(19) 대한민국 지식재산처(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2026년04월13일
(11) 등록번호 10-2951213
(24) 등록일자 2026년04월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01G 23/01 (2006.01) *G01G 19/14* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01G 23/01 (2013.01)
G01G 19/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-0068214
(22) 출원일자 2025년05월26일
심사청구일자 2025년05월26일
(30) 우선권주장
1020240201483 2024년12월30일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
US11787418 B1*
US20240319729 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
(주)유디엔에스
경기도 성남시 분당구 성남대로331번길 8,11층 1104호 (정자동,킨스타워)
(72) 발명자
김종우
경기도 용인시 수지구 대지로15번길 60 (죽전동) 죽전현대홈타운 3차 2단지 아파트 502동 401호
조윤범
경기도 성남시 분당구 미금로 184, 110동 205호 (구미동, 까치마을)
박준영
서울특별시 동작구 매봉로 4길 7 (상도동 상도베스트빌) 407호
(74) 대리인
특허법인주원

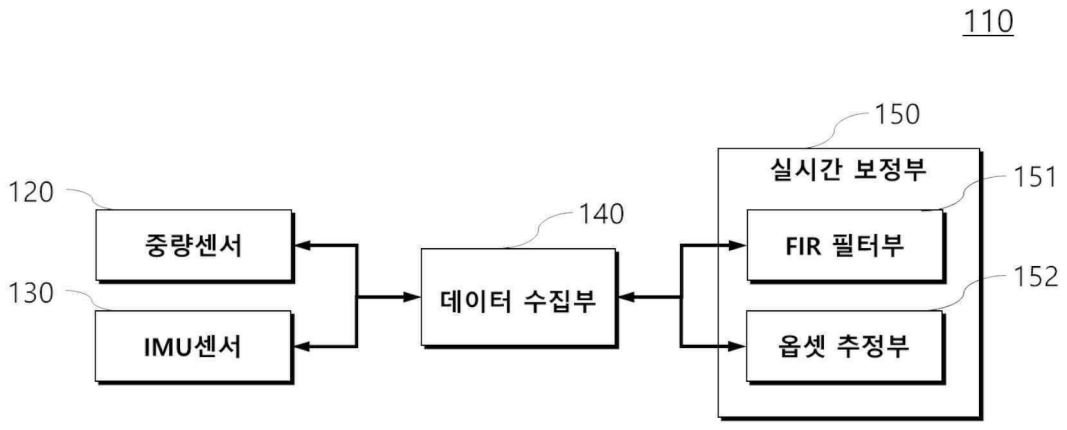
전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 김민석

(54) 발명의 명칭 **FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명은 FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명은 화물차의 동적 운행중량을 실시간 보정할 수 있도록, 화물차의 운행중량을 동적으로 측정하는 중량센서 및 화물차의 피치(Pitch) 및 연직가속도를 측정하고, 측정된 피치 데이터를 이용하여 FIR 필터를 설계하며, 측정된 연직가속도 데이터를 이동 평균 필터에 적용하여 화물차의 저속 운행구간을 선정함으로써 옵셋을 추정하여 FIR 필터링된 중량센서 데이터와 추정된 옵셋을 합산하여 화물차 동적 운행중량 데이터를 실시간으로 보정함으로써 FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 방법 및 장치를 제공할 수 있다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2610000085
과제번호	KA162388
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	자율주행기술개발혁신사업(국토부,부처간협업)
연구과제명	화물차/도로인프라 상태정보 융합 동적 안전성 평가기술 개발
과제수행기관명	한국자동차연구원
연구기간	2024.01.01 ~ 2024.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

화물차의 운행중량을 동적으로 측적하는 중량센서;

화물차의 연직가속도를 측정하는 IMU 센서;

상기 중량 센서 및 상기 IMU 센서로부터 운행중량 데이터 및 연직방향 가속도 데이터를 각각 수신하는 데이터 수집부; 및

상기 데이터 수집부를 통해 수집된 운행중량 데이터 및 연직방향 가속도 데이터를 이용하여 상기 운행중량 데이터를 실시간으로 보정하는 실시간 보정부를 포함하고,

상기 실시간 보정부는

상기 연직방향 가속도 데이터에 대해서 이동 평균 필터를 적용하여 연직방향 가속도의 표준편차를 계산하고,

연직방향 가속도의 표준편차가 사전에 정의된 임계값 미만인 구간들을 선정하며,

상기 운행중량 데이터에 대해서 FIR(Finite Impulse Response) 필터링을 수행하고, FIR 필터링된 운행중량 데이터를 구하고,

연직방향 가속도의 표준편차가 사전에 정의된 임계값 미만인 구간에 대해서는 상기 운행중량 데이터를 옵셋값으로 추정하고, 상기 임계값 이상인 구간에 대해서는 직전 구간의 옵셋값을 그대로 유지하여 추정하며,

추정된 옵셋값과 상기 FIR 필터링된 운행중량 데이터를 합산하여 보정된 운행중량 데이터를 구하는 것을 특징으로 하는 화물차의 동적 운행중량 실시간 보정 장치.

