



등록특허 10-2634008



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년02월06일
(11) 등록번호 10-2634008
(24) 등록일자 2024년02월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2021.01) A61B 5/055 (2006.01)
G16H 30/40 (2018.01) G16H 50/20 (2018.01)
G16H 50/50 (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/40 (2013.01)
A61B 5/0042 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0001865
(22) 출원일자 2023년01월05일
심사청구일자 2023년01월05일
(56) 선행기술조사문헌
KR101857624 B1

(73) 특허권자
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교
산학협력관 201호(신당동)
(72) 발명자
홍정호
대구광역시 수성구 달구벌대로 2435 두산위브더제
니스
김중홍
대구광역시 달서구 달구벌대로199길 53-5
(74) 대리인
윤귀상

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 이재균

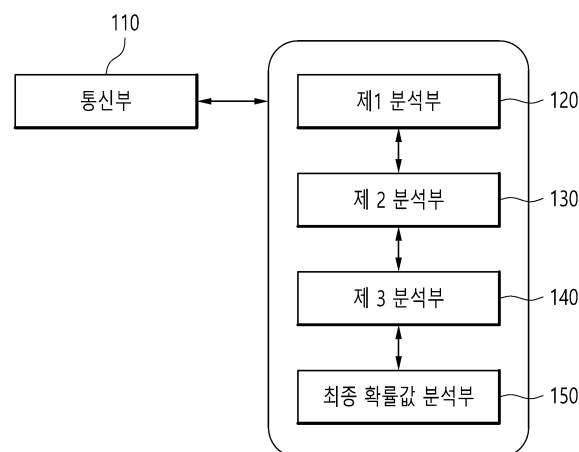
(54) 발명의 명칭 복수의 인공지능 모델을 이용하여 환자의 조기 신경학적 악화를 예측하는 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따르면, 복수의 인공지능 모델을 이용하여 환자의 END(조기 신경학적 악화, Early Neurological Deterioration)을 예측하는 방법은, 서버로부터 상기 환자의 원본 뇌영상 및 임상 정보를 획득하는 단계; 뇌영상에 대한 병변 분석을 수행하는 제 1 인공지능 모델에 상기 원본 뇌영상을 입력하여 상기 원본 뇌영상의 병변 영상을 출력하는 단계; 상기 원본 뇌영상 및 상기 병변 영상을 제 2 인공지능 모델에 입력하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 제 1 확률값을 출력하는 단계; 상기 임상 정보를 제 3 인공지능 모델에 입력하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 제 2 확률값을 출력하는 단계; 및 상기 제 1 확률값 및 상기 제 2 확률값에 기초하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 최종 확률값을 산출하는 단계;를 포함하는, END 예측 방법이 제공될 수 있다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

A61B 5/055 (2022.01)

A61B 5/7275 (2013.01)

G16H 30/40 (2018.01)

G16H 50/20 (2018.01)

G16H 50/50 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1465035979
과제번호	HI21C1074080022
부처명	보건복지부
과제관리(전문)기관명	한국보건산업진흥원
연구사업명	중환자 특화 빅데이터 구축 및 AI 기반 CDSS 개발
연구과제명	중환자 신경학적 예후 예측 모델 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	계명대학교 동산의료원
연구기간	2021.04.01 ~ 2025.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

END(조기 신경학적 악화, Early Neurological Deterioration) 예측 장치에서 수행되는, 복수의 인공지능 모델을 이용하여 환자의 END를 예측하는 방법에 있어서,

통신부에서, 서버로부터 상기 환자의 원본 뇌영상 및 임상 정보를 획득하는 단계;

제 1 분석부에서, 뇌영상에 대한 병변 분석을 수행하는 제 1 인공지능 모델에 상기 원본 뇌영상을 입력하여 상기 원본 뇌영상의 병변 영상을 출력하는 단계;

제 2 분석부에서, 상기 원본 뇌영상 및 상기 병변 영상을 제 2 인공지능 모델에 입력하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 제 1 확률값을 출력하는 단계;

제 3 분석부에서, 상기 임상 정보를 제 3 인공지능 모델에 입력하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 제 2 확률값을 출력하는 단계; 및

최종 확률값 분석부에서, 상기 제 1 확률값 및 상기 제 2 확률값에 기초하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 최종 확률값을 산출하는 단계;를 포함하는, END 예측 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 병변 영상을 출력하는 단계는

상기 원본 뇌영상을 2차원 원본 뇌영상으로 변환하는 단계;

상기 제 1 인공지능 모델을 통해 상기 2차원 원본 뇌영상에 대한 병변 분석을 수행하여 병변 위치 및 병변 형상의 특징을 검출하는 단계; 및

상기 검출된 병변 위치 및 병변 형상의 특징을 표시한 3차원 병변 영상을 출력하는 단계;를 포함하는, END 예측 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 확률값을 출력하는 단계는,

상기 원본 뇌영상과 대응하는 병변 영상을 상기 원본 뇌영상에 이어붙여 합성 입력영상을 생성하는 단계;

상기 합성 입력영상을 상기 제 2 인공지능 모델에 입력하여 상기 제 1 확률값을 제 1 END 발생 확률값과 제 1 END 미발생 확률값으로 출력하는 단계; 및

상기 제 1 END 발생 확률값과 상기 제 1 END 미발생 확률값의 합을 1이 되도록 정규화하는 단계;를 포함하는, END 예측 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 2 확률값을 산출하는 단계는

상기 임상 정보를 상기 제 3 인공지능 모델에 입력하여 상기 제 2 확률값을 제 2 END 발생 확률값과 제 2 END 미발생 확률값으로 출력하는 단계; 및

상기 제 2 END 발생 확률값과 상기 제 2 END 미발생 확률값의 합을 1이 되도록 정규화하는 단계;를 포함하는, END 예측 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 최종 확률값을 산출하는 단계는

상기 제 1 END 발생 확률값과 상기 제 2 END 발생 확률값에 가중치를 적용한 평균값으로 최종 END 발생 확률값을 산출하는 단계; 및

상기 제 1 END 미발생 확률값과 상기 제 2 END 미발생 확률값에 가중치를 적용한 평균값으로 최종 END 미발생 확률값을 산출하는 단계;를 포함하는, END 예측 방법.

