(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0030933
(43) 공개일자 2023년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01) *B64C 39/02* (2023.01)
G05D 1/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/016 (2013.01)
B64C 39/024 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2021-0113196
(22) 출원일자 2021년08월26일
심사청구일자 2021년08월26일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
전석희
경기도 수원시 영통구 봉영로 1526, 706동 1204호(영통동, 살구골 진덕,서광,성지,동아 아파트)
타티아나 오가이
경기도 수원시 영통구 청명로 23, 302호(영통동)
알센 압둘랄리
경기도 수원시 영통구 청명로21번길 4, 201 룸(영통동)
(74) 대리인
두호특허법인

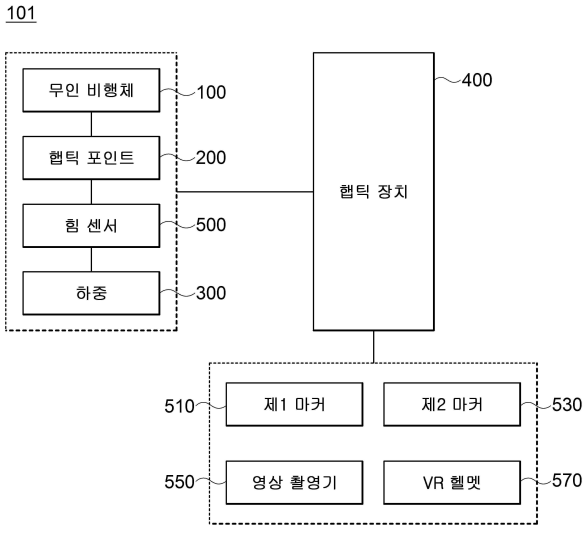
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **무인 비행체를 이용한 햅틱 장치, 햅틱 시스템 및 햅틱 제어방법**

(57) 요 약

무인 비행체를 이용한 햅틱 장치, 햅틱 시스템 및 햅틱 제어방법이 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 시스템은 기 설정된 무게를 가지는 하중(load)의 일단과 줄(string)을 통해 연결되어, 햅틱 장치의 제어에 따라 주행하는 무인 비행체; 하중과 무인 비행체 사이의 줄에 접촉되게 형성되어, 사용자 손의 접촉이 발생함에 따라 무인 비행체의 주행 위치에 대응되는 피드팩 힘을 발생시키기 위한 햅틱 포인트; 및 사용자 손의 변위를 기반으로 무인 비행체의 주행 위치를 결정하되, 피드백 힘의 발생을 위한 무인 비행체 제어 벡터를 계산하여 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 렌더링 알고리즘을 이용하며, 결정된 무인 비행체의 주행 위치를 기초로 무인 비행체의 주행을 제어하기 위한 햅틱 장치를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G05D 1/0016 (2013.01)
B64U 2201/10 (2023.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1315001600
과제번호	2019-MOIS34-001-01030000-2021
부처명	행정안전부
과제관리(전문)기관명	국립재난안전연구원
연구사업명	생활안전예방서비스기술개발(R&D)
연구과제명	생활안전 체험교육을 위한 실감형 콘텐츠 기술개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국전자통신연구원
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

기 설정된 무게를 가지는 하중(load)의 일단과 줄(string)을 통해 연결되어, 햅틱 장치의 제어에 따라 주행하는 무인 비행체;

상기 하중과 상기 무인 비행체 사이의 상기 줄에 접촉되게 형성되어, 사용자 손의 접촉이 발생함에 따라 상기 무인 비행체의 주행 위치에 대응되는 피드팩 힘을 발생시키기 위한 햅틱 포인트; 및

상기 사용자 손의 변위를 기반으로 상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정하되, 상기 피드백 힘의 발생을 위한 무인 비행체 제어 벡터를 계산하여 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 렌더링 알고리즘을 이용하며, 결정된 상기 무인 비행체의 주행 위치를 기초로 상기 무인 비행체의 주행을 제어하기 위한 햅틱 장치를 포함하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 햅틱 포인트에 인접하게 형성되어, 스로틀(throttle), 요(yaw), 롤(roll) 및 피치(pitch)를 포함하는 무인 비행체의 입력 파라미터에 기초한 상기 무인 비행체의 주행으로 발생되는 무인 비행체 제어 벡터를 측정하기 위한 힘 센서를 더 포함하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 햅틱 장치는, 상기 무인 비행체에 적용된 상기 무인 비행체의 입력 파라미터 및 이와 관련된 상기 무인 비행체 제어 벡터를 수집 및 학습하여 상기 무인 비행체 제어 벡터에 대응되는 상기 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 상기 렌더링 알고리즘을 획득하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 시스템.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 햅틱 장치는, 상기 햅틱 포인트의 위치를 기준점이라고 할 때, 상기 기준점에서 상기 하중으로 인해 발생하는 중력 벡터, 상기 무인 비행체 제어 벡터 및 상기 햅틱 포인트로부터 발생되는 피드백 힘 벡터의 합을 0으로 설정하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 햅틱 장치는, 상기 중력 벡터($\vec{F}_{gr}$)는 $\{0, 0, mg\}$이고, 상기 피드백 힘 벡터($\vec{F}$)는 $\{a, b, c\}$인 경우, 상기 무인 비행체 제어 벡터($\vec{T}$)를 $\{-a, -b, -(c+mg)\}$ 기준으로 산출하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 시스템.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 무인 비행체가 한 개인 경우,

상기 햅틱 장치는, 수학식 1을 기초로 상기 햅틱 포인트에서 발생하는 피드백 힘을 파악하고,

상기 수학식 1은 $\frac{F}{mg} = \frac{T_1 \cos \alpha}{T_1 \sin \alpha}$ 이고,

상기 F는 상기 피드백 힘, 상기 mg는 상기 하중의 중력, 상기 T_1는 상기 무인 비행체의 제어 추력(thrust force) 및 상기 α는 상기 무인 비행체의 주행 위치로 인해 지면을 기준으로 발생하는 피치(pitch)인 무인 비행체를 이용한 햅틱 시스템.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 무인 비행체가 복수 대인 경우,

상기 햅틱 장치는, 수학식 2를 기초로 상기 햅틱 포인트에서 발생하는 피드백 힘을 파악하고,

상기 수학식 2는 $\frac{F}{mg} = \frac{T_{1-1}\cos \alpha + T_{1-2}\cos \beta + T_{1-3}\cos \gamma}{T_{1-1}\sin \alpha + T_{1-2}\sin \beta + T_{1-3}\sin \gamma}$ 이고,

상기 F는 상기 피드백 힘, 상기 mg는 상기 하중의 중력, 상기 T_{1-1}, T_{1-2}, T_{1-3}는 상기 복수 대의 무인 비행체 각각의 제어 추력(thrust force) 및 상기 α, β, γ 는 상기 복수 대의 무인 비행체 각각의 주행 위치로 인해 지면을 기준으로 발생하는 피치(pitch)인 무인 비행체를 이용한 햅틱 시스템.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 사용자 손에 부착된 제1 마커(marker);

상기 줄에 부착된 제2 마커; 및

상기 사용자와 대향되게 위치하여, 상기 제1 및 제2 마커를 촬영하여 상기 제1 및 제2 마커의 영상을 획득하기 위한 영상 촬영기를 더 포함하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 시스템.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 햅틱 장치는, 상기 영상 촬영기를 통해 획득된 상기 제1 마커 영상을 통해 상기 사용자의 손을 검출 및 추적하고 상기 제2 마커 영상을 통해 상기 무인 비행체의 위치를 검출 및 추적하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 시스템.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 햅틱 장치는, 상기 햅틱 포인트가 상기 사용자의 손에 기 설정된 거리 이내로 인접하게 위치하도록 상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 시스템.

청구항 11

기 설정된 무게를 가지는 하중(load)과 무인 비행체 사이에 줄(string)을 통해 연결되어 있는 햅틱 포인트가 사용자 손의 접촉을 인지하는 단계;

상기 사용자 손의 변위를 기반으로 상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정하는 단계; 및

상기 햅틱 포인트에서 상기 무인 비행체의 주행 위치에 대응되는 피드백 힘을 발생시키는 단계를 포함하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 제어 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 사용자의 손의 접촉을 인지하는 단계 이전에,

상기 햅틱 포인트가 사용자 손의 초기 접촉을 인지하는 단계를 더 포함하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 제어 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정하는 단계에서,

상기 사용자 손의 변위를 기반으로 상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정하되, 상기 피드백 힘의 발생을 위한 무인 비행체 제어 벡터를 계산하여 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 렌더링 알고리즘을 이용하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 제어 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 초기 접촉을 인지하는 단계 이전에,

상기 무인 비행체에 적용된 무인 비행체의 입력 파라미터 및 이와 관련된 무인 비행체 제어 벡터를 수집하는 단계; 및

수집된 상기 무인 비행체의 입력 파라미터 및 상기 무인 비행체 제어 벡터를 학습하여 상기 무인 비행체 제어 벡터에 대응되는 상기 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 상기 렌더링 알고리즘을 생성하는 단계를 더 포함하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 제어 방법.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 무인 비행체의 입력 파라미터는,

스로틀(throttle), 요(yaw), 롤(roll) 및 피치(pitch)를 포함하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 제어 방법.

청구항 16

청구항 11에 있어서,

상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정하는 단계에서,

상기 햅틱 포인트의 위치를 기준점이라고 할 때, 상기 기준점에서 상기 하중으로 인해 발생하는 중력 벡터, 상기 무인 비행체 제어 벡터 및 상기 햅틱 포인트로부터 발생되는 피드백 힘 벡터의 합을 0으로 설정하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 제어 방법.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정하는 단계에서,

상기 중력 벡터($\overrightarrow{F}_{gr}$)는 $\{0, 0, mg\}$이고, 상기 피드백 힘 벡터($\overrightarrow{F}$)는 $\{a, b, c\}$ 인 경우, 상기 무인 비행체 제어 벡터($\overrightarrow{T}$)를 $\{-a, -b, -(c+mg)\}$ 기준으로 산출하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 제어 방법.

