(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0152908
(43) 공개일자 2023년11월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G08B 31/00 (2006.01) *G06T 17/05* (2011.01)
G06V 10/10 (2023.01) *G06V 20/17* (2022.01)
G08B 21/10 (2014.01)
(52) CPC특허분류
G08B 31/00 (2013.01)
G06T 17/05 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0052442
(22) 출원일자 2022년04월28일
심사청구일자 2022년04월28일

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
이태삼
경남 진주시 진주대로 501
성기영
경남 진주시 호탄길27번길 9
(74) 대리인
김종석

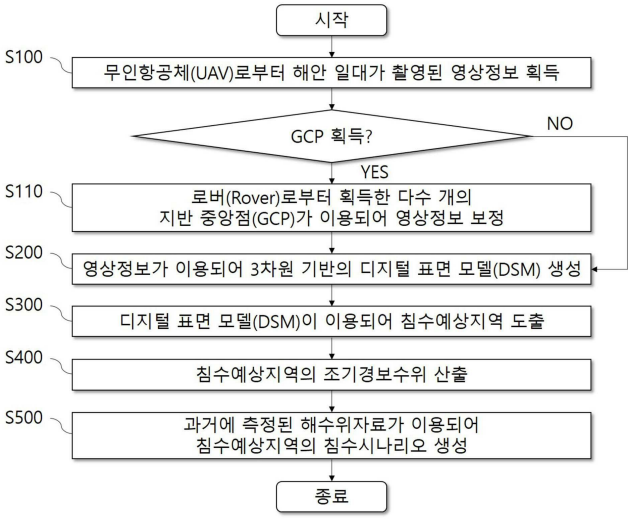
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법, 프로그램 및 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법, 프로그램 및 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 적어도 하나의 프로세서에 의하여, 무인항공체(Unmanned Aerial Vehicle; UAV)로부터 해안 일대가 촬영된 영상정보가 획득되는 영상정보 획득단계, 상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여, 상기 영상정보가 이용되어 3차원 기반의 디지털 표면 모델(Digital Surface Model; DSM)이 생성되는 디지털 표면 모델 생성단계, 상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여, 상기 디지털 표면 모델(DSM)이 이용되어 폭풍해일 발생 시 침수될 수 있는 지역인 침수예상지역이 도출되는 침수예상지역 도출단계 및 상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여, 상기 침수예상지역의 조기경보수위가 도출되는 조기경보수위 도출단계;를 포함하는 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법, 프로그램 및 시스템에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06V 10/16 (2023.08)
G06V 20/17 (2023.08)
G08B 21/10 (2013.01)
G06T 2207/10032 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 프로세서에 의하여, 무인항공체(Unmanned Aerial Vehicle; UAV)로부터 해안 일대가 촬영된 영상정보가 획득되는 영상정보 획득단계;

상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여, 상기 영상정보가 이용되어 3차원 기반의 디지털 표면 모델(Digital Surface Model; DSM)이 생성되는 디지털 표면 모델 생성단계;

상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여, 상기 디지털 표면 모델(DSM)이 이용되어 폭풍해일 발생 시 침수될 수 있는 지역인 침수예상지역이 도출되는 침수예상지역 도출단계; 및

상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여, 상기 침수예상지역의 조기경보수위가 도출되는 조기경보수위 도출단계;를 포함하는 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 영상정보 획득단계는, 해안 일대에서 이동하는 로버(Rover)로부터 획득한 다수 개의 지반 중앙점(Ground Central Point; GCP)이 이용되어 상기 영상정보가 보정되는 영상정보 보정단계;를 포함하고,

상기 디지털 표면 모델 생성단계는, 상기 영상정보 보정단계로부터 보정된 상기 영상정보가 이용되어 상기 디지털 표면 모델(DSM)이 생성되는 것을 특징으로 하는 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 침수예상지역 도출단계는,

해안 일대에 설치된 제방의 표고(標高)가 확인될 수 있도록 상기 디지털 표면 모델(DSM)에 정사영상이 중첩되는 정사영상 중첩단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 조기경보수위 도출단계는,

해안 일대 인근 조위관측소로부터 과거에 측정된 해수위자료가 분석되고, 조석(潮汐)으로 인해 해안 일대에서 가장 높아진 해수면의 높이인 약최고고조위(Approximate Highest High Water; AHHW)가 도출되는 해수위자료 분석단계;를 포함하고,

상기 침수예상지역에 설치된 제방의 표고(標高)와 상기 해수위자료 분석단계로부터 도출된 상기 약최고고조위(AHHW)가 이용되어 상기 조기경보수위가 도출되는 것을 특징으로 하는 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여, 해안 일대 인근 조위관측소로부터 과거에 측정된 해수위자료가 이용되어 폭풍해일로 인한 상기 침수예상지역의 침수시나리오가 생성되는 침수시나리오 생성단계;를 더 포함하고,

상기 침수시나리오는,

폭풍해일로 인한 상기 침수예상지역의 예상침수면적과 예상침수심 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법을 실행시키기 위해 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 저장된, 컴퓨터 프로그램.

청구항 7

GPS 센서와 카메라를 구비하고, 해안 일대를 촬영한 후 영상정보를 생성하는 무인항공체(UAV); 및

상기 영상정보를 이용하여 촬영된 해안 일대의 폭풍해일 해안조기경보를 설정하는 적어도 하나의 프로세서;를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

상기 무인항공체(UAV)로부터 해안 일대가 촬영된 영상정보를 획득하고,

상기 영상정보를 이용하여 3차원 기반의 디지털 표면 모델(Digital Surface Model; DSM)을 생성하고,

상기 디지털 표면 모델(DSM)을 이용하여 폭풍해일 발생 시 침수될 수 있는 지역인 침수예상지역을 도출하고,

상기 침수예상지역의 조기경보수위를 도출하는 것을 특징으로 하는 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 시스템.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 GPS 센서의 측량오류를 보완할 수 있도록 촬영하고자 하는 해안 일대를 이동하면서 지반 중앙점(Ground Central Point; GCP)을 획득하는 로버(Rover);를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법, 프로그램 및 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 무인항공체(UAV)의 영상정보로부터 생성된 디지털 표면 모델(DSM)을 이용하여 해안 일대의 침수예상지역을 도출하고, 과거 해수위자료를 이용하여 침수예상지역의 폭풍해일에 대한 해안조기경보를 설정하는 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법, 프로그램 및 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 기후변화의 영향을 받아 태풍 및 집중호우에 의한 막대한 재산손실과 인명피해가 발생하고 있고, 그 빈도와 강도가 증가하고 있는 추세이다. 이러한 자연재해를 대비하고 대응하기 위해서 국가, 지자체, 연구소 및 관련기관에서는 구조적, 비구조적 대책들을 마련하고 있다. 특히나, 현장접근성, 경제성 및 유지관리 측면에서 4차 산업혁명 기술인 무인항공체(UAV)를 적극적으로 활용하고자 하는 노력이 이루어지고 있다.

