



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0094540
(43) 공개일자 2025년06월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G16H 30/40 (2018.01) A61B 5/055 (2006.01)
A61B 6/03 (2025.01) A61B 6/50 (2024.01)
G06N 3/0475 (2023.01) G06N 3/094 (2023.01)
G06T 11/00 (2006.01) G06T 5/50 (2024.01)
G06T 7/10 (2021.01) G16H 30/20 (2018.01)
G16H 50/70 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G16H 30/40 (2018.01)
A61B 5/055 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2024-0166105
(22) 출원일자 2024년11월20일
심사청구일자 2024년11월20일
(30) 우선권주장
1020230183440 2023년12월15일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
유성혜
서울특별시 성북구 고려대로17가길 64, 102동 303호 (안암동1가, 래미안 안암)
조용원
서울특별시 강동구 고덕로 360, 332동 1504호 (상일동, 고덕아르데온)
김병준
서울특별시 마포구 동교로27길 7, 2동 303호 (동교동, 광남벨라스아파트)
(74) 대리인
특허법인 무한

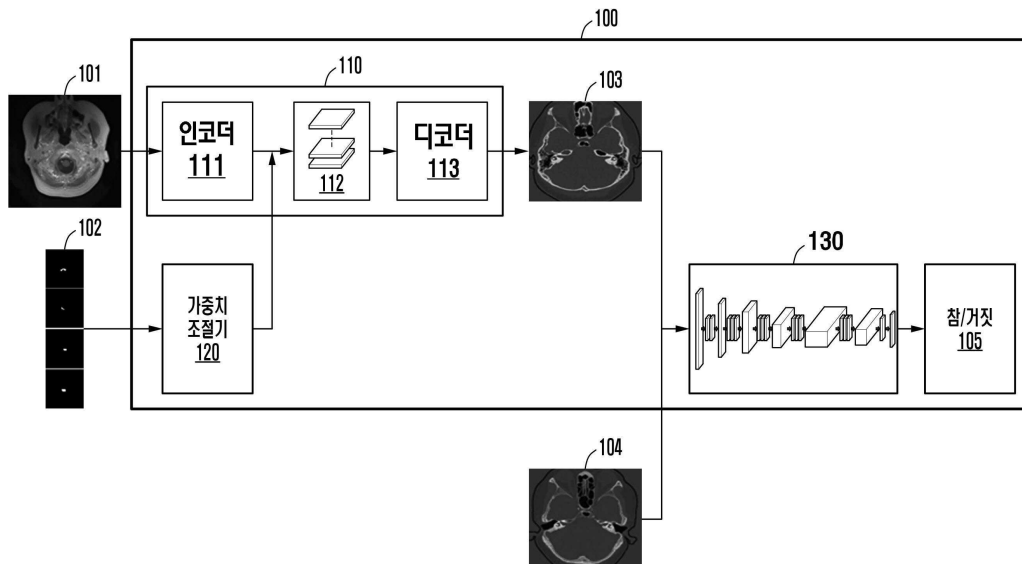
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 합성 CT 영상 생성을 위한 생성적 적대 신경망 모델을 학습시키는 학습 방법 및 장치, 합성 CT 영상 생성 방법 및 장치

(57) 요약

합성 CT 영상 생성을 위한 생성적 적대 신경망 모델을 학습시키는 학습 방법 및 장치, 합성 CT 영상 생성 방법 및 장치가 개시된다. 학습 장치는 메모리 및 메모리에 저장된 명령어들을 수행하는 프로세서를 포함하고, 명령어들이 프로세서에 의해 수행될 때, 프로세서는, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 학습 MR 영상 및 CT 장치에 촬영되고 학습 MR 영상에 대응하는 학습 CT 영상을 수신하고, 학습 MR 영상을 입력으로 하는 GAN 모델의 생성기를 이용하여 신체 부위에 대한 가짜 CT 영상을 생성하고, GAN 모델의 판별기를 이용하여 가짜 CT 영상과 학습 CT 영상 간의 차이에 기초한 손실을 결정하고, 손실에 기초하여 GAN 모델의 파라미터를 업데이트할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 6/032 (2013.01)
A61B 6/505 (2024.01)
G06N 3/0475 (2023.01)
G06N 3/094 (2023.01)
G06T 11/003 (2013.01)
G06T 5/50 (2024.01)
G06T 7/10 (2021.01)
G16H 30/20 (2018.01)
G16H 50/70 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711194416
과제번호	00209819
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	뇌인지기능저하 조기 진단을 위한 비조영 5-케이트웨이 글림프영상 개발 연구
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

학습 장치에 있어서,

메모리; 및

상기 메모리에 저장된 명령어들을 수행하는 프로세서를 포함하고,

상기 명령어들이 상기 프로세서에 의해 수행될 때, 상기 프로세서는,

MRI(magnetic resonance image; MRI) 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 학습 MR(magnetic resonance; MR) 영상 및 CT(computer tomography; CT) 장치에 촬영되고 상기 학습 MR 영상에 대응하는 학습 CT 영상을 수신하고,

상기 학습 MR 영상을 입력으로 하는 GAN(generative adversarial network) 모델의 생성기(generator)를 이용하여 상기 신체 부위에 대한 가짜 CT 영상을 생성하고,

상기 GAN 모델의 판별기(discriminator)를 이용하여 상기 가짜 CT 영상과 상기 학습 CT 영상 간의 차이에 기초한 손실을 결정하고,

상기 손실에 기초하여 상기 GAN 모델의 파라미터를 업데이트하는,

학습 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 명령어들이 상기 프로세서에 의해 수행될 때, 상기 프로세서는,

상기 생성기의 인코더를 이용하여 상기 학습 MR 영상에 대한 특징 맵들을 생성하고,

상기 신체 부위에서 추출된 하나 이상의 랜드마크 영역에 기초하여 상기 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하고,

상기 결정된 가중치를 상기 특징 맵들 각각에 적용하고,

상기 가중치가 적용된 특징 맵들을 입력으로 하는 상기 생성기의 디코더를 이용하여 상기 가짜 CT 영상을 생성하는,

학습 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 명령어들이 상기 프로세서에 의해 수행될 때, 상기 프로세서는,

상기 학습 MR 영상에서 상기 랜드마크 영역 이외의 영역을 마스킹한 마스킹된 학습 MR 영상을 이용하여 상기 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하는,

학습 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 명령어들이 상기 프로세서에 의해 수행될 때, 상기 프로세서는,
상기 학습 MR 영상에 전처리를 수행하고,
상기 전처리는,
상기 학습 MR 영상에 대한 노이즈 추가 및 상기 학습 MR 영상에 대한 블러(blur) 추가 중 적어도 하나를 포함하는,
학습 장치.

청구항 5

제2항에 있어서,
상기 명령어들이 상기 프로세서에 의해 수행될 때, 상기 프로세서는,
상기 학습 MR 영상을 분할하고,
상기 분할된 학습 MR 영상에 포함된 랜드마크 영역에 기초하여 상기 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하는,
학습 장치.

청구항 6

제2항에 있어서,
상기 랜드마크 영역은,
상기 MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위 중 뼈 구조물이 포함된 영역인,
학습 장치.

청구항 7

제2항에 있어서,
상기 랜드마크 영역은,
상기 MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위들 중 안면 신경(facial nerve), 달팽이관(cochlea), 유양동(mastoid antrum), 유양동 입구(aditus ad antrum) 및 고실상부(epitympanum) 중 적어도 하나를 포함하는,
학습 장치.

