



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월26일
(11) 등록번호 10-2014516
(24) 등록일자 2019년08월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/0484 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/04 (2006.01) A61B 5/0478 (2006.01)
A61B 5/048 (2006.01) A61B 5/0482 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/0484 (2013.01)
A61B 5/04012 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0032342
(22) 출원일자 2018년03월20일
심사청구일자 2018년03월20일
(56) 선행기술조사문헌
JP07184515 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김성필
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김민기
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
채소영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 7 항

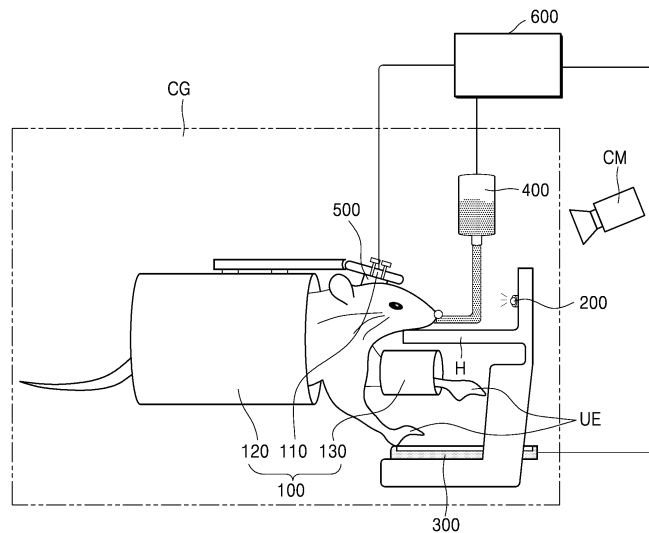
심사관 : 최성수

(54) 발명의 명칭 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 장치 및 실험 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 장치는, 실험동물의 움직임의 자유를 제한하는 자세 고정부; 상기 실험동물에 자극을 가하는 자극부; 상기 자극부에 의해 자극을 받은 상기 실험동물의 특정 동작을 감지할 수 있는 센싱부; 상기 자극부에 의해 자극을 받은 상기 실험동물이 상기 특정 동작을 수행할 때 상기 실험동물에 보상을 제공하는 보상 제공부; 상기 실험동물이 상기 특정 동작을 수행할 때의 능동적 고유감각 신호를 측정하는 뇌 신호 측정부; 및 상기 센싱부 및 상기 뇌 신호 측정부로부터 신호를 수신하고, 기정된 알고리즘에 따라 상기 자극부 및 상기 보상 제공부를 제어하는 제어부;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/0478 (2013.01)

A61B 5/048 (2013.01)

A61B 5/0482 (2013.01)

A61B 5/702 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2005516609 A

JP2012061198 A

KR101439127 B1

KR101841329 B1

KR1020160074145 A

KR1020170108405 A

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711064484

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 울산과학기술원

연구사업명 뇌과학원천기술개발

연구과제명 체성감각 통합형 실시간 운동제어를 위한 신경정보처리 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국연구재단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

실험동물의 움직임의 자유를 제한하는 자세 고정부;

상기 실험동물에 자극을 가하는 자극부;

상기 자극부에 의해 자극을 받은 상기 실험동물의 특정 동작을 감지할 수 있는 센싱부;

상기 자극부에 의해 자극을 받은 상기 실험동물이 상기 특정 동작을 수행할 때 상기 실험동물에 보상을 제공하는 보상 제공부;

상기 실험동물이 상기 특정 동작을 수행할 때의 능동적 고유감각 신호를 측정하는 뇌 신호 측정부; 및

상기 센싱부 및 상기 뇌 신호 측정부로부터 신호를 수신하고, 기정된 알고리즘에 따라 상기 자극부 및 상기 보상 제공부를 제어하는 제어부;를 포함하는, 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자세 고정부는, 상기 실험동물의 시야를 고정하는 시야 고정 장치를 포함하는, 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 자세 고정부는, 상기 실험동물의 상지(upper extremity) 한쪽의 움직임을 제한하는 상지 고정 장치를 포함하는, 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 센싱부는 터치 센서를 포함하는, 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 터치 센서의 기정 영역에 기정 시간 이상 터치가 감지되면, 상기 보상 제공부에 상기 실험동물에 보상을 제공하라는 명령을 송신하는, 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제어부는,

제1 시간 구간에서 상기 터치 센서의 제1 영역에 지정 시간 이상 터치가 감지되면, 상기 보상 제공부에 상기 실험동물에 보상을 제공하라는 명령을 송신하고,

제2 시간 구간에서 상기 터치 센서의 제2 영역에 지정 시간 이상 터치가 감지되면, 상기 보상 제공부에 상기 실험동물에 보상을 제공하라는 명령을 송신하는, 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 장치.

