



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0075840
(43) 공개일자 2023년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 6/03 (2006.01) A61B 6/00 (2006.01)

G16H 50/20 (2018.01)

(52) CPC특허분류

A61B 6/037 (2020.08)

A61B 6/501 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0162450

(22) 출원일자 2021년11월23일

심사청구일자 2021년11월23일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

박해정

경기도 고양시 일산동구 위시티4로 45, 401동 1602호(식사동, 위시티일산자이4단지아파트)

이창윤

서울특별시 강남구 삼성로 417, 102동 1203호(대치동, 대치포스코더샵아파트)

(74) 대리인

특허법인인벤싱크

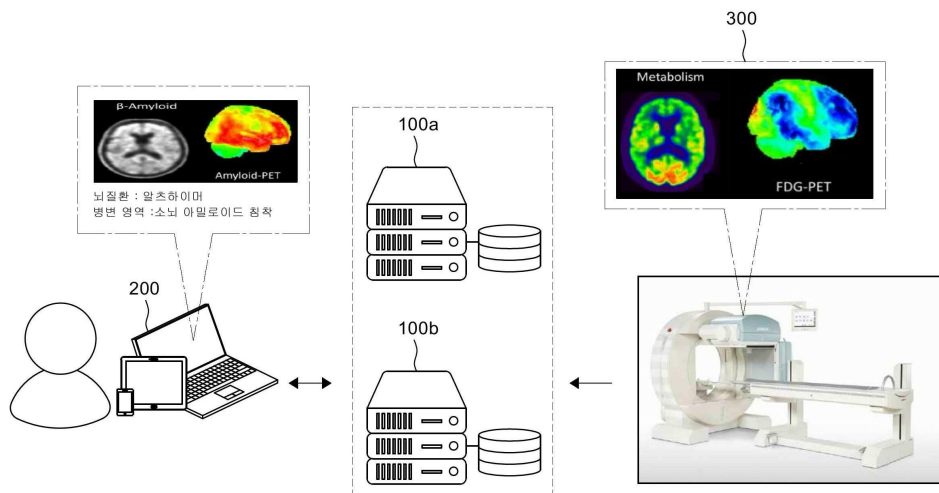
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 PET 영상 변환 방법 및 이를 이용한 뇌질환 진단 방법

(57) 요약

본 명세서에서는 프로세서에 의해 구현되는 뇌질환 진단 방법으로서, 개체의 표적 부위를 포함하는 의료 영상을 수신하는 단계, 의료 영상을 입력으로 하여 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성된 영상 변환 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상을 기초로 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 생성하는 단계, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 입력으로 하여 뇌질환 여부를 결정하도록 구성된 뇌질환 진단 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 기초로 개체의 뇌질환 여부를 결정하는 단계를 포함하는, 뇌질환 진단 방법을 제공한다.

대표도



(52) CPC특허분류

A61B 6/5217 (2020.08)

G06T 7/0012 (2013.01)

G16H 50/20 (2018.01)

G06T 2207/10104 (2013.01)

G06T 2207/20084 (2013.01)

G06T 2207/30016 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711127703

과제번호 2017M3C7A1049051

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 뇌과학원천기술개발(R&D)

연구과제명 다중 스케일, 다중 모달, 다중 종 신경 신호 및 영상 기반 뇌신경회로의 인과적 실

효연결망 추정과 뇌시스템 해석 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 연세대학교

연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서에 의해 구현되는 양전자 방출 단층 촬영(Positron Emission Tomography, PET) 영상 변환 방법으로서, 개체의 표적 부위를 포함하는 의료 영상을 수신하는 단계, 및 의료 영상을 입력으로 하여 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성된 영상 변환 모델을 이용하여, 수신된 상기 의료 영상을 기초로 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 생성하는 단계를 포함하는, PET 영상 변환 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 의료 영상은, MRI 영상, PET-CT 영상, Acetate PET 영상, Methionine PET 영상, Spiroperidol PET 영상, Carfentanil PET 영상, Palmitic acid PET 영상, FLT PET 영상, FP-CIT PET 영상, 1502 PET 영상, Tau PET 영상 및 FDG PET 영상 중 적어도 하나인, PET 영상 변환 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 영상 변환 모델은, 수평면(Axial)에 기초한 영상을 입력으로 하여, Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성된, PET 영상 변환 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 영상 변환 모델은, 관상면(Coronal) 또는 시상면(Sagittal)에 기초한 영상을 더 입력하여, Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 더 구성된, PET 영상 변환 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 영상 변환 모델은, 상기 의료 영상을 상기 Amyloid PET 영상 또는 상기 Tau PET 영상으로 변환하는 모델을 학습하는 생성기(generator), 및 상기 생성기에 의해 변환된 상기 Amyloid PET 영상 또는 상기 Tau PET 영상과 상기 Amyloid PET 영상 또는 상기 Tau PET 영상을 대표하는 샘플 이미지를 구별하는 모델을 학습하는 분류기(discriminator)를 통해 학습된, PET 영상 변환 방법.

청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 분류기는,

진위 분류기 또는 집단 분류기를 포함하고,

상기 진위 분류기 또는 집단 분류기는,

진위 분류기에 가중치를 부여한 뒤, 학습이 진행됨에 따라 집단 분류기에 가중치가 부여되면서 학습된, PET 영상 변환 방법.

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 생성기에 의하여 변환된 상기 Amyloid PET 영상 또는 상기 Tau PET 영상과 상기 샘플 이미지의 구조적 유사도(Structural Similarity Index, SSIM)은,

0.9 이상인, PET 영상 변환 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 의료 영상을 해상도와 위치가 표준화하기 위하여 상관정립(coregister)하는 전처리 단계를 더 포함하는, PET 영상 변환 방법.

청구항 9

프로세서에 의해 구현되는 뇌질환 진단 방법으로서,

개체의 표적 부위를 포함하는 의료 영상을 수신하는 단계;

의료 영상을 입력으로 하여 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성된 영상 변환 모델을 이용하여, 수신된 상기 의료 영상을 기초로 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 생성하는 단계;

수신된 상기 의료 영상과 생성된 상기 Amyloid PET 영상 또는 생성된 상기 Tau PET 영상을 입력으로 하여 뇌질환 여부를 결정하도록 구성된 뇌질환 진단 모델을 이용하여, 수신된 상기 의료 영상과 생성된 상기 Amyloid PET 영상 또는 생성된 상기 Tau PET 영상을 기초로 상기 개체의 뇌질환 여부를 결정하는 단계를 포함하는, 뇌질환 진단 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 뇌질환 여부를 결정하는 단계 이후,

수신된 상기 의료 영상과 생성된 상기 Amyloid PET 영상 또는 생성된 상기 Tau PET 영상을 입력으로 하여 상기 개체의 뇌질환 병변 영역을 결정하도록 구성된 뇌병변 결정 모델을 이용하여, 수신된 상기 의료 영상과 생성된 상기 Amyloid PET 영상 또는 생성된 상기 Tau PET 영상을 기초로 상기 개체의 뇌질환 병변 영역을 결정하는 단계를 더 포함하는, 뇌질환 진단 방법.

청구항 11

제 9항에 있어서,

상기 뇌질환 여부를 결정하는 단계 이후,

수신된 상기 의료 영상과 생성된 상기 Amyloid PET 영상 또는 생성된 상기 Tau PET 영상을 입력으로 하여 상기 개체의 신경 퇴화도(degradation grade)을 결정하도록 구성된 신경 퇴화도 결정 모델을 이용하여, 수신된 상기 의료 영상과 생성된 상기 Amyloid PET 영상 또는 생성된 상기 Tau PET 영상을 기초로 상기 개체의 신경 퇴화도를 결정하는 단계를 더 포함하는, 뇌질환 진단 방법.

청구항 12

제 9항에 있어서,

상기 뇌질환 여부를 결정하는 단계는,

상기 개체가 알츠하이머 또는 경도인지기능장애 또는 정상 상태의 여부를 결정하는 단계를 포함하는, 뇌질환 진단 방법.

청구항 13

개체의 표적 부위를 포함하는 의료 영상을 수신하도록 구성된 통신부, 및

상기 통신부와 통신하도록 구성된 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

의료 영상을 입력으로 하여 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성된 영상 변환 모델을 이용하여, 수신된 상기 의료 영상을 기초로 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 생성하도록 구성된, PET 영상 변환용 디바이스.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 의료 영상은,

MRI 영상, PET-CT 영상, Acetate PET 영상, Methionine PET 영상, Spiroperidol PET 영상, Carfentanil PET 영상, Palmitic acid PET 영상, FLT PET 영상, FP-CIT PET 영상, 1502 PET 영상, Tau PET 영상 및 FDG PET 영상 중 적어도 하나인, PET 영상 변환용 디바이스.

청구항 15

제 13항에 있어서,

상기 영상 변환 모델은,

수평면(Axial)에 기초한 영상을 입력으로 하여, Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성된, PET 영상 변환용 디바이스.

청구항 16

제 15항에 있어서,

상기 영상 변환 모델은,

관상면(Coronal) 또는 시상면(Sagittal)에 기초한 영상을 더 입력하여, Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 더 구성된, PET 영상 변환용 디바이스.

