



(19) 대한민국 지식재산청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년10월02일

(11) 등록번호 10-2868739

(24) 등록일자 2025년09월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06Q 50/26 (2024.01) B64U 101/32 (2023.01)

G06Q 50/02 (2024.01) G06Q 50/10 (2012.01)

G06T 7/11 (2017.01)

(52) CPC특허분류

G06Q 50/26 (2024.01)

G06Q 50/02 (2024.01)

(21) 출원번호 10-2024-0079346

(22) 출원일자 2024년06월19일

심사청구일자 2024년06월19일

(56) 선행기술조사문헌

공개특허공보 제10-2020-0084972호
(2020.07.14.)*

한국지리정보학회지. 한국지리정보학회. “랜덤포
레스트와 Sentinel-2를 이용한 식생 분류의 입력
특성 최적화” (2020.12.31.)*

환경생태학회지. 환경생태학회. “강원도 신갈나
무 군락의 우점도 다양성에 관한 연구”
(1997.12.31.)*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

국립생태원

충청남도 서천군 마서면 금강로 1210 ()

(72) 발명자

남경희

전북특별자치도 군산시 공포2로 25 이편한세상 디
오션시티 104동 403호

한성민

전북특별자치도 군산시 공포2로 77 더샵그랑시엘
APT 504동 1703호

이중로

전북특별자치도 군산시 공포2로 77 더샵디오션시
티그랑시엘2차 505동 1402호

(74) 대리인

특허법인로드

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 조희정

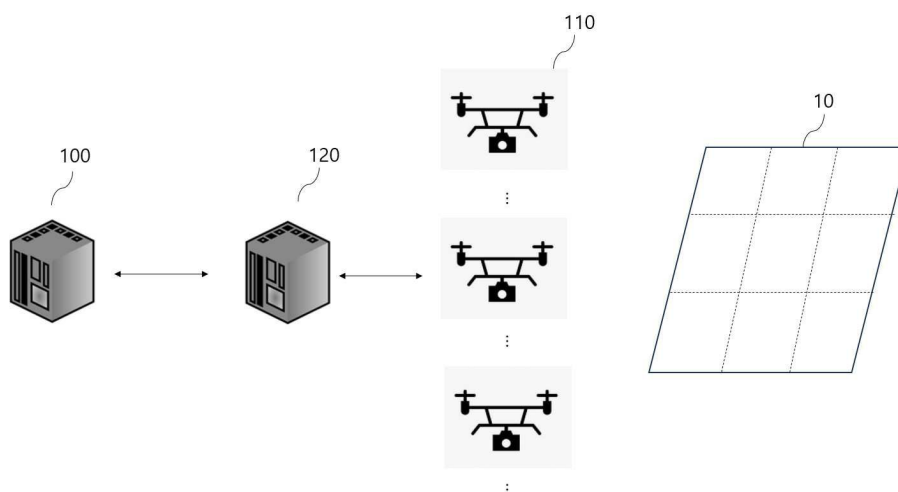
(54) 발명의 명칭 드론 영상 기반 LMO 격리포장 관리 서버 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일 측면은, 드론 영상 기반 LMO 격리포장 영역 관리 서버를 제공한다. 드론 영상 기반 LMO 격리포장
영역 관리 서버는, 적어도 하나의 프로세서(processor) 및 적어도 하나의 프로세서가 적어도 하나의 단계를 수행
하도록 지시하는 명령어들(instructions)을 저장하는 메모리(memory)를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 단계는,

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



미리 정해진 영역에 대한 적어도 하나 이상의 드론 항공 촬영 영상을 외부 서버로부터 수신하는 단계, 미리 정해진 영역을 미리 정해진 기준에 따라 산림, 비산림 및 격리포장 영역으로 구분하는 단계, 미리 정해진 영역에서 관찰된 식물 중에 대해 Shannon-Weaver 다양성지수, Simpson 다양성 지수, 종 풍부도 지수 및 종 균등성 지수를 산출하는 단계 및 산출된 Shannon-Weaver 다양성지수, Simpson 다양성 지수, 종 풍부도 지수 및 종 균등성 지수를 기초로, 구분된 산림, 비산림 및 격리포장 영역에 대한 식생 다양성 및 우세성을 계절별 및 연도별로 분석하여 식생 지도를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G06Q 50/10 (2015.01)

G06T 7/11 (2017.01)

B64U 2101/32 (2025.05)

G06T 2207/10032 (2013.01)

G06T 2207/30188 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	202304
과제번호	NIE-A-2023-04
부처명	환경부
과제관리(전문)기관명	국립생태원
연구사업명	LMO 안전관리
연구과제명	2023년 환경부 LMO 위해성평가기관 운영
과제수행기관명	국립생태원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31
공지예외적용	: 있음

명세서

청구범위

청구항 1

드론 영상 기반 LMO 격리포장 영역 관리 서버로서,

적어도 하나의 프로세서; 및

상기 적어도 하나의 프로세서가 적어도 하나의 단계를 수행하도록 지시하는 명령어들을 저장하는 메모리를 포함하고,

상기 적어도 하나의 단계는,

미리 정해진 영역에 대한 적어도 하나 이상의 드론 항공 촬영 영상을 외부 서버로부터 수신하는 단계;

상기 미리 정해진 영역을 미리 정해진 기준에 따라 산림, 비산림 및 격리포장 영역으로 구분하는 단계;

상기 미리 정해진 영역에서 관찰된 식물 중에 대해 Shannon-Weaver 다양성지수, Simpson 다양성 지수, 종 풍부도 지수 및 종 균등성 지수를 산출하는 단계;

산출된 상기 Shannon-Weaver 다양성지수, 상기 Simpson 다양성 지수, 상기 종 풍부도 지수 및 상기 종 균등성 지수에 일반선형모형을 적용하여, 연도 요인, 위치 요인, 계절 요인, 연도와 위치 간 상호작용, 연도와 계절 간 상호작용, 위치와 계절간 상호작용, 연도와 위치와 계절 간 상호작용 각각에 관한 F 값들과 p 값들이 포함된 일반선형모형 적용 결과를 생성하는 단계; 및

상기 일반선형모형 적용 결과로부터 p 값이 0.001 미만인 F 값을 확인하여, 요인들과 상호작용들에 따른, 구분된 상기 산림, 상기 비산림 및 상기 격리포장 영역에 대한 식생 다양성 및 우세성을 분석하여 식생 지도를 생성하는 단계;를 포함하는,

드론 영상 기반 LMO 격리포장 영역 관리 서버.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 식생 지도를 생성하는 단계는,

수신된 적어도 하나 이상의 드론 항공 촬영 영상에 대한 정사 모자이크 이미지를 생성하여 디지털 고도 모델 및 등고선을 생성하는 단계;

생성된 상기 디지털 고도 모델 및 상기 등고선을 기초로 실제 지형의 구분선을 결정하는 단계; 및

구분된 상기 산림, 상기 비산림 및 상기 격리포장 영역에 대하여, 산출된 상기 식생 다양성 및 상기 우세성에 따라 서로 다른 색상을 부여하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

드론 영상 기반 LMO 격리포장 영역 관리 서버.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 식생 지도를 생성하는 단계는,

구분된 상기 산림, 상기 비산림 및 상기 격리포장 영역의 우점종을 표시하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

드론 영상 기반 LMO 격리포장 영역 관리 서버.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 드론 영상 기반 LMO 격리포장 관리 서버 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 드론을 이용하여 촬영된 영상을 기초로 LMO 격리포장에 대한 식생 조사, 식생 매핑, 식생 지도 생성 및 지형 변화의 동적 모니터링을 수행하는 드론 영상 기반 LMO 격리포장 관리 서버 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 세계에서 가장 많이 재배되는 곡물인 옥수수는 많은 변화를 가져왔으며, 인간의 필수 주식 중 하나이다. 옥수수는 약 30% 이상이 유전자 변형된 생명체이며, 이러한 추세는 LMO 작물 재배가 전 세계적으로 급증하여 1996년 170만 헥타르(ha)에서 2019년 1억 9,040만 헥타르로 증가하였다.

