



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0040630
(43) 공개일자 2023년03월23일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2021.01) A61B 5/372 (2021.01)
G16H 50/20 (2018.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
A61B 5/4094 (2013.01)
A61B 5/372 (2022.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2021-0123997
(22) 출원일자 2021년09월16일
심사청구일자 2021년09월16일</p> | <p>(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)</p> <p>(72) 발명자
석홍일
서울특별시 성북구 길음로 118, 411동 1202호(길음동, 길음뉴타운)</p> <p>정승우
충청남도 천안시 서북구 불당26로 50, 503동 903호(불당동, 천안 불당 지웰시티푸르지오 2단지)</p> <p>(74) 대리인
송인호, 윤형근, 최관락</p> |
|---|---|

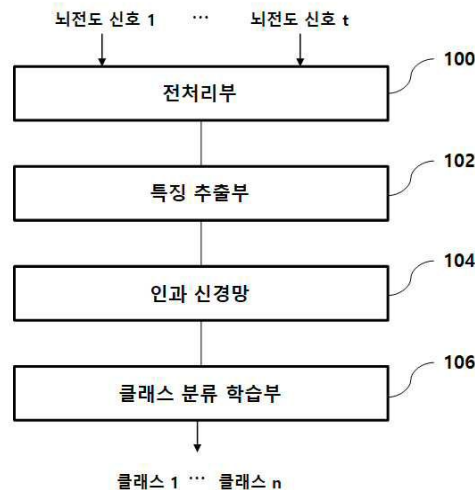
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 방법 및 장치를 개시한다. 본 발명에 따르면, 프로세서; 및 상기 프로세서에 연결되는 메모리를 포함하되, 사용자로부터 복수의 부위에서 획득한 뇌전도 신호를 전처리하고, 합성곱 신경망 기반의 시간-공간-주파수 네트워크를 통해 상기 전처리된 뇌전도 신호의 제1 특징 벡터를 추출하고, 인과 합성곱 계층을 통해 뇌전증 발작을 진단하고자 하는 현재 시점 t로부터 이전 시점들의 제1 특징 벡터를 입력 받아 상기 이전 시점부터 현재 시점까지의 각 시간대의 제2 특징 벡터를 추출하고, 확장 합성곱 계층을 통해 상기 현재 시점 이후의 시간에서의 제3 특징 벡터를 추출하고, 상기 추출된 제3 특징 벡터를 이용하여 뇌전증 발작 여부를 판단하도록, 상기 프로세서에 의해 실행되는 프로그램 명령어들을 저장하는 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 장치가 제공된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/7203 (2013.01)

A61B 5/725 (2021.01)

A61B 5/7275 (2013.01)

A61B 5/7282 (2021.01)

G16H 50/20 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711126458

과제번호 2017-0-00451-005

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원

연구사업명 SW컴퓨팅산업원천기술개발(R&D, 정보화)

연구과제명 (BCI-2세부) 딥러닝을 이용하여 사람의 의도를 인지하는 BCI 기반 뇌인지컴퓨팅 기

술 개발

기 여 율 2/3

과제수행기관명 고려대학교산학협력단

연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711126110

과제번호 2019-0-00079-003

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원

연구사업명 정보통신방송혁신인재양성

연구과제명 인공지능대학원지원(고려대학교)

기 여 율 1/3

과제수행기관명 고려대학교산학협력단

연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 장치로서,

프로세서; 및

상기 프로세서에 연결되는 메모리를 포함하되,

사용자로부터 복수의 부위에서 획득한 뇌전도 신호를 전처리하고,

합성곱 신경망 기반의 시간-공간-주파수 네트워크를 통해 상기 전처리된 뇌전도 신호의 제1 특징 벡터를 추출하고,

인과 합성곱 계층을 통해 뇌전증 발작을 진단하고자 하는 현재 시점 t 로부터 이전 시점들의 제1 특징 벡터를 입력 받아 상기 이전 시점부터 현재 시점까지의 각 시간대의 제2 특징 벡터를 추출하고,

확장 합성곱 계층을 통해 상기 현재 시점 이후의 시간에서의 제3 특징 벡터를 추출하고,

상기 추출된 제3 특징 벡터를 이용하여 뇌전증 발작 여부를 판단하도록,

상기 프로세서에 의해 실행되는 프로그램 명령어들을 저장하는 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프로그램 명령어들은,

상기 복수의 부위에서 획득한 뇌전도 신호 중 관심 주파수 대역을 통과시키는 대역 통과 필터링을 수행하고,

상기 대역 통과 필터링된 신호에서 잡음을 제거하고,

상기 잡음 제거된 신호에서 데이터 정규화를 수행하는 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 프로그램 명령어들은,

확장 비율이 2 이상인 합성곱 필터를 통해 현재 시점 이후의 시간에서의 특징을 추출하고, 활성화함수를 통해 상기 추출된 특징을 비선형화하고, 상기 활성화함수의 출력과 상기 인과 합성곱 계층에서의 출력 사이의 잔차를 가산하여 상기 제3 특징 벡터를 추출하는 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 장치.

