



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년01월09일
(11) 등록번호 10-1694282
(24) 등록일자 2017년01월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/26 (2012.01) G06T 7/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/26 (2013.01)
G06T 7/0034 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0131899
(22) 출원일자 2015년09월17일
심사청구일자 2015년09월17일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140062756 A*
논문 1*
JP2001143054 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095 (신당동)
(72) 발명자
고병철
대구광역시 수성구 명덕로 455 수성3가롯데캐슬아파트 105동 2303호
김형훈
대구광역시 북구 대현로 106 늘푸른주상복합 206 (뒷면에 계속)
(74) 대리인
김건우

전체 청구항 수 : 총 4 항

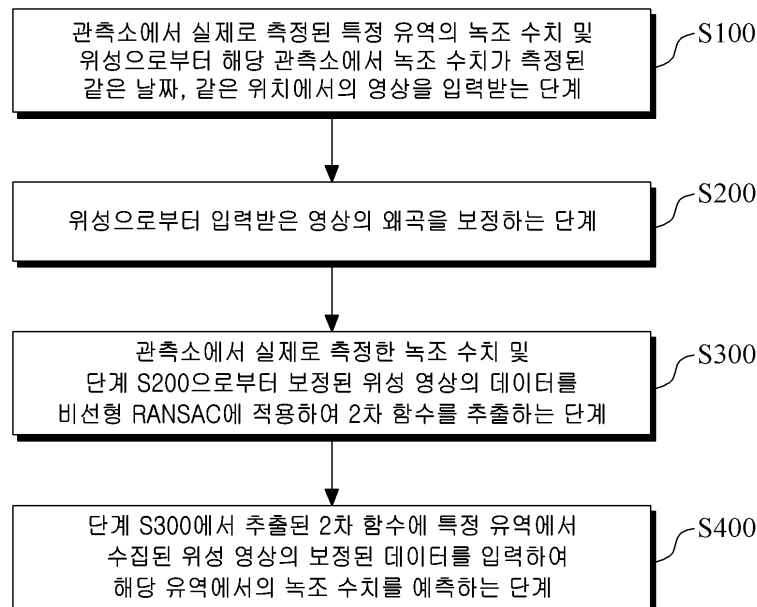
심사관 : 김일환

(54) 발명의 명칭 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법과 그에 관한 장치

(57) 요약

본 발명은 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 녹조 수치 예측 방법으로서, (1) 관측소에서 실제로 측정된 특정 유역의 녹조 수치 및 위성으로부터 해당 관측소에서 녹조 수치가 측정된 같은 날짜, 같은 위치에서의 영상을 입력받는 단계(S100); (2) 위성으로 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



부터 입력받은 영상의 왜곡을 보정하는 단계(S200); (3) 해당 관측소에서 실제로 측정된 녹조 수치 및 단계 S200 으로부터 보정된 위성 영상의 데이터를 비선형 RANSAC 방법에 적용하여 2차 함수를 추출하는 단계(S300): 및 (4) 단계 S300으로부터 추출된 2차 함수에 특정 구역에서 수집된 위성 영상의 보정된 데이터를 입력하여 해당 구역에서의 녹조 수치를 예측하는 단계(S400)를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

본 발명에서 제안하고 있는 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법과 그에 관한 장치에 따르면, 관측소에서 실제로 측정된 특정 구역의 녹조 수치 및 위성으로부터 해당 관측소에서 녹조 수치가 측정된 같은 날짜, 같은 위치에서의 영상 데이터를 비선형 RANSAC 방법에 적용하여 추출한 2차 함수에, 특정 구역에서 수집된 위성 영상의 데이터를 입력하여 해당 구역에서의 녹조 수치를 예측함으로써, 넓은 범위의 하천의 녹조 수치를 효과적으로 예측할 수 있게 해준다.

또한, 본 발명은, 비선형 RANSAC 방법을 이용함으로써, 아웃라이어 데이터의 영향을 최소화하고, 녹조 수치를 더 정확하게 예측할 수 있게 해준다.

(52) CPC특허분류

G06T 2207/10032 (2013.01)

(72) 발명자

남재열

대구광역시 수성구 수성로 412 수성보성타운 107동 503호

박상원

대구광역시 수성구 들안로60길 17 화성파크드림 101동 604호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 B0101-15-0432

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 정보통신기술진흥센터 사업

연구과제명 환경 재난, 재해의 조기 감지를 위한 다형 영상 및 복합 센서 데이터 기반의 분석, 예측 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 계명대학교

연구기간 2015.07.01 ~ 2015.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

녹조 수치 예측 방법으로서, 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 시스템에서,

- (1) 관측소에서 실제로 측정된 특정 구역의 녹조 수치 및 위성으로부터 상기 관측소에서 녹조 수치가 측정된 같은 날짜, 같은 위치에서의 영상을 입력받는 단계(S100);
- (2) 상기 위성으로부터 입력받은 영상의 왜곡을 보정하는 단계(S200);
- (3) 상기 관측소에서 실제로 측정한 녹조 수치 및 상기 보정된 위성 영상의 데이터를 비선형 RANSAC 방법에 적용하여 2차 함수를 추출하는 단계(S300); 및
- (4) 상기 추출된 2차 함수에 특정 구역에서 수집된 위성 영상의 보정된 데이터를 입력하여 상기 구역에서의 녹조 수치를 예측하는 단계(S400)를 포함하되,

