



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0074079
(43) 공개일자 2024년05월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G16H 50/70 (2018.01) A61B 5/055 (2006.01)
G06N 20/00 (2019.01) G06V 10/764 (2022.01)
G16H 30/20 (2018.01) G16H 30/40 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G16H 50/70 (2018.01)
A61B 5/055 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2022-0155368

(22) 출원일자 2022년11월18일

심사청구일자 2022년11월18일

(71) 출원인

성균관대학교산학협력단

경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동, 성균관대학교내)

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

최형진

경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교 산학협력센터 85765

박현진

경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교 산학협력센터 85766

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인로알

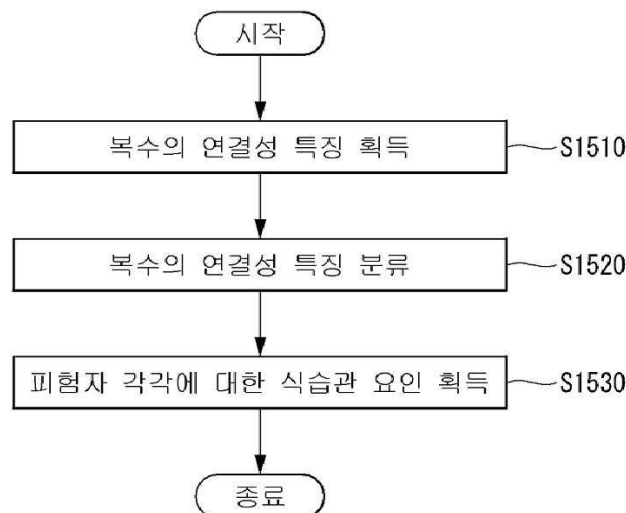
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 식습관 요인 분류 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 식습관 요인 분류 방법 및 장치에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 식습관 요인 분류 방법은, 복수의 자기공명영상을 기초로 복수의 연결성 특징을 획득하는 단계, K-평균 클러스터링 알고리즘(k-mean clustering)을 기초로 상기 복수의 연결성 특징을 복수의 그룹으로 분류하는 단계 및 상기 분류 결과를 기초로 복수의 피험자들 각각 대한 식습관 요인을 획득하는 단계를 포함하고, 상기 복수의 연결성 특징을 획득하는 단계는, 상기 복수의 자기공명영상 가운데 어느 하나를 기초로 복수의 시계열 신호를 획득하는 단계, 상기 복수의 시계열 신호를 기초로 연결성 행렬을 획득하는 단계, 상기 연결성 행렬을 기초로 연결성 패턴을 획득하는 단계 및 상기 연결성 패턴에 대한 압축을 수행하고, 상기 압축된 연결성 패턴을 기초로 상기 복수의 자기공명영상 가운데 상기 어느 하나에 대한 연결성 특징을 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도15



(52) CPC특허분류

G06N 20/00 (2021.08)

G06V 10/764 (2023.08)

G16H 30/20 (2018.01)

G16H 30/40 (2018.01)

G16H 50/20 (2018.01)

(72) 발명자

박보용

인천광역시 미추홀구 인하로 100, 인하대학교

홍석준

경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 엔센터

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711152863
과제번호	2021-0-02068-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성
연구과제명	인공지능 혁신 허브 연구 개발
기 여 율	34/100
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711153004
과제번호	2020-0-01821-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성
연구과제명	ICT명품인재양성(성균관대학교)
기 여 율	33/100
과제수행기관명	성균관대학교 산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711126175
과제번호	2018-0-01798-004
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성(R&D)
연구과제명	인공지능형 가상 의사 초음파 의료진단 플랫폼 연구 개발 및 고급 인력양성
기 여 율	33/100
과제수행기관명	성균관대학
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 자기공명영상을 기초로 복수의 연결성 특징을 획득하는 단계;

K-평균 클러스터링 알고리즘(k-mean clustering)을 기초로 상기 복수의 연결성 특징을 복수의 그룹으로 분류하는 단계; 및

상기 분류 결과를 기초로 복수의 피험자들 각각 대한 식습관 요인을 획득하는 단계를 포함하고,

상기 복수의 연결성 특징을 획득하는 단계는,

상기 복수의 자기공명영상 가운데 어느 하나를 기초로 복수의 시계열 신호를 획득하는 단계;

상기 복수의 시계열 신호를 기초로 연결성 행렬을 획득하는 단계;

상기 연결성 행렬을 기초로 연결성 패턴을 획득하는 단계; 및

상기 연결성 패턴에 대한 압축을 수행하고, 상기 압축된 연결성 패턴을 기초로 상기 복수의 자기공명영상 가운데 상기 어느 하나에 대한 연결성 특징을 획득하는 단계를 포함하는, 식습관 요인 분류 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 연결성 행렬을 획득하는 단계는,

상기 복수의 시계열 신호 사이의 상관 계수를 획득하는 단계; 및

상기 상관 계수를 기초로 상기 연결성 행렬을 획득하는 단계를 포함하는, 식습관 요인 분류 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 연결성 패턴을 획득하는 단계는,

상기 연결성 행렬을 기초로 연결성 고유벡터를 생성하는 단계; 및

상기 연결성 고유벡터를 기초로 상기 연결성 패턴을 획득하는 단계를 포함하는, 식습관 요인 분류 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 연결성 특징을 획득하는 단계는,

기계 학습이 수행된 오토 인코더에 의해 수행되는, 식습관 요인 분류 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 복수의 연결성 특징을 복수의 그룹으로 분류하는 단계는,

상기 복수의 연결성 특징을 식습관 하위 분류를 기초로 분류하는 단계인, 식습관 요인 분류 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수의 피험자들 각각 대한 식습관 요인을 획득하는 단계는,
 상기 분류 결과를 기초로 상기 복수의 그룹 가운데 어느 하나에 포함된 복수의 연결성 특징을 추출하는 단계;
 상기 추출된 복수의 연결성 특징을 기초로 복수의 연결성 패턴을 획득하는 단계; 및
 상기 복수의 연결성 패턴 사이의 차이를 획득하는 단계를 포함하는, 식습관 요인 분류 방법.

