



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월09일
 (11) 등록번호 10-1976959
 (24) 등록일자 2019년05월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01C 11/00 (2006.01) *G01C 11/36* (2006.01)
G06T 17/05 (2011.01) *G06T 5/50* (2006.01)
 (52) CPC특허분류
G01C 11/00 (2013.01)
G06T 17/05 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0175621
 (22) 출원일자 2017년12월20일
 심사청구일자 2017년12월20일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP09163382 A*
 JP2017169511 A*
 KR1020140115124 A*
 KR1020160093341 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
 서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
 (72) 발명자
박상은
 서울특별시 송파구 올림픽로 435, 107동 602호(신천동, 파크리오)
정윤택
 서울특별시 양천구 목동중앙본로 15, 101동 1005호(목동, 목동 금강에스쁘아아파트)
조근후
 경기도 안양시 만안구 석수로26번길 17(석수동)
 (74) 대리인
민영준

전체 청구항 수 : 총 9 항

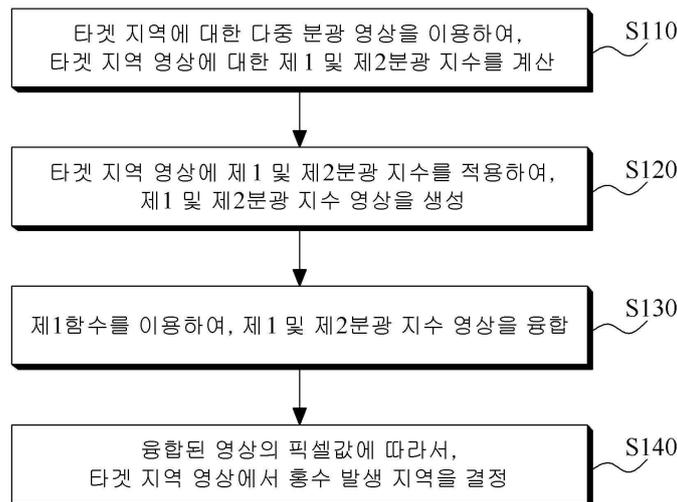
심사관 : 홍정훈

(54) 발명의 명칭 **영상 기반의 홍수 탐지 방법**

(57) 요약

복수의 분광 지수를 이용하여 홍수를 탐지하는 영상 기반의 홍수 탐지 방법이 개시된다. 영상 기반의 홍수 탐지 방법은 타겟 지역에 대한 다중 분광 영상을 이용하여, 타겟 지역 영상에 대한 제1 및 제2분광 지수를 계산하는 단계; 상기 타겟 지역 영상에 상기 제1 및 제2분광 지수를 적용하여, 제1 및 제2분광 지수 영상을 생성하는 단계; 제1함수를 이용하여, 상기 제1 및 제2분광 지수 영상을 융합하는 단계; 및 상기 융합된 영상의 픽셀값에 따라서, 상기 타겟 지역 영상에서 홍수 발생 지역을 결정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 5/50 (2013.01)
 G01C 2011/36 (2013.01)
 G06T 2207/20221 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711056993
 부처명 과학기술정보통신부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 개인기초연구
 연구과제명 영구동토 활동층의 변화 모니터링을 위한 마이크로파 원격탐사 기술 개발
 기 여 율 3/5
 주관기관 세종대학교 산학협력단
 연구기간 2015.07.01 ~ 2018.06.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711054855
 부처명 과학기술정보통신부
 연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
 연구사업명 정보통신기술인력양성
 연구과제명 지능형 ICT 국방 감시정찰/경계 시스템 개발
 기 여 율 2/5
 주관기관 광운대학교 산학협력단
 연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

타겟 지역에 대한 다중 분광 영상을 이용하여, 타겟 지역 영상에 대한 제1 및 제2분광 지수를 계산하는 단계;
 상기 타겟 지역 영상에 상기 제1 및 제2분광 지수를 적용하여, 제1 및 제2분광 지수 영상을 생성하는 단계;
 제1함수를 이용하여, 상기 제1 및 제2분광 지수 영상을 융합하는 단계; 및
 상기 융합된 영상의 픽셀값에 따라서, 상기 타겟 지역 영상에서 홍수 발생 지역을 결정하는 단계를 포함하며,
 상기 제1 및 제2분광 지수 영상을 융합하는 단계는
 제2함수를 이용하여, 상기 제1 및 제2분광 지수 영상의 픽셀값을 변환하는 단계; 및
 상기 픽셀값이 변환된 상기 제1 및 제2분광 지수 영상을 융합하는 단계
 를 포함하는 영상 기반의 홍수 탐지 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서,
 상기 제2함수는
 시그모이드 함수인
 영상 기반의 홍수 탐지 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,
 상기 픽셀값이 변환된 상기 제1 및 제2분광 지수 영상을 융합하는 단계는
 상기 제1 및 제2분광 지수 영상의 변환된 픽셀값의 합을 제1임계값과 비교하고, 비교 결과에 따라 상기 제1 및
 제2분광 지수의 변환된 픽셀값 중 하나를 이용하여 상기 융합된 영상을 생성하는
 영상 기반의 홍수 탐지 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,
 상기 타겟 지역 영상에서 홍수 발생 지역을 결정하는 단계는
 상기 융합된 영상에서, 픽셀값이 제2임계값 이상인 지역을 상기 홍수 발생 지역으로 결정하는
 영상 기반의 홍수 탐지 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,
 상기 제1분광 지수는 NDWI 지수이며,
 상기 제2분광 지수는 GRVI 지수인
 영상 기반의 홍수 탐지 방법.

