



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0041743
(43) 공개일자 2015년04월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0132274
(22) 출원일자 2014년10월01일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
14/048,374 2013년10월08일 미국(US)

(71) 출원인
임머숀 코퍼레이션
미국 95134 캘리포니아주 산 호세 리오 로블스 30
(72) 발명자
간디 카나브
미국 94086 캘리포니아주 써니베일 넘버234 비센
티 드라이브 1291
랭크 스티븐 디
미국 95119 캘리포니아주 산호세 바하아 코트 201
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 백만기

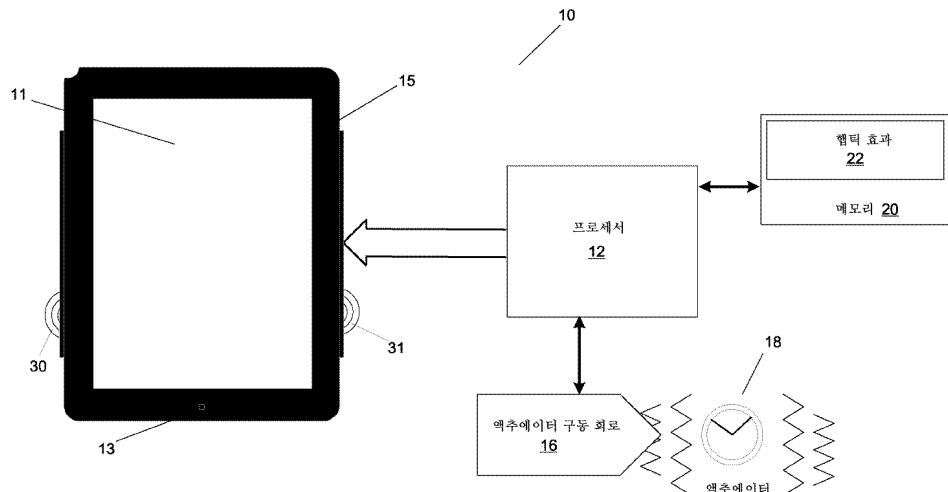
전체 청구항 수 : 총 27 항

(54) 발명의 명칭 **캐스케이딩을 최소화하면서 햅틱 효과들을 생성하기**

(57) 요약

액추에이터를 이용하여 햅틱 효과들을 생성하는 시스템은, 햅틱 효과를 정의하는 햅틱 효과 정의를 수신한다. 시스템은 액추에이터가 햅틱 효과를 생성할 수 있는지를 판정하여 햅틱 효과 정의를 전-처리한다. 그 후 시스템은 햅틱 효과의 생성 동안 액추에이터의 상태의 추정 또는 측정에 기초하여 힘 값을 조절함으로써 햅틱 효과 정의를 후-처리한다.

대 표 도



(72) 발명자

다 코스타 헨리

캐나다 에이치1이 5일9 퀘벡 몬트리올 질레스 트로
티어 11700

제르베 에릭

캐나다 에이치3더블유 2이8 퀘벡 몬트리올 루 바이
런 5213

파커 다니엘

미국 95125 캘리포니아주 산호세 페어오차드 에비
뉴 1658

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서에 의해 실행될 때, 프로세서가 액추에이터를 이용하여 햅틱 효과들을 생성하도록 하는 명령어들이 저장되어 있는 컴퓨터 관독가능 매체로서,

상기 생성은,

햅틱 효과를 정의하는 햅틱 효과 정의를 수신하는 단계,

액추에이터가 햅틱 효과를 생성할 수 있는지를 판정하는 단계를 포함하는, 햅틱 효과 정의를 전-처리하는 단계, 및

햅틱 효과의 생성 동안 액추에이터의 상태의 추정 또는 측정에 기초하여 힘 값은 조절하는 단계를 포함하는, 햅틱 효과 정의를 후-처리하는 단계를 포함하는, 컴퓨터 관독가능 매체.

청구항 2

제1항에 있어서,

액추에이터의 상태의 추정은 액추에이터가 상승 시간 곡선 또는 하강 시간 곡선에 놓인 위치의 추정에 기초하는, 컴퓨터 관독가능 매체.

청구항 3

제1항에 있어서,

햅틱 효과 정의는 햅틱 효과의 포락선을 정의하는 파라미터화된 진동 정의를 포함하는, 컴퓨터 관독가능 매체.

청구항 4

제3항에 있어서,

파라미터화된 진동 정의는 지속 기간, 주파수, 또는 크기 중 적어도 하나를 포함하는 하나 이상의 파라미터를 포함하는, 컴퓨터 관독가능 매체.

청구항 5

제1항에 있어서,

액추에이터는 특성들을 포함하고, 상기 판정하는 단계는 적어도 그 특성들에 기초하는, 컴퓨터 관독가능 매체.

청구항 6

제1항에 있어서,

전-처리는 햅틱 효과를 축소하는 단계를 포함하는, 컴퓨터 관독가능 매체.

청구항 7

제1항에 있어서,

후-처리는 힘 값이 액추에이터의 구동 회로에 전송되기 전마다 매번 실행되는, 컴퓨터 관독가능 매체.

청구항 8

제1항에 있어서,

전-처리된 햅틱 효과가 생성되고, 햅틱 효과가 생성될 때 후-처리가 발생하는, 컴퓨터 관독가능 매체.

청구항 9

제8항에 있어서,

액추에이터에 햅틱 효과를 전송함에 의해 햅틱 효과가 생성되는, 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 10

액추에이터를 이용하여 햅틱 효과들을 생성하는 방법으로서,

햅틱 효과를 정의하는 햅틱 효과 정의를 수신하는 단계,

액추에이터가 햅틱 효과를 생성할 수 있는지를 판정하는 단계를 포함하는, 햅틱 효과 정의를 전-처리하는 단계, 및

햅틱 효과의 생성 동안 액추에이터의 상태의 추정 또는 측정에 기초하여 힘 값은 조절하는 단계를 포함하는, 햅틱 효과 정의를 후-처리하는 단계를 포함하는, 햅틱 효과 생성 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

액추에이터의 상태의 추정은 액추에이터가 상승 시간 곡선 또는 하강 시간 곡선에 놓인 위치의 추정에 기초하는, 햅틱 효과 생성 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

햅틱 효과 정의는 햅틱 효과의 포락선을 정의하는 파라미터화된 진동 정의를 포함하는, 햅틱 효과 생성 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

파라미터화된 진동 정의는 지속 기간, 주파수, 또는 크기 중 적어도 하나를 포함하는 하나 이상의 파라미터를 포함하는, 햅틱 효과 생성 방법.

청구항 14

제10항에 있어서,

액추에이터는 특성들을 포함하고, 상기 판정하는 단계는 적어도 그 특성들에 기초하는, 햅틱 효과 생성 방법.

청구항 15

제10항에 있어서,

전-처리는 햅틱 효과를 축소하는 단계를 포함하는, 햅틱 효과 생성 방법.

청구항 16

제10항에 있어서,

후-처리는 힘 값이 액추에이터의 구동 회로에 전송되기 전마다 매번 실행되는, 햅틱 효과 생성 방법.