상기 단계 (3)은,

- (3-1) 상기 관측소에서 녹조 수치를 측정한 같은 날짜, 같은 위치에서 입력받은 위성 영상의 보정된 데이터 값을 x , 상기 관측소에서 실제로 측정한 녹조 수치 값을 y 로 하는 샘플 데이터를 생성하는 단계(S310);
- (3-2) 상기 단계 (3-1)에서 생성된 데이터 중 무작위로 세 개의 샘플데이터 점 $P1(x_1, y_1)$ $P2(x_2, y_2)$ 및 $P3(x_3, y_3)$ 을 추출하는 단계(S320);
- (3-3) 상기 단계 (3-2)에서 추출된 세 개의 점을 하기 수학식에 대입하여 세점을 지나는 2차 함수를 구하는 단계(S330);
- (3-4) 상기 단계 (3-1)에서 생성된 샘플 데이터로부터, 상기 단계 (3-3)에서 구한 2차 함수와의 거리가 미리 지정된 값 이하인 데이터의 개수 N 을 구하는 단계(S340);
- (3-5) 상기 단계 (3-4)에서 구한 N 의 값이 저장된 N 의 최댓값(N_{max})보다 큰 경우, 상기 N 의 값을 새로운 N 의 최댓값(N_{max})으로 저장하고, 대응하는 2차 함수를 저장하는 단계(S350); 및
- (3-6) 상기 단계 (3-2) 내지 상기 단계 (3-5)의 과정을 미리 지정된 횟수만큼 반복한 후 저장되어 있는 2차 함수를 최종 2차 함수로 결정하는 단계(S360)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 단계 (1)에서는,

Landsat 8 위성에서 제공하는 OLI(Operational Land Imager) 센서 영상을 입력받는 것을 특징으로 하는, 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 단계 (2)는,

- (2-1) 상기 위성으로부터 입력받은 영상의 DN(Digital Numbers) 값을 하기 수학식을 이용하여 TOA(Top of Atmosphere) 반사율로 변환하는 단계(S210)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법.

$$\rho\lambda' = M_{\rho}Q_{cal} + A_p$$

여기서, $\rho\lambda'$ 는 태양각을 고려하지 않은 TOA 반사율, M_p 는 메타데이터 파일의 배수 환산계수(Multiplicative rescaling factor), A_p 는 메타데이터 파일의 배수 가수 환산계수(Additive rescaling factor), Q_{cal} 는 영상의 화소이다.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 단계 (2)는,

(2-2) 상기 단계 (2-1)에서 변환된 TOA 반사율로부터 하기 수학식을 이용하여 태양각이 고려된 TOA 반사율을 추출하는 단계(S220)를 더 포함하는 특징으로 하는, 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법.

$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{SZ})} = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{SE})}$$

여기서, $\rho\lambda$ 는 태양각이 고려된 TOA 반사율, θ_{SE} 는 관측지역의 태양 고도각, θ_{SZ} 는 태양 천정각이다.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 녹조 수치를 예측하는 방법 및 시스템에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법과 그에 관한 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 지구 온난화의 영향으로 매년 강, 저수지, 호수 등을 포함하는 하천의 오염도가 증가하고 있다. 특히, 하천의 수온이 상승하면서 부영양화의 가장 큰 원인이 되는 엽록소(클로로필)의 증가는 식수원의 오염뿐만 아니라 수중 생태계를 교란시키는 큰 원인으로 지적되고 있다.

[0003] 현재 하천의 녹조 수치를 포함한 수질은 한국 환경 공단 및 각 지자체에서 주요 하천 영역에 측정기기를 설치하고 측정소에 원격으로 측정된 정보를 전달하여 오염도를 감시하는 방식으로 운영되고 있다. 이러한 시스템은 하천 수계로부터 정확한 측정값을 얻을 수 있다는 장점이 있지만, 광범위한 하천의 모든 위치에 측정기기를 설치할 수 없고, 측정기기의 오작동이 빈번하여 유지비용이 많이 든다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해, 최근에는 위성 영상 데이터를 기반으로 회귀 함수를 추출하고, 추출된 회귀 함수에 위성 영상 데이터 값을 입력하여 녹조의 수치를 추정하는 방법도 개발되고 있다. 하지만, 기존의 방법에서 추출된 회귀 함수는 아웃라이어 데이터에 많은 영향을 받는다는 한계점이 있었다.

[0004] 이와 같은 하천의 수질측정과 관련하여, 공개특허 제10-2012-0098158호(발명의 명칭: 수질 측정 센서 및 가스 농도 측정 센서를 이용한 수질 오염 측정 시스템, 공개일자: 2012년 09월 05일)등이 개시된 바 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 기존에 제안된 방법들의 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 관측소에서 실제로 측정된 특정 구역의 녹조 수치 및 위성으로부터 해당 관측소에서 녹조 수치가 측정된 같은 날짜, 같은 위치에서의 영상 데이터를 비선형 RANSAC 방법에 적용하여 추출한 2차 함수에, 특정 구역에서 수집된 위성 영상의 데이

터를 입력하여 해당 구역에서의 녹조 수치를 예측함으로써, 넓은 범위의 하천의 녹조 수치를 효과적으로 예측할 수 있는 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법과 그에 관한 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0006] 또한, 본 발명은, 비선형 RANSAC 방법을 이용함으로써, 아웃라이어 데이터의 영향을 최소화하고, 녹조 수치를 더 정확하게 예측할 수 있는 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법과 그에 관한 장치를 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른, 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법은,

[0008] 녹조 수치 예측 방법으로서,

[0009] (1) 관측소에서 실제로 측정된 특정 구역의 녹조 수치 및 위성으로부터 상기 관측소에서 녹조 수치가 측정된 같은 날짜, 같은 위치에서의 영상을 입력받는 단계(S100);

[0010] (2) 상기 위성으로부터 입력받은 영상의 왜곡을 보정하는 단계(S200);

[0011] (3) 상기 관측소에서 실제로 측정한 녹조 수치 및 상기 보정된 위성 영상의 데이터를 비선형 RANSAC 방법에 적용하여 2차 함수를 추출하는 단계(S300): 및

[0012] (4) 상기 추출된 2차 함수에 특정 구역에서 수집된 위성 영상의 보정된 데이터를 입력하여 상기 구역에서의 녹조 수치를 예측하는 단계(S400)를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0013] 바람직하게는, 상기 단계 (1)에서는,

[0014] Landsat 8 위성에서 제공하는 OLI(Operational Land Imager) 센서 영상을 입력받을 수 있다.

[0015] 바람직하게는, 상기 단계 (2)는,

[0016] (2-1) 상기 위성으로부터 입력받은 영상의 DN(Digital Numbers) 값을 하기 수학식을 이용하여 TOA(Top of Atmosphere) 반사율로 변환하는 단계(S210)를 포함할 수 있다.

$$\rho\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p$$

[0017] 여기서, $\rho\lambda'$ 는 태양각을 고려하지 않은 TOA 반사율, M_p 는 메타데이터 파일의 배수 환산계수(Multiplicative rescaling factor), A_p 는 메타데이터 파일의 배수 가수 환산계수(Additive rescaling factor), Q_{cal} 는 영상의 화소이다.

