



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0122380
(43) 공개일자 2022년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01B 11/02 (2006.01) B64C 39/02 (2006.01)
G01B 11/06 (2006.01) G01B 11/28 (2006.01)
G06T 17/05 (2011.01)

(52) CPC특허분류

G01B 11/022 (2013.01)
B64C 39/024 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0026935

(22) 출원일자 2021년02월26일
심사청구일자 2021년02월26일

(71) 출원인

창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 창원대로 20(퇴촌동)

낙동강수계관리위원회

경상남도 창원시 의창구 중앙대로250번길 5 (신월동, 낙동강유역환경청 내)

(72) 발명자

박경훈

경상남도 창원시 성산구 원이대로 774, 304동
1205호(상남동, 성원아파트)

문병현

경상남도 창원시 성산구 외동반림로 219, 110동
803호(반림동, 현대아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양성보

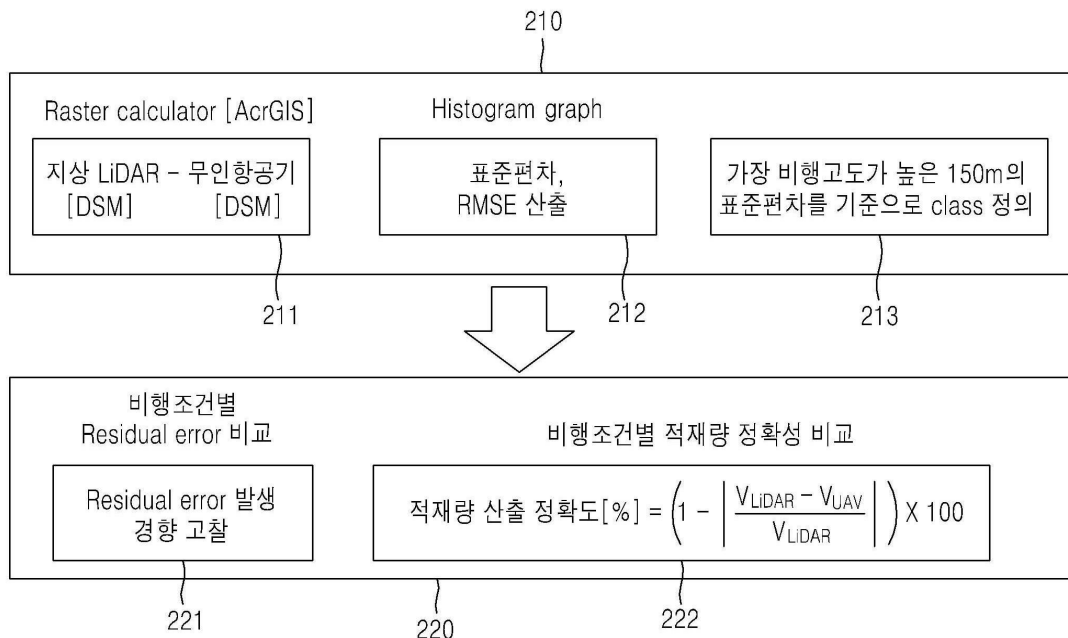
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법 및 시스템

(57) 요약

무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법 및 시스템이 제시된다. 일 실시예에 따른 컴퓨터 장치를 통해 구현되는 무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 시스템을 이용한 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법은, 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상으로 수치표면모델을 생성하는 단계; 및 생성된 수치표면모델을 이용하여 (뒷면에 계속)

대표도



야적퇴비의 단면 분석 및 영상 처리를 통해 야적퇴비 적재량을 산출하는 단계를 포함하여 이루어질 수 있다.

[이 발명을 지원한 국가연구개발사업]

[부처명] 환경부

[과제관리(전문)기관명] 낙동강수계관리위원회

[연구사업명] 환경기초조사사업

[연구과제명] 드론을 활용한 유역환경 조사법 개선 및 야적퇴비 적재 등 비점오염원 현황조사

[과제수행기관명] 창원대학교 산학협력단

[연구기간] 2019.01.07~2019.12.06

(52) CPC특허분류

G01B 11/0608 (2013.01)

G01B 11/28 (2013.01)

G06T 17/05 (2013.01)

B64C 2201/127 (2013.01)

G06T 2207/10032 (2013.01)

(72) 발명자

송봉근

경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20-1, 85호관
606호(퇴촌동, 창원대학교)

김경아

경상남도 김해시 월산로 18(부곡동, 대동아파트)

김성현

경상남도 양산시 회현1길 4, 3층 302호(교동, 창조
아파트)

박건웅

경상남도 창원시 진해구 냉천로 257, 417동 1405
호(자은동, 엘에이치자은프라임)

문한솔

부산광역시 해운대구 좌동순환로446번길 57, A동
801호(중동, 삼주아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711106727

과제번호 2019R1F1A1063921

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 일반연구자(기본연구)

연구과제명 드론 및 딥러닝 기반 농업지역 비점오염원 자동추출기법 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 창원대학교 산학협력단

연구기간 2019.06.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨터 장치를 통해 구현되는 무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 시스템을 이용한 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법에 있어서,

무인항공기를 이용하여 촬영한 영상으로 수치표면모델을 생성하는 단계; 및

생성된 상기 수치표면모델을 이용하여 야적퇴비의 단면 분석 및 영상 처리를 통해 야적퇴비 적재량을 산출하는 단계

포함하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

무인항공기를 이용하여 소정의 비행고도에서 영상을 촬영하는 단계

를 더 포함하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

산출된 상기 야적퇴비 적재량의 신뢰성을 검증하는 단계

를 더 포함하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 야적퇴비 적재량의 신뢰성의 검증 결과를 바탕으로 상기 무인항공기의 비행조건을 도출하는 단계

를 더 포함하고,

도출된 상기 무인항공기의 비행조건을 반영하여 상기 무인항공기의 영상을 촬영하는 것을 특징으로 하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법.

청구항 5

제4항 있어서,

상기 무인항공기의 비행조건을 도출하는 단계는,

70m 이상의 고도에서 촬영된 무인항공기 영상을 이용하여 야적퇴비 적재량을 산출하는 것

을 특징으로 하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 수치표면모델을 생성하는 단계는,

상기 무인항공기에서 촬영한 영상을 통해 포인트 클라우드 데이터를 취득하는 단계; 및

상기 포인트 클라우드 데이터를 통해 수치표면모델을 생성하는 단계

를 포함하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 야적퇴비 적재량을 산출하는 단계는,

상기 수치표면모델을 이용하여 야적퇴비의 3차원 형상을 표현하여 상기 야적퇴비 적재량을 산출하는 것을 특징으로 하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 야적퇴비 적재량의 신뢰성을 검증하는 단계는,

지상 LiDAR 기반으로 스캔한 야적퇴비의 3차원 형상과 상기 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상의 3차원 형상을 비교 분석하는 단계; 및

상기 지상 LiDAR 기반으로 스캔한 야적퇴비의 3차원 형상의 정보를 이용하여 상기 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상 기반으로 산출한 상기 야적퇴비 적재량의 정확도를 분석하는 단계

를 포함하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법.

청구항 9

제3항에 있어서,

상기 야적퇴비 적재량의 신뢰성을 검증하는 단계는,

Profile line 설정을 통해 야적퇴비에 대한 지상 LiDAR 기반 수치표면모델을 기준으로 상기 무인항공기 기반 수치표면모델의 단면의 형상을 비교하는 것

을 특징으로 하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법.

청구항 10

제3항에 있어서,

상기 야적퇴비 적재량의 신뢰성을 검증하는 단계는,

야적퇴비에 대한 지상 LiDAR 기준으로 상기 무인항공기의 잔차 히스토그램 또는 영상 잔차 시각화를 통해 비교 분석하는 것

을 특징으로 하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법.

청구항 11

무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 시스템에 있어서,

무인항공기를 이용하여 촬영한 영상으로 수치표면모델을 생성하는 수치표면모델 생성부; 및

생성된 상기 수치표면모델을 이용하여 야적퇴비의 단면 분석 및 영상 처리를 통해 야적퇴비 적재량을 산출하는 야적퇴비 적재량 산출부

포함하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

무인항공기를 이용하여 소정의 비행고도에서 영상을 촬영하는 무인항공기 영상 촬영부

를 더 포함하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 시스템.

