



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0087208
(43) 공개일자 2020년07월20일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01G 19/02 (2006.01) G01G 23/10 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01G 19/024 (2013.01)
G01G 23/10 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7016873
- (22) 출원일자(국제) 2018년11월20일
심사청구일자 2020년06월11일
- (85) 번역문제출일자 2020년06월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2018/081848
- (87) 국제공개번호 WO 2019/115174
국제공개일자 2019년06월20일
- (30) 우선권주장
17207618.4 2017년12월15일
유럽특허청(EPO)(EP)

- (71) 출원인
키스틀러 홀딩 아게
스위스 씨에이치-8408 윈터술 유라체 스트라세 22
- (72) 발명자
슈나이더 다미안
스위스, 빈터투어 8406, 아크네스스트라세 8
- (74) 대리인
조철현

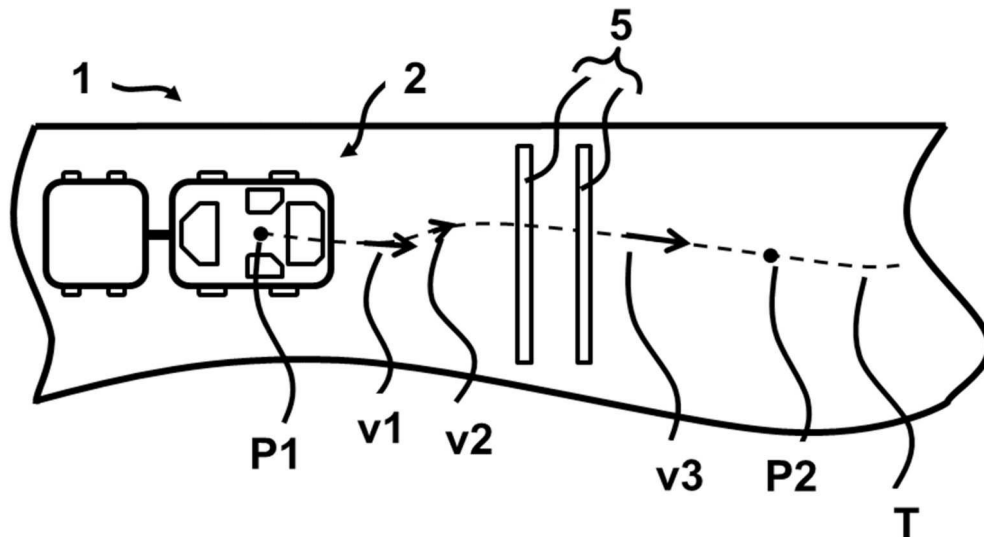
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 전기음향 트랜스듀서를 포함하는 WIM 센서

(57) 요약

본 발명은 차량(2, 2', 2'', 2''')의 휠이 WIM 센서(5)를 횡단할 때 도로 세그먼트(1) 상의 차량(2, 2', 2'', 2''')의 하중을 검출하기 위한 WIM 센서(5)에 관한 것으로; 상기 WIM 센서(5)는 도로 표면의 도로 세그먼트(1)에 배치되고 도로 표면과 동일면으로 삽입되며; 상기 WIM 센서(5)는 길이 방향 축(Y-Y')을 따라 세장형 프로파일(6)로 형성되어 적어도 하나의 공간(20, 21)을 포함하고; 상기 공간(20, 21)에는 적어도 하나의 힘 센서(13)가 배치되며; 상기 힘 센서(13)는 힘 센서 신호(100)를 발생시키고; 상기 힘 센서 신호(100)는 휠 - 상기 휠은 도로 세그먼트(1)에 힘을 가함 - 이 센서를 횡단할 때의 동적 지면 반력에 대응하며; 공간(20, 21)에는 적어도 하나의 전기음향 트랜스듀서(10)가 배치되고; 전기음향 트랜스듀서(10)는 음파들을 측정하여 이들을 트랜스듀서 신호(110)로서 제공한다.

대표도 - 도5



명세서

청구범위

청구항 1

차량(2, 2', 2'', 2''')의 휠이 WIM 센서(5)를 횡단할 때 도로 세그먼트(1) 상의 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 하중을 검출하기 위한 WIM 센서(5)로서,

상기 WIM 센서(5)는 도로 표면의 상기 도로 세그먼트(1)에 배치되고 상기 도로 표면과 동일면으로 삽입되며; 상기 WIM 센서(5)는 길이 방향 축(YY')을 따라 세장형 프로파일(6)의 형태를 가지며 적어도 하나의 공간(20, 21)을 포함하고; 상기 공간(20, 21)에는 적어도 하나의 힘 센서(13)가 배치되며; 상기 힘 센서(13)는 힘 센서 신호(100)를 발생시키고; 상기 힘 센서 신호(100)는 상기 휠 - 상기 휠은 상기 도로 세그먼트(1)에 힘을 가함 - 이 상기 센서를 횡단할 때의 동적 지면 반력(dynamic ground reaction force)에 대응하며;

적어도 하나의 전기음향 트랜스듀서(10)가 상기 공간(20, 21)에 배치되고; 상기 전기음향 트랜스듀서(10)는 음파들(sound waves)을 측정하여 이들을 트랜스듀서 신호(110)로서 제공하는 것을 특징으로 하는,

WIM 센서(5).

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 전기음향 트랜스듀서(10)는 특정 주파수 대역에서 감도(sensitivity)를 가지며; 상기 주파수 대역은 다음의 범위: 경계치를 포함하여 20 Hz 내지 21 kHz의 가청 범위, 경계치를 포함하여 21 kHz 내지 1 GHz의 초음파 범위 중 적어도 하나의 주파수를 포함하는 것

을 특징으로 하는, WIM 센서(5).

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

적어도 하나의 A/D 컨버터(11)가 상기 공간(20, 21)에 배치되고; 상기 A/D 컨버터(11)는 상기 적어도 하나의 전기음향 트랜스듀서(11)의 트랜스듀서 신호(110)를 디지털 트랜스듀서 신호(111)로 변환하여 상기 디지털 트랜스듀서 신호(111)를 제공하며; 상기 적어도 하나의 A/D 컨버터(11)는 상기 프로파일(6)의 공간(20, 21)에 배치되고; 상기 A/D 컨버터(11)는 상기 힘 센서 신호(100)를 디지털 힘 센서 신호(101)로 변환하여 제공하는 것

을 특징으로 하는, WIM 센서(5).

청구항 4

제3항에 있어서,

적어도 하나의 마이크로프로세서(8)가 상기 공간(20, 21)에 배치되고; 적어도 하나의 비휘발성 메모리 부재(9)가 상기 공간(20, 21)에 배치되며; 상기 마이크로프로세서(8)는 적어도 하나의 디지털 힘 센서 신호(101)와 시간적으로 동기화된 방식으로 적어도 하나의 디지털 트랜스듀서 신호(111)를 검출하고; 적어도 하나의 알고리즘이 상기 비휘발성 메모리 부재(9)에 저장되며; 상기 마이크로프로세서(8)는 상기 비휘발성 메모리 부재(9)로부터 상기 알고리즘을 로딩하고; 상기 마이크로프로세서(8)는 검출된 디지털 트랜스듀서 신호(111)를 상기 알고리즘에 의해 평가하며; 상기 마이크로프로세서(8)는 검출된 디지털 힘 센서 신호(101)를 상기 알고리즘에 의해 평가하고; 상기 마이크로프로세서(8)는 상기 평가를 제공하는 것

을 특징으로 하는, WIM 센서(5).

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 비휘발성 메모리 부재(9) 또는 상기 외부 평가 부재(7)는, 상기 적어도 하나의 디지털 힘 센서 신호(101) 및 타임 스탬프(141)와 시간적으로 동기화된 방식으로, 상기 적어도 하나의 디지털 트랜스듀서 신호(111)를 설정 가능한 시간 간격으로 저장하며, 상기 타임 스탬프(141)는 날짜 및 시간으로 구성되는 것

을 특징으로 하는, WIM 센서(5).

청구항 6

제5항에 있어서,

적어도 하나의 신호 전송 부재(15)가 상기 프로파일(6)에 배치되고; 상기 신호 전송 부재(15)는 상기 적어도 하나의 디지털 힘 센서 신호(101)를 상기 외부 평가 부재(7)에 전송하며; 상기 전송은 적어도 하나의 도전체에 의해 또는 전자파에 의해 행해지는 것

을 특징으로 하는, WIM 센서(5).

