



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0045715
(43) 공개일자 2022년04월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03B 11/00 (2021.01) G03B 17/02 (2021.01)
H04N 5/225 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03B 11/00 (2018.05)
G03B 17/02 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2020-0128662
(22) 출원일자 2020년10월06일
심사청구일자 2020년10월06일

(71) 출원인
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(72) 발명자
김종민
서울특별시 관악구 관악로 1, 서울대학교 농업생명과학대학 200동 9205호
류영렬
서울시 관악구 관악로 1, 서울대학교 농업생명과학대학 200동 9205호
(74) 대리인
이창재, 서상덕

전체 청구항 수 : 총 8 항

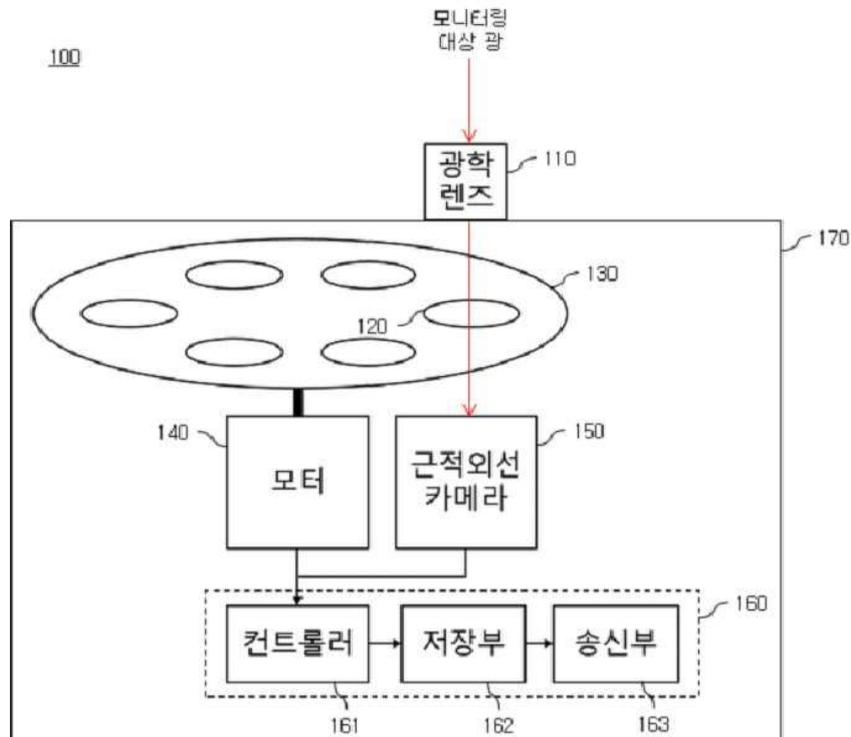
(54) 발명의 명칭 식생 활력도를 모니터링하기 위한 필터 기반의 이미징 시스템

(57) 요약

식생 활력도를 모니터링하기 위한 필터 기반의 이미징 시스템에 있어서, 모니터링 대상 식생으로부터 반사되는 광을 집광하여 모니터링 대상 광을 통과시키는 광학 렌즈, 모니터링 대상 광의 서로 다른 파장 대역들만을 선택적으로 통과시켜 필터 광을 생성하는 복수의 광학 필터들, 복수의 광학 필터들을 설치하기 위해 원주 방향으로

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



배열되는 복수의 필터 설치 홀들을 포함하는 회전 원판, 복수의 필터 설치 홀들에 설치되는 복수의 광학 필터들 중 어느 하나가 모니터링 대상 광을 수광하도록 회전 원판을 회전시키는 모터, 복수의 광학 필터들 중 어느 하나로부터 생성되는 필터 광에 기초하여 모니터링 대상 식생에 대한 특정 파장 대역의 이미지를 생성하는 카메라, 및 모터의 회전 및 카메라의 이미지 생성을 제어하고, 특정 파장 대역의 이미지에 기초하여 모니터링 대상 식생의 식생 활력도를 추정하기 위한 식생 지수들을 산출하는 제어부를 포함하는, 필터 기반의 이미징 시스템이 개시된다.

(52) CPC특허분류

H04N 5/2254 (2021.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1485015444
과제번호	2018001810002
부처명	환경부
과제관리(전문)기관명	한국환경산업기술원
연구사업명	CO2저장환경관리기술개발사업
연구과제명	중심도 지하수 및 그 상부 권역 CO2 누출 탐지 모니터링 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서울대학교 산학협력단
연구기간	2018.06.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

식생 활력도를 모니터링하기 위한 필터 기반의 이미징 시스템에 있어서,

모니터링 대상 식생으로부터 반사되는 광을 집광하여 모니터링 대상 광을 통과시키는 광학 렌즈;

상기 모니터링 대상 광의 서로 다른 파장 대역들만을 선택적으로 통과시켜 필터 광을 생성하는 복수의 광학 필터들;

상기 복수의 광학 필터들을 설치하기 위해 원주 방향으로 배열되는 복수의 필터 설치 홀들을 포함하는 회전 원판;

상기 복수의 필터 설치 홀들에 설치되는 상기 복수의 광학 필터들 중 어느 하나가 상기 모니터링 대상 광을 수광하도록 상기 회전 원판을 회전시키는 모터;

상기 복수의 광학 필터들 중 어느 하나로부터 생성되는 상기 필터 광에 기초하여 상기 모니터링 대상 식생에 대한 특정 파장 대역의 이미지를 생성하는 카메라; 및