청구항 8

합성(synthetic) CT(computer tomography) 영상 생성 장치에 있어서,
메모리; 및
상기 메모리에 저장된 명령어들을 수행하는 프로세서를 포함하고,
상기 명령어들이 상기 프로세서에 의해 수행될 때, 상기 프로세서는,
MRI(magnetic resonance image; MRI) 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 MR(magnetic resonance; MR) 영상

을 수신하고,

상기 MR 영상을 입력으로 하는 GAN(generative adversarial network) 모델의 생성기(generator)를 이용하여 상기 신체 부위에 대한 합성 CT 영상을 생성하는,

합성 CT 영상 생성 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 GAN 모델은,

학습 MR 영상에 기초한 학습 과정에 의해 학습된 것이고,

상기 학습 과정은,

MRI(magnetic resonance image; MRI) 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 학습 MR(magnetic resonance; MR) 영상 및 CT(computer tomography; CT) 장치에 촬영되고 상기 학습 MR 영상에 대응하는 학습 CT 영상을 수신하는 동작;

상기 학습 MR 영상을 입력으로 하는 GAN(generative adversarial network) 모델의 생성기(generator)를 이용하여 상기 신체 부위에 대한 가짜 CT 영상을 생성하는 동작;

상기 GAN 모델의 판별기(discriminator)를 이용하여 상기 가짜 CT 영상과 상기 학습 CT 영상 간의 차이에 기초한 손실을 결정하는 동작; 및

상기 손실에 기초하여 상기 GAN 모델의 파라미터를 업데이트하는 동작

을 포함하는

합성 CT 영상 생성 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 학습 과정은,

상기 생성기의 인코더를 이용하여 상기 학습 MR 영상에 대한 특징 맵들을 생성하는 동작;

상기 신체 부위에서 추출된 하나 이상의 랜드마크 영역에 기초하여 상기 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하는 동작;

상기 결정된 가중치를 상기 특징 맵들 각각에 적용하는 동작; 및

상기 가중치가 적용된 특징 맵들을 입력으로 하는 상기 생성기의 디코더를 이용하여 상기 가짜 CT 영상을 생성하는 동작

을 포함하는

합성 CT 영상 생성 장치.

청구항 11

학습 장치에 의해 수행되는 학습 방법에 있어서,

MRI(magnetic resonance image; MRI) 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 학습 MR(magnetic resonance; MR) 영상 및 CT(computer tomography; CT) 장치에 촬영되고 상기 학습 MR 영상에 대응하는 학습 CT 영상을 수신하는 동작;

상기 학습 MR 영상을 입력으로 하는 GAN(generative adversarial network) 모델의 생성기(generator)를 이용하여 상기 신체 부위에 대한 가짜 CT 영상을 생성하는 동작;

상기 GAN 모델의 판별기(discriminator)를 이용하여 상기 가짜 CT 영상과 상기 학습 CT 영상 간의 차이에 기초한 손실을 결정하는 동작; 및

상기 손실에 기초하여 상기 GAN 모델의 파라미터를 업데이트하는 동작

을 포함하는,

학습 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 가짜 CT 영상을 생성하는 동작은,

상기 생성기의 인코더를 이용하여 상기 학습 MR 영상에 대한 특징 맵들을 생성하는 동작;

상기 신체 부위에서 추출된 하나 이상의 랜드마크 영역에 기초하여 상기 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하는 동작;

상기 결정된 가중치를 상기 특징 맵들 각각에 적용하는 동작; 및

상기 가중치가 적용된 특징 맵들을 입력으로 하는 상기 생성기의 디코더를 이용하여 상기 가짜 CT 영상을 생성하는 동작을 포함하는,

학습 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 가중치를 결정하는 동작은,

상기 학습 MR 영상에서 상기 랜드마크 영역 이외의 영역을 마스킹한 마스킹된 학습 MR 영상을 이용하여 상기 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하는 동작을 포함하는,

학습 방법.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 학습 MR 영상에 전처리를 수행하는 동작을 더 포함하고,

상기 전처리를 수행하는 동작은,

상기 학습 MR 영상에 대한 노이즈를 추가하는 동작 및 상기 학습 MR 영상에 대한 블러(blur)를 추가하는 동작 중 적어도 하나를 포함하는,

학습 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 학습 MR 영상을 분할하는 동작을 더 포함하고,

상기 가중치를 결정하는 동작은,

상기 분할된 학습 MR 영상에 포함된 랜드마크 영역에 기초하여 상기 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하는 동작을 포함하는,

학습 방법.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 랜드마크 영역은 상기 MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위 중 뼈 구조물이 포함된 영역인,

학습 방법.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 랜드마크 영역은 상기 MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위들 중 안면 신경(facial nerve), 달팽이관(cochlea), 유양동(mastoid antrum), 유양동 입구(aditus ad antrum) 및 고실상부(epitympanum) 중 적어도 하나를 포함하는,

학습 방법.

청구항 18

합성(synthetic) CT(computer tomography) 영상 생성 장치에 의해 수행되는 합성 CT 영상 생성 방법에 있어서, MRI(magnetic resonance image; MRI) 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 MR(magnetic resonance; MR) 영상을 수신하는 동작; 및

상기 MR 영상을 입력으로 하는 GAN(generative adversarial network) 모델의 생성기(generator)를 이용하여 상기 신체 부위에 대한 합성 CT 영상을 생성하는 동작

을 포함하는,

합성 CT 영상 생성 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 GAN 모델은,

학습 MR 영상에 기초한 학습 과정에 의해 학습된 것이고,

상기 학습 과정은,

MRI(magnetic resonance image; MRI) 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 학습 MR(magnetic resonance; MR) 영상 및 CT(computer tomography; CT) 장치에 촬영되고 상기 학습 MR 영상에 대응하는 학습 CT 영상을 수신하는 동작;

상기 학습 MR 영상을 입력으로 하는 GAN(generative adversarial network) 모델의 생성기(generator)를 이용하여 상기 신체 부위에 대한 가짜 CT 영상을 생성하는 동작;

상기 GAN 모델의 판별기(discriminator)를 이용하여 상기 가짜 CT 영상과 상기 학습 CT 영상 간의 차이에 기초

한 손실을 결정하는 동작; 및
상기 손실에 기초하여 상기 GAN 모델의 파라미터를 업데이트하는 동작
을 포함하는
합성 CT 영상 생성 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,
상기 학습 과정은,
상기 생성기의 인코더를 이용하여 상기 학습 MR 영상에 대한 특징 맵들을 생성하는 동작;
상기 신체 부위에서 추출된 하나 이상의 랜드마크 영역에 기초하여 상기 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하는 동작;
상기 결정된 가중치를 상기 특징 맵들 각각에 적용하는 동작; 및
상기 가중치가 적용된 특징 맵들을 입력으로 하는 상기 생성기의 디코더를 이용하여 상기 가짜 CT 영상을 생성하는 동작
을 포함하는
합성 CT 영상 생성 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

아래 개시는 합성 CT 영상 생성을 위한 생성적 적대 신경망 모델을 학습시키는 학습 방법 및 장치, 합성 CT 영상 생성 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003]

의사의 의료 진단에 이용되는 의료 영상은 다양한 종류일 수 있다. 다양한 종류의 의료 영상 각각은 서로 다른 모달리티(modality)를 포함할 수 있다. 서로 다른 모달리티는 의료 진단에 있어 각각의 장점이 있으므로, 의사는 환자로부터 여러 종류의 의료 영상을 획득하고 각 의료 영상에 포함된 모달리티들을 종합하여 환자의 병에 관한 정보를 획득할 수 있다. 예를 들어, 의사는 두경부 종양 환자로부터 CT(computer tomography; CT) 영상, MR(magnetic resonance; MR) 영상, 초음파 영상 및 PET-CT(positron emission tomography-computed tomography; PET-CT) 영상을 획득하고, CT 영상, MR 영상, 초음파 영상 및 PET-CT 영상 각각에 포함된 모달리티들을 종합하여 두경부 종양 환자의 질병과 관련된 정보를 획득할 수 있다. 환자의 장기는 촬영되는 영상의 종류에 따라 영상에 나타나는 형태, 두께 및 방향이 다르게 나타날 수 있다. 의사는 영상마다 다르게 나타나는 장기의 형태, 두께 및 방향 등을 포함하는 의료 영상 정보를 분석 및 판독할 수 있다. 예를 들어, 의사는 의료 영상들에 나타나는 주요 해부학적 구조물들 또는 병변을 추상적으로 융합하는 것에 기초하여 의료 영상 정보를 분석 및 판독할 수 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0005]

