(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0060893
(43) 공개일자 2017년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) *A61B 5/11* (2006.01)
G01P 15/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/4082 (2013.01)
A61B 5/11 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0165634
(22) 출원일자 2015년11월25일
심사청구일자 2015년11월25일

(71) 출원인
한림대학교 산학협력단
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)
(72) 발명자
이은주
강원도 춘천시 국사봉길 7, 104동 1403호 (퇴계동)
김윤중
서울특별시 성동구 뚝섬로 51, 105동 602호 (옥수동,옥수강변풍림아이원)
마효일
서울특별시 강남구 영동대로 210, 5동1501호 (대치동,쌍용아파트)
(74) 대리인
특허법인세신

전체 청구항 수 : 총 8 항

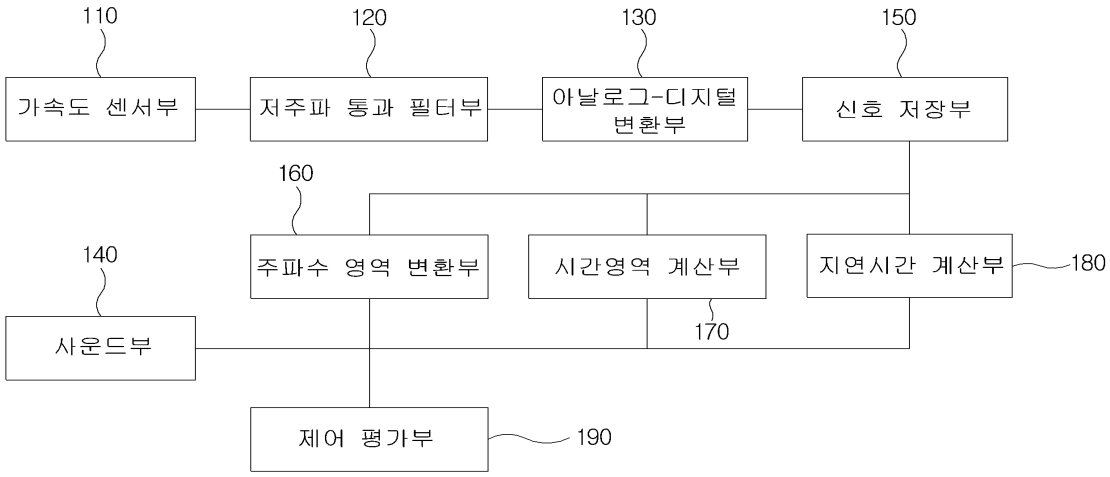
(54) 발명의 명칭 **가속도 센서를 이용한 파킨슨병 지표 평가 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 가속도 센서를 이용한 파킨슨병 지표 평가 장치 및 방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 파킨슨병 지표 평가 장치는, 피험자의 손의 움직임에 따른 가속도 신호를 출력하는 가속도 센서부와, 가속도 센서부로부터 출력된 가속도 신호를 주파수 영역으로 변환하는 주파수 영역 변환부와, 가속도 센서부로부터 출력된 가속도 신

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



호를 이용하여 시간 영역의 신호 값을 계산하는 시간 영역 계산부와, 피험자의 움직임을 일으키기 위한 사운드를 출력하는 사운드부와, 가속도 센서부로부터 출력된 가속도 신호를 이용하여 사운드부의 사운드 신호와 관련한 지연 시간을 계산하는 지연 시간 계산부와, 및 사운드부의 사운드 신호를 제어하고, 주파수 영역 변환부에서 변환된 주파수 신호를 이용하여 피험자의 손의 진전을 분석하고, 시간 영역 계산부에서 계산된 시간 영역의 신호 값과 지연 시간 계산부에서 계산된 지연 시간을 이용하여 움직임 관련 증상을 분석하여 파킨슨병의 상태를 평가하는 제어 평가부를 제공한다. 본 발명은 피험자의 파킨슨병의 유무뿐만 아니라 초기 분석도 쉽게 가능해진다.

(52) CPC특허분류
A61B 5/1116 (2013.01)
A61B 5/6898 (2013.01)
A61B 5/7253 (2013.01)
G01P 15/18 (2013.01)
A61B 2562/0219 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

피험자의 손의 움직임에 따른 가속도 신호를 출력하는 가속도 센서부와,

상기 가속도 센서부로부터 출력된 가속도 신호를 주파수 영역으로 변환하는 주파수 영역 변환부와,

상기 가속도 센서부로부터 출력된 가속도 신호를 이용하여 시간 영역의 신호 값을 계산하는 시간 영역 계산부와,

피험자의 움직임을 일으키기 위한 사운드를 출력하는 사운드부와,

상기 가속도 센서부로부터 출력된 가속도 신호를 이용하여 상기 사운드부의 사운드 신호와 관련한 지연 시간을 계산하는 지연 시간 계산부와, 및

상기 사운드부의 사운드 신호를 제어하고, 상기 주파수 영역 변환부에서 변환된 주파수 신호를 이용하여 피험자의 손의 진전을 분석하고, 상기 시간 영역 계산부에서 계산된 시간 영역의 신호 값과 상기 지연 시간 계산부에서 계산된 지연 시간을 이용하여 움직임 관련 증상을 분석하여 파킨슨병의 상태를 평가하는 제어 평가부를 포함하는 것을 특징으로 하는 파킨슨병 지표 평가 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 주파수 영역 변환부는 상기 가속도 센서부로부터 출력된 가속도 신호를 웨이블렛 변환을 이용하여 주파수 영역으로 변환하고,

상기 제어 평가부는 상기 주파수 영역 변환부에서 웨이블렛 변환된 주파수 신호를 이용하여 피험자의 손의 진전을 분석하는 것을 특징으로 하는 파킨슨병 지표 평가 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 움직임 관련 증상은 운동 완서, 강직 및 자세 불안정을 포함하고,