청구항 7

적어도 하나의 송수신기;
 적어도 하나의 명령이 저장된 적어도 하나의 메모리; 및
 상기 적어도 하나의 명령을 수행하는 적어도 하나의 프로세서를 포함하고,
 상기 적어도 하나의 명령은,
 복수의 자기공명영상을 기초로 복수의 연결성 특징을 획득하는 단계;
 K-평균 클러스터링 알고리즘(k-mean clustering)을 기초로 상기 복수의 연결성 특징을 복수의 그룹으로 분류하는 단계; 및
 상기 분류 결과를 기초로 복수의 피험자들 각각 대한 식습관 요인을 획득하는 단계를 포함하고,
 상기 복수의 연결성 특징을 획득하는 단계는,
 상기 복수의 자기공명영상 가운데 어느 하나를 기초로 복수의 시계열 신호를 획득하는 단계;
 상기 복수의 시계열 신호를 기초로 연결성 행렬을 획득하는 단계;
 상기 연결성 행렬을 기초로 연결성 패턴을 획득하는 단계; 및
 상기 연결성 패턴에 대한 압축을 수행하고, 상기 압축된 연결성 패턴을 기초로 상기 복수의 자기공명영상 가운데 상기 어느 하나에 대한 연결성 특징을 획득하는 단계를 포함하는, 식습관 요인 분류 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,
 상기 연결성 행렬을 획득하는 단계는,
 상기 복수의 시계열 신호 사이의 상관 계수를 획득하는 단계; 및
 상기 상관 계수를 기초로 상기 연결성 행렬을 획득하는 단계를 포함하는, 식습관 요인 분류 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,
 상기 연결성 패턴을 획득하는 단계는,
 상기 연결성 행렬을 기초로 연결성 고유벡터를 생성하는 단계; 및
 상기 연결성 고유벡터를 기초로 상기 연결성 패턴을 획득하는 단계를 포함하는, 식습관 요인 분류 장치.

청구항 10

제7항에 있어서,
 상기 복수의 연결성 특징을 획득하는 단계는,
 기계 학습이 수행된 오토 인코더에 의해 수행되는, 식습관 요인 분류 장치.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 복수의 연결성 특징을 복수의 그룹으로 분류하는 단계는,

상기 복수의 연결성 특징을 식습관 하위 분류를 기초로 분류하는 식습관 요인 분류 장치.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 복수의 피험자들 각각 대한 식습관 요인을 획득하는 단계는,

상기 분류 결과를 기초로 상기 복수의 그룹 가운데 어느 하나에 포함된 복수의 연결성 특징을 추출하는 단계;

상기 추출된 복수의 연결성 특징을 기초로 복수의 연결성 패턴을 획득하는 단계; 및

상기 복수의 연결성 패턴 사이의 차이를 획득하는 단계를 포함하는, 식습관 요인 분류 장치.

청구항 13

복수의 자기공명영상을 획득하고, 상기 복수의 자기공명영상을 식습관 요인 분류 장치에 제공하는 기능적자기공명장치; 및

상기 기능적자기공명장치로부터 상기 복수의 자기공명영상을 제공받고, 상기 복수의 자기공명영상을 기초로 복수의 피험자들 각각에 대한 식습관 요인을 획득하는 식습관 요인 분류 장치를 포함하고,

상기 식습관 요인 분류 장치는,

상기 복수의 자기공명영상을 기초로 복수의 연결성 특징을 획득하고, K-평균 클러스터링 알고리즘(k-mean clustering)을 기초로 상기 복수의 연결성 특징을 복수의 그룹으로 분류하고, 상기 분류 결과를 기초로 상기 복수의 피험자들 각각 대한 식습관 요인을 획득하되,

상기 복수의 연결성 특징을 획득하는 경우,

상기 복수의 자기공명영상 가운데 어느 하나를 기초로 복수의 시계열 신호를 획득하고, 상기 복수의 시계열 신호를 기초로 연결성 행렬을 획득하고, 상기 연결성 행렬을 기초로 연결성 패턴을 획득하고, 상기 연결성 패턴에 대한 압축을 수행하고, 상기 압축된 연결성 패턴을 기초로 상기 복수의 자기공명영상 가운데 상기 어느 하나에 대한 연결성 특징을 획득하는, 식습관 요인 분류 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 연결성 행렬을 획득하는 경우,

상기 식습관 요인 분류 장치는,

상기 복수의 시계열 신호 사이의 상관 계수를 획득하고, 상기 상관 계수를 기초로 상기 연결성 행렬을 획득하는, 식습관 요인 분류 시스템.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 연결성 패턴을 획득하는 경우,

상기 식습관 요인 분류 장치는,

상기 연결성 행렬을 기초로 연결성 고유벡터를 생성하고, 상기 연결성 고유벡터를 기초로 상기 연결성 패턴을 획득하는, 식습관 요인 분류 시스템.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 복수의 연결성 특징을 획득하는 경우,

상기 식습관 요인 분류 장치는,

기계 학습이 수행된 오토 인코더에 의해 상기 복수의 연결성 특징을 획득하는, 식습관 요인 분류 시스템.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 복수의 연결성 특징을 복수의 그룹으로 분류하는 경우,

상기 식습관 요인 분류 장치는,

상기 복수의 연결성 특징을 식습관 하위 분류를 기초로 분류하는, 식습관 요인 분류 시스템.

청구항 18

제13항에 있어서,

상기 복수의 피험자들 각각 대한 식습관 요인을 획득하는 경우,

상기 식습관 요인 분류 장치는,

상기 분류 결과를 기초로 상기 복수의 그룹 가운데 어느 하나에 포함된 복수의 연결성 특징을 추출하고, 상기 추출된 복수의 연결성 특징을 기초로 복수의 연결성 패턴을 획득하고, 상기 복수의 연결성 패턴 사이의 차이를 획득하는, 식습관 요인 분류 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 식습관 요인 분류 방법 및 장치에 관한 것으로, 기계 학습을 이용한 식습관 요인 분류 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기능적 자기공명영상(functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI)는 MRI 장치를 이용하여 뇌의 활성화 양상을 측정하는 방법으로 뇌가 활동할 때 혈류 안의 산소 수준(blood oxygenation level-dependent, BOLD)을 반복 측정하여 기능적으로 활성화된 정도를 측정하는 방법이다. 즉 뇌나 신경계에서 활성화되어 기능을 수행하고 있는 부분을 조명하여 보여준다.

