



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년11월20일
(11) 등록번호 10-1792435
(24) 등록일자 2017년10월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/88 (2006.01) G06Q 50/10 (2012.01)
G06T 7/00 (2017.01)
- (52) CPC특허분류
G01N 21/8803 (2013.01)
G06Q 50/10 (2015.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0118168
(22) 출원일자 2016년09월13일
심사청구일자 2016년09월13일
- (56) 선행기술조사문헌
JP2005030962 A
JP2016065809 A
안아영 외 2, 화재상황에서의 학교건축물 구조안
전성 변화 예측 기법 연구, 대한건축학회논문집
구조계, 2015, vol.31, no.8, pp.3~10
윤현아 외 4, 중성화 실험을 통한 실물크기 철근
콘크리트 구조물의 화재 손상도 분석, 한국콘크리
트학회 2015년

- (73) 특허권자
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이
화여자대학교)
- (72) 발명자
강제원
서울특별시 마포구 독막로 145, 110동 502호(창전
동, 서강쌍용에가아파트)
김희선
서울특별시 강남구 선릉로 221, 204동 703호(도곡
동, 도곡렉슬아파트)
- (74) 대리인
특허법인(유한)아이시스

전체 청구항 수 : 총 7 항

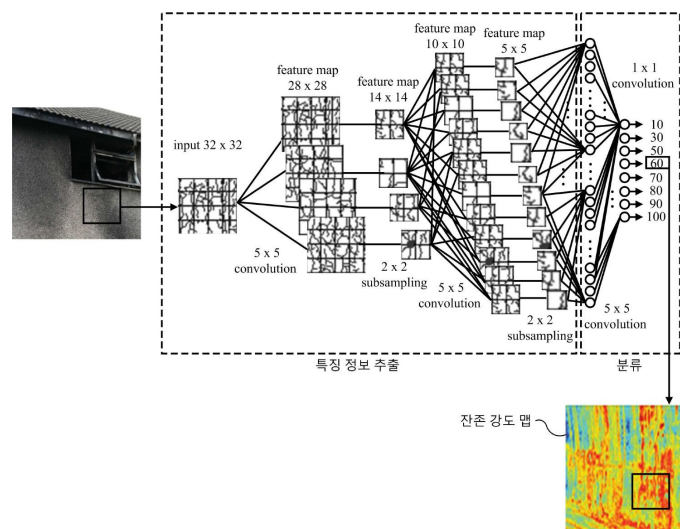
심사관 : 최중운

(54) 발명의 명칭 화재 피해를 입은 구조물의 손상 정도를 평가하는 방법

(57) 요약

화재 피해를 입은 구조물의 손상 평가 방법은 컴퓨터 장치가 화재 피해를 입은 구조물에 발생한 화재 손상 정보를 포함하는 소스 영상을 획득하는 단계, 상기 컴퓨터 장치가 상기 소스 영상에서 상기 화재 손상 정보가 포함된 영역을 검출하고, 상기 영역을 CNN(Convolutional Neural Network) 모델을 이용하여 사전에 마련한 특징 정보 맵에 적용하는 단계 및 상기 컴퓨터 장치가 상기 특징 정보 맵을 이용하여 상기 구조물에 대한 잔존 강도에 대한 정보를 출력하는 단계를 포함한다. 상기 특징 정보 맵은 화재 피해를 입은 콘크리트 부재의 화재 손상 정보와 상기 부재에 대해 측정된 잔존 강도의 관계를 학습하여 사전에 마련된다.

대표도



(52) CPC특허분류

G06T 7/0002 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615008666

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술촉진연구사업

연구과제명 머신러닝 기반의 영상정보 분석을 통한 철근 콘크리트 구조물의 지능형 화재 손상 평가 원천기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 이화여자대학교 산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2018.05.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨터 장치가 화재 피해를 입은 구조물에 발생한 화재 손상 정보를 포함하는 소스 영상을 획득하는 단계;

상기 컴퓨터 장치가 상기 소스 영상에서 상기 화재 손상 정보가 포함된 영역을 검출하고, 상기 영역을 CNN(Convolutional Neural Network) 모델을 이용하여 사전에 마련한 특징 정보 맵에 적용하는 단계; 및

상기 컴퓨터 장치가 상기 특징 정보 맵을 이용하여 상기 구조물에 대한 잔존 강도에 대한 정보를 출력하는 단계를 포함하되,

상기 특징 정보 맵은 화재 피해를 입은 콘크리트 부재의 화재 손상 정보와 상기 부재에 대해 측정한 잔존 강도의 관계를 학습하여 사전에 마련되는 화재 피해를 입은 구조물의 손상 정도를 평가하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 출력하는 단계에서 상기 컴퓨터 장치는