[0019] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (2)는,

[0020] (2-2) 상기 단계 (2-1)에서 변환된 TOA 반사율로부터 하기 수학식을 이용하여 태양각이 고려된 TOA 반사율을 추출하는 단계(S220)를 더 포함할 수 있다.

$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{sz})} = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{se})}$$

[0022] 여기서, $\rho\lambda$ 는 태양각이 고려된 TOA 반사율, θ_{se} 는 관측지역의 태양 고도각, θ_{sz} 는 태양 천정각이다.

[0023] 바람직하게는, 상기 단계 (3)은,

- [0024] (3-1) 상기 관측소에서 녹조 수치를 측정한 같은 날짜, 같은 위치에서 입력 받은 위성 영상의 보정된 데이터 값을 x , 상기 관측소에서 실제로 측정한 녹조 수치 값을 y 로 하는 샘플 데이터를 생성하는 단계(S310)단계를 포함할 수 있다.
- [0025] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (3)은,
- [0026] (3-2) 상기 단계 (3-1)에서 생성된 데이터 중 무작위로 세 개의 샘플데이터 점 $P1(x_1, y_1)$, $P2(x_2, y_2)$ 및 $P3(x_3, y_3)$ 을 추출하는 단계(S320)를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (3)은,
- [0028] (3-3) 상기 단계 (3-2)에서 추출된 세 개의 점을 하기 수학식에 대입하여 세 점을 지나는 2차 함수를 구하는 단계(S330)를 더 포함할 수 있다.
- [0029]
$$y = ax^2 + bx + c$$
- [0030] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (3)은,
- [0031] (3-4) 상기 단계 (3-1)에서 생성된 샘플 데이터로부터, 상기 단계 (3-3)에서 구한 2차 함수와의 거리가 미리 지정된 값 이하인 데이터의 개수 N 을 구하는 단계(S340)를 더 포함할 수 있다.
- [0032] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (3)은,
- [0033] (3-5) 상기 단계 (3-4)에서 구한 N 의 값이 저장된 N 의 최댓값($N_{\max}$)보다 큰 경우, 상기 N 의 값을 새로운 N 의 최댓값($N_{\max}$)으로 저장하고, 대응하는 2차 함수를 저장하는 단계(S350)를 더 포함할 수 있다.
- [0034] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (3)은,
- [0035] (3-6) 상기 단계 (3-2) 내지 상기 단계 (3-5)의 과정을 미리 지정된 횟수만큼 반복한 후 저장되어 있는 2차 함수를 최종 2차 함수로 결정하는 단계(S360)를 더 포함할 수 있다.
- [0036] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른, 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 시스템은,
- [0037] 녹조 수치 예측 시스템으로서,
- [0038] 관측소에서 실제로 측정된 특정 구역의 녹조 수치 및 위성으로부터 상기 관측소에서 녹조 수치가 측정된 같은 날짜, 같은 위치에서의 영상을 입력받는 입력 모듈(100);
- [0039] 상기 위성으로부터 입력받은 영상의 왜곡이 보정되는 보정 모듈(200);
- [0040] 상기 관측소에서 실제로 측정된 녹조 수치 및 상기 보정된 위성 영상의 데이터가 비선형 RANSAC 방법에 적용되어 2차 함수가 추출되는 함수 추출 모듈(300); 및
- [0041] 상기 추출된 2차 함수에 특정 구역에서 수집된 위성 영상의 보정된 데이터가 입력되어 상기 구역에서의 녹조 수치가 예측되는 녹조 수치 예측 모듈(400)을 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.
- [0042] 바람직하게는, 상기 입력 모듈(100)은,

- [0043] Landsat 8 위성에서 제공하는 OLI(Operational Land Imager) 센서 영상을 입력받을 수 있다.
- [0044] 바람직하게는, 상기 보정 모듈(200)은,
- [0045] 상기 위성으로부터 입력받은 영상의 DN(Digital Numbers) 값을 하기 수학적식을 이용하여 TOA(Top of Atmosphere) 반사율로 변환하는 TOA 변환부(210)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0046]
$$\rho\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p$$
- [0047] 여기서, $\rho\lambda'$ 는 태양각을 고려하지 않은 TOA 반사율, M_p 는 메타데이터 파일의 배수 환산계수(Multiplicative rescaling factor), A_p 는 메타데이터 파일의 배수 가수 환산계수(Additive rescaling factor), Q_{cal} 는 영상의 화소이다.
- [0048] 더욱 바람직하게는, 상기 TOA 변환부(210)에서는,
- [0049] 상기 변환된 TOA 반사율로부터 하기 수학적식을 이용하여 태양각이 고려된 TOA 반사율이 추출될 수 있다.
- [0050]
$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{SZ})} = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{SE})}$$
- [0051] 여기서, $\rho\lambda$ 는 태양각이 고려된 TOA 반사율, θ_{SE} 는 관측지역의 태양 고도각, θ_{SZ} 는 태양 천정각이다.
- [0052] 바람직하게는, 상기 함수 추출 모듈(300)에서는,
- [0053] 상기 관측소에서 녹조 수치를 측정한 같은 날짜, 같은 위치에서 입력 받은 위성 영상의 보정된 데이터 값을 x, 상기 관측소에서 실제로 측정한 녹조 수치 값을 y로 하는 샘플 데이터가 생성될 수 있다.
- [0054] 더욱 바람직하게는, 상기 함수 추출 모듈(300)에서는,
- [0055] 상기 생성된 데이터 중 무작위로 세 개의 샘플데이터 점 P1(x₁,y₁) P2(x₂,y₂) 및 P3(x₃,y₃)가 추출될 수 있다.
- [0056] 더욱 바람직하게는, 상기 함수 추출 모듈(300)에서는,
- [0057] 상기 추출된 세 개의 점이 하기 수학적식에 대입되어 세 점을 지나는 2차 함수가 구해질 수 있다.
- [0058]
$$y = ax^2 + bx + c$$
- [0059] 더욱 바람직하게는, 상기 함수 추출 모듈(300)에서는,
- [0060] 상기 함수 추출 모듈(300)에서 생성된 샘플 데이터로부터, 상기 구해진 2차 함수와의 거리가 미리 지정된 값 이하인 데이터의 개수 N이 구해질 수 있다.
- [0061] 더욱 바람직하게는, 상기 함수 추출 모듈(300)에서는,
- [0062] 상기 구해진 N의 값이 저장된 N의 최댓값(N_{max})보다 큰 경우, 상기 N의 값이 새로운 N의 최댓값(N_{max})으로 저장되고, 대응되는 2차 함수가 저장될 수 있다.
- [0063] 더욱 바람직하게는, 상기 함수 추출 모듈(300)에서는,

