



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0176136
(43) 공개일자 2024년12월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 6/00 (2024.01) A61B 6/03 (2024.01)
G06T 7/00 (2017.01) G16H 30/20 (2018.01)
G16H 30/40 (2018.01) G16H 50/20 (2018.01)

(52) CPC특허분류

A61B 6/5217 (2020.08)
A61B 6/032 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0076475

(22) 출원일자 2023년06월14일

심사청구일자 2023년06월14일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

주식회사 클라리파이

서울특별시 종로구 이화장1길 11, 2층, 3층, 4층 (이화동, 영광빌딩비동)

(72) 발명자

이영혼

서울특별시 영등포구 국제금융로 79 (여의도동, 한양아파트)

김창원

서울특별시 종로구 이화장1길 11 (이화동)

(74) 대리인

특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남

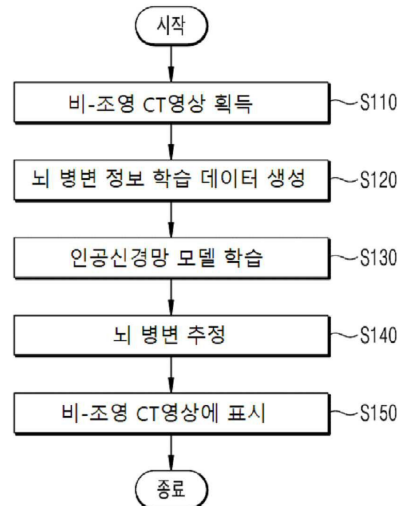
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 인공지능경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 인공지능경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 CNN 아키텍처의 U-Net 및 LSTM이 혼합된 Hybrid BDC-LSTM U-NET 알고리즘을 적용한 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 방법 및 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

A61B 6/463 (2013.01)

A61B 6/501 (2024.01)

G06T 7/0012 (2013.01)

G16H 30/20 (2018.01)

G16H 30/40 (2018.01)

G16H 50/20 (2018.01)

G06T 2207/10081 (2013.01)

G06T 2207/20081 (2013.01)

G06T 2207/30016 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

각 단계가 프로세서에 의해 수행되는 방법으로서,

적어도 한 환자의 뇌에 대한 비-조영(Non-contrast) CT 영상을 획득하는 단계;

상기 비-조영 CT영상을 기초로 뇌 병변 여부, 뇌 병변의 종류, 뇌 병변의 중증도, 뇌 병변의 위치 및 뇌 병변의 크기 중 적어도 하나를 분류하고 설정하는 단계;

상기 비-조영 CT영상을 기초로 분류되고 설정된 뇌 병변에 관한 정보를 포함하는 학습 데이터를 이용하여 인공 신경망 모델을 학습시키는 단계;

학습된 상기 인공신경망 모델에 기초하여 환자의 뇌에 대한 비-조영 CT 영상으로부터 뇌출혈, 뇌출혈 및 정상을 분류하는 단계; 및

분류된 상기 뇌에 관한 정보를 상기 비-조영 CT 영상에 표시하는 단계를 포함하는,

인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 비-조영 CT영상을 기초로 뇌 병변의 종류, 뇌 병변의 중증도, 뇌 병변의 위치 및 뇌 병변의 크기 중 적어도 하나를 분류하고 설정하는 단계는,

상기 비-조영 CT영상의 감쇄값을 수치별로 레벨화하는 단계를 더 포함하고,

상기 수치별로 레벨화된 상기 비-조영 CT 영상의 감쇄값을 상기 뇌 병변의 종류를 분류하는데 고려하는,

인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 뇌 질환에 대해 뇌출혈, 뇌출혈 병변 및 정상을 분류하는 단계는,

뇌출혈인 경우, 경막하출혈, 경막외출혈, 뇌실질내출혈, 지주막하출혈, 뇌실내출혈을 분류하고, 기타 뇌 질환의 경우 만성뇌연화증, 수두증, 뇌부종을 분류하는 단계를 더 포함하는,

인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 뇌에 관한 정보를 상기 비-조영 CT 영상에 표시하는 단계는,

뇌 병변의 종류가 기 설정된 컬러에 기초하여 표시되고, 상기 뇌 병변의 중증도는 상기 컬러의 채도로 표시되며, 상기 뇌 병변의 위치는 해당 뇌 부위에 컬러가 맵핑된 위치로 표시되며, 상기 뇌 병변의 크기는 해당 병변 부위에 맵핑된 컬러의 면적으로 표시되는,

인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 뇌에 관한 정보를 상기 비-조영 CT 영상에 표시하는 단계는,
상기 비-조영 CT영상의 각 화소에 컬러를 맵핑하여 표시하는,
인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 추정된 뇌 병변의 중증도에 따라 상기 비-조영 CT영상에 대한 이상소견을 분류하거나 전문 담당의를 호출하는 단계를 더 포함하는,
인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
상기 인공신경망 모델은,
CNN 아키텍처의 U-Net 및 LSTM이 혼합된 Hybrid BDC-LSTM U-NET 알고리즘인,
인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 방법.

청구항 8

비-조영 CT영상을 기초로 분류된 뇌 질환의 종류와 뇌 질환에 따라 설정된 환부를 추정하도록 학습된 인공신경망 모델을 저장하는 메모리부;
외부 장치와 정보를 송수신하는 통신부; 및
상기 메모리 및 통신부를 제어하는 프로세서를 포함하고,
상기 프로세서는,
각 단계가 프로세서에 의해 수행되는 방법으로서,
적어도 한 환자의 뇌에 대한 비-조영(Non-contrast) CT 영상을 획득하는 동작, 상기 비-조영 CT영상을 기초로 뇌 병변 여부, 뇌 병변의 종류, 뇌 병변의 중증도, 뇌 병변의 위치 및 뇌 병변의 크기 중 적어도 하나를 분류하고 설정하는 동작, 상기 비-조영 CT영상을 기초로 분류되고 설정된 뇌 병변에 관한 정보를 포함하는 학습 데이터를 이용하여 인공신경망 모델을 학습시키는 동작, 학습된 상기 인공신경망 모델에 기초하여 환자의 뇌에 대한 비-조영 CT 영상으로부터 뇌출혈, 비뇌출혈 및 정상을 분류하는 동작, 및 분류된 상기 뇌에 관한 정보를 상기 비-조영 CT 영상에 표시하는 동작을 실행하는,
인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 비-조영 CT영상의 감쇄값을 수치별로 레벨화하는 동작을 더 실행하고,
상기 수치별로 레벨화된 상기 비-조영 CT 영상의 감쇄값을 상기 뇌 병변의 종류를 분류하는데 고려하는,
인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,
상기 프로세서는,
뇌출혈인 경우, 경막하출혈, 경막외출혈, 뇌실질내출혈, 지주막하출혈, 뇌실내출혈을 분류하고, 기타 뇌 질환의

경우 만성뇌연화증, 수두증, 뇌부종을 분류하는 동작을 더 실행하는,
인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 프로세서는,

뇌 병변의 종류를 기 설정된 컬러에 기초하여 표시하고, 상기 뇌 병변의 중증도를 상기 컬러의 채도로 표시하며, 상기 뇌 병변의 위치를 해당 뇌 부위에 컬러가 맵핑된 위치로 표시하며, 상기 뇌 병변의 크기를 해당 병변 부위에 맵핑된 컬러의 면적으로 표시하는,

인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 비-조영 CT영상의 각 화소에 컬러를 맵핑하여 표시하는,

인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 장치.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 추정된 뇌 병변의 중증도에 따라 상기 비-조영 CT영상에 대한 이상소견을 분류하거나 전문 담당의를 호출하는 동작을 더 실행하는,

인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 장치.

청구항 14

제 8 항에 있어서,

상기 인공신경망 모델은,

CNN 아키텍처의 U-Net 및 LSTM이 혼합된 Hybrid BDC-LSTM U-NET 알고리즘인,

인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 CNN 아키텍처의 U-Net 및 LSTM이 혼합된 Hybrid BDC-LSTM U-NET 알고리즘을 적용한 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 뇌 질환 즉, 뇌혈관 질환으로는 뇌혈관이 터지는 뇌출혈, 뇌혈관이 혈전 등에 의해 막히는 뇌경색, 뇌혈관이 비정상적으로 부풀어 오르는 뇌동맥류 등이 있고, 뇌출혈과 뇌경색을 아울러서 뇌졸중이라고 말한다. 뇌졸중은 뇌혈관에 문제가 생겨 산소가 공급되지 않아 뇌세포가 죽어가는 질환을 말한다.

[0003] 뇌졸중으로 인해 1mm 내외의 작고 미세한 뇌혈관이 1분간 막혀있게 되거나 단절되면 산소가 공급되지 않는 뇌부분의 약 200만 개의 신경세포가 손상된다고 알려져 있다. 뇌동맥류는 위험 수준에 이르기 전까지 증상이 거의 없기 때문에 혈관 검사를 하기 전에는 발견하기 어렵고 혈관이 터질 때 순간적인 엄청난 통증과 의식 변화 등이

특징이다.