청구항 2

제 1항에서,

상기 화물차 중량센서는,

적어도 하나가 상기 화물차의 각 현가장치에 설치되어 화물 적재 후 주행 중 축중량을 실시간으로 측정하는 것을 특징으로 하는 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 장치.

청구항 3

제 1항에서,

상기 화물차 IMU센서는,

적어도 하나가 상기 화물차의 구조물에 설치되어 화물 적재 후 주행 중 x,y,z축 가속도 및 각속도, 피치(Pitch) 데이터를 실시간으로 측정하는 것을 특징으로 하는 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 장치.

청구항 4

제 1항에서,

상기 데이터 수집부는,

상기 중량센서 및 IMU센서 각각으로부터 측정된 데이터를 수집하며, 동일 시간에 수집된 중량센서의 각도변화 데이터와 IMU센서의 피치(Pitch) 및 연직가속도 데이터를 하나의 패킷으로 합쳐서 유선 또는 무선 통신망 등을

이용하여 실시간 보정부로 제공하는 것을 특징으로 하는 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

화물차의 운행중량을 동적으로 측적하는 중량센서;

화물차의 연직가속도를 측정하는 IMU 센서;

상기 중량 센서 및 상기 IMU 센서로부터 운행중량 데이터 및 연직방향 가속도 데이터를 각각 수신하는 데이터 수집부; 및

상기 데이터 수집부를 통해 수집된 운행중량 데이터 및 연직방향 가속도 데이터를 이용하여 상기 운행중량 데이터를 실시간으로 보정하는 실시간 보정부를 포함하는 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 장치에서 수행되는 화물차의 동적 운행중량 실시간 보정 방법으로서,

상기 데이터 수집부가 중량 센서로부터 운행중량 데이터를 수신하고, 상기 IMU 센서로부터 연직방향 가속도 데이터를 수신하는 단계;

상기 연직방향 가속도 데이터에 대해서 이동 평균 필터를 적용하여 연직방향 가속도의 표준편차를 계산하는 단계;

연직방향 가속도의 표준편차가 사전에 정의된 임계값 미만인 구간들을 선정하는 단계;

상기 운행중량 데이터에 대해서 FIR(Finite Impulse Response) 필터링을 수행하고, FIR 필터링된 운행중량 데이터를 구하는 단계;

연직방향 가속도의 표준편차가 사전에 정의된 임계값 미만인 구간에 대해서는 상기 운행중량 데이터를 옵셋값으로 추정하고, 상기 임계값 이상인 구간에 대해서는 직전 구간의 옵셋값을 그대로 유지하여 추정하는 단계; 및

추정된 옵셋값과 상기 FIR 필터링된 운행중량 데이터를 합산하여 보정된 운행중량 데이터를 구하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 화물차의 동적 운행중량 실시간 보정 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 기술이 발달함에 따라 화물차의 현가장치 또는 차체에 중량센서를 설치하여 화물차의 축중량을 측정하는 중량 측정 시스템이 적용되고 있다. 기존 화물차의 중량 측정 알고리즘은 차량이 정지 상태일 때를 기준으로 각 축의 판스프링에 부착한 경사센서로부터 공차 상태와 만차상태의 경사값을 측정하여 중량으로 환산하는 방식이다.

[0003] 이러한 정적상태 기준 중량 측정 알고리즘은 정지상태가 아닌 주행, 가감속, 경사로 주행 곡선로 주행과 같은 동적인 환경에서는 화물차의 판스프링의 변화가 크기때문에 중량 오차가 증가할 수 밖에 없으므로 이를 안정화하여 정상적인 중량을 측정할 수 있는 보정 방법이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 공보 제 10-2702291호 (공고일 2024.09.04)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 안출된 것으로, 중량센서에 의해 측정되는 화물차의 동적 운행중량을 실시간으로 보정할 수 있도록, 중량센서의 운행중량 데이터 및 IMU센서의 피치(Pitch) 및 연직가속도 데이터를 사용하여 FIR 필터 적용과 옵셋 추정을 실시하여 화물차 동적 운행중량의 노이즈를 제거함으로써, 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 방법 및 장치를 제공하는 데 그 목적이 있다.

[0006] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 장치는, 화물차의 운행중량을 동적으로 측정하는 중량센서 및 화물차의 피치(Pitch) 및 연직가속도를 측정하는 IMU센서로부터 데이터를 수집하는 데이터 수집부; 및 상기 데이터 수집부를 통해 수집된 운행중량 데이터와 IMU센서의 피치(Pitch) 및 연직가속도 데이터를 FIR 필터와 옵셋 추정에 적용하고 이동 평균 필터(Moving Average filter)를 이용하여 화물차 각 축의 운행중량 오차를 실시간으로 보정하여 주는 실시간 보정부를 포함한다.

