(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0004127
(43) 공개일자 2024년01월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/10 (2012.01) *B64C 39/02* (2023.01)
B64D 47/08 (2006.01) *G01N 21/88* (2006.01)
G06T 7/00 (2017.01) *G06T 7/60* (2017.01)
H04N 23/11 (2023.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/10 (2015.01)
B64C 39/024 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2023-0181969(분할)
(22) 출원일자 2023년12월14일
심사청구일자 2023년12월14일
(62) 원출원 특허 10-2019-0112888
원출원일자 2019년09월11일
심사청구일자 2021년07월27일
(30) 우선권주장
1020180108414 2018년09월11일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
주영규
서울특별시 서초구 신반포로23길 41 신반포2지구 아파트 102동 1001호
장아름
서울특별시 용산구 한강대로14길 37 201호
(74) 대리인
강귀용, 김수진

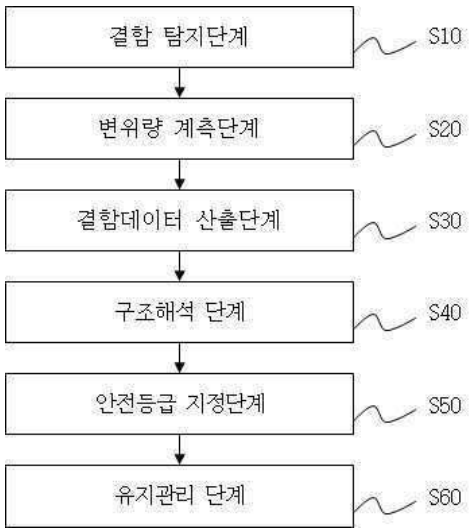
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템 기반의 안전관리 방법**

(57) 요 약

본 발명에 따른 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템 기반의 안전관리 방법은 무인비행체를 이용한 건축물의 결함여부탐지가 가능하고, 열화상 카메라를 이용하여 건축물에 발생한 균열부의 정보를 파악하며 구조해석을 통해 안전등급을 지정하여 안전관리가 가능하도록 하며, 안전관리 시스템 기반의 관리 방법을 제시하는 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템 기반의 안전관리 방법을 제공한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
B64D 47/08 (2023.01)
G01N 21/8851 (2013.01)
G06T 7/0002 (2013.01)
G06T 7/60 (2013.01)
H04N 23/11 (2023.01)
B64U 2101/31 (2023.01)
B64U 2201/10 (2023.01)
B64U 2201/104 (2023.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2020123005
과제번호	R2001083
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	(이공)중견연구
연구과제명	AI를 활용한 열화상 이미지 기반 건물 포렌식 기술
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

측정장치(200)가 장착된 무인비행체(100)로부터 촬영되는 구조물(10)의 이미지를 이용하여 구조체 안전관리 시스템에 있어서,

상기 측정장치(200)가 장착되어 분석대상인 구조물(10) 입면을 비행하는 무인비행체(100)의 위치정보를 기초로 촬영영역을 결정하는 촬영영역 결정부(300)와,

상기 촬영영역 결정부(300)는 무인비행체(100)의 위치정보를 GPS 데이터로 변환하여 무인비행체(100)의 자동항법 프로그램(110)에 입력하고, 입력된 GPS 데이터를 기초로 하여 측정장치(200)가 구조물(10)을 촬영하되, 상기 위치정보를 기초로 구조물(10)과 측정장치(200) 간의 촬영각도 및 측정거리를 레이저 거리측정 센서(120)로 계측하여 촬영면의 3차원 좌표를 획득하고 촬영영역을 결정하고,

상기 측정장치(200)의 열화상 카메라(210) 및 가시광 카메라(220)에 의해 촬영되는 영상 데이터에 기초하여 촬영영역에 대한 결함 여부 및 정도를 탐지하여 결함 데이터로 산출하는 결함 산출부(400)와,

상기 결함 산출부(400)는 열화상 카메라(210)에 의해 촬영된 열화상 이미지에 기초하여 구조물(10)의 균열부(Crack, C)에 대한 균열 폭, 길이 및 깊이와, 용접부(Welding, W)의 접합누락 및 크랙을 구조물(10)의 결함 정보로 설정하는 균열 탐지부(410)와, 가시광 카메라(220)에 의해 촬영된 가시광 이미지에 기초하여 구조물(10)의 처짐 및 기울기를 계측하여 변위량 정보로 설정하는 변위량 계측부(420)를 포함하고,

상기 무인비행체(100)의 측정장치(200)에 의해 촬영된 구조물(10)의 영상 데이터가 결함 산출부(400)에 의해 그리드(grid)화 되어 기 저장된 구조물(10)의 BIM 데이터(12)와 비교되어 발생되는 비교값을 기초로 결함 데이터가 산출되고,

상기 결함 산출부(400)에 의해 산출된 결함 데이터에 기초하여 구조물(S)의 균열부(C)와 용접부(W)의 결함여부를 육안으로 확인하는 것이 가능한 용액분사부(130)를 포함하고,

상기 결함 산출부(400)에 의해 산출된 결함 데이터를 기초로 하여 구조물(10)의 변위량 정보를 구조해석 모델에 반영하여 해석 데이터를 산출하는 구조해석부(500)와,

상기 구조해석부(500)는 결함 산출부(400)의 결함 정보 및 변위량 정보를 포함하는 결함 데이터를 반영하여 평가하는 구조해석 프로그램을 포함하고,

상기 구조해석부(500)에 의해 산출된 해석 데이터에 근거하여 기 저장된 안전등급 수치에 따라 분석대상인 구조물(10)의 안전등급을 지정하는 안전등급 지정부(600)와,