일 실시예에 따른, 학습 장치는, 메모리 및 메모리에 저장된 명령어들을 수행하는 프로세서를 포함하고, 명령어들이 프로세서에 의해 수행될 때, 프로세서는, MRI(magnetic resonance image; MRI) 장치에 의해 촬영된 신체

부위에 대한 학습 MR 영상 및 CT 장치에 촬영되고 학습 MR 영상에 대응하는 학습 CT 영상을 수신하고, 학습 MR 영상을 입력으로 하는 GAN(generative adversarial network) 모델의 생성기(generator)를 이용하여 신체 부위에 대한 가짜 CT 영상을 생성하고, GAN 모델의 판별기(discriminator)를 이용하여 가짜 CT 영상과 학습 CT 영상 간의 차이에 기초한 손실을 결정하고, 손실에 기초하여 GAN 모델의 파라미터를 업데이트할 수 있다.

- [0006] 프로세서는, 생성기의 인코더를 이용하여 학습 MR 영상에 대한 특징 맵들을 생성하고, 신체 부위에서 추출된 하나 이상의 랜드마크 영역에 기초하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하고, 결정된 가중치를 특징 맵들 각각에 적용하고, 가중치가 적용된 특징 맵들을 입력으로 하는 생성기의 디코더를 이용하여 가짜 CT 영상을 생성할 수 있다.
- [0007] 명령어들이 프로세서에 의해 수행될 때, 프로세서는, 학습 MR 영상에서 랜드마크 영역 이외의 영역을 마스킹한 마스킹된 학습 MR 영상을 이용하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정할 수 있다.
- [0008] 명령어들이 프로세서에 의해 수행될 때, 프로세서는, 학습 MR 영상에 전처리를 수행하고, 전처리는, 학습 MR 영상에 대한 노이즈 추가 및 학습 MR 영상에 대한 블러(blur) 추가 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0009] 명령어들이 프로세서에 의해 수행될 때, 프로세서는, 학습 MR 영상을 분할하고, 분할된 학습 MR 영상에 포함된 랜드마크 영역에 기초하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정할 수 있다.
- [0010] 랜드마크 영역은, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위 중 뼈 구조물이 포함된 영역일 수 있다.
- [0011] 랜드마크 영역은, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위들 중 안면 신경(facial nerve), 달팽이관(cochlea), 유양동(mastoid antrum), 유양동 입구(aditus ad antrum) 및 고실상부(epitympanum) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에 따른, 합성(synthetic) CT 영상 생성 장치는, 메모리 및 메모리에 저장된 명령어들을 수행하는 프로세서를 포함하고, 명령어들이 프로세서에 의해 수행될 때, 프로세서는, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 MR 영상을 수신하고, MR 영상을 입력으로 하는 GAN 모델의 생성기를 이용하여 신체 부위에 대한 합성 CT 영상을 생성할 수 있다.
- [0013] GAN 모델은, 학습 MR 영상에 기초한 학습 과정에 의해 학습된 것이고, 학습 과정은, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 학습 MR 영상 및 CT 장치에 촬영되고 학습 MR 영상에 대응하는 학습 CT 영상을 수신하는 동작, 학습 MR 영상을 입력으로 하는 GAN 모델의 생성기를 이용하여 신체 부위에 대한 가짜 CT 영상을 생성하는 동작, GAN 모델의 판별기를 이용하여 가짜 CT 영상과 학습 CT 영상 간의 차이에 기초한 손실을 결정하는 동작 및 손실에 기초하여 GAN 모델의 파라미터를 업데이트하는 동작을 포함할 수 있다.
- [0014] 학습 과정은, 생성기의 인코더를 이용하여 학습 MR 영상에 대한 특징 맵들을 생성하는 동작, 신체 부위에서 추출된 하나 이상의 랜드마크 영역에 기초하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하는 동작, 결정된 가중치를 특징 맵들 각각에 적용하는 동작 및 가중치가 적용된 특징 맵들을 입력으로 하는 생성기의 디코더를 이용하여 가짜 CT 영상을 생성하는 동작을 포함할 수 있다.
- [0015] 일 실시예에 따른, 학습 장치에 의해 수행되는 학습 방법은, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 학습 MR 영상 및 CT장치에 촬영되고 학습 MR 영상에 대응하는 학습 CT 영상을 수신하는 동작, 학습 MR 영상을 입력으로 하는 GAN 모델의 생성기를 이용하여 신체 부위에 대한 가짜 CT 영상을 생성하는 동작, GAN 모델의 판별기를 이용하여 가짜 CT 영상과 학습 CT 영상 간의 차이에 기초한 손실을 결정하는 동작 및 손실에 기초하여 GAN 모델의 파라미터를 업데이트하는 동작을 포함할 수 있다.
- [0016] 가짜 CT 영상을 생성하는 동작은, 생성기의 인코더를 이용하여 학습 MR 영상에 대한 특징 맵들을 생성하는 동작, 신체 부위에서 추출된 하나 이상의 랜드마크 영역에 기초하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하는 동작, 결정된 가중치를 특징 맵들 각각에 적용하는 동작 및 가중치가 적용된 특징 맵들을 입력으로 하는 생성기의 디코더를 이용하여 가짜 CT 영상을 생성하는 동작을 포함할 수 있다.
- [0017] 가중치를 결정하는 동작은, 학습 MR 영상에서 랜드마크 영역 이외의 영역을 마스킹한 마스킹된 학습 MR 영상을 이용하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하는 동작을 포함할 수 있다.
- [0018] 학습 방법은, 학습 MR 영상에 전처리를 수행하는 동작을 더 포함하고, 전처리를 수행하는 동작은, 학습 MR 영상에 대한 노이즈를 추가하는 동작 및 학습 MR 영상에 대한 블러(blur)를 추가하는 동작 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0019] 일 실시예에 따른, 합성 CT 영상 생성 장치에 의해 수행되는 합성 CT 영상 생성 방법은, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 MR영상을 수신하는 동작 및 MR 영상을 입력으로 하는 GAN 모델의 생성기를 이용하여 신체 부위에 대한 합성 CT 영상을 생성하는 동작을 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 일 실시예에 따른 합성 CT 영상 생성 모델을 학습시키기 위한 학습 장치를 설명하기 위한 도면이다.
 도 2는 일 실시예에 따른 합성 CT 영상 생성 장치를 설명하기 위한 도면이다.
 도 3은 일 실시예에 따른 학습 장치를 설명하기 위한 블록도이다.
 도 4는 일 실시예에 따른 학습 CT 영상 생성 장치를 설명하기 위한 블록도이다.
 도 5는 일 실시예에 따른 학습 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
 도 6은 일 실시예에 따른 합성 CT 영상 생성 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 구현될 수 있다. 따라서, 실제 구현되는 형태는 개시된 특정 실시예로만 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 실시예들로 설명한 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0023] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0024] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0025] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", "A 또는 B 중 적어도 하나", "A, B 또는 C", "A, B 및 C 중 적어도 하나", 및 "A, B, 또는 C 중 적어도 하나"와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구에 함께 나열된 항목들 중 어느 하나, 또는 그들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 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.

