



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0070926
(43) 공개일자 2025년05월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 3/40 (2024.01)

(52) CPC특허분류
G06T 3/4046 (2024.01)
G06T 3/4053 (2024.01)

(21) 출원번호 10-2023-0157357

(22) 출원일자 2023년11월14일
심사청구일자 2023년11월14일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

(72) 발명자
신태훈

서울특별시 용산구 새창로 70, 111동 903호 (도원동, 도원동삼성래미안)

한지원
경기도 성남시 분당구 정자로 112, 506동 203호 (정자동, 정든마을)

(74) 대리인
특허법인(유한)아이시스

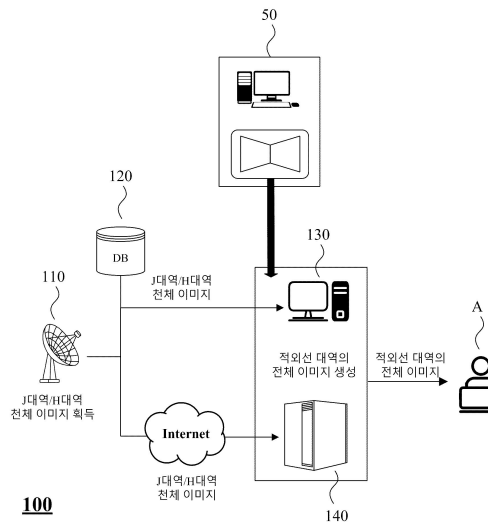
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 생성모델을 이용한 적외선 대역 천체 이미지 생성 방법 및 영상처리장치

(57) 요약

생성모델을 이용한 적외선 대역 천체 이미지 생성 방법은 영상처리장치가 관심 영역에 대한 적외선 대역보다 짧은 파장인 특정 대역의 천체 이미지를 입력받는 단계 및 상기 영상처리장치가 상기 천체 이미지를 학습된 생성모델에 입력하여 상기 관심 영역에 대한 적외선 대역의 천체 이미지를 생성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 2207/10048 (2013.01)

G06T 2207/20081 (2013.01)

G06T 2207/20084 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711179344
과제번호	00155966
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	인공지능융합혁신인재양성
연구과제명	인공지능융합혁신인재양성(이화여자대학교)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	이화여자대학교산학협력단
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

영상처리장치가 관심 영역에 대한 적외선 대역보다 짧은 파장인 특정 대역의 천체 이미지를 입력받는 단계; 및
상기 영상처리장치가 상기 천체 이미지를 학습된 생성모델에 입력하여 상기 관심 영역에 대한 적외선 대역의 천체 이미지를 생성하는 단계를 포함하되,
상기 생성모델은 적대적 생성모델인 생성모델을 이용한 적외선 대역 천체 이미지 생성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 생성모델은 학습과정에서 상기 특정 대역의 입력 이미지를 입력받아 생성기가 적외선 대역의 출력 이미지를 산출할 때 상기 입력 이미지와 상기 출력 이미지의 차이가 최소가 되도록 학습되는 생성모델을 이용한 적외선 대역 천체 이미지 생성 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 생성모델은 학습과정에서
제1 생성기가 상기 특정 대역의 입력 이미지를 입력받아 적외선 대역의 제1 출력 이미지를 생성하고, 제1 판별기가 상기 생성된 제1 출력 이미지 및 상기 입력 이미지에 대응하는 실제 적외선 대역의 이미지를 각각 입력받아 출력하는 값을 기준으로 제1 손실을 결정하고,
제2 생성기가 상기 제1 생성기가 생성한 적외선 대역의 제1 출력 이미지를 입력받아 상기 특정 대역의 제2 출력 이미지를 생성하고, 제2 판별기가 상기 생성된 제2 출력 이미지 및 상기 상기 특정 대역의 입력 이미지를 각각 입력받아 출력하는 값을 기준으로 제2 손실을 결정하고,
상기 생성모델은 상기 제1 손실과 상기 제2 손실의 합이 최소가 되도록 학습되는 생성모델을 이용한 적외선 대역 천체 이미지 생성 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 생성모델은 학습과정에서
상기 특정 대역의 입력 이미지를 입력받아 제1 생성기가 적외선 대역의 출력 이미지를 산출할 때 상기 입력 이미지와 상기 출력 이미지의 차이를 기준으로 L1 손실을 결정하고,
상기 제1 생성기가 상기 특정 대역의 입력 이미지를 입력받아 적외선 대역의 제1 출력 이미지를 생성하고, 제1 판별기가 상기 생성된 제1 출력 이미지 및 상기 입력 이미지에 대응하는 실제 적외선 대역의 이미지를 각각 입력받아 출력하는 값을 기준으로 제1 손실을 결정하고,
제2 생성기가 상기 제1 생성기가 생성한 적외선 대역의 제1 출력 이미지를 입력받아 상기 특정 대역의 제2 출력 이미지를 생성하고, 제2 판별기가 상기 생성된 제2 출력 이미지 및 상기 상기 특정 대역의 입력 이미지를 각각 입력받아 출력하는 값을 기준으로 제2 손실을 결정하고,
상기 생성모델은 상기 L1 손실, 상기 제1 손실 및 상기 제2 손실의 합이 최소가 되도록 학습되는 생성모델을 이용한 적외선 대역 천체 이미지 생성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 특정 대역은 J 대역 또는 H 대역이고, 상기 적외선 대역은 L 대역인 생성모델을 이용한 적외선 대역 천체 이미지 생성 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 관심 영역은 짧은 항성체 후보가 위치하는 천체 영역을 포함하는 적외선 대역 천체 이미지 생성하는 영상처리장치.

