

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0102127
(43) 공개일자 2022년07월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01) G06F 3/041 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/016 (2013.01)
G06F 3/041 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0004254
(22) 출원일자 2022년01월11일
심사청구일자 2022년01월11일
(30) 우선권주장
1020210003663 2021년01월12일 대한민국(KR)

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
박노철
서울특별시 마포구 마포대로 195, 202동 1403호
김휘재
경기도 성남시 수정구 시민로259번길 4-1
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 햅틱 피드백을 제공하는 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시 예에 따른 햅틱 피드백을 제공하는 방법은, 디스플레이패널을 통해 사용자의 입력을 감지하는 단계; 상기 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 결정하는 단계; 및 상기 입력이 감지된 위치에 상기 결정된 햅틱 피드백을 제공하도록 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 제어하는 단계;를 포함하고, 상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 제어하는 단계는, 상기 복수의 액추에이터의 가진에 의한 상기 패널의 방사 소음의 크기를 감소시키고 상기 패널의 위치별로 상기 소음의 크기를 균일화하도록 상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 조절하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

김동준

서울특별시 마포구 광성로 17, 107-902

박상원

서울특별시 서대문구 중가로 191, 108-1502

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415168730

과제번호 20011013

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원

연구사업명 소재부품기술개발(R&D)

연구과제명 자동차 디스플레이용 액추에이팅 구현 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 (주)이미지스테크놀로지

연구기간 2020.04.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

디스플레이 패널, 상기 패널의 일 지점을 가진하는 복수의 액추에이터를 포함하는 햅틱 모듈, 및 상기 패널과 전기적으로 연결되고 상기 햅틱 모듈을 제어하는 프로세서를 포함하는 디스플레이 장치가 햅틱 피드백을 제공하는 방법에 있어서,

상기 패널을 통해 사용자의 입력을 감지하는 단계;

상기 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 결정하는 단계; 및

상기 입력이 감지된 위치에 상기 결정된 햅틱 피드백을 제공하도록 상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 제어하는 단계;를 포함하고,

상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 제어하는 단계는, 상기 복수의 액추에이터의 가짐에 의한 상기 패널의 방사 소음의 크기를 감소시키고 상기 패널의 위치 별로 상기 소음의 크기를 균일화하도록 상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 조절하는 단계를 포함하는, 햅틱 피드백을 제공하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 제어하는 단계는,

상기 결정된 햅틱 피드백이 상기 입력이 감지된 위치에 구현되도록 기 측정된 상기 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수 및 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수와 모드 형상으로부터 도출되는 모드 가진 능력 중 적어도 하나를 이용하여 상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 역계산하는 단계를 포함하는, 햅틱 피드백을 제공하는 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 조절하는 단계는,

상기 패널의 표면 속도 및 음향 임피던스, 상기 복수의 액추에이터가 상기 패널에 배치된 위치 및 개수 중 적어도 하나를 이용하여 상기 복수의 액추에이터의 가짐에 의한 상기 패널의 방사 소음의 크기를 예측하는 단계,

상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압과 상기 패널의 방사 소음의 크기 사이의 관계식을 도출하는 단계, 및

상기 관계식을 이용하여 상기 패널의 방사 소음의 크기가 감소되는 방향 및 상기 패널의 위치 별로 상기 소음의 크기가 균일화되는 방향으로 상기 역계산된 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압에 가중치를 부여하는 단계를 포함하는, 햅틱 피드백을 제공하는 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 패널의 표면 속도 및 음향 임피던스의 측정은 상기 패널을 매트릭스 형태로 분할하는 경우 상기 패널의 단위 면적에 해당하는 부분인 단위 요소 각각의 표면 속도 및 음향 임피던스를 측정하는 것을 포함하는, 햅틱 피

드백을 제공하는 방법.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 결정된 햅틱 피드백이 상기 복수의 액추에이터의 상기 패널에 대한 가진의 중첩에 의해 상기 입력이 감지된 위치에 구현되는, 햅틱 피드백을 제공하는 방법.

청구항 6

사용자의 입력을 감지하는 디스플레이 패널;

복수의 액추에이터를 포함하는 햅틱 모듈; 및

상기 디스플레이 패널을 통해 상기 입력이 감지되면, 상기 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 결정하고, 상기 입력이 감지되는 위치에 상기 결정된 햅틱 피드백을 제공하도록 상기 햅틱 모듈을 제어하는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 제어하되, 상기 복수의 액추에이터의 가진에 의한 상기 패널의 진동 소음의 크기를 감소시키고 상기 패널의 위치 별로 상기 소음의 크기를 균일화하도록 상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 조절하는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 결정된 햅틱 피드백이 상기 입력이 감지된 위치에 구현되도록 기 측정된 상기 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수를 이용하여 상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 역계산하는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 패널의 기 측정된 표면 속도 및 음향 임피던스를 이용하여 상기 복수의 액추에이터의 가진에 의한 상기 패널의 방사 소음을 예측하고,

상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압과 상기 패널의 방사 소음 사이의 관계식을 도출하고,

상기 관계식을 이용하여 상기 패널의 방사 소음의 크기가 감소되는 방향 및 상기 패널의 위치 별로 상기 소음의 크기가 균일화되는 방향으로 상기 역계산된 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압에 가중치를 부여하는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 패널의 표면 속도 및 음향 임피던스의 측정은 상기 패널을 매트릭스 형태로 분할하는 경우 상기 패널의 단위 면적에 해당하는 부분인 단위 요소 각각의 표면 속도 및 음향 임피던스를 측정하는 것을 포함하는, 햅틱 피

드백을 제공하는 디스플레이 장치.

청구항 10

청구항 7에 있어서,

상기 결정된 햅틱 피드백이 상기 복수의 액추에이터의 상기 패널에 대한 가진의 중첩에 의해 상기 입력이 감지된 위치에 구현되는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 장치.

청구항 11

사용자의 입력을 감지하는 디스플레이 패널;

복수의 액추에이터를 포함하는 햅틱 모듈; 및

상기 디스플레이 패널을 통해 상기 입력이 감지되면, 상기 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 결정하고, 상기 입력이 감지되는 위치에 상기 결정된 햅틱 피드백을 제공하도록 상기 햅틱 모듈을 제어하는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 제어하되, 상기 복수의 액추에이터의 가진에 의한 상기 패널의 진동 소음의 크기를 감소시키고 상기 패널의 위치 별로 상기 소음의 크기를 균일화하도록 상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 조절하며,

상기 결정된 햅틱 피드백이 상기 입력이 감지된 위치에 구현되도록 기 측정된 상기 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수 및 모드 형상으로부터 도출되는 가진 능력 중 적어도 하나를 이용하여 상기 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 역계산하는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이장치.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 패널의 기 측정된 상기 패널의 기 측정된 표면 속도, 음향 임피던스, 상기 복수의 액추에이터가 상기 패널에 배치된 위치 및 개수 중 적어도 하나를 이용하여 상기 복수의 액추에이터의 가진에 의한 상기 방사 소음을 예측하고,

상기 관계식을 이용하여 상기 패널의 방사 소음의 크기가 감소되는 방향 및 상기 패널의 위치 별로 상기 소음의 크기가 균일화되는 방향으로 상기 역계산된 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압에 가중치를 부여하는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 장치.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 모드 가진 능력을 최대로 하기 위해 상기 햅틱 피드백 시스템의 방사 가능한 소음 범위를 기초로하여 상기 복수의 액추에이터가 상기 패널에 배치된 위치 및 개수를 결정하는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 장치.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 프로세서는,

아래의 [수학식 1]에 기초하여 상기 액추에이터의 모드 형상을 바탕으로 표면 속도 행렬을 산출하는 것을 특징으로 하는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 장치.

