



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. A61B 5/0482 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년07월30일 10-0743967 2007년07월24일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2006-0033392 2006년04월13일 2006년04월13일	(65) 공개번호 (43) 공개일자
----------------------------------	---	------------------------

(73) 특허권자 이순혁  
경기도 이천시 호법면 주박리 210-1

손순옥  
서울 서초구 양재2동 305-8

(72) 발명자 손순옥  
서울 서초구 양재2동 305-8

이순혁  
경기도 이천시 호법면 주박리 210-1

(74) 대리인 김해중

(56) 선행기술조사문헌 JP08154909 A KR1020000017950 A	JP2005316076 A KR1020050074946 A
--	-------------------------------------

심사관 : 유창용

전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치

(57) 요약

본 발명은 유발 전위를 이용하여 사용자의 인지적 학습 능력 등을 각각의 항목에 대해서 분석하고 그 각각의 항목에 대한 사용자의 능력을 향상시킬 수 있도록 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치에 관한 것으로, 인체 유발 전위를 기반으로 하는 두뇌 분석/계발 장치에 있어서, 자극을 제시하는 자극 발생부; 인지력 과제를 제공하는 과제 제시부; 상기 자극 발생부의 자극 및 상기 과제 제시부의 인지력 과제에 반응하여 사용자에게 의해 발생하는 유발 전위를 측정하는 신호 수신부; 상기 신호 수신부의 유발 전위에서 파라미터를 추출하는 특징점 검출부; 상기 특징점 검출부에 의해 추출된 특징점을 이용해서 사용자의 인지력을 분석하는 분석부; 상기 분석된 자료를 바탕으로 두뇌 훈련용 과제를 제시하는 두뇌 훈련부, 사용자의 요청에 응하여 유발 전위에 의해 두뇌가 계발될 수 있도록 전체 시스템을 제어하는 제어부; 및 상기 제어부의 제어에 따라 영상신호 또는 음향신호를 출력하는 출력부를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

대표도

도 1

## 특허청구의 범위

### 청구항 1.

인체 유발 전위를 기반으로 하는 두뇌 분석/계발 장치에 있어서,

자극을 제시하는 자극 발생부;

인지력 과제를 제공하는 과제 제시부;

상기 자극 발생부의 자극 및 상기 과제 제시부의 인지력 과제에 반응하여 사용자에게 의해 발생하는 유발 전위를 측정하는 신호 수신부;

상기 신호 수신부의 유발전위에서 파라미터를 추출하는 특징점 검출부;

상기 특징점 검출부에 의해 추출된 특징점을 이용해서 사용자의 인지력을 분석하는 분석부;

상기 분석된 자료를 바탕으로 두뇌 훈련용 과제를 제시하는 두뇌 훈련부;

디지털 변환부에 변환된 사용자의 유발 전위 데이터를 저장하는 메모리부;

사용자의 요청에 응하여 유발 전위에 의해 두뇌가 계발될 수 있도록 전체 시스템을 제어하는 제어부; 및

상기 제어부의 제어에 따라 영상신호 또는 음향신호를 출력하는 출력부;

를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치.

### 청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 자극 발생부는,

시각, 청각, 후각, 그리고 촉각 중 적어도 하나 이상의 감각 기관을 직접 혹은 간접으로 자극하는 영상신호, 음성 신호, 향기 또는 사용자의 손과 발 또는 기타 신체를 이용하는 기구, 도구 중 하나 또는 둘 이상인 것을 특징으로 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치.

### 청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 자극 발생부는,

두피를 포함하는 인체 각 부위를 포함하는 체표에서 전기적인 신호, 전자장, 레이저 또는 초음파를 발생시켜 공급하는 것을 특징으로 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치.

### 청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 신호 수신부는,

두피에 10-20 시스템의 전극 배치법 혹은 전전두엽, 전두엽, 측두엽, 두정엽, 후두엽의 필요한 위치에 단극자 방식(unipolar) 혹은 쌍극자 방식(bipolar)으로 전극을 부착하는 단채널(single channel) 혹은 다채널(multi channel) 방식의 전극부와,

상기 자극 발생부에 의해 발생되어 사용자에게 가해진 자극에 대해 사용자에게서 발생하는 유발 전위를 상기 전극부를 통해 입력받아 측정하는 아날로그 회로부와,

상기 아날로그 회로부에서 출력되는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시키는 A/D 컨버터부와,

상기 A/D 컨버터부의 디지털 신호를 합산하는 합산부와,

상기 합산부에 의해 합산된 신호를 평균화시켜 특징점을 추출할 수 있는 신호를 생성하여 특징점 추출부로 출력하는 평균 회로부로,

이루어진 것을 특징으로 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치.

## 청구항 5.

제 1 항에 있어서, 상기 과제 제시부는,

읽기, 쓰기, 말하기, 듣기, 공간지각, 수리력, 기억력, 암기력, 추론, 종합 사고력 중 하나 또는 둘 이상을 포함하는 인지력을 측정할 수 있는 과제를 제공하는 것을 특징으로 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치.

## 청구항 6.

제 1 항에 있어서, 상기 과제 제시부는,

컴퓨터 프로그램, 컴퓨터 게임, 놀이 기구, 도구, 게임 장치, 서적과 같은 프린트된 자료, 영상자료, 음성 자료를 제공할 수 있는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치.

## 청구항 7.

제 1 항에 있어서, 상기 특징점 검출부에 의해 검출되는 자발전위, 또는 유발 전위를 이용한 특징점은,

여러 번의 자극에 따라서 유발 전위의 합, 평균, 표준편차, 분산 값을 산출하여 통계적 파라미터를 추출하고, 추출된 통계적 파라미터에 의해 검출되는 것을 특징으로 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치.