청구항 17

제10항에 있어서,

전-처리된 햅틱 효과가 생성되고, 햅틱 효과가 생성될 때 후-처리가 발생하는, 햅틱 효과 생성 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

액추에이터에 햅틱 효과를 전송함에 의해 햅틱 효과가 생성되는, 햅틱 효과 생성 방법.

청구항 19

햅틱 가능 시스템으로서,
햅틱 효과를 정의하는 햅틱 효과 정의를 수신하는 제어기,
상기 제어기에 연결된 구동 회로,
상기 구동 회로에 연결된 액추에이터,
상기 구동 회로에 연결되고, 상기 액추에이터가 햅틱 효과를 생성할 수 있는지를 판정하는 것을 포함하는 햅틱 효과 정의의 전-처리를 수행하는 전-처리기, 및
상기 구동 회로에 연결되고, 햅틱 효과의 생성 동안 상기 액추에이터의 상태의 추정 또는 측정에 기초하여 힘 값을 조절하는 것을 포함하는 햅틱 효과 정의의 후-처리를 수행하는 후-처리기를 포함하는, 햅틱 가능 시스템.

청구항 20

제19항에 있어서,
상기 액추에이터의 상태의 추정은 상기 액추에이터가 상승 시간 곡선 또는 하강 시간 곡선에 놓인 위치의 추정에 기초하는, 햅틱 가능 시스템.

청구항 21

제19항에 있어서,
햅틱 효과 정의는 햅틱 효과의 포락선을 정의하는 파라미터화된 진동 정의를 포함하는, 햅틱 가능 시스템.

청구항 22

제21항에 있어서,
파라미터화된 진동 정의는 지속 기간, 주파수, 또는 크기 중 적어도 하나를 포함하는 하나 이상의 파라미터를 포함하는, 햅틱 가능 시스템.

청구항 23

제19항에 있어서,
상기 액추에이터는 특성들을 포함하고, 상기 판정하는 단계는 적어도 그 특성들에 기초하는, 햅틱 가능 시스템.

청구항 24

제19항에 있어서,
전-처리는 햅틱 효과를 축소하는 단계를 포함하는, 햅틱 가능 시스템.

청구항 25

제19항에 있어서,
후-처리는 힘 값이 상기 구동 회로에 전송되기 전마다 매번 실행되는, 햅틱 가능 시스템.

청구항 26

제19항에 있어서,
전-처리된 햅틱 효과가 생성되고, 햅틱 효과가 생성될 때 후-처리가 발생하는, 햅틱 가능 시스템.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 액추에이터에 햅틱 효과를 전송함에 의해 햅틱 효과가 생성되는, 햅틱 가능 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 일 실시예는 일반적으로 햅틱 효과들에 관한 것이고, 특히 액추에이터를 이용하여 햅틱 효과들을 생성하는 것에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자 디바이스 제조자들은 유저들을 위한 풍부한 인터페이스를 생성하기 위해 노력하고 있다. 종래의 디바이스들은 유저에게 피드백을 제공하기 위해 시각 및 청각적 큐들(cues)을 이용한다. 어떤 인터페이스 디바이스들에서는, 근감각 피드백(kinesthetic feedback)(작용 및 저항 힘 피드백 등) 및/또는 촉각 피드백(진동, 텍스처(texture), 및 열 등)도 유저에게 제공되는데, 보다 일반적으로는 통칭하여 "햅틱 피드백" 또는 "햅틱 효과들"로서 알려져 있다. 햅틱 피드백은 유저 인터페이스를 강화하고 단순화하는 큐들을 제공할 수 있다. 구체적으로, 진동 효과들 또는 진동촉각 햅틱 효과들(vibrotactile haptic effects)은 특정 이벤트들을 유저에게 경고하기 위해, 또는 시뮬레이트된 또는 가상의 환경에서 더 큰 감각적 몰입을 만들도록 현실적인 피드백을 제공하기 위해 전자 디바이스들의 유저들에게 큐들을 제공하는 데 유용할 수 있다.

[0003] 햅틱 피드백은 또한 셀룰러 전화기, 스마트폰, 휴대용 게임 디바이스, 각종 다른 휴대용 전자 디바이스 등과 같은 휴대용 전자 디바이스들에 통합되는 경우가 점점 더 많아지고 있다. 예를 들어, 어떤 휴대용 게임 애플리케이션들은 햅틱 피드백을 제공하도록 구성되는 대규모의 게임 시스템들에 이용되는 제어 디바이스들(예를 들면, 조이스틱 등)과 유사한 방식으로 진동할 수 있다. 또한, 스마트폰 등과 같은 디바이스들은 유저에 의해 선택될 때 터치스크린 상의 "버튼들"을 그들의 기계적 상대방들처럼 느끼게 하기 위해 햅틱 효과들을 이용한다.

[0004] 진동의 효과들을 생성하기 위해, 많은 디바이스들은 어떤 타입의 액추에이터/모터 또는 햅틱 출력 디바이스를 이용한다. 이러한 목적으로 이용되는 공지된 액추에이터들은 편심 질량이 모터에 의해 이동되고 회전 축 주위로 회전하는 편심 회전 질량(Eccentric Rotating Mass: "ERM") 액추에이터 등 전자기 액추에이터를 포함한다. 그러나, 관성 때문에, ERM 내의 질량은 요망되는 회전 속도를 얻기까지의 시간과, 다시 휴지하기까지의 시간이 걸린다. 이러한 "스핀 업" 및 "스핀 다운" 시간은 진동 타입 햅틱 효과들의 생성에 지연을 유발할 수 있고, 햅틱 효과들의 "느낌"을 저하시킬 수 있다. 특히, 예를 들면, 다중 "키패드" 가압에 응답하여 서로 짧은 기간 내에 생성되는 다수의 햅틱 효과들은, 그리고 저가의 ERM들의 지연에 기인하여 연속적인 "윙윙거림(buzz)"으로 "캐스케이딩" 또는 적체될 수 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0005] 일 실시예는 액추에이터를 이용하여 햅틱 효과를 생성하는 시스템이다. 시스템은 햅틱 효과를 정의하는 햅틱 효과 정의를 수신한다. 시스템은 액추에이터가 햅틱 효과를 생성할 수 있는지를 판정하여 햅틱 효과 정의를 전-처리한다. 그 후 시스템은 햅틱 효과의 생성 동안 액추에이터의 상태의 추정 또는 측정에 기초하여 힘 값을 조절함으로써 햅틱 효과 정의를 후-처리한다.

도면의 간단한 설명

[0006] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱-가능 시스템의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 캐스케이딩이 최소이거나 또는 전혀 없는 햅틱 효과들을 생성할 때, 도 1의 시스템의 기능의 흐름도이다.

도 3은 세 개의 효과 영역이 이용되는 경우에 본 발명의 일 실시예에 따라 햅틱 효과 정의를 전-처리할 때, 도 1의 시스템의 기능의 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 3의 기능을 도시하는 예시적인 효과를 나타낸다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 햅틱 효과 정의를 후-처리할 때, 도 1의 시스템의 기능의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007]

일 실시예는 액추에이터 특성을 고려하고 다중 햅틱 효과들의 캐스케이딩을 최소화하기 위해 햅틱 효과 정의를 튜닝하고, 전-처리하고, 후-처리하는 ERM 액추에이터용 시스템 및 구동 회로이다. 전-처리는 햅틱 효과의 크기 또는 다른 파라미터들을 스케일링할 수 있다. 후-처리는 액추에이터 특성, 현재 액추에이터 상태, 및 요망되는 크기에 기초하여 새로운 크기를 생성할 수 있다.