상기 특징 정보 맵 상에서 화재 피해를 입은 복수의 콘크리트 부재에 대한 영상 및 상기 부재에 대한 가력 시험으로 획득한 상기 부재의 잔존 강도의 관계를 학습하여 마련한 필터에 상기 영역을 입력하여 상기 영역에 대한 잔존 강도를 나타내는 잔존 강도 맵을 출력하는 화재 피해를 입은 구조물의 손상 정도를 평가하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 컴퓨터 장치는 상기 구조물에 대한 부재 정보 및 설계 정보 중 적어도 하나를 더 이용하여 상기 구조물에 대한 안전 진단을 수행하는 화재 피해를 입은 구조물의 손상 정도를 평가하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 부재 정보는 부재의 종류, 부재의 강도 및 부재의 내열도 중 적어도 어느 하나를 포함하는 화재 피해를 입은 구조물의 손상 정도를 평가하는 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 설계 정보는 상기 소스 영상에서 화재 손상이 발생한 영역의 위치, 상기 화재 손상이 발생한 영역이 받는 하중, 상기 화재 손상이 발생한 영역이 받는 가력 및 상기 구조물의 설계 공법 중 적어도 어느 하나를 포함하는 화재 피해를 입은 구조물의 손상 정도를 평가하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 컴퓨터 장치는 상기 구조물에 대해 상기 구조물에 대한 잔존 강도에 대응하는 안전 진단 정보를 생성하는 단계를 더 포함하는 화재 피해를 입은 구조물의 손상 정도를 평가하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 특징 정보 맵은 영상에 대한 특징 정보를 계층적으로 포함하고,

상기 컴퓨터 장치는 상기 영역에 대한 특징 정보와 상기 특징 정보 맵에서의 각 계층마다 특징 정보를 매칭하는 방식으로 의사결정을 하고, 상기 영역이 속하는 마지막 계층을 기준으로 상기 구조물에 대한 잔존 강도를 판단하는 화재 피해를 입은 구조물의 손상 정도를 평가하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하 설명하는 기술은 구조물의 손상 정도를 평가하는 기법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 구조물은 건축 후에 발생할 수 있는 손상 여부에 대한 모니터링이 중요하다. 구조물에 GPS, 가속도계 등과 같은 장비를 부착하여 실시간으로 구조물을 모니터링하는 기법 등이 연구되고 있다.

[0003] 한편 화재 피해를 입은 구조물 재사용 및 보수보강을 위해서는 구조물의 손상정도를 빠르고 정확하게 판단하는 것이 중요하다. 화재 피해를 입은 구조물의 손상정도를 파악하기 위해서는 화재 규모로부터 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.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2010-0026004호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 이하 설명하는 기술은 카메라로 획득한 영상만을 이용하여 화재로 인한 콘크리트 구조물의 손상 여부를 평가하는 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 화재 피해를 입은 구조물의 손상 정도를 평가하는 방법은 컴퓨터 장치가 화재 피해를 입은 구조물에 발생한 화재 손상 정보를 포함하는 소스 영상을 획득하는 단계, 상기 컴퓨터 장치가 상기 소스 영상에서 상기 화재 손상 정보가 포함된 영역을 검출하고, 상기 영역을 CNN(Convolutional Neural Network) 모델을 이용하여 사전에 마련한 특징 정보 맵에 적용하는 단계 및 상기 컴퓨터 장치가 상기 특징 정보 맵을 이용하여 상기 구조물에 대한 잔존 강도에 대한 정보를 출력하는 단계를 포함한다. 상기 특징 정보 맵은 화재 피해를 입은 콘크리트 부재의 화재 손상 정보와 상기 부재에 대해 측정된 잔존 강도의 관계를 학습하여 사전에 마련된다.

발명의 효과

[0007] 이하 설명하는 기술은 특정 시점에서 콘크리트 구조물에 대한 획득한 영상에 포함된 손상 정보(균열 내지 폭열)를 기준으로 콘크리트 구조물의 손상 정도를 빠르고 정량적으로 평가할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 구조물의 손상 정도를 평가하는 시스템에 대한 블록도의 예이다.

도 2는 화재로 인해 콘크리트 부재에 발생한 화재 손상에 대한 예이다.

도 3은 화재로 인하여 발생한 부재의 화재 손상과 잔존 강도에 대한 관계를 저장하는 모델 DB에 대한 예이다.

