관 인 생 략

출 원 번 호 통 지 서

출 원 일 자 2026.06.04

특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(2422)

출 원 번 호 10-2026-0101228 (접수번호 1-1-2026-0676936-21)
(DAS접근코드DBED)

출원인 명칭 (주)유디엔에스(1-2016-065064-1)

대리인 성명 특허법인 주원(9-2008-100161-7)

발명자 성명 김종우 조윤범 정영우 박준영

발명의 명칭 차량 제원 측정 시스템 및 방법

지 식 재 산 처 장

<< 안내 >>

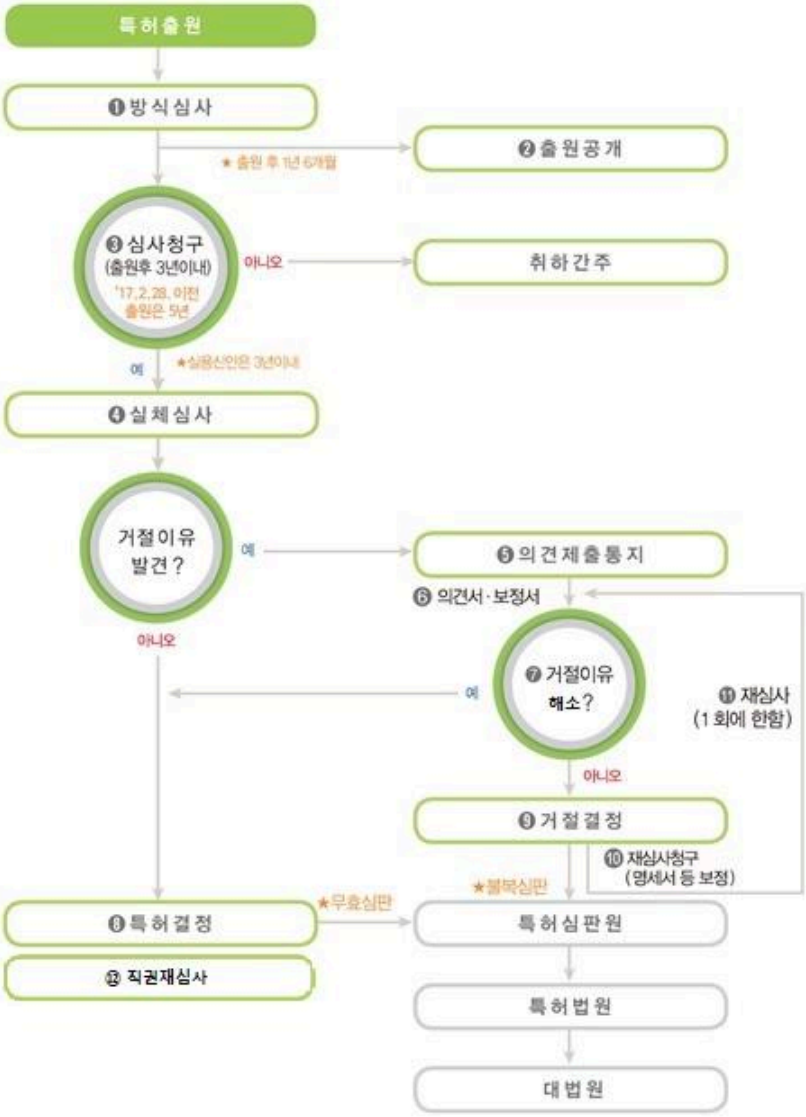
1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로 홈페이지(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 지식재산처 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터(☎ 1544-8080)에 문의하여 주시기 바랍니다.
※ 심사제도 안내 : https://www.moip.go.kr-지식재산제도

<< 초고속심사 안내 >>

1. 지식재산처는 2025년 10월 15일부터 초고속심사 제도를 운영하고 있습니다.
2. 초고속심사를 신청하면 1달 내 1차 심사 결과를 받아볼 수 있습니다.
3. 초고속심사 대상은 ①수출촉진과 관련되거나, ②첨단기술 우선심사 대상에 해당하면서 조약우선권기초출원에 해당하는 경우, 또는 창업기업 등의 출원이 ③첨단기술 우선심사 중 AI 분야에 해당하거나, ④바이오 분야에 해당하면 신청할 수 있습니다.
4. 자세한 내용은 지식재산처 홈페이지(http://moip.go.kr) - 고시·공시를 참조해 주시기 바랍니다.
5. 신속한 특허권 확보가 필요한 출원인의 많은 이용 바랍니다.

[초고속심사 유형]

구분	초고속심사 대상	규모제한	시행
해외진출	• 수출촉진 관련 출원	연간 2,000건	'25.10.15.
	• 첨단기술(AI, 바이오,반도체 등) + 조약우선권시초출원	연간 2,000건	
창업	• 첨단기술 AI + 창업기업, 벤처기업, 이노비즈기업	연간 2,000건	'26.2.23.
	• 첨단기술 바이오 + 창업기업, 벤처기업, 이노비즈기업	연간 2,000건	


특허출원
❶ 방식심사
★ 출원 후 1년 6개월
❷ 출원공개
❸ 심사청구
(출원후 3년이내)
'17.2.28. 이전
출원은 5년
아니오
취하간주
예
★실용신안은 3년이내
❹ 실체심사
거절이유
발견?
예
❺ 의견제출통지
❻ 의견서·보정서
아니오
❼ 거절이유
해소?
예
❶❶ 재심사
(1회에 한함)
아니오
❾ 거절결정
❿ 재심사청구
(명세서 등 보정)
★불복심판
★무효심판
❽ 특허결정
특허심판원
⑫ 직권재심사
특허법원
대법원

【서지사항】

【서류명】 특허출원서

【참조번호】 2422

【출원구분】 특허출원

【출원인】

【명칭】 (주)유디엔에스

【특허고객번호】 1-2016-065064-1

【대리인】

【명칭】 특허법인 주원

【대리인번호】 9-2008-100161-7

【지정된변리사】 이재광, 길용준

【포괄위임등록번호】 2016-079006-0

【발명의 국문명칭】 차량 제원 측정 시스템 및 방법

【발명의 영문명칭】 Vehicle Specification Measurement System and Method

【발명자】

【성명】 김종우

【성명의 영문표기】 KIM, Jong Woo

【국적】 KR

【주민등록번호】 690410-1XXXXXX

【우편번호】 16871

【주소】 경기도 용인시 수지구 대지로15번길 60 (죽전동) 죽전현대 홈타운 3차 2단지아파트 502동 401호

【거주국】 KR

【공보의 주소공개】 부분공개

【발명자】

【성명】 조윤범

【성명의 영문표기】 JHO, Youn Beom

【국적】 KR

【주민등록번호】 741008-1XXXXXX

【우편번호】 13629

【주소】 경기도 성남시 분당구 구미동 까치마을 1단지 110동 205호

【거주국】 KR

【공보의 주소공개】 부분공개

【발명자】

【성명】 정영우

【성명의 영문표기】 JUNG, Young Woo

【국적】 KR

【주민등록번호】 831202-1XXXXXX

【우편번호】 13004

【주소】 경기도 하남시 감일백제로 65, 감일한라비발디 1204동 1401호

【거주국】 KR

【공보의 주소공개】 부분공개

【발명자】

【성명】 박준영

【성명의 영문표기】 PARK, Jun Young

【국적】 KR

【주민등록번호】 981216-1XXXXXX

【우편번호】 06912

【주소】 서울특별시 동작구 매봉로4길 7, 407호

【거주국】 KR

【공보의 주소공개】 부분공개

【출원언어】 국어

【심사청구】 청구

【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】

【과제고유번호】 2610000611

【과제번호】 RS-2022-00142239

【부처명】 국토교통부

【과제관리(전문)기관명】 국토교통과학기술진흥원

【연구사업명】 AI데이터중심의화물차운송안전향상기술개발

【연구과제명】 AI데이터중심의화물차운송안전향상기술개발

【과제수행기관명】 (주)유디엔에스

【연구기간】 2022.04.01 ~ 2026.12.31

【취지】 위와 같이 지식재산처장에게 제출합니다.

대리인 특허법인 주원 (서명 또는 인)

【수수료】

【출원료】	0	면	46,000	원
【가산출원료】	44	면	0	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	18	항	1,084,000	원
【합계】	1,130,000원			
【감면사유】	중기업(70%감면)[1]			
【감면후 수수료】	339,000 원			

【수수료 자동납부번호】 551-021656-04-011

【발명의 설명】

【발명의 명칭】

차량 제원 측정 시스템 및 방법{Vehicle Specification Measurement System and Method}

【기술분야】

【0001】 본 발명은 차량 제원 측정 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 주행중 차량의 차량 제원 측정 시스템 및 방법에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

【0002】 최근 고속도로 요금징수 시스템, 스마트 교통 시스템(ITS), 물류 관리 시스템 및 차량 단속 시스템 등의 분야에서는 차량의 높이, 길이 및 폭 등의 차량 제원을 자동으로 측정하기 위한 기술의 중요성이 증가하고 있다.

【0003】 종래의 차량 제원 측정 기술에서는 영상 기반 센서, 레이저 센서, 초음파 센서 또는 LiDAR(Light Detection And Ranging) 센서 등을 이용하여 차량의 외형 정보를 측정하는 방식이 사용되어 왔다.

【0004】 예를 들어, CCTV(Camera)를 이용하는 영상 기반 차량 제원 측정 기술은 차량 영상을 획득한 후 영상 처리 알고리즘을 이용하여 차량의 외곽선, 차체 경계 또는 특징점을 검출함으로써 차량의 높이, 길이 및 폭 등을 추정한다. 이러한 영상 기반 기술은 설치 비용이 비교적 낮고 넓은 영역을 촬영할 수 있다는 장점이 있으나, 조명 변화, 그림자, 우천 및 안개 등의 환경적 영향에 민감하며, 차량 가

림(occlusion) 현상 또는 원근 왜곡에 의해 측정 오차가 증가하는 문제가 있다.

【0005】 한편, LiDAR 센서를 이용한 차량 제원 측정 기술은 차량으로부터 반사되는 레이저 신호를 기반으로 포인트 클라우드(point cloud)를 생성하고, 이를 이용하여 차량의 3차원 형상을 분석함으로써 차량 제원을 측정한다. LiDAR 기반 기술은 거리 측정 정확도가 우수하고 야간 환경에서도 비교적 안정적인 측정이 가능하다는 장점이 있으나, 지면 평면 추정 오차, 포인트 밀도 부족, 차량 표면 반사 특성 변화, 측정 각도 변화 또는 센서 노이즈 등에 의해 측정 정확도가 저하 등에 의해서 제원 산정 결과에 지속적인 편차가 발생할 수 있다.