청구항 13

제11항에 있어서,

산출된 상기 야적퇴비 적재량의 신뢰성을 검증하는 야적퇴비 적재량 검증부를 더 포함하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 야적퇴비 적재량의 신뢰성의 검증 결과를 바탕으로 상기 무인항공기의 비행조건을 도출하는 비행조건 도출부를

를 더 포함하고,

도출된 상기 무인항공기의 비행조건을 반영하여 상기 무인항공기의 영상을 촬영하는 것을 특징으로 하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 시스템.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 야적퇴비 적재량 검증부는,

지상 LiDAR 기반으로 스캔한 야적퇴비의 3차원 형상과 상기 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상의 3차원 형상을 비교 분석하는 데이터 전처리부; 및

상기 지상 LiDAR 기반으로 스캔한 야적퇴비의 3차원 형상의 정보를 이용하여 상기 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상 기반으로 산출한 상기 야적퇴비 적재량의 정확도를 분석하는 정확도 분석부

를 포함하는, 야적퇴비 적재량의 산출 검증 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 실시예들은 무인항공기(UAV) 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 농업지역에서는 농작물이 잘 경작될 수 있도록 퇴비화된 축산 폐기물을 비료로 활발하게 활용하고 있다. 축산 폐기물의 주요 성분은 인으로 대부분 무기인으로 존재하기 때문에 강우 시 침출수 및 표면 유출수로 흘러갈 가능성이 높아 비점오염원의 주요 원인으로 작용하고 있다. 특히, 소규모 축사의 경우 축산 폐기물 처리시설의 활용이 어렵기 때문에 야외에서 축산폐기물을 적재하여 퇴비화시키는 야적퇴비의 형태를 취하고 있다. 대한민국에서는 이러한 야외에 적재된 퇴비로 인해 수질이 악화되고 있어 효율적인 야적퇴비 관리가 필요한 실정이다.

[0003] 야적퇴비는 소규모로 가축 폐기물을 적재하여 퇴비화하므로 구역 내에 광범위하게 분포하고 있어 현황 파악이 어렵다. 이러한 측면에서 드론을 활용한 오염원 조사는 정량적인 오염원 데이터를 제공해줄 수 있으므로 새로운 활로를 제공해줄 수 있다. 따라서 최근에는 무인항공기를 활용하여 야적퇴비와 같은 비점오염원을 조사하기 위한 연구가 진행되고 있다. 또한, 광활한 구역을 조사하기 위해서는 넓은 촬영면적이 요구되어 높은 고도에서 무인항공기 영상촬영이 필요하고, 야적퇴비 조사항목 중 하나인 적재량 산출 정확성에 대한 검토 기술이 필요하다.

[0004] 한국등록특허 10-2038097호는 이러한 라이다를 갖는 드론을 이용한 저탄량 측정 시스템에 관한 것으로, 저탄장에 적재된 석탄더미에 설정된 비행경로를 따라 드론을 비행시키면서 드론에 구비된 라이다 부재를 이용하여 석탄더미에 대한 적재량을 분석하는 저탄량 측정 시스템에 관한 기술을 기재하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 10-2038097호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 실시예들은 무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법 및 시스템에 관하여 기술하며, 보다 구체적으로 높은 고도에서 촬영된 무인항공기 영상을 기반으로 야적퇴비에 대한 3차원 형상 표현과 적재량 산출 신뢰성을 검증하는 기술을 제공한다.

[0007] 실시예들은 무인항공기 영상을 통해 포인트 클라우드 데이터 취득이 가능하며, 이를 통해 수치표면모델을 생성하여 야적퇴비의 3차원 형상을 표현하여 적재량을 산출하고, 이를 검증하는 무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법 및 시스템을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 실시예에 따른 컴퓨터 장치를 통해 구현되는 무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 시스템을 이용한 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법은, 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상으로 수치표면모델을 생성하는 단계; 및 생성된 상기 수치표면모델을 이용하여 야적퇴비의 단면 분석 및 영상 처리를 통해 야적퇴비 적재량을 산출하는 단계를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0009] 무인항공기를 이용하여 소정의 비행고도에서 영상을 촬영하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0010] 산출된 상기 야적퇴비 적재량의 신뢰성을 검증하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0011] 상기 야적퇴비 적재량의 신뢰성의 검증 결과를 바탕으로 상기 무인항공기의 비행조건을 도출하는 단계를 더 포함하고, 도출된 상기 무인항공기의 비행조건을 반영하여 상기 무인항공기의 영상을 촬영할 수 있다.

[0012] 상기 무인항공기의 비행조건을 도출하는 단계는, 70m 이상의 고도에서 촬영된 무인항공기 영상을 이용하여 야적퇴비 적재량을 산출할 수 있다.

[0013] 상기 수치표면모델을 생성하는 단계는, 상기 무인항공기에서 촬영한 영상을 통해 포인트 클라우드 데이터를 취득하는 단계; 및 상기 포인트 클라우드 데이터를 통해 수치표면모델을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 야적퇴비 적재량을 산출하는 단계는, 상기 수치표면모델을 이용하여 야적퇴비의 3차원 형상을 표현하여 상기 야적퇴비 적재량을 산출할 수 있다.

[0015] 상기 야적퇴비 적재량의 신뢰성을 검증하는 단계는, 지상 LiDAR 기반으로 스캔한 야적퇴비의 3차원 형상과 상기 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상의 3차원 형상을 비교 분석하는 단계; 및 상기 지상 LiDAR 기반으로 스캔한 야적퇴비의 3차원 형상의 정보를 이용하여 상기 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상 기반으로 산출한 상기 야적퇴비 적재량의 정확도를 분석하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 야적퇴비 적재량의 신뢰성을 검증하는 단계는, Profile line 설정을 통해 야적퇴비에 대한 지상 LiDAR 기반 수치표면모델을 기준으로 상기 무인항공기 기반 수치표면모델의 단면의 형상을 비교할 수 있다.

[0017] 상기 야적퇴비 적재량의 신뢰성을 검증하는 단계는, 야적퇴비에 대한 지상 LiDAR 기준으로 상기 무인항공기의 잔차 히스토그램 또는 영상 잔차 시각화를 통해 비교 분석할 수 있다.

[0018] 다른 실시예에 따른 무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 시스템은, 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상으로 수치표면모델을 생성하는 수치표면모델 생성부; 및 생성된 상기 수치표면모델을 이용하여 야적퇴비의 단면 분석 및 영상 처리를 통해 야적퇴비 적재량을 산출하는 야적퇴비 적재량 산출부를 포함할 수 있다.

[0019] 무인항공기를 이용하여 소정의 비행고도에서 영상을 촬영하는 무인항공기 영상 촬영부를 더 포함할 수 있다.

[0020] 산출된 상기 야적퇴비 적재량의 신뢰성을 검증하는 야적퇴비 적재량 검증부를 더 포함할 수 있다.

[0021] 상기 야적퇴비 적재량의 신뢰성의 검증 결과를 바탕으로 상기 무인항공기의 비행조건을 도출하는 비행조건 도출부를 더 포함하고, 도출된 상기 무인항공기의 비행조건을 반영하여 상기 무인항공기의 영상을 촬영할 수 있다.

[0022] 상기 야적퇴비 적재량 검증부는, 지상 LiDAR 기반으로 스캔한 야적퇴비의 3차원 형상과 상기 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상의 3차원 형상을 비교 분석하는 데이터 전처리부; 및 상기 지상 LiDAR 기반으로 스캔한 야적퇴비의 3차원 형상의 정보를 이용하여 상기 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상 기반으로 산출한 상기 야적퇴비 적재량의 정확도를 분석하는 정확도 분석부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 실시예들에 따르면 높은 고도에서 촬영된 무인항공기 영상을 기반으로 야적퇴비에 대한 3차원 형상 표현과 적재량 산출 신뢰성을 검증 가능한 무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법 및 시스템을 제공할 수 있다.

[0024] 또한, 실시예들에 따르면 광범위한 지역에 분포하고 있는 야적퇴비의 적재량을 모니터링하기 위한 인력 소모를 최소화할 수 있는 무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법 및 시스템을 제공할 수 있다.

[0025] 또한, 실시예들에 따르면 비점오염원은 다양한 변수를 가지고 있어 원인을 파악하기 어려운 점이 있으나, 무인항공기를 활용할 경우 비점오염원으로 작용하고 있는 야적퇴비의 적재량 현황을 효과적으로 파악할 수 있는 무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법 및 시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 일 실시예에 따른 컴퓨터 시스템의 내부 구성의 일례를 설명하기 위한 블록도이다.
 도 2는 일 실시예에 따른 무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 시스템의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
 도 3은 일 실시예에 따른 무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 시스템을 나타내는 블록도이다.
 도 4는 일 실시예에 따른 무인항공기 기반 야적퇴비 적재량의 산출 검증 방법을 나타내는 흐름도이다.
 도 5는 일 실시예에 따른 Profile line 설정을 통한 야적퇴비 수치표면모델 단면도 분석 결과를 나타낸다.
 도 6은 일 실시예에 따른 영상 처리를 통한 지상 LiDAR 기준 무인항공기 잔차 히스토그램을 나타낸다.
 도 7은 일 실시예에 따른 영상 처리를 통한 지상 LiDAR 기준 무인항공기 영상 잔차 시각화를 나타낸다.
 도 8은 일 실시예에 따른 야적퇴비 대상지를 나타내는 도면이다.
 도 9는 일 실시예에 따른 기초 데이터 제작을 설명하기 위한 도면이다.
 도 10은 일 실시예에 따른 수치표면모델 결과를 나타내는 도면이다.
 도 11은 일 실시예에 따른 지상 LiDAR 기준 무인항공기 DSM의 평균제곱근오차(RMSE)를 나타내는 도면이다.
 도 12는 일 실시예에 따른 비행고도 150m에서의 DSM 영상 비교를 나타내는 도면이다.
 도 13은 일 실시예에 따른 비행고도 110m에서의 DSM 영상 비교를 나타내는 도면이다.
 도 14는 일 실시예에 따른 비행고도 70m에서의 DSM 영상 비교를 나타내는 도면이다.
 도 15는 일 실시예에 따른 고도별 지상 LiDAR와 무인항공기 DSM의 비교 영상을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 설명한다. 그러나, 기술되는 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명되는 실시예들에 의하여 한정되는 것은 아니다. 또한, 여러 실시예들은 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 도면에서 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.

