



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0008819
(43) 공개일자 2019년01월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/11 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/0402 (2006.01) A61B 5/08 (2006.01)
G06F 1/32 (2019.01)
- (52) CPC특허분류
A61B 5/11 (2013.01)
A61B 5/0024 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-0083045
(22) 출원일자 2018년07월17일
심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장
62/533,633 2017년07월17일 미국(US)
16/035,605 2018년07월14일 미국(US)

- (71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
샌 디에고 스테이트 유니버시티 리써치 파운데이션
미국 92182-1998 캘리포니아주 샌 디에고 캄파널
드라이브 5250 테크놀로지 트랜스퍼 오피스
- (72) 발명자
이성규
대전시 유성구 노은동로216 열매마을아파트 301동
1303호
문기석
미국 캘리포니아주 92128 샌디에고 카미니토 코리
엔테 11589
염우섭
대전광역시 유성구 죽동 죽동로 39211동 1801호(죽동, 칸타빌)
- (74) 대리인
특허법인 고려

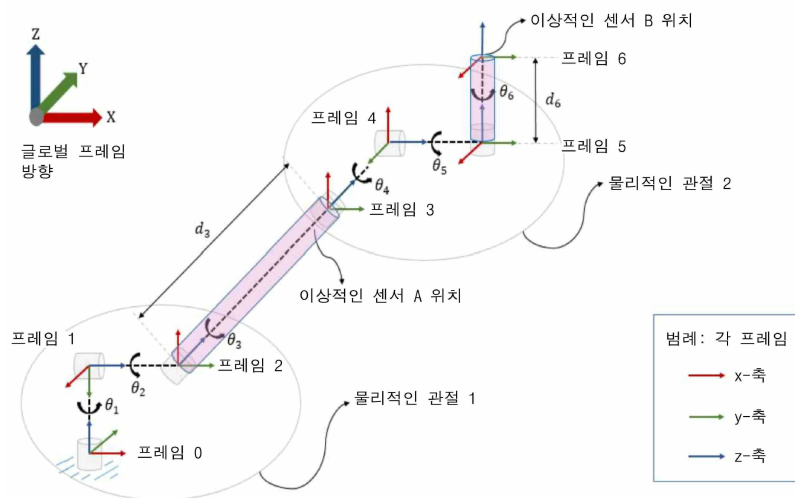
전체 청구항 수 : 총 34 항

(54) 발명의 명칭 생체 전위 전극이 통합된 이중 3D 자이로스코프 네트워크를 갖는 실시간 건강 및 운동 센서 매커니즘 장치 및 방법

(57) 요약

장치 및 방법은 전자적인 인간 보철에 대하여 설명되고, 구체적으로, 입력, 출력, 및 온-보드 컴퓨팅이 단일한 유닛에 결합되어, 컴팩트한 ECG, 호흡기 감지, 온도-감지-보철 장치를 형성하는 바디-머신 인터페이스(BMI) 장치에 대하여 설명된다. 또한, 장치들(BMIs)은 다른 바디-머신 인터페이스(BMI) 장치들 및/또는 외부의 컨트롤러들과 무선으로 통신할 수 있다. 컴팩트 장치는 초음파 배터리 충전 시스템을 갖는다. 하나 이상의 BMI는 무선으로 연결되어, BMI들, 또는 BMI 및 외부의 컨트롤러의 페루프는 트리거 펄스들을 심장, 설인 신경(들), 또는 횡격막을 위한 자극기에 무선으로 전송할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

A61B 5/0402 (2013.01)

A61B 5/08 (2013.01)

G06F 1/32 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 N0000897

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술진흥원

연구사업명 국제공동기술개발사업

연구과제명 인체 삽입 의료기기용 초음파 무선전력 전송 기반 지속가능 전원 모듈 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2016.11.01 ~ 2017.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

초음파 무선 전력 모듈을 하우징 하되, 상기 전력 모듈이 전력 정류기 회로에 연결되는 압전 합성물 트랜스듀서, 및 충전식 배터리를 포함하고, 상기 압전 합성물 트랜스듀서가 상기 충전식 배터리를 재충전하도록 무선으로 전력을 전송하기 위한 내부와 쌍을 이루는 외부의 압전 합성물 트랜스듀서를 갖는 무선 2-부분 초음파 전력 전송 시스템의 상기 내부를 형성하는, 생체 적합성 용기;

프로세서 코어, 메모리를 갖고, 상기 전력 모듈에 의하여 전력을 공급 받는 SoC이되, 상기 프로세서 코어가 무선 데이터 전송 및 수신을 제어하도록 구성되고, 상기 프로세서 코어가 상기 충전식 배터리의 충전을 제어하도록 구성되고, 상기 프로세서 코어가 센서 출력 데이터를 획득하도록 구성되고, 상기 프로세서 코어가 제1 자이로스코프 입력 펄스들 및 제2 자이로스코프 입력 펄스들을 획득하도록 구성되고, 상기 프로세서 코어가 정규화된 움직임 센서 데이터를 분석하도록 구성되고, 상기 프로세서 코어가 자극 입력 펄스들을 제어하도록 구성되고, 상기 메모리가 센서 데이터를 저장하도록 구성되고, 상기 SoC가 저-전력 근접장 무선 통신을 사용하도록 구성되는, 상기 하우징 내의 무선 RF 통신 시스템 온 칩(SoC);

상기 SoC와 인터페이스되고, 디지털 전기 생리학 인터페이스 칩, 프로그래머블 증폭기, 아날로그 디지털 컨버터, 직렬 주변 장치 인터페이스(SPI), 심전도 생체 전위 신호들(ECG 신호들) 센서, 및 체온 센서를 포함하되, 심전도 생체 전위 신호들(ECG 신호들)을 기록하도록 구성되고, 체온 신호들을 기록하도록 구성되는 센서 전자 모듈;

상기 SoC에 연결되되, 제1 자이로스코프 센서 및 제1 자이로스코프 움직임 프로세서를 포함하고, 제1 티타늄 케이스에 내장되고 상기 제1 자이로스코프 센서가 상기 제1 티타늄 케이스의 외표면에 배치되고, 상기 제1 자이로스코프 센서가 3-차원의 움직임 센서 데이터를 수신하도록 구성되고, 상기 제1 자이로스코프 프로세서가 상기 수신된 3-차원의 움직임 센서 데이터로부터 사원수들 형식의 정확한 센서 융합 데이터를 생성하도록 구성되고, 상기 제1 자이로스코프 프로세서가 아티팩트들과 관련된 움직임을 제거하기 위하여 사원수들 센서 융합 데이터를 사용하도록 구성되고, 상기 제1 자이로스코프 프로세서가 상기 사원수들 센서 융합 데이터를 정규화하도록 구성되고 정규화된 제1 움직임 센서 데이터를 상기 SoC의 움직임 분석 모듈의 움직임 분석을 위하여 제1 통신 케이블을 통하여 SoC로 전송하도록 구성되는, 제1 생체 전위 전극이 통합된 3D 자이로스코프(BEIG-3D) 모듈; 및

상기 SoC에 연결되되, 제2 자이로스코프 센서 및 제2 자이로스코프 움직임 프로세서를 포함하고, 제2 티타늄 케이스에 내장되고 상기 제2 자이로스코프 센서가 상기 제2 티타늄 케이스의 외표면에 배치되고, 상기 제2 자이로스코프 센서가 3-차원의 움직임 센서 데이터를 수신하도록 구성되고, 상기 제2 자이로스코프 프로세서가 상기 수신된 3-차원의 움직임 센서 데이터로부터 사원수들 형식의 정확한 센서 융합 데이터를 생성하도록 구성되고, 상기 제2 자이로스코프 프로세서가 아티팩트들과 관련된 움직임을 제거하기 위하여 사원수들 센서 융합 데이터를 사용하도록 구성되고, 상기 제2 자이로스코프 프로세서가 상기 사원수들 센서 융합 데이터를 정규화하도록 구성되고 정규화된 제2 움직임 센서 데이터를 상기 SoC의 움직임 분석 모듈의 움직임 분석을 위하여 제2 통신 케이블을 통하여 SoC로 전송하도록 구성되는, 제2 생체 전위 전극이 통합된 3D 자이로스코프(BEIG-3D) 모듈; 및

상기 SoC와 인터페이스되고 전기적인 자극을 전송하도록 구성되는 펄스 회로를 포함하는 자극 모듈을 포함하는 양방향성 바디-머신 인터페이스(BMI) 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

심장에 전기적인 자극을 전송하기 위한 상기 자극 모듈에 연결되는 적어도 하나의 심장 전극을 더 포함하는 BMI 장치.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 생체 적합성 용기는 25-100mm 범위의 직경을 갖고 8-30mm 범위의 높이를 갖는 원형의 디스크인 BMI 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 생체 적합성 용기는 28-75mm 범위의 직경을 갖고 10-20mm 범위의 높이를 갖는 원형의 디스크인 BMI 장치.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 생체 적합성 용기는 30-50mm 범위의 직경을 갖고 10-20mm 범위의 높이를 갖는 원형의 디스크인 BMI 장치.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 생체 적합성 용기는 35mm 이하의 직경을 갖고 10mm 이하의 높이를 갖는 원형의 디스크인 BMI 장치.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 생체 적합성 용기는 금속, 폴리머, 또는 합성물로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 하나 이상의 물질들로 구성되는 BMI 장치.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 생체 적합성 용기는 티타늄, 니티놀(R), 교정 금속, 칼슘, 구리, 아연, 철, 코발트, 마그네슘, 망간, 바나듐, 몰리브덴, 규산염, 스트론튬, 텅스텐, 크롬, 니켈, 알루미늄, 및 세라믹, 합성물들, 합금들, 화합물들, 및 이의 혼합물들로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 하나 이상의 물질들로 구성되는 BMI 장치.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 생체 적합성 용기는 폴리우레탄(PU), 폴리에스테르들, 폴리에테르들(PEEK), 실리콘들, 규산염들, 폴리 염화 비닐(PVC), 아크릴산염들, 메타크릴산염들, 텍스트란, 합성 고무(cis-폴리이소프렌), 폴리 초산 비닐, 베이클라이트, 폴리클로로프렌(네오프렌), 나일론, 폴리스티렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리아크릴로니트릴, 폴리 비닐 부티랄(PVB), 폴리 염화 비닐리덴, 플루오르화 폴리머들, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 및 이의 혼합물들 및 혼성 중합체들로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 하나 이상의 물질들로 구성되는 BMI 장치.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 생체 적합성 용기는 인산 칼슘, 인산 삼칼슘, 또는 수산화인회석으로부터 선택되는 생체 적합성 코팅을 포함하는 BMI 장치.

청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 충전식 배터리는 리튬 이온 배터리인 BMI 장치.

청구항 12

제1 항에 있어서,

상기 프로세서 코어는 배터리를 보호하도록 활성화되지 않은 모듈 컴포넌트들을 턴-오프 하도록 구성되는 BMI

장치.

청구항 13

제1 항에 있어서,

상기 저-전력 근접장 무선 통신은 2.4 GHz 프로토콜을 포함하는 BMI 장치.

청구항 14

제1 항에 있어서,

상기 저-전력 근접장 무선 통신은 250Kbps-2Mbps 범위의 데이터 속도를 갖는 BMI 장치.

청구항 15

제1 항에 있어서,

상기 저-전력 근접장 무선 통신은 저전력 블루투스(BLE) 통신 프로토콜 또는 Enhanced ShockBurst(ESB) 프로토콜을 포함하는 BMI 장치.

청구항 16

제1 항에 있어서,

상기 저-전력 근접장 무선 통신은 0.01-2.5 mW (-20 dBm to 4 dBm) 범위의 전송 전력을 갖는 BMI 장치.

청구항 17

제1 항에 있어서,

상기 저-전력 근접장 무선 통신은 1.5 Mbits/sec의 최소 데이터 속도 대역폭을 갖는 BMI 장치.

청구항 18

제1 항에 있어서,

상기 아날로그 디지털 컨버터는 16-비트인 BMI 장치.

청구항 19

제1 항에 있어서,

상기 센서 전자 모듈은 내장된 온도 센서를 포함하되, 상기 SoC는 조직 온도를 모니터링하고 고온으로부터의 조직 손상을 방지하도록 장치 변화들을 구현하도록 구성되는 BMI 장치.

청구항 20

제1 항에 있어서,

상기 센서 전자 모듈은 활동과 관련된 움직임에 대한 적어도 32개의 채널들을 기록하도록 구성되는 BMI 장치.

청구항 21

제1 항에 있어서,

상기 펄스 회로는 자극에 대한 적어도 16개의 채널들을 생성하도록 구성되는 BMI 장치.

청구항 22

제1 항에 있어서,

상기 펄스 회로는 자극에 대한 적어도 32개의 채널들을 생성하도록 구성되는 BMI 장치.