[수학식 1]

$$(j\omega)^{-1}\mathbf{H}=\Psi_{M\times m}\times\Omega_{m\times m}\times(\Psi_A)_{m\times N}\times\mathbf{G}_{N\times N}$$

(여기서, $\Psi_{M\times m}$ 는 햅틱 피드백을 제공 시스템의 모드 형상(mode shape),

$\Omega_{m\times m}$ 는 햅틱 피드백 제공 시스템의 고유 진동수, $(\Psi_A)_{m\times N}$ 는 상기 복수의 액추에이터의 위치에

\mathbf{H} 다른 모드의 요소의 관여도, $\mathbf{G}_{N\times N}$ 는 상기 햅틱 피드백 제공 시스템의 주파수 응답 함수 행렬, $(j\omega)^{-1}$ 는 액

추에이터의 동특성, ω 는 각주파수임)

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 햅틱 피드백을 제공하는 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 주파수응답함수를 이용하여 햅틱 피드백을 구현하고 햅틱 피드백 구현으로 인해 방사되는 소음을 조절하여 햅틱 피드백을 제공하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 디스플레이 장치는 종래에는 시각과 청각에만 의존하여 영상 및 음향만을 전달하는 역할을 하였다. 그러나, 최근에는 터치 스크린을 포함하는 표시 장치에서, 손가락 또는 스타일러스 펜과 같은 포인터로 터치를 하였을 때에 영상에 대응하는 촉감까지 전달해 줄 수 있는 햅틱(Haptic) 기술을 적용하는 디스플레이 장치가 증가하고 있다.

[0003] 이러한 햅틱 기술은 모바일 장치 및 운전자에게 정보를 제공하는 ID(CenterInformation Display)가 구비된 표시 장치에 광범위하게 적용되고 있다.

[0004] 햅틱 기술은 터치 지점마다에 적합한 촉감에 해당하는 햅틱 피드백을 양하게 제공될 필요가 있다. 또한, 햅틱 피드백 제공으로 인해 디스플레이 패널이 동하면서 소음이 발생한다. 햅틱 피드백으로 인한 소음은 사용자에게 혼란 및 불편을 주는 문제가 있다. 따라서 햅틱 피드백으로 인한 소음을 줄이거나 터치 지점마다 균일하게 방사 되도록 조절될 필요가 있다.

[0005] 또한, 디스플레이에 배치된 복수의 액추에이터의 위치 및 개수에 따라 발생하게 되는 소음이 발생하나 디스플레이의 형상에 따라 소음의 차이가 발생하게 되는 문제가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 10-2021-0079765 A (한국항공우주연구원) 공개일:2021.06.30.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 사용자의 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 제공하되, 햅틱 피드백으로 인해 방사되는 소음의 크기를 줄이면서 입력 위치마다 소음이 균일하게 방사되는 것을 최소화한 햅틱 피드백을 제공하는 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 디스플레이 패널, 패널의 지지점을 가진하는 복수의 액추에이터를 포함하는 햅틱 모듈, 및 패널과 전기적으로 연결되고 햅틱 모듈을 제어하는 프로세서를 포함하는 디스플레이 장치가 햅틱 피드백을 제공하에 있어서, 패널을 통해 사용자의 입력을 감지하는 단계, 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 결정하는 단계, 및 입력이 감지된 위치에 결정된 햅틱 피드백을 제공하도록 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 제어하는 단계를 포함하고, 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 제어하는 단계는, 복수의 액추에이터의 가진에 의한 패널의 방사 소음의 크기를 감소시키고 패널의 위치 별로 소음의 크기를 균일화하도록 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 조절하는 단계를 포함하는, 햅틱 피드백을 제공하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 청구항 1에 있어서, 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 제어하는 단계는, 결정된 햅틱 피드백이 입력이 감지된 위치에 구현되도록 기 측정된 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수 및 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수와 모드 형상으로부터 도출되는 모드 가진 능력 중 적어도 하나를 이용하여 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 역계산하는 단계를 포함하는, 햅틱 피드백을 제공하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 청구항 2에 있어서, 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 조절하는 단계는, 패널의 표면 속도 및 음향 임피던스, 복수의 액추에이터가 패널에 배치된 위치 및 개수 중 적어도 하나를 이용하여 복수의 액추에이터의 가진에 의한 패널의 방사 소음의 크기를 예측하는 단계, 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압과 패널의 방사 소음의 크기 사이의 관계식을 도출하는 단계, 및 관계식을 이용하여 패널의 방사 소음의 크기가 감소되는 방향 및 패널의 위치 별로 소음의 크기가 균일화되는 방향으로 역계산된 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압에 가중치를 부여하는 단계를 포함하는, 햅틱 피드백을 제공하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 청구항 3에 있어서, 패널의 표면 속도 및 음향 임피던스의 측정은 패널을 매트릭스 형태로 분할하는 경우 패널의 단위 면적에 해당하는 부분인 단위 요소 각각의 표면 속도 및 음향 임피던스를 측정하는 것을 포함하는, 햅틱 피드백을 제공하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 청구항 2에 있어서, 결정된 햅틱 피드백이 복수의 액추에이터의 패널에 대한 가진의 중첩에 의해 입력이 감지된 위치에 구현되는, 햅틱 피드백을 제공하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 장치는 사용자의 입력을 감지하는 디스플레이 패널, 복수의 액추에이터를 포함하는 햅틱 모듈, 및 디스플레이 패널을 통해 입력이 감지되면, 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 결정하고, 입력이 감지되는 위치에 결정된 햅틱 피드백을 제공하도록 햅틱 모듈을 제어하는 프로세서를 포함하고, 프로세서는, 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 제어하되, 복수의 액추에이터의 가진에 의한 패널의 진동 소음의 크기를 감소시키고 패널의 위치 별로 소음의 크기를 균일화하도록 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 조절하는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 장치는 청구항 6에 있어서, 프로세서는, 결정된 햅틱 피드백이 입력이 감지된 위치에 구현되도록 기 측정된 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수를 이용하여 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 역계산하는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 장치는 청구항 7에 있어서, 프로세서는, 패널의 기 측정된 표면 속도 및 음향 임피던스를 이용하여 복수의 액추에이터의 가진에 의한 패널의 방사 소음을 예측하고, 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압과 패널의 방사 소음 사이의 관계식을 도출하고, 관계식을 이용하여 패널의 방사 소음의 크기가 감소되는 방향 및 패널의 위치 별로 소음의 크기가 균일화되는 방향으로 역계산된 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압에 가중치를 부여하는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 것을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 장치는 청구항 8에 있어서, 패널의 표면 속도 및 음향 임피던스의 측정은 패널을