상기 안전등급 지정부(600)는 구조해석부(500)의 해석 데이터를 수치화하고, 기 저장된 구조물 안전등급의 수치와 대비하여 구조적 영향 평가를 실시하며, 서로 동일한 수치로 판단되는 안전등급을 구조물(10)의 안전등급으로 설정하고,

상기 안전등급 지정부(600)에 의해 안전등급이 지정된 구조물(10)은 안전등급에 따라 구조물(10)에 요구되는 정밀안전진단 또는 보수보강 방안을 구축하는 유지관리부(700)를 포함하며,

상기 유지관리부(700)는 안전등급 지정부(600)에 의해 지정된 안전등급이 사용관심 등급, 사용제한 등급 및 사용금지 등급일 경우, 기 저장된 안전진단 매뉴얼 및 대응 매뉴얼이 구조물(10)의 안전이력 데이터(11) 및 BIM 데이터(12)에 전달됨과 동시에 관리자의 전산장비로 전달되는 것을 포함하는 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템을 이용한 안전점검 및 유지관리 방법에 있어서,

상기 방법은,

열화상 카메라(210)로부터 촬영된 열화상 이미지에 기초하여 구조물(10)에 발생한 균열부(C)의 균열 폭, 길이 및 깊이와, 용접부(W)의 접합누락 및 크랙으로 구성되는 결함 정보를 탐지하는 결함 탐지단계(S10)와,

가시광 카메라(220)로부터 촬영된 가시광 이미지에 기초하여 구조물(10)의 처짐 및 기울기를 구조물(10)의 변위

량 정보로 계측하는 변위량 계측단계(S20)와,

결함 탐지단계(S10)의 결함 정보와 변위량 계측단계(S20)의 변위량 정보에 기초하여 결함 산출부(400)에 의해 결함 데이터로 산출되는 산출단계(S30)와,

산출단계(S30)에서 산출된 결함 데이터가 반영된 구조해석 모델이 구조해석부(500)에 의해 초기설계모델과 비교하여 해석 데이터로 산출되는 구조해석 단계(S40)와,

산출단계(S30)의 결함 데이터와 구조해석 단계(S40)의 해석 데이터가 안전등급 지정부(600)에 의해 조합되어 구조물(10)의 안전등급이 지정되는 안전등급 지정단계(S50)와,

안전등급 지정단계(S50)에 의해 지정된 안전등급에 기초하여 유지관리부(700)가 구조물(10)에 요구되는 정밀안전진단 또는 보수보강 방안을 구축하는 유지관리 단계(S60)를 포함하고,

상기 안전등급 지정단계(S50)는 구조물(10)의 안전등급을 사용가능 등급, 사용관심 등급, 사용제한 등급 및 사용금지 등급으로 구분하여 지정하는 것을 특징으로 하는 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템 기반의 안전관리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 결함 탐지단계(S10)는,

상기 용액분사부(130)에서 측정장치(200)로부터 촬영되는 영상 데이터에 기초하여 균열부(C)와 용접부(W)의 위치를 확인하는 것이 가능하고, 상기 측정장치(200)에 의해 확인된 균열부(C)와 용접부(W)로 용액을 분사하는 용액분사장치(131)로 구성되며, 상기 용액분사장치(131)는 분사되는 용액을 각각 저장하기 위한 표시용액(1311)과 보수용액(1312)으로 구분되어, 균열부(C)와 용접부(W)의 위치로 표시용액(1311) 또는 보수용액(1312)이 분사되도록 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템 기반의 안전관리 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 결함 탐지단계(S10)는,

상기 표시용액(1311)이 안전등급에 따라 육안으로 확인할 수 있도록 복수개의 색상 또는 발광물질이 각각 저장되고,

상기 보수용액(1312)은 액상상태의 우레탄 용액이 저장된 후 분사되도록 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템 기반의 안전관리 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서

상기 산출단계(S30)는,

결함 산출부(400)의 용액분사부(130)에서 표시용액(1311)이 구조물(S)의 안전등급에 따라 서로 다른 색상이 분사되어지는데, 측정장치(200)의 가시광 카메라(220)가 표시용액(1311)으로부터 분사되는 색상을 인식하여 산출하는 단계를 더 포함하는 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템 기반의 안전관리 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템 기반의 안전관리 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 무인비행체를 이용한 건축물의 결함여부탐지가 가능하고, 열화상 카메라를 이용하여 건축물에 발생한 균열부의 정보를 파악하며 구조해석을 통해 안전등급을 지정하여 안전관리가 가능하도록 하며, 안전관리 시스템 기반의 관리 방법을 제시하는 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템 기반의 안전관리 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 콘크리트로 이루어진 구조물의 균열 및 안전성을 검사하기 위한 방법으로는 육안 검사와 비파괴 검사로 구분되는 경우가 많고, 육안검사의 경우에는 버니어캘리퍼스, 열화상 측정장비 등의 휴대용 측정기를 이용하여 구조물 외부의 균열을 측정하는 방식이며, 비파괴 검사는 초음파, 방사선, 자분 탐상, 침투탐상법, 반발경도법 등을 사용하여 구조물 내부의 균열을 측정하는 방식이 일반적으로 통용되고 있다.

