



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0046060
(43) 공개일자 2022년04월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/055 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
G06T 7/00 (2017.01) G16H 30/40 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01) G16H 50/30 (2018.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/055 (2022.01)
A61B 5/0033 (2018.08)

(21) 출원번호 10-2020-0128943

(22) 출원일자 2020년10월06일

심사청구일자 2020년10월06일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

최현석

서울특별시 송파구 오금로32길 31, 103동 303호(송파동, 래미안송파파인탑)

황승현

서울시 강남구 언주로 117

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 뇌경색 심각도 기반의 뇌경색 예측 방법 및 그를 위한 장치

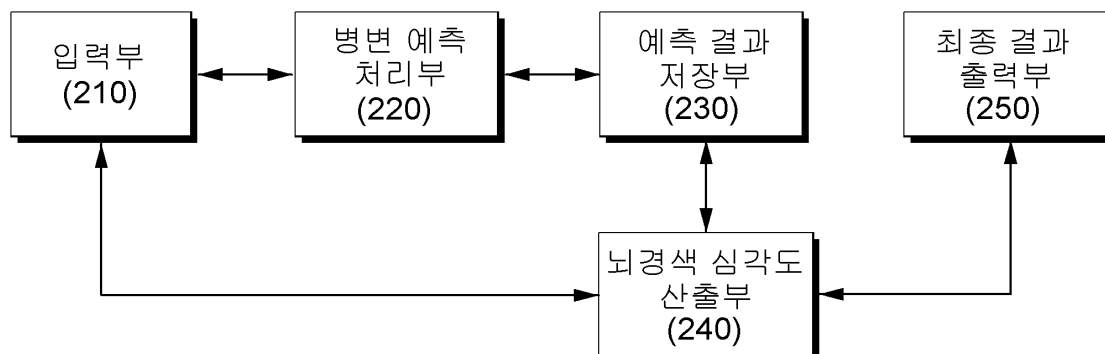
(57) 요약

뇌경색 심각도 기반의 뇌경색 예측 방법 및 그를 위한 장치를 개시한다.

본 발명의 실시예에 따른 뇌경색 예측 방법은, 제1 자기 공명 영상 및 제2 자기 공명 영상을 획득하는 입력 단계; 상기 제1 자기 공명 영상을 전처리하고, 전처리된 제1 자기 공명 영상을 딥러닝 모델에 적용하여 뇌경색에 대한 병변 영역을 예측하여 병변 영역 예측 결과를 생성하는 병변 예측 처리 단계; 상기 제1 자기 공명 영상과 상기 병변 영역 예측 결과를 매칭시켜 환자 별로 정렬된 뇌경색 예측 결과를 저장하는 예측 결과 저장 단계; 상기 뇌경색 예측 결과 및 상기 제2 자기 공명 영상을 기반으로 뇌경색 심각도를 산출하여 뇌경색 심각도 산출 결과를 생성하는 뇌경색 심각도 산출 단계; 및 상기 뇌경색 심각도 산출 결과를 시각화하여 최종 예측 결과를 생성하고, 뇌경색 진단을 위하여 생성된 상기 최종 예측 결과를 출력하는 최종 결과 출력 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2

20



(52) CPC특허분류

A61B 5/4064 (2021.01)
A61B 5/7264 (2013.01)
A61B 5/7275 (2013.01)
G06T 7/0012 (2013.01)
G16H 30/40 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)
G16H 50/30 (2018.01)
G06T 2207/10088 (2013.01)
G06T 2207/30016 (2013.01)

(72) 발명자

김휘영

서울특별시 성동구 왕십리로 80, 13동 608호(성수
동1가, 동아아파트)

이경미

서울특별시 동대문구 경희대로 26 경희의료원 영상
의학과(회기동)

김혁기

서울특별시 서초구 사평대로28길 31, 3동 905호(반
포동, 한신서래아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

의료 영상 처리 장치에서 뇌경색을 예측하는 방법에 있어서,

제1 자기 공명 영상 및 제2 자기 공명 영상을 획득하는 입력 단계;

상기 제1 자기 공명 영상을 전처리하고, 전처리된 제1 자기 공명 영상을 딥러닝 모델에 적용하여 뇌경색에 대한 병변 영역을 예측하여 병변 영역 예측 결과를 생성하는 병변 예측 처리 단계;

상기 제1 자기 공명 영상과 상기 병변 영역 예측 결과를 매칭시켜 환자 별로 정렬된 뇌경색 예측 결과를 저장하는 예측 결과 저장 단계;

상기 뇌경색 예측 결과 및 상기 제2 자기 공명 영상을 기반으로 뇌경색 심각도를 산출하여 뇌경색 심각도 산출 결과를 생성하는 뇌경색 심각도 산출 단계; 및

상기 뇌경색 심각도 산출 결과를 시각화하여 최종 예측 결과를 생성하고, 뇌경색 진단을 위하여 생성된 상기 최종 예측 결과를 출력하는 최종 결과 출력 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 뇌경색 예측 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 입력 단계는,

외부 장치로부터 확산 강조 영상(DWI: Diffusion Weighted Image) 기법 기반의 상기 제1 자기 공명 영상과 현성 확산 계수 영상(ADC: Apparent Diffusion Coefficient) 기법 기반의 상기 제2 자기 공명 영상을 획득하는 것을 특징으로 하는 뇌경색 예측 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 병변 예측 처리 단계는,

상기 제1 자기 공명 영상의 평균 및 표준 편차를 이용하여 정규화하고, 상기 제1 자기 공명 영상의 복셀 사이즈 조정 및 왜곡 교정을 수행하여 상기 전처리를 수행하는 전처리 단계;

상기 전처리된 제1 자기 공명 영상을 기 설정된 슬라이스 단위로 나누어 상기 딥러닝 모델에 적용하여 뇌경색에 대한 병변 영역의 크기 및 위치에 대한 상기 병변 영역 예측 결과를 예측하는 병변 영역 처리 단계; 및

상기 제1 자기 공명 영상과 병변 예측 결과를 매칭시켜 환자별로 분류하여 정렬하는 예측 결과 정렬 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 뇌경색 예측 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 뇌경색 심각도 산출 단계는,

상기 제2 자기 공명 영상 상에서 ADC 값을 분류하기 위한 적어도 하나의 기준 수치를 설정하는 단계;

상기 뇌경색 예측 결과와 상기 제2 자기 공명 영상을 이용하여 상기 병변 영역에 대한 ADC 값을 추출하는 단계; 및

추출된 상기 ADC 값을 상기 적어도 하나의 기준 수치와 비교하여 상기 뇌경색 심각도를 산출하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 뇌경색 예측 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 뇌경색 심각도 산출 단계는,

상기 적어도 하나의 기준 수치를 기반으로 ADC 값 범위에 대한 그룹을 설정하고, 상기 추출된 ADC 값이 포함되는 상기 그룹에 대응되는 상기 뇌경색 심각도를 산출하여 상기 뇌경색 심각도 산출 결과를 생성하는 것을 특징으로 하는 뇌경색 예측 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 최종 결과 출력 단계는,

병변 영역에 대해 추출된 상기 ADC 값을 기반으로 히트맵(heat map)을 생성하여 상기 뇌경색 심각도 산출 결과를 시각화하고, 상기 병변 영역과 시각화된 상기 뇌경색 심각도 산출 결과를 결합한 상기 최종 예측 결과를 생성하는 것을 특징으로 하는 뇌경색 예측 방법.

청구항 7

뇌경색 예측을 위한 의료 영상 처리 장치에 있어서,

제1 자기 공명 영상 및 제2 자기 공명 영상을 획득하는 입력부;

상기 제1 자기 공명 영상을 전처리하고, 전처리된 제1 자기 공명 영상을 딥러닝 모델에 적용하여 뇌경색에 대한 병변 영역을 예측하여 병변 영역 예측 결과를 생성하는 병변 예측 처리부;

상기 제1 자기 공명 영상과 상기 병변 영역 예측 결과를 매칭시켜 환자 별로 정렬된 뇌경색 예측 결과를 저장하는 예측 결과 저장부;

상기 뇌경색 예측 결과 및 상기 제2 자기 공명 영상을 기반으로 뇌경색 심각도를 산출하여 뇌경색 심각도 산출 결과를 생성하는 뇌경색 심각도 산출부; 및

상기 뇌경색 심각도 산출 결과를 시각화하여 최종 예측 결과를 생성하고, 뇌경색 진단을 위하여 생성된 상기 최종 예측 결과를 출력하는 최종 결과 출력부

를 포함하는 뇌경색 예측을 위한 의료 영상 처리 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 입력부는, 외부 장치로부터 확산 강조 영상(DWI: Diffusion Weighted Image) 기법 기반의 상기 제1 자기 공명 영상과 현성 확산 계수 영상(ADC: Apparent Diffusion Coefficient) 기법 기반의 상기 제2 자기 공명 영상을 획득하며,

상기 병변 예측 처리부는,

상기 제1 자기 공명 영상의 평균 및 표준 편차를 이용하여 정규화하고, 상기 제1 자기 공명 영상의 복셀 사이즈 조정 및 왜곡 교정을 수행하여 상기 전처리를 수행하는 전처리부;