청구항 18

기 설정된 무게를 가지는 하중(load), 상기 하중 상부에 위치하는 햅틱 포인트 및 상기 햅틱 포인트 상부에 위치하는 무인 비행체가 줄(string)을 통해 연결되어 있는 상태에서, 상기 햅틱 포인트의 사용자 손의 접촉을 인지하면 접촉된 사용자 손의 변위를 기반으로 상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정하고, 상기 무인 비행체의 주행 위치를 기초로 상기 무인 비행체의 주행을 제어하여 상기 햅틱 포인트에서 사용자 접촉에 대한 피드백 힘을 발생시키도록 하기 위한 컨트롤러; 및

상기 무인 비행체에 적용된 무인 비행체의 입력 파라미터 및 이와 관련된 무인 비행체 제어 벡터를 수집 및 학습하여 특정 무인 비행체 제어 벡터에 대응되는 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 렌더링 알고리즘을 획득하는 학습 처리부를 포함하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 장치.

청구항 19

청구항 18에 있어서,

상기 컨트롤러는, 상기 피드백 힘의 발생을 위한 상기 무인 비행체 제어 벡터를 계산하여 상기 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 상기 렌더링 알고리즘을 이용하여 상기 무인 비행체의 주행 위치를 파악하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 장치.

청구항 20

청구항 19에 있어서,

상기 학습 처리부는, 상기 햅틱 포인트에 인접하게 형성된 힘 센서를 통해 측정된 스로틀(throttle), 요(yaw), 롤(roll) 및 피치(pitch)를 포함하는 상기 무인 비행체의 입력 파라미터에 기초한 상기 무인 비행체의 주행으로 발생되는 상기 무인 비행체 제어 벡터를 획득하여 상기 렌더링 알고리즘을 생성하는 무인 비행체를 이용한 햅틱 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은 무인 비행체를 이용한 햅틱 장치, 햅틱 시스템 및 햅틱 제어방법과 관련된다.

배 경 기 술

[0002] 가상현실(virtual reality)은 컴퓨터 등을 사용한 인공적인 기술로 생성한 가상의 공간 상에서 구현되는 실제와 유사한 가상 환경, 가상 상황 또는 해당 기술 자체를 의미할 수 있다. 이때 가상 환경 또는 가상 상황은 사용자의 오감을 자극하여 실제와 유사한 공간적, 시간적 체험을 통해 현실과 가상의 경계를 자유롭게 체험할 수 있도록 할 수 있다.

[0003] 한편, 상술한 가상현실 기술이 다양한 방식으로 보다 실감나게 사용자에게 제공될 수 있도록 드론과 같은 장치를 적용하는 기술도 제안되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2016-0138806호 (2016. 12. 06.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 실시예들은 작업 공간이 상대적으로 넓은 가상 환경에서 햅틱 상호 작용을 렌더링하는데 사용할 수 있는 비접지 방식의 무인 비행체를 이용한 햅틱 장치, 햅틱 시스템 및 햅틱 제어방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 예시적인 실시예에 따르면, 햅틱 시스템은 기 설정된 무게를 가지는 하중(load)의 일단과 줄(string)을 통해 연결되어, 햅틱 장치의 제어에 따라 주행하는 무인 비행체; 상기 하중과 상기 무인 비행체 사이의 상기 줄에 접촉되게 형성되어, 사용자 손의 접촉이 발생함에 따라 상기 무인 비행체의 주행 위치에 대응되는 피드백 힘을 발생시키기 위한 햅틱 포인트; 및 상기 사용자 손의 변위를 기반으로 상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정하되, 상기 피드백 힘의 발생을 위한 무인 비행체 제어 벡터를 계산하여 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 렌더링 알고리즘을 이용하며, 결정된 상기 무인 비행체의 주행 위치를 기초로 상기 무인 비행체의 주행을 제어하기 위한 햅틱 장치를 포함한다.

[0009] 또한, 상기 햅틱 시스템은 상기 햅틱 포인트에 인접하게 형성되어, 스로틀(throttle), 요(yaw), 롤(roll) 및 피치(pitch)를 포함하는 무인 비행체의 입력 파라미터에 기초한 상기 무인 비행체의 주행으로 발생되는 무인 비행체 제어 벡터를 측정하기 위한 힘 센서를 더 포함할 수 있다.

[0010] 상기 햅틱 장치는, 상기 무인 비행체에 적용된 상기 무인 비행체의 입력 파라미터 및 이와 관련된 상기 무인 비행체 제어 벡터를 수집 및 학습하여 상기 무인 비행체 제어 벡터에 대응되는 상기 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 상기 렌더링 알고리즘을 획득할 수 있다.

[0011] 상기 햅틱 장치는, 상기 햅틱 포인트의 위치를 기준점이라고 할 때, 상기 기준점에서 상기 하중으로 인해 발생하는 중력 벡터, 상기 무인 비행체 제어 벡터 및 상기 햅틱 포인트로부터 발생되는 피드백 힘 벡터의 합을 0으로 설정할 수 있다.

[0012] 상기 햅틱 장치는, 상기 중력 벡터($\vec{F}_{gr}$)는 $\{0, 0, mg\}$이고, 상기 피드백 힘 벡터($\vec{F}$)는 $\{a, b, c\}$인 경우, 상기 무인 비행체 제어 벡터($\vec{T}$)를 $\{-a, -b, -(c+mg)\}$ 기준으로 산출할 수 있다.

[0013] 상기 무인 비행체가 한 개인 경우, 상기 햅틱 장치는, 수학식 1을 기초로 상기 햅틱 포인트에서 발생하는 피드

$$\frac{F}{mg} = \frac{T_1 \cos\alpha}{T_1 \sin\alpha}$$

백 힘을 파악하고, 상기 수학식 1은 이고, 상기 F는 상기 피드백 힘, 상기 mg는 상기 하중의 중력, 상기 T_1는 상기 무인 비행체의 제어 추력(thrust force) 및 상기 α는 상기 무인 비행체의 주행 위치로 인해 지면을 기준으로 발생하는 피치(pitch)일 수 있다.

[0014] 상기 무인 비행체가 복수 대인 경우, 상기 햅틱 장치는, 수학식 2를 기초로 상기 햅틱 포인트에서 발생하는 피드백 힘을 파악하고, 상기 수학식 2는

$$\frac{F}{mg} = \frac{T_{1-1}\cos\alpha + T_{1-2}\cos\beta + T_{1-3}\cos\gamma}{T_{1-1}\sin\alpha + T_{1-2}\sin\beta + T_{1-3}\sin\gamma}$$

이고, 상기 F는 상기 피드백 힘, 상기 mg는 상기 하중의 중력, 상기 T_{1-1}, T_{1-2}, T_{1-3}는 상기 복수 대의 무인 비행체 각각의 제어 추력(thrust force) 및 상기 α, β, γ 는 상기 복수 대의 무인 비행체 각각의 주행 위치로 인해 지면을 기준으로 발생하는 피치(pitch)일 수 있다.

[0015] 또한, 햅틱 시스템은 상기 사용자 손에 부착된 제1 마커(marker); 상기 줄에 부착된 제2 마커; 및 상기 사용자와 대향되게 위치하여, 상기 제1 및 제2 마커를 촬영하여 상기 제1 및 제2 마커의 영상을 획득하기 위한 영상 촬영기를 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 햅틱 장치는, 상기 영상 촬영기를 통해 획득된 상기 제1 마커 영상을 통해 상기 사용자의 손을 검출 및 추적하고 상기 제2 마커 영상을 통해 상기 무인 비행체의 위치를 검출 및 추적할 수 있다.

[0017] 상기 햅틱 장치는, 상기 햅틱 포인트가 상기 사용자의 손에 기 설정된 거리 이내로 인접하게 위치하도록 상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정할 수 있다.

[0018] 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따르면, 햅틱 제어 방법은 기 설정된 무게를 가지는 하중(load)과 무인 비행체 사이에 줄(string)을 통해 연결되어 있는 햅틱 포인트가 사용자 손의 접촉을 인지하는 단계; 상기 사용자 손의 변위를 기반으로 상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정하는 단계; 및 상기 햅틱 포인트에서 상기 무인 비행체의 주행 위치에 대응되는 피드백 힘을 발생시키는 단계를 포함한다.

[0019] 또한, 햅틱 제어 방법은 상기 사용자의 손의 접촉을 인지하는 단계 이전에, 상기 햅틱 포인트가 사용자 손의 초기 접촉을 인지하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 햅틱 제어 방법은 상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정하는 단계에서, 상기 사용자 손의 변위를 기반으로 상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정하되, 상기 피드백 힘의 발생을 위한 무인 비행체 제어 벡터를 계산하여 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 렌더링 알고리즘을 이용할 수 있다.

[0021] 또한, 햅틱 제어 방법은 상기 초기 접촉을 인지하는 단계 이전에, 상기 무인 비행체에 적용된 무인 비행체의 입력 파라미터 및 이와 관련된 무인 비행체 제어 벡터를 수집하는 단계; 및 수집된 상기 무인 비행체의 입력 파라미터 및 상기 무인 비행체 제어 벡터를 학습하여 상기 무인 비행체 제어 벡터에 대응되는 상기 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 상기 렌더링 알고리즘을 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0022] 상기 무인 비행체의 입력 파라미터는, 스로틀(throttle), 요(yaw), 롤(roll) 및 피치(pitch)를 포함할 수 있다.

[0023] 또한, 햅틱 제어 방법은 상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정하는 단계에서, 상기 햅틱 포인트의 위치를 기준점이라고 할 때, 상기 기준점에서 상기 하중으로 인해 발생하는 중력 벡터, 상기 무인 비행체 제어 벡터 및 상기 햅틱 포인트로부터 발생되는 피드백 힘 벡터의 합을 0으로 설정할 수 있다.