상기 모터의 회전 및 상기 카메라의 이미지 생성을 제어하고, 상기 특정 파장 대역의 이미지에 기초하여 상기 모니터링 대상 식생의 식생 활력도를 추정하기 위한 식생 지수들을 산출하는 제어부를 포함하는, 필터 기반의 이미징 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 광학 필터들은, 530 nm, 570 nm, 650 nm, 750 nm, 760 nm 및 770 nm 의 파장 대역들을 선택적으로 통과시키는 6개의 광학 필터들인, 필터 기반의 이미징 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 760 nm 파장 대역의 이미지 및 650 nm 파장 대역의 이미지에 기초하여 정규화 식생 지수(NDVI, Normalized Difference Vegetation Index)를 산출하는, 필터 기반의 이미징 시스템.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 530 nm 파장 대역의 이미지 및 570 nm 파장 대역의 이미지에 기초하여 클로로필 카로티노이드 비율 지수(CCI, Chlorophyll-Carotenoid ratio Index)를 산출하는, 필터 기반의 이미징 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 모니터링 대상 식생으로부터 반사되는 광이 상기 카메라에 도달하기까지의 광 처리 경로 상에서, 상기 복수의 광학 필터들이 상기 광학 렌즈 대비 후측에 위치하는, 필터 기반의 이미징 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 모터 및 상기 카메라를 제어하고, 상기 특정 파장 대역의 이미지를 처리하여 상기 식생 지수들을 산출하는 프로세서;

상기 특정 파장 대역의 이미지를 저장하는 메모리; 및

외부와의 데이터 교환을 위한 통신부를 포함하는, 필터 기반의 이미징 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 카메라는, 상기 모니터링 대상 식생에 대한 근적외선 대역의 이미지를 생성하는 근적외선 카메라인, 필터 기반의 이미징 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 이미징 시스템은, 상기 복수의 광학 필터들, 상기 회전 원판, 상기 모터, 상기 카메라 및 상기 제어부를 내장하는 케이스를 더 포함하고,

상기 광학 렌즈는, 상기 케이스의 외부 표면에 설치되는, 필터 기반의 이미징 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 식생 활력도를 모니터링하기 위한 필터 기반의 이미징 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 단일 카메라에 선택적으로 적용되는 복수의 광학 필터들을 사용하여 특정 파장 대역의 이미지를 생성하고, 그로부터 식생 활력도를 추정하는 이미징 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 식생을 관측하는 것은 지구 환경을 이해하고 기후 변화를 예측하는 등 다양한 효용을 지닐 수 있다. 식생 관측의 하나의 예시로서 식생 활력도 모니터링이 고려될 수 있다. 식생 활력도에 의하면 식물의 스트레스 탐지 및 식생 관리 등이 이루어질 수 있으며, 스마트 팜과 같은 분야에서 지속적으로 모니터링되는 식생 활력도가 활용될 수 있다.

[0004] 식생 활력도를 모니터링하기 위해서는 식생에 대한 복수의 파장 대역들에서의 이미지가 요구될 수 있다. 다만, 종래의 식생 지수를 산출하는 장치에서는, 특허문헌 3에서와 같이 하나의 필터와 하나의 카메라를 활용하여 단일 파장 대역의 이미지를 취득하는 방식이 활용될 수 있었으며, 그와 같은 장치를 복수개 운용하여, 복수의 필터들에 결합되는 복수의 카메라들에 의해 복수의 파장 대역들에서의 이미지가 생성될 수 있었다.

[0005] 다만, 동일한 식생에 대한 서로 다른 파장 대역의 이미지들을 생성하여 결합하기 위해 다수개의 카메라들이 사용되는 경우에는, 각 카메라가 갖는 부피로 인해 다수개의 카메라들이 동일한 위치에서 식생을 촬영할 수 없게 되므로, 서로 다른 파장 대역의 이미지들의 촬영 위치와 각도에 일부 차이가 생기게 되어 이미지들의 원활하게

결합되지 못할 수 있다.

[0006] 또한, 서로 다른 파장 대역의 이미지들을 생성하기 위한 이미징 시스템의 구조에서, 대상 식생으로부터 카메라까지의 광 경로 상에 광학 구조물들이 위치하는 순서에 따라 입사광의 각도가 달라지게 되어 이미지의 왜곡 현상이 발생하는 정도가 달라지므로, 이와 같은 특성을 고려하지 못하면 파장 대역별 이미지에 큰 왜곡이 발생할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 등록특허공보 제10-1332231호
 (특허문헌 0002) 특허문헌 2: 등록특허공보 제10-1434668호
 (특허문헌 0003) 특허문헌 3: 등록특허공보 제10-1769832호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명으로부터 해결하고자 하는 기술적 과제는, 서로 다른 파장 대역의 이미지들을 생성하기 위해 다수개의 카메라들이 활용되는 경우에 발생하는 문제점, 및 광 경로 상에서 광학 구조물들이 배치되는 순서에 따른 이미지 왜곡의 문제점을 해결하기 위해, 서로 다른 파장 대역의 이미지들을 생성하는 이미징 시스템의 개선된 구조를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 진술한 기술적 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 본 발명의 일 측면에 따른 식생 활력도를 모니터링하기 위한 필터 기반의 이미징 시스템은, 모니터링 대상 식생으로부터 반사되는 광을 집광하여 모니터링 대상 광을 통과시키는 광학 렌즈; 상기 모니터링 대상 광의 서로 다른 파장 대역들만을 선택적으로 통과시켜 필터 광을 생성하는 복수의 광학 필터들; 상기 복수의 광학 필터들을 설치하기 위해 원주 방향으로 배열되는 복수의 필터 설치 홀들을 포함하는 회전 원판; 상기 복수의 필터 설치 홀들에 설치되는 상기 복수의 광학 필터들 중 어느 하나가 상기 모니터링 대상 광을 수광하도록 상기 회전 원판을 회전시키는 모터; 상기 복수의 광학 필터들 중 어느 하나로부터 생성되는 상기 필터 광에 기초하여 상기 모니터링 대상 식생에 대한 특정 파장 대역의 이미지를 생성하는 카메라; 및 상기 모터의 회전 및 상기 카메라의 이미지 생성을 제어하고, 상기 특정 파장 대역의 이미지에 기초하여 상기 모니터링 대상 식생의 식생 활력도를 추정하기 위한 식생 지수들을 산출하는 제어부를 포함한다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 복수의 광학 필터들은, 530 nm, 570 nm, 650 nm, 750 nm, 760 nm 및 770 nm의 파장 대역들을 선택적으로 통과시키는 6개의 광학 필터일 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제어부는, 760 nm 파장 대역의 이미지 및 650 nm 파장 대역의 이미지에 기초하여 정규화 식생 지수(NDVI, Normalized Difference Vegetation Index)를 산출할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제어부는, 530 nm 파장 대역의 이미지 및 570 nm 파장 대역의 이미지에 기초하여 클로로필 카로티노이드 비율 지수(CCI, Chlorophyll-Carotenoid ratio Index)를 산출할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 모니터링 대상 식생으로부터 반사되는 광이 상기 카메라에 도달하기까지의 광 처리 경로 상에서, 상기 복수의 광학 필터들이 상기 광학 렌즈 대비 후측에 위치할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제어부는 상기 모터 및 상기 카메라를 제어하고, 상기 특정 파장 대역의 이미지를 처리하여 상기 식생 지수들을 산출하는 프로세서, 상기 특정 파장 대역의 이미지를 저장하는 메모리 및 외부와의 데이터 교환을 위한 통신부를 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 카메라는, 상기 모니터링 대상 식생에 대한 근적외선 대역의 이미지를 생