청구항 7

자세 고정부를 이용하여, 실험동물의 움직임의 자유를 제한하는 단계;

자극부를 이용하여, 상기 실험동물에 자극을 가하는 단계;

센싱부를 이용하여, 상기 자극부에 의해 자극을 받은 상기 실험동물이 특정 동작을 수행하는지 여부를 감지하는 단계;

보상 제공부 및 제어부를 이용하여, 상기 자극부에 의해 자극을 받은 상기 실험동물이 상기 특정 동작을 수행할 때 상기 실험동물에 보상을 제공하는 단계; 및

뇌 신호 측정부를 이용하여, 상기 실험동물이 상기 특정 동작을 수행할 때의 능동적 고유감각 신호를 측정하는 단계;를 포함하는, 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시에는 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 장치 및 실험 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고유감각은 자신의 신체 위치, 자세, 평형 및 움직임 등을 감지할 수 있는 감각이다. 시각, 청각, 후각, 미각, 촉각 등의 일반적인 5가지 감각이 외부의 자극을 느끼는데 활용되는 것에 반해, 고유감각은 자신의 '신체 내부'로부터 기인하는 감각이다.

[0003] 고유감각에 관한 다양한 연구가 수행되고 있으나, 고유감각과 운동의 연합에 관한 신경과학적인 기전에 관해서는 아직 명확하게 밝혀진 바 없다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허등록공보 제10-1439127호 (공고일 2014.09.12)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 일 목적은 실험동물의 능동적 고유감각을 유도한 후, 뇌 신호를 측정/분석하여 '고유감각'의 신경학적 원리를 규명하는 것이다. 그러나, 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 장치는, 실험동물의 움직임의 자유를 제한하는 자세 고정부; 상기 실험동물에 자극을 가하는 자극부; 상기 자극부에 의해 자극을 받은 상기 실험동물의 특정 동작을 감지할 수 있는 센싱부; 상기 자극부에 의해 자극을 받은 상기 실험동물이 상기 특정 동작을 수행

할 때 상기 실험동물에 보상을 제공하는 보상 제공부; 상기 실험동물이 상기 특정 동작을 수행할 때의 능동적 고유감각 신호를 측정하는 뇌 신호 측정부; 및 상기 센싱부 및 상기 뇌 신호 측정부로부터 신호를 수신하고, 지정된(predetermined) 알고리즘에 따라 상기 자극부 및 상기 보상 제공부를 제어하는 제어부;를 포함한다.

- [0007] 일 실시예에 따르면, 상기 자세 고정부는, 상기 실험동물의 시야를 고정하는 시야 고정 장치를 포함할 수 있다.
- [0008] 일 실시예에 따르면, 상기 자세 고정부는, 상기 실험동물의 상지(upper extremity) 한쪽의 움직임을 제한하는 상지 고정 장치를 포함할 수 있다. 을 제외한 다른 부위의 움직임을 제한할 수 있다.
- [0009] 일 실시예에 따르면, 상기 센싱부는 터치 센서를 포함할 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 따르면, 상기 제어부는, 상기 터치 센서의 지정 영역에 지정 시간 이상 터치가 감지되면, 상기 보상 제공부에 상기 실험동물에 보상을 제공하라는 명령을 송신할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 따르면, 상기 제어부는, 제1 시간 구간에서 상기 터치 센서의 제1 영역에 지정 시간 이상 터치가 감지되면, 상기 보상 제공부에 상기 실험동물에 보상을 제공하라는 명령을 송신하고, 제2 시간 구간에서 상기 터치 센서의 제2 영역에 지정 시간 이상 터치가 감지되면, 상기 보상 제공부에 상기 실험동물에 보상을 제공하라는 명령을 송신할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 방법은, 자세 고정부를 이용하여, 실험동물의 움직임을 자유를 제한하는 단계; 자극부를 이용하여, 상기 실험동물에 자극을 가하는 단계; 센싱부를 이용하여, 상기 자극부에 의해 자극을 받은 상기 실험동물이 특정 동작을 수행하는지 여부를 감지하는 단계; 보상 제공부 및 제어부를 이용하여, 상기 자극부에 의해 자극을 받은 상기 실험동물이 상기 특정 동작을 수행할 때 상기 실험동물에 보상을 제공하는 단계; 및 뇌 신호 측정부를 이용하여, 상기 실험동물이 상기 특정 동작을 수행할 때의 능동적 고유감각 신호를 측정하는 단계;를 포함한다.
- [0013] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 실험 장치 및 실험 방법에 의하면, 실험동물이 능동적으로 특정 자세를 취할 때 유발되는 '능동적 고유감각' 뇌 신호를 측정/기록하여 고유감각의 신경학적 원리를 규명할 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [0015] 본 발명을 통해, 고유감각과 운동의 연합에 관한 신경과학적인 기전을 연구할 수 있으며, 뇌-기계 인터페이스 기술 등 관련 뇌공학 기술 개발에 필요한 기초 플랫폼을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실험 장치의 개념도이다.
- 도 2는 제어부의 제어를 통해 실험동물을 훈련하는 과정을 개략적으로 표현한 그림이다.
- 도 3은 실험동물이 서로 다른 두 자세를 취할 때 고유감각에 따른 뇌 신호를 비교하기 위한 실험 방법을 개략적으로 나타낸 개념도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 방법을 순차적으로 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 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.
- [0018] 이하의 실시예에서, 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용된다.

