



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

(45) 공고일자 2014년03월10일  
 (11) 등록번호 10-1371210  
 (24) 등록일자 2014년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 A61F 9/08 (2006.01) A61H 3/06 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0022927  
 (22) 출원일자 2012년03월06일  
 심사청구일자 2012년03월06일  
 (65) 공개번호 10-2013-0101861  
 (43) 공개일자 2013년09월16일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2004073436 A\*  
 US5575294 A  
 JP2005034568 A  
 US20130014790 A1  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 건국대학교 산학협력단  
 서울특별시 광진구 능동로 120, 건국대학교내 (화양동)  
 (72) 발명자  
 엄광문  
 충청북도 충주시 엄발로 10 남산동일하이빌 111-1003  
 전재훈  
 서울특별시 광진구 구의강변로 11 한양아파트 2-205  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 유태영

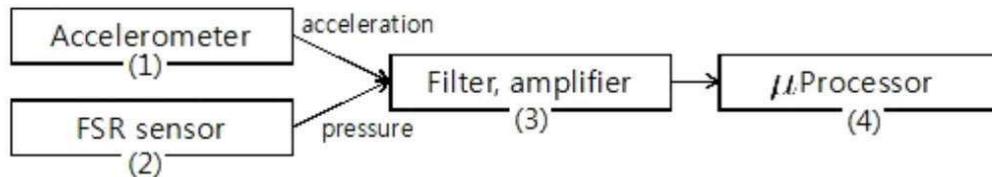
(54) 발명의 명칭 **레이저 빔을 이용한 시각적 큐 제시 장치 및 그 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 레이저 빔을 이용한 시각적 큐 제시 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 본 발명은 레이저 다이오드(Laser diode)와, 원통형 렌즈(cylindrical lens)로 구성되어, 보행 시 선(line) 형태의 상을 맺히게 하여, 보행동결 환자의 보행을 위한 레이저 빔을 이용한 시각적 큐 제시 장치 및 그 방법에 대한 것이다.

본 발명은 레이저 다이오드(Laser diode)와, 원통형 렌즈(cylindrical lens)로 구성되어 있으며, 보행 시 선(line) 형태의 상을 맺히게 하여, 보행동결 환자의 보행 개선을 위한 것이다.

**대표도** - 도1



(72) 발명자

**박상훈**

경기도 성남시 수정구 논골로 93 풍산쉐르빌 B2

**권유리**

충청북도 충주시 풍동동막길 50 강변아파트 가동 310호

**김지선**

강원도 원주시 문막읍 왕건로 114 만도사원아파트 102-506

**김지원**

충청북도 충주시 풍동동막길 50 강변아파트 가동 210호

**정구인**

충청북도 청원군 내수읍 내수로 124-31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011A4230014

부처명 교육과학기술부

연구사업명 기초연구사업

연구과제명 (1차)고위 중추성 보행장애를 보이는 뇌질환에서의 보행개선을 위한 지능형 바이오피드백 Cueing 시스템 개발

기여율 1/1

주관기관 건국대학교 산학협력단

연구기간 2011.05.01 ~ 2012.04.30

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

레이저 다이오드(Laser diode)와

상기 레이저 다이오드의 레이저 빔에 따라 선, 기호, 및 문자를 출력하는 원통형 렌즈(cylindrical lens)로 구성되어 있으며, 보행 시 상기 레이저 다이오드의 레이저 빔에 따라 상기 원통형 렌즈를 통과하여 선(line) 형태의 상이 바닥에 조사되며,

상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 보행을 유도 또는 자제하는 라인, 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력하고,

상기 레이저 다이오드(Laser diode)와, 원통형 렌즈(cylindrical lens)를 신발에 장착시키되,

환자가 보행동결(FOG)이 생기면 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 보행을 유도하는 녹색라인(encouraging cue)을 제시하고,

종종걸음(festination)을 하게 되면 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 보행을 자제하는 정지 신호로 적색라인(discouraging cue)을 제시하여 낙상을 방지하며,

상기 적색라인(Discouraging cue)의 경우, 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력하고,

상기 원통형 렌즈(cylindrical lens)를 통하여 출력되는 선을 굵게 하고, 다수의 X 표시 또는 멈춤을 나타내는 'STOP' 메시지 출력하는 것을 특징으로 하는 레이저 빔을 이용한 시각적 큐 제시 장치.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

레이저 다이오드(Laser diode)와

상기 레이저 다이오드의 레이저 빔에 따라 선, 기호, 및 문자를 출력하는 원통형 렌즈(cylindrical lens)로 구성된 레이저 빔을 이용한 시각적 큐 제시 장치를 이용한 방법에 있어서,

