



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0048240
(43) 공개일자 2019년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 13/20 (2011.01) G06T 1/20 (2018.01)
G06T 7/246 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 13/20 (2013.01)
G06T 1/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0143022
(22) 출원일자 2017년10월31일
심사청구일자 2017년10월31일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
한양대학교 산학협력단
서울특별시 성동구 왕십리로 222(행당동, 한양대학교내)
(72) 발명자
김영준
서울특별시 서초구 잠원로 46-38, 101동 1006호 (잠원동, 브라운스톤잠원)
김윤희
경기도 김포시 김포한강11로 275, 308동 1604호 (운양동, 롯데캐슬)
권태수
서울특별시 성동구 왕십리로 222, IT/BT 401호 (사근동, 한양대학교)
(74) 대리인
특허법인 무한

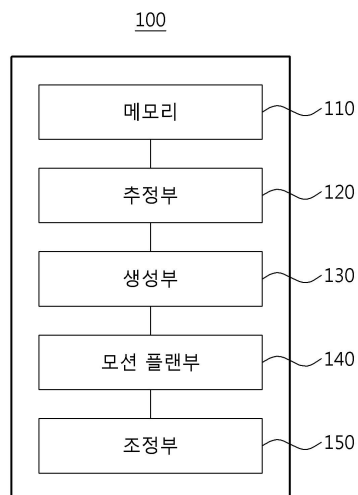
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 변화된 중력 하에서의 애니메이션 생성 장치 및 방법

(57) 요약

제1 중력을 갖는 공간 내의 복수의 걸음걸이(gait) 타입 각각에 대응하는 모션 데이터를 저장하는 메모리, 상기 모션 데이터를 이용하여 제2 중력을 갖는 공간 내의 그래픽 캐릭터의 걸음걸이를 결정하기 위한 파라미터를 계산하는 추정부, 상기 계산된 파라미터를 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 질량 중심에 대응하는 이동 궤적을 생성하는 생성부 및 상기 이동 궤적을 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성하는 모션 플랜부를 포함하는 애니메이션 생성 장치가 제공된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 7/246 (2017.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015R1A2A1A15055470

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기초연구사업(학술진흥)-중견연구자지원사업-도약연구지원사업

연구과제명 미분가능한거리연산자를이용한안정적인시물레이션기반컴퓨터애니메이션연구

기 여 율 40/100

주관기관 이화여자대학교

연구기간 2015.11.01 ~ 2017.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017R1A2B3012701

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기초연구사업(학술진흥)-중견연구자지원사업

연구과제명 거대캐버스를지원하는VR기반3D볼륨페인팅시스템

기 여 율 40/100

주관기관 이화여자대학교

연구기간 2017.03.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010-0029744

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 글로벌프론티어연구개발사업

연구과제명 실감교류확장공간에서원격사용자간인터랙션을위한창발적아바타동작생성기술개발

기 여 율 20/100

주관기관 한양대학교

연구기간 2017.05.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

제1 중력을 갖는 공간 내의 복수의 걸음걸이(gait) 타입 각각에 대응하는 모션 데이터를 저장하는 메모리;

상기 모션 데이터를 이용하여 제2 중력을 갖는 공간 내의 그래픽 캐릭터의 걸음걸이를 결정하기 위한 파라미터를 계산하는 추정부;

상기 계산된 파라미터를 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 질량 중심에 대응하는 이동 궤적을 생성하는 생성부; 및

상기 이동 궤적을 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성하는 모션 플랜부를 포함하는 애니메이션 생성 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 추정부는 상기 제2 중력을 갖는 공간 내의 그래픽 캐릭터의 걸음걸이를 결정하기 위해 상기 제2 중력의 크기(level of gravity), 상기 그래픽 캐릭터의 전진 속도(forward velocity) 및 상기 그래픽 캐릭터의 보폭 주기(stride frequency) 중 적어도 하나를 상기 파라미터로서 계산하는 애니메이션 생성 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 추정부는 상기 복수의 걸음걸이 타입 중 하나에 대응하는 프루드 수(Froude Number)를 이용하여 상기 파라미터를 계산하는 애니메이션 생성 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 추정부는 사용자 입력에 응답하여 상기 복수의 걸음걸이 타입 중 하나에 대응하는 프루드 수를 선택하고,

상기 사용자 입력은 상기 그래픽 캐릭터의 다리 길이, 상기 그래픽 캐릭터의 보폭(stride length) 및 상기 제2 중력의 크기 중 적어도 하나에 대한 입력값을 포함하는 애니메이션 생성 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 추정부는 사용자 입력에 응답하여 상기 복수의 걸음걸이 타입 중 하나에 대응하는 프루드 수를 선택하고, 상기 선택된 프루드 수를 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 걸음걸이에 대한 정상 범위를 출력하는,

상기 정상 범위는 상기 그래픽 캐릭터의 전진 속도 및 보폭 주기 중 적어도 하나의 유효 범위를 나타내는 애니메이션 생성 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

사용자 입력에 응답하여 선택된 프루드 수에 따라 저장된 모션 데이터를 수정하고, 상기 수정된 모션 데이터에 따라 생성된 전신 애니메이션을 최적화하는 조정부

를 더 포함하는 애니메이션 생성 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 생성부는 상기 제2 중력에 대응하는 역진자 카트형(IPC: Inverted Pendulum on a Cart) 모델에 상기 계산된 파라미터를 적용하여 상기 이동 궤적을 생성하는 애니메이션 생성 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 모션 플랜부는, 지구 중력가속도(g)를 나타내는 상기 제1 중력 보다 낮은 중력값을 갖는 상기 제2 중력 하에서의 상기 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성하는 애니메이션 생성 장치.