[0003] 특히, 열화상 검사방법은 크게 두 가지 종류로 구분되는데, 하나는 수동적 검사방법으로 모든 물체가 방사하고 있는 고유의 적외선 에너지를 검출하는 방법이고, 또 다른 하나는 능동적 검사방법으로 대상체에 외부의 에너지를 입사하여 대상체의 내부 조건에 따라 달라지는 방사에너지의 검출을 이용하는 방법으로 나뉘며, 수동적 검사방법 중 열화상 측정장비를 통해 구조물의 외부균열을 측정하는 방법이 있는데, 사물의 표면으로부터 방출되는 복사열을 감지 및 측정하고 이를 통해 사물의 표면 온도를 수치화할 수 있다. 이때 구조물의 균열부는 균열을 통해 내부에서 외부로 열이 방출되며, 방출되는 열이 주변온도보다 상대적으로 높게 측정되는 원리를 통해 구조물의 균열 열부를 판단하는 측정방법이다.

[0004] 이와 같은 열화상 측정장비는 사물에서 방출되는 복사열을 측정하기 때문에 열화상 장비와 측정대상 사이의 일정 공간이 필요하다. 건물이나 다리와 같은 구조물을 대상으로 열화상 측정장비를 통한 열 스캐닝을 실시할 경우 구조물의 외관을 촬영할 수 있는 충분한 공간이 없어 열화상 장비를 통한 균열검사가 어렵다는 문제점이 존재하고 있다.

[0005] 종래의 한국등록특허 제10-2143841호는 열화상 카메라를 이용한 PAN계 탄소섬유 토우의 열전도도 측정방법에 관한 것으로, 열화상 측정장비 및 열전도도를 계계산할 수 있는 구성을 포함하고 있으나, 건축물에 발생한 균열부의 정보를 파악하며 구조해석을 통해 안전등급을 지정하여 안전관리가 가능한 구성에 대해서는 제시하지 않고 있다.

[0006] 또한, 종래의 공개특허공보 제10-2021-0027868호는 열화상 카메라를 이용한 실내 표면 온도 측정 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 열화상 카메라를 이용하여 건물 실내의 각 벽면을 구분하여 단순화시키고, 벽면의 표면 온도값을 도출하여 연산하는 구성을 포함하고 있으나, 구조해석을 통해 안전등급을 지정하여 안전관리가 가능한 구성에 대해서는 언급하지 않고 있다.

[0007] 이에, 무인비행체를 이용한 건축물의 결함여부탐지가 가능하고, 열화상 카메라를 이용하여 건축물에 발생한 균열부의 정보를 파악하며 구조해석을 통해 안전등급을 지정하여 안전관리가 가능하도록 하며, 안전관리 시스템 기반의 관리 방법을 제시하는 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템 기반의 안전관리 방법에 대한 필요성이 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-2143841호 (2020.08.06. 등록)

(특허문헌 0002) 한국공개특허공보 제10-2006-0027868호 (2021.03.11. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 창안된 것으로서, 열화상 카메라를 이용하여 건축