[0003] 이와 관련하여, 폭풍 및 홍수 모니터링을 위한 UAV의 적용 가능성을 분석하거나(비특허문헌 1), UAV 기반 저고도 멀티센서 사진측량 시스템의 캘리브레이션 방식을 연구하거나(비특허문헌 2), 지상기준점(Ground Control Point; GCP) 위치에 따른 디지털 표면 모델(DSM)의 수직위치 정확도 품질을 평가하는(비특허문헌 3) 등 수자원 및 하천관리 분야에서 무인항공체(UAV)를 실질적으로 활용할 수 있는지에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0004] 다만, 종래에는 상술한 문헌들과 같이 고도에 따른 무인항공체(UAV)의 사진측량 기법, 무인항공체(UAV) 측량의 정확도 및 신뢰성 검증 기술에 초점이 맞춰져 있다. 즉, 무인항공체(UAV)로부터 획득한 영상정보의 정확도 및 신뢰성이 검증된 이후에 다가올 수자원 분야에서의 자연재해를 대비하고 대응하기 위한 무인항공체(UAV)의 활용 기술이 상당히 부족한 실정이다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0005] (비특허문헌 0001) Kim, M. G., Jung, G. Y., Kim, J. B., & Yun, H. C. (2010). Applicability Analysis of UAV for Storm and Flood Monitoring (pp. 655-662). Journal of the korean society of subveying Geodecy, Photogrammetry And Cartography.

(비특허문헌 0002) Lee, J., Choi, K., & Lee, I. (2012). Calibration of a UAV based low altitude multi-sensor photogrammetric system. Journal of the Korean Society of Surveying Geodesy Photogrammetry and Cartography, 30(1), 31-38.

(비특허문헌 0003) Lee, J. P. (2021). Quality Assessment of Digital Surface Model Vertical Position Accuracies by Ground Control Point Location. Journal of Cadastre & Land InformatiX, 51(1), 125-136.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로 폭풍해일과 같은 자연재해를 미리 대비하고 대응하기 위해 무인항공체(UAV)를 적극적으로 활용하기 위해서 무인항공체(UAV)의 영상정보로부터 생성된 디지털 표면 모델(DSM)을 이용하여 해안 일대의 침수예상지역을 도출하고, 과거 해수위자료를 이용하여 침수예상지역의 폭풍해일에 대한 해안조기경보를 설정하는 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법, 프로그램 및 시스템을 얻고자 하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 본 발명의 목적은 무인항공체(UAV)로부터 획득한 영상정보의 정확성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있도록 해안 일대에서 이동하는 로버(Rover)로부터 획득한 다수 개의 지반 중앙점(GCP)을 이용하여 상기 영상정보를 보정하는 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법, 프로그램 및 시스템을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 목적은 해안조기경보 및 폭풍해일에 대한 단계별경보를 제공하여 해안 일대에 생활하는 사람들의 인명 및 재산피해를 최소화할 수 있도록 과거에 측정된 해수위자료를 이용하여 폭풍해일로 인한 침수예상지역의 예상침수면적과 예상침수심을 포함하는 침수시나리오를 생성하는 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법, 프로그램 및 시스템을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 본 발명의 기재로부터 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법은 적어도 하나의 프로세서에 의하여, 무인항공체(Unmanned Aerial Vehicle; UAV)로부터 해안 일대가 촬영된 영상정보가 획득되는 영상정보 획득단계; 상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여, 상기 영상정보가 이용되어 3차원 기반의 디지털 표면 모델(Digital Surface Model; DSM)이 생성되는 디지털 표면 모델 생성단계; 상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여, 상기 디지털 표면 모델(DSM)이 이용되어 폭풍해일 발생 시 침수될 수 있는 지역인 침수예상지역이 도출되는 침수예상지역 도출단계; 및 상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여, 상기 침수예상지역의 조기경보수위가 도출되는 조기경보수위 도출단계;를 제공한다.

[0011] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 프로그램은 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법을 실행시키기 위해 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 저장된다.

[0012] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 시스템은 GPS 센서와 카메라를 구비하고, 해안 일대를 촬영한 후 영상정보를 생성하는 무인항공체(UAV); 및 상기 영상정보를 이용하여 촬영된 해안 일대의 폭풍해일 해안조기경보를 설정하는 적어도 하나의 프로세서;를 제공한다. 상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 무인항공체(UAV)로부터 해안 일대가 촬영된 영상정보를 획득하고, 상기 영상정보

를 이용하여 3차원 기반의 디지털 표면 모델(Digital Surface Model; DSM)을 생성하고, 상기 디지털 표면 모델(DSM)을 이용하여 폭풍해일 발생 시 침수될 수 있는 지역인 침수예상지역을 도출하고, 상기 침수예상지역의 조기경보수위를 도출하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0013] 이상과 같이 본 발명에 의하면 무인항공체(UAV)의 영상정보로부터 생성된 디지털 표면 모델(DSM)을 이용하여 해안 일대의 침수예상지역을 도출하고, 과거 해수위자료를 이용하여 침수예상지역의 폭풍해일에 대한 해안조기경보를 설정함으로써, 폭풍해일과 같은 자연재해를 미리 대비하고 대응하기 위해 무인항공체(UAV)를 적극적으로 활용할 수 있는 효과가 있다.

[0014] 또한, 본 발명은 해안 일대에서 이동하는 로버(Rover)로부터 획득한 다수 개의 지반 중앙점(GCP)을 이용하여 상기 영상정보를 보정함으로써, 무인항공체(UAV)로부터 획득한 영상정보의 정확성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0015] 또한, 본 발명은 과거에 측정된 해수위자료를 이용하여 폭풍해일로 인한 침수예상지역의 예상침수면적과 예상침수심을 포함하는 침수시나리오를 생성함으로써, 해안조기경보 및 폭풍해일에 대한 단계별경보를 제공하여 해안 일대에 생활하는 사람들의 인명 및 재산피해를 최소화할 수 있는 효과가 있다.

[0016] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 상세한 설명 및 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 촬영하고자 하는 해안 일대를 표시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 기반의 디지털 표면 모델(DSM)을 표시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 침수예상지역에 설치된 제방의 표고(標高)를 표시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 서로 다른 지역에서 획득한 조석(潮汐)으로 인한 해안 일대의 해수면의 높이를 표시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 예상침수면적과 예상침수심이 포함된 침수시나리오를 표시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 명세서에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[0019] 다르게 정의되지 않는 한 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0021] **무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법**

[0022] 이하, 본 발명에 따른 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다. 도 1은 본 발명의 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법 흐름도이다. 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 촬영하고자 하는 해안 일대를 표시한 도면이다. 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 기반의 디지털 표면 모델(DSM)을 표시한 도면이다. 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 침수예상지역에 설치된 제방의 표고(標高)를 표시한 도면이다. 도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 서로 다른 지역에서 획득한 조석(潮汐)으로 인한 해안 일대의 해수면

의 높이를 표시한 도면이다. 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 예상침수면적과 예상침수심이 포함된 침수시나리오를 표시한 도면이다.

[0023] 도 1을 보면, 본 발명의 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법은 영상정보 획득단계(S100), 디지털 표면 모델 생성단계(S200), 침수예상지역 도출단계(S300) 및 조기경보수위 도출단계(S400)를 포함한다.

[0024] 보다 구체적으로, 상기 영상정보 획득단계(S100)는 적어도 하나의 프로세서(200)에 의하여, 무인항공체(Unmanned Aerial Vehicle; UAV)(100)로부터 해안 일대가 촬영된 영상정보가 획득된다.