[0024] 또한, 햅틱 제어 방법은 상기 무인 비행체의 주행 위치를 결정하는 단계에서, 상기 중력 벡터($\vec{F}_{gr}$)는 $\{0, 0, mg\}$이고, 상기 피드백 힘 벡터($\vec{F}$)는 $\{a, b, c\}$ 인 경우, 상기 무인 비행체 제어 벡터($\vec{T}$)를 $\{-a, -b, -(c+mg)\}$ 기준으로 산출할 수 있다.

[0025] 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따르면, 햅틱 장치는 기 설정된 무게를 가지는 하중(load), 상기 하중 상부에 위치하는 햅틱 포인트 및 상기 햅틱 포인트 상부에 위치하는 무인 비행체가 줄(string)을 통해 연결되어 있는 상태에서, 상기 햅틱 포인트의 사용자 손의 접촉을 인지하면 접촉된 사용자 손의 변위를 기반으로 상기 무인

비행체의 주행 위치를 결정하고, 상기 무인 비행체의 주행 위치를 기초로 상기 무인 비행체의 주행을 제어하여 상기 햅틱 포인트에서 사용자 접촉에 대한 피드백 힘을 발생시키도록 하기 위한 컨트롤러; 및 상기 무인 비행체에 적용된 무인 비행체의 입력 파라미터 및 이와 관련된 무인 비행체 제어 벡터를 수집 및 학습하여 특정 무인 비행체 제어 벡터에 대응되는 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 렌더링 알고리즘을 획득하는 학습 처리부를 포함한다.

[0026] 상기 컨트롤러는, 상기 피드백 힘의 발생을 위한 상기 무인 비행체 제어 벡터를 계산하여 상기 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 상기 렌더링 알고리즘을 이용하여 상기 무인 비행체의 주행 위치를 파악할 수 있다.

[0027] 상기 학습 처리부는, 상기 햅틱 포인트에 인접하게 형성된 힘 센서를 통해 측정된 스로틀(throttle), 요(yaw), 롤(roll) 및 피치(pitch)를 포함하는 상기 무인 비행체의 입력 파라미터에 기초한 상기 무인 비행체의 주행으로 발생되는 상기 무인 비행체 제어 벡터를 획득하여 상기 렌더링 알고리즘을 생성할 수 있다.

발명의 효과

[0029] 본 발명의 실시예들에 따르면, 이격된 무인 비행체와의 햅틱 상호 작용을 통해 햅틱 포인트에서의 피드백 힘을 제공할 수 있기 때문에, 사용자가 무인 비행체와 이격된 안전한 상태에서 가상현실 체험 서비스를 제공받을 수 있다는 효과를 기대할 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명의 실시예들은 작업 공간에서 무인 비행체를 비롯하여 실제 햅틱 제어 서비스를 제공하는 대상이 사용자의 신체에 부착되지 않고 이격된 상태에서 사용자의 이동에 따라 이동할 수 있기 때문에, 웨어러블(wearable) 기기에 비해 사용자의 이동이 자유롭고, 이에 따라 활용될 수 있는 분야가 다양할 수 있다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인 비행체를 이용한 햅틱 시스템을 설명하기 위한 블록도

도 2는 도 1의 햅틱 장치를 상세하게 설명하기 위한 블록도

도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 포인트와 무인 비행체 간의 동작 관계를 설명하기 위한 예시도

도 4 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 제어 방법을 설명하기 위한 예시도

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 힘의 합을 설명하기 위한 예시도

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인 비행체 제어 벡터 산출 방법을 설명하기 위한 도면

도 9 내지 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 힘 벡터를 측정하는 방법을 설명하기 위한 예시도

도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 무인 비행체가 복수 대인 경우의 햅틱 제어 방법을 설명하기 위한 예시도

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인 비행체를 이용한 햅틱 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경을 예시하여 설명하기 위한 블록도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하기로 한다. 이하의 상세한 설명은 본 명세서에서 기술된 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 제공된다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

[0034] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수

있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다.

[0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인 비행체를 이용한 햅틱 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.

[0036] 도 1을 참고하면, 무인 비행체를 이용한 햅틱 시스템(101)은 무인 비행체(100), 햅틱 포인트(200), 하중(load)(300) 및 햅틱 장치(400)를 포함한다.

[0037] 무인 비행체(100)는 기 설정된 무게를 가지는 하중(300)의 일단과 줄(string)을 통해 연결되어, 햅틱 장치(400)의 제어에 따라 주행할 수 있다.

[0038] 도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 포인트와 무인 비행체 간의 동작 관계를 설명하기 위한 예시도이다.

[0039] 도 3a 내지 도 3d에서 도시하는 바와 같이, 공중에 떠 있는 상태의 무인 비행(100)가 지면에 인접하게 위치한 하중(300)과 줄을 통해 연결된 상태일 수 있다. 도 3a 내지 도 3d에서, T_1는 무인 비행체(100)의 제어 추력(thrust force)이고, mg는 하중(300)의 중력일 수 있다. 이때, 무게가 m인 하중(300)은 줄을 통해 무인 비행체(100)에 부착된 형태로 위치할 수 있다.

[0040] 햅틱 포인트(200)는 하중(300)과 무인 비행체(100) 사이의 줄에 접촉되게 형성되어, 사용자 손의 접촉이 발생함에 따라 무인 비행체(100)의 주행 위치에 대응되는 피드백 힘(도 3c 및 도 3d의 F)을 발생시키기 위한 구성일 수 있다.

[0041] 도 3b를 참고하면, 사용자와 햅틱 시스템(101) 간의 초기 접촉은 사용자 손이 햅틱 포인트(200)를 초기 접촉함에 따라 햅틱 포인트(200)에서 발생할 수 있다. 이후, 도 3c 및 도 3d를 참고하면, 무인 비행체(100)가 하중(300)을 들어 올린 상태에서 사용자 손이 무인 비행체(100)와 하중(300) 사이의 줄에 형성된 햅틱 포인트(200)를 터치함에 따라 가상 환경에서의 렌더링 서비스를 제공받을 수 있는 것이다. 이때, 햅틱 포인트(200)는 사용자의 터치에 따라 전후좌우 다방면으로 이동할 수 있고, 햅틱 장치(400)의 제어에 따라 사용자의 터치에 대응되는 피드백 힘을 발생시킬 수 있다.

[0042] 도 3c 및 도 3d는 사용자가 햅틱 포인트(200)를 밀거나 당기는 접촉에 따라 햅틱 포인트(200)에서 발생되는 피드백 힘(F)을 나타낸 것이다.

[0043] 도 3c 및 도 3d를 참고하면, 하중(300)으로 인한 중력이 일정하게 유지되기 때문에, 본 실시예들에 따른 햅틱 장치(400)는 무인 비행체(100)의 추력과 피치를 제어하여 접촉 위치의 피드백 힘을 렌더링할 수 있는 것이다.

[0044] 햅틱 장치(400)는 사용자 손의 변위를 기반으로 무인 비행체(100)의 주행 위치를 결정하되, 피드백 힘의 발생을 위한 무인 비행체 제어 벡터를 계산하여 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 렌더링 알고리즘을 이용하며, 결정된 무인 비행체의 주행 위치를 기초로 무인 비행체(100)의 주행을 제어하기 위한 구성일 수 있다.

[0045] 햅틱 장치(400)는 무인 비행체(100)에 적용된 무인 비행체의 입력 파라미터 및 이와 관련된 무인 비행체 제어 벡터를 수집 및 학습하여 무인 비행체 제어 벡터에 대응되는 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 렌더링 알고리즘을 획득할 수 있다.

[0046] 예를 들어, 햅틱 장치(400)는 $\vec{D}\{yaw, roll, pitch, throttle\}$와 같은 무인 비행체의 입력 파라미터와 $\vec{T}\{T_x, T_y, T_z\}$와 같은 무인 비행체 제어 벡터를 수집할 수 있다.

[0047] 상술한 렌더링 알고리즘은 피드백 힘 벡터($\vec{F}$)를 제공하기 위해 무인 비행체(100)가 주행할 무인 비행체 제어 벡터($\vec{T}\{T_x, T_y, T_z\}$)를 계산할 수 있는 알고리즘을 의미할 수 있다.

[0048] 상술한 $\vec{D}$는 $\vec{D} = F(\vec{T}) - mapping\ to\ a\ higher\ dimension$ 일 수 있다. 또한, $\vec{T}\{T_x, T_y, T_z\}$를 $\vec{T'}\{t_x, t_y, t_z, m\}$

로 표현할 수 있다. 이때, m은 스로틀과 관련된 힘 크기(force magnitude)이고, $\{t_x, t_y, t_z\}$는 $\{t_x, t_y, t_z\} = \{\frac{T_x}{m}, \frac{T_y}{m}, \frac{T_z}{m}\}$ - 단위벡터일 수 있다. 상기 단위벡터(unit vector)는 요, 롤 및 피치와 관련된 단위 벡터를 의미할 수 있다.

[0049] 결과적으로, 햅틱 장치(400)는 $\vec{D}\{yaw, roll, pitch, throttle\} = F'(\vec{T}\{t_x, t_y, t_z, m\})$ 를 획득할 수 있다.

[0050] 구체적으로, 햅틱 장치(400)는 상술한 F'를 모델링하기 위해 데이터 기반 접근 방식을 이용할 수 있다. 먼저, 햅틱 장치(400)는 상술한 $\vec{D}$와 $\vec{T}$를 실제 무인 비행체(100)의 설정으로부터 측정하고, 측정된 데이터를 사용하여 $\vec{D}$에서 $\vec{T}$까지의 신경망 학습을 통해 렌더링 알고리즘을 생성할 수 있다. 이후, 햅틱 장치(400)는 실시간으로 주어진 $\vec{T}$에서 $\vec{D}$를 추정하는데 렌더링 알고리즘을 이용할 수 있다.

