



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0031496
(43) 공개일자 2020년03월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G16H 50/50 (2018.01) A61B 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G16H 50/50 (2018.01)
A61B 5/4088 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0170963
(22) 출원일자 2018년12월27일
심사청구일자 2018년12월27일
(30) 우선권주장
1020180110468 2018년09월14일 대한민국(KR)

(71) 출원인
주식회사 아이메디신
서울특별시 강남구 역삼로 175, 5층(역삼동, 현승빌딩)
(72) 발명자
강승완
서울특별시 서초구 신반포로 9, 79동 203호 (반포동, 반포아파트)
윤영철
서울특별시 용산구 한강대로 26, 101동 1703호 (한강로3가, 한강대우트럼프월드3차)
(74) 대리인
리엔목특허법인

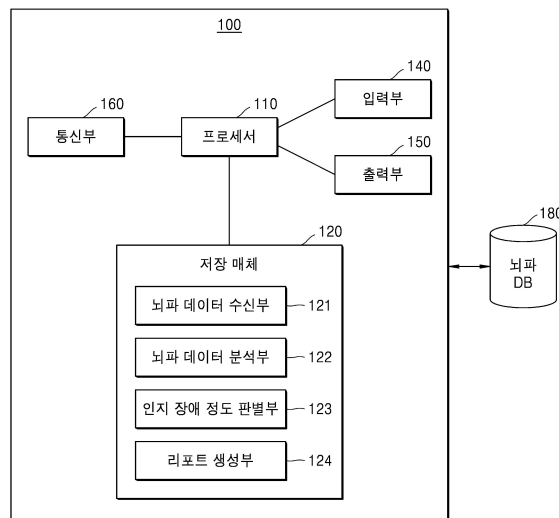
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 인지 장애 진단 방법 및 컴퓨터 프로그램

(57) 요약

본 발명의 실시예는 인지 장애 진단 장치가 사용자의 뇌파 신호를 수신하는 단계; 상기 인지 장애 진단 장치가 뇌파 신호를 전처리 하는 단계; 상기 인지 장애 진단 장치가 전처리된 상기 뇌파 신호로부터 뇌의 연결성 기반의 분석 방법을 이용하여 특징점들을 추출하는 단계; 및 상기 인지 장애 진단 장치가 상기 추출한 특징점들 중에서, 인지 장애 진단 정보와의 인과 관계를 가지는 특징점들을 기초로 상기 사용자의 인지 장애 진단 정보를 출력하는 단계;를 포함하는 인지 장애 진단 방법을 개시한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017-0-01098

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 ICT 유망기술개발지원(ICT 융합핵심기술개발지원)

연구과제명 인공지능 기계학습을 활용한 노인 인지 기능 장애 및 치매 조기 예측·진단용 정량 뇌파 자동 분석 기술 개발

기여율 1/1

주관기관 (주)아이메디신

연구기간 2017.05.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

인지 장애 진단 장치가 사용자의 뇌파 신호를 수신하는 단계;

상기 인지 장애 진단 장치가 뇌파 신호를 전처리 하는 단계;

상기 인지 장애 진단 장치가 전처리된 상기 뇌파 신호로부터 뇌의 연결성 기반의 분석 방법을 이용하여 특징점들을 추출하는 단계; 및

상기 인지 장애 진단 장치가 상기 추출한 특징점들 중에서, 인지 장애 진단 정보와의 인과 관계를 가지는 특징점들을 기초로 상기 사용자의 인지 장애 진단 정보를 출력하는 단계;를 포함하는 인지 장애 진단 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 인지 장애 관련 정보를 출력하는 단계는

상기 인지 장애 진단 장치가 사전 학습된 인지 장애 진단 모델을 통해 선별된 경미한 인지 장애 여부와 관련된 특징점, 중대한 인지 장애로 발전할 수 있는 인지 장애의 발생 가능성과 관련된 특징점을 기초로 상기 사용자의 인지 장애 진단 정보를 출력하는 점을 특징으로 하는, 인지 장애 진단 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 인지 장애 진단 모델은

뇌파 신호에 포함된 하나 이상의 인자들을 인지 장애와 관련된 출력 데이터들로 추론함에 있어서, 히든 데이터와 기계학습으로 추론된 인과 관계를 기초로 연결되는 점을 특징으로 하는, 인지 장애 진단 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 히든 데이터는 입력 데이터인 뇌파 신호 또는 출력 데이터인 인지 장애 관련 정보에 포함되지 않으며, 뇌파 신호에서 인지 장애 관련 정보로 향하는 추론 과정에서, 이용되는 특징점, 특성, 인자 또는 데이터를 포함하는 점을 특징으로 하는, 인지 장애 진단 방법.

청구항 5

컴퓨터를 이용하여 제1항 내지 제4항 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술분야

본 발명의 실시예는 인지 장애 진단 방법 및 컴퓨터 프로그램에 관한 것이다.

배경기술

[0001]

[0002] 고령화 인구의 증가와 함께 치매 환자를 포함하는 퇴행성 뇌질환 환자수가 급속히 증가하고 있으며, 이에 따른 사회적 비용 또한 증가하고 있다. 치매에 대한 사회적 비용은 알, 심장 질환 및 뇌졸중 등 3가지 질병에 대한 비용을 합산한 것을 초과하는 것으로 보고된바 있다.

[0003] 현재 의료기술로는 뇌영상, 또는 질의에 대한 답변 등을 이용하여 퇴행성 뇌질환 여부 또는 인지 장애 여부를 진단하고 있는데, 이와 같은 방법을 이용한 진단은 사용자의 인지 장애 여부를 진단할 뿐이며, 퇴행성 뇌질환, 파킨슨병, 알츠하이머병 등의 정확한 병명을 진단하거나, 병의 초기 시점에 조기 진단을 할 수 없는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 실시예에 따른 인지 장애 진단 방법 및 인지 장애 진단 모델링 방법은 환자를 진단하고, 병기 진행 및 치료에 대한 반응을 모니터링하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 방법은 사용자의 뇌파 신호를 수신하고, 뇌파 신호를 분석하고, 인지 장애 예측 함수를 이용하여 분석된 뇌파 신호에 대한 인지 장애의 정도 및 장애의 원인을 판별하고, 분석된 결과를 종합하여 사용자의 인지 장애 및 치매 증상의 진단 정보를 생성하고, 생성된 인지 장애와 관련된 정보를 하나의 리포트로 생성할 수 있다.

[0006] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 모델링 뇌파 신호 및 인지 장애 관련 결과 값을 포함하는 입력 데이터를 수신하고, 입력 데이터를 분석하여 특징들을 추출하고, 특징 및 인지 장애 관련 결과 값 사이의 인과 관계를 생성하고 학습하고, 뇌파 신호 및 인지 장애 관련 결과 값을 이용하여 인지 장애 진단 모델을 업데이트 할 수 있다.

[0007] 본 발명의 실시예에 따른 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터를 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 방법 중 어느 하나의 방법을 실행시키기 위하여 매체에 저장될 수 있다.

[0008] 이 외에도, 본 발명을 구현하기 위한 다른 방법, 다른 시스템 및 상기 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체가 더 제공된다.

[0009] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해 질 것이다.

[0010] 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 방법은 인지 장애 진단 장치가 사용자의 뇌파 신호를 수신하는 단계; 상기 인지 장애 진단 장치가 뇌파 신호를 전처리 하는 단계; 상기 인지 장애 진단 장치가 전처리된 상기 뇌파 신호로부터 뇌의 연결성 기반의 분석 방법을 이용하여 특징점들을 추출하는 단계; 및 상기 인지 장애 진단 장치가 상기 추출한 특징점들 중에서, 인지 장애 진단 정보와의 인과 관계를 가지는 특징점들을 기초로 상기 사용자의 인지 장애 진단 정보를 출력하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 인지 장애 관련 정보를 출력하는 단계는

[0012] 상기 인지 장애 진단 장치가 사전 학습된 인지 장애 진단 모델을 통해 선별된 경미한 인지 장애 여부와 관련된 특징점, 중대한 인지 장애로 발전할 수 있는 인지 장애의 발생 가능성과 관련된 특징점을 기초로 상기 사용자의 인지 장애 진단 정보를 출력하는 점을 특징으로 할 수 있다.

[0013] 상기 인지 장애 진단 모델은 뇌파 신호에 포함된 하나 이상의 인자들을 인지 장애와 관련된 출력 데이터들로 추론함에 있어서, 히든 데이터와 기계학습으로 추론된 인과 관계를 기초로 연결되는 점을 특징으로 할 수 있다.

[0014] 상기 히든 데이터는 입력 데이터인 뇌파 신호 또는 출력 데이터인 인지 장애 관련 정보에 포함되지 않으며, 뇌파 신호에서 인지 장애 관련 정보로 향하는 추론 과정에서, 이용되는 특징점, 특성, 인자 또는 데이터를 포함하는 점을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 방법 및 인지 장애 진단 모델링 방법은 커뮤니티 레벨에서 MCI

단계, 혹은 치매 고위험군의 사용자를 가려낼 수 있다.

- [0016] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 방법 및 인지 장애 진단 모델링 방법은 인지 기능이 손상된 사용자의 주요 병태 생리학적 유형을 분류할 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 방법 및 인지 장애 진단 모델링 방법은 다중 영역 인지 장애, 허혈성 변화 및 피질 위축의 중증도를 평가할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 MCI에서 치매로의 진행 확률을 예측할 수 있다.
- [0019] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 방법 및 인지 장애 진단 모델링 방법은 치매 치료제 임상 시험에서 시험 약제에 잘 반응하는 유형의 피험자를 선별할 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 방법 및 인지 장애 진단 모델링 방법은 신경 퇴행, 허혈, 인지 기능 또는 신경 회복에 대한 약물 반응을 모니터링할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 시스템의 네트워크 환경이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 장치의 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 방법의 흐름도이다.
- 도 4는 인지 장애 진단 장치를 통해 생성된 리포트의 예시 도면이다.
- 도 5는 인지 장애 진단 모델의 모델링 시스템의 도면이고, 도 6은 모델링 장치의 블록도이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 모델링 방법의 흐름도이다.
- 도 8 및 도 9는 인지 장애 진단 모델에 대한 예시 도면들이다.
- 도 10 내지 도 12는 인지 장애 진단 장치의 동작 방법들의 흐름도들이다.
- 도 13는 기계 학습 수행부의 구조를 나타내는 블록도이다. 도 14는 데이터 획득부 및 데이터 인식부의 구조를 나타내는 블록도이다.
- 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따라 뇌를 구성하는 복수개의 위치, 각각의 상기 뇌를 구성하는 복수개의 위치에 할당된 채널을 나타낸다.
- 도 16은 뇌파의 주파수 대역과 파형의 범위의 일 예를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [0023] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성 요소들은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 항목들 중의 어느 하나의 항목을 포함한다.
- [0024] 본 명세서에서 사용한 용어는 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 제한 및/또는 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원서에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 연결되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 전기적으로 연결되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤

