



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0052794
(43) 공개일자 2023년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 3/08 (2023.01) G06F 3/01 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06N 3/08 (2023.01)
G06F 3/015 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0053977
(22) 출원일자 2022년05월02일
심사청구일자 2022년05월02일
(30) 우선권주장
1020210135798 2021년10월13일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
이성환
서울특별시 강남구 언주로30길 13, B동 2506호 (도곡동, 대림아크로빌)
신혜빈
경기도 김포시 김포한강2로 362, 610동 601호 (장기동, 청송마을중흥에스-클래스)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

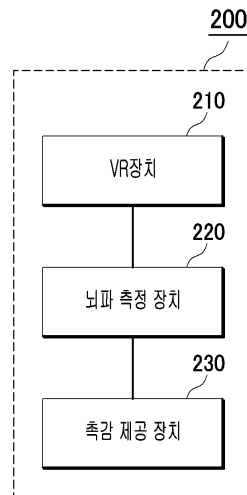
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 뇌-컴퓨터 인터페이스를 구현하기 위한 뇌파 디코딩 모델 구축 방법과 이를 포함하는 햅틱 자극 제공 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 뇌파 신호에 대응되는 촉감을 표현하는 복수의 자극을 출력하는 햅틱 자극 제공 시스템을 이용한 햅틱 자극 제공 방법은, 사용자의 뇌파 신호를 수신하는 단계; 상기 뇌파 신호를 디코딩 모델에 입력하여, 상기 뇌파 신호에 대응하는 촉감 패턴을 분류하는 단계; 및 상기 촉감 패턴에 대응되는 물리적 자극을 상기 사용자에게 출력하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

G06F 3/016 (2013.01)

G06F 2203/011 (2013.01)

(72) 발명자

김명기

경기도 고양시 일산서구 강선로 141, 1606동 304호
(일산동, 후곡마을16단지아파트)

조정현

서울특별시 용산구 독서당로 111, 126동 802호 (한남동, 한남더힐)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711126169

과제번호 20170004320052005

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원

연구사업명 SW컴퓨팅산업원천기술개발

연구과제명 (BCI-총괄/1세부) 생각만으로 실생활 기기 및 AR/VR 디바이스를 제어하는 비침습

BCI 통합 뇌인지컴퓨팅 SW 플랫폼 기술 개발

기 여 율 1/2

과제수행기관명 한국과학기술연구원(KIST)

연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711126458

과제번호 20170004510051001

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원

연구사업명 SW컴퓨팅산업원천기술개발

연구과제명 (BCI-2세부) 딥러닝을 이용하여 사람의 의도를 인지하는 BCI 기반 뇌인지컴퓨팅 기

술 개발

기 여 율 1/2

과제수행기관명 고려대학교산학협력단

연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

사용자의 뇌파 신호에 대응되는 촉감 패턴을 출력하는 디코딩 모델을 구축하는 방법에 있어서,

- (a) 미리 설정된 촉감 탐색 시나리오에 포함된 촉각 자극에 의해 생성되는 사용자의 제1 뇌파 데이터를 수집하는 단계;
- (b) 상기 촉각 자극에 대하여 사용자가 느낀 촉감을 수치로 입력 받은 촉감 레이블 데이터를 획득하는 단계;
- (c) 상기 촉각 자극을 나타내는 촉각 레이블 데이터, 상기 제1 뇌파 데이터 및 상기 촉감 레이블 데이터를 매칭하여 제1 학습 데이터를 생성하는 단계; 및
- (d) 상기 제1 학습 데이터를 기반으로 상기 디코딩 모델을 학습하는 단계를 포함하되,

상기 촉감 레이블 데이터는, 촉감을 구성하는 적어도 하나 이상의 촉감 파라미터에 대해서 사용자가 느낀 정도를 수치화한 값을 포함하는 것이고,

상기 디코딩 모델은, 상기 촉감 패턴으로서 상기 촉감 레이블 데이터를 출력하도록 학습되는 것인, 뇌파 디코딩 모델 구축 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 촉감 탐색 시나리오는,

상기 사용자의 시각이 차단된 상태에서, 상기 사용자가 물체에 대하여 느낀 촉감을 상기 적어도 하나 이상의 촉감 파라미터에 대하여 수치화하여 입력 받도록 설계된 것이되,

상기 촉감 파라미터는, 물체의 거칠기, 물체의 강도 또는 물체의 온도를 포함하는 것인, 뇌파 디코딩 모델 구축 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 촉감 탐색 시나리오는,

능동적 탐색 방법에 따라 사용자가 능동적 동작을 통해 상기 물체와 접촉하도록 설계된 것이거나,

수동적 탐색 방법에 따라, 물체를 이동시키는 장치를 통해 상기 물체와 상기 사용자가 접촉하도록 설계된 것인, 뇌파 디코딩 모델 구축 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 촉각 레이블 데이터는, 상기 촉각 자극의 상기 적어도 하나 이상의 촉감 파라미터에 대한 기본값이 설정된 것인, 뇌파 디코딩 모델 구축 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 촉감 레이블 데이터는,

상기 촉각 레이블 데이터에 설정된 상기 기본값을 상기 사용자가 느낀 촉감에 근거하여 수정한 것인, 뇌파 디코딩 모델 구축 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

(e) 복수의 물체에 대한 이미지를 포함하는 시각형 촉각 자극에 의해 생성되는 사용자의 제2 뇌파 데이터를 포함하는 제2 학습 데이터를 기반으로 상기 디코딩 모델을 학습하는 단계를 더 포함하되,

상기 디코딩 모델은,

상기 제2 뇌파 데이터 대응되는 상기 제1 뇌파 데이터를 탐색하고, 상기 제1 뇌파 데이터와 매칭되는 상기 촉감 패턴을 출력하도록 학습된 것인, 뇌파 디코딩 모델 구축 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 디코딩 모델은,

합성곱 신경망(Convolutional Neural Network) 구조인 것인, 뇌파 디코딩 모델 구축 방법.