【0006】 이렇듯, 제원초과 차량을 주행 중 자동으로 선별·단속하기 위해서는, 차량의 높이, 길이, 폭을 무정차 상태에서 계측할 수 있는 시스템이 요구되며, CCTV 또는 LiDAR 와 같은 단일 센서에 의존하는 구조만으로는 주행 환경 변화 및 장기 무인 운용 조건에서 제원 산정의 신뢰성을 확보하는데 한계가 있다.

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

【0007】 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 2 이상의 센서를 설치하고, 주행 중인 차량에 대해서 취득되는 2 이상의 센서 측정 데이터를 결합하여 제원 초과 차량의 제원을 실시간·무인·무정차 방식으로 정확하게 측정할 수 있는 차량 제원 측정 방법 및 시스템을 제공하는 것이다.

【과제의 해결 수단】

【0008】상기한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 차량 제원 측정 방법은, 명령어를 저장한 메모리 및 상기 메모리에 저장된 명령어를 실행하는 프로세서를 포함하는 차량 제원 측정 시스템에서 수행되는 차량 제원 측정 방법으로서, 상기 메모리에 저장된 명령어를 실행한 상기 프로세서가 (a) 제 1 센서가 제원 측정 대상 차량에 대해서 측정한 결과를 수신하여 제 1 제원 데이터들을 생성하고, 제 2 센서가 상기 제원 측정 대상 차량에 대해서 측정한 결과를 수신하여 제 2 제원 데이터들을 생성하는 단계; (b) 상기 제 1 제원 데이터들을 이용하여 대상 차량의 제원 오차에 대한 제 1 공분산 행렬(Σ_1)을 생성하고, 상기 제 2 제원 데이터들을 이용하여 대상 차량의 제원 오차에 대한 제 2 공분산 행렬(Σ_2)을 생성하는 단계; 및 (c) 상기 제 1 공분산 행렬 및 상기 제 2 공분산 행렬의 역행렬에 기초하여 설정된 가중치를 이용하여, 공분산 기반 최소분산 융합 방식으로 상기 대상 차량에 대한 융합 차량 제원 데이터($\hat{d}_{fused}$)를 생성하는 단계를 포함한다.

【0009】또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 제 1 제원 데이터들, 상기 제 2 제원 데이터들, 및 상기 융합 제원 데이터($\hat{d}_{fused}$)는 차량의 높이(H), 길이(L), 폭(W)을 포함하는 벡터일 수 있다.

【0010】또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 (a) 단계에서, 상기 제 1 제원 데이터들 및 상기 제 2 제원 데이터들은, 상기 제원 측정 대상 차량이 측정 영역을 통과하는 동안 복수 프레임에 대해 반복적으로 측정된 결과를 이용하여 생성될 수 있다.

【0011】또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 (b) 단계에서, 상기 제 1 공분산 행렬은 상기 제 1 제원 데이터들의 평균값과 상기 제 1 제원 데이터들 간의 편차를 이용하여 생성되고, 상기 제 2 공분산 행렬은 상기 제 2 제원 데이터들의 평균값과 상기 제 2 제원 데이터들 간의 편차를 이용하여 생성될 수 있다.

【0012】또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 제 1 공분산 행렬 및 상기 제 2 공분산 행렬은 각각 하기 수학식에 기초하여 생성되고, $\hat{\Sigma} = \frac{1}{N-1}\sum_{k=1}^{N}(d^{(k)} - \bar{d})(d^{(k)} - \bar{d})^T$ d(k)는 k번째 프레임에서 측정된 차량 제원 데이터, $\bar{d}$ 는 평균 차량 제원 데이터, N은 측정 프레임 수를 각각 나타낼 수 있다.

【0013】또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 융합 제원 데이터($\hat{d}_{fused}$)는 수학식 $\hat{d}_{fused,n} = \frac{(\Sigma_1^{-1} d_1 + \Sigma_2^{-1} d_2)}{(\Sigma_1^{-1} + \Sigma_2^{-1})}$ 에 따라서 생성되며, Σ_1^{-1}는 제 1 공분산 역행렬을 나타내고, Σ_2^{-1}는 제 2 공분산 역행렬을 나타내며, d_1 은 제 1 제원 데이터를 나타내고, d_2 는 제 2 제원 데이터를 나타낼 수 있다.

【0014】또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 (c) 단계 이후에, 상기 제 1 제원 데이터 및 상기 제 2 제원 데이터 간 차이에 대한 마할라노비스 거리를 산출하는 단계; 및 상기 마할라노비스 거리가 기설정된 임계값 이상인 경우 이상 상황으로 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.

【0015】또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 제 1 센서 또는 제 2 센서가 영상 카메라인 경우에, 상기 프로세서는, 상기 영상 카메라로 획득된 영상으로부터 차량의 상대 형상을 추정하고, 상기 상대 형상을 카메라 기하정보 및 기준 구조물의 실제 치수를 이용하여 실제 제원으로 환산하여 상기 제 1 제원 데이터 또는 상기 제 2 제원 데이터를 생성할 수 있다.

【0016】또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 제 1 센서 또는 제 2 센서가 LiDAR 센서인 경우에, 상기 프로세서는, LiDAR 포인트 클라우드로부터 차량 외형을 분리하고, 차량 자세 및 지면 기준을 반영하여 상기 제 1 제원 데이터 또는 상기 제 2 제원 데이터를 생성할 수 있다.

【0017】한편, 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 차량 제원 측정 시스템은, 프로세서 및 소정의 명령어들을 저장하는 메모리를 포함하는 차량 제원 측정 시스템으로서, 상기 메모리에 저장된 명령어들을 실행한 상기 프로세서는 (a) 제 1 센서가 제원 측정 대상 차량에 대해서 측정한 결과를 수신하여 제 1 제원 데이터들을 생성하고, 제 2 센서가 상기 제원 측정 대상 차량에 대해서 측정한 결과를 수신하여 제 2 제원 데이터들을 생성하는 단계; (b) 상기 제 1 제원 데이터들을 이용하여 대상 차량의 제원 오차에 대한 제 1 공분산 행렬(Σ_1)을 생성하고, 상기 제 2 제원 데이터들을 이용하여 대상 차량의 제원 오차에 대한 제 2 공분산 행렬(Σ_2)을 생성하는 단계; 및 (c) 상기 제 1 공분산 행렬 및 상기 제 2 공분산 행렬의 역행렬에 기초하여 설정된 가중치를 이용하여, 공분산 기반 최소분

산 융합 방식으로 상기 대상 차량에 대한 융합 차량 제원 데이터($\hat{d}_{fused}$)를 생성하는 단계를 수행한다.

【0018】 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 제 1 제원 데이터들, 상기 제 2 제원 데이터들, 및 상기 융합 제원 데이터($\hat{d}_{fused}$)는 차량의 높이(H), 길이(L), 폭(W)을 포함하는 벡터일 수 있다.

【0019】 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 프로세서는, 상기 (a)단계에서, 상기 제원 측정 대상 차량이 측정 영역을 통과하는 동안 복수 프레임에 대해 반복적으로 측정된 결과를 이용하여 상기 제 1 제원 데이터들 및 상기 제 2 제원 데이터들을 생성할 수 있다.

【0020】 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 프로세서는, 상기 (b)단계에서, 상기 제 1 제원 데이터들의 평균값과 상기 제 1 제원 데이터들 간의 편차를 이용하여 상기 제 1 공분산 행렬을 생성하고, 상기 제 2 제원 데이터들의 평균값과 상기 제 2 제원 데이터들 간의 편차를 이용하여 상기 제 2 공분산 행렬을 생성할 수 있다.

【0021】 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 프로세서는, 상기 융합 제원 데이터($\hat{d}_{fused}$)를 수학식 $\hat{d}_{fused,n}=\frac{(\Sigma_1^{-1}d_1+\Sigma_2^{-1}d_2)}{(\Sigma_1^{-1}+\Sigma_2^{-1})}$ 에 따라서 생성하며, Σ_1^{-1}는 제 1 공분산 역행렬을 나타내고, Σ_2^{-1}는 제 2 공분산 역행렬을 나타내며, d_1은 제 1 제원 데이터를 나타내고, d_2 는 제 2 제원 데이터를 나타낼 수 있다.

【0022】또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 프로세서는, 상기 (c) 단계 이후, 상기 제 1 제원 데이터 및 상기 제 2 제원 데이터 간 차이에 대한 마할라노비스 거리를 산출하는 단계; 및 상기 마할라노비스 거리가 기설정된 임계값 이상인 경우 이상 상황으로 판단하는 단계를 더 수행할 수 있다.

【0023】또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 제 1 센서 또는 제 2 센서가 영상 카메라인 경우에, 상기 프로세서는, 상기 영상 카메라로 획득된 영상으로부터 차량의 상대 형상을 추정하고, 상기 상대 형상을 카메라 기하정보 및 기준 구조물의 실제 치수를 이용하여 실제 제원으로 환산하여 상기 제 1 제원 데이터 또는 상기 제 2 제원 데이터를 생성할 수 있다.

【0024】또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 제 1 센서 또는 제 2 센서가 LiDAR 센서인 경우에, 상기 프로세서는, LiDAR 포인트 클라우드로부터 차량 외형을 분리하고, 차량 자세 및 지면 기준을 반영하여 상기 제 1 제원 데이터 또는 상기 제 2 제원 데이터를 생성할 수 있다.

【발명의 효과】

【0025】본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 본 발명은, CCTV 및 LiDAR와 같은 복수의 센서를 이용하여 차량의 높이, 길이 및 폭과 같은 제원을 주행 중 무정차 상태에서 계측하고, 복수의 센서로부터 산출된 제원 정보를 공분산 기반으로 융합함으로써 보다 안정적이고 신뢰성 높은 차량 제원 산출을 수행할 수 있다.

【0026】또한, 본 발명은 서로 다른 계측 원리를 가지는 복수의 센서(CCTV 및 LiDAR)를 동시에 활용함으로써, 단일 센서 기반 방식 대비 다양한 환경 변화에

대한 강건성을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, CCTV는 조도 변화, 그림자 또는 기상 환경에 영향을 받을 수 있으나 영상 기반 객체 형상 인식에 유리한 특성을 가질 수 있으며, LiDAR는 주야간 환경에서 안정적인 거리 정보를 제공할 수 있으나 포인트 밀도 또는 반사 특성에 영향을 받을 수 있어, 본 발명은 서로 다른 특성을 상호 보완적으로 활용할 수 있다.