상기 전처리된 제1 자기 공명 영상을 기 설정된 슬라이스 단위로 나누어 상기 딥러닝 모델에 적용하여 뇌경색에 대한 병변 영역의 크기 및 위치에 대한 상기 병변 영역 예측 결과를 예측하는 병변 영역 처리부; 및

상기 제1 자기 공명 영상과 병변 예측 결과를 매칭시켜 환자별로 분류하여 정렬하는 예측 결과 정렬부를 포함하는 것을 특징으로 하는 뇌경색 예측을 위한 의료 영상 처리 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 뇌경색 심각도 산출부는,

상기 제2 자기 공명 영상 상에서 ADC 값을 분류하기 위한 적어도 하나의 기준 수치를 설정하고, 상기 뇌경색 예측 결과와 상기 제2 자기 공명 영상을 이용하여 상기 병변 영역에 대한 ADC 값을 추출하며, 추출된 상기 ADC 값을 상기 적어도 하나의 기준 수치와 비교하여 상기 뇌경색 심각도를 산출하는 것을 특징으로 하는 뇌경색 예측을 위한 의료 영상 처리 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 뇌경색 심각도 산출부는,

상기 적어도 하나의 기준 수치를 기반으로 ADC 값 범위에 대한 그룹을 설정하고, 상기 추출된 ADC 값이 포함되는 상기 그룹에 대응되는 상기 뇌경색 심각도를 산출하여 상기 뇌경색 심각도 산출 결과를 생성하는 것을 특징으로 하는 뇌경색 예측을 위한 의료 영상 처리 장치.

청구항 11

컴퓨터에 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 뇌경색 예측 방법을 실행시키기 위하여 기록매체에 저장된 컴퓨터프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 딥러닝 모델을 이용하여 병변 영역을 추출하고, 추출된 병변 영역에 대한 뇌경색 심각도를 산출하여 뇌경색을 예측하는 방법 및 그를 위한 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 발명의 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 뇌졸중 환자의 영상을 이용한 병변 상태 평가는 치료 방침 설정에 중요한 요소이다. 뇌영상 기법의 발전으로 빠른 영상획득이 가능해짐에 따라 환자 한명당 촬영되는 뇌영상 개수가 증가하였다. 뇌졸중의 치료의 골든타임이 중요하며, 환자의 상태를 신속 정확하게 파악해야 한다.

[0004] 이에, 뇌졸중 진단에 사용되는 의료 영상들을 신속 정확하게 판단하는 것이 중요하며, 인공지능을 이용한 뇌영상 처리 및 의사결정 보조 시스템의 필요성이 대두되고 있다.

[0005] 현재 뇌졸중 질환의 영상학적 판단은 영상 의학과 의사에 의한 시각적 평가(Visual Analysis)이며, 판독문은 기술적(Descriptive), 서술적(Narrative), 정성적(Qualitative) 평가이므로, 정량적 정보를 분석하는데 제한된다.

[0006] 기존의 뇌졸중 자동화 평가 프로그램은 CT(Computed Tomography) 영상을 이용하여 특정 뇌 영역에서의 정량적 컴퓨터 단층 촬영 점수(Alberta Stroke Program Early CT Score, ASPECTS)를 적용하거나 ADC MRI(Apparent Diffusion Coefficient Magnetic Resonance Imaging) 영상에서 병변 인식 및 추출 기술을 이용하고 있다.

[0007] 현재의 기술들은 다중 영상들의 종합적 평가가 아닌 단일 영상 기반의 평가 방법을 이용하거나, 객관적 평가 방법이 아닌 의료진의 경험을 기준으로 하는 주관적 평가 방법을 적용하고 있다.

[0008] 이에, 인공지능을 이용하여 비용 대비 효과가 우수한 특징 추출(Feature Extraction) 알고리즘을 기반으로 병변 영역 추출, 뇌경색 심각도 산출 및 뇌경색 예측을 위한 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 획득된 제1 자기 공명 영상을 전처리하고, 전처리된 제1 자기 공명 영상을 딥러닝 모델에 적용하여 뇌경색에 대한 병변 영역을 예측하여 생성된 병변 영역 예측 결과를 환자 별로 정렬한 뇌경색 예측 결과와 추가로 획득한 제2 자기 공명 영상을 기반으로 뇌경색 심각도를 산출하여 시각화한 최종 예측 결과를 출력하는 뇌경색 심각도 기반의 뇌경색 예측 방법 및 그를 위한 장치를 제공하는 데 주된 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 측면에 의하면, 상기 목적을 달성하기 위한 뇌경색 예측 방법은, 제1 자기 공명 영상 및 제2 자기 공명 영상을 획득하는 입력 단계; 상기 제1 자기 공명 영상을 전처리하고, 전처리된 제1 자기 공명 영상을 딥러닝 모델에 적용하여 뇌경색에 대한 병변 영역을 예측하여 병변 영역 예측 결과를 생성하는 병변 예측 처리 단계; 상기 제1 자기 공명 영상과 상기 병변 영역 예측 결과를 매칭시켜 환자 별로 정렬된 뇌경색 예측 결과를 저장하는 예측 결과 저장 단계; 상기 뇌경색 예측 결과 및 상기 제2 자기 공명 영상을 기반으로 뇌경색 심각도를 산출하여 뇌경색 심각도 산출 결과를 생성하는 뇌경색 심각도 산출 단계; 및 상기 뇌경색 심각도 산출 결과를 시각화하여 최종 예측 결과를 생성하고, 뇌경색 진단을 위하여 생성된 상기 최종 예측 결과를 출력하는 최종 결과 출력 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 본 발명의 다른 측면에 의하면, 상기 목적을 달성하기 위한 의료 영상 처리 장치는, 제1 자기 공명 영상 및 제2 자기 공명 영상을 획득하는 입력부; 상기 제1 자기 공명 영상을 전처리하고, 전처리된 제1 자기 공명 영상을 딥러닝 모델에 적용하여 뇌경색에 대한 병변 영역을 예측하여 병변 영역 예측 결과를 생성하는 병변 예측 처리부; 상기 제1 자기 공명 영상과 상기 병변 영역 예측 결과를 매칭시켜 환자 별로 정렬된 뇌경색 예측 결과를 저장하는 예측 결과 저장부; 상기 뇌경색 예측 결과 및 상기 제2 자기 공명 영상을 기반으로 뇌경색 심각도를 산출하여 뇌경색 심각도 산출 결과를 생성하는 뇌경색 심각도 산출부; 및 상기 뇌경색 심각도 산출 결과를 시각화하여 최종 예측 결과를 생성하고, 뇌경색 진단을 위하여 생성된 상기 최종 예측 결과를 출력하는 최종 결과 출력부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0012] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예들에 의하면, 본 발명은 변형된 딥러닝 모델(modified U-net)을 사용함으로써, 종래의 모델에서 검출하지 못했던 소정의 기준 미만의 작은 크기의 뇌경색을 검출할 수 있는 효과가 있다.

[0013] 본 발명은 변형된 딥러닝 모델(modified U-net)을 사용함으로써, 병변 예측에 대한 검출 정확도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0014] 또한, 본 발명은 환자 당 뇌경색 병변의 전체 볼륨을 정확하게 산출할 수 있는 효과가 있다.

[0015] 또한, 본 발명은 병변 영역에 대한 뇌경색 심각도를 시각화하여 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0016] 또한, 본 발명은 환자의 뇌경색 유무, 뇌경색 위치, 뇌경색 크기, 뇌경색 볼륨 및 ADC 값에 따른 뇌경색 심각도를 모두 제공하여 직관적인 진단이 가능하도록 하는 효과가 있다.

[0017] 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명세서에서 기재된 효과 및 그 잠정적인 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급된다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 의료 영상 처리 시스템을 나타낸 블록 구성도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치의 병변 예측 처리부를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.

도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치의 뇌경색 예측 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치의 구성을 나타낸 블록 구성도이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 MR 영상의 민감도를 나타낸 예시도이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 MR 영상의 전처리를 설명하기 위한 예시도이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝 모델을 설명하기 위한 예시도이다.

도 10a 및 도 10b는 본 발명의 실시예에 따른 뇌경색 병변 영역을 나타낸 예시도이다.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 환자별 뇌경색 병변 예측 결과를 나타낸 예시도이다.

