



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월09일
(11) 등록번호 10-2020129
(24) 등록일자 2019년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61H 1/02 (2006.01) A61B 5/11 (2006.01)
A61B 5/22 (2006.01) A61H 3/00 (2006.01)
B25J 9/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61H 1/0262 (2013.01)
A61B 5/112 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0180932
(22) 출원일자 2017년12월27일
심사청구일자 2017년12월27일
(65) 공개번호 10-2019-0079034
(43) 공개일자 2019년07월05일
(56) 선행기술조사문헌
KR100976180 B1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
한국교통대학교산학협력단
충청북도 충주시 대소원면 대학로 50
(72) 발명자
김영우
충청북도 충주시 대소원면 검단리 123, 한국교통대학교
(74) 대리인
특허법인 아이퍼스

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 김현재

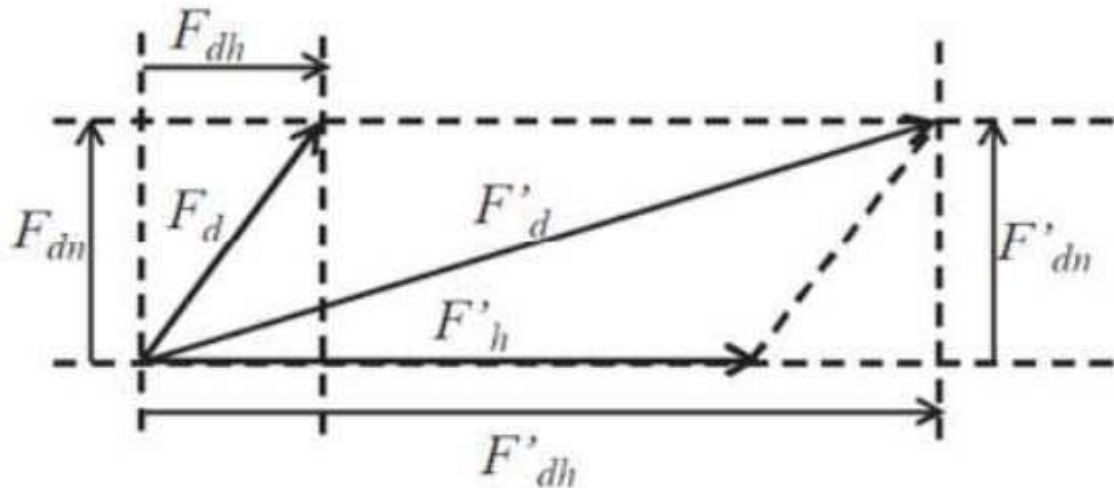
(54) 발명의 명칭 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 방법 및 그 시스템

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 방법은, 대상자의 근골격 모델을 기초로 대상자의 보행 모델링을 위한 보행 변수들을 설정하는 단계; 상기 보행 변수들에 대한 탐색의 차원 파라미터 n을 입력하는 단계; 상기 대상자의 근골격 모델에 따른 대상자의 보행 구속 조건을 만족하는 보행 패턴을 상기 차원

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



과라미터 n만큼 탐색하여 n개의 보행 패턴을 생성하는 단계; 상기 n개의 보행 패턴을 분석하여 상기 보행 변수들에 의한 보행 평가 함수들을 구하는 단계; 상기 보행 평가 함수들 중 보행 평가가 높은 순서에 의해 대상자에 적합한 보행패턴을 선택하는 단계; 상기 적합한 보행패턴을 재활 로봇에 입력하는 단계; 및 상기 재활 로봇을 대상자에 착용시키고 재활 운동을 실시하는 단계를 포함한다. 상기와 같은 본 발명의 일 실시예는, 적용한 로봇 재활 운동의 경우, 대상자의 ROM 내의 보행 운동이 가능하게 되므로, 안전한 재활 운동이 될 수 있으며, ROM의 확장을 위하여 관절각도 범위 구속조건을 설정하여 재활 운동을 실시할 수 있다.