【0027】 또한, 본 발명은 각 센서의 제원 산출 결과를 독립적인 관측값으로 모델링하고, 센서별 공분산을 반영한 최소분산 기반 융합을 수행함으로써 센서의 신뢰도를 정량적으로 반영할 수 있다. 이에 따라서, 특정 센서의 오차가 증가하는 환경에서도 상대적으로 안정적인 센서의 결과가 더 높은 가중치로 반영될 수 있으므로, 최종 차량 제원의 안정성을 향상시킬 수 있다.

【0028】 또한, 본 발명은 특정 센서를 절대 기준 센서로 설정하지 않고도 차량 제원 융합을 수행할 수 있으므로, 다양한 센서 조합 및 운용 환경에 유연하게 적용될 수 있다.

【0029】 또한, 차량 통과 시 발생하는 WIM 이벤트를 기준으로 CCTV 데이터와 LiDAR 데이터를 동일 차량 단위로 연계함으로써, 서로 다른 센서에서 산출된 차량 제원값을 효과적으로 통합할 수 있다.

【0030】 또한, 본 발명은 공분산 행렬을 대각 행렬 형태로 근사함으로써 계산량을 감소시키고, 실시간 무정차 차량 제원 계측 환경에서도 적용 가능한 구현 효율성을 확보할 수 있다.

【0031】 또한, 본 발명은 고속 주행 환경, 다차로 환경 또는 장기 무인 운용

환경과 같이 계측 조건 변화가 큰 환경에서도 적용 가능하며, 제원초과 차량의 자동 선별 및 관리 시스템에 활용될 수 있다. 따라서 본 발명은 단순한 단일 센서 기반 차량 제원 계측 기술과 달리, 이종 센서 기반 데이터 연계 및 공분산 기반 융합 구조를 통해 보다 신뢰성 높은 차량 제원 산출을 수행할 수 있다.

【도면의 간단한 설명】

【0032】도 1은 본 발명의 바람직한 차량 제원 측정 시스템의 전체 구성을 도시하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 차량 제원 측정 방법의 전체 흐름을 각각 도시하는 도면이다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 CCTV로 구현된 제 1 센서를 이용하여 차량의 제원을 측정하는 방식을 설명하는 도면이며,

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 Lidar 센서로 구현된 제 2 센서를 이용하여 차량의 제원을 측정하는 방식을 설명하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 센서 데이터 융합 및 보정 모델링 개념을 도시하는 도면이다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

【0033】이하, 도면을 참고하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.

【0034】여기서, 본 발명의 상술한 목적, 특징들 및 장점은 첨부된 도면과 관련된 다 음의 상세한 설명을 통해 보다 분명해질 것이다. 다만, 본 발명은 다양

한 변경을 가할 수 있고 여러가지 실시예들을 가질 수 있는 바, 이하에서는 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세히 설명하고자 한다.

【0035】 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.

【0036】 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.

【0037】 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.

【0038】 도 1은 본 발명의 바람직한 차량 제원 측정 시스템의 전체 구성을 도시하는 도면이다.

【0039】 도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 차량 제원 측정 시스템은 제 1 센서(110), 제 2 센서(120), 메모리(300) 및 프로세서(200)를 포함하여 구성되고, 프로세서(200)는 WIM(400)과 연결되어 WIM(400)으로부터 WIM 이벤트 정

보를 수신한다.

【0040】본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제 1 센서(110) 및 제 2 센서(120)는 서로 동일한 유형의 동종 센서로 구현될 수도 있고, 서로 다른 유형의 이종 센서로 구현될 수도 있다. 이하에서는 설명의 편의와 발명의 이해를 위해서, 제 1 센서(110)는 CCTV 영상 카메라로 구현되고, 제 2 센서(120)는 LiDAR 센서로 구현된 예를 설명한다.

【0041】제 1 센서(CCTV)(110)는 제원 측정 대상 차량(400)이 통과하는 도로의 상부에 고정적으로 설치되고, 통과하는 차량을 측정하여 측정 결과를 프로세서(200)로 출력한다. 제 1 센서(110)가 CCTV로 구현된 경우에, 제 1 센서(110)는 통과하는 대상 차량(500)을 촬영한 영상 데이터를 측정 결과로서 프로세서(200)로 출력한다.

【0042】제 2 센서(Lidar)(120) 역시 차량이 통과하는 도로의 상부에 고정적으로 설치되고, 통과하는 대상 차량(500)을 측정하여 측정 결과를 프로세서(200)로 출력한다. 제 2 센서(120)가 LiDAR 센서로 구현된 경우에, 제 2 센서(120)는 통과하는 차량(500)을 스캐닝하여 생성된 포인트 클라우드 데이터를 측정 결과로서 프로세서(200)로 출력한다.

【0043】본 발명의 바람직한 실시예에 따른 메모리(300)는 프로세서(200)에 의해 실행 가능한 명령어들, 및 프로세서(200)에 의해 실행되는 프로그램들을 저장할 수 있고, 입/출력되는 데이터들을 저장할 수도 있다.

【0044】메모리(300)는 커널, 미들웨어, 어플리케이션 프로그래밍 인터페이

스(API), 및/또는 어플리케이션 프로그램 등을 포함할 수 있다. 커널, 미들웨어, 또는 API의 적어도 일부는, 운영 시스템으로 지칭될 수 있다. 커널은, 예를 들면, 다른 프로그램들(예: 미들웨어, API, 또는 어플리케이션 프로그램)에 구현된 동작 또는 기능을 실행하는 데 사용되는 시스템 리소스들(예: 버스, 프로세서, 또는 메모리 등)을 제어 또는 관리할 수 있다. 또한, 커널은 미들웨어, API, 또는 어플리케이션 프로그램에서 서버의 개별 구성요소에 접근함으로써, 시스템 리소스들을 제어 또는 관리할 수 있는 인터페이스를 제공할 수 있다.

【0045】 메모리(300)의 예로는 SSD(Solid State Drive), 플래쉬메모리(flash memory), 롬(ROM:Read-Only Memory), 램(RAM:Random Access Memory)등이 있을 수 있다. 메모리(300)는 인터넷(internet)상에서 저장 매체의 기능을 수행하는 웹 스토리지(web storage) 또는 클라우드 서버로 대체 운영될 수도 있고, 하드 디스크(HDD:Hard Disk Drive)로 대체하여 구현될 수도 있다.

【0046】 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 프로세서(200)는 CPU(Central Processing Unit)나 이와 유사한 장치(예컨대, MPU(Micro Processing Unit), MCU(Micro Controll Unit) 등)로 구현될 수 있고, 메모리(300)에 저장된 명령어들을 실행함으로써, 도 2 내지 도 5를 참조하여 후술하는 차량 제원 측정 방법의 각 단계를 수행한다. 또한, 프로세서(200)는 차량 제원 측정 시스템의 전반적인 기능을 제어할 수 있다.

【0047】 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 프로세서(200)는 메모리(300)에 저장된 명령어들을 실행하여 구동되고, 제 1 센서(110)가 제원 측정 대상 차량

(500)에 대해서 측정한 결과를 제 1 센서(110)로부터 수신하여 제 1 제원 데이터들을 산출하고, 제 2 센서(120)가 상기 제원 측정 대상 차량(500)에 대해서 측정한 결과를 제 2 센서(120)로부터 수신하여 제 2 제원 데이터들을 산출한다.

【0048】 그 후, 프로세서(200)는 제 1 제원 데이터들을 이용하여 대상 차량(500)의 제원 오차에 대한 제 1 공분산 행렬(Σ_1)을 생성하고, 제 2 제원 데이터들을 이용하여 대상 차량(500)의 제원 오차에 대한 제 2 공분산 행렬(Σ_2)을 생성한다.

【0049】 그리고, 프로세서(200)는 제 1 공분산 행렬 및 제 2 공분산 행렬의 역행렬에 기초하여 가중치를 설정하고, 설정된 가중치를 이용하여, 공분산 기반 최소분산 융합 방식으로 대상 차량(500)에 대한 융합 차량 제원 데이터($\hat{d}_{fused}$)를 생성한다.

【0050】 이렇게 프로세서(200)가 수행하는 기능에 따라서 프로세서(200)를 개념적으로 구분하여 도시하면, 프로세서(200)는 WIM 이벤트 수집부(210), 제 1 제원 산출부(220), 제 2 제원 산출부(230), 제원 융합부(240), 및 이상 검출부(250)를 포함하여 구성된다.

【0051】 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예들에 따른 차량 제원 측정 방법의 전체 흐름을 각각 도시하는 도면이고, 도 3a 및 도 3b는 CCTV로 구현된 제 1 센서(110)를 이용하여 차량의 제원을 측정하는 방식을 설명하는 도면이며, 도 4는 LiDAR 센서로 구현된 제 2 센서(120)를 이용하여 차량의 제원을 측정하는 방식을 설명하는 도면이고, 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 센서 데이터 융합

및 보정 모델링 개념을 도시하는 도면이다.

【0052】 이하, 도 2 내지 도 5를 더 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 차량 제원 측정 시스템의 기능과 차량 제원 측정 방법을 설명한다.

【0053】 먼저, 본 발명의 시스템이 구동되면, 제 1 센서(110)인 CCTV는 일정한 시간 주기로 영상을 촬영하여 프로세서(200)로 출력하고, 제 2 센서(120)인 LiDAR 센서는 일정한 시간 주기로 전방을 스캐닝하여 포인트 클라우드 데이터를 프로세서(200)로 출력하고, 프로세서(200)는 센서들(110,120)의 측정 결과를 수신한다(S210).

【0054】 대상 차량(500)이 WIM(400)을 통과하면, WIM(400)은 WIM 이벤트 정보를 생성하여 프로세서(200)로 출력하고, 프로세서(200)는 WIM 이벤트 정보를 수신하면 대상 차량(500)이 WIM(400)을 통과하는 동안 제 1 센서(CCTV)(110)로부터 수신된 측정 결과인 복수 프레임의 영상 데이터들을 이용하여 제 1 제원 데이터들을 산출한다(S220a).

【0055】 또한, 프로세서(200)는, 제 2 센서(Lidar)(120)로부터 수신된 측정 결과인 복수 프레임의 포인트 클라우드 데이터들을 이용하여 제 2 제원 데이터들을 산출한다(S220b).

【0056】 도 3a 내지 도 4를 참조하여, 제 1 제원 데이터 및 제 2 제원 데이터를 생성하는 과정을 설명하면, 먼저, 본 발명에서의 차량 제원 데이터는 차량의 높이, 길이, 폭의 세 성분으로 구성된 차량 제원 벡터로 아래와 같이 정의된다.