[0025] 여기서, 상기 무인항공체(UAV)(100)는 조종사 없이 무선전파의 유도에 의해서 비행 및 조종이 가능한 비행기나 헬리콥터 모양의 기체로, 가장 바람직하게 드론(Drone)이다. 상기 무인항공체(UAV)(100)는 촬영위치를 수치적으로 표시하기 위한 GPS 센서(110)와 사진측량(Photogrammaetry)을 위한 카메라(120)를 포함할 수 있다. 그리고 상기 무인항공체(UAV)(100)는 상기 적어도 하나의 프로세서(200) 또는 이를 구비하는 컴퓨터 장치와 무선통신 가능하도록 연결되어, 상기 영상정보를 실시간으로 전송하거나 저장용량만큼 상기 영상정보를 저장할 수 있다.

[0026] 또한, 상기 무인항공체(UAV)(100)는 사용자 단말(500)과 무선통신 가능하도록 연결되어, 상기 사용자 단말(500)로부터 입력된 설정조건에 따라 촬영할 수 있다. 예컨대, 상기 사용자 단말(500)에 설치된 'Pix4D Capture'를 통해서 상기 무인항공체(UAV)(100)의 고도 비행코스가 설정될 수 있고, 상기 무인항공체(UAV)(100)는 기 설정된 고도 비행코스와 동일하게 해안 일대를 촬영할 수 있다.

[0027] 또한, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 상기 무인항공체(UAV)(100)로부터 촬영하고자 하는 해안 일대를 표시한 것으로, 해안 일대는 대한민국 남해군 월포(Wolpo) 지구의 해안가 일부이다. 월포지구는 재해위험지구 해일위험 '나' 등급에 해당하고, 월포 해안가로는 두곡천, 석교천 2개의 소하천이 합류되며 특히 석교천 주변에는 약 100세대가 거주하고 있어 해수위 상승으로 인한 배수의 영향을 상당히 받을 것으로 예상되고 재산 및 인명피해가 발생할 수 있는 곳이다. 즉, 상기 영상정보는 월포(Wolpo) 지구와 같은 곳을 대상으로 하고, GPS 센서(110)와 상기 카메라(120)로부터 촬영된 GPS 위치기반 사진측량(Photogrammaetry) 이미지일 수 있다.

[0028] 다음으로, 상기 디지털 표면 모델 생성단계(S200)는 상기 적어도 하나의 프로세서(200)에 의하여, 상기 영상정보가 이용되어 3차원 기반의 디지털 표면 모델(Digital Surface Model; DSM)이 생성된다.

[0029] 여기서, 상기 디지털 표면 모델(DSM)은 수치 표고 모형(Digital Elevation Model; DEM) 중 하나로 실세계 모든 정보 즉, 지형, 수목, 건물, 인공 구조물 등을 표현한 모형이다. 가장 바람직하게, 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 상기 디지털 표면 모델(DSM)을 구현할 수 있는 WebODM 소프트웨어를 저장함으로써, 상기 영상정보를 이용하여 디지털 표면 모델(DSM)을 생성할 수 있다. 도 3을 보면, 상기 디지털 표면 모델 생성단계(S200)로부터 생성된 디지털 표면 모델(DSM)을 통해서 해안 일대의 높이와 지형 등이 확인될 수 있다.

[0030] 한편, 본 발명의 상기 영상정보 획득단계(S100)는, 해안 일대에서 이동하는 로버(Rover)(300)로부터 획득한 다수 개의 지반 중앙점(Ground Central Point; GCP)이 이용되어 상기 영상정보가 보정되는 영상정보 보정단계(S110)를 포함하고, 상기 디지털 표면 모델 생성단계(S200)는, 상기 영상정보 보정단계(S110)로부터 보정된 상기 영상정보가 이용되어 상기 디지털 표면 모델(DSM)이 생성되는 것을 특징으로 한다.

[0031] 항공측량 시 상기 무인항공체(UAV)(100)의 고속이동, 외부환경으로 인한 자세불안정 및 상기 GPS센서(110)의 부정확성이 원인이 되어 상기 영상정보의 측량성과에 오류가 발생될 수 있다. 본 발명은 이러한 오류가 보완되어 보다 정확한 항공측량이 가능하도록 상기 영상정보 보정단계(S110)를 포함할 수 있다.

[0032] 예컨대, 촬영하고자하는 월포지구 해안 일대의 기 설정된 통합기준점(Unified Control Point; UCP)에 베이스 GPS 스테이션(Base GPS Station)(400)이 설치되고, 상기 로버(Rover)(300)가 상기 베이스 GPS 스테이션(400)을 기준으로 이동하면서 상기 다수 개의 지반 중앙점(GCP)을 측량할 수 있다. 상기 통합기준점(UCP)과 상기 다수 개의 지반 중앙점(GCP)은 위도(Latitude), 경도(Longitude) 및 평균해수면으로부터의 높이(EL.m)를 포함할 수 있다.

[0033] 그리고 상기 영상정보 보정단계(S110)는 상기 영상정보에서 상기 다수 개의 지반 중앙점(GCP)의 위도, 경도 및 평균해수면으로부터의 높이와 상기 로버(Rover)(300)로부터 획득한 상기 다수 개의 지반 중앙점(GCP)의 위도, 경도 및 평균해수면으로부터의 높이가 비교되었을 때, 기 설정된 오차범위 이내로 동일하다면 상기 무인항공체(UAV)(100)를 이용한 항공측량에 오류가 없는 것으로 판단될 수 있다. 반대로, 기 설정된 오차범위를 벗어난 차이가 있다면 상기 무인항공체(UAV)(100)를 이용한 항공측량에 오류가 있는 것으로 판단되고, 상기 영상정보에서

상기 다수 개의 지반 중앙점(GCP)의 위도, 경도 및 평균해수면으로부터의 높이가 상기 로버(Rover)(300)로부터 획득한 상기 다수 개의 지반 중앙점(GCP)의 위도, 경도 및 평균해수면으로부터의 높이로 변경되는 보정이 수행될 수 있다. 더 나아가, 상기 영상정보 보정단계(S110)는 상기 영상정보에서 변경된 상기 다수 개의 지반 중앙점(GCP)이 기준이 되어 주변의 위도, 경도 및 평균해수면으로부터의 높이 역시 변경될 수 있다. 따라서 본 발명의 상기 디지털 표면 모델 생성단계(S200)는 실제측량과 유사한 상기 영상정보가 이용되어 보다 정확한 상기 디지털 표면 모델(DSM)이 생성될 수 있는 현저한 효과가 있다.

[0034] 다음으로, 상기 침수예상지역 도출단계(S300)는 상기 적어도 하나의 프로세서(200)에 의하여, 상기 디지털 표면 모델(DSM)이 이용되어 폭풍해일 발생 시 침수될 수 있는 지역인 침수예상지역이 도출될 수 있다.

[0035] 이때, 폭풍해일 발생 시 침수여부는 해안 일대의 지형 및 높이뿐만 아니라 해안 일대에 인간이 인위적으로 설치한 제방의 여부, 형태 및 높이도 확인될 필요가 있다. 이에, 본 발명의 상기 침수예상지역 도출단계(S300)는, 해안 일대에 설치된 제방의 표고(標高)가 확인될 수 있도록 상기 디지털 표면 모델(DSM)에 정사영상이 중첩되는 정사영상 중첩단계(S310)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0036] 여기서, 정사영상은 상기 항공측량에 따른 높이차나 기울어짐 등 지형 기복에 의한 기하학적 왜곡을 보정하고 모든 물체를 수직으로 내려다보았을 때의 보습으로 변환한 영상 또는 이미지이다.