청구항 6

복수의 인공지능 모델을 이용하여 환자의 END(조기 신경학적 악화, Early Neurological Deterioration)를 예측하는 장치에 있어서,

서버로부터 상기 환자의 원본 뇌영상 및 임상 정보를 획득하는 통신부;

뇌영상에 대한 병변 분석을 수행하는 제 1 인공지능 모델에 상기 원본 뇌영상을 입력하여 상기 원본 뇌영상의 병변 영상을 출력하는 제 1 분석부;

상기 원본 뇌영상 및 상기 병변 영상을 제 2 인공지능 모델에 입력하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 제 1 확률값을 출력하는 제 2 분석부;

상기 임상 정보를 제 3 인공지능 모델에 입력하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 제 2 확률값을 출력하는 제 3 분석부; 및

상기 제 1 확률값 및 상기 제 2 확률값에 기초하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 최종 확률값을 산출하는 최종 확률값 분석부;를 포함하는, END 예측 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 분석부는

상기 원본 뇌영상을 2차원 원본 뇌영상으로 변환하고,

상기 제 1 인공지능 모델을 통해 상기 2차원 원본 뇌영상에 대한 병변 분석을 수행하여 병변 위치 및 병변 형상의 특징을 검출하고,

상기 검출된 병변 위치 및 병변 형상의 특징을 표시한 3차원 병변 영상을 출력하는, END 예측 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 분석부는

상기 원본 뇌영상과 대응하는 병변 영상을 상기 원본 뇌영상에 이어붙여 합성 입력영상을 생성하고,

상기 합성 입력영상을 상기 제 2 인공지능 모델에 입력하여 상기 제 1 확률값을 제 1 END 발생 확률값과 제 1 END 미발생 확률값으로 출력하고,

상기 제 1 END 발생 확률값과 상기 제 1 END 미발생 확률값의 합을 1이 되도록 정규화하는, END 예측 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 3 분석부는

상기 임상 정보를 상기 제 3 인공지능 모델에 입력하여 상기 제 2 확률값을 제 2 END 발생 확률값과 제 2 END 미발생 확률값으로 출력하고,

상기 제 2 END 발생 확률값과 상기 제 2 END 미발생 확률값의 합을 1이 되도록 정규화하는, END 예측 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 최종 확률값 분석부는

상기 제 1 END 발생 확률값과 상기 제 2 END 발생 확률값에 가중치를 적용한 평균값으로 최종 END 발생 확률값을 산출하고,

상기 제 1 END 미발생 확률값과 상기 제 2 END 미발생 확률값에 가중치를 적용한 평균값으로 최종 END 미발생 확률값을 산출하는, END 예측 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복수의 인공지능 모델을 이용하여 환자의 조기 신경학적 악화(END, Early Neurological Deterioration)를 예측하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 복수의 인공지능 모델에 서로 다른 정보를 입력하여 획득되는 출력들을 이용하여 환자의 조기 신경학적 악화를 예측하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 신경계 환자의 약 15%에서 조기 신경학적 악화(이하, 'END' 라고 함)가 발생하며, END가 발생한 환자의 약 75%가 향후 스스로 일상생활이 불가능한 거동 곤란 환자가 된다.

[0003] 신경계 환자의 END를 예측하는 것이 환자의 예후를 개선하는데 상당한 도움이 된다는 것이 잘 알려진 사실임에도 불구하고 기존에는 END를 일으키는 원인 인자와 실제 발생 확률 간의 구체적인 수치적 상관관계가 밝혀져 있지 않았기 때문에 임상 의료진은 경험적으로 판단할 수 밖에 없는 한계가 있었으며 환자에게 구체적인 설명을 하는 것 또한 불가능 했다. 때문에 END를 예측하는 행위는 공식적으로 의료수가를 인정받는 의료행위가 아니었다.

[0004] 또한, 기존 END에 관한 임상적 연구들은 환자의 뇌영상 정보만을 이용하여 예측하거나 임상 정보만을 이용하여 예측하거나 임상 정보와 뇌영상 정보를 함께 사용한다고 하더라도 영상 정보를 단순히 해석하여 수치화한 제한적인 정보만을 사용하였다.

