(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년07월08일
(11) 등록번호 10-2682375
(24) 등록일자 2024년07월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2021.01) *A61B 5/055* (2006.01)
G06T 7/60 (2017.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/4088 (2013.01)
A61B 5/0042 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0014720
(22) 출원일자 2024년01월31일
심사청구일자 2024년01월31일
(56) 선행기술조사문헌
KR102298940 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
류인균
서울특별시 서초구 신반포로 9, 94동 309호 (반포동, 반포아파트)
윤수정
서울특별시 송파구 올림픽로4길 15, 9동 301호 (잠실동, 아시아선수촌아파트)
신경식
서울특별시 용산구 이촌로 347, 13동 801호 (서빙고동, 신동아아파트)
(74) 대리인
특허법인 무한

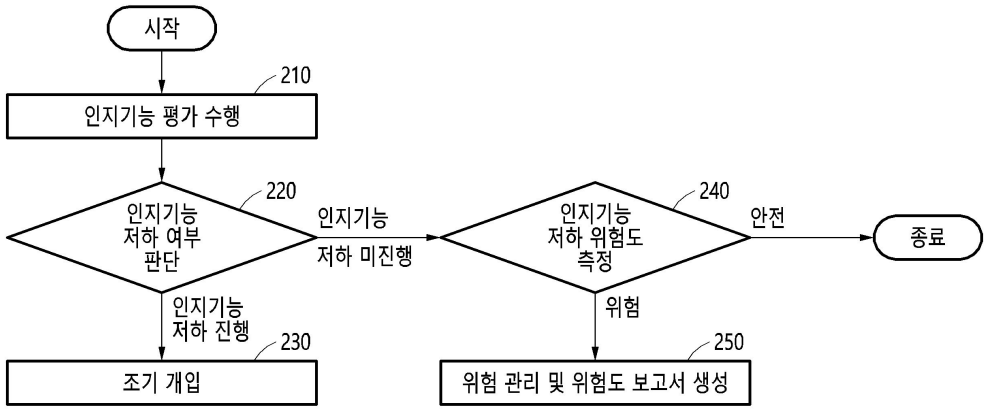
전체 청구항 수 : 총 17 항 심사관 : 이재균

(54) 발명의 명칭 **인지기능 저하 위험도를 예측하는 전자 장치 및 이의 동작 방법**

(57) 요 약

인지기능 저하 위험도를 예측하는 전자 장치 및 이의 동작 방법이 개시된다. 전자 장치의 동작 방법은 복수의 후각 자극에 대한 기능적 뇌영상에 기초하여 피검사자의 후각 기능을 검사하는 동작; 상기 후각 기능에 관여하는 뇌영역에 대한 구조적 뇌영상에 기초하여 상기 피검사자의 뇌구조 이상을 측정하는 동작; 상기 피검사자가 인식 가능한 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대한 일반 후각 기능을 평가하는 동작; 상기 피검사자의 특성에 따른 질환 여부에 따라 상기 피검사자의 일반 의학 정보를 식별하는 동작; 및 상기 후각 기능 검사 결과, 뇌구조 이상 측정 결과, 일반 후각 기능 평가 결과 및 일반 의학 정보 식별 결과에 기초하여 상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작을 포함할 수 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
A61B 5/055 (2022.01)
A61B 5/4011 (2013.01)
A61B 5/7275 (2013.01)
G06T 7/60 (2013.01)
G06T 2207/10088 (2013.01)
G06T 2207/30016 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711192692
과제번호 2020M3E5D9080555
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 뇌질환극복연구사업
연구과제명 스트레스 모델 바이오타입 기반의 다층모형 자살행동 진단-예측 시스템 개발
과제수행기관명 이화여자대학교
연구기간 2023.01.01 ~ 2023.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345366152
과제번호 2020R1A6A1A03043528
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 이공학학술연구기반구축
연구과제명 이화여자대학교 뇌융합과학연구원
과제수행기관명 이화여자대학교
연구기간 2023.03.01 ~ 2024.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

전자 장치에 있어서,

하나 이상의 프로세서; 및

상기 하나 이상의 프로세서에 의해 실행 가능한 인스트럭션들을 저장하는 하나 이상의 메모리를 포함하고,

상기 하나 이상의 메모리에 저장된 상기 인스트럭션들 중 적어도 일부가 상기 하나 이상의 프로세서에 의해 실행되는 경우, 상기 실행되는 적어도 일부의 인스트럭션들은 상기 전자 장치로 하여금,

복수의 후각 자극에 대한 기능적 뇌영상에 기초하여 피검사자의 후각 기능을 검사하는 동작;

상기 후각 기능에 관여하는 뇌영역에 대한 구조적 뇌영상에 기초하여 상기 피검사자의 뇌구조 이상을 측정하는 동작;

상기 피검사자가 인식 가능한 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대한 일반 후각 기능을 평가하는 동작;

상기 피검사자의 특성에 따른 질환 여부에 따라 상기 피검사자의 일반 의학 정보를 식별하는 동작; 및

상기 후각 기능 검사 결과, 뇌구조 이상 측정 결과, 일반 후각 기능 평가 결과 및 일반 의학 정보 식별 결과에 기초하여 상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작

을 수행하도록 제어하고,

상기 후각 기능을 검사하는 동작은,

서로 다른 종류의 정서로 구분되는 복수의 후각 자극에 대한 상기 피검사자의 기능적 뇌영상을 획득하는 동작;

상기 식별된 피검사자의 기능적 뇌영상을 상기 피검사자와 유사한 특성을 가진 비교군의 기능적 뇌영상과 비교하여 상기 비교군 대비 상기 피검사자의 뇌 활성도를 식별하는 동작; 및

상기 식별된 피검사자의 뇌 활성도에 상기 뇌 활성도를 유발하는 후각 자극의 정서 종류에 따른 가중치를 적용하여 상기 피검사자의 후각 기능 검사 결과를 수치화 하는 동작

을 포함하는 전자 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 피검사자의 기능적 뇌영상을 획득하는 동작은

상기 피검사자가 인식할 수 있는 최저 농도의 후각 자극이 제시되었을 때 상기 피검사자로부터 관찰되는 기능적 뇌영상을 획득하는 동작; 및

상기 비교군에 포함된 사람들이 인식할 수 있는 역치 수준 농도의 후각 자극이 제시되었을 때 상기 피검사자로부터 관찰되는 기능적 뇌영상을 획득하는 동작

을 포함하는 전자 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 피검사자의 후각 기능 검사 결과를 수치화 하는 동작은,

상기 정서에 중립적인 후각 자극, 긍정적인 정서를 유발하는 후각 자극 및 부정적인 정서를 유발하는 후각 자극의 순서대로 상기 식별된 피검사자의 뇌 활성도에 높은 가중치를 적용하는 전자 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 피검사자의 뇌구조 이상을 측정하는 동작은,

상기 후각 기능에 관여하는 뇌영역의 부피 또는 회백질의 두께를 측정하는 동작; 및

상기 측정된 뇌영역의 부피 또는 회백질의 두께를 상기 피검사자와 유사한 특성을 가진 비교군의 상기 뇌영역에 대한 부피 또는 회백질의 두께와 비교하여 상기 비교군 대비 상기 피검사자의 뇌구조 이상 측정 결과를 수치화 하는 동작

을 포함하는 전자 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 피검사자의 일반 후각 기능을 평가하는 동작은,

상기 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대해 상기 피검사자가 해당 후각 자극을 인식하는 과제, 상기 피검사자가 인식할 수 있는 최저 농도를 측정하는 과제 및 상기 미리 설정된 개수의 후각 자극을 구분하는 과제에 기초하여 상기 피검사자의 일반 후각 기능 평가 결과를 수치화 하는 동작

을 포함하는 전자 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 피검사자의 일반 의학 정보를 식별하는 동작은,

상기 피검사자의 내과적 질환, 외과적 질환 및 정신과적 질환에 기초하여 상기 피검사자의 일반 의학 정보 식별 결과를 수치화 하는 동작

을 포함하는 전자 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작은,

상기 후각 기능 검사 결과, 뇌구조 이상 측정 결과, 일반 후각 기능 평가 결과 및 일반 의학 정보 식별 결과에 대응하는 수치화된 값들을 식별하는 동작; 및

상기 식별된 수치화된 값들의 합산 결과에 기초하여 상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작

을 포함하는 전자 장치.