[0037] 도 4를 보면, 상기 디지털 표면 모델(DSM)에 정사영상이 중첩됨으로써, 해안 일대에 설치된 제방의 표고(標高)(EL.m)가 확인될 수 있다. 예컨대, 제방의 표고(標高)(EL.m)는 4.49m 내지 5.3m 이내이고, 백사장 입구가 제방의 표고(標高)(EL.m)가 가장 낮은 4.49m로 확인되었다. 제방이 있는 곳이 제방이 없는 곳보다 폭풍해일 시 침수가능성이 낮고, 제방이 높은 곳이 제방이 낮은 곳보다 폭풍해일 시 침수가능성이 낮다. 따라서 상기 침수예상지역 도출단계(S300)는 가장 바람직하게 상기 정사영상이 중첩된 디지털 표면 모델(DSM)이 이용되어 제방의 표고(標高)(EL.m)가 상대적으로 낮아 폭풍해일 발생 시 침수될 수 있는 지역인 침수예상지역이 도출될 수 있다. 상기 침수예상지역은 하나 이상일 수 있다.

[0038] 다음으로, 상기 조기경보수위 도출단계(S400)는 상기 적어도 하나의 프로세서(200)에 의하여, 상기 침수예상지역의 조기경보수위가 도출된다.

[0039] 조기경보수위가 도출됨에 있어서, 상기 조기경보수위 도출단계(S400)는, 해안 일대 인근 조위관측소로부터 과거에 측정된 해수위자료가 분석되고, 조석(潮汐)으로 인해 해안 일대에서 가장 높아진 해수면의 높이인 약최고고조위(Approximate Highest High Water; AHHW)가 도출되는 해수위자료 분석단계(S410)를 포함할 수 있다. 그리고 상기 조기경보수위 도출단계(S400)는, 상기 침수예상지역에 설치된 제방의 표고(標高)와 상기 해수위자료 분석단계(S410)로부터 도출된 상기 약최고고조위(AHHW)가 이용되어 상기 조기경보수위가 도출되는 것을 특징으로 한다.

[0040] 상기 해수위자료는 시계열 데이터로, 과거 해안 일대에 태풍이 상륙한 시점부터 소강된 시점, 시간에 따른 태풍의 속도변화, 태풍으로 인한 파도높이변화, 조위 상승 및 하강 시점 등을 포함할 수 있다.

[0041] 예컨대, 상기 조기경보수위 도출단계(S400)는 해안 일대에 태풍이 상륙한 시점을 기준으로 약 30일 간의 해수위자료가 분석될 수 있다. 상기 해수위자료는 시간에 대한 조위변화일 수 있다. 여기서, 조위는 밀물과 썰물에 의해 바닷물의 높이가 주기적으로 오르내리는 현상에 따라 기준면에서 해면까지의 높이를 말한다. 도 5의 (a)와 같이, 조위가 상승하는 시점에 태풍이 상륙하게 되면 그로 인해 해수위가 높아져 빨간색으로 표시된 부분과 같이 월파(Wave overtopping) 발생의 확률이 크다. 반면에 도 5의 (b)와 같이, 조위가 하강하는 시점에 태풍이 상륙하게 되면 빨간색으로 표시된 부분과 같이 월파(Wave overtopping) 발생의 확률이 상당히 적을 수 있다.

[0042] 그리고 상기 해수위자료 분석단계(S410)는 조석(潮汐)으로 인해 해안 일대에서 가장 높아진 해수면의 높이인 약최고고조위(Approximate Highest High Water; AHHW)가 도출될 수 있다. 약최고고조위(AHHW)는 과거 해수위자료가 기초가 되어 상기 조위가 상승하는 시점에서 태풍이 상륙하게 됨으로써 해수위가 가장 높아진 시점의 수치일 수 있다.

[0043] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 해수위자료 분석단계(S410)로부터 해안 일대의 약최고고조위(AHHW)가 350cm이고, 해수위자료로부터 과거 해안 일대에 월류 발생 시 해일고가 450cm 내지 500cm이고, 해안 일대의 최저지반고가 420cm라고 분석결과가 도출될 수 있다. 여기서, 최저지반고는 평균해수면 등으로부터 상기 침수예상지역의 가장 낮은 지반까지의 수직 높이를 일컫는다. 이때, 상기 침수예상지역에 설치된 제방의 표고(標高)가 반영될 수 있다.

[0044] 그러면, 상기 조기경보수위 도출단계(S400)로부터 상기 침수예상지역의 상기 주의경보를 위한 조기경보수위는 약최고고조위(AHHW)보다는 높고 최저지반고 보다는 낮은 350cm 내지 420cm 범위이내일 수 있고, 예컨대, 400cm 일 수 있다. 이는, 상기 약최고고조위(AHHW)는 조위에 의한 가장 높은 상한수치임으로 350cm 보다는 높은 조위에서 상기 조기경보수위가 되어야 하기 때문이다. 또한, 상기 침수예상지역의 경계경보를 위한 조기경보수위는 최저지반고인 420cm일 수 있다. 이는, 해안 일대의 지반고까지 해수가 도달할지라도 해수가 계속해서 넘치는 것이 아니기 때문이다. 마지막으로, 상기 침수예상지역의 대피경보를 위한 조기경보수위는 최저 해일고인 450cm일 수 있다. 이는, 과거에 피해가 발생했던 해일고에 대해서는 월류가 발생하여 심각한 피해가 예상되기 때문이다.

[0045] 따라서 상기 조기경보수위 도출단계(S400)는 충분한 마진을 갖는 단계별 조기경보에 대한 각각의 조기경보수위가 도출됨으로써, 상기 침수예상지역의 재산 및 인명피해를 미리 예방하고 현저히 줄일 수 있는 효과가 있다.

[0046] 다음으로, 본 발명의 상기 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법은 상기 적어도 하나의 프로세서(200)에 의하여, 해안 일대 인근 조위관측소로부터 과거에 측정된 해수위자료가 이용되어 폭풍해일로 인한 상기 침수예상지역의 침수시나리오가 생성되는 침수시나리오 생성단계(S500)를 더 포함할 수 있다. 여기서, 침수시나리오는 폭풍해일로 인한 상기 침수예상지역의 예상침수면적과 예상침수심 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0047] 우선, 상기 침수시나리오 생성단계(S500)는 기 설정된 해수위에 따른 침수시나리오가 생성될 수 있다. 도 6의 (a)를 보면, 폭풍해일로 인해 해수위가 6m까지 상승했을 때 침수시나리오에 따른 예상침수면적과 예상침수심이 표시되어 있다. 빨간색으로 표시된 지역은 예상침수심이 가장 높은 지역이고, 노란색, 초록색, 파란색 순으로 예상침수심이 높은 지역이다. 즉, 해수위가 6m까지 상승했을 때 소하천 주변의 상기 침수예상지역이 최대 2m까지 발생하는 것으로 침수시나리오가 생성될 수 있다.

