



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년04월01일

(11) 등록번호 10-2380432

(24) 등록일자 2022년03월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60G 17/0195 (2006.01) *A61B 5/00* (2021.01)
B60G 17/0165 (2006.01) *B60G 99/00* (2010.01)
B60N 2/02 (2018.01) *B60N 2/50* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B60G 17/0195 (2013.01)
A61B 5/4023 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7008890(분할)
(22) 출원일자(국제) 2016년06월03일
심사청구일자 2021년05월28일
(85) 번역문제출일자 2020년03월27일
(65) 공개번호 10-2020-0035498
(43) 공개일자 2020년04월03일
(62) 원출원 특허 10-2017-7037571
원출원일자(국제) 2016년06월03일
심사청구일자 2019년06월04일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/035926
(87) 국제공개번호 WO 2016/197068
국제공개일자 2016년12월08일
(30) 우선권주장
62/170,674 2015년06월03일 미국(US)
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2005326962 A
JP2008120271 A
JP2008265692 A
US20150120149 A1

- (73) 특허권자
클리어모션, 아이엔씨.
미국 매사추세츠 01821 빌러리카 미들섹스 턴파이크 805
- (72) 발명자
그레이브스 윌리엄
미국 02144 매사추세츠주 소머빌 에이퍼티 2비 홀랜드 에스티. 9
지오바나르디 마르코
미국 02176 매사추세츠주 멜로즈 포레스트 스트리트 132
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 윤정호

전체 청구항 수 : 총 26 항

심사관 : 김수형

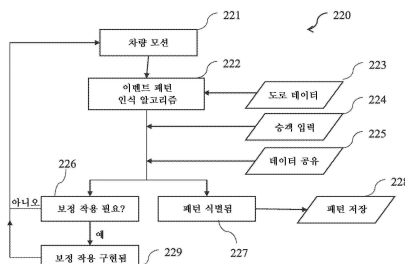
(54) 발명의 명칭 **차체 모션 및 승객 경험을 제어하기 위한 방법 및 시스템**

(57) 요약

일 실시예에서, 차량의 하나 이상의 서스펜션 시스템은 하나 이상의 주파수 범위에서 모션을 제한함으로써 멀미를 완화하는데 사용될 수도 있다. 다른 실시예에서, 능동 서스펜션은 자율 주행차 아키텍처와 통합될 수도 있다. 또 다른 실시예에서, 차량의 능동 서스펜션 시스템은 차량 내에 모션을 유도하는데 사용될 수도 있다.

(뒷면에 계속)

대표도



차량은 기술적 조사를 위한 시험 베드로서 그리고/또는 차량 승객에 의한 비디오 및/또는 오디오의 향유를 향상시키기 위한 플랫폼으로서 사용될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 차량의 내부 또는 외부의 사람과의 통신의 수단으로서 제스처를 수행하는데 사용될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 특정 도로 상황에 응답하여 차량 운전자 또는 다른 사람에 햅틱 경고를 발생하는데 사용될 수도 있다.

(52) CPC특허분류

B60G 17/0165 (2013.01)
B60G 99/002 (2013.01)
B60N 2/0244 (2013.01)
B60N 2/50 (2013.01)
B60G 2400/05 (2013.01)
B60G 2600/182 (2013.01)
B60G 2800/012 (2013.01)
B60G 2800/014 (2013.01)
B60G 2800/016 (2013.01)

(30) 우선권주장

62/182,420 2015년06월19일 미국(US)
 62/192,051 2015년07월13일 미국(US)
 62/296,325 2016년02월17일 미국(US)
 62/304,901 2016년03월07일 미국(US)

(72) 발명자

앤더슨 제커리 마틴

미국 02139 매사추세츠주 캠브리지 트레몬트 에스
 티. 19

아바드하니 샤킬

미국 02139 매사추세츠주 캠브리지 에이피티. 7 매
 거진 스트리트 131

엑치안 잭 에이.

미국 01238 매사추세츠주 벨몬트 왓슨 로드 116

가드윈 올리비아 디.

캐나다 엔2케이 2알3 온타리오 워터루 글렌에코 코
 트 113

피네건 마이클 더블유.

미국 02155 매사추세츠주 메드포드 해리스 로드 7

터커 클리브

미국 02129 매사추세츠주 찰스타운 에이피티 3 바
 틀렛 스트리트 88

라플란트 존 에이.

미국 03301 뉴햄프셔주 콩코드 핫 홀 폰드 로드 58

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 액추에이터를 포함하는 능동 서스펜션 시스템; 및

자율 주행 상태 또는 통상 구동 상태에서 차량을 선택적으로 동작하는 차량 제어 시스템으로서, 상기 능동 서스펜션 시스템은 상기 차량이 자율 주행 상태에서 동작될 때 제1 모드에서 그리고 상기 차량이 통상 구동 상태에 있을 때 제2 모드에서 동작되는, 차량 제어 시스템을 포함하는, 차량.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 액추에이터는 전자유압식 액추에이터, 전기기계식 액추에이터, 및 전자기식 액추에이터를 포함하는 그룹으로부터 선택되는, 차량.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 모드 중에, 상기 능동 서스펜션 시스템은 상기 제2 모드 중에서도 더 큰 정도로 주파수 범위 내의 차량의 적어도 일부로의 도로 교란의 전달을 감소시키는, 차량.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제1 모드에서 동작하는 동안의 차량 롤의 양은 상기 제2 모드에서 동작하는 동안의 차량 롤의 양보다 작은, 차량.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 제2 모드에서, 상기 차량은 상기 제1 모드에서보다 더 양호한 스티어링 응답을 갖는, 차량.

청구항 6

제3항에 있어서, 상기 주파수 범위는 0.05 Hz 내지 10 Hz 또는 이들 값에 동일한, 차량.

청구항 7

제3항에 있어서, 상기 차량의 일부는 승객실인, 차량.

청구항 8

제3항에 있어서, 상기 차량의 일부는 승객 시트인, 차량.

청구항 9

차량을 동작하는 방법이며,

상기 차량을 자율 주행 상태로 동작하는 단계;

상기 차량이 자율 주행 상태에서 동작될 때 제1 모드에서 상기 차량의 능동 서스펜션 시스템을 동작하는 단계;

상기 차량을 통상 구동 상태에서 동작하는 단계;

상기 차량이 통상 구동 상태에서 동작될 때 제2 모드에서 상기 차량의 능동 서스펜션 시스템을 동작하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 제1 모드 중에, 상기 능동 서스펜션 시스템은 상기 제2 모드 중에서도 더 큰 정도로 주파수 범위 내의 차량의 적어도 일부로의 도로 교란의 전달을 감소시키는, 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 주파수 범위는 0.05 Hz 내지 10 Hz 또는 이들 값에 동일한, 방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 차량의 일부는 승객실인, 방법.

청구항 13

제10항에 있어서, 상기 차량의 일부는 승객 시트인, 방법.

청구항 14

제9항에 있어서, 상기 제1 모드에서, 상기 능동 서스펜션 시스템은 상기 제2 모드에서보다 더 큰 정도로 스티어링 입력 중에 롤 각도를 감소시키는, 방법.

청구항 15

능동 서스펜션 시스템을 포함하는 차량을 동작하는 방법이며,

공공 도로 상에서 차량을 동작하는 단계;

상기 차량 내에서 비디오 및 오디오 중 적어도 하나를 재생하는 단계;

상기 차량의 적어도 일부 내에 모션을 유도하기 위해 상기 능동 서스펜션 시스템의 적어도 하나의 액추에이터를 동작하는 단계로서, 상기 유도된 모션의 적어도 하나의 양태는 상기 비디오, 상기 오디오, 또는 상기 비디오 및 상기 오디오 양자 중 적어도 하나의 양태와 동기화되는, 적어도 하나의 액추에이터를 동작하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 모션은 상기 차량이 주차 중인 동안 상기 비디오, 상기 오디오, 또는 상기 비디오 및 상기 오디오 양자 중 하나의 양태와 동기화되는, 방법.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 비디오를 재생하는 단계는 비디오 게임 중 적어도 하나로부터의 비디오 이미지를 표시하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 비디오를 재생하는 단계는 상기 차량 내에 위치한 디스플레이 상에 비디오를 표시하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 디스플레이는 가상 현실 디바이스인, 방법.

청구항 20

제15항에 있어서, 상기 비디오, 상기 오디오, 또는 상기 비디오 및 상기 오디오 양자 중 적어도 하나의 양태를 제어하는 사용자 명령을 상기 차량으로부터 수신하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 유도된 모션은 상기 명령에 적어도 부분적으로 응답하여 인가되는, 방법.

청구항 22

제20항에 있어서, 차량의 스티어링 휠, 브레이크, 스로틀, 및 경적 중 적어도 하나가 상기 명령을 제공하는데 사용되는, 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 스티어링 휠, 브레이크, 스로틀, 및 경적 중 적어도 하나의 정상 동작을 불능화하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 24

제15항에 있어서, 상기 유도된 모션은 피치, 히브, 및 롤 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.

청구항 25

제15항에 있어서, 상기 비디오, 상기 오디오, 또는 상기 비디오 및 상기 오디오 양자 중 적어도 하나의 양태에 적어도 부분적으로 응답하여 적어도 하나의 차량 서브시스템을 동작하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 26

제25항에 있어서, 상기 적어도 하나의 차량 서브시스템은 차량 기후 제어 시스템, 승객 시트 위치설정 시스템, 및 전기적 파워 스티어링 시스템 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원의 상호 참조

[0002] 본 출원은 2015년 6월 3일 출원된 미국 가출원 제62/170,674호, 2015년 6월 19일 출원된 미국 가출원 제62/182,420호, 2015년 7월 13일 출원된 미국 가출원 제62/192,051호, 2016년 2월 17일 출원된 미국 가출원 제62/296,325호, 및 2016년 3월 7일 출원된 미국 가출원 제62/304,901호의 U.S.C. § 119(e) 하에서 우선권의 이익을 청구하고, 각각의 이들 미국 가출원의 개시내용은 본 명세서에 그대로 참조로서 합체되어 있다.

[0003] 분야

[0004] 개시된 실시예는 차체 모션(vehicle body motion) 및 승객 경험(occupant experience)을 제어하기 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 자율 주행차(autonomous vehicle)는 예를 들어, 이들이 "운전자 과실"의 제거에 기인하는 승객 안전의 상당한 증가의 기대를 갖는 탄력적인 개인화된 수송을 위한 기회를 제공한다. 자율 주행차는 자가용 및 공용의 모두일 수 있고, 뿐만 아니라 증가된 연비를 전달할 수 있다. 그러나, 자율 또는 반자율 주행차, 뿐만 아니라 통상 구동식 차량은 예를 들어, 모션 예측 무능력, 이동 방향에 대한 제어의 결여, 및/또는 특정 패턴의 노출 및 이동의 빈도에 기인하여 멀미(motion sickness)를 경험할 수도 있다. 또한, 자율 및 반자율 주행차의 사용은 매일 단위로 여객에 의해 경험되는 멀미의 빈도 및 심각성의 증가를 유도하는 것으로 예상된다. 이러한 것이 경험되는 하나의 이유는 이러한 차량의 승객이 차량의 루트를 결정하는 결정 프로세스 및 어떻게 주행하는지로부터 더 격리되고 제거되어 있을 것이기 때문이다. 부가적으로, 사람은 일반적으로 멀미를 유발할 수 있는 조건에 적응하는 것이 가능하지만, 사람을 멀미에 더 민감하게 할 수도 있는 수면 부족과 같은 조건에 의해 영향을 받을 수도 있는 개인간의 적응성의 레이트 및 정도의 큰 차이가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0006] 일 실시예에서, 차량 내의 멀미를 완화하는 방법은 제1 동작 모드 중에 제1 정도만큼 제1 주파수 범위 내의 차량의 적어도 일부의 모션을 완화하는 단계; 차량의 적어도 하나의 승객의 멀미의 증가된 가능성을 지시하는 이벤트를 검출하는 단계; 제2 동작 모드 중에 제1 정도와는 상이한 제2 정도만큼 제1 주파수 범위 내의 차체의 일

부의 모션을 완화하는 단계를 포함한다.

- [0007] 다른 실시예에서, 차량은 능동 서스펜션 시스템 및 능동 서스펜션 시스템과 전기적으로 지시하는 능동 서스펜션 시스템 제어기를 포함한다. 차량은 제어기와 전기 통신하는 적어도 하나의 센서 또는 입력부를 또한 포함하고, 제어기는 적어도 하나의 센서 또는 입력부로부터의 정보를 사용하여 차량의 승객의 멀미의 증가된 가능성을 검출한다. 또한, 제어기는 승객의 멀미의 증가된 가능성이 검출되었을 때 더 큰 정도로 제1 주파수 범위 내의 모션을 완화하도록 능동 서스펜션 시스템을 동작한다.
- [0008] 또 다른 실시예에서, 차량의 능동 서스펜션 시스템을 동작하는 방법은 제1 크기를 갖는 제1 주파수 범위 내의 차량 새시의 이동을 검출하는 단계; 및 제2 크기를 갖는 제2 주파수 범위 내에서 차량 새시 내에 모션을 유도하도록 능동 서스펜션 시스템을 동작하는 단계를 포함한다.
- [0009] 다른 실시예에서, 차량 내의 모션을 감소시키는 방법은 적어도 제1 주파수 범위의 차량의 제1 부분의 모션을 감소시키기 위해 차량의 제1 부분과 연관된 제1 서스펜션 시스템을 동작하는 단계; 및 적어도 제2 주파수 범위의 차량의 제2 부분의 모션을 감소시키기 위해 차량의 제1 부분과 차량의 제2 부분 사이에 위치한 제2 서스펜션 시스템을 동작하는 단계를 포함하고, 제2 주파수 범위의 적어도 일부는 제1 주파수 범위와는 상이하다.
- [0010] 또 다른 실시예에서, 차량의 적어도 제1 부분의 모션을 감소시키는 방법은 차량의 제1 부분에 인가된 제1 힘을 검출하는 단계; 및 적어도 제1 힘에 대항하는 방향에서 제2 힘을 차량의 제1 부분에 인가하기 위해 차량의 제1 부분과 연관된 질량체를 이동하는 단계를 포함한다.
- [0011] 다른 실시예에서, 차량을 동작하는 방법은 상황을 검출하는 단계; 및 상황에 대해 차량 승객을 경고하기 위해 차량의 적어도 일부 내에 이동을 유도하는 단계를 포함한다.
- [0012] 다른 실시예에서, 이동하는 자율 주행차 내의 멀미를 완화하는 방법은 도로 상에서 자율 주행차를 동작하는 단계; 및 자율 주행차의 조작이 발생할 것이라는 것을 이 조작을 수행하기 전에 차량의 적어도 하나의 승객에 통보하기 위해 자율 주행차에 모션을 유도하도록 자율 주행차의 능동 서스펜션 시스템을 동작하는 단계를 포함한다.
- [0013] 또 다른 실시예에서, 차량은 적어도 하나의 액추에이터를 포함하는 능동 서스펜션 시스템 및 자율 주행 상태 및 통상 구동 상태 중 하나에서 차량을 선택적으로 동작하는 차량 제어 시스템을 포함한다. 또한, 능동 서스펜션 시스템은 차량이 자율 주행 상태에서 동작될 때 제1 모드에서 그리고 차량이 통상 구동 상태에 있을 때 제2 모드에서 동작된다.
- [0014] 다른 실시예에서, 차량을 동작하는 방법은 차량을 자율 주행 상태로 동작하는 단계; 차량이 자율 주행 상태에서 동작될 때 제1 모드에서 차량의 능동 서스펜션 시스템을 동작하는 단계; 차량을 통상 구동 상태에서 동작하는 단계; 및 차량이 통상 구동 상태에서 동작될 때 제2 모드에서 차량의 능동 서스펜션 시스템을 동작하는 단계를 포함한다.
- [0015] 또 다른 실시예에서, 멀미를 완화하는 방법은 디스플레이 상에 이미지를 표시하는 단계; 임계 주파수보다 큰 주파수를 갖는 디스플레이의 이동을 검출하는 단계; 임계 주파수보다 큰 주파수를 갖는 검출된 이동에 적어도 부분적으로 기초하여 디스플레이 내의 이미지를 이동시키는 단계를 포함한다.
- [0016] 다른 실시예에서, 능동 서스펜션을 포함하는 차량을 동작하는 방법은 차량 내에서 비디오 및 오디오 중 적어도 하나를 재생하는 단계; 차량의 적어도 일부 내에 모션을 유도하기 위해 능동 서스펜션 시스템의 적어도 하나의 액추에이터를 동작하는 단계를 포함하고, 유도된 모션의 적어도 하나의 양태는 비디오 및/또는 오디오의 적어도 하나의 양태와 동기화된다.
- [0017] 또 다른 실시예에서, 차량 서스펜션 시스템용 인간-기계 인터페이스는 노면과 서스펜션 시스템의 상호작용의 적어도 하나의 양태에 관련된 정보를 감지하는 적어도 하나의 차량 센서를 포함한다. 서스펜션 시스템 제어기가 서스펜션 시스템과 전기 통신한다. 또한, 디스플레이가 감지된 정보와 서스펜션 시스템 제어기로부터의 서스펜션 상황 정보 중 적어도 하나에 기초하여 노면과 서스펜션의 상호작용의 적어도 하나의 양태에 대한 정보를 표시한다.
- [0018] 다른 실시예에서, 이동 차량 상의 차륜 불균형을 결정하기 위한 방법은 미리결정된 기간에 걸쳐 제1 방향에서 이동 차량의 차륜의 구심력을 평균화하는 단계; 차륜의 최대 측정된 구심력에 대응하는 차륜의 각도 배향을 결정하는 단계; 결정된 각도 배향 및 차륜의 최대 측정된 구심력에 기초하여 차량 데이터베이스 내에 차륜의 차륜

불균형 상황을 업데이트하는 단계를 포함한다.

- [0019] 또 다른 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템을 갖는 차량을 위한 진단 방법은 차량의 적어도 일부 내에 미리결정된 모션을 유도하도록 능동 서스펜션 시스템을 사용하는 단계; 차량의 적어도 일부의 응답을 센서로 측정하는 단계; 측정된 응답을 차량의 미리결정된 예측된 응답과 비교하는 단계; 및 비교에 기초하여 차량 데이터베이스 내의 차량의 적어도 하나의 구성요소의 상황을 업데이트하는 단계를 포함한다.
- [0020] 다른 실시예에서, 차량을 위한 고정밀도 하이브리드 도로 맵핑 시스템은 저입도 대형 스케일 포지셔닝 데이터 및 수집된 도로 특징의 상대 간격에 대한 정보를 포함하는 고입도 로컬화된 포지셔닝 데이터를 포함하는 데이터베이스를 포함한다. 로컬화된 포지셔닝 데이터는 도로 차량 위로부터 적어도 부분적으로 수집될 수도 있다. 또한, 대형 스케일 포지셔닝 데이터의 정확성은 로컬화된 포지셔닝 데이터의 상대 위치 정보를 합체함으로써 향상될 수도 있다.
- [0021] 또 다른 실시예에서, 오디오 향상기로서 차량 능동 서스펜션 시스템을 동작하는 방법은 오디오 신호를 수신하는 단계; 오디오 신호를 필터로 필터링하는 단계; 필터로부터 능동 서스펜션 제어기로 필터링된 신호를 제공하는 단계; 및 차체의 적어도 일부 내에 저주파수 진동을 유도하기 위해 능동 서스펜션 제어기로 적어도 하나의 능동 서스펜션 액추에이터를 동작하는 단계로서, 유도된 진동은 필터링된 오디오 신호의 함수인, 적어도 하나의 능동 서스펜션 액추에이터를 동작하는 단계를 포함한다.
- [0022] 다른 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템을 동작하는 방법은 수동 자동차 댐퍼의 힘/속도 곡선을 복제하도록 능동 서스펜션 액추에이터를 동작하는 단계를 포함한다.
- [0023] 또 다른 실시예에서, 차량의 능동 서스펜션 시스템을 동작하는 방법은 차량의 승객에 의해 선택된 능동 서스펜션 세팅을 기록하는 단계; 승객에 대한 식별 정보를 얻는 단계; 승객의 식별 정보와 능동 서스펜션 시스템 세팅을 상관시키는 단계; 및 상관된 데이터를 차량 데이터베이스에 저장하는 단계를 포함한다.
- [0024] 다른 실시예에서, 주차된 차량의 능동 서스펜션 시스템을 동작하는 방법은 주차된 차량의 차체의 적어도 일부를 이동시키기 위해 능동 서스펜션 시스템을 사용하는 단계; 및 미리규정된 모션의 패턴으로 차체의 적어도 일부를 이동시키는 단계를 포함한다.
- [0025] 또 다른 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 차륜과 차량 새시 사이에 힘을 제공하는 것이 가능한 적어도 하나의 액추에이터 및 적어도 하나의 액추에이터로부터 힘을 명령하는 제어기를 포함한다. 시스템은 오디오 신호에 동작식으로 접속된 입력부 및 도로, 차륜, 및 새시 모션 중 적어도 하나를 감지하는 적어도 하나의 센서를 또한 포함한다. 제어기 힘 명령은 오디오 신호 및 적어도 하나의 센서의 모두의 함수이다.
- [0026] 본 개시내용은 이와 관련하여 한정되는 것은 아니기 때문에, 상기 개념, 및 이하에 설명되는 부가의 개념은 임의의 적합한 조합으로 배열될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 본 개시내용의 다른 장점 및 신규 특징은 첨부 도면과 함께 고려될 때 다양한 비한정적인 실시예의 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.
- [0027] 본 명세서 및 참조로서 함체된 문헌이 상충하고 그리고/또는 비일관적인 개시내용을 포함하는 경우에, 본 명세서가 우선할 것이다. 참조로서 함체되어 있는 2개 이상의 문헌이 상충하고 그리고/또는 비일관적인 개시내용을 포함하고 있으면, 더 늦은 효력 발생일을 갖는 문헌이 우선할 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 첨부 도면은 실제 축적대로 도시되어 있도록 의도된 것은 아니다. 도면에서, 다양한 도면에 도시되어 있는 각각의 동일한 또는 거의 동일한 구성요소는 유사한 도면 부호에 의해 표현되어 있을 수도 있다. 명료화를 위해, 모든 구성요소가 모든 도면에 도면 부호 표기되어 있는 것은 아닐 수도 있다. 도면에서:

도 1은 차량의 개략도이다.

도 2는 주파수의 함수로서 차체(스프링 위 질량체) 가속도와 도로에 수직인 도로 수직 가속도의 비($\ddot{z}_b / \ddot{z}_r$)를 도시하고 있는 전달율(transmissibility) 플롯이다.

도 3은 주파수의 함수로서 차체(스프링 위 질량체)를 위한 파워 스펙트럼의 그래프이다.

도 4는 파장(L)을 갖는 노면의 기록의 개략도이다.

도 5는 더 고주파수 가속도를 유도함으로써 저주파수 가속도를 차폐하는 개략도이다.

도 6은 가다 서다 반복 주행(stop-and-go driving)에 의해 유도된 가변 피치를 도시하고 있는 개략도이다.

도 7은 예로서 가다 서다 반복 주행에 의한 피치의 변화를 완화하기 위한 능동 서스펜션 시스템의 사용을 도시하고 있는 개략도이다.

도 8은 제2 플랫폼(차량의 스프링 위 질량체와 같은)에 의해 지지되는 제1 플랫폼(승객 시트와 같은)의 저주파수 발진을 완화하는데 사용된 능동 서스펜션 시스템의 개략도로서, 여기서 제2 플랫폼의 고주파수 모션이 능동 서스펜션 시스템에 의해 완화되는 것으로 도시되어 있다.

도 9는 발진이 승객에 도달하는 것을 완화시키기 위한 워터크래프트(watercraft) 내의 능동 서스펜션 액추에이터의 개략도이다.

도 10은 멀미 완화를 위한 차량용 제어 시스템의 블록도이다.

도 11은 멀미 검출 시스템의 하나의 실시예를 도시하고 있는 개략 흐름도이다.

도 12는 전기차의 배터리, 새시 또는 (차대), 및 승객실 또는 운전실의 상대 위치설정을 도시하고 있는 실시예의 개략도이다.

도 13은 새시(또는 차대), 및 승객실 또는 운전실에 관한 배터리의 대안적인 상대 위치를 도시하고 있는 실시예의 개략도이다.

도 14는 새시(또는 차대), 및 승객실 또는 운전실에 관한 배터리의 상대 위치설정을 도시하고 있는 실시예의 개략도로서, 의자 및/또는 작업면과 같은 승객 객실 내의 유닛은 능동 서스펜션 시스템을 사용하여 승객 객실 또는 운전실에 대해 부동하는(float) 것이 허용된다.

도 15는 새시(또는 차대), 및 승객실 또는 운전실에 관한 배터리의 상대 위치설정을 도시하고 있는 실시예의 개략도로서, 의자 및/또는 작업면과 같은 승객 객실 내의 유닛은 능동 서스펜션 시스템을 사용하여 승객실 또는 운전실에 대해 부동하는(float) 것이 허용된다.

도 16은 새시(또는 차대), 및 승객실 또는 운전실에 관한 배터리의 상대 위치설정을 도시하고 있는 실시예의 개략도로서, 승객실 또는 운전실은 새시(또는 차대)에 대해 부동하는 것이 허용되고 배터리는 승객실로부터 현수되어 있다.

도 17은 새시(또는 차대)가 서스펜션 시스템에 의해 지지되어 있고, 승객실이 새시(또는 차대)에 고정 부착되어 있고, 개별 질량체가 새시 또는 차대로부터 현수되어 있는 것을 도시하고 있는 실시예의 개략도이다.

도 18은 새시에 부착된 배터리를 포함하는 실시예의 개략도로서, 승객실 또는 운전실은 수직 방향에서 새시(또는 차대)에 관하여 부동하지만, 적어도 하나의 측방향에서는 속박되어 있다.

도 19는 도 18의 실시예의 속박 기구를 도시하고 있다.

도 20은 배터리가 새시에 부착되어 있고 승객실 또는 운전실은 수직 방향에서 새시(또는 차대)에 관하여 부동하지만, 적어도 하나의 측방향에서는 속박되어 있는 것을 도시하고 있는 다른 실시예의 개략도이다.

도 21은 도 20의 실시예의 속박 기구를 도시하고 있다.

도 22는 배터리가 새시에 부착되어 있고 승객실 또는 운전실은 수직 방향에서 새시 또는 차대에 관하여 부동하지만, 적어도 하나의 측방향에서는 속박되어 있는 것을 도시하고 있는 또 다른 실시예의 개략도이다.

도 23은 다수의 서스펜션 시스템을 포함하는 시스템의 실시예의 개략도이다.

도 24는 헥사포드 기구를 포함하는 시스템의 실시예의 개략도이다.

도 25는 격리된 시트 및 작업면을 포함하는 시스템의 실시예의 개략도이다.

도 26은 다가오는 조작을 지시하기 위해 하나 이상의 차량 이동을 사용하는 시스템의 실시예의 개략도이다.

도 27a 내지 도 27d는 차량으로부터 눈을 "동요" 제거하는데 사용되는 능동 서스펜션 시스템의 일련의 개략도이다.

도 28은 차체 내에 모션을 유도하기 위해 능동 서스펜션 시스템을 사용하는 차량에 밀접한 근접도에서의 차량,

사람 및 동물의 개략도이다.

도 29는 유도 충전 코일 및 능동 서스펜션 시스템을 구비한 전기차의 개략도이다.

도 30은 승객의 시각 안반사(visual ocular reflex)를 위한 이미지 위치를 보상하기 위해 이미지를 이동시키는 디스플레이의 개략도이다.

도 31은 임박한 충돌을 준비하는 차량의 실시예의 개략도이다.

도 32는 도로 데이터 수집, 프리필터링(pre-filtering) 및 리플레이를 행하는 것이 가능한 시스템의 실시예의 기능 블록도이다.

도 33은 재생 중에 "도로 입력"에 반응하는 제어기의 실시예의 블록도이다.

도 34는 모션의 완화된 및 비완화된 주파수 스펙트럼의 그래프를 비교하고 있다.

도 35는 비디오 디스플레이를 포함하는 차량 시트의 개략도이다.

도 36은 차량의 위치가 비디오 디스플레이 상에 표시되어 있는 것에 응답하여 변경된 후에 도 35의 시트를 도시하고 있다.

도 37은 다양한 도로, 차량, 및 사용자 데이터를 포함하는 로케이션 태그된 데이터베이스의 실시예를 도시하고 있다.

도 38은 로케이션 태그된 데이터베이스와 다양한 데이터 소스 사이의 정보 교환을 도시하고 있는 블록도를 도시하고 있다.

도 39는 도로 입력 및 차량 승객에 관련된 정보를 수집하기 위한 차량과 연관된 센서를 도시하고 있는 개략도이다.

도 40은 저 및 고분해능 소스로부터 정보를 수신하는 능동 서스펜션 제어 시스템의 블록도를 도시하고 있다.

도 41은 정보를 수집하여 데이터베이스와 교환하는 차량의 실시예의 블록도를 도시하고 있다.

도 42는 근접 맵 정보에 기초하여 도로 장애물을 회피하는 자율 주행차의 향상된 능력을 도시하고 있다.

도 43은 고에너지 서브우퍼를 시뮬레이션하기 위해 능동 서스펜션 시스템을 사용하는 차량에 사용을 위한 오디오 향상 시스템을 도시하고 있다.

도 44는 가상 현실 디바이스와 조화하여 차량 작동의 블록도를 도시하고 있다.

도 45는 능동 서스펜션 액추에이터의 힘/속도 플롯을 도시하고 있다.

도 46은 수동 자동차 댐퍼의 힘/속도 플롯을 도시하고 있다.

도 47은 인간-기계 인터페이스, 사용자, 및 능동 서스펜션 시스템 사이의 상호작용을 도시하고 있는 블록도를 도시하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029]

자율 및 반자율 주행차의 사용의 예상된 증가에 기인하여, 본 발명자들은 차량의 승객의 멀미의 가능성을 감소시키기 위한 시스템 및 방법을 제공하는 것이 유리할 수도 있다는 것을 인식하였다. 상기의 견지에서, 본 발명자들은 하나 이상의 주파수 범위에서 차량의 하나 이상의 부분의 모션을 완화하거나 다른 방식으로 감소시키는 것과 연관된 이익을 인식하였다. 부가적으로, 몇몇 실시예에서, 차량의 이 이동의 감소는 차량의 승객에 대한 멀미의 증가된 기회를 지시하는 하나 이상의 상황에 응답하여 행해질 수도 있다. 대안적으로, 본 명세서에 설명된 방법 및 시스템은 차량 승객의 멀미를 유도할 수도 있는 상황을 감소시키고 그리고/또는 가능하게는 방지하기 위해 선점적으로 구현될 수도 있다. 따라서, 본 명세서에 설명된 몇몇 실시예는 일반적으로 차량 승객의 차량내 경험을 향상시키기 위해 다양한 상황 하에서 차량의 하나 이상의 부분의 모션을 제어하는데 사용된 시스템 및 방법에 관련된다. 그러나, 본 명세서에 설명된 다른 실시예는 더 즐겁고 그리고/또는 효과적인 인간 기계 인터페이스에 관련된다.

[0030]

특정 실시예에 따라, 차량의 다양한 시스템은 차량의 특정 부분 및/또는 차량 승객에 전달된 모션을 감소시키거나 제거하도록 동작될 수도 있다. 제어될 수도 있는 시스템은 차체, 승객실, 및/또는 승객실 내에 위치한 구조

체와 같은 차량의 다양한 부분과 연관된 서스펜션 시스템 뿐만 아니라 자율, 반자율 주행차 및/또는 통상 구동식 차량의 스티어링, 제동, 및/또는 스티어링 제어부를 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 이에 따라, 이들 시스템 중 하나 이상은 예를 들어, 이하에 더 설명되는 바와 같이 멀미 또는 피로와 같은 승객 불편함을 유도하는 특성의 미리규정된, 추정된, 검출된, 또는 차량 승객 식별된 모션 또는 동작 체제를 회피하도록 동작될 수도 있다.

[0031] 통상적으로, 설계자는 사람 또는 승객이 내부에 있는 차량이 약 0.05 Hz 내지 0.5 Hz의 저주파수에서 측방향 교란 및/또는 수직 발진에 노출되면, 메스꺼움 및 현기증을 포함하는 멀미 증상을 경험하는 더 높은 가능성이 존재한다는 것을 인식하였다. 그러나, 본 발명자들은 예를 들어, 0.5 Hz 내지 10 Hz의 범위와 같은 더 고주파수에서 히브(heave), 피치(pitch) 및/또는 롤(roll)과 같은 다양한 방향에서의 모션에 기인하여 멀미가 또한 발생할 수도 있다고 결정하였다. 또한, 이 주파수 범위 내의 모션에 대한 사람의 민감도는 이들이 차량에서 발생할 수도 있는 바와 같은 즉각적인 환경의 이동을 제어하거나 또는 다른 방식으로 인식하는 것으로부터 적어도 부분적으로 디커플링되어 있는 환경에서 이들이 독서, 비디오 시청, 비디오 게임 플레이, 또는 기타 행동과 같은 특정 작업을 수행하고 있으면 악화될 수도 있다. 따라서, 차량의 하나 이상의 부분과 연관된 하나 이상의 서스펜션 시스템, 또는 이동 완화 디바이스는 차량 내에서 통상적으로 행해지는 것보다 하나 이상의 동작 모드에서 더 큰 정도로 이들 주파수 범위 중 하나 또는 모두 내에서 차량 승객에 대한 모션을 완화하기 위해 동작될 수도 있다.

[0032] 몇몇 실시예에서, 차량의 하나 이상의 서스펜션 시스템은 예를 들어, 차체(예를 들어, 새시 또는 프레임), 승객실, 승객실 내의 구조체(예를 들어, 시트 및 작업면), 및/또는 차량의 임의의 다른 적절한 부분을 포함하여 차량 내의 하나 이상의 구조체에 대한 히브, 피치 및/또는 롤과 같은 모션을 억제하는데 사용될 수도 있다. 부가적으로, 하나 이상의 서스펜션 시스템은 예로서, 멀미의 가능성을 감소시키도록 요구될 때, 적어도 하나의 동작 모드 중에 멀미와 연관된 하나 이상의 미리결정된 주파수 범위에서 모션을 더 감소시키도록 동작될 수도 있다. 하나의 실시예에서, 멀미와 연관될 수도 있는 주파수는 약 0.05 Hz 내지 10 Hz의 주파수를 포함한다. 또한, 하나 이상의 능동 서스펜션 시스템은 본 개시내용이 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 이 전체 주파수 범위, 또는 이 주파수 범위의 하나 이상의 서브 범위에 걸쳐 동작할 수도 있다. 예를 들어, 서스펜션 시스템은 멀미와 연관된 주파수를 갖는 모션을 감소시키도록 요구될 때 약 0.05 Hz, 0.1 Hz, 0.2 Hz, 0.5 Hz, 1 Hz, 2 Hz, 또는 임의의 다른 적절한 주파수보다 크거나 같은 주파수의 모션을 완화할 수도 있다. 대응적으로, 서스펜션 시스템은 멀미와 연관된 주파수를 갖는 모션을 감소시키도록 요구될 때 약 10 Hz, 9 Hz, 8 Hz, 7 Hz, 6 Hz, 5 Hz, 1 Hz, 또는 임의의 다른 적절한 주파수보다 작거나 같은 주파수의 모션을 완화할 수도 있다. 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 예를 들어, 약 0.05 Hz 내지 10 Hz, 0.1 Hz 내지 10 Hz, 0.5 Hz 내지 10 Hz, 1 Hz 내지 10 Hz, 2 Hz 내지 6 Hz의 주파수 범위를 포함하는 상기 범위의 조합, 및/또는 임의의 다른 적절한 조합이 고려된다. 특정 주파수의 모션의 완화는 모션이 그 특정 주파수를 포함하는 임의의 주파수 범위에서 완화되는 것을 의미한다. 또한, 특정 주파수 범위의 모션을 완화하는 것은, 모션이 그 주파수 전체에 걸쳐 또는 심지어 그 범위의 각각의 주파수에서 균일하게 완화되는 것을 반드시 지시하는 것은 아니다.

[0033] 전술된 실시예에서, 이러한 주파수 범위 내의 모션은, 차량이 자율 주행 모드에 있는지 또는 통상 구동 모드에 있는지 여부에 따라 그리고/또는 예를 들어 센서와 같은 하나 이상의 소스로부터의 입력 및/또는 하나 이상의 차량 승객으로부터의 명령 또는 신호에 따라, 특정 시간에 그리고/또는 다양한 정도로 억제될 수도 있다. 부가적으로, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 차량과 연관된 하나 이상의 서스펜션 시스템은 수동 서스펜션 시스템, 반능동 서스펜션 시스템, 능동 서스펜션 시스템, 및/또는 상기의 조합 중 임의의 하나일 수도 있다.

[0034] 본 발명자들은 예를 들어 에너지 보존 및 차량 성능 관점으로부터와 같은 특정 상황에서, 특정 주파수 범위 내에 있어서의 향상된 모션 완화를 항상 제공하는 것이 바람직하지 않을 수도 있다는 것을 인식하였다. 대신에, 차량은 차량 승객의 멀미의 증가된 가능성을 지시하는 이벤트, 일련의 이벤트, 및/또는 이벤트의 패턴이 검출될 때까지 제1 동작 모드에서 동작될 수도 있다. 차량은 이어서 승객의 멀미의 가능성, 심각성 및/또는 기간을 감소시키는 것을 돕기 위해 하나 이상의 주파수 범위에서의 모션의 향상된 완화를 제공하는 제2 동작 모드에서 동작될 수도 있다. 하나의 이러한 예시적인 실시예에서, 차량은 차체 또는 차량의 다른 부분으로의 이동의 전달을 감소시키는데 사용되는 능동 서스펜션 시스템과 같은 서스펜션 시스템, 또는 다른 적절한 모션 완화 디바이스를 포함할 수도 있다. 제1 동작 모드에서, 서스펜션 시스템은 제1 정도만큼 제1 주파수 범위 내의 차량의 부분으로의 모션을 완화하도록 동작된다. 멀미 증상의 증가된 가능성과 연관된 이벤트, 일련의 이벤트 및/또는 이벤트의 패턴을 검출한 후에, 서스펜션 시스템은 제2 동작 모드에서 동작되어, 제1 동작 모드 동안보다 차량의

부분에 대한 제1 주파수 범위 내의 모션의 증가된 완화를 제공하게 된다. 일단 멀미의 증가된 가능성과 연관된 상황이 완료되거나 원하는 지연 후에, 차량은 몇몇 경우에 제1 모드와 동일할 수도 있는 제3 동작 모드에서 동작될 수도 있다. 따라서, 몇몇 실시예에서, 향상된 멀미 증제가 요구될 때 제공될 수도 있고 차량은 다른 시간 주기 동안 더 낮은 파워 및/또는 더 효율적인 모드 및/또는 더 높은 차량 성능 모드에서 동작될 수도 있다.

[0035] 이하에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 차량 승객의 멀미의 증가된 가능성과 연관된 이벤트 또는 이벤트들은 임의의 수의 방식으로 결정될 수도 있다. 예를 들어, 하나의 실시예에서, 이벤트 또는 이벤트들은 능동 서스펜션 시스템과 연관된 하나 이상의 센서에 의해 결정된 바와 같이 차량에 인가된 힘 및/또는 가속도와 같은 정보를 사용하여 적어도 부분적으로 결정될 수도 있다. 부가적으로, 몇몇 실시예에서, 이벤트 또는 이벤트들은 승객 머리 및/또는 몸통의 모션에 차량 모션을 관련시키는 미리결정된 전달 함수 및/또는 측정치에 기초하여 승객 머리 및/또는 몸통에 인가된 힘 및/또는 가속도와 같은 정보를 사용하여 적어도 부분적으로 결정될 수도 있다.

[0036] 대안적으로, 몇몇 실시예에서, 멀미의 가능성을 결정하는데 사용된 정보는 차량 승객으로부터의 피드백에 적어도 부분적으로 기초할 수도 있다. 예를 들어, 차량 승객은 이들의 불편함의 레벨을 능동 서스펜션 시스템의 제어기에 통신하기 위해 푸시버튼, 다이얼, 터치패드, 스마트폰, 태블릿, 또는 컴퓨터 앱을 갖는 다른 모바일 컴퓨팅 디바이스를 사용할 수도 있다. 하나의 이러한 실시예에서, 승객은 0 내지 10과 같은 스케일의 하위 및 상위 부분 사이에서 멀미의 레벨을 보고할 수도 있는데, 여기서 0의 스코어는 증상 없음을 지시하고, 10의 스코어는 임박한 구토를 지시한다. 또 다른 실시예에서, 멀미의 가능성에 대한 정보는 차량 내에 위치한 센서에 의해 수집된 데이터에 기초할 수도 있다. 이들 센서는 승객이 예로서 스티어링 휠, 의자의 부분, 또는 차량의 다른 적절한 부분과 상호작용하는 차량의 부분 내에 탑재된 카메라 또는 생리학적 센서와 같은 차량과 일체화된 센서에 대응할 수도 있다. 부가적으로, 센서는 손목밴드와 같은 차량 승객에 의해 착용되거나 휴대된 디바이스 내에 일체화될 수도 있다. 어느 경우든, 생리학적 센서는 체온, 심박수, 승객이 얼마나 많이 땀을 흘리는지, 안반사 및 멀미와 연관된 다른 적절한 파라미터와 같은 파라미터를 측정하는데 사용될 수도 있다.

[0037] 전술된 바와 같이, 본 발명자들은 0.05 Hz 내지 10 Hz 범위의 주파수 범위에 걸친 또는 그 범위의 서브 범위에 걸친 히브, 피치 및/또는 롤과 같은 차량의 모션을 완화하는 것이 인구의 상당한 부분에 있어서 멀미를 감소시킬 수도 있다는 것을 인식하였다. 이 완화는 수동 완충 시스템, 반능동 서스펜션 시스템, 및/또는 능동 서스펜션 시스템과 같은 차량의 서스펜션 시스템을 사용하여 성취될 수도 있다. 예를 들어, 능동 서스펜션 시스템의 하나 이상의 액추에이터는 힘을 인가하고, 차체에 인가된 도로 유도력을 상쇄하기 위해 차량의 하나 이상의 부분의 모션을 감소시키기 위해 사용될 수도 있다. 또한, 몇몇 실시예에서, 부가의 서스펜션 시스템, 모션 완화 디바이스, 및/또는 수동 완충 기술이 의자, 승객실 및/또는 운전실과 같은 차량의 특정 섹션에 전달된 모션을 더 감소시키는데 사용될 수도 있다. 부가적으로, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 이들 상이한 서스펜션 시스템 및 디바이스는 이들 언급된 주파수 범위 내에서 모두 동작할 수도 있고 그리고/또는 이들 주파수 범위의 단지 일부에 걸쳐 동작할 수도 있다. 예를 들어, 이하에 더 설명되는 바와 같이, 차량의 1차 서스펜션 시스템은 주로 더 고주파수의 모션을 완화할 수도 있고, 반면에 차량의 서브 부분과 연관된 2차 서스펜션 시스템은 주로 더 저주파수의 모션을 완화할 수도 있다.

[0038] 모션 완화에 추가하여, 본 발명자들은 특정 상황 및/또는 차량의 예상된 조작을 지시하기 위해 차량 승객에 암시를 제공하는 것과 연관된 이익을 인식하였다. 이들 암시는 차량 승객의 상황 인식을 향상시키는 것을 돕고 그리고/또는 멀미를 완화하는 것을 도울 수도 있다. 따라서, 하나의 실시예에서, 차량의 능동 서스펜션 시스템은 이것이 발생하기 전에 회전, 가속, 감속, 및/또는 임의의 다른 적절한 차량 조작과 같은 예상된 차량 조작을 지시하기 위해 차량의 하나 이상의 부분 내에 모션을 유도하는데 사용될 수도 있다. 다른 실시예에서, 차량은 임박한 충돌, 차량이 노면 상의 차선 마킹을 지나 주행하는 것, 불균일한 부하 분포, 및/또는 과부하 조건과 같은 상황을 검출할 수도 있다. 차량의 능동 서스펜션 시스템은 이어서 차량 승객에게 상황을 경고하기 위해 차량의 적어도 일부에 모션을 유도하는데 사용될 수도 있다. 물론, 임의의 수의 상이한 유형의 모션이 특정 상황 또는 조작을 지시하기 위한 암시로서 사용될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 하나 이상의 차량의 롤, 피치, 히브, 진동, 상기의 조합, 및/또는 임의의 다른 적절한 유형의 차량 모션이 특정 유형의 상황 및/또는 차량 조작을 지시하는데 사용될 수도 있다.

[0039] 본 명세서에 설명된 다수의 실시예는 자율 및 반자율 주행차에 대해 상세히 설명되어 있지만, 차량의 멀미 및/또는 모션을 완화하기 위한 본 발명의 개시된 시스템 및 방법은 자율 및 반자율 주행차에 사용에 한정되는 것은 아니라는 것이 이해되어야 한다. 대신에, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 설명된 시스템 및 방법은 통상 구동식 차량을 포함하는 임의의 적절한 차량에 구현될 수도 있다. 부가적으로, 본 명세서에 설명된 방법 및 시스템은 전기, 하이브리드, 및/또는 내연기관으로 동력공급되는 자율, 반자율 주행차 및/또는

통상 구동식 차량과 함께 사용될 수도 있다. 또한, 특정 실시예에 따라, 본 명세서에 설명된 방법 및 시스템이 이 방식으로 한정되는 것은 아니기 때문에, 차량은 수동 서스펜션 시스템, 반능동 서스펜션 시스템, 능동 서스펜션 시스템, 또는 상기의 임의의 것의 조합을 구비할 수도 있다.

[0040] 본 개시내용의 목적으로, 자율 주행차 및 무인 자동차는 통합 기능 자동화(combined function automation: NHTSA 레벨 2), 제한된 자율 주행 자동화(limited self-driving automation: NHTSA 레벨 3), 및/또는 완전 자율 주행 자동화(full self-driving automation: NHTSA 레벨 4)를 실행하는 적어도 임의의 차량을 포함하는 것으로 이해될 수도 있다.

[0041] 이제, 도면을 참조하면, 특정 실시예가 본 명세서에 개시된 시스템 및 방법의 구조, 기능, 제조, 및 사용의 원리의 전반적인 이해를 제공하기 위해 이하에 더 설명된다. 그러나, 본 명세서에 설명되고 첨부 도면에 도시되어 있는 시스템, 방법, 및 예는 비한정적인 예시적인 실시예이고, 본 개시내용의 범주는 단지 도시된 실시예에 한정되는 것은 아니다. 대신에, 다양한 실시예와 관련하여 예시되거나 설명된 특징은 개별적으로 그리고/또는 다양한 조합으로 다른 실시예의 특징과 조합될 수도 있다. 이러한 수정은 본 개시내용의 범주 내에 포함되도록 의도된다.