청구항 17

제 13항에 있어서,

상기 영상 변환 모델은,

상기 의료 영상을 상기 Amyloid PET 영상 또는 상기 Tau PET 영상으로 변환하는 모델을 학습하는 생성기(generator), 및

상기 생성기에 의해 변환된 상기 Amyloid PET 영상 또는 상기 Tau PET 영상과 상기 Amyloid PET 영상 또는 상기 Tau PET 영상을 대표하는 샘플 이미지를 구별하는 모델을 학습하는 분류기(discriminator)를 통해 학습된, PET 영상 변환용 디바이스.

청구항 18

제 17항에 있어서,

상기 생성기에 의하여 변환된 상기 Amyloid PET 영상 또는 상기 Tau PET 영상과 상기 샘플 이미지의 구조적 유사도(Structural Similarity Index, SSIM)은,

0.9 이상인, PET 영상 변환용 디바이스.

청구항 19

제 13항에 있어서,

상기 의료 영상을 해상도와 위치가 표준화하기 위하여 상관정립(coregister)하도록 더 구성된, PET 영상 변환용 디바이스.

청구항 20

개체의 표적 부위를 포함하는 의료 영상을 수신하도록 구성된 통신부, 및

상기 통신부와 통신하도록 구성된 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

의료 영상을 입력으로 하여 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성된 영상 변환 모델을 이용하여, 수신된 상기 의료 영상을 기초로 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 생성하고,

수신된 상기 의료 영상과 생성된 상기 Amyloid PET 영상 또는 생성된 상기 Tau PET 영상을 입력으로 하여 뇌질환 여부를 결정하도록 구성된 뇌질환 진단 모델을 이용하여, 수신된 상기 의료 영상과 생성된 상기 Amyloid PET 영상 또는 생성된 상기 Tau PET 영상을 기초로 상기 개체의 뇌질환 여부를 결정하도록 구성된, 뇌질환 진단용 디바이스.

청구항 21

제 20항에 있어서,

상기 뇌질환 여부를 결정한 뒤,

수신된 상기 의료 영상과 생성된 상기 Amyloid PET 영상 또는 생성된 상기 Tau PET 영상을 입력으로 하여 상기 개체의 뇌질환 병변 영역을 결정하도록 구성된 뇌병변 결정 모델을 이용하여, 수신된 상기 의료 영상과 생성된 상기 Amyloid PET 영상 또는 생성된 상기 Tau PET 영상을 기초로 상기 개체의 뇌질환 병변 영역을 결정하도록 더 구성된, 뇌질환 진단 방법.

청구항 22

제 20항에 있어서,

상기 뇌질환 여부를 결정한 뒤,

수신된 상기 의료 영상과 생성된 상기 Amyloid PET 영상 또는 생성된 상기 Tau PET 영상을 입력으로 하여 상기 개체의 신경 퇴화도(degradation grade)를 결정하도록 구성된 신경 퇴화도 결정 모델을 이용하여, 수신된 상기 의료 영상과 생성된 상기 Amyloid PET 영상 또는 생성된 상기 Tau PET 영상을 기초로 상기 개체의 신경 퇴화도를 결정하도록 더 구성된, 뇌질환 진단 방법.

청구항 23

제 20항에 있어서,

상기 뇌질환 여부를 결정은,

상기 개체가 알츠하이머 또는 경도인지기능장애 또는 정상 상태의 여부를 결정하도록 구성된, 뇌질환 진단 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 PET 영상 변환 방법 및 이를 이용한 뇌질환 진단 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 치매(dementia)는 연령이 증가하면서 발생할 수 있으며, 지능, 의지, 기억 등의 정신적인 능력이 현저하게 감퇴하는 질환으로, 65세 이상 노인 인구의 약 5%, 85세 이상 노인 인구의 약 50 % 이상 발생하는 것으로 알려져 있으며, 세계적으로 노인 인구가 증가함에 따라, 치매 환자 또한 증가하고 있는 추세이다.
- [0003] 치매는, 알츠하이머 병(Alzheimer's disease) 및 픽 병(Pick's disease) 등의 퇴행성 뇌질환, 뇌혈관 질환에 의한 혈관성 치매, 크루츠펠트-야콥 병(Creutzfeldt-Jakob disease)에 의한 치매, 대사질환으로 인한 치매, 루이체치매, 전두측두엽 치매, 알코올성 치매 및 외상성 치매 등을 포함하고 있으며, 대표적으로 기억장애가 발생한다.
- [0004] 이러한, 치매는 인지 및 행동수행능력을 평가하기 위한 문진(설문)과 뇌혈관 질환 여부 및 뇌위축 등을 조사하기 위한 뇌영상에 의하여 진단될 수 있다. 보다 구체적으로, 치매 진단을 위한 뇌영상으로는, 피코(pico) 몰단위의 생화학적 현상을 영상으로 검출할 수 있는 양전자방출 단층촬영술(Positron Emission Tomography, PET)이 이용될 수 있다.
- [0005] PET 영상은 뇌의 종양, 수용체/운반체(도파민 등) 및 아밀로이드 축적 등의 표적자(tracer) 영상으로서, 생화학적 현상을 관찰할 수 있으나, 해상도가 제한되어 있어, 뇌 위축(conrtical atrophy)에 따른 분용적 효과의 증가 등을 정량화함에 있어 어려움이 있다.
- [0006] 또한, 치매 진단을 위한 뇌영상으로 MRI(magnetic resonance imaging)가 사용될 수 있으나, MRI의 경우, 치매 진행 수준을 파악하는데는 유용하나, 경도인지장애(multiple amnesic domain, MCI)와 같은 치매 초기단계 진단에서는 PET 영상 검사가 필요하다.
- [0007] 이에, CT(computed tomography), MRI 및 PET 등의 다양한 의료 영상이 함께 사용되어 각 영상에 대한 한계를 보완하고 있으나, 이를 함께 촬영하기엔, 의료 영상 촬영 자체가 매우 고가이고, PET 영상의 경우 보험급여가 적용되지 않아 환자에게 비용에 대한 부담을 가중시킬 수 있다.
- [0008] 따라서, 조기의 치매에 대한 정확한 진단을 위해서는 다양한 영상의 촬영이 필수적일 수 있으나, 이의 비용적 문제가 한계임에 따라, 이를 해결하기 위한 방법이 요구되고 있는 실정이다.
- [0009] 발명의 배경이 되는 기술은 본 발명에 대한 이해를 보다 용이하게 하기 위해 작성되었다. 발명의 배경이 되는 기술에 기재된 사항들이 선행기술로 존재한다고 인정하는 것으로 이해되어서는 안 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 한편, 본 발명의 발명자들은 뇌 속의 생화학적 바이오 마커의 매커니즘 즉, 뇌의 당대사(glucose metabolism)를 주목하였다. 보다 구체적으로, 본 발명의 발명자들은 신경세포 밖의 베타 아밀로이드(A β 가 침착된 아밀로이드 플라그(amyloid plaque)의 축적과 세포 내에 과인산화된 타우(hyperphosphorylate tau) 단백질 축적이 뇌 손상의 대표적인 지표(marker)이며, 이러한 마커가 많은 부위에서는 당대사가 많다는 것을 주목하였다.
- [0011] 즉, 본 발명의 발명자들은, 당대사 및 전술한 바이오 마커들의 발현은 동일한 피드백(feedback) 방향을 가진다는 것을 인지하였으며, 이에, 본 발명의 발명자들은 당대사에 관련된 의료영상으로부터 전술한 바이오 마커들에 관련된 의료 영상을 도출하고자 하였다.
- [0012] 나아가, 본 발명의 발명자들은, 영상 변환에 있어, 알고리즘 기반의 머신러닝(인공지능)을 주목하였으며, 생성적 적대 신경망(generative adversarial networks, GAN)과 같은 이미지 생성, 조합 및 변형이 가능한 알고리즘이 적용될 경우, 적은 양의 정보로도 이미지를 예측하고, 전환하고, 재구축할 수 있다는 것을 인지하였다.
- [0013] 이에, 본 발명의 발명자들은 전술한 한계를 극복하기 위한 방안으로, 특정 의료 영상을 머신러닝을 이용하여 변환하여, 다양한 의료 영상을 도출(생성)하고자 하였으며, 결국, 본 발명의 발명자들은 FDG PET 영상과 같은 당대사 의료 영상을 입력으로 하여 영상 변환 모델에 의하여 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 출력으로 생성할 수 있다는 것을 발견하였다.
- [0014] 나아가, 본 발명의 발명자들은 전술한 영상 변환 모델에 의하여 생성된 의료 영상이 기존의 의료 영상과 함께 진단에 이용될 경우, 보다 정확한 진단이 가능하다는 것을 인지하였다.