- [0004] 혈관 투영영상은 CT(computed tomography) 장치를 이용한 CT 조형술에 의해 생성되거나 자기공명영상(magnetic resonance images, MRI) 장치에 의해 생성될 수 있다. 혈관 투영영상으로는 TOF(time of flight) 등이 있다.
- [0005] 인공지능은 학습, 문제 해결, 패턴 인식 등과 같이 주로 인간 지능과 연결된 인지 문제를 해결하는 데 주력하는 컴퓨터 공학 분야를 지칭한다. 인공지능은 기계학습(machine learning)이나 딥러닝(deep learning)을 포함할 수 있다.
- [0006] 인공 신경망(artificial neural network, ANN)은 기계 학습(machine learning)을 구현하는 최신 기법들 중 하나이다. 인공 신경망은 입력 계층(input layer), 은닉 계층(hidden layer) 및 출력 계층(output layer)으로 이뤄져 있다. 각 계층들은 뉴런(neuron)으로 구성되어 있으며, 각 계층의 뉴런들은 이전 계층의 뉴런들의 출력과 연결되어 있다. 이전 계층의 뉴런들의 각 출력 값과 그에 상응하는 연결 가중치(weight)를 내적(inner product)한 값에 바이어스(bias)를 더한 값을 일반적으로 비선형(non-linear)인 활성화 함수(activation function)에 넣고 그 출력값을 다음 단계 계층의 뉴런들에게 전달한다.
- [0007] 기존의 기계 학습 기법들은 입력 데이터에서 사람이 설계한 특징 추출(feature extraction) 과정을 통해 얻은 정보에서 분류기(classifier)를 학습하는 반면, 인공 신경망은 특징 추출과 분류기를 처음부터 끝까지 학습(end-to-end learning)하는 것이 일반적이다.
- [0008] 인공 신경망 중 하나인 합성곱 신경망(convolutional neural network, CNN)은 영상 인식 분야에서 기존의 기계 학습 기법들의 성능을 압도하며 크게 주목받고 있다. 합성곱 신경망의 구조는 일반적인 인공 신경망의 구조와 거의 동일한데, 추가적인 구성요소로는 합성곱 계층(convolutional layer)과 통합 계층(pooling layer)이 있다.
- [0009] 일반적인 합성곱 신경망의 구조는 합성곱 계층과 통합 계층이 번갈아가면서 진행되고, 두세 개 정도의 완전 연결 계층(fully-connected layer)을 거쳐 마지막에 출력 계층이 오는 것이다. 합성곱 계층의 뉴런들은, 이전 계층의 모든 뉴런들과 완전 연결(fully-connected)되는 인공 신경망과 달리, 이전 계층의 작은 지역에만 연결(local connectivity)되어 있다.
- [0010] 또한, 특징 지도(feature map)와 같은 슬라이스(slice)에 속하는 뉴런들은 동일한 값(parameter sharing)의 가중치와 바이어스를 갖는다. 이렇게 진행되는 연산이 합성곱이며, 적용되는 가중치들의 집합을 필터(filter) 또는 커널(kernel)이라고 부른다. 합성곱 신경망은 영상에서의 특징을 효과적으로 추출할 수 있고, 파라미터 수를 줄여서 과적합(overfitting)을 방지하고 일반화(generalization) 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0011] 통합 계층은 합성곱 계층들 사이에 위치하며, 특징 지도(feature map)의 공간적(spatial) 크기를 줄여주는 역할을 한다. 이러한 과정도 파라미터 수를 줄여서 과적합을 방지하는 역할을 한다. 가장 많이 쓰이는 형태는 2X2 필터들을 2의 간격(stride)으로 적용시키는 맥스 풀링(max-pooling) 방법이다. 이 과정은 특징 지도의 크기를 너비, 높이 방향에 대해 각각 절반씩 줄이게 된다.
- [0012] 한편, 딥러닝은 영상을 학습하고 영상 내 패턴을 인식하는데 이용될 수 있으나, 아직까지 뇌혈관 질환을 진단하는데 적절하게 사용되고 있지 못한 실정이다. 이와 같이, 뇌혈관 질환을 진단하는데 있어서 딥러닝 등의 인공지능을 이용하는 적절한 방안이 요구되고 있는 실정이다

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1373563호(2014.03.06)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 따라서, 본 발명은 CNN 아키텍처의 U-Net 및 LSTM이 혼합된 Hybrid BDC-LSTM U-NET 알고리즘을 적용하여 뇌출혈 및 기타 뇌질환을 효율적으로 진단할 수 있는 뇌출혈 및 기타 뇌질환 검출 방법 및 장치를 제공하는데 목

적이 있다.

- [0015] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 인공지능망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 방법은, 적어도 한 환자의 뇌에 대한 비-조영(Non-contrast) CT 영상을 획득하는 단계; 상기 비-조영 CT영상을 기초로 뇌 병변 여부, 뇌 병변의 종류, 뇌 병변의 중증도, 뇌 병변의 위치 및 뇌 병변의 크기 중 적어도 하나를 분류하고 설정하는 단계; 상기 비-조영 CT영상을 기초로 분류되고 설정된 뇌 병변에 관한 정보를 포함하는 학습 데이터를 이용하여 인공지능망 모델을 학습시키는 단계; 학습된 상기 인공지능망 모델에 기초하여 환자의 뇌에 대한 비-조영 CT 영상으로부터 뇌출혈, 뇌출혈 및 정상을 분류하는 단계; 및 분류된 상기 뇌에 관한 정보를 상기 비-조영 CT 영상에 표시하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0017] 본 발명의 다른 실시예에 따른 인공지능망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 장치는, 비-조영 CT영상을 기초로 분류된 뇌 질환의 종류와 뇌 질환에 따라 설정된 환부를 추정하도록 학습된 인공지능망 모델을 저장하는 메모리부; 외부 장치와 정보를 송수신하는 통신부; 및 상기 메모리 및 통신부를 제어하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 각 단계가 프로세서에 의해 수행되는 방법으로서, 적어도 한 환자의 뇌에 대한 비-조영(Non-contrast) CT 영상을 획득하는 동작, 상기 비-조영 CT영상을 기초로 뇌 병변 여부, 뇌 병변의 종류, 뇌 병변의 중증도, 뇌 병변의 위치 및 뇌 병변의 크기 중 적어도 하나를 분류하고 설정하는 동작, 상기 비-조영 CT영상을 기초로 분류되고 설정된 뇌 병변에 관한 정보를 포함하는 학습 데이터를 이용하여 인공지능망 모델을 학습시키는 동작, 학습된 상기 인공지능망 모델에 기초하여 환자의 뇌에 대한 비-조영 CT 영상으로부터 뇌출혈, 뇌출혈 및 정상을 분류하는 동작, 및 분류된 상기 뇌에 관한 정보를 상기 비-조영 CT 영상에 표시하는 동작을 실행할 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명의 실시예에 따른 인공지능망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 방법 및 장치에 의하면, 비-조영 CT영상을 인공지능망에 입력하여 뇌 질환의 종류를 분류하고, 중증도를 판단하여 대상자의 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환을 효율적으로 진단할 수 있다.
- [0019] 이를 통해 더 나아가, 응급실에 내원한 환자의 진단 및 처치에 소요되는 시간을 단축시키고, 치료 지연에 따른 영구신경손상의 범위를 최소화할 수 있으며, 부가적으로 급박한 처치를 요하지 않는 질환을 검출하여 중증도에 근거한 응급실내 작업 흐름 개선을 도모할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 시스템의 구성을 도시하는 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능망 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 장치의 구성을 도시하는 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능망으로 채용된 CNN 아키텍처의 U-Net 및 LSTM이 혼합된 Hybrid BDC-LSTM U-NET 알고리즘 아키텍처의 개념도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 비-조영 CT영상으로부터 추출된 병변 정보를 토대로 최종 비-조영 CT영상을 획득하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 획득된 AI 출력 영상과 진단 표준 영상을 비교한 예시도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌 병변 검출 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 발명의 목적 및 효과, 그리고 그것들을 달성하기 위한 기술적 구성들은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 뒤에 설명이 되는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 뒤에 설명되는 용어들은 본 발명에서의 구조, 역할 및 기능 등을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다.
- [0023] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있다. 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 오로지 특허청구범위에 기재된 청구항의 범주에 의하여 정의될 뿐이다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0024] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0025] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하며, 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 시스템의 구성을 도시하는 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 장치의 구성을 도시하는 블록도이다.
- [0028] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 시스템(1)은 의료영상 촬영장치(100), 뇌 병변 검출 장치(200) 및 출력 장치(300)를 포함할 수 있다.
- [0029] 이하, 뇌 병변은 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환을 통칭하는 용어로 사용하기로 한다.
- [0030] 의료영상 촬영장치(100), 뇌 병변 검출 장치(200) 및 출력 장치(300) 각각은 상호 통신을 위한 통신 네트워크에 접속하기 위한 통신 모듈이나 입출력 인터페이스를 구비할 수 있다. 또한, 의료영상 촬영장치(100), 뇌 병변 검출 장치(200) 및 출력 장치(300)는 단일 스마트 디바이스에 함께 탑재되어 있을 수도 있고, 서로 다른 디바이스에 분리되어 탑재되어 있을 수도 있다.
- [0032] 의료영상 촬영장치(100)는 MRI(magnetic resonance images) 장치, MRA 장치 등에 연결되어 사람이나 환자의 뇌를 촬영한 3차원 영상을 획득할 수 있다. 즉, 의료영상 촬영장치(100)는 자기공명영상(MRI) 장치 또는 자기공명 혈관조형술(magnetic resonance angiography, MRA)에 의한 영상 데이터를 이용할 수 있다.
- [0033] 이러한 의료영상 촬영장치(100)는 MRI 장치의 영상저장장치에 직접 접근하여 영상을 읽어오거나 가져오는 방식, MRI 장치에 연결된 영상전송장치로부터 영상을 수신하는 방식 등 다양한 방식으로 구현가능하다. 획득된 영상은 저장부에 저장될 수 있다.
- [0034] 또한, 의료영상 촬영장치(100)는 구현에 따라서 CT 혈관조형술(computed tomography angiography, CTA)에 의해 생성되는 영상 데이터이거나 이 영상 데이터에 기초하여 생성되는 혈관 투영영상을 사용하도록 구현될 수 있다.
- [0035] 전술한 CTA, MRI 또는 MRA로부터 얻은 혈관 투영영상은 뇌동맥류 등의 뇌질환을 진단하는 시스템의 입력 이미지로 사용될 수 있다.
- [0036] 출력장치(300)는 저장부에 저장된 데이터 정보, 의료영상 촬영장치(100)에서 획득한 영상 정보, 뇌 병변 검출 장치(200)에서 처리하는 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 진단 정보, 중증도 정보, 환부 정보, 혈관투영영상 정보, 딥러닝이나 인공지능 학습 과정이나 학습 결과에 대한 정보, 뇌 질환 진단결과에 대한 진단 정보 등을 시각적, 청각적 또는 이들의 혼합 방식으로 출력하도록 이루어질 수 있다. 출력장치(300)는 디스플레이 장치, 스마트 디바이스를 포함할 수 있고, 전문 담당의의 모바일 장치 등일 수 있다.
- [0037] 뇌 병변 검출 장치(200)는 도 2에 도시된 바와 같이 메모리부(210), 통신부(220) 및 프로세서(230)를 포함할 수 있다.
- [0038] 메모리부(210)는 비-조영 CT영상을 기초로 분류된 뇌 병변의 종류, 뇌 병변의 중증도와 뇌 병변에 따라 설정된 환부를 추정하도록 학습된 인공신경망 모델을 저장할 수 있다.

