



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0133450
(43) 공개일자 2012년12월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 3/01 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0052085

(22) 출원일자 2011년05월31일

심사청구일자 2011년05월31일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교)

(72) 발명자

유지환

충청남도 천안시 동남구 청당동 한양수자인
408-2004

두 트령 효

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교)

(74) 대리인

박용순, 김희곤, 김인한

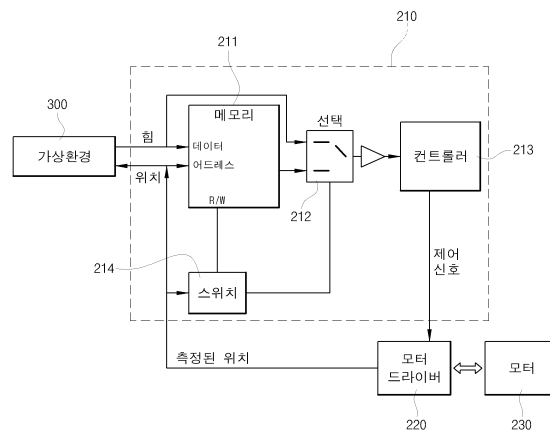
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 햅틱 인터페이스 장치 및 방법, 그리고 원격조종로봇 시스템

(57) 요약

본 발명은 햅틱 인터페이스 장치 및 방법, 그리고 원격조종로봇 시스템을 개시한다. 상기 햅틱 인터페이스 장치는 조작자가 가상환경을 프레스하거나 릴리스함에 따라 스위칭되어 상기 햅틱 인터페이스 장치의 동작 모드를 프레스 모드와 릴리스 모드 사이에서 스위칭하는 스위치와, 상기 가상환경이 프레스될 때 프레스되는 위치들에 대응하여 힘 값을 저장하는 메모리와, 상기 가상환경이 릴리스될 때 릴리스되는 위치에 대응하여 저장된 힘 값을 상기 메모리로부터 판독하고 상기 릴리스되는 위치에 대한 힘 값을 계산한 후, 상기 계산된 기준 힘 값과 상기 저장된 힘 값을 비교하고, 상기 계산된 기준 힘 값이 상기 저장된 힘 값보다 크면 상기 계산된 기준 힘 값을 상기 저장된 힘 값으로 낮추고 상기 계산된 기준 힘 값에 따라 상기 조작자에게 물리적 힘을 작용하는 모터를 제어하는 컨트롤러를 포함한다. 그에 따라, 조작자가 가상환경에 대한 프레스하고 릴리스할 때 동일한 위치에서 동일한 힘이 작용할 수 있으며, 이는 조작자에게 대해 더 평탄한 힘 변형을 가능하게 할 수 있다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

임피던스 타입 햅틱 인터페이스 장치에 있어서,

조작자가 가상환경을 프레스하거나 릴리스함에 따라 스위칭되어 상기 햅틱 인터페이스 장치의 동작 모드를 프레스 모드와 릴리스 모드 사이에서 스위칭하는 스위치와,

상기 가상환경이 프레스될 때 프레스되는 위치들에 대응하여 상기 가상환경으로부터 계산된 기준 힘 값을 저장하는 메모리와,

상기 가상환경이 릴리스될 때 릴리스되는 위치에 대응하여 저장된 기준 힘 값을 상기 메모리로부터 판독하고 상기 가상환경으로부터 계산된 기준 힘 값을 수신한 후, 상기 계산된 기준 힘 값과 상기 저장된 힘 값을 비교하고, 상기 계산된 기준 힘 값이 상기 저장된 힘 값보다 크면 상기 계산된 기준 힘 값을 상기 저장된 힘 값으로 낮추고 상기 계산된 기준 힘 값에 따라 상기 조작자에게 물리적 힘을 작용하는 모터를 제어하는 컨트롤러를 포함하는 것을 특징으로 하는 햅틱 인터페이스 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 메모리, 스위치 및 컨트롤러는 FPGA(field programmable gate array)에 의해 구현되는 것을 특징으로 하는 햅틱 인터페이스 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 가상환경이 프레스되면 증가된 위치를 수신하여 상기 스위치를 프레스 모드로 스위칭하고, 상기 가상환경이 릴리스되면 감소된 위치를 수신하여 상기 스위치를 릴리스 모드로 스위칭하는 스위치 제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 햅틱 인터페이스 장치.

청구항 4

햅틱 인터페이스 방법에 있어서,

조작자가 가상환경을 프레스할 때 프레스되는 위치들에 대응하여 힘 값을 메모리에 저장하는 단계와,

상기 조작자가 상기 가상환경을 릴리스할 때 상기 릴리스되는 위치에 대응하여 저장된 힘 값을 상기 메모리로부터 판독하는 단계와,

상기 릴리스되는 위치에 대한 힘 값을 계산하는 단계와,

상기 계산된 기준 힘 값과 상기 저장된 힘 값을 비교하는 단계와,

상기 계산된 기준 힘 값이 상기 저장된 힘 값보다 크면 상기 계산된 기준 힘 값을 상기 저장된 힘 값으로 낮추는 단계와,

상기 계산된 기준 힘 값에 따라 상기 조작자에게 물리적 힘을 작용하는 모터를 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 햅틱 인터페이스 방법.

청구항 5

어드미턴스 타입 햅틱 인터페이스 장치에 있어서,

조작자가 가상환경을 프레스하거나 릴리스함에 따라 스위칭되어 상기 햅틱 인터페이스 장치의 동작 모드를 프레스 모드와 릴리스 모드 사이에서 스위칭하는 스위치와,

상기 조작자가 상기 가상환경을 프레스할 때 상기 프레스되는 각 힘 및 그에 대응하여 계산된 기준 속도를 저장

하는 메모리와,

상기 조작자가 상기 가상환경을 릴리스할 때 상기 각 힘에 대응하여 저장된 기준 속도를 상기 메모리로부터 판독하고, 상기 각 힘에 대응하여 계산된 속도를 상기 저장된 기준 속도와 비교하고, 상기 계산된 속도가 상기 저장된 기준 속도보다 크면 상기 계산된 속도를 상기 저장된 기준 속도로 낮추고 상기 계산된 속도에 따라 상기 조작자에게 물리적 힘을 작용하는 모터를 제어하는 컨트롤러를 포함하는 것을 특징으로 하는 햅틱 인터페이스 장치.

청구항 6

햅틱 인터페이스 방법에 있어서,

조작자가 가상환경을 프레스할 때 상기 프레스되는 각 힘 및 그에 대응하여 계산된 기준 속도를 저장하는 단계와,

상기 조작자가 상기 가상환경을 릴리스할 때 상기 각 힘에 대응하여 저장된 기준 속도를 상기 메모리로부터 판독하는 단계와,

상기 각 힘에 대응하여 계산된 속도를 상기 저장된 기준 속도와 비교하는 단계와,

상기 계산된 속도가 상기 저장된 기준 속도보다 크면 상기 계산된 속도를 상기 저장된 기준 속도로 낮추는 단계와,

상기 계산된 속도에 따라 상기 조작자에게 물리적 힘을 작용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 햅틱 인터페이스 방법.