[0008] 또한, 본 실시예의 다른 측면에 의하면, FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 방법에 있어서, 화물차의 운행중량을 동적으로 측정하는 중량센서 및 화물차의 피치(Pitch) 및 연직가속도를 측정하는 과정; 상기 측정된 피치 데이터를 이용하여 FIR 필터를 설계하는 과정; 상기 측정된 연직가속도 데이터를 이동 평균 필터에 적용하여 화물차의 저속 운행구간을 선정하여 옵셋을 추정하는 과정; 및 FIR 필터링된 중량센서 데이터와 상기 추정된 옵셋을 합산하여 화물차 동적 운행중량 데이터를 실시간으로 보정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0009] 전술한 과제해결 수단에 의해 본 발명은 화물차 동적 운행중량의 노이즈와 IMU 센서의 피치 데이터의 저주파 대역을 FIR필터를 적용하여 제거하고, 이때 발생하는 옵셋값을 연직가속도 데이터를 사용하여 추정함으로써, FIR 필터링된 중량센서 데이터와 상기 추정된 옵셋을 합산하여 화물차 동적 운행중량 데이터를 실시간으로 보정하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 일반적인 화물차에 설치되는 중량센서, IMU센서 및 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 장치를 예시하여 나타낸 도면.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 장치를 개략적으로 나타낸 블록도.

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 방법을 설명하기 위한 순서도.

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 장치에서 FIR 필터의 차단 주파수 설계 과정을 설명하는 도면.

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 FIR 필터 적용 후 효과와 옵셋 보정 필요성을 설명하기 위한 도면.

도 6은 본 실시예에 따른 FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 단계를 구체적으로 설명하는 예시도.

도 7은 본 실시예에 따른 FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 방법의 효과를 설명하기 위한 예시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하, 도면을 참고하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.

[0012] 여기서, 본 발명의 상술한 목적, 특징들 및 장점은 첨부된 도면과 관련된 다 음의 상세한 설명을 통해 보다 분명해질 것이다. 다만, 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예들을 가질 수 있는 바, 이하에서는 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세히 설명하고자 한다.

[0013] 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 원칙적으로 동일한 구성요소들을 나타낸다. 또한, 각 실시예의 도면에 나타나는 동일한 사상의 범위 내의 기능이 동일한 구성요소는 동일한 참조부호를 사용하여 설명한다.

[0014] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0015] 본 명세서에 있어서 단말, 장치 또는 디바이스가 수행하는 것으로 기술된 동작이나 기능 중 일부는 해당 단말, 장치 또는 디바이스와 연결된 서버에서 대신 수행될 수도 있다. 이와 마찬가지로, 서버가 수행하는 것으로 기술된 동작이나 기능 중 일부도 해당 서버와 연결된 단말, 장치 또는 디바이스에서 수행될 수도 있다.

[0016] 본 발명과 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 본 명세서의 설명 과정에서 이용되는 숫자(예를 들어, 제 1, 제 2 등)는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위한 식별기호에 불과하다.

[0017] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.

[0018] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 중량센서(120), IMU센서(130) 및 동적 운행중량 실시간 보정 장치(110)를 구비한 화물차(100)를 개략적으로 나타낸 도면이고, 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 동적 운행중량 실시간 보정 장치(110)를 개략적으로 나타낸 블록도이다.

[0019] 도 1과 2를 참조하면, 일반적인 화물차의 경우, 화물의 중량을 측정하기 위해 현가장치 또는 프레임에 중량센서를 설치한다.

[0020] 상기 중량센서(120)는 화물차의 현가장치를 구성하는 판스프링과 에어스프링에 설치되어 중량변화에 따라 반응하는 물리량을 측정하여 중량으로 환산하는 복수 개의 중량센서(Weight Sensor)로 구현될 수 있다.

[0021] 판스프링 현가장치에 사용하는 중량센서는 중량변화에 따라 증감하는 판스프링의 각도 변화 또는 차체높이 변화, 변형율 변화 등을 측정하는 각도센서, 포지션센서, 변형율센서, 로드셀 등이 구비될 수 있다. 또한, 에어스프링 현가장치에 사용하는 중량센서는 중량변화에 따라 증감하는 에어스프링의 압력변화 또는 높이변화 등을 측정하는 공압센서, 포지션센서, 각도센서 등이 구비될 수 있다.

[0022] 또한, 도 1과 2를 참조하면, 일반적인 화물차의 경우, 운행 중 가속도 및 각속도와 같은 차량의 동적 특성을 측정하기 위해 차체에 IMU센서(130)를 설치할 수 있다.