보행 장애 상태 신호를 입력 받는 단계와

보행 시 상기 레이저 다이오드의 레이저 빔에 따라 상기 원통형 렌즈를 통과하여 선(line) 형태의 상이 바닥에

조사되는 단계,

상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 보행을 유도하는 라인, 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력하는 단계와

상기 보행을 자제하는 라인, 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력하는 단계

상기 레이저 다이오드(Laser diode)와, 원통형 렌즈(cylindrical lens)를 신발에 장착시키는 단계,

환자가 보행동결(FOG)이 생기면 보행을 유도하는 녹색라인(encouraging cue)을 제시하는 단계

중중걸음(festination)을 하게 되면 보행을 자제하는 정지 신호로 적색라인(discouraging cue)을 제시하여 낙상을 방지하는 단계

상기 적색라인(Discouraging cue)의 경우, 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력하는 단계

상기 원통형 렌즈(cylindrical lens)를 통하여 출력되는 선을 굵게 하고, 다수의 X 표시 또는 멈춤을 나타내는 'STOP' 메시지 출력하는 단계

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 레이저 빔을 이용한 시각적 큐 제시 방법.

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

삭제

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 레이저 빔을 이용한 시각적 큐 제시 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 본 발명은 레이저 다이오드(Laser diode)와, 원통형 렌즈(cylindrical lens)로 구성되어, 보행 시 선(line) 형태의 상을 맺히게 하여, 보행동결 환자의 보행 개선을 위한 레이저 빔을 이용한 시각적 큐 제시 장치 및 그 방법에 대한 것이다.

**배경기술**

[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. 보행동결은 보행중에 예측불능의 (episodic) 보행중단이 일어나는 것을 지칭하며, 1-10초간 환자의 발이 마치 지면에 늘어붙는 것과 같은 상태가 된다. 가속보행(festination)은 보행중에 의지와 무관하게 보폭(stride length)이 짧아지고 박자(cadence)가 빨라지는 상태를 지칭한다. 보행동결과 가속보행은 낙상의 큰 원인이 되기

때문에 이는 삶의 질(QOL)을 매우 저하시킨다.