청구항 9

프로세서를 포함하는 전자 장치의 동작 방법에 있어서,

상기 프로세서를 통해, 복수의 후각 자극에 대한 기능적 뇌영상에 기초하여 피검사자의 후각 기능을 검사하는 동작;

상기 프로세서를 통해, 상기 후각 기능에 관여하는 뇌영역에 대한 구조적 뇌영상에 기초하여 상기 피검사자의 뇌구조 이상을 측정하는 동작;

상기 프로세서를 통해, 상기 피검사자가 인식 가능한 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대한 일반 후각 기능을 평가하는 동작;

상기 프로세서를 통해, 상기 피검사자의 특성에 따른 질환 여부에 따라 상기 피검사자의 일반 의학 정보를 식별하는 동작; 및

상기 프로세서를 통해, 상기 후각 기능 검사 결과, 뇌구조 이상 측정 결과, 일반 후각 기능 평가 결과 및 일반 의학 정보 식별 결과에 기초하여 상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작

을 포함하고,

상기 후각 기능을 검사하는 동작은,

서로 다른 종류의 정서로 구분되는 복수의 후각 자극에 대한 상기 피검사자의 기능적 뇌영상을 획득하는 동작;

상기 식별된 피검사자의 기능적 뇌영상을 상기 피검사자와 유사한 특성을 가진 비교군의 기능적 뇌영상과 비교하여 상기 비교군 대비 상기 피검사자의 뇌 활성도를 식별하는 동작; 및

상기 식별된 피검사자의 뇌 활성도에 상기 뇌 활성도를 유발하는 후각 자극의 정서 종류에 따른 가중치를 적용하여 상기 피검사자의 후각 기능 검사 결과를 수치화 하는 동작

을 포함하는 동작 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 피검사자의 기능적 뇌영상을 획득하는 동작은

상기 피검사자가 인식할 수 있는 최저 농도의 후각 자극이 제시되었을 때 상기 피검사자로부터 관찰되는 기능적 뇌영상을 획득하는 동작; 및

상기 비교군에 포함된 사람들이 인식할 수 있는 역치 수준 농도의 후각 자극이 제시되었을 때 상기 피검사자로부터 관찰되는 기능적 뇌영상을 획득하는 동작

을 포함하는 동작 방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 피검사자의 후각 기능 검사 결과를 수치화 하는 동작은,

상기 정서에 중립적인 후각 자극, 긍정적인 정서를 유발하는 후각 자극 및 부정적인 정서를 유발하는 후각 자극의 순서대로 상기 식별된 피검사자의 뇌 활성도에 높은 가중치를 적용하는 동작 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 피검사자의 뇌구조 이상을 측정하는 동작은,

상기 후각 기능에 관여하는 뇌영역의 부피 또는 회백질의 두께를 측정하는 동작; 및

상기 측정된 뇌영역의 부피 또는 회백질의 두께를 상기 피검사자와 유사한 특성을 가진 비교군의 상기 뇌영역에 대한 부피 또는 회백질의 두께와 비교하여 상기 비교군 대비 상기 피검사자의 뇌구조 이상 측정 결과를 수치화 하는 동작

을 포함하는 동작 방법.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 피검사자의 일반 후각 기능을 평가하는 동작은,

상기 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대해 상기 피검사자가 해당 후각 자극을 인식하는 과제, 상기 피검사자가 인식할 수 있는 최저 농도를 측정하는 과제 및 상기 미리 설정된 개수의 후각 자극을 구분하는 과제에 기초하여 상기 피검사자의 일반 후각 기능 평가 결과를 수치화 하는 동작

을 포함하는 동작 방법.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 피검사자의 일반 의학 정보를 식별하는 동작은,

상기 피검사자의 내과적 질환, 외과적 질환 및 정신과적 질환에 기초하여 상기 피검사자의 일반 의학 정보 식별 결과를 수치화 하는 동작

을 포함하는 동작 방법.

청구항 16

제9항에 있어서,

상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작은,

상기 후각 기능 검사 결과, 뇌구조 이상 측정 결과, 일반 후각 기능 평가 결과 및 일반 의학 정보 식별 결과에 대응하는 수치화된 값들을 식별하는 동작; 및

상기 식별된 수치화된 값들의 합산 결과에 기초하여 상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작

을 포함하는 동작 방법.

청구항 17

프로세서를 포함하는 전자 장치의 동작 방법에 있어서,

상기 프로세서를 통해, 인지 기능 평가를 통해 피검사자의 인지 기능을 측정하는 단계;

상기 프로세서를 통해, 상기 측정된 피검사자의 인지 기능이 정상 수준으로 평가된 경우, 복수의 후각 자극에 대한 기능적 뇌영상에 기초하여 피검사자의 후각 기능을 검사하는 동작;

상기 프로세서를 통해, 상기 후각 기능에 관여하는 뇌영역에 대한 구조적 뇌영상에 기초하여 상기 피검사자의 뇌구조 이상을 측정하는 동작;

상기 프로세서를 통해, 상기 피검사자가 인식 가능한 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대한 일반 후각 기능을 평가하는 동작;

상기 프로세서를 통해, 상기 피검사자의 특성에 따른 질환 여부에 따라 상기 피검사자의 일반 의학 정보를 식별하는 동작; 및

상기 프로세서를 통해, 상기 후각 기능 검사 결과, 뇌구조 이상 측정 결과, 일반 후각 기능 평가 결과 및 일반 의학 정보 식별 결과에 기초하여 상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작

을 포함하고,

상기 후각 기능을 검사하는 동작은,

서로 다른 종류의 정서로 구분되는 복수의 후각 자극에 대한 상기 피검사자의 기능적 뇌영상을 획득하는 동작;

상기 식별된 피검사자의 기능적 뇌영상을 상기 피검사자와 유사한 특성을 가진 비교군의 기능적 뇌영상과 비교하여 상기 비교군 대비 상기 피검사자의 뇌 활성도를 식별하는 동작; 및

상기 식별된 피검사자의 뇌 활성도에 상기 뇌 활성도를 유발하는 후각 자극의 정서 종류에 따른 가중치를 적용하여 상기 피검사자의 후각 기능 검사 결과를 수치화 하는 동작

을 포함하는 동작 방법.

청구항 18

삭제

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 피검사자의 뇌구조 이상을 측정하는 동작은,

상기 후각 기능에 관여하는 뇌영역의 부피 또는 회백질의 두께를 측정하는 동작; 및

상기 측정된 뇌영역의 부피 또는 회백질의 두께를 상기 피검사자와 유사한 특성을 가진 비교군의 상기 뇌영역에 대한 부피 또는 회백질의 두께와 비교하여 상기 비교군 대비 상기 피검사자의 뇌구조 이상 측정 결과를 수치화 하는 동작

을 포함하는 동작 방법.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 피검사자의 일반 후각 기능을 평가하는 동작은,

상기 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대해 상기 피검사자가 해당 후각 자극을 인식하는 과제, 상기 피검사자가 인식할 수 있는 최저 농도를 측정하는 과제 및 상기 미리 설정된 개수의 후각 자극을 구분하는 과제에 기초하여 상기 피검사자의 일반 후각 기능 평가 결과를 수치화 하는 동작

을 포함하고,

상기 피검사자의 일반 의학 정보를 식별하는 동작은,

상기 피검사자의 내과적 질환, 외과적 질환 및 정신과적 질환에 기초하여 상기 피검사자의 일반 의학 정보 식별 결과를 수치화 하는 동작

을 포함하는 동작 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 인지기능 저하 위험도를 예측하는 전자 장치 및 이의 동작 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 의료기술의 발전으로 인간 수명이 연장됨에 따라 치매와 같은 퇴행성 뇌질환 발병률은 점차 증가하는 추세이다. 그러나 이러한 퇴행성 뇌질환을 치료하기 위하여 기술 개발에 많은 인력과 자원이 투입되었으나 아직까지 명확한 해결책을 찾지 못한 실정이다. 이에 따라 치료 기술 개발보다는 예방 및 조기 예측의 중요성이 대두되고 있다.