(52) CPC특허분류

- A61B 5/225* (2013.01)
- A61H 3/008* (2013.01)
- B25J 9/0006* (2013.01)
- A61H 2001/0207* (2013.01)
- A61H 2201/5007* (2013.01)
- A61H 2230/60* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

- JP2017000546 A
- KR1020110036066 A
- JP5991532 B2
- KR101358943 B1

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	201701520001
부처명	한국연구재단
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	기초연구지원사업
연구과제명	신경-근-골격 모델을 사용한 100N 외력에 넘어지지 않는 맞춤형 하지 재활 로봇의 개발
기 여 율	1/1
주관기관	한국교통대학교 산학협력단
연구기간	2017.06.01 ~ 2022.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

대상자에 착용 가능한 재활 로봇을 사용하는 재활 시스템에 있어서,

대상자의 근골격 모델을 기초로 대상자의 보행 모델링을 위한 보행 변수들이 설정되며, 상기 보행 변수들에 대한 탐색의 차원 파라미터 n 이 입력되며, 상기 대상자의 근골격 모델에 따른 대상자의 보행 구속 조건을 만족하는 보행 패턴을 상기 차원 파라미터 n 만큼 탐색하여 n 개의 보행 패턴을 생성하며, 상기 n 개의 보행 패턴을 분석하여 상기 보행 변수들에 의한 보행 평가 함수들을 구하며, 상기 보행 평가 함수들 중 보행 평가가 높은 순서에 의해 대상자에 적합한 보행패턴을 선택하도록 구성된 재활 플랫폼이 탑재된 컴퓨터; 및

상기 컴퓨터에 네트워크로 연결되며, 상기 적합한 보행패턴이 입력되어 대상자의 재활 운동을 실시하도록 대상자에 착용된 재활 로봇을 포함하는 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 시스템.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 보행 변수는, 키, 몸무게, 발목 관절, 무릎 관절, 고관절에 관한 정보를 포함하는 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 시스템.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 구속 조건은, 대상자 근골격 모델, 대상자 근골격의 운동 궤적에 관한 주기 조건, 관절각과 외력에 관한 주기적인 궤적 조건, 대상자의 재활 훈련 치료 조건들, 및 로봇 동역학을 포함하는 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 시스템.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 보행 평가는 대상자가 사용하는 근육 힘, 각 관절 운동의 흔들림(저크), 외부 힘 변화를 평가 요인으로 포함하는 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 시스템.

청구항 10

제7 항에 있어서,

상기 보행 변수들은, 상기 발목 관절 높이, 무릎 관절 높이, 고관절 높이와 가동 범위 및 다리 근육의 단면적에 따른 근력 정보를 기초한 상기 대상자의 고관절, 슬관절, 발목 관절의 관절 경직도를 포함하는 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 재활이 필요한 대상자의 관절 경직도를 개선할 수 있는 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 재활은 장애를 입은 환자들의 장애 부위를 활성화하여 정상적으로 사용할 수 있도록 만드는 치료방법이다. 이러한 재활에는 물리적인 도구들이 사용되며, 약물치료가 병행되기도 한다.

[0003] 재활은 재활 도구들에 의해 수행되기도 하지만, 환자의 자립이 어렵거나 장애 부위에 대해 적절한 치료가 어려운 경우에는 로봇을 착용한 로봇 재활을 사용한다.

[0004] 로봇 재활은 신체의 주요 관절 부위에 적용될 수 있다. 인체의 어깨나 팔 및 다리의 주요 관절에 적용이 가능한 관절 로봇을 환자에 착용시키고, 환자의 관절 움직임을 보조하거나 강제 또는 억제할 수 있다. 이에 따라 관절의 가동 범위가 커지며 움직임과 관련된 근력이 향상될 수 있다.

[0005] 현재 로봇을 사용한 재활 운동을 하기 위해서는 대상자에 적합한 재활 운동의 설정이 중요하지만, 지금까지 개발되어진 재활 로봇은 이러한 기술이 개발되어져 있지 않았다.

[0006] 지금까지는 로봇을 사용한 재활 시스템은, 단순하게 정지된 상태에서 ROM(Range of Motion)을 확장시켜 주는 시스템으로서, 보행 패턴의 생성에 직접적으로 대상자의 ROM을 지정하여 해당 범위 내에서만 보행 패턴을 생성하는 기법은 제공하지 못했다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 실시예는, 대상자에 적용하는 로봇 재활 운동의 경우, 대상자의 ROM내의 보행 운동이 가능하게 되므로, 안전한 재활 운동이 될 수 있으며, ROM의 확장을 위하여 관절각도 범위 구속조건을 설정하여 재활 운동을 실시할 수도 있는 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 방법 및 그 시스템을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 방법은, 대상자에 착용 가능한 재활 로봇을 사용하는 재활 운동 방법에 있어서, 대상자의 근골격 모델을 기초로 대상자의 보행 모델링을 위한 보행 변수들을 설정하는 단계; 상기 보행 변수들에 대한 탐색의 차원 파라미터 n 을 입력하는 단계; 상기 대상자의 근골격 모델에 따른 대상자의 보행 구속 조건을 만족하는 보행 패턴을 상기 차원 파라미터 n 만큼 탐색하여 n 개의 보행 패턴을 생성하는 단계; 상기 n 개의 보행 패턴을 분석하여 상기 보행 변수들에 의한 보행 평가 함수들을 구하는 단계; 상기 보행 평가 함수들 중 보행 평가가 높은 순서에 의해 대상자에 적합한 보행패턴을 선택하는 단계; 상기 적합한 보행패턴을 재활 로봇에 입력하는 단계; 및 상기 재활 로봇을 대상자에 착용시키고 재활 운동을 실시하는 단계를 포함한다.

