



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년06월05일

(11) 등록번호 10-1526197

(24) 등록일자 2015년06월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**A61B 5/11** (2006.01) **H04B 7/24** (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2013-0130115  
 (22) 출원일자 2013년10월30일  
 심사청구일자 2013년10월30일  
 (65) 공개번호 10-2015-0049486  
 (43) 공개일자 2015년05월08일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020110012119 A  
 KR1020130101860 A

(73) 특허권자  
**건국대학교 산학협력단**  
 서울특별시 광진구 능동로 120, 건국대학교내 (화양동)  
 (72) 발명자  
**엄광문**  
 충북 충주시 충원대로 268, 의료생명대학 511호 (단월동, 건국대학교GLOBAL캠퍼스)  
**김지원**  
 충북 충주시 충원대로 268, 의료생명대학 516호 (단월동, 건국대학교GLOBAL캠퍼스)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**김정수**

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 최석규

(54) 발명의 명칭 **시간영역 분석과 퍼지 이론을 이용한 보행 동결 판별 장치 및 이를 이용한 보행 동결 판별 방법**

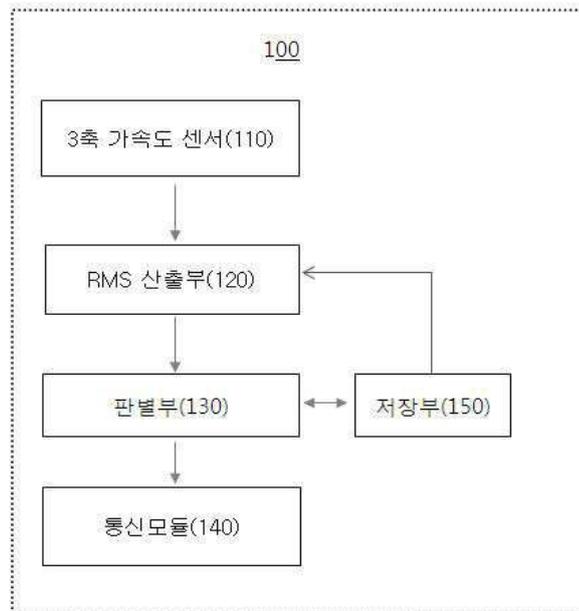
**(57) 요약**

시간영역 분석과 퍼지 이론을 이용한 보행 동결 판별 장치 및 이를 이용한 보행 동결 판별 방법을 개시한다.

시간영역 분석과 퍼지 이론을 이용한 보행 동결 판별 장치는 보행자의 움직임에 따른 3축 가속도 신호를 출력하는 3축 가속도 센서(110); 상기 3축 가속도 신호로부터 각 축의 가속도 신호를 추출한 후, 기 설정된 시간구간

(뒷면에 계속)

**대표도** - 도1



내의 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS(Root Mean Square) 값을 산출하는 RMS 산출부(120); 및 상기 산출부(120)에서 산출된 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS(Root Mean Square) 값과 기설정된 각 축에 해당하는 멤버십 함수(membership function)를 비교하여 상기 보행자의 보행상태를 판단하는 판별부(130); 상기 멤버십 함수(membership function) 알고리즘이 저장되고, 상기 판별부(130)의 비교 결과값을 저장하는 저장부(150); 및 상기 결과값에 따른 판단신호를 무선 인터페이스를 통해 외부로 전송하는 통신모듈(140)을 포함하고, 상기 판별부(130)는 상기 비교 결과값에 따라 보행자의 안정상태, 정상보행 상태, 보행동결(FOG) 상태를 판별하는 것을 특징으로 한다.

(72) 발명자

**박상훈**

경기 성남시 수정구 논골로 93, B2층 (단대동, 풍산쉐르빌)

**권유리**

충북 충주시 풍동동막길 50, 310호 (풍동, 신한강변아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013A4230009

부처명 교과부

연구관리전문기관 한국연구재단(과학재단)

연구사업명 기초연구사업(중견연구자-핵심연구)

연구과제명 고위 중추성 보행장애를 보이는 뇌질환에서의 보행개선을 위한 지능형 바이오피드백

Cueing 시스템 개발

기여율 1/1

주관기관 건국대학교

연구기간 2011.05.01 ~ 2014.04.30

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

보행자의 움직임에 따른 3축 가속도 신호를 출력하는 3축 가속도 센서(110);

상기 3축 가속도 신호에서 각 축의 가속도 신호를 추출한 후, 기 설정된 시간구간 내의 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS(Root Mean Square) 값을 연속적으로 산출하는 RMS 산출부(120);