[0051] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 힘의 합을 설명하기 위한 예시도이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인 비행체 제어 벡터 산출 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0052] 도 7 및 도 8을 참고하면, 햅틱 장치(400)는 햅틱 포인트(200)의 위치를 기준점(P)이라고 할 때, 기준점에서 하중(mg)(300)으로 인해 발생하는 중력 벡터(도 8의 $\vec{F}_{gr}$), 무인 비행체 제어 벡터(도 8의 $\vec{T}$) 및 햅틱 포인트로부터 발생되는 피드백 힘 벡터(도 8의 $\vec{F}$)의 합을 0으로 설정할 수 있다. 즉, $\vec{T} + \vec{F}_{gr} + \vec{F} = 0$ 인 것이다. 이때, 기준점(0)에서 힘 벡터는 서로 상쇄되기 때문에 0일 수 있는 것이다.

[0053] 도 8을 참고하면, 햅틱 장치(400)는 중력 벡터($\vec{F}_{gr}$)가 $\{0, 0, mg\}$이고, 피드백 힘 벡터($\vec{F}$)가 $\{a, b, c\}$ 인 경우, 무인 비행체 제어 벡터($\vec{T}$)를 $\{-a, -b, -(c + mg)\}$ 기준으로 산출할 수 있다. 이때, $\vec{T} = \{-a, -b, -(c + mg)\}$는 $\vec{T} = f(\vec{F}, \vec{F}_{gr})$일 수 있다. 또한, 무인 비행체의 입력 파라미터는 $F(\vec{T}) = F(f(\vec{F}, \vec{F}_{gr}))$ 일 수 있다.

[0054] 한편, 도 3 내지 도 6과 같이, 무인 비행체(100)가 한 개인 경우, 햅틱 장치(400)는 수학식 1을 기초로 햅틱 포인트(200)에서 발생하는 피드백 힘을 파악할 수 있다.

[0056] [수학식 1]

[0057] $$\frac{F}{mg} = \frac{T_1 \cos\alpha}{T_1 \sin\alpha}$$

[0059] 상기 F는 피드백 힘, 상기 mg는 하중의 중력, 상기 T_1는 무인 비행체의 제어 추력(thrust force) 및 상기 α는 무인 비행체의 주행 위치로 인해 지면을 기준으로 발생하는 피치(pitch)(도 7의 α)일 수 있다.

[0060] 도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 무인 비행체가 복수 대인 경우의 햅틱 제어 방법을 설명하기 위한 예시도이다.

[0061] 이하에서는, 햅틱 포인트(200)에 줄로 연결된 무인 비행체가 복수 대((100-1, 100-2, 100-3)인 경우를 예로 들어 설명하기로 한다.

[0062] 도 12를 참고하면, 무인 비행체가 복수 대(100-1, 100-2, 100-3)인 경우, 햅틱 장치(400)는 수학식 2를 기초로 햅틱 포인트(200)에서 발생하는 피드백 힘(F)을 파악할 수 있다.

[0064] [수학식 2]

[0065] $$\frac{F}{mg} = \frac{T_{1-1}\cos\alpha + T_{1-2}\cos\beta + T_{1-3}\cos\gamma}{T_{1-1}\sin\alpha + T_{1-2}\sin\beta + T_{1-3}\sin\gamma}$$

[0067] 상기 F는 피드백 힘, 상기 mg는 하중의 중력, T_{1-1}, T_{1-2}, T_{1-3}는 복수 대의 무인 비행체(100-1, 100-2, 100-3) 각각의 제어 추력(thrust force) 및 상기 α, β, γ 는 상기 복수 대의 무인 비행체(100-1, 100-2, 100-3) 각각의 주행 위치로 인해 지면을 기준으로 발생하는 피치(pitch)(도 12의 α)일 수 있다.

[0068] 도 12와 같이 복수 대의 무인 비행체(100)를 적용한 경우, 햅틱 포인트(200)를 재배치한 후 측면 움직임을 방지하고 안정성을 높이는 효과를 기대할 수 있다. 또한, 복수 대의 무인 비행체(100)를 적용한 경우, 최대 힘이 증가되고 목표 힘 벡터의 방향을 변경할 때 대기 시간이 감소할 수 있다.

[0069] 도 6과 같이, 햅틱 장치(400)는 햅틱 포인트(200)가 사용자의 손에 기 설정된 거리 이내로 인접하게 위치하도록 무인 비행체(100)의 주행 위치를 결정할 수 있다.

[0070] 추가로, 햅틱 시스템(101)은 힘 센서(500), 제1 마커(marker)(510), 제2 마커(530), 영상 촬영기(550) 및 VR 헬멧(virtual reality helmet)(570)을 포함한다.

[0071] 도 9 내지 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 힘 벡터를 측정하는 방법을 설명하기 위한 예시도이다.

[0072] 도 9 내지 도 11을 참고하면, 힘 센서(500)는 햅틱 포인트(200)에 인접하게 형성되어, 스로틀(throttle), 요(yaw), 롤(roll) 및 피치(pitch)를 포함하는 무인 비행체의 입력 파라미터에 기초한 무인 비행체(100)의 주행으로 발생되는 무인 비행체 제어 벡터를 측정하기 위한 구성일 수 있다.

[0073] 예를 들어, 도 9는 무인 비행체(100)가 초기 설정 위치로 비행하기 전의 초기 상태이고, 도 10은 무인 비행체(100)에 스로틀이 입력된 상태이고, 도 11은 무인 비행체(100)에 요, 롤 및 피치가 입력된 상태일 수 있다.

[0074] 힘 센서(500)는 상술한 입력에 따라 무인 비행체(100)가 주행할 때 생성되는 무인 비행체 제어 벡터($\vec{T}$)를 제공하는 것이다. 햅틱 장치(400)는 상술한 다양한 입력을 통해 발생하는 입력들 및 관련 무인 비행체 제어 벡터를 수집하고, 이의 보간(interpolation)을 통해 함수 F를 설정할 수 있다. 이러한 수집된 데이터 집합을 기반으로 새 데이터를 구성할 수 있는 것이다.

[0075] 도 4 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 제어 방법을 설명하기 위한 예시도이다.

[0076] 도 4 내지 도 6을 참고하면, 제1 마커(510)는 사용자 손에 부착된 구성일 수 있다.

[0077] 제2 마커(530)는 줄에 부착된 구성일 수 있다.

[0078] 상술한 제1 및 제2 마커(510, 530)는 영상 촬영기(550)를 통해 촬영되어 비전 기술로 인식하기 위한 대상을 의미할 수 있다. 예를 들어, 제1 및 제2 마커(510, 530)는 기하학적인 형태나 3차원 객체로 구현될 수 있으며, 이에 한정되지 않고, 검정색 바탕의 특이한 색상이나 문양으로 구현되는 것 역시 가능할 수 있다. 마커 인식 과정을 살펴보면, 일단 카메라와 같은 영상 촬영기에 의해서 촬영된 영상을 획득한 후, 영상에서 마커에 대응되는 영역만을 분리하는 방식을 적용할 수 있으며, 이에 한정되지 않는다. 이때, 마커의 영역만을 인식하여 분리하기 위해 유사성 비교 등을 적용할 수 있다.

[0079] 영상 촬영기(550)는 사용자와 대향되게 위치하여, 제1 및 제2 마커(510, 530)를 촬영하여 제1 및 제2 마커(510, 530)의 영상을 획득하기 위한 구성일 수 있다.

[0080] 이때, 영상 촬영기(550)가 사용자와 대향되게 위치한다는 것은 영상 촬영기(550)가 무인 비행체(100), 햅틱 포인트(200) 및 하중(300)을 비롯하여 사용자를 모두 촬영할 수 있는 영역에 위치한다는 것을 의미할 수 있다.

[0081] 도 4 내지 도 6을 참고하면, 햅틱 장치(400)는 영상 촬영기(550)를 통해 획득된 제1 마커 영상을 통해 사용자의 손을 검출 및 추적하고 제2 마커 영상을 통해 무인 비행체(100)의 위치를 검출 및 추적할 수 있다. 도 4 내지

도 6에서 개시하는 제1 및 제2 마커(510, 530)의 위치는 일 예로, 사용자 손의 위치 및 무인 비행체(100)의 위치를 파악하기 위한 위치라면 어느 위치라도 가능하다 할 것이다. 또한, 제1 및 제2 마커(510, 530)의 개수 역시 운용자의 필요에 따라 변경 가능하다 할 것이다.

[0082] 도 4 내지 도 6을 참고하면, 실제 상황(Real)에서의 햅틱 포인트(200)의 위치는 가상 장면(VR)에서 가상 대상(예를 들어, 공룡) 중 사용자 접촉으로 인해 피드백 힘을 발생시킬 위치(예를 들어, 공룡의 입)에 대응될 수 있다.

[0083] 도 5 및 도 6을 참고하면, 햅틱 장치(400)는 영상 촬영기(550) 등을 활용하여 추적된 사용자 손의 위치 및 무인 비행체(100)의 위치를 기초로 햅틱 포인트(200)가 사용자의 손에 인접하도록 무인 비행체(100)의 주행을 제어할 수 있다. 즉, 햅틱 장치(400)는 사용자가 가상 장면에서의 공룡을 터치하고 피드백 힘을 전달받기 용이한 위치(도 5의 벡터 b)로 무인 비행체(100)를 이동 제어하는 것이다.

[0084] 햅틱 장치(400)는 사용자 손의 변위를 기반으로 피드백 힘 벡터($\vec{F}$)를 생성할 수 있다. 이때, 사용자 손의 접촉 위치에서의 피드백 힘은 무인 비행체(100)의 위치를 제어하여 렌더링할 수 있다. 이때, 햅틱 장치(400)는 계산된 무인 비행체 제어 벡터($\vec{T}$)에 따라 무인 비행체(100)로 무인 비행체의 입력 파라미터를 포함하는 비행 명령을 전송할 수 있다. 이때, 무인 비행체의 입력 파라미터는 계산된 무인 비행체 제어 벡터에 대응되는 값일 수 있다.