[0029] 아래의 실시예들은 무인항공기 영상을 통해 포인트 클라우드 데이터 취득이 가능하며, 이를 통해 수치표면모델을 생성하여 야적퇴비의 3차원 형상을 표현하여 적재량을 산출할 수 있다. 이 때, 모니터링을 위해 빠른 시간 내에 광범위한 영역을 촬영해야 하므로 높은 비행고도가 요구된다.

- [0030] 따라서 실시예들은 무인항공기 영상을 통한 수치표면모델의 특성을 분석하고, 산출된 적재량의 정확성을 확인하고자 야적폐비 조사항목 중 하나인 적재량에 대하여 70m 이상의 높은 고도에서 촬영된 무인항공기 영상의 야적폐비 적재량 산출에 대해 검토한다.
- [0032] 도 1은 일 실시예에 따른 컴퓨터 시스템의 내부 구성의 일례를 설명하기 위한 블록도이다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들에 따른 야적폐비 적재량의 산출 검증 시스템이 도 1의 컴퓨터 시스템(100)을 통해 구현될 수 있다. 도 1에 도시한 바와 같이, 컴퓨터 시스템(100)은 야적폐비 적재량의 산출 검증 방법을 실행하기 위한 구성요소로서 프로세서(110), 메모리(120), 영구 저장 장치(130), 버스(140), 입출력 인터페이스(150) 및 네트워크 인터페이스(160)를 포함할 수 있다.
- [0033] 프로세서(110)는 명령어들의 임의의 시퀀스를 처리할 수 있는 임의의 장치를 포함하거나 그의 일부일 수 있다. 프로세서(110)는 예를 들어 컴퓨터 프로세서, 이동 장치 또는 다른 전자 장치 내의 프로세서 및/또는 디지털 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서(110)는 예를 들어, 서버 컴퓨팅 디바이스, 서버 컴퓨터, 일련의 서버 컴퓨터들, 서버 팜, 클라우드 컴퓨터, 콘텐츠 플랫폼, 이동 컴퓨팅 장치, 스마트폰, 태블릿, 셋톱 박스, 미디어 플레이어 등에 포함될 수 있다. 프로세서(110)는 버스(140)를 통해 메모리(120)에 접속될 수 있다.
- [0034] 메모리(120)는 컴퓨터 시스템(100)에 의해 사용되거나 그에 의해 출력되는 정보를 저장하기 위한 휘발성 메모리, 영구, 가상 또는 기타 메모리를 포함할 수 있다. 메모리(120)는 예를 들어 랜덤 액세스 메모리(RAM: random access memory) 및/또는 동적 RAM(DRAM: dynamic RAM)을 포함할 수 있다. 메모리(120)는 컴퓨터 시스템(100)의 상태 정보와 같은 임의의 정보를 저장하는 데 사용될 수 있다. 메모리(120)는 예를 들어 야적폐비 적재량의 산출 검증을 위한 명령어들을 포함하는 컴퓨터 시스템(100)의 명령어들을 저장하는 데에도 사용될 수 있다. 컴퓨터 시스템(100)은 필요에 따라 또는 적절한 경우에 하나 이상의 프로세서(110)를 포함할 수 있다.
- [0035] 버스(140)는 컴퓨터 시스템(100)의 다양한 컴포넌트들 사이의 상호작용을 가능하게 하는 통신 기반 구조를 포함할 수 있다. 버스(140)는 예를 들어 컴퓨터 시스템(100)의 컴포넌트들 사이에, 예를 들어 프로세서(110)와 메모리(120) 사이에 데이터를 운반할 수 있다. 버스(140)는 컴퓨터 시스템(100)의 컴포넌트들 간의 무선 및/또는 유선 통신 매체를 포함할 수 있으며, 병렬, 직렬 또는 다른 토폴로지 배열들을 포함할 수 있다.
- [0036] 영구 저장 장치(130)는 (예를 들어, 메모리(120)에 비해) 소정의 연장된 기간 동안 데이터를 저장하기 위해 컴퓨터 시스템(100)에 의해 사용되는 바와 같은 메모리 또는 다른 영구 저장 장치와 같은 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 영구 저장 장치(130)는 컴퓨터 시스템(100) 내의 프로세서(110)에 의해 사용되는 바와 같은 비휘발성 메인 메모리를 포함할 수 있다. 영구 저장 장치(130)는 예를 들어 플래시 메모리, 하드 디스크, 광 디스크 또는 다른 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함할 수 있다.
- [0037] 입출력 인터페이스(150)는 키보드, 마우스, 음성 명령 입력, 디스플레이 또는 다른 입력 또는 출력 장치에 대한 인터페이스들을 포함할 수 있다. 구성 명령들 및/또는 야적폐비 적재량의 산출 검증을 위한 정보가 입출력 인터페이스(150)를 통해 수신될 수 있다.
- [0038] 네트워크 인터페이스(160)는 근거리 네트워크 또는 인터넷과 같은 네트워크들에 대한 하나 이상의 인터페이스를 포함할 수 있다. 네트워크 인터페이스(160)는 유선 또는 무선 접속들에 대한 인터페이스들을 포함할 수 있다. 구성 명령들 및/또는 야적폐비 적재량의 산출 검증을 위한 정보는 네트워크 인터페이스(160)를 통해 수신될 수 있다.
- [0039] 또한, 다른 실시예들에서 컴퓨터 시스템(100)은 도 1의 구성요소들보다 더 많은 구성요소들을 포함할 수도 있다. 그러나, 대부분의 종래기술적 구성요소들을 명확하게 도시할 필요성은 없다. 예를 들어, 컴퓨터 시스템(100)은 상술한 입출력 인터페이스(150)와 연결되는 입출력 장치들 중 적어도 일부를 포함하도록 구현되거나 또는 트랜시버(transceiver), GPS(Global Positioning System) 모듈, 카메라, 각종 센서, 데이터베이스 등과 같은 다른 구성요소들을 더 포함할 수도 있다.
- [0041] 도 2는 일 실시예에 따른 무인항공기 기반 야적폐비 적재량의 산출 검증 시스템의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0042] 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따른 무인항공기 기반 야적폐비 적재량의 산출 검증 검증 시스템은 데이터 전처

리부(210) 및 정확도 분석부(220)를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0043] 데이터 전처리부(210)는 무인항공기 및 지상 LiDAR의 비교 데이터를 구축할 수 있다.

[0044] 먼저, 무인항공기 비행조건에 따른 영상을 촬영할 수 있다. 이 때, 지상표본거리(Ground Sample Distance, GSD)에 따른 영상을 구축하기 위해 비행고도를 설정할 수 있다. 예를 들어, 무인항공기 영상의 지상표본거리(GSD)에 따른 영상 구축을 위해 70m(GSD 1.91cm/px), 110m(GSD 3.00cm/px), 150m(GSD 4.09cm/px) 비행고도를 설정할 수 있다. 또한, 각 고도에서 촬영 중복도에 따른 정확도 비교를 위한 일반 그리드 미션과 더블 그리드 미션 조건 추가 설정할 수 있다. 이 때, 무인항공기의 특성에 따라 다양한 비행 조건을 설정하여 촬영하여 비교 데이터를 생성할 수 있다.

[0045] 또한, 야적폐비의 정밀 3차원 형상 데이터의 수집을 위한 지상 LiDAR를 스캔할 수 있다. 예를 들어 야적폐비를 대상으로 정밀 3차원 형상을 수집하기 위한 근거리 스캔을 수행할 수 있다. 또한, 모든 방면의 야적폐비 형상을 수집하기 위해 최소 4방향에서 지상 LiDAR를 스캔할 수 있다.

[0046] 그리고, 무인항공기 및 지상 LiDAR의 비교를 위한 자료를 생성할 수 있다. 예컨대, 3차원 형상 및 적재량을 비교하기 위한 수치표면모델을 생성할 수 있다.

[0047] 정확도 분석부(220)는 무인항공기 비행조건에 따른 야적폐비 형상 및 적재량 산출을 비교할 수 있다.

