



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0027282

(43) 공개일자 2016년03월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/0476 (2006.01) A61B 5/0482 (2006.01)

A61M 21/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0112937

(22) 출원일자 2014년08월28일

심사청구일자 2014년08월28일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

신동규

서울 강남구 언주로 201, 1903호 (도곡동, 에스케이이리더스뷰)

신동일

서울 송파구 올림픽로35길 94, 2동 401호 (신천동, 장미3차맨션)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양정보

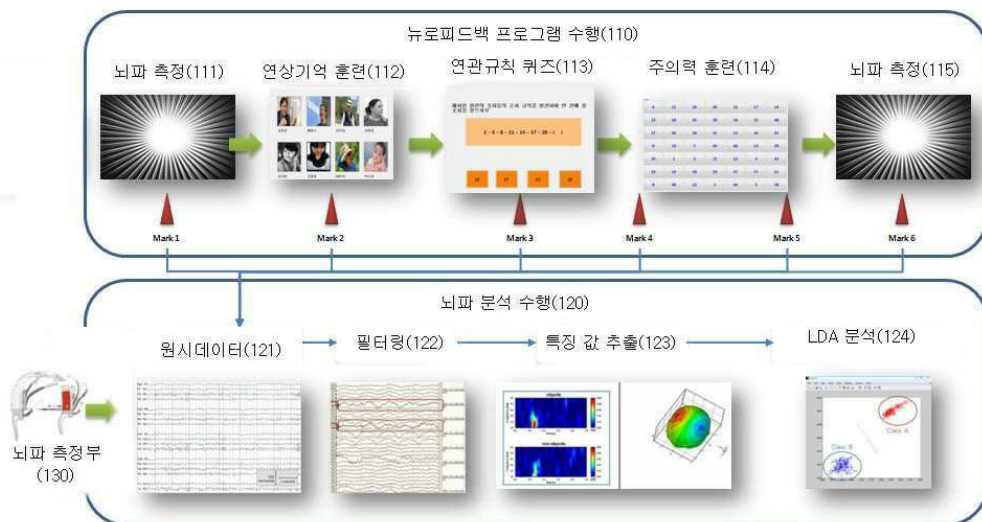
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 LDA를 이용한 뇌파 분석 방법 및 시스템

(57) 요약

뉴로피드백 기반 집중력 향상 시스템의 뇌파 분석 방법 및 시스템이 제시된다. 본 발명에서 제안하는 뉴로피드백 기반 집중력 향상 시스템의 뇌파 분석 방법은 뉴로피드백 프로그램을 수행하기 전의 피험자의 뇌파와 상기 뉴로피드백 프로그램을 수행한 후의 피험자의 뇌파를 측정하는 단계, 상기 측정된 뇌파를 필터링하고, 상기 필터링된 뇌파의 특징 값을 추출하는 단계, 상기 특징 값을 추출한 뇌파를 선형판별분석을 이용하여 집중력 클래스 및 비 집중력 클래스로 분류한 후, 미리 설정된 집중력 지표를 적용하여 상기 뇌파를 분석하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

신동민

서울특별시 성동구 송정동 72-11번지

안소영

경기 수원시 장안구 장안로54번길 27-12, 1층 (영화동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NIPA(H0502-13-1072)1711002562

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원

연구사업명 정보통신기술인력양성

연구과제명 뇌파 기반 감정인식 인터페이스 기술과 우울증 진단 SW 개발

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2013.09.01 ~ 2014.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 뇌파 분석 방법에 있어서,

뉴로피드백 프로그램을 수행하기 전의 피험자의 뇌파와 상기 뉴로피드백 프로그램을 수행한 후의 피험자의 뇌파를 측정하는 단계;

상기 측정된 뇌파를 필터링하고, 상기 필터링된 뇌파의 특징 값을 추출하는 단계; 및

상기 특징 값을 추출한 뇌파를 선형판별분석을 이용하여 집중력 클래스 및 비 집중력 클래스로 분류한 후, 미리 설정된 집중력 지표를 적용하여 상기 뇌파를 분석하는 단계

를 포함하는 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 뇌파 분석 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 뉴로피드백 프로그램은 연상기억 훈련, 연관규칙 훈련, 주의력 훈련을 포함하고, 상기 뉴로피드백 프로그램에 미리 저장된 문제, 정답 및 사진 자료가 상기 각 훈련에서 임의로 나타나는

뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 뇌파 분석 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 특징 값을 추출한 뇌파를 선형판별분석을 이용하여 집중력 클래스 및 비 집중력 클래스로 분류한 후, 미리 설정된 집중력 지표를 적용하여 상기 뇌파를 분석하는 단계는,

상기 각 클래스가 갖는 데이터의 분산과 전체 데이터가 갖는 클래스의 분산을 고려하여 상기 클래스를 나누고 상기 데이터가 갖는 특성 성분을 유지한 채 차원을 축소하는

뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 뇌파 분석 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 특징 값을 추출한 뇌파를 선형판별분석을 이용하여 집중력 클래스 및 비 집중력 클래스로 분류한 후, 미리 설정된 집중력 지표를 적용하여 상기 뇌파를 분석하는 단계는,

상기 프로그램의 각각의 훈련 수행 동안 상기 훈련의 시작과 끝에 해당하는 마커를 남기고, 상기 훈련이 끝난 후 상기 시작과 끝에 해당하는 마커의 시간대의 뇌파를 분석하는

뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 뇌파 분석 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 뇌파를 분석결과를 실시간으로 분류하고, 상기 뇌파에 상기 집중력 지표를 적용함으로써 수치적인 결과 및 시각적 결과를 상기 피험자에게 나타내는

뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 뇌파 분석 방법.

청구항 6

뉴로피드백 기반 집중력 향상 시스템의 뇌파 분석 시스템에 있어서,
 뉴로피드백 프로그램을 수행하는 뉴로피드백 프로그램 수행부;
 뉴로피드백 프로그램을 수행하기 전의 피험자의 뇌파와 상기 뉴로피드백 프로그램을 수행한 후의 피험자의 뇌파를 측정하는 뇌파 측정부;
 상기 측정된 뇌파를 필터링하고, 상기 필터링된 뇌파의 특징 값을 추출하는 전처리부; 및
 상기 특징 값을 추출한 뇌파를 선형판별분석을 이용하여 집중력 클래스 및 비 집중력 클래스로 분류한 후, 미리 설정된 집중력 지표를 적용하여 상기 뇌파를 분석하는 뇌파 분석부를 포함하는 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 뇌파 분석 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,
 상기 뉴로피드백 프로그램 수행부는,
 연상기억 훈련, 연관규칙 훈련, 주의력 훈련을 수행하고, 미리 저장된 문제, 정답 및 사진 자료가 상기 각 훈련에서 임의로 나타나는
 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 뇌파 분석 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서,
 상기 뇌파 분석부는,
 상기 각 클래스가 갖는 데이터의 분산과 전체 데이터가 갖는 클래스의 분산을 고려하여 상기 클래스를 나누고 상기 데이터가 갖는 특성 성분을 유지한 채 차원을 축소하는
 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 뇌파 분석 시스템.

청구항 9

제6항에 있어서,
 상기 뇌파 분석부는,
 상기 프로그램의 각각의 훈련 수행 동안 상기 훈련의 시작과 끝에 해당하는 마커를 남기고, 상기 훈련이 끝난 후 상기 시작과 끝에 해당하는 마커의 시간대의 뇌파를 분석하는
 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 뇌파 분석 시스템.

청구항 10

제6항에 있어서,
 상기 뇌파를 실시간으로 분류하여 상기 뇌파에 상기 집중력 지표를 적용함으로써 수치적인 결과 및 시각적 결과를 나타내는 디스플레이부를 더 포함하는 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 뇌파 분석 시스템.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 뇌파를 이용하는 바이오피드백 중 한 형태인 뉴로피드백을 이용한 집중력 향상 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

[0002] 뇌파를 통제하는 바이오피드백 기술을 신경이란 의미의 접두사 뉴로(neuro-)와 결합하여 뉴로피드백이라 부른다. 뉴로피드백은 뇌파 측정 장치가 사용자의 뇌에서 발생하는 뇌파의 정보를 사용자에게 알려 줌으로써 원하는 방향으로 뇌가 뇌파를 발생하도록 유도하는 기술이다. 특정 뇌파를 활성화하거나 억제 훈련을 하는 뉴로피드백은 뇌에 직접적인 자극을 주거나 인체 침습적인 치료가 아닌 훈련 치료 프로그램이므로 특별한 부작용이 없다고 알려져 있으며, 환자의 증상이나 질환에 따라 훈련 방법이 달라진다.

[0003] 뉴로피드백은 자신의 뇌에서 발생한 뇌파정보를 활용하는 뇌파훈련으로 잠재능력 향상이나 환자의 경우에는 임상 증상 개선을 목적으로 시행한다. 다시 말해, 뇌파를 이용하는 바이오피드백 중 한 형태라고 할 수 있다. 정신과 영역에서는 오래전부터 우울하거나 불안함과 같은 질환과 고혈압, 간질 등의 정신 신체질환의 치료에도 응용되고 있다.

[0004] 이렇듯 뉴로피드백 적용의 시도는 오래되었으며, 최근에는 컴퓨터와 의료 기술의 발달로 병원기기에 의존하지 않고 개인 PC에서도 적용이 가능하다. 또한 특정 뇌파를 선택하여 뉴로피드백을 시행하는 것이 가능해짐으로써 환자의 특성에 다르게 치료할 수 있다. 현재 ADHD, 뇌손상 등 뇌기능과 관련된 여러 가지 영역에서 다양한 효과가 확인되면서 이미 여러 분야에서 이용되고 있으며 관련 임상 연구들이 계속 발표되고 있다. 최근에는 소아청소년들을 대상으로 한 뉴로피드백 치료실의 증설이 이루어지고 있다.