성하는 근적외선 카메라일 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 이미징 시스템은, 상기 복수의 광학 필터들, 상기 회전 원판, 상기 모터, 상기 카메라 및 상기 제어부를 내장하는 케이스를 더 포함하고, 상기 광학 렌즈는, 상기 케이스의 외부 표면에 설치될 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따른 필터 기반의 이미징 시스템에 의하면, 복수의 광학 필터들에 대응하여 단일 개수의 카메라만이 구비될 수 있으므로, 여러 대의 카메라가 구비되는 경우 대비 비용이 절감될 수 있고, 카메라가 여러 대인 경우에 발생하는 문제점으로서, 이미지들의 촬영 위치와 각도에 차이가 발생하여 이미지들의 결합이 원활하지 못한 문제점이 해소될 수 있다. 또한, 필터 기반의 이미징 시스템에서는 모니터링 대상 식생으로부터 카메라까지의 광 처리 경로 상에서 광학 렌즈가 전방에, 복수의 광학 필터들이 후방에 배치될 수 있으므로, 입사광의 각도 범위가 좁아져 이미지 왜곡 현상이 보다 적게 발생할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 일부 실시예에 따른 필터 기반의 이미징 시스템을 구성하는 요소들을 설명하기 위한 도면이다.
 도 2는 일부 실시예에 따른 필터 기반의 이미징 시스템의 개발 과정에서의 일부 구성들을 나타내는 도면이다.
 도 3은 일부 실시예에 따른 필터 기반의 이미징 시스템이 실제로 구현되는 형태를 설명하기 위한 도면이다.
 도 4는 일부 실시예에 따른 필터 기반의 이미징 시스템에 의해 생성되는 동일한 모니터링 대상 식생에 대한 서로 다른 파장 대역들에서의 이미지를 설명하기 위한 도면이다.
 도 5는 일부 실시예에 따른 필터 기반의 이미징 시스템에 의해 산출되는 식생 지수들을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들이 상세하게 설명될 것이다. 이하에서의 설명은 실시예들을 구체화하기 위한 것일 뿐, 본 발명에 따른 권리범위를 제한하거나 한정하기 위한 것은 아니다. 본 발명에 관한 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 발명의 상세한 설명 및 실시예들로부터 용이하게 유추할 수 있는 것은 본 발명에 따른 권리범위에 속하는 것으로 해석되어야 한다.

[0024] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에 관한 기술 분야에서 널리 사용되는 일반적인 용어로 기재되었으나, 본 발명에서 사용되는 용어의 의미는 해당 분야에 종사하는 기술자의 의도, 새로운 기술의 출현, 심사기준 또는 판례 등에 따라 달라질 수 있다. 일부 용어는 출원인에 의해 임의로 선정될 수 있고, 이 경우 임의로 선정되는 용어의 의미가 상세하게 설명될 것이다. 본 발명에서 사용되는 용어는 단지 사전적 의미만이 아닌, 명세서의 전반적인 맥락을 반영하는 의미로 해석되어야 한다.

[0025] 본 발명에서 사용되는 '구성된다' 또는 '포함한다' 와 같은 용어는 명세서에 기재되는 구성 요소들 또는 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 일부 구성 요소들 또는 단계들은 포함되지 않는 경우, 및 추가적인 구성 요소들 또는 단계들이 더 포함되는 경우 또한 해당 용어로부터 의도되는 것으로 해석되어야 한다.

[0026] 본 발명에서 사용되는 '제 1' 또는 '제 2' 와 같은 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들 또는 단계들을 설명하기 위해 사용될 수 있으나, 해당 구성 요소들 또는 단계들은 서수에 의해 한정되지 않아야 한다. 서수를 포함하는 용어는 하나의 구성 요소 또는 단계를 다른 구성 요소들 또는 단계들로부터 구별하기 위한 용도로만 해석되어야 한다.

[0027] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들이 상세하게 설명될 것이다. 본 발명에 관한 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 널리 알려져 있는 사항들에 대해서는 자세한 설명이 생략된다.

[0028] 도 1은 일부 실시예에 따른 필터 기반의 이미징 시스템을 구성하는 요소들을 설명하기 위한 도면이다.