[0042] 도 1은 본 명세서에 설명된 다양한 방법 및 차량 시스템과 함께 사용될 수도 있는 제1 서스펜션 시스템(4)을 포함하는 차량(2)의 실시예를 도시하고 있다. 도면에서, 서스펜션 시스템의 다양한 댐퍼 및/또는 액추에이터는 차량의 연관된 차륜 또는 차륜 조립체와 차체 사이에 배치되어 있다. 또한, 각각의 댐퍼 및/또는 액추에이터는 차체(12)의 적어도 일부 및 연관된 차륜(6)의 상대 이동을 독립적으로 제어하는 것이 가능하다. 부가적으로, 몇몇 실시예에서, 서스펜션 시스템의 액추에이터 및/또는 댐퍼는 예를 들어, 액추에이터에 관하여 병렬로 또는 직렬로 차량의 연관된 부분 사이에 배치된 코일 스프링 및/또는 에어 스프링과 같은 다양한 유형의 스프링과 함께 사용될 수도 있다.

[0043] 특정 서스펜션 시스템이 도면에 도시되어 있지만, 임의의 적절한 서스펜션 시스템이 사용될 수도 있다. 예를 들어, 종래의 서스펜션 시스템은 통상적으로 거의 일정한 동작 및 성능 파라미터를 사용하여 댐퍼의 압축 및/또는 신장에 대항하도록 저항력을 인가하는 수동 댐퍼를 사용한다. 부가적으로, 몇몇 서스펜션 시스템은 이들의 전체 응답이 예를 들어 승객 편안함과 차량 핸들링 사이의 절충을 제공하도록 조정될 수 있는 점에서 반능동형이다. 완전 능동 서스펜션 시스템은 센서 및 다른 디바이스로부터의 입력에 의존함으로써 변화하는 도로 조건에 자동으로 반응하도록 액추에이터를 사용한다. 따라서, 능동 댐퍼, 서스펜션 시스템, 액추에이터 또는 다른 유사한 디바이스가 압축 및/또는 신장 스트로크 중에 각각 압축 및/또는 신장 방향에서 힘을 인가하는데 사용될 수도 있다. 부가적으로, 능동 서스펜션 시스템은 또한 몇몇 동작 모드 중에 저항력을 인가하는데 사용될 수도 있다. 따라서, 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템, 또는 그 서브 부분은 힘 속도 다이어그램의 4개의 사분면 중 적어도 3개에서 동작할 수도 있다.

[0044] 도 1에 또한 도시되어 있는 바와 같이, 몇몇 실시예에서, 차량(2)은 차량(14)의 제2 부분과 연관된 제2 서스펜션 시스템(16)을 또한 포함할 수도 있다. 도시된 실시예에서, 차량의 제2 부분은 승객이 착석할 수도 있는 시트에 대응한다. 그러나, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 차량의 제2 부분이 예를 들어, 승객실, 운전실, 적재함(loading compartment) 또는 차량의 임의의 다른 적절한 부분에 대응하는 실시예가 또한 고려된다. 이하에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 제1 서스펜션 시스템은 하나 이상의 주파수 범위 내에서 차체의 모션을 완화하는데 사용될 수도 있다. 제2 서스펜션 시스템은 이어서 마찬가지로 하나 이상의 주파수 범위 내에서 차량의 제2 부분에 전달된 모션을 완화하도록 동시에 사용될 수도 있다. 임의의 적절한 운동학적 특성이 서스펜션 시스템을 위해 사용될 수도 있지만, 몇몇 실시예에서, 제1 서스펜션 시스템은 적어도 제1 주파수 범위에서 제2 서스펜션 시스템보다 더 큰 정도로 모션을 감소시킬 수도 있다. 유사하게, 제2 서스펜션 시스템은 적어도 제2 범위에서 제1 서스펜션보다 큰 정도로 모션을 감소시킬 수도 있다. 예를 들어, 제1 주파수 범위는 제2 주파수 범위보다 더 고주파수를 포함하는데, 이는 이하에 더 상세히 설명되는 바와 같이 감소된 동력 감소의 이익을 제공할 수도 있다.

[0045] 차량의 상이한 부분과 연관된 2개의 서스펜션 시스템을 포함하는 차량이 전술되었지만, 상이한 수의 서스펜션 시스템 및/또는 이들 서스펜션 시스템과 연관된 차량의 상이한 수의 부분이 있는 실시예가 또한 고려된다. 예를 들어, 하나의 실시예에서, 차량은 간단히 차체와 차륜 사이에 위치한 1차 서스펜션 시스템을 포함할 수도 있다. 대안적으로, 또 다른 실시예에서, 차량은 차량과 차륜 또는 차륜 조립체 사이에 위치한 1차 서스펜션 시스템 뿐만 아니라 차량의 개별 부분과 연관된 복수의 2차 서스펜션 시스템을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 제2 서스펜션 시스템은 승객실과 연관될 수도 있고, 제3 서스펜션 시스템은 승객 시트와 승객 시트가 위치되어 있는

승객실 사이에 위치될 수도 있다.

[0046] 도면에 도시되어 있고 본 출원 전체에 걸쳐 설명되어 있는 능동 서스펜션 시스템은 임의의 수의 상이한 유형의 액추에이터를 포함할 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 이러한 액추에이터의 예는 전자유압식, 전자기식 및 전기기계식 액추에이터를 포함할 수도 있다. 전자유압식 액추에이터는 통상적으로 액추에이터 피스톤 상에 원하는 힘을 인가하기 위해, 전기 모터에 의해 구동되는 유압 펌프를 사용한다. 전자유압식 액추에이터 및 능동 서스펜션 시스템용 제어기의 예를 개시하고 있는 2009년 8월 3일 출원된 발명의 명칭이 "유압 에너지 전달(Hydraulic Energy Transfer)"인 미국 특허 제8,839,920호, 2013년 3월 11일 출원된 발명의 명칭이 "일체형 에너지 발생 댐퍼(Integrated Energy Generating Damper)"인 미국 특허 제9,035,477호, 2014년 3월 14일 출원된 발명의 명칭이 "일체형 능동 서스펜션 스마트 밸브(Integrated Active Suspension Smart Valve)"인 미국 특허 출원 제14/212,359호, 및 2015년 1월 22일 출원된 발명의 명칭이 "능동 차량 서스펜션 시스템(Active Vehicle Suspension System)"인 미국 특허 출원 제14/602,463호가 본 명세서에 그대로 참조로서 함체되어 있다. 다른 능동 서스펜션 시스템은 통상적으로 선형 전기 모터를 포함하는 전자기식 능동 서스펜션 액추에이터 및/또는 통상적으로 볼-스크류 기구를 이용하는 전자기계식 액추에이터를 포함할 수도 있다.

[0047] 도 1에 도시된 차량은 다양한 파라미터를 검출하기 위한 하나 이상의 센서를 또한 포함할 수도 있다. 예를 들어, 센서는 차선 마킹, 접근 차량 및 물체, 및/또는 장애물과 같은 차량의 전방에 위치된 물체 및 마킹을 모니터링하는데 사용된 시각적 또는 적외선 카메라 또는 검출기와 같은 전방 주시 센서일 수도 있다. 센서는 또한 차량 내에 위치된 하나 이상의 승객의 이동 및/또는 물리적 파라미터를 모니터링하기 위해 차량의 내부에 장착될 수도 있다. 하나의 이러한 실시예에서, 차량 내에 위치된 하나 이상의 센서는 카메라, 차량 승객의 생리학적 파라미터를 모니터링하도록 구성된 센서(예를 들어, 심박 모니터, 갈바닉 피부 응답 센서, 및 산소화 센서, 이산화탄소 센서 등), 하나 이상의 가속도계, 관성 모니터링 유닛, 자이로스코프, 및/또는 임의의 다른 적절한 센서를 포함할 수도 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0048] 다양한 센서에 추가하여, 차량은 버튼, 다이얼, 터치패드 또는 다른 적절한 입력 디바이스와 같은 하나 이상의 승객 입력부(10)를 또한 포함할 수도 있다. 입력부는 차량 및/또는 서스펜션 시스템의 제어기에 정보를 입력하기 위해 승객에 의해 사용될 수도 있다. 예를 들어, 이하에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 승객은 이들이 소정 정도의 멀미를 경험하는 것을 제어기에 통지하기 위해 지시기를 사용할 수도 있다.

[0049] 도 1에 또한 도시되어 있는 바와 같이, 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션(4)은 차륜과 차체 사이의 능동 서스펜션 시스템과 직렬로 또는 병렬로 에어 서스펜션(18)과 조합될 수도 있다. 몇몇 경우에, 능동 서스펜션 및 에어 서스펜션은 도로로부터 저주파수 콘텐츠가 차량의 스프링 위 질량체에 전달되는 것을 완화하기 위해 협동적으로 동작할 수도 있다. 예를 들어, 제어 루프는 차량의 차체 상의 가속도계 주위에서 폐쇄되고, 에어 서스펜션이 충만하는 동안 능동 서스펜션은 차륜을 신장시키고(탑승 높이를 증가시킴), 다른 때에는 에어 서스펜션이 수축하는 동안 능동 서스펜션은 차륜을 퇴피시킬 수도 있다(탑승 높이를 감소시킴). 높이는 차체 레벨을 유지하도록 동적으로 증가되거나 감소될 수도 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 본 명세서에 설명된 바와 같이, 다른 멀미 감소 제어 전략이 또한 이용될 수도 있다. 실시예에 따르면, 에어 서스펜션 및 능동 서스펜션은 전방 및 후방 차축에서 독립적으로 그리고/또는 각각의 차륜에서 독립적으로 동작할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 에어 서스펜션은 본 명세서에 설명된 능동 서스펜션 유닛과 조합되거나 대체될 수도 있다.

[0050] 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 전술된 차량에 관련하여 설명된 시스템 및 특징은 개별적으로 또는 조합하여 본 명세서에 설명된 임의의 다른 시스템 및 방법과 함께 사용될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0051] 동작 중에, 노면과 접촉하고 있는 차량의 차륜은 노면과의 상호작용을 통해 차체 모션을 유도할 수도 있다. 도 2는 도로로부터 차체(스프링 위 질량체)로의 교란의 전달율의 예를 도시하고 있는 차트이다. 곡선은 차체에 전달된 교란의 크기 대 유도된 모션의 주파수를 제시하고 있는데, 여기서 전달율은 차륜에 의해 보여지는 바와 같

은 도로의 수직 가속도($\ddot{Z}_r$)와 차체의 가속도($\ddot{Z}_b$) 사이의 비이다. 곡선(110)은 비완충형 서스펜션 시스템에 대한 전달율 대 주파수의 플롯이다. 곡선(111)은 운전자가 있는 차량의 능동 서스펜션 시스템의 전달율의 예를 표현하고 있다. 이 경우에, 서스펜션 시스템은 승객 편안함과 운전자를 위한 도로감(road feel) 사이의 허용가능한 균형을 제공하도록 조율된다. 자율 주행차의 경우에, 몇몇 실시예에서 도로감은 더 이상 중요한 고려사항이 아닐 수도 있다. 따라서, 이러한 자율 주행차의 능동 서스펜션 시스템은 예를 들어, 곡선(111)의 통상 구동식 차량에서보다 더 큰 정도로 멀미가 발생할 수도 있는 주파수의 범위에서와 같이, 저주파수 전달율을

감소시키도록 조율될 수도 있다. 그러나, 몇몇 실시예에서, 저주파수 전달율을 억제하는 것은 능동 서스펜션 시스템에 의한 도로감의 열화 및 증가된 에너지 소비 뿐만 아니라 특정 더 고주파수에서 증가된 전달율을 야기할 수도 있다. 2개의 이러한 실시예가 곡선(112, 113)에 의해 예시되어 있는데, 이 곡선들은 더 저주파수에서의 모션이 통상 구동식 차량(곡선 111)에 비교하여 완화되어 있는 능동 서스펜션 시스템을 구비한 자율 주행차의 전달율의 예를 예시하고 있다. 따라서, 실시예에 따라, 능동 서스펜션 시스템을 포함하는 자율 주행차는 멀미 또는 다른 조건과 연관된 주파수 범위 내에서 차량의 적어도 일부로의 이동의 전달을 감소시키도록 동작될 수도 있고, 목표 주파수 범위의 외부의 상이한 주파수 범위 내에서 차량의 부분으로의 이동의 전달을 증가시키는 것을 허용할 수도 있다. 예를 들어, 도시된 실시예에서, 자율 주행차와 연관된 곡선은 약 0.1 Hz 내지 12 Hz의 차체로의 모션의 감소된 전달 및 12 Hz 초과 주파수의 증가된 전달 구역을 나타낸다. 물론, 이들은 간단히 예시적인 범위이고, 도면에 도시되어 있는 것들보다 크고 작은 다른 주파수 범위가 또한 사용될 수도 있다.

[0052] 서스펜션 시스템은 다양한 주파수 범위 내에서 모션의 원하는 감소를 생성하기 위해 원하는 운동학적 특성을 제공하도록 임의의 적절한 방식으로 동작될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 적어도 하나의 동작 모드 중에, 서스펜션 시스템은 0.05 Hz 내지 10 Hz 또는 이들 값에 동일하거나, 또는 본 개시내용의 다른 부분에 설명된 바와 같은 그 임의의 서브 부분의 주파수 범위 내에서 다른 동작 모드에 비교할 때 차량의 부분에 전달된 모션을 더 감소시키도록 동작될 수도 있다. 물론, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 서스펜션 시스템은 또한 상기에 언급된 것들보다 높고 낮은 주파수 범위 내의 모션 전달을 더 감소하도록 동작될 수도 있다.

[0053] 상기 실시예는 주로 자율 주행차에 있어서의 사용에 대해 설명되었지만, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 서스펜션 시스템을 포함하는 통상 구동식 차량이 멀미와 연관된 주파수 범위 내에서 차량의 부분에 전달된 이동을 감소시키도록 동작되는 실시예가 또한 구현될 수도 있다.

[0054] 도 3은 주파수의 함수로서 차체에 전달된 발진의 파워 스펙트럼 밀도(PSD)의 분포를 도시하고 있다. 곡선(120)은 사람에 의해 구동되도록 조율된 능동 서스펜션 시스템을 갖는 차량에 대한 PSD 분포의 예를 예시하고 있다. 곡선(121)은 멀미를 감소시키도록 의도된 모드에서 구동되는 자율 주행차 및/또는 통상 구동식 차량을 위한 차체에 전달된 발진의 PSD 분포의 예를 도시하고 있고, 여기서 멀미 대역에서 PSD는 능동 서스펜션 시스템에 의해 억제된다. 그러나, 통상 구동식 차량에 비교할 때, 멀미 감소를 위한 모드에서 동작되는 차량에 대한 PSD 분포는 멀미를 감소시키기 위한 원하는 범위의 외부의 더 고주파수에서 전달된 에너지의 증가를 포함할 수도 있다.

[0055] 전술된 바와 같이, 몇몇 실시예에서, 차량 및/또는 서스펜션 제어기는 하나 이상의 방향에서 차량 가속도, 속도 및 변위 중 하나 이상 뿐만 아니라 차량 히브, 롤 및 피치와 같은 하나 이상의 유형의 데이터를 하나 이상의 센서로부터 수용하도록 구성될 수도 있다. 부가적으로, 몇몇 경우에, 제어기가 동작 중에 차량 승객의 생리학적 파라미터 및/또는 이동을 고려하게 하는 것이 유리할 수도 있다. 따라서, 하나의 실시예에서, 제어기는 예를 들어 하나 이상의 승객의 머리 및/또는 몸통의 이동 뿐만 아니라 다양한 생리학적 파라미터에 대한 데이터를 수신할 수도 있다. 제어기는 차량의 서스펜션 시스템을 어떻게 제어할지를 결정하는데 사용될 수도 있는 정보를 승객이 제어기에 직접 입력하는 것을 허용하기 위한 다이얼, 버튼, 터치패드, 또는 유사한 유형의 입력부와 같은 입력 디바이스를 통해 이들의 신분 및/또는 편안함 레벨을 지시하는 정보를 하나 이상의 승객으로부터 또한 수신할 수도 있다. 이하에 더 설명되는 바와 같이, 제어기는 또한 차량의 로케이션을 결정하기 위해 글로벌 포지셔닝 시스템(GPS) 또는 다른 로케이션 기반 디바이스로부터 로케이션 정보를 수용할 수도 있다. 이 정보는 멀미가 발생할 증가된 가능성에 있을 수도 있는 로케이션을 식별하는데 사용될 수도 있다. 이 정보를 사용하여, 차량은 이들의 로케이션 주위로 경로재설정될 수도 있고 그리고/또는 제어기는 차량이 이들 영역에 위치되어 있는 동안 멀미를 감소시키도록 의도된 모드에서 서스펜션 시스템을 동작할 수도 있다.

[0056] 전술된 입력 소스 중 하나 이상에 적어도 부분적으로 기초하여, 차량 및/또는 서스펜션 제어기는 예를 들어, 멀미와 같은 승객 불편함 또는 고통을 유도할 수도 있는 상황 및/또는 도로 교란의 패턴 및/또는 특성을 식별할 수도 있다. 제어기는 시간 주기에 걸쳐 이들의 발생의 기록을 유지할 수도 있다. 예를 들어, 제어기는 특정 주파수 범위 내의 하나 이상의 방향에서의 가속도와 같은 상황 및/또는 차량 교란이 차량의 승객에 멀미를 유도할 수도 있는지를 판정하도록 프로그램될 수도 있다. 제어기가 멀미 또는 질환이 임박하거나 가능성이 있는 충분히 긴 주기에 걸쳐 이러한 이벤트가 발생하였다고 판정하면, 제어기는 질환의 가능성 및/또는 심각성을 미연에 방지하고 그리고/또는 감소시키기 위해 다양한 동작 파라미터를 변경할 수도 있다.

- [0057] 도 4는 멀미의 증가된 가능성과 연관된 이벤트가 존재하는지 여부를 판정하기 위해 하나 이상의 센서로부터 정보를 수신하는 차량 제어기의 하나의 가능한 실시예를 도시하고 있다. 하나의 이러한 상황에서, 노면은 차량이 이들 주행면 위로 구동되는 동안 특정 거리 주기에 서스펜션 섭동을 부여할 수도 있는 고속도로 또는 교량 위의 확장 조인트 또는 콘크리트 슬래브 경계와 같은 규칙적인 높이 편차부를 포함할 수도 있다. 이 모션은 가속도계와 같은 센서를 사용하여 검출될 수 있다. 예를 들어, 도면에서, 차량(130)은 거리(L)로 이격되어 있는 133a 및 133b에서 피크를 갖는 노면(131)을 따라 주행한다. 차량(30)이 40 miles/hour의 속도로 주행하고 거리(L)가 147 피트이면, 차량은 피크(32a)로부터 피크(32b)까지 2.5초에 주행할 것이다. 이러한 피크가 L 피트의 규칙적인 간격으로 노면을 따라 재발생하고 차량이 40 miles/hour의 속도를 유지하면, 수직 가속도는 대략 0.4 Hz의 주파수에서 차량에 부여될 것이다. 이 주파수는 통상적으로 멀미를 유발할 수 있는 주파수 대역 내에 있는 것으로서 인식된다.
- [0058] 상기 실시예에서, 연관된 피크로부터의 검출된 차량 섭동이 1분, 3분, 5분 또는 10분과 같은 임계 시간 초과 동안 계속되면, 차량 및/또는 서스펜션 시스템의 제어기는 인가된 모션을 감소시키거나 변경하기 위해 작용을 취하도록 차량 및/또는 서스펜션 시스템에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 전술된 동일한 노면 토포그래피에 의해, 자율 또는 반자율 주행차가 그 속도를 65 miles/hour로 증가시키면, 도로 유도된 여기가 대략 0.65 Hz의 주파수에서 발생할 것이고, 이 주파수는 통상적으로 멀미를 유발할 수 있는 주파수 대역의 외부에 있는 것으로 인식된다. 부가적으로, 몇몇 실시예에서, 제어기는 주행 방향 이외의 방향에서 차량에 모션을 유도하도록 차량의 부분과 연관된 능동 서스펜션 또는 다른 액추에이터를 사용할 수도 있다. 유도된 모션은 유도된 모션 전에, 동시에 또는 후에 발생하는 모션의 효과를 차폐하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 제어기는 차량 승객에 의해 경험되는 총 이동을 변경하도록 프로그램될 수도 있다. 이는 예를 들어, 도로 유도된 교란과 능동 서스펜션 유도된 교란을 중첩함으로써 성취될 수도 있다. 40 miles/hour의 속도로 주행하는 도 3에 도시된 차량의 경우에, 차량 승객에 의해 경험되는 모션 주파수는 차량이 점(32a, 32b)에서 예상된 도로 교란 사이에 있을 때 발생하는 하나 이상의 부가의 변위 피크를 유도함으로써 증가될 수도 있다. 순차적인 도로 변위 사이의 서스펜션 시스템에 의해 인가된 서스펜션 유도된 변위 피크의 수에 따라, 이는 차량 승객에 의해 경험되는 모션 주파수의 2, 3, 4, 5, 10의 팩터(factor), 또는 임의의 다른 적절한 팩터 증가를 유도할 수도 있다. 따라서, 이하에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 제어기는, 멀미와 연관된 제1 주파수 범위로부터 멀미와 연관되지 않는 제2 주파수 범위로 유도된 모션을 변화시키도록 차량의 속도를 변경하고; 도로 유도된 교란을 차폐하기 위해 차량 내에 모션을 유도하도록 차량의 서스펜션 시스템을 사용하고; 검출된 주파수 범위 내의 모션을 감소시키기 위해 서스펜션 시스템의 운동학적 특성을 변경하고; 또는 상기의 조합을 행할 수도 있다.
- [0059] 능동 서스펜션을 사용하여 차체에 전달된 도로 교란을 차폐하는 것에 관한 전술된 실시예를 부연 설명한다. 하나의 이러한 실시예에서, 차량의 능동 서스펜션 시스템은 멀미의 가능성을 감소시키기 위해 차량 모션의 주파수 및/또는 위상을 변경하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 능동 서스펜션 시스템은 차량 승객에 의해 경험된 전체 이동의 주파수를 변화시키기 위해 차체에 전달된 도로 유도된 이동에 추가하여 차체 내에 모션을 유도할 수도 있다. 이들 능동 서스펜션 시스템에 의해 유도된 모션은 차체의 피치, 롤, 및 히브 모션을 포함할 수도 있다. 또한, 몇몇 실시예에서, 전체 최종적인 차량 모션은 멀미를 유발할 가능성이 적은 더 고주파수에 있을 수도 있다. 실시예에 따라, 서스펜션 시스템에 의해 차량에 유도된 모션의 주파수 및/또는 진폭은 승객에 거의 지각불가능하도록 선택될 수도 있다. 다른 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 예를 들어, 제동 프로세스에 의해 유도된 교란 주파수를 변경하도록 가다 서다 반복 주행 중에 차량의 피치를 의도적으로 변경하는데 사용될 수도 있다. 물론, 능동 서스펜션 시스템은 연관된 노면으로부터 차체에 전달되는 특정 유형의 모션을 차폐하기 위해 전술된 피치, 롤, 및/또는 히브 모션 중 하나 이상을 포함하는 다수의 유형의 모션을 차체에 인가하는데 사용될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [0060] 상기에 추가하여, 차체에 인가된 총 이동의 주파수를 변경함으로써 도로 유도된 교란을 차폐하는 것은 위상 오프셋 서스펜션 유도된 교란의 크기가 도로 유도된 교란의 크기에 상응하면 더 효과적일 수도 있다. 물론, 이러한 것이 바람직하지 않거나(에너지 소비 제한에 기인하여) 또는 가능하지 않으면(이용가능한 액추에이터 주행의 결여에 기인하여), 능동 서스펜션 시스템에 의해 차량에 인가된 차폐 교란은 도로 유도된 교란보다 진폭이 더 작을 수도 있다. 도 5는 복수의 서스펜션 유도된 교란(141)과 중첩된, 즉 그에 의해 차폐된 도로 유도된 교란(140)의 실시예를 도시하고 있다. 도면에 도시된 바와 같이, 도로 유도된 교란은 서스펜션 시스템에 의해 수반된 중첩된 더 고주파수 교란보다 더 저주파수 교란이다. 부가적으로, 본 특정 실시예에서, 서스펜션 시스템을 사용하여 차체에 인가된 교란은 도로 유도된 교란보다 작은 진폭을 갖는다.
- [0061] 상기 실시예는 대응 도로 유도된 교란과 같거나 작은 크기를 갖는 서스펜션 시스템 유도된 교란의 사용을 설명

하고 있지만, 서스펜션 시스템 유도된 교란이 대응 도로 유도된 교란보다 큰 크기를 갖는 실시예가 또한 고려된다. 예를 들어, 전술된 다양한 동작 파라미터에 따라, 차체로의 서스펜션 시스템 유도된 교란은 차체로의 도로 유도된 교란의 약 10%, 30%, 50%, 80%, 100% 이상인 크기, 또는 임의의 다른 적절한 퍼센트 크기를 가질 수도 있다. 대응적으로, 서스펜션 시스템 유도된 교란은 도로 유도된 교란의 약 150%, 120%, 100%, 80%, 50% 이하인 크기 또는 임의의 다른 적절한 퍼센트 크기를 가질 수도 있다. 예를 들어, 미리결정된 주파수 범위 내의 차체로의 도로 유도된 교란의 약 50% 및 150% 또는 이들 사이에 있는 크기를 갖는 서스펜션 유도된 교란을 포함하는 상기 범위의 조합이 고려된다.

[0062] 능동 서스펜션 시스템을 사용하여 전술된 교란을 유도함으로써 소비된 에너지의 양을 감소시키기 위해, 몇몇 실시예에서, 제어기는 기여 조건이 임계 시간 주기 초과 동안 존재하는 것에 기인하여 멀미와 같은 바람직하지 않은 조건이 가능성이 있다고 판정될 때 이러한 차폐 방법을 이용할 수도 있다. 차폐 방법은 또한 차량의 적어도 하나의 승객이 임계 불편함 레벨보다 크거나 같은 불편함 레벨을 적절한 입력을 사용하여 제어기에 지시할 때 시행될 수도 있다. 제어기는 또한 이하에 더 설명되는 바와 같이 하나 이상의 센서를 사용하여 하나 이상의 승객의 불편함 레벨을 결정할 수도 있다.

[0063] 도 6은 가다 서다 반복 주행으로 주행하는 차량(150)을 도시하고 있다. 위치(151a, 151c)에서, 차량은 전진 주행하고 있고, 반면에 위치(151b, 151d)에서 차량은 제동하고 있다. 통상적으로, 각각의 제동 이벤트에서, 차량은 감속율에 의해 결정된 양만큼 전방으로 피치한다. 교통 상황에 기인하여, 예를 들어 제동 이벤트가 매 20 피트마다 발생하고 차량이 시속 5 마일의 평균 속도로 주행하면, 제동 이벤트의 발생 주파수는 0.36 Hz일 것이고, 이는 통상적으로 멀미를 유도하는 것으로 고려되는 주파수 범위 내에 있다. 실시예에서, 제어기는 하나 이상의 센서로부터의 데이터에 기초하여, 예를 들어, 0.05 Hz 내지 1 Hz, 0.05 Hz 내지 0.5 Hz, 0.08 Hz 내지 0.4 Hz의 범위, 또는 임의의 다른 적절한 주파수 범위에서 발생하는 제동 유도된 교란의 패턴을 인식하는데 사용될 수도 있다. 이 패턴이 임계 시간 주기 동안 계속되면 그리고/또는 하나 이상의 사람이 멀미로 괴로워하는 것을 지시하는 정보가 차량의 하나 이상의 승객으로부터 수신되면, 제어기는 보정 작용을 취할 수도 있다. 예를 들어, 제어기는 예를 들어, 멀미와 같은 불편함을 유발할 수도 있는 범위를 넘어 제동 주파수를 이동시키기 위해, 심지어 교통 상황에 기인하여 필요하지 않더라도, 더 빈번히 제동할 수도 있다. 제어기는 하나 이상의 차량 승객과 연관된 차체 및/또는 차량의 부분의 검출된 피치 모션을 감소시키거나 제거하기 위해, 차량의 능동 서스펜션 시스템을 또한 동작할 수도 있다.

[0064] 전술된 실시예는 각각의 제동 이벤트와 연관된 피치를 감소시키거나 제동하는 것을 설명하고 있지만, 몇몇 실시예에서 에너지를 보존하기 위해, 제동 이벤트의 부분과 연관된 피치를 감소시키거나 제거하기 위해 차량의 능동 서스펜션 시스템을 동작할 필요가 있을 수도 있다. 예를 들어, 3개의 제동 이벤트 중 2개에서 피치가 능동 서스펜션 시스템에 의해 제거되면, 피치 이벤트의 주파수는 멀미 유도 주파수 범위의 외부의 주파수 범위로 이동될 수도 있고, 반면에 제동 이벤트의 수는 동일하게 유지된다.

[0065] 다소 유사한 실시예에서, 도 7에 도시되어 있는 바와 같이, 능동 서스펜션 시스템을 갖는 차량(160)은 임의의 수의 상이한 상황 중에 피치 모션을 경험할 수도 있다. 그러나, 차량의 피치 모션을 발생하는 특정 상황에 무관하게, 통상의 차량에서, 앞열 승객은 중앙 또는 뒷열 시트에 위치한 승객보다 피치 모션에 있어서 회전 중심에 더 가까울 수도 있다. 따라서, 몇몇 실시예에서, 차량 및/또는 능동 서스펜션 제어기는, 차량이 정상 동작 중에 피치할 때, 그리고/또는 피치 모션이 멀미와 연관된 주파수 범위 내에 위치되어 있고 차량이 멀미를 감소시키기 위한 모드에서 동작될 때, 뒷좌석 승객에 의해 경험된 수직 모션을 감소시키거나 제거하기 위해, 액추에이터(161a, 161b)를 포함하는 능동 서스펜션 시스템을 동작할 수도 있다.

[0066] 몇몇 실시예에서, 차량은 차량의 상이한 부분과 연관된 다수의 서스펜션 시스템을 구비할 수도 있다. 예를 들어, 제1 서스펜션 시스템은 차량의 차륜과 차량 새시 또는 차대 사이에 개재될 수도 있다. 제2 서스펜션 시스템이 새시 또는 차대와 승객실 사이에 개재될 수도 있다. 제3 서스펜션 시스템은 이어서 승객실과, 차량 승객 시트와 같은 승객실 내의 하나 이상의 구조체 및/또는 테이블 또는 데스크와 같은 작업면 사이에 개재될 수도 있다.

[0067] 다수의 서스펜션 시스템이 차량 내에 사용될 때, 이들 서스펜션 시스템 중 하나 이상은 능동, 반능동, 수동, 또는 상기의 조합일 수도 있다. 또한, 각각의 서스펜션 시스템은 독립적으로 또는 다른 시스템 중 하나 이상과 조화하여 작동할 수도 있다. 각각의 서스펜션 시스템은 하나 이상의 센서를 공유할 수도 있고 또는 동일한 또는 상이한 소스로부터 정보를 수신할 수도 있다. 예를 들어, 서스펜션 시스템은 이들이 전기 통신하는 중앙 제어기에 의해 제어될 수도 있고 그리고/또는 이들 서스펜션 시스템은 각각의 서스펜션과 연관된 개별 제어기와

전기 통신할 수도 있다. 부가적으로, 본 개시내용은 이 방식으로 한정되는 것은 아니기 때문에, 서스펜션 시스템 내의 각각의 액추에이터 및/또는 댐퍼는 그 서스펜션 시스템의 중앙 제어기와 전기 통신할 수도 있고 그리고/또는 각각의 액추에이터와 개별적으로 연관된 복수의 분산형 제어기와 전기 통신할 수도 있다.

[0068]

하나 이상의 능동 서스펜션 시스템이 차량 내에 사용되는 실시예에서, 하나 이상의 능동 서스펜션 시스템은 차량의 다른 부분에 대한 그리고/또는 절대 기준 프레임에 대한 차량의 하나 이상의 부분에 바람직한 모션을 도입하거나 또는 특정 바람직한 모션을 억제하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 차량 내의 하나 이상의 시트는 아기 또는 유아의 수면 및/또는 증가된 졸음을 촉진할 것인 방식으로 이동될 수도 있다. 이 모션은 다른 개인에 의해 그리고/또는 제어기에 의해 자동으로 선택된 미리결정된 주파수 및/또는 진폭에 있을 수도 있다. 다른 실시예에서, 점유된 특정 시트는 특정 주파수 범위와 연관된 모션을 점유되지 않은 다른 시트보다 더 큰 정도로 감소시키도록 제어될 수도 있다. 대안적으로, 차량 내의 하나 이상의 시트는 승객실 내의 다른 시트보다 더 큰 정도로 특정 주파수를 억제하도록 제어될 수도 있다. 이러한 실시예는, 차량 내의 하나 이상의 승객이 동일한 차량 내에 위치한 다른 승객보다 멀미에 더 민감하면; 하나 이상의 승객이 멀미를 유도할 가능성이 더 높은 배향에 있으면; 또는 승객이 허리 질환과 같은 특정 질병을 가지면 유리할 수도 있다. 이러한 개인에 의해 점유된 시트는 얼굴 인식 카메라와 같은 센서를 사용하여 또는 차량 내의 승객이 데이터를 제어기에 제공하는 것을 가능하게 하는 디바이스를 사용하여 결정될 수도 있다. 차량 내의 다양한 구조체를 개별적으로 제어하는 것과 연관된 이익은 에너지 보존, 모든 승객의 전반적인 편안함을 향상시키는 것, 및 액추에이터 상의 불필요한 마모 및 소모를 회피하는 것을 포함할 수도 있다.

[0069]

실시예에서, 다수의 서스펜션 시스템이 전술된 바와 같이 사용되는 경우에, 다양한 서스펜션 시스템은 독립적으로 그리고/또는 서로 함께 사용될 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 시트 서스펜션 시스템은 독립적으로 또는 차체 및 차륜과 연관된 차량 능동 서스펜션 시스템과 함께 사용될 수도 있다. 하나의 이러한 실시예에서, 상이한 서스펜션 시스템은 전달된 모션을 상이한 주파수 범위 내에서 감소시키는데 사용될 수도 있다. 전술된 바와 같이, 이들 상이한 서스펜션 시스템은 차량의 다양한 상이한 부분과 연관될 수도 있다. 그러나, 하나의 실시예에서, 시트 서스펜션 시스템은 시트 내의 승객에 전달된 제1 주파수 범위 내의 모션을 감소시키는데 사용될 수도 있고, 반면에 연관된 차량 능동 서스펜션 시스템은 상이한 제2 주파수 범위의 모션을 완화하는데 사용된다. 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 이들 상이한 주파수 범위는 임의의 적절한 주파수 범위에 대응할 수도 있다. 그러나, 차량의 더 낮은 질량부가 더 저주파수에서 더 큰 정도로 완충되고 차체는 더 높은 주파수에서 더 큰 정도로 완충되는 실시예는 적은 에너지를 요구할 수도 있는데, 즉 전체 에너지 소비를 감소시킨다. 이는 단위 질량당 더 많은 완충 에너지를 필요로 하는 저주파수 모션에 기인할 수도 있다. 따라서, 더 고주파수에서 더 무거운 차체 및 더 저주파수에서 더 가벼운 시트를 완충하는 것은 에너지 소비를 감소시킬 수도 있다. 하나의 이러한 실시예에서, 시트 및/또는 승객실 서스펜션 시스템, 또는 차량의 부분과 연관된 다른 서스펜션 시스템은 주로 약 0.05 Hz 내지 0.5 Hz, 또는 0.05 Hz 내지 1.0 Hz의 저주파수 발진을 완화하는데 사용될 수도 있고, 반면에 능동 서스펜션 시스템은 주로 시트 서스펜션 시스템에 의해 완화되는 것들보다 큰 주파수를 갖는 교란으로부터 차량을 격리하는데 사용된다. 물론, 특정 주파수 범위가 전술되었지만, 차량의 부분과 연관된 다양한 서스펜션 시스템은 전술된 것들보다 크고 작은 범위를 포함하는 임의의 수의 상이한 주파수 범위에서 동작될 수도 있다.

[0070]

전술된 바와 같이, 차량의 특정 부분은 차체의 나머지에서 개별적으로 제어될 수도 있다. 예를 들어, 시트는 0.05 내지 1 Hz와 같은 특정 범위의 주파수를 제거하도록 제어될 수도 있고, 반면에 차체의 나머지는 1 Hz 초과 주파수에서 제어될 수도 있다. 그러나, 특정 상황 하에서, 이는 차량의 구조체와 승객 사이를 교란하고 그리고/또는 그 사이의 원하지 않는 접촉을 유도할 수도 있는 큰 진폭 상대 모션을 차량 격실 내부의 상이한 구조체 사이에 야기할 수도 있다. 따라서, 몇몇 실시예에서, 차량의 승객실 또는 다른 부분 내의 상이한 구조체의 모션은 상이한 주파수 범위에서 제어될 수도 있고, 이들 구조체 사이의 상대 모션은 상대 이동 임계치 이하로 제한될 수도 있다. 이는 구조체의 이동 및 위치에 관련된 능동 피드백을 통해 제어될 수도 있고, 또는 몇몇 실시예에서 기계적 속박이 2개 이상의 구조체 사이의 적어도 하나의 방향에서 상대 모션을 제한하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 승객실이 차량 새시로부터 개별적으로 제어되면, 기계적 구속이 2개의 구조체 사이의 상대 측방향 모션을 제한하도록 추가될 수도 있다.

[0071]

시트 능동 서스펜션 시스템은 자동차와 같은 차량 내에 사용을 위해 전술되었지만, 시트 능동 서스펜션 시스템은 예를 들어, 멀미와 연관된 주파수 범위 내의 발진으로부터 승객을 격리하기 위해 보트 또는 다른 워터크래프트를 포함하는 다른 유형의 차량에 또한 사용될 수도 있다. 따라서, 도면에서 이하에 더 상세히 도시되어 있는 바와 같이, 몇몇 실시예에서, 시트 서스펜션 시스템은 워터크래프트가 멀미를 유발할 수도 있는 특정 이벤트 패

턴을 받게 될 때마다 보트 또는 다른 워터크래프트에 사용될 수도 있다. 다른 실시예에서, 시트 능동 서스펜션 시스템은 하나 이상의 승객에 의해 요청될 때 동작될 수도 있다. 시트 능동 서스펜션 시스템은 하나의 자유도(예를 들어, 수직 제어와 같은) 또는 연관된 시트 내에 피치, 롤, 및/또는 히브 모션을 생성하기 위해 다수의 자유도를 가질 수도 있다. 도 8 내지 도 9는 이 개념의 다양한 실시예를 도시하고 있다.

[0072] 도 8은 액추에이터(171a, 171b)를 포함하는 능동 서스펜션 시스템을 갖는 차량(170)을 도시하고 있다. 차량은 시트 서스펜션 시스템(172)을 또한 포함한다. 몇몇 실시예에서, 시트 서스펜션 시스템은 차체에 전달된 저주파수 발진, 또는 모션이 차량 승객(173)에 전달되는 것을 완충하는데 사용될 수도 있다. 전달된 바와 같이, 이 구성은, 능동 서스펜션이 전체 차량의 저주파수 발진을 제어하는데 사용되는 경우보다 비교적 더 작은 질량체가 긴 주기에 걸쳐 능동적으로 제어될 필요가 있기 때문에, 에너지 절약을 야기할 수도 있다. 그러나, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 차륜 및 차체와 연관된 능동 서스펜션 시스템이 동일한 주파수 범위 내에서 모션을 상당히 감소시키도록 동작되는 실시예가 또한 고려된다.

[0073] 도 9는 시트 서스펜션 시스템(181)이 연관된 시트 내에 착석한 승객(182)에 도달하는 발진 또는 다른 모션의 크기를 감소시키는 워터크래프트(180)를 도시하고 있다. 몇몇 실시예에서, 액추에이터는 멀미와 연관된 주파수 범위 내의 발진 및 이동을 주로 완화시키는데 사용될 수도 있다. 특정 실시예에 따르면, 시트 서스펜션 시스템은 차량 승객에 의해 요청될 때 멀미와 연관된 주파수 범위 내의 모션을 완화하는데 사용될 수도 있다. 부가적으로, 서스펜션 시스템은 이벤트 패턴이, 이하에 더 설명되는 바와 같이 멀미의 증가된 가능성과 연관된 서스펜션 시스템 제어기 및/또는 차량에 의해 인식될 때 멀미 주파수 범위 내의 모션을 완화하는데 사용될 수도 있다.

[0074] 하나의 실시예에서, 자율 주행차 및/또는 능동 서스펜션 시스템의 제어기는 차량 내의 하나 이상의 승객의 멀미에 대한 민감성 및/또는 차량이 주행할 수도 있는 차량의 다양한 경로의 도로 특성 및 주행 특성에 대한 정보에 기초하여 경로 선택을 행할 수도 있다. 예를 들어, 자율 주행차의 제어기는 노면 조건과 하나의 도로의 가능한 주행 속도의 조합이 멀미를 유발할 가능성이 적을 수도 있기 때문에 다른 도로에 비해 하나의 도로를 선택할 수도 있다. 부가적으로, 이하에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 특정 로케이션은 멀미를 경험하는 차량의 하나 이상의 승객의 증가된 가능성과 연관될 수도 있다. 따라서, 차량이 이들 영역 내에 위치될 때, 차량 및/또는 능동 서스펜션 시스템의 제어기는 차량 승객에 대한 멀미의 가능성을 감소시키기 위해 본 명세서에 설명된 임의의 멀미 완화 기술을 규정할 수도 있다. 이러한 시스템 및 방법의 특정 실시예가 이하에 더 설명된다.

[0075] 특정 상황 하에서, 차량 및/또는 서스펜션 제어기에 의한 보정 작용을 위한 요구는, 차량 제어기가 특정 차량 기능을 수행할 때 바람직하지 않은 교란의 생성을 회피하는데 사용되면 최소화될 수도 있다. 예를 들어, 가다 서다 반복 주행에 있어서, 규칙적인 간격에 차량을 정지하기 위해 브레이크를 반복적으로 이용하는 대신에, 스로틀, 변속 및 거리측정 시스템이 차량을 가속 및 감속하여 다른 차량과의 최적의 간격이 유지될 수도 있고 브레이크의 사용이 최소화될 수 있게 하도록 사용될 수도 있다. 부가적으로, 회전 중에, 차량 제어기는 멀미의 증가된 가능성과 연관된 주파수 범위의 측방향 교란의 생성을 최소화하기 위해 차량 속도와 이용가능한 회전 반경을 최적으로 정합하기 위해 스티어링 및 엔진 스로틀을 동작할 수도 있다. 경로 계획 시스템은 멀미 주파수 범위에서 교란을 최소화하도록 최선의 GPS 경로 및/또는 차선을 선택하기 위해 전방 주시 카메라, GPS 시스템, 및 노면 데이터베이스를 이용할 수도 있다. 이는 특정 로케이션에 관한 정보를 그 로케이션에서 주행하는 차량에 전송하는 클라우드 기반 서버와 같이, 차량에 전송된 원격 저장된 데이터에 적어도 부분적으로 기초할 수도 있다. 차량의 측방향 이동을 감소시키기 위한 차량 및 서스펜션 시스템의 동작이 전술되었지만, 차량의 속도, 회전 반경, 및 하나 이상의 서스펜션 시스템은 이들에 한정되는 것은 아니지만, 피치, 롤, 히브, 측방향 및 측방향을 포함하는 임의의 방향에서 원하는 양의 모션 감소를 제공하도록 제어될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 부가적으로, 능동 서스펜션 시스템이 사용되는 경우에, 능동 서스펜션 시스템은 자율 주행 모드에서 수행된 다양한 조작을 위한 원하는 차량 자세를 제공하도록 제어될 수도 있다.

[0076] 하나의 실시예에서, 차량 및/또는 서스펜션 시스템 제어기가 계획된 주행 경로를 따라 상이한 상황에 부딪지기 전에 멀미 완화 전략을 결정하게 하는 것이 바람직할 수도 있다. 이러한 실시예에서, 예상된 이벤트 패턴은 예를 들어, 전방 주시 센서에 의해 수집된 데이터 및/또는 원하는 경로에 관련된 이전에 수집된 데이터 중 하나 이상에 기초하여 계획된 경로에 대해 제어기에 의해 예측될 수도 있다. 임의의 적절한 유형의 전방 주시 센서가 주행 방향에서 차량의 전방에 위치한 주행면으로부터 정보를 감지하는데 사용될 수도 있지만, 적절한 센서는 광학 카메라, 적외선 카메라, 레이저 범위 파인더, 레이더, 라이다(LIDAR), 또는 임의의 다른 적절한 센서를 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 이전에 수집된 도로 데이터를 사용할 때, 차량은 이전의 트립에서 동일한 차량에 의해 수집되고 저장된 정보를 리콜하고, 다른 차량으로부터 무선으로 전송된 정보를 수신하고, 그리고/또는 이전의 트립 중에 다른 차량에 의해 감지된 도로 정보를 저장하는 원격 위치한 컴퓨팅 디바이스 또는

서버로부터 정보를 수신할 수도 있다. 예를 들어, 멀미와 연관된 주파수 범위 내의 모션을 검출하는 차량은 경험된 이벤트 및 로케이션을 중앙서버 또는 컴퓨팅 디바이스에 전송할 수도 있는데, 여기서 이들은 이들 로케이션을 통해, 주행을 계획하거나 주행하는 차량으로의 후속 전송을 위해 데이터베이스 내에 저장된다.

[0077] 전방 주시 센서로부터의 정보 및/또는 이전에 기록된 정보를 사용하여, 차량 제어기는 조건이 멀미의 증가된 가능성을 야기할 수도 있는 계획된 경로를 따른 로케이션을 식별할 수도 있다. 보정 작용은 이어서 차량이 멀미의 증가된 가능성을 유발할 수도 있는 교란에 승객을 노출하는 것을 회피하기 위해 식별된 로케이션에 위치될 때 계획되고 구현될 수도 있다. 부가적으로, 전방 주시 센서를 사용하여, 차량은 차량 주변 및 물체의 맵을 생성하도록 주변을 스캔할 수도 있다. 보정이 필요한 도로 조건을 분류하도록 설정된 높이 및 주파수 임계치에 기초하여, 차량은 조건이 경험되기 전에 도로 특성의 예측 지식을 가질 것이다. 업데이트된 3D 맵을 사용하여, 차량은 고정형 또는 이동형이건간에 장애물을 통한 적절한 주행 경로, 및 다양한 조작을 위해 요구되는 에너지의 양을 결정할 수도 있다.

[0078] 서스펜션 시스템의 동작을 수정하는 것에 추가하여, 차량의 멀미 회피 알고리즘은 통상 구동식 차량에 경로 수정을 제안하거나 또는 중앙 데이터베이스로부터의 로케이션 기반 입력 또는 로케이션 및 GPS 기반 도로 데이터를 사용하여 자율 또는 반자율 주행차를 위한 계획된 주행 경로를 수정할 수도 있다. 이러한 알고리즘은 멀미 유도 조건을 회피하기 위해 목적지에 도달하도록 선택된 경로를 변경할 수도 있다. 이러한 조건은 공지의 멀미 유도 도로 또는 도로 세그먼트, 현재 교통 상황, 및/또는 멀미에 기여할 수도 있는 임의의 다른 인자에 기초할 수도 있다. 그러나, 몇몇 실시예에서, 경로 계획 고려사항을 포함하는 멀미 회피 알고리즘은 승객 요청 및/또는 선호도에 기초하여 중단될 수도 있다.