구성요소를 포함한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

- [0026] 뇌파는 생명체가 출력하는 생체 파동의 일종이며, 인간의 뇌파도 인체의 두피 영역에서 일종의 전압의 변화로서 나타난다. 통상, 뇌파는 대략 0 내지 60 Hz의 주파수 범위에서 10 내지 200 μ V의 전압범위의 진폭으로 나타난다. 인체의 뇌파는 그 주파수의 범위에 따라서 감마 γ 파, 알파 α 파, 베타 β 파, 델타 δ 파, 세타 θ 파 등으로 구분된다. 델타파는 4Hz 미만의 뇌파로서 주로 잘 때 발생하며, 세타파는 4-8Hz 범위의 뇌파로서 주로 멍한 상태에서 발생되며, 알파파는 8~13 Hz 주파수의 뇌파로서 주로 안정된 상태에서 발생하며, 베타파는 13Hz 이상의 주파수의 뇌파로서 주로 활동적일 때 발생하며, 고베타파는 25Hz 주파수의 뇌파로서 주로 흥분하거나 스트레스 받았을 때 발생한다.
- [0027] 본 명세서에서, 뇌파 신호는 뇌를 구성하는 복수개의 위치, 각각의 상기 뇌를 구성하는 복수개의 위치에 할당하는 채널, 뇌파를 구성하는 주파수의 대역에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0028] 추가적으로 뇌파 신호는 뇌파의 파워 스펙트럼의 절대파워 및 상대파워, 뇌파의 파워 스펙트럼의 주파수 성분별 크기, 뇌파의 알파 피크 주파수, 뇌파의 서로 다른 주파수 밴드 간의 비율 및 커플링, 링 뇌파의 위치별 연결성, 뇌파의 복잡성(complexity) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 또한, 두피에서 측정된 뇌파를 기반으로 뇌 안의 전기 신호원을 재구성하는 여러 기법들을 사용하여 계산된 뇌 안의 전기 신호들에 대하여 이들의 주파수 대역별 전류농도, 절대 혹은 상대 파워 및 주파수 대역간의 비율 및 커플링, 영역별 연결성(connectivity) 및 동조성(synchronicity), 복잡성(complexity) 등을 하나 이상 포함할 수 있다.
- [0029] 본 명세서에서, 뇌의 연결성은 뇌 네트워크를 구성하고 이를 위상수학적으로 해석하는 과정을 통해 획득될 수 있다. 뇌의 연결성은 뇌 영상을 바탕으로 뇌의 구조적인 연결성 및 기능적인 연결성을 포함할 수 있다. 뇌의 기능적 연결성은 시간에 따라 전기생리학적인 활성이 서로 다른 영역들 간에 특정한 규칙을 가지고 나타나게 되는 점을 이용하여 획득될 수 있다. 뇌의 기능적 연결성은 서로 다른 뇌의 영역이 기능적으로 연관되어 함께 활성화되는 패턴을 통계적, 위상수학적, 엔트로피 기반의 유효 연결성 분석 등으로 계산하여 뇌의 영역들 사이의 밀접한 척도로 계산함으로써, 획득될 수 있다.
- [0030] 본 명세서에서, 모델, 함수는 목적 변수를 추정하기 위한 통계 기반의 수식 함수 혹은 기계 학습에 의한 결과물을 말한다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 시스템의 네트워크 환경이다.
- [0032] 인지 장애 진단 시스템은 사용자들의 인지 장애의 정도 및 인지 장애가 발생하는 원인을 진단하기 위해서, 인지 장애 진단 장치(100), 뇌파 측정 장치(200), 사용자 단말기(300)를 포함할 수 있다.
- [0033] 인지 장애 진단 장치(100)는 사용자들의 인지 장애 정도를 사용자의 생물학적 나이를 고려하여 진단한다. 인지 장애 진단 및 예측 장치(100)는 뇌파 측정 장치로부터 수신한 뇌파 신호를 입력으로 인지 장애의 정도 및 인지 장애의 발생 원인을 판별할 수 있다. 인지 장애 진단 및 예측 장치(100)는 기계학습으로 생성된 인지 장애 진단 모델을 이용하여 사용자들의 인지 장애의 정도 및 인지 장애의 발생 원인을 판별할 수 있다. 여기서, 인지 장애 정도는 사용자의 인지 장애의 정도를 나타내는 척도로서, 초기적인 단계부터 중증 단계까지 평가하여 나타낼 수 있으며, 향후 발생 가능성을 포함할 수 있다. 인지 장애 정도는 사용자의 나이, 성별 등의 생물학적 정보 및 사용자의 거주 환경, 직업, 학력 등의 사회적인 정보와의 인과관계를 이용하여 결정될 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100) 접속 사용자에게 선택된 인지 장애 관련 정보를 선별적으로 제공할 수 있다. 인지 장애 관련 정보를 요청하는 사용자에게는 인지 장애 관련 정보를 제공하고, 입력된 인지 장애의 정도 및 원인에 매칭되는 약물 및 치료 방법을 제공할 수 있다. 입력된 사용자 정보로부터 사용자의 인지 장애 관련 정보를 검색하고, 인지 장애 관련 정보와 대응하는 약물, 치료 방법 뿐만 아니라, 경미한 인지 장애를 가지는 사용자라면, 인지 장애 관련 예측 정보를 제공할 수 있다.
- [0034] 뇌파 측정 장치(200)는 사용자의 뇌파 신호를 측정할 수 있다. 뇌파 측정 장치(200)는 전두엽, 두정엽, 측두엽, 후두엽에 부착되어 비침습적으로 뇌파를 측정하는 장치를 말하며, 뇌파 측정을 위한 뇌파 측정 단자의 위치를 사용자의 두상에 맞춰 자유롭게 변경하여 측정할 수 있다. 뇌파 측정 장치(200)의 단자들은 별개의 케이블로 연결되어 구비되거나, 무선으로 연결될 수 있으며 밴드부에 일정 간격으로 배치되어 구비될 수 있다. 뇌파 측정 장치(200)에 의해 측정된 뇌파 신호는 뇌의 영역들 사이의 연결성에 대한 정보 및/또는 델타파, 세타파,

알파파, 베타파, 감마파로 구분한 정보를 포함할 수 있다.

- [0035] 사용자 단말기(300)는 유무선 통신 환경에서, 인지 장애 진단 장치(100)로 접속하여 사용자의 차량의 입출력 장치를 위한 신호를 전송하는 전자 장치로, 스마트폰(smartphone), 태블릿 PC(tablet personal computer), 이동 전화기(mobile phone), 영상 전화기, 전자책 리더기(e-book reader), 데스크탑 PC (desktop PC), 랩탑 PC(laptop PC), 넷북 컴퓨터(netbook computer), 워크스테이션(workstation), 서버, PDA(personal digital assistant), PMP(portable multimedia player), MP3 플레이어, 모바일 의료기기, 카메라, 또는 웨어러블 장치(wearable device) 중 적어도 하나 일 수 있다. 사용자 단말기(300)는 프로세서, 저장 매체, 통신 모듈, 입출력 장치를 포함하고, 인지 장애 진단 장치(100)와 통신하게 된다.
- [0036] 사용자 단말기(300)는 인지 장애 진단 장치(100)로부터의 출력 데이터를 수신 받아 출력하게 된다. 사용자 단말기(300)는 기 설치된 프로그램을 이용하여 인지 장애 진단 장치(100)로 접속하거나, 인지 장애 진단 장치(100)에 의해 배포된 프로그램을 실행할 수 있다. 사용자 단말기(300)는 인지 장애 진단 서비스를 위한 계정(ID, 생체 정보, 토큰 등)을 미리 생성 받고, 계정을 이용하여 인지 장애 진단 장치에 접속하고 사용자의 인지 장애 관련 정보를 제공 받을 수 있다. 인지 장애 진단 장치를 통해 사용자는 인지 장애의 발생 여부, 인지 장애의 정도, 인지 장애의 원인 등을 포함하는 인지 장애 관련 정보를 제공 받을 수 있다.
- [0037] 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 시스템은 뇌파 측정 장치에 의해 생성된 뇌파 신호를 인지 장애 진단 장치(100)에서 분석하여 판별된 사용자의 인지 장애 정도를 사용자 단말기를 통해 제공할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 외부의 다른 서버로 진단한 인지 장애 정도 및/또는 장애 원인에 대한 데이터를 전달할 수 있다.
- [0038] 인지 장애 진단 장치(100)는 진단 정보(인지 장애 정도, 장애 원인, 장애 개선 효과, 치매 여부 등)를 제공하고 그에 따른 금전 결제가 이루어지도록 할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 제공된 진단 정보의 목적, 용량, 중요도 등에 따라 결제되는 금전을 차등적으로 결정할 수 있다.
- [0039] 인지 장애 진단 장치(100)는 인지 장애 진단 모델에 의해 선별된 바이오 마커를 이용하여 MCI의 조기 발견 할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 병리 생리학적 특성 중에서, 인지 장애 진단 및 예측에 대한 바이오 마커를 추출하여 인지 장애 원인을 판단할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 사용자의 병리 생리학적 특성을 이용하여 장애 개선 효과를 증진 시킬 수 있는 약물을 추천할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 인지 장애의 원인을 판단하여 인지 장애를 가지는 사용자들을 세부적으로 그룹핑 및/또는 분류하고, 이에 따라 사용자의 인지 장애의 치료를 효율적으로 진행할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 그룹 별 인지 장애의 주기적인 측정 및 진단을 수행하여 인지 장애 등의 질병에 대한 개선을 수행할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 인지 장애 진단 모델을 이용하여 진단하기 어려운 초기 단계의 인지 장애 환자를 선별함으로써, 치매 관련 약물 피험군을 신속하고 효율적으로 결정할 수 있다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 장치(100)의 블록도이다.
- [0041] 인지 장애 진단 장치(100)는 프로세서(110), 저장 매체(120), 입력부(140), 출력부(150), 통신부(160), 뇌파 데이터베이스(180)를 포함할 수 있다.
- [0042] 프로세서(110)는 하나 이상으로 포함될 수 있다. 프로세서(110)는 통상적으로 인지 장애 진단 장치(100)의 전반적인 동작을 제어한다. 예를 들어, 프로세서(110)는, 저장 매체(120)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 입력부(140), 출력부(150), 통신부(160) 등을 전반적으로 제어할 수 있다.
- [0043] 저장 매체(120)는 프로세서(110)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수도 있고, 입/출력되는 데이터들을 저장할 수도 있다.
- [0044] 저장 매체(120)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(RAM, Random Access Memory) SRAM(Static Random Access Memory), 롬(ROM, Read-Only Memory), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다. 또한, 인지 장애 진단 장치(100)는 인터넷(internet)상에서 저장 매체(120)의 저장 기능을 수행하는 웹 스토리지(web storage) 또는 클라우드 서버를 운영할 수도 있다. 저장 매체(120)에 저장된 프로그램들은 그 기능에 따라 복수 개의 모듈들로 분류할 수 있다. 저장 매체(120)는 인지 장애 진단 장치(100)의 시스템, OS, 하드웨어 관련된 다양한 모듈들을

더 포함할 수 있다.

- [0045] 입력부(140)는 사용자가 전자 장치를 제어하기 위한 데이터를 입력하는 수단을 의미한다. 예를 들어, 입력부(140)에는 키 패드(key pad), 돔 스위치 (dome switch), 터치 패드(접촉식 정전 용량 방식, 압력식 저항막 방식, 적외선 감지 방식, 표면 초음파 전도 방식, 적분식 장력 측정 방식, 피에조 효과 방식 등), 조그 휠, 조그 스위치 등이 있을 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0046] 출력부(150)는 인지 장애 진단 장치(100)에서 처리되는 정보를 출력한다. 예를 들어, 출력부(150)는 시각적, 청각적 등의 다양한 방식으로 입력된 뇌파 신호에 대한 정보 및 판단된 인지 장애의 정도에 대한 정보를 출력할 수 있다. 출력부(150)는 저장 매체(120)에 저장된 프로그램들이 실행되어 제공되는 사용자 인터페이스를 출력할 수 있다.
- [0047] 통신부(160)는 인지 장애 진단 장치(100)와 외부의 다른 전자 장치, 서버 등 간의 통신을 가능하게 하는 하나 이상의 구성요소를 포함할 수 있다.
- [0048] 저장 매체(120)는 사용자의 뇌파 신호로부터 인지 장애 정도 및/또는 장애 원인 등을 판단하기 위해서, 뇌파 데이터 수신부(121), 뇌파 데이터 분석부(122), 인지 장애 정도 판별부(123), 리포트 생성부(124)를 포함할 수 있다.
- [0049] 뇌파 데이터 수신부(121)는 뇌파 측정 장치로부터 뇌파 신호를 수신한다.
- [0050] 뇌파 데이터 분석부(122)는 뇌파 신호를 분석한다. 뇌파 데이터 분석부(122)는 분석에 용이하게 하기 위해서 뇌파 신호를 전처리할 수 있다. 뇌파 데이터 분석부(122)는 뇌파 신호를 증폭시키고, 증폭된 뇌파 신호를 주파수적으로 필터링함으로써, 뇌파 신호에 포함된 노이즈를 제거할 수 있다. 인지 장애 정도 판별부(123)는 뇌파 신호를 분석하여 인지 장애 정도, 장애의 원인 등을 판단할 수 있다. 인지 장애 정도 판별부(123)는 인지 장애 진단 모델을 이용하여 인지 장애 정도, 장애의 원인 등을 판단할 수 있다.
- [0051] 리포트 생성부(124)는 판단된 인지 장애 진단과 예측과 관련된 리포트를 생성할 수 있다. 리포트 생성부(124)는 인지 장애의 정도, 신경 퇴행성 치매 여부, 혈관성 치매 여부 등의 결과를 포함하여 리포트를 생성할 수 있다.
- [0052] 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌파 데이터베이스(180)로 뇌파 신호 및 인지 장애 진단 및 예측 등의 데이터를 전송할 수 있다.
- [0053] 이를 통해, 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 장치(100)는 사용자의 뇌파 신호를 이용하여 인지 장애 정도를 정확하게 진단할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌파 신호를 이용하여 사용자의 경미한 인지 장애의 발생 여부, 앞으로 중대한 인지 장애로 발전할 수 있는 인지 장애의 발생 가능성 등을 포함하는 인지 장애 진단 정보를 출력할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 육안 또는 뇌영상 등으로 진단되지 않는 인지 장애 정도를 진단할 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 장치(100)는 사용자의 뇌파 신호를 이용하여 인지 장애의 원인을 인지 장애의 발생 원인이 혈관성인지 또는 신경 퇴행성인지 여부 중에서 하나로 진단할 수 있다.
- [0054] 도 3은 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 방법의 흐름도이다.
- [0055] S110에서는 인지 장애 진단 장치(100)는 사용자의 뇌파 신호를 수신한다.
- [0056] S120에서는 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌파 신호를 분석한다. 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌파 신호를 증폭시키고, 증폭된 뇌파 신호를 분석한다. 인지 장애 진단 장치(100)는 분석된 뇌파 신호를 데이터베이스로 전송한다. 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌파 신호를 통계적 또는 수리물리적 방법을 이용하여 분석할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌파 신호로부터 대뇌 피질의 부위별 위축 정도 및/또는 대뇌 백질의 허혈성 손상 정도를 추정할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌파의 파워 스펙트럼의 절대파워 및 상대파워, 뇌파의 파워 스펙트럼의 주파수 성분별 크기, 뇌파의 알파 피크 주파수, 뇌파의 서로 다른 주파수 밴드 간의 비율 및 커플링, 뇌파의 위치별 연결성, 뇌파의 복잡성(complexity) 혹은 뇌 안의 전기 신호원을 재구성하는 여러 기법들(역문제 해결법, inverse problem solution)을 이용하여 뇌파 신호로부터 피질영역에서의 주파수 대역별 전류 농도, 절대 파워 또는 상대 파워, 주파수 대역 간의 비율 및 커플링 등에 대해 동일 연령 정상인과의 통계적 비교값 등을 추출할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 두피에서의 뇌파 및 피질 영역에서의 뇌파 신호 주요 발생원의 이상소견 여부, 뇌에서의 주요 영역간의 국소적 연결성 강도, 주요 영역 간의 전체적 연결성 강도, 복잡성(complexity), 동조성(synchronisity) 등을 주요 지표로 활용하도록 특징점으로 추출할 수 있다.