청구항 4

딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 장치로서,

사용자로부터 복수의 부위에서 획득한 뇌전도 신호를 전처리하는 전처리부;

합성곱 신경망 기반의 시간-공간-주파수 네트워크를 통해 상기 전처리된 뇌전도 신호의 제1 특징 벡터를 추출하는 특징 추출부;

인과 합성곱 계층을 통해 뇌전증 발작을 진단하고자 하는 현재 시점 t 로부터 이전 시점들의 제1 특징 벡터를 입력 받아 상기 이전 시점부터 현재 시점까지의 각 시간대의 제2 특징 벡터를 추출하고, 확장 합성곱 계층을 통해 상기 현재 시점 이후의 시간에서의 제3 특징 벡터를 추출하는 인과 신경망; 및

상기 추출된 제3 특징 벡터를 이용하여 뇌전증 발작 여부를 판단하는 클래스 분류 학습부를 포함하는 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 장치.

청구항 5

프로세서 및 메모리를 포함하는 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 방법으로서,

사용자로부터 복수의 부위에서 획득한 뇌전도 신호를 전처리하는 단계;

합성곱 신경망 기반의 시간-공간-주파수 네트워크를 통해 상기 전처리된 뇌전도 신호의 제1 특징 벡터를 추출하는 단계;

인과 합성곱 계층을 통해 뇌전증 발작을 진단하고자 하는 현재 시점 t 로부터 이전 시점들의 제1 특징 벡터를 입력 받아 상기 이전 시점부터 현재 시점까지의 각 시간대의 제2 특징 벡터를 추출하는 단계;

확장 합성곱 계층을 통해 상기 현재 시점 이후의 시간에서의 제3 특징 벡터를 추출하는 단계; 및

상기 추출된 제3 특징 벡터를 이용하여 뇌전증 발작 여부를 판단하는 단계를 포함하는 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 뇌전증은 뇌졸중, 치매와 함께 3대 주요 만성 뇌 질환 중 하나로 최근 뇌전도 (ElectroEncephaloGram; EEG) 신호 분석을 통해 발작을 진단하고자 하는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

[0003] 특히 두피 뇌전도 신호의 분석을 통한 뇌전증 발작 진단은 일상생활에서 실시간으로도 검출 가능하다는 장점을 가지고 있어 기술적으로 높은 가치를 가진다.

[0004] 하지만 두피 뇌전도 신호는 측정 과정에서 잡음이 개입되어 일반적인 분류 방법을 적용하면 낮은 성능을 보이는 등의 어려움이 따른다.

[0005] 이에 기계학습 모델을 이용하여 뇌전도 신호의 패턴을 찾는 연구가 진행되고 있으나, 발작을 진단하기까지 일반적으로 4-5초 정도의 지연 시간을 보이는 한계가 존재한다.

[0006] 최근 딥러닝 기법을 통해 뇌전도 신호의 시간-공간-주파수 특성의 패턴을 학습하는 방법에서 많은 발전이 이루어졌다.

[0007] 최근 이전 시점들의 패턴을 반영하여 신호를 생성, 분류하는 기법 중 하나인 시간 합성곱 모델은 오디오 합성과 같은 시계열 데이터를 다루는 연구에서 좋은 결과를 나타내었다.

[0008] 뇌전증 환자의 발작이 일어나기까지는 의학적으로 몇 가지 단계가 존재하여 이를 고려한 진단 방법이 필요하다.

[0009] 이에 시간 합성곱 모델을 이용한 인과관계 모형화를 통해 뇌전증 환자의 발작 진단의 지연율을 줄이는 연구가 필요하다.