청구항 23

제1 항에 있어서,

상기 펄스 회로는 바이-페이즈(bi-phase) 펄스들을 생성하도록 구성되는 BMI 장치.

청구항 24

제1 항에 있어서,

상기 센서 전자 모듈은 활동과 관련된 움직임에 대한 적어도 32개의 채널들을 기록하도록 구성되되, 상기 펄스 회로는 자극에 대한 적어도 32개의 채널들을 생성하도록 구성되는 BMI 장치.

청구항 25

제1 항에 있어서,

상기 SoC는 활동과 관련된 기록된 움직임에 대한 적어도 32개의 채널들을 모니터링하도록 구성되되, 상기 SoC는 활동과 관련된 기록된 움직임에 기초하여 자극에 대한 미리-프로그램된 채널에 자극을 생성하도록 상기 펄스 회로를 지시하도록 구성되는 BMI 장치.

청구항 26

제1 항에 있어서,

상기 SoC는 자극을 위한 신호들과 기록을 위한 신호들의 멀티플렉싱을 구현하도록 구성되는 BMI 장치.

청구항 27

제1 항에 있어서,

상기 SoC는 전력 충전과 무선 데이터 전송을 동시에 수행하도록 구성되는 BMI 장치.

청구항 28

제1 항에 있어서,

상기 SoC에 연결되는 메모리 장치를 더 포함하는 BMI 장치.

청구항 29

제1 항에 있어서,

상기 SoC와 무선 통신하는 원격 컴퓨터를 더 포함하는 BMI 장치.

청구항 30

적어도 2개의 제1 항의 상기 BMI 장치들을 포함하되, 상기 BMI 장치들은 페-루프로 통신 및 동작하도록 구성되고, 제1 BMI 장치는 신호를 상기 신호를 수신하도록 구성되는 제2 BMI 장치로 전송하도록 구성되고, 상기 제1 BMI 장치는 상기 제1 BMI 장치의 상기 SoC가 활동과 관련된 움직임을 기록할 때, 상기 신호를 생성하도록 구성되고, 상기 제2 BMI 장치는 상기 제2 BMI의 SoC가 상기 신호를 수신할 때, 전기적인 자극을 지시하도록 구성되는 통합된 바디-머신 인터페이스 시스템.

청구항 31

제30 항에 있어서,

3개의 제1 항의 상기 BMI 장치들을 포함하되, 상기 BMI 장치들은 페-루프로 통신 및 동작하도록 구성되고, 상기 BMI 장치들은 서로 신호들을 송신 및 수신하도록 구성되고, 제1 BMI 장치는 상기 제1 BMI 장치의 SoC가 활동과 관련된 움직임을 기록할 때, 상기 신호를 생성하도록 구성되고, 상기 제2 BMI 장치는 상기 제2 BMI 장치의 SoC가 상기 신호를 수신할 때, 심장의 전기적인 자극을 지시하도록 구성되고, 상기 제3 BMI 장치는 상기 제3 BMI 장치의 SoC가 온도를 기록할 때, 제2 신호를 생성하도록 구성되고, 상기 제1 BMI 장치는 상기 제1 BMI 장치의 SoC가 상기 제2 신호를 수신할 때, 전기적인 자극을 지시하도록 구성되는 통합된 바디-머신 인터페이스 시스템.

청구항 32

BMI 장치로부터 컴퓨터에 신호를 전송하는 방법에 있어서,

제1 항의 상기 장치를, 환자의 인체와 통신하는 센서들과 함께 상기 환자의 몸통에 배치 또는 구현하는 단계; 및

신호를 외부의 상기 장치로부터 리시버에 전송하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 33

필요에 따라, 환자를 치료하는 방법에 있어서,

제1 항의 상기 장치를, 필요로 하는 환자의 몸통에 배치 또는 구현하는 단계;

질병 또는 장애를 치료하거나, 수면 무호흡증, 천식, 생체 신호 모니터링, 운동 모니터링, 졸음 운전, 및 생체 인증으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 상태들을 추적하도록, 상기 장치에 신호들을 전송 및 수신하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 34

필요에 따라, 환자를 치료하는 방법에 있어서,

제1 항의 상기 장치를, 필요로 하는 환자의 몸통에 배치 또는 구현하는 단계;

질병 또는 장애를 치료하거나, 상태들을 추적하도록, 상기 장치에 신호들을 전송 및 수신하는 단계를 포함하되, 상기 장치는 심장 신경, 설인 신경, 또는 횡격막 신경을 자극하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 전자적인 인간 보철에 관한 것으로, 좀 더 구체적으로 3D 자이로스코프들의 쌍 및 생체 전위 전극들의 쌍을 이용하여, ECG 신호들과 동시에 척추와 흉곽의 실시간 3D 움직임들을 감지하는 통합된 센서 매커니즘에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 의료 기술들의 발달은 인간의 생활 수준을 향상시키고 인간의 수명을 증가시키고 있다. 또한, 선천적 또는 후천적 질병 또는 외상 등이 의료 기술들의 발달에 기초하여 감지되고, 이에 대한 치료가 용이하게 수행될 수 있다. 특히, 보이지 않는 장기와 같은 인체의 내부를 감지하고, 긴급한 상황에 대처하기 위하여, 전자적인 인간 보철 장치들이 삽입될 수 있다.

[0003] 심장 또는 폐와 같은 장기들의 움직임은 인간의 건강을 판단하는 하나의 요소일 수 있다. 예를 들어, 호흡은 가슴의 움직임에 기초하여 정상적인지 비정상적인지 판단될 수 있다. 움직임을 감지하기 위하여, 삽입 가능한 보철 장치들을 이용하는 것에 대한 요구가 제기되고 있다. 또한, 인체의 움직임을 판단하고, 판단된 결과들을 이용하여 휠체어와 같은 외부 장치들을 제어하기 위하여, 바디-머신 인터페이스(body-machine interface, BMI) 장치에 대한 요구가 제기되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 생체 전위 전극이 통합된 이중 3D 자이로스코프 네트워크를 갖는 실시간 건강 및 운동 센서 매커니즘 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 선호되는 실시예들에서, ECG 신호들과 동시에 척추 및 흉곽의 실시간 3D 움직임들을 감지하도록, 한 쌍의 3D 자

이로스코프들 및 한 쌍의 생체 전위 전극들을 사용하는 통합된 센서 매커니즘을 위한 장치들 및 이를 사용하는 방법들이 제공된다.

- [0006] 제한되지 않는 일 실시예에서, 양방향성(bi-directional) 바디-머신 인터페이스(BMI) 장치가 제공되며,
- [0007] (i) 초음파 무선 전력 모듈을 하우징 하되, 전력 모듈이 전력 정류기 회로에 연결되는 압전 합성물 트랜스듀서, 및 충전식 배터리를 포함하고, 압전 합성물 트랜스듀서가 충전식 배터리를 재충전하도록 무선으로 전력을 전송하기 위한 내부와 쌍을 이루는 외부의 압전 합성물 트랜스듀서를 갖는 무선 2-부분 초음파 전력 전송 시스템의 내부를 형성하는, 생체 적합성 용기;
- [0008] (ii) 프로세서 코어, 메모리를 갖고, 전력 모듈에 의하여 전력을 공급 받는 SoC이되, 프로세서 코어가 무선 데이터 전송 및 수신을 제어하도록 구성되고, 프로세서 코어가 충전식 배터리의 충전을 제어하도록 구성되고, 프로세서 코어가 센서 출력 데이터를 획득하도록 구성되고, 프로세서 코어가 제1 자이로스코프 입력 펄스들 및 제2 자이로스코프 입력 펄스들을 획득하도록 구성되고, 프로세서 코어가 정규화된 움직임 센서 데이터를 분석하도록 구성되고, 프로세서 코어가 자극 입력 펄스들을 제어하도록 구성되고, 메모리가 센서 데이터를 저장하도록 구성되고, SoC가 저-전력 근접장 무선 통신을 사용하도록 구성되는, 하우징 내의 무선 RF 통신 시스템 온 칩(SoC);
- [0009] (iii) SoC와 인터페이스되고, 디지털 전기 생리학 인터페이스 칩, 프로그래머블 증폭기, 아날로그 디지털 컨버터, 직렬 주변 장치 인터페이스(SPI), 심전도 생체 전위 신호들(ECG 신호들) 센서, 및 체온 센서를 포함하되, 심전도 생체 전위 신호들(ECG 신호들)을 기록하도록 구성되고, 체온 신호들을 기록하도록 구성되는 센서 전자 모듈;
- [0010] (iv) SoC에 연결되되, 제1 자이로스코프 센서 및 제1 자이로스코프 움직임 프로세서를 포함하고, 제1 티타늄 케이스에 내장되고 제1 자이로스코프 센서가 제1 티타늄 케이스의 외표면에 배치되고, 제1 자이로스코프 센서가 3-차원의 움직임 센서 데이터를 수신하도록 구성되고, 제1 자이로스코프 프로세서가 수신된 3-차원의 움직임 센서 데이터로부터 사원수들 형식의 정확한 센서 융합 데이터를 생성하도록 구성되고, 제1 자이로스코프 프로세서가 아티팩트들과 관련된 움직임을 제거하기 위하여 사원수들 센서 융합 데이터를 사용하도록 구성되고, 제1 자이로스코프 프로세서가 사원수들 센서 융합 데이터를 정규화하도록 구성되고 정규화된 제1 움직임 센서 데이터를 SoC의 움직임 분석 모듈의 움직임 분석을 위하여 제1 통신 케이블을 통하여 SoC로 전송하도록 구성되는, 제1 생체 전위 전극이 통합된 3D 자이로스코프(BEIG-3D) 모듈; 및
- [0011] (v) SoC에 연결되되, 제2 자이로스코프 센서 및 제2 자이로스코프 움직임 프로세서를 포함하고, 제2 티타늄 케이스에 내장되고 제2 자이로스코프 센서가 제2 티타늄 케이스의 외표면에 배치되고, 제2 자이로스코프 센서가 3-차원의 움직임 센서 데이터를 수신하도록 구성되고, 제2 자이로스코프 프로세서가 수신된 3-차원의 움직임 센서 데이터로부터 사원수들 형식의 정확한 센서 융합 데이터를 생성하도록 구성되고, 제2 자이로스코프 프로세서가 아티팩트들과 관련된 움직임을 제거하기 위하여 사원수들 센서 융합 데이터를 사용하도록 구성되고, 제2 자이로스코프 프로세서가 사원수들 센서 융합 데이터를 정규화하도록 구성되고 정규화된 제2 움직임 센서 데이터를 SoC의 움직임 분석 모듈의 움직임 분석을 위하여 제2 통신 케이블을 통하여 SoC로 전송하도록 구성되는, 제2 생체 전위 전극이 통합된 3D 자이로스코프(BEIG-3D) 모듈; 및
- [0012] (vi) SoC와 인터페이스되고 전기적인 자극을 전송하도록 구성되는 펄스 회로를 포함하는 자극 모듈을 포함한다.
- [0013] 다른 선호되는 실시예에서, 심장에 전기적인 자극을 전송하기 위한 자극 모듈에 연결되는 적어도 하나의 심장 전극을 더 포함하는 BMI 장치가 제공된다.
- [0014] 다른 선호되는 실시예에서, 생체 적합성 용기는 25-100mm 범위의 직경을 갖고 8-30mm 범위의 높이를 갖는 원형의 디스크인 BMI 장치가 제공된다.
- [0015] 다른 선호되는 실시예에서, 생체 적합성 용기는 28-75mm 범위의 직경을 갖고 10-20mm 범위의 높이를 갖는 원형의 디스크인 BMI 장치가 제공된다.
- [0016] 다른 선호되는 실시예에서, 생체 적합성 용기는 30-50mm 범위의 직경을 갖고 10-20mm 범위의 높이를 갖는 원형의 디스크인 BMI 장치가 제공된다.
- [0017] 다른 선호되는 실시예에서, 생체 적합성 용기는 35mm 이하의 직경을 갖고 10mm 이하의 높이를 갖는 원형의 디스크인 BMI 장치가 제공된다.