청구항 8

뇌파 신호에 대응되는 촉감을 표현하는 복수의 자극을 출력하는 햅틱 자극 제공 시스템을 이용한 햅틱 자극 제공 방법에 있어서,

(a) 사용자의 뇌파 신호를 수신하는 단계;

(b) 상기 뇌파 신호를 디코딩 모델에 입력하여, 상기 뇌파 신호에 대응하는 촉감 패턴을 분류하는 단계; 및

(c) 상기 촉감 패턴에 대응되는 물리적 자극을 상기 사용자에게 출력하는 단계를 포함하되,

상기 디코딩 모델은,

복수의 물체 각각에 대한 상기 사용자의 촉감을 수치화한 촉감 레이블 데이터 및 상기 촉감 레이블 데이터에 대응되는 뇌파 데이터를 기초로 학습되어, 입력된 뇌파 신호에 대응되는 상기 촉감 패턴을 출력하는 것이며,

상기 촉감 레이블 데이터는, 촉감을 구성하는 적어도 하나 이상의 촉감 파라미터에 대해서 사용자가 느낀 정도를 수치화한 값을 포함하는 것인, 뇌파 신호를 이용한 햅틱 자극 제공 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

햅틱 알고리즘을 통해 상기 촉감 패턴에 포함된 적어도 하나 이상의 촉감 파라미터를 적어도 하나 이상의 자극 파라미터로 변환하여 상기 물리적 자극으로 출력하는 것인, 뇌파 신호를 이용한 햅틱 자극 제공 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

(d) 실시간으로 상기 디코딩 모델을 업데이트하는 단계를 더 포함하되,

상기 (d) 단계는,

(e) 상기 촉감 패턴이 생성되면, 상기 뇌파 신호와 상기 뇌파 신호에 대응되는 상기 촉감 패턴을 매칭하여 업데이트 데이터를 생성하는 단계; 및

(f) 상기 업데이트 데이터를 상기 디코딩 모델에 추가하여 상기 디코딩 모델을 업데이트 하는 단계를 포함하는, 뇌파 신호를 이용한 햅틱 자극 제공 방법.

청구항 11

뇌파 신호에 대응되는 촉감을 표현하는 복수의 물리적 자극을 사용자에게 제공하는 햅틱 자극 제공 시스템에 있

어서,

사용자에게 가상 현실을 제공하는 VR(Virtual Reality) 장치;

상기 사용자가 상기 VR장치를 통해 상기 가상 현실을 체험하는 동안 상기 사용자의 뇌파 신호를 측정하는 뇌파 측정 장치; 및

상기 뇌파 측정 장치로부터 상기 뇌파 신호를 수신하고, 상기 뇌파 신호를 디코딩 모델에 적용하여 촉감 패턴을 출력하며, 상기 촉감 패턴에 대응되는 복수의 물리적 자극을 상기 사용자에게 출력하는 촉감 제공 장치를 포함 하되,

상기 디코딩 모델은,

복수의 물체 각각에 대한 상기 사용자의 촉감을 수치화한 촉감 레이블 데이터 및 상기 촉감 레이블 데이터에 대응되는 뇌파 데이터를 기초로 학습되어, 입력된 뇌파 신호에 대응 되는 상기 촉감 패턴을 출력하는 것이고,

상기 촉감 레이블 데이터는, 촉감을 구성하는 적어도 하나 이상의 촉감 파라미터에 대해서 사용자가 느낀 정도를 수치화한 값을 포함하는 것인, 뇌파 신호를 이용한 햅틱 자극 제공 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술에 관한 것으로, 뇌파 디코딩 모델 구축 방법과 이를 포함하는 햅틱 자극 제공 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인간-컴퓨터 상호작용(Human-Computer Interaction)에 있어서 가장 중요한 요소는 인터페이스의 실감화이며, 이를 위해 새롭게 등장한 대표적인 패러다임이 가상 현실(virtual reality)이다. 시각, 청각, 촉각, 후각 등과 같이 여러 종류의 정보를 적절히 조합하여 사용자에게 현실성을 제공하는 것이 가상 현실 기법의 궁극적인 목표이다.

[0003] 가상 현실의 현실감을 위한 핵심 요소는 몰입(immersion), 상호작용(interaction), 상상(imagination)이며 몰입 순간까지의 과정을 얼마나 쉽고 빠르게 이끌어 가는지가 가상현실의 기술적 정도를 대변한다고 할 수 있다.

[0004] 현재의 보편화된 상호작용 수단은 시청각 인터페이스이며 3차원 그래픽, 입체 음향 등 많은 기술 발전이 이루어졌지만, 인간이 현실 생활에서 느끼는 지각 능력은 시청각에 만 국한되지 않고, 물리적인 힘이 관여되는 상황이 많다.

[0005] 햅틱(haptic) 인터페이스는 사용자 손의 움직임에 따라 발생하는 촉각 정보를 사용자에게 적절히 전달함으로써 좀 더 높은 수준의 몰입감을 제공할 수 있다.

[0006] 이는 촉각을 통한 상호작용의 효율화라는 측면에서 질 높은 가상환경 구축에 중요한 도구로 활용될 수 있다.

[0007] 또한, 시청각 인터페이스 사용이 용이하지 않은 사용자(시/청각 장애인 등)를 위한 대안적 인터페이스로 사용될 수 있다.

[0008] 하지만, 촉각 인터페이스는 하드웨어 경량화와 디스플레이 고도화를 동시에 달성하기 힘들다는 점 등으로 인해 시청각 인터페이스와 같은 수준의 기술 발전과 보편화가 힘든 실정이다.

[0009] 이러한 기술적 한계를 극복하고 더욱더 심리스(seamless)한 인간-컴퓨터 상호작용 인터페이스를 구축하기 위해서는 인간 측면에 접근할 필요가 있다.

[0010] 예를 들어, 사용자가 햅틱 인터페이스를 통해 전달된 정보를 사실적으로 느끼고 몰입감이 깨지지 않도록 하기 위해 지속적인 사용자 모니터링과 그 결과에 따라 적응적으로 햅틱 파라미터를 업데이트하는 사용자 맞춤형 시스템을 구축할 수 있다.

[0011] 상상과 몰입의 과정은 인간의 뇌에서 이루어지는 것으로, 이러한 일련의 과정을 모니터링하고 강화하기 위해서는 뇌 신호를 디코딩할 수 있는 뉴럴 인터페이스(neural interface)가 필요하다.

[0012] 인간의 뇌가 촉각(감각) 정보를 처리하고 촉감(지각)을 형성하는 과정을 살펴보면, 우선 특정 질감의 표면을 손

으로 만질 때 피부 표면에 재현되는 압력 패턴을 국소 압력 자극 수용기(mechanoreceptor)들이 감지하고 인코딩하여 뇌로 전달한다.