[0003] 기존의 인지기능 저하 관리 방법은 현 상태의 인지기능을 측정하여 정상 또는 비정상으로 평가하는 방법이었고, 일관적인 건강 관리 지침에 따라 인지기능 저하를 예방하는 방법이었다. 즉, 현 상태의 인지기능 측정에서 더 나아가 앞으로의 인지기능 저하 위험도를 예측하는 방법이 부재하였다.

[0004] 후각 기능은 뇌의 감각 기능 중 하나로, 단순히 냄새를 인식하는 기능을 넘어 기억 및 정서와 연관되어 있는 감각이다. 특히, 치매와 같은 인지기능 저하 피검사자는 후각 기능의 상실이 동반된다고 보고되었으며, 이러한 후각 기능의 상실은 치매의 전단계인 경도인지장애에서도 빈번하게 발견할 수 있다.

선행기술문헌 : 등록특허공보 제10-2298940호(2021.09.09.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 후각과 인지기능 저하 사이의 상관관계를 이용하여 인지기능 저하 위험도를 예측하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0006] 본 발명은 후각 자극에 대한 개인의 뇌 반응을 분석하여 후각 뇌지도에 대입함으로써 개인의 인지기능 저하 위험도를 예측하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0007] 다만, 기술적 과제는 상술한 기술적 과제들로 한정되는 것은 아니며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치는 하나 이상의 프로세서; 및 상기 하나 이상의 프로세서에 의해 실행 가능한 인스트럭션들을 저장하는 하나 이상의 메모리를 포함하고, 상기 하나 이상의 메모리에 저장된 상기 인스트럭션들 중 적어도 일부가 상기 하나 이상의 프로세서에 의해 실행되는 경우, 상기 실행되는 적어도 일부의 인스트럭션들은 상기 전자 장치로 하여금, 복수의 후각 자극에 대한 기능적 뇌영상에 기초하여 피검사자의 후각 기능을 검사하는 동작; 상기 후각 기능에 관여하는 뇌영역에 대한 구조적 뇌영상에 기초하여 상기 피검사자의 뇌구조 이상을 측정하는 동작; 상기 피검사자가 인식 가능한 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대한 일반 후각 기능을 평가하는 동작; 상기 피검사자의 특성에 따른 질환 여부에 따라 상기 피검사자의 일반 의학 정보를 식별하는 동작; 및 상기 후각 기능 검사 결과, 뇌구조 이상 측정 결과, 일반 후각 기능 평가 결과 및 일반 의학 정보 식별 결과에 기초하여 상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작을 수행하도록 제어할 수 있다.

[0009] 상기 후각 기능을 검사하는 동작은 서로 다른 종류의 정서로 구분되는 복수의 후각 자극에 대한 상기 피검사자의 기능적 뇌영상을 획득하는 동작; 상기 식별된 피검사자의 기능적 뇌영상을 상기 피검사자와 유사한 특성을 가진 비교군의 기능적 뇌영상과 비교하여 상기 비교군 대비 상기 피검사자의 뇌 활성도를 식별하는 동작; 및 상기 식별된 피검사자의 뇌 활성도에 상기 뇌 활성도를 유발하는 후각 자극의 정서 종류에 따른 가중치를 적용하여 상기 피검사자의 후각 기능 검사 결과를 수치화 하는 동작을 포함할 수 있다.

[0010] 상기 피검사자의 기능적 뇌영상을 획득하는 동작은 상기 피검사자가 인식할 수 있는 최저 농도의 후각 자극이 제시되었을 때 상기 피검사자로부터 관찰되는 기능적 뇌영상을 획득하는 동작; 및 상기 비교군에 포함된 사람들이 인식할 수 있는 역치 수준 농도의 후각 자극이 제시되었을 때 상기 피검사자로부터 관찰되는 기능적 뇌영상을 획득하는 동작을 포함할 수 있다.

[0011] 상기 피검사자의 후각 기능 검사 결과를 수치화 하는 동작은 상기 정서에 중립적인 후각 자극, 긍정적인 정서를 유발하는 후각 자극 및 부정적인 정서를 유발하는 후각 자극의 순서대로 상기 식별된 피검사자의 뇌 활성도에 높은 가중치를 적용할 수 있다.

[0012] 상기 피검사자의 뇌구조 이상을 측정하는 동작은 상기 후각 기능에 관여하는 뇌영역의 부피 또는 회백질의 두께를 측정하는 동작; 및 상기 측정된 뇌영역의 부피 또는 회백질의 두께를 상기 피검사자와 유사한 특성을 가진 비교군의 상기 뇌영역에 대한 부피 또는 회백질의 두께와 비교하여 상기 비교군 대비 상기 피검사자의 뇌구조 이상 측정 결과를 수치화 하는 동작을 포함할 수 있다.

[0013] 상기 피검사자의 일반 후각 기능을 평가하는 동작은 상기 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대해 상기 피검사자가 해당 후각 자극을 인식하는 과제, 상기 피검사자가 인식할 수 있는 최저 농도를 측정하는 과제 및 상기 미리 설정된 개수의 후각 자극을 구분하는 과제에 기초하여 상기 피검사자의 일반 후각 기능 평가 결과를 수치화 하는 동작을 포함할 수 있다.

[0014] 상기 피검사자의 일반 의학 정보를 식별하는 동작은 상기 피검사자의 내과적 질환, 외과적 질환 및 정신과적 질환에 기초하여 상기 피검사자의 일반 의학 정보 식별 결과를 수치화 하는 동작을 포함할 수 있다.

[0015] 상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작은 상기 후각 기능 검사 결과, 뇌구조 이상 측정 결과, 일반 후각 기능 평가 결과 및 일반 의학 정보 식별 결과에 대응하는 수치화된 값들을 식별하는 동작; 및 상기 식별된 수치화된 값들의 합산 결과에 기초하여 상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작을 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법은 복수의 후각 자극에 대한 기능적 뇌영상에 기초하여 피검

사자의 후각 기능을 검사하는 동작; 상기 후각 기능에 관여하는 뇌영역에 대한 구조적 뇌영상에 기초하여 상기 피검사자의 뇌구조 이상을 측정하는 동작; 상기 피검사자가 인식 가능한 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대한 일반 후각 기능을 평가하는 동작; 상기 피검사자의 특성에 따른 질환 여부에 따라 상기 피검사자의 일반 의학 정보를 식별하는 동작; 및 상기 후각 기능 검사 결과, 뇌구조 이상 측정 결과, 일반 후각 기능 평가 결과 및 일반 의학 정보 식별 결과에 기초하여 상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작을 포함할 수 있다.

[0017] 상기 후각 기능을 검사하는 동작은 서로 다른 종류의 정서로 구분되는 복수의 후각 자극에 대한 상기 피검사자의 기능적 뇌영상을 획득하는 동작; 상기 식별된 피검사자의 기능적 뇌영상을 상기 피검사자와 유사한 특성을 가진 비교군의 기능적 뇌영상과 비교하여 상기 비교군 대비 상기 피검사자의 뇌 활성도를 식별하는 동작; 및 상기 식별된 피검사자의 뇌 활성도에 상기 뇌 활성도를 유발하는 후각 자극의 정서 종류에 따른 가중치를 적용하여 상기 피검사자의 후각 기능 검사 결과를 수치화 하는 동작을 포함할 수 있다.