- [0018] 다른 선호되는 실시예에서, 생체 적합성 용기는 금속, 폴리머, 또는 합성물로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 하나 이상의 물질들로 구성되는 BMI 장치가 제공된다.
- [0019] 다른 선호되는 실시예에서, 생체 적합성 용기는 티타늄, 니티놀(R), 교정 금속, 칼슘, 구리, 아연, 철, 코발트, 마그네슘, 망간, 바나듐, 몰리브덴, 규산염, 스트론튬, 텅스텐, 크롬, 니켈, 알루미늄, 및 세라믹, 합성물들, 합금들, 화합물들, 및 이의 혼합물들로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 하나 이상의 물질들로 구성되는 BMI 장치가 제공된다.
- [0020] 다른 선호되는 실시예에서, 생체 적합성 용기는 폴리우레탄(PU), 폴리에스테르들, 폴리에테르들(PEEK), 실리콘들, 규산염들, 폴리 염화 비닐(PVC), 아크릴산염들, 메타크릴산염들, 텍스트란, 합성 고무(cis-폴리이소프렌), 폴리 초산 비닐, 베이클라이트, 폴리클로로프렌(네오프렌), 나일론, 폴리스티렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리아크릴로니트릴, 폴리 비닐 부티랄(PVB), 폴리 염화 비닐리덴, 플루오르화 폴리머들, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 및 이의 혼합물들 및 혼성 중합체들로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 하나 이상의 물질들로 구성되는 BMI 장치가 제공된다.
- [0021] 다른 선호되는 실시예에서, 생체 적합성 용기는 인산 칼슘, 인산 삼칼슘, 또는 수산화인회석으로부터 선택되는 생체 적합성 코팅을 포함하는 BMI 장치가 제공된다.
- [0022] 다른 선호되는 실시예에서, 충전식 배터리는 리튬 이온 배터리인 BMI 장치가 제공된다.
- [0023] 다른 선호되는 실시예에서, 프로세서 코어는 배터리를 보호하도록 활성화되지 않은 모듈 컴포넌트들을 턴-오프하도록 구성되는 BMI 장치가 제공된다.
- [0024] 다른 선호되는 실시예에서, 저-전력 근접장 무선 통신은 2.4 GHz 프로토콜을 포함하는 BMI 장치가 제공된다.
- [0025] 다른 선호되는 실시예에서, 저-전력 근접장 무선 통신은 250Kbps-2Mbps 범위의 데이터 속도를 갖는 BMI 장치가 제공된다.
- [0026] 다른 선호되는 실시예에서, 저-전력 근접장 무선 통신은 저전력 블루투스(BLE) 통신 프로토콜 또는 Enhanced ShockBurst(ESB) 프로토콜을 포함하는 BMI 장치가 제공된다.
- [0027] 다른 선호되는 실시예에서, 저-전력 근접장 무선 통신은 0.01-2.5 mW (-20 dBm to 4 dBm) 범위의 전송 전력을 갖는 BMI 장치가 제공된다.
- [0028] 다른 선호되는 실시예에서, 저-전력 근접장 무선 통신은 1.5 Mbits/sec의 최소 데이터 속도 대역폭을 갖는 BMI 장치가 제공된다.
- [0029] 다른 선호되는 실시예에서, 아날로그 디지털 컨버터는 16-비트인 BMI 장치가 제공된다.
- [0030] 다른 선호되는 실시예에서, 센서 전자 모듈은 내장된 온도 센서를 포함하되, SoC는 조직 온도를 모니터링하고 고온으로부터의 조직 손상을 방지하도록 장치 변화들을 구현하도록 구성되는 BMI 장치가 제공된다.
- [0031] 다른 선호되는 실시예에서, 센서 전자 모듈은 활동과 관련된 움직임에 대한 적어도 32개의 채널들을 기록하도록 구성되는 BMI 장치가 제공된다.
- [0032] 다른 선호되는 실시예에서, 펄스 회로는 자극에 대한 적어도 16개의 채널들을 생성하도록 구성되는 BMI 장치가 제공된다.
- [0033] 다른 선호되는 실시예에서, 펄스 회로는 자극에 대한 적어도 32개의 채널들을 생성하도록 구성되는 BMI 장치가 제공된다.
- [0034] 다른 선호되는 실시예에서, 펄스 회로는 바이-페이즈(bi-phase) 펄스들을 생성하도록 구성되는 BMI 장치가 제공된다.
- [0035] 다른 선호되는 실시예에서, 센서 전자 모듈은 활동과 관련된 움직임에 대한 적어도 32개의 채널들을 기록하도록 구성되되, 펄스 회로는 자극에 대한 적어도 32개의 채널들을 생성하도록 구성되는 BMI 장치가 제공된다.
- [0036] 다른 선호되는 실시예에서, SoC는 활동과 관련된 기록된 움직임에 대한 적어도 32개의 채널들을 모니터링하도록 구성되되, SoC는 활동과 관련된 기록된 움직임에 기초하여 자극에 대한 미리-프로그램된 채널에 자극을 생성하도록 상기 펄스 회로를 지시하도록 구성되는 BMI 장치가 제공된다.
- [0037] 다른 선호되는 실시예에서, SoC는 자극을 위한 신호들과 기록을 위한 신호들의 멀티플렉싱을 구현하도록 구성되

는 BMI 장치가 제공된다.

- [0038] 다른 선호되는 실시예에서, SoC는 전력 충전과 무선 데이터 전송을 동시에 수행하도록 구성되는 BMI 장치가 제공된다.
- [0039] 다른 선호되는 실시예에서, SoC에 연결되는 메모리 장치를 더 포함하는 BMI 장치가 제공된다.
- [0040] 다른 선호되는 실시예에서, SoC와 무선 통신하는 원격 컴퓨터를 더 포함하는 BMI 장치가 제공된다.
- [0041] 다른 선호되는 실시예에서, 여기에서 설명된 적어도 2개의 BMI 장치들을 포함하되, BMI 장치들은 페-루프로 통신 및 동작하도록 구성되고, 제1 BMI 장치는 신호를 수신하도록 구성되는 제2 BMI 장치로 신호를 전송하도록 구성되고, 제1 BMI 장치는 제1 BMI 장치의 SoC가 활동과 관련된 움직임을 기록할 때, 신호를 생성하도록 구성되고, 제2 BMI 장치는 제2 BMI의 SoC가 신호를 수신할 때, 전기적인 자극을 지시하도록 구성되는 통합된 바디-머신 인터페이스 시스템이 제공된다.
- [0042] 다른 선호되는 실시예에서, 여기에서 설명된 3개의 BMI 장치들을 포함하되, BMI 장치들은 페-루프로 통신 및 동작하도록 구성되고, BMI 장치들은 서로 신호들을 송신 및 수신하도록 구성되고, 제1 BMI 장치는 제1 BMI 장치의 SoC가 활동과 관련된 움직임을 기록할 때, 신호를 생성하도록 구성되고, 제2 BMI 장치는 제2 BMI 장치의 SoC가 신호를 수신할 때, 심장의 전기적인 자극을 지시하도록 구성되고, 제3 BMI 장치는 제3 BMI 장치의 SoC가 온도를 기록할 때, 제2 신호를 생성하도록 구성되고, 제1 BMI 장치는 제1 BMI 장치의 SoC가 제2 신호를 수신할 때, 전기적인 자극을 지시하도록 구성되는 통합된 바디-머신 인터페이스 시스템이 제공된다.
- [0043] 다른 선호되는 실시예에서, BMI 장치로부터 컴퓨터에 신호를 전송하는 방법이 제공되며, 여기에서 설명된 장치를, 환자의 인체와 통신하는 센서들과 함께 환자의 몸통에 배치 또는 구현하는 단계; 및 신호를 외부의 장치로부터 리시버에 전송하는 단계를 포함한다.
- [0044] 다른 선호되는 실시예에서, 필요에 따라, 환자를 치료하는 방법이 제공되며, 여기에서 설명되는 장치를, 필요로 하는 환자의 몸통에 배치 또는 구현하는 단계; 질병 또는 장애를 치료하거나, 수면 무호흡증, 천식, 생체 신호 모니터링, 운동 모니터링, 줄임 운전, 및 생체 인증으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 상태들을 추적하도록, 장치에 신호들을 전송 및 수신하는 단계를 포함한다.
- [0045] 다른 선호되는 실시예에서, 필요에 따라, 환자를 치료하는 방법이 제공되며, 여기에서 설명되는 장치를, 필요로 하는 환자의 몸통에 배치 또는 구현하는 단계; 질병 또는 장애를 치료하거나, 상태들을 추적하도록, 장치에 신호들을 전송 및 수신하는 단계를 포함하되, 장치는 심장 신경, 설인 신경, 또는 횡격막 신경을 자극한다.

발명의 효과

- [0046] 본 발명에 따르면, 생체 전위 전극이 통합된 이중 3D 자이로스코프 네트워크를 갖는 실시간 건강 및 운동 센서 매커니즘 장치 및 방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0047] 도 1은 흉곽, 흉골, 척추, 및 골반을 포함하는 인간의 몸통의 골격에 대한 도면이고, 2개의 3D 자이로스코프들(또는 IMU들) 및 통합된 생체 전위 전극들을 갖는 삽입 가능한(또는 웨어러블) 생물 의학적인 감지 시스템을 도시한다. (1: 자이로스코프 A 및 음극성(또는 양극성) 생체 전위 전극. 자이로스코프 B 및 양극성(또는 음극성) 생체 전위 전극).
- 도 2는 양와위 자세에서의 인간의 몸통 및 머리에 대한 도면이고, 6개의 관절 각도들의 역 운동학적인 계산을 도시한다.
- 도 3은 글로벌 프레임 방향의 x-축, y-축, 및 z-축을 도시하는 도면이고, 이중 센서의 운동학적인 좌표 시스템의 Denavit-Hartenberg(D-H) 표시법을 도시한다.
- 도 4는 하드웨어 시스템의 일 실시예의 2개의 뷰(view)를 도시한 도면이고, 플레인 뷰(위) 및 탑 뷰(아래)를 도시한다.
- 도 5는 시간(y-축)에 대한 각도(x-축)의 선 그래프이고, 척추의 좌-우 스윙하는 움직임 및 가슴의 상-하 움직임을 갖는 실험적인 데이터를 도시한다.
- 도 6은 시간(y-축)에 대한 각도(x-축)의 선 그래프이고, 호흡 움직임 분석 시스템으로부터 측정된 실시간 호흡

신호들을 갖는 실험적인 데이터를 도시한다.

도 7은 시간(y-축)에 대한 각도(x-축)의 선 그래프이고, 5회 호흡들마다 이후에 단일한 기침 패턴과 함께 호흡 움직임을 갖는 실험적인 데이터를 도시한다.

도 8은 시간(y-축)에 대한 각도(x-축)의 선 그래프이고, 수면 무호흡증처럼 보이는 10여초의 호흡-정지 사건과 함께 호흡 움직임을 갖는 실험적인 데이터를 도시한다.

도 9는 다양한 주파수들에서 전송을 위하여 사용될 수 있는 표준의 RF 컴포넌트들에 대한 블록도이다.

도 10은 여기에서 설명되는 장치를 사용하는 과정의 선호되는 일 실시예에 대한 순서도이다.

도 11은 여기에서 설명되는 장치를 사용하는 과정의 제한되지 않는 선호되는 다른 실시예에 대한 순서도이다.

도 12는 Zynq-7000S 장치를 위한 통합된 회로 칩 블록도이고 28nm Artix®-7기반의 프로그래머블 로직, 6.25Gb/s 트랜시버들과 짝지어지고, 내성을 갖는 주변 장치들에 일반적으로 사용되도록 갖추어진 단일-코어 ARM Cortex-®A9 프로세서를 도시한다.

도 13은 Xilinx Zynq-7000을 위한 통합된 회로 칩 블록도이고 6.6M까지의 로직 셀들인 28nm Artix-7 or Kintex®-7 기반의 프로그래머블 로직과 통합되고, 6.25Gb/s에서 12.5Gb/s까지의 범위의 트랜시버들과 통합된 듀얼-코어 ARM Cortex-A9 프로세서들을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0048] 본 발명의 특징들, 양상들, 및 이점들이 아래의 설명, 예시들, 및 청구항들을 참조하여 더욱 잘 이해될 것이다.

[0049] 여기에서의 실시예들 및 이의 다양한 특징들 및 유리한 세부 설명들은, 첨부된 도면들에 도시되고 아래의 설명에서 세부적으로 설명되는, 제한되지 않는 실시예들을 참조하여 더욱 충분하게 설명된다. 잘 알려진 컴포넌트들 및 프로세싱 기술들에 대한 설명들은, 여기에서 실시예들을 불필요하게 모호하지 않도록 생략된다. 여기에서 사용되는 예시들은 단순히, 여기에서의 실시예들이 수행될 수 있는 방식들에 대한 이해를 용이하게 하고, 나아가 여기에서의 실시예들을 수행하는 당업자들에게 이용가능 하도록 의도된다. 따라서, 이러한 예시들은 여기에서의 실시예들의 범위를 제한하는 것으로 해석되어서는 안된다.

[0050] 오히려, 이러한 실시예들은 이러한 개시물들이 철저하고 완전하도록 제공되는 것이고, 당업자에게 발명의 범위를 충분히 전달할 것이다. 동일한 번호들은 내내 동일한 구성 요소들을 나타낸다. 여기에서 사용되는 용어 "및/또는"은 하나 이상의 연관된 열거 항목들의 임의의 그리고 모든 조합들을 포함한다.