[0023] 상기 IMU센서(130)(Inertial Measurement Unit)는 물체의 관성을 측정하여 물체의 자세 및 움직임을 측정하는 장치이며, 자이로스코프(각속도계), 가속도계 및 지자기센서로 구성된 센서의 데이터를 분석하여 롤(Roll), 피치(PITCH), 요(YAW) 값을 출력한다. 자동차, 드론, 비행기 및 로봇 등 움직이는 물체을 측정하기 위해 일반적으로 사용되는 센서이므로 이에 대한 보다 상세한 설명은 생략한다.

[0024] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 동적 운행중량 자동 보정 장치(110)를 개략적으로 나타낸 블록도이다.

[0025] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 동적 운행중량 자동 보정 장치(110)는 중량센서(120), IMU센서(130), 데이터 수집부(140) 및 실시간 보정부(150)를 포함한다.

[0026] 본 발명의 실시 예에 있어서, 적어도 하나의 중량센서(120)는 화물차의 현가장치를 구성하는 판스프링의 각도변화를 측정하는 각도센서를 사용하여 중량변화에 따른 각도 변화 데이터를 유선 또는 무선 통신망 등을 이용하여 데이터 수집부(140)로 전송한다. 여기서, 화물차 동적 운행중량 측정을 위해서는 각도센서는 초당 10회 이상으로 측정하는 것이 바람직하다.

[0027] 본 발명의 실시 예에 있어서, IMU센서(130)는 화물차의 가속도 및 각속도를 실시간으로 측정한다. IMU센서(130)는 예컨대, 적어도 하나가 화물차 차체에 설치되어 화물차 주행중 노면의 기울기, 노면의 평탄성, 적재물의 중량에 따라 현가장치에 가해지는 동적 특성을 실시간으로 측정한다. IMU센서(130)는 화물차 동적 운행 특성 데

이터 예컨대, x/y/z축 가속도, x/y/z축 각속도, 롤(Roll)/피치(Pitch)/요(Yaw) 데이터, 지자기데이터 등을 유선 또는 무선 통신망 등을 이용하여 데이터 수집부(140)로 제공한다.

[0028] 데이터 수집부(140)는 중량센서(120) 및 IMU센서(130)들 각각으로부터 측정된 데이터를 수집한다. 데이터 수집부(120)는 동일 시간에 수집된 중량센서의 각도변화 데이터와 IMU센서의 피치(Pitch) 및 연직가속도 데이터를 하나의 패킷으로 합쳐서 유선 또는 무선 통신망 등을 이용하여 실시간 보정부(150)로 제공한다.

[0029] 그리고 실시간 보정부(150)는 화물차의 운행 중 중량센서(120)를 통해 측정된 운행중량 데이터 및 IMU센서(130)의 피치 및 연직가속도 데이터를 받아서 FIR 필터 설계와 옵셋 추정에 적용하고, FIR 필터링된 중량센서 데이터와 추정된 옵셋을 합산하여 화물차 동적 운행중량 데이터를 실시간으로 보정하여 제공한다.

[0030] 도 4에 도시된 바와 같이 화물차의 운행 중 중량센서의 Tilt 값은 주행방향 앞뒤로 회전하는 방향의 IMU센서 피치(Pitch)데이터가 유사한 모양으로 표현되는 것을 확인할 수 있으며, 시계열 데이터로부터 FFT(Fast Fourier Transformation)를 거쳐 주파수 분석을 수행하면 일정 저주파 영역(0.1Hz 이하)에서 동일한 크기의 성분을 갖는 걸 알 수 있다. 이를 감안하여 해당 저주파 영역의 노이즈를 제거하는 FIR 필터를 설계할 수 있다.

[0031] 본 발명의 실시예에 있어서, FIR 필터는 필터 차수 50, 필터 계수 51, 차단 주파수 1Hz, 계측 주파수 10Hz, Hamming 윈도우 함수, Hamming 리플을 적용하여 설계하였으며 생성된 FIR 필터 계수값은 다음 수학식 1과 같다.

수학식 1

$$FIR_{coefficient} =$$

[-1.12429690234436e-18 -0.000652146768188232
-0.00124359404039213 -0.00154583966088017 -0.00122008359558334
-5.23622119277245e-18 0.00201613138116318 0.00415185970588167
0.00522859223543896 0.00402555658106475 4.24152870835444e-17
-0.00606666049603600 -0.0119061927461372 -0.0143561727560233
-0.0106543271739009 -2.12798952213575e-17 0.0153024378400421
0.0297710638462000 0.0360458720094561 0.0273040582692191
2.84548443687103e-17 -0.0441272725875412 -0.0976820354108997
-0.149225957921522 -0.186479323420897 0.800257977732231
-0.186479323420897 -0.149225957921522 -0.0976820354108997
-0.0441272725875412 2.84548443687103e-17 0.0273040582692191
0.0360458720094561 0.0297710638462000 0.0153024378400421
-2.12798952213575e-17 -0.0106543271739009 -0.0143561727560233
-0.0119061927461372 -0.00606666049603600 4.24152870835444e-17
0.00402555658106475 0.00522859223543896 0.00415185970588167
0.00201613138116318 -5.23622119277245e-18 -0.00122008359558334
-0.00154583966088017 -0.00124359404039213 -0.000652146768188232
-1.12429690234436e-18]

[0032]

[0033] 상기 FIR 필터는 3축 화물차 실차 시험결과를 기준으로 설계된것이며, 화물차의 특성에 따라 차단 주파수를 확인하여 변경할 수 있다.