- [0029] 도 1을 참조하면, 필터 기반의 이미징 시스템(100)은 광학 렌즈(110), 복수의 광학 필터들(120), 회전 원판(130), 모터(140), 카메라(150) 및 제어부(160)를 포함할 수 있다. 다만 이에 제한되는 것은 아니고, 도 1에 도시되는 요소들 외에 다른 범용적인 요소들이 이미징 시스템(100)에 더 포함될 수 있다. 예를 들면, 후술할 바와 같이 이미징 시스템(100)은 케이스(170)를 더 포함할 수 있다.
- [0030] 이미징 시스템(100)은 식생 활력도를 모니터링하기 위한 것으로서, 모니터링 대상 식생으로부터 광을 수광하여, 그로부터 모니터링 대상 식생의 식생 활력도를 추정하기 위한 식생 지수들을 산출할 수 있다. 예를 들면, 이미징 시스템(100)은 모니터링 대상 식생의 근방에 설치될 수 있고, 식생 지수들을 산출하여 저장부(162)에 저장하거나 송신부(163)를 통해 외부로 송신할 수 있다.
- [0031] 광학 렌즈(110)는 모니터링 대상 식생으로부터 반사되는 광을 집광하여 모니터링 대상 광을 통과시킬 수 있다.
- [0032] 광학 렌즈(110)는 케이스(170)의 외부 표면에 설치될 수 있다. 광학 렌즈(110)가 케이스(170)의 외부 표면에 설치됨에 따라, 모니터링 대상 광이 처리되는 광 처리 경로 상에서 광학 렌즈(110)가 복수의 광학 필터들(120)보다 전방에 위치할 수 있다. 그와 같은 배열에 의하면, 후술할 바와 같이 모니터링 대상 식생으로부터 반사되는 광이 입사하는 각도가 좁아질 수 있어, 이미지 왜곡이 감소할 수 있다.
- [0033] 복수의 광학 필터들(120)은 모니터링 대상 광의 서로 다른 파장 대역들만을 선택적으로 통과시켜 필터 광을 생성할 수 있다.
- [0034] 복수의 광학 필터들(120)은 특정한 파장 대역의 광만을 통과시키는 광학 필터의 집합일 수 있다. 예를 들면, 모니터링 대상 식생의 식생 활력도를 검출하기 위해 요구되는 복수의 파장 대역들에 있어서, 해당 파장 대역들의 각각에 대응되는 광학 필터를 마련하고 이들 전체를 하나의 세트로 구비하여, 복수의 광학 필터들(120)이 형성될 수 있다.
- [0035] 회전 원판(130)은 복수의 광학 필터들(120)을 설치하기 위해 원주 방향으로 배열되는 복수의 필터 설치 홀들을 포함할 수 있다.
- [0036] 회전 원판(130)의 복수의 필터 설치 홀들(131)은, 후술할 도 2에 도시된 바와 같이, 복수의 광학 필터들(120)이 설치되는 공간을 의미할 수 있다. 복수의 광학 필터들(120)은 복수의 필터 설치 홀들(131)을 통해 회전 원판(130) 상에 원주 방향으로 형성될 수 있다.
- [0037] 회전 원판(130)의 중심부에는 모터 결합부가 마련되어, 이를 통해 회전 원판(130)이 모터(140)와 결합할 수 있다. 따라서, 모터(140)가 구동하는 경우 모터 결합부를 통해 회전 원판(130)이 회전할 수 있으므로, 복수의 광학 필터들(120) 중 어느 하나를 선택적으로 활용하여, 모니터링 대상 광을 원하는 파장 대역으로 필터링하는 것이 가능할 수 있다.
- [0038] 모터(140)는 복수의 필터 설치 홀들(131)에 설치되는 복수의 광학 필터들(120) 중 어느 하나가 모니터링 대상 광을 수광하도록 회전 원판(130)을 회전시킬 수 있다.
- [0039] 모터(140)는 제어부(160)에 의해 제어되어, 복수의 광학 필터들(120) 중 어느 하나가 광학 렌즈(110) 및 카메라(150) 사이에 배열되어, 모니터링 대상 광을 특정한 파장 대역의 필터 광으로 변환되도록, 회전 원판(130)을 회전시킬 수 있다. 모터(140)는 구동 전원의 입력에 따라 회전력을 발생시킬 수 있는 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [0040] 모터(140)의 회전 구동은 제어부(160)의 컨트롤러(161)에 의해 제어될 수 있다. 컨트롤러(161)는 어떤 파장 대역의 이미지가 필요한지에 따라 복수의 광학 필터들(120) 중 어느 하나를 선택하기 위해 모터(140)를 회전시키는 양을 결정할 수 있다.
- [0041] 카메라(150)는 복수의 광학 필터들(120) 중 어느 하나로부터 생성되는 필터 광에 기초하여 모니터링 대상 식생에 대한 특정 파장 대역의 이미지를 생성할 수 있다.
- [0042] 모니터링 대상 광이 복수의 광학 필터들(120) 중 어느 하나에 의해 필터링되는 경우, 모니터링 대상 식생에 대한 이미지를 해당 광학 필터의 파장 대역으로 필터링한 이미지가 생성될 수 있다. 즉, 제어부(160)에 의해 모터(140)가 구동하여 회전 원판(130)이 회전하여 복수의 광학 필터들(120) 중 어느 하나가 광학 렌즈(110) 및 카메라(150) 사이에 위치하는 경우, 카메라(150)는 필터 광을 촬영하여 특정 파장 대역의 이미지를 생성할 수 있다.
- [0043] 한편, 카메라(150)는 모니터링 대상 식생에 대한 근적외선 대역의 이미지를 생성하는 근적외선 카메라일 수 있다. 모니터링 대상 식생의 식생 활력도를 분석하기 위한 파장 대역이 근적외선 대역인 경우에는, 카메라(150)가

근적외선 대역의 이미지 생성에 특화된 근적외선 카메라로 구비될 수 있다.