청구항 7

제4항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

전원 장치(14)가 상기 공간(20, 21)에 배치되고; 상기 전원 장치(14)는 상기 도로 세그먼트에 배치된 적어도 하나의 전자 부재(electronic member)에 전력을 공급하며; 상기 마이크로프로세서(8)의 알고리즘은 상기 도로 세그먼트(1)에 배치된 적어도 하나의 전자 부재로의 전원 장치(14)를 스위칭 온 또는 오프하고; 상기 전원 장치(14)는 전력 공급 런타임(power supply runtime) - 상기 전력 공급 런타임은 상기 전원 장치(14)가 대부분 방전 되었을 때 종료됨 - 동안 전력을 제공하며; 그리고 상기 전자 부재를 스위칭 오프하는 것은 상기 전력 공급 런타임을 연장시키는 것

을 특징으로 하는, WIM 센서(5).

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 알고리즘은 상기 적어도 하나의 전자 부재로의 전원 장치(14)를 줄이며(reduce) 그래서 상기 전자 부재를 작동 모드로부터 저전력 모드로 전환하고, 상기 저전력 모드에서는 상기 전자 부재의 전력 요건이 상기 작동 모드에 비해 줄고(reduced); 상기 전자 부재로의 전원 장치(14)를 줄이는 것(reducing)은 상기 전력 공급 런타임을 연장시키는 것

을 특징으로 하는, WIM 센서(5).

청구항 9

제4항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 하나의 전기음향 신호 발생기(12)가 상기 공간(20, 21)에 배치되고; 상기 전기음향 신호 발생기(12)는 21 kHz 내지 1 GHz의 주파수 대역의 주파수를 갖는 음파를 발생시키며; 상기 마이크로프로세서의 알고리즘은 상기 음파의 주파수, 지속 시간, 및 강도를 제어하고; 상기 음파는 잘 알려진 방식으로 전파되며, 상기 전기음향 트랜스듀서(10)는 상기 트랜스듀서 신호(110)로서 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')에 의해 발생하는 음파에 더해 상기 음파를 검출하는 것

을 특징으로 하는, WIM 센서(5).

청구항 10

제4항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 도로 세그먼트(1) 상의 차량(2, 2', 2'', 2''')의 존재를 검출하는 방법으로서,

상기 알고리즘은 상기 디지털 트랜스듀서 신호(111)를 상기 WIM 센서(5) 위를 통과하는 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 존재에 대한 적어도 하나의 특징적 시그니처(characteristic signature)와 비교하며, 상기 특징적 시그니처는 상기 디지털 트랜스듀서 신호(111)의 적어도 하나의 사전 정의된 주파수 범위의 적어도 하나의 알려진 사전 정의된 신호 레벨이며; 특징적 시그니처를 발견하면, 상기 알고리즘은 긍정의 존재 정보(121)를 생성하고,

상기 긍정의 존재 정보(121)는 상기 도로 세그먼트(1) 상에 차량(2, 2', 2'', 2''')의 존재를 나타내는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

적어도 3개의 전기음향 트랜스듀서(10)가 상기 공간(20, 21)에 배치되며,

상기 알고리즘은 상기 디지털 트랜스듀서 신호들(111)을 그 형상에 기초하여 비교하고, 2개의 디지털 트랜스듀서 신호(111)의 2개의 인식된 형상의 시간 오프셋(temporal offset)으로부터 2개의 검출된 디지털 트랜스듀서 신호(111)의 도착 시간의 시간차를 계산하며; 상기 알고리즘은 상이한 전기음향 트랜스듀서들(10)로부터의 3개의 트랜스듀서 신호(111)의 도착 시간의 시간차를 계산하여 위상 정보(125)로서 제공하고; 상기 알고리즘은 상기 도로 세그먼트 상의 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 위치를 계산하기 위해 상기 위상 정보(125)를 사용하며; 상기 알고리즘은 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 계산된 위치를 차량 위치 정보(122)로서 제공하는 것

을 특징으로 하는, 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 차량 위치 정보(122)의 시간 시퀀스(time sequence)로부터, 상기 알고리즘은 상기 WIM 센서(5) 부근에서 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 궤적(T)을 계산하고, 상기 궤적(T)은 3차원 좌표계에서의 시간 종속적인 수학적 궤적이며; 상기 알고리즘은 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 계산된 궤적(T)을 차량 궤적 정보(123)로서 제공하는 것

을 특징으로 하는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 알고리즘은 상기 차량 궤적 정보(123) 및 상기 디지털 힘 센서 신호(101)로부터 수정된 디지털 힘 센서 신호(102)를 계산하고; 상기 알고리즘은 상기 WIM 센서(5) 부근에서의 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 속도인 시간에 대한 상기 궤적(T)의 1차 도함수를 계산하며; 상기 알고리즘은 상기 WIM 센서(5) 부근에서의 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 가속도 또는 반경방향 가속도인 시간에 대한 상기 궤적(T)의 2차 도함수를 계산하고, 상기 가속도는 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')이 브레이크를 잡거나 그 속도를 증가시킬 때 발생하며, 상기 반경방향 가속도는 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')이 굽은 곳(bend)을 통해 주행할 때 발생하고; 상기 알고리즘은 상기 힘 센서(13)의 위치에서 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 가속도 또는 반경방향 가속도를 계산하기 위해 상기 차량 궤적 정보(123)를 사용하며; 상기 디지털 힘 센서 신호(101)에 의해 검출되는 힘이 상기 힘 센서(13)에 가하는 힘 및 가속도 또는 반경방향 가속도로부터, 상기 알고리즘은 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 가속도 또는 반경방향 가속도에 의해 유발되는 힘의 분율(fraction) 또는 간단히 힘 성분을 계산하고; 상기 알고리즘은 이 힘 성분과 결정된 디지털 힘 센서 신호(101) 사이의 차를 계산하며; 이 차로부터, 상기 알고리즘은 상기 수정된 디지털 힘 센서 신호(102)를 발생시키고, 이에 따라 상기 수정된 디지털 힘 센서 신호(102)는 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 가속도 또는 반경방향 가속도에 의해 상기 도로 세그먼트(1)에 가해지는 힘에 독립적인 것

을 특징으로 하는, 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 알고리즘은 상기 차량 궤적 정보(123) 및 디지털 온도 프로브 신호(131) 및 상기 디지털 힘 센서 신호(101)로부터 수정된 디지털 힘 센서 신호(102)를 계산하고; 상기 알고리즘은 상기 WIM 센서(5) 부근에서의 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 속도인 시간에 대한 상기 궤적(T)의 1차 도함수를 계산하며; 상기 알고리즘은 상기 WIM 센서(5) 부근에서의 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 가속도 또는 반경방향 가속도인 시간에 대한 상기 궤적(T)의 2차 도함수를 계산하고, 상기 가속도는 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')이 브레이크를 잡거나 그 속도를 증가시킬 때 발생하며, 상기 반경방향 가속도는 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')이 굽은 곳을 통해 주행할 때 발생

고; 상기 알고리즘은 상기 힘 센서(13)의 위치에서 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 가속도 또는 반경방향 가속도를 계산하기 위해 상기 차량 궤적 정보(123)를 사용하며; 상기 알고리즘은 상기 힘 센서(13)의 사전 결정된 온도 종속성에 기초하여 상기 디지털 힘 센서 신호(101)를 수정하고, 그 후에 상기 알고리즘은 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 가속도 또는 반경방향 가속도에 의해 유발되는 힘 성분을 계산하기 위해 상기 디지털 힘 센서 신호(101)에 의해 결정되는 휠이 상기 힘 센서(13)에 가하는 힘을 사용하며; 상기 알고리즘은 이 힘 성분과 상기 힘 센서(13)의 사전 결정된 온도 종속성에 기초하여 수정된 상기 디지털 힘 센서 신호(101) 사이의 차를 계산하고; 이로부터 상기 알고리즘은 상기 수정된 디지털 힘 센서 신호(102)를 발생시키며; 상기 수정된 디지털 힘 센서 신호(102)는 따라서 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 가속도에 의해 상기 도로 세그먼트에 가해지는 힘 및 상기 힘 센서(13)의 온도에 독립적인 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 15

제12항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 알고리즘은 상기 수정된 디지털 힘 센서 신호들(102)을 사용하여 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 휠들의 휠 하중의 합을 계산하고 상기 차량 궤적 정보(123)를 생성하며; 상기 알고리즘은 이 합을 사용하여, 하중 정보(126)로서 제공하는 상기 차량(2, 2', 2'', 2''')의 총 하중을 계산하고; 상기 알고리즘은 상기 차량 궤적 정보(123)로부터 차량에 속하는 휠들을 결정하며; 이에 의해 상기 알고리즘은 차량 궤적 정보(123)가 제공되지 않는 WIM 센서(5)와 비교하여 차량(2, 2', 2'', 2''')의 총 하중의 측정 정확도를 증가시키는 것을 특징으로 하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 차량의 총 하중을 검출하기 위한 전기음향 트랜스듀서를 포함하는 WIM 센서에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] WIM(Weigh-in-Motion) 시스템은 차량의 총 하중 또는 차축 하중을 검출하기 위해; 또는 도로의 세그먼트 위를 차축 또는 차량이 통과한 횡수를 결정하기 위해 운송 부문에서 사용된다. 이 목적을 위해, WIM 시스템은 적어도 하나의 WIM 센서, 추가 외부 센서들, 및 외부 평가 부재로 구성된다. 이하에서, 차량이라 함은 한 대의 차량 또는 견인 차량과 하나 이상의 트레일러로 구성된 차량의 조합체를 의미하는 것으로 이해된다. 검출된 차량의 총 하중 또는 차축 하중에 기초하여, 예를 들면 과적으로 인한 도로의 손상을 방지하고, 도로의 사용에 따른 유지보수 간격을 결정하며, 차량의 총 하중 또는 차축 하중 또는 차축의 수에 따라 지불을 결정하고, 도로 안전을 증대시키는 데 적절한 대책이 강구된다.