물에 발생한 균열부의 정보를 파악하며 구조해석을 통해 안전등급을 지정하여 안전관리가 가능하도록 하며, 안전관리 시스템 기반의 관리 방법을 제공하여 종래의 기술에서 개량된 구조해석 및 안전등급 시스템 기반의 관리 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기와 같은 목적을 해결하기 위하여 측정장치(200)가 장착된 무인비행체(100)로부터 촬영되는 구조물(10)의 이미지를 이용하여 구조체 안전관리 시스템에 있어서, 상기 측정장치(200)가 장착되어 분석대상인 구조물(10) 입면을 비행하는 무인비행체(100)의 위치정보를 기초로 촬영영역을 결정하는 촬영영역 결정부(300)와, 상기 촬영영역 결정부(300)는 무인비행체(100)의 위치정보를 GPS 데이터로 변환하여 무인비행체(100)의 자동항법 프로그램(110)에 입력하고, 입력된 GPS 데이터를 기초로 하여 측정장치(200)가 구조물(10)을 촬영하되, 상기 위치정보를 기초로 구조물(10)과 측정장치(200) 간의 촬영각도 및 측정거리를 레이저 거리측정 센서(120)로 계측하여 촬영면의 3차원 좌표를 획득하고 촬영영역을 결정하고, 상기 측정장치(200)의 열화상 카메라(210) 및 가시광 카메라(220)에 의해 촬영되는 영상 데이터에 기초하여 촬영영역에 대한 결함 여부 및 정도를 탐지하여 결함 데이터로 산출하는 결함 산출부(400)와, 상기 결함 산출부(400)는 열화상 카메라(210)에 의해 촬영된 열화상 이미지에 기초하여 구조물(10)의 균열부(Crack, C)에 대한 균열 폭, 길이 및 깊이와, 용접부(Welding, W)의 접합누락 및 크랙을 구조물(10)의 결함 정보로 설정하는 균열 탐지부(410)와, 가시광 카메라(220)에 의해 촬영된 가시광 이미지에 기초하여 구조물(10)의 처짐 및 기울기를 계측하여 변위량 정보로 설정하는 변위량 계측부(420)를 포함하고, 상기 무인비행체(100)의 측정장치(200)에 의해 촬영된 구조물(10)의 영상 데이터가 결함 산출부(400)에 의해 그리드(grid)화 되어 기 저장된 구조물(10)의 BIM 데이터(12)와 비교되어 발생되는 비교값을 기초로 결함 데이터가 산출되고, 상기 결함 산출부(400)에 의해 산출된 결함 데이터에 기초하여 구조물(S)의 균열부(C)와 용접부(W)의 결함여부를 육안으로 확인하는 것이 가능한 용액분사부(130)를 포함하고, 상기 결함 산출부(400)에 의해 산출된 결함 데이터를 기초로 하여 구조물(10)의 변위량 정보를 구조해석 모델에 반영하여 해석 데이터를 산출하는 구조해석부(500)와, 상기 구조해석부(500)는 결함 산출부(400)의 결함 정보 및 변위량 정보를 포함하는 결함 데이터를 반영하여 평가하는 구조해석 프로그램을 포함하고, 상기 구조해석부(500)에 의해 산출된 해석 데이터에 근거하여 기 저장된 안전등급 수치에 따라 분석대상인 구조물(10)의 안전등급을 지정하는 안전등급 지정부(600)와, 상기 안전등급 지정부(600)는 구조해석부(500)의 해석 데이터를 수치화하고, 기 저장된 구조물 안전등급의 수치와 대비하여 구조적 영향 평가를 실시하며, 서로 동일한 수치로 판단되는 안전등급을 구조물(10)의 안전등급으로 설정하고, 상기 안전등급 지정부(600)에 의해 안전등급이 지정된 구조물(10)은 안전등급에 따라 구조물(10)에 요구되는 정밀안전진단 또는 보수보강 방안을 구축하는 유지관리부(700)를 포함하며, 상기 유지관리부(700)는 안전등급 지정부(600)에 의해 지정된 안전등급이 사용관심 등급, 사용제한 등급 및 사용금지 등급일 경우, 기 저장된 안전진단 매뉴얼 및 대응 매뉴얼이 구조물(10)의 안전이력 데이터(11) 및 BIM 데이터(12)에 전달됨과 동시에 관리자의 전산장비로 전달되는 것을 포함하는 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템을 이용한 안전점검 및 유지관리 방법에 있어서, 상기 방법은, 열화상 카메라(210)로부터 촬영된 열화상 이미지에 기초하여 구조물(10)에 발생한 균열부(C)의 균열 폭, 길이 및 깊이와, 용접부(W)의 접합누락 및 크랙으로 구성되는 결함 정보를 탐지하는 결함 탐지단계(S10)와, 가시광 카메라(220)로부터 촬영된 가시광 이미지에 기초하여 구조물(10)의 처짐 및 기울기를 구조물(10)의 변위량 정보로 계측하는 변위량 계측단계(S20)와, 결함 탐지단계(S10)의 결함 정보와 변위량 계측단계(S20)의 변위량 정보에 기초하여 결함 산출부(400)에 의해 결함 데이터로 산출되는 산출단계(S30)와, 산출단계(S30)에서 산출된 결함 데이터가 반영된 구조해석 모델이 구조해석부(500)에 의해 초기설계모델과 비교하여 해석 데이터로 산출되는 구조해석 단계(S40)와, 산출단계(S30)의 결함 데이터와 구조해석 단계(S40)의 해석 데이터가 안전등급 지정부(600)에 의해 조합되어 구조물(10)의 안전등급이 지정되는 안전등급 지정단계(S50)와, 안전등급 지정단계(S50)에 의해 지정된 안전등급에 기초하여 유지관리부(700)가 구조물(10)에 요구되는 정밀안전진단 또는 보수보강 방안을 구축하는 유지관리 단계(S60)를 포함하고, 상기 안전등급 지정단계(S50)는 구조물(10)의 안전등급을 사용가능 등급, 사용관심 등급, 사용제한 등급 및 사용금지 등급으로 구분하여 지정하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 결함 탐지단계(S10)는, 상기 용액분사부(130)에서 측정장치(200)로부터 촬영되는 영상 데이터에 기초하여 균열부(C)와 용접부(W)의 위치를 확인하는 것이 가능하고, 상기 측정장치(200)에 의해 확인된 균열부(C)와 용접부(W)로 용액을 분사하는 용액분사장치(131)로 구성되며, 상기 용액분사장치(131)는 분사되는 용액을 각각 저장하기 위한 표시용액(1311)과 보수용액(1312)으로 구분되어, 균열부(C)와 용접부(W)의 위치로 표시용액(1311) 또는 보수용액(1312)이 분사되도록 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 상기 결함 탐지단계(S10)는, 상기 표시용액(1311)이 안전등급에 따라 육안으로 확인할 수 있도록 복수개의 색상

또는 발광물질이 각각 저장되고, 상기 보수용액(1312)은 액상상태의 우레탄 용액이 저장된 후 분사되도록 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 산출단계(S30)는, 결함 산출부(400)의 용액분사부(130)에서 표시용액(1311)이 구조물(S)의 안전등급에 따라 서로 다른 색상이 분사되어지는데, 측정장치(200)의 가시광 카메라(220)가 표시용액(1311)으로부터 분사되는 색상을 인식하여 산출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 한편 본 명세서에 개시된 기술에 관한 설명은 단지 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시예에 불과하므로, 개시된 기술의 권리범위는 본문에 설명된 실시예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 개시된 기술의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 개시된 기술에서 제시된 목적 또는 효과는 특정 실시예가 이를 전부 포함하여야 한다거나 그러한 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0015] 또한 본 발명에서 서술되는 용어의 의미는 다음과 같이 이해되어야 할 것이다. "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소로 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0016] 나아가 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어"있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결될 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어"있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 한편, 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0017] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함하다"또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따른 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템 기반의 안전관리 방법은 무인비행체를 이용한 건축물의 결함여부탐지가 가능하고, 열화상 카메라를 이용하여 건축물에 발생한 균열부의 정보를 파악하며 구조해석을 통해 안전등급을 지정하여 안전관리가 가능하도록 하며, 안전관리 시스템 기반의 관리 방법을 제시하는 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템 기반의 안전관리 방법을 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명에 따른 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템을 도시한 도면

도 2는 본 발명에 따른 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템을 이용한 방법을 도시한 도면

도 3은 본 발명에 따른 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템을 이용한 결함 탐지단계의 개념도

도 4는 본 발명에 따른 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템을 이용한 변위량 계측단계의 개념도

도 5는 본 발명에 따른 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템을 이용한 산출단계 및 구조해석 단계의 개념도

도 6은 본 발명에 따른 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템을 이용한 안전등급 지정단계 및 유지관리 단계의 개념도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명이 속하는 선호적인 실시예를 참고로 하여 더욱 상세하게 설명한다.