청구항 7

햅틱 디바이스의 움직임에 따라 원격로봇이 움직이는 원격조종로봇 시스템에 있어서,

상기 햅틱 디바이스에 의해 상기 원격로봇이 프레스될 때, 상기 햅틱 디바이스의 움직임 또는 상기 원격 로봇의 움직임의 각 위치오차에 대응하여 계산된 기준 힘을 저장하는 메모리와,

상기 햅틱 디바이스에 의해 상기 원격로봇이 릴리스될 때 상기 햅틱 디바이스의 움직임 또는 상기 원격 로봇의 움직임의 각 위치오차에 대응하여 저장된 기준 힘 값을 상기 메모리로부터 판독하고, 상기 햅틱 디바이스의 움직임 또는 상기 원격로봇의 움직임의 각 위치오차에 대하여 계산된 힘과 상기 저장된 기준 힘 값을 비교하고, 상기 계산된 기준 힘이 상기 저장된 힘보다 크면 계산된 기준 힘을 저장된 힘으로 낮추고, 상기 계산된 기준 힘에 따라 상기 햅틱 디바이스 또는 상기 원격로봇에 가해지는 힘을 발생시키는 모터를 제어하는 컨트롤러를 포함하는 것을 특징으로 하는 원격조종로봇 시스템.

청구항 8

햅틱 디바이스의 움직임에 따라 원격로봇이 움직이는 원격조종로봇 시스템에서 햅틱 인터페이스 방법에 있어서,

상기 햅틱 디바이스에 의해 상기 원격로봇이 프레스될 때, 상기 햅틱 디바이스의 움직임 또는 상기 원격 로봇의 움직임의 각 위치오차에 대응하여 계산된 기준 힘을 메모리에 저장하는 단계와,

상기 햅틱 디바이스에 의해 상기 원격로봇이 릴리스될 때 상기 햅틱 디바이스의 움직임 또는 상기 원격 로봇의 움직임의 각 위치오차에 대응하여 저장된 기준 힘 값을 상기 메모리로부터 판독하는 단계와,

상기 햅틱 디바이스의 움직임 또는 상기 원격로봇의 움직임의 각 위치오차에 대하여 계산된 힘과 상기 저장된 기준 힘 값을 비교하는 단계와,

상기 계산된 기준 힘이 상기 저장된 힘보다 크면 계산된 기준 힘을 저장된 힘으로 낮추는 단계와,

상기 계산된 기준 힘에 따라 햅틱 디바이스 또는 원격로봇에 가해지는 힘을 발생시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 햅틱 인터페이스 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 햅틱 인터페이스 장치 및 방법 그리고, 원격조종로봇 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 가상현실 시스템의 발달과 함께 컴퓨터와 같은 제어장치에 명령을 입력하거나 컴퓨터의 출력 제어신호를 사람이 직접 느낄 수 있도록 하는 다양한 형태의 사용자 인터페이스가 급속도로 개발되고 있다. 이러한 사용자 인터페이스 중에서 햅틱 인터페이스가 각광받고 있다.

[0003] 햅틱 인터페이스(Haptic Interface)는 넓은 의미로는 사용자에게 촉감을 전달하는 시스템 전체를 가리킨다. 햅틱 인터페이스(Haptic Interface)의 궁극적인 목적은 모델링 되어있는 가상 환경 혹은 실제 환경의 물리적 특성을 사용자가 햅틱 디바이스를 통하여 똑같이 느끼게 하는 것이다.

[0004] 도 1은 햅틱 인터페이스의 개념을 설명하기 위한 도면이다.

[0005] 도 1을 참조하면, 햅틱 인터페이스 시스템은 사용자가 직접 접촉하게 함으로써 사용자에게 물리적 전달을 통해 촉감을 발생시키는 하드웨어 장치인 햅틱 디바이스(Haptic Device, 햅틱장치), 원격 접촉(Teletaction) 환경 혹은 컴퓨터 그래픽과 물리적 특성치 등으로 이루어진 가상환경, 햅틱 디바이스의 움직임을 가상환경에 전달하고 가상환경과의 접촉력을 햅틱 디바이스로 전달하는 역할을 하는 컨트롤러로 이루어진다. 햅틱 인터페이스는 햅틱 디바이스와 가상의 환경이 하나의 환경에 존재할 수 있도록, 햅틱 디바이스의 위치 변화를 표현하는 가상의 대리자가 가상환경 속에 존재한다.

[0006] 가상의 대리자가 가상의 물체(2)에 부딪쳐서 발생한 힘을 F_E 라고 하고, 사람(10)이 햅틱 디바이스를 통해서 느끼는 힘이 F_m 이라면 두 값이 똑같이 되도록 제어하는 것이 이상적인 햅틱 인터페이스 시스템이다. 이와 같이, 촉각 인터랙션 시스템을 이용하여 촉각을 재현하는 일련의 과정을 햅틱 디스플레이라고 일컫는다.

[0007] 도 5는 조작자가 실제로 가상 환경의 한 지점에 접촉한 경우 위치 대 힘 작용을 나타내는 그래프와, 에너지 대 위치를 나타내는 그래프이다. 도 2의 그래프는 이산-시간(discrete-time) 샘플링, 위치 센서의 제한된 해상도, 및 ZOH로 인해 계단 형상을 나타낸다.

[0008] 도 2(a)에서 실선은 이상적인 선형 스프링의 작용을 나타내며, 점선은 햅틱 인터페이스가 프레스(pressing)되고 릴리스(releasing)되는 경우를 나타낸다. 프레스 커브는 접촉 후에 시작하고, 릴리스 커브는 감지 및 계산 지연으로 인해 분리 후에 끝난다.

[0009] 각 커브 아래의 영역은 프레스 및 릴리스 프로세스 동안 소멸되고 생성된 에너지 량이다. 도 2(b)에는 프레스 시의 에너지량과 릴리스 시의 에너지량을 나타낸다. 도 2(b)를 참조하면, 프레스 단계에서 에너지를 덜 소비시키고, 릴리스 단계에서 에너지를 더 생산한다. 그러므로 인터랙션의 능동성(activity)은 전술한 바와 같이 그래픽적으로 모니터링 될 수 있으며, 만약 릴리스 커브가 위치 대 힘 그래프에서 프레스 커브보다 더 높게 위치된다면, 불안정한 인터랙션이 이루어지는 것으로 말할 수 있다.