상기 RMS 산출부(120)에서 산출된 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS(Root Mean Square)값을 퍼지 이론에서 어느 요소가 애매한 표현에 속하는 정도를 나타내는 함수인 각 축에 결정된 퍼지 이론의 멤버십 함수(membership function)에 적용하여 상기 RMS 값과 퍼지 이론에서 애매모호함을 정의하기 위해 기설정된 값인 상기 멤버십 함수(membership function)의 임계값(threshold)을 서로 비교하여 상기 보행자의 보행상태를 판별하는 판별부(130);

상기 멤버십 함수(membership function) 알고리즘이 저장되고, 상기 판별부(130)의 비교 결과값을 저장하는 저장부(150); 및

상기 비교 결과값에 따른 판단신호를 무선 인터페이스를 통해 외부로 전송하는 통신모듈(140);을 포함하고,

상기 판별부(130)는,

상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값이 각 축에 해당하는 멤버십 함수(membership function)의 임계값 보다 모두 클 경우, 해당 시간구간을 보행 동결 상태로 판별하는 것을 특징으로 하는 시간영역 분석과 퍼지 이론을 이용한 보행 동결 판별 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 판별부는,

상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값 중 적어도 하나가 각 축에 해당하는 멤버십 함수(membership function)의 임계값 보다 작을 경우, 휴식 상태 또는 보행 상태로 판별하는 것을 특징으로 하는 시간영역 분석과 퍼지 이론을 이용한 보행 동결 판별 장치.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 통신모듈(140)은,

상기 판별부(130)로부터 출력된 판단신호를 무선 인터페이스를 통해 외부로 전송하는 기능을 수행하며,

상기 무선 인터페이스는 WiFi, Zigbee, RF, 무선데이터통신(3G 또는 LTE) 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 시간영역 분석과 퍼지 이론을 이용한 보행 동결 판별 장치.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 저장부(150)는,

플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(SD 또는 XD 메모리), 램(Random Access Memory, RAM), SRAM(Static Random Access Memory), 롬(ReadOnly Memory, ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ReadOnly Memory), PROM(Programmable ReadOnly Memory) 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체인 것을 특징으로 하는 시간영역 분석과 퍼지 이론을 이용한 보행 동결 판별 장치.

**청구항 7**

3축 가속도 센서(110)에서 보행자의 움직임에 따른 3축 가속도 신호를 센싱하는 센싱 단계(S110);

RMS 산출부(120)에서 상기 3축 가속도 신호를 수신한 후, 각 축의 가속도 신호를 추출하고, 기 설정된 시간구간으로 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS(Root Mean Square) 값을 산출하는 산출 단계(S120); 및

판별부(130)에서 상기 RMS 산출부(120)에서 산출된 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값을 퍼지 이론에서 어느 요소가 애매한 표현에 속하는 정도를 나타내는 함수인 각 축에 결정된 퍼지 이론의 멤버십 함수(membership function)에 적용하여 상기 RMS 값과 퍼지 이론에서 애매모호함을 정의하기 위해 기설정된 상기 멤버십 함수(membership function)의 임계값(threshold)을 서로 비교하여 상기 보행자의 보행상태를 판별하는 판별 단계(S130);를 포함하고,

상기 판별 단계(S130)에서는,

상기 판별부(130)에 수신된 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값이 각 축에 해당하는 상기 멤버십 함수의 임계값보다 모두 클 경우, 해당 시간구간을 보행 동결 상태로 판별하는 것을 특징으로 하는 보행동결 판별 방법.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

제7항에 있어서,

상기 판별 단계(S130)에서는,

상기 판별부(130)에 수신된 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값 중 적어도 하나가 각 축에 해당하는 상기 멤버십 함수의 임계값보다 작을 경우, 해당 시간 구간을 휴식 상태 또는 보행 상태로 판별하는 것을 특징으로 하는 보행동결 판별 방법.