[0010] 뇌전도 신호를 이용하여 뇌전증 발작을 진단하기 위해 기계학습, 혹은 확률모델을 사용한 종래의 기술로써 대한민국특허등록 제10-2141185호(발명의 명칭: 확률모델 및 기계학습과 함께 특징추출을 이용한 뇌전도 신호의 멀티 주파수 대역 계수 기반 간질 발작과 검출 시스템)이 있다. 상기한 특허는 뇌전도 신호에서 주파수 대역을 다수로 분해하여 대역별 신호계수를 추출, 추출된 신호계수로부터 특징 벡터를 생성하고 이를 가지고 다양한 분류기(예: SVM (Support vector machine), LDA (Linear discriminant analysis) 등)를 생성, 발작상태를 검출하는 방법을 제시하지만, 뇌전도 신호의 중요한 특징 중 하나인 시간-공간적인 정보는 고려하지 않고 분류기를 학습시켰다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 상기한 종래기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명은 다양한 기계학습, 확률모델을 통한 진단시스템이 아닌 딥러닝 기반의 인과관계모델을 이용하여 뇌전도 신호에서 시간·공간·주파수의 특징을 가지는 벡터를 추출하고 궁극적으로 보다 정확하고 지연시간을 줄일 수 있으며 신뢰성 있는 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 방법 및 장치를 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 장치로서, 프로세서; 및 상기 프로세서에 연결되는 메모리를 포함하되, 사용자로부터 복수의 부위에서 획득한 뇌전도 신호를 전처리하고, 합성곱 신경망 기반의 시간-공간-주파수 네트워크를 통해 상기 전처리된 뇌전도 신호의 제1 특징 벡터를 추출하고, 인과 합성곱 계층을 통해 뇌전증 발작을 진단하고자 하는 현재 시점 t 로부터 이전 시점들의 제1 특징 벡터를 입력 받아 상기 이전 시점부터 현재 시점까지의 각 시간대의 제2 특징 벡터를 추출하고, 확장 합성곱 계층을 통해 상기 현재 시점 이후의 시간에서의 제3 특징 벡터를 추출하고, 상기 추출된 제3 특징 벡터를 이용하여 뇌전증 발작 여부를 판단하도록, 상기 프로세서에 의해 실행되는 프로그램 명령어들을 저장하는 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 장치가 제공된다.

[0013] 상기 프로그램 명령어들은, 상기 복수의 부위에서 획득한 뇌전도 신호 중 관심 주파수 대역을 통과시키는 대역 통과 필터링을 수행하고, 상기 대역 통과 필터링된 신호에서 잡음을 제거하고, 상기 잡음 제거된 신호에서 데이터 정규화를 수행할 수 있다.

[0014] 상기 프로그램 명령어들은, 확장 비율이 2 이상인 합성곱 필터를 통해 현재 시점 이후의 시간에서의 특징을 추출하고, 활성화함수를 통해 상기 추출된 특징을 비선형화하고, 상기 활성화함수의 출력과 상기 인과 합성곱 계층에서의 출력 사이의 잔차를 가산하여 상기 제3 특징 벡터를 추출할 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 장치로서, 사용자로부터 복수의 부위에서 획득한 뇌전도 신호를 전처리하는 전처리부; 합성곱 신경망 기반의 시간-공간-주파수 네트워크를 통해 상기 전처리된 뇌전도 신호의 제1 특징 벡터를 추출하는 특징 추출부; 인과 합성곱 계층을 통해 뇌전증 발작을 진단하고자 하는 현재 시점 t 로부터 이전 시점들의 제1 특징 벡터를 입력 받아 상기 이전 시점부터 현재 시점까지의 각 시간대의 제2 특징 벡터를 추출하고, 확장 합성곱 계층을 통해 상기 현재 시점 이후의 시간에서의 제3 특징 벡터를 추출하는 인과 신경망; 및 상기 추출된 제3 특징 벡터를 이용하여 뇌전증 발작 여부를 판단하는 클래스 분류 학습부를 포함하는 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 장치가 제공된다.

[0016] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 프로세서 및 메모리를 포함하는 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 방법으로서, 사용자로부터 복수의 부위에서 획득한 뇌전도 신호를 전처리하는 단계; 합성곱 신경망 기반의 시간-공간-주파수 네트워크를 통해 상기 전처리된 뇌전도 신호의 제1 특징 벡터를 추출하는 단계; 인과 합성곱 계층을 통해 뇌전증 발작을 진단하고자 하는 현재 시점 t 로부터 이전 시점들의 제1 특징 벡터를 입력 받아 상기 이전 시점부터 현재 시점까지의 각 시간대의 제2 특징 벡터를 추출하는 단계; 확장 합성곱 계층을 통해 상기 현재 시점 이후의 시간에서의 제3 특징 벡터를 추출하는 단계; 및 상기 추출된 제3 특징 벡터를 이용하여 뇌전증 발작 여부를 판단하는 단계를 포함하는 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 뇌전도 신호의 시간-공간-주파수 정보를 기반으로 특징 벡터를 추출하고 이를 이용하여 뇌전증 환자의 발작을 진단하기 때문에 뇌전증 환자 발작의 정밀 진단 및 조기 예측을 통해 큰 부상을 방지하고 적절한 조치를 할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 장치의 구성을 도시한 도면이다.