[0010] 다시 말해, 도 2의 (b)에 나타난 바와 같이, 출력 에너지(릴리스 경로 이하의 영역)가 입력 에너지(프레스 경로 이하의 영역)보다 대략 더 크다. 이와 같이, 만약 릴리스 커브가 위치 대 힘 그래프에서 프레스 커브보다 더 높게 위치된다면, 불안정한 인터랙션이 이루지는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 전술한 문제를 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 강성이 강한 가상환경과의 접촉 시 인터랙션을 안정화 시키기 위한 햅틱 인터페이스 장치 및 방법, 그리고 원격조종로봇 시스템을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 전술한 문제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 임피던스 타입 햅틱 인터페이스 장치는 조작자가 가상환경을 프레스하거나 릴리스함에 따라 스위칭되어 상기 햅틱 인터페이스 장치의 동작 모드를 프레스 모드와 릴리스 모드 사이에서 스위칭하는 스위치와, 상기 가상환경이 프레스될 때 프레스되는 위치들에 대응하여 상기 가상환경으로부터 계산된 기준 힘 값들을 저장하는 메모리와, 상기 가상환경이 릴리스될 때 릴리스되는 위치에 대응하여 저장된 기준 힘 값을 상기 메모리로부터 판독하고 상기 가상환경으로부터 계산된 기준 힘 값을 수신한

후, 상기 계산된 기준 힘 값과 상기 저장된 힘 값을 비교하고, 상기 계산된 기준 힘 값이 상기 저장된 힘 값보다 크면 상기 계산된 기준 힘 값을 상기 저장된 힘 값으로 낮추고 상기 계산된 기준 힘 값에 따라 상기 조작자에게 물리적 힘을 작용하는 모터를 제어하는 컨트롤러를 포함한다.

[0013] 여기서, 상기 메모리, 스위치 및 컨트롤러는 FPGA(field programmable gate array)에 의해 구현될 수 있다.

[0014] 상기 임피던스 타입 햅틱 인터페이스 장치는 상기 가상환경이 프레스되면 증가된 위치를 수신하여 상기 스위치를 프레스 모드로 스위칭하고, 상기 가상환경이 릴리스되면 감소된 위치를 수신하여 상기 스위치를 릴리스 모드로 스위칭하는 스위치 제어부를 더 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 인터페이스 방법은 조작자가 가상환경을 프레스할 때 프레스되는 위치들에 대응하여 힘 값들을 메모리에 저장하는 단계와, 상기 조작자가 상기 가상환경을 릴리스할 때 상기 릴리스되는 위치에 대응하여 저장된 힘 값을 상기 메모리로부터 판독하는 단계와, 상기 릴리스되는 위치에 대한 힘 값을 계산하는 단계와, 상기 계산된 기준 힘 값과 상기 저장된 힘 값을 비교하는 단계와, 상기 계산된 기준 힘 값이 상기 저장된 힘 값보다 크면 상기 계산된 기준 힘 값을 상기 저장된 힘 값으로 낮추는 단계와,

[0016] 상기 계산된 기준 힘 값에 따라 상기 조작자에게 물리적 힘을 작용하는 모터를 제어하는 단계를 포함한다.

[0017] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 어드미턴스 타입 햅틱 인터페이스 장치는 조작자가 가상환경을 프레스하거나 릴리스함에 따라 스위칭되어 상기 햅틱 인터페이스 장치의 동작 모드를 프레스 모드와 릴리스 모드 사이에서 스위칭하는 스위치와, 상기 조작자가 상기 가상환경을 프레스할 때 상기 프레스되는 각 힘 및 그에 대응하여 계산된 기준 속도를 저장하는 메모리와, 상기 조작자가 상기 가상환경을 릴리스할 때 상기 각 힘에 대응하여 저장된 기준 속도를 상기 메모리로부터 판독하고, 상기 각 힘에 대응하여 계산된 속도를 상기 저장된 기준 속도와 비교하고, 상기 계산된 속도가 상기 저장된 기준 속도보다 크면 상기 계산된 속도를 상기 저장된 기준 속도로 낮추고 상기 계산된 속도에 따라 상기 조작자에게 물리적 힘을 작용하는 모터를 제어하는 컨트롤러를 포함한다.

[0018] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 햅틱 인터페이스 방법은 조작자가 가상환경을 프레스할 때 상기 프레스되는 각 힘 및 그에 대응하여 계산된 기준 속도를 저장하는 단계와, 상기 조작자가 상기 가상환경을 릴리스할 때 상기 각 힘에 대응하여 저장된 기준 속도를 상기 메모리로부터 판독하는 단계와, 상기 각 힘에 대응하여 계산된 속도를 상기 저장된 기준 속도와 비교하는 단계와, 상기 계산된 속도가 상기 저장된 기준 속도보다 크면 상기 계산된 속도를 상기 저장된 기준 속도로 낮추는 단계와, 상기 계산된 속도에 따라 상기 조작자에게 물리적 힘을 작용하는 단계를 포함한다.

[0019] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 햅틱 디바이스의 움직임에 따라 원격로봇이 움직이는 원격조종로봇 시스템은 상기 햅틱 디바이스에 의해 상기 원격로봇이 프레스될 때, 상기 햅틱 디바이스의 움직임 또는 상기 원격로봇의 움직임의 각 위치오차에 대응하여 계산된 기준 힘을 저장하는 메모리와, 상기 햅틱 디바이스에 의해 상기 원격로봇이 릴리스될 때 상기 햅틱 디바이스의 움직임 또는 상기 원격로봇의 움직임의 각 위치오차에 대응하여 저장된 기준 힘 값을 상기 메모리로부터 판독하고, 상기 햅틱 디바이스의 움직임 또는 상기 원격로봇의 움직임의 각 위치오차에 대하여 계산된 힘과 상기 저장된 기준 힘 값을 비교하고, 상기 계산된 기준 힘이 상기 저장된 힘보다 크면 계산된 기준 힘을 저장된 힘으로 낮추고, 상기 계산된 기준 힘에 따라 상기 햅틱 디바이스 또는 상기 원격로봇에 가해지는 힘을 발생시키는 모터를 제어하는 컨트롤러를 포함한다.