청구항 7

관심 영역에 대한 적외선 대역보다 짧은 파장인 특정 대역의 천체 이미지를 입력받는 인터페이스 장치;

적외선 대역보다 짧은 파장의 대역에 대한 천체 이미지를 적외선 대역의 천체 이미지로 변환하는 생성모델을 저장하는 저장장치; 및

상기 입력된 특정 대역의 천체 이미지를 상기 생성모델에 입력하여 상기 관심 영역에 대한 적외선 대역의 천체 이미지를 생성하는 연산장치를 포함하는 적외선 대역 천체 이미지 생성하는 영상처리장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 생성모델은 학습과정에서

상기 특정 대역의 입력 이미지를 입력받아 제1 생성기가 적외선 대역의 출력 이미지를 산출할 때 상기 입력 이미지와 상기 출력 이미지의 차이를 기준으로 결정되는 L1 손실, 상기 제1 생성기가 상기 특정 대역의 입력 이미지를 입력받아 적외선 대역의 제1 출력 이미지를 생성하고, 제1 판별기가 상기 생성된 제1 출력 이미지 및 상기 입력 이미지에 대응하는 실제 적외선 대역의 이미지를 각각 입력받아 출력하는 값을 기준으로 결정되는 제1 손실 및 제2 생성기가 상기 제1 생성기가 생성한 적외선 대역의 제1 출력 이미지를 입력받아 상기 특정 대역의 제2 출력 이미지를 생성하고, 제2 판별기가 상기 생성된 제2 출력 이미지 및 상기 상기 특정 대역의 입력 이미지를 각각 입력받아 출력하는 값을 기준으로 결정되는 제2 손실의 합이 최소가 되도록 학습되는 적외선 대역 천체 이미지 생성하는 영상처리장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 특정 대역은 J 대역 또는 H 대역이고, 상기 적외선 대역은 L 대역인 적외선 대역 천체 이미지 생성하는 영상처리장치.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 관심 영역은 짧은 항성체 후보가 위치하는 천체 영역을 포함하는 적외선 대역 천체 이미지 생성하는 영상처리장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하 설명하는 기술은 생성 모델을 이용하여 적외선 대역의 고해상도 천체 이미지를 생성하는 기법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 짧은 항성체(Young Stellar Object, YSO)의 탐지는 별의 생성 환경 추적 및 메탄을 생성 매커니즘을 밝히는 데

핵심적인 역할을 한다. 특히 나선은하 중심부의 중앙분자구름대(Central Molecular Zone, CMZ)에서는 고온, 고압의 극단적인 환경적 조건에도 불구하고 여러 별의 생성 증거들이 확인되고 있다. 이 증거는 은하 원반의 별 생성 법칙과 달라 메탄올 생성 기작과 은하 중심부 환경 조성에 관한 추가적인 연구가 필요하다. 젊은 항성체 탐지는 이러한 연구 및 분석의 시작이 될 수 있다.

- [0003] 젊은 항성체 탐지 방법은 크게 측광(photometry) 기반과 분광(spectroscopy) 기반의 방법이 있다. 높은 정확도의 젊은 항성체 탐지 및 분석을 위해서 젊은 항성체가 발산하는 대부분의 에너지 영역인 L 대역($2.8\text{--}4.2\mu\text{m}$)의 고해상도 측광 자료가 요구된다. 그러나 해당 파장 대역의 은하 중심부 영상 자료는 Spitzer/IRAC과 같은 저해상도 조사에 한정되어 이를 분석에 이용하는데 어려움이 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0004] (비특허문헌 0001) Renato Sortino et al., RADIFF: CONTROLLABLE DIFFUSION MODELS FOR RADIO ASTRONOMICAL MAPS GENERATION, arXiv:2307.02392v1, 5 Jul 2023

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 이하 설명하는 기술은 생성 모델을 이용하여 젊은 항성체 탐지를 위한 적외선 대역의 고해상도 천체 이미지를 생성하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0006] 생성모델을 이용한 적외선 대역 천체 이미지 생성 방법은 영상처리장치가 관심 영역에 대한 적외선 대역보다 짧은 파장인 특정 대역의 천체 이미지를 입력받는 단계 및 상기 영상처리장치가 상기 천체 이미지를 학습된 생성 모델에 입력하여 상기 관심 영역에 대한 적외선 대역의 천체 이미지를 생성하는 단계를 포함한다.+관심 영역에 대한 적외선 대역보다 짧은 파장인 특정 대역의 천체 이미지를 입력받는 인터페이스 장치;
- [0007] 적외선 대역 천체 이미지 생성하는 영상처리장치는 적외선 대역보다 짧은 파장의 대역에 대한 천체 이미지를 적외선 대역의 천체 이미지로 변환하는 생성모델을 저장하는 저장장치 및 상기 입력된 특정 대역의 천체 이미지를 상기 생성모델에 입력하여 상기 관심 영역에 대한 적외선 대역의 천체 이미지를 생성하는 연산장치를 포함한다.