[0051] 여기에서 사용되는 용어는 단순히 특정 실시예들을 설명하는 목적을 위한 것이고, 본 발명의 전체 범위를 제한하는 것으로 의도되지 않는다. 여기에서 사용되는, 단수 형식들 "a", "an", 및 "the"는, 문맥이 달리 명확하게 지칭하지 않는다면, 마찬가지로 복수 형식들을 포함하는 것으로 의도된다. 나아가, 용어들 "포함한다" 및/또는 "포함하는"은 상세한 설명에서 사용될 때, 진술된 특징들, 정수들, 단계들, 동작들, 구성 요소들, 및/또는 컴포넌트들의 존재를 구체화하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들, 정수들, 단계들, 동작들, 구성 요소들, 컴포넌트들, 및/또는 이의 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아님이 이해될 것이다.

[0052] 본 발명의 이해를 용이하게 하도록, 여기에서 사용되는 특정 용어들이 아래와 같이 정의된다.

[0053] 여기에서 사용되는, 용어 "생체 적합성(biocompatible)"은 두가지 방식의 응답, 즉, 물질에 대한 인체의 응답 및 인체의 환경에 대한 물질의 응답으로 정의한다. 의료 장치의 생체 적합성은, 호스트와의 원하는 정도의 통합을 갖고, 이러한 호스트의 임의의 원하지 않는 로컬의 또는 시스템적인 영향들을 도출함이 없이, 의도된 기능을 수행하는 장치의 능력을 나타낸다. 선호되는 실시예들에서, 본 발명의 생체 적합성을 갖는 물질은 의료용 재료 또는 삽입용 재료이다.

[0054] 용어 "폐 루프"는, 에러를 줄이고, 방해가 된다면, 원래의 또는 원하는 응답으로 시스템의 출력을 되돌리도록, 실제의 출력과 원하는 출력을 비교하기 위하여, 이러한 출력을 모니터링하고 이의 일부를 "피드백"함으로써, 우리가 정확하게 프로세스를 제어하게 하는 방식을 나타낸다. 출력의 측정은 "피드백 신호"로 불리우고, 피드백 신호들을 사용하여 이를 제어하는 제어 시스템의 유형은 폐-루프 시스템으로 불리운다. 피드백 제어 시스템으로 또한 알려진, 폐-루프 시스템은, 개-루프 시스템의 개념을 이의 순방향 경로로 사용하나 이의 출력과 이의 입력 사이에 하나 이상의 피드백 루프들 (이로 인한 이의 명칭) 또는 경로들을 갖는, 제어 시스템이다. "피드백"에 대한 참조는 단순히 출력의 일부가 입력으로 "되돌려"져, 시스템 엑시테이션(excitation)의 일부를 형성하는 것

을 의미한다. 폐-루프 시스템들은, 원하는 출력 상태와 실제 상태를 비교함으로써, 원하는 출력 상태를 자동적으로 달성하고 유지하도록 설계된다. 이는 출력과 참조하는 입력 사이의 차이인 에러 신호를 생성함으로써, 이를 수행한다. 다시 말해서, "폐-루프 시스템"은, 이의 제어 활동이 일부 방식의 출력에 의존하는, 충분히 자동적인 제어 시스템이다.

- [0055] 여기에서 서로 교환할 수 있게 사용되는, 용어들 "ECG" 및 "심전도(electrocardiography)"는 피부에 직접적으로 배치되는 전극들의 수단들에 의하여 심장의 전기적인 활동을 기록하는 기술을 나타낸다. 종래의 12-리드 ECG, 10 전극들은 가슴의 표면 및 환자의 사지에 배치된다. 그러면, 심장의 전기적인 전위의 전체 크기는 12개의 다른 각도들("리드들")로부터 측정되고, 시간 (보통 10초)의 주기에 걸쳐 기록된다. 이러한 방식에서, 전체의 크기 및 심장의 전기적인 탈분극의 방향은 심장의 주기 동안 매 순간에 캡처된다. 이러한 비침습적인 의료 절차에 의하여 생성된 전압 대 시간의 그래프는 심전도로 나타난다.
- [0056] 여기에서 서로 교환할 수 있게 사용되는, 용어 "바다-컴퓨터 인터페이스"는, 원시 신호들 형식의 입력을 갖고, 저장 및 나아가 분석을 위하여 디지털 장치에 입력될 수 있는 처리된 신호로 원시 신호들을 변환하는 신호-프로세싱 회로를 나타낸다.
- [0057] 여기에서 사용되는, 용어 "시스템"은 위에서 정의된 바와 같이 제2 장치(들)과 함께, 원시 신호들을 장치의 출력으로 해석하는 기능을 제공하는 적어도 하나의 장치를 포함하는 다수의 컴포넌트들의 체계화된 스킴을 나타내며, 원시 신호들은 시스템 사용자의 인체(바다)로부터 도출된다. 시스템은 또한 선택적으로, 신호들을 기록하고, 자극 지시들을 전송하고, 컴포넌트들의 소프트웨어/펌웨어를 업그레이드 하는 등에 이용되는 (삽입되지 않는) 원격 컴퓨터를 포함한다.
- [0058] 여기에서 사용되는, 용어 "장치"는 하나의 장비 또는 특수한 목적 또는 기능을 제공하도록 설계되는 매커니즘을 나타낸다. 예시들에서, 장치는 비디오 모니터 상의 커서이다. 용어의 의도된 의미 내의 장치들의 다른 예시들은 제한되지 않으나, 휠체어들 및 보철들을 포함한다. 용어는 또한 스티어링 휠들, 조이스틱들, 레버들, 버튼들 등과 같은 다른 매커니즘들을 제어하는데 사용될 수 있는 매커니즘들을 포용한다.
- [0059] 여기에서 사용되는, "저전력"은 2.0-3.5V의 공급 전압으로부터, 송신 및 수신을 위한 6 밀리암페어보다 낮은 것을 의미한다.
- [0060] 여기에서 사용되는, "높은 데이터 속도"는, 선택된 BER, SNR, 및 전력 소모에 사용되는 특정 변조 스킴에 의존하는 데이터 속도와 같이, 200 kbps 에서 1 Gbps 까지를 의미한다.
- [0061] 여기에서 사용되는 "치료"는 치료 과정 동안 또는 치료 과정의 완료 시에, 의료 상태, 진단, 질환, 또는 문제로 일반적으로 인식되는 질병, 상태 또는 병리의 하나 이상의 신호(sign)들 또는 징후들을, 일시적으로 또는 더욱 영구적으로, 줄이거나 제거하거나 개량하는 것을 의미한다.
- [0062] 본 발명의 범위 내로 고려되는 상태들 및/또는 사용들은 제한되지 않으나, 수면 무호흡증, 천식, 생체 신호 모니터링, 운동 모니터링, 졸음 운전, 및 생체 인증을 포함한다.
- [0063] 여기에서 장치를 이용하여 자극될 수 있는 특정 신경들은 심장 이상을 치료하기 위한 하나 이상의 심장 신경들, 수면 무호흡증을 치료하기 위한 하나 이상의 설인(glossopharyngeal) 또는 관련된 신경들, 천식 및 다른 호흡기 장애들 및 상태들을 치료하기 위한 횡격막과 연관된 하나 이상의 신경들을 포함한다.
- [0064] 여기에서 사용되는, 용어 "전극들"은 전하를 타겟 조직에 전달하는 전기적인 컴포넌트들을 나타낸다. 전극들은 또한 이들을 펄스 생성기들과 연결하는 리드들을 포함한다. 리드들 및 전극들은 삽입할 수 있을 만큼 내구성이 있어야 한다. 전극들은 근외막 및 근육 내의 전극들뿐만 아니라, 신경외막의 커피에 둘러싸인 전극들을 포함한다. 전극들은 가압적 백금, 이리듐, 스테인리스 스틸, 또는 합금과 같은 내부식성 물질들로 만들어진다. 전극들은 또한 내성장(ingrowth) 및 영구성을 장려하도록 데이크론 백킹(Dacron backing)을 포함한다. 리드들은 일반적으로, 스테인리스 스틸 및 Co, Cr, 및 Ni의 합금들로 만들어진다.
- [0065] 도 1은 인간의 몸통의 골격에 대한 도면이고, 2개의 3D 자이로스코프들 (또는 IMU들) 및 통합된 생체 전위 전극들을 갖는 삽입 가능한 (또는 웨어러블) 생물 의학적인 감지 시스템의 제한되지 않는 선호되는 실시예를 도시한다. 자이로스코프 A(102) 및 음극성 (또는 양극성) 생체 전위 전극. 자이로스코프 B(104) 및 양극성 (또는 음극성) 생체 전위 전극.
- [0066] 따라서, 도 1은 본 발명이 2개의 3D 자이로스코프들 (또는 IMU들)(102, 104) 및 통합된 생체 전위 전극들을 갖는 삽입 가능한 (또는 웨어러블) 생물 의학적인 감지 시스템인 것을 나타낸다. 인간의 골격 구조 (예를 들어,

척추 및 흉곽 뼈들) 상에 배치된 2개의 3D IMU들은 자유도 3(three DOF)으로 각각 회전하는 2개의 회전하는 관절(joint)들로 구성되는 단순한 로보틱 링크를 구축한다.

- [0067] 도 2는 앙와위 자세(supine position)에서의 인간의 몸통 및 머리에 대한 도면이고, 6개의 관절 각도들의 역 운동학적인(inverse kinematic) 계산을 도시한다.
- [0068] 도 2에서 정의되는 6개의 관절 각도들의 역 운동학적인 계산은 2개의 관절들의 정확한 분해를 제공한다. IMU-링크는 다양한 의료 및 스포츠 어플리케이션을 위한 새로운 인체 운동학적인 모니터링 시스템을 제공한다.
- [0069] 몸통 및 호흡기의 움직임의 계산 알고리즘
- [0070] 장치의 이러한 어플리케이션에 대한 결정적인 부분은 센서들의 배치를 위한 위치의 선택이다. 3가지 기준이 위치를 선택하는데 뒤따르며- (1) 센서 A는 몸통 움직임을 주로 검출하여야 하고, (2) 센서 B는 몸통 및 호흡기의 움직임 모두를 경험하여야 한다.
- [0071] 따라서, 6개의 관절 각도들의 역 운동학적인 계산이 도 2에 도시된다.
- [0072] 본 발명은 2개의 IMU 센서들 사이의 상대적인 방향/움직임을 획득하기 위한 수학적 계산들의 발달에 기여한다. 이러한 계산들은 본 섹션에서 더욱 앞서 설명된다.
- [0073] IMU 센서들로부터 획득된 데이터는 사원법(사원수들, quaternions)의 형식에 있으며, 이의 일반적인 형식은,

수학식 1

$$q = q_0 + q_1\bar{i} + q_2\bar{j} + q_3\bar{k},$$

- [0074]
- [0075] 사원수들은 복소수들의 확장이다. 사원수는 수학식 1에 도시된 바와 같이, 스칼라 및 벡터 부분을 갖는다. 수학식에서 용어 'q'는 스칼라 양인 반면, 벡터 부분은 3차원 양이고 수학식의 이후 부분과 동일하다. q_0 , q_1 , q_2 , q_3 는 실수들이고, i , j , k 는 허수 단위들임을 주목하라. 사원수들은 아래의 수학식들을 이용하여 오일러 각(Euler angle)들로 (더욱 구체적으로, Tait-Bryan 각들로) 변환된다.

수학식 2

$$\phi = \arctan \frac{2(q_0q_1 + q_2q_3)}{1 - 2(q_1^2 + q_2^2)}$$

- [0076]

수학식 3

$$\theta = \arcsin(2(q_0q_2 - q_3q_1))$$

- [0077]

수학식 4

$$\psi = \arctan \frac{2(q_0q_3 + q_1q_2)}{1 - 2(q_2^2 + q_3^2)}$$

- [0078]

- [0079] 여기에서, ϕ 는 로컬/센서의 x-축 주위의 회전을 묘사하는 롤(roll)이고, θ 는 y-축 주위의 회전을 표시하는 피치(pitch)이고, ψ 는 센서의 z-축 주위의 회전을 나타내는 요(yaw)이다. (4개의 양들을 갖는) 사원수 각각은 (3

개의 양들을 갖는) 오일러 각들의 집합을 제공한다. 이러한 오일러 각들은 회전 행렬을 획득하도록 롤-피치-요 순서의 아래의 행렬로 대체된다.

수학식 5

$$R = \begin{bmatrix} c_{\theta}c_{\phi} & s_{\psi}s_{\theta}c_{\phi} - c_{\psi}s_{\phi} & c_{\psi}s_{\theta}c_{\phi} + s_{\psi}s_{\phi} \\ c_{\theta}s_{\phi} & s_{\psi}s_{\theta}s_{\phi} + c_{\psi}c_{\phi} & c_{\psi}s_{\theta}s_{\phi} - s_{\psi}c_{\phi} \\ -s_{\theta} & s_{\psi}c_{\theta} & c_{\psi}c_{\theta} \end{bmatrix}$$

[0080]

[0081] 이러한 행렬은 Tait-Bryan 각의 ZYX 회전 순서에 대응하며, 오일러 각 각각에 대하여 'c'는 코사인을 의미하고 's'는 사인을 의미한다. 오일러 각들 및 회전 행렬들은 센서들 모두에 별도로 발견되며, 이들은 글로벌 좌표 프레임에 대한 센서 각각의 방향을 제공한다.

