(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년07월12일
(11) 등록번호 10-2555139
(24) 등록일자 2023년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/372 (2021.01) *A61B 5/00* (2021.01)
A61B 5/384 (2021.01) *G16H 30/40* (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/372 (2022.01)
A61B 5/0033 (2018.08)
(21) 출원번호 10-2023-0015354
(22) 출원일자 2023년02월06일
심사청구일자 2023년02월06일
(56) 선행기술조사문헌
KR102294131 B1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
김지범
경기도 광명시 광명역로 26 광명역파크자이아파트 102동 1701호
이재승
인천광역시 계양구 계산로 171
최한슬
인천광역시 서구 가현로 33
(74) 대리인
김효성

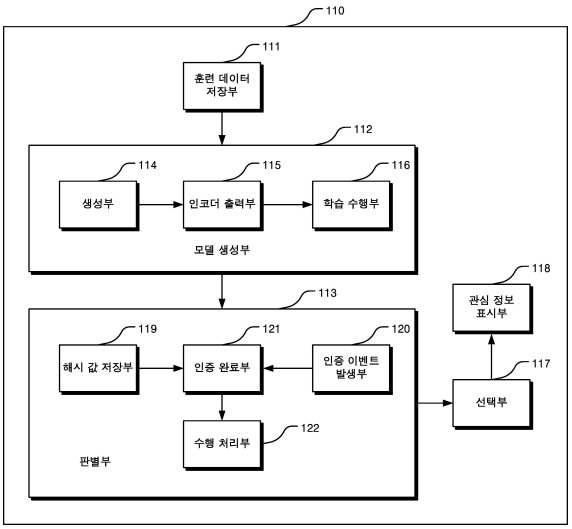
전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 박찬아

(54) 발명의 명칭 **비전 트랜스포머 모델에 기초하여 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판단을 수행하는 전자 장치 및 그 동작 방법**

(57) 요 약

본 발명은 비전 트랜스포머 모델에 기초하여 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판단을 수행하는 전자 장치 및 그 동작 방법을 제시함으로써, 뇌파 스펙트로그램을 기초로 한, 보다 정확한 뇌 진단이 가능하도록 지원할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
A61B 5/384 (2021.01)
A61B 5/7275 (2013.01)
G16H 30/40 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)

(56) 선행기술조사문헌
KR102461647 B1
Zhang X, Li H, Patient-Specific Seizure prediction from Scalp EEG Using Vision Transformer. 2022 IEEE 6th Information Technology and Mechatronics Engineering Conference(ITOEC). pp.1663~1667 (2022)*
KR102423483 B1*
Hussein R, etc., Multi-Channel Vision Transformer for Epileptic Seizure Prediction. Biomedicines. 10, 1551, pp.1~17 (2022.06.29.)*
KR102285546 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711172957
과제번호	2022R1A4A5034121
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원
연구과제명	첨단 바이오소재 기반 뇌졸중 치료 및 기전 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인천대학교
연구기간	2022.06.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

비전 트랜스포머 모델에 기초하여 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판단을 수행하는 전자 장치에 있어서,

사전 수집된 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들과 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 각각에 대응되는 정답 값이 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부; - 여기서, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중, 정상인 것으로 지정된 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값은 사전 설정된 제1 정답 값으로 지정되어 있고, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중, 비정상인 것으로 지정된 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값은 사전 설정된 제2 정답 값으로 지정되어 있음 -

상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중 어느 하나의 뇌파 스펙트로그램 이미지를 선정하여, 상기 선정된 뇌파 스펙트로그램 이미지와 그에 대응되는 정답 값을 기초로, 비전 트랜스포머(Vision Transformer) 모델을 학습시키는 과정을, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부를 판별하기 위한 판별 모델을 생성하는 모델 생성부; 및

상기 비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을 기초로, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부에 대한 판별을 수행하는 판별부

를 포함하고,

상기 모델 생성부는

상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중 어느 하나인 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지가 선정됨에 따라, 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 학습 과정이 수행되어야 하는 순서가 되는 경우, 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지를, 사전 설정된 가로/세로 길이를 갖는 이미지 패치 단위로 분할하여, 복수의 제1 이미지 패치들을 생성하는 생성부;

상기 복수의 제1 이미지 패치들 각각에 대한 임베딩 벡터와, 정답 예측에 사용하기 위한 클래스 토큰(token)을 생성하고, 상기 클래스 토큰과 상기 복수의 제1 이미지 패치들 각각에 대한 임베딩 벡터가 순차적으로 나열된 형태를 갖도록 하기 위한 포지셔널 임베딩을 수행함으로써 제1 임베딩 입력을 생성한 후, 상기 제1 임베딩 입력을, 상기 비전 트랜스포머 모델을 구성하는 트랜스포머 인코더에 입력으로 인가하여, 제1 인코더 출력을 산출하는 인코더 출력부; 및

상기 제1 인코더 출력으로부터, 상기 클래스 토큰과 대응되는 부분의 출력만을 분리 추출하여 다층 퍼셉트론(Multi Layer Perceptron: MLP)에 입력으로 인가함으로써 예측 값을 산출한 후, 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값과 상기 예측 값 간의 오차가 최소가 되도록 학습을 수행하는 학습 수행부

를 포함하고,

이때, 상기 판별부는

상기 비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을, 상기 제1 정답 값 및 상기 제2 정답 값과 비교하여, 상기 제1 정답 값과 상기 출력 값 간의 오차가, 상기 제2 정답 값과 상기 출력 값 간의 오차보다 작은 것으로 확인되는 경우, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 정상에 해당되는 뇌파 스펙트로그램 이미지인 것으로 판별하고, 상기 제2 정답 값과 상기 출력 값 간의 오차가, 상기 제1 정답 값

과 상기 출력 값 간의 오차보다 작은 것으로 확인되는 경우, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 비정상에 해당되는 뇌파 스펙트로그램 이미지인 것으로 판별하는 것을 특징으로 하며,

이때, 상기 전자 장치는

상기 판별부를 통해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 입력으로 인가됨에 따라, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 상기 이미지 패치 단위로의 분할이 수행된 결과, 복수의 제2 이미지 패치들이 생성되었다고 하는 경우, 상기 판별부를 통해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부의 판별이 완료되면, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부의 판별이 수행되는 과정에서 상기 트랜스포머 인코더를 통해 산출된, 상기 클래스 토큰을 쿼리로 하였을 경우에 대한, 상기 복수의 제2 이미지 패치들과의 셀프 어텐션 값을 확인하여, 상기 복수의 제2 이미지 패치들 중, 상기 셀프 어텐션 값이 최대인 제1 이미지 패치를 선택하는 선택부; 및

상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에서, 상기 제1 이미지 패치가 위치하는 지점을, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에서의 관심 영역 정보로서 추출하여, 화면 상에 표시하는 관심 정보 표시부

를 더 포함하는 전자 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 학습 수행부는

상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값과 상기 예측 값 간의 오차를 표상하는 손실 값을 산출하기 위한 사전 지정된 손실 함수를 이용하여, 상기 손실 값을 산출한 후, 상기 손실 값이 최소가 되도록 역전파(Backpropagation) 처리를 수행하는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 판별부는