상기 제어 평가부는 가속도의 실효 값과 표준편차, 속도의 실효 값과 표준편차, 저크의 실효 값과 표준편차, 회내 사이클 평균 주파수, 회외 사이클 평균 주파수 중 적어도 하나 이상을 이용하여 상기 운동 완서를 분석하고, 회내 평균 지연, 회외 평균 지연, 회내 사이클 평균 주파수, 회외 사이클 평균 주파수 중 적어도 하나 이상을 이용하여 상기 강직을 분석하고, 평균 수직 편이, 평균 수평 편이, 속도의 표준편차, 가속도의 표준편차, 저크의 표준편차, 회내 평균 지연, 회외 평균 지연, 회내 사이클 평균 주파수, 회외 사이클 평균 주파수 중 적어도 하나 이상을 이용하여 상기 자세 불안정을 분석하는 것을 특징으로 하는 파킨슨병 지표 평가 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어 평가부는 회내 → 정지 → 회외 → 정지 반복 태스크, 회내 → 회외 → 정지 반복 태스크, 그리고 회내 → 회외 반복 태스크에서 얻어진 상기 가속도 센서부로부터 출력되는 가속도 신호를 이용하여 움직임 관련 증상을 분석하는 것을 특징으로 하는 파킨슨병 지표 평가 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제어 평가부는 구부림 태스크, 구부림 회내 태스크, 그리고 구부림 회외 태스크에서 얻어진 상기 가속도 센서부로부터 출력되는 가속도 신호를 더 이용하여 움직임 관련 증상을 분석하는 것을 특징으로 하는 파킨슨병

지표 평가 장치.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 파킨슨병 지표 평가 장치는 모바일폰으로 구성되고,

상기 모바일폰은 상기 제어 평가부에서 평가한 평가 결과를 표시하는 디스플레이부와 평가 결과를 무선으로 송신하는 무선 송신부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 파킨슨병 지표 평가 장치.

청구항 7

가속도 센서부에서 피험자의 손의 움직임에 따른 가속도 신호를 출력하는 신호 출력 단계와,

상기 신호 출력 단계로부터 출력된 가속도 신호를 주파수 영역으로 변환하는 주파수 영역 변환 단계와,

상기 신호 출력 단계로부터 출력된 가속도 신호를 이용하여 시간 영역의 신호 값을 계산하는 시간 영역 계산 단계와,

상기 신호 출력 단계로부터 출력된 가속도 신호를 이용하여 사운드부의 사운드 신호와 관련한 지연 시간을 계산하는 지연 시간 계산 단계와, 및

상기 주파수 영역 변환부 단계에서 변환된 주파수 신호를 이용하여 피험자의 손의 진전을 분석하고, 상기 시간 영역 계산 단계에서 계산된 시간 영역의 신호 값과 상기 지연 시간 계산 단계에서 계산된 지연 시간을 이용하여 움직임 관련 증상을 분석하여 파킨슨병의 상태를 평가하는 상태 평가 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 파킨슨병 지표 평가 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 주파수 영역 변환 단계는 상기 신호 출력 단계로부터 출력된 가속도 신호를 웨이블렛 변환을 이용하여 주파수 영역으로 변환하고,

상기 움직임 평가 단계는 상기 주파수 영역 변환 단계에서 웨이블렛 변환된 주파수 신호를 이용하여 피험자의 손의 진전을 분석하는 것을 특징으로 하는 파킨슨병 지표 평가 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 가속도 센서를 이용한 파킨슨병 지표 평가 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 가속도 센서로부터 출력되는 가속도 신호를 이용하여 피험자의 파킨슨병의 초기 진단을 가능하게 하는 파킨슨병 지표 평가 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 파킨슨병은 뇌의 흑질(substantia nigra)에 분포하는 도파민의 신경 세포가 점차 소실되어 발생하는데, 안정시 진전, 운동 완서(동작이 느림), 강직, 자세 불안정, 보행 장애가 특징적으로 나타나는 신경계의 만성 진행성 퇴행성 질환이다.

[0003] 대부분의 파킨슨병 환자들은 60대에 이르러 임상 증상이 나타나기 시작하며, 파킨슨병 환자의 증상 징후 중 운동 완서는 운동장애의 대표적인 징후로서 파킨슨병 환자의 일상생활 장애를 일으키는 주된 요인 중 하나이며, 약물 반응을 평가하는 대표적인 지표이다.

[0004] 이에, 파킨슨병을 검사함에 있어 의사가 환자의 동작을 보고 평가하는 임상척도 평가 방법이 종래부터 일반적으로 이용되고 있다. 그러나 이러한 검사 방법은 의사의 주관적인 평가에 의해 이루어지기 때문에, 평가자 개인간 그리고 숙련도 등의 차이로 인한 객관성 저하와 미세한 변화가 반영이 안 된다는 문제점이 있다.

[0005] 이러한 문제점을 극복하고 평가의 객관성을 확보하기 위한 기술들이 개발되고 있다. 일본공개특허 제2009-291379호에는 이러한 파킨슨병의 평가 장치가 공개되어 있다. 하지만, 이 일본공개특허 제2009-291379호는 상당

한 기간의 연속적인 생체 정보를 검출해 파킨슨병의 중증도나 상태 변화를 평가하고 있기 때문에, 초기 진단용 등으로는 적합하지 않았다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 일본공개특허 제2009-291379호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상술한 문제점을 해결하기 위해, 본 발명은 가속도 센서로부터 출력되는 가속도 신호를 이용하여 피험자의 파킨슨병의 초기 분석을 가능하게 하는 파킨슨병 지표 평가 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상술한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 파킨슨병 지표 평가 장치는, 피험자의 손의 움직임에 따른 가속도 신호를 출력하는 가속도 센서부와, 상기 가속도 센서부로부터 출력된 가속도 신호를 주파수 영역으로 변환하는 주파수 영역 변환부와, 상기 가속도 센서부로부터 출력된 가속도 신호를 이용하여 시간 영역의 신호 값을 계산하는 시간 영역 계산부와, 피험자의 움직임을 일으키기 위한 사운드를 출력하는 사운드부와, 상기 가속도 센서부로부터 출력된 가속도 신호를 이용하여 상기 사운드부의 사운드 신호와 관련한 지연 시간을 계산하는 지연 시간 계산부와, 및 상기 사운드부의 사운드 신호를 제어하고, 상기 주파수 영역 변환부에서 변환된 주파수 신호를 이용하여 피험자의 손의 진전을 분석하고, 상기 시간 영역 계산부에서 계산된 시간 영역의 신호 값과 상기 지연 시간 계산부에서 계산된 지연 시간을 이용하여 움직임 관련 증상을 분석하여 파킨슨병의 상태를 평가하는 제어 평가부를 제공한다.

[0009] 상기 주파수 영역 변환부는 상기 가속도 센서부로부터 출력된 가속도 신호를 웨이블렛 변환을 이용하여 주파수 영역으로 변환할 수 있고, 상기 제어 평가부는 상기 주파수 영역 변환부에서 웨이블렛 변환된 주파수 신호를 이용하여 피험자의 손의 진전을 분석할 수 있다.