도 4는 CNN 모델에 기반한 손상 영역 검출 및 잔존 강도 추론 과정에 대한 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하 설명하는 기술은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시례를 가질 수 있는 바, 특정 실시례들을 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.
- [0010] 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.
- [0011] 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.
- [0012] 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.
- [0013] 또, 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.
- [0015] 이하 설명하는 기술은 화재로 인한 피해를 받은 구조물에 대한 손상 정도를 평가하는 기법이다. 구조물은 건물, 교량, 터널 등과 같은 건축 구조물 및 토목 구조물을 포함한다. 이하 설명하는 기술은 구조물 외부 영역에 발생하는 손상 정도를 기준으로 해당 구조물의 손상도 내지 안전도를 평가하는 기법이다. 구조물의 외부영역은 구조물 중 밖으로 드러난 부분을 의미한다. 예컨대, 구조물의 외부 영역은 외벽, 내벽 등과 같이 육안으로 확인 가능한 부분을 의미한다. 구조물 외부 영역에 발생하는 손상은 균열(crack) 내지 폭렬(spalling)과 같이 육안으로 확인 가능한 손상을 의미한다. 화재로 인하여 구조물에 발생한 균열 내지 폭렬을 이하 화재 손상이라고 명명한다. 이하 설명하는 기술은 카메라로 획득한 영상을 분석하여 구조물의 외부 영역에 대한 손상 정도를 정량적으로 평가한다. 카메라로 획득한 영상에 포함된 화재 손상(균열 내지 폭렬)에 대한 영상 정보를 이하 화재 손상 정보라고 명명한다.
- [0017] 도 1은 구조물의 손상 정도를 평가하는 시스템에 대한 블록도의 예이다. 도 1(a) 및 도 1(b)는 각각 구조물의 손상 정도를 평가하는 시스템에 대한 서로 다른 예이다. 도 1(a)의 시스템(100)은 네트워크를 통해 영상을 전달 받은 서버가 손상 정도를 평가하는 예이고, 도 1(b)의 시스템(200)은 컴퓨터 장치가 영상 데이터를 직접 분석하여 구조물의 손상 정도를 평가하는 예이다.
- [0018] 도 1(a)를 살펴보면, 구조물의 손상 정도를 평가하는 시스템(100)은 카메라(110), 분석 서버(120) 및 모델 DB(130)를 포함한다. 카메라(110)는 구조물(50)의 영상을 획득한다. 카메라(110)는 구조물(50)의 외부 영역에 대한 영상을 획득한다. 카메라(110)는 구조물(50)의 외부에 발생한 화재 손상을 촬영할 수 있는 장비이다. 카메라(110)는 화재 손상 정보가 분석 가능한 영상을 생성해야 한다. 예컨대, 카메라(110)는 HD 급의 영상을 생성하는 장치일 수 있다. 카메라(110)는 구조물(50)과의 거리 등을 고려하여 알맞는 하드웨어 성능을 갖추어야 한다. 카메라(110)는 CCTV, 캠 코더, 디지털 카메라, 스마트폰 카메라 등일 수 있다. 카메라(110)는 일반 카메라 외에도 적외선 카메라 등을 이용할 수 있다. 카메라(110)는 유선 또는 무선 네트워크를 통해 획득한 영상을 분석 서버(120)에 전달한다.
- [0019] 분석 서버(120)는 카메라(110)가 획득한 영상을 기반으로 구조물(50)에 대한 손상 여부를 평가한다. 모델 DB(130)는 분석 서버(120)가 구조물(50)의 화재 손상 정보를 분석하기 위한 모델을 생성하는 자료를 저장한다. 분석 서버(120)는 모델 DB(130)에 저장한 영상 정보를 이용하여 손상 분석을 위한 모델을 생성하고, 생성한 모델에 분석 대상인 영상을 입력하여 구조물(50)에 대한 손상 여부를 평가한다.