[0026] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0027] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0029] 도 1은 일 실시예에 따른 합성 CT 영상 생성 모델을 학습시키기 위한 학습 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[0030] 학습 장치(100)는 합성 CT 영상 생성을 위한 GAN 모델을 학습시킬 수 있다. GAN 모델은 생성기(110) 및 판별기(130)를 포함할 수 있다. 생성기(110)는 인코더(111) 및 디코더(113)를 포함할 수 있고, 판별기(130)는 입력 레이어, 히든 레이어 및 출력 레이어를 포함하는 복수의 레이어들을 포함할 수 있다. 입력 레이어, 히든 레이어 및 출력 레이어는 각각 복수의 인공 노드들을 포함할 수 있다. 생성기(110)는 학습 MR 영상(101)으로부터 가짜 CT 영상(103)을 생성할 수 있다. 판별기(130)는 생성기(110)에 의해 생성된 가짜 CT 영상(103)과 학습 CT

영상(104)이 유사한지 여부와 관련된 판별 데이터를 출력할 수 있다. 판별 데이터는 판별기(130)에 입력된 진짜 CT 영상(103)이 참인지 거짓인지를 나타낼 수 있고, 예를 들어, 진짜 CT 영상(103)에 포함된 객체가 참일 확률 값(또는 거짓일 확률 값), 또는 영상의 픽셀 별로 참인 객체에 속할 확률 값(또는 해당 픽셀이 거짓 객체 및/또는 배경에 속할 확률 값)을 나타내는 확률 맵을 포함할 수 있다. 생성기(110)는 소스 도메인의 데이터(예: 잠재 벡터 또는 학습 MR 영상(101))로부터 타겟 도메인의 영상과 유사한 출력을 생성하는 함수로 해석될 수 있다. 분류기는 생성기(110)의 출력과 타겟 도메인 간의 유사도를 판단한 판별 데이터를 출력할 수 있다. 생성기(110)의 학습은 판별 데이터에 의해 가이드될 수 있다. 생성기(110) 모델은 적대적 손실(adversarial loss)에 기초하여 학습시킬 수 있다. 생성기(110)는 판별기(130) 모델이 참 또는 거짓을 구분하지 못하도록, 다시 말해 판별기(130)를 속일 수 있는 실제 영상(real image)와 유사한 영상을 출력하도록 학습될 수 있다. 전자장치는 포지티브 페어(positive pair) 및/또는 네거티브 페어(negative pair)의 트레이닝 데이터를 이용하여 기계 학습 모델을 트레이닝시킬 수 있다.

[0031] 도 1을 참조하면, 학습 장치(100)는 MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 학습 MR 영상(101) 및 CT 장치에 촬영되고 학습 MR 영상(101)에 대응하는 학습 CT 영상(104)을 수신할 수 있다.

[0032] 일 실시예에 따른 학습 장치(100)는 학습 MR 영상(101)에 전처리를 수행할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치(100)는 학습 MR 영상(101)에 대한 노이즈 추가 및 학습 MR 영상(101)에 대한 블러(blur) 추가 중 적어도 하나를 포함하는 전처리를 수행할 수 있다.

[0033] 학습 장치(100)는 학습 MR 영상(101)을 GAN 모델의 생성기(110)에 입력할 수 있다. 학습 장치(100)는 학습 MR 영상(101)을 입력으로 하는 GAN 모델의 생성기(110)를 이용하여 신체 부위에 대한 진짜 CT 영상(103)을 생성할 수 있다. GAN 모델의 생성기(110)는 인코더(111) 및 디코더(113)를 포함할 수 있다. GAN 모델의 생성기(110)는 학습 MR 영상(101)이 입력된 인코더(111)로부터 특징 맵(112)들을 추출하고, 추출된 특징 맵(112)들을 디코더(113)에 입력하고, 특징 맵(112)들이 입력된 디코더(113)로부터 진짜 CT 영상(103)을 획득할 수 있다.

[0034] 일 실시예에 따른 학습장치는 신체 부위에서 추출된 하나 이상의 랜드마크(예: 머리의 뼈 구조물, 고막) 영역에 기초하여 특징 맵(112)들 각각에 적용할 가중치를 결정하고, 결정된 가중치를 특징 맵(112)들 각각에 적용할 수 있다. 학습 장치(100)는 가중치가 적용된 특징 맵(112)들을 입력으로 하는 생성기(110)의 디코더(113)를 이용하여 진짜 CT 영상(103)을 생성할 수 있다.

[0035] 또는 학습 장치(100)는, 학습 MR 영상(101)에서 랜드마크 영역 이외의 영역을 마스킹한 마스킹된 학습 MR 영상(102)을 이용하여 특징 맵(112)들 각각에 적용할 가중치를 결정할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치(100)는 마스킹된 학습 MR 영상(102)을 가중치 조절기(120)(예: GrandCAM)에 입력하고, 가중치 조절기(120)의 출력을 이용하여 특징 맵(112)들에서 랜드마크 영역에 대응되는 영역의 가중치를 증가시킬 수 있다. 학습 장치(100)는 결정된 가중치가 적용된 특징 맵(112)들 각각을 이용하여 진짜 CT 영상(103)을 생성할 수 있다.

[0036] 일 실시예에 따른 학습 장치(100)는, 학습 MR 영상(101)을 분할하고, 분할된 학습 MR 영상(101)에 포함된 랜드마크 영역에 기초하여 특징 맵(112)들 각각에 적용할 가중치를 결정할 수 있다. 랜드마크 영역은 분할된 학습 MR 영상(101)에 포함될 수도 있고, 포함되지 않을 수도 있다. 일 실시예에 따른 랜드마크 영역은, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위 중 뼈 구조물이 포함된 영역일 수 있다. 예를 들어, 랜드마크 영역은 측두골이 포함된 영역일 수 있다. 일 실시예에 따른 랜드마크 영역은, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위들 중 안면 신경, 달팽이관, 유양동, 유양동 입구 및 고실상부 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 학습 장치(100)는 분할된 학습 MR 영상(101)이 입력된 가중치 조절기(120)로부터 랜드마크 영역에 대응되는 영역의 가중치를 획득하는 것에 의해 가중치를 결정(예: 가중치 증가)하고, 결정된 가중치가 적용된 특징 맵(112)들 각각을 이용하여 진짜 CT 영상(103)을 생성할 수 있다.

[0037] 학습 장치(100)는 GAN 모델의 판별기(130)를 이용하여 진짜 CT 영상(103)과 학습 CT 영상(104) 간의 차이에 기초한 손실을 결정할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치(100)는 진짜 CT 영상(103)과 학습 CT 영상(104)이 입력된 판별기(130)로부터 진짜 CT 영상(103)과 학습 CT 영상(104)에 관한 참/거짓 데이터(105)를 획득하고, 획득한 참/거짓 데이터(105)에 기초하여 손실을 결정할 수 있다. 학습 장치(100)는 손실에 기초하여 상기 GAN 모델의 파라미터를 업데이트할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치(100)는 참/거짓 데이터(105)에 기초하여 결정된 손실을 이용하여 GAN 모델의 파라미터를 업데이트할 수 있다. 학습 장치(100)가 GAN 모델을 학습시키는 과정은 아래의 일반적인 기계 학습 모델의 학습 과정을 포함할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치(100)에 의해 수행되는 기계학습 과정은 (1) 데이터 준비 (2) 모델 초기화 (3) 전방향 계산 (4) 손실 계산 (5) 역전파 (6) 파라미터 업데이트의 과정을 포함할 수 있다. 데이터 준비 과정은 GAN 모델이 학습할 학습 데이터를 수집하고 전처리하는 과정이