[0020] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 햅틱 디바이스의 움직임에 따라 원격로봇이 움직이는 원격조종로봇 시스템에서 햅틱 인터페이스 방법은 상기 햅틱 디바이스에 의해 상기 원격로봇이 프레스될 때, 상기 햅틱 디바이스의 움직임 또는 상기 원격로봇의 움직임의 각 위치오차에 대응하여 계산된 기준 힘을 메모리에 저장하는 단계와, 상기 햅틱 디바이스에 의해 상기 원격로봇이 릴리스될 때 상기 햅틱 디바이스의 움직임 또는 상기 원격로봇의 움직임의 각 위치오차에 대응하여 저장된 기준 힘 값을 상기 메모리로부터 판독하는 단계와, 상기 햅틱 디바이스의 움직임 또는 상기 원격로봇의 움직임의 각 위치오차에 대하여 계산된 힘과 상기 저장된 기준 힘 값을 비교하는 단계와, 상기 계산된 기준 힘이 상기 저장된 힘보다 크면 계산된 기준 힘을 저장된 힘으로 낮추는 단계와, 상기 계산된 기준 힘에 따라 상기 햅틱 디바이스 또는 상기 원격로봇에 가해지는 힘을 발생시키는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 따른 햅틱 인터페이스 장치에 따르면 강성이 강한 가상환경과의 접촉 시 인터랙션이 안정화된다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 햅틱 인터페이스의 개념을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 조작자가 실제로 가상 환경의 한 지점에 접촉한 경우 위치 대 힘 작용을 나타내는 그래프와, 에너지 대 위치를 나타내는 그래프이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 햅틱 디스플레이 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 이론을 설명하기 위한 도면으로 이상적인 힘 대 위치 그래프를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 햅틱 인터페이스 장치의 블록 구성도를 나타낸다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 인터페이스 장치의 프레스 모드에서의 동작을 나타낸 흐름도를 나타낸다.
- 도 7은 본 발명에서 프레스 모드시의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 인터페이스 장치의 릴리스 모드에서의 동작을 나타낸 흐름도를 나타낸다.
- 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 일 실시예에 따라 어드미턴스 타입 햅틱 인터페이스 장치에서 본 발명이 구현된 경우를 나타낸다.
- 도 10a 및 도 10b는 본 발명의 일 실시예에 따라 원격 조종 로봇(Teleoperation) 시스템에서 본 발명이 구현된 경우를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태들에 대해 설명한다. 다만, 실시형태를 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0024] 또한, 도면에서의 각 구성요소들의 크기는 설명을 위하여 과장될 수 있으며, 실제로 적용되는 크기를 의미하는 것은 아니다.
- [0025] 도 3은 본 발명에 따른 햅틱 디스플레이 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.
- [0026] 도 3을 참조하면, 햅틱 디스플레이 시스템은 조작자(Human Operator: HO)(100), 햅틱 인터페이스(200), 및 가상 환경(300)을 포함한다. 조작자(100)는 햅틱 인터페이스(200)를 통해 가상 환경(300)과 인터랙션하는 사람이다. 가상 환경(300)은 어떤 물리적으로 자극된 장면의 컴퓨터 생성 모델이다. 햅틱 인터페이스(200)는 조작자(100)와 가상환경(300) 사이에 있는 어떠한 장치도 가능하며, 예컨대, 햅틱 장치, 센서, 액추에이터, 제어 소프트웨어 및 AD/DA 변환기를 포함한다. 햅틱 인터페이스(200)는 조작자(100)가 가상환경(300)과 서로 에너지를 교환함으로써 인터랙션할 수 있도록 하며, 그에 따라, 햅틱 인터페이스의 설계는 안정성 및 성능 분석에 매우 중요하다. 여기에서, v_h 는 조작자(100)와 햅틱 인터페이스(120)의 인터랙션하는 위치들에서의 속도를 나타내고, f_h 는 조작자(100)가 햅틱 인터페이스(120)에 가하는 힘을 나타낸다.
- [0027] 본 발명은 이러한 햅틱 디스플레이 시스템에서 조작자에게 프레스할 때와 릴리스 할 때에 계산된 출력 힘을 변경함으로써 릴리스 경로를 항상 프레스 경로보다 낮게 하거나 적어도 동일하게 만든다. 그러면, 인터랙션시에 출력 에너지가 입력 에너지보다 더 작거나 적어도 동일하게 되기 때문에 인터랙션은 수동적이 될 것이다.
- [0028] 이를 위해 본 발명은 메모리에 기반하여 구현된다. 구체적으로 본 발명은 조작자가 가상환경을 프레스할 때, 미리 결정된 메모리 영역에 가상환경으로부터의 계산된 기준 힘 출력을 그 대응하는 위치와 함께 저장한다. 그리고, 본 발명은 조작자가 가상환경을 릴리스할 때, 계산된 출력 힘과 저장된 힘을 해당 위치에서 비교한다. 만약 계산된 출력 힘이 저장된 힘과 동일하거나 저장된 힘보다 작다면, 이를 디스플레이하고 그렇지 않다면 계산된 출력 힘을 저장된 힘으로 낮춘다. 이는 프레스 경로가 릴리스 경로보다 위에 위치하게 하거나 또는 적어도 동일하게 유지하도록 하며, 이는 인터랙션의 능동성 즉, 인터랙션이 능동적이 되어 불안정해지는 현상을 회피하도록 한다.
- [0029] 도 4는 본 발명의 이론을 설명하기 위한 도면으로 이상적인 힘 대 위치 그래프를 나타낸 도면이다.

- [0030] 도 4에 도시된 바와 같이, 프레스 과정과 릴리스 과정에서 동일한 힘이 작용하는 것이 바람직하다. 본 발명은 프레스 과정에서 프레스 경로의 각 위치에서의 가상환경으로부터 계산된 기준 힘을 저장하고, 릴리스 과정에서, 프레스 경로의 각 위치에 대응되어 저장된 출력 힘을 릴리스 경로의 각 위치에 대응하여 획득한다.
- [0031] 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 햅틱 인터페이스 장치의 블록 구성도를 나타낸다.
- [0032] 도 5에서 점선으로 된 사각형(210) 내에 있는 구성요소는 햅틱 인터페이스 장치의 주요 구성요소이며, 이는 FPGA(field programmable gate array)에 의해 구현될 수 있다.
- [0033] 도 5를 참조하면, 햅틱 인터페이스 장치는 메모리(211), 스위치(212), 컨트롤러(213), 스위치 제어부(214) 및 모터 드라이버(220) 및 모터(230)를 포함한다.
- [0034] 메모리(211)는 가상환경으로부터 힘 값들을 저장하는데 사용된다. 메모리(211)는 측정된 위치에 대응하여 각각의 힘 출력을 해당 메모리 영역에 저장된다.
- [0035] 스위치 제어부(214)는 스위치(212)를 릴리스 모드와 프레스 모드 사이에서 스위칭하여 힘 출력을 선택한다. 스위치 제어부(214)는 모터드라이버(220)에 연결되어 모터드라이버(220)로부터 측정된 위치를 제공받는다. 스위치 제어부(214)는 측정된 위치에 따라 햅틱 인터페이스 장치를 2가지 동작 모드중 하나로 진입하게 한다. 구체적으로, 2개의 동작 모드는 릴리스 모드와 프레스 모드를 포함한다. 조작자가 가상환경을 프레스할 때 햅틱 인터페이스 장치는 프레스 모드로 진입되며, 조작자가 가상환경을 릴리스할 때 햅틱 인터페이스 장치는 릴리스 모드로 진입된다.
- [0036] 조작자가 가상환경을 프레스하면 위치가 증가하고 스위치 제어부(214)는 모터드라이버(220)로부터 증가된 위치를 제공받는다. 그러면, 스위치 제어부(214)는 스위치(212)를 프레스 모드로 스위칭한다. 또한, 스위칭 제어부(214)는 모터드라이버(220)로부터 증가된 위치를 제공받으면 메모리(211)를 기록(write) 가능하도록 제어한다. 그에 따라, 메모리(211)는 모터드라이버(220)로부터 제공되는 측정된 위치들과 그에 대응하는 가상환경에서 대응된 힘을 저장한다. 그에 따라, 모터드라이버(220)는 위치 변위의 모든 변화를 검출하여 변화된 위치들을 제공해야 한다.
- [0037] 이를 위해 FPGA는 모든 위치 변화를 검출하기 위해 가능한 빠른 클럭을 가져야 하며, 각 위치 변화 이벤트에서 관독/기록하기 위해 가능한 빠르게 메모리를 액세스해야 한다. 이러한 기능들은 FPGA를 통해 구현될 수 있다.
- [0038] 이렇게 함으로써, 메모리(211)는 프레스 모드에서 프레스 경로의 모든 위치들과 그에 대응하는 가상환경으로부터 계산된 기준 힘의 출력값을 저장한다. 즉, 프레스 모드로 진입하면, 메모리(211)는 각각의 위치에서 가상환경으로부터의 계산된 기준 힘의 출력값을 그 대응하는 위치와 함께 저장한다.
- [0039] 그리고, 조작자 가상 환경으로부터 빠져나오면 위치는 감소하고 스위치 제어부(214)는 스위치(212)를 릴리스 모드로 스위칭한다. 또한, 스위칭 제어부(214)는 모터드라이버(220)로부터 감소된 위치를 제공받으면 메모리(211)를 관독 가능하도록 제어한다.
- [0040] 그에 따라, 메모리(211)는 모터드라이버(220)로부터 제공되는 측정된 위치들과 그에 대응하는 가상환경에서 대응된 힘을 컨트롤러(213)에 제공한다. 컨트롤러(213)는 릴리스 모드에서 릴리스 위치를 제공받는다. 이 때, 컨트롤러(213)는 검출된 릴리스 위치에 대응하여 메모리(211)에 저장된 힘을 메모리(211)로부터 관독하거나 제공받는다. 또한, 컨트롤러(213)는 릴리스 위치에 대응하여 가상환경(300)으로부터 계산된 기준 출력 힘을 제공받는다.
- [0041] 컨트롤러(213)는 해당 릴리스 위치에 대하여 계산된 출력 힘과 저장된 힘을 비교한다. 만약 계산된 기준 출력 힘이 저장된 힘과 동일하거나 저장된 힘보다 작다면, 컨트롤러(213)는 계산된 기준 출력 힘에 따라 모터드라이버(220)를 제어하여 조작자에게 힘을 작용하는 모터(230)를 제어한다. 그리고, 계산된 출력 기준 힘이 저장된 힘보다 크면 계산된 기준 출력 힘을 저장된 힘으로 낮춘다. 이는 프레스 경로가 릴리스 경로보다 위에 위치하게 하거나 또는 적어도 동일하게 유지하도록 한다.
- [0042] 그에 따라, 본 발명에 따른 햅틱 인터페이스 장치는 조작자가 가상환경에 대한 프레스하고 릴리스할 때 인터랙션을 안정화 시킬 수 있는 효과를 갖는다.
- [0043] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 인터페이스 장치의 프레스 모드에서의 동작을 나타낸 흐름도를 나타낸다.
- [0044] 도 6을 참조하면, 햅틱 인터페이스 장치는 단계 410에서 프레스 모드에 진입하는 지를 판단한다. 조작자가 가상

