



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년05월04일  
 (11) 등록번호 10-1618186  
 (24) 등록일자 2016년04월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 A61H 1/00 (2006.01) A61B 5/0476 (2006.01)  
 B25J 13/08 (2006.01) B25J 19/04 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2014-0062653  
 (22) 출원일자 2014년05월23일  
 심사청구일자 2014년05월23일  
 (65) 공개번호 10-2015-0135018  
 (43) 공개일자 2015년12월02일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2004086768 A  
 JP5467267 B2

(73) 특허권자  
 대한민국  
 (72) 발명자  
 방문석  
 서울특별시 강남구 학동로97길 31, 101-903(청담동, 양파라곤아파트)  
 정천기  
 서울특별시 용산구 이촌로 64길 61, 11D(이촌동, 장미맨션)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 이정연

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 김영훈

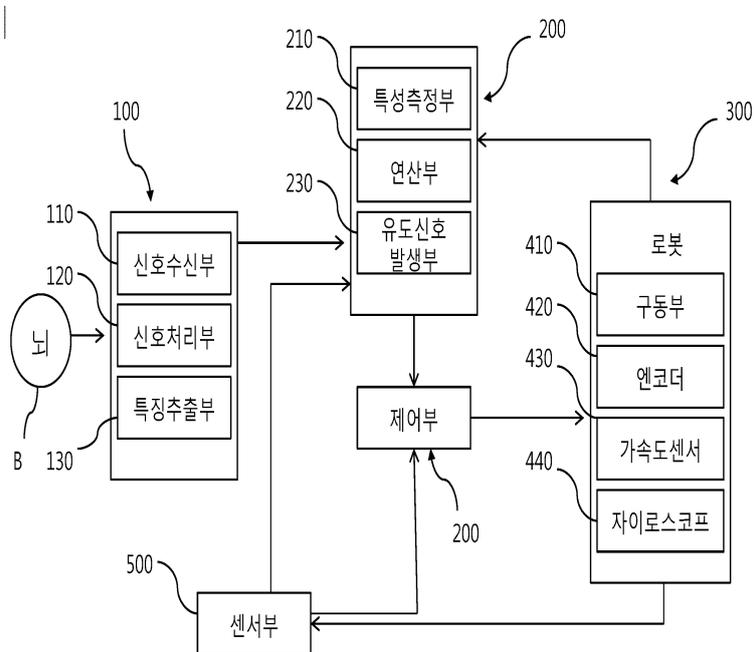
(54) 발명의 명칭 **뇌-기계 인터페이스 기반 재활 로봇 제어 시스템 및 제어방법**

**(57) 요약**

본 발명은 뇌-기계 인터페이스 기반 재활 로봇 제어 시스템에 관한 것으로서, 상세하게는 재활 로봇이 사용자의 의도하고자 하는 목표 지점에 효과적으로 이동할 수 있도록 하는 뇌-기계 인터페이스 기반 재활 로봇 제어 시스템에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

**대표도** - 도1



이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 뇌의 특정영역으로 부터 전자기적 신호를 수신하고, 이로부터 특정 신체부위의 이동 목표 지점에 관한 특성을 추출하는 신호관리부와; 상기 신호관리부와 연결되고 상기 특정 신체부위와 연관되는 로봇이 해당 이동 목표 지점에 도달하기 위한 궤적 또는 경로점을 생성하고 관리하는 이동정보 관리부와; 상기 이동 정보 관리부로부터 로봇의 유도신호를 받아서 상기 로봇의 움직임을 제어하는 제어부를 포함하며, 상기 이동정보 관리부는 상기 로봇이 해당 이동 목표 지점에 도달하기 위한 궤적 또는 경로점을 이탈하였는지 여부를 판단하여, 그에 따라서 위치 수정을 위한 유도 신호를 생성할 수 있도록 마련되는 것을 특징으로 하는 뇌-기계 인터페이스 기반 재활 로봇 제어 시스템 및 제어방법을 제공한다.

(72) 발명자

**김성완**

서울특별시 종로구 대학로 101, 11층 313호(서울대학교병원 의공학파)

**오병모**

서울특별시 성북구 송인로2길 61, 104-1501(길음동, 동부센트레빌)

**김유단**

서울특별시 서초구 남부순환로 2311-12, 107-301(방배동, 래미안아트힐아파트)

**김준식**

서울특별시 성북구 북악산로 844, 107-1203(돈암동, 이수브라운스톤아파트)

**서한길**

서울특별시 송파구 올림픽로4길 42, 2-502(잠실우성아파트)

**박성우**

경기도 고양시 일산동구 위시터4로 46, 218-1302(위시터일산자이2단지아파트)

**김윤재**

서울특별시 강남구 광평로39길 3, 801-604(동익아파트)

**김원식**

충청남도 천안시 서북구 충무로 124-24, 109-101(현대아이파크홈타운)

**염홍기**

서울특별시 마포구 월드컵로3길 75, A동 101호(평안주택)

**이용우**

인천광역시 부평구 원적로 344, 201-1701(금호이수마운트밸리아파트)