## 청구항 8.

제 7 항에 있어서, 상기 특징점 검출부에 의해 검출되는 자발 전위, 또는 유발 전위를 이용한 특징점은,

뇌파의 델타(delta)(0~4Hz), 세타(theta)(4~8Hz), 알파(alpha)(8~12Hz), SMR(Sensory Motor Rhythm)(12~15Hz), 베타(beta)(15~30Hz), 감마(gamma)(30~50Hz) 등의 주파수에서의 진폭, 평균, 표준편차와 각각 주파수 대역의 상대적인 비율, 각 주파수 대역 사이의 상관관계(correlation), 코히어런스(coherence), 확률분포, 특정한 파형의 발생 빈도, 좌우 반구의 대칭성(interhemispheric symmetries) 중 하나 또는 둘 이상인 것을 특징으로 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치

### 청구항 9.

제 8 항에 있어서, 상기 특징점 검출부에 의해 검출되는 자발전위, 또는 유발 전위를 이용한 특징점은,

뇌파 유발 전위에서 발생하는 양전위(positive potential), 음전위(negative potential)를 띄는 정점(peak), 극성(polarity), 자극 제시 후 신호가 나타나는 데까지 소요되는 시간을 나타내는 잠재시간(latency) 중 하나 또는 둘 이상인 것을 특징으로 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치.

### 청구항 10.

제 1 항에 있어서, 상기 분석부는,

뇌파의 자발 전위와 유발 전위를 이용해서 깊은 수면 상태, 얇은 수면 상태, 명상 상태, 집중도, 안정도, 감성도, 각성도, 이완도, 좌우뇌 균형도, 좌뇌 활성화도, 우뇌 활성화도, 운동 능력 지수 중 하나 또는 둘 이상의 지수를 산출하는 것을 특징으로 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치.

### 청구항 11.

제 10 항에 있어서, 상기 분석부는,

읽기, 쓰기, 말하기, 듣기, 공간지각력, 수리력, 암기력, 기억력, 분석력, 판단력, 제어능력을 포함하는 인지 능력, 인지속도, 작업 부하도 지수를 산출하는 것을 특징으로 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치.

### 청구항 12.

제 1 항에 있어서, 상기 두뇌 훈련부는,

자발뇌파(EEG)를 이용한 바이오피드백 훈련 방식(biofeedback), 유발 뇌파(ERP)를 이용한 바이오피드백 훈련 방식을 사용하는 것을 특징으로 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치.

### 청구항 13.

제 12 항에 있어서, 상기 두뇌 훈련부는,

훈련을 위한 과제로는 컴퓨터 기반의 영상, 음성 신호, 컴퓨터 게임, 컴퓨터에 직렬 포트로 연결되는 주변장치로 제공되는 소리자극, 빛자극 장치, 컴퓨터를 기반으로 하지 않는 유형의 놀이 기구, 도구, 서적, 프린트된 인쇄물 등을 포함하는 것을 특징으로 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치.

명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 유발 전위를 이용하여 암기력, 기억력, 수리력, 이해력, 추론능력, 판단능력, 공간 지각력, 읽기, 말하기, 쓰기와 같은 언어능력 등 사용자의 인지적 학습 능력 등을 각각의 항목에 대해서 분석하고 그 각각의 항목에 대한 사용자의 능력을 향상시킬 수 있도록 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치에 관한 것이다.

유발 전위란 인체에 일정한 직·간접적인 자극을 가한 후에 그 자극으로 인하여 인체에서 발생하는 전위를 말한다.

그 중에서 사건 유발 전위란 특정한 정보를 내포하고 있는 자극을 제시한 다음, 이 자극 제시와 관련하여 일정 시간동안 일어나는 뇌의 전기적 활동을 의미한다. 사건 관련 전위는 다른 정신 생리적 측정 방법, 예를 들면 fMRI나 PET 등과는 달리 자극을 제시함과 동시에 자극의 처리 과정을 직접적으로 관찰할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 즉 시간 해상도(temporal resolution)가 우수하다는 장점을 갖고 있다. 사건 관련 전위는 양전위(positive potential) 혹은 음전위(negative potential)를 띄는 여러 개의 정점(peak) 혹은 요인(component)들로 구성되어 있으며, 정점은 극(polarity)과 잠재시간(latency)에 따라 이름이 붙여진다. 예를 들면 자극 제시 후 300msec 정도에 나타나고 양전위를 띄는 정점을 P300 이라고 부르는 한편, 자극 제시 후 400msec 정도에 나타나면서 음전위를 띄는 정점을 N400이라고 부른다. P300은 불확실감의 해소, 선택적 주의력, 자극 탐지, 기억 스캐닝 등의 여러 인지 기능을 반영하는 것으로 알려져 있고, N400은 의미적 처리 과정을 반영하는 것으로 알려져 있으며, P600, P800 등의 후기 양전위 정점(late positive component, LPC)은 특유의 심리적 기능을 나타내는 것으로 알려져 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 단순히 생체 신호를 사용자에게 제시함으로써 뇌파 유도 효과를 추구하는 기존의 바이오피드백(Bio feedback), 뉴로피드백(Neuro feedback) 두뇌 훈련법에서 발전된 발명을 구현하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 유발 전위를 이용하여 암기력, 기억력, 수리력, 이해력, 추론능력, 판단능력, 공간 지각력, 읽기, 말하기, 쓰기와 같은 언어능력 등 사용자의 인지적 학습 능력 등을 각각의 항목에 대해서 분석하고, 그 각각의 항목에 대한 사용자의 능력을 향상시킬 수 있도록 하는 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치를 제공하는데 있다.

### 발명의 구성

상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위하여 제안된 본 발명의 일 실시예는, 자극을 제시하는 자극 발생부; 인지력 과제를 제공하는 과제 제시부; 상기 자극 발생부의 자극 및 상기 과제 제시부의 인지력 과제에 반응하여 사용자에게 의해 발생하는 유발 전위를 측정하는 신호 수신부; 상기 신호 수신부의 유발전위에서 파라미터를 추출하는 특징점 검출부; 상기 특징점 검출부에 의해 추출된 특징점을 이용해서 사용자의 인지력을 분석하는 분석부; 상기 분석된 자료를 바탕으로 두뇌 훈련용 과제를 제시하는 두뇌 훈련부; 사용자의 요청에 응하여 유발 전위에 의해 두뇌가 계발될 수 있도록 전체 시스템을 제어하는 제어부; 및 상기 제어부의 제어에 따라 영상신호 또는 음향신호를 출력하는 출력부를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

상기 자극 발생부는 시각, 청각, 후각, 그리고 촉각 중 적어도 하나 이상의 감각 기관을 직접 혹은 간접으로 자극하는 영상 신호, 음성 신호, 향기 또는 사용자의 손과 발 또는 기타 신체를 이용하는 기구, 도구 중 하나 또는 둘 이상인 것을 특징으로 한다.