[0034] 생성된 FIR 필터 계수($FIR_{coefficient}$)는 수학식 2에 도시된 바와 같이, 10Hz로 계측된 화물차량의 경사계 원시 데이터($Tilt_{raw}$)에 컨볼루션(Convolution) 연산 방식으로 적용된다. 이를 통해 센서 신호에서 실시간으로 저주파 성분을 제거한다.

수학식 2

$$Tilt_{Filtered}(i) = \sum_{j=0}^{N-1} Tilt_{raw}(i-j) \cdot FIR_{coefficient}(j)$$

[0035]

[0036] 도 5에 도시된 바와 같이, FIR 필터를 적용한 후의 중량센서 Tilt 값($Tilt_{filtered}$)은 필터링 전 ADC 기준 약 15,000~18,000의 범위에서 16,500 ($(15000+18000)/2$)을 중심으로 약 ±1,500의 진폭을 갖는 반면, 필터 적용 후에는 -300~300의 범위에서 0을 중심으로 진폭이 ±300 수준으로 줄어들며, 저주파 노이즈에 의한 급격한 변동이 ±1500 수준에서 ±300 수준으로 현저히 감소함을 확인할 수 있다.

[0037] 그러나, 필터 적용 과정에서 센서 출력 신호가 '0' 일 때도 특정 디지털 변환값(예: 16,500)을 갖는 아날로그 센서의 기본 오프셋까지 함께 제거되어, 16,500 중심의 값을 갖던 신호가 0 중심으로 정규화되었음을 알 수 있다. 이로 인해, 필터링된 신호는 원래의 단위나 스케일과 맞지 않게 되어, 중량 계산 등 정량적 활용을 위해서는 반드시 원래 offset을 복원하는 과정이 필요하다. 즉, 감소된 변동폭에 적절한 offset보정이 이뤄져야 의미 있는 출력 신호를 나타낼 수 있는 것이다.

[0038] 본 발명의 실시예에서는 도 5에 도식된 바와 같이 필터링된 신호의 offset을 보정하기 위해, 차량이 정지해 있거나 저속 상태의 안정된 조건에서 측정된 경사계 데이터를 기반으로 offset값을 추정하고 이를 보정하였다.

[0039] 오프셋 추정을 위해서는 화물차가 정지상태이거나 저속인 안정적인 상태일 때의 중량센서 Tilt값을 오프셋으로 추정해야 한다.

[0040] 본 발명의 실시예에 있어서, 화물차의 프레임에 부착된 IMU센서는 연직방향을 Z방향으로 하여 3축의 가속도 데이터를 획득한다. 일반적으로 가속도의 표준편차는 차량이 정지 상태에 가까울수록 작고, 주행 속도가 증가할수록 커지는 특성이 있다. 이러한 특성을 활용하여 차량의 정지 여부를 판단하기 위해, 10Hz로 수집된 Z축 가속도 데이터에 대해 50포인트의 이동 윈도우(moving window)를 적용하여 실시간으로 표준편차를 계산한다. 이때 계산된 표준편차 값을 1Hz로 계측된 차량 속도 정보를 기준으로 비교한 결과, 표준편차가 약 0.005 m/s^2 이내일 때 차량의 속도가 0 km/h 근방, 즉 정지에 가까운 상태임을 알 수 있다.

[0042] 도 6은 본 실시예에 따른 FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 단계를 구체적으로 설명하는 예시도이다. 참고로, 도 6에 도시된 부분은, t > 5초인 것을 주의해야 한다.

[0043] 도 6 에 도시된 바와 같이, 이러한 기준을 바탕으로 Z축 가속도 표준편차가 0.005 m/s^2 미만인 경우, 차량이 정지 상태에 있는 것으로 판단하고, 해당 시점의 중량 센서 기울기 원시값($Tilt_{raw}(i)$)을 해당 시점의 오프셋($Tilt_{offset}(i)$)으로 업데이트 한다. 반면, 표준편차가 기준값 이상인 경우에는 차량이 주행 중인 것으로 간주되어 해당 시점의 오프셋 값을 업데이트하지 않고 직전 값을 유지한다 ($Tilt_{offset}(i)=Tilt_{offset}(i-1)$). 이 조건부 오프셋 업데이트 로직은 다음 수학식 3에 나타난 바와 같이 if-else 구조로 구성되며, 주행 중 발생할 수 있는 센서 노이즈나 경사 변화의 영향을 효과적으로 억제할 수 있다.