환경을 프레스하면 위치가 증가하고 증가된 위치에 따라 햅틱 인터페이스 장치는 프레스 모드로 진입한다. 햅틱 인터페이스 장치는 프레스 모드에 진입하면 단계 420에서 프레스 위치를 검출하는 지를 판단한다. 햅틱 인터페이스 장치는 조작자가 가상환경을 프레스하는 위치를 검출하고, 단계 430에서 프레스 위치값 및 대응하는 힘 값을 저장한다.

- [0045] 이와 같이, 햅틱 인터페이스 장치는 프레스 위치를 검출하고 그에 대응하는 힘 값을 저장하는데, 이 동작에 대해 도 7을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0046] 도 7은 본 발명에서 프레스 모드시의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0047] 본 발명에 따라 햅틱 인터페이스 장치는 프레스 모드에서 위치 변위의 모든 변화를 검출하여 변화된 위치들을 검출한다. 이를 위해 햅틱 인터페이스 장치는 빠른 클록을 갖는다. 여기에서 위치변화는 펄스의 형태로 발생할 수 있다. 즉, 햅틱 인터페이스 장치는 펄스가 검출되면 변화된 위치를 검출하고, 변화된 위치에 대응하여 가상환경(300)으로부터 계산된 기준 힘을 저장한다.
- [0048] 도 7을 참조하여 설명하면, 프레스 모드에서 위치 X_1 에서 위치 X_2 로 위치 변화할 때, 가상환경(300)으로부터의 힘이 F_1 에서 F_2 로 갱신될 수 있다. 햅틱 인터페이스 장치는 가상환경(300)으로부터의 힘이 F_1 에서 F_2 로 갱신되면 다음 펄스가 검출될 때까지 대기한다. 구체적으로, 위치 X_1 과 X_2 사이에서 가상환경(300)으로부터 힘 F_2 가 갱신된다. 이 경우, $F_2 = F_{ve}(X_1)$ 으로 계산된다. 여기에서 F_{ve} 는 위치 X_1 과 X_2 사이에서 갱신된 힘 값이다. 햅틱 인터페이스 장치는 다음 펄스가 검출되면 즉, 위치가 X_2 로 검출되면, 갱신된 힘을 변화된 위치 X_2 에 대응하여 저장하도록 한다.
- [0049] 이어서, 햅틱 인터페이스 장치는 단계 440에서 프레스 모드가 종료하는 지를 판단하고, 프레스 모드가 종료하지 않으면 단계 420으로 되돌아 간다. 이러한 방식으로 햅틱 인터페이스 장치는 프레스되는 모든 위치를 검출하고 검출된 위치들과 그에 대응하는 가상환경에서 대응된 힘을 저장한다.
- [0050] 이를 위해 햅틱 인터페이스 장치는 FPGA에 의해 구현되는 것이 바람직하다. 이 경우, FPGA는 모든 위치 변화를 검출하기 위해 가능한 빠른 클록을 가져야 하며, 각 위치 변화 이벤트에서 판독/기록하기 위해 가능한 빠르게 메모리를 액세스해야 하도록 구현된다.
- [0051] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 인터페이스 장치의 릴리스 모드에서의 동작을 나타낸 흐름도를 나타낸다. 도 8을 참조하면, 햅틱 인터페이스 장치는 단계 510에서 프레스 모드에 진입하는 지를 판단한다. 조작자 가상 환경으로부터 빠져나오면 위치는 감소하고 감소된 위치에 따라 햅틱 인터페이스 장치는 릴리스 모드로 진입한다.
- [0052] 햅틱 인터페이스 장치는 릴리스 모드에 진입하면 단계 520에서 릴리스 위치를 검출하는 지를 판단한다. 이어서, 햅틱 인터페이스 장치는 릴리스 위치를 판독하면, 단계 530에서 검출된 위치에 대한 저장된 값을 메모리로부터 판독한다. 전술한 바와 같이, 메모리는 프레스 모드시 모든 프레스 위치 값들에 대응하여 힘 값들을 저장하고 있다. 즉, 햅틱 인터페이스 장치는 메모리로부터 해당 검출된 위치에 대하여 메모리에 저장된 힘을 판독한다.
- [0053] 그런 다음, 햅틱 인터페이스 장치는 단계 540에서 가상환경으로부터 계산된 기준 힘이 저장된 힘보다 작거나 동일한 지를 판단한다. 여기에서, 계산된 기준 힘은 가상환경으로부터 제공받는다. 만약 계산된 기준 힘이 저장된 힘보다 작거나 동일하면, 햅틱 인터페이스 장치는 단계 560으로 진행한다.
- [0054] 계산된 기준 힘이 저장된 힘보다 크면 햅틱 인터페이스 장치는 단계 550으로 진행하여 계산된 기준 힘을 저장된 힘으로 낮추고 단계 560으로 진행한다. 이에 따라 프레스 경로가 릴리스 경로보다 위에 위치하게 하거나 또는 적어도 동일하게 유지하도록 한다.
- [0055] 햅틱 인터페이스 장치는 단계 560에서 계산된 기준 힘을 디스플레이한다. 즉, 햅틱 인터페이스 장치는 계산된 기준 힘에 따라 모터드라이버를 제어하여 조작자에게 물리적 힘을 작용하는 모터를 제어한다.
- [0056] 한편, 전술한 본 발명의 실시예는 햅틱 인터페이스 장치가 임피던스 타입인 경우에 대응하는데, 본 발명은 임피던스 타입에 한정되지 않는다. 예컨대, 본 발명의 개념은 어드미턴스 타입(Admittance type) 햅틱 인터페이스 장치 또는 원격조종로봇(Teleoperation)에 적용될 수 있다.
- [0057] 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 일 실시예에 따라 어드미턴스 타입 햅틱 인터페이스 장치에서 본 발명이 구현된 경우를 나타낸다.
- [0058] 도 9a는 어드미턴스 타입 햅틱 인터페이스 장치에서 본 발명의 개념을 설명하기 위한 도면이고, 도 9b는 이상적