[0010] 상기 움직임 관련 증상은 운동 완서, 강직 및 자세 불안정을 포함할 수 있고, 상기 제어 평가부는 가속도의 실효 값과 표준편차, 속도의 실효 값과 표준편차, 저크의 실효 값과 표준편차, 회내 사이클 평균 주파수, 회외 사이클 평균 주파수 중 적어도 하나 이상을 이용하여 상기 운동 완서를 분석하고, 회내 평균 지연, 회외 평균 지연, 회내 사이클 평균 주파수, 회외 사이클 평균 주파수 중 적어도 하나 이상을 이용하여 상기 강직을 분석하고, 평균 수직 편이, 평균 수평 편이, 속도의 표준편차, 가속도의 표준편차, 저크의 표준편차, 회내 평균 지연, 회외 평균 지연, 회내 사이클 평균 주파수, 회외 사이클 평균 주파수 중 적어도 하나 이상을 이용하여 상기 자세 불안정을 분석할 수 있다.

[0011] 상기 제어 평가부는 회내 → 정지 → 회외 → 정지 반복 태스크, 회내 → 회외 → 정지 반복 태스크, 그리고 회내 → 회외 반복 태스크에서 얻어진 상기 가속도 센서부로부터 출력되는 가속도 신호를 이용하여 움직임 관련 증상을 분석할 수 있다.

[0012] 상기 제어 평가부는 구부림 태스크, 구부림 회내 태스크, 그리고 구부림 회외 태스크에서 얻어진 상기 가속도 센서부로부터 출력되는 가속도 신호를 더 이용하여 움직임 관련 증상을 분석할 수 있다.

[0013] 상기 파킨슨병 지표 평가 장치는 모바일폰으로 구성되고, 상기 모바일폰은 상기 제어 평가부에서 평가한 평가 결과를 표시하는 디스플레이부와 평가 결과를 무선으로 송신하는 무선 송신부를 더 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 다른 실시예에 따른 파킨슨병 지표 평가 방법은, 가속도 센서부에서 피험자의 손의 움직임에 따른 가속도 신호를 출력하는 신호 출력 단계와, 상기 신호 출력 단계로부터 출력된 가속도 신호를 주파수 영역으로 변환하는 주파수 영역 변환 단계와, 상기 신호 출력 단계로부터 출력된 가속도 신호를 이용하여 시간 영역의 신호 값을 계산하는 시간 영역 계산 단계와, 상기 신호 출력 단계로부터 출력된 가속도 신호를 이용하여 사운드부의 사운드 신호와 관련한 지연 시간을 계산하는 지연 시간 계산 단계와, 및 상기 주파수 영역 변환부 단계에서 변환된 주파수 신호를 이용하여 피험자의 손의 진전을 분석하고, 상기 시간 영역 계산 단계에서 계산된 시간 영역

의 신호 값과 상기 지연 시간 계산 단계에서 계산된 지연 시간을 이용하여 움직임 관련 증상을 분석하여 파킨슨병의 상태를 평가하는 상태 평가 단계를 포함함으로써, 상술한 목적을 달성할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 상술한 구성에 의해, 본 발명은 피험자의 파킨슨병의 유무뿐만 아니라 초기 분석도 쉽게 가능해진다.

[0016] 본 발명은 가속도 신호를 주파수 영역으로 변환하여 손의 진전을 분석함으로써 정확한 값을 얻을 수 있다.

[0017] 본 발명은 가속도 신호뿐만 아니라 가속도 신호로부터 변환된 다양한 신호들을 이용함으로써 움직임 관련 증상을 더 정확하게 분석할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 파킨슨병 지표 평가 장치의 블록도를 도시하는 도면이다.

도 2는 도 1에 사용될 수 있는 가속도 센서부의 3축을 표현한 도면이다.

도 3은 연속으로 회내와 회외를 반복하는 20대 남자의 가속도 신호 파형을 도시하는 도면이다.

도 4는 연속으로 회내와 회외를 반복하는 70대 남자의 가속도 신호 파형을 도시하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 파킨슨병 지표 평가 방법의 흐름도를 도시하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 손의 회내 및 회외 운동 태스크 관련 흐름도를 도시하는 도면이다.

도 7은 도 6의 구현 예를 도시하는 도면이다.

도 8은 본 발명의 도 6의 흐름도에 따라 얻은 가속도 신호들로부터 추출된 특징점들과 파킨슨병 주요 증상 지표들과의 관계를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 가속도 센서를 이용한 파킨슨병 지표 평가 장치 및 방법의 바람직한 실시예를 설명한다. 참고로, 아래에서 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 구성요소를 지칭하는 용어들은 각각의 구성 요소들의 기능을 고려하여 명명된 것이므로, 본 발명의 기술적 구성요소를 한정하는 의미로 이해되어서는 안 될 것이다.

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 파킨슨병 지표 평가 장치의 블록도를 도시한 도면이고, 도 2는 도 1에 사용될 수 있는 가속도 센서부의 3축을 표현한 도면이고, 도 3은 연속으로 회내와 회외를 반복하는 20대 남자의 가속도 신호 파형을 도시한 도면이고, 도 4는 연속으로 회내와 회외를 반복하는 70대 남자의 가속도 신호 파형을 도시하는 도면이다.

[0021] 파킨슨병의 주요 움직임 증상은 안정시 진전(resting tremor), 운동 완서(bradykinesia), 강직(rigidity), 자세 불안정이 있다. 이들 주요 움직임 증상은 평가 지표로 크게 안정시 진전 지표와, 움직임과 관련된 운동 완서, 강직, 자세 불안정 지표로 구분할 있다.

[0022] 도 1에 도시된 바와 같이, 파킨슨병 지표 평가 장치는 가속도 센서부(110), 저주파 통과 필터부(120), 아날로그-디지털 변환부(130), 사운드부(140), 신호 저장부(150), 주파수 영역 변환부(160), 시간 영역 계산부(170), 지연 시간 계산부(180) 및 제어 평가부(190)를 포함한다.

[0023] 가속도 센서부(110)는 단위 시간당 속도의 변화를 검출할 수 있는 센서로, 가속도, 진동 및 충격 등을 감지할 수 있다. 가속도 센서부(110)는 도 2에 도시된 바와 같이, 스마트폰에 내장된 가속도 센서일 수 있으며, 이 경우 X축(lateral), Y축(longitudinal) 및 Z축(Vertical) 방향에 대한 스마트폰의 움직임을 측정할 수 있다. 가속도 센서부(110)로부터 출력되는 가속도 신호는 손의 회내(pronation) 및/또는 회외(supination)에 따른 가속도 신호일 수 있다.