학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델을 이용할 수 있는 사용자임을 인증하기 위한, 사전 발급된 인증용 해시 값이 저장되어 있는 해시 값 저장부; - 여기서, 상기 인증용 해시 값은, 사용자에 대해 사전 발급된 p(p는 2 이상의 자연수임)자리수의 제1 인증번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로(modulo)-2 연산이 수행된 연산 결과가, 사전 설정된 해시 함수에 입력으로 인가되어 생성된 해시 값임 -

상기 비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판별을 수행하기 전에, 사용자 인증을 수행하기 위한 인증 이벤트를 발생시키는 인증 이벤트 발생부;

상기 인증 이벤트가 발생되면, 화면 상에, 사용자 인증을 위한 인증번호를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시한 후, 사용자에 의해, 상기 제1 인증번호가 입력되면, 상기 제1 인증번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행하였을 때의 연산 결과를, 상기 해시 함수에 입력으로 인가하여 제1 해시 값을 생성하고, 상기 제1 해시 값이 상기 인증용 해시 값과 일치하는지 확인하여, 양 해시 값이 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자 인증을 완료 처리하는 인증 완료부; 및

사용자 인증이 완료 처리되면, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을 기초로, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부에 대한 판별을 수행하는 수행 처리부

를 포함하는 전자 장치.

청구항 7

비전 트랜스포머 모델에 기초하여 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판단을 수행하는 전자 장치에 의해서 수행되는 동작 방법에 있어서,

사전 수집된 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들과 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 각각에 대응되는 정답 값이 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부를 유지하는 단계; - 여기서, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중, 정상인 것으로 지정된 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값은 사전 설정된 제1 정답 값으로 지정되어 있고, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중, 비정상인 것으로 지정된 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값은 사전 설정된 제2 정답 값으로 지정되어 있음 -

상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중 어느 하나의 뇌파 스펙트로그램 이미지를 선정하여, 상기 선정된 뇌파 스펙트로그램 이미지와 그에 대응되는 정답 값을 기초로, 비전 트랜스포머(Vision Transformer) 모델을 학습시키는 과정을, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부를 판별하기 위한 판별 모델을 생성하는 단계; 및

상기 비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을 기초로, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부에 대한 판별을 수행하는 단계

를 포함하고,

상기 판별 모델을 생성하는 단계는

상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중 어느 하나인 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지가 선정됨에 따라, 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 학습 과정이 수행되어야 하는 순서가 되는 경우, 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지를, 사전 설정된 가로/세로 길이를 갖는 이미지 패치 단위로 분할하여, 복수의 제1 이미지 패치들을 생성하는 단계;

상기 복수의 제1 이미지 패치들 각각에 대한 임베딩 벡터와, 정답 예측에 사용하기 위한 클래스 토큰(token)을 생성하고, 상기 클래스 토큰과 상기 복수의 제1 이미지 패치들 각각에 대한 임베딩 벡터가 순차적으로 나열된 형태를 갖도록 하기 위한 포지셔널 임베딩을 수행함으로써 제1 임베딩 입력을 생성한 후, 상기 제1 임베딩 입력을, 상기 비전 트랜스포머 모델을 구성하는 트랜스포머 인코더에 입력으로 인가하여, 제1 인코더 출력을 산출하는 단계; 및

상기 제1 인코더 출력으로부터, 상기 클래스 토큰과 대응되는 부분의 출력만을 분리 추출하여 다층 퍼셉트론(Multi Layer Perceptron: MLP)에 입력으로 인가함으로써 예측 값을 산출한 후, 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값과 상기 예측 값 간의 오차가 최소가 되도록 학습을 수행하는 단계

를 포함하고,

이때, 상기 판별을 수행하는 단계는

상기 비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을, 상기 제1 정답 값 및 상기 제2 정답 값과 비교하여, 상기 제1 정답 값과 상기 출력 값 간의 오차가, 상기 제2 정답 값과 상기 출력 값 간의 오차보다 작은 것으로 확인되는 경우, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 정상에 해당되는 뇌파 스펙트로그램 이미지인 것으로 판별하고, 상기 제2 정답 값과 상기 출력 값 간의 오차가, 상기 제1 정답 값

과 상기 출력 값 간의 오차보다 작은 것으로 확인되는 경우, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 비정상에 해당되는 뇌파 스펙트로그램 이미지인 것으로 판별하는 것을 특징으로 하며,

이때, 상기 전자 장치에 의해서 수행되는 동작 방법은

상기 판별을 수행하는 단계를 통해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 입력으로 인가됨에 따라, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 상기 이미지 패치 단위로의 분할이 수행된 결과, 복수의 제2 이미지 패치들이 생성되었다고 하는 경우, 상기 판별을 수행하는 단계를 통해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부의 판별이 완료되면, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부의 판별이 수행되는 과정에서 상기 트랜스포머 인코더를 통해 산출된, 상기 클래스 토큰을 쿼리로 하였을 경우에 대한, 상기 복수의 제2 이미지 패치들과의 셀프 어텐션 값을 확인하여, 상기 복수의 제2 이미지 패치들 중, 상기 셀프 어텐션 값이 최대인 제1 이미지 패치를 선택하는 단계; 및

상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에서, 상기 제1 이미지 패치가 위치하는 지점을, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에서의 관심 영역 정보로서 추출하여, 화면 상에 표시하는 단계

를 더 포함하는 전자 장치에 의해서 수행되는 동작 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 학습을 수행하는 단계는

상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값과 상기 예측 값 간의 오차를 표상하는 손실 값을 산출하기 위한 사전 지정된 손실 함수를 이용하여, 상기 손실 값을 산출한 후, 상기 손실 값이 최소가 되도록 역전파(Backpropagation) 처리를 수행하는 것을 특징으로 하는 전자 장치에 의해서 수행되는 동작 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 판별을 수행하는 단계는

학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델을 이용할 수 있는 사용자임을 인증하기 위한, 사전 발급된 인증용 해시 값이 저장되어 있는 해시 값 저장부를 유지하는 단계; - 여기서, 상기 인증용 해시 값은, 사용자에 대해 사전 발급된 p(p는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 인증번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로(modulo)-2 연산이 수행된 연산 결과가, 사전 설정된 해시 함수에 입력으로 인가되어 생성된 해시 값임 -

상기 비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판별을 수행하기 전에, 사용자 인증을 수행하기 위한 인증 이벤트를 발생시키는 단계;

상기 인증 이벤트가 발생되면, 화면 상에, 사용자 인증을 위한 인증번호를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시한 후, 사용자에 의해, 상기 제1 인증번호가 입력되면, 상기 제1 인증번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행하였을 때의 연산 결과를, 상기 해시 함수에 입력으로 인가하여 제1 해시 값을 생성하고, 상기 제1 해시 값이 상기 인증용 해시 값과 일치하는지 확인하여, 양 해시 값이 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자 인증을 완료 처리하는 단계; 및

사용자 인증이 완료 처리되면, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램

이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을 기초로, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부에 대한 판별을 수행하는 단계

를 포함하는 전자 장치의 의해서 수행되는 동작 방법.