[0004] 기술 발전에 따라 새로운 생명공학이 지속적으로 등장함에 따라 LMO-LM 작물 품종의 확장은 지속적으로 확산될 것으로 예상된다. 그러나, LM 작물을 소비, 동물 사료 또는 산업 공정에 활용하려면 그 효능과 안전성을 검증하기 위해 엄격한 시험이 요구된다.

[0005] LM 작물을 생태계에 도입하면 야생 식물 개체군 사이에 유전자 조작 특성이 부주의하게 확산되는 등 의도하지 않은 결과가 발생할 수 있는 위험이 존재한다. 이러한 환경 및 생태 위험을 완화하기 위해 현장 시험을 위한 효과적인 안전 관리 전략이 필수적으로 요구된다.

[0006] LMO를 관리하는 규제 프레임워크는 국가마다 다양하며 일반적으로 LMO의 개발, 생산 및 적용을 감독하는 전담 기관이 포함된다.

[0007] 대한민국에서는 7개 부처가 용도에 따라 LMO를 감독하며, 환경부(MOE)는 환경 복원에 사용되는 LMO의 위해성심사와 타 용도 LMO가 자연생태계에 미치는 영향에 대한 안전관리 업무를 담당한다. 이러한 규제 기관은 재배, 환경 방출 및 안전성 평가를 포함하여 실험실 및 격리포장에서의 LMO 취급을 포괄하는 지침을 수립하는 경우가 다수 존재한다. 또한, LMO 격리포장 관리에는 위험 평가, 누출 모니터링, 비상 계획 및 표준 운영 절차 수립을 포함한 다각적인 조치가 요구된다.

[0008] 환경 지표를 모니터링하는 것은 LMO가 자주 재배되는 지역을 관리하는 데 있어서 중요한 측면으로 작용한다. 구체적으로 LMO는 주변 환경으로 확산되어 식생 지역을 벗어날 수 있다.

[0009] LM 작물은 꽃가루와 종자를 통해 주변 환경으로 전파될 수 있으므로, 이웃한 식물군집에 미치는 영향을 꼼꼼하게 평가하는 것이 필수적이다.

[0010] LMO 격리포장에 인접한 식생의 감시는 LMO의 실제 확산과 지속성에 대한 중요한 통찰력을 제공한다.

[0011] 대한민국에서는 제한된 시험 환경에서의 실험을 통해 시험된 LM 작물과 교배할 수 있는 토종 또는 밀접하게 관련된 야생종의 분포를 조사해야 할 필요가 있으며, 토종 작물과 혼성화 범위 내에 존재하는 경우 토종 작물의 제거가 필수적이다. 또한, 제한된 시험 환경 내에서 LM 작물로부터의 변형된 유전자의 전이를 방지하기 위한 안전 조치를 확립해야 한다.

[0012] 이와 동시에, LMO 격리포장의 효과적인 안전 관리를 위해서는 LMO 유출 감지와 주변 동식물 내 변화를 면밀히 조사하는 것이 필요하다. 또한, Shannon-Weaver 및 Simpson 다양성 지수와 같은 표준화된 생물 다양성 지수를 활용하면 LMO가 식물 생물 다양성에 미치는 영향을 정량적으로 평가할 수 있다.

[0013] 현대에는 LMO 격리포장 안전관리의 강력한 도구로서 드론 기반 항공 사진이 사용될 수 있다. 기존 위성 영상의 해상도를 뛰어넘는 드론 영상 분석은 작물 수확량 예측과 침입종 탐지를 지원해 농업 생산성은 물론 환경 보전도 향상시킬 수 있다. 또한, 드론은 동물 모니터링 및 가축 관리 시스템 최적화를 위한 효과적인 도구 역할을 하여 비용 절감 효과를 가져올 수 있다. 따라서 드론 기반 항공사진을 이용하는 기술은 환경 보전, 해양 폐기물 청소, 산불 모니터링 등 시급한 문제를 해결할 수 있다.

[0014] 그럼에도 불구하고 드론을 LMO 격리포장 관리에 통합하는 것은 급성장하는 연구 분야로서 예상되는 이점과 한계

를 설명하기 위해 신중한 탐색이 필요하다.

- [0015] 이에 따라, 기존 조사 방법을 사용하여 LM 작물이 주변 식생에 미치는 영향을 평가하고 드론 기반 모니터링 시스템의 잠재적 유용성을 면밀히 조사함으로써 LMO 격리포장에 대한 강력한 안전 관리 시스템을 고안하기 위한 연구가 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0017] (특허문헌 0001) 국내등록특허 제10-2542556호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0018] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 드론 영상 기반 LMO 격리포장 관리 서버 및 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0020] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면은, 드론 영상 LMO 격리포장 관리 서버를 제공한다.
- [0021] 드론 영상 기반 LMO 격리포장 관리 서버는, 적어도 하나의 프로세서(processor) 및 적어도 하나의 프로세서가 적어도 하나의 단계를 수행하도록 지시하는 명령어들(instructions)을 저장하는 메모리(memory)를 포함할 수 있다.
- [0022] 적어도 하나의 단계는, 미리 정해진 영역에 대한 적어도 하나 이상의 드론 항공 촬영 영상을 외부 서버로부터 수신하는 단계, 미리 정해진 영역을 미리 정해진 기준에 따라 산림, 비산림 및 격리포장으로 구분하는 단계, 미리 정해진 영역(10)에서 관찰된 식물 중에 대해 Shannon-Weaver 다양성지수, Simpson 다양성 지수, 종 풍부도 지수 및 종 균등성 지수를 산출하는 단계 및 산출된 Shannon-Weaver 다양성지수, Simpson 다양성 지수, 종 풍부도 지수 및 종 균등성 지수를 기초로, 구분된 산림, 비산림 및 격리포장에 대한 식생 다양성 및 우세성을 계절별 및 연도별로 분석하여 식생 지도를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 식생 지도를 생성하는 단계는, 수신된 적어도 하나 이상의 드론 항공 촬영 영상에 대한 정사 모자이크 이미지를 생성하여 수치 표고 모델 및 등고선을 생성하는 단계, 생성된 디지털 고도 모델 및 등고선을 기초로 실제 지형의 구분선을 결정하는 단계 및 구분된 산림, 비산림 및 격리포장에 대하여, 산출된 식생 다양성 및 우세성에 따라 서로 다른 색상을 부여하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 식생 지도를 생성하는 단계는, 구분된 산림, 비산림 및 격리포장의 우점종을 표시하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 상기와 같은 본 발명에 따른 드론 영상 기반 LMO 격리포장 관리 서버 및 방법을 이용할 경우에는 식생 조사, 식생 매핑, 식생지도 제작 및 지형 변화의 동적 모니터링을 결합하여 LMO 격리포장에 대한 강력한 안전 관리를 수행할 수 있다.
- [0027] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 본 발명의 특징한 바람직한 실시예들의 상기에서 설명한 바와 같은 또한 다른 측면들과, 특징들 및 이득들은 첨부 도면들과 함께 처리되는 하기의 설명으로부터 보다 명백하게 될 것이다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 드론 영상 기반 LMO 격리포장 관리 서버의 구동 환경을 나타낸 예시도이다.

도 2는 드론 기반 LMO 격리포장 모니터링 기술의 발전을 설명하기 위한 예시도이다.

도 3은 대한민국 서천구에 위치한 LMO 격리포장 위치를 나타낸 도면이다.

도 4는 LMO 격리포장 내외에서 조사된 식물 군집 분석을 나타내는 예시도이다.