[0024] 저주파 통과 필터부(120)는 가속도 센서부(110)로부터 출력된 가속도 신호에 포함된 불필요한 고주파 성분을 제거하여 출력하고, 아날로그-디지털 변환부(130)는 저주파 통과 필터부(120)를 통과한 저주파 가속도 신호를 소정의 주파수, 예를 들어 100Hz로 샘플링하여 디지털 신호로 변환할 수 있다.

[0025] 사운드부(140)는 피험자의 인지 능력 평가와 관련된 것으로, 움직임을 유발하기 위해 삐 등의 사운드를 출력한

다. 사운드부(140)는 소정의 시간 간격, 예를 들어 10초 간격으로 사운드를 출력할 수 있고, 또한 피험자의 반응에 초점을 맞춰 랜덤하게 사운드를 출력할 수 있다.

[0026] 신호 저장부(150)에는 아날로그-디지털 변환부(130)에서 변환되어 출력된 디지털 가속도 신호가 저장된다. 따라서 신호 저장부(150)에는 분석하고자 하는 피험자의 일련의 가속도 파형이 하나의 디지털 파일로 저장될 수 있다. 신호 저장부(150)에는 아날로그-디지털 변환부(130)에서 변환되어 출력된 디지털 가속도 신호가 사운드부(140)의 사운드 신호와 관련되어 저장된다. 여기서 신호 저장부(150)는 DRAM 또는 플래시 메모리일 수 있다.

[0027] 도 3에는 이러한 디지털 파일로 저장된 연속으로 회내와 회외를 반복하는 20대 남자의 가속도 신호 파형이 도시되어 있으며, 도 4에는 연속으로 회내와 회외를 반복하는 70대 남자의 가속도 신호 파형이 도시되어 있다. 도 3 및 도 4의 비교를 통해서 가속도 센서부(110)로부터 출력된 가속도 신호들은 피험자마다 다른 생체 정보를 나타내는 신호들임을 알 수 있다.

[0028] 주파수 영역 변환부(160)는 신호 저장부(150)에 저장된 하나의 디지털 파일의 디지털 가속도 신호를 주파수 영역으로 변환한다. 주파수 영역 변환부(160)는 디지털 가속도 신호를 주파수 영역으로 변환하기 위해 웨이블렛 변환을 사용하고, 변환된 주파수 함수로부터 실효치(rsm)를 구한다.

[0029] 시간 영역 계산부(170)는 신호 저장부(150)에 저장된 하나의 디지털 파일의 디지털 가속도 신호를 이용하여 가속도의 실효치 및 표준 편차를 계산한다. 시간 영역 계산부(170)는 또한, 신호 저장부(150)에 저장된 하나의 디지털 파일의 디지털 가속도 신호를 이용하여 손의 회내 및 회외에 따른 평균 주파수, 즉 단위시간당 카운트 수를 계산한다.

[0030] 시간 영역 계산부(170)는 또한, 신호 저장부(150)에 저장된 하나의 디지털 파일의 디지털 가속도 신호를 적분하여 속도 신호로 변환하고 이 속도 신호로부터 실효치 및 표준 편차를 계산할 수 있으며, 신호 저장부(150)에 저장된 하나의 디지털 파일의 디지털 가속도 신호를 미분하여 저크 신호로 변환하고 이 저크 신호로부터 실효치 및 표준 편차를 계산할 수 있다. 시간 영역 계산부(170)는 또한, 속도 신호를 적분하여 변위 신호로 변환하고, 이 변환된 변위 신호로부터 평균 수직 변위 및 평균 수평 신호를 계산할 수 있다.

[0031] 지연 시간 계산부(180)는 사운드 신호와 관련하여 회내의 평균 지연 시간과 회외의 평균 지연 시간을 계산하고, 이들로부터 또한 회내 및 회외의 평균 지연 시간을 계산할 수 있다.

[0032] 제어 평가부(190)는 피험자의 손의 진전을 분석하기 위해, 주파수 영역 변환부(160)에서 변환된 주파수 신호를 이용하는데, 구체적으로는 주파수 영역 변환부(160)에서 웨이블렛 변환된 주파수 신호를 이용할 수 있다. 제어 평가부(190)는 움직임 관련 증상을 분석하기 위해, 시간 영역 계산부(170)에서 계산된 시간 영역의 신호 값을 이용하는데, 구체적으로는 시간 영역 계산부(170)에서 계산한 손의 회내 및 회외 움직임에 따른 평균 주파수를 이용할 수 있다. 제어 평가부(190)는 지연 시간 계산부(180)에서 계산된 회내의 평균 지연 시간과 회외의 평균 지연 시간을 이용하여 움직임 관련 증상을 더 분석할 수 있다. 이에 의해 구현된 파킨슨병 지표 평가 장치는 피험자의 파킨슨병의 유무뿐만 아니라 초기 분석도 가능해진다.

[0033] 도 1에서는 주파수 영역 변환부(160) 및 시간 영역 계산부(170)가 신호 저장부(150)에 저장된 가속도 신호를 이용하여 주파수 영역 및 시간 영역에 대해 분석하는 것으로 도시되어 있으나, 가속도 센서부(110)로부터 출력된 가속도 신호를 그대로 이용할 수 있다.

[0034] 한편, 도 1에 도시된 파킨슨병 지표 평가 장치는 예를 들어 스마트폰과 같은 하나의 장치일 수 있지만, 구현에 따라서는 가속도 센서부(110)와 나머지 구성들이 유무선으로 연결된 장치일 수 있다.

[0035] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 파킨슨병 지표 평가 방법의 흐름도를 도시하는 도면이다.

[0036] 피험자는 예를 들어 스마트폰의 손의 회내 및 회외 운동 태스크 앱(이하 "운동 태스크 앱"이라 함)을 구동한다(S502). 운동 태스크 앱은 디스플레이부에 고지서를 표시하고 피험자가 고지서를 읽고 동의하면, 소정의 정보를 입력하게 할 수 있다.

[0037] 피험자는 이후 예를 들어, 스마트폰을 손으로 파지할 수 있다(S504). 이 경우 피험자는 스마트폰을 파지한 손을 테이블에 올려놓을 수 있다.

[0038] 운동 태스크 앱에서 움직임 데이터 수집 모드가 시작되면, 먼저 피험자는 스마트폰을 파지한 채로 소정시간, 예를 들어 30초 동안 정지 상태를 유지할 수 있다. 이 상태에서도 가속도 센서부(110)는 가속도 신호를 출력하므로, 정지 상태의 가속도 신호가 신호 저장부(150)에 저장된다(S506).