**박철우**

경기도 수원시 장안구 수성로276번길 18, 401호

**최 현**

서울특별시 강북구 삼각산로 58 (국립재활원)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1465014690

부처명 보건복지부

연구관리전문기관 국립재활원

연구사업명 국립재활원재활연구개발용역사업(구. 재활연구용역사업)

연구과제명 뇌신경세포 신호 및 뇌피질전도를 사용한 뇌-기계 인터페이스 기반연구

기 여 율 1/1

주관기관 서울대학교 병원

연구기간 2013.12.18 ~ 2014.11.30

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

삭제

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

뇌의 특정영역으로부터 전자기적 신호를 수신하고, 이로부터 사용자가 의도한 특정 신체부위의 현재 위치를 추정하여 추정된 위치의 특성을 추출하는 신호관리부와;

상기 신호관리부와 연결되고 상기 추정된 특정 신체부위의 현재 위치에 도달하기 위한 정보를 생성하고 관리하는 이동정보 관리부와;

상기 이동 정보 관리부로부터 로봇의 유도신호를 받아서 상기 로봇의 움직임을 제어하는 제어부를 포함하며,

상기 이동정보 관리부는 상기 로봇이 상기 추정된 특정 신체부위의 현재 위치와 소정 거리 이상 떨어진 경우, 상기 추정된 특정 신체부위를 실시간으로 추적할 수 있는 위치 수정을 위한 유도 신호를 생성할 수 있도록 마련되는 것을 특징으로 하는 뇌-기계 인터페이스 기반 재활 로봇 제어 시스템.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

뇌의 특정 영역으로부터 전자기적 신호를 수신하는 단계와;

수신된 신호를 처리하고, 이를 기반으로 사용자가 의도한 특정 신체 부위의 현재 위치를 추정하고, 이에 대한 정보를 추출하는 단계와;

추출된 특정 신체 부위의 추정 위치와, 현재 로봇의 위치를 기반으로 로봇의 이동 궤적을 연산하고, 이에 대응되는 유도 신호를 발생시키는 단계와;

상기 유도 신호에 따라서 로봇이 동작하도록 제어 명령을 발생시키는 단계와;

상기 로봇의 위치 및 속도에 대한 정보를 실시간으로 수신하여 로봇의 위치가 추정된 특정 신체 부위의 현재 위치와 소정 거리 이상 이격되었는지 여부를 판단하고, 그러한 경우, 상기 추정된 특정 신체 부위의 현재 위치를 실시간으로 추적할 수 있도록, 상기 로봇의 위치 수정을 위한 제어 신호를 발생시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 뇌-기계 인터페이스 기반 재활 로봇의 제어 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 뇌-기계 인터페이스 기반 재활 로봇 제어 시스템에 관한 것으로서, 상세하게는 재활 로봇이 사용자의 의도하고자 하는 목표 지점에 효과적으로 이동할 수 있도록 하는 뇌-기계 인터페이스 기반 재활 로봇 제어 시스템에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 재활치료는 고령으로 인한 질환 외에 사고 등으로 신체에 손상을 입었을 때, 손상 부위의 기능적 회복을 위해 수행하는 일련의 처치과정을 포함한다.

[0003] 따라서, 사고가 발생하거나 뇌졸중, 외상성 뇌손상 또는 뇌성마비 등에 의한 신체 기능의 손상, 또는 노화로 인한 근력의 약화, 각종 성인병에 의해 신체 기능이 손상된 환자에 대해서는, 손상된 신체 기능의 일부 혹은 전부를 회복하기 위해 의사나 물리 치료사 등의 전문가에 의해 장기적이고 체계적인 물리적 재활 치료를 제공받아야 한다.

[0004] 또한, 재활 치료 과정 동안 재활환자의 재활 훈련 정보를 별도의 데이터베이스 등에 저장하고 이를 활용함으로써 보다 체계적으로 재활 훈련을 수행할 수 있다.

[0005] 그러나, 재활 훈련을 위한 정보를 의사나 물리 치료사가 반복적으로 생성시켜 주어야하고, 또한 재활 훈련을 안전하게 반복적으로 수행하기 위해서는 의사나 물리 치료사의 육체적 노력과 시간 및 숙련도 등이 필요하다.

[0006] 이러한 한계를 극복하기 위해 하지(하체) 재활 훈련, 예를 들면, 보행 훈련을 기기적으로 보조해 주는 보행 보조 장치들이 개발되고 있으며, 어깨 등 상지(상체)의 거동을 보조하고 근력을 회복시킬 수 있는 상지 재활기들도 개발되고 있다.

[0007] 특히, 이러한 재활을 위하여 로봇들이 최근 들어 개발되고 있는데, 한국공개특허 10-2012-0057081호에 그러한 재활 로봇이 개시되고 있다.

[0008] 이러한 재활로봇 중에는 해석된 뇌 신호를 이용하여 구동되는 것들이 있으며, 이러한 로봇들이 뛰어난 재활효과를 보여준다고 주장하는 연구들이 최근 보고되고 있다.