[0082] 다음으로, D-H 표시법(Denavit-Hartenberg Convention)은, 오른손에 의한 프레임들을 2개의 관절들을 연결하는 링크들에 지정하도록 적용된다. D-H 알고리즘은, 모든 관절 각도들이 알려진 경우, 로봇의 엔드-이펙터(end-effector)의 위치 및 방향을 발견하도록, 순방향 운동학(Forward Kinematics)을 도출하는데 사용된다.

[0083] 도 3은 글로벌 프레임 방향의 x-축, y-축, 및 z-축을 도시하는 도면이고, 이중 센서의 운동학적인 좌표 시스템의 Denavit-Hartenberg(D-H) 표시법을 도시한다.

[0084] 링크 각각의 4개의 파라미터들은 동차 변환 행렬(homogeneous transformation matrix) A_i 를 제공한다. $T_n^0 = A_1 \dots A_n$ 는 베이스 프레임 (프레임 0)에서 로봇의 엔드-이펙터 (프레임n)의 위치 및 방향 정보, 즉, 프레임 0에서 프레임 n의 변환 또는 매핑을 제공한다. T_n^0 는 동차 변환 행렬의 형식이다. 이러한 연구에서와 같이, 단지 4x4 동차 변환 행렬의 회전 부분이 모델 기하학 및 이론적인 지식에 따라, 고려되고, 센서들 A 및 B 모두에 대한 수학식 5로부터 획득된 회전 행렬이 T_3^0 및 T_6^0 의 회전 부분과 같고, 또는 유사하게 T_0^G 부터 T_n^G 및 T_6^G 는 단위 행렬이다. 즉,

수학식 6

$$R_{3 \times 3}(A) \equiv R_{3 \times 3}(T_3^0) \equiv R_{3 \times 3}(T_3^G)$$

[0085]

수학식 7

$$R_{3 \times 3}(B) \equiv R_{3 \times 3}(T_{6(original)}^0) \equiv R_{3 \times 3}(T_6^G)$$

[0086]

[0087] 베이스 프레임 (프레임 0)에 대한 엔드-이펙터 (프레임 6) 방향을 획득하기 위한 순방향 운동학적 수학식은 아래와 같이 제공된다.

수학식 8

$$T_6^G = T_0^G * T_3^0 * T_6^3$$

[0088]

[0089] 센서 A에 대한 센서 B의 방향 또는 동일하게 프레임 3에 대한 프레임 6의 방향을 얻기 위한 위의 수학식을 재정

리하면,

수학식 9

$$T_{link21} = T_6^3 = (T_3^0)^{-1} * (T_0^G)^{-1} * T_6^0$$

[0090]

T_6^0 는 $T_6^{(original)}$ 의 초기화된 버전이다.

[0091]

첫째로, 역 운동학을 T_3^0 에 적용함으로써, 링크 1이 로봇 모델 (프레임 0)에 대하여 만드는 관절 각도들 θ_1 , θ_2 , θ_3 이 획득된다.

[0092]

수학식 10

$$r_{33} = c_2, \theta_2 = \cos^{-1}(r_{33})$$

[0093]

수학식 11

$$r_{31} = -s_2 c_3, \theta_3 = \cos^{-1}\left(\frac{-r_{31}}{s_2}\right)$$

[0094]

수학식 12

$$r_{13} = c_1 s_2, \theta_1 = \cos^{-1}\left(\frac{r_{13}}{s_2}\right)$$

[0095]

다음으로, 역 운동학을 T_6^3 에 적용함으로써, 링크 2가 링크 1에 대하여 만드는 상대적인 관절 각도들 θ_4 , θ_5 , θ_6 이 획득된다.

[0096]

수학식 13

$$r_{33} = c_5, \theta_5 = \cos^{-1}(r_{33})$$

[0097]

수학식 14

$$r_{31} = -s_5 c_6, \theta_6 = \cos^{-1}\left(\frac{-r_{31}}{s_5}\right)$$

[0098]

수학식 15

$$r_{13} = c_4 s_5, \quad \theta_4 = \cos^{-1} \left(\frac{r_{13}}{s_5} \right)$$

[0099]

[0100]

시스템 아키텍처

[0101]

센서/전극들은 전기적인 케이블들을 이용하거나 블루투스, 초음파, 전자파와 같은 무선 통신 기술들을 이용하여 센서 회로에 연결될 수 있다. 메인 회로의 온보드 계산은 지능형 데이터의 우선순위를 제공하여, 긴급 상황들의 다른 속성을 처리하고, 상업적 네트워크를 이용하여 자동적으로 헬스 케어 제공기관에 통지한다. 나아가, 장치는 전기적인 자극을 위하여 부가적인 생체 전위 전극들을 갖는 충분히 패쇄된-루프 시스템을 제공할 수 있다.

[0102]

도 4는 하드웨어 시스템의 일 실시예의 2개의 뷰(view)를 도시한 도면이고, (a) 플레인 뷰(plane view)(위) 및 (b) 탑 뷰(top view)(아래)를 도시한다. 하드웨어 시스템은 도 4에 도시된 바와 같이 시스템에서 아래의 컴포넌트들을 포함한다.

[0103]

도 4는 센서들(404, 405)과 연결되는 센서 회로 유닛(403)을 도시하고, 생체 전위 신호들(ECG 신호들)을 획득하기 위한, 온-칩으로 충분히 집적된 전기 생리학 증폭기 어레이, 아날로그-디지털 컨버터(ADC), 및 업계 표준의 직렬 주변 장치 인터페이스(serial peripheral interface, SPI)를 포함한다. 칩 상에 구축된 온도 센서와 함께, 체온이 또한 모니터링될 수 있다. 나아가, 회로는 데이터를 저장하기 위한 내부 데이터 로깅 메모리를 포함할 수 있다. 나아가, 이는 저전력 통신 인터페이스를 제공하도록 무선 통신 모듈을 포함할 수 있다. 메모리에서 데이터의 송신은 내부 메모리에서 PC 또는 모바일 장치에 덤프(dump)하도록 수행될 수 있다. "긴급한 상황"의 경우에, 모듈은 사용자 및 병원과 같은 서비스 제공기관에 해당 사건을 통보할 것이다. 또한, PMN-PT 압전 멤브레인을 이용하여 초음파 에너지를 전기적인 에너지로 변환하는 우선 전력 모듈이 포함될 수 있다. 모듈은 Li-이온 충전식 배터리를 충전하도록 전력을 전달한다. 우리의 프로토타입 시스템은 하나의 3.0-3.7V Li-이온 충전식 배터리에 의하여 전원이 켜질 수 있다.

[0104]

현재 도 5 내지 도 8을 참조하면, 실험적인 결과들은, 가슴-호흡 움직임을 정확하게 검출하도록, 개발된 인체(바디) 운동학 모니터링 시스템이 2개의 3D 자이로스코프 신호들로부터 인체 움직임들을 분해할 수 있음이 명백하다는 것을 나타낸다. 개발된 시스템은 수면 무호흡증 연구를 포함한 다양한 의료 및 스포츠 어플리케이션을 위하여 사용될 수 있다.

[0105]

도 5는 초 단위의 시간(y-축)에 대한 라디안 단위의 각도(x-축)의 선 그래프이고, 척추의 좌-우 스윙하는 움직임(θ_3) 및 가슴의 상-하 움직임(θ_5)을 갖는 실험적인 데이터를 도시한다.

[0106]

도 6은 초 단위의 시간(y-축)에 대한 라디안 단위의 각도(x-축)의 선 그래프이고, 호흡 움직임 분석 시스템으로부터 측정된 실시간 호흡 신호들을 갖는 실험적인 데이터를 도시한다. 도 6은 10초마다 약 2-3회 호흡들을 나타낸다. 도 6은 첫번째 25초 동안 약 0.02 에서 -0.02까지의 각도 범위를 나타낸다. 도 6은 25에서 35초에서 각도의 감소, 35에서 45초에서 각도의 증가, 뒤이어 45-65초에서 각도의 감소를 나타낸다.

[0107]

도 7은 시간(y-축)에 대한 각도(x-축)의 선 그래프이고, 5회 호흡들마다 이후에 단일한 기침 패턴과 함께 호흡 움직임을 갖는 실험적인 데이터를 도시한다. 첫번째 기침 패턴은 22초 시간에 발생하고, 두번째는 약 42초 시간에 발생한다.

[0108]

도 8은 시간(y-축)에 대한 각도(x-축)의 선 그래프이고, 수면 무호흡증처럼 보이는 10여초의 호흡-정지 사건과 함께 호흡 움직임을 갖는 실험적인 데이터를 도시한다. 도 8은 약 0.1에서 약 0.18 라디안까지 주기적인 파형 범위를 다시 시작하기 전에, 30-45초 시간으로부터 약 0.1 라디안에 남아있는 움직임을 나타낸다.

[0109]

도 9는 블록도이고, RF 신호들을 전송 및 수신 및 처리하기 위한 표준의 RF 컴포넌트들 보드들을 도시한다. "무선 주파수(Radio-Frequency) 또는 RF 컴포넌트들"은 안테나(들), 듀플렉서, 전력 증폭기, 대역통과(bandpass) 필터, 제1 믹서, 제1 국부 발진기(Local Oscillator), 중간 주파수(intermediate frequency) 필터, 모뎀, 기저대역 프로세서, 제2 IF 필터, 제2 믹서, 제2 LO, 저잡음 증폭기, 제2 BP 필터를 나타내고, 선택적으로 하나 이상의 가속도계들, 코덱, GPS 유닛, 및 리피터들을 포함할 수 있다. 도 9는 제한되지 않는 예시를 나타내고, 시

시스템은 하우징(902), RF 컴포넌트들(904), 안테나들(906), 시스템 온 칩(910)과 같은 프로세싱, 및 전력원(908)을 포함할 수 있다. 하우징(902)은 외부의 제어들, I/O 포트들, 안테나 포트들, 디스플레이 스크린, 및 안정 장치 지지대들 (레그들)을 포함한다. RF 컴포넌트들(904)은 안테나 인터페이스, 듀플렉서, 전력 증폭기, BP 필터, 제1 믹서, 제1 LO, IF 필터, ADC, 모뎀/DSP, DAC, 기저대역 프로세서, 제2 IF 필터, 제2 믹서, 제2 LO, LNA, 및 제2 BP 필터를 포함한다. RF 컴포넌트들은 또한 선택적으로 메모리, 네트워크 카드-포트들-프로세서, 가속도계, 코덱, GPS 리시버 및 프로세서, 리피터, 및 단위 방사선-내성을 갖는 중폭, 여분의 전기적인 경로 및 회로를 포함할 수 있다. 시스템 온 칩(SoC)(910)은 프로세서(들), 메모리, I/O, 스토리지, 송신-수신 RF 모듈을 위한 WiFi 프로그래밍, 파형(들) 모듈, RF 제어 모듈, 및 전력 공급 모듈을 포함한다.

[0110] 여기에서 사용되는, 메모리는 제한 없이 PROM, 플래시, SDRAM, EEPROM을 포함한다. RF 컴포넌트들은 FPGA(Field Programmable Gate Arrays) 및 ASICs(Application Specific Integrated Chips)와 같은 전용 프로세서들을 포함할 수 있음이 또한 고려된다. 하우징을 참조하면, 하우징이 금속, 금속 합금, 폴리머, 세라믹, 및 물질들의 합성물로 구성될 수 있음이 본 발명의 범위 내로써 고려된다. 하우징은 단일한 구성일 수 있거나, 모듈 방식으로 조립될 수 있다. 하우징은 개스킷들, 셀들, 및 코팅들을 이용하여 방수될 수 있다.

[0111] 예시 - 생체 전위 전극이 통합된 3D 자이로스코프 (또는 IMU) #1

[0112] 현재 도 10을 참조하면, 자이로스코프 움직임 프로세서는 아티팩트들과 관련된 움직임을 제거하는데 필수적일 수 있는, 사원수들 형식의 정확한 센서 융합 데이터를 생성한다. 사원수들은 그러면 정규화되고, 이를 움직임 분석을 위하여 통신 케이블을 통하여 신호-프로세싱 유닛의 온보드 컴퓨팅 프로세서에 전송한다. 또한, 생체 전위 전극 #1 (음극성)은 생체 적합성을 갖는 티타늄 외장 케이스에 배치된다.

