(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0012398
(43) 공개일자 2025년01월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/055 (2006.01) *A61B 5/00* (2021.01)
G06N 3/08 (2023.01) *G16H 30/20* (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/055 (2022.01)
A61B 5/0042 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0092610
(22) 출원일자 2023년07월17일
심사청구일자 2023년07월17일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
조완지
경기도 고양시 일산서구 대산로212번길 26 1501동 301호
성준경
서울특별시 강남구 선릉로 221 도곡렉슬아파트 404동 1203호
민주홍
서울특별시 강남구 영동대로 325, S타워 프리존 빌라트 802호
(74) 대리인
특허법인에스알비

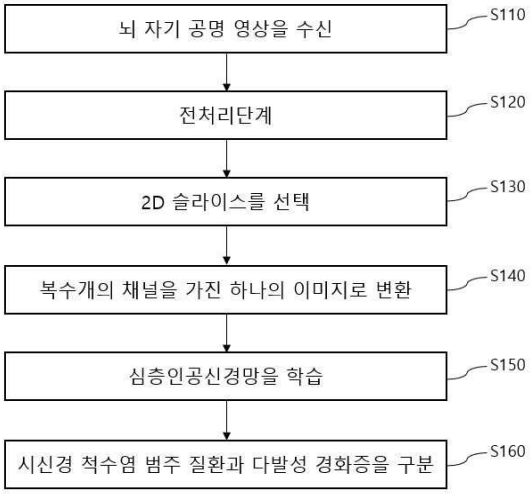
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **자기 공명 이미지를 이용하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법, 장치, 및 컴퓨터 프로그램**

(57) 요 약

본 발명은, 자기 공명 이미지를 이용하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법에 있어서,3D FLAIR 이미지와 T1 강조 자기 공명 이미지를 포함한 뇌 자기 공명 이미지를 수신하는 단계; 3D FLIR 이미지에서 복수의 2D 슬라이스를 선택하되, 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변 형태가 다르게 나타나는 위치에서 2D 슬라이스를 선택하는 단계; 상기 2D 슬라이스를 선택하는 단계에서 선택된 복수개의 2D 슬라이스를 연결하여 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지로 변환하는 단계; 그리고 상기 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지를 학습된 심층인공신경망에 입력하여 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 단계;를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61B 5/4064 (2025.01)
G06N 3/08 (2023.01)
G16H 30/20 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193973
과제번호	2019-0-00079-005
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성
연구과제명	인공지능대학원지원(고려대학교)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

자기 공명 이미지를 이용하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법에 있어서,

뇌 자기 공명 이미지를 수신하는 단계;

상기 뇌 자기 공명 이미지에서 복수의 2D 슬라이스를 선택하되, 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변 형태가 다르게 나타나는 위치에서 2D 슬라이스를 선택하는 단계;

상기 2D 슬라이스를 선택하는 단계에서 선택된 복수개의 2D 슬라이스를 연결하여 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지로 변환하는 단계; 그리고

상기 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지를 학습된 심층인공신경망에 입력하여 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 단계;

를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 2D 슬라이스를 선택하는 단계는,

측뇌실(lateral ventricle)의 위치를 따라 축방향(Axial plane)에서 복수개의 2D 슬라이스를 선택하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 2D 슬라이스를 선택하는 단계는,

피질 영역, 심부 백질 영역, 측뇌실 영역, 기저핵 영역, 및 뇌간(소뇌) 영역 중 하나 이상의 위치에서 2D 슬라이스를 선택하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 2D 슬라이스를 선택하는 단계는,

측뇌실을 기준으로 기준 지점에서 1개의 슬라이스를 선택하고, 측뇌실 전 20 슬라이스 간격으로 2개의 슬라이스를 선택하고, 측뇌실 후 20 슬라이스 간격으로 2개의 슬라이스를 선택하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지로 변환하는 단계는,

선택된 복수개의 2D 슬라이스를 층층이 쌓아, 복수개의 층(layer)를 갖는 하나의 이미지로 변환하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 심층인공신경망은,

ResNet 기반의 딥러닝 모델로,

5채널 이미지가 입력되고, 시신경 척수염 범주 질환 또는 다발성 경화증일 확률을 출력하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 뇌 자기 공명 이미지는,

3D FLAIR 이미지와 T1 강조 자기 공명 이미지를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 3D FLAIR 이미지를 상기 T1 강조 자기 공명 이미지에 정합하는 전처리단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 전처리단계는,

상기 3D FLAIR 이미지를 256*256*256 크기로 리샘플링하고, 강도 비균일성을 수정하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 전처리단계는,

비선형 정합방법을 통해 상기 T1 강조 자기 공명 이미지를 MNI 표준 공간으로 변환하여 계수 맵을 획득하고, 상기 계수 맵을 이용하여 상기 3D FLAIR 이미지를 MNI 표준 공간으로 변환하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 전처리단계는,

상기 3D FLAIR 이미지를 128*128*128 크기로 자르고, 두개골(skull) 부분을 제거하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

시신경 척수염 범주 질환 환자, 다발성 경화증의 병변 환자, 및 대조군의 뇌 자기 공명 이미지를 이용하여 상기 심층인공신경망을 학습시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 13

자기 공명 이미지를 이용하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 장치로서,

하나 이상의 코어를 포함하는 프로세서; 및

메모리;

를 포함하고,

상기 프로세서는,

뇌 자기 공명 이미지를 수신하고,

상기 뇌 자기 공명 이미지에서 복수의 2D 슬라이스를 선택하되, 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병

변 형태가 다르게 나타나는 위치에서 2D 슬라이스를 선택하고,

상기 2D 슬라이스를 선택하는 단계에서 선택된 복수개의 2D 슬라이스를 연결하여 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지로 변환하고,

상기 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지를 학습된 심층인공신경망에 입력하여 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는, 장치.

청구항 14

컴퓨터 판독가능 저장매체에 저장되어 컴퓨터로 하여금 이하의 동작들을 수행하도록 하는 명령들을 포함하는 컴퓨터 프로그램으로서, 상기 동작들은:

뇌 자기 공명 이미지를 수신하는 동작;

상기 뇌 자기 공명 이미지에서 복수의 2D 슬라이스를 선택하되, 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변 형태가 다르게 나타나는 위치에서 2D 슬라이스를 선택하는 동작;

상기 2D 슬라이스를 선택하는 단계에서 선택된 복수개의 2D 슬라이스를 연결하여 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지로 변환하는 동작; 그리고

상기 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지를 학습된 심층인공신경망에 입력하여 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 동작;

을 포함하는, 컴퓨터 판독가능 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 자기 공명 이미지를 이용하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법, 장치, 및 컴퓨터 프로그램에 관한 것으로서, 특히 자기 공명 이미지를 심층인공신경망에 입력하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법, 장치, 및 컴퓨터 프로그램에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 시신경 척수염 범주 질환(Neuromyelitis Optica Spectrum Disorder, NMOSD)은 중추신경계(Central Nervous System, CNS) 염증성 질환의 하나로, 특히 다발성 경화증과 증상이 비슷하여 초기에 두 질환의 구별이 어렵다. 시신경 척수염 범주 질환은 다발성 경화증에 비해 하지의 마비 증상, 시력 손실이 더 심하고, 재발율이 높은 것으로 알려져 있다. 다발성 경화증(multiple sclerosis, MS)은 뇌, 척수, 시신경으로 구성된 중추신경계에 염증성 병변이 발생하는 만성 탈수초성 질환이다. 다발성 경화증의 병변이 대뇌에 있는 경우 감각 장애, 운동 장애, 및 인지기능 장애 등이 나타나고, 뇌간에 있는 경우 복시 및 어지럼증이 나타나며, 척수에 있는 경우 감각 장애, 운동 장애 및 배뇨 장애 등이 나타날 수 있다. 이렇듯 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증은 질병의 원인이 다르지만 증상이 비슷하므로 질환에 따라 다른 치료법을 적용해야 하는 측면에서 초기 진단이 매우 중요하다.

[0003] 기존에는 의사가 검안경으로 시신경을 검사하거나 유발 반응 검사를 진행하여 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하였다. 유발 반응 검사는 뇌의 특정 영역을 활성화시키기 위해 시각적 자극을 사용하게 되고 이 반응에 따라 의사가 시신경이 잘 작동하는지 판단하는 방식이다. 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 다른 방법으로 뇌 자기 공명 이미지나 척수 자기 공명 이미지를 확인하는 방법이 있다. 이러한 방법들은 임상적 특징과 증상을 정확히 평가할 수 있고 두 질환의 병변 위치, 형태, 크기 등을 비교하여 구별할 수 있는 의학적 훈련이 충분히 진행된 의사의 판단이 필요하다. 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하기 위해 수행되는 혈액 검사는 아쿠아포린 4 및 말이집 희소돌기아교세포 당단백질에 특이적인 항체를 검출하기 위한 검사로 침습적(invasive)이다.

[0004] 이와 같이, 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 종래의 방법들은 숙련된 의사가 요구되는 점, 침습적 검사로 환자에게 불편함을 주는 점, 검사에 오랜 시간이 걸리는 점 등의 문제점이 있었다.

