



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년03월08일
(11) 등록번호 10-1019555
(24) 등록일자 2011년02월25일

(51) Int. Cl.
G09B 29/04 (2006.01) G09B 29/12 (2006.01)
G06T 17/05 (2011.01)
(21) 출원번호 10-2010-0071876
(22) 출원일자 2010년07월26일
심사청구일자 2010년07월26일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100050684 A*
JP10091760 A*
JP2009163317 A
JP2008164979 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국해양연구원
경기 안산시 상록구 사동 1270번지
(72) 발명자
심재철
경기 안산시 상록구 사동 현대2차아파트 402동
1302호
김진아
경기도 안산시 상록구 사동 대우6차 푸르지오아파트 608동 1203호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
권형중, 김문재, 이종승

전체 청구항 수 : 총 7 항

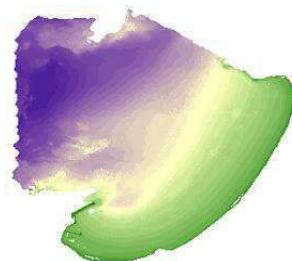
심사관 : 장창국

(54) 연안지역 육도-해도 접합 지형도 제작방법

(57) 요약

침수범람 예측 및 재해도 작성을 위한 육도-해도 접합 지형도 제작방법이 개시된다. 본 침수범람 예측 및 재해도 작성을 위한 육도-해도 접합 지형도 제작방법은 육도와 해도를 접합할 지역의 육상 표고자료와 수심자료의 수직 기준면을 단일화시키는 수직기준면 단일화 단계; 및 수직기준면이 단일화된 육상 표고자료와 수심자료를 접합하되, 접합시 두 자료에서 연안지역에 대한 불연속적인 지리정보 값 또는 중첩되는 값에 대해서는 보간법을 통하여 두 자료를 접합하는 접합단계를 포함하여 이루어지는 것으로, 본 발명에 의하면, 본 발명에 의하면, 수심의 경우 1m² 당 5point의 해상도 및 해변 정보의 경우 LiDAR 특성에 따라 방사형으로 5cm - 5m의 해상도를 가지며 1 - 2cm 이내의 수평정확도 및 3 - 5cm의 수직정확도를 갖는 고해상도, 고정밀도의 육도-해도 접합 정밀 지형도 및 수 m - 수cm의 오차를 허용하는 연안의 육도-해도 접합 지형도를 얻을 수 있고, 또한 이를 통해 수치표고자료 (DEM: Digital Elevation Model) 및 수치표면모델(DSM: Digital Surface Model) 을 작성할 수 있으며, 이러한 수치표고자료(DEM: Digital Elevation Model) 및 수치표면모델(DSM: Digital Surface Model) 작성을 통하여 폭풍·해일로 인한 침수범람 예측모델의 입력자료로 활용되고, 침수범람 예측결과와 육도-해도 접합 정밀 지형도를 이용하여 재해도를 작성할 수 있는 효과가 제공되는 것이다.

대표도 - 도5



(72) 발명자
임학수
경기도 수원시 팔달구 고등동 156-25 203호

김선정
경기도 안산시 단원구 초지동 그린빌주공13단지
1317동 1007호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 PE98453
부처명 한국해양과학기술진흥원
연구관리전문기관
연구사업명
연구과제명 해일침수범람지역 예측기술 및 재해도(Hazard Map)작성기술 개발)
기여율
주관기관 한국해양연구원
연구기간 2010년 1월 1일 ~ 2010년 12월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

육도와 해도를 접합할 지역의 육상 표고자료와 수심자료의 수직기준면을 단일화시키는 수직기준면 단일화 단계; 및

수직기준면이 단일화된 육상 표고자료와 수심자료를 접합하는 접합단계를 포함하여 이루어지고,

상기 접합단계는,

상기 육상 표고자료와 수심자료의 접합시 해당 호안 영역의 불연속적인 지리정보 값 또는 중첩되는 값에 대해서는 보간법을 통하여 두 자료를 접합하되, 육상표고자료와 수심자료를 보간법을 통하여 두 자료를 접합하는 것을 특징으로 하는 육도-해도 접합 지형도 제작방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 보간법을 통하여 두 자료의 접합시, 제한자로 해안선 자료를 사용하는 것을 특징으로 하는 육도-해도 접합 지형도 제작방법.

청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서,

상기 육상 표고자료는,

수치지형도, 3차원 레이저 스캐너 측량값, 위성사진, 항공사진 중에서 선택된 어느 하나 이상의 자료로 이루어지고,

상기 수심자료는,

수치해도, 해안선 자료, 수심측량 원도, 연안해역기본도 중에서 선택된 어느 하나의 단일화 된 수직기준면을 기준으로 산정된 표고 또는 수심값으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 육도-해도 접합 지형도 제작방법.

청구항 6

제3항 또는 제4항에 있어서,

상기 수직기준면은,

인천평균해수면, 해당 연안지역 평균해수면, 약최저저조면 중에서 선택된 어느 하나의 자료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 육도-해도 접합 지형도 제작방법.