【0057】 $$d=\begin{bmatrix} H \\ L \\ W \end{bmatrix}$$

【0058】 여기서 H는 차량의 지면 기준 높이(height), L은 차량 진행 방향 기준 길이(length), W는 차량 폭(width)을 의미한다.

【0059】 제 1 센서(110)가 CCTV이고, 제 2 센서(120)가 LiDAR 센서인 경우에, 차량 제원 벡터는 노면 기준 좌표계(grounded-referenced coordinate frame)에서 정의되고, CCTV 기반 제원 산출 결과 및 LiDAR 기반 제원 산출 결과는 모두 동일한 노면 기준 좌표계에서 표현되도록 변환되며, 따라서 두 결과는 동일한 물리적 의미를 갖는 제원 벡터로 취급될 수 있다. 이와 같은 공통 좌표계 정의는 이후의 센서 간 차이 계산 및 공분산 기반 융합이 물리적으로 성립하기 위한 전제가 된다.

【0060】 먼저, 제 S220a 단계에서, CCTV 기반 차량 제원 데이터 생성 과정은, 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 카메라로 획득된 영상을 딥러닝 기반 3차원 객체 인식 모델에 적용하여, 차량의 상대 형상을 추정하고, 상대 형상을 카메라 설치 기하정보 및 기준 구조물의 실제 치수를 이용하여 실제 제원으로 환산하는 과정으로 구성된다.

【0061】 대상 차량(500)이 WIM(400) 위를 1회 통과하는 동안, CCTV 카메라는 복수의 프레임에 걸쳐 반복적으로 영상을 취득하여 프로세서(200)로 출력하므로, 프로세서(200)는 각 프레임 k(k=1,...,M)에 대해 독립적으로 제 1 제원 데이터를 생성한다.

【0062】제원 데이터를 생성하기 위해서, 프로세서(200)는 k번째 프레임의 CCTV 영상으로부터 차량의 3차원 마커박스 또는 이에 준하는 3차원 형상 정보를 추정한다. 이때 추정되는 차량 형상은, 아래와 같이, 카메라 좌표계 기준의 상대적 크기 벡터로 표현될 수 있다.

【0063】
$$s_C^{(k)} = \begin{bmatrix} h_C^{(k)} \\ l_C^{(k)} \\ w_C^{(k)} \end{bmatrix}$$

【0064】여기서 $h_C^{(k)}, l_C^{(k)}, w_C^{(k)}$ 는 각각 k번째 프레임에서 딥러닝 기반 3차원 객체 인식 모델에 의해 산출된 차량의 상대 높이, 상대 길이 및 상대 폭을 의미하고, 상기 값들은 실제 단위로 환산되기 전 단계의 값으로서, 카메라 좌표계에서 정의되는 상대 형상 정보이다. 참고로, 아래첨자 C 는 제 1 센서(110)가 CCTV로 구현된 경우를 예시로 설명하기 때문에 이용되었고, 아래첨자 C는 제 1 센서를 나타내는 아래첨자 1로 표기될 수도 있다. 이하 동일한 방식의 아래 첨자 규칙이 적용된다.

【0065】카메라 좌표계와 노면 기준 좌표계 간 기하 관계는 카메라 내부 및 외부 파라미터 집합 θ_C로 아래와 같이 정의될 수 있다.

【0066】
$$\theta_C = \{K_C, R_C, T_C\}$$

【0067】여기서 K_C는 카메라 내부 파라미터 행렬, R_C는 회전 행렬, T_C는 이동 벡터를 의미하고, 상기 파라미터는 카메라의 초점거리, 주점, 설치 높이, 설치

각도, 노면과의 상대적 위치 관계 등을 반영한다.

【0068】 영상 기반 상대 형상 $s_C^{(k)}$를 실제 제원으로 환산하기 위해, 본 발명의 프로세서(200)는 WIM 플랫폼과 같이 현장에 설치되어 실제 치수가 사전에 알려진 기준 구조물을 활용한다.

【0069】 예를 들어, WIM 플랫폼의 실제 길이 L_{WIM}, 실제 폭 W_{WIM}, 그리고 영상 상에서 측정된 픽셀 길이 l_{WIM}, 픽셀 폭 w_{WIM}를 이용하여 노면 평면과 평행한 방향에 대한 스케일 계수를 다음과 같이 정의할 수 있다.

【0070】
$$\alpha_L = \frac{L_{WIM}}{l_{WIM}}, \quad \alpha_W = \frac{W_{WIM}}{w_{WIM}}$$

【0071】 상기 스케일 계수 α_L, α_W는 사전 교정된 카메라 파라미터 θ_C에 의해 원근 왜곡이 보정된 조건하에서 정의되므로, 차량의 프레임별 촬영 위치에 무관하게 일정한 값으로 적용될 수 있다.

【0072】 한편, 높이 방향은 노면과 수직한 방향이므로, 길이 및 폭과 동일한 방식의 단일 평면 스케일로 환산하기 어렵다. 따라서 높이 방향에 대해서는 카메라 설치 높이, 시선 방향, 앙각, 노면 평면과의 관계 등을 반영하는 기하학적 변환 또는 별도의 높이 환산 계수 α_H를 사용할 수 있고. 상기 α_H 역시 사전 교정을 통해 결정된다.

【0073】 이에 따라 k번째 프레임의 CCTV 기반 차량 제원 벡터(제 1 제원 데

이터)는 일 실시예로서 다음과 같이 표현될 수 있다.

【0074】
$$d_C^{(k)}=\begin{bmatrix}\alpha_H h_C^{(k)}\\ \alpha_L l_C^{(k)}\\ \alpha_W w_C^{(k)}\end{bmatrix}$$

【0075】 또는, 이를 보다 일반적인 함수 형태로 나타내면 다음과 같다.

【0076】
$$d_C^{(k)}=f_C(s_C^{(k)},\theta_C)=\begin{bmatrix}H_C^{(k)}\\ L_C^{(k)}\\ W_C^{(k)}\end{bmatrix}$$

【0077】 프로세서(200)는, 차량이 1회 통과하는 동안의 프레임 수에 대응되는 M개의 반복 측정 결과를 제 1 센서(110)로부터 수신하여, 제 1 제원 데이터인 $\{d_C^{(k)}\}_{k=1}^{M}$을 산출하며, 각 프레임의 측정 결과는 독립적인 관측 잡음을 포함한다고 가정한다.

【0078】 이에 따라, 프로세서(200)는 CCTV 관측 잡음들의 공분산 $\hat{\Sigma}_C$을 다음과 같이 추정할 수 있다.

【0079】
$$\bar{d}_C=\frac{1}{M}\sum_{k=1}^{M}d_C^{(k)}$$

【0080】
$$\hat{\Sigma}_C=\frac{1}{M-1}\sum_{k=1}^{M}(d_C^{(k)}-\bar{d}_C)(d_C^{(k)}-\bar{d}_C)^T$$

【0081】 즉, CCTV 기반 차량 제원 데이터(제 1 제원 데이터) $d_C^{(k)}$는 영상 기

반 상대 형상 추정 결과와 카메라 기하정보 및 기준 구조물 치수를 이용하여 실제 단위로 환산된 차량 제원 벡터이며, 이후 LiDAR 기반 제원 벡터와 동일한 의미를 갖는 관측 벡터로 사용된다.

【0082】 제 S220b 단계에서, LiDAR 기반 차량 제원 데이터 생성 과정은, 도 4에 도시된 바와 같이, 차량 주행 중 취득되는 LiDAR 포인트 클라우드로부터 차량 외형을 분리하고, 차량 자세 및 지면 기준을 반영하여 길이, 폭, 높이를 산출하는 과정으로 정의된다.

【0083】 차량 1회 통과 동안 LiDAR는 복수의 프레임에 걸쳐 반복적으로 포인트 클라우드를 취득하여 프로세서(200)로 제공하므로, 프로세서(200)는 각 프레임 k (k=1,...,N)에 대해 독립적으로 차량 제원 데이터(제 2 제원 데이터)를 생성한다.

【0084】 k번째 프레임에서 LiDAR로부터 획득된 전체 포인트 클라우드 집합은 다음과 같이 표현될 수 있다.

【0085】 $$P^{(k)_L}=\left\{p_i \in R^3 \mid p_i=(x_i,y_i,z_i)\right\}$$

【0086】 상기 포인트 클라우드 중 차량에 해당하는 포인트를 분리하면 k번째 프레임의 차량 포인트 집합 $P^{(k)_{veh}}$ (여기서, $P_{veh}^{(k)} \subset P_L^{(k)}$)를 얻을 수 있다.

【0087】 참고로, 아래첨자 L 은 제 2 센서(120)가 LiDAR 로 구현된 경우를 예시로 설명하기 때문에 이용되었고, 아래첨자 L은 아래첨자 2로 표기될 수도

있다. 이하 동일한 방식의 아래 첨자 규칙이 적용된다.

【0088】 이후, 프로세서(200)는 상기 차량 포인트 집합으로부터 차량 외형을 근사하는 3차원 마커박스를 적합하여 차량의 자세 및 위치를 추정한다. 이에 따라 k번째 프레임에서 차량 자세를 나타내는 회전 행렬 $R^{(k)_L}$과 차량 중심 위치 벡터 $t^{(k)_L}$를 구할 수 있다.

【0089】 차량의 길이와 폭은 차량이 LiDAR 좌표계에 대해 일정한 yaw 또는 기타 자세 변화를 갖는 경우 단순한 x, y축 범위만으로 정확히 표현되기 어렵다. 따라서, 본 발명에서는 차량 포인트를 차량 좌표계로 변환한 후, 변환된 좌표계에서 길이 및 폭을 산출한다. k번째 프레임에서 차량 좌표계로의 변환은 다음과 같이 수행된다.

【0090】 $$p_i^{veh,(k)} = (R_L^{(k)})^T (p^{(k)_i} - t^{(k)_L})$$

【0091】 여기서 $p_i^{veh,(k)} = (x_i^{veh,(k)}, y_i^{veh,(k)}, z_i^{veh,(k)})$는 k번째 프레임의 차량 좌표계에서의 포인트를 의미하고, 상기 변환된 차량 좌표계에서 길이와 폭은 각각 다음과 같이 정의될 수 있다.

【0092】 $$L_L^{(k)} = \max(x_i^{veh,(k)}) - \min(x_i^{veh,(k)})$$

【0093】 $$W_L^{(k)} = \max(y_i^{veh,(k)}) - \min(y_i^{veh,(k)})$$

【0094】 한편, 높이의 경우, 차량 하부 포인트가 차량 자체에 의해 가려질

수 있어 $\min(z_i)$가 실제 지면 높이와 일치하지 않을 가능성이 있다. 따라서, 본 발명에서는 사전 교정 단계에서 획득된 지면 포인트 집합을 이용해 지면 기준 높이 z_{ground}를 추정하고, 이를 기준으로 차량 높이를 산출한다. 즉, 도로면이 수평이고 차량의 pitch 및 roll이 무시 가능하다고 가정하여, LiDAR 좌표계의 z축과 차량 좌표계의 z축을 동일하게 취급한다.