[0005] 이에 사람의 직관과 유사한 과정을 모방한 심층학습 모델로 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 정확하

게 구별할 수 있는 방법이 요구되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1977843호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 3D 뇌 이미지에서 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 특징이 드러나는 2D 슬라이스를 선택 후 심층인공신경망에 입력하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법, 장치, 및 컴퓨터 프로그램을 제공하는 것을 일 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 자기 공명 이미지를 이용하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법에 있어서, 뇌 자기 공명 이미지를 수신하는 단계; 상기 뇌 자기 공명 이미지에서 복수의 2D 슬라이스를 선택하되, 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변 형태가 다르게 나타나는 위치에서 2D 슬라이스를 선택하는 단계; 상기 2D 슬라이스를 선택하는 단계에서 선택된 복수개의 2D 슬라이스를 연결하여 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지로 변환하는 단계; 그리고 상기 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지를 학습된 심층인공신경망에 입력하여 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 단계;를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0009] 바람직하게는, 상기 2D 슬라이스를 선택하는 단계는, 측뇌실(lateral ventricle)의 위치를 따라 축방향(Axial plane, 횡단면)에서 복수개의 2D 슬라이스를 선택할 수 있다.

[0010] 바람직하게는, 상기 2D 슬라이스를 선택하는 단계는, 피질 영역, 심부 백질 영역, 측뇌실 영역, 기저핵 영역, 및 뇌간(소뇌) 영역 중 하나 이상의 위치에서 2D 슬라이스를 선택할 수 있다.

[0011] 바람직하게는, 상기 2D 슬라이스를 선택하는 단계는, 측뇌실을 기준으로 기준 지점에서 1개의 슬라이스를 선택하고, 측뇌실 전 20 슬라이스 간격으로 2개의 슬라이스를 선택하고, 측뇌실 후 20 슬라이스 간격으로 2개의 슬라이스를 선택할 수 있다.

[0012] 바람직하게는, 상기 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지로 변환하는 단계는, 선택된 복수개의 2D 슬라이스를 층층이 쌓아, 복수개의 층(layer)를 갖는 하나의 이미지로 변환할 수 있다.

[0013] 바람직하게는, 상기 심층인공신경망은, ResNet 기반의 딥러닝 모델로, 5채널 이미지가 입력되고, 시신경 척수염 범주 질환 또는 다발성 경화증일 확률을 출력할 수 있다.

[0014] 바람직하게는, 상기 뇌 자기 공명 이미지는, 3D FLAIR 이미지와 T1 강조 자기 공명 이미지를 포함할 수 있다.

[0015] 바람직하게는, 상기 3D FLAIR 이미지를 상기 T1 강조 자기 공명 이미지에 정합하는 전처리단계를 더 포함할 수 있다.

[0016] 바람직하게는, 상기 전처리단계는, 상기 3D FLAIR 이미지를 256*256*256 크기로 리샘플링하고, 강도 비균일성을 수정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 바람직하게는, 상기 전처리단계는, 비선형 정합방법을 통해 상기 T1 강조 자기 공명 이미지를 MNI 표준 공간으로 변환하여 계수 맵을 획득하고, 상기 계수 맵을 이용하여 상기 3D FLAIR 이미지를 MNI 표준 공간으로 변환하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 바람직하게는, 상기 전처리단계는, 상기 3D FLAIR 이미지를 128*128*128 크기로 자르고, 두개골(skull) 부분을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 바람직하게는, 시신경 척수염 범주 질환 환자, 다발성 경화증의 병변 환자, 및 대조군의 뇌 자기 공명 이미지를

이용하여 상기 심층인공신경망을 학습시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0020] 또한 본 발명은, 자기 공명 이미지를 이용하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 장치로서, 하나 이상의 코어를 포함하는 프로세서; 및 메모리; 를 포함하고, 상기 프로세서는, 뇌 자기 공명 이미지를 수신하고, 상기 뇌 자기 공명 이미지에서 복수의 2D 슬라이스를 선택하되, 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변 형태가 다르게 나타나는 위치에서 2D 슬라이스를 선택하고, 상기 2D 슬라이스를 선택하는 단계에서 선택된 복수개의 2D 슬라이스를 연결하여 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지로 변환하고, 상기 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지를 학습된 심층인공신경망에 입력하여 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 것을 다른 특징으로 한다.

[0021] 또한 본 발명은, 컴퓨터 판독가능 저장매체에 저장되어 컴퓨터로 하여금 이하의 동작들을 수행하도록 하는 명령들을 포함하는 컴퓨터 프로그램으로서, 상기 동작들은: 뇌 자기 공명 이미지를 수신하는 동작; 상기 뇌 자기 공명 이미지에서 복수의 2D 슬라이스를 선택하되, 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변 형태가 다르게 나타나는 위치에서 2D 슬라이스를 선택하는 동작; 상기 2D 슬라이스를 선택하는 단계에서 선택된 복수개의 2D 슬라이스를 연결하여 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지로 변환하는 동작; 그리고 상기 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지를 학습된 심층인공신경망에 입력하여 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 동작;을 포함하는 것을 또 다른 특징으로 한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명은 심층인공신경망을 이용하여 자동으로 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분할 수 있고, 빠른 진단 속도와 신속한 결과를 제공할 수 있다는 이점이 있다.

[0023] 본 발명은 환자 치료에 있어 중요한 요소인 빠른 진단을 가능하게 하여 초기에 구분이 어려운 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증 질환의 조기 진단과 조기 치료로 이어지는 데 도움을 줄 수 있다는 이점이 있다.

[0024] 본 발명은 2D 슬라이스 데이터를 기반으로 심층인공신경망을 훈련하여 훈련 비용이 적고, 훈련 기간이 짧은 2D-CNN으로 병변의 비주얼 특징과 패턴을 학습하여 의료 전문가들의 주관적인 판단에 의존하지 않고, 객관적이고 일관된 결과를 제공할 수 있다는 이점이 있다.

[0025] 본 발명은 시각적 자극 또는 혈액 채취 같은 침습적인 절차가 필요하지 않으므로 환자에게 편안함과 안전성을 줄 수 있다는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자기 공명 이미지를 이용하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법의 흐름도를 나타낸다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전처리단계의 흐름도를 나타낸다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 2D 슬라이스를 선택하는 단계에서 선택되는 2D 슬라이스를 나타낸다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 심층인공신경망 모델의 아키텍처를 나타낸다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 심층인공신경망 모델의 성능 평가 데이터를 나타낸다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 자기 공명 이미지를 이용하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 장치의 구성도를 나타낸다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 컴퓨팅 환경의 개략도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 다만, 본 발명이 예시적 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일 참조부호는 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 부재를 나타낸다.

[0028] 본 발명의 목적 및 효과는 하기의 설명에 의해서 자연스럽게 이해되거나 보다 분명해질 수 있으며, 하기의 기재만으로 본 발명의 목적 및 효과가 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한

설명을 생략하기로 한다.

[0029] 본 발명에서 사용하는 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 발명의 설명에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0030] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[0031] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0032] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다. 시간 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간 적 선후관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함한다.

[0033] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.

[0034] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자기 공명 이미지를 이용하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법의 흐름도를 나타낸다. 도 1을 참조하면, 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법은 뇌 자기 공명 이미지를 수신하는 단계(S110), 전처리단계(S120), 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130), 하나의 이미지로 변환하는 단계(S140), 심층인공신경망을 학습시키는 단계(S150), 및 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 단계(S160)를 포함할 수 있다.

[0035] 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법은 심층인공신경망을 이용하여 자동으로 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분할 수 있고, 빠른 진단 속도와 신속한 결과를 제공할 수 있다. 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법은 환자 치료에 있어 중요한 요소인 빠른 진단을 가능하게 하여 초기에 구분이 어려운 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증 질환의 조기 진단과 조기 치료로 이어지는 데 도움을 줄 수 있다.

[0036] 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법은 2D 슬라이스 데이터를 기반으로 심층인공신경망을 훈련하여 훈련 비용이 적고, 훈련 기간이 짧은 2D-CNN로 병변의 비주얼 특징과 패턴을 학습하여 의료 전문가들의 주관적인 판단에 의존하지 않고, 객관적이고 일관된 결과를 제공할 수 있다. 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법은 시각적 자극 또는 혈액 채취 같은 침습적인 절차가 필요하지 않으므로 환자에게 편안함과 안전성을 줄 수 있다.

[0037] 뇌 자기 공명 이미지를 수신하는 단계(S110)는 뇌 자기 공명 이미지를 수신할 수 있다. 뇌 자기 공명 이미지는 3D FLAIR 이미지와 T1 강조 자기 공명 이미지를 포함할 수 있다.

[0038] 뇌 자기 공명 이미지는 T1 강조 자기 공명 이미지, T2 강조 자기 공명 이미지, 또는 3D FLAIR(Fluid Attenuated Inversion Recovery) 이미지을 포함할 수 있다. 바람직하게는 본 발명의 실시예에 따른 뇌 자기 공명 이미지를 수신하는 단계(S110)는 T1 강조 자기 공명 이미지와 3D FLAIR 이미지를 수신할 수 있다.

[0039] T1 강조 자기 공명 이미지, T2 강조 자기 공명 이미지 및 3D FLAIR 이미지 기법은 뇌 자기 공명 영상의 가장 기본적인 영상기법들이다.

[0040] T1 강조 자기 공명 이미지는 짧은 TR(Time to Repetition)과 짧은 TE(Echo Time)을 사용하며, 짧은 TE로 조직 간의 T1 대조도를 증강시키고, 짧은 TE로 T2 대조도를 억제시키는 기법이다. T1 강조 자기 공명 이미지는 해부학적 정보를 얻는데 유용하다. T2 강조 자기 공명 이미지는 긴 TR과 긴 TE을 사용하여 긴 TR로 조직 간의 T1 대조도는 억제시키고, 긴 TE로는 T2 대조도를 증강시키는 기법이다. T2 강조 자기 공명 이미지는 병변을 발견하는

데 유용하다. 3D FLAIR 이미지는 반전회복(inversion recovery) 기법의 일종으로서 뇌척수액의 신호를 억제시키는 기법이다. 3D FLAIR 이미지는 병변을 발견하는데 유용하다. 본 발명에서는 3D FLAIR 이미지를 통해 병변을 검출하되, 3D FLAIR 이미지를 정합하고 변환하기 위해 해부학적 정보에 유용한 T1 강조 자기 공명 이미지를 사용할 수 있다.