[0018] 상기 피검사자의 기능적 뇌영상을 획득하는 동작은 상기 피검사자가 인식할 수 있는 최저 농도의 후각 자극이 제시되었을 때 상기 피검사자로부터 관찰되는 기능적 뇌영상을 획득하는 동작; 및 상기 비교군에 포함된 사람들이 인식할 수 있는 역치 수준 농도의 후각 자극이 제시되었을 때 상기 피검사자로부터 관찰되는 기능적 뇌영상을 획득하는 동작을 포함할 수 있다.

[0019] 상기 피검사자의 후각 기능 검사 결과를 수치화 하는 동작은 상기 정서에 중립적인 후각 자극, 긍정적인 정서를 유발하는 후각 자극 및 부정적인 정서를 유발하는 후각 자극의 순서대로 상기 식별된 피검사자의 뇌 활성도에 높은 가중치를 적용할 수 있다.

[0020] 상기 피검사자의 뇌구조 이상을 측정하는 동작은 상기 후각 기능에 관여하는 뇌영역의 부피 또는 회백질의 두께를 측정하는 동작; 및 상기 측정된 뇌영역의 부피 또는 회백질의 두께를 상기 피검사자와 유사한 특성을 가진 비교군의 상기 뇌영역에 대한 부피 또는 회백질의 두께와 비교하여 상기 비교군 대비 상기 피검사자의 뇌구조 이상 측정 결과를 수치화 하는 동작을 포함할 수 있다.

[0021] 상기 피검사자의 일반 후각 기능을 평가하는 동작은 상기 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대해 상기 피검사자가 해당 후각 자극을 인식하는 과제, 상기 피검사자가 인식할 수 있는 최저 농도를 측정하는 과제 및 상기 미리 설정된 개수의 후각 자극을 구분하는 과제에 기초하여 상기 피검사자의 일반 후각 기능 평가 결과를 수치화 하는 동작을 포함할 수 있다.

[0022] 상기 피검사자의 일반 의학 정보를 식별하는 동작은 상기 피검사자의 내과적 질환, 외과적 질환 및 정신과적 질환에 기초하여 상기 피검사자의 일반 의학 정보 식별 결과를 수치화 하는 동작을 포함할 수 있다.

[0023] 상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작은 상기 후각 기능 검사 결과, 뇌구조 이상 측정 결과, 일반 후각 기능 평가 결과 및 일반 의학 정보 식별 결과에 대응하는 수치화된 값들을 식별하는 동작; 및 상기 식별된 수치화된 값들의 합산 결과에 기초하여 상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작을 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법은 인지 기능 평가를 통해 피검사자의 인지 기능을 측정하는 단계; 상기 측정된 피검사자의 인지 기능이 정상 수준으로 평가된 경우, 복수의 후각 자극에 대한 기능적 뇌영상에 기초하여 피검사자의 후각 기능을 검사하는 동작; 상기 후각 기능에 관여하는 뇌영역에 대한 구조적 뇌영상에 기초하여 상기 피검사자의 뇌구조 이상을 측정하는 동작; 상기 피검사자가 인식 가능한 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대한 일반 후각 기능을 평가하는 동작; 상기 피검사자의 특성에 따른 질환 여부에 따라 상기 피검사자의 일반 의학 정보를 식별하는 동작; 및 상기 후각 기능 검사 결과, 뇌구조 이상 측정 결과, 일반 후각 기능 평가 결과 및 일반 의학 정보 식별 결과에 기초하여 상기 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작을 포함할 수 있다.

[0025] 상기 후각 기능을 검사하는 동작은 서로 다른 종류의 정서로 구분되는 복수의 후각 자극에 대한 상기 피검사자의 기능적 뇌영상을 획득하는 동작; 상기 식별된 피검사자의 기능적 뇌영상을 상기 피검사자와 유사한 특성을 가진 비교군의 기능적 뇌영상과 비교하여 상기 비교군 대비 상기 피검사자의 뇌 활성도를 식별하는 동작; 및 상기 식별된 피검사자의 뇌 활성도에 상기 뇌 활성도를 유발하는 후각 자극의 정서 종류에 따른 가중치를 적용하여 상기 피검사자의 후각 기능 검사 결과를 수치화 하는 동작을 포함할 수 있다.

[0026] 상기 피검사자의 뇌구조 이상을 측정하는 동작은 상기 후각 기능에 관여하는 뇌영역의 부피 또는 회백질의 두께를 측정하는 동작; 및 상기 측정된 뇌영역의 부피 또는 회백질의 두께를 상기 피검사자와 유사한 특성을 가진 비교군의 상기 뇌영역에 대한 부피 또는 회백질의 두께와 비교하여 상기 비교군 대비 상기 피검사자의 뇌구조

이상 측정 결과를 수치화 하는 동작을 포함할 수 있다.

[0027] 상기 피검사자의 일반 후각 기능을 평가하는 동작은 상기 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대해 상기 피검사자가 해당 후각 자극을 인식하는 과제, 상기 피검사자가 인식할 수 있는 최저 농도를 측정하는 과제 및 상기 미리 설정된 개수의 후각 자극을 구분하는 과제에 기초하여 상기 피검사자의 일반 후각 기능 평가 결과를 수치화 하는 동작을 포함하고, 상기 피검사자의 일반 의학 정보를 식별하는 동작은 상기 피검사자의 내과적 질환, 외과적 질환 및 정신과적 질환에 기초하여 상기 피검사자의 일반 의학 정보 식별 결과를 수치화 하는 동작을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 발명의 일실시예에 따르면, 후각과 인지기능 저하 사이의 상관관계를 이용하여 인지기능 저하 위험도를 예측할 수 있다.

[0029] 본 발명의 일실시예에 따르면, 후각 자극에 대한 개인의 뇌 반응을 분석하여 후각 뇌지도에 대입함으로써 개인의 인지기능 저하 위험도를 정량적으로 평가할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 구성도를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 후각 뇌지도를 활용한 후각 기능 검사를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 후각 기능 검사 결과를 통한 인지기능과 후각 기능 사이의 차이를 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 구현될 수 있다. 따라서, 실제 구현되는 형태는 개시된 특정 실시예로만 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 실시예들로 설명한 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0032] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0033] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0034] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", "A 또는 B 중 적어도 하나", "A, B 또는 C", "A, B 및 C 중 적어도 하나", 및 "A, B, 또는 C 중 적어도 하나"와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구에 함께 나열된 항목들 중 어느 하나, 또는 그들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0035] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0036] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0038] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 구성도를 도시한 도면이다.

[0039] 도 1에 도시된 바와 같이, 전자 장치(100)는 하나 이상의 프로세서(110), 프로세서(110)에 의하여 수행되는 프로그램(130)을 로드(load)하거나 저장하는 메모리(120)를 포함할 수 있다. 도 1의 전자 장치(100)에 포함된 구성 요소는 일례에 불과하고, 본 발명이 속한 기술분야의 통상의 기술자라면 도 1에 도시된 구성 요소들 외에 다른 범용적인 구성 요소들이 더 포함될 수 있음을 알 수 있다.

[0040] 프로세서(110)는 전자 장치(100)의 각 구성의 전반적인 동작을 제어한다. 프로세서(110)는 CPU(Central Processing Unit), MPU(Micro Processor Unit), MCU(Micro Controller Unit), GPU(Graphic Processing Unit), NPU(Neural Processing Unit), DSP(Digital Signal Processor) 또는 본 발명의 기술 분야에 잘 알려진 임의의 형태의 프로세서 중 적어도 하나를 포함하여 구성될 수 있다. 또한, 프로세서(110)는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 방법/동작을 실행하기 위한 적어도 하나의 애플리케이션 또는 프로그램에 대한 연산을 수행할 수 있다. 전자 장치(100)는 하나 이상의 프로세서를 구비할 수 있다.

