



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년05월19일
(11) 등록번호 10-1737354
(24) 등록일자 2017년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/70 (2017.01)
G06T 7/0016 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0044016
(22) 출원일자 2016년04월11일
심사청구일자 2016년04월11일
(56) 선행기술조사문헌
GOCI 영상의 탁한 해역 해수 반사도 추출을 위한
MUMM 대기보정 알고리즘 개선

(73) 특허권자
한국해양과학기술원
경기도 안산시 상록구 해안로 787 (사동)
(72) 발명자
박영제
경기도 안산시 상록구 선진로 108, 101동 114호(사동, 본오1차아파트)
유정미
경기도 안산시 단원구 광덕1로 80, 136동 101호(초지동, 호수마을아파트)
(74) 대리인
김영호, 박지호

전체 청구항 수 : 총 7 항

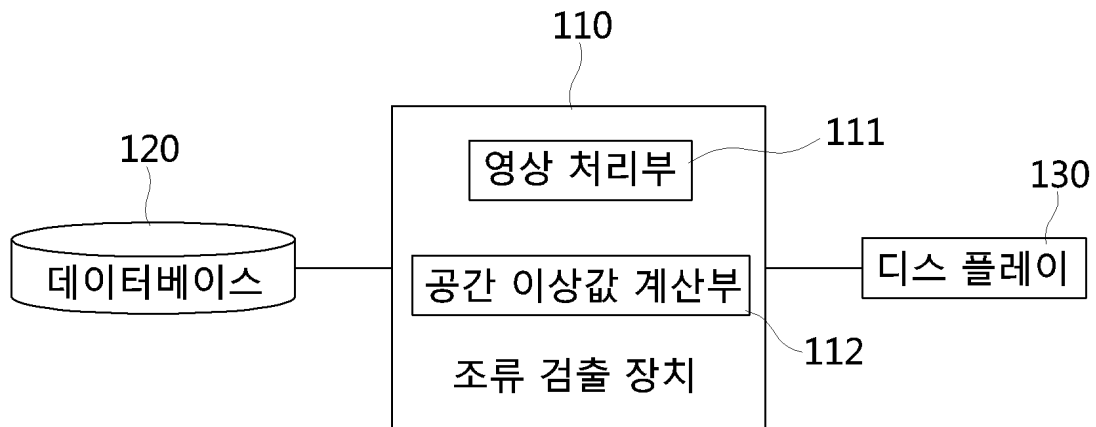
심사관 : 신재철

(54) 발명의 명칭 광학위성 영상을 이용한 해수표면 해조류 검출 방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명은 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 방법 및 시스템에 관한 것으로, 본 실시예에 따른 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 방법은 조류 검출 장치가 데이터베이스로부터 광학위성에서 촬영된 근적외선과 적색밴드를 가지는 복사휘도 영상을 입력받는 제1 단계; 상기 조류 검출 장치가 상기 입력 받은 복사휘도 영상의 신호를 반사도 신호로 변환한 후 환경 요소를 적용하는 제2 단계; 상기 조류 검출 장치가 상기 환경 요소를 적용한 신호 영상의 근적외선 신호와 적색밴드 신호의 차이와, 공간적으로 변화하는 해수 배경값을 이용하여 공간 이상값(RESA: Red Edge Spatial Anomaly)을 계산하는 제3 단계; 및 디스플레이가 상기 조류 검출 장치의 제어에 의해, 상기 계산된 공간 이상값(RESA)에 기초한 각 화소당 조류의 점유면적비를 표시한 영상을 제공하는 제4 단계;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 7/32 (2017.01)

G06T 7/33 (2017.01)

(72) 발명자

문정연

경기도 용인시 수지구 심곡로 16, 505동 703호(상현동, 서원마을금호베스트빌5단지아파트)

김원국

경기도 안산시 상록구 해양1로 30, 705동 604호(사동, 안산고잔7차푸르지오)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1525004803

부처명 해양수산부

연구관리전문기관 한국해양과학기술진흥원

연구사업명 해양과학조사및예보기술개발

연구과제명 정지궤도 해양위성활용 연구(2단계)

기여율 1/2

주관기관 한국해양과학기술원

연구기간 2015.07.01 ~ 2016.04.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 P001254

부처명 해양수산부

연구관리전문기관 한국해양과학기술원

연구사업명 해양위성센터 운영

연구과제명 해양위성센터 운영

기여율 1/2

주관기관 한국해양과학기술원

연구기간 2016.01.01 ~ 2016.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

조류 검출 장치가 데이터베이스로부터 광학위성에서 촬영된 근적외선과 적색밴드를 가지는 복사휘도 영상을 입력받는 제1 단계;

상기 조류 검출 장치가 상기 입력 받은 복사휘도 영상의 신호를 반사도 신호로 변환한 후 환경 요소를 적용하는 제2 단계;

상기 조류 검출 장치가 상기 환경 요소를 적용한 신호 영상의 근적외선 신호와 적색밴드 신호의 차이와, 공간적으로 변화하는 해수 배경값을 이용하여 공간 이상값(RESA: Red Edge Spatial Anomaly)을 계산하는 제3 단계; 및 디스플레이가 상기 조류 검출 장치의 제어에 의해, 상기 계산된 공간 이상값(RESA)에 기초한 각 화소당 조류의 점유면적비를 표시한 영상을 제공하는 제4 단계;

를 포함하는 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제2 단계는,

상기 조류 검출 장치가 상기 입력 받은 복사휘도 영상의 신호를 반사도 신호로 변환한 후, 대기 분자 산란 신호를 제거하는 단계; 및

상기 조류 검출 장치가 상기 대기 분자 산란 신호가 제거된 반사도 신호 영상에 대하여 육지 화소 및 구름 화소를 마스크처리하는 단계;