도 5는 LMO 격리포장에서 수집한 식생 데이터를 기반으로 한 연구 도표의 비계량적 다차원 척도(NMDS)를 나타낸 예시도이다.

도 6은 드론을 통해 획득한 이미지를 설명하기 위한 예시도이다.

도 7은 드론을 이용한 항공 이미지를 통해 생성된 식생 지도를 설명하기 위한 예시도이다.

도 8은 도 1에 따른 드론 영상 기반 LMO 격리포장 관리 서버에 대한 하드웨어 구성도이다.

상기 도면들을 통해, 유사 참조 번호들은 동일한 혹은 유사한 엘리먼트들과, 특징들 및 구조들을 도시하기 위해 사용된다는 것에 유의해야만 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0031] 실시예를 설명함에 있어서 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려져 있고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.
- [0032] 마찬가지로 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 개략적으로 도시되었다. 또한, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다. 각 도면에서 동일한 또는 대응하는 구성요소에는 동일한 참조 번호를 부여하였다.
- [0033] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [0034] 이때, 처리 흐름도 도면들의 각 블록과 흐름도 도면들의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.
- [0035] 또한, 각 블록은 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실행 예들에서는 블록들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.
- [0036] 이 때, 본 실시예에서 사용되는 '~부'라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA(field-Programmable Gate Array) 또는 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '~부'는 어떤 역할

들을 수행한다. 그렇지만 '~부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '~부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들, 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '~부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부'들로 더 분리될 수 있다. 뿐만 아니라, 구성요소들 및 '~부'들은 디바이스 또는 보안 멀티미디어카드 내의 하나 또는 그 이상의 CPU들을 재생시키도록 구현될 수도 있다.

[0037] 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명함에 있어서, 특정 시스템의 예를 주된 대상으로 할 것이지만, 본 명세서에서 청구하고자 하는 주요한 요지는 유사한 기술적 배경을 가지는 여타의 통신 시스템 및 서비스에도 본 명세서에 개시된 범위를 크게 벗어나지 아니하는 범위에서 적용 가능하며, 이는 당해 기술분야에서 숙련된 기술적 지식을 가진 자의 판단으로 가능할 것이다.

[0038] 도 1을 참조하면, 드론 영상 기반 Living Modified Organism(이하, 'LMO'라고 함) 격리포장(Confined field) 관리 서버(이하, '서버(100)'라고 함.)는 미리 정해진 영역(10)에 대한 드론 항공 촬영 영상을 외부 서버(120)로부터 수신할 수 있다.

[0039] 이때, 서버(100)는 유무선 네트워크로 연결된 외부 서버(120)와 연결되어, 드론(110)으로부터 획득된 영상을 수신할 수 있으며, 이에 제한되지 않고, 서버(100)가 직접 유무선 네트워크를 통해 드론(110)을 제어하고, 드론(110)으로부터 영상을 획득하여 분석할 수 있다.

[0040] 여기서, 유무선 네트워크는 블루투스(Bluetooth) 통신, BLE(Bluetooth Low Energy) 통신, 근거리 무선 통신(Near Field Communication, NFC), WLAN 통신, 지그비(Zigbee) 통신, 적외선(Infrared Data Association, IrDA) 통신, WFD(Wi-Fi Direct) 통신, UWB(ultra-wideband) 통신, Ant+ 통신, WIFI 통신, RFID(Radio Frequency Identification) 통신 등 다양한 통신방법을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0041] 이때, 미리 정해진 영역(10)은 LMO 격리포장일 수 있으나, 이에 제한되지 않으며, 서버(100)에 의해 미리 정해진 영역일 수 있다.

[0042] 일 실시예에 따르면, 미리 정해진 영역(10)은 LMO 위험성 평가 목적으로 2018년에 건설된 대한민국 서천 소재 국립생태원(NIE)의 LMO 격리포장 영역(36° 01' 43.4" N, 126° 43' 21.8" E)일 수 있다.

[0043] 미리 정해진 영역(10)은 LMO 격리포장 영역을 중심으로 반경 100m를 포함하며, 면적은 9,873m²이며 절단 경사면, 테스트 필드 및 수집 우물로 구성될 수 있다. 또한, LMO 격리포장 영역은 불규칙하며 건물, 수로, 운동장, 산림 영역으로 둘러싸여 있을 수 있으며, LM(Living Modified) 식물을 자연 환경으로 방출하는 것과 관련된 위험을 평가하고 테스트하기 위해 설계되어 운영되는 영역 또는 지역일 수 있다. 이때, LMO 격리포장 영역은 LM 식물이 아직 방출되지 않은 것으로 가정하며, 자연환경은 관찰영역과 인위적으로 관리되는 영역으로 구분될 수 있다.

[0044] 한편, 서버(100)는 LMO 격리포장 영역 주변의 자생식물을 모니터링하기 위해 모니터링 영역을 적어도 하나 이상의 기준에 따라 적어도 하나 이상의 영역으로 구분할 수 있다.

[0045] 일 예로, 서버(100)는 LMO 격리포장 영역 주변의 자생식물을 모니터링하기 위해 미리 정해진 영역(10)을 미리 정해진 기준(예: 포장 경계 등)을 중심으로 적어도 하나 이상의 영역으로 영역을 구분할 수 있다. 예를 들어, 서버(100)는 미리 정해진 영역(10)을 산림, 비산림, 격리포장의 3개 영역으로 구분할 수 있다.

[0046] 일 실시예에 따르면, 서버(100)는 미리 정해진 영역(10)에 대해 격리포장 100m 이내에서 자라는 모든 식물 종을 계절과 연도별로 기록하였다. 또한, 식생조사를 위해 격리포장으로부터 0m, 25m, 50m, 100m 지점에 27개 시험구를 구축하였다. 시험구 크기는 산림에서는 5m×5m, 비산림 영역에서는 1m×1m, 격리포장 영역에서는 2m×2m로 설정하였다. 조사는 봄(2020년5월, 2021년4월, 2022년5월), 여름(2020년, 2021년, 2022년8월) 및 가을(2020년 10월, 2021년, 2022년)에 실시되었으며, 조사된 모든 종은 국가종데이터베이스, 국가생물종목록 및 기타 식물도감을 이용하여 식별 및 분류되었다.

[0047] 또한, 서버(100)는 각 조사지역별 종의 중요도는 우점등급을 우점범위의 중앙값으로 환산하고, 평균상대도수를 이용하여 계산하였다.

[0048] 일 실시예에 따르면, 서버(100)는 미리 정해진 영역(10)에서 관찰된 식물 중에 대해 Shannon-Weaver 다양성지수, Simpson 다양성 지수, Margalef 종 풍부도 지수, Pielou의 종 균등성 지수를 이용하여 각 조사 지역의 식생 다양성 및 우세성을 계절별, 연도 별로 분석하였다(수학식 1 참조).

수학식 1

$$Shannon - Weaver \text{ 다양성 지수}(H') = - \sum (P_i \times \log(P_i))$$

$$Simpson \text{ 다양성 지수}(1 - \lambda') = 1 - \sum (N_i \times (N_i - 1) \div (N \times N - 1))$$

$$\text{종 균등성 지수}(J': evenness) = H' \div \log(s)$$

$$\text{종 풍부도 지수}(d: richness) = (S - 1) \div \log(N)$$

[0050]

[0052] 여기서, P_i는 종 I의 비례 풍부도, N_i는 종 I의 수, N은 종의 밀도, S는 총 종 수를 의미할 수 있다.

[0053] 또한, 서버(100)는 SAS Studio(버전3.8, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 사용하여 수행하여 모든 분석을 수행하였다. 데이터는 5% 유의 수준에서 분산 분석(ANOVA)을 수행하였다. ANOVA 결과가 평균 간의 유의미한 차이를 나타내는 경우 Tukey의HSD(정직 유의차) 테스트를 사용하여 평균 간의 구체적인 차이를 검증하였다. 또한, 서버(100)는 일반 선형 모델(GLM)을 사용하여 연도, 위치 및 계절이 식물 다양성에 미치는 영향을 확인하였다.