청구항 7

육도와 해도를 접합할 지역의 육상 표고자료와 수심자료의 수직기준면을 단일화시키는 수직기준면 단일화 단계; 및

수직기준면이 단일화된 육상 표고자료와 수심자료를 접합하되, 접합시 두 자료에서 연안지역에 대한 불연속적인 지리정보 값 또는 중첩되는 값에 대해서는 보간법을 통하여 두 자료를 접합하는 접합단계를 포함하여 이루어지고,

상기 접합단계는,

해당 연안 또는 해당 조간대 영역의 불연속 또는 중첩되는 부분은 육상표고자료와 수심자료를 보간법을 통하여 두 자료를 접합하되, 보간시 제한자로 해안선 자료를 사용하는 것을 특징으로 하는 육도-해도 접합 지형도 제작 방법.

청구항 8

a) 측량 대상지역인 해변 지형의 좌표 정보를 얻기 위하여 3차원 레이저 스캐너를 이용하여 해변의 지형을 스캐닝하되 적어도 한 측정 이상의 측점을 스캐닝하여 각 측점에 대한 상대적인 3차원 좌표값을 얻고, 이와 동시에 실시간 위치측량기로 실시간 위치측량을 실시하여 각 측점에 대한 실세계 좌표값을 얻되, 수직좌표는 인천평균해수면(IMSL) 기준으로 표고값을 산정하여 각 측점에 대한 실세계 좌표값을 얻는 단계;

b) 상기 실시간 위치측량기를 통해 얻는 각 측점에 대한 실세계 좌표값을 이용하여 상기 3차원 레이저 측정기로 얻은 각 측점에 대한 상대적인 좌표값을 실세계 좌표값으로 변환하여 해변 지형의 좌표값을 얻는 단계;

c) 다중빔음향측심기를 이용하여 측량 대상지역인 해변에 접한 연안의 수심을 적어도 한 측정 이상을 측량하되, 광역 보정지피에스(WA-DGPS)를 이용하여 실세계 수평 위치정보 및 상대적 수심값을 얻는 단계;

d) 상기 c) 단계에서 얻은 수심값의 조위보정을 위하여 연안에 파고조위측정수단을 설치하여 조위를 측정하되, 상기 a) 단계에서 수직좌표의 기준점으로 이용한 인천평균해수면(IMSL)을 기준점으로 실시간 위치측량기로 실시간 위치측량을 실시하여 인천평균해수면(IMSL)을 기준으로 한 파고조위측정수단의 높이 및 이를 기준으로 변환된 파고값을 얻는 단계;

e) 상기 c) 단계에서 얻은 수심값을 상기 d) 단계에서 얻은 인천평균해수면(IMSL) 기준 파고값으로 조위보정을 수행하여 수심의 좌표값을 얻는 단계; 및

f) 상기 b) 단계에서 얻은 해변 지형의 좌표값과 상기 e) 단계에서 얻은 연안의 수심의 좌표값을 결합하여 육도와 해도의 접합 정밀 지형도를 얻는 단계;

를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 침수범람 예측 및 재해도 작성을 위한 육도-해도 접합 지형도 제작 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 파고조위측정수단은 파고조위계 또는 적어도 하나 이상 설치되는 표적으로 이루어지는 목적관측인 것을 특징으로 하는 침수범람 예측 및 재해도 작성을 위한 육도-해도 접합 지형도 제작방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 연안지역 육도-해도 접합 지형도 제작방법에 관한 것으로, 특히 조간대 영역의 접합 방법에 따라 수m에서 수십cm 이내의 오차 또는 수cm 이내의 오차를 갖는 지형도를 작성할 수 있는 연안지역 육도-해도 접합 지형도 제작방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 전세계적으로 지구온난화에 따른 기후변화와 이로 인한 해수면 상승, 고파랑 내습, 폭풍해일 등에 의한 침수범람으로 인한 재해가 발생하고 있어, 이로 인한 인명 및 재산피해를 최소화하기 위하여 연안에서의 자연재해 저감을 위한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 또한 연안침식이 빠른 속도로 진행되고 있으며, 특히 해수욕장의 경우 매년 많은 양의 모래가 유실되고 있고, 유실된 모래를 매년 보충하고 있으나, 이러한 백사장의 침식은 매년 되풀이되고 있는 실정이다.

[0003] 이와 같이 연안지역에서 발생하는 자연재해 저감 및 연안 모니터링을 위해서는 폭풍.해일에 의한 정확한 침수범람 예측 및 재해도 작성을 통한 대비가 필요하며, 이를 위해서는 특히 연안지역의 충분한 지형정보 및 수심정보가 필요하다.