[0085] VR 헬멧(570)은 사용자 손이 햅틱 포인트(200)를 터치함에 따라 시각을 통해 가상 환경에서 렌더링 서비스를 확인할 수 있도록 하는 구성일 수 있다.

[0087] 도 2는 도 1의 햅틱 장치를 상세하게 설명하기 위한 블록도이다.

[0088] 도 2를 참고하면, 햅틱 장치(400)는 컨트롤러(410), 학습 처리부(430) 및 메모리(450)를 포함할 수 있다.

[0089] 컨트롤러(410)는 기 설정된 무게를 가지는 하중(load)(도 1의 300), 하중(300) 상부에 위치하는 햅틱 포인트(200) 및 햅틱 포인트(200) 상부에 위치하는 무인 비행체(100)가 줄(string)을 통해 연결되어 있는 상태에서, 햅틱 포인트(200)의 사용자 손의 접촉을 인지하면 접촉된 사용자 손의 변위를 기반으로 무인 비행체의 주행 위치를 결정할 수 있다.

[0090] 컨트롤러(410)는 결정된 무인 비행체의 주행 위치를 기초로 무인 비행체(100)의 주행을 제어하여 햅틱 포인트(200)에서 사용자 접촉에 대한 피드백 힘을 발생시키도록 하기 위한 구성일 수 있다. 이때, 컨트롤러(410)를 비롯한 햅틱 장치(400)는 햅틱 제어를 위해 요구되는 정보를 획득하고 제어 정보를 전달하기 위한 구성들, 예를 들어, 무인 비행체(100), 햅틱 포인트(200) 및 힘 센서(500) 등과 유무선 통신을 통해 정보를 송수신함은 당연하다 할 것이다.

[0091] 컨트롤러(410)는 피드백 힘의 발생을 위한 무인 비행체 제어 벡터를 계산하여 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 렌더링 알고리즘을 이용하여 무인 비행체의 주행 위치를 파악할 수 있다.

[0092] 학습 처리부(430)는 무인 비행체(100)에 적용된 무인 비행체의 입력 파라미터 및 이와 관련된 무인 비행체 제어 벡터를 수집 및 학습하여 특정 무인 비행체 제어 벡터에 대응되는 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 렌더링 알고리즘을 획득할 수 있다.

[0093] 구체적으로, 학습 처리부(430)는 햅틱 포인트에 인접하게 형성된 힘 센서(500)를 통해 측정된 스로틀(throttle), 요(yaw), 롤(roll) 및 피치(pitch)를 포함하는 무인 비행체의 입력 파라미터에 기초한 무인 비행체(100)의 주행으로 발생되는 무인 비행체 제어 벡터를 획득하여 렌더링 알고리즘을 생성할 수 있다.

[0094] 메모리(450)는 하중(300)의 무게, 무인 비행체(100)를 비롯한 각 구성의 식별정보 등과 같이 햅틱 장치(400)와 관련된 정보를 모두 저장할 수 있다.

[0095] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인 비행체를 이용한 햅틱 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0096] 도 13에 도시된 방법은 예를 들어, 전술한 햅틱 시스템(101)에 의해 수행될 수 있다. 도시된 흐름도에서는 상기 방법을 복수 개의 단계로 나누어 기재하였으나, 적어도 일부의 단계들은 순서를 바꾸어 수행되거나, 다른 단계와 결합되어 함께 수행되거나, 생략되거나, 세부 단계들로 나뉘어 수행되거나, 또는 도시되지 않은 하나 이상의

단계가 부가되어 수행될 수 있다.

[0097] 101 단계에서, 햅틱 시스템(101)은 무인 비행체(100)에 적용된 무인 비행체의 입력 파라미터 및 이와 관련된 무인 비행체 제어 벡터를 수집할 수 있다. 다음, 햅틱 시스템(101)은 수집된 무인 비행체의 입력 파라미터 및 무인 비행체 제어 벡터를 학습하여 무인 비행체 제어 벡터에 대응되는 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 렌더링 알고리즘을 생성할 수 있다.

[0098] 상기 무인 비행체의 입력 파라미터는 스로틀(throttle), 요(yaw), 롤(roll) 및 피치(pitch)를 포함할 수 있다.

[0099] 103 단계에서, 햅틱 시스템(101)은 햅틱 포인트(200)를 통해 사용자 손의 초기 접촉을 인지할 수 있다.

[0100] 105 단계에서, 햅틱 시스템(101)은 기 설정된 무게를 가지는 하중(load)과 무인 비행체 사이에 줄(string)을 통해 연결되어 있는 햅틱 포인트(200)를 통해 사용자 손의 접촉을 인지할 수 있다.

[0101] 107 단계에서, 햅틱 시스템(101)은 사용자 손의 변위를 기반으로 무인 비행체(100)의 주행 위치를 결정할 수 있다.

[0102] 구체적으로, 햅틱 시스템(101)은 사용자 손의 변위를 기반으로 무인 비행체(100)의 주행 위치를 결정하되, 피드백 힘의 발생을 위한 무인 비행체 제어 벡터를 계산하여 무인 비행체의 입력 파라미터를 추정하기 위한 렌더링 알고리즘을 이용할 수 있다.

[0103] 도 7 및 도 8을 참고하면, 햅틱 시스템(101)은 햅틱 포인트(200)의 위치를 기준점(P)이라고 할 때, 기준점에서 하중(300)으로 인해 발생하는 중력 벡터, 무인 비행체 제어 벡터 및 햅틱 포인트로부터 발생되는 피드백 힘 벡터의 합을 0으로 설정할 수 있다.

[0104] 상기 중력 벡터($\vec{F}_{gr}$)는 $\{0, 0, mg\}$이고, 상기 피드백 힘 벡터($\vec{F}$)는 $\{a, b, c\}$ 인 경우, 햅틱 시스템(101)은 무인 비행체 제어 벡터($\vec{T}$)를 $\{-a, -b, -(c+mg)\}$ 기준으로 산출할 수 있다.

[0105] 109 단계에서, 햅틱 시스템(101)은 햅틱 포인트(200)에서 무인 비행체(100)의 주행 위치에 대응되는 피드백 힘을 발생시킬 수 있다.

[0107] 도 14는 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경(10)을 예시하여 설명하기 위한 블록도이다. 도시된 실시예에 서, 각 컴포넌트들은 이하에 기술된 것 이외에 상이한 기능 및 능력을 가질 수 있고, 이하에 기술된 것 이외에도 추가적인 컴포넌트를 포함할 수 있다.

[0108] 도시된 컴퓨팅 환경(10)은 컴퓨팅 장치(12)를 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 햅틱 시스템(101)일 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치(12)는 햅틱 장치(400) 일 수 있다.

[0109] 컴퓨팅 장치(12)는 적어도 하나의 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16) 및 통신 버스(18)를 포함한다. 프로세서(14)는 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 앞서 언급된 예시적인 실시예에 따라 동작하도록 할 수 있다. 예컨대, 프로세서(14)는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 하나 이상의 프로그램들을 실행할 수 있다. 상기 하나 이상의 프로그램들은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 상기 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서(14)에 의해 실행되는 경우 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 예시적인 실시예에 따른 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다.

[0110] 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 프로그램(20)은 프로세서(14)에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 메모리(랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 컴퓨팅 장치(12)에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수 있다.

[0111] 통신 버스(18)는 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)를 포함하여 컴퓨팅 장치(12)의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.

[0112] 컴퓨팅 장치(12)는 또한 하나 이상의 입출력 장치(24)를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스(22) 및 하나 이상의 네트워크 통신 인터페이스(26)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(22) 및 네트워크 통신 인터페이스(26)는 통신 버스(18)에 연결된다. 입출력 장치(24)는 입출력 인터페이스(22)를 통해 컴퓨팅 장치(12)의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 포인팅 장치(마우스 또는 트랙패드 등), 키보드, 터치 입력 장치(터치패드 또는 터치스크린 등), 음성 또는 소리 입력 장치, 다양한 종류의 센서 장치 및/또는 촬영 장치와 같은 입력 장치, 및/또는 디스플레이 장치, 프린터, 스피커 및/또는 네트워크 카드와 같은 출력 장치를 포함할 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 컴퓨팅 장치(12)를 구성하는 일 컴포넌트로서 컴퓨팅 장치(12)의 내부에 포함될 수도 있고, 컴퓨팅 장치(12)와는 구별되는 별개의 장치로 컴퓨팅 장치(12)와 연결될 수도 있다.