- [0044] 제어부(160)는 모터(140)의 회전 및 카메라(150)의 이미지 생성을 제어하고, 특정 파장 대역의 이미지에 기초하여 모니터링 대상 식생의 식생 활력도를 추정하기 위한 식생 지수들을 산출할 수 있다.
- [0045] 제어부(160)는 어떤 파장 대역이 필요한지에 따라 모터(140)를 회전시켜 복수의 광학 필터들(120) 중 어느 하나를 선택할 수 있고, 그로 인해 복수의 광학 필터들(120) 중 어느 하나가 광학 렌즈(110) 및 카메라(150) 사이에 배치되는 경우, 제어부(160)는 카메라(150)를 통해 이미지를 생성할 수 있다.
- [0046] 제어부(160)는 모터(140) 및 카메라(150)를 제어하고, 특정 파장 대역의 이미지를 처리하여 식생 지수들을 산출하는 컨트롤러(161), 특정 파장 대역의 이미지를 저장하는 저장부(162) 및 외부와의 데이터 교환을 위한 송신부(163)를 포함할 수 있다. 한편, 컨트롤러(161)는 프로세서로, 저장부(162)는 메모리로, 송신부(163)는 통신부로 지칭될 수도 있다.
- [0047] 제어부(160)는 식생 활력도를 모니터링하기 위한 컴퓨팅 디바이스일 수 있다. 제어부(160)는 각종 데이터, 명령어들, 적어도 하나의 프로그램 또는 소프트웨어를 저장하기 위한 수단으로서 저장부(162)를 포함할 수 있고, 명령어들 또는 적어도 하나의 프로그램을 실행함으로써 각종 데이터에 대한 처리를 수행하기 위한 수단으로서 컨트롤러(161)를 포함할 수 있다.
- [0048] 저장부(162)는 컴퓨터 프로그램 또는 모바일 애플리케이션과 같은 소프트웨어를 구성하는 명령어들을 저장할 수 있고, 애플리케이션 또는 프로그램의 실행에 필요한 각종 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들면, 저장부(162)는 ROM, PROM, EPROM, EEPROM, 플래시 메모리, PRAM, MRAM, RRAM, FRAM 등과 같은 비휘발성 메모리로 구현되거나, DRAM, SRAM, SDRAM, PRAM, RRAM, FeRAM 등의 휘발성 메모리로 구현될 수 있다. 또는, 저장부(162)는 HDD, SSD, SD, Micro-SD 등으로 구현될 수도 있다.
- [0049] 컨트롤러(161)는 저장부(162)에 저장되는 명령어들을 실행함으로써 식생 활력도를 모니터링할 수 있다. 컨트롤러(161)는 식생 활력도 모니터링을 위한 일련의 처리 과정들을 수행하며, 제어부(160)의 전반적인 제어 기능을 수행할 수 있고, 제어부(160) 내부의 각종 연산들을 처리할 수 있다.
- [0050] 컨트롤러(161)는 다수의 논리 게이트들의 어레이 또는 범용적인 마이크로 프로세서로 구현될 수 있다. 컨트롤러(161)는 단일의 프로세서 또는 복수의 프로세서들로 구성될 수 있다. 컨트롤러(161)는 명령어들을 저장하는 저장부(162)와 별개의 구성이 아닌, 저장부(162)와 함께 일체로 구성될 수도 있다. 예를 들면, 컨트롤러(161)는 제어부(160) 내에 구비되는 CPU, GPU 및 AP 중 적어도 하나의 형태로 구현될 수 있다.
- [0051] 송신부(163)는 컨트롤러(161)에서 처리되어 저장부(162)에 저장되는 데이터, 예를 들면 특정 파장 대역의 이미지를 이미징 시스템(100) 외부로 송신할 수 있다. 송신부(163)에서의 데이터 교환은 데이터 통신망을 통한 무선 통신에 의해 수행될 수 있으며, 송신부(163)는 범용적인 통신칩으로 구현될 수 있다.
- [0052] 이미징 시스템(100)은 이미지 왜곡 현상을 줄이는 구조로 형성될 수 있다. 구체적으로, 모니터링 대상 식생으로부터 반사되는 광이 카메라(150)에 도달하기까지의 광 처리 경로 상에서, 복수의 광학 필터들(120)이 광학 렌즈(110) 대비 후측에 위치할 수 있다. 즉, 도 1에서와 같이 광학 렌즈(110)가 광 처리 경로 상에서 복수의 광학 필터들(120) 보다 앞에 위치하기 때문에, 광학 렌즈(110)에 입사되는 광의 각도가 좁아질 수 있어, 이후 카메라(150)에서 생성되는 이미지에 왜곡이 보다 적게 발생할 수 있다.
- [0053] 한편, 도 1에 도시된 바와 같이, 이미징 시스템(100)은, 복수의 광학 필터들(120), 회전 원판(130), 모터(140), 카메라(150) 및 제어부(160)를 내장하는 케이스(170)를 더 포함할 수 있고, 광학 렌즈(110)는, 케이스(170)의 외부 표면에 설치될 수 있다. 그와 같은 구조에 의하면, 이미징 시스템(100)의 구성들이 케이스(170)에 의해 견고하게 수납됨과 동시에, 광학 렌즈(110)가 광 처리 경로 상에서 복수의 광학 필터들(120) 보다 전방에 위치하는 구조가 보다 안정적으로 제시될 수 있다.
- [0054] 전술한 바와 같은 이미징 시스템(100)의 특징들에 의하면, 단일 개수의 카메라(150)만으로도, 모터(140)를 통해 회전 원판(130)을 회전시켜 복수의 광학 필터들(120) 중 어느 하나를 선택하는 방식으로, 복수의 파장 대역들에 대한 이미지들이 생성될 수 있다. 따라서, 복수 개의 카메라를 활용하지 않더라도 둘 이상의 파장 대역의 이미지들에 기초한 식생 지수들이 산출될 수 있다.
- [0055] 도 2는 일부 실시예에 따른 필터 기반의 이미징 시스템의 개발 과정에서의 일부 구성들을 나타내는 도면이다.
- [0056] 도 2를 참조하면, 이미징 시스템(100)을 구성하는 요소들 중 일부에 대한 개발 단계에서의 디자인 시안으로서,

복수의 필터 설치 홀들(131)을 포함하는 회전 원판(130) 및 케이스(170)가 도시되어 있다.