[0079] 실시예에서, 차량 승객에 멀미와 같은 불편함을 유도할 수도 있는 동작 조건을 지시하는 하나 이상의 센서로부터의 데이터는 후속의 사용 또는 리콜을 위해 저장된다. 이 데이터는 차량 상에 로컬식으로 또는 원격 위치된 서버 또는 데이터베이스 상에 원격식으로 저장될 수도 있다. 이하에 상세히 설명되는 바와 같이, 이 데이터는 멀미와 같은 승객 불편함의 전조이거나 지시하는 동작 파라미터의 특정 패턴의 미래의 발생을 식별하는데 사용될 수도 있다. 이 기록된 데이터는 이어서 예를 들어, 차량 승객 불편함을 유도할 가능성이 있는 이벤트 및/또는 로케이션을 식별하기 위해 특정 승객, 특정 도로 세그먼트, 또는 특정 차량을 위한 예측 톨로서 사용될 수도 있다. 이 데이터는 또한 예를 들어 다른 차량과 공유되거나 또는 차량이 적절한 인터넷 포털에 접속될 때 무선 또는 유선 접속을 통해 차량이 통신하고 있는 데이터베이스 또는 서버와 같은 중앙 저장소에 업로드될 수도 있다. 용례에 따라, 이 데이터는 차량 승객에 대한 인구학적 정보를 갖거나 갖지 않고 송신될 수도 있다. 데이터는 이어서 범용적이거나 다양한 도로 또는 인구의 세그먼트에 특정할 수도 있는 멀미 또는 다른 차량 관련 질환을 예측하기 위해 실제 동작 조건과 비교를 위한 템플레이트로서 사용될 수 있는 동작 파라미터의 패턴을 식별하도록 중앙에서 분석될 수도 있다. 멀미를 예측하기 위한 템플레이트로서 사용될 수도 있는 이동의 패턴의 특정 비한정적인 예가 이하에 더 상세히 설명된다.

[0080] 몇몇 실시예에서, 차량 센서 및/또는 이용가능한 데이터가, 최근에 경험된 모션 패턴에 기인하여, 불편함(예를 들어, 멀미와 같은)을 유발할 수도 있는 상황이 가능할 것이라는 것을 지시하면, 차량 및/또는 서스펜션 제어기는 본 명세서에 설명된 임의의 모션 및/또는 멀미 완화 방법 및 시스템을 사용하여 상황을 완화하기 위해 예방 조치를 취할 수도 있다. 이러한 정보는 이어서 예를 들어 무선 접속 또는 인터넷을 사용하여, 다른 차량 및/또는 원격으로 위치된 서버 또는 데이터베이스와 공유될 수도 있다. 따라서, 데이터베이스는 미래에 이러한 상황을 완화하는 것을 돕기 위해 차량에 의해 액세스될 수 있는 이러한 공유된 정보로부터 개발될 수도 있다. 이 데이터베이스는 상황적, 동작적, 및/또는 지리학적 정보를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예에서, 차량 센서가 예를 들어 멀미와 같은 승객 불편함을 유발하는 경향이 있는 도로 조건을 검출하면, 이러한 조건의 지시가 하나 이상의 다른 차량에 그리고/또는 중앙 데이터베이스 또는 서버에 통신될 수도 있다. 이는 이들 불편함 유발 도로 조건이 차량에 의해 감지되기 전에 다른 차량이 불편함 유발 도로 조건을 보상하거나 회피하는 것을 허용할 수도 있다. 차량이 승객 불편함을 유발할 수도 있는 조건을 검출할 때, 심각성의 지시가 또한 검출된 패턴에 할당될 수도 있고 다른 차량 또는 관심 집단에 통신될 수도 있다. 심각성의 레벨에 따라, 차량은, 예를 들어 하나 이상의 차량 승객에 대한 멀미를 유발하거나 또는 다른 방식으로 불쾌하게 할 수도 있는 특정 주파수 범위에서 차체 또는 차량 내의 구조체를 더 공격적으로 격리하고 그리고/또는 속도를 변경함으로써, 차량이 이들 도로 섭동을 경험할 때, 계획된 경로를 변경하거나 도로 섭동을 보상할 수도 있다.

[0081] 특정 용례에서, 상이한 지리학적 조건 및/또는 로케이션을 위해 차량에 의해 경험된 상황에 관한 승객 입력을 기록하는 것이 바람직할 수도 있다. 예를 들어, 차량 승객은 특정 지리학적 조건 및/또는 로케이션에 관한 정보를 차량 제어기에 입력할 수도 있다. 또한, 몇몇 경우에, 차량이 특정 로케이션 및/또는 조건에서 어떻게 거

동해야 하는지에 관한 정보를 승객이 제어기에 입력하는 것이 바람직할 수도 있다. 예를 들어, 승객은 영역을 통해 주행하는 동안, 증가된 모션 완화에 의해서와 같이, 특정 방식으로 차량 서스펜션이 거동하게 하는 의도를 갖고 특정 공사 경로가 어디에서 발생하는지를 지시할 수 있다. 상기 실시예에 유사하게, 승객 불편함을 유발하는 것으로 식별된 지리학적 로케이션, 경로, 및/또는 조건은 이어서 후속의 사용 및/또는 저장을 위해 다른 차량 및/또는 중앙 데이터베이스에 전송될 수도 있다. 하나의 이러한 실시예에서, 차량 승객 피드백 및 도로 조건 검출에 기초하여, 지리학적 로케이션은 예를 들어 멀미와 같은 차량 승객 불편함의 증가된 감각을 유발하는 것으로 식별될 수도 있다. 이 정보는 이어서 잠재적으로 경로를 따라 주행할 것인 하나 이상의 차량에 전송될 수도 있다. 차량 또는 승객은 차량 승객 불편함 발생을 감소시키기 위한 시도시에 이러한 식별된 루트를 회피하도록 결정할 수도 있다. 부가적으로, 다른 실시예에서, 자동차의 로컬 데이터베이스, 원격 데이터베이스로부터 얻어진 그리고/또는 다른 차량으로부터 전송된 정보에 기초하여, 차량의 제어기는 가장 편안한(즉, 가장 평탄한) 경로를 추천하고; 예를 들어, 시간, 통행료, 풍경, 승객 요구 등과 같은 특정 제약 내에서 가능한 가장 양호한 탑승을 갖는 경로를 제공하기 위해 경로 설정 알고리즘과 조합된 도로 평탄성 데이터를 갖는 네트워크 액세스가능한 데이터베이스로부터 정보를 사용하고; 감소된 동력 소비; 뿐만 아니라 차량을 제어하기 위한 임의의 다른 바람직한 메트릭을 사용할 수도 있다. 예를 들어, 자율 주행차는 구덩이 또는 다른 방해물의 로케이션을 결정하기 위해 데이터베이스 또는 이전의 트립으로부터 정보를 사용할 수도 있고, 이들 도로 특징부를 회피하는 주행 경로를 계획할 수 있다.

[0082] 차량 모션 중에, 차량 센서는 또한 도로의 유지보수 및 보존을 보조하는데 유용할 수도 있는 카테고리로 도로 섭동을 분류할 수도 있다. 차량 모션 중에 식별된 도로 프로파일에 대한 데이터는 중앙 데이터베이스 또는 서버에 전송될 수 있고, 여기서 특정 로케이션과 연관된 도로 조건의 포괄적인 맵핑을 생성하도록 다수의 차량으로부터의 정보와 집성된다. 이 데이터베이스 내에서 식별된 도로 조건, 및/또는 개별 차량으로부터 직접 제공된 정보는 이어서 도로 조건 기록을 업데이트 상태로 유지하기 위해 지방 정부 관리국에 제공될 수도 있다. 예를 들어, 구덩이 또는 도로 열화의 로케이션 및 심각성이 식별되고 도로 유지보수 및 보존을 더 효율적이게 하기 위한 시도시에 지방 관리국에 보고될 수도 있다. 다양한 차량 센서에 의해 감지된 도로 조건은 예를 들어, 잠금방지 브레이크 시스템 활성화, 카메라 및/또는 임의의 다른 적절한 유형의 센서 또는 시스템과 같은 정보를 사용하여 식별될 수도 있는 눈 및 얼음과 같은 날씨 관련 조건을 또한 포함할 수도 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 이 정보는 제차 중앙 서버 또는 데이터베이스에 공급될 수도 있고, 여기서 분석되고 그리고/또는 공유될 수도 있다. 구덩이 및 다른 도로 위험물의 로케이션의 맵핑이 다양한 관심 파티를 위한 서비스로서 수행될 수도 있다. 하나의 이러한 실시예에서, 특정 표면으로부터 공칭 교란에 대한 차량의 차륜 및/또는 차체 내에 입력된 교란의 크기 및 방향은 구덩이와 같은 특징부를 포함하는 노면 내의 섭동을 식별하는데 사용될 수도 있다. 또한, 소정의 차량 속도에서 특정 교란의 크기가 특정 특징부의 심각성, 즉 크기를 결정하는데 사용될 수도 있다. 제차, 이 정보는 서스펜션 시스템의 동작 및/또는 경로의 계획을 적어도 부분적으로 제어하기 위해 로케이션 정보와 조합될 수도 있다. 또한, 이 정보는 경로 및 모션 완화 전략을 계획하는데 있어서 후속의 사용을 위해 중앙 데이터베이스에 업로드되고 그리고/또는 다른 차량에 전달될 수도 있다.

[0083] 도로 상에서 주행하는 동안 차량 모션은 통상적으로 6개의 자유도로 발생한다. 따라서, 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 차량의 히브, 피치, 및/또는 롤을 제어하는데 사용될 수도 있다. 그러나, 완전 자율 주행차 또는 부분 자율 주행차와 같은 몇몇 실시예에서, 차량 내의 추진, 스티어링 및/또는 다른 시스템이 예를 들어 멀미를 완화하기 위해 마찬가지로 전후방향, 요 방향, 및 측방향에서 모션을 제어하는데 사용될 수도 있다. 게다가, 차량의 속도를 변경함으로써, 차체 및/또는 승객이 노출되는 이격된 범프 또는 노면의 편차에 기인하는 수직 교란과 같은 도로 유도된 교란의 주파수 및/또는 크기를 변경하는 것이 가능하다.

[0084] 몇몇 실시예에서, 부분 또는 완전 자율 주행 제어 하에 있는 차량 내의 하나 이상의 제어기는 예를 들어, 개인에게 불편함을 유발할 수도 있는 이벤트 및/또는 패턴에 차량의 동작을 조화하기 위해 능동 서스펜션, 추진 시스템(예를 들어, 스로틀), 제동 시스템, 및/또는 스티어링 시스템을 포함하는 전송된 차량 시스템 중 2개 이상을 제어하는데 사용될 수도 있다. 또한, 이들 차량 시스템의 동작은 차량 및/또는 차량 내의 승객이 노출되는 힘 및/또는 가속도의 주파수, 방향, 및/또는 크기를 변경하는데 사용될 수도 있다. 2개 이상의 이러한 시스템 사이의 이 조화는 예를 들어, 멀미가 가능성이 있다고 판정될 때와 같이 연장된 주기 동안 단일 이벤트에 대해 설정될 수도 있고, 그리고/또는 본 개시내용은 이 방식으로 한정되는 것은 아니기 때문에 차량 동작 전체에 걸쳐 사용될 수도 있다. 부가적으로, 차량 및 승객의 모션을 제어하기 위한 이들 차량 시스템 사이의 조화가 설명되었지만, 이들 차량 시스템이 이들 모션을 완화하기 위해 개별적으로 제어되는 실시예가 또한 고려된다.

[0085] 하나의 예시적인 실시예에서, 부분 또는 완전 자율 주행차 내의 하나 이상의 제어기는, 차량이 예를 들어 그렇

지 않으면 연관된 능동 서스펜션 시스템의 동력, 에너지, 힘 및/또는 주파수 응답 한계를 넘을 수도 있는 특정 임계값 미만의 롤 각도, 최대 롤 각도, 및/또는 최대 롤 레이트와 같은 원하는 자세로 유지될 수 있도록 다가오는 커브길을 횡단하면서 차량이 노출되는 구심 가속도를 감소시키기 위해 차량의 속도를 조정하는데 사용될 수도 있다.

[0086] 다른 실시예에서, 차량 내의 하나 이상의 제어기는, 에너지 임계치, 힘 임계치와 같은 원하는 임계 한계 내에서 능동 서스펜션 시스템의 동작을 유지하면서 능동 서스펜션 시스템이 회전 전체에 걸쳐 원하는 양의, 중립, 또는 음의 롤 각도에서 차량을 유지하는 것이 가능할 수도 있도록 차량이 도로 내에서 회전, 또는 다른 조작을 조종해야 하는 적절한 속도를 결정하는데 사용될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션, 추진, 및 제동 시스템과 같은 2개 이상의 시스템 사이의 조화는 또한 제동 이벤트의 빈도, 차량 속도, 가속도, 감속도, 및 다른 적절한 파라미터를 변경함으로써 제동 중에 차량 피치를 제어하는데 사용될 수도 있다. 부가적으로, 하나 이상의 승객이 멀미 또는 다른 불편함으로 괴로워할 가능성이 있을 때, 본 명세서에 설명된 바와 같은 언급된 차량 시스템 중 하나 이상을 사용하는 상기 또는 다른 완화 기술이 시행될 수도 있다.

[0087] 도 37은 전술된 바와 같이 자율 주행차, 반자율 주행차, 및 통상 구동식 차량의 조종 및 동작을 보조하는데 사용될 수도 있는 로케이션 태그된 데이터베이스(LTD)(900)의 실시예를 도시하고 있다. 도로를 따른 위치와 연관될 수도 있는 LTD 내의 정보는 예를 들어, 토포그래픽 데이터(901), 도로 트랙 데이터(902), 도로 조건 데이터(903), 사용자 모드 선호도 정보(904), 운전자 거동 데이터(905), 멀미 유도 인자(906), 및 사용자 선택된 높이 조정부(907)를 포함할 수도 있다. LTD 내의 정보는 도로를 따라 주행하는 차량 및/또는 일괄 및/또는 기록보관 소스를 포함하는 다양한 실시간 소스로부터 수집될 수도 있다.

[0088] LTD의 특정 실시예에서, 예를 들어 GPS 수신기로부터 얻어질 수도 있는 것과 같은 포지셔닝 데이터는 신뢰적인 조종을 허용하기 위한 불충분한 분해능을 가질 수도 있다. 따라서, LTD 내의 글로벌 위치 데이터는 나무, 전봇대, 교량, 빌딩, 표지판, 및/또는 예를 들어, 회전의 상대 위치, 고도의 변화, 및 도로 평탄성 및/또는 이상을 포함하여, 주행되는 도로에 대한 상세와 같은 특정부의 상대 위치에 대한 정보와 상관되고 그에 의해 증강될 수도 있다.

[0089] 이러한 로컬 데이터 세트는 더 낮은 레벨의 입도를 가질 수도 있는 글로벌 좌표 또는 대형 스케일과 연관하여 저장될 수도 있는 패턴을 발생하는데 사용될 수도 있다. 이들 로컬 패턴은 이어서 더 낮은 입도 글로벌 포지셔닝 데이터에 의해 가능할 것인 것보다 도로에 관하여 더 정밀하게 차량을 위치확인하기 위해 차량에 의해 사용될 수도 있다.

[0090] 이 더 높은 입도 로컬 데이터는 도로 상에 주행하는 차량, 이에 한정되는 것은 아니지만 구글 스트리트 뷰와 같은 제3 파티 애플리케이션, 조사 기관, 위성 이미징 회사, 및 지방자치체와 같은 다양한 소스로부터 수신된 정보로부터 컴파일링될 수도 있다.

[0091] 몇몇 실시예에서, LTD 내의 정보는 예를 들어, 이들에 한정되는 것은 아니지만, 교통 리포트 회사, 지방자치체, 및/또는 경찰국을 포함하는 다양한 소스로부터 실시간으로 얻어진 도로 조건 및 눈 및 얼음 커버를 또한 포함할 수도 있다. 게다가, 도로 파편 및/또는 단기간 도로 방해물 또는 장애물에 속하는 데이터가 수집될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 이 데이터는, 도로 방해물 또는 장애물이 복구되고, 변경되거나 제거됨에 따라, LTD 내에 저장되는 데이터가 방해물 또는 장애물이 도로 상의 차량에 의해 만나게 되는 보고의 수에 기초하여 특정 시간 주기 후에 업데이트될 수도 있도록 붕괴 주기 및/또는 레이트가 할당될 수도 있다. 임의의 이 데이터는 능동, 반 능동 및 수동 서스펜션 시스템을 갖는 자율 주행차 및 통상 구동식 차량과 같은 임의의 차량 유형에 공급될 수도 있다.

[0092] 도 38은 실시간 데이터 소스(들)(910), 제3 파티 애플리케이션(911), 및 자율 주행차, 통상의 차량, 비능동 서스펜션 차량, 능동 서스펜션 차량, 및/또는 임의의 다른 적합한 정보의 소스로부터 제어기 및/또는 센서와 같은 다양한 소스(912)로부터 정보를 얻을 수도 있는 다수의 차량과 정보를 교환하는 LTD(900)를 도시하고 있다. 데이터베이스와 차량 사이의 정보 교환은 실시간 그리고/또는 편리한 시간에 전달될 수도 있는 일괄 형태일 수도 있다. 예를 들어, 무선 통신 및/또는 물리적 인터넷 접속이 구동하는 동안 사용 중에 예측될 수도 있는 바와 같이 연속적으로 그리고/또는 차량이 적절한 도킹 스테이션 또는 다른 유형의 접속에서 주차될 때, LTD와 차량 사이에 정보를 전달하는데 사용될 수도 있다. 특정 실시예에서, 이들 소스의 하나 이상과의 정보 전달은 일방향성 또는 양방향성일 수도 있다.

[0093] 도 39는 도로에 대한 정보를 수집하고 그리고/또는 LTD에 제공할 수도 있는 예측장치 실장 차량(920)의 실시예

를 도시하고 있다. 정보는 예를 들어, GPS 수신기(921), 인간 모니터링 센서(922)(예를 들어, 가속도계, 착용 디바이스, 온도 센서 등), 도로 이벤트를 보고하기 위한 인간 기계 인터페이스(923)(예를 들어, 정보를 입력하기 위한 버튼 또는 터치패드), 광학 센서(924), 라이더(925), 전륜 가속도계(926), 후륜 가속도계(927), 새시 가속도계(928a, 928b), 및/또는 차량 및/또는 그 내부에 위치한 승객과 연관된 임의의 적절한 센서와 같은 센서를 사용하여 수집될 수도 있다. 전송된 바와 같이, 정보는, 물리적 접촉 및 위성 통신, 적외선, 무선, 마이크로파, 와이파이, 및 모바일 네트워크를 비한정적으로 포함하는 무선 통신의 모두를 포함하는 다양한 유형의 통신을 사용하여 차량과 원격 위치된 서버 및/또는 LTD와 같은 데이터베이스 사이에, 송수신 디바이스(929)를 사용하여, 교환될 수도 있고, 본 개시내용은 임의의 특정 유형의 통신 방법에 한정되는 것은 아니다.

[0094] 도 40은 차량의 하나 이상의 능동 서스펜션 액추에이터의 제어기(930)의 실시예의 블록도를 도시하고 있다. 일 실시예에서, 저분해능 GPS 데이터(931)가 수집되어 차량이 위치되어 있는 도로의 세그먼트와 연관된 근접 정보(932)를 식별하는데 사용된다. 이 근접 정보는 로컬 데이터베이스(즉, 차량 탑재 데이터베이스), 원격 LTD, 및/또는 상기의 조합으로부터 얻어질 수도 있다. 센서 입력(936)은 예를 들어, IMU로부터의 차체 가속도, 속도계 판독치, 스티어링 휠 위치, 물체까지의 거리, 및 차량이 주행하는 도로에 관한 다른 유형의 센서 데이터를 포함할 수도 있고, 근접 정보(932) 내에 존재하는 특징부의 하나 이상의 패턴에 비교될 수도 있다. 이 감지된 데이터는 감지된 정보와 도로 필터(933)에 의한 근접 정보 사이의 일치를 식별하기 위해 저장된 패턴에 비교될 수도 있다. 감지된 및 근접 정보 사이의 이 상관성은 이어서 도로 내의 차량을 더 정확하게 위치확인하는데 사용될 수도 있다. 이 고정밀도 로컬화는 이어서 도로 특성을 더 효과적으로 예상하고 응답하기 위해 서스펜션 알고리즘(934)에 정보를 제공하는데 사용될 수도 있다.

[0095] 도 41은 차량(940)에 의한 정보의 수집 및 데이터베이스(944)와의 교환의 하나의 실시예의 블록도를 도시하고 있다. 도시된 실시예에서, 센서(941)는 정보를 수집하여 능동 또는 반능동 시스템의 하나 이상의 서스펜션 액추에이터(942)에 정보의 적어도 일부를 제공한다. 센서에 의해 수집된 정보의 일부 또는 모두는 이어서 최근 센서 캐시(943)에 저장된다. 정보 센서 캐시의 일부 또는 모두는 또한 실시간으로 그리고/또는 편리한 이후의 기회에 예를 들어, LTD와 같은 원격 위치된 데이터베이스(944)에 전달된다. 별도로, LTD로부터의 정보는 차량의 근접 맵 캐시(945)에 수신될 수도 있고, 서스펜션 액추에이터를 제어하기 위해 실시간 센서 데이터와 함께 사용될 수도 있다. 전송된 바와 같이, 임의의 적절한 통신 기술은 데이터베이스와 차량 사이에 데이터를 전송하는데 사용될 수도 있다.

[0096] 도 42는 주행 차선(951)의 중심을 따라 주행하는 자율 주행차(950)를 도시하고 있다. 도시된 실시예에서, 차량(950)의 현재 주행 벡터는 예를 들어, 구덩이, 범프, 또는 다른 특징부일 수도 있는 장애물(952)과 충돌할 것이다. 대조적으로, 동일한 장애물이 있는 동일한 도로를 따라 주행하는 차량(953)은 회피 동작을 취할 수도 있는데, 즉 장애물과 충돌 코스 외로 차량을 조작할 수도 있다. 하나의 실시예에서, 차량은 주행의 경로 내의 다가오는 장애물을 식별하기 위해 전송된 근접 정보 및 글로벌 포지셔닝 정보와 같은 로케이션 특정 정보를 사용하여 언급된 회피 동작을 취하는 것이 가능하다. 이 정보를 사용하여, 차량이 접근함에 따라(952), 차량은 장애물에 대한 그 위치를 결정하고 허용가능한 주행 파라미터 내에 유지하면서 장애물을 회피하기 위한 주행 경로를 결정한다. 주행 경로는 단일 라인 내에서 이동하는 것, 차선을 변경하는 것, 또는 임의의 다른 적절한 차량 조작을 포함할 수도 있다. 일단 적절한 주행 경로가 결정되었으면, 차량 제어기는 장애물을 회피하기 위해 코스를 변경하도록 차량의 스티어링 시스템을 동작할 수도 있다. 따라서, 차량(953)은 장애물(952)을 회피할 수도 있다. 이 장애물 회피 능력은 본 명세서에 설명된 장애물 회피 기술과 함께 또는 대신에 사용될 수도 있다.

[0097] 도 10은 능동 차량 서스펜션 시스템(192), 능동 시트 서스펜션 시스템(193), 및/또는 하나 이상의 차량 서브시스템(191)(예를 들어, 스톱, 제동 시스템, 스티어링 시스템 등)을 구비한 자율 주행차를 위한 제어 시스템(190)의 하나의 실시예의 블록도를 도시하고 있다. 그러나, 본 명세서에 설명된 임의의 수의 다양한 개념이 마찬가지로 통상 구동식 차량에서 또한 구현될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 도시된 실시예에서, 차량 제어기(194)는 능동 서스펜션 제어기(196), 시트 제어기(195), 및 차량의 이들 기능(예를 들어, 엔진의 스톱/스타팅, 제동, 스티어링 등)을 제어하기 위한 차량 서브시스템 제어기(197)를 포함하는 단일의 통합 유닛일 수도 있다. 다른 한편으로, 서브제어기 중 하나 이상은 차량 제어기로부터 별도로 수용될 수도 있다. 차량 제어기는 센서 인터페이스(198)를 통해 하나 이상의 센서로부터 센서 정보를 수신하고, 사용자 인터페이스(199)를 거쳐 하나 이상의 승객 입력에 의해 하나 이상의 차량 승객과 또한 통신한다. 능동 서스펜션 시스템, 시트 및 다른 차량 서브시스템을 제어함으로써, 차량 제어기는 승객(200)에 의해 느껴진 도로 유도된 교란의 주파수 및 위상을 제어하는 것이 가능하다. 제어기는 온보드 데이터베이스, 다른 차량, 및/또는 중앙 데이터베이스로부터 정보를 얻기 위해 통신 인터페이스(201)와 또한 전기 통신할 수도 있다. 재차, 이 정보는 임의의 소정의 시간 및/또는

로케이션에 적절한 모션 완화 전략 및/또는 경로 계획을 결정하기 위해 제어기에 의해 사용될 수도 있다.

[0098] 데이터는 예를 들어, 가속도계, 자이로스코프, 부하 센서, 레이저 또는 레이더 기반 거리 필터, 광학 카메라, 적외선 카메라, 차량 승객 입력으로부터 수신된 데이터, 상기의 임의의 것의 조합, 및/또는 임의의 다른 적절한 센서를 포함하는 다양한 차량 센서 및 입력부로부터 차량 제어기에 의해 수신될 수도 있다. 전송된 바와 같이, 사용자 입력은 이들에 한정되는 것은 아니지만, 자율 주행차 모드가 요구되는 지시, 승객 불편함의 지시, 특정 구동 모드가 요구되는 지시(즉, 스포츠 모드 대 향상된 편안함 모드)를 포함하는 다양한 형태일 수도 있다. 이들 센서의 하나 이상으로부터의 정보는 차량 제어기(194) 내에 상주하는 패턴 검출 알고리즘 내로 공급될 수도 있다. 이 패턴 검출은 예를 들어, 물, 피치, 히브, 노면 불규칙부, 가속도, 제동, 상기의 조합, 뿐만 아니라 임의의 다른 적절한 유형의 모션을 포함하는 차량 모션에 관련된 임의의 원하는 이벤트 패턴을 식별하는데 사용될 수도 있다. 식별된 패턴 및 이들 패턴이 발생하는 주기는 차량 제어기, 시트 댐퍼 제어기, 및/또는 능동 서스펜션 제어기 내에 공급될 수도 있다. 적절한 제어기는 이어서, 예를 들어 차량 속도를 변경하는 것 및/또는 원하는 보정 작용을 구현하기 위해 서스펜션 시스템을 동작하는 것과 같은 요구된 임의의 보정 작용을 취하도록 차량, 또는 그 서브 부분에 명령할 수도 있다. 제차, 보정 작용은 예를 들어, 특정 주파수 대역을 더 큰 정도로 억제하는 것 및/또는 다른 주파수 범위에서 에너지를 도입하는 것(즉, 증가된 모션이 차체에 전달됨)뿐만 아니라 차량의 하나 이상의 부분 내에 모션을 유도하는 것, 뿐만 아니라 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에 임의의 수의 다른 전략을 포함할 수도 있다.

[0099] 특정 주파수 범위 내에서 교란의 크기를 모니터링하는 것에 추가하여, 패턴 검출은 도로 유도된 교란에 대한 하나 이상의 주파수 범위 내의 모션을 완화하도록 소비된 에너지의 양을 모니터링하는 것을 또한 포함할 수도 있다. 이러한 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템, 또는 다른 차량 시스템에 의해 사용된 특정 주파수 범위 내의 교란을 완화하기 위한 에너지가 임계 에너지를 초과할 때, 능동 서스펜션 시스템은 이 주파수 범위 내의 모션을 더 큰 정도로 완화하도록 제어될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 언급된 주파수 범위는 멀미와 연관된 주파수 범위이다.

[0100] 멀미 및 도로 교란 완화 방법을 구현할 수도 있는 다수의 예시적인 시스템이 설명되었고, 차량을 위한 제어 방법의 예시적인 실시예가 도 11에 도시되어 있다. 도면은 구현되는 차량 및/또는 서스펜션 시스템 제어 루프(220)의 흐름도를 도시하고 있다. 먼저, 차량의 하나 이상의 부분의 모션이 예를 들어, 원하는 방향으로 배향된 가속도계, 3축 가속도계, 자이로스코프, 차량 속도계, IMU, 또는 임의의 다른 유형의 센서를 포함하는 임의의 적절한 센서의 배열체를 사용하여 221에서 모니터링될 수도 있다. 이들 센서는 차량의 원하는 동작 주파수 범위 내의 이동에 민감할 수도 있다. 이하에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 일단 모션이 센서에 의해 검출되면, 신호가 차량의 제어기 및/또는 서스펜션 시스템과 같은 모션 완화 시스템에 전달되어, 222에서 적절한 이벤트 패턴 인식 알고리즘을 사용하여 모션이 멀미 또는 다른 상황과 연관된 이벤트 패턴에 대응하는지를 판정한다. 제어기는 또한 멀미를 유발할 수도 있는 이벤트 패턴 및/또는 로케이션을 식별하는 것을 돕는데 사용될 수도 있는 도로 데이터(223)를 수신할 수도 있다. 전송된 바와 같이, 제어기에 제공된 도로 데이터는 교통 상황, 도로 특징 및 토폴로지와 같은 로케이션 관련 정보, 전방 주시 센서 데이터, 속도 제한 범위, 및 임의의 적절한 센서 또는 데이터베이스로부터의 다른 적절한 유형의 정보를 포함할 수도 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0101] 226에서, 이벤트 패턴 인식 알고리즘(222), 승객 입력(224) 중 하나 이상으로부터의 정보, 및 차량이 통신하고 있는 데이터베이스 또는 개별 차량으로부터의 정보가, 하나 이상의 이벤트가 충분한 임계 기간 동안 존재하였는지 그리고/또는 보정 작용이 차량 승객에 대한 이들 모션 및/또는 상황의 영향을 완화하도록 취해져야 하는 충분히 심각한 크기를 갖는지를 판정하는데 사용될 수도 있다(226 참조). 물론, 승객으로부터의 입력은 보정 작용이 필요할 수도 있는지 여부를 판정하는데 있어서 고려되는 것으로서 예시되었지만, 몇몇 실시예에서, 멀미 완화 절차는 차량 승객으로부터의 임의의 피드백이 없이도 사용될 수도 있다. 예를 들어, 모션 완화 프로세스는, GPS 좌표를 통해 결정된 바와 같이, 멀미의 가능성이 상승되는 속도에서 또는 교통 상황 하에서 그리고/또는 지리학적 로케이션 내에서 차량이 주행할 때 구현될 수도 있다. 부가적으로, 이러한 완화 절차는, 예를 들어 특정 트립, 트립의 부분, 차량이 특정 날짜에 사용될 때, 그리고/또는 특정 승객을 위해 연속적으로 사용될 수도 있다.

[0102] 일단 적절한 보정 작용이 구현되어야 하는 것으로 판정되면, 차량 및/또는 서스펜션 시스템과 같은 차량의 서브 부분의 제어기는 229에서 본 명세서에 설명된 것들을 포함하는 임의의 적절한 모션 및/또는 멀미 중재 전략을 구현할 수도 있다. 이벤트 및/또는 패턴의 유형, 뿐만 아니라 심각성에 따라, 보정 작용은 미리결정된 임계 시간 주기가 경과되고 이벤트 및/또는 패턴이 여전히 존재한 직후 또는 후에 취해질 수도 있다. 구현될 수도 있

는 다양한 전략은 멀미와 연관된 하나 이상의 주파수 범위 내의 서스펜션 시스템의 성능 특성을 변경하는 것, 특정 도로 위의 차량의 속도를 변경하는 것 또는 차량의 모션에 영향을 미치는 교란의 주파수를 변경하는 것, 뿐만 아니라 본 명세서에 설명된 다른 것들을 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 사용될 수도 있는 다른 전략은 차량의 모션에 영향을 미치는 피치, 롤, 히브, 측방향, 및/또는 전후 가속도의 주파수 및/또는 크기를 변경하기 위해 차량 가속도, 감속도, 회전 속도, 및/또는 회전 반경을 제어하는 것을 포함한다. 또한, 몇몇 실시예에서, 하나 초과와 차량 승객이 불편함으로 괴로워하면, 차량 제어 응답은 맞춤화되는데, 즉 가장 불편함을 경험하고 있는 승객의 멀미 요구를 적절하게 처리하도록 선택될 수도 있다.

[0103] 전술된 승객 입력에 관하여, 몇몇 실시예에서, 차량 승객에 의해 또는 차량에 의해 자동으로 선택될 수 있는 자율 주행차에서 특정의 고레벨 모드가 이용가능할 수도 있다. 안정성 플러스(Stability Plus) 능동 서스펜션 모드는 증가된 안정성 및 편안함이 제공되는 경우에 이용가능할 수도 있다. 예를 들어, 승객은 승객이 특히 멀미에 민감할 때 안정성 플러스를 요청할 수도 있다. 안정성 플러스는 또한 예를 들어 멀미가 발생할 것인 75% 초과와 가능성을 갖고 매우 가능성이 있는 조건이 식별되면 승객 개입 없이 차량에 의해 자동으로 구현될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 트랙션 플러스(Traction Plus) 능동 서스펜션 모드가 또한 도로 조건에 대한 증가된 피드백을 갖는 증가된 도로 트랙션 및 스포츠 느낌을 제공하도록 승객에 의해 선택될 수도 있다. 트랙션 플러스는 예를 들어, 날씨 조건이 특히 열악하거나 예를 들어, 오일 누설과 같은 차량에 의해 적절하게 지각되지 않는 상황이 존재할 때와 같이, 차량에 의해 자동으로 구현되거나 승객 지시에 의해 요청될 수도 있다. 승객은 또한 더 흥분되거나 스틸있는 탑승을 경험하도록 증가된 트랙션을 선택할 수도 있다. 승객은 에너지 및/또는 동력 한계를 구현하도록 에너지 플러스(Energy Plus) 자율 주행차 모드를 또한 선택할 수도 있다. 에너지 플러스는 또한 예를 들어, 시스템의 하나 이상의 부분이 효율적으로 기능하지 않을 수도 있고 그리고/또는 에너지가 특정 트립이 완료될 수 있도록 보존될 필요가 있다고 시스템이 결정할 때, 차량에 의해 자동으로 구현될 수도 있다. 부가적으로, 예를 들어, 승객은 환경적 이유로 에너지를 보존하기 위한 에너지 플러스 모드를 요청할 수도 있다.

[0104] 하나 이상의 고유 프로파일이 또한 생성되어 로컬 및/또는 원격 위치된 데이터베이스에 저장되어, 하나 이상의 승객에 대해 이전에 입력되거나 결정된 개인 서스펜션 선호도를 지시할 수도 있다. 예를 들어, 승객은 멀미를 느끼기 쉬울 수도 있고 속도 대신에 편안함에 초점을 집중한 탑승 경험을 선호할 수도 있다. 각각의 승객은 차량 내에 프로파일을 저장할 수도 있다. 트립의 시작에 앞서, 각각의 승객은 차량에 이들의 존재를 지시할 수 있는데, 이는 판정을 행하기 전에 각각의 지시된 승객에 관련된 로컬 및/또는 원격 위치된 데이터베이스에 저장된 정보에 기초하여 차량이 구동 선호도를 고려하게 할 것이다. 개별 시트가 개별 2차 서스펜션 시스템과 연관되는 상황에서, 성능 프로파일은 개인 선호도에 따라 각각의 승객에 대해 고유하게 거동할 것인 각각의 개별 시트에 대해 설정될 수 있다.

[0105] 차량에 보정 작용을 구현하는지 여부를 판정하는 것에 추가하여, 특정 로케이션에서 멀미와 연관된 이벤트 또는 패턴이 식별되고 그리고/또는 차량 승객이 검출된 모션 및/또는 이벤트가 멀미를 야기하는 것을 지시하면, 차량은 227 및 228에서 이 패턴 및/또는 이벤트를 저장할 수도 있다. 구체적으로, 특정 실시예에 따라, 패턴 및/또는 이벤트는 차량 상의 패턴 및 이벤트 데이터베이스 상에 로컬식으로 저장될 뿐만 아니라 중앙 서버 또는 데이터베이스에 전송되어 상기에 상세히 설명된 바와 같이, 다른 차량 내에서 후속의 사용을 위해 멀미를 유발하는 것으로 알려진 로케이션 기반 정보 및/또는 패턴을 보충할 수도 있다.

[0106] 간단하게 패턴을 저장하는 것에 추가하여, 몇몇 실시예에서, 승객이 미리설정된 임계치를 초과하여 불편함 및/또는 멀미를 경험하는 것을 제어기 차량에 지시하였을 때, 멀미를 유도할 수도 있는 차량의 하나 이상의 동작 조건 및/또는 승객 조건을 지시하는 하나 이상의 센서로부터의 데이터가 기록되어 모니터링된다. 예를 들어, 카메라와 같은, 승객 모션을 추적하는 차량 내부에 위치한 센서를 사용하여, 차량은 도로 발생과 승객 거동을 상관시킬 수도 있다. 모니터링될 수도 있는 다른 센서는 차체 및/또는 승객실을 포함하는 차량의 하나 이상의 부분의 이동을 모니터링하는 하나 이상의 센서를 포함한다. 적절한 유형의 모션 센서가 상기에 열거되어 있다. 사용된 특정 센서에 무관하게, 멀미의 지시된 발생과 연관된 검출된 이벤트 및/또는 패턴은 로컬 저장 장치 및 원격 위치된 서버 및/또는 데이터베이스의 모두 내로 후속의 사용을 위해 업로드될 수도 있다. 따라서, 이들 새롭게 검출된 상관성은 승객 불편함 또는 멀미를 유발할 수도 있는 차량 상황에 더 양호하게 지시하는데 사용될 수도 있다. 일단 이들 상황이 식별되면, 차량은 이어서 이러한 모션이 미래에 재차 발생하는 것을 방지하고, 또는 이들의 영향을 어느 정도까지 적어도 완화하도록 보정 작용을 취할 수도 있다. 예를 들어, 카메라가 승객의 머리 모션을 모니터링하고 바람직하지 않은 머리 모션이 속도와 승객 위치의 특정 조합에서 도로 내의 특정 로케이션에서 발생하는 상관성이 식별되면, 차량은 동일한 로케이션이 미래에 방문되는 경우에 이를

인식하여 머리 모션을 감소시키기 위해 조정을 행할 것이다. 이는 특정 지리학적 로케이션과 연관된 차량 불편함을 감소시키기 위해 특히 유용할 수 있다.

[0107] 멀미의 가능성 및/또는 심각성을 증가시킬 수도 있는 이벤트 및/또는 패턴은 전술된 제어 루프에서 그리고/또는 다른 차량 제어 시스템에서 구현을 위해 임의의 수의 상이한 방법을 사용하여 결정될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 이러한 이벤트 및/또는 패턴을 검출하고 식별하기 위한 방법 및/또는 시스템의 다수의 예시적인 실시예가 이하에 더 상세히 설명된다. 그러나, 이들 다양한 실시예는 개별적으로 설명되었지만, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 이들 상이한 실시예는 개별적으로, 함께, 그리고/또는 임의의 다른 적절한 검출 방법 및 시스템과 조합하여 실시될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0108] 전술된 바와 같이, 몇몇 실시예에서, 멀미의 가능성 또는 심각성을 증가시키는 것으로 고려되는 자동차의 동역학 및/또는 활동에 영향을 미치는 이벤트 패턴이 결정되어 차량의 로컬 데이터베이스 내에 선행적으로 그리고/또는 이들이 차량 제어기에 의해 액세스되고 그리고/또는 인출될 수도 있는 방식으로 원격 위치된 서버/데이터베이스 상에 원격으로 저장된다. 이들 이벤트 패턴은 멀미를 유발하는 것으로 실험적으로 결정되고 또는 예측적 수학적 및/또는 실험적 모델을 사용함으로써 이와 같이 행하는 것으로 간주될 수도 있다. 이벤트 패턴은 특정 시간 주기에 걸쳐 발생하고 임의의 수의 방식으로 승객에 영향을 미치는 방식으로 그 주기 동안 차량의 동적 상태에 영향을 미치는 일련의 이벤트이다. 승객에 대한 영향은 예를 들어, 차량 및 차량의 승객에 의해 수행되는 활동의 상세와 같은 다수의 파라미터의 함수일 수도 있다. 이들 이벤트 패턴은 개별적으로 또는 다수의 이벤트 패턴의 합성으로서, 후속의 차량 동작 중에 비교를 위한 템플레이트로서 사용될 수도 있다. 이들 템플레이트는 상기에 상세히 설명된 바와 같이 몇몇 형태 또는 방식으로 완화된 후에 하는 이벤트 및/또는 패턴을 식별하기 위해 차량 동작 중에 실시간으로 발생하는 이벤트 패턴에 비교될 수도 있다.

[0109] 일 실시예에서, 미리설정된 임계 시간 주기에 걸쳐 발생하는 특정 이벤트 패턴은 예를 들어, 차량의 동역학 또는 승객의 머리 및/또는 몸통의 이동에 기초하여 멀미를 유발할 가능성이 있는 것으로 간주될 수도 있다. 모델은 실험적 및/또는 수학적 관계를 수반할 수도 있다. 예를 들어, 실시예에서, 0.5 cm 내지 2 cm의 크기를 갖는 0.3 내지 0.4 Hz의 주파수에서의 차체의 상하 모션의 하나의 사이클이 멀미를 유도할 수도 있는 패턴으로서 식별될 수도 있다. 이 패턴이 예를 들어, 5분의 주기에 걸쳐 미리설정된 수의 시간 초과 반복되면, 멀미가 가능성이 있다는 판정이 이루어질 수도 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 2 cm 미만의 크기를 갖는 0.4 내지 0.5 Hz의 주파수에서 승객의 머리의 측면간 이동을 야기하는 특정 차량 모션은 멀미를 유도할 수도 있는 패턴으로서 식별될 수도 있다. 이 패턴이 예를 들어, 5분의 임계 시간 주기에 걸쳐 미리설정된 수의 시간 초과 반복되면, 멀미가 가능성이 있다는 판정이 이루어질 수도 있다. 물론, 전술된 것들 초과 및 미만의 모두의 상이한 주파수에서 승객의 신체의 이동과 연관된 상관성이 또한 고려된다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 제어 시스템은 승객이 전술된 바와 같이 약 0.05 Hz 내지 10 Hz 또는 이들 값에 동일한 주파수를 포함하는 멀미의 증가된 가능성과 연관된 주파수를 갖는 모션을 받게 되는지를 판정하기 위해 승객의 몸통 및/또는 머리를 모니터링할 수도 있다.

[0110] 상기 실시예에서, 차량 및/또는 승객의 검출된 모션과 하나 이상의 이전의 식별된 이벤트 및/또는 패턴 템플레이트 사이의 비교는 특정 시간 주기에 걸쳐 발생하는 차체, 시트, 및/또는 승객의 신체의 하나 이상의 부분(예를 들어, 몸통, 머리 등)을 특징화하는 순시 및/또는 평균 데이터에 기초할 수도 있다. 차량으로부터의 실시간 데이터가 특정 시간 주기, 예를 들어 최대 10분에 걸쳐 이전에 얻어진 템플레이트에 일치하거나 유사하면, 이는 특정 경로에서 발생하는 멀미의 가능성이 존재한다는 지시로서 사용될 수도 있다. 템플레이트를 개발할 때 그리고 동작 중에 얻어진 데이터는 예를 들어, 차량 및/또는 하나 이상의 승객의 동역학을 캡처하는 카메라 및 가속도계와 같은 하나 이상의 센서를 사용하여 수집될 수도 있다. 멀미의 가능성의 결정은 패턴이 반복되는 레이트 및/또는 이들의 발생 주기의 기간에 기초할 수도 있다.

[0111] 모션의 사용에 추가하여, 차량 승객의 멀미의 증가된 가능성의 결정은 생리학적 파라미터 및/또는 승객으로부터의 직접 입력에 적어도 부분적으로 기초할 수도 있다. 하나의 이러한 실시예에서, 하나 이상의 카메라는 승객을 식별하기 위해, 뿐만 아니라 전술된 바와 같이 차량 내의 하나 이상의 승객의 머리 이동을 측정하기 위해, 차량 내의 하나 이상의 승객의 얼굴 인식을 위해 사용될 수도 있다. 마이크로폰(음성 인식을 가짐) 및 다른 통신 인터페이스가 승객과 통신하기 위해 그리고 승객이 차량과 통신하게 하기 위해 차량 제어기에 의해 사용될 수도 있다. 예를 들어, 차량 승객은 멀미의 심각성 및/또는 원하는 동작 모드를 제어기에 지시할 수도 있고, 이들은 이어서 이후에 차량 동작 중에 구현될 적절한 모션 및/또는 멀미 중재 기술을 결정하는데 사용될 수도 있다. 사람의 신체 상의 다양한 로케이션에서의 갈바닉 피부 응답, 온도, 심박수, 혈중 산소 및 이산화탄소 레벨, 수화 레벨, 및/또는 다른 메트릭과 같은 파라미터를 포함하는 하나 이상의 승객의 생리학적 상태가 또한 감

지될 수도 있다. 이러한 생리학적 감지는 차량에 의해 또는 적절한 센서가 그 내부에 내장되어 있는 전자 팔찌 또는 스마트 워치와 같은 웨어러블 디바이스에 의해 행해질 수도 있다. 생리학적 증상이 차량에 의해 행해진 하나의 이러한 실시예에서, 다양한 센서는 승객이 위치되어 있는 시트 내에 일체화될 수도 있어, 센서는 간단히 착석된 것을 송신함으로써 승객과 간단히 접촉할 수도 있고 그리고/또는 시트는 승객의 손에 의해 파지된 전극의 경우에서와 같이 터치될 수도 있는 부분을 포함할 수도 있게 되어, 승객의 원하는 생리학적 파라미터를 감지한다.

[0112] 몇몇 실시예에서, 차량은 센서 및/또는 블루투스 디바이스, 와이파이 접속, 플러그, 또는 웨어러블 디바이스(예를 들어, 스마트 워치와 같은) 또는 개별 승객에 의해 휴대된 다른 장비(예를 들어, 스마트폰 및 아이패드와 같은)와 정보를 교환하는 것이 가능한 임의의 다른 적절한 디바이스와 같은 통신 디바이스를 구비할 수도 있다. 이러한 통신 디바이스는 개별 승객으로부터 데이터를 자동으로 수집할 수도 있는 센서를 또한 포함할 수도 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 승객 웰빙에 대한 정보는 시트내 센서 또는 차량 내의 그리고/또는 위의 다른 센서에 의해 수집될 수도 있다. 양방향성일 수도 있고 그리고/또는 개인적으로 발생하여 다른 승객이 이를 인지하지 못할 수도 있는 이러한 디바이스와 교환된 정보는 특정 인증된 개인에 의해 개시된 명령을 포함할 수도 있고 또는 자동으로 수집된 건강, 생리학적, 웰빙 및/또는 편안함 정보를 포함할 수도 있다. 수집된 정보는 예를 들어, 사람이 멀미의 증상을 느끼는지를 판정하는데 사용될 수도 있다. 정보는 이어서 차량 승객의 건강, 웰빙 및 안전을 유지하기 위해 그리고/또는 개별 승객으로부터 명령에 응답하기 위해 그 동작을 자동으로 조정하도록 차량에 의해 사용될 수도 있다. 차량은 또한 개별 승객으로부터 명령 또는 정보에 어떻게 응답하는지에 대한 추가의 안내를 위해 원격 위치와 통신할 수도 있다. 긴급 상황에서, 차량은 예를 들어, 가장 가까운 적절한 병원 또는 경찰서로 우회될 수도 있고, 병원 또는 경찰서는 도착 전에 상황을 통지받을 수도 있다.

