



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년10월26일
(11) 등록번호 10-1912109
(24) 등록일자 2018년10월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 21/30 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01B 21/30 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7004584

(22) 출원일자(국제) 2015년06월09일
심사청구일자 2016년02월22일

(85) 번역문제출일자 2016년02월22일

(65) 공개번호 10-2016-0037957

(43) 공개일자 2016년04월06일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2015/001158

(87) 국제공개번호 WO 2015/188930

국제공개일자 2015년12월17일

(30) 우선권주장

102014008501.5 2014년06월09일 독일(DE)

102014008588.0 2014년06월10일 독일(DE)

(56) 선행기술조사문헌

US04422322 A*

JP04500492 A*

JP2013079889 A*

JP2002012138 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

나라 다이내믹스 에이비

스웨덴 린취핑 58330 왈렌베르그스 가타 4

(72) 발명자

스반테손, 토마스

스웨덴 린취핑 에스-58951 브론잘더스가탄 56

요한손, 리카르드

스웨덴 린취핑 에스-58216 웨스트만스가탄 100에이

노렌, 올레

스웨덴 린취핑 에스-58214 드라반트가탄 24디

(74) 대리인

이철희, 고유호

전체 청구항 수 : 총 15 항

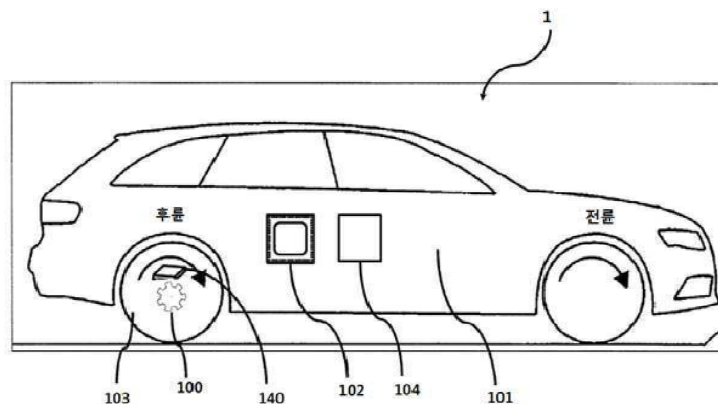
심사관 : 김윤선

(54) 발명의 명칭 노면에서 단기적 불규칙성의 검출

(57) 요약

본 발명은, 제1 센서를 사용하여, 제1 바퀴에서 시간 의존성 변동을 나타내는 제1 센서 신호를 결정하고; 제2 센서를 사용하여, 차량 세시의 수직 움직임을 나타내는 제2 센서 신호를 결정하고; 제1 센서 신호 및 제2 센서 신호에 기초하여 운전중인 차량 아래의 노면의 단기적 불규칙성을 검출하는 것에 의해, 제1 바퀴를 가지는 운전중인 차량 아래의 단기적 불규칙성의 검출에 관한 것이다.

대표도 - 도1a



명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 제1 바퀴를 가지는 운전중인 차량 아래의 노면의 단기적 불규칙성을 검출하기 위한 방법으로서,

- a) 제1 센서를 사용하여 제1 센서 신호를 결정하는 단계;
- b) 제2 센서를 사용하여 차량 새시의 시간 의존성 수직 움직임을 나타내는 제2 센서 신호를 결정하는 단계; 및
- c) 상기 제1 센서 신호 및 상기 제2 센서 신호에 기초하여 상기 운전중인 차량 아래의 노면의 단기적 불규칙성을 검출하는 단계를 포함하되,

상기 제1 센서는 바퀴속도 센서이고,

상기 제1 센서신호는 제1 바퀴에서 바퀴속도 변동을 나타내는 신호이되,

상기 제1 센서신호에 의해 나타나는 상기 제1 바퀴에서의 바퀴속도 변동에 기초하여 상기 노면의 단기적 불규칙성을 검출하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 센서 신호는 차량의 제1 바퀴의 속도의 시간 의존성 거동을 나타내는 바퀴 속도 신호인 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 센서 신호는 차량의 가속도계로부터의 신호인 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 센서 신호의 상기 바퀴속도 변동은 상기 제1 센서의 2개의 연속적인 내부 신호들 사이의 시간에서의 변화량의 계산에 기초하여 결정되는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 바퀴속도 변동을 결정하는 단계는 매칭된 필터를 사용하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 차량 새시의 시간 의존성 수직 움직임을 결정하는 단계는 차축 높이 센서를 사용하여 상기 제1 바퀴의 바퀴 차축과 상기 차량 새시 사이의 시간 의존성 거리를 결정하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 차량 새시의 시간 의존성 수직 움직임을 결정하는 단계는 상기 제1 바퀴와 관련된 공기 서스펜션 높이 센서를 사용하여 상기 제1 바퀴와 상기 차량 새시 사이의 시간 의존성 거리를 결정하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 차량 새시의 시간 의존성 수직 움직임을 결정하는 단계는 수직 가속도계를 사용하여 수직 가속도를 결정하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 하나 이상의 검출된 단기적 불규칙성에 기초하여 현재 노면 상태의 맵을 발생시키거나 또는 업데이트하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 하나 이상의 검출된 단기적 불규칙성에 기초하여 노면의 분류를 업데이트하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 하나 이상의 검출된 단기적 불규칙성 또는 이로부터 유도된 정보에 기초하여 차량의 능동형 서스펜션의 설정을 조절하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 12

제9항에 있어서, 운전자 지원 시스템을 사용하여 하나 이상의 검출된 단기적 불규칙성에 관한 또는 이로부터 유도된 정보를 분배하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 13

제1 바퀴를 가지는 운전중인 차량 아래의 노면의 단기적 불규칙성을 검출하기 위한 시스템으로서,

- a) 제1 센서 신호를 결정하도록 구성된 제1 센서(100);
- b) 차량 새시의 수직 움직임을 나타내는 제2 센서 신호를 결정하도록 구성된 제2 센서(140); 및
- c) 상기 제1 센서 신호 및 상기 제2 센서 신호를 수신하고, 상기 제1 센서 신호 및 상기 제2 센서 신호에 기초하여 운전중인 차량 아래의 노면에 존재하는 단기적 불규칙성을 검출하도록 구성된 평가기(102);를 포함하되, 상기 제1 센서는 바퀴속도 센서이고, 상기 제1 센서신호는 제1 바퀴에서 바퀴속도 변동을 나타내는 신호이고, 상기 제1 센서신호에 의해 나타나는 상기 제1 바퀴에서의 바퀴속도 변동에 기초하여 상기 노면의 단기적 불규칙성을 검출하는 시스템.

청구항 14

컴퓨팅 디바이스에서 실행될 때,

- a) 제1 센서를 사용하여, 제1 센서 신호를 결정하고;
- b) 제2 센서를 사용하여, 차량 새시의 수직 움직임을 나타내는 제2 센서 신호를 결정하고;
- c) 상기 제1 센서 신호 및 상기 제2 센서 신호에 기초하여 운전중인 차량 아래의 노면의 단기적 불규칙성을 검출하는 것에 의해, 제1 바퀴를 가지는 상기 운전중인 차량 아래에서 노면의 단기적 불규칙성을 검출하기 위해 프로세서를 제어하도록 구성되되, 상기 제1 센서는 바퀴속도 센서이고, 상기 제1 센서신호는 상기 제1 바퀴에서의 바퀴속도 변동을 나타내는 신호이고, 상기 제1 센서신호에 의해 나타나는 상기 제1 바퀴에서의 바퀴속도 변동에 기초하여 상기 노면의 단기적 불규칙성을 검출하는 기록매체에 기록된 컴퓨터 프로그램.

청구항 15

제14항에 있어서, 컴퓨팅 디바이스에서 실행될 때, 제2항 내지 제12항 중 어느 한 항의 방법 단계들을 수행하기 위해 프로세서를 제어하도록 추가로 배열되는 기록매체에 기록된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 대체로 차량 아래의 노면 상태의 평가에 관한 것이고, 예를 들어 차량 아래의 노면 상태를 평가하기 위한 시스템, 방법, 및 컴퓨터 프로그램 제품에 관한 것이다.

[0001]

[0002] 특히, 본 발명은 차량 아래의 노면 상태의 평가를 위한 방법, 시스템 및 컴퓨터 프로그램 제품에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 현대적인 자동차는 트랙션 컨트롤 시스템(TCS), 차량 주행 안정성 제어 장치(Electronic Stability Program)(ESP), 능동형 서스펜션 시스템 또는 잠김방지 브레이크 장치(ABS)와 같은 전자 제어 시스템 또는 차량 취급 시스템들을 포함한다. 이러한 능동형 제어 시스템들 외에, 운전자에게 운전 상태에 관한 정보를 제공하는, 노면 마찰 표시기 및 무센서 타이어 압력 모니터링 시스템, 예를 들어 간접 타이어 압력 모니터링 시스템(iTPMS)과 같은 차량 운전자 안전 정보 시스템이 존재한다.

[0004] 상기된 모든 시스템들은 타이어 공기 압력, 타이어 길이 방향 강성, 주위 온도, 타이어 온도, 바퀴 공명 진동수, 차량 하중(carried vehicle load), 코너링 동안 타이어 반경 변화 및 속도에 의존하는 바퀴 진동과 같은 많은 세트의 평가되거나 또는 측정된 차량 특성 파라미터들에 관한 속지로부터 이익을 얻는다.

[0005] 실제 노면 상태(또한 노면의 품질로서 지칭되는)에 관한 속지가 관심대상이다. 예를 들어, 특정 노면 섹션들에 관한 노면 상태 정보는 보수 유지 목적을 위하여 운수부(the department of transportation)와 같은 당국, 지점(A)로부터 지점(B)까지 그 루트를 계획하고 가장 편안한 도로를 찾는 여행자들에게 유용할 수 있다.

[0006] 예를 들어, 노면 상태 정보에 기초하여, 신고되지 않고 남았을 때 차량의 마모, 더욱 빈약한 운전 안락감 및 차량 제어성, 또는 사고를 유발할 수 있는 노면 비정상성을 검출하는 것이 가능하다.