[0003] 하중은 물체에 의해 표면에 가해지는 중량의 힘으로, 간단히 힘이라고 한다. 따라서, 휠 하중은 차량의 휠에 의해 도로 표면(노면)에 가해지는 힘이고; 차축 하중은 차량의 차축의 모든 휠에 의해 도로에 가해지는 힘이며; 총 하중은 차량의 모든 휠에 의해 노면에 가해지는 힘이다.

[0004] 이하에서는, 휠, 더블 휠, 및 슈퍼 싱글 휠(super single wheel)이 일반적인 용어인 휠로 총칭적으로 지정된다. 차축은 휠들 또는 더블 휠들 또는 슈퍼 싱글 휠들을 갖는 차축이다.

[0005] WIM 시스템들의 WIM 센서들은 도로의 표면에 매립되며, 그래서 이동 방향을 따라 나란히 도로 표면에 삽입된 복수의 WIM 센서가 이동 방향에 대해 길이 방향으로 차량의 트랙과 교차하며, 차량의 각 휠 트랙은 WIM 센서에 의해 교차된다. 일반적으로, WIM 센서는 길이 방향 축을 따라 세장형의 프로파일 형태를 갖는다. 휠 트랙이라 함은 차량이 도로 상을 주행할 때 도로 표면 상의 차량의 휠의 궤적을 의미하는 것으로 이해된다. 트랙이라 함은 차량의 모든 휠 트랙 전체를 의미하는 것으로 이해된다. 하지만, 긴 WIM 센서가 트랙 전체와 교차할 수도 있고, 또는 WIM 센서에 의해 차량의 하나의 휠 트랙만을 모니터링할 수도 있다. WIM 센서들은 종종 이동 방향으로 서로 이격된 두 위치에서 도로에 삽입되며, 이들 WIM 센서 사이의 알려진 거리가 이격된 WIM 센서들 사이의 휠의 속도를 결정하는데 사용된다. WIM 센서들은 외부 평가 부재에 신호를 전송한다.

[0006] 보통, 복수의 이격된 WIM 센서 및 외부 평가 부재로 구성된 WIM 시스템은 휠 하중, 차량의 횡단 차축(crossing axles)의 수, 및 횡단 차량의 속도를 결정하는 데 충분하다. 휠 하중 또는 차축 하중을 결정하기 위해, WIM 센

서들은 전형적으로 하나 이상의 압전력 센서(piezoelectric force sensor)를 포함한다.

- [0007] 휠이 횡단할 때 적어도 하나의 힘 센서에 의해 동적 지면 반력(dynamic ground reaction forces)을 측정하고 휠의 속도를 측정함으로써, 휠의 하중의 검출이 수행된다. 여기서, 지면 반력이란 휠이 지면에 가하는 힘에 반작용하는 힘을 의미한다. 속도는 전형적으로 외부 평가 멤버에서 계산된다.
- [0008] 횡단 휠 또는 차축을 특정 차량에 할당하는 것은 일반적으로, 예를 들면 각 트랙의 도로 표면에 삽입된 인덕션 루프(induction loops)와 같이 도로 세그먼트 상의 차량의 존재를 검출하는 WIM 센서에 더해 추가 외부 센서들을 필요로 한다. 하지만, WIM 센서 위를 주행하는 차량의 존재를 검출하기 위해 카메라, 라이트 배리어(light barrier), 라이트 커튼(light curtain), 또는 레이더 측정 등과 같은 광학적 방법도 또한 사용될 수 있다. 이들 추가 외부 센서의 데이터는 외부 평가 부재에 하나 이상의 WIM 센서의 데이터와 함께 기록된다. 이들 추가 외부 센서는 설치 및 유지 보수에 필요한 노력 및 궁극적으로는 WIM 시스템을 조립하기 위한 재정적 및 시간적 노력을 증가시킨다.
- [0009] 횡단 휠 또는 차축을 특정 차량에 명확하게 할당할 수 있는 것은, 다음을 포함하나 이에 국한되지 않는, WIM 시스템의 향후 적용에 필수적이게 된다:
 - [0010] · 최고 순항 속도에서의 WIM 측정을 기초로 한 과적 차량의 직접 처벌.
 - [0011] · 최고 순항 속도에서의 WIM 측정을 기초로 한 과속 주행 차량의 직접 처벌.
 - [0012] · 최고 순항 속도에서의 WIM 측정을 기초로 한 중량 기반의 통행료 지불.
 - [0013] · 산업 용도(항만, 광산 등)에서의 WIM 측정을 기초로 한 중량 기반의 지불.
- [0014] 위에서 언급한 점에 대해 WIM 시스템에 부과되는 요건은 높다. 그래서, 운영자의 어떠한 개입도 없이 WIM 시스템에 의해 차량의 총 중량을 측정하기 위해, 국제법정계량기구(Internation Organization for Legal Metrology: OIML)는 그 표준 OIML R 134에서 차량의 존재를 검출할 뿐만 아니라 차량의 모든 휠이 검출되었는지 여부의 일관성 체크(consistency check)를 수행할 것을 권장한다. 이는 WIM 시스템이 위에서 언급된 적용에 사용될 때 가장 중요한, 기록된 데이터의 정확도의 향상을 이루게 된다.
- [0015] 또한, WIM 시스템의 비용도 점점 더 중요한 역할을 한다. 사용자는 설치가 단지 몇 개의 컴포넌트만으로 가능한 한 간단할 것과 복수의 WIM 시스템을 포함하는 네트워크를 사용하는 추세에 따라, WIM 센서들이 가능한 한 자율적으로 기능할 것을 기대한다.
- [0016] US2014309966A로부터 WIM 시스템이 알려져 있으며; 차량이 도로의 도로 세그먼트 상을 주행하고 있는 동안 WIM 시스템에 의해 차량의 총 하중을 결정하는 방법을 포함하고; 이 도로 세그먼트에서의 횡단 차량의 모든 휠의 휠 하중과 차량의 속도 양자 모두가 전체 횡단 동안에 기록되며; 휠 하중은 하나 이상의 WIM 센서에 의해 검출되고; 차량의 속도는 레이더와 같은 추가 센서들, 이동 방향으로 배열된 빔 어레이에 의해, 또는 레이저 도플러 속도 측정법에 의해 검출되며; 검출된 휠 하중의 특정 차량에 대한 할당은 도로의 세그먼트를 따라 주행하고 있는 차량의 종단(end)을 검출하기 위한 디바이스를 사용하여 수행되며, 상기 디바이스는 예를 들면, 도로에 횡방향으로 확립된 방사 격자(radiation grating) 또는 도로 표면에 내장된 인덕션 루프이고; 차량의 총 하중은 하나의 차량에 속하는 모든 휠 하중의 합으로부터 결정될 수 있다. 이는 차량의 총 하중을 결정하는 데 필요한 차량의 종단, 즉 WIM 센서를 횡단하는 차량의 존재의 종단의 검출이 도로에, 도로 옆에 또는 도로 상에 위치한 부가적인 개별 센서들을 필요로 하며, 그래서 그 설치를 위해 도로 세그먼트가 장시간에 걸쳐 차단되어야만 하고 WIM 시스템의 설치 및 유지보수와 관련하여 추가 비용을 발생시키는 단점을 갖는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 본 발명의 제1 목적은 어떠한 추가적인 외부 센서들도 사용하지 않으면서 WIM 시스템에 대한 관련 비용 및 설치 노력을 줄일 수 있는, WIM 센서의 신호에 기초하여 차량의 총 하중을 결정하는 것이다. 다른 목적은 WIM 시스템의 정확도를 높이는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0018] 이들 목적 중 적어도 하나가 독립항의 특징들에 의해 달성되었다.