- [0015] 즉, 본 발명의 발명자들은 기존의 실제로 측정된 특정 의료 영상 및 이를 기초로 생성된 다른 종류의 의료 영상을 진단 모델에 함께 적용하여, 보다 정확한 뇌질환에 대한 진단을 제공하고자 하였다.
- [0016] 그 결과, 본 발명의 발명자들은 실제 측정된 하나의 의료 영상으로부터 하나 이상의 의료 영상을 생성하고, 이를 기초로 보다 정확한 뇌질환 여부를 결정할 수 있는 뇌질환 진단 방법을 개발하였다.
- [0017] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 영상 변환 모델 및 뇌질환 진단 모델이 적용됨에 따라, Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 제공할 수 있으며, 이에 기초하여 정확한 진단을 제공할 수 있는 뇌질환 진단 방법 및 이에 기초한 디바이스를 제공하는 것이다.
- [0018] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0019] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 프로세서에 의해 구현되는 양전자 방출 단층 촬영(Positron Emission Tomography, PET) 영상 변환 방법으로서,
- [0020] 개체의 표적 부위를 포함하는 의료 영상을 수신하는 단계, 및 의료 영상을 입력으로 하여 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성된 영상 변환 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상을 기초로 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 생성하는 단계를 포함하는, PET 영상 변환 방법을 제공한다.
- [0021] 이때, 표적 부위는 개체의 뇌일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니며, PET 영상이 촬영될 수 있는 다양한 부위가 모두 포함될 수 있다.
- [0022] 본 발명의 특징에 따르면, 의료 영상은, MRI 영상, PET-CT 영상, Acetate PET 영상, Methionine PET 영상, Spiroperidol PET 영상, Carfentanil PET 영상, Palmitic acid PET 영상, FLT PET 영상, FP-CIT PET 영상, 1502 PET 영상, Tau PET 영상 및 FDG PET 영상 중 적어도 하나일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니며,
- [0023] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 영상 변환 모델은, 수평면(Axial)에 기초한 영상을 입력으로 하여, Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 더 구성될 수 있다.
- [0024] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 영상 변환 모델은, 관상면(Coronal) 또는 시상면(Sagittal)에 기초한 영상을 더 입력하여, Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 더 구성될 수 있다.
- [0025] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 영상 변환 모델은, 의료 영상을 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하는 모델을 학습하는 생성기(generator), 및 생성기에 의해 변환된 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상과 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 대표하는 샘플 이미지를 구별하는 모델을 학습하는 분류기(discriminator)를 통해 학습될 수 있다.
- [0026] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 분류기는, 진위 분류기 또는 집단 분류기를 포함하고, 진위 분류기 또는 집단 분류기는, 진위 분류기에 가중치를 부여한 뒤, 학습이 진행됨에 따라 집단 분류기에 가중치가 부여되면서 학습될 수 있다. 이때, 분류기는 진위 분류기 또는 집단 분류기를 통합된 형태로 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 생성기에 의하여 변환된 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상과 샘플 이미지의 구조적 유사도(Structural Similarity Index, SSIM)은, 0.9 이상일 수 있다.
- [0028] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 본 발명은 의료 영상을 상관정립(coregister)하여 해상도와 위치가 표준화하는 전처리 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0029] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 프로세서에 의해 구현되는 뇌질환 진단 방법으로서, 개체의 표적 부위를 포함하는 의료 영상을 수신하는 단계; 의료 영상을 입력으로 하여 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성된 영상 변환 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상을 기초로 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 생성하는 단계; 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 입력으로 하여 뇌질환 여부를 결정하도록 구성된 뇌질환 진단 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 기초로 개체의 뇌질환 여부를 결정하는 단계를 포함하는, 뇌질환 진단 방법을 제공한다.
- [0030] 본 발명의 특징에 따르면, 뇌질환 여부를 결정하는 단계 이후, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 입력으로 하여 개체의 뇌질환 병변 영역을 결정하도록 구성된 뇌병변 결정 모델을 이

용하여, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 기초로 개체의 뇌질환 병변 영역을 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0031] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 뇌질환 여부를 결정하는 단계 이후, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 입력으로 하여 개체의 신경 퇴화도(degradation grade)를 결정하도록 구성된 신경 퇴화도 결정 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 기초로 개체의 신경 퇴화도를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0032] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 뇌질환 여부를 결정하는 단계는, 개체가 알츠하이머 또는 경도인지기능장애 또는 정상 상태의 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0033] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위해, 본 발명은, 개체의 표적 부위를 포함하는 의료 영상을 수신하도록 구성된 통신부, 및 통신부와 통신하도록 구성된 프로세서를 포함하고, 프로세서는, 의료 영상을 입력으로 하여 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성된 영상 변환 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상을 기초로 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 생성하도록 구성된, PET 영상 변환용 디바이스를 제공한다.

[0034] 본 발명의 특징에 따르면, 본 발명은 의료 영상을 해상도와 위치가 표준화하기 위하여 상관정립(coregister)하도록 더 구성될 수 있다.

[0035] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위해, 본 발명은, 개체의 표적 부위를 포함하는 의료 영상을 수신하도록 구성된 통신부, 및 통신부와 통신하도록 구성된 프로세서를 포함하고, 프로세서는, 의료 영상을 입력으로 하여 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성된 영상 변환 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상을 기초로 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 생성하고, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 입력으로 하여 뇌질환 여부를 결정하도록 구성된 뇌질환 진단 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 기초로 개체의 뇌질환 여부를 결정하도록 구성된, 뇌질환 진단용 디바이스를 제공한다.

[0036] 본 발명의 특징에 따르면, 본 발명은, 뇌질환 여부를 결정한 뒤, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 입력으로 하여 개체의 뇌질환 병변 영역을 결정하도록 구성된 뇌병변 결정 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 기초로 개체의 뇌질환 병변 영역을 결정하도록 더 구성될 수 있다.

[0037] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 뇌질환 여부를 결정한 뒤, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 입력으로 하여 개체의 신경 퇴화도(degradation grade)를 결정하도록 구성된 신경 퇴화도 결정 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 기초로 개체의 신경 퇴화도를 결정하도록 더 구성될 수 있다.

[0038] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 뇌질환 여부를 결정은, 개체가 알츠하이머 또는 경도인지기능장애 또는 정상 상태의 여부를 결정하도록 구성될 수 있다.

[0039] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명한다. 다만, 이들 실시예는 본 발명을 예시적으로 설명하기 위한 것에 불과하므로 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 한정되는 것으로 해석되어서는 아니된다.

발명의 효과

[0040] 본 발명은 인공지능 기반의 영상 변환 모델 및 뇌질환 진단 모델을 이용하여, Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 생성하여 제공할 수 있으며, 이에 기초한 정확한 뇌질환 여부를 진단하여 제공할 수 있다.

[0041] 보다 구체적으로, 본 발명은 하나의 의료 영상 예를 들어, FDG PET으로부터 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 변환 및 생성할 수 있음에 따라, 의료 영상 촬영에 대한 환자의 시간 및 비용적 부담을 감소시킬 수 있으며, 실측된 PET 영상과 동일한 수준의 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 제공할 수 있다.

[0042] 나아가, 본 발명은 실측된 PET 영상과 동일한 수준의 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 진단에 함께 이용함으로써, 뇌질환 여부를 진단에 있어 단일 의료영상으로 진단할 경우보다 높은 정확도를 가질 수 있다.

[0043] 이에, 본 발명은 신속하고 정확한 뇌질환 여부를 진단이 가능할 수 있음에 따라, 본 발명은 개체의 뇌질환을 조기에 진단 가능하며, 보다 긍정적인 예후에 기여할 수 있다.

[0044] 특히, 본 발명은 의료진으로 하여금 신속하고 정확한 영상 진단이 가능하고, 신뢰도 높은 진단 소견을 제공하도

록 진단 보조 역할을 수행할 수 있다.

[0045] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0046] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 시스템에 대한 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 방법에 대한 순서도가 도시된다.

도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 PET 영상 변환 방법에서의 영상 변환 모델에 대한 개략도이다.

도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 PET 영상 변환 방법에서의 의료 영상 전처리 과정에 대한 개략도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 뇌질환 진단 방법에서 사용되는 뇌질환 진단 모델에 대한 개략도이다.

도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단용 디바이스에 대한 개략도이다.

도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 디바이스에 대한 개략도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 PET 영상 변환 방법을 통하여 생성된 의료 영상 이미지이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 방법에 대한 임상적 유용성 판단을 위한 분류 시험(classification test) 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0047] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조부호가 사용될 수 있다.

[0048] 본 문서에서, "가진다," "가질 수 있다," "포함한다," 또는 "포함할 수 있다" 등의 표현은 해당 특징(예: 수치, 기능, 동작, 또는 부품 등의 구성요소)의 존재를 가리키며, 추가적인 특징의 존재를 배제하지 않는다.

[0049] 본 문서에서, "A 또는 B," "A 또는/및 B 중 적어도 하나," 또는 "A 또는/및 B 중 하나 또는 그 이상" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. 예를 들면, "A 또는 B," "A 및 B 중 적어도 하나," 또는 "A 또는 B 중 적어도 하나"는, (1) 적어도 하나의 A를 포함, (2) 적어도 하나의 B를 포함, 또는(3) 적어도 하나의 A 및 적어도 하나의 B 모두를 포함하는 경우를 모두 지칭할 수 있다.