[0009] 이러한 재활로봇에 있어서, 뇌신호로부터 추정된 상지의 움직임을 그대로 로봇에 적용할 경우, 사람팔과 로봇팔의 위치 차이로 인하여 로봇팔이 사람이 의도한 목적지로 도달하지 못하는 문제가 발생한다. 만약 뇌신호가 목적지에 도달한 후 로봇이 구동 된다면, 불가피하게 시간 지연이 심해지는 단점이 발생한다.

[0010] 또한, 종래의 재활로봇은 뇌 전극 센서의 노이즈 및 신호 해석능력의 한계로 인해 특정 물체를 정확하게 잡는 등의 임무를 수행하는데 어려움을 겪을 수 있으며, 실제로 많은 경우에 극히 단순한 움직임을 구현하는데 그치고 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 재활 로봇이 사용자의 뇌신호를 효과적으로 추종하여 사용자가 원하는 위치로 이동할 수 있도록 하고, 실시간으로 로봇의 위치를 파악하여 외부의 영향을 최소화 할 수 있는 뇌-기계 인터페이스 기반 재활 로봇 제어 시스템 및 제어방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0012] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 뇌의 특정영역으로 부터 전자기적 신호를 수신하고, 이로부터 특정 신체부위의 이동 목표 지점에 관한 특성을 추출하는 신호관리부와;
- [0013] 상기 신호관리부와 연결되고 상기 특정 신체부위와 연관되는 로봇이 해당 이동 목표 지점에 도달하기 위한 궤적 또는 경로점을 생성하고 관리하는 이동정보 관리부와;
- [0014] 상기 이동 정보 관리부로부터 로봇의 유도신호를 받아서 상기 로봇의 움직임을 제어하는 제어부를 포함하며,
- [0015] 상기 이동정보 관리부는 상기 로봇이 해당 이동 목표 지점에 도달하기 위한 궤적 또는 경로점을 이탈하였는지 여부를 판단하여, 그에 따라서 위치 수정을 위한 유도 신호를 생성할 수 있도록 마련되는 것을 특징으로 하는 뇌-기계 인터페이스 기반 재활 로봇 제어 시스템을 제공한다.
- [0016] 상기 신호 관리부는;뇌로부터 전자기적 신호를 수신하는 신호 수신부와;
- [0017] 상기 전자기적 신호를 필터링 처리하는 신호 처리부와; 상기 신호처리부로부터 특정 신체부위의 이동 목표지점의 위치 및 특정 신체 부위의 속도 및 위치 특성을 추출하는 특정 추출부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 상기 이동 정보 관리부는; 상기 특정 추출부에서 추출된 특성을 기반으로 하여 이동 목표 지점의 위치 및 이에 도달할 수 있는 연속적 궤적 또는 단속적인 복수의 경로점을 연산하는 연산부와, 현재 로봇의 위치 상태를 측정하는 위치 또는 속도를 측정하는 특성 추출부와;
- [0019] 상기 연산부 및 상기 특성 추출부의 정보를 바탕으로 상기 로봇의 동작 유도 신호를 발생하는 유도 신호 발생부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 상기 연산부는 상기 특성 측정부로부터 수신된 상기 로봇의 위치를 기반으로 상기 로봇의 현재 위치가 상기 궤적 또는 상기 경로점을 이탈하였는지 판단하고,
- [0021] 상기 궤적 또는 상기 경로점 이탈시 상기 유도 신호 발생부는 위치 수정을 위한 유도 신호를 발생시키는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 상기 특성 추출부는 상기 로봇에 마련되어 구동모터의 상태를 엔코딩하는 엔코더 또는 가속도 센서 또는 자이로스코프 또는 상기 로봇 외부의 센서부를 통해서 상기 로봇의 위치 또는 속도를 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 상기 센서부는 카메라부로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또한, 본 발명은 뇌의 특정영역으로부터 전자기적 신호를 수신하고, 이로부터 사용자가 의도한 특정 신체부위의 현재 위치를 추정하여 추정된 위치의 특성을 추출하는 신호관리부와; 상기 신호관리부와 연결되고 상기 추정된 특정 신체부위의 현재 위치에 도달하기 위한 정보를 생성하고 관리하는 이동정보 관리부와; 상기 이동 정보 관리부로부터 로봇의 유도신호를 받아서 상기 로봇의 움직임을 제어하는 제어부를 포함하며, 상기 이동정보 관리부는 상기 로봇이 상기 추정된 특정 신체부위의 현재 위치와 소정거리 이상 떨어진 경우, 상기 추정된 특정 신체부위를 실시간으로 추적할 수 있는 위치 수정을 위한 유도 신호를 생성할 수 있도록 마련되는 것을 특징으로 하는 뇌-기계 인터페이스 기반 재활 로봇 제어 시스템을 제공한다.
- [0025] 또한, 본 발명은 뇌의 특정 영역으로부터 전자기적 신호를 수신하는 단계와; 수신된 신호를 처리하고, 이를 기반으로 사용자의 특정 신체 부위의 이동 목표 지점에 대한 정보를 추출하는 단계와; 추출된 이동 목표 지점과 현재 로봇의 위치를 기반으로 로봇의 이동 궤적을 연산하고, 이에 대응되는 유도 신호를 발생시키는 단계와;상기 유도 신호에 따라서 로봇이 동작하도록 제어 명령을 발생시키는 단계와;상기 로봇의 위치 및 속도에 대한 정보를 실시간으로 수신하여 로봇의 위치가 기 제공된 이동 궤적을 이탈하였는지 여부를 판단하고, 이탈한 경우, 상기 이동 궤적으로 복귀할 수 있도록 위치 수정을 위한 제어 신호를 발생시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 상기 이동 궤적은 연속된 선 형태로 구현되거나, 또는 상호 이격되는 복수의 경로점으로 구현되는 것을 특징으로 한다.