[0008]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱-가능 시스템(10)의 블록도이다. 시스템(10)은 터치 감응식 표면(11), 또는 하우징(15) 내에 장착된 다른 타입의 유저 인터페이스를 포함하고, 기계적 키/버튼(13)을 포함할 수 있다. 시스템(10)에 진동(30, 31)을 생성하는 햅틱 피드백 시스템은 시스템(10)의 내부에 있다. 일 실시예에서, 진동은 터치 표면(11) 상에 생성된다. 다양한 실시예들에서, 도 1에 도시된 모든 구성 요소들이 실시에 필요한 것은 아니다.

[0009]

햅틱 피드백 시스템은 프로세서 또는 제어기(12)를 포함한다. 액추에이터(18)에 연결된 액추에이터 구동 회로(16), 및 메모리(20)는 프로세서(12)에 연결된다. 액추에이터(18)는 회전 질량을 갖는 액추에이터를 포함하는 임의의 타입의 액추에이터일 수 있고, 일 실시예에서 편심 회전 질량(eccentric rotating mass motor: "ERM") 액추에이터이다. 일 실시예에서, 액추에이터(18)는 상대적으로 긴 상승 및 하강 시간들을 갖는 임의의 타입의 액추에이터이다. 프로세서(12)는 임의의 타입의 범용 프로세서일 수 있거나, 또는 주문형 집적 회로(application-specific integrated circuit: "ASIC") 등과 같은 햅틱 효과들을 제공하기 위해 특수하게 설계된 프로세서일 수 있다. 프로세서(12)는 전체 시스템(10)을 운영하는 프로세서와 동일한 것이거나, 또는 별도의 프로세서일 수 있다. 프로세서(12)는 어떤 햅틱 효과들이 생성될지를 결정할 수 있고 상위-레벨 파라미터들에 기초하여 그 효과들이 생성되는 순서를 결정할 수 있다. 일반적으로, 특정 햅틱 효과를 정의하는 상위-레벨 파라미터들은 크기, 주파수, 및 지속 기간을 포함한다. 스트리밍 모터 명령들(streaming motor commands) 등과 같은 로우-레벨 파라미터들도 특정 햅틱 효과를 결정하기 위해 이용될 수 있다. 햅틱 효과가 그 햅틱 효과의 생성시의 이 파라미터들의 어떤 변동, 또는 유저의 상호 작용에 기초한 이 파라미터들의 변동을 포함한다면, 햅틱 효과는 "동적(dynamic)"이라고 간주될 수 있다.

[0010]

프로세서(12)는 액추에이터 구동 회로(16)에 제어 신호들을 출력하는데, 액추에이터 구동 회로는 요망되는 햅틱 효과들을 발생시키기 위해 필요한 전류 및 전압(즉, "모터 신호")을 액추에이터(18)에 공급하기 위해 이용되는 전자 부품들 및 회로를 포함한다. 시스템(10)은 하나 초과의 액추에이터(18)를 포함할 수 있고, 각각의 액추에이터는 별도의 구동 회로(16)를 포함할 수 있고, 그 모두는 공통 프로세서(12)에 연결된다. 메모리 디바이스(20)는 랜덤 액세스 메모리(random access memory: "RAM") 또는 판독 전용 메모리(read-only memory: "ROM") 등 임의의 타입의 저장 디바이스 또는 컴퓨터 판독가능 매체일 수 있다. 메모리(20)는 프로세서(12)에 의해 실행되는 명령들을 저장한다. 하기에서 더 상세히 개시되는 바와 같이, 명령어들 중에서, 메모리(20)는, 프로세서(12)에 의해 실행될 때, 캐스케이딩을 최소화하면서 햅틱 효과들을 제공하는 액추에이터(18)용 구동 신호들을 생성하는 명령어들인 햅틱 효과 모듈(22)을 포함한다. 메모리(20)는 또한 프로세서(12) 내부에 위치될 수 있거나, 또는 내부 및 외부 메모리의 임의의 조합일 수 있다.

[0011]

터치 표면(11)은 터치들을 인식하고, 또한 표면상의 터치들의 위치 및 크기를 인식할 수 있다. 터치들에 대응하는 데이터는 프로세서(12), 또는 시스템(10) 내의 다른 프로세서에 전송되고, 프로세서(12)는 터치들을 해석하고 그에 응답하여 햅틱 효과 신호들을 생성한다. 터치 표면(11)은 용량성 센싱, 저항성 센싱, 표면 탄성파 센싱(surface acoustic wave sensing), 압력 센싱, 광학적 센싱 등을 포함한, 임의의 센싱 기술을 이용하여 터치들을 감지할 수 있다. 터치 표면(11)은 멀티-터치 접촉들을 감지할 수 있고, 동시에 발생하는 복수의 터치를 구별할 수 있다. 터치 표면(11)은 유저가 키들, 다이얼들 등과 상호작용하기 위한 이미지들을 생성하고 표시하는 터치스크린일 수 있거나, 또는 최소한의 이미지를 갖거나 또는 전혀 이미지를 갖지 않는 터치패드(touchpad)일 수 있다.

[0012]

시스템(10)은 셀룰러 전화, 개인 휴대 정보 단말기(personal digital assistant: "PDA"), 스마트폰, 컴퓨터 태블릿(computer tablet)/패드(pad), 게임 콘솔(gaming console) 등 핸드헬드 디바이스일 수 있거나, 또는 하나 이상의 액추에이터를 포함하는 햅틱 효과 시스템을 포함하는 임의의 다른 타입의 장치일 수 있다. 시스템(10)은 또한 햅틱 효과들을 생성하는 하나 이상의 액추에이터를 포함하는 작용가능 디바이스(예를 들면, 팔찌, 완장, 장갑, 재킷, 조끼, 안경, 신발, 벨트, 등)일 수 있다. 유저 인터페이스는 터치 감응식 표면일 수 있거나, 또는 마우스, 터치패드, 미니-조이스틱(mini-joystick), 스크롤 휠(scroll wheel), 트랙볼(trackball), 게임 패드 또는 게임 컨트롤러 등과 같은 임의의 다른 타입의 유저 인터페이스일 수 있다. 하나

초과의 액추에이터를 갖는 실시예들에서, 각각의 액추에이터는 디바이스에 광범위의 햅틱 효과들을 생성하기 위해 상이한 회전 능력을 가질 수 있다.