[0041] 메모리(120)는 전자 장치(100)에 포함된 구성요소(예: 프로세서(110))에 의해 사용되는 다양한 데이터, 명령 및 정보 중 하나 또는 둘 이상의 조합을 저장한다. 메모리(120)는 휘발성 메모리 및/또는 비휘발성 메모리를 포함할 수 있다.

[0042] 프로그램(130)은 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 방법/동작들이 구현된 하나 이상의 동작(action)들을 포함할 수 있으며, 메모리(120)에 소프트웨어 형태로 저장될 수 있다. 여기서, 동작은 프로그램(130)에서 실현되는 명령어에 대응한다. 예를 들어, 프로그램(130)은 복수의 후각 자극에 대한 기능적 뇌영상에 기초하여 피검사자의 후각 기능을 검사하는 동작, 후각 기능에 관여하는 뇌영역에 대한 구조적 뇌영상에 기초하여 피검사자의 뇌구조 이상을 측정하는 동작, 피검사자가 인식 가능한 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대한 일반 후각 기능을 평가하는 동작, 피검사자의 특성에 따른 질환 여부에 따라 피검사자의 일반 의학 정보를 식별하는 동작 및 후각 기능 검사 결과, 뇌구조 이상 측정 결과, 일반 후각 기능 평가 결과 및 일반 의학 정보 식별 결과에 기초하여 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정하는 동작을 수행하도록 하는 인스트럭션들을 포함할 수 있다.

[0043] 프로그램(130)이 메모리(120)에 로드 되면, 프로세서(110)는 프로그램(130)을 구현하기 위한 복수의 동작들을 실행시킴으로써 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 방법/동작들을 수행할 수 있다.

[0044] 프로그램(130)의 실행 화면은 디스플레이(140)을 통해 표시될 수 있다. 도 1의 경우, 디스플레이(140)는 전자 장치(100)와 연결되는 별도의 장치로 표현되나, 스마트폰, 태블릿 등 사용자가 휴대할 수 있는 단말기와 같은 전자 장치(100)의 경우 디스플레이(140)가 전자 장치(100)의 구성 요소로 될 수 있다. 디스플레이(140)에 표현되는 화면은 프로그램에 정보를 입력하기 전이나 프로그램의 실행 결과일 수 있다.

[0046] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 나타낸 도면이다. 일실시예에서, 도 2의 동작들 중 적어도 하나의 동작은 다른 동작과 동시 또는 병렬적으로 수행될 수 있고, 동작들 간의 순서는 변경될 수 있다. 또한, 동작들 중 적어도 하나의 동작은 생략될 수 있고, 다른 동작이 추가적으로 수행될 수도 있다. 도 2에 도시된 동작들은 전자 장치(예: 도 1의 전자 장치(100))의 프로세서(예: 도 1의 프로세서(110))에 의해 수행될 수 있다.

[0047] 도 2를 참고하면, 프로세서는 동작(210)에서, 인지기능 저하 위험도를 예측하고자 하는 피검사자에 대해 인지기능 평가를 수행할 수 있다. 일례로, 프로세서는 치매 진단 검사로 알려진 CDR(clinical dementia rating), MMSE-KC(mini mental state examination in the Korean version of the CERAD assessment packet) 및 CANTAB(cambridge neuropsychological test automated battery) 등을 이용하여 피검사자의 주의집중력, 기억력 및 실행능력 등을 평가할 수 있다.

[0048] 동작(220)에서, 프로세서는 인지기능 평가를 통해 피검사자의 인지기능 저하 여부를 판단할 수 있다. 보다 구체적으로 프로세서는 피검사자의 인지기능 평가 결과를 해당 피검사자와 유사한 특성을 가진 비교군의 인지기능 평가 결과와 비교하여 해당 피검사자의 인지기능 저하 여부를 판단할 수 있다.

[0049] 예를 들어, 프로세서는 피검사자와 유사한 나이 및 성별을 가지면서 인지기능이 정상인 집단을 비교군으로 설정할 수 있으며, 비교군의 인지기능 평가 결과와 해당 피검사자의 인지기능 평가 결과를 비교하여 해당 피검사자의 인지기능 저하 여부를 판단할 수 있다. 다만, 상기와 같은 비교군의 설정 방법은 하나의 예시일 뿐 상기의 예에 한정되지 않는다.

[0050] 만약, 인지기능 평가를 통해 피검사자의 인지기능이 비교군에 비해 저하된 것으로 확인된 경우, 후각 자극을 통

한 인지기능 저하 위험도의 예측 실효성이 떨어지므로, 프로세서는 추가적인 인지기능 저하 위험도 측정 단계를 진행하지 않을 수 있다. 즉, 프로세서는 피검사자의 인지기능 저하가 이미 시작된 것으로 판단하여 동작(230)에서 조기 개입을 통해 인지기능 저하의 속도를 늦추기 위한 처치를 제공함으로써 시스템을 종료할 수 있다.

[0051] 이와는 달리 인지기능 평가를 통해 피검사자의 인지기능이 비교군과 유사하여 정상 수준으로 확인된 경우, 후각 자극을 통한 인지기능 저하 위험도의 예측 실효성이 유의미하므로, 프로세서는 동작(240)에서 인지기능 저하 위험도 측정 단계로 진입할 수 있다.

[0052] 먼저, 프로세서는 피검사자의 뇌영상 촬영 결과 및 후각 뇌지도를 활용하여 인지기능 저하 위험도를 측정하기 위한 지표를 결정할 수 있다. 이때, 피검사자의 뇌영상 촬영 결과는 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)의 촬영을 통해 획득될 수 있다. 프로세서는 복수의 후각 자극에 대한 기능적 뇌영상에 기초하여 피검사자의 후각 기능을 검사할 수 있다. 보다 구체적으로 프로세서는 기능적 뇌영상 촬영을 통해 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대한 뇌활성의 전후 변화를 측정할 수 있다.

[0053] 이때, 기능적 뇌영상 촬영을 위한 후각 자극은 서로 다른 종류의 정서로 구분될 수 있다. 보다 구체적으로 후각 자극은 정서에 중립적인 후각 자극(향), 긍정적인 정서를 유발하는 후각 자극 및 부정적인 정서를 유발하는 후각 자극으로 구분될 수 있다. 일례로, 도 3을 참고하면, 정서에 중립적인 후각 자극은 가죽, 비누 케첩, 카레, 한약 등이 포함될 수 있다. 또한, 긍정적인 정서를 유발하는 후각 자극은 땅콩버터, 커피, 장미, 파인애플, 바나나 등이 포함될 수 있다. 또한, 부정적인 정서를 유발하는 후각 자극은 N-부탄올, 페인트, 식초, 담배, 구두약 등이 포함될 수 있다. 다만, 이와 같은 정서 별 후각 자극의 종류는 하나의 예시일 뿐 상기의 예에 한정되지 않는다.

[0054] 프로세서는 기능적 뇌영상에 기초하여 피검사자의 후각 기능을 검사하기 위해 피검사자가 인식할 수 있는 최저 농도의 후각 자극이 제시되었을 때 피검사자 뇌의 기능적 변화(예: 뇌 활성도 등)를 관찰하고, 인지기능이 정상인 집단이 인식할 수 있는 역치 수준의 농도의 후각 자극이 제시되었을 때 피검사자 뇌의 기능적 변화를 관찰할 수 있다.

[0055] 일례로, 인지기능이 정상인 집단이 인식할 수 있는 후각 자극에 대한 역치 수준의 농도는 인지기능 저하가 없는 정상 성인 600명을 대상으로 한 후각 기능 검사 결과를 기반으로 설정될 수 있다. 이 때 정상 성인 600명은 각각 40대 남/여, 50대 남/여, 60대 남/여 각 100명으로 구성될 수 있다. 다만, 이와 같은 인지기능이 정상이 집단에 포함되는 정상 성인의 총수 및 정상 성인을 구분하기 위한 특성은 하나의 예시일 뿐 상기의 예에 한정되지 않는다.