도 12a 및 도 12b는 본 발명의 실시예에 따른 뇌경색의 최종 예측 결과를 나타낸 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다. 또한, 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 변형되어 다양하게 실시될 수 있음은 물론이다. 이하에서는 도면들을 참조하여 본 발명에서 제안하는 뇌경색 심각도 기반의 뇌경색 예측 방법 및 그를 위한 장치에 대해 자세하게 설명하기로 한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 의료 영상 처리 시스템을 나타낸 블록 구성도이다.
- [0021] 본 실시예에 따른 의료 영상 처리 시스템은 의료 영상 진단 장치(10), 의료 영상 처리 장치(20), 및 의료 영상 데이터 베이스(30)를 포함한다. 도 1의 의료 영상 처리 시스템은 일 실시예에 따른 것으로서, 도 1에 도시된 모든 블록이 필수 구성요소는 아니며, 다른 실시예에서 의료 영상 처리 시스템에 포함된 일부 블록이 추가, 변경 또는 삭제될 수 있다.
- [0022] 의료 영상 처리 시스템은 인공지능(AI: Artificial Intelligence) 기반의 뇌졸중 자동 진단 보조 프로그램으로, 뇌영역 인식 기술과 병변 검출 기술을 이용하여 뇌경색 예측을 수행할 수 있다. 여기서, 의료 영상 처리 시스템은 병변 영역의 추출, 뇌경색 영역의 볼륨 계산, 뇌경색 심각도 계산 등을 기반으로 정량적 점수 평가 방법을 적용할 수 있다.
- [0023] 의료 영상 진단 장치(10)는 피검사자의 뇌 영역을 촬영하는 장치로서, 자기 공명 영상을 촬영하는 장치인 것이 바람직하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, CT, X-ray 장비 등일 수도 있다.
- [0024] 의료 영상 진단 장치(10)는 피검사자의 뇌 영역을 촬영하여 자기 공명 영상을 생성하고, 생성된 자기 공명 영상을 의료 영상 처리 장치(20)로 전송할 수 있다.
- [0025] 자기 공명 영상은 뇌경색 및 출혈을 발견할 때 사용되며, 뇌경색 및 뇌출혈 병변의 높은 대조도를 갖는다. 다만, 자기 공명 영상은 영상 획득의 신속성 및 접근성이 제한되고, 뇌출혈 병변이 과대 측정된다. 뇌 영상들은 각 영상의 필요에 따라 조합된 펄스시퀀스를 사용하여 생성된다. 따라서 상기 뇌 영상들은 서로 다른 모달리티(modality)를 가질 수 있다.
- [0026] 자기 공명 영상은 확산 강조 영상(DWI: Diffusion Weighted Image) 기법 기반의 진단 영상(이하, 제1 자기 공명 영상으로 기재함), 현성 확산 계수 영상(ADC: Apparent Diffusion Coefficient) 기법 기반의 진단 영상(이하, 제2 자기 공명 영상으로 기재함) 등일 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, PWI(perfusion Weighted Imaging), FLAIR 영상, T1 및 T2 강조 영상, MRA 영상 등을 포함할 수도 있다. 여기서, 제2 자기 공명 영상은 제1 자기 공명 영상을 기초로 계산하여 생성된 영상일 수 있다.
- [0027] 의료 영상 진단 장치(10)에서 자기 공명 영상을 얻기 위해서는 많은 수의 RF 펄스를 인가해야 한다. TR(repetition time)은 같은 크기의 RF 펄스를 인가하는 시간 간격으로서, 반복시간이다. TE(time to echo)는 지연시간 또는 에코시간이다. RF 펄스 직후에 는 신호를 측정할 수 없기에 짧은 시간을 기다리게 되고, 일정 시간이 경과한 후 신호를 측정하게 된다. 이 짧은 시간을 TE라고 한다. TR 및 TE는 검사자에 의해 조절될 수 있다.
- [0028] DWI(Diffusion Weighted Imaging)는 생체 조직에서 분자, 특히 물 분자의 확산 운동을 매핑(mapping)하는 영상이다. 조직 내에서 물 분자의 확산은 자유롭지 못하다. DWI는 물 분자가 섬유 조직 또는 세포막(Membranes)에 충돌하는 것을 반영한다. 물 분자의 확산 패턴은 조직의 정상 또는 비정상 상태를 나타낸다. DWI는 뇌의 백질

(white matter)의 섬유 구조 또는 회백질(gray matter)의 정상 및 비정상 상태를 잘 나타낼 수 있다.

- [0029] 확산 강조 영상(DWI)의 원리는 물의 움직임을 감지하기 위해 180도 펄스 전후에 강도는 동일하지만 방향이 반대인 2개의 움직임 탐사 경사펄스(Motion Probing Gradient)를 순차적으로 주게 되면 첫 번째는 탈위상펄스, 두 번째는 180도로 바뀐 극성에 따라 반대방향으로 재위상펄스를 가한다. 영상을 얻기 위해 신호를 받아들일 때 물 분자의 무작위적 움직임에 따라 위상 회복이 덜 된 만큼 신호를 잃게 되어 조직별 대조도를 얻는다. 이때 경사펄스의 강도를 b값(b value)이라 하고 이는 확산 강조 영상의 신호 강도에 영향을 미치는 주요 변수이다. 확산 강조 영상의 신호강도는 T2 강조 영상의 신호 강도에 의해 영향을 받을 수 있기 때문에, T2 강조 영상에서 고 신호 강도를 보이는 조직이 확산 강조 영상에서도 고 신호 강도로 나타날 수 있다
- [0030] ADC(Apparent Diffusion Coefficient)는 확산 계수로서 온도의 함수이다. 신체 내에서는 세포벽이 존재하고 온도가 불균일하기 때문에 DWI 이용하여 ADC를 계산할 수 있다. DWI와 ADC는 역상이다. 경색 영역은 세포의 팽창으로 인해 세포 바깥의 물의 확산이 감소된다. 확산이 감소된 영역은 B1000에서 DWI를 찍으면 신호 저하(Decrease)가 작은 영역이 되며, DWI 영상에는 밝게 나온다. 반면, 확산이 감소된 영역은 ADC에서는 정상보다 어둡게 나온다. 뇌척수액(Cerebrospinal Fluid, CSF)과 같은 물은 자유 확산(Free Diffusion) 영역으로서 ADC가 밝게 나오고 DWI가 어둡게 나온다.
- [0031] 의료 영상 처리 장치(20)는 자기 공명 영상을 획득한다. 의료 영상 처리 장치(20)는 의료 영상 진단 장치(10) 또는 외부 장치로부터 확산 강조 영상(DWI: Diffusion Weighted Image) 기법 기반의 제1 자기 공명 영상을 획득한다. 여기서, 입력부(210)는 제1 자기 공명 영상만을 획득하는 것으로 기재하고 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 현성 확산 계수 영상(ADC: Apparent Diffusion Coefficient) 기법 기반의 제2 자기 공명 영상 추가로 획득할 수 있다.
- [0032] 의료 영상 처리 장치(20)는 획득된 자기 공명 영상을 전처리하고, 전처리된 자기 공명 영상을 딥러닝 모델에 적용하여 학습을 수행하고, 학습된 딥러닝 모델을 기반으로 뇌경색에 대한 병변 영역을 예측하여 병변 영역 예측 결과를 생성한다.
- [0033] 의료 영상 처리 장치(20)는 자기 공명 영상과 병변 영역 예측 결과를 매칭시켜 정렬된 뇌경색 예측 결과를 저장한다. 여기서, 의료 영상 처리 장치(20)는 원본 형태의 상기 제1 자기 공명 영상과 병변 예측 결과를 함께 저장할 수 있다.
- [0034] 의료 영상 처리 장치(20)는 뇌경색 예측 결과 및 제2 자기 공명 영상을 기반으로 뇌경색 심각도를 산출하여 뇌경색 심각도 산출 결과를 생성한다. 구체적으로, 의료 영상 처리 장치(20)는 제2 자기 공명 영상 상에서 ADC 값을 분류하기 위한 적어도 하나의 기준 수치를 설정하고, 뇌경색 예측 결과와 제2 자기 공명 영상을 이용하여 병변 영역에 대한 ADC 값을 추출하며, 추출된 ADC 값을 적어도 하나의 기준 수치와 비교하여 뇌경색 심각도를 산출한다.
- [0035] 의료 영상 처리 장치(20)는 뇌경색 심각도 산출 결과를 시각화하여 최종 예측 결과를 생성하고, 뇌경색 진단을 위하여 생성된 최종 예측 결과를 출력할 수 있다. 의료 영상 처리 장치(20)는 뇌경색 예측 결과를 구비된 디스플레이를 이용하여 출력할 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 별도의 출력을 위한 단말기로 뇌경색 예측 결과를 전송할 수도 있다.
- [0036] 의료 영상 데이터 베이스(30)는 데이터의 검색, 추출, 삭제, 편집, 추가 등을 자유롭게 행할 수 있는 데이터의 저장형태를 의미한다. 데이터베이스는 오라클(Oracle), 인포믹스(Infomix), 사이베이스(Sybase), 관계형 데이터베이스 관리시스템(Relational Data Base Management System, RDBMS), 겔스톤(Gemston), 오리온(Orion), 객체지향형 데이터베이스 관리시스템(Object Oriented Database Management System, OODBMS), 또는 분산 클라우드(Distributed Cloud) 등을 이용하여 본 실시예의 목적에 맞게 구현될 수 있다.
- [0037] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
- [0038] 본 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치(20)는 입력부(210), 병변 예측 처리부(220), 예측 결과 저장부(230) 및 최종 결과 출력부(250)를 포함한다. 도 2의 의료 영상 처리 장치(20)는 일 실시예에 따른 것으로서, 도 2에 도시된 모든 블록이 필수 구성요소는 아니며, 다른 실시예에서 의료 영상 처리 장치(20)에 포함된 일부 블록이 추가, 변경 또는 삭제될 수 있다. 한편, 의료 영상 처리 장치(20)는 컴퓨팅 디바이스로 구현될 수 있고, 의료 영상 처리 장치(20)에 포함된 각 구성요소들은 각각 별도의 소프트웨어 프로그램으로 구현되거나, 소프트웨어가 결합된 별도의 하드웨어 장치로 구현될 수 있다.