청구항 13

제7항, 제9항 또는 제12항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

청구항 14

제7항, 제9항 또는 제12항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 비전 트랜스포머 모델에 기초하여 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판단을 수행하는 전자 장치 및 그 동작 방법에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근, 뇌 건강의 중요성이 증대되면서, 뇌 질환과 관련된 다양한 진단 방법이 등장하고 있다. 이러한 뇌 질환을 진단하는 방법 중 하나로, 뇌파를 분석하는 방법도 존재한다.

[0003] 뇌파를 분석하는 방법으로, 뇌파의 스펙트럼을 분석하는 방법이 주로 활용될 수 있는데, 이러한 뇌파의 스펙트럼을 시각적으로 표현한 것이, 뇌파 스펙트로그램이다.

[0004] 뇌파 스펙트로그램은 도 1에 도시된 그림과 같이, 뇌파의 스펙트럼을 시각적으로 표현한 것으로서, 가로축이 시간, 세로축이 주파수를 의미한다.

[0005] 최근에는 소정의 훈련 데이터를 기초로 결과를 예측하기 위한 학습 모델을 만들 수 있는 기계학습 기반의 인공지능 기술이 등장하고 있다는 점에서, 뇌파 스펙트로그램 이미지로부터, 뇌에 이상이 있는지 여부를 판별하는 모델의 설계도 고려할 수 있다.

[0006] 특히, 선행기술문헌인 "Alexey Dosovitskiy et al., "AN IMAGE IS WORTH 16X16 WORDS: TRANSFORMERS FOR IMAGE RECOGNITION AT SCALE", In ICLR, 2021."에서는 비전 트랜스포머(Vision Transformer)라는 모델을 제시하고 있는데, 이 모델은 이미지를 소정의 패치 단위로 분할하여 시퀀스의 형태로 구성한 후, 이 이미지 패치 시퀀스를, 기존의 트랜스포머 모델의 트랜스포머 인코더에 입력으로 인가하여, 그에 따른 출력 값으로부터 클래스를 분류해 내는 특징을 갖는 모델이다.

[0007] 비전 트랜스포머 모델은 기존의 합성곱 신경망과 달리, 트랜스포머 인코더를 통해, 분할된 이미지 패치들에 대한 셀프 어텐션(self attention)을 수행한다는 점에서, 입력 이미지를 소정의 이미지 패치들로 분할하였을 때, 각 이미지 패치 간의 연관성을 고려할 수 있어서, 기존의 합성곱 신경망보다 높은 예측 성능을 보여주는 특징을 가지고 있다.

[0008] 따라서, 뇌파 스펙트로그램 이미지를 이용하여 해당 뇌파의 상태가 정상인지 비정상인지 여부를 판별하는 모델을 구성하는 데에 있어서도 이 비전 트랜스포머 모델을 이용하는 것을 고려할 수 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0009] (비특허문헌 0001) Alexey Dosovitskiy et al., "AN IMAGE IS WORTH 16X16 WORDS: TRANSFORMERS FOR IMAGE RECOGNITION AT SCALE", In ICLR, 2021.

(비특허문헌 0002) Ashish Vaswani et al., "Attention Is All You Need", In NIPS, 2017.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 비전 트랜스포머 모델에 기초하여 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판단을 수행하는 전자 장치 및 그 동작 방법을 제시함으로써, 뇌파 스펙트로그램을 기초로 한, 보다 정확한 뇌 진단이 가능하도록 지원하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일실시예에 따른 비전 트랜스포머 모델에 기초하여 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판단을 수행하는 전자 장치는 사전 수집된 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들과 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 각각에 대응되는 정답 값 - 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중, 정상인 것으로 지정된 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값은 사전 설정된 제1 정답 값으로 지정되어 있고, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중, 비정상인 것으로 지정된 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값은 사전 설정된 제2 정답 값으로 지정되어 있음 - 이 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부, 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중 어느 하나의 뇌파 스펙트로그램 이미지를 선정하여, 상기 선정된 뇌파 스펙트로그램 이미지와 그에 대응되는 정답 값을 기초로, 비전 트랜스포머(Vision Transformer) 모델을 학습시키는 과정을, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부를 판별하기 위한 판별 모델을 생성하는 모델 생성부 및 상기 비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을 기초로, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부에 대한 판별을 수행하는 판별부를 포함한다.

[0012] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 비전 트랜스포머 모델에 기초하여 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판단을 수행하는 전자 장치의 동작 방법은 사전 수집된 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들과 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 각각에 대응되는 정답 값 - 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중, 정상인 것으로 지정된 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값은 사전 설정된 제1 정답 값으로 지정되어 있고, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중, 비정상인 것으로 지정된 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값은 사전 설정된 제2 정답 값으로 지정되어 있음 - 이 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부를 유지하는 단계, 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중 어느 하나의 뇌파 스펙트로그램 이미지를 선정하여, 상기 선정된 뇌파 스펙트로그램 이미지와 그에 대응되는 정답 값을 기초로, 비전 트랜스포머(Vision Transformer) 모델을 학습시키는 과정을, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부를 판별하기 위한 판별 모델을 생성하는 단계 및 상기 비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을 기초로, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부에 대한 판별을 수행하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명은 비전 트랜스포머 모델에 기초하여 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판단을 수행하는 전자 장치 및 그 동작 방법을 제시함으로써, 뇌파 스펙트로그램을 기초로 한, 보다 정확한 뇌 진단이 가능하도록 지원할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 뇌파 스펙트로그램 이미지의 예시를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 비전 트랜스포머 모델에 기초하여 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판단을 수행하는 전자 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 비전 트랜스포머 모델에 기초하여 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판단을 수행하는 전자 장치의 동작 방법을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하에서는 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다. 이러한 설명은 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였으며, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 본 명세서 상에서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 사람에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다.

[0016] 본 문서에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예들에 있어서, 각 구성요소들, 기능 블록들 또는 수단들은 하나 또는 그 이상의 하부 구성요소로 구성될 수 있고, 각 구성요소들이 수행하는 전기, 전자, 기계적 기능들은 전자회로, 집적회로, ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등 공지된 다양한 소자들 또는 기계적 요소들로 구현될 수 있으며, 각각 별개로 구현되거나 2 이상이 하나로 통합되어 구현될 수도 있다.

[0017] 한편, 첨부된 블록도의 블록들이나 흐름도의 단계들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터, 휴대용 노트북 컴퓨터, 네트워크 컴퓨터 등 데이터 프로세싱이 가능한 장비의 프로세서나 메모리에 탑재되어 지정된 기능들을 수행하는 컴퓨터 프로그램 명령들(instructions)을 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 명령들은 컴퓨터 장치에 구비된 메모리 또는 컴퓨터에서 판독 가능한 메모리에 저장될 수 있기 때문에, 블록도의 블록들 또는 흐름도의 단계들에서 설명된 기능들은 이를 수행하는 명령 수단을 내포하는 제조물로 생산될 수도 있다. 아울러, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 명령들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 가능한 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 정해진 순서와 달리 실행되는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 실질적으로 동시에 수행되거나, 역순으로 수행될 수 있으며, 경우에 따라 일부 블록들 또는 단계들이 생략된 채로 수행될 수도 있다.