[0003] 현재 fMRI는 다양한 응용분야에서 진단과 치료를 목적으로 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한, fMRI 기술은 뇌 활성화 신호로부터 뇌 상태(마음 작용)를 추론할 수 있는 수준까지 발전되었다. fMRI를 활용한 질병 등의 진단과 뇌 활성화 패턴을 스스로 조절하여 신체의 기능을 정상화하는 뉴로피드백 등 다양한 응용분야에 적용하기 위해서는 fMRI를 통해 획득한 뇌 상태 신호에 대한 패턴 분류라는 기반 작업이 선행되어야 한다. fMRI의 패턴 분류는 fMRI가 감지한 뇌 상태 신호의 패턴을 분류하여 피측정자의 뇌의 상태를 구분하는 작업이다. 그러나 fMRI에서 감지되는 뇌 상태 신호의 패턴은 여러가지 조건(피측정자의 성별, 나이, 경험, 개인 성향, 주변 환경 등)에 따라 매우 다양한 형태로 나타날 수 있어, 일반적으로 데이터를 분류하는 논리를 적용하기 어렵다. 특히, 식습관 요인은 개인에 따라 이질성이 매우 큰 특징을 가지지만 상대적으로 식습관 요인의 다양성을 평가하기 위한 체계적인 분석이 이루어지지 않은 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 식습관 요인을 체계적으로 분류할 수 있는 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따른 식습관 요인 분류 방법은 복수의 자기공명영상을 기초로 복수의 연결성 특징을 획득하는 단계, K-평균 클러스터링 알고리즘(k-mean clustering)을 기초로 상기 복수의 연결성 특징을 복수의 그룹으로 분류하는 단계 및 상기 분류 결과를 기초로 복수의 피험자들 각각 대한 식습관 요인을 획득하는 단계를 포함하고, 상기 복수의 연결성 특징을 획득하는 단계는, 상기 복수의 자기공명영상 가운데 어느 하나를 기초로 복수의 시계열 신호를 획득하는 단계, 상기 복수의 시계열 신호를 기초로 연결성 행렬을 획득하는 단계, 상기 연결성 행렬을 기초로 연결성 패턴을 획득하는 단계 및 상기 연결성 패턴에 대한 압축을 수행하고, 상기 압축된 연결성 패턴을 기초로 상기 복수의 자기공명영상 가운데 상기 어느 하나에 대한 연결성 특징을 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 식습관 요인 분류 장치는 적어도 하나의 송수신기, 적어도 하나의 명령이 저장된 적어도 하나의 메모리 및 상기 적어도 하나의 명령을 수행하는 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 명령은, 복수의 자기공명영상을 기초로 복수의 연결성 특징을 획득하는 단계, K-평균 클러스터링 알고리즘(k-mean clustering)을 기초로 상기 복수의 연결성 특징을 복수의 그룹으로 분류하는 단계 및 상기 분류 결과를 기초로 복수의 피험자들 각각 대한 식습관 요인을 획득하는 단계를 포함하고, 상기 복수의 연결성 특징을 획득하는 단계는, 상기 복수의 자기공명영상 가운데 어느 하나를 기초로 복수의 시계열 신호를 획득하는 단계, 상기 복수의 시계열 신호를 기초로 연결성 행렬을 획득하는 단계, 상기 연결성 행렬을 기초로 연결성 패턴을 획득하는 단계 및 상기 연결성 패턴에 대한 압축을 수행하고, 상기 압축된 연결성 패턴을 기초로 상기 복수의 자기공명영상 가운데 상기 어느 하나에 대한 연결성 특징을 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 식습관 요인 분류 시스템은 복수의 자기공명영상을 획득하고, 상기 복수의 자기공명영상을 식습관 요인 분류 장치에 제공하는 기능적자기공명장치 및 상기 기능적자기공명장치로부터 상기 복수의 자기공명영상을 제공받고, 상기 복수의 자기공명영상을 기초로 복수의 피험자들 각각에 대한 식습관 요인을 획득하는 식습관 요인 분류 장치를 포함하고, 상기 식습관 요인 분류 장치는, 상기 복수의 자기공명영상을 기초로 복수의 연결성 특징을 획득하고, K-평균 클러스터링 알고리즘(k-mean clustering)을 기초로 상기 복수의 연결성 특징을 복수의 그룹으로 분류하고, 상기 분류 결과를 기초로 상기 복수의 피험자들 각각 대한 식습관 요인을 획득하고, 상기 복수의 연결성 특징을 획득하는 경우, 상기 복수의 자기공명영상 가운데 어느 하나를 기초로 복수의 시계열 신호를 획득하고, 상기 복수의 시계열 신호를 기초로 연결성 행렬을 획득하고, 상기 연결성 행렬을 기초로 연결성 패턴을 획득하고, 상기 연결성 패턴에 대한 압축을 수행하고, 상기 압축된 연결성 패턴을 기초로 상기 복수의 자기공명영상 가운데 상기 어느 하나에 대한 연결성 특징을 획득할 수 있다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 따르면, 피험자의 식습관 요인을 체계적으로 분류할 수 있고, 식습관 요인에 대한 분류 성능이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 본 발명에 대해 더욱 이해하기 위해 포함되며 본 출원에 포함되고 그 일부를 구성하는 첨부된 도면은 본 발명의 원리를 설명하는 상세한 설명과 함께 본 발명의 실시예를 나타낸다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 식습관 요인 분류 시스템의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공명영상의 개념도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 식습관 요인 분류 장치의 블록도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 특징 획득기의 블록도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌 영역 네트워크의 개념도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌 기능적 연결성 행렬을 설명하기 위한 개념도이다.

도 7은 발명의 일 실시예에 따른 고유 벡터를 설명하기 위한 개념도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 특징 획득부의 개념도이다.

도 9 내지 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 기계학습의 효과를 나타낸 그래프이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 유형 분석기의 블록도이다.

- 도 12은 본 발명의 일 실시예에 따른 클러스터링을 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 클러스터링의 효과를 도시한 그래프이다.
- 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 연결성 특징 획득 방법의 흐름도이다.
- 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 식습관 요인 분류 방법의 흐름도이다.
- 도 16은 본 발명의 다른 실시예에 따른 식습관 요인 분류 장치의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 명세서의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0011] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0012] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "전기적으로 연결되어" 있거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 전기적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 전기적으로 연결되어" 있거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0013] 본 출원에서, "포함한다" 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.
- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 식습관 요인 분류 시스템의 블록도이다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공명영상의 개념도이다.
- [0015] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 식습관 요인 분류 시스템(1)은 기능적자기공명장치(functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI) (10) 및 식습관 요인 분류 장치(20)를 포함할 수 있다. 도 1에는 기능적자기공명장치(10) 및 식습관 요인 분류 장치(20)가 별개인 것으로 도시되었으나, 이는 일 실시예이며, 식습관 요인 분류 장치(20) 및 식습관 요인 분류 장치(20)는 일체로 구성될 수 있다.
- [0016] 기능적자기공명장치(10)는 뇌 활성화에 대한 자기공명영상을 획득할 수 있다. 기능적자기공명장치(10)는 혈류와 관련된 변화를 감지하여 뇌 활동을 측정하는 것으로, 뇌의 특정 부위가 사용되는 경우 해당 영역으로 흐르는 혈류의 양도 증가한다는 사실을 기초로 뇌의 어떤 부위의 신경이 활성화되었는지 측정하는 방식으로 기능적 자기공명영상을 획득할 수 있다. 기능적자기공명장치(10)는 복수의 피험자들 각각에 대한 자기공명영상을 획득할 수 있다. 예를 들어, 기능적자기공명장치(10)는 도 2와 같이 뇌에서 혈류 변화가 많은 부분이 노란색으로 표시된 기능적 자기공명영상을 획득할 수 있다. 기능적자기공명장치(10)는 기능적 자기공명영상을 식습관 요인 분류 장치(20)에 제공할 수 있다.
- [0017] 식습관 요인 분류 장치(20)는 자기공명영상을 기능적자기공명장치(10)로부터 제공받을 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(20)는 복수의 피험자들 각각에 대한 자기공명영상을 기능적자기공명장치(10)로부터 제공받을 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(20)는 기능적 자기공명영상을 기초로 식습관 요인을 분석할 수 있다. 이를 상세히 설명하면 다음과 같다.