[0054] 한편, 서버(100)는 드론(10)을 이용하여 영상을 획득할 수 있다. 일 예로, 서버(100)는 드론을 활용한 항공촬영을 통해 LMO 격리포장 시설물을 모니터링하고, 내부(실현)식물과 외부(야생)식물의 변화를 관찰할 수 있다. 이때, 드론(10)은 서버(100) 또는 외부 서버(120)를 통해 제어될 수 있으나, 이에 제한되지 않고 외부 조종 주체에 의해 조종이 수행될 수 있다. 또한, 드론(10)은 DJI INSPIRE 2 무인 항공기(UAV)(DJI, 중국 광둥)와ZENMUSE X4S 기종 및 제어 시스템을 사용할 수 있으며, 이를 통해 현장에서 항공 이미지를 획득하였다. 항공 영상은 2020~2022년 13:00~15:00사이에 획득하였으며, 운항 빈도는 기상 조건에 따라 2020년3월~11월과 2022년 사이에 월1회 수행되었으며, 날씨가 흐리거나 맑은 경우에만 이미지를 획득하였다.

[0055] UAV 비행은 지상 150m에서 수행되었으며 카메라 렌즈(AF-S 8.8mm, 조리개 크기, f/5.6, 초점 거리, 9mm, 조리개, 2.97, ISO, 100, 노출 시간, 1/400초)는 지면과 수직으로 유지되었다. 일 실시예에 따르면 470개 이상의 이미지(이미지 크기: 5472×3078 pixel)를 획득하여 사용하였다.

[0056] 또한, 서버(100)는 정확한 식생 지도를 생성하기 위해 드론으로 촬영한 항공 이미지를 사용하였으며 PhotoScan Professional(Agisoft LLC, 러시아 상트페테르부르크)과 같은 사진 측량 소프트웨어를 사용하여 이미지를 처리하고 편집하였다.

[0057] 각각의 드론 이미지 촬영 지점에는GPS 좌표를 포함하며, 이를 통해 중첩된 이미지를 촬영하므로 때문에 편집을 통해 하나의 이미지를 생성할 수 있다. 또한 정사모자이크 이미지를 생성하여 디지털 고도 모델(DEM)과 등고선을 생성할 수 있으며, 이를 통해 실제 지형의 구분선을 결정하는 데 사용할 수 있다. 서버(100)는 이렇게 처리된 이미지를 기초로 QGIS 소프트웨어(QGIS 개발 팀, 버전3.22.9-Bia³ owie³ a, 폴란드)를 사용하여 식생 지도를 생성하였다.

[0058] LMO의 국가간 이동 등에 관한 법률(the LMOs Act)(이하, “LMO법”)에 따라 국내에서는 7개 정부 부처가 LMO를 관리하고 있다. 환경부는 환경 복원을 위한 LMO의 위험성 심사 및 안전관리 업무를 수행하고, 기타 목적으로 LMO가 자연 생태계에 미치는 위험성에 대한 협의 심사 업무를 수행한다. 환경부는 2018년부터 LMO 위해성평가기관을 운영중인 국립생태원(NIE)에서 LMO 격리포장을 운영해 환경부 소관 LMO의 위해성평가 기준을 표준화함으로써 과학적이고 체계적인 안전관리를 도모하고 있다.

[0059] 일 실시예에 따른 본 발명의 주요 목표 중 하나는 환경부 규제 범위 내에서 LMO 격리포장에 맞는 혁신적인 안전관리 시스템을 구축하는 것이 될 수 있다. 이 목표는 LM 작물과 주변 식물 생태계 간의 상호 작용을 면밀히 평가함으로써 실현될 수 있다.

[0060] 도 2는 드론 기반 LMO 격리포장 영역 모니터링 기술의 발전을 설명하기 위한 예시도이다.

[0061] 도 2를 참조하면, 기존의 측량 기술과 최첨단 드론 기반 모니터링 시스템을 융합한 하이브리드 접근 방식을 통해 그 효율성이 주목받고 있다.

[0062] 일 실시예에 따른 본 발명은 3년에 걸쳐 세 가지 뚜렷한 생태학적 영역, 즉 둘러싸인 산림, 인접한 비산림 영역, 격리포장 영역에 대한 분석 결과를 포함한다. 여기에는 집중적인 식생 조사, 생물 다양성 지수의 엄격한 분석, 복잡한 지형 변화를 분석하기 위한 드론 기반 항공 관측 활용 등 세 가지 필수 활동이 포함될 수 있다.

[0063] LMO에 대한 환경방출 평가를 시작하기 전, LMO 격리포장 주변의 야생식물 군집에 대한 종합적인 조사를 실시하고, 식생의 시공간 역학을 면밀히 분석했다.

표 1

[0066]

Location	Year	Plant Growth Form (%)							Life Form (%)				Origin (%)	
		Herb	Shrub /Tree	Tree	Shrub	Herb /Shrub	Graminoid	Fern	Annual	Annual /Biennial	Biennial	Perennial	Native Plant	Non-Native Plant
Confined field	2020	50.0	0	0	4.5	0	27.3	4.5	52.4	19.0	0	28.6	76.2	23.8
	2021	52.4	0	4.8	4.8	4.8	19.0	0	40.0	15.0	5.0	40.0	70.0	30.0
	2022	41.7	0	8.3	8.3	8.3	8.3	0	45.5	9.1	0	45.5	63.6	36.4
Forest 25 m	2020	35.9	1.3	6.4	11.5	1.3	10.3	7.7	23.4	3.9	1.3	71.4	85.7	14.3
	2021	22.1	0	8.8	14.7	0	7.4	1.5	7.6	12.1	0	80.3	97.0	3.0
	2022	37.7	0	3.8	13.2	0	11.3	7.5	30.8	7.7	0	61.5	88.5	11.5
Forest 50 m	2020	25.6	0	7.0	11.6	2.3	16.3	11.6	20.4	5.6	1.9	72.2	90.7	9.3
	2021	22.0	0	10.0	16.0	2.0	16.0	8.0	21.4	4.8	2.4	71.4	92.9	7.1
	2022	22.0	0	10.0	16.0	2.0	16.0	8.0	16.3	4.1	0	79.6	93.9	6.1
Forest 100 m	2020	36.1	0	3.3	9.8	3.3	18.0	8.2	28.8	5.1	1.7	64.4	84.7	15.3
	2021	36.5	0	3.2	14.3	3.2	12.7	3.2	33.9	3.2	3.2	59.7	88.7	11.3
	2022	46.9	0	3.1	10.9	1.6	14.1	3.1	30.2	4.8	4.8	60.3	84.1	15.9
Non-Forest 25 m	2020	63.4	0	0	0	0	24.4	2.4	47.5	7.5	7.5	37.5	62.5	37.5
	2021	67.7	0	0	0	3.2	12.9	3.2	33.3	3.3	13.3	50.0	73.3	26.7
	2022	63.4	0	2.4	2.4	2.4	19.5	2.4	50.0	2.5	7.5	40.0	62.5	37.5
Non-Forest 50 m	2020	62.5	0	0	3.1	0	12.5	3.1	38.7	3.2	6.5	51.6	61.3	38.7
	2021	66.7	0	0	4.8	0	14.3	4.8	45.0	5.0	5.0	45.0	70.0	30.0
	2022	63.0	0	3.7	0	3.7	18.5	3.7	34.6	3.8	7.7	53.8	61.5	38.5
Non-Forest 100 m	2020	47.4	0	2.6	0	0	31.6	0	45.9	2.7	8.1	43.2	62.2	37.8
	2021	62.5	0	0	0	0	20.8	0	39.1	0	4.3	56.5	65.2	34.8
	2022	51.5	0	3.0	0	0	21.2	3.0	37.5	3.1	3.1	56.3	65.6	34.4

[0068] 표 1(격리포장 내외의 식물종 변화)은 2020년부터 2022년까지 LMO 격리포장을 둘러싸는 연구 지역의 표본 지층에 있는 봄 식물군을 묘사한 대표적인 목록을 보여준다.