[0041] 뇌 자기 공명 이미지를 수신하는 단계(S110)는 자기 공명 영상장치로부터 실시간으로 생성되는 뇌 자기 공명 이미지를 수신하거나, 기촬영되어 저장장치에 저장된 뇌 자기 공명 이미지를 불러올 수 있다.

[0042] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전처리단계(S120)의 흐름도를 나타낸다. 도 2를 참조하면, 전처리단계(S120)는 3D FLAIR 이미지를 T1 강조 자기 공명 이미지에 정합하는 단계(S121), 3D FLAIR 이미지 리샘플링 및 강도 비균일성 수정하는 단계(S122), 3D FLAIR 이미지를 MNI 표준 공간으로 변환하는 단계, 및 이미지 크롭(crop) 및 두개골 부분 제거하는 단계(S124)를 포함할 수 있다.

[0043] 전처리단계(S120)는 3D FLAIR 이미지를 T1 강조 자기 공명 이미지에 정합할 수 있다. 여기에서, 정합이란 공간 좌표가 서로 다른 이미지에서 연관관계를 쉽게 파악하기 위하여 동일 좌표계로 정렬하는 것을 의미한다. 전처리단계(S120)는 이미지의 형태와 크기를 유지한체 위치와 방향만 변경하는 강체 변환을 사용하여 3D FLAIR 이미지를 T1 강조 자기 공명 이미지에 정합할 수 있다. 전처리단계(S120)는 동일한 개인의 스캔에 대해 뇌의 전체 기하학적 특성이 변경될 가능성이 적지만 변환 또는 회전이 생겼을 경우를 대비하여 강체 변환을 사용할 수 있다.

[0044] 전처리단계(S120)는 3D FLAIR 이미지를 256*256*256 mm^3 크기로 리샘플링하고, 강도 비균일성을 수정할 수 있다. 전처리단계(S120)는 3D FLAIR 이미지를 서로 수직하는 3개의 축에 대해 각각 256의 크기로 리샘플링을 수행하므로, 3D FLAIR 이미지는 각 축마다 256개의 2D 슬라이스를 갖을 수 있다.

[0045] 전처리단계(S120)는 강도(intensity) 비균일성을 수정하여 3D FLAIR 이미지의 밝기를 조절할 수 있다. 전처리단계(S120)는 3D FLAIR 이미지의 밝기를 균일하게 조절하여 아래에서 설명할 심층인공신경망의 학습에 유리하게 할 수 있다. 여기에서, 리샘플링과 강도 비균일성 수정의 대상은 3D FLAIR 이미지이고 T1 강조 자기 공명 이미지는 그 대상이 아니다.

[0046] 전처리단계(S120)는 비선형 정합방법을 통해 T1 강조 자기 공명 이미지를 MNI 표준 공간으로 변환하여 계수 맵을 획득하고, 계수 맵을 이용하여 3D FLAIR 이미지를 MNI 표준 공간으로 변환할 수 있다.

[0047] 전처리단계(S120)는 FMRIB의 비선형 정합방법을 사용할 수 있다. 전처리단계(S120)는 FMRIB Software Library(FSL, http://fmrib.ox.ac.uk/fsl/)를 이용하여 T1 강조 자기 공명 이미지를 MNI 표준 공간으로 정합시킬 수 있다. MNI(Montreal Neurological Institute) 표준 공간은 표준화된 좌표체계를 의미한다.

[0048] 전처리단계(S120)는 T1 강조 자기 공명 이미지를 MNI 표준 공간으로 정합시키는 과정에서 계수 맵을 획득할 수 있다. 여기에서, 계수 맵이란 T1 강조 자기 공명 이미지에 곱하면 MNI 표준 공간으로 변환되는 행렬을 의미할 수 있다. 전처리단계(S120)는 획득한 계수 맵을 3D FLAIR 이미지에 곱하여 3D FLAIR 이미지를 MNI 표준 공간으로 변환할 수 있다.

[0049] 전처리단계(S120)는 3D FLAIR 이미지를 MNI 표준 공간으로 변환하여 환자의 뇌를 표준 뇌 템플릿과 유사하게 변형할 수 있다. 전처리단계(S120)는 3D FLAIR 이미지를 MNI 표준 공간으로 변환하는 과정을 통해 환자마다 MRI 영상의 위치가 다른 것을 보정할 수 있고, 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)에서 원하는 2D 슬라이스를 선택하는 과정을 간편화 할 수 있다. 전처리단계(S120)는 개인마다 차이를 보이는 뇌구조를 동일한 모양과 형태로 변환하여 개인간 차이를 쉽게 비교할 수 있게 하는 뇌 이미지를 제공할 수 있다. 예를 들면, 3D FLAIR 이미지의 표준화를 통해 병변이 위치하는 특정 2D 슬라이스의 위치를 특정할 수 있다. 이를 통해, 전처리단계(S120)는 각 환자의 뇌 조직이 유사하게 위치하도록 하여 학습 효율을 높일 수 있고, 또한 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분의 정확도를 높일 수 있다.

[0050] 뇌 자기 공명 영상은 환자마다 촬영된 환경, 위치 등이 달라질 수 있어 모양이 다르게 나타날 수 있다. 모양이 다른 자기 공명 영상에 본 발명을 적용할 경우 병변이 나타나는 특정 2D 슬라이스를 선택하는데 어려움이 생길 수 있다. 각기 모양이 다른 환자의 뇌 자기 공명 영상을 보정하기 위해 MNI 템플릿을 활용하여 MNI 표준 공간으로 변환시킬 수 있다.

[0051] 전처리단계(S120)는 3D FLAIR 이미지를 128*128*128 크기로 자르고, 두개골(skull) 부분을 제거할 수 있다. 전처리단계(S120)는 3D FLAIR 이미지 중 뇌 부분만을 얻기 위해서 3D FLAIR 이미지를 128*128*128 크기로 자를 수 있다. 전처리단계(S120)는 두개골이 없는 마스크(mask)를 이용해 3D FLAIR 이미지의 두개골 부분을 제거할

수 있다. 전처리단계(S120)는 이미지 크롭(crop) 및 두개골 부분 제거를 통해 학습 성능과 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분 성능을 높일 수 있다.

[0052] 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)는 뇌 자기 공명 이미지에서 복수의 2D 슬라이스를 선택하되, 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변 형태가 다르게 나타나는 위치에서 2D 슬라이스를 선택할 수 있다. 바람직하게는, 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)는 뇌 자기 공명 이미지 중 3D FLAIR 이미지에서 복수의 2D 슬라이스를 선택할 수 있다. 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증은 모두 병변이 존재하지만, 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)는 병변의 형태가 다른 측뇌실의 위치를 따라 128개의 2D 슬라이스 중 복수의 2D 슬라이스를 선택할 수 있다.

[0053] 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변은 비슷한 위치에 존재하나, 시신경 척수염 범주 질환의 병변 대부분은 다발성 경화증의 병변에 비해 크기가 더 작고 개수가 적은 특징이 있다. 특히, 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변은 측뇌실의 위치의 축방향(Axial plane, 횡단면) 2D 슬라이스에서 구별되는 특징을 보인다. 측뇌실에서는 민감도(sensitivity) 92%, 특이도(specificity) 96%, 양성 예측값(positive predictive value) 98%, 음성 예측값(negative predictive value) 86%의 정확도로 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증이 구분되는 특징을 보인다. 이를 고려하여, 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)는 측뇌실(lateral ventricle)의 위치를 따라 축방향(Axial plane, 횡단면)에서 복수개의 2D 슬라이스를 선택할 수 있다.

[0054] 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)는 피질 영역, 심부 백질 영역, 측뇌실 영역, 기저핵 영역, 및 뇌간(소뇌) 영역 중 하나 이상의 위치에서 2D 슬라이스를 선택할 수 있다. 피질 영역, 심부 백질 영역, 측뇌실 영역, 기저핵 영역, 및 뇌간(소뇌) 영역은 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변이 구분되는 영역이고, 실험적으로 검증되었다. 특히, 측뇌실 영역은 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변이 구분되는 가장 큰 특징을 갖는 영역이고, 다음으로 뇌간(소뇌) 영역이 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변을 잘 구분하는 특징이 있다.

[0055] 일 실시예로, 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)는 측뇌실 영역의 위치에서 2D 슬라이스를 선택할 수 있다. 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)는 측뇌실 영역 및 뇌간(소뇌) 영역의 위치에서 2D 슬라이스를 선택할 수 있다. 바람직하게는, 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)는 피질 영역, 심부 백질 영역, 측뇌실 영역, 기저핵 영역, 및 뇌간(소뇌) 영역의 위치에서 2D 슬라이스를 선택할 수 있다. 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)는 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변이 구분되는 가장 큰 특징을 갖는 측뇌실 영역에서 2D 슬라이스를 한 개 선택할 수 있으나, 정확도 향상을 위해서 피질 영역, 심부 백질 영역, 측뇌실 영역, 기저핵 영역, 및 뇌간(소뇌) 영역의 위치에서 5개의 2D 슬라이스를 선택할 수 있다.

[0056] 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)에서 선택된 2D 슬라이스는 하나의 이미지로 변환하는 단계(S140)에서 하나의 이미지로 병합된 후 심층인공신경망으로 입력될 수 있다. 이와 같이, 3D 이미지가 아닌 제한된 개수의 2D 슬라이스를 심층인공신경망에 입력함으로써, 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 속도를 비약적으로 향상시킬 수 있고 학습 및 구분에 요구되는 연산량을 대폭 감소시킬 수 있다.