[0005] 집중력과 관련된 선행연구들을 살펴보면 주의산만 아동의 집중력 향상을 위해 인지행동 접근 방법으로 실시된 많은 연구가 있었으며, 집중력 향상 프로그램을 통하여 특히 ADHD 아동의 주의력 결핍, 과잉행동, 충동성 감소 및 학습활동의 변화에 대해 긍정적인 효과를 얻었음을 알 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 뉴로피드백 훈련이 집중력을 향상시킬 수 있다는 기존의 연구 결과를 바탕으로 간단한 게임 및 퀴즈 콘텐츠로 구성되어 있는 뉴로피드백을 이용한 집중력 향상 방법 및 시스템을 제공하는데 있다. 또한, 일반인을 대상으로 한 실험을 통해 시스템 적용 후 집중력의 변화를 확인하고자 한다. 또한 뇌파를 분석하는데 있어 지표뿐만 아니라 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis) 알고리즘을 이용하여 정확도를 높이하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 뉴로피드백 기반 집중력 향상 시스템의 뇌파 분석 방법은 뉴로피드백 프로그램을 수행하기 전의 피험자의 뇌파와 상기 뉴로피드백 프로그램을 수행한 후의 피험자의 뇌파를 측정하는 단계, 상기 측정된 뇌파를 필터링하고, 상기 필터링된 뇌파의 특징 값을 추출하는 단계, 상기 특징 값을 추출한 뇌파를 선형판별분석을 이용하여 집중력 클래스 및 비 집중력 클래스로 분류한 후, 미리 설정된 집중력 지표를 적용하여 상기 뇌파를 분석하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 뉴로피드백 프로그램은 연상기억 훈련, 연관규칙 훈련, 주의력 훈련을 포함하고, 상기 뉴로피드백 프로그램에 미리 저장된 문제, 정답 및 사진 자료를 상기 각 훈련에서 임의로 나타낼 수 있다.

[0009] 상기 특징 값을 추출한 뇌파를 선형판별분석을 이용하여 집중력 클래스 및 비 집중력 클래스로 분류한 후, 미리 설정된 집중력 지표를 적용하여 상기 뇌파를 분석하는 단계는 상기 각 클래스가 갖는 데이터의 분산과 전체 데이터가 갖는 클래스의 분산을 고려하여 상기 클래스를 나누고 상기 데이터가 갖는 특성 성분을 유지한 채 차원을 축소할 수 있다. 그리고, 상기 프로그램의 각각의 훈련 수행 동안 상기 훈련의 시작과 끝에 해당하는 마커를 남기고, 상기 훈련이 끝난 후 상기 시작과 끝에 해당하는 마커의 시간대의 뇌파를 분석할 수 있다.

[0010] 상기 뇌파를 분석결과를 실시간으로 분류하고, 상기 뇌파에 상기 집중력 지표를 적용함으로써 수치적인 결과 및 시각적 결과를 상기 피험자에게 나타낼 수 있다.

[0011] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 뉴로피드백 기반 집중력 향상 시스템의 뇌파 분석 시스템은 뉴로피드백 프로그램을 수행하는 뉴로피드백 프로그램 수행부, 뉴로피드백 프로그램을 수행하기 전의 피험자의 뇌파와 상기 뉴로피드백 프로그램을 수행한 후의 피험자의 뇌파를 측정하는 뇌파 측정부, 상기 측정된 뇌파를 필터링하고, 상기 필터링된 뇌파의 특징 값을 추출하는 전처리부, 상기 특징 값을 추출한 뇌파를 선형판별분석을 이용하여 집중력 클래스 및 비 집중력 클래스로 분류한 후, 미리 설정된 집중력 지표를 적용하여 상기 뇌파를 분석하는 뇌파 분석부, 상기 뇌파를 실시간으로 분류하여 상기 뇌파에 상기 집중력 지표를 적용함으로써 수

치적인 결과 및 시각적 결과를 나타내는 디스플레이부를 포함할 수 있다.