[0069] 도 3은 대한민국 서천구에 위치한 LMO 격리포장의 위치를 나타낸 도면이다.

[0070] 도 3을 참조하면, 조사된 격리포장 내의 식물종은 조사 기간 수년에 걸쳐 일관된 분류 비율을 나타냈다. 그러나, 식물 성장 형태의 차이는 서로 다른 위치에서 분명하게 나타났다.

[0071] 구체적으로, 격리포장 영역과 비산림 영역에서 관찰된 식물의 41.7%에서 67.7%를 허브가 차지한 반면, 산림 영역에서는 관찰된 식물의 22.0%에서 46.9%를 허브가 차지하였다. 또한, 산림 영역은 3.1%~16.0% 범위의 수목 비율을 포함하고 있는 반면, 격리포장 영역과 비산림 영역은 0.0%~3.7%의 낮은 범위를 나타냈다. 또한, 들판에서 50m 떨어진 곳에 위치한 산림은 모든 지역 중에서 나무 비율이 가장 높게 나타났으며, 반면, 100m 거리의 비산림 영역은 가장 풍부한 그라미노이드(graminoids)를 나타낸 것으로 분석되었다.

[0072] 격리포장 영역에서는 일년생 식물이 우세하고 산림이 우거진 지역에서는 다년생 식물이 지배하는 등 생명체의 분포에서 주목할만한 불균형이 관찰되었다. 비산림 영역의 일년생 식물 비율은 33.3%~50.0%인 반면, 산림 영역의 경우 7.6%~33.9% 범위로 나타났다.

[0073] 이에 반해, 산림 영역은 다년생 식물 비율이 59.7%~80.3% 범위로 나타났고, 비산림 영역은 37.5%~56.5%로 나타났다.

[0074] 또한, 자생식물의 비율은 61.3%~97.0%로 나타났으며, 외래식물은 3.0%~38.7%를 차지하였다. 이러한 결과는 빛 가용성, 토양 영양분 및 수분 함량과 같은 서식지 특징의 차이로 인해 산림 영역과 비산림 영역 사이의 식물 종 구성의 차이를 나타낸다. 많은 광량을 요구하는 허브와 풀이 풍부한 비산림 지역과 달리, 산림 영역에는 나무 묘목, 그늘에 강한 허브, 하층 관목과 같은 종이 서식하는 것으로 분석됐다.

[0075] 도 4는 LMO 격리포장 영역 내외에서 조사된 식물 군집 분석을 나타내는 예시도이다.

표 2

Source	DF	풍부도지수		균등성지수		Shannon Diversity Index		Simpson Diversity Index	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Year	2	0.95	0.393	11.71	<0.001	0.77	0.466	0.20	0.818
Location	2	160.89	<0.001	330.15	<0.001	254.93	<0.001	415.33	<0.001
Season	2	1.59	0.213	5.72	0.006	0.66	0.523	1.17	0.318
Year × Location	4	1.31	0.279	4.33	0.004	2.12	0.091	2.69	0.041
Year × Season	4	0.93	0.456	6.01	<0.001	1.06	0.385	2.92	0.029
Location × Season	4	2.07	0.097	2.87	0.032	2.97	0.027	5.26	0.001
Year × Location × Season	8	0.73	0.666	5.86	<0.001	1.43	0.207	4.35	<0.001

[0079] 도 4 및 표 2(LMO 격리포장 영역 내외부에 대한 다양성 지수의 일반선형모형(GLM) 적용 결과)을 참조하면, 종 다양성 지표의 상당한 변화가 위치에 따라 감지되었으며, 연도와 계절에 따라 다양한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

[0080] 풍부도 지수(Richness Index)는 Shannon 다양성 지수($p < 0.001$)와 마찬가지로 위치에 따라 상당한 차이를 나타냈으며($p < 0.001$), 위치와 계절 간의 상호작용도 나타났다($p = 0.027$). 또한, Simpson 다양성 지수는 위치($p < 0.001$)와 모든 상호 작용에서 유의한 차이를 반영했다. 특히 균등성 지수(Evenness Index)는 모든 요인과 상호작용에서 주목할 만한 차이를 나타냈다.

[0081] 식생 조사 결과에 따르면 비산림 영역에 비해 산림 영역 내 식물 종의 다양성이 더 풍부한 것으로 나타났으며, 이는 산림 영역이 복잡한 서식지 구조와 미세 기후로 인해 더 높은 식물 다양성을 보유하고 있다는 점을 나타낸다. Shannon-Weaver, Simpson 및 Margalef 다양성 지수는 산림이 우거진 지역 내에서 높은 값을 나타내며 더욱 다양하고 고르게 분포된 식물 군집을 강조하였다.

[0082] 도 5는 LMO 격리포장 영역에서 수집한 식생 데이터를 기반으로 한 연구 도표의 비계량적 다차원 척도(NMDS)를 나타낸 예시도이다.

[0083] 도 5를 참조하면, 계절과 거리에 따라 식물의 중요도 값이 눈에 띄게 변경되었으며 특정 위치에 따른 변동을 나타낸다. 격리포장 영역은 다른 지역과 비교하여 뚜렷한 특성을 나타냈으며, 산림 영역과 비 산림 영역 간의 구분도 식별 가능하였다. 산림 영역은 LMO 격리포장 영역과의 근접성을 기준으로 분류되었으며, 거리에 따른 식생의 변화를 나타낸다.

[0084] 반면, 비산림 영역은 2020년 봄, 2021년 가을, 2022년 봄에 뚜렷한 계절적 변화를 나타낸다. 이러한 결과는 시간이 지남에 따라 LMO 격리포장 영역을 포함하는 식생 관련 공간 분포의 중요도 값이 일관되게 분리되어 의도하지 않은 LMO 방출을 신속하게 감지할 수 있는 능력을 높일 수 있음을 나타낸다.

[0085] 식생 중요도를 평가하여 성공적인 침입종의 공간적 범위와 영향 심각도를 조사하는 연구를 수행했다. 또한, 이에 따라 주로 인간의 개입과 인위적인 관리 관행에 기인하는 비산림 영역(예: 수로, 운동장 및 건물 등)의 계절적 변동성이 산림 영역보다 더 뚜렷하게 나타났으며, 이는 LMO 격리포장 현장 모니터링에서 인간의 교란과 자연 서식지를 구별하는 것의 중요성을 강조한다.

[0086] 도 6은 드론을 통해 획득한 이미지를 설명하기 위한 예시도이다.

[0087] 도 1 및 도 6을 참조하면, 서버(100)는 드론(110)이 촬영한 영상을 획득할 수 있다.