[0064] 상기 샘플 데이터 중 무작위로 세 개의 점이 추출되어, 상기 세 개의 점을 지나는 2차 함수가 구해지고, 상기 샘플 데이터로부터 상기 2차 함수와의 거리가 미리 지정된 값 이하인 데이터의 개수 N 이 구해져, 상기 구해진 N 의 값이 저장된 N 의 최대값($N_{\max}$)보다 큰 경우, 상기 N 의 값이 새로운 N 의 최대값($N_{\max}$)으로 저장되고, 대응되는 2차 함수가 저장되는 과정을 미리 지정된 횟수만큼 반복한 후 저장되어 있는 2차 함수가 최종 2차 함수로 결정될 수 있다.

발명의 효과

[0065] 본 발명에서 제안하고 있는 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법과 그에 관한 장치에 따르면, 관측소에서 실제로 측정된 특정 구역의 녹조 수치 및 위성으로부터 해당 관측소에서 녹조 수치가 측정된 같은 날짜, 같은 위치에서의 영상 데이터를 비선형 RANSAC 방법에 적용하여 추출한 2차 함수에, 특정 구역에서 수집된 위성 영상의 데이터를 입력하여 해당 구역에서의 녹조 수치를 예측함으로써, 넓은 범위의 하천의 녹조 수치를 효과적으로 예측할 수 있게 해준다.

[0066] 또한, 본 발명은, 비선형 RANSAC 방법을 이용함으로써, 아웃라이어 데이터의 영향을 최소화하고, 녹조 수치를 더 정확하게 예측할 수 있게 해준다.

도면의 간단한 설명

[0067] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천의 녹조 수치 예측 방법의 흐름을 도시한 도면.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천의 녹조 수치 예측 방법에서, 특정 구역에 설치된 관측소에서 실제로 측정된 녹조 수치가 입력된 것을 도시한 도면.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천의 녹조 수치 예측 방법에서, Landsat 8 위성에서 제공하는 OLI(Operational Land Imager) 센서로부터 입력 받은 위성 영상을 도시한 도면.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법에서, 위성으로부터 입력받은 영상의 왜곡을 보정하는 과정을 도시한 흐름도.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법에서, 관측소에서 실제로 측정한 녹조 수치 및 단계 S200으로부터 보정된 위성 영상의 데이터를 비선형 RANSAC 방법에 적용하여 최종 2차 함수를 추출하는 과정을 도시한 흐름도.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법에서, 관측소에서 실제로 측정한 녹조 수치 및 보정된 위성 영상의 데이터로부터 추출된 2차 함수를 도시한 도면.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법에서, 단계 S330으로부터 추출된 2차 함수마다 단계 S340 및 단계 S350의 과정을 거쳐, 녹조 수치 예측을 위한 최종 2차 함수로 결정된 2차 함수를 도시한 도면.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법에서, 단계 S300으로부터 추출된 최종 2차 함수에 특정 구역에서 수집된 위성 영상의 보정된 데이터를 입력하여 해당 구역에서 예측된 녹조 수치 분포를 도시한 도면.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 시스템의 구성을 도시한 도면.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 시스템에서, 보정 모듈의 세부적인 구성을 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0068] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하

게 실시할 수 있도록 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일 또는 유사한 부호를 사용한다.

[0069] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 ‘연결’되어 있다고 할 때, 이는 ‘직접적으로 연결’되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 ‘간접적으로 연결’되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성요소를 ‘포함’한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0070] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천의 녹조 수치 예측 방법의 흐름을 도시한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법은, (1) 관측소에서 실제로 측정된 특정 구역의 녹조 수치 및 위성으로부터 해당 관측소에서 녹조 수치가 측정된 같은 날짜, 같은 위치에서의 영상을 입력받는 단계(S100), (2) 위성으로부터 입력받은 영상의 왜곡을 보정하는 단계(S200), (3) 관측소에서 실제로 측정한 녹조 수치 및 단계 S200으로부터 보정된 위성 영상의 데이터를 비선형 RANSAC에 적용하여 2차 함수를 추출하는 단계(S300): 및 (4) 단계 S300에서 추출된 2차 함수에 특정 구역에서 수집된 위성 영상의 보정된 데이터를 입력하여 해당 구역에서의 녹조 수치를 예측하는 단계(S400)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0071] 이하에서는, 본 발명에서 제안하고 있는 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법의 각 단계에 대하여 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.

[0072] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천의 녹조 수치 예측 방법에서, 특정 구역에 설치된 관측소에서 실제로 측정된 녹조 수치가 입력된 것을 도시한 도면이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 해당 구역의 관측소에서 실제로 측정되는 녹조 수치의 값을 입력받을 수 있다. 또한, 국립환경과학원 홈페이지를 통해 녹조 수치를 포함한 pH(수소이온농도), EC(전기전도도), DO(용존산소), TOC(총유기탄소), 및 TN(총질소) 등에 대한 수질 정보를 알 수도 있다.