수학식 3

[0044]
$$\mathrm{Tilt}_{\mathrm{offset}}(i) = \begin{cases} \mathrm{Tilt}_{\mathrm{raw}}(i) & \text{if } \mathrm{std}(\mathrm{accz}(i-49:i)) < 0.005 \ \ or \ \ (i < 50) \\ \mathrm{Tilt}_{\mathrm{offset}}(i-1) & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0045] 본 실시예에 있어서, FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 장치는 FIR 필터링된 중량센서 데이터와 상기 추정된 옵셋을 합산하여 다음 수학식 4와 같이 화물차 동적 운행중량 데이터를 실시간으로 보정할 수 있다.

수학식 4

[0046]
$$\mathrm{Tilt}_{\mathrm{final}} = \mathrm{Tilt}_{\mathrm{Filtered}} + \mathrm{Tilt}_{\mathrm{offset}}$$

[0048] 도 3은 본 실시예에 따른 FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 방법을 설명하기 위한

순서도이다.

[0049] FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 장치(110)는 데이터 수집부(140)에서 중량센서(120)와 IMU 센서(130)를 설치한 운행 중인 화물차(100)의 운행중량과 피치(Pitch) 및 연직가속도를 측정한다.(S301)

[0050] 단계 S302에서 FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 장치(110)는 측정된 피치(Pitch) 데이터를 이용하여 FIR 필터를 설계한다.

[0051] 단계 S303에서 FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 장치(110)는 측정된 연직가속도 데이터를 이동 평균 필터에 적용하여 화물차의 저속 운행구간을 선정하여 옵셋(Offset)을 추정한다.

[0052] 단계 S304에서 FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 장치(110)는 FIR 필터링된 중량센서 데이터와 상기 추정된 옵셋을 합산하여 화물차 동적 운행중량 데이터를 실시간으로 보정한다.

[0053] 여기서, 각 단계의 수식은 앞서 설명된 화물차의 동적 운행중량 실시간 보정 장치(110)의 각 구성요소의 동작에 대응되므로 더 이상의 상세한 설명은 생략한다.

[0054] 도 7은 본 실시예에 따른 FIR 필터 기반의 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 방법의 효과를 설명하기 위한 예시도이다.

[0055] 도 7을 참조하면, FIR 필터 및 옵셋 추정값을 사용하여 동적 운행중량을 실시간으로 보정하여 주행중 튀는 데이터가 적어짐을 확인할 수 있다.

[0056] 일반적으로 데이터를 융합함에 있어서 편향되지 않은 결과를 얻기 위해서는 퍼지와 같은 복잡한 로직이 필요하다. 본 실시예에서는 측정 신뢰도를 추가한 확장칼만필터를 구성함으로써 두 데이터를 간단하게 융합한 결과를 얻을 수 있는 효과가 있다.

[0057] 이상의 설명은 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0058] 100 : 화물차