또한 상기 자극 발생부는 두피를 포함하는 인체 각 부위를 포함하는 체표에서 전기적인 신호, 전자장, 레이저 또는 초음파를 발생시켜 공급하는 수단으로 이루어진 것을 특징으로 한다.

상기 신호 수신부는 두피에 10-20 system의 전극 배치법 혹은 전전두엽, 전두엽, 측두엽, 두정엽, 후두엽의 여러 필요한 위치에 단극자 방식(unipolar) 혹은 쌍극자 방식(bipolar)으로 전극을 부착하는 단채널(single channel) 혹은 다채널(multi channel) 방식의 전극부와, 상기 자극발생부에 의해 발생되어 사용자에게 가해진 자극에 대해 사용자에게서 발생하는 유발 전위를 상기 전극부를 통해 입력받아 측정하는 아날로그 회로부와, 상기 아날로그 회로부에서 출력되는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시키는 A/D 컨버터부와, 상기 A/D 컨버터부의 디지털 신호를 합산하는 합산부와, 상기 합산부에 의해 합산된 신호를 평균화시켜 특징점을 추출할 수 있는 신호를 생성하여 특징점 추출부로 출력하는 평균회로부로 이루어진 것을 특징으로 한다.

상기 과제 제시부는 읽기, 쓰기, 말하기, 듣기, 공간지각, 수리력, 기억력, 암기력, 추론, 종합 사고력 중 하나 또는 둘 이상의 등을 포함하는 인지력을 측정할 수 있는 과제를 제공하는 것이 바람직하다.

상기 과제 제시부는 컴퓨터 프로그램, 컴퓨터 게임, 놀이 기구, 도구, 게임 장치, 서적과 같은 프린트된 자료, 영상자료, 음성 자료를 제공할 수 있는 수단으로 이루어진 것을 특징으로 한다.

상기 특징점 검출부에 의해 검출되는 자발 전위, 또는 유발 전위를 이용한 특징점은 여러 번의 자극에 따라서 유발 전위의 합, 평균, 표준편차, 분산 값을 산출하여 통계적 파라미터를 추출하고, 추출된 통계적 파라미터에 의해 검출되는 것이 바람직하다.

상기 특징점 검출부에 의해 검출되는 자발 전위, 또는 유발 전위를 이용한 특징점은 뇌파의 델타(delta)(0~4Hz), 쉐타(theta)(4~8Hz), 알파(alpha)(8~12Hz), SMR(Sensory Motor Rhythm)(12~15Hz), 베타(beta)(15~30Hz), 감마(gamma)(30~50Hz) 등의 주파수에서의 진폭, 평균, 표준편차와 각각 주파수 대역의 상대적인 비율, 각 주파수 대역 사이의 상관관계, 확률분포, 특정한 파형의 발생 빈도, 좌우 반구의 대칭성(interhemispheric symmetries) 중 하나 또는 둘 이상인 것을 특징으로 한다.

상기 특징점 검출부에 의해 검출되는 자발 전위, 또는 유발 전위를 이용한 특징점은 뇌파 유발 전위에서 발생하는 양전위(positive potential), 음전위(negative potential)를 띄는 정점(peak), 극성(polarity), 자극 제시 후 신호가 나타나는 데까지 소요되는 시간을 나타내는 잠재시간(latency) 중 하나 또는 둘 이상인 것을 특징으로 한다.

상기 분석부는 뇌파의 전기신호의 자발 전위와 유발 전위를 이용해서 깊은 수면 상태, 얇은 수면 상태, 명상 상태, 집중도, 안정도, 감성도, 각성도, 이완도, 좌우뇌 균형도, 좌뇌 활성화도, 우뇌 활성화도, 운동 능력 지수 중 하나 또는 둘 이상의 지수를 산출하는 것이 바람직하다.

상기 분석부는 읽기, 쓰기, 말하기, 듣기, 공간지각력, 수리력, 암기력, 기억력, 분석력, 판단력, 제어능력을 포함하는 인지 능력, 인지속도, 작업 부하도 지수를 산출하는 것이 바람직하다.

상기 두뇌 훈련부는 자발 뇌파(EEG)를 이용한 바이오피드백(biofeedback) 훈련 방식, 유발 뇌파(ERP)를 이용한 바이오피드백 훈련 방식을 사용하는 것을 특징으로 한다.

상기 두뇌 훈련부는 훈련을 위한 과제로는 컴퓨터 기반의 영상, 음성 신호, 컴퓨터 게임, 컴퓨터에 직렬 포트에 연결되는 주변장치로 제공되는 소리자극, 빛자극 장치, 컴퓨터를 기반으로 하지 않는 유형의 놀이 기구, 도구, 서적, 프린트된 인쇄물 등을 포함하는 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명에 따른 인체 유발 전위를 기반으로 하는 두뇌 분석/계발 장치에 대해 설명하면 다음과 같다.

도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 자극을 제시하는 자극 발생부(10)와, 인지력 과제를 제공하는 과제 제시부(20)와, 상기 자극 발생부(10)의 자극 및 상기 과제 제시부(20)의 인지력 과제에 반응하여 사용자에게 의해 발생하는 유발 전위를 측정하는 신호 수신부(30)와, 상기 신호 수신부(30)의 유발 전위에서 파라미터를 추출하는 특징점 검출부(40)와, 상기 특징점 검출부(40)에 의해 추출된 특징점을 이용해서 사용자의 인지력을 분석하는 분석부(50)와, 상기 분석된 자료를 바탕으로 두뇌 훈련용 과제를 제시하는 두뇌 훈련부(60)와, 사용자의 요청에 응하여 유발 전위에 의해 두뇌가 계발될 수 있도록 전체 시스템을 제어하는 제어부(70)와, 상기 제어부(70)의 제어에 따라 영상신호를 출력하거나 음향신호를 출력하는 출력부(80)로 구성된다.