[0007] 또한, 노면 상태에 대한 속지는 차량의 전자 제어 시스템들을 위해 사용될 수 있다. 현대적인 자동차들은 잠김 방지 브레이크 장치(ABS), 동적 안정성 시스템, 스핀 방지 시스템 및 트랙션 컨트롤 시스템과 같은 전자 제어 시스템들을 포함한다. 능동형 제어 시스템들 외에, 또한 운전자에게 운전 상태에 관한 정보를 제공하는 노면 마찰 표시기 및 무센서 타이어 압력 모니터링 시스템과 같은 운전자 안전 정보 시스템들이 존재한다. 이러한 시스템들은 차량이 시스템 성능(예를 들어, 제동력 및/또는 간격을 적응시킨)을 최적화하도록 현재 이동하는(또는 이동할) 도로의 현재 실제 표면 상태를 참작하기 위하여 차량 아래의 노면 상태에 관한 속지로부터 이익을 얻을 수 있다. 예를 들어, 능동형 댐핑 시스템을 구비한 차량에서, 노면 상태에 관한 정보는 서스펜션의 강성을 사전 설정/조정하도록 사용될 수 있다. 이러한 방식으로, 운전자에게 곤란한 것, 자갈길, 움푹 패인 곳, 과속 방지턱, "속도 제한턱(sleeping policemen)" 등으로서 간주된 도로의 짧은 구획 위에서의 주행은 운전자/승객에게 더욱 안전하게 만들어질 수 있었으며, 보다 적은 손상이 당해 차량에서 유발될 수 있다.

[0008] 노면 상태에 관한 정보를 얻는 공지된 접근은 GPS 정보를 이용하는 스마트폰 기반 애플리케이션, 차량 장착 카메라에 의해 찍힌 이미지 및 노면을 스캐닝하는 레이저 센서를 이용한다. 이러한 접근은 통상적으로 차량의 부분이 아닌 추가의 구성요소들을 요구한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 목적은 개선된 방식으로 이미 차량에 구성된 구성요소들의 수단에 의해 노면 상태에 관한 정보를 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 추가의 목적은 운전자에게 곤란한 것으로서 고려되는 움푹 패인 곳, 과속 방지턱 또는 다른 도로의 짧은 구획과 같은 운전중인 차량 아래의 도로의 단기적 불규칙성의 개선된 검출을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적의 관점에서, 본 발명은 독립항들에 따른 방법, 시스템, 및 컴퓨터 프로그램 제품을 제공한다. 바람직한 실시예들은 종속항들에서 한정된다.

[0012] 대체로, 본 발명의 방법, 시스템 및 컴퓨터 프로그램 제품의 대상은 예를 들어 교통 안전을 개선하기 위하여 최신 노면 상태 정보를 수집하고 분배하는 것이다.

[0013] 수집된 정보는 차량으로부터 통신 네트워크를 통하여 중앙 서버 및/또는 다른 차량에게 분배될 수 있다. 이를 위하여, 예를 들어, 통신 네트워크를 통하여, 차량 대 인프라 시스템, 차량 대 차량 시스템, 또는 차량들 사이 및/또는 차량과 교통 시설 운영자 사이의 정보의 직접 통신을 가능하게 하는 다른 지원 시스템을 사용하는 것이 가능하다.

[0014] 차량은 프로브로서 사용될 수 있으며, 노면 상태 정보는 차량에 있는 센서들에 의해 수집된 정보에 기초하여 계산될 수 있다. 특히, 이러한 것은, 차량이 그 자체의 센서들에 의해 수집된 정보에 기초하여 노면 상태 및 교통 상황에 관하여 다른 차량 또는 도로 사용자들에게 말할 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 정보는 교통 시설에 또한 제공될 수 있다.

[0015] 본 발명의 실시예들은 신고되지 않고 남았을 때 차량의 마모, 더욱 빈약한 운전 안락감 및 차량 제어성, 또는 사고를 유발할 수 있는 노면 비정상성을 어떻게 검출하는지의 문제를 해결한다. 검출될 수 있는 노면 상태는 거친 도로, 자갈길, 움푹 패인곳(pot-hole), "속도 제한턱", 과속 방지턱 및 운전자에게 거친 것으로서 고려되는 도로의 다른 짧은 구획들을 포함할 수 있지만 이에 한정되지 않을 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명의 방법, 시스템 및 컴퓨터 프로그램 제품 실시예들은 추가의 센서들이 노면 상태를 결정하기 위하여 차량 내부에 설치될 필요가 없는 것에서 유익하다. 또한, 노면 상태가 차량에 미리 알려질 때, 임의의 능동형 서스펜션 시스템의 설정이 일치하여 설정될 수 있다.

[0017] 결정된 노면 상태에 관한 정보는 현재 도로 상태의 맵 또는 다른 규정을 만들도록, 통신 네트워크를 통하여, 차량 대 인프라 시스템, 차량 대 차량 시스템, 또는 차량들 사이 및/또는 차량과 교통 시설 운영자 사이의 정보의 직접 통신을 가능하게 하는 임의의 다른 운전자 지원 시스템에 연결된 클라우드 기반 서비스 및/또는 중앙 운전자 지원 시스템의 후위(backend)에서, 다른 노면 상태 정보와 융합될 수 있다.

[0018] 다른 특징은 개시된 방법 및 시스템들에 내재되거나 또는 다음의 상세한 설명 및 첨부 도면들로부터 당업자에게 자명하게 될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0019] 본 발명의 실시예들은 첨부 도면을 참조하여 예의 방식으로 지금 설명될 것이다:

- 도 1a는 표면 장애물("요철")을 가진 도로 상에서 운전중인 차량을 포함하는 실시예들에 따른 시스템의 개략도;
- 도 1b는 하나 이상의 차량들, 통신 네트워크 및 중앙 시스템 후위 유닛(central system backend unit)을 포함하는 실시예에 따른 시스템의 개략도;
- 도 2는 바퀴 속도 센서(wheel speed sensor)의 실시예의 개략도;
- 도 3은 실시예들에 따른 방법의 흐름도;
- 도 4a는 2개의 표시(registration)들 사이의 시간차가 어떻게 실시예에 따른 운전중인 차량의 바퀴를 위한 평균된 선형변화 경향(linear trend) 주위에서 변동하는지의 측정치를 도시하는 그래프;
- 도 4b는 실시예에 따른 바퀴 속도의 2개의 표시들 사이에서 시간차의 변화량을 도시한 그래프;
- 도 4c는 결정양(decision quantities)들의 예를 도시한 그래프.
- 도 5a는 단기적 불규칙성 위에서 운전할 때 전륜 및 후륜 차축 높이 센서를 사용하여 얻어진 예의 차축 높이 신호들의 2개의 그래프들;
- 도 5b는 도 5a에서 차축 높이 신호들의 변화량을 나타내는 그래프들.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 그러므로, 본 발명의 일반적인 목적은 차량에서 이미 존재하는 센서들로부터 얻어진 센서 신호들을 조합하는 수단에 의해 단기적 불규칙성의 검출을 통하여 지면 상태를 보다 정확하게 결정할 수 있는, 개선된 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0021] 본 발명에 따라서, 차량 아래의 도로에 있는 단기적 불규칙성은 차량의 적어도 제1 바퀴에서의 시간 의존성 변동(time dependent oscillations)을 나타내는, 하나 이상의 센서들로부터의 정보 및 차량 세시의 시간 의존성 수직 움직임을 나타내는, 하나 이상의 센서들로부터의 정보를 사용하여 검출된다.

[0022] 일반적으로, 운전중인 차량 아래의 단기적 불규칙성을 검출하는 것, 및 가능하게 또한 운전중인 차량 아래의 노면 상태를 결정하는 것은, 한편으로는, 현재의 노면(도로의 요철 또는 평탄하지 않음)에 응답하여 차량의 바퀴

에서의 진동 신호의 시간 의존성 거동을 나타내는 센서 데이터(예를 들어, 바퀴 속도 신호에서의 변동)와, 다른 한편으로는 차량 새시의 시간 의존성 수직 움직임(예를 들어, 바퀴 차축과 새시 또는 바퀴의 특정 지점과 새시 사이의 거리)을 나타내는 센서 데이터를 조합하는 것에 기초할 수 있다.