110 : 화물차 동적 운행중량 실시간 보정 장치

120 : 중량센서

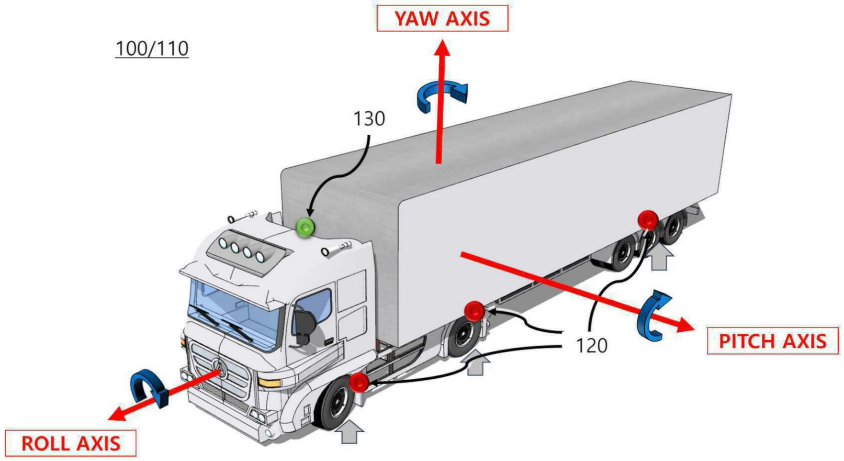
130 : IMU센서

140 : 데이터 수집부

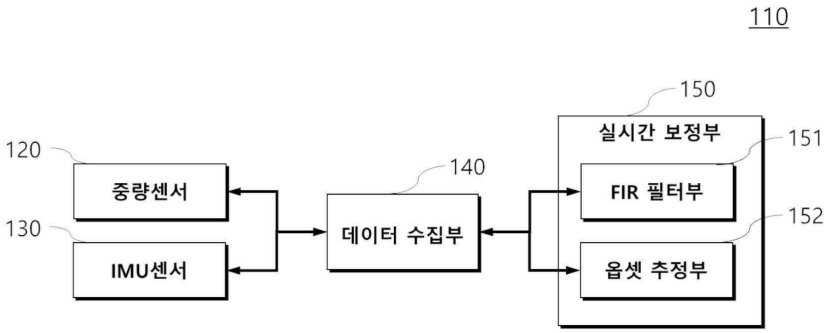
150 : 자동 보정부

도면

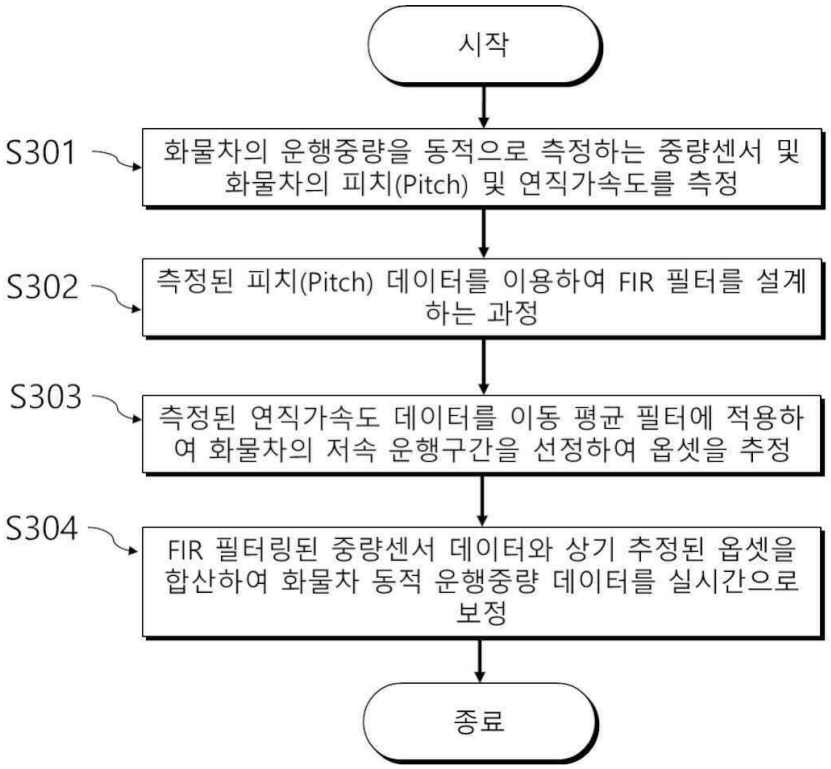
도면1


YAW AXIS
100/110
130
120
PITCH AXIS
ROLL AXIS

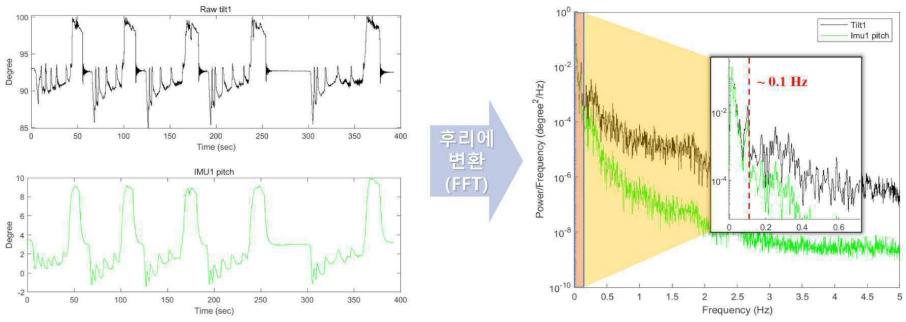
도면2


110
150
실시간 보정부
151
FIR 필터부
152
옵셋 추정부
120
중량센서
130
IMU센서
140
데이터 수집부

도면3



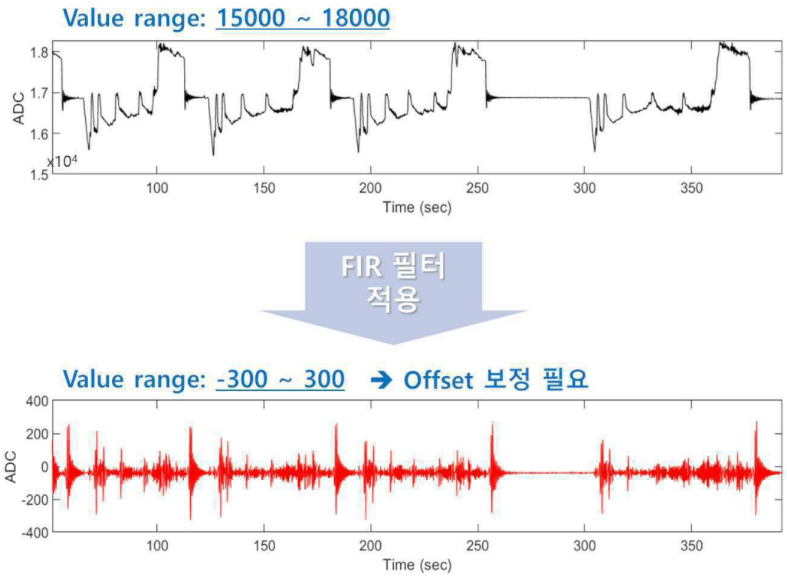
도면4



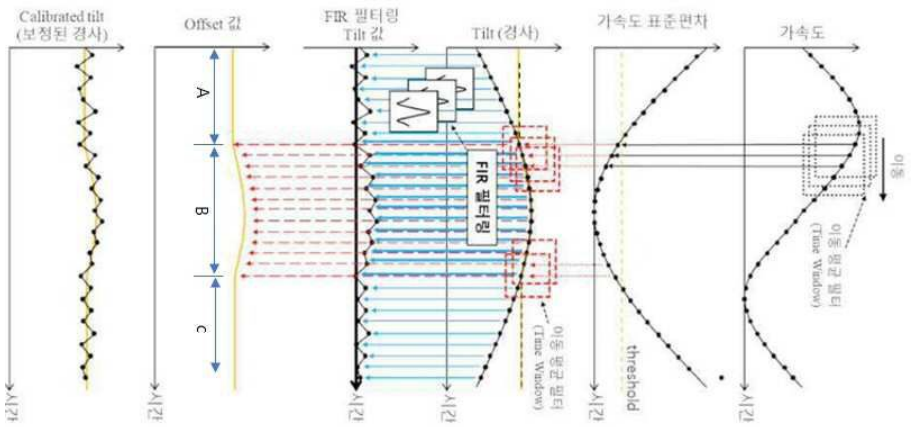
(a) 중량센서 데이터와 피치 데이터의 유사성

(b) FIR 필터의 차단 주파수 설계