- [0018] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 식습관 요인 분류 장치의 블록도이다.
- [0019] 도 3을 참조하면, 식습관 요인 분류 장치(20)는 특징 추출기(100) 및 유형 분석기(200)를 포함할 수 있다. 도 3에는 특징 추출기(100) 및 유형 분석기(200)가 별개의 것으로 도시되었으나, 이는 일 예시이며, 특징 추출기(100) 및 유형 분석기(200)는 일체로 구성될 수 있다.
- [0020] 특징 추출기(100)는 복수의 자기공명영상을 기능적자기공명장치(10)로부터 제공받을 수 있다. 복수의 자기공명영상은 복수의 피험자들 각각에 대한 자기공명영상일 수 있다. 특징 추출기(100)는 복수의 자기공명영상을 기초로 복수의 피험자들 각각에 대한 연결성 특징을 획득할 수 있다. 연결성 특징은 피험자의 식습관 요인에 관한 것일 수 있다. 특징 추출기(100)는 복수의 연결성 특징을 유형 분석기(200)에 제공할 수 있다.
- [0021] 유형 분석기(200)는 복수의 연결성 특징을 특징 추출기(100)로부터 제공받을 수 있다. 유형 분석기(200)는 복수의 연결성 특징에 대한 분류를 수행할 수 있고, 분류 결과를 기초로 식습관 하위 그룹을 획득할 수 있다.
- [0022] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 특징 획득기의 블록도이다. 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌 영역 네트워크의 개념도이다. 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌 기능적 연결성 행렬을 설명하기 위한 개념도이다. 도 7은 발명의 일 실시예에 따른 고유 벡터를 설명하기 위한 개념도이다. 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 특징 추출부의 개념도이다. 도 9 내지 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 기계학습의 효과를 나타낸 그래프이다.
- [0023] 도 4 내지 도 10을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 특징 추출기(100)는 신호 생성부(110), 패턴 획득부(120) 및 특징 추출부(130)로 구성되어 있다.
- [0024] 신호 생성부(110)는 자기공명영상을 기초로 복수의 시계열 신호를 생성할 수 있다. 신호 생성부(110)는 자기공명영상으로부터 뇌 영역별 기능적 활성화 정도를 측정할 수 있다. 여기에서, 뇌영역별 기능적 활성화 정도는 식습관 요인에 따른 뇌 영역별 기능적 활성화 정도일 수 있고, 뇌 영역의 개수는 가로축 210개 세로축 210개로 구성될 수 있다. 신호 생성부(110)는 뇌 영역별 기능적 활성화 정도를 기초로 시계열 신호를 생성할 수 있다. 예를 들어, 신호 생성부(110)는 도 5와 같은 뇌 네트워크를 구성하는 각각의 노드(도 5에서 각각의 뇌 영역)에 대한 시계열 신호를 생성할 수 있다. 여기에서, 시계열 신호는 벡터의 형태일 수 있다. 신호 생성부(110)는 복수의 시계열 신호를 패턴 획득부(120)에 제공할 수 있다.
- [0025] 패턴 획득부(120)는 복수의 시계열 신호를 신호 생성부(110)로부터 제공받을 수 있다. 패턴 획득부(120)는 복수의 시계열 신호를 기초로 뇌 영역들 사이에 상관 계수를 획득할 수 있다. 패턴 획득부(120)는 회귀분석(regression)을 기초로 뇌 영역들 사이에 상관 계수를 획득할 수 있다. 패턴 획득부(120)는 다음 수학적 식 1을 기초로 상관 계수를 획득할 수 있다.
- [0026] [수학적 식 1]
- [0027]
$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$
- [0028] 수학적 식 1에서, r는 시계열 신호들 사이의 상관 계수일 수 있고, x, y는 각각 시계열 신호일 수 있고, $\bar{x}$ 는 x의 표준 편차일 수 있고, $\bar{y}$ 는 y의 표준 편차일 수 있다. 패턴 획득부(120)는 모든 시계열 신호들 사이의 상관 계수를 획득할 수 있고, 이를 기초로 연결성 행렬을 획득할 수 있다. 예를 들어, 패턴 획득부(120)는 도 6와 같은 연결성 행렬을 획득할 수 있다. 여기에서, 연결성 행렬은 뇌 영역들 사이의 상호 작용을 나타내는 뇌 기능적 연결성 행렬일 수 있다. 예를 들어, 연결성 행렬은 210x210 행렬일 수 있다.
- [0029] 패턴 획득부(120)는 연결성 행렬에 포함된 상관계수 가운데 일부를 추출할 수 있다. 예를 들어, 패턴 획득부(120)는 연결성 행렬의 각행에 포함된 상관 계수 가운데 상위 10%의 상관 계수를 추출할 수 있다. 패턴 획득부(120)는 추출한 상관 계수에 차원 축소 기법을 적용하여 연결성 고유벡터를 획득할 수 있다. 예를 들어, 식습관 하위 분류가 3개로 구성된 경우, 패턴 획득부(120)는 도 7과 같은 3개의 연결성 고유벡터(E1, E2 및 E3)를 획득할 수 있다. 3개의 연결성 고유벡터(E1, E2 및 E3)는 각각 210x1 행렬일 수 있다.
- [0030] 패턴 획득부(120)는 연결성 고유벡터를 기초로 연결성 패턴을 획득할 수 있다. 예를 들어, 패턴 획득부(120)는 도 7과 같은 3개의 연결성 고유벡터(E1, E2 및 E3)를 기초로 630x1 행렬인 연결성 패턴을 획득할 수 있다. 패턴 획득부(120)는 연결성 패턴을 특징 추출부(130)에 제공할 수 있다.
- [0031] 특징 추출부(130)는 연결성 패턴을 패턴 획득부(120)로부터 제공받을 수 있다. 도 8을 참조하면, 특징 추출부

(130)는 오토 인코더일 수 있다. 특징 추출부(130)는 인코더(131), 잠재 공간(latent space)(133) 및 디코더(135)를 포함할 수 있다. 도 7에는 인코더(131) 및 디코더(135)가 각각 2개의 레이어들을 포함하는 것으로 도시되었으나 이는 일 예시일 뿐 이에 한정하지 아니한다.

[0032] 특징 추출부(130)는 인코더(131)에서 입력 데이터에 대한 압축을 수행하고, 잠재 공간(133)에서 압축된 입력 데이터를 기초로 특징을 획득하고, 디코더(135)에서 추출된 특징을 기초로 입력 데이터를 재구성하여 출력 데이터를 생성하는 것일 수 있다. 특징 추출부(130)는 학습 데이터 및 출력 데이터를 비교하는 방식으로 기계학습이 수행된 것일 수 있다. 다음 수학적 2의 활성화함수 및 수학적 3의 손실함수를 기초로 기계학습이 수행된 것일 수 있다.