- [0012] 상기 뉴로피드백 프로그램 수행부는 연상기억 훈련, 연관규칙 훈련, 주의력 훈련을 수행하고, 미리 저장된 문제, 정답 및 사진 자료를 상기 각 훈련에서 임의로 나타낼 수 있다.
- [0013] 상기 뇌파 분석부는 상기 각 클래스가 갖는 데이터의 분산과 전체 데이터가 갖는 클래스의 분산을 고려하여 상기 클래스를 나누고 상기 데이터가 갖는 특성 성분을 유지한 채 차원을 축소할 수 있다.
- [0014] 상기 뇌파 분석부는 상기 프로그램의 각각의 훈련 수행 동안 상기 훈련의 시작과 끝에 해당하는 마커를 남기고, 상기 훈련이 끝난 후 상기 시작과 끝에 해당하는 마커의 시간대의 뇌파를 분석할 수 있다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명의 실시예들에 따르면 간단한 게임 및 퀴즈 콘텐츠로 구성되어 있는 뉴로피드백을 이용한 집중력 향상 시스템을 제안함으로써, 일반인을 대상으로 한 실험을 통해 시스템 적용 후 집중력의 변화를 확인할 수 있다. 또한 뇌파를 분석하는데 있어 지표뿐만 아니라 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)을 이용하여 정확도를 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)를 이용한 뇌파 분석의 전체 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)를 이용한 뇌파 분석 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)를 활용한 데이터 클래스 분류를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 뉴로피드백 프로그램 적용 전후 훈련 1일차와 2일차 뇌파 데이터의 분류 및 비교결과를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 뉴로피드백 프로그램 적용 전후 훈련 1일차, 2일차 평균 클래스와 훈련 3일차 뇌파 데이터의 분류 및 비교결과를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)를 이용한 뇌파 분석 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)를 이용한 뇌파 분석의 전체 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0019] 제안하는 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)를 이용한 뇌파 분석은 피험자의 기초 집중력과 일 실시예에 따른 뉴로피드백 프로그램 진행 후의 집중력 비교를 통해 피험자의 집중력 향상 정도를 파악하는 것을 목적으로 한다. 예를 들어, 제안하는 시스템은 C# 기반의 윈폼(Winform)으로 제작될 수 있고, 크게 뉴로피드백 프로그램 수행(110)과 뇌파 분석 수행(120)으로 나뉘어 진행될 수 있다. 뉴로피드백 프로그램 수행(110) 과정은 피험자에게 보여주는 부분으로 뇌파 측정(111), 연상기억 훈련(112), 연관규칙 훈련(113), 주의력 훈련(114), 뇌파 측정(115)의 순서로 진행될 수 있다. 각 단계에서 나타나는 문제와 정답, 사진과 같은 자료는 뉴로피드백 프로그램에 저장된 상태에서 임의로 생성될 수 있다. 그리고, 메인 화면의 설정 창을 통해 기존의 문제를 교체할 수 있어 피험자가 중복된 문제를 보지 않도록 설계될 수 있다. 그리고, 뇌파 측정부(130)를 통해 뉴로피드백 프로그램 수행 중의 피험자의 뇌파를 측정하여 뇌파 분석 수행(120)을 진행할 수 있다. 다시 말해, 뉴로피드백 프로그램을 통해 훈련 중인 피험자의 뇌파의 원시데이터(121)를 수집하고, 필터링(122)할 수 있다. 필터링(122)을 거친 피험자의 뇌파에서 특정 값을 추출(123)하고, 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)(124)을 이용하여 분석할 수 있다.