- [0039] 입력부(210)는 뇌경색을 예측하기 위하여 진단 대상(피검사자)에 대한 자기 공명 영상을 획득한다. 여기서, 자기 공명 영상은 단일 진단 대상에 대한 자기 공명 영상일 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 복수의 진단 대상에 대한 자기 공명 영상일 수도 있다.
- [0040] 입력부(210)는 의료 영상 진단 장치(10) 또는 외부 장치로부터 확산 강조 영상(DWI: Diffusion Weighted Image) 기법 기반의 제1 자기 공명 영상을 획득한다. 여기서, 입력부(210)는 제1 자기 공명 영상만을 획득하는 것으로 기재하고 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 제2 자기 공명 영상 추가로 획득할 수 있다. 여기서, 제2 자기 공명 영상은 현성 확산 계수 영상(ADC: Apparent Diffusion Coefficient) 기법 기반의 자기 공명 영상인 것이 바람직하다.
- [0041] 예를 들어, 입력부(210)는 도 7에 도시된 바와 같이, DWI b1000(high b-value) MR 영상 및 ADC map MR 영상을 획득할 수 있다. DWIb1000(high b-value)는 제1 자기 공명 영상과 대응되고, ADC map은 제2 자기 공명 영상과 대응될 수 있다.
- [0042] 의료 영상 처리 장치(20)에서 단일 영상만으로는 뇌경색의 위치 진단과 심각도 진단을 모두 수행하는데 한계가 있으므로 DWI b1000 MR 영상과 ADC map 두 영상 모두를 입력 받을 수 있다.
- [0043] 도 7의 (a)에 도시된 DWI b1000 MR 영상은 뇌영상 중 뇌졸중 진단의 민감도(sensitivity)가 가장 높기 때문에 딥러닝 모델을 학습시키는데 사용되며, 이러한 민감도는 실제로 증상이 발현된 소정의 시간(예: 30 분) 이내의 뇌경색 환자도 진단할 수 있다.
- [0044] 도 7의 (b)에 도시된 ADC map MR 영상은 뇌경색의 심각도를 ADC 값(ADC value)을 기반으로 측정하는데 사용될 수 있다. ADC map MR 영상에서는 DWI b1000 MR 영상에서 동일하게 고 신호 강도(high signal intensity)로 보이는 세포독성 부종(cytotoxic edema)과 혈관성 부종(vasogenic edema)을 구분할 수 있고, 허혈 정도에 대한 정량적 정보를 확인할 수 있으며, 뇌졸중의 급성기와 아급성기를 구분할 수 있다.
- [0045] 본 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치(20)에서는 입력부(210)에서 획득된 제1 자기 공명 영상 및 제2 자기 공명 영상 중 적어도 하나의 영상을 이용함으로써, 뇌경색 병변 영역의 검출 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0046] 병변 예측 처리부(220)는 자기 공명 영상을 전처리하고, 전처리된 자기 공명 영상을 딥러닝 모델에 적용하여 학습을 수행하고, 학습된 딥러닝 모델을 기반으로 뇌경색에 대한 병변 영역을 예측하여 병변 영역 예측 결과를 생성한다.
- [0047] 병변 예측 처리부(220)는 제1 자기 공명 영상의 평균 및 표준 편차를 이용하여 정규화하고, 상기 제1 자기 공명 영상의 복셀 사이즈 조정 및 왜곡 교정을 수행하여 전처리를 수행한다.
- [0048] 또한, 병변 예측 처리부(220)는 전처리된 제1 자기 공명 영상을 기 설정된 슬라이스 단위로 나누어 딥러닝 모델에 적용하여 뇌경색에 대한 병변 영역의 크기 및 위치에 대한 병변 영역 예측 결과를 예측한다.
- [0049] 병변 예측 처리부(220)는 병변을 예측하기 위하여 전처리를 수행하는 단계, 병변 영역을 예측하는 단계, 예측 결과 정렬 단계 등을 수행하며, 이러한 병변 예측 처리부(220)의 구체적인 동작은 도 3에서 자세히 설명하도록 한다.
- [0050] 예측 결과 저장부(230)는 자기 공명 영상과 병변 영역 예측 결과를 매칭시켜 환자 별로 정렬된 뇌경색 예측 결과를 저장하는 동작을 수행한다.
- [0051] 예측 결과 저장부(230)는 원본 형태의 상기 제1 자기 공명 영상과 병변 예측 결과를 함께 저장할 수 있다.
- [0052] 또한, 예측 결과 저장부(230)는 다수의 환자에 대한 제1 자기 공명 영상과 병변 예측 결과를 매칭시켜 환자별로 분류한 결과를 저장할 수 있다.
- [0053] 예를 들어, 예측 결과 저장부(230)는 딥러닝 모델의 병변 영역 예측 결과를 데이터베이스에 저장할 수 있다. 예측 결과 저장부(230)는 저장 시에 초기 제1 자기 공명 영상(원본 DWI b1000 영상)과 함께 딥러닝 모델의 병변 예측 결과를 모두 포함하는 뇌경색 예측 결과를 저장할 수 있다.
- [0054] 예측 결과 저장부(230)는 다수의 환자 뇌영상이 동시다발적으로 처리되고, 환자별로 정렬된 뇌경색 예측 결과를 저장한다.
- [0055] 의료 영상 처리 장치(20)에서는 예측 결과 저장부(230)에 저장된 뇌경색 예측 결과를 최종 결과 출력부(250)로 전송하여 출력되도록 할 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 의료 영상 처리 장치(20)는

제1 자기 공명 영상과 병변 예측 결과를 매칭시켜 환자 별로 분류한 결과를 포함하는 뇌경색 예측 결과를 뇌경색 볼륨 또는 뇌경색 심각도를 산출하기 위한 추가 과정에 활용할 수도 있다.

[0056] 예측 결과 저장부(230)는 다수의 환자에 대한 제1 자기 공명 영상과 병변 예측 결과를 매칭시켜 환자 각각에 대한 뇌경색 예측 결과를 도 11에 도시된 바와 같은 형태로 저장할 수 있다. 즉, 특정 환자의 촬영 부위별 제1 자기 공명 영상을 좌측에 배치하고, 각각의 제1 자기 공명에 대응되는 병변 예측 결과를 우측에 배치하는 형태로 뇌경색 예측 결과를 저장할 수 있다.

[0057] 뇌경색 심각도 산출부(240)는 뇌경색 예측 결과 및 제2 자기 공명 영상을 기반으로 뇌경색 심각도를 산출하여 뇌경색 심각도 산출 결과를 생성한다. 뇌경색 심각도 산출부(240)는 입력부(210)로부터 제2 자기 공명 영상을 입력 받고, 예측 결과 저장부(230)로부터 뇌경색 예측 결과를 입력 받아 예측된 병변 영역에 대한 뇌경색 심각도를 산출할 수 있다.

[0058] 뇌경색 심각도 산출부(240)는 제2 자기 공명 영상 상에서 ADC 값을 분류하기 위한 적어도 하나의 기준 수치를 설정한다. 여기서, 뇌경색 심각도 산출부(240)는 적어도 하나의 기준 수치를 기반으로 ADC 값 범위에 대한 그룹을 설정할 수 있다.

[0059] 이후, 뇌경색 심각도 산출부(240)는 뇌경색 예측 결과와 제2 자기 공명 영상을 이용하여 병변 영역에 대한 ADC 값을 추출하고, 추출된 ADC 값을 적어도 하나의 기준 수치와 비교하여 뇌경색 심각도를 산출한다.

[0060] 뇌경색 심각도 산출부(240)는 뇌경색 예측 결과를 제2 자기 공명 영상에 매칭시켜 제2 자기 공명 영상에서 병변 영역으로 표기된 영역의 ADC 값을 추출할 수 있다. 또한, 뇌경색 심각도 산출부(240)는 추출된 ADC 값이 포함된 ADC 값 범위(그룹)를 기반으로 병변 영역에 대한 뇌경색 심각도를 산출할 수 있다. 여기서, 뇌경색 심각도는 레벨 수치로 표현될 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 레벨 수치에 대응하는 뇌경색 심각 상태 문구로 표현될 수도 있다.

[0061] 예를 들어, 종래의 기술은 ADC 맵 영상(제2 자기 공명 영상) 상에서 ADC 값 620 미만인 영역은 뇌경색 병변 영역으로 지정하는 방식으로 뇌경색을 병변 영역을 추출하였고, 이에 뇌경색의 유무만 판단이 가능하며 뇌경색의 심각도는 알 수 없었다.

[0062] 이에 비해, 본 실시예에 따른 뇌경색 심각도 산출부(240)는 ADC 값을 620, 520, 420, 320 기준으로 나누어 뇌경색 심각도를 총 다섯 가지 수준(그룹)으로 세분화하여 뇌경색 평가를 정량화할 수 있다. 이러한, 뇌경색 심각도 산출 기준은 [표 1]과 같이 정의될 수 있다.

표 1

Group	ADC value	Stroke severity	Level
1	620 이상	No stroke symptoms	0
2	620미만, 520이상	Minor stroke	1
3	520미만, 420이상	Moderate stroke	2
4	420미만, 320이상	Moderate to severe stroke	3
5	320미만	Severe stroke	4

[0063]

[0064] 최종 결과 출력부(250)는 뇌경색 진단을 위한 뇌경색 예측 결과를 출력한다.