[0073] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천의 녹조 수치 예측 방법에서, Landsat 8 위성에서 제공하는 OLI(Operational Land Imager) 센서로부터 입력 받은 위성 영상을 도시한 도면이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에서는 Landsat 8 위성에서 제공하는 OLI(Operational Land Imager) 센서를 통해 위성 영상 데이터를 입력받을 수 있다. 여기에서, OLI 센서는 데이터를 12비트 양자화하기 때문에, 다른 센서에 비해 우수한 신호 대 잡음비(Signal to noise ratio: SNR)를 제공한다. 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법에서는, Landsat 8 위성에서 제공하는 OLI 센서 영상을 이용함으로써, 개선된 SNR 성능에 의해 더 나은 위성 영상 데이터를 입력받을 수 있다.

[0074] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법에서, 위성으로부터 입력받은 영상의 왜곡을 보정하는 과정을 도시한 흐름도이다. OLI 센서의 영상들은 인공위성에 의해 대기권 밖에서 촬영된 것으로 촬영 시차에 따른 태양각 및 지구와 태양 간의 변동과 대기권 안팎의 스펙트럼 차이에 의해 왜곡이 발생되기 때문에 왜곡된 영상을 보정하는 과정이 필요할 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 위성으로부터 입력받은 영상의 왜곡을 보정하는 단계(S200)는, 위성으로부터 입력받은 영상의 DN(Digital Numbers) 값을 TOA(Top of Atmosphere) 반사율로 변환하는 단계(S210), 및 단계 S210에서 변환된 TOA 반사율로부터 태양각이 고려된 TOA 반사율을 추출하는 단계(S220)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0075] 단계 (S210)에서는, 위성으로부터 입력받은 영상의 DN(Digital Numbers) 값을 다음 수학적 식 1을 이용하여 TOA(Top of Atmosphere) 반사율로 변환할 수 있다.

수학적 식 1

[0076]
$$\rho\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p$$

[0077] 여기서, $\rho\lambda'$ 는 태양각을 고려하지 않은 TOA 반사율, M_p 는 메타데이터 파일의 배수 환산계수(Multiplicative rescaling factor), A_p 는 메타데이터 파일의 배수 가수 환산계수(Additive rescaling factor), Q_{cal} 는 영상의 화소이다.

[0078] 단계 (S220)에서는, 단계 (S210)에서 변환된 TOA 반사율로부터 다음 수학적 식 2를 이용하여 태양각이 고려된 TOA 반사율을 추출할 수 있다.

수학적 식 2

[0079]
$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{SZ})} = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{SE})}$$

[0080] 여기서, $\rho\lambda$ 는 태양각이 고려된 TOA 반사율, θ_{SE} 는 관측지역의 태양 고도각, θ_{SZ} 는 태양 천정각이다.

[0081] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법에서, 관측소에서 실제로 측정된 녹조 수치 및 단계 S200으로부터 보정된 위성 영상의 데이터를 비선형 RANSAC 방법에 적용하여 최종 2차 함수를 추출하는 과정을 도시한 흐름도이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 관측소에서 실제로 측정된 녹조 수치 및 단계 S200으로부터 보정된 위성 영상의 데이터를 비선형 RANSAC 방법에 적용하여 최종 2차 함수를 추출하는 단계(S300)는, 관측소에서 녹조 수치를 측정된 같은 날짜, 같은 위치에서 입력 받은 위성 영상의 보정된 데이터 값을 x, 해당 관측소에서 실제로 측정된 녹조 수치 값을 y로 하는 샘플 데이터를 생성하는 단계(S310), 단계 S310으로부터 생성된 데이터 중 무작위로 세 개의 샘플데이터 점 $P1(x_1, y_1)$ $P2(x_2, y_2)$ 및 $P3(x_3, y_3)$ 을 추출하는 단계(S320), 단계 S320으로부터 추출된 세 점을 지나는 2차 함수를 구하는 단계(S330), 단계 S310에서 생성된 샘플 데이터로부터, 단계 S320으로부터 구한 2차 함수와의 거리가 미리 지정된 값 이하인 데이터의 개수 N을 구하는 단계(S340), 단계 S340으로부터 구한 N의 값이 저장된 N의 최댓값(N_{max})보다 큰 경우, 해당 N의 값을 새로운 N의 최댓값(N_{max})으로 저장하고, 대응하는 2차 함수를 저장하는 단계(S350), 및 단계(S320) 내지 단계(S350)의 과정을 미리 지정된 횟수만큼 반복한 후 저장되어 있는 2차 함수를 최종 2차 함수로 결정하는 단계(S360)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0082] 단계 S310에서는, 관측소에서 녹조 수치를 측정된 같은 날짜, 같은 위치에서 입력 받은 위성 영상이 단계 S200을 통해 보정된 데이터 값을 x, 관측소에서 실제로 측정된 녹조 수치 값을 y로 하는 샘플 데이터를 생성할 수 있다. 여기에서, 실시예에 따라, 샘플 데이터는 하루 동안 측정된 데이터를 바탕으로 생성한 샘플 데이터가 아닌, 여러 날 측정된 데이터를 바탕으로 샘플 데이터를 생성할 수도 있다.

[0083] 단계 S320에서는, 단계 S310에서 생성된 샘플 데이터 중 무작위로 세 개의 샘플데이터 점 $P1(x_1, y_1)$ $P2(x_2, y_2)$ 및 $P3(x_3, y_3)$ 을 추출할 수 있다.

[0084] 단계 S330에서는, 단계 S320에서 추출된 세 개의 점을 다음 수학식 3에 대입하여 도 6에 도시된 바와 같이, 세 점을 지나는 2차 함수를 구할 수 있다.

수학식 3

[0085]
$$y = ax^2 + bx + c$$

[0086] 본 발명에서 사용되고 있는 비선형 RANSAC 방법은 데이터들이 비선형적으로 구성되어 있을 때 사용될 수 있다. 일반적으로 RANSAC 방법은 지지하는 데이터 개수가 가장 많은 모델을 뽑는 파라미터 추정 방법인데, 여기에서, 지지하는 데이터란 추정된 모델과 미리 지정된 값 이하의 거리에 있는 데이터들을 말한다. 예를 들어, RANSAC 방법에서는, 데이터 (x_i, y_i) 와 모델 $f(x)$ 와의 거리 $r_i = |y_i - f(x_i)|$ 가 미리 지정된 값 이하이면, 해당 데이터는 그 모델을 지지하는 데이터로 간주될 수 있다. 여기에서, 만일 미리 지정된 값이 너무 크면 모델 간의 변별력이 없어지고, 미리 지정된 값이 너무 작으면 RANSAC 방법이 불안정해질 수 있다.