를 포함하는 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제3 단계는,

상기 조류 검출 장치가 상기 대기 분자 산란 신호가 제거된 반사도 신호 영상의 근적외선 신호와 적색밴드 신호의 차이를 계산한 레드 엣지 차이(RE_Diff: Red Edge Difference) 영상을 생성하는 단계;

상기 조류 검출 장치가 조류의 영향이 없는 순수 해수의 화소에 대하여 공간적인 평균을 취하여 해수배경값을 계산하는 단계; 및

상기 조류 검출 장치가 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff) 영상의 각 화소에 대하여 상기 해수 배경값을 제거하여 공간 이상값(RESA: Red Edge Spatial Anomaly)을 계산하는 단계;

를 포함하는 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 해수 배경값을 계산하는 단계는,

상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 왼쪽 5개 화소의 최소값보다 크고, 동시에 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 오른쪽 5개 화소의 최소값보다 크면 조류의 영향이 있는 화소로 판단하거나,

상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 위쪽 5개 화소의 최소값보다 크고, 동시에 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 아래쪽 5개 화소의 최소값보다 크면 조류의 영향이 있는 화소로 판단하는 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 방법.

청구항 5

광학위성에서 촬영된 근적외선과 적색밴드를 가지는 복사휘도 영상을 제공하는 데이터베이스;

상기 데이터베이스로부터 상기 제공 받은 복사휘도 영상의 신호를 반사도 신호로 변환한 후 환경 요소를 적용하고, 상기 환경 요소를 적용한 신호 영상의 근적외선 신호와 적색밴드 신호의 차이와, 공간적으로 변화하는 해수 배경값을 이용하여 공간 이상값(RESA: Red Edge Spatial Anomaly)을 계산하는 조류 검출 장치; 및

상기 조류 검출 장치의 제어에 의해, 상기 계산된 공간 이상값(RESA)에 기초한 각 화소당 조류의 점유면적비를 표시한 영상을 제공하는 디스플레이;

를 포함하는 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 조류 검출 장치는,

상기 제공 받은 복사휘도 영상의 신호를 반사도 신호로 변환한 후, 대기 분자 산란 신호를 제거하고, 상기 조류 검출 장치가 상기 대기 분자 산란 신호가 제거된 반사도 신호 영상에 대하여 육지 화소 및 구름 화소를 마스크 처리하는 영상 처리부; 및

상기 대기 분자 산란 신호가 제거된 반사도 신호 영상의 근적외선 신호와 적색밴드 신호의 차이를 계산한 레드 엣지 차이(RE_Diff: Red Edge Difference) 영상을 생성하고, 조류의 영향이 없는 순수 해수의 화소에 대하여 공간적인 평균을 취하여 해수 배경값을 계산하고, 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff) 영상의 각 화소에 대하여 상기 해수 배경값을 제거하여 공간 이상값(RESA: Red Edge Spatial Anomaly)을 계산하는 공간 이상값 계산부;

를 포함하는 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 공간 이상값 계산부는,

상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 왼쪽 5개 화소의 최소값보다 크고, 동시에 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 오른쪽 5개 화소의 최소값보다 크면 조류의 영향이 있는 화소로 판단하거나,

상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 위쪽 5개 화소의 최소값보다 크고, 동시에 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 아래쪽 5개 화소의 최소값보다 크면 조류의 영향이 있는 화소로 판단하는 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 시스템.