- [0019] 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0020] 이하의 실시예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.
- [0021] 이하의 실시예에서, 막, 영역, 구성 요소 등의 부분이 다른 부분 '위'에 또는 '상'에 있다고 할 때, 다른 부분의 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 막, 영역, 구성 요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.
- [0022] 어떤 실시예가 달리 구현 가능한 경우에 특정한 단계는 설명되는 순서와 다르게 수행될 수도 있다. 예를 들어, 연속하여 설명되는 두 단계는 실질적으로 동시에 수행될 수도 있고, 설명되는 순서와 반대의 순서로 수행될 수도 있다.
- [0023] 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0024] 이하의 실시예에서, "실험동물(M)"은 쥐(mouse)를 포함한 설치류를 의미할 수 있으나 본 발명의 실험 대상이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실험 장치의 개념도이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 실험 장치는 자세 고정부(100), 자극부(200), 센싱부(300), 보상 제공부(400), 뇌 신호 측정부(500), 제어부(600)를 포함한다.
- [0026] 본 발명의 일 목적은 실험동물(M)의 뇌 신호를 측정/분석하여 '고유감각'의 신경학적 원리를 규명하는 것이다. 고유감각은 신체의 특정 부위가 '그 위치에 있음'을 인지하는 감각으로, 외부 자극에 의한 촉각과는 다르다.
- [0027] 본 발명의 일 목적은 실험동물(M)의 신체 중 일부, 예컨대 상지(UE, upper extremity, 앞팔)가 특정 위치에 있도록 훈련시킨 후, 신체 중 일부가 특정 위치에 있을 때의 고유감각에 따른 뇌 신호를 측정하는 것이다.
- [0028] 본 발명의 일 목적은 실험동물(M)의 '능동적' 고유감각을 유도하는 것이다. 능동적 고유감각은 실험동물(M)이 자발적으로 움직일 때 발생하는 고유감각을 의미한다. 이러한 능동적 고유감각을 유도하기 위해서는, 실험동물(M) 신체 부위의 적어도 일부는 자유롭게 움직일 수 있게 하는 것이 바람직하다. 반면, 다른 부위의 고유감각의 변화를 억제하기 위해서는, 실험동물(M)의 자세를 고정하는 것이 바람직하다.
- [0029] 상술한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실험 장치는 자세 고정부(100)를 포함한다. 자세 고정부(100)는 실험동물(M)의 움직임의 자유를 제한한다. 자세 고정부(100)는 실험동물(M)을 케이지(CG, cage) 내부의 특정 위치에 고정한다. 예컨대, 자세 고정부(100)는 실험동물(M)이 케이지(CG) 내부를 돌아다니지(roaming) 못하도록 실험동물(M)의 몸통, 하지(lower extremity, 뒷팔) 등을 고정하는 장치일 수 있다. 이때 '고정'한다는 것은 실험동물의 움직임의 자유도를 제한시키는 것을 의미하는 것으로, 실험동물(M)의 신체 전체가 조금도 움직이지 못하도록 만들 것을 의미하는 것이 아니다. 예컨대, 실험동물(M)의 '하지'가 고정된다는 것은 예컨대 실험동물(M)의 발가락 하나하나의 움직임을 모두 제한한다는 의미가 아니라, '하지'가 앞뒤/좌우 방향으로 움직이지 못하게 하는 등 움직임의 자유도를 제한하는 것을 의미할 수 있다.
- [0030] 일 실시예에 따르면, 자세 고정부(100)는 실험동물(M)의 상지(UE) 한쪽을 제외한 다른 부위의 움직임을 제한할 수 있다. 예컨대, 자세 고정부(100)는 실험동물(M)의 머리, 몸통, 하지, 상지 한쪽의 움직임을 제한할 수 있다.
- [0031] 일 실시예에 따르면, 자세 고정부(100)는 실험동물(M)의 시야를 고정하는 시야 고정 장치(110)를 포함할 수 있다. 본 명세서에서, '시야를 고정'한다는 것은 실험동물(M)의 목 또는 머리의 움직임을 제한하여, 실험동물(M)이 일정 범위 내의 사물만을 볼 수 있게 하는 것을 의미할 수 있다. 시야 고정 장치(110)는 몸통 고정 장치(120)와 연결될 수 있다. 실험동물(M)의 시야가 고정됨에 따라, 시야의 변화에 의한 뇌 신호의 변화가 최소화될 수 있다.
- [0032] 자세 고정부(100)는 실험동물(M) 몸통의 위치를 고정하는 몸통 고정 장치(120)를 포함할 수 있다. 몸통 고정 장치(120)는 원통 튜브(tube) 형태를 가질 수 있다. 몸통 고정 장치(120)에 의해, 실험동물(M)의 몸통 및 하지 전체의 움직임이 제한될 수 있다. 한편, 자세 고정부(100)는 실험동물(M)의 꼬리를 고정하는 꼬리 고정 장치(미도시)를 포함할 수 있다.
- [0033] 일 실시예에 따르면, 자세 고정부(100)는, 실험동물(M)의 상지(UE) 한쪽의 움직임을 제한하는 상지 고정 장치(130)를 포함할 수 있다. 상지 고정 장치(130)는 몸통 고정부(110)와 분리되어 배치될 수 있다. 상지 고정 장치