[0087] 단계 S340에서는, 단계 S310에서 생성된 샘플 데이터로부터, 단계 S330에서 구한 2차 함수와의 거리가 미리 지정된 값 이하인 데이터의 개수 N을 구할 수 있다.

[0088] 단계 S350에서는, 단계 S340에서 구한 N의 값이 저장된 N의 최댓값(N_max)보다 큰 경우, 해당 N의 값을 새로운 N의 최댓값(N_max)으로 저장하고, 대응하는 2차 함수를 저장할 수 있다. 여기에서, N의 최댓값(N_max)은 처음에 0으로 초기화될 수 있다. 미리 저장된 N의 최댓값(N_max)과 단계 S340에서 구한 N의 값을 비교하여, 단계 S340에서 구한 N의 값이 큰 경우, 단계 S340에서 구한 N의 값을 최댓값(N_max)으로 저장하고, 대응하는 2차 함수를 저장할 수 있다. 반대로, 단계 S340에서 구한 N의 값이 미리 저장된 N의 최댓값(N_max)보다 작은 경우, 미리 저장된 N의 값과 그에 대응하는 2차 함수가 그대로 저장될 수 있다.

[0089] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법에서, 단계 S330으로부터 추출된 2차 함수마다 단계 S340 및 단계 S350의 과정을 거쳐, 녹조 수치 예측을 위한 최종 2차 함수로 결정된 2차 함수를 도시한 도면이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 단계 S360에서는, 단계 S320 내지 단계 S350의 과정을 미리 지정된 횟수만큼 반복한 후 저장되어 있는 2차 함수를 최종 2차 함수로 결정할 수 있다.

[0090] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법에서, 단계 S300으로부터 추출된 최종 2차 함수에 특정 구역에서 수집된 위성 영상의 보정된 데이터를 입력하여 해당 구역에서 예측된 녹조 수치 분포를 도시한 도면이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 단계 S310 내지 단계 S360을 통해 최종적으로 추출된 2차 함수에, 단계 S200을 통해 보정된 위성 영상 데이터를 입력하면, 위성 영상 데이터가 수집된 위치에서의 녹조 수치를 예측할 수 있다.

[0091] 상술한 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 방법은, 도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이, 관측소에서 실제로 측정된 특정 구역의 녹조 수치 및 위성으로부터 해당 관측소에서 녹조 수치가 측정된 같은 날짜, 같은 위치에서의 영상을 입력받는 입력 모듈(100), 위성으로부터 입력받은 영상의 왜곡이 보정되는 TOA 변환부(210)를 포함하는 보정 모듈(200), 관측소에서 실제로 측정된 녹조 수치 및 보정 모듈(200)에서 보정된 위성 영상의 데이터가 비선형 RANSAC 방법에 적용되어 2차 함수가 추출되는 함수 추출 모듈(300), 및 추출된 2차 함수에 특정 구역에서 수집된 위성 영상의 보정된 데이터가 입력되어 해당 구역에서의 녹조 수치가 예측되는 녹조 수치 예측 모듈(400)을 포함하여 구성되는 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 시스템(10)으로 구현될 수 있다.

[0092] 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 시스템(10)에서, 입력 모듈(100)은, 관측소에서 실제로 측정된 특정 구역의 녹조 수치 및 Landsat 8 위성에서 제공하는 OLI 센서로부터 해당 관측소에서 녹조 수치가 측정된 같은 날짜, 같은 위치에서의 영상을 입력받는 역할을 한다. 다음으로, 보정 모듈(200)은, 입력 모듈(100)을 통해 입력받은 영상의 왜곡을 TOA 변환부(210)를 통해 보정하는 역할을 한다. 또한, 함수 추출 모듈(300)은, 관측소에서 실제로 측정된 녹조 수치 및 보정 모듈(200)을 통해 보정된 위성 영상의 데이터를 비선형 RANSAC 방법에 적용하여 2차 함수를 추출하는 역할을 한다. 마지막으로, 녹조 수치 예측 모듈(400)은, 함수 추출 모듈(300)을 통해 추출된 2차 함수에 특정 구역에서 수집된 위성 영상의 보정된 데이터가 입력하여 해당 구역에서의 녹조 수치를 예측하는 역할을 한다.

[0093] 이상 설명한 본 발명은 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 다양한 변형이나 응용이 가능하며, 본 발명에 따른 기술적 사상의 범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0094] S100: 관측소에서 실제로 측정된 특정 구역의 녹조 수치 및 위성으로부터 해당 관측소에서 녹조 수치가 측정된 같은 날짜, 같은 위치에서의 영상을 입력받는 단계

S200: 위성으로부터 입력받은 영상의 왜곡을 보정하는 단계

S210: 위성으로부터 입력받은 영상의 DN(Digital Numbers) 값을 TOA(Top of Atmosphere) 반사율로 변환하는 단계(S210)

S220: 단계 S210에서 변환된 TOA 반사율로부터 태양각이 고려된 TOA 반사율을 추출하는 단계

S300: 관측소에서 실제로 측정한 녹조 수치 및 단계 S200으로부터 보정된 위성 영상의 데이터를 비선형 RANSAC에 적용하여 2차 함수를 추출하는 단계

S310: 관측소에서 녹조 수치를 측정하여 같은 날짜, 같은 위치에서 입력 받은 위성 영상의 보정된 데이터 값을 x , 해당 관측소에서 실제로 측정한 녹조 수치 값을 y 로 하는 샘플 데이터를 생성하는 단계

S320: 단계 S310으로부터 생성된 데이터 중 무작위로 세 개의 샘플데이터 점 $P1(x_1, y_1)$ $P2(x_2, y_2)$ 및 $P3(x_3, y_3)$ 을 추출하는 단계