[0009] 상기 보행 변수는, 키, 몸무게, 발목 관절, 무릎 관절, 고관절에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 구속 조건은, 대상자 근골격 모델, 대상자 근골격의 운동 궤적에 관한 주기 조건, 관절각과 외력에 관한 주기적인 궤적 조건, 대상자의 재활 훈련 치료 조건들, 및 로봇 동역학을 포함할 수 있다.

[0011] 상기 보행 평가는 대상자가 사용하는 근육 힘, 각 관절 운동의 흔들림(저크), 외부 힘 변화를 평가 요인으로 포함할 수 있다. 상기에서 보행 평가 함수는, 목표로 하는 근육 힘의 최대화, 각 관절 운동의 흔들림 최소화, 외부 힘 변화의 최소화에 초점이 맞춰져 선택될 수 있다.

[0012] 상기 보행 변수들은, 상기 발목 관절 높이, 무릎 관절 높이, 고관절 높이와 가동 범위 및 다리 근육의 단면적에 따른 근력 정보를 기초한 상기 대상자의 고관절, 슬관절, 발목 관절의 관절 경직도를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 상기와 같이 기술된 본 발명의 일 실시예는, 자에 적용하는 로봇 재활 운동의 경우, 대상자의 ROM내의 보행 운동이 가능하게 되므로, 안전한 재활 운동이 될 수 있으며, ROM의 확장을 위하여 관절각도 범위 구속조건을 설정하여 재활 운동을 실시할 수도 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 시스템에 사용되는 수학적 2, 3, 4의 F_d , F'_d 및 F'_h 간의 관계이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 시스템에 사용되는 하이브리드 모드 임피던스 제어기의 블록 다이어그램이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 시스템에 사용되는 재활 로봇이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 시스템에 사용되는 재활 플랫폼의 개념이다.

도 5는 도 4의 재활 플랫폼의 구현 상태를 나타낸 화면이다.

도 6은 도 4의 재활 플랫폼에 탑재된 이미지 트레이닝 구현도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 첨부된 도면에 도시된 특정 실시예들에 의해 본 발명의 다양한 실시예들을 설명한다. 실시예들에 차이는 상호 배타적이지 않은 사항으로 이해되어야 하며, 본 발명의 기술 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서, 일 실시예에 관련하여 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 다른 실시예로 구현될 수 있다.

[0016] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에서는 맞춤형 운동 계획 및 실행을 위한 새로운 하체 재활 플랫폼(110)이 탑재된 재활 로봇(100)을 사용하며, 인간의 근 골격 모델과 하이브리드 모드 임피던스 컨트롤러를 적용하여 하반신 재활을 위한 각 관절의 운동 궤도를 구성하고 구현한다.

[0017] 재활 운동의 궤도는 각 관절의 토크, 각 근육의 힘 및 각 관절의 반력에 대한 대상자의 생체 역학 분석을 토대로 재활 효율 평가 기능을 극대화하도록 설계된다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에서는 맞춤형 운동 계획 및 실행을 위한 하체 재활 훈련 플랫폼을 제공하며, 맞춤형 재활을 위해 각 다리에 34개의 하체 근육과 인체에 총 33개의 뼈가 있는 인간 근골격 모델을 사용한다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에서는, 근골격 모델을 사용함으로써 관절 각각과 재활 로봇(100)에 의한 외력 요소를 모두 사용한 재활을 실행할 수 있다. 이에 각 관절의 토크, 각 근육의 힘 및 각 관절의 반력을 고려한 각 하체 관절의 재활 경로에는, 재활 능력 평가 기능을 최적화하는 GA(Genetic Algorithm)를 구현할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에서는 관절 각 궤적과 재활 궤적에 의한 외력을 동시에 이용하는 재활의 실현을 위해서는 관절각과 외력의 동시 궤적 추적 알고리즘을 사용한다. 이는 하이브리드 모드 임피던스 제어 알고리즘을 사용함으로써 구현될 수 있다.