(130)는 몸통 고정 장치(120)에 고정된 실험동물(M)의 한쪽 상지(UE)가 위치한 곳에 배치될 수 있다. 즉, 상지 고정 장치(130)는 몸통 고정 장치(120)의 중심축에서 벗어난 곳에 배치될 수 있다.

[0034] 상지 고정 장치(130)는 실험동물(M)의 오른쪽 상지(UE) 또는 왼쪽 상지(UE) 중 하나를 고정할 수 있다. 도 1에 서는 상지 고정 장치(130)가 실험동물(M)의 왼쪽 상지(UE)를 고정하도록 배치된 것을 예시하였으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 상지 고정 장치(130)에 고정되지 않은 다른 쪽 상지(UE)는 자유롭게 움직일 수 있다.

[0035] 즉 자세 고정부(100)에 의해, 실험동물(M)은 두 상지(UE) 중 '하나'만 자유롭게 움직이고, 다른 신체 부위는 고정된 상태로 있을 수 있다. 따라서, 고정된 신체 부위에서의 '고유감각'의 변화는 거의 없는 반면 자유롭게 움직일 수 상지(UE) 중 '하나'의 고유감각은 위치에 따라 비교적 크게 변할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 실험동물(M)의 한 발만을 자유롭게 움직이게 하여, 뇌 신호의 변화를 분석하여 고유감각의 신경학적 원리를 규명한다.

[0036] 자극부(200)는 실험동물(M)에 자극을 가한다. 자극부(200)는 실험동물(M)의 시각/청각/촉각을 통해 인지될 수 있는 신호를 보낼 수 있는 장치로, 예컨대 LED 광원일 수 있으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 예컨대 LED 광원이 온(on)되는 경우, 실험동물(M)은 시각적인 자극을 받게 된다. 자극부(200)를 통해, 훈련된 실험동물(M)의 특정 반응 또는 동작을 일으킬(trigger) 수 있다.