- [0020] 이러한 뇌파 분석 수행(120)은 뉴로피드백 프로그램의 각 훈련마다 마커를 생성할 수 있다. 그리고 피험자의 뉴로피드백 프로그램을 통한 훈련이 진행되면 각 단계의 시작에 해당하는 마커 및 끝에 해당하는 마커를 각각 남길 수 있다. 이후, 훈련이 끝나면 각 마커에 해당하는 시간대의 뇌파를 분석할 수 있다. 이렇게 마커를 남김으로써 이완, 측정, 훈련 구간을 좀 더 정확하게 구분할 수 있고, 오류율을 줄일 수 있다.
- [0021] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)를 이용한 뇌파 분석 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0022] 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)를 이용한 뇌파 분석 방법은 뉴로피드백 프로그램을 수행하기 전의 피험자의 뇌파와 상기 뉴로피드백 프로그램을 수행한 후의 피험자의 뇌파를 측정하는 단계(210), 상기 측정된 뇌파를 필터링하고, 상기 필터링된 뇌파의 특징 값을 추출하는 단계(220), 상기 특징 값을 추출한 뇌파를 선형판별분석을 이용하여 집중력 클래스 및 비 집중력 클래스로 분류한 후, 미리 설정된 집중력 지표를 적용하여 상기 뇌파를 분석하는 단계(230)를 포함할 수 있다.
- [0023] 단계(210)에서, 뉴로피드백 프로그램을 수행하기 전의 피험자의 뇌파와 상기 뉴로피드백 프로그램을 수행한 후의 피험자의 뇌파를 측정할 수 있다. 이때, 뉴로피드백 프로그램은 연상기억 훈련, 연관규칙 훈련, 주의력 훈련을 수행할 수 있고, 상기 뉴로피드백 프로그램에 미리 저장된 문제, 정답 및 사진 자료를 각 훈련 단계에서 임의로 나타낼 수 있다.
- [0024] 단계(220)에서, 측정된 뇌파를 필터링하고, 상기 필터링된 뇌파의 특징 값을 추출할 수 있다.
- [0025] 단계(230)에서, 특징 값을 추출한 뇌파를 선형판별분석(LDA: Linear Discriminant Analysis)을 이용하여 집중력 클래스 및 비 집중력 클래스로 분류한 후, 미리 설정된 집중력 지표를 적용하여 상기 뇌파를 분석할 수 있다. 이때, 각 클래스가 갖는 데이터의 분산과 전체 데이터가 갖는 클래스의 분산을 고려하여 상기 클래스를 나누고 상기 데이터가 갖는 특성 성분을 유지한 채 낮은 차원으로 축소할 수 있다. 그리고, 상기 프로그램의 각각의 훈련 수행 동안 상기 훈련의 시작과 끝에 해당하는 마커를 남기고, 상기 훈련이 끝난 후 상기 시작과 끝에 해당하는 마커의 시간대의 뇌파를 분석할 수 있다. 이렇게 분석된 뇌파 분석결과를 실시간으로 분류하고, 상기 뇌파에 집중력 지표를 적용함으로써 수치적인 결과 및 시각적 결과를 나타낼 수 있다.
- [0026] 선형판별분석(LDA: Linear Discriminant Analysis)은 주성분 분석(PCA: Principal Component Analysis)과 더불어 대표적인 특징 벡터 축소 기법 중의 하나로써 각 클래스가 가지는 데이터의 분산과 전체 데이터가 가지는 클래스의 분산을 고려하여 클래스를 나누고 데이터가 가지는 특성 성분을 유지한 채 낮은 차원으로 축소는 방법이다. 데이터의 특징 성분을 추출하여 낮은 차원으로 줄이기 때문에 시각적인 효과와 함께 계산이 용이하며, 분류가 필요한 여러 데이터들의 클래스 간의 편차는 최대로 유지할 수 있다. 그리고 전체 클래스의 편차는 최소로 하여 클래스들이 적게 겹치도록 만들기 때문에 데이터를 분류하는데 유리하다. 기존의 집중력 지표를 이용하여 집중력 뇌파를 분석하는 방법은 명확한 기준이 정해져 있지 않고 단순히 집중도의 증감을 비교하기 때문에 정확성이 저조하였다. 제안하는 방법은 이러한 문제점을 해결하기 위해 선형판별분석(LDA: Linear Discriminant Analysis) 알고리즘을 이용하여 집중력과 비 집중력 상태를 나누어 분류한 뒤 집중력 지표를 적용함으로써 정확도를 높일 수 있다. 도 3 내지 도 5를 참조하여 일 실시예에 따른 뉴로피드백 기반 집중력 향상 시스템을 이용한 뇌파 분석결과를 설명한다.
- [0027] 뇌파의 파형은 다른 진폭 및 주기를 갖는 여러 사인파나 코사인파로 표현될 수 있으며 각각의 사인파나 코사인파로 분리될 수 있다. 이러한 푸리에 이론에 따라 파형을 여러 개의 파로 분리해 내는 고속 푸리에 변환(FFT, Fast Fourier Transform) 분석법을 이용한다. 분석 처리 방법은 다음 수학적식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$H(f_n) = \sum_{k=0}^{N-1} h_k e^{-j2\pi kn/N} = H_n$$

$$h_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} H_n e^{-2\pi kn/N}$$

- [0028] 수학적식(1)

[0029]

이렇게 나온 정보들로 집중력 클래스와 비 집중력 클래스로 분류한 뒤 뉴로피드백 프로그램 수행 전후의 뇌파가 어느 클래스에 속하는 지를 파악할 수 있다. 클래스를 분류하는 방법은 다음 수학적식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$m_i = \frac{1}{N_2} \sum_{n \in C_i} x_n$$

$$S_W = \sum_{i=1}^C \sum_{n \in C_i} (x_n - m_i)(x_n - m_i)^T$$

$$S_B = \sum_{i=1}^C N(m_i - x_{aver})(m_i - x_{aver})^T$$

$$J(w) = \frac{w^T S_B w}{w^T S_W w}$$

$$\therefore w = r S_W^{-1} S_B$$

[0030]

수학적식(2)

[0031]

여기에서, m_i 과 S_B 과 는 각각 클래스 데이터 간의 평균과 분산을 나타내고 S_B 는 전체 클래스 데이터의 분산을 나타내는 식이다. 이 식들을 계산하여 최종적인 Fisher criterion 다시 말해, $J(w)$ 가 만들어지며 $J(w)$ 의 값을 최대화 시키는 w 가 클래스를 분류하는 기준벡터가 된다.

[0032]

분류된 클래스에 뉴로피드백 프로그램 수행을 통해 측정된 뇌파 정보를 넣어 데이터가 속하는 클래스를 시각적으로 나타낼 수 있고, 수학적식(3)과 같이 집중력 지표를 계산하여 수치적인 비교를 할 수 있다.