[0005] 이에 따라, 환자의 뇌영상 정보와 임상 정보 등을 이용하여 종래 기술 대비 환자의 END 발생을 보다 정확하게 예측할 수 있는 기술의 필요성이 증대되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-2020157호 (2019.09.03)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 END 발생에 대한 예측 확률을 실시간으로 제공하고 이를 이용하여 환자에게 위험 상황을 용이하게 전달할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 인공지능 모델을 이용하여 환자의 END(조기 신경학적 악화, Early Neurological Deterioration)를 예측하는 방법은, 서버로부터 상기 환자의 원본 뇌영상 및 임상 정보를 획득하는 단계; 뇌영상에 대한 병변 분석을 수행하는 제 1 인공지능 모델에 상기 원본 뇌영상을 입력하여 상기 원본 뇌영상의 병변 영상을 출력하는 단계; 상기 원본 뇌영상 및 상기 병변 영상을 제 2 인공지능 모델에 입력하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 제 1 확률값을 출력하는 단계; 상기 임상 정보를 제 3 인공지능 모델에 입력하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 제 2 확률값을 출력하는 단계; 및 상기 제 1 확률값 및 상기 제 2 확률값에 기초하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 최종 확률값을 산출하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0009] 관련하여, 상기 병변 영상을 출력하는 단계는 상기 원본 뇌영상을 2차원 원본 뇌영상으로 변환하는 단계; 상기 제 1 인공지능 모델을 통해 상기 2차원 원본 뇌영상에 대한 병변 분석을 수행하여 병변 위치 및 병변 형상의 특징을 검출하는 단계; 및 상기 검출된 병변 위치 및 병변 형상의 특징을 표시한 3차원 병변 영상을 출력하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0010] 한편, 상기 제 1 확률값을 출력하는 단계는, 상기 원본 뇌영상과 대응하는 병변 영상을 상기 원본 뇌영상에 이어붙여 합성 입력영상을 생성하는 단계; 상기 합성 입력영상을 상기 제 2 인공지능 모델에 입력하여 상기 제 1 확률값을 제 1 END 발생 확률값과 제 1 END 미발생 확률값으로 출력하는 단계; 및 상기 제 1 END 발생 확률값과 상기 제 1 END 미발생 확률값의 합을 1이 되도록 정규화하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0011] 이어서, 상기 제 2 확률값을 산출하는 단계는 상기 임상 정보를 상기 제 3 인공지능 모델에 입력하여 상기 제 2 확률값을 제 2 END 발생 확률값과 제 2 END 미발생 확률값으로 출력하는 단계; 및 상기 제 2 END 발생 확률값과 상기 제 2 END 미발생 확률값의 합을 1이 되도록 정규화하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0012] 한편, 상기 최종 확률값을 산출하는 단계는 상기 제 1 END 발생 확률값과 상기 제 2 END 발생 확률값에 가중치를 적용한 평균값으로 최종 END 발생 확률값을 산출하는 단계; 및 상기 제 1 END 미발생 확률값과 상기 제 2 END 미발생 확률값에 가중치를 적용한 평균값으로 최종 END 미발생 확률값을 산출하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 인공지능 모델을 이용하여 환자의 END(조기 신경학적 악화, Early Neurological Deterioration)를 예측하는 장치는, 서버로부터 상기 환자의 원본 뇌영상 및 임상 정보를 획득하는 통신부; 뇌영상에 대한 병변 분석을 수행하는 제 1 인공지능 모델에 상기 원본 뇌영상을 입력하여 상기 원본 뇌영상의 병변 영상을 출력하는 제 1 분석부; 상기 원본 뇌영상 및 상기 병변 영상을 제 2 인공지능 모델에 입력하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 제 1 확률값을 출력하는 제 2 분석부; 상기 임상 정보를 제 3 인공지능 모델에 입력하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 제 2 확률값을 출력하는 제 3 분석부; 및 상기 제 1 확률값 및 상기 제 2 확률값에 기초하여 상기 환자의 상기 END의 발생 확률인 최종 확률값을 산출하는 최종 확률값 분석부;를 포함할 수 있다.

[0014] 관련하여, 상기 제 1 분석부는 상기 원본 뇌영상을 2차원 원본 뇌영상으로 변환하고, 상기 제 1 인공지능 모델을 통해 상기 2차원 원본 뇌영상에 대한 병변 분석을 수행하여 병변 위치 및 병변 형상의 특징을 검출하고, 상기 검출된 병변 위치 및 병변 형상의 특징을 표시한 3차원 병변 영상을 출력할 수 있다.

[0015] 한편, 상기 제 2 분석부는 상기 원본 뇌영상과 대응하는 병변 영상을 상기 원본 뇌영상에 이어붙여 합성 입력영

상을 생성하고, 상기 합성 입력영상을 상기 제 2 인공지능 모델에 입력하여 상기 제 1 확률값을 제 1 END 발생 확률값과 제 1 END 미발생 확률값으로 출력하고, 상기 제 1 END 발생 확률값과 상기 제 1 END 미발생 확률값의 합을 1이 되도록 정규화할 수 있다.

[0016] 이어서, 상기 제 3 분석부는 상기 임상 정보를 상기 제 3 인공지능 모델에 입력하여 상기 제 2 확률값을 제 2 END 발생 확률값과 제 2 END 미발생 확률값으로 출력하고, 상기 제 2 END 발생 확률값과 상기 제 2 END 미발생 확률값의 합을 1이 되도록 정규화할 수 있다.

[0017] 한편, 상기 최종 확률값 분석부는 상기 제 1 END 발생 확률값과 상기 제 2 END 발생 확률값에 가중치를 적용한 평균값으로 최종 END 발생 확률값을 산출하고, 상기 제 1 END 미발생 확률값과 상기 제 2 END 미발생 확률값에 가중치를 적용한 평균값으로 최종 END 미발생 확률값을 산출할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 상술한 본 발명의 일 측면에 따르면, END 발생에 대한 예측 확률을 실시간으로 제공하고 이를 이용하여 환자에게 위험 상황을 용이하게 전달할 수 있다.

[0019] 또한, 예측 확률을 이용하여 환자에게 위험 상황을 설명할 수 있으며 적극적인 중재 치료의 동의를 구할 수 있게 되고 궁극적으로 본 발명을 사용하지 않았을 때에 비해 더 많은 환자의 예후를 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 END 예측 장치의 개략적인 구성을 도시한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 제 1 인공지능 모델의 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 제 1 인공지능 모델의 구조 및 제 2 인공지능 모델의 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제 3 인공지능 모델의 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 제 1 인공지능 모델 내지 제 3 인공지능 모델을 이용하여 최종 확률값을 도출하는 전체 프로세스를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 END 예측 장치가 동작하는 각 단계를 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예와 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.

[0022] 이하에서는 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 END 예측 장치(100)의 개략적인 구성을 도시한 블록도이다.

[0025] 본 발명에서는 END 예측 장치(100)가 독립적으로 END의 발생 확률을 예측하는 실시예를 중심으로 서술하도록 하지만, END의 발생 확률을 예측하도록 동작하는 관련 서버와의 연동을 통해 실시예들을 수행할 수도 있다.

[0026] 즉, 일 실시예에 따른 END 예측 장치(100)와 관련 서버는 그 기능의 측면에서 통합 구현될 수 있고, 관련 서버는 생략될 수도 있으며, 어느 하나의 실시예에 제한되지 않음을 알 수 있다.