[0114] 이상에서 본 발명의 대표적인 실시예들을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

[0115] 10: 컴퓨팅 환경

12: 컴퓨팅 장치

14: 프로세서

16: 컴퓨터 판독 가능 저장 매체

18: 통신 버스

20: 프로그램

22: 입출력 인터페이스

24: 입출력 장치

26: 네트워크 통신 인터페이스

100: 무인 비행체

101: 햅틱 시스템

200: 햅틱 포인트

300: 하중

400: 햅틱 장치

410: 컨트롤러

430: 학습 처리부

450: 메모리

500: 힘 센서

510: 제1 마커

530: 제2 마커

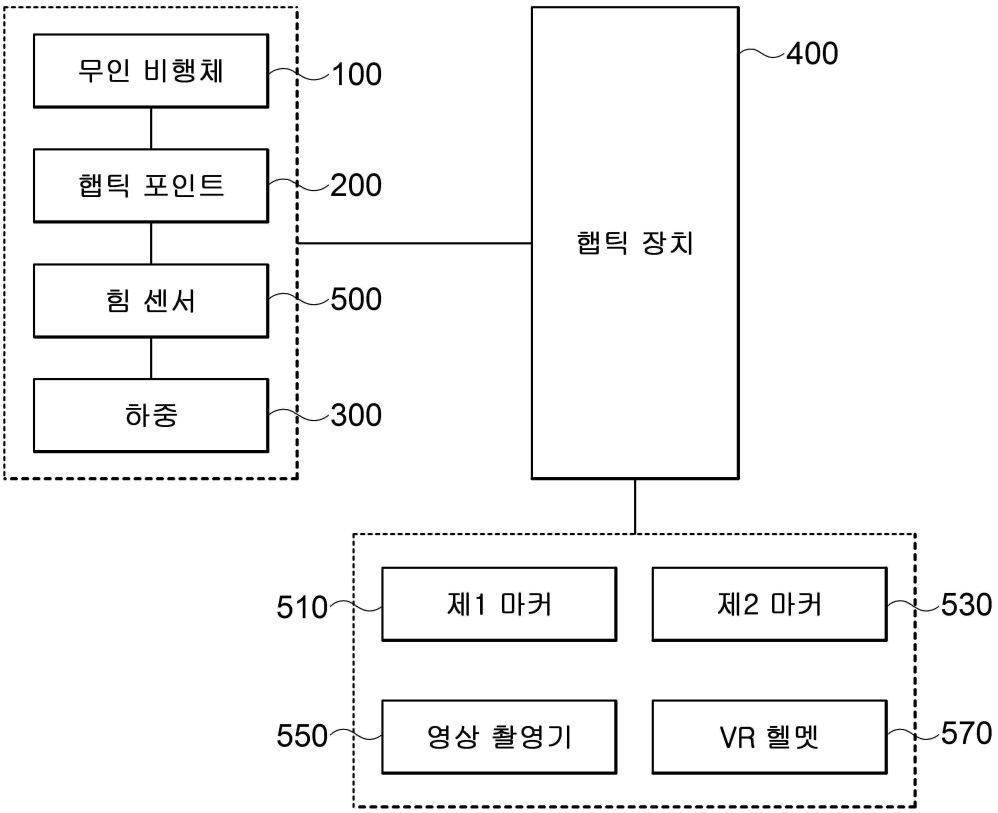
550: 영상 촬영기

570: VR 헬멧

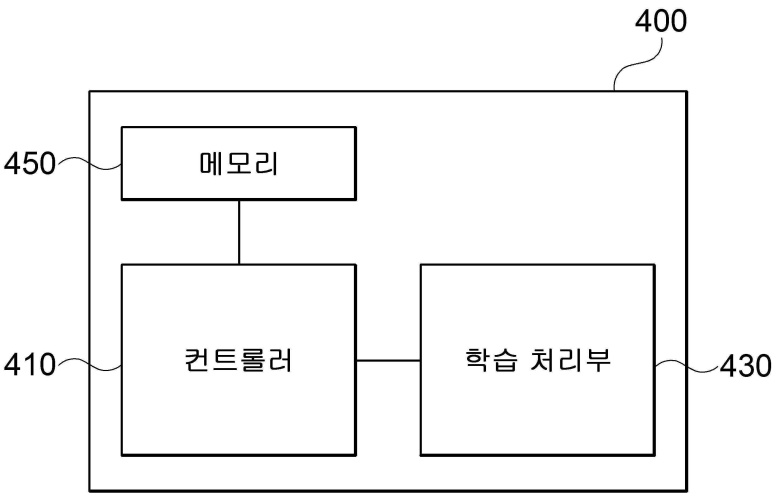
도면

도면1

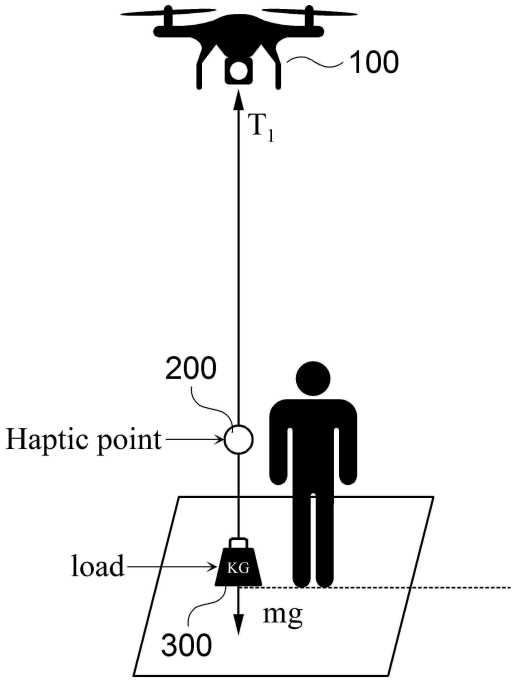