[0037] 센싱부(300)는, 자극부(200)에 의해 자극을 받은 실험동물(M)의 특정 동작을 감지한다. 예컨대, 센싱부(300)는 자극부(200)에 의해 자극을 받은 실험동물(M)이 상지(UE)를 움직이는지 아닌지를 판단할 수 있는 센서를 가질 수 있다. 예컨대, 센싱부(300)는 자세가 고정된 실험동물(M)의 상지(UE) 근처에 놓이는 터치 센서(touch sensor)를 포함할 수 있다. 터치 센서(300)는 판(plate) 형태의 센서일 수 있고, 터치 위치 및 터치 시간을 포함하는 데이터를 후술할 제어부(600)에 전달할 수 있다. 이하에서는 센싱부(300)가 터치 센서임을 전제로 서술하나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0038] 실험동물(M)이 취하는 '특정 동작'은, 예컨대 실험동물(M)이 '상지(UE) 중 하나로 터치 센서(300)를 일정 시간 이상 터치'하는 동작일 수 있다. 상술하였듯, 실험동물(M)은 상지(UE) 중 하나를 제외하고는 자세가 고정된 상태일 수 있다. 이 경우 상지(UE) 중 하나를 제외한 다른 신체 부위의 고유감각은 일정할 수 있다. 반면, 실험동물(M)의 상지(UE) 중 하나의 움직임은 자유로우므로, 이 상태에서 실험동물(M)의 뇌 신호를 측정하면 '상지(UE) 중 하나'의 고유감각의 변화를 측정/분석할 수 있다.

[0039] 한편, 얼굴 받침대(H)는 실험동물(M)의 얼굴/목 부분을 지지할 수 있다. 얼굴 받침대(H)에 의해, 실험동물(M)은 상지(UE) 및 센싱부(300)를 볼 수 없게 된다. 이에 따라, 실험동물(M)이 시각적으로 자신의 상지(UE)의 위치를 인식하는 것을 방지할 수 있어, '고유감각'을 통해 상지(UE)의 위치를 판단할 때 발생하는 뇌 신호를 유도할 수 있다.

[0040] 보상 제공부(400)는, 자극부(200)에 의해 자극을 받은 실험동물(M)이 특정 동작을 수행할 때 실험동물(M)에 보상을 제공한다. 예컨대 보상 제공부(400)는 음료 제공부를 포함할 수 있다. 음료 제공부는 제어부(600)의 급수 제어 밸브에 의해 제어되어, 실험동물(M)의 입까지 연장되는 포트(port)를 통해 음료를 제공할 수 있다.

[0041] 뇌 신호 측정부(500)는, 실험동물(M)이 특정 동작을 수행할 때의 능동적 고유감각 신호를 기록하여 제어부(600)에 송신한다. 뇌 신호 측정부(500)는 실험동물(M)의 머리에 삽입되어 실험동물(M)의 뇌파(EEG) 등을 측정할 수 있다.

[0042] 제어부(600)는 센싱부(300) 및 뇌 신호 측정부(500)로부터 신호를 수신하고, 기정된 알고리즘에 따라 자극부(200) 및 보상 제공부(400)를 제어한다.

[0043] 도 2는 제어부(600)의 제어를 통해 실험동물(M)을 훈련하는 과정을 개략적으로 표현한 그림이다.

[0044] 일 실시예에 따르면, 제어부(600)는 터치 센서(300)의 기정 영역에 기정 시간 이상 터치가 감지되면 보상 제공부(400)에 실험동물(M)에 보상을 제공하라는 명령을 송신할 수 있다.

[0045] 실험동물(M)의 다른 신체 부위는 자세 고정부(100)에 의해 고정되어 있으므로, 실험동물(M)이 터치 센서(300)를 기정 시간 이상 터치하는 경우 기정 시간 동안 실험동물(M)은 '가만히 있는 자세'를 유지하는 것으로 판단할 수 있다. 즉 상지(UE)가 터치 센서(300)의 적절한 위치에 놓인 상태에서 실험동물(M)이 일정 시간 이상 같은 자세를 유지하는 경우, 제어부(600)는 이를 보상할 수 있다.