- [0019] 본 발명은 차량의 휠이 WIM 센서를 횡단할 때 도로 세그먼트 상의 차량의 하중을 검출하기 위한 WIM 센서에 관한 것으로; 상기 WIM 센서는 도로 표면의 도로 세그먼트에 배치되고 도로 표면과 동일면으로 삽입되며; 상기 WIM 센서는 길이 방향 축을 따라 세장형 프로파일의 형상을 가지며 적어도 하나의 공간을 포함하고; 상기 공간에는 적어도 하나의 힘 센서가 배치되며; 상기 힘 센서는 힘 센서 신호를 발생시키고; 상기 힘 센서 신호는 휠 - 상기 휠은 도로 세그먼트에 힘을 가함 - 의 횡단 중에 동적 지면 반력에 대응하며; 적어도 하나의 전기음향 트랜스듀서가 공간에 배치되고; 상기 전기음향 트랜스듀서는 트랜스듀서 신호로서 제공하는 음파들을 측정한다.
- [0020] 전기음향 트랜스듀서라 함은 음파를 검출하는 센서를 의미하는 것으로 이해된다.
- [0021] 도로 세그먼트 상을 이동하는 차량은 사운드를 발생시킨다. 방출되는 이들 사운드 또는 음파(sound waves)는 각각 특히 도로 표면 상에서의 차량의 휠의 구름운동 또는 차량의 엔진에 의해 방출되며, 상기 음파는 주변 공기뿐만 아니라 도로 표면으로도 확산된다. 공간의 소정 위치에서 검출되는 이들 음파의 특성(characteristic properties)은 특히, 음파원까지의 거리 및 전파(propagation) 매체에 종속적이다.
- [0022] 음파는 공간의 물체에서 반사되며, 그래서 물체의 존재가 음파의 전파에 특징적인 영향을 미친다. 그래서, 음파의 반사는 예를 들면, 방출된 음파의 전파가 특징적인 방식으로 영향을 받는 산괴(mountain massifs)로부터 알려져 있다. 본 경우에, 음파는 차량의 요소들로부터 및 그에 따라 또한 차량의 언더바디(underbody)로부터 반사된다. 따라서, 이들 차량 요소는 추가 음파원으로 간주될 수 있으며, 그 음파는 원래 발생된 음파에 중첩된다. 또한, 반사된 음파도 도로 표면에 충돌한다.
- [0023] 따라서, 차량에 의해 발생된 음파 및 차량의 요소들에서 반사된 음파는 각각 도로 표면에서 확산되며, 이들은 물론 도로 표면에 삽입된 WIM 센서를 또한 통과한다. 따라서, 음파는 WIM 센서의 프로파일 내의 공간으로도 확산된다.
- [0024] 도로 표면에 삽입된 전기음향 트랜스듀서 부근의 차량 요소의 존재는 전기음향 트랜스듀서에 의해 검출된 신호들을 평가함으로써 위에서 언급된 음파들의 중첩으로부터 결정된다.
- [0025] 음파의 전파 법칙은 잘 알려져 있으며, 그래서 3개 이상의 전기음향 트랜스듀서를 포함하는 구성 및 전기음향 트랜스듀서들에 의해 검출된 신호들의 평가에 의해 특정 시점에서 음파원의 위치를 결정할 수 있다.
- [0026] 음파원의 위치가 특정 시점에서 알려지면, 시간 경과에 따른 위치 변화를 모니터링함으로써 음파원의 궤적이 결정될 수 있는데, 상기 궤적은 음파원의 동적 위치 변화를 기술한다.
- [0027] 전기음향 트랜스듀서들은 도로 표면의 공간에, 특히 도로 표면에 삽입된 WIM 센서의 공간에 배치된다.

발명의 효과

- [0028] WIM 센서의 부근에서 차량의 존재를 검출하기 위한 적어도 하나의 전기음향 트랜스듀서를 포함하는 WIM 센서는 US2014309966A로부터 알려진 방식으로 차량의 총 하중을 측정하는 WIM 시스템보다 유리한데, 이는 WIM 센서 외에 개별적으로 결정된 휠 하중을 차량에 할당하기 위해 센서의 영역에서 차량의 존재를 결정하기 위해 필요했을 추가의 개별 외부 센서들이 더 이상 요구되지 않기 때문이며; 또한 추가의 개별 외부 센서들을 배제함으로써, 설치 비용, 유지보수 비용, 및 설치 노력이 저감되기 때문이다. 또한, WIM 시스템의 설치를 위해 도로를 차단하는 시간이 8시간 미만으로 단축될 수 있다. 또한, WIM 센서에 통합된 신호 처리용 마이크로프로세서는 센서의 자율적인 사용을 가능케 하며 외부 평가 부재에 부과되는 요건을 저감한다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 이하에서는, 도면을 참조하여 예로서 본 발명이 보다 상세하게 설명될 것이다.
- 도 1은 WIM 센서 위를 통과하는 차량의 존재를 검출하기 위한 WIM 센서들 및 추가 외부 센서들을 포함하는 WIM 시스템의 일부를 갖는 도로 세그먼트의 개략적인 부분도를 도시한다.
- 도 2는 WIM 센서 위를 통과하는 차량의 존재를 결정하기 위한 통합 센서들을 갖는 WIM 센서들을 포함하는 WIM 시스템의 일부의 제1 실시예를 갖는 도로 세그먼트의 개략적인 부분도를 도시한다.
- 도 3은 WIM 센서 위를 통과하는 차량의 존재를 검출하기 위한 통합 센서들을 포함하는 WIM 센서의 유리한 실시예의 개략적인 부분도를 도시한다.
- 도 4는 WIM 센서 위를 통과하는 차량의 존재를 검출하기 위한 통합 센서들을 포함하는 WIM 센서의 유리한 실시

예의 다른 개략적인 부분도를 도시한다.

도 5는 WIM 센서 위를 통과하는 차량의 존재를 검출하기 위한 통합 센서들을 갖는 WIM 센서를 포함하는 WIM 시스템의 일부의 제1 실시예를 갖는 도로 세그먼트의 개략적인 부분도와 함께, 차량의 결정된 궤적 및 차량의 궤적 상의 상이한 위치들에서의 속도의 표현을 도시한다.

도 6은 유리한 실시예에서 WIM 센서의 신호들을 예시하기 위한 다이어그램을 도시하는데, WIM 센서의 개별 컴포넌트들은 명료성을 위해 다이어그램에 개략적으로 도시되어 있다.

도 7은 WIM 센서 위를 통과하는 차량의 존재를 검출하기 위한 통합 센서들 및 전원 장치를 갖는 WIM 센서의 다른 실시예의 개략적인 부분도를 도시한다.

