



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0046182  
(43) 공개일자 2021년04월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01S 19/14 (2010.01)

(52) CPC특허분류

G01S 19/14 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0129646

(22) 출원일자 2019년10월18일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김준

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 과학관 545호(신촌동)

이서영

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 과학관 531호(신촌동)

(74) 대리인

특허법인충현

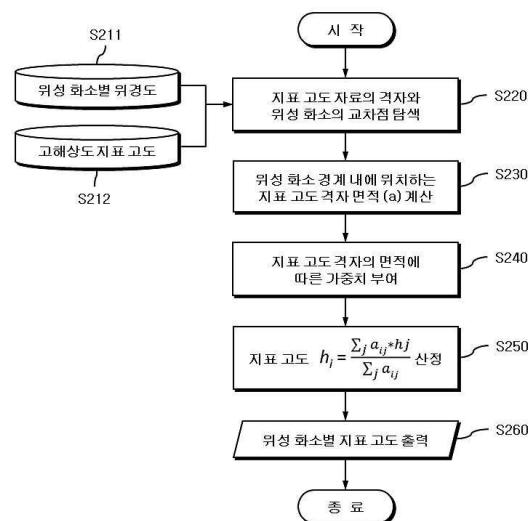
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 위성 입력을 위한 지표 고도 산정 방법

### (57) 요약

본 발명은 위성 산출 알고리즘의 입력 자료로 이용될 수 있는 지표 고도를 산정하는 기술에 관한 것으로, 화소별 지표 고도를 산정하는 방법은, 위성 화소별 위경도 및 고해상도 지표 고도를 입력받고, 입력된 지표 고도 자료의 격자와 위성 화소의 교차점을 탐색하고, 탐색된 교차점을 이용하여 위성 화소 경계 내에 위치하는 지표 고도 격자 면적의 면적을 산출하고, 산출된 지표 고도 격자의 면적에 따른 가중치를 부여하여 지표 고도를 산정하며, 산정된 위성 화소별 지표 고도를 출력한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2017000160001
부처명	환경부
과제관리(전문)기관명	한국환경산업기술원
연구사업명	산학단사업비
연구과제명	환경위성탐체체 알고리즘 개발 연구단(II)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

청구범위유예 : 있음

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

위성 입력을 위한 화소별 지표 고도를 산정하는 방법에 있어서,  
 위성 화소별 위경도 및 고해상도 지표 고도를 입력받는 단계;  
 입력된 지표 고도 자료의 격자와 위성 화소의 교차점을 탐색하는 단계;  
 탐색된 상기 교차점을 이용하여 위성 화소 경계 내에 위치하는 지표 고도 격자의 면적을 산출하는 단계;  
 산출된 상기 지표 고도 격자의 면적에 따른 가중치를 부여하여 지표 고도를 산정하는 단계; 및  
 산정된 위성 화소별 지표 고도를 출력하는 단계;를 포함하는, 지표 고도 산정 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 위성 산출 알고리즘의 입력 자료로 이용될 수 있는 지표 고도를 산정하는 기술에 관한 것으로, 특히 테셀레이션(tessellation) 기법과 지구 곡면 특성을 적용하여 위성 화소별 지표 고도를 산정하는 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 위성은 지표, 해양, 대기, 구름으로부터 우주공간으로 나가는 태양반사광이나 지구복사에너지 등의 전자파를 측정한다. 태양으로부터 지구에 들어온 복사량이 위성탑재센서에 감지되는 과정을 살펴보면, 지표로부터의 반사, 복사량이 대기 중을 투과할 때 감쇄되고 있음을 발견할 수 있다. 태양의 위치는 계절과 일중시각에 따라 달라진다. 따라서 구름에 의한 태양광의 반사강도를 분석할 때에는 이를 충분히 고려하여야 한다. 또한, 지표면으로부터 방출된 적외복사에너지는 대기층을 통과할 때 지표면과 위성 사이에 존재하는 대기 중의 입자에 의한 산란 및 흡수의 영향을 받는다.

[0003] 빛이 대기 중을 투과(transmission)할 때 대기분자 및 대기 중의 에어로졸 입자에 의해 산란/흡수됨으로 인해 빛의 강도가 감쇄되는 현상을 소산(extinction)이라 한다. 산란/흡수를 일으키는 요소는 탄산가스, 오존, 질소, 수증기 등의 기체분자와 안개, 연무(haze), 스모그(smog), 먼지(dust) 등의 입체를 가진 에어로졸이다. 대기 중에서 산란/흡수 또는 투과되는 정도는 파장에 따라 다르다.