[0039] 피험자는 예를 들어 삐 소리와 함께 이후 소정시간, 예를 들어 30초 동안 손의 회내 및 회외 운동을 반복할 수 있다. 가속도 센서부(110)는 운동에 따른 가속도 신호를 출력하고, 운동 상태의 가속도 신호가 신호 저장부(150)에 저장된다(S508).

[0040] 또한, 피험자는 예를 들어 삐 소리가 울리면 처음에는 손을 회내로 움직이고 다음 삐 소리에서 손을 회외로 움직이는 과정을 소정시간 동안 반복할 수 있다. 가속도 센서부(110)는 운동에 따른 가속도 신호를 출력하고, 운동 상태의 가속도 신호는 사운드 신호와 함께 신호 저장부(150)에 저장된다(S510).

[0041] 운동 태스크 앱에서 움직임 데이터 수집 모드가 완료되면, 주파수 영역 변환부(160)는 신호 저장부(150)에 저장된 하나의 디지털 파일의 디지털 가속도 신호를 주파수 영역으로 변환한다(S512). 주파수 영역 변환부(160)는 디지털 가속도 신호를 주파수 영역으로 변환하기 위해 웨이블렛 변환을 사용하고, 변환된 주파수 함수로부터 실효치(rsm)를 계산한다.

[0042] 시간 영역 계산부(170)는 신호 저장부(150)에 저장된 하나의 디지털 파일의 디지털 가속도 신호를 이용하여 시간 영역의 신호 값들을 계산한다(S514). 시간 영역 계산부(170)는 신호 저장부(150)에 저장된 하나의 디지털 파일의 디지털 가속도 신호를 이용하여 가속도의 실효치 및 표준 편차를 계산하고, 또한, 손의 회내 및 회외에 따른 평균 주파수, 즉 단위시간당 카운트 수를 계산한다.

[0043] 시간 영역 계산부(170)는 또한, 신호 저장부(150)에 저장된 하나의 디지털 파일의 디지털 가속도 신호를 적분하여 속도 신호로 변환하고 이 속도 신호로부터 실효치 및 표준 편차를 계산할 수 있으며, 신호 저장부(150)에 저장된 하나의 디지털 파일의 디지털 가속도 신호를 미분하여 저크 신호로 변환하고 이 저크 신호로부터 실효치 및 표준 편차를 계산할 수 있다. 시간 영역 계산부(170)는 또한, 속도 신호를 적분하여 변위 신호로 변환하고, 이 변환된 변위 신호로부터 평균 수직 변위 및 평균 수평 신호를 계산할 수 있다.

[0044] 지연 시간 계산부(180)는 신호 저장부(150)에 저장된 사운드 신호와 관련 움직임 데이터를 이용하여 회내의 평균 지연 시간과 회외의 평균 지연 시간을 계산하고(S516), 이들로부터 또한 회내 및 회외의 평균 지연 시간을 계산할 수 있다.

[0045] 제어 평가부(190)는 주파수 영역 변환부(160)에서 변환된 주파수 신호를 이용하여, 구체적으로는 주파수 영역 변환부(160)에서 웨이블렛 변환된 주파수 신호를 이용하여 피험자의 손의 진전을 분석한다(S518). 제어 평가부(190)는 시간 영역 계산부(170)에서 계산된 시간 영역의 신호 값을 이용하여, 구체적으로는 시간 영역 계산부(170)에서 계산한 손의 회내 및 회외 움직임에 따른 평균 주파수를 이용하여 움직임 관련 증상을 분석한다(S520). 제어 평가부(190)는 지연 시간 계산부(180)에서 계산된 회내의 평균 지연 시간과 회외의 평균 지연 시간을 이용하여 움직임 관련 증상을 더 분석할 수 있다.

[0046] 운동 태스크 앱은 이후 스마트폰의 디스플레이부에 평가 결과를 표시할 수 있다(S522).

[0047] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 손의 회내 및 회외 운동 태스크 관련 흐름도를 도시하는 도면이고, 도 7은 도 6의 구현 예를 도시하는 도면이다.

[0048] 파킨슨병 지표 평가 장치로 사용되는 스마트폰에 저장되어 있는 운동 태스크 앱을 사용자가 클릭하면, 스마트폰의 운용체계는 운동 태스크 앱을 구동한다(S602).

[0049] 운동 태스크 앱은 도 7의 (a)에 도시된 바와 같은 고지서를 디스플레이부에 표시하고 피험자가 고지서에 동의하고(S604), 하단에 있는 시작(Start) 버튼을 클릭하면 운동 태스크 앱은 디스플레이부에 도 7의 (b)에 도시된 바와 같은 정보 입력화면을 표시한다(S606). 정보 입력화면에는 이름(Name), 나이(Age), 성별(Gender), 손 구분(Hand usage) 등이 표시될 수 있다. 사용자는 정보 입력화면의 항목들에 따라 정보를 입력한다. 이미 이러한 정보가 입력되어 있는 경우에는 정보 입력화면에 입력된 정보도 함께 표시된다. 사용자가 정보 입력화면의 항목들에 따라 정보를 입력한 후에 등록(Register) 버튼을 클릭하면, 입력된 정보가 신호 저장부에 저장된다.

[0050] 운동 태스크 앱은 입력된 정보가 저장되면 디스플레이부에 도 7의 (c)에 도시된 바와 같은 운동 태스크 모드 화면을 표시한다(S608). 사용자는 운동 태스크 모드 화면에 표시된 플랫(Flat) 또는 업(Up)을 선택할 수 있다. 여기서 플랫은 팔뚝 및 손이 테이블 위에 놓여 있는 상태로부터 시작되는 것을 의미하며, 업은 팔뚝은 손이 테이블로부터 떨어져 있는 상태에서 시작하는 것을 의미한다.

[0051] 사용자가 플랫을 선택하든 업을 선택하든, 운동 태스크 앱은 먼저, 소정시간, 예를 들어 30초 동안 정지(resting) 태스크를 수행한다(S610). 그리고 정지 태스크가 완료된 후 사용자가 플랫을 선택하지 않았으면(S612), 운동 태스크 앱은 사운드부(140)를 통해 삐 소리를 출력함으로써, 소정시간, 예를 들어 30초 동안 LRRR

태스크, 즉 회내 → 정지 → 회외 → 정지 순서로 동작이 반복적으로 수행되게 한다(S614). 이 경우 정지 후의 동작은 랜덤하게 사운드부(140)의 삐 소리와 함께 시작할 수 있으며, 가속도 센서부(110)로부터 출력된 가속도 센서는 신호 저장부(150)에 저장된다.