[0021] 로봇 보조 재활은 훈련 궤적의 정확한 재생성과 대상자 동작의 양적 평가를 제공할 수 있다. 관절각과 힘 기준 궤적을 모두 포함하는 재활을 수행함에 따라 재활 개선과 생체 안정성을 제공할 수 있다.

[0022] 재활 로봇(100)의 임피던스 제어는, 힘 제어 축과 위치 제어 축을 독립적으로 할당하는 하이브리드 제어방법, 접촉력과 로봇 매니퓰레이터의 중점위치의 선형제한을 갖는 임피던스 제어 방법을 사용할 수 있다.

[0023] 하이브리드 모드 임피던스 제어는 다음의 제어 방정식인 수학적 1을 기초로 구현할 수 있다.

수학식 1

$$\Gamma M_R \ddot{r} + (\Gamma D_1 + (I - \Gamma) D_2)(\dot{r} - \dot{r}_d) + (\Gamma K)(r - r_d) = \Gamma F'_h + (I - \Gamma) F'_d$$

[0024]

[0025]

r 은 로봇 매니퓰레이터의 끝점의 위치, r_d 는 r 의 지향 값, r 의 1차 미분 도트 표현과 2차 미분 도트 표현은 속도와 가속도 변수를 나타내며, r_d 의 1차 미분 도트 표현은 속도 변수이다. F_h 는 대상자에 의해 생성된 힘, F_d 는 로봇의 목표 힘이며, M , D_1 , D_2 및 K 는 관성, 점성, 탄성의 가상 임피던스 매트릭스를 표현하기 위한 요소들이다.

[0026]

가상 임피던스 매트릭스는 대각 매트릭스로서, 위치 제어 모드에서 임피던스 필드 세기를 제어하고 힘 제어 모드에서 원하는 힘을 생성하기 위해 가변적인 요소들을 갖는다. Γ 는 대각선 행렬이다. Γ 은 하기 수학식 2을 참조한다.

[0027]

수학식 3은 근골격 모델 기반 재활 과제 설계를 위한 것으로서, 재활 훈련을 받는 대상자의 자발적인 움직임의 영향을 무시한 정적 재활 설계를 구현하는 데 사용되는 식이다.

[0028]

한편 실제 로봇 보조 재활 환경에서는 대상자와 로봇 간의 힘의 상호 작용이 불가피하게 발생한다. 이에 대상자의 움직임과 대상자가 생성하는 힘뿐만 아니라 운동 궤적 오류에 대한 반작용의 형태로 로봇이 생성하는 힘을 고려해야 한다.

[0029]

특히 로봇 측면에서는 동적인 재활 환경에서도 적절한 제어 체계를 통해 정적인 재활에서 기대되는 재활 효과를 얻을 수 있어야 한다.

[0030]

이를 위해 정적인 상황에서의 재활 로봇(100)의 정확한 제어가 아니고 신체 움직임의 움직임과 관련된 대상자의 근육 힘을 제어하는 경우, 상기 수학식 1의 F_d 를 F'_d 로 수정하여 다음의 수학식들로 표현할 수 있다.

수학식 2

$$F'_d = F'_{dh} + F'_{dn}$$

[0031]

수학식 3

$$F_{dh} = F_h - F'_{dh}$$

[0032]

수학식 4

$$F_{dn} = F_d + F'_{dn}$$

[0033]

[0034]

수학식 2, 3, 4에서, F'_d 는 변형된 힘 기준이며, F'_h 는 이전 샘플링 순간에서의 F_h 값이다. 그림 1은 F_d , F'_d 및 F'_h 간의 관계를 보여준다.

[0035]

힘 제어 모드에서 F'_d 를 선택하면 로봇이 F'_h 방향으로 힘을 생성하게 하여 대상의 힘 생성을 완화할 수 있다.

이 힘은 F'_h 에 대한 F'_d 의 투영에 해당한다.