발명의 설명

기술 분야

본 발명의 실시예는 광학위성 영상을 이용한 해수표면 해조류 검출 방법 및 시스템에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0003] 해양의 조류는 얇은 바다의 바닥에 붙어서 성장하며 이 중 일부는 해수표면에 떠올라 해류를 따라 움직인다. 연안해역은 육지나 양식장에서 공급되는 영양분이 풍부하여 녹조(가시파래)나 갈조(굉생이 모자반)는 해수표면에 부유하는 동안에도 대량으로 번식하여, 위성 영상에서도 쉽게 관측할 수 있다. 해안에 축적된 녹조나 적조는 햇빛을 차단하고 산소를 빨아들여 그 아래의 생태계를 변화시키며 해안가로 올라온 해조류는 썩을 때 나는 악취로 관광산업에 악영향을 미친다.
- [0004] 2008년 이후에는 서해의 중국 연안에 해마다 녹조가 대량을 발생 및 번식하며 국내에도 유입되어 해양문제를 야기시키고 있다. 또한, 2015년 1월에서 5월에는 제주 및 신안군에 갈조가 대량으로 유입되었으며, 미국의 멕시코 만이나 중미에서는 갈조가 매년 대규모로 발생하고 있다.
- [0005] 이와 같은 조류의 검출을 위하여 종래에는 위성영상에 육상 식생을 측정하는 지수를 적용하여 근적외선과 가시광 영역의 반사도 차이를 이용하여 해수 표면의 조류를 검출하는 방식을 사용하였다.
- [0006] 그러나, 종래 기술에 따르면 대기의 탁도나 해수의 탁도가 변화하거나, 위성 영상의 촬영각이 변하는 등의 다양한 요인으로 인하여 조류 분포를 검출하기 어려운 문제점이 있었다.
- [0007] 따라서, 위성 영상에서 촬영각, 대기상태, 해수의 탁도 등 변화하는 환경에 영향을 받지 않고 해수표면에 부유하는 녹조 및 갈조 등의 조류를 보다 정확하게 탐지할 수 있는 방법이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 전술한 문제를 해결하기 위해 안출된 것으로서, 근적외선 및 가시광선 밴드를 가지는 위성 영상에서 촬영각, 대기상태, 해수의 탁도 등 변화하는 환경에 영향을 받지 않고 해수표면에 부유하는 녹조 및 갈조 등의 조류를 탐지할 수 있도록 하고자 한다.
- [0010] 또한, 본 발명은 공간적인 이상값을 이용하여 대기 탁도, 해수 탁도, 태양표면 반사 등의 지역적인 변화 효과를 완화하여, 넓은 영상에서 하나의 문턱값으로 해수 표면의 조류의 분포를 탐지할 수 있도록 하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 전술한 문제를 해결하기 위한 본 실시예에 따른 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 방법은 조류 검출 장치가 데이터베이스로부터 광학위성에서 촬영된 근적외선과 적색밴드를 가지는 복사휘도 영상을 입력받는 제1 단계; 상기 조류 검출 장치가 상기 입력 받은 복사휘도 영상의 신호를 반사도 신호로 변환한 후 환경 요소를 적용하는 제2 단계; 상기 조류 검출 장치가 상기 환경 요소를 적용한 신호 영상의 근적외선 신호와 적색밴드 신호의 차이와, 공간적으로 변화하는 해수 배경값을 이용하여 공간 이상값(RESA: Red Edge Spatial Anomaly)을 계산하는 제3 단계; 및 디스플레이가 상기 조류 검출 장치의 제어에 의해, 상기 계산된 공간 이상값(RESA)에 기초한 각 화소당 조류의 점유면적비를 표시한 영상을 제공하는 제4 단계;를 포함한다.
- [0013] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 상기 제2 단계는, 상기 조류 검출 장치가 상기 입력 받은 복사휘도 영상의 신호를 반사도 신호로 변환한 후, 대기 분자 산란 신호를 제거하는 단계; 및 상기 조류 검출 장치가 상기 대기 분자 산란 신호가 제거된 반사도 신호 영상에 대하여 육지 화소 및 구름 화소를 마스크처리하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 상기 제3 단계는 상기 조류 검출 장치가 상기 대기 분자 산란 신호가 제거된 반사도 신호 영상의 근적외선 신호와 적색밴드 신호의 차이를 계산한 레드 엣지 차이(RE_Diff: Red Edge Difference) 영상을 생성하는 단계;상기 조류 검출 장치가 조류의 영향이 없는 순수 해수의 화소에 대하여 공간적인 평균을 취하여 해수 배경값을 계산하는 단계; 및 상기 조류 검출 장치가 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff) 영상의 각 화소에 대하여 상기 해수 배경값을 제거하여 공간 이상값(RESA: Red Edge Spatial Anomaly)을 계산하는 단계;를 포함한다.
- [0015] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 상기 해수 배경값을 계산하는 단계는, 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 왼쪽 5개 화소의 최소값보다 크고, 동시에 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 오른쪽 5개 화소의 최소값보다 크면 조류의 영향이 있는 화소로 판단하거나, 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 위쪽 5개 화

소의 최소값보다 크고, 동시에 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 아래쪽 5개 화소의 최소값보다 크면 조류의 영향이 있는 화소로 판단할 수 있다.

[0016] 본 발명의 실시예에 따른 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 시스템은 광학위성에서 촬영된 근적외선과 적색밴드를 가지는 복사휘도 영상을 제공하는 데이터베이스; 상기 데이터베이스로부터 상기 제공 받은 복사휘도 영상의 신호를 반사도 신호로 변환한 후 환경 요소를 적용하고, 상기 환경 요소를 적용한 신호 영상의 근적외선 신호와 적색밴드 신호의 차이와, 공간적으로 변화하는 해수 배경값을 이용하여 공간 이상값(RESA: Red Edge Spatial Anomaly)을 계산하는 조류 검출 장치; 및 상기 조류 검출 장치의 제어에 의해, 상기 계산된 공간 이상값(RESA)에 기초한 각 화소당 조류의 점유면적비를 표시한 영상을 제공하는 디스플레이;를 포함한다.

[0017] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 상기 조류 검출 장치는 상기 제공 받은 복사휘도 영상의 신호를 반사도 신호로 변환한 후, 대기 분자 산란 신호를 제거하고, 상기 조류 검출 장치가 상기 대기 분자 산란 신호가 제거된 반사도 신호 영상에 대하여 육지 화소 및 구름 화소를 마스크처리하는 영상 처리부; 및 상기 대기 분자 산란 신호가 제거된 반사도 신호 영상의 근적외선 신호와 적색밴드 신호의 차이를 계산한 레드 엣지 차이(RE_Diff: Red Edge Difference) 영상을 생성하고, 조류의 영향이 없는 순수 해수의 화소에 대하여 공간적인 평균을 취하여 해수 배경값을 계산하고, 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff) 영상의 각 화소에 대하여 상기 해수 배경값을 제거하여 공간 이상값(RESA: Red Edge Spatial Anomaly)을 계산하는 공간 이상값 계산부;를 포함한다.

[0018] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 상기 공간 이상값 계산부는 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 왼쪽 5개 화소의 최소값보다 크고, 동시에 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 오른쪽 5개 화소의 최소값보다 크면 조류의 영향이 있는 화소로 판단하거나, 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 위쪽 5개 화소의 최소값보다 크고, 동시에 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 아래쪽 5개 화소의 최소값보다 크면 조류의 영향이 있는 화소로 판단할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 실시예에 따르면 근적외선 및 가시광선 밴드를 가지는 위성 영상에서 촬영각, 대기상태, 해수의 탁도 등 변화하는 환경에 영향을 받지 않고 해수표면에 부유하는 녹조 및 갈조 등의 조류를 탐지할 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면 공간적인 이상값을 이용하여 대기 탁도, 해수 탁도, 태양표면 반사 등의 지역적인 변화 효과를 완화하여, 넓은 영상에서 하나의 문턱값으로 해수 표면의 조류의 분포를 탐지할 수 있다.