[0057] 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)는 측뇌실을 기준으로 기준 지점에서 1개의 슬라이스를 선택하고, 측뇌실 전 20 슬라이스 간격으로 2개의 슬라이스를 선택하고, 측뇌실 후 20 슬라이스 간격으로 2개의 슬라이스를 선택할 수 있다. 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)에서 사용되는 3D FLAIR 이미지는 전처리단계(S120)에서 MNI 표준 공간으로 변환되었으므로, 모든 환자의 3D FLAIR 이미지는 같은 모양 및 형태를 갖을 수 있다. 따라서, 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)에서 특정 지점의 2D 슬라이스를 선택한 경우, 대부분의 환자에 있어서 같은 위치의 2D 슬라이스가 선택될 수 있다.

[0058] 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)는 측뇌실을 기준으로 기준 지점에서 1개의 슬라이스를 선택하는 경우 측뇌실 영역의 2D 슬라이스가 선택되고, 측뇌실 전 20 슬라이스 간격으로 2개의 슬라이스 및 측뇌실 후 20 슬라이스 간격으로 2개의 슬라이스를 선택하는 경우 피질 영역, 심부 백질 영역, 기저핵 영역, 및 뇌간(소뇌) 영역의 2D 슬라이스가 선택될 수 있다.

[0059] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)에서 선택되는 2D 슬라이스를 나타낸다. 도 3을 참조하면, 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)는 측뇌실을 기준으로 하는 기준 지점(z=8)에서 2D 슬라이스를 선택할 수 있다. 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)는 측뇌실 전 20 슬라이스 간격 즉, z=-12, z=-32 위치에서 2개의 슬라이스를 선택할 수 있다. 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)는 측뇌실 후 20 슬라이스 간격 즉, z=28, z=48 위치에서 2개의 슬라이스를 선택할 수 있다.

[0060] 하나의 이미지로 변환하는 단계(S140)는 2D 슬라이스를 선택하는 단계에서 선택된 복수개의 2D 슬라이스를 연결하여 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지로 변환할 수 있다. 이때, 슬라이스 하나가 1채널이 되며, n개의 슬라이스를 연결하여 n개의 채널을 갖는 하나의 이미지로 변환될 수 있다. 예를 들면, 흑백 이미지는 1채널 이미지이고, RGB 이미지는 3채널 이미지이며, 본 발명의 실시예에 따라 5개의 2D 슬라이스를 하나의 이미지로 변환한 경우에는 5채널 이미지가 된다.

[0061] 하나의 이미지로 변환하는 단계(S140)는 복수개의 슬라이스를 하나의 이미지로 변환함으로써, 슬라이스 각각이 별도로 입력되는 것에 비해 심층인공신경망의 연산량을 줄여 연산속도를 높일 수 있다. 또한, 하나의 이미지로 변환하는 단계(S140)는 특정 환자의 3D FLAIR 이미지에서 선택된 2D 슬라이스를 하나의 이미지로 변환함으로써 환자의 식별을 용이하게 할 수 있다.

[0062] 하나의 이미지로 변환하는 단계(S140)는 선택된 복수개의 2D 슬라이스를 층층이 쌓아, 복수개의 층(layer)를 갖는 하나의 이미지로 변환할 수 있다. 하나의 이미지로 변환하는 단계(S140)는 최종적으로 128*128*n의 크기를 갖는 하나의 이미지로 변환할 수 있다(n은 2D 슬라이드의 수). 하나의 이미지로 변환하는 단계(S140)에서 변환된 하나의 이미지는 심층인공신경망에 입력될 수 있다.

[0063] 심층인공신경망을 학습시키는 단계(S150)는 시신경 척수염 범주 질환 환자, 다발성 경화증의 병변 환자, 및 대조군의 뇌 자기 공명 이미지를 이용하여 심층인공신경망을 학습시킬 수 있다.

[0064] 인공신경망(artificial neural network)이란 생물의 신경망(neural network)을 모방한 컴퓨팅 시스템으로, 노드(node)라고 불리는 인공 뉴런으로 이루어져 있다. 노드는 이전에 연결된 노드로부터 신호를 받아 활성화 함수(activation function)라 부르는 비선형 함수를 이용해 그 신호를 처리하고, 이후에 연결된 노드로 처리된 신호를 보낸다. 여기서 노드 간의 연결의 세기는 가중치(weight)로 결정되며, 이러한 가중치는 학습(learning)이라는 과정을 통해서 그 값이 결정된다. 노드들은 통상적으로 층을 이루어 존재하며, 층을 이룰 때 이전 층의 노드로부터 신호를 받고, 앞서 언급한 비선형 함수를 통해서 값을 처리한 후, 다음 층의 노드에 신호를 보낸다. 외부 신호를 받는 층을 입력층(input layer), 최종 신호를 만드는 층을 출력층(output layer), 그리고 그 사이의 층들을 은닉층(hidden layer)이라고 부른다. 이 때, 하나 이상의 은닉층을 가지는 인공 신경망을 심층 신경망(deep neural network)이라고 하며, 이러한 심층 신경망 내의 가중치의 값을 결정하는 방법을 심층 학습(deep learning)이라고 한다.

[0065] 컨볼루셔널 뉴럴 네트워크(Convolutional Neural Network; CNN)는 인공신경망 중에서 층과 층의 연결에 합성곱(convolution)이라는 추가적인 연산을 사용하는 모델을 일컫는다. 이 때, 입력 특징 지도(feature map)로부터 다수의 합성곱 필터(filter)를 이용하여 합성곱 연산을 수행하며, 출력 값으로 출력 특징 지도를 구성한다. 이렇게 만들어진 특징 지도들은 활성화 함수를 거친 뒤 다음 층의 입력으로 사용된다. 이러한 합성곱 연산의 특징으로 인해, 합성곱 신경망(convolutional neural network)은 이미지를 입력으로 하는 인공신경망에 주로 사용된다.

[0066] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 심층인공신경망 모델의 아키텍처를 나타낸다. 도 4를 참조하면, 심층인공신경망은 ResNet 기반의 딥러닝 모델로, 5채널 이미지가 입력되고, 시신경 척수염 범주 질환 또는 다발성 경화증일 확률을 출력할 수 있다. 기존의 ResNet에서는 RGB이미지 또는 흑백 이미지만을 처리하였으므로 5채널 이미지를 입력할 수 없었다. 본 실시예에서는 5채널 이미지가 입력될 수 있도록 ResNet18의 입력 부분을 변경하였다.

[0067] ResNet18은 컨볼루셔널 뉴럴 네트워크 모델 중의 하나로 18개의 네트워크 레이어를 사용하는 ResNet(Residual Neural Network)이다. ResNet18은 7X7 컨볼루션 레이어 1개, 풀링 레이어 2개, residual 유닛 8개, 완전 연결 레이어 1개로 구성된다. 각 유닛에는 두 개의 3X3 컨볼루션 레이어가 포함되어 있다. 본 발명에서는 기존 ResNet을 변형하여 5개 채널을 가진 이미지를 입력으로 하고 출력 클래스를 2개로 하여 두 질병을 구별할 수 있도록 했다.

[0068] 심층인공신경망을 학습시키는 단계(S150)는 Data augmentation 기법으로 데이터를 증강하여 심층인공신경망을 학습시킬 수 있다. 의료영상처럼 데이터가 부족한 환경에서 파라미터가 큰 뉴럴 네트워크 모델링을 할 경우에는 훈련 데이터(train data)에서 오버 피팅(over-fitting)이 발생할 가능성이 높아진다. 이를 해결하기위해 본 발명에서는 하나의 자기 공명 이미지로부터 많은 이미지 데이터들이 추가로 생성될 수 있도록, 두 가지의 데이터를 증량하는 기법을 사용한다. 첫 번째 방법은 랜덤하게 주어진 이미지를 가로로 뒤집는 것이고 두 번째 방법은 주어진 이미지에 일정 확률로 노이즈를 추가하는 것이다.

[0069] 본 발명의 실시예에 따른 심층인공신경망의 손실(loss)은 사용하는 이미지 클래스의 불균형을 해소하기 위해

Weighted CrossEntropyLoss를 사용했다.

[0070] 심층인공신경망을 학습시키는 단계(S150)는 심층인공신경망을 k-fold 등의 방법으로 교차검증하며 훈련시킬 수 있다. k-Fold 방법은 일반적으로 사용되는 교차 검증 방법 중 하나이고, 본 발명에서는 k를 5로 사용하였고, Learning rate는 0.0005를 사용하였다. k-Fold 방법에 대해 살펴보면, 먼저 전체 데이터셋을 트레이닝 셋과 테스트 셋으로 나누고, 트레이닝 셋을 k개의 폴드로 나눈다. 첫 번째 폴드는 검증 셋으로 사용하고 나머지 폴드들은 트레이닝 셋으로 사용한다. 다음으로, 인공신경망 모델을 훈련시킨 후, 첫 번째 검증 셋으로 평가하여 에러 값을 추출한다. 이어서, 차례대로 다음 폴드를 검증 셋을 사용하여 에러 값 추출을 반복한다. 이러한 방식으로 검증을 진행하면, 총 k 개의 성능 결과가 나오며, 이 k 개의 평균으로 인공신경망의 성능을 판단한다. 테스트 셋을 최종 평가를 진행한다.