도 8은 WIM 센서 위를 통과하는 차량의 존재를 검출하기 위한 통합 센서들 및 신호 발생기를 포함하는 WIM 센서의 다른 실시예의 개략적인 부분도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 도 1은 WIM 센서 위를 통과하는 차량(2, 2', 2'', 2''')의 존재를 측정하기 위한 하나 이상의 WIM 센서(3) 및 복수의 외부 센서(4, 4', 4'', 4''')에 의해 차량(2, 2', 2'', 2''')의 총 하중을 검출하기 위한 종래 기술에 따른 WIM 시스템의 일부를 갖는 도로 세그먼트(1)를 도시한다.
- [0031] 도 2는 휠의 이동 방향(XX')으로 이격되어 도로 세그먼트에 배치된 적어도 2개의 유리한 WIM 센서(5)에 의해 차량(2, 2', 2'', 2''')의 총 하중을 검출하기 위한 제1 실시예의 WIM 시스템의 일부를 갖는 도로 세그먼트(1)를 도시하며; WIM 센서(5)는 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같은 세장형 프로파일이고; 이 프로파일에는 하나 이상의 공간(20, 21)이 형성되며; 하나의 공간(20)에는 휠 하중 또는 차축 하중을 검출하기 위한 적어도 하나의 힘 센서(13)가 배치된다.
- [0032] 바람직한 실시예에서, 공간(20, 21)이라 함은 프로파일(6)에 의해 부분적으로 또는 전체적으로 둘러싸이며 프로파일의 길이 방향 축(YY')의 전체 또는 일부에 걸쳐 존재하는 영역을 의미하는 것으로 이해된다. 공간(20)은 도 4에 도시된 바와 같이 프로파일(6)의 옆에 또는 아래에 배치된다. 또한, 공간(21)은 길이 방향 축(YY')에 대해 프로파일(6)의 일 단부에 인접하게 배치될 수 있다. 그래서, 공간(21)은 각각 이동 방향(XX')에 대해 또는 수직 방향(ZZ')에 대해 도 4에 도시된 바와 같이 프로파일(6)의 옆에 또는 아래에 배치될 수 있다. 수직 방향(ZZ')이라 함은 도로 표면에 수직인 방향을 의미하는 것으로 이해된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 공간(21)은 또한 프로파일(6)의 일 단부에 인접할 수 있다.
- [0033] 바람직한 실시예에서는, 트랜스듀서 신호(110)를 발생시키는 적어도 하나의 전기음향 트랜스듀서(10) 및 적어도 2개의 A/D 컨버터(11)가 공간(20, 21)에 배치된다.
- [0034] 또한, 적어도 하나의 힘 센서(13)가 공간(20, 21)에 배치되고; 상기 힘 센서는 프로파일에 힘이 작용할 때 힘 센서 신호(100)를 발생시키며; 상기 힘 센서 신호(100)는 제1 A/D 컨버터(11)에 의해 디지털 힘 센서 신호(101)로 변환 및 제공되고; 적어도 하나의 전기음향 트랜스듀서(10)의 적어도 하나의 트랜스듀서 신호(110)는 A/D 컨버터(11)에 의해 변환 및 제공되며, 이하에서는 디지털 트랜스듀서 신호(111)로 지칭되게 된다.
- [0035] 이하에서, '신호를 제공하는'이라는 용어는 제공된 신호가 추가 사용을 위해 이용 가능하다는 것을 의미한다. 따라서, '제공하는' 것은 신호를 전자 메모리에 저장하고 이 메모리로부터 신호를 로딩하는 것을 또한 포함한다. '제공하는' 것은 신호를 디스플레이 상에 디스플레이하는 것을 또한 포함한다.
- [0036] 도 6은 아래에 언급된 신호의 개요도이며; 보다 나은 이해를 위해, WIM 시스템의 컴포넌트들 중 일부가 또한 도시되어 있다.
- [0037] 바람직한 실시예에서, 힘 센서(13)는 전극 및 적어도 하나의 전하 증폭기(charge amplifier)를 포함하는 적어도 하나의 압전 측정 부재로 구성되고; 이 압전 측정 부재는 힘의 작용 하에 전하를 발생시키며; 상기 전하는 전극들을 통해 전하 증폭기에 이용 가능하고; 이 전하 증폭기는 전하를 힘 센서 신호(100)로 변환하고는 힘 센서 신호(100)를 제공하며; 이 힘 센서 신호(100)는 전기 신호, 바람직하게는 전압이다.
- [0038] 하지만, 본 기술분야의 통상의 기술자는 물론 스트레인 게이지 또는 피에조 저항(piezoresistive) 측정 부재, 또는 전기 증폭기 또는 유사한 전기 회로를 포함하거나 포함하지 않으며 힘의 작용 하에 그 힘과 동등한 신호를 발생시키며 이를 힘 센서 신호(100)로서 제공하는 다른 측정 부재와 같은, 힘 센서(13)의 다른 실시예를 선택할

수도 있다.

- [0039] 전기음향 트랜스듀서(10)는 경계치를 포함하여 20 Hz 내지 21 kHz의 가청 범위, 또는 경계치를 포함하여 21 kHz 내지 1 GHz의 초음파 범위, 또는 가청 및 초음파 범위의 음파에 대한 감도(sensitivity)를 갖는다.
- [0040] 또한, 적어도 하나의 마이크로프로세서(8) 및 적어도 하나의 비휘발성 메모리 부재(9)가 공간(20, 21)에 배치된다.
- [0041] 바람직한 실시예에서는, 적어도 하나의 디지털 힘 센서 신호(101) 및 적어도 하나의 디지털 트랜스듀서 신호(111)가 마이크로프로세서(8)에서 이용 가능하다.
- [0042] 적어도 하나의 디지털 힘 센서 신호(101)와 적어도 하나의 디지털 트랜스듀서 신호(111)는 시간적으로 동기화된 방식으로 마이크로프로세서(511)에서 검출된다. 적어도 하나의 디지털 힘 센서 신호(101) 및 디지털 전기음향 신호(111)의 시간적으로 동기화된 검출은 검출된 디지털 힘 센서 신호(101)가 동시에 측정된 디지털 전기음향 신호(111)에 명확하게 할당되는 것을 의미하는 것으로 이해된다. 디지털 힘 센서 신호(101)와 디지털 트랜스듀서 신호(111)가 마이크로프로세서(8)의 내부 타이머의 동일한 값에서 통상적인 노력으로 잘 알려진 디지털 신호 전송 기술에 따라 검출되는 경우에, 디지털 힘 센서 신호(101)는 디지털 트랜스듀서 신호(111)와 동시에 측정된다.
- [0043] 적어도 2개의 디지털 힘 센서 신호(101)의 시간적으로 동기화된 검출은 동시에 측정된 2개의 디지털 힘 센서 신호(101) 사이의 명확한 연관성을 의미하는 것으로 이해된다. 디지털 힘 센서 신호들(101)이 마이크로프로세서(8)의 내부 타이머의 동일한 값에서 통상적인 노력으로 잘 알려진 디지털 신호 전송 기술에 따라 검출되는 경우에, 2개의 디지털 힘 센서 신호(101)는 동시에 측정된다. 동기화되어 검출된 2개의 디지털 힘 센서 신호(101)는 적어도 2개의 힘 센서(13)로부터 유래한다는 것을 이해해야 한다.
- [0044] 적어도 하나의 디지털 트랜스듀서 신호(111)는 마이크로프로세서(8)의 알고리즘에 의해 평가되어 존재 정보(presence information; 121)로서 제공된다. 이 목적을 위해, 마이크로프로세서(8)에 로딩되는 적어도 하나의 알고리즘이 비휘발성 메모리 부재(9)에 저장된다. 알고리즘은 디지털 트랜스듀서 신호(111)를 WIM 센서(5) 위를 통과하는 차량(2, 2', 2'', 2''')의 존재에 대한 적어도 하나의 특징적 시그니처(characteristic signature)와 비교하고는 이로부터 존재 정보(121)를 생성한다. 특징적 시그니처는 비휘발성 메모리 부재(9)에 저장된 디지털 트랜스듀서 신호(111)의 적어도 하나의 사전 정의된 주파수 범위의 적어도 하나의 알려진 사전 정의된 신호 레벨이다. 신호 레벨은 검출된 신호의 정의된 강도이다. 특징적 시그니처는 마이크로프로세서(8)에 로딩된다.
- [0045] 알고리즘은 로딩된 특징적 시그니처와 디지털 트랜스듀서 신호(111)를 비교하여, 매칭됨을 발견하면, WIM 센서(5) 위를 통과하는 차량(2, 2', 2'', 2''')이 존재한다고 판단하며 알고리즘은 긍정의 존재 정보(positive presence information; 121)를 생성한다. 그렇지 않으면, 알고리즘은 부정의 존재 정보(negative presence information; 121)를 생성한다.
- [0046] 도 5에 도시된 바와 같이, 마이크로프로세서(8) 내의 알고리즘은 적어도 3개의 이격된 전기음향 트랜스듀서(10)의 트랜스듀서 신호들(111)을 평가한다. 알고리즘은 디지털 트랜스듀서 신호들(111)을 그 형상에 기초하여 비교하며, 2개의 검출된 디지털 트랜스듀서 신호(111)의 도착 시간들 사이의 시간차를 계산하기 위해 2개의 디지털 트랜스듀서 신호(111)의 2개의 인식된 형상의 시간 오프셋(temporal offset)을 사용한다. 추가 단계에서, 알고리즘은 상이한 전기음향 트랜스듀서들(10)의 3개의 트랜스듀서 신호(111)의 쌍별 비교(pairwise comparison)의 도착 시간의 시간차를 계산한다. 이들은 위상 정보(phase information; 125)를 생성 및 제공하기 위해 알고리즘에 의해 사용된다. 이 위상 정보(125)는 알고리즘에 의해 WIM 센서(5) 부근의 횡단 차량(2, 2', 2'', 2''')의 정확한 위치(P1, P2)를 계산하는 데 사용된다. 차량(2, 2', 2'', 2''')의 위치로부터, 알고리즘은 차량 위치 정보(122)를 생성 및 제공한다.
- [0047] 차량 위치 정보(122)는 WIM 센서(5) 부근에서의 차량 위치 정보(122)의 시간적 변화와 함께 알고리즘에 의해 차량(2, 2', 2'', 2''')의 궤적(T)을 생성하는 데 사용된다. 궤적(T)은 알고리즘에 의해 차량 궤적 정보(123)로서 제공된다. 궤적(T)은 3차원 좌표계에서 시간 종속적인 수학적 궤적이다. 따라서, 시간에 대한 궤적의 1차 도함수가 도 5에서 v1, v2, v3로 표시된 WIM 센서(5) 부근에서의 차량(2, 2', 2'', 2''')의 속도이다. 시간에 대한 궤적의 2차 도함수는 WIM 센서(5) 부근에서의 차량(2, 2', 2'', 2''')의 가속도이다.
- [0048] 차량(2, 2', 2'', 2''')의 가속도는 힘 센서(13)에 추가적인 힘 성분으로 작용하며, 그에 따라 검출된 디지털 힘 센서 신호(101)에 영향을 미친다. 그래서, 차량(2, 2', 2'', 2''')이 브레이크를 잡을 때(음의 가속도), 차

량(2, 2', 2'', 2''')의 프런트 휠들에 의해 도로 표면에 가해지는 힘은 차량(2, 2', 2'', 2''')의 음의 가속도 및 차량(2, 2', 2'', 2''')의 중량에 비례하는 힘 성분만큼 증가되는 반면, 차량(2, 2', 2'', 2''')의 리어 휠들에 의해 도로 표면에 가해지는 힘은 차량(2, 2', 2'', 2''')의 가속도 및 중량에 비례하는 힘 성분만큼 감소된다.