【0095】
$$H_L^{(k)} = \max_{p_i \in P_{veh}^{(k)}}(z_i^{veh,(k)}) - z_{ground}$$

【0096】 이에 따라, k번째 프레임의 LiDAR 기반 차량 제원 벡터(제 2 제원 데이터)는 다음과 같이 정의된다.

【0097】
$$d_L = \begin{bmatrix} H_L^{(k)} \\ L_L^{(k)} \\ W_L^{(k)} \end{bmatrix}$$

【0098】 프로세서(200)는, 차량이 1회 통과하는 동안의 프레임 수에 대응되는 N개의 반복 측정 결과를 제 2 센서(120)로부터 수신하여, 제 2 제원 데이터인 $\{d_L^{(k)}\}^{N_{k=1}}$을 산출한다. LiDAR 관측 잡음의 공분산 $\widehat{\Sigma_L}$은 실제 단위로 표현된 LiDAR 기반 차량 제원의 관측 공분산이며, CCTV 기반 제원 벡터와 동일한 노면 기준 제원 정의를 갖는 관측 벡터 $d^{(k)_L}$와 함께 센서 융합에 이용된다.

【0099】 그 후, 프로세서(200)는 WIM(400)으로부터 수신되는 WIM 이벤트 정보를 수신하여 동일한 차량에 대한 제 1 제원 데이터들과 제 2 제원 데이터들을 서

로 식별한다(S230).

【0100】 본 발명의 바람직한 실시예에서는, 제 1 센서(CCTV)(110) 기반 제원 산출 결과와 제 2 센서(120)(LiDAR) 기반 제원 산출 결과를 단순히 시간 순서대로 대응시키는 것이 아니라, WIM 계측 구간에서 발생하는 차량 통과 이벤트를 기준으로 동일 차량 단위로 연계시킨다.

【0101】 프로세서(200)의 WIM 이벤트 수집부(210)는 차량이 계측 구간을 통과할 때 발생하는 WIM 이벤트 정보(차로 정보, 통과 시각, 속도, 축 이벤트 또는 루프 검지 신호를 포함함)를 수집하며, WIM 이벤트 정보는 제 1 센서(CCTV)(110) 및 제 2 센서(LiDAR)(120) 측정 결과의 동기화 및 취득된 데이터가 동일 차량으로부터 발생한 것인지 식별하기 위한 기준 인덱스로 사용된다.

【0102】 즉, 본 발명의 바람직한 실시예에서는, 특정 차량이 WIM 계측 구간을 통과할 때 생성된 이벤트를 기준 이벤트로 정의하고, 상기 기준 이벤트와 시간적으로 인접하고 차로 정보가 일치하는 CCTV 프레임 집합 및 LiDAR 포인트 클라우드 집합을 동일 차량 데이터로 연계하여 처리하고, 해당 CCTV 프레임 집합으로부터 산출된 제 1 제원 데이터와 LiDAR 포인트 클라우드 집합으로부터 산출된 제 2 제원 데이터를 서로 대응되도록 식별한다.

【0103】 이를 수식적으로 표현하면, n번째 차량에 대한 WIM 이벤트를 w_n이라 할 때, 제 1 센서(CCTV)(110)의 제원 산출 결과인 제 1 제원 데이터 및 제 2 센서(LiDAR)(120)의 제원 산출 결과인 제 2 제원 데이터는 각각 다음과 같이 표현된다.

【0104】 $$d_{C,n}=F_C(I_n \mid w_n)$$
$$d_{L,n}=F_L(P_n \mid w_n)$$

【0105】 여기서 I_n은 n번째 차량과 대응되는 CCTV 영상 데이터, P_n은 n번째 차량과 대응되는 LiDAR 포인트 클라우드 데이터, F_C 및 F_L는 각각 CCTV 및 LiDAR 기반 제원 산출 함수를 의미한다.

【0106】 특히, 본 발명에서는 차량이 WIM 센서(400)를 통과하는 순간 발생하는 축 이벤트 시각을 기준으로, 해당 시각에 가장 근접한 CCTV 프레임 및 LiDAR 프레임의 측정값을 이용하여 산출된 제원 데이터를 차량 단위 대표 제원값 $d_{C,n}$, $d_{L,n}$으로 결정할 수 있다. 이는 WIM 축 이벤트 발생 시각이 차량의 WIM 계측 구간 통과를 가장 정확하게 나타내는 시점이므로, 해당 시점의 센서 측정값이 동일 차량에 대한 가장 신뢰도 높은 관측값으로 취급될 수 있기 때문이다.

【0107】 한편, 차량 밀집 주행, 차선 변경 또는 센서 시간 동기 오차 등의 영향으로 동일 차량 매칭에 불확실성이 발생할 수 있으며, 본 발명의 일 실시예에서는 시간 윈도우 제한, 차로 일치 조건, 속도 기반 검증 또는 차량 형상 기반 추가 검증을 이용하여 데이터 연계 정확도를 향상시킬 수 있다.

【0108】 한편, 제 S230 단계에서, 동일한 차량에 대한 제 1 센서 제원 데이터들과 제 2 센서 제원 데이터들이 식별되면, 프로세서(200)는 제 1 제원 데이터들을 이용하여 대상 차량(500)의 제원 오차에 대한 제 1 공분산 행렬(Σ_1)을 생성하

고, 제 2 제원 데이터들을 이용하여 대상 차량(500)의 제원 오차에 대한 제 2 공분산 행렬(Σ_2)을 생성한다(S240).

【0109】 동일 차량에 대해 제 1 센서(CCTV) 및 제 2 센서(LiDAR)로부터 산출된 제원 데이터들은 각각 실제 차량 제원에 랜덤 오차가 포함된 관측값으로 모델링될 수 있다. 즉 n번째 차량에 대해 각 센서의 관측 모델은 다음과 같다.

【0110】
$$d_{C,n} = d_n + \varepsilon_{C,n}$$
$$d_{L,n} = d_n + \varepsilon_{L,n}$$

【0111】 여기서 d_n은 n번째 차량의 실제 제원 벡터, $\varepsilon_{C,n}, \varepsilon_{L,n}$는 센서별 랜덤 오차 벡터를 의미하며, 상기 오차는 평균이 0인 랜덤 오차로 모델링될 수 있다.

【0112】
$$\varepsilon_{C,n} \sim \mathcal{N}(0, \Sigma_C)$$
$$\varepsilon_{L,n} \sim \mathcal{N}(0, \Sigma_L)$$

【0113】 여기서 Σ_C, Σ_L는 각각 CCTV 및 LiDAR 기반 제원 산출 결과의 제 1 공분산 행렬 및 제 2 공분산 행렬이며, 앞서 기술한 $\widehat{\Sigma_C}$, $\widehat{\Sigma_L}$의 대각 성분을 취하여 결정될 수 있다.

【0114】 일반적으로 차량 제원 산출 오차는 차량 자세 변화, 객체 검출 경계 오차, 포인트 클라우드 분포, 지면 추정 오차 등의 영향으로 높이, 길이, 폭 성분 간 상관관계를 가질 수 있다. 그러나, 실시간 무정차 차량 제원 계측 시스템에서 full covariance 행렬을 지속적으로 추정하고 활용하는 경우, 추정 안정성과 계산량 측면에서 부담이 커질 수 있다.

【0115】 따라서, 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 계산 효율성과 실시간 처리 안정성을 위하여, 성분 간 상관관계의 영향이 상대적으로 작거나 실무적으로 무시 가능한 수준이라는 전제 하에 공분산 행렬을 대각행렬로 근사하였다.

【0116】
$$\Sigma_C = diag(\sigma_{C,H}^2, \sigma_{C,L}^2, \sigma_{C,W}^2)$$
$$\Sigma_L = diag(\sigma_{L,H}^2, \sigma_{L,L}^2, \sigma_{L,W}^2)$$

【0117】 여기서 $\sigma_{C,H}^2$, $\sigma_{C,L}^2$, $\sigma_{C,W}^2$는 각각 CCTV 기반 높이, 길이, 폭 성분의 분산, $\sigma_{L,H}^2$, $\sigma_{L,L}^2$, $\sigma_{L,W}^2$ 는 각각 LiDAR 기반 높이, 길이, 폭 성분의 분산을 의미하며, 상기 각 분산값은 $\widehat{\Sigma_C}$, $\widehat{\Sigma_L}$의 대각 성분으로부터 추출되었다. 상기 대각행렬 근사는 각 제원 성분별 분산을 독립적으로 취급할 수 있게 하며, 역행렬 계산을 단순화하고 실시간 구현 효율을 향상시킬 수 있다.

【0118】 그 후, 프로세서(200)는 제 1 공분산 행렬 및 제 2 공분산 행렬의 역행렬에 기초하여 설정된 가중치를 이용하여, 공분산 기반 최소분산 융합 방식으로 상기 대상 차량(500)에 대한 융합 차량 제원 데이터($\hat{d}_{fused}$)를 생성한다(S250).

【0119】 본 발명의 바람직한 실시예에서는 CCTV 기반 차량 제원 산출 결과(제 1 제원 데이터) 및 LiDAR 기반 차량 제원 산출 결과(제 2 제원 데이터)를 이용하여 최종 차량 제원 벡터를 산출하기 위하여, 센서별 공분산을 반영한 공분산 기반 융합 방법을 적용하였다.

【0120】 앞서 정의한 바와 같이, n번째 차량에 대한 제 1 센서(110)인 CCTV

기반 제원 산출 결과 $d_{C,n}$ 및 제 2 센서(120)인 LiDAR 기반 제원 산출 결과 $d_{L,n}$은 각각 실제 차량 제원 d_n에 랜덤 오차가 포함된 관측값으로 모델링될 수 있다.

【0121】 이에 따라, 본 발명에서는 상기 두 관측값과 실제 차량 제원 간 오차를 최소화하는 최소분산(minimum variance) 기반 추정 문제를 구성할 수 있다. 즉 n번째 차량의 실제 제원 d_n의 추정값은 다음의 목적함수를 최소화하는 벡터로 정의된다.