매트릭스 형태로 분할하는 경우 패널의 단위 면적에 해당하는 부분인 단위 요소 각각의 표면 속도 및 음향 임피던스를 측정하는 것을 포함하는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 장치는 청구항 7에 있어서, 결정된 햅틱 피드백이 복수의 액추에이터의 패널에 대한 가진의 중첩에 의해 입력이 감지된 위치에 구현되는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 장치는 사용자의 입력을 감지하는 디스플레이 패널, 복수의 액추에이터를 포함하는 햅틱 모듈, 및 디스플레이 패널을 통해 입력이 감지되면, 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 결정하고, 입력이 감지되는 위치에 결정된 햅틱 피드백을 제공하도록 햅틱 모듈을 제어하는 프로세서를 포함하고, 프로세서는, 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 제어하되, 복수의 액추에이터의 가진에 의한 패널의 진동 소음의 크기를 감소시키고 패널의 위치 별로 소음의 크기를 균일화하도록 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 조절하며, 결정된 햅틱 피드백이 입력이 감지된 위치에 구현되도록 기 측정된 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수 및 모드 형상으로부터 도출되는 모드 가진 능력 중 적어도 하나를 이용하여 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 역계산하는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 장치는 청구항 11에 있어서, 프로세서는, 패널의 기 측정된 패널의 기 측정된 표면 속도, 음향 임피던스, 복수의 액추에이터가 패널에 배치된 위치 및 개수 중 적어도 하나를 이용하여 복수의 액추에이터의 가진에 의한 방사 소음을 예측하고, 관계식을 이용하여 패널의 방사 소음의 크기가 감소되는 방향 및 패널의 위치 별로 소음의 크기가 균일화되는 방향으로 역계산된 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압에 가중치를 부여하는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 것을 특징으로 한다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 장치는 청구항 12에 있어서, 프로세서는, 모드 가진 능력을 최대로 하기 위해 햅틱 피드백 시스템의 방사 가능한 소음 범위를 기초로하여 복수의 액추에이터가 패널에 배치된 위치 및 개수를 결정하는, 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 것을 특징으로 한다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 장치는 청구항 13에 있어서, 상기 프로세서는, 아래의 [수학식 1]에 기초하여 상기 액추에이터의 모드 형상을 바탕으로 표면 속도 행렬을 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0022] [수학식 1]

$$(j\omega)^{-1}\mathbf{H}=\Psi_{M\times m}\times\Omega_{m\times m}\times(\Psi_A)_{m\times N}\times\mathbf{G}_{N\times N}$$

[0023]

$$\Psi_{M\times m}$$

[0024] (여기서, 는 햅틱 피드백을 제공 시스템의 모드 형상(mode shape),

$$\Omega_{m\times m}$$

$$(\Psi_A)_{m\times N}$$

[0025] 는 햅틱 피드백 제공 시스템의 고유 진동수, 는 상기 복수의 액추에이터의 위치에

$$\mathbf{H}$$

$$\mathbf{G}_{N\times N}$$

다른 모드의 요소의 관여도, 는 상기 햅틱 피드백 제공 시스템의 주파수 응답 함수 행렬, 는 액

$$(j\omega)$$

추에이터의 동특성, 는 각주파수임)

발명의 효과

[0026] 본 발명에 따른 햅틱 피드백을 제공하는 방법은, 사용자의 입력에 대응하는 다양한 종류의 햅틱 피드백을 제공할 수 있고, 햅틱 피드백 구현 시 발생하는 방사소음을 줄이고 입력 지점마다 균일화시킬 수 있다.

[0027] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 장치이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 장치의 소음 조절을 설명하는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 햅틱 피드백을 제공하는 방법의 순서도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 3의 단계 S320을 나타내는 순서도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 실시예 1의 순서도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수에 따른 소음 크기를 도시한 그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 피드백 장치의 변수를 도시한 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0030] 본 명세서 사용되는 용어들은 본 발명의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 하여 내려져야 할 것이다.
- [0031] 아울러, 아래에 개시된 실시 예는 본 발명의 권리범위를 한정하는 것이 아니라 본 발명의 청구범위에 제시된 구성요소의 예시적인 사항에 불과하며, 본 발명의 명세서 전반에 걸친 기술사상에 포함되고 청구범위의 구성요소에서 균등물로서 치환 가능한 구성요소를 포함하는 실시 예는 본 발명의 권리범위에 포함될 수 있다.
- [0032] 그리고 아래에 개시된 실시 예에서의 "제1", "제2", "일면", "타면"
- [0033] 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로서, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 장치이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 장치는 디스플레이 패널(100), 햅틱 모듈(200) 및 프로세서(300)를 포함한다.
- [0036] 디스플레이 패널(100)을 시각 정보를 사용자에게 전달하는 것으로서, 사용자 입력, 즉 손가락 또는 스타일러스 펜의 터치를 감지하는 터치 패널을 포함한다. 디스플레이 패널(100)은 광을 방사하는 패널 및 터치 패널들이 적층된 구조의 판상으로 형성된다. 이로써 디스플레이 패널(100)은, 사용자의 입력을 유도하는 정보를
- [0037] 표시하고, 사용자가 디스플레이 패널 상의 시각 정보에 대해 손가락 터치 등의 입력을 하게 되면 사용자의 입력을 감지한다.
- [0038] 햅틱 모듈(200)은 복수의 액츄에이터(210) 및 복수의 액츄에이터에 전원을 공급하는 증폭기(220)를 포함하고, 복수의 액츄에이터의 구동에 의해 디스플레이 패널을 가진함으로써 사용자의 입력이 감지되는 지점에 햅틱 피드백을 제공한다.
- [0039] 다시 말해, 복수의 액츄에이터 각각에 의한 디스플레이 패널에 대한 가진이 합해져서 사용자의 입력 지점에 햅틱 피드백이 구현된다.
- [0040] 여기서, 햅틱(haptic) 피드백이란 물체를 만질 때 느낄 수 있는 촉각적 감각으로서, 피부가 물체 표면에 닿아서 느끼는 촉감 피드백(Tactile feedback)과 관절과 근육의 움직임이 방해될 때 느껴지는 근감각 힘 피드백(Kinesthetic force feedback)이 있다. 본 명세서에서 "햅틱 피드백"이란 이러한 개념으로 포괄하는 의미로 사용된다.
- [0041] 도시된 실시 예에서, 복수의 액츄에이터(210)는 사용자에게 시각적 정보를 제공하는 디스플레이 패널의 전면에 대향하는 후면에 배치되고, 규칙성 있는 패턴, 예를 들어 매트릭스 형태를 형성하도록 배치된다.
- [0042] 복수의 액츄에이터(210)는, 압전소자, 열에 의한 변형이 유도되는 소자, 또는 초음파 트랜스듀서 등을 포함할

수 있으며, 인가된 전압에 의해 디스플레이 패널에 진동을 전달할 수 있는 구성이라면 어떠한 종류라도 적용될 수 있다.