- [0013] 이렇게 암호화된 정보를 뇌 중추의 체성 감각(somatosensory) 영역에서 다시 디코딩하여 마이크로(micro-scale)와 매크로(macro-scale)한 특징들을 파악하고 통합한 다음, 인지 영역에 의한 하향식 조절(top-down modulation)을 거쳐 최종적으로 “거칠다,” “말랑하다” 등의 통일된 지각이 형성된다.
- [0014] 촉각(감각)은 일차적으로 입력된 감각 정보이며 물체의 물리적 속성이 많이 포함되어 있는 반면, 촉감(지각)은 하향식 과정을 거쳐 2차적으로 가공된, 인지적 상태가 더 많이 반영된 정보라고 볼 수 있다.
- [0015] 따라서, 본 발명에서는 손 표면의 수용체뿐만 아니라 뇌의 촉각 관련 영역에서 어떤 지각이 형성되었는지를 디코딩하여 실시간으로 햅틱 장비를 업데이트하는 데 사용할 수 있는 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface, BCI)를 제안한다.
- [0016] 햅틱 인터페이스를 위한 요소 기술은 촉감 반응을 위한 하드웨어 기술과 햅틱 렌더링(haptic rendering)이라 불리는 촉감 재현을 위한 관련 소프트웨어 기술이다.
- [0017] 이상적인 햅틱 인터페이스는 장치가 가상의 물체와 접촉하게 되면 가상물체의 임피던스(impedance)를 사용자에게 투명하게 전달할 수 있어야 하며, 반대로 접촉하지 않고 자유 운동 상태일 경우에는 아무런 임피던스도 전달하지 말아야 한다.
- [0018] 햅틱 피드백은 능동 및 저항력 피드백을 포함한 근감각 피드백(kinesthetic/force feedback)과 진동, 질감, 및 열을 포함한 촉각 피드백(tactile feedback)으로 구분되며 본 발명은 후자에 관한 것이다.
- [0019] 뇌-컴퓨터 인터페이스란, 뇌와 기계를 연결하여 다른 신체 부위의 움직임 없이 뇌로 직접 컴퓨터나 기계를 제어하는 인터페이스 체계이다. 이러한 뇌-컴퓨터인터페이스는 뇌파의 특징을 추출하여 분석하는 과정을 거친다. 뇌파는 뇌의 전기적인 활동을 머리 표면에 부착한 전극에 의해 비침습적으로 측정된 전기 신호이다.
- [0020] 뇌의 전기적 활동에 대한 신경생리학적 측정방법으로 두피에 부착한 전극을 통해 기록한다. 뇌파 신호는 뇌의 활동에 따라 시공간적으로 변화하므로 시간적 특징, 주파수에 따른 대역별 특징, 공간적 특징을 관찰할 수 있다.
- [0021] 동작 상상, 시각 상상, 발화 상상에 기반을 둔 뇌-컴퓨터 인터페이스는 어떤 제약에 있는 사용자라고 하더라도 사용자가 의도한대로 뇌 신호 패턴을 분석하여 컴퓨터나 기계를 제어할 수 있다.
- [0022] 이와 관련하여, 종래의 기술들을 살펴보면 다양한 알고리즘을 사용하여 특징을 추출하지만 모두 뇌의 특정 정보 처리 과정과 관련된 주파수 특징 (ERD/ERS), 공간적 특징 (CSP) 등이 경험론적으로 비교적 명확하다는 것을 전제로 특징 추출을 수행하고 또 각 패러다임에 최적화가 되어있다.
- [0023] 하지만, 촉각 처리 과정의 경우 시간적, 공간적, 주파수 특징이 밝혀진 바가 없을 뿐 아니라 시각과 운동 관련 기전들과는 상이한 특징들을 가지기 때문에 기존의 특징 추출 방식을 적용할 수는 없어, 이를 해결하기 위한 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0024] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여, 촉감 레이블 데이터와 이에 대응되는 뇌파 데이터를 이용하여 사용자에게 최적화된 뇌파 디코딩 모델을 학습하는 방법을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.
- [0025] 또한, 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위해, 뇌파 디코딩 모델을 이용하여 사용자의 뇌파 신호에 대응되는 촉감을 제공하는 햅틱 자극 제공 시스템 및 방법을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.
- [0026] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0027] 상술한 기술적 과제를 해결하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 디코딩 모델 구축 방법은, 미리 설정된 촉감 탐색 시나리오에 포함된 촉각 자극에 의해 생성되는 사용자의 제1 뇌파 데이터를 수

집하는 단계; 상기 촉각 자극에 대하여 사용자가 느낀 촉감을 수치로 입력 받은 촉감 레이블 데이터를 획득하는 단계; 상기 촉각 자극을 나타내는 촉각 레이블 데이터, 상기 제1 뇌파 데이터 및 상기 촉감 레이블 데이터를 매칭하여 제1 학습 데이터를 생성하는 단계; 및 상기 제1 학습 데이터를 기반으로 상기 디코딩 모델을 학습하는 단계를 포함한다. 이때, 촉감 레이블 데이터는, 촉감을 구성하는 적어도 하나 이상의 촉감 파라미터에 대해서 사용자가 느낀 정도를 수치화한 값을 포함하는 것이고, 디코딩 모델은 상기 촉감 패턴으로서 상기 촉감 레이블 데이터를 출력하도록 학습되는 것이다.

[0028] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 자극 제공 방법은, 사용자의 뇌파 신호를 수신하는 단계; 상기 뇌파 신호를 디코딩 모델에 입력하여, 상기 뇌파 신호에 대응하는 촉감 패턴을 분류하는 단계; 및 상기 촉감 패턴에 대응되는 물리적 자극을 상기 사용자에게 출력하는 단계를 포함한다.

[0029] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 자극 제공 시스템은, 사용자에게 가상 현실을 제공하는 VR(Virtual Reality) 장치; 상기 사용자가 상기 VR장치를 통해 상기 가상 현실을 체험하는 동안 상기 사용자의 뇌파 신호를 측정하는 뇌파 측정 장치; 및 상기 뇌파 측정 장치로부터 상기 뇌파 신호를 수신하고, 상기 뇌파 신호를 디코딩 모델에 적용하여 촉감 패턴을 출력하며, 상기 촉감 패턴에 대응되는 복수의 물리적 자극을 상기 사용자에게 출력하는 촉감 제공 장치를 포함한다.

발명의 효과

[0030] 진술한 본 발명의 과제 해결 수단에 따르면, 촉각 자극 또는 시각 자극에 대응되는 뇌파 신호를 정확하게 측정하고 수집할 수 있어, 촉각 정보 기반의 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술 발전에 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 디코딩 모델 구축 장치를 개략적으로 나타낸 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 디코딩 모델 구축 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도3은 촉감 탐색 시나리오의 능동적 탐색에 대한 예시도이다.

도 4는 촉각 탐색 시나리오의 수동적 탐색에 대한 예시도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 자극 제공 시스템을 개략적으로 나타낸 블록도이다.