- [0057] S130에서는 인지 장애 진단 장치(100)는 인지 장애 진단 모델을 이용하여 분석된 뇌파 신호에 대한 인지 장애의 정도 및 장애의 원인을 판별한다. 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌파 신호에 포함된 특징점들을 추출하고, 추출된 특징점들 중에서, 인지 장애 진단 모델을 통해 선별된 특징점들을 기초로 인지 장애의 정도 및 장애의 원인을 판별할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 인지 장애 진단 모델을 통해 선별된 경미한 인지 장애 여부와 관련된 특징점, 중대한 인지 장애로 발전할 수 있는 인지 장애의 발생 가능성과 관련된 특징점을 선별할 수 있다. 구체적으로, 인지 장애 진단 장치(100)는 상기 주파수 대역별 전류농도, 절대 파워 또는 상대 파워, 주파수 대역 간의 비율, 동일 연령 정상인과의 통계적 비교값 중 적어도 하나를 이용하여, 사용자 또는 대상체의 대뇌 피질의 부위별 위축 정도 및/또는 대뇌 백질의 허혈성 손상 정도를 추론할 수 있다. 예를 들어, 인지 장애 진단 장치(100)는 대뇌 피질의 부위별 위축 정도가 대뇌 백질의 허혈성 손상 정도 보다 큰 경우, 인지 장애의 발생 원인을 신경 퇴행성 인지 장애 질환으로 판단하고, 대뇌 피질의 부위별 위축 정도가 대뇌 백질의 허혈성 손상 정도 보다 작은 경우, 인지 장애의 발생 원인을 혈관성 치매로 판단할 수 있다. 선택적으로 인지 장애 진단 장치(100)는 인지 장애 진단 모델을 이용하여 인지 장애의 발생되는 원인이 신경 퇴행성 인지(예를 들어, 알츠하이머병)와 관련된 특징점(예를 들어, 대뇌 피질의 부위별 위축 정도), 인지 장애의 발생되는 원인이 혈관성인지와 관련된 특징점(예를 들어, 대뇌 백질의 허혈성 손상 정도)을 선별할 수 있다.
- [0058] 다른 실시예에서, 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌 피질의 신경활성도의 이상 여부와 관련된 특징점들(예를 들어, 주파수 대역별 전류 농도, 절대 파워 또는 상대 파워, 주파수 대역 간의 비율, 복잡성(complexity) 등)을 기초로 신경활성도의 이상이 관찰되는 뇌의 해부학적 위치 정보를 판단할 수 있다.
- [0059] 주파수 대역별 전류농도는 주파수 대역별 파워를 말하는 것으로, 절대 파워 또는 상대 파워 중 하나를 말한다. 절대 파워는 푸리에 변환을 해서 각 주파수 대역별 파워를 산출하고, 주파수 대역별 파워를 합산함으로써 산출될 수 있다. 상대 파워는 전체 파워를 분모로 하고 각 주파수 대역의 파워를 분자로 하여 상대적인 파워를 설정할 수 있다.
- [0060] 복잡성은 신호의 불예측성을 의미하는 것으로 하나의 수치로 출력할 수 있다.
- [0061] 이러한 특징점들의 이상여부는 정상군에게서 획득된 해당 특징점들의 기준치와 비교함으로써 판단될 수 있다. 동일 연령의 정상인으로부터 획득된 특징점들과 비교하여 통계적으로 유의미한 차이를 나타낼 경우, 인지 장애의 이상이 있다고 판단할 수 있다. 또는 알츠하이머형 경도인지 장애, 루이소체치매형 경도 인지 장애, 혈관성 치매형 경도 인지 장애 등의 각 질환을 가지는 비교군의 뇌파 신호로부터 획득된 특징점들을 기계 학습한 모델을 이용하여 사용자의 인지 장애와 관련된 정보를 판단할 수 있다.
- [0062] 예를 들어 특징점들의 기준치를 기 설정된 값과 비교함으로써, 인지 장애의 정도를 경도 또는 중등도 이상의 이상소견으로 판단할 수 있다. 예를 들어, 특징점들의 기준치가 1.5 z-score 혹은 16 percentile이하이면 경도라고 판단하고, 2 z-score 혹은 7percentile이하이면 중등도 이상의 이상소견으로 판단할 수 있다. 이를 통해, 인지 장애 진단 장치(100)는 신경활성도의 이상이 관찰되는 위치 정보를 측두엽, 후두엽, 두정엽, 전두엽 중 하나로 판단하고, 이상이 관찰되는 위치를 기초로 인지 장애의 발생 원인 및/또는 인지 장애의 예후 추정 정보를 판단할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 이상이 관찰되는 위치에 따라 인지 장애의 장애 정도를 판단할 수 있다. 예를 들어, 이상이 관찰되는 위치가 측두엽인 경우에는 경도 기억력 저하형 경도 인지 장애로, 이상이 관찰되는 위치가 두정엽이나 후두엽을 포함하는 경우에는 알츠하이머 초기로, 측두엽, 두정엽, 및 전두엽 모두인 경우, 알츠하이머 중기 이상으로 판단될 수 있으며, 측두엽이나 두정엽에서는 이상이 관찰되지 않으면서 전두엽에 주로 이상소견이 관찰될 경우에는 전두측두치매 또는 루이바디 치매로 판단될 수 있다.
- [0063] S140에서는 인지 장애 진단 장치(100)는 분석된 결과를 종합하여 사용자의 인지 장애 및 치매 증상의 진단 정보를 생성한다. 인지 장애 진단 장치(100)는 인지 장애 진단 모델을 통해 선별된 특징점들을 이용하여 사용자의 인지 장애의 정도 및 인지 장애의 원인 등을 포함하는 인지 장애 진단 정보를 생성할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 생성된 인지 장애 진단과 관련된 정보를 하나의 리포트로 생성할 수 있다.
- [0064] 도 4는 인지 장애 진단 장치(100)를 통해 생성된 리포트의 예시 도면이다.
- [0065] 인지 장애 진단 장치(100)를 통해 생성된 리포트(A1)는 인지 장애 등급 정보(S1), 치매 여부 정보(S2), 인지 장애 원인 정보(S3), 추천 약물 정보(S4), 약물에 따른 효과 정보(S5)를 제공할 수 있다. 약물에 따른 효과 정보는 각 사용자의 상태를 고려하여, 달라질 수 있다. 예를 들어, 약물에 따른 효과 정보는 사용자의 약물 투입 전이라면, 추천 약물에 대한 일반적인 정보를 포함하고, 사용자의 약물 투입 후라면, 기 투입된 약물을 검색하고, 약물 투약 이후의 인지 장애 정도를 투약 이전의 인지 장애 정도와 비교하여 투약에 대한 효과를 포함할 수 있

다.

- [0066] 도 5는 인지 장애 진단 모델의 모델링 시스템의 도면이다.
- [0067] 도 5에 도시된 바와 같이, 인지 장애 진단 모델의 모델링 시스템은 모델링 장치(10) 및 복수의 인지 장애 진단 장치들(101, 102, 103)을 포함할 수 있다.
- [0068] 모델링 장치(10)는 복수의 인지 장애 진단 장치들(101, 102, 103)을 통해 뇌파 신호, 뇌영상, 진단의 소견, 질의 문답 데이터 및/또는 진단 정보(인지 장애 정도, 장애 원인 등)를 수신 받아 인지 장애 진단 모델을 학습 시킨다. 모델링 장치(10)는 별도의 입출력 장치를 구비하여 전문의 등에 의해 정보가 입력되는 입출력 장치를 통해서, 뇌파 신호, 뇌영상, 진단의 소견, 질의 문답 데이터 및/또는 진단 정보 (인지 장애 정도, 장애 원인 등)을 입력 받아 학습할 수 있다. 이때, 모델링 장치(10)는 입력되는 데이터를 평가하여, 질적으로 우수한 데이터만을 입력 받도록 구현될 수 있다. 질적으로 우수한 데이터인지 여부는 입력 사용자에게 대한 테스트를 이용하여 판단될 수 있다. 질적으로 우수한 데이터인지 여부는 입력 사용자를 통해 기 입력된 데이터들만으로 학습된 모델에 대한 평가 데이터를 기초로 판단될 수 있다. 모델링 장치(10)는 학습하여 업데이트되는 인지 장애 진단 모델을 복수의 인지 장애 진단 장치들(101, 102, 103)로 전달할 수 있다. 복수의 인지 장애 진단 장치들(101, 102, 103)은 도 1의 인지 장애 진단 장치(100)와 동일 유사한 구조 및 기능을 가질 수 있다.
- [0069] 모델링 장치(10)는 특징 추출부(11), 학습 수행부(12), 인지 장애 진단 모델부(13)를 포함할 수 있다. 모델링 장치(10)는 하나 이상의 프로세서를 포함하는 컴퓨팅 장치 일 수 있다. 모델링 장치(10)는 복수의 인지 장애 진단 장치들(101, 102, 103)을 통해서 입력 데이터를 수신 받거나, 구비된 입력 장치를 통해서 입력 데이터를 입력 받을 수 있다. 모델링 장치(10)를 통해 생성된 인지 장애 진단 모델은 인지 장애 진단 장치(101, 102, 103)으로 각각 전달되어 인지 장애 진단 장치(101, 102, 103)를 갱신할 수 있다. 모델링 장치(10)는 학습을 위한 학습 알고리즘을 더 포함할 수 있다. 학습 알고리즘은 외부의 서버로부터 수신 받아 업데이트 될 수 있다.
- [0070] 특징 추출부(11)는 입력된 뇌파 신호, 뇌영상, 진단의 소견, 질의 문답 데이터 등을 분석하여, 하나 이상의 특징점들을 추출한다. 특징 추출부(11)는 뇌파의 파워 스펙트럼의 절대파워 및 상대파워, 뇌파의 파워 스펙트럼의 주파수 성분별 크기, 뇌파의 알파 피크 주파수, 뇌파의 서로 다른 주파수 밴드 간의 비율 및 커플링, 링 뇌파의 위치별 연결성, 뇌파의 복잡성(complexity), 혹은 뇌파 신호로부터 뇌 안의 전기 신호원을 재구성하는 여러 기법들을 이용하여 주파수 대역별 전류농도, 절대 파워 또는 상대 파워, 주파수 대역 간의 비율, 동일 연령 정상인과의 통계적 비교값 등을 추출할 수 있다.
- [0071] 학습 수행부(12)는 입력된 뇌파 신호, 뇌영상, 진단의 소견, 질의 문답 데이터 및 인지 장애 정도 및 장애 원인 등을 포함하는 출력 데이터를 셋트로 학습한다. 학습 수행부(12)는 입력된 뇌파 신호, 뇌영상, 진단의 소견, 질의 문답 데이터에 포함된 특징들을 추출하고, 뇌파 신호에 포함된 특징점들을 출력 데이터에 따라 분류하는 과정을 통해 학습하게 된다. 학습 수행부(12)는 대뇌 피질의 부위별 위축 정도와 관련된 특징점들, 대뇌 백질의 허혈성 손상 정도와 관련된 특징점들을 학습을 통해 추출하게 된다. 학습 수행부(12)는 인간의 뇌기능을 모방한 뉴럴 네트워크를 이용하여 입력 데이터 및 인지 장애와 관련된 결과 정보를 학습할 수 있다. 학습 수행부(12)는 반복적인 입력 데이터를 통해 뇌파 신호 및 인지 장애 정도, 뇌파 신호 및 장애 원인 사이의 관계를 학습할 수 있다. 입력 데이터인 뇌파 신호들을 출력 데이터인 인지 장애 정도 및 장애 원인에 따라 분류하는 것은 입력 데이터에 포함된 하나 이상의 인자들을 출력 데이터들과 연결하는 것일 수 있다. 입력 데이터인 뇌파 신호, 뇌영상, 진단의 소견, 질의 문답 데이터 등에 포함된 하나 이상의 인자들은 인지 장애와 관련된 출력 데이터들로 최종적으로 추론되기 위해서 히든 데이터와 인과 관계를 가질 수 있다. 입력 데이터에 포함된 인자들은 히든 데이터와 기계 학습으로 추론된 인과 관계를 기초로 연결될 수 있다. 여기서, 히든 데이터는 입력 데이터인 뇌파 신호 또는 출력 데이터인 인지 장애 관련 정보에 포함되지 않지만 뇌파 신호에서 인지 장애 관련 정보로 향하는 추론 과정에서, 이용되는 이용되는 특징점, 특성, 속성, 인자 또는 데이터를 말한다. 입력 데이터, 히든 데이터, 출력 데이터 중 적어도 2개 사이의 연결을 이용하여 입력 데이터와 대응되는 출력 데이터가 학습될 수 있다. 본 실시예에 따르면, 입력 데이터는 뇌파 신호로서, 다양한 뇌파 측정 장치를 통해 획득되는 구체적으로 복수의 채널들을 통해 측정된 감마 γ 파, 알파 α 파, 베타 β 파, 델타 δ 파, 세타 θ 파 등 일 수 있다. 출력 데이터는 사용자의 인지 장애 정도, 장애의 원인 등일 수 있다. 입력 데이터는 뇌파 신호, 뇌영상, 진단의 소견, 질의 문답 데이터 등을 더 포함할 수 있다. 추가적으로 학습 수행부(12)의 구체적인 구조 및 동작은 도 13 및 도 14에서 자세히 설명하겠다.
- [0072] 모델링 장치(10)는 하나 이상의 인지 장애 진단 장치(101, 102, 103)로부터 획득된 뇌파 신호 및 인지 장애 정도에 따라 계속적으로 훈련될 수 있다. 입력되는 데이터의 양이 증가할수록 뇌파 신호에 따른 사용자의 인지 장애

에 정도 및 장애 원인에 대한 예측 정확도는 증가할 수 있다. 모델링 장치(10)는 업데이트된 인지 장애 진단 모델을 주기적으로 인지 장애 진단 장치(101, 102, 103)로 전달할 수 있다.