- [0039] 통신부(220)는 외부 장치 일 예로, 의료영상 촬영장치(100)나 출력 장치(300) 등과 정보를 송수신하는 역할을 할 수 있다.
- [0040] 프로세서(230)는 뇌 병변 검출 장치(200)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다.
- [0041] 프로세서(230)는 인공신경망 모델 및 인공신경망 모델을 실행하기 위해 필요한 정보들을 메모리부(210)로부터 로드할 수 있다. 또한, 프로세서(230)는 인공신경망 모델을 실행하기 위하여 필요한 정보들을 메모리부(210)로부터 로드할 수 있다.
- [0042] 일 실시예로, 프로세서(230)는 필터링부(232), 판단부(234) 및 학습부(236)를 포함할 수 있고, 평가부(238)를 추가로 포함할 수 있다.
- [0043] 필터링부(232)는 통신부(220)를 통해 의료영상 촬영장치(100)로부터 비-조영 CT 영상을 수신하고, 비-조영 CT 영상 중의 잡음을 필터링할 수 있다.
- [0044] 일 실시예로, 필터링부(232)는 학습된 인공신경망 모델을 기반으로 불필요한 잡음 이미지를 검출하여, 검출된 잡음 이미지를 필터링할 수 있다.
- [0045] 판단부(234)는 잡음 이미지가 필터링된 대상자 뇌에 대한 비-조영(Non-contrast) CT 영상을 획득하고, 학습된 상기 인공신경망 모델에 기초하여 환자의 뇌에 대한 비-조영 CT 영상으로부터 뇌출혈, 뇌출혈 및 정상을 분류하고, 뇌출혈인 경우, 경막하출혈, 경막외출혈, 뇌실질내출혈, 지주막하출혈, 뇌실내출혈을 분류하고, 기타 뇌 질환의 경우 만성뇌연화증, 수두증, 뇌부종을 분류할 수 있으며, 이러한 결과를 출력 장치(300)를 통해 상기 비-조영 CT 영상에 표시할 수 있다.
- [0046] 일 실시 예로, AI 출력 영상에 병변의 종류가 기 설정된 컬러에 따라 표시될 수 있고, 병변의 중증도는 컬러의 채도로 표시될 수 있으며, 병변의 위치는 해당 뇌 부위에 컬러가 맵핑된 위치로 표시되며, 병변의 크기는 해당 병변 부위에 맵핑된 컬러의 면적으로 표시될 수 있다. 일 예로, 병변의 종류가 같더라도 병변의 중증도가 높을수록 컬러의 채도가 높을 수 있고, 병변의 중증도가 낮을수록 컬러의 채도가 낮게 표시될 수 있다.
- [0047] 판단부(234)는 비-조영 CT영상의 감쇄값을 수치별로 레벨화하고, 상기 수치별로 레벨화된 상기 비-조영 CT 영상의 감쇄값을 상기 병변의 종류 및 중증도를 분류하는데 더 고려할 수 있다. 이는, 인공신경망 모델을 학습시키는 데에 적용될 수 있다.
- [0048] 이를 위해 먼저, 학습부(236)에 의해 인공신경망 모델이 학습될 수 있다.
- [0049] 아래에서는 인공신경망 모델이 뇌 병변 검출 장치(200)에서 학습되는 것을 예로서 설명하지만, 인공신경망 모델은 별도의 학습 장치에서 학습되고, 학습이 완료된 인공신경망 모델이 뇌 병변 검출 장치(200)에 배포되어 활용되는 것을 배제하지 않는다.
- [0050] 일 실시예로, 학습부(236)는 적어도 한 환자의 뇌에 대한 비-조영(Non-contrast) CT 영상을 획득하고, 비-조영 CT영상을 기초로 뇌 병변의 종류를 분류하며, 뇌 병변의 중증도를 파악하고, 뇌 병변의 환부를 설정하여 학습 데이터를 생성하고, 생성된 학습 데이터를 이용하여 인공신경망 모델을 학습시킬 수 있다.
- [0051] 기존의 뇌 실질에 비해 상대적으로 높은 감쇄값을 가지는 병변 이외에도 상기 감쇄값과 비슷하거나 상대적으로 감쇄값이 낮은 병변까지 라벨링하여 디지털라이브러리를 구성함으로써, 다양한 뇌 CT 병변의 분류가 가능하다.
- [0052] 여기서, 감쇄값에 관련된 뇌 병변은 사전에 전문의가 판독하여 비-조영 CT 영상들에 설정될 수 있다.
- [0053] 이에, 학습된 인공신경망 모델을 통해 뇌 병변으로서 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환을 검출할 수 있고, 구체적으로 뇌 출혈을 경막하출혈, 경막외출혈, 뇌실질내출혈, 지주막하출혈 및 뇌실내출혈 중 적어도 하나로 추정할 수 있으며, 뇌출혈 병변으로서 만성뇌연화증, 수두증 및 뇌부종 중 적어도 하나를 추정할 수 있다. 이와 함께 학습된 인공신경망 모델을 통해 각 뇌 병변의 중증도를 추정할 수 있다.
- [0054] 일 실시예로, 학습부(236)는 특정 학습데이터에 의해 학습되기 전의 인공신경망 모델의 네트워크 구조 및 초기 파라미터를 데이터베이스에 저장할 수 있다.
- [0055] 초기 파라미터는 노드 간 가중치 초기값, 노드 간 편향 초기값, 미니 배치(Mini-batch) 크기, 학습 반복 횟수, 학습률(Learning rate) 등이 포함될 수 있다. 그리고, 모델 파라미터에는 노드 간 가중치, 노드 간 편향 등이 포함될 수 있다. 전이 학습으로 진행되는 경우, 전이 학습 이전의 네트워크 구조가 데이터베이스에 저장될 수 있다. 추가적으로, 각 비-조영 CT 영상에 대해서 환자정보, 환부, 질병정보에 대한 정보를 더 포함할 수도

있다.