[0018] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 비전 트랜스포머 모델에 기초하여 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판단을 수행하는 전자 장치의 구조를 도시한 도면이다.

[0019] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 전자 장치(110)는 훈련 데이터 저장부(111), 모델 생성부(112) 및 판별부(113)를 포함한다.

[0020] 훈련 데이터 저장부(111)에는 사전 수집된 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들과 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 각각에 대응되는 정답 값이 저장되어 있다.

[0021] 여기서, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중, 정상인 것으로 지정된 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값은 사전 설정된 제1 정답 값으로 지정되어 있고, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중, 비정상인 것으로 지정된 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값은 사전 설정된 제2 정답 값으로 지정되어 있을 수 있다. 관련해서, 상기 제1 정답 값이 '1', 상기 제2 정답 값이 '0'이라고 하는 경우, 훈련 데이터 저장부(111)에는 하기의 표 1과 같이 데이터가 저장되어 있을 수 있다.

표 1

[0023]

복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들	**정답 값**
뇌파 스펙트로그램 이미지 1	1
뇌파 스펙트로그램 이미지 2	1
뇌파 스펙트로그램 이미지 3	0
...	...

[0025] 모델 생성부(112)는 훈련 데이터 저장부(111)에 저장되어 있는 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중 어느 하나의 뇌파 스펙트로그램 이미지를 선정하여, 상기 선정된 뇌파 스펙트로그램 이미지와 그에 대응되는 정답 값을 기초로, 비전 트랜스포머(Vision Transformer) 모델을 학습시키는 과정을, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램

이미지들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부를 판별하기 위한 판별 모델을 생성한다.

[0026] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 모델 생성부(112)는 생성부(114), 인코더 출력부(115) 및 학습 수행부(116)를 포함할 수 있다.

[0027] 생성부(114)는 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중 어느 하나인 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지가 선정됨에 따라, 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 학습 과정이 수행되어야 하는 순서가 되는 경우, 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지를, 사전 설정된 가로/세로 길이를 갖는 이미지 패치 단위로 분할하여, 복수의 제1 이미지 패치들을 생성한다.

[0028] 예컨대, 상기 이미지 패치 단위가 가로/세로 '3pixel'의 길이를 갖는 단위라고 하는 경우, 생성부(114)는, 상기 비전 트랜스포머 모델을 학습하는 과정에서, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중 어느 하나인 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지가 선정됨에 따라, 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 기계학습 과정이 수행되어야 하는 순서가 되는 경우, 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지를, 가로/세로 '3pixel'의 길이를 갖는 이미지 패치 단위로 분할함으로써, 복수의 제1 이미지 패치들을 생성할 수 있다. 즉, 생성부(114)는 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지를 바둑판 형태로 분할함으로써, 상기 복수의 제1 이미지 패치들을 생성할 수 있다.

[0029] 인코더 출력부(115)는 상기 복수의 제1 이미지 패치들 각각에 대한 임베딩 벡터와, 정답 예측에 사용하기 위한 클래스 토큰(token)을 생성하고, 상기 클래스 토큰과 상기 복수의 제1 이미지 패치들 각각에 대한 임베딩 벡터가 순차적으로 나열된 형태를 갖도록 하기 위한 포지셔널 임베딩을 수행함으로써 제1 임베딩 입력을 생성한 후, 상기 제1 임베딩 입력을, 상기 비전 트랜스포머 모델을 구성하는 트랜스포머 인코더에 입력으로 인가하여, 제1 인코더 출력을 산출한다.

[0030] 관련해서, 인코더 출력부(115)는, 생성부(114)를 통해, 상기 복수의 제1 이미지 패치들이 생성되면, 상기 복수의 제1 이미지 패치들 각각에 대해 flatten을 수행함으로써, 상기 복수의 제1 이미지 패치들 각각에 대응되는 임베딩 벡터를 생성할 수 있다.

[0031] 그러고 나서, 인코더 출력부(115)는 상기 복수의 제1 이미지 패치들 각각의 임베딩 벡터와 동일한 길이를 갖는 소정의 클래스 토큰을 랜덤하게 생성할 수 있다. 이때, 이 클래스 토큰은, 비전 트랜스포머 모델을 학습하는 과정에서, 함께 학습이 수행되는 토큰이다.

[0032] 그 이후, 인코더 출력부(115)는 상기 복수의 제1 이미지 패치들을, 상기 복수의 제1 이미지 패치들의 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에서의 위치를 기초로 순차적으로 나열된 형식의 시퀀스로 구성할 수 있다. 관련해서, 인코더 출력부(115)는 상기 복수의 제1 이미지 패치들을, 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에서 좌측 상단에서 우측 하단의 순서로 나열한 시퀀스로 구성할 수 있다. 그리고, 인코더 출력부(115)는 상기 클래스 토큰을 상기 시퀀스의 제일 앞단에 배치하여, 상기 비전 트랜스포머 모델을 구성하는 트랜스포머 인코더에 입력으로 인가될 제1 임베딩 입력을 만들 수 있다.

[0033] 구체적으로, 인코더 출력부(115)는, 상기 클래스 토큰과, 상기 복수의 제1 이미지 패치들의 임베딩 벡터에 대해, 상기 클래스 토큰이 가장 앞단에 배치되고, 상기 복수의 제1 이미지 패치들의 임베딩 벡터가 순차적으로 나열된 형식을 갖도록 하기 위한 소정의 포지셔널 임베딩을 부가함으로써, 상기 클래스 토큰이 가장 앞단에 배치되고, 상기 복수의 제1 이미지 패치들의 임베딩 벡터가 순차적으로 나열된 형태의 행렬인 제1 임베딩 입력을 생성할 수 있다.

[0034] 이렇게, 상기 제1 임베딩 입력이 생성되면, 인코더 출력부(115)는 상기 제1 임베딩 입력을 상기 트랜스포머 인코더에 입력으로 인가할 수 있다. 여기서, 상기 트랜스포머 인코더는, 상기 제1 임베딩 입력이 인가되면, 상기 제1 임베딩 입력에 대해서 레이어 정규화(Layer Normalization)를 수행한 후, 이 결과를 기반으로, 멀티-헤드 셀프 어텐션(Multi-Head Self Attention)을 수행하도록 구성되어 있다. 멀티-헤드 셀프 어텐션이란, 셀프 어텐션을 다수회 수행하는 것을 의미한다. 관련해서, 트랜스포머 인코더는 상기 제1 임베딩 입력을 기반으로 셀프 어텐션을 수행하기 때문에, 상기 복수의 제1 이미지 패치들 각각의, 다른 이미지 패치와의 관계에 따른 소정의 어텐션 값을 산출하게 된다. 아울러, 상기 제1 임베딩 입력에는 상기 클래스 토큰도 포함되어 있으므로, 상기 트랜스포머 인코더는 상기 클래스 토큰의, 상기 복수의 제1 이미지 패치들과의 관계에 따른 소정의 어텐션 값도 산출되게 된다. 이로 인해, 상기 트랜스포머 인코더는 상기 멀티-헤드 셀프 어텐션을 통해, 상기 클래스 토큰과, 상기 복수의 제1 이미지 패치들 각각에 대한 어텐션 맵을 생성하게 되고, 상기 어텐션 맵이 생성되면, 상기 트랜스포머 인코더는, 입력으로 인가된 상기 제1 임베딩 입력에 상기 어텐션 맵을 잔차 연결(Residual

Connection)함으로써, 상기 클래스 토큰과, 상기 복수의 제1 이미지 패치들 각각에 대해, 다른 이미지 패치와의 관계에 따른 소정의 어텐션 가중치를 반영하게 된다.