[0033] [수학적 2]

[0034] $\tanh(X)$

[0035] [수학적 3]

$$\sum \frac{|U - U'|^2}{n}$$

[0036] 수학적 2 내지 3에서, X는 인코더 및 디코더 레이어의 결과물일 수 있고, U는 원본 1x630 연결성 패턴(입력 데이터)일 수 있으며, U'는 오토인코더 모델을 통해 재구성된 연결성 패턴(출력 데이터)일 수 있고, n은 연결성 패턴 벡터의 크기일 수 있다.

[0038] 도 9 내지 10를 참조하면, 상기와 같은 방법으로 기계학습이 수행되는 경우 에포크(epoch)가 증가함에 따라 손실함수의 손실이 감소될 수 있고, 학습 데이터와 출력데이터의 차이가 매우 작은 것을 확인할 수 있다.

[0039] 인코더(131)에는 연결성 패턴이 제공될 수 있다. 인코더(131)는 연결성 패턴에 대한 압축을 수행할 수 있다. 인코더(131)는 각각의 레이어에서 연결성 패턴에 대한 압축을 수행할 수 있다.

[0040] 예를 들어, 인코더(131)에 연결성 패턴으로 3개의 연결성 고유벡터(E1, E2 및 E3)가 입력될 수 있다. 인코더(131)는 첫번째 레이어에서 연결성 패턴의 크기를 630x1에서 420x1로 압축할 수 있고, 두번째 레이어에서 연결성 패턴의 크기 420x1에서 210x1로 압축할 수 있다. 인코더(131)는 압축된 연결성 패턴을 잠재 공간(133)에 제공할 수 있다.

[0041] 잠재 공간(133)은 압축된 연결성 패턴을 인코더(131)로부터 제공받을 수 있다. 잠재 공간(133)은 압축된 연결성 패턴을 기초로 연결성 특징을 획득할 수 있다. 여기에서, 연결성 특징은 잠재 특징(latent feature)일 수 있고, 식습관 요인과 관련이 있는 뇌 기능적 연결성 정보를 압축적으로 포함할 수 있다. 잠재 공간(133)은 다음 수학적 4를 기초로 연결성 특징을 획득할 수 있다. 여기에서, 연결성 패턴은 복수일 수 있다.

[0042] [수학적 4]

[0043] $feature = \tanh(WU + b)$

[0044] 수학적 4에서, feature는 연결성 특징일 수 있고, W는 모델 학습을 통해 획득한 연결성 벡터 성분에 대한 가중치일 수 있고, b는 연결성 특징을 연산하는 경우 부여할 수 있는 편향일 수 있다.

[0045] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 유형 분석기의 블록도이다.

[0046] 도 11 내지 13을 참조하면, 유형 분석기(200)는 유형 분류부(210) 및 유형 비교부(220)를 포함할 수 있다.

[0047] 유형 분류부(210)는 복수의 피험자들 각각에 대한 연결성 특징을 도 3의 특징 추출기(100)로부터 제공받을 수 있다. 유형 분류부(210)는 복수의 연결성 특징에 대한 분류를 수행할 수 있다. 유형 분류부(210)는 식습관 하위 분류를 기초로 복수의 그룹을 생성할 수 있고, 복수의 연결성 특징을 복수의 그룹에 그룹핑할 수 있다. 예를 들어, 유형 분류부(210)는 k-평균 클러스터링(k-mean clustering) 알고리즘을 기초로 연결성 특징에 대한 분류를 수행할 수 있다. 여기에서 k-평균 클러스터링 알고리즘은 기계학습이 수행된 것일 수 있다. 유형 분류부(210)는 복수의 연결성 특징을 미리 설정한 값보다 작거나 같은 k개의 그룹으로 나누는 방식으로 클러스터를 형성할 수 있다. 여기에서, k개의 그룹은 복수의 연결성 특징 사이의 거리를 기초로 나눌 수 있다.

[0048] 예를 들어, 유형 분류부(210)는 식습관 하위 분류가 3개인 경우 도 12와 같이 연결성 특징을 기초로 3개의 클러스터(g1, g2, g3)를 형성할 수 있다. 도 13을 참조하면, 이 경우 식습관 하위 분류별 성분 일치도(consensus

coefficient)가 가장 큰 것을 확인할 수 있다. 유형 분류부(210)는 분류 결과를 유형 비교부(220)에 제공할 수 있다.

[0049] 유형 비교부(220)는 분류 결과를 유형 분류부(210)로부터 제공받을 수 있다. 유형 비교부(220)는 각각의 그룹 별로 복수의 연결성 특징을 추출할 수 있다. 유형 비교부(220)는 복수의 연결성 특징 각각으로부터 복수의 연결성 패턴을 획득할 수 있다.

[0050] 유형 비교부(220)는 동일한 그룹에 속한 복수의 연결성 패턴 사이의 차이를 획득할 수 있다. 이를 통해, 유형 비교부(220)는 동일한 식습관 하위 그룹에 포함된 복수의 피험자의 식습관 요인의 차이를 획득할 수 있다. 유형 비교부(220)는 복수의 피험자 각각의 식습관 요인을 획득할 수 있다.

[0051] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 연결성 특징 획득 방법의 흐름도이다.

[0052] 도 14를 참조하면, 식습관 요인 분류 장치는 복수의 시계열 신호를 획득할 수 있다(S1410). 식습관 요인 분류 장치(20)는 피험자의 자기공명영상을 기능적자기공명장치(10)로부터 제공받을 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(20)는 피험자의 자기공명영상을 통해 피험자의 뇌 영역에 대한 시계열 신호를 획득할 수 있다. 여기에서, 뇌 영역은 복수일 수 있고, 식습관 요인 분류 장치(20)는 복수의 뇌 영역 각각에 대한 시계열 신호를 획득할 수 있다.

[0053] 식습관 요인 분류 장치는 연결성 행렬을 획득할 수 있다(S1420). 식습관 요인 분류 장치(20)는 복수의 시계열 신호를 기초로 연결성 행렬을 획득할 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(20)는 회귀 분석을 기초로 복수의 시계열 신호 사이의 상관 계수를 획득할 수 있고, 이를 기초로 연결성 행렬을 획득할 수 있다.

[0054] 식습관 요인 분류 장치는 연결성 패턴을 획득할 수 있다(S1430). 식습관 요인 분류 장치(20)는 연결성 행렬을 기초로 연결성 고유벡터를 획득할 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(20)는 연결성 행렬에 차원 축소 기법을 적용하여 연결성 고유벡터를 획득할 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(20)는 연결성 고유벡터를 기초로 연결성 패턴을 획득할 수 있다.

[0055] 식습관 요인 분류 장치는 연결성 특징을 획득할 수 있다(S1440). 식습관 요인 분류 장치(20)는 연결성 패턴을 기초로 연결성 특징을 획득할 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(20)는 기계학습이 수행된 오토 인코더를 사용하여 연결성 특징을 획득할 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(20)는 연결성 패턴에 대한 압축을 수행하고, 압축이 수행된 연결성 패턴을 기초로 연결성 특징을 획득할 수 있다.