[0065] 최종 결과 출력부(250)는 뇌경색 예측 결과를 구비된 디스플레이를 이용하여 출력할 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 별도의 출력을 위한 단말기로 뇌경색 예측 결과를 전송할 수도 있다.

[0066] 최종 결과 출력부(250)는 제1 자기 공명 영상과 병변 예측 결과를 매칭시켜 환자 별로 분류한 결과를 포함하는 뇌경색 예측 결과를 출력할 수 있다.

[0067] 또한, 본 실시예에 따른 최종 결과 출력부(250)는 뇌경색 심각도 산출 결과를 시각화하여 최종 예측 결과를 생

성하고, 뇌경색 진단을 위하여 생성된 최종 예측 결과를 출력할 수 있다.

- [0068] 최종 결과 출력부(250)는 병변 영역에 대해 추출된 ADC 값을 기반으로 히트맵(heat map)을 생성하여 뇌경색 심각도 산출 결과를 시각화하고, 병변 영역과 시각화된 뇌경색 심각도 산출 결과를 결합한 최종 예측 결과를 생성하여 출력할 수 있다. 여기서, 뇌경색 예측 결과는 병변 영역 예측 결과, 뇌경색 볼륨 산출 결과, 뇌경색 심각도 등을 포함할 수 있다.
- [0069] 뇌경색 심각도 산출부(240)에서 생성된 뇌경색 심각도 산출 결과는 도 12a와 같이 표현될 수 있다. 도 12a에 도시된 바와 같이, 뇌경색 심각도 산출 결과는 2D 형태의 자기 공명 영상에 뇌경색 심각도를 표기한 영상이며, 오른쪽의 컬러바 수치는 ADC 값을 의미한다.
- [0070] 최종 결과 출력부(250)는 2D 슬라이스 형태로 정렬된 최종 예측 결과를 환자 별로 정리하여 출력할 수 있다. 도 12b는 한 명의 환자에 대한 최종 예측 결과를 나타내며, 최종 결과 출력부(250)의 최종 예측 결과는 환자별로 20 장 내지 70 장 정도의 자기 공명 슬라이스 영상을 포함할 수 있다.
- [0071] 최종 결과 출력부(250)의 출력을 통해 관리자는 여러 명의 환자들을 전부 동시 자동 진단할 수 있으며, 해당 결과물을 바탕으로 환자의 상태를 직관적으로 평가할 수 있다. 또한, 최종 결과 출력부(250)는 환자의 뇌경색 유무, 뇌경색 위치, 뇌경색 크기, 뇌경색 볼륨 및 ADC 값에 따른 뇌경색 심각도를 모두 포함하는 최종 예측 결과를 제공하여 관리자의 직관적인 진단이 가능하도록 한다.
- [0072] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치의 병변 예측 처리부를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
- [0073] 본 실시예에 따른 병변 예측 처리부(220)는 전처리부(310), 병변 영역 처리부(320) 및 예측 결과 정렬부(330)를 포함한다.
- [0074] 도 3의 병변 예측 처리부(220)는 일 실시예에 따른 것으로서, 도 3에 도시된 모든 블록이 필수 구성요소는 아니며, 다른 실시예에서 병변 예측 처리부(220)에 포함된 일부 블록이 추가, 변경 또는 삭제될 수 있다. 한편, 병변 예측 처리부(220)는 컴퓨팅 디바이스로 구현될 수 있고, 병변 예측 처리부(220)에 포함된 각 구성요소들은 각각 별도의 소프트웨어 프로그램으로 구현되거나, 소프트웨어가 결합된 별도의 하드웨어 장치로 구현될 수 있다.
- [0075] 병변 예측 처리부(220)는 자기 공명 영상을 전처리하고, 전처리된 자기 공명 영상을 딥러닝 모델에 적용하여 학습을 수행하고, 학습된 딥러닝 모델을 기반으로 뇌경색에 대한 병변 영역을 예측하여 병변 영역 예측 결과를 생성한다. 이하, 병변 예측 처리부(220)의 구성요소 각각에 대해 설명하도록 한다.
- [0076] 전처리부(310)는 제1 자기 공명 영상의 평균 및 표준 편차를 이용하여 정규화하고, 제1 자기 공명 영상의 복셀 사이즈 조정 및 왜곡 교정을 수행하여 전처리를 수행한다.
- [0077] 전처리부(310)는 제1 자기 공명 영상의 평균 및 표준 편차를 산출하고, 제1 자기 공명 영상에 포함된 각각의 픽셀 데이터에서 평균을 빼고 표준편차로 나누는 정규화 처리를 수행한다.
- [0078] 전처리부(310)는 정규화된 제1 자기 공명 영상의 복셀 사이즈를 조정하여 픽셀 간의 간격을 조정한다. 예를 들어, 일반적인 제1 자기 공명 영상은 $1.8 \times 1.8 \times 5 \text{ mm}^3$ 의 복셀 사이즈를 가지며, 본 실시예에 따른 전처리부(310)는 정규화된 제1 자기 공명 영상의 복셀 사이즈를 $1 \times 1 \times 1 \text{ mm}^3$ 으로 조정하여 픽셀 간의 간격을 조정한다.
- [0079] 전처리부(310)는 복셀 사이즈가 조정된 제1 자기 공명 영상의 저주파 강도세기를 균일화하여 왜곡 교정을 수행한다.
- [0080] 전처리부(310)는 제1 자기 공명 영상에서 저주파 강도세기가 불균일하게 나타나는 현상을 보정하기 위해 소정의 알고리즘(예: N4 알고리즘)을 이용하여 저주파 강도세기를 균일화한다.
- [0081] 전처리부(310)는 정규화 처리, 픽셀 간 간격 조정, 저주파 균일 등의 단계를 수행하여 전처리된 제1 자기 공명 영상을 병변 영역 처리부(320)로 전송한다.
- [0082] 의료 영상 처리 장치(20)에서, 자기 공명 영상은 프로토콜 및 대상자마다 절대적인 기준을 잡기 어렵고, 같은 영상일지라도 의료기관 간 또는 의료 장비 간 차이가 존재하기 때문에 전처리부(310)의 전처리 동작을 수행하는 것은 반드시 필요하다. 즉, 의료 영상 처리 장치(20)에서, 자기 공명 영상의 움직임 보정을 수행하고 영상 내

노이즈를 제거하는 전처리 동작은 반드시 필요하다.

- [0083] 도 8을 참고하면, 도 8의 (a)는 제1 자기 공명 영상을 나타내고, 도 8의 (b)는 전처리된 제1 자기 공명 영상을 나타낸다.
- [0084] 여기서, 도 8의 (a)는 DWI b1000 MR 영상일 수 있으며, 전처리부(310)의 입력 영상을 의미한다. 도 8의 (b)는 전처리를 마친 DWI b1000 MR 영상일 수 있으며, 전처리부(310)의 출력 영상을 의미한다.
- [0085] 병변 영역 처리부(320)는 전처리된 제1 자기 공명 영상을 기 설정된 슬라이스 단위로 나누어 상기 딥러닝 모델에 적용하여 뇌경색에 대한 병변 영역의 크기 및 위치에 대한 병변 영역을 예측하고, 이에 대한 병변 영역 예측 결과를 생성한다.
- [0086] 병변 영역 처리부(320)는 뇌경색 병변 추출을 수행하기 위하여 딥러닝 모델을 설계하고 학습하는 동작을 수행한다.
- [0087] 병변 영역 처리부(320)는 전처리된 제1 자기 공명 영상을 입력으로 딥러닝 모델을 학습하고, 전처리된 제1 자기 공명 영상에서 추출된 뇌경색 병변 영역의 크기 및 위치에 대한 병변 영역 예측 결과를 출력한다.
- [0088] 일반적으로 뇌경색 병변영역 검출에 자주 사용되는 딥러닝 모델로는 대표적으로 U-net, DeepLab V3 등이 있다. 종래의 모델들은 소정의 기준 이상의 크기가 큰 뇌경색 병변 영역은 검출할 수 있지만, 소정의 기준 미만의 크기가 작은 뇌경색 병변 영역은 검출할 수 없다. 뇌경색의 위험도에서는 병변의 크기도 중요하지만 뇌경색의 위치도 굉장히 중요하다. 즉, 소정의 기준 미만의 크기가 작은 뇌경색일지라도 위험도가 높은 위치에 발생한다면 환자의 생명에 큰 위협이 될 수 있다.
- [0089] 본 발명의 실시예에 따른 병변 영역 처리부(320)에서 사용되는 딥러닝 모델은 U-net을 기반으로 개량된 모델일 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0090] 병변 영역 처리부(320)는 변형된 딥러닝 모델(modified U-net)을 사용함으로써, 종래의 모델에서 검출하지 못했던 소정의 기준 미만의 작은 크기의 뇌경색을 검출할 수 있으며, 병변 검출 정확도를 향상시킬 수 있다. 즉, 병변 영역 처리부(320)는 종래의 기술보다 더 세밀하게 뇌경색 진단을 하며 크기가 작은 병변도 높은 정확도로 검출할 수 있다.
- [0091] 병변 영역 처리부(320)에 사용되는 변형된 딥러닝 모델은 도 9에 도시된 바와 같이 설계될 수 있다.
- [0092] 병변 영역 처리부(320)는 의료 영상 데이터 베이스(30)에 기 저장된 다수의 뇌경색 환자(예: 약 400 명의 환자)의 자기 공명 영상을 이용하며, 관리자(예: 영상의학과 MD)가 수기로 표기한 뇌경색 병변 영역의 이미지를 딥러닝 모델에 학습시킬 수 있다. 여기서, 딥러닝 모델의 학습은 자기 공명 영상을 기 설정된 크기의 슬라이스 단위로 나누어 2D 형태로 진행되는 것이 바람직하다.
- [0093] 병변 영역 처리부(320)는 의료 인공지능에서 많이 이용되는 U-net 모델을 뇌경색 병변 특징 추출에 적합하게 변형시킨 딥러닝 모델(modified U-net)을 사용한다. 여기서, 변형된 딥러닝 모델은 인코더(encoder) 부분에 있었던 로우-레벨 특징(low-level feature)을 디코더(decoder)에 함께 붙여주며 업샘플링(upsampling)을 진행한다. 이를 통해 변형된 딥러닝 모델은 종래의 모델보다 더 정교한 병변 영역의 예측을 수행할 수 있다.
- [0094] 본 실시예에 따른 병변 영역 처리부(320)는 변형된 딥러닝 모델을 뇌경색 분할(segmentation)에 사용하며 높은 정확도로 뇌경색 병변 영역을 예측할 수 있다.
- [0095] 뇌경색 병변의 특성상 자기 공명 영상에서 병변의 경계면이 명확하지 않은 신호 대비를 보이는 경우가 많고 산발적인 점 형태의 병변이 많기 때문에 보다 세밀하고 정확한 추출을 위하여, 병변 영역 처리부(320)는 일반적인 컨볼루션(convolution) 대신 부분 컨볼루션(partial convolution)을 사용하여 병변 영역의 예측 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0096] 한편, 병변 영역 처리부(320)는 소정의 기준 미만의 크기를 가지는 작은 병변을 검출률을 향상시키기 위하여 모델 앙상블 기법을 이용하여 딥러닝 모델을 설계할 수 있다.
- [0097] 병변 영역 처리부(320)는 전처리된 제1 자기 공명 영상에 대한 병변 영역의 크기를 기준으로 서로 다른 그룹으로 그룹화하고, 그룹화된 그룹 각각을 딥러닝 모델을 이용하여 학습시키기고, 학습된 서로 다른 모델을 결합한 최종 학습 모델을 이용하여 병변 영역 예측 결과를 생성한다.
- [0098] 예를 들어, 병변 영역 처리부(320)는 데이터베이스에 있는 제1 자기 공명 영상(DWI b1000 MRI 영상)을 병변의