인 속도 대 힘 그래프를 나타낸 도면이다.

[0059] 도 9a를 참조하면, 어드미턴스 타입 햅틱 인터페이스 장치는 조작자가 햅틱 인터페이스에 가하는 힘에 대해 가상환경으로부터 속도(V_e)가 계산되어 저장된다. 예컨대, 힘 F_n 이 가상환경에 가해지면, 가해진 힘에 $Z(s)$ 의 크기만큼 반비례하여 속도가 계산된다. 이를 수학식으로 표현하면 다음과 같다.

$$V_e = \frac{1}{Z(s)} F_n$$

[0060]

[0061] 따라서, 이러한 어드미턴스 타입 햅틱 인터페이스 장치에 본 발명의 개념을 적용하면 다음과 같다. 어드미턴스 타입 햅틱 인터페이스 장치는 프레스 모드에서 가해진 힘 F_n 에 대응하여 계산된 속도 V_e 를 저장한다. 이후, 릴리스 모드에서 어드미턴스 타입 햅틱 인터페이스 장치는 각 힘에 대응하여 저장된 기준 속도와 각 힘에 대응하여 계산된 속도를 비교하여 상기 계산된 속도가 저장된 기준 속도보다 높으면 저장된 기준 속도로 낮춘다.

[0062] 도 10a 및 도 10b는 본 발명의 일 실시예에 따라 원격조종로봇(Teleoperation) 시스템에서 본 발명이 구현된 경우를 나타낸다. 도 10a는 원격조종로봇 시스템에서 본 발명의 개념을 설명하기 위한 도면이고, 도 10b는 이상적인 속도 대 위치 위치오차 대 힘 그래프를 나타낸 도면이다.

[0063] 도 10a를 참조하면, 원격조종로봇 시스템에서는 조작자의 조작에 대응하여 원격로봇이 제어된다. 예컨대, 조작자가 햅틱 디바이스를 X_m 의 거리만큼 움직이면, 원격로봇도 X_s 만큼 이동한다. $\tilde{X}_m$, $\tilde{X}_s$ 은 각각 햅틱 디바이스 및 원격로봇의 움직임이 통신을 통해 전달됨에 따라 변경된 움직임들을 나타낸다.

[0064] 여기에서, 햅틱 디바이스에 가해지는 모터 힘은 F_m 으로 표현되어 있으며, 그에 따라, 원격 로봇에 가해지는 모터 힘은 (출력) F_s 로 표현되어 있다.

[0065] 본 발명의 일 실시예에 따라, 원격조종로봇 시스템은 프레스 모드에서, 즉 상기 햅틱 디바이스에 의해 상기 원격로봇이 프레스될 때 햅틱 디바이스의 움직임 또는 원격로봇의 움직임의 각 위치오차에 대응하여 계산된 기준 힘을 저장한다.

[0066] 이후, 릴리스 모드에서 즉, 상기 햅틱 디바이스에 의해 상기 원격로봇이 릴리스될 때, 원격조종로봇 시스템은 햅틱 디바이스의 움직임 또는 원격로봇의 움직임의 각 위치오차에 대응하여 저장된 기준 힘 출력과 계산된 힘 출력을 비교하고, 계산된 기준 힘이 저장된 힘보다 크면 계산된 기준 힘을 저장된 힘으로 낮춘다. 그리고, 원격조종로봇 시스템은 계산된 기준 힘에 따라 상기 햅틱 디바이스 또는 상기 원격로봇에 대한 물리적 힘을 작용하는 모터를 제어한다.

[0067] 이와 같이, 본 발명은 임피던스 타입의 햅틱 인터페이스 장치 뿐만 아니라 어드미턴스 타입의 햅틱 인터페이스 장치는 물론 원격조종로봇 시스템에도 적용할 수 있다.

[0068] 진술한 바와 같은 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였다. 그러나 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능하다. 본 발명의 기술적 사상은 본 발명의 진술한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

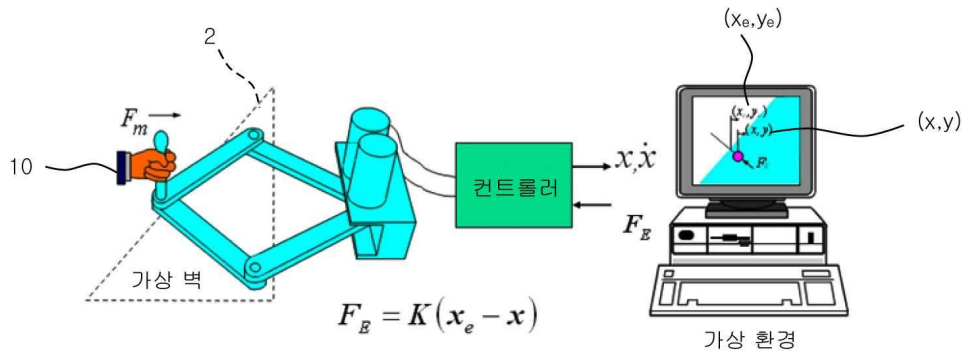
부호의 설명

[0069]