[0033]

Power Ratio of (SMR+ MidB)/Θ

수학적식(3)

[0034]

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)를 활용한 데이터 클래스 분류를 설명하기 위한 도면이다.

[0035]

도 3을 참조하면, 위에서 설명한 것과 같이 클래스를 분류하는 기준벡터(310)를 기준으로 집중력 클래스(320) 및 비 집중력 클래스(330)로 분류할 수 있다. 그리고, 미리 설정된 집중력 지표를 적용하여 상기 뇌파를 분석할 수 있다. 여기에서, X축은 F3의 채널 데이터를, Y축은 F4의 채널 데이터를 나타낸다.

[0036]

전두엽의 안쪽에 해당하는 부위는 뇌의 활동 상태를 통제하는 대뇌 피질 기구로서 인간의 의식 행동이 일어나는 데에 꼭 필요한 대뇌 피질의 각성상태를 유지하게 하고, 주어진 과제를 수행할 수 있도록 의식 상태를 조절해 주는데 중추적인 역할을 한다. 또한 전전두엽을 포함하는 전두엽은 대뇌 피질의 일반적인 각성 상태 및 인간의 정신작용 과정을 통제하게 되는데 특히, 인간의 가장 복잡한 목표 지향적인 행동과 주의집중을 통제하는 역할을 수행한다.

[0037]

전전두엽의 우반구는 공간 인식이나 사람의 얼굴 형태를 인식하고 기억하며, 지각이나 주의집중과 같은 기능에 관여한다. 또한 학습 활동 시 전두부의 F3, F4 채널을 중심으로 집중이 잘 이루어진다고 보고하고 있다. 전전두엽 부위인 F3, F4 전극부위는 인지 및 사고 작용, 창의성에 주요한 기능을 가지고 있어 학습 행동과 관련된 두뇌 기능의 중심역할을 하는 부위이다. 제안하는 방법에서 사용한 전전두엽 부위인 F3, F4 전극부위는 인지 및

사고 작용, 창의성에 주요한 기능을 가지고 있어 학습 행동과 관련된 두뇌 기능의 중심역할을 하는 부위이다.

[0038] 이때, 뉴로피드백 프로그램을 수행하는 피험자의 뇌파 측정은 뇌파 측정장치 예를 들어, Emotive EPOC 장비를 이용하여 측정할 수 있다. EPOC은 14개의 채널과 2개의 그라운드 센서들로 구성되어 있고 초당 128Hz의 데이터를 수신할 수 있다. 측정 부위는 10-10전극법에 따라 AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4를 동시에 측정하였다. 측정된 데이터 분석에는 EEGLAB과 MATLAB을 이용하여 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)을 적용하였다.

[0039] 제안하는 방법을 이용하여 3일 동안 이루어진 이 실험은 20대 남성 5명, 여성 5명으로 구성된 피험자들에게 일 실시예에 따른 뉴로피드백 프로그램 수행하도록 하여 명상할 때 측정된 뇌파와 제안하는 방법을 적용한 후의 뇌파를 분류하였으며 이를 통해 집중력 뇌파를 구분하고 향상된 정도를 파악하였다. 집중력 뇌파는 전두엽의 안쪽에 해당하는 부위와 밀접한 관련이 있다는 기존의 이론을 바탕으로 이론에 가장 부합하는 F3, F4 채널에서 나온 뇌파를 이용하여 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)을 적용하였다.

[0040] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 뉴로피드백 프로그램 적용 전후 훈련 1일차와 2일차 뇌파 데이터의 분류 및 비교결과를 나타낸 도면이다.

[0041] 먼저 훈련 1일차를 기준 데이터로 설정하여 뉴로피드백 프로그램을 수행하기 전의 상태를 기준벡터(420)를 기준으로 집중력 클래스 A(411)와 비 집중력 클래스 B(413)로 분류하고 훈련 2일차의 집중력 클래스 C(420)를 비교하였다. 그리고, 훈련 1일차를 기준 데이터로 설정하여 뉴로피드백 프로그램을 수행한 후의 상태를 기준벡터(440)를 기준으로 집중력 클래스 A(431)와 비 집중력 클래스 B(433)로 분류하고 훈련 2일차의 집중력 클래스 C(432)를 비교하였다. 여기에서, X축은 F3의 채널 데이터를, Y축은 F4의 채널 데이터를 나타낸다. 도 4에서 볼 수 있듯이 클래스 C를 클래스 A와 B로 분류할 때 클래스 A 다시 말해, 집중하는 상태로 분류되는 것을 확인할 수 있다.

[0042] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 뉴로피드백 프로그램 적용 전후 훈련 1일차, 2일차 평균 클래스와 훈련 3일차 뇌파 데이터의 분류 및 비교결과를 나타낸 도면이다.