[0021] 먼저 도 1은 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템을 도시한 도면으로, 무인비행체(100)에 장착된 측정장치(200)를 이용하여 구조물(S)에 대한 이미지를 획득하고, 획득된 이미지를 기초로 구조물에 대한 안전점검 및 유지관리가 가능한 것을 기본적 구성으로 한다.

[0022] 이를 상세히 설명하면, 측정장치(200)는 열화상 카메라(210)와 가시광 카메라(220)로 구성된다. 상기 열화상 카메라(210)는 구조물(S)의 균열부(Crack, C) 또는 용접부(Welding, W)를 열패턴을 가지는 열화상 이미지로 촬영하게 되고, 가시광 카메라(220)는 이미지 프로세싱을 통해 구조물(S)에 대한 처짐 및 기울기에 대한 변위량 정보를 가지는 가시광 이미지를 촬영하게 된다.

[0023] 이때 상기 열화상 이미지의 열패턴은 고온일수록 적색으로 표현되고, 저온일수록 청색으로 표현되는 것이 선호되지만, 동일한 목적과 기능을 달성할 수 있는 범위 내에서 다른 색상으로 표현하는 것도 가능하다.

[0024] 상기 측정장치(200)에 의해 촬영된 열화상 이미지와 가시광 이미지는 안전점검 및 유지관리 시스템을 통해 구조물(S)에 대한 안전등급과 함께 이에 대응되는 유지관리 방안이 구축된다.

[0025] 한편, 상기 측정장치(200)는 구조물(S)이 설치된 지면의 기울기 상태를 측정하기 위한 복수개의 수평 측정장치(230)가 추가로 구성될 수 있다. 즉 상기 가시광 카메라(220)는 구조물(S)의 처짐 및 기울기에 대한 변위량 정보를 가시광 이미지로 촬영함과 동시에 수평 측정장치(230)와 함께 연동되어 지면의 기울기 생태를 측정함으로써 구조물(S)의 변위량 측정에 따른 오차율을 최소화할 수 있다.

[0026] 다음으로 구조물의 안전점검 및 유지관리 시스템은 촬영영역 결정부(300), 결함 산출부(400), 구조해석부(500), 안전등급 지정부(600) 및 유지관리부(700)로 구성된다.

[0027] 상기 촬영영역 결정부(300)는 측정장치(200)가 장착되어 분석대상인 구조물(S) 입면을 비행하는 무인비행체(100)의 위치정보를 기초로 촬영영역을 결정할 수 있다.

[0028] 여기서 상기 촬영영역 결정부(300)는 무인비행체(100)의 위치정보를 GPS 데이터로 변환하여 무인비행체(100)의 자동항법 프로그램(110)에 입력하게 된다.

[0029] 상기 무인비행체(100)는 입력된 GPS 데이터를 기초로 하여 비행하며, 이와 동시에 무인비행체(100)에 장착된 측정장치(200)가 구조물(S)을 촬영하게 되는데, 상기 위치정보를 기초로 구조물(S)과 측정장치(200) 간의 촬영각도 및 측정거리를 계측하여 촬영면의 3차원 좌표(x, y, z)를 획득하고 촬영영역을 결정하게 된다. 이때 촬영강도 및 측정거리는 무인비행체(100)에 장착된 거리측정 센서(120)에 의해 계측되도록 한다.

[0030] 다음으로 결함 산출부(400)는 열화상 카메라(210)와 가시광 카메라(220)에 의해 각각 촬영된 열화상 이미지와 가시광 이미지를 포함하는 영상 데이터에 기초하여 촬영영역에 대한 결함의 여부 및 정도를 탐지하여 결함 데이터로 산출하게 된다.

[0031] 상기 결합 산출부(400)는 열화상 카메라(210)로부터 촬영된 열화상 이미지를 분석하는 균열 탐지부(410)와, 가시광 카메라(220)로부터 촬영된 가시광 이미지를 분석하는 변위량 계측부(420)로 구성된다.

[0032] 상기 균열 탐지부(410)는 열화상 카메라(210)에 의해 촬영된 열화상 이미지에 기초하여 구조물(S)에 발생한 균열부(Crack, C)에 대한 균열 폭, 길이 및 깊이와, 구조물(S)의 철근 또는 철골구조에 따른 용접부(Welding, W)를 대상으로 한 접합누락 및 크랙을 구조물의 결합정보로 설정한다.

[0033] 상기 변위량 계측부(420)는 가시광 카메라(220)에 의해 촬영된 가시광 이미지에 기초하여 지면과 구조물(S)간의 처짐 및 기울기를 계측하고 이를 변위량 정보로 설정하게 된다.

[0034] 일 예로 구조물(S)의 기울어짐은 층간의 높이(h_m)와 해당 층의 수평변위량(f_m)을 조건으로 하여 아래의 수식에 따라 변위량을 계산하게 된다.