**발명의 설명**

**기술분야**

본 발명은 보행 동결 판별 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 시간영역 분석과 퍼지 이론을 이용한 보행 동결 판별 장치 및 이를 이용한 보행 동결 판별 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0001]

- [0002] 고위 보행장애(high-level gait disorder)는 대뇌 피질(cortex)이나 피질하(subcortical) 구조의 이상에 의해서 나타나는 보행장애이다. 대표적인 것으로 보행 동결(freezing of gait: 이하 FOG)과 가속보행(festination)이 있다. FOG는 보행 중에 예측불능(episodic)의 보행중단이 일어나는 것을 지칭하며, 1-10초간 환자의 발이 마지 지면에 늘어붙는 것과 같은 상태를 말한다. 가속보행(festination)은 보행 중에 의지와 무관하게 보폭(stride length)이 짧아지고 박자(cadence)가 빨라지는 상태를 지칭한다.
- [0003] FOG와 가속보행(festination)은 낙상의 큰 원인이 되기 때문에 이는 삶의 질(QOL)을 매우 저하시킨다.
- [0004] 파킨슨성 보행장애의 원인은 명확하지 않으며, 기저핵과 운동피질의 연동장애와 심리적, 환경적 요소가 작용한다고 보고되고 있다.
- [0005] 고위 보행장애의 치료로는 약물치료(medication)와 수술적(DBS: deep brain stimulation) 치료로 나뉘며, 약물 치료는 FOG와 가속보행(festination)에 대한 약물치료의 효과는 매우 제한적이다. 대표적인 약물인 레보도파(L-dopa)는 약물 비투여 상태(off phase)에서의 FOG에는 효과가 있으나, 약물투여상태(on phase)에서의 FOG에 효과가 전혀 없거나 미약한 것으로 보고되고 있다.
- [0006] 또한 약물치료기간이 긴 환자에게서 FOG가 가장 빈번히 발생된다. 치료방법인 약물과 수술모두 FOG, 가속보행(festination)에 대한 효과가 매우 제한적이므로 이와 다른 치료 혹은 혼련적 방법이 요구된다.
- [0007] 고위보행장애의 경우 약물치료(레보도파) 및 수술의 효과가 매우 미미하지만, 큐잉(Cueing)의 효과는 유효한 것으로 밝혀졌다. 큐잉(Cueing)은 감각적 자극을 통해 보행을 암시하는 신호를 제시하여, 환자의 보행의 시작이나 지속적 보행을 증강시키고자 하는 것이다.
- [0008] 일반적인 국내외 연구현황 및 기존연구는 문제점을 보면, 고위 보행장애의 중요성에도 불구하고 아래와 같은 문제점이 발생하였다.
- [0009] 예를 들어, 고위 보행장애는 대뇌 피질이나 피질하 구조의 이상에 의해서 나타나는 보행장애로서, 파킨슨성 보행장애라고도 하며, 대표적인 것으로 보행 동결과 가속보행(festination)이 있다.
- [0010] 이 중에서 FOG는 보행중에 예측불능의 보행중단이 일어나는 것을 지칭하며, 1-10초간 환자의 발이 마지 지면에 늘어붙는 것과 같은 상태가 된다. 이러한 FOG는 보행의 시작, 방향전환, 좁은통로, 목적지 도착직전에서 빈번히 발생하며, 인지적 과부하에서 더욱 심해진다.
- [0011] 그리고, 상기 가속보행(festination)은 보행중에 의지와 무관하게 보폭이 짧아지고 박자가 빨라지는 상태를 지칭하며, 연쇄효과 혹은 운동불안정성이라고도 알려져 있다.
- [0012] 상술한 FOG와 가속보행(festination)은 낙상의 큰 원인이 되며, 이로 인해 환자는 일상생활을 정상적으로 영위할 수 없게 된다.
- [0013] 따라서, 고위보행장애를 지닌 환자는 사회와 단절되어 집안에서만 생활하게 되는 것이 일반적이고 이는 삶의 질을 매우 저하시키는 문제점이 발생시킨다.
- [0014] 이러한 고위 보행장애를 일으키는 질병으로서의 퇴행성 뇌질환으로서, 파킨슨병, 진행성핵상마비, 대뇌피질변성 등이 있으며, 뇌수두증과 동반된 2차성 파킨슨증후군 및 혈관성 파킨슨증도 해당된다.
- [0015] 이와 같이, 파킨슨병과 유사한 증상을 보이는 장애를 통칭하여 파킨스니즘 (Parkinsonism) 또는 파킨슨 증후군 (Parkinson's syndrome)이라고 한다.
- [0016] 그리고 유병률 및 발생 매커니즘을 살펴보면, 유병률은 고위보행장애의 대표적 질병인 파킨슨병이 인구 10만명당 780의 유병률을 지니며, 60세 이상의 인구에서의 유병율은 1.47%에 이른다.(Seo WK et al. 2007)
- [0017] 상기 FOG는 파킨슨환자의 약1/2에서 발생하며, 병의 진행과 더불어 증가하여 more advanced stage에서는 60%에 이른다.
- [0018] 그러나 파킨슨성 보행장애의 원인은 명확하지 않고, 기저핵과 운동피질의 연동장애로부터 운동감소증 및 GPi로부터 발생하는 운동 큐가 점진적으로 지연되는 현상이 FOG 및 가속보행(festination)에 관여하고 있는 것으로 추정되며, 이외에도 심리적, 환경적 요소가 작용한다고 보고된다.(Morris 2008)
- [0019] 즉, 운동의 크기생성 및 운동의 리듬생성 기능이 에피소δικ하게 악화되는 것이 관여하는 것으로 추정된다 (Nieuwboer 2008, Morris 2008).