[0048] 일례로, 지상 LiDAR 기반 수치표면모델을 기준으로 무인항공기 기반 수치표면모델을 비교할 수 있다. 보다 구체적으로, Profile line 설정을 통해 단면의 형상을 직접 비교할 수 있다. 또한, 영상 처리를 통해서 야적폐비의 모든 영역에서 발생하는 무인항공기 영상의 신뢰성을 비교할 수 있다.

[0049] 다른 예로, 야적폐비 적재량의 산출 정확도를 비교할 수 있다. 보다 구체적으로, 무인항공기 영상을 기반으로 야적폐비 적재량 산출 정확성을 확인하기 위해서 무인항공기와 지상 LiDAR 수치표면모델에서 적재량을 산출하고, 아래의 식을 활용하여 적재량 산출 정확도를 확인할 수 있다.

[0050] [수학식 1]

$$\text{적재량 산출 정확도(\%)} = \left(1 - \left| \frac{V_{LiDAR} - V_{UAV}}{V_{LiDAR}} \right| \right) \times 100$$

[0051]

[0052] 이와 같이, 실시예들은 무인항공기를 이용하여 높은 비행고도에서 촬영한 영상으로 수치표면모델을 생성한 후, 야적폐비의 단면 분석, 영상 처리를 통해 야적폐비 적재량을 정확하게 산출할 수 있는 비행조건을 도출할 수 있다. 또한 무인항공기 영상 기반 야적폐비 영상의 정확도를 효과적으로 표현하기 위한 잔차 표현, 단면도 생성, 영상 시각화 기술 등을 제공할 수 있다.

[0054] 도 3은 일 실시예에 따른 무인항공기 기반 야적폐비 적재량의 산출 검증 시스템을 나타내는 블록도이다.

[0055] 도 3은 도 1의 일 실시예에 따른 컴퓨터 시스템의 프로세서(110)가 포함할 수 있는 구성요소의 예를 도시한 도면이다. 여기서, 컴퓨터 시스템(100)의 프로세서(110)는 일 실시예에 따른 무인항공기 기반 야적폐비 적재량의 산출 검증 시스템(300)을 포함할 수 있다. 일 실시예에 따른 무인항공기 기반 야적폐비 적재량의 산출 검증 시스템(300)은 수치표면모델 생성부(320), 야적폐비 적재량 산출부(330), 그리고 야적폐비 적재량 검증부(340)를 포함하여 이루어질 수 있다. 또한 실시예에 따라 무인항공기 영상 촬영부(310) 및 비행조건 도출부(350)를 더 포함하여 이루어질 수 있다. 야적폐비 적재량 검증부(340)는 데이터 전처리부(341) 및 정확도 분석부(342)를 포함할 수 있다.

[0056] 프로세서(110) 및 프로세서(110)의 구성요소들은 도 4의 무인항공기 기반 야적폐비 적재량의 산출 검증 방법이 포함하는 단계들(410 내지 460)을 수행할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(110) 및 프로세서(110)의 구성요소들은 메모리(120)가 포함하는 운영체제의 코드와 상술한 적어도 하나의 프로그램 코드에 따른 명령(instruction)을 실행하도록 구현될 수 있다. 여기서, 적어도 하나의 프로그램 코드는 수계오염원 모니터링 방법을 처리하기 위해 구현된 프로그램의 코드에 대응될 수 있다.

[0057] 무인항공기 기반 야적폐비 적재량의 산출 검증 방법은 도시된 순서대로 발생하지 않을 수 있으며, 단계들 중 일부가 생략되거나 추가의 과정이 더 포함될 수 있다.

- [0059] 도 4는 일 실시예에 따른 무인항공기 기반 야적폐비 적재량의 산출 검증 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0060] 도 4를 참조하면, 일 실시예에 따른 컴퓨터 장치를 통해 구현되는 무인항공기 기반 야적폐비 적재량의 산출 검증 시스템을 이용한 야적폐비 적재량의 산출 검증 방법은, 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상으로 수치표면모델을 생성하는 단계(420), 및 생성된 수치표면모델을 이용하여 야적폐비의 단면 분석 및 영상 처리를 통해 야적폐비 적재량을 산출하는 단계(430)를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0061] 여기서, 무인항공기를 이용하여 소정의 비행고도에서 영상을 촬영하는 단계(410)를 더 포함할 수 있다.
- [0062] 또한, 산출된 야적폐비 적재량의 신뢰성을 검증하는 단계(440)를 더 포함할 수 있다.
- [0063] 그리고, 야적폐비 적재량의 신뢰성의 검증 결과를 바탕으로 무인항공기의 비행조건을 도출하는 단계(450)를 더 포함할 수 있다.
- [0064] 아래에서 일 실시예에 따른 무인항공기 기반 야적폐비 적재량의 산출 검증 방법의 각 단계를 보다 상세히 설명한다.
- [0066] 일 실시예에 따른 무인항공기 기반 야적폐비 적재량의 산출 검증 방법은 도 3에서 설명한 일 실시예에 따른 무인항공기 기반 야적폐비 적재량의 산출 검증 시스템을 예를 들어 설명할 수 있다.
- [0067] 단계(410)에서, 무인항공기 영상 촬영부(310)는 무인항공기를 이용하여 소정의 비행고도에서 영상을 촬영할 수 있다.
- [0068] 단계(420)에서, 수치표면모델 생성부(320)는 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상으로 수치표면모델을 생성할 수 있다. 보다 구체적으로, 수치표면모델 생성부(320)는 무인항공기에서 촬영한 영상을 통해 포인트 클라우드 데이터를 취득하고, 포인트 클라우드 데이터를 통해 수치표면모델을 생성할 수 있다.
- [0069] 단계(430)에서, 야적폐비 적재량 산출부(330)는 생성된 수치표면모델을 이용하여 야적폐비의 단면 분석 및 영상 처리를 통해 야적폐비 적재량을 산출할 수 있다. 보다 구체적으로, 야적폐비 적재량 산출부(330)는 수치표면모델을 이용하여 야적폐비의 3차원 형상을 표현하여 야적폐비 적재량을 산출할 수 있다.
- [0070] 단계(440)에서, 야적폐비 적재량 검증부(340)는 산출된 야적폐비 적재량의 신뢰성을 검증할 수 있다. 여기서 야적폐비 적재량 검증부(340)는 데이터 전처리부(341) 및 정확도 분석부(342)를 포함할 수 있다.
- [0071] 데이터 전처리부(341)는 지상 LiDAR 기반으로 스캔한 야적폐비의 3차원 형상과 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상의 3차원 형상을 비교 분석할 수 있다. 이 때, 지상에서 목표물을 정밀하게 스캔할 수 있는 지상 LiDAR를 이용하여 근거리에서 야적폐비의 3차원 형상을 스캔할 수 있다.
- [0072] 예를 들어 데이터 전처리부(341)는 지상 LiDAR 기반의 수치표면모델(DSM)과 무인항공기 기반의 수치표면모델(DSM)의 차를 계산하고, 히스토그램 그래프를 이용하여 이들의 표준편차 및 평균제곱근오차(Root Mean Square Error, RMSE)를 산출한 후, 잔차 오차가 큰 영역을 시각화할 수 있다. 즉, 가장 비행고도가 높은 150m의 표준편차를 기준으로 class를 정의할 수 있다.
- [0073] 또한, 정확도 분석부(342)는 지상 LiDAR 기반으로 스캔한 야적폐비의 3차원 형상의 정보를 이용하여 무인항공기를 이용하여 촬영한 영상 기반으로 산출한 야적폐비 적재량의 정확도를 분석할 수 있다. 이는 앞에서 설명한 [수학식 1]을 이용하여 산출할 수 있다.
- [0074] 도 5는 일 실시예에 따른 Profile line 설정을 통한 야적폐비 수치표면모델 단면도 분석 결과를 나타낸다. 또한, 도 6은 일 실시예에 따른 영상 처리를 통한 지상 LiDAR 기준 무인항공기 잔차 히스토그램을 나타낸다. 또한, 도 7은 일 실시예에 따른 영상 처리를 통한 지상 LiDAR 기준 무인항공기 영상 잔차 시각화를 나타낸다.
- [0075] 일례로, 도 5에 도시된 바와 같이, 야적폐비 적재량 검증부(340)는 Profile line 설정을 통해 야적폐비에 대한 지상 LiDAR 기반 수치표면모델을 기준으로 무인항공기 기반 수치표면모델의 단면의 형상을 비교할 수 있다. 다른 예로, 도 6에 도시된 바와 같이, 야적폐비 적재량 검증부(340)는 야적폐비에 대한 지상 LiDAR 기준으로 무인항공기의 잔차 히스토그램을 통해 비교 분석할 수 있다. 또 다른 예로, 도 7에 도시된 바와 같이, 야적폐비 적재량 검증부(340)는 야적폐비에 대한 지상 LiDAR 기준으로 무인항공기의 영상 잔차 시각화를 통해 비교 분석할

수 있다.