[0050] 본 문서에서 사용된 "제1," "제2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들은 다양한 구성요소들을, 순서 및/또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 예를 들면, 제1 사용자 기기와 제2 사용자 기기는, 순서 또는 중요도와 무관하게, 서로 다른 사용자 기기를 나타낼 수 있다. 예를 들면, 본 문서에 기재된 권리범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 바꾸어 명명될 수 있다.

[0051] 어떤 구성요소(예: 제1 구성요소)가 다른 구성요소(예: 제2 구성요소)에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어((operatively or communicatively) coupled with/to)" 있거나 "접속되어(connected to)" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소(예: 제1 구성요소)가 다른 구성요소(예: 제2 구성요소)에 "직접 연결되어" 있거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소와 상기 다른 구성요소 사이에 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)가 존재하지 않는 것으로 이해될 수 있다.

[0052] 본 문서에서 사용된 표현 "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, "~에 적합한(suitable for)," "~하는 능력을 가지는(having the capacity to)," "~하도록 설계된(designed to)," "~하도록 변경된(adapted to)," "~하도록 만들어진(made to)," 또는 "~를 할 수 있는(capable of)"과 바꾸어 사용될 수 있다. 용어 "~하도록 구성된(또는 설정된)"은 하드웨어적으로 "특별히 설계된(specifically designed to)"

것만을 반드시 의미하지 않을 수 있다. 대신, 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다. 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된)프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(generic-purpose processor)(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.

[0053] 본 문서에서 사용된 용어들은 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 용어들은 본 문서에 기재된 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 본 문서에 사용된 용어들 중 일반적인 사전에 정의된 용어들은, 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미로 해석될 수 있으며, 본 문서에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 문서에서 정의된 용어일지라도 본 문서의 실시 예들을 배제하도록 해석될 수 없다.

[0054] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하며, 당업자가 충분히 이해할 수 있듯이 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.

[0055] 본 명세서의 해석의 명확함을 위해, 이하에서는 본 명세서에서 사용되는 용어들을 정의하기로 한다.

[0056] 본 명세서에서 사용되는 용어, "개체"는 뇌 질환을 예측하고자 하는 모든 대상을 의미할 수 있다. 예를 들어, 개체는, 치매 환자일 수도 있다.

[0057] 본 발명의 일 실시예에 따른 PET 영상 변환 방법 및 이를 이용한 뇌질환 진단 방법

[0058] 이하에서는 도 1 내지 5b를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 시스템에 대하여 설명하도록 한다.

[0059] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 시스템에 대한 개략도이다.

[0060] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 시스템(1000)은 수신된 의료 영상을 기초로 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성된 영상 변환용 디바이스(100a), 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 기초로 개체의 뇌질환 여부를 결정하도록 구성된 뇌질환 진단용 디바이스(100b), 생성된 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상(10)과 결정된 뇌질환 여부에 대한 진단 결과 데이터(20)를 수신하는 사용자 디바이스(200) 및 의료 영상을 제공하는 의료 영상 제공용 디바이스(300)로 구성될 수 있다. 이때, 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)는 각각 따로 존재하는 디바이스로 도시되었지만, 이에 제한되지 않고, 영상 변환 및 뇌질환 진단이 같이 수행될 수 있는 하나의 디바이스일 수 있다.

[0061] 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)는 MRI, CT 및 PET과 같은 의료 영상 제공용 디바이스(300)로부터 제공된 개체의 의료 영상을 기초로 영상 변환 및 뇌질환 진단을 수행하기 위해 다양한 연산을 수행하는 범용 컴퓨터, 랩탑, 및/또는 데이터 서버 등을 포함할 수 있다. 이때, 사용자 디바이스(200)는 웹 페이지를 제공하는 웹 서버(web server) 또는 모바일 웹 사이트를 제공하는 모바일 웹 서버(mobile web server)에 액세스하기 위한 장치일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0062] 즉, 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)로부터 제공되는 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상(10)과 뇌질환 진단 결과 데이터는 사용자 디바이스(200)에 설치된 웹 브라우저를 통해 웹 페이지로 제공되거나, 어플리케이션, 또는 프로그램 형태로 제공될 수 있다. 다양한 실시예에서 이러한 데이터는 클라이언트-서버 환경에서 플랫폼에 포함되는 형태로 제공될 수 있다.

[0063] 그 다음, 사용자 디바이스(200)는 생성된 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상(10)과 뇌질환 진단 결과 데이터(20)를 요청하고, 이를 나타내기 위한 인터페이스를 제공하는 전자 장치로서, 스마트폰, 태블릿 PC(Personal Computer), 노트북 및/또는 PC 등 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 즉, 사용자 디바이스(200)는 개체에 대한 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상(10)과 뇌질환 진단 결과 데이터(20)를 수신하고, 수신된 결과를 후술되어 질 표시부를 통하여 표시할 수 있다.

[0064] 그 다음, 의료 영상 제공용 디바이스(300)는 신체 내부의 해부학적 구조나 기능적 움직임을 영상으로 보여주는 의료기기로서, 초음파기기, X-레이, CT, MRI 및 PET 등을 포함할 수 있으며, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환

환 진단 시스템(1000)에서 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)에게 제공되어지는 의료 영상은 전술한 기기들로부터 촬영된 다양한 의료 영상을 모두 포함할 수 있다.

[0065] 예를 들어, 의료 영상 제공용 디바이스(300)로부터 제공되어지는 의료 영상은, MRI 영상, PET-CT 영상, Acetate PET 영상, Methionine PET 영상, Spiroperidol PET 영상, Carfentanil PET 영상, Palmitic acid PET 영상, FLT PET 영상, FP-CIT PET 영상, ¹⁵O₂ PET 영상, Tau PET 영상 및 FDG PET 영상 중 적어도 하나일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0066] 이상의 구성에 의하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 시스템(1000)은 의료 영상 제공용 디바이스(300)로부터 다양한 의료 영상을 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)에게 수신하고, 수신된 의료 영상에 기초하여 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)로부터 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상(10)과 개체의 뇌질환에 대한 여부 즉, 진단 결과 데이터(20)를 생성하여, 사용자 디바이스(200)에게 제공할 수 있다.

[0067] 보다 구체적으로, 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 시스템(1000)에 기초되는, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 방법에 대한 순서도가 도시된다. 이때, 설명의 편의를 위하여, 도 3a 내지 4를 참조하여 설명하도록 한다.

[0068] 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 방법은 개체의 표적 부위를 포함하는 의료 영상을 수신하는 단계(S210), 의료 영상을 입력으로 하여 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성된 영상 변환 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상을 기초로 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 생성하는 단계(S220), 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 입력으로 하여 뇌질환 여부를 결정하도록 구성된 뇌질환 진단 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 기초로 개체의 뇌질환 여부를 결정하는 단계(S230)를 포함할 수 있다.

[0069] 먼저, 수신하는 단계(S210)에서 표적 부위는 개체의 뇌 영역일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니며, 의료 영상이 촬영될 수 있는 다양한 부위를 모두 포함할 수 있다.

[0070] 그 다음, 영상을 생성하는 단계(S220) 및 개체의 뇌질환 여부를 결정하는 단계(S230)는 각각 의료 영상을 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)에서 수행될 수 있으나, 이에 제한되지 않고, 하나의 디바이스에서 같이 수행될 수 있다. 즉, 영상을 생성하는 단계(S220) 및 개체의 뇌질환 여부를 결정하는 단계(S230)는 영상 변환 모델 및 뇌질환 진단 모델을 포함하는 하나의 디바이스에 의하여 수행될 수 있으며, 영상을 생성하는 단계(S220) 및 개체의 뇌질환 여부를 결정하는 단계(S230)는 디바이스에 포함되어 있는 영상 변환 모델 및 뇌질환 진단 모델에 의하여 수행된다는 것을 의미할 수 있다.

[0071] 영상을 생성하는 단계(S220)는 본 발명의 일 실시예에 따른 PET 영상 변환 방법이며, 영상 변환 모델로서, 생성적 적대 신경망(Generative adversarial network, GAN) 모델을 이용하여 수행될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니며, 다양한 종류의 영상 변환 모델이 이용될 수 있다.

[0072] 영상 변환 모델로서의 GAN은 원본 데이터 분포와 유사한 이미지를 생성하기 위한 머신러닝으로, 진짜 같은 가짜를 쉽고 빠르게 만들 수 있는 기술로 활용될 수 있다. 나아가, GAN은 생성기(generator) 및 분류기(discriminator)를 포함하고 있으며, 이러한 두 신경망 모델의 경쟁을 통해 학습하고 결과물을 도출해낼 수 있다. 이때, 생성기는 실제에 가까운 데이터를 생성하는 것을 목적으로 실제 데이터를 학습하고, 이를 바탕으로 데이터를 생성하고, 분류기는 생성기가 생성한 데이터를 실제인지, 거짓인지 판별하도록 학습된다.