[0056] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 식습관 요인 분류 방법의 흐름도이다.

[0057] 도 15를 참조하면, 식습관 요인 분류 장치는 복수의 연결성 특징을 획득할 수 있다(S1510). 식습관 요인 분류 장치(20)는 복수의 피험자들 각각에 대한 연결성 특징을 획득할 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(20)는 도 14의 S1410 내지 S1440을 복수의 피험자들의 자기공명영상 각각에 수행함으로써 복수의 피험자들 각각에 대한 연결성 특징을 획득할 수 있다.

[0058] 식습관 요인 분류 장치는 복수의 연결성 특징을 분류할 수 있다(S1520). 식습관 요인 분류 장치(20)는 식습관 하위 분류를 기초로 복수의 연결성 특징을 분류할 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(20)는 K-평균 클러스터링 알고리즘을 기초로 복수의 연결성 특징에 대한 분류를 수행할 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(20)는 복수의 연결성 특징을 복수의 그룹으로 분류할 수 있다. 이 경우, 식습관 하위 분류가 동일한 피험자의 연결성 특징들은 동일한 그룹으로 분류될 수 있다.

[0059] 식습관 요인 분류 장치는 복수의 피험자 각각에 대한 식습관 요인을 획득할 수 있다(S1530). 식습관 요인 분류 장치(20)는 S1520에서 수행된 분류 결과를 기초로 각각의 그룹에 포함된 복수의 연결성 특징을 획득할 수 있다. 즉, 식습관 요인 분류 장치(20)는 복수의 연결성 특징 가운데 동일한 그룹에 속한 복수의 연결성 특징을 획득할 수 있다.

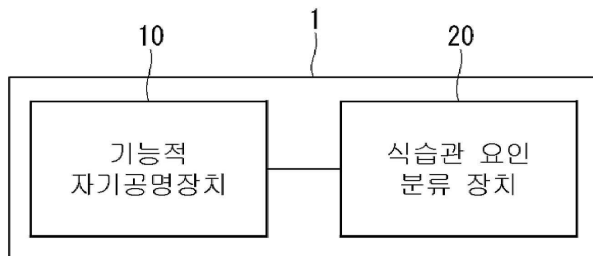
[0060] 요인 분류 장치(20)는 복수의 연결성 특징을 기초로 복수의 연결성 패턴을 추출할 수 있다. 여기에서, 복수의 연결성 특징은 동일한 그룹에 포함된 것일 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(20)는 복수의 연결성 패턴 사이의 차이를 획득할 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(20)는 복수의 연결성 패턴 사이의 차이를 기초로 피험자의 식습관 요인을 획득할 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(20)는 이를 반복 수행하여 복수의 피험자 모두에 대한 식습관 요인을 획득할 수 있다.

[0061] 도 16은 본 발명의 다른 실시예에 따른 식습관 요인 분류 장치의 블록도이다.

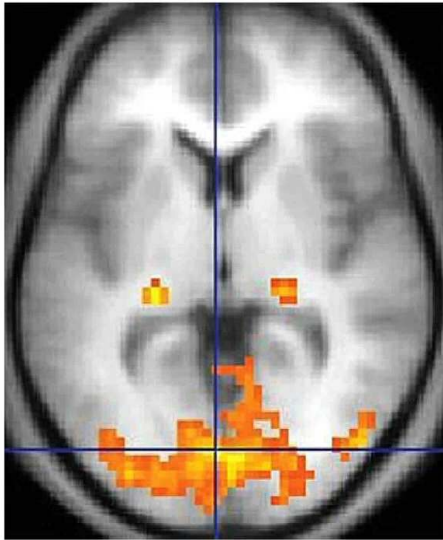
- [0062] 도 16의 식습관 요인 분류 장치(1600)는 도 1의 식습관 요인 분류 장치(20)와 동일할 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(1600)는 적어도 하나의 프로세서(1610), 메모리(1620) 및 네트워크와 연결되어 통신을 수행하는 송수신 장치(1630)를 포함할 수 있다. 또한, 식습관 요인 분류 장치(1600)는 입력 인터페이스 장치(1640), 출력 인터페이스 장치(1650), 저장 장치(1660) 등을 더 포함할 수 있다. 식습관 요인 분류 장치(1600)에 포함된 각각의 구성 요소들은 버스(bus, 1670)에 의해 연결되어 서로 통신을 수행할 수 있다. 다만, 식습관 요인 분류 장치(1600)에 포함된 각각의 구성요소들은 공통 버스(1670)가 아니라, 프로세서(1610)를 중심으로 개별 인터페이스 또는 개별 버스를 통하여 연결될 수도 있다. 예를 들어, 프로세서(1610)는 메모리(1620), 송수신 장치(1630), 입력 인터페이스 장치(1640), 출력 인터페이스 장치(1650) 및 저장 장치(1660) 중에서 적어도 하나와 전용 인터페이스를 통하여 연결될 수도 있다.
- [0063] 프로세서(1610)는 메모리(1620) 및 저장 장치(1660) 중에서 적어도 하나에 저장된 프로그램 명령(program command)을 실행할 수 있다. 프로세서(1610)는 중앙 처리 장치(central processing unit, CPU), 그래픽 처리 장치(graphics processing unit, GPU), 또는 본 발명의 실시예들에 따른 방법들이 수행되는 전용의 프로세서를 의미할 수 있다. 메모리(1620) 및 저장 장치(1660) 각각은 휘발성 저장 매체 및 비휘발성 저장 매체 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다. 예를 들어, 메모리(1620)는 읽기 전용 메모리(read only memory, ROM) 및 랜덤 액세스 메모리(random access memory, RAM) 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다.
- [0064] 본 발명에서 사용되는 대부분의 용어는 해당 분야에서 널리 사용되는 일반적인 것들에서 선택되지만, 일부 용어는 출원인에 의해 임의로 선택되며 그 의미는 필요에 따라 다음 설명에서 자세히 서술한다. 따라서 본 발명은 용어의 단순한 명칭이나 의미가 아닌 용어의 의도된 의미에 근거하여 이해되어야 한다.
- [0065] 본 발명은 본 발명의 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상술한 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