- [0056] 이후, 학습부(236)는 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출을 위한 비-조영 CT 영상의 감쇄값, 병변의 여부, 해당 병변의 종류가 레이블링된 학습 데이터를 입력하여, 평균 제곱 오차(MSE: Mean Squared Error) 또는 교차 엔트로피 오차(CEE, Cross Entropy Error) 등의 손실 함수를 경사 하강법(GD: Gradient Descent), 확률적 경사 하강법(SGD: Stochastic Gradient Descent), 모멘텀(Momentum), NAG(Nesterov Accelerate Gradient), Adagrad, AdaDelta, RMSProp, Adam, Nadam 등의 학습 최적화 알고리즘에 기반하여 학습을 진행할 수 있다. 본 발명은 앞서 예시로 든 손실 함수 또는 학습 최적화 알고리즘에 국한되지 않고 다양한 유형의 손실 함수 또는 학습 최적화 알고리즘을 사용할 수 있다.
- [0057] 또한, 학습부(236)는 전이 학습(transfer Learning) 기법을 이용하여, 이미 수많은 이미지의 데이터를 학습한 딥 뉴럴 네트워크를 본 발명의 일 실시예에 따른 수치별로 레이블화된 비-조영 CT 영상의 감쇄값에 따른 뇌 병변에 대해 추가 학습하여, 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 전용 딥 뉴럴 네트워크를 생성할 수 있다.
- [0058] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공신경망으로 채용된 CNN과 U-Net과 LSTM이 혼합된 Hybrid BDC-LSTM U-NET 알고리즘 아키텍처의 개념도이다.
- [0059] 도 3에 도시된 바와 같이, 인공신경망은 CT 영상을 입력값으로 하는 CNN 모델을 사용하여 2D 컨볼루션 오퍼레이터를 통해 CT 영상의 feature들을 나타내는 피쳐맵(Feature maps)을 생성한다. CNN을 통해 입력된 CT 영상에서 특징을 추출해서 반복적으로 세분화할 수 있다.
- [0060] 생성된 피쳐맵을 플래튼(flatten)시킨 후 CNN 모델의 출력값을 BDC-LSTM(양방향 장단기메모리: Bidirectional Long Short-Term Memory)의 입력으로 인가한다. 플래튼은 pooling output을 벡터화해주는 단계이다.
- [0061] CNN 모델은 비-조영 CT 영상 데이터에 대응하는 두개강 뇌출혈 데이터(학습을 위한 데이터)를 학습함으로써 구축된 것이다. 학습을 위한 데이터는 외부의 데이터베이스로부터 획득될 수 있다. CNN 모델의 학습은 뇌 병변 검출 장치(200) 내에서 수행되거나, 다른 서버 기타 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는 것일 수 있다.
- [0062] 의료영상 촬영장치(100)에 의해 촬영된 연속적인(또는 시계열에 따라 획득되는(sequential)) 비-조영 CT 영상 데이터에 기반하여 해당 영상 데이터를 입력 값으로 하는 CNN 모델에 대한 CNN 출력 값에 기반하여 뇌 병변 정보를 검출할 수 있다. CNN 출력 값은 입력된 영상 데이터의 뇌 병변 또는 출혈(Hemorrhage)에 관한 특징 벡터를 포함하는 것일 수 있다.
- [0063] 이러한 CNN 출력값은 LSTM 모델에 대한 입력값이 될 수 있다. 이에, CNN 출력 값을 입력 값으로 하는 BDC-LSTM 모델에 대한 BDC-LSTM 출력 값에 기반하여 뇌 병변 또는 뇌 출혈 정보를 검출할 수 있다. BDC-LSTM 모델은 복수의 CNN 모델들에 대응하여 복수일 수 있다.
- [0064] BDC-LSTM 출력 값은 입력된 영상 데이터의 비-조영 CT 영상의 뇌 병변 또는 출혈(Hemorrhage)에 관한 특징 벡터를 포함하는 것일 수 있다. 예컨대, BDC-LSTM 출력 값은 입력된 특정 영상 데이터와 그 이전(이전 시퀀스)에 입력된 복수의 영상 데이터의 뇌 병변에 관한 특징 벡터를 포함하는 것일 수 있다.
- [0065] 본 발명에서는 분류 과정에서 시공간 특징이 모두 중요한 역할을 하는 뇌 병변 분류를 목적으로 서로 다른 모델 구조인 2D CNN과 LSTM을 결합한 모델을 제안한 것이다.
- [0066] 다중시기 영상들에 2차원 합성곱 연산을 각각 적용하여 3차원 CT 촬영에서 촬영 시점에 따라 나타나는 공간 특징을 추출한다. 추출된 공간 특징은 전결합계층을 통해 1차원 형태로 변환되어 BDC-LSTM 모델의 입력 자료로 이용된다. 제안 모델은 2D CNN을 통해 공간특징을 추출하고, 이를 시계열 특징을 고려할 수 있는 BDC-LSTM의 입력 자료로 이용함으로써 시공간 특징을 모두 분류 과정에 사용할 수 있다. 즉, 합성곱 연산으로 추출된 1차원의 공간 특징을 이용한다는 점에서 원 영상을 1차원화하여 입력 자료로 이용하는 기존 LSTM과 차별성을 갖는다.
- [0067] LSTM 구조는 이전 상태가 미래 상태에 영향을 미친다는 가정하에 순차적인 정보를 학습할 때 매우 우수하다. 이전 상태와 미래의 상태를 동시에 알고 있을 때 양방향의 순차적인 정보를 이용한다면 LSTM 구조는 시계열 특징을 더욱 유용하게 추출할 수 있다.
- [0068] 뇌 병변 분류에서도 뇌의 구조에 따른 순방향 정보와 역방향 정보를 모두 이용할 경우, 단방향의 정보를 이용하는 것보다 뇌 병변 분류가 용이해질 수 있다. 이에 본 발명에서는 2D CNN과 LSTM을 결합할 때, 기존 단방향 LSTM 대신 양방향 LSTM 구조를 적용하였다. 양방향 구조는 입력 자료가 순방향과 역방향 순서로 각각 LSTM 구조에 공급되는 형태다. 순방향과 역방향으로부터 추출된 각 특징(Hemorrhage)들은 전결합 계층에서 하나의 벡터로

연결되고, softmax 분류기를 통해 서브 타입(Sub-type)으로 분류를 수행한다.

- [0069] 여기서 서브 타입은 경막하출혈, 경막외출혈, 뇌실질내출혈, 지주막하출혈, 뇌실내출혈 및 기타 뇌 질환을 포함할 수 있다.
- [0070] 설명한 바와 같이 기계학습에 기반한 분석에 따라 판단부(234)는 환자의 뇌에 대한 비-조영 CT 영상으로부터 뇌출혈, 뇌출혈 및 정상을 분류하고, 뇌출혈인 경우, 경막하출혈, 경막외출혈, 뇌실질내출혈, 지주막하출혈, 뇌실내출혈을 분류하고, 기타 뇌 질환의 경우 만성뇌연화증, 수두증, 뇌부종을 분류할 수 있다.
- [0071] 즉, 판단부(234)는 일차적으로 뇌 출혈으로 분류된 경우, 경막하출혈, 경막외출혈, 뇌실질내출혈, 지주막하출혈 및 뇌실내출혈 중 적어도 하나를 검출할 수 있다. 또는, 판단부(234)는 일차적으로 기타 뇌 질환으로 분류된 경우, 뇌출혈 병변으로서 만성뇌연화증, 수두증 및 뇌부종 중 적어도 하나를 검출할 수 있다.
- [0072] 평가부(238)는 학습부(236)로부터 생성된 인공지능 모델 및 상기 인공지능 모델을 통해 도출된 결과이미지를 평가하여, 인공지능 모델이 새로운 데이터에 대해서 얼마나 일반화 가능한지 판단한다.
- [0073] 정확도, 손실 등을 포함한 척도로 얼마나 예측 정확도가 높은지에 대해서 평가할 수 있으며, 인공지능망에 사용된 데이터 셋에만 최적화된 것은 아닌지 등을 평가할 수 있다. 평가방법은 인공지능망에 대한 공지된 또는 공지될 평가방법을 포함할 수 있다.
- [0075] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따라 비-조영 CT영상으로부터 추출된 병변 정보를 토대로 AI 분석을 통해 최종 비-조영 CT영상을 획득하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0076] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공지능망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 시스템에서 프로세서는 추출된 병변 정보를 출력장치(300)를 통해 출력할 수 있다.
- [0077] 출력장치(300)는 넓은 의미에서 뇌 병변 검출 시스템(1)으로부터 받는 병변 정보 등을 출력할 수 있는 장치를 포함한다. 출력장치(300)는 뇌 병변 검출 시스템에 연결되는 데스크탑 컴퓨터, 개인휴대단말기(PDA), 모바일 단말, 네트워크 단말, 서버 장치 중 적어도 어느 하나에서 해당 기능을 수행하는 적어도 일부의 수단이나 구성부로 대체될 수 있다.
- [0078] 프로세서(230)는 입력영상에 대한 전처리로서 입력영상으로부터 불필요한 잡음 이미지를 검출하여 검출된 잡음 이미지를 필터링할 수 있다.
- [0079] 이어, 프로세서(230)는 잡음 이미지가 필터링된 즉, 전처리된 입력영상을 인공지능망 모델에 입력하여 AI 출력을 획득할 수 있다. 이때, AI출력은 입력영상 즉, 비-조영 CT영상으로부터 추정된 뇌출혈, 뇌출혈 및 정상을 분류한 영상일 수 있다. 프로세서(230)는 이 AI출력을 초기의 비-조영 CT영상에 차별적으로 표시할 수 있다.
- [0080] 일 실시 예로, 프로세서(230)는 초기의 비-조영 CT영상에 AI출력 영상을 각 화소에 컬러 맵핑하여 표시할 수 있다. 이를 위해, AI 출력 영상에 포함된 병변 위치는 초기의 비-조영 CT영상의 해당 부분에 맞대응하여 오버랩될 수 있고, AI 출력 영상의 병변 부위가 병변의 종류 및 중증도에 따라 기 설정된 컬러로 매핑될 수 있다. 여기서, 병변 부위와 병변의 종류 및 중증도는 영상 내의 해당 병변 부위의 모양 및 컬러로 표현됨과 동시에 인접한 영역에 텍스트(문자와 숫자)를 통해 더 표시될 수 있다.
- [0081] 이를 위해 뇌출혈, 뇌출혈 및 정상을 차별적으로 표시하는 컬러가 미리 설정될 수 있고, 뇌출혈의 경우, 경막하출혈, 경막외출혈, 뇌실질내출혈, 지주막하출혈, 뇌실내출혈을 구분하는 컬러가 설정될 수 있으며, 뇌출혈의 경우, 만성뇌연화증, 수두증, 뇌부종을 구분하는 컬러가 설정될 수 있다.
- [0082] 아울러, 프로세서(230)는 AI 출력 결과에 따른 이상조건을 담당 전문의의 단말로 알릴 수 있다. 이때, 알림은 환자의 뇌 병변의 종류, 중증도 정보, 환자 정보 등을 포함할 수 있다.
- [0083] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따라 획득된 AI 출력 영상과 진단 표준 영상을 비교한 예시도이다.
- [0084] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 인공지능망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 검출 장치(200)를 통해 획득한 AI출력 영상과 실제 진단 표준 영상에서 병변 정보가 큰 차이 없이 거의 비슷함을 알 수 있다.
- [0085] 즉, 실제 진단 표준 영상에서 전문의가 판독하여 설정된 병변의 종류(일 예로 색상으로 표시), 병변의 크기 및 중증도(일 실시 예로, 컬러의 채도로 차별적 표시) 정보와 AI 출력 영상에서 출력된 병변의 종류, 병변의 크기,

병변의 위치 및 중증도 정보가 크게 다르지 않음을 알 수 있다.