101



도면2

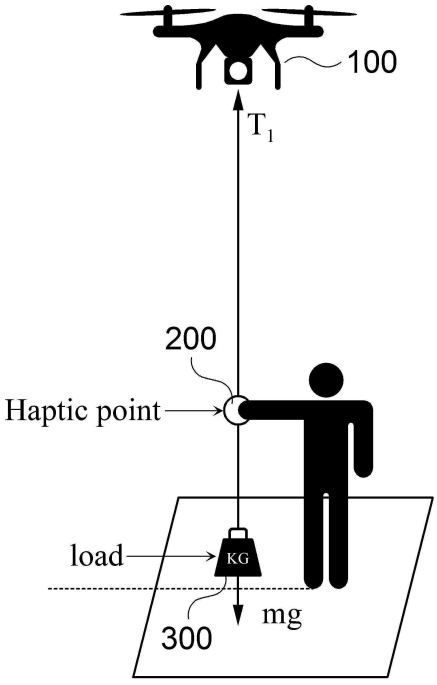


도면3a



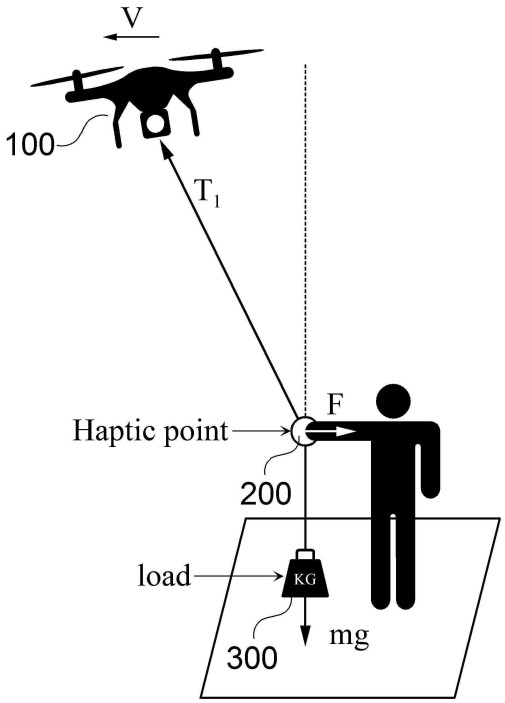
no contact

도면3b



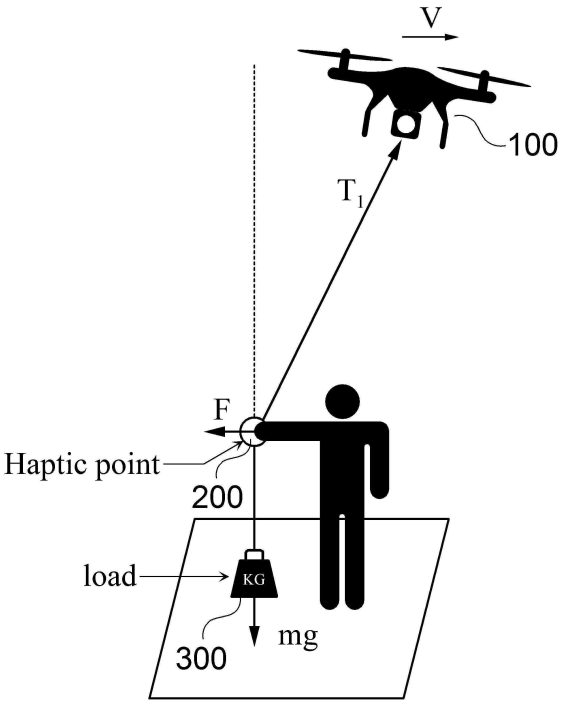
initial contact

도면3c



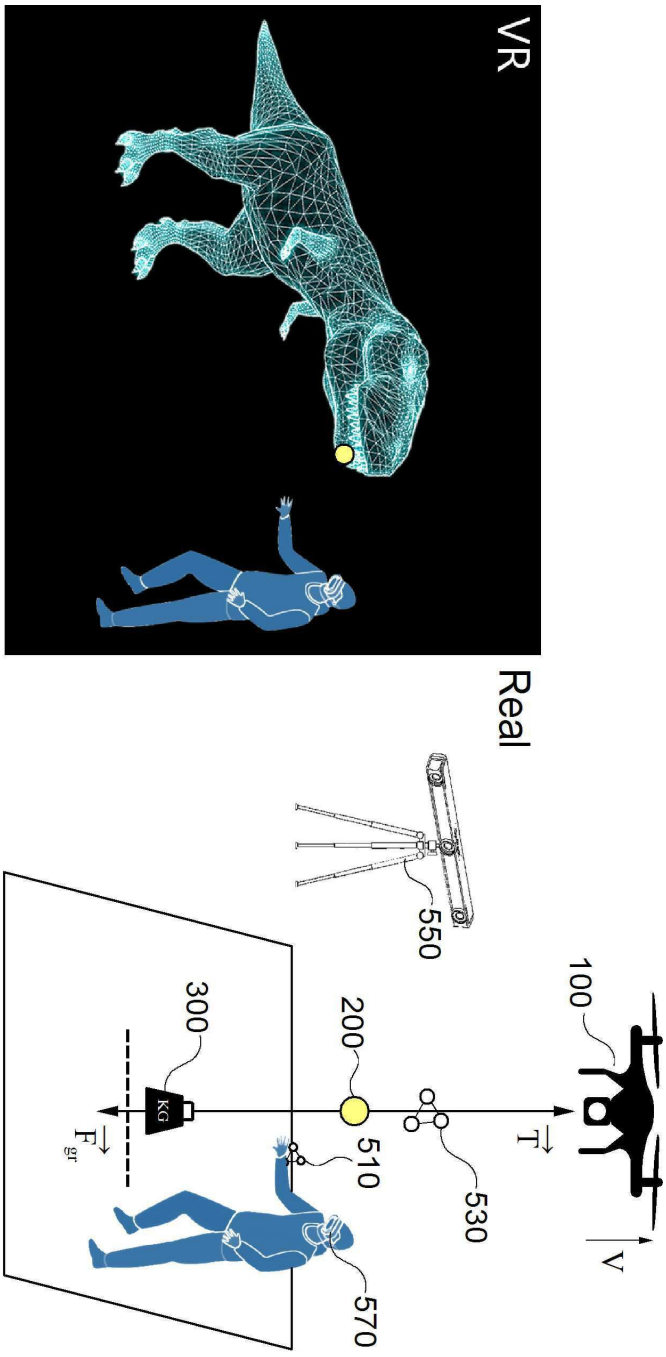
pulling force

도면3d

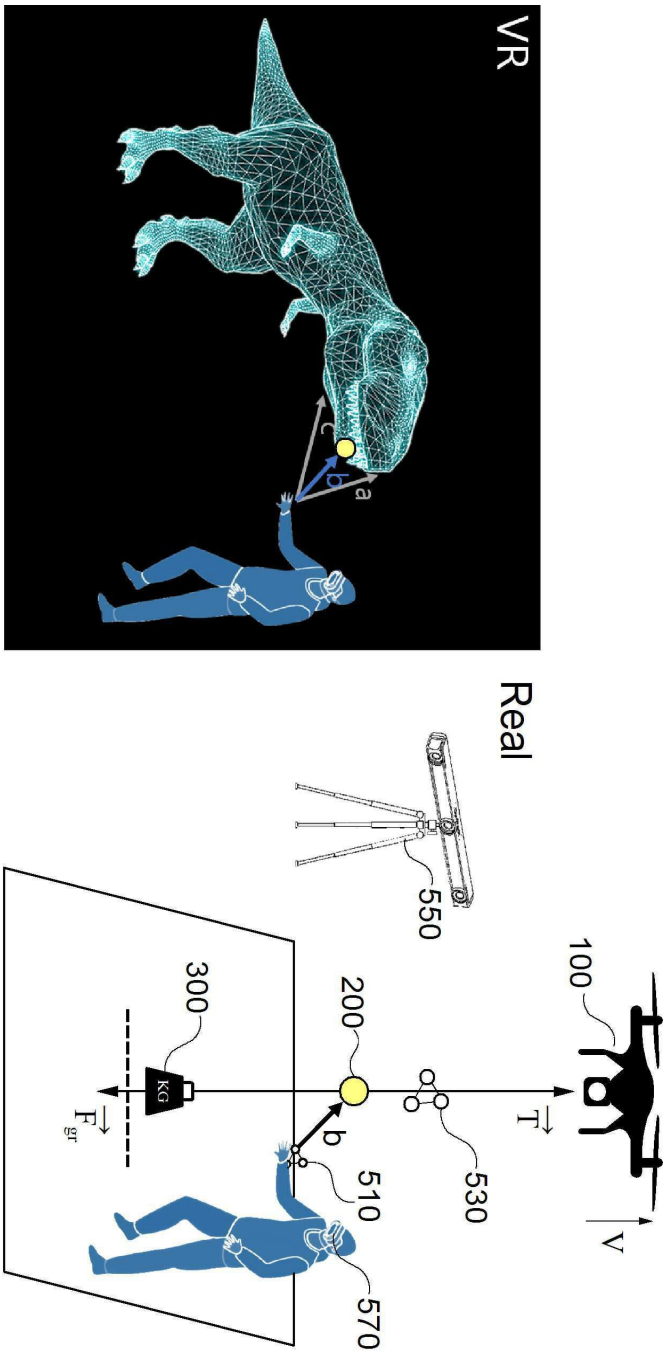


pushing force

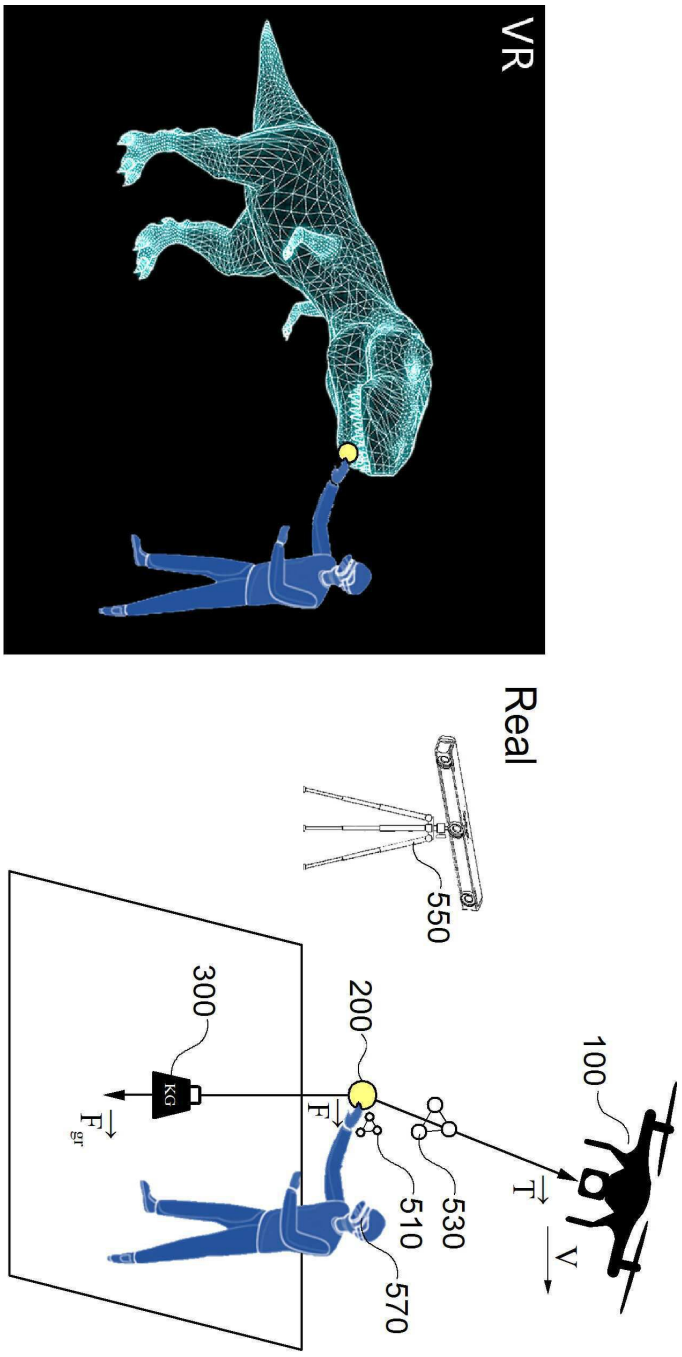
도면4



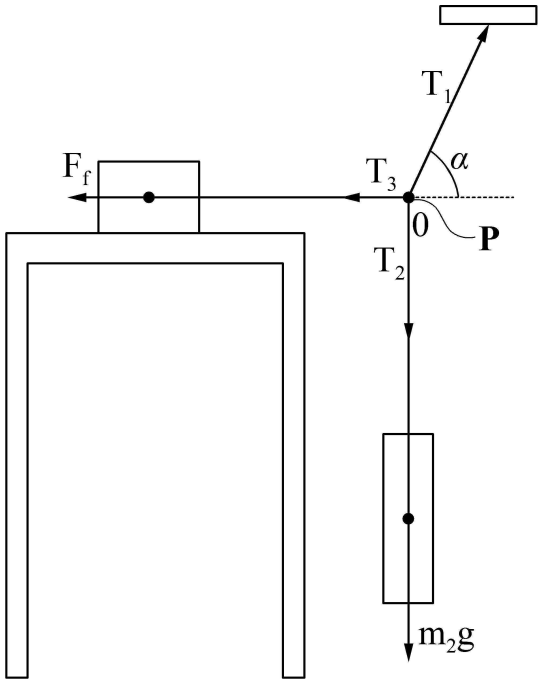
도면5



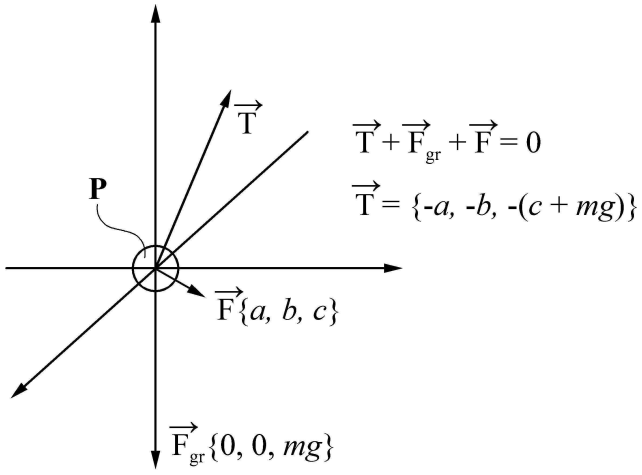
도면6



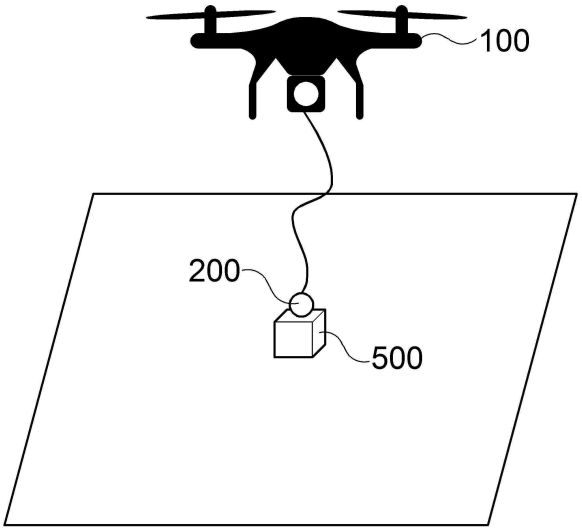
도면7