- [0020] 고위 보행장애의 치료로서, 약물치료는 FOG와 가속보행(festination)에 대한 약물치료의 효과는 매우 제한적이다.
- [0021] 대표적인 약물인 레보도파는 약물 비투여상태에서의 FOG에는 효과가 있으나, 약물투여상태에서의 FOG에 효과가 전혀 없거나 미약한 것으로 보고되고 있다.
- [0022] On-phase의 FOG는 순수한 운동불능증과 관련되며, off-phase의 FOG는 질병진행과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다.(Bartels 2006).
- [0023] 또한 약물치료기간이 긴 환자에게서 FOG가 가장 빈번히 발생된다. 수술적 치료로서 시상하핵 및 뇌각뇌교핵의 심부자극이 제안되었으나, STN-DBS는 레보도파에 반응하는 FOG에서만 효과가 있으며 그 효과는 레보도파보다 저조하고 PPN-DBS도 일부의 환자에게서만 효과가 있다
- [0024] 따라서 약물과 수술 모두 FOG, 가속보행(festination)에 대한 효과가 매우 제한적이므로 이와 다른 치료 혹은 훈련적 방법이 요구된다.
- [0025] 또한 고위보행장애의 경우 약물치료 및 수술의 효과가 매우 미미하지만, 큐잉의 효과는 유효한 것으로 밝혀졌다.
- [0026] 상기 큐잉은 감각적 자극을 통해 보행을 암시하는 신호를 제시하여, 환자의 보행의 시작이나 지속적 보행을 증강시키고자 하는 것으로서, 큐잉의 모달리티로서는 시각, 청각, 체성감각 등이 제안되었다.
- [0027] 시각적 큐잉은 보행로와 직각인 평행선, 도립스틱, 레이저빔 스틱, 단순, 타일패턴 가상현실 등이 제안되었다.
- [0028] 이러한 모달리티 중, FOG의 개선 효과가 있는 것으로 검증된 것은 평행선이 유일하다.
- [0029] 가상현실과 같은 정보량이 큰 시각적 큐잉은 환자의 인식의 부하(overload)를 유발하기 쉬우며, 실제로, 가상현실을 사용할 경우 즉각적 효과는 오히려 보행속도 및 보폭을 악화시킨다.
- [0030] 또한 시각큐잉의 효과는 주로 보행의 시작에서 진폭 발생을 향상시킨다. 청각 및 체성감각 큐잉에서 청각자극에는 메트로놈, 비프음(beep) 등이 사용되었고, step time variability의 약간의 개선효과가 있었다.
- [0031] 실질적 FOG 개선에는 즉각적 효과는 없고 훈련을 통해서도 FOG의 향상은 미약하였다. 즉 청각큐잉은 주로 리듬생성을 보조하나, 의도적으로 큰 걸음을 걷는 집중책략과 동시에 수행되는 것이 중요하다.
- [0032] 체성감각은 주로 진동자극이 사용되며, 운동의 시작시 한번만 자극하는 것이 off-phase에서의 레보도파 정도의 효과만을 보인다. 즉 체성감각은 동작의 진폭생성을 보조한다.
- [0033] 한편 보행장애를 위한 큐잉의 문제점을 보면, 먼저 개루프 큐잉의 문제점은 FOG 개선효과가 미약하며, 정해진 박자에 맞추어 시각, 청각, 촉각등의 큐잉을 제시하는 개루프방식의 큐잉은 보행의 속도와 보폭을 늘리는데에는 기여하였으나, 실질적으로 FOG의 빈도와 심한정도의 개선에는 큰 효과가 없었다.
- [0034]
- [0035] FOG가 오히려 악화되는 경우가 존재하여, 개루프 큐잉에서는 환자의 실제보행패턴과 큐잉의 타이밍이 맞지 않고, 환자의 인지기능의 저하로 인해 큐에 적응하기 어려워서, 이러한 큐가 인지적 과부하로 작용되어 혼돈을 유발할 수 있다. 실제로 일부의 환자에서는 개루프 큐잉이 오히려 FOG와 가속보행(festination)을 악화시키고 또한, 박자의 불일치가 보행의 변동성과 불안정성을 증가시켰다.
- [0036] 공간적 큐잉은 주로 동작의 크기의 조절과 진폭생성에 작용하는 것으로서, 동작의 시작에만 적합하다. 시간적 큐잉은 보행의 타이밍과 사지동작의 조율에 작용하여 보행의 리듬생성과 방향전환에서의 대칭성을 보조하여, 보행중에만 효과적이다.
- [0037] 이와 같이, 모달리티에 따라 적용되는 동작의 모드가 다르므로, 한가지 모달리티로 보행장애 전반에 걸쳐 기능을 향상시키기는 어렵다. 또한 미관의 관점에서 환자는 정상인과 구별되는 것을 심리적으로 매우 꺼려서, 큐잉장치가 정상인과 크게 구별되는 형상을 띠는 경우 (가상현실 안경, 도립스틱 등), 환자의 사용욕구를 유발하기 힘들고, 사용할 경우에도 심리적 만족감이 낮아 삶의 질을 저하시킨다.
- [0038] 편이성(conveniency) 관점에서 스틱, 레이저포인터, 워커 등은 휴대하기 불편하고 몸과 떨어져 있어서, 인지기능이 약화된 환자는 이를 휴대하는 것을 잊어버리는 경우가 존재한다.
- [0039] 인지적 과부하(cognitive overload)의 문제의 경우, 큐잉장치를 사용하는 것이 일상적 동작에서 벗어나는 경우