도 2는 본 실시예에 따른 전처리부의 처리 과정을 도시한 도면이다.

도 3은 본 실시예에 따른 인과 신경망의 상세 구성을 도시한 도면이다.

도 4는 본 실시예에 따른 인과 합성곱 계층의 상세 구성을 도시한 도면이다.

도 5는 본 실시예에 따른 확장 합성곱 계층의 확장 비율을 개념적으로 설명하기 위한 도면이다.

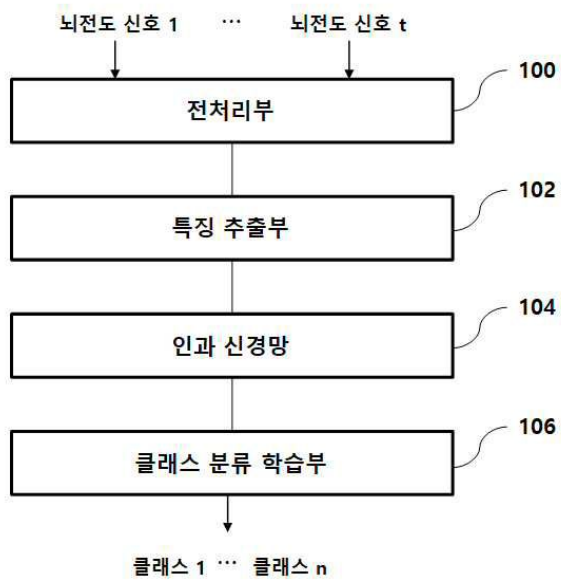
발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다.
- [0020] 그러나, 이는 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.
- [0022] 본 실시예는 뇌전증 환자의 발작 진단 성능 향상 및 지연 시간을 줄이기 위해 뇌전도 신호 데이터의 분포를 학습시키는 과정에서 시간-공간-주파수의 특징을 고려하기 위해 딥러닝 기반의 인과관계 모델을 사용하여 특징 벡터를 추출한다.
- [0023] 생성된 특징 벡터는 뇌전증 발작의 이전 패턴들을 시간 순서대로 고려하여 현재 상태를 진단하는 분류기를 학습하며, 최종적으로는 분류 정확도 향상 및 지연율을 최소화시킨다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 장치의 구성을 도시한 도면이다.
- [0025] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 장치는 전처리부(100), 특징 추출부(102), 인과 신경망(104) 및 클래스 분류 학습부(106)를 포함할 수 있다.
- [0026] 전처리부(100)는 사용자의 복수의 부위에서 획득한 뇌전도 신호의 잡음을 제거하고 신호를 증폭하며 분포를 정규화한다.
- [0027] 도 2는 본 실시예에 따른 전처리부의 처리 과정을 도시한 도면이다.
- [0028] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 전처리부(100)는 뇌전도 신호 중 관심 주파수 대역인 0.5 ~ 100 Hz 성분을 남기는 대역 통과 필터링을 수행한다(단계 200).
- [0029] 다음으로 전처리부(100)는 뇌전도 신호 획득 과정에서 기기에 의해 발생한 잡음을 제거하기 위한 잡음 제거 필터링을 수행한다(단계 202).
- [0030] 마지막으로 획득한 뇌전도 신호의 데이터가 가진 특징 범위를 맞추기 위해 평균과 분산을 구한 뒤 각각 더하고 나눠주는 데이터 정규화를 수행한다(단계 204).
- [0031] 본 실시예에 따른 특징 추출부(102)는 시간-공간-주파수 네트워크로 구성되며, 짧은 시간 사이에서의 복수의 채널 간의 상관관계, 공간 및 주파수에 관한 제1 특징 벡터를 추출한다.
- [0032] 여기서, 짧은 시간은 수 mm 초 시간 범위일 수 있다.
- [0033] 특징 추출부(102)는 뇌전도 신호가 가지는 특징을 고려하여 인접한 시간 대의 정보를 고려하는 동시에 서로 다른 부위에서 획득한 뇌전도 신호의 다중 채널 및 주파수에 관한 제1 특징 벡터를 추출한다.
- [0034] 본 실시예에 따른 시간-공간-주파수 네트워크는 뇌전도 신호의 특징을 고려해서 설계된 합성곱 신경망 모델로서, 연속적인 다변량 시계열 데이터에서 최적의 특징 벡터를 추출하기 위해서 먼저 시간 축으로 합성곱 연산을 수행하여 인접 시간 사이에서 특징을 추출하고, 순차적으로 채널 축으로 합성곱 연산을 수행하여 뇌전도 신호가 갖는 복수의 채널 간의 상관관계를 고려한 제1 특징 벡터를 추출한다.
- [0035] 여기서, 복수의 채널은 뇌전도 신호를 획득하기 위한 서로 다른 부위에 대응된다.
- [0036] 도 3은 본 실시예에 따른 인과 신경망의 상세 구성을 도시한 도면이다.
- [0037] 일반적으로 뇌전증 발작의 경우 증상은 갑작스럽게 일어나지만 뇌전도 신호 측면에서는 발작 시점 이전에 전조 현상이 발생하게 되며, 이러한 신호의 변화를 포착하기 위해 인과 신경망(104)이 이용된다.
- [0038] 도 3을 참조하면, 본 실시예에 따른 인과 신경망(104)은 인과 합성곱 계층(300), 확장 합성곱 계층(302), 활성화 함수(304) 및 가산부(306)를 포함할 수 있다.
- [0039] 도 4는 본 실시예에 따른 인과 합성곱 계층의 상세 구성을 도시한 도면이다.
- [0040] 도 4를 참조하면, 인과 합성곱 계층(300)은 뇌전증 발작을 진단하고자 하는 시점 t (현재 시점)부터 이전 시점들의 특징 벡터를 동시에 입력 받아 이전 시점들의 특징을 고려하여 각 시간대의 제2 특징 벡터를 추출한다.

