 소스 영상을 사전에 마련된 CNN에 입력하여 상기 소스 영상에서 균열로 인식되는 부분을 추출하는 단계; 및 (c12) 상기 추출된 균열로 인식되는 부분의 픽셀의 수를 합하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0021] 또한, 상기 (c1) 단계는, 상기 소스 영상에 대한 에지 검출을 수행한 전처리 영상이 상기 컴퓨터 장치(120)에 의해 상기 CNN에 더 입력되는 단계를 포함하며, 상기 (c) 단계는, 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 전처리 영상을 사전에 마련된 CNN에 입력하여 상기 구조물(50) 표면의 균열의 양(C)을 계산하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0023] 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 실시예는, (a') 컴퓨터 장치(120)가 화재 피해를 입은 구조물(50)에 대한 소스 영상을 획득하는 단계; (b') 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 구조물(50)의 설계 정보(I) 및 화재발생시간(T)을 획득하는 단계; (c') 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 소스 영상으로부터 상기 구조물(50)의 처짐값(D)을 계산하는 단계; (d') 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 소스 영상으로부터 상기 구조물(50) 표면의 균열의 양(C)을 계산하는 단계; 및 (e') 상기 컴퓨터 장치(120)가 상기 계산된 구조물(50) 표면의 균열의 양(C), 상기 구조물(50)의 설계 정보(I), 상기 구조물(50)의 처짐값(D) 및 상기 화재발생시간(T)에 기초하여, 상기 화재 피해를 입은 구조물(50)의 위험도 값을 계산하는 단계를 포함하는, 화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0025] 적어도 하나의 실시예에 따르면, 구조물의 영상에 포함된 손상 정보(균열 내지 폭렬), 구조물의 설계 정보, 화

재발생시간, 구조물의 처짐값 등을 이용하여 구조물의 위험도를 빠르고 정확하게 추정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른 구조물의 위험도를 추정하는 시스템에 대한 블록도이다.
- 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따른 구조물에 대한 소스 영상 및 전처리 영상에 대한 예이다.
- 도 3은 본 개시의 일 실시예에 따른 컴퓨터 장치)가 소스 영상으로부터 균열로 인식되는 부분을 추출하는 데 사용될 수 있는 딥러닝 네트워크의 구조도의 예이다
- 도 4는 본 개시의 일 실시예에 따른 컴퓨터 장치가 소스 영상으로부터 균열로 인식되는 부분을 추출하는 방법에 대한 예이다.
- 도 5는 본 개시의 일 실시예에 따른 화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법의 흐름도이다.
- 도 6은 본 개시의 다른 실시예에 따른 화재 피해를 입은 구조물의 위험도 추정 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하 설명하는 기술은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 이하 설명하는 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이하 설명하는 기술의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 이하 설명하는 기술의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0030] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 실시된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계 동작 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0031] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 이하에서 설명할 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다.
- [0032] 또한, 방법 또는 동작 방법을 수행함에 있어서, 상기 방법을 이루는 각 과정들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 과정들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0034] 이하 설명하는 기술은 화재로 인한 피해를 받은 구조물에 대한 위험도를 추정하는 기법이다. "구조물"은 건물, 교량, 터널 등과 같은 건축 구조물 및 토목 구조물을 포함할 수 있다.
- [0035] 이하 설명하는 기술은 구조물 외부 영역에 발생하는 손상 정보를 기준으로 해당 구조물의 위험도를 평가하는 기법이다. 구조물의 외부영역은 구조물 중 밖으로 드러난 부분을 의미한다. 예컨대, 구조물의 외부 영역은 외벽면, 보 표면 등과 같이 육안으로 확인 가능한 부분을 의미한다. 구조물 외부 영역에 발생하는 손상은 균열(crack) 내지 처짐(deflection)과 같이 육안으로 확인 가능한 손상을 의미할 수 있다. 화재로 인하여 구조물에 발생한 균열 내지 처짐을 이하 "화재 손상"이라고 명명한다.