- [0003] 파킨슨성 보행장애의 원인은 명확하지 않으며, 기저핵과 운동피질의 연동장애와 심리적, 환경적 요소가 작용한다고 보고되고 있다.
- [0004] 고위 보행장애의 치료로는 약물치료 (medication)와 수술적(DBS: deep brain stimulation) 치료로 나뉘며, 약물치료는 보행동결과 가속보행에 대한 약물치료의 효과는 매우 제한적이다. 대표적 약물인 레보도파(L-dopa)는 약물 비투여상태(off phase)에서의 보행동결에는 효과가 있으나, 약물투여상태(on phase)에서의 보행동결에 효과가 전혀 없거나(none) 미약한(poor) 것으로 보고되고 있다. 또한 약물치료기간이 긴 환자에게서 보행동결이 가장 빈번히 발생된다. 치료방법인 약물과 수술 모두 보행동결, 가속보행에 대한 효과가 매우 제한적이므로 이와 다른 치료 혹은 훈련적 방법이 요구된다.
- [0005] 고위보행장애의 경우 약물치료(레보도파) 및 수술의 효과가 매우 미미하지만, 큐잉(Cueing)의 효과는 유효한 것으로 밝혀졌다. Cueing은 감각적 자극을 통해 보행을 암시하는 신호를 제시하여, 환자의 보행의 시작이나 지속적 보행을 증강시키고자 하는 것이다.
- [0006] 일반적인 국내 연구현황 및 기존연구는 문제점을 보면, 고위 (high-level) 보행장애의 중요성에 도 불구하고 아래와 같은 문제점이 발생하였다.
- [0007] 예를 들어 고위 보행장애 (high-level gait disorder)는 대뇌 피질(cortex)이나 피질하(subcortical) 구조의 이상에 의해서 나타나는 보행장애로서, 파킨슨성(parkinsonian) 보행장애라고도 하며, 대표적인 것으로 보행동결(freezing of gait:이하 FOG)과 가속보행(festination)이 있다.
- [0008] 이 중에서 보행동결은 보행중에 예측불능의 (episodic) 보행중단이 일어나는 것을 지칭하며, 1-10초간 환자의 발이 마치 지면에 늘어붙는 것과 같은 상태가 된다. (Giladi, 1992). 이러한 보행동결은 보행의 시작 (initiation), 방향전환(turning), 좁은통로(narrow pathway), 목적지 도착직전에서 빈번히 발생하며, 인지적 과부하 (cognitive overload)에서 더욱 심해진다(Nieuwboer 2008).
- [0009] 그리고, 상기 가속보행(festination)은 보행중에 의지와 무관하게 보폭(stride length)이 짧아지고 박자 (cadence)가 빨라지는 상태를 지칭하며, 연쇄효과(sequence effect) 혹은 운동불안정성(motor instability)이라고도 알려져 있다.
- [0010] 상술한 보행동결과 가속보행은 낙상의 큰 원인이 되며 (Bloem 2004), 이로 인해 환자는 일상생활을 정상적으로 영위할 수 없게 된다.
- [0011] 따라서, 고위보행장애를 지닌 환자는 사회와 단절되어 집안에서만 생활하게 되는 것이 일반적이고 이는 삶의 질 (QOL)을 매우 저하시키는 문제점이 발생한다.
- [0012] 이러한 고위 보행장애를 일으키는 질병으로서는 퇴행성 뇌질환으로서, 파킨슨병(Parkinson's disease), 진행성 핵상마비(Progressive supranuclear palsy), 대뇌피질변성(Corticobasal degeneration) 등이 있으며, 뇌수두증 (hydrocephalus)과 동반된 2차성 파킨슨증후군 및 혈관성 파킨슨증 (Vascular parkinsonism)도 해당된다.
- [0013] 이와 같이 파킨슨병과 유사한 증상을 보이는 장애를 통칭하여 파킨스니즘(Parkinsonism) 또는 파킨슨 증후군 (Parkinson's syndrome)이라고 한다.
- [0014] 그리고 유병률 및 발생 메커니즘을 살펴보면, 유병률은 고위보행장애의 대표적 질병인 파킨슨병이 인구 10만명 당 780명의 유병률을 지니며, 60세 이상의 인구에서의 유병율은 1.47%에 이른다(Seo WK et al. 2007).
- [0015] 상기 보행동결은 파킨슨환자의 약1/2에서 발생하며, 병의 진행(disease progression)과 더불어 증가하여 more advanced stage에서는 60%에 이른다.
- [0016] 그러나 파킨슨성 보행장애의 원인은 명확하지 않고, 기저핵과 운동피질의 연동장애로부터, 운동감소증 (hypokinesia) 및GPi(internal globus pallidus)로부터 발생하는 운동cue가 점진적으로 지연되는 현상이 보행동결 및 가속보행에 관여하고 있는 것으로 추정되며, 이 외에도 심리적, 환경적 요소가 작용한다고 보고된다 (Morris 2008).
- [0017] 즉, 운동의 크기생성 (amplitude generation) 및 운동의 리듬생성(rhythm generation) 기능이 episodic하게 약화되는 것이 관여하는 것으로 추정된다(Nieuwboer2008, Morris 2008).
- [0018] 고위 보행장애의 치료로서, 약물치료 (medication)는 보행동결과 가속보행에 대한 약물치료의 효과는 매우 제한

적이다.