- [0021] 도 1(b)는 구조물의 손상 정도를 평가하는 시스템(200)에 대한 블록도의 예이다. 구조물의 손상 정도를 평가하는 시스템(200)은 카메라(210), 컴퓨터 장치(220) 및 모델 DB(230)를 포함한다. 카메라(210)는 도 1(a)의 카메라(110)와 동일한 구성이다. 카메라(210)는 구조물(50)의 영상을 획득한다. 카메라(210)는 구조물(50)의 외부 영역에 대한 영상을 획득한다. 카메라(210)는 획득한 영상을 저장 매체(215)에 저장한다. 저장 매체(215)는 SD 카드, USB 메모리, 하드디스크 등과 같이 영상 데이터를 저장할 수 있는 메모리 장치를 의미한다.
- [0022] 컴퓨터 장치(220)는 카메라(210)가 획득한 영상을 기반으로 구조물(50)에 대한 손상 여부를 평가한다. 컴퓨터 장치(220)는 저장 매체(215)에 저장된 영상을 사용한다. 예컨대, 컴퓨터 장치(220)는 저장 매체(215)로부터 무선으로 영상을 전달받거나, 물리적으로 직접 연결된 저장 매체(215)로부터 영상을 전달받을 수 있다. 모델 DB(230)는 컴퓨터 장치(220)가 구조물의 화재 손상 정보를 분석하기 위한 모델을 생성하는 자료를 저장한다. 컴퓨터 장치(220)는 모델 DB(230)에 저장한 영상 정보를 이용하여 손상 분석을 위한 모델을 생성하고, 생성한 모델에 분석 대상인 영상을 입력하여 구조물(50)에 대한 손상 여부를 평가한다.
- [0024] 설명의 편의를 위해 이하 컴퓨터 장치가 카메라가 획득한 영상을 분석하여 구조물에 대한 손상 정도를 정량적으로 평가한다고 전제한다. 여기서 컴퓨터 장치는 PC, 노트북, 스마트폰, 서버 등일 수 있다. 카메라가 획득한 영상을 소스 영상이라고 명명한다. 소스 영상은 구조물의 외부 영역이 포함된 영상이다. 컴퓨터 장치는 사전에 기계 학습으로 마련한 모델에 소스 영상을 입력하고, 최종적인 출력 결과에 따라 소스 영상에 포함된 구조물에 대한 손상 정도를 정량적으로 평가한다. 이를 위해 컴퓨터 장치는 사전에 소스 영상 분석을 위한 모델을 마련해야 한다.
- [0025] 먼저 컴퓨터 장치는 화재 피해를 입은 콘크리트 부재에 발생한 화재 손상의 형상을 기준으로 모델을 마련할 수 있다. 즉 컴퓨터 장치는 콘크리트 구조물의 화재 손상에 관한 영상 정보를 취득하여 DB를 구축하고, 수집한 영상 정보에 기계 학습을 적용하여 화재 후 잔존 강도를 예측할 수 있는 모델을 마련할 수 있다. 영상 정보를 저장한 DB를 모델 DB라고 명명한다.
- [0026] 이하 설명하는 기술에서 컴퓨터 장치는 딥 러닝 기법 중 하나인 CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하여 영상 분석을 수행한다고 전제한다. CNN은 하나 또는 여러개의 합성곱 계층(convolution layer)과 그 위에 올려진 일반적인 인공 신경망 계층들로 이루어져 있으며, 가중치와 통합 계층(pooling layer)들을 추가로 활용한다.
- [0027] CNN을 이용하여 학습한 영상의 특징 정보를 이용하여 영상 내 영역을 2개 이상으로 나눌 수 있다. 이렇게 구분한 영역을 표기한 영상을 영상 맵(map)이라고도 하며 영상 내 영역을 손상-비손상으로 구분한 것을 손상 평가 맵이라고 한다. 이하 컴퓨터 장치가 모델 DB를 이용하여 특징 정보를 추출하여 생성한 맵을 특징 정보 맵이라고 명명한다. 또한 컴퓨터 장치가 영상에서 특정 영역의 잔존 강도를 영상 내 화소값으로 표현하는 경우 잔존 강도 맵이라고 한다. 관련된 내용은 도 4에서 후술한다.
- [0029] 도 2는 화재로 인해 콘크리트 부재에 발생한 화재 손상에 대한 예이다. 컴퓨터 장치는 특징 정보 맵을 생성하기 위하여 모델 DB에 저장된 복수의 영상을 이용한다. 각 영상은 콘크리트 부재에 발생한 화재 손상 정도를 포함한다. 컴퓨터 장치는 특징 정보 맵을 생성하기 위하여 원본 영상 전체, 원본 영상의 일부인 패치(patch) 등을 이용할 수 있다. 도 2(a)는 원본 영상에서 손상 영역 전체를 이용하는 예이고, 도 2(b)는 손상 영역 중에서도 일부 패치를 이용하는 예이다. 컴퓨터 장치는 소스 영상에서도 영상 전체 또는 일부 영역인 패치를 사용할 수 있다. 소스 영상에서 분석을 위한 영역의 크기는 특징 정보 맵 구성을 위해 사용된 영상의 크기와 동일한 것이 바람직하다.
- [0031] 도 3은 화재로 인하여 발생한 부재의 화재 손상과 잔존 강도에 대한 관계를 저장하는 모델 DB에 대한 예이다. 모델 DB(130)는 기본적으로 복수의 구조물에 대한 화재 손상에 대한 영상을 포함한다. 또한 모델 DB(130)는 해당 영상에 포함된 구조물에 대한 잔존 강도에 대한 정보를 포함한다. 실제 화재가 발생한 구조물을 이용할 수도 있지만, 실험적으로 철근 콘크리트 부재에 화재를 일으키는 방법을 사용할 수도 있다. 화재 손상이 발생한 구조물에 대해 영상을 획득하고, 해당 구조물에 대해 실험실에서 가력 시험을 수행할 수 있다. 가력 시험을 통해 해당 구조물의 잔존 강도를 확인할 수 있다. 이와 같은 방식으로 특정 구조물에 대한 영상 정보와 잔존 강도에 대한 정보를 모델 DB(130)에 저장한다. 모델 DB(130)에 충분한 영상 자료가 마련되면 컴퓨터 장치는 구조물 분석을 위한 특징 정보 맵을 생성한다.
- [0033] 한편 컴퓨터 장치는 특징 정보 맵 생성에 사용되는 영상을 일정하게 전처리 할 수 있다. 예컨대, 구조물에 발생한 화재 손상 중 화재와 무관한 균열이 있을 수 있다. 콘크리트 부재가 일정한 하중을 받으면 시간에 따라 자연적으로 균열이 발생할 수 있다. 자연적으로 발생한 균열과 화재로 인하여 단시간에 발생한 균열은 형태적 특징

에 차이가 있다. 따라서 컴퓨터 장치는 일정한 필터를 이용하여 자연적으로 발생한 균열을 영상에서 제거하는 전처리를 수행할 수 있다.