청구항 7

타겟 지역에 대한 다중 분광 영상을 이용하여, 타겟 지역 영상에 대한 제1 및 제2분광 지수를 계산하는 단계;
 미리 설정된 함수를 이용하여, 상기 제1 및 제2분광 지수를 변환하는 단계; 및
 상기 변환된 제1 및 제2분광 지수에 따라서, 상기 타겟 지역 영상에서 홍수 발생 지역을 결정하는 단계를 포함
 하며,
 상기 홍수 발생 지역을 결정하는 단계는
 상기 변환된 제1 및 제2분광 지수 중 하나를 선택하여, 상기 타겟 지역 영상의 픽셀 각각에 대응시키는 단계;
 및
 상기 타겟 지역 영상의 픽셀 각각에 대응된 변환된 분광 지수에 따라서, 상기 홍수 발생 지역을 결정하는 단계
 를 포함하는 영상 기반의 홍수 탐지 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 7항에 있어서,
 상기 변환된 제1 및 제2분광 지수 중 하나를 선택하여, 상기 타겟 지역 영상의 픽셀 각각에 대응시키는 단계는
 상기 변환된 제1 및 제2분광 지수의 합을 임계값과 비교하고, 비교 결과에 따라 상기 변환된 제1 및 제2분광 지
 수 중 하나를 상기 타겟 지역 영상의 픽셀 각각에 대응시키는
 영상 기반의 홍수 탐지 방법.

청구항 10

제 7항에 있어서,
 상기 함수는
 시그모이드 함수인
 영상 기반의 홍수 탐지 방법.

청구항 11

제 7항에 있어서,
 상기 제1분광 지수는 NDWI 지수이며,

상기 제2분광 지수는 GRVI 지수인
영상 기반의 홍수 탐지 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 영상 기반의 홍수 탐지 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 복수의 분광 지수를 이용하여 홍수를 탐지하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 홍수는 바다나 강에 의한 범람을 뜻하며, 홍수의 원인에는 지속적인 호우, 하도의 상태, 배수의 상태, 그리고 도시화와 같은 다양한 요인이 존재한다. 특히 열대 지방에서 뚜렷한 요인 중 하나는 지속적인 강우라 할 수 있으며, 이러한 홍수의 위험을 완화하기 위해서는 그 피해의 규모를 산정하는 것이 매우 중요하다. 위성자료를 이용한 원격탐사는 다양한 물체와 현상에 대한 연구 분야에서 핵심적인 역할을 해왔으며, 원격으로 관측한 영상을 통해 대규모 피해 지역 관측에 매우 유리하다.

[0004] 인공위성 관측 자료를 이용한 홍수 탐지에 관한 많은 연구들이 광학 영상을 이용하여 왔으나, 지표의 다양한 조건과 기상 환경으로 인해 여전히 도전적인 과제이다. 광학 영상을 이용한 홍수 탐지에서 많이 활용된 밴드는 근적외선(Near infrared, NIR)밴드이며, 물이 근적외선 밴드의 파장영역에서 낮은 반사 특성을 갖는 점을 이용하여, 단일 영상 뿐만 아니라 다중 시기 영상에서도 홍수의 규모 탐지에 매우 유용하다고 알려져 있다. 또한 단적외선(Short-wave infrared, SWIR) 밴드 역시 홍수 탐지에 활용되었으며, 근적외선 밴드와 적색(red) 밴드를 이용한 Normalized Difference Vegetation Index(NDVI)와 같은 분광 지수도 수계 지역 추출에 활용되었다. 이 뿐만 아니라, Normalized Difference Water Index(NDWI), Modified NDWI(MNDWI) 등 분광 지수 역시 홍수 탐지에 활용되고 있다.

[0005] 이러한 다양한 분광 지수는 [표 1]과 같이 계산될 수 있다. 특정 밴드에 대한 반사도(reflectance, ρ)는 다중 분광 영상(multi spectral image)으로부터 얻어질 수 있다.

표 1

Spectral index equations	Symbol and notation	SPOT Band (μm)
$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{Red}) / (\rho_{NIR} + \rho_{Red})$	ρ_{Green} , ρ_{Red} , ρ_{NIR} and ρ_{SWIR} stand for the reflectance of bands Green, Red, NIR and SWIR.	Band 1 (Green): 0.50-0.59
$NDWI = (\rho_{Green} - \rho_{NIR}) / (\rho_{Green} + \rho_{NIR})$		Band 2 (Red): 0.61-0.68
$NDWI^* = (\rho_{Red} - \rho_{SWIR}) / (\rho_{Red} + \rho_{SWIR})$		Band 3 (NIR): 0.78-0.89
$MNDWI = (\rho_{Green} - \rho_{SWIR}) / (\rho_{Green} + \rho_{SWIR})$		Band 4 (SWIR): 1.58-1.75

[0006]