발명의 효과

- [0008] 이하 설명하는 기술은 획득이 용이한 대역의 천체 이미지를 기준으로 젊은 항성체 탐지를 위한 적외선 대역의 고해상도 천체 이미지 제공한다. 이하 설명하는 기술은 젊은 항성체 탐지 관련 연구에 있어 측광 기반이나 분광 기반 관측에 모두 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 적외선 대역의 고해상도 천체 이미지를 생성하는 시스템에 대한 예이다.
- 도 2는 적외선 대역의 고해상도 천체 이미지를 생성하는 생성모델의 구축 과정의 예이다.
- 도 3은 적외선 대역의 고해상도 천체 이미지를 생성하는 영상처리장치의 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하 설명하는 기술은 다양한 변형을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 이하 설명하는 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이하 설명하는 기술의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0011] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 상기 용어

들에 의해 한정되지는 않으며, 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 이하 설명하는 기술의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0012] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 설명된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0013] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 이하에서 설명할 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다.

[0014] 또, 방법 또는 동작 방법을 수행함에 있어서, 상기 방법을 이루는 각 과정들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 과정들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.

[0016] 우리 은하와 같은 거대 나선 은하는 크게 중앙팽대부(bulge)와 원반(disk), 헤일로(halo)로 구성된다. 은하 중심부에 해당하는 중앙팽대부의 경우, 원반에 비해 별들의 나이가 많고 성간물질이 적어 은하 중심부에서는 새로운 별 생성이 거의 없는 것으로 알려져 있다. 그러나 우리 은하 가장 안쪽의 약 300-500 pc(parsec)에 이르는 지역은 많은 양의 분자 구름과 가스가 분포하며, 그 안에서는 비교적 활발하게 별이 생성되고 있다. 이 지역을 가리켜 중앙분자구름대라고 한다. 중앙분자구름대는 Sgr B, Sgr C 등 분자 구름이 밀집된 일부 지역을 중심으로 별 생성 활동이 활발히 이루어지긴 하나, 은하 원반과 비교할 때 포함된 분자 구름의 질량이나 밀집된 정도에 비해 별의 생성률은 떨어진다. 종래 중앙분자구름대에 대한 관측과 연구가 주로 전파 영역으로 제한되어 수행되었다. 이는 태양으로부터 우리 은하 중심부까지 시선방향에 놓인 여러 광원과 많은 먼지 구름으로 인해 소광이 크게 발생하기 때문이다.

[0017] 한편, 은하 중심부의 별 생성 환경을 연구하고자 젊은 항성체 후보군을 선정하여 중적외선 대역의 관측을 수행한 연구도 있다. 젊은 항성체는 두꺼운 주위 외피층에 둘러싸인 원시성(protostar) 단계부터 주변의 가스구름이 소산된 전주계열성(pre-main-sequence star) 단계까지 분자구름이 중력 수축하여 주계열성에 이르는 과정 내의 천체들을 의미한다. 젊은 항성체는 이 주위 외피층에 해당하는 두꺼운 먼지 구름에 둘러싸여 있기 때문에 적외선 대역에서 많은 에너지를 방출하며, 이 대역은 젊은 항성체만의 분광학적 특성이 잘 드러나는 흡수대를 포함한다는 장점이 있다. 특히 젊은 항성체는 기존 연구 대상인 전파 광원과 비교하여 가장 직접적인 별 생성의 증거가 될 수 있으며, 탄생 장소에서 멀리 벗어난 무거운 별과 달리 주변 구름과의 연관성이나 별의 생성 환경 및 생성 방식에 대한 정보를 얻을 수 있다. 최근 연구는 메탄올 얼음 흡수대를 기준으로 젊은 항성체 관측을 수행하였다. 젊은 항성체 탐지 및 분석을 위해서 젊은 항성체가 발산하는 대부분의 에너지 영역인 L 대역(2.8-4.2 μ m) 영역의 고해상도 측광 자료가 필요하다. 그러나 해당 L 대역의 자료는 주로 저해상도 자료만이 획득가능하다.

[0018] 이하 설명하는 기술은 짧은 파장 대역(J 대역 및/또는 H 대역)의 천체 이미지를 장파장 대역(L 대역)의 천체 이미지로 변환하는 기법이다. 이하 설명하는 기술은 생성 모델을 이용하여 목표하는 L 대역의 고해상도 천체 이미지를 생성할 수 있다.