(스틱, 워커등), 또는 제시된 큐가 너무 복잡할 경우 (가상현실 안경 등), 인지적 과부하를 유발하여 오히려 FOG를 유발할 수 있다(Nieuwboer 2008).

[0040] 이러한 큐잉의 효과는 장기간(e.g. 3주) 훈련하였을 경우 유의하게 나타나지만, 그 효과는 유지되지 않고 다시 원상태로 복귀한다. 따라서, 큐잉장치를 재활훈련용도만으로 사용하는 것은 비합리적이다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0041] (특허문헌 0001) 대한민국 특허등록번호 제10-1320902호(발명의 명칭: 고위 중추손상 환자의 보행장애 상태 실시간 판정 시스템 및 그 방법)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0042] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 고위 중추 손상 환자의 보행 상태에 따른 적절한 큐잉(Cueing) 제시를 위해 환자의 보행장애 상태를 실시간으로 판단할 수 있는 시간영역 분석과 퍼지 이론을 이용한 보행 동결 검출 판별 장치 및 이를 이용한 보행 동결 판별 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0043] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는 환자가 착용하게 되는 계측 장치(신발)에 3축 가속도 센서를 구비하며, 3축 가속도 센서로부터 출력된 3축 가속도 신호들 각각에 RMS 분석을 적용시켜 보다 빠르게 환자의 보행장애 상태를 확인할 수 있는 시간영역 분석과 퍼지 이론을 이용한 보행 동결 검출 판별 장치 및 이를 이용한 보행 동결 판별 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0044] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 시간영역 분석과 퍼지 이론을 이용한 보행 동결 검출 판별 장치는 보행자의 움직임에 따른 3축 가속도 신호를 출력하는 3축 가속도 센서(110); 상기 3축 가속도 신호로부터 각 축의 가속도 신호를 추출한 후, 기 설정된 시간구간 내의 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS(Root Mean Square) 값을 산출하는 RMS 산출부(120); 및 상기 산출부(120)에서 산출된 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS(Root Mean Square) 값과 기설정된 각 축에 해당하는 멤버십 함수(membership function)를 비교하여 상기 보행자의 보행상태를 판단하는 판별부(130); 상기 멤버십 함수(membership function) 알고리즘이 저장되고, 상기 판별부(130)의 비교 결과값을 저장하는 저장부(150); 상기 결과값에 따른 판단신호를 무선 인터페이스를 통해 외부로 전송하는 통신모듈(140)을 포함하고, 상기 판별부(130)는, 상기 비교 결과값에 따라 보행자의 안정상태, 정상보행 상태, 보행동결(FOG) 상태를 판별하는 것을 특징으로 한다.