- [0036] 이하 설명하는 기술은 카메라로 획득한 영상을 분석하여 구조물의 위험도를 추정한다. 카메라로 획득한 영상에 포함된 화재 손상에 대한 영상 정보를 이하 "화재 손상 정보"라고 명명한다. 이하 도면을 참조하면서 화재 손상을 입은 구조물의 위험도를 추정하는 기법에 대해 설명한다.
- [0038] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른 구조물(50)의 위험도를 추정하는 시스템에 대한 블록도이다. 구조물(50)의 위험도 추정 시스템(100)은 구조물(50)에 설치된 카메라(110), 컴퓨터 장치(120) 및 설계 DB(130)를 포함할 수 있다.
- [0039] 구조물(50)은 화재로 인한 손상을 받은 상태라고 가정한다. 카메라(110)는 구조물(50)의 영상을 획득할 수 있다. 카메라(110)는 구조물(50)의 외부 영역에 대한 영상을 획득할 수 있다. 카메라(110)는 구조물(50)의 외부에 발생한 화재 손상을 촬영할 수 있는 장비이다. 카메라(110)는 화재 손상 정보 분석이 가능한 영상을 생성할 수 있다. 예컨대, 카메라(110)는 HD 급 이상의 영상을 생성하는 장치일 수 있다. 카메라(110)는 구조물(50)과의 거리 등을 고려하여 알맞는 하드웨어 성능을 갖출 수 있다. 카메라(110)는 CCTV, 캠코더, 디지털 카메라(110), 스마트폰 카메라(110) 등일 수 있다. 카메라(110)는 일반 카메라(110) 외에도 적외선 카메라(110) 등을 이용할 수 있다. 카메라(110)가 획득하는 영상을 소스 영상이라고 명명한다. 소스 영상은 구조물(50)의 화재 손상 정보를 포함할 수 있다.
- [0040] 설계 DB(130)는 구조물(50)에 대한 설계 정보(I)를 보유할 수 있다. 설계 정보(I)는 구조물(50)의 하중, 재질, 부재, 구조, 설계 공법 등에 대한 정보를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 설계 정보(I)에 기초하여 구조물(50)의 공칭강도가 결정될 수 있다. 설계 DB(130)는 구조물(50)의 설계 정보(I)에 기반한 내구도 정보를 보유할 수도 있다. 구조물(50)의 설계 정보(I)에 기반한 내구도를 "기본 내구도"라고 명명한다.
- [0041] 한편 도 1은 설계 DB(130)를 별도의 객체로 도시하였으나, 설계 DB(130)는 컴퓨터 장치(120)에 포함된 구성일 수도 있다. 예컨대, 컴퓨터 장치(120)가 구조물(50)의 설계 정보(I) 내지 내구도에 대한 정보를 저장 장치에 보유할 수도 있다.
- [0042] 컴퓨터 장치(120)는 수집한 정보를 기반으로 구조물(50)에 대한 위험도를 추정할 수 있다. 컴퓨터 장치(120)는 수집한 정보를 처리하여 구조물(50)의 위험도에 대한 정보를 산출하는 장치이다. 컴퓨터 장치(120)는 연산을 위한 프로세서 및 메모리 등을 포함한다. 예컨대, 컴퓨터 장치(120)는 PC, 노트북, 스마트폰, 서버 등일 수 있다. 컴퓨터 장치(120)는 카메라(110)가 획득한 소스 영상 및 설계 DB(130)가 보유한 설계 정보(I)(또는 기본 내구도)를 수집하여 구조물(50)에 대한 위험도를 평가한다.
- [0043] 컴퓨터 장치(120)는 유선 또는 무선으로 카메라(110) 및 설계 DB(130)로부터 데이터를 전달받을 수 있다. 또는 컴퓨터 장치(120)는 카메라(110) 및 설계 DB(130)가 측정하거나 보유한 정보를 별도의 저장 매체(하드디스크, 플래시 메모리 등)를 통해 입력받을 수도 있다.
- [0044] 이하 컴퓨터 장치(120)가 구조물(50)의 위험도를 추정하기 위하여 필요한 정보를 이용하여 위험도를 추정하는 과정에 대해 설명한다.
- [0045] 먼저 컴퓨터 장치(120)는 구조물(50)의 화재 손상 정보를 포함하는 소스 영상을 입력받을 수 있다. 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따른 구조물(50)에 대한 소스 영상 및 전처리 영상에 대한 예이다. 도 2(a)는 소스 영상에 대한 예이다. 소스 영상은 구조물(50)의 외부 영역에 대한 영상으로 균열 등 화재 손상 정보를 가질 수 있다.
- [0046] 한편 컴퓨터 장치(120)는 소스 영상을 일정하게 전처리한 전처리 영상을 추가로 이용할 수도 있다. "전처리 영상"은 소스 영상에서 화재 손상 정보를 강조한 영상이다. 컴퓨터 장치(120)는 소스 영상에서 에지 탐색을 수행하여 전처리 영상을 생성할 수 있다. 물론 에지 탐색은 현재 공개된 다양한 알고리즘을 사용할 수 있다. 도 2(b)는 도 2(a)의 소스 영상을 이용하여 생성한 전처리 영상에 대한 예이다. 한편 컴퓨터 장치(120)는 소스 영상으로부터 전처리 영상을 생성하지 않고, 별도의 객체로부터 사전에 마련된 전처리 영상을 수신할 수도 있다.
- [0047] 도 3은 본 개시의 일 실시예에 따른 컴퓨터 장치(120)가 소스 영상으로부터 균열로 인식되는 부분을 추출하는 데 사용될 수 있는 딥러닝 네트워크의 구조도의 예이다. 예를 들어, 컴퓨터 장치(120)는 딥 러닝 기법 중 하나인 CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하여 소스 영상에서 균열로 인식되는 부분을 추출할 수 있다. CNN은 하나 또는 여러 개의 컨벌루션 계층(convolution layer)과 그 위에 올려진 일반적인 인공 신경망 계층들로 이루어 질 수 있으며, 가중치와 풀링 계층(pooling layer)들을 추가로 활용할 수 있다. 컨벌루션 계층의 역할은 깊이에 따라 학습한 특징정보 맵을 추출하는 것이다. 예를 들어서, 입력으로부터 가까운 깊이에서의 컨벌