S330: 단계 S320으로부터 추출된 세 점을 지나는 2차 함수를 구하는 단계

S340: 단계 S310에서 생성된 샘플 데이터로부터, 단계 S320으로부터 구한 2차 함수와의 거리가 미리 지정된 값 이하인 데이터의 개수 N을 구하는 단계

S350: 단계 S340으로부터 구한 N의 값이 저장된 N의 최댓값(N_max)보다 큰 경우, 해당 N의 값을 새로운 N의 최댓값(N_max)으로 저장하고, 대응하는 2차 함수를 저장하는 단계

S360: 단계 S320 내지 단계 S350의 과정을 미리 지정된 횟수만큼 반복한 후 저장되어 있는 2차 함수를 최종 2차 함수로 결정하는 단계

S400: 단계 S300에서 추출된 2차 함수에 특정 구역에서 수집된 위성 영상의 보정된 데이터를 입력하여 해당 구역에서의 녹조 수치를 예측하는 단계

10: 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 RANSAC 방법과 위성 영상 데이터를 이용한 하천 녹조 수치 예측 시스템

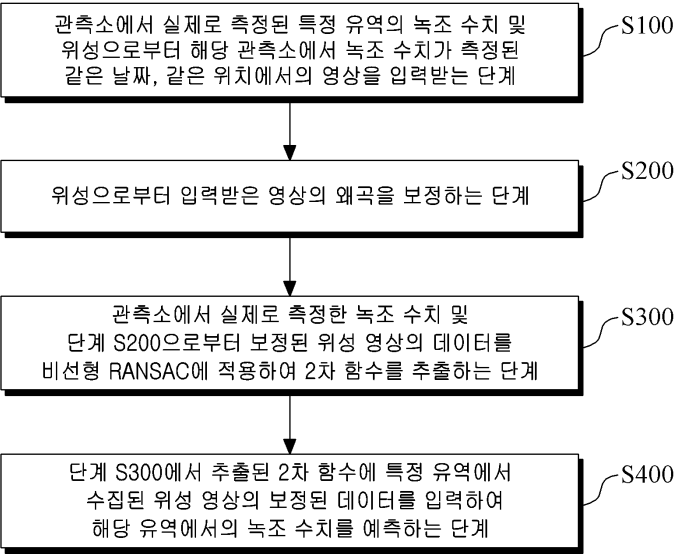
100: 입력 모듈 200: 보정 모듈

210: TOA 변환부 300: 함수 추출 모듈

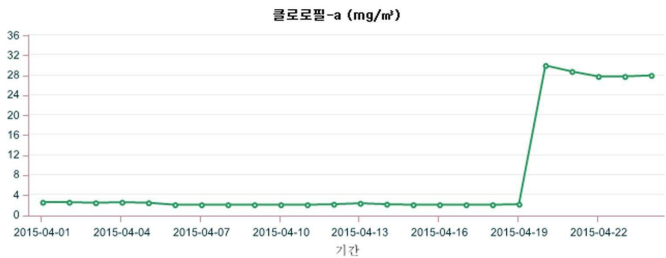
400: 녹조 수치 예측 모듈

도면

도면1



도면2

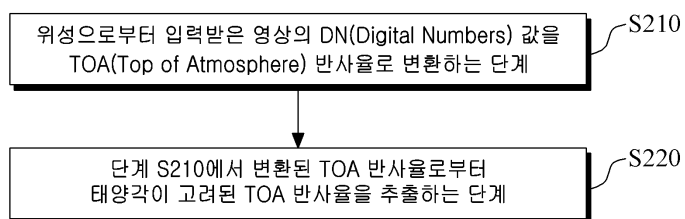


도면3

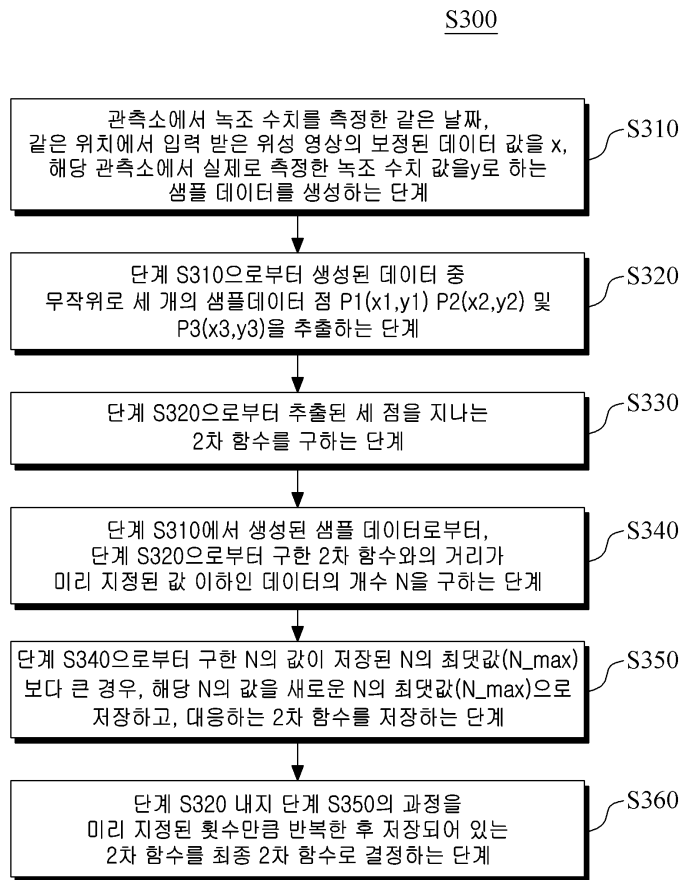


도면4

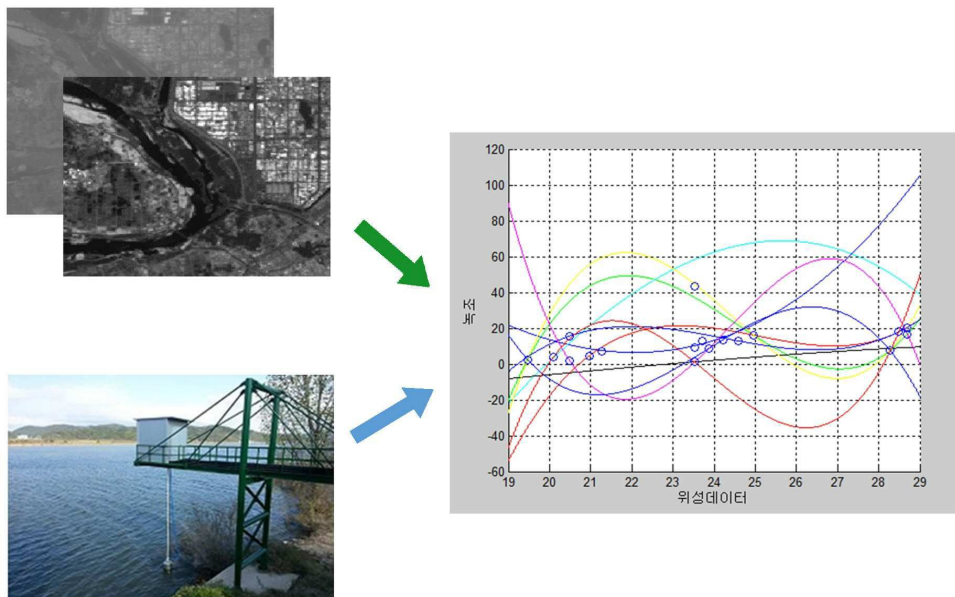
S200



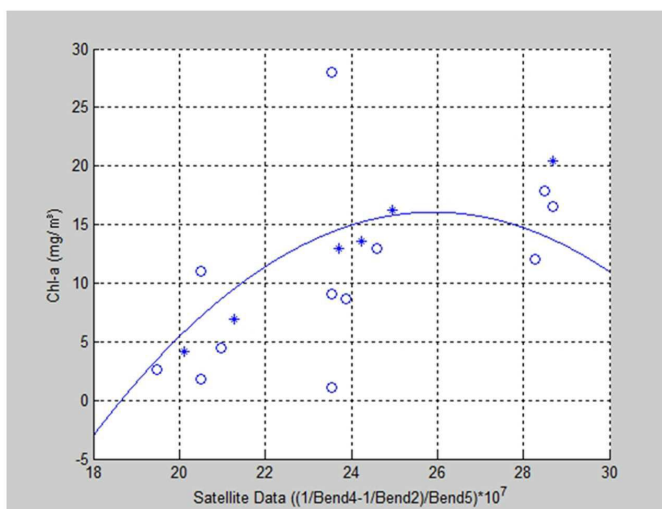
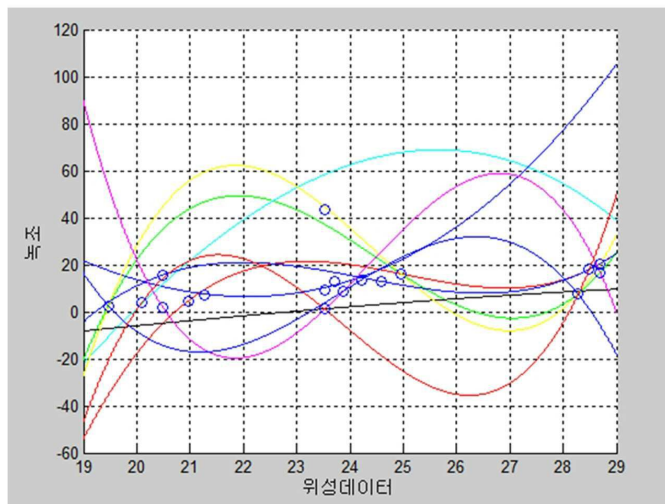
도면5



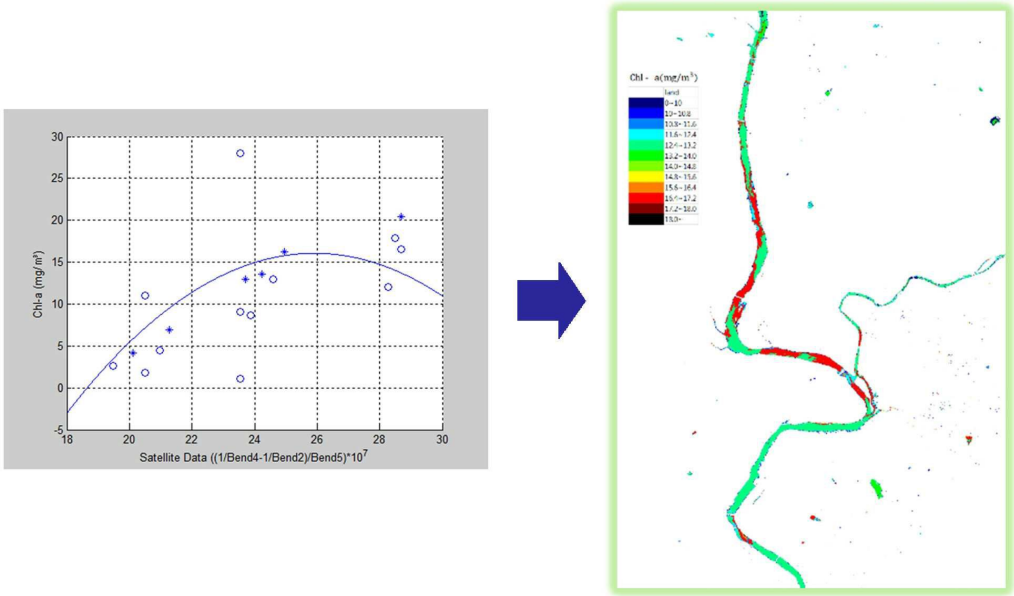
도면6



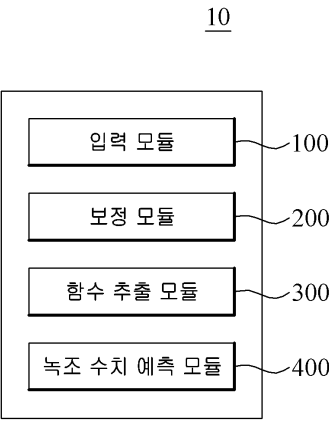
도면7



도면8



도면9



도면10