[0052] LRRR 태스크가 완료된 후 운동 태스크 앱은 사운드부(140)를 통해 삐 소리를 출력함으로써, 소정시간, 예를 들어 30초 동안 LRR 태스크, 즉 회내 → 회외 → 정지 순서로 동작이 반복적으로 수행되게 한다(S616). 이 경우 정지 후의 동작은 랜덤하게 사운드부(140)의 삐 소리와 함께 시작할 수 있으며, 가속도 센서부(110)로부터 출력된 가속도 센서는 신호 저장부(150)에 저장된다.

[0053] 그리고 LRR 태스크가 완료된 후 운동 태스크 앱은 사운드부(140)를 통해 삐 소리를 출력함으로써, 소정시간, 예를 들어 30초 동안 LR 태스크, 즉 회내 → 회외 순서로 동작이 반복적으로 수행되게 한다(S618).

[0054] 하지만, 정지 태스크가 완료된 후 사용자가 플랫을 선택하였으면(S612), 운동 태스크 앱은 사운드부(140)를 통해 삐 소리를 출력함으로써, 소정시간 동안 구부림 태스크, 즉 테이블로부터 팔을 구부리고 다시 테이블로 팔을 펴는 동작이 반복적으로 수행되게 한다(S620).

[0055] 구부림 태스크가 완료된 후, 운동 태스크 앱은 사운드부(140)를 통해 삐 소리를 출력함으로써, 구부림 회외 태스크, 즉 구부림 동작 → 회외 → 다시 테이블의 순서로 동작이 반복적으로 수행된다(S622). 구부림 회외 태스크가 완료된 후, 운동 태스크 앱은 사운드부(140)를 통해 삐 소리를 출력함으로써, 구부림 회내 태스크, 즉 구부림 동작 → 회내 → 다시 테이블의 순서로 동작이 반복적으로 수행된다(S624).

[0056] 그리고 운동 태스크 앱은 이어서 LRRR 태스크를 수행하고(S614), LRR 태스크를 수행하고(S616), 그리고 LR 태스크를 수행한다(S618).

[0057] 한편, 운동 태스크 앱은 정지 태스크, LRRR 태스크, LRR 태스크 및 LR 태스크, 구부림 태스크, 구부림 회외 태스크, 구부림 회내 태스크에서 각각 얻은 가속도 신호를 이용하여 파킨슨병 지표들을 평가할 수 있다(S626).

[0058] 운동 태스크 앱은 디스플레이부에 파킨슨병 평가 결과를 표시하고(S628), 데이터 망 등의 무선 네트워크를 통해 평가 결과를 송신할 수 있다(S630).

[0059] 도 8은 본 발명의 도 6의 흐름도에 따라 얻은 가속도 신호들로부터 추출된 특징점들(features)과 파킨슨병 주요 증상 지표들과의 관계를 도시한 도면이다.

[0060] 파킨슨병 주요 증상 지표의 하나인 안정시 진전은 웨이블렛 변환의 실효값으로부터 평가할 수 있으며, 운동 완서는 속도의 실효 값 및 표준편차, 가속도의 실효 값 및 표준편차, 저크의 실효 값 및 표준편차, 그리고 회내 및 회외 사이클의 평균 주파수로부터 평가할 수 있다. 강직은 회내의 평균 지연, 회외의 평균 지연, 회내 및 회외의 평균 지연, 그리고 회내 및 회외 사이클의 평균 주파수로부터 평가할 수 있으며, 자세 불안정은 평균 수직 편이, 평균 수평 편이, 속도의 표준편차, 가속도의 표준편차, 저크의 표준편차, 회내의 평균 지연, 회외의 평균 지연, 회내 및 회외의 평균 지연, 그리고 회내 및 회외 사이클의 평균 주파수로부터 평가할 수 있다.

[0061] UPDRS(Unified Parkinson's Disease Rating Scale)는 1987년 처음 발표되어 사용되고 있는 대표적인 파킨슨병 임상척도이다.

표 1

[0062]

증상	민감도(%)	특이도(%)
안정시 진전	87.5	92.0
운동 완서	100.0	87.5
강직	75.0	100.0
자세 불안정	80.0	89.28
평균	85.63	89.07

[0063] 위의 표 1은 본 발명의 실시예에 따라 얻은 자세 안정시 진전, 운동 완서, 강직 및 자세 불안정을 UPDRS의 임상척도와 비교한 것으로, 민감도는 평균 85,63%이고 특이도는 89.07%임을 보여준다.

[0064] 본 발명의 보호 범위는 이하 특허청구범위에 의하여 해석되어야 마땅할 것이다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것인 바, 본 발명과 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로

해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0065] 110: 가속도 센서부 120: 저주파 통과 필터부