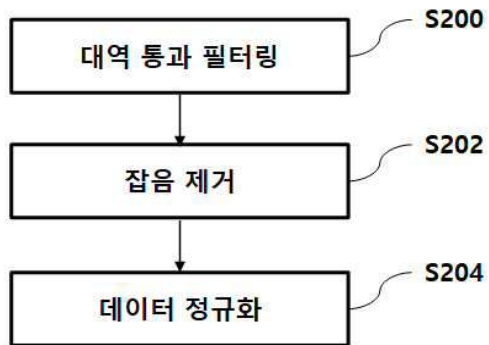
- [0041] 본 실시예에 따른 인과 합성곱 계층(300)은 현재 시간에서의 예측값은 과거 시간의 정보가 반영되어 나타나는 것이라는 조건부 확률의 수식을 만족시키기 위해서 설계된 합성곱 신경망 모델의 하나로 뇌전증이 갖는 특징 중 하나인 발작 이전에 발생하는 현상들을 포착하여 발작 여부를 판단해 진단까지의 지연 시간을 줄이게 된다.
- [0042] 인과 합성곱 계층(300)의 출력(제2 특징 벡터)을 입력 받아 확장 합성곱 계층(302)은 확장 비율이 2 이상인 합성곱 필터를 통해 시점 t 이후의 긴 시간에서의 특징을 추출한다.
- [0043] 활성화함수(304)는 확장 합성곱 계층(302)에서 추출된 특징을 비선형화하고, 활성화함수(304)의 출력과 인과 합성곱 계층(300)에서의 출력 사이의 잔차가 가산부(306)에 의해 더해짐으로써 다중 크기의 특징(제3 특징 벡터)이 추출된다.
- [0044] 도 5는 본 실시예에 따른 확장 합성곱 계층의 확장 비율을 개념적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0045] 본 실시예에 따른 확장 합성곱 계층은 기존의 합성곱이 아닌 넓은 수용영역을 갖게 하기 위해 미리 설정된 확장 비율만큼 합성곱 필터를 넓혀 특징을 추출한다. 이를 통해 뇌전도 신호 1 내지 t 보다 더 긴 과거 시간의 정보를 효율적으로 추출할 수 있다.
- [0046] 다시 도 1을 참조하면, 클래스 분류 학습부(106)는 생성된 특징 벡터를 통해 현재 어떤 상태를 나타내는지 구별하는 역할을 한다. 이를 통해 현재 환자의 상태를 진단하며 발작이 일어날 확률을 표시하게 된다.
- [0047] 인과 신경망(104)을 통해 추출된 제3 특징 벡터는 클래스 분류 학습부(106)로 입력되며, 클래스 분류 학습부(106)는 특징 벡터를 통해 현재 환자가 어떤 상태인지 진단한다. 진단할 때 발작이 일어날 확률값은 연속성을 가지며 발작이 일어나기 전부터 발작이 일어나고 끝날 때까지의 확률 변화를 확인할 수 있다.
- [0048] 본 실시예에 따른 딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 장치는 프로세서 및 메모리를 포함할 수 있다.
- [0049] 여기서 프로세서는 컴퓨터 프로그램을 실행할 수 있는 CPU(central processing unit)나 그밖에 가상 머신 등을 포함할 수 있다. 메모리는 고정식 하드 드라이브나 착탈식 저장 장치와 같은 불휘발성 저장 장치를 포함할 수 있다. 착탈식 저장 장치는 컴팩트 플래시 유닛, USB 메모리 스틱 등을 포함할 수 있다. 메모리는 각종 랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리도 포함할 수 있다.
- [0050] 본 실시예에 따른 메모리는 프로세서에 의해 실행되는 프로그램 명령어들을 저장한다.
- [0051] 본 실시예에 따른 프로그램 명령어들은, 사용자로부터 복수의 부위에서 획득한 뇌전도 신호를 전처리하고, 합성곱 신경망 기반의 시간-공간-주파수 네트워크를 통해 상기 전처리된 뇌전도 신호의 제1 특징 벡터를 추출하고, 인과 합성곱 계층을 통해 뇌전증 발작을 진단하고자 하는 현재 시점 t 로부터 이전 시점들의 제1 특징 벡터를 입력 받아 상기 이전 시점부터 현재 시점까지의 각 시간대의 제2 특징 벡터를 추출하고, 확장 합성곱 계층을 통해 상기 현재 시점 이후의 시간에서의 제3 특징 벡터를 추출하고, 상기 추출된 제3 특징 벡터를 이용하여 뇌전증 발작 여부를 판단한다.
- [0052] 상기한 과정을 통해 뇌전증 환자 발작의 정밀 진단 및 조기 예측이 가능하다.
- [0053] 상기한 본 발명의 실시예는 예시의 목적을 위해 개시된 것이고, 본 발명에 대한 통상의 지식을 가지는 당업자라면 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정, 변경, 부가가 가능할 것이며, 이러한 수정, 변경 및 부가는 하기의 특허청구범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