[0013] 전술한 바와 같이, ERM들 또는 다른 타입의 느린 모터들 등 긴 상승 및 하강 시간들을 갖는 액추에이터들에 진동 햅틱 효과들을 생성할 때, 일반적으로 약간의 지연이 있다. 따라서, 예를 들어, 터치스크린 키보드의 가상 키들의 연속적인 가압에 응답하여, 일련의 빠른 햅틱 효과들을 생성할 때, 연속적인 움윙거림이 생성될 수 있는데, 이것이 "캐스케이딩(cascading)"이라고 지칭된다. 캐스케이딩은 모터가 후속의 효과를 수신할 때 첫 번째 효과를 생성한 후 정지에 이르지 못한 모터에 의해 유발된다. 결국, 모터는 계속해서 회전하고, 유저는 각각의 햅틱 효과들이 서로 짧은 기간 내에 생성될 때 각각의 햅틱 효과들을 느낄 수 없다. 캐스케이딩 문제에 대한 공지된 해결책들은 더 빠른 상승 및 하강 시간을 갖는 상대적으로 고가의 ERM들을 이용하는 것, 제동 신호들을 포함하는 양방향 구동 신호들을 지원하는 비교적 고가의 구동 회로를 이용하는 것, 또는 효과들이 너무 빨리 생성되는 것을 어떻게든 방지하는 것을 포함한다.

[0014] 실시예들은 액추에이터의 느린 상승 및 하강 시간들을 수용하고 캐스케이딩을 제거 또는 최소화하기 위해, 햅틱 효과 신호의 전-처리 및 후-처리를 포함한다. 전-처리 및 후-처리 전에, 실시예들은 액추에이터 상승 시간 및 하강 시간을 특성화하고 그 시간들에 있어서 변동들을 고려하기 위해 액추에이터를 "튜닝"한다. 어떤 실시예들은 캐스케이딩을 최소화하거나 또는 제거하기 위해 전-처리 또는 후-처리만 실시할 수 있다. 다른 실시예들은 캐스케이딩을 최소화하거나 또는 제거하기 위해 전-처리 및 후-처리 모두를 실시할 것이다.

[0015] 구체적으로, 느린 액추에이터들은 비-선형 상승 및 하강 특성들을 갖는다. 그러한 액추에이터들을 모델링할 수 있도록, 실시예들은 액추에이터가 휴지로부터 정격 가속도의 90 %까지 상승하는 데 걸리는 전체 상승 시간을 측정한다. 그 후 일 실시예에서 이러한 상승 시간 영역은 상승 시간의 10 %, 20 % ... 90 %에서 10 개의 세그먼트로 분할되고, 각 포인트에서의 대응하는 가속도가 주목된다. 이 9 개의 값 + 전체 상승 시간이 튜닝 파라미터들에 추가된다. 일반적으로, 임의의 개수의 포인트들/세그먼트들이 선택될 수 있고, 상승 곡선을 따라 더 많은 포인트가 선택될수록, 모델이 더 정확해진다. 일 실시예에서 디바이스의 각각의 액추에이터는 그 자체의 99 개의 튜닝 파라미터의 세트를 갖는다. 이러한 파라미터들을 변경함으로써 상이한 햅틱 효과들이 발생한다. 튜닝 파라미터들의 예로는, (1) 크기를 스케일링하기 위한 이득 값;(2) 비-선형 액추에이터로부터 선형 응답을 얻는 데 도움을 주는 선형화 값들;(3) 맥스위프(MagSweep) 효과 킥(kick) 및 브레이크(brake) 파라미터들;(4) 주기적인 효과 파라미터들;(5) 갱신 속도(예를 들어, 5ms); 및 (6) 액추에이터 타입, 빌드 넘버(build number) 등 정보 파라미터를 포함한다.

[0016] 상승 곡선과 마찬가지로, 일 실시예에서 하강 곡선에 대해 10 개의 값이 얻어지지만, 임의의 개수의 값들이 이용될 수 있다. 하강 시간은 액추에이터가 정격 가속도로부터 인지 가능한 가속도(일 실시예에서 ~0.04g) 미만으로 이동하는 데 필요한 시간으로 간주된다. 제동이 액추에이터에 의해 지원된다면, 음의 오버드라이브 전압(negative overdrive voltage), 또는 션팅(shunting) 등 어떤 다른 제동 메커니즘(braking mechanism)이 적용된다. 그렇지 않으면, 어떤 전압도 인가되지 않는다. 이 튜닝 모델을 적용함으로써, 실시예들은 모터가 생성할 수 있는 효과들이 어떤 것인지 그리고 주어진 시간에 모터의 상태에 대해 또한 더 정확한 그림을 갖게 된다.

[0017] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 캐스케이딩이 최소이거나 또는 전혀 없는 햅틱 효과들을 생성할 때, 시스템(10)의 기능의 흐름도이다. 일 실시예에서, 도 2 및 하기의 도 3 및 도 5의 흐름도의 기능은 메모리 또는 다른 컴퓨터 판독 가능한 또는 유형의 매체에 저장되고 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어(예를 들어, 햅틱 효과 모듈(22))에 의해 구현된다. 다른 실시예들에서, 이 기능은 하드웨어(예를 들어, 주문형 집적 회로(application specific integrated circuit: "ASIC"), 프로그래머블 게이트 어레이(programmable gate array: "PGA"), 필드 프로그래머블 게이트 어레이(field programmable gate array: "FPGA") 등의 이용을 통해) 또는 하드웨어와 소프트웨어의 임의의 조합에 의해 수행될 수 있다.

[0018] 202에서, 햅틱 효과는 햅틱 효과의 포락선/형태를 정의하는 파라미터화된 진동 정의의 형태로 수신된다. 이 정의는 지속 기간, 주파수, 크기 등을 포함한 햅틱 효과를 정의하는 파라미터들을 포함한다. 일 실시예에서, 이 정의는 Immersion Corp.의 "TouchSense[®] 3000 Haptic Design Kit(햅틱 설계 키트)"에 따른다. 본 실시예에서, 햅틱 효과는 세 개의 기초 부분/영역 또는 효과 크기, 즉, 맥스위프 또는 주기적 기초 효과로부터 형성되는 "충격", "유지", 및 "페이드"를 포함하는 포락선에 의해 형성된 정의 형태에 의해 정의된다. 타임라인들(Timelines) 및 보간된 효과들 등 다른 효과 타입들은 기초 효과들로 구성된다. 다른 실시예들에서, 일반적으로 이 정의는 도 2의 기능을 통해 상대적으로 유지되는 효과에 관한 것이다.

[0019] 204에서, 햅틱 효과 정의는 전-처리된다. 일반적으로, 전-처리는, 요망되는 햅틱 효과를 결정하고 액추에이터

가 그의 특성에 기초하여 생성할 수 있는 액추에이터 효과를 결정함으로써, 시스템(10) 내의 액추에이터(18)의 특성과 정합하도록 햅틱 효과를 수정한다. "새로운" 효과는 원래 효과와 동일한 것이거나, 또는 축소된 버전 중 어느 하나이다. 예를 들어, 햅틱 효과 정의가 짧은 기간 동안 매우 강다면, 액추에이터는 그렇게 빨리 회전할 수 없을 수 있다. 따라서, 전-처리는 햅틱 효과가 생성되기 전에, 액추에이터를 수용하기 위해, 크기를 감소시키는 등 햅틱 효과 정의를 수정한다. 일 실시예에서, 전-처리는 생성될 요망되는 효과에 기초하여 그리고 액추에이터 상승 곡선 및/또는 하강 곡선에 기초하여 효과를 "클리핑(clipping)"하는 것을 포함한다. 클리핑은 기초 효과 레벨에서 발생하고 액추에이터가 효과의 지속 시간의 끝에서 요망되는 크기를 달성할 수 있도록 보장한다. 따라서, 동일 효과가 반복적으로 생성된다면, 그 효과들이 서로 병합되지 않을 것이고, 이것은 캐스케이딩을 방지한다. 일반적으로, 전-처리는 효과 특성들을 서로에 대하여 상대적으로 최대한 유지하면서, 캐스케이딩이 감소되거나 불가능한 방식으로 효과를 수정한다. 크기 스케일링 외에도 또는 그 대신에, 효과 지속 시간 스케일링을 포함한 다른 방법들이 이용될 수 있다. 전-처리의 추가의 세부 사항은 하기에서 개시된다.