다. 전처리 과정에서는 학습 데이터를 정제하고, 필요한 경우 표준화, 정규화, 특성 선택 등의 작업을 수행하여 학습 데이터를 GAN 모델에 적합한 형태로 만드는 과정을 포함할 수 있다. 모델 초기화 과정은 GAN 모델의 초기 파라미터를 설정하는 것으로, 예를 들어, GAN 모델이 뉴럴 네트워크라면 가중치와 바이어스를 초기화하는 것을 포함할 수 있다. 전방향 계산 과정은 준비된 학습 데이터를 GAN 모델에 입력하여 패울렐 상태 추정에 대한 예측 값을 계산하는 과정이다. 이 과정에서 GAN 모델은 현재의 파라미터를 사용해 학습 데이터를 처리하고 출력 값으로서 예측 값을 생성한다. 손실 계산 과정은 GAN 모델의 예측 값과 실제 정답(레이블) 간의 차이를 손실 함수를 통해 계산하는 과정이다. 손실 함수는 GAN 모델의 예측이 얼마나 정확한지(또는 부정확한지)를 나타내는 값을 계산할 수 있게 하는 함수이다. 역전파 과정은 손실 함수를 통해 도출된 손실을 줄이기 위해 GAN 모델의 파라미터를 조정하는 과정이다. 역전파 알고리즘을 통해 손실 함수의 값을 미분(gradient)하여 GAN 모델의 각 파라미터가 손실에 얼마나 기여했는지 계산하고, 이 값을 바탕으로 GAN 모델의 파라미터가 업데이트될 수 있다. 파라미터 업데이트 과정은 계산된 기울기를 사용해 GAN 모델의 파라미터를 업데이트하는 과정이다. 파라미터 업데이트에서는 보통 경사 하강법(Gradient Descent) 또는 그 변형 기법이 사용될 수 있다. 이러한 과정을 통해 GAN 모델은 점점 더 정확한 예측을 할 수 있도록 학습될 수 있다. 위와 같은 과정들(전방향 계산, 손실 계산, 역전파, 파라미터 업데이트)이 많은 수의 학습 데이터에 대해 여러 번 반복될 수 있고, GAN 모델이 충분히 학습될 때까지 여러 번에 걸쳐 학습이 진행될 수 있다. 이러한 학습 과정을 통해 GAN 모델은 주어진 데이터로부터 패턴을 학습하고, 새로운 데이터에 대해 예측하는 능력을 가질 수 있다.

[0039] 도 2는 일 실시예에 따른 합성 CT 영상 생성 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[0040] 도 2를 참조하면, 합성 CT 영상 생성 장치(200)는 MRI 영상을 이용하여 신체 부위에 대한 합성 CT 영상을 생성할 수 있다.

[0041] 합성 CT 영상 생성 장치(200)는 GAN 모델의 생성기(210)를 포함할 수 있고, GAN 모델의 생성기(210)는 인코더(211) 및 디코더(213)를 포함할 수 있다. GAN 모델의 생성기(210)는 도 1의 GAN 모델의 생성기(110)에, 인코더(211)는 도 1의 인코더(111)에, 디코더(213)는 도 1의 디코더(113)에 대응될 수 있다. 합성 CT 영상 생성 장치(200)는 MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 MR 영상(201)을 수신하고, 수신된 MR 영상(201)을 GAN 모델에 입력할 수 있다. 합성 CT 영상 생성 장치(200)는 수신된 MR 영상(201)을 GAN 모델의 생성기(210)에 입력하고, MR 영상(201)을 입력으로 하는 GAN 모델의 생성기(210)를 이용하여 신체 부위에 대한 합성 CT 영상(202)을 생성할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치가 MR 영상(201)을 GAN 모델에 입력하면, MR 영상(201)은 GAN 모델의 인코더(211)에 입력될 수 있다. 인코더(211)는 MR 영상(201)으로부터 특징을 추출하고 특징 맵(212)을 생성할 수 있다. 이후, 특징 맵(212)은 GAN 모델의 디코더(213)에 입력되고, 디코더(213)는 특징 맵(212)에 기초하여 합성 CT 영상(202)을 생성할 수 있다.

[0042] GAN 모델은 학습 MR 영상(예: 도 1의 학습 MR 영상(101))에 기초한 학습 과정에 의해 학습된 것일 수 있다. 학습 과정은, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 학습 MR 영상 및 CT 장치에 촬영되고 학습 MR 영상에 대응하는 학습 CT 영상(예: 도 1의 학습 CT 영상(104))을 수신하는 동작, 학습 MR 영상을 입력으로 하는 GAN 모델의 생성기(예: 도 1의 생성기(110))를 이용하여 신체 부위에 대한 가짜 CT 영상(예: 도 1의 가짜 CT 영상(103))을 생성하는 동작, GAN 모델의 판별기(예: 도 1의 판별기(130))를 이용하여 가짜 CT 영상과 학습 CT 영상 간의 차이에 기초한 손실을 결정하는 동작 및 손실에 기초하여 GAN 모델의 파라미터를 업데이트하는 동작을 포함할 수 있다. 일 실시예에 따른 학습 과정은, 생성기의 인코더를 이용하여 학습 MR 영상에 대한 특징 맵(예: 도 1의 특징 맵(112))들을 생성하는 동작, 신체 부위에서 추출된 하나 이상의 랜드마크 영역에 기초하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하는 동작, 결정된 가중치를 특징 맵들 각각에 적용하는 동작 및 가중치가 적용된 특징 맵들을 입력으로 하는 생성기의 디코더(예: 도 1의 디코더(113))를 이용하여 가짜 CT 영상을 생성하는 동작을 포함할 수 있다.

[0043] 합성 CT 영상 생성 장치(200)는 MR 영상(201)의 부족한 정보를 합성 CT 영상(202)을 통해 제공함으로써, 의사의 임상적 또는 영상의학적으로 판독에 도움을 줄 수 있다. 합성 CT 영상 생성 장치(200)는 한 번의 MRI 촬영으로서 다른 장점을 가진 두 개의 영상을 획득하는 것을 통해 MRI 중복 촬영을 회피할 수 있고, MRI 촬영 시간을 감소시킬 수 있다. 합성 CT 영상 생성 장치(200)는 MR 영상(201)으로 합성 CT 영상(202)을 생성함으로써, 하나의 영상에 포함된 모달리티를 다른 모달리티로 확장시킬 수 있다.