도 6은 도5에 도시된 햅틱 자극 제공 시스템의 적용 예시도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 자극 제공 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 8은 도 7에 도시된 디코딩 모델을 업데이트하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 9는 시각, 촉각 및 물리적 자극을 매핑한 공간의 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하기로 한다. 다만, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 여기에서 설명하는 실시예들로 한정되는 것은 아니다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 도면에 나타난 각 구성요소의 크기, 형태, 형상은 다양하게 변형될 수 있다. 명세서 전체에 대하여 동일/유사한 부분에 대해서는 동일/유사한 도면 부호를 붙였다.

[0033] 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부" 등은 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 생략하였다.

[0034] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉 또는 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결(접속, 접촉 또는 결합)"되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결(접속, 접촉 또는 결합)"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함(구비 또는 마련)"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소

를 더 "포함(구비 또는 마련)"할 수 있다는 것을 의미한다.

- [0035] 본 명세서에서 사용되는 제1, 제2 등과 같이 서수를 나타내는 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용되며, 구성 요소들의 순서나 관계를 제한하지 않는다. 예를 들어, 본 발명의 제1구성요소는 제2구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2구성요소도 제1구성 요소로 명명될 수 있다.
- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 디코딩 모델 구축 장치를 개략적으로 나타낸 블록도이다.
- [0037] 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 디코딩 모델 구축 장치(100)(이하 장치(100)이라 함)는 후술할 뇌파 디코딩 모델을 학습한다. 도 1에 도시된 것처럼 장치(100)는 통신 모듈(110), 메모리(120), 프로세서(130) 및 데이터베이스(140)를 포함한다.
- [0038] 통신 모듈(110)은 외부 컴퓨팅 장치 또는 사용자에게 가상 현실을 제공하는 VR장치, 사용자의 뇌파 신호를 측정하는 뇌파 측정 장치 및 사용자에게 물리적 자극을 제공하는 촉각 제공 장치와 데이터 통신을 수행하도록 한다. 통신 모듈(110)은 다른 네트워크 장치와 유무선 연결을 통해 제어 신호 또는 데이터 신호와 같은 신호를 송수신하기 위해 필요한 하드웨어 및 소프트웨어를 포함하는 장치를 포함할 수 있다.
- [0039] 메모리(120)는 통신 모듈(110)을 통해 수신한 정보에 기초하여 뇌파 디코딩 모델을 구축하는 프로그램이 저장된다. 이때, 뇌파 디코딩 모델은 사용자의 뇌파 신호를 수신하여 뇌파 신호에 대응되는 촉각 패턴을 분류한다. 이때, 본 발명에 따른 뇌파 디코딩 모델은 미리 설정된 촉각 탐색 시나리오에 포함된 촉각 자극에 의해 생성되는 사용자의 제1 뇌파 데이터를 수집하고, 촉각 자극에 대하여 사용자가 느낀 촉감을 수치로 입력 받는 촉감 레이블 데이터를 획득한다. 이후, 촉각 자극을 나타내는 촉각 레이블 데이터, 제1 뇌파 데이터 및 촉감 레이블 데이터를 매칭하여 제1 학습 데이터를 생성하고, 제1 학습 데이터를 기반으로 학습된다. 구체적인 뇌파 디코딩 모델에 대해서는 추후 상세히 설명하기로 한다.
- [0040] 한편, 메모리(120)는 전원이 공급되지 않아도 저장된 정보를 계속 유지하는 비휘발성 저장장치 및 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력을 필요로 하는 휘발성 저장장치를 통칭하는 것으로 해석되어야 한다. 메모리(120)는 프로세서(130)가 처리하는 데이터를 일시적 또는 영구적으로 저장하는 기능을 수행할 수 있다. 메모리(130)는 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치 외에 자기 저장 매체(magnetic storage media) 또는 플래시 저장 매체(flash storage media)를 포함할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0041] 프로세서(130)는 메모리(120)에 저장된 프로그램을 실행하여 뇌파 디코딩 모델을 구축한다. 본 실시예에서, 프로세서(130)는 마이크로프로세서(microprocessor), 중앙처리장치(central processing unit: CPU), 프로세서 코어(processor core), 멀티프로세서(multiprocessor), ASIC(application-specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array) 등의 형태로 구현될 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0042] 데이터베이스(140)는 뇌파 디코딩 모델을 학습하거나, 동작하기 위한 다양한 데이터가 저장될 수 있다. 예를 들면, 소정 물체에 대한 사용자의 촉감 정보 및 촉감 정보에 대응되는 뇌파 데이터와 같은 사용자 정보에 관한 데이터가 저장될 수 있다. 특히, 데이터베이스(140)는 뇌파 디코딩 모델을 이용하여 사용자의 뇌파 신호에 대응되는 촉감 패턴을 분류하기 위해, 사용자 각각에 대한 사용자 정보를 저장하고 관리한다.
- [0043] 한편, 뇌파 디코딩 모델 구축 장치(100)는 외부 컴퓨팅 장치로부터 사용자의 촉감 정보 및 뇌파 정보 등을 수신하고, 이를 뇌파 디코딩 모델에 입력하여 뇌파 신호에 대응 되는 촉감 패턴을 분류하는 서버의 형태로도 동작할 수 있다. 이때, 장치(100)는 SaaS (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service) 또는 IaaS (Infrastructure as a Service)와 같은 클라우드 컴퓨팅 서비스 모델에서 동작할 수 있다. 또한, 뇌파 디코딩 모델 구축 장치(100)는 사설(private) 클라우드, 공용(public) 클라우드 또는 하이브리드 클라우드와 같은 형태로 구축될 수 있다.
- [0044] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 디코딩 모델 구축 방법을 설명하기 위한 흐름도로, 본 발명은 사용자의 뇌파 신호에 대응되는 촉감 패턴을 출력하는 디코딩 모델을 구축하는 방법이다.
- [0045] 도 2을 참조하면, 본 발명은 미리 설정된 촉감 탐색 시나리오에 포함된 촉각 자극에 의해 생성되는 사용자의 제1 뇌파 데이터를 수집하고(단계 S110), 촉각 자극에 대하여 사용자가 느낀 촉감을 수치로 입력 받는 촉감 레이블 데이터를 획득한다(단계 S120).
- [0046] 이후, 촉각 자극을 나타내는 촉각 레이블 데이터, 제1 뇌파 데이터 및 촉감 레이블 데이터를 매칭하여 제1 학습

데이터를 생성하고(단계 S130), 제1 학습 데이터를 기반으로 디코딩 모델을 학습시킨다 (단계 S140).