- [0076] 단계(450)에서, 비행조건 도출부(350)는 야적폐비 적재량의 신뢰성의 검증 결과를 바탕으로 무인항공기의 비행조건을 도출할 수 있다. 이에 따라 도출된 무인항공기의 비행조건을 반영하여 무인항공기의 영상을 촬영할 수 있다. 특히, 비행조건 도출부(350)는 70m 이상의 고도에서 촬영된 무인항공기 영상을 이용하여 야적폐비 적재량을 산출할 수 있다.
- [0077] 실시예들에 따르면 높은 고도에서 촬영된 무인항공기 영상을 기반으로 야적폐비에 대한 3차원 형상 표현과 적재량 산출 신뢰성을 검증 가능하다. 또한, 실시예들에 따르면 광범위한 지역에 분포하고 있는 야적폐비의 적재량을 모니터링하기 위한 인력 소모를 최소화할 수 있다. 그리고, 실시예들에 따르면 비점오염원은 다양한 변수를 가지고 있어 원인을 파악하기 어려운 점이 있으나, 무인항공기를 활용할 경우 비점오염원으로 작용하고 있는 야적폐비의 적재량 현황을 효과적으로 파악할 수 있다. 나아가, 야적폐비와 비슷한 형상을 가지는 건설 현장 골재 적재량 현황을 파악하는 영역에서도 활용 가능하다.
- [0079] 실시예
- [0080] 아래에서는 하나의 실시예를 들어 무인항공기 기반 야적폐비 적재량의 산출 검증 방법 및 시스템을 보다 상세히 설명한다.
- [0081] 실시예들은 야적폐비 조사항목 중 하나인 적재량에 대하여 70m 이상의 높은 고도에서 촬영된 무인항공기 영상의 야적폐비 적재량 산출에 대해 검토하였다. 무인항공기 영상을 통해 포인트 클라우드 데이터 취득이 가능하며, 이를 통해 수치표면모델을 생성하여 야적폐비의 3차원 형상을 표현하여 적재량을 산출할 수 있다. 따라서 무인항공기 영상을 통한 수치표면모델의 특성을 분석하고, 산출된 적재량의 정확성을 확인하고자 하였다.
- [0082] 이를 위해 지상에서 목표물을 정밀하게 스캔할 수 있는 지상 LiDAR를 활용하여 무인항공기 영상 기반 수치표면모델의 특성과 적재량을 검토하였다. 또한, 근거리에서 지상 LiDAR를 활용하여 야적폐비의 3차원 형상을 스캔함으로써 높은 고도에서 촬영된 무인항공기 영상이 지상 LiDAR보다 가혹한 조건 속에서도 야적폐비의 3차원 형상을 세밀한 표현이 가능한지 3차원 모델링 특성을 분석하고자 하였다.
- [0084] 도 8은 일 실시예에 따른 야적폐비 대상지를 나타내는 도면이다.
- [0085] 도 8에 도시된 바와 같이, 실험은 경상남도 합천군 삼가면 농경지의 두 대상지에서 8개의 야적폐비를 대상으로 실시하였다. 지상 LiDAR와 무인항공기 영상의 데이터 수집은 동시간대에 실시하였다.
- [0086] 도 9는 일 실시예에 따른 기초 데이터 제작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0087] 도 9에 도시된 바와 같이, 지상 LiDAR(930)의 경우 야적폐비(910)를 중심으로 최소 4방향에서 수행되었으며, 무인항공기(920)는 70m, 110m, 150m의 고도에서 각각 촬영하였다. 데이터 수집 후, 수치표면모델의 해상도는 5cm/px로 제작하였으며, ArcGIS 10.6 S/W를 활용하여 UAV 영상을 기준으로 지상 LiDAR(930) 기반 영상을 기하보정을 하였다. 즉, RTK GNSS로 취득한 지상기준점을 활용하여 무인항공기(920) 영상을 기하보정을 하였다. 무인항공기(920) 영상 기반 3차원 형상을 비교하기 위하여 ArcGIS의 Raster calculator tool을 이용하여 무인항공기(920)와 지상 LiDAR(930)의 수치표면모델 값의 차이를 공간적으로 비교하였다. 그리고 Surface Volume tool을 통해 수치표면모델에서 야적폐비(910)의 적재량을 산출하여 무인항공기(920) 영상 기반으로 산출된 야적폐비(910) 적재량의 정확성을 검토하였다.
- [0088] 무인항공기(920)와 지상 LiDAR(930) 기반의 수치표면모델을 비교한 결과, 무인항공기(920)가 야적폐비(910) 위의 타이어, 노끈, 등 세부적인 질감은 표현하는 것이 힘들지만 전반적인 형태는 비슷한 것을 확인할 수 있었다. 그리고 무인항공기(920) 영상을 기반으로 제작된 수치표면모델을 통해 적재량을 산출하였을 때 모든 비행고도에서 평균 야적폐비 산출 정확도가 92% 이상으로 확인하였다.
- [0089] 본 실험 결과를 통해 높은 고도에서 무인항공기(920) 영상을 촬영하여도 야적폐비(910) 조사에 활용할 수 있음을 확인하였다. 추후, 야적폐비(910) 조사에 무인항공기(920) 영상의 활용도를 높이기 위해 딥러닝 영상인식을 통해 야적폐비(910)의 조사의 효율성을 증가시킬 수 있다.
- [0090] 도 10은 일 실시예에 따른 수치표면모델 결과를 나타내는 도면이다.

- [0091] 도 10에 도시된 바와 같이, 도 8의 야적되비 대상지를 수치표면모델(DSM)로 표현할 수 있다. 여기서, 1번 지역은 지상 LiDAR DSM, 무인항공기 비행고도(150m) DSM이고, 2번 지역은 지상 LiDAR DSM, 무인항공기 비행고도(70m, 110m, 150m) DSM이다.
- [0092] 도 11은 일 실시예에 따른 지상 LiDAR 기준 무인항공기 DSM의 평균제곱근오차(RMSE)를 나타내는 도면이다.
- [0093] 도 11에 도시된 바와 같이, 지상 LiDAR 기준 무인항공기 DSM의 평균제곱근오차(RMSE)(m)를 나타낼 수 있다. 여기서, 잔차 오차(Residual error)의 표준편차가 최대 0.123m로 나타나는 것을 확인할 수 있다. Histogram 분포의 형태가 정규분포 형태를 따르고 있으므로 RMSE를 활용한 정확성을 확인할 수 있다. 또한, RMSE로 지상 LiDAR를 기준으로 무인항공기 DSM의 정확성을 비교한 결과 최대 0.123m로 나타나는 것을 확인할 수 있다.
- [0094] 도 12는 일 실시예에 따른 비행고도 150m에서의 DSM 영상 비교를 나타내는 도면이다.
- [0095] 도 12에 도시된 바와 같이, 비행고도 150m에서의 지상 LiDAR와 무인항공기 DSM의 영상을 비교한 결과, 대부분의 영역에서 Residual error 가 0.083m 범위 수준으로 나타나고 푸른 영역과 붉은 영역이 야적되비 곳곳에 위치하고 있다. DSM의 차이가 많이 나는 영역으로 야적되비 위의 타이어 부분으로 타나 150m에서는 무인항공기가 타이어 수준의 질감표현은 어려움을 확인할 수 있다.
- [0096] 도 13은 일 실시예에 따른 비행고도 110m에서의 DSM 영상 비교를 나타내는 도면이다.
- [0097] 도 13에 도시된 바와 같이, 비행고도 110m에서의 지상 LiDAR와 무인항공기 DSM의 영상을 비교한 결과, F1 야적되비의 경우 붉은 영역 및 푸른 영역이 두드러지고 있다. 이는 무인항공기 촬영 시에 바람에 의해 덮개가 날리며 발생한 것으로 판단된다.
- [0098] 도 14는 일 실시예에 따른 비행고도 70m에서의 DSM 영상 비교를 나타내는 도면이다.
- [0099] 도 14에 도시된 바와 같이, 비행고도 70m에서의 지상 LiDAR와 무인항공기 DSM의 영상을 비교한 결과, 비행고도 150m에 비해서 푸른 영역과 붉은 영역의 빈도가 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 또한, 비행고도가 가장 낮은 70m는 타이어 영역에서도 residual error가 큰 구간이 나타나는 것으로 확인된다.
- [0100] 도 15는 일 실시예에 따른 고도별 지상 LiDAR와 무인항공기 DSM의 비교 영상을 나타내는 도면이다.
- [0101] 도 15에 도시된 바와 같이, 2번 지역의 고도별 지상 LiDAR와 무인항공기 DSM을 비교한 결과, 비행고도가 낮아짐에 따라 Residual error가 큰 영역이 작아지는 것을 볼 수 있으나 극적인 향상은 되지 않는 것을 확인할 수 있다.
- [0102] 표 1은 비행고도별 야적되비 적재량의 산출 정확도를 나타낸다.
- [0103] [표 1]