[0007] 관련 선행문헌으로 대한민국 공개특허 제2016-0093341호가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 복수의 분광 지수를 융합하여 정확하게 홍수 발생 지역을 탐지할 수 있는 영상 기반의 홍수 탐지 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 타겟 지역에 대한 다중 분광 영상을 이용하여, 타겟 지역 영상에 대한 제1 및 제2분광 지수를 계산하는 단계; 상기 타겟 지역 영상에 상기 제1 및 제2분광 지수

를 적용하여, 제1 및 제2분광 지수 영상을 생성하는 단계; 제1함수를 이용하여, 상기 제1 및 제2분광 지수 영상을 융합하는 단계; 및 상기 융합된 영상의 픽셀값에 따라서, 상기 타겟 지역 영상에서 홍수 발생 지역을 결정하는 단계를 포함하는 영상 기반의 홍수 탐지 방법이 제공된다.

[0011] 또한 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 타겟 지역에 대한 다중 분광 영상을 이용하여, 타겟 지역 영상에 대한 제1 및 제2분광 지수를 계산하는 단계; 미리 설정된 함수를 이용하여, 상기 제1 및 제2분광 지수를 변환하는 단계; 상기 변환된 제1 및 제2분광 지수 중 하나를 선택하여, 상기 타겟 지역 영상의 픽셀 각각에 대응시키는 단계; 및 상기 타겟 지역 영상의 픽셀 각각에 대응된 변환된 분광 지수에 따라서, 상기 타겟 지역 영상에서 홍수 발생 지역을 결정하는 단계를 포함하는 영상 기반의 홍수 탐지 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따르면, 복수의 분광 지수를 융합하여 홍수 발생 지역을 판단함으로써, 홍수 탐지에 대한 오탐지율이 감소하고, 홍수 탐지의 정확도가 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 기반의 홍수 탐지 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
 도 2는 본 발명의 일실시예에서 이용되는 GRVI 지수의 특성을 설명하기 위한 도면이다.
 도 3은 타겟 지역에 대한 위성 영상과 타겟 지역 영상에 대해 NDWI 지수 및 GRVI 지수를 적용한 영상을 도시하는 도면이다.
 도 4 및 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 분광 지수 변환 방법을 설명하기 위한 도면이다.
 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 융합 영상 생성 방법을 설명하기 위한 도면이다.
 도 7은 NDVI 지수를 이용한 홍수 탐지 결과를 도시하는 도면이다.
 도 8은 NDWI 지수를 이용한 홍수 탐지 결과를 도시하는 도면이다.
 도 9는 NDWI* 지수를 이용한 홍수 탐지 결과를 도시하는 도면이다.
 도 10은 MNDWI 지수를 이용한 홍수 탐지 결과를 도시하는 도면이다.
 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 영상 기반의 홍수 탐지 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0017] 본 발명은, 하나가 아닌 복수의 분광 지수를 이용하여 홍수를 탐지하는 방법을 제안한다. 본 발명은 타겟 지역 영상에 대한 복수의 분광 지수를 융합하여, 타겟 지역 영상에서 홍수 발생 지역을 결정한다. 특히 본 발명은, 일실시예로서 초목 생물계절학(vegetation phenology)에서 이용되는 GRVI 지수를 홍수 탐지를 위해 활용한다.

[0018] 이하에서는 2개의 분광 지수를 융합하여 홍수를 탐지하는 방법이 일실시예로서 설명되나, 실시예에 따라서 둘 이상의 분광 지수가 융합될 수도 있다.

[0019] 본 발명에 따른 홍수 탐지 방법은 홍수 탐지 장치에서 수행될 수 있으며, 홍수 탐지 장치는 예를 들어, 프로세서를 포함하는 컴퓨팅 장치일 수 있다.

[0020] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 기반의 홍수 탐지 방법을 설명하기 위한 흐름도이며, 도 2는 본 발명의 일실시예에서 이용되는 GRVI 지수의 특성을 설명하기 위한 도면이다. 그리고 도 3은 타겟 지역에 대한 위성 영상과 타겟 지역 영상에 대해 NDWI 지수 및 GRVI 지수를 적용한 영상을 도시하는 도면이다.

[0023] 본 발명에 따른 홍수 탐지 장치는 타겟 지역에 대한 다중 분광 영상을 이용하여, 타겟 지역 영상에 대한 제1 및

제2분광 지수를 계산(S110)한다. 타겟 지역 영상은 일실시예로서 인공위성 영상일 수 있으며, 다중 분광 영상이거나 RGB 영상일 수 있다.

[0024] 일실시예로서, 제1분광 지수는 NDWI 지수이며, 제2분광 지수는 GRVI(Green Red Vegetation Index) 지수일 수 있다. 또는 실시예에 따라서, NDVI, MNDWI도 홍수 탐지를 위한 분광 지수로 이용될 수 있다. 분광 지수는 타겟 지역 영상의 픽셀별로 계산된다.

[0025] GRVI 지수는 [수학식 1]과 같이 계산될 수 있다. 여기서, ρ_G 는 녹색 밴드에 대한 반사도를 나타내며, ρ_R 은 적색 밴드에 대한 반사도를 나타낸다. 특정 지역에 대한 다중 분광 영상은 특정 지역에서 반사되는 빛의 파장에 대한 정보를 포함하고 있으므로, 다중 분광 영상으로부터 반사도가 획득될 수 있다.