[0113] 차량의 하나 이상의 승객으로부터 입력을 수신하는 차량 및/또는 서스펜션 시스템 제어기의 실시예를 부연 설명하면, 차량의 제어기는 적어도 하나의 승객이 멀미로부터 괴로워하는 것을 지시하는 정보를 하나 이상의 차량 승객으로부터 수신할 수도 있다. 부가적으로, 승객의 멀미의 레벨은 차량 제어기에 제공될 수도 있다. 멀미의 정도는 예를 들어, 노브 또는 터치 감응식 표면을 사용하여 통신될 수도 있다. 하나의 실시예에서, 멀미의 정도는 손바닥에서의 갈바닉 피부 응답(예를 들어, 땀을 측정함)과 손 및 팔의 등 부분의 갈바닉 피부 응답을 비교함으로써와 같이, 생리학적 센서를 사용하여 측정될 수도 있다. 또한, 몇몇 경우에, 멀미 조건은 급속한 발한 응답에 이어서 후속의 손 및 팔등 땀 응답에 의해 특징화될 수도 있다. 카메라 및/또는 광학 센서가 또한 하나 이상의 승객의 피부 온도를 결정하기 위해 적외선 정보를 수집하는데 사용될 수도 있다.

[0114] 전술된 바와 같이, 몇몇 실시예에서, 하나 이상의 승객이 멀미와 같은 불편함을 보고하면, 차량은 이어서 최근의 이벤트 패턴의 기록을 유지할 수도 있다. 또한, 이러한 이벤트 패턴은 차량의 이벤트 패턴 데이터베이스를 업데이트하거나 보충하는데 사용될 수도 있고 그리고/또는 다른 차량 및/또는 원격 서버 또는 데이터베이스와 공유될 수도 있다. 이러한 실시예에서, 이벤트 패턴은 승객이 멀미 이벤트가 발생하였다는 것을 차량 및/또는 서스펜션 제어기에 통신할 때, 이전에 발생한 이벤트 패턴이 저장되어 일반적으로 그리고/또는 특정 승객에게 멀미를 유발하는 것으로서 식별될 수도 있도록 계속 기록될 수도 있다. 특정 실시예에 따라, 이벤트 패턴은 이들에 한정되는 것은 아니지만, 1분 내지 10분, 5분 내지 10분, 10분 내지 20분, 또는 전술된 것들 초과 및 미만의 모두의 시간 주기를 포함하는 임의의 다른 적절한 시간량을 포함하는 임의의 적절한 시간 동안 계속 기록될 수도 있다.

[0115] 또 다른 실시예에서, 하나 이상의 차량 승객의 비디오 모니터링은 멀미의 가능성을 결정하는데 재차 사용될 수도 있다. 그러나, 본 실시예에서, 컴퓨터 스크린, 또는 다른 디스플레이와 같은 물체를 주시하는 사람의 눈이 모니터링될 수도 있고, 사람의 눈과 디스플레이의 상대 이동이 결정될 수도 있다. 이 정보에 기초하여, 디스플레이를 뷰잉하는 동안 승객이 경험하는 상 유동(retinal slip)의 양이 결정될 수도 있다. 상 유동의 양 및/또는 빈도 및 이것이 발생하는 주기의 기간이 이들 양에 대한 미리결정된 임계치에 비교될 수도 있다. 이 비교에 기초하여, 멀미 완화 절차가 시행될 수도 있다.

[0116] 본 발명자들은 차량의 그 부분에 전달된 도로 유도된 힘 및 교란에 대항하는 차량의 원하는 부분에 힘을 인가하기 위해 적절한 보정으로 질량체를 이동시킴으로써 차량의 하나 이상의 부분에 전달된 모션을 완화하는 것이 가능할 수도 있다는 것을 이해하였다. 또한, 본 발명자들은 전기차 및/또는 하이브리드차의 배터리의 큰 질량이 차량의 중량의 상당한 부분을 구성한다는 것을 인식하였다. 예를 들어, 전기차(EV) 및 다수의 하이브리드 전기차(HEV)는 광대한 온보드 전기 저장장치 용량을 필요로 하고, 이 목적으로 사용되는 배터리는 통상적으로 상당히 무겁다. 구체적으로, 테슬라 모델 S(Tesla Model S)에 있어서, 리튬 이온 배터리팩은 대략 1,200 내지 1,500 파운드의 중량인데, 이는 차량의 전비 중량(curb weight)의 대략 25% 내지 33%를 나타낸다. 따라서, 몇

몇 실시예에서, 차량의 하나 이상의 부분에 대한 배터리의 이동은 차량 내에 위치한 승객 및/또는 화물에 대한 승차감을 향상시키기 위해, 차체 또는 그 서브 부분의 모션을 적어도 부분적으로 제어하는데 이용될 수 있다. 물론, 차량의 이들 부분에 전달된 모션을 완화하기 위해 차량의 다른 부분에 대해 배터리팩을 이동하는 것이 전술되었지만, 본 개시내용은 단지 배터리를 사용하는 것에만 한정되는 것은 아니라는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 충분한 질량을 갖는 다른 구성요소가 차량의 특정 부분에 전달된 모션을 완화하는데 사용되는 실시예가 또한 고려된다.

[0117] 상기 실시예에서, 차량의 하나 이상의 부분에 대해 이동된 질량체는 임의의 적절한 질량을 가질 수도 있다. 그러나, 하나의 실시예에서, 질량은 차량 중량의 약 20%, 30%, 40%, 또는 임의의 다른 적절한 퍼센트 이상일 수도 있다. 대응적으로, 질량은 차량 중량의 약 60%, 50%, 40%, 또는 임의의 다른 적절한 퍼센트 이하일 수도 있다. 예를 들어, 차량 중량의 약 20% 내지 50% 또는 이들 값에 동일한 중량을 갖는 질량을 포함하는 상기 범위의 조합이 고려된다. 물론, 본 개시내용은 이 방식으로 한정되는 것은 아니기 때문에, 전술된 것들 미만 및 초과와 모두의 중량을 갖는 질량이 또한 고려된다.

[0118] 도 12는 새시 또는 차대가 서스펜션에 의해 지지되도록 차량 수동 또는 반능동 서스펜션(302)이 차량의 하나 이상의 차륜과 대응 차량 새시(또는 차대)(303) 사이에 배치되어 있는 전기 또는 하이브리드 전기차(301)의 종래의 구성의 개략도를 도시하고 있다. 유사한 방식으로, 새시 또는 차대(303)는 통상적으로 차체 내에 위치한 배터리(304)를 지지하고 그에 고정 부착된다. 차량은 차량 새시에 의해 지지된 승객실(305)을 또한 포함한다.

[0119] 도 13은 전기 또는 하이브리드 전기차(301)의 대안적인 종래의 구성을 도시하고 있다. 제차, 도시된 실시예에서, 서스펜션 시스템(302)은 새시 또는 차대(303)와 하나 이상의 차륜(306) 사이에 배치되어 서스펜션 시스템이 차체를 지지하게 된다. 그러나, 본 실시예에서, 배터리(304)는 배터리의 용이한 액세스 및/또는 교체를 용이하게 하도록 행해질 수도 있는 바와 같이, 새시(또는 차대) 아래에 위치되고 그에 고정 부착된다. 승객실(305)은 새시(또는 차대)에 고정 부착된다.

[0120] 댐퍼 및 스프링을 각각 포함하는 2개의 차륜 조립체가 실시예에 도시되어 있지만, 다른 유형의 서스펜션 시스템이 각각의 차륜과 연관될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 통상의 차량에 있어서, 서스펜션 시스템은 수동 또는 반능동 서스펜션 시스템일 수도 있다. 부가적으로, 전기차 및 하이브리드 전기차는 통상적으로 3개 또는 4개의 차륜을 갖지만, 단지 2개의 차륜 조립체를 갖는 전기 또는 하이브리드 전기 모터사이클과 같은 차량이 또한 고려된다.

[0121] 도 14는 새시(또는 차대)(321) 뿐만 아니라 배터리(322), 또는 다른 질량체와 같은 다른 연관된 구성요소와 같은 차량의 하나 이상의 부분이 1차 서스펜션 시스템(323)에 부착되고 이에 의해 지지되어 있는 차량(320)의 실시예를 도시하고 있다. 도시된 실시예에서, 1차 서스펜션 시스템은 차체와 하나 이상의 차륜(328) 사이에 배치되어 있다. 1차 서스펜션 시스템은 수동 서스펜션 시스템으로서 도시되어 있지만, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니라는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 수동, 반능동, 또는 완전 능동 1차 서스펜션 시스템이 사용될 수도 있다. 또한, 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션은 전자유압식 또는 전자기식일 수도 있다. 상기 차량에 유사하게, 차량은 배터리 및/또는 새시 조립체에 대해 고정된 승객실(324)을 또한 포함한다. 또한, 승객실(324)과 같은 차량의 적어도 제2 및 제3 부분 사이에 배치된 하나 이상의 2차 서스펜션 시스템(325) 및 승객실 내에 위치한 의자 및/또는 작업면(예를 들어, 테이블 또는 데스크)과 같은 승객실과 연관된 하나 이상의 개별 구조체(326)를 포함하는 것이 바람직할 수도 있다.

[0122] 도면에 도시되어 있는 실시예에서, 차량은 차량의 내부 내에 및/또는 외부 상에 위치될 수도 있는 하나 이상의 센서(327a, 327b, 327c)를 또한 포함할 수도 있다. 또한, 이들 센서는 예를 들어, 차량 새시(또는 차대)(321), 하나 이상의 차륜 조립체(327), 승객실(324), 및/또는 승객실(324)과 연관된 하나 이상의 개별 구조체(326)를 포함하는 차량의 다양한 부분의 절대값 또는 상대 가속도, 속도 및 위치 중 하나 이상과 같은 정보를 수집하는데 사용될 수도 있다. 개별 구조체(326)는 명료화를 위해 승객실(324)의 외부에 있는 것으로 도시되어 있지만, 하나 이상의 구조체는 몇몇 실시예에서, 승객실(324) 내에 위치되고 그에 의해 포위될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0123] 서스펜션 시스템 제어기(329a, 329b)와 같은 하나 이상의 제어기는 1차 및 2차 서스펜션 시스템(323, 325) 각각과 전기 통신할 수도 있다. 대안적으로, 중앙 차량 및/또는 서스펜션 시스템 제어기는 차량의 다양한 서스펜션 시스템과 전기 통신할 수도 있다. 부가적으로, 각각의 서스펜션 시스템은, 몇몇 실시예에서 차량의 중앙 제어 시스템과 전기 통신할 수도 있는 개별 제어기와 연관된 각각의 개별 액추에이터 및/또는 댐퍼를 갖는 복수의 제어기를 포함하는 분산형 제어 시스템 및/또는 중앙 제어기에 의해 제어될 수도 있다. 어느 경우든, 제어기는 1

차 및/또는 2차 서스펜션 시스템, 뿐만 아니라 차량의 임의의 다른 서스펜션 시스템을 동작할 수도 있어, 구조체, 승객실 및/또는 차체의 모션을 제어한다. 또한, 실시예에 따르면, 1차 서스펜션 시스템(323)에 의해 감쇠된 발진, 또는 다른 모션 및 2차 서스펜션 시스템(325)에 의해 감쇠된 것들은 동일한 또는 상이한 주파수 범위에 걸쳐 있을 수도 있다. 예를 들어, 1차 서스펜션 시스템은 2차 서스펜션 시스템의 1차 주파수 범위보다 큰 주파수 범위의 모션을 주로 감소시키는데 사용될 수도 있다. 하나의 이러한 실시예에서, 1차 서스펜션 시스템은 약 2 Hz 내지 20 Hz 또는 이들 값에 동일한 주파수 범위의 모션을 2차 서스펜션 시스템보다 큰 정도로 감소시키는데 사용될 수도 있다. 이에 따라, 2차 서스펜션 시스템은 약 0.5 Hz 내지 2 Hz 또는 이들 값에 동일한 주파수 범위의 모션을 1차 서스펜션 시스템보다 큰 정도로 감소시키는데 사용될 수도 있다. 물론, 전술된 바와 같이, 1차 및 2차 서스펜션 시스템은 전술된 것들 초과 및 미만의 모두의 상이한 주파수 범위에서 서로에 대해 동작될 수도 있다.

[0124] 도 15는 새시(또는 차대)(321)가 1차 서스펜션 시스템(323)에 의해 지지되는 차량(320)의 다른 실시예를 도시하고 있다. 각각의 차륜 조립체(328)에서, 스프링(323a) 및 수동 댐퍼(323b)는 차륜 조립체와 새시(또는 차대) 사이에 개재된다. 특정 실시예에 따라, 수동 댐퍼는 반능동 댐퍼 및/또는 임의의 적절한 유형의 완전 능동 액추에이터로 대체될 수도 있다. 1차 서스펜션 시스템에 추가하여, 승객실 또는 운전실(324)과 같은 차량의 개별 부분이 완전 능동 서스펜션 시스템일 수도 있는 2차 서스펜션 시스템에 의해 또한 지지될 수도 있다. 그러나, 수동 및/또는 반능동 서스펜션 시스템이 사용되는 실시예가 또한 고려된다.

[0125] 전기차, 하이브리드 전기차의 경우에, 비교적 큰 질량을 갖는 차량 배터리(322)가 차체와 연관된다. 따라서, 연관된 차륜 조립체를 통해 차체에 전달된 도로 교란은 이들이 승객실 또는 운전실(324)에 전달되기 전에 대형 배터리 질량체에 의해 적어도 부분적으로 감쇠될 수도 있다. 이에 따라, 2차 능동 서스펜션 시스템(325)의 요구될 수도 있는 댐핑 또는 교란 완화의 양은 다른 실시예에서보다 적을 수도 있다. 그 결과, 더 소형의 덜 강력한 2차 서스펜션 시스템이 사용될 수도 있다. 물론, 비교적 대형 배터리 질량체의 사용이 승객실에 전달된 모션을 완화하는 것을 돕기 위해 전술되었지만, 차량 부하 및/또는 차량의 부분과 같은 상이한 유형의 질량체가 차량 운전실에 전달된 모션을 완화하는 것을 돕는데 사용되는 실시예가 또한 고려된다.

[0126] 도 16은 새시(또는 차대)(321)가 1차 서스펜션 시스템(323)에 의해 지지되는 차량(320)의 실시예를 도시하고 있다. 각각의 차륜 조립체(328)에서, 스프링(323a) 및 수동 댐퍼(323b)는 차륜 조립체와 새시(또는 차대) 사이에 개재된다. 그러나, 수동 댐퍼가 반능동 댐퍼 또는 임의의 유형의 완전 능동 액추에이터에 의해 대체될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 승객실 또는 운전실(324)은 그와 새시(또는 차대)(321) 사이에 개재된 2차 서스펜션 시스템(325)에 의해 지지된다. 본 실시예에서, 2차 서스펜션 시스템은 수동 시스템이지만, 반능동 및 완전 능동 서스펜션 시스템이 또한 사용될 수도 있다.

[0127] 1차 및 2차 서스펜션 시스템에 추가하여, 도시된 실시예에서, 본 실시예에서 전기차 또는 하이브리드 전기차의 배터리(322)일 수도 있는 대형 질량체는 질량체와 승객실 사이에 위치한 제3 서스펜션 시스템(330)을 사용하여 승객실 또는 운전실(324)로부터 현수되거나 그에 의해 지지될 수도 있다. 하나의 실시예에서, 제3 서스펜션 시스템은 하나 이상의 능동 액추에이터(330b) 및 하나 이상의 스프링(330a)을 포함한다. 도시된 실시예에서, 액추에이터는 전자기 액추에이터이지만, 예를 들어 전자기 및/또는 전자유압식 액추에이터를 포함하는 다른 능동 액추에이터가 사용될 수도 있다. 특정 용례에 따라, 액추에이터는 하나 이상의 주파수 범위 내에서 승객실에 인가된 모션을 감소시키도록 구성되고 동작될 수도 있다. 대안적으로, 액추에이터는 배터리 질량체가 조율된 질량 댐퍼로서 동작하도록 댐퍼로 교체될 수도 있지만, 이러한 댐퍼는 능동 액추에이터에 의해 가능한 것보다 더 좁은 주파수 범위에 걸쳐 효과적일 것이다.

[0128] 도 17은 새시(또는 차대)(321)가 1차 서스펜션 시스템(323)에 의해 지지되는 차량(320)의 실시예를 도시하고 있다. 각각의 차륜 조립체(328)에서, 서스펜션 시스템의 스프링(323a) 및 수동 댐퍼(323b)가 차륜 조립체와 새시(또는 차대) 사이에 개재된다. 물론, 다른 실시예에 유사하게, 수동 댐퍼는 반능동 댐퍼 또는 임의의 유형의 완전 능동 액추에이터로 대체될 수도 있다. 이 특정 실시예에서, 승객실 또는 운전실(324)은 그 사이에 배치된 서스펜션 시스템 없이 새시(또는 차대)에 부착된다. 그러나, 2차 서스펜션 시스템이 승객실과 새시 사이에 위치되어 있는 실시예가 또한 고려된다.

[0129] 본 실시예에서 대형 배터리일 수도 있는 질량체는 그 각각이 새시(또는 차대)(321)로부터 현수되거나 다른 방식으로 지지되어 있는 2개 이상의 질량체(322a, 322b)로 분할된다. 각각의 질량체는 예를 들어, 스프링(330b, 332b)을 사용하여 그리고 액추에이터(330a, 332a)에 의해 질량체와 차체 사이에 위치한 서스펜션 시스템을 통해 새시(또는 차대)에 부착된다. 이에 따라, 새시(또는 차대) 상에 인가된 힘은 새시와 총 질량체의 일부(즉, 이

동하는 하나 이상의 개별 질량체 또는 배터리) 또는 전체 질량체(즉, 이동하는 모든 질량체 또는 배터리) 사이에 상대 모션을 유도함으로써 적어도 부분적으로 완화될 수도 있다. 제차, 새시에 대한 하나 이상의 질량체의 이 상대 모션은 새시, 또는 그와 연관된 차량의 다른 부분에 힘을 인가할 것인데, 이 힘은 도로 교란에 의해 차량에 전달된 모션을 적어도 부분적으로 완화하도록 제어될 수도 있다.

[0130] 상기에 추가하여, 도시된 실시예에서, 배터리 질량체는 2개의 동일한 질량체로 분할되는 것으로서 도시되어 있다. 대안적으로, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 질량체는 전체로 유지될 수도 있거나 또는 동일한 또는 상이한 질량체를 갖는 복수의 질량체로 분할될 수도 있다. 예를 들어, 대형 배터리는 상이한 총 전기 용량 및 질량, 동일한 용량 및 질량을 갖는 상이한 배터리팩으로 분할될 수도 있고, 그리고/또는 단일 유닛으로서 유지될 수도 있다.

[0131] 도 18 및 도 19는 새시(또는 차대)(321)가 1차 서스펜션 시스템(323)에 의해 지지되는 차량(320)의 또 다른 실시예를 도시하고 있다. 각각의 차륜 조립체(328)에서, 스프링(323a) 및 수동 댐퍼(323b)는 차륜 조립체와 새시(또는 차대) 사이에 개재되지만, 반능동 및/또는 능동 서스펜션 시스템이 사용되는 실시예가 또한 고려된다. 몇몇 실시예에서, 2차 서스펜션 시스템이 또한 차량의 승객실 또는 운전실(324)과 차량 새시 사이에 위치될 수도 있다. 다양한 서스펜션 시스템에 추가하여, 측방향 안정화 시스템이 차량의 하나 이상의 부분의 지면에 대한 측방향 모션을 감소시키거나, 제거하는데 사용될 수도 있다. 도시된 실시예에서 측방향 안정화 시스템은 새시(342a, 342b, 342c, 342d)에 대해 고정된 기둥 뿐만 아니라 승객실 또는 차량의 다른 부분에 대해 고정된 하나 이상의 기둥(344)에 부착되고 이들 기둥 사이로 연장할 수도 있는 하나 이상의 케이블(340a, 340b, 340c, 340d)을 포함한다.

[0132] 도 19는 안정성 케이블과 새시(또는 차대)에 부착된 4개의 기둥(342a, 342b, 342c, 342d) 및 승객실 또는 운전실에 부착된 기둥(344)의 관계를 도시하고 있다. 도시된 실시예에서, 새시에 대해 고정된 4개의 기둥은 차량 새시의 각각의 측의 중심을 향해 위치되어 있지만, 임의의 적절한 로케이션이 마찬가지로 사용될 수도 있다. 대응적으로, 승객실에 대해 고정된 기둥은 승객실의 중심을 향해 위치되어 있지만, 제차 다른 적절한 로케이션이 또한 사용될 수도 있다. 하나 이상의 케이블(340a 내지 340d)은 새시와 연관된 기둥과 승객실과 연관된 하나 이상의 기둥 사이로 연장한다. 이 특정 실시예에서, 2개의 케이블이 새시의 각각의 기둥과 승객실과 연관된 중앙 기둥 사이로 연장한다.

[0133] 케이블은 차량 새시에 대한 승객실의 측방향 이동을 감소시키거나 방지하기 위해 충분히 강성일 수도 있다. 이는 케이블의 적절한 긴장 뿐만 아니라 이들의 구조적 특성에 기인할 수도 있고 그리고/또는 하나 이상의 스프링 및/또는 액추에이터는 케이블과 일렬로 위치되어 원하는 양의 강성을 케이블에 제공할 수도 있다. 액추에이터가 케이블과 일렬로 위치되어 있는 하나의 실시예에서, 새시에 대한 승객실의 강성 및 대응하는 측방향 안정화는 동적으로 다양할 수도 있다. 예를 들어, 다른 케이블에 대한 하나 이상의 케이블의 긴장은 원하는 방향으로 승객실을 변위하는데 사용될 수도 있다.

[0134] 상기 실시예는 하나 이상의 케이블을 부착하기 위해, 새시 및 승객실과 같은, 차량의 다양한 부분과 연관된 기둥을 사용한다. 그러나, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 이들에 한정되는 것은 아니지만, 클램프, 상호잠금 구성요소, 관통 구멍, 차량 부분의 부분과 케이블의 단부 사이의 간섭, 또는 케이블을 차량 부분에 부착하는 것이 가능한 임의의 다른 적절한 구성을 포함하는 차량의 특정 부분에 대한 임의의 적합한 부착점이 사용될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0135] 도 20 및 도 21은 새시(또는 차대)(321)가 1차 서스펜션 시스템(323) 및 대응하는 2차 서스펜션 시스템(325)에 의해 적어도 부분적으로 지지되는 승객실(324)에 의해 지지되어 있는 차량(320)의 다른 실시예를 도시하고 있다. 도시된 실시예는 측방향 안정화 시스템을 또한 포함한다. 그러나, 일련의 기둥 및 케이블을 포함하는 대신에, 차량 새시와 연관된 하나 이상의 기둥(342a 내지 342c)과 승객실과 연관된 하나 이상의 기둥(344) 사이로 연장하는 하나 이상의 볼 조인트 링크장치(346a 내지 346c)가 지면에 대한 수직 z 방향에서의 이동을 여전히 허용하면서 지면에 대한 측방향 x 및 y 방향에서 승객실의 이동을 제한하는데 사용될 수도 있다. 특정 실시예에 따르면, 볼 조인트 링크장치는 기둥에 연결되거나 새시 및/또는 승객실에 다른 방식으로 부착된 볼 조인트 사이로 연장하는 로드 또는 다른 강성 구조체에 대응할 수도 있다. 또한, 실시예에 따라, 볼 조인트는 원하는 응답을 제공하기 위한 소정량의 마찰을 포함할 수도 있지만, 본 개시내용은 임의의 특정 볼 조인트 디자인에 한정되는 것은 아니기 때문에, 볼 조인트는 임의의 원하는 성능 특성을 제공하도록 설계될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0136] 도 22는 차량 새시(321)와 하나 이상의 차륜(328) 사이에 위치한 1차 서스펜션 시스템(323)을 포함하는 차량

(320)의 또 다른 실시예를 도시하고 있다. 부가적으로, 2차 서스펜션 시스템(325)이 차량 새시와 승객실(324) 사이에 위치될 수도 있다. 그러나, 본 특정 실시예에서, 시저 링크장치(348)가 또한 승객실과 차량 새시 사이에 위치되고 부착된다. 시저 링크장치는 수직 z 방향에서 승객의 이동을 허용하지만, 지면에 대해 측방향 x 및 y 방향에서 모션을 제한하거나 배제한다. 이 유형의 링크장치에서의 이동을 용이하게 하기 위해, 고무 가스켓 또는 유사 재료 가스켓이 각각의 조인트에서 사용될 수도 있다.

[0137] 제차, 상기 실시예는 배터리 및/또는 자율 주행차를 포함하는 차량에 주로 관련되었지만, 다른 대형 질량체를 포함하는 비전기차가 또한 전술된 실시예에 유사한 방식으로 제어될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 부가적으로, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 본 명세서에 설명된 다양한 제어 시스템 및 방법은 자율, 반자율, 및/또는 통상 구동식 차량 중 임의의 하나와 함께 사용될 수도 있다.

[0138] 특정 실시예에 따라, 본 명세서에 설명된 서스펜션 시스템은 임의의 수의 구성에 대응할 수도 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예에서, 서스펜션 시스템은 플랫폼 또는 구조체의 코너 및/또는 측면을 지지하는 3개 또는 4개의 스프링/댐퍼 또는 스프링/액추에이터 쌍을 갖고 구성될 수도 있다. 대안적으로, 예를 들어, 6개의 액추에이터가 헥사포드 배열로 구성될 수도 있고, 6개의 자유도를 갖고 플랫폼의 모션을 제어하는데 사용될 수도 있다. 상이한 서스펜션 구성이 또한 동일한 차량에 사용될 수도 있다. 예를 들어, 능동 서스펜션 액추에이터/스프링 쌍이 차체와 각각의 차륜 조립체 사이에 개재되어 차체와 차륜 사이의 상대 모션을 제어할 수도 있다. 동일한 차량에서, 예를 들어, 6개의 능동 액추에이터가 헥사포드 배열로 배열되고 차체와 승객실 사이에 개재되어 차체에 대한 승객실의 모션을 제어할 수도 있다. 부가적으로, 몇몇 실시예에서, 헥사포드 시스템, 또는 다른 적절한 서스펜션 시스템이 마찬가지로 승객실 내의 구조체의 모션을 제어하는데 사용될 수도 있다.

[0139] 도 23은 차량의 새시(34)와 하나 이상의 차륜 조립체(435a, 435b) 사이에 배치된 제1 1차 서스펜션 시스템(431)을 갖는 차량(430)의 개략도를 도시하고 있다. 이 특정 실시예에서, 제2 및 제3 2차 서스펜션 시스템(432, 433)이 또한 새시를 통해 그에 전달된 모션으로부터 차량의 상이한 부분을 격리하는데 사용될 수도 있다. 구체적으로, 제2 서스펜션 시스템(432)은 새시와 승객실 사이에 개재되고, 제3 서스펜션 시스템은 승객 시트와 같은 승객실 내에 위치한 구조체(437)를 지지한다. 제차, 다양한 서스펜션 시스템은 능동, 반능동, 수동, 및/또는 상기의 적절한 조합일 수도 있다. 또한, 능동 서스펜션 시스템에 있어서, 댐퍼/액추에이터는 전자유압식, 전자기식, 전기기계식, 또는 임의의 다른 적절한 유형의 능동 시스템일 수도 있다. 부가적으로, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 다양한 서스펜션 시스템은 조화하여 또는 독립적으로 뿐만 아니라 동일한 주파수 범위, 상이한 주파수 범위에서 그리고/또는 부분적으로 중첩하는 주파수 범위에서 동작될 수도 있다.

[0140] 도 24는 6개의 액추에이터(41a 내지 41f)를 갖는 헥사포드 기구를 도시하고 있다. 헥사포드는 6개의 자유도를 갖고 지지하는 연관된 구조체의 모션을 제어하는데 사용될 수도 있다. 제차, 헥사포드 기구는 예를 들어, 승객실, 시트, 데스크, 또는 차량의 부분 내에 위치되거나 부분을 형성하는 임의의 다른 적절한 구조체를 지지하는데 사용될 수도 있다.

[0141] 도 25는 전용 서스펜션 시스템(453)에 의해 지지된 시트(451) 및/또는 작업면(452)을 포함하는 구조체(450)의 하나의 실시예를 도시하고 있다.

[0142] 자율 주행차에서, 승객은 통상적으로 차량이 특정 조작을 수행하려고 할 때 및 심지어 이들 조작의 성질이 무엇 일지를 인지하지 못한다. 예를 들어, 자율 주행차의 승객은 차량이 언제 또는 어느 방향으로 회전하려고 하는지, 언제 차량이 감속 또는 가속하려고 하는지, 및 언제 차선을 변경하려고 하는지를 인지하지 못할 수도 있다. 또한, 자율 주행차의 승객은 주행 방향으로부터 이격하여 지향하거나 다른 작업에 전념하고 있을 가능성이 높을 수도 있다. 이들 조건은 차량 모션으로부터 분리되어 있는 차량 승객 느낌 및 멀미의 증가된 가능성을 유도할 수도 있는 주행 결정을 유도할 수도 있다. 따라서, 차량의 승객의 멀미의 발생 및/또는 심각성을 감소시키기 위해, 다가오는 차량 조작 및/또는 도로 조건에 관한 하나 이상의 암시를 하나 이상의 차량 승객에 제공하는 것이 바람직할 수도 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예에서, 자율 주행차는 승객 편안함을 증가시키기 위해 다가오는 조작에 대한 다양한 암시 또는 정보를 승객에게 제공하도록 동작될 수도 있다. 이하에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 임의의 수의 상이한 암시는 이들에 한정되는 것은 아니지만, 차량 피치, 롤, 및/또는 히브를 포함하는 정보를 차량 승객에게 통신하는데 사용될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 임박한 또는 현재 조작에 대한 정보가 또한 예를 들어, 시각적, 음향적, 햅틱 및/또는 촉각적 암시를 제공함으로써와 같이 다른 수단에 의해 승객에 통신될 수도 있다. 이 방식으로, 승객은 전정계가 차량 조작에 반응하기 전에 또는 반응하는 동안 예측되는 것을 인지할 수도 있다.

[0143] 하나의 실시예에서, 전술된 경고 또는 암시는, 예를 들어 차량 내의 적어도 하나의 승객에 대한 멀미에 이바지

할 수도 있는 특정 이벤트 패턴이 존재하는 것으로 판정되는 경우와 같이, 차량이 자율적으로 또는 특정 상황에서 동작할 때마다 제공될 수도 있다. 이들 시각적, 음향적, 햅틱 및/또는 촉각 암시는 차량 내의 디스플레이, 광선, 사운드 시스템 스피커, 능동 서스펜션 시스템, 및/또는 다른 디바이스 및 양식을 사용하여 제공될 수도 있다. 부가적으로, 이하에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 몇몇 경우에, 승객에 정보를 제시하기 위해 사용된 디스플레이는 차량 및/또는 차량과 승객의 이동에 더 양호하게 대응하도록 디스플레이 상에 제시된 이미지의 로케이션을 시프트하도록 제어될 수도 있다. 이 정보는 중앙집중형 관성 측정 유닛(IMU), 능동 서스펜션 시스템으로부터의 센서, 및/또는 승객의 신체 및/또는 이들의 눈의 이동을 모니터링하는 센서로부터의 가속도계 데이터에 기초하여 발생할 수도 있다.

[0144] 상기에 추가하여, 특정 실시예에 따라, 승객은 모든 차량 이벤트 및/또는 조작이 경고될 수도 있고, 또는 이들 승객은 예를 들어 미리결정된 임계 레벨을 초과하는 멀미와 같은 불편함을 생성하는 것으로 예상되거나 예측될 수도 있는 이벤트 및/또는 조작의 서브세트에 관하여 통지될 수도 있다.

[0145] 동작 중에, 자율 및/또는 반자율 주행차가 취할 것인 전체 경로(예를 들어, 도로 선택)는 통상적으로 차량이 경로 상에서 진행하기 전에 결정된다. 이 지식은 차량 승객 내의 멀미의 발생을 경감하거나 감소시키는 것을 도울 수도 있는 특정 조작에 대해 차량 승객에게 미리경고하도록 차량 제어기에 의해 사용될 수도 있다. 하나의 이러한 실시예에서, 예를 들어, 차량 승객은 예를 들어 회전이 시작되기 전에 차량이 특정 거리로 점진적으로 회전하도록 "기대하게 하는"(즉, 회전 중심을 향해 롤링) 제어기에 의해 다가오는 회전의 방향 및/또는 크기를 통지받을 수도 있다. 그러나, 회전 중심으로부터 이격하는 반대 방향에서의 롤이 또한 이용될 수도 있다. 이 "기대"는 차량이 막 회전하려고 하는 것 뿐만 아니라 회전의 방향을 승객에게 통지할 수도 있다. 이 암시가 회전에 선행하는 간격 및 차량이 롤링하는 정도는 승객에 의해 설정되거나 차량의 속도 및/또는 회전에 앞서 설정된 규칙에 기초하여 회전의 크기에 기초하여 제어기에 의해 선택될 수도 있다. 유사하게, 관련된 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 가속 또는 감속을 예상할 때 앞 또는 뒷방향으로 차량을 피치하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 차량은 전진 가속을 경험할 때 앞방향으로 피치될 수도 있고 그리고/또는 차량은 제동 이벤트를 예상할 때 뒷방향으로 피치될 수도 있는데, 즉 후방으로 기댈 수도 있다. 이러한 기댐 조작은 예를 들어, 차량으로의 제어 입력 전에 그리고/또는 중에 수행될 수도 있고, 시간 경과에 따라 지속되거나 수정될 수도 있고, 몇몇 실시예에서 차량 내의 제어 입력을 넘어 계속될 수도 있다.

[0146] 임의의 적절한 시간 기간 및 크기가 상기 실시예에서 사용될 수도 있지만, 하나의 실시예에서, 차량의 예상 롤 및/또는 피치는 예상된 회전, 즉 양의 롤의 방향에 있을 수도 있는 약 1 내지 3도 또는 이들 값에 동일할 수도 있다. 또한, 예상 통지가 예측된 이벤트 약 1초 내지 3초 또는 이들 값에 동일한 시간 전에 제공될 수도 있다. 물론, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 전술된 것들 초과 및 미만의 모두의 각도 및 기간이 또한 적용될 수도 있다.

[0147] 도 26은 3개의 상이한 조건 하에서 자율 주행차의 실시예의 후면도를 도시하고 있다. 모든 3개의 경우에, 차량은 전진 이동한다. 차량(460a)은 암시가 차량 승객에게 제공되지 않은 도로를 따라 직선 코스로 주행하는 능동 서스펜션 시스템을 갖는 차량을 도시하고 있다. 반대로, 차량(460b)은 우회전이 임박한 것을 승객에게 신호하기 위해 차량을 우측으로 롤링하는 차량 능동 서스펜션 시스템을 예시하고 있고, 반면에 차량(460c)은 좌회전이 임박한 것을 승객에게 신호하기 위해 차량을 좌측으로 롤링하는 차량 능동 서스펜션 시스템을 예시하고 있다. 몇몇 실시예에서, 차량 승객은 도 26의 것들에 방향이 반대인 암시를 선호할 수도 있고 그리고/또는 차량은 이러한 암시를 제공할 수도 있다. 부가적으로, 본 개시내용은 이와 관련하여 한정되는 것은 아니기 때문에, 다른 모션 또는 다른 유형의 피드백이 임의의 수의 상이한 차량 조작을 지시하는데 사용될 수도 있다.

[0148] 전술된 바와 같이, 몇몇 실시예에서, 햅틱 신호, 즉 이들의 터치 감각을 통해 개인에 의해 감지될 수도 있는 신호는 차량의 하나 이상의 승객에 지각될 수 있는 진동 및/또는 범프를 발생하기 위해 차량의 적어도 일부 내에 모션을 유도하는 하나 이상의 능동 서스펜션 액추에이터에 의해 적어도 부분적으로 발생될 수도 있다. 이들 햅틱 경고는 시각적 및/또는 음향적 경고에 추가하여 또는 대신에 제공될 수도 있다. 부가적으로, 이들 햅틱 신호는 상당한 주위 노이즈가 존재하거나 운전자가 난청이거나 다른 방식으로 주의산만한 상황에 더 용이하게 지각될 수도 있다. 따라서, 이들 햅틱 신호는 차량 승객 및/또는 운전자에게 다양한 유형의 정보를 통신하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 차선 변경 조작 중에, 하나 이상의 능동 서스펜션 액추에이터가 진입하고 있는 차선에 접근하는 차량이 있다는 것을 운전자에게 경고하기 위해 미리결정된 일정한 또는 가변 주파수 및/또는 진폭의 진동을 도입하는데 사용될 수도 있다. 접근하는 차량은 이들에 한정되는 것은 아니지만, 카메라, 레이더, 라이다, 초음파, 적외선 범위 검출기, 또는 임의의 다른 적절한 센서를 포함하는 임의의 적절한 유형의 센서를 사용하여 검출될 수도 있다. 부가적으로, 이들 경고는 방향성일 수도 있다. 예를 들어, 운전자가 주행

차선의 우측으로의 차선 내로 이동하고 자동차가 그 차선에 접근하면, 접근하는 차량(즉, 우측 차량)을 향해 유도된 차량의 측면의 하나 이상의 액추에이터는 제어기에 의해 활성화되어 접근하는 차량 및 그 방향의 모두를 운전자에게 경고하기 위해 원하는 진동을 도입할 수도 있다.

[0149] 차량의 부분 내에 유도된 모션의 주파수 및 진폭은 수반된 위험의 레벨에 기초하여 제어기에 의해 선택될 수도 있다. 예를 들어, 차선 변경 또는 회전과 같은 조작이 완료되는 경우에 사고가 일어날 가능성이 높으면, 진동은 위험이 심각한 것이 아닌 경우보다 더 높은 진폭 및/또는 주파수를 갖는 것과 같이, 더 강렬할 수도 있다. 예를 들어, 주파수 및/또는 진폭은 또한 예를 들어, 차량 속도, 접근하는 차량의 상대 속도, 및/또는 접근하는 차량까지의 거리에 따라 변동될 수도 있다. 경고는 또한 차량이 후진하고 그리고/또는 주차할 때와 같이, 차량이 장애물 내로 충돌하는 위험에 있을 때 다른 상황 하에서 제공될 수도 있다. 이러한 실시예에서, 진동 및/또는 범프는 예를 들어, 장애물에 가장 가까운 액추에이터에 의해 유도될 수도 있다. 진동 및/또는 범프는 장애물이 차량에 의해 접근함에 따라 그리고/또는 장애물을 향한 차량의 더 큰 속도에 대해 증가하는 주파수 및/또는 크기를 갖고 인가될 수도 있다. 햅틱 경고가 제공될 수도 있는 다른 상황은 예를 들어, 차량이 차도를 벗어나서 후진할 때이다. 구체적으로, 차량의 좌후방 액추에이터는 좌측으로부터 접근하는 자동차가 존재하면 활성화될 수도 있고, 반면에 우후방 액추에이터는 차량이 우측으로부터 접근하면 활성화될 수도 있다. 또 다른 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 차량의 운전자에게 "졸음 경고"를 전달하는데 사용될 수도 있다. 이 경보는 히브, 롤, 피치 및/또는 이들 이동의 조합의 형태로 올 수도 있다. 또한, 운전자의 졸음은 엉뚱한 스티어링, 가속, 및/또는 제동 입력 뿐만 아니라 차량의 차선 드리프팅 중 하나 이상을 모니터링하는 센서를 통해 결정될 수도 있다. 따라서, 일단 이들 모니터링된 양의 하나 이상이 임계 레벨을 초과하면, "졸음 경고"가 하나 이상의 능동 서스펜션 시스템을 사용하여 차량에 인가될 수도 있다. 또 다른 실시예에서, 차량의 능동 서스펜션 시스템은, 차륜과 연관된 하나 이상의 부하 센서 및/또는 능동 서스펜션 시스템 자체와 연관된 센서를 사용하여 감지된 바와 같이 차량이 과부화되거나 부하가 불균형할 때 차량 운전자에게 경고하는데 사용될 수도 있다.

[0150] 몇몇 실시예에서, 차량 승객은 예를 들어, 능동 서스펜션 시스템에 의해 발생된 햅틱 신호 또는 가청 신호에 의해 통보되거나 경고될 수도 있다. 예를 들어, 가상 럼블 스트립(rumble strip)이 차량의 적어도 일부가 특정 상황 하에서 미리결정된 주파수에서 진동하게 함으로써, 물리적 럼블 스트립을 시뮬레이션하는데 사용될 수도 있다. 가상 럼블 스트립은 예를 들어 차량이 주행 차선을 벗어나서 드리프트하는 것을 운전자에게 경고하는데 사용될 수도 있다. 유도된 진동은 예를 들어 약 0.1 cm 내지 0.5 cm 또는 이들 값에 동일한 크기를 갖는 약 30 Hz 내지 80 Hz 또는 이들 값에 동일한 레이트일 수도 있지만, 이들 범위 초과 및 미만의 모두의 다른 주파수 범위 및 크기가 또한 사용될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 햅틱 신호는 차량 속도에 비례하는 펄스 사이의 길이 및 시간을 갖고 펄스화될 수도 있다. 능동 서스펜션 시스템은 차량의 차륜 및 새시와 같은 차량의 연관된 부분에 인가된 힘을 급속하게 변화시킴으로써 이들 진동을 유도할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 차량이 자율 또는 반자율 주행 모드에서 동작할 때, 차량이 센서 결함 데이터, 열악한 로케이션 감지, 상충 정보, 미규정 상황과 같은 이유로 운전자에게 제어를 복귀시킬 필요가 있을 수도 있는 경우가 존재할 수도 있다. 이러한 상황에서, 능동 서스펜션은 예를 들어, 앞의 도로에 운전자의 주의를 안내하도록 차량의 전방을 향해(예를 들어, 전방 피치, 전방 액추에이터의 진동 등)서와 같이, 운전자에게 경고하는 모션을 생성하도록 액추에이터를 활성화할 수도 있다.

[0151] 상기 실시예에서, 상이한 주파수가 상이한 정보를 전달하는데 사용될 수도 있다. 부가적으로, 진동은 차량의 하나 이상의 구조체 또는 전체 차량 내에 유도될 수도 있다. 예를 들어, 스티어링 휠 또는 승객의 시트의 하나 이상의 아암레스트와 같은 차량의 개별 세그먼트는 차량이 급정거하게 되고, 회전하게 되거나, 또는 다른 조작을 수행할 때에 앞서 자율 주행차의 승객에 암시를 제공하기 위해 다른 액추에이터에 의해 진동하게 될 수도 있다.

[0152] 하나 이상의 차량 승객에 햅틱 암시를 제공하는 것에 추가하여, 몇몇 실시예에서, 차량의 능동 서스펜션 시스템은 차량의 외부의 사람에 의해 제스처로서 해석될 수 있는 특정 이동을 구현함으로써 사람과 통신할 수도 있다. 예를 들어, 검출기가 사람에 의해 휴대되거나 착용되는 개인 식별 디바이스를 판독하는데 사용될 수도 있고, 그리고/또는 안면 인식 디바이스가 차량 부근의 사람을 식별하는데 사용될 수도 있다. 차량의 응답은 예를 들어, 무릎꿇기 또는 다른 환영 모션을 닮은 제스처를 포함할 수도 있다. 이 제스처를 수행하고 인사를 통신하기 위해, 능동 서스펜션 시스템은 사람에 가장 가까운 차량의 전방 코너가 무릎꿇기 자세를 시뮬레이션하도록 하강되는 자세를 채택하도록 사용될 수도 있다. 이러한 제스처가 임의의 차량과 함께 사용될 수도 있지만, 차량이 자율 주행차인 실시예에서, 이러한 제스처는 승객을 픽업할 때 행해질 수도 있다. 부가적으로, 차량이 그 목적지에 있거나 재주유될 필요가 있다는 인사 또는 메시지로써 고주파수 진동과 같은 다른 제스처가 사용될 수도 있

다. 이동은 또한 디스플레이, 착신 호출 또는 메시지를 갖는 전화기, 및/또는 임의의 다른 적절한 관심 디바이스와 같은 부가의 정보를 위한 다른 통신 디바이스에 하나 이상의 승객의 주의를 유도하기 위해 차체 내에 유도될 수도 있다. 부가적으로, 차량 제스처는 예를 들어 주차장에서 사람이 차량을 찾는 것을 돕기 위해 차량에 명령될 수도 있다. 제스처는 또한 예를 들어, 차량(전기차와 같은)의 시동을 신호하고, 픽업 포인트에서 정확한 탑승 세어링 차량을 식별하고, 트랜잭션을 확인하고, 차량 연료 탱크가 충전하거나 배터리가 충전되었는지를 확인하고, 차량 타이어가 적절하게 팽창되었는지 아닌지 여부를 확인하고 그리고/또는 다른 안전 문제를 지시하는데 사용될 수도 있다.

[0153] 몇몇 실시예에서, 자율 주행차는 승차 지원을 구비할 수도 있다. 사용자 프로파일, 웨어러블 기술, 차량 액세스 기술, 또는 다른 사람 식별 기술을 통한 차량과의 통신에 기초하여, 또는 차량 내부 또는 외부의 사람으로부터의 명령을 수신함으로써, 차량은 승차 지원 모드에 배치될 수도 있다. 승차 지원 동작 모드는 승차가 더 용이하게 되는 특정 위치에 차량을 배치하는 것을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 차량에 승차하려고 의도하는 사람이 상해를 갖거나 또는 장애인이면, 차량은 사람에 의한 승차가 덜 분투적일 수도 있는 높이로 하강될 수도 있다.

[0154] 몇몇 실시예에서, 차량 내에 및 외부에 위치한 광학 또는 적외선 카메라와 같은 차량 센서가 명령 또는 신호로서 차량의 외부에 위치한 승객 및/또는 사람의 제스처를 검출할 수도 있다. 예를 들어, 승객은 특징의 미리결정된 및/또는 미리기록된 손 또는 신체 제스처를 도어를 잠금 또는 잠금해제하는데 사용할 수도 있다. 부가적으로, 몇몇 실시예에서, 인식된 사람에 의해 이루어진 이러한 제스처는 또한 차량 내의 다양한 세팅을 변경하는데 사용될 수도 있다. 사람은 얼굴 인식, 입력 패스 코드, 차량에 의해 검출된 패스 코드 제스처, 또는 임의의 적절한 유형의 식별 방법 및/또는 디바이스를 통해 이들 변화를 행하기 위한 인증을 갖는 것으로서 인식될 수도 있다.