- [0027] 상기 유도 신호는 궤적 추종 유도 방식 또는 경로점 유도 방식에 의하여 구현되는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 상기 로봇의 위치 및 속도에 대한 정보의 실시간 수신은, 상기 로봇에 마련되어 구동모터의 상태를 엔코딩하는 엔코더 또는 가속도 센서 또는 자이로스코프 또는 상기 로봇 외부에 마련되는 카메라로 구현된 센서부를 통해서 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 또한, 본 발명은 뇌의 특정 영역으로부터 전자기적 신호를 수신하는 단계와; 수신된 신호를 처리하고, 이를 기반으로 사용자가 의도한 특정 신체 부위의 현재 위치를 추정하고, 이에 대한 정보를 추출하는 단계와; 추출된 특정 신체 부위의 추정 위치와, 현재 로봇의 위치를 기반으로 로봇의 이동 궤적을 연산하고, 이에 대응되는 유도 신호를 발생시키는 단계와; 상기 유도 신호에 따라서 로봇이 동작하도록 제어 명령을 발생시키는 단계와; 상기 로봇의 위치 및 속도에 대한 정보를 실시간으로 수신하여 로봇의 위치가 추정된 특정 신체 부위의 현재 위치와 소정 거리 이상 이격되었는지 여부를 판단하고, 그러한 경우, 상기 추정된 특정 신체 부위의 현재 위치를 실시간으로 추적할 수 있도록, 상기 로봇의 위치 수정을 위한 제어 신호를 발생시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 뇌-기계 인터페이스 기반 재활 로봇의 제어 방법을 제공한다.

**발명의 효과**

- [0030] 이와 같은 본 발명에 의하여 사용자의 뇌에서 나오는 전자기적 신호를 해석하여 사용자가 의도하는 목표 위치를 인식하고, 이에 따른 이동 궤적을 추출한 후, 이에 대응되는 로봇의 이동 궤적을 산출함으로써, 사용자의 의도에 부합하는 로봇의 움직임을 구현할 수 있다.
- [0031] 특히, 로봇의 이동 궤적 산출하고 이를 실제 운용에 반영하는 경우, 미사일이나 항공기와 같은 비행체의 이동 궤적을 산출하고 안내할 때 쓰이는 경로점 유도 방식 또는 궤적 추종 방식을 사용함으로써, 로봇이 보다 목표 위치에 효과적으로 도달할 수 있게 되었다.
- [0032] 특히, 로봇의 움직임이나, 위치, 속도 등을 실시간을 측정하고, 로봇이 미리 정해진 이동 궤적을 이탈한 경우, 이동 궤적으로 복귀시키기 위한 제어 명령을 내림으로써, 사용자의 일상 생활에서의 편의를 증진시킬 수 있다.
- [0033] 또한, 로봇의 위치가 뇌신호에서 추정된 사람의 손가락의 위치와 차이가 있는 경우, 로봇이 이를 추적하여 그 위치를 보정함으로써, 사용자의 의도에 부합하는 로봇의 위치 제어를 구현할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0034] 도1은 본 발명에 의한 뇌-기계 인터페이스 기반 재활 로봇 제어 시스템의 구성도이다.
- 도2는 본 발명에 의한 제어부에 적용될 수 있는 일 실시예로서의 PID제어부의 블록도이다.
- 도3(a)은 본 발명에 의하여 구현되는 경로점 안내 방식을 나타낸 개략도이다.
- 도3(b)는 발명에 의하여 구현되는 궤적 추종 안내 방식을 나타낸 개략도이다.
- 도4는 본 발명에서 사용자의 뇌 신호를 분석하여 추정한 사람의 손가락의 위치 궤적과, 이를 실시간으로 추적하는 로봇의 이동 궤적을 도시한 것이다.
- 도5와 도6은 본 발명에 의한 제어 방법의 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0035] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해서 설명한다.
- [0036] 몸의 특정 부분을 움직이고자 할 때 사람의 뇌의 운동 기능을 관리하는 영역에서 전자기적 신호(MEG, EEG)가 발생한다. 이 신호를 분석함으로써 그 사람이 어떠한 움직임을 하고자 하는지, 어디로 움직이고자 하는지 그 의도를 파악할 수 있다.
- [0037] 그 신호를 필터링하여 뇌파의 특정 주파수 밴드를 얻은 다음, 이것을 가속도 센서의 데이터와 다중 회귀분석(multiple linear regression) 등의 과정을 거쳐 신체의 움직임의 방향, 목표 등을 예측할 수 있다.
- [0038] 본 발명은 뇌-기계 인터페이스(Brain Machine Interface) 기반의 로봇 제어 시스템에 관한 것으로, 그 구성은 도1에서 도시한 바와 같다.
- [0039] 즉, 뇌(B)와 연결되는 신호 관리부(100)와, 신호 관리부(100)와 연결되는 이동정보 관리부(200)와, 제어부(30