- [0086] 이와 같이 본 발명의 인공지능망 기반 뇌 출혈 및 기타 뇌 질환 시스템(1)은 입력되는 이미지가 뇌 영상과 관련한 영상이나 이미지인 경우, 뇌에 대한 뇌출혈, 비뇌출혈 및 정상을 분류하고, 이에 기반하여 비-조영 뇌 CT 영상을 촬영한 대상 환자들을 중증도에 따라 실시간으로 분류하여 응급실에 내원한 환자의 진단 및 처치에 소요되는 시간을 단축시키고, 치료 지연에 따른 영구신경손상의 범위를 최소화하며, 부가적으로 급박한 처치를 요하지 않는 병변과 급박한 처치를 요하는 병변을 구분하여 출력 및 알람함으로써, 응급실 내 작업 흐름 개선을 도모할 수 있다.
- [0087] 따라서, 본 발명에 의하면 비-조영 CT영상을 촬영하는 것만으로도 실시간으로 환자의 뇌 병변에 관한 정보를 신속히 파악하여 응급 상황에 대처할 수 있고, 더 나아가 중증도가 높은 병변뿐만 아니라 중증도가 상대적으로 낮은 병변에 대해서도 뇌영상 전문 판독의 부재시와 같은 상황에 판독의 지연으로 기저질환의 처치까지 지체될 가능성을 최소화할 수 있다.
- [0088] 본 발명에 따른 뇌 병변 검출 시스템(1)은 특정 사용자가 유무선 통신망을 통해서 접속하여 쿼리(비-조영 CT 영상을 입력하여 대상자의 뇌 병변에 대한 쿼리)를 전송하면, 해당 비-조영 CT 영상을 인공지능망 모델에 입력하여 해당 대상자의 뇌출혈, 비뇌출혈 및 정상을 분석해주고 더불어, 뇌출혈인 경우, 경막하출혈, 경막외출혈, 뇌실질내출혈, 지주막하출혈, 뇌실내출혈을 분류하고, 기타 뇌 질환의 경우 만성뇌연화증, 수두증, 뇌부종을 정확히 분류해주는 서비스를 제공할 수 있다.
- [0089] 또는, 사용자의 스마트 디바이스에서 구현되어(즉, 학습된 인공지능망 모델을 포함하는 뇌 병변 검출 애플리케이션이 배포된 스마트 디바이스), 사용자가 직접 스마트 디바이스로 촬영한 사진에 기반하여 사용자의 뇌 병변에 관한 정보를 획득할 수 있다.
- [0090] 본 발명에서 제공하는 뇌 병변 검출 시스템(1)은 본 발명에 따른 이미지 판독을 위한 다양한 기능을 수행하는 프로그램을 구비하고, 이미지 판독 플랫폼을 통하여 다양한 서비스를 제공할 수 있도록 어플리케이션 프로그램 인터페이스(API, Application Program Interface)를 제공한다.
- [0091] 이로부터 각 서비스 개발자들이 상기 API를 이용하여 원하는 서비스를 개발할 수 있는데, 각 개발자는 예를 들어 이미지를 추정하여 제공하는 앱을 개발할 수 있는데, 본 발명의 뇌 병변 검출 시스템에서 제공하는 뇌 병변 검출을 위한 API를 통해서 다양한 종류의 건강체험, 체형 관리를 위한 서비스 또는 임상 의사 결정 지원 서비스, 체험 및 놀이 서비스를 할 수 있도록 구성하는 것이 가능하다.
- [0092] 다시 말해서, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌 병변 검출 시스템(1)은 서비스 개발자가 원하는 서비스를 개발하도록 하고, 개발자가 개발한 서비스를 사용자에게 제공하여 수익을 창출할 수 있도록 하는 플랫폼이다.
- [0093] 뇌 병변 검출 시스템(1)은 PC, 태블릿, 모바일 단말기 등에 뇌 병변 정보 제공 앱을 설치하고, 해당 앱을 실행하여 뇌 병변 거물을 통한 서비스를 작동함으로써, 사용자 또는 담당 전문의 등의 관련자들이 비-조영 CT영상으로부터 뇌 병변 정보를 추정할 수 있도록 한다.
- [0094] 아울러 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌 병변 검출 시스템(1)은 뇌의 각 부위에 대한 이미지의 판독뿐만 아니라 판독된 이미지를 토대로 해당 뇌 부위 대한 시계열적인 변화를 분석하여, 미래의 상태에 대해서 예측하고 현재 상태에서 가장 적합한 대응방법을 제시할 수 있다. (이를 테면, 기 설정된 주기로 서로 다른 시점에 촬영된 비-조영 CT 영상을 기반으로 뇌의 시계열적인 변화를 획득할 수 있다.)
- [0096] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌 병변 검출 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0097] 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌 병변 검출 방법은, 도 1의 뇌 병변 검출 장치(200)와 실질적으로 동일한 구성에서 진행될 수 있다. 따라서, 도 1의 뇌 병변 검출 장치(200)와 동일한 구성요소는 동일한 도면부호를 부여하고, 반복되는 설명은 생략한다.
- [0098] 또한, 본 실시예에 따른 뇌 병변 검출 방법은 인공지능망을 활용한 뇌 병변에 관한 정보를 획득하기 위한 소프트웨어(어플리케이션)에 의해 실행될 수 있다.
- [0099] 먼저, 뇌 병변 검출 장치의 프로세서는 비-조영(Non-contrast) CT 영상을 획득할 수 있다(S110).
- [0100] 일 실시 예로, 의료영상 촬영장치로부터 CT영상을 획득할 수 있고, 의료영상 촬영장치는 MRI(magnetic

resonance images) 장치, MRA 장치 등에 연결되어 사람이나 환자의 뇌를 촬영한 3차원 영상을 획득할 수 있다. 즉, 의료영상 촬영장치는 자기공명영상(MRI) 장치 또는 자기공명 혈관조형술(magnetic resonance angiography, MRA)에 의한 영상 데이터를 이용할 수 있다. 이러한 의료영상 촬영장치는 MRI 장치의 영상저장장치에 직접 접근하여 영상을 읽어오거나 가져오는 방식, MRI 장치에 연결된 영상전송장치로부터 영상을 수신하는 방식 등 다양한 방식으로 구현가능하다. 획득된 영상은 저장부에 저장될 수 있다. 또한, 의료영상 촬영장치는 구현에 따라서 CT 혈관조형술(computed tomography angiography, CTA)에 의해 생성되는 영상 데이터이거나 이 영상 데이터에 기초하여 생성되는 혈관 투영영상을 사용하도록 구현될 수 있다. 진술한 CTA, MRI 또는 MRA로부터 얻은 혈관 투영영상은 뇌동맥류 등의 뇌질환을 진단하는 시스템의 입력 이미지로 사용될 수 있다.