- [0073] 하나 이상의 인지 장애 진단 장치(101, 102, 103)에 의해 출력되는 사용자의 인지 장애 정도 및 장애의 원인은 하나 이상의 결과값으로 판별될 수 있다. 판별된 각 결과값에 대해서는, 각 매칭 확률을 더 포함할 수 있다. 예컨대, 인지 장애 정도는 제1 인지 장애 및 제2 인지 장애로 출력되며, 제1 인지 장애 및 제2 인지 장애일 확률은 7대 3로 추론되어 출력될 수 있다.
- [0074] 인지 장애 진단 모델부(13)는 학습 수행부(12)를 통해 학습된 결과를 이용하여 인지 장애 진단 모델을 모델링한다. 인지 장애 진단 모델은 뇌파 신호를 입력으로 하고, 뇌파 신호로부터 추출된 특징점들을 이용하여 인지 장애 정도 및 장애 원인을 출력할 수 있다.
- [0075] 인지 장애 진단 모델부(13)는 인지 장애의 진단과 관련하여, 복합적인 정보들을 한번에 진단하도록 구현될 수 있다. 예를 들어, 인지 장애 진단 모델부(13)는 인지 장애 정도, 및 장애의 원인을 각각 하나의 축으로 생성하는 다차원 모델 함수를 생성할 수 있다. 장애의 원인은 혈관성 치매, 및 퇴행성 치매 등 일 수 있다. 뇌파 신호를 통해 출력하는 출력 값(인지 장애 관련 정보)들이 증가함에 따라 모델 함수의 축이 증가하게 된다.
- [0076] 도 8와 같이, 인지 장애 진단 모델은 인지 장애와 관련하여 예측 결과 출력되는 정보를 기준으로 모델링의 차원을 결정한다. 예를 들어 인지 장애 진단 모델이 뇌파 신호를 기초로 추출된 특징점들을 이용하여 인지 장애 관련 결과값들 중에서, 인지 장애 정도 및 장애 원인 등의 2가지의 인지 장애 진단 정보를 출력하는 경우, 인지 장애 정도 및 장애 원인의 2개의 축을 포함하도록 모델링될 수 있다.
- [0077] 추론되는 인지 장애 관련 정보인 출력 데이터의 수가 증가함에 따라 인지 장애 진단 모델의 차원은 3개의 축을 가지는 3차원으로 증가할 수 있다. 구체적으로 모델의 결과값에 속하는 장애의 원인의 종류가 증가함에 따라 인지 장애 진단 모델은 결과적으로 출력되는 장애 원인의 종류들 각각과 대응되는 축을 포함하도록 자동적으로 모델링 될 수 있다. 도 9와 같이, 인지 장애의 원인의 종류가 혈관성 또는 퇴행성로 구분하여 출력되는 경우, 인지 장애 진단 모델에 의해 출력되는 인지 장애의 발생 원인들에 대한 결과값들이 각각 추론되도록 3차원으로 설계될 수 있다. 또한, 루이소체 치매, 전두측두 치매 등 원인 질병이 추가될 경우 결과값들의 출력 차원이 증가할 수 있다.
- [0078] 인지 장애 진단 모델은 입력인 뇌파 신호에 대해서, 다차원 모델링 방법으로 인지 장애 정도, 장애 원인 등의 출력 데이터를 출력한다. 기계 학습의 결과로서, 하나 이상의 출력 데이터가 출력될 수 있으며, 각 출력 데이터는 확률 값을 가질 수 있다.
- [0079] 도 9에 도시된 바와 같이, 3차원 공간에서, 제1 입력 데이터에 대한 출력 데이터는 일정 영역으로 표시될 수 있다. 확률 값에 따라서 표시된 영역의 각 지점들은 구별되는 방식으로 표현될 수 있다.
- [0080] 도 7은 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 모델링 방법의 흐름도이다.
- [0081] 인지 장애 진단 모델링 방법은 치매 또는 MCI(mild cognitive impairment 경도 인지 장애)와 건강한 노인을 구별하기 위한 EEG(뇌파) 기반 감별 모델을 생성한다. 인지 장애 진단 모델링 방법은 신경퇴행성 변화 및 허혈성 손상에 대한 주요 병리생리학적 변성 평가를 위한 EEG 기반의 모델을 생성한다. 이때, MRI 백질 강도 및 MRI 3D 체적 분석 결과(해마 위축, 대뇌 피질 얇아짐 위축과 관련된 정보 등)가 이용될 수 있다.
- [0082] 인지 장애 진단 모델링 방법은 신경 퇴행성 치매(AD, 알츠하이머 형 치매)와 허혈성 치매(VD, 혈관성 치매)를 구별하기 위한 뇌파 기반 감별 모델을 생성할 수 있다.
- [0083] 인지 장애 진단 모델은 대뇌 피질의 부위별 위축 정도를 반영할 수 있는 뇌파 지표를 추출할 수 있다. 인지 장애 진단 모델은 뇌파의 파워 스펙트럼의 절대파워 및 상대파워, 뇌파의 파워 스펙트럼의 주파수 성분별 크기, 뇌파의 알파 피크 주파수, 뇌파의 서로 다른 주파수 밴드 간의 비율 및 커플링, 링 뇌파의 위치별 연결성, 뇌파의 복잡성(complexity) 혹은 두피에서 측정된 뇌파를 기반으로 뇌 안의 전기 신호원을 재구성하는 여러 기법들(소위 역문제 해결, inverse problem solution)을 사용하여 계산된 뇌 안의 전기 신호들에 대하여 이들의 주파수 대역별 전류농도, 절대 혹은 상대 파워, 주파수 대역간의 비율, 동일 연령 정상인과의 표준치와 비교한 통계적 비교값 등을 추출할 수 있다. 또한 인지 장애 진단 모델은 대뇌 백질의 허혈성 손상 정도를 추정하는 뇌파 지표를 추출할 수 있다. 인지 장애 진단 모델은 두피에서 측정된 뇌파를 기반으로 뇌 안의 전기 신호원을 재구성하는 여러 기법들을 사용하여 계산된 뇌 안의 전기 신호들에 대하여 뇌의 주요 영역간의 연결성 및 동조성에 대한 계산 값 혹은, 이것을 동일 연령 정상인의 표준치와 비교한 통계적 비교값 등을 추출할 수 있다. 만약, 인

지 장애 진단 모델은 대뇌 피질의 위축을 반영하는 뇌파 지표가 대뇌 백질의 허혈성 손상을 반영하는 뇌파 지표보다 우세하면(높다면) 인지장애의 원인을 신경퇴행성질환(대표적으로 알츠하이머 병)으로, 그 반대의 경우는 혈관성 치매로 판정할 수 있다.

- [0084] 인지 장애 진단 모델은 역문제 해결기법을 통해 추정된 뇌 피질의 신경활성도의 이상 이 관찰되는 뇌의 해부학적 위치정보를 포함할 수 있다 인지 장애 진단 모델은 뇌파 신호로부터 주파수 대역별 전류농도, 절대 혹은 상대 파워, 주파수 대역간의 비율, 동일 연령 정상인과의 통계적 비교값 등을 이용하여 신경활성도의 이상이 관찰되는 위치 정보를 추출할 수 있다. 즉, 이러한 이상소건이 해마를 포함한 측두엽에 국한되어 있는지, 두정엽 혹은 후두엽에서 관찰되는지, 혹은 (전)전두엽에서 관찰되는지 등 해부학적 위치 정보를 원인감별 및 예후 추정에 중요한 변수로 포함할 수 있다. 인지 장애 진단 모델에서는 이상이 관찰되는 위치에 따라 인지 장애의 장애 정도를 판단할 수 있다. 예를 들어, 이상이 관찰되는 위치가 측두엽인 경우에는 경도 기억력 저하형 경도 인지 장애로, 이상이 관찰되는 위치가 두정엽이나 후두엽을 포함하는 경우에는 알츠하이머 초기로, 측두엽, 두정엽이나 후두엽, 및 전두엽 모두인 경우, 알츠하이머 중기 이상으로 판단될 수 있으며, 측두엽이나 두정엽에서는 이상이 관찰되지 않으면서 전두엽에 주로 이상소건이 관찰될 경우에는 전두측두치매 또는 루이바디 치매로 판단될 수 있다. 또한 뇌의 주요 영역간의 연결성은 위상의 관련성(코헤런스 coherence 혹은 correlation) 혹은 엔트로피 기반의 정보 전달량의 상대적 차이에 따라, 혹은 이 수치에 대한 정상인의 기준치와의 비교를 통해 대뇌 백질의 허혈성 손상 정도를 차등화 시킬 수 있다.
- [0085] 인지 장애 진단 모델링 방법은 neurocognitive 예비 용량(cognitive reserve)에 관한 신경 회복탄력성(resilience) 평가를 위한 EEG 기반 grading 모델을 생성한다.
- [0086] S210에서는 모델링 장치(10)는 입력 데이터인 뇌파 신호 및 출력 데이터인 인지 장애 관련 결과 값을 포함하는 입력 데이터를 학습을 위해서 수신한다.
- [0087] S220에서는 모델링 장치(10)는 입력 데이터를 분석하여 특징점들을 추출한다. 모델링 장치(10)는 입력 데이터를 분석하여 사용자의 cognitive reserve 혹은 신경회복탄력성 관련 특성과 관련된 특징점들을 추출할 수 있다. Cognitive reserve 모델은 두피에서의 뇌파 및 피질 영역에서의 뇌파 신호 주요 발생원의 이상소건 여부, 뇌에서의 주요 영역간의 국소적 연결성 강도, 주요 영역 간의 전체적 연결성 강도, 복잡성(complexity), 동조성(synchronicity) 등을 주요 지표로 활용하며 동일 연령대 건강인의 기준치를 기준으로 사용자의 cognitive reserve에 대한 상대적 우월성과 열등성을 비교 판별할 수 있다.
- [0088] 모델링 장치(10)는 특징들에 따라 입력 데이터를 분류할 수 있다. 모델링 장치(10)는 도 13 및 도 14의 설명과 같이 입력 데이터를 분석하고, 특징점들을 추출할 수 있다.
- [0089] 예를 들어, 병리 생리학적 특성은 히든 데이터로 이용되기도 하며, 신경 탄력성, 신경 퇴화, 피질 위축, 단백질 미스 폴딩, 스냅스 무결성, 스냅스 활동성, 혈관 손상, 미토콘드리아 대사 기능, 산화 스트레스, 백질 변화 등을 포함할 수 있다. 병리 생리학적 특성은 뇌영상, 진단의 소견, 질의 문답 데이터 등을 종합하여 추출될 수 있다.
- [0090] S230에서는 모델링 장치(10)는 특징 및 인지 장애 관련 결과 값 사이의 인과 관계를 생성하고 학습한다.
- [0091] S240에서는 모델링 장치(10)는 뇌파 신호 및 인지 장애 관련 결과 값을 이용하여 인지 장애 진단 모델을 업데이트 한다. 인지 장애 진단 모델은 인지 장애 진단 장치들로 전달되어 설치될 수 있다. 인지 장애 진단 장치는 가장 최신의 인지 장애 진단 모델에 따른 함수를 이용하여 사용자의 인지 장애의 정도 및 장애가 발생하는 원인을 판별한다.
- [0092] 도 10 및 도 11은 본 발명의 실시예들에 따른 인지 장애 진단 장치의 동작 방법들의 흐름도들이다.
- [0093] 도 10에 도시된 바와 같이, 인지 장애 진단 장치(100)는 사용자의 뇌파 신호를 수신한다. 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌파 측정 장치(200)로부터 측정된 뇌파 신호를 수신한다. 인지 장애 진단 장치(100)는 사용자의 뇌파 신호를 분석한다(S320).
- [0094] S330에서는 인지 장애 진단 장치(100)는 현재의 뇌파 신호를 이전에 수신한 뇌파 신호와 비교하여, 사용자의 인지 장애 개선 정도를 판단한다. 인지 장애 진단 장치(100)는 분석한 결과를 이전에 수신된 뇌파 신호의 분석 결과와 비교하여, 인지 장애 개선 정도를 판단할 수 있다.
- [0095] S340에서는 인지 장애 진단 장치(100)는 사용자의 인지 장애 개선 정도를 사용자 단말기로 제공할 수 있다. 인지 장애 개선 정도는 외부의 보험사 서버, 의료 기관 서버, 제약 회사 서버 등의 다양한 서버로 전달될 수

있다. 사용자가 구매한 약물, 치료 행위, 생활 습관(운동, 식습관, 주거 환경, 기타 환경 등) 등과 연계되어 약물, 치료 행위, 생활 습관 등의 효능으로 연결하여 생성할 수 있다.