수학식 1

$$GRVI = \frac{\rho_G - \rho_R}{\rho_G + \rho_R}$$

[0026]

[0027] 홍수가 발생한 경우, 일반적으로 물의 탁도가 높아지며, GRVI 지수는 탁도가 높은 물과 그외 지역에서 큰 차이를 나타낸다는 점에 착안하여, 본 발명은 홍수 탐지를 위한 분광 지수로서 GRVI 지수를 이용한다. 도 2(a)는 아랫쪽에 탁도가 높은 황하가 흐르는 지역의 위성 영상(Landsat 8 image)이며, 도 2(b)는 도 2(a) 영상에 대한 파장별 반사도를 나타내는 그래프인데, 녹색 밴드(545nm)와 적색 밴드 (645nm)에서의 반사도의 차이는, 탁도가 높은 물(water(high turbidity))이 가장 높음을 알 수 있으며, 탁도가 높은 물과 그외 지역에서의 녹색 밴드와 적색 밴드에서의 반사도의 차이 역시 서로 다를 수 있다.

[0028] 실시예에 따라서, 수계 지역과 그렇지 않은 지역 사이의 파장별 반사도에 차이를 반영하는 또다른 분광 지수가 이용될 수 있다.

[0029] 홍수 탐지 장치는 타겟 지역 영상에 제1 및 제2분광 지수를 적용하여, 제1 및 제2분광 지수 영상을 생성(S120)한다. 분광 지수는 타겟 지역 영상의 픽셀별로 계산되므로, 타겟 지역 영상에 제1 및 제2분광 지수를 적용하여 타겟 지역 영상의 픽셀값이 분광 지수로 대체된 분광 지수 영상을 생성할 수 있다. 다시 말해, 분광 지수 영상의 픽셀값은 타겟 지역 영상의 픽셀 각각에 대한 분광 지수를 나타낸다.

[0030] 도 3을 참조하면, 도 3(a)의 위성 영상에서의 타겟 지역 영상(310)은 도 3(b)와 같은 제1분광 지수 영상과 도 3(c)와 같은 제2분광 지수 영상으로 변환될 수 있다. NDWI 지수는 -1에서 1사이의 값을 가지며, -1에서 1사이의 지수값을 픽셀의 최소값 및 최대값 사이의 픽셀값으로 변환함으로써, 타겟 지역 영상을 제1분광 지수 영상으로 변환할 수 있다. 마찬가지로 GRVI 지수 역시 -1에서 1사이의 값을 가지며, 제2분광 지수 영상이 생성될 수 있다.

[0031] 이후, 홍수 탐지 장치는 제1함수를 이용하여, 제1 및 제2분광 지수 영상을 융합(S130)하고, 융합된 영상의 픽셀값에 따라서, 타겟 지역 영상에서 홍수 발생 지역을 결정(S140)한다. 타겟 지역 영상, 분광 지수 영상 및 융합된 영상의 크기 및 해상도는 모두 동일하다.

[0032] 이 때, 홍수 탐지 장치는 제2함수를 이용하여, 제1 및 제2분광 지수 영상의 픽셀값을 변환할 수 있고, 픽셀값이 변환된 제1 및 제2분광 지수 영상을 제1함수를 이용하여 융합할 수 있다. 분광 지수의 변환 방법은 도 4 및 도 5에서 보다 상세히 설명된다.

[0033] 홍수 탐지 장치는 일실시예로서, 제1 및 제2분광 지수 영상의 변환된 픽셀값의 합을 제1임계값과 비교하고, 비교 결과에 따라 제1 및 제2분광 지수 영상의 변환된 픽셀값 중 하나를 이용하여 융합된 영상을 생성할 수 있다. 예컨대, 제1 및 제2분광 지수 영상의 동일한 위치의 픽셀에서의 변환된 픽셀값이 각각 a 및 b이고, a 및 b의 합이 제1임계값인 1보다 큰 경우, a 및 b 중 작은 픽셀값이, 융합된 영상에서의 픽셀값이 될 수 있다.

[0034] 일반적으로 홍수 발생 지역의 분광 지수는 거주지나 식생 지역에 비해 높게 나타나기 때문에, 홍수 탐지 장치는 융합된 영상에서, 픽셀값이 제2임계값 이상인 지역을 홍수 발생 지역으로 결정할 수 있다. 제1 및 제2분광 지수 영상의 픽셀값의 합이 제1임계값보다 작을 경우에, 융합된 영상에서의 픽셀값은 0으로 설정될 수 있다.

[0035] 한편, 실시예에 따라서, 홍수 탐지 장치는 분광 지수를 변환하는 과정없이 제1 및 제2분광 지수 영상을 융합하

여 홍수 발생 지역을 결정할 수 있다.

[0037] 도 4 및 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 분광 지수 변환 방법을 설명하기 위한 도면으로서, 타겟 지역 영상에 대한 분광 지수 변환 결과를 도시하고 있다.