[0113] 예시 - 생체 전위 전극이 통합된 3D 자이로스코프 (또는 IMU) #2

[0114] 현재 도 11을 참조하면, 자이로스코프 움직임 프로세서는 아티팩트들과 관련된 움직임을 제거하는데 필수적일 수 있는, 사원수들 형식의 정확한 센서 융합 데이터를 생성한다. 사원수들은 그러면 정규화되고, 이를 움직임 분석을 위하여 통신 케이블을 통하여 신호-프로세싱 유닛의 온보드 컴퓨팅 프로세서에 전송한다. 또한, 생체 전위 전극 #2 (양극성)은 생체 적합성을 갖는 티타늄 외장 케이스에 배치된다.

[0115] 나아가, 전기적 자극 전극이 페-루프 개입 치료를 위하여 포함될 수 있다.

[0116] 장치(들)가 적용될 수 있는 사용들 및 상태들은 아래의 건강 및 운동 징후들을 모니터링하는 센서 매커니즘을 이용, 생체 신호들을 모니터링, 수면 무호흡증을 치료 또는 모니터링, 천식을 치료 또는 모니터링, 스포츠/운동 동안 생체 신호들을 모니터링, 운동 선수 추적, 음주 운전 방지, 및 생체 인증을 제공을 포함한다.

[0117] 도 12는 제한되지 않는 예시로, 선호되는 실시예에서, "시스템 온 칩(System on Chip)" 또는 SoC를 포함하는 장치/시스템을 도시한다. SoC는 컴퓨터 또는 전자 시스템의 컴포넌트들의 모두 또는 대부분을 통합하는 통합된 회로 칩을 나타낸다. SoC는 보통 (i) 하나 이상의 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서, 또는 디지털 신호 프로세서(DSP) 코어(들), (ii) ROM, RAM, EEPROM, 및 플래시 메모리의 선택을 포함하는 메모리 블록들, (iii) SoC 기능들의 실행을 제어하기 위한 위상-동기 루프들(phase-locked loops) 및 오실레이터들을 포함하는 타이밍 소스들/클럭 신호 생성기들, (iv) 카운터-타이머들, 실시간 타이머들, 및 파워-온 리셋 생성기들을 포함하는 주변 장치들, (v) WiFi, 블루투스, 셀룰러(cellular), USB, FireWire, 이더넷, USART, SPI, 및 HDMI를 포함하는 통신 프로토콜들을 위한 프로그래밍 및 외부 인터페이스들, (vi) 아날로그-디지털 컨버터들 및 디지털-아날로그 컨버터들을 포함하는 아날로그 인터페이스들, (vii) 전압 레귤레이터들 및 전력 관리 회로들, 및/또는 (viii) 시스템-온-칩의 "블록들"로 불리우는 다른 컴포넌트들을 연결하기 위한 컴퓨터 버스, 및/또는 (ix) SoC의 데이터 처리량 (시간 당 처리되는 데이터의 양)을 증가시키도록, CPU 또는 제어 유닛을 우회하여, 외부 인터페이스들과 메모리 사이에서 직접 데이터를 라우팅하기 위한 직접 메모리 접근(direct memory access) 컨트롤러들을 포함한다. 상업적으로 이용 가능한 SoC들은, 단일 칩에서 소프트웨어, 하드웨어, 및 I/O 프로그램 가능성을 제공하는 프로세서-중심의 플랫폼들인, Xilinx SoC들을 포함한다.

[0118] 현재 도 12를 참조하면, Zynq-7000 패밀리는 SoC 아키텍처에 기초한다. Zynq-7000 제품들은 단일 장치에서, 듀얼 코어 ARM Cortex-A9 기반의 처리 시스템(Processing System, PS) 및 Xilinx 프로그래머블 로직을 포함한다. 도 12는 Zynq-7000S 장치를 위한 통합된 회로 칩 블록도이고 28nm Artix®-7기반의 프로그래머블 로직, 6.25Gb/s 트랜시버들과 짝지어지고, 내성을 갖는 주변 장치들에 일반적으로 사용되도록 갖추어진 단일-코어 ARM Cortex-제A9 프로세서를 도시한다.

[0119] 도 13은 Xilinx Zynq-7000을 위한 통합된 회로 칩 블록도이고 6.6M까지의 로직 셀들인 28nm Artix-7 or Kintex

®-7 기반의 프로그래머블 로직과 통합되고, 6.25Gb/s에서 12.5Gb/s까지의 범위의 트랜시버들과 통합된 듀얼-코어 ARM Cortex-A9 프로세서들을 도시한다.

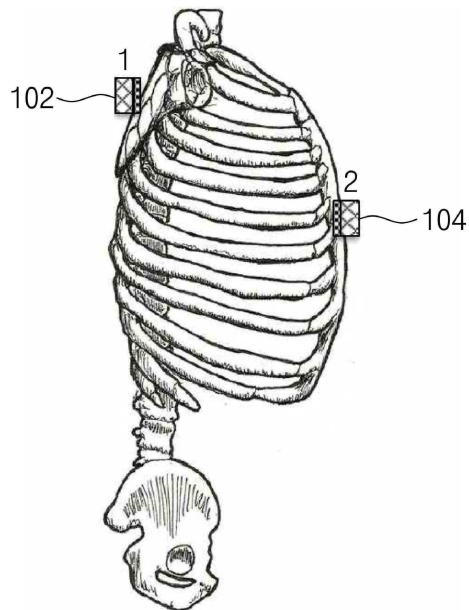
[0120] 여기에서 인용된 참조문들은, 특히, 그것들이 해당 분야의 일반적인 기술 수준을 교시하고, 청구된 발명의 주제에 대한 일반적인 이해에 필요한 임의의 개시물들과 관련되도록, 그것들 전체에서 여기에서 포함된다. 위의 실시예들이 바뀌어질 수 있다거나, 미약한 변경들이 본 발명의 범위에서 벗어나지 않게 만들어질 수 있음이 당업자에 명백할 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 아래의 청구항들 및 그것들의 동등한 등가물의 범위에 의하여 결정된다.

부호의 설명

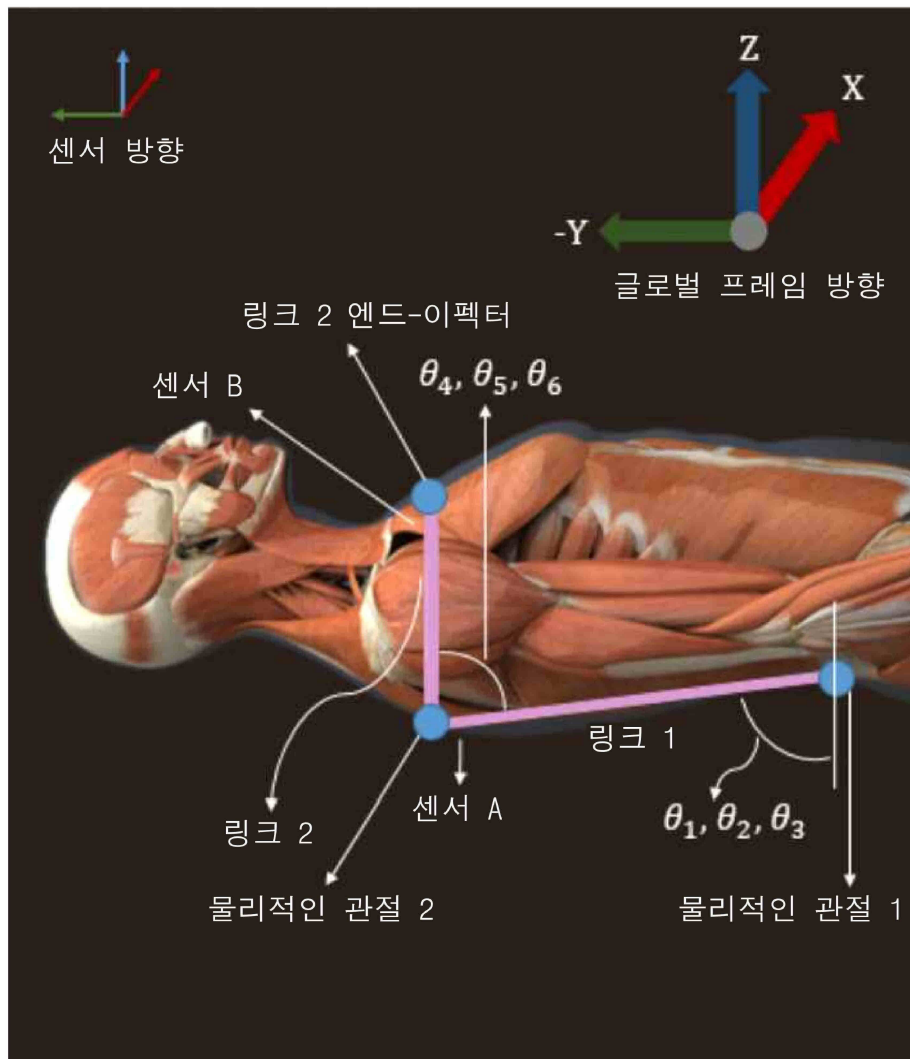
[0121] 102: 자이로스코프 A
104: 자이로스코프 B
902: 하우징
904: RF 컴포넌트들
906: 안테나들
908: 전력원
910: 시스템 온 칩