[0022] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면 근적외선과 적색의 두 밴드의 차이의 강도를 이용하여 화소내든말의 농도(점유면적비)를 추정할 수 있다.

[0023] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면 해색(海色)센서를 포함하는 대부분의 광학 위성 센서에서 촬영된 근적외선과 적색 밴드 영상을 이용할 수 있으므로, MODIS, MERIS, GOCI, OLI 등 다양한 위성의 영상에 적용이 가능하다.

[0024] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면 구별된 해수표면의 뜬말화소를 정상적인 해색영상 자료처리에서 제외시켜 해양 영상 분석의 정확도를 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 시스템을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3 내지 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 방법을 설명하기 위한 영상 도면이다.

도 6 내지 도 8은 종래 기술에 따른 해수표면 조류 검출 방법을 설명하기 위한 영상 도면이다.

도 9는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 방법을 설명하기 위한 영상 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 바람직한 본 발명의 일실시예에 대해서 상세히 설명한다. 다만, 실시형태를 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수

있다고 판단되는 경우 그에 대한 상세한 설명은 생략한다.

- [0028] 본 발명은 천리안 위성의 해양탐재체(GOCI)나 미국 TERRA 위성의 MODIS 센서와 같이 근적외선과 적색 밴드를 가지고 있는 광학센서 관측 영상에서 해수 표면에 떠 있는 조류를 탐지하기 위한 방법에 관한 것이다.
- [0029] 종래의 방법은 각 화소에 대하여 반사도 스펙트럼으로부터 NDVI나 FAI 등의 지수를 계산하는 방법으로 해수 또는 대기 탁도나 태양과 위성 관측 각이 변화에 따라 이들 지수가 변화하므로 일정한 기준(문턱값)으로 넓은 지역에 적용하는데 한계가 있었다.
- [0030] 본 발명은 이와 같은 단점을 극복하기 위하여 각 화소의 값에서 배경값(조류를 포함하지 않은 화소에 대한 공간적인 이동 평균값)을 제하는 방법을 취하였으며, 특히 근적외선 밴드와 적색 밴드의 차이를 이용함으로써 각 화소에서 조류의 점유면적비를 추정할 수 있는 방법에 관한 것이다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 시스템을 도시한 도면이다.
- [0032] 이후부터는 도 1을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 시스템을 설명하기로 한다.
- [0033] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명의 일실시예에 따른 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 시스템은 조류 검출 장치(110), 데이터베이스(120) 및 디스플레이(130)를 포함하여 구성된다.
- [0034] 데이터베이스(120)는 광학위성에서 촬영된 근적외선과 적색밴드를 가지는 복사휘도 영상을 저장하여 제공하며, 보다 구체적으로 상기 데이터베이스(120)는 상기 복사휘도 영상으로는 천리안 위성의 해양관측 영상 또는 미국 TERRA 또는 AQUA 위성의 MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) 영상을 제공할 수 있다.
- [0035] 조류 검출 장치(110)는 상기 데이터베이스(120)로부터 복사휘도 영상을 제공받으며, 상기 입력 받은 복사휘도 영상의 신호를 반사도(r) 신호로 변환한 후 환경 요소를 적용한다. 또한, 상기 조류 검출 장치(110)는 상기 환경 요소를 적용한 신호 영상의 근적외선 신호와 적색밴드 신호의 차이와, 공간적으로 변화하는 해수 배경값을 이용하여 공간 이상값(RESA: Red Edge Spatial Anomaly)을 계산한다.
- [0036] 보다 상세하게 설명하면, 상기 조류 검출 장치(110)는 영상 처리부(111) 및 공간 이상값 계산부(112)를 포함한다.
- [0037] 상기 영상 처리부(111)는 상기 입력 받은 복사휘도 영상의 신호를 반사도(r) 신호로 변환한 후, 대기 분자 산란 신호를 제거한다. 또한, 상기 영상 처리부(111)는 상기 조류 검출 장치가 상기 대기 분자 산란 신호가 제거된 반사도 신호 영상에 대하여 육지 화소 및 구름 화소를 마스크 처리할 수 있다. 이때, 상기 영상 처리부(111)는 구름 화소나 육지 신호의 판별에 있어서 조류와 유사한 반사 스펙트럼을 갖는 식생 화소는 제거하지 않는다.
- [0038] 공간 이상값 계산부(112)는 상기 대기 분자 산란 신호가 제거된 반사도 신호 영상의 근적외선 신호(r_{NIR})와 적색 밴드 신호(r_{Red})의 차이를 계산한 레드 엣지 차이(RE_Diff: Red Edge Difference, $RE_Diff = r_{NIR} - r_{RED}$) 영상을 생성한다.
- [0039] 이때, 상기 레드 엣지 차이 영상에서도 해수 표면의 조류를 판별할 수 있으나, 해수의 탁도, 유지 주변에서 배경이 되는 레드 엣지 차이 값이 변하므로 하나의 문턱값을 사용하여 부유 조류를 검출하기는 어렵다.
- [0040] 따라서, 공간 이상값 계산부(112)는 조류의 영향이 없는 순수 해수의 화소에 대하여 공간적인 평균을 취하여 해수 배경값(<RE_Diff>)을 계산한다.
- [0041] 이때, 상기 공간 이상값 계산부(112)는 수평적 이상 테스트 또는 수직적 이상 테스트 중 하나를 만족할 경우 조류 영향이 있는 화소로 판단할 수 있다.
- [0042] 보다 상세하게 설명하면, 상기 공간 이상값 계산부(112)는 수평적 이상 테스트로서, 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 왼쪽 5개 화소의 최소값보다 크고, 동시에 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 오른쪽 5개 화소의 최소값보다 크면 조류의 영향이 있는 화소로 판단할 수 있다. 또한, 상기 공간 이상값 계산부(112)는 수직적 이상 테스트로서, 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 위쪽 5개 화소의 최소값보다 크고, 동시에 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 아래쪽 5개 화소의 최소값보다 크면 조류의 영향이 있는 화소로 판단할 수 있다.
- [0043] 또한, 상기 공간 이상값 계산부(112)는 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff) 영상의 각 화소에 대하여 상기 해수 배경값을 제거하여 공간 이상값(RESA: Red Edge Spatial Anomaly, $RESA = RE_Diff - \langle RE_Diff \rangle$)을 계산할 수 있다.