수학식 1

[0035] $$\frac{h_n}{f_n} \times 100 = \Delta_n$$

[0036] 즉 상기의 [수학식 1]에 따라 계산된 변위량은 수치가 작을수록 구조물(S)의 기울기 변화가 큰 것으로 판단하게 된다.

[0037] 한편, 무인비행체(100)에 장착된 측정장치(200)에 의해 촬영된 구조물(S)의 영상 데이터는 결함 산출부(400)에 의해 구조물(S) 입면을 그리드(grid)화 하며, 상기 결함 산출부(400)에 기 저장된 구조물(S)의 BIM 데이터(12)와 상기 그리드 데이터가 비교되어 발생되는 비교값을 결함 데이터로 산출하게 된다.

[0038] 상기 결함 산출부(400)에 의해 산출된 결함 데이터는 구조해석부(500)에 의해 구조물(S)의 변위량 정보를 구조해석 모델에 반영하여 해석 데이터로 산출하게 된다. 이때 상기 구조해석부(500)는 결함 데이터를 반영하여 평가하는 구조해석 프로그램을 통해 구조해석하게 된다.

[0039] 구조해석부(500)에 산출된 해석 데이터는 안전등급 지정부(600)에 의해 구조물(S)의 안전등급을 지정하게 된다. 상기 안전등급은 구조해석부(500)에 기 저장된 안전등급 수치에 따라 지정되는데, 상기 해석 데이터를 수치화하고 기 저장된 구조물 안전등급 수치와 대비하여 구조적 영향 평가를 실시하며, 서로 동일한 수치로 판단되는 안전등급을 구조물(S)의 안전등급으로 설정되도록 한다.

[0040] 상기와 같이 안전등급 지정부(600)에 의해 안전등급이 지정된 구조물(S)은 유지관리부(700)에 의해 안전등급에 따라 구조물(S)에 요구되는 정밀안전진단이나 보수보강 방안을 구축하게 된다.

[0041] 이때 상기 유지관리부(700)는 지정된 안전등급은 사용가능 등급, 사용관심 등급, 사용제한 등급 및 사용금지 등급으로 구분된다. 이 중 사용관심 등급, 사용제한 등급 및 사용금지 등급일 경우에는 기 저장된 안전진단 매뉴얼 및 대응 매뉴얼이 구조물(S)에 대한 안전이력 데이터(11) 및 BIM 데이터(12)로 전달됨과 동시에 관리자가 보유한 전산장비로 전달되어 신속한 안전조치가 이루어지도록 유도하게 된다.

[0042] 본 발명에서는 안전진단 매뉴얼 및 대응 매뉴얼이 유무선 네트워크를 활용하여 안전이력 데이터(11), BIM 데이터(12) 및 관리자의 전산장비로 전달되는 것이 선호되지만, 동일한 목적과 기능을 달성할 수 있는 범위 내에서 다양한 통신매체를 통해 전달되어질 수 있다.

[0043] 한편, 상기 무인비행체(100)는 결함 산출부(400)에 의해 산출된 결함 데이터에 기초하여 구조물(S)의 균열부(C)와 용접부(W)의 결함여부를 육안으로 확인할 수 있도록 하기 위한 용액분사부(130)를 더 포함한다.

[0044] 상기 용액분사부(130)는 측정장치(200)로부터 촬영되는 영상 데이터에 기초하여 균열부(C)와 용접부(W)의 위치를 확인하는 것이 가능하며, 상 측정장치(200)에 의해 확인된 균열부(C)와 용접부(W)로 용액을 분사하는 용액분사장치(131)로 구성되며, 상기 용액분사장치(131)는 분사되는 용액을 각각 저장하기 위한 표시용액(1311)과 보수용액(1312)으로 구분될 수 있다.

[0045] 또한 상기 측정장치(200)로부터 확인되는 균열부(C)와 용접부(W)의 위치정보에 기초로 하여 용액분사장치(131)의 작동상태를 제어하는 제어부(132)가 추가로 구성된다.

[0046] 상기 무인비행체(100)는 안전등급 지정부(600)에 의해 지정된 구조물(S)의 안전등급에 따라 균열부(C)와 용접부(W)의 위치로 표시용액(1311) 또는 보수용액(1312)을 분사하게 된다.

[0047] 즉, 상기 균열부(C)와 용접부(W)의 안전등급이 사용관심 등급일 경우에는 표시용액(1311)을 분사하여 해당 부분을 표시하게 되며, 사용제한 등급 및 사용금지 등급일 경우에는 균열부(C)와 용접부(W)의 상태에 따라 표시용액(1311) 또는 해당 부분을 임시로 보수하기 위한 보수용액(1312)이 분사된다.

[0048] 표시용액(1311)은 안전등급에 따라 육안으로 확인할 수 있도록 복수개의 색상 또는 발광물질이 각각 저장되며, 보수용액(1312)은 액상상태의 우레탄 용액이 저장되며 제어부(132)가 용액분사장치(131)를 제어하여 구조물(S)의 안전등급에 따라 분사하는 것이 가능하다.

[0049] 한편 상기 표시용액(1311)은 구조물(S)의 안전등급에 따라 서로 다른 색상이 분사되어지는데, 측정장치(200)의 가시광 카메라(220)가 표시용액(1311)으로부터 분사되는 색상을 인식하는 것이 가능하다.

[0050] 예를 들어 구조물(S)의 안전등급이 사용제한 등급 및 사용금지 등급일 경우에는 용액분사장치(131)는 붉은색 계열의 표시용액(1311)을 분사하게 되며, 가시광 카메라(220)가 분사된 표시용액(1311)의 분사면적을 파악하여 이를 안전이력 데이터(11) 및 BIM 데이터(12)로 전달하게 된다.