[0043] 집중력 클래스 A와 이완(비집중) 클래스 B는 1일차와 2일차 실험 데이터의 평균으로 기준 클래스를 만든 것이다. 비교 데이터인 집중력 클래스 B는 3일차 실험 데이터로 LDA 분류를 한 결과 집중력 쪽으로 구분되는 것을 볼 수 있다.

[0044] 훈련 3일차 데이터를 비교할 때는 훈련 1일차와 2일차의 데이터의 평균으로 집중력 클래스 A와 비 집중력 클래스 B를 설정하였다. 매 실험마다 측정된 데이터를 합산하여 그 평균으로 클래스를 나누는 방법으로 개인에 특화된 클래스 데이터를 생성할 수 있으며 집중상태와 비 집중상태를 더 정확히 분류할 수 있다.

[0045] 먼저 훈련 1일차와 2일차의 데이터의 평균을 기준 데이터로 설정하여 뉴로피드백 프로그램을 수행하기 전의 상태를 기준벡터(520)를 기준으로 집중력 클래스 A(511)와 비 집중력 클래스 B(512)로 분류하고 훈련 2일차의 집중력 클래스 C(513)를 비교하였다. 그리고, 훈련 1일차와 2일차의 데이터의 평균을 기준 데이터로 설정하여 뉴로피드백 프로그램을 수행한 후의 상태를 기준벡터(540)를 기준으로 집중력 클래스 A(531)와 비 집중력 클래스 B(532)로 분류하고 훈련 2일차의 집중력 클래스 C(533)를 비교하였다. 여기에서, X축은 F3의 채널 데이터를, Y축은 F4의 채널 데이터를 나타낸다.

[0046] 도 5를 참조하면, 도 4보다 도 5에서 집중력 클래스 A와 비 집중력 클래스 B가 더 분명하게 나누어지는 것을 확인할 수 있다. 그리고 비교 데이터인 훈련 3일차의 집중력 클래스 C도 확실하게 집중하는 상태인 클래스 A로 분류되는 것을 확인할 수 있다. 다시 말해, 피험자의 데이터를 수집하여 분류하는 기준 클래스를 만들어 놓기 때문에 측정되는 뇌파들을 집중과 비 집중(이완) 상태로 실시간으로 구분할 수 있다. 또한 뉴로피드백 시스템 전과 후의 뇌파 데이터를 집중 지표를 적용하여 수치적으로도 결과를 확인할 수 있다.

[0047] <표 1>

	시스템 적용 전	시스템 적용 후	증가율(%)
1일차	-0.259	-0.036	22.31
3일차	0.766	0.809	4.314

[0048]

[0049] 또한, 훈련을 진행할수록 시스템 적용 전의 집중도가 높아지는 것을 확인할 수 있다. 이것은 뉴로피드백 훈련을 함으로써 평상시 집중력이 높아지고 있음을 나타낸다. 그에 반해 증가율은 낮아지는데 평상시 집중력이 높아졌기 때문에 시스템 적용 후와의 차이가 크게 나지 않는다.

[0050] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)을 이용한 뇌파 분석 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

[0051] 뉴로피드백 기반 집중력 향상을 위한 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)을 이용한 뇌파 분석 시스템(600)은 뉴로피드백 프로그램 수행부(610), 뇌파 측정부(620), 전처리부(630), 뇌파 분석부(640), 디스플레이부(650)를 포함할 수 있다.

[0052] 뉴로피드백 프로그램 수행부(610)는 피험자의 집중력 향상 정도를 측정하기 위한 뉴로피드백 프로그램을 수행할 수 있다.

[0053] 뇌파 측정부(620)는 뉴로피드백 프로그램을 수행하기 전의 피험자의 뇌파와 상기 뉴로피드백 프로그램을 수행한 후의 피험자의 뇌파를 측정할 수 있다. 뇌파 측정부(620)는 연상기억 훈련, 연관규칙 훈련, 주의력 훈련을 수행하고, 미리 저장된 문제, 정답 및 사진 자료를 상기 각 훈련에서 임의로 나타낼 수 있다.

[0054] 전처리부(630)는 상기 측정된 뇌파를 필터링하고, 상기 필터링된 뇌파의 특징 값을 추출할 수 있다.

[0055] 뇌파 분석부(640)는 특징 값을 추출한 뇌파를 선형판별분석법(LDA: Linear Discriminant Analysis)을 이용하여 집중력 클래스 및 비 집중력 클래스로 분류한 후, 미리 설정된 집중력 지표를 적용하여 상기 뇌파를 분석할 수 있다. 이때, 각 클래스가 갖는 데이터의 분산과 전체 데이터가 갖는 클래스의 분산을 고려하여 상기 클래스를 나누고 상기 데이터가 갖는 특성 성분을 유지한 채 낮은 차원으로 축소할 수 있다. 그리고, 상기 프로그램의 각각의 훈련 수행 동안 상기 훈련의 시작과 끝에 해당하는 마커를 남기고, 상기 훈련이 끝난 후 상기 시작과 끝에 해당하는 마커의 시간대의 뇌파를 분석할 수 있다. 이렇게 분석된 뇌파 분석결과를 실시간으로 분류하고, 상기 뇌파에 집중력 지표를 적용함으로써 수치적인 결과 및 시각적 결과를 나타낼 수 있다.