상기 공간 이상값의 강도는 각 화소에서의 조류의 점유면적비와 비례한다.

- [0044] 디스플레이(130)는 상기 조류 검출 장치(110)의 제어에 의해, 상기 공간 이상값 계산부(112)에서 계산된 공간 이상값(RESA)에 기초한 각 화소당 조류의 점유면적비를 표시한 영상을 제공한다.
- [0045] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따르면 공간적인 이상값을 이용하여 대기 탁도, 해수 탁도, 태양표면 반사 등의 지역적인 변화 효과를 완화하여, 넓은 영상에서 하나의 문턱값으로 해수 표면의 조류의 분포를 탐지할 수 있다.
- [0047] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 방법을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 3 내지 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 방법을 설명하기 위한 영상 도면이다.
- [0048] 먼저, 조류 검출 장치가 데이터베이스로부터 도 3에 도시된 바와 같은 광학위성에서 촬영된 근적외선과 적색밴드를 가지는 복사휘도 영상을 입력받는다(S210).
- [0049] 이후, 상기 조류 검출 장치가 상기 입력 받은 복사휘도 영상의 신호를 반사도(r) 신호로 변환한 후 환경 요소를 적용한다.
- [0050] 보다 상세하게 설명하면, 상기 조류 검출 장치가 상기 입력 받은 복사휘도 영상의 신호를 반사도 신호(r)로 변환한 후, 대기 분자 산란 신호를 제거한다(S220).
- [0051] 이후, 상기 조류 검출 장치가 상기 대기 분자 산란 신호가 제거된 반사도 신호 영상에 대하여 육지 화소 및 구름 화소를 마스크처리한다(S230).
- [0052] 이때, 상기 조류 검출 장치는 구름 화소나 육지 신호의 판별에 있어서 조류와 유사한 반사 스펙트럼을 갖는 식생 화소는 제거하지 않는다.
- [0053] 이후에는 상기 조류 검출 장치가 상기 환경 요소를 적용한 신호 영상의 근적외선 신호와 적색밴드 신호의 차이와, 공간적으로 변화하는 해수 배경값을 이용하여 공간 이상값(RESA: Red Edge Spatial Anomaly)을 계산한다.
- [0054] 보다 상세하게 설명하면, 먼저 상기 조류 검출 장치가 도 4에 도시된 바와 같이 상기 대기 분자 산란 신호가 제거된 반사도 신호 영상의 근적외선 신호(r_{NIR})와 적색밴드 신호(r_{RED})의 차이를 계산한 레드 엣지 차이(RE_Diff: Red Edge Difference, $RE_Diff=r_{NIR}-r_{RED}$) 영상을 생성한다(S240).
- [0055] 이때, 상기 레드 엣지 차이 영상에서도 해수 표면의 조류를 판별할 수 있으나, 해수의 탁도, 육지 주변에서 배경이 되는 레드 엣지 차이 값이 변하므로 하나의 문턱값을 사용하여 부유 조류를 검출하기는 어렵다.
- [0056] 따라서, 상기 조류 검출 장치가 조류의 영향이 없는 순수 해수의 화소에 대하여 공간적인 평균을 취하여 해수 배경값(<RE_Diff>)을 계산한다(S250).
- [0057] 이때, 상기 조류 검출 장치는 수평적 이상 테스트 또는 수직적 이상 테스트 중 하나를 만족할 경우 조류 영향이 있는 화소로 판단할 수 있다.
- [0058] 보다 상세하게 설명하면, 상기 조류 검출 장치는 수평적 이상 테스트로서, 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 왼쪽 5개 화소의 최소값보다 크고, 동시에 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 오른쪽 5개 화소의 최소값보다 크면 조류의 영향이 있는 화소로 판단할 수 있다. 또한, 상기 공간 이상값 계산부(112)는 수직적 이상 테스트로서, 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 위쪽 5개 화소의 최소값보다 크고, 동시에 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff)가 인접하는 아래쪽 5개 화소의 최소값보다 크면 조류의 영향이 있는 화소로 판단할 수 있다.
- [0059] 이후, 상기 조류 검출 장치가 상기 레드 엣지 차이(RE_Diff) 영상의 각 화소에 대하여 상기 해수 배경값을 제거하여 공간 이상값(RESA: Red Edge Spatial Anomaly, $RESA = RE_Diff - \langle RE_Diff \rangle$)을 계산할 수 있다(S260).
- [0060] 따라서, 도 5에 도시된 바와 같이 디스플레이가 상기 조류 검출 장치의 제어에 의해, 상기 계산된 공간 이상값(RESA)에 기초한 각 화소당 조류의 점유면적비를 표시한 영상을 제공할 수 있다(S270).
- [0061] 도 5를 참조하면, 두 밴드 차이 영상에서는 배경값의 변화에 따라 잘 보이지 않던 패치들을 보여주고 있으며, 공간 이상값(RESA)의 강도는 각 화소에서의 조류의 점유면적비와 비례한다.
- [0062] 따라서, 본 발명의 실시예에 따르면 공간적인 이상값을 이용하여 대기 탁도, 해수 탁도, 태양표면 반사 등의 지

역적인 변화 효과를 완화하여, 넓은 영상에서 하나의 문턱값으로 해수 표면의 조류의 분포를 탐지할 수 있다.