- [0043] 프로세서(300)는 햅틱 모듈(200)을 제어하는 구성으로서, 디스플레이 패널(100), 햅틱 모듈(200) 및 메모리(300)과 전기적으로 연결된다. 프로세서(300)는 디스플레이 패널을 통해 사용자의 입력이 감지되면, 사용자의 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 결정하고, 사용자의 입력이 감지된 위치(101)에 결정된 햅틱 피드백이
- [0044] 제공되도록 햅틱 모듈을 제어한다. 이 때, 프로세서(300)은 복수의 액추에이터(210) 각각에 인가되는 전압의 파형 및 세기를 결정하고, 제어 신호로서 결정된 복수의 액추에이터(210)의 해당 인가 전압 신호를 각각 송신한다.
- [0045] 프로세서(300)는 메모리(400)에 저장된 프로그램 명령을 수행함으로써 본 발명에 따른 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 장치가 후술할 본 발명에 따른 햅틱 피드백을 제공하는 방법을 수행하도록 햅틱 모듈(200)을 제어할 수 있다.
- [0046] 프로세서(300)는 디스플레이 패널(100)이 감지한 사용자의 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 결정한다. 상기 디스플레이 장치가 제공할 수 있는 햅틱 피드백은 종류가 다양하며, 디스플레이 패널이 제공하는 시각적 정보 또는 사용자의 입력의 유형에 따라 제공되는 햅틱 피드백이 달리 결정된다. 사용자의 입력에 대응하는 햅틱 피드백의 종류는 메모리(400)에 기 저장되고, 프로세서(300)는 메모리(400)에서 사용자 입력에 대응하는 햅틱 피드백에 대한 정보를 받아 햅틱 피드백을 결정한다.
- [0047] 이 때 햅틱 피드백에 대한 정보는 사용자 입력이 감지된 디스플레이 패널 상의 위치 및 이 위치에 제공되어야 하는 햅틱 피드백의 진동 파형 등일 수 있다.
- [0048] 프로세서(300)는 사용자 입력이 감지된 위치에 결정된 햅틱 피드백이 제공되도록 복수의 액추에이터(210) 각각에 인가되는 전압을 제어한다. 여기서, 햅틱 피드백은 복수의 액추에이터에 의한 디스플레이 패널에 대한 가진의 중첩에 의해 구현된다.
- [0049] 프로세서(300)는 기 측정된 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수(FRF: Frequency Response Function)를 이용하여 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 역계산하고, 복수의 액추에이터의 가진에 의한 디스플레이 패널의 방사 소음의 크기를 감소시키고 디스플레이 패널의 위치 별로 상기 소음의 크기를 균일화하도록 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 조절한다.
- [0050] 프로세서(300)는 결정된 햅틱 피드백이 입력이 감지된 위치(101)에 구현되도록 기 측정된 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수를 이용하여 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 역계산한다.
- [0051] 여기서 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수는, 복수의 액추에이터 각각에 다양한 주파수를 갖는 파형의 전압을 인가했을 때 인가된 전압에 의해 복수의 액추에이터 각각이 디스플레이 패널을 가진하는 진동 응답을 인가되는 전압의 주파수에 따라 나타낸 함수이다. 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수는, 상술한 바와 같은 방법으로 기 측정되고, 메모리(400)에 저장된다.
- [0052] 프로세서(300)는 복수의 액추에이터(210)에 의한 디스플레이 패널(100)에 대한 가진의 중첩에 의해 결정된 햅틱 피드백이 입력이 감지된 위치(101)에 구현되기 위해 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수를 행렬로 표현하고, 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수의 행렬의 역행렬과 결정된 햅틱 피드백의 진동 파형의 곱을 통해 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 역으로 계산한다.
- [0053] 프로세서(300)는 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수의 행렬의 역행렬과 결정된 햅틱 피드백의 진동 파형의 곱으로 계산된 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 조절한다. 이로써, 본 발명에 따른 디스플레이 장치는, 복수의 액추에이터의 가진에 의한 디스플레이 패널의 방사 소음의 크기가 전반적으로 감소하고, 햅틱 피드백이 제공되는 디스플레이 패널의 위치 별로 상기 소음의 크기가 불균일하게 방사되는 것을 막고, 소음이 사용자에게 불쾌감을 전달할 수 있는 음색을 포함하는 경우 이를 제거하여 사용자 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 제공할 수 있다.
- [0054] 프로세서(300)는 디스플레이 패널의 기 측정된 표면 속도 및 음향 임피던스를 이용하여 복수의 액추에이터의 가진에 의해 패널에서 방사되는 소음을 예측한다. 방사되는 소음은 주파수에 따른 세기로 표현하여 예측될 수 있다.
- [0055] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 장치의 소음 조절을 설명하는 도면이

다.