- [0046] 도 1 및 도 2를 참조하면, 제1차 시도(Trial 1)에서 제어부(600)는 자극부(200), 예컨대 LED 광원을 온(on)시켜 실험동물(M)에 자극을 가한다. 자극을 가하는 동안 실험동물(M)이 기정된 동작, 예컨대 기정 시간 동안 터치 센서(300)를 터치하는 동작을 수행하는 경우, 터치 센서(300)는 이와 같은 정보를 제어부(600)에 전달한다. 제어부(600)는 제1차 시도의 성공 여부를 판단한 후, 성공시 보상 제공부(400)를 제어하여 실험동물(M)에 보상을 제공하고, 광원을 오프(off)시켜 자극을 멈춘다. 소정의 대기 시간이 지난 후, 제1차 시도와 마찬가지로 제2차 시도(Trial 2)가 수행된다. 이러한 과정은 반복적으로 수행된다.
- [0047] 이와 같은 훈련 과정을 거친 실험동물(M)은, 터치 센서(300)의 특정 영역에 '능동적으로' 상지(UE)를 댄 후 기정 시간 이상 가만히 있는 자세를 유지하도록 학습될 수 있다. 이때 실험동물(M)은 상지(UE)를 보지 못하는 상태이므로, 실험동물(M)은 '고유감각'에 의지하여 특정 영역에 상지(UE)를 터치하게 된다. 따라서 실험동물(M)의 '능동적 고유감각'이 유발될 수 있다.
- [0048] 도 3은 실험동물(M)이 서로 다른 두 자세를 취할 때 고유감각에 따른 뇌 신호를 비교하기 위한 실험 방법을 개략적으로 나타낸 개념도이다.
- [0049] 일 실시예에 따르면, 제어부(600)는 보상 조건을 시간에 따라 변경할 수 있다. 즉 제어부(600)는 제1 시간 구간(T1)에서 터치 센서(300)의 제1 영역(R1)에 기정 시간 이상 터치가 감지되면, 보상 제공부(400)에 실험동물(M)에 보상을 제공하라는 명령을 송신할 수 있다. 이후, 제어부(600)는 제2 시간 구간(T2)에서 터치 센서(300)의 제2 영역(R2)에 기정 시간 이상 터치가 감지되면, 보상 제공부(400)에 상기 실험동물(M)에 보상을 제공하라는 명령을 송신할 수 있다.
- [0050] 도 3을 참조하면, 터치 센서(300)는 여러 개의 영역으로 분획될 수 있다. 터치 센서(300)는 예컨대 도 3과 같이 3x3의 셀(cell)로 분획될 수 있으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 셀의 크기 및 개수는 실험동물(M)에 따라 다르게 설정될 수 있다.
- [0051] 제어부(600)는, 훈련 중 터치 센서(300)의 기정 영역에 기정 시간 이상 터치가 감지되는 경우를 '성공'으로 판단할 수 있다. 즉 예컨대 제어부(600)는 터치 센서(300)의 전체 영역 중 기정된 제1 영역(R1)에 일정 시간 이상 터치가 감지되었을 때만 보상을 제공할 수 있다. 즉, 제어부(600)의 제어에 의해, 제1 시간 구간(T1)에서는 실험동물(M)이 터치 센서(300)의 제1 영역(R1)을 터치하도록 훈련시킬 수 있다. 훈련이 끝나면, 실험동물(M)은 특정 자극에 반응하여 제1 영역(R1)에 상지(UE)를 터치한 후 일정 시간 동안 가만히 있는 자세를 유지할 수 있게 된다. 따라서, 실험동물(M)의 상지(UE)가 제1 영역(R1)에 위치할 때 실험동물(M)이 느끼는 고유감각 뇌 신호를 반복적으로 획득하여 분석할 수 있다.
- [0052] 제1 시간 구간(T1)의 길이는 실험동물(M)이 첫 보상을 받은 시점 이후부터 기정된 회수의 시도(trial)를 수행하는 시간 또는 기정 시간으로 설정될 수 있다. 또는, 카메라(CM, 도 1 참조)를 통해 외부에서 실험동물(M)의 상태를 판단하는 사용자가 훈련 조건 변경 시점을 설정하여 제1 시간 구간(T1)의 길이를 유동적으로 조절할 수도 있다.
- [0053] 제1 시간 구간(T1)에서 충분한 데이터를 확보한 후, 제어부(600)는 보상 조건을 바꾸어 실험동물(M)을 다시 훈련시킬 수 있다. 즉 제1 시간 구간(T1) 후, 제2 시간 구간(T2)에서는 터치 센서(300)의 제2 영역(R2)을 터치하도록 실험동물(M)을 훈련시킬 수 있다. 훈련이 끝나면, 실험동물(M)은 특정 자극에 반응하여 제2 영역(R2)에 상지(UE)를 터치한 후 일정 시간 동안 가만히 있는 자세를 유지할 수 있게 된다. 따라서, 실험동물(M)의 상지(UE)가 제2 영역(R2)에 위치할 때 실험동물(M)이 느끼는 고유감각 뇌 신호를 반복적으로 획득할 수 있다.
- [0054] 보상 조건이 시간에 따라 변함에 따라, 실험동물(M)은 보상을 획득하기 위하여 '능동적으로' 상지(UE)의 위치를 바꾸어야 한다. 이에 따라 고유감각을 통해 상지(UE)의 위치 정보를 인식하는 뇌 신경 회로의 활동이 강화될 수 있다. 이때 제어부(600)는 실험동물(M)의 상지(UE)가 제1 영역(R1)에 위치할 때의 고유감각 뇌 신호와, 제2 영역(R2)에 위치할 때의 고유감각 뇌 신호의 차이를 비교하여 분석할 수 있다.
- [0055] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 방법을 순차적으로 나타낸 순서도이다.
- [0056] 일 실시예에 따른 동물의 고유감각을 유도하기 위한 실험 방법은, 자세 고정부(100)를 이용하여, 실험동물(M)의 움직임의 자유를 제한하는 단계(S410); 자극부(200)를 이용하여, 실험동물(M)에 자극을 가하는 단계(S420); 센싱부(300)를 이용하여, 자극부(200)에 의해 자극을 받은 실험동물(M)이 특정 동작을 수행하는지 여부를 감지하는 단계(S430); 보상 제공부(400) 및 제어부(600)를 이용하여, 자극부(200)에 의해 자극을 받은 실험동물(M)이