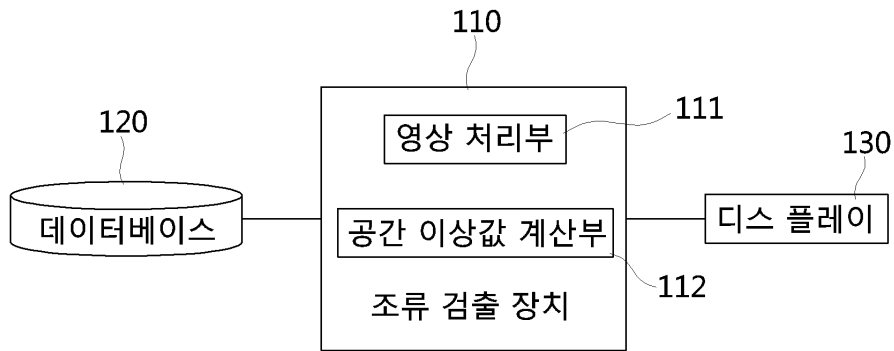
- [0064] 도 6 내지 도 8은 종래 기술에 따른 해수표면 조류 검출 방법을 설명하기 위한 영상 도면이고, 도 9는 본 발명의 실시시에 따른 광학위성 영상을 이용한 해수표면 조류 검출 방법을 설명하기 위한 영상 도면이다.
- [0065] 도 6의 종래 기술에 따른 해수표면 조류 검출 방법은 천리안 위성의 해양관측 영상 자료에 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index) 알고리즘을 적용한 것으로서, NDVI 알고리즘은 육상의 식생을 측정하는 지수로서 근적외선과 가시광선 영역의 반사도 차이를 이용하는 알고리즘이다.
- [0066] 도 6을 참조하면, NDVI 알고리즘을 적용한 종래 기술에 따르면, 구름 및 육지 주변에서 NDVI 값이 달라지고 대기 탁도나 해수 탁도에 의해 영향을 받는 것을 알 수 있다.
- [0067] 또한, 도 7의 종래 기술에 따른 해수표면 조류 검출 방법은 TERRA위성의 MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) 영상에 NDVI 알고리즘을 적용한 것으로서, 도 7의 종래 기술에서도 대기 탁도나 해수 탁도에 의해 영향을 받으며, 특히 영상의 우측에는 태양광 표면 반사(sun glint)에 의하여 NDVI 값이 크게 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0068] 한편, 도 8의 종래 기술에 따른 해수표면 조류 검출 방법은 TERRA 위성의 MODIS 영상에 FAI(Floating Algae Index) 알고리즘을 적용한 것으로서, 상기 FAI 알고리즘은 MODIS에 포함된 적색, 적외선, 단파적외선 등 3개의 파장을 사용하여 근적외선과 가시광 영역의 반사도 차이를 이용하는 알고리즘이다.
- [0069] 도 8을 참조하면, FAI 알고리즘을 적용한 종래 기술에 따르면, FAI 배경값은 NDVI에 비하여 공간적인 균일성이 약간 향상 되었으나, 하나의 문턱값을 사용하여 조류 분포를 검출하기 어려운 문제점이 있다.
- [0070] 도 9는 본 발명의 조류 검출 방법을 MODIS 영상에 적용하여 공간 이상값(RESA: Red Edge Spatial Anomaly)을 구한 것으로, 도 6 내지 도 8에 도시된 종래 기술의 NDVI나 FAI 알고리즘 보다 넓은 영역에서 조류를 검출할 수 있음을 알 수 있다.
- [0071] 이와 같이 도 9에 도시된 실시예에 따르면 도 6 내지 도 8의 실시예에 비교하여, 하나의 고정된 문턱값으로 영상 전체를 처리할 수 있으므로 자동화가 유리한 장점이 있다.
- [0072] 전술한 바와 같은 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였다. 그러나 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능하다. 본 발명의 기술적 사상은 본 발명의 전술한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