- [0049] 마찬가지로, 3차원 좌표계에서 곡선 궤적을 따라 이동하는 차량(2, 2', 2'', 2''')의 반경방향 가속도(radial acceleration)에서는, 추가적인 힘 성분이 힘 센서(13)에 작용하며, 그에 따라 검출된 디지털 힘 센서 신호(102)에 영향을 미친다. 그래서, 차량(2, 2', 2'', 2''')에 의해 이루어진 좌회전의 경우에, 차량(2, 2', 2'', 2''')의 우측 휠들에 의해 도로 표면에 가해지는 힘은 증가되는 반면, 차량(2, 2', 2'', 2''')의 좌측 휠들에 의해 도로 표면에 가해지는 힘은 감소되는데, 이는 각각 차량(2, 2', 2'', 2''')의 반경방향 가속도 및 차량(2, 2', 2'', 2''')의 중량에 비례하는 힘 성분만큼 증가 또는 감소된다.
- [0050] 차량 궤적 정보(123)와 디지털 힘 센서 신호들(101)로부터, 알고리즘은 WIM 센서(5) 위를 통과하는 차량(2, 2', 2'', 2''')의 휠들의 수정된 디지털 힘 센서 신호들(102)을 계산한다. 차량 궤적 정보(123)로부터, 알고리즘은 힘 센서(13)의 위치에서 차량(2, 2', 2'', 2''')의 가속도 또는 반경방향 가속도를 계산하고, 휠이 힘 센서(13)에 가하는 검출된 힘으로부터, 알고리즘은 차량(2, 2', 2'', 2''')의 가속도에 의해 발생하는 힘의 분율(힘 성분)을 계산하고, 이 힘 성분과 검출된 디지털 힘 센서 신호(101) 사이의 차를 계산하며, 이를 사용하여 수정된 디지털 힘 센서 신호(102)를 발생시킨다. 따라서, 수정된 디지털 힘 센서 신호(102)는 차량(2, 2', 2'', 2''')의 가속도 또는 반경방향 가속도에 의해 도로 세그먼트에 가해지는 힘에 독립적이다.
- [0051] 바람직한 실시예에서, 알고리즘은 WIM 센서(5)를 횡단하는 차량(2, 2', 2'', 2''')의 휠들의 적어도 하나의 디지털 힘 센서 신호(101)와 차량 궤적 정보(123) 및 적어도 하나의 추가 측정 변수로부터 수정된 디지털 힘 센서 신호(102)를 계산하며; 상기 추가 측정 변수는 온도일 수 있으나 이에 국한되지 않으며, 이 온도는 온도 프로브(temperature probe; 16)에 의해 온도 프로브 신호(130)로서 검출되고, A/D 컨버터(11)에 의해 변환되어, 디지털 온도 프로브 신호(131)로서 디지털 형태로 제공된다. 알고리즘은 힘 센서(13)의 사전 결정된 온도 종속성(temperature dependency)에 기초하여 디지털 힘 센서 신호(101)를 수정하며, 그 후에 알고리즘은 차량(2, 2', 2'', 2''')의 반경방향 가속도 또는 가속도 및 차량(2, 2', 2'', 2''')의 중량에 비례하는 전술한 힘 성분과 디지털 힘 센서 신호(101) 사이의 차를 계산하고는 그 결과를 수정된 디지털 힘 센서 신호로서 제공한다.
- [0052] 바람직한 실시예에서, 긍정의 존재 정보(121)의 경우에, 마이크로프로세서(8) 또는 외부 평가 부재(7)의 알고리즘에 의해 모든 이용 가능한 수정된 디지털 힘 센서 신호들(102)이 차량(2, 2', 2'', 2''')에 할당된다.
- [0053] 외부 평가 멤버(7)의 알고리즘은 차량(2, 2', 2'', 2''')의 모든 차축의 수정된 차축 하중 및 수정된 총 하중을 결정하고는 이를 디지털 형식으로 제공한다. 이러한 결정에 이들 수정된 디지털 힘 센서 신호(102)를 사용하면 차량(2, 2', 2'', 2''')의 휠 하중, 차축 하중, 및 총 하중의 측정의 측정 정확도가 향상된다.
- [0054] 일 실시예에서, WIM 센서(5)는 전자 신호 전송 부재(15)를 포함하며; 바람직한 실시예에서는, 도체용 연결 부재가 전자 신호 전송 부재(15)에 배치되고, 도체는 WIM 센서에 제공되는 신호들을 외부 평가 유닛에 전송하는 데 사용되며; 바람직한 실시예에서는, 전자파를 위한 송신기 및 수신기가 신호 전송 부재에 배치되고; 신호 전송 부재(15)는 WIM 센서(5)에 제공되는 신호들을 전자파에 의해 외부 평가 부재(7)에 전송한다. 외부 평가 부재(7)는 예를 들면, 랩탑 또는 개인용 컴퓨터(PC) 또는 분산형 IT 인프라스트럭처이다.
- [0055] 다른 실시예에서는, 전원 장치(power supply; 14)가 도 7에 도시된 바와 같이 바람직한 실시예에서 적어도 하나의 공간(20, 21)에 배치되며; 전원 장치(14)는 WIM 센서(5)의 적어도 하나의 전자 부재에 전력을 공급한다.
- [0056] 바람직한 실시예에서, 이 전자 부재의 목록은 다음의 부재들: 힘 센서(13), 전기음향 트랜스듀서(10), A/D 컨버터(11), 신호 전송 부재(15), 온도 프로브(16) 중 적어도 하나를 포함하나 이에 국한되지는 않는다.
- [0057] 물론, 줄여서 ASIC이라 불리는 특정 용도용 집적 회로(application-specific integrated circuit)와 같은 단일 전자 컴포넌트의 형태로 존재하는 상이한 기능들을 수행하는 전자 부재들도 있을 수 있다. 단일 전자 컴포넌트의 형태로 유사한 기능들을 수행하는 복수의 전자 부재도 있을 수 있다.
- [0058] WIM 센서(5)의 일 실시예에서, 전원 장치(14)는 WIM 센서(5)를 위한 유일한 전력원이다. 다른 실시예에서는, 전원 장치(14)가 WIM 센서(5)를 위한 추가 전력원, 예를 들면 무정전 전원 장치 또는 일반 백업 전원 장치이며; 후자의 경우에는, 간선 전압 장애의 발생시에 전원 장치(14)가 자동으로 전력 공급을 개시하기 전에 전력 공급에 잠시 중단이 있게 된다.