청구항 9

제1 중력에 대응하는 모션 데이터를 이용하여 제2 중력을 갖는 공간 내의 그래픽 캐릭터의 걸음걸이를 결정하기 위한 파라미터를 계산하는 단계;

상기 계산된 파라미터를 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 질량 중심에 대응하는 이동 궤적을 생성하는 단계; 및

상기 이동 궤적을 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성하는 단계

를 포함하는 애니메이션 생성 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 파라미터를 계산하는 단계는,

상기 제2 중력을 갖는 공간 내의 그래픽 캐릭터의 걸음걸이를 결정하기 위해 상기 제2 중력의 크기(level of gravity), 상기 그래픽 캐릭터의 전진 속도(forward velocity) 및 상기 그래픽 캐릭터의 보폭 주기(stride frequency) 중 적어도 하나를 상기 파라미터로서 계산하는 단계

를 포함하는 애니메이션 생성 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 파라미터를 계산하는 단계는,

복수의 걸음걸이(gait) 타입 중 하나에 대응하는 프루드 수(Froude Number)를 이용하여 상기 파라미터를 계산하는 단계

를 포함하는 애니메이션 생성 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 파라미터를 계산하는 단계는,

사용자 입력에 응답하여 상기 복수의 걸음걸이(gait) 타입 중 하나에 대응하는 프루드 수를 선택하는 단계; 및

상기 선택된 상기 선택된 프루드 수를 이용하여 상기 파라미터를 계산하는 단계

를 포함하고,

상기 사용자 입력은 상기 그래픽 캐릭터의 다리 길이, 상기 그래픽 캐릭터의 보폭(stride length) 및 상기 제2 중력의 크기 중 적어도 하나에 대한 입력값을 포함하는 애니메이션 생성 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 전신 애니메이션을 생성하는 단계는

지구 중력가속도(g)를 나타내는 상기 제1 중력 보다 낮은 중력값을 갖는 상기 제2 중력 하에서의 상기 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성하는 단계를 포함하는 애니메이션 생성 방법.

청구항 14

지구 중력가속도(g)를 나타내는 제1 중력 보다 낮은 중력값을 갖는 제2 중력 하에서의 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성하는 프로그램을 수록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 있어서, 상기 프로그램은:

상기 제1 중력에 대응하는 모션 데이터를 이용하여 상기 제2 중력을 갖는 공간 내의 그래픽 캐릭터의 걸음걸이를 결정하기 위한 파라미터를 계산하는 명령어 세트;

상기 계산된 파라미터를 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 질량 중심에 대응하는 이동 궤적을 생성하는 명령어 세트; 및

상기 이동 궤적을 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성하는 명령어 세트

를 포함하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하의 설명은 애니메이션 생성 장치 및 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 변화된 중력 공간 내에서 이동하는 애니메이션을 생성하는 장치 및 방법에 연관된다.

배경 기술

[0002] 물리 기반의 캐릭터 제어 장치는 모션 데이터에 기반하여 평면, 경사면, 울퉁불퉁한 영역(uneven terrain) 등에서 걷기, 뛰기 또는 회전을 수행하는 캐릭터의 동작을 구현하는 장치를 의미한다. 종래 기술들은 물리적인 분석에 기반하여 캐릭터의 안정적인 동작을 생성할 수 있으나, 지구 중력 내에서의 애니메이션만을 생성하고 있다.

[0003] 달이나 화성 같은 지구 이외의 중력을 갖는 공간에 존재하는 그래픽 캐릭터의 풋스텝 패턴(footstep pattern)을 구현하고, 양 발 걸음걸이의 제어(bipedal control)를 수행할 수 있는 방식의 필요성이 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2002-0035386호는 대상자가 착용한 모션캡처장비로부터 특정 동작을 수행하는 신체의 주요 관절의 공간 상의 좌표값을 계산하는 구성을 포함하고 있다. 구체적으로, 상기 공개특허는 실제 수집된 모션 데이터를 애니메이션, 게임, 스포츠 운동분석에 적용하는 구성을 개시하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0005] 일측에 따르면, 제1 중력을 갖는 공간 내의 복수의 걸음걸이(gait) 타입 각각에 대응하는 모션 데이터를 저장하는 메모리, 상기 모션 데이터를 이용하여 제2 중력을 갖는 공간 내의 그래픽 캐릭터의 걸음걸이를 결정하기 위한 파라미터를 계산하는 추정부, 상기 계산된 파라미터를 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 질량 중심에 대응하는 이동 궤적을 생성하는 생성부 및 상기 이동 궤적을 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성하는 모션 플랜부를 포함하는 애니메이션 생성 장치가 제공된다.
- [0006] 일실시예에 따르면, 상기 추정부는 상기 제2 중력을 갖는 공간 내의 그래픽 캐릭터의 걸음걸이를 결정하기 위해 상기 제2 중력의 크기(level of gravity), 상기 그래픽 캐릭터의 전진 속도(forward velocity) 및 상기 그래픽 캐릭터의 보폭 주기(stride frequency) 중 적어도 하나를 상기 파라미터로서 계산할 수 있다.
- [0007] 다른 일실시예에 따르면, 상기 추정부는 상기 복수의 걸음걸이 타입 중 하나에 대응하는 프루드 수(Froude Number)를 이용하여 상기 파라미터를 계산할 수 있다.
- [0008] 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 추정부는 사용자 입력에 응답하여 상기 복수의 걸음걸이(gait) 타입 중 하나에 대응하는 프루드 수를 선택하고, 상기 사용자 입력은 상기 그래픽 캐릭터의 다리 길이, 상기 그래픽 캐릭터의 보폭(stride length) 및 상기 제2 중력의 크기 중 적어도 하나에 대한 입력값을 포함할 수 있다.
- [0009] 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 애니메이션 생성 장치는 사용자 입력에 응답하여 선택된 프루드 수에 기반하여 저장된 모션 데이터를 수정하고, 상기 수정된 모션 데이터에 따라 생성된 전신 애니메이션을 최적화하는 조정부를 더 포함할 수 있다.
- [0010] 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 추정부는 사용자 입력에 응답하여 상기 복수의 걸음걸이 타입 중 하나에 대응하는 프루드 수를 선택하고, 상기 선택된 프루드 수를 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 걸음걸이에 대한 정상 범위를 출력할 수 있다. 상기 정상 범위는 상기 그래픽 캐릭터의 전진 속도 및 보폭 주기 중 적어도 하나의 유효 범위를 나타낼 수 있다.
- [0011] 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 생성부는 상기 제2 중력에 대응하는 역진자 카트형(IPC: Inverted Pendulum on a Cart) 모델에 상기 계산된 파라미터를 적용하여 상기 이동 궤적을 생성할 수 있다.
- [0012] 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 모션 플랜부는, 지구 중력가속도(g)를 나타내는 상기 제1 중력 보다 낮은 중력값을 갖는 상기 제2 중력 하에서의 상기 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성할 수 있다.
- [0013] 다른 일측에 따르면, 제1 중력에 대응하는 모션 데이터를 이용하여 제2 중력을 갖는 공간 내의 그래픽 캐릭터의 걸음걸이를 결정하기 위한 파라미터를 계산하는 단계, 상기 계산된 파라미터를 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 질량 중심에 대응하는 이동 궤적을 생성하는 단계 및 상기 이동 궤적을 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 일실시예에 따르면, 상기 파라미터를 계산하는 단계는 상기 제2 중력을 갖는 공간 내의 그래픽 캐릭터의 걸음걸이를 결정하기 위해 상기 제2 중력의 크기(level of gravity), 상기 그래픽 캐릭터의 전진 속도(forward velocity) 및 상기 그래픽 캐릭터의 보폭 주기(stride frequency) 중 적어도 하나를 상기 파라미터로서 계산하