[0038] 본 발명에 따른 홍수 탐지 장치는, 제1 및 제2분광 지수 영상의 픽셀값 즉 제1 및 제2분광 지수를 변환하기 위한 함수로서, 퍼지 이론의 다양한 멤버십 함수 중 하나를 이용할 수 있으며, 일실시예로서, [수학식 2]와 같은 시그모이드 함수를 이용할 수 있다.

수학식 2

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-a(x-c)}}$$

[0039]

[0040] 여기서, x는 제1 및 제2분광 지수 영상의 픽셀값이며, a와 c는 기울기와 변곡점을 나타낸다. 도 4(a)에서 홍수 발생전 영상인 좌측 영상에 대한 a 및 c는 각각 20, -0.55이며, 홍수 발생후 영상인 우측 영상에 대한 a 및 c는 각각 20, -0.5이다. 그리고 도 5(a)에서 홍수 발생전 영상인 좌측 영상에 대한 a 및 c는 각각 -10, -0.25이며, 홍수 발생후 영상인 우측 영상에 대한 a 및 c는 각각 -10, -0.1이다.

[0041] 도 4(a) 및 도 5(a)는 타겟 지역의 홍수 발생전과 후에 대한 제1 및 제2분광 지수 영상을 제2함수를 이용하여 변환한 영상을 나타낸다. 제2함수에 따른 분광 지수와 멤버십 값의 관계는 도 4(b) 및 도 5(b)에 도시되어 있다. 즉, -1에서 1사이의 NDWI 및 GRVI 지수는 0에서 1사이의 값으로 변환된다.

[0043] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 융합 영상 생성 방법을 설명하기 위한 도면이며, 도 7 내지 도 10은 각각 NDVI, NDWI, NDWI*, MNDWI 지수를 이용한 홍수 탐지 결과를 도시하는 도면이다.

[0044] 본 발명에 따른 홍수 탐지 장치는 퍼지 이론의 인터섹션 연산자(intersection operator)를 이용하여, 융합된 영상을 생성할 수 있으며, 일실시예로서, [수학식 3]과 같은 Nilpotent-minimum 연산자를 이용하여 융합된 영상을 생성할 수 있다.

수학식 3

$$f(x, y) = \begin{cases} \min(a, b), & \text{if } a + b > 1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0045]

[0046] 여기서, a 및 b는 제1 및 제2분광 지수 영상의 픽셀값을 나타낸다. 즉 전술된 바와 같이, 제1 및 제2분광 지수 영상의 변환된 픽셀값에 따라서 융합된 영상의 픽셀값이 결정될 수 있다.

[0047] 도 6(a)는 도 4(a) 및 도 5(a)의 영상에, [수학식 3]을 적용하여 융합한 영상을 도시하고 있으며, 도 6(b)는 도 6(a)의 영상에서 임계값인 0.5보다 작은 픽셀값을 0(검은색), 0.5보다 큰 픽셀값을 1(흰색)로 할당하여 이진화한 영상이다. 도 6(b)에서 흰색 픽셀 값은 수계 지역으로서, 홍수 발생전 영상에서의 흰색 픽셀 값은 강을 나타내며, 홍수 발생후 영상에서의 흰색 픽셀 값은 홍수 발생 지역을 나타낸다. 홍수 발생 지역에 대한 탐지율을 개선하기 위해, 도 6(b)의 영상에 morphological dilation 기법과 같은 필터링이 적용될 수 있다.

[0048] 도 7 내지 도 10은 타겟 지역 영상에 NDVI, NDWI, NDWI*, MNDWI 지수를 적용한 후 KI(Kittler-Illingworth) 알고리즘을 적용하여 이진화한 영상을 나타낸다. 도 6과 마찬가지로 흰색 픽셀 값이 홍수 발생 지역을 포함한 수계 지역을 나타내는데, 도 6과 비교하여, 빨간색 원으로 표시한 것과 같이 일반 주거 지역이나 식생 지역의 상당수가 수계 지역 또는 홍수 발생 지역으로 검출됨을 알 수 있다.

[0049] 결국, 본 발명에 따르면, 복수의 분광 지수를 융합하여 홍수 발생 지역을 판단함으로써, 홍수 탐지에 대한 오탐 지율이 매우 감소하고 홍수 탐지의 정확도가 향상될 수 있다.