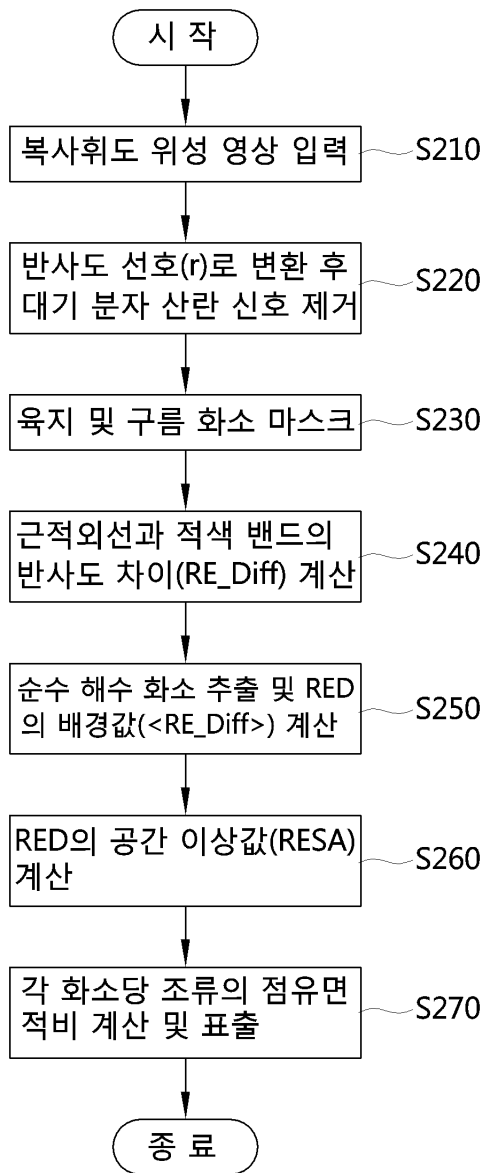
- [0074] 110: 조류 검출 장치
- 111: 영상 처리부
- 112: 공간 이상값 계산부
- 120: 데이터베이스
- 130: 디스플레이