는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 다른 일실시예에 따르면, 상기 파라미터를 계산하는 단계는 상기 복수의 걸음걸이(gait) 타입 중 하나에 대응하는 프루드 수(Froude Number)를 이용하여 상기 파라미터를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 파라미터를 계산하는 단계는 사용자 입력에 응답하여 상기 복수의 걸음걸이(gait) 타입 중 하나에 대응하는 프루드 수를 선택하는 단계 및 상기 선택된 상기 선택된 프루드 수를 이용하여 상기 파라미터를 계산하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 사용자 입력은 상기 그래픽 캐릭터의 다리 길이, 상기 그래픽 캐릭터의 보폭(stride length) 및 상기 제2 중력의 크기 중 적어도 하나에 대한 입력값을 포함할 수 있다.

[0017] 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 전신 애니메이션을 생성하는 단계는 지구 중력가속도(g)를 나타내는 상기 제1 중력 보다 낮은 중력값을 갖는 상기 제2 중력 하에서의 상기 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 또 다른 일측에 따르면, 지구 중력가속도(g)를 나타내는 제1 중력 보다 낮은 중력값을 갖는 제2 중력 하에서의 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성하는 프로그램을 수록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체를 포함할 수 있다. 상기 프로그램은 상기 제1 중력에 대응하는 모션 데이터를 이용하여 상기 제2 중력을 갖는 공간 내의 그래픽 캐릭터의 걸음걸이를 결정하기 위한 파라미터를 계산하는 명령어 세트, 상기 계산된 파라미터를 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 질량 중심에 대응하는 이동 궤적을 생성하는 명령어 세트 및 상기 이동 궤적을 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성하는 명령어 세트를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 일실시예에 따른 애니메이션 생성 장치를 도시하는 블록도이다.

도 2는 도 1에서 설명된 애니메이션 생성 장치가 애니메이션을 생성하기 위한 파라미터를 계산하는 과정을 나타내는 흐름도이다.

도 3은 다른 일실시예에 따른 애니메이션 생성 장치가 질량 중심의 이동 궤적을 생성하는 과정을 도시하는 예시도이다.

도 4a 내지 도 4c는 또 다른 일실시예에 따른 애니메이션 생성 장치가 모션 데이터의 몸체 이동 궤적에 따라 전체 모션을 분류하고, 정의하는 과정을 도시하는 예시도이다.

도 5는 일실시예에 따른 애니메이션 생성 장치의 시뮬레이션 결과를 도시하는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 실시될 수 있다. 따라서, 실시예들은 특정한 개시형태로 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0021] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0022] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0023] 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 존재함으로써 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.

[0024] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지

않는다.