- [0023] 정보의 이러한 조합을 통하여, 노면에서의 단기적 불규칙성은 검출될 수 있다. 예를 들어, 이러한 정보 조합은 예리한 가장자리를 갖기 보다는 오히려 매끄러운 가장자리를 가지는 센서 데이터의 단기적 불규칙성을 검출하는 것을 가능하게 한다. 아울러, 본 발명은 예리한 가장자리를 가지는 단기적 불규칙성의 검출을 또한 개선한다.
- [0024] 진동 신호의 시간 의존성 거동의 변화 원인은 임의의 도로 특징일 수 있다. 도로 특징은 표면의 또는 도로의 부분들로서 고려될 수 있으며, 예를 들어 움푹 패인 곳, 아스팔트 질감, 작은 돌, 요철 등을 포함할 수 있다. 이러한 도로 특징은 타이어-도로 접촉을 통해 타이어 변동을 유도한다. 특정한 바퀴에서 유도된 변화는 각각의 센서 신호(들)의 특정 시간 의존성 거동을 유발한다. 예를 들어, 바퀴에 있는 하나 이상의 센서들에 의해 측정된 즉각적인 바퀴 속도 신호는 바퀴가 통과한 도로 특징들에 의해 영향을 받는다.
- [0025] 바퀴 속도 신호는 예를 들어 바람직하게 이미 차량의 부분인, ABS 시스템의 하나 이상의 바퀴 속도 센서들을 사용하여 및/또는 차량의 내부 CAN/Flex Ray-버스 및/또는 임의의 적절한 차량 센서로부터 얻어질 수 있다.
- [0026] 차량을 위하여 결정된 노면 상태에 관한 정보는 하나 이상의 다른 차량으로부터 및/또는 통신 네트워크를 통하여, 차량 대 인프라 시스템, 차량 대 차량 시스템 또는 차량들 사이 및/또는 차량과 교통 시설 운영자 사이의 정보의 직접 통신을 가능하게 하는 임의의 다른 운전자 지원 시스템의 형태를 하는 클라우드 기반 서비스 시스템으로부터의 다른 노면 상태 정보와 융합될 수 있다. 이러한 것은 특정 도로(또는 그 섹션) 상의 보다 정밀한 노면 상태 정보를 얻고, 지리적 영역에서 노면 상태 상의 개요를 구하고, 및/또는 현재의 도로 상태의 맵을 확립하는 것을 가능하게 한다. 또한, 다른 차량들로부터 이러한 노면 상태 정보의 이러한 수집은 특정 노면 상태가 어떻게 상이한 차량 형태의 운전 거동에 영향을 미치는지를 결정하도록 사용될 수 있다.
- [0027] 하나 이상의 차량들로부터 노면 상태 정보를 수집하도록, 차량(들)로부터의 정보는 통신 네트워크를 통하여, 차량 대 인프라 시스템, 차량 대 차량 시스템, 또는 차량들 사이 및/또는 차량과 교통 시설 운영자 사이의 정보의 통신을 가능하게 하는 임의의 다른 운전자 지원 시스템의 형태를 하는 클라우드 기반 서비스 시스템의 후위를 통하여 다른 차량 또는 인프라 시설 운영자와 통신될 수 있다. 어떠한 경우에도, 이러한 통신은 직접 및/또는 실시간으로 수행될 수 있다.
- [0028] 단독으로 또는 다른 노면 상태 정보와 융합되어 취해진, 차량으로부터 결정된 노면 상태에 관한 정보는, 통신 네트워크 및/또는 차량의 프로세서 또는 평가기를 통하여, 차량 대 인프라 시스템, 차량 대 차량 시스템, 또는 차량들 사이 및/또는 차량과 교통 시설 운영자 사이의 정보의 직접/실시간 통신을 가능하게 하는 임의의 다른 운전자 지원 시스템의 형태를 하는 클라우드 기반 서비스 시스템 및/또는 중앙 운전자 지원 시스템에 의해 처리될 수 있다. 예를 들어, 차량의 평가기는 차량의 설정, 예를 들어 임의의 능동형 서스펜션 설정을 조절할 수 있다.
- [0029] 도 1a는 표면 장애물("요철")을 가진 도로 상에서 운전중인, 여기에서 4개의 바퀴(103)들을 구비한 차량의 형태를 하는 차량(101)을 포함하는 시스템(1)의 개략도를 도시한다. 차량은 차량의 제1 바퀴에서 시간 의존성 변동을 나타내는 제1 센서 신호를 결정하도록 구성된 제1 센서(100), 차량 새시의 수직 움직임을 나타내는 제2 센서 신호를 결정하도록 구성된 제2 센서(140)를 포함한다. 제1 및 제2 센서(100 및 140)들은 측정하고 측정 데이터를 센서 신호들로서 프로세서 또는 평가기(102)에 통신하도록 구성된다. 프로세서 또는 평가기(102)는 또한 제1 센서 신호와 제2 센서 신호를 수신하고; 제1 센서 신호와 제2 센서 신호에 기초하여 운전중인 차량 아래에 존재하는 노면에서의 임의의 단기적 불규칙성을 검출하도록 구성된다.
- [0030] 평가기 또는 프로세서(102)는 예를 들어 특정 업무를 수행하도록 고정된, 컴퓨터 판독 저장 매체에 저장된 코드의 섹션들을 포함하지만 사용 동안 변경될 수 있는, 컴퓨터 판독 저장 매체에 저장된 코드의 다른 섹션들을 포함하는 마이크로프로세서, 마이크로컨트롤러 또는 다른 제어 논리 또는 FPGA(Field-Programmable Gate Array) 유닛과 같은 범용 또는 전용 처리 엔진과 같은 임의의 형태의 처리 유닛일 수 있다. 이러한 변경 가능한 섹션들은 무엇보다도 능동형 서스펜션 파라미터들의 설정과 같은 다양한 업무를 위한 입력으로서 사용되는 파라미터들을 포함할 수 있다. 바람직하게, 평가기 또는 프로세서(102)는 차량의 중앙 제어 디바이스 또는 유닛에서, 예를 들어 통합된 하드웨어, 펌웨어, 및/또는 추가의 소프트웨어의 형태로 구성된다.
- [0031] 본 발명이 바람직하게 이미 존재하는 차량의 센서들을 이용하기 때문에, 본 발명에 따라서 차량의 이미 존재하는 제어 디바이스/유닛을 위한 추가의 소프트웨어 또는 펌웨어 애플리케이션 또는 부가물의 형태로 노면 상태

결정을 추가하는 것이 가능하다.

- [0032] 차량은 지면과 접촉하는 적어도 하나의 바퀴를 가지는 자동차, 로리, 트럭, 모터 사이클, 자전거, 트레인 등의 임의의 바퀴 달린 차량일 수 있다. 그러므로, 심지어 하나의 바퀴로 구동하는 차량(자전거, 모터 사이클)은 본 발명으로부터 이익을 얻을 수 있다.
- [0033] 도 1b는 도 1a의 차량(101)에 대응하는 하나 이상의 차량(110)들을 포함하고, 통신 네트워크(120) 및 평가기 또는 프로세서(132)를 가지는 중앙 시스템 후위 유닛(130)을 추가로 포함하는 시스템(1)의 개략도를 도시한다.
- [0034] 양방향 화살표로 지시된 바와 같이, 하나 이상의 차량(110)들은 통신 네트워크(120)를 통하여 다른 하나 이상의 차량(110)들 중 어느 하나 및/또는 중앙 시스템 후위 유닛(130)과 정보를 통신하도록 배열된다. 이러한 정보는, 하나 이상의 단기적 불규칙성의 검출에 관한 정보와 같은 노면 상태에 관한 정보; 현재의 노면 상태 규정을 업데이트하기 위하여 사용되는 다른 최신 노면 상태 정보; 노면 상태의 맵 또는 다른 규정; 또는 예를 들어 그래픽 및/또는 오디오의 형태로, 차량의 운전자가 인지할 수 있는 알람을 기동하는 제어 신호를 포함할 수 있지만 이에 한정되지 않으며, 알람은 검출된 단기적 불규칙성에 관계한다.
- [0035] 바람직하게, 하나 이상의 차량(110)들은 "프로브"로서 사용된다. 각 차량의 프로세서 또는 평가기(102)는 차량에 있는 센서들, 예를 들어 센서(100 및 400)들, 뿐만 아니라 가능하게 차량에 존재하는 다른 센서들에 의해 수집된 정보에 기초하여 노면 상태 정보를 계산하도록 배열된다. 특히, 이러한 것은 모든 차량이 그 자체의 센서들에 의해 수집된 정보에 기초하여 노면 상태와 교통 상황에 관하여 다른 차량/도로 사용자들에게 말할 수 있다는 것을 의미한다. 차량의 수집된 정보는 하나 이상의 차량들 중 임의의 또는 모든 차량으로부터, 통신 네트워크를 통하여 중앙 시스템 후위 유닛(130), 및/또는 다른 차량(110)들에 의해 도 1b에서 예시된 중앙 서버로 분배될 수 있다. 통신 네트워크를 통한 분배는 차량 대 인프라 시스템, 차량 대 차량 시스템, 또는 운전중인 차량들 사이 및/또는 운전중인 차량과 사용될 수 있는 교통 시설 운영자 사이의 통신을 가능하게 하는 임의의 다른 운전자 지원 시스템의 형태를 하는 클라우드 기반 서비스 시스템을 사용하여 가능하게 될 수 있다. 어떠한 경우에도, 이러한 통신은 직접 및/또는 실시간으로 수행될 수 있다.
- [0036] 차량(110)의 평가기 또는 프로세서(102)는 하나 이상의 검출된 단기적 불규칙성에 관한 정보에 기초하여 현재 노면 상태의 맵을 발생시키거나 또는 업데이트하도록 구성될 수 있다. 중앙 시스템 후위 유닛(130)의 프로세서(132)는 통신 네트워크(120)를 통하여 차량(110)(들)로부터 하나 이상의 검출된 단기적 불규칙성에 관한 정보를 또한 수신하도록 구성될 수 있다. 이러한 정보는 예를 들어 데이터 수집 목적을 위해 사용될 수 있다. 그러나, 이러한 정보는 또한 중앙 시스템 후위 유닛(130)으로부터 차량(110)(들)로 통신될 수 있다. 이러한 것은 하나 이상의 다른 차량(110)들에 의해 수집된 단기적 불규칙성에 관한 정보를 차량(110)에 제공하는 것을 가능하게 하고; 그런 다음 평가기/프로세서(102)는 상주하는 차량(110)으로부터 단기적 불규칙성에 관한 정보 및/또는 현재 노면 상태의 맵을 발생시키거나 업데이트하도록 하나 이상의 다른 차량(110)들에 의해 수집된 이러한 정보를 사용하도록 구성될 수 있다.
- [0037] 그러나, 추가적으로 또는 대안으로서, 중앙 시스템 후위 유닛(132)의 평가기/프로세서(132)는 하나 이상의 검출된 단기적 불규칙성에 관한 정보에 기초하여 현재 노면 상태의 맵을 발생시키거나 또는 업데이트하도록 (또한) 구성될 수 있다. 이를 위하여, 평가기/프로세서(132)는 차량이 있거나 또는 이러한 차량들이 각각 위치되는 영역/도로들에 대한 현재 노면 상태의 맵을 발생시키도록/업데이트하도록 하나 이상의 차량(110)들을 위한 정보를 사용할 수 있다. 그러나, 평가기/프로세서(132)는, 중앙 시스템 후위 유닛(130)과 통신하는 차량(110)들이 위치되는/움직이는 전체 영역 및 모든 도로들을 위한 현재 노면 상태의 맵을 발생시키도록/업데이트하도록 모든 차량(110)들로부터의 정보를 사용할 수 있다.
- [0038] 평가기 또는 프로세서(102), 및/또는 중앙 시스템 후위 유닛(130)의 프로세서(132)는 하나 이상의 검출된 단기적 불규칙성에 기초한 노면의 분류를 발생시키거나 또는 업데이트하도록 또한 구성될 수 있다. 평가기 또는 프로세서(102) 및/또는 중앙 시스템 후위 유닛(130)의 프로세서(132)는 실시간으로 분류 업데이트를 수행하도록 또한 구성될 수 있다. 평가기 또는 프로세서(102)는 프로세서 또는 평가기(102)에 의해 계산된 및/또는 중앙 시스템 후위 유닛(130)의 프로세서(132)에 의해 계산되고 중앙 시스템 후위 유닛(130)으로부터 수신된 업데이트된 분류에 기초하여 차량의 능동형 서스펜션의 설정을 조절하도록 또한 구성될 수 있다. 노면 상태 맵의 발생/업데이트의 상기된 경우에서와 같은 노면 분류의 발생/업데이트에 관한 것으로서, 하나 이상의 차량(110)들로부터의 단기적 불규칙성에 관한 정보가 사용될 수 있다. 상기된 것은 마찬가지로 여기에 적용한다.
- [0039] 본 발명은 차량의 운전자에게 최신 노면 상태 정보를 제공하는 운전자 지원 시스템으로서, 및/또는 약간의 비제

한적인 예를 주도록 교통 제어, 인프라 또는 도로 보수 유지를 담당하는 기구에 최신 노면 상태 정보를 제공하는 인프라 지원 시스템으로서 사용될 수 있다.