- [0047] 여기서, 디코딩 모델은 촉감 패턴으로 촉감 레이블 데이터를 출력하도록 학습되며, 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network) 구조로 구축될 수 있다. 그러나, 디코딩 모델의 구조는 본 실시예에 한정되는 것은 아니며, 머신러닝을 수행할 수 있는 모든 구조에 적용될 수 있다.
- [0048] 이후, 각 단계에 대한 세부 사항을 설명한다.
- [0049] 먼저, 단계 S110 및 단계 S120에서 제1 뇌파 데이터 획득과 촉감 레이블 데이터를 획득하기 위해 수행되는 촉감 탐색 시나리오를 설명하면, 촉감 탐색 시나리오는 사용자의 시각이 차단된 상태에서 사용자가 물체와 접촉하여 촉각 자극을 느끼고, 사용자가 물체에 대하여 느낀 촉감을 적어도 하나 이상의 촉감 파라미터에 대하여 수치화하여 입력 받도록 설계된 것이다.
- [0050] 여기서, 촉감 탐색 시나리오에 포함된 촉각 자극은 물체 표면의 질감이고, 촉감 탐색 시나리오는 복수의 물체가 포함된 터치 툴킷을 활용하여 생성할 수 있다. 또한, 촉감 파라미터는, 물체의 거칠기, 물체의 강도 또는 물체의 온도를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 물체에 대한 촉감을 나타낼 수 있는 모든 파라미터를 포함할 수 있다.
- [0051] 구체적으로, 촉감 탐색 시나리오는 능동적 탐색 방법과 수동적 탐색 방법을 통하여 사용자와 물체가 접촉하도록 설계된 방법으로, 능동적 탐색 방법과 수동적 탐색 방법에 대해서 설명한다.
- [0052] 먼저, 능동적 탐색 방법은 사용자가 능동적 동작을 통해 물체와 접촉하도록 설계된 것이다. 사용자가 물체의 표면을 문지르거나 물체를 탭(tap)하는 방식으로 물체와 접촉할 수 있다.
- [0053] 반면, 수동적 탐색 방법은 물체를 이동시키는 장치를 통해 상기 물체와 상기 사용자가 접촉하도록 설계된 방법이다. 수동적 탐색 방법은 사용자의 손은 고정되어 있고, 물체 이동 장치에 의해 물체가 움직여 사용자의 손과 접촉하게 된다.
- [0054] 다음으로, 촉감 탐색 시나리오를 통해서 생성되는 제1 뇌파 데이터 및 촉감 레이블에 대해서 설명한다.
- [0055] 먼저, 단계 S110에서 획득되는 제1 뇌파 데이터에 대해서 설명한다. 제1 뇌파 데이터는 능동적 탐색 방법과 수동적 탐색 방법 중 어느 하나 이상에서 획득한 사용자의 뇌파 신호를 포함한다. 능동적 탐색 방법에서 획득되는 사용자의 뇌파 신호에는 촉각 관련 신호와 동작 관련 신호가 포함되어 있고, 수동적 탐색 방법에서 획득되는 사용자의 뇌파 신호에는 촉각 관련 신호만이 포함되어 있다. 구체적으로, 수동적 탐색 방법에서 획득되는 사용자의 뇌파 신호는 사용자의 손이 고정되어 있으므로 동작 관련 신호가 포함되지 않는다.
- [0056] 이어서, 단계 S120에서 생성되는 촉감 레이블 데이터에 대해서 설명하면, 촉감 레이블 데이터는 물체에 대한 촉감을 구성하는 적어도 하나 이상의 촉감 파라미터에 대해서 사용자가 느낀 정도를 수치로 나타낸 데이터이다. 여기서, 촉감 파라미터는 거친 정도, 딱딱한 정도 및 따뜻한 정도와 같은 느낌을 포함할 수 있다.
- [0057] 촉감 레이블 데이터에 대해서 자세히 설명하면, 촉감 레이블 데이터는 사용자가 촉감 탐색 시나리오에서 물체와 접촉하고, 물체에 대한 촉감을 수치로 입력하여 획득되는데, 촉감 탐색 시나리오에서 사용자가 접촉한 물체들은 촉각 레이블 데이터에 의해 복수의 촉감 파라미터에 대한 기본값이 설정되어 있다. 여기서, 촉각 레이블 데이터는 사용자와 접촉한 물체에 적용된 적어도 하나 이상의 촉감 파라미터의 기본값을 포함하는 데이터이다.
- [0058] 그리고, 촉감 레이블 데이터가 생성되는 과정을 간단히 설명하면, 사용자가 물체와 접촉하여 물체에 대한 촉감을 느낀 후, 촉감 파라미터에 대해서 사용자가 느낀 정도를 물체에 설정된 촉감 파라미터의 기본값을 수정하여 촉감 레이블 데이터가 생성된다. 결과적으로, 촉감 레이블 데이터는 물체에 설정된 촉감에 대한 기본값을 사용자가 느낀 정도에 따라 수정한 것이다.
- [0059] 촉감 레이블 데이터를 생성하는 과정에 대해 예를 들어 설명하면, 거친 정도 5, 딱딱한 정도 5 및 따뜻한 정도 5의 기본값이 적용된 물체를 사용자가 만졌을 때, 사용자는 거친 정도 3, 딱딱한 정도 6 및 따뜻한 정도 4로 느껴 이에 대하여 값을 수정한 데이터가 촉감 레이블 데이터가 된다. 따라서, 본 실시예의 뇌파 디코딩 모델은 사용자 별로 촉감 레이블 데이터를 생성하므로 사용자 커스터 마이징이 가능하다.
- [0060] 도 3은 능동적 탐색 방법 대한 예시도이고, 도 4는 수동적 탐색 방법에 대한 예시도로, 사용자가 물체와 접촉하는 과정에서 제1 뇌파 데이터를 획득하고, 물체에 대한 촉감에 대한 값을 수정하면 촉감 레이블 데이터가 획득된다.