【0122】

$$\hat{d}_{fused,n} = \underset{d}{\operatorname{argmin}} \left\{ (d_{C,n} - d)^T \Sigma_C^{-1} (d_{C,n} - d) + (d_{L,n} - d)^T \Sigma_L^{-1} (d_{L,n} - d) \right\}$$

【0123】 상기 목적함수는 각 센서에서 측정된 결과를 이용하여 생성된 차량 제원 벡터와 후보 실제 제원 d간 오차를 공분산의 역행렬로 가중한 이차형식의 합으로 구성된다. 이에 따라서 분산이 작은, 즉 신뢰도가 높은 센서의 제원 산출 결과는 더 큰 가중치를 갖고, 분산이 큰 센서의 결과는 상대적으로 작은 가중치를 갖게 된다.

【0124】 상기 목적함수를 d에 대해 미분하면 다음과 같다.

【0125】 $$-2\Sigma_C^{-1}(d_{C,n}-d)-2\Sigma_L^{-1}(d_{L,n}-d)=0$$

【0126】 이를 정리하면 아래와 같고,

【0127】 $$(\Sigma_C^{-1}+\Sigma_L^{-1})d=\Sigma_C^{-1}d_{C,n}+\Sigma_L^{-1}d_{L,n}$$

【0128】 따라서 최종 융합 차량 제원 데이터(벡터)($\hat{d}_{fused}$)는 다음과 같이 표현된다.

【0129】 $$\hat{d}_{fused,n}=(\Sigma_C^{-1}+\Sigma_L^{-1})^{-1}(\Sigma_C^{-1}d_{C,n}+\Sigma_L^{-1}d_{L,n})$$

【0130】 상기 식은 CCTV 및 LiDAR 기반 제원 벡터를 센서별 불확실도에 따라 가중 평균한 최소분산 추정 결과를 의미한다. 즉, 특정 제원 성분에 대해 오차 분산이 더 작은 센서의 결과가 그 성분의 최종 융합값에 더 크게 반영된다.

【0131】 또한, 공분산 행렬이 대각행렬로 근사되는 경우, 각 제원 성분은 독립적으로 융합될 수 있다. 예를 들어, 높이 성분의 융합 결과는 다음과 같이 표현될 수 있다.

【0132】 $$H_{fused}=\frac{\sigma_{C,H}^{-2}H_C+\sigma_{L,H}^{-2}H_L}{\sigma_{C,H}^{-2}+\sigma_{L,H}^{-2}}$$

【0133】 길이 및 폭 성분도 동일한 방식으로 계산될 수 있고, 이와 같은 성분별 표현은 구현이 직관적이고, 특정 센서가 특정 제원 성분에 대해 갖는 장점 또는 단점을 개별적으로 반영할 수 있다는 점에서 유용하다.

【0134】 이렇게 구해진 최종 융합 차량 제원 데이터는 과적 차량 단속 등 다양한 분야에서 활용될 수 있고, 그 활용 예에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

【0135】 추가적으로, 프로세서(200)는 융합 결과 기반 이상치 검출 및 폴백 처리 프로세스를 수행할 수 있다(S260).

【0136】 본 발명의 일 실시예에서는 융합 차량 제원 데이터(벡터) $\hat{d}_{fused,n}$산출 이후, CCTV 및 LiDAR 기반 제원 관측값 간 통계적 정합성을 검증하여 이상 측정 여부를 판단할 수 있다.

【0137】 구체적으로, 두 센서 관측값 간 차이의 마할라노비스 거리를 다음과 같이 정의한다.

【0138】 $$\delta_n=(d_{C,n}-d_{L,n})^T(\Sigma_C+\Sigma_L)^{-1}(d_{C,n}-d_{L,n})$$

【0139】 상기 δn은 두 센서 관측값이 동일한 실제 제원으로부터 발생하였다는 가정 하에, 각 센서의 불확실도를 반영한 정규화된 불일치 척도이다. 두 센서 관측값이 정상적인 랜덤 오차범위 내에 있다면 δn는 자유로 3인 카이제곱 분포를 따른다($\delta_n \chi^2(3)$). 따라서 사전에 설정된 유의수준 α에 대응하는 임계값 τ_α를 기준으로 다음과 같이 이상치 여부를 판단할 수 있다.

【0140】 $$\begin{cases}\delta_n \le \tau_\alpha : \text{정상 - 융합 결과 } \hat{d}_{fused,n} \text{ 채택} \\ \delta_n > \tau_\alpha : \text{이상 - 폴백 처리 수행}\end{cases}$$

【0141】 폴백 처리의 일 실시예로서, 이상 판정 시 두 센서 중 각 성분별 분산이 더 작은 센서의 관측값을 해당 성분의 최종값으로 채택할 수 있다. 또는, 해당 차량 데이터를 융합 대상에서 제외하고 이상 이벤트로 기록하여 센서 점검의 트리거로 활용할 수 있다. 이러한 이상치 검출 구조는 센서 고장, 차량 가림, 기상 조건 악화 등으로 인한 측정 이상을 자동으로 감지하고 시스템 신뢰도를 유지하는 데 기여한다.

【0142】지금까지 설명한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 차량 제원 측정 방법은, 컴퓨터에서 실행가능한 명령어로 구현되어 비일시적 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 또한, 본 발명은 차량 제원 측정 방법을 컴퓨터로 읽을 수 있는 비일시적 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다.

【0143】저장매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 저장매체의 예로는 비휘발성 메모리(300), ROM, CD-ROM, 광데이터 저장장치 등이 있다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 저장매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

【0144】이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

【부호의 설명】

【0145】110 : 제 1 센서 (CCTV)　　120 : 제 2 센서 (LiDAR)

200 : 프로세서

210 : WIM 이벤트 수집부　　220 : 제 1 제원 산출부

230 : 제 2 제원 산출부　　240 : 제원 융합부

250 : 이상 검출부

300 : 메모리

400 : WIM

500 : 제원 측정 대상 차량

【청구범위】

【청구항 1】

명령어를 저장한 메모리 및 상기 메모리에 저장된 명령어를 실행하는 프로세서를 포함하는 차량 제원 측정 시스템에서 수행되는 차량 제원 측정 방법으로서,

상기 메모리에 저장된 명령어를 실행한 상기 프로세서가

(a) 제 1 센서가 제원 측정 대상 차량에 대해서 측정한 결과를 수신하여 제 1 제원 데이터들을 생성하고, 제 2 센서가 상기 제원 측정 대상 차량에 대해서 측정한 결과를 수신하여 제 2 제원 데이터들을 생성하는 단계;

(b) 상기 제 1 제원 데이터들을 이용하여 대상 차량의 제원 오차에 대한 제 1 공분산 행렬(Σ_1)을 생성하고, 상기 제 2 제원 데이터들을 이용하여 대상 차량의 제원 오차에 대한 제 2 공분산 행렬(Σ_2)을 생성하는 단계; 및

(c) 상기 제 1 공분산 행렬 및 상기 제 2 공분산 행렬의 역행렬에 기초하여 설정된 가중치를 이용하여, 공분산 기반 최소분산 융합 방식으로 상기 대상 차량에 대한 융합 차량 제원 데이터($\hat{d}_{fused}$)를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 제원 데이터들, 상기 제 2 제원 데이터들, 및 상기 융합 제원 데이터($\hat{d}_{fused}$)는 차량의 높이(H), 길이(L), 폭(W)을 포함하는 벡터인 것을 특징으로 하

는 차량 제원 측정 방법.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서,

상기 (a) 단계에서,

상기 제 1 제원 데이터들 및 상기 제 2 제원 데이터들은,

상기 제원 측정 대상 차량이 측정 영역을 통과하는 동안 복수 프레임에 대해 반복적으로 측정된 결과를 이용하여 생성되는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 방법.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서,

상기 (b) 단계에서,

상기 제 1 공분산 행렬은 상기 제 1 제원 데이터들의 평균값과 상기 제 1 제원 데이터들 간의 편차를 이용하여 생성되고,

상기 제 2 공분산 행렬은 상기 제 2 제원 데이터들의 평균값과 상기 제 2 제원 데이터들 간의 편차를 이용하여 생성되는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 방법.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 공분산 행렬 및 상기 제 2 공분산 행렬은 각각 하기 수학식에 기

초하여 생성되고,

$$\hat{\Sigma} = \frac{1}{N-1}\sum_{k=1}^{N}(d^{(k)} - \bar{d})(d^{(k)} - \bar{d})^{T}$$

d(k)는 k번째 프레임에서 측정된 차량 제원 데이터, $\bar{d}$ 는 평균 차량 제원 데이터, N은 측정 프레임 수를 각각 나타내는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 방법.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서,

상기 융합 제원 데이터($\hat{d}_{fused}$)는 수학식

$$\hat{d}_{fused,n} = \frac{(\Sigma_1^{-1} d_1 + \Sigma_2^{-1} d_2)}{(\Sigma_1^{-1} + \Sigma_2^{-1})}$$ 에 따라서 생성되며,

Σ_1^{-1} 는 제 1 공분산 역행렬을 나타내고, Σ_2^{-1} 는 제 2 공분산 역행렬을 나타내며,

d_1 은 제 1 제원 데이터를 나타내고, d_2 는 제 2 제원 데이터를 나타내는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 방법.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서,

상기 (c) 단계 이후에,

상기 제 1 제원 데이터 및 상기 제 2 제원 데이터 간 차이에 대한 마할라노

비스 거리를 산출하는 단계; 및

상기 마할라노비스 거리가 기설정된 임계값 이상인 경우 이상 상황으로 판단하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 방법.

【청구항 8】

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 센서 또는 제 2 센서가 영상 카메라인 경우에,

상기 프로세서는, 상기 영상 카메라로 획득된 영상으로부터 차량의 상대 형상을 추정하고, 상기 상대 형상을 카메라 기하정보 및 기준 구조물의 실제 치수를 이용하여 실제 제원으로 환산하여 상기 제 1 제원 데이터 또는 상기 제 2 제원 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 방법.

【청구항 9】

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 센서 또는 제 2 센서가 LiDAR 센서인 경우에,

상기 프로세서는, LiDAR 포인트 클라우드로부터 차량 외형을 분리하고, 차량 자세 및 지면 기준을 반영하여 상기 제 1 제원 데이터 또는 상기 제 2 제원 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 방법.

【청구항 10】

비일시적 저장매체에 저장되고, 프로세서를 포함하는 컴퓨터에서 실행되어, 상기 제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항의 차량 제원 측정 방법을 수행하는 컴퓨

터 프로그램.