도면

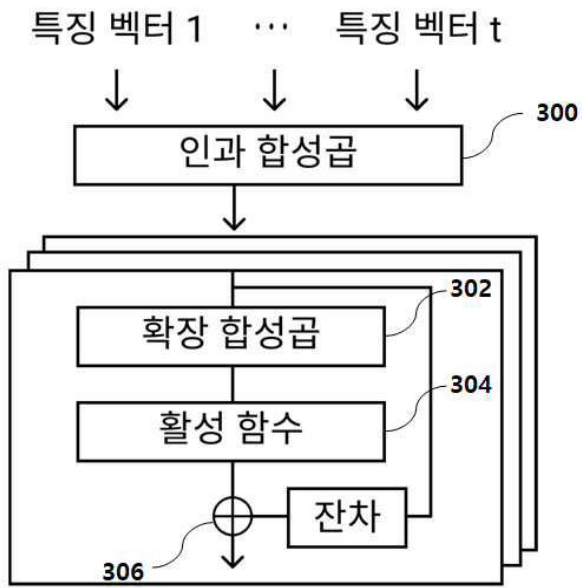
도면1



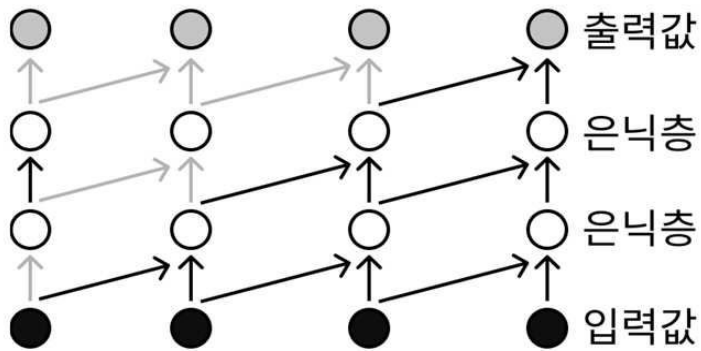
도면2



도면3



도면4



도면5