- [0025] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0026] 도 1은 일실시예에 따른 애니메이션 생성 장치를 도시하는 블록도이다. 도 1을 참조하면, 애니메이션 생성 장치(100)는 메모리(110), 추정부(120), 생성부(130), 모션 플랜부(140) 및 조정부(150)를 포함할 수 있다. 메모리(110)는 제1 중력을 갖는 공간 내의 복수의 걸음걸이(gait) 타입 각각에 대응하는 모션 데이터를 저장할 수 있다. 예시적으로, 모션 데이터는 특정 모션을 수행하는 오브젝트 내 관절 각각의 좌표값, 속도값 및 가속도값과 같은 물리 데이터를 나타낼 수 있다. 일실시예로서, 메모리(110)는 제1 중력을 갖는 공간 내의 걷기(walking) 데이터, 뛰기(running) 데이터 및 돌기(turning) 데이터 각각을 모션 데이터로서 저장할 수 있다.
- [0027] 다른 일실시예로서, 메모리(110)는 하나의 걷기 데이터에 대해 복수의 모션 데이터를 저장할 수 있다. 이를테면, 메모리(110)는 키 180cm 이상의 캐릭터의 걷기 데이터, 키 180cm 미만 175cm 이상의 캐릭터의 걷기 데이터와 같이 키에 따라 분류된 모션 데이터를 저장할 수 있다. 또한, 다른 일실시예로서 메모리(110)는 성큼성큼 걷는 걷기 데이터, 종종 걸음 형태의 걷기 데이터, 오리 걸음 형태의 걷기 데이터와 같이 보행 형태에 따라 분류된 모션 데이터 등을 저장할 수 있다. 또 다른 일실시예로서, 메모리(110)는 날씬한 캐릭터의 걷기 데이터, 평균 몸매 캐릭터의 걷기 데이터, 뚱뚱한 캐릭터의 걷기 데이터와 같이 몸매에 따라 분류된 모션 데이터 등을 저장할 수도 있다.
- [0028] 추정부(120)는 메모리(110)에 저장된 모션 데이터를 이용하여 제2 중력을 갖는 공간 내의 그래픽 캐릭터의 걸음걸이를 결정하기 위한 파라미터를 계산할 수 있다. 예시적으로, 메모리(110)에 저장된 모션 데이터에 관한 제1 중력은 지구 중력가속도(g)를 나타낼 수 있다. 또한, 제2 중력은 상기 제1 중력 보다 낮은 중력가속도를 갖는 중력을 나타낼 수 있다. 위의 설명은 발명의 이해를 돕기 위한 예시적 기재일 뿐, 다른 실시예의 범위를 제한하거나 한정하는 것으로 해석되어서는 안될 것이다. 이를테면, 제1 중력 및 제2 중력 모두는 지구 중력가속도를 기준으로 큰 중력을 나타낼 수도 있고, 지구 중력가속도를 기준으로 작은 중력을 나타내는 것과 같은 다양한 변형이 가능할 것이다.
- [0029] 보다 구체적으로, 추정부(120)는 제2 중력을 갖는 공간 내의 그래픽 캐릭터의 걸음걸이를 결정하기 위해 상기 제2 중력의 크기(level of gravity), 상기 그래픽 캐릭터의 전진 속도(forward velocity) 및 상기 그래픽 캐릭터의 보폭 주기(stride frequency) 중 적어도 하나를 상기 파라미터로서 계산할 수 있다.
- [0030] 생성부(130)는 계산된 파라미터를 이용하여 상기 그래픽 캐릭터의 질량 중심에 대응하는 이동 궤적을 생성할 수 있다. 구체적으로, 생성부(120)는 제2 중력에 대응하는 역진자 카트형(IPC: Inverted Pendulum on a Cart) 모델에 계산된 파라미터를 적용하여 이동 궤적을 생성할 수 있다.
- [0031] 또한, 생성부(130)는 각각의 시간 스텝마다 저장된 모션 데이터에 대응하는 역진자 카트형 모델의 상태를 추정할 수 있다. 구체적으로, 생성부(130)는 모션 데이터 내의 캡처된 자세(posture)와 시뮬레이팅된 그래픽 캐릭터의 현재 자세를 정렬함으로써 그래픽 캐릭터의 수평적인 이동 궤적을 계산할 수 있다. 생성부(130)는 역진자 카트형 모델의 현재 상태와 추정부(120)에 의해 계산된 타겟 전진 속도를 이용하여 미래 시간 스텝에 대응하는 수평적인 이동 궤적을 계산할 수 있다.
- [0032] 모션 플랜부(140)는 생성된 이동 궤적을 이용하여 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성할 수 있다. 구체적으로, 모션 플랜부(140)는 지구 중력가속도(g)를 나타내는 제1 중력 보다 낮은 중력값을 갖는 제2 중력 하에서의 상기 그래픽 캐릭터의 전신 애니메이션을 생성할 수 있다. 모션 플랜부(140)는 생성된 이동 궤적에 역운동 모델(inverse kinematics model)을 적용하여 풋스텝 위치를 포함하는 캐릭터 모션을 원하는 모션으로 변환할 수 있다. 이에 따라, 모션 플랜부(140)는 서라운드 환경 내에서 그래픽 캐릭터에 관한 전신 모션을 생성할 수 있다.
- [0033] 조정부(150)는 사용자 입력에 응답하여 선택된 프루드 수에 따라 저장된 모션 데이터를 수정하고, 상기 수정된 모션 데이터에 따라 생성된 전신 애니메이션을 최적화할 수 있다. 조정부(150)가 저장된 모션 데이터와 비교하여 그래픽 캐릭터의 모션을 최적화하는 과정에 대해서는 이하에서 추가될 도면과 함께 보다 자세하게 설명된다.
- [0034] 도 2는 도 1에서 설명된 애니메이션 생성 장치가 애니메이션을 생성하기 위한 파라미터를 계산하는 과정을 나타내는 흐름도이다. 도 2를 참조하면, 애니메이션을 생성하기 위한 파라미터를 계산하는 방법(200)은 사용자 입력에 응답하여 복수의 걸음걸이 타입 중 하나에 대응하는 프루드 수를 선택하는 단계(210) 및 상기 선택된 프루드

드 수를 이용하여 복수의 파라미터를 계산하는 단계(220)를 포함할 수 있다.

[0035] 단계(210)에서 애니메이션 생성 장치는 사용자로부터 생성된 그래픽 캐릭터에 관한 사용자 입력을 전달 받을 수 있다. 상기 사용자 입력은 상기 그래픽 캐릭터의 다리 길이, 상기 그래픽 캐릭터의 보폭(stride length) 및 상기 제2 중력의 크기 중 적어도 하나에 대한 입력값을 포함할 수 있다. 위에 기재된 사용자 입력에 대한 설명은 발명의 이해를 돕기 위한 예시적 기재일 뿐, 다른 실시예를 제한하거나 한정하는 것으로 해석되어서는 안될 것이다. 예를 들면, 애니메이션 생성 장치는 사용자로부터 그래픽 캐릭터의 키(height), 걸음걸이 주기(stride frequency) 등과 같이 생성된 그래픽 캐릭터의 스펙(specification)을 나타내는 다양한 입력값을 전달할 수 있다.

[0036] 단계(210)에서 애니메이션 생성 장치에 포함되는 추정부는 복수의 걸음걸이 타입 중 하나에 대응하는 프루드 수(Froude Number)를 이용하여 파라미터를 계산할 수 있다. 상기 프루드 수는 중력이 작용하는 공간 내에서 이동하는 물체에 적용되는 구심력(centripetal force)과 중력(gravitational force) 사이의 비율을 나타낼 수 있다. 상기 프루드 수는 아래의 수학적 식 1과 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 1

$$F_r = \frac{mv^2/h}{mg} = \frac{v^2}{gh} = \frac{s^2 f^2}{gh}$$

[0037]

[0038] 상기 수학적 식 1에서 m은 이동하는 물체의 질량, v는 질량 중심(COM: Center Of Mass)의 전진 속도, g는 지구 중력가속도, h는 이동하는 물체의 다리 길이(height), s는 이동하는 물체의 보폭, f는 이동하는 물체의 걸음걸이 주기를 나타낼 수 있다.

[0039] 그래픽 캐릭터의 걸음걸이는 팔과 다리의 이동에 따라 획득되는 일정한 패턴을 나타낼 수 있다. 또한, 걸음걸이 패턴은 지정된 프루드 수를 통해 정의될 수 있다. 프루드 수는 0이상 1 이하 범위 내에 존재할 수 있다. 예를 들어, 프루드 수가 1보다 큰 경우, 즉 관성력이 중력보다 큰 상태에서 그래픽 캐릭터의 양 발은 공기 중에 떠 있을 수 있다. 예시적으로, 평균적인 이동체는 0.5의 프루드 수에서 걷기에서 뛰기로 모션이 전환되며, 0.25의 프루드 수에서 안정적인 걸음을 유지할 수 있다. 본 실시예의 애니메이션 생성 장치는 프루드 수를 이용하여 중력 레벨에 따라 양 발 움직임과 자연스러운 모션을 만드는 방법을 예측한다.