- [0096] 만약, 사용자의 인지 장애 개선 정도가, 기 설정된 최소 개선값 이하인 경우, 인지 장애 진단 장치(100)는 현재의 뇌파 신호를 통해 결정된 사용자의 인지 장애 관련 정보를 기초로 새로운 약물, 치료 행위, 의료 기관, 담당의, 생활 습관 등을 추천할 수 있다. 이를 통해, 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌 영상 또는 침습적 검사를 거치지 않더라도, 치료 방법의 개선 효과를 객관적으로 산출할 수 있다.
- [0097] 다른 실시예에서, 인지 장애 진단 장치(100)는 인지 장애 관련 약물의 피험자 그룹을 선별할 수 있다.
- [0098] 구체적으로, S410에서는 인지 장애 진단 장치(100)는 사용자의 뇌파 신호를 수신할 수 있다. 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌파 신호를 분석하여 사용자의 인지 장애 관련 정보를 생성한다. 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌파 신호를 증폭시켜, 뇌파 신호에 포함된 특징점을 추출함으로써, 뇌파 신호를 분석할 수 있다. 선택적으로 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌영상, 진단의의 소견, 질의 문답 데이터 등을 수신하고 이를 분석하여 인지 장애 관련 정보를 생성할 수 있다.
- [0099] S420에서는 인지 장애 진단 장치(100)는 시험 요청자의 시험 조건을 수신한다. S430에서는 인지 장애 진단 장치(100)는 사용자의 인지 장애 관련 정보 및 시험 요청자의 시험 조건 사이의 매칭도를 판단한다. 사용자의 인지 장애 정도, 인지 장애의 원인, 인지 장애 질환의 기간, 발생 시기 등과 같은 인지 장애 관련 정보를 기초로 시험 요청자의 시험 조건을 만족하는지 여부를 판단할 수 있다. 여기서, 시험 요청자는 제약 회사의 관리자, 의료 기관의 진료진, 임상시험 수탁기관의 임상연구담당자, 국가 기관의 의료 관련 공무원 등 일 수 있다.
- [0100] S440에서는 인지 장애 진단 장치(100)는 상기 판단된 매칭도가 기 설정된 임계 레벨 이상인 것으로 판단된 경우, 사용자를 피험자 그룹으로 결정한다.
- [0101] 이를 통해 인지 장애 진단 장치(100)는 인지 장애 관련 약물, 치료법, 수술법 등의 다양한 의약품, 의료 행위에 대한 임상 시험의 피험자 그룹을 간단하게 결정할 수 있다. 초기 단계의 인지 장애자의 진단이 가능한 인지 장애 진단 장치(100)를 통해서, 중증 인지 장애 환자가 아니더라도, 초기 인지 장애에 대한 약물, 치료행위, 수술법 등의 임상 시험에 활용될 수 있다. 이를 통해, 인지 장애 정도 뿐만 아니라 장애의 원인, 사용 약물, 치료기간, 치료 방법 등을 세분화하여 임상 시험이 진행될 수 있다.
- [0102] 피험자 그룹에 선정된 이후에, 사용자의 인지 장애 개선 정도 역시 인지 장애 진단 장치(100)를 통해 측정될 수 있다. 피험자 그룹에 포함된 복수의 사용자들의 인지 장애 개선 정도들을 신속하게 산출함으로써, 임상 시험의 대상에 대한 시험 결과 리포트를 완성할 수 있다.
- [0103] 도 12에 도시된 바와 같이, S510에서는 인지 장애 진단 장치(100)는 뇌파 신호를 수신하고, 뇌파 신호를 분석하여 사용자의 인지 장애 관련 정보를 생성한다.
- [0104] S520에서는 인지 장애 진단 장치(100)는 시험 요청자의 시험 약물 관련 정보 및 타겟 그룹 정보를 수신한다. 타겟 그룹 정보는 특정 사용자로 전달될 수 있다. 타겟 그룹 정보는 시험 요청자에 의해 선택된 사용자의 인지 장애 관련 정보의 전부 또는 일부를 포함할 수 있다. 예컨대, 타겟 사용자의 뇌파 신호를 분석하여 타겟 그룹 정보가 생성될 수 있다.
- [0105] S530에서는 인지 장애 진단 장치(100)는 인지 장애 관련 정보 및 타겟 그룹 정보 사이의 매칭도를 판단할 수 있다.
- [0106] S540에서는 인지 장애 진단 장치(100)는 매칭도가 기 설정된 임계 레벨 이상인 것으로 판단된 경우, 사용자를 피험자 그룹으로 결정할 수 있다.
- [0107] 도 13는 기계 학습 수행부(12)의 구조를 나타내는 블록도이다. 도 14는 데이터 획득부(121) 및 데이터 인식부(122)의 구조를 나타내는 블록도이다.
- [0108] 기계 학습 수행부(12)는 데이터 학습부(121) 및 데이터 인식부(122)를 포함할 수 있다. 각 구성요소들의 동작은 아래와 같다.
- [0109] 데이터 학습부(121)는 인지 장애 진단 및 예측을 위한 기준을 학습할 수 있다. 데이터 학습부(121)는 소정의 인지 장애의 정도 및 장애 원인을 판단하기 위하여 어떤 데이터를 이용할 지, 데이터를 이용하여 인지 장애의 정도 및 장애 원인을 어떻게 판단할 지에 관한 기준을 학습할 수 있다. 데이터 학습부(121)는 학습에 이용될 데이터로 측정된 다채널 뇌파 신호를 이용하도록 학습될 수 있다. 또한, 데이터 학습부(121)는 측정된 뇌파 신호 및

뇌파 신호에 포함된 특징점들을 이용하여 인지 장애와 관련된 정보(인지 장애의 정도, 장애 원인 등)를 검출하도록 학습할 수 있다. 데이터 학습부(121)는 뇌파 신호를 통해 추출된 뇌의 연결성 및 유효 연결성 등을 포함하는 특징점들을 출력할 수 있다.

[0110] 데이터 인식부(122)는 입력된 데이터에 기초한 사용자의 인지 장애의 정도 및 장애의 원인 등을 포함하는 인지 장애 관련 정보를 검출할 수 있다. 데이터 인식부(122)는 학습된 인지 장애 진단 모델을 이용하여, 소정의 데이터로부터 사용자의 인지 장애 관련 정보를 검출할 수 있다. 데이터 인식부(122)는 학습에 의한 기 설정된 기준에 따라 소정의 데이터를 획득하고, 획득된 데이터를 입력 값으로 하여 인지 장애 진단 모델을 이용함으로써, 소정의 데이터에 기초한 사용자의 인지 장애 관련 정보를 검출할 수 있다. 또한, 획득된 데이터를 입력 값으로 하여 인지 장애 진단 모델에 의해 출력된 결과 값은, 인지 장애 진단 모델을 갱신하는데 이용될 수 있다.

[0111] 데이터 학습부(121) 및 데이터 인식부(122) 중 적어도 하나는, 적어도 하나의 하드웨어 칩 형태로 제작되어 전자 장치에 탑재될 수 있다. 예를 들어, 데이터 학습부(121) 및 데이터 인식부(122) 중 적어도 하나는 인공 지능(AI; artificial intelligence)을 위한 전용 하드웨어 칩 형태로 제작될 수도 있고, 또는 기존의 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor) 또는 그래픽 전용 프로세서(예: GPU)의 일부로 제작되어 전술한 각종 전자 장치에 탑재될 수도 있다.

[0112] 이 경우, 데이터 학습부(121) 및 데이터 인식부(122)는 하나의 전자 장치에 탑재될 수도 있으며, 또는 별개의 전자 장치들에 각각 탑재될 수도 있다. 예를 들어, 데이터 학습부(121) 및 데이터 인식부(122) 중 하나는 전자 장치에 포함되고, 나머지 하나는 서버에 포함될 수 있다. 또한, 데이터 학습부(121) 및 데이터 인식부(122)는 유선 또는 무선으로 통하여, 데이터 학습부(121)가 구축한 모델 정보를 데이터 인식부(122)로 제공할 수도 있고, 데이터 인식부(122)로 입력된 데이터가 추가 학습 데이터로서 데이터 학습부(121)로 제공될 수도 있다.

[0113] 한편, 데이터 학습부(121) 및 데이터 인식부(122) 중 적어도 하나는 소프트웨어 모듈로 구현될 수 있다. 데이터 학습부(121) 및 데이터 인식부(122) 중 적어도 하나가 소프트웨어 모듈(또는, 인스터리션(instruction) 포함하는 프로그램 모듈)로 구현되는 경우, 소프트웨어 모듈은 컴퓨터로 읽을 수 있는 판독 가능한 비일시적 판독 가능 기록매체(non-transitory computer readable media)에 저장될 수 있다. 또한, 이 경우, 적어도 하나의 소프트웨어 모듈은 OS(Operating System)에 의해 제공되거나, 소정의 애플리케이션에 의해 제공될 수 있다. 또는, 적어도 하나의 소프트웨어 모듈 중 일부는 OS(Operating System)에 의해 제공되고, 나머지 일부는 소정의 애플리케이션에 의해 제공될 수 있다.

[0114] 도 14에 도시된 바와 같이, 데이터 학습부(121)는 데이터 획득부(121-1), 전처리부(121-2), 학습 데이터 선택부(121-3), 모델 학습부(121-4), 모델 평가부(121-5)를 포함할 수 있다.

[0115] 데이터 획득부(121-1)는 인지 장애 진단 및 예측에 필요한 데이터를 획득할 수 있다. 데이터 획득부(121-1)는 인지 장애 진단 및 예측을 위한 학습을 위하여 필요한 데이터를 획득할 수 있다. 데이터 획득부(121-1)는 뇌파 측정 장치(200)로부터 사용자의 뇌파 신호를 획득할 수 있다. 구체적으로, 데이터 획득부(121-1)는 다채널 뇌파 신호를 획득할 수 있다. 전처리부(121-2)는 인지 장애 진단 및 예측을 위한 학습에 획득된 데이터가 이용될 수 있도록, 획득된 데이터를 전처리할 수 있다. 전처리부(121-2)는 후술할 모델 학습부(121-4)가 인지 장애 진단 및 예측을 위한 학습을 위하여 획득된 데이터를 이용할 수 있도록, 획득된 데이터를 기 설정된 포맷으로 가공할 수 있다. 전처리부(121-2)는 뇌파 신호로부터 대뇌 피질의 부위별 위축 정도와 관련된 특징점들 및/또는 대뇌 백질의 허혈성 손상 정도와 관련된 특징점들을 데이터로 획득할 수 있다. 전처리부(121-2)는 뇌 안의 전기 신호들에 대하여 주파수 대역별 전류농도, 절대 파워 또는 상대 파워, 주파수 대역간의 비율, 동일 연령 정상인과의 통계적 비교값 등을 데이터로 추출할 수 있다. 전처리부(121-2)는 뇌파 신호로부터 주파수 대역별 전류농도, 절대 혹은 상대 파워, 주파수 대역간의 비율, 동일 연령 정상인과의 통계적 비교값 등을 이용하여 신경활성도의 이상이 관찰되는 위치 정보를 추출할 수 있다.

[0116] 구체적으로 전처리부(121-2)는 뇌파 신호를 증폭 시킬 수 있다. 전처리부(121-2)는 사용자의 뇌파 신호를 증폭 시킨 후, 주파수 영역에서의 필터링하고, 뇌파 신호에 포함된 노이즈를 제거할 수 있다. 전처리부(121-2)는 필터링 및 노이즈 제거 후에 뇌파 신호의 특징점들을 추출할 수 있다. 전처리부(121-2)는 뇌의 연결성 및 유효 연결성 기반 네트워크 모델을 이용하여, 특징점들을 추출할 수 있다. 학습 데이터 선택부(121-3)는 전처리된 데이터 중에서 학습에 필요한 데이터를 선택할 수 있다. 선택된 데이터는 모델 학습부(121-4)에 제공될 수 있다. 학습 데이터 선택부(121-3)는 인지 장애 진단 및 예측을 위한 기 설정된 기준에 따라, 전처리된 데이터 중에서 학습에 필요한 데이터를 선택할 수 있다. 또한, 학습 데이터 선택부(121-3)는 후술할 모델 학습부(121-4)에 의한 학습에 의해 설정된 기준에 따라 데이터를 선택할 수도 있다.