[0004] 한편, 대기에 의한 파장별 복사에너지의 흡수율을 살펴보면 위성영상 관측에 주로 이용되는 파장대가 존재한다. 가시영상, 적외영상, 단파적외영상은 대기에 의한 흡수율이 낮고 대기투과율이 높은 파장대영역 즉, 대기의 창(atmospherical window)을 관측한다. 이 파장역은 대기에 의한 소산 효과가 작아서 구름 관측을 위한 위성탑재센서에서 많이 이용되고 있다. 또한 수증기영상과 같이 수증기에 의한 에너지의 흡수가 잘 일어나는 파장대를 관측하면 대기 중 수증기량의 분포를 파악할 수 있다.

[0005] 기상위성에서 관측에 사용하는 파장대는 가시채널, 단파적외채널, 수증기채널, 적외채널, 마이크로파 등이다. 가시채널은 인간의 눈에 보이는 0.4~0.7 $\mu$ m 파장대로서 태양광이 있는 주간에만 관측이 가능하고, 특히 하층운, 안개, 적설, 해빙 등의 기상현상을 식별하는데 유효하다. 단파적외채널은 3.5~4.0 $\mu$ m 파장대로서, 태양복사와 지구복사를 모두 관측할 수 있으므로 주/야간에 따라 관측되는 복사에너지의 분포가 달라진다. 주간에는 주로 태양 반사광을, 야간에는 구름 등으로부터의 적외복사를 관측하여 하층운, 야간 안개, 산불 등의 탐지에 활용된다. 수증기채널은 6.5~7.0 $\mu$ m 파장대로서 중간적외영역에 해당하나 수증기에 의한 흡수 파장대로서 중/상층의 수증기량을 탐지하는데 사용하고 있으며, 특히 건조파는 제트기류의 위치를 나타내므로 상층기압계의 움직임 관측하는데 유용하다. 적외채널은 10.5~11.5 $\mu$ m, 11.5~12.5 $\mu$ m 파장대로서 주야간에 관계없이 항상 지표면과 해수면의 온도, 구름분포 등을 관측하는데 이용되고 있다. 일반적으로 적외영상이라 함은 외채널 구름사진을 의미하며, 가장 빈번히 이용되고 있고, 특히 구름의 온도분석 고도, 바람장, 강우강도, 해수면온도, 야간 안개/하

층운 탐지, 황사분포 분석, 항공로 운정고도 산출 등에 가장 폭넓게 이용되고 있다. 마이크로파는 1mm~1m 파장 대로서 자연으로부터 방출되는 복사강도는 미약하나, 대기의 입자, 수증기, 구름에서 감쇄 영향을 별로 받지 않으므로, 특히 구름층 밑의 하층대기 온/습도 분포를 측정하는데 이용되고 있다. 가시채널에 의한 관측은 태양광에 전적으로 의존하여 반사광으로 관측되나, 적외채널과 마이크로파는 지구복사에 의해 관측된다.

[0006] 이와 같이 태양복사를 관측하는 위성의 경우, 태양에서 방출된 복사가 대기에 의해 산란 혹은 흡수되거나 지표면에 의해 반사되는 양을 관측한다. 이때, 지면 고도에 따라 레이라이(Rayleigh) 산란의 세기가 변화하기 때문에, 위성 자료를 이용하여 대기에 존재하는 물질의 농도를 알고자 할 때 정확한 지표 고도를 입력 자료로 이용하는 것이 중요하다. 이하의 선행기술문헌에는 이러한 위성 관측에 기반하여 지면 반사도를 산출하는 과정에서 오차를 유발하는 요인에 관하여 논의하고 있다.

## 선행기술문헌

### 비특허문헌

[0007] (비특허문헌 0001) "GEMS 위성관측에 기반한 지면반사도 산출 시에 오차 유발 변수에 대한 민감도 실험", 신희우/유정문, 한국지구과학회, 2018년

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 종래의 관측 위성이 대기에 존재하는 물질을 측정하는 경우 지면 고도에 따라 복사의 흡수/산란 등이 달라지는 문제로 인해 측정 결과에 오차가 발생하는 한계를 극복하고, 특히 관측 위성의 매 관측마다 지표 고도가 정확하게 확보되어야 할 필요성에 부합하는 기술적 수단을 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 화소별 지표 고도를 산정하는 방법은, 위성 화소별 위경도 및 고해상도 지표 고도를 입력받고, 입력된 지표 고도 자료의 격자와 위성 화소의 교차점을 탐색하고, 탐색된 교차점을 이용하여 위성 화소 경계 내에 위치하는 지표 고도 격자의 면적을 산출하고, 산출된 지표 고도 격자의 면적에 따른 가중치를 부여하여 지표 고도를 산정하며, 산정된 위성 화소별 지표 고도를 출력한다.