루션 계층은 경계와 선과 같은 기본적인 입력 이미지 특징을 학습할 수 있다. 반면에 네트워크의 중단 부분에 가까운 콘볼루션 계층은 입력 이미지를 보다 더 추상적으로 표현할 수 있는 특징을 학습할 수 있다. 균열은 선과 모서리의 집합으로 이루어지므로 저층의 특징정보들이 균열의 감지에 유용하게 사용될 수 있다. 균열을 효과적으로 묘사하는 특징정보는 콘크리트, 보에 섞인 잡음이나 중요하지 않은 미세한 균열 등에도 민감하게 반응할 수 있다.

[0048] 일 실시예에서, CNN은 두 개의 스트림(stream)의 딥러닝 네트워크 구조를 가질 수 있다. 이러한 두 개의 스트림(stream)의 딥러닝 네트워크 구조를 통해 의미 있는 균열만을 구분해낼 수 있다. 예를 들어, CNN은 저레벨 네트워크(low-level 네트워크)와 웨이팅 네트워크(weighting 네트워크)를 포함할 수 있다. 저레벨 네트워크는 저층의 특징을 추출할 수 있고, 웨이팅 네트워크는 콘크리트 보 등 구조물(50)에서 균열의 위치를 대략적으로 탐색할 수 있어, 이러한 네트워크들을 결합한 CNN은 해당 관심 영역에서의 균열만을 찾아낼 수 있다. 저레벨 네트워크는 에지와 같은 이미지 기본 특징을 검출하는 역할을 할 수 있다. 웨이팅 네트워크는 주요 균열이 위치한 부분에는 높은 가중치를, 그렇지 않은 부분에는 낮은 가중치를 부여하여 잡음을 억제할 수 있다. 최종적으로 네트워크의 출력은 두 네트워크에서 출력한 특징 맵의 곱셈을 사용하여 두 네트워크를 통해 얻어진 특징 맵을 결합할 수 있다. 결과적으로 네트워크에 캡처된 모든 특징 중에서 화재 피해 정도와 유의미한 상관관계가 있는 중요한 균열만 표시되도록 할 수 있다.