상기 자극 발생부(10)는 시각, 청각, 후각, 그리고 촉각 중 적어도 하나 이상의 감각 기관을 직접 혹은 간접으로 자극하는 영상신호, 음성 신호, 향기 또는 사용자의 손과 발, 또는 기타 신체를 이용하는 기구, 도구 등을 포함한다.

상기 자극 발생부(10)는 두피를 포함하는 인체 각 부위를 포함하는 체표에서 전기적인 신호, 전자장, 레이저 또는 초음파를 발생시켜 공급하는 수단으로 이루어진다.

상기 신호 수신부(30)는 두피에 10-20 system의 전극 배치법 혹은 전전두엽, 전두엽, 측두엽, 두정엽, 후두엽의 여러 필요한 위치에 단극자 방식(unipolar) 혹은 쌍극자 방식(bipolar)으로 전극을 부착하는 단채널(single channel) 혹은 다채널(multi channel) 방식의 전극부(31)와, 상기 자극발생부(10)에 의해 발생되어 사용자에게 가해진 자극에 대해 사용자에게서 발생하는 유발 전위를 상기 전극부(31)를 통해 입력받아 측정하는 아날로그 회로부(32)와, 상기 아날로그 회로부(32)에

서 출력되는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시키는 A/D 컨버터부(33)와, 상기 A/D 컨버터부(33)의 디지털 신호를 합산하는 합산부(34)와, 상기 합산부(34)에 의해 합산된 신호를 평균화시켜 특징점을 추출할 수 있는 신호를 생성하여 특징점 추출부(40)로 출력하는 평균회로부(35)로 구성된다.

상기 과제 제시부(20)는 읽기, 쓰기, 말하기, 듣기, 공간지각, 수리력, 기억력, 암기력, 추론, 종합 사고력 중 하나 또는 둘 이상의 등을 포함하는 인지력을 측정할 수 있는 과제를 제공한다.

상기 과제 제시부(20)는 컴퓨터 프로그램, 컴퓨터 게임, 놀이 기구, 도구, 게임 장치, 서적과 같은 프린트된 자료, 영상자료, 음성 자료를 제공할 수 있는 수단으로 이루어진다.

상기 특징점 검출부(40)에 의해 검출되는 자발 전위, 또는 유발 전위를 이용한 특징점은 여러 번의 자극에 따라서 유발 전위의 합, 평균, 표준편차, 분산값을 산출하여 통계적 파라미터를 추출하고, 추출된 통계적 파라미터에 의해 검출된다.

상기 특징점 검출부(40)에 의해 검출되는 자발 전위, 또는 유발 전위를 이용한 특징점은, 뇌파의 델타(delta)(0~4Hz), 켄타(theta)(4~8Hz), 알파(alpha)(8~12Hz), SMR(Sensory Motor Rhythm)(12~15Hz), 베타(beta)(15~30Hz), 감마(gamma)(30~50Hz) 등의 주파수에서의 진폭, 평균, 표준편차와 각각 주파수 대역의 상대적인 비율, 각 주파수 대역 사이의 상관관계, 확률분포, 특정한 파형의 발생 빈도, 좌우 반구의 대칭성(interhemispheric symmetries) 등을 포함한다.

상기 특징점 검출부(40)에 의해 검출되는 자발 전위, 또는 유발 전위를 이용한 특징점은 뇌파 유발 전위에서 발생하는 양전위(positive potential), 음전위(negative potential)를 띠는 정점(peak), 극성(polarity), 자극 제시 후 신호가 나타나는 데까지 소요되는 시간을 나타내는 잠재시간(latency) 등을 포함한다.

상기 분석부(50)는 뇌파의 전기신호의 자발 전위와 유발 전위를 이용해서 깊은 수면 상태, 얇은 수면 상태, 명상 상태, 집중도, 안정도, 감성도, 각성도, 이완도, 좌우뇌 균형도, 좌뇌 활성화도, 우뇌 활성화도, 운동 능력 지수 등을 포함한다.

상기 분석부(50)는 읽기, 쓰기, 말하기, 듣기, 공간지각력, 수리력, 암기력, 기억력, 분석력, 판단력, 제어능력을 포함하는 인지 능력, 인지속도, 작업 부하도 지수를 산출한다.

상기 두뇌 훈련부(60)는 자발뇌파(EEG)를 이용한 바이오피드백(biofeedback) 훈련 방식, 유발 뇌파(ERP)를 이용한 바이오피드백 훈련 방식을 사용한다.

상기 두뇌 훈련부(60)는 훈련을 위한 과제로는 컴퓨터 기반의 영상, 음성 신호, 컴퓨터 게임, 컴퓨터에 직렬 포트로 연결되는 주변장치로 제공되는 소리자극, 빛자극 장치, 컴퓨터를 기반으로 하지 않는 유형의 놀이 기구, 도구, 서적, 프린트된 인쇄물 등을 포함한다.

상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 두뇌 분석/계발 장치의 작용에 대해 설명하면 다음과 같다.

먼저 제어부(70)는 사용자에게 의해 두뇌 분석/계발 장치 작동 요청신호가 입력되었는지를 판단한다. 판단 결과 두뇌 분석/계발 장치 작동 요청신호가 입력되는 경우 제어부(70)는 미리 설정된 조건에 따라 자극 발생부(10)를 제어한다. 즉, 상기 자극 발생부(10)는 시각, 청각, 후각, 그리고 촉각 중 적어도 하나 이상의 감각 기관을 직접 혹은 간접으로 자극하는 영상신호를 출력하는 장치 또는 음성 신호를 출력하는 장치 또는 향기를 방향시키는 장치, 또는 사용자의 손과 발, 또는 기타 신체를 이용하는 장치로 이루어져 있기 때문에, 제어부(70)는 상기 장치들 중 미리 세팅되어 있는 장치나 사용자의 조작에 따라 선택된 장치를 구동시켜 사용자에게 두뇌 계발이 가능한 영상신호, 음성신호, 향기 또는 그 밖의 자극이 발생할 수 있도록 한다.