[0073] 또한, 분류기는 실제 영상인지 생성된 영상인지를 구분하는 모듈 외에 해당 영상이 어느 집단에 속한 영상인지를 같이 학습하는 모듈을 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 분류기는 진위 분류기 및 집단 분류기를 포함할 수 있다. 이때, 진위 분류기는 CNN 모델과 같이 영상 내 특징점을 추출하고, 추출된 특징점을 기반으로 실제 영상 및 생성 영상에 대한 진위 여부를 분류할 수 있다. 나아가, 집단 분류기는 서로 다른 질환을 라벨링하여, 질환 별로 분류할 수 있다. 이에, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 방법의 분류기는 진위 분류기 및 집단 분류기를 포함함으로써, 집단 별 서로 다른 질환의 특성을 가진 PET을 특정 질환에 따른 과잉 바이어스를 방지할 수 있으며, 질환에 상관없이 의료 영상으로부터 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환 및 생성할 수 있다.

[0074] 나아가, 분류기는 진위 분류기 및 집단 분류기 각각에서 산출된 분류 오류들을 가중치에 합하여, 학습에 이용될 수 있다. 예를 들어, 진위 분류기에 가중치를 부여한 뒤, 학습이 진행됨에 따라 집단 분류기에 가중치가 부여

되면서 학습될 수 있다.

- [0075] 또한, 생성기는 질환에 따른 집단 간 통계적으로 차이를 나타내는 볼륨 마스크(정상, 인지저하, 치매 자료에 대한 ANOVA결과물)에 기초하여, 각각의 볼륨 마스크에 대한 복셀에 대하여 가중치를 부여할 수 있으며, 이에 분류기의 손실함수가 정의될 수 있다.
- [0076] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 방법의 생성기는 통계치를 이용하여, 각 질환에 따른 집단을 통계적으로 구분할 수 있으며, 이를 기초로 뇌 영역에 따라 서로 다른 가중치를 부여할 수 있다. 이에, 생성기는 각 마스크에 대하여 보다 높은 재현성을 가지도록 학습될 수 있다.
- [0077] 이에, 영상을 생성하는 단계(S220)에서 이용되는 영상 변환 모델은 의료 영상을 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하는 모델을 학습하는 생성기(generator)와 생성기에 의해 변환된 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상과 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 대표하는 샘플 이미지를 구별하는 모델을 학습하는 분류기(discriminator)를 통해 학습되어, 의료 영상으로부터 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환 및 생성할 수 있다.
- [0078] 또한, 영상을 생성하는 단계(S220)에서 이용되는 영상 변환 모델은 입력되는 의료 영상에 대한 공간에 제약되지 않고, 다양한 축 방향의 분할 영상이 입력되어 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 변환 및 생성할 수 있다.
- [0079]
- [0080] 보다 구체적으로, 도 3a를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 PET 영상 변환 방법에서의 영상 변환 모델에 대한 개략도가 도시되며, 영상 변환 모델(GAN)에 입력되어지는 의료 영상은, 수평면(Axial), 관상면(coronal) 및 시상면(Sagittal)의 다양한 축 방향(Multi-axis)에 대한 영상이 포함될 수 있으며, 영상 변환 모델(GAN)은 다양한 축 방향에 대한 영상에 기초하여, Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 변환 및 생성하도록 학습되었음에 따라, 영상의 방향에 제약없이 다양한 방향의 의료 영상이 입력되어 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환 및 생성될 수 있다. 이에, 본 발명의 일 실시예에 따른 PET 영상 변환 방법은 이상을 효과를 가질 수 있다.
- [0081] 이때, 변환 및 생성되는 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상은 수평면(Axial), 관상면(coronal) 및 시상면(Sagittal) 중 적어도 하나의 축방향에 기초한 영상일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니며, 도시된 바와 같이, 3차원의 영상 또한 생성될 수 있다.
- [0082] 즉, 영상을 생성하는 단계(S220)를 통하여, 고비용의 PET 영상을 변환 및 생성할 수 있다.
- [0083] 다시, 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 방법은 영상을 생성하는 단계(S220) 이전에, 의료 영상을 상관정립(coregister)하여 해상도와 위치가 표준화하는 전처리 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0084] 보다 구체적으로, 도 3b를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 PET 영상 변환 방법에서의 의료 영상 전처리 과정에 대한 개략도가 도시되며, 수신된 의료 영상은 XIDA의 cvt_ext_smooth를 사용하여 노이즈를 제거한 뒤, Neurostat의 mcoreg를 이용하여 프레임 별로 환자의 머리를 일정한 공간으로 상관정립(coregister)하였다.
- [0085] 그 다음, XIDA의 avg_sep_frames를 사용하여 모든 프레임의 픽셀들에 대한 평균값을 도출한 뒤, AC-PC (Anterior Commissure, Posterior Commissure)라인에 맞도록 기준선을 상관정립하고 강도 정규화(Intensity normalization)를 수행하였다.
- [0086] 전술한 과정이 수행된 영상은 스무딩(smoothing)된 형태였으며, 스무딩된 영상을 각 영상의 개체에 대응되는 MRI 영상을 사용하여 MNI templete에 공간 평준화(spatial normalization)시키는 과정을 수행하였다.
- [0087] 즉, 전술한 표준화(normalization) 과정을 통하여, 개체간의 뇌 형태적 및 해부학적 차이와 머리의 움직임에 교정하여, 보다 정확한 Tau PET 영상과 Amyloid PET 영상의 생성할 수 있으며, 이에 따라, 보다 정확한 개체의 뇌 질환에 대한 진단 결과를 제공할 수 있다.
- [0088] 나아가, 전술한 표준화 과정은, 본 발명의 일 실시예에 따른 PET 영상 변환 방법에서 사용되는 영상 변환 모델의 학습 과정에서도 이용될 수 있다.
- [0089] 다시, 도 2를 참조하면, 전술한 영상을 생성하는 단계(S220)를 통하여, 생성된 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상은 뇌질환 여부를 결정하는 단계(S230)에서 이용될 수 있다.

- [0090] 보다 구체적으로, 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 뇌질환 진단 방법에서 사용되는 뇌질환 진단 모델에 대한 개략도가 도시되며, 뇌질환 여부를 결정하는 단계(S230)에서의 뇌질환 진단 모델은 의료 영상 제공용 디바이스로부터 실제로 측정된 개체의 의료 영상(30)과 이러한 의료 영상을 기초로 변환되어 생성된 의료 영상인 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상(10)을 입력으로 하여 뇌질환 여부 즉, 뇌질환에 대한 진단 결과(20)를 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0091] 이때, 뇌질환에 대한 진단 결과(20)은 알츠하이머 또는 경증인지기능장애 또는 정상 상태의 중 적어도 하나일 수 있다.
- [0092] 나아가, 뇌질환 진단 모델은 Resnet50, Resnet-v2, Resnet101, Inception-v3, 또는 VGG net, R, DenseNet 및, 인코더-디코더(encoder-decoder) 구조를 갖는 FCN, SegNet, DeconvNet, DeepLAB V3+, U-net와 같은 DNN(deep neural network), SqueezeNet, Alexnet, ResNet18, MobileNet-v2, GoogLeNet 및 CNN(Convolutional Neural Network) 중 적어도 하나의 알고리즘에 기초할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니며, 적어도 두개의 알고리즘 모델에 기초한 앙상블 모델일 수 있다.
- [0093] 다시, 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 뇌질환 진단 방법은 뇌질환 여부를 결정하는 단계(S230) 이후에, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 입력으로 하여 개체의 뇌질환 병변 영역을 결정하도록 구성된 뇌병변 결정 모델을 이용하여, 개체의 뇌질환 병변 영역을 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0094] 또한, 본 발명의 일 실시예에 뇌질환 진단 방법은 뇌질환 여부를 결정하는 단계(S230) 이후에, 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 입력으로 하여 개체의 신경 퇴화도(degradation grade)를 결정하도록 구성된 신경 퇴화도 결정 모델을 이용하여, 개체의 신경 퇴화도를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0095] 이때, 뇌병변 결정 모델과 신경 퇴화도 결정 모델은 앞서 기술한 뇌질환 진단 모델과 동일한 종류의 모델일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0096] 이상의 과정을 통하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 방법은 하나의 의료 영상을 통하여, Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상과 같은 다양한 의료 영상을 더 제공할 수 있으며, 이에 기초한 보다 정확한 진단 결과를 제공할 수 있다.
- [0097] 도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단용 디바이스(100b)에 대한 개략도이다. 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 방법용 디바이스(100b)에 대한 구성은 PET 영상 변환용 디바이스(100a)와 동일할 수 있으며, 이에, 이하에서는 PET 영상 변환용 디바이스(100a)와 같이 설명하도록 한다.
- [0098] 도 5a를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 PET 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)는 저장부(110), 통신부(120) 및 프로세서(130)를 포함한다.
- [0099] 먼저, 저장부(110)는 개체의 의료 영상 및 의료 영상에 기초한 진단과 관련된 다양한 데이터를 저장할 수 있다. 다양한 실시예에서 저장부(110)는 플래시 메모리 타입, 하드디스크 타입, 멀티미디어 카드 마이크로 타입, 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램, SRAM, 롬, EEPROM, PROM, 자기 메모리, 자기 디스크, 광 디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장 매체를 포함할 수 있다.
- [0100] 통신부(120)는 PET 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)가 외부 장치와 통신이 가능하도록 연결한다. 통신부(120)는 유/무선 통신을 이용하여 사용자 디바이스(200) 및 의료 영상 제공용 디바이스(300)를 포함하는 의료 서버와 연결되어 다양한 데이터를 송수신할 수 있다. 보다 구체적으로, 통신부(120)는 의료 영상 제공용 디바이스(300)나 의료 서버 내에 저장되어 있는 개체에 대한 의료 영상을 수신할 수 있으며, 수신된 의료 영상을 기초로 도출(결정)된 개체에 대한 뇌질환 여부에 대한 진단 결과 데이터를 사용자 디바이스(200)에게 송신할 수 있다.
- [0101] 프로세서(130)는 저장부(110) 및 통신부(120)와 동작 가능하게 연결되며, PET 영상 변환 및 이에 기초한 개체의 뇌질환을 진단하기 위한 다양한 명령들을 수행할 수 있다.
- [0102] 보다 구체적으로, 프로세서(130)는 통신부(120)를 통해 수신된 개체의 표적 부위를 포함하는 의료 영상을 기초로 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0103] 이때, 프로세서(130)는 의료 영상을 입력으로 하여 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성된

영상 변환 모델을 이용하여, Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 생성할 수 있다.