130: 아날로그-디지털 변환부 140: 사운드부

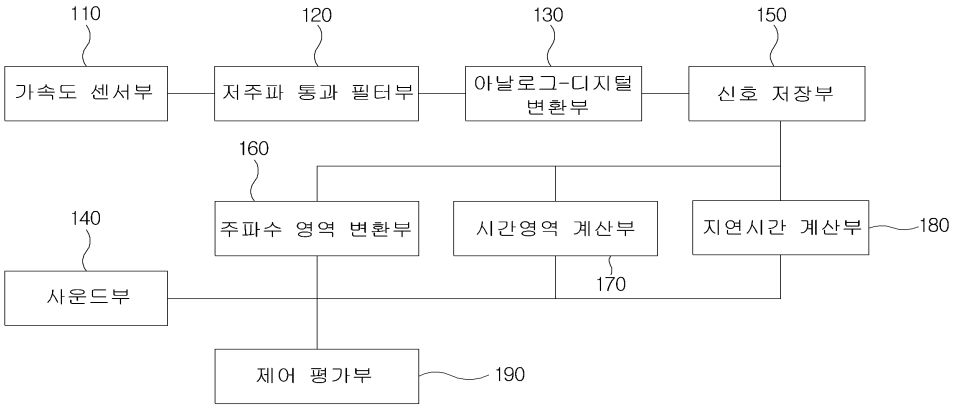
150: 신호 저장부 160: 주파수 영역 변환부

170: 시간 영역 계산부 180: 지연 시간 계산부

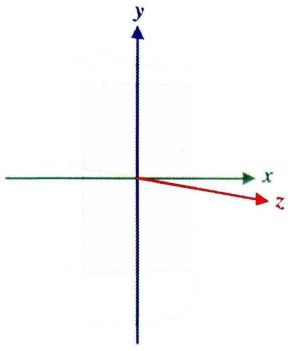
190: 제어 평가부

도면

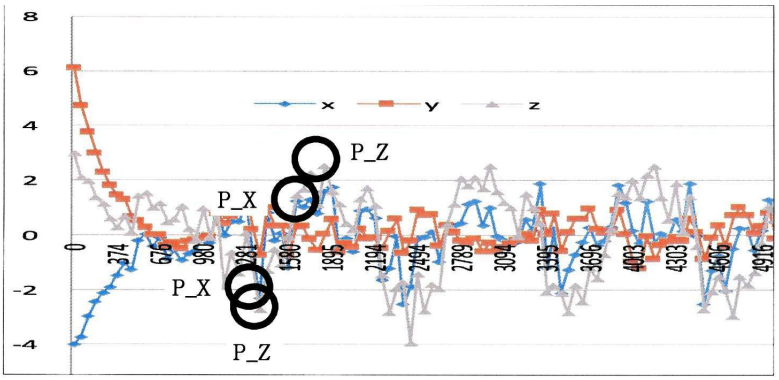
도면1



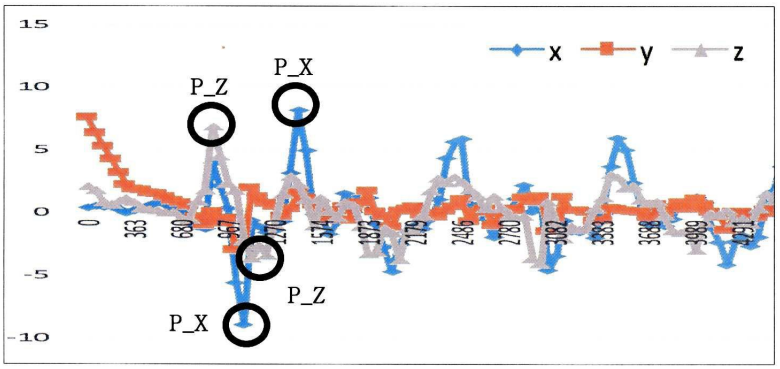
도면2



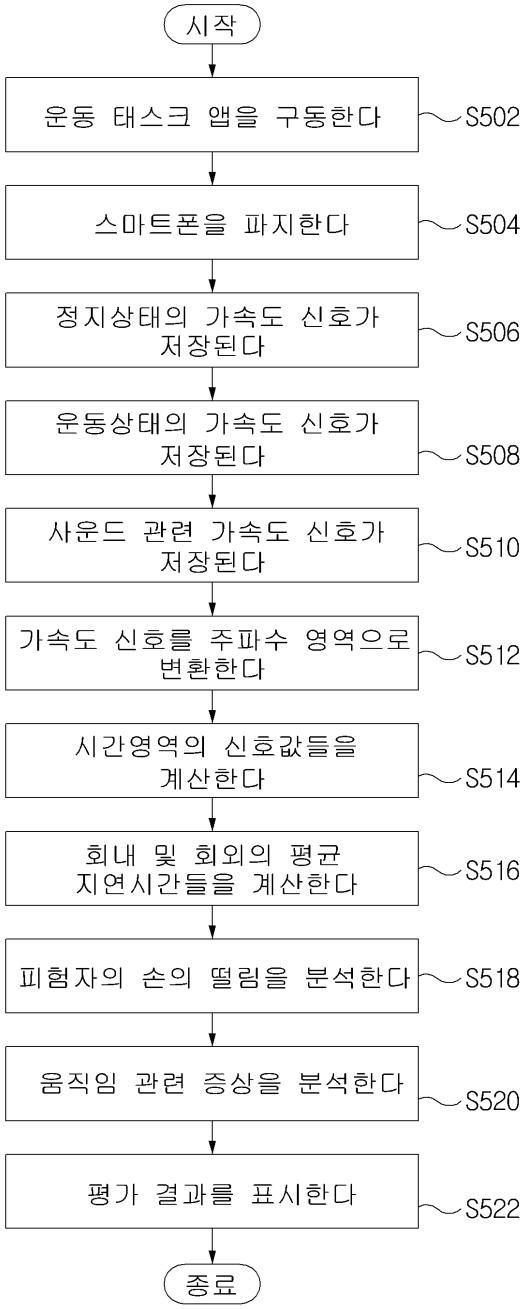
도면3


8
6
4
2
0
-2
-4
x
y
z
P_Z
P_X
P_X
P_Z
0
374
676
980
1284
1580
1895
2194
2494
2789
3094
3395
3696
4003
4303
4606
4916