또한, 자극 발생부(10)는 두피를 포함하는 인체 각 부위를 포함하는 체표에서 전기적인 신호, 전자장, 레이저 또는 초음파를 발생시켜 공급하는 장치들로 이루어질 수도 있으며, 상기 제어부(70)는 상기 장치들 중 미리 세팅되어 있는 장치나 사용자의 조작에 따라 선택된 장치를 구동시켜 사용자의 두피를 포함하는 인체 각 부위를 포함하는 체표에 전기적인 신호, 전자장, 레이저 또는 초음파를 발생시켜 자극이 이루어질 수 있도록 한다.

또한, 제어부(70)는 과제 제시부(20)를 제어하여 사용자에게 인지력 과제가 제공될 수 있도록 한다. 즉, 과제 제시부(20)는 읽기, 쓰기, 말하기, 듣기, 공간지각, 수리력, 기억력, 암기력, 추론, 종합 사고력 중 하나 또는 둘 이상의 등을 포함하는 인

지력을 측정할 수 있는 과제이므로, 컴퓨터 프로그램, 컴퓨터 게임, 놀이 기구, 도구, 게임 장치, 서적과 같은 프린트된 자료, 영상자료, 음성 자료를 제공할 수 있는 수단을 통해 제공되어 진다. 이에 제어부(70)는 사용자의 요청에 따라 과제 제시부(20)를 통해 사용자가 원하는 인지력 과제가 출력부(80)를 통해 제공되도록 한다.

상기 과제 제시부(20)의 과제들은 훈련, 계발하고자 하는 두뇌의 기능에 따라서 사용자가 컴퓨터 모니터 상에서 제시된 메뉴 방식의 프로그램에서 선택이 가능하며, 선택된 과제는 컴퓨터에 저장되거나 컴퓨터를 이용한 일정한 알고리즘에 의해 만들어진 영상 신호 혹은 음성 신호의 형태로 사용자에게 제시될 수도 있고, 컴퓨터를 매개체로 하지 않는 유형의 형태를 갖춘 어떠한 것도 될 수가 있다. 예를 들어, 읽기 능력을 분석하고 계발하기 위해서 읽기의 과제를 제시하는 방법은, 컴퓨터 모니터 상에서 글자로 된 문장이나 단어를 사용자에게 보여줄 수도 있고, 아니면 서적과 같은 프린트된 읽기 자료를 직접 제공할 수도 있다. 어떠한 경우에도 사용자의 두피에는 자발 뇌파와 유발 뇌파를 측정할 수 있는 다수 채널의 전극이 부착되어 있어서 과제 제시 혹은 과제 수행 시에 실시간으로 뇌파를 측정하고 그 결과를 컴퓨터의 제어부(70)로 전송하고 컴퓨터 모니터 상에서 디스플레이 되어야 한다.

상기와 같이 자극 발생부(10) 및 과제 제시부(20)에 의해 두뇌 계발을 위한 자극 및 과제가 제공되면, 제어부(70)는 신호 수신부(30)로 하여금 상기 자극 및 과제에 반응하여 발생하는 유발 전위를 측정할 수 있도록 한다.

즉, 상기 신호 수신부(30)는 다시 전극부(31)와 아날로그 회로부(32)로 구성되며, 상기 전극부(31)는 다채널의 단극자(unipolar) 방식 혹은 쌍극자(bipolar) 방식으로 모두 측정이 가능하도록 구성되며 전극의 부착 위치는 전전두엽, 전두엽, 측두엽, 두정엽, 후두엽 등의 두피의 모든 부위가 가능하고 기존의 10-20 시스템의 전극 배치법은 물론이고 기타 다른 부위도 가능하다.

아날로그 회로부(32)는 기존의 자발 뇌파(EEG)와 같이 두피에서 나오는 신호를 수동적으로 측정할 수도 있고, 상기 자극 발생부(10)에 의해 발생되어 사용자에게 가해진 자극에 대해 사용자에게서 발생하는 유발 전위를 측정할 수도 있다. 그리고, 상기 아날로그 회로부(32)는 자발 전위(EEG)와 유발 전위(ERP) 모두 신호 증폭부, 잡음 제거부(noise cancelation filter), 저역 통과 필터부(low pass filter) 등으로 구성되며, 상기 아날로그 회로부(32)는 전극부(31)를 통해 입력되는 유발 전위를 미리 설정된 레벨까지 증폭시킨 후 증폭된 신호로부터 잡음을 제거한 후 저역 통과 필터부를 통해 필터링 하여 A/D 컨버터(33)로 출력되도록 한다.

그리고, 아날로그 회로부(32)에 의해 측정된 자발 전위와 유발 전위는 A/D 컨버터(33)로 입력되어 디지털 신호로 변환된다. 상기와 같이 디지털 신호로 변환된 유발 전위는 합산부(34)에 의해 합산된 후 다시 평균회로부(35)에 의해 평균화되어 특징점을 검출할 수 있는 신호로 변환되어 특징점 검출부(40)로 입력된다.

상기와 같이 신호 수신부(30)에 의해 생성된 특징점 추출신호가 특징점 검출부(40)로 입력되면, 상기 특징점 검출부(40)는 상기 입력된 신호로부터 특징점을 검출할 수 있는 파라미터를 추출한다.

상기 특징점 검출부(40)에 의해 검출되는 자발 전위, 또는 유발 전위를 이용한 특징점은 여러 번의 자극에 따라서 유발 전위의 합, 평균, 표준편차, 분산값을 산출하여 통계적 파라미터를 추출하고, 추출된 통계적 파라미터에 의해 검출된다.