[0019] 이하 천체 이미지 또는 이미지는 젊은 항성체 후보가 위치하는 천체 영역에 대한 영역을 포함하는 천체 이미지를 의미한다.

[0020] 이하 영상처리장치가 생성모델을 이용하여 적외선 영역의 고해상도 천체 이미지를 생성한다고 설명한다. 영상처리장치는 영상 처리 및 생성 모델 구동이 가능한 컴퓨팅 장치를 말한다. 예컨대, 영상처리장치는 PC, 네트워크 상의 서버, 스마트 기기, 전용 프로그램이 임베딩된 칩셋 등으로 구현될 수 있다.

[0021] 생성모델은 다양한 유형의 모델이 연구되고 있다. 예컨대, 생성모델은 오토인코더, GAN(Generative Adversarial

Networks), 확산 모델(diffusion model) 등이 있다. 다만, 이하 설명의 편의를 위하여 GAN을 중심으로 설명한다.

- [0022] GAN은 두 개의 신경망인 생성자(generator)와 판별자(discriminator)가 경쟁적으로 학습을 하며 목표하는 이미지를 생성해내는 모델이다. 이미지 전환(Image Translation) 분야에서는 pix2pix와 CycleGAN 등이 대표적인 GAN 기반 모델이다.
- [0023] pix2pix는 쌍으로 이루어진 학습 데이터 세트에 대해 입력 데이터에서 출력 데이터로의 대응(mapping)을 학습한다. 해당 모델의 경우 손실 함수에 GAN 손실뿐만 아니라, L1 손실을 추가로 적용하여 모델로부터 출력된 데이터와 정답 데이터 간의 차이를 최소화하는 방향으로 학습을 진행한다.
- [0024] 한편, 현실 세계에서 정확히 대응되는 이미지 쌍을 획득하는 것은 쉽지 않다. CycleGAN은 순환 일관성 손실(cyclic consistency loss)이라는 손실함수를 도입하여 쌍으로 이루어지지 않은 데이터에 대해 도메인 간 전환을 통해 모델이 학습된다. CycleGAN은 다른 도메인을 거쳐 원본 도메인으로 생성된 재구성된 이미지와 원본 이미지 간의 L1 손실을 적용하여 학습 데이터 쌍의 부재를 극복한다. 다만, CycleGAN은 학습 데이터와 다른 모양이나 유형의 입력 자료에 대해선 엉뚱한 결과를 제시하는 등 데이터에 크게 의존적인 성능을 보인다.
- [0026] 도 1은 적외선 대역의 고해상도 천체 이미지를 생성하는 시스템(100)에 대한 예이다. 도 1에서 영상처리장치는 컴퓨터 단말(130) 및 서버(140)인 예를 도시하였다.
- [0027] 천체 관측 장비(110)는 젊은 항성체 탐지를 위한 관심 영역에 대한 천체 이미지를 획득한다. 천체 관측 장비(110)는 천체 망원경 등을 포함한 장비일 수 있다. 천체 관측 장비(110)는 비교적 짧은 파장 대역(J 대역 또는 H 대역)의 이미지를 생성한다. 천체 관측 장비(110)가 획득한 J 대역 또는 H 대역의 천체 이미지는 별도의 데이터베이스(DB:database, 120)에 저장될 수 있다.
- [0028] 학습장치(50)는 학습데이터를 이용하여 적외선 대역의 천체 이미지를 생성하는 생성모델을 구축한다. 컴퓨터 단말(130) 및 서버(140)는 학습된 생성모델을 입력 내지 전송받는다.
- [0029] 컴퓨터 단말(130)은 유선 또는 무선 네트워크를 통해 천체 관측 장비(110) 또는 DB(120)로부터 J 대역 또는 H 대역의 천체 이미지를 입력받을 수 있다. 경우에 따라 컴퓨터 단말(130)은 천체 관측 장비(110)와 물리적으로 연결된 장치일 수도 있다. 컴퓨터 단말(130)은 학습된 생성모델을 이용하여 J 대역 또는 H 대역의 천체 이미지로부터 L 대역 천체 이미지를 생성할 수 있다. 사용자 A는 컴퓨터 단말(130)에서 L 대역 천체 이미지를 확인할 수 있다. 경우에 따라서 컴퓨터 단말(130)은 L 대역 천체 이미지를 분석하여 젊은 항성체를 탐지할 수 있다.
- [0031] 서버(140)는 천체 관측 장비(110) 또는 DB(120)로부터 J 대역 또는 H 대역의 천체 이미지를 수신할 수 있다. 서버(140)는 학습된 생성모델을 이용하여 J 대역 또는 H 대역의 천체 이미지로부터 L 대역 천체 이미지를 생성할 수 있다. 서버(140)는 L 대역 천체 이미지를 사용자 A의 단말에 전송할 수 있다. 경우에 따라서 서버(140)는 L 대역 천체 이미지를 분석하여 젊은 항성체를 탐지할 수 있다.
- [0032] 사용자 A는 사용자 단말을 통해 L 대역 천체 이미지를 확인할 수 있다. 또는, 경우에 따라서 사용자 단말은 L 대역 천체 이미지를 분석하여 젊은 항성체를 탐지할 수 있다.
- [0034] L 대역 천체 이미지를 생성하는 생성모델의 학습 과정에 대하여 설명한다. 도 2는 적외선 대역의 고해상도 천체 이미지를 생성하는 생성모델의 구축 과정의 예이다.
- [0035] 학습 데이터는 개발자가 획득한 영상 또는 공개 DB에 있는 영상을 이용할 수 있다. 예컨대, 학습 데이터는 Spitzer/IRAC에 비해 높은 해상도를 자랑하는 UKIDSS 서베이 데이터 아카이브에서 은하 중심부의 젊은 항성체 후보군 이미지를 다운로드하여 이용할 수 있다. 이때 학습 데이터는 동일 영역에 대하여 적외선 대역보다 상대적으로 파장이 짧은 대역(J 대역 및/또는 H 대역)의 이미지와 적외선 대역(L 대역)의 이미지 쌍들로 구성될 수 있다. 다만, 전술한 바와 같이 pix2pix는 충분한 학습을 위하여 대량의 입력 이미지(J 대역 및/또는 H 대역의 이미지)와 정답 이미지(L 대역의 이미지) 쌍들이 필요하다. 도 2의 학습 과정은 대량의 입력 이미지와 정답 이미지 쌍들이 없어도 품질이 높은 L 대역의 이미지 생성이 가능한 학습 기법이다. 도 2의 학습 과정은 pix2pix와 CycleGAN의 학습 과정의 장점을 조합하는 방식에 해당한다.