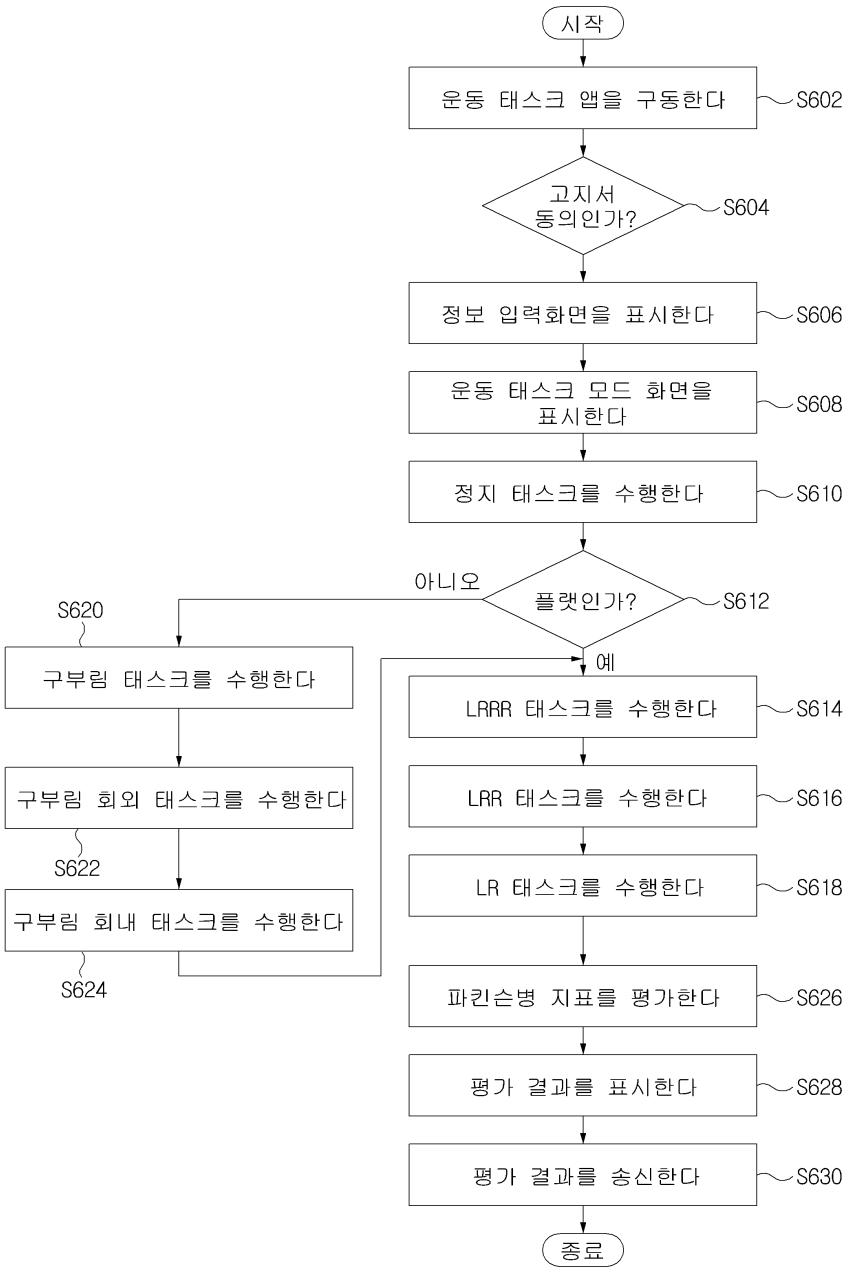
도면4


15
10
5
0
-5
-10
x
y
z
P_Z
P_X
P_X
P_Z
0
363
680
967
1274
1574
1872
2179
2485
2780
3082
3393
3698
3989
4291

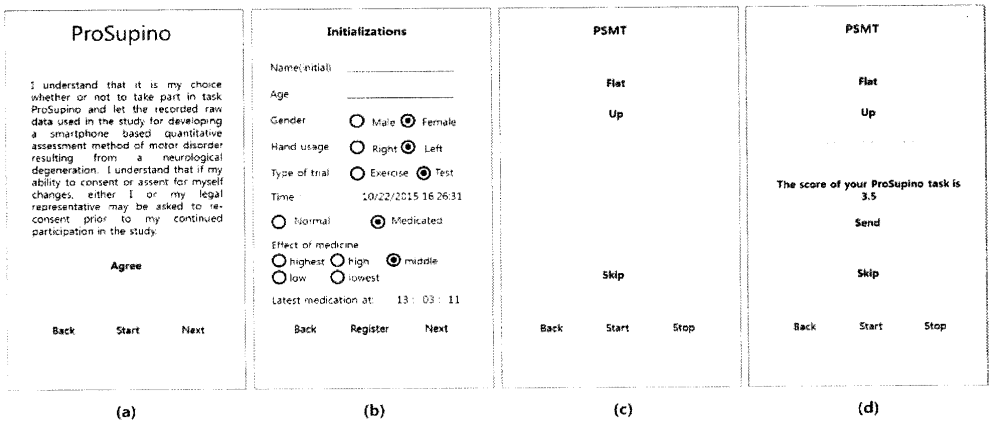
도면5


시작
운동 태스크 앱을 구동한다
S502
스마트폰을 파지한다
S504
정지상태의 가속도 신호가 저장된다
S506
운동상태의 가속도 신호가 저장된다
S508
사운드 관련 가속도 신호가 저장된다
S510
가속도 신호를 주파수 영역으로 변환한다
S512
시간영역의 신호값들을 계산한다
S514
회내 및 회외의 평균 지연시간들을 계산한다
S516
피험자의 손의 떨림을 분석한다
S518
움직임 관련 증상을 분석한다
S520
평가 결과를 표시한다
S522
종료

도면6


시작
운동 태스크 앱을 구동한다
S602
고지서 동의인가?
S604
정보 입력화면을 표시한다
S606
운동 태스크 모드 화면을 표시한다
S608
정지 태스크를 수행한다
S610
아니오
플랫인가?
S612
예
S620
구부림 태스크를 수행한다
구부림 회외 태스크를 수행한다
S622
구부림 회내 태스크를 수행한다
S624
LRRR 태스크를 수행한다
S614
LRR 태스크를 수행한다
S616
LR 태스크를 수행한다
S618
파킨슨병 지표를 평가한다
S626
평가 결과를 표시한다
S628
평가 결과를 송신한다
S630
종료

도면7


ProSupino
I understand that it is my choice whether or not to take part in task ProSupino and let the recorded raw data used in the study for developing a smartphone based quantitative assessment method of motor disorder resulting from a neurological degeneration. I understand that if my ability to consent or assent for myself changes, either I or my legal representative may be asked to re-consent prior to my continued participation in the study.
Agree
Back Start Next
Initializations
Name(initial)
Age
Gender Male Female
Hand usage Right Left
Type of trial Exercise Test
Time 10/22/2015 16:26:31
Normal Medicated
Effect of medicine
highest high middle
low lowest
Latest medication at: 13 : 03 : 11
Back Register Next
PSMT
Flat
Up
Skip
Back Start Stop
PSMT
Flat
Up
The score of your ProSupino task is 3.5
Send
Skip
Back Start Stop
(a)
(b)
(c)
(d)

도면8

feature	description	List of tasks *	RT**	B**	R**	Pd**
$\overline{w(t,f_{tr})}$	rms of wavelet transformation	1-7	√			
$\overline{u}$	rms of velocity	5-7		√		
$\overline{a}$	rms of accelerator	5-7		√		
$\overline{j}$	rms of jerk	5-7		√		
$\overline{\delta_t}$	mean interval	2-7				
ϑ_m	maximum of rotational degree	5-7				
$\overline{d_v}$	mean vertical displacement	5-7				√
$\overline{d_h}$	mean horizontal displacement	5-7				√
u_s	standard deviation of velocity	5-7		√		√
a_s	standard deviation of accelerator	5-7		√		√
j_s	standard deviation of jerk	5-7		√		√
$\overline{\delta_p}$	mean delay of pronation	5-7			√	√
$\overline{\delta_s}$	mean delay of supination	3-7			√	√
$\overline{\delta_c}$	mean delay of proSupino cycle	4-7			√	√
$\overline{f_c}$	mean frequency of proSupino cycle	7		√	√	√

*1:resting, 2: BendingUp, 3: BendingUp and Supination, 4: BendingUp and Pronation, 5: LRRR proSupino, 6: LRR proSupino, 7: LR proSupino; ** R:resting tremor, B: Bradykinesia, R:rigidity, Pd: posture disturbance