도면

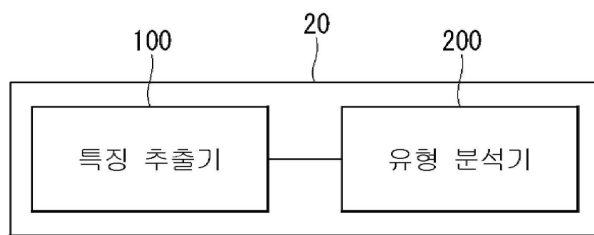
도면1



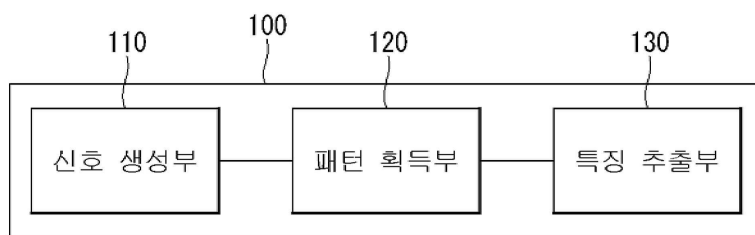
도면2



도면3

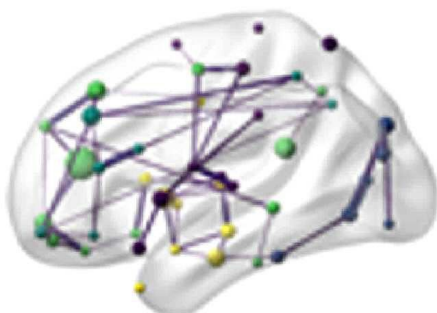


도면4



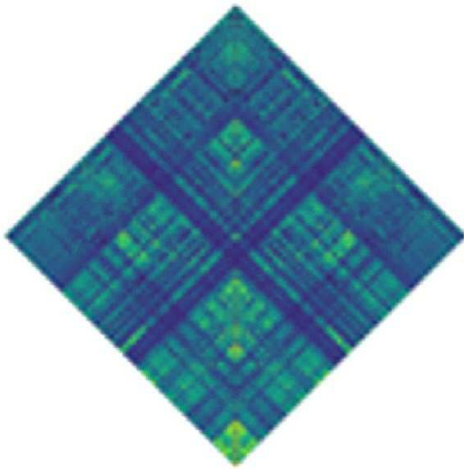
도면5

Brain network

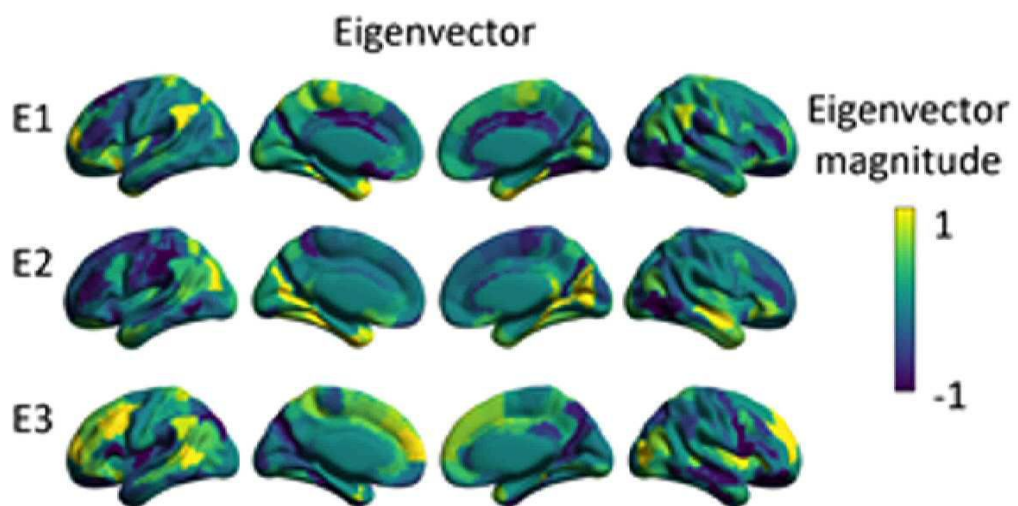


도면6

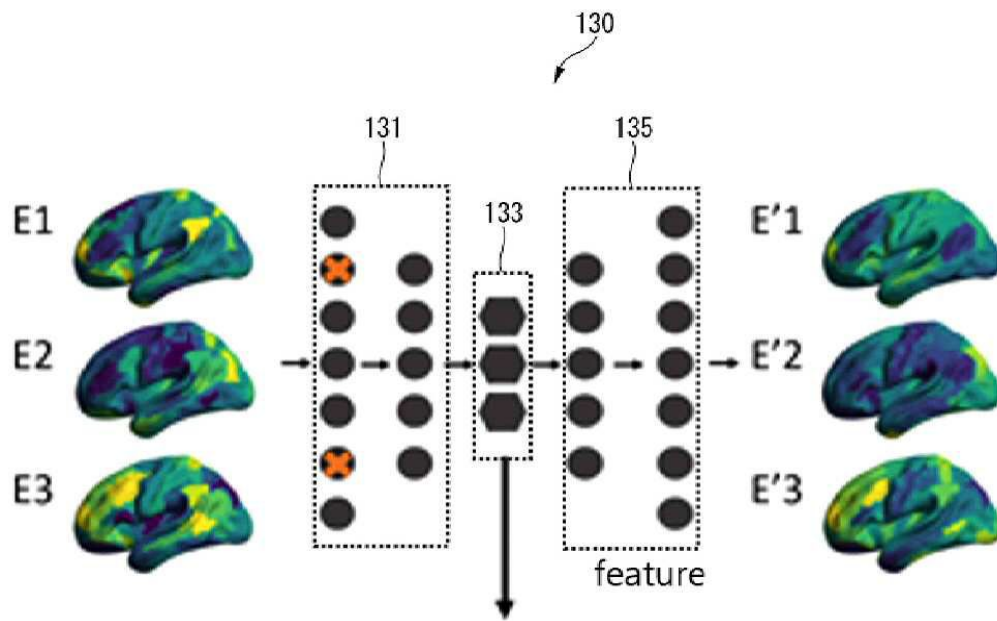
Functional Connectivity