도면

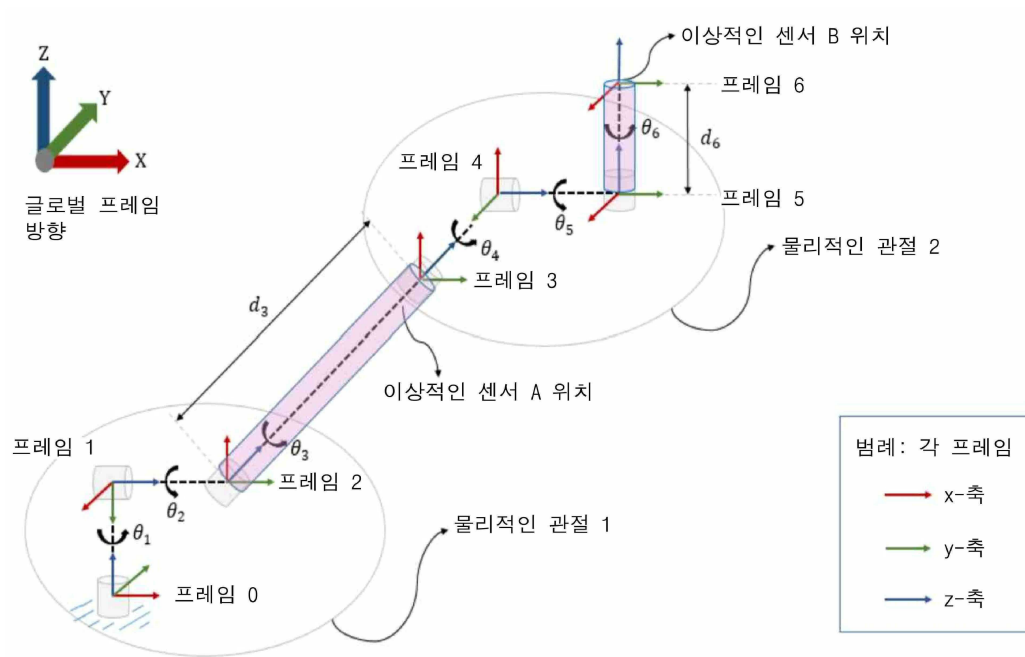
도면1



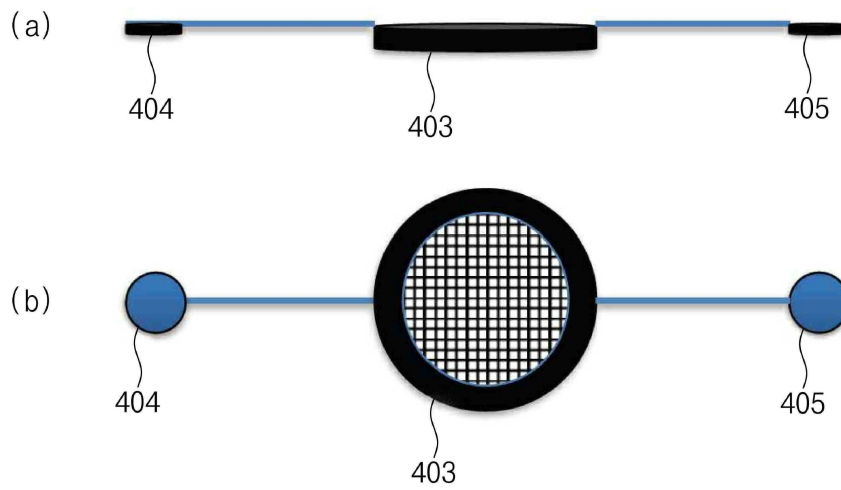
도면2



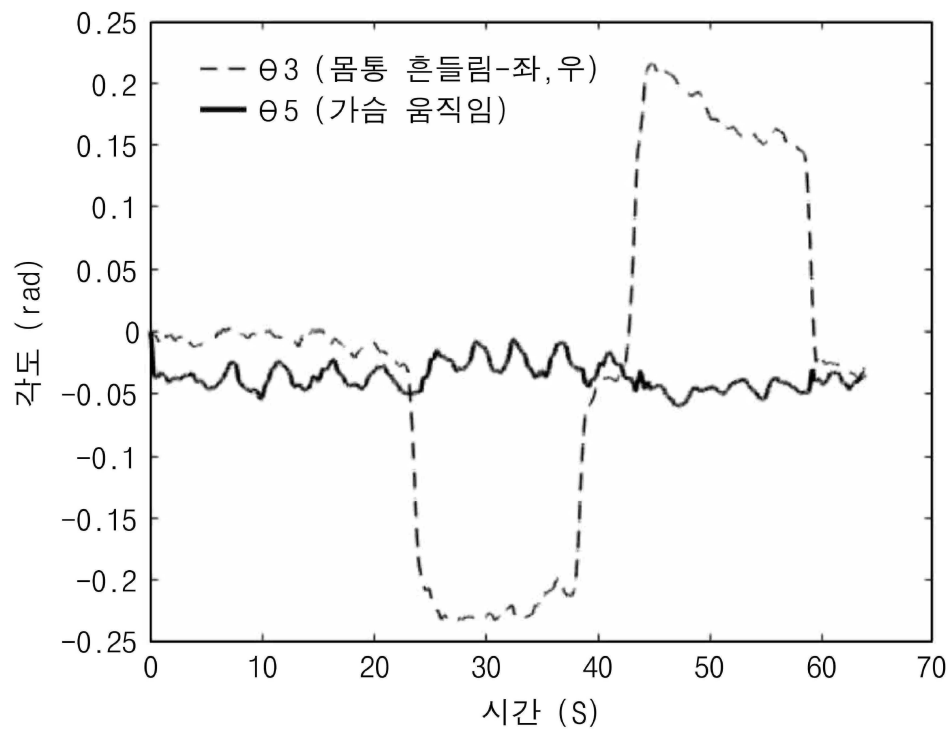
도면3



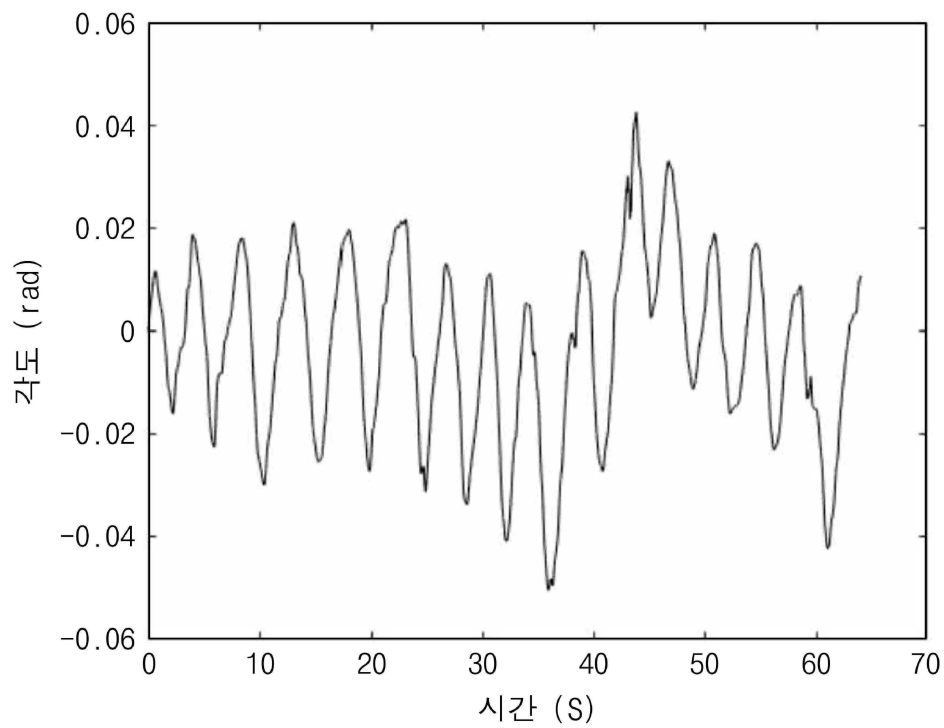
도면4



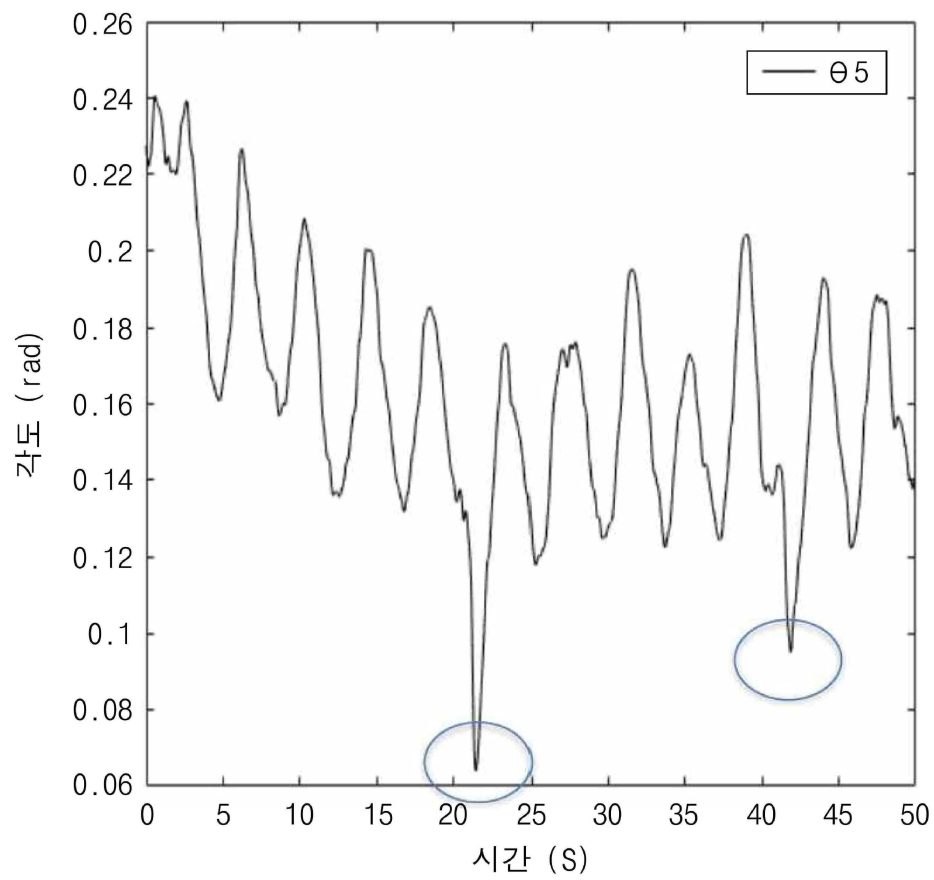
도면5



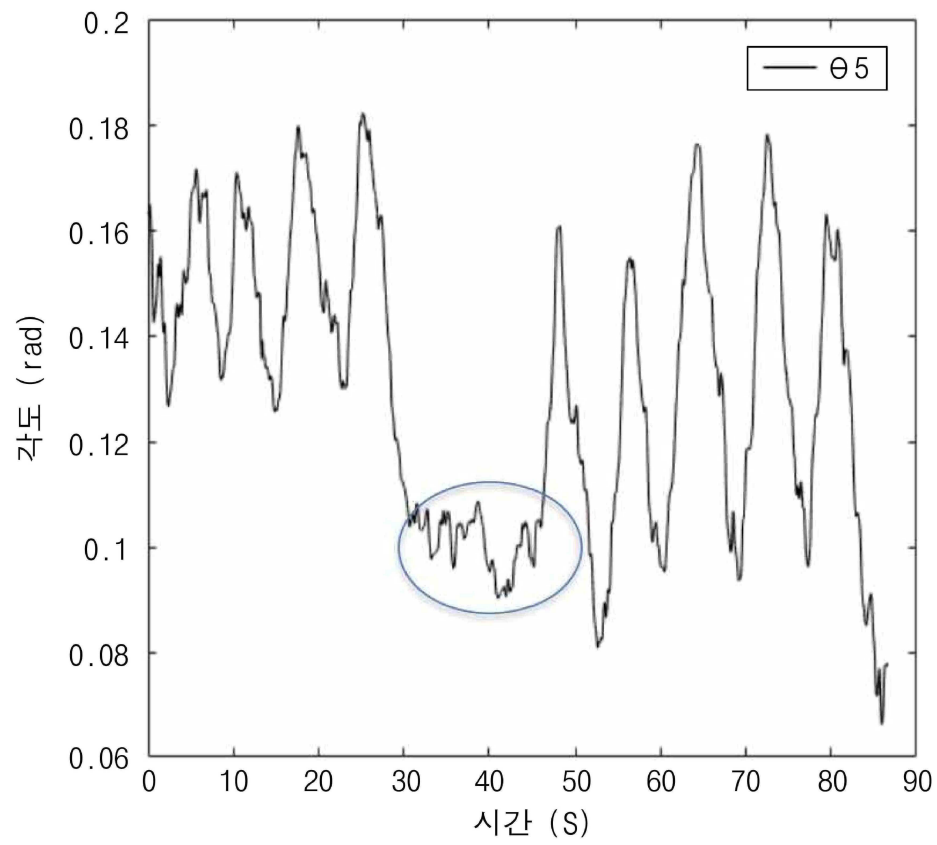
도면6



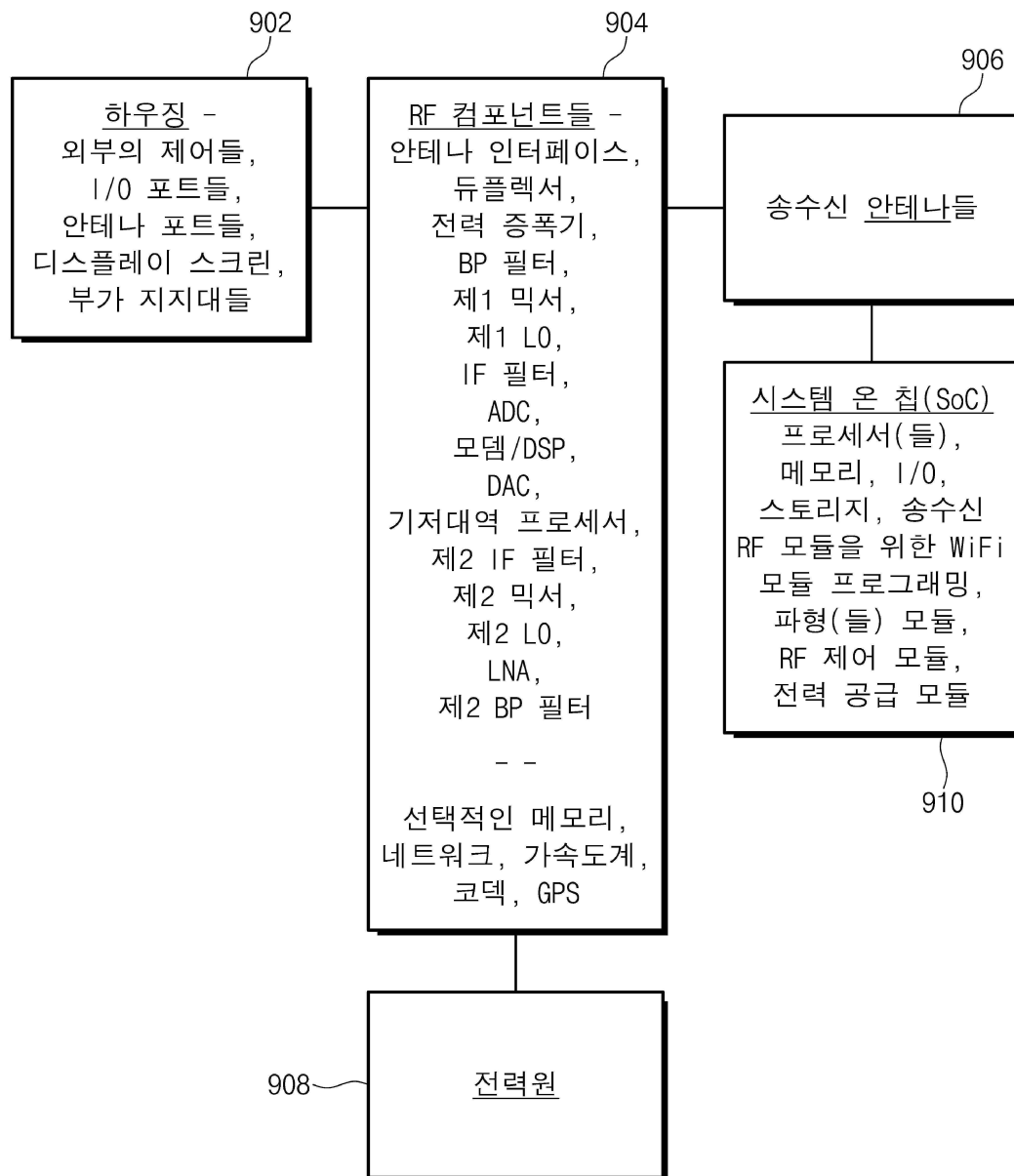
도면7



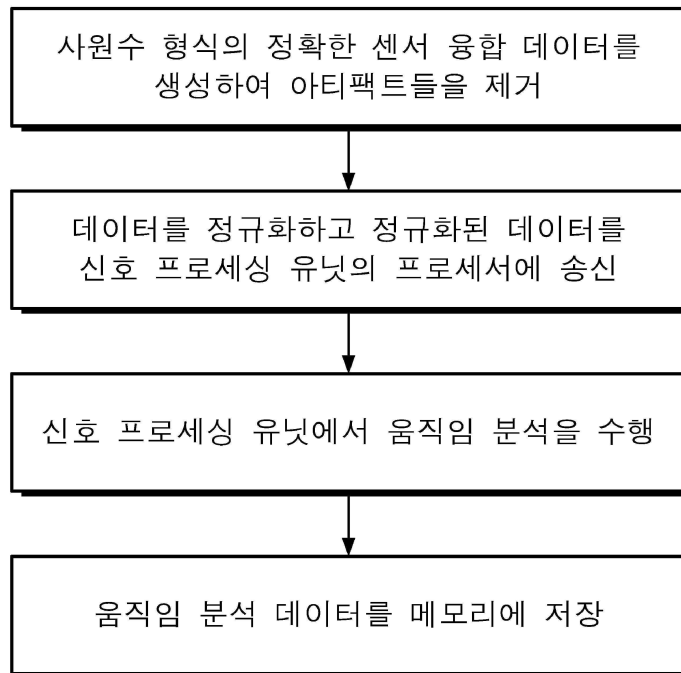
도면8



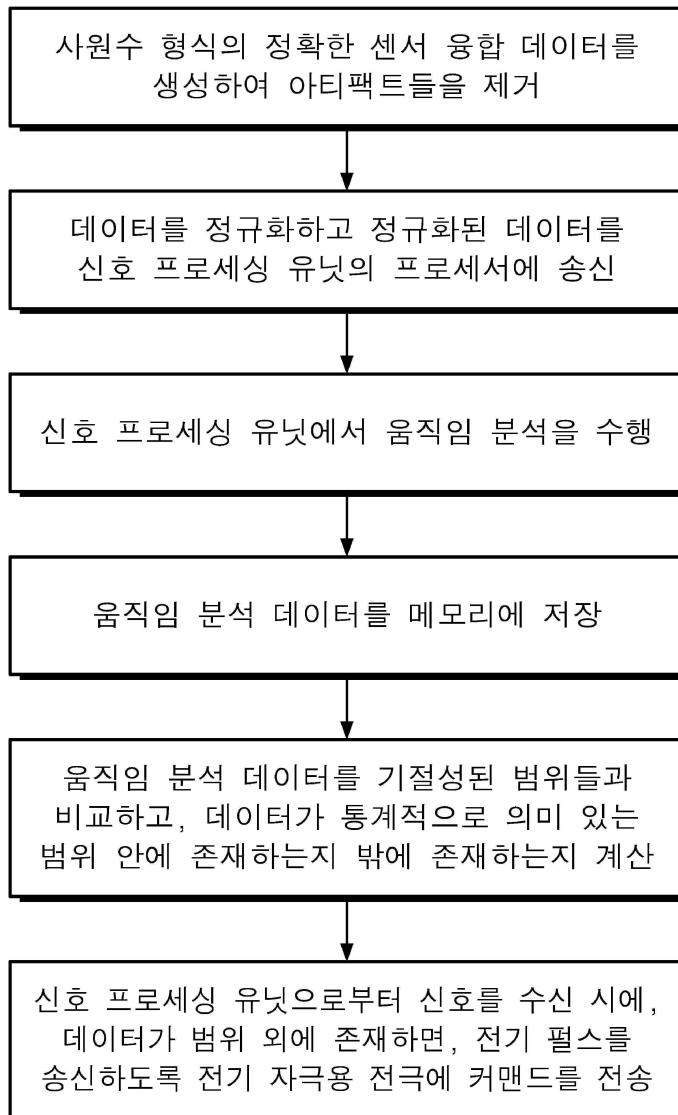
도면9



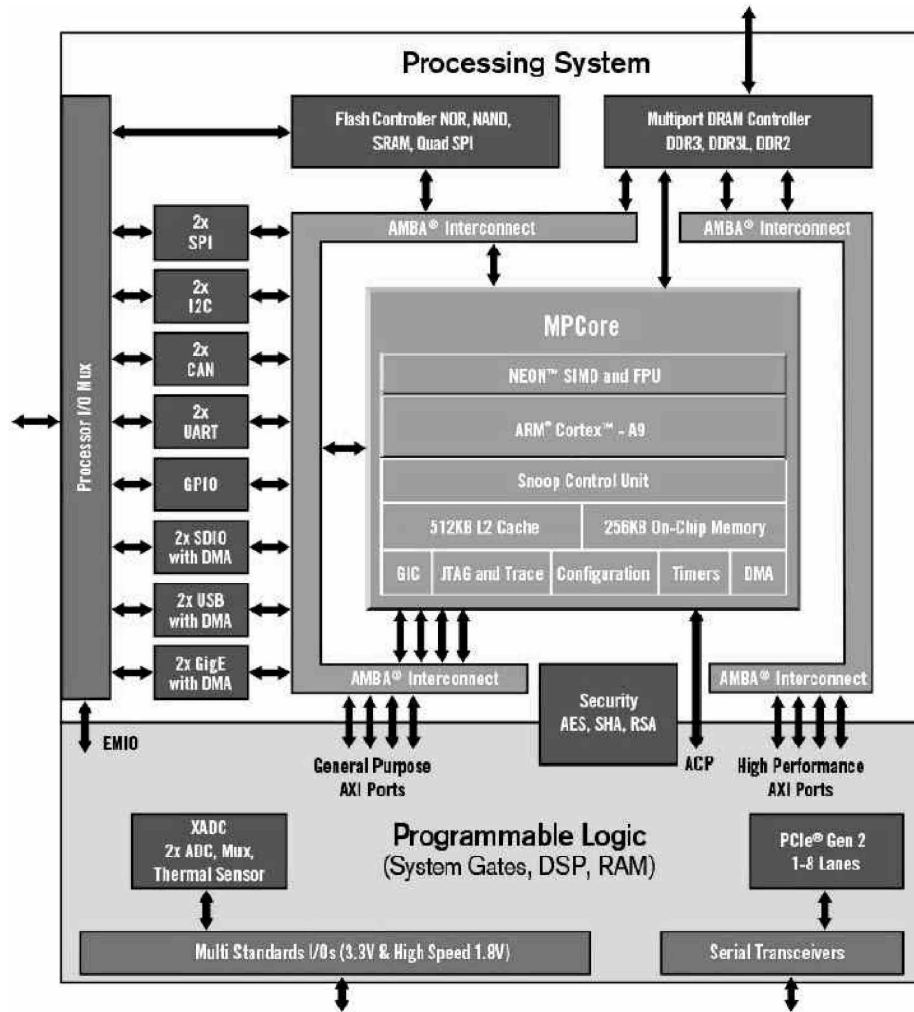
도면10



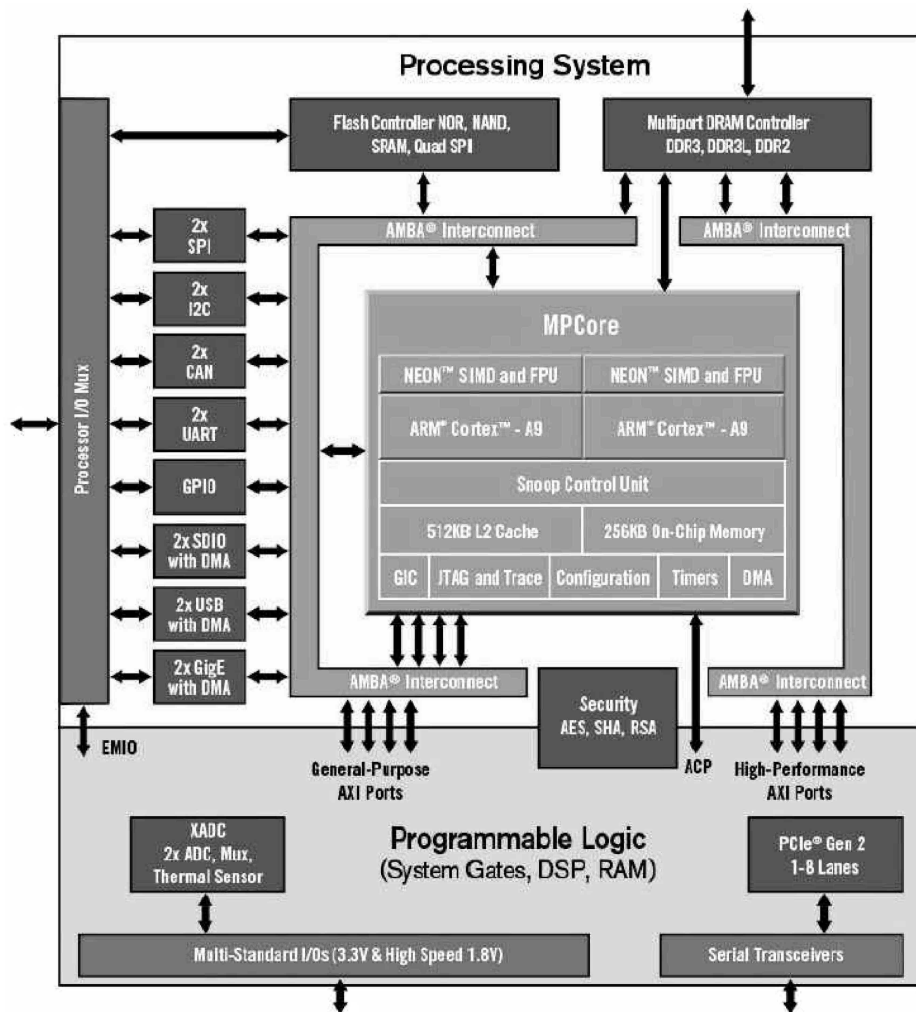
도면11



도면12



도면13



专利名称(译)	用于实时健康和运动传感器机构的装置和方法，其具有包含生物电位电极的双3D陀螺仪网络		
公开(公告)号	KR1020190008819A	公开(公告)日	2019-01-25
申请号	KR1020180083045	申请日	2018-07-17
[标]申请(专利权)人(译)	韩国电子通信研究院		
申请(专利权)人(译)	韩国电子通信研究院 州立圣地牙哥大学基金会risseochi		
[标]发明人	이성규 문기석 염우섭		
发明人	이성규 문기석 염우섭		
