



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년11월07일
(11) 등록번호 10-2042385
(24) 등록일자 2019년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 19/00 (2011.01) G01W 1/02 (2006.01)
G06T 1/60 (2006.01) G06T 5/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06T 19/003 (2013.01)
G01W 1/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0067703
(22) 출원일자 2019년06월10일
심사청구일자 2019년06월10일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020170080525 A*
KR1020190026560 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
홍성욱
서울특별시 양천구 목동로 212, 723동 1404호(목동, 목동신시가지아파트7단지)
(74) 대리인
송인호, 최관락

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 옥윤철

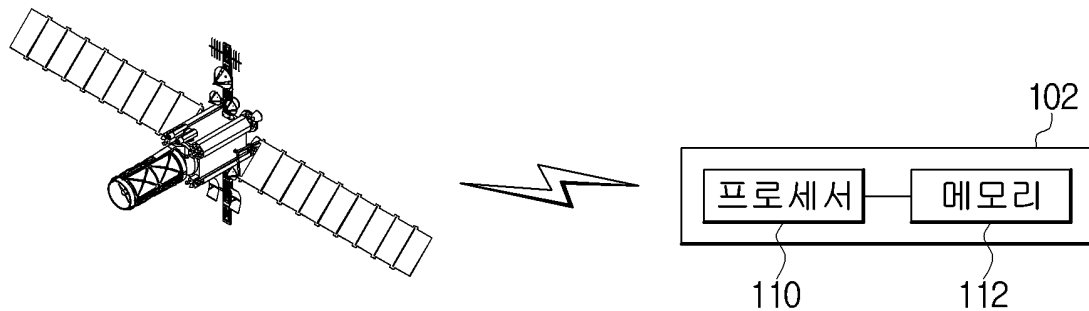
(54) 발명의 명칭 가상 위성영상 생성 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 가상 위성영상 생성 방법 및 장치를 개시한다. 본 발명에 따르면, 프로세서 및 상기 프로세서에 연결되는 메모리를 포함하되, 상기 메모리는, 인공위성의 기상탐재체(Meteorological Imager: MI)의 가시광선 채널 및 복수의 적외 채널을 포함하는 복수의 분광 채널을 통해 생성된 가시영상 및 복수의 적외영상 중 적어도 일부를

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



데이터쌍으로 하여 데이터셋을 구성하고, 상기 복수의 적외 채널 중 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상으로 생성한 제1 가시영상과, 상기 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상과 데이터쌍을 이루는 실제 제2 가시영상을 비교하여 가상영상 생성 모델을 학습하고, 상기 가상영상 생성 모델에 의해 생성된 상기 제1 가상영상과 상기 실제 제2 가상영상의 유사도가 미리 설정된 수치를 만족하는 경우, 상기 가상영상 생성 모델을 이용하여 현재 입력되는 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상의 가시영상을 생성하도록, 상기 프로세서에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어들을 저장하는 가상의 위성영상 생성 장치가 제공된다.

(52) CPC특허분류

G06T 1/60 (2013.01)

G06T 5/50 (2013.01)

G06T 2207/10032 (2013.01)

G06T 2207/20081 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1365003022

부처명 기상청

연구관리전문기관 한국기상산업기술원

연구사업명 기상·지진See-At기술개발연구(R&D)/기상관측기술산업

연구과제명 GPS 반사파 신호를 이용한 토양수분 정보 산출 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서; 및

상기 프로세서에 연결되는 메모리를 포함하되,

상기 메모리는,

인공위성의 기상탑재체(Meteorological Imager: MI)의 가시광선 채널 및 복수의 적외 채널을 포함하는 복수의 분광 채널을 통해 생성된 가시영상 및 복수의 적외영상 중 적어도 일부를 데이터쌍으로 하여 데이터셋을 구성하고,

상기 데이터셋은 (X1, Y1)으로 구성되며, 상기 X1은 태양광의 영향을 받지 않는 채널을 통해 생성된 영상이고, 상기 Y1은 태양광의 영향을 받는 채널을 통해 생성된 영상이며,

상기 복수의 적외 채널 중 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상으로 생성한 제1 가시영상과, 상기 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상과 데이터쌍을 이루는 실제 제2 가시영상을 비교하여 가상영상 생성 모델을 학습하고,