- [0004] 그러나 연안지역은 일반적으로 파랑과 조석이 미치는 해륙의 경계지대라는 특성으로 기존의 지형도나 수치지도에서는 지형 또는 수심 정보가 불충분하여 이를 취득하기가 어렵다. 하지만, 전술한 바와 같이 침수범람 예측이나 재해도 작성을 위해서는 정확하고 정밀한 연안정보 취득이 필수적이며, 이는 침수범람 예측모델의 입력자료 및 재해도 작성시 기본지도로 이용된다.
- [0005] 재해도 또는 재난지도, 해안 침수예상도(이하 재해도)의 경우는 연안지역의 침수피해를 줄이기 위한 재난지도로, 해안 저지대의 침수지역 및 안전지대를 구분하여 적어도 1m 간격의 등고선을 나타낸 상세한 지형자료가 요구된다. 그러나 기존의 지형도는 1:25000 또는 1:50000 축척이 대부분이고, 1:5000 또는 1:1000 축척의 지형도는 대도시 위주로 작업이 진행되고 있어 해안지역 재해도를 만드는데 어려움이 있다. 우리나라의 경우 소방방재청이나 해양수산부 검토안을 보면 재해도는 1:5000 축척으로 제작되며 침수예상 지역을 나타내는 침수심은 0.5m단위로 표현하도록 하고 있어서, 이러한 정확도를 만족하면서 보다 신속하고 저비용으로 양질의 지형자료를 취득하는 방안이 절실하다.
- [0006] 또한, 수치지도의 경우는 주로 항해에 사용될 목적으로 제작되어 연안근처에서의 수심정보가 불충분하여 침수범람 예측모델의 입력자료로는 부족함이 있다. 해안선 조사자료는 현재 해안선의 정확한 위치를 확정하고 향후 지형의 국지적 침식퇴적현상이 나타나는지를 주기적으로 모니터링 하고 있다. 조사방법은 해안 인근에 몇몇 기준점을 설치하고 그 기준점으로부터 해안선까지의 거리와 주변지형을 측정한다. 따라서 이들 자료로는 연안지역에 연속적인 지형 및 수심 자료의 취득은 어렵다.
- [0007] 이와 같이 지금까지는 침수범람 예측 및 재해도를 작성하기 위한 연안지역의 육도-해도가 접합된 충분한 지형정보를 얻기 어려웠다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 기술적 과제는, 연안지역에서의 침수범람 예측 및 재해도를 작성하기 위한 연안지역의 육도-해도 접합 지형도를 작성할 수 있는 수단을 제공하는 데 있다.
- [0009] 본 발명의 다른 기술적 과제는 육도-해도 접합 지형도를 입력자료로 사용하여 침수범람 예측 결과 및 이를 바탕으로 작성된 재해도를 제공하는 데 있다.
- [0010] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 기술적 과제는, 본 발명에 따라, 육도와 해도를 접합할 지역의 육상 표고자료와 수심자료의 수직기준면을 단일화시키는 수직기준면 단일화 단계; 및
- [0012] 수직기준면이 단일화된 육상 표고자료와 수심자료를 접합하되, 접합시 두 자료에서 연안지역에 대한 불연속적인 불충분한 지리정보 값 또는 중첩되는 값에 대해서는 보간법(INTERPOLATION METHOD)을 통하여 두 자료를 접합하는 접합단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 육도-해도 접합 지형도 제작방법에 의해 달성된다.
- [0013] 이때, 상기 육상 표고자료는,
- [0014] 수치지형도, LiDAR 측량값, 위성사진, 항공사진 중에서 선택된 어느 하나 이상의 자료로 이루어지고,
- [0015] 상기 수심자료는,
- [0016] 수치해도, 해안선 자료, 수심측량 원도, 연안해역기본도 중에서 선택된 어느 하나 이상의 자료로 이루어진다.
- [0017] 상기 수직기준면은,
- [0018] 인천평균해수면, 해당 연안지역 평균해수면, 약취저저조면 중에서 선택된 어느 하나의 자료로 이루어지는 것이다.
- [0019] 상기 접합단계는,
- [0020] 해당 연안 또는 해당 조간대 영역의 불연속적으로 불충분한 또는 중첩되는 값에 대해서 육상표고자료와 수심자

료를 보간법을 통하여 두 자료를 접합한다. 이때 좀 더 정확한 보간을 위하여 보간법의 제한자 (constraint)로 해안선 자료를 활용할 수도 있다.