비행고도 [m] [지상표본거리, 야적되비 개수]	70 m [1.91 cm/px, n=4]	110 m [3.00 cm/px, n=8]	150 m [4.09 cm/px, n=8]
평균 적재량 산출 정확도 [%]	95.72	95.83	92.93
1회 비행 가능 면적 [m ²] [Phantom 4 pro 10분 비행 기준]	54,000	106,600	180,200

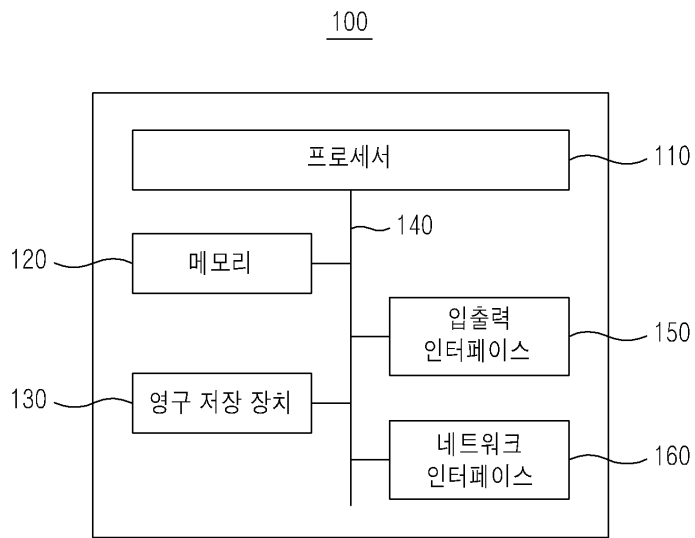
- [0104]
- [0105] 표 1을 참조하면, 평균 적재량 산출 정확도는 최소 90 이상의 정확도를 가지는 것을 확인할 수 있다. 고도가 낮아짐에 따라 1 회 비행 가능 면적 대비 적재량 산출 정확도가 크게 증가 하지 않는 것으로 나타난다.
- [0106] 광범위한 유역을 조사하기 위해 높은 비행고도에서 무인항공기 영상 촬영이 요구되어 70 m 이상의 높은 고도에서 촬영된 무인항공기 영상의 야적되비 적재량 산출 정확성을 검토하였다. 영상분석 결과, 대부분의 영역에서 Residual error가 약 10cm 이내 타이어 수준의 세부질감 표현은 어려움을 확인할 수 있다.
- [0107] 또한, 적재량 산출 정확성을 확인한 결과, 법적으로 가장 높은 비행고도인 150m 에서도 90% 이상의 정확도로 산출할 수 있음을 확인하였다. 고도가 낮아짐에 따라 1 회 비행 가능 면적 대비 적재량 산출 정확도가 크게 증가

하지 않는 것으로 나타난다.

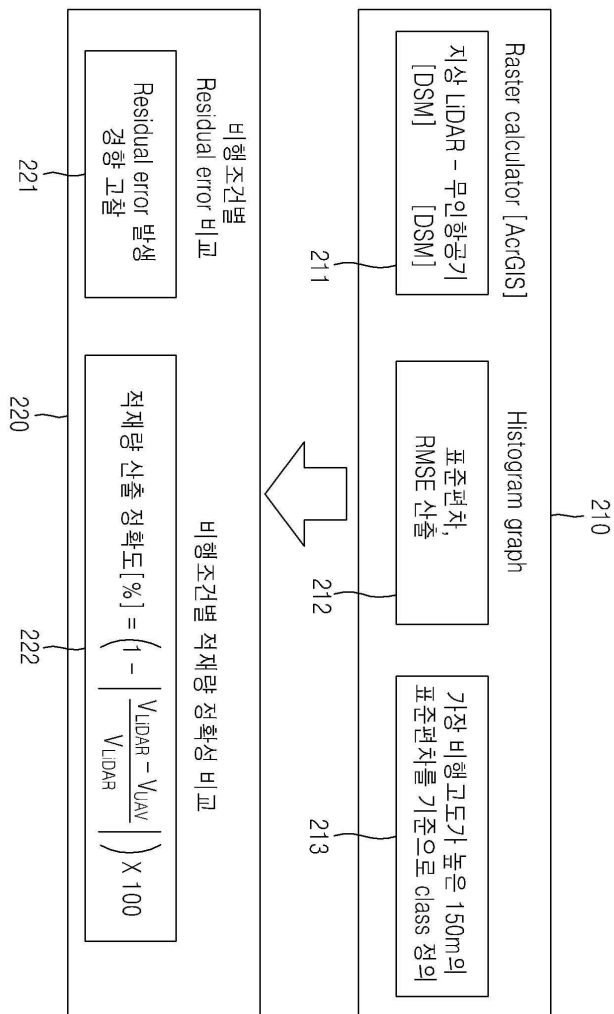
- [0109] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0110] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0111] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.
- [0112] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0113] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