【청구항 11】

프로세서 및 소정의 명령어들을 저장하는 메모리를 포함하는 차량 제원 측정 시스템으로서,

상기 메모리에 저장된 명령어들을 실행한 상기 프로세서는

(a) 제 1 센서가 제원 측정 대상 차량에 대해서 측정한 결과를 수신하여 제 1 제원 데이터들을 생성하고, 제 2 센서가 상기 제원 측정 대상 차량에 대해서 측정한 결과를 수신하여 제 2 제원 데이터들을 생성하는 단계;

(b) 상기 제 1 제원 데이터들을 이용하여 대상 차량의 제원 오차에 대한 제 1 공분산 행렬(Σ_1)을 생성하고, 상기 제 2 제원 데이터들을 이용하여 대상 차량의 제원 오차에 대한 제 2 공분산 행렬(Σ_2)을 생성하는 단계; 및

(c) 상기 제 1 공분산 행렬 및 상기 제 2 공분산 행렬의 역행렬에 기초하여 설정된 가중치를 이용하여, 공분산 기반 최소분산 융합 방식으로 상기 대상 차량에 대한 융합 차량 제원 데이터($\hat{d}_{fused}$)를 생성하는 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 시스템.

【청구항 12】

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 제원 데이터들, 상기 제 2 제원 데이터들, 및 상기 융합 제원 데

이터($\hat{d}_{fused}$)는 차량의 높이(H), 길이(L), 폭(W)을 포함하는 벡터인 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 시스템.

【청구항 13】

제 11 항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 (a)단계에서,

상기 제원 측정 대상 차량이 측정 영역을 통과하는 동안 복수 프레임에 대해 반복적으로 측정된 결과를 이용하여 상기 제 1 제원 데이터들 및 상기 제 2 제원 데이터들을 생성하는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 시스템.

【청구항 14】

제 11 항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 (b)단계에서,

상기 제 1 제원 데이터들의 평균값과 상기 제 1 제원 데이터들 간의 편차를 이용하여 상기 제 1 공분산 행렬을 생성하고,

상기 제 2 제원 데이터들의 평균값과 상기 제 2 제원 데이터들 간의 편차를 이용하여 상기 제 2 공분산 행렬을 생성하는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 시스템.

【청구항 15】

제 11 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 융합 제원 데이터($\hat{d}_{fused}$)를 수학식

$$\hat{d}_{fused,n}=\frac{(\Sigma_1^{-1}d_1+\Sigma_2^{-1}d_2)}{(\Sigma_1^{-1}+\Sigma_2^{-1})}$$ 에 따라서 생성하며,

Σ_1^{-1} 는 제 1 공분산 역행렬을 나타내고, Σ_2^{-1} 는 제 2 공분산 역행렬을 나타내며,

d_1 은 제 1 제원 데이터를 나타내고, d_2 는 제 2 제원 데이터를 나타내는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 시스템.

【청구항 16】

제 11 항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 (c) 단계 이후,

상기 제 1 제원 데이터 및 상기 제 2 제원 데이터 간 차이에 대한 마할라노비스 거리를 산출하는 단계; 및

상기 마할라노비스 거리가 기설정된 임계값 이상인 경우 이상 상황으로 판단하는 단계를 더 수행하는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 시스템.

【청구항 17】

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 센서 또는 제 2 센서가 영상 카메라인 경우에,

상기 프로세서는, 상기 영상 카메라로 획득된 영상으로부터 차량의 상대 형상을 추정하고, 상기 상대 형상을 카메라 기하정보 및 기준 구조물의 실제 치수를

이용하여 실제 제원으로 환산하여 상기 제 1 제원 데이터 또는 상기 제 2 제원 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 시스템.

【청구항 18】

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 센서 또는 제 2 센서가 LiDAR 센서인 경우에,

상기 프로세서는, LiDAR 포인트 클라우드로부터 차량 외형을 분리하고, 차량 자세 및 지면 기준을 반영하여 상기 제 1 제원 데이터 또는 상기 제 2 제원 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 차량 제원 측정 시스템.

【요약서】

【요약】

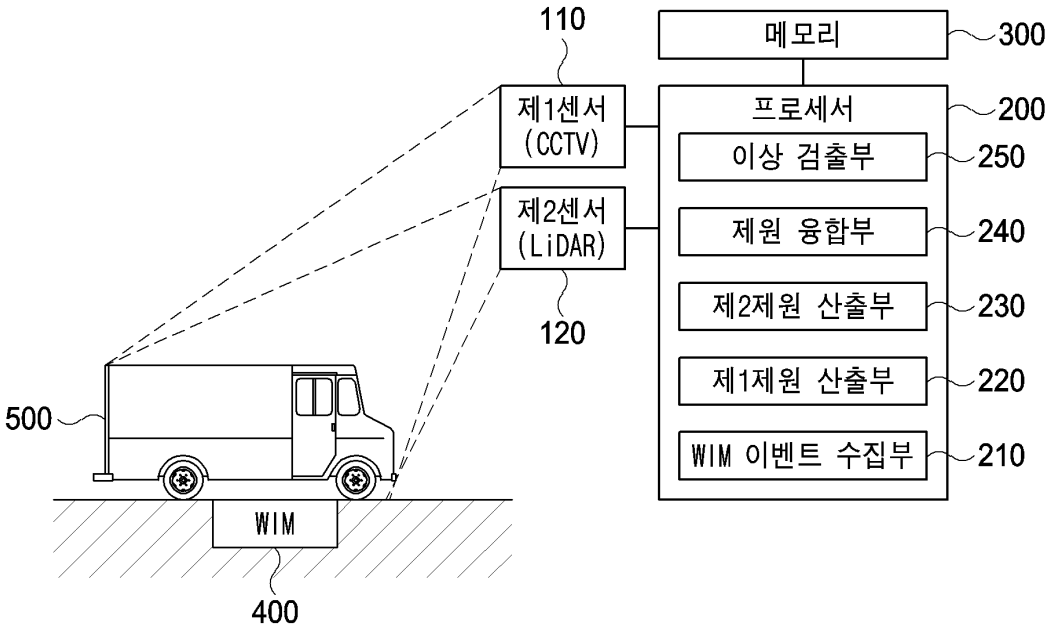
본 발명은 차량 제원 측정 시스템 및 방법을 공개한다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 본 발명은, CCTV 및 LiDAR와 같은 복수의 센서를 이용하여 차량의 높이, 길이 및 폭과 같은 제원을 주행 중 무정차 상태에서 계측하고, 복수의 센서로부터 산출된 제원 정보를 공분산 기반으로 융합함으로써 보다 안정적이고 신뢰성 높은 차량 제원 산출을 수행할 수 있다.