[0071] 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 단계(S160)는 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지를 학습된 심층인공신경망에 입력하여 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분할 수 있다. 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 단계(S160)는 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증에 해당할 확률을 각각 출력할 수 있고, 출력된 확률값을 기초로 입력된 이미지가 시신경 척수염 범주 질환에 속하는지, 다발성 경화증에 속하는지, 둘 중 어느 하나에도 속하지 않는지 구분할 수 있다.

[0072] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 심층인공신경망 모델의 성능 평가 데이터를 나타낸다. 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 방법은 76.1%의 정확도, 77.3%의 민감도, 74.8%의 특이도, 76.4의 PPV(Positive predicted value), 78.6의 NPV(Negative predicted value), 0.85의 AUC(Area Under the ROC Curve)의 결과를 나타냈다.

[0073] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 자기 공명 이미지를 이용하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 장치(100)의 구성도를 나타낸다. 도 6을 참조하면, 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 장치(100)는 프로세서(110), 메모리(120), 및 네트워크(130)를 포함할 수 있다.

[0074] 프로세서(110)는 하나 이상의 코어로 구성될 수 있으며, 컴퓨팅 장치의 중앙 처리 장치(CPU: central processing unit), 그래픽 처리 장치(GPU: Graphics Processing Unit), 범용 그래픽 처리 장치(GPGPU: general purpose graphics processing unit), 텐서 처리 장치(TPU: tensor processing unit) 등의 데이터 분석, 딥러닝을 위한 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서(110)는 메모리(120)에 저장된 컴퓨터 프로그램을 판독하여 본 개시의 일 실시예에 따른 기계 학습을 위한 데이터 처리를 수행할 수 있다. 본 개시의 일실시예에 따라 프로세서(110)는 신경망의 학습을 위한 연산을 수행할 수 있다. 프로세서(110)는 딥러닝(DL: deep learning)에서 학습을 위한 입력 데이터의 처리, 입력 데이터에서의 피처 추출, 오차 계산, 역전파(backpropagation)를 이용한 신경망의 가중치 업데이트 등의 신경망의 학습을 위한 계산을 수행할 수 있다. 프로세서(110)의 CPU, GPU, GPGPU, 및 TPU 중 적어도 하나가 네트워크 함수의 학습을 처리할 수 있다. 예를 들어, CPU 와 GPGPU가 함께 네트워크 함수의 학습, 네트워크 함수를 이용한 데이터 분류를 처리할 수 있다. 또한, 본 개시의 일 실시예에서 복수의 컴퓨팅 장치의 프로세서를 함께 사용하여 네트워크 함수의 학습, 네트워크 함수를 이용한 데이터 분류를 처리할 수 있다. 또한, 본 개시의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치에서 수행되는 컴퓨터 프로그램은 CPU, GPU, GPGPU 또는 TPU 실행가능 프로그램일 수 있다.

[0075] 프로세서(110)는 뇌 자기 공명 이미지를 수신할 수 있다. 프로세서(110)는 전술한 자기 공명 이미지를 수신하는 단계(S110)를 수행할 수 있다.

[0076] 프로세서(110)는 3D FLAIR 이미지를 상기 T1 강조 자기 공명 이미지에 정합할 수 있다. 프로세서(110)는 전술한 전처리단계(S120)를 수행할 수 있다.

[0077] 프로세서(110)는 뇌 자기 공명 이미지에서 복수의 2D 슬라이스를 선택하되, 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변 형태가 다르게 나타나는 위치에서 2D 슬라이스를 선택할 수 있다. 프로세서(110)는 전술한 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)를 수행할 수 있다.

[0078] 프로세서(110)는 2D 슬라이스를 선택하는 단계에서 선택된 복수개의 2D 슬라이스를 연결하여 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지로 변환할 수 있다. 프로세서(110)는 전술한 하나의 이미지로 변환하는 단계(S140)를 수행할 수 있다.

[0079] 프로세서(110)는 시신경 척수염 범주 질환 환자, 다발성 경화증의 병변 환자, 및 대조군의 뇌 자기 공명 이미지를 이용하여 심층인공신경망을 학습시킬 수 있다. 프로세서(110)는 전술한 심층인공신경망을 학습시키는 단계

(S150)를 수행할 수 있다.

[0080] 프로세서(110)는 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지를 학습된 심층인공신경망에 입력하여 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분할 수 있다. 프로세서(110)는 전술한 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 단계(S160)를 수행할 수 있다.

[0081] 메모리(120)는 프로세서(110)가 생성하거나 결정한 임의의 형태의 정보 및 네트워크(130)가 수신한 임의의 형태의 정보를 저장할 수 있다.

[0082] 메모리(120)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. 컴퓨팅 장치(100)는 인터넷(internet) 상에서 상기 메모리(120)의 저장 기능을 수행하는 웹 스토리지(web storage)와 관련되어 동작할 수도 있다. 전술한 메모리에 대한 기재는 예시일 뿐, 본 개시는 이에 제한되지 않는다.

[0083] 네트워크(130)는 임의의 형태의 공지된 유무선 통신 시스템을 사용할 수 있다. 네트워크(130)는 내시경 이미지 등을 관련 장치나 관련 시스템으로부터 수신할 수 있다.

[0084] 네트워크(130)는 프로세서(110)에 의해 처리된 정보, 사용자 인터페이스 등을 타 단말과의 통신을 통해 송수신할 수 있다. 예를 들어, 네트워크(130)는 프로세서(100)에 의해 생성된 사용자 인터페이스를 클라이언트(e.g. 사용자 단말)로 제공할 수 있다. 또한, 네트워크(130)는 클라이언트로 인가된 사용자의 외부 입력을 수신하여 프로세서(110)로 전달할 수 있다. 이때, 프로세서(110)는 네트워크(130)로부터 전달받은 사용자의 외부 입력을 기초로 사용자 인터페이스를 통해 제공되는 정보의 출력, 수정, 변경, 추가 등의 동작을 처리할 수 있다.

[0085] 한편, 본 개시의 일 실시예에 따른 자기 공명 이미지를 이용하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 동작을 수행하는 컴퓨팅 장치(100)는 클라이언트와 통신을 통해 정보를 송수신하는 컴퓨팅 시스템으로서 서버를 포함할 수 있다. 이때, 클라이언트는 서버에 엑세스(access)할 수 있는 임의의 형태의 단말일 수 있다.

[0086] 추가적인 실시예에서, 자기 공명 이미지를 이용하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 장치(100)는 임의의 서버에서 생성된 데이터 리소스를 전달받아 추가적인 정보 처리를 수행하는 임의의 형태의 단말을 포함할 수도 있다.

[0087] 본 발명의 또 다른 실시예인 자기 공명 이미지를 이용하여 시신경 척수염 범주 질환 및 다발성 경화증을 구분하는 컴퓨터 프로그램은 뇌 자기 공명 이미지를 수신하는 동작, 전처리동작, 2D 슬라이스를 선택하는 동작, 하나의 이미지로 변환하는 동작, 심층인공신경망을 학습시키는 동작, 및 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 동작을 포함할 수 있다.

[0088] 뇌 자기 공명 이미지를 수신하는 동작은 뇌 자기 공명 이미지를 수신할 수 있다. 뇌 자기 공명 이미지를 수신하는 동작은 전술한 뇌 자기 공명 이미지를 수신하는 단계(S110)에서 수행되는 동작을 의미한다.

[0089] 전처리동작은 3D FLAIR 이미지를 상기 T1 강조 자기 공명 이미지에 정합할 수 있다. 전처리동작은 전술한 전처리단계(S120)에서 수행되는 동작을 의미한다.

[0090] 2D 슬라이스를 선택하는 동작은 뇌 자기 공명 이미지에서 복수의 2D 슬라이스를 선택하되, 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증의 병변 형태가 다르게 나타나는 위치에서 2D 슬라이스를 선택할 수 있다. 2D 슬라이스를 선택하는 동작은 전술한 2D 슬라이스를 선택하는 단계(S130)에서 수행되는 동작을 의미한다.

[0091] 하나의 이미지로 변환하는 동작은 2D 슬라이스를 선택하는 단계에서 선택된 복수개의 2D 슬라이스를 연결하여 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지로 변환할 수 있다. 하나의 이미지로 변환하는 동작은 전술한 하나의 이미지로 변환하는 단계(S140)에서 수행되는 동작을 의미한다.

[0092] 심층인공신경망을 학습시키는 동작은 시신경 척수염 범주 질환 환자, 다발성 경화증의 병변 환자, 및 대조군의 뇌 자기 공명 이미지를 이용하여 심층인공신경망을 학습시킬 수 있다. 심층인공신경망을 학습시키는 동작은 전술한 심층인공신경망을 학습시키는 단계(S150)에서 수행되는 동작을 의미한다.

[0093] 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 동작은 복수개의 채널을 가진 하나의 이미지를 학습된 심

층인공신경망에 입력하여 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분할 수 있다. 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 동작은 전술한 시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분하는 단계(S160)에서 수행되는 동작을 의미한다.

[0094] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 컴퓨팅 환경의 개략도를 나타낸다.

[0095] 본 개시가 일반적으로 컴퓨팅 장치에 의해 구현될 수 있는 것으로 전술되었지만, 당업자라면 본 개시가 하나 이상의 컴퓨터 상에서 실행될 수 있는 컴퓨터 실행가능 명령어 및/또는 기타 프로그램 모듈들과 결합되어 및/또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로써 구현될 수 있다는 것을 잘 알 것이다.