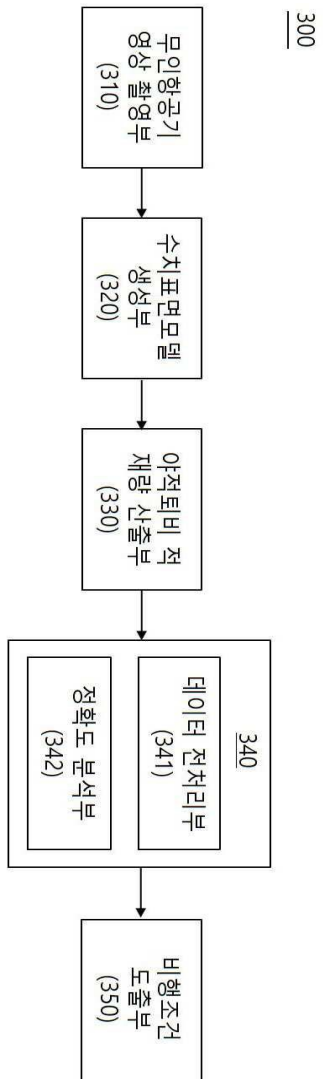
도면1



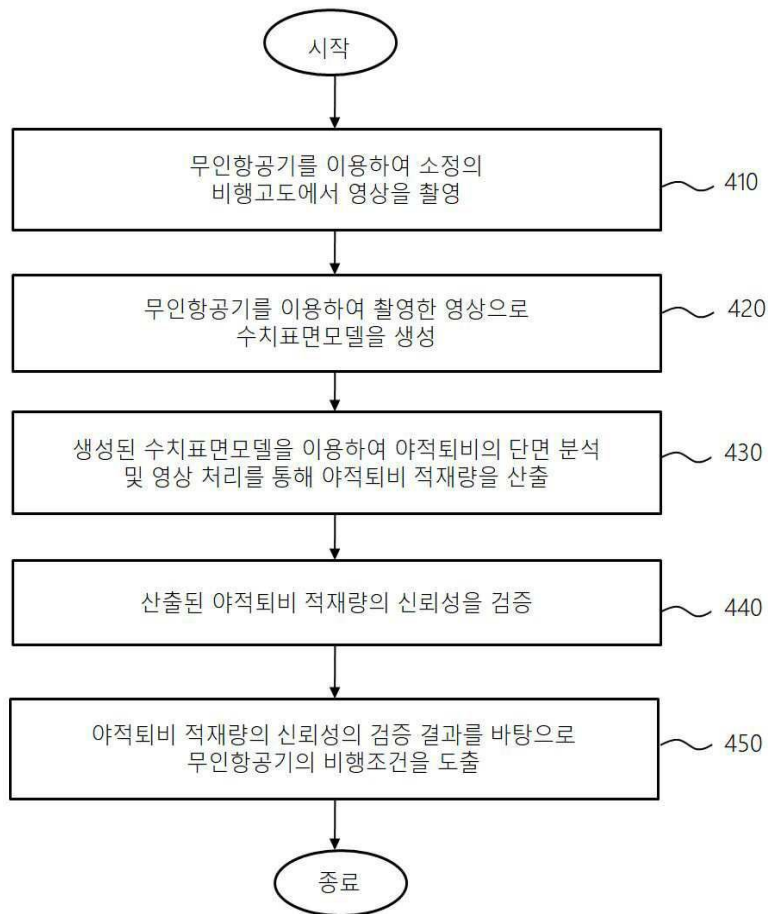
도면2



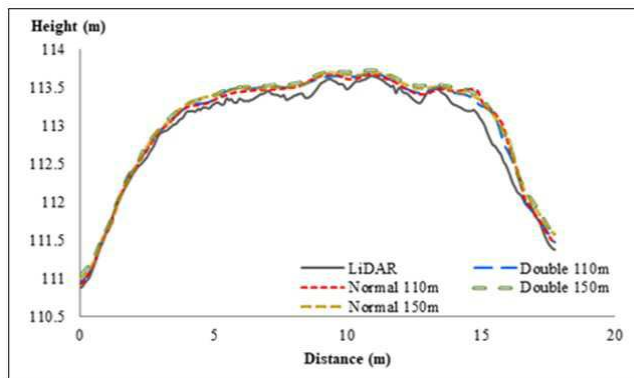
도면3



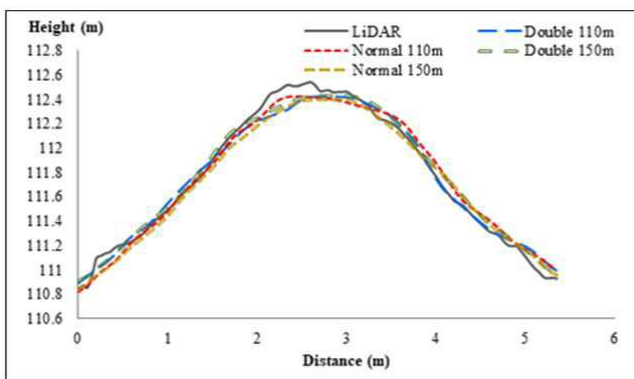
도면4



도면5

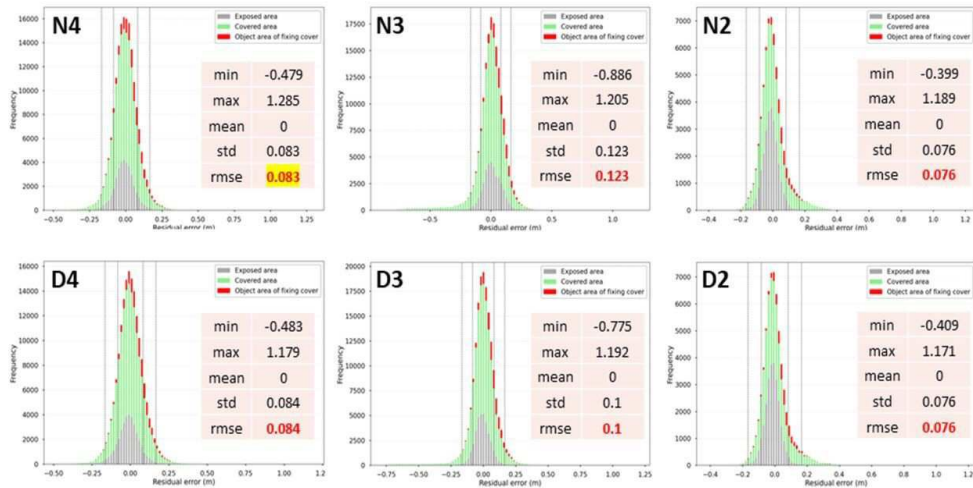


(a)

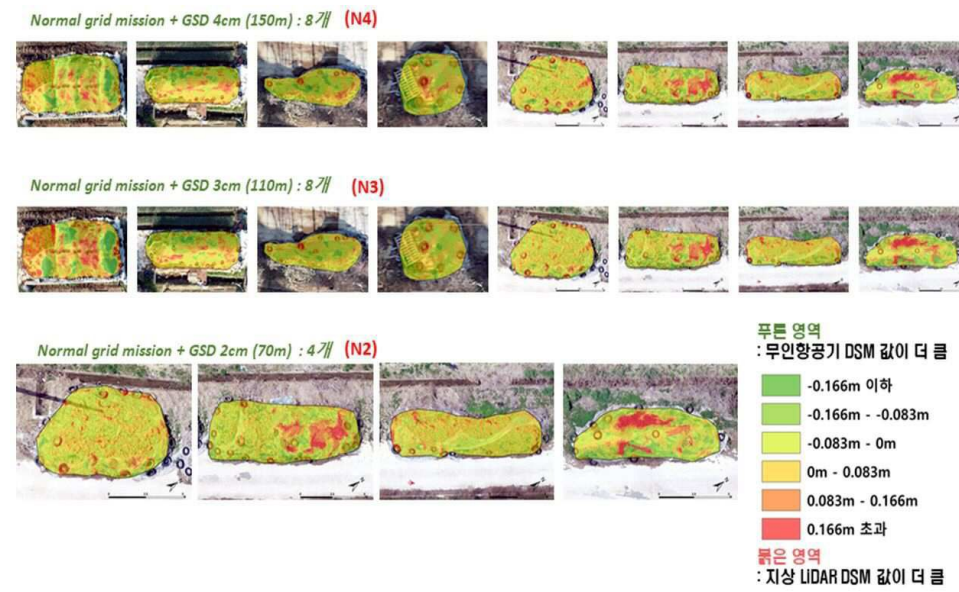


(b)