[0051] 즉, 용액분사장치(131)로부터 분사된 표시용액(1311)은 사용제한 등급 및 사용금지 등급일 경우 균열부(C)와 용접부(W)에 붉은색 계열의 표시용액(1311)을 분사하게 되며, 가시광 카메라(220)가 표시용액(1311)의 분사면적을 파악하여 안전등급 비정부(600)에 기 저장된 위험등급 면적과 대비하여 분사면적이 이를 초과할 경우 안전이력 데이터(11) 및 BIM 데이터(12)와 함께 관리자의 전산장비로 긴급알림을 전송하게 된다.

[0052] 다음으로 도 2 내지 도 6은 본 발명에 따른 무인비행체와 측정하는 장치를 이용한 구조체 안전관리 시스템을 이용한 방법을 도시한 도면이다.

[0053] 이를 상세히 설명하면 측정장치(200)가 장착된 무인비행체(100)로 부처 촬영되는 구조물(S)의 이미지를 이용하여 안전점검 및 유지관리하기 위한 방법에 있어, 열화상 카메라(210)로부터 촬영된 열화상 이미지에 기초하여 구조물(S)에 발생한 균열부(C)의 균열 폭, 길이 및 깊이와, 용접부(W)의 접합누락 및 크랙으로 구성되는 결함 정보를 탐지하는 결함 탐지단계(S10)와, 가시광 카메라(220)로부터 촬영된 가시광 이미지에 기초하여 구조물(S)의 처짐 및 기울기를 구조물(S)의 변위량 정보로 계측하는 변위량 계측단계(S20)와, 결함 탐지단계(S10)의 결함 정보와 변위량 계측단계(S20)의 변위량 정보에 기초하여 결함 산출부(400)에 의해 결함 데이터로 산출되는 산출단계(S30)와, 산출단계(S30)에서 산출된 결함 데이터가 반영된 구조해석 모델이 구조해석부(500)에 의해 초기설계모델과 비교하여 해석 데이터로 산출되는 구조해석 단계(S40)와, 산출단계(S30)의 결함 데이터와 구조해석 단계(S40)의 해석 데이터가 안전등급 지정부(600)에 의해 조합되어 구조물(S)의 안전등급이 지정되는 안전등급 지정단계(S50)와, 안전등급 지정단계(S50)에 의해 지정된 안전등급에 기초하여 유지관리부(700)가 구조물(S)에 요구되는 정밀안전진단 또는 보수보강 방안을 구축하는 유지관리 단계(S60)로 구성된다.

[0054] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0055] 10 : 구조물 100 : 무인비행체