- [0104] 예를 들어, 영상 변환 모델은 의료 영상을 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하는 모델을 학습하는 생성기(generator), 및 생성기에 의해 변환된 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상과 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상을 대표하는 샘플 이미지를 구별하는 모델을 학습하는 분류기(discriminator)를 통해 학습될 수 있으며, GAN(generative adversarial network)기반의 영상 변환 모델일 수 있다.
- [0105] 이때, 입력되는 의료 영상은 MRI 영상, PET-CT 영상, Acetate PET 영상, Methionine PET 영상, Spiroperidol PET 영상, Carfentanil PET 영상, Palmitic acid PET 영상, FLT PET 영상, FP-CIT PET 영상, ¹⁵O₂ PET 영상, Tau PET 영상 및 FDG PET 영상 중 적어도 하나일 수 있으나, 바람직한 의료 영상은 FDG PET일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0106] 나아가, 입력되는 의료 영상은 축 방향에 제약없이 이용될 수 있다. 예를 들어, 영상 변환 모델은 수평면(Axial)에 기초한 영상을 입력으로 하여, Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 구성될 수 있으며, 이에 제한되지 않고, 관상면(Coronal) 또는 시상면(Sagittal)에 기초한 영상을 더 입력하여, Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환하도록 더 구성될 수 있다.
- [0107] 한편, 프로세서(130)는 전술한 입력되는 의료 영상이 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상으로 변환되기 위하여, 전처리 과정을 수행할 수 있다. 보다 구체적으로, 프로세서(130)는 의료 영상을 상관정립(coregister)하여 해상도와 위치가 표준화하는 전처리 과정을 수행할 수 있다.
- [0108] 그 다음, 프로세서(130)는 전술한 과정을 통하여 생성된 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상과 변환되어지기 전의 수신된 초기 의료 영상에 기초로 개체의 뇌질환 여부를 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0109] 이때, 프로세서(130)는 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 입력으로 하여 뇌질환 여부를 결정도록 구성된 뇌질환 진단 모델을 이용하여, 개체의 뇌질환 여부를 결정할 수 있다.
- [0110] 예를 들어, 뇌질환 진단 모델은, Resnet50, Resnet-v2, Resnet101, Inception-v3, 또는 VGG net, R, DenseNet 및, 인코더-디코더(encoder-decoder) 구조를 갖는 FCN, SegNet, DeconvNet, DeepLAB V3+, U-net와 같은 DNN(deep neural network), SqueezeNet, Alexnet, ResNet18, MobileNet-v2, GoogLeNet 및 CNN 중 적어도 하나의 알고리즘에 기초할 수 있다. 나아가, 상기 모델들은 전술한 알고리즘 중 적어도 두 개의 알고리즘 모델에 기초한 앙상블 모델일 수도 있다.
- [0111] 나아가, 프로세서(130)는 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 기초로 개체의 뇌질환 병변 영역을 결정하고, 개체의 신경 퇴화도를 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0112] 이때, 뇌질환 병변 영역의 결정은 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 입력으로 하여 개체의 뇌질환 병변 영역을 결정하도록 구성된 뇌병변 결정 모델을 이용하여 수행될 수 있으며, 신경 퇴화도 결정은 수신된 의료 영상과 생성된 Amyloid PET 영상 또는 생성된 Tau PET 영상을 입력으로 하여 개체의 신경 퇴화도(degradation grade)를 결정하도록 구성된 신경 퇴화도 결정 모델을 이용하여 수행될 수 있다.
- [0113] 나아가, 뇌병변 결정 모델 및 신경 퇴화도 결정 모델은 전술한 뇌질환 진단 모델과 동일한 알고리즘 모델에 기초할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0114] 한편, 전술한 구성을 포함하는 PET 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)는 하드웨어적으로 설계된 것으로 제한되는 것은 아니다. 예를 들어 PET 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)의 프로세서(130)는 소프트웨어로 구현될 수 있으며, 이에, PET 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)는 동일한 하나의 디바이스 내에서 구현될 수 있다. 나아가, PET 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)는 소프트웨어적으로 구현될 수 있음에 따라, 의료 영상 제공용 디바이스(300)와 연결된 연결된 표시부(미도시)를 통해 변환된 Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상과, 이에 기초한 뇌질환 여부 즉, 개체의 뇌질환에 대한 진단 결과를 제공할 수 있다.
- [0115] 전술한 구성에 의하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 PET 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)는 하나의 의료 영상으로부터 다양한 종류의 의료 영상을 생성할 수 있으며, 생성된 의료 영상을 이용하여 보다 더 정확한 진단이 가능하도록 제공할 수 있다.
- [0116] 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 디바이스(200)에 대한 개략도이다.
- [0117] 도 5b를 참조하면, 사용자 디바이스(200)는 통신부(210), 표시부(220), 저장부(230) 및 프로세서(240)를 포함

한다.

- [0118] 통신부 (210)는 사용자 디바이스(200)가 외부 장치와 통신이 가능하도록 구성될 수 있다. 통신부 (210)는 유/무선 통신을 이용하여 PET 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)와 연결되어 변환된 의료 영상과 이에 기초한 뇌질환 여부 즉, 뇌질환에 대한 진단 결과를 송신할 수 있다. 구체적으로, 통신부 (210)는 PET 영상 변환용 디바이스(100a) 및 뇌질환 진단용 디바이스(100b)로부터, 영상 변환 모델, 뇌질환 진단 모델, 뇌병변 결정 모델 및 신경 퇴화도 결정 모델에 의해 출력된 결과를 수신할 수 있다.
- [0119] 표시부 (220)는 변환된 의료 영상과 이에 기초하여 도출된 개체의 뇌질환에 대한 진단 결과를 나타내기 위한 다양한 인터페이스 화면을 표시할 수 있다. 나아가, 표시부 (220)는 질환 및 병변 감지 시, 알람을 출력하도록 더욱 구성될 수도 있다.
- [0120] 예를 들어, 표시부 (220)는 변환된 의료 영상과 이에 기초한 개체의 뇌질환에 대한 진단 결과를 시각적으로 출력할 수도 있고, 개체의 뇌질환을 감지한 경우, 알람음을 출력할 수도 있다. 이에, 의료 영상 진단 디바이스를 통한 진단 과정에서 알람이 감지될 경우, 질환 및 병변에 대하여 의료진의 신속한 처치가 가능할 수 있다.
- [0121] 다양한 실시예에서 표시부 (220)는 터치스크린을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 전자 펜 또는 사용자의 신체의 일부를 이용한 터치(touch), 제스처(gesture), 근접, 드래그(drag), 스와이프(swipe) 또는 호버링(hovering) 입력 등을 수신할 수 있다.
- [0122] 저장부 (230)는 변환된 의료 영상 데이터와 진단 결과 데이터를 나타내기 위한 사용자 인터페이스를 제공하기 위해 사용되는 다양한 데이터를 저장할 수 있다. 다양한 실시예에서 저장부 (230)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(Random Access Memory, RAM), SRAM(Static Random Access Memory), 롬(Read-Only Memory, ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.
- [0123] 프로세서(240)는 통신부(210), 표시부(220) 및 저장부(230)와 동작 가능하게 연결되며, 변환된 의료 영상과 이에 기초한 개체의 뇌질환 여부에 대한 진단 결과 데이터를 나타내기 위한 사용자 인터페이스를 제공하기 위한 다양한 명령들을 수행할 수 있다.
- [0124] **검증: 본 발명의 다양한 실시예에 따른 PET 영상 변환 방법 및 이를 이용한 뇌질환 진단 방법**
- [0125] 이하에서는 도 6 및 7을 참조하여, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 PET 영상 변환 방법 및 이를 이용한 뇌질환 진단 방법의 검증 및 평가 결과에 대하여 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0126] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 PET 영상 변환 방법을 통하여 생성된 의료 영상 이미지이다. 이때, 비교예는 특정 환자로부터 실측된 Amyloid PET 영상이며, 실시예는 특정 환자의 FDG PET 영상으로부터, 변환되어 생성된 Amyloid PET 영상이다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 PET 영상 변환 방법에서 사용된 영상 변환 모델의 검증 및 학습에 사용된 데이터는 Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative(ADNI) 데이터베이스에서 18F-FDG PET과 Amyloid PET(18F-flobetapir, 18F-flobetaban)가 모두 존재하는 개체의 데이터가 사용되었다. 이때, 총 920개체의 PET 영상이 사용되었으며, 이 중 932명의 데이터는 모델의 training set로, 90명의 데이터는 모델의 validation set로, 98명의 데이터는 모델의 test set로 사용되었다.
- [0127] 도 6을 참조하면, 비교예 및 실시예 영상간의 차이는 거의 없는 것으로 나타나며, 78명의 test set에 대한 image quality evaluation 지표는 평균 제곱근 오차(Normalized root mean square error; NRMSE)가 0.034853이고, 최대 신호 대 잡음비(Peak Signal-to-noise ratio, PSNR)가 33.25328이고, 유사지수(Structural Similarity Index, SSIM)가 0.915709인 것으로 나타나며, 이는 78명에 대한 비교예 및 실시예가 매우 유사한 것을 의미할 수 있다.
- [0128] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 PET 영상 변환 방법은 실제로 측정하지 않고도, 단일 FDG PET 영상만으로도 실제로 측정된 영상과 매우 유사한 Amyloid PET을 변환 및 생성할 수 있으며, 이에 따라, 개체에게 추가적인 의료 영상 촬영에 대한 비용 및 시간적 부담을 감소시킬 수 있다.
- [0129] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 방법에 대한 임상적 유용성 판단을 위한 분류 시험(classification test) 결과이다. 이때, AD는 알츠하이머 질환(Alzheimer Disease, AD)을 의미하며, MCI는 경도인지장애(Moderate Cognitive Impairment, MCI)를 의미하며, CN은 인지기능 정상(Cognitively Normal, CN)을