- [0036] 도 2는 GAN 기반의 생성 모델의 학습 과정의 예이다. 생성기(generator) 및 판별기(discriminator)는 다양한 구조로 구현될 수 있다. 예컨대, 생성기(G)는 U-net 기반의 네트워크일 수 있다. 판별기(D)는 patchGAN일 수 있다.
- [0037] 도 2는 설명의 편의를 위하여 도 2(A)와 도 2(B)로 구분하였다. 도 2에서 구축하고자 하는 생성기는 생성기 1(G1)로 학습 과정에서 L1 손실 및 순환 일관성 손실을 모두 적용하여 손실이 최소가 되도록 학습된다.
- [0038] 학습 DB는 학습 데이터를 저장한다. 학습 DB는 입력 이미지(J 대역 및/또는 H 대역의 이미지)와 정답 이미지(L 대역의 이미지) 쌍들을 저장한다. 입력 이미지는 적외선 대역보다 파장이 짧은 대역의 이미지이다. 입력 이미지는 J 대역 또는 H 대역의 이미지인 예로 설명한다. 경우에 따라서 입력 이미지는 적외선 대역보다 파장이 짧은 대역의 이미지로 다른 대역의 이미지일 수도 있다.
- [0039] 도 2의 학습 과정은 학습 데이터에 포함된 다수의 이미지 쌍을 이용하여 반복적으로 수행될 수 있다.
- [0040] 이하 설명에서 x 는 생성기에 입력되는 J 대역 또는 H 대역의 이미지, y 는 x 에 대응되는 실제 L 대역의 이미지, $G(x)$ 는 생성된 L 대역의 이미지, $G(G(x))$ 는 생성된 L 대역의 이미지를 기준으로 생성된 J 대역 또는 H 대역의 이미지, $D(y)$ 는 판별기에 y 를 입력할 때 출력되는 값 및 $D(G(x))$ 는 판별기에 $G(x)$ 를 입력할 때 출력되는 값을 의미한다.
- [0041] 도 2(A)는 제1 학습 과정의 예이다.
- [0042] 생성기 1(G1)은 J 대역 또는 H 대역의 이미지 x 를 입력받아 L 대역의 이미지 $G1(x)$ 를 생성한다. 판별기 1(D1)은 생성기 1(G1)이 출력한 생성된 L 대역의 이미지 $G1(x)$ 와 정답값인 실제 L 대역의 이미지 y 를 비교하여 생성된 L 대역의 이미지가 실제 이미지(real)인지 또는 가짜 이미지(fake)인지를 판별한다.
- [0043] 기본적으로 생성기 1(G1)은 GAN 손실(L_{GAN})을 기준으로 학습된다. L_{GAN} 은 $\log D1(y) + \log (1 - D1(G1(x)))$ 로 정의된다. 또한, 생성기 1(G1)은 L1 손실(L_{L1})을 기준으로 학습된다. L_{L1} 은 $y - G1(x)$ 로 정의된다.
- [0044] 생성기 1(G1)은 $L_{GAN} + L_{L1}$ 이 최소가 되도록 학습될 수 있다.
- [0046] 도 2(B)는 제2 학습 과정의 예이다.
- [0047] 생성기 1(G1)은 J 대역 또는 H 대역의 이미지 x 를 입력받아 L 대역의 이미지 $G1(x)$ 를 생성한다. 판별기 1(D1)은 생성기 1(G1)이 출력한 생성된 L 대역의 이미지 $G1(x)$ 와 정답값인 실제 L 대역의 이미지 y 를 비교하여 생성된 L 대역의 이미지가 실제 이미지인지 또는 가짜 이미지인지를 판별한다.
- [0048] 생성기 2(G2)는 생성된 L 대역 이미지 $G1(x)$ 를 입력받아 이에 대응하는 J 대역 또는 H 대역의 이미지 $G2(G1(x))$ 를 생성한다. 판별기 2(D2)는 생성기 2(G2)가 출력한 생성된 J 대역 또는 H 대역의 이미지 $G2(G1(x))$ 와 정답값인 실제 J 대역 또는 H 대역의 이미지 x 를 비교하여 생성된 J 대역 또는 H 대역의 이미지가 실제 이미지인지 또는 가짜 이미지인지를 판별한다.
- [0049] 생성기 1(G1)은 GAN 손실 1(L_{GAN1}) 및 GAN 손실2(L_{GAN2})를 기준으로 학습된다. L_{GAN1} 은 $\log D1(y) + \log (1 - D1(G1(x)))$ 로 정의된다. L_{GAN2} 는 $\log D2(x) + \log (1 - D2(G2(G1(x))))$ 로 정의된다.
- [0050] 생성기 1(G1)은 순환 일관성 손실 ($L_{GAN1} + L_{GAN2}$)이 최소가 되도록 학습될 수 있다.
- [0051] 최종적으로 생성기 1(G1)은 " $L_{GAN1} + L_{GAN2} + L_{L1}$ "이 최소가 되도록 학습될 수 있다. 즉, 생성기 1(G1)은 L1 손실과 순환 일관성 손실을 함께 적용하여 학습이 될 수 있다. 이 과정을 통해 학습되는 경우, 생성기 1(G1)은 pix2pix와 달리 대량의 입력 이미지(J 대역 및/또는 H 대역의 이미지)와 정답 이미지(L 대역의 이미지) 쌍들이 없어도 품질이 높은 고해상도 L 대역의 이미지를 생성할 수 있다.
- [0053] 도 3은 적외선 대역의 고해상도 천체 이미지를 생성하는 영상처리장치(200)의 예이다.
- [0054] 영상처리장치(200)는 J 대역 및/또는 H 대역의 천체 이미지를 기준으로 L 대역의 천체 이미지를 생성한다. 영상처리장치(200)는 전술한 생성모델을 이용하여 L 대역의 천체 이미지를 생성한다.