[0049] 저레벨 네트워크와 웨이팅 네트워크의 콘볼루션 계층은 임의의 값으로 설정될 수 있으며, 예를 들어, 3으로 설정될 수 있다. 일 실시예에서, 모든 콘볼루션 계층의 필터 크기를 3x3으로 설정하여 필터 커널이 더욱 세밀한 이미지의 특징을 학습할 수 있도록 할 수 있다. 웨이팅 네트워크는 이전의 콘볼루션 계층의 특징 맵과 엘리먼트 별로 합한 결과를 사용하여 학습하도록 하여 피쳐맵이 일련의 콘볼루션 계층과 디콘볼루션(deconvolution) 계층을 통과하더라도 낮은 레벨에서 학습된 이미지의 세밀한 특징들을 잃지 않도록 할 수 있다. 이러한 방식으로, CNN은 네트워크가 깊어짐에도 균열을 검출하기 위해 세밀한 이미지의 특징들을 사용할 수 있다.

[0050] 도 4는 본 개시의 일 실시예에 따른 컴퓨터 장치(120)가 소스 영상으로부터 균열로 인식되는 부분을 추출하는 방법에 대한 예이다. 컴퓨터 장치(120)는 소스 영상을 사전에 마련된 CNN에 입력하여 소스 영상으로부터 균열로 인식되는 부분을 효과적으로 추출할 수 있다.

[0051] 일 실시예에서, CNN은 사전에 학습될 수 있다. 소스 영상에 대한 CNN은 화재 손상을 입은 구조물(50)의 영상 데이터를 사용하여 사전학습할 수 있다. 또한 DRIVE(Digital Retinal Images for Vessel Extraction) 영상 데이터, BSDS500(The Berkely Segmentation Dataset and Benchmark) 영상 데이터 등을 추가하여 CNN을 사전학습할 수 있다. 다른 실시예에서, 소스 영상에 대한 CNN은 화재 손상을 입은 구조물(50)의 영상과 이에 대한 위험도 영상(색상 또는 수치로 표현됨)을 결과로 하는 학습 과정을 거칠 수 있다. CNN은 학습 단계를 거쳐 최적의 파라미터들이 설정된 모델을 사용할 수 있다. 도 4의 첫 번째 열은 원본 소스 영상을 보여준다. 두 번째 및 세 번째 열은 각각 저레벨 네트워크 및 웨이팅 네트워크의 결과를 나타낸다. 마지막 열은 저레벨 네트워크와 웨이팅 네트워크의 조합으로 얻어지는 최종 결과 영상을 보여준다. 그림의 네 번째 열에서 확인할 수 있듯이 두 네트워크의 결과를 결합한 최종 결과 영상은 화재 후 콘크리트의 균열 정보만을 강조하여 보인다. 예를 들어서, 패치 1과 패치 2의 최종 출력에서는 균열이 포착된 결과를 보여주지만, 균열은 없고 잡음만 있는 패치 3에서는 빈 이미지를 보여준다.

[0053] 도 5는 본 개시의 일 실시예에 따른 화재 피해를 입은 구조물(50)의 위험도 추정 방법의 흐름도(500)이다.

[0054] 단계(510)에서, 컴퓨터 장치(120)는 화재 피해를 입은 구조물(50)에 대한 소스 영상을 획득할 수 있다.

[0055] 단계(520)에서, 컴퓨터 장치(120)는 구조물(50)의 설계 정보(I), 구조물(50)의 처짐값(D) 및 화재발생시간(T)을 획득할 수 있다. 여기서, 구조물(50)의 처짐값(D)은 구조물(50)이 하중을 받아 변형된 값을 의미하고, 화재발생시간(T)은 화재가 발생하여 구조물(50)이 고온 등에 노출된 시간을 의미한다.