[0155] 인사를 위한 차량 제스처를 사용하고 정보를 통신하는 것에 추가하여, 몇몇 실시예에서, 차량의 능동 서스펜션 시스템은 차량으로부터 눈의 적어도 일부를 제거하기 위해 눈으로 적어도 부분적으로 덮여 있는 차량 내에 모션을 유도하는데 사용될 수도 있다. 유도된 모션은 약 1 Hz 내지 10 Hz의 범위의 하나 이상의 대역의 다양한 주파수에서의 요동 또는 동요 모션일 수도 있지만, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 전술된 것들 초과 및 미만의 모두의 다른 주파수가 사용될 수도 있다. 이 제설 프로세스는 예를 들어, 블루투스 또는 무선 네트워크 접속을 통해 차량과 무선 통신하는 키홀더(key fob) 또는 휴대폰 애플리케이션에 의해 차량의 외부로부터 제어될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 제설 루틴 또는 알고리즘은 능동 서스펜션 시스템의 동작에 추가하여 활성화될 때 서리제거기 및 HVAC 시스템과 같은 다른 차량 디바이스를 작동할 수도 있다. 실시예에 따라, 유도된 모션은 적어도 하나의 모션 유형을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 루틴 또는 알고리즘은 먼저 서리제거기를 턴온하고 HVAC를 가온할 수 있고, 이어서 제1 저주파수 대형 본체 모션이 유도될 수도 있고, 이어서 더 고주파수의 더 작은 진폭 주파수가 유도될 수도 있다.

[0156] 도 27a 내지 도 27d는 어떻게 능동 서스펜션 시스템이 차량으로부터 눈을 "동요" 제거하는데 사용되는지를 도시하고 있다. 도 27a는 요동 모션의 시작 전의 차량을 도시하고 있다. 도 27b 내지 도 27d는 동요 프로세스 중에 능동 서스펜션 시스템에 의한 차량의 동요 및/또는 요동에 기인하는 상이한 정도의 눈 제거를 갖는 차량을 도시하고 있다.

[0157] 전술된 다양한 이동 및 제스처는 원하는 제스처 또는 이동을 생성하기 위해 함께, 단독으로, 연속적으로, 또는 임의의 다른 적절한 방식으로 능동 서스펜션 시스템의 하나 이상의 액추에이터를 작동함으로써 성취될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 제스처는 차량 제조업자에 의해 미리프로그래밍되고, 예를 들어, 사용자 인터페이스를 사용하여 차량 운전자에 의해 선택되거나 설계될 수도 있다. 물론, 정보를 통신하기 위한 하나 이상의 능동 서스펜션 시스템의 사용은 사운드 소스, 광원, 및/또는 촉각 신호 발생기를 포함하여, 차량의 내부 또는 외부에서 사람에 정보를 통신하는 다른 수단에 추가되거나 대신할 수도 있다.

[0158] 몇몇 실시예에서, 하나 이상의 제스처는 차량 내에서 물리식 또는 전자식 버튼을 누르는 차량 승객 및/또는 운전자에 의해 활성화될 수도 있다. 이러한 버튼은 예를 들어 대시보드, 아암 레스트, 콘솔, 및/또는 스티어링 휠 위와 같이, 차량 내의 임의의 적절한 로케이션에 위치될 수도 있다.

[0159] 몇몇 실시예에서, 특정 상황에, 차량은 자동으로 또는 차량 운전자, 또는 다른 승인된 사람으로부터의 신호 또는 명령에 응답하여, 작동될 때 자세를 취할 수도 있다. 이들 상황은 예를 들어, 차량이 주차되고 그리고/또는 잠금될 때를 포함할 수도 있다. 이 경우에 취해진 자세는 서스펜션 시스템(높이 조정 액추에이터를 포함할 수도 있음)이 예를 들어, 스포티룩(sporty look)을 성취하기 위해 지면에 더 근접하게 차량을 하강한다. 다른 실

시에에서, 차량은 차량 운전자 및/또는 소유자 선호도에 따라 상승될 수도 있다.

[0160] 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템이 차량이 주차되어 있는 동안 그리고/또는 차량이 이동하는 동안 차량을 이동시키는데 사용될 때, 센서는 차량에 대한 사람, 동물, 또는 벽 또는 다른 자동차와 같은 정지 물체의 근접도를 결정하는데 사용될 수도 있다. 사람, 동물, 또는 물체가 차량으로부터 특정 임계 거리 내에 있을 때의 상황 하에서, 능동 서스펜션 시스템에 의해 유도된 모션은 제한되거나 불능화될 수도 있다. 도 28은 2개의 차량(560, 561)을 도시하고 있다. 다양한 근접도 및 적외선 센서가 차량으로부터 특정 거리 내의 무생물 물체 및 사람 또는 동물의 존재를 검출하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 차량(561) 내의 센서는 임계 거리(D_{th}) 내에 있는 사람(562), 개(563), 및/또는 다른 차량의 존재에 기인하여 차량 내에 모션을 유도하는 능동 서스펜션 시스템의 기능을 불능화하거나 제한하는데 사용될 수도 있다. 부가적으로, 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 하나 이상의 도어 및/또는 하나 이상의 윈도우가 개방되어 있으면 차량 내에 모션을 유도하는 것이 방지될 수도 있다. 대안적으로, 다른 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템에 의해 유도된 모션의 진폭은 하나 이상의 도어 및/또는 하나 이상의 윈도우가 개방되어 있으면 미리설정된 임계치에 제한될 수도 있다.

[0161] 전술된 바와 같이, 능동 서스펜션 시스템은 차량의 하나 이상의 부분의 이동 및 위치설정의 모두를 제어하는데 사용될 수도 있다. 또한, 몇몇 실시예에서, 전기차 또는 다른 유형의 차량은 예를 들어, 차량의 차대 상에 장착된 유도성 재충전 코일을 구비할 수도 있다. 무선 충전 프로세스 중에, 이 코일은 노면 또는 주차 공간 상에 장착된 1차 코일로부터 전기 에너지를 수신한다. 적절한 근접 1차 코일을 결정하는 것에 응답하여, 차량의 능동 서스펜션 시스템 및/또는 높이 조정 시스템은 더 효율적인 충전 프로세스를 위해 코일을 더 밀접한 근접도로 유도하도록 제1 높이로부터 지면에 더 근접한 제2 높이로 차량을 하강하는데 사용될 수도 있다. 도 29는 유도성 재충전 코일을 구비한 전기차(570)의 하나의 실시예를 도시하고 있다. 구체적으로, 코일(571)은 도로 또는 주차면 내에 매립되거나 위에 배치되고, 반면에 2차 코일(572)은 차량에 부착된다. 능동 서스펜션 시스템 및/또는 차량 높이 조정 시스템은 충전 중에 코일 사이에 더 효율적인 에너지 전달을 성취하도록 차량을 하강하는데 사용될 수도 있다. 이후에 충전 후에, 능동 서스펜션 시스템 및/또는 차량 높이 조정 시스템은 정상 동작 높이로 차량을 상승시키는데 사용될 수도 있다. 차량 높이의 이 선택적 높이는 도면에 양방향 화살표(H)에 의해 예시되어 있다.

[0162] 하나 이상의 차량 시스템에 결합된 센서의 사용을 통해, 하나 이상의 차량 시스템의 고장 또는 이상 동작이 검출되고 차량 승객에 통신되고, 그리고/또는 원격 로케이션에 통신될 수도 있다. 장기간 구성요소 거동에 관련된 패턴 인식의 사용을 통해, 하나 이상의 주 구성요소의 성능이 모니터링될 수도 있다. 예를 들어, 능동 서스펜션 시스템 내의 펌프의 열적 거동이 장기간 모니터링되고 적어도 임계 시간 주기 동안 정상 범위의 외부에서 동작한 것으로 관찰되면, 이는 가능한 결함 조건으로서 플래그될 수도 있다. 예를 들어, 서스펜션 구성요소가 교체되어야 하면, 차량내 통지를 통해 또는 모바일 디바이스 또는 이메일에 송신된 에러 보고를 통해 차량 승객에 통신될 수도 있다. 다른 실시예에서, 차량의 제어기는 에러 보고를 원격 위치된 서버 및/또는 데이터베이스에 전송할 수도 있는데, 여기서 에러 보고는 저장되고 그리고/또는 다른 차량으로부터의 보고 및/또는 동일한 차량으로부터의 이전의 보고와 비교되어 가능한 고장 모드를 식별할 수도 있다.

[0163] 몇몇 실시예에서, 자율 주행차는 성능의 이력 기록 및 하나 이상의 서스펜션 및/또는 예를 들어 액추에이터 펌프와 같은 다른 구성요소의 응답 특성을 저장하도록 구성될 수도 있다. 이 데이터는 예를 들어, 다양한 차량 동작 조건 및 환경 조건의 함수로서 액추에이터의 전기 모터에 의해 발생된 토크를 포함할 수도 있다. 수집된 데이터는 예를 들어, 유압 모터 속도, 액추에이터에 의해 생성된 전력(순시 및 평균), 액추에이터에 의해 소비된 전력(순시 및 평균), 차체 가속도, 댐퍼 내의 압력, 유압 오일 온도, 스티어링 휠 위치, 댐퍼 위치, 차량 위치[요(yaw) 등], 브레이크 페달 위치, 및 차륜 속도(선행 및 각도)를 또한 포함할 수도 있다. 수집된 데이터는 시간 또는 주파수 도메인 내에 있을 수도 있다. 예를 들어, 특정 시점에 수집된 데이터는 이전의 시간에 수집된 데이터에, 수리 또는 구성요소 교체 후에 수집된 데이터에, 록업 테이블 내의 공장 저장된 데이터에, 그리고/또는 차량이 신차일 때 수집된 데이터에 비교될 수도 있다. 하나의 차륜에서 수집된 데이터는 또한 차량의 하나 이상의 다른 차륜에서 수집된 데이터에 비교될 수도 있다. 예를 들어, 후륜에서 수집된 데이터는 차량 속도에 의존하는 시간 오프셋 후에 차량의 동일한 축의 전륜에서 수집된 데이터에 비교될 수도 있다. 예를 들어, 제1 차륜의 이벤트 및 성능 메트릭이 결정된 후에, 차륜 사이의 공지의 거리가 제2 차륜이 동일한 이벤트를 만나게 되는 대응 시간 주기를 식별하는데 사용될 수도 있다. 제2 차륜의 식별된 시간 주기와 연관된 데이터는 제1 차륜으로부터의 대응 데이터와 비교될 수도 있다. 다음에, 이들 비교에 적어도 부분적으로 기초하여, 가능한 오기능 또는 결함 동작에 대해 승객 또는 수리 요원에게 통지하기 위해 다양한 플래그가 설정되고, 경고등이 점등되고, 그리고/또는 다른 경고 디바이스가 사용될 수도 있다. 예를 들어, 인가된 압력, 힘, 인가된 힘의 기

간, 인가된 힘의 변화율, 및/또는 임의의 다른 적절한 메트릭과 같은 기록된 성능 메트릭 사이의 비예측된 차이가 주지된 차륜 조립체와 연관된 능동 서스펜션 시스템의 부분 중 하나 또는 모두의 결합 동작을 지시할 수도 있다.

[0164] 몇몇 실시예에서, 시스템 내의 특정 구성요소는 또한 열악하게 수행하는 구성요소를 보상하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 액추에이터의 유압 펌프의 증가된 누설이 존재하는 것으로 판정되면, 시스템은 가능하게는 적절한 지시등 및/또는 사용자 인터페이스를 사용하여 차량 승객 및/또는 운전자에게 조건을 통신하는 것에 추가하여 누설을 보상하기 위해 특정 동작 조건 하에서 펌프가 더 고속으로 동작하게 할 수도 있다.

[0165] 하나의 실시예에서, 능동 안전 서스펜션 시스템은 액추에이터 중 하나 이상의 결합 조건 및/또는 이상 동작을 검출하도록 구성된 다수의 능동 서스펜션 액추에이터를 포함할 수도 있다. 액추에이터의 이상 동작은 예를 들어, 액추에이터 제어기로의 부분 또는 총 전력의 손실, 액추에이터 자체의 열화, 시스템의 다양한 요소 사이의 통신 붕괴, 및/또는 센서 오기능에 의해 유발될 수도 있다. 이 이상 동작은 예를 들어 언더스티어링(understeering) 또는 오버스티어링(over-steering)과 같은 바람직하지 않은 또는 비안전 차량 성능을 유도할 수도 있다. 액추에이터의 이상 동작의 검출시에, 능동 안전 서스펜션 시스템은 성능저조 유닛을 보상하기 위해 하나 이상의 다른 능동 서스펜션 액추에이터의 동작 특성을 변경할 수도 있다. 예를 들어, 하나의 액추에이터 제어기로의 전력의 손실에 기인하면, 그 액추에이터는 이어서 반능동 또는 수동 충격 흡수기로서 수행하도록 하는 모드에서 동작될 수도 있다. 차량 제어기 및/또는 서스펜션 시스템 제어기는 이후에 마찬가지로 반능동 또는 수동 동작 모드에서 다른 액추에이터 중 하나 이상을 동작시킬 수도 있다.

[0166] 하나의 특정 실시예에서, 차륜 조립체 상의 하나 이상의 센서는 차륜이 불균형하거나(out of balance) 또는 진원이 아닐(out of round) 때를 검출하는데 사용될 수도 있다. 불균형한 차륜은 타이어, 차륜, 차륜 허브, 및 브레이크 회전자에 더하여, 차륜을 허브에 연결하는 체결구와 같은 더 소형이지만 중요한 구성요소, 타이어 내의 밸브 스템 및 압력 센서, 차륜 속도 센서 구성요소, 및 다른 적절한 구성요소를 포함하는 비탄성 질량체 내의 모든 회전 구성요소의 조립체이다. 불균형한 차륜 조립체는 질량 중심으로부터 반경방향에서 질량 분포가 차륜 조립체의 회전축을 따라 정렬되지 않아, 차륜이 회전할 때 불균일한 원심력을 발생하기 때문에 불균형한 것으로 고려될 수도 있다. 진원이 아닌 차륜은 차륜 조립체의 회전축으로부터의 그 반경방향 거리가 그 회전축 둘레의 각도 위치의 함수로서 일정하지 않은 타이어 및 차륜 조립체이다.

[0167] 차륜 조립체가 회전함에 따라, 그 질량은 회전축 주위의 실질적으로 원형 경로에서 이동한다. 질량 불균형의 존재는 대응하는 원심력 불균형이 허브 상에 나타나게 한다. 원심력은 회전축 주위의 차륜 조립체의 각도 위치를 갖고 회전하는 것으로 보일 것인 우선 방향을 가질 것이다. 이 힘의 수직 성분이 측정되면, 이는 차륜 조립체의 각도 위치와 동기된 강한 사인곡선 성분을 갖는 것으로 보일 것이고, 따라서 "회전당 1회" 또는 1차 고조파 패턴을 갖는 주기적인 힘을 생성한다.

[0168] 통상적으로, 하이 엔드 차량에 있어서, 차륜 조립체(타이어를 포함함)는 차륜 힘 균형 기계를 사용하여 캘리브레이팅된다. 이는 타이어가 차륜 상에 장착되고, 차량이 도로 상에서 주행할 때 부하를 받는(따라서, 타이어 접촉 패치 및 허브를 통해 차량의 정적 힘으로 부하를 받음) 방식과 유사한 방식으로 부하 하에 있는 동안 조립체를 스핀하는 기계 내에 삽입되는 것을 요구한다. 기계는 이어서 회전하는 동안 허브 상의 차륜 조립체에 의해 인가된 힘을 측정하고, 불균형을 보정하도록 요구된 임의의 균형추의 양 및 위치를 결정한다. 기술자는 이어서 기계로부터 차륜 조립체를 제거하고, 기계에 의해 지시된 위치에 지시된 크기의 평형추를 부착할 것이다. 몇몇 경우에, 이는 또한 차륜에 관한 타이어의 최적의 각도 배향을 결정하고, 타이어는 이어서 기술자에 의해 차륜으로부터 탈착되고 불균형력을 최소화하기 위해 상이한 배향으로 재장착될 것이다. 차량이 힘 감지 허브 조립체를 구비하면 차량이 운전하는 동안 동일한 프로세스가 수행될 수 있다.

[0169] 몇몇 실시예에서, 힘 불균형의 각도 위치 및 크기가 휠 조립체와 연관된 각도 위치 센서 및/또는 하나 이상의 가속도계를 포함할 수도 있는 하나 이상의 센서를 사용하여 결정될 수도 있다. 균형화된 차륜을 제공하기 위한 하나 이상의 추의 위치 및 크기는 불균형이 차량으로부터 차륜을 제거할 필요 없이 보정될 수도 있도록 차량 제어 시스템에 의해 결정될 수도 있다. 차량이 능동 서스펜션 시스템을 구비하면, 차륜 불균형은 또한 차륜에 의해 차체에 인가된 주기적인 힘에 실질적으로 대항하는 방향에서 차륜에 힘을 인가함으로써 적어도 부분적으로 보정될 수도 있다. 따라서, 이는 불균형에 의해 유발된 주기적인 힘을 평형화하고 동작 중에 차체에 입력된 교란을 감소시킬 수도 있다. 불균형이 효과적으로 감소되거나 제거되게 하기 위해, 불균형을 갖는 차륜의 액추에이터는 차륜의 각각의 회전을 위해 대응 시간 부분 동안 불균형화된 차륜에 의해 발생된 힘에 대해 대항 방향으로 지향된 유사한 힘을 인가할 수도 있다. 이에 따라, 인가된 힘의 주파수 및 크기는 차량 속도 증가에 따라

증가하고 차량 속도 감소에 따라 대응적으로 감소할 것이다. 또한, 몇몇 실시예에서, 위상 동기 루프(phase locked loop: PLL)가 차륜 불균형에 기인하는 원심력을 감소시키거나 상쇄하기 위해 액추에이터 힘의 인가를 적절하게 시기조절하도록 사용될 수도 있다. 예를 들어, 잠금 방지 제동 센서와 같은 차륜 각도 위치 센서, 및 스프링 상의 질량체로서 차륜 조립체의 모델을 사용하여, 하나의 특정 방향(예를 들어, 수직 방향으로 배향된 모션 센서에 의해 측정된 바와 같은 수직 방향, 또는 힘 감지 허브 조립체에 의해 측정된 바와 같은 임의의 방향)에서 불균형력의 주기적인 성질이 결정될 수도 있고, 회전함에 따른 기초의 불균형력 벡터의 크기 및 각도 위치가 계산될 수도 있다. PLL을 사용하여, 계산된 불균형력의 각도 위치(또는 "위상")가 결정되고 평균화될 수도 있다. 이들 각각은 도로에 의해 유도된 모션에 의해 상당히 영향을 받을 것이지만, 불균형력이 신호의 정상 노이즈 플로어(noise floor)를 초과하여 상승하도록 상당한 충분한 진폭을 가지면 검출가능한 것인 값으로 평균화될 것이다. 몇몇 실시예에서, 차륜력의 불균형은 또한 타이어 구성의 불완전성에 의해 유발될 수 있다.

[0170] 진원이 아닌 차륜은 통상적으로 주기적인 도로 불완전성과 더 유사하게 나타나는 모션의 패턴을 나타낼 것이고, 이와 같이 불균형화된 차륜으로부터 상이한 특성을 갖는다. 다수의 경우에, 진원이 아닌 차륜은 단지 1차 고조파보다는 더 고차의 고조파 콘텐츠를 갖는 주기적인 힘을 유발할 수도 있다. 이는 진원이 아닌 거동을 검출하고 이를 힘 불균형과는 상이하게 처리하기 위해 검출 알고리즘이 차륜 조립체 상의 힘을 모니터링하는 것을 가능하게 할 수도 있다.

[0171] 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 차량으로부터 타이어를 제거할 필요 없이 각각의 타이어 상의 불균형 또는 진원이 아닌 조건을 진단하고, 불균형 및/또는 진원이 아닌 차륜을 적어도 부분적으로 그리고/또는 일시적으로 보상하기 위해 힘을 생성하는데 사용될 수도 있다. 이는 차량이 적어도 일시적으로, 불균형화된 차륜 조립체와 연관된 일반적인 불편함 및/또는 타이어 손상 없이 동작 유지하게 하지만, 동시에 시스템은 조건을 진단하고 다음의 편리한 시간에 서비스를 요청하도록 차량 운전자에게 경고할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 차륜 불균형 및/또는 진원이 아닌 차륜의 검출시에, 시스템은 지시기, 신호, 또는 운전자에게 관찰가능한 임의의 다른 적절한 출력을 사용하여 차량 운전자에게 조건을 지시할 수도 있다. 부가적으로, 시스템은 특정 차륜에 대해 취해야 할 적절한 교정 작용을 결정하고 적임 서비스 요원에게 출력할 수도 있다. 예를 들어, 데이터는 후크업 진단 시스템에 출력될 수도 있고 그리고/또는 서비스 요원에 의해 뷰잉가능한 디스플레이에 전송될 수도 있다. 전송된 데이터는 예를 들어, 어느 크기 및/또는 각도 위치의 평형추가 차륜 불균형을 교정하는데 사용될 수도 있는지를 포함하는 다양한 파라미터를 포함할 수도 있다. 차륜을 탈착하고 재균형화할 필요가 있는 통상의 프로세스가 따라서 회피될 수도 있고, 하나 이상의 차륜을 재균형화하는 프로세스는 더 신속하게 더 낮은 비용에서 성취될 수도 있다. 능동 서스펜션력의 사용을 통해 불균형을 상쇄하는 간단한 사실은 또한 하나 이상의 평형추의 위치 및 크기를 자동으로 진단한다는 것이 또한 주목되어야 한다.

[0172] 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템을 구비한 자율 주행차는 차량의 하나 이상의 부분에 하나 이상의 미리 결정된 여기 모션을 유도함으로써 하나 이상의 액추에이터의 오기능 및/또는 이상 동작을 자기 진단할 수도 있다. 능동 서스펜션 시스템 및/또는 하나 이상의 센서는 이어서 차량 및/또는 하나 이상의 서브시스템 내의 최종 응답을 모니터링할 수도 있다. 이 정보에 기초하여, 시스템은 결함 결정을 행할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 이러한 결함 결정이 행해지면, 시스템은 지시기, 디스플레이, 및/또는 사용자 인터페이스를 사용하여 승객 및/또는 운전자에게 통보하고; 수리 시설과 수리 약속을 스케줄링하고; 그리고/또는 서비스로부터 차량을 제거할 수도 있다.

[0173] 하나의 실시예에서, 능동 서스펜션은 심지어 시스템의 정상 동작의 부분으로서 유도되는 것 이외의 임의의 부가의 모션을 유도하지 않고 시스템의 응답 전달 기능을 연속적으로 모니터링할 수 있다. 시스템 모델은 시스템 파라미터를 추정하고 시간 및 환경 인자에 따른 이들의 변화를 추적하기 위해 예를 들어 칼만 필터(Kalman filter)를 사용하여 액추에이터 및 모든 그 센서의 거동을 추적할 수도 있다.

[0174] 다른 실시예에서, 능동 서스펜션은 차량 내의 승객에 의해 검출되기에는 너무 작지만, 시스템의 적어도 하나 이상의 센서에 의해 검출되기에는 너무 큰 모션을 유도하는데 사용될 수도 있다. 최종 모션은 이어서 목표 모션에 비교될 수도 있다. 이 때 차량 및 액추에이터 내에 존재하는 모든 다른 조건, 즉 액추에이터 성능, 차량 부하, 부하 분포, 온도, 및 다른 적절한 파라미터를 고려하여, 하나 이상의 센서로부터의 데이터는 가능한 시스템 결함을 진단하고 그리고/또는 예측하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 특정 이벤트가 발생할 때마다, 미리결정된 시간 간격 후에, 그리고/또는 요청이 수신된 후에, 예를 들어 40 Hz에서, 비교적 고주파수 모션을 생성하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 하나의 실시예에서 차량이 완전 정지하게 될 때, 모션은 능동 서스펜션 시스템을 사용하여 차량 내에서 여기될 수도 있다. 이들 조건 하에서, 그리고 시스템 동작 파라미터를 고려하여, 하나 또는 다수의 센서에 의해 검출된 모션이 목표 또는 예측된 모션

에 비교될 수도 있다. 하나 이상의 센서의 예측된 그리고 실제 출력 사이의 하나 이상의 불일치가 결함 지시기 또는 허용가능한 공차를 넘는 차량의 적어도 일부의 동작으로서 사용될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 이 정보는 예지 툴(prognostics tool)로서 사용될 수도 있다.

[0175] 대안적으로 또는 부가적으로, 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션은 그 전체 모션 범위를 통해 서스펜션을 이동하도록 진단 모드에서 사용될 수도 있다. 이는 서스펜션의 공진 주파수를 식별함으로써 제한된 힘 능력의 능동 서스펜션에 의해서도 성취될 수 있다. 제1 단계에서, 모션의 패턴이 생성될 수도 있다. 이는 예를 들어, 단지 차량의 전방의 모션, 또는 단지 차량의 후방의 모션, 또는 롤 방향에서의 모션, 또는 임의의 다른 모션의 조합일 수도 있다. 다음에, 제2 단계에서, 이 모션은 시스템의 예측된 공진 미만의 주파수에서 그리고 작은 진폭에서 유도될 수도 있고, 시스템 내에 존재하는 하나 이상의 센서를 사용하여 최종 모션을 측정한다. 예를 들어, 하나 이상의 서스펜션 위치 센서가 이 목적으로 사용될 수도 있다. 다음에, 제3 단계에서, 주파수는 모션이 최대인 주파수를 결정하도록 점진적으로 증가될 수도 있다. 이 주파수는 그 특정 모션의 패턴을 위한 시스템의 공진 주파수에 근접할 수도 있고, 시스템 질량 분포 및 이 모션에 수반된 컴플라이언스에 의해 완전히 결정될 수도 있다. 승용차에 있어서, 이는 주 서스펜션 스프링, 롤 바아, 및 차량의 질량 분포에 의해 결정될 수도 있다. 이는 질량 분포가 공지되어 있는 한(예를 들어, 차량이 비어 있고 가스 탱크 내의 연료량이 공지되어 있으면), 스프링 거동의 임의의 상당한 변화를 결정하고 따라서 구성요소를 진단하는데 사용될 수도 있다. 시스템은 이어서 최고 출력 모션을 야기하는 주파수에서 소정의 패턴으로 이동될 수도 있다. 여기의 진폭은 이어서 출력이 더 이상 변화하지 않을 때까지 점진적으로 증가될 수도 있다. 이는 차량의 전체 모션의 범위를 지시할 것이고, 임의의 기계적 간섭, 및 센서 및/또는 액추에이터 오기능의 결과일 수 있는 모션 패턴의 임의의 불일치를 검출하는데 사용될 수 있다. 이는 이어서 다수의 패턴에 대해 반복되어, 간섭 또는 오기능의 단일의 소스에 기능 문제를 격리할 수 있다.

[0176] 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션은 차량 내의 다른 센서를 여기하기 위해 차량을 작동하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 다수의 차량 내에 존재하는 중앙 차량 관성 측정 유닛(IMU)은 공지의 모션 조건(예를 들어, 차량이 정차 중인 동안 미리결정된 모션과 같은)을 사용하고 이들 조건 하에서 이 모션과 상관하는 다른 센서로부터의 신호에 최종 센서 신호를 비교함으로써 캘리브레이팅되고 유효화될 수 있다. 예를 들어, 차량이 정차 중일 때 (그리고 따라서 도로 또는 운전자로부터 입력이 없음), 서스펜션 위치 센서에 의해 감지된 모션은 차체 상에서(IMU에서, 또는 차체 상의 임의의 다른 가속도 센서 또는 위치 센서에서) 감지된 모션과 밀접하게 상관해야 한다. 서스펜션 위치 센서 및 차체 가속도 센서에 의해 검출된 모션은 또한 차량 상의 이들의 장착 로케이션 및 배향과 일치하는 방식으로 서로 상관될 수도 있다. 이는 예를 들어, 소정의 센서의 배향의 임의의 변화, 또는 그 장착의 변화를 검출하는 것을 허용한다.

[0177] 몇몇 실시예에서, 상기 방법은 자율 주행차 센서에 적용될 수도 있다. 하나의 실시예에서, 차량은 차고에 또는 장애물 부근에 주차 중인 동안 그 라이다(LIDAR), 레이다(RADAR), 레이저(LASER), 및 다른 위치 센서를 시험할 수 있다. 능동 서스펜션 액추에이터를 사용하여 차량을 이동하는 것은 차량이 장애물을 검출하는 외향 주시 센서로부터 예측된 신호 변화를 계산하는 것을 허용할 것이다. 신호의 변화가 차량의 모션과 불일치하면, 센서의 오기능이 검출될 수도 있다. 이는 특히 오기능이 지속적이면, 그리고 센서 시스템이 임의의 다른 불일치의 원인을 제거하는 것이 가능하도록 중복적이면 사실이다. 예를 들어, 라이다 시스템은 카메라와 같은 시각 기반 시스템과 상관될 수 있다. 공지의 방식으로 차량을 이동할 때, 2개의 센서는 서로 일치하는 검출된 장애물의 상대 모션을 나타낼 수도 있다. 이 시험은 예를 들어, 지정된 거리에서 소정의 장애물 및 소정의 조명을 갖는 수리점에서 제어된 세팅으로 실행될 수 있지만, 시험 유효성이 불확실할 때 "거짓 양성" 결함 검출을 제외하기 위한 적절한 주의사항을 갖고, 차량이 안전한 로케이션에 주차되어 있을 때 규칙적으로 또한 실행될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 시험 결과는 예를 들어 내부 경고 플래그를 설정하는데 사용될 수 있고, 이 경고 플래그가 다수의 상이한 조건 하에서 다수의 시험을 통해 지속되면, 이는 공인된 수리점에서 차량이 시험되게 하기 위한 플래그를 상승시키는데 사용될 수 있다.

[0178] 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템을 위한 에너지 요구는 재생을 고려하여, 이용가능한 에너지 레벨과 함께 예측될 수도 있는데, 이들 모두는 특정 트립을 위해 소정의 도로 상에서 전달될 수 있는 최적화된 승차감을 결정하는데 사용될 수도 있다.

[0179] 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템을 구비한 차량은 계획된 경로에 기초하여 시스템의 전력 요구를 계획할 수도 있다. 전력 요구는 예를 들어, 토포그래피, 노면 조건, 거리, 고도 변화, 차량 자체에 의해 그리고/또는 하나 이상의 다른 차량에 의해 수집된 이력 데이터, 효력 있는 편안함 및/또는 성능 요구, 및 예를 들어 공지의 외부 온도 및 원하는 내부 객실 온도에 기초하는 HVAC와 같은 보조 전력 요구에 기초하여 계산될 수도 있다.

이 정보에 기초하여, 차량은 계획된 에너지 요구 및/또는 트립의 일부 또는 나머지를 위한 순시 전력 요구에 기초하여 앞의 경로를 위한 이용가능한 에너지를 할당할 수도 있다. 계획은 또한 차량을 재주유/재충전하는 기회를 고려할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 차량은 차량의 예상된 도착을 위해 시기조절된 재주유/재충전 슬롯을 확보하기 위해 재주유/재충전 스테이션과 통신할 수도 있다. 부가적으로, 차량은 도착시에 스테이션으로의 액세스를 얻기 위해, 재충전/재주유 시설에 의해 할당될 수도 있는 패스워드 또는 다른 고유 식별 수단을 사용할 수도 있다. 몇몇 경우에, 재주유/재충전 스테이션은 배터리의 적어도 일부가 교체되거나 보충되는 스테이션을 포함할 수도 있다.

[0180] 몇몇 실시예에서, 예를 들어, 속도, 경로 및 차선 선택, 교통 상황, 이용가능한 온보드 에너지, 재주유/재충전 기회, 서스펜션 또는 제동 시스템의 에너지 재생 잠재성, 편안함 세팅, 및 멀미 회피 요구와 같은 다양한 파라미터 사이의 절충을 고려하는 트립 에너지 사용량 계획이 개발될 수도 있다.

[0181] 몇몇 실시예에서, 이러한 기준에 기초하는 경로의 선택은 차량 승객이 선택할 수도 있도록 이들에 제시될 수도 있다. 차량 또는 승객은 가장 많은 에너지를 보존하는 경로를 취하도록 선택할 수도 있다. 예를 들어, 에너지 보존 경로는 승객 불편함을 방지하거나 또는 도로 조건을 보상하기 위해 능동 서스펜션 시스템에 의해 요구된 에너지량 뿐만 아니라 그 경로를 통해 차량을 주행하기 위한 예측된 에너지 소비에 적어도 부분적으로 기초하여 경로를 선택하는 것을 구성할 것이다. 특정 주행 경로를 위해 요구되는 에너지 요구는 예측된 차량 속도, 주행 거리, 경로를 따른 고도 변화, 도로 조건, 하나 이상의 동작 모드에서 예측된 도로 조건을 따라 차량의 서스펜션 시스템을 동작하기 위한 에너지 요구, 뿐만 아니라 임의의 다른 적절한 파라미터와 같은 파라미터를 사용하여 임의의 수의 방식으로 계산될 수도 있다. 전술된 실시예에 유사하게, 이 정보는 차량 상에 로컬식으로 저장될 수도 있고 또는 원하는 정보를 추정하는데 있어서 후속의 사용을 위해 원격 위치된 서버 및/또는 데이터베이스로부터 차량에 무선으로 전송될 수도 있다. 거리-임계 트립(예를 들어, 부가의 충전소를 수반하는 트립) 및/또는 시간 민감 트립 데드라인 중에, 에너지 배급이 에너지 소비를 감소시키고 충분한 에너지가 원하는 트립, 또는 트립의 부분을 위해 이용가능한 것을 보장하기 위해 하나 이상의 차량의 시스템 상에서 구현될 수도 있다. 예를 들어, 완전 멀미 억제제를 제공하면서 트립을 완성하기 위한 불충분한 에너지가 존재하는 경우에, 차량은 서스펜션 시스템이 감소된 멀미 완화 모드를 제공하는 모드에서 동작될 수도 있다. 다른 실시예에서, 자율 주행차가 공차 주행하면, 예를 들어 차량이 화물 및/또는 승객을 픽업하러 가는 중일 때, 차량은 에너지를 보존하기 위해 승객 편안함을 증가하도록 의도된 서스펜션 제어 알고리즘을 경감하거나 불능화할 수도 있다.

[0182] 통상 구동식 차량에 있어서, 능동 서스펜션 액추에이터는 운전자를 위한 도로감 및 스티어링 응답을 향상시키고, 뿐만 아니라 모든 승객을 위한 편안함을 향상시키는데 사용될 수도 있다. 빈번하게, 이들 2개의 세트의 요구는 상충한다. 구체적으로, 차량을 구동에 더 응답성이고 즐겁게 하는 서스펜션 시스템의 성능 특성은 종종 승객을 위한 편안한 탑승을 제공하는 요구와 상충한다. 예를 들어, 1 Hz 미만의 주파수와 같은, 저주파수에서 차량의 도로 유도된 모션을 억제하는 것은 예를 들어 멀미의 발생의 가능성을 감소시킴으로써 승객 편안함을 증가시킬 수도 있다. 그러나, 통상 구동식 차량에서, 차량이 이들 저주파수에서 도로 입력에 응답하지 않으면, 차량의 스티어링은 도로로부터 분리된 것처럼 보일 수도 있다. 이 거동은 운전자에 대해 상당히 교란적일 수도 있다. 차량이 주기적으로 구동될 수도 있지만 때때로 자율적으로 동작되는 특정 실시예에서, 1 Hz 미만 또는 0.5 Hz 미만과 같은 저주파수는 차량이 통상 구동식 모드에서 동작될 때보다 자율 주행 모드에서 더 큰 정도로 억제될 수도 있다.

[0183] 하나의 실시예에서, 자율 주행차는 적어도 하나의 액추에이터와, 자율 주행 상태에서 그리고 통상 구동 상태에서 차량을 동작하는 차량 제어 시스템을 포함하는 능동 서스펜션 시스템을 포함한다. 자율 주행 상태에서, 능동 서스펜션 시스템은, 능동 서스펜션 시스템이 도로감 및 구동성 요구에 많은 가중을 가하지 않을 수도 있고 대신에 증가된 승객 편안함 및 승객 경험에 초점을 집중할 수도 있는 제1 모드에서 동작될 수도 있다. 차량이 통상 구동 상태에서 동작될 때, 능동 서스펜션 시스템은, 능동 서스펜션 시스템이 원하는 레벨의 도로감 및 구동성을 운전자에 제공할 수도 있는 제2 모드에서 동작될 수도 있다. 상기에 추가하여, 제1 모드에서, 도로와 차량 내의 구조체 사이의 도로 교란의 전달율은 0.05 Hz 내지 10 Hz와 같은 멀미와 연관된 제1 주파수 범위에 대해 도로와 구조체 사이의 도로 교란의 전달율 미만이다.

[0184] 다른 실시예에서, 자율 주행차는 자율 주행 상태와 통상 구동 상태에서 선택적으로 동작할 수도 있다. 자율 주행차는 차량의 하나 이상의 상이한 부분에 대응할 수도 있는 제1 구조체 및 제2 구조체의 모드를 포함할 수도 있다. 제1 구조체와 차량 사이의 상대 모션은 제1 서스펜션 시스템에 의해 제어될 수도 있다. 유사하게, 제1 및 제2 구조체 사이의 상대 모션은 제2 서스펜션 시스템에 의해 제어될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 제1 및

제2 서스펜션 시스템 중 하나 이상은 능동 서스펜션 시스템일 수도 있다.

- [0185] 차량은 오로지 통상 구동식 차량, 자율 주행차 또는 다중 모드 차량일 수도 있다. 다중 모드 차량은 특정 모드에서 통상 구동식(운전자가 있는) 차량으로서 그리고 다른 모드에서 자율 주행차로서 선택적으로 동작할 수도 있다. 몇몇 차량은 다양한 정도의 운전자 보조가 있는 주로 통상 구동식 차량으로서 또는 다양한 정도의 운전자 개입이 있는 주로 자율 주행차로서 동작할 수도 있다.
- [0186] 실시예에서, 차량 상의 전자 제어식 서스펜션은 인간 구동 및 자율 주행 동작을 위한 상이한 동작 모드를 갖고, 여기서 차량은 차량이 인간 운전자와 자율 주행 동작 사이에서 전환할 때 서스펜션 동작 모드 사이에서 전환할 수도 있다. 실시예에서, 차량 내의 승객은 인간 운전자와 자율 주행 동작 사이를 선택할 수도 있고, 차량은 전자 서스펜션의 제어 모드를 자동으로 변경할 수도 있다. 실시예에서, 전자 서스펜션은 반능동 서스펜션 또는 완전 능동 서스펜션일 수도 있다. 실시예에서, 동작 모드는 상이한 알고리즘, 상이한 파라미터 세팅, 및/또는 전자 서스펜션을 위한 제어 시스템으로의 다른 수정을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 능동 서스펜션 시스템은, 차량이 통상 구동식 모드에서 동작될 때보다 자율 주행 구동 모드에서 동작될 때, 멀미와 연관된 것들과 같은 하나 이상의 주파수 범위에서 더 큰 정도로 도로 교란으로부터 차량의 적어도 하나의 부분에 전달된 모션을 감소시킬 수도 있다.
- [0187] 몇몇 실시예에서, 자율 주행차가 통상 구동식 모드에서 동작될 때, 능동 서스펜션 시스템은 일부 또는 전체 회전 중에 음의 내지 0 차량 롤을 유지할 수도 있다. 음의 롤은 원심력의 결과로서 통상의 차량에서 일반적으로 발생하는 회전 중심으로부터 이격하는 롤로서 정의된다. 양의 롤은 반대 방향에서, 즉 회전 내로 그리고 회전 중심을 향한 롤로서 정의된다. 음의 내지 0 롤은 통상적으로 차량의 운전자에 의해 선호된다. 그러나, 자율 주행 모드에서, 승객은 일부 또는 모든 회전에서 양의 롤을 선호할 수도 있다. 따라서, 자율 주행 동작 중에, 능동 서스펜션 시스템은 0 내지 양의 롤로 차체를 유지할 수도 있다. 2개의 모드 사이의 이 전환은 예를 들어, 통상 구동식으로부터 자율 주행 동작으로의 전환을 지시하는 센서 입력의 결과로서 또는 차량 운전자 또는 승객으로부터의 명령 또는 신호의 결과로서 자동으로 발생할 수도 있다.
- [0188] 상기에 추가하여, 본 발명자들은, 모션 중인 차량의 승객이 독서를 하거나 또는 차량 내의 이미지 또는 물체에 초점을 집중할 때 사람의 시각 안반사(VOR)에 의해 유발된 눈 운동이 멀미를 유도할 수도 있다는 것을 이해하였다. 이는 VOR의 결과로서 독자의 눈의 초점의 시프트와 초점이 집중된 텍스트, 이미지 또는 물체의 실제 위치 사이의 시차(disparity)에 의해 유발될 수도 있다. VOR은 컴퓨터 스크린 또는 다른 디스플레이와 같은 초점 집중되는 물체가 관성적으로 고정되는 가정에 기초하여 초점을 조정한다. 그러나, 이동하는 자동차에서, 이는 통상적으로 사실이 아니다. 따라서, 하나의 실시예에서, 차량 내의 디스플레이 상의 이미지는 디스플레이로부터 읽거나 비디오를 시청하는 차량 승객의 눈에서 발생하는 상 유동을 적어도 부분적으로 무효화하는 방식으로 이동될 수도 있다.
- [0189] 몇몇 실시예에서, 디스플레이 상의 이미지의 위치와 VOR에 기인하는 승객의 초점의 변화 사이의 이 상충은 1 Hz 내지 10 Hz의 주파수 범위에서 차체의 이동을 감소시킴으로써 경감될 수도 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 차량의 하나 이상의 서브 부분 및/또는 차량의 승객실의 이동은 마찬가지로 이 주파수 범위에서 완화될 수도 있다. 예를 들어, 시트, 데스크, 및/또는 작업면은 이 주파수 범위 내의 이들 구조체의 모션을 완화하는 서스펜션 시스템을 포함할 수도 있다.
- [0190] 상기에 추가하여, 도 30에 도시되어 있는 바와 같이, 하나의 실시예에서, 컴퓨터 또는 인터페이스 스크린 상과 같은 디스플레이(580) 상의 이미지는 승객의 예측된 VOR을 적어도 부분적으로 보상하기 위해 거리(D)만큼 이동될 수도 있는데, 이는 승객의 멀미의 가능성을 완화하는 것을 도울 수도 있다. 예를 들어, 디스플레이 제어기(582)는, 예를 들어 실험적으로 또는 통계적으로 결정될 수도 있는 머리 이동과 차량 이동 사이의 전달 함수를 사용하여 차량 승객의 예측된 VOR에 기인하는 소정 주파수에서의 승객 초점에 대해 예상된 이동량(D)을 결정할 수도 있다.
- [0191] 이미지의 이동은 또한 예를 들어, 관성 공간 내의 이미징된 이동과 차량의 이동 사이의 전달 함수를 결정함으로써 결정될 수도 있다. 이미지를 생성하는 시스템은 이어서 VOR의 결과로서 이미지의 예측된 위치와 차량에 의해 유도된 모션의 시차를 보상하는 모션을 이미지 내에 유도하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 컴퓨터 스크린 상의 텍스트의 경우에, 이미지는 특정 주파수 범위 내에서 텍스트의 예상된 및 실제 위치 사이의 시차를 완화시키도록 이동될 수도 있다.
- [0192] 통상적으로 약 1 Hz 미만인 이동을 보상하는 것이 가능한 승객의 시력에 기인하여, 몇몇 실시예에서, 본 개시내

용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 디스플레이 상에 표시된 이미지는 단지 약 1 Hz 내지 10 Hz, 2 Hz 내지 10 Hz 또는 이들 값에 동일한 주파수 범위, 또는 전술된 것들 초과 및 미만의 모두의 범위를 포함하는 임의의 다른 적절한 주파수 범위를 갖는 모션을 보상하도록 이동될 수도 있다.

[0193] 몇몇 실시예에서, 합성된 이미지는 차량의 내부 내에 투영되고 승객에게 가시화되어 멀미 또는 지남력 상실과 같은 불편함을 최소화할 수도 있는 기준점을 제공할 수도 있다. 예를 들어, 합성된 이미지 또는 기준 프레임은 외부 주변 및 차량 모션의 승객 지각을 변경하기 위해 차량 승객에 표시된 실제 주시 이미지일 수도 있다. 예를 들어, 합성된 지평선이 차량 내의 표면 또는 디스플레이 상에 투영될 수도 있다. 표면 상에 투영되거나 다른 방식으로 표시되는 지평선은 자동차의 실제 이동을 추적하고 차량 내의 승객에 이동의 기준을 제공하도록 표면에 대해 이동될 수도 있다.

[0194] 몇몇 실시예에서, 트립 요약이 능동 서스펜션 시스템의 이익을 나타내도록 스마트폰 앱을 거쳐 제공될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 트립 요약에 포함될 수도 있는 아이템은 예를 들어, 총 서스펜션 주행, 운전자 공격성, 도로 평탄성 프로파일, 맵 디스플레이 상에 구동된 주행, 에너지이다.

[0195] 몇몇 실시예에서, 맵은 최근의 트립에 도로 평탄성을 표시할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 기록된 경로 상에 능동 서스펜션 시스템을 사용하는 이점이 계산되어 시스템에 의해 표시될 수도 있다. 이익은 예를 들어, 1997년에 발표된 ISO 표준 2631-1에 설명된 가중 팩터를 사용하여 계산될 수도 있다.

[0196] 또 다른 실시예에서, 센서는 임박한 또는 가능한 충돌 또는 사고를 검출하는데 사용될 수도 있다. 이는 차량 뿐만 아니라 주변 물체, 장애물 및/또는 다른 차량의 투영된 궤적을 비교함으로써 행해질 수도 있다. 임계 퍼센트보다 큰 퍼센트 확률과 같은 충분히 높은 가능성이 존재하면, 차량 승객에 이러한 발생의 효과를 완화시키기 위해 충돌을 위해 차량 및 승객을 준비시키기 위한 작용이 취해질 수도 있다. 예를 들어, 시트는 식별된 또는 예측된 충돌 벡터 및 차량내 에어백의 로케이션에 대해 재위치될 수도 있다. 특정 에어백 및 안전 디바이스가 장전되고 그리고/또는 전개될 수도 있고, 반면에 하나 이상의 승객과 적절하게 정렬되지 않은 다른 것들은 불필요한 전개 또는 원하지 않는 전개를 회피하도록 불능화될 수도 있다. 예를 들어, 점유되지 않은 시트에 인접한 에어백 및/또는 승객이 부적절하게 배향되어 있는 에어백은 불능화될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 차량 에어백은 충돌 전에 전개될 수도 있어, 전개의 힘 및 속도가 접촉이 충돌시에 이루어진 후에 차량이 감속하기 시작한 후에 전개되는 에어백에 비해 감소될 수도 있다. 전개의 타이밍은 교차 주행 벡터를 사용하여 결정된 충돌의 예측 시간 뿐만 아니라 하나 이상의 에어백을 전개하기 위한 시간을 사용하여 결정될 수도 있다.

[0197] 몇몇 실시예에서, 차량 내의 각각의 점유된 시트는, 그 위치에 따라, 승객에 대한 충돌의 효과를 최소화하는 방식으로 배향하고, 고정하고, 잠금될 수도 있다. 예를 들어, 시트는 차량 주행 방향에 대한 가장 가까운 전방 또는 후방 지향 방향을 향해 배향되거나 잠금될 수도 있다. 날카로운 물체 또는 딱딱한 표면은 퇴피될 수도 있고 그리고/또는 에어백 또는 다른 안전 디바이스는 재위치될 수도 있다. 따라서, 차량 센서가 충돌 또는 사고가 임박한 것을 검출하는 경우에, 차량 승객과 접촉하게 될 수 있는 하나 이상의 구성요소는 사고 모드에 배치될 수도 있다. 이러한 동작 모드에서, 이러한 구성요소는 상해를 회피하기 위해 경로에서 이탈하여 퇴피되거나 이동될 수도 있다. 예를 들어, 에어백과 같은 안전 디바이스의 전개의 속도 및/또는 정도는 또한 예상된 충돌의 심각성을 고려하도록 조정될 수도 있다.