[0027] 도 1에 도시된 END 예측 장치(100)의 구성 요소들은 유선 또는 무선으로 연결되어 상호 유기적으로 동작할 수 있고, END 예측 장치(100)의 내측에 구비되거나 외측에 개별적으로 구비될 수 있다.

- [0028] 그리고, END 예측 장치(100)는, 휴대성과 이동성이 보장되는 무선 통신 장치 및 UAV(Unmanned Aerial Vehicle) 등으로 마련될 수 있고, 이러한 무선 통신 장치는 PCS(Personal Communication System), GSM(Global System for Mobile communications), PDC(Personal Digital Cellular), PHS(Personal Handyphone System), PDA(Personal Digital Assistant), IMT(International Mobile Telecommunication)-2000, CDMA(Code Division Multiple Access)-2000, W-CDMA(W-Code Division Multiple Access), Wibro(Wireless Broadband Internet) 단말, 스마트폰(smartphone), 스마트패드(smarpad), 태블릿 PC, VR(Virtual Reality)기기, HMD(Head Mounted Display) 등과 같은 모든 종류의 핸드헬드(Handheld)기반의 무선 통신 장치가 포함될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0029] 다시 도 1을 참조하면, END 예측 장치(100)는 통신부(110), 제 1 분석부(120), 제 2 분석부(130), 제 3 분석부(140) 및 최종 확률값 분석부(150)를 포함할 수 있다.
- [0030] 일 실시 예에서, 통신부(110)는 서버로부터 환자의 원본 뇌영상 및 임상 정보를 획득할 수 있다. 여기서, 서버는 병원 서버 등 환자의 의료 정보를 제공할 수 있는 서버를 포함할 수 있다. 또한, 원본 뇌영상은 환자의 뇌와 관련된, 가공되지 않은 원본 영상(예: Diffusion Weighted Image(DWI))일 수 있고, 뇌 병변이 표시될 수 있다. 임상 정보는 환자의 나이, BMI, 공복 혈당 등을 포함할 수 있다.
- [0031] 일 실시예에 따른 제 1 분석부(120)는 뇌영상에 대한 병변 분석을 수행하는 제 1 인공지능 모델(예: 뇌영상 기반 병변 인식 딥 뉴럴 네트워크)을 포함하고, 제 1 인공지능 모델에 원본 뇌영상을 입력하여 원본 뇌영상에 대응하는 병변 영상을 출력할 수 있다.
- [0032] 구체적으로, 제 1 분석부(120)는 원본 뇌영상을 2차원의 원본 뇌영상으로 변환한 후, 변환된 2차원 원본 뇌영상에 대한 병변을 분석하기 위해 제 1 인공지능 모델에 2차원 원본 뇌영상을 입력할 수 있다. 제 1 분석부(120)는 제 1 인공지능 모델의 출력으로 병변 위치 및 병변 형상의 특징을 검출하고, 검출된 병변 위치 및 병변 형상의 특징을 표시한 3차원 병변 영상을 출력할 수 있다. 출력되는 3차원 병변 영상의 개수는 원본 뇌영상의 개수와 대응될 수 있다.
- [0033] 제 1 분석부(120)의 제 1 인공지능 모델의 구조는 도 2를 참조하여 설명하도록 한다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 제 1 인공지능 모델(121)의 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0035] 도 2에 도시된 바와 같이, 제 1 인공지능 모델(121)의 구조에는 종래의 2차원 입력 영상을 다루는 UNet 구조 혹은 3차원 입력 영상을 다루는 3DUNet 구조와 달리, 3차원의 원본 뇌영상을 입력으로 사용하여 모델 내부에서 2차원 구조로 압축한 후 병변 위치 및 병변 형상의 특징을 추출하는 추상화 과정이 존재한다. 즉, 기존의 UNet 구조와 달리 제 1 인공지능 모델(121)의 연산 과정에는 입력 영상의 차원이 3차원에서 2차원으로, 다시 2차원에서 3차원으로 변환되는 과정이 수행될 수 있다. 제 1 인공지능 모델(121)은 2차원 구조로 압축된 병변 위치 및 병변 형상의 특징을 기반으로 하여, 최종적으로 병변 위치 및 병변 형상의 특징이 표시된 3차원의 병변 영상을 최종 출력할 수 있다. 제 1 인공지능 모델(121)의 딥러닝 분석은 END 예측 장치(100) 또는 관련 서버에 저장된 학습 정보에 대한 사전 학습을 통해서 수행될 수 있다.
- [0036] 또한, 기존의 UNet의 경우 입력이 2차원 영상 1장이므로 출력도 2차원 영상 1장이지만, 원본 뇌영상의 경우 여러 장의 이미지로 구성된 3차원 영상이기 때문에, 입력과 출력 영상의 차원을 3차원으로 늘릴 수 있다. 히든 레이어는 2차원 구조 그대로 사용하여 상호 full-connection을 함으로써 3차원 영상들을 처리하면서도 네트워크의 파라미터 수를 크게 늘리지 않을 수 있다. 결과적으로 연산 속도 및 메모리 사용 효율을 확보하면서도 3차원 영상을 연산 가능하게 하여 성능과 기능 모두 향상이 가능하다.
- [0037] 일 실시예에 따른 제 2 분석부(130)는 원본 뇌영상 및 병변 영상을 제 2 인공지능 모델에 입력하여 환자의 END의 발생 확률인 제 1 확률값을 출력할 수 있다.
- [0038] 구체적으로, 제 2 분석부(130)는 원본 뇌영상과 대응하는 병변 영상을 원본 뇌영상에 이어붙이는 방식으로 합성 입력영상을 생성할 수 있다. 제 2 분석부(130)는 획득된 합성 입력영상을 제 2 인공지능 모델에 입력하여 제 1 확률값을 제 1 END 발생 확률값과 제 1 END 미발생 확률값으로 출력할 수 있다. 제 2 분석부(130)는 출력되는 제 1 END 발생 확률값과 제 1 END 미발생 확률값은 합이 1이 되도록 정규화할 수 있다.
- [0039] 이에 대해서는 도 3을 참조하여 설명하도록 한다.
- [0040] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 제 1 인공지능 모델의 구조 및 제 2 인공지능 모델(131)의 구조를 개략적으로

로 도시한 도면이다.