- [0019] 대표적 약물인 레보도파(L-dopa)는 약물 비투여상태(off phase)에서의 보행동결에는 효과가 있으나, 약물투여상태(on phase)에서의 보행동결에 효과가 전혀 없거나(none) 미약한(poor) 것으로 보고되고 있다.
- [0020] on-phase의 보행동결은 순수한 운동불능증(akinesia)와 관련되며, off-phase의 보행동결은 질병진행(disease progression)과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다 (Bartels 2006).
- [0021] 또한, 약물치료기간이 긴 환자에게서 보행동결이 가장 빈번히 발생된다(Giladi 2001). 수술적 치료 (DBS: deep brain stimulation)로서 시상하핵 (subthalamic nucleus: STN) 및 뇌각뇌교핵(pedunculopontine: PPN)의 심부 자극(deep brain stimulation: DBS)이 제안되었으나, 시상하핵-수술적 치료는 레보도파에 반응하는 보행동결에 만 효과가 있으며 그 효과는 레보도파보다 저조하고(Ferraye 2008), 뇌각뇌교핵-심부자극도 일부의 환자에게서 만 효과가 있다(Ferraye 2009).
- [0022] 따라서 약물과 수술 모두 보행동결, 가속보행에 대한 효과가 매우 제한적이므로 이와 다른 치료 혹은 훈련적 방법이 요구된다.
- [0023] 또한 고위보행장애의 경우 약물치료(레보도파) 및 수술의 효과가 매우 미미하지만, 큐잉(Cueing)의 효과는 유효한 것으로 밝혀졌다(Bloem 2004, Nieuwboer 2008).
- [0024] 상기 Cueing은 감각적 자극을 통해 보행을 암시하는 신호를 제시하여, 환자의 보행의 시작이나 지속적 보행을 증강시키고자 하는 것으로서, Cueing의 모달리티(modality)로서는 시각, 청각, 체성감각 등이 제안되었다 (Krack 2003, Nieuwboer 2007).
- [0025] 시각적 (visual) 큐잉은 보행로와 직각인 평행선(Dietz 1990), 독립스틱(Dietz 1990), 레이저빔 스틱(Bryant 2010), 단순flash (Nieuwboer 2007), 타일패턴 가상현실 (Baram 2010) 등이 제안되었다.
- [0026] 이러한 모달리티 중, 보행동결의 개선 효과가 있는 것으로 검증된 것은 평행선이 유일하다 1990, Jiang 2006, Nieuwboer 2008).
- [0027] 가상현실과 같은 정보량이 큰 시각적 큐잉은 환자의 인지적 과부하를 유발하기 쉬우며 실제로, 가상현실을 사용할 경우 즉각적 효과는 오히려 보행속도 및 보폭을 악화시킨다(Baram 2010).
- [0028] 또한 시각큐잉의 효과는 주로 보행의 시작에서 amplitude generation을 향상시킨다(Jiang 2006, Nieuwboer 2008).
- [0029] 청각(auditory) 및 체성감각(somatosensory) 큐잉에서 청각자극에는 메트로놈, 비프음(beep) 등이 사용되었고, step time variability의 약간의 개선효과가 있었다(Willems 2007).
- [0030] 실질적 보행동결개선에는 즉각적 효과는 없고 (Cubo 2004), 훈련을 통해서도 보행동결의 향상은 미약하였다 (Nieuwboer 2007). 즉 청각큐잉은 주로 리듬생성을 보조하나, 의도적으로 큰 걸음을 걷는 집중전략(attentional strategy)과 동시에 수행되는 것이 중요하다(Baker 2008).
- [0031] 체성감각은 주로 진동자극이 사용되며, 운동의 시작시 한번만 자극하는 것이 off-phase에서의 레보도파 정도의 효과만을 보인다(Burleigh-Jacobs 1997). 즉 체성감각은 동작의 진폭생성을 보조한다(Burleigh-Jacobs 1997).
- [0032] 한편 보행장애를 위한 큐잉(Cueing)의 문제점을 보면, 먼저 개루프(Open-loop) 큐잉의 문제점은 보행동결 개선 효과 미약하며, 정해진 박자에 맞추어 시각, 청각, 촉각등의 큐잉을 제시하는 개루프방식의 큐잉은, 보행의 속도와 보폭을 늘리는데는 기여하였으나, 실질적으로 보행동결의 빈도와 심한정도의 개선에는 큰 효과가 없었다 (Lim 2005, Nieuwboer 2007: FOG score: 4.2%; FOG-Q: 3.6%, Nieuwboer 2008). 보행동결이 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 보행동결과 가속보행을 악화시키고(Nieuwboer 2006). 또한, 박자의 불일치가 보행의 변동성과 불안정성을 증가시켰다(McIntosh 1997).
- [0033] 공간적(spatial) 큐잉은 주로 동작의 크기의 조절과 진폭생성에 작용하는 것으로서, 동작의 시작에만 적합하다 (Nieuwboer 2008). 시간적(temporal) 큐잉은 보행의 타이밍과 사지동작의 조율(coordination)에 작용하여 보행의 리듬생성과 방향전환에서의 대칭성을 보조하여, 보행중에만 효과적이다(Thaut 2001, Nieuwboer 2008)
- [0034] 이와같이 모달리티에 따라 적용되는 동작의 모드가 다르므로, 한가지 모달리티로 보행장애 전반에 걸쳐 기능을

향상시키기는 어렵다(Morris 2006, Nieuwboer 2008). 또한 미관(cosmetics)의 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.