- [0055] 영상처리장치(200)는 물리적으로 다양한 형태로 구현될 수 있다. 예컨대, 영상처리장치(200)는 PC와 같은 컴퓨터 장치, 네트워크의 서버, 데이터 처리 전용 칩셋 등의 형태를 가질 수 있다.
- [0056] 영상처리장치(200)는 저장장치(210), 메모리(220), 연산장치(230), 인터페이스 장치(240), 통신장치(250) 및 출력장치(260)를 포함할 수 있다.
- [0057] 저장장치(210)는 천체 관측 장비에서 획득한 J 대역 또는 H 대역의 천체 이미지를 저장할 수 있다. 천체 이미지는 짧은 항성체 후보가 위치하는 관심 영역을 포함할 수 있다. 이때 천체 이미지는 저해상도 이미지 또는 고해상도 이미지일 수 있다. 입력 이미지가 저해상도 이미지인 경우 생성모델의 학습 단계에서도 저해상도 입력 이미지를 고해상도 출력 이미지로 변환하도록 학습되어야 한다.
- [0058] 저장장치(210)는 J 대역 또는 H 대역의 천체 이미지를 기준으로 L 대역의 천체 이미지를 생성하는 과정을 제어하는 코드 내지 프로그램을 저장할 수 있다.
- [0059] 저장장치(210)는 생성한 L 대역의 천체 이미지를 저장할 수 있다.
- [0060] 메모리(220)는 영상처리장치(200)가 L 대역의 천체 이미지를 생성하는 과정에서 생성되는 데이터 및 정보 등을 저장할 수 있다.
- [0061] 인터페이스 장치(240)는 외부로부터 일정한 명령 및 데이터를 입력받는 장치이다.
- [0062] 인터페이스 장치(240)는 물리적으로 연결된 입력 장치 또는 외부 저장장치로부터 J 대역 또는 H 대역의 천체 이미지를 입력받을 수 있다.
- [0063] 인터페이스 장치(240)는 생성한 L 대역의 천체 이미지를 외부 객체에 전달할 수도 있다.
- [0064] 통신장치(250)는 유선 또는 무선 네트워크를 통해 일정한 정보를 수신하고 전송하는 구성을 의미한다.
- [0065] 통신장치(250)는 외부 객체로부터 J 대역 또는 H 대역의 천체 이미지를 수신할 수 있다.
- [0066] 통신장치(250)는 생성한 L 대역의 천체 이미지를 사용자 단말과 같은 외부 객체에 송신할 수도 있다.
- [0067] 인터페이스 장치(240)는 통신장치(250)로부터 수신하는 데이터를 영상처리장치(200) 내부로 전달받는 장치일 수도 있다.
- [0068] 출력장치(260)는 일정한 정보를 출력하는 장치이다. 출력장치(260)는 데이터 처리 과정에 필요한 인터페이스, J 대역 또는 H 대역의 천체 이미지, 생성한 L 대역의 천체 이미지를 등을 출력할 수 있다.
- [0069] 연산 장치(230)는 입력 이미지인 J 대역 또는 H 대역의 천체 이미지를 일정하게 전처리할 수 있다. 전처리는 이미지 크기 스케일링, 잡음 제거 등을 포함할 수 있다.
- [0070] 연산 장치(230)는 입력 이미지인 J 대역 또는 H 대역의 천체 이미지를 학습된 생성모델(생성기)에 입력한다. 생성모델은 도 2에서 설명한 과정을 통해 구축된 모델을 말한다. 생성모델은 입력된 천체 이미지를 기준으로 L 대역 천체 이미지를 출력한다.
- [0071] 연산 장치(230)는 생성모델이 산출한 L 대역 천체 이미지에서 짧은 항성체를 검출할 수도 있다.
- [0072] 연산 장치(230)는 데이터를 처리하고, 일정한 연산을 처리하는 프로세서, AP, 프로그램이 임베디드된 칩과 같은 장치일 수 있다.
- [0073] 또한, 상술한 바와 같은 천체 이미지 처리 방법 내지 적외선 천체 이미지 생성 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 실행가능한 알고리즘을 포함하는 프로그램(또는 어플리케이션)으로 구현될 수 있다. 상기 프로그램은 일시적 또는 비일시적 판독 가능 매체(non-transitory computer readable medium)에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0074] 비일시적 판독 가능 매체란 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상술한 다양한 어플리케이션 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM(read-only memory), PROM(programmable read only memory), EPROM(Erasable PROM, EPROM) 또는 EEPROM(Electrically EPROM) 또는 플래시 메모리 등과 같은 비일시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0075] 일시적 판독 가능 매체는 스태틱 램(Static RAM, SRAM), 다이내믹 램(Dynamic RAM, DRAM), 싱크로너스 디램