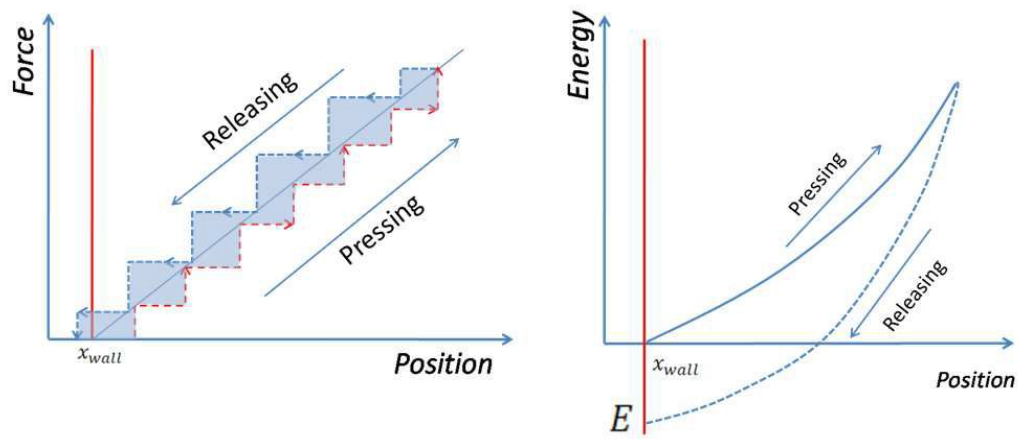
100: 조작자	200: 햅틱 인터페이스 장치
300: 가상환경	211: 메모리
212: 스위치	213: 컨트롤러
214: 스위치 제어부	220: 모터 드라이버
230: 모터	