- [0117] 모델 학습부(121-4)는 인지 장애 진단 및 예측에 이용되는 인지 장애 진단 모델을 학습 데이터를 이용하여 학습시킬 수 있다. 모델 학습부(121-4)는 뇌파 신호로부터 추출된 특징점들 및 인지 장애 관련 정보 사이의 인과 관계를 생성하고, 다수의 사용자로부터 획득한 인지 장애와 관련된 인지 장애 진단 데이터들을 바탕으로 인지 장애의 정도, 인지 장애의 원인을 출력할 수 있다. 뇌관련 전문가에 의해 획득된 사용자의 인지 장애 진단 데이터는 사용자의 인지 장애의 정도, 발생한 인지 장애의 발생 원인과 관련된 정보를 포함할 수 있다. 이 경우, 인지 장애 진단 모델은 인공 신경망 알고리즘을 이용하여 학습하는 모델일 수 있다.
- [0118] 예를 들어, 인지 장애 진단 모델은 뇌파 신호를 증폭시키고, 뇌파 신호에 포함된 주파수 영역에서의 노이즈를 제거하고, 뇌파 신호를 분석하여 특징점을 추출할 수 있다.
- [0119] 모델 학습부(121-4)는 대뇌 피질의 부위별 위축 정도와 관련된 특징점들 및/또는 대뇌 백질의 허혈성 손상 정도와 관련된 특징점들, 뇌파 신호로부터 주파수 대역별 전류농도, 절대 혹은 상대 파워, 주파수 대역간의 비율, 동일 연령 정상인과의 통계적 비교값 등을 이용하여 신경활성도의 이상이 관찰되는 위치 정보들을 이용하여 사용자의 인지 장애 진단 및 예측 정보를 출력할 수 있다.
- [0120] 모델 학습부(121-4)는 뇌파 신호로부터 추출된 특징점들을 이용하여 사용자의 인지 장애 진단 및 예측 정보(인지 장애의 정도 및 장애의 원인 등)를 출력하도록 학습한다.
- [0121] 인지 장애 진단 모델은, 인식 모델의 적용 분야, 학습의 목적 또는 장치의 컴퓨터 성능 등을 고려하여 구축될 수 있다. 인지 장애 진단 모델은, 예를 들어, 신경망(Neural Network)을 기반으로 하는 모델일 수 있다. 예컨대, DNN(Deep Neural Network), RNN(Recurrent Neural Network), BRDNN(Bidirectional Recurrent Deep Neural Network)과 같은 모델이 인지 장애 진단 모델로서 사용될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0122] 또한, 모델 학습부(121-4)는, 예를 들어, 학습 데이터를 입력 값으로 하는 지도 학습(supervised learning)을 통하여, 인지 장애 진단 모델을 학습시킬 수 있다. 또한, 모델 학습부(121-4)는, 예를 들어, 별다른 지도 없이 인지 장애 진단 및 예측을 위해 필요한 데이터의 종류를 스스로 학습함으로써, 인지 장애 진단 및 예측을 위한 기준을 발견하는 비지도 학습(unsupervised learning)을 통하여, 인지 장애 진단 모델을 학습시킬 수 있다. 또한, 모델 학습부(121-4)는, 예를 들어, 학습에 따른 인지 장애 진단 및 예측의 결과가 올바른 지에 대한 피드백을 이용하는 강화 학습(reinforcement learning)을 통하여, 인지 장애 진단 모델을 학습시킬 수 있다.
- [0123] 또한, 인지 장애 진단 모델이 학습되면, 모델 학습부(121-4)는 학습된 인지 장애 진단 모델을 저장할 수 있다. 이 경우, 모델 학습부(121-4)는 학습된 인지 장애 진단 모델을 데이터 인식부(122)를 포함하는 전자 장치의 메모리에 저장할 수 있다. 또는, 모델 학습부(121-4)는 학습된 인지 장애 진단 모델을 후술할 데이터 인식부(122)를 포함하는 전자 장치의 메모리에 저장할 수 있다. 또는, 모델 학습부(121-4)는 학습된 인지 장애 진단 모델을 전자 장치와 유선 또는 무선 네트워크로 연결되는 서버의 메모리에 저장할 수도 있다.
- [0124] 이 경우, 학습된 인지 장애 진단 모델이 저장되는 메모리는, 예를 들면, 전자 장치의 적어도 하나의 다른 구성 요소에 관계된 명령 또는 데이터를 함께 저장할 수도 있다. 또한, 메모리는 소프트웨어 및/또는 프로그램을 저장할 수도 있다. 프로그램은, 예를 들면, 커널, 미들웨어, 어플리케이션 프로그래밍 인터페이스(API) 및/또는 어플리케이션 프로그램(또는 "어플리케이션") 등을 포함할 수 있다.
- [0125] 모델 평가부(121-5)는 인지 장애 진단 모델에 평가 데이터를 입력하고, 평가 데이터로부터 출력되는 인식 결과가 소정 기준을 만족하지 못하는 경우, 모델 학습부(121-4)로 하여금 다시 학습하도록 할 수 있다. 이 경우, 평가 데이터는 인지 장애 진단 모델을 평가하기 위한 기 설정된 데이터일 수 있다.
- [0126] 예를 들어, 모델 평가부(121-5)는 평가 데이터에 대한 학습된 인지 장애 진단 모델의 인식 결과 중에서, 인지 장애 진단 및 예측 결과가 정확하지 않은 평가 데이터의 개수 또는 비율이 미리 설정된 임계치를 초과하는 경우 소정 기준을 만족하지 못한 것으로 평가할 수 있다.
- [0127] 한편, 학습된 인지 장애 진단 모델이 복수 개가 존재하는 경우, 모델 평가부(2541-5)는 각각의 학습된 인지 장애 진단 모델에 대하여 소정 기준을 만족하는지를 평가하고, 소정 기준을 만족하는 모델을 최종 인지 장애 진단 모델로서 결정할 수 있다. 이 경우, 소정 기준을 만족하는 모델이 복수 개인 경우, 모델 평가부(2541-5)는 평가 점수가 높은 순으로 미리 설정된 어느 하나 또는 소정 개수의 모델을 최종 인지 장애 진단 모델로서 결정할 수 있다.
- [0128] 한편, 데이터 학습부(121) 내의 데이터 획득부(121-1), 전처리부(121-2), 학습 데이터 선택부(121-3), 모델 학습부(121-4) 및 모델 평가부(121-5) 중 적어도 하나는, 적어도 하나의 하드웨어 칩 형태로 제작되어 전자 장치

에 탑재될 수 있다. 예를 들어, 데이터 획득부(121-1), 전처리부(121-2), 학습 데이터 선택부(121-3), 모델 학습부(121-4) 및 모델 평가부(121-5) 중 적어도 하나는 인공 지능(AI; artificial intelligence)을 위한 전용 하드웨어 칩 형태로 제작될 수도 있고, 또는 기존의 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor) 또는 그래픽 전용 프로세서(예: GPU)의 일부로 제작되어 전술한 각종 전자 장치에 탑재될 수도 있다.

[0129] 또한, 데이터 획득부(121-1), 전처리부(121-2), 학습 데이터 선택부(121-3), 모델 학습부(121-4) 및 모델 평가부(121-5)는 하나의 전자 장치에 탑재될 수도 있으며, 또는 별개의 전자 장치들에 각각 탑재될 수도 있다. 또한, 데이터 획득부(121-1), 전처리부(121-2), 학습 데이터 선택부(121-3), 모델 학습부(121-4) 및 모델 평가부(121-5) 중 적어도 하나는 소프트웨어 모듈로 구현될 수 있다. 데이터 획득부(121-1), 전처리부(121-2), 학습 데이터 선택부(121-3), 모델 학습부(121-4) 및 모델 평가부(121-5) 중 적어도 하나가 소프트웨어 모듈(또는, 인스터리션(instruction) 포함하는 프로그램 모듈)로 구현되는 경우, 소프트웨어 모듈은 컴퓨터로 읽을 수 있는 판독 가능한 비일시적 판독 가능 기록매체(non-transitory computer readable media)에 저장될 수 있다.

[0130] 다음으로, 데이터 인식부(122)의 구조를 설명하겠다.

[0131] 본 발명의 실시예에 따른 데이터 인식부(122)는 데이터 획득부(122-1), 전처리부(122-2), 인식 데이터 선택부(122-3), 인식 결과 제공부(122-4) 및 모델 갱신부(122-5)를 포함할 수 있다.

[0132] 데이터 획득부(122-1)는 인지 장애 진단 및 예측에 필요한 데이터를 획득할 수 있으며, 전처리부(122-2)는 인지 장애 진단 및 예측을 위해 획득된 데이터가 이용될 수 있도록, 획득된 데이터를 전처리할 수 있다. 전처리부(122-2)는 후술할 인식 결과 제공부(122-4)가 인지 장애 진단 및 예측을 위하여 획득된 데이터를 이용할 수 있도록, 획득된 데이터를 기 설정된 포맷으로 가공할 수 있다.

[0133] 구체적으로 전처리부(122-2)는 뇌파 신호를 증폭 시킬 수 있다.

[0134] 전처리부(122-2)는 사용자의 뇌파 신호를 증폭 시킨 후, 주파수 영역에서의 필터링하고, 뇌파 신호에 포함된 노이즈를 제거할 수 있다.

[0135] 전처리부(122-2)는 필터링 및 노이즈 제거 후에 뇌파 신호의 특징점들을 추출할 수 있다. 전처리부(122-2)는 뇌의 연결성 및 유효 연결성 기반 네트워크 모델을 이용하여, 특징점들을 추출할 수 있다.

[0136] 전처리부(122-2)는 뇌파 신호로부터 대뇌 피질의 부위별 위축 정도와 관련된 특징점들 및/또는 대뇌 백질의 허혈성 손상 정도와 관련된 특징점들을 데이터로 획득할 수 있다. 전처리부(122-2)는 뇌 안의 전기 신호들에 대하여 주파수 대역별 전류농도, 절대 파워 또는 상대 파워, 주파수 대역간의 비율, 동일 연령 정상인과의 통계적 비교값 등을 데이터로 추출할 수 있다. 전처리부(122-2)는 뇌파 신호로부터 주파수 대역별 전류농도, 절대 혹은 상대 파워, 주파수 대역간의 비율, 동일 연령 정상인과의 통계적 비교값 등을 이용하여 신경활성도의 이상이 관찰되는 위치 정보를 추출할 수 있다.

[0137] 인식 데이터 선택부(122-3)는 전처리된 데이터 중에서 인지 장애 진단 및 예측에 필요한 데이터를 선택할 수 있다. 선택된 데이터는 인식 결과 제공부(122-4)에게 제공될 수 있다. 인식 데이터 선택부(122-3)는 인지 장애 진단 및 예측을 위한 기 설정된 기준에 따라, 전처리된 데이터 중에서 일부 또는 전부를 선택할 수 있다. 또한, 인식 데이터 선택부(122-3)는 모델 학습부(122-4)에 의한 학습에 의해 기 설정된 기준에 따라 데이터를 선택할 수도 있다.

[0138] 인식 결과 제공부(122-4)는 선택된 데이터를 인지 장애 진단 모델에 적용하여 인지 장애 진단 및 예측 정보(인지 장애의 정도 및 장애의 원인 등)를 판단할 수 있다. 인식 결과 제공부(122-4)는 대뇌 피질의 부위별 위축 정도와 관련된 특징점들 및/또는 대뇌 백질의 허혈성 손상 정도와 관련된 특징점들, 뇌파의 파워 스펙트럼의 절대 파워 및 상대파워, 뇌파의 파워 스펙트럼의 주파수 성분별 크기, 뇌파의 알파 피크 주파수, 뇌파의 서로 다른 주파수 밴드 간의 비율 및 커플링, 링 뇌파의 위치별 연결성, 뇌파의 복잡성(complexity), 뇌파 신호로부터 계산된 피질영역에서의 주파수 대역별 전류농도, 절대 혹은 상대 파워, 주파수 대역간의 비율 및 커플링, 영역별 연결성(connectivity) 및 동조성(synchronicity), 복잡성(complexity), 이들의 동일 연령 정상인과의 통계적 비교값 등을 이용하여 신경활성도의 이상이 관찰되는 위치 정보들을 이용하여 사용자의 인지 장애 진단 및 예측 정보를 출력할 수 있다.

[0139] 인식 결과 제공부(122-4)는 데이터의 인식 목적인 인지 장애 진단 및 예측과 관련된 인식 결과를 제공할 수 있다. 인식 결과 제공부(122-4)는 인식 데이터 선택부(122-3)에 의해 선택된 데이터를 입력 값으로 이용함으로써, 선택된 데이터를 인지 장애 진단 모델에 적용할 수 있다. 또한, 인식 결과는 인지 장애 진단 모델에 의해 결정

되는데, 사용자의 인지 장애의 진행 정도, 나이별, 성별 등에 따른 인지 장애의 정도, 발생된 인지 장애의 원인과 관련된 정보 등을 포함할 수 있다.

- [0140] 모델 갱신부(122-5)는 인식 결과 제공부(122-4)에 의해 제공되는 인식 결과에 대한 평가에 기초하여, 인지 장애 진단 모델이 갱신되도록 할 수 있다. 예를 들어, 모델 갱신부(122-5)는 인식 결과 제공부(122-4)에 의해 제공되는 인식 결과를 모델 학습부(122-4)에게 제공함으로써, 모델 학습부(122-4)가 인지 장애 진단 모델을 갱신하도록 할 수 있다.
- [0141] 한편, 데이터 인식부(122) 내의 데이터 획득부(122-1), 전처리부(122-2), 인식 데이터 선택부(122-3), 인식 결과 제공부(122-4) 및 모델 갱신부(122-5) 중 적어도 하나는, 적어도 하나의 하드웨어 칩 형태로 제작되어 전자 장치에 탑재될 수 있다. 예를 들어, 데이터 획득부(122-1), 전처리부(122-2), 인식 데이터 선택부(122-3), 인식 결과 제공부(122-4) 및 모델 갱신부(122-5) 중 적어도 하나는 인공 지능(AI; artificial intelligence)을 위한 전용 하드웨어 칩 형태로 제작될 수도 있고, 또는 기존의 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor) 또는 그래픽 전용 프로세서(예: GPU)의 일부로 제작되어 전술한 각종 전자 장치에 탑재될 수도 있다.
- [0142] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따라 뇌를 구성하는 복수개의 위치, 각각의 상기 뇌를 구성하는 복수개의 위치에 할당된 채널을 나타낸다.
- [0143] 뇌의 각 부분에 할당된 각각의 채널은 모두 국제 10-5/10/20 시스템을 따르는 것으로 본 개발에서는 19개를 가장 일반적으로 사용하는 전극수로 활용하나 반드시 19개에 국한될 필요는 없으며 필요에 따라 이보다 작을 수도, 더 많을 수도 있다. 대뇌반구의 앞에 있는 부분으로 기억력, 사고력 등에 대한 기능이 있는 뇌엽의 전전두엽(prefrontal)부위에 위치한 Fp1, Fp2; 뇌엽의 전두엽(frontal)부위에 위치하는 F7, F3, Fz, F4, F8; 뇌엽의 중앙부인 C3, Cz, C4; 청각 정보 및 기억력을 담당하는 해마가 위치하는 피질 영역인 측두엽 부위에 T3, T4, T5, T6; 뇌피질의 바깥쪽 표면과 안쪽 표면에 걸쳐 있으며 감각신경원이 들어 있고, 일차 체감각 기능, 감각 통합과 공간인식 등에 관여하는 두정엽 부위에 위치하는 P3, Pz, P4; 뇌의 뒤쪽에 위치해 있으며, 시각 영역과 인접해 있어 시각 정보를 분석하고 통합하는 역할을 수행하는 후두엽 부위에 위치하는 O1, O2로 나뉜다.
- [0144] 도 16은 뇌파의 주파수 대역과 파형의 범위의 일 예를 나타낸다.
- [0145] 인체의 뇌파는 그 주파수의 범위에 따라서 델타(δ)파, 세타(θ)파, 알파(α)파, 베타(β)파, 감마(γ)파 등으로 구분이 된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 컨텐츠는 델타(δ)파, 세타(θ)파, 알파(α)파1, 알파(α)파2, 베타(β)파1, 베타(β)파2, 베타(β)파3, 감마(γ)파로 구분하여 구성된다.
- [0146] 델타(δ)파는 1~4Hz의 주파수와 20~200 μ V의 진폭을 보이며, 정상인의 깊은 수면 상태나 신생아들로부터 주로 나타난다. 세타(θ)파는 4~8Hz의 주파수와 20~100 μ V의 진폭을 보이며, 정서적으로 안정된 상태나 수면상태에서 나타난다. 알파(α)파는 8~12 혹은 13Hz의 주파수와 20~60 μ V의 진폭을 보이며, 긴장이 이완된 편안한 상태에서 나타나며 안정된 상태일수록 진폭이 증가한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 컨텐츠는 알파파를 알파(α)1 (8~10Hz) 파 알파(α)파2 (10~12 혹은 13Hz)로 나누어 분류한다 베타(β)파는 12 혹은 13 이상의 주파수와 2~20 μ V의 진폭을 보이며, 깨어 있거나 의식적인 활동을 할 때 나타난다. 본 발명의 일 실시예에 따른 컨텐츠는 목적에 따라 베타파를 베타(β)1파 베타(β)파2, 베타(β)파3 로 나누어 분류한다. 감마(γ)파는 대개 30이상의 주파수 대역을 가지나 목적에 따라 다양하게 설정할 수 있다.
- [0147] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 어플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0148] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의