- [0021] 한편, 다른 실시 예는,
- [0022] a) 측량 대상지역인 해변 지형의 좌표 정보를 얻기 위하여 3차원 레이저 스캐너(LiDAR)를 이용하여 해변의 지형을 스캐닝하되 적어도 한 측점 이상의 측점을 스캐닝하여 각 측점에 대한 상대적인 3차원 좌표값을 얻고, 이와 동시에 실시간 위치측량기로 실시간 위치측량을 실시하여 각 측점에 대한 실세계 좌표값을 얻되, 수직좌표는 인천평균해수면(IMSL) 기준으로 표고값을 산정하여 각 측점에 대한 실세계 좌표값을 얻는 단계;
- [0023] b) 상기 실시간 위치측량기를 통해 얻는 각 측점에 대한 실세계 좌표값을 이용하여 상기 3차원 레이저 측정기로 얻은 각 측점에 대한 상대적인 좌표값을 실세계 좌표값으로 변환하여 해변 지형의 좌표값을 얻는 단계;
- [0024] c) 다중빔음향측심기를 이용하여 측량 대상지역인 해변에 접한 연안의 수심을 적어도 한 측점 이상을 측량하되, 광역 보정지피에스(WA-DGPS)를 이용하여 실세계 수평 위치정보 및 상대적 수심값을 얻는 단계;
- [0025] d) 상기 c) 단계에서 얻은 수심값의 조위보정을 위하여 연안에 파고조위측정수단을 설치하여 조위를 측정하되, 상기 a) 단계에서 수직좌표의 기준점으로 이용한 인천평균해수면(IMSL)을 기준점으로 실시간 위치측량기로 실시간 위치측량을 실시하여 인천평균해수면(IMSL)을 기준으로 한 파고조위측정수단의 높이 및 이를 기준으로 변환된 파고값을 얻는 단계;
- [0026] e) 상기 c) 단계에서 얻은 수심값을 상기 d) 단계에서 얻은 인천평균해수면(IMSL) 기준 파고값으로 조위보정을 수행하여 수심의 좌표값을 얻는 단계; 및
- [0027] f) 상기 b) 단계에서 얻은 해변 지형의 좌표값과 상기 e) 단계에서 얻은 연안의 수심의 좌표값을 결합하여 육도와 해도의 접합 정밀 지형도를 얻는 단계;
- [0028] 를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 침수범람 예측 및 재해도 작성을 위한 육도-해도 접합 정밀 지형도 제작방법을 제공한다.
- [0029] 이때, 상기 파고조위측량수단은 파고조위계 또는 적어도 하나 이상 설치되는 표적으로 이루어지는 목적관측이다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명에 의하면, 수심의 경우 1m² 당 5point의 해상도 및 해변 정보의 경우 LiDAR 특성에 따라 방사형으로 5cm - 5m의 해상도를 가지며 1 - 2cm 이내의 수평정확도 및 3 - 5cm의 수직정확도를 갖는 고해상도, 고정밀도의 육도-해도 접합 정밀 지형도 및 수 m - 수cm의 오차를 허용하는 연안의 육도-해도 접합 지형도를 얻을 수 있고, 또한 이를 통해 수치표고자료(DEM: Digital Elevation Model) 및 수치표면모델(DSM: Digital Surface Model)을 작성할 수 있으며, 이러한 수치표고자료(DEM: Digital Elevation Model) 및 수치표면모델(DSM: Digital Surface Model) 작성을 통하여 폭풍·해일로 인한 침수범람 예측모델의 입력자료로 활용되고, 침수범람 예측결과와 육도-해도 접합 정밀 지형도를 이용하여 재해도를 작성할 수 있는 효과가 제공되는 것이다.
- [0031] 또한, 연안의 주기적 정밀측량 및 육도-해도 정밀 접합자료의 프로파일 분석을 통한 높이차 계산, 특정 영역별 체적계산을 통해 그 변화량을 정밀하게 산출할 수 있어서 연안의 침·퇴적 분석을 통한 연안 모니터링에도 효과적으로 이용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 차량의 지붕에 탑재한 육상용 3차원 레이저 스캐너(LiDAR) 및 실시간 위치측량기의 사진.
- 도 2는 도 1에 도시된 차량이 해변을 측량하는 모습의 사진.
- 도 3은 육상용 3차원 레이저 스캐너 및 실시간 위치측량기에 의해 얻어진 만리포 해변의 지형정보를 도시한 도면.
- 도 4는 다중빔음향측심기와 각종 센서가 부착된 모습의 사진.
- 도 5는 연안지역 정밀측량을 통한 육도-해도가 접합된 상태를 도시한 지형도.
- 도 6은 육도-해도 접합 수치표면모델을 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예들을 상세하게 설명하면 다음과 같다. 다만, 본 발명을 설명함에 있어서, 이미 공지된 기능 혹은 구성에 대한 설명은, 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략하기로 한다.