[0040] 또한, 추정부는 사용자 입력에 응답하여 복수의 걸음걸이 타입 중 하나에 대응하는 프루드 수를 선택할 수 있다. 이를테면, 그래픽 캐릭터의 스펙에 따라 걷기 또는 뛰기와 같은 모션에 대응하는 프루드 수가 상이할 수 있다. 동일한 걷기 모션을 수행하는 경우라도, 생성되는 그래픽 캐릭터의 키, 다리 길이 등에 따라 프루드 수가 상이할 것이다. 이에 따라, 애니메이션 생성 장치는 사용자 입력에 따른 걸음걸이 타입에 따라 프루드 수를 선택할 수 있다.

[0041] 단계(220)에서 애니메이션 생성 장치는 상기 선택된 프루드 수를 이용하여 복수의 파라미터를 계산할 수 있다. 걸음걸이 타입에 따라 프루드 수가 고정된 경우, 애니메이션 생성 장치는 고정된 프루드 수에 기초하여 복수의 파라미터를 계산할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 프루드 수는 그래픽 캐릭터의 걸음걸이 타입에 따라 변화하지만, 중력의 변화와는 무관하게 일정하게 고정되기 때문에 애니메이션 생성 장치의 추정부는 그래픽 캐릭터의 스펙에 따른 복수의 파라미터를 아래의 수학적 식 2, 3과 같이 계산할 수 있다.

수학적 식 2

$$v = \sqrt{F_r gh}$$

[0042]

수학식 3

$$f = \frac{\sqrt{F_r g h}}{s}$$

[0043]

[0044]

애니메이션 생성 장치의 추정부는 고정된 프루드 수에 기반하여, 그래픽 캐릭터의 전진 이동 속도 v 와 걸음걸이 주기 f 를 계산할 수 있다. 상기 수학식 2, 3에서 그래픽 캐릭터의 다리 길이(height) h 와 그래픽 캐릭터의 보폭 s 는 사용자 입력에 따라 결정되는 그래픽 캐릭터의 스펙을 나타낼 수 있다.

[0045]

다른 일실시예로서, 애니메이션 생성 장치는 사용자 입력에 따라 선택된 프루드 수를 이용하여 그래픽 캐릭터의 걸음걸이에 대한 정상 범위를 출력할 수 있다. 구체적으로, 상기 정상 범위는 상기 그래픽 캐릭터의 전진 속도 및 보폭 주기 중 적어도 하나의 유효 범위를 나타낼 수 있다. 이에 따라, 애니메이션 생성 장치는 그래픽 캐릭터의 안정적인 모션 생성에 방해가 될 정도의 극단적으로 긴 보폭 주기 또는 극단적으로 짧은 보폭 주기와 같은 이상 입력값을 배제하고, 사용자로부터 유효한 입력값이 전달되도록 요청할 수 있다.

[0046]

도 3은 다른 일실시예에 따른 애니메이션 생성 장치가 질량 중심의 이동 궤적을 생성하는 과정을 도시하는 예시 도이다. 역진자 카트형 모델은 캐릭터 몸체의 동작을 표현하는 역진자 모델과 캐릭터의 이동을 나타내는 카트(이동체)로 이루어져 있으며, 역진자와 이동체의 운동 원리에 기반하여 저중력 공간 내의 운동 방정식을 계산하는 모델을 나타낸다.

[0047]

도 3을 참조하면, 본 실시예에 따른 애니메이션 생성 장치가 그래픽 캐릭터의 질량 중심의 이동 궤적(320)을 계산하는 과정이 도시된다. 그래픽 캐릭터의 질량, 키, 다리 길이, 보폭 및 걸음걸이 주기와 같은 스펙에 따라 걸음걸이 타입에 대응하는 프루드 수가 선택될 수 있다. 상기 프루드 수는 그래픽 캐릭터에게 작용하는 구심력(311)과 중력(312)의 비율을 나타낼 수 있다. 또한, 애니메이션 생성 장치는 선택된 프루드 수 및 사용자 입력에 기반하여 제1 중력 하에서의 그래픽 캐릭터의 전진 속도 v_A 및 걸음걸이 주기 f_A 를 계산할 수 있다. 애니메이션 생성 장치는 중력 변화에 대해 독립적으로 프루드 수가 고정된다는 사실을 이용하여 아래의 수학식 4와 같이 제2 중력 하에서의 그래픽 캐릭터의 전진 속도 v_B 및 걸음걸이 주기 f_B 를 계산할 수 있다.

수학식 4

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{f_A}{f_B} = \sqrt{\frac{g_A}{g_B}}$$

[0048]

[0049]

상기 수학식 4에서, g_A 는 제1 중력이고 g_B 는 제2 중력을 나타낸다. 본 실시예의 애니메이션 생성 장치는 생성할 그래픽 캐릭터의 양 발 길이 및 지구 중력가속도를 이용하여 그래픽 캐릭터에 상응하는 프루드 수를 계산할 수 있다. 또한, 애니메이션 생성 장치는 지구 중력 하에서의 프루드 수가 다른 중력을 갖는 공간에서의 프루드 수와 동일하다는 사실에 기반하여 제2 중력 하에서의 전진 속도 및 걸음걸이 주기를 계산할 수 있다.

[0050]

도 4a 내지 도 4c는 또 다른 일실시예에 따른 애니메이션 생성 장치가 모션 데이터의 몸체 이동 궤적에 따라 전 체 모션을 분류하고, 정의하는 과정을 도시하는 예시도이다. 도 4a 내지 도 4c를 참조하면, 걷기, 뛰기 및 돌기 모션 각각에 대한 지구 중력 하에서의 모션 데이터 집합이 도시된다. 예시적으로, 애니메이션 생성 장치는 복수의 연속된 상태(state)에 기반하여 각각의 모션 데이터를 저장할 수 있다.