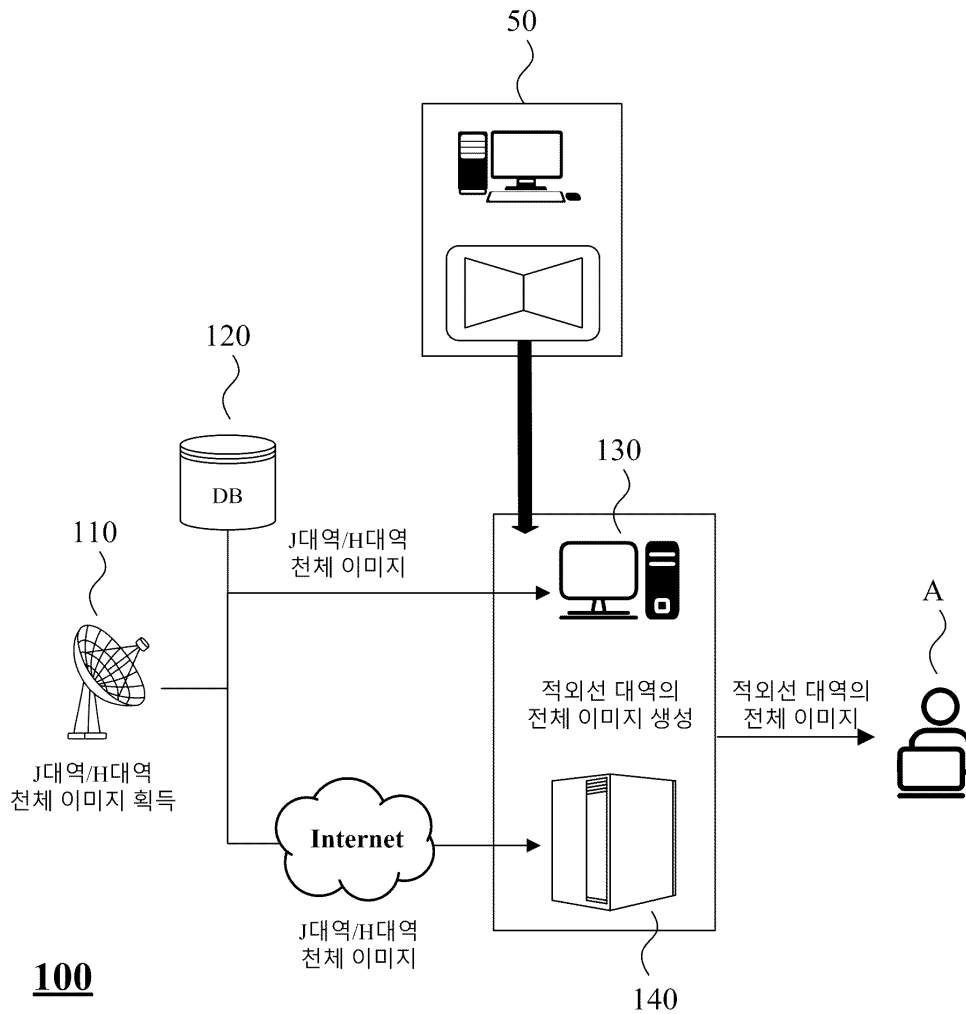
(Synchronous DRAM, SDRAM), 2배속 SDRAM(Double Data Rate SDRAM, DDR SDRAM), 증강형 SDRAM(Enhanced SDRAM, ESDRAM), 동기화 DRAM(SyncLink DRAM, SLDRAM) 및 직접 램버스 램(Direct Rambus RAM, DRRAM) 과 같은 다양한 RAM을 의미한다.