[0198] 몇몇 실시예에서, 차량 센서가 충돌 또는 사고가 임박한 것을 검출하면, 승객은 또한 충돌을 대비하거나 특정 자세를 취하거나 안전벨트를 착용하도록 통보될 수도 있다. 승객은 탑승의 시작시에 또는 새로운 승객이 차량에 승차할 때 이러한 절차를 인식하게 될 수도 있다. 승객 안전을 촉진하는 가장 양호한 기회를 제공할 것인 승객이 충돌에 대해 자신이 대비할 수 있는 방법은 비디오 프리젠테이션에 의해 임의의 새로운 승객에 자동으로 설명될 수도 있다. 이러한 설명은 시스템이 모든 승객이 이미 설명을 받았다고 인식하면 또는 하나 이상의 승객에 의해 이와 같이 하도록 요청되면 불능화될 수도 있다. 시스템이 차량 내의 유아용 시트 또는 어린이의 존재를 검출하면, 특정 설명이 제공될 수도 있다. 시스템은 또한 유아용 시트가 적절하게 고정되어 있는지를 시험하고 안전하지 않은 조건이 존재하면 승객에 통보한다.

[0199] 도 31은 전술된 방법 및 특징을 구현하는 자율 주행차(670)의 하나의 실시예를 도시하고 있다. 실시예에서, 차량은 4개의 승객 시트(671a 내지 671d), 작업면(672), 에어백 매립된 작업면(673a 내지 673h) 및 작업면 매립된 에어백(674a 내지 674d)을 포함한다. 차량이 방향 A로 이동하고 물체와 충돌하려고 하면, 자율 주행차 시스템은 시트가 가장 가까운 전방 또는 후방 방향으로 지향하도록 시트를 정렬하고 이들 시트를 충돌 전에 제위치에 잠금할 수도 있다. 대안적으로, 충분한 시간이 존재하면, 시트는 충돌 벡터의 효과에 대한 가장 유리한 위치로 조정될 수도 있는데, 예를 들어, 시트는 충돌로부터 예측된 모션을 향해 또는 이격하여 배향될 수도 있다. 동

시에, 특정 에어백이 전개되도록 장전될 수도 있고, 특정 에어백이 불능화될 수도 있다. 예를 들어, 시트(671a, 671c)가 점유되고 도시된 바와 같이 위치되면, 단지 에어백(674d)만이 장전될 것이고 나머지 에어백은 장전해제될 수도 있다.

[0200] 차량 동작 중에 멀미를 완화하기 위해 능동 서스펜션 시스템을 사용하는 것에 추가하여, 본 발명자들은 동작 도로 차량 내에 위치한 하나 이상의 능동 서스펜션 시스템이 또한 차량과 일체화되고, 차량 내에 위치되고, 그리고/또는 차량에 인접하여 표시되는 디스플레이 상에 묘사된 멀티미디어 경험을 위한 더 현실적인 환경을 생성하도록 또한 사용될 수도 있다는 것을 인식하였다. 예를 들어, 이러한 방법은 비디오 게임을 플레이하고, 영화를 감상하고, 그리고/또는 비디오 현실 경험을 향상시키기 위해 사용될 수도 있다.

[0201] 하나의 실시예에서, 하나 이상의 센서를 구비한 차량은 차량 내에 도로 유도된 효과를 기록하는데 사용될 수도 있다. 이들 기록된 효과는 예를 들어 차륜(스프링 아래 질량체) 모션 및/또는 롤, 피치 및/또는 히브를 포함할 수도 있는 차체(스프링 위 질량체) 모션을 포함할 수도 있다. 기록된 정보는 하나 이상의 차륜 또는 차륜 조립체와 차체 상의 하나 이상의 점 사이의 상대 변위를 포함할 수도 있다. 기록된 효과는 차륜 조립체 및/또는 차량의 하나 이상의 점의 속도 및/또는 가속도를 포함할 수도 있다. 데이터를 수집하기 위해 사용된 차량은 예를 들어, 수동 서스펜션 시스템, 반능동 서스펜션 시스템, 또는 능동 서스펜션 시스템을 구비할 수도 있다. 도로 유도된 효과는 도로 또는 다른 구동면 상에서 주행의 결과로서 차체(스프링 위 질량체) 또는 차륜 조립체(스프링 아래 질량체)에 의해 경험된 임의의 변위, 속도 또는 가속도를 포함할 수도 있다.

[0202] 능동 서스펜션 시스템을 구비한 상이한 차량은 이후에 차량이 옥내 또는 옥외에 주차하거나 정차되어 있는 동안 기록된 구동 유도된 효과를 적어도 부분적으로 복제하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 주차된 차량의 능동 서스펜션 시스템은 도로 또는 다른 표면 상에서 주행하는 동안 동일한 차량에 의해 또는 다른 차량에 의해 이전에 기록된 모션을 시뮬레이션하기 위해 차체의 하나 이상의 부분에 모션을 유도할 수도 있다. 몇몇 경우에, 주차된 차량의 모션은 몇몇 기록된 도로 유도된 효과를 완화함으로써 또는 이들에 인공적으로 추가함으로써 수정될 수도 있다.

[0203] 예를 들어, 차량 롤, 피치 및/또는 히브와 같은 다양한 미리기록된 도로 유도된 효과는 능동 서스펜션 시스템을 사용하여 복제될 수도 있다. 이러한 복제는 미리기록된 도로 유도된 효과의 "재생"으로 고려될 수도 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 전후 및 측방향 가속도와 같은 미리기록된 도로 유도된 가속도가 이들 방향에서 차량을 지지하고 이동할 수도 있는 플랫폼 또는 다른 지지 기구를 사용함으로써 복제될 수도 있다. 능동 서스펜션의 구속 내에서, 능동 서스펜션은 또한 차량을 피칭 또는 롤링함으로써 특정 측방향 및/또는 전/후 가속도의 감각을 유도할 수도 있다. 이 프로세스 중에, 도로 유도된 효과는 미리기록된 효과에 정합하도록 주차된 또는 정차된 차량에서 복제될 수도 있다.

[0204] 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 기록된 롤, 피치 및/또는 히브를 정밀하게 복제할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 정밀한 복제라는 것은 기록된 모션의 약 1%, 5%, 10%, 또는 임의의 다른 적절한 퍼센트 이하의 에러 범위를 갖는, 예를 들어, 차체 또는 차륜: 변위, 속도, 가속도 또는 약동 또는 차량: 롤, 피치, 히브, 롤 레이트, 피치 레이트, 롤 가속도, 피치 가속도와 같은 미리기록된 도로 유도된 양의 복제를 의미할 수도 있다.

[0205] 몇몇 실시예에서, 특정의 미리기록된 효과를 복제하기 위해 능동 서스펜션 액추에이터 중 하나 이상에 의해 인가될 필요가 있을 것인 변위 또는 힘은 능동 서스펜션 시스템의 하나 이상의 구성요소의 능력을 넘을 수도 있다. 도로 유도된 모션의 복제의 정도는 마찬가지로 다른 이유로 제한되어야 한다는 것이 또한 결정될 수도 있다. 이러한 경우에, 미리 기록된 데이터는 미리규정된 임계 한계 내에 있도록 액추에이터 모션 또는 힘 명령을 제한하도록 프리필터링될 수도 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예에서, 최대 능동력 및/또는 액추에이터 제어기에 송신된 최대 변위 명령은 압축 및/또는 신장시에 원하는 임계치로 한정될 수도 있다. 따라서, 몇몇 실시예에서, 미리기록된 데이터가 복제되는 하나 이상의 양을 제한하도록 프리필터링되는 경우에, 양은 특정 임계값에 도달할 때 간단히 삭감될 수도 있다. 대안적으로, 양의 변화율은 시스템에 인공 고주파수 여기를 도입할 것인 경사의 불연속성을 회피하도록 전이될 수도 있다. 예를 들어, 리플레이 명령은 액추에이터가 딱딱한 물리적 지지부를 타격하도록 제한될 수도 있지만, 그 압축 및/또는 신장 스트로크의 종료에 도달할 때 점진적으로 느려진다. 단어 "점진적으로"는 원하는 힘 및/또는 거리량이 마찬가지로 그 임계치 내에 유지되는 동안 양의 변화율의 미리결정된 임계치 내에 체류하는 것을 포함할 수도 있다.

[0206] 전술된 방법을 구현할 때, 몇몇 실시예에서, 모션 리플레이 중에, 하나 이상의 액추에이터의 전력 또는 에너지 소비는 하나 이상의 제어기에 의해 미리결정된 최대값으로 제한될 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 액추에이터의 에너지 소비는 시스템의 구성요소의 과열을 회피하도록 제한될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 온도 센서

와 같은 다른 센서가 시스템의 임계 온도를 초과하는 것을 재차 회피하기 위해 마찬가지로 액추에이터 출력을 제한하기 위한 피드백 메커니즘으로서 사용될 수도 있다.

- [0207] 도 32는 도로 데이터 수집, 프리필터링 및 리플레이를 위한 시스템의 실시예의 기능 블록도를 도시하고 있다. 차량(701)은 예를 들어, 관성 모션 유닛(IMU), 가속도계, 및/또는 변위 센서와 같은 하나 이상의 센서(702)를 구비한다. 센서(들)로부터의 데이터는 아날로그 형태이면, 데이터 취득 시스템(703)에 의해 디지털화될 수도 있다.
- [0208] 능동 서스펜션 시스템의 임의의 액추에이터의 능력은 절대 무한이 아니다. 예를 들어, 능동 서스펜션 액추에이터의 주행 범위 및 힘 출력은 통상적으로 동작 및/또는 물리적 임계치 미만으로 제한된다. 따라서, 복제될 계측장치 실장 차량(701)에 의해 수집된 데이터의 세그먼트는 차량의 하나 이상의 액추에이터(들)(709)의 임계 능력을 넘는 데이터의 양태를 제거하도록 전치필터(704)에 의해 프리필터링될 수도 있다. 프리필터링된 데이터는 데이터베이스(705) 내에 저장될 수도 있고, 여기서 제2 차량(707)의 능동 억제 시스템 제어기 또는 차량 제어기(706)에 의해 액세스될 수도 있다. 제2 차량(707)은 도로 데이터를 수집하는데 사용되었던 차량(701)과 동일한 차량 또는 상이한 차량일 수도 있다.
- [0209] 제어기(706)에 의해 액세스된 데이터는 일련의 힘 명령으로 변환되고 규칙적인 시간 단계에서 능동 서스펜션 시스템의 개별 액추에이터와 연관된 코너 제어기(708)에 공급된다. 이들 힘 명령이 4개의 액추에이터(709)를 사용하여 구현될 때, 도로 유도된 효과(프리필터링 후에)가 복제된다. 본 실시예에서, 각각의 액추에이터는 차량의 하나의 차륜 조립체에 연결된다. 몇몇 실시예에서, 하나 이상의 차륜 조립체는 액추에이터에 부착되지 않을 수도 있고 그리고/또는 단일의 차륜 조립체가 다수의 액추에이터에 부착될 수도 있다.
- [0210] 몇몇 실시예에서, 도로 유도된 효과가 복제될 때, 능동 서스펜션 시스템을 갖는 차량은 멀미 시험을 수행하기 위한 플랫폼으로서 사용될 수도 있다. 도로 유도된 모션은 주차된 차량에서 복제될 수도 있고, 차량 내에 착석한 하나 이상의 피시험자가 모션에 노출될 수도 있다. 예를 들어, 차량은 반복가능한 조건 하에서 멀미 제어 알고리즘을 시험하기 위한 시험 베드로서 사용될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 멀미 시험 중에 피시험자는 예를 들어, 책, 타이핑된 페이지, 컴퓨터 또는 스마트폰으로부터의 읽기와 같은 특정 작업을 수행하도록 요청될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 시험 중에, 읽기 자료는 차량에 고정되거나 차량과 함께 이동하도록 다른 방식으로 구성될 수도 있다. 대안적으로, 읽기 자료는 전정 안반사(VOR)를 적어도 부분적으로 보상하는 방식으로 피시험자에 의해 과지되거나 이동될 수도 있다.
- [0211] 도 33은 재생 중에 제어기에 전송된 "도로 입력"을 리플레이하기 위해 반응하는 제어기에 의해 구현된 제어 루프(710)의 블록도를 도시하고 있다. 게다가, 제어기는 또한 차량 상의 "도로 입력"에 의해 유도된 모션을 감소시키기 위해 동시에 모션 완화 알고리즘을 구현할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 도로 재생은 모션의 양을 완화하기 위해 프리필터링되지 않는다. 오히려, 액추에이터 제어기는 차량이 도로 위를 주행하는 것처럼 원하는 방식으로 차체를 제어하고 입력 교란을 거부하기 위해 시뮬레이션된 도로 입력 유도된 모션에 실시간으로 작용한다. 제어기는 상기에서 도 11에 상세히 설명된 것과 유사한 제어 방안을 구현할 수도 있다. 따라서, 도로(즉, 프리필터링된 힘 명령)는 차량 시스템에 몇몇 교란을 부여한다. 이 교란은 온보드 센서로 측정되고 원하는 완화된 힘 명령을 성취하기 위해 제어기를 통한 피드백으로 완화된다.
- [0212] 도 34는 전방 히브 모션(720), 후방 히브 모션(721), 및 차량의 롤 모션을 포함하는 상이한 유형의 모션에 대한 완화된 대 비완화된 주파수 스펙트럼의 비교를 도시하고 있다. 그래프에 도시된 바와 같이, 0.3 Hz 내지 2 Hz 범위의 에너지가 전방 히브 스펙트럼에서 완화된다. 그러나, 후방 히브 모션에 대해, 완화는 0.3 Hz 내지 6 Hz 범위에 있다. 또한, 롤 스펙트럼에서 완화는 0.3 Hz 내지 10 Hz 범위에 있다. 물론, 상이한 서스펜션 시스템 및/또는 동작 모드에 대한 상이한 주파수 범위에서 상이한 모션 완화 성능이 또한 고려된다.
- [0213] 몇몇 실시예에서, 차량의 능동 서스펜션 시스템은 차량이 차량 동력계 상에서 하나 이상의 속도에서 동작하는 동안 미리결정된 및/또는 미리기록된 모션을 사용하여 특정 차체 및/또는 차륜 모션을 유도하는데 사용될 수도 있다. 이 방식으로, 차체 이동의 효과는 차량 구동열이 다양한 속도에서 동작하는 동안 연구될 수도 있다. 유사하게, 몇몇 실시예에서, 미리기록된 도로 유도된 및/또는 인공적으로 발생된 차체 및/또는 차륜 모션은 마찬가지로 부가의 연구를 위해 기후 챔버 내에서 발생될 수도 있다.
- [0214] 몇몇 실시예에서, 특정 모션은 또한 아기가 잠들도록 "요동"할 것인 모션을 생성하기 위해 능동 서스펜션 시스템에 의해 차체 또는 차량의 부분 내에 유도될 수도 있다.
- [0215] 모션 복제에 추가하여, 몇몇 실시예에서, 차량의 능동 서스펜션 시스템은 차량이 예를 들어, 주차장, 차고, 또

는 다른 편리한 로케이션에 주차될 때 특정 차체 및/또는 차륜 모션을 유도하도록 사용될 수도 있다. 이들 모션은 차량의 하나 이상의 승객에 의해 관찰되는 비디오의 적어도 하나의 양태와 적어도 부분적으로 동기화될 수도 있다. 비디오는 예를 들어, 대시보드, 시트백, 및/또는 차량 내의 임의의 다른 로케이션에 부착된 디스플레이 상에 표시될 수도 있다. 대안적으로, 디스플레이는 차량 내의 표면 상에 배치된 디스플레이에 대응할 수도 있고 그리고/또는 예를 들어, 오클러스 리프트 디바이스(Oculus Rift device)와 같은 가상 현실 헤드셋의 부분이다. 몇몇 실시예에서, 시스템은 전기차 내에 일체화되거나 함께 사용될 수도 있고, 여기서 전력은 엔진을 동작하지 않고 제공될 수도 있다.

[0216] 차체 이동과 비디오의 적어도 부분적인 동기화는 예를 들어, 비디오의 제작자 또는 제3 파티에 의해 제공된 모션 트랙에 기초할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 재생 중에 사용된 정보는 적어도 부분적으로는 능동 서스펜션을 갖는 차량을 사용함으로써 발생될 수도 있다. 차량 모션은 예를 들어, 능동 서스펜션 시스템을 제어하기 위한 조이스틱, 키보드, 또는 터치 감응식 컴퓨터 스크린과 같은 인터페이스를 사용하여 사람에 의해 발생될 수도 있다. 차량 모션은 비디오를 시청하는 동안 이러한 사람에 의해 발생될 수도 있다. 이러한 사람에 의해 명령된 모션은 이후의 재생을 위해 기록될 수도 있다. 재생 중에, 차량의 능동 서스펜션 시스템은 차량이 표시되는 비디오와 유사한 방식으로 상대 타이밍으로 이동하게 하는데 사용될 수도 있다.

[0217] 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 차량 내에서 음악을 청취하고, 비디오를 시청하거나 비디오 게임을 플레이하는 동안 승객의 경험을 향상시키기 위해 차량 내에 특정 모션을 유도하는데 사용될 수도 있다. 이들 모션은 오디오 및/또는 비디오 기록을 수반하는 미리기록된 모션 트랙에 응답하여 유도될 수도 있다. 이들은 또한 하나 이상의 제어기 입력을 사용하여 차량 내의 비디오 게임의 하나 이상의 플레이어에 의해 제공된 명령에 응답할 수도 있다.

[0218] 몇몇 실시예에서, 차량은 차량의 하나 이상의 능동 서스펜션 시스템을 사용하여 서브우퍼를 모방하는 사운드를 생성하거나 댄싱 모션을 시뮬레이션함으로써 음악에 응답하도록 구성될 수도 있다.

[0219] 도 43은 능동 서스펜션 시스템(960)이 차량을 음악 시스템의 서브우퍼로서 수행하게 하는데 사용되는 실시예의 블록도를 도시하고 있다. 오디오 소스(961)는, 저역 통과 필터로서 작용하고 능동 서스펜션 시스템에 오디오 신호의 저주파수 콘텐츠를 제공하는 필터(962)에 의해 수신된 전자 오디오 신호를 생성한다. 본 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 하나 이상의 서스펜션 시스템 액추에이터를 사용하여 이 필터링된 오디오 신호에 응답하여 차체 내에 저주파수 진동을 생성한다. 능동 서스펜션 제어는, 차량이 정지되고 그리고/또는 차량이 능동 서스펜션 시스템이 차량 모션을 제어하는 도로 위에서 주행하고 뿐만 아니라 서브우퍼의 기능을 수행하는 동안 생성될 수도 있는 이들 가청 진동을 생성하기 위해 차량 내에 모션을 유도하도록 능동 서스펜션을 동작할 수도 있다. 도 43의 실시예에서, 능동 서스펜션 제어기 내에 입력되고 능동 서스펜션 시스템을 통해 플레이된 필터링된 오디오 신호는 증가된 레벨의 저주파수 사운드를 생성하기 위해 저주파수 진동을 증강할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템에 제공된 오디오 신호의 저주파수 콘텐츠는 약 300 Hz, 200 Hz, 100 Hz, 80Hz, 60 Hz, 50 Hz 이하, 또는 임의의 다른 적절한 주파수일 수도 있다. 대응적으로, 능동 서스펜션 시스템 제어기에 입력된 주파수는 약 10 Hz, 20 Hz, 30 Hz, 40 Hz 이상, 또는 임의의 다른 적절한 주파수일 수도 있다. 약 10 Hz 내지 300 Hz 및 10 Hz 내지 80 Hz의 범위의 능동 서스펜션 시스템을 통해 플레이된 저주파수 범위를 포함하여 상기 범위의 조합이 고려된다. 물론, 본 개시내용은 이와 같이 한정되는 것은 아니기 때문에, 서브가청 주파수를 포함하여 전술된 것들보다 더 높고 낮은 주파수의 모두가 또한 사용될 수도 있다.

[0220] 몇몇 실시예에서, 차량 이동은 비디오 게임(예를 들어, 자동차 레이싱을 수반하는 것과 같은)으로 편성될 수도 있다. 이동은 예를 들어, 오클러스 리프트와 같은 가상 현실 디바이스 상에서 관찰되는 비디오와 동기화될 수도 있다.

[0221] 능동 서스펜션 시스템과 상호작용하는데 사용된 사용자 인터페이스는 예를 들어, 조이스틱, 키보드, 림모션(leap motion) 센서, 또는 컴퓨터 터치스크린을 포함할 수도 있다. 대안적으로, 제어 디바이스의 몇몇은 또한 비디오 게임에 명령을 통신하기 위한 입력부로서 사용될 수도 있는 스티어링 휠, 브레이크, 스로틀, 및/또는 경적과 같은 차량의 제어부 중 하나 이상을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 예를 들어, 스티어링 휠과 같은 차량의 다양한 제어 디바이스가 비디오 게임을 위한 인터페이스로서 사용될 때, 이들의 정상 기능은 불능화될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 차량의 다른 디바이스가 비디오 게이머에 부가의 피드백을 제공하기 위한 출력부로서 사용될 수도 있다. 예를 들어, 공기 통기구 또는 HVAC 시스템은 비디오 게임 내의 액션과 동기하여 공기를 송풍하도록 활성화될 수도 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 공기 조화 또는 가열 시스템이 게임 환경을 더 밀접하게 시뮬레이션하도록 턴온될 수도 있다.

- [0222] 실시예에서, 가상 세계에서 차량(예를 들어, 자동차, 우주선, 비행기, 트럭, 모터사이클 등)을 포함하는 비디오 게임은 가상 세계에서 시뮬레이션된 차량의 모션을 시뮬레이션하기 위해 실제 동작 차량의 능동 서스펜션을 사용할 수도 있다. 게임을 플레이하는 사람은 가상 세계 차량이 회전하고, 가속하고, 또는 다른 조작을 수행하게 하기 위해, 능동 서스펜션이 설치되어 있는 물리적 차량의 제어부(예를 들어, 스티어링 휠, 브레이크, 스로틀)를 포함할 수도 있는 사용자 인터페이스를 이용할 수도 있다. 우측 및/또는 좌측 액추에이터는 예를 들어, 이어서 조작기로부터 예측될 것인 방식으로 자동차를 톱핑하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 게임을 플레이하는 사람이 차량을 좌측으로 일탈하도록 명령하면, 액추에이터는 회전을 조종하는 시뮬레이션된 차량의 속도에 대응하는 정도로 자동차를 우측으로 톱핑하는데 사용될 수도 있다.
- [0223] 몇몇 실시예에서, 차량 이동은 예를 들어: 평탄도, 가상 차량 가속도(롤, 피치, 히브), 가상 차량의 RPM, 가상 차량 기어 위치, 게임 사운드, 및 가상 차량 건강/상태를 포함하는 노면 조건을 포함하여, 가상 현실 게임으로부터 다양한 입력에 응답하여 능동 서스펜션을 동작하는 능동 서스펜션 시스템의 제어기에 의해 유도될 수도 있다.
- [0224] 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 음악 리듬(예를 들어, 원앰프와 같은 실시간 알고리즘)에 응답하여 이동하도록 구성될 수도 있다. 알고리즘은 차량 이동을 발생하기 위해 실시간으로 원시 오디오 데이터를 분석할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 능동 서스펜션 시스템은 음악을 "시각화"하는데 사용될 수도 있다.
- [0225] 도 44는 능동 서스펜션 액추에이터(981) 및 센서(982)의 집합체를 포함하는 능동 서스펜션 시스템을 갖는 주차된 차량(980)의 실시예의 블록도를 도시하고 있다. 가상 현실 컴퓨터(983)가 가상 현실 디바이스(984)를 사용하여 뷰잉되고 그리고/또는 청취될 수 있는 비디오 그리고/또는 사운드를 생성하는데 사용될 수도 있다. 동시에, 가상 현실 제어기는 모션 변환 엔진(984)이 차량의 하나 이상의 액추에이터에 운동학적 명령을 제공하게 하여, 차량이 가상 현실 디바이스의 사용자에게 의해 뷰잉되고 그리고/또는 청취되고 있는 것과 조화된 방식으로 이동하게 한다.
- [0226] 차량 내의 센서는 하나 이상의 차량 승객으로부터 명령을 수신하는데 사용될 수도 있다. 이들 명령에 응답하여, 하나 이상의 센서는 이어서 가상 현실 디바이스의 사용자에게 의해 뷰잉되고 그리고/또는 청취되는 것을 변경할 수도 있는 가상 현실 컴퓨터에 모션 명령을 이후에 제공하는 모션 변환 엔진에 게임 입력을 제공할 수도 있다.
- [0227] 도 35는 비디오 디스플레이(732)를 포함하는 차량 내의 차량 시트(730)의 후면도(731)를 도시하고 있다. 비디오 디스플레이 상에 표시되는 것은 코벨소(734)에 의해 접근되는 차량(733)의 이미지를 갖는 비디오 장면이다.
- [0228] 도 36은 차량의 위치가 비디오 디스플레이 상에 표시되어 있는 것에 응답하여 변경된 후에 도 4의 시트(730)를 도시하고 있다. 비디오 디스플레이 상에 표시되는 장면은 도 4의 장면으로부터 변경되어 있다. 여기서, 코벨소(734)는 차량(733)을 좌측으로 기울어지게 하기 위한 이러한 힘으로 차량을 타격하였다. 그 결과, 차량의 능동 서스펜션 시스템은 비디오가 시청되는 차량에 좌측으로 롤 모션을 인가하고, 실제 차량이 비디오 내의 차량(733)에서와 같이 코벨소에 의해 타격되었던 환영을 생성함으로써, 동시에 차량을 톱핑하였다. 능동 서스펜션 시스템은 비디오를 구비한 또는 차량 내에서 비디오를 시청하는 동안 미리 발생된 모션 트랙에 기초하여 실제 차량의 톱핑 모션을 시기조절할 수도 있다.
- [0229] 다소 관련된 실시예에서, 도로 효과 데이터가 수집되는 동안 차량의 주변의 비디오가 기록될 수도 있다. 이 방식으로, 주차된 차량 내의 도로 유도된 모션의 리플레이 중에, 자동차 내의 사람은 도로 효과 데이터가 얻어졌던 도로의 비디오를 또한 시청할 수도 있다. 예를 들어, 차량은 자갈 위를 주행하는 동안 차량 내에 유도된 효과를 기록하는데 사용될 수도 있다.
- [0230] 이 방식으로, 능동 서스펜션 시스템을 갖는 차량이 도로 유도된 모션을 완화하는데 있어서 시스템의 효율성을 증명하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 대리점 전시장에서, 잠재적인 소비자는 자갈 또는 다른 노면 위를 주행하는 동안 차량 내에 유도된 모션이 복제될 때 차량 내에 착석할 수도 있다. 유도된 모션은 이어서 본 명세서에 설명된 바와 같이 특정 액추에이터 제어 알고리즘을 사용하여 완화될 수도 있다. 이 경험은 완화된 및 미완화된 경우의 모두 중에 자갈길 위를 주행하는 비디오를 표시함으로써 더 효과적이게 될 수도 있다.
- [0231] 몇몇 실시예에서, 능동 또는 반능동 서스펜션 시스템의 제어기는 능동 또는 반능동 서스펜션이 수동 서스펜션 시스템을 모방하게 하는데 사용될 수도 있다. 도 46에서, 곡선(970)은 압축 중에 수동 자동차 댐퍼의 힘/속도 관계를 도시하고 있고, 반면에 곡선(971)은 신장 중에 힘/속도 관계를 도시하고 있다. 관찰될 수 있는 바와 같이, 이들 곡선의 모두는 단가 함수이고, 2개의 곡선의 차이는 통상적으로 이력현상에 의해 유발된다. 도 45의

곡선(972)은 능동 서스펜션 시스템이 힘과 속도의 거의 무제한 조합을 성취하는 것으로 보이는 능동 서스펜션 시스템의 통상의 힘/속도 거동을 도시하고 있다. 이 능력 때문에, 능동 서스펜션 시스템의 제어기 또는 반능동 서스펜션 시스템(도시 생략)의 제어기는 곡선(970, 971)의 이들 시스템이 힘/속도 프로파일을 복제하게 할 수 있다. 능동 서스펜션 시스템은 또한 서스펜션 시스템의 스프링의 스프링 상수의 차이를 보상하도록 명령될 수도 있다. 수동 서스펜션 시스템의 성능을 모방하는 것은 예를 들어, 차량 대리점에서 잠재적인 소비자를 위한 시운전 중에 마켓팅 도구로서 사용될 수도 있다. 이 방식으로, 세일즈맨은 소비자의 이익을 위해 능동 및 수동 서스펜션 성능 사이에서 전후로 전환하기 위해 사용자 인터페이스를 사용하는 능동 서스펜션 시스템의 이익을 용이하게 증명할 수 있다.

[0232] 능동 서스펜션 시스템의 몇몇 실시예에서, 인간 기계 인터페이스(HMI)가 차량이 정지될 때 또는 차량이 도로 위에서 주행할 때, 능동 서스펜션 시스템의 성능에 대한 증가된 정보를 차량 승객에게 제공하는데 사용될 수도 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, HMI는 능동 서스펜션 시스템의 다양한 동작 모드를 선택하는데 사용될 수도 있다.

[0233] 도 47은 도로 윤곽 지시기(991), 모드 선택부(992), 모션 암시 선택부(993), 및 프리셋 선택기(994)를 포함하는 HMI(990)의 실시예를 도시하고 있다. 센서(995)가 서스펜션 시스템(996) 성능 및/또는 도로 교란 정보를 측정하고 그 정보를 HMI 제어기에 제공하는데 사용될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, HMI 제어기는 이어서 예를 들어, 차량을 표현하기 위한 아바타를 사용하여 HMI 디스플레이 상에 자동차의 모션을 표시할 수도 있다. 도로 상호작용은 도로 위를 주행하는 결과로서 차량의 차륜에 유도된 모션을 근사하는 윤곽을 표현함으로써 예시될 수도 있다. 차량 모션과 차륜의 도로 유도된 모션 사이의 차이는 능동 서스펜션 시스템의 효율성을 예시하도록 HMI 디스플레이 상에 표시될 수도 있다. 시스템 사용자(997)는 또한 능동 서스펜션 시스템의 거동을 제어하는 차량 모드를 선택하도록 HMI를 사용할 수도 있다. 예를 들어, 사용자는 능동 서스펜션 시스템이 대형 럭셔리 세단에서 경험될 것인 것과 유사한 부드러운 탑승을 생성하는 편안함 모드를 선택할 수도 있다. 대안적으로, 사용자는 차량이 도로를 더 밀접하게 접근하고 그 수직 이동을 따르는 스포츠카 모드를 선택할 수도 있다. 사용자는 또한 예를 들어 전술된 바와 같이 회전 및 다른 조작 중에 차량이 제공할 수 있는 모션 암시를 선택할 수도 있다. 차량은 또한 예를 들어, 하루의 첫만남시에 소유자에게 인사하고, 자동차가 잠겨 있을 때를 지시하고, 그리고 다양한 명령에 응답하도록 차량이 제공할 것인 제스처와 같은 다양한 기능을 위한 프리셋을 선택하기 위해 HMI를 사용할 수도 있다.

[0234] 예: 멀미 시험

[0235] 멀미 시험은 반능동 서스펜션 시스템을 사용하여 다양한 교통 상황 하에서 메사추세츠주 보스턴 주위에서 구동된 차량으로부터 기록된 모션을 복제하기 위해 차량의 능동 서스펜션 시스템을 사용하여 수행되었다. 시험을 위해, 500초에 걸친 도로 데이터의 연속적인 세그먼트는 전술된 바와 같이 차량의 능동 서스펜션 시스템을 사용하여 실험실에서 리플레이를 위해 선택되었다. 시험 중에, 피시험자는 이들의 0(즉, 멀미 없음) 내지 10(즉, 구토, 구역질, 및/또는 헛구역질)으로 멀미의 레벨을 등급화하도록 요청된 후에 총 30분 동안 기록된 모션을 "리플레이하는" 차량에 착석된 동안 아이폰과 같은 모바일 컴퓨팅 디바이스로부터 텍스트를 읽는다. 시험은 이어서 반능동 서스펜션 시스템으로부터 동일한 기록된 모션을 사용하여 반복되었다. 그러나, 본 명세서에 설명된 바와 같은 능동 서스펜션 시스템을 사용하는 모션 완화 전략이 구현되었다. 구체적으로, 능동 서스펜션 시스템은 0.2 Hz 내지 10 Hz 범위 내에서 차량 모션을 감소시켰는데, 완화된 및 비완화된 모션의 모두에 대한 상이한 모션의 PSD의 주파수 도메인 비교를 예시하고 있는 전술된 도 34를 참조하라. 이들 비완화된 시험 중에 멀미를 경험한 피시험자들 중에서, 67%는 완화된 모션 시험 중에 멀미의 어떠한 징후도 나타내지 않았다. 초기 시험 중에 멀미를 경험한 개인의 나머지 33%는 경험된 멀미의 비율 및 심각성의 상당한 감소를 보고하였다.

[0236] 이들 기술을 사용함으로써, 본 발명자들은 통상적으로 멀미와 연관된 것들 외부의 특정 주파수에서 차량 롤, 피치 및/또는 히브를 감소시키는 것이 차량 내의 멀미 증상을 상당히 감소시킬 수도 있다는 것을 이해하였다. 따라서, 전술된 바와 같이, 몇몇 실시예에서, 차량의 하나 이상의 서스펜션 시스템은 차량 승객의 멀미를 감소시키기 위해 0.05 Hz 내지 10 Hz, 0.2 Hz 내지 10 Hz, 0.5 Hz 내지 10 Hz, 1 Hz 내지 10 Hz의 하나 이상의 주파수 범위, 또는 임의의 다른 적절한 주파수 범위에서 모션을 무효화하는데 사용될 수도 있다.

[0237] 본 명세서에 설명된 기술의 전술된 실시예는 임의의 수많은 방식으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예는 하드웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합을 사용하여 구현될 수도 있다. 소프트웨어에 구현될 때, 소프트웨어 코드는 단일의 컴퓨팅 디바이스에 제공되거나 다수의 컴퓨팅 디바이스 사이에 분산되건간에, 임의의 적합한 프로세서 또는 프로세서의 집합 상에서 실행될 수도 있다. 이러한 프로세서는 CPU 칩, GPU 칩, 마이크로프로세서,

마이크로제어기, 또는 코프로세서와 같은 명칭에 의해 관련 기술분야에 공지되어 있는 상업적으로 입수가능한 집적 회로 구성요소를 포함하여, 집적 회로 구성요소 내에 하나 이상의 프로세서를 갖는 집적 회로로서 구현될 수도 있다. 대안적으로, 프로세서는 ASIC, 또는 프로그램가능 논리 디바이스로부터 발생하는 반맞춤형 회로와 같은 맞춤형 회로에 구현될 수도 있다. 또 다른 대안으로서, 프로세서는 상업적으로 입수가능한, 반맞춤형 또는 맞춤형이건간에, 더 대형 회로 또는 반도체 디바이스의 부분일 수도 있다. 특정 예로서, 몇몇 상업적으로 입수가능한 마이크로프로세서는 다수의 코어를 가져, 이들 코어 중 하나 또는 서브세트가 프로세서를 구성할 수도 있게 된다. 그러나, 프로세서는 임의의 적합한 포맷의 회로를 사용하여 구현될 수도 있다.

[0238] 또한, 컴퓨팅 디바이스는 랩 마운트 컴퓨터, 데스크탑 컴퓨터, 랩탑 컴퓨터, 또는 태블릿 컴퓨터와 같은, 다수의 형태 중 임의의 하나로 구체화될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 부가적으로, 컴퓨팅 디바이스는 퍼스널 디지털 어시스턴트(PDA), 스마트폰 또는 임의의 다른 적합한 휴대형 또는 고정식 전자 디바이스를 포함하여, 일반적으로 컴퓨팅 디바이스로서 간주되지 않지만 적합한 프로세싱 기능을 갖는 디바이스 내에 임베드될 수도 있다.

[0239] 또한, 컴퓨팅 디바이스는 하나 이상의 입력 및 출력 디바이스를 가질 수도 있다. 이들 디바이스는 다른 것들 중에서도, 사용자 인터페이스를 제시하는데 사용될 수 있다. 사용자 인터페이스를 제공하는데 사용될 수 있는 출력 디바이스의 예는 출력의 시각적 프리젠테이션을 위한 프린터 또는 디스플레이 스크린 또는 출력의 가청 프리젠테이션을 위한 다른 사운드 발생 디바이스를 포함한다. 사용자 인터페이스를 위해 사용될 수 있는 입력 디바이스의 예는 키보드와, 마우스, 터치패드, 및 디지털화 태블릿과 같은 포인팅 디바이스를 포함한다. 다른 예로서, 컴퓨팅 디바이스는 음성 인식을 통해 또는 다른 가청 포맷으로 입력 정보를 수신할 수도 있다.

[0240] 이러한 컴퓨팅 디바이스는 기업 네트워크 또는 인터넷과 같은, 근거리 네트워크 또는 광대역 네트워크로서 포함하여, 임의의 적합한 형태의 하나 이상의 네트워크에 의해 상호접속될 수도 있다. 이러한 네트워크는 임의의 적절한 기술에 기초할 수도 있고 임의의 적절한 프로토콜에 따라 동작할 수도 있으며 무선 네트워크, 유선 네트워크 또는 광섬유 네트워크를 포함할 수도 있다.

[0241] 또한, 본 명세서에 개략설명된 다양한 방법 또는 프로세스는 다양한 운영 체제 또는 플랫폼 중 임의의 하나를 구체화하는 하나 이상의 프로세서 상에서 실행가능한 소프트웨어로서 코딩될 수도 있다. 부가적으로, 이러한 소프트웨어는 임의의 다수의 적합한 프로그래밍 언어 및/또는 프로그래밍 또는 스크립팅 툴을 사용하여 기입될 수도 있고, 또한 프레임워크 또는 가상 기계 상에 실행되는 실행가능한 기계 언어 코드 또는 매개 코드로서 컴파일링될 수도 있다.

[0242] 이와 관련하여, 개시된 실시예는 하나 이상의 컴퓨터 또는 다른 프로세서 상에서 실행될 때, 전술된 본 발명의 다양한 실시예를 구현하는 방법을 수행하는 하나 이상의 프로그램으로 인코딩된 컴퓨터 판독가능 저장 매체(또는 다수의 컴퓨터 판독가능 매체)[예를 들어, 컴퓨터 메모리, 하나 이상의 플로피 디스크, 컴팩트 디스크(CD), 디지털 비디오 디스크(DVD), 자기 테이프, 플래시 메모리, 필드 프로그램가능 게이트 어레이 또는 다른 반도체 디바이스 내의 회로 구성, 또는 다른 탠저블 컴퓨터 저장 매체]로서 구체화될 수도 있다. 상기 예로부터 명백한 바와 같이, 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 비일시적 형태로 컴퓨터 실행가능 명령을 제공하기 위해 충분한 시간 동안 정보를 보유할 수도 있다. 이러한 컴퓨터 판독가능 저장 매체 또는 매체들은 운반가능할 수 있어, 그 위에 저장된 프로그램 또는 프로그램들이 전술된 바와 같이 본 발명의 다양한 양태를 구현하기 위해 하나 이상의 상이한 컴퓨터 또는 다른 프로세서 상에 로딩될 수 있게 된다. 본 명세서에 사용될 때, 용어 "컴퓨터 판독가능 저장 매체"는 제조(즉, 제조 물품) 또는 기계인 것으로 고려될 수 있는 단지 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체를 포함한다. 대안적으로 또는 부가적으로, 본 발명은 전파 신호와 같은, 컴퓨터 판독가능 저장 매체 이외의 컴퓨터 판독가능 매체로서 구체화될 수도 있다.

[0243] 용어 "프로그램", "소프트웨어", "코드", 또는 유사한 용어는 전술된 바와 같이 본 발명의 다양한 양태를 구현하기 위해 컴퓨팅 디바이스 또는 다른 프로세서를 프로그램하도록 이용될 수 있는 임의의 유형의 컴퓨터 코드 또는 컴퓨터 실행가능 명령의 세트를 칭하도록 일반적인 개념에서 본 명세서에 사용된다. 부가적으로, 본 실시예의 일 양태에 따르면, 실행될 때 본 발명의 방법을 수행하는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램은 단일의 컴퓨터 또는 프로세서 상에 상주할 필요는 없지만, 본 발명의 다양한 양태를 구현하기 위해 다수의 상이한 컴퓨터 또는 프로세서 사이에 모듈형 방식으로 분산될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0244] 컴퓨터 실행가능 명령은 하나 이상의 컴퓨터 또는 다른 디바이스에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같이, 다수의 형태일 수도 있다. 일반적으로, 프로그램 모듈은 특정 작업을 수행하거나 특정 추상적 데이터 유형을 구현하는 루틴, 프로그램, 객체, 구성요소, 데이터 구조 등을 포함한다. 통상적으로, 프로그램 모듈의 기능성은 다

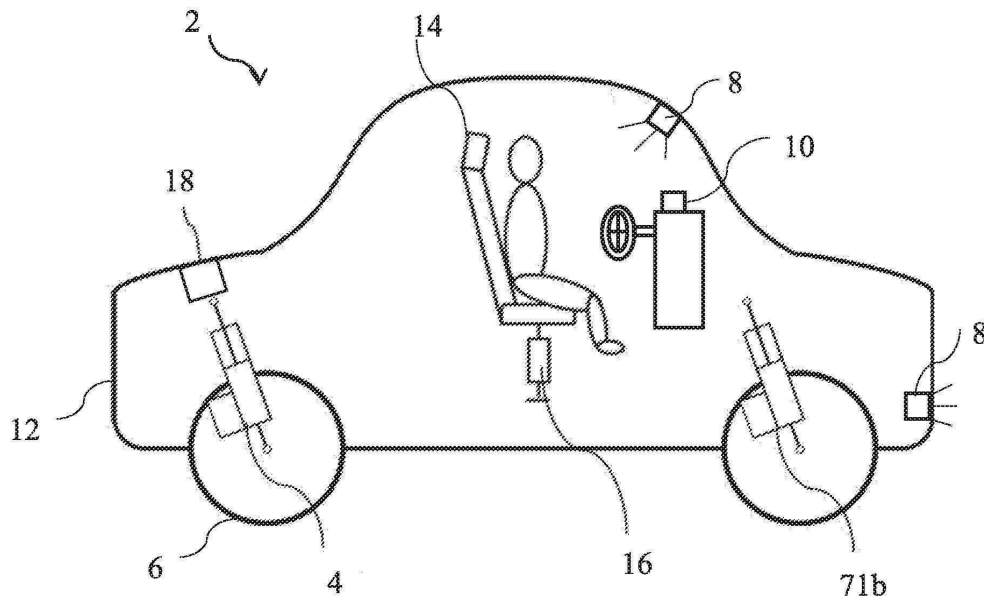
양한 실시예에서 요구되는 바와 같이 조합되거나 분산될 수도 있다.

[0245] 또한, 데이터 구조는 임의의 적합한 형태의 컴퓨터 판독가능 매체 내에 저장될 수도 있다. 예시의 간단화를 위해, 데이터 구조는 데이터 구조 내의 로케이션을 통해 관련된 필드를 갖는 것으로 나타날 수도 있다. 이러한 관계는 마찬가지로 필드 사이의 관계를 전달하는 컴퓨터 판독가능 매체 내의 로케이션과 피드를 위한 저장 장치를 할당함으로써 성취될 수도 있다. 그러나, 임의의 적합한 기구가 데이터 요소 사이의 관계를 설정하는 포인터, 태그 또는 다른 메커니즘의 사용을 통한 것을 포함하여, 데이터 구조의 필드에서 정보 사이의 관계를 설정하는데 사용될 수도 있다.

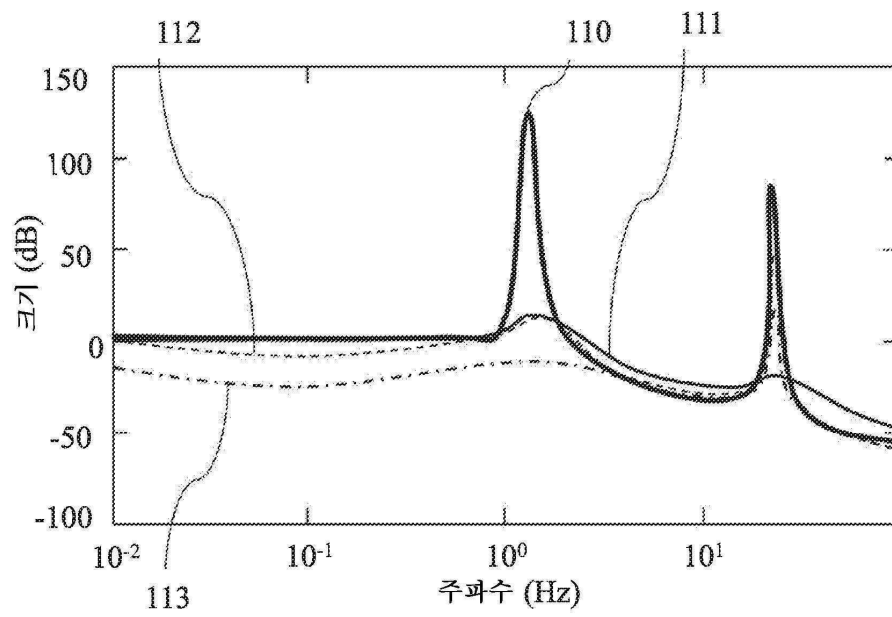
[0246] 본 발명의 교시가 다양한 실시예 및 예와 함께 설명되었지만, 본 발명의 교시는 이러한 실시예 또는 예에 한정되도록 의도되는 것은 아니다. 대조적으로, 본 발명의 교시는 통상의 기술자들에 의해 이해될 수 있는 바와 같이, 다양한 대안, 수정 및 등가물을 포함한다. 이에 따라, 상기 설명 및 도면은 단지 예시적인 것이다.