### 발명의 효과

[0010] 본 발명의 실시예들은, 화소별로 위도 및 경도가 변화하는 점에 주목하여, 위성 화소 경계 내에 위치하는 지표 고도 자료의 면적에 따라 가중치를 부여하여 지표 고도를 산정함으로써 매 관측마다 화소별로 새롭게 산정된 지표 고도를 얻을 수 있고, 이러한 지표 고도를 통해 위성 자료를 이용한 대기 중 에어로졸 및 미량 기체 산출 알고리즘의 입력자료로 활용할 수 있으며, 산출물의 정확도를 향상시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 화소별 지표 고도 산정의 핵심적인 아이디어를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 테셀레이션 및 지구 곡면 특성을 적용한 화소별 지표 고도를 산정하는 방법을 도시한 흐름도이다.

도 3은 화소별 지표 고도를 산정하는 도 2의 방법을 보다 구체적인 알고리즘으로 구현한 구현예를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예들에 따라 지면 고도 할당 알고리즘을 적용한 결과를 예시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하도록 한다. 다만, 하기의 설명 및 첨부된 도면에서 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기능 또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 구성 요소를 '포함'한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0013] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0014] 특별히 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0015] 앞서 간략히 소개한 바와 같이, 본 발명의 실시예들은 위성 산출 알고리즘에 입력 자료로 이용될 지표 고도를 산정하는 기술에 관한 것으로, 테셀레이션(tessellation) 기법과 지구 곡면 특성을 적용하여 위성 화소(pixel)별 지표 고도를 산정한다. 이를 위해, 본 발명의 실시예들은 고해상도의 격자화된 지표 고도 자료를 이용하여 위성 화소별 지표 고도를 산정하는 기술을 제안한다. 특히, 본 발명의 실시예들은 위성 화소 경계 내에 위치하는 지표 고도 자료의 면적에 따라 가중치를 부여하여 지표 고도를 산정하였다.
- [0016] 도 1은 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 화소별 지표 고도 산정의 핵심적인 아이디어를 설명하기 위한 도면으로, 화소별로 위도 및 경도가 변화하기 때문에 화소별 평균 고도가 필요하다. 이때, 위성 화소 경계 내에 위치하는 지표 고도 자료의 면적에 따라 가중치를 부여하여 지표 고도를 산정한다.
- [0017] 도 1을 참조하면, 고해상도의 지면 고도 자료(USGS GMTED pixel) 및 위성 자료(GEMS) 화소 안에 들어오는 지면 고도 자료의 면적에 따라 가중치를 부여하여 화소별 지면 고도를 산정하는 방법을 수학적 식 1과 같이 보여준다.

### 수학적 식 1

$$h_i = \frac{\sum_j a_{ij} * h_j}{\sum_j a_{ij}}$$

- [0018]
- [0019] 여기서, h는 지표 고도(terrain height)를 나타내고, a는 위성 화소 경계 내에 위치하는 지표 고도 격자 면적(area)을 나타내고, i는 위성 자료(GEMS)의 인덱스(index)를 나타내며, j는 고해상도 지면 고도 자료(USGS GMTED)의 인덱스(index)를 나타낸다.
- [0020] 즉, 본 발명의 실시예들은 위성 화소별 위경도 데이터와 고해상도 지표 고도 자료를 입력받아 이들의 조합으로부터 위성 화소 경계 내에 위치하는 지표 고도 격자 면적을 산출하고, 산출된 지표 고도 자료의 면적을 고려하여 화소별 지표 고도를 산출하게 된다.
- [0021] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 테셀레이션 및 지구 곡면 특성을 적용한 화소별 지표 고도를 산정하는 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0022] 이하에서 제시되는 지표 고도의 산정 방법은 전자적인 형태로 가공된 데이터를 입력받아 일련의 연산 과정을 통해 위성 화소별 지표 고도를 출력하는 명령어들을 포함하는 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있으며, 이렇게 구현된 컴퓨터 프로그램은 적어도 하나의 메모리를 구비한 지표 고도 산정 장치에 탑재되어 적어도 하나의 프로세서에 의해 로드(load)되어 정의된 명령에 따라 수행될 수 있다.
- [0023] S211 단계 및 S212 단계에서 지표 고도 산정 장치는, 각각 위성 화소별 위경도 및 고해상도 지표 고도를 입력받는다. 예를 들어, 고해상도 지면 고도 자료(USGS GMTED)와 위성 자료(GEMS) 화소를 입력받아 이들의 조합을 도출하게 된다.