- [0057] 도 1을 통해 전술한 바와 같이, 이미징 시스템(100)에서는 단일 개수의 카메라(150)만이 사용되기 때문에, 복수의 광학 필터들(120)을 선택적으로 활용하기 위해 회전 원판(130)이 채용될 수 있다. 복수의 필터 설치 홀들(131)에 설치되는 복수의 광학 필터들(120)에 의하면 다수 개의 카메라들을 구비하지 않더라도 파장 대역별로 이미지가 생성될 수 있어, 그에 따른 식생 지수들이 산출될 수 있다.
- [0058] 또한, 케이스(170)에는 이미징 시스템(100)의 광학 렌즈(110)를 제외한 나머지 구성들을 내장하기 위해 채용될 수 있고, 이 때 광학 렌즈(110)를 케이스(170)의 외부 표면에 설치함으로써, 광 처리 경로 상에서 광학 렌즈(110)가 복수의 광학 필터들(120) 보다 전방에 위치하는 구조가 구현될 수 있다.
- [0059] 도 3은 일부 실시예에 따른 필터 기반의 이미징 시스템이 실제로 구현되는 형태를 설명하기 위한 도면이다.
- [0060] 도 3을 참조하면, 케이스(170)의 외측에서의 형상과 관련하여, 광학 렌즈(110)가 케이스(170)의 외부 표면에 설치되는 구조가 도시되어 있고, 케이스(170)의 내측에서의 형상과 관련하여, 이미징 시스템(100)의 나머지 구성들이 케이스(170)에 내장되는 구조가 도시되어 있다.
- [0061] 케이스(170)의 내측에서, 이미징 시스템(100)에는 회전 원판(130) 상에 복수의 광학 필터들(120)이 설치될 수 있다. 구체적으로, 복수의 광학 필터들(120)은, 530 nm, 570 nm, 650 nm, 750 nm, 760 nm 및 770 nm의 파장 대역들을 선택적으로 통과시키는 6개의 광학 필터들일 수 있다. 다만 이에 제한되는 것은 아니고, 식생 활력도 추정에 관한 식생 지수들을 산출하기 위한 다른 파장 대역의 광학 필터, 또는 6개 이외의 다른 개수의 광학 필터들이 활용될 수 있다.
- [0062] 서로 다른 파장 대역의 이미지들에 의하면, 모니터링 대상 식생의 식생 활력도를 추정하기 위한 식생 지수들이 산출될 수 있다. 즉, 단일 개수의 카메라(150)에 의해 복수의 광학 필터들(120)의 종류만을 변경하며 생성되는 이미지들을 조합하면 식생 활력도가 추정될 수 있다.
- [0063] 도 4는 일부 실시예에 따른 필터 기반의 이미징 시스템에 의해 생성되는 동일한 모니터링 대상 식생에 대한 서로 다른 파장 대역들에서의 이미지를 설명하기 위한 도면이다.
- [0064] 도 4를 참조하면, 서로 다른 파장 대역들에서의 모니터링 대상 식생에 대한 이미지들로서, 예시적으로 530 nm 대역의 이미지(410), 570 nm 대역의 이미지(420), 650 nm 대역의 이미지(430), 755 nm 대역의 이미지(440) 및 760 nm 대역의 이미지(450)가 도시되어 있다.
- [0065] 이미지(410) 내지 이미지(450)에서는, 2차원의 픽셀 배열에서 각 픽셀에 대한 특정 파장 대역의 휘도(Radiance)가 도시될 수 있다. 즉, 도시된 바와 같이 예시적인 모니터링 대상 식생에 해당하는 식물에서의 휘도가 다른 부분에서의 휘도보다 높다는 점이 확인될 수 있다.
- [0066] 또한, 이미지(410) 내지 이미지(450)에서는, 모니터링 대상 식생에 해당하는 식물을 촬영하는 카메라(150)의 위치 및 각도가 모두 동일하다는 점이 확인될 수 있다. 이는 이미징 시스템(100)에서는 다수 개의 카메라들이 사용되는 것이 아닌, 단일의 카메라(150)만을 활용하기 때문이며, 그에 따라 서로 다른 파장 대역에서의 이미지들이, 예를 들면 이미지(410) 내지 이미지(450) 중 어느 두 개가 오차 없이 결합될 수 있으므로, 촬영 위치나 각도의 차이에 의해 결합이 원활하지 못한 문제가 해소될 수 있다.
- [0067] 도 5는 일부 실시예에 따른 필터 기반의 이미징 시스템에 의해 산출되는 식생 지수들을 설명하기 위한 도면이다.
- [0068] 도 5를 참조하면, 모니터링 대상 식생에 해당하는 식물에 대한 정규화 식생 지수(NDVI, Normalized Difference Vegetation Index)를 나타내는 이미지(510) 및 모니터링 대상 식생에 해당하는 식물에 대한 클로로필 카로티노이드 비율 지수(CCI, Chlorophyll-Carotenoid ratio Index)를 나타내는 이미지(520)가 도시되어 있다.
- [0069] 이미지(510) 및 이미지(520)에서는 정규화 식생 지수(NDVI) 및 클로로필 카로티노이드 비율 지수(CCI)가 픽셀별로 수치화되어 표현되어 있으며, 모니터링 대상 식생에 해당하는 식물에서의 정규화 식생 지수(NDVI) 및 클로로필 카로티노이드 비율 지수(CCI)가 식물 이외의 부분에서보다 압도적으로 높다는 점이 확인될 수 있다.
- [0070] 정규화 식생 지수(NDVI)는 760 nm 파장 대역의 이미지 및 650 nm 파장 대역의 이미지에 의해 산출될 수 있다. 즉, 이미징 시스템(100)의 제어부(160)는, 760 nm 파장 대역의 이미지 및 650 nm 파장 대역의 이미지에 기초하여 정규화 식생 지수를 산출할 수 있다.