- [0059] 유리한 실시예에서, 전원 장치(14)는 도로 세그먼트(1)에 배치된 적어도 하나의 전자 부재에 전력을 공급한다.
- [0060] 전자 부재에 대한 전력의 공급을 중지하는 것은, 전원 장치(14)가 다른 전자 부재들에는 전력을 계속 공급하더라도 아래에서 해당 전자 부재의 전원 장치(14)를 스위칭 오프(switching off)하는 것으로 지칭된다. 마찬가지로, 전자 부재에 대한 전력의 공급을 재개하는 것은 아래에서 해당 전자 부재의 전원 장치(14)를 스위칭 온하는 것으로 지칭된다. 또한, 전자 부재의 전원 장치(14)를 전력에 대해 줄이는 것(reducing)은 아래에서 해당 전자 부재의 전원 장치(14)를 줄이는 것으로 지칭된다.
- [0061] 마이크로프로세서(8)의 알고리즘은 도로 세그먼트(1)에 배치된 적어도 하나의 전자 부재의 전원 장치(14)를 스위칭 온 또는 오프하거나, 도로 세그먼트(1)에 배치된 적어도 하나의 전자 부재를 작동 모드(operating mode)로부터 저에너지 모드(low-energy mode)로 전환하는데, 이 저에너지 모드에서는 전자 컴포넌트의 에너지 소비가 작동 모드에서보다 낮다.
- [0062] 전원 장치(14)는 전력 공급 런타임(power supply runtime) 동안 전력을 제공하는데, 이 전력 공급 런타임은 전원 장치(14)가 대부분 방전되었을 때 종료된다.
- [0063] 유리한 실시예에서, 존재 정보(121)는 WIM 센서(5)의 개별 전자 부재들 또는 전자 부재 그룹들의 전원 장치(14)를 조정하는 데 사용되며; 상기 조정은 특히 전원 장치(14)를 줄이는 것 또는 스위칭 오프하는 것이며, 이에 의해 전원 장치의 런타임이 상당히 증가된다. 도로 세그먼트(1)에서 휠(11)의 존재가 검출되지 않으면, 마이크로프로세서(8)의 알고리즘은 도로 세그먼트(1)에 배치된 적어도 하나의 전자 부재에 대한 전원 장치(14)를 스위칭 오프하거나 줄이는데, 이 전자 부재는 도로 세그먼트(1) 상에서 휠(11)의 존재를 검출하는데 필요하지 않다. 도로 세그먼트(1)에서 휠(11)의 존재가 검출되면, 스위칭 오프되거나 또는 줄인 전원 장치(14)가 다시 스위칭 온된다. 전원 장치(14)를 스위칭 오프하거나 줄이면 전원 장치(14)의 전원 공급 런타임이 연장된다. 유리한 실시예에서, 도로 세그먼트(1)에 배치된 적어도 하나의 전자 부재의 전원 장치(14)의 스위칭 또는 줄이는 것은 존재 정보(121)에 기초하여 알고리즘에 의해 수행된다.
- [0064] 바람직한 실시예에서, 적어도 하나의 디지털 트랜스듀서 신호(111)의 평가는 현재의 사운드 노출 레벨(sound exposure level)의 검출을 가능케 한다. 현재의 사운드 노출 레벨의 검출은 마이크로프로세서(8)의 알고리즘에 의해 또는 외부 평가 부재(7)에 의해 수행되며, 알고리즘은 디지털 트랜스듀서 신호(111)의 음압(sound pressure) 레벨을 결정한다. 그 다음에 횡단 차량(2, 2', 2'', 2''')의 사운드 방출(sound emission) 레벨이 음압 레벨로부터 결정된다. 사운드 방출 레벨은 사전 설정된 사운드 방출 제한치와 비교된다. 이 비교의 결과가 사운드 신호로서 제공되며, 신호 전송 부재에 의해 외부 평가 부재로, 또는 인터넷을 통해 랩탑 또는 개인용 컴퓨터 또는 분산형 IT 인프라스트럭처로 전송된다.
- [0065] 다른 실시예에서는, 적어도 하나의 음향 신호 발생기(12)가 도 8에 도시된 바와 같이 프로파일(6)의 공간(20, 21)에 배치되며; 이 음향 신호 발생기(12)는 21 kHz 내지 1 GHz 사이의 초음파 범위의 주파수를 갖는 음향 신호들을 발생시키고; 이 음향 신호 발생기(12)는 차량(2, 2', 2'', 2''')으로부터 유래하는 위에서 언급된 음파원에 더하여 존재하는 추가 음파원이며; 이 음파는 잘 알려진 방식으로 전파되어 차량(2, 2', 2'', 2''')의 요소들에서 반사된다. 그래서, 음향 신호 발생기(12)로부터 유래하는 음파는 차량(2, 2', 2'', 2''')에 의해 발생하는 음파에 더해 적어도 하나의 전기음향 트랜스듀서(10)에 의해 검출되며, 음향 신호 발생기(526)의 검출된 음파는 차량(2, 2', 2'', 2''')에 의해 발생하는 음파와 동일한 방식으로 차량(2, 2', 2'', 2''')의 존재를 검출하는 데 사용된다. 음향 신호 발생기(12)는 마이크로프로세서(511)의 알고리즘에 의해 제어되며, 그에 따라 알고리즘은 발생된 음파의 주파수, 지속 시간, 및 강도를 제어한다.
- [0066] 하지만, 본 발명을 알고 있는 본 기술분야의 통상의 기술자는 도로에 서로 이격된 전기음향 트랜스듀서들(10)을 갖는 복수의 WIM 센서(5)를 삽입할 수 있다. 디지털 트랜스듀서 신호들(111)과 디지털 힘 센서 신호들(101)은 외부 평가 부재(7)에서 검출되며; 복수의 WIM 센서(5)의 디지털 트랜스듀서 신호들(111)과 디지털 힘 센서 신호들(101)을 검출함으로써, 측정 정확도를 높일 수 있고; 복수의 WIM 센서(5)의 디지털 트랜스듀서 신호들(111)과 디지털 힘 센서 신호들(101)을 검출함으로써, 검출된 신호들의 일관성을 체크하는 것이 가능하다.
- [0067] WIM 센서(3)의 다른 바람직한 실시예에서는, 적어도 하나의 디지털 트랜스듀서 신호(111)가 적어도 하나의 디지털 힘 센서 신호(101) 및 타임 스탬프(141)와 시간적으로 동기화된 방식으로 비휘발성 메모리 부재(9) 또는 외부 평가 부재(7)에 설정 가능한 시간 간격으로 저장되는데, 타임 스탬프(141)는 날짜와 시간으로 구성되며 마이크로프로세서(8)의 알고리즘에 의해 제공된다.

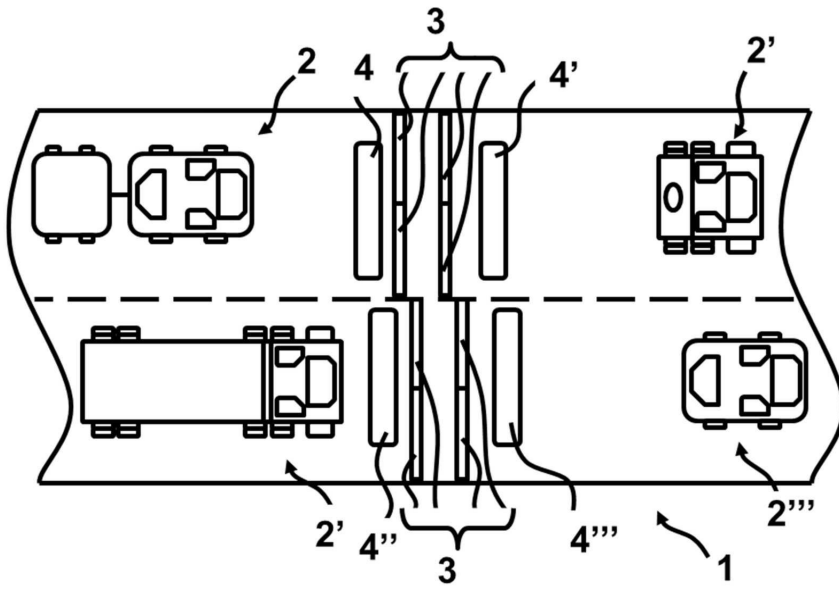
부호의 설명

[0068]