[0020] 206에서, 전-처리된 햅틱 효과는 액추에이터가 진동 햅틱 효과를 발생하도록 하는 구동 회로에 전-처리된 신호를 전송함으로써 개시/생성된다.

[0021] 햅틱 효과가 생성중인 동안, 208에서 후-처리 기간에 도달했는지가 판정된다. 후-처리 기간은 미리 결정되고, 일반적으로 모든 타이머/클록 틱/사이클마다(예를 들어, 5ms마다)이고, 구동 회로에 힘 값을 전송하기 전에 매번 발생한다.

[0022] 208에서 아니오라면, 212에서 햅틱 효과는 그의 전체 지속 기간이 만료할 때까지 계속해서 생성되고 208에서 기능이 계속된다.

[0023] 208에서 예라면, 210에서 햅틱 효과 정의는 후-처리된다. 일반적으로, 후-처리는 주어진 시점에서 액추에이터가 상승 또는 하강 곡선상의 어디에 놓여 있는지(즉, 액추에이터의 현재 상태)를 추정 또는 측정하고, 그에 따라 액추에이터 구동 회로에 전송되는 힘/전압 값이 조절된다. 힘 값은 특정 시간 순간에 효과 정의에 기초하여 모터가 얼마나 빨리 회전되는 것이 요망되는지를 나타낸다. 후-처리는 액추에이터의 현재 상태뿐만 아니라 요망되는 효력을 결정하고, 새로운 힘/크기를 결정한다. 새로운 힘은 요망되는 힘과 동일할 수 있거나, 또는 액추에이터가 가능한 한 빨리 요망되는 힘을 달성하도록 할 힘일 수 있다. 힘 값은 Immersion Corp.의 "TouchSense® 3000 Haptic Design Kit"의 커널 등 외부 엔티티로부터 수신될 수 있다. 후-처리는 액추에이터의 현재 상태에 대한 추정 또는 측정(즉, 이미 그것이 얼마나 빠르게 회전하고 있는지)에 기초하여 힘 값을 조절한다. 후-처리의 추가적인 세부 사항이 하기에 개시된다.

[0024] 212에서, 햅틱 효과는 210에서 후-처리된 후, 생성된다. 기능은 208에서 계속된다.

[0025] 도 3은 세 개의 효과 영역이 이용되는 경우에 본 발명의 일 실시예에 따라 햅틱 효과 정의를 전-처리할 때, 시스템(10)의 기능의 흐름도이다. 일반적으로, 본 실시예에 있어서, 세 개의 효과 영역(즉, 충격, 유지, 및 페이드) 중에서 액추에이터가 달성할 수 있는 최대 크기("newMax")가 결정된다. 그 후 비율 "newMax/oldMax"를 이용하여 모든 세 개의 영역들이 스케일링된다. 따라서, 효과 형태가 유지된다. 도 4는 일 실시예에 따른 도 3의 기능을 도시하는 예시적인 효과를 나타낸다.

[0026] 구체적으로, 도 3에 도시된 바와 같이, 302에서 효과는 세 개의 크기 섹션/영역, 즉, 충격, 유지, 및 페이드로 분할된다. 충격 및 페이드 영역들은 평탄할 수 있거나 또는 램프 업(ramp up) 또는 램프 다운(ramp down)할 수 있다. 유지 영역은 일 실시예에서 항상 평탄하다.

[0027] 변수 "oldMax"는 세 개의 섹션 중의 최대 크기와 같다. 도 4에서 원래 효과(402)의 충격 섹션은 초기 섹션이고 420에서 종료한다. 그 다음 섹션은 유지 섹션이고 430에서 종료한다. 마지막으로, 페이드 섹션은 효과를 완결한다.

[0028] 304에서, 충격 섹션이 램프 다운이며 액추에이터의 상승 곡선과 교차하는지가 판정된다. 도 4에서, 충격 섹션은 램프 다운하고, 414에서 상승 곡선(406)과 교차한다.

[0029] 304에서 예이면, 306에서 변수 "newMax"는 충격 교차점 레벨과 같고 변수 "Susachieved"는 1이다. 도 4에서, 충격 교차점 레벨은 제1 클립핑(409)이다.

[0030] 304에서 아니오라면(즉, 충격이 램프 다운임), 308에서 newMax는 상승 곡선의 유지 교차점 레벨과 같다. 유지 교차점 레벨이 유지 레벨보다 크면, Susachieved가 1이다. 310에서 페이드 섹션이 램프 다운인지 판정된다. 310에서 예이면, 312에서 Susachieved가 1인지 판정된다. Susachieved = 1이면, 316에서 기능이 계속된다.