도면

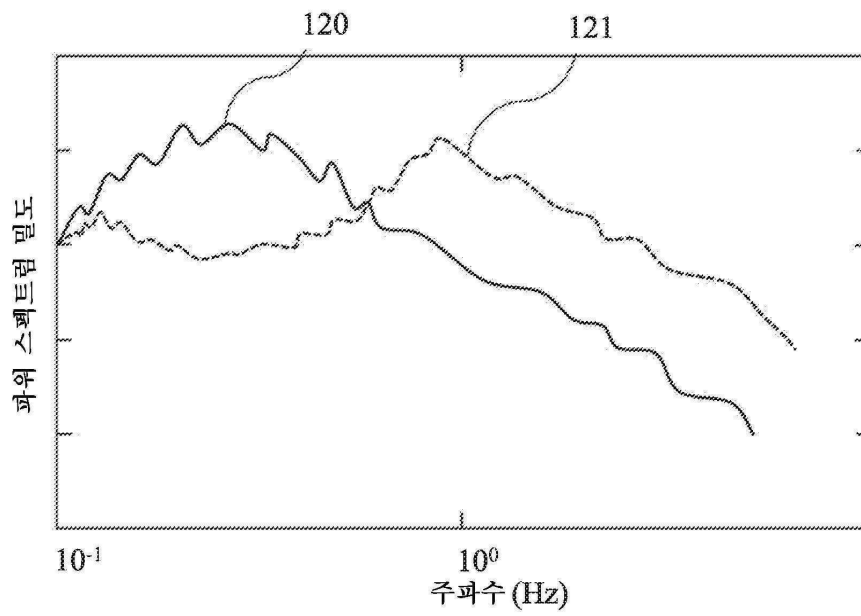
도면1



도면2



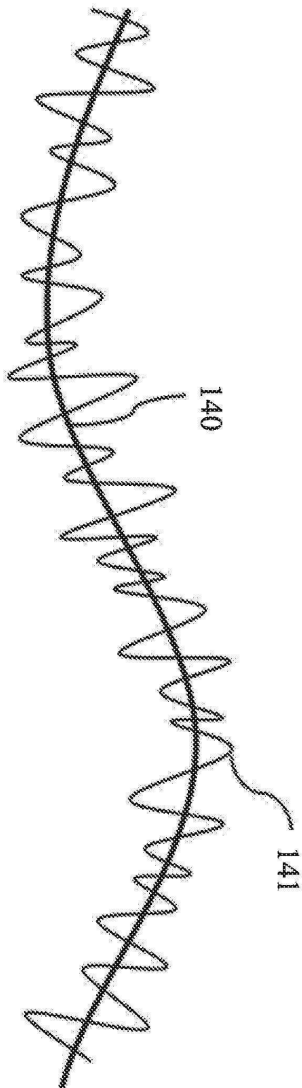
도면3



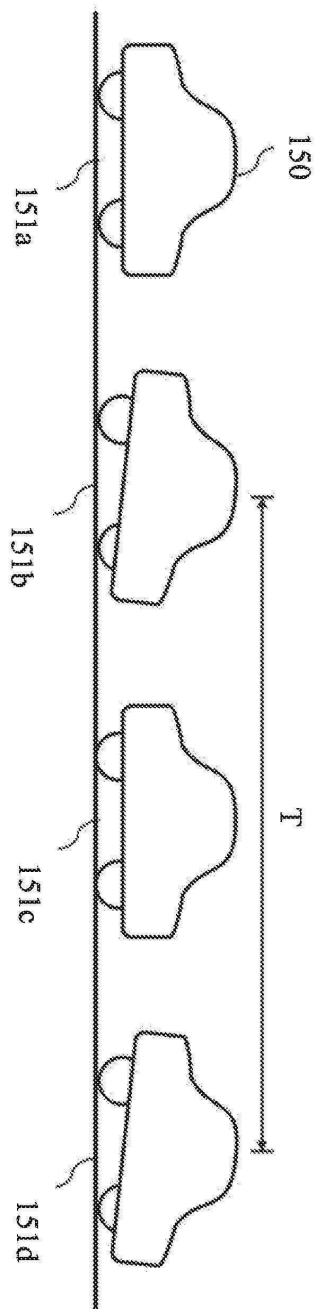
도면4



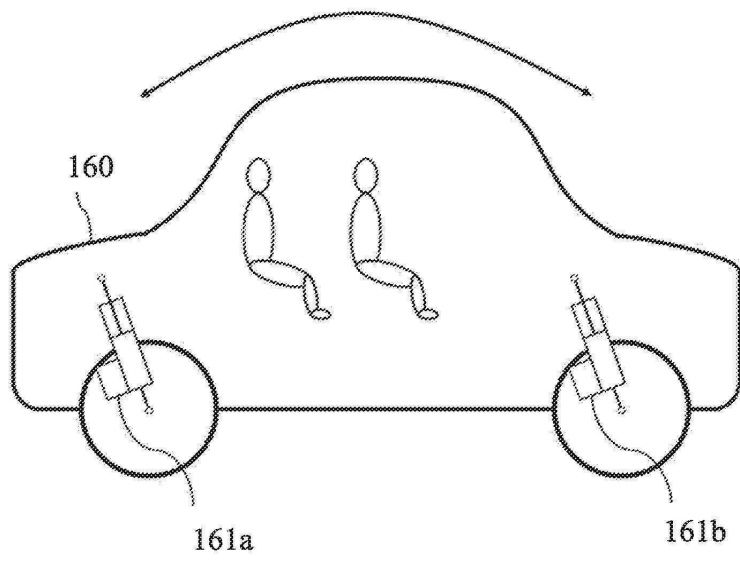
도면5



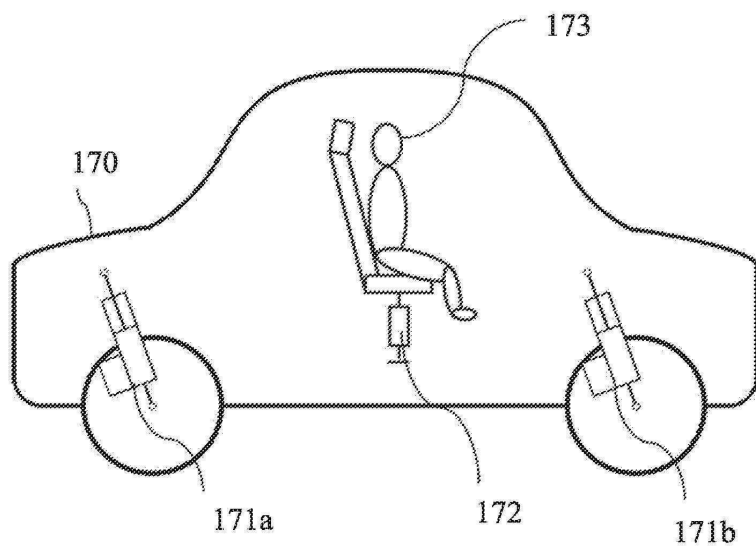
도면6



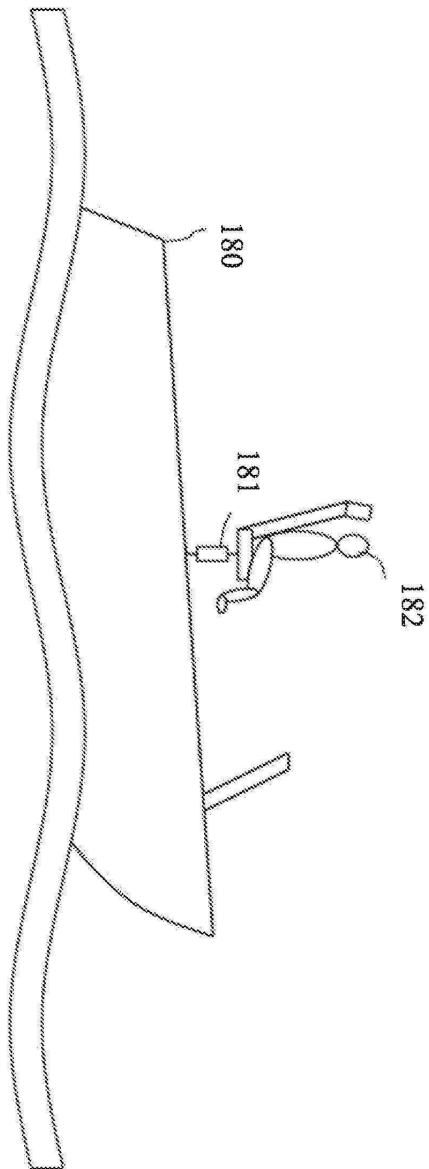
도면7



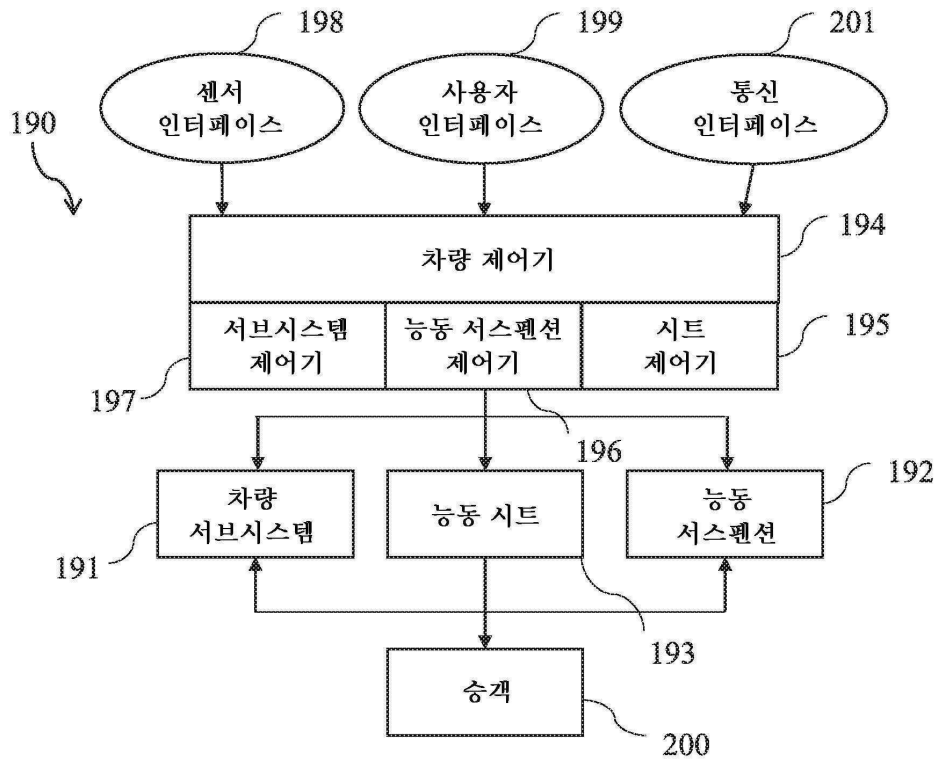
도면8



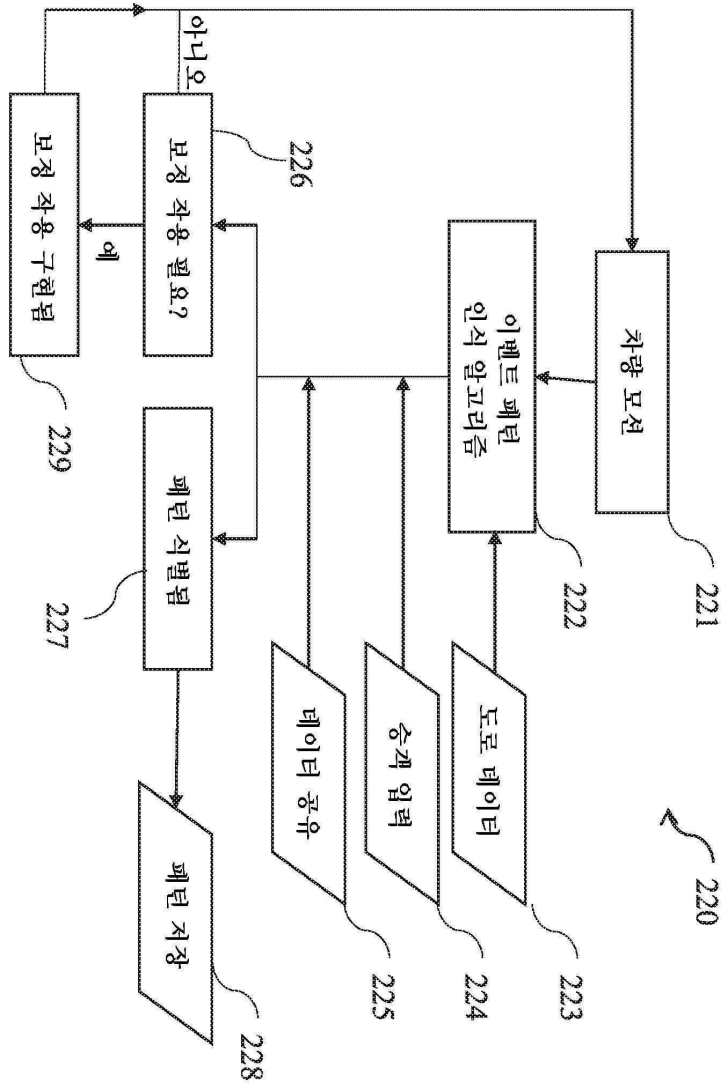
도면9



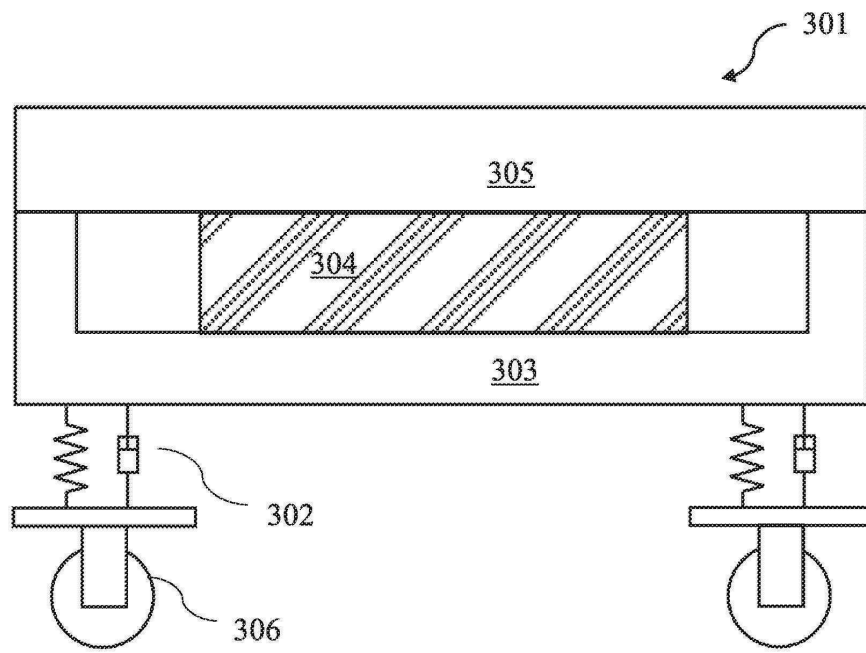
도면10



도면11

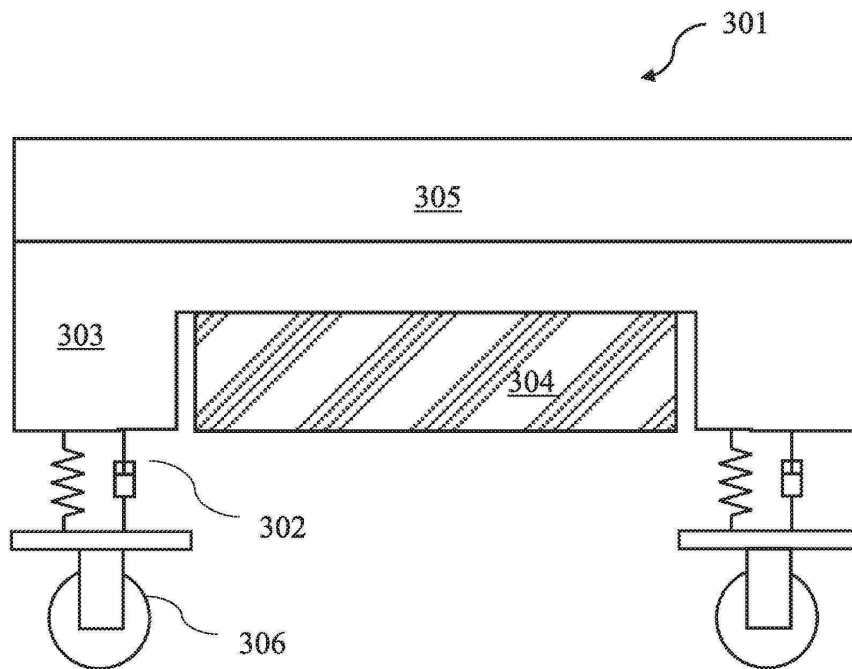


도면12



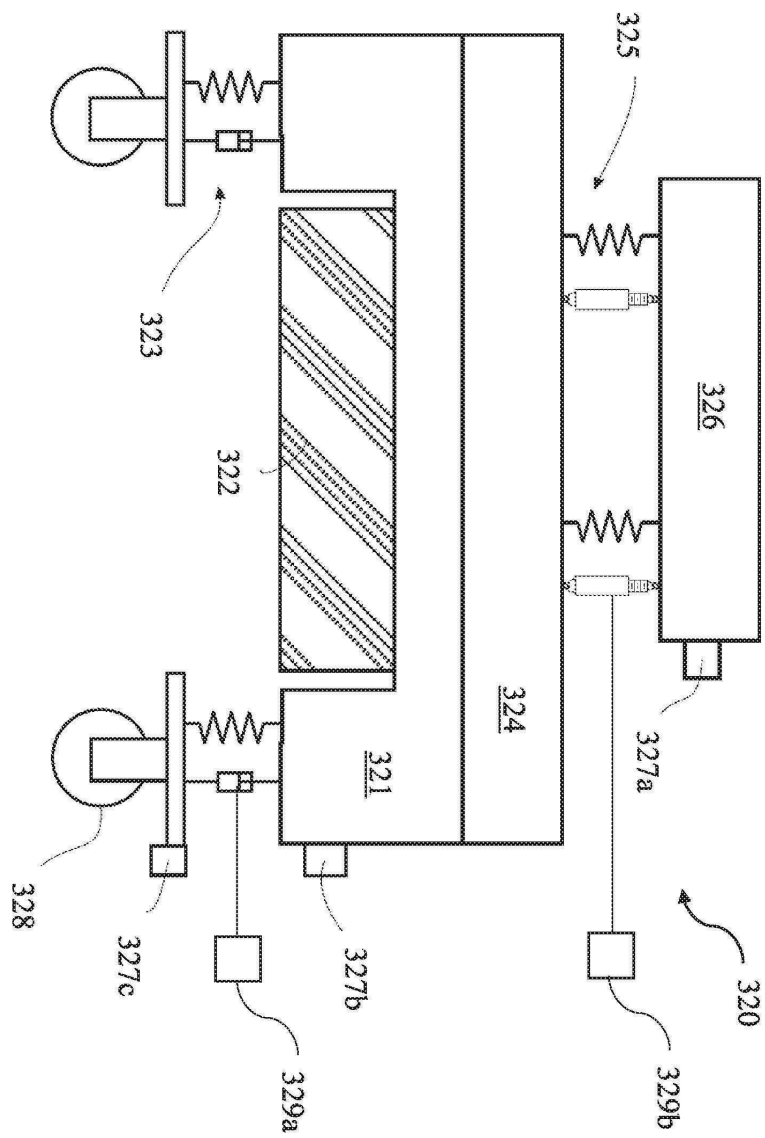
(종래 기술)