[0071] 수학적식 1

$$\text{정규화식생지수} = \frac{760nm - 650nm}{760nm + 650nm}$$

[0072]

[0073] 수학적식 1에서와 같이, 정규화 식생 지수(NDVI)는 760 nm 파장 대역의 휘도 및 650 nm 파장 대역의 휘도의 차를, 760 nm 파장 대역의 휘도 및 650 nm 파장 대역의 휘도의 합으로 나눈 값을 의미할 수 있다. 해당 값을 픽셀별로 산출하면 정규화 식생 지수(NDVI)를 나타내는 이미지(510) 등이 생성될 수 있다.

[0074]

클로로필 카로티노이드 비율 지수(CCI)는 530 nm 파장 대역의 이미지 및 570 nm 파장 대역의 이미지에 의해 산출될 수 있다. 즉, 이미징 시스템(100)의 제어부(160)는, 530 nm 파장 대역의 이미지 및 570 nm 파장 대역의 이미지에 기초하여 클로로필 카로티노이드 비율 지수를 산출할 수 있다.

[0075] 수학적식 2

$$\text{클로로필 카로티노이드 비율 지수} = \frac{530nm - 570nm}{530nm + 570nm}$$

[0076]

[0077] 수학적식 1에서와 같이, 클로로필 카로티노이드 비율 지수(CCI)는 530 nm 파장 대역의 휘도 및 570 nm 파장 대역의 휘도의 차를, 530 nm 파장 대역의 휘도 및 570 nm 파장 대역의 휘도의 합으로 나눈 값을 의미할 수 있다. 해당 값을 픽셀별로 산출하면 클로로필 카로티노이드 비율 지수(CCI)를 나타내는 이미지(520) 등이 생성될 수 있다.

[0078]

이상에서 본 발명의 실시예들이 상세하게 설명되었으나 본 발명에 따른 권리범위가 이에 한정되는 것은 아니고, 다음의 청구범위에 기재되어 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명에 따른 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

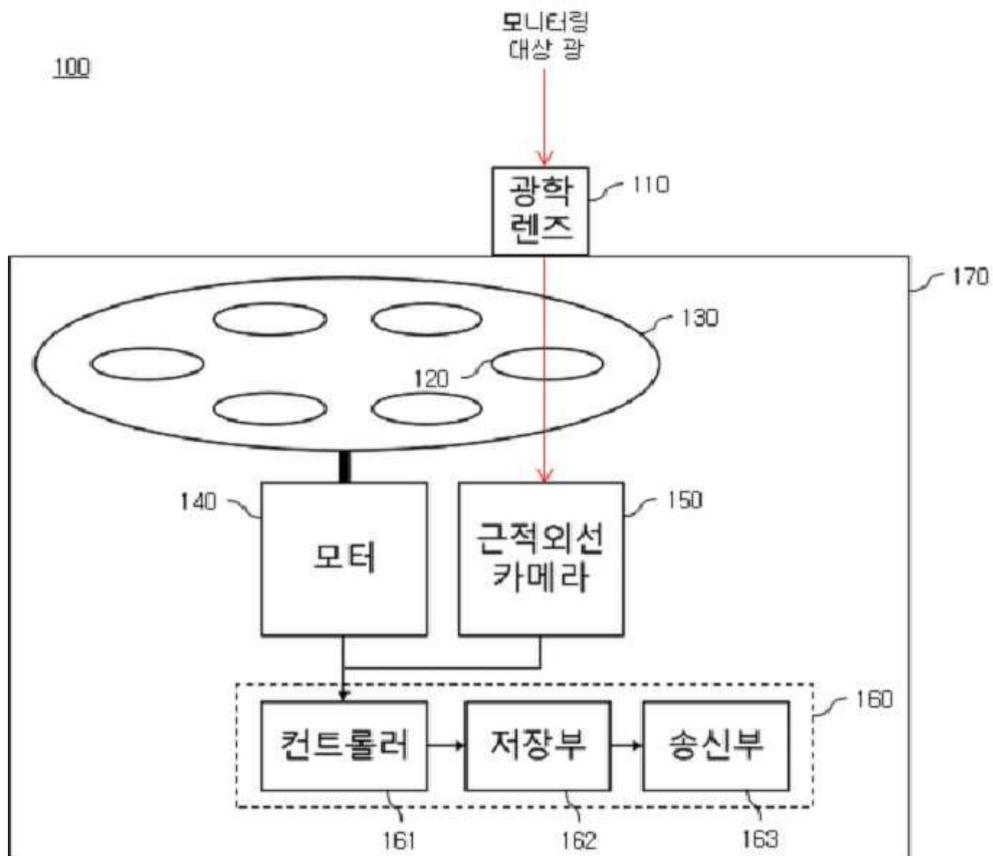
부호의 설명

[0080]