- [0061] 다음으로, 단계 S130에서 생성되는 제1 학습 데이터에 대해서 설명하면, 디코딩 모델 구축 장치(100)는 제1 뇌파 데이터를 촉각 관련 주파수 대역에서 필터링하고, 미리 설정된 전처리 과정을 통해 사용자에게 따른 최적 주파수 대역을 선별하여 이를 촉각 레이블 데이터 및 촉각 레이블 데이터와 매칭해 제1 학습 데이터를 생성한다.
- [0062] 그러면, 단계 S140에서는 단계 S130에서 선별된 최적 주파수 대역을 저장하고, 이후 입력되는 뇌파 신호에 대하여 최적 주파수 대역에 대해 전처리하여 촉각 패턴을 분류할 수 있다.
- [0063] 추가적으로, 본 발명의 뇌파 디코딩 모델 구축 방법(S100)은 복수의 물체에 대한 이미지를 포함하는 시각형 촉각 자극에 의해 생성되는 사용자의 제2 뇌파 데이터를 포함하는 제2 학습 데이터를 기반으로 디코딩 모델을 추가 학습시킬 수 있다(단계 S150).
- [0064] 단계 S150의 과정을 자세히 설명하면, 사용자에게 시각형 촉각 자극을 노출시키고, 사용자가 시각형 촉각 자극을 보며 이에 대한 촉감을 상상하는 과정에서 발생하는 뇌파 신호를 제2 뇌파 데이터로 수집하여 제2 학습 데이터로 생성한다. 그리고, 제2 학습 데이터를 뇌파 디코딩 모델에 입력하면, 뇌파 디코딩 모델은 제2 뇌파 데이터에 대응되는 제1 뇌파 데이터를 탐색한다. 이후, 뇌파 디코딩 모델은 제2 뇌파 데이터에 대한 촉감을 제1 뇌파 데이터와 매칭되는 촉각 패턴으로 분류하도록 학습된다.
- [0065] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 자극 제공 시스템을 개략적으로 나타낸 블록도이고, 도 6은 도5에 도시된 햅틱 자극 제공 시스템의 적용 예시도이다.
- [0066] 본 발명은 뇌파 신호에 대응되는 촉감을 표현하는 복수의 물리적 자극을 사용자에게 제공하는 햅틱 자극 제공 시스템 (200)으로, VR장치(210), 뇌파 측정 장치(220) 및 촉각 제공 장치(230)를 포함한다.
- [0067] VR(Virtual Reality) 장치(210)는 사용자가 착용하는 장치로, 사용자에게 가상 현실을 제공하고, 뇌파 측정 장치(220)는 사용자가 VR장치(210)를 통해 가상 현실을 체험하는 동안 사용자의 뇌파 신호를 측정한다. 그리고, 촉각 제공 장치(230)는 뇌파 측정 장치(220)로부터 뇌파 신호를 수신하고, 뇌파 신호를 디코딩 모델에 적용하여 촉각 패턴을 출력하며, 촉각 패턴에 대응되는 물리적 자극을 사용자에게 출력한다.
- [0068] 여기서, 뇌파 디코딩 모델은, 복수의 물체 각각에 대한 사용자의 촉감을 수치화한 촉각 레이블 데이터 및 촉각 레이블 데이터에 대응되는 뇌파 데이터를 기초로 학습되어, 입력된 뇌파 신호에 대응 되는 촉각 패턴을 출력하도록 설계된 것이다.
- [0069] 또한, 촉각 레이블 데이터는, 촉감을 구성하는 적어도 하나 이상의 촉각 파라미터에 대해서 사용자가 느낀 정도를 수치화한 값을 포함한다. 예를 들어, 촉각 파라미터는 거친 정도, 딱딱한 정도 및 따뜻한 정도와 같은 느낌이 될 수 있다.
- [0070] 그리고, 물리적 자극은 적어도 하나 이상의 자극 파라미터를 포함할 수 있다. 자극 파라미터는 물리적 자극을 표현하기 위해 구성되는 세부 자극에 대한 강도를 수치로 표현한 값으로, 예를 들어 전기적 자극, 진동의 세기, 주파수의 크기 및 운동 마찰 계수의 크기와 같은 자극이 될 수 있다.
- [0071] 추가적으로, 햅틱 자극 제공 시스템 (200)은 앞서 설명한 뇌파 디코딩 모델 구축 장치(100)를 더 포함할 수 있다.
- [0072] 도6을 참조하여 햅틱 자극 제공 시스템(200)의 작동 과정에 대해 예를 들어 설명하면, 사용자가 VR 장치(210)와 뇌파 측정 장치(220)를 착용하고 복숭아 이미지를 시청하면서 복숭아에 대한 촉감을 상상한다.
- [0073] 그러면, 뇌파 측정 장치(220)는 사용자의 뇌파 신호를 수신하여 촉각 제공 장치(230)로 전달하고, 촉각 제공 장치(230)는 사용자의 뇌파 신호를 디코딩 모델에 입력하고, 뇌파 디코딩 모델이 분류한 촉각 패턴에 대응되는 복수의 물리적 자극을 사용자에게 출력함으로써, 뇌파 신호에 대응되는 촉감을 사용자에게 제공한다.
- [0074] 도7은 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 자극 제공 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0075] 본 실시예는 햅틱 자극 제공 시스템(100)을 이용한 사용자에게 물리적 자극을 제공하는 햅틱 자극 제공 방법으로, 도 7을 참조하면, 햅틱 자극 제공 방법(S200)은 뇌파 측정 장치(220)가 VR장치(210)를 통해 가상 현실을 체험하는 사용자의 뇌파 신호를 수신한다(단계 S210). 그리고, 촉각 제공 장치(230)가 뇌파 측정 장치(220)로부터 뇌파 신호를 수신하여 뇌파 디코딩 모델에 입력하면, 뇌파 디코딩 모델이 뇌파 신호에 대응하는 촉각 패턴을 분류한다(단계 S220). 이후, 촉각 제공 장치(230)가 촉각 패턴에 대응되는 물리적 자극을 사용자에게 출력한다(단계 S230). 추가적으로, 촉각 제공 장치(230)는 수신된 뇌파 신호와 뇌파 신호에 대응되는 촉각 패턴을 이용하여

실시간으로 뇌파 디코딩 모델을 업데이트 한다(단계 S240).