- [0036] 본 발명에서는 하이브리드 모드 임피던스 제어를 이용함으로써 관절각 및 외력 궤적을 동시에 추적하는 경우보다 나은 재활 효과와 생체 안정성 및 조작 감각을 얻을 수 있다.
- [0037] 도 4를 참조하면, 재활 로봇(100)은 재활 플랫폼(110)에서 작동하며, 재활 플랫폼(110)에서 의사, 치료사, 로봇 엔지니어 및 대상들은 통합된 재활 절차를 공유한다.
- [0038] 재활 플랫폼(110)에는 각 대상의 맞춤형 근 골격 모델을 구성하며, 각 관절 운동 범위, 각 관절에 가할 수 있는 최대 힘 등 근골격 모델 대상의 임상 및 병리학적 특징이 반영된다.
- [0039] 본 발명의 일 실시예에는, 대상자의 재활 과제를 맞춤형으로 찾기 위한 GA(Genetic Algorithm)가 적용된다.
- [0040] GA(Genetic Algorithm)는 각 주기적 재활 운동의 주기적 시간, 훈련 대상 근육 집단 등이 입력된 후 10개의 재활 과제 후보들이 평가 함수 결과의 상위 순서로 재활 플랫폼에 목록으로 등재하는 것이다. 평가 함수 결과는 훈련 대상 근육 그룹이 만든 워크와 재활 과제 모션을 수행하는 데 소모된 에너지의 비율로 구할 수 있다.
- [0041] 도 5를 보면, 사용자는 재활 과제 후보 중 하나를 선택하고, 모니터 상의 다양한 각도에서 과제의 세부 동작뿐만 아니라 재활 과제를 위해 생성되는 각 근육의 근육력을 확인할 수 있다. 로봇 보조 재활의 안정성을 위해서 이미지 훈련이 사용될 수 있다.
- [0042] 도 6을 보면, 재활 플랫폼(110)은 외골격 로봇을 착용하고 선택된 재활 과제를 수행하는 대상자의 가상 보기를 제공할 수 있다. 재활 플랫폼(110)에서는 과거의 재활 과제 결과를 관리할 수 있다. 재활 플랫폼(110)은 상용 하반신 재활 로봇(100)에 연결될 수 있다.
- [0043] 상기와 같이 재활 플랫폼(110)은 근골격 모델 관리, 맞춤형 재활 과제 설계, 이미지 교육 기능, 효율적인 및 플랫폼의 체계적인 재활절차를 제공할 수 있다.
- [0044] 도 3의 재활 로봇(100)은 하지 외골격 로봇이다.
- [0045] 도 3의 왼쪽 그림은 외골격 재활 로봇(100)이며, 모바일 방식 재활 로봇(100)이다. 이러한 재활 로봇(100)에는 경량화를 위해 CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastic)가 시스템의 주요 링크에 적용될 수 있다. 재활 로봇(100)은 대상자가 등에 착용해야하는 배터리 시스템을 제외하고 전체 중량이 11kg 정도이다.
- [0046] 재활 로봇(100)에는 토크 센서, 감속 기어, 엔코더, BLDC 모터, 무릎 관절 및 골반 조인트로 구성된 4개의 통합 구동 장치가 사용된다. 재활 로봇(100)의 모든 신호는 토크 센서, 모터 드라이버, 엔코더 및 보행 패턴 생성을 위한 메인 컨트롤러 간의 배선을 최소화하는 디지털 버스를 통해 전달된다. 재활 로봇(100)의 발목 관절에는 스프링과 함께 수동 관절을 사용한다.
- [0047] 도 3에서와 같이 정적 타입 재활 시스템과 모바일 타입의 재활 로봇(100)을 사용하여 대상자는 통합된 재활 플랫폼(110)에서 사전 주기적인 재활 과제 훈련을 실시할 수 있다.
- [0048] 본 발명의 일 실시예에 따른 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 방법은, 상기의 하이브리드 모드 임피던스 제어가 탑재된 재활 로봇(100)과 이에 연결되어 전체적인 로봇 재활을 관리하도록 구성된 재활 플랫폼(110)이 탑재된 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 시스템에서 구현된다. 재활 플랫폼(110)은 네트워크로 연결된 컴퓨터에서 구현되며, 재활 로봇(100)은 대상자의 근골격 모델과 경직도가 입력됨에 따라 대상자에 적합한 재활 과제가 실시되도록 적응 제어된다.
- [0049] 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 대상자의 관절 경직도를 고려한 재활 운동 방법은, 대상자의 근골격 모델을 기초로 대상자의 보행 모델링을 위한 보행 변수들을 설정하는 단계, 보행 변수들에 대한 탐색의 차원 파라미터 n 을 입력하는 단계, 대상자의 근골격 모델에 따른 대상자의 보행 구속 조건을 만족하는 보행 패턴을 차원 파라미터 n 만큼 탐색하여 n 개의 보행 패턴을 생성하는 단계, n 개의 보행 패턴을 분석하여 보행 변수들에 의한 보행 평가 함수들을 구하는 단계, 보행 평가 함수들 중 보행 평가가 높은 순서에 의해 대상자에 적합한 보행패턴을 선택하는 단계, 적합한 보행패턴을 재활 로봇(100)에 입력하는 단계, 재활 로봇(100)을 대상자에 착용시키고 재활 운동을 실시하는 단계를 포함한다.
- [0050] 상기와 같은 단계들은 컴퓨터에 탑재된 재활 플랫폼(110)에 입력되어 실행된다.
- [0051] 탐색(search)은 기억 공간에 저장된 데이터나 주어진 입력 데이터 집합에서 어떤 조건이나 성질을 만족하는 데이터를 찾는 것을 말한다. 탐색은 정렬된 데이터 집합에서 찾는 경우와 비 정렬된 데이터 집합에서 찾는 경우