크기별로 구분하여 소정의 기준 크기 미만의 병변을 포함하는 제1 병변 그룹(작은 병변 그룹)과 소정의 기준 크기 이상의 병변을 포함하는 제2 병변 그룹(큰 병변 그룹)과 같이 두 개의 그룹으로 나눈다. 이후, 그룹화된 각 그룹을 개별적으로 변형된 딥러닝 모델을 이용하여 학습시키고, 학습된 두 개의 모델을 앙상블하여 병변 영역에 대한 최종 예측을 수행한다. 앙상블 기법 도입하는 경우, 병변 영역 처리부(320)는 소정의 기준 크기 미만의 작은 병변의 뇌경색에 대한 예측 정확도를 향상시킬 수 있다.

- [0099] 도 10a의 (a)는 제1 자기 공명 영상에서 소정의 기준 크기 이상의 병변에 대한 슬라이스를 나타낸 도면이고, 도 10a의 (b)는 제1 자기 공명 영상에서 소정의 기준 크기 미만의 병변에 대한 슬라이스를 나타낸 도면이다.
- [0100] 병변 영역 처리부(320)는 슬라이스에 표시된 병변의 크기를 기준으로 그룹화를 수행한 후 모델 앙상블 기법을 적용하여 병변 영역을 예측할 수 있다.
- [0101] 또한, 본 실시예에 따른 병변 영역 처리부(320)는 의료 영상 분할(segmentation)에서 자주 사용되는 다이스 손실 함수(Dice Loss function)를 변형한 일반화된 다이스 손실 함수(Generalized Dice Loss function)를 이용할 수 있다.
- [0102] 기존 다이스 손실 함수는 백그라운드(background)와 병변의 픽셀 빈도수를 전혀 고려하지 않는 반면, 본 발명에서 사용되는 일반화된 다이스 손실 함수는 픽셀 빈도수가 더 적은 클래스에 높은 가중치를 부여함으로써 불균형 클래스(imbalanced class)의 분류 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0103] 병변 영역 처리부(320)는 다이스 계수(Dice Coefficient)를 모델 평가 지표로 사용하며, 다이스 계수가 1에 가까울수록 성능이 좋은 모델인 것으로 판단한다.
- [0104] 병변 영역 처리부(320)는 다이스 계수를 이용한 정량적 분석과 딥러닝 모델의 출력물 분석에 엔지니어 또는 영상의학과 MD의 판단 입력 신호를 반영할 수 있으며, 판단 입력 신호를 기반으로 정성적 분석을 처리하여 딥러닝 모델의 성능을 업그레이드할 수 있다. 이러한 방식을 적용하는 경우, 병변 영역 처리부(320)는 자기 공명 영상의 슬라이스 한 장 당 0.1 초 미만의 예측 시간으로 뇌경색 병변 영역을 예측할 수 있다.
- [0105] 도 10b의 (a)는 환자의 제1 자기 공명 영상을 나타내고, 10b의 (b)는 제1 자기 공명 영상에 대해 엔지니어 또는 영상의학과 MD의 판단 입력 신호에 따른 뇌경색 병변 영역을 나타낸다. 또한, 10b의 (c)는 제1 자기 공명 영상에 대해 변형된 딥러닝 모델을 통해 예측한 뇌경색 병변 영역을 나타낸다. 이와 같이, 본 실시예에 따른 병변 영역 처리부(320)는 관리자가 수동으로 판단한 뇌경색 병변 영역과 거의 유사한 형태로 병변 영역을 예측할 수 있다.
- [0106] 예측 결과 정렬부(330)는 다수의 환자에 대한 제1 자기 공명 영상과 병변 예측 결과를 매칭시켜 환자별로 분류하여 정렬하는 동작을 수행한다. 예측 결과 정렬부(330)는 다수의 환자 뇌영상이 동시다발적으로 처리된 병변 예측 결과를 환자별로 분류하여 뇌경색 예측 결과를 생성한다.
- [0107] 예측 결과 정렬부(330)는 다수의 환자에 대한 제1 자기 공명 영상과 병변 예측 결과를 매칭시켜 환자 각각에 대한 뇌경색 예측 결과를 도 11에 도시된 바와 같은 형태로 생성할 수 있다. 즉, 특정 환자의 촬영 부위별 제1 자기 공명 영상을 좌측에 배치하고, 각각의 제1 자기 공명에 대응되는 병변 예측 결과를 우측에 배치하는 형태로 뇌경색 예측 결과를 생성할 수 있다.
- [0108] 예측 결과 정렬부(330)는 생성된 뇌경색 예측 결과를 예측 결과 저장부(230)로 전송한다.
- [0109] 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치의 뇌경색 예측 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0110] 도 4를 참조하면, 의료 영상 처리 장치(20)는 뇌경색을 예측하기 위하여 진단 대상(피검사자)에 대한 자기 공명 영상을 획득한다(S410). 의료 영상 진단 장치(10) 또는 외부 장치로부터 확산 강조 영상(DWI: Diffusion Weighted Image) 기법 기반의 제1 자기 공명 영상을 획득한다. 여기서, 입력부(210)는 제1 자기 공명 영상만을 획득하는 것으로 기재하고 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 현성 확산 계수 영상(ADC: Apparent Diffusion Coefficient) 기법 기반의 제2 자기 공명 영상 추가로 획득할 수 있다.
- [0111] 의료 영상 처리 장치(20)는 자기 공명 영상을 기반으로 병변 영역을 예측하여 병변 영역 예측 결과를 생성한다(S420). 구체적으로, 의료 영상 처리 장치(20)는 획득된 자기 공명 영상을 전처리하고, 전처리된 자기 공명 영상을 딥러닝 모델에 적용하여 학습을 수행하고, 학습된 딥러닝 모델을 기반으로 뇌경색에 대한 병변 영역을 예측하여 병변 영역 예측 결과를 생성한다.