[0035] 그 이후, 상기 트랜스포머 인코더는 상기 제1 임베딩 입력과 상기 어텐션 맵을 잔차 연결한 결과를 다시 레이어 정규화(Layer Normalization)하고, 그 결과를 다층 퍼셉트론(Multi Layer Perceptron: MLP)에 입력으로 인가할 수 있고, 그 다음에, 상기 다층 퍼셉트론의 출력과, 앞서 상기 제1 임베딩 입력과 상기 어텐션 맵을 잔차 연결한 결과를 다시 잔차 연결함으로써, 최종적으로 제1 인코더 출력을 산출하게 된다.

[0036] 이러한 상기 트랜스포머 인코더의 출력을 산출하는 과정은 선행기술문헌인 "Alexey Dosovitskiy et al., "AN IMAGE IS WORTH 16X16 WORDS: TRANSFORMERS FOR IMAGE RECOGNITION AT SCALE", In ICLR, 2021."에 소개되어 있다.

[0037] 학습 수행부(116)는, 인코더 출력부(115)를 통해, 상기 제1 인코더 출력이 산출되면, 상기 제1 인코더 출력으로부터, 상기 클래스 토큰과 대응되는 부분의 출력만을 분리 추출하여 다층 퍼셉트론에 입력으로 인가함으로써 예측 값을 산출한 후, 훈련 데이터 저장부(111)에 저장되어 있는 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값과 상기 예측 값 간의 오차가 최소가 되도록 학습을 수행한다.

[0038] 관련해서, 인코더 출력부(115)를 통해서 산출되는 상기 제1 인코더 출력은, 상기 제1 임베딩 입력과 동일한 크기의 행렬의 형태가 될 수 있다. 이때, 학습 수행부(116)는, 상기 제1 인코더 출력에서 상기 클래스 토큰과 대응되는 부분에 해당되는 벡터만을 분리 추출하여 상기 다층 퍼셉트론에 입력으로 인가함으로써 예측 값을 산출한 후, 훈련 데이터 저장부(111)에 저장되어 있는 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값과 상기 예측 값 간의 오차가 최소가 되도록 학습을 수행할 수 있다.

[0039] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 학습 수행부(116)는 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값과 상기 예측 값 간의 오차를 표상하는 손실 값을 산출하기 위한 사전 지정된 손실 함수를 이용하여, 상기 손실 값을 산출한 후, 상기 손실 값이 최소가 되도록 역전파(Backpropagation) 처리를 수행할 수 있다.

[0040] 관련해서, 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값이 '1'이라고 하면, 학습 수행부(116)는 상기 정답 값인 '1'과 상기 예측 값 간의 오차를 표상하는 손실 값을 산출하기 위한, 크로스 엔트로피 함수 등과 같은 소정의 손실 함수를 이용하여, 상기 손실 값을 산출한 후, 상기 손실 값이 최소가 되도록 역전파 처리를 수행할 수 있다.

[0041] 이러한 방식으로, 모델 생성부(112)는 훈련 데이터 저장부(111)에 저장되어 있는 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들과 그에 대응되는 정답 값을 기초로, 비전 트랜스포머 모델을 학습시키는 과정을 반복 수행함으로써, 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부를 판별하기 위한 판별 모델을 생성할 수 있다.

[0042] 이렇게, 모델 생성부(112)를 통해, 상기 비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 전자 장치(110) 상에, 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 판별부(113)는 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을 기초로, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부에 대한 판별을 수행한다.

[0043] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 판별부(113)는 상기 비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을, 상기 제1 정답 값 및 상기 제2 정답 값과 비교하여, 상기 출력 값이 상기 제1 정답 값에 근접한 값으로 확인되는 경우, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 정상에 해당되는 뇌파 스펙트로그램 이미지인 것으로 판별하고, 상기 출력 값이 상기 제2 정답 값에 근접한 값으로 확인되는 경우, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 비정상에 해당되는 뇌파 스펙트로그램 이미지인 것으로 판별할 수 있다.

[0044] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 전자 장치(110)는 선택부(117) 및 관심 정보 표시부(118)를 더 포함할 수 있다.

[0045] 우선, 사용자에 의해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부의 판별 명령이 인가됨에 따라, 판별부(113)를 통해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 입력으로 인가되면, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지는 앞서, 생성부(114)에서의 이미지 패치 분할과 동일한 방식으로, 상기 이미지 패치 단위로 분할이 수행될 수 있다. 이때, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트

로그램 이미지가, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 입력으로 인가됨에 따라, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 상기 이미지 패치 단위로의 분할이 수행된 결과, 복수의 제2 이미지 패치들이 생성되었다고 가정하자.

[0046] 이때, 선택부(117)는, 판별부(113)를 통해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부의 판별이 완료되면, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부의 판별이 수행되는 과정에서 상기 트랜스포머 인코더를 통해 산출된, 상기 클래스 토큰을 쿼리로 하였을 경우에 대한, 상기 복수의 제2 이미지 패치들과의 셀프 어텐션 값을 확인하여, 상기 복수의 제2 이미지 패치들 중, 상기 셀프 어텐션 값이 최대인 제1 이미지 패치를 선택한다.

[0047] 관련해서, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 상기 복수의 제2 이미지 패치들로 분할되어, 상기 트랜스포머 인코더에 입력되게 되면, 상기 트랜스포머 인코더는, 앞서 설명한 바와 같이, 클래스 토큰과, 상기 복수의 제2 이미지 패치들에 대한 셀프 어텐션을 수행하도록 구성되어 있기 때문에, 상기 클래스 토큰과, 상기 복수의 제2 이미지 패치들 각각의, 다른 이미지 패치들과의 관계에 따른 어텐션 값을 산출하게 된다. 구체적으로, 상기 트랜스포머 인코더는 상기 클래스 토큰을 쿼리로 하였을 때, 나머지 이미지 패치들과의 셀프 어텐션 값을 산출하게 되어 있고, 상기 복수의 제2 이미지 패치들 각각을 쿼리로 하였을 때, 나머지 이미지 패치들과의 셀프 어텐션 값을 산출하게 되어 있다.