- [0045] 도 3은 일 실시예에 따른 학습 장치를 설명하기 위한 블록도이다.
- [0046] 도 3을 참조하면, 학습 장치(300)는 메모리(310) 및 프로세서(320)를 포함할 수 있다. 학습 장치(300)는 도 1의 학습 장치(100)에 대응될 수 있다. 메모리(310)는 프로세서(320)에 의해 수행될 수 있는 명령어들을 저장할 수 있다. 프로세서(320)에 의해 실행 가능한 명령어들은 프로세서(320)에 의해 실행될 때, 프로세서(320)가 학습 방법을 수행하도록 할 수 있다. 메모리(310)는 프로세서(320)와 통합될 수 있다. 예를 들어, RAM 또는 플래시 메모리는 집적 회로 마이크로프로세서 등에 배열될 수 있다. 또한, 메모리(310)는 외부 디스크 드라이브, 저장소 어레이 또는 데이터베이스 시스템에 의해 이용 가능한 다른 저장 장치와 같은 별도의 장치를 포함할 수 있다. 메모리(310) 및 프로세서(320)는 작동적으로 결합될 수 있거나 I/O 포트, 네트워크 연결 등을 통해 서로 통신할 수 있어, 프로세서(320)는 메모리(310)에 저장된 파일을 읽을 수 있다. 메모리(310)는 명령을 저장하는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체일 수 있고, 메모리(310)에 저장된 명령어는 프로세서(320)에 의해 실행될 때, 학습 방법을 실행하도록 적어도 하나의 프로세서(320)를 프롬프트할 수 있다.
- [0047] 컴퓨터 판독 가능 저장 매체는, 읽기 전용 메모리(read only memory; ROM), 임의 액세스 프로그래밍 가능 읽기 전용 메모리(programmable read only memory; PROM), 전기적 삭제 가능한 프로그래밍 가능 읽기 전용 메모리(electrically erasable programmable read only memory EEPROM), 임의 액세스 메모리(random access memory; RAM), 동적 임의 액세스 메모리(dynamic random access memory; DRAM), 정적 임의의 액세스 메모리(static random access memory; SRAM), 플래시 메모리, 비휘발성 메모리, CD-ROM, CD-R, CD+R, CD-RW, CD+RW, DVD-ROM, DVD-R, DVD+R, DVD-RW, DVD+RW, DVD-RAM, BD-ROM, BD-R, BD-R LTH, BD-RE, BLU-RAY 또는 광 디스크 메모리, 하드 디스크 드라이브(hard disk drive; HDD), 솔리드 스테이트 하드 디스크(solid state drive; SSD), 카드 메모리(예: 멀티미디어 카드, 보안 디지털(secure digital; SD) 카드 또는 초고속 디지털(extreme digital; XD) 카드), 자기 테이프, 플로피 디스크, 광자기 데이터 저장 장치, 광 데이터 저장 장치, 하드 디스크, 솔리드 스테이트 디스크 및 기타 장치를 포함할 수 있다.
- [0048] 프로세서(320)는 메모리(310)에 저장된 명령어들을 수행할 수 있다. 프로세서(320)는 CPU(central processing unit), GPU(graphics processing unit), NPU(neural network processing unit), MPU(media processing unit), DPU(data processing unit), VPU(vision processing unit), 비디오 프로세서(video processor), 이미지 프로세서(image processor), 디스플레이 프로세서(display processor), 마이크로 프로세서(microprocessor), 프로세서 코어(processor core), 멀티-코어 프로세서(multi-core processor), ASIC(application-specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array), 또는 이들의 어느 조합을 포함할 수 있다.
- [0049] 명령어들이 프로세서(320)에 의해 수행될 때, 프로세서(320)는, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 학습 MR 영상 및 CT 장치에 촬영되고 학습 MR 영상에 대응하는 학습 CT 영상을 수신하고, 학습 MR 영상을 입력으로 하는 GAN 모델의 생성기를 이용하여 신체 부위에 대한 가짜 CT 영상을 생성하고, GAN 모델의 판별기를 이용하여 가짜 CT 영상과 학습 CT 영상 간의 차이에 기초한 손실을 결정하고, 손실에 기초하여 GAN 모델의 파라미터를 업데이트할 수 있다.
- [0050] 명령어들이 프로세서(320)에 의해 수행될 때, 프로세서(320)는, 생성기의 인코더를 이용하여 학습 MR 영상에 대한 특징 맵들을 생성하고, 신체 부위에서 추출된 하나 이상의 랜드마크 영역에 기초하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하고, 결정된 가중치를 특징 맵들 각각에 적용하고, 가중치가 적용된 특징 맵들을 입력으로 하는 생성기의 디코더를 이용하여 가짜 CT 영상을 생성할 수 있다.
- [0051] 명령어들이 프로세서(320)에 의해 수행될 때, 프로세서(320)는, 학습 MR 영상에서 랜드마크 영역 이외의 영역을 마스킹한 마스킹된 학습 MR 영상을 이용하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정할 수 있다.
- [0052] 명령어들이 프로세서(320)에 의해 수행될 때, 프로세서(320)는, 학습 MR 영상에 전처리를 수행하고, 전처리는, 학습 MR 영상에 대한 노이즈 추가 및 학습 MR 영상에 대한 블러(blur) 추가 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0053] 명령어들이 프로세서(320)에 의해 수행될 때, 프로세서(320)는, 학습 MR 영상을 분할하고, 분할된 학습 MR 영상에 포함된 랜드마크 영역에 기초하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정할 수 있다.
- [0054] 명령어들이 프로세서(320)에 의해 수행될 때, 랜드마크 영역은, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위 중 뼈 구조물이 포함된 영역일 수 있다.
- [0055] 명령어들이 프로세서(320)에 의해 수행될 때, 랜드마크 영역은, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위들 중 안면 신경, 달팽이관, 유양동, 유양동 입구 및 고실상부 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

- [0057] 도 4는 일 실시예에 따른 학습 CT 영상 생성 장치를 설명하기 위한 블록도이다.
- [0058] 도 4을 참조하면, 학습 CT 영상 생성 장치(400)는 메모리(410) 및 프로세서(420)를 포함할 수 있다. 학습 CT 영상 생성 장치(400)는 도 2의 학습 CT 영상 생성 장치(200)에 대응될 수 있다. 메모리(410)는 프로세서(420)에 의해 수행될 수 있는 명령어들을 저장할 수 있다. 프로세서(420)에 의해 실행 가능한 명령어들은 프로세서(420)에 의해 실행될 때, 프로세서(420)가 합성 CT 영상 생성 방법을 수행하도록 할 수 있다. 메모리(410)는 프로세서(420)와 통합될 수 있다. 예를 들어, RAM 또는 플래시 메모리는 집적 회로 마이크로프로세서 등에 배열될 수 있다. 또한, 메모리(410)는 외부 디스크 드라이브, 저장소 어레이 또는 데이터베이스 시스템에 의해 이용 가능한 다른 저장 장치와 같은 별도의 장치를 포함할 수 있다. 메모리(410) 및 프로세서(420)는 작동적으로 결합될 수 있거나 I/O 포트, 네트워크 연결 등을 통해 서로 통신할 수 있어, 프로세서(420)는 메모리(410)에 저장된 파일을 읽을 수 있다. 메모리(410)는 명령을 저장하는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체일 수 있고, 메모리(410)에 저장된 명령어는 프로세서(420)에 의해 실행될 때, 합성 CT 영상 생성 방법을 실행하도록 적어도 하나의 프로세서(420)를 프롬프트할 수 있다.
- [0059] 컴퓨터 판독 가능 저장 매체는, 읽기 전용 메모리, 임의 액세스 프로그래밍 가능 읽기 전용 메모리, 전기적 삭제 가능한 프로그래밍 가능 읽기 전용 메모리, 임의 액세스 메모리, 동적 임의 액세스 메모리, 정적 임의 액세스 메모리, 플래시 메모리, 비휘발성 메모리, CD-ROM, CD-R, CD+R, CD-RW, CD+RW, DVD-ROM, DVD-R, DVD+R, DVD-RW, DVD+RW, DVD-RAM, BD-ROM, BD-R, BD-R LTH, BD-RE, BLU-RAY 또는 광 디스크 메모리, 하드 디스크 드라이브, 솔리드 스테이트 하드 디스크, 카드 메모리(예: 멀티미디어 카드, 보안 디지털 카드 또는 초고속 디지털 카드), 자기 테이프, 플로피 디스크, 광자기 데이터 저장 장치, 광 데이터 저장 장치, 하드 디스크, 솔리드 스테이트 디스크 및 기타 장치를 포함할 수 있다.
- [0060] 프로세서(420)는 메모리(410)에 저장된 명령어들을 수행할 수 있다. 프로세서(420)는 CPU, GPU, NPU, MPU, DPU, VPU, 비디오 프로세서, 이미지 프로세서, 디스플레이 프로세서, 마이크로 프로세서, 프로세서 코어, 멀티-코어 프로세서, ASIC, FPGA, 또는 이들의 어느 조합을 포함할 수 있다.
- [0061] 명령어들이 프로세서(420)에 의해 수행될 때, 프로세서(420)는, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 MR 영상을 수신하고, MR 영상을 입력으로 하는 GAN 모델의 생성기를 이용하여 신체 부위에 대한 합성 CT 영상을 생성할 수 있다.
- [0062] 명령어들이 프로세서(420)에 의해 수행될 때, 프로세서(420)에 의해 신체 부위에 대한 합성 CT 영상을 생성하도록 하는 GAN 모델은, 학습 MR 영상에 기초한 학습 과정에 의해 학습된 것일 수 있다. 학습 과정은, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 학습 MR 영상 및 CT 장치에 촬영되고 학습 MR 영상에 대응하는 학습 CT 영상을 수신하는 동작, 학습 MR 영상을 입력으로 하는 GAN 모델의 생성기를 이용하여 신체 부위에 대한 가짜 CT 영상을 생성하는 동작, GAN 모델의 판별기를 이용하여 가짜 CT 영상과 학습 CT 영상 간의 차이에 기초한 손실을 결정하는 동작 및 손실에 기초하여 GAN 모델의 파라미터를 업데이트하는 동작을 포함할 수 있다. 학습 과정은, 생성기의 인코더를 이용하여 학습 MR 영상에 대한 특징 맵들을 생성하는 동작, 신체 부위에서 추출된 하나 이상의 랜드마크 영역에 기초하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하는 동작, 결정된 가중치를 특징 맵들 각각에 적용하는 동작 및 가중치가 적용된 특징 맵들을 입력으로 하는 생성기의 디코더를 이용하여 가짜 CT 영상을 생성하는 동작을 포함할 수 있다.
- [0064] 도 5는 일 실시예에 따른 학습 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0065] 도 5의 학습 방법의 동작들은 학습 장치(예: 도 1의 학습 장치(100))에 의해서 수행될 수 있다.
- [0066] 동작(510)에서, 학습 장치는 학습 MR 영상(예: 도 1의 학습 MR 영상(101)) 및 학습 CT 영상(예: 도 1의 학습 CT 영상(104))을 수신할 수 있다. 학습 장치는 MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 학습 MR 영상 및 CT 장치에 촬영되고 학습 MR 영상에 대응하는 학습 CT 영상을 수신할 수 있다.
- [0067] 일 실시예에 따른 학습 장치는, 학습 MR 영상에 전처리를 수행하는 동작을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치는, 전처리를 수행하는 동작으로써, 학습 MR 영상에 대한 노이즈를 추가하는 동작 및 학습 MR 영상에 대한 블러를 추가하는 동작 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0068] 동작(520)에서, 학습 장치는 학습 MR 영상에 대한 특징 맵들을 생성할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치는 생성기