- [0034] 본 실시 예에 따라 제작될 지형도의 연안지역은 충청남도 태안에 위치한 만리포 해변으로, 해변의 길이가 약 1.8km, 폭 약 300m로 완만한 경사를 이루고 있다.
- [0035] 이러한 연안지역의 육도와 해도의 접합 지형도를 얻기 위해서는 먼저, 이 연안지역의 육상 표고자료와 수심자료를 얻는다. 즉, 육상 표고자료는 수치지형도나, 3차원 레이저 스캐너(LiDAR-Terrestrial Light Detection Ranging)로 얻은 측량값, 위성사진, 항공사진 중에서 어느 하나 이상의 자료를 선택한다. 이때, 위성사진이나 항공사진은 영상처리를 통하여 해당 지형의 Z값(높이 값)을 구한다.
- [0036] 그리고, 수심자료는 수치해도, 해안선 자료, 수심측량 원도, 연안해역기본도 중에서 어느 하나 이상의 자료를 선택한다. 이 자료를 통하여 해당 지역의 수심자료를 얻을 수 있다.
- [0037] 이어서, 육상 표고자료와 수심자료의 수직기준면(Z값)을 단일화시킨다. 즉, 인천평균해수면, 해당 연안지역 평균해수면, 약최저저조면 중에서 선택된 어느 하나의 자료를 수직기준면으로 정한 후, 이 수직기준면을 기준으로 육상 표고자료와 수심자료의 Z값을 재산출한다.
- [0038] 이를 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0039] 수치지형도를 사용할 경우, 일반적으로 인천평균해수면으로 표고를 작성하고, 수심자료는 수치해도를 사용하는 경우 일반적으로 해당지역의 약최저저조면을 기준으로 작성하여 자료를 얻는다. 두 자료의 접합을 위해서 서로 다른 수직기준면을 하나로 단일화를 해야 하는데, 이때 인천평균해수면을 기준으로 단일화를 할 경우, 그 수심측량한 지역의 약최저저조면과 인천평균해수면과의 차이를 가지고 수심값을 인천평균해수면 값으로 산술적으로 그 차이만큼 감하거나 더하여 산출한다. 이때, 약최저저조면과 인천평균해수면의 차이는 국립해양조사원의 기본수준점성과표의 값을 사용하거나 직접 조위계를 설치해서 장기관측을 통해 얻은 조위값을 가지고 두 값의 차이를 계산하는 등의 다양한 방법이 있다.
- [0040] 예를 들면, 연안지역의 표고자료와 수심자료 상에 중첩되는 어느 동일한 영역(측점)의 값이 인천평균해수면을 기준으로 한 육상 표고자료 상에서는 Z값이 10m이고, 약최저저조면을 기준으로 작성된 수심자료 상에는 이영역(측점)의 수심값이 8m로 나타났을 때, 두 자료의 접합을 위하여 인천평균해수면을 기준으로 수심자료의 Z값을 재 계산해야 하며, 기본수준점성과표 또는 조위관측을 통해 얻은 인천평균해수면과 해당 연안지역의 약최저저조면의 차이가 -2m라면, 수심자료의 Z값에 일괄적으로 +2m를 더해 주는 산술연산을 통해 인천평균해수면을 수직기준면으로 단일화한 수심값을 얻을 수 있는 것이다. 또한, 이렇게 계산된 특정 영역(측점)값 또한 수심자료 상에서도 10m가 되며, 이는 육상표고자료상에 10m와 일치하게 되는 것이다.
- [0041] 이러한 과정으로 육도와 해도를 접합할 지역의 육상 표고자료와 수심자료의 수직기준면을 단일화시키는 작업이 완료되면, 수직기준면이 단일화된 육상 표고자료와 수심자료를 접합한다.
- [0042] 이때, 접합시 해당 연안 또는 해당 조간대 영역의 불연속적인 불충분한 또는 중첩되는 부분은 보간법을 통하여 두 자료를 접합한다. 즉, 해당 연안 또는 해당 조간대 영역의 불연속 또는 중첩되는 부분은 육상표고자료와 수치해도를 보간법을 통하여 접합한다. 예를 들면, 해당 연안 또는 해당 조간대 영역의 불연속적으로 지리정보가 없을 경우 그 지역의 육상표고자료와 수치해도상 수심자료를 평균값 보간법을 통해 값을 생한다. 이때, 좀 더 정확한 보간된 값을 추출하기 위해 보간법에 제한자(CONSTRAINT)를 조간대 영역의 해안선자료를 기준으로 삼아 보간법을 실시해도 된다.
- [0043] 한편, 다른 실시 예에 따르면, 육도와 해도를 접합할 지역이 호안(수직절벽 등 육상과 해상의 구분이 뚜렷하고 조간대가 형성되지 않는 곳)으로 이루어진 것을 제외하고는 전술한 실시 예와 같다. 이때, 접합시 해당 호안 영역의 불연속 또는 중첩되는 부분은 보간법을 통하여 두 자료를 접합하되, 해안선자료 또는 수치해도에 기초하여 수직기준면을 단일화한 후에 제한자 없이 단순 보간법을 통하여 두 자료를 접합하는 것이다.
- [0044] 이와 같이 해당 연안이나 조간대 또는 호안 영역의 지형도를 제작함에 있어서 육상 표고자료와 수심자료의 단일화를 진행한 후 두 자료를 접합하거나 보간법을 통하여 접합함으로써 수m에서 수cm 이내의 오차를 허용하는 지형도를 얻을 수 있다. 즉, 어느 정도의 오차를 허용하는 경우 해당 지역의 지형도를 신속·용이하게 제작할 수 있게 된다.