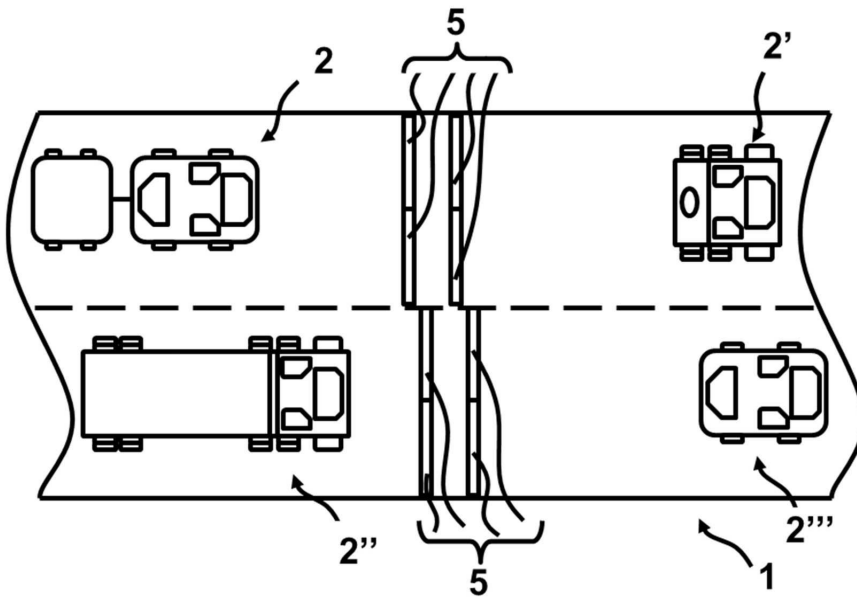
- 1: 도로 세그먼트
- 2, 2', 2'', 2''': 차량, 트레일러 장착 차량, 차량 구성
- 3: WIM 센서
- 4, 4', 4'', 4''': 차량 존재 검출용 추가 외부 센서
- 5: 제1의 유리한 실시예의 WIM 센서
- 6: 프로파일 7: 외부 평가 부재
- 8: 마이크로프로세서 9: 비휘발성 메모리 부재
- 10: 전기음향 트랜스듀서 11: A/D 컨버터
- 12: 신호 발생기 13: 힘 센서
- 14: 전원 장치 15: 신호 전송 부재
- 16: 온도 프로브 20, 21: 공간
- 100: 힘 센서 신호 101: 디지털 힘 센서 신호
- 102: 수정된 디지털 힘 센서 신호 110: 트랜스듀서 신호
- 111: 디지털 트랜스듀서 신호 121: 존재 정보
- 122: 차량 위치 정보 123: 차량 궤적 정보
- 125: 위상 정보 126: 하중 정보
- 130: 온도 프로브 신호 131: 디지털 온도 프로브 신호
- P1: 제1 위치 P2: 제2 위치
- v1: 제1 속도 v2: 제2 속도
- v3: 제3 속도 T: 궤적
- XX': 이동 방향 YY': 길이 방향 축
- ZZ': 수직 방향

도면

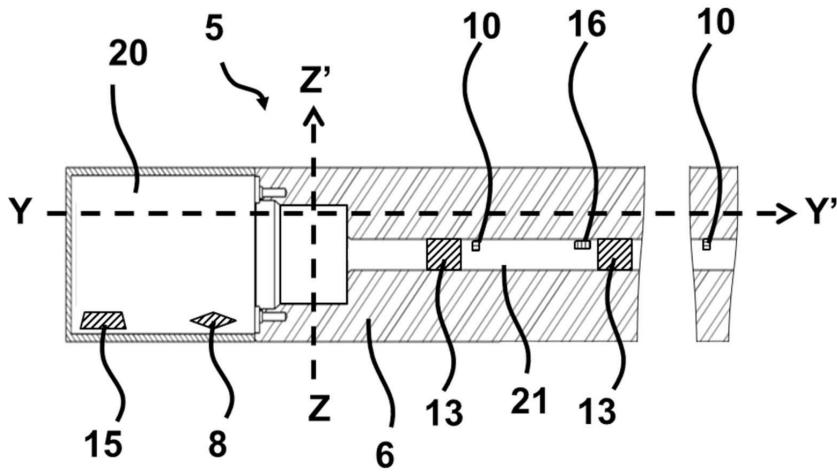
도면1



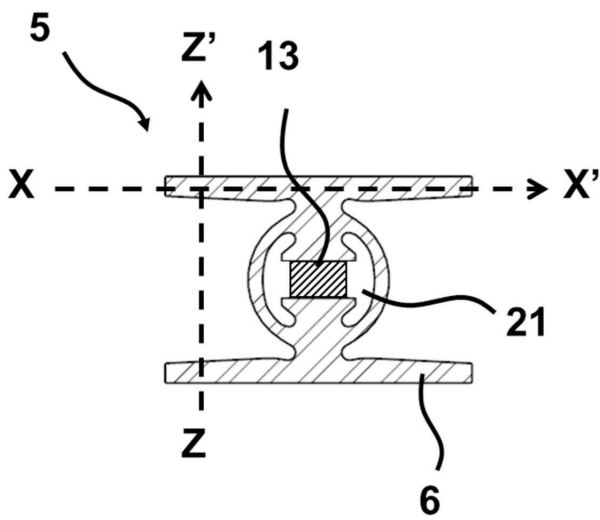
도면2



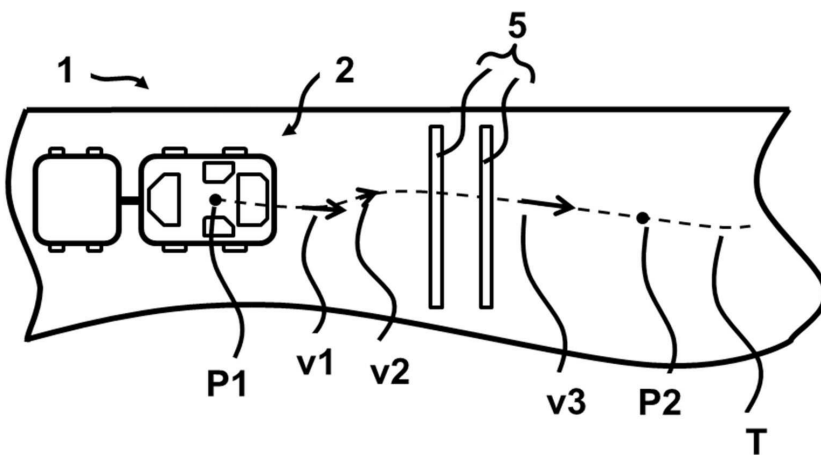
도면3



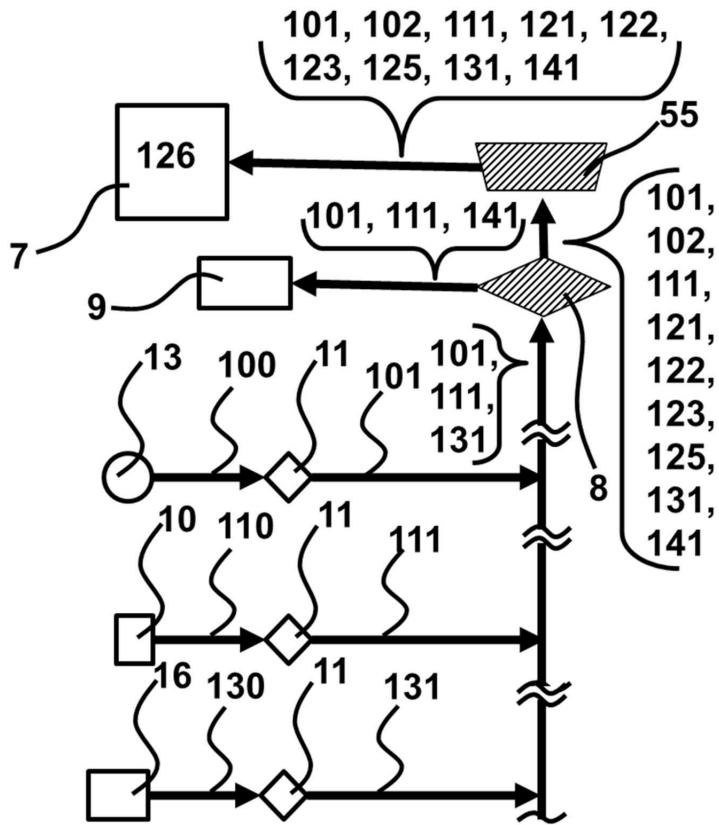
도면4



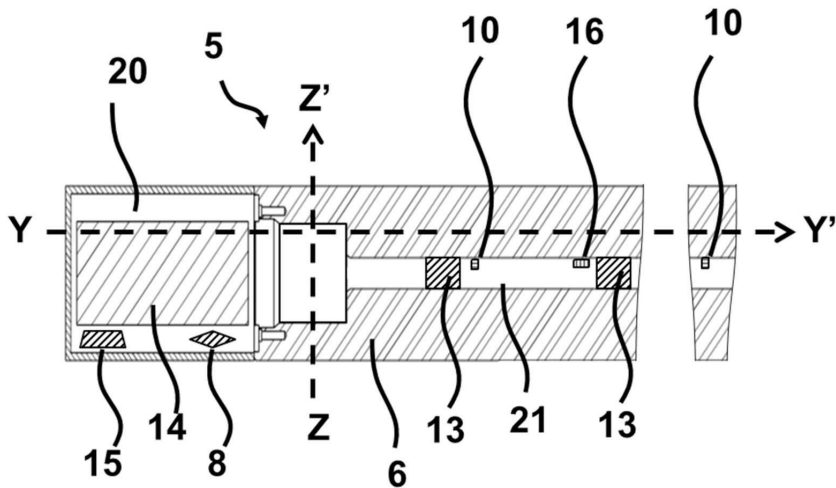
도면5



도면6



도면7



도면8