상기 가상영상 생성 모델에 의해 생성된 상기 제1 가시영상과 상기 제2 가시영상의 유사도가 미리 설정된 수치를 만족하는 경우, 상기 가상영상 생성 모델을 이용하여 현재 입력되는 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상의 가시영상을 생성하도록,

상기 프로세서에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어들을 저장하는 가상의 위성영상 생성 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 X1은 장파장 채널을 통해 생성된 영상이고, Y1은 가시광선 채널 또는 단파적외 채널을 통해 생성된 영상인 가상의 위성영상 생성 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 X1은 상기 복수의 적외 채널 중 상기 Y1과의 상관도가 높은 중심 파장을 갖는 채널을 통해 생성된 영상인 가상의 위성영상 생성 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 복수의 적외 채널은 적외1 채널 및 적외2 채널을 포함하고, 상기 적외1 채널은 상기 적외2 채널에 비해 수증기에 의해 흡수가 덜되는 채널이며, 상기 X1은 상기 적외1 채널에 의해 생성된 영상인 가상의 위성영상 생성 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수의 적외 채널은 중심 파장이 각각 $3.75\mu\text{m}$ 인 단파적외 채널, $6.75\mu\text{m}$ 인 수증기 채널, $10.8\mu\text{m}$ 인 적외1 채

널 및 12.0 μ m인 적외2 채널을 포함하는 가상의 위성영상 생성 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 가상영상 생성 모델은, 대립 신경망 기반으로 상기 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상의 가시영상 생성을 반복 수행하는 가상의 위성영상 생성 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 프로그램 명령어들은,

가시광선 채널을 통해 영상이 생성되지 않은 야간 상황에, 상기 가상영상 생성 모델을 이용하여 현재 입력되는 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상의 가시영상을 생성하는 가상의 위성영상 생성 장치.

청구항 9

인공위성의 관측자료를 수신하는 장치에서 인공위성 가상영상을 생성하는 방법으로서,

인공위성의 기상탑재체(Meteorological Imager: MI)의 가시광선 채널 및 복수의 적외 채널을 포함하는 복수의 분광 채널을 통해 생성된 가시영상 및 복수의 적외영상 중 적어도 일부를 데이터쌍으로 하여 데이터셋을 구성하는 단계;

상기 복수의 적외 채널 중 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상으로 생성한 제1 가시영상과, 상기 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상과 데이터쌍을 이루는 실제 제2 가시영상을 비교하여 가상영상 생성 모델을 학습하는 단계; 및

상기 가상영상 생성 모델에 의해 생성된 상기 제1 가시영상과 상기 제2 가시영상의 유사도가 미리 설정된 수치를 만족하는 경우, 상기 가상영상 생성 모델을 이용하여 현재 입력되는 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상의 가시영상을 생성하는 단계를 포함하고,

상기 데이터셋은 (X1, Y1)으로 구성되며,

상기 X1은 태양광의 영향을 받지 않는 채널을 통해 생성된 영상이고, 상기 Y1은 태양광의 영향을 받는 채널을 통해 생성된 영상인 가상의 위성영상 생성 방법.

청구항 10

제9항에 따른 방법을 수행하는 기록매체에 저장되는 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가상 위성영상 생성 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지구를 관측하는 많은 위성이 가시광선과 적외선 파장대를 관측할 수 있는 센서를 탑재하여, 인류에 도움이 되는 많은 정보를 산출하고 있다.

[0003] 또한 딥러닝 기술은 알파고 충격이후로 CNN, DNN, GAN 등 매우 다양하게 급속히 발전되고 있고, 사물인식, 기계 학습, 분류, 결정 등 다양한 분야에 적용되고 있다.

[0004] 인공위성 센서의 가시광선과 근적외 파장대는 태양의 영향을 받아서 지구에서 반사되는 정보를 주간에는 관측할 수 있으나, 야간에는 관측이 물리적으로 불가능하다.

[0005] 근적외 3~5마이크론 (μ m) 파장대는 주간에는 가시영상처럼 태양의 지구 반사에 의한 정보를 관측하고, 야간에는

지구에서 방출되는 복사량(radiance)를 관측하게 된다.