로 구분할 수 있다.

- [0052] 본 발명의 일 실시예에 따른 탐색은, 보행 변수들 중 대상자에 적합한 보행 변수를 컴퓨터에 의해 자동 계산하여 선택함으로써 적절한 보행 변수들을 사용하기 위한 일종의 분석 알고리즘이다. 차원 파라미터 n 은 적절한 보행 변수들이 선택될 수 있는 탐색 횟수를 의미한다.
- [0053] 보행 변수는, 재활 대상자 근골격 모델을 구성하는 키, 몸무게, 발목 관절, 무릎 관절, 고관절에 관한 정보를 포함할 수 있다. 또한 보행 변수들은, 발목 관절 높이, 무릎 관절 높이, 고관절 높이와 가동 범위 및 다리 근육의 단면적에 따른 근력 정보를 기초한 대상자의 고관절, 슬관절, 발목 관절의 관절 경직도를 포함할 수 있다.
- [0054] 대상자의 근골격 모델의 정보들을 재활 플랫폼(110)에 입력하면서 다리를 구성하는 상부부터 하부까지 고관절, 슬관절, 발목 관절의 구체적인 정보를 입력할 수 있다.
- [0055] 대상자는 신체를 구성하는 요소들의 각 사이즈와 중량과 등가의 가상 모델 및 이의 동적 움직임을 컴퓨터에 구현할 수 있다. 이때 외력이 입력되면 각 관절의 높이에 의해 각 관절에 가해지는 자기 신체적인 움직임 부하가 결정될 수 있다.
- [0056] 대상자의 다리 관절의 가동 범위와 다리 근육 정보는 대상자가 로봇 재활에서 움직임이 가능한 범위와 특정 부위를 움직이고, 움직임을 위한 근력을 보조하기 위한 재활 로봇(100)의 관절 토크를 결정하기 위한 것이다.
- [0057] 대상자는 다리 각 관절의 가동 범위와 근력이 손상된 관절과 근육에 따라 상이하게 된다. 이에 따라 다리 각 관절에 작용하는 근력을 보조하면서 가동 범위를 넓혀주면 재활이 이루어지게 된다.
- [0058] 대상자의 각 관절은 손상된 근육의 회복 정도가 상이하며, 가동 범위를 결정하는 경직도가 상이하다. 다리의 각 관절에서 경직도는 대상자로부터 미리 수집될 수 있다.
- [0059] 대상자의 다리 관절의 경직도가 입력됨에 따라 재활 로봇(100)이 무리 없이 대상자의 가동 범위에 대응하여 관절을 움직일 수 있도록 돕게 된다. 재활 로봇(100)은 재활 플랫폼(110)에 입력되는 대상자의 신체 정보와 다리 각 관절 경직도를 토대로 각 관절에 제공되는 토크와 가동범위가 결정된다. 이에 의해 대상자의 재활 치료 시 가상적인 움직임을 미리 구현할 수 있다.
- [0060] 도 6을 참조하면, 재활 로봇(100)이 착용된 대상자의 움직임이 컴퓨터 화면에 모델링 구현됨으로써 대상자의 움직임을 미리 확인할 수 있다.
- [0061] 사용자는 이를 보고 재활 대상자의 움직임을 가상적으로 확인한 후, 입력된 정보들에 의한 재활 치료가 무리 없는 경우에만 실질적으로 재활 로봇(100)을 대상자에게 착용시킨 후 재활 치료를 수행할 수 있다.
- [0062] 이러한 대상자의 재활 치료를 위한 입력 정보들은 재활 플랫폼(110)에서 공유되며, 재활 플랫폼(110)이 탑재된 각 사용자의 입력창에서 변경 입력될 수 있다. 사용자들은 네트워크를 통해 재활 플랫폼(110)을 공유 사용하며, 대상자의 재활 치료를 공동적으로 관리할 수 있다.
- [0063] 대상자의 재활 치료를 수행하기 위한 재활 플랫폼(110)의 사용자들은 실질적으로 의사, 간호사, 치료사 등이다. 재활 플랫폼(110)이 탑재된 중앙 컴퓨터를 중심으로 사용자들의 컴퓨터가 네트워크 연결되어 협응하면서 재활 작업을 수행할 수 있다.
- [0064] 본 발명의 일 실시예에서 사용하는 구속 조건은, 대상자 근골격 모델, 대상자 근골격의 운동 궤적에 관한 주기 조건, 관절각과 외력에 관한 주기적인 궤적 조건, 대상자의 재활 훈련 치료 조건들, 및 로봇 동력학을 포함할 수 있다.
- [0065] 이러한 구속 조건들은 대상자들에 따라 상이하므로, 각 대상자의 재활 모델링을 위해 미리 입력되며, 실질적인 재활 로봇(100)에 의한 재활 치료 전에는 적합한 값들로 보정되어 세팅 완료된다.
- [0066] 보행 평가는 대상자가 사용하는 근육 힘, 각 관절 운동의 흔들림(저크), 외부 힘 변화를 평가 요인으로 포함할 수 있다. 보행 평가 기능은, 목표로 하는 근육 힘의 최대화, 각 관절 운동 저크(jerk)의 최소화, 외부 힘 변화의 최소화에 대한 것이며, 상기 수학식 3, 4를 사용하여 구하는 것이다.
- [0067] 보행 평가에서 대상자의 근육 힘이 최대화되며, 각 관절의 저크가 최소화되며, 대상자로부터 재활 로봇(100)에 가해지는 외부 힘 변화가 최소화되는 경우이면, 보행 평가도가 높은 것이다.
- [0068] 상기 수학식 3, 4를 토대로 대상자에 적용 가능한 보행 평가 함수들 중 보행 평가가 높은 보행 평가 함수를 선