[0051]

도 4a와 같이, 걷기의 경우에 오른발 이동 상태(411), 오른발 착지(412), 왼발 이동 상태(413) 및 왼발 착지(414)와 같이 일련의 상태로 정의될 수 있다. 도 4a 내지 도 4c에서 L 은 왼발 상태를 나타내는 파라미터, R 은

오른발 상태를 나타내는 파라미터일 수 있다. L 및 R이 1인 경우 해당 발이 지면에 착지한 상태를 나타내고, 0인 경우 해당 발이 지면으로부터 분리되어 이동 중인 것을 나타낼 수 있다. 도 4b와 같이, 뛰기의 경우에 오른발 이동 상태(421) 및 왼발 이동 상태(422)와 같은 두 가지 상태로 정의될 수 있다. 또한, 도 4c와 같이, 돌기의 경우에 오른발 회전이동 상태(431), 오른발 착지(432), 왼발 회전이동 상태(433) 및 왼발 착지(434)와 같은 일련의 상태로 정의될 수 있다.

[0052] 본 실시예의 애니메이션 생성 장치는 지구 중력장 내에서의 걷기, 뛰기 및 돌기와 같은 기준 모션을 이용하여 애니메이션을 생성할 수 있다. 보다 구체적으로, 애니메이션 생성 장치는 모션을 시뮬레이팅하기 위해 네 개의 걸음걸이 변수를 이용할 수 있다. 걸음걸이 변수 집합에는 a_{leg} , a_{vel} , $a_{stridfreq}$, a_{fpos} 변수 각각이 이용될 수 있다. a_{leg} 는 캐릭터의 다리 길이를 나타낼 수 있다. a_{vel} 는 질량 중심의 전진 속도를 나타낼 수 있다. $a_{stridfreq}$ 는 걸음걸이 간격을 나타낼 수 있다. a_{fpos} 는 스윙 또는 지지 단계와 같은 각각의 모션 단계에서의 다리 위치를 나타낼 수 있다. 예시적으로, 전진 속도 a_{vel} 는 저장된 모션 데이터 내의 전진 속도를 스케일링하는 방식으로 조정될 수 있다.

[0053] 또한, 애니메이션 생성 장치에 포함되는 조정부는 수정된 모션 데이터를 이용하여 생성된 전신 애니메이션을 최적화할 수 있다. 조 정부는 그래픽 캐릭터에 포함되는 각각의 관절(joint)들의 토크(torque) 값과 이동 범위를 최적화할 수 있다. 조 정부는 모션을 생성하는 각각의 시간 스텝마다 그래픽 캐릭터가 갖는 수평 방향의 모션 동적 균형(balance-recovering)을 계산할 수 있다. 조 정부는 그래픽 캐릭터의 모션을 안정적으로 생성하기 위해 온라인 최적화(online optimization)과정 및 오프라인 최적화(offline optimization) 과정 각각을 수행할 수 있다.

[0054] 온라인 최적화 과정

[0055] 조 정부는 그래픽 캐릭터들의 관절 토크 τ , 가속도 $\ddot{q}$ 및 지면 접촉력 λ 에 따라 정의되는 목적함수의 선형 집합들을 아래 수학적 식 5와 같이 최소화하는 방식으로 최적화를 실시간으로 수행할 수 있다.

수학적 식 5

[0056]
$$\min_{\tau, \ddot{q}, \lambda} L_{\text{tracking}} + L_{\text{end effector}} + L_{\text{torque}} + L_{\text{contact force}}$$

[0057] 상기 수학적 식 5 내의 L_{tracking} 은 현 시점에서 요구되는 가속도(desired acceleration)와 그래픽 캐릭터의 실제 가속도(actual acceleration)의 차이에 가중 계수 l_{tr} 를 곱한 값으로 정의되며, 아래의 수학적 식 6과 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 6

[0058]
$$L_{\text{tracking}} = l_{tr} ||\ddot{q}_d - \ddot{q}||^2$$

[0059] 상기 수학적 식 6에서 $\ddot{q}_d$ 는 현 시점에서 요구되는 그래픽 캐릭터의 가속도, q 는 그래픽 캐릭터의 실제 가속도를 나타낼 수 있다.

[0060] 또한, 상기 수학적 식 5 내의 $L_{\text{end effector}}$ 는 카테시안(Cartesian) 공간 내에서 엔드 이펙터(end effector, 인체 말단 인 발)의 위치를 추정하는 목적함수를 나타내며, 아래의 수학적 식 7과 같이 정의될 수 있다.

수학식 7

$$L_{\text{end effector}} = l_{ee} \sum_i \|\ddot{\mathbf{y}}_d^i - \ddot{\mathbf{y}}^i\|^2$$

[0061]

[0062] 상기 수학식 7에서 l_{ee} 는 $L_{\text{end effector}}$ 에 관한 가중 계수를 나타내고, $\ddot{\mathbf{y}}_d^i$ 는 i 번째 엔드 이펙터의 현 시점에서 요구되는 가속도를 나타내며, $\ddot{\mathbf{y}}^i$ 는 수정된 기준 모션으로부터의 i 번째 엔드 이펙터의 실제 가속도를 나타낸다.

[0063] 상기 수학식 5 내의 L_{torque} 는 그래픽 캐릭터에 적용되는 관절 토크 값 τ 의 제곱과 가중 계수인 l_{torq} 의 곱으로 정의되며, 아래의 수학식 8과 같이 정의될 수 있다. 또한, 수학식 5 내의 $L_{\text{contact force}}$ 는 그래픽 캐릭터에 적용되는 지면 접촉력 λ 의 제곱과 가중 계수 l_{cf} 의 곱으로 정의되며, 아래의 수학식 9과 같이 정의될 수 있다.

수학식 8

$$L_{\text{torque}} = l_{\text{torq}} \|\tau\|^2$$

[0064]

수학식 9

$$L_{\text{contact force}} = l_{cf} \|\lambda\|^2$$

[0065]

오프라인 최적화 과정

[0066]

[0067] 애니메이션 생성 장치에 포함되는 조정부는 그래픽 캐릭터의 전진 속도, 걸음걸이 주기의 간격 등을 수정하여 생성되는 애니메이션을 보다 자연스럽게 최적화할 수 있다. 구체적으로, 조 정부는 캡처된 기준 모션의 걸음걸이 주기를 이용하여 그래픽 캐릭터의 걸음걸이 주기를 조정할 수 있다.