[0048] 또한, 상기 침수시나리오 생성단계(S500)는 해수위에 대한 예상침수면적이 침수시나리오로 표시될 수 있다. 도 6의 (b)를 보면, 해수위가 4m 내지 6m 범위이내일 수 있고, 해수위가 4m 내지 4.5m까지는 침수시나리오에서 예상침수면적이 0인 것을 확인할 수 있다. 해수위 4.7m를 시작으로 점점 커질수록 상기 예상침수면적이 급격하게 상승되는 것을 확인할 수 있다.

[0049] 따라서 본 발명은 상기 침수시나리오 생성단계(S500)를 포함함으로써, 해안조기경보뿐만 아니라 해수위별 피해심각도에 따른 단계적 경보가 설정될 수 있다. 조기경보 및 단계적 경보가 설정됨으로써 해안 일대의 인명 및 재산 피해가 발생하지 않도록 미리 대처할 수 있는 현저한 효과가 있다.

[0051] **무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 프로그램**

[0052] 본 발명의 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 프로그램은 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법을 실행시키기 위해 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 저장된다. 상기 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 방법은 상술한 바와 같다.

[0054] **무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 시스템**

[0055] 이하, 본 발명에 따른 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다. 본 발명의 무인항공체(UAV)를 이용한 폭풍해일 해안조기경보 설정 시스템은 GPS 센서(110)와 카메라(120)를 구비하고, 해안 일대를 촬영한 후 영상정보를 생성하는 무인항공체(UAV)(100) 및 상기 영상정보를 이용하여 촬영된 해안 일대의 폭풍해일 해안조기경보를 설정하는 적어도 하나의 프로세서(200)를 포함한다.

[0056] 우선, 상기 무인항공체(UAV)(100)는 조종사 없이 무선전파의 유도에 의해서 비행 및 조종이 가능한 비행기나 헬리콥터 모양의 기체로, 가장 바람직하게 드론(Drone)이다. 상기 무인항공체(UAV)(100)는 촬영위치를 수치적으로 표시하기 위한 GPS 센서(110)와 사진측량(Photogrammaetry)을 위한 카메라(120)를 포함할 수 있다. 그리고 상기 무인항공체(UAV)(100)는 상기 적어도 하나의 프로세서(200) 또는 이를 구비하는 컴퓨터 장치와 무선통신 가능하도록 연결되어, 상기 영상정보를 실시간으로 전송하거나 저장용량만큼 상기 영상정보를 저장할 수 있다.

[0057] 또한, 상기 무인항공체(UAV)(100)는 사용자 단말(500)과 무선통신 가능하도록 연결되어, 상기 사용자 단말(500)로부터 입력된 설정조건에 따라 촬영할 수 있다. 예컨대, 상기 사용자 단말(500)에 설치된 'Pix4D Capture'를 통해서 상기 무인항공체(UAV)(100)의 고도 비행코스가 설정될 수 있고, 상기 무인항공체(UAV)(100)는 기 설

정된 고도 비행코스와 동일하게 해안 일대를 촬영할 수 있다.

[0058] 또한, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 상기 무인항공체(UAV)(100)로부터 촬영하고자 하는 해안 일대를 표시한 것으로, 해안 일대는 대한민국 남해군 월포(Wolpo) 지구의 해안가 일부이다. 월포지구는 재해위험지구 해일 위험 '나' 등급에 해당하고, 월포 해안가로는 두곡천, 석교천 2개의 소하천이 합류되며 특히 석교천 주변에는 약 100세대가 거주하고 있어 해수위 상승으로 인한 배수의 영향을 상당히 받을 것으로 예상되고 재산 및 인명피해가 발생할 수 있는 곳이다. 즉, 상기 영상정보는 월포(Wolpo) 지구와 같은 곳을 대상으로 하고, GPS 센서(110)와 상기 카메라(120)로부터 촬영된 GPS 위치기반 사진측량(Photogrammaetry) 이미지일 수 있다.

[0059] 다음으로, 적어도 하나의 프로세서(200)는 상기 무인항공체(UAV)(100)로부터 해안 일대가 촬영된 영상정보를 획득하고, 상기 영상정보를 이용하여 3차원 기반의 디지털 표면 모델(Digital Surface Model; DSM)을 생성하고, 상기 디지털 표면 모델(DSM)을 이용하여 폭풍해일 발생 시 침수될 수 있는 지역인 침수예상지역을 도출하고, 상기 침수예상지역의 조기경보수위를 도출하는 것을 특징으로 한다.

[0060] 여기서, 상기 디지털 표면 모델(DSM)은 수치 표고 모형(Digital Elevation Model; DEM) 중 하나로 실세계 모든 정보 즉, 지형, 수목, 건물, 인공 구조물 등을 표현한 모형이다. 가장 바람직하게, 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 상기 디지털 표면 모델(DSM)을 구현할 수 있는 WebODM 소프트웨어를 저장함으로써, 상기 영상정보를 이용하여 디지털 표면 모델(DSM)을 생성할 수 있다. 도 3을 보면, 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 생성된 디지털 표면 모델(DSM)을 통해서 해안 일대의 높이와 지형 등이 확인할 수 있다.

[0061] 한편, 본 발명은 상기 GPS 센서(110)의 측량오류를 보완할 수 있도록 촬영하고자 하는 해안 일대를 이동하면서 지반 중앙점(Ground Central Point; GCP)을 획득하는 로버(Rover)(300)를 더 포함할 수 있다. 그리고 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 해안 일대에서 이동하는 로버(Rover)(300)로부터 획득한 다수 개의 지반 중앙점(GCP)을 이용하여 상기 영상정보가 보정될 수 있다. 그리고 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 보정된 상기 영상정보가 이용되어 상기 디지털 표면 모델(DSM)이 생성될 수 있다.

[0062] 항공측량 시 상기 무인항공체(UAV)(100)의 고속이동, 외부환경으로 인한 자세불안정 및 상기 GPS센서(110)의 부정확성이 원인이 되어 상기 영상정보의 측량성과에 오류가 발생할 수 있다. 본 발명은 이러한 오류를 보완하여 보다 정확한 항공측량이 가능하도록 상기 로버(Rover)(300)를 더 포함할 수 있다.

[0063] 예컨대, 촬영하고자하는 월포지구 해안 일대의 기 설정된 통합기준점(Unified Control Point; UCP)에 베이스 GPS 스테이션(Base GPS Station)(400)이 설치되고, 상기 로버(Rover)(300)가 상기 베이스 GPS 스테이션(400)을 기준으로 이동하면서 상기 다수 개의 지반 중앙점(GCP)을 측량할 수 있다. 상기 통합기준점(UCP)과 상기 다수 개의 지반 중앙점(GCP)은 위도(Latitude), 경도(Longitude) 및 평균해수면으로부터의 높이(EL.m)를 포함할 수 있다.