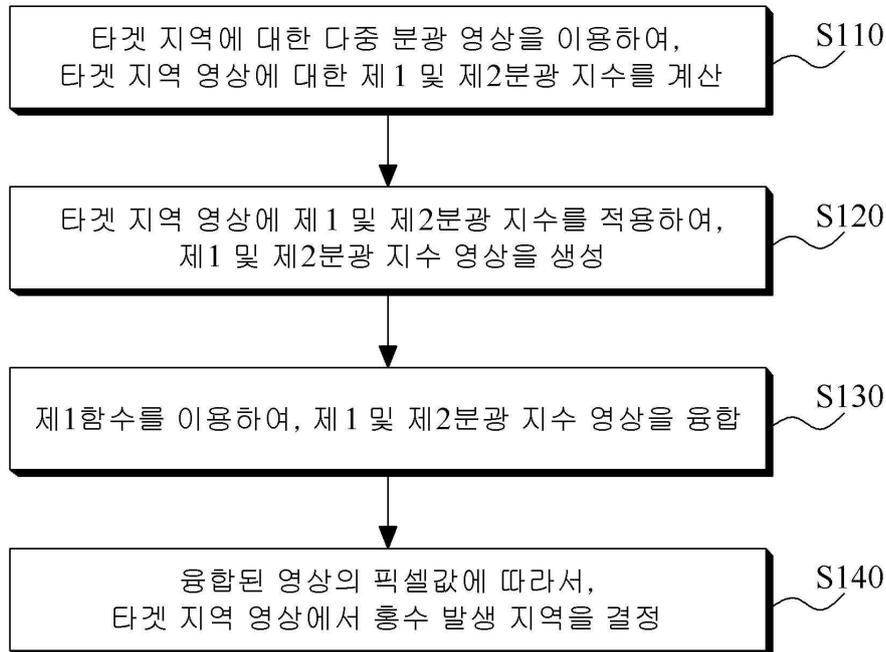
[0050] 한편, 이상에서는 홍수 발생 지역을 탐지하는 방법에 대해 설명되었으나, 본 발명에 따르면 도 6과 같이 홍수

발생전 수계 지역도 검출될 수 있다. 따라서, 본 발명은 홍수 발생 지역을 포함하여, 수계 지역을 검출하는데도 이용될 수 있다.

- [0052] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 영상 기반의 홍수 탐지 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0053] 도 11에서 설명되는 홍수 탐지 방법은, 도 1에서 설명된 방법과 달리 별도의 분광 지수 영상을 생성하지 않고, 산출된 분광 지수로부터 홍수 발생 지역을 결정한다. 전술된 바와 같이, 분광 지수 영상에서의 픽셀은 타겟 지역 영상의 픽셀에 대응되고, 분광 지수 영상에서의 픽셀값은 분광 지수에 대응되기 때문에, 별도의 분광 지수 영상 생성없이도 분광 지수를 이용하여 타겟 지역 영상에서 홍수 발생 지역을 결정할 수 있다.
- [0054] 본 발명에 따른 홍수 탐지 장치는 타겟 지역에 대한 다중 분광 영상을 이용하여, 타겟 지역 영상에 대한 제1 및 제2분광 지수를 계산(S1110)하고, 미리 설정된 함수를 이용하여, 제1 및 제2분광 지수를 변환(S1120)한다. 일실시예로서, [수학식 2]와 같은 함수를 이용하여 제1 및 제2분광 지수를 변환할 수 있다.
- [0055] 이후 홍수 탐지 장치는 변환된 제1 및 제2분광 지수에 따라서, 상기 타겟 지역 영상에서 홍수 발생 지역을 결정(S1130)한다. 일실시예로서, 홍수 탐지 장치는 변환된 제1 및 제2분광 지수 중 하나를 선택하여 타겟 지역 영상의 픽셀 각각에 대응시키고, 타겟 지역 영상의 픽셀 각각에 대응된 변환된 분광 지수에 따라서, 타겟 지역 영상에서 홍수 발생 지역을 결정할 수 있다.
- [0056] 홍수 탐지 장치는 분광 지수 선택을 위해 일실시예로서, [수학식 3]을 이용할 수 있으며, 변환된 분광 지수가 임계값 이상인 픽셀로 구성된 지역을 홍수 발생 지역으로 결정할 수 있다.
- [0058] 앞서 설명한 기술적 내용들은 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 실시예들을 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. 하드웨어 장치는 실시예들의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0060] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

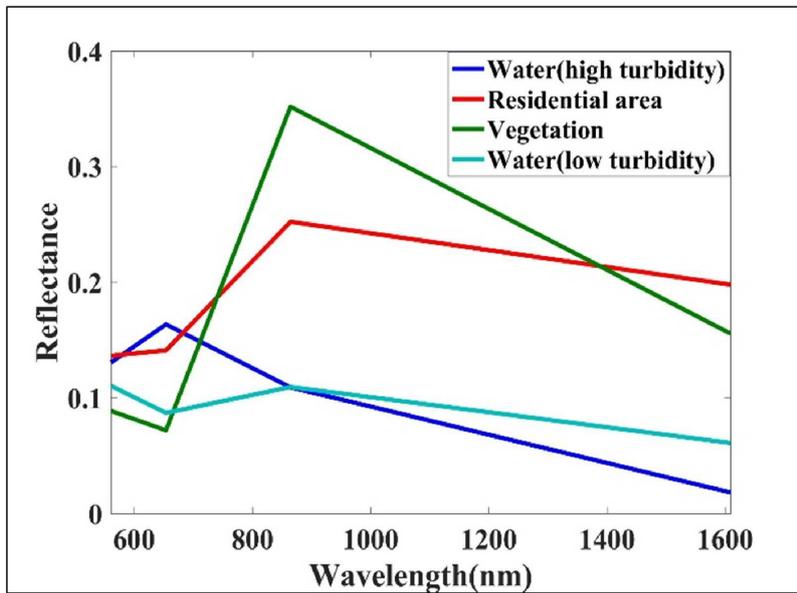
도면1



도면2



(a)



(b)