- [0040] 제1 센서 신호를 얻도록 사용되는 센서는 차량의 바퀴의 시간 의존성 변동에 응답하는 임의의 형태의 센서일 수 있다. 예를 들어, 제1 센서는 차량의 모든 바퀴들을 위한 공통의 바퀴 속도 또는 가속도 센서, 단일 바퀴에 관련된 적어도 하나의 개별 바퀴 속도 또는 가속도 센서일 수 있다. 제1 센서는 2개 이상의 센서 형태들, 예를 들어 바퀴 속도 센서 및 바퀴 가속도 센서를 포함할 수 있다.
- [0041] 예시된 바와 같이, 제1 센서는 바퀴 속도 센서(100)일 수 있으며, 제1 센서 신호는 차량의 바퀴(103)의 속도의 시간 의존성 거동, 또는 바퀴 속도 변동을 나타내는 바퀴 속도 신호이다. 예를 들어, 잠김방지 브레이크 장치 (ABS)의 바퀴 속도 센서들이 사용된다. 이러한 것은 이러한 ABS-센서들이 오늘날 모든 차량에 이미 장착되어 있기 때문에 유익하다. 바퀴 속도 센서들은 당업자에게 널리 공지되어 있다.
- [0042] 도 2는 예를 들어 7개의 동일한 이빨을 구비한 치형 휠(210)(toothed wheel)을 포함하는 예시적인 바퀴 속도 센서(100)의 개략도를 도시한다. 센서 구성요소(220)는 치형 휠의 이빨(톱니)이 센서 구성요소(220)를 지날 때마다 센서 신호를 발생시키도록 위치되고 배열된다. 센서 구성요소(220)는 광 센서, 자기 센서(예를 들어, 홀 센서) 또는 임의의 다른 인지 가능한 형태의 센서일 수 있다. 센서 구성요소(220)는 추가의 처리를 위하여 후속 프로세서 또는 평가기 유닛(예를 들어, 도 1a의 평가기/프로세서(102))에 유선 또는 무선 전송에 의해 운반되는 전기 신호를 생성한다. 도 2의 예에서, 치형 휠의 하나의 완전한 회전 동안 발생된 전체 7개의 센서 신호가 있다.
- [0043] 차량의 프로세서 또는 평가기(102)는 방법 실시예와 관련하여 추가로 설명되는 바와 같이 매칭된 필터(matched filter)를 사용하여 시간 의존성 진동 또는 바퀴 속도 변동을 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0044] 새시의 진동 움직임을 나타내는 제2 센서 신호를 도입하고 바퀴 속도 변동(바퀴의 시간 의존성 진동)을 나타내는 제1 센서 신호와 이를 조합하는 것에 의해, 운전중인 차량 아래의 노면에서 단기적 불규칙성의 보다 신뢰 가능한 검출이 달성된다. 그러므로, 센서 융합 접근(sensor fusion approach)은 검출 성능을 개선하는 동시에 거짓 신호(false indication)의 수를 최소화하기 위하여 적용된다.
- [0045] 예를 들어, 예시된 바와 같이, 제2 센서는 운전중인 차량의 바퀴의 바퀴 차축과 차량 새시 사이의 거리를 결정하도록 배열된 차축 높이 센서일 수 있다. 차축 센서는 상이한 시간 순간에, 예를 들어 사전 결정된 연속적인 시간 간격으로 차축 높이를 측정하고, 이에 의해 제1 바퀴의 바퀴 차축과 차량 새시 사이의 시간 의존성 거리를 나타내는 센서 신호를 제공할 수 있다.
- [0046] 추가적으로 또는 대안으로서, 제2 센서는 공기 서스펜션 높이 센서(air suspension height sensor), 및/또는 한편으로는 관련 바퀴 또는 관련 바퀴들과 다른 한편으로는 차량 새시 사이의 시간 의존성 거리를 결정하도록 배열된 차량의 하나 이상의 바퀴들의 각각과 관련된 하나의 공기 서스펜션 높이 센서일 수 있다. 공기 서스펜션 높이 센서는 상이한 시간 순간에, 예를 들어 사전 결정된 연속적인 시간 간격들에서 측정을 수행하고, 이에 의해 관련 바퀴 또는 관련 바퀴들과 차량 새시 사이의 시간 의존성 거리를 나타내는 센서 신호를 제공할 수 있다.
- [0047] 추가적으로 또는 대안으로서, 제2 센서는 예를 들어 차량의 현가 시스템에 위치한 수직 가속도계일 수 있다.
- [0048] 제2 센서는 2개 이상의 센서 형태들, 예를 들어 적어도 하나의 차축 높이 센서 및/또는 적어도 하나의 공기 서스펜션 높이 센서 및/또는 적어도 하나의 수직 가속도계를 포함할 수 있다.
- [0049] 바퀴 가속도에 대하여, 바퀴의 가속도를 결정할 수 있는 임의의 센서(들)이 사용될 수 있다.
- [0050] 제2 센서로부터의 정보는, 하나 이상의 차축 높이 센서들; 하나 이상의 공기 서스펜션 높이 센서들; 및 하나 이상의 가속도계들 중 적어도 하나로부터의 정보를 포함할 수 있으며, 이것들은 개선된 제2 신호를 발생시키도록 조합될 수 있다.
- [0051] 노면의/상의 단기적 불규칙성의 검출은 다음에 설명되는 바와 같이 운전중인 차량의 바퀴 속도에 결합된 센서들로부터의 정보 뿐만 아니라 운전중인 차량의 새시의 수직 움직임에 관련된 센서들로부터의 정보를 이용하여만 들어질 수 있다.
- [0052] 운전중인 차량의 타이어들 중 하나가, 다소 뚜렷한 가장자리를 가지는, 자갈길, 움푹 패인 곳들, 과속 방지턱, 과속 방지턱, "속도 제한턱" 등과 같은 운전자에게 의해 거친 것으로서 고려되는 도로의 짧은 구획들과 같은 도로 상의/의 단기적 불규칙성을 가로질러 주행할 때, 이러한 것은 타이어에 수직 충격을 준다. 타이어 및 현가 시스

템(suspension system)의 스프링 특성으로 인하여, 충격은 약 15 Hz의 명백한 공명을 갖는 진동을 유발한다. 진동은 개별 바퀴 속도에 악영향을 미치며, 예를 들어 도 2와 관련하여 설명된 바와 같이 바퀴 속도 센서의 2개의 표시 사이에서 시간차를 두고 보았을 때 관찰될 수 있다. 이에 의해, 노면 상의/의 단기적 불규칙성 위를 지날 때 발생하는 타이어 변동을 검출하는 방식은 사전 결정된 시간 간격, 예를 들어 제한되지 않지만 100 ms의 시간 간격의 길이 동안 틱니 표시 사이에서 시간차의 변화를 보는 것이다. 2개의 틱니 표시들 사이의 시간차는 다음의 식(1)으로서 평가될 수 있다:

수학식 1

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (t_k - t_{k-1} - \mu)^2$$

[0053]

여기에서, μ 는 기댓값이고, σ^2 는 Δt 의 변화량이다.

[0054]

사전 결정된 시간 간격 동안 바퀴 속도 센서의 2개의 표시들 사이에서 시간차의 변화량(σ^2)을 계산하도록, 기댓값이 예상될 수 있다. 사전 결정된 시간 간격 동안 속도에서의 변화로 인하여, 2개의 표시들 사이의 시간차의 변화량의 기댓값은 시간 간격 동안 변할 것이다. 이러한 것을 보상하도록, 2개의 표시들 사이의 시간차의 변화량의 기댓값은 예를 들어 도 4a에 도시된 바와 같이, 시간 간격에 걸친 선형변화 경향으로서 근사될 수 있다.

[0055]

도 4a는 2개의 표시들 사이의 시간차가, 여기에서 4개의 바퀴들을 가진 차량의 우측 전륜으로서 예시된, 운전중인 차량의 바퀴를 위한 평가된 선형변화 경향(410) 주위에서 어떻게 변동하는지의 측정치(420)를 도시하는 그래프(400)를 도시한다. 그래프(400)에서, 100 ms의 시간 간격이 표시되며, 변동은 지시된 시간 간격 밖의 변동보다 상당히 큰 진폭을 가진다. 이러한 높은(보다 높은) 진폭은 운전중인 차량 아래의 도로의 노면 상의/의 단기적 불규칙성 불규칙성을 나타낼 수 있으며, 도 4b와 관련하여 더욱 설명되는 바와 같이, 단기적 불규칙성의 검출을 결정하도록 임계치와 비교될 수 있다.

[0056]

2개의 표시들 사이의 시간차의 변화의 선형변화 경향은 실시예들에서 다음의 식(2)으로서 설명될 수 있다:

수학식 2

$$y_k = \varphi_k^T \theta + e_k$$

[0058]

여기에서, y_k 는 사전 결정된 시간 간격 동안 바퀴 속도 센서의 2개의 표시 사이에서 측정된 시간차이며,

$\varphi_k^T = [k, 1], \theta = [a, b]^T$ 는 각각 선형변화 경향의 경사 및 편심(offset)이고, e_k 는 그 소음즈 기간(noise term)이다.