0)와, 로봇(400)과, 센서부(500)를 포함한다. 이들의 구체적인 구성과, 역할은 아래와 같다.

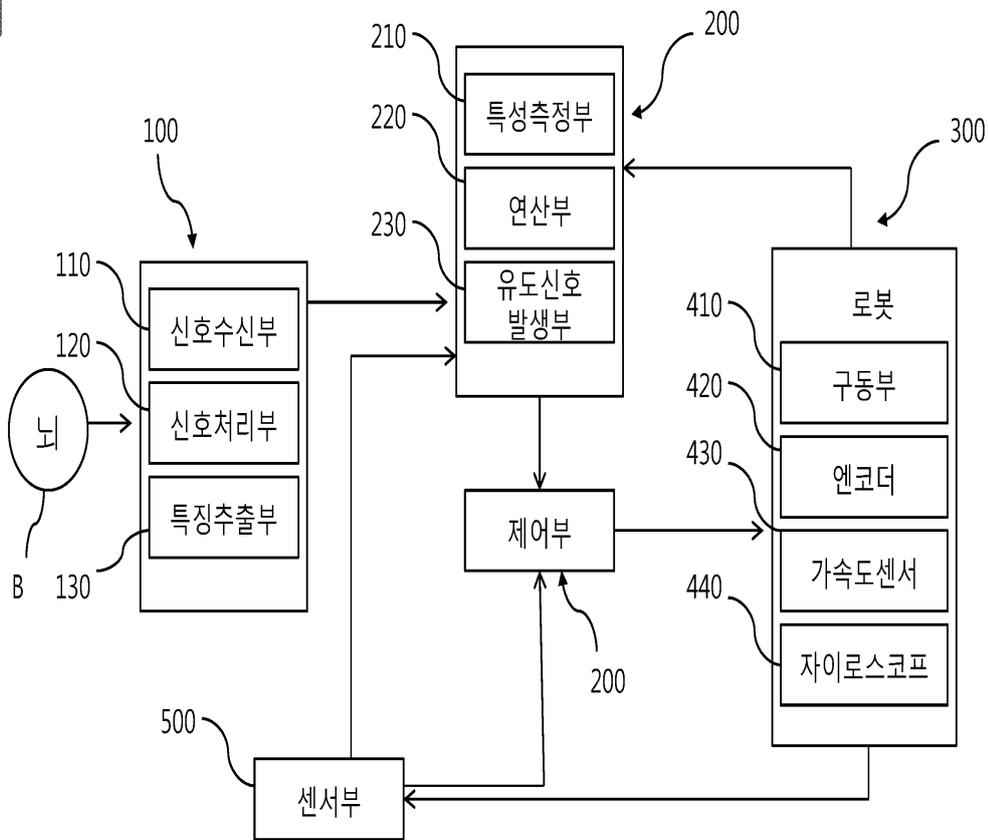
- [0040] 신호 관리부(100)는 뇌로부터 전자기적 신호를 수신하고, 이로부터 특정 신체부위(예, 상지)의 이동 목표 지점에 관한 특성을 추출한다.
- [0041] 한편, 신호 관리부(100)는 이동 목표 지점에 관한 것 뿐만 아니라, 사람의 뇌신호를 판단하여, 사용자가 의도하고자 하는 손가락 끝의 위치를 추적하는 기능도 수행할 수 있다.
- [0042] 신호 관리부(100)의 구체적인 구성을 보면, 뇌로부터 전자기적 신호를 수신하는 신호 수신부(110)와, 수신된 전자기적 신호를 필터링 처리하여 뇌파의 특정 주파수 밴드를 얻고, 다중 회귀 분석을 통하여 신호를 처리하는 신호 처리부(120)를 포함한다.
- [0043] 그리고, 신호 관리부(100)는 신호 처리부(120)에서 처리된 신호로부터 특정 신체부위의 이동 목표 지점의 위치 및 이동하고자 하는 신체 부위의 방향, 속도 특징, 또는 현재 의도한 신체(손가락 끝)의 위치를 추정하고 추출하는 특정 추출부(130)를 더 포함한다.
- [0044] 신호 관리부(100)에 의하여, 사용자의 뇌파 분석을 기반으로 그 이동 의도나, 의도한 위치를 파악하고 추정할 수 있는 것이다.
- [0045] 신호 관리부(100)에 의하여 사용자의 의도가 파악되면, 이 정보는 이동 정보 관리부(200)에 전달된다.
- [0046] 이동 정보 관리부(200)는 특성 측정부(210)와, 연산부(220)와, 유도 신호 발생부(230)를 포함한다.
- [0047] 특성 측정부(210)는 로봇(400)에 마련되는 가속도 센서(430)나, 자이로스코프(440), 엔코더(420) 등으로부터 전달되는 정보에 기반하여 로봇의 속도, 현재 위치 상태를 측정할 수 있다.
- [0048] 연산부(220)는 특성 측정부(210)에서 측정된 로봇(400)의 현재 상태 및 특징 추출부(130)에서 추출된 사용자의 의도 목표, 방향, 속도를 기반으로 이동 목표 지점의 좌표를 연산하는 동시에, 이동 궤적을 연산한다.
- [0049] 여기서 연산부(220)에 의하여 연산되는 이동 궤적은 연속적인 선형/비선형 궤적일 수 있고, 또는 상호 이격되는 다수의 경로점에 의하여 구현되는 궤적일 수 있다.