- [0035] 편의성 (conveniency) 관점에서 스틱, 레이저포인터, 워커 등은 휴대하기 불편하고 몸과 떨어져 있어서, 인지능이 약화된 환자는 이를 휴대하는 것을 잊어버리는 경우가 존재한다.
- [0036] 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 과부하 (cognitive overload)를 유발하여 오히려 보행동결을 유발할 수 있다(Nieuwboer 2008).
- [0037] 이러한 큐잉의 효과는 장기간 (e.g. 3주) 훈련하였을 경우 유의하게 나타나지만, 그 효과는 유지되지 않고 다시 원래상태로 복귀한다(Lim 2010, Nieuwboer 2007).따라서, 큐잉장치를 재활훈련용도만으로 사용하는 것은 비합리적이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0038] 상술한 문제점을 해결하기 위하여 본 발명은 고위 중추성 보행장애 환자의 보행장애를 개선하기 위해, 보행 장애 상태에 따른 적절한 큐를 제시하는 레이저 빔을 이용한 시각적 큐 제시 장치 및 그 방법을 제공하는 데 목적이 있다.
- [0039] 또한 본 발명에 따른 장치는 Laser diode와 cylindrical lens로 구성되어 있으며, 보행 시 다양한 형태의 정보를 투영하게 하는 레이저 빔을 이용한 시각적 큐 제시 장치 및 그 방법을 제공하는 데 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0040] 본 발명은 레이저 다이오드(Laser diode)와, 원통형 렌즈(cylindrical lens)로 구성되어 있으며, 보행 시 선(line) 형태의 상을 맺히게 하여, 보행동결 환자의 보행 개선을 위한 것이다.
- [0041] 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 보행을 유도 또는 자제하는 라인, 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력한다.
- [0042] 상기 레이저 다이오드(Laser diode)와, 원통형 렌즈(cylindrical lens)를 신발에 장착시켜 환자에게 인지적 과부하를 주지 않도록 적용시킨다.
- [0043] 환자가 보행동결(freezing of gait: FOG)이 생기면 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 보행을 유도 하는 녹색라인(encouraging cue)을 제시한다.
- [0044] 종종걸음(festination)을 하게 되면 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 보행을 자제하는 정지 신호로 적색라인(discouraging cue)을 제시하여 낙상을 방지한다.
- [0045] 상기 적색라인(Discouraging cue)의 경우, 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력한다.
- [0046] 상기 원통형 렌즈(cylindrical lens)를 통하여 출력되는 선을 굵게 하고, 다수의 X 표시 또는 멈춤을 나타내는 'STOP' 메시지 출력한다.
- [0047] 레이저 다이오드(Laser diode)와, 원통형 렌즈(cylindrical lens)로 구성된 레이저 빔을 이용한 시각적 큐 제시 장치를 이용한 방법에 있어서, 보행 시작 신호를 입력 받는 단계와, 보행 시 선(line) 형태의 상을 맺히게 하는 단계를 포함하여 구성된다.
- [0048] 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 보행을 유도하는 라인, 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력하는 단계와, 상기 보행을 자제하는 라인, 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력하는 단계를 포함하여 구성된다.
- [0049] 상기 레이저 다이오드(Laser diode)와, 원통형 렌즈(cylindrical lens)를 신발에 장착시키는 단계를 포함하여 구성된다.

- [0050] 환자가 보행동결(freezing of gait: FOG)이 생기면 보행을 유도하는 녹색라인(encouraging cue)을 제시하는 단계를 포함하여 구성된다.
- [0051] 종종걸음(festination)을 하게 되면 보행을 자제하는 정지 신호로 적색라인(discouraging cue)을 제시하여 낙상을 방지하는 단계를 포함하여 구성된다.
- [0052] 상기 적색라인(Discouraging cue)의 경우, 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력하는 단계를 포함하여 구성된다.
- [0053] 상기 원통형 렌즈(cylindrical lens)를 통하여 출력되는 선을 굵게 하고, 다수의 X 표시 또는 멈춤을 나타내는 'STOP' 메시지 출력하는 단계를 포함하여 구성된다.