[0006] 따라서 태양의 영향을 받는 가시광선과 근적외 파장대의 위성 관측은 많은 정보를 제공하지만, 야간에는 관측이 불가능하다는 물리적 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) KR 등록특허 10-1855652

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 상기한 종래기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명은 야간에도 주간과 같은 가시영상을 가상으로 생성할 수 있는 관측 불가능한 위성 영상 생성 방법 및 장치를 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 가상 위성영상 생성 장치로서, 프로세서; 및 상기 프로세서에 연결되는 메모리를 포함하되, 상기 메모리는, 인공위성의 기상탑재체(Meteorological Imager: MI)의 가시광선 채널 및 복수의 적외 채널을 포함하는 복수의 분광 채널을 통해 생성된 가시영상 및 복수의 적외영상 중 적어도 일부를 데이터쌍으로 하여 데이터셋을 구성하고, 상기 복수의 적외 채널 중 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상으로 생성한 제1 가시영상과, 상기 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상과 데이터쌍을 이루는 실제 제2 가시영상을 비교하여 가상영상 생성 모델을 학습하고, 상기 가상영상 생성 모델에 의해 생성된 상기 제1 가상영상과 상기 실제 제2 가상영상의 유사도가 미리 설정된 수치를 만족하는 경우, 상기 가상영상 생성 모델을 이용하여 현재 입력되는 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상의 가시영상을 생성하도록, 상기 프로세서에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어들을 저장하는 가상의 위성영상 생성 장치가 제공된다.

[0010] 상기 데이터셋은 (X1, Y1)으로 구성되며, 상기 X1은 태양광의 영향을 받지 않는 채널을 통해 생성된 영상이고, 상기 Y1은 태양광의 영향을 받는 채널을 통해 생성된 영상일 수 있다.

[0011] 상기 X1은 장파장 채널을 통해 생성된 영상이고, Y1은 가시광선 채널 또는 단파적외 채널을 통해 생성된 영상일 수 있다.

[0012] 상기 X1은 상기 복수의 적외 채널 중 상기 Y1과의 상관도가 높은 중심 파장을 갖는 채널을 통해 생성된 영상일 수 있다.

[0013] 상기 복수의 적외 채널은 적외1 채널 및 적외2 채널을 포함하고, 상기 적외1 채널은 상기 적외2 채널에 비해 수증기에 의해 흡수가 덜되는 채널이며, 상기 X1은 상기 적외1 채널에 의해 생성된 영상일 수 있다.

[0014] 상기 복수의 적외 채널은 중심 파장이 각각 3.75 μ m인 단파적외 채널, 6.75 μ m인 수증기 채널, 10.8 μ m인 적외1 채널 및 12.0 μ m인 적외2 채널을 포함할 수 있다.

[0015] 상기 가상영상 생성 모델은, 대립 신경망 기반으로 상기 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상의 가시영상 생성을 반복 수행할 수 있다.

[0016] 상기 프로그램 명령어들은, 가시광선 채널을 통해 영상이 생성되지 않은 야간 상황에, 상기 가상영상 생성 모델을 이용하여 현재 입력되는 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상의 가시영상을 생성할 수 있다.

[0017] 본 발명이 다른 측면에 따르면, 인공위성의 관측자료를 수신하는 장치에서 인공위성 가상영상을 생성하는 방법으로서, 인공위성의 기상탑재체(Meteorological Imager: MI)의 가시광선 채널 및 복수의 적외 채널을 포함하는 복수의 분광 채널을 통해 생성된 가시영상 및 복수의 적외영상 중 적어도 일부를 데이터쌍으로 하여 데이터셋을 구성하는 단계; 상기 복수의 적외 채널 중 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상으로 생성한 제

1 가시영상과, 상기 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상과 데이터쌍을 이루는 실제 제2 가시영상을 비교하여 가상영상 생성 모델을 학습하는 단계; 및 상기 가상영상 생성 모델에 의해 생성된 상기 제1 가상영상과 상기 실제 제2 가상영상의 유사도가 미리 설정된 수치를 만족하는 경우, 상기 가상영상 생성 모델을 이용하여 현재 입력되는 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상의 가시영상을 생성하는 단계를 포함하는 가상의 위성영상 생성 방법이 제공된다.

[0018] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기한 방법을 수행하는 기록매체에 저장되는 프로그램이 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따르면, 주간 또는 야간에만 존재했던 위성영상, 즉 관측 공백이 있던 시간대의 위성영상을 만들어 제공함으로써, 야간에도 주간처럼, 주간에도 야간처럼 필요한 위성관측 정보를 제공할 수 있기에 기상, 환경, 기후변화, 지구관측, 육상, 해양, 재해재난 등 광범위한 영역에서 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 가상 위성영상 생성 시스템의 구성을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 위성영상 생성 어플리케이션의 상세 구성을 도시한 도면이다.