- [0031] 310 또는 312에서 아니오라면, 314에서, 페이드 섹션과 상승 곡선의 교차점 레벨이 결정된다. 상승 곡선이 페이드 섹션과 교차하지 않는다면, fadeIntersectLevel은 페이드 지속 기간 동안 상승 곡선이 달성할 수 있는 최대값으로 설정된다. 교차점 레벨이 newMax보다 크면, newMax는 교차점 레벨로 설정된다. 도 4에서는, 곡선(407)과의 교차가 없고, 최대값은 제2 클리핑(411) 때이며, 이것은 제1 클리핑(409)보다 크다.
- [0032] 316에서, newMax/oldMax의 스케일 팩터가 결정된다. 그 후 모든 크기 레벨들에 스케일 팩터를 곱함으로써 원래의 효과는 스케일 팩터에 기초하여 스케일링된 효과로 스케일링된다. 도 4에서, 스케일 팩터는 .75이고, 원래 효과(402)는 스케일링된 효과(403)로 스케일링된다.
- [0033] 전술한 바와 같이, 전-처리는 효과 형태를 유지(또는 원래의 효과를 유지)하면서, 전체적인 효과를 액추에이터가 달성할 수 있는 것으로 스케일링한다. 기능은 초기 램프, 유지, 및 페이드 크기들 중에서 최대 크기("oldMax"라고 지칭함)를 결정한다. 그 후 기능은 액추에이터 상승 곡선들이 효과 곡선들과 교차하는 위치(즉, "ImpIntersectLevel", "SusIntersectLevel", 및 "FadeIntersectLevel")에 기초하여 실제로 달성 가능한 세 개의 크기를 찾는다. newMax는 이 세 개의 효과 크기 중 최대값이다. 마지막으로 newMax/oldMax의 스케일 팩터가 결정된다. 원래 효과의 세 개의 효과 크기 모두가 이 스케일 팩터에 의해 곱해져서 새로운 크기들로 된다.
- [0034] 다른 실시예들에서, 클리핑 효과 크기 대신에, 효과 기간이 클리핑될 수 있다. 또한, 효과 기간 및 크기 둘 다가 클립핑될 수 있다. 본 실시예에서, 효과로부터 상승 곡선까지 수직 라인이 그려지고 수직 라인과 상승 곡선의 교차점에서의 크기와 기간이 이용된다.
- [0035] 다른 실시예에서, 효과 곡선 아래의 면적이 결정되고 그것은 효과들을 생성하는 데 이용된다. 본 실시예는, 아주 느린 모터들에 있어서 유저가 다른 효과 형태들 간의 차이를 구별할 수 없을 것이라고 가정한다. 다른 실시 예에서, 효과의 지속 기간이 결정될 수 있고, 효과가 최대 크기의 사각형 월스라면, 제로에서 시작하여 그 지속 기간 후에 액추에이터가 얼마나 빨리 종료할 수 있는지가 결정된 후, 효과 크기, 충격 레벨, 및 페이드 레벨이 그 값으로 제한될 수 있다. 또한, 실시예는 "타임라인" 햅틱 효과들에 대한 별도의 클리핑 처리를 가질 수 있다. 주기적인, 맥스위프 및 과형 효과들(Periodic, Magsweep and Waveform effects)은 복잡한 효과 시퀀스들을 생성하기 위해 타임라인에 배치될 수 있다.
- [0036] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 햅틱 효과 정의를 후-처리할 때, 시스템(10)의 기능의 흐름도이다. 일반적으로, 도 5의 후-처리 기능은 일반적으로 5ms인, 타이머 틱(timer tick)/사이클(cycle)마다 매번 실행된다. 각각의 틱에서, 실시예들은 요망되는 힘을 결정하고 액추에이터에 전송할 새로운 힘/전압을 산출한다(즉, 오버드라이빙 또는 제동은 부분적으로 모터를 요망되는 속도로 회전하게 함). 실시예들은, 액추에이터가 놓인 그의 상승 또는 하강 곡선의 위치와 관련하여 모터가 현재 수행하고 있는 것에 관한 추정을 고려해서 모터가 얼마나 빠르게 회전할 수 있는지와 비교하여, 햅틱 효과에 기초하여 모터가 얼마나 빠르게 회전해야 하는지를 결정한다. 실시예들은 모터가 요망되는 속도에 최대한 근접하게 회전하도록 할 전압을 산출한 후, 추정된 속도를 갱신/재산출하는데, 이것은 모터가 타이머 틱 내에 요망되는 속도에 도달할 수 없다면 요망되는 속도와 같지 않을 수 있다.
- [0037] 502에서, 요망되는 힘/출력이 추정된 출력과 같은지가 판정된다. 502에서 예이면, 출력은 504에서 선형화된다. 출력의 선형화는, 일반적으로, 마찰 등과 같은 실제 파라미터를 출력 결정에 추가한다. 예를 들어, 액추에이터의 마찰은 햅틱 효과에 기초하여 1 %의 힘을 생성하기 위해 15 %의 힘이 필요하다는 것을 의미할 수 있다. 일 실시예에서, 테이블 또는 다른 맵핑이 선형화를 위해 이용된다.
- [0038] 502에서 아니오라면, 506에서 변수 "Diff"가 요망되는 출력 마이너스 추정된 출력으로서 결정된다.
- [0039] 508에서, Diff가 제로보다 큰지가 결정된다.
- [0040] 508에서 예라면, 510에서 1 개의 타이머 틱 내에 액추에이터가 달성할 수 있는 상승 시간이 결정된다. 일 실시 예에서, 액추에이터의 상승 시간 기울기에 기초한 루업 테이블이 그 결정을 위해 이용된다. 루업 테이블은 전-처리 전에 전술한 튜닝 기능에 기초하여 생성된다. 일단 루업 테이블이 생성되면, 그것은 전-처리 및 후-처리에 이용된다.
- [0041] 512에서, Diff가 상승 기울기보다 큰지가 결정된다.
- [0042] 512에서 예라면, 514에서 Diff는 상승 기울기와 같고, 출력은 액추에이터의 최대 출력과 같다.
- [0043] 512에서 아니오라면, 516에서 두 개의 포인트 사이의 선형 보간을 이용하여 새로운 출력이 결정된다. 선형 보간에 관한 추가적인 세부 사항은 하기에서 개시된다. 다른 실시예들에서, 임의의 탑입의 보간 모델이 이용될

수 있다.

[0044] 524에서, 추정(Estimate)은 Diff와 같고, 새로운 힘(New Force)은 출력(output)과 같다.

[0045] 526에서, 출력은 504에서와 같이 선형화된다.

[0046] 508에서 Diff가 0보다 크지 않다면, 518에서 액추에이터가 1 개의 타이머 틱 내에 액추에이터가 달성할 수 있는 하강 기울기가 결정된다. 일 실시예에서, 액추에이터의 하강 시간 기울기에 기초한 루프 테이블이 그 결정을 위해 이용된다.

[0047] 520에서, Diff가 하강 기울기보다 작은지가 판정된다.

[0048] 520에서 예라면, 522에서 Diff는 하강 기울기와 같고, 출력은 제동 성능에 기초하여 0이거나 또는 음의 최대 전력이다. 그 후 기능은 524에서 계속된다.

[0049] 520에서 아니오라면, 기능은 516에서 계속된다.

[0050] 전술한 바와 같이, 후-처리에 있어서, 액추에이터의 상승 및 하강 곡선들은 튜닝 처리에 대한 변경들에 기초하여 10 개의 선형 세그먼트로 분할된다. 타이머 틱 내에 힘 값들의 최대 증가/감소가 이 선형 세그먼트들의 기울기에 기초하여 결정된다. 이 기울기는 액추에이터가 그 다음 타이머 틱까지 요망되는 힘 값에 도달할 수 있는지를 판정하기 위해 이용된다. 그렇지 않다면, 쭉 또는 제동 폴스가 인가된다. 액추에이터가 그 다음 타이머 틱까지 요망되는 힘에 도달할 수 있다면, 힘이 증가/감소되어야 할 양이 결정되어, 액추에이터가 그 타이머 틱의 종료 때까지 요망되는 힘 값에 도달하도록 한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 추정 힘은 매 틱마다 갱신된다.

[0051] 일 실시예에서, 후-처리는 다음의 의사-코드에 의해 실시될 수 있고 파라미터 정의들은 다음과 같다.