【대표도】

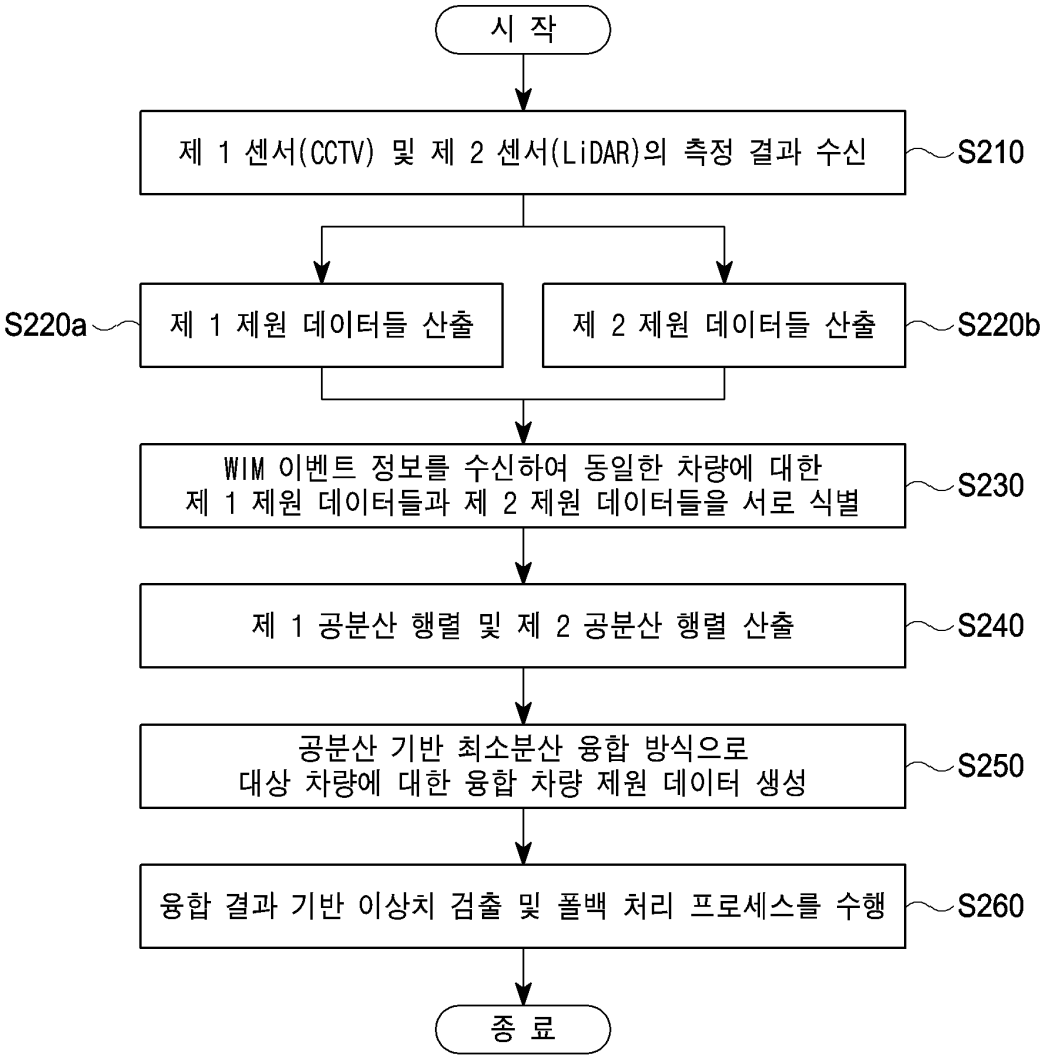
도 1

【도면】

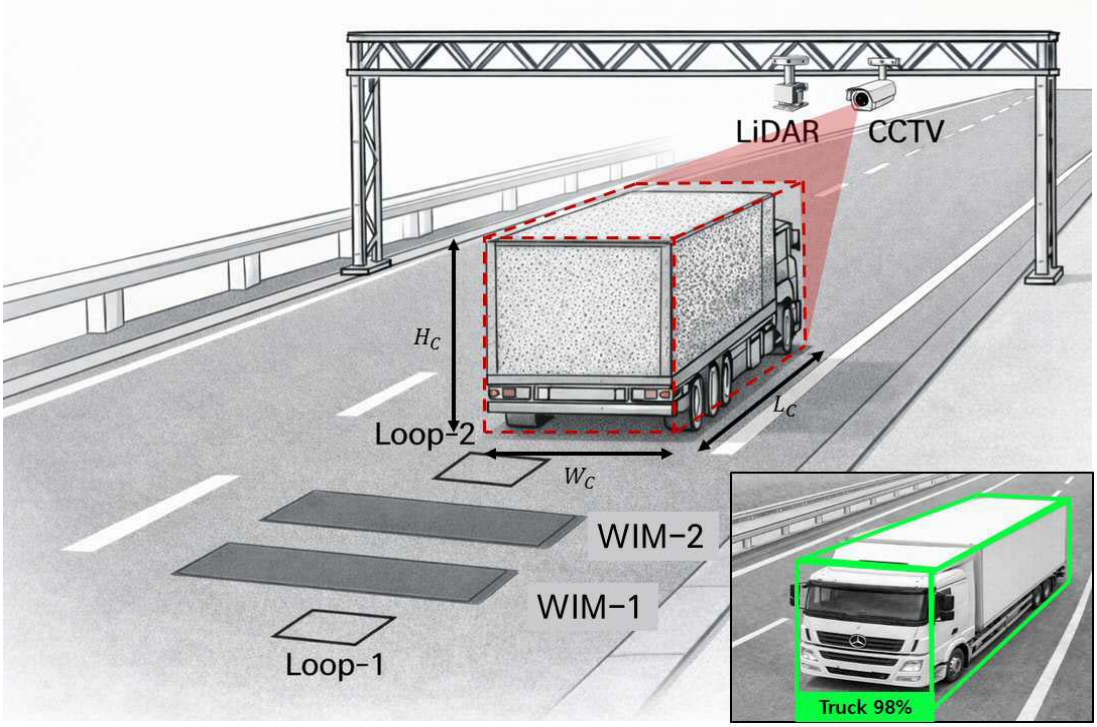
【도 1】


110
메모리
300
제1센서
(CCTV)
프로세서
200
이상 검출부
250
제2센서
(LiDAR)
제원 융합부
240
120
제2제원 산출부
230
제1제원 산출부
220
500
WIM 이벤트 수집부
210
WIM
400

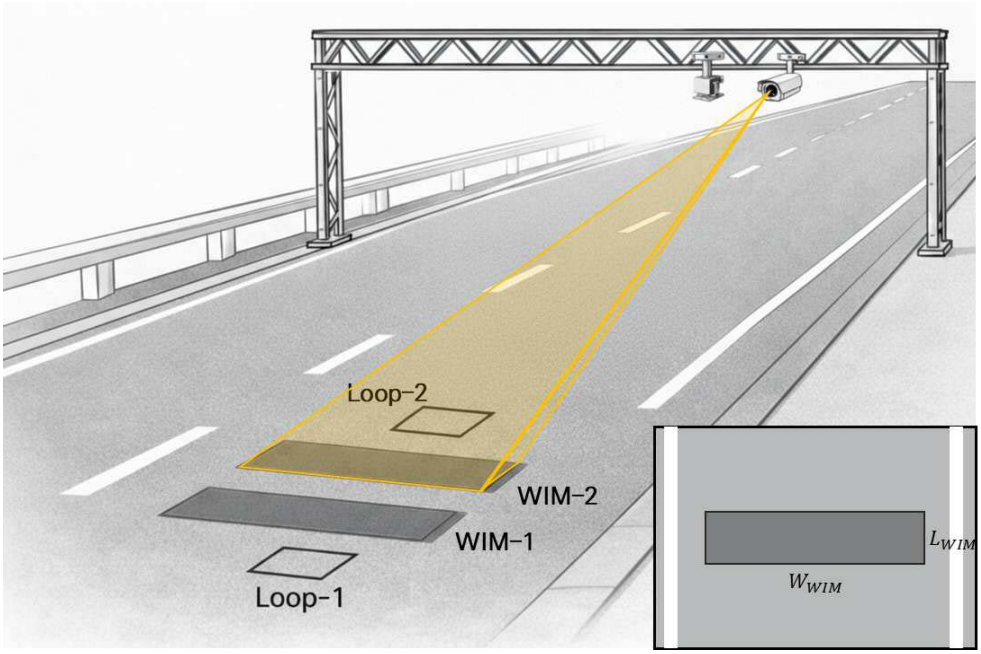
【도 2】


시 작
제 1 센서(CCTV) 및 제 2 센서(LiDAR)의 측정 결과 수신
S210
S220a
제 1 제원 데이터들 산출
제 2 제원 데이터들 산출
S220b
WIM 이벤트 정보를 수신하여 동일한 차량에 대한
제 1 제원 데이터들과 제 2 제원 데이터들을 서로 식별
S230
제 1 공분산 행렬 및 제 2 공분산 행렬 산출
S240
공분산 기반 최소분산 융합 방식으로
대상 차량에 대한 융합 차량 제원 데이터 생성
S250
융합 결과 기반 이상치 검출 및 폴백 처리 프로세스를 수행
S260
종 료

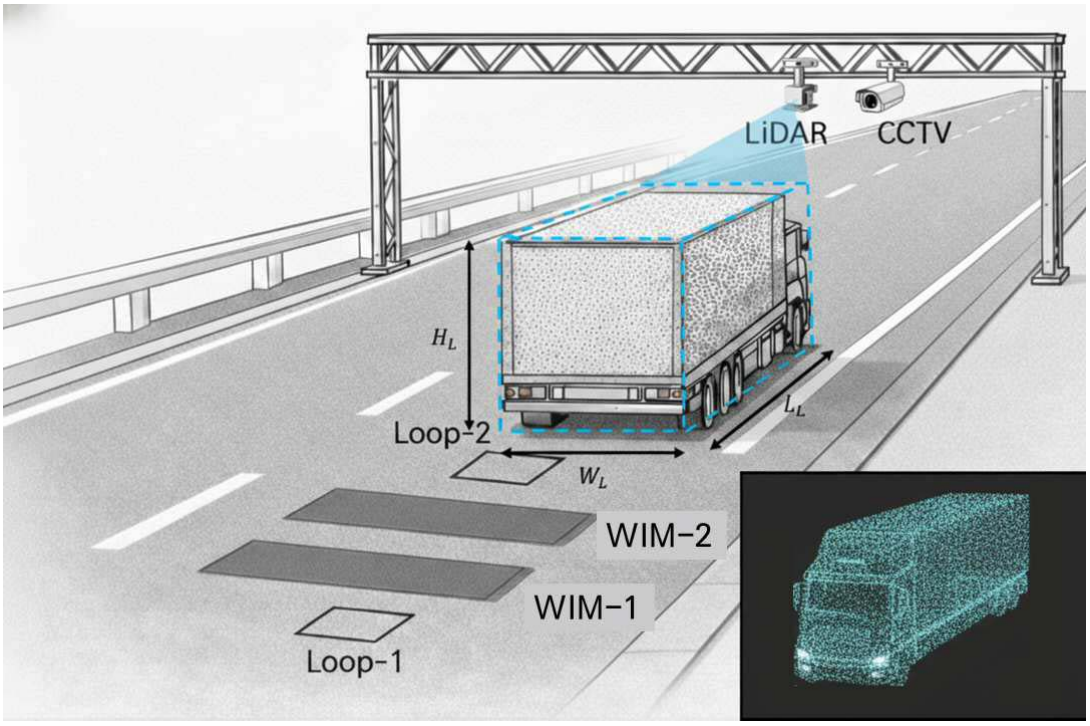
【도 3a】


LiDAR
CCTV
H_C
L_C
W_C
Loop-2
WIM-2
WIM-1
Loop-1
Truck 98%

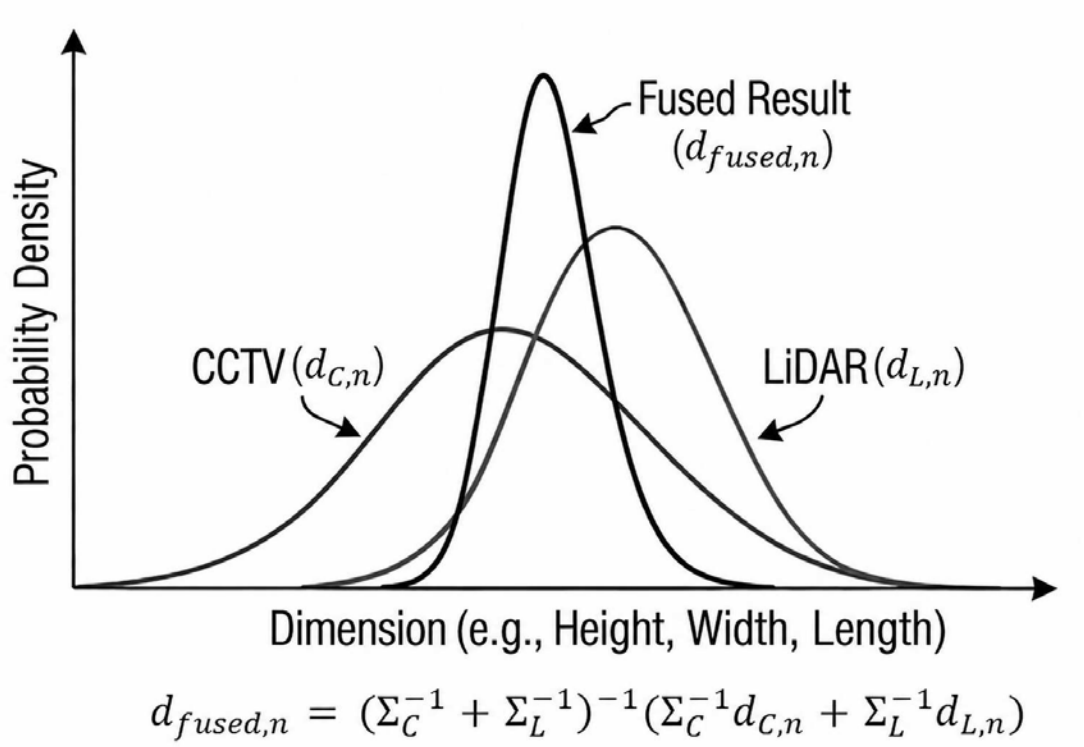
【도 3b】


Loop-2
WIM-2
WIM-1
Loop-1
L_{WIM}
W_{WIM}

【도 4】



【도 5】


Probability Density
Fused Result
$(d_{fused,n})$
CCTV $(d_{C,n})$
LiDAR $(d_{L,n})$
Dimension (e.g., Height, Width, Length)
$d_{fused,n} = (\Sigma_C^{-1} + \Sigma_L^{-1})^{-1}(\Sigma_C^{-1} d_{C,n} + \Sigma_L^{-1} d_{L,n})$