도 3은 가시영상과 복수의 적외채널을 통한 영상의 상관도를 나타낸 것이다.

도 4는 본 실시예에 따른 가상영상 생성 모델의 학습 과정을 도시한 도면이다.

도 5는 본 실시예에 따른 구현 결과를 도시한 도면이다.

도 6은 도 5의 두 결과의 차 결과와 통계적 지수를 통한 검증 결과를 도시한 것이다.

도 7은 본 발명을 통해 구현된 물리적으로 존재하지 않는 야간의 가시영상을 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다.

[0022] 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.

[0024] 본 발명은 태양광이 영향을 받는 인공위성의 관측자료들에 인공지능기법을 적용하여 밤(야간)에는 관측되지 않던 위성영상(가시영상)을 주간에 관측하듯이 가상으로 생성하는 방법에 관한 것이다.

[0025] 또한, 본 발명은 위성에서 관측된 가시영상과 적외영상의 데이터쌍을 이용하여 가상영상 생성 모델을 학습하여 적외영상을 통해 가상의 위성영상(가시영상)을 생성할 뿐만 아니라, 반대로 가시영상을 통해 가상의 적외영상을 생성할 수도 있다.

[0026] 즉, 낮 시간대에는 관측되지 않는 관측지역 대상의 적외 복사량을 측정할 수 있는 것이다.

[0028] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 가상 위성영상 생성 시스템의 구성을 도시한 도면이다.

[0029] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 시스템은 인공위성(100) 및 가상 위성영상 생성장치(102)를 포함할 수 있다.

[0030] 가상 위성영상 생성장치(102)는 인공위성(100)의 기상탑재체(Meteorological Imager: MI)의 관측데이터를 수신하며, 프로세서(110) 및 메모리(112)를 포함할 수 있다.

[0031] 본 실시예에 따른 인공위성(100)은 정지궤도 위성으로, 구체적으로 천리안 위성(Communication, Ocean and Meteorological Satellite, COMS)일 수 있다.

[0032] 인공위성은 기상탑재체를 통해 가시광선 채널 및 복수의 적외 채널을 포함하는 복수의 분광 채널을 통해 관측지역 대상에 대한 반사도 또는 복사량을 측정하여 주간 구름영상, 황사·산불·연무관측, 대기운동벡터, 야간안개 및 하층운, 산불감지, 지면온도 추출, 중상층 대기 수증기량, 상층대기 운동파악, 구름정보, 해수면온도, 황사 관측을 수행할 수 있도록 한다.