[0056] 단계(530)에서, 컴퓨터 장치(120)는 소스 영상으로부터 구조물(50) 표면의 균열의 양(C)을 계산할 수 있다.

[0057] 일 실시예에서, 컴퓨터 장치(120)는 소스 영상을 사전에 마련된 CNN에 입력하여 구조물(50) 표면의 균열의 양(C)을 계산할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 장치(120)는, 소스 영상을 사전에 마련된 CNN에 입력하여 소스 영상에서 균열로 인식되는 부분을 추출할 수 있다. 여기서, CNN에는 도 3에 도시된 딥러닝 네트워크 등이 사용될 수 있다. 소스 영상에 대한 에지 검출을 수행한 전처리 영상이 컴퓨터 장치(120)에 의해 CNN에 더 입력될 수 있다. 소스 영상에서 균열로 인식되는 부분이 추출되면, 추출된 균열로 인식되는 부분의 픽셀의 수를 합하여 구조물

(50) 표면의 균열의 양(C)을 계산할 수 있다. 또는, 균열로 인식되는 부분의 픽셀의 화소값을 더하여 균열의 양을 계산할 수 있다.

[0058] 단계(540)에서, 컴퓨터 장치(120)는 계산된 구조물(50) 표면의 균열의 양(C), 구조물(50)의 설계 정보(I), 구조물(50)의 처짐값(D), 화재발생시간(T) 등에 기초하여, 화재 피해를 입은 구조물(50)의 위험도 값을 계산할 수 있다.

[0059] 일 실시예에서, 컴퓨터 장치(120)는 계산된 구조물(50) 표면의 균열의 양(C), 구조물(50)의 하중비(L), 구조물(50)의 처짐값(D), 화재발생시간(T) 각각에 일정한 계수($A_c A_s$, A_l , A_d , A_t)를 부여한 값에 기초하여, 아래 식과 같이 화재 피해를 입은 구조물(50)의 위험도 값을 계산할 수 있다.

수학식 1

[0061] 위험도 = $A_c A_s C + A_l L + A_d D + A_t T$

[0063] 여기서, 구조물(50)의 하중비(L)는, 구조물(50)의 하중 및 구조물(50)의 공칭강도에 기초하여 결정될 수 있다. 컴퓨터 장치(120)가 구조물(50)의 하중비(L)에 부여하는 계수(A_l)는, 구조물(50)에 가해진 하중 및 구조물(50)의 공칭강도에 기초하여 결정될 수 있다. 일 실시예에서, 구조물(50)의 하중비(L)에 부여되는 계수는, 구조물(50)의 공칭강도 대비 구조물(50)에 가해진 하중의 비율(L)의 범위에 따라 결정될 수 있다. 예를 들어, 구조물(50)의 하중비(L)에 부여되는 계수는 아래 표 1과 같이 결정될 수 있다.

표 1

구조물(50)의 공칭강도 대비 구조물(50)에 가해진 하중의 비율(L)	구조물(50)의 하중비에 부여되는 계수(A_l)
0% < 하중비 ≤ 40%	4
40% < 하중비 ≤ 60%	5
60% < 하중비 ≤ 100%	6

[0067] 도 6은 본 개시의 다른 실시예에 따른 화재 피해를 입은 구조물(50)의 위험도 추정 방법의 흐름도(600)이다.

[0068] 단계(610)에서, 컴퓨터 장치(120)은 화재 피해를 입은 구조물(50)에 대한 소스 영상을 획득할 수 있다.

[0069] 단계(620)에서, 컴퓨터 장치(120)는 구조물(50)의 설계 정보(I) 및 화재발생시간(T)을 획득할 수 있다.

[0070] 단계(630)에서, 컴퓨터 장치(120)는 소스 영상으로부터 구조물(50)의 처짐값(D)을 계산할 수 있다.