- [0045] 한편, 해당지역의 수 cm 이내 오차를 갖는 지형도를 얻기 위한 방법을 설명하기로 한다. 첨부된 도면 중에서 도 1 내지 도 6에는 육도와 해도를 정밀하게 접합시킬 수 있는 지형도 제작방법이 도시되어 있다.
- [0046] 먼저, 측량 대상지역, 즉 지형도가 제작될 연안지역은 충청남도 태안에 위치한 만리포 해변으로, 해변의 길이가 약 1.8km, 폭 약 300m로 완만한 경사를 이루고 있다.
- [0047] 측량 대상지역인 만리포 해변 지형의 좌표 정보를 얻기 위하여 육상용 3차원 레이저 스캐너(육상 LiDAR-Terrestrial Light Detection Ranging)를 이용하여 해변의 지형을 스캐닝하되 적어도 한 측정 이상의 측점을 스캐닝하여 각 측점에 대한 상대적인 3차원 좌표값을 얻는다. 이와 동시에 실시간 위치측량기로 실시간 위치측량을 실시하여 각 측점에 대한 실세계 좌표값을 얻되 수직좌표는 인천평균해수면(IMSL : Incheon Mean Sea Level) 기준으로 표고값을 산정하여 각 측점에 대한 실세계 좌표값을 얻는다.(a) 이때, 수평좌표는 GRS80 타원체 기준의 WGS84 좌표계를 기준으로 표고값을 산정할 수 있다.
- [0048] 이를 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 먼저, 3차원 레이저 스캐너(LiDAR) 또는 육상용 3차원 스캐너로 대상 물체를 매우 조밀하게 조사해 내려가는 스캐닝 방법으로, 최근에는 지형정보 취득수단으로 활발히 활용되고 있다. 3차원 레이저 스캐너(LiDAR)에서 얻어지는 측점은 X,Y,Z의 3차원 좌표로, 1회 스캔으로 수백, 수천만 개의 측정군을 얻을 수 있다. 3차원 레이저 스캐너(LiDAR)는 도 1에 도시된 바와 같이 Riegl사의 LMS-Z420i이다. LMS-Z420i는 장거리용 고해상도 3차원 레이저 스캐너(LiDAR)로 최대 1km내 지형을 1cm 이하의 오차로 지형정보를 얻을 수 있다.
- [0049] 이러한 3차원 레이저 스캐너(LiDAR)로 측량 대상 지역인 만리포 해변 측량을 위해서, 특히 많은 연안지형정보의 획득을 위해서 조위차가 큰 사리의 저조 시간에 물이 빠진 백사장에 3차원 레이저 스캐너(LiDAR)와 실시간 위치측량기(Network-RTK 또는 RTK-GPS)를 차량에 장착한 후 백사장으로 들어가 도 2에 도시된 바와 같이 약 25m 간격으로 이동.정지. 스캐닝을 반복하면서 총 20회 스캐닝을 1시간 이내에 실시하였다.
- [0050] 이때, 실제 좌표변환을 위해 각 측량 지점마다 실시간 위치측량기를 통한 지피에스(GPS) 측량을 동시에 실시한다. 이를 통해 취득한 만리포 해변의 지형정보는 도 3에 도시된 바와 같은 측정군으로 나타난다. 취득한 측정군은 사람 및 갈매기 등의 불필요한 측정 제거 작업과 실세계 좌표로의 투영을 위한 후처리 작업을 실시하였다. 취득된 측정의 3차원 좌표는 3차원 레이저 스캐너(LiDAR) 내부 기준점과 수평 및 수직 축에 의해 결정되는 3차원 레이저 스캐너(LiDAR) 중심의 상대좌표이며, 실시간 위치측량기를 통한 광역 보정지피에스(DGPS) 및 지상 기준점을 이용하여 실제 좌표계로 변환하였다.
- [0051] 이를 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0052] 3차원 레이저 스캐너(LiDAR)를 통해 얻어진 상대적인 좌표를 실제 좌표로 변환하기 위해서 측량 지점마다 실시간 위치측량기를 통한 좌표측량을 함께 실시한다. 본 실시 예에서 사용된 실시간 위치측량기(Network-RTK)를 이용한 실시간 위치측량은 국토지리정보원에서 제공하는 가상 기준점측량 서비스이다. 원리는 이동국(관측점) 주변에 가상의 기준점을 설정하고 실시간으로 관측오차 보정요소(전리층, 대류권 및 위성궤도 오차 등)를 제거한 데이터를 이동국에 전송함으로써 측위정도나 초기화 시간이 기준국간 거리에 좌우되지 않는 실시간 위치측량 지피에스 시스템이다. 수평위치정확도는 ±10m정도이며, cm급 수평위치 정확도를 얻기 위해서는 지피에스가 내장된 핸드폰 외에 가상기준점측량 방식이 지원되는 지피에스 측량기가 필요하다. 본 실시 예에서는 Huace X90 GPS 측량기를 이용하여 실시간 위치측량기(Network-RTK)를 통한 좌표측량을 수행하였다.
- [0053] 이러한 실시간 위치측량기를 3차원 레이저 스캐너(LiDAR)의 위에 설치하고, 핸드폰으로 국토리정보원의 실시간 위치측량 서비스에 연결하여 블루투스 통신으로 연결된 PDA 및 GPS 수신기와 통신을 통해 정보를 주고 받는다.
- [0054] 이때, 수평좌표는 GRS80 타원체 기준의 WGS84 좌표계로 사용하였으며, 1-2cm의 수평오차를 보였다. 수직좌표를 위한 기준점으로는 국토지리정보원의 수준점으로 표고, 즉 전국을 단일 기준으로 통일시킨 인천평균해수면(인천중등조위면-IMSL)인 측지기준면을 사용하였다.
- [0055] 또한, 3차원 레이저 스캐너(LiDAR) 자료의 정확도를 검증하기 위해 실시간 위치측량 보정위성항법장치(RTK-DGPS) 측량을 만리포 초소 앞에 설치된 동판을 기준국으로 하여 만리포 백사장 여러 곳을 다니며 이동국으로 지피에스 측량하여 좌표변환된 3차원 레이저 스캐너(LiDAR) 자료와의 정확도를 비교하였다.
- [0056] 실시간 위치측량기(RTK-GPS)의 성능 검증을 위해 국토지리정보원의 서산 수준점 2곳 및 국립해양조사원의 안흥, 천리포 수준점 측량을 사전에 실시하였다.
- [0057] 이어서, 이러한 과정으로 상기 실시간 위치측량기를 통해 얻는 각 측점에 대한 실세계 좌표값을 이용하여 상기