- [0050] 다수의 경로점을 통하여 궤적을 구하고, 이에 따라 안내하는 것을 경로점 유도(Waypoint Guidance)라고 하고, 연속적인 궤적을 구하고, 이에 따라 안내하는 것을 궤적 추종 유도(Trajectory Tracking Guidance)라고 한다.
- [0051] 유도 신호 발생부(230)는 특성 측정부(210)에서 측정된 초기 로봇 특성(초기 위치, 속도) 정보 및 연산부(220)를 통하여 산출된 경로점 궤적 또는 연속 궤적을 정보에 따라 로봇(400)이 이동할 수 있도록 유도 신호를 발생시킨다.
- [0052] 다만, 연산부(220)는 특성 측정부(210)에서 측정된 로봇(400)의 현재 상태 및 특징 추출부(130)에서 추정된 사용자의 신체 부위(예, 손가락 끝)의 현재 위치를 고려하여, 로봇(400)의 현재 위치와, 사용자의 신체 부위의 추정된 현재 위치의 거리 차이도 연산할 수 있다.
- [0053] 그리고, 로봇(400)의 현재 위치와, 사용자의 신체 부위의 추정된 현재 위치의 거리 차이가 소정 거리(예, 40mm) 이상이 되는 경우, 로봇(400)이 사용자의 신체 부위의 추정된 현재 위치를 추적하도록 로봇(400)의 이동 궤적을 연산할 수 있다.
- [0054] 여기서 연산부(220)에 의하여 연산되는 이동 궤적은 연속적인 선형/비선형 궤적일 수 있고, 또는 상호 이격되는 다수의 경로점에 의하여 구현되는 궤적일 수 있다.
- [0055] 그리고, 유도 신호 발생부(230)는 특성 측정부(210)에서 측정된 초기 로봇 특성(초기 위치, 속도) 정보 및 연산부(220)를 통하여 산출되어, 실시간으로 로봇(400)이 사용자 신체 부위의 추정된 위치를 추적할 수 있게 하는 유도 신호를 발생시킬 수 있다.
- [0056] 제어부(300)는 이러한 유도 신호를 받아서 로봇(400)을 제어한다.
- [0057] 제어부(300)는 PID 제어기로 구성되는 것이 바람직하나, 이에만 한정되는 것은 아니다. 이에 따라서, 외란에 견실하며, 응답속도를 개선할 수 있고, 작동 오차도 현저하게 줄일 수 있다.
- [0058] PID 제어기로 구현되는 제어부(300)의 구성은 도2에서 나타난 바와 같다.
- [0059] P제어기(310)와, I제어기(320)와, D제어기(330)는 상호 병렬적으로 연결된다.