[0059]

수학식 2에 대한 최소 제곱 해(least squares solution)는 다음의 식(3)이다:

수학식 3

$$\hat{\theta} = (\sum_{k=1}^n \varphi_k \varphi_k^T)^{-1} \sum_{k=1}^n y_k \varphi_k$$

[0061]

선형변화 경향의 평가된 경사 및 편심은 다음의 식(4) 및 식(5)로 유도될 수 있다:

[0062]

수학식 4

[0063]
$$\hat{a} = \frac{1}{n \sum_{k=1}^n k^2 - (\sum_{k=1}^n k)^2} (n \sum_{k=1}^n k \cdot y_k - \sum_{k=1}^n k \sum_{k=1}^n y_k)$$

수학식 5

[0064]
$$\hat{b} = \frac{1}{n \sum_{k=1}^n k^2 - (\sum_{k=1}^n k)^2} (\sum_{k=1}^n k^2 \sum_{k=1}^n y_k - \sum_{k=1}^n k \sum_{k=1}^n k \cdot y_k)$$

[0065] 선형변화 경향이 현재의 사전 선택된 시간 간격 동안 평가된 후에, 2개의 표시들 사이의 시간차의 변화량(σ^2)은 식(1)에 설명된 바와 같이 계산될 수 있다.

[0066] 변화량(σ^2)은 예를 들어 차량의 제조시에 또는 차량 데이터 수집 및 계산 시스템의 교정 동안 설정되는 사전 결정된 임계값과 비교될 수 있다.

[0067] 임계값은 노면 상의 단기적 불규칙성을 나타내는 2개의 표시들 사이에서 시간차의 변화량(σ^2)에 대응하는 레벨로 설정될 수 있다. 이로부터 시작하여, 변화량(σ^2)이 사전 설정된 임계값보다 높으면, 이러한 것은 운전중인 차량 아래의 단기적 불규칙성의 표시이며, 프로세서 또는 평가기(102)(및/또는 프로세서(132))는 변화량(σ^2)이 사전 결정된 임계값 이상이면 차량 아래의 단기적 불규칙성의 존재를 결정하도록 또는 즉 검출하도록 구성될 수 있다.

[0068] 도 4b에 도시된 그래프(430)에서, 바퀴 속도의 2개의 표시들 사이의 시간차의 변화량은 모든 "배치(batch)"에 대하여, X-축에 나타난 바와 같이 y-방향으로 진폭값으로 나타나며, "배치(batch)"는 사전 결정된 시간 간격에 대응한다. 도 4b에서, 단기적 불규칙성의 존재를 나타내는 임계값(440)은 점선으로 지시된다. 도 4b로부터 알 수 있는 바와 같이, 임계값을 초과하는 n 진폭을 갖는 명확한 피크, 및 계속하여 작은 피크가 있다. 이 예에서, 이러한 것은 먼저 불규칙성을 타격하는 전륜과, 그 후에 보다 짧게 동일한 불규칙성을 타격하는 대응하는 후륜으로부터 기원한다. 전륜과 후륜의 진동 사이의 크기에서의 차이는 이 경우에 전방에 그 엔진을 가지는 것으로서 추정되는 차량의 고르지 않은 중량 분포에 기인한다. 후방 차축에서의 보다 작은 중량은 전륜과 동일한 정도로 도로 불규칙성으로 내려가도록 후륜을 강제하지 않으며, 그러므로, 후륜에 대한 충격은 보다 작을 것이다.

[0069] 매칭된 필터는 도시된 운전중인 차량 아래의 단기적 불규칙성의 존재를 검출하기 위하여 사용될 수 있다. 이러한 것은 노면 상의 단기적 불규칙성 위에서 운전할 때 일어나는 약 15 Hz의 바퀴 속도 변동을 나타내는 사전 결정된 템플릿 신호(template signal)를 운전중인 차량의 측정된 또는 계산된 바퀴 속도 변동을 나타내는 신호와 비교하는 단계; 및 측정된 또는 계산된 신호가 템플릿 신호와 높은 정도(사전 설정된 임계값 이상)를 상관시키면 단기적 불규칙성의 검출을 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 매칭된 필터는 예를 들어 대단히 복잡한 것으로서 설명될 수 있다:

수학식 6

[0070]
$$y_{MF}(t) = (h * x)(t) = \sum_k h(k)x(t - k)$$

[0071] 여기에서, h는 조사된 템플릿 신호이며, x는 입력(측정된/계산된) 신호이다.

[0072] h는 사전 결정된 단기적 불규칙성에 의해 유발되는 변동의 에너지를 나타내는 주파수 주위의 대역필터에 응답하는 충격이도록 선택될 수 있다.

[0073] 매칭된 필터 신호들을 위한 결정양은 정사각형(square)을 취하거나 출력을 저역 통과형 필터링 하는 수단에 의해 발생될 수 있다:

수학식 7

$$y_{LP}(t) = LP(y^2(t))$$

[0074]

[0075]

정상화된 저역 통과형 임계값(450)을 가지는 이러한 결정양들의 예는 도 4c에 도시되어 있다. 도 4c에서, 예시화된 그래프(440)는 4개의 바퀴들을 갖는 차량의 우측 전륜의 바퀴 속도 센서로부터 유도된 신호를 도시한다. 이러한 예시에 따라서, 임계값(450)이 초과될 때, 이러한 것은 운전중인 차량 아래의 노면 상의/에 대한 단기적 불규칙성의 검출을 나타낸다. 검출은 차량의 운전자에 의해 인지 가능한 알람을, 예를 들어 시각적/청각적/감지 가능한 출력의 임의의 형태로서 기동할 수 있다.

[0076]

당업자에게 공지되고 2개의 신호의 비교에 적절하고 뿐만 아니라 본원에서 예로서 사용되는 임의의 매칭 필터는 매칭 필터 실시예들에서 사용하는 것이 가능하다.

[0077]

바퀴 속도 센서로부터 정보를 보완하도록, 시간 경과에 따른 새시의 수직 움직임에 관한 정보는 추가로 사용될 수 있으며, 즉 새시의 시간 의존성 움직임과 바퀴의 시간 의존성 변동에 관한 센서 정보를 융합한다. 노면 상의 /의 불규칙성 위에서의 운전은 각 바퀴 또는 바퀴 차축과 차량 새시 사이의 높이를 측정하는 센서 신호에서 관찰할 수 있는 현가 시스템에서의 에너지를 관련시킨다. 이러한 신호들은 특히 바퀴 속도 신호들에서 큰 변동을 생성하는 예리한 가장자리를 갖지 않는 불규칙성을 검출하는데 유용할 수 있다.

[0078]

또한, 센서 융합 접근의 또 다른 이점은 거짓 신호의 수를 최소화하는 것이다. 예를 들어 무거운 가속도(heavy accelerations) 및 기어 변속에서 역학적 운전 동안, 차량의 피치 각도는 변화하여, 새시의 수직 움직임을 나타내는 신호만을 사용할 때 가능한 거짓 신호를 신속하게 유발할 것이다. 바퀴 속도 센서로부터 정보와 결합하여, 이러한 거짓 신호는 억제될 수 있다. 추가적으로, 바퀴 속도 신호로부터 출력된 장애에 의해 유발된 거짓 신호(단기적 도로 불규칙성에 관련되지 않은)는 그런 다음 새시의 수직 움직임을 측정하는 센서들과의 센서 융합을 사용하는 것에 의해 또한 억제될 수 있다.

[0079]

도 5a는 운전중인 차량 아래의 노면에서 단기적 불규칙성 위를 운전할 때 전륜 및 후륜 차축 높이 센서를 사용하여 얻어진 예의 차축 높이 신호들의 2개의 그래프(500, 510)를 도시한다.

[0080]

차축 높이 신호들에 대하여 움직임 변화량은 단기적 불규칙성을 위한 추가의 표시를 취하도록 계산될 수 있다. 변화량은 다음의 식(8)에 의해 계산될 수 있다:

수학식 8

$$\sigma_{h_a}^2 = LP(h_a^2) - (LP(h_a))^2$$

[0081]

[0082]

여기에서, h_a 는 차축을 위한 차축 높이이며, $\sigma_{h_a}^2$ 는 h_a 의 움직임 변화이다.

[0083]

도 5b는 도 5a에서의 차축 높이 신호들의 변화량을 나타내는 그래프(520 및 540)를 도시한다. 방법 실시예들에서, 차축 높이 신호의 변화량은 점선(550, 560)들에 의해 예시화된 도 5b에서 사전 결정된 임계값에 비교되며, 차축 높이 신호의 변화량 값이 사전 설정된 제한값을 초과하면 운전중인 차량 아래의 노면에서의 단기적 불규칙성이 검출되는 것이 결정된다.

[0084]

차축 높이 신호 변화량 값은 종가속도(longitudinal acceleration)의 절대값이 사전 설정된 제한 내에 있으면 업데이트될 수 있다. 이러한 것은 높은 가속도 및 급격한 제동시에 하중 전달로 인하여 일어나는 피치 각도(pitch angle)에서 오르내림(fluctuation)을 감소시키거나 또는 제거한다. 본 명세서에서 설명된 바와 같이, 예에서, 차축 높이 센서로부터 차축 높이 변화량 정보는 운전중인 차량 아래의 노면에서 기본적인 단기적 불규칙성이 검출될 수 있는 개선된 정보(센서 융합 정보)를 얻기 위하여 예를 들어 바퀴 속도 센서 또는 바퀴 가속도 센서로부터의 바퀴 속도 정보와 조합될 수 있다.