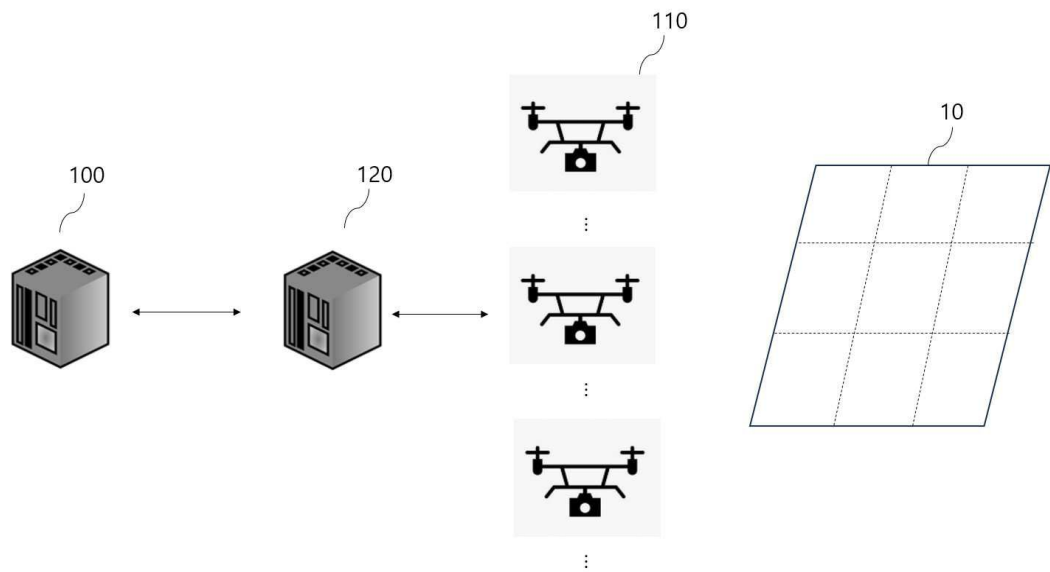
- [0088] 일 실시예에 따르면, 도 6의 (a)는 수평 및 수직 중첩이 40%로 구성된 총 영역 31.65 헥타르에 대해 150m 고도에서 획득된 이미지를 나타낸다. 예컨대, 드론(110)의 비행 시간은 24분이며, 42개의 항공 이미지가 획득될 수 있다.
- [0089] 이때, 서버(100)는 도 6의 (b)와 같이 수집된 항공 이미지를 편집하여 디지털 고도 모델(DEM)과 정사 영상을 생성할 수 있다. 이때, 드론 이미지의 제곱 평균 제곱 오차(RMSE)는 X, Y 및 Z 방향으로 각각 0.36m, 0.67m 및 2.03m일 수 있으며, 이는 편집된 이미지에서 건물과 식별 가능한 지형에서 작은 위치 불일치를 가져올 수 있다.
- [0090] 한편, 서버(100)는 도 6의 (c) 및 (d)와 같이, 드론 정사 영상에서 추출한 등고선을 사용하여 지형을 다각형으로 분할할 수 있으며, 예컨대, QGIS가 사용될 수 있다.
- [0091] 식생지도는 국토지리정보원에서 제공하는 위성지도 서비스나 항공사진에 의존했다. 그러나 이러한 접근 방식은 실시간 식생 변화를 포착할 수 없으나, 드론을 이용하는 경우 실시간 고해상도 이미지 획득을 통해 실제 식생 변화에 대한 전체적인 시각을 제공할 수 있다. 드론을 통해 획득한 이미지 기반의 분석은 LMO 격리포장 영역 주변 건물의 진화와 강수량 및 계절별 식생 변화로 인한 지형 변화를 제공할 수 있다.
- [0092] 일 실시예에 따르면, 드론은 건물의 건설 과정, 강우로 인한 지형 변화, 식생의 계절적 변화 등 실제 식생 역학을 포괄적으로 볼 수 있는 실시간 이미지를 제공하며, 드론의 사용은 토지 개발, 산림 관리, 식물 사회학적 공간 분석을 포함한 다양한 응용 분야에 대한 가능성을 제시한다. 또한, 드론은 산불과 홍수에 취약한 건조 지역에서 침입성 식물 종을 식별할 수 있는 능력을 제공할 수 있다.
- [0093] 도 7은 드론을 이용한 항공 이미지를 통해 생성된 식생 지도를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0094] 도 7을 참조하면, 생성된 식생 지도는 관찰된 지역 내에서 우점종을 정확히 찾아내 식생 범위의 변화를 나타낼 수 있으며, 식생 피복의 상대적 우세를 활용하여 모니터링되는 지역의 주요 종을 식별할 수 있다. 예컨대, 도 1 및 도 7을 참조하면, 서버(100)는 미리 정해진 영역(10)에 대한 식생 다양성 및 우세성을 기초로 미리 정해진 기준에 따라 구분된 구분 영역에 서로 다른 색상을 부여할 수 있다.
- [0095] 특히 25m 산림 영역은 *Oplismenus undulatifolius*와 같은 그라미노이드 식물이 지배적인 반면, *Conyza canadensis*는 LMO 격리포장 영역 내에서 우점종으로 나타났다. 50m 및 100m 지역은 관목이 우점종으로 나타났으며, *Akebia kinata*가 지배적으로 나타났다.
- [0096] 비산림 영역에서는 *Taraxacum officinale*이 25m 지역을, *Zoysia japonica*가 건물을 둘러싸고 있으며 *Miscanthus sacchariflorus*가 50m 수로를 따라가는 등 우점종의 변화가 나타났다. 또한, 100m 영역에서는 구조물에 근접하여 *Zoysia japonica*가 우점종으로 나타난 반면 *Vicia sativa*가 무인 지역의 우점종으로 나타났다. 식생 중요도 값을 활용하여 식생 지도를 구축하여 *Conyza canadensis*를 LMO 격리포장 영역 내에서 가장 중요한 종으로 결정하였다. 또한, *Lamium amplexicaule*이 25m 산림 영역에서 우점종으로 나타났으며, *Equisetum arvense*가 50m 및 100m에서 우점종으로 나타났다.
- [0097] 또한, *Taraxacum officinale*은 25m에서 비산림 영역에서 가장 높은 중요도 값을 나타냈으며, *Zoysia japonica*는 50m와 100m에서 높은 값을 나타냈다.
- [0098] 이러한 결과로, 식생의 변화는 거리와 인간 활동에 의해 결정된다는 것이 밝혀졌으나, 우점종의 변이는 관리되지 않는 부문의 지형과 복잡하게 연관되어 있는 것으로 나타났다.
- [0099] 이러한 점은 생태계에 LMO가 방출된 이후 무인 산림 영역의 변화에 관한 세심한 관찰의 중요성을 강조하는 것일 수 있다. LMO를 탐지하는 것은 다양한 생태학적 위험을 감지하는 일이며, LMO 유출이 제한된 격리포장 주변 생태계에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 계절별, 연간별 공간변화 데이터 축적이 필수적으로 요구된다. 예컨대, 드론을 이용한 측량을 통해 얻은 데이터 외에도 식생조사와 마찬가지로 주변 변화를 분석하기 위해 시간에 따른 지속적인 데이터 축적이 필수적으로 요구될 수 있다.
- [0100] 일 실시예에 따르면, 지리 정보 시스템(GIS) 데이터베이스를 사용하여 드론 영상에서 파생된 포괄적인 공간 및 식생 정보를 구축, 분석 및 관리함으로써 LMO 격리포장 영역의 효과적인 안전 관리를 수행할 수 있다.
- [0101] 또한, 체계적인 데이터 관리를 위한 지리 정보 시스템(GIS) 데이터베이스 구축과 식생정보 관리가 요구될 수 있으며, 예컨대, 정확하고 광범위한 관리를 위해서는 다양한 스펙트럼을 포괄하는 광범위한 드론 사진과 이미지의 수집이 수행될 수 있다.
- [0102] LMO 격리포장 영역에 대한 강력한 안전 관리 시스템을 구축하는 것은 주변 생태계의 오염을 방지하는 데 중요한

요소이다. 또한, 드론을 이용한 영상 기반의 식생 지도 제작은 LMO 격리포장 영역 주변의 식생 역학에 대한 세심한 모니터링을 가능하게 하여 기존 조사 기능을 능가하는 효과가 있다.