[0035] 도 4는 CNN 모델에 기반한 손상 영역 검출 및 잔존 강도 추론 과정에 대한 예이다.

[0036] CNN은 여러 계층의 신경망이 영상 내 적용되는 다수의 필터 형태로 구성되는 비선형 신경망 구조이다. 도 4에 도시한 바와 같이 CNN은 영상을 입력으로 받아 각 층에서 최적화된 필터 셋을 이용하여 컨볼루션 연산을 수행하고 그 결과로 계층 별 영상 데이터의 대표 패턴의 특징 정보 맵(feature map)을 생성한다. 경우에 따라 특징 정보 맵의 크기를 풀링(pooling)을 이용해 사이즈를 줄여 다양한 해상도에서 분석을 진행한다. 각 층별 특징 정보는 영상의 특성을 분석하는데 활용된다. 컨볼루션(convolution)은 어떤 필터를 사용하여 주어진 영상에서 적절한 특징 정보를 추출하기 위해 사용하는 연산과정이다. 컴퓨터 장치는 dimension이 낮은 특징 맵을 얻기 위하여 서브샘플링(subsampling)을 할 수 있다. 풀링 레이어(Pooling layer)는 컨볼루션 레이어의 특징 맵 줄여주는 역할을 한다.

[0038] CNN은 학습단계와 검증단계의 최적화가 필요하다. 학습단계에서는 실험으로부터 취득한 화재 영상데이터의 화재 손상 정보와 데이터로부터 추론하고자 하는 잔존강도 사이의 연관 모델을 수립하는 과정이 필요하며, 이 때 CNN 모델은 각 계층 별 신경망 구조의 최적 구조 및 파라미터를 실험을 통해 취득한 데이터 모델을 통하여 도출한다. 화재 구조물의 외관정보와 잔존강도 사이 정량 모델이 앞서 가열 실험을 통하여 구축이 된 후, 그 결과를 이용하여 최적화를 수행할 수 있다. 영상 학습의 결과물로 CNN은 도 4에 도시한 바와 같이 계층별로 영상 데이터의 대표적인 패턴의 특징 정보를 출력하는 필터 셋을 제공한다. 검증 단계에서는 최적화한 필터 셋을 입력 영상에 적용함으로써 최종적으로 구조물의 손상영역을 검출하고 해당영역의 잔존강도를 추론하여 성능을 평가할 수 있다.

[0039] 컴퓨터 장치는 소스 영상을 특징 정보 맵에 입력한다. 컴퓨터 장치는 소스 영상(소스 영상의 특징 정보)과 특징 정보 맵의 각 계층에 있는 특징 정보를 비교하면서 의사 결정을 한다. 컴퓨터 장치는 소스 영상에 포함된 구조물에 대해 최종적으로 어느 하나의 값으로 평가하게 된다. 도 4에서는 분류 단계에서 일정한 수치값으로 표현하였다. 해당 수치값은 영상에서 불안전에 대응하는 화소값의 분포 정도에 대응한다고 할 수 있다. 하나의 예지만, 이 경우 수치값이 높으면 구조물이 많이 손상되었고, 불안전하다고 볼 수 있다. 또는 단순히 해당 영상에서 불안전에 대응하는 화소값이 임계값 이상인 경우 해당 구조물이 불안전하다고 판단할 수 있다.

[0040] 한편 컴퓨터 장치는 특징 정보 맵의 화소값 이외에도 부가적인 정보를 활용하여 구조물에 대한 손상 평가를 수행할 수 있다. (1) 예컨대, 컴퓨터 장치는 구조물에 포함된 부재에 대한 정보를 이용할 수 있다. 부재 정보는 부재의 종류, 부재의 강도 및 부재의 내열도 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 부재의 종류에 따라 강도에 차이가 있을 수 있다. 또한 부재의 종류에 따라 내열(耐熱) 정도가 다를 수도 있다. 또는 부재의 종류에 따라 화재 손상이 발생하는 정도에 차이가 있을 수 있다. 따라서 컴퓨터 장치는 이와 같은 부재 정보를 추가로 이용하여 보다 정확한 구조물의 손상 평가를 수행할 수 있다. (2) 또한 컴퓨터 장치는 구조물에 대한 설계 정보를 이용할 수도 있다. 설계 정보는 상기 소스 영상에서 화재 손상이 발생한 영역의 위치, 상기 화재 손상이 발생한 영역이 받는 하중, 상기 화재 손상이 발생한 영역이 받는 가력 및 상기 구조물의 설계 공법 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 동일한 부재라고 해도 전체 구조물에서 해당 부재가 위치한 영역 내지 위치(기둥, 벽, 천장 등)에 따라 위험 정도가 다를 수 있다. 또한 부재가 구조물의 어떤 부위에 있는지에 따라 자연적으로 발생하는 화재 손상이 더 생길 수도 있다. 따라서 컴퓨터 장치는 해당 부재가 위치한 위치를 고려하여 손상 정도 내지 안전도에 대한 평가를 수행할 수 있다. 컴퓨터 장치는 특정 부재가 받는 하중 내지 가력을 고려하여 안전도 내지 손상 평가를 수행할 수 있다. 나아가 컴퓨터 장치는 해당 구조물을 건축한 공법(공법의 안전도 등)에 따라 해당 부재에 대한 안전도 내지 손상 전도를 정량적으로 평가를 수행할 수도 있다.