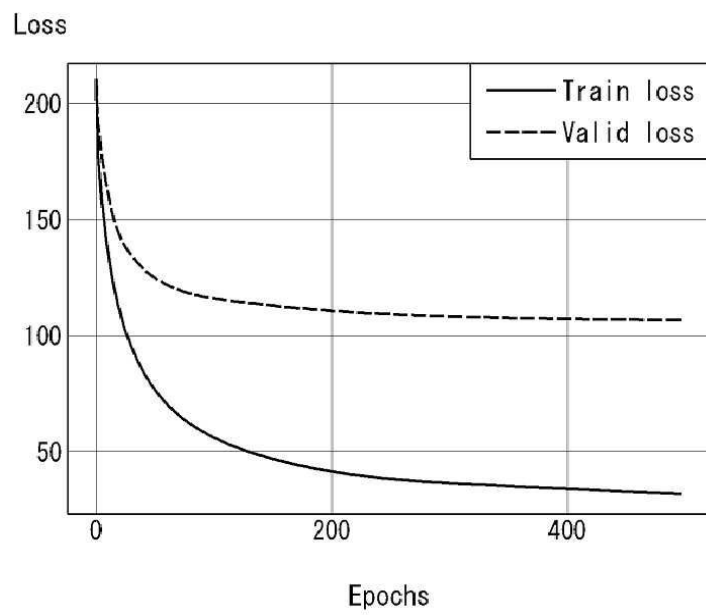
도면7



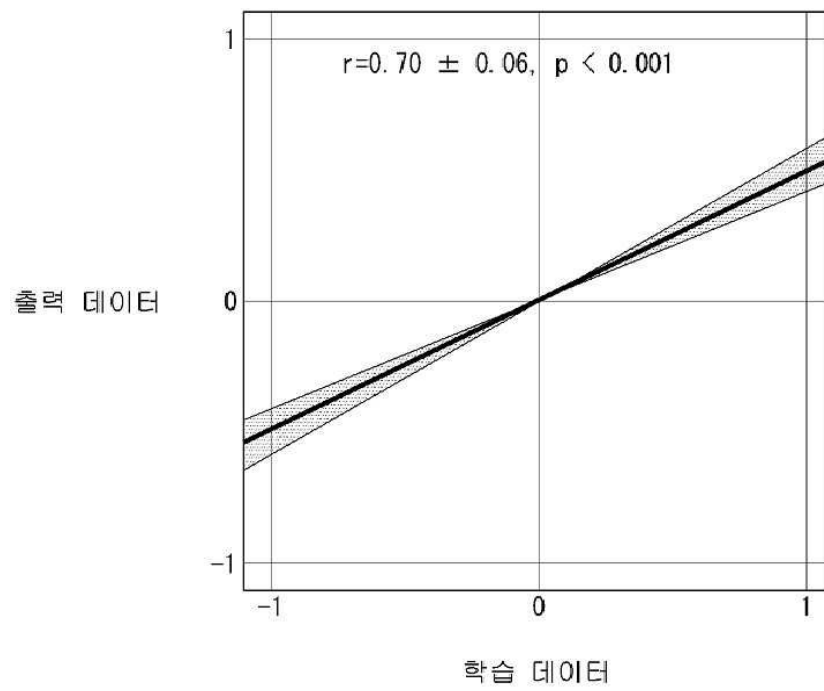
도면8



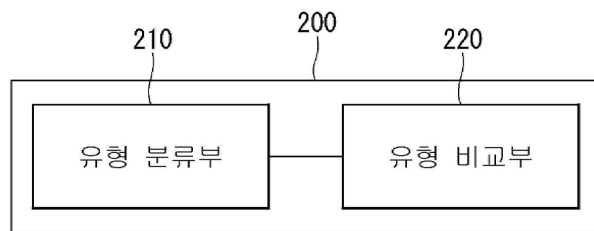
도면9



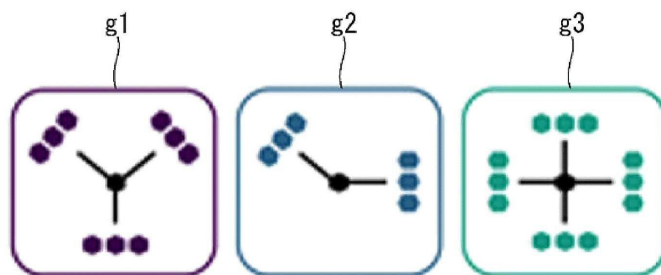
도면10



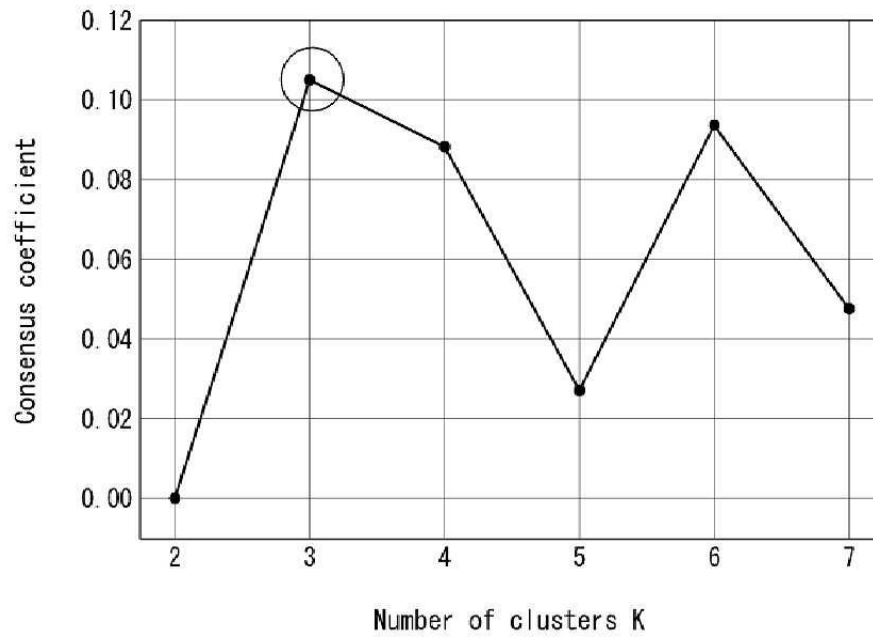
도면11



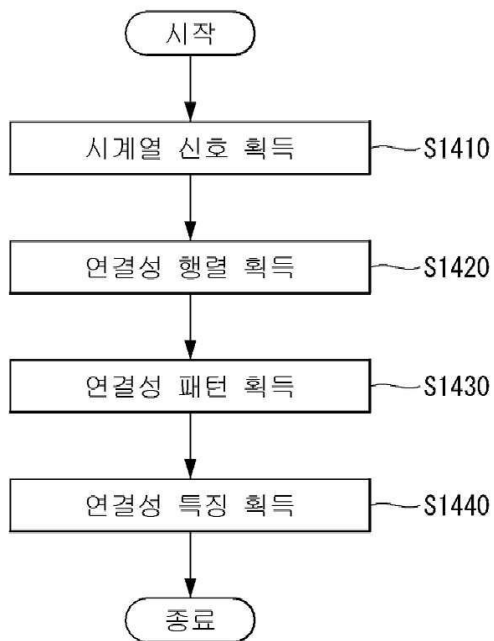
도면12



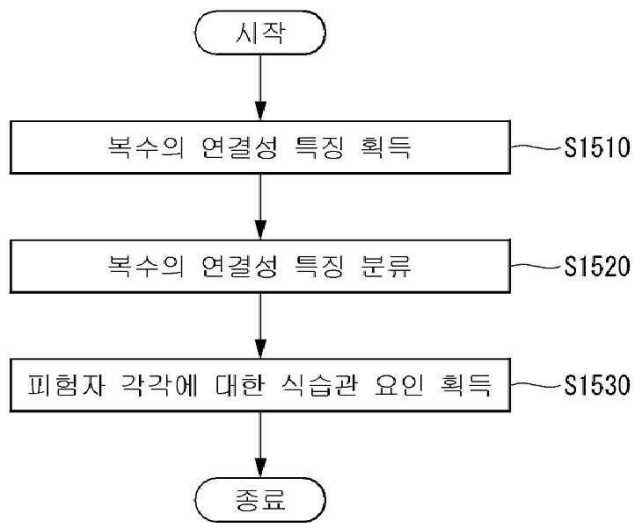
도면13



도면14



도면15



도면16