- [0056] 도 2를 참조하면, 디스플레이 패널의 표면 속도 및 음향 임피던스의 측정은, 디스플레이 패널을 매트릭스 형태로 가상으로 분할하고, 분할된 조각, 즉 패널의 단위 면적에 해당하는 부분인 단위 요소(110)의 표면 속도 및 음향 임피던스를 측정하고 이를 행렬 형태로 나타내는 것을 통해 이루어진다. 여기서, 단위 요소(110)는 음향파를 방사하는 하나의 음원으로 가정한다.
- [0057] 단위 요소(110)의 표면 속도는 복수의 액추에이터의 구동에 의해 디스플레이 패널이 가진됨으로써 발생하는 단위 요소의 진동에 의한 운동 상태를 측정함으로써 측정된다. 또한, 단위 요소의 음향 임피던스는 단위 요소의 질량, 면적 등의 특성에 의해 결정된다.
- [0058] 프로세서(300)는 복수의 단위 요소의 표면 속도 및 음향 임피던스의 집합인 행렬을 이용하여 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수의 행렬의 역행렬과 결정된 햅틱 피드백의 진동 파형의 곱으로 계산된 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압으로 복수의 액추에이터 각각이 구동되는 경우 디스플레이 패널이 방사하는 소음을 예측한다.
- [0059] 프로세서(300)는 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압과 디스플레이 패널의 표면 속도와 음향 임피던스를 이용하여 예측한 디스플레이 패널의 방사 소음사이의 일정한 관계식을 도출한다.
- [0060] 프로세서(300)는 도출된 관계식을 이용하여 디스플레이 패널의 방사 소음의 크기가 감소하는 방향 및 디스플레이 위치 별로 소음의 크기가 차이가 나는 것을 균일화하는 방향으로 통제되도록 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수의 행렬의 역행렬과 결정된 햅틱 피드백의 진동 파형의 곱으로 계산된 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압 각각에 가중치를 부여한다.
- [0061] 프로세서(300)는 패널의 방사 소음을 고려하여 가중치를 부여한 전압이 복수의 액추에이터 각각에 인가되도록 제어 신호를 햅틱 모듈에 전달한다. 이로써, 본 발명에 따른 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이 장치는 사용자에게 불쾌감을 줄 수 있는 소음을 줄이고 동시에 사용자의 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 정확하게 사용자에게 제공할 수 있다.
- [0062] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 햅틱 피드백을 제공하는 방법의 순서도이고, 도 4는 도 3의 단계 S320을 나타내는 순서도이다.
- [0063] 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 햅틱 피드백을 제공하는 방법은, 사용자의 입력을 감지하는 단계(S100), 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 결정하는 단계(S200) 및 햅틱 모듈에 포함되는 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 제어하는 단계(S300)를 포함하고, 디스플레이 패널, 디스플레이 패널의 일 지점을 가진 복수의 액추에이터를 포함하는 햅틱 모듈, 및 디스플레이 패널과 전기적으로 연결되고 햅틱 모듈을 제어하는 프로세서를 포함하는 디스플레이 장치에 의해 수행된다.
- [0064] 단계 S100에서, 사용자의 입력이 디스플레이 패널을 통해 감지된다. 상술한 바와 같이 디스플레이 패널은 사용자에게 시각적 정보를 제공하는 동시에 사용자의 입력, 예를 들어 손가락 또는 스타일러스 펜에 의한 터치를 감지한다. 본 단계에서 디스플레이 패널은 사용자의 입력을 감지하고 감지된 사용자의 입력 위치에 대한 정보를 프로세서에 송신한다.
- [0065] 단계 S200에서, 프로세서는 단계 S100에서 감지된 사용자의 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 결정한다. 상기 디스플레이 장치가 제공할 수 있는 햅틱 피드백은 종류가 다양하며, 디스플레이 패널이 제공하는 시각적 정보 또는 사용자의 입력의 유형에 따라 제공되는 햅틱 피드백이 달리 결정된다. 사용자의 입력에 대응하는 햅틱 피드백의 종류는 메모리에 기 저장되고, 프로세서는 메모리에서 사용자 입력에 대응하는 햅틱 피드백에 대한 정보를 받아 햅틱 피드백을 결정한다. 이 때 햅틱 피드백에 대한 정보는 사용자 입력이 감지된 디스플레이 패널 상의 위치 및 이 위치에 제공되어야 하는 햅틱 피드백의 진동 파형 등일 수 있다.
- [0066] 단계 S300에서, 프로세서는 사용자 입력이 감지된 위치에 단계 S200에서 결정된 햅틱 피드백이 제공되도록 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 제어한다. 여기서, 햅틱 피드백은 복수의 액추에이터에 의한 디스플레이 패널에 대한 가진의 중첩에 의해 구현된다.
- [0067] 단계 S300은 기 측정된 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수(FRF: Frequency Response Function) 및 복수의 액추에이터가 가지는 모드 가진 능력 중 적어도 하나를 이용하여 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 역계산하는 단계(S310) 및 복수의 액추에이터의 가진에 의한 디스플레이 패널의 방사 소음의 크기를 감소시키고 디스플레이 패널의 위치 별로 상기 소음의 크기를 균일화하도록 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압

을 조절하는 단계(S320)를 포함한다.

[0068] 또한, 디스플레이 패널의 위치별 상이한 소음을 해결하기 위해서 복수의 액추에이터의 개수와 위치를 변경하여 주파수 응답 함수에 변화를 줄 수 있다. 변화된 주파수 응답 함수에 따라서 햅틱 피드백 장치가 방사 할 수 있는 소음 범위를 확장할 수 있다. 보다 상세히 하자면, 상술 한 바와 같이 액추에이터의 변화에 따라 주파수 응답 함수가 변하고, 모드 형상을 포함하는 주파수 응답 함수는 액추에이터의 변화와 종속된 모드 가진 능력을 확장(파악)할 수 있다. 모드 가진 능력을 최대로 함으로서 결국 햅틱 피드백 장치의 방사 가능 소음 범위가 확장 되게 된다. 여기서 가진 능력과 관련된 것은 복수의 액추에이터가 패널에 배치된 위치 혹은 개수가 해당하는 것이 바람직하다.

[0069] 위와 같은 내용은 아래의 [수학식 1]을 만족한다.

[0070] [수학식 1]

$$[0071] (j\omega)^{-1}\mathbf{H} = \mathbf{\Psi}_{M \times m} \times \mathbf{\Omega}_{m \times m} \times (\mathbf{\Psi}_A)_{m \times N} \times \mathbf{G}_{N \times N}$$

[0072] M/m/N은 행렬의 행과 열을 나타내고, 상술한 [수학식 1]은 아래의 [수학식 2]를 통해 도출할 수 있으며,

[0073] [수학식 2]

$$[0074] \mathbf{u} = \mathbf{\Psi} \times \mathbf{\Omega} \times \mathbf{\Psi}_A \times \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{u} = (j\omega)^{-1}\mathbf{H} \times \mathbf{v} = \mathbf{\Psi} \times \mathbf{\Omega} \times \mathbf{\Psi}_A \times \mathbf{G} \times \mathbf{v}$$

[0075] 수학식 1 내지 2를 풀어서 작성하면 아래의 [수학식 3]과 같고

[0076] [수학식 3]

$$[0077] u(x,y) = A_i \sum_{n=1}^{\infty} \frac{j\omega \psi_n^i \psi_n(x,y)}{\Lambda_n \{\omega_n^2(1+j\eta_n) - \omega^2\}} = A_i \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{\psi_n(x,y)}{\Lambda_n} \right] \left[\frac{j\omega}{\{\omega_n^2(1+j\eta_n) - \omega^2\}} \right] [\psi_n^i],$$

$$(A_i = \int_{\Sigma} p(x,y) dx dy)$$

[0078]

[0079] 상술한 수학식 3에서, u는 표면 속도 행렬, $\mathbf{\Psi}$ 는 햅틱 피드백 장치의 모드 형상과 작동 주파수, $\mathbf{\Omega}$ 는 고유진동수, $\mathbf{\Psi}_A$ 는 액추에이터 위치별 모드 참여 계수, A는 액추에이터의 가진 입력, H는 시스템의 주파수 응답 함수 행렬, V는 입력 전압, G는 액추에이터의 동특성, η_n 는 감쇠비(damping ratio), ω 는 각주파수($j\omega$), $\mathbf{\Psi}$ 는 모드 형상(mode shape), Λ 는 모드 질량(modal mass)을 나타낸다.