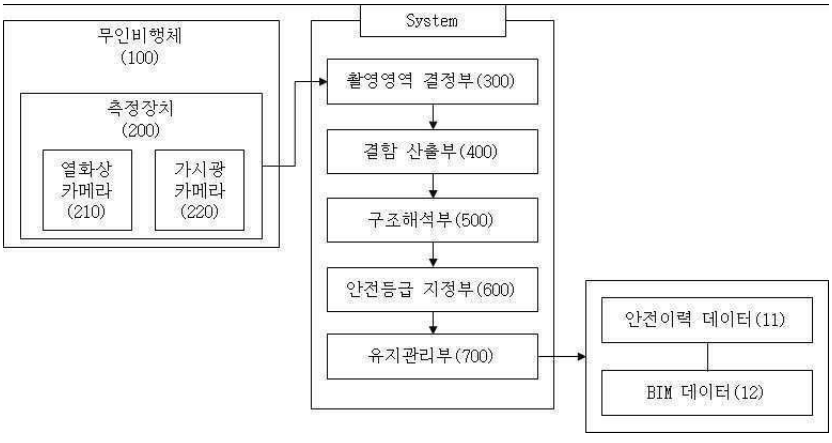
200 : 측정장치 300 : 촬영영역 결정부

400 : 결함 산출부 500 : 구조해석부

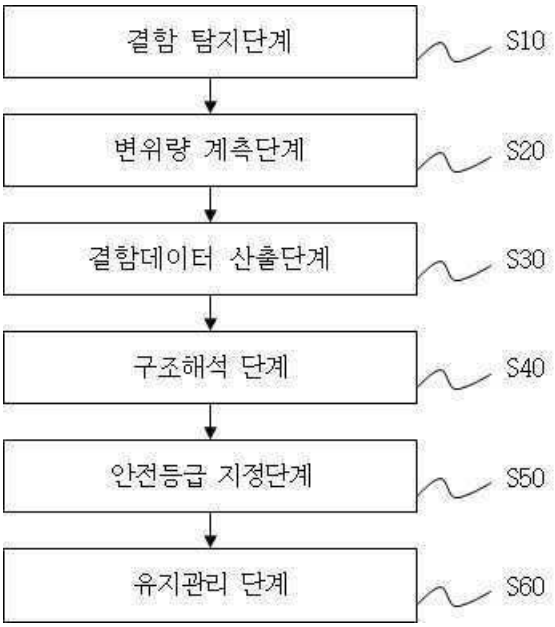
600 : 안전등급 지정부 700 : 유지관리부

도면

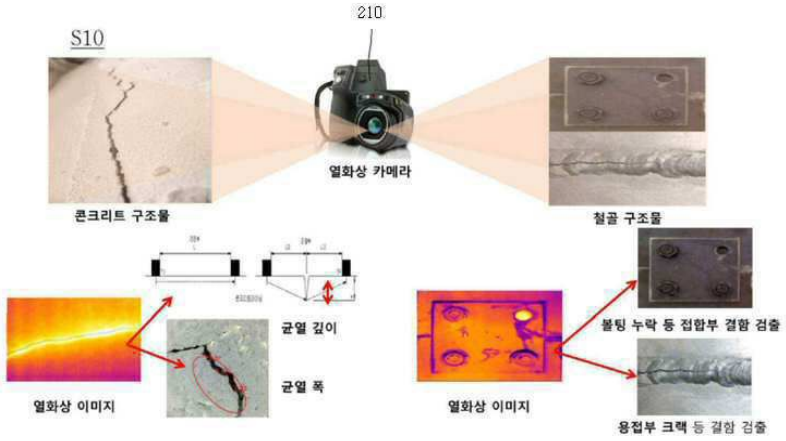
도면1



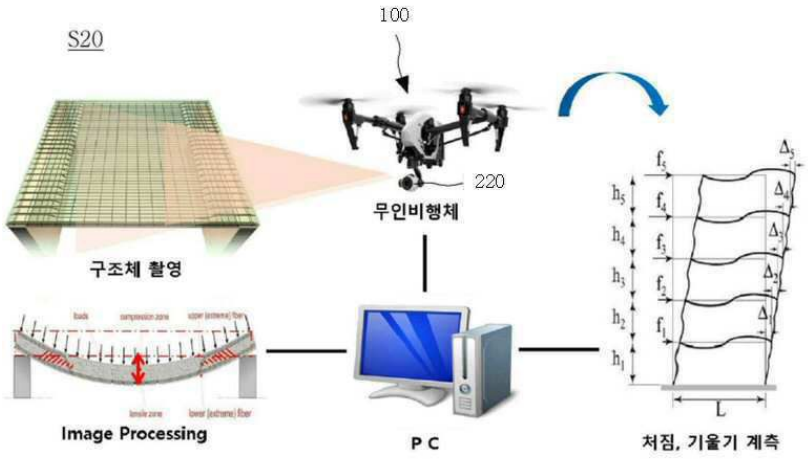
도면2


결함 탐지단계
S10
변위량 계측단계
S20
결함데이터 산출단계
S30
구조해석 단계
S40
안전등급 지정단계
S50
유지관리 단계
S60

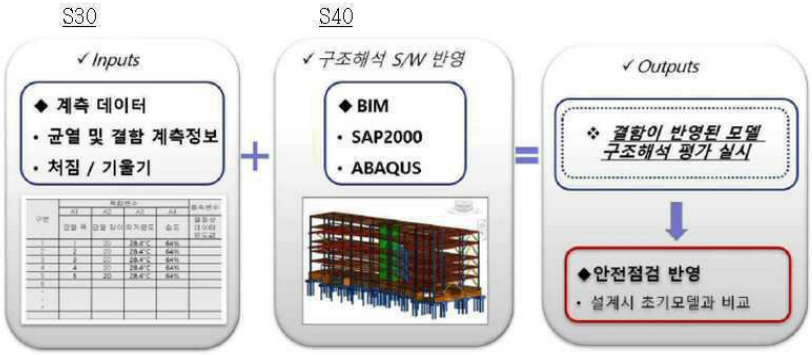
도면3


S10
210
열화상 카메라
콘크리트 구조물
철골 구조물
균열 깊이
균열 폭
열화상 이미지
볼팅 누락 등 접합부 결함 검출
열화상 이미지
용접부 크랙 등 결함 검출

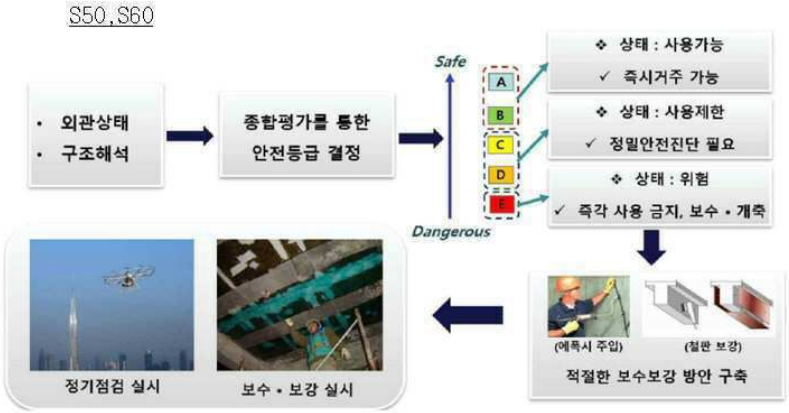
도면4


S20
100
220
무인비행체
구조체 촬영
Image Processing
P C
처짐, 기울기 계측

도면5


S30
S40
✓ Inputs
◆ 계측 데이터
• 균열 및 결함 계측정보
• 처짐 / 기울기
✓ 구조해석 S/W 반영
◆ BIM
• SAP2000
• ABAQUS
✓ Outputs
❖ 결함이 반영된 모델 구조해석 평가 실시
◆안전점검 반영
• 설계시 초기모델과 비교

도면6


S50, S60
• 외관상태
• 구조해석
종합평가를 통한 안전등급 결정
Safe
Dangerous
A
B
C
D
E
❖ 상태 : 사용가능
✓ 즉시거주 가능
❖ 상태 : 사용제한
✓ 정밀안전진단 필요
❖ 상태 : 위험
✓ 즉각 사용 금지, 보수 • 개축
(에폭시 주입)
(철판 보강)
적절한 보수보강 방안 구축
정기점검 실시
보수 • 보강 실시