도면13

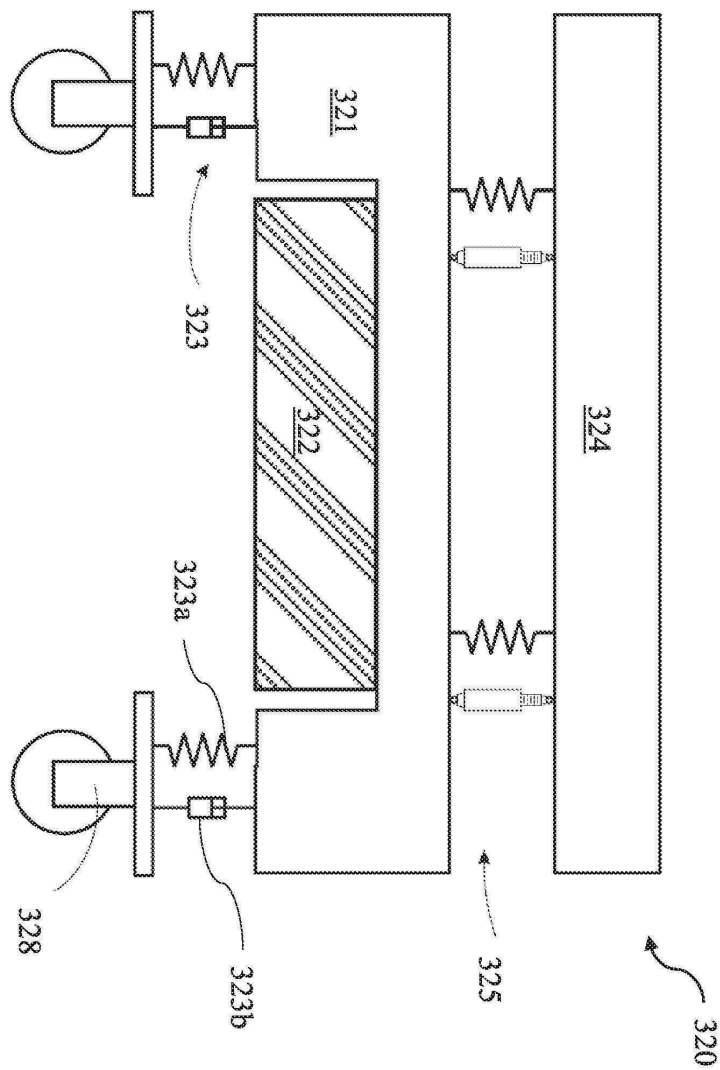


종래 기술

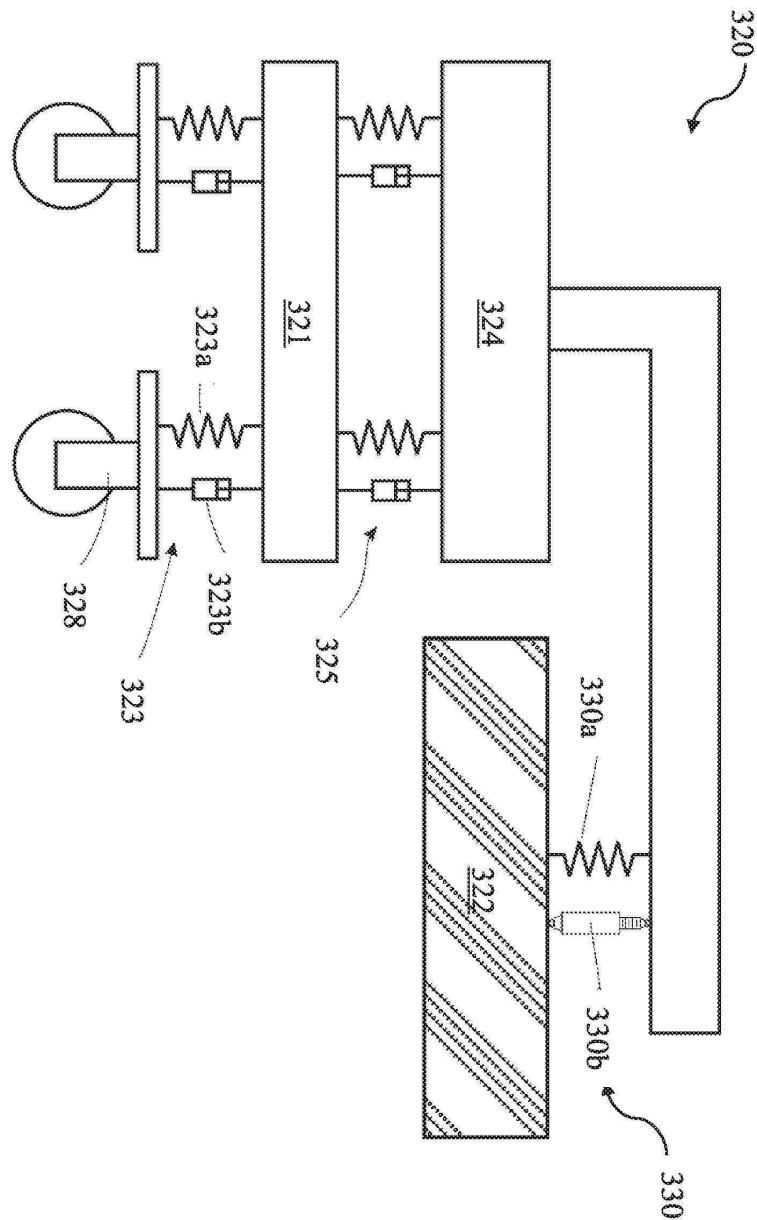
도면14



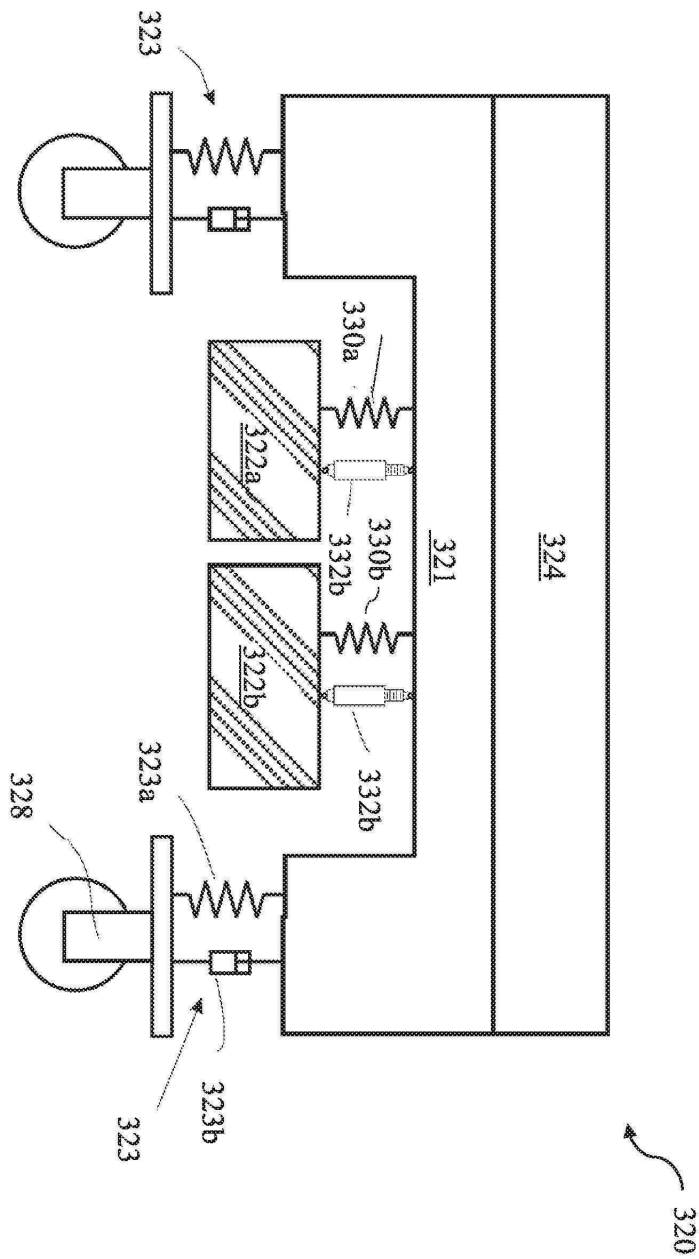
도면15



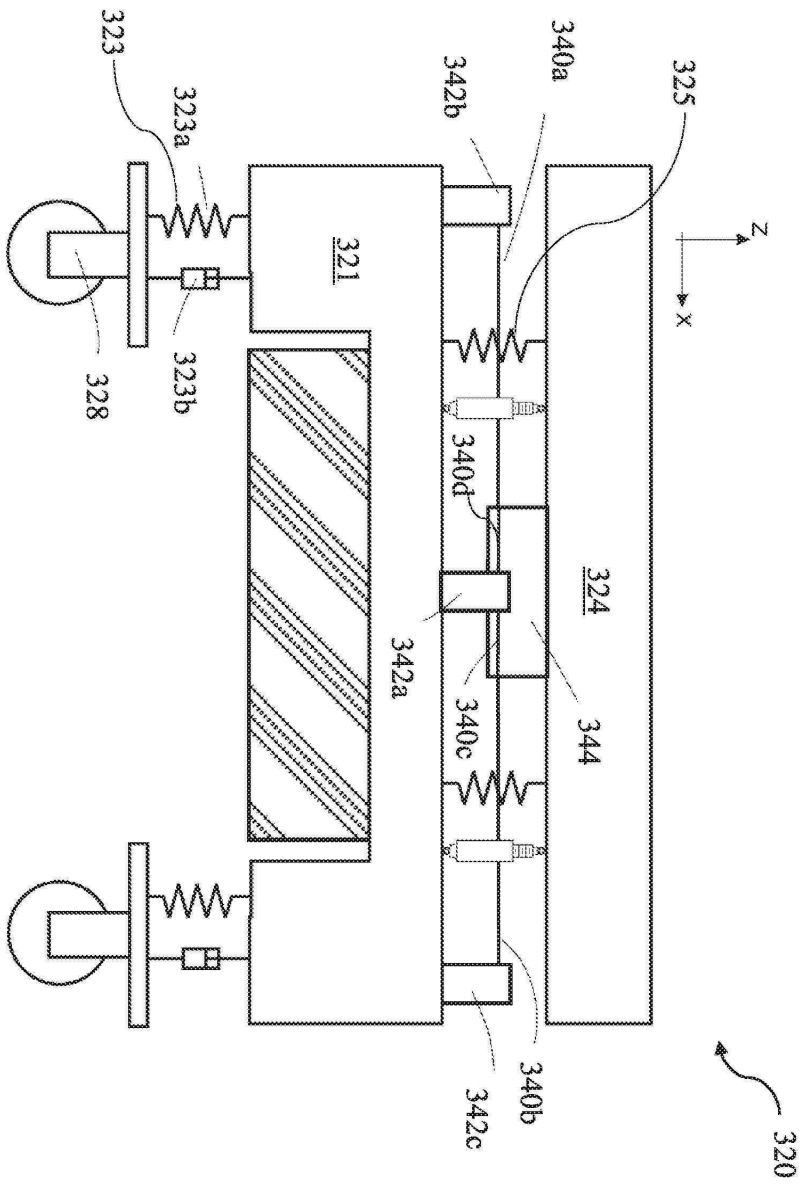
도면16



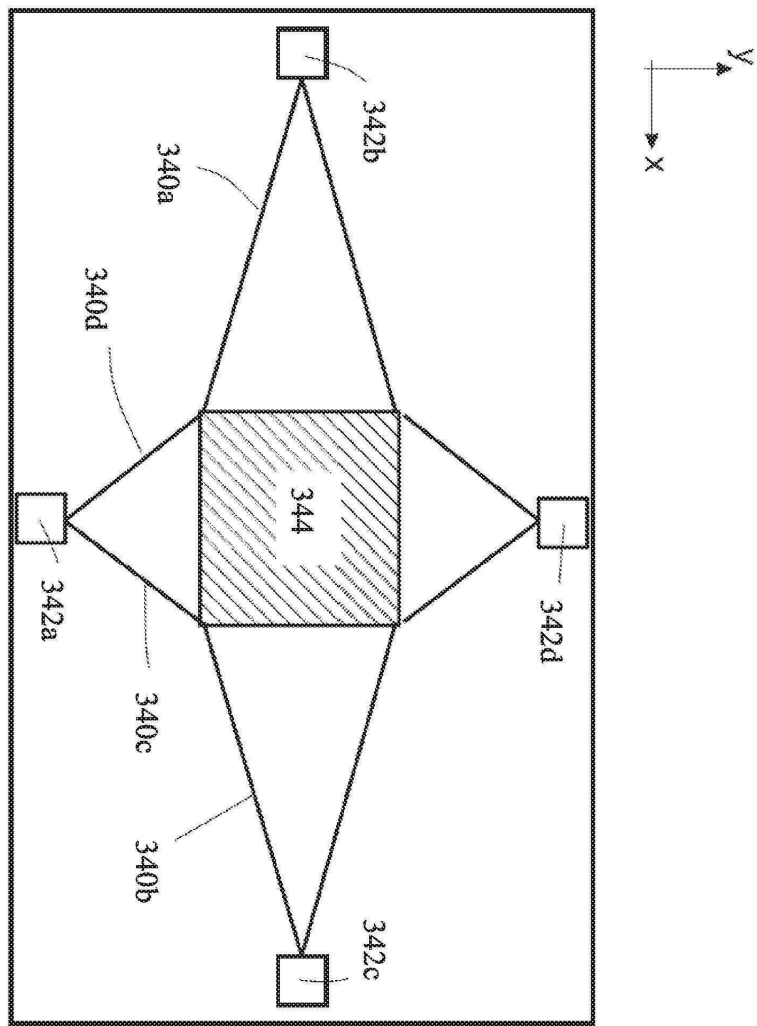
도면17



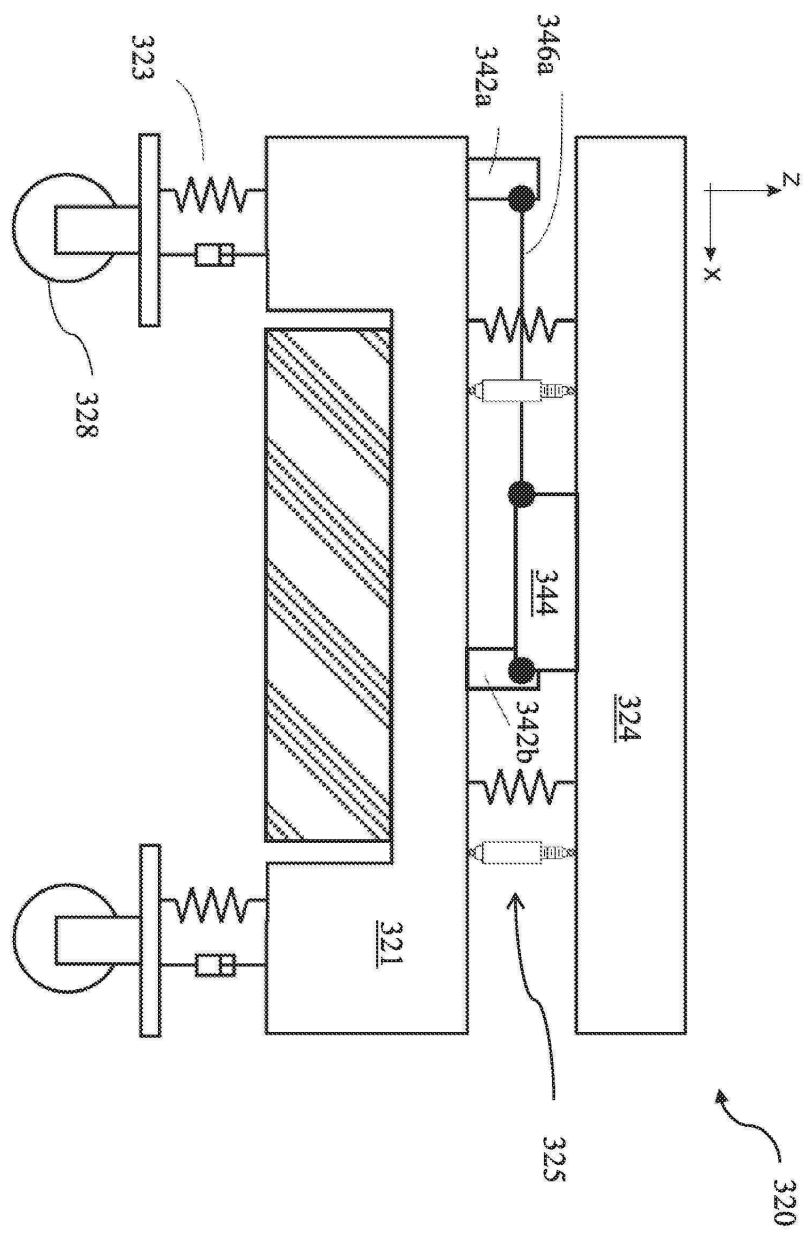
도면18



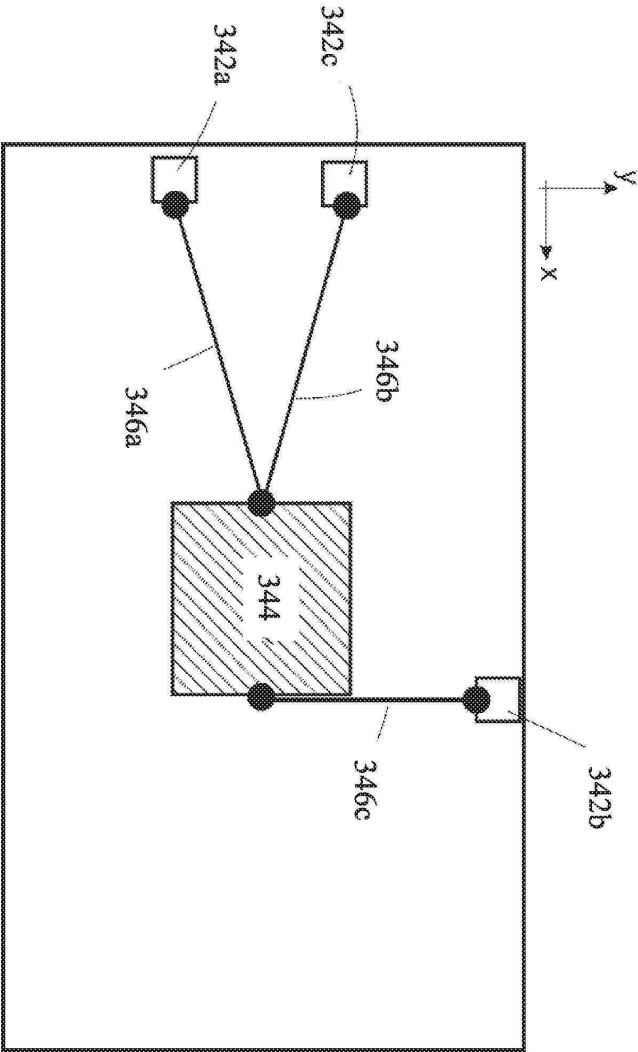
도면19



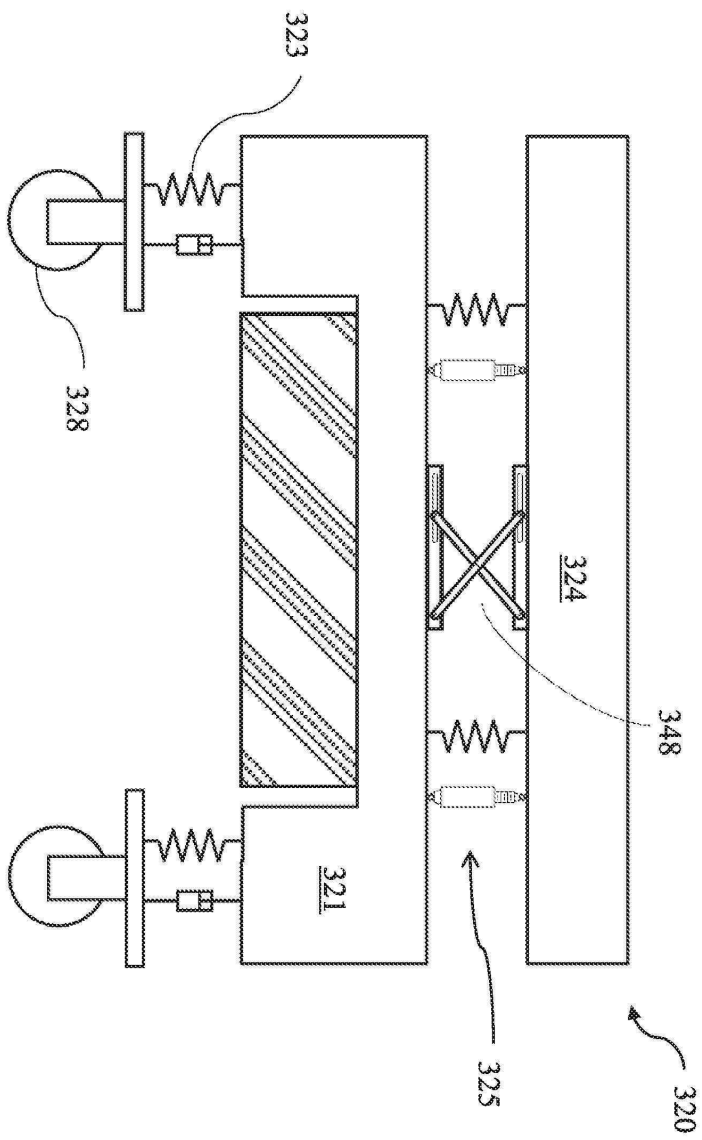
도면20



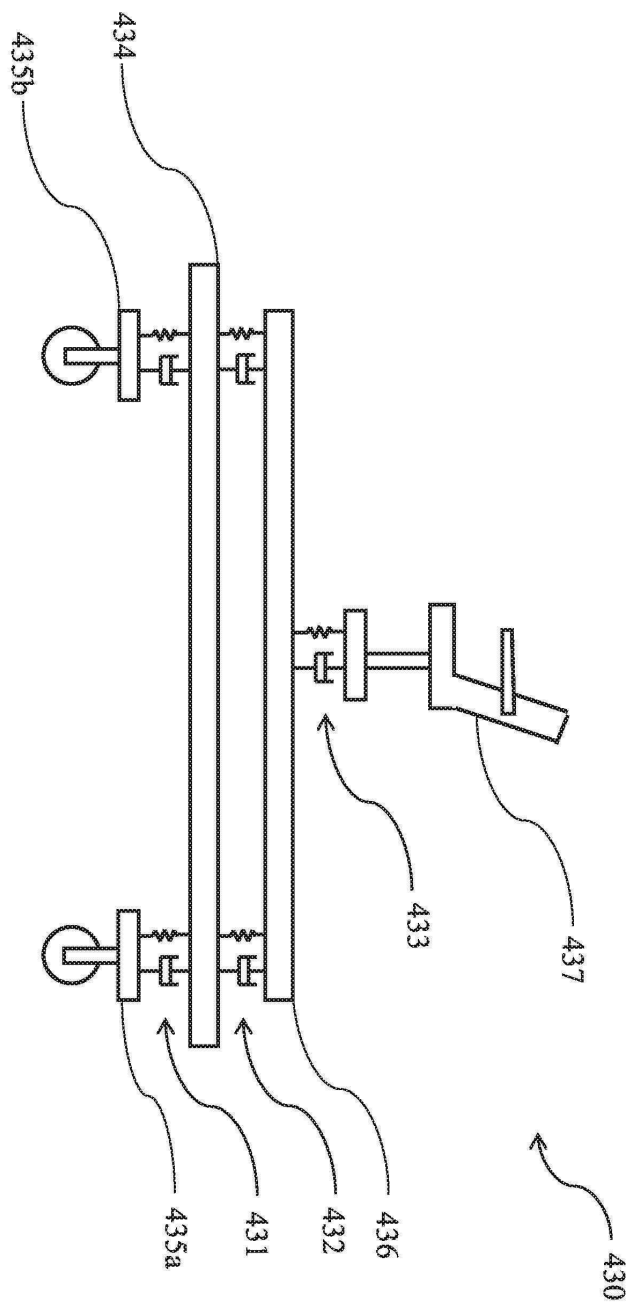
도면21



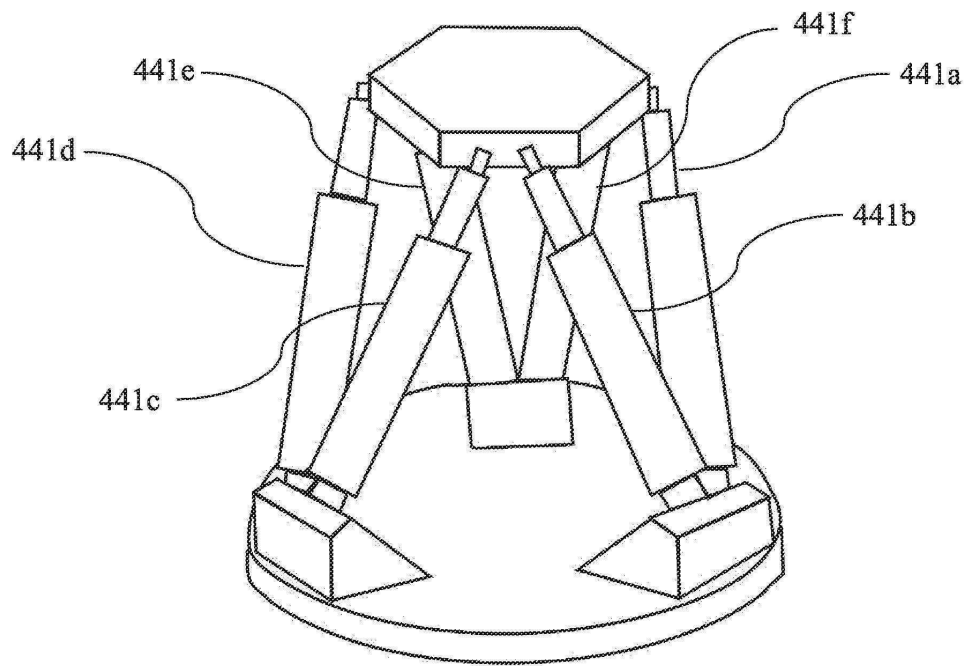
도면22



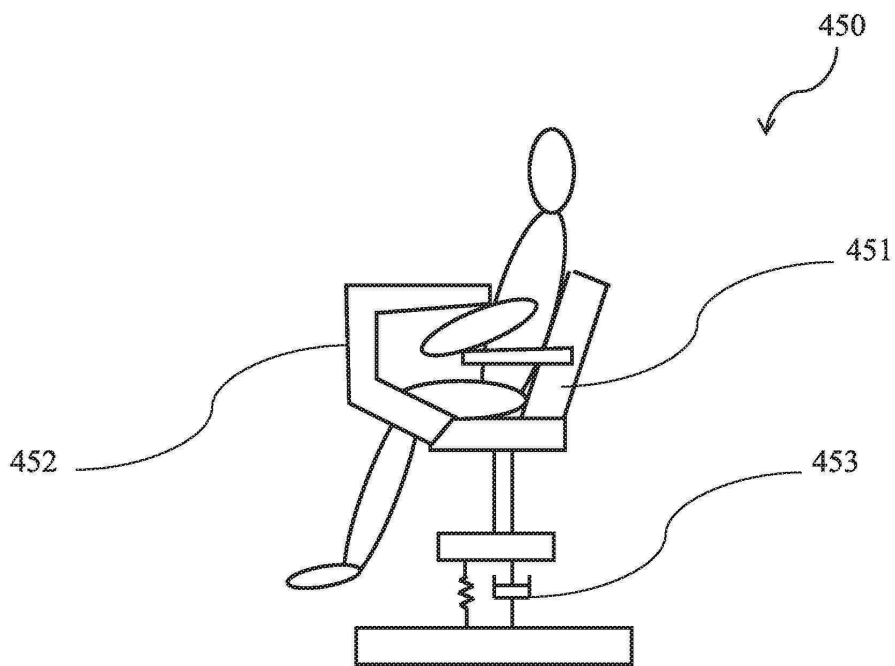
도면23



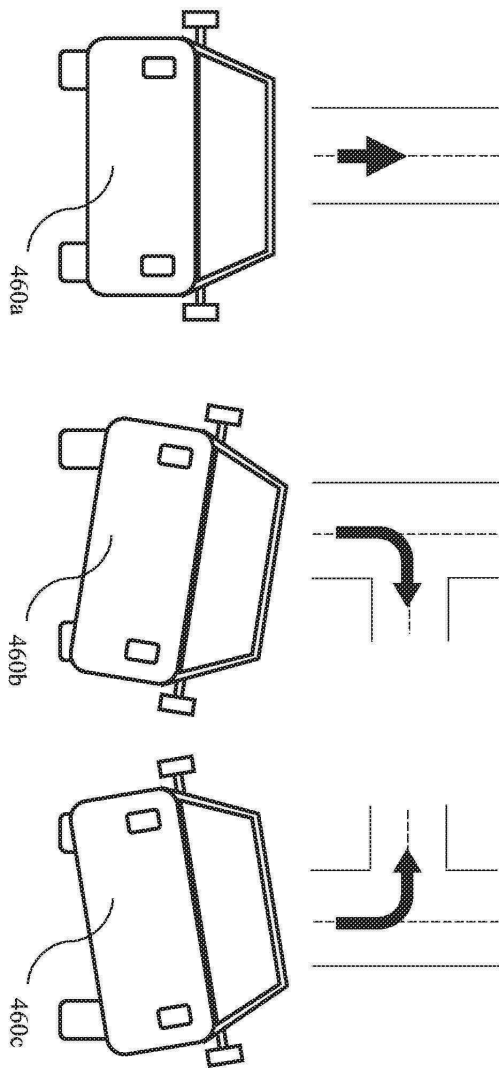
도면24



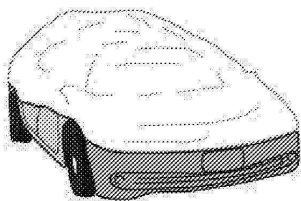
도면25



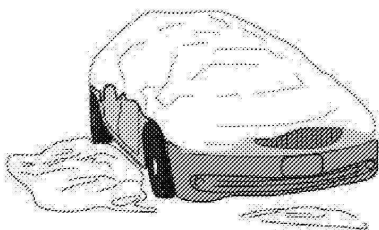
도면26



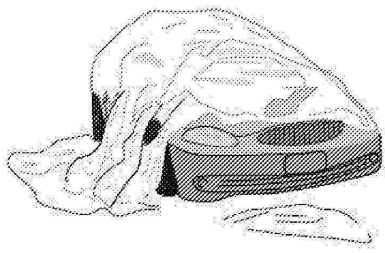
도면27a



도면27b



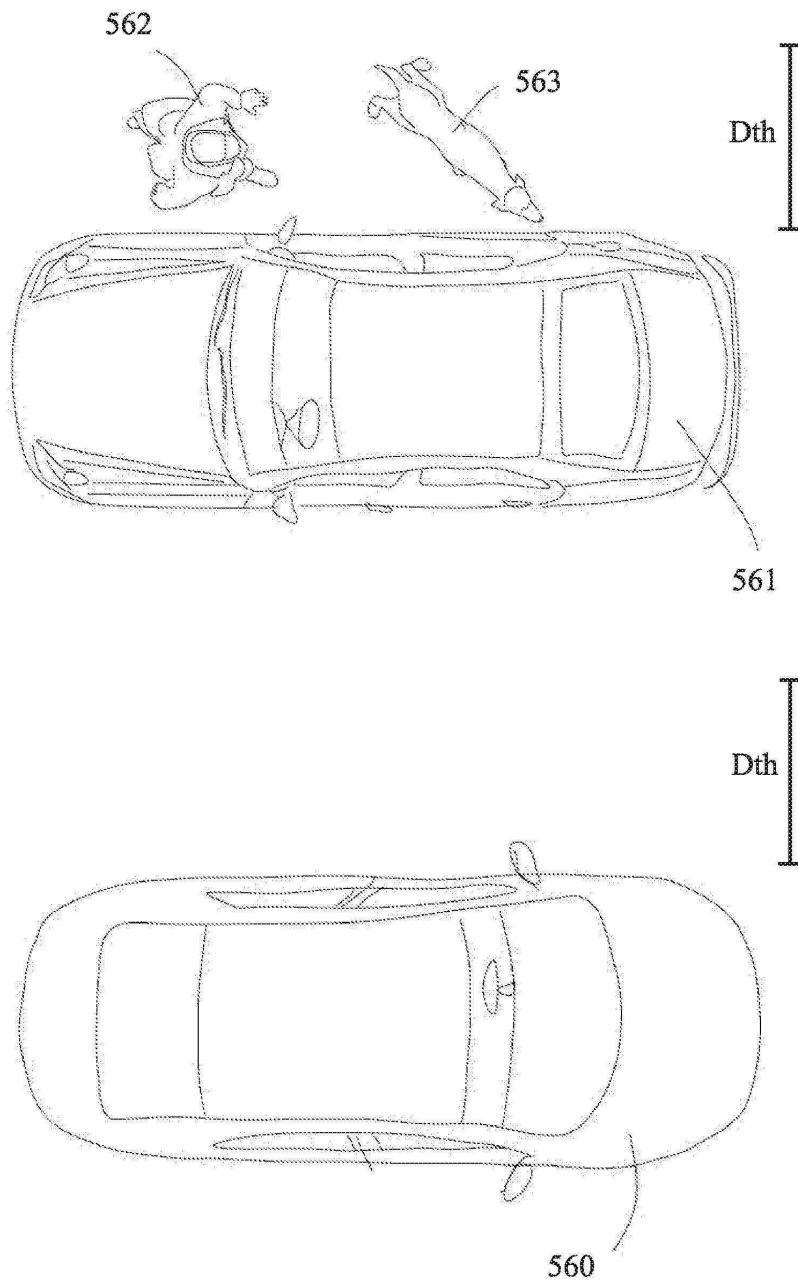
도면27c



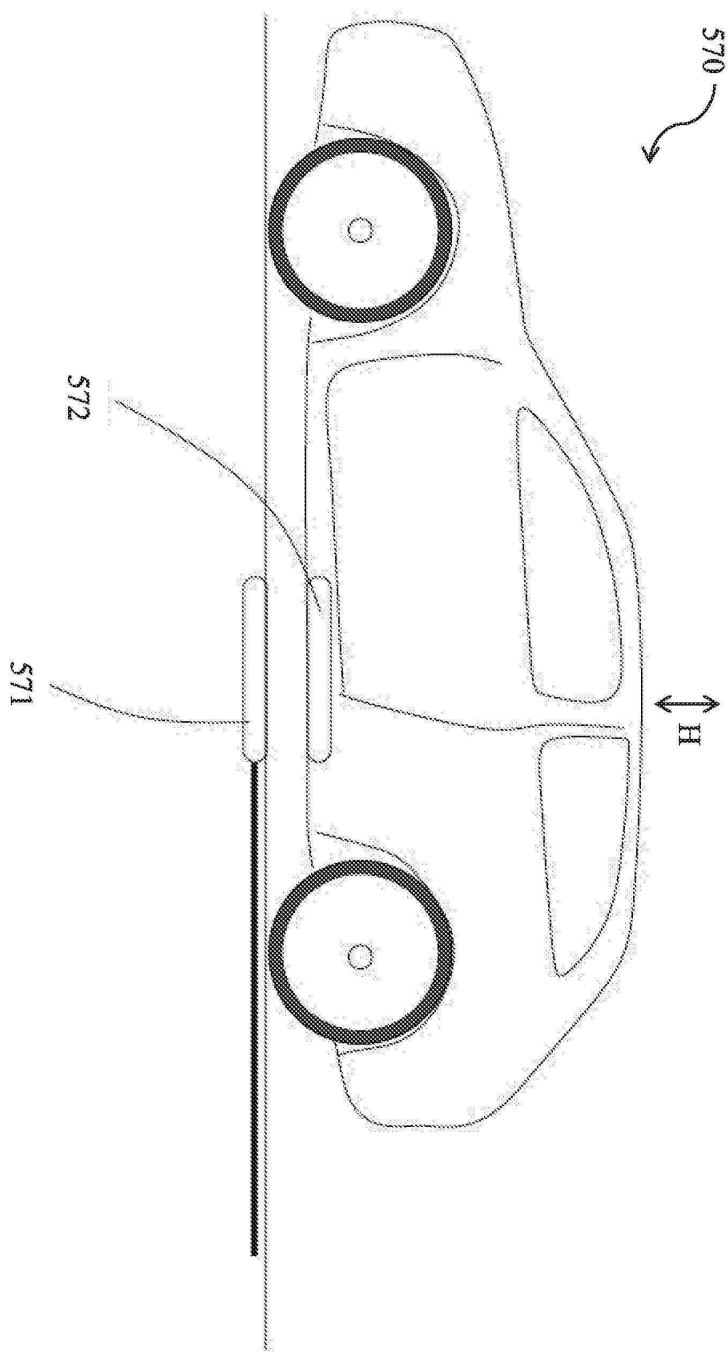
도면27d



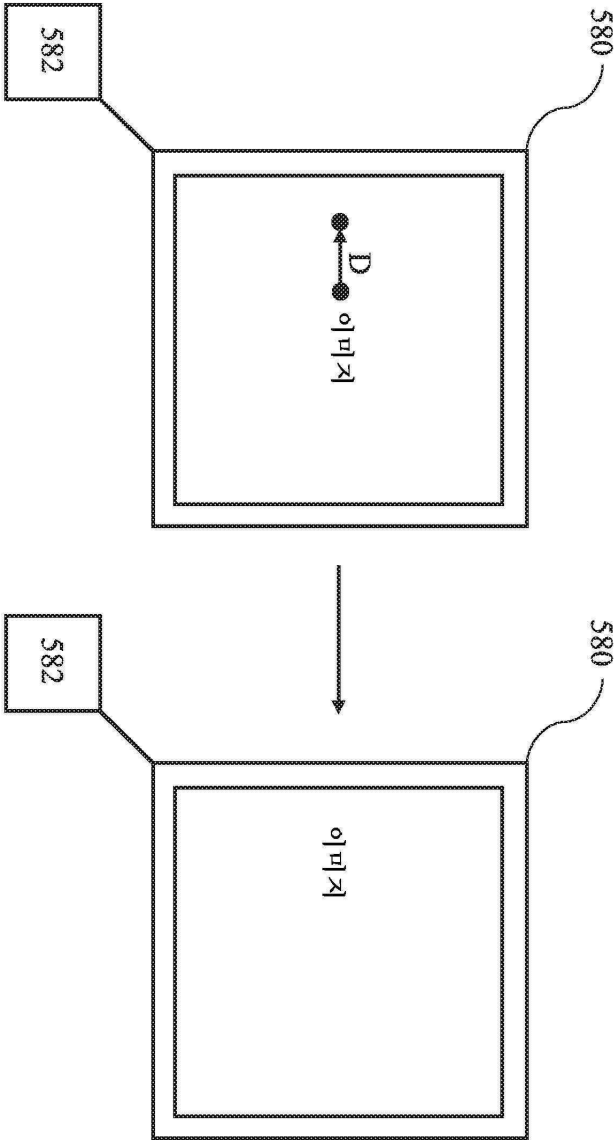
도면28



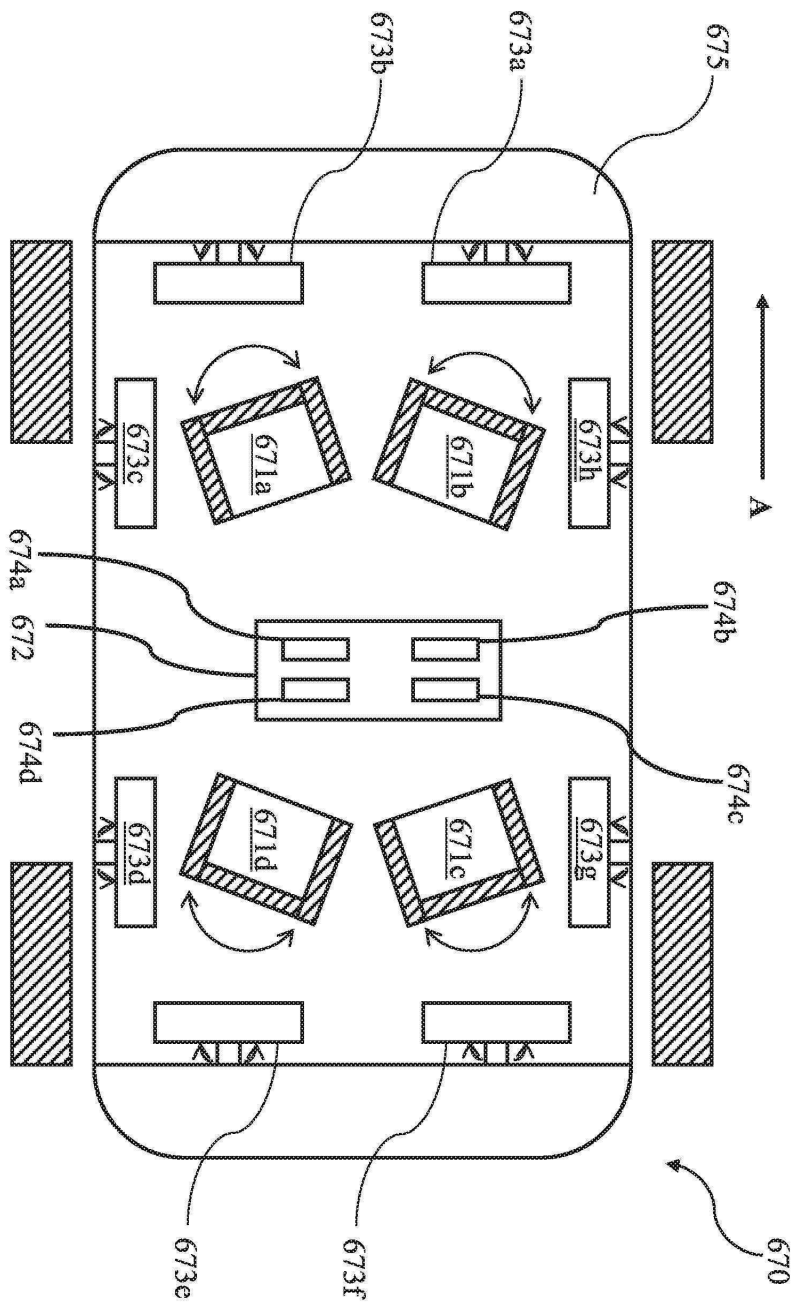
도면29



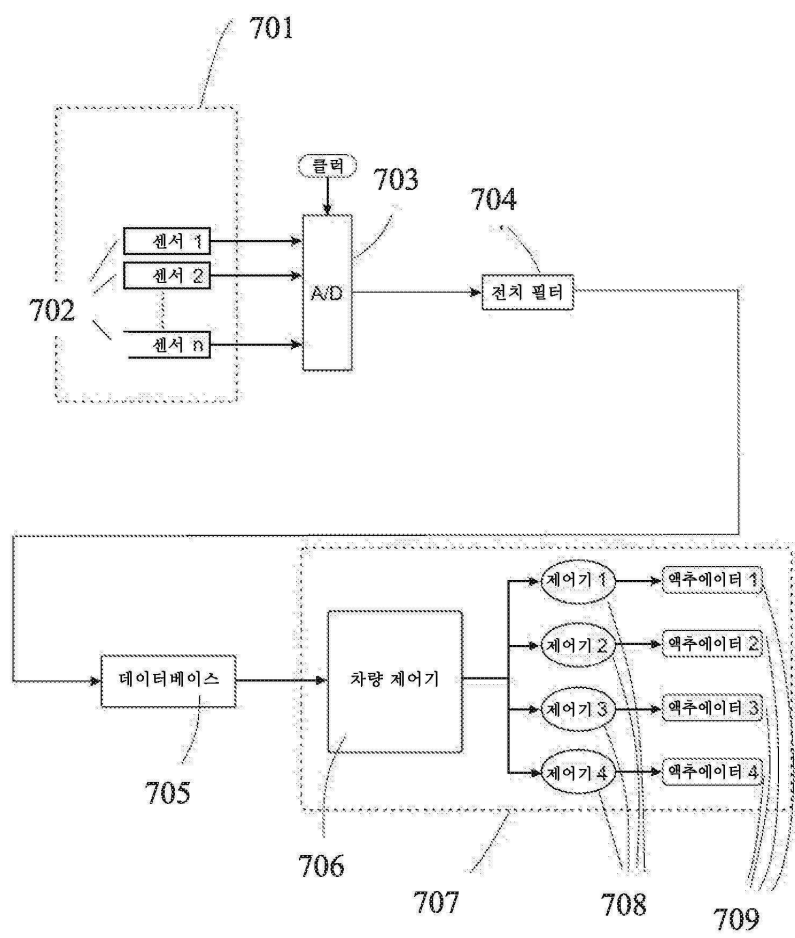
도면30



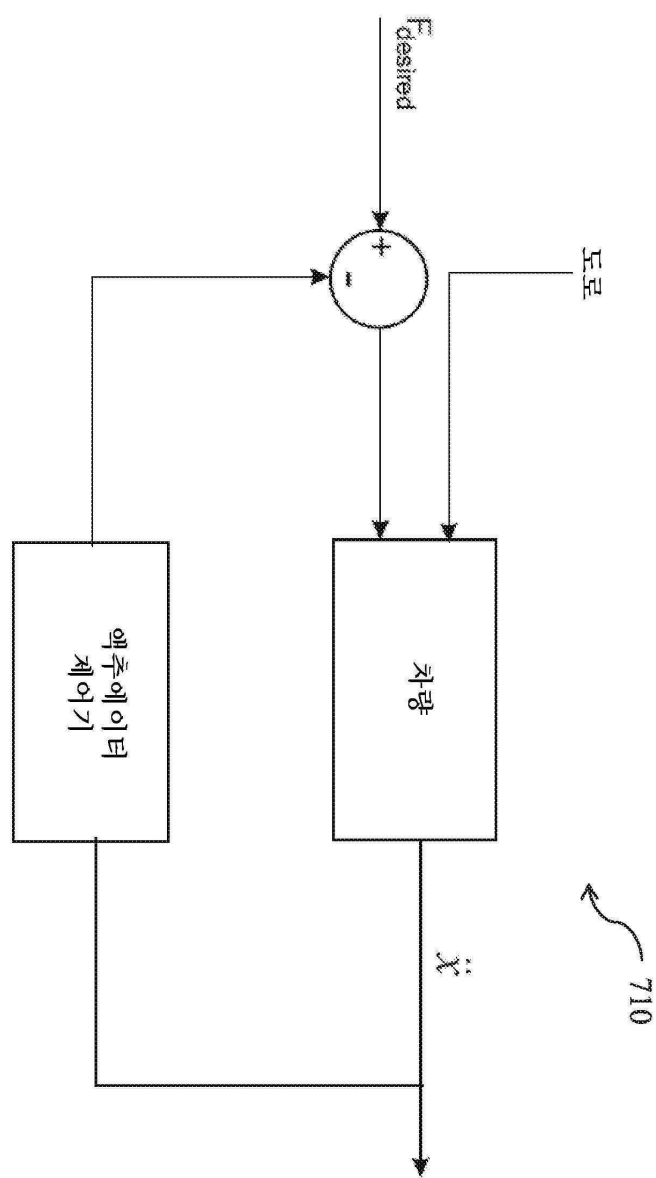
도면31



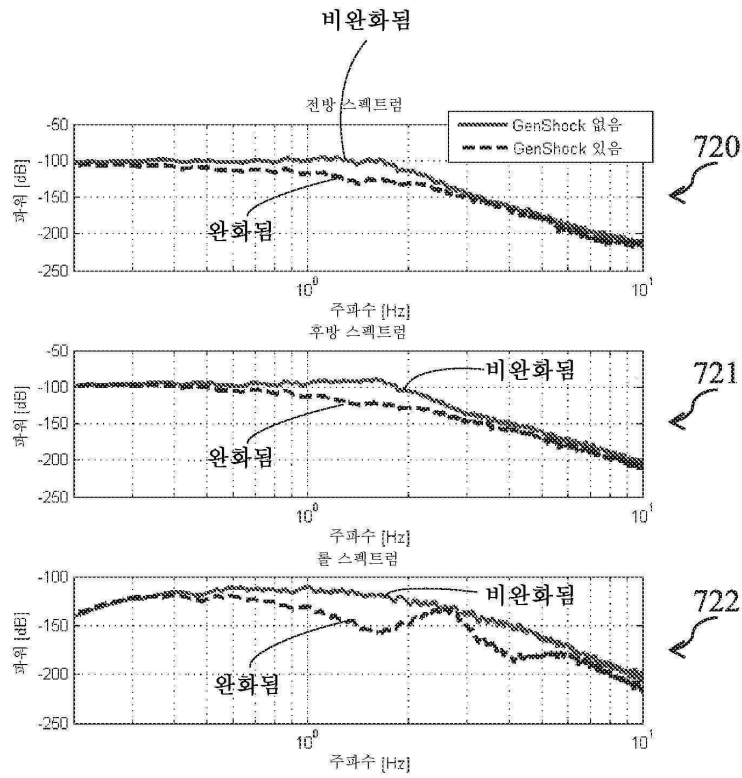
도면32



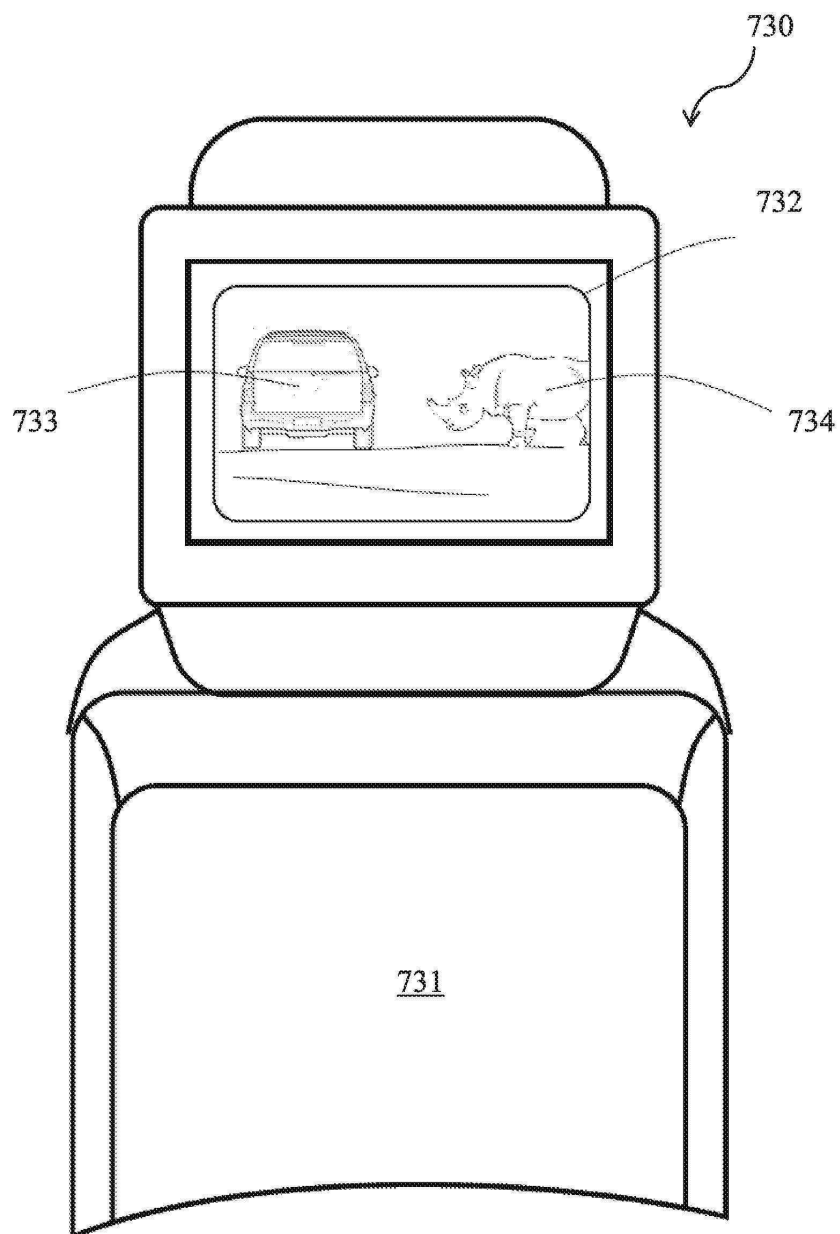
도면33



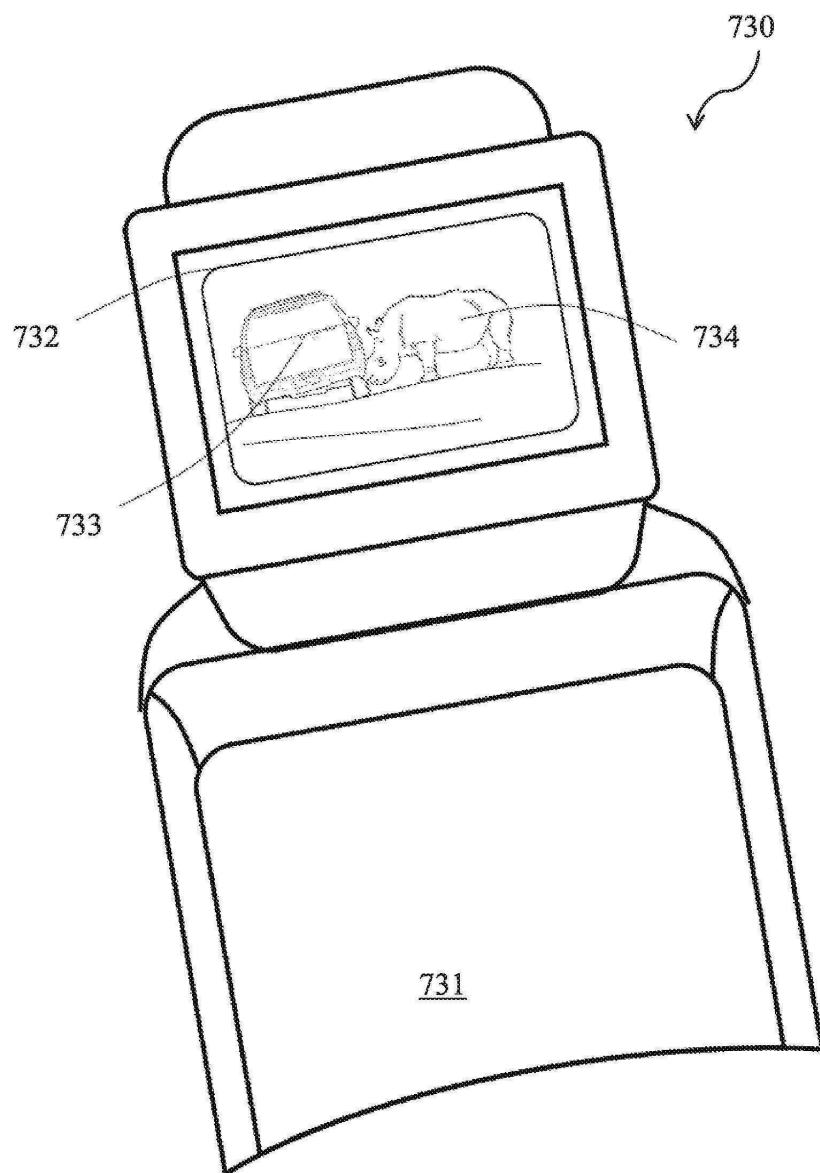
도면34



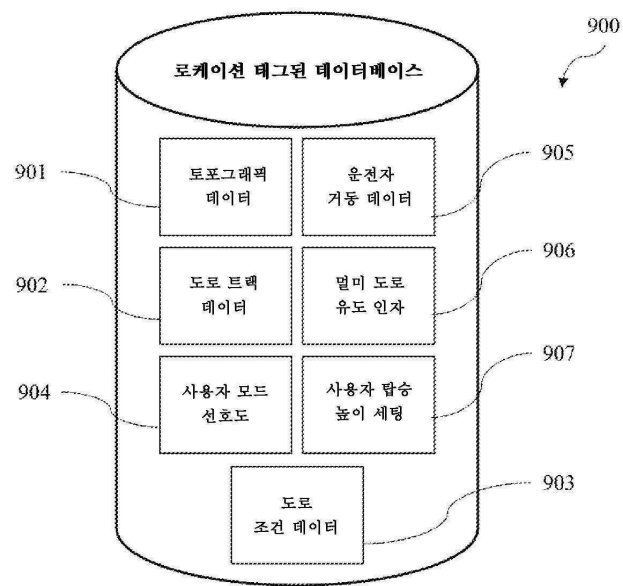
도면35



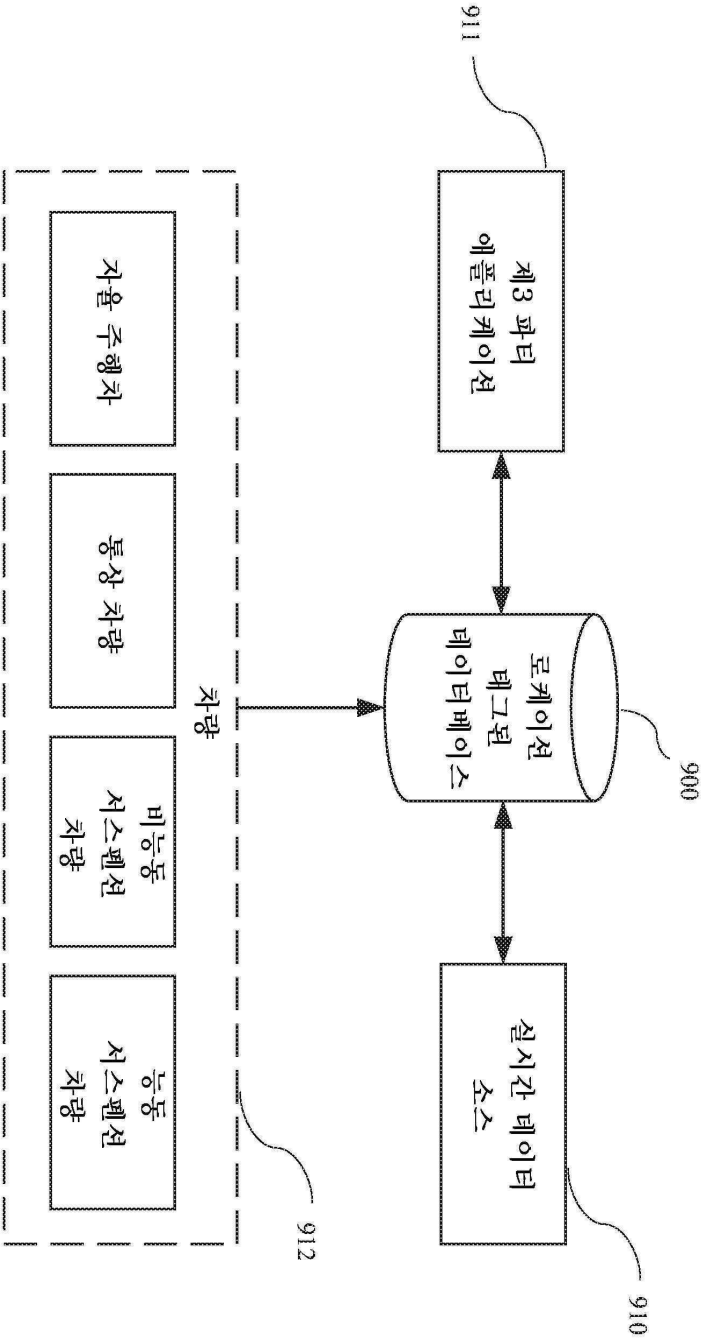
도면36



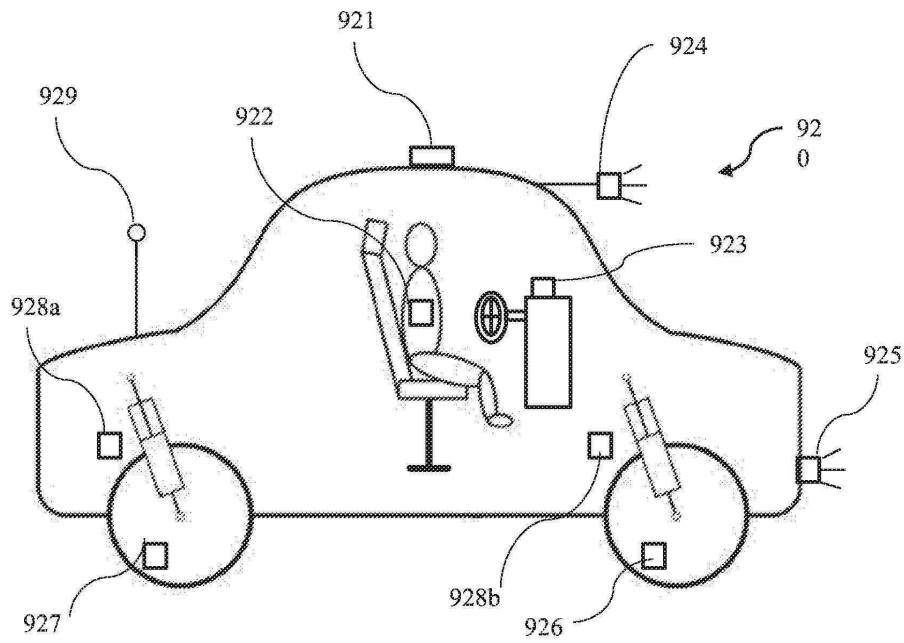
도면37



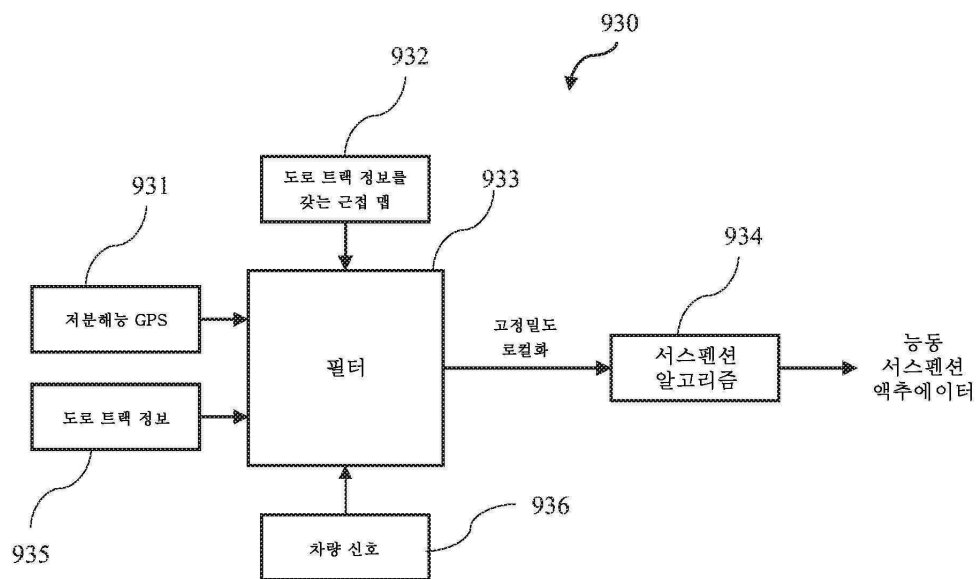
도면38



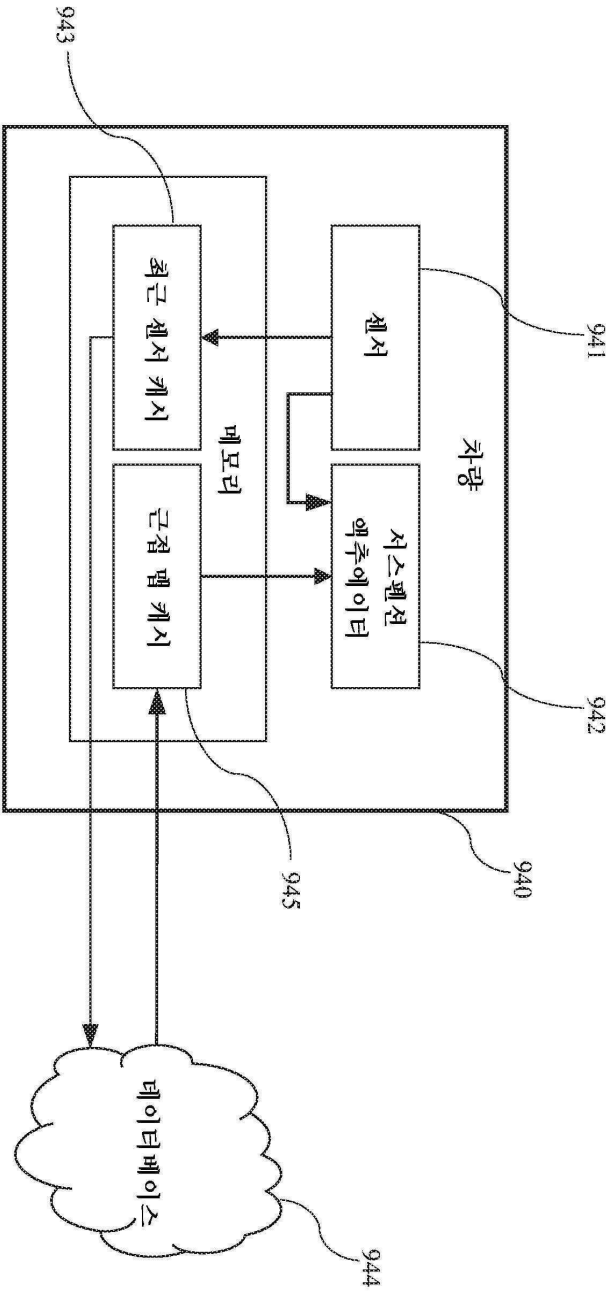
도면39



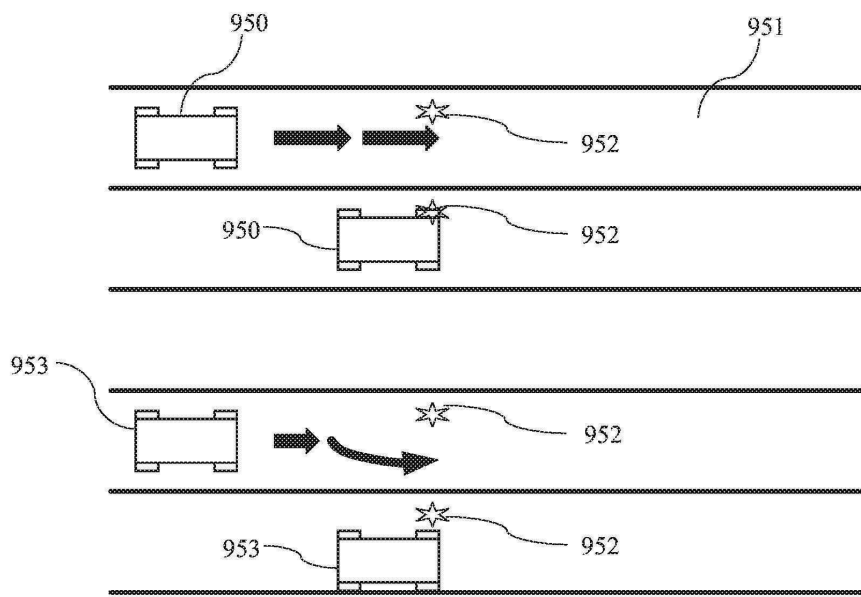
도면40



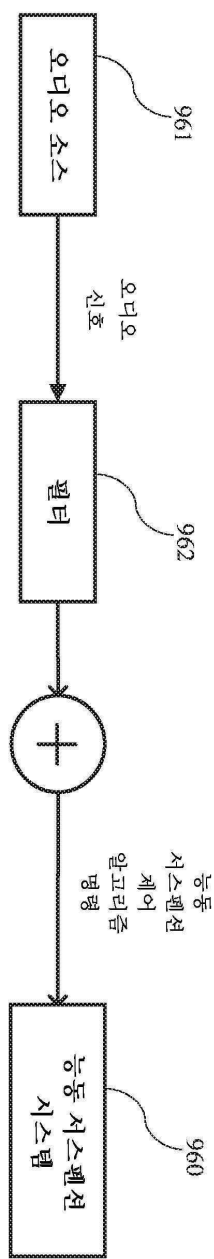
도면41



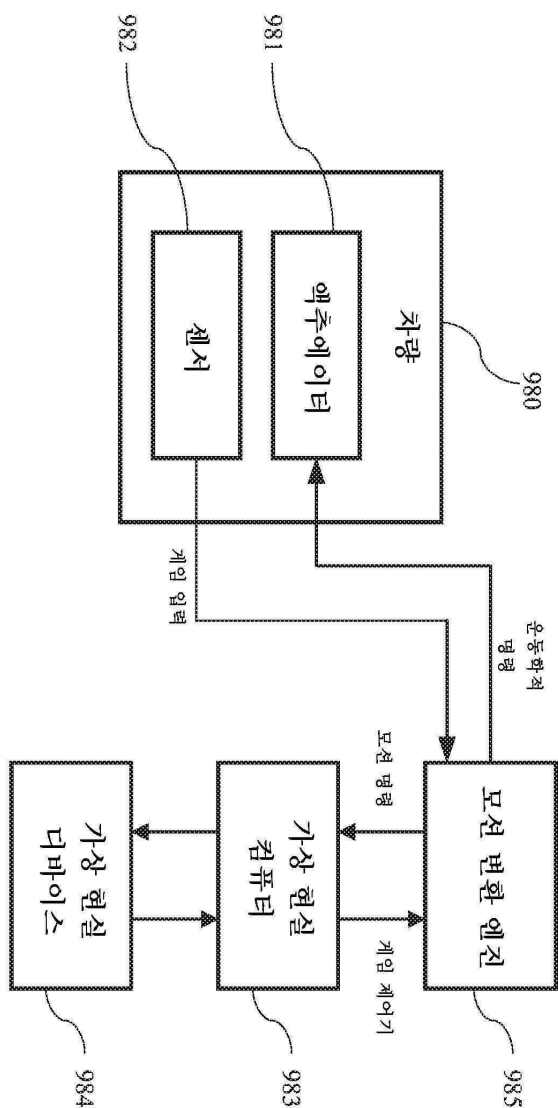
도면42



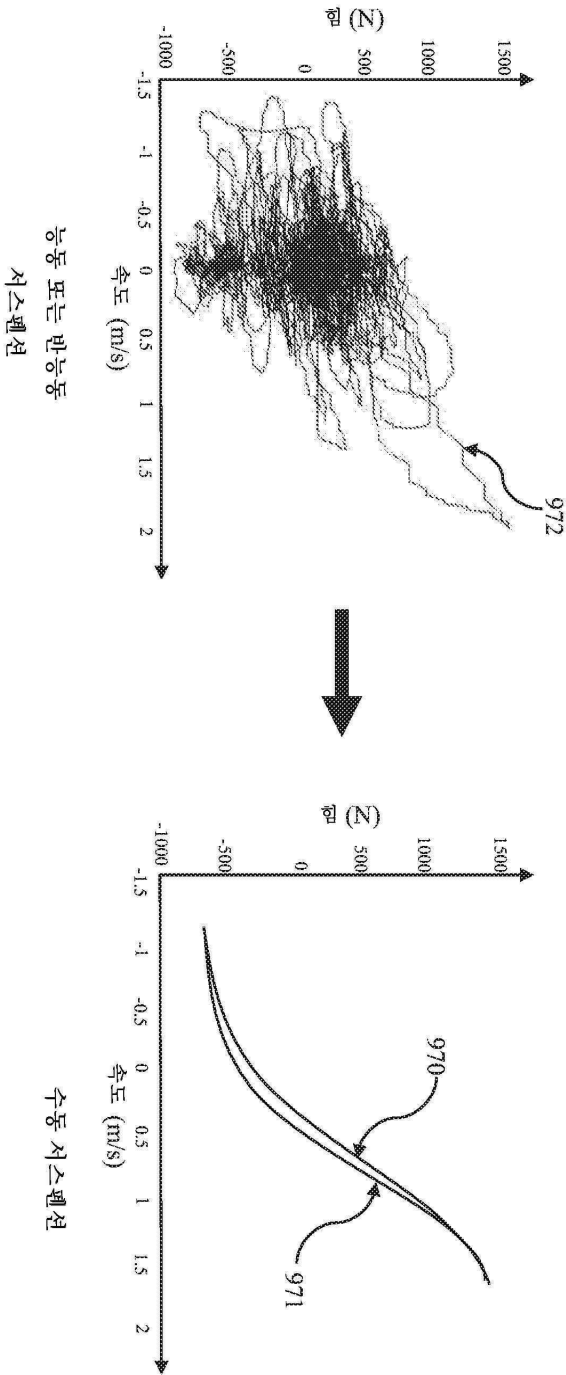
도면43



도면44

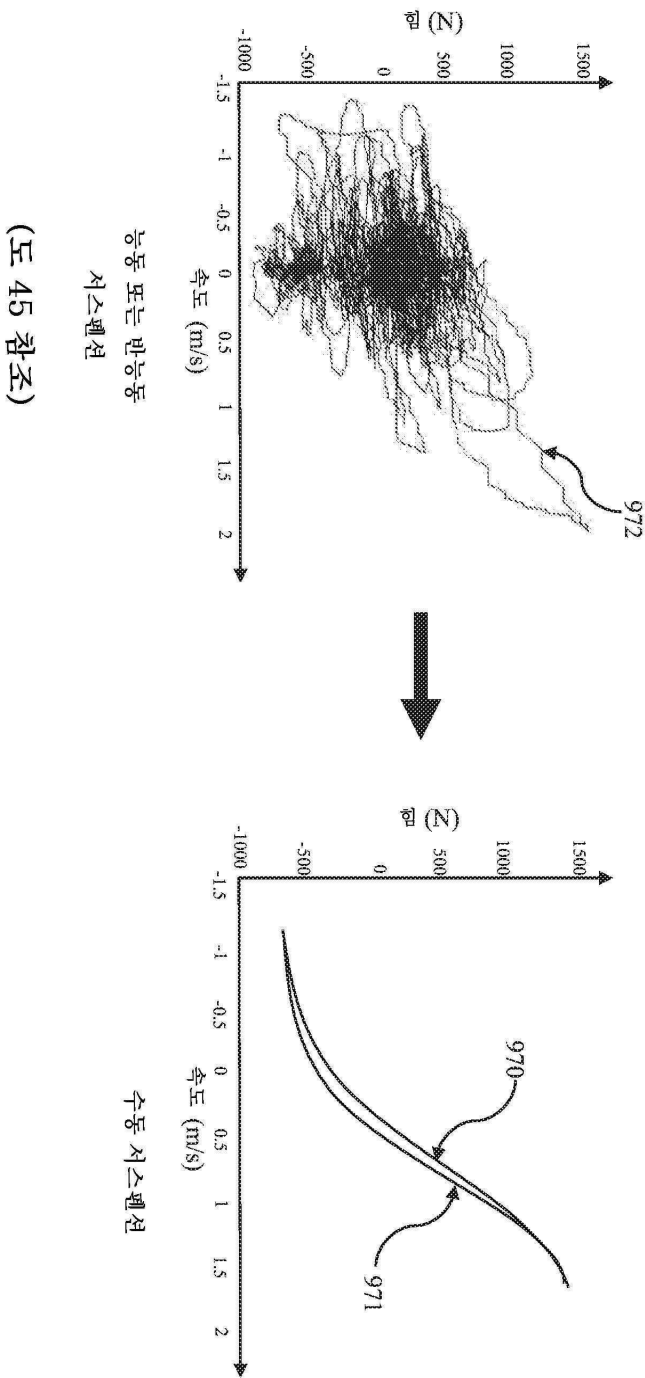


도면45



(도 46 참조)

도면46



도면47