- [0033] 본 실시예에 따른 프로세서(110)는 컴퓨터 프로그램을 실행할 수 있는 CPU(central processing unit)나 그밖에 가상 머신 등을 포함할 수 있다.
- [0034] 메모리(112)는 고정식 하드 드라이브나 착탈식 저장 장치와 같은 불휘발성 저장 장치를 포함할 수 있다. 착탈식 저장 장치는 콤팩트 플래시 유닛, USB 메모리 스틱 등을 포함할 수 있다. 메모리(112)는 각종 랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리도 포함할 수 있다.
- [0035] 이와 같은 메모리(112)에는 프로세서(110)에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어들이 저장된다.
- [0036] 본 실시예에 따른 프로그램 명령어들은, 기상탐재체의 복수의 분광 채널을 통해 생성된 가시영상 및 복수의 적외선 영상 중 적어도 일부를 데이터쌍으로 하여 데이터셋을 구성하고, 이를 통해 가상영상 생성 모델을 학습하며, 학습된 가상영상 생성 모델을 통해 현재 입력된 적외영상을 통해 가상의 가시영상을 생성하거나, 반대로 현재 입력된 가시영상을 통해 가상의 적외영상을 생성할 수 있다.
- [0037] 여기서, 가상의 가시영상 또는 가상의 적외영상이 가상의 위성영상으로 정의될 수 있다.
- [0038] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 위성영상 생성 어플리케이션의 상세 구성을 도시한 도면이다.
- [0039] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 가상영상 생성 어플리케이션은 데이터셋 구성 모듈(200), 가상영상 생성 모듈(202) 및 검증 모듈(204)을 포함할 수 있다.
- [0040] 데이터셋 구성 모듈(200)은 기상탐재체의 복수의 분광 채널을 통해 생성된 가시영상 및 복수의 적외선 영상 중 적어도 일부를 데이터쌍으로 하여 데이터셋을 구성한다.
- [0041] 데이터셋은 (X1,Y1)으로 구성되며, X1은 태양광의 영향을 받는 채널을 통해 생성된 영상이고, Y1은 태양광의 영향을 받지 않는 채널을 통해 생성된 영상일 수 있다.
- [0042] 본 실시예에 따른 인공위성의 기상탐재체는 중심 파장이 $0.67\mu\text{m}$ 인 가시광선 채널과, 4개의 적외 채널을 가질 수 있고, 4개의 적외 채널은 중심 파장이 $3.7\mu\text{m}$ 인 단파적외(Short-Wave Infrared: SWIR) 채널, $6.7\mu\text{m}$ 인 수증기(Water Vapor: WV) 채널, $10.8\mu\text{m}$ 인 적외1 채널, $12.0\mu\text{m}$ 인 적외2 채널을 포함할 수 있다.
- [0043] 여기서, 적외1 채널은 적외 2 채널에 비해 수증기에 의해 흡수가 덜 되는 채널이다.
- [0044] 본 발명의 일 실시예에 따르면, X1은 가시광선 채널 또는 단파적외 채널을 통해 생성된 영상이고, Y1은 적외1 채널을 통해 생성된 영상일 수 있다.
- [0045] 적외영상을 통해 가상의 가시영상을 생성하기 위해, 복수의 적외 채널과 가시광선 채널의 상관도를 분석한 결과, 도 3에 도시된 바와 같이, 가시광선 채널 또는 단파적외 채널과 적외1 채널을 통한 영상이 상관도가 높다는 점을 확인할 수 있다.
- [0046] 본 실시예에서는 도 3과 같은 상관도를 고려하여, 학습을 위한 데이터쌍을 구성할 때, 데이터셋 (X1,Y1)에서 X1은 중심 파장이 $0.67\mu\text{m}$ 인 가시광선 채널 또는 $3.75\mu\text{m}$ 인 단파적외 채널을 통해 생성한 영상이고, Y1은 중심 파장이 $10.8\mu\text{m}$ 인 적외1 채널을 통해 생성한 영상으로 구성할 수 있다.
- [0047] 가상영상 생성 모듈(202)은 복수의 적외 채널 중 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상을 이용하여 가상의 제1 가시영상을 생성한다.
- [0048] 여기서, 제1 중심 파장 채널을 통한 적외영상은 상기한 바와 같이 적외1 채널을 통해 생성한 영상일 수 있다.
- [0049] 본 실시예에 따른 가상영상 생성은 대립 신경망 기반의 가상영상 생성 모델의 학습 과정을 통해 수행될 수 있다.
- [0050] 바람직하게, 가상영상 생성 모델은 CGAN(Conditional Generative Adversarial Network) 기반으로 구축될 수 있다.
- [0051] GAN은 판별 네트워크(Discriminator Network)에서 실제 데이터(real data)와 생성기 네트워크(Generator Network)에서 생성한 비교 데이터를 비교하여 참과 거짓을 구분한다.
- [0052] GAN은 임의의 노이즈(Random Noise)를 이용하여 가상의 데이터(비교 데이터)를 생성하기 때문에 불안정성이 높아, 최근에는 CGAN이 다양하게 적용되고 있다.
- [0053] 기존의 GAN의 생성기가 랜덤 벡터를 입력으로 받는 것에 비해 CGAN의 생성기는 변형할 이미지를 입력으로 받는

다.