[0096] 일반적으로, 프로그램 모듈은 특정의 태스크를 수행하거나 특정의 추상 데이터 유형을 구현하는 루틴, 프로그램, 컴포넌트, 데이터 구조, 기타 등등을 포함한다. 또한, 당업자라면 본 개시의 방법이 단일-프로세서 또는 멀티프로세서 컴퓨터 시스템, 미니컴퓨터, 메인프레임 컴퓨터는 물론 퍼스널 컴퓨터, 핸드헬드(handheld) 컴퓨팅 장치, 마이크로프로세서-기반 또는 프로그램가능 가전 제품, 기타 등등(이들 각각은 하나 이상의 연관된 장치와 연결되어 동작할 수 있음)을 비롯한 다른 컴퓨터 시스템 구성으로 실시될 수 있다는 것을 잘 알 것이다.

[0097] 본 개시의 설명된 실시예들은 또한 어떤 태스크들이 통신 네트워크를 통해 연결되어 있는 원격 처리 장치들에 의해 수행되는 분산 컴퓨팅 환경에서 실시될 수 있다. 분산 컴퓨팅 환경에서, 프로그램 모듈은 로컬 및 원격 메모리 저장 장치 둘 다에 위치할 수 있다.

[0098] 컴퓨터는 통상적으로 다양한 컴퓨터 판독가능 매체를 포함한다. 컴퓨터에 의해 액세스 가능한 매체는 그 어떤 것이든지 컴퓨터 판독가능 매체가 될 수 있고, 이러한 컴퓨터 판독가능 매체는 휘발성 및 비휘발성 매체, 일시적(transitory) 및 비일시적(non-transitory) 매체, 이동식 및 비-이동식 매체를 포함한다. 제한이 아닌 예로서, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 판독가능 저장 매체 및 컴퓨터 판독가능 전송 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보를 저장하는 임의의 방법 또는 기술로 구현되는 휘발성 및 비휘발성 매체, 일시적 및 비-일시적 매체, 이동식 및 비이동식 매체를 포함한다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 RAM, ROM, EEPROM, 플래시 메모리 또는 기타 메모리 기술, CD-ROM, DVD(digital video disk) 또는 기타 광 디스크 저장 장치, 자기 카세트, 자기 테이프, 자기 디스크 저장 장치 또는 기타 자기 저장 장치, 또는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있고 원하는 정보를 저장하는 데 사용될 수 있는 임의의 기타 매체를 포함하지만, 이에 한정되지 않는다.

[0099] 컴퓨터 판독가능 전송 매체는 통상적으로 반송파(carrier wave) 또는 기타 전송 메커니즘(transport mechanism)과 같은 피변조 데이터 신호(modulated data signal)에 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터 등을 구현하고 모든 정보 전달 매체를 포함한다. 피변조 데이터 신호라는 용어는 신호 내에 정보를 인코딩하도록 그 신호의 특성들 중 하나 이상을 설정 또는 변경시킨 신호를 의미한다. 제한이 아닌 예로서, 컴퓨터 판독가능 전송 매체는 유선 네트워크 또는 직접 배선 접속(direct-wired connection)과 같은 유선 매체, 그리고 음향, RF, 적외선, 기타 무선 매체와 같은 무선 매체를 포함한다. 상술된 매체들 중 임의의 것의 조합도 역시 컴퓨터 판독가능 전송 매체의 범위 안에 포함되는 것으로 한다.

[0100] 컴퓨터(1000)를 포함하는 본 개시의 여러가지 측면들을 구현하는 예시적인 환경이 나타내어져 있으며, 컴퓨터(1000)는 처리 장치(1020), 시스템 메모리(1030) 및 시스템 버스(1010)를 포함한다. 시스템 버스(1010)는 시스템 메모리(1030)(이에 한정되지 않음)를 비롯한 시스템 컴포넌트들을 처리 장치(1020)에 연결시킨다. 처리 장치(1020)는 다양한 상용 프로세서들 중 임의의 프로세서일 수 있다. 듀얼 프로세서 및 기타 멀티프로세서 아키텍처도 역시 처리 장치(1020)로서 이용될 수 있다.

[0101] 시스템 버스(1010)는 메모리 버스, 주변장치 버스, 및 다양한 상용 버스 아키텍처 중 임의의 것을 사용하는 로컬 버스에 추가적으로 상호 연결될 수 있는 몇 가지 유형의 버스 구조 중 임의의 것일 수 있다. 시스템 메모리(1030)는 판독 전용 메모리(ROM)(1034) 및 랜덤 액세스 메모리(RAM)(1032)를 포함한다. 기본 입/출력 시스템(BIOS)은 ROM, EPROM, EEPROM 등의 비휘발성 메모리(1034)에 저장되며, 이 BIOS는 시동 중과 같은 때에 컴퓨터(1000) 내의 구성요소들 간에 정보를 전송하는 일을 돕는 기본적인 루틴을 포함한다. RAM(1032)은 또한 데이터를 캐싱하기 위한 정적 RAM 등의 고속 RAM을 포함할 수 있다.

[0102] 컴퓨터(1000)는 또한 내장형 하드 디스크 드라이브(HDD)(1050)(예를 들어, EIDE, SATA)-이 내장형 하드 디스크 드라이브(1050)는 또한 적당한 섀시(도시 생략) 내에서 외장형 용도로 구성될 수 있음-, 자기 플로피 디스크 드라이브(FDD)(1060)(예를 들어, 이동식 디스켓으로부터 판독을 하거나 그에 기록을 하기 위한 것임), 및 광 디스크 드라이브(1070)(예를 들어, CD-ROM 디스크를 판독하거나 DVD 등의 기타 고용량 광 매체로부터 판독을 하

거나 그에 기록을 하기 위한 것임)를 포함한다. 하드 디스크 드라이브(1050), 자기 디스크 드라이브(1060) 및 광 디스크 드라이브(1070)는 각각 하드 디스크 드라이브 인터페이스, 자기 디스크 드라이브 인터페이스 및 광 드라이브 인터페이스에 의해 시스템 버스(1010)에 연결될 수 있다. 외장형 드라이브 구현을 위한 인터페이스는 USB(Universal Serial Bus) 및 IEEE 1394 인터페이스 기술 중 적어도 하나 또는 그 둘 다를 포함한다.

[0103] 이들 드라이브 및 그와 연관된 컴퓨터 판독가능 매체는 데이터, 데이터 구조, 컴퓨터 실행가능 명령어, 기타 등등의 비휘발성 저장을 제공한다. 컴퓨터(1000)의 경우, 드라이브 및 매체는 임의의 데이터를 적당한 디지털 형식으로 저장하는 것에 대응한다. 상기에서의 컴퓨터 판독가능 매체에 대한 설명이 HDD, 이동식 자기 디스크, 및 CD 또는 DVD 등의 이동식 광 매체를 언급하고 있지만, 당업자라면 집 드라이브(zip drive), 자기 카세트, 플래쉬 메모리 카드, 카트리지, 기타 등등의 컴퓨터에 의해 판독가능한 다른 유형의 매체도 역시 예시적인 운영 환경에서 사용될 수 있으며 또 임의의 이러한 매체가 본 개시의 방법들을 수행하기 위한 컴퓨터 실행가능 명령어를 포함할 수 있다는 것을 잘 알 것이다.

[0104] 운영 체제(1092), 하나 이상의 애플리케이션 프로그램(1094), 기타 프로그램 모듈(1096) 및 데이터베이스(1098)를 비롯한 다수의 프로그램 모듈이 드라이브 및 RAM(1032)에 저장될 수 있다. 운영 체제, 애플리케이션, 모듈 및/또는 데이터의 전부 또는 그 일부분이 또한 RAM(1032)에 캐싱될 수 있다. 본 개시가 여러가지 상업적으로 이용가능한 운영 체제 또는 운영 체제들의 조합에서 구현될 수 있다는 것을 잘 알 것이다.

[0105] 사용자는 하나 이상의 유선/무선 입력 장치(1042), 예를 들어, 키보드 및 마우스 등의 포인팅 장치를 통해 컴퓨터(1000)에 명령 및 정보를 입력할 수 있다. 기타 입력 장치(도시 생략)로는 마이크, IR 리모콘, 조이스틱, 게임 패드, 스타일러스 펜, 터치 스크린, 기타 등등이 있을 수 있다. 이들 및 기타 입력 장치가 종종 시스템 버스(1010)에 연결되어 있는 입출력 인터페이스(1040)를 통해 처리 장치(1020)에 연결되지만, 병렬 포트, IEEE 1394 직렬 포트, 게임 포트, USB 포트, IR 인터페이스, 기타 등등의 기타 인터페이스에 의해 연결될 수 있다.

[0106] 모니터 또는 다른 유형의 디스플레이 장치도 역시 비디오 어댑터 등의 인터페이스를 통해 시스템 버스(1010)에 연결된다. 모니터에 부가하여, 컴퓨터는 일반적으로 스피커, 프린터, 기타 등등의 기타 주변 출력 장치(도시 생략)를 포함한다.

[0107] 컴퓨터(1000)는 유선 및/또는 무선 통신을 통한 원격 컴퓨터(들)(1082) 등의 하나 이상의 원격 컴퓨터로의 논리적 연결을 사용하여 네트워크화된 환경에서 동작할 수 있다. 원격 컴퓨터(들)(1082)는 워크스테이션, 컴퓨팅 디바이스 컴퓨터, 라우터, 퍼스널 컴퓨터, 휴대용 컴퓨터, 마이크로프로세서-기반 오락 기기, 피어 장치 또는 기타 통상의 네트워크 노드일 수 있으며, 일반적으로 컴퓨터(1000)에 대해 기술된 구성요소들 중 다수 또는 그 전부를 포함할 수 있다. 논리적 연결은 근거리 통신망(LAN) 및/또는 더 큰 네트워크, 예를 들어, 원거리 통신망(WAN) 에의 유선/무선 연결을 포함한다. 이러한 LAN 및 WAN 네트워킹 환경은 사무실 및 회사에서 일반적인 것이며, 인트라넷 등의 전사적 컴퓨터 네트워크(enterprise-wide computer network)를 용이하게 해주며, 이들 모두는 전세계 컴퓨터 네트워크, 예를 들어, 인터넷에 연결될 수 있다.