- [0101] 다음으로, 프로세서는 비-조영 CT영상을 기초로 환자의 뇌에 대한 비-조영 CT 영상으로부터 뇌 병변 여부, 뇌 병변의 종류, 뇌 병변의 중증도, 뇌 병변의 위치 및 뇌 병변의 크기 중 적어도 하나를 분류하고 설정할 수 있다. 일 실시 예로, 뇌출혈, 뇌출혈 및 정상을 분류하고, 뇌출혈인 경우, 경막하출혈, 경막외출혈, 뇌실질내출혈, 지주막하출혈, 뇌실내출혈을 분류하고, 기타 뇌 질환의 경우 만성뇌연화증, 수두증, 뇌부종을 분류할 수 있다(S120).
- [0102] 일 실시 예로, 이 단계는 비-조영 CT영상의 감쇄값을 수치별로 레벨화하는 단계를 더 포함하고, 상기 수치별로 레벨화된 상기 비-조영 CT 영상의 감쇄값을 상기 뇌 병변을 분류하는데 고려할 수 있다.
- [0103] 다음으로, 프로세서는 비-조영 CT영상을 기초로 분류되고 설정된 뇌 병변에 관한 정보를 포함하는 학습 데이터를 이용하여 인공신경망 모델을 학습시킬 수 있다(S130).
- [0104] 일 실시 예로, 프로세서는 적어도 한 환자의 뇌에 대한 비-조영(Non-contrast) CT 영상을 획득하고, 비-조영 CT 영상을 기초로 환자의 뇌에 대한 비-조영 CT 영상으로부터 뇌출혈, 뇌출혈 및 정상을 분류하고, 뇌출혈인 경우, 경막하출혈, 경막외출혈, 뇌실질내출혈, 지주막하출혈, 뇌실내출혈을 분류하고, 기타 뇌 질환의 경우 만성 뇌연화증, 수두증, 뇌부종을 분류한 학습 데이터를 생성하고, 생성된 학습 데이터를 이용하여 인공신경망 모델을 학습시킬 수 있다.
- [0105] 다음으로, 프로세서는 학습된 상기 인공신경망 모델에 기초하여 환자의 뇌에 대한 비-조영 CT 영상으로부터 환자의 뇌에 대한 비-조영 CT 영상으로부터 뇌출혈, 뇌출혈 및 정상을 분류하고, 뇌출혈인 경우, 경막하출혈, 경막외출혈, 뇌실질내출혈, 지주막하출혈, 뇌실내출혈을 분류하고, 기타 뇌 질환의 경우 만성뇌연화증, 수두증, 뇌부종을 분류할 수 있다(S140).
- [0106] 여기서, 인공신경망 모델은 CNN 아키텍처의 U-Net 및 LSTM이 혼합된 Hybrid BDC-LSTM U-NET 알고리즘이 채용될 수 있다.
- [0107] 여기서, 인공신경망 모델의 출력은 AI 출력 영상일 수 있다. AI 출력 영상에 병변의 종류가 기 설정된 컬러에 따라 표시될 수 있고, 병변의 중증도는 컬러의 채도로 표시될 수 있으며, 병변의 위치는 해당 뇌 부위에 컬러가 맵핑된 위치로 표시되며, 병변의 크기는 해당 병변 부위에 맵핑된 컬러의 면적으로 표시될 수 있다. 일 예로, 병변의 종류가 같더라도 병변의 중증도가 높을수록 컬러의 채도가 높을 수 있고, 병변의 중증도가 낮을수록 컬러의 채도가 낮게 표시될 수 있다.
- [0108] 일 실시 예로, 프로세서 초기의 입력정보인 비-조영 CT영상에 AI출력 영상을 각 화소에 컬러 맵핑하여 표시할 수 있다. 이를 위해, AI 출력 영상에 포함된 병변 위치는 초기의 비-조영 CT영상의 해당 부분에 대응하여 오버랩될 수 있고, AI 출력 영상의 병변 부위가 병변의 종류 및 중증도에 따라 기 설정된 컬러로 매핑될 수 있다. 여기서, 병변 부위와 병변의 종류 및 중증도는 영상 내의 해당 병변 부위의 모양 및 컬러로 표현됨과 동시에 인접한 영역에 텍스트(문자와 숫자)를 통해 더 표시될 수 있다.
- [0109] 아울러, 프로세서(230)는 AI 출력 결과에 따른 이상조건을 담당 전문의의 단말로 알릴 수 있다. 이때, 알림은 환자의 뇌 병변의 종류, 중증도 정보, 환부 정보 등을 포함할 수 있다.
- [0110] 진술한 뇌 병변 검출 시스템은, 프로세서, 메모리, 사용자 입력장치, 프레젠테이션 장치 중 적어도 일부를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 구현될 수 있다. 메모리는, 프로세서에 의해 실행되면 특정 태스크를 수행할 수 있도록 코딩되어 있는 컴퓨터-판독가능 소프트웨어, 애플리케이션, 프로그램 모듈, 루틴, 인스트럭션(instructions), 및/또는 데이터 등을 저장하는 매체이다. 프로세서는 메모리에 저장되어 있는 컴퓨터-판독가능 소프트웨어, 애플리케이션, 프로그램 모듈, 루틴, 인스트럭션, 및/또는 데이터 등을 판독하여 실행할 수 있다.
- [0111] 사용자 입력장치는 사용자로 하여금 프로세서에게 특정 태스크를 실행하도록 하는 명령을 입력하거나 특정 태스

크의 실행에 필요한 데이터를 입력하도록 하는 수단일 수 있다. 사용자 입력장치는 물리적인 또는 가상적인 키보드나 키패드, 키버튼, 마우스, 조이스틱, 트랙볼, 터치-민감형 입력수단, 또는 마이크로폰 등을 포함할 수 있다. 프레젠테이션 장치는 디스플레이, 프린터, 스피커, 또는 진동장치 등을 포함할 수 있다.

[0112] 컴퓨팅 장치는 스마트폰, 태블릿, 랩탑, 데스크탑, 서버, 클라이언트 등의 다양한 장치를 포함할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 하나의 단일한 스탠드-얼론 장치일 수도 있고, 통신망을 통해 서로 협력하는 다수의 컴퓨팅 장치들로 이루어진 분산형 환경에서 동작하는 다수의 컴퓨팅 장치를 포함할 수 있다.

[0113] 또한 전술한 뇌 병변 검출 방법은, 프로세서를 구비하고, 또한 프로세서에 의해 실행되면 에이전트 모델을 활용한 뇌 병변 검출 방법을 수행할 수 있도록 코딩된 컴퓨터 판독가능 소프트웨어, 애플리케이션, 프로그램 모듈, 루틴, 인스트럭션, 및/또는 데이터 구조 등을 저장한 메모리를 구비하는 컴퓨팅 장치에 의해 실행될 수 있다.

[0114] 상술한 본 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.

[0115] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 실시예들에 따른 에이전트 모델을 활용한 영상 진단 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(Application Specific Integrated Circuits), DSPs(Digital Signal Processors), DSPDs(Digital Signal Processing Devices), PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러 또는 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[0116] 예를 들어, 실시예들에 따른 뇌 병변 검출 방법은 심층 신경망의 뉴런(neuron)과 시냅스(synapse)가 반도체 소자들로 구현된 인공신경망 반도체 장치를 이용하여 구현될 수 있다. 이때 반도체 소자는 현재 사용하는 반도체 소자들, 예를 들어 SRAM이나 DRAM, NAND 등일 수도 있고, 차세대 반도체 소자들, RRAM이나 STT MRAM, PRAM 등일 수도 있고, 이들의 조합일 수도 있다.

[0117] 실시예들에 따른 뇌 병변 검출 방법을 인공신경망 반도체 장치를 이용하여 구현할 때, 에이전트 모델을 소프트웨어로 학습한 결과(가중치)를 어레이로 배치된 시냅스 모방소자에 전사하거나 인공신경망 반도체 장치에서 학습을 진행할 수도 있다.

[0118] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 실시예들에 따른 뇌 병변 검출 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 장치, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

[0119] 또한, 위에서 설명한 "시스템", "프로세서", "컨트롤러", "컴포넌트", "모듈", "인터페이스", "모델", 또는 "유닛" 등의 용어는 일반적으로 컴퓨터 관련 엔티티 하드웨어, 하드웨어와 소프트웨어의 조합, 소프트웨어 또는 실행 중인 소프트웨어를 의미할 수 있다. 예를 들어, 전술한 구성요소는 프로세서에 의해서 구동되는 프로세스, 프로세서, 컨트롤러, 제어 프로세서, 개체, 실행 스레드, 프로그램 및/또는 컴퓨터일 수 있지만 이에 국한되지 않는다. 예를 들어, 컨트롤러 또는 프로세서에서 실행 중인 애플리케이션과 컨트롤러 또는 프로세서가 모두 구성 요소가 될 수 있다. 하나 이상의 구성 요소가 프로세스 및/또는 실행 스레드 내에 있을 수 있으며, 구성 요소들은 하나의 장치(예: 시스템, 컴퓨팅 디바이스 등)에 위치하거나 둘 이상의 장치에 분산되어 위치할 수 있다.

[0120] 한편, 또 다른 실시예는 전술한 뇌 병변 검출 방법을 수행하는, 컴퓨터 기록매체에 저장되는 컴퓨터 프로그램을 제공한다. 또한 또 다른 실시예는 전술한 캡슐 내시경 영상 판독 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

[0121] 기록매체에 기록된 프로그램은 컴퓨터에서 읽히어 설치되고 실행됨으로써 전술한 단계들을 실행할 수 있다. 이와 같이, 컴퓨터가 기록매체에 기록된 프로그램을 읽어 들여 프로그램으로 구현된 기능들을 실행시키기 위하여, 전술한 프로그램은 컴퓨터의 프로세서(CPU)가 컴퓨터의 장치 인터페이스(Interface)를 통해 읽힐 수 있는 C, C++, JAVA, 기게어 등의 컴퓨터 언어로 코드화된 코드(Code)를 포함할 수 있다.

[0122] 이러한 코드는 전술한 기능들을 정의한 함수 등과 관련된 기능적인 코드를 포함할 수 있고, 전술한 기능들을 컴퓨터의 프로세서가 소정의 절차대로 실행시키는데 필요한 실행 절차 관련 제어 코드를 포함할 수도 있다.