- [0054] 이와 같은 CGAN 기반의 가상영상 생성 모델은 가시영상과 적외영상을 데이터쌍으로 하여 가상의 가시영상을 생성한다.
- [0055] 검증 모듈(204)은 가상의 가시영상과 실제 가시영상을 비교하여 유사도가 미리 설정된 수치 이상이 되는지를 판단하며, 두 영상의 에러가 최소화되는 경우 학습이 완료된다.
- [0056] 도 4는 본 실시예에 따른 가상영상 생성 모델의 학습 과정을 도시한 도면이다.
- [0057] 도 4를 참조하면, 입력자료로서 주간 위성관측 영상을 사용한다.
- [0058] 태양광의 영향을 받지 않는 채널을 통해 생성한 영상(X1)과 태양광의 영향을 받는 채널을 통해 생성한 영상(Y1)을 데이터쌍으로 구성한다(단계 400).
- [0059] 다음으로, 실제영상인 X1을 이용하여 가상의 가시영상(Y2)를 생성한다(단계 402).
- [0060] 단계 402는 CGAN 기반의 생성기에서 수행될 수 있고, 단계 402 과정에 의해 (X1,Y2) 데이터쌍이 생성된다.
- [0061] 검증 모듈(204)은 실제영상의 데이터쌍인 (X1,Y1)과 가상영상의 데이터쌍인 (X1,Y2)를 비교하여 유사도를 판별한다(단계 404).
- [0062] 유사도가 미리 설정된 수치 이상인지 여부를 판단하고(단계 406), 유사도가 임계치 이상인 경우, 가상영상 생성 모델의 학습이 완료된다.
- [0063] 이후, 야간 상황에서 적외 채널을 통한 영상(X2)이 입력되는 경우, 학습이 완료된 가상영상 생성 모델은 X2에 대응되는 가상의 가시영상(Y3)를 생성한다(단계 408).
- [0064] 도 5는 본 실시예에 따른 구현 결과를 도시한 도면이다.
- [0065] 도 5a는 본 실시예에 따른 적외 채널 영상에서 생성한 가상의 가시영상이며, 도 5b는 실제 가시영상과 가상 가시영상과의 차이를 나타낸 것이다. 도 5b에 도시된 바와 같이 본 실시예에 따른 가상의 가시영상은 실제 가시영상과 대부분 잘 일치하는 것을 확인할 수 있다.
- [0066] 도 6은 도 5의 두 결과의 차 결과와 통계적 지수를 통한 검증 결과를 도시한 것이다.
- [0067] 도 6은 COMS 위성의 주간 가상영상과 실제영상 사이의 산포도(scatterplot)를 나타낸 것으로, 상관성(Corr), 오차(bias), 에러 (RMSE)를 나타낸다.
- [0068] 도 6을 참조하면, 본 실시예에 따른 가상영상의 결과가 매우 정확도 높음을 알 수 있다.
- [0069] 본 데이터에서 2018년 7월 21일 13시에 동아시아 전체영역에 대해서, 가상영상 생성 결과는 상관성(Corr)은 0.924, 오차(bias)는 2.689, RMSE는 31.243으로 매우 정확함을 알 수 있다.
- [0070] 상관성(Corr)는 다음 수학적 식 1로 표현된다.

수학적 식 1

[0071]
$$Corr^2 = CC^2$$

- [0072] 수학적 식 1은 산출된 가상영상과 위성관측에 의한 실제영상의 적합한 정도를 판단하는 척도로 상관계수(CC)의 제곱이며 0와 1사이의 값으로 1에 가까울수록 두 값의 상관관계가 높다.
- [0073] 수학적 식 1은 수학적 식 2의 상관계수를 이용하여 구해진다.

수학식 2

$$CC = \frac{\sum_{i=1}^n (o_i - \bar{o})(f_i - \bar{f})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (o_i - \bar{o})^2 \sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})^2}}$$

[0074]

[0075]

상관계수는 산출된 가상영상과 위성관측에 의한 실제영상의 관계를 정량적으로 나타낸 것으로 값이 +1에 가까울수록 양의 상관관계가, -1 값에 가까우면 음의 상관관계가, 0에 가까울수록 관계가 없음을 의미한다.

[0076]

o 는 관측된 실제영상을 f 는 가상영상을 의미하며, i 는 영상의 개별 화소(pixel)를 의미한다. \bar{o} 는 실제영상 픽셀들의 평균값, \bar{f} 는 가상영상 픽셀들의 평균값을 의미한다. n 은 영상의 전체 화소수를 나타낸다.

[0077]

오차(bias)는 수학식 3으로 표현되며, 가상영상과 실제영상의 누적된 값의 차로 정의된다. 0에 가까운 값일수록 산출된 구름탐지 결과의 정확도가 높음을 의미한다.

수학식 3

$$BLAS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - o_i)$$

[0078]

[0079]

Root Mean Square Error (RMSE)인 아래 수학식4는 가상영상과 실제영상의 값의 차이를 제공하여 평균한 값의 제곱근이며, 두 값의 차이를 정량적으로 보여주는 측도가 되며 정밀도를 표현하는데 적합한 방법이다. 이 값을 오차를 의미하므로 0에 가까울수록 산출된 가상영상의 정확도가 높음을 설명할 수 있다.

수학식 4

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - o_i)^2}$$

[0080]

[0081]

도 7은 본 발명을 통해 구현된 물리적으로 존재하지 않는 야간의 가상영상을 보여준다.