[0056] 프로세서는 이와 같은 후각 자극에 대한 피검사자의 기능적 뇌영상을 후각 뇌지도에 대입함으로써 제시된 후각 자극에 관여하는 뇌의 구체적인 영역을 결정할 수 있다.

[0057] 프로세서는 피검사자의 후각 기능을 검사하기 위해 제공되는 후각 자극의 정서적 특징에 따라 서로 다른 가중치를 부여하여 인지기능 저하 위험도 예측을 위한 지표를 결정할 수 있다. 이때, 프로세서는 정서에 중립적인 후각 자극, 긍정적인 정서를 유발하는 후각 자극 및 부정적인 정서를 유발하는 후각 자극의 순서대로 피검사자의 기능적 뇌영상을 통해 식별되는 후각 자극에 관여하는 뇌 영역의 뇌 활성도에 높은 가중치를 적용할 수 있다.

[0058] 일반적으로 감정과 결합된 후각 자극은 기억 중추인 해마와 편도체의 기능적 활성을 촉진하여 중립적인 향에 비하여 더 오래 기억될 수 있다. 이에 따라 노화에 의한 후각 기능의 저하에서도 감정과 결합된 후각 자극에 대한 반응이 늦게 저하될 것이라고 추정할 수 있다.

[0059] 따라서 시간의 흐름에 따라 정서에 중립적인 후각 자극에 대한 후각 기능의 저하가 제일 먼저 발생할 것으로 추정되고, 그 이후 정서를 유발하는 후각 자극에 후각 기능의 저하가 발생할 것으로 추정될 수 있다. 이때, 긍정적인 정서를 유발하는 후각 자극 보다 부정적인 정서를 유발하는 후각 자극이 위험 감지 등의 역할을 할 수 있어 생존과 직결되므로 제일 마지막에 후각 기능이 저하될 것으로 추정될 수 있다.

[0060] 따라서, 프로세서는 제일 먼저 후각 기능의 저하가 발생될 것으로 추정되는 정서에 중립적인 후각 자극에 대해 가장 높은 가중치를 설정하고, 제일 마지막에 후각 기능이 저하될 것으로 추정되는 부정적인 정서를 유발하는 후각 자극에 가장 낮은 가중치를 설정할 수 있다. 예를 들어, 도 3을 참고하면, 프로세서는 정서에 중립적인 후각 자극에 대해 50의 가중치를 설정하고, 긍정적인 정서를 유발하는 후각 자극에 대해 30의 가중치를 설정하며, 부정적인 정서를 유발하는 후각 자극에 대해 20의 가중치를 설정할 수 있다. 다만, 이와 같은 정서 종류에 따른 후각 자극의 가중치의 설정 값은 하나의 예시일 뿐 상기의 예에 한정되지 않는다.

[0061] 프로세서는 피검사자의 후각 기능 검사 결과를 피검사자와 유사한 나이 및 성별을 가진 비교군의 후각 기능 검사 결과와 비교하여 수치화 할 수 있다. 예를 들어, 피검사자가 정서에 중립적인 가죽 향을 맡았을 때, 비교군의 뇌 활성도와 비교하여 50%의 뇌 활성도를 보였다면, 프로세서는 비교군의 뇌 활성도를 1로 환산하여 피검사자의 뇌 활성도를 0.5로 계산하고, 중립에 대응하는 가중치 50을 10의 비율로 환산하여 5로 계산할 수 있다. 이후 프로세서는 계산된 뇌 활성도 값 0.5와 계산된 가중치 값 5를 곱하여 후각 기능 검사 결과에 대한 지표 값을 2.5점으로 계산할 수 있다. 동일한 방법으로 피검사자가 긍정적인 정서를 유발하는 땅콩버터 향을 맡았을 때, 비교군의 뇌 활성도와 비교하여 80%의 뇌 활성도를 보였다면, 프로세서는 피검사자의 뇌 활성도를 0.8로 계산하고, 긍정에 대응하는 가중치 값을 3으로 계산한 후 두 값을 곱하여 후각 기능 검사 결과에 대한 지표 값을 2.4점으로 계산할 수 있다. 따라서, 후각 기능 검사 결과에 따른 지표 값은 최소 0점부터 최대 50점까지로 환산될 수 있고, 지표 값이 높을수록 뇌 활성이 비교군과 비슷한 수준임을 의미할 수 있다.

[0062] 일례로, 도 4는 후각 기능 검사 결과를 통한 인지기능과 후각 기능 사이의 차이를 보여준다. 도 4를 참고하면, 치매 환자의 경우 인지기능(Dementia(Cognitive))이 비교군의 인지기능(Normal Aging(Cognitive))과 큰 차이가 나지 않는 상태에서도 후각 기능(Dementia(Olfactory))의 저하가 발견될 수 있다. 본 발명은 이와 같은 후각 기능의 저하를 조기에 발견하여 인지기능 저하 위험도를 예측함으로써 치매와 같은 퇴행성 질환을 예방할 수 있는 방법을 제공할 수 있다.

[0063] 한편, 프로세서는 후각 기능에 관여하는 뇌영역에 대한 구조적 뇌영상에 기초하여 피검사자의 뇌구조 이상을 측정할 수 있다. 보다 구체적으로 프로세서는 후각 기능에 관여하는 뇌영역의 부피 또는 회백질의 두께를 통해 피검사자의 뇌구조 이상을 측정할 수 있다. 이때, 후각 기능에 관여하는 뇌영역은 좌우 내후각피질(left/right entorhinal cortex), 좌우 편도체(left/right amygdala), 좌우 해마(left/right hippocampus), 복측 간뇌(ventral diencephalon), 안와전두피질(orbitofrontal cortex) 및 좌우 뇌섬엽(left/right insula)을 포함하여 총 10개의 뇌 구조물을 포함할 수 있다.

[0064] 프로세서는 이와 같은 뇌 구조물 각각에 대해 부피 및 회백질의 두께를 측정하고, 측정된 뇌 구조물 각각의 부피 및 회백질의 두께에 따른 뇌구조 이상 측정 결과를 피검사자와 유사한 나이 및 성별을 가진 비교군의 뇌구조 이상 측정 결과와 비교하여 수치화할 수 있다. 예를 들어, 피검사자의 좌측 해마의 부피가 비교군과 비교하여 80%로 측정된다면, 프로세서는 좌측 해마의 부피에 대한 뇌구조 이상 측정 결과의 지표 값을 0.8점으로 계산할 수 있다.

[0065] 동일한 방법으로 피검사자의 복측 간뇌의 회백질 두께가 비교군과 비교하여 70%로 측정된다면, 프로세서는 복측 간뇌의 회백질 두께에 대한 뇌구조 이상 측정 결과의 지표 값을 0.7점으로 계산할 수 있다. 따라서, 뇌구조 이상 측정 결과의 지표 값은 10개의 뇌 구조물에 의해 최소 0점부터 최대 20점까지로 계산되며, 지표 값이 높을수록 후각 기능에 관여하는 주요 뇌 영역이 비교군과 비슷한 수준임을 의미할 수 있다.

[0066] 프로세서는 피검사자가 인식 가능한 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대한 일반 후각 기능을 평가할 수 있다. 보다 구체적으로 프로세서는 미리 설정된 개수의 후각 자극에 대해 피검사자가 해당 후각 자극을 인식하는 과제, 피검사자가 인식할 수 있는 최저 농도를 측정하는 과제 및 미리 설정된 개수의 후각 자극을 구분하는 과제에 기초하여 피검사자의 일반 후각 기능 평가 결과를 수치화 할 수 있다. 이때, 일반 후각 기능을 평가하기 위한 후각 자극은 피검사자에게 익숙하여 피검사자가 어떤 후각 자극인지를 구분할 수 있어야 한다.