(예: 도 1의 생성기(110))의 인코더(예: 도 1의 인코더(111))를 이용하여 학습 MR 영상에 대한 특징 맵(예: 도 1의 특징 맵(112))들을 생성하는 동작을 포함할 수 있다.

- [0069] 동작(530)에서, 학습 장치는 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치는 신체 부위에서 추출된 하나 이상의 랜드마크 영역에 기초하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정할 수 있다. 랜드마크 영역은 MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위 중 뼈 구조물이 포함된 영역일 수 있다. 랜드마크 영역은 MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위들 중 안면 신경, 달팽이관, 유양동, 유양동 입구 및 고실상부 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0070] 일 실시예에 따른 학습 장치는, 학습 MR 영상에서 랜드마크 영역 이외의 영역을 마스킹한 마스킹된 학습 MR 영상(예: 도 1의 마스킹된 학습 MR 영상(102))을 이용하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정할 수 있다.
- [0071] 일 실시예에 따른 학습 장치는, 학습 MR 영상을 분할하고 분할된 학습 MR 영상에 포함된 랜드마크 영역에 기초하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정할 수 있다.
- [0072] 동작(540)에서, 학습장치는 결정된 가중치를 특징 맵들 각각에 적용할 수 있다. 동작(550)에서, 학습장치는 가중치가 적용된 특징 맵들에 기초하여 가짜 CT 영상을 생성할 수 있다. 학습 장치는 학습 MR 영상을 입력으로 하는 GAN 모델의 생성기를 이용하여 신체 부위에 대한 가짜 CT 영상을 생성할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치는 가중치가 적용된 특징 맵들을 입력으로 하는 생성기의 디코더(예: 도 1의 디코더(113))를 이용하여 가짜 CT 영상을 생성할 수 있다.
- [0073] 동작(560)에서, 학습장치는 손실을 결정할 수 있다. 학습 장치는 GAN 모델의 판별기(예: 도 1의 판별기(130))를 이용하여 가짜 CT 영상과 학습 CT 영상 간의 차이에 기초한 손실을 결정할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치는 참/거짓 데이터(예: 도 1의 참/거짓 데이터(105))에 기초하여 학습 CT 영상과 가짜 CT 영상간의 차이, 차이의 제곱 또는 차이의 절대값 중 어느 하나에 기초하여 손실을 결정할 수 있다.
- [0074] 동작(570)에서, 학습장치는 파라미터를 업데이트할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치는 손실에 기초하여 상기 GAN 모델의 파라미터를 업데이트할 수 있다. 학습 장치가 GAN 모델의 파라미터를 업데이트 하는 것에 의해 GAN 모델을 학습시키는 것은 도 1에서 설명하였으므로, 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0076] 도 6은 일 실시예에 따른 합성 CT 영상 생성 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0077] 도 6의 합성 CT 영상 생성 방법의 동작들은 합성 CT 영상 생성 장치(예: 도 2의 합성 CT 영상 생성 장치(400))에 의해서 수행될 수 있다.
- [0078] 동작(610)에서, CT 영상 생성 장치는 신체 부위에 대한 MR 영상(예: 도 2의 MR 영상(201))을 수신할 수 있다. 예를 들어, CT 영상 생성 장치는 뼈 구조물을 포함하는 신체 부위에 대한 MR 영상 또는 안면 신경, 달팽이관, 유양동, 유양동 입구 및 고실상부 중 적어도 하나를 포함하는 MR 영상을 수신할 수 있다. CT 영상 생성 장치는 수신한 MR 영상을 GAN 모델의 생성기(예: 도 2의 생성기(210))에 입력할 수 있다.
- [0079] 동작(620)에서, CT 영상 생성 장치는 MR 영상을 입력으로 하는 GAN 모델의 생성기를 이용하여 합성 CT 영상(예: 신체 부위에 대한 합성 CT 영상)을 생성할 수 있다. CT 영상 생성 장치는 입력된 MR 영상을 GAN 모델의 인코더(예: 도 2의 인코더(211))에 입력하고, 인코더로부터 특징맵(예: 도 2의 특징 맵(212))들을 추출하고, 추출된 특징맵들을 디코더(예: 도 2의 디코더(213))에 입력하는 것에 의해 합성 CT 영상을 생성할 수 있다. 합성 CT 영상의 생성에 이용되는 GAN 모델은 학습 MR 영상에 기초한 학습 과정에 의해 학습된 것일 수 있다. 학습 과정은, MRI 장치에 의해 촬영된 신체 부위에 대한 학습 MR 영상(예: 도 1의 학습 MR 영상(101)) 및 CT 장치에 촬영되고 학습 MR 영상에 대응하는 학습 CT 영상(예: 도 1의 학습 CT 영상(104))을 수신하는 동작, 학습 MR 영상을 입력으로 하는 GAN 모델의 생성기(예: 도 1의 생성기(110))를 이용하여 신체 부위에 대한 가짜 CT 영상(예: 도 1의 가짜 CT 영상(103))을 생성하는 동작, GAN 모델의 판별기(예: 도 1의 판별기(130))를 이용하여 가짜 CT 영상과 학습 CT 영상 간의 차이에 기초한 손실을 결정하는 동작 및 손실에 기초하여 GAN 모델의 파라미터를 업데이트하는 동작을 포함할 수 있다. 일 실시예에 따른 학습 과정은, 생성기의 인코더를 이용하여 학습 MR 영상에 대한 특징 맵들을 생성하는 동작, 신체 부위에서 추출된 하나 이상의 랜드마크 영역에 기초하여 특징 맵들 각각에 적용할 가중치를 결정하는 동작, 결정된 가중치를 특징 맵들 각각에 적용하는 동작 및 가중치가 적용된 특징 맵들을 입력으로 하는 생성기의 디코더를 이용하여 가짜 CT 영상을 생성하는 동작을 포함할 수 있다.
- [0080] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어

어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0081] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0082] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 저장할 수 있으며 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 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.