- [0085] 도 3은 적어도 제1 및 제2 바퀴를 가지는 운전중인 차량 아래의 단기적 불규칙성을 검출하기 위한 방법의 실시예의 흐름도를 도시하며, 방법은;
- [0086] 단계(S310)에서: 제1 센서를 사용하여 제1 바퀴에서 시간 의존성 변동을 나타내는 제1 센서 신호를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0087] 제1 센서 신호는,
- [0088] - 차량의 제1 바퀴의 속도의 시간 의존성 거동, 예를 들어 바퀴 속도 변동을 나타내는 바퀴 속도 신호;
- [0089] - 예를 들어 차량의 현가 시스템에 위치한 가속도계로부터의 신호 중 적어도 하나일 수 있다.
- [0090] 제1 센서 신호의 시간 의존성 변동은 도 4a 내지 도 4c와 관련하여 설명된 바와 같이 제1 센서의 2개의 연속적인 내부 신호들 사이의 시간의 변화량의 계산 중 적어도 하나에 기초하여 결정될 수 있으며, 시간 의존성 변동을 결정하는 단계는 도 4c에 관련하여 설명된 바와 같이 매칭된 필터를 사용하는 단계를 포함한다.
- [0091] 전륜 및 후륜을 포함하는 적어도 하나의 바퀴 쌍을 가지는 차량, 및 상관되는 바퀴 쌍의 각각의 바퀴에서 얻어진 바퀴 속도 신호에 대하여, 상관 피크(correlation peak)는 변동의 시간에 운전중인 차량 아래의 노면 상의/의 단기적 불규칙성을 통과하는 것으로부터 일어날 것이다. 차량의 전륜 및 후륜 차축 사이의 거리가 알려지면, 바퀴 상관(wheel correlation)은 예를 들어 종래 기술의 문헌 WO 2011/054363 A1에 설명된 바와 같이 차량 속도를 결정하기 위하여 사용될 수 있다.
- [0092] 단계(S310)에 따라서 임의의 또는 모든 실시예들은 시간 의존성 변동에 관한 한층 더욱 정확한 정보를 얻도록 추가로 조합될 수 있다.
- [0093] 단계(S320)에서: 제2 센서를 사용하여 차량 새시의 시간 의존성 수직 움직임을 나타내는 제2 센서 신호를 결정한다.
- [0094] 차량 새시의 시간 의존성 수직 움직임을 결정하는 단계는,
- [0095] - 도 5a 및 도 5b와 관련하여 설명된 바와 같이 차축 높이 센서를 사용하여 제1 바퀴의 바퀴 차축과 차량 새시 사이의 시간 의존성 거리를 결정하는 단계;
- [0096] - 적어도 2개의 바퀴의 각각과 관련된 각각의 공기 서스펜션 높이 센서를 사용하여 차량의 적어도 2개의 바퀴들의 각각과 차량 새시 사이의 시간 의존성 거리를 결정하는 단계;
- [0097] - 수직 가속도계를 사용하여 수직 가속도를 결정하는 단계 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0098] 단계(S320)에 따라서 임의의 또는 모든 실시예들은 새시의 시간 의존성 수직 움직임에 관한 한층 더욱 정확한 정보를 얻도록 추가로 조합될 수 있다.
- [0099] 단계(S330)에서, 제1 센서 신호와 제2 센서 신호에 기초하여 운전중인 차량 아래의 임의의 단기적 불규칙성을 검출한다.
- [0100] 검출 단계(S330)는 운전중인 차량 아래의 노면 상에서 단기적 불규칙성의 검출을 결정하기 위하여 제1 및 제2 센서 신호들의 조합으로부터 유도된 값을 사전 결정된 임계값에 비교하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0101] 검출 단계(S330)는:
- [0102] - 시간(t_i)에서 제1 센서를 사용하여 얻어진 센서 신호에 기초하여 정상화된 제1 센서 값(제1_센서_값_i)을 발생시키는 단계;
- [0103] - 시간(t_i)에서 제2 센서를 사용하여 얻어진 신호에 기초하여 정상화된 제2 센서 값(제2_센서_값_i)을 발생시키는 단계;
- [0104] - 정상화된 제1_센서_값_i 및 제2_센서_값_i에 기초하여 전체 출력 값(E)을 계산하는 단계;
- [0105] - 전체 출력 값(E)을 사전 설정된 임계값에 비교하는 단계; 및
- [0106] - o 전체 출력 값(E)이 사전 설정된 임계값을 초과하면, 단기적 불규칙성이 운전중인 차량 아래에 존재하거나; 또는
- [0107] o 전체 출력 값(E)이 사전 설정된 임계값을 초과하지 않으면, 단기적 불규칙성이 운전중인 차량 아래에 존재하

지 않는다는 것을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0108] 센서 융합 결정은 제1 및 제2 센서들이 시간 개념(t_i)을 사용하여 상기된 바와 같은 측정을 수행할 때마다 수행될 수 있다.
- [0109] 대안적으로, 센서 융합 결정은 단지 제1 또는 제2 센서로부터 측정된 센서 값이 특정된 시간 순간(t_i)에 사전 설정된 임계값을 초과하는 것으로 보여질 때만 수행될 수 있으며, 이에 의해, 전체 출력 값(E)은 계산되고, 단기적 불규칙성이 운전중인 차량 아래에 존재할 수 있다는 지시를 제1 및 제2 센서들 중 하나가 제공하였을 때만 사전 설정된 임계값에 비교된다. 이러한 경우에, 전체 출력 값(E)이 사전 설정된 임계값을 초과하지 않는 것으로 보여지면, 이러한 것은, 제1 및 제2 센서들 중 하나가, 단독으로 취하였을 때 운전중인 차량 아래의 노면 상의 단기적 불규칙성의 검출을 나타낸 값을 표시하였기 때문에, "거짓 알람(false alarm)"에 대응한다. 다시 말하면, 2개 이상의 센서들로부터의 정보를 융합하는 센서 융합의 사용은 단지 단일 센서로부터의 정보를 사용하는 것보다 단기적 불규칙성의 보다 정확한 검출을 제공한다.
- [0110] 제1 센서 값은 제1 상수(K1)와의 승산을 통하여 정상화될 수 있으며, 제2 센서 값은 제2 상수(K2)와의 승산을 통해 정상화될 수 있다. K1 및 K2의 값들은 제조 시에, 교정 시에 사전 설정되고 결정되며, 및/또는 도 1a에 도시된 바와 같은 차량(1)에 통합된 데이터 저장부(104), 또는 차량(1)에 대해 접근 가능한 데이터 저장부, 예를 들어 도 1b에 도시된 바와 같은 중앙 시스템 후위 유닛(130)의 데이터 저장부(134)에 저장되고 이로부터 검색될 수 있다. 프로세서(102), 및/또는 프로세서(132)는 메모리(104, 134)로부터 제1 및 제2 상수(K1 및 K2)를 검색하며; 제1 및 제2 상수(K1 및 K2)를 사용하여 제1 및 제2 센서 신호들을 정상화하며; 다음의 식(9)에 따라서 정상화된 센서 신호들의 결과적인 값들을 합산하는 것에 의해 전체 출력 값(E)을 발생시키도록 구성될 수 있다.

수학식 9

[0111]
$$E = K1 \cdot (\text{제1_센서_값}) + K2 \cdot (\text{제2_센서_값})$$

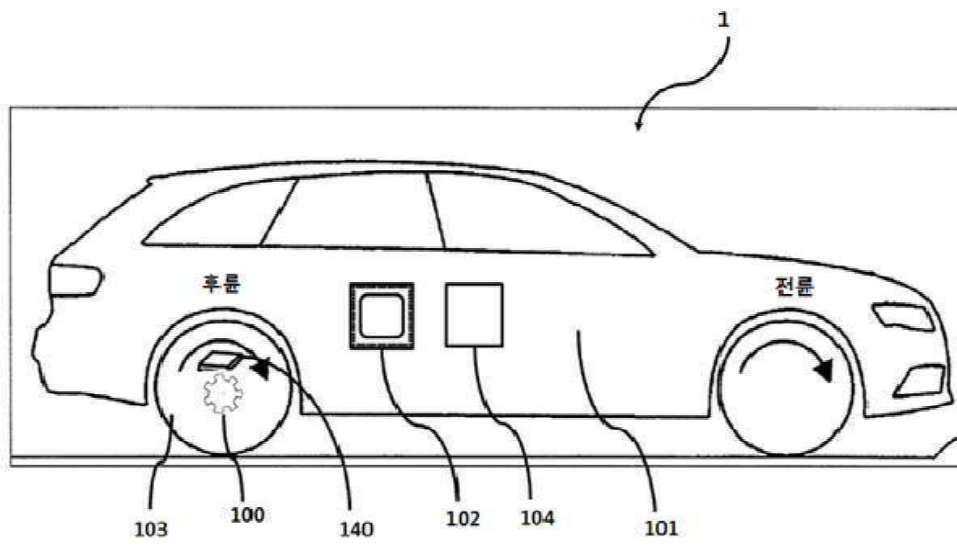
- [0112] 전체 출력 값(E)은 에너지 값에 대응할 수 있다.
- [0113] 프로세서(102), 및/또는 프로세서(132)는 전체 출력 값(E)을 사전 설정된 임계값에 비교하고; 및
- [0114] o 전체 출력 값(E)이 사전 설정된 임계값을 초과하면, 단기적 불규칙성이 운전중인 차량 아래에 존재하거나; 또는
- [0115] o 전체 출력 값(E)이 사전 설정된 임계값을 초과하지 않으면, 단기적 불규칙성이 운전중인 차량 아래에 존재하지 않는다는 것을 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0116] 상기 평가는 예를 들어, 전체 차량에 대하여, 차량이 하나보다 많은 바퀴를 가지면 각 별개의 바퀴에 대하여, 차량이 2개 이상의 바퀴 쌍들을 가지면 각 바퀴 쌍에 대하여 수행될 수 있다.
- [0117] 상수(K1 및 K2)들은 차량의 서비스와 관련하여 파라미터 다운로드에서, 또는 통신 네트워크로부터 다운로드, 예를 들어 사전 결정된 시간 간격에서 또는 신규 시스템 버전 방출과 관련하여 자동 또는 사용자 기동 다운로드를 통해 업데이트될 수 있다. 또한, 상수(K1 및 K2)들은 유도된 에너지가 속도의 함수로서 변할 것이기 때문에 차량들의 속도의 함수로서 또한 적용될 수 있으며; 속도가 높으면 높을수록, 유도된 에너지는 낮게 된다.
- [0118] 단계(S310) 및 단계(S320)로부터 얻어진 정보를 조합하는 것에 의해, 단기적 불규칙성의 개선된 검출이 얻어진다. 예를 들어, 단계(S310)는 단기적 불규칙성, 예를 들어 예리한 가장자리를 갖고 바퀴 속도 변동에서 큰 변화량을 일으키는 움푹 패인 곳을 검출하는데 충분할 수 있지만, 예를 들어 보다 매끄러운 가장자리를 갖는 불규칙성은 변동의 진폭이 사전 설정된 임계값을 초과하지 않으면 눈에 띄지 않고 넘어갈 수 있다.
- [0119] 새시의 변동에 관한 정보와 바퀴 속도 변동에서의 변화량에 관한 정보를 조합하는 것에 의해, 사실 바퀴 속도의 변동이 도로 불규칙성의 존재를 나타내든지 아니든지 더욱 정확한 결정이 만들어질 수 있다.
- [0120] 단계(S330) 후에, 임의의 검출된 단기적 불규칙성에 관한 정보가 얻어진다. 이러한 정보는 몇개의 유익한 목적을 위하여 사용될 수 있다.
- [0121] 방법은 하나 이상의 검출된 단기적 불규칙성에 기초하여 현재 노면 상태의 맵을 발생시키거나 또는 업데이트하

는 단계를 포함할 수 있다.