[0067] 예를 들어, 일반 후각 기능을 평가하기 위한 후각 자극은 바나나 향, 초콜릿 향, 계피 향, 파인애플 향 및 비누 향으로 구성될 수 있다. 다만, 이와 같은 일반 후각 기능을 평가하기 위한 후각 자극의 종류는 하나의 예시일 뿐 상기의 예에 한정되지 않는다.

[0068] 이때, 프로세서는 피검사자의 제시된 후각 자극에 대한 인식 여부에 따라 0점 또는 1점을 부여하고, 피검사자가 제시된 후각 자극에 대해 인식할 수 있는 최저 농도를 비교군과 비교하여 퍼센트로 계산함으로써 0~1점을 부여하며, 피검사자의 제시된 후각 자극에 대한 구분 여부에 따라 0점 또는 1점을 부여함으로써 일반 후각 기능 평가 결과에 대한 지표 값을 계산할 수 있다. 따라서, 일반 후각 기능 평가 결과에 따른 지표 값은 최소 0점부터 최대 15점까지로 환산될 수 있고, 지표 값이 높을수록 후각 기능이 비교군과 비슷한 수준임을 의미할 수 있다.

[0069] 프로세서는 피검사자의 특성에 따른 질환 여부에 따라 피검사자의 일반 의학 정보를 식별할 수 있다. 보다 구체적으로 프로세서는 피검사자의 나이 및 성별과 같은 특성 정보는 인지기능과 밀접한 연관성이 있으므로, 인지기능 저하 위험도를 측정하기 위한 지표로 활용할 수 있다. 또한, 프로세서는 고혈압, 당뇨 등과 같은 내과적 질환 여부, 외상성 뇌손상 등과 같은 외과적 질환 여부, 우울장애, 불안장애와 같은 정신과적 질환 여부 또한 인

지기능과 밀접한 연관성이 있으므로, 인지기능 저하 위험도를 측정하기 위한 지표로 활용할 수 있다.

[0070] 프로세서는 피검사자의 나이 및 성별과 같은 특성 정보에 따른 고혈압, 당뇨 등의 내과적 질환에 대해 질환의 종류, 첫 진단 연도, 진료 여부, 약물 복용 이력 등을 평가하여 0~5점을 부여할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 30대 피검사자가 고혈압 또는 당뇨가 있는 경우, 60대 피검사자에 비해 높은 점수를 부여할 수 있다. 이때, 프로세서는 혈압이나 혈당이 처방약 또는 다른 치료적 요법에 의해 정상적으로 관리되고 있는지도 함께 평가하여 점수를 부여할 수 있다. 또한, 프로세서는 피검사자의 나이 및 성별과 같은 특성 정보에 따른 외상성 뇌손상 등의 외과적 질환에 대해 뇌의 손상 여부, 심각도 등을 평가하여 0~5점을 부여할 수 있다. 마찬가지로, 프로세서는 피검사자의 나이 및 성별과 같은 특성 정보에 따른 우울장애, 불안장애 등의 정신과적 질환에 대해 질환의 종류, 첫 진단 연도, 지속 여부, 약물 복용 이력 등을 평가하여 0~5점을 부여할 수 있다.

[0071] 프로세서는 이와 같은 피검사자의 나이 및 성별과 같은 특성 정보에 따른 내과적 질환, 외과적 질환 및 정신과적 질환에 기초하여 피검사자의 일반 의학 정보 식별 결과에 대한 지표 값을 계산할 수 있다. 이때, 일반 의학 정보 식별 결과에 대한 지표 값은 최소 0점에서 최대 15점까지로 환산될 수 있고, 지표 값이 높을수록 인지기능 저하 위험도가 낮음을 의미할 수 있다.

표 1

[0072]

인지기능 저하 위험도 측정 지표	총점 range
기능적 뇌영상을 통한 후각 기능 검사 결과 (A)	0~50
구조적 뇌영상을 통한 뇌 구조 이상 측정 결과 (B)	0~20
일반 후각 기능 평가 결과 (C)	0~15
일반 의학 정보 식별 결과 (D)	0~15

[0073] 프로세서는 이와 같이 측정된 인지기능 저하 위험도 측정 지표의 지표 값에 기초하여 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 결정할 수 있다. 보다 구체적으로 프로세서는 기능적 뇌영상을 통한 후각 기능 검사 결과 (A), 구조적 뇌영상을 통한 뇌 구조 이상 측정 결과 (B), 일반 후각 기능 평가 결과 (C) 및 일반 의학 정보 식별 결과 (D)를 합산하여 아래의 식 1과 같이 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 평가할 수 있다.

[0074] <식 1>

[0075] 인지기능 저하 위험도 = 100 - (A + B + C + D) (%)

[0076] 예를 들어, 기능적 뇌영상을 통한 후각 기능 검사 결과 (A)의 지표 값이 30점이고, 구조적 뇌영상을 통한 뇌 구조 이상 측정 결과 (B)의 지표 값이 10점이며, 일반 후각 기능 평가 결과 (C)의 지표 값이 5점이고, 일반 의학 정보 식별 결과 (D)의 지표 값이 10점으로 측정된 경우, 프로세서는 식 1에 따라 피검사자의 인지기능 저하 위험도를 100 - (30 + 10 + 5 + 10) = 45 (%) 로 계산할 수 있다.

[0077] 이와 같이 동작(240)에서 계산된 피검사자의 인지기능 저하 위험도가 미리 설정된 기준 이상이어서 안전하다고 판단되면, 프로세서는 인지기능 저하 위험도 측정 시스템을 종료할 수 있다.

[0078] 이와는 달리 동작(240)에서 계산된 피검사자의 인지기능 저하 위험도가 미리 설정된 기준 미만이어서 위험하다고 판단되면, 프로세서는 동작(250)에서 피검사자의 인지기능 저하 위험을 관리하기 위한 보고서를 생성하여 사용자에게 제공할 수 있다.

[0079]

[0080] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 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, 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 소프트웨어 애플리케이션을 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 하

나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0081] 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 장치로 저장될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0082] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 저장할 수 있으며 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.

[0083] 위에서 설명한 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 또는 복수의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0084] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 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.