[0064] 그리고 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 상기 영상정보에서 상기 다수 개의 지반 중앙점(GCP)의 위도, 경도 및 평균해수면으로부터의 높이와 상기 로버(Rover)(300)로부터 획득한 상기 다수 개의 지반 중앙점(GCP)의 위도, 경도 및 평균해수면으로부터의 높이가 비교되었을 때, 기 설정된 오차범위 이내로 동일하다면 상기 무인항공체(UAV)(100)를 이용한 항공측량에 오류가 없는 것으로 판단할 수 있다. 반대로, 기 설정된 오차범위를 벗어난 차이가 있다면 상기 무인항공체(UAV)(100)를 이용한 항공측량에 오류가 있는 것으로 판단하고, 상기 영상정보에서 상기 다수 개의 지반 중앙점(GCP)의 위도, 경도 및 평균해수면으로부터의 높이가 상기 로버(Rover)(300)로부터 획득한 상기 다수 개의 지반 중앙점(GCP)의 위도, 경도 및 평균해수면으로부터의 높이로 변경되는 보정을 수행할 수 있다. 더 나아가, 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 상기 영상정보에서 변경된 상기 다수 개의 지반 중앙점(GCP)을 기준으로 주변의 위도, 경도 및 평균해수면으로부터의 높이 역시 변경할 수 있다. 따라서 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 실제측량과 유사한 상기 영상정보를 이용하여 보다 정확한 상기 디지털 표면 모델(DSM)을 생성할 수 있는 현저한 효과가 있다.

[0065] 다음으로, 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 상기 디지털 표면 모델(DSM)을 이용하여 폭풍해일 발생 시 침수될 수 있는 지역인 침수예상지역을 도출한다. 이때, 폭풍해일 발생 시 침수여부는 해안 일대의 지형 및 높이뿐만 아니라 해안 일대에 인간이 인위적으로 설치한 제방의 여부, 형태 및 높이도 확인될 필요가 있다. 이에, 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 해안 일대에 설치된 제방의 표고(標高)를 확인할 수 있도록 상기 디지털 표면 모델(DSM)에 정사영상을 중첩할 수 있다.

[0066] 여기서, 정사영상은 상기 항공측량에 따른 높이차나 기울어짐 등 지형 기복에 의한 기하학적 왜곡을 보정하고 모든 물체를 수직으로 내려다보았을 때의 보습으로 변환한 영상 또는 이미지이다.

[0067] 도 4를 보면, 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 상기 디지털 표면 모델(DSM)에 정사영상을 중첩함으로써, 해안 일대에 설치된 제방의 표고(標高)(EL.m)를 확인할 수 있다. 예컨대, 제방의 표고(標高)(EL.m), 즉 제방의 높이는 4.49m 내지 5.3m 이내이고, 백사장 입구가 제방의 표고(標高)(EL.m)가 가장 낮은 4.49m로 확인되었다. 제방이 있는 곳이 제방이 없는 곳보다 폭풍해일 시 침수가능성이 낮고, 제방이 높은 곳이 제방이 낮은 곳보다 폭풍해일 시 침수가능성이 낮다. 따라서 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 가장 바람직하게 상기 정사영상이 중첩된 디지털 표면 모델(DSM)을 이용하여 제방의 표고(標高)(EL.m)가 상대적으로 낮아 폭풍해일 발생 시 침수될 수 있는 지역인 침수예상지역을 도출할 수 있다. 상기 침수예상지역은 하나 이상일 수 있다.

[0068] 다음으로, 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 상기 침수예상지역의 조기경보수위를 도출한다. 조기경보수위를 도출함에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 해안 일대 인근 조위관측소로부터 과거에 측정된 해수위 자료를 분석하고, 조석(潮汐)으로 인해 해안 일대에서 가장 높아진 해수면의 높이인 약최고고조위(Approximate Highest High Water; AHHW)를 도출한다. 그리고 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 상기 침수예상지역에 설치된 제방의 표고(標高)와 상기 약최고고조위(AHHW)를 이용하여 상기 조기경보수위를 도출할 수 있다.

[0069] 상기 해수위자료는 시계열 데이터로, 과거 해안 일대에 태풍이 상륙한 시점부터 소강된 시점, 시간에 따른 태풍의 속도변화, 태풍으로 인한 파도높이변화, 조위 상승 및 하강 시점 등을 포함할 수 있다.

[0070] 예컨대, 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 해안 일대에 태풍이 상륙한 시점을 기준으로 약 30일 간의 해수위자료를 분석할 수 있다. 상기 해수위자료는 시간에 대한 조위변화일 수 있다. 여기서, 조위는 밀물과 썰물에 의해 바닷물의 높이가 주기적으로 오르내리는 현상에 따라 기준면에서 해면까지의 높이를 말한다. 도 5의 (a)와 같이, 조위가 상승하는 시점에 태풍이 상륙하게 되면 그로 인해 해수위가 높아져 빨간색으로 표시된 부분과 같이 월파(Wave overtopping) 발생의 확률이 크다. 반면에 도 5의 (b)와 같이, 조위가 하강하는 시점에 태풍이 상륙하게 되면 빨간색으로 표시된 부분과 같이 월파(Wave overtopping) 발생의 확률이 상당히 적을 수 있다.

[0071] 그리고 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 조석(潮汐)으로 인해 해안 일대에서 가장 높아진 해수면의 높이인 약최고고조위(Approximate Highest High Water; AHHW)를 도출할 수 있다. 상기 약최고고조위(AHHW)는 과거 해수위자료를 기초로 하여 상기 조위가 상승하는 시점에서 태풍이 상륙하게 됨으로써 해수위가 가장 높아진 시점의 수치일 수 있다.

[0072] 본 발명의 일실시예에 따르면, 해안 일대의 약최고고조위(AHHW)가 350cm이고, 해수위자료로부터 과거 해안 일대에 월류 발생 시 해일고가 450cm 내지 500cm이고, 상기 침수예상지역의 최저지반고가 420cm일 수 있다. 여기서, 최저지반고는 평균해수면 등으로부터 상기 침수예상지역의 가장 낮은 지반까지의 수직 높이를 일컫는다. 이때, 상기 침수예상지역에 설치된 제방의 표고(標高)가 반영될 수 있다.

[0073] 그러면, 상기 침수예상지역의 주의경보를 위한 조기경보수위는 약최고고조위(AHHW)보다는 높고 최저지반고 보다는 낮은 350cm 내지 420cm 범위이내일 수 있고, 예컨대, 400cm일 수 있다. 이는, 상기 약최고고조위(AHHW)는 조위에 의한 가장 높은 상한수치임으로 350cm 보다는 높은 조위에서 상기 조기경보수위가 되어야 하기 때문이다. 또한, 상기 침수예상지역의 경계경보를 위한 조기경보수위는 최저지반고인 420cm일 수 있다. 이는, 상기 침수예상지역의 지반고까지 해수가 도달할지라도 해수가 계속해서 넘치는 것이 아니기 때문이다. 마지막으로, 상기 침수예상지역의 대피경보를 위한 조기경보수위는 최저 해일고인 450cm일 수 있다. 이는, 과거에 피해가 발생했던 해일고에 대해서는 월류가 발생하여 심각한 피해가 예상되기 때문이다.

[0074] 따라서 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 충분한 마진을 갖는 단계별 조기경보에 대한 각각의 조기경보수위를 도출함으로써, 상기 침수예상지역의 재산 및 인명피해를 미리 예방하고 현저히 줄일 수 있는 효과가 있다.