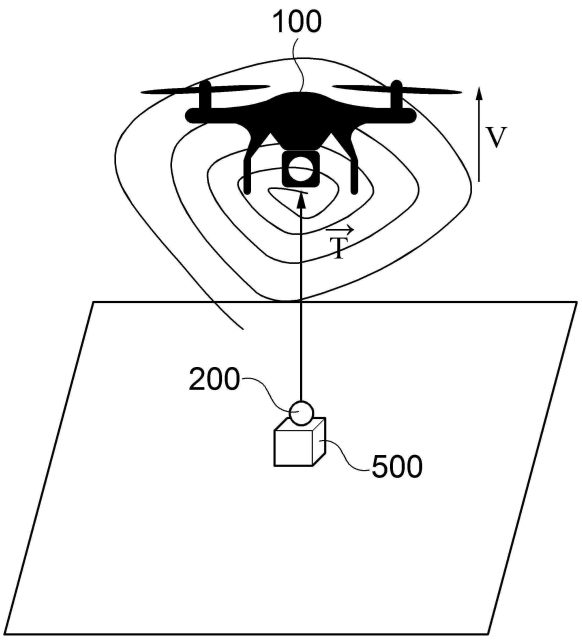
도면8



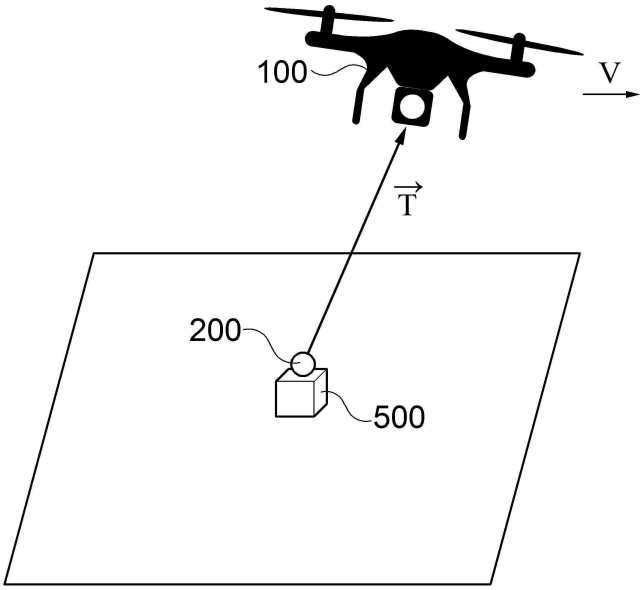
도면9



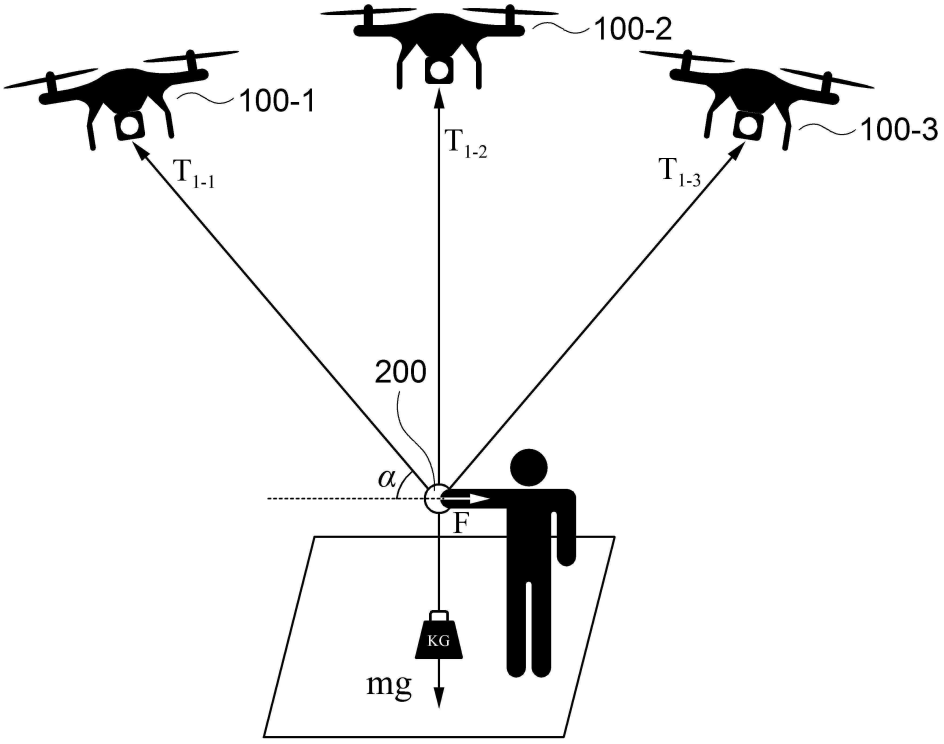
도면10



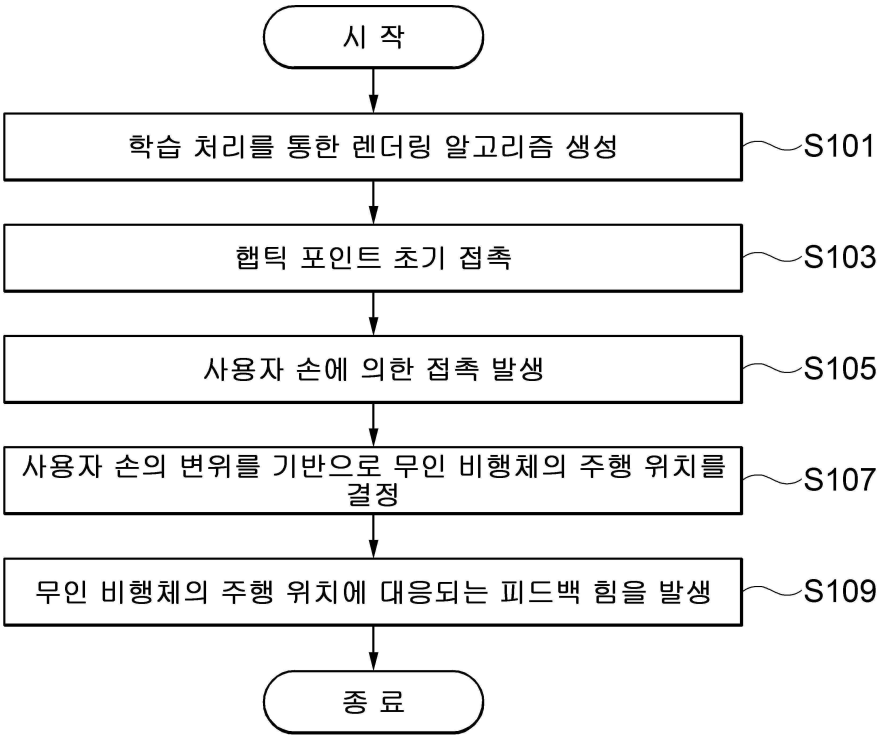
도면11



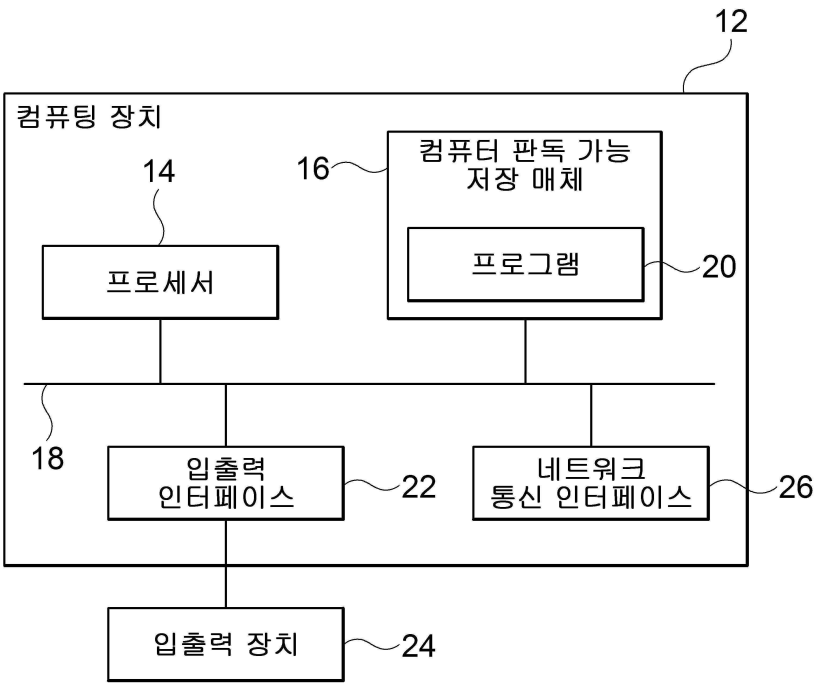
도면12



도면13


시 작
학습 처리를 통한 렌더링 알고리즘 생성
S101
햅틱 포인트 초기 접촉
S103
사용자 손에 의한 접촉 발생
S105
사용자 손의 변위를 기반으로 무인 비행체의 주행 위치를 결정
S107
무인 비행체의 주행 위치에 대응되는 피드백 힘을 발생
S109
종 료

도면14


10
12
컴퓨팅 장치
14
16
컴퓨터 판독 가능 저장 매체
프로세서
프로그램
20
18
입출력 인터페이스
22
네트워크 통신 인터페이스
26
입출력 장치
24