- [0041] 도 3을 참조하면, 제 2 인공지능 모델(131)은 원본 뇌영상과 제 1 인공지능 모델의 출력인 병변 영상 기반의 합성 입력영상을 입력으로 사용할 수 있다. 제 2 인공지능 모델(131)은 합성 입력영상에 대한 딥러닝 분석을 수행하여 제 1 END 발생 확률값과 제 1 END 미발생 확률값을 출력할 수 있다. 제 2 인공지능 모델(131)은 END 예측 장치(100) 또는 관련 서버에 저장된 학습 데이터를 통한 사전 학습을 통해 마련될 수 있다.
- [0042] 또한, 영상 분석을 위한 종래 모델은 1장의 영상을 입력으로 사용하지만, 제 2 인공지능 모델(131)은 입력되는 영상의 개수는 기설정 개수(예: 60개)만큼 입력으로 사용할 수 있도록 입력 차원이 개선된 모델이다. 또한, 제 2 인공지능 모델(131)은 입력되는 합성 입력영상에 대해 END가 발생할 경우(제 1 END 발생 확률값)와 아닌 경우(제 1 END 미발생 확률값)와 같이 2가지 경우만을 결정하도록 출력값을 종래 대비 감소시킬 수 있다.
- [0043] 또한, 제 2 분석부(130)는 제 1 END 발생 확률값과 제 1 END 미발생 확률값의 합이 1이 되도록 정규화시킬 수 있다. 이로써, 제 1 END 발생 확률값과 제 1 END 미발생 확률값이 모두 0과 1 사이의 값으로 결정될 수 있다. 예를 들면 제 1 END 발생 확률값은 0.8이고, 제 1 END 미발생 확률값은 0.2로 결정될 수 있다. 이 경우 두 값의 합은 항상 1이 되므로 END 발생 예측에 대한 확률값인 제 1 확률값을 상대적인 수치로 나타낼 수 있다.
- [0044] 일 실시예에 따른 제 3 분석부(140)는 임상 정보를 제 3 인공지능 모델에 입력하여 환자의 END의 발생 확률인 제 2 확률값을 출력할 수 있다.
- [0045] 구체적으로, 제 3 분석부(140)는 환자의 임상 정보를 제 3 인공지능 모델에 입력하여 제 2 확률값을 제 2 END 발생 확률값과 제 2 END 미발생 확률값으로 출력할 수 있다. 제 3 분석부(140)는 출력되는 제 2 END 발생 확률값과 제 2 미발생 확률값은 합이 1이 되도록 정규화할 수 있다.
- [0046] 이에 대해서는 도 4를 참조하여 설명하도록 한다.
- [0047] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제 3 인공지능 모델(141)의 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0048] 도 4를 참조하면, 제 3 분석부(140)는 나이, BMI, 공복혈당 등의 항목을 포함하는 임상 정보를 제 3 인공지능 모델(141)에 입력하여 제 2 확률값을 출력으로 획득할 수 있다. 여기서, 임상 정보는 각 환자에 대응하는 임상 정보 항목들로 구성될 수 있다. 예를 들어, 환자가 특정 조건을 만족하는 경우, 이에 대응하는 임상 정보 항목이 포함된 임상 정보가 획득될 수 있다. 특정 조건은 예를 들면 뇌질환으로 입원한 환자가 질환 관련 증상 발현 후 7일 이내 또는 이후 도착했는지 여부, IV 혈전용해제 또는 혈관 내 치료 등을 받았는지 여부 등의 각 조건들을 포함할 수 있고, 특정 조건에 만족하는지 여부에 따라 임상 정보에 포함되는 항목들이 결정될 수 있다. 제 3 인공지능 모델(141)의 딥러닝 분석은 END 예측 장치(100) 또는 관련 서버에 저장된 학습 정보에 대한 사전 학습을 통해서 수행될 수 있다.
- [0049] 또한, 제 3 인공지능 모델(141)은 총 10개의 히든 레이어 및 입력층, 출력층으로 구성될 수 있고, batchnormalization, dropout(50% 비율), Xavier initialization, Adam optimization 등의 기법을 이용하는 모델일 수 있다. 임상 정보들은 모두 숫자로 이루어질 수 있기 때문에, 상기 기법들을 이용하는 경우 출력값의 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0050] 제 3 인공지능 모델(141)은 임상 정보에 대한 분석 결과로 제 2 END 발생 확률 및 제 2 END 미발생 확률을 출력할 수 있다. 제 3 인공지능 모델(141)은 END가 발생할 경우(제 2 END 발생 확률값)와 아닌 경우(제 2 END 미발생 확률값)와 같이 2가지 경우만을 결정하도록 출력값을 종래 대비 감소시킬 수 있다.
- [0051] 또한, 제 3 분석부(140)는 제 2 END 발생 확률값과 제 2 END 미발생 확률값의 합이 1이 되도록 정규화시킬 수 있다. 이로써, 제 2 END 발생 확률값과 제 2 END 미발생 확률값이 모두 0과 1 사이의 값으로 결정될 수 있다. 예를 들면 제 2 END 발생 확률값은 0.4이고, 제 2 END 미발생 확률값은 0.6으로 결정될 수 있다. 이 경우 두 값의 합은 항상 1이 되므로 END 발생 예측에 대한 확률값인 제 2 확률값을 상대적인 수치로 나타낼 수 있다.
- [0052] 일 실시예에 따른 최종 확률값 분석부(150)는, 제 1 확률값 및 제 2 확률값에 기초하여 환자의 END의 발생 확률인 최종 확률값을 산출할 수 있다.
- [0053] 최종 확률값 분석부(150)가 최종 확률값을 산출하는 프로세스에 대해서는 도 5를 참조하여 설명하도록 한다.
- [0054] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 제 1 인공지능 모델(121) 내지 제 3 인공지능 모델(141)을 이용하여 최종 확률값을 도출하는 전체 프로세스를 개략적으로 도시한 도면이다.