**발명의 효과**

- [0054] 본 발명에 따르면 고위 중추 손상 환자의 보행 상태에 따른 적절한 시각적 큐잉(Cueing)을 제시하여 편리한 일상 생활을 영위할 수 있도록 한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0055] 도1은 본 발명의 실시시에 따른 시스템의 전체적인 구성을 보여주는 도면.  
 도2는 본 발명에 따른 실시간 보행 상태 구분 알고리즘.  
 도3은 본 발명에 따른 비주얼 큐 시스템을 보여주는 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0056] 이하 본 발명의 실시를 위한 구체적인 내용을 도면을 참고하여 자세히 설명한다.
- [0057] 본 발명은 레이저 다이오드(Laser diode)와, 원통형 렌즈(cylindrical lens)로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0058] 따라서 본 발명에 따라 보행 시 선(line) 형태의 상을 맺히게 하여, 보행동결 환자의 보행을 개선할 수 있다.
- [0059] 본 발명은 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 보행을 유도 또는 자제하는 라인, 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력하거나, 상기 레이저 다이오드(Laser diode)와, 원통형 렌즈(cylindrical lens)를 신발에 장착시켜 환자에게 인지적 과부하를 주지 않도록 적용시키는 것이 바람직하다.
- [0060] 본 발명은 환자가 보행동결(freezing of gait: FOG)이 생기면 장치 또는 시스템이 작동하여, 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 보행을 유도하는 녹색라인(encouraging cue) 등을 제시한다.
- [0061] 이 외에 종종걸음(festination)을 하게 되면 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 보행을 자제하는 정지 신호로 적색라인(discouraging cue)을 제시하여 낙상을 방지한다.
- [0062] 또한 본 발명은 상기 적색라인(Discouraging cue)의 경우, 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력한다.
- [0063] 상기 원통형 렌즈(cylindrical lens)를 통하여 출력되는 선을 굵게 하고, 다수의 X 표시 또는 멈춤을 나타내는 'STOP' 메시지 출력한다.
- [0064] 이하 본 발명의 실시를 위한 방법에 대하여 자세히 설명한다.
- [0065] 본 발명은 레이저 다이오드(Laser diode)와, 원통형 렌즈(cylindrical lens)로 구성된 레이저 빔을 이용한 시각적 큐 제시 장치를 이용한 방법에 있어서, 보행 장애상태 신호를 입력 받는 단계와, 보행 시 선(line) 형태의 상을 맺히게 하는 단계를 포함하여 구성된다.
- [0066] 이 외에 본 발명은 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 보행을 유도하는 라인, 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력하는 단계와, 상기 보행을 자제하는 라인, 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력하거나, 상기 레이저 다이오드(Laser diode)와, 원통형 렌즈(cylindrical lens)를 신발에 장착시키거나, 환자가 보행동결(freezing of gait: FOG)이 생기면 보행을 유도하는 녹색라인(encouraging cue)을 제시하거나, 종종걸음(festination)을 하게 되면 보행을 자제하는 정지 신호로 적색라인(discouraging cue)을 제시하거나, 상기 적색라인(Discouraging cue)의 경우, 상기 레이저 다이오드와, 원통형 렌즈를 통하여 선의 굵기, 기호 표시, 및 문자 표시를 출력하거나 상기 원통형 렌즈(cylindrical lens)를 통하여 출력되는 선을 굵게 하고, 다수의 X 표시

시 또는 멈춤을 나타내는 'STOP' 메시지 출력하는 단계를 포함하여 구성된다.

[0067] **실시예1**

[0068] 본 발명의 일실시예에 따른 레이저 빔을 이용한 시각적 큐 제시 장치에 의하여 개발된 고위 중추성 보행 환자를 위한 보행 신호 계측 시스템에 대하여 서술한다.

[0069] 상기 보행 패턴을 측정하기 위해 가속도계(accelerometer), FSR (force sensing resistor) 센서가 집적된 센서 모듈이 개발되었다.

[0070] 즉 가속도계(1)는 3축 가속도 센서를 이용하여 힐(heel)과 토우(toe)의 가속도를 계측하는 장치이고, FSR 센서 (2)는 힐 스트라이크 이벤트(heel-strike event)를 검출하는 장치이다.

[0071] 즉 본 발명에 따라 필터링과 증폭회로를 구현하기 위해 도1과 같은 보행 신호 계측 시스템을 개발하였다.

[0072] 예를 들어 상기 가속도계(1)와 FSR 센서(2)를 통한 정보는 필터/증폭기(3) 등을 통해 필터링 및 증폭되어 마이크로프로세서(4)에 전달되어 보행 신호를 위한 시각적 큐를 제시할 수 있도록 한다.

[0073] 즉 이러한 시스템은 환자의 인지적 과부하와 실용성을 제고한 웨어러블(wearable), 비관여(unobstructive) 실시간 측정 시스템으로서, 큐잉의 캐리오버효과가 없으므로 착용 시 환자가 구속 받지 않고 일상생활에도 지속적으로 적용이 용이할 수 있다.

[0074] **실시예2**

[0075] 본 발명의 다른 실시예에 따라 지능형 바이오피드백 큐잉 시스템 탑재를 위한 보행상태 구분인식 알고리즘을 개발하였다.

[0076] 도2에서 보는 바와 같이 환자의 보행 패턴 측정 실험은 일상생활의 자연스러운 보행을 유도하고, 환자의 보행 패턴 분석을 위한 비디오 카메라 시스템(video camera system)과의 동기화를 통해 환자의 보조 변동성(gait variability)가 높을 것으로 예상되기 때문에 반복 측정 실험을 통하여 측정된 환자 보행신호의 패턴을 분석하였다.

[0077] 이러한 측정된 환자 보행신호의 패턴은 시간영역(time domain) 뿐 아니라 주파수 영역(frequency domain)에 대하여 안정 상태, 정상보행, 보행동결 그리고 가속보행 등 다양한 보행 상태 분석의 시도가 되는 것이 바람직하다.