특정 동작을 수행할 때 실험동물(M)에 보상을 제공하는 단계(S440); 및 뇌 신호 측정부(500)를 이용하여, 실험동물(M)이 특정 동작을 수행할 때의 능동적 고유감각 신호를 측정하는 단계(S450);를 포함한다.

[0057] 본 발명의 일 실시예에 의한 실험 방법에서는, 우선 실험동물(M)의 움직임의 자유를 제한하여 고유감각을 일정하게 유지시키는 반면 상지(UE) 중 하나는 자유롭게 움직일 수 있도록 한다.

[0058] 이후, 실험동물(M)에 LED 광원 등으로 자극을 주고, 실험동물(M)이 터치 센서(300)의 특정 영역을 고유감각을 통해 '찾아낸' 후 기정 시간 이상 터치하는 경우 이를 감지해 보상을 제공하는 과정을 반복하여 실험동물(M)을 훈련시킨다. 즉 실험동물(M)은 고유감각에 의지하여 보상을 받을 수 있는 특정 영역을 찾도록 훈련될 수 있다. 이에 따라, 실험동물(M)의 고유감각에 의한 뇌 신호가 강화되므로, 뇌 신호 측정부(500)를 통해 실험동물(M)이 터치 센서(300)를 터치하는 등의 특정 동작을 수행할 때의 능동적 고유감각 신호를 측정하여 분석할 수 있다.

[0059] 본 발명의 일 실시예에 따른 실험 장치 및 실험 방법에 의하면, 실험동물(M)이 능동적으로 특정 자세를 취할 때 유발되는 '능동적 고유감각' 뇌 신호를 측정/기록하여 고유감각의 신경학적 원리를 규명할 수 있다.

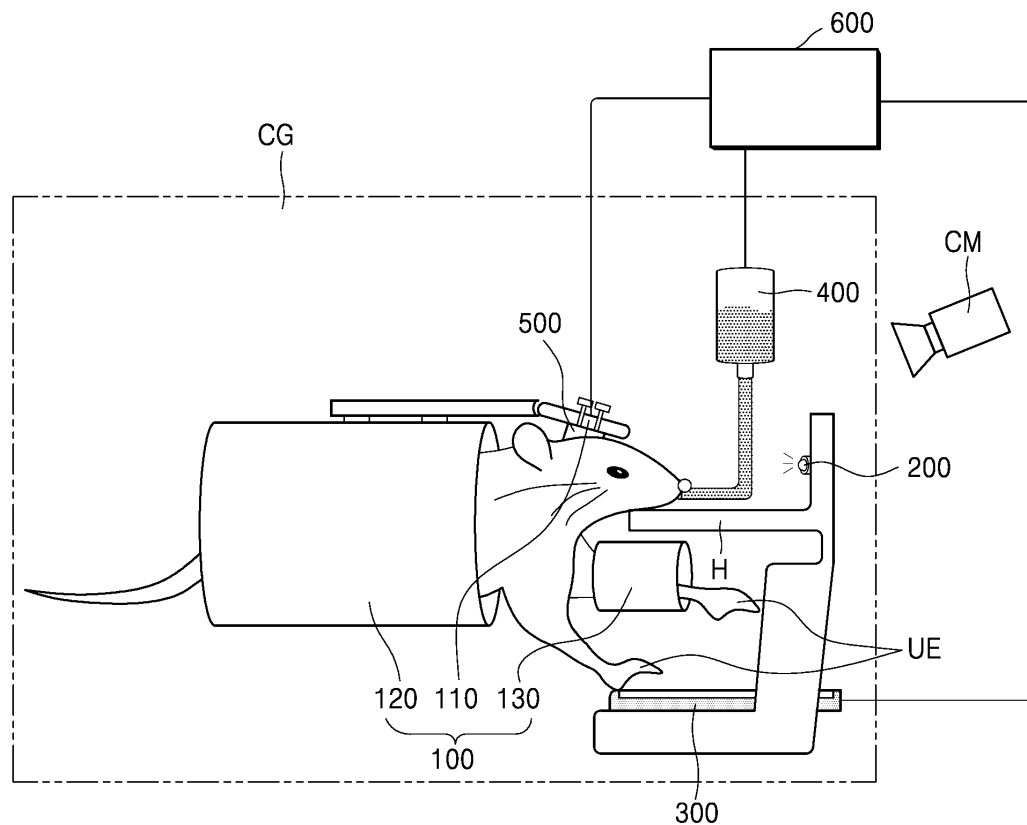
[0060] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