그리고, 상기 특징점 검출부(40)에 의해 검출되는 자발 전위, 또는 유발 전위를 이용한 특징점은, 우선 자발 전위에서, 일정 시간 동안 아날로그 필터 혹은 디지털 필터를 사용하여 뇌파의 델타(0~4Hz), 세타(4~8Hz), 알파(8~12Hz), SMR(12~15Hz), 베타(15~30Hz), 감마(30~50Hz) 등의 주파수 성분으로 구분하여 메모리에 저장하거나, 원시 데이터(Raw Data)를 0.5초 혹은 1초 등의 일정 시간 간격(time epoch)으로 나누어 FFT(Fast Fourier Transform) 알고리즘을 이용해서 주파수 성분을 추출하여 메모리(90)에 저장한다.

메모리(90)에 저장된 데이터에서 각 채널별 대역별 주파수 성분들의 전위값(amplitude)을 일정 시간 동안 추출하여 각각을 별도의 메모리(90)에 저장한 후에 평균, 표준편차, 분산 등의 확률 통계값을 계산한다. 하나의 채널에서 각 주파수 대역의 상대적 인 비율 즉, 좌반구와 우반구 각각의 알파와 세타의 비율, 알파와 베타의 비율, SMR과 세타의 비율, 베타와 세타의 비율 등을 계산한다.

channel 1: Alpha\_Left(1)/Theta\_Left(1), Alpha\_Right(1)/Theta\_Right(1)

Alpha\_Left(1)/Beta\_Left(1), Alpha\_Right(1)/Beta\_Right(1)

SMR\_Left(1)/Theta\_Left(1), SMR\_Right(1)/Theta\_Right(1)

Beta\_Left(1)/Theta\_Left(1), Beta\_Right(1)/Theta\_Right(1)

channel 2: Alpha\_Left(2)/Theta\_Left(2), Alpha\_Right(2)/Theta\_Right(2)

Alpha\_Left(2)/Beta\_Left(2), Alpha\_Right(2)/Beta\_Right(2)

SMR\_Left(2)/Theta\_Left(2), SMR\_Right(2)/Theta\_Right(2)

Beta\_Left(2)/Theta\_Left(2), Beta\_Right(2)/Theta\_Right(2)

..

..

..

channel N: Alpha\_Left(N)/Theta\_Left(N), Alpha\_Right(N)/Theta\_Right(N)

Alpha\_Left(N)/Beta\_Left(N), Alpha\_Right(N)/Beta\_Right(N)

SMR\_Left(N)/Theta\_Left(N), SMR\_Right(N)/Theta\_Right(N)

Beta\_Left(N)/Theta\_Left(N), Beta\_Right(N)/Theta\_Right(N)

메모리(90)에 저장된 원시 뇌파(Raw Data)를 각 채널별로 일정한 시간 간격(time epoc)으로 나누고 각 채널 간(inter-channel) 시간 축 상에서의 상관관계(correlation)와 한 채널 내에서의 대역별 데이터 간의 상관관계(correlation)를 구한다.

일정 시간 혹은 각 주파수 대역별로 나눈 데이터에서 좌반구(left hemisphere)와 우반구(right hemisphere) 데이터 사이, 혹은 전반구(anterior)와 후반구(posterior) 사이의 대칭성(symmetry)을 구한다. 대칭성(symmetry)은 전압 대칭성(amplitude symmetry)과 위상 대칭성(phase symmetry)으로 나눌 수 있다.

다(多)채널의 데이터 중에서 임의의 두 채널의 시간 축 데이터에 있어서의 코히어런스(coherence)를 구한다.

$x(t)$ ,  $y(t)$ 를 시간 축에서의 두 EEG 데이터라고 하고,  $X(w)$ ,  $Y(w)$ 를 두 데이터의 푸리에 변환값(fourier transform)이라고 한다면, 임의 주파수  $w$ 에 대하여 코히어런스(coherence)  $R_{xy}$ 는,

$$R_{xy} = \frac{\int H(w)X(w)H(w)Y(w)dw}{\sqrt{(ExEy)}}$$

여기서,  $H(w)$ 는 상기 기술한 각 뇌파 주파수 밴드별 전달함수(transfer function),

$$Ex = |H(w)|^2 X(w)^2 dw, Ey = |H(w)|^2 Y(w)^2 dw$$

또한, 각 채널별 일정 시간(time epoc)에 따른 각 주파수 대역별 뇌파 즉, 델타, 세타, 알파, SMR, 베타 성분의 시간과 주파수에 대한 확률분포와 왜곡도(skewness), 첨도(sharpness) 등을 계산한다.

또한, 상기 특징점 검출부(40)에 의해 검출되는 유발 전위를 이용한 특징점은 뇌파 유발 전위에서 발생하는 양전위(positive potential), 음전위(negative potential)를 띄는 정점(peak), 극성(polarity), 자극 제시 후 신호가 나타나는 데 까지 소요되는 시간을 나타내는 잠재시간(latency) 등을 포함한다.

분석 또는 훈련하고자 하는 인지력 과제, 예를 들어 공간 지각력의 경우 공간 지각력을 측정할 수 있는 도형 그림과 같은 문제를 컴퓨터 화면 혹은 프린트된 인쇄물의 형태로 사용자에게 제시하고 회전 혹은 이동된 형태의 같은 도형을 찾게 하는 과제를 준다. 사용자는 과제를 해결하기 위해서 공간 지각력과 관련된 두뇌의 기능과 영역을 사용하게 되고 이때에 전전두엽, 전두엽, 두정엽, 측두엽, 후두엽 등에서 발생하는 뇌파를 뇌파 측정용 회로를 통하여 측정한다. 측정된 뇌파 데이터는 제어부(70)의 제어에 따라 메모리(90)에 저장되고, 여러 번의 자극 혹은 과제를 제시하여 발생하는 뇌파 신호를 메모리(90)에 각각 저장하고 일련의 과제 제시 수행이 끝나면, 메모리(90)에 저장된 뇌파 데이터들의 합산을 취한 후 평균을 취함으로써 잡음(noise)을 제거한다.

$$\text{뇌전위} = \text{EEG}(\text{자발 전위}) + \text{ERP}(\text{유발 전위})$$

$$\text{첫 번째 자극 혹은 과제에 의한 뇌전위} = \text{EEG}(1) + \text{ERP}(1)$$

+ + +

$$\text{두 번째 자극 혹은 과제에 의한 뇌전위} = \text{EEG}(2) + \text{ERP}(2)$$

...