[0075] 한편, 본 발명의 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 해안 일대 인근 조위관측소로부터 과거에 측정된 해수위자료를 이용하여 폭풍해일로 인한 상기 침수예상지역의 침수시나리오를 생성할 수 있다. 여기서, 침수시나리오는 폭풍해일로 인한 상기 침수예상지역의 예상침수면적과 예상침수심 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0076] 우선, 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 기 설정된 해수위에 따른 침수시나리오를 생성할 수 있다. 도 6의 (a)를 보면, 폭풍해일로 인해 해수위가 6m까지 상승했을 때 침수시나리오에 따른 예상침수면적과 예상침수심이 표시되어 있다. 빨간색으로 표시된 지역은 예상침수심이 가장 높은 지역이고, 노란색, 초록색, 파란색 순으로 예상침수심이 높은 지역이다. 즉, 해수위가 6m까지 상승했을 때 소하천 주변의 상기 침수예상지역이 최대 2m까지 발생하는 것으로 침수시나리오가 생성될 수 있다.

[0077] 또한, 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 해수위에 대한 예상침수면적을 침수시나리오로 표시할 수 있다. 도 6의 (b)를 보면, 해수위가 4m 내지 6m 범위이내일 수 있고, 해수위가 4m 내지 4.5m까지는 침수시나리오에서 예상침수면적이 0인 것을 확인할 수 있다. 해수위 4.7m를 시작으로 점점 커질수록 상기 예상침수면적이 급격하게 상승되는 것을 확인할 수 있다.

[0078] 따라서 상기 적어도 하나의 프로세서(200)는 상기 침수시나리오를 통해서 해안조기경보뿐만 아니라 해수위별 피해심각도에 따른 단계적 경보를 설정할 수 있다. 그리고 본 발명에 따라 조기경보 및 단계적 경보를 설정함으로써, 해안 일대의 인명 및 재산 피해가 발생하지 않도록 미리 대처할 수 있는 현저한 효과가 있다.

[0080] 실시예들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어, 마이크로코드, 하드웨어 기술 언어, 또는 이들의 임의의 조합에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어 또는 마이크로코드로 구현되는 경우, 필요한 작업을 수행하는 프로그램 코드 또는 코드 세그먼트들은 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에 저장되고 하나 이상의 프로세서에 의해 실행될 수 있다.

[0081] 그리고 본 명세서에 설명된 주제의 양태들은 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈 또는 컴포넌트와 같은 컴퓨터 실행 가능 명령어들의 일반적인 맥락에서 설명될 수 있다. 일반적으로, 프로그램 모듈 또는 컴포넌트들은 특정 작업을 수행하거나 특정 데이터 형식을 구현하는 루틴, 프로그램, 객체, 데이터 구조를 포함한다. 본 명세서에 설명된 주제의 양태들은 통신 네트워크를 통해 링크되는 원격 처리 디바이스들에 의해 작업들이 수행되는 분산 컴퓨팅 환경들에서 실시될 수도 있다. 분산 컴퓨팅 환경에서, 프로그램 모듈들은 메모리 저장 디바이스들을 포함하는 로컬 및 원격 컴퓨터 저장 매체에 둘 다에 위치할 수 있다.

[0082] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 으로 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.

[0083] 그러므로 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0084] 100.. 무인항공체(UAV)

110.. GPS 센서

120.. 카메라

200.. 적어도 하나의 프로세서

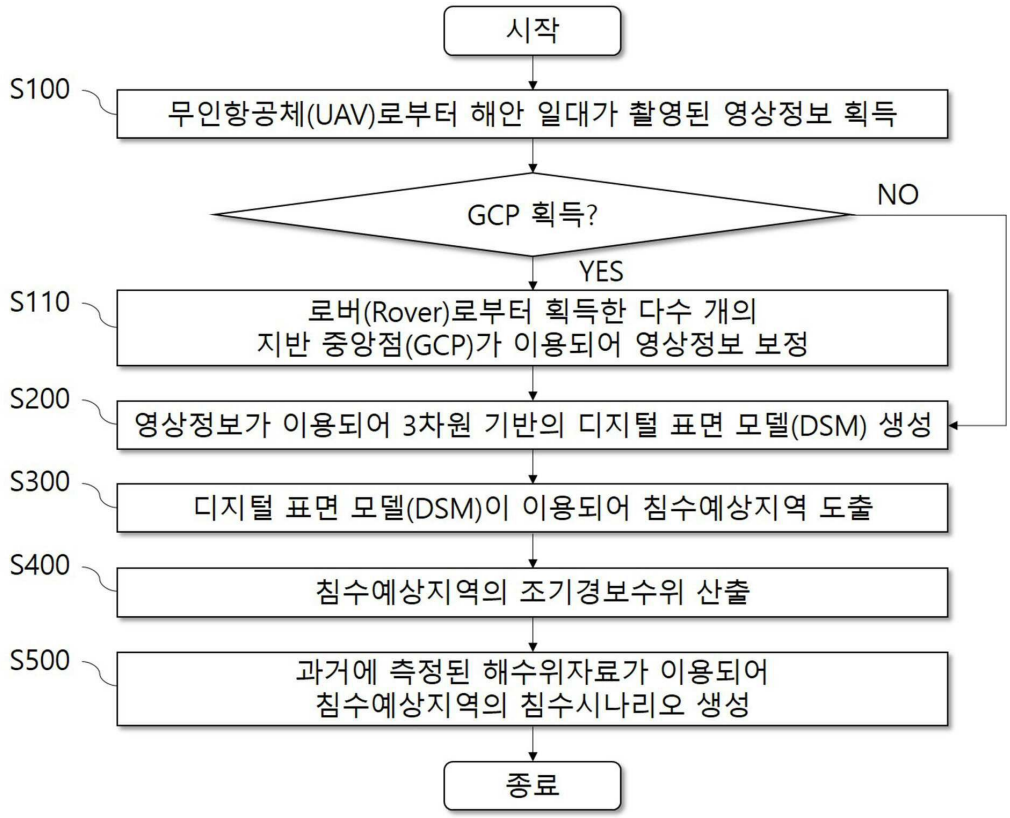
300.. 로버(Rover)