[0048] 이때, 선택부(117)는 상기 트랜스포머 인코더를 통해 산출된, 상기 클래스 토큰을 쿼리로 하였을 경우에 대한, 상기 복수의 제2 이미지 패치들과의 셀프 어텐션 값을 확인한 후, 상기 복수의 제2 이미지 패치들 중, 상기 셀프 어텐션 값이 최대인 제1 이미지 패치를 선택할 수 있다. 여기서, 상기 클래스 토큰을 쿼리로 하였을 때, 상기 셀프 어텐션 값이 최대인 상기 제1 이미지 패치는, 상기 복수의 제2 이미지 패치들 중 상기 클래스 토큰과의 관계에서 연관도가 가장 높은 이미지 패치라는 의미로 받아들일 수 있다. 그리고, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 통과되어, 정상 여부 판단이 수행되는 과정에서는, 상기 클래스 토큰과 대응되는 출력만이 마지막 다층 퍼셉트론에 입력으로 인가되어, 최종 정상 여부 판단을 위한 출력 값 산출에 활용된다는 점에서, 상기 클래스 토큰은, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부 판단에 핵심적 역할을 수행한다고 볼 수 있다.

[0049] 이로 인해, 상기 클래스 토큰과의 셀프 어텐션 값이 최대인 상기 제1 이미지 패치는, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 통과시켜, 정상 여부에 대한 판단을 수행하는 과정에서, 가장 주의 깊게 고려해야 할 이미지 패치라고 볼 수 있다.

[0050] 이렇게, 선택부(117)를 통해, 상기 제1 이미지 패치의 선택이 완료되면, 관심 정보 표시부(118)는 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에서, 상기 제1 이미지 패치가 위치하는 지점을, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에서의 관심 영역 정보로서 추출하여, 화면 상에 표시한다.

[0051] 이를 통해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 기초로 뇌 상태의 정상 여부를 진단하는 사람은, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에서, 상기 제1 이미지 패치가 위치하는 지점의 주파수 정보와 시간 정보를 보다 주의 깊게 관찰함으로써, 뇌 상태에 대한 보다 정확한 진단을 수행할 수 있을 것이다.

[0052] 본 발명의 일실시예에 따르면, 전자 장치(110)는, 병원의 의료진과 같이 소정의 인증된 사용자만이, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델을 이용하여 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부를 판별할 수 있도록 하기 위한, 사용자 인증과 관련된 구성을 더 포함할 수 있다.

[0053] 이와 관련해서, 본 발명의 일실시예에 따르면, 판별부(113)는 해시 값 저장부(119), 인증 이벤트 발생부(120), 인증 완료부(121) 및 수행 처리부(122)를 포함할 수 있다.

[0054] 우선, 본 발명에서는 사용자 인증을 수행하기 위해서, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델을 이용할 수 있는 사람으로 사전 지정된 사용자에 대해, p(p는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 인증번호가 사전 발급되어 있음을 가정한다.

[0055] 이때, 해시 값 저장부(119)에는, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델을 이용할 수 있는 사용자임을 인증하기 위한, 사전 발급된 인증용 해시 값이 저장되어 있을 수 있다.

[0056] 여기서, 상기 인증용 해시 값은, 사용자에 대해 사전 발급된 p자리수의 상기 제1 인증번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로(modulo)-2 연산이 수행된 연산 결과가, 사전 설정된 해시 함수에 입력으로 인가되어 생성된 해시 값이다.

[0057] 예컨대, 상기 제1 인증번호가 '123'이라고 하는 경우, 상기 인증용 해시 값은, 상기 제1 인증번호를 구성하는 '1', '2', '3' 각각에 대해 모듈로-2 연산이 수행된 연산 결과인 '101'이 상기 해시 함수에 입력으로 인가되어 생성된 해시 값일 수 있다.

[0058] 인증 이벤트 발생부(120)는 상기 비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판별을 수행하기 전에, 사용자 인증을 수행하기 위한 인증 이벤트를 발생시킨다.

[0059] 인증 완료부(121)는 상기 인증 이벤트가 발생되면, 화면 상에, 사용자 인증을 위한 인증번호를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시한 후, 사용자에 의해, 상기 제1 인증번호가 입력되면, 상기 제1 인증번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행하였을 때의 연산 결과를, 상기 해시 함수에 입력으로 인가하여 제1 해시 값을 생성하고, 상기 제1 해시 값이 상기 인증용 해시 값과 일치하는지 확인하여, 양 해시 값이 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자 인증을 완료 처리한다.

[0060] 관련해서, 사용자에 의해, '123'이라고 하는 제1 인증번호가 인가되었다면, 인증 완료부(121)는 상기 제1 인증번호를 구성하는 '1', '2', '3' 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행하여, '101'이라는 연산 결과를 획득한 후, '101'이라는 연산 결과를 상기 하시 함수에 입력으로 인가하여 상기 제1 해시 값을 생성할 수 있다.

[0061] 그러고 나서, 인증 완료부(121)는 상기 제1 해시 값이, 해시 값 저장부(119)에 저장되어 있는 상기 인증용 해시 값과 일치하는지 확인하여, 양 해시 값이 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자에 의해 입력된 상기 제1 인증번호가 제대로 입력된 것으로 판단하고, 사용자 인증을 완료 처리할 수 있다.

[0062] 수행 처리부(122)는 사용자 인증이 완료 처리되면, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을 기초로, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부에 대한 판별을 수행한다.

[0063] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 비전 트랜스포머 모델에 기초하여 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판단을 수행하는 전자 장치의 동작 방법을 도시한 순서도이다.

[0064] 단계(S310)에서는 사전 수집된 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들과 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 각각에 대응되는 정답 값(상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중, 정상인 것으로 지정된 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값은 사전 설정된 제1 정답 값으로 지정되어 있고, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중, 비정상인 것으로 지정된 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값은 사전 설정된 제2 정답 값으로 지정되어 있음)이 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부를 유지한다.

[0065] 단계(S320)에서는 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중 어느 하나의 뇌파 스펙트로그램 이미지를 선정하여, 상기 선정된 뇌파 스펙트로그램 이미지와 그에 대응되는 정답 값을 기초로, 비전 트랜스포머 모델을 학습시키는 과정을, 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부를 판별하기 위한 판별 모델을 생성한다.

[0066] 단계(S330)에서는 상기 비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을 기초로, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부에 대한 판별을 수행한다.

[0067] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S320)에서는 상기 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중 어느 하나인 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지가 선정됨에 따라, 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 학습 과정이 수행되어야 하는 순서가 되는 경우, 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지를, 사전 설정된 가로/세로 길이를 갖는 이미지 패치 단위로 분할하여, 복수의 제1 이미지 패치들을 생성하는 단계, 상기 복수의 제1 이미지 패치들 각각에 대한 임베딩 벡터와, 정답 예측에 사용하기 위한 클래스 토큰을 생성하고, 상기 클래스 토큰과 상기 복수의 제1 이미지 패치들 각각에 대한 임베딩 벡터가 순차적으로 나열된 형태를 갖도록 하기 위한 포지셔널 임베딩을 수행함으로써 제1 임베딩 입력을 생성한 후, 상기 제1 임베딩 입력을, 상기 비전 트랜스포머 모델을 구성하는 트랜스포머 인코더에 입력으로 인가하여, 제1 인코더 출력을 산출하는 단계 및 상기 제1 인코더 출력으로부터, 상기 클래스 토큰과 대응되는 부분의 출력만을 분리 추출하여 다층 퍼셉트론에 입력으로 인가함으로써 예측 값을 산출한 후, 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정

답 값과 상기 예측 값 간의 오차가 최소가 되도록 학습을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0068] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 학습을 수행하는 단계는 상기 제1 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대응되는 정답 값과 상기 예측 값 간의 오차를 표상하는 손실 값을 산출하기 위한 사전 지정된 손실 함수를 이용하여, 상기 손실 값을 산출한 후, 상기 손실 값이 최소가 되도록 역전파 처리를 수행할 수 있다.