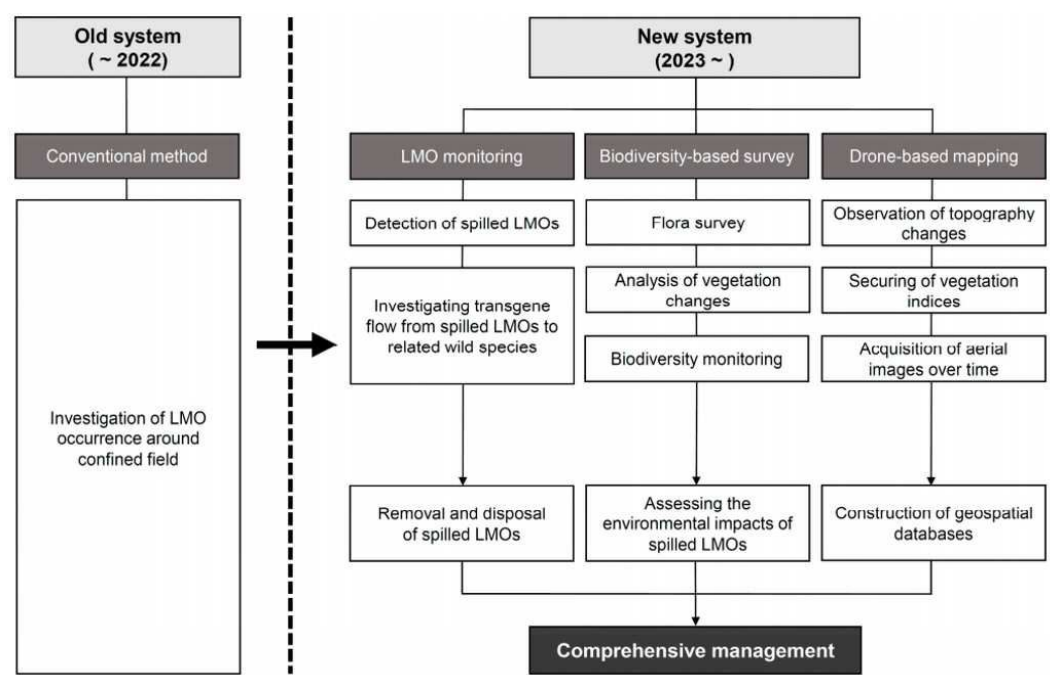
- [0103] 일 실시예에 따르면, 드론을 활용한 모니터링은 위성영상 대비 고해상도 영상과 상세한 정보를 제공할 수 있으며, 분할된 촬영 간격으로 LMO 격리포장 영역 주변의 지형 변화를 신속하게 반영하고 식생 군집의 매핑 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0104] 또한, 드론을 활용한 항공촬영 프로세스는 조사 범위 확대, 신속한 조사 속도, 인력 및 비용 절감을 통해 이전에 접근하기 어려운 정보 영역을 포함한 포괄적인 데이터를 얻는 데 도움이 될 수 있다.
- [0105] 이러한 공간 데이터 수집은 LMO의 유출 관리에 대한 지속 가능하고 장기적인 접근 방식을 구축하기 위한 초석으로서 포괄적인 데이터베이스 구축을 위한 토대를 마련하는 것일 수 있다.
- [0106] 이를 통해, 안전 관리 시스템 내의 변화를 모니터링하고, 확립된 격리포장 영역 내에서 LMO의 재배를 정확히 식별하며, 관련 종과 해당 식물군을 식별할 수 있다. 또한, 드론을 활용하는 경우 주변 지역의 식생 조사를 조율하고 즉각적인 지형 및 공간 데이터 수집을 효과적으로 수행할 수 있으며, LMO 격리포장에 안전하고 편리하게 활용될 수 있다.
- [0107] 도 8은 도 1에 따른 드론 영상 기반 LMO 격리포장 영역 관리 서버에 대한 하드웨어 구성도이다.
- [0108] 도 8을 참조하면, 드론 영상 기반 LMO 격리포장 영역 관리 서버(4800)는, 적어도 하나의 프로세서(processor, 810) 및 적어도 하나의 프로세서(810)가 적어도 하나의 단계를 수행하도록 지시하는 명령어들(instructions)을 저장하는 메모리(memory, 820)를 포함할 수 있다.
- [0109] 여기서 적어도 하나의 프로세서(810)는 중앙 처리 장치(central processing unit, CPU), 그래픽 처리 장치(graphics processing unit, GPU), 또는 본 발명의 실시예들에 따른 방법들이 수행되는 전용의 프로세서를 의미할 수 있다. 메모리(820) 및 저장 장치(860) 각각은 휘발성 저장 매체 및 비휘발성 저장 매체 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다. 예를 들어, 메모리(820)는 읽기 전용 메모리(read only memory, ROM) 및 랜덤 액세스 메모리(random access memory, RAM) 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다.
- [0110] 또한, 드론 영상 기반 LMO 격리포장 영역 관리 서버(800)는, 무선 네트워크를 통해 통신을 수행하는 송수신 장치(transceiver, 830)를 포함할 수 있다. 또한, 드론 영상 기반 LMO 격리포장 영역 관리 서버(800)는 입력 인터페이스 장치(840), 출력 인터페이스 장치(850), 저장 장치(860) 등을 더 포함할 수 있다. 드론 영상 기반 LMO 격리포장 영역 관리 서버(800)에 포함된 각각의 구성 요소들은 버스(bus, 870)에 의해 연결되어 서로 통신을 수행할 수 있다.
- [0111] 본 발명에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통해 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위해 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0112] 컴퓨터 판독 가능 매체의 예에는 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리(flash memory) 등과 같이 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함될 수 있다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러(compiler)에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터(interpreter) 등을 사용해서 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다. 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 적어도 하나의 소프트웨어 모듈로 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0113] 또한, 상술한 방법 또는 장치는 그 구성이나 기능의 전부 또는 일부가 결합되어 구현되거나, 분리되어 구현될 수 있다.
- [0115] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 필드로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