[0068] 또한, 조 정부는 그래픽 캐릭터의 궤적을 최적화할 수 있다. 일실시예로서, 조 정부는 시뮬레이팅된 모션과 모션 데이터로서 저장된 원래의 기준 모션을 비교하여 상기 궤적을 최적화할 수 있다. 조 정부는 상기 수학식 10과 수학식 11에서 E_{pd} 와 E_{sd} 값들 모두를 최소화 하는 방식으로 최적화를 수행할 수 있다.

수학식 10

$$E_{pd} = \sum_1^N d_{\text{pose}}(\mathbf{q}_r, \mathbf{q})$$

[0069]

[0070] 상기 수학식 10에서, E_{pd} 는 기준 모션과 시뮬레이팅된 모션의 편차를 나타내며, N 은 애니메이션에 포함되는 프레

임의 개수, d_{pose} 는 시뮬레이팅된 자세와 기존 모션의 자세의 차이를 나타낸다. 각각의 모션을 몸체 관절의 위치에 따라 3차원 점으로 표현하여 포인트 클라우드(point cloud)를 구성하고, 수직축을 기준으로 각 모션의 포인트 차이를 비교하는 방식으로 자세 차이가 계산될 수 있다.

[0071] 또한, 추정부는 이동 물체의 보폭 간격의 유사성을 측정하는 E_{sd} 를 이용하여 안정적인 동작을 생성할 수 있다. E_{sd} 는 아래의 수학적 식 11과 같이 계산될 수 있다.

수학적 식 11

$$E_{sd} = \sum_{i=1}^{numstride-1} \sum_j^{N_s} d_{pose}(q_{i,j}, q_{i+1,j})$$

[0072]

[0073] 상기 수학적 식 11에서 i 는 i 번째의 보폭을 나타내며, N_s 는 보폭 하나에 해당하는 프레임 개수를 의미한다.

[0074] 도 5는 일실시예에 따른 애니메이션 생성 장치의 시뮬레이션 결과를 도시하는 그래프이다. 도 5는 실제 모션(510)과 시뮬레이션된 그래픽 캐릭터의 모션(520)을 비교하는 그래프이다. 도 5의 그래프의 X 축은 객체의 질량 중심(COM)의 수평 방향의 이동거리(m)을 나타내고, Y 축은 질량 중심의 수직 방향으로의 변화(m)를 나타낸다. 본 실시예의 애니메이션 생성 장치는 실제 달 탐사 동영상으로부터 캡처된 실제 모션(510)과 유사한 시뮬레이션된 모션(520)을 생성할 수 있다는 것을 확인할 수 있다. 구체적으로, 질량 중심의 전진 속도, 걸음 길이 간격 및 보폭에 있어서 5% 이내의 차이만을 나타내고 있다.

[0075] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0076] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0077] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행

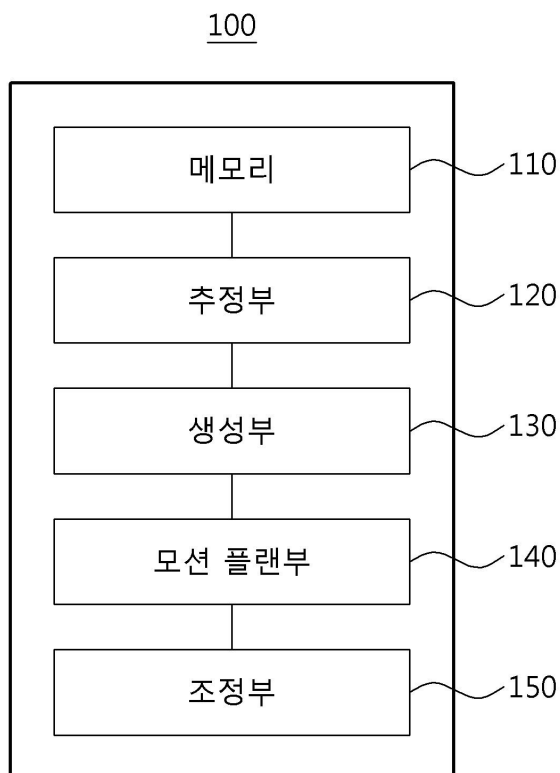
하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0078]

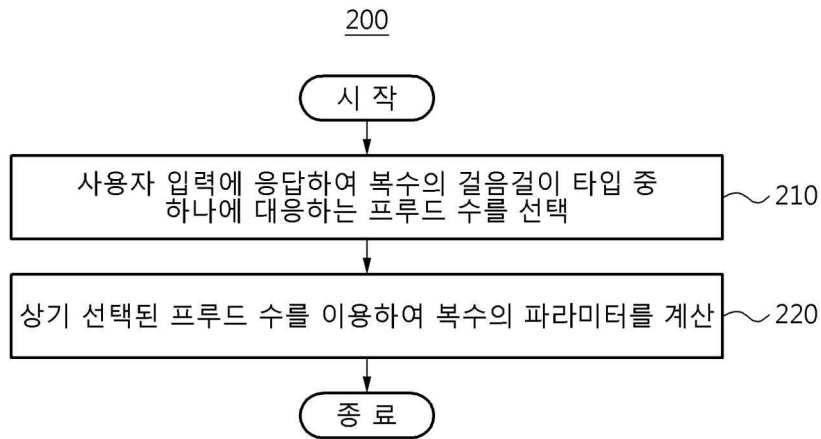
이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