택한 후 이를 적용한 재활 치료를 수행할 수 있다.

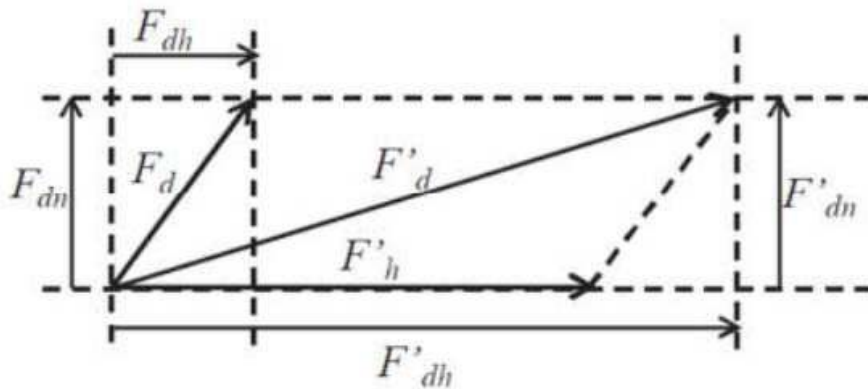
[0069] 이상과 같이 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 이를 기초로 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 청구범위에 기재된 본 발명의 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서, 구성 요소의 부가, 변경, 삭제 또는 추가 등에 의해 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있을 것이며, 이 또한 본 발명의 권리범위 내에 포함된다 할 것이다.

부호의 설명

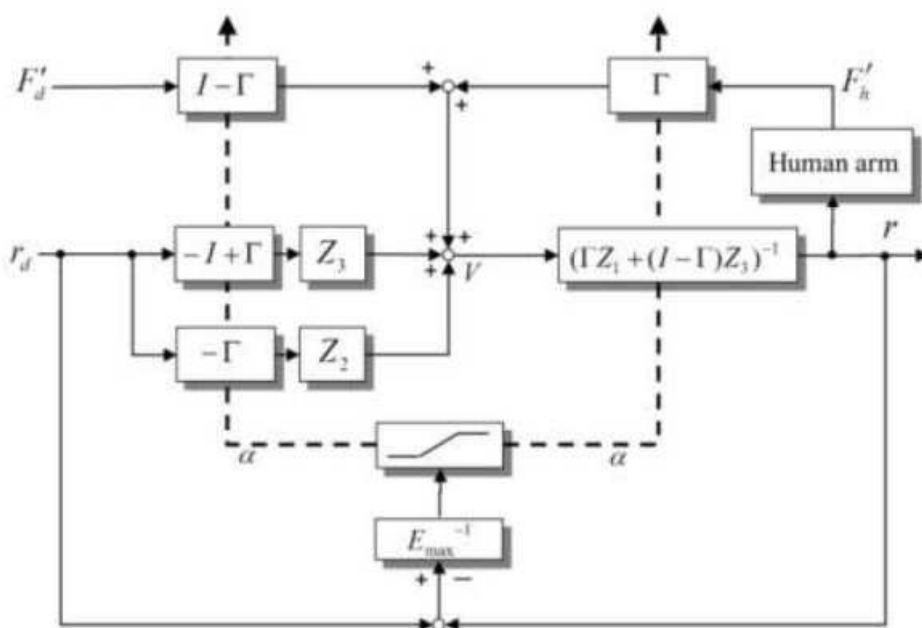
- [0070] 100: 재활 로봇
- 110: 재활 플랫폼
- 120: 가상 이미지