[0041] 컴퓨터 장치는 구조물의 손상 정도 내지 안전도에 따라 구조물에 대한 안전 진단을 추가로 수행할 수 있다. 컴퓨터 장치는 구조물의 손상 정도에 따라 해당 구조물에 필요한 조치를 안내할 수도 있다. 또는 컴퓨터 장치는 구조물의 손상 정도에 따라 즉각적인 경고를 수행할 수도 있다. 이와 같이 컴퓨터 장치가 구조물의 손상 정도에 따라 추가적으로 생성하는 정보를 안전 진단 정보라고 한다. 컴퓨터 장치는 안전 진단 정보를 화면에 출력할 수 있다. 컴퓨터 장치는 안전 진단 정보를 네트워크를 통해 특정인의 단말에 전송할 수도 있다. 컴퓨터 장치는 안전 진단 정보를 네트워크를 통해 건물의 제어 시스템에 전달할 수도 있다.

[0042] 또한 컴퓨터 장치는 구조물의 손상 정도 내지 잔존 강도를 나타내는 영상 정보를 생성할 수 있다. 컴퓨터 장치는 소스 영상을 특징 정보 맵에 입력하고, 입력에 따른 결과물로 잔존 강도 맵을 생성할 수 있다.

[0043] 구조물의 잔존 강도를 영상 정보로 나타내는 맵을 잔존 강도 맵이라고 하였다. 도 4에서 우측 하단에 컬러값으로 잔존 강도를 나타내는 잔존 강도 맵을 예로 도시하였다. 잔존 강도 맵은 영상에서 서로 다른 잔존 강도를 서로 다른 컬러값 또는 밝기값으로 표현할 수 있다.

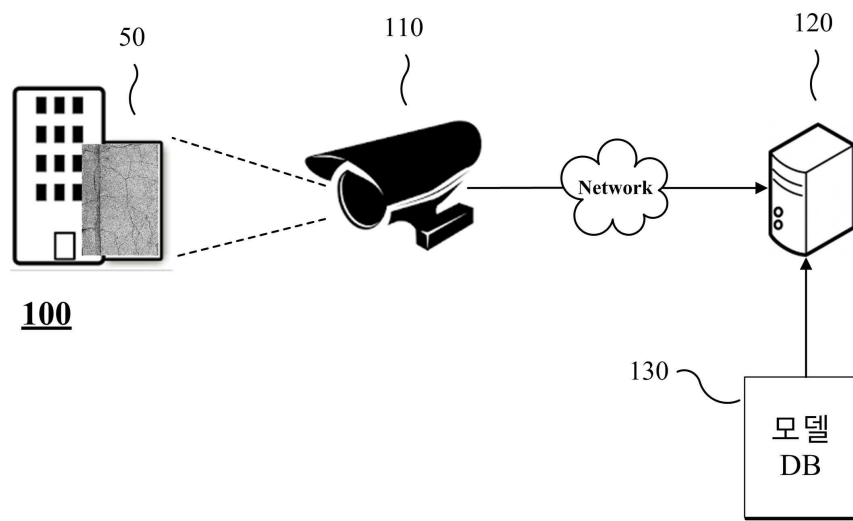
[0045] 본 실시례 및 본 명세서에 첨부된 도면은 전술한 기술에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 전술한 기술의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시례는 모두 전술한 기술의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