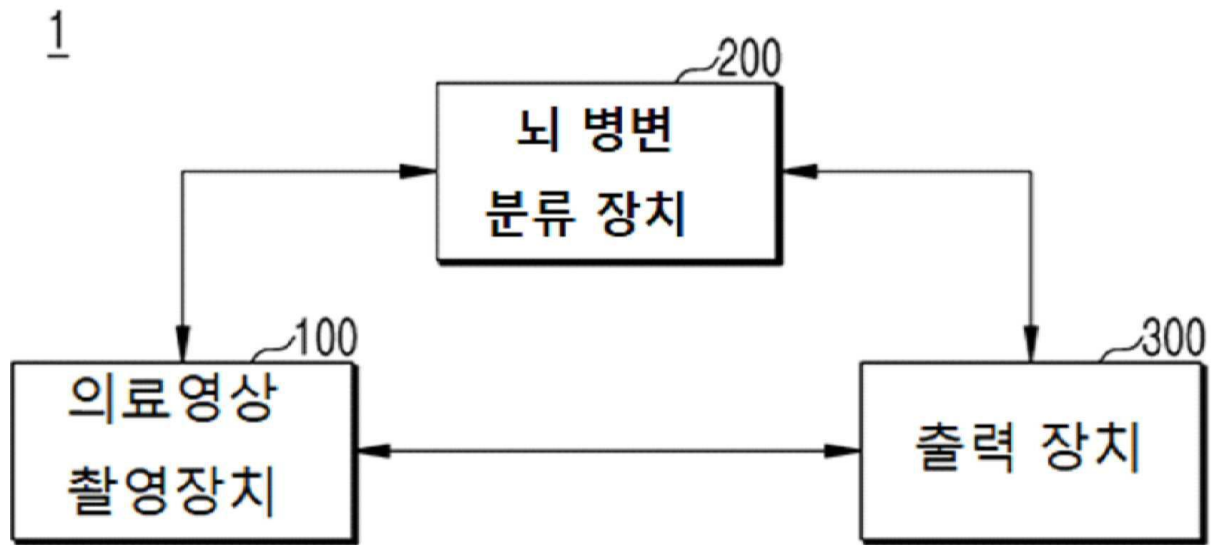
[0123] 또한, 이러한 코드는 전술한 기능들을 컴퓨터의 프로세서가 실행시키는데 필요한 추가 정보나 미디어가 컴퓨터의 내부 또는 외부 메모리의 어느 위치(주소 번지)에서 참조되어야 하는지에 대한 메모리 참조 관련 코드를 더

포함할 수 있다.

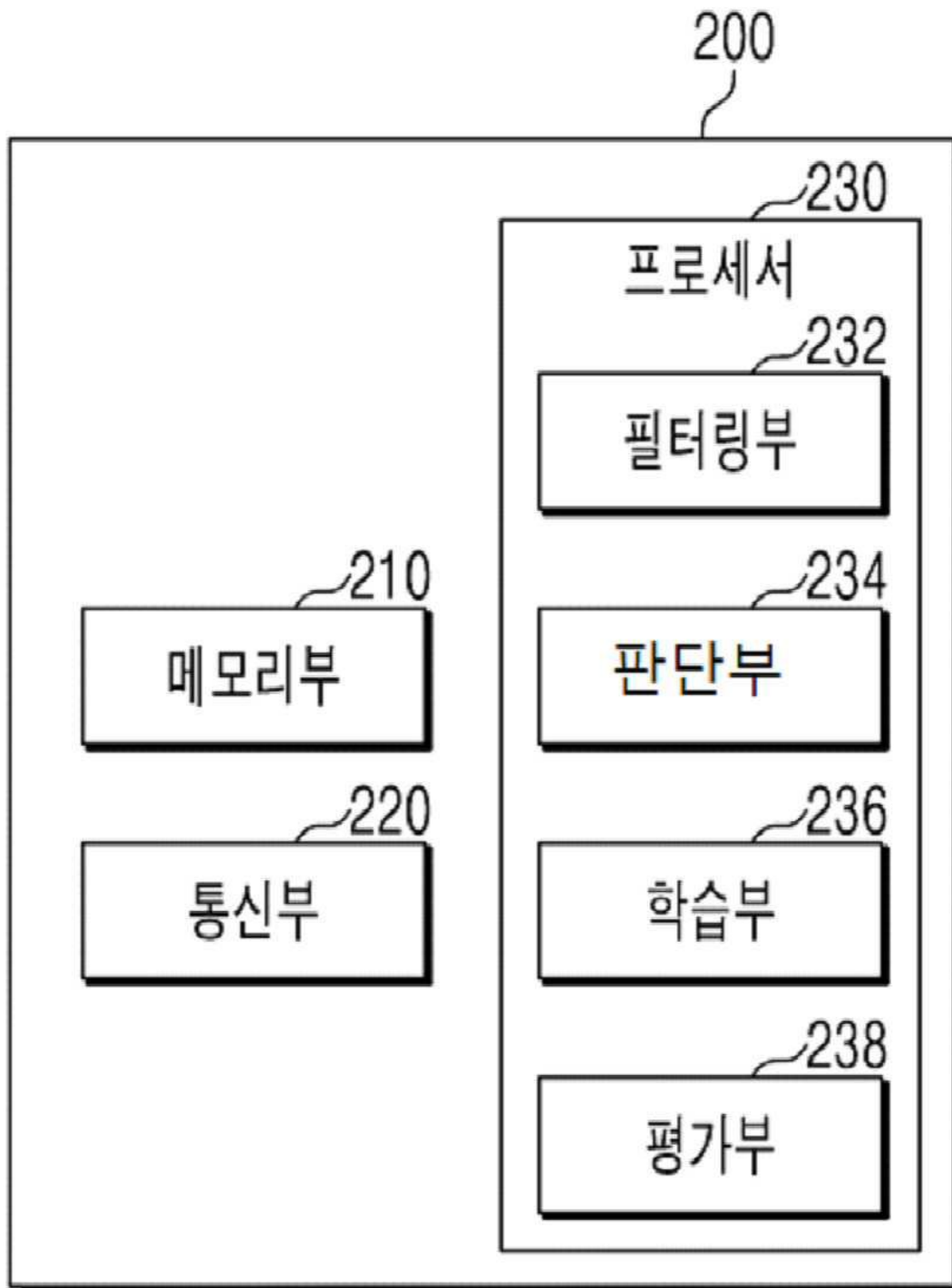
- [0124] 또한, 컴퓨터의 프로세서가 전술한 기능들을 실행시키기 위하여 원격(Remote)에 있는 어떠한 다른 컴퓨터나 서버 등과 통신이 필요한 경우, 코드는 컴퓨터의 프로세서가 컴퓨터의 통신 모듈을 이용하여 원격(Remote)에 있는 어떠한 다른 컴퓨터나 서버 등과 어떻게 통신해야만 하는지, 통신 시 어떠한 정보나 미디어를 송수신해야 하는지 등에 대한 통신 관련 코드를 더 포함할 수도 있다.
- [0125] 이상에서 전술한 바와 같은 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽힐 수 있는 기록매체는, 일 예로, ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 미디어 저장장치 등이 있다.
- [0126] 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [0127] 그리고, 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(Functional) 프로그램과 이와 관련된 코드 및 코드 세그먼트 등은, 기록매체를 읽어서 프로그램을 실행시키는 컴퓨터의 시스템 환경 등을 고려하여, 본 발명이 속하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론되거나 변경될 수도 있다.
- [0128] 도 6을 통해 설명된 뇌 병변 검출 방법은, 컴퓨터에 의해 실행되는 애플리케이션이나 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.
- [0129] 전술한 뇌 병변 검출 방법은, 단말기에 기본적으로 설치된 애플리케이션(이는 단말기에 기본적으로 탑재된 플랫폼이나 운영체제 등에 포함된 프로그램을 포함할 수 있다)에 의해 실행될 수 있고, 사용자가 애플리케이션 스토어 서버, 애플리케이션 또는 해당 서비스와 관련된 웹 서버 등의 애플리케이션 제공 서버를 통해 마스터 단말기에 직접 설치한 애플리케이션(즉, 프로그램)에 의해 실행될 수도 있다. 이러한 의미에서, 전술한 뇌 병변 검출 방법은 단말기에 기본적으로 설치되거나 사용자에게 의해 직접 설치된 애플리케이션(즉, 프로그램)으로 구현되고 단말기에 등의 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다.
- [0130] 이상, 본 발명의 특정 실시예에 대하여 상술하였다. 그러나, 본 발명의 사상 및 범위는 이러한 특정 실시예에 한정되는 것이 아니라, 본 발명의 요지를 변경하지 않는 범위 내에서 다양하게 수정 및 변형이 가능하다는 것을 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이해할 것이다.
- [0131] 따라서, 이상에서 기술한 실시예들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이므로, 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 하며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