도면

도면1



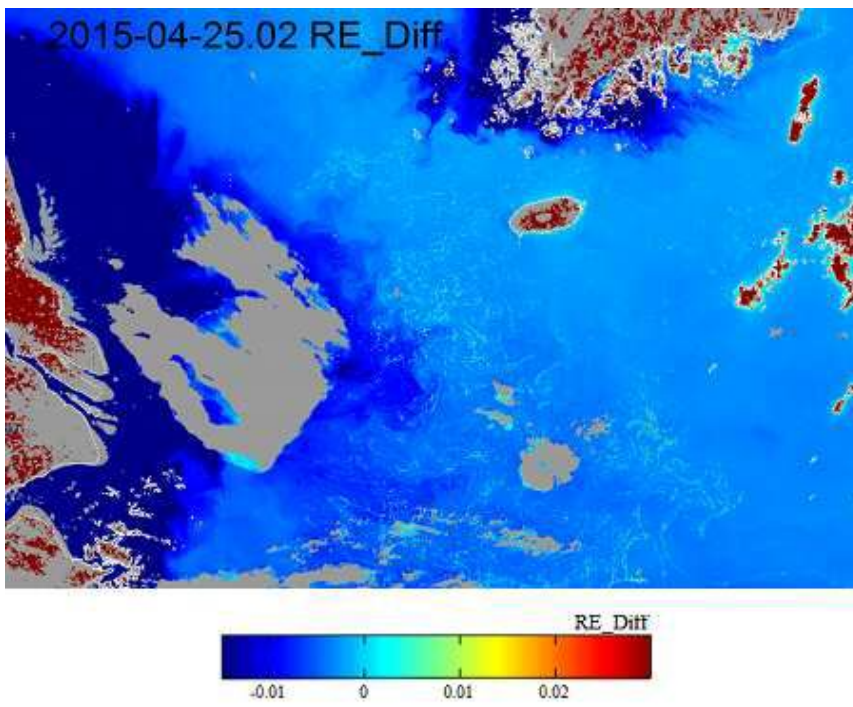
도면2



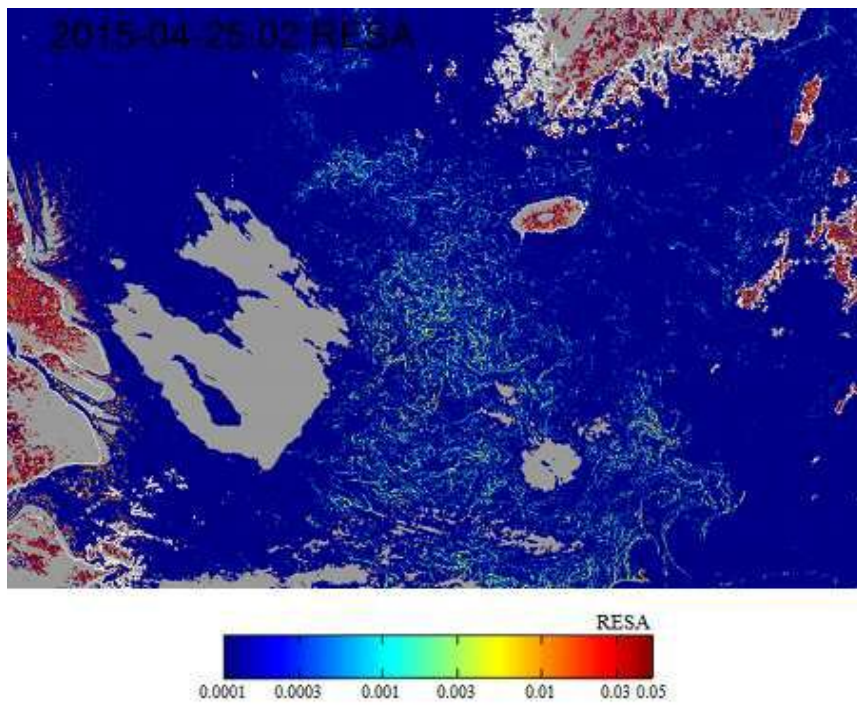
도면3



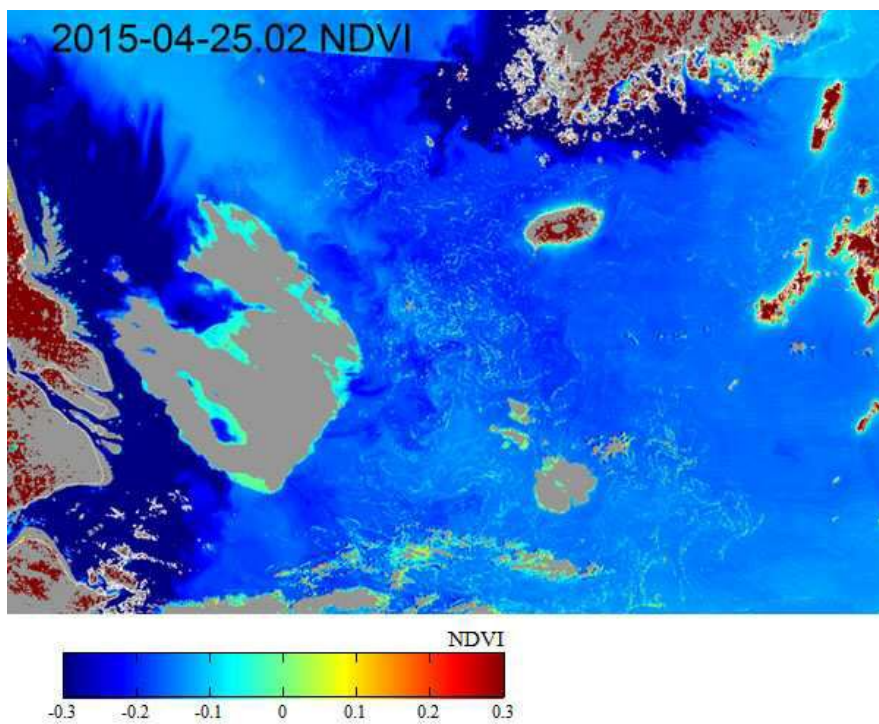
도면4



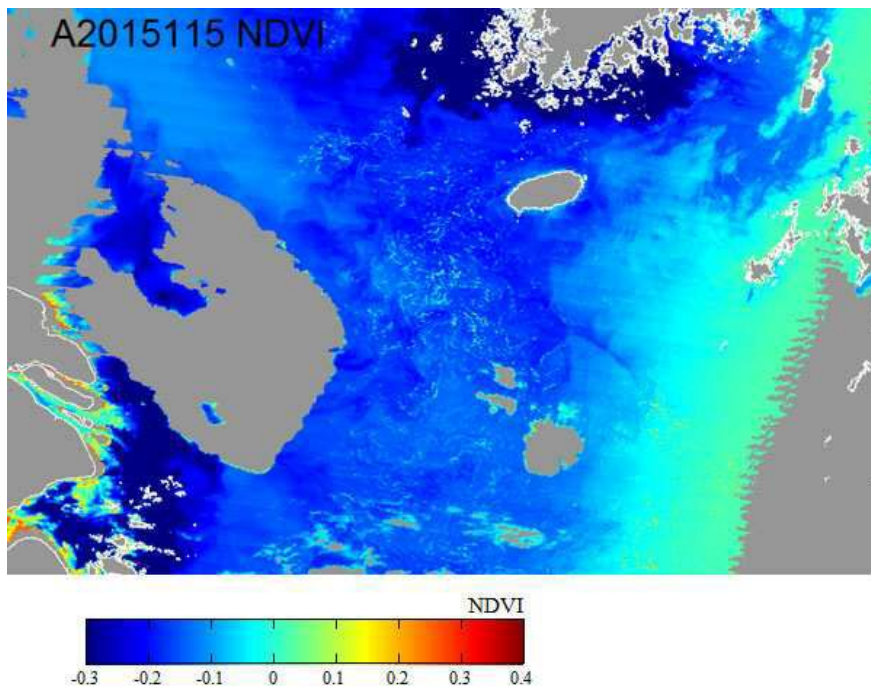
도면5



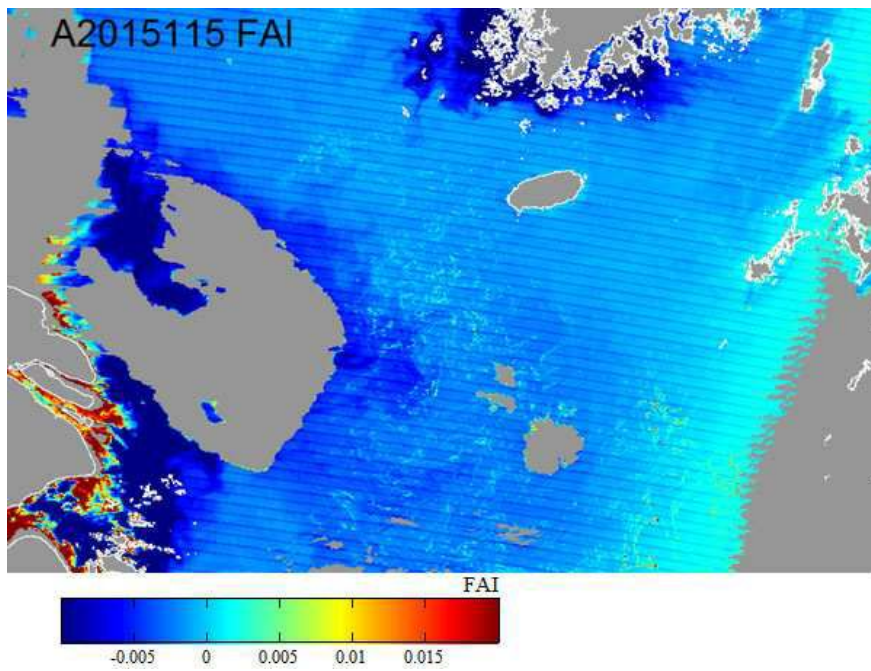
도면6



도면7



도면8



도면9