[0078] 또한 각 보행 상태에 따른 시간 영역(RMS, peak acceleration, peak angular rate)과 주파수 영역 (peak power, total power) 등의 다양한 파라미터값을 산출하는 것이 바람직하다.

[0079] 구체적으로 살펴보면, 도2에서 보는 바와 같이 (1) 데이터 수집(Data acquisition) 및 프로세싱(S1,2,3), (2) 보행 상태(status) 구분 쓰레쉬 홀드(threshold) 결정(S4, 5), (3) 보행동결과 가속(festination) 구분 알고리즘 구현을 통해 실현하였다.

[0080] 상기 데이터 수집 및 프로세싱은 최적의 샘플링 주파수 결정과 잔차분석(Residual analysis)을 통한 디지털 필터(digital filter)의 차단주파수를 결정하고, 최적의 윈도우 길이(window length) 및 FFT length 결정하는 것으로 이루어 진다.

[0081] 상기 보행 상태 구분 쓰레쉬 홀드 결정은 각 보행상태를 인식하기 위해 주파수 도메인(frequency domain) 파라미터 뿐 아니라 타임 도메인(time domain)의 분석 지표를 이용한 다양한 threshold 결정과, 레스팅(Resting) 상태의 에너지(energy)는 거의 없을 것으로 예상됨. PSD (power spectrum density) 분석을 통해 휴식(resting) 상태와 워킹(walking) 상태 구분을 위한 에너지 쓰레쉬 홀드(energy threshold) 결정과, 정상 보행(Normal gait)는 비정상적인 보행과 비교하여 낮은 주파수의 영역을 차지할 것으로 예상됨. 정상 보행 한계점(normal gait threshold)을 결정하여 그보다 낮을시 정상 보행으로 판정하는 것으로 이루어진다.

[0082] **실시예3**

[0083] 본 발명의 또 다른 실시예에 의한 레이저 빔을 이용한 시각적 큐 제시 장치의 개발은 보행동결 발생 시 앰플리튜드 발생(amplitude generation) 향상을 위해서는 시각적 큐가 필수적이고, 효과적인 보행 개선을 위해서는 플래쉬(flash)와 같은 효과가 아닌 평행선 같은 시각적 효과가 필요하며, 환자에게 인지적 과부하를 절대적으로 주지 않아야 하며, 가속 보행(Festination) 발생 시 낙상 예방을 위해서는 녹색라인(encouraging cue) 뿐만 아

나라 적색라인(discouraging cue) 등 다양한 큐 제시가 요구됨에 의하여 개발되었다.

- [0084] 예를 들어 인지적 과부하를 고려한 신개념 시각적 큐 제시 시스템 설계는 보행동걸을 효과적으로 개선할 수 있는 시스템의 기본 디자인을 연구하였는 데, 레이저 다이오드(laser diode)와 원주 렌즈(cylindrical lens)를 이용하여 보행 시 선(line) 형태의 상을 맺히게 하여, 보행동걸 환자의 보행 개선을 위한 시스템을 개발하였고, 이에 따라 신발에 장착 시 환자에게 인지적 과부하를 주지 않고 일상생활 편리하게 적용될 것으로 예상되며, 다양한 종류의 원주 렌즈를 이용한 visual cue의 제시가 가능하였다.
- [0085] 도3와 같이 원주 렌즈(cylindrical lens)를 통과한 레이저 빔은 선 형태로 상이 맺히게 됨을 알 수 있다.
- [0086] 또한 현존하는 다양한 형태의 원주 렌즈(cylindrical lens)를 사용하여 보행동걸 환자 보행 시 제시될 선의 크기와 너비를 조절하여 효과적인 상을 얻어낼 수 있다.
- [0087] 또한 본 발명은 이를 이용하여 보행동걸을 개선할 수 있는 시각적 단서를 제시할 예정이다.
- [0088] 또한 본 발명은 녹색과 적색의 laser diode를 이용하여 보행 상태에 따른 적절한 두 가지의 시각적 단서(visual cue)를 제시하고 있다.
- [0089] 녹색(encouraging cue)의 경우 일반적인 보행동걸 환자의 보행을 계속적으로 유도하는 시작 신호를 제시하는 가이드라인을 제시하고, 적색(discouraging cue)의 경우 종종걸음의 형태의 징후 발견 시 보행을 자제하는 정지 신호를 제시하여 낙상을 방지하기 위한 가이드라인을 제시한다.
- [0090] 따라서 개인의 인지 기능을 고려하여 다양한 형태의 레이저 다이오드(laser diode), 원주 렌즈(cylindrical lens) 및 광원 조합으로 효과적인 시각적 단서(visual cue)를 제시할 수 있다.