- [0076] 단계 S220에서 사용되는 디코딩 모델에 대해서 설명하면, 뇌파 디코딩 모델은 복수의 물체 각각에 대한 사용자의 촉감을 수치화한 촉감 레이블 데이터 및 촉감 레이블 데이터에 대응되는 뇌파 데이터를 기초로 학습되어, 입력된 뇌파 신호에 대응되는 촉감 패턴을 분류하도록 설계된 것으로, 앞서 설명한 뇌파 디코딩 모델 구축 방법으로 학습된다.
- [0077] 단계 S230은 햅틱 알고리즘을 통해 촉감 패턴에 포함된 적어도 하나 이상의 촉감 파라미터를 적어도 하나 이상의 자극 파라미터로 변환하여 상기 물리적 자극으로 출력한다. 여기서, 자극 파라미터는 물리적 자극 표현하기 위해 구성되는 세부 자극에 대한 강도를 수치로 표현한 값으로, 전기적 자극, 진동의 세기, 주파수의 크기 및 운동 마찰 계수의 크기와 같은 자극이 될 수 있다.
- [0078] 단계 S230에 대하여 예를 들어 설명하면, 거친 정도 3, 딱딱한 정도 6 및 따뜻한 정도 4의 값의 촉감 파라미터들을 가지는 촉감 패턴이 햅틱 알고리즘에 입력되면 촉감 파라미터가 진동 3, 주파수 6 및 운동 마찰계수 2의 자극 파라미터로 변환되고, 자극 파라미터에 대응되는 자극을 사용자 에게 출력한다.
- [0079] 도 8을 참조하여 실시간으로 디코딩 모델을 업데이트 하는 과정(단계 S240)에 대하여 설명한다.
- [0080] 단계 S220에서 사용자의 뇌파 신호에 대응되는 촉감 패턴이 생성되면, 뇌파 신호와 뇌파 신호에 대응되는 촉감 패턴을 매칭하여 업데이트 데이터를 생성한다(단계 S241). 그리고, 업데이트 데이터를 디코딩 모델에 추가하여 디코딩 모델을 업데이트 한다(단계 S241).
- [0081] 단계 S240에서의 실시간 업데이트는 사용자가 햅틱 자극 제공 시스템(200)을 사용하는 도중에도 사용자의 뇌파 신호와 이에 대응되는 촉감 패턴을 매칭하여 디코딩 모델에 실시간으로 적용할 수 있어, 디코딩 모델을 구체화 정도를 높일 수 있고, 나아가 실시간으로 자극에 대한 수치를 보정할 수 있어 출력되는 촉감의 정확도를 높일 수 있다.
- [0082] 이렇게, 본 실시예의 햅틱 자극 제공 방법(S200)은 사용자 커스터 마이징된 뇌파 디코딩 모델을 이용하므로, 사용자의 뇌파 신호에 대응되는 정확도 높은 자극을 전달할 수 있다.
- [0083] 도 9는 시각, 촉각 및 물리적 자극을 매핑한 공간의 예시도이다.
- [0084] 도 9는 본 실시예의 햅틱 자극 제공 방법에서 생성될 수 있는 촉각, 시각 및 물리적 자극에 대한 파라미터가 서로 관계적으로 이루어진 통합 공간을 예시적으로 나타낸다.
- [0085] 본 실시예의 햅틱 자극 제공 방법(S200)은, 촉각과 시각에 대한 사용자의 뇌파 데이터를 이용하고, 이를 물리적 자극으로 매칭하여 사용자에게 뇌파 신호에 대응되는 자극을 제공한다. 이에 따라, 햅틱 자극 제공 방법(S200)은 도 9에 도시된 것처럼 촉각-시각-물리적 자극이 통합된 공간을 구축할 수 있어, 뇌파 신호와 자극의 관계에 대한 정확도를 높일 수 있다.
- [0086] 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.
- [0087] 또한, 본 발명의 방법 및 시스템은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는 전부는 범용 하드웨어 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수 있다.
- [0088] 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 상술한 설명을 기초로 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해되어야만 한다. 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.
- [0089] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0090]