[0108] LAN 네트워킹 환경에서 사용될 때, 컴퓨터(1000)는 유선 및/또는 무선 통신 네트워크 인터페이스 또는 어댑터(미도시)를 통해 로컬 네트워크(미도시)에 연결된다. 어댑터(미도시)는 LAN(미도시)에의 유선 또는 무선 통신을 용이하게 해줄 수 있으며, 이 LAN(미도시)은 또한 무선 어댑터(미도시)와 통신하기 위해 그에 설치되어 있는 무선 액세스 포인트를 포함하고 있다. WAN 네트워킹 환경에서 사용될 때, 컴퓨터(1000)는 모뎀(미도시)을 포함할 수 있거나, WAN(미도시) 상의 통신 컴퓨팅 디바이스에 연결되거나, 또는 인터넷을 통하는 등, WAN(미도시)을 통해 통신을 설정하는 기타 수단을 갖는다. 내장형 또는 외장형 및 유선 또는 무선 장치일 수 있는 모뎀(미도시)은 직렬 포트 인터페이스(미도시)를 통해 시스템 버스(1010)에 연결된다. 네트워크화된 환경에서, 컴퓨터(1000)에 대해 설명된 프로그램 모듈들 또는 그의 일부분이 원격 메모리/저장 장치(미도시)에 저장될 수 있다. 도시된 네트워크 연결이 예시적인 것이며 컴퓨터들 사이에 통신 링크를 설정하는 기타 수단이 사용될 수 있다는 것을 잘 알 것이다.

[0109] 컴퓨터(1000)는 무선 통신으로 배치되어 동작하는 임의의 무선 장치 또는 개체, 예를 들어, 프린터, 스캐너, 데스크톱 및/또는 휴대용 컴퓨터, PDA(portable data assistant), 통신 위성, 무선 검출가능 태그와 연관된 임의의 장비 또는 장소, 및 전화와 통신을 하는 동작을 한다. 이것은 적어도 Wi-Fi 및 블루투스 무선 기술을 포함한다. 따라서, 통신은 종래의 네트워크에서와 같이 미리 정의된 구조이거나 단순하게 적어도 2개의 장치 사이의 애드혹 통신(ad hoc communication)일 수 있다.

[0110] Wi-Fi(Wireless Fidelity)는 유선 없이도 인터넷 등으로의 연결을 가능하게 해준다. Wi-Fi는 이러한 장치, 예를

들어, 컴퓨터가 실내에서 및 실외에서, 즉 기지국의 통화권 내의 아무 곳에서나 데이터를 전송 및 수신할 수 있게 해주는 셀 전화와 같은 무선 기술이다. Wi-Fi 네트워크는 안전하고 신뢰성 있으며 고속인 무선 연결을 제공하기 위해 IEEE 802.11(a, b, g, 기타)이라고 하는 무선 기술을 사용한다. 컴퓨터를 서로에, 인터넷에 및 유선 네트워크(IEEE 802.3 또는 이더넷을 사용함)에 연결시키기 위해 Wi-Fi가 사용될 수 있다. Wi-Fi 네트워크는 비인가 2.4 및 5GHz 무선 대역에서, 예를 들어, 11Mbps(802.11a) 또는 54 Mbps(802.11b) 데이터 레이트로 동작하거나, 양 대역(듀얼 대역)을 포함하는 제품에서 동작할 수 있다.

[0111] 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 정보 및 신호들이 임의의 다양한 상이한 기술들 및 기법들을 이용하여 표현될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 위의 설명에서 참조될 수 있는 데이터, 지시들, 명령들, 정보, 신호들, 비트들, 심볼들 및 칩들은 전압들, 전류들, 전자기파들, 자기장들 또는 입자들, 광학장들 또는 입자들, 또는 이들의 임의의 결합에 의해 표현될 수 있다.

[0112] 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 여기에 개시된 실시예들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 프로세서들, 수단들, 회로들 및 모델 단계들이 전자 하드웨어, (편의를 위해, 여기에서 소프트웨어로 지칭되는) 다양한 형태들의 프로그램 또는 설계 코드 또는 이들 모두의 결합에 의해 구현될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 하드웨어 및 소프트웨어의 이러한 상호 호환성을 명확하게 설명하기 위해, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 단계들이 이들의 기능과 관련하여 위에서 일반적으로 설명되었다. 이러한 기능이 하드웨어 또는 소프트웨어로서 구현되는지 여부는 특정한 애플리케이션 및 전체 시스템에 대하여 부과되는 설계 제약들에 따라 좌우된다. 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 각각의 특정한 애플리케이션에 대하여 다양한 방식들로 설명된 기능을 구현할 수 있으나, 이러한 구현 결정들은 본 개시의 범위를 벗어나는 것으로 해석되어서는 안 될 것이다.

[0113] 여기서 제시된 다양한 실시예들은 방법, 장치, 또는 표준 프로그래밍 및/또는 엔지니어링 기술을 사용한 제조 물품(article)으로 구현될 수 있다. 용어 제조 물품은 임의의 컴퓨터-판독가능 저장장치로부터 액세스 가능한 컴퓨터 프로그램, 캐리어, 또는 매체(media)를 포함한다. 예를 들어, 컴퓨터-판독가능 저장매체는 자기 저장 장치(예를 들면, 하드 디스크, 플로피 디스크, 자기 스트립, 등), 광학 디스크(예를 들면, CD, DVD, 등), 스마트 카드, 및 플래쉬 메모리 장치(예를 들면, EEPROM, 카드, 스틱, 키 드라이브, 등)를 포함하지만, 이들로 제한되는 것은 아니다. 또한, 여기서 제시되는 다양한 저장 매체는 정보를 저장하기 위한 하나 이상의 장치 및/또는 다른 기계-판독가능한 매체를 포함한다.

[0114] 제시된 프로세스들에 있는 단계들의 특정한 순서 또는 계층 구조는 예시적인 접근들의 일례임을 이해하도록 한다. 설계 우선순위들에 기반하여, 본 개시의 범위 내에서 프로세스들에 있는 단계들의 특정한 순서 또는 계층 구조가 재배열될 수 있다는 것을 이해하도록 한다. 첨부된 방법 청구항들은 샘플 순서로 다양한 단계들의 엘리먼트들을 제공하지만 제시된 특정한 순서 또는 계층 구조에 한정되는 것을 의미하지는 않는다.

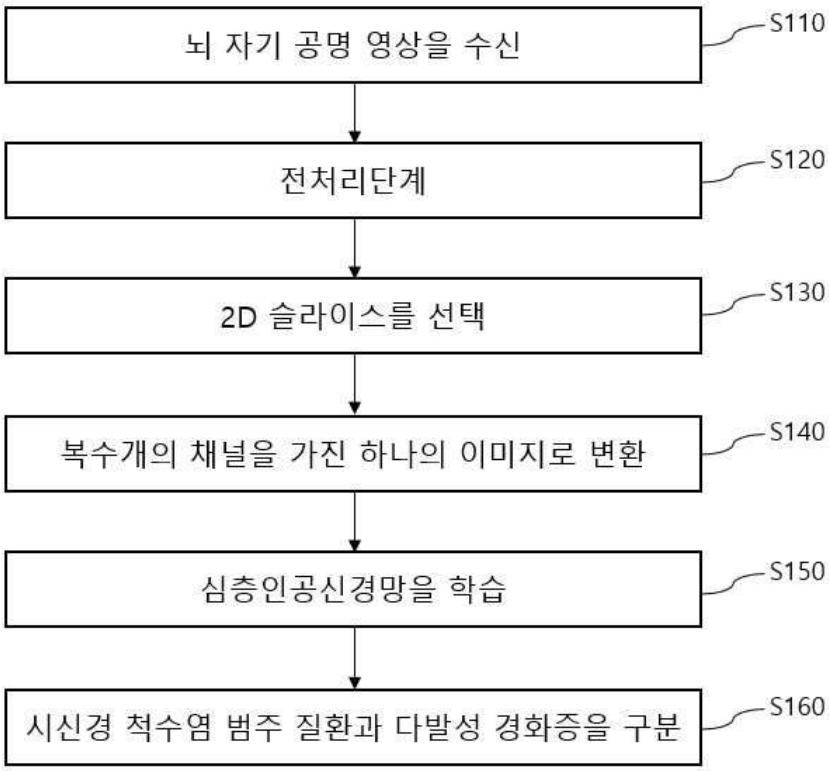
[0115] 제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 개시를 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 개시의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 개시는 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

[0116] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예는 장치 및 방법을 통해서만 구현이 되는 것은 아니며, 본 발명의 실시예의 구성에 대응하는 기능을 실현하는 프로그램 또는 그 프로그램이 기록된 기록 매체를 통해 구현될 수도 있다. 이러한 기록 매체는 서버뿐만 아니라 사용자 단말에서도 실행될 수 있다.