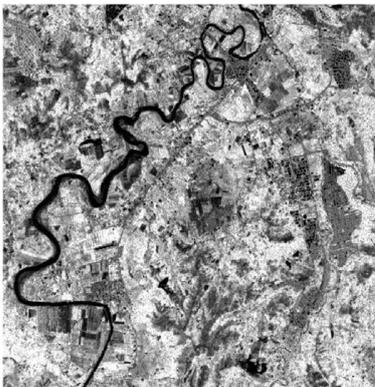
도면3



(a)



(b)

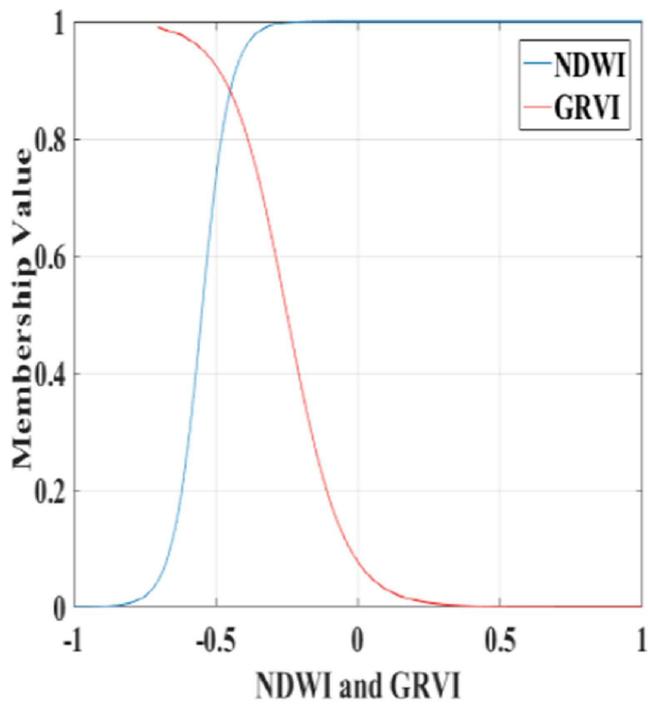


(c)

도면4

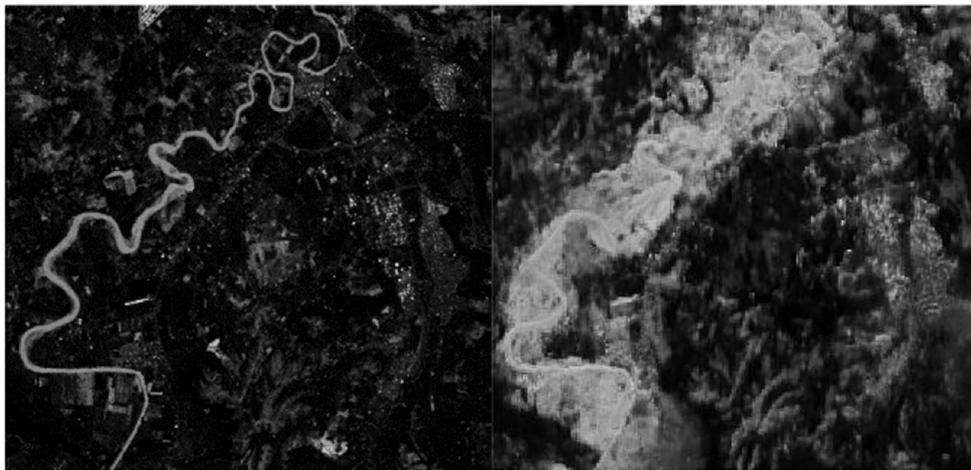


(a)

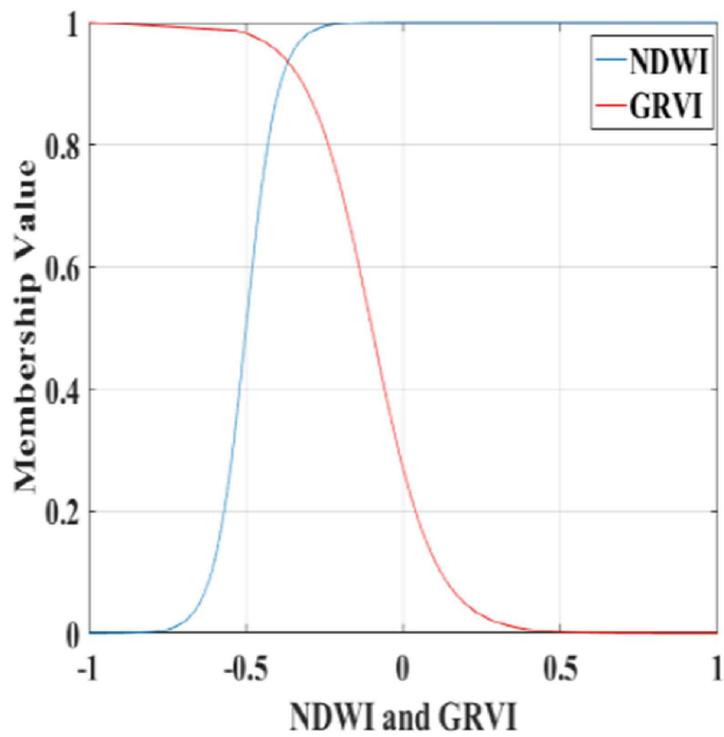


(b)