200: 햅틱 자극 제공 시스템

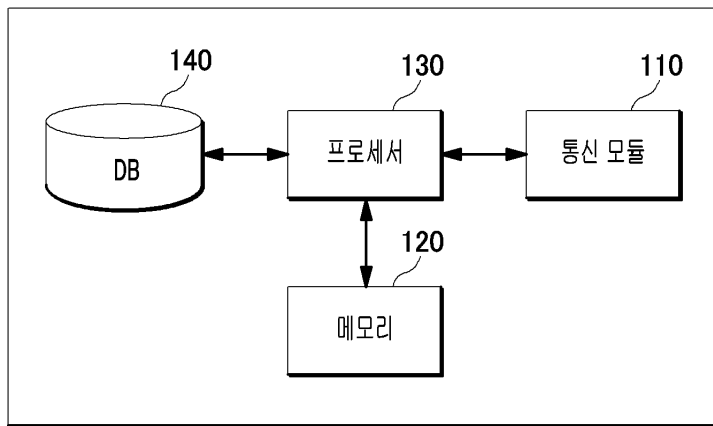
210: VR장치

220: 뇌파 측정 장치

230: 촉감 제공 장치

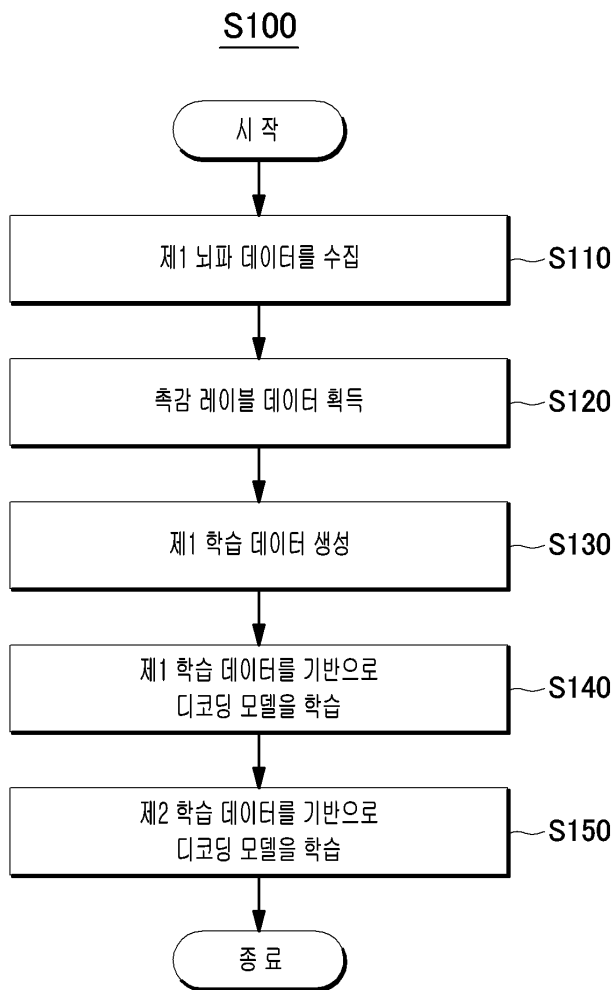
도면

도면1

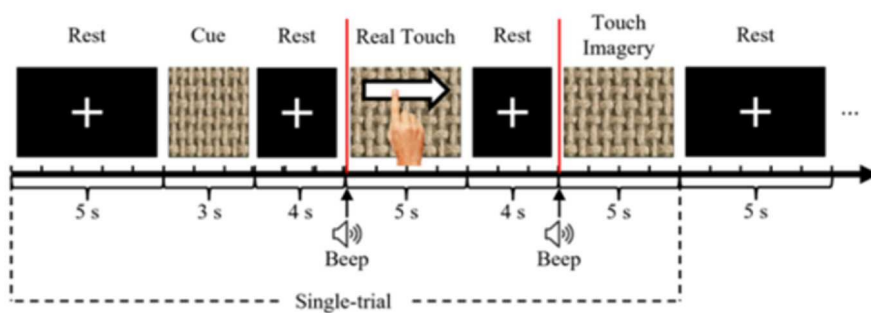


100

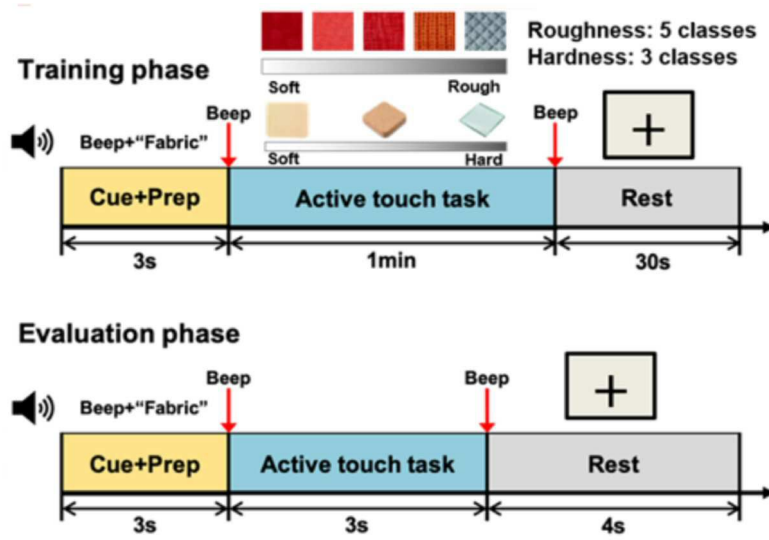
도면2



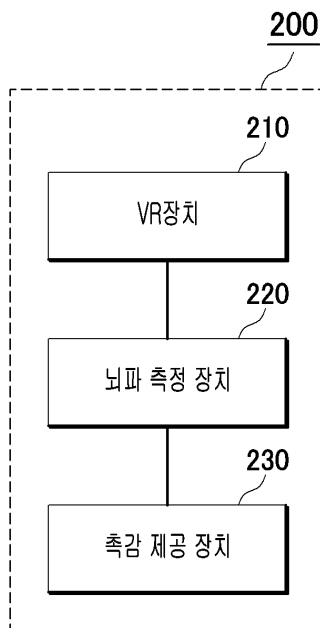
도면3



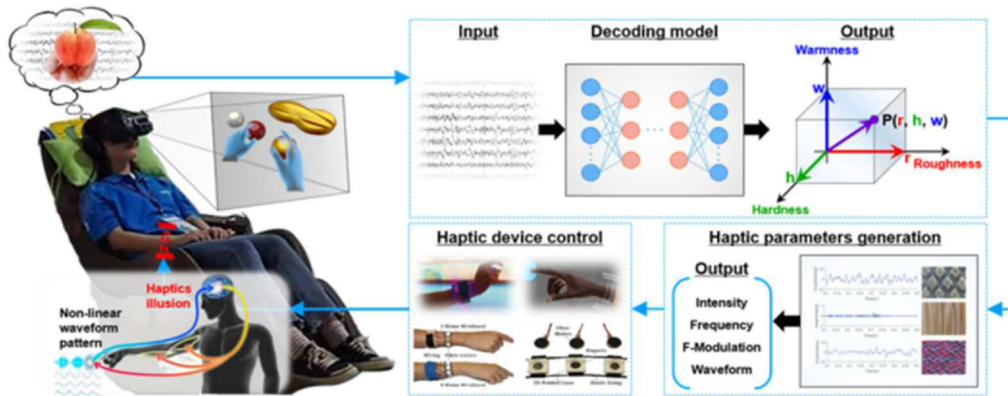
도면4



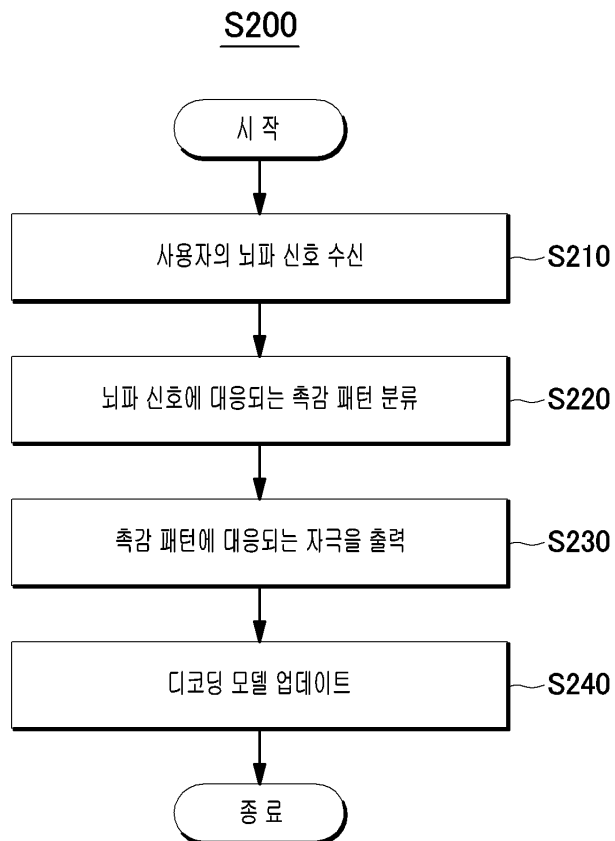
도면5



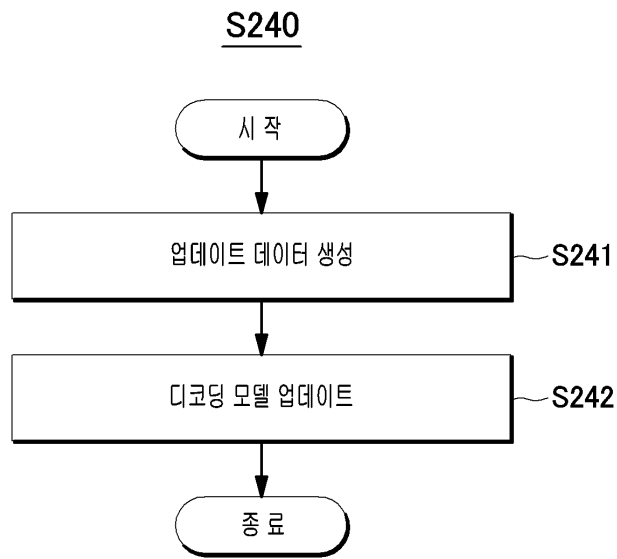
도면6



도면7



도면8



도면9