- Smax - 최대 '강도' 표현; 예를 들어, 63

- '강도'는 "효과 설계자 의도"를 의미함

- Vmax - 최대 전압 표현; 예를 들어, 127

- Ttick - 갱신 주기; 예를 들어, 5ms

- Vrat - 정격 전압 표현($\leq V_{max}$)

- Trise - V_{max} 를 인가할 때 0부터 Smax까지 이동 시간

- Tfall - $-V_{max}$ 를 인가할 때 Smax부터 0까지 이동 시간

[0059] 파생되는 파라미터들은 다음과 같다:

- Mmax - 최대 강도-대-시간 기울기

- V_{max} 를 인가할 때

- 액추에이터가 이보다 더 빠르게 가속화할 수 없음

- $M_{max} = S_{max}/T_{rise}$

- $M_{max} > 0$

- Mmin - 최소 강도-대-시간 기울기

- $-V_{max}$ 를 인가할 때

- 액추에이터가 이보다 더 빠르게 감속화할 수 없음

- $M_{min} = -S_{max}/T_{fall}$

- $M_{min} < 0$

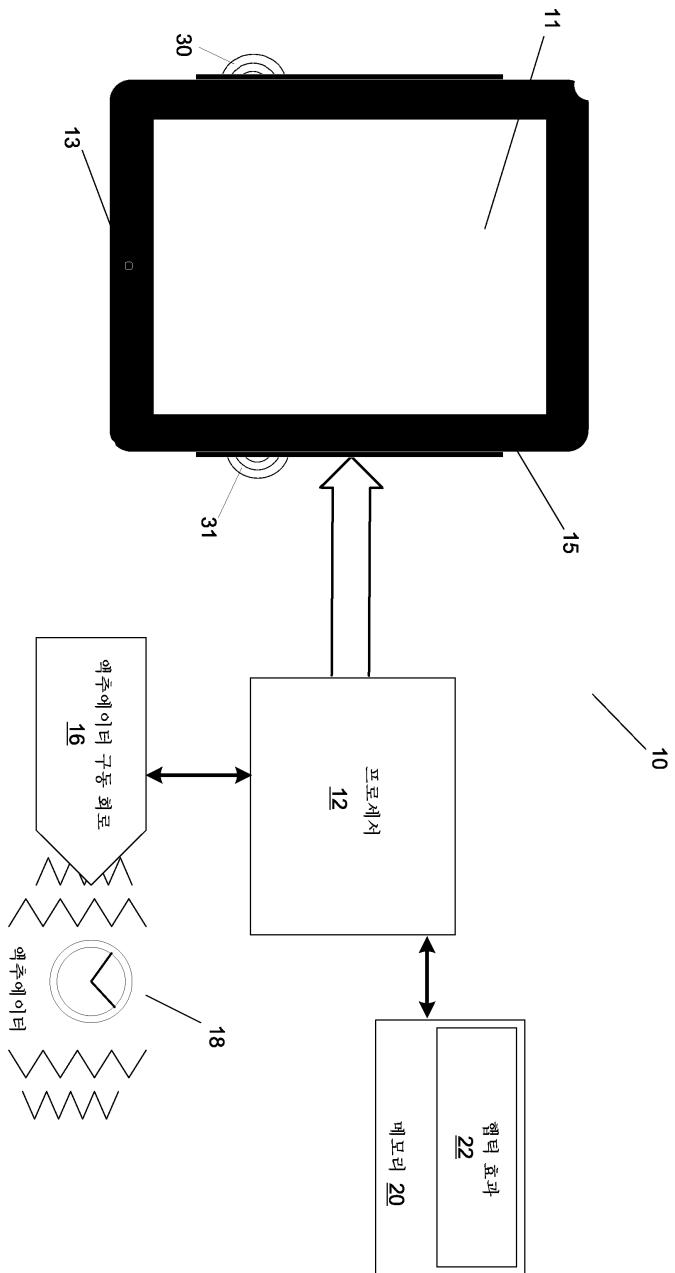
[0070] 입력은 다음과 같다:

- Sdes - 시간 t + Ttick에서 요망되는 강도

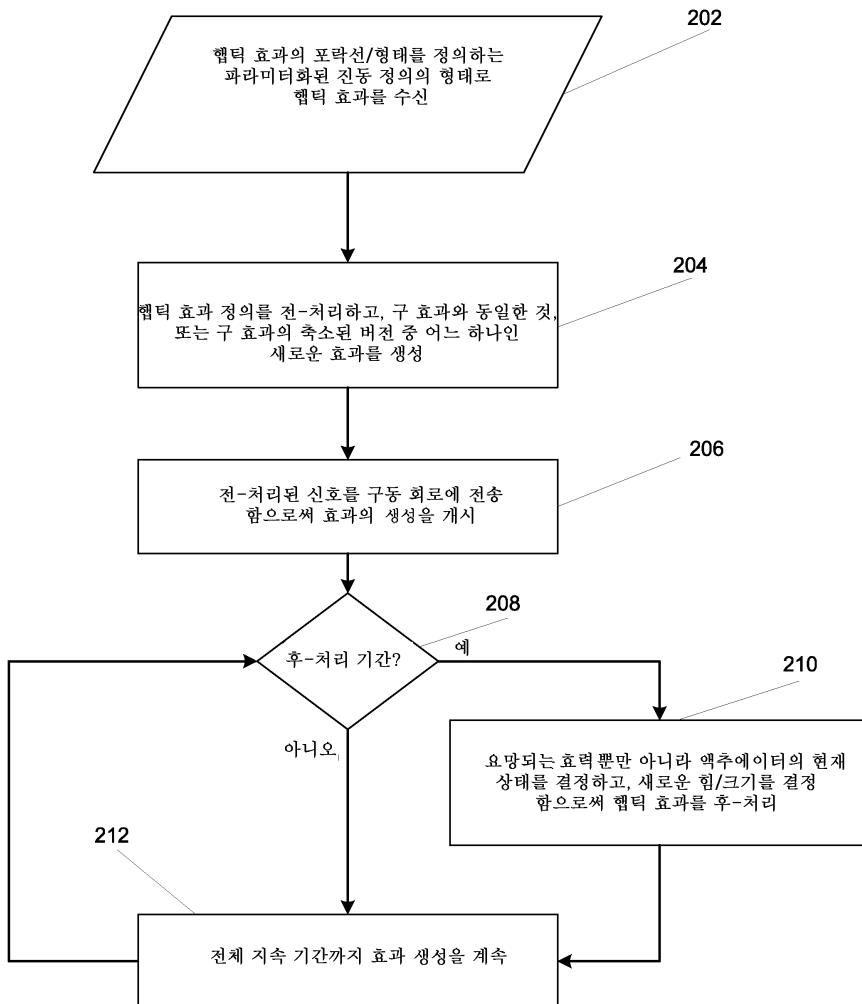
- [0072] - 이것은 효과 설계자가 느끼고 싶은 것임
- [0073] - $Sdes \geq 0$
- [0074] 상태 변수는 다음과 같다:
- [0075] • $Sest$ - 시간 t 에서 추정된 강도
- [0076] - 이것은 시뮬레이션이 유저가 느끼고 있다고 '생각하는' 것임
- [0077] - $Sest \geq 0$
- [0078] 요망되는 기울기는 다음과 같다:
- [0079] • $Mdes$ - 이것은 T_{tick} 내에 $Sest$ 로부터 $Sdes$ 로 이동하기 위해 필요한 기울기임
- [0080] - $Mdes = (Sdes - Sest)/T_{tick}$
- [0081] 가능한 기울기는 다음과 같다:
- [0082] • 액추에이터가 달성할 수 있는 것으로 $Mdes$ 를 클립핑
- [0083] - $Mout = \text{MAX}(\text{MIN}(Mdes, M_{max}), M_{min})$
- [0084] 출력 전압은 다음과 같다:
- [0085] • $Mout = 0$ 이면,
- [0086] - $Vout1 = V_{rat} * Sest/S_{max}$
- [0087] - $Sest$ 을 유지하기 위해
- [0088] • $Mout = M_{max}$ 이면,
- [0089] - $Vout2 = V_{max}$
- [0090] • $Mout = M_{min}$ 이면,
- [0091] - $Vout2 = -V_{max}$
- [0092] • 선형 보간
- [0093] - $Vout = Vout1 + (Vout2 - Vout1) * Mout / (Mout \geq 0 ? M_{max} : M_{min})$
- [0094] 마지막으로, 갱신된 상태는 다음과 같다:
- [0095] • 시간 $t + T_{tick}$ 에서의 추정 상태
- [0096] - $Sest' = Sest + Mout * T_{tick}$
- [0097] 개시된 바와 같이, 실시예들은 햅틱 효과 정의를 전-처리 및/또는 후-처리함에 의해 햅틱 효과들을 생성한다. 전-처리는 액추에이터가 생성할 수 있는 실제 효과를 결정하기 위해 요망되는 효과뿐만 아니라 액추에이터 특성들도 살펴본다. 전-처리 효과는 원래의 효과와 동일한 것이거나 또는 축소된 버전 중 어느 하나이다. 전-처리는 햅틱 효과들이 생성되기 전에라도, 햅틱 효과들을 달성가능한 것으로 변경한다.
- [0098] 후-처리는 요망되는 효력뿐만 아니라 액추에이터의 현재 상태를 고려해서 새로운 힘을 찾는다. 이 새로운 힘은 요망되는 힘과 같을 수 있거나, 또는 액추에이터를 가능한 한 빨리 요망되는 힘에 도달하게 할 힘일 수 있다. 일 실시예에서 함께 실시되거나, 또는 다른 실시예들에서 개별적으로 실시되는(즉, 일 실시예는 오직 전-처리만 실시하고, 다른 실시예는 오직 후-처리만 실시함) 전-처리와 후-처리의 결과로서, 연속적인 키패드 가압들 등 일련의 빠른 햅틱 효과들의 캐스케이딩이 최소화되거나 제거된다.
- [0099] 본 명세서에서 여러 실시예들이 구체적으로 예시 및/또는 설명된다. 그러나, 본 발명의 사상 및 의도된 범위를 벗어나지 않고서 상기의 교시에 의해 그리고 첨부된 청구항들의 범위 내에 상기의 개시된 실시예들의 변형들 및 변경들이 포함시켜진다는 것을 이해할 것이다.