**산업상 이용가능성**

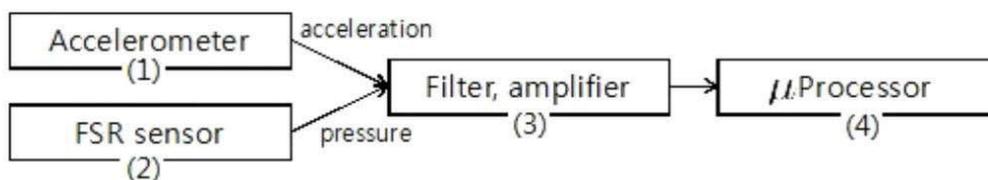
- [0091] 일반적으로 고위 보행장애를 일으키는 질병은 파킨슨병, 진행성 핵상마비, 대뇌피질변성 등이 있으며 뇌수두증과 동반된 2차성 파킨슨증후군 및 혈관성 파킨슨증도 해당됨. 고위보행장애의 대표적 질병인 파킨슨병은 인구 10만명당 780명의 유병률을 지니며, 60세 이상의 인구에서의 유병율은 1.47%에 이른다.
- [0092] 이러한 고위보행장애는 파킨슨환자의 약 1/2에서 발생하며, 병의 진행과 더불어 증가하여more advanced stage에서는 60%에 이룸. 인구의 고령화와 더불어 급속도로 증가할 것으로 예상된다.
- [0093] 현재 고위 중추손상 환자의 보행 상태를 개선하기 위한 큐 제시 시스템은 있으나, 보행 장애 개선효과가 미약하거나 악화된 경우가 대부분임. 인지적 과부하를 고려한 지능형 바이오피드백 시스템의 예상되는 시스템 가격은 100만원 정도로서 개인용으로 큰 부담없이 구매할 수 있을 것으로 생각된다.

**부호의 설명**

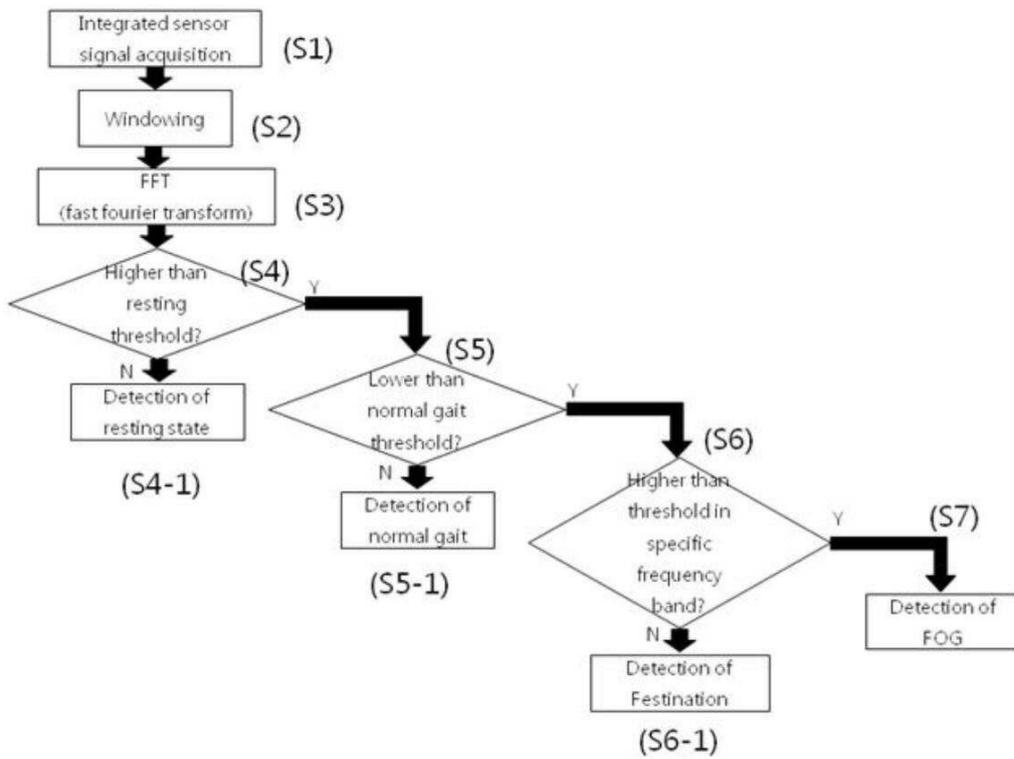
- [0094] 1 : Acceleromete
- 2 : FSR sensor
- 3 : 필터, 앰플리파이어
- 4 : 마이크로프로세서

**도면**

**도면1**



도면2



도면3