의미한다.

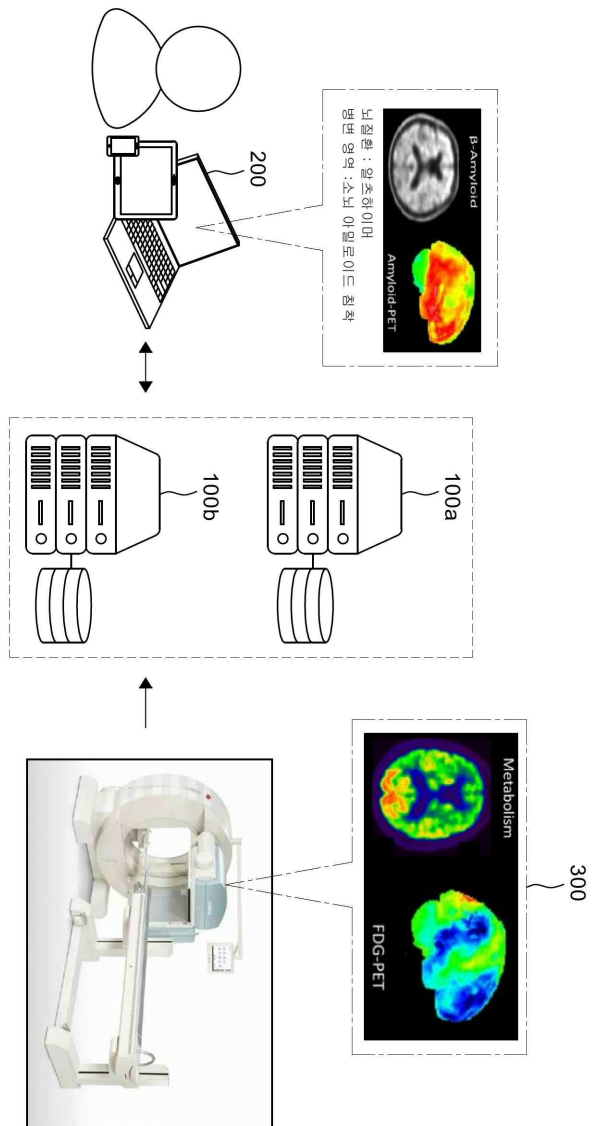
- [0130] 도 7을 참조하면, AD/MCI/CN 분류에 대한 정확도(accuracy)는 기존의 FDG PET 영상과 이를 기초로 변환되어 생성된 Amyloid PET 영상이 이용된 경우가 0.75로 가장 높은 정확도를 가지는 것으로 나타난다. 더욱이, 생성된 Amyloid PET 영상에 대한 효율 및 효과는 실측된 Amyloid PET 영상과 동일한 것으로 나타난다.
- [0131] 나아가, AD/CN 분류에 대한 정확도(accuracy)도 또한, 기존의 FDG PET 영상과 이를 기초로 변환되어 생성된 Amyloid PET 영상이 이용된 경우가 0.92로 가장 높은 정확도를 가지는 것으로 나타나며, 생성된 Amyloid PET 영상에 대한 효율 및 효과는 AD/CN 분류에 있어서도, 실측된 Amyloid PET 영상과 동일한 것으로 나타난다.
- [0132] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 방법은 실측된 Amyloid PET 영상과 동일한 수준의 고품질의 의료 영상을 제공할 수 있다. 이에, 신속하고 정확한 뇌질환 여부의 진단이 가능할 수 있음에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 방법은 개체의 뇌질환을 조기에 진단 가능하며, 보다 긍정적인 예후에 기여할 수 있다. 나아가, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌질환 진단 방법은 추가적인 의료 영상 촬영없이, 단일 영상 촬영만으로 다양한 의료 영상을 제공할 수 있음에 따라, 개체(환자)에게 시간 및 비용적 부담을 감소시킬 수 있다.
- [0133] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시 예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

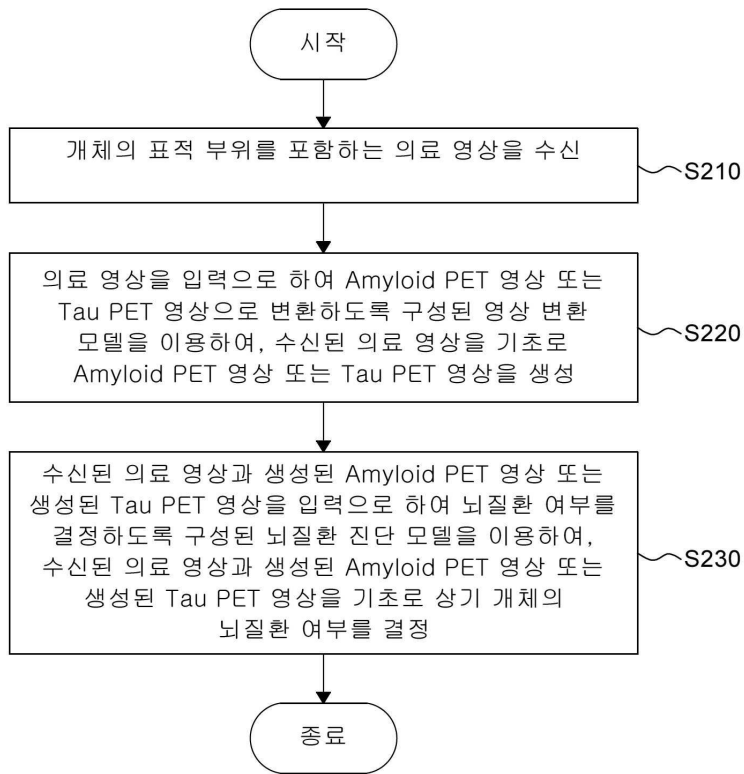
- [0134] 10 : Amyloid PET 영상 또는 Tau PET 영상
 20 : 뇌질환 진단 결과 데이터
 30 : 실제로 측정된 개체의 의료 영상
 100a : 영상 변환용 디바이스
 100b : 뇌질환 진단용 디바이스
 110 : 저장부
 120 : 통신부
 130: 프로세서
 200 : 사용자 디바이스
 210 : 사용자 디바이스의 통신부
 220 : 사용자 디바이스의 표시부
 230 : 사용자 디바이스의 저장부
 240 : 사용자 디바이스의 프로세서
 300 : 의료 영상 제공용 디바이스
 1000 : 뇌질환 진단 시스템