- [0112] 의료 영상 처리 장치(20)는 자기 공명 영상과 병변 영역 예측 결과를 매칭시켜 정렬된 뇌경색 예측 결과를 저장한다(S430). 의료 영상 처리 장치(20)는 원본 형태의 상기 제1 자기 공명 영상과 병변 예측 결과를 함께 저장할 수 있다.
- [0113] 의료 영상 처리 장치(20)는 뇌경색 예측 결과 및 제2 자기 공명 영상을 기반으로 뇌경색 심각도를 산출하여 뇌경색 심각도 산출 결과를 생성한다(S432). 의료 영상 처리 장치(20)는 제2 자기 공명 영상 상에서 ADC 값을 분류하기 위한 적어도 하나의 기준 수치를 설정하고, 뇌경색 예측 결과와 제2 자기 공명 영상을 이용하여 병변 영역에 대한 ADC 값을 추출하며, 추출된 ADC 값을 적어도 하나의 기준 수치와 비교하여 뇌경색 심각도를 산출한다.
- [0114] 의료 영상 처리 장치(20)는 뇌경색 진단을 위한 최종 예측 결과를 출력한다(S440). 의료 영상 처리 장치(20)는 뇌경색 심각도 산출 결과를 시각화하여 최종 예측 결과를 생성하고, 뇌경색 진단을 위하여 생성된 최종 예측 결과를 출력할 수 있다. 의료 영상 처리 장치(20)는 뇌경색 볼륨 산출 결과를 구비된 디스플레이를 이용하여 출력할 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 별도의 출력을 위한 단말기로 뇌경색 볼륨 산출 결과를 전송할 수도 있다.
- [0115] 도 5는 도 4의 단계 S420의 동작을 구체적으로 나타낸 순서도이다.
- [0116] 의료 영상 처리 장치(20)는 단계 S410에서 획득된 자기 공명 영상을 정규화하기 위한 전처리를 수행한다(S510). 구체적으로, 의료 영상 처리 장치(20)는 획득된 자기 공명 영상의 평균 및 표준 편차를 이용하여 정규화하고, 자기 공명 영상의 복셀 사이즈 조정 및 왜곡 교정을 수행하여 전처리를 수행한다.
- [0117] 의료 영상 처리 장치(20)는 딥러닝 모델을 기반으로 병변 영역을 예측한다(S520). 구체적으로, 의료 영상 처리 장치(20)는 전처리된 자기 공명 영상을 기 설정된 슬라이스 단위로 나누어 딥러닝 모델에 적용하여 뇌경색에 대한 병변 영역의 크기 및 위치에 대한 병변 영역을 예측하고, 이에 대한 병변 영역 예측 결과를 생성한다.
- [0118] 의료 영상 처리 장치(20)는 병변 예측 결과를 환자별로 분류하여 저장되도록 한다(S530). 의료 영상 처리 장치(20)는 다수의 환자에 대한 자기 공명 영상과 병변 예측 결과를 매칭시켜 환자별로 분류하여 정렬하는 동작을 수행한다. 의료 영상 처리 장치(20)는 다수의 환자 뇌영상이 동시다발적으로 처리된 병변 예측 결과를 환자별로 분류하여 뇌경색 예측 결과를 생성한다. 의료 영상 처리 장치(20)는 생성된 뇌경색 예측 결과가 단계 S430에서 저장되도록 한다.
- [0119] 도 4 및 도 5에서는 각 단계를 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 다시 말해, 도 4 및 도 5에 기재된 단계를 변경하여 실행하거나 하나 이상의 단계를 병렬적으로 실행하는 것으로 적용 가능할 것이므로, 도 4 및 도 5는 시계열적인 순서로 한정되는 것은 아니다.
- [0120] 도 4 및 도 5에 기재된 본 실시예에 따른 뇌경색 예측 방법은 애플리케이션(또는 프로그램)으로 구현되고 단말 장치(또는 컴퓨터)로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다. 본 실시예에 따른 뇌경색 예측 방법을 구현하기 위한 애플리케이션(또는 프로그램)이 기록되고 단말장치(또는 컴퓨터)가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨팅 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치 또는 매체를 포함한다.
- [0121] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치의 구성을 나타낸 블록 구성도이다.
- [0122] 의료 영상 처리 장치(20)는 적어도 하나의 프로세서(23), 컴퓨터 판독 가능한 저장매체(24) 및 통신 버스(28)를 포함한다.
- [0123] 의료 영상 처리 장치(20)의 데이터 획득부(21)는 입출력 인터페이스(26) 또는 통신 인터페이스(27)에 대응할 수 있고, 영상 처리부(22)는 프로세서(23)에 대응할 수 있다.
- [0124] 프로세서(23)는 의료 영상 처리 장치(20)로 동작하도록 제어할 수 있다. 예컨대, 프로세서(23)는 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(24)에 저장된 하나 이상의 프로그램들을 실행할 수 있다. 하나 이상의 프로그램들은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서(23)에 의해 실행되는 경우 의료 영상 처리 장치(20)로 하여금 예시적인 실시예에 따른 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0125] 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(24)는 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(24)에 저장된 프로그램(25)은 프로세서(23)에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(24)는 메모리(랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나

이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 의료 영상 처리 장치(20)에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수 있다.

[0126] 통신 버스(28)는 프로세서(23), 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(24)를 포함하여 의료 영상 처리 장치(20)의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.

[0127] 의료 영상 처리 장치(20)는 또한 하나 이상의 입출력 장치를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스(26) 및 하나 이상의 통신 인터페이스(27)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(26) 및 통신 인터페이스(27)는 통신 버스(28)에 연결된다. 입출력 장치는 입출력 인터페이스(26)를 통해 의료 영상 처리 장치(20)의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다.

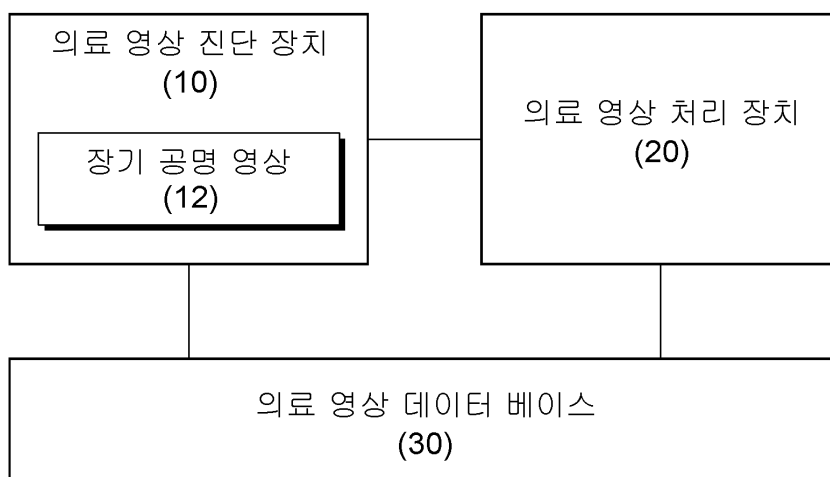
[0128] 이상의 설명은 본 발명의 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명의 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명의 실시예들은 본 발명의 실시예의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0129] 10: 의료 영상 진단 장치 20: 의료 영상 처리 장치
30: 의료 영상 데이터 베이스
210: 입력부 220: 병변 예측 처리부
230: 예측 결과 저장부 240: 뇌경색 심각도 산출부
250: 최종 결과 출력부
310: 전처리부 320: 병변 영역 처리부
330: 예측 결과 정렬부