[0080] 단계 S310에서, 단계 S200에서 결정된 햅틱 피드백이 입력이 감지된 위치에 구현되도록 기 측정된 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수를 이용하여 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압이 역계산된다.

[0081] 여기서 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수는, 복수의 액추에이터 각각에 다양한 주파수를 갖는 파형의 전압을 인가했을 때 인가된 전압에 의해 복수의 액추에이터 각각이 디스플레이 패널을 가진하는 진동 응답을 인가되는 전압의 주파수에 따라 나타낸 함수이다. 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수는,

[0082] 상술한 바와 같은 방법으로 기 측정되고, 메모리에 저장된다.

[0083] 단계 S310에서, 복수의 액추에이터에 의한 디스플레이 패널에 대한 가진의 중첩에 의해 단계 S200에서 결정된 햅틱 피드백이 입력이 감지된 위치에 구현되기 위해 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수는 행렬로 표현되고, 복수의 액추에이터 각각의 주파수 응답 함수의 행렬의 역행렬과 단계 S200에서 결정된 햅틱 피드백의 진동 파형의 곱을 통해 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압이 역으로 계산된다.

[0084] 단계 S320에서, 단계 S310에서 계산된 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압이 조절되며, 이로써 복수의 액추에이터의 가진에 의한 디스플레이 패널의 방사 소음의 크기가 전반적으로 감소하고, 햅틱 피드백이 제공되는

디스플레이 패널의 위치 별로 상기 소음의 크기가 불균일하게 방사되는 것을 막으며, 소음이 사용자에게 불쾌감을 전달할 수 있는 음색을 포함하는 경우 이를 제거할 수 있다.

- [0085] 도 4를 참조하면, 단계 S320은 햅틱 피드백에 의한 방사 소음을 예측하는 단계(S321), 인가 전압과 방사 소음 사이의 관계식을 도출하는 단계(S323) 및 인가 전압에 가중치를 부여하는 단계(S325)를 포함한다.
- [0086] 단계 S321에서, 디스플레이 패널의 기 측정된 표면 속도 및 음향 임피던스를 이용하여 복수의 액추에이터의 가진에 의해 패널에서 방사되는 소음이 예측된다.
- [0087] 방사되는 소음은 주파수에 따른 세기로 표현하여 예측될 수 있다.
- [0088] 디스플레이 패널의 표면 속도 및 음향 임피던스의 측정은, 도 2에 도시된 바와 같이 디스플레이 패널을 매트릭스 형태로 가상으로 분할하고, 분할된 조각, 즉 패널의 단위 면적에 해당하는 부분인 단위 요소의 표면 속도 및 음향 임피던스를 측정하고 이를 행렬 형태로 나타내는 것을 통해 이루어진다. 여기서, 단위 요소는
- [0089] 음향파를 방사하는 하나의 음원으로 가정한다.
- [0090] 단위 요소의 표면 속도는 복수의 액추에이터의 구동에 의해 디스플레이 패널이 가진됨으로써 발생하는 단위 요소의 진동에 의한 운동 상태를 측정함으로써 측정된다. 또한, 단위 요소의 음향 임피던스는 단위 요소의 질량, 면적 등의 특성에 의해 결정된다.
- [0091] 단계 S321에서, 복수의 단위 요소의 표면 속도 및 음향 임피던스의 집합인 행렬을 이용하여 단계 S310에서 계산된 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압으로 복수의 액추에이터 각각이 구동되는 경우 디스플레이 패널이 방사하는 소음을 예측한다.
- [0092] 단계 S323에서, 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압과 단계 S321에서 디스플레이 패널의 표면 속도와 음향 임피던스를 이용하여 예측한 디스플레이 패널의 방사 소음 사이의 일정한 관계식을 도출한다.
- [0093] 단계 S325에서, 단계 S323에서 도출된 관계식을 이용하여 디스플레이 패널의 방사 소음의 크기가 감소하는 방향 및 디스플레이 위치 별로 소음의 크기가 차이가 나는 것을 균일화하는 방향으로 통제되도록 단계 S310에서 계산된 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압 각각에 가중치가 부여된다.
- [0094] <가진능력을 포함한 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이장치>
- [0095] 앞서 상술한 햅틱 피드백을 제공하는 디스플레이장치는 복수의 액추에이터가 각각 가지는 주파수 응답 함수 및 모드 형상으로부터 도출되는 가진 능력 중 적어도 하나를 통해서 복수의 액추에이터 각각에 인가되는 전압을 역계산한다. 바람직하게는 복수의 액추에이터 각각이 가지는 주파수 응답 함수와 가진 능력을 기초로하여 인가되는 전압을 역계산하게 된다. 이는 사용자가 입력한 위치에 맞는 피드백을 주파수 응답 함수를 통해 생성할 수 있으나, 디스플레이 패널의 위치별로 경계 조건 및 주변 환경에 대한 변수가 상이하기 때문에 사용자 입력의 위치 별로 각기 다른 소음(사용시 발생하는 소리)이 동일하도록 액추에이터의 가진 능력을 기초로 가진에 의한 상기 패널의 방사 소음의 크기를 예측하고, 점압과 패널 상사 소음의 크기 사이의 관계식을 도출하며, 도출된 관계식을 통해 소음의 크기가 균일화 되는 방향으로 역계산된 복수의 액추에이터 각각에 인가하게 될 전압에 가중치를 부여한다.
- [0096] 또한, 복수의 액추에이터의 가진 능력이 최대가 되는 복수의 액추에이터의 각각의 위치 및 개수를 최적화 할 수 있다. 최적화된 액추에이터는 넓은 영역의 방사 소음 영역을 포함하게 되고 자세한 설명은 다른 도면을 통해 설명한다.
- [0097] 도 5에 도시된 바와 같이, 도 3 내지 4에서 도시된 S100 내지 S200 단계와 동일한 단계를 거치고 S300의 액추에이터에 인가하는 전압을 제어 하는 단계 중 S310-1에서 주파수 응답 함수(FRF: Frequency Response Function)와 함께 복수의 액추에이터 각각이 지닌 가진 능력을 기반으로 액추에이터에 가해질 전압을 역계산한다. 이때, 기 입력된 식에 기반해서 FRF와 가진 능력을 토대로 역계산하는 것이 바람직하다.
- [0098] 또한, 계산된 전압을 조절 혹은 복수의 액추에이터에 인가하는 단계에서 복수의 액추에이터에 인가하는 전압에 따라 방사하게 될 소음을 예측하는 단계를 거쳐서 예측을 통한 관계식을 도출하는 단계를 거친다. 이때 인가 전압에 복수의 액추에이터의 위치 및 개수를 반영하여 소음과의 관계(식)를 도출하게 된다.
- [0099] 마지막으로 사용자 입력에 따라 피드백을 제공하기 위해서 작동되는 복수의 액추에이터 중에서 핵심 액추에이터에 인가되는 전원에 대해서 가중치를 부여하는 단계를 거칠 수 있다.