[0076]

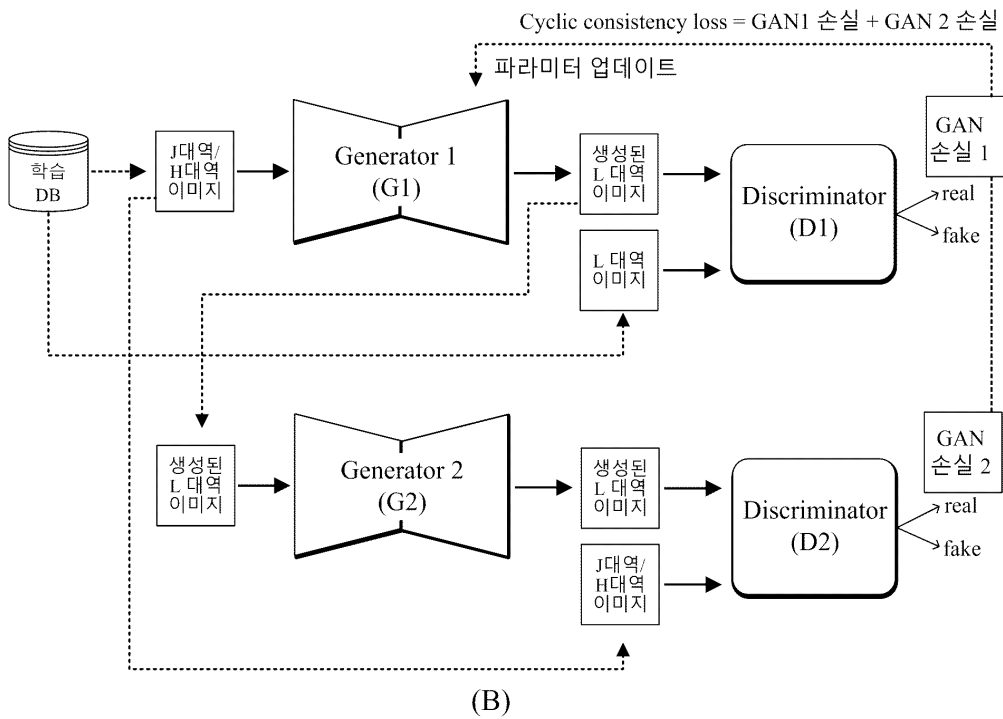
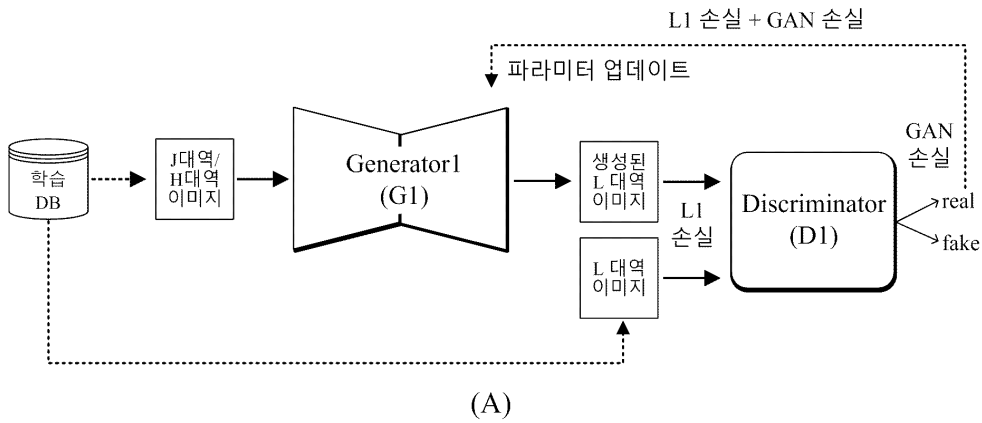
본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 전술한 기술에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 전술한 기술의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시례는 모두 전술한 기술의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