도면

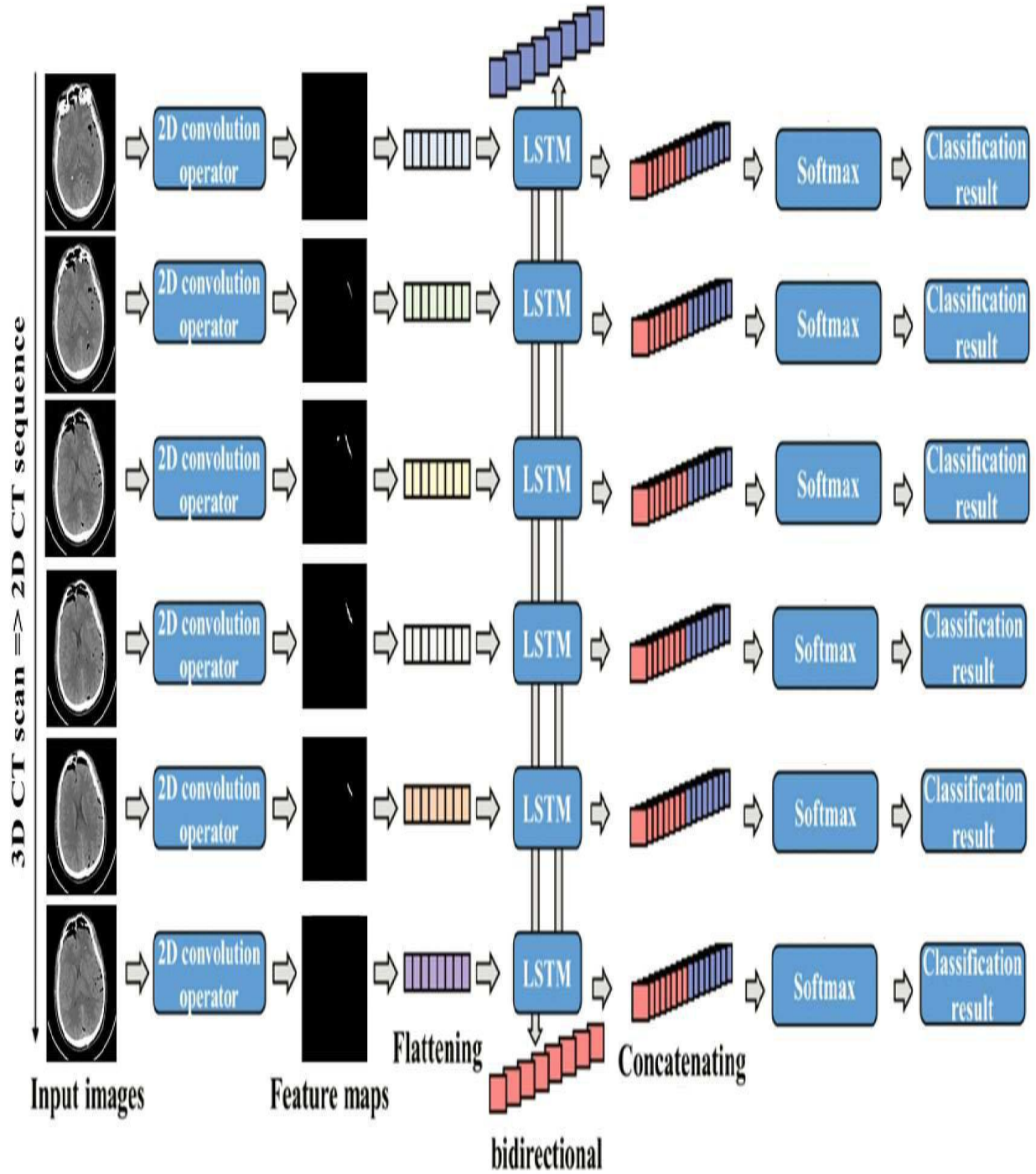
도면1



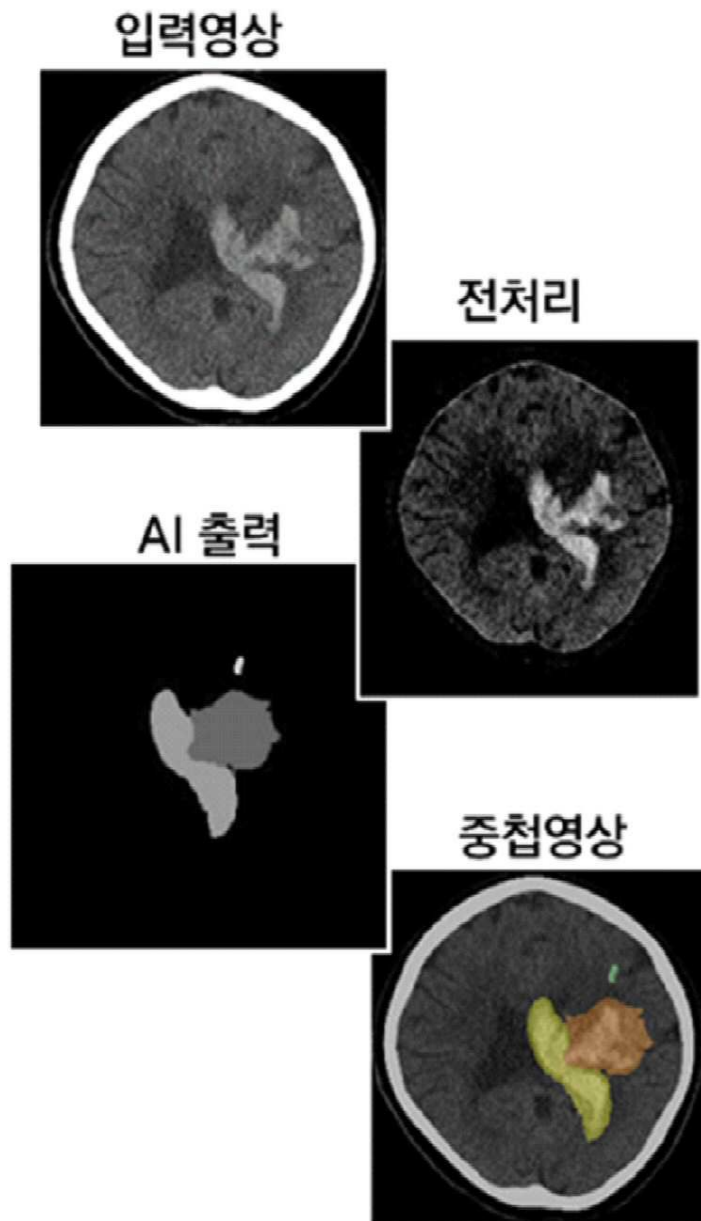
도면2



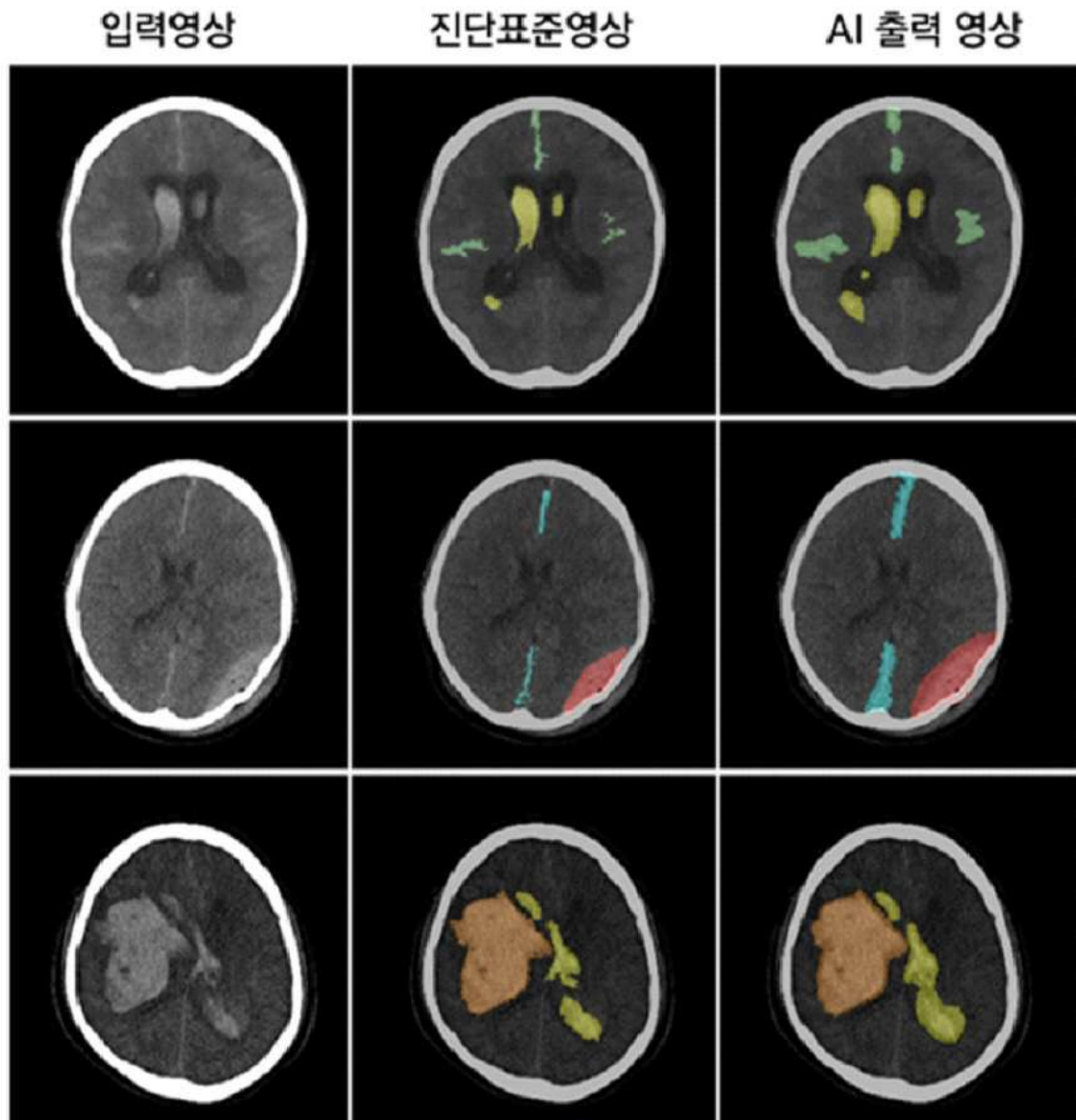
도면3



도면4



도면5



도면6