[0100] 도 6에 도시된 바와 같이, 주파수와 소음의 크기(세기, 레벨)와의 관계를 나타낸 그래프이며, 여기서 소음이란 디스플레이에 터치를 통해 발생하는 소리를 의미할 수 있다. 디스플레이에 배치된 복수의 액추에이터의 위치 및 개수에 따라 발생하게 되는 소음이 발생하나 디스플레이의 형상에 따라 소음의 차이가 발생하게 된다.

[0101] 예를 들면 디스플레이 가장자리 부분과 중심부는 디스플레이를 구성하고 있는 구성요소들이 상이하며, 인접한 액추에이터의 개수 역시 상이하기 때문에 소음이 디스플레이의 위치에 따라 달라진다. 이러한 현상에서 넓은 소음 영역의 구현함으로서 디스플레이의 위치에 따라 달리 질 수 있는 소음을 소음 영역에 포함된 주파수들 간의 중첩을 통해 디스플레이의 어느 영역에서든 동일하거나 유사한 소음이 발생하게 하도록 한다.

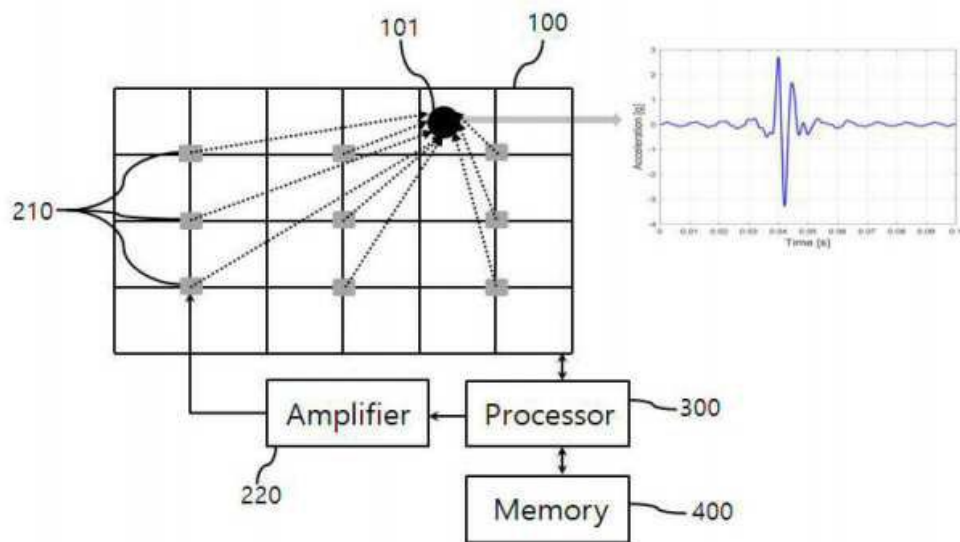
[0102] 추가로 도 7에 도시된 바와 같이, 햅틱 피드백 장치에 작용하는 요소들을 나열한 도표로서, V는 액추에이터의 작동 한계 수치를 포함하며, H는 액추에이터의 위치 및 개수, 액추에이터의 동특성 및 경계 조건을 포함하는 액추에이터와 관련된 변수를 포함하며, R은 햅틱 피드백 장치가 작동되는 지오메트리를 포함하는 장치가 작동되는 주위 환경을 포함한다.

부호의 설명

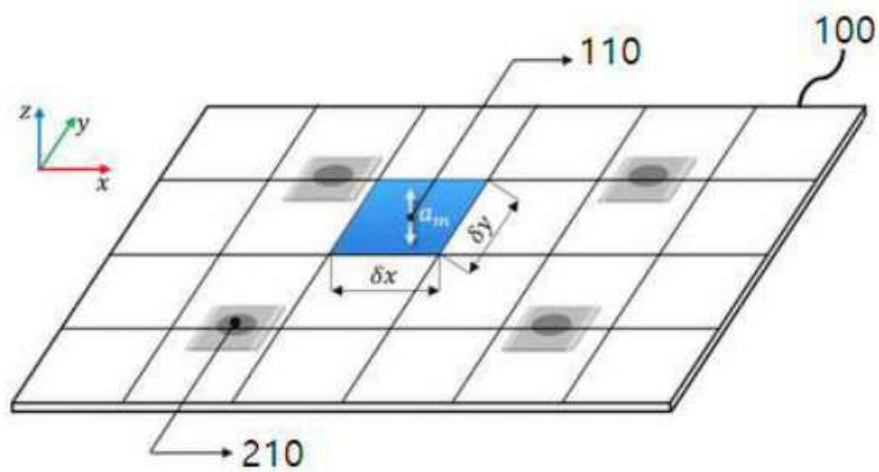
[0103] 100 : 디스플레이 패널
 210 : 액추에이터
 300 : 프로세서
 400 : 메모리
 S100 : 사용자 입력을 감지하는 단계
 S200 : 입력에 대응하는 햅틱 피드백을 결정하는 단계
 S300 : 액추에이터 인가 전압을 제어하는 단계
 S310 : 전압을 역계산하는 단계
 S310-1 : 전압을 역계산하는 단계-1
 S320 : 계산된 전압을 조절하는 단계
 S321 : 햅틱 피드백에 의한 방사 소음을 예측하는 단계
 S323 : 인가 전압과 소음 사이의 관계식을 도출하는 단계
 S325 : 인가 전원에 가중치를 부여하는 단계