IPC分类号	A61B5/11 A61B5/00 A61B5/0402 A61B5/08 G06F1/32		
CPC分类号	A61B5/11 A61B5/0024 A61B5/0402 A61B5/08 G06F1/32 A61B5/0006 A61B5/0008 A61B5/0022 A61B5/0031 A61B5/01 A61B5/04085 A61B5/1121 A61B5/113 A61B5/4818 A61B5/6823 A61B5/686 A61B5/721 A61B2560/0219 A61B2562/0219 A61B2562/16 A61F2/72 A61N1/36114 A61N1/36139 A61N1/36146 A61N1/362 A61N1/37211 A61N1/37217 A61N1/37235 A61N1/375 G16H20/30 G16H40/63 H01M2/1022 H01M10/0525 H01M10/425 H01M2010/4278 H01M2220/30 H02J7/00034 H02J50/15 A61B5/0408 A61B5/7207 A61B2562/04 H02J50/20 H04W4/80		
优先权	62/533633 2017-07-17 US 16/035605 2018-07-14 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

相对于电子人体假体描述了该设备和方法，并且具体地，将输入，输出和车载计算组合成单个单元以形成紧凑的ECG，呼吸感测，温度感测假体设备。描述了机器接口（BMI）设备。此外，设备BMI可以与其他人体机接口（BMI）设备和/或外部控制器进行无线通信。紧凑型设备具有超声波电池充电系统。一个或多个BMI无线连接，因此BMI或BMI和外部控制器的闭环可以将触发脉冲无线传输到心脏，雪人神经或隔膜的刺激器。