도면

도면1



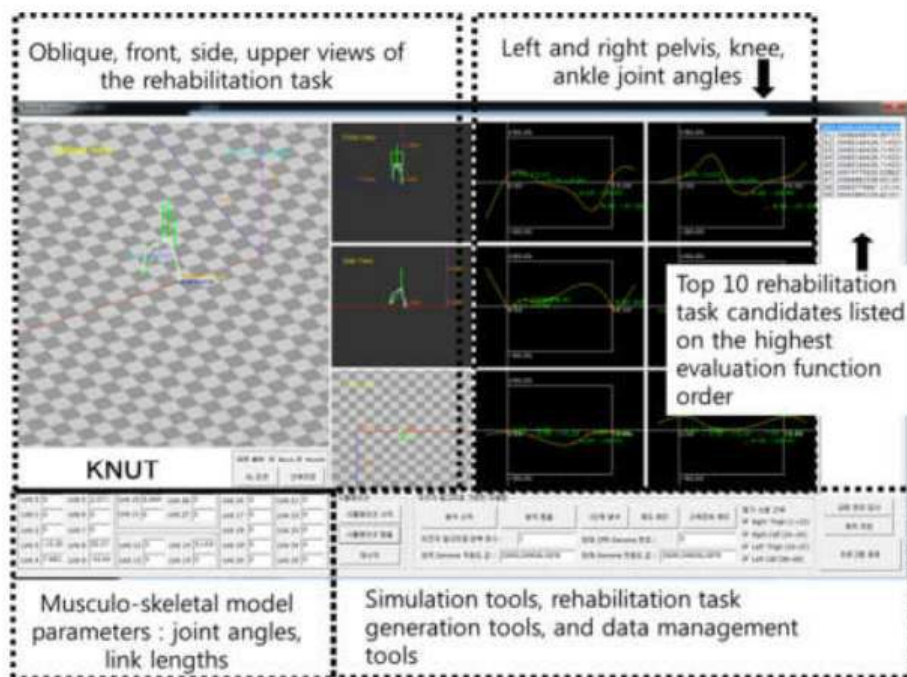
도면2



도면3

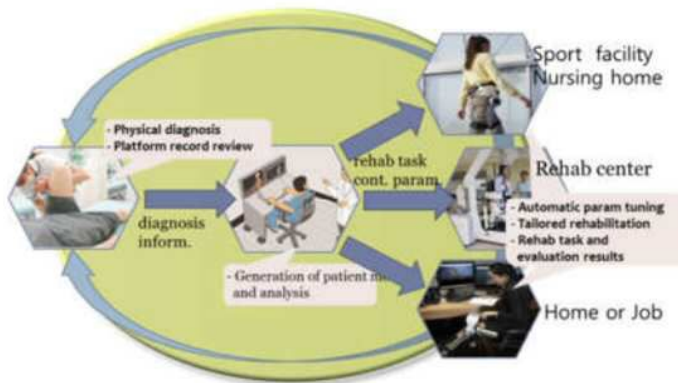


도면4



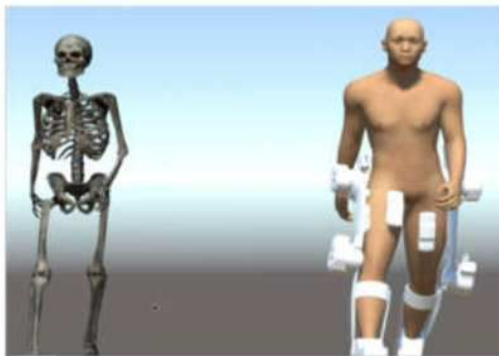
도면5

110



도면6

120



도면7