도면5


Value range: 15000 ~ 18000
ADC
x10^4
Time (sec)
FIR 필터 적용
Value range: -300 ~ 300 ➔ Offset 보정 필요
ADC
Time (sec)

도면6



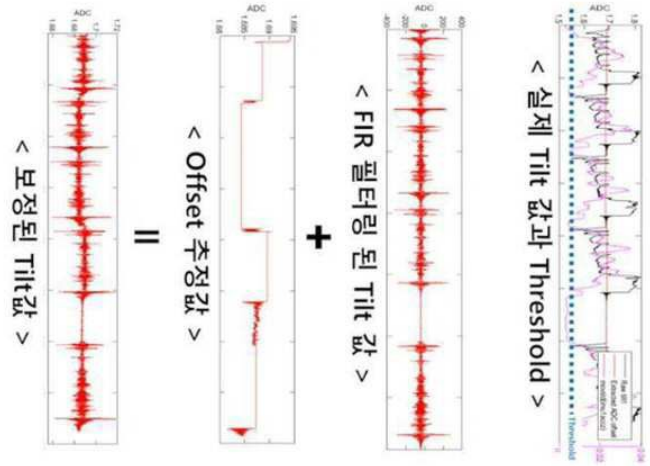
이동 평균 필터를 적용해
연직방향 가속도의 표준편차 계산

연직방향 가속도 표준편차가 설정
threshold 값 미만인 경우의 인덱스 추출

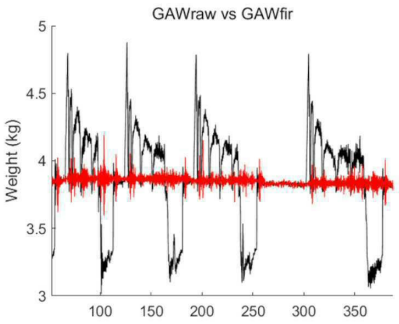
이동평균필터 및 FIR 필터를 사용하여
필터링한 중량센서 Tilt 값 연산

threshold 값 미만의 중량센서 Tilt 값에
이동 평균 필터 적용하여 Offset 추정

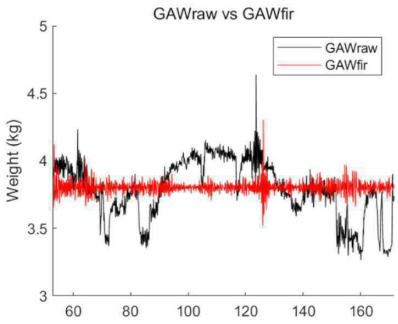
Offset 값과 FIR 필터링 된 Tilt 값을
합산하여 보정된 Tilt 값 산정



도면7



(a) Case 1: 고속 주행 시험



(b) Case 2: 커브 구간 주행 시험