[0082]

2017년 1월 25일 주간 (13시)에 동아시아 영역을 천리안 위성의 $3.7\mu\text{m}$ 파장에서 관측한 영상(a), 동일 시간 및 영역에 대해 본 발명에 의해 생성된 천리안 위성의 $3.7\mu\text{m}$ 파장에서의 가상영상(b)를 보여준다. 매우 정확함을 알 수 있다.

[0083]

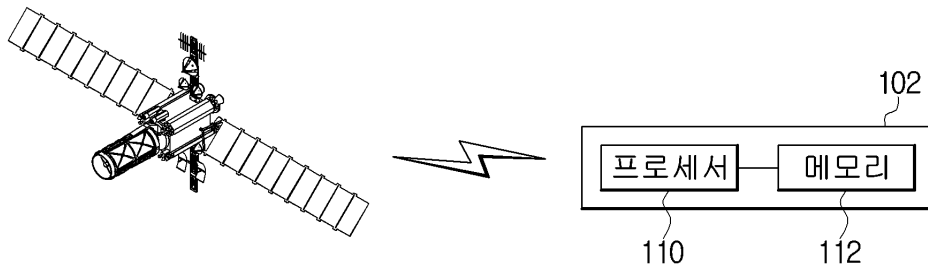
2017년 1월 26일 야간 (01시)에 동아시아 영역을 천리안 위성의 $3.7\mu\text{m}$ 파장에서 관측한 영상(c), 동일 시간 및 영역에 대해 본 발명에 의해 생성된 천리안 위성의 $3.7\mu\text{m}$ 파장에서의 가상영상(d)를 보여준다. 태양광이 없는 야간에는 가상영상이 존재하지 않는다. 본 발명에 의해 태양이 있는 것처럼 보이는 가상영상(d)가 생성되었으며, 자료가 존재하지 않은 야간에도 마치 주간처럼 인공위성을 활용할 수 있다.

[0084]

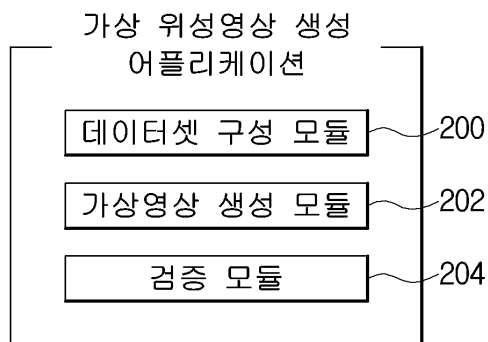
상기한 본 발명의 실시예는 예시의 목적을 위해 개시된 것이고, 본 발명에 대한 통상의 지식을 가지는 당업자라면 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정, 변경, 부가가 가능할 것이며, 이러한 수정, 변경 및 부가는 하기의 특허청구범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