[0085] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0087] 100 : 전자 장치

110 : 프로세서

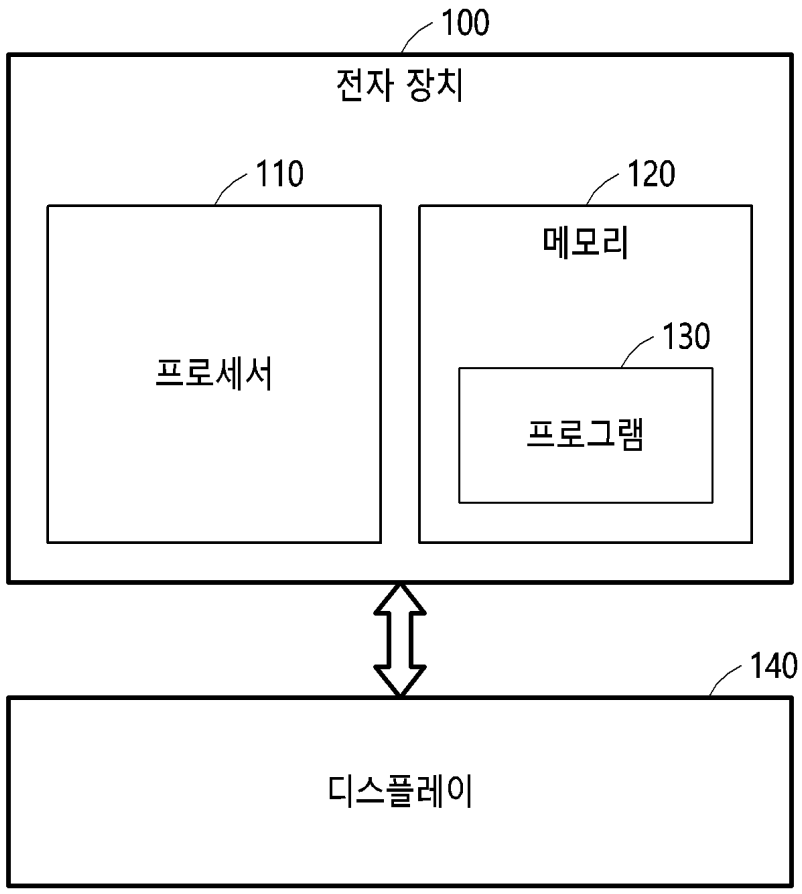
120 : 메모리

130 : 프로그램

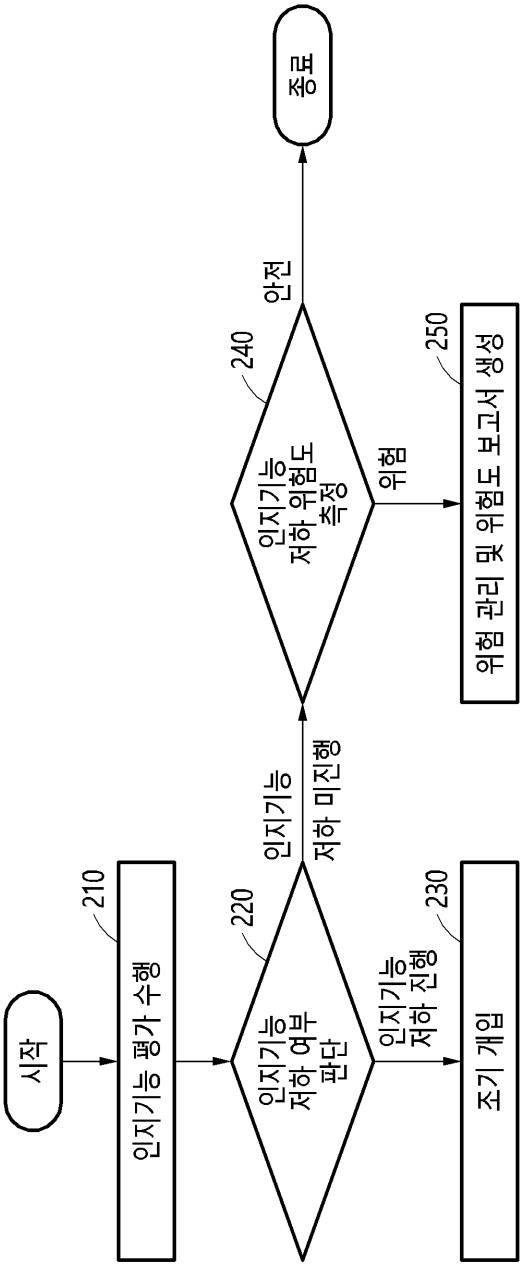
140 : 디스플레이

도면

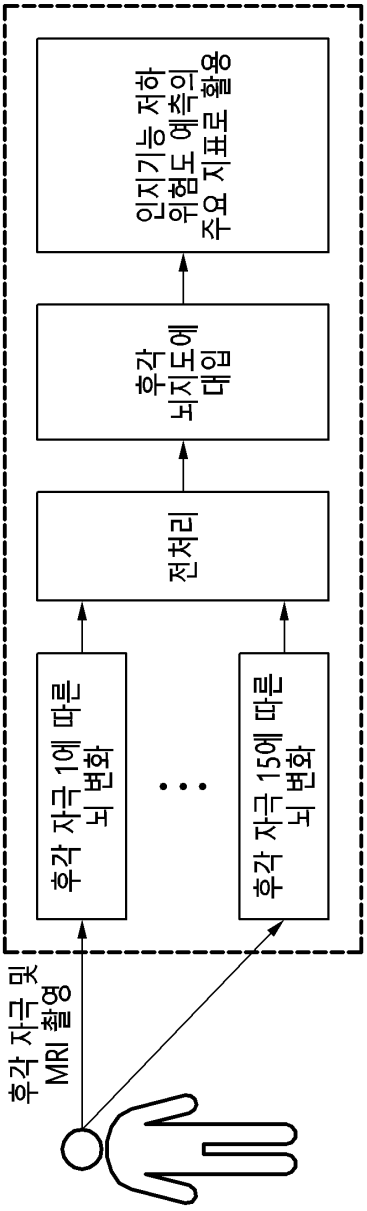
도면1



도면2

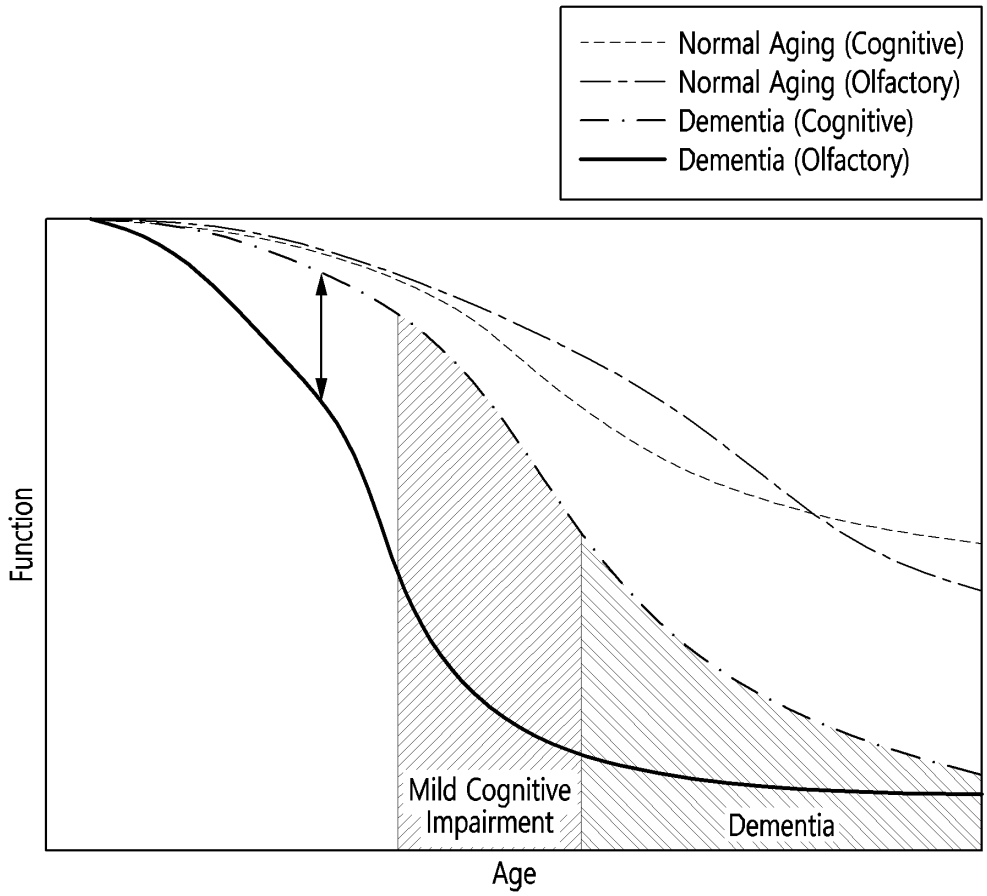

시작
인지기능 평가 수행
210
인지기능 저하 여부 판단
220
인지기능 저하 진행
조기 개입
230
인지기능 저하 미진행
인지기능 저하 위험도 측정
240
위험
위험 관리 및 위험도 보고서 생성
250
안전
종료

도면3



후각 자극 분류	사용 향료	가중치
중립	가죽, 비누, 케첩, 카레, 한약	50
긍정	땅콩버터, 커피, 장미, 파인애플, 바나나	30
부정	N-부탄올, 페인트, 식초, 담배, 구두약	20

도면4


Normal Aging (Cognitive)
Normal Aging (Olfactory)
Dementia (Cognitive)
Dementia (Olfactory)
Function
Mild Cognitive Impairment
Dementia
Age