- [0060] P제어기(310)는 오차를 줄이는 기능을 하고, I제어기(320)는 외란 견실성에 기여하며, D제어기(330)는 응답속도를 높이는데 기여한다.
- [0061] PID제어 방식 말고, 선형 최적 제어 방법인 LQR(Linear Quadratic Regulator) 제어 방식도 이용될 수 있다.
- [0062] 다시 도1로 돌아와서 로봇(400)은 그 외관을 형성하는 프레임(미도시)과, 프레임들을 구동시키는 구동부(410)와, 현재 로봇(400)의 가속도를 측정하는 가속도 센서(430)와, 회전 정보를 측정할 수 있는 자이로스코프(440) 등을 포함한다.
- [0063] 가속도 센서(430)에 의하여 로봇(400)의 위치를 알 수 있고, 자이로스코프(440)에 의하여 로봇의 단부(end point)의 회전 상태를 알 수 있다.
- [0064] 그리고, 로봇(400)은 엔코더(410)를 더 포함한다. 엔코더(420)는 구동모터로 구성되는 구동부(410)의 정보를 엔코딩하는 역할을 한다.
- [0065] 가속도 센서(430) 또는 자이로스코프(440) 또는 엔코딩한 정보는 이동 정보 관리부(200), 제어부(300), 후술할 센서부(500)에 전달되어, 이들이 로봇(400)의 궤적을 수정하는데 사용될 수 있다.
- [0066] 센서부(500)는 현재 로봇(400)의 배치 상태를 외부에서 측정하기 위한 것으로서, 적외선 카메라 또는 일반 카메라 등으로 구현되는 것이 바람직하다.
- [0067] 센서부(500)에서 확보한 정보는 이동 정보 관리부(200), 제어부(300)에 전달되어, 이들이 로봇(400)의 궤적을 수정하는데 사용될 수 있다.
- [0068] 센서부(500)에서 활용한 정보는 로봇의 현재 상태, 목표 위치, 목표 물체, 외부 영향을 실시간을 파악한 정보이며, 그 결과가 센서부(500)에서 좌표값으로 변환될 수 있다.
- [0069] 따라서, 센서부(500)가 카메라인 경우, 카메라와 로봇 사이의 좌표변환 행렬을 통해서 목표 물체의 정확한 위치 및 외부 영향을 유도 신호에 반영할 수 있다.
- [0070] 도3은 사용자가 의도한 목표 지점이 설정되고, 로봇의 초기 위치를 아는 경우의 이동 궤적을 설정한 것을 도시한 것이다.
- [0071] 특히, 시작점과 목표점 사이에 장애물이 있는 경우를 상정하였다.
- [0072] 도3(a)는 경로점 안내를 하는 경우를 나타낸다. 이 경우 연산부(도1참조, 220) 및 유도신호 발생부(도1참조, 230)에서는 시작점에서 목표점에 이르는 경로를 연속적인 선으로 구현하지 않고, 상호 간에 이격되는 복수의 중간 경로점으로 구현한다.
- [0073] 도3(b)는 궤적 추종 안내를 하는 경우를 나타낸다. 이 경우 연산부(220) 및 유도신호 발생부(230)에서는 시작점에서 목표점에 이르는 경로를 연속적인 선으로 구현한다.
- [0074] 도3(a)와 도3(b)는 현재 지점에서 의도한 목표 지점이 정해진 경우, 그 사이의 궤적을 추정하거나 설정하고, 그 궤적을 로봇이 따라갈 수 있는 제어 방식을 표현한 것이다.
- [0075] 이러한 제어 방식을 GN&C(Guidance, Navigation, & Control) 방식이라고 한다.
- [0076] 도4는 도3과 같이 목표 지점까지의 추정된 완전한 궤적을 추종하는 것이 아니라, 사람의 추정된 손가락 끝의 그때 그때의 위치를 로봇이 실시간을 추적할 수 있도록 하는 제어 방식이 적용되는 경우, 추정된 손가락 끝 위치와 로봇의 위치 변화를 도시한 그래프이다.
- [0077] 실선으로 표시된 것은 추정된 손가락의 위치 변화를 연결한 것이고, 점을 연결한 선은 로봇의 위치 변화를 연결한 것이다.
- [0078] 여기서, 로봇의 위치와 사람의 추정된 손가락의 위치(뇌신호를 분석하여 추정된 위치)가 40mm 이상 차이가 나는 경우, 로봇이 사람의 뇌신호에서 파악된 손가락의 위치를 추적할 수 있도록 한다.
- [0079] 이는 특수한 유도법칙(Guidance Law)를 적용하여 유도 명령(Guidance Command)을 생성한 것으로서, 로봇과 추정된 사람손 끝의 위치가 다른 경우에 로봇이 사람팔을 실시간으로 추적하며 따라갈 수 있도록 한 것이다.
- [0080] 여기서 유도법칙(Guidance Law)이란 미사일과 같은 비행체가 움직이는 목표물들을 추적하며 따라갈 때 쓰이는 유도명령(Guidance Command)의 종류이며, 대표적인 사례로, 속도 추적 유도(Velocity Pursuit Guidance), 시선