도면

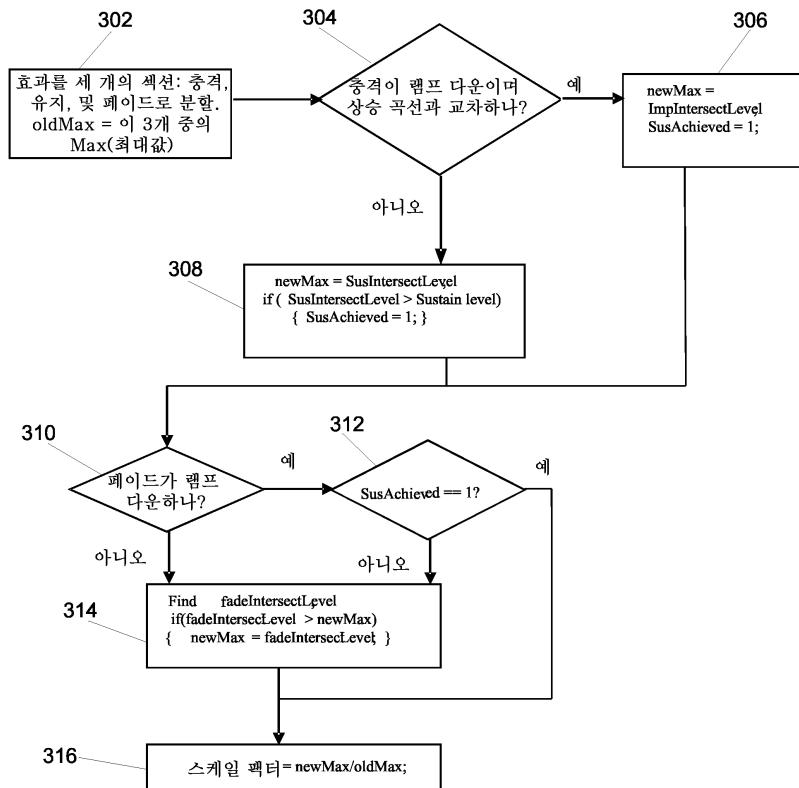
도면1



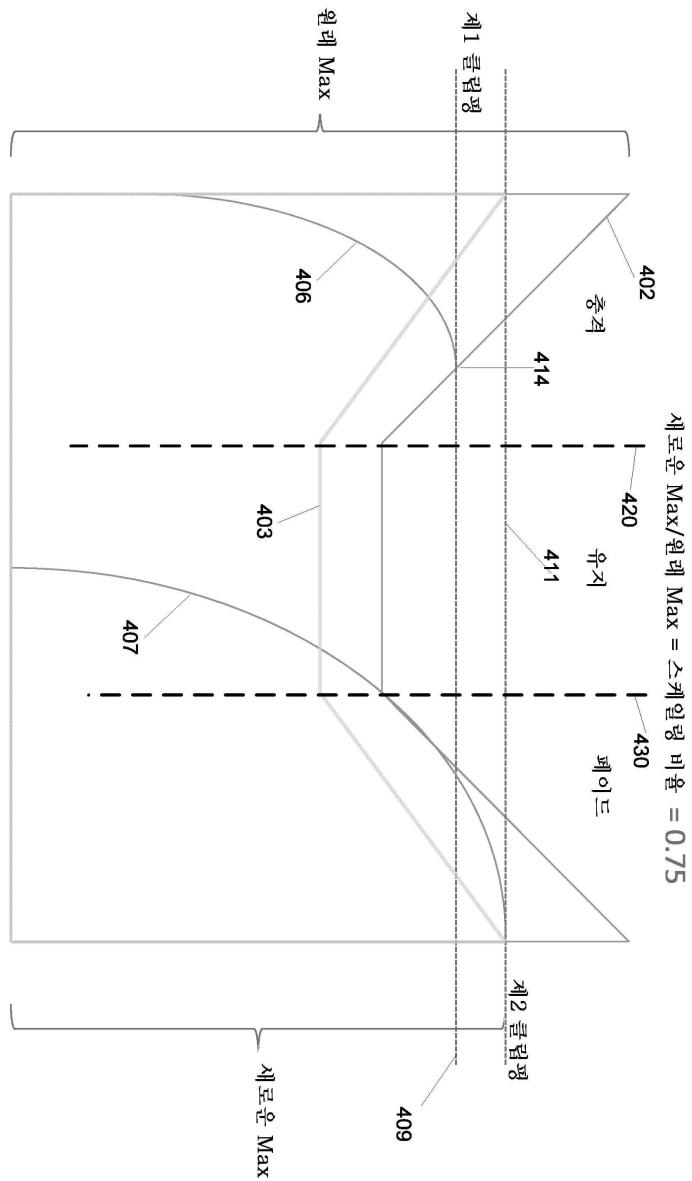
도면2



도면3



도면4



도면5