[0071] 단계(640)에서, 컴퓨터 장치(120)는 소스 영상으로부터 구조물(50) 표면의 균열의 양(C)을 계산할 수 있다.

[0072] 단계(650)에서, 컴퓨터 장치(120)가 계산된 구조물(50) 표면의 균열의 양(C), 구조물(50)의 설계 정보(I), 구조물(50)의 처짐값(D) 및 화재발생시간(T)에 기초하여, 화재 피해를 입은 구조물(50)의 위험도 값을 계산할 수 있다.

[0073] 참고로, 본 개시의 실시예에 따른 도 1에 도시된 구성 요소들은 소프트웨어 또는 FPGA(Field Programmable Gate Array) 또는 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)와 같은 하드웨어 구성 요소를 의미하며, 소정의 역할들을 수행한다.

[0074] 그렇지만 '구성 요소들'은 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니며, 각 구성 요소는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다.

[0075] 따라서, 일 예로서 구성 요소는 소프트웨어 구성 요소들, 객체지향 소프트웨어 구성 요소들, 클래스 구성 요소

들 및 태스크 구성 요소들과 같은 구성 요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다.

[0076] 구성 요소들과 해당 구성 요소들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성 요소들로 결합되거나 추가적인 구성 요소들로 더 분리될 수 있다.

[0077] 본 개시의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 매커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.

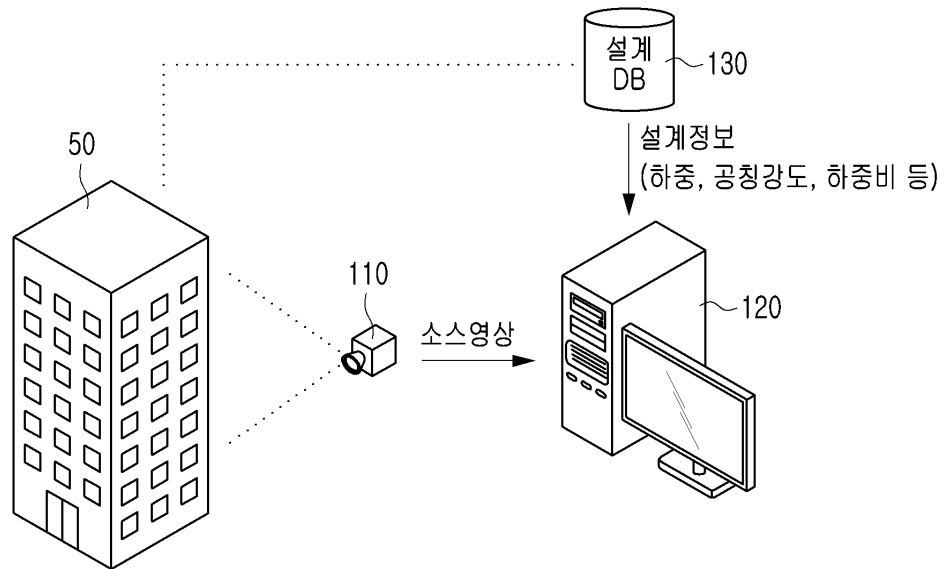
[0078] 본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 전술한 기술에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 전술한 기술의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시예는 모두 전술한 기술의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

부호의 설명

[0080] 50: 구조물
100: 위험도 추정 시스템
110: 카메라
120: 컴퓨터 장치
130: 설계 DB
I: 설계 정보
L: 하중비
D: 처짐값
T: 화재발생시간
C: 균열의 양