3차원 레이저 측정기로 얻은 각 측점에 대한 상대적인 좌표값을 실세계 좌표값으로 변환하여 해변 지형의 좌표값을 얻는다.(b)

[0058] 예를들면, 레이저 스캐너를 원점으로 (2.5, 3.5, 10)이라는 상대 좌표를 (126.123 , 36.45 , 5.5meter)의 WGS84좌표계 및 IMSL 기준 표고로 실세계 좌표로 변환된다.

[0059] 이어서, 다중빔음향측심기(MBES : Multibeam Echo Sounder)를 이용하여 측량 대상지역인 만리포 해변에 접한 연안의 수심을 적어도 한 측정 이상을 측량하되, 광역 보정지피에스(WA-DGPS)를 이용하여 실세계 수평 위치정보 및 상대적 수심값을 얻는다. (c)

[0060] 이를 보다 구체적으로 설명한다.

[0061] 음향측심의 원리는 해면에서 짧은 시간 지속하는 음파를 음원에서 발사하면 음파가 해저에 반사된 후 수신되는 시간을 측정하여 해저와 음원간의 거리를 측정하는 것이다. 최근 정밀수심측량에 이용되는 다중빔음향탐사시스템은 단시간에 대용량 고정밀의 수심정보를 취득할 수 있는 과학적 수로측량기술이다. 이러한 다중빔음향측심기는 연속적으로 운동하는 해면 혹은 수중에서 음파를 이용하여 수심과 후방산란자료 등을 계측하는 고정밀 수심측량장비로써 Gyro, Motion Sensor, Sonar head, GPS 등 다양한 부가장치들과 통합 운영된다. 이러한 다중빔음향측심기는 Reson사의 Seadat9001 MBES를 사용하였다. 이 장치는 455kHz의 주파수로 최대 1140m의 수심측량이 가능한 장비다. 해상도는 5cm 이내로 한번 주사되는 빔의 수는 1.5° 에 60개 빔으로 90° 범위를 측량할 수 있다. 3차원 레이저 측정기 자료와의 접합을 위해 동일한 측량일, 즉 조위차가 큰 사리 때 가능한 많은 연안정보를 취득하기 위해 만조시간에 도 4에 도시된 바와 같이 조사선박에 다중빔음향측심기 및 Gyro Compass, Sound velocity and pressure sensor, Motion Sensor, WA-DGPS를 함께 설치하여 연안 안쪽부터 측량하여 실세계 수평 위치정보 및 상대적 수심값을 얻었다.

[0062] 이때, 수심측량자료는 실시간 조위변화량, 해수유동에 의한 유도 HEAVE, 파고값 등을 적용하여 보정하였다. 측선간격은 수심변화에 따라 10-20m로 하였고, 인접한 측량지역과는 10% 정도의 중복되는 부분을 갖도록 측량하였으며, 조사 시일은 2-3일 소요되었다.

[0063] 한편, 상기 c) 단계에서 얻은 수심값의 조위보정을 위하여 연안에 파고조위측정수단을 설치하여 조위를 측정하되, 상기 a) 단계에서 수직좌표의 기준점으로 이용한 인천평균해수면(IMSL)을 기준점으로 실시간 위치측량기로 실시간 위치측량을 실시하여 인천평균해수면(IMSL)을 기준으로 한 파고조위측정수단의 높이 및 파고값을 얻는다.(d)

[0064] 즉, 전술한 과정으로 취득한 수심자료는 조사시점의 조위자료로 조위보정이 필요하다. 본 실시 예에서는 만리포에 직접 파고조위측량수단의 하나로서 파고 조위계를 설치하여 조사 시점의 조위보정자료로 활용하였다. 이때, 파고조위측량수단은 표척관측으로 대신할 수 있으나 침수범람 예측 및 재해도 작성을 위해 만리포의 MSL 산정을 위해 파고조위계 설치 및 관측을 통한 조위보정을 수행하였다.

[0065] 이를 보다 구체적으로 설명한다.

[0066] 수심자료의 조위보정을 위해서 만리포에 파고조위계를 설치하여 수심측량시 조위를 관측하였다. 또한, 3차원 레이저 스캐너(LiDAR) 자료와의 접합을 위해 수직좌표계를 통일해야 하므로, 조위계의 상대적 조위를 측지기준면을 기준으로 환산하기 위해 수심측량시 10분간격 16시간에 걸친 표척관측 및 실시간 위치측량기로 측량을 동시에 실시하여 표척높이를 기록하고, 이를 측지기준면으로 환산하여 조위보정자료로 사용하였다.