- [0024] S220 단계에서 지표 고도 산정 장치는, 지표 고도 자료의 격자와 위성 화소의 교차점을 탐색한다. 이러한 과정은 고해상도 지면 고도 자료와 위성 자료 화소를 매칭하여 위성 자료 화소 내에 들어오는 지면 고도 자료의 면적을 유도하기 위함이다.
- [0025] S230 단계에서 지표 고도 산정 장치는, S220 단계를 통해 발견된 교차점을 이용하여 위성 화소 경계 내에 위치하는 지표 고도 격자 면적(a)을 계산한다.
- [0026] S240 단계에서 지표 고도 산정 장치는, 지표 고도 격자의 면적에 따른 가중치를 부여하고, S250 단계를 통해 앞서 소개한 수학적 식 1에 따른 지표 고도를 산정한다.
- [0027] 이제, S260 단계에서 지표 고도 산정 장치는, S250 단계를 통해 산정된 위성 화소별 지표 고도를 출력하여, 위성 입력에 활용한다.
- [0028] 도 3은 화소별 지표 고도를 산정하는 도 2의 방법을 보다 구체적인 알고리즘으로 구현한 구현예를 설명하기 위한 도면으로서, GEMS 화소(pixel) 및 GMTED 화소의 적용을 예시하였다. 도시된 약어의 의미는 다음과 같다.
- [0029] - GEMS: Geostationary Environment Monitoring Spectrometer
- [0030] - USGS: United States Geological Survey
- [0031] - GMTED: Global Multi-resolution Terrain Elevation Data
- [0032] 이하에서는, 구현된 알고리즘을 순차적으로 설명한다.
- [0034] STEP 1: 위성(GEMS) 자료를 읽어들인다(load).
- [0035] STEP 2: 위성 화소의 꼭지점(corner)을 계산한다.
- [0036] STEP 3: 고해상도 지면 자료를 읽어들인다(load).
- [0037] STEP 4: GEMS pixel 하나에 대해 그 경계 내에 위치하는 GMTED 화소의 면적을 계산한다.
- [0038] STEP 4.1: GEMS corner와 GMTED corner의 교차점을 찾는다.
- [0039] STEP 4.1.1: GEMS pixel을 둘러싸는 4개 직선의 방정식을 구하여 교차점을 찾는다.
- [0040] STEP 4.1.2: 기울기가 무한대인 경우를 고려하여 교차점을 찾는다.
- [0041] STEP 4.2: GMTED pixel 하나에 대해 GEMS pixel과 겹치는 면적을 계산한다. (겹칠 수 있는 모든 경우의 수를 탐색한다.)
- [0042] STEP 4.2.1: GMTED pixel 4개의 꼭지점이 GEMS pixel 내에 위치하는지 확인한다.
- [0043] STEP 4.2.2: GEMS의 꼭지점과 STEP 4.1에서 찾은 교차점, STEP 4.2.1에서 찾은 꼭지점을 하나의 도형을 이루는 꼭지점(a)으로 저장한다.
- [0044] STEP 4.2.3: STEP 4.2.2에서 찾은 (a)를 이용하여 면적을 구하기 위해 꼭지점을 연결하였을 때 온전한 면적을 가질 수 있도록 꼭지점을 정렬한다. (꼭지점의 중심을 기준으로 좌우에 위치하는지 판단한 후, 중심과 꼭지점을 잇는 직선의 기울기를 이용하여 정렬한다.)
- [0045] STEP 4.2.4: 정렬된 꼭지점을 이용하여 구면에서의 면적을 계산한다.
- [0046] STEP 4.3: GEMS 화소와 면적을 공유하는 GMTED pixel 들에 대하여 STEP 4.2의 과정을 반복한다.
- [0047] STEP 5: STEP 4에서 얻은 GMTED 화소의 면적을 이용하여 지면 고도의 가중치를 두어 GEMS 화소에 대한 지면 고도를 계산한다.
- [0049] 도 4는 본 발명의 실시예들에 따라 지면 고도 할당 알고리즘을 적용한 결과를 예시한 도면으로서, USGS GMTED의 500m 평균 자료를 이용하였으며, 구면을 가정하여 GEMS와 GMTED 화소의 면적을 계산하였다.
- [0050] 상기된 본 발명의 실시예들에 따르면, 예를 들어, 화소별 고도 산정 알고리즘을 다음과 같은 경우에 이용할 수

있다.