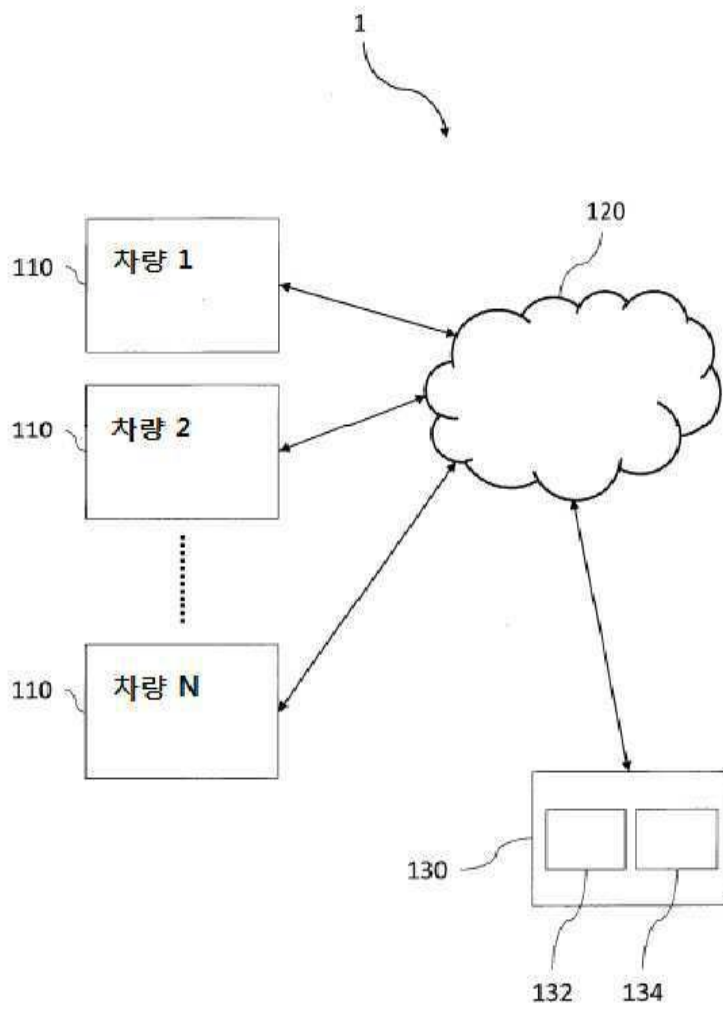
- [0122] 추가적으로 또는 대안으로서, 방법은 하나 이상의 검출된 단기적 불규칙성에 기초하여 노면의 분류를 업데이트하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0123] 추가적으로 또는 대안으로서, 방법은 상기된 현재 노면 상태의 맵을 발생시키거나 또는 업데이트하는 단계를 수행하는 단계 및/또는 노면의 분류를 실시간으로 업데이트하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0124] 추가적으로 또는 대안으로서, 방법은 업데이트된 분류에 기초하여 차량의 능동형 서스펜션의 설정을 조절하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0125] 방법은 서로 및/또는 교통 시설 운영자와 직접 통신할 수 있는 운전자 지원 시스템을 사용하여 업데이트된 노면 분류 또는 맵을 분배하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0126] 본 명세서에서 설명된 모든 방법 단계들 및 기능들은 실시간으로 수행될 수 있으며, 계산들 및 평가들은 프로세서(132) 또는 운전중인 차량의 평가기(101)에 의해 수행될 수 있거나, 또는 중앙 시스템 후위 유닛(130)의 프로세서(132)에 의해 수행되고 운전중인 차량의 프로세서 또는 평가기(102)로 통신될 수 있다.
- [0127] 프로세서 또는 평가기(102)는 제1 센서 신호에 관련된 단계에서, 제1 바퀴에서 시간 의존성 변동을 나타내는 하나의 센서 신호와 제2 바퀴에서 시간 의존성 변동을 나타내는 추가적인 하나의 센서 신호를 각각 결정하고, 제1 및 제2 바퀴들에서 얻어진 신호들의 상관 신호를 결정하기 위하여 제1 및 제2 센서 신호들을 상관시키도록 구성될 수 있다. 하나 이상의 바퀴 속도 센서들이 변동을 측정하도록 사용되면, 바퀴 속도 신호들은 바람직하게, 시간 지연 방식으로 동일한 도로 특성을 느끼도록 한 길로 진행하는 한 쌍의 전륜 및 후륜에서 측정된다.
- [0128] 프로세서 또는 평가기(101)는 본 명세서에서 설명된 임의의 또는 모든 방법 단계들 또는 기능들을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0129] 가능한 실행으로서, 컴퓨팅 디바이스에서 실행될 때, 본 명세서에서 설명된 임의의 또는 모든 방법 단계들 또는 기능들을 수행하도록 프로세서를 제어하기 위해 배열된 컴퓨터 프로그램 제품이 제공된다.
- [0130] 차량은 디스플레이(도면에 도시되지 않음)를 포함할 수 있으며, 평가기 또는 프로세서(102)는 디스플레이, 및/또는 현재 노면 상태의 맵과 같은 노면 상태 또는 다가오는 장애물, 또는 차량이 장애물에 접근하는 것을 경고하는 시각적/청각적/감지 가능한 알람과 관련된 그래픽 또는 이미지, 또는 오디오, 또는 감지 가능한 데이터를 출력하기 위해 청각적 및/또는 감지 가능한 출력을 제어하도록 구성될 수 있다.
- [0131] 상기된 방법을 수행하기 위한 프로그램 코드를 가진 컴퓨터 프로그램 제품의 실시예들은 프로그램 코드를 저장 또는 인코딩할 수 있는 임의의 기계 판독 가능 매체를 포함한다. 용어 "기계 판독 가능 매체"는 따라서 고체 상태 메모리들, 광학 및 자기 저장 매체, 및 반송파 신호를 포함하도록 취해지지만 이에 한정되지 않는다. 프로그램 코드는 기계 코드, 또는 편집 및/또는 해석에 의해, C++와 같은 고급 프로그래밍 언어, 또는 임의의 다른 적절한 긴급 또는 함수형 프로그래밍 언어 또는 가상 기계 코드에서 소스 코드와 같은 기계 코드로 변환될 수 있는 다른 코드일 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 설명에 따른 방법을 수행하도록 데이터 처리 장치를 제어 또는 명령하도록 고안된 프로그램 코드 또는 다른 수단을 구비하는 데이터 캐리어를 포함 할 수 있다. 방법을 실행하는 데이터 처리 장치는 일반적으로 중앙 처리 유닛, 데이터 기억 수단, 및 신호 또는 파라미터 값을 위한 I/O 인터페이스를 포함한다.