조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로 (collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

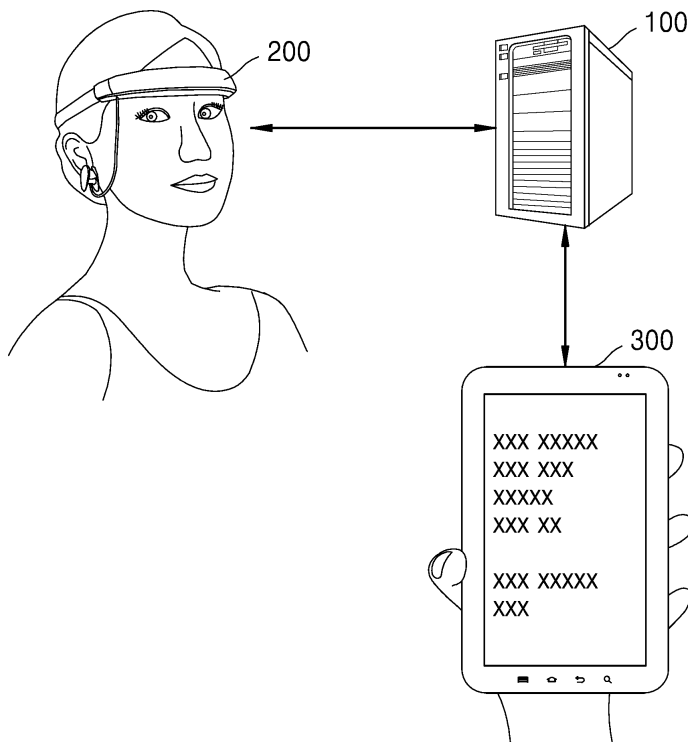
[0149] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic 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. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0150] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

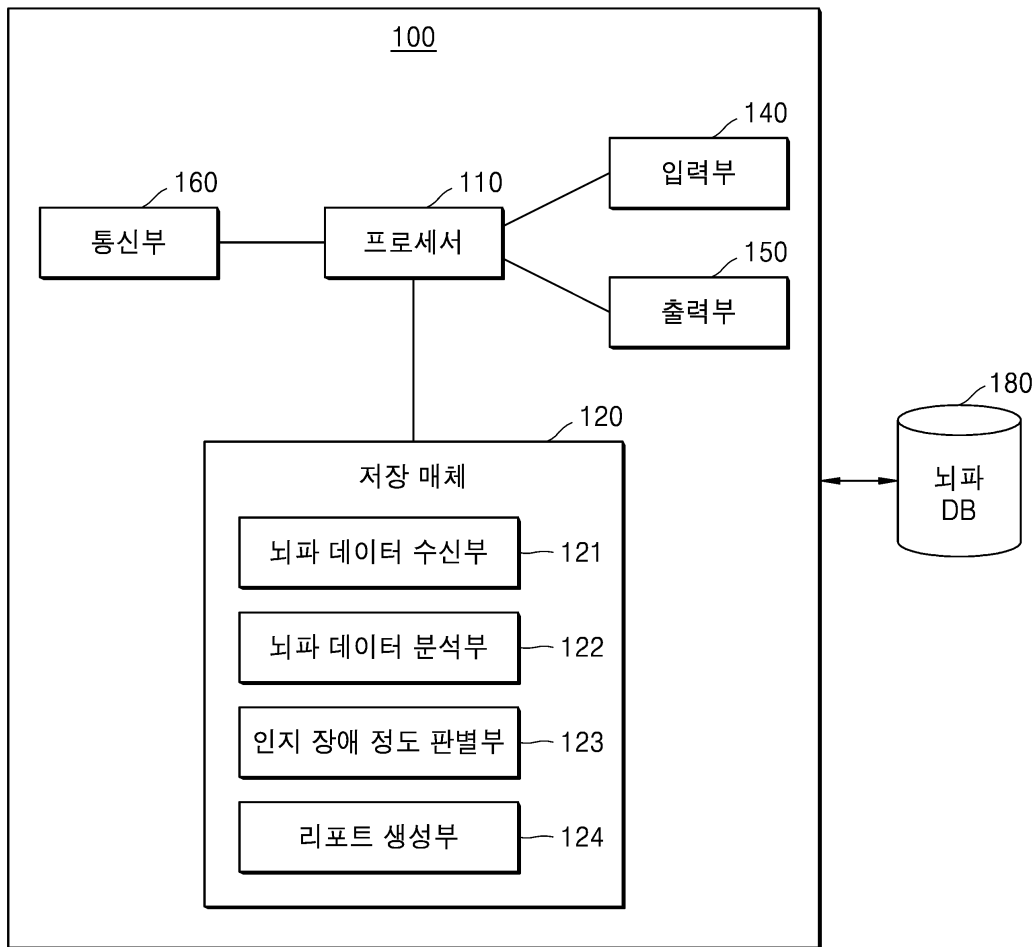
[0151] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