400.. 베이스 GPS 스테이션

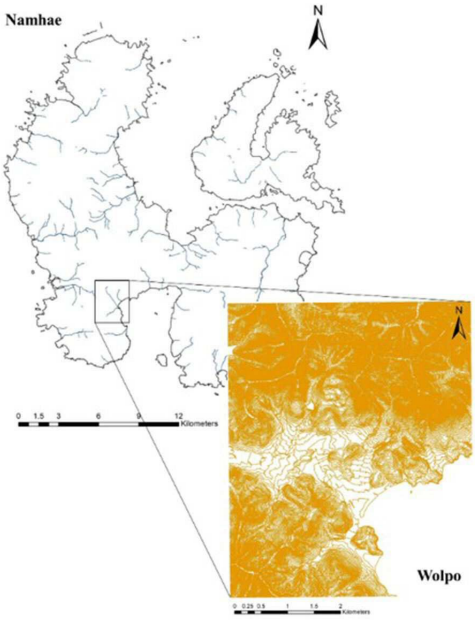
500.. 사용자 단말

도면

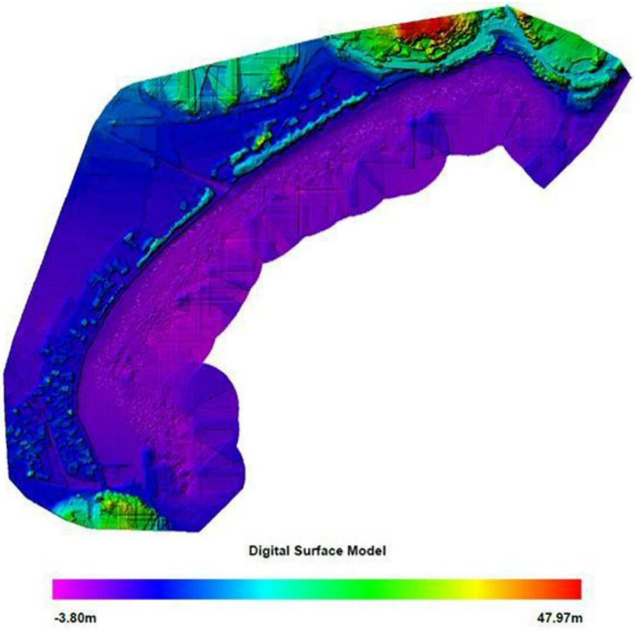
도면1


시작
S100
무인항공체(UAV)로부터 해안 일대가 촬영된 영상정보 획득
GCP 획득?
NO
YES
S110
로버(Rover)로부터 획득한 다수 개의
지반 중앙점(GCP)가 이용되어 영상정보 보정
S200
영상정보가 이용되어 3차원 기반의 디지털 표면 모델(DSM) 생성
S300
디지털 표면 모델(DSM)이 이용되어 침수예상지역 도출
S400
침수예상지역의 조기경보수위 산출
S500
과거에 측정된 해수위자료가 이용되어
침수예상지역의 침수시나리오 생성
종료

도면2


Namhae
N
Wolpo
N

도면3

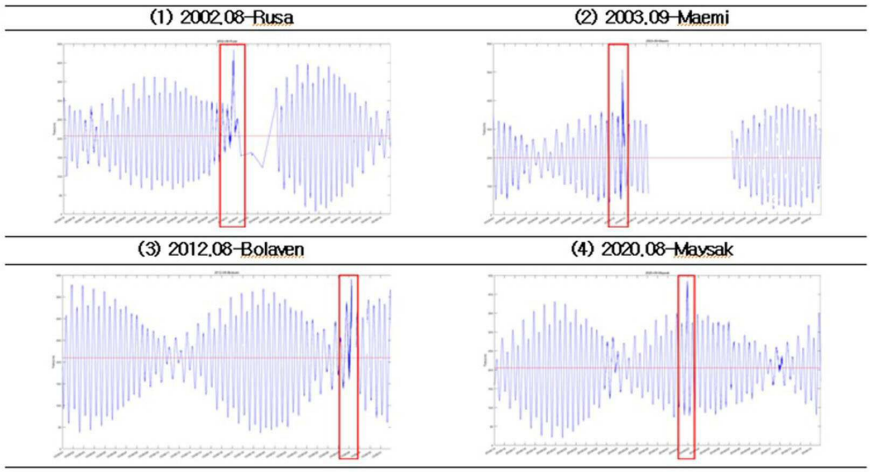

Digital Surface Model
-3.80m
47.97m

도면4

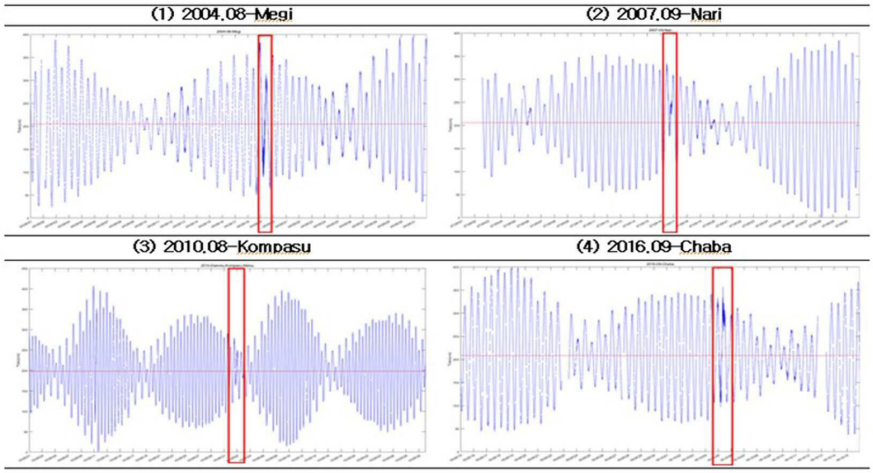

399,612.72 / 3,847,503.11 / 5.26
399,587.76 / 3,847,456.69 / 5.30
399,576.08 / 3,847,412.54 / 5.12
399,573.17 / 3,847,346.32 / 4.49
399,584.24 / 3,847,322.64 / 4.49
399,601.73 / 3,847,284.40 / 4.83
399,612.28 / 3,847,260.48 / 4.78
399,663.04 / 3,847,250.45 / 4.27
399,711.14 / 3,847,239.30 / 4.73
399,721.12 / 3,847,207.15 / 4.78

도면5

(a)

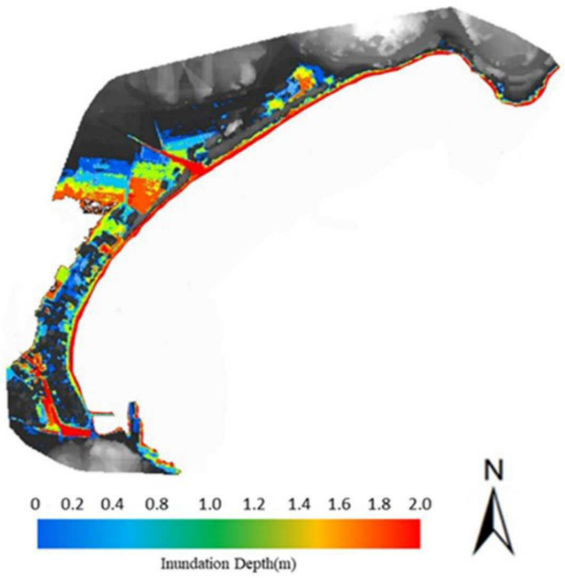

(1) 2002.08-Rusa
(2) 2003.09-Maemi
(3) 2012.08-Bolaven
(4) 2020.08-Maysak

(b)

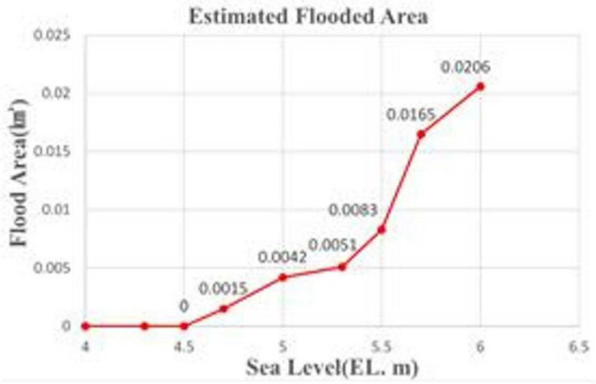

(1) 2004.08-Megi
(2) 2007.09-Nari
(3) 2010.08-Kompasu
(4) 2016.09-Chaba

도면6

(a)


0 0.2 0.4 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0
Inundation Depth(m)
N

(b)


Estimated Flooded Area
Flood Area(km²)
0.025
0.02
0.015
0.01
0.005
0
0.0206
0.0165
0.0083
0.0051
0.0042
0.0015
0
4
4.5
5
5.5
6
6.5
Sea Level(EL. m)