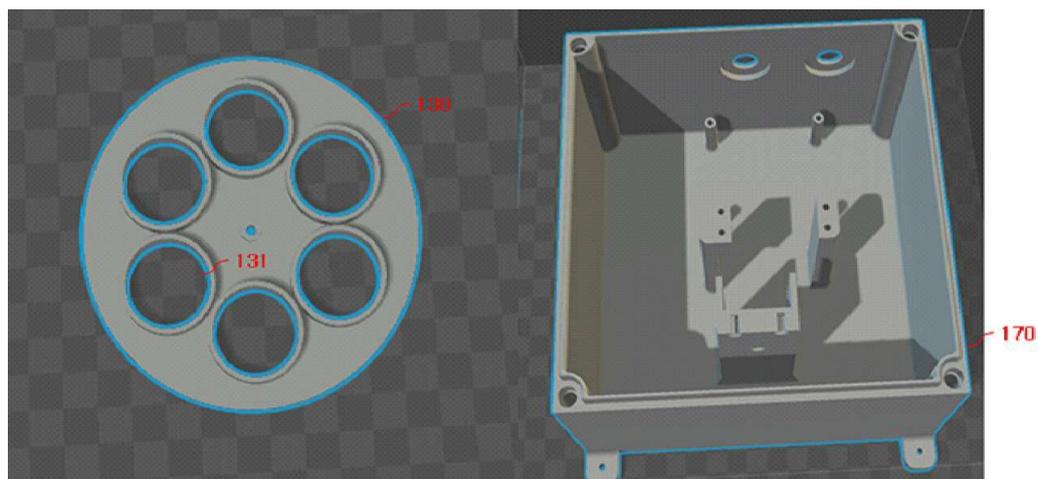
- 100: 이미징 시스템 110: 광학 렌즈
- 120: 복수의 광학 필터들 130: 회전 원판
- 131: 복수의 필터 설치 홀들 140: 모터
- 150: 카메라 160: 제어부
- 161: 컨트롤러 162: 저장부
- 163: 송신부 170: 케이스

도면

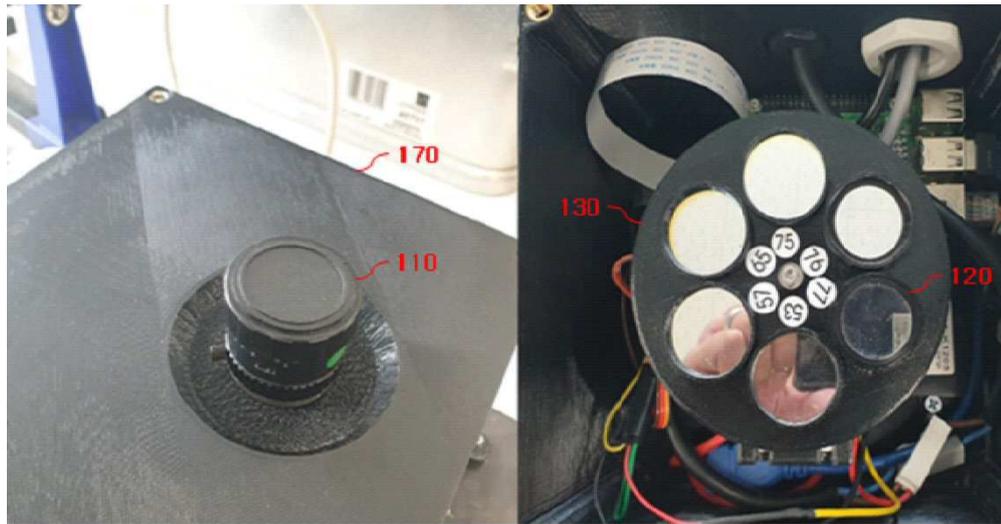
도면1



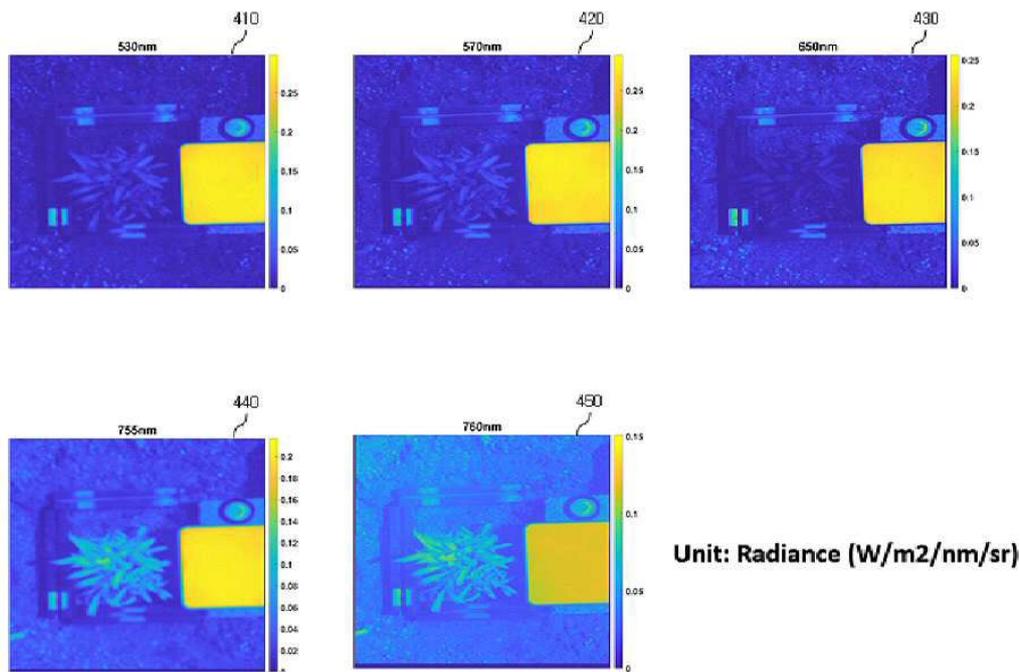
도면2



도면3



도면4



도면5