...

+ + +

$$\text{N 번째 자극 혹은 과제에 의한 뇌전위} = \text{EEG}(N) + \text{ERP}(N)$$

$$\text{뇌전위} = \sum_{N=1}^N \{ \text{EEG}(N) + \text{ERP}(N) \}$$

여기서 EEG는 ERP 신호에 비해 비주기적(non-periodic)하고 랜덤(random)하며 신호간 유사성(uncorrelated)이 적으므로 계속해서 평균을 취하게 되면 ERP 성분만 강조되어 ERP를 제외한 나머지 성분들은 줄어들게 되어 잡음(noise)을 제거하는 효과를 갖는다.

평균이 취해진 유발 전위에 있어서, 그 진폭의 크기를 측정하여 정적정점(positive peak), 부적정점(negative peak), 즉 P1(첫 번째 positive peak), P2(두 번째 positive peak), N1(첫 번째 negative peak), N2(두 번째 negative peak) 등을 구한다. 자극 혹은 과제 제시 후 각 정점(peak)까지 걸린 시간 즉, 약 100msec, 200msec, 300msec, 400msec 등의 시간을 측정하여 그 극성과 시간의 정도에 따라서 N100(negative 100msec), P300(positive 300msec), N400(negative 400msec) 등을 측정한다.

전전두엽, 전두엽, 두정엽, 측두엽, 후두엽의 각종 위치에 쌍극자 방식(bipolar), 혹은 단극자 방식(unipolar)으로 부착된 전극의 수만큼 상기의 특징점들을 측정 혹은 계산하여 메모리(90)에 저장한다.

제어부(70)는 상기와 같이 상기 특징점 검출부(40)에 의해 특징점이 검출되면, 상기 특징점이 분석부(50)로 출력되도록 하고, 분석부(50)는 상기 특징점을 이용하여 사용자의 인지력을 분석한다. 즉, 분석부(50)는 뇌파의 전기신호의 자발 전위와 유발 전위를 이용해서 깊은 수면 상태, 얕은 수면 상태, 명상 상태, 집중도, 안정도, 감성도, 각성도, 이완도, 좌우뇌 균형도, 좌뇌 활성화도, 우뇌 활성화도, 운동 능력 지수 등을 산출한다.

그리고, 상기 분석부(50)는 자발 전위에서 추출된 특징점들 과제 제시부(20)에서 제시하는 과제에 따라 일정 시간의 잠재 시간(latency)후에 발생하는 P300, N400, N100, N200과 같은 양전위(positive potential)를 띄는 정점(peak) 혹은 음전위(negative potential)를 띄는 정점(peak)의 크기(amplitude)와 과제 제시 시작 후부터 정점(peak)이 발생하는 데까지 걸리는 시간, 여러 번의 동일한 과제 제시 후 발생하는 생체 신호들의 평균, 분산, 상관관계 등을 이용해서 읽기, 쓰기, 말하기, 듣기, 공간지각력, 수리력, 암기력, 기억력, 분석력, 판단력, 제어능력에 관련된 과제에 따른 인지 능력, 인지속도, 작업 부하도 등의 지수를 산출한다.

분석부(50)에서는 분석하고자 하는 두뇌의 기능에 따라 과제 제시부에서 해당되는 과제가 제시되고 제시된 과제에 따라 사용자가 일정한 문제 풀이 형식의 작업을 수행한다. 제시된 과제를 숙지하고 문제를 해결해 나감으로써, 사용자의 두뇌는 해당되는 영역 혹은 기능들이 활성화된다. 이 때 활성화 되는 영역의 기능에 따라서 발생하는 유발 전위는 각 과제의 종류 또는 과제를 수행하는 사용자의 두뇌 계발 정도에 따라서 유의적으로 구분 가능한 전위값(amplitude), 시간 지연 값(latency), 평균, 분산과 같은 확률 통계 값이 달라지게 된다. 이러한 값들을 가지고 사용자의 현재 상태를 나타내는 지표, 즉 해당 과제를 해결하는 당시의 집중력, 각성도, 안정도, 문제 해결 시간, 반응 시간, 정답을 맞추는 빈도인 정답률, 오답을 맞추는 빈도인 오답률, 과제를 수행하는 동안에 사용되는 두뇌의 영역, 두뇌의 활용 정도, 두뇌의 부하 정도 등을 측정 혹은 계산하고 이를 데이터베이스화 한다. 이때의 특징점 혹은 지수들은 나중에 훈련을 위한 threshold로 활용한다.

예를 들어, 사용자의 기억력 능력을 분석하기 위해서는 먼저 기억력을 측정할 수 있는 과제 즉, 숫자, 문자, 그림, 도안, 도형 등의 시각 정보를 사용자에게 보여주거나 소리, 음악, 단어, 문장과 같은 청각 정보 등을 사용자에게 들려주고 그 문제에 해당되는 해결책을 찾음으로써 사용자의 뇌는 기억력과 관련된 영역과 기능이 활성화된다. 이때에 발생하는 뇌파에서 상기 기술한 특징점들 즉, Alpha\_Left/Beta\_Left, Alpha\_Right/Theta\_Right와 같은 각 대역별 비율을 추출하여 기억력 과제 수행시의 안정도(relaxation), 주의도(attention), 집중도(concentration)와 같은 뇌파 지수를 계산하고, P300, N400, N100과 같이 기억력 과제 제시 후 나타나는 유발 전위의 전위(amplitude)와 시간 지연(latency)을 이용해서 문제 해결 시간, 반응 강도, 두뇌의 활용 정도, 두뇌의 부하 정도 등의 분석값들을 계산하고 주어진 과제의 정답률과 오답률을 구하고 메모리에 저장한다.

저장된 분석값들의 100%, 70%, 혹은 50% 정도를 훈련을 위한 threshold로 삼고 훈련시에 계산되는 분석값들과의 비교를 위한 기준값으로 삼는다.