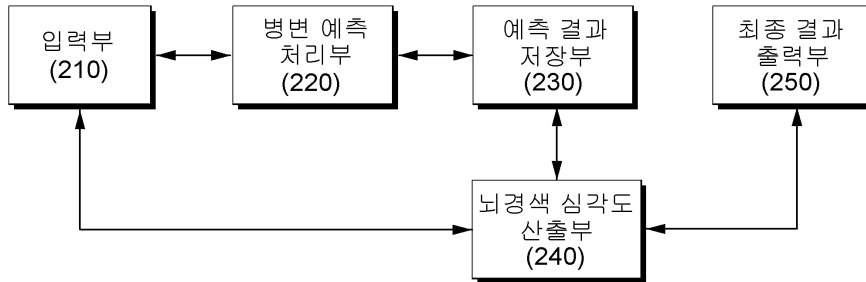
도면

도면1



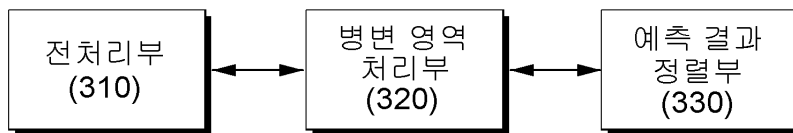
도면2

20

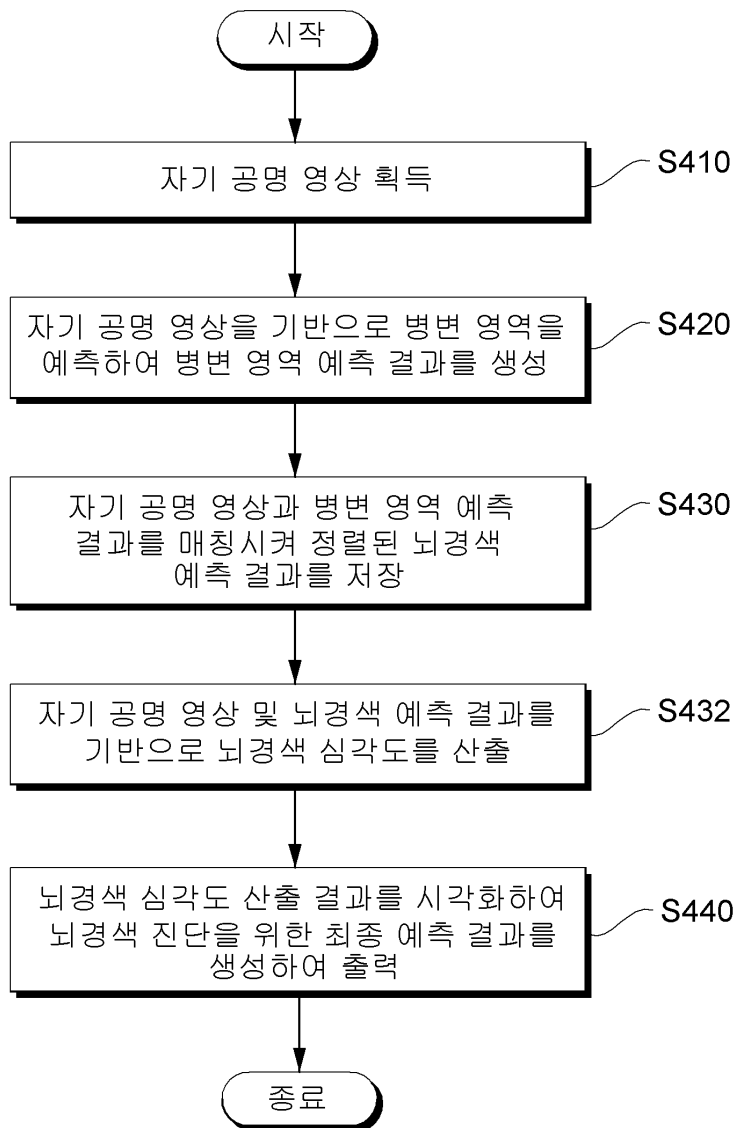


도면3

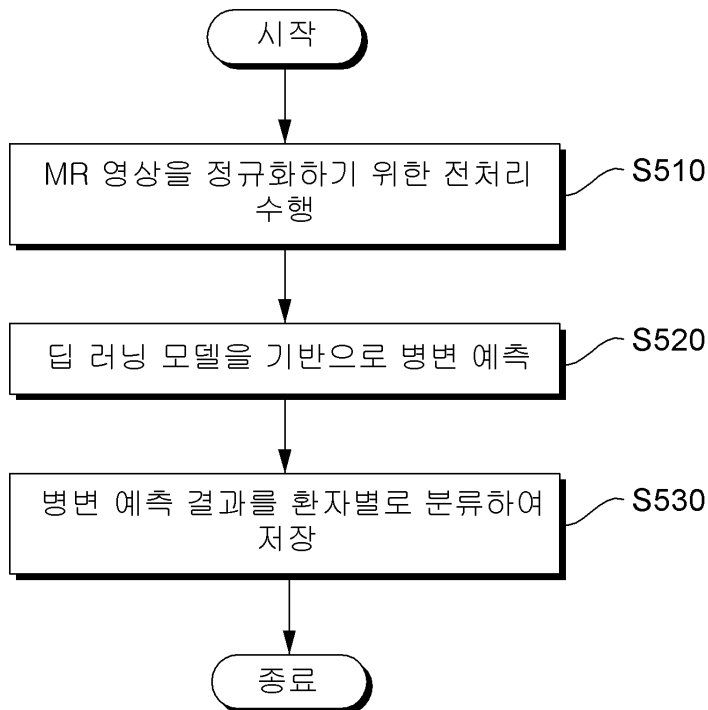
220



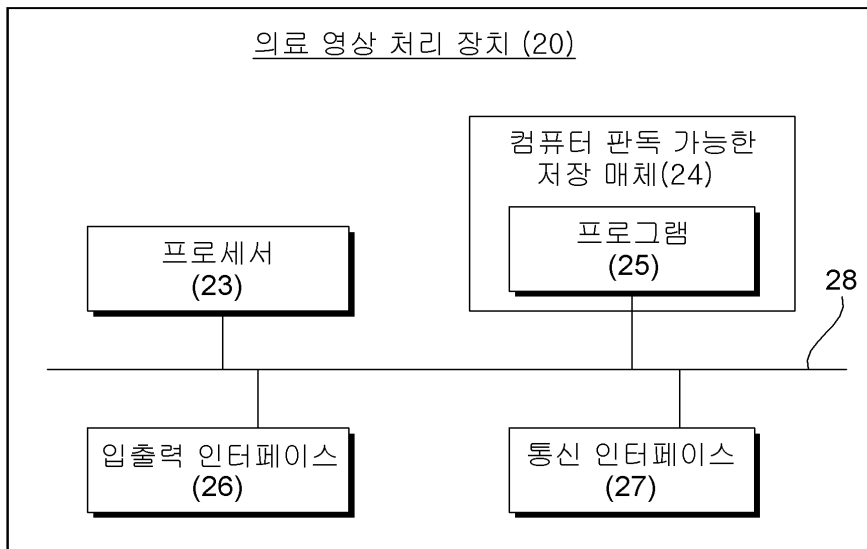
도면4



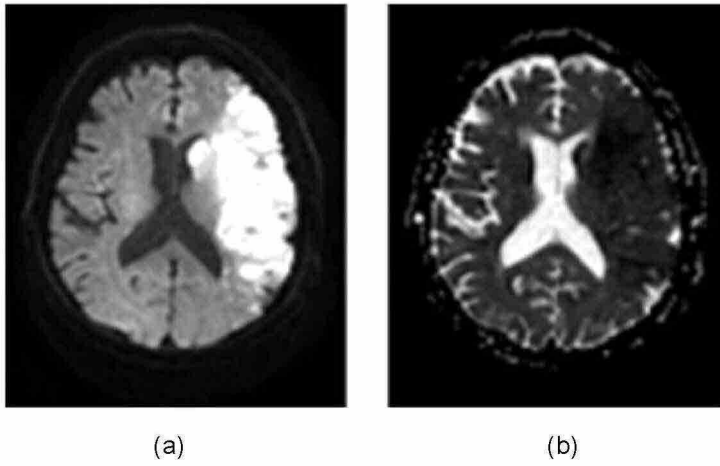
도면5



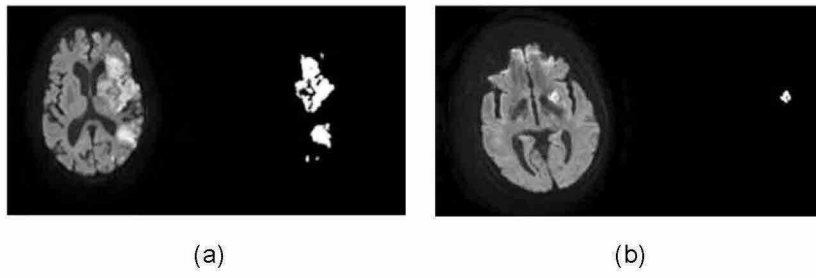
도면6



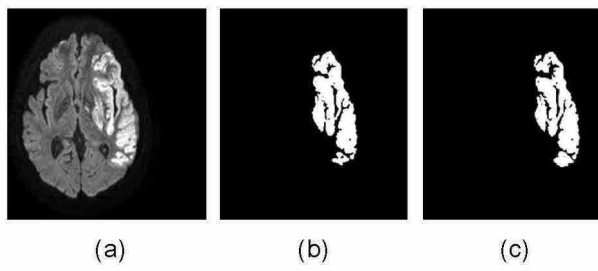
도면7



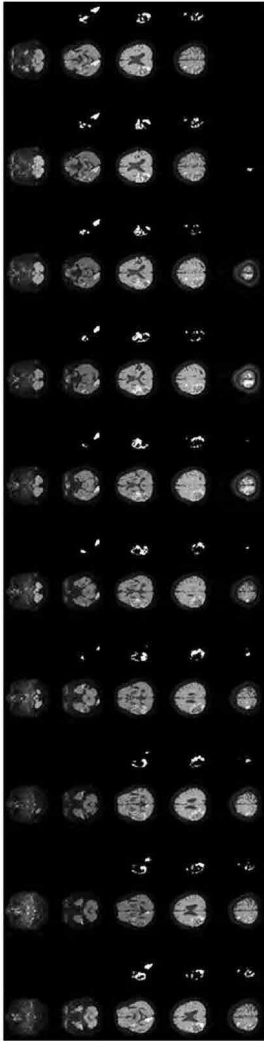
도면10a



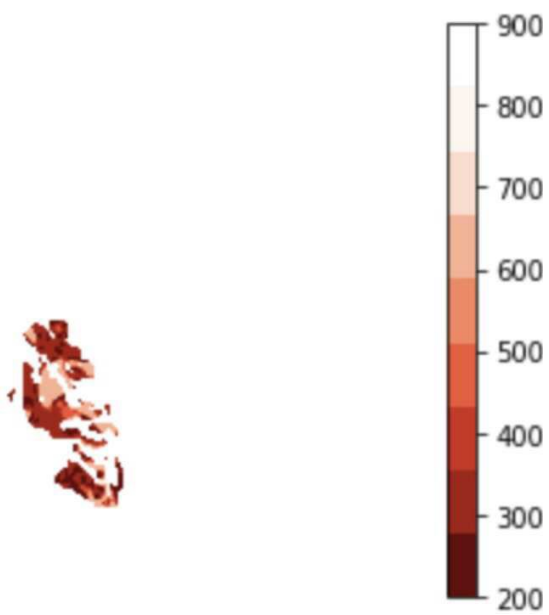
도면10b



도면11



도면12a



도면12b