부호의 설명

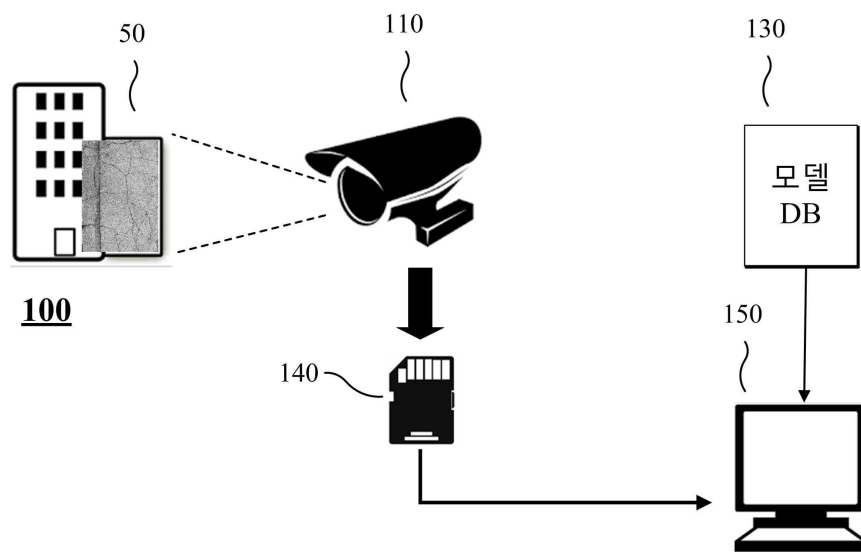
- [0046]
- 50 : 구조물
 - 100 : 구조물의 손상 정도를 평가하는 시스템
 - 110 : 카메라
 - 120 : 분석 서버
 - 130 : 모델 DB
 - 200 : 구조물의 손상 정도를 평가하는 시스템
 - 210 : 카메라
 - 215 : 저장 매체
 - 220 : 컴퓨터 장치
 - 230 : 모델 DB

도면

도면1

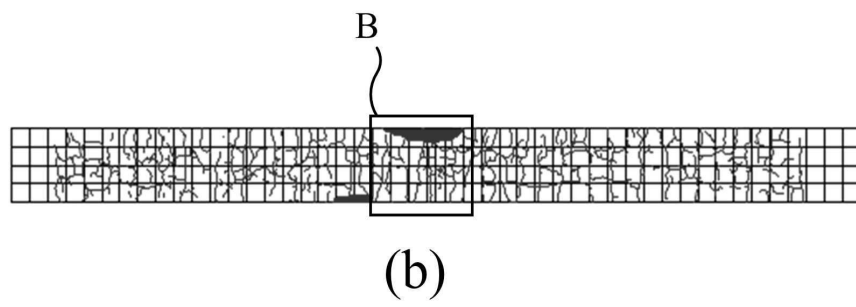
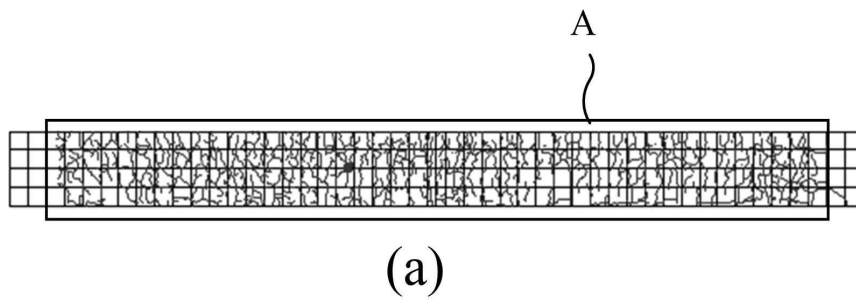


(a)

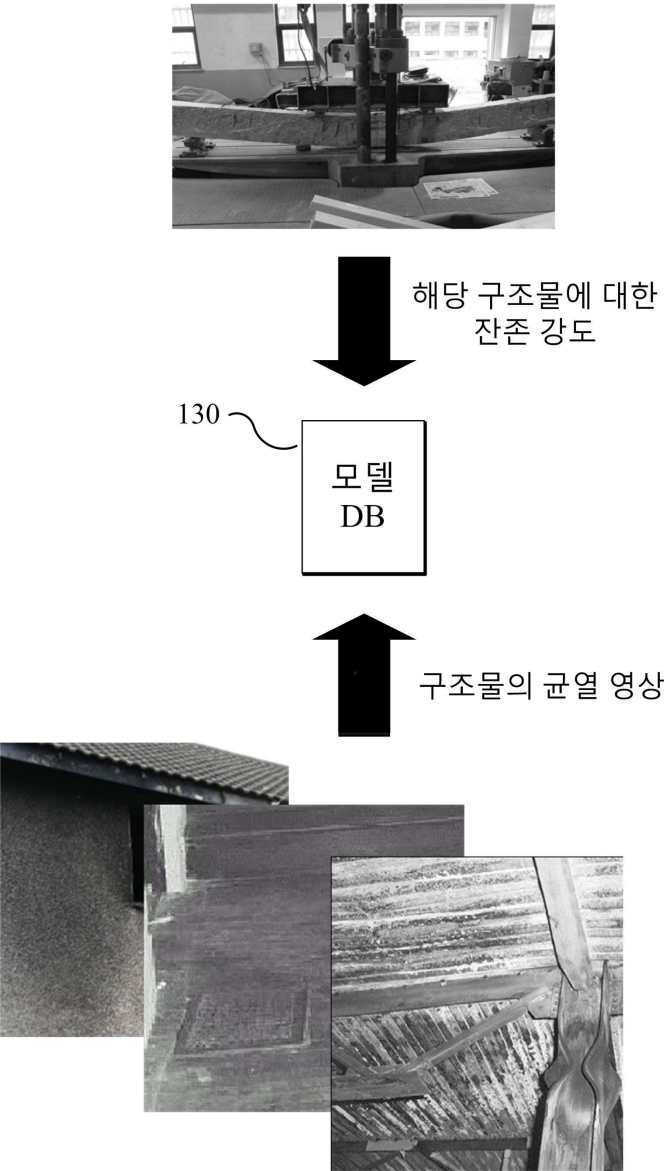


(b)