도면

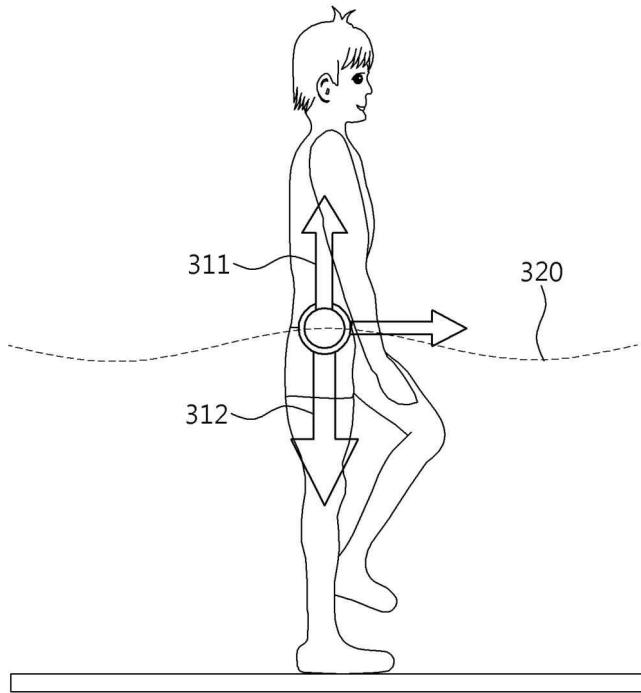
도면1



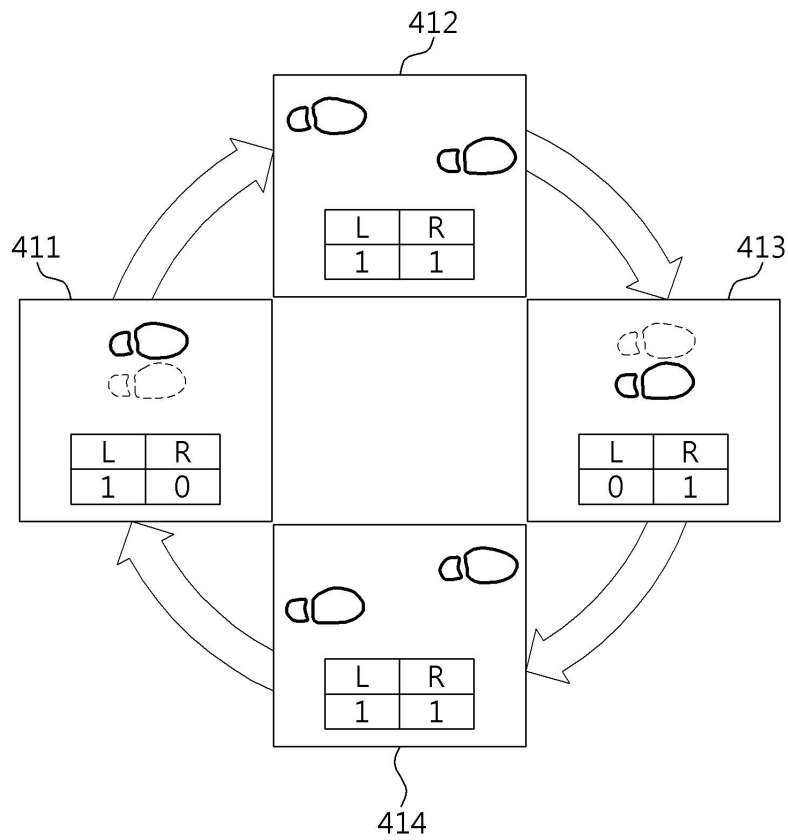
도면2



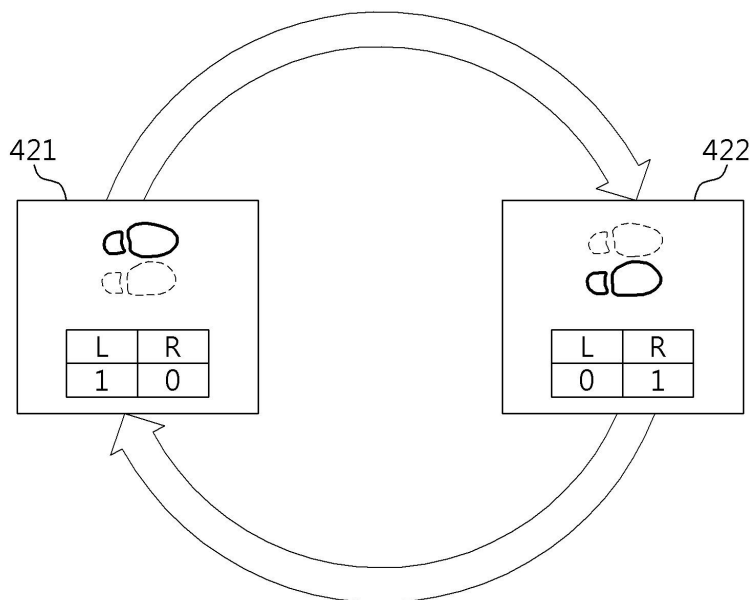
도면3



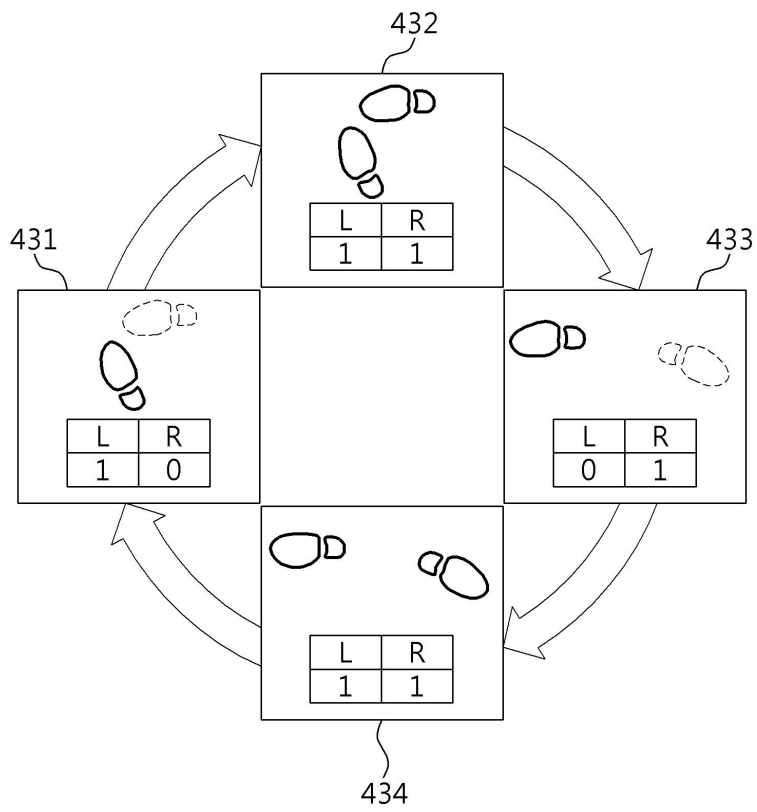
도면4a



도면4b



도면4c



도면5