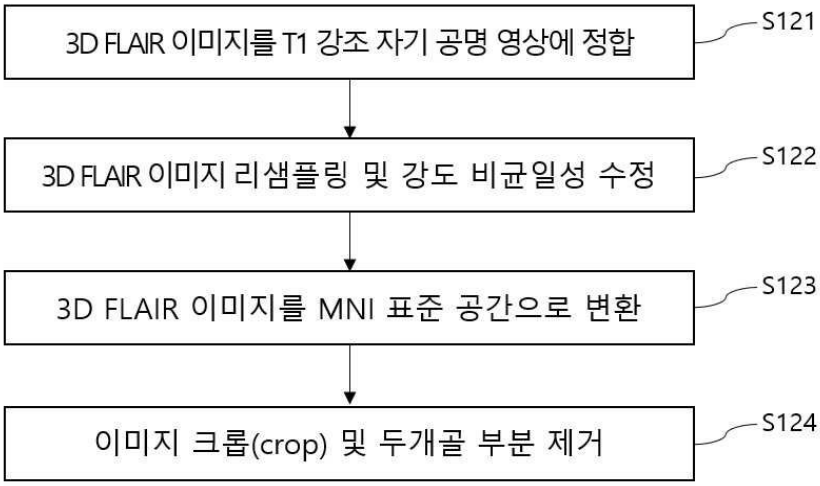
[0117] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 특허청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정해져야 한다.

도면

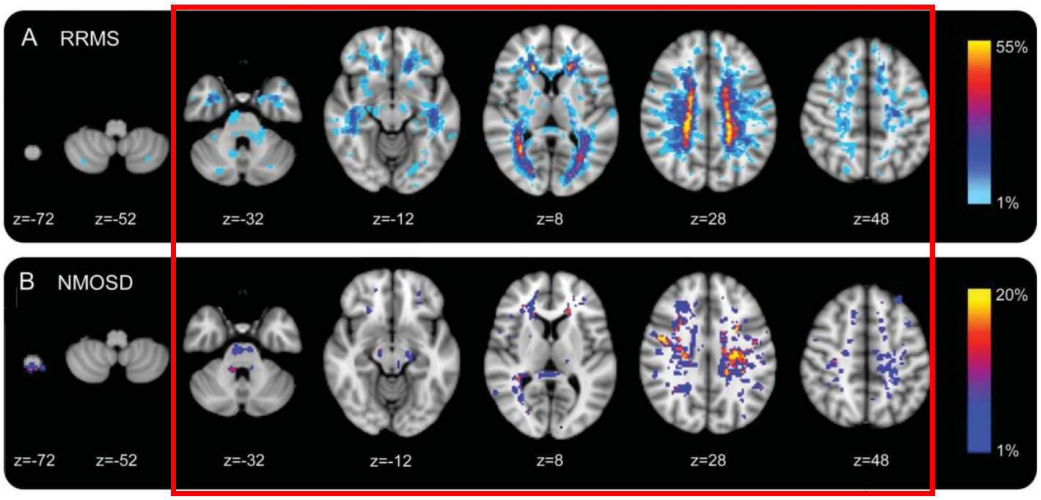
도면1


뇌 자기 공명 영상을 수신
S110
전처리단계
S120
2D 슬라이스를 선택
S130
복수개의 채널을 가진 하나의 이미지로 변환
S140
심층인공신경망을 학습
S150
시신경 척수염 범주 질환과 다발성 경화증을 구분
S160

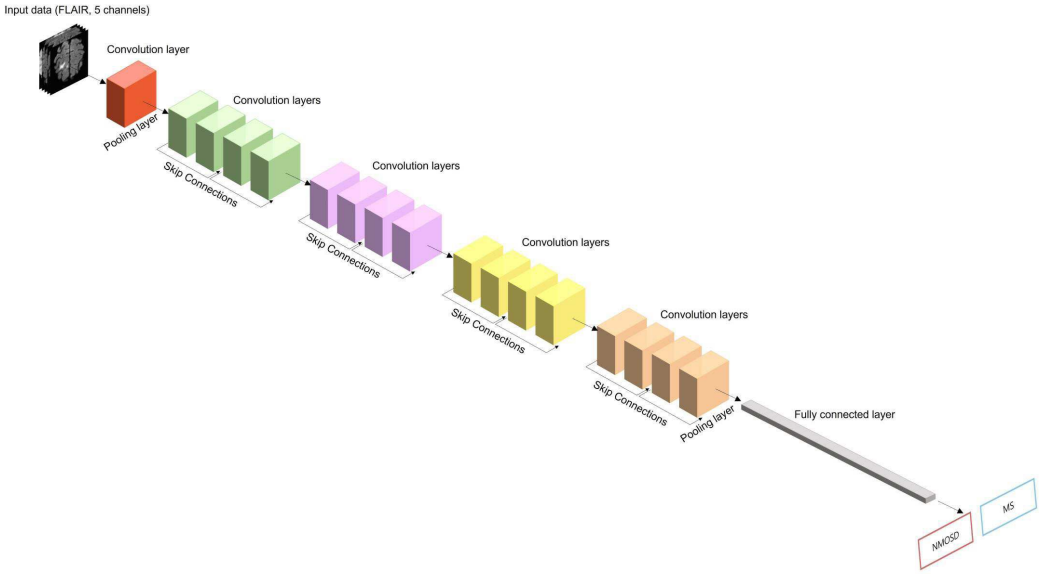
도면2


3D FLAIR 이미지를 T1 강조 자기 공명 영상에 정합
S121
3D FLAIR 이미지 리샘플링 및 강도 비균일성 수정
S122
3D FLAIR 이미지를 MNI 표준 공간으로 변환
S123
이미지 크롭(crop) 및 두개골 부분 제거
S124

도면3



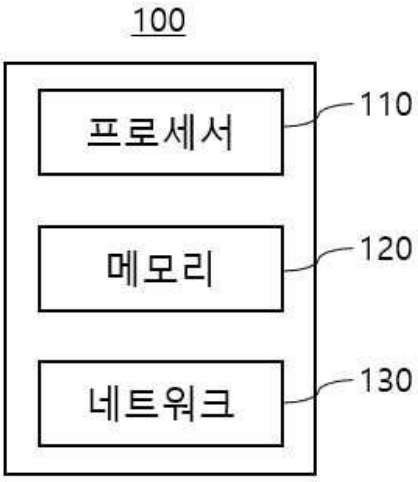
도면4



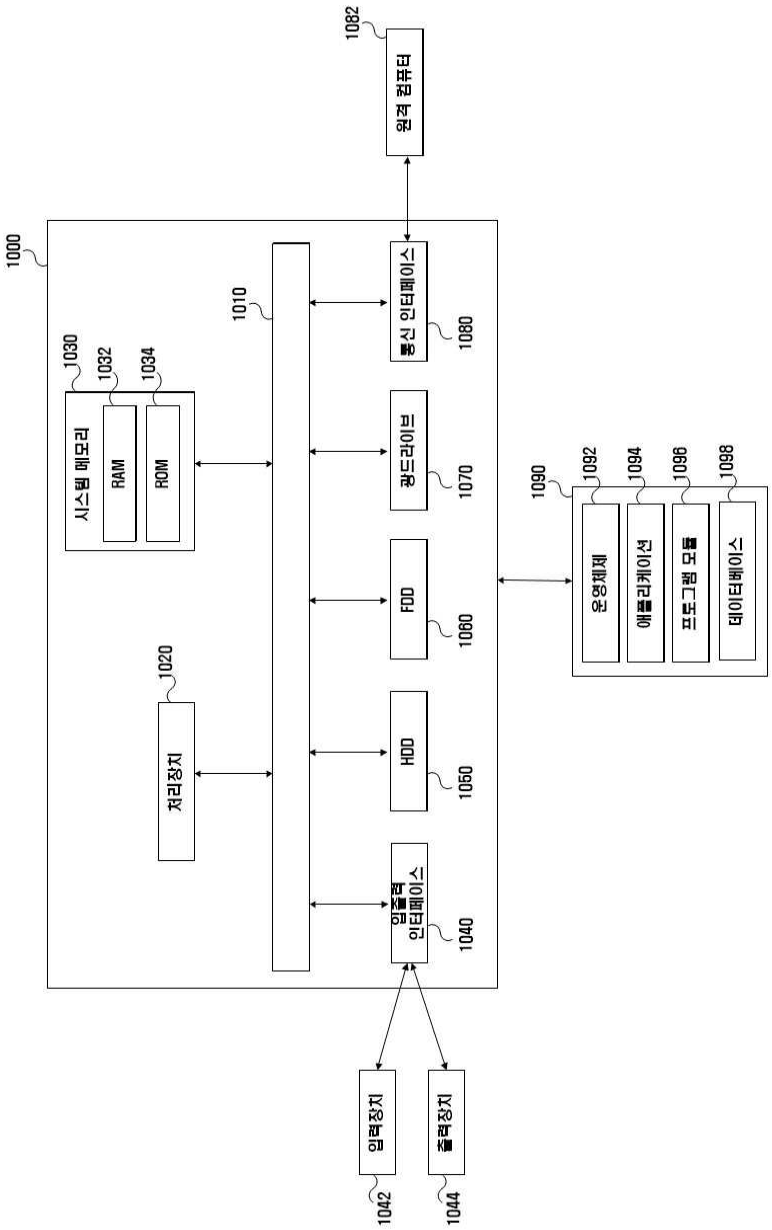
도면5

	Accuracy, %	Sensitivity, %	Specificity, %	PPV	NPV	AUC
Model	76.1 (74.8-77.4)	77.3 (74.4-80.3)	74.8 (72.1-77.5)	76.9 (75.2-78.7)	78.6 (76.7-80.6)	0.85 (0.84-0.86)

도면6



도면7


1082
원격 컴퓨터
1000
1010
통신 인터페이스
1080
1030
1032
1034
시스템 메모리
RAM
ROM
광드라이브
1070
1090
1092
1094
1096
1098
운영체제
애플리케이션
프로그램 모듈
데이터베이스
FDD
1060
1020
처리장치
HDD
1050
입출력 인터페이스
1040
입력장치
출력장치
1042
1044