[0069] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S330)에서는 상기 비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을, 상기 제1 정답 값 및 상기 제2 정답 값과 비교하여, 상기 출력 값이 상기 제1 정답 값에 근접한 값으로 확인되는 경우, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 정상에 해당되는 뇌파 스펙트로그램 이미지인 것으로 판별하고, 상기 출력 값이 상기 제2 정답 값에 근접한 값으로 확인되는 경우, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 비정상에 해당되는 뇌파 스펙트로그램 이미지인 것으로 판별할 수 있다.

[0070] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 전자 장치의 동작 방법은, 단계(S330)을 통해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 입력으로 인가됨에 따라, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 상기 이미지 패치 단위로의 분할이 수행된 결과, 복수의 제2 이미지 패치들이 생성되었다고 하는 경우, 단계(S330)을 통해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부의 판별이 완료되면, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부의 판별이 수행되는 과정에서 상기 트랜스포머 인코더를 통해 산출된, 상기 클래스 토큰을 쿼리로 하였을 경우에 대한, 상기 복수의 제2 이미지 패치들과의 셀프 어텐션 값을 확인하여, 상기 복수의 제2 이미지 패치들 중, 상기 셀프 어텐션 값이 최대인 제1 이미지 패치를 선택하는 단계 및 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에서, 상기 제1 이미지 패치가 위치하는 지점을, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에서의 관심 영역 정보로서 추출하여, 화면 상에 표시하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0071] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S330)에서는 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델을 이용할 수 있는 사용자임을 인증하기 위한, 사전 발급된 인증용 해시 값(상기 인증용 해시 값은, 사용자에 대해 사전 발급된 p(p는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 인증번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산이 수행된 연산 결과가, 사전 설정된 해시 함수에 입력으로 인가되어 생성된 해시 값임)이 저장되어 있는 해시 값 저장부를 유지하는 단계, 상기 비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지에 대한 정상 여부 판별을 수행하기 전에, 사용자 인증을 수행하기 위한 인증 이벤트를 발생시키는 단계, 상기 인증 이벤트가 발생되면, 화면 상에, 사용자 인증을 위한 인증번호를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시한 후, 사용자에 의해, 상기 제1 인증번호가 입력되면, 상기 제1 인증번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행하였을 때의 연산 결과를, 상기 해시 함수에 입력으로 인가하여 제1 해시 값을 생성하고, 상기 제1 해시 값이 상기 인증용 해시 값과 일치하는지 확인하여, 양 해시 값이 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자 인증을 완료 처리하는 단계 및 사용자 인증이 완료 처리되면, 학습이 완료된 상기 비전 트랜스포머 모델에 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을 기초로, 상기 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부에 대한 판별을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0072] 이상, 도 3을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법에 대해 설명하였다. 여기서, 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법은 도 2를 이용하여 설명한 전자 장치(110)의 동작에 대한 구성과 대응될 수 있으므로, 이에 대한 보다 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0073] 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법은 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.

[0074] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는

컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0075] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0076] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0077] 110: 전자 장치