도면

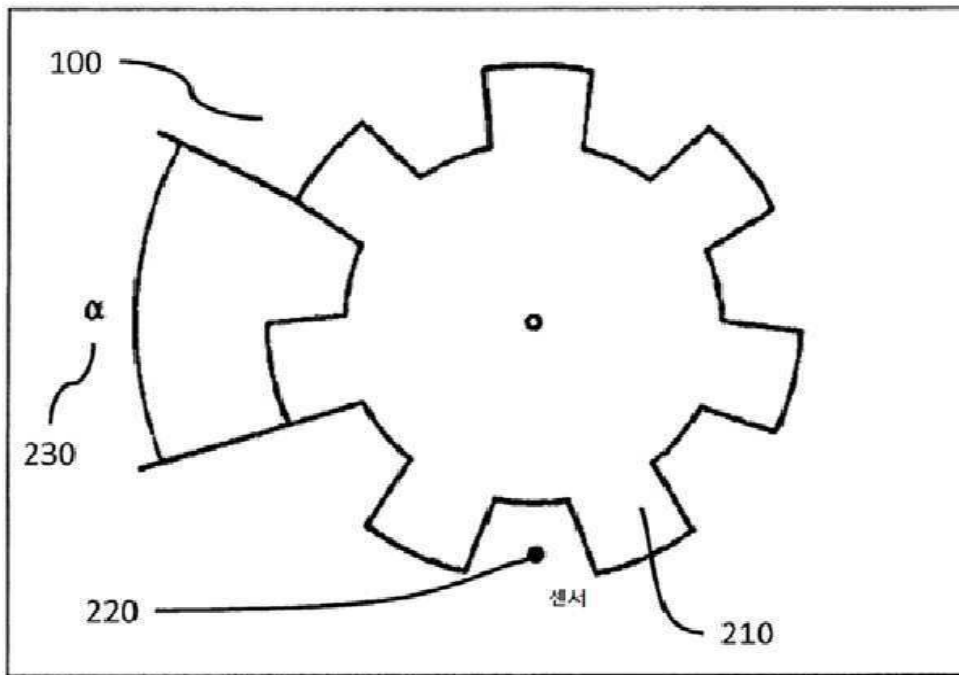
도면1a



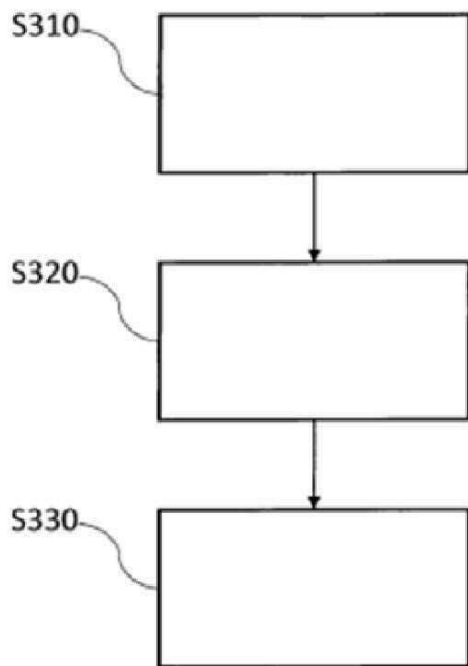
도면1b



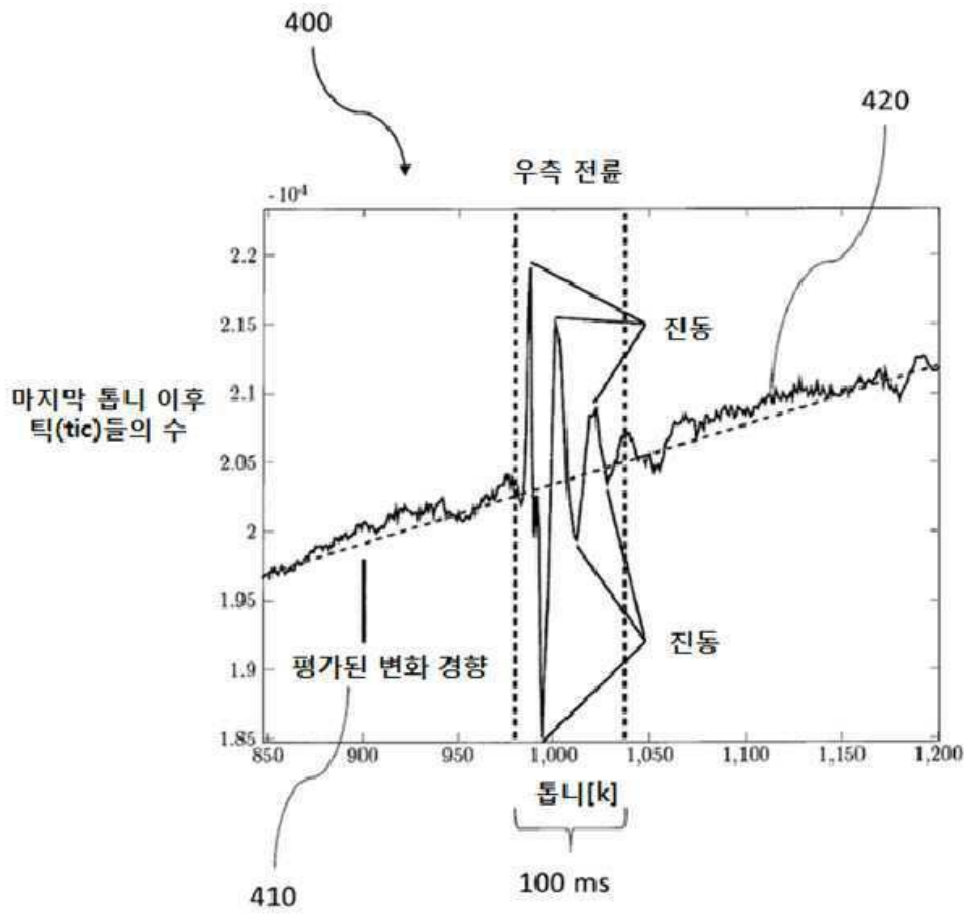
도면2



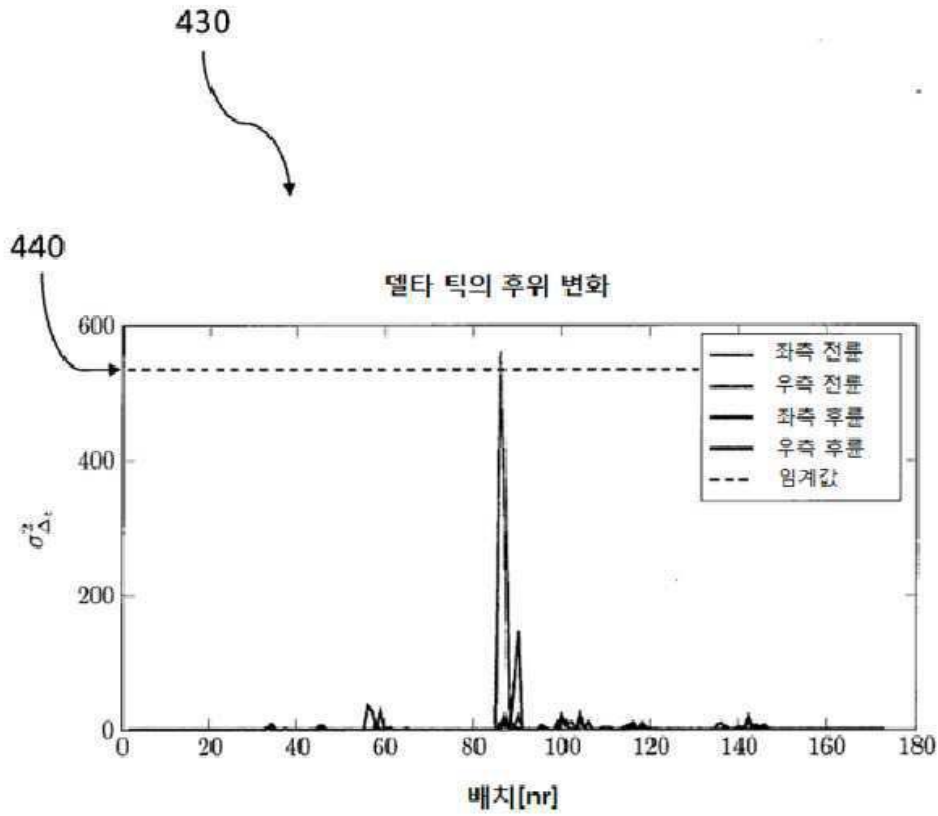
도면3



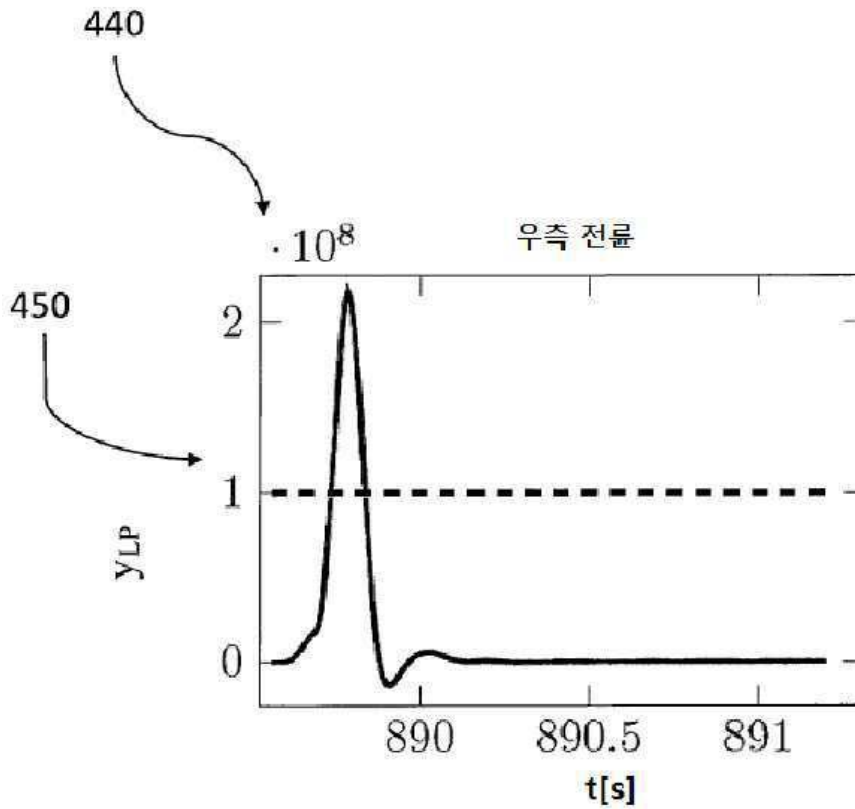
도면4a



도면4b

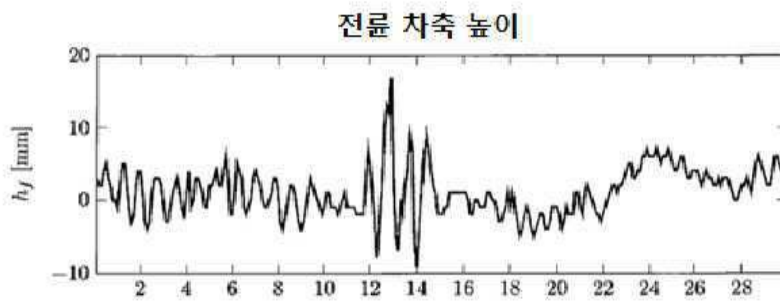


도면4c

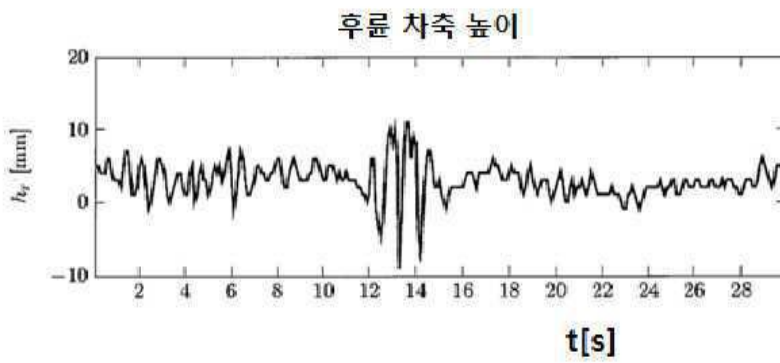


도면5a

500
↙

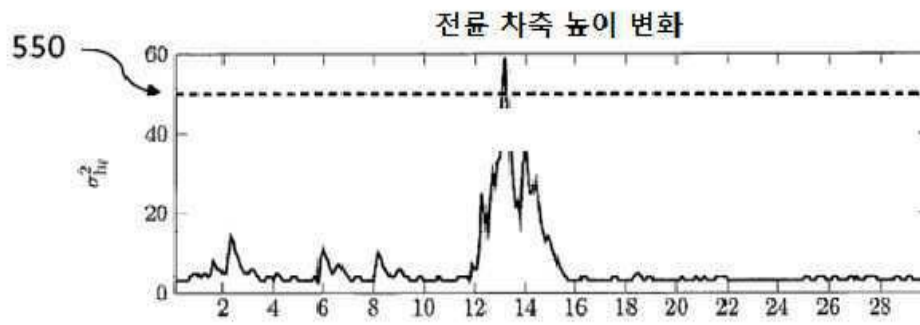


510
↙



도면5b

530



540