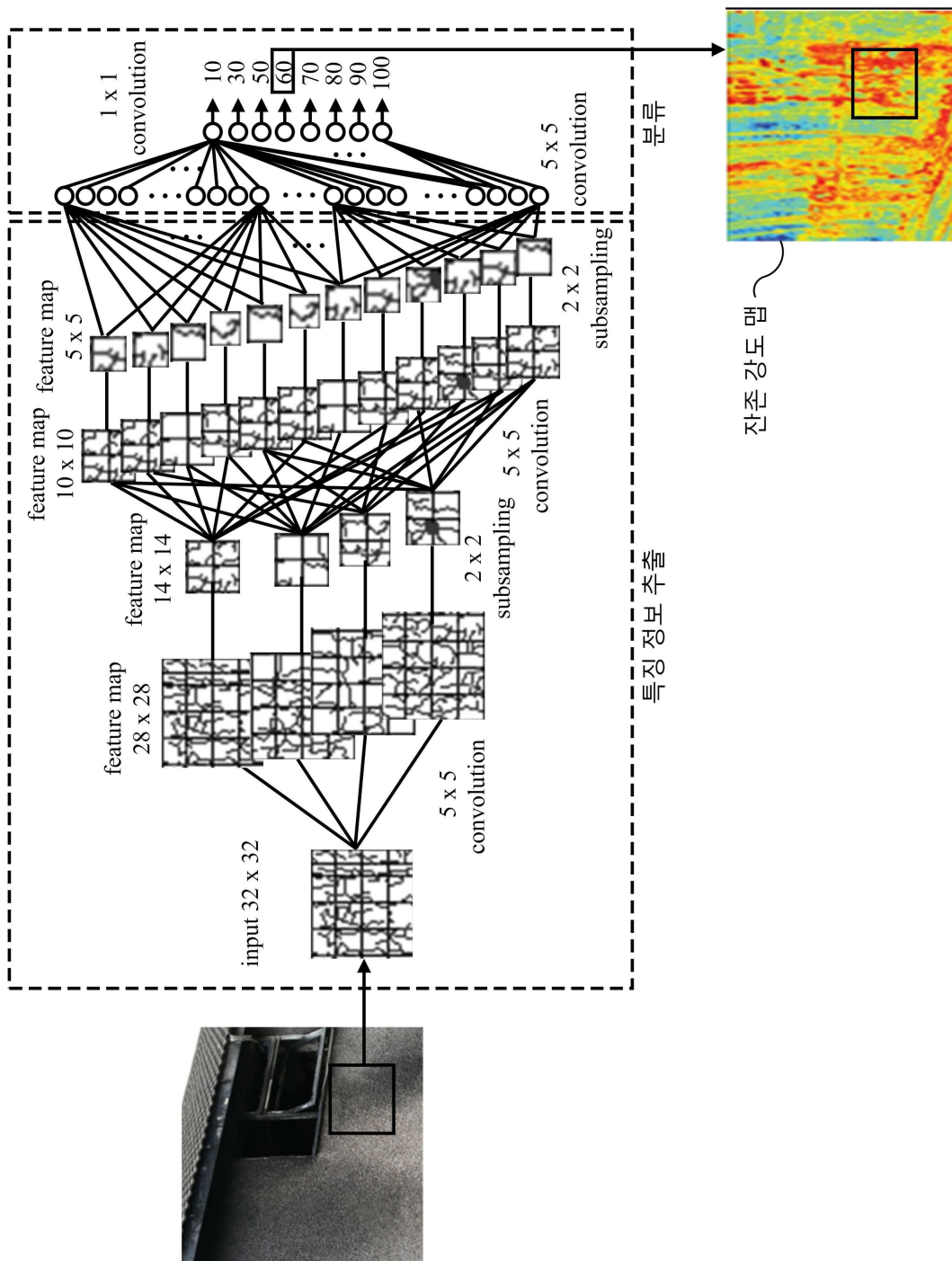
도면2



도면3



도면4



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 발명(고안)의 설명

【보정세부항목】 【0046】 , 5행

【변경전】

130 : 모h텔 DB

【변경후】

130 : 모델 DB

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 【청구항 2】 , 5행

【변경전】

잔조 강도

【변경후】

잔존 강도