111: 훈련 데이터 저장부 112: 모델 생성부

113: 판별부 114: 생성부

115: 인코더 출력부 116: 학습 수행부

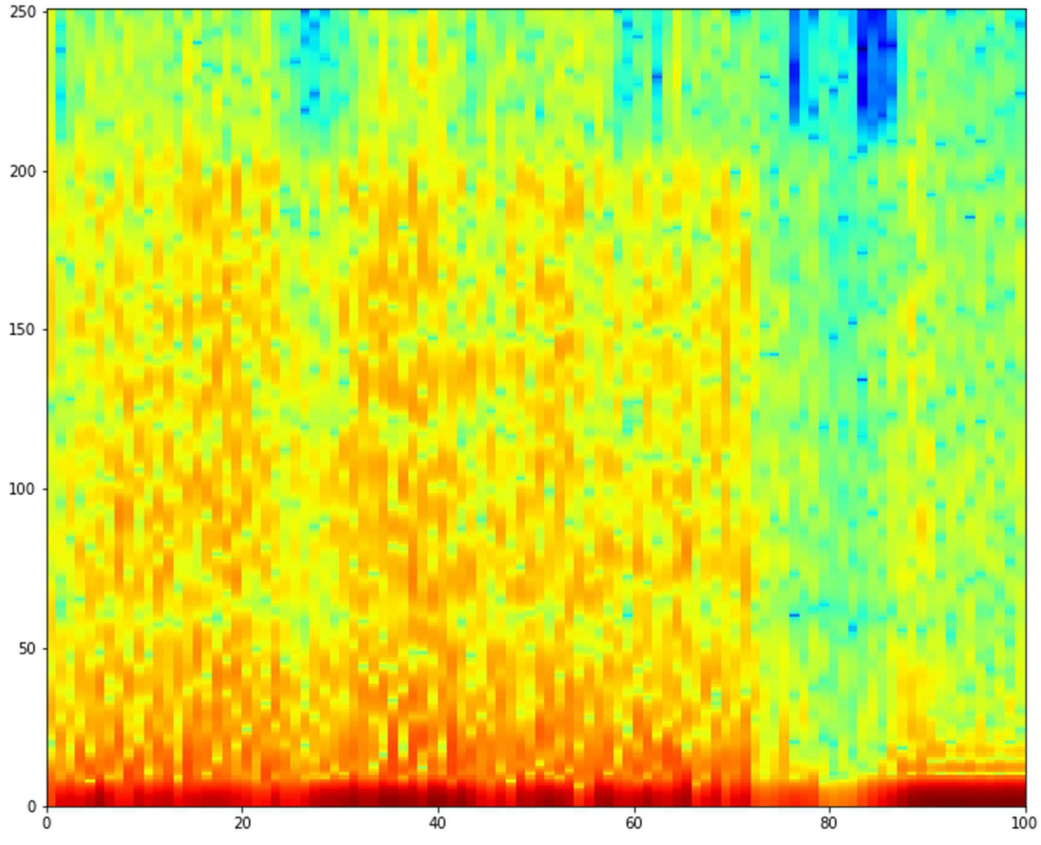
117: 선택부 118: 관심 정보 표시부

119: 해시 값 저장부 120: 인증 이벤트 발생부

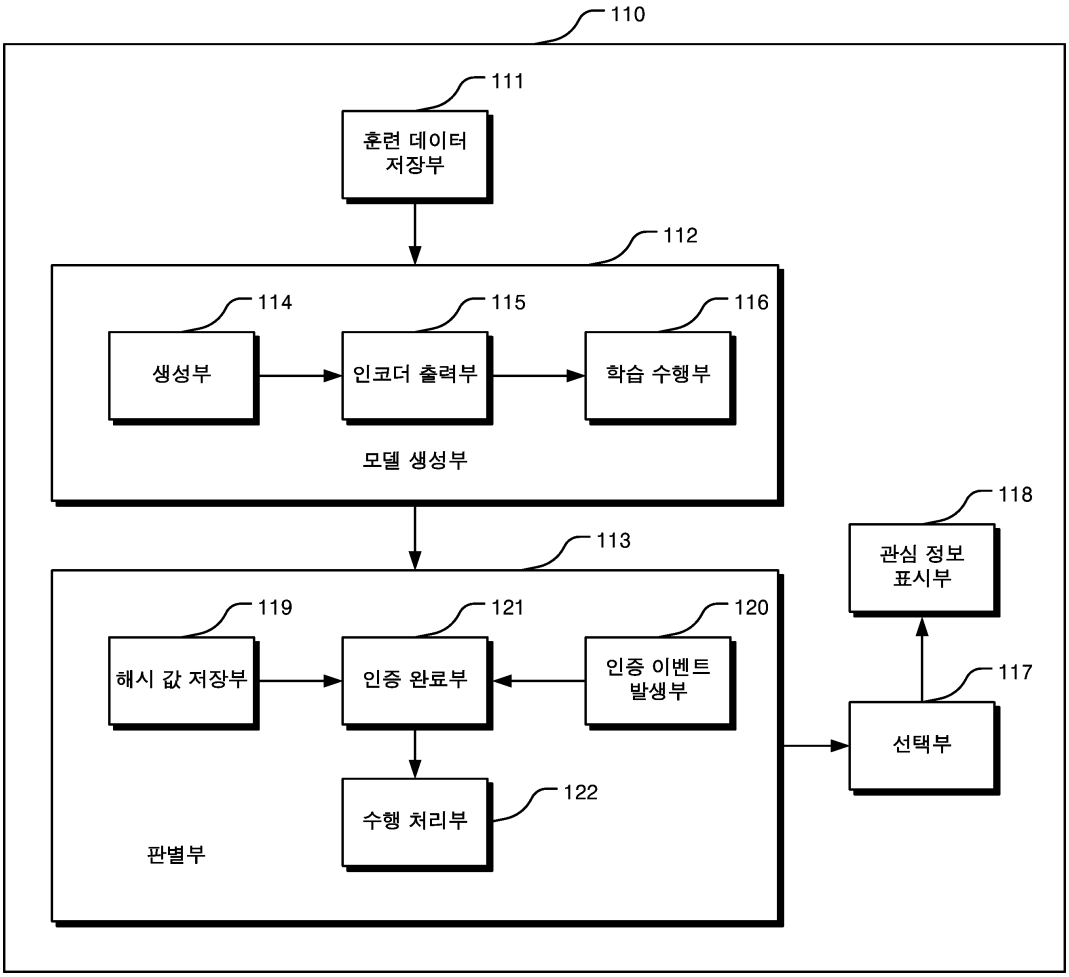
121: 인증 완료부 122: 수행 처리부

도면

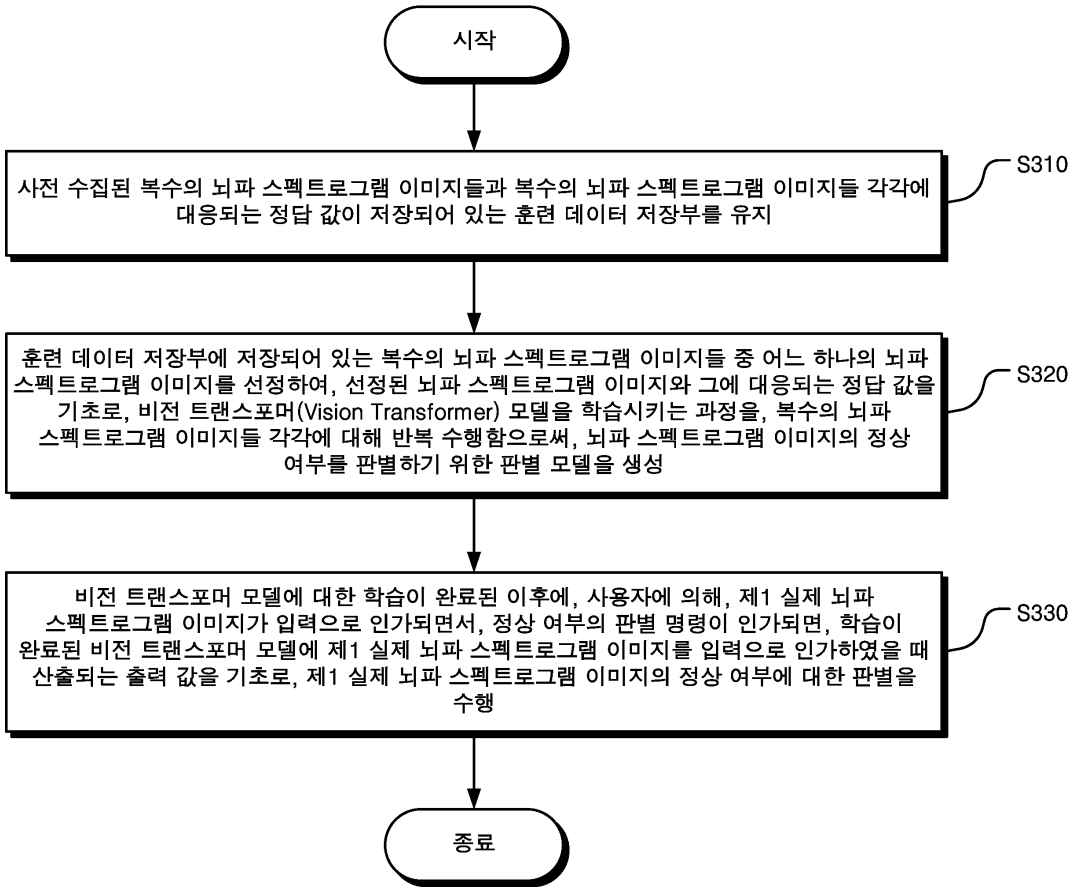
도면1



도면2


110
111
훈련 데이터 저장부
112
114
생성부
115
인코더 출력부
116
학습 수행부
모델 생성부
118
관심 정보 표시부
113
119
해시 값 저장부
121
인증 완료부
120
인증 이벤트 발생부
117
선택부
122
수행 처리부
판별부

도면3


시작
사전 수집된 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들과 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 각각에 대응되는 정답 값이 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부를 유지
S310
훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 중 어느 하나의 뇌파 스펙트로그램 이미지를 선정하여, 선정된 뇌파 스펙트로그램 이미지와 그에 대응되는 정답 값을 기초로, 비전 트랜스포머(Vision Transformer) 모델을 학습시키는 과정을, 복수의 뇌파 스펙트로그램 이미지들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부를 판별하기 위한 판별 모델을 생성
S320
비전 트랜스포머 모델에 대한 학습이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지가 입력으로 인가되면서, 정상 여부의 판별 명령이 인가되면, 학습이 완료된 비전 트랜스포머 모델에 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지를 입력으로 인가하였을 때 산출되는 출력 값을 기초로, 제1 실제 뇌파 스펙트로그램 이미지의 정상 여부에 대한 판별을 수행
S330
종료