[0067] 이어서, 상기 c) 단계에서 얻은 수심값을 상기 d) 단계에서 얻은 인천평균해수면(IMSL) 기준 파고값으로 조위보정을 수행하여 수심의 좌표값을 얻는다. (e)

[0068] 예를들면, 수심측량시 수심 10미터를 인천평균해수면(IMSL) 기준으로 조위보정을 하게 되면 육상을 +표고로 봤을 때 -9.2미터가 된다.

[0069] 이러한 과정으로 연안의 수심 좌표값이 얻어지면 상기 b) 단계에서 얻은 해변 지형의 좌표값과 상기 e) 단계에서 얻은 연안의 수심의 좌표값을 결합하여 육도와 해도의 접합 정밀 지형도를 얻는다. (f)

[0070] 즉, 해변 지형의 좌표값과 연안의 수심 좌표값을 결합(각각의 좌표값을 필요 프로그램에서 불러들일 수 있도록 하나의 데이터로 만드는 작업)하여, 지리정보시스템 (GIS : Geographic Information System)인 ArcGIS Desktop v9.3에서 결합된 데이터를 불러들이면, 육도와 해도가 오차없이 결합된 정밀한 지형도를 얻을 수 있게 되는 것이다. 도 5는 지에스아이클를 통한 연안지역의 지형도이고, 도 6은 지아이에스(GIS : Geographic information

system)를 통해 얻은 수치표면모델(DSM : digital surface model)이다.

- [0071] 이와 같이 정밀한 연안지역의 지형도를 얻을 수 있는 것은 해변의 지형자료 및 수심자료의 좌표 보정시 동일한 기준의 WGS84 수평좌표계 및 수직좌표계 즉, 인천평균해면인 측지기준면(인천평균해수면 : IMSL)을 기준으로 환산함으로써 가능한 것이다.
- [0072] 한편, 해안선(연안지역)의 충분한 정보 획득 및 접합자료의 검증을 위하여 3차원 레이저 스캐너(LiDAR) 및 다중빔음향측심기 측량을 사리간조 및 만조에 함께 수행하여 해변자료와 연안자료(수심)의 접합시 해안선 주위의 겹치는 부분의 X,Y,Z 좌표를 비교하여 0.5-2cm 이내의 수직좌표 정확도를 확인하였다.
- [0073] 이상에서와 같이 고해상도와 수cm 정확도를 갖는 육도-해도 접합을 통한 정밀한 연안지역의 정보 취득을 위해서 3차원 레이저 스캐너(LiDAR)를 통한 지형측량 및 다중빔음향측심기를 이용한 수심측량을 사리 간조, 만조시 함께 실시하였고, 또한 얻어진 측정점들의 좌표들을 GRS80 타원체 기준 WGS84 좌표계로의 변환을 위해 Network- RTK 를 통한 정밀 좌표측량 및 조위보정을 위한 조석관측 및 목측을 실시하였다. 그리고 수직좌표계는 인천평균해수면인 측지기준면을 기준으로 단일화하였다. 이와 같은 과정으로 얻은 측량 및 보정된 자료를 통해 연안지역 고 정밀도 육도-해도 접합 수치표고모델(DEM : digital elevation model) 및 수치표면모델(DSM : digital surface model)을 작성하였다. 이렇게 얻어진 수치표면모델(DSM : digital surface model) 자료는 침수범람 예측모델의 입력자료 및 재해도 작성에 사용된다.
- [0074] 침수범람 예측 모델의 지형자료로 본 발명에 따른 육도-해도 접합 정밀 지형자료와 기상 및 해양환경 자료, 태풍 정보들을 통해 침수범람 예측결과가 생성되면, 이를 본 발명에 따른 육도-해도 접합 정밀 지형도 상의 표고 값과 비교하여, 침수범람된 해일고의 값이 더 높은 경우 그 값의 범위에 따라 컬러맵을 사용하여 침수되는 지역 및 침수고에 따라 매핑된 재해도를 작성하게 된다.
- [0075] 앞에서, 본 발명의 특정한 실시예가 설명되고 도시되었지만 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 일이다. 따라서, 그러한 수정예 또는 변형예들은 본 발명의 기술적 사상이나 관점으로부터 개별적으로 이해되어서는 안되며, 변형된 실시예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 하여야 할 것이다.

도면

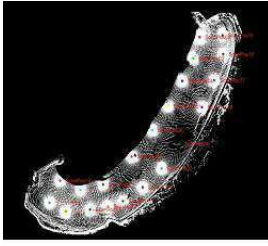
도면1



도면2



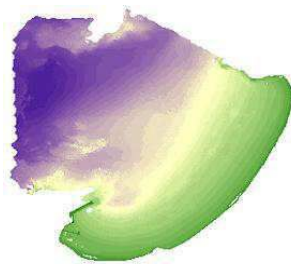
도면3



도면4



도면5



도면6