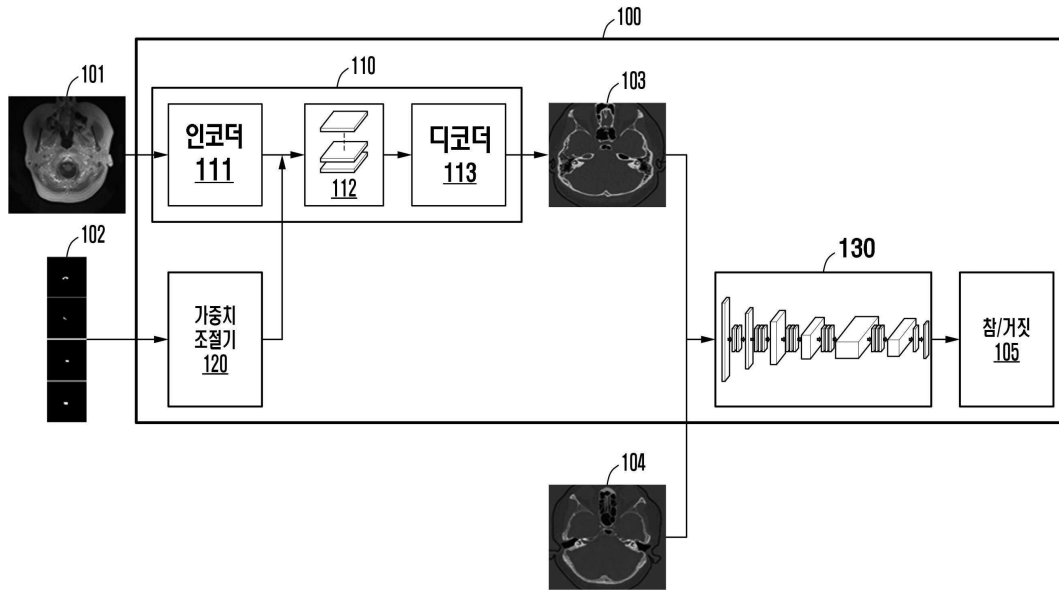
[0083] 위에서 설명한 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 또는 복수의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0084] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

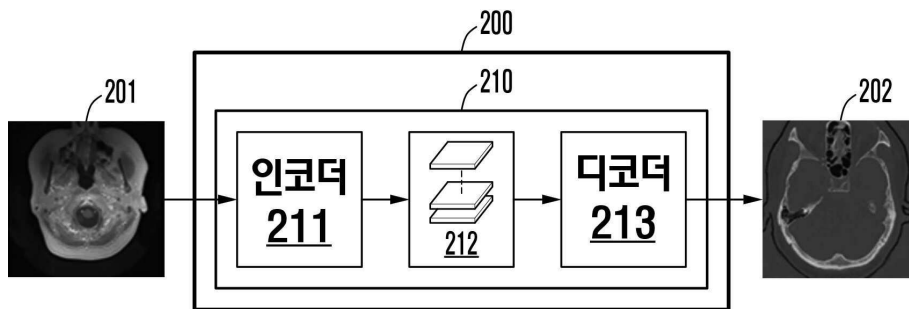
[0085] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

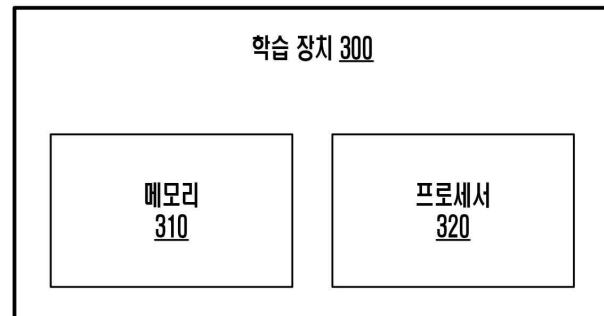
도면1



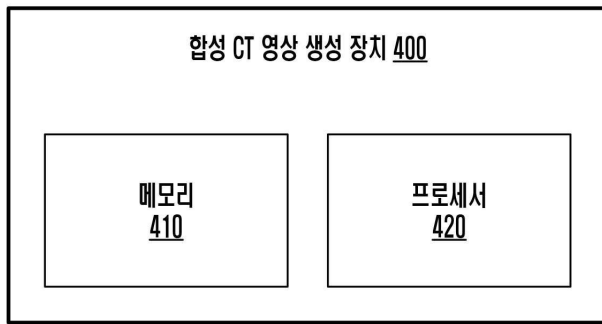
도면2



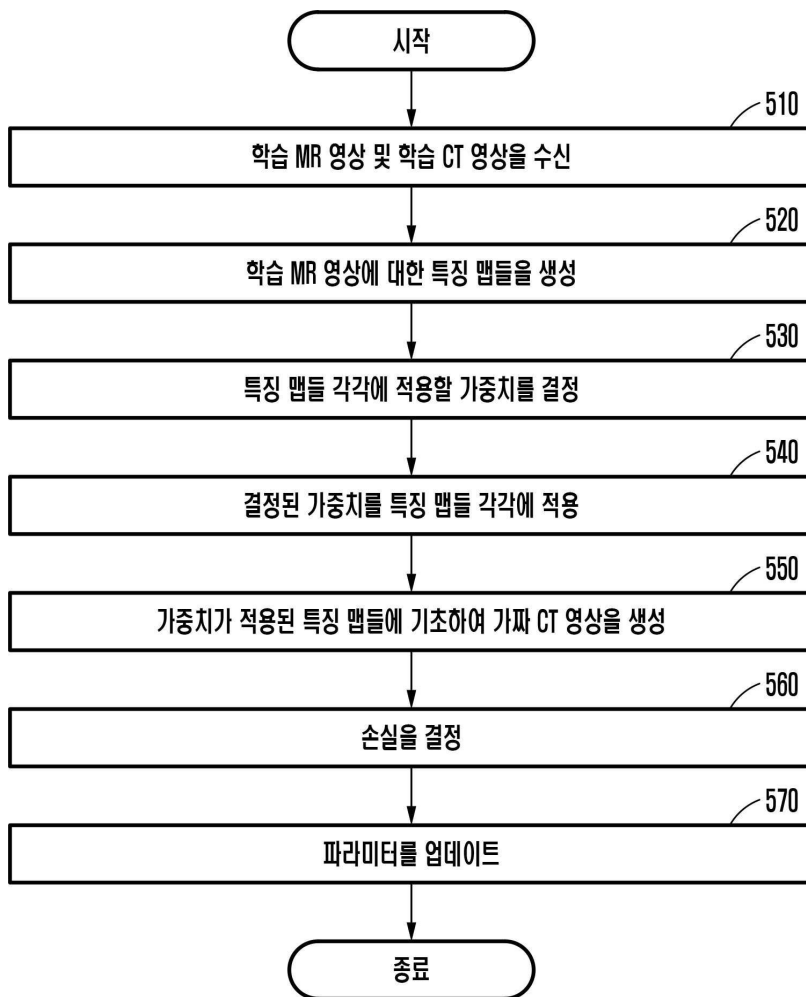
도면3



도면4



도면5



도면6