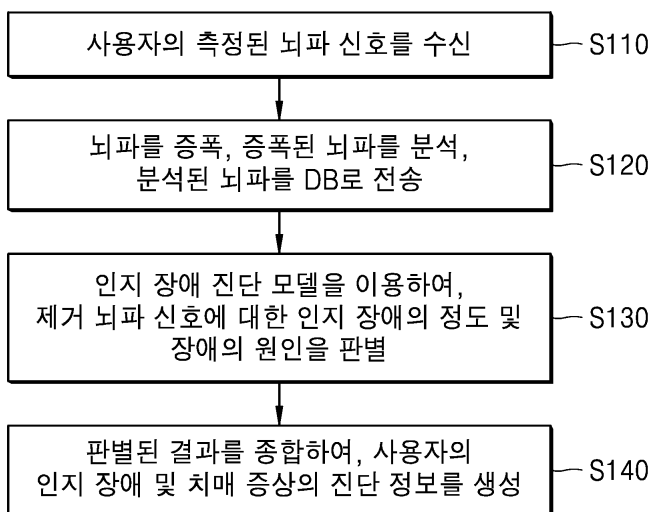
도면1



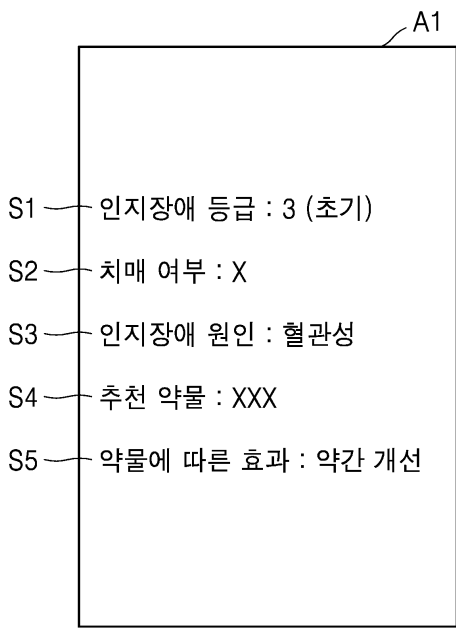
도면2



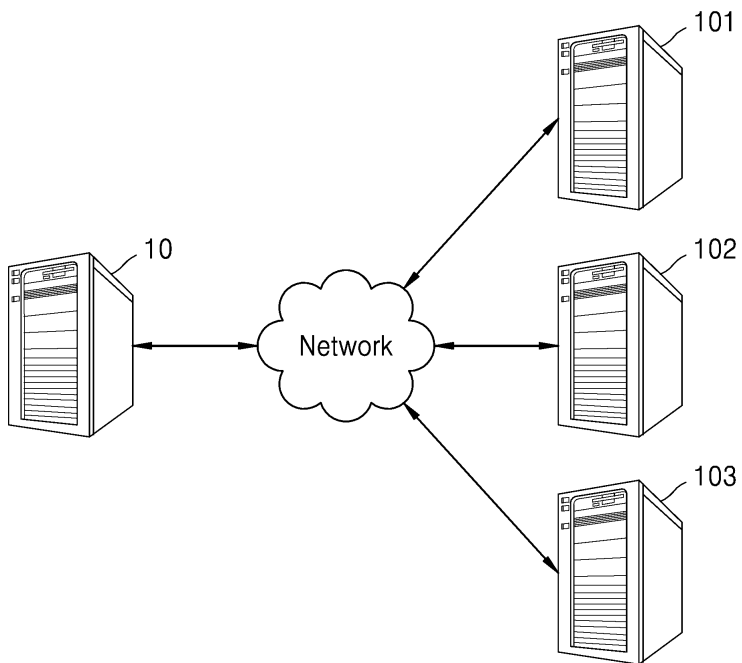
도면3



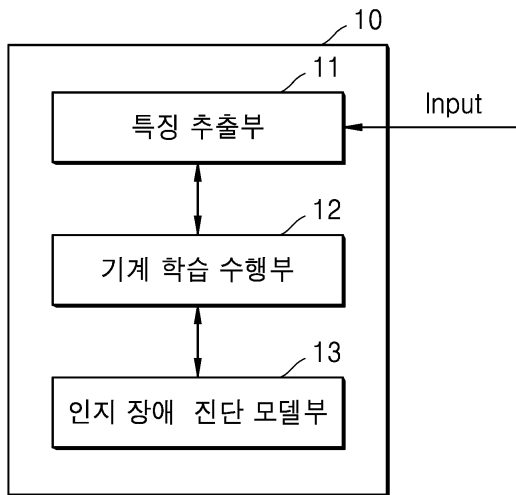
도면4



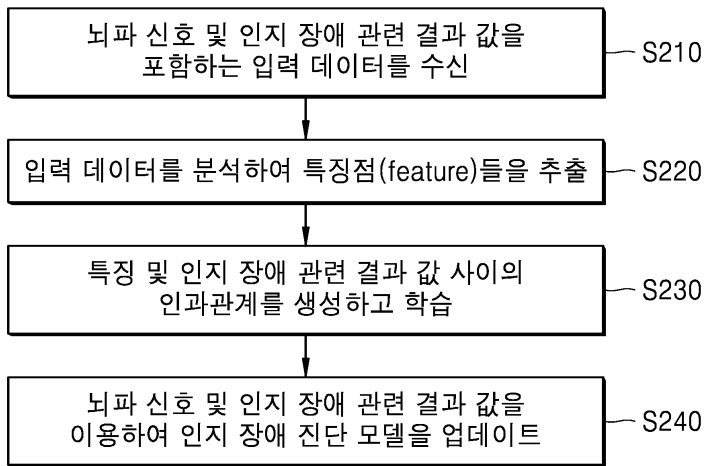
도면5



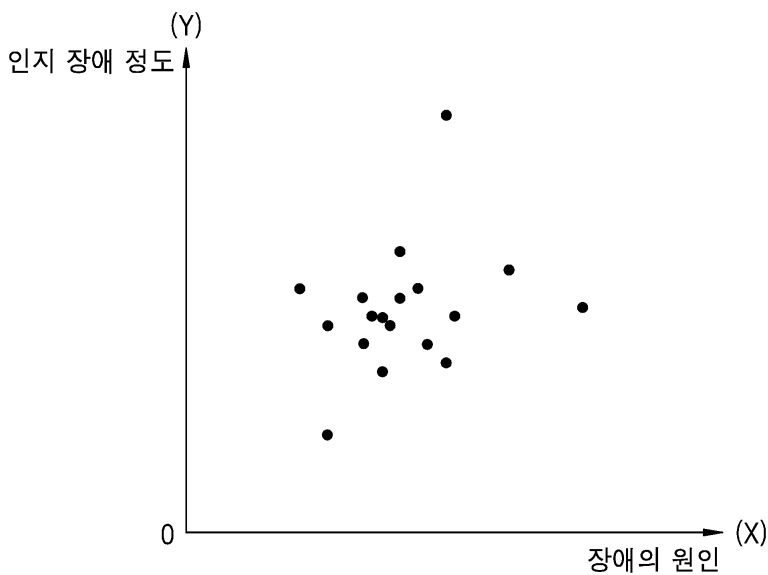
도면6



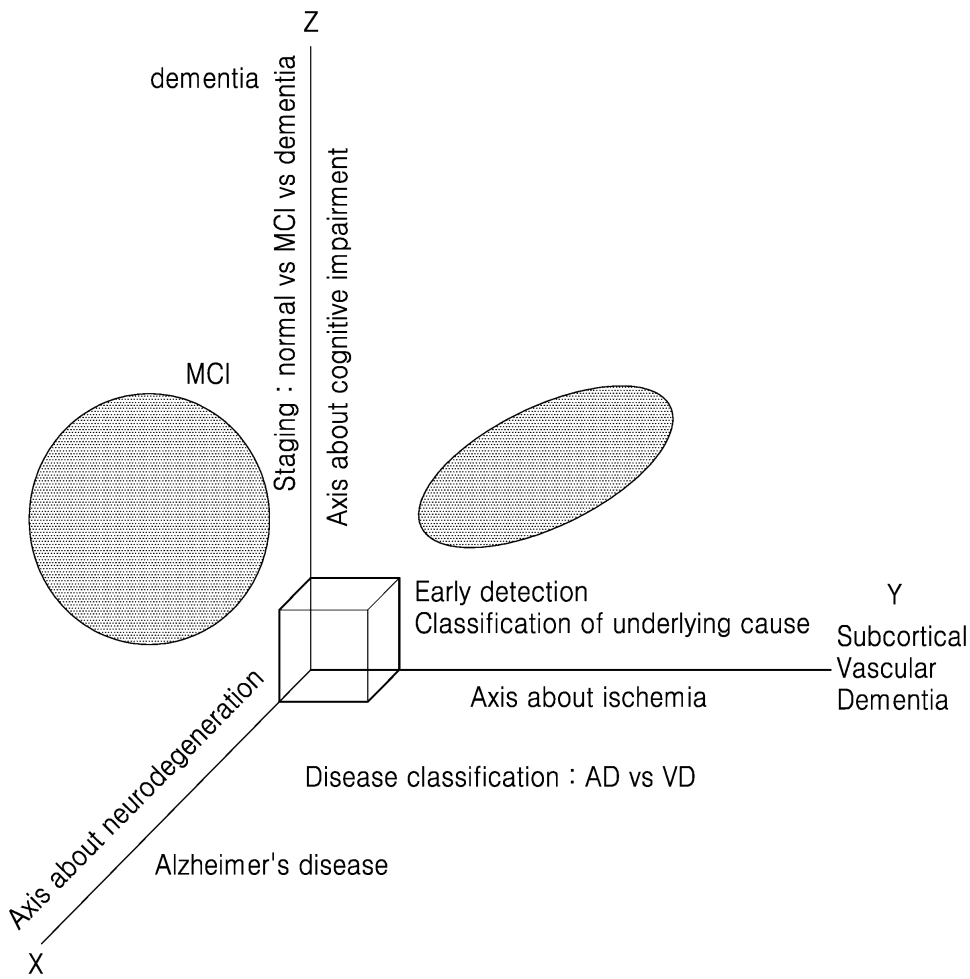
도면7



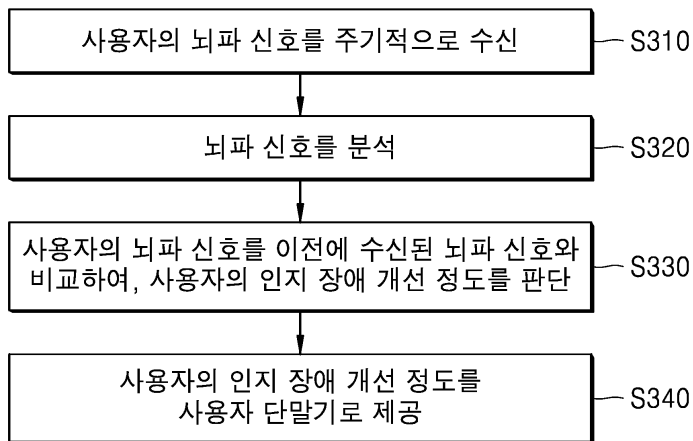
도면8



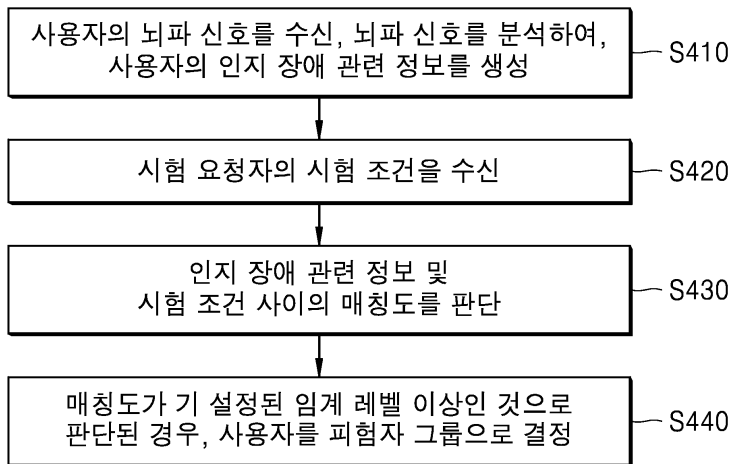
도면9



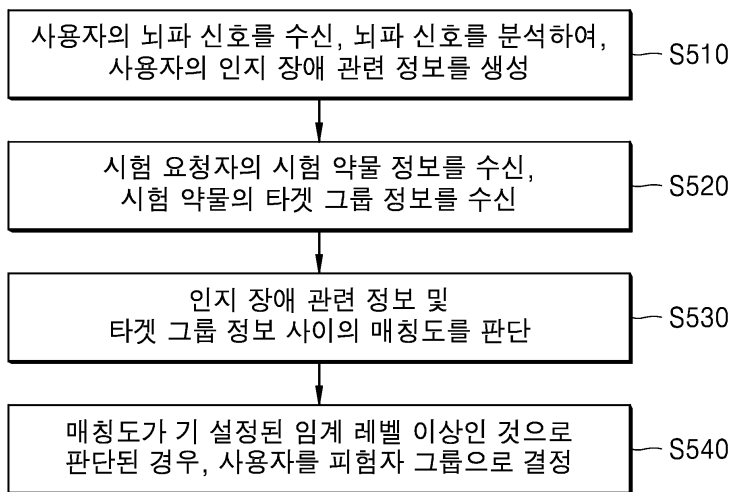
도면10



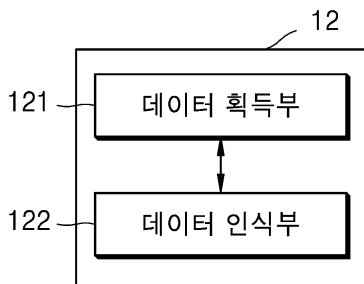
도면11



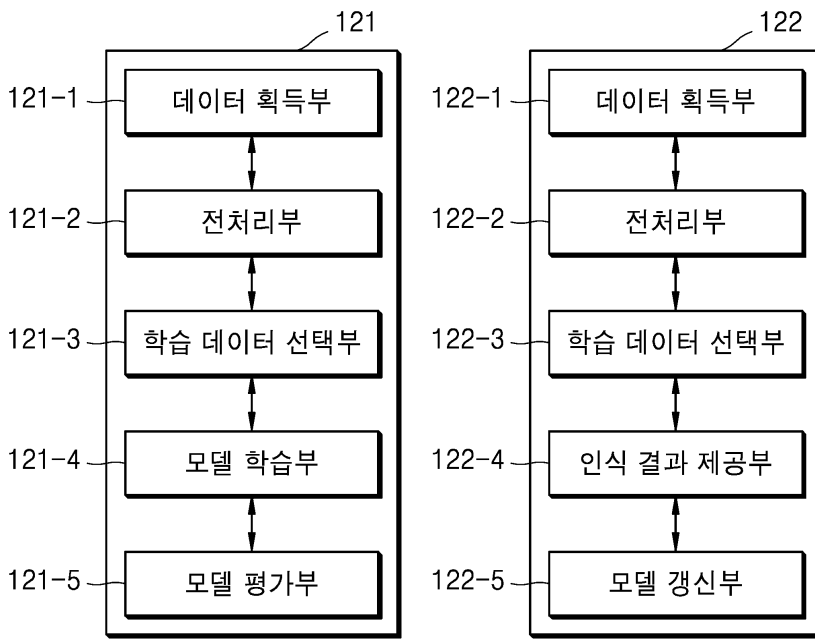
도면12



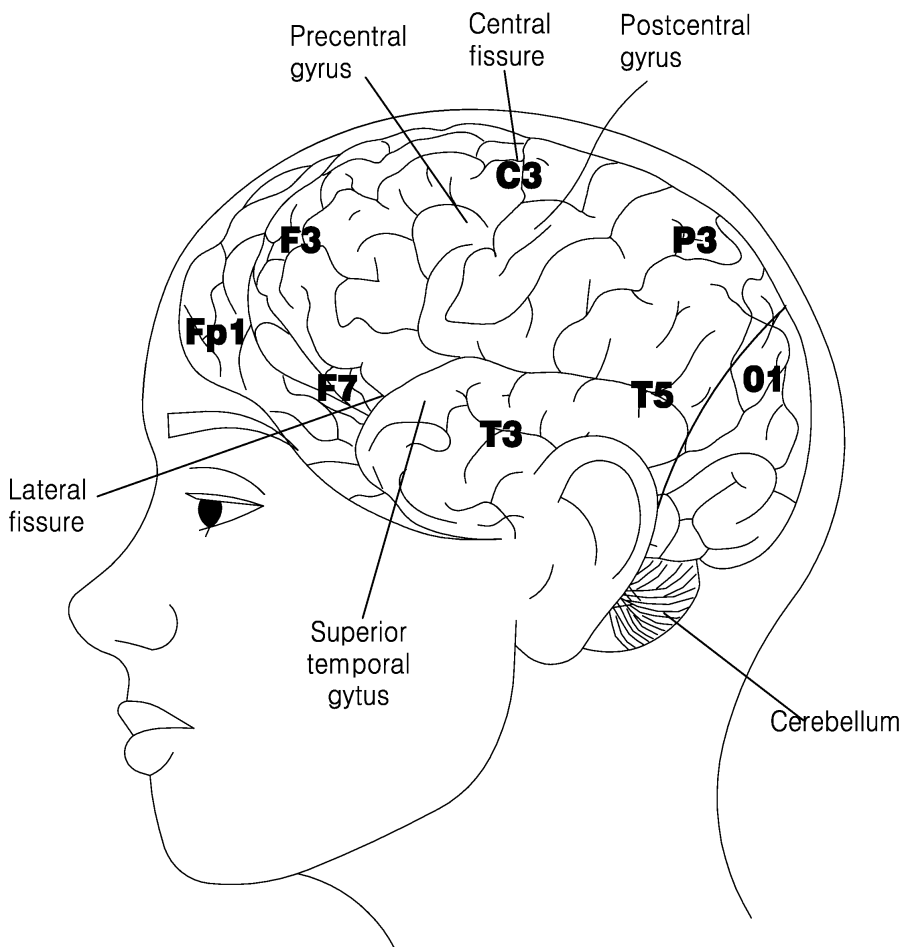
도면13



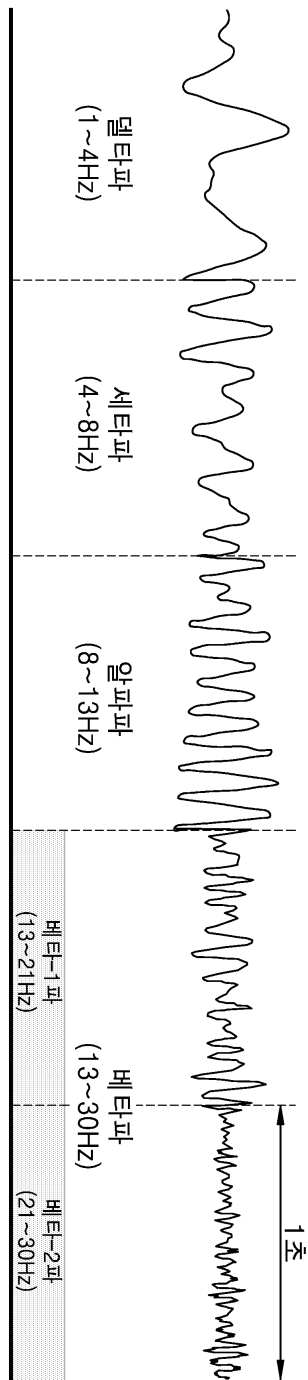
도면14



도면15



도면16



专利名称(译)	认知障碍诊断方法和计算机程序		
公开(公告)号	KR1020200031496A	公开(公告)日	2020-03-24
申请号	KR1020180170963	申请日	2018-12-27
[标]申请(专利权)人(译)	孩子实心股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	孩子实心股份有限公司		
[标]发明人	강승완 윤영철		
发明人	강승완 윤영철		
IPC分类号	G16H50/50 A61B5/00		
CPC分类号	G16H50/50 A61B5/4088 A61B5/00		
优先权	1020180110468 2018-09-14 KR		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在本发明的一个实施例中,公开了一种认知障碍诊断方法,包括以下步骤:
 认知障碍诊断设备接收用户的EEG信号;以及 认知障碍诊断装置对脑电信号进行预处理; 认知障碍诊断设备使用基于大脑连通性的分析方法从预处理的脑电信号中提取特征点; 所述认知障碍诊断装置基于所述提取出的特征点中与所述认知障碍诊断信息具有因果关系的特征点,输出所述用户的认知障碍诊断信息。