[0045] 상기 판별부는 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값 중 적어도 하나가 각 축에 해당하는 멤버십 함수(membership function)의 임계값 보다 작을 경우, 휴식 상태 또는 보행 상태로 판별하는 것을 특징으로 한다

[0046] 상기 판별부는 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값이 각 축에 해당하는 멤버십 함수(membership function)의 임계값 보다 모두 클 경우, 보행 동결 상태에 따른 판단 신호를 출력하는 것을 특징으로 한다

[0047] 상기 멤버십 함수는 Simulated annealing 최적화 기법을 통해 산출된 값인 것을 특징으로 한다.

[0048] 상기 통신모듈(140)은 상기 판별부(130)로부터 출력된 판단 신호를 무선 인터페이스를 통해 외부로 전송하는 기능을 수행하며, 상기 무선 인터페이스는 WiFi, Zigbee, RF, 무선데이터통신(3G 또는 LTE) 중 어느 하나인 것을

특징으로 한다.

[0049] 상기 저장부(150)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리), 램(Random Access Memory, RAM), SRAM(Static Random Access Memory), 롬(Read Only Memory, ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), PROM(Programmable Read Only Memory) 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체인 것을 특징으로

[0050] 한다.

[0051] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 보행동결 판별 방법은 3축 가속도 센서에서 보행자의 움직임에 따른 3축 가속도 신호를 센싱하는 센싱 단계(S110); RMS 산출부(120)에서 상기 3축 가속도 신호를 수신한 후, 각 축의 가속도 신호를 추출하고, 기 설정된 시간구간으로 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS(Root Mean Square) 값을 산출하는 산출 단계(S120); 및 판별부(130)에서 상기 산출부(120)에서 산출된 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값을 기 설정된 멤버십 함수의 임계값과 비교한 후, 비교 결과값에 따라 상기 보행자의 보행 상태를 판단하는 판별 단계(S130);를 포함하고, 상기 판별 단계(S130)는 보행자의 휴식 상태, 보행 상태, 보행동결(FOG) 상태를 판별하는 단계인 것을 특징으로 한다.

[0052] 상기 판별 단계는 상기 판별부(130)에 수신된 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값이 상기 멤버십 함수의 임계값보다 모두 클 경우, 해당 시간 구간을 보행 동결 상태로 판단하는 단계인 것을 특징으로 한다.

[0053] 상기 판별 단계(S130)는 상기 판별부(130)에 수신된 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값 중 적어도 하나가 상기 멤버십 함수의 임계값보다 작을 경우, 해당 시간 구간을 휴식 상태 또는 보행 상태로 판별하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0054] 본 발명에 따르면, 고위 충추 손상 환자의 보행 상태에 따른 적절한 큐잉(Cueing) 제시를 위해 환자의 보행장애 상태를 실시간으로 판단할 수 있으며, 또한, 환자가 착용하게 되는 계측 장치(신발)에 3축 가속도 센서를 구비하며, 3축 가속도 센서로부터 출력된 3축 가속도 신호들 각각에 RMS 분석 및 퍼지 함수를 적용시켜 보다 짧은 시간 내에 환자의 보행장애 상태를 확인할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0055] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 시간영역 분석과 퍼지 이론을 이용한 보행 동결 판별 장치를 나타낸 블록도이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 보행 동결 판별 방법을 설명하기 위한 플로우 차트이다.

도 3은 각 축의 가속도 신호의 RMS 값과 각 축의 멤버십 함수를 나타낸 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0056] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예의 상세한 설명은 첨부된 도면들을 참조하여 설명할 것이다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

[0057] 본 발명의 개념에 따른 실시 예는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 특정 실시