- [0055] 도 5를 참조하면, 최종 확률값 분석부(150)는 제 2 분석부(130)에서 획득된 제 1 확률값, 제 3 분석부(140)에서 획득된 제 2 확률값을 이용하여 최종 확률값을 산출하는 프로세스로 동작할 수 있다.
- [0056] 구체적으로, 최종 확률값 분석부(150)는 제 1 END 발생 확률값과 제 2 END 발생 확률값, 제 1 END 미발생 확률값과 제 2 END 미발생 확률값에 가중치를 적용한 평균값을 이용하여 최종 END 발생 확률값 및 최종 END 미발생 확률값을 산출할 수 있다. 일반적으로 적용되는 가중치의 비율은 1:1 비율일 수 있으나, 경우에 따라 적용되는 가중치의 비율을 상이하게 결정할 수 있다.
- [0057] 최종 확률값 분석부(150)는 예를 들어 병변 영상에 표시된 병변의 위치 및 형상에 따라서 병변에 대한 위험도를 결정할 수 있고, 결정된 위험도에 기초하여 제 1 END 발생 확률값에 적용되는 가중치를 가변적으로 결정할 수 있다.
- [0058] 또한, 예를 들어 환자의 특성(예: 나이, 관련 치료 이력 등)에 대응하도록 임상 정보의 항목에 더 높은 중요도를 부여할 수 있고, 부여한 중요도에 기초하여 가중치를 가변적으로 결정할 수 있다. 만약 환자의 특성에 따라 나이, 공복 혈당에 중요도를 높게 부여하는 경우, 중요도에 기초하여 결정된 제 2 END 발생 확률값에 적용할 가중치를 가변적으로 결정할 수 있다.
- [0059] 제 1 END 미발생 확률값과 제 2 END 미발생 확률값에 적용되는 가중치는 상기 방식과 반대되는 방식이 적용되어 결정될 수 있다.
- [0060] 최종 확률값 분석부(150)는 가중치가 적용된 제 1 END 발생 확률값과 제 2 END 발생 확률값의 평균값으로 최종 END 발생 확률값을 산출하고, 제 1 END 미발생 확률값과 제 2 END 미발생 확률값의 평균값으로 최종 END 미발생 확률값을 산출할 수 있다.
- [0061] 예를 들어, 제 1 END 발생 확률값이 0.8, 제 1 END 미발생 확률값이 0.2이고, 제 2 END 발생 확률값이 0.4, 제 2 END 미발생 확률값이 0.6인 경우, $(0.8+0.4) \times 2=0.6$ 이 되어 최종 END 발생 확률값은 60%로 결정될 수 있고, $(0.2+0.6) \times 2=0.4$ 가 되어 최종 END 미발생 확률값은 40%로 결정될 수 있다.
- [0062] 전술한 실시 예에 따르면, END 예측 장치(100)는 결과적으로 제 1 내지 제 3 인공지능 모델(141)의 출력값을 앙상블 기법을 이용하여 최종 확률값을 획득하는 구성으로 볼 수 있다. 이 경우, 복수의 인공지능 모델의 조합을 통해 산출되는 최종 확률값의 정확도는 종래 기술 대비 현저히 향상될 수 있다.
- [0063] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 END 예측 장치가 동작하는 각 단계를 도시한 흐름도이다.
- [0064] 본 발명의 일 실시예에 따른 END 예측 방법은 도 1에 도시된 END 예측 장치(100)와 실질적으로 동일한 구성 상에서 진행되므로, 도 1의 END 예측 장치(100)와 동일한 구성요소에 대해 동일한 도면 부호를 부여하고, 반복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0065] 본 발명의 END 예측 방법은 원본 뇌영상 및 임상 정보를 획득하는 단계(S210), 원본 뇌영상의 병변 영상을 출력하는 단계(S220), 제 1 확률값을 출력하는 단계(S230), 제 2 확률값을 출력하는 단계(S240) 및 최종 확률값을 산출하는 단계(S250)를 포함할 수 있다.
- [0066] 원본 뇌영상 및 임상 정보를 획득하는 단계(S210)는 서버로부터 환자의 원본 뇌영상 및 임상 정보를 통신부(110)를 통해 획득하는 단계일 수 있다.
- [0067] 원본 뇌영상의 병변 영상을 출력하는 단계(S220)는 제 1 분석부(120)를 통해 뇌영상에 대한 병변 분석을 수행하는 제 1 인공지능 모델에 원본 뇌영상을 입력하여 원본 뇌영상에 대응하는 병변 영상을 출력하는 단계일 수 있다.
- [0068] 또한, 원본 뇌영상의 병변 영상을 출력하는 단계(S220)는 제 1 분석부(120)가 원본 뇌영상을 2차원 원본 뇌영상으로 변환하고, 제 1 인공지능 모델을 통해 2차원 원본 뇌영상에 대한 병변 분석을 수행하여 병변 위치 및 병변 형상의 특징을 검출하고, 검출된 병변 위치 및 병변 형상의 특징을 표시한 3차원 병변 영상을 출력할 수 있다.
- [0069] 한편, 제 1 확률값을 출력하는 단계(S230)는 제 2 분석부(130)를 통해 원본 뇌영상 및 병변 영상을 제 2 인공지능 모델에 입력하여 환자의 END의 발생 확률인 제 1 확률값을 출력하는 단계일 수 있다.
- [0070] 또한, 제 1 확률값을 출력하는 단계(S230)는 제 2 분석부(130)가 원본 뇌영상과 대응하는 병변 영상을 원본 뇌영상에 이어붙여 합성 입력영상을 생성하고, 합성 입력영상을 제 2 인공지능 모델에 입력하여 제 1 확률값을 제 1 END 발생 확률값과 제 1 END 미발생 확률값으로 출력하고, 제 1 END 발생 확률값과 제 1 END 미발생 확률값의

합을 1이 되도록 정규화할 수 있다.