도면

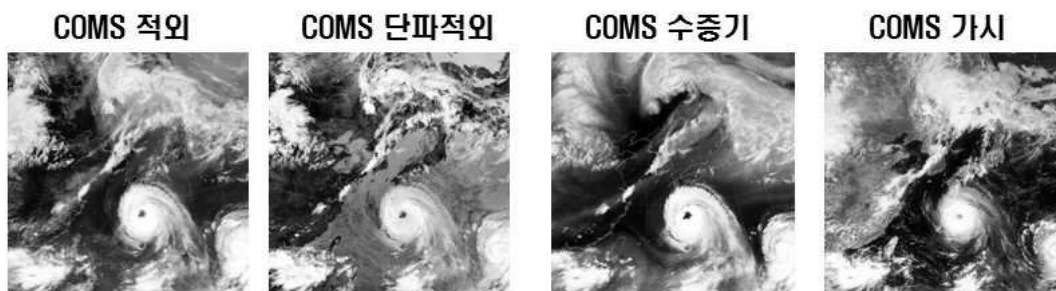
도면1



도면2

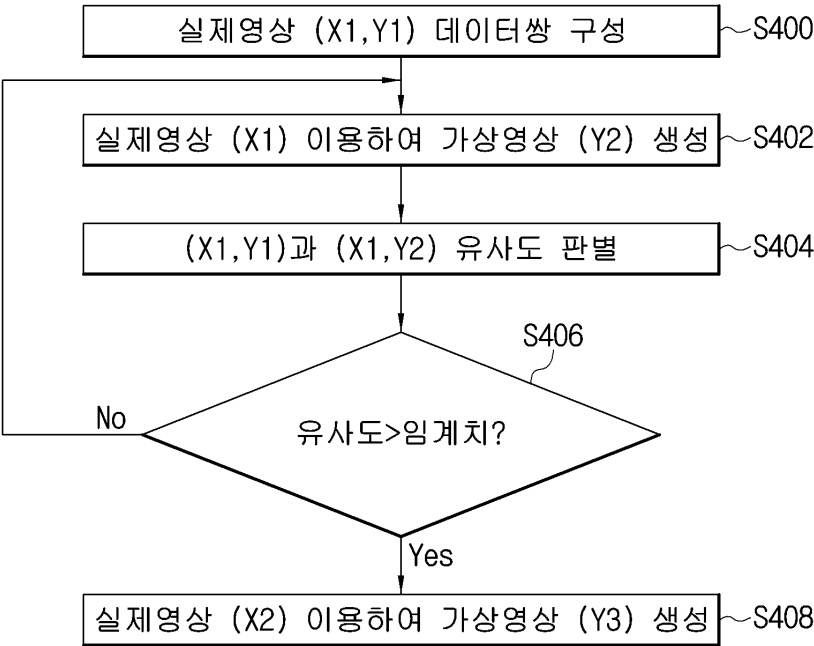


도면3

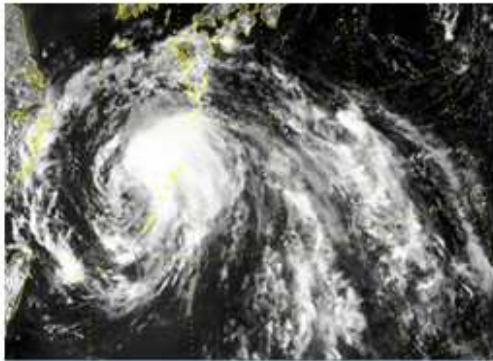


사례	IR1	IR2	SWIR	WV
2018.01.05. 1300 KST	0.4714	0.4560	-0.2001	-0.2580
2018.02.06. 1300 KST	0.4578	0.4558	-0.2423	-0.1462
2018.02.28. 1300 KST	0.6818	0.6666	0.0390	0.2709
2018.07.08 1300 KST	0.7383	0.7219	0.3780	0.5477
2018.07.21 1300 KST	0.6566	0.6379	0.2730	0.4098
2018.08.21 1300 KST	0.7233	0.7083	0.3043	0.4778
2018.08.23 1300 KST	0.7193	0.7090	0.2555	0.4502

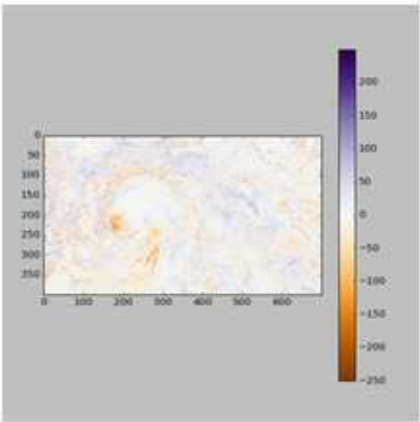
도면4



도면5

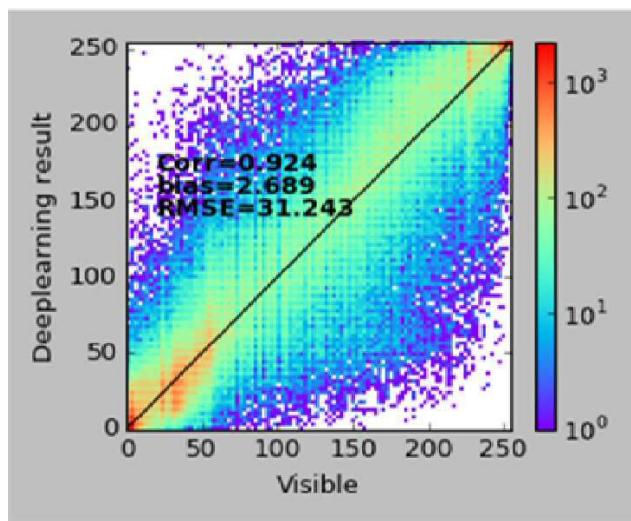


(a)



(b)

도면6



도면7