예들을 도면에 예시하고 본 명세서 또는 출원에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예를 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [0058] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0059] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0060] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 시간영역 분석과 퍼지 이론을 이용한 보행 동결 판별 장치를 나타낸 블록도이다.
- [0061] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 퍼지 이론을 이용한 보행 동결 판별 방법을 설명하기 위한 플로우 차트이다.
- [0062] 도 3은 각 축의 가속도 신호의 RMS 값과 각 축의 멤버십 함수를 나타낸 그래프이다.
- [0063] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 보행동결 판별 장치(100)는 3축 가속도 센서(110), RMS 산출부(120), 판별부(130), 통신모듈(140) 및 저장부(150)를 포함한다.
- [0064] 상기 3축 가속도 센서(110)는 보행자의 움직임을 센싱하여, 3축(x축, y축, z축) 가속도 신호를 출력한다. 상기 3축 가속도 센서는 공지된 기술로서 보다 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0065] 상기 RMS 산출부(120)는 상기 3축 가속도 신호로부터 각 축(x축, y축, Z축)의 가속도 신호를 추출한 후, 기 설정된 시간구간 내의 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS(Root Mean Square) 값을 산출하는 기능을 수행한다.
- [0066] 상기 판별부(130)는 상기 산출부(120)에서 산출된 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS(Root Mean Square) 값과 기설정된 각 축에 해당하는 멤버십 함수(membership function)를 비교하여 비교 결과에 따라 상기 보행자의 보행상태를 판별하는 기능을 수행한다.
- [0067] 보다 구체적으로, 상기 판별부(130)는 저장부(150)에 저장된 X축 가속도 신호, Y축 가속도 신호, Z축 가속도 신호 각각의 RMS 임계값과 비교하기 위한 각 축의 가속도 신호에 해당하는 멤버십 함수 임계값을 이용하며, 상기 멤버십 함수는 Simulated annealing 최적화 기법을 통해 산출된 값일 수 있다.
- [0068] 여기서, 상기 판별부는 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값 중 적어도 하나가 각 축에 해당하는 멤버십 함수(membership function)의 임계값 보다 작을 경우, 휴식 상태 또는 보행 상태로 판별한 후, 그에 따른 판단 신호를 출력한다.
- [0069] 또한, 상기 판별부(130)는 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값이 각 축에 해당하는 멤버십 함수(membership function)의 경계값 보다 모두 클 경우, 보행 동결 상태로 판별하여 그에 따른 판단 신호를 출력한다.
- [0070] 상기 저장부(150)는 상기 멤버십 함수(membership function)의 임계값이 저장되고, 상기 판별부(130)의 비교 결과값을 저장하는 기능을 수행한다.
- [0071] 또한, 상기 저장부(150)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미

디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(Random Access Memory, RAM), SRAM(Static Random Access Memory), 롬(ReadOnly Memory, ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ReadOnly Memory), PROM(Programmable ReadOnly Memory) 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체일 수 있다.

- [0072] 상기 통신모듈(140)은 상기 판별부(130)로부터 출력된 판단신호를 무선 인터페이스를 통해 외부로 전송하는 기능을 수행하며, 상기 무선 인터페이스는 WiFi, Zigbee, RF, 무선데이터통신(3G, LTE 등) 중 어느 하나일 수 있다.
- [0073] 이하에서는 앞에서 상술한 퍼지 이론을 이용한 보행동결 판별 장치를 이용한 보행동결 판별 방법을 도면을 참조하여 설명하도록 한다.
- [0074] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 보행동결 판별 방법(S100)은 센싱 단계(S110), RMS 산출단계(S120), 판별 단계(S130)를 포함한다.
- [0075] 또한, 상기 S100은 판별부(130)에서 출력된 판단신호를 통신모듈(140)을 통해 외부로 전송하는 전송단계(S140)를 더 포함할 수 있다.
- [0076] 보다 구체적으로, 상기 센싱 단계(S110)는 3축 가속도 센서에서 보행자의 움직임에 따른 3축 가속도 신호를 센싱하는 단계일 수 있다.
- [0077] 상기 RMS 산출 단계(S120)는 RMS 산출부(120)에서 상기 3축 가속도 신호를 수신한 후, 각 축의 가속도 신호를 추출하고, 기 설정된 시간구간으로 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS(Root Mean Square) 값을 산출하는 단계일 수 있다.
- [0078] 상기 판별 단계(S130)는 판별부(130)에서 상기 산출부(120)에서 산출된 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값을 기 설정된 멤버십 함수의 임계값과 비교한 후, 비교 결과값에 따라 상기 보행자의 보행상태를 판단하는 단계일 수 있다.
- [0079] 상기 판별 단계(S130)는 상기 판별부(130)에 수신된 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값이 상기 멤버십 함수의 임계값 보다 모두 클 경우, 해당 시간 구간을 보행 동결 상태로 판단하는 단계를 포함한다.
- [0080] 또한, 상기 판별 단계(S130)는 상기 판별부(130)에 수신된 상기 각 축의 가속도 신호의 RMS 값 중 적어도 하나가 상기 멤버십 함수의 임계값 보다 작을 경우, 해당 시간 구간을 휴식 상태 또는 보행 상태로 판별하는 단계를 포함한다.
- [0081] 도 3은 각 축의 가속도 신호의 RMS 값과 각 축의 멤버십 함수를 나타낸 그래프이다.
- [0082] 도 3을 참조하면, 각 축의 가속도 신호의 RMS 값 중 x축 가속도 신호와 y축 가속도 신호의 RMS 값을 멤버십 함수에 적용하면, 모든 값에서 임계값 이상의 값이 출력된다.
- [0083] 그러나, z축 가속도 신호의 RMS 값의 경우, 멤버십 함수에 적용하면 빨간색 구간만 임계값 이상의 값을 출력하게 된다.
- [0084] 즉, 각 축의 가속도 신호의 RMS 값이 멤버십 함수에 적용했을 경우, 모든 RMS 값이 임계값 이상인 경우를 판별부는 보행동결로 판정한다.
- [0085] 따라서, 본 발명에서 제시하는 보행 동결 검출 판별 장치 및 이를 이용한 보행 동결 판별 방법에 따르면, 보행자의 3축 가속도 신호를 RMS 분석 및 퍼지 이론 중의 하나인 멤버십 함수(membership function)를 이용하여, 보다 빠른 보행자의 보행 동결 상태를 확인할 수 있으며, 이로 인하여 적절한 큐잉(Cueing)의 제시에 의하여 환자의 보행장애 상태를 실시간으로 판정할 수 있다.