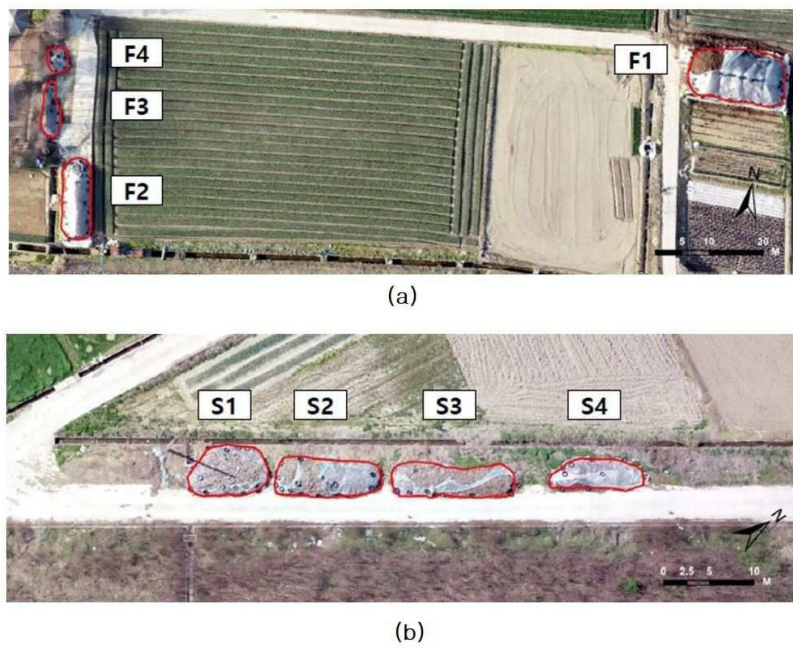
도면6



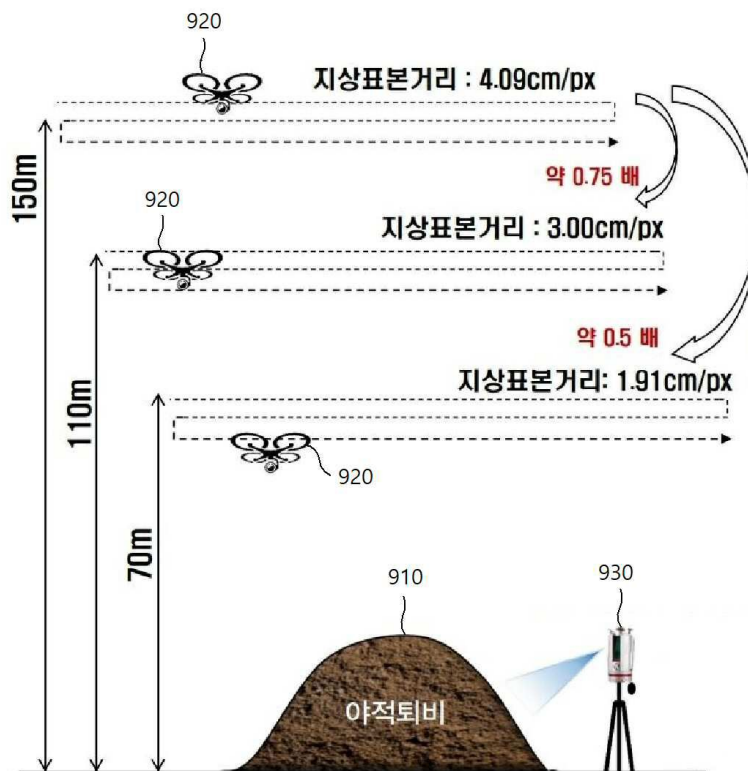
도면7



도면8



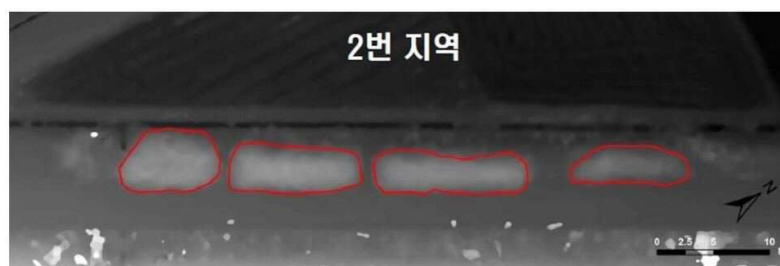
도면9



도면10

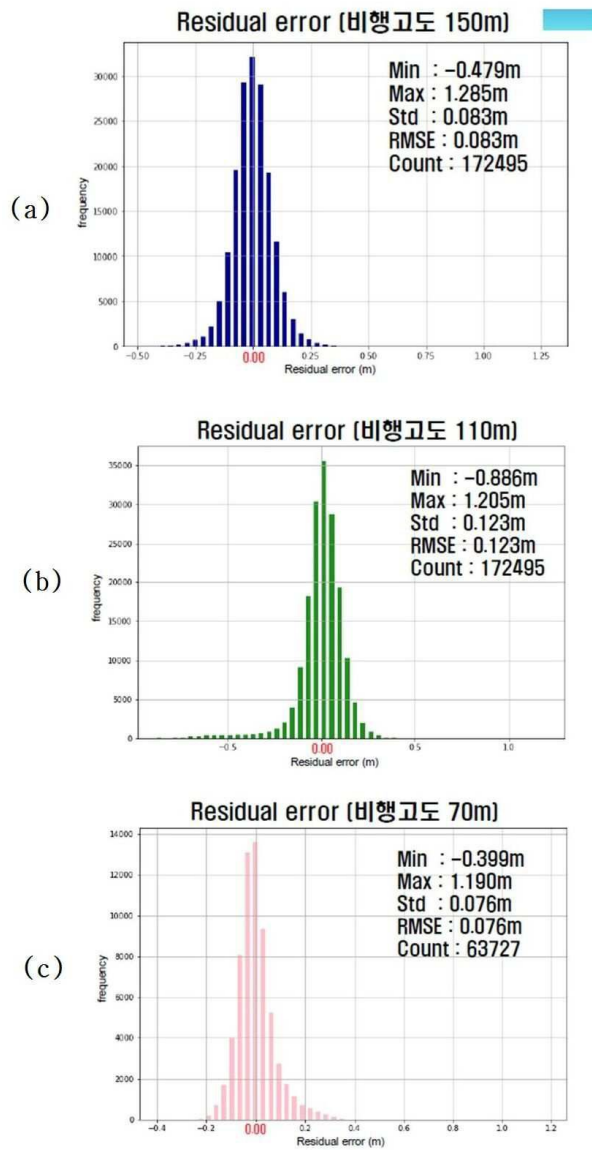


(a)

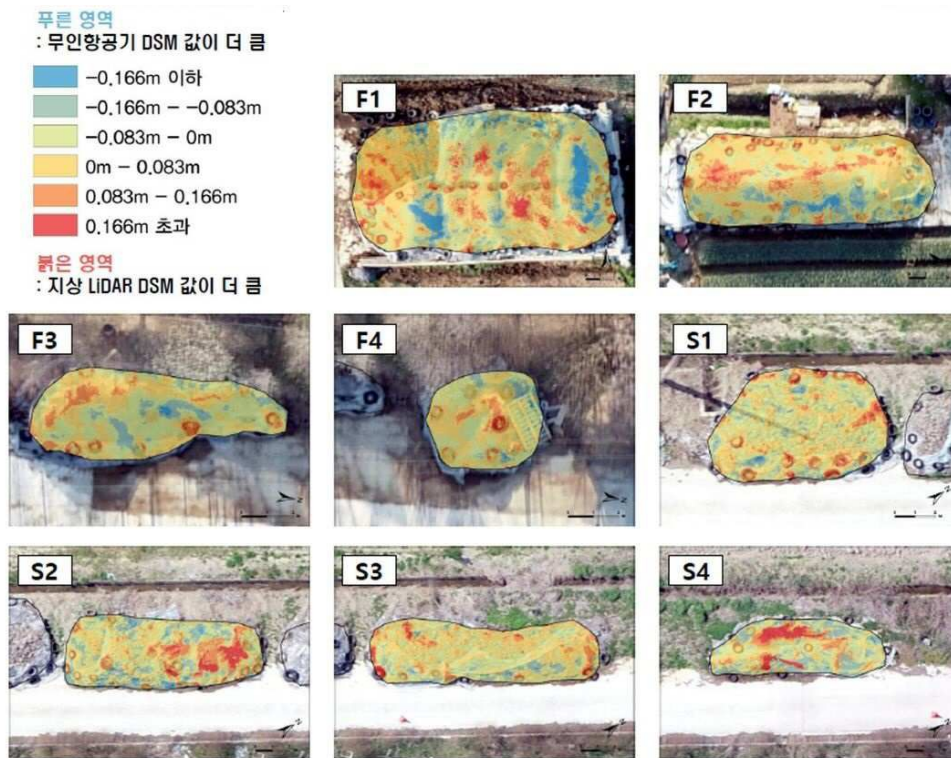


(b)

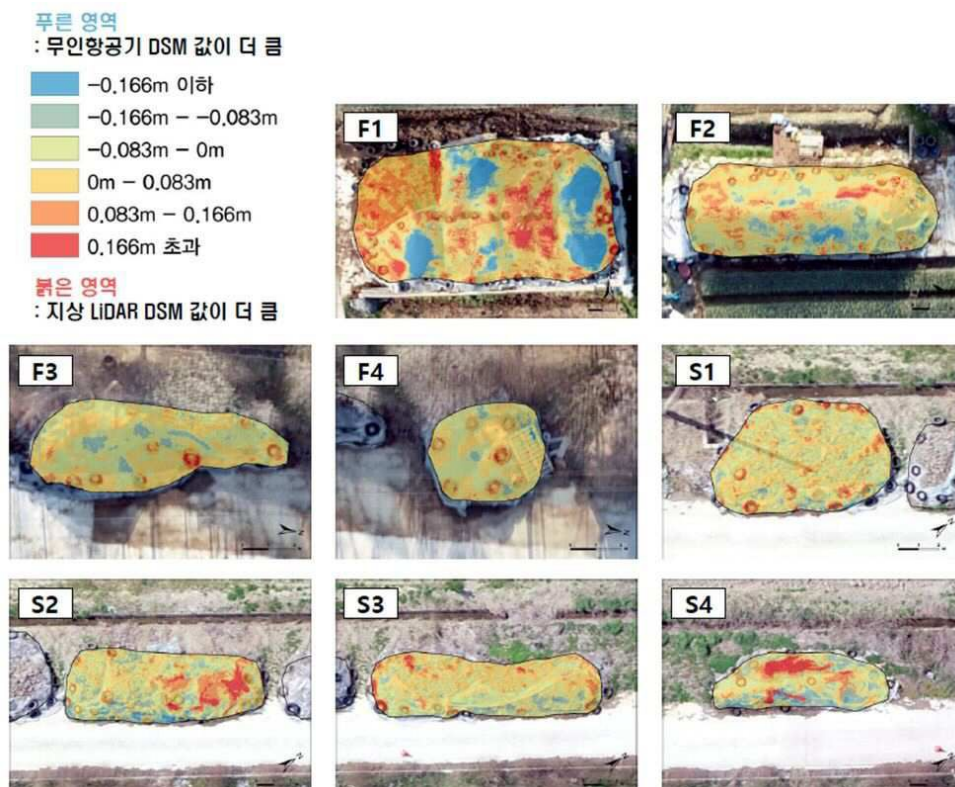
도면11



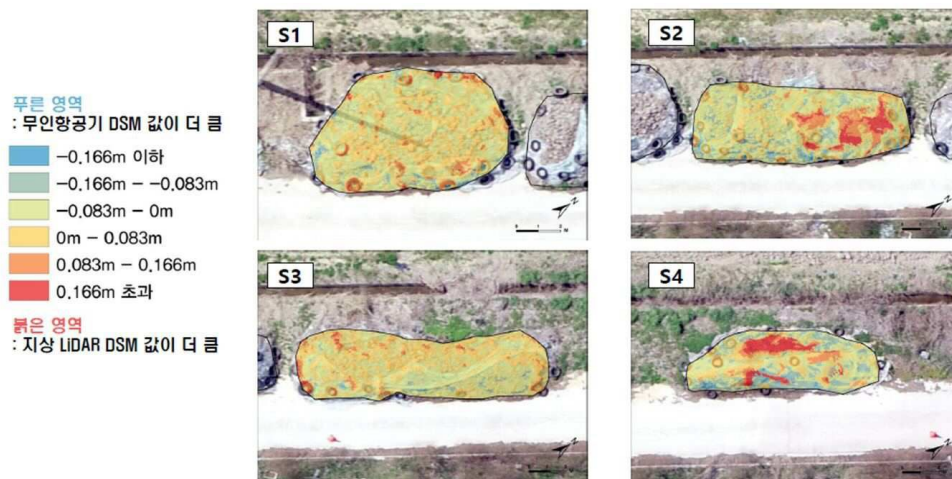
도면12



도면13



도면14



도면15