도면

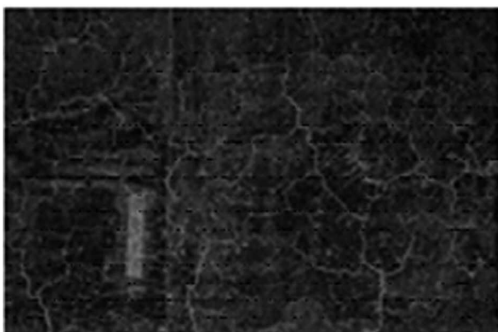
도면1



도면2

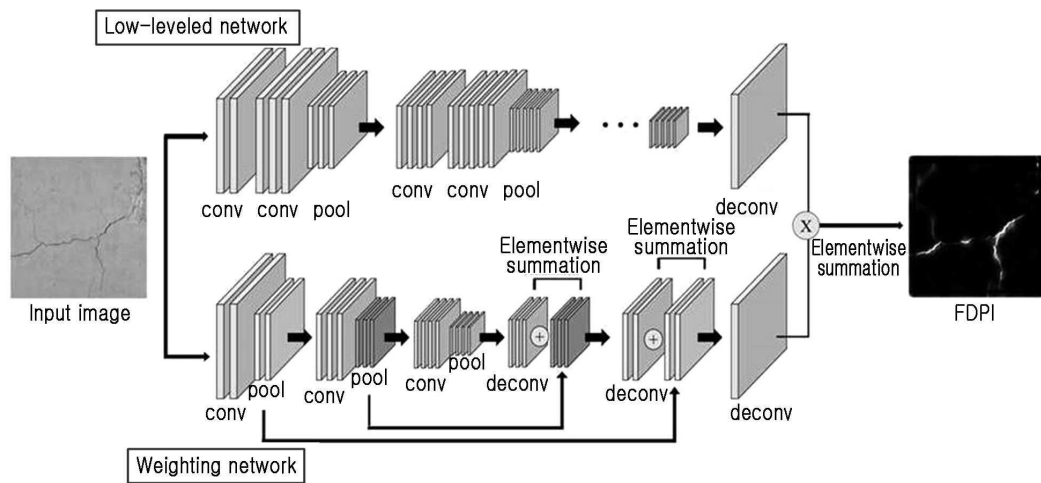


(a)



(b)

도면3

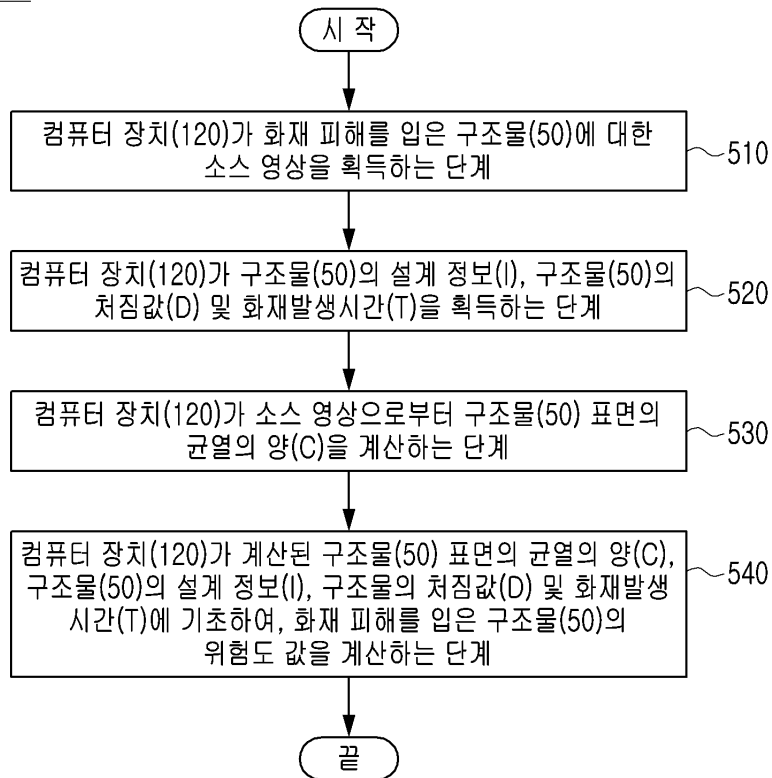


도면4

	Input image	output of low-level network	output of weighting network	최종 출력
crack patch 1				
crack patch 2				
crack patch 3				

도면5

500



도면6

600