도면5

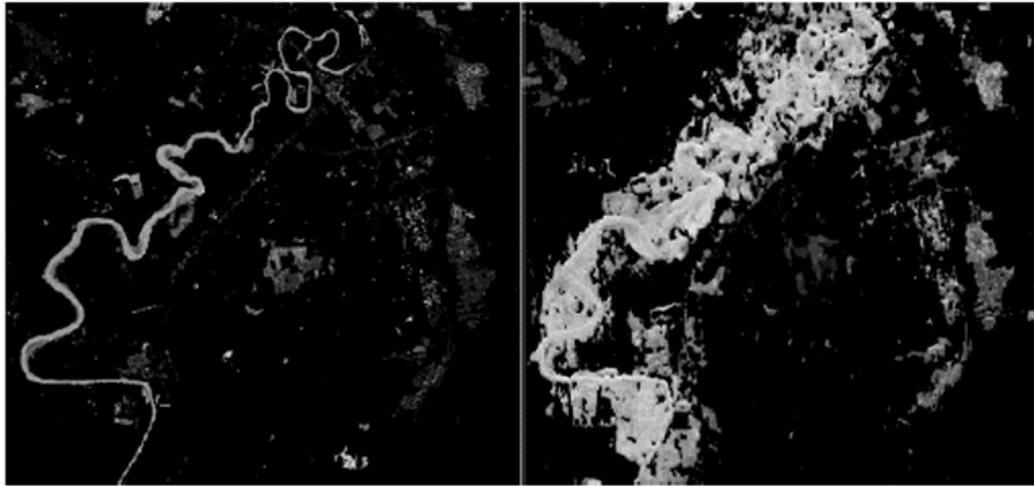


(a)

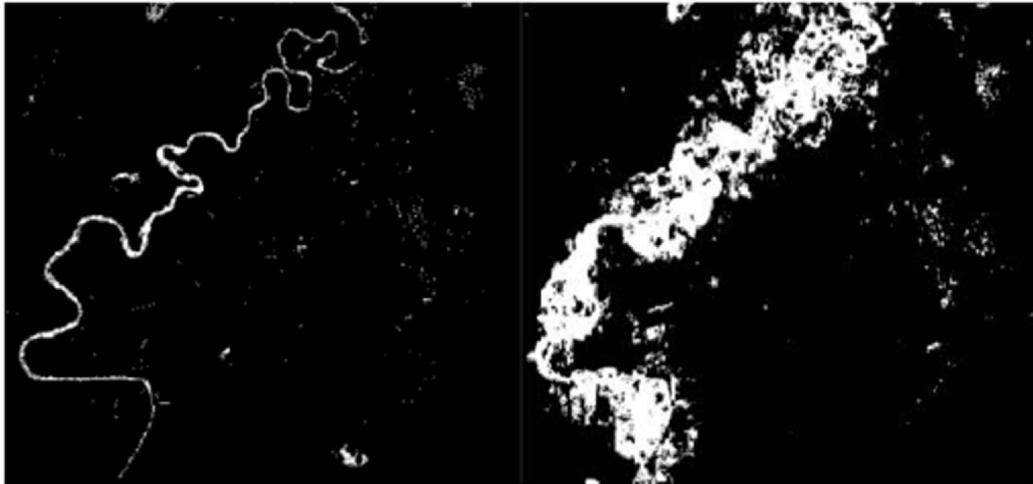


(b)

도면6



(a)



(b)

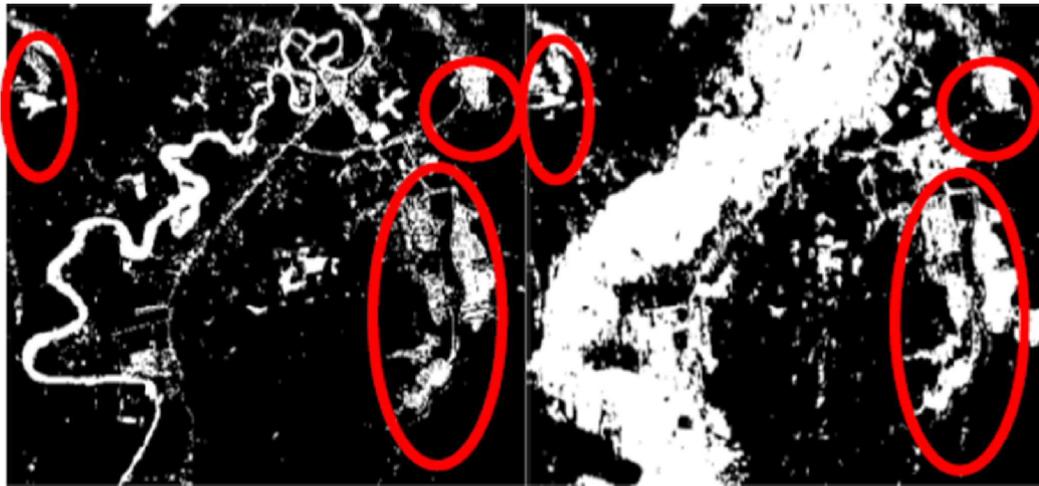
도면7



도면8



도면9



도면10



도면11