[0086]

본 발명에서 제시하는 보행 동결 판별 방법은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현된 프로그램일 수 있다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 하드디스크, 플로피디스크, 플래쉬 메모리, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 저장되고 실행될 수 있다.

[0087]

이상 본 발명이 양호한 실시 예와 관련하여 설명되었으나, 본 발명의 기술 분야에 속하는 자들은 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에 다양한 변경 및 수정을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예는 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 하고, 본 발명의 진정한 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

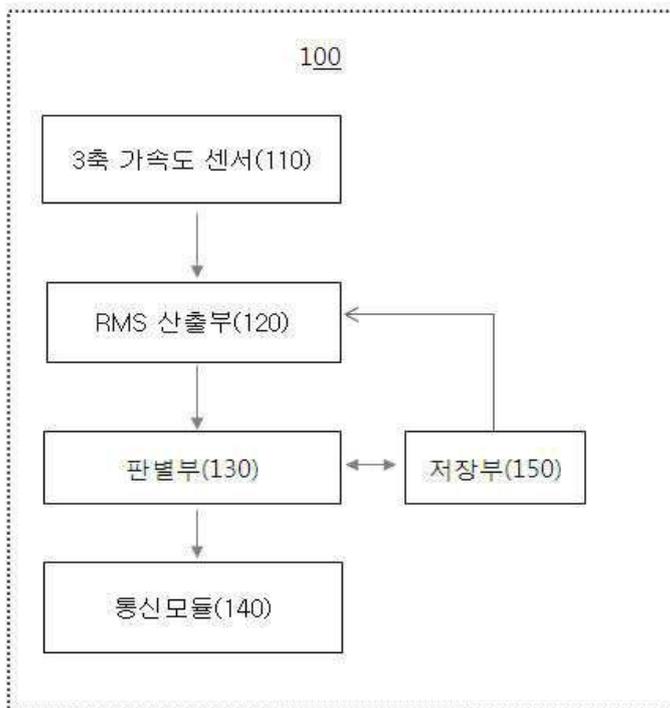
**부호의 설명**

[0088]

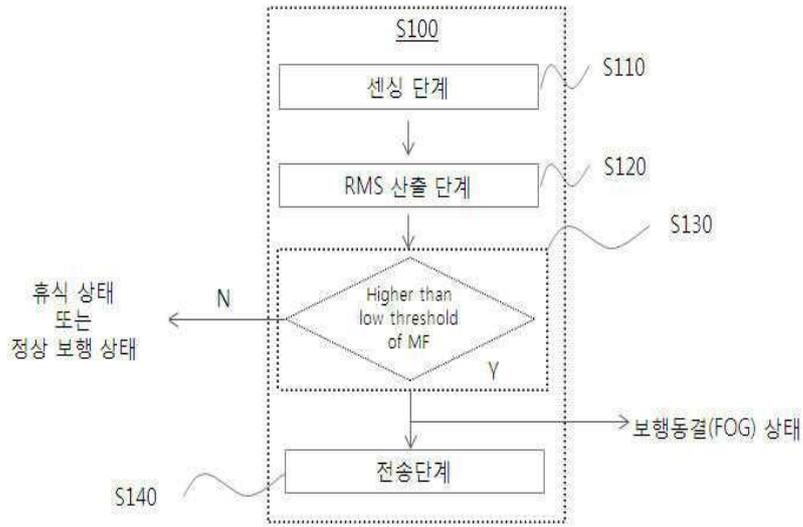
- 100: 보행 동결 판별 장치
- 110: 3축 가속도 센서
- 120: RMS 산출부
- 130: 판별부

**도면**

**도면1**



도면2



도면3