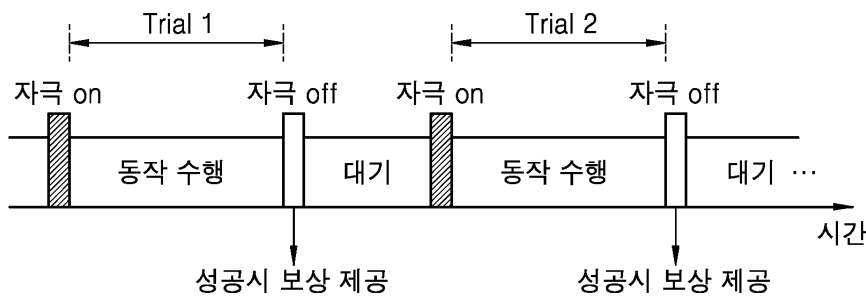
[0061] 100: 자세 고정부 200: 자극부
300: 센싱부 400: 보상 제공부
500: 뇌 신호 측정부 600: 제어부

도면

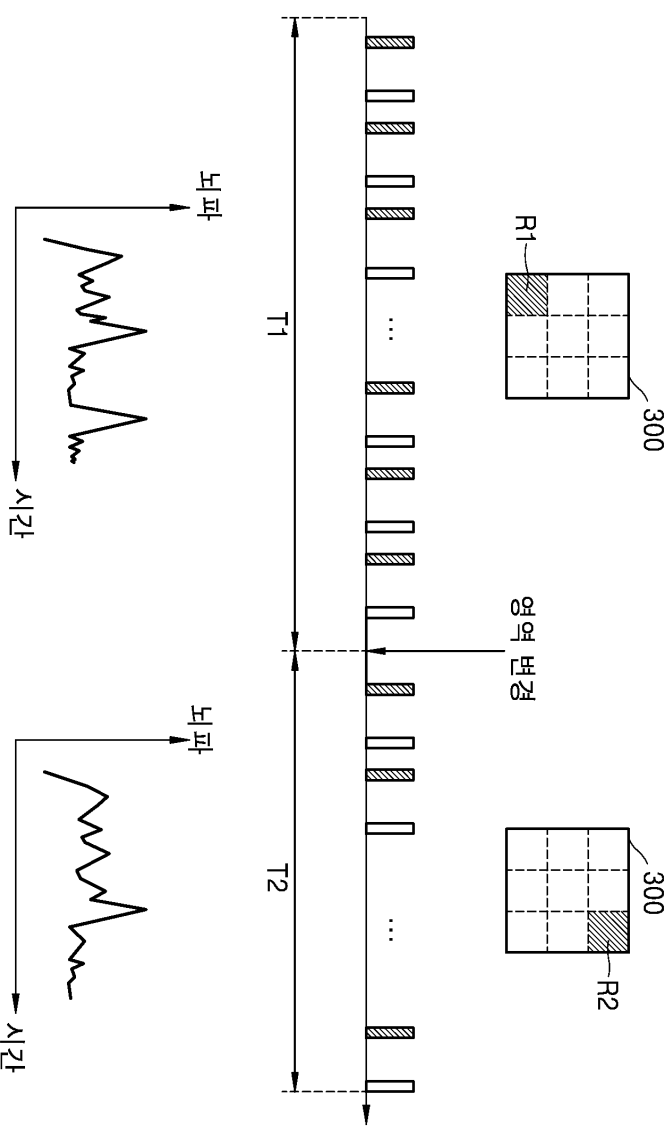
도면1



도면2



도면3



도면4