[0051] 1) Surface type 할당 (MODIS 자료 이용)

[0052] 2) Snow, Ice surface 할당 (SNIDC)

[0053] 3) 기상 자료 활용시 평균 자료 생성

[0054] 4) Level 2 -> Level 3 (일평균, 월평균, 연평균 격자화 자료 생성시 이용 가능)

[0055] 5) Oversampling을 통한 hot spot 지역 탐지, top-down emission 추정에 활용 가능

[0056] 또한, 본 발명의 실시예들은 지표 고도를 입력 자료로 이용하는 위성 산출 알고리즘 전처리 작업에 모두 적용 가능하다. 적용 시점은 관측된 자료의 보정과 전처리를 위한 INR(Image Navigation and Registration) 작업 이후에 해당한다. 지구를 주기적으로 공전하는 저궤도 위성뿐 아니라, 지구를 기준으로 동일한 지점에 고정되어 있는 정지궤도 위성의 경우에도 위성체의 자세가 변화하기 때문에, 매 관측마다 지표 고도를 화소별로 새롭게 산정해주어야 한다.

[0057] 상기된 본 발명의 실시예들은 위성 화소 경계 내에 위치하는 지표 고도 자료의 면적에 따라 가중치를 부여하여 지표 고도를 산정함으로써, 매 관측마다 새롭게 산정된 지면 고도는 위성 자료를 이용한 에어로졸 및 미량 기체 산출 알고리즘의 입력자료로 활용될 수 있으며, 산출물의 정확도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

[0058] 한편, 본 발명의 실시예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.

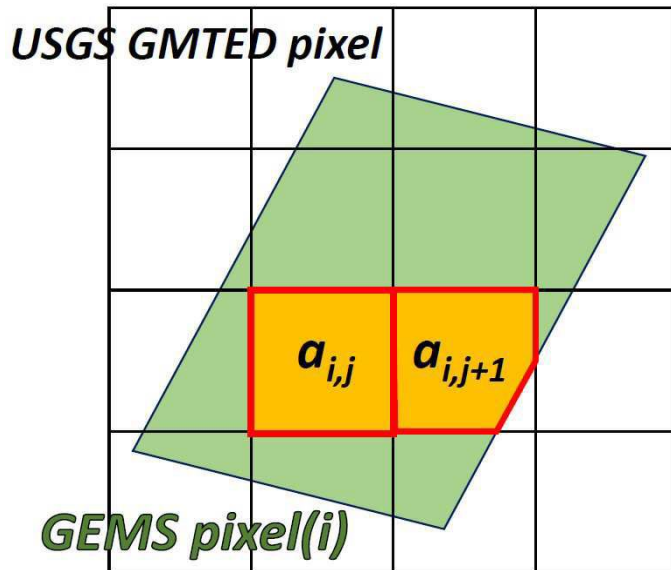
[0059] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인 (functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.