- [0071] 한편, 제 2 확률값을 출력하는 단계(S240)는 제 3 분석부(140)를 통해 임상 정보를 제 3 인공지능 모델에 입력하여 환자의 END의 발생 확률인 제 2 확률값을 출력하는 단계일 수 있다.
- [0072] 또한, 제 2 확률값을 출력하는 단계(S240)는 제 3 분석부(140)가 임상 정보를 제 3 인공지능 모델에 입력하여 제 2 확률값을 제 2 END 발생 확률값과 제 2 END 미발생 확률값으로 출력하고, 제 2 END 발생 확률값과 제 2 END 미발생 확률값의 합을 1이 되도록 정규화할 수 있다.
- [0073] 최종 확률값을 산출하는 단계(S250)는 최종 확률값 분석부(150)를 통해 제 1 확률값 및 제 2 확률값에 기초하여 환자의 END의 발생 확률인 최종 확률값을 산출하는 단계일 수 있다.
- [0074] 또한, 최종 확률값을 산출하는 단계(S250)는 최종 확률값 분석부(150)가 제 1 END 발생 확률값과 제 2 END 발생 확률값에 가중치를 적용한 평균값으로 최종 END 발생 확률값을 산출하고, 제 1 END 미발생 확률값과 제 2 END 미발생 확률값에 가중치를 적용한 평균값으로 최종 END 미발생 확률값을 산출할 수 있다.
- [0075] 이와 같은 본 발명의 END 예측 방법은 다양한 컴퓨터 구성요소를 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령어의 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령어, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.
- [0076] 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록되는 프로그램 명령어는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0077] 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체의 예에는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD 와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령어를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.
- [0078] 프로그램 명령어의 예에는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함된다. 상기 하드웨어 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0080] 이상에서는 본 발명의 다양한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

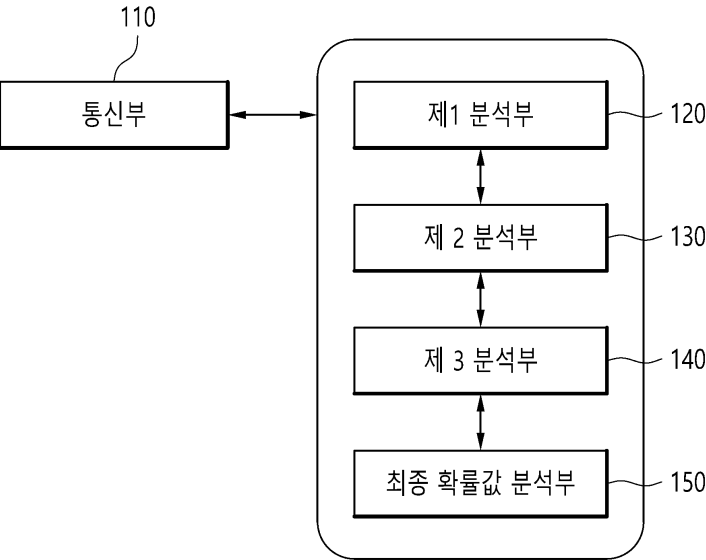
부호의 설명

- [0081] 100: END 예측 장치
- 110: 통신부
- 120: 제 1 분석부
- 121: 제 1 인공지능 모델
- 130: 제 2 분석부
- 131: 제 2 인공지능 모델
- 140: 제 3 분석부
- 141: 제 3 인공지능 모델
- 150: 최종 확률값 분석부