도면

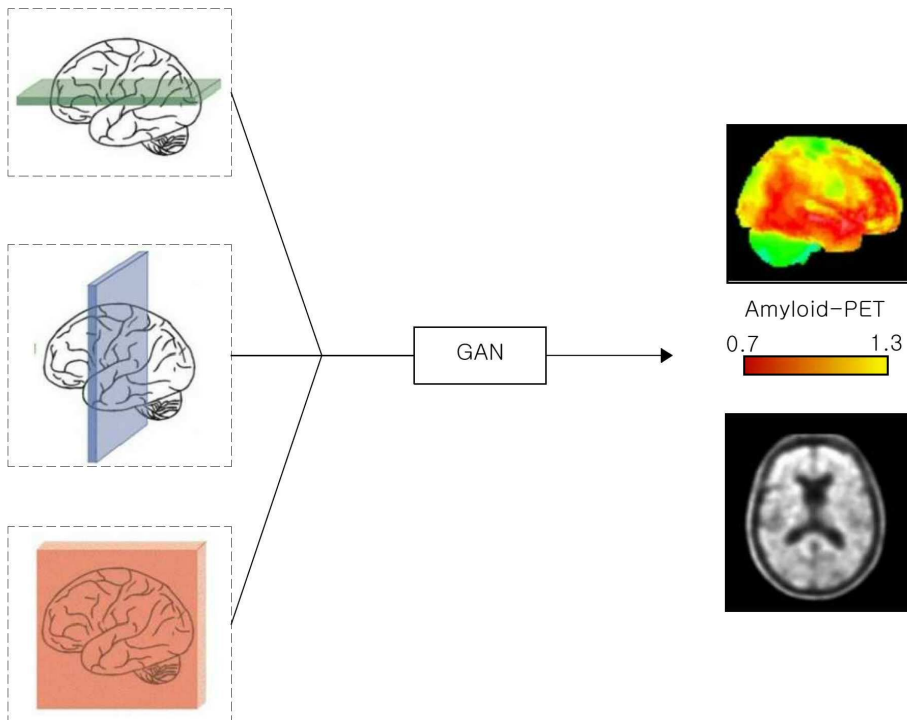
도면1



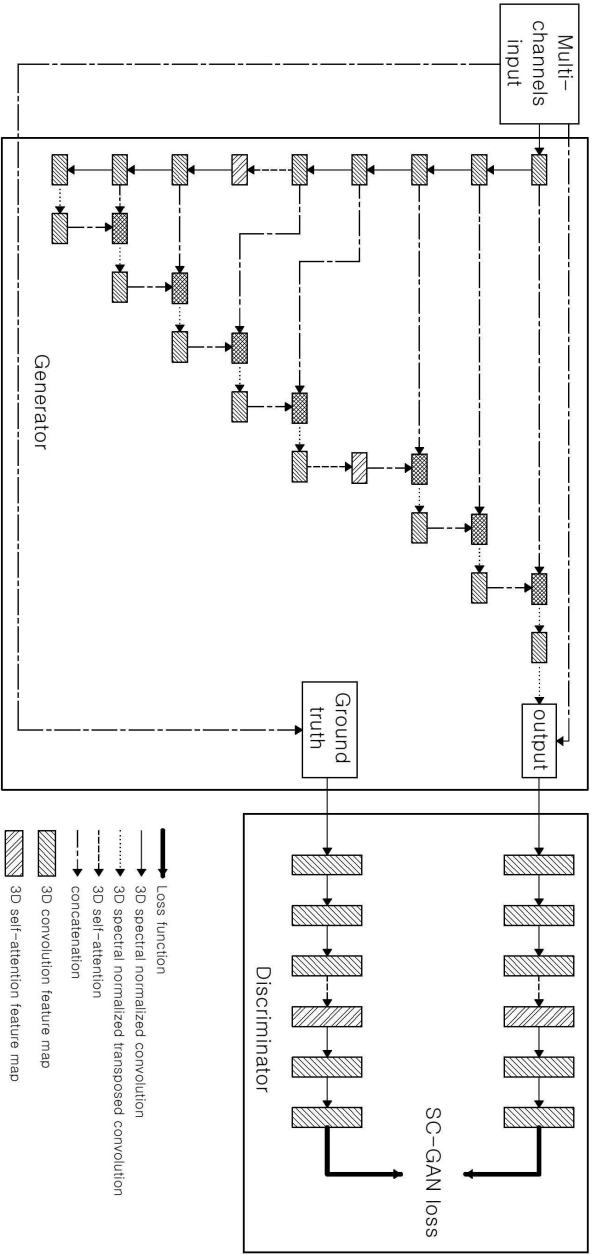
도면2



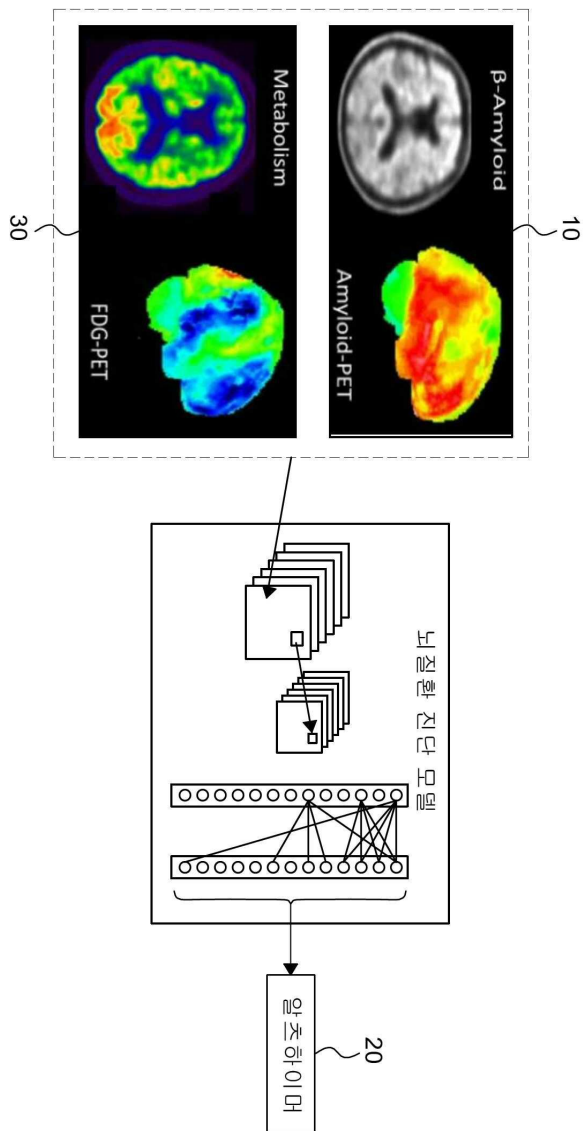
도면3a



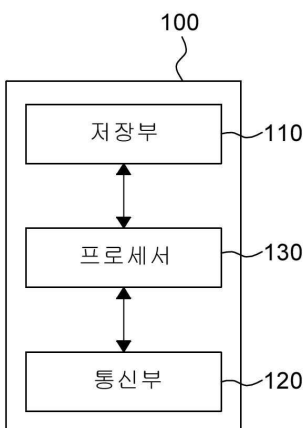
도면3b



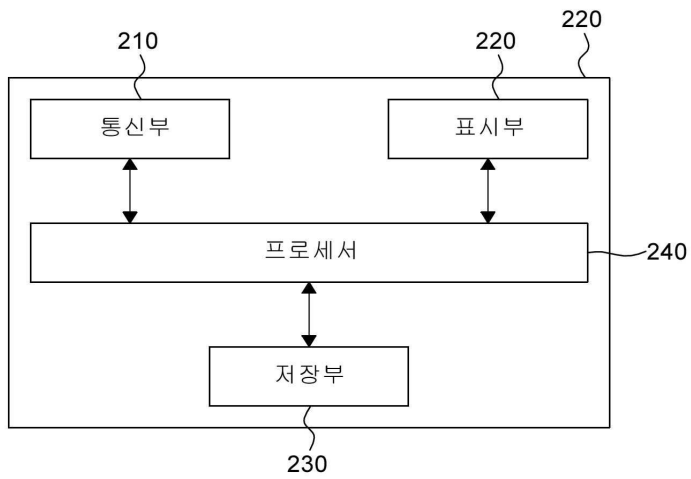
도면4



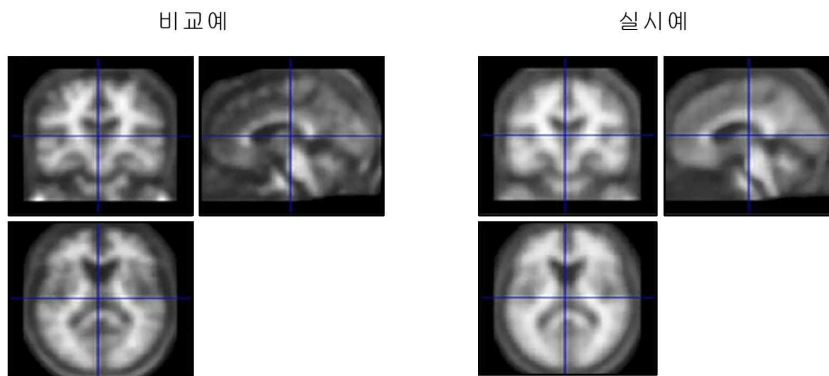
도면5a



도면5b



도면6



도면7

	AD/MCI/CN accuracy	AD/CN accuracy
FDG Only	0.64	0.83
FDG + Amyloid	0.75	0.92
FDG + Synthesized Amyloid	0.75	0.92