[0060] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

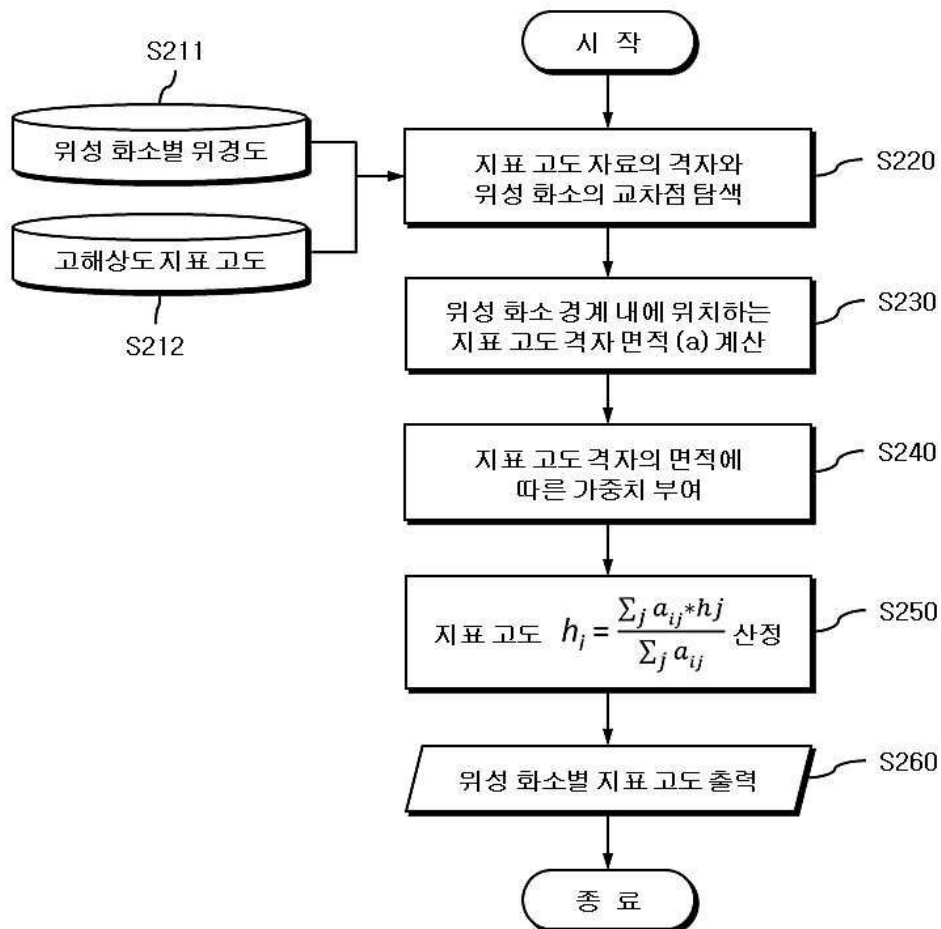


도면

도면1

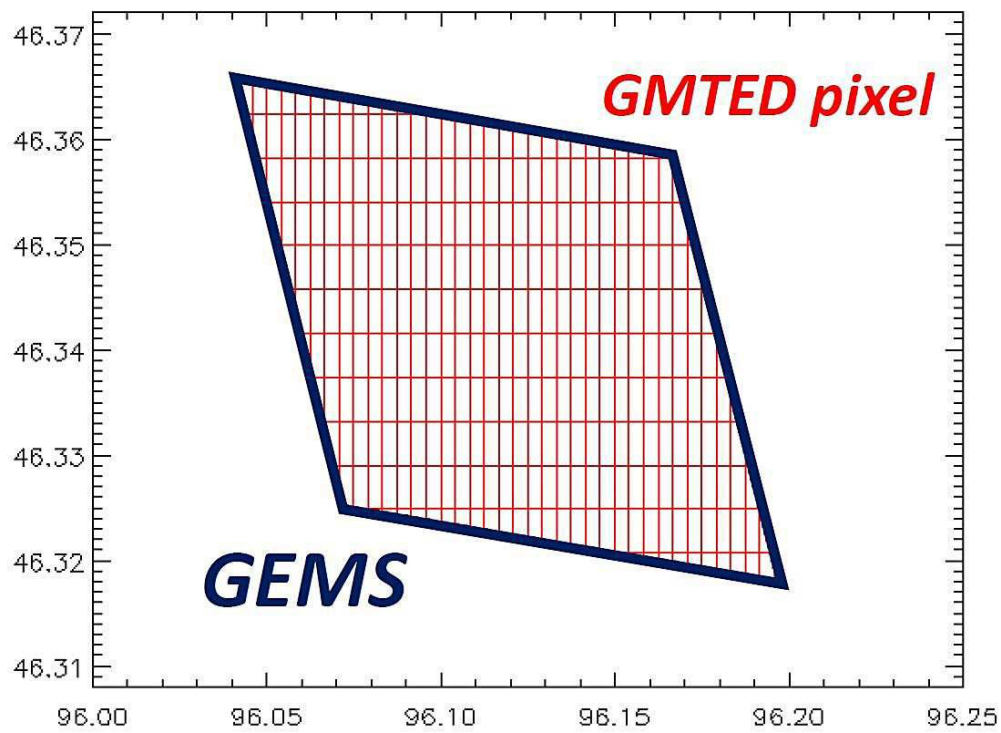


도면2





도면3



도면4