[0056] 디스플레이부(650)는 뇌파를 실시간으로 분류하여 상기 뇌파에 상기 집중력 지표를 적용함으로써 수치적인 결과 및 시각적 결과를 나타낼 수 있다.

[0057] 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, FPA(field programmable 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 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 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0058]

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(embody)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.

[0059]

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.

[0060]

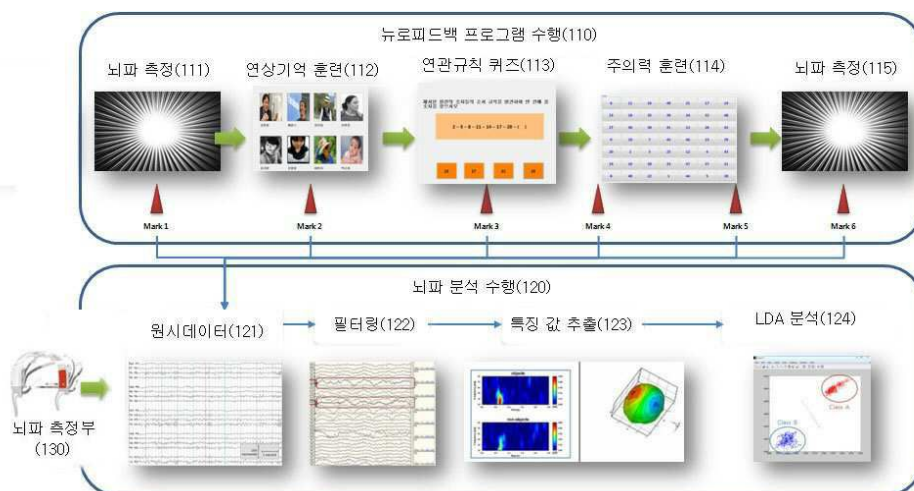
이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0061]

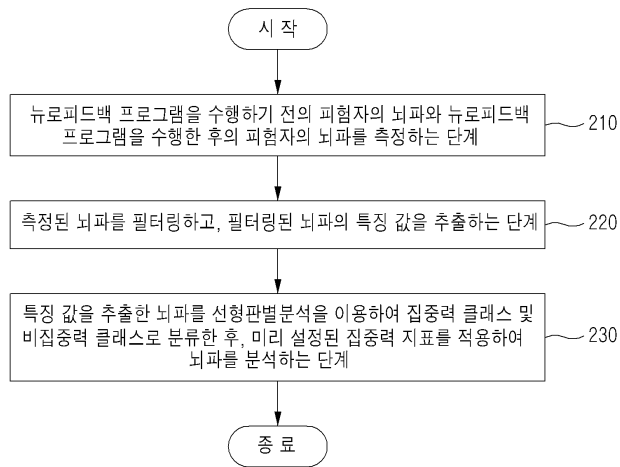
그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

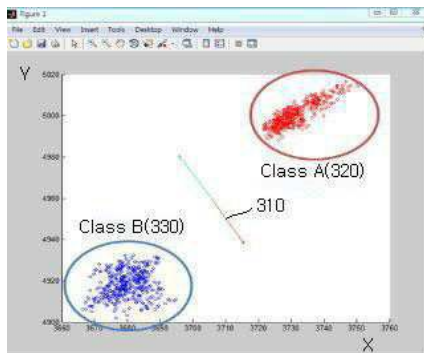
도면1



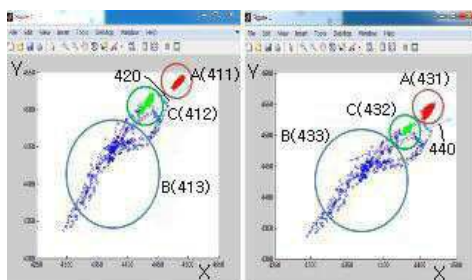
도면2



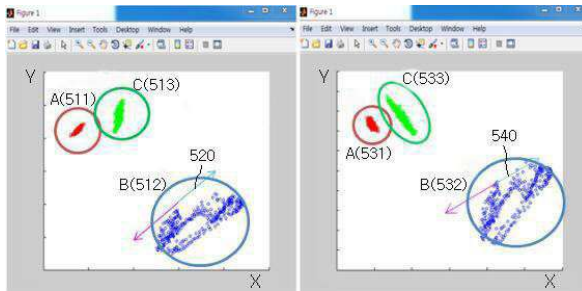
도면3



도면4



도면5



도면6