도면

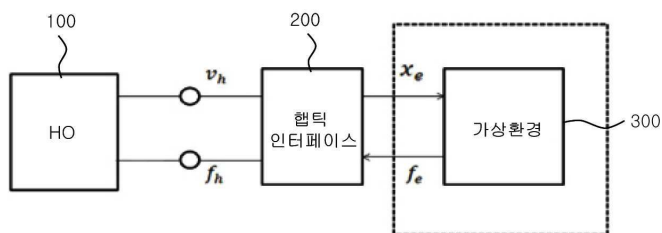
도면1



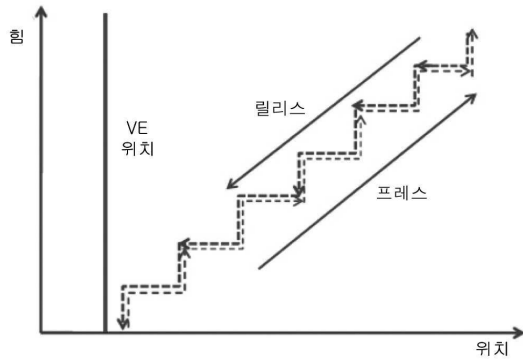
도면2



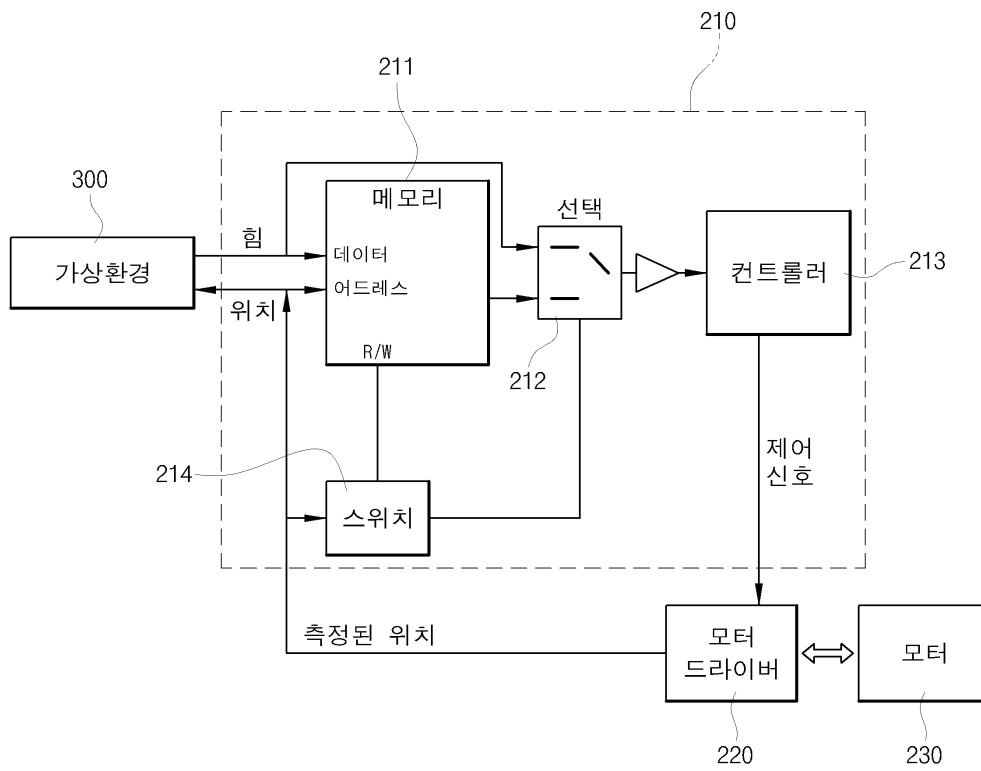
도면3



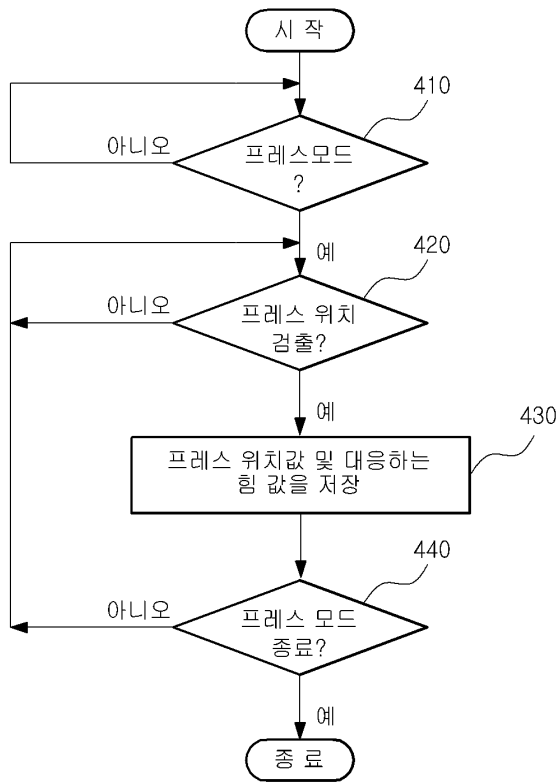
도면4



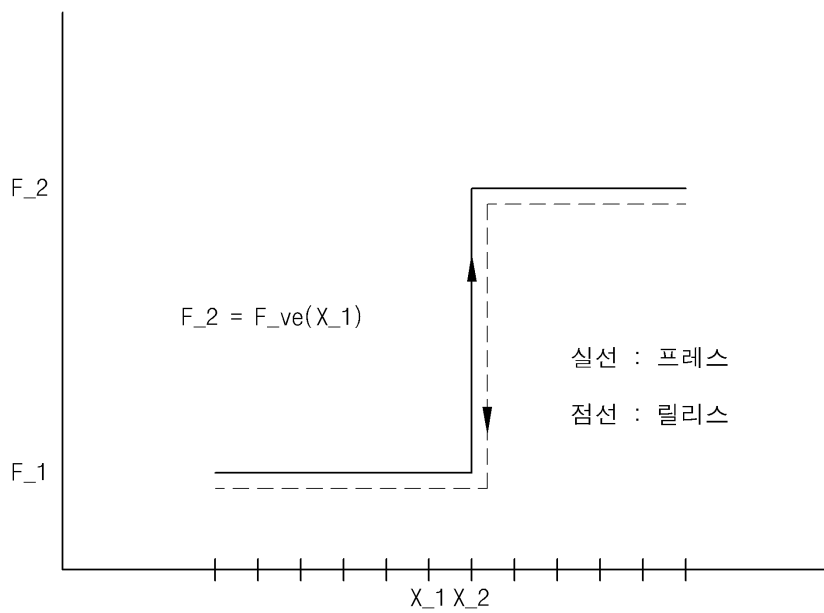
도면5



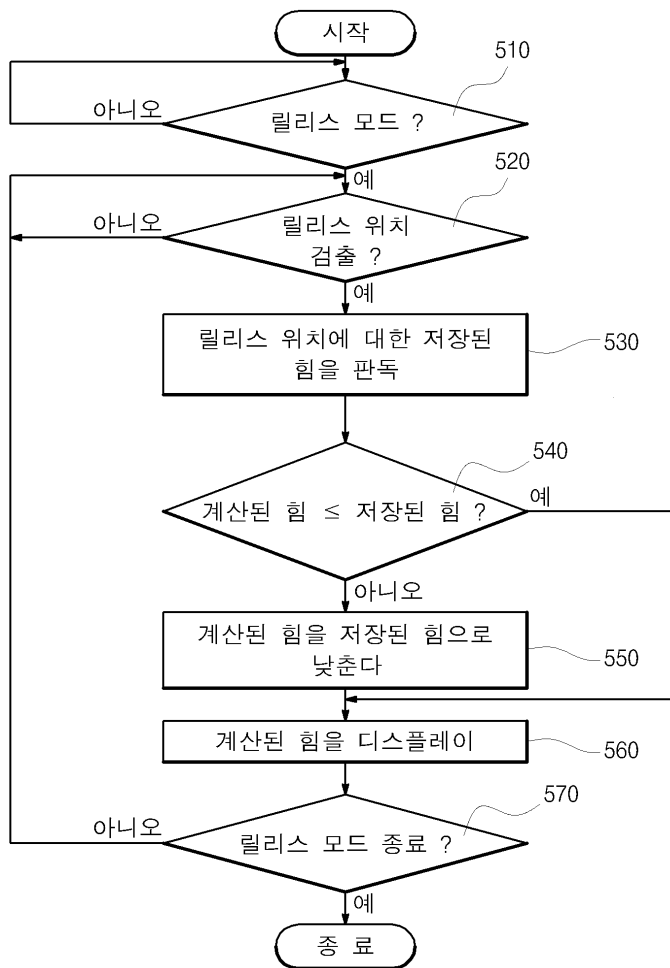
도면6



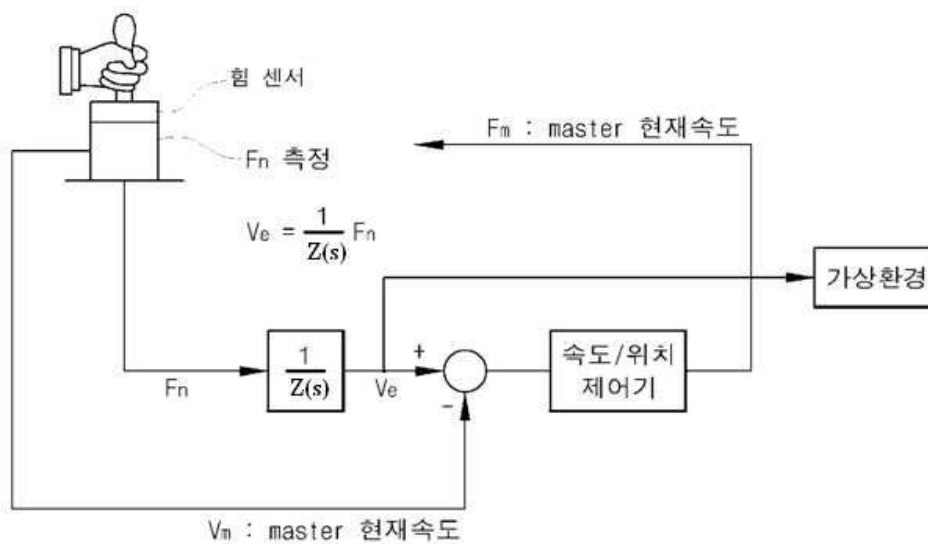
도면7



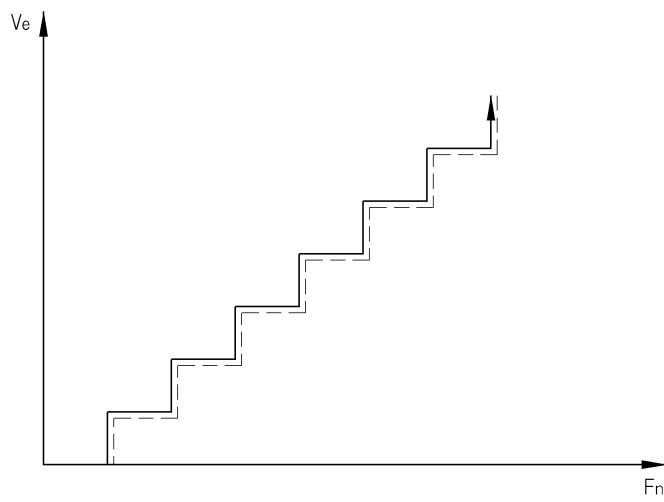
도면8



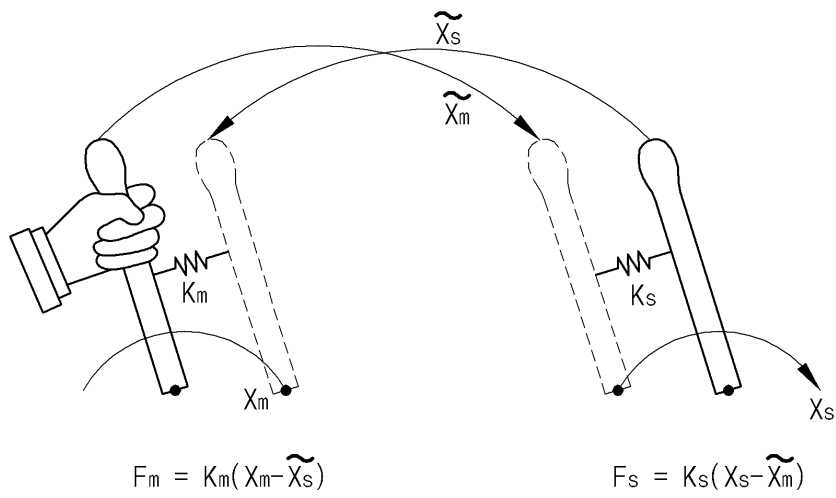
도면9a



도면9b



도면10a



도면10b