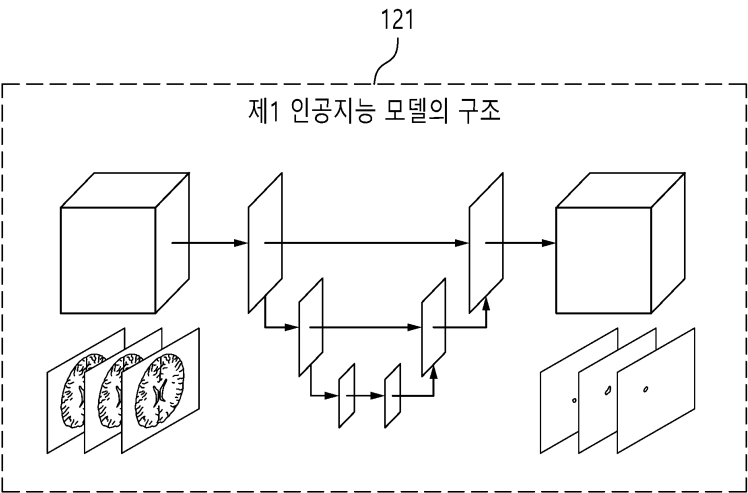
도면

도면1

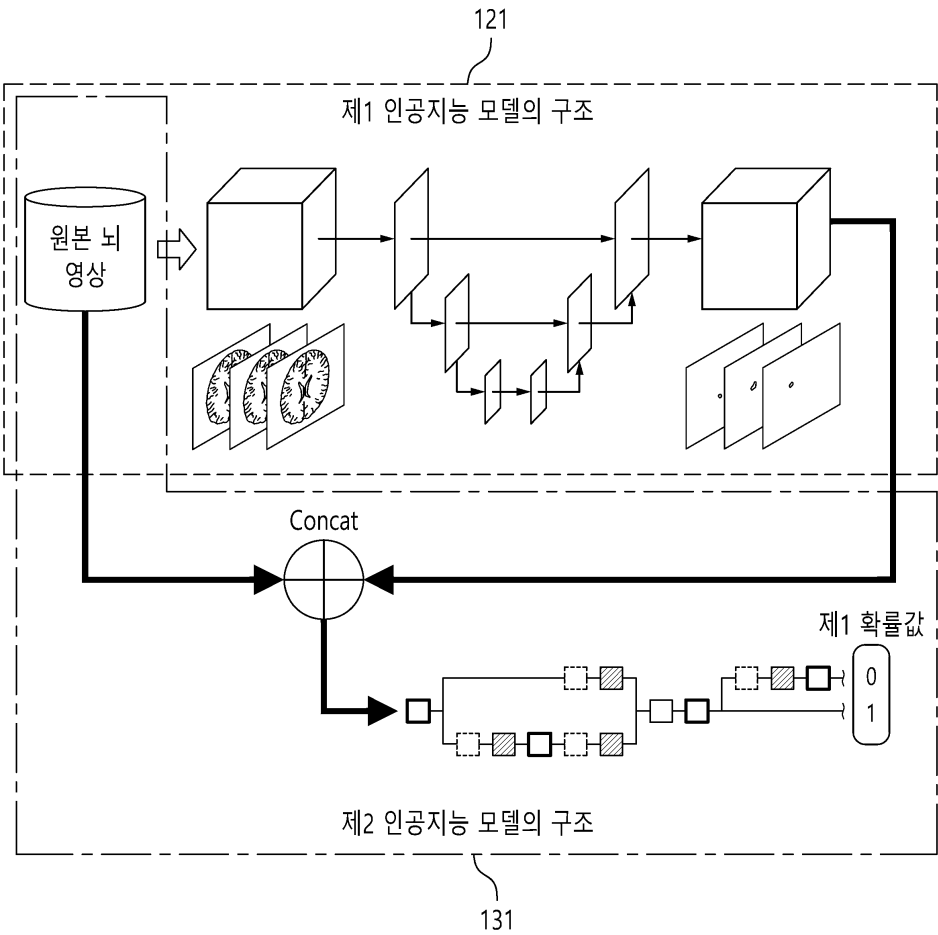
100



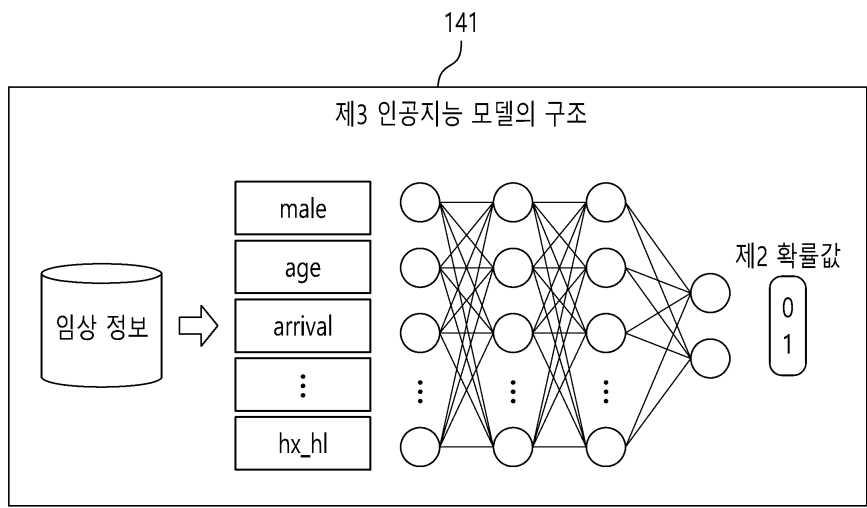
도면2



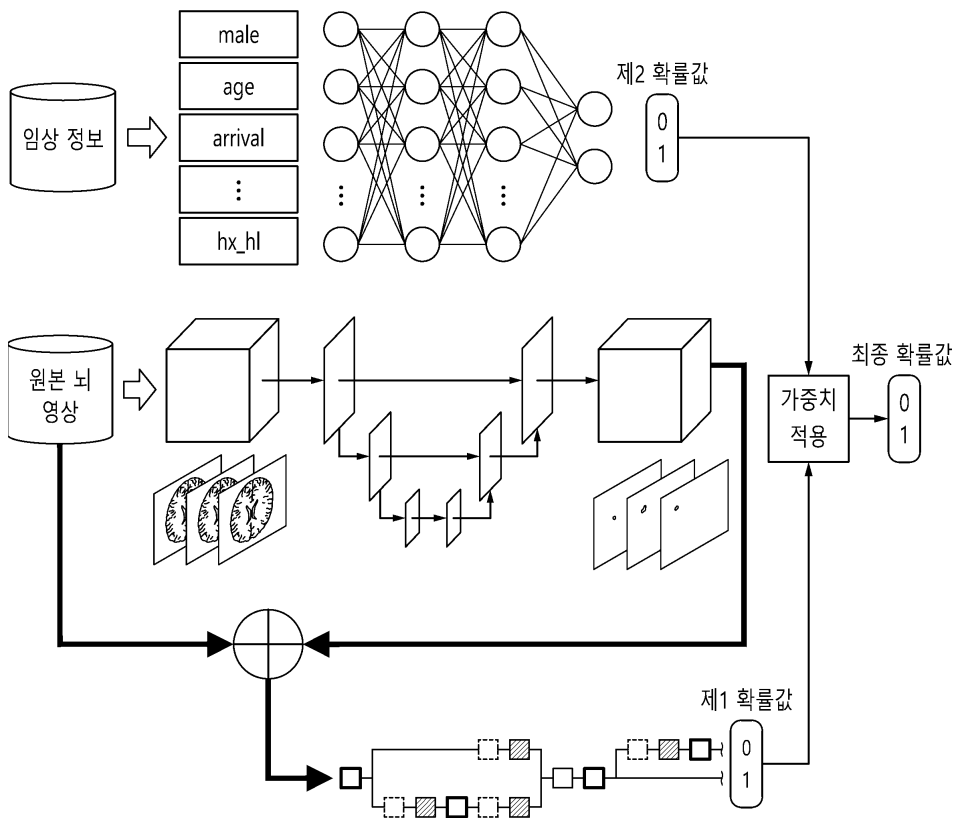
도면3



도면4



도면5



도면6