마지막으로, 제어부(70)는 두뇌 훈련부(60)를 제어하여 상기 분석부(50)에 의해 분석된 자료나 산출된 지수를 바탕으로 두뇌 훈련용 과제를 선택하여 사용자에게 제공될 수 있도록 한다.

두뇌 훈련부(60)에서는 먼저, 훈련하고자 하는 두뇌의 기능에 대한 상기 분석부에서와 같은 기본 지수 분석이 완료된 후에, 분석 시에 사용되던 과제 혹은 문제와 유사한 훈련용 과제를 제시하고, 그 때에 발생하는 뇌파를 가지고 상기 특징점 추출부와 분석부와 같은 방식으로 특징점을 추출 분석하고, 분석부에서 결정된 threshold 값을 기준으로 threshold 값보다 높으면 제시된 훈련용 과제가 쉽게 해결될 수 있도록 사용자에게 다시 제시된다. 이러한 방식으로 사용자에게 피드백을 줌으로써 사용자의 인식 체계는 훈련하고자 하는 뇌기능을 활성화시키고 향상시키게 된다.

예를 들어, 공간 지각력을 훈련하기 위해서는, 우선 2차원 혹은 3차원의 공간 도형을 컴퓨터 화면이나 프린트된 문서를 통해서 사용자에게 보여주거나 실제로 만들어진 2차원 혹은 3차원의 도구 등을 사용자에게 주고 일정한 과제를 주어 실행하게 하면, 시각 혹은 촉각 등의 감각 기관을 통해서 두뇌가 과제를 인식하고 주어진 해당 과제를 해결하려고 함으로써 공간 지각 능력과 관련된 뇌의 영역과 기능들이 활성화되고 그에 따라 뇌파가 변하게 된다. 이 때 발생하는 유발 뇌파에서 상기 기술한 동일한 특징점들을 추출하여 상기 분석부에서 설정된 threshold와 비교하여 threshold 보다 일정 이상 높은 값을 가지면 연결된 컴퓨터 모니터 상에서 긍정적인 영상 혹은 사운드를 통하여 사용자에게 알려주고, 주어진 훈련용 과제가 쉽게 해결되도록 하는 방향으로 과제가 새롭게 진행된다. threshold 보다 낮은 값을 갖게 되면 컴퓨터 모니터 상에서 부정적인 영상 혹은 사운드를 사용자에게 제시하고 과제의 난이도나 문제 해결이 어려운 쪽으로 진행시켜서 사용자의 인식 체계로 하여금 긍정적인 신호를 보다 많이 발생시키도록 유도하는 것이 훈련의 방식이다.

이상의 본 발명은 상기 실시예들에 의해 한정되지 않고, 당업자에 의해 다양한 변형 및 변경을 가져올 수 있으며, 이는 첨부된 청구항에서 포함되는 본 발명의 취지와 범위에 포함된다.

### 발명의 효과

상기와 같은 구성 및 작용 그리고 바람직한 실시예를 가지는 본 발명은 유발 전위를 이용하여 암기력, 기억력, 수리력, 이해력, 추론능력, 판단능력, 공간 지각력, 읽기, 말하기, 쓰기와 같은 언어능력 등의 사용자의 인지적 학습 능력 등을 각각의 항목에 대해서 분석하고 그 각각의 항목에 대한 사용자의 능력을 향상시킬 수 있도록 하는 효과가 있다.

이에, 본 발명은 기존의 Bio Feedback, Neuro Feedback 두뇌 훈련법에서 발전된 두뇌 훈련법을 제공할 수 있도록 한다.

### 도면의 간단한 설명

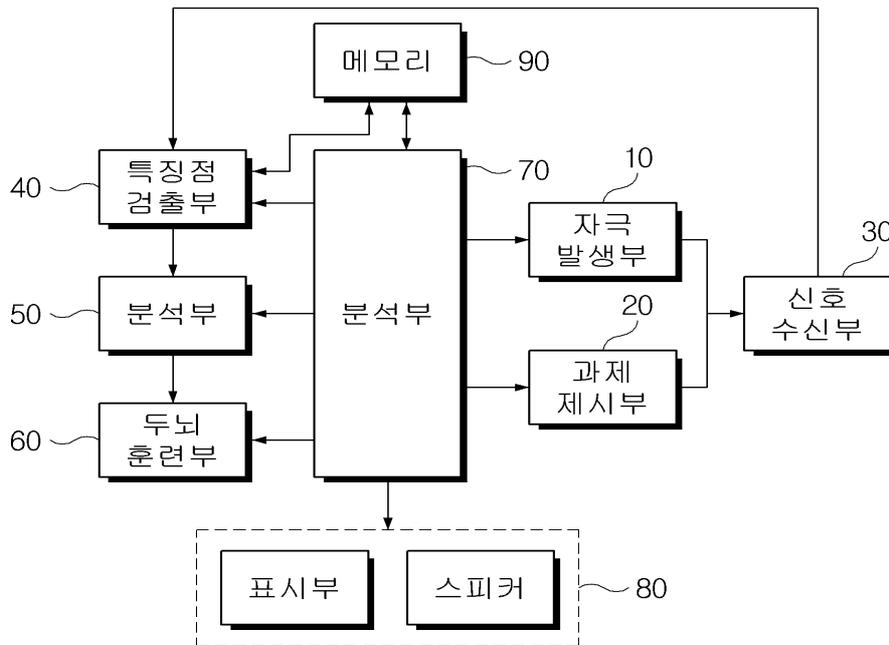
도 1은 본 발명에 따른 유발 전위를 이용한 두뇌 분석/계발 장치의 구성을 설명하기 위한 블록도,  
 도 2는 도 1에 적용된 신호 수신부의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

\*\*\* 도면의 주요부분에 대한 부호설명 \*\*\*

- 10 : 자극 발생부 20 : 과제 제시부
- 30 : 신호 수신부 40 : 특징점 검출부
- 50 : 분석부 60 : 두뇌 훈련부
- 70 : 제어부 80 : 출력부

도면

도면1



도면2