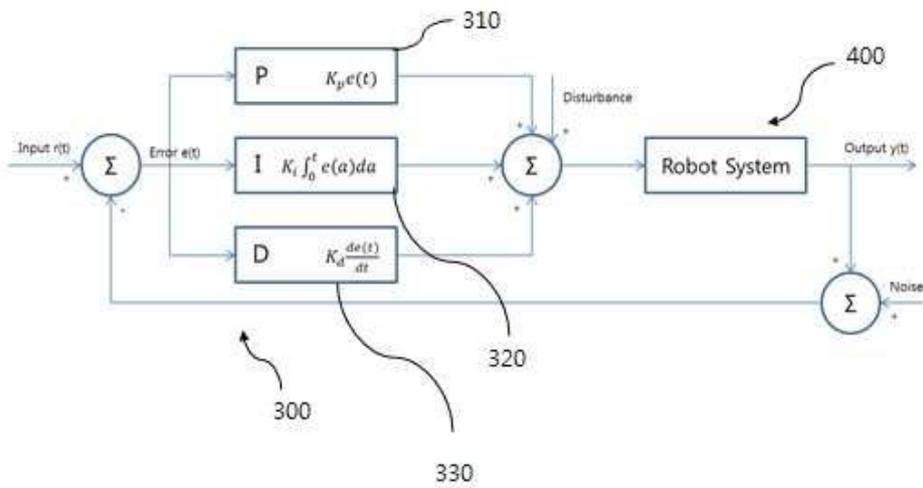


도면

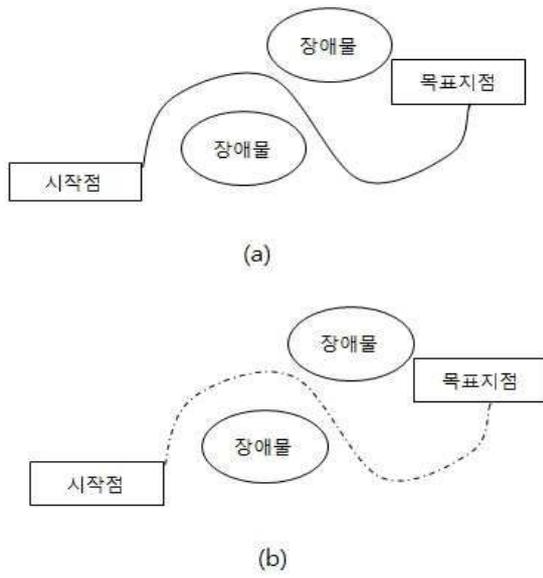
도면1



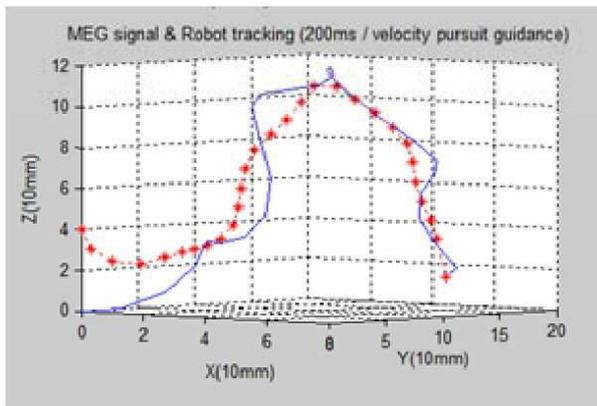
도면2



도면3

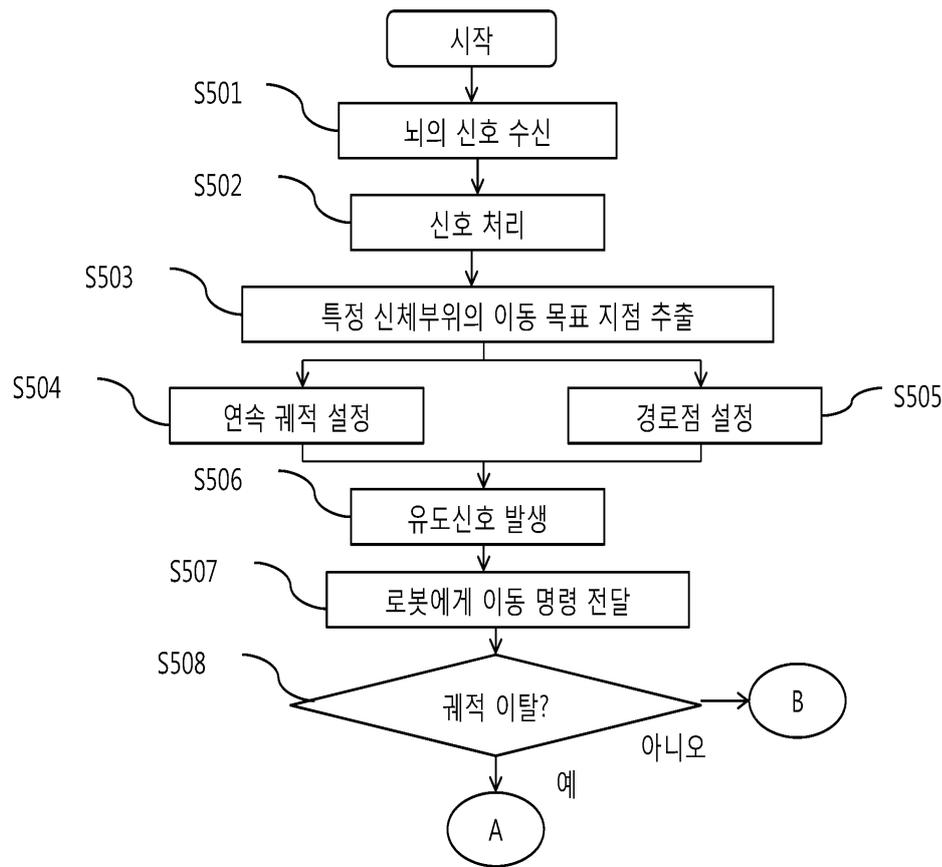


도면4



빨간색 점선 : waypoint guidance  
 파란색 실선 : 뇌신호로부터 추정된 궤적

도면5



도면6