도면1



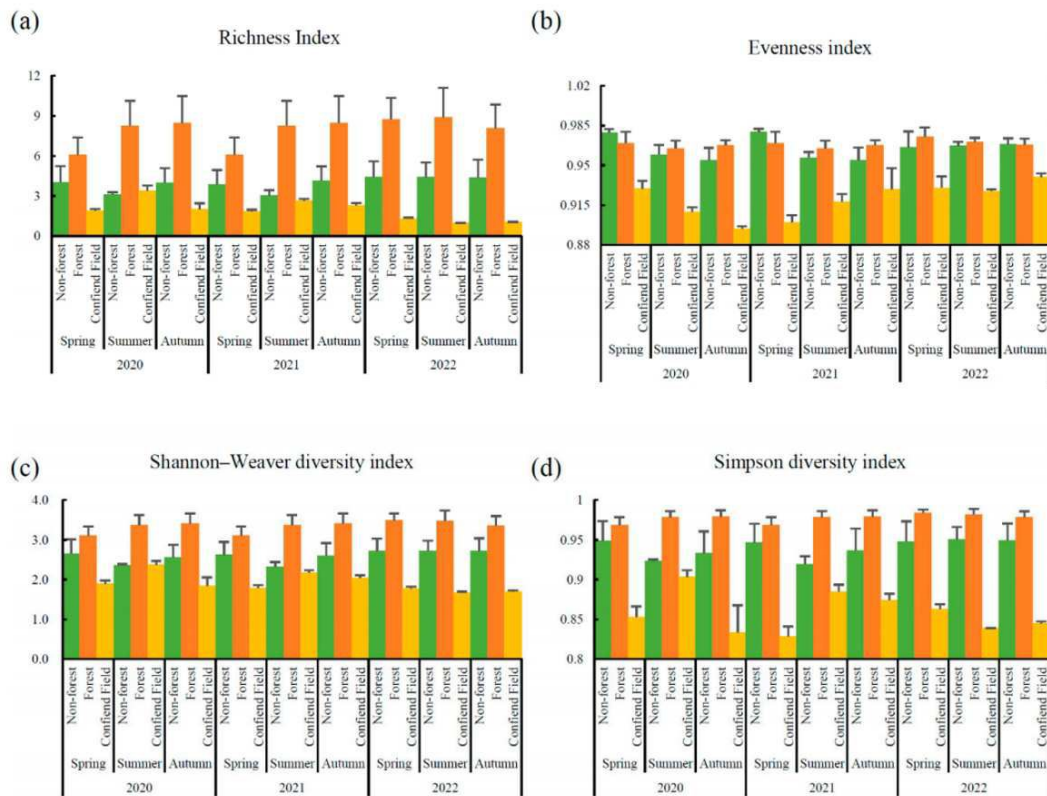
도면2



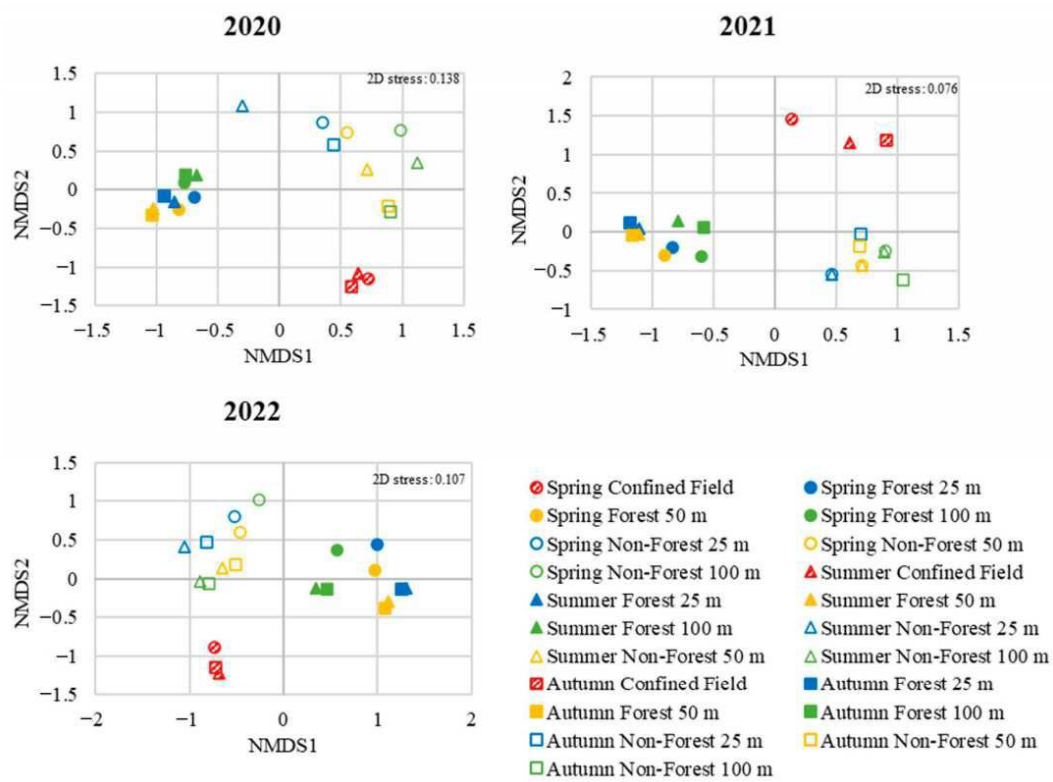
도면3



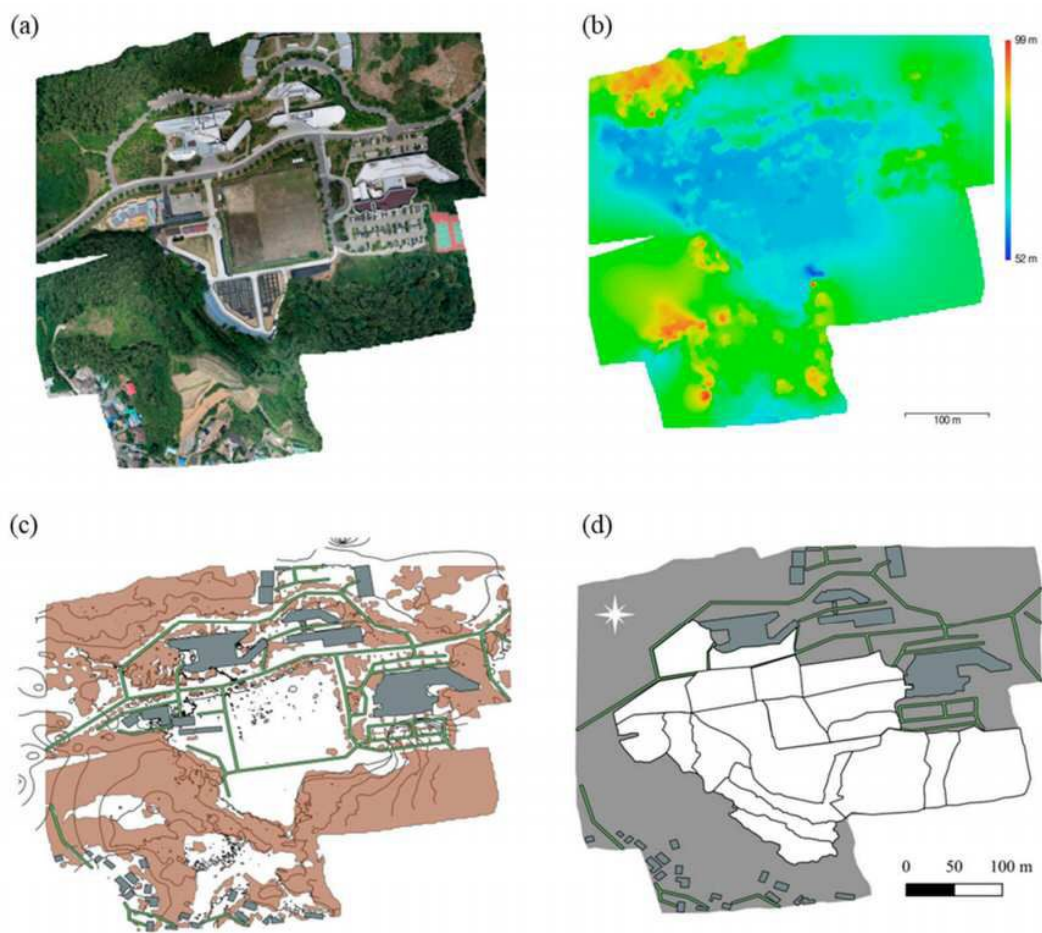
도면4



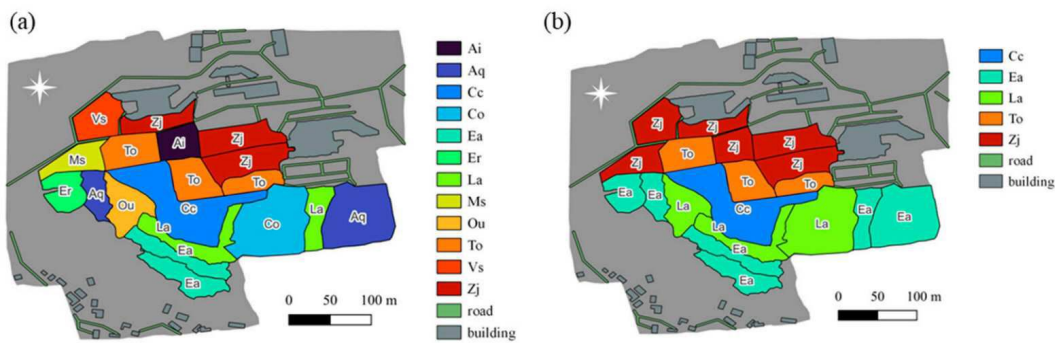
도면5



도면6



도면7



도면8