도면

도면1



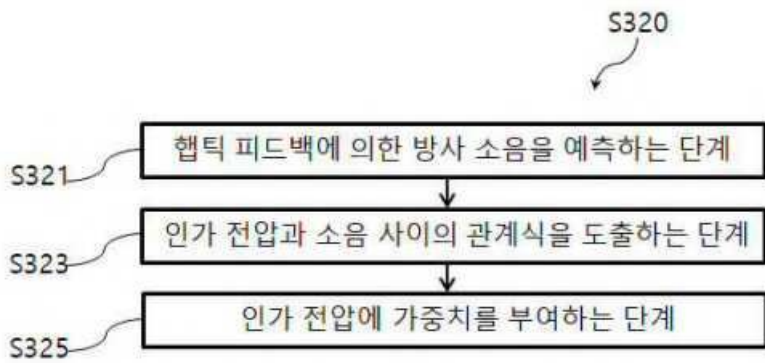
도면2



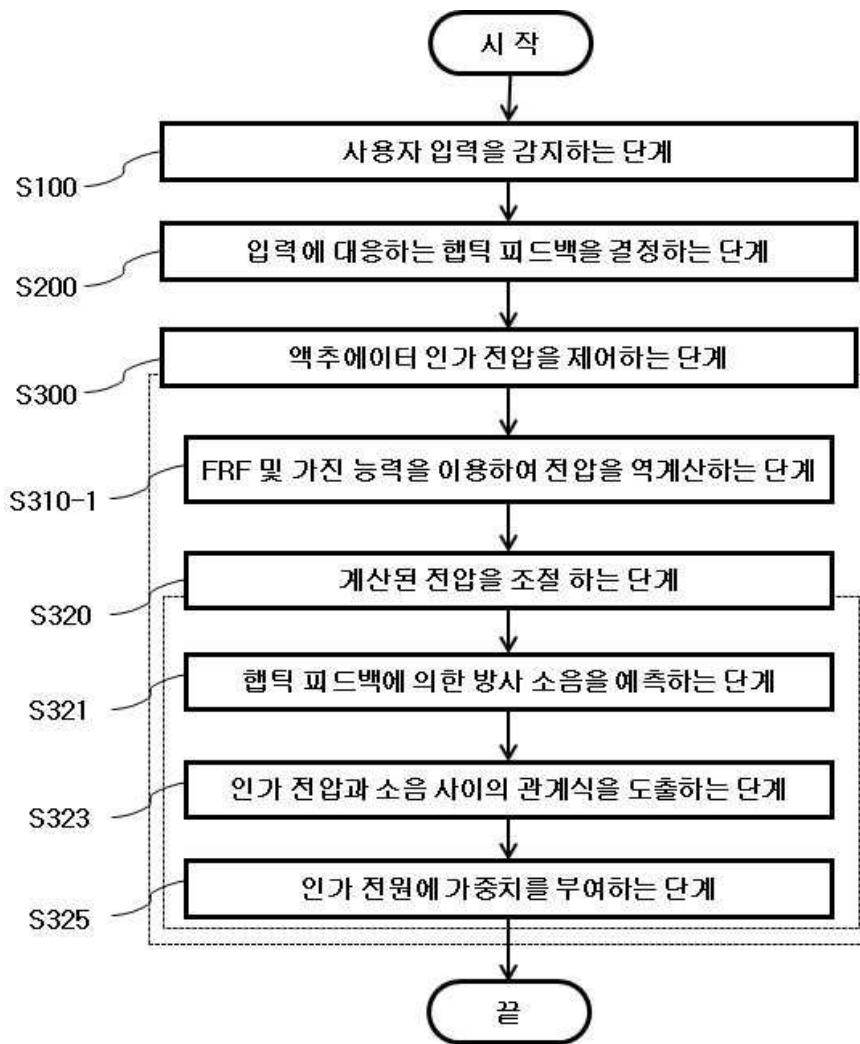
도면3



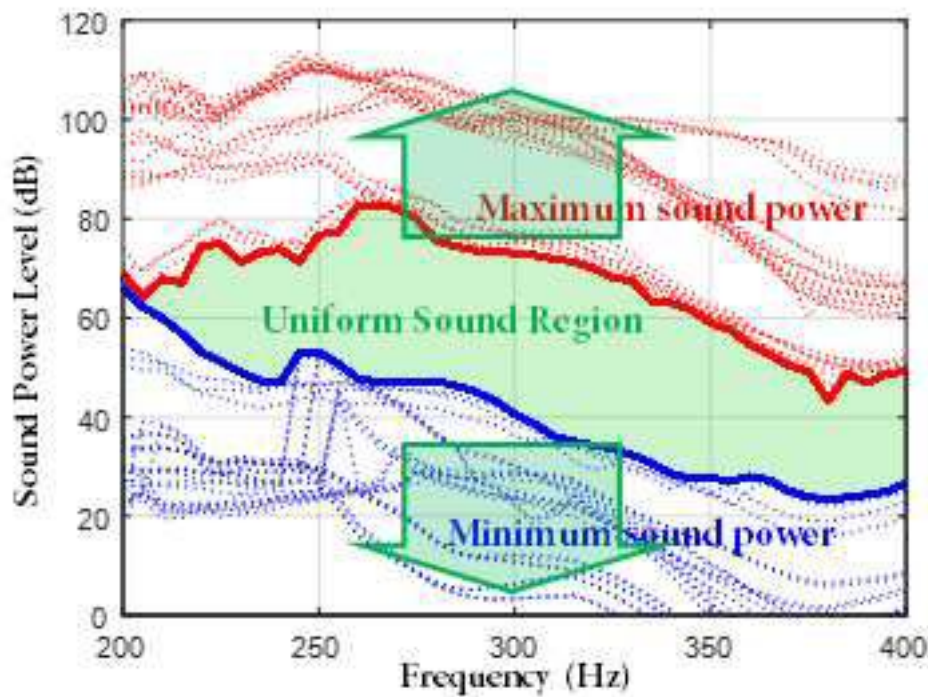
도면4



도면5

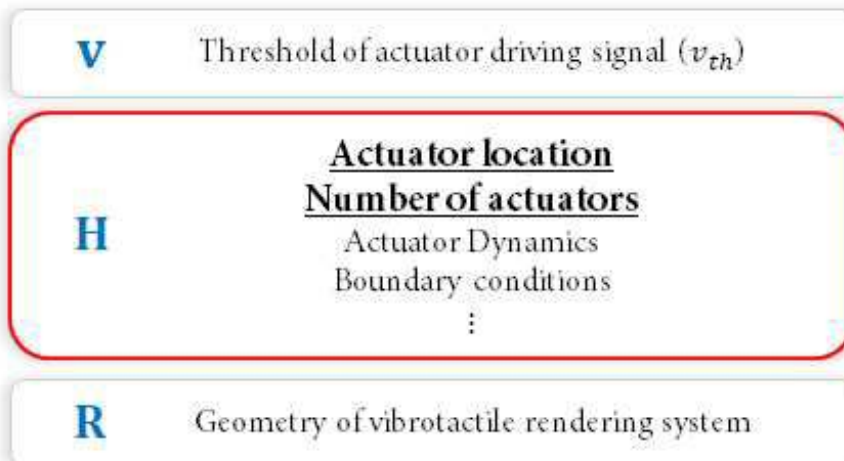


도면6



Uniform sound power range
of vibrotactile rendering system

도면7



System variables of vibrotactile rendering system