관 인 생 략

출 원 번 호 통 지 서

출 원 일 자 2026.10.27

특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(2772)

출 원 번 호 10-2026-0209028 (접수번호 1-1-2026-1335423-92)
(DAS접근코드3326)

출원인 명칭 (주)유디엔에스(1-2016-065064-1)

대리인 성명 특허법인 주원(9-2008-100161-7)

발명자 성명 김종우 조윤범 정영우 박준영

발명의 명칭 라이다 센서를 이용한 차량 인식 방법 및 장치

지 식 재 산 처 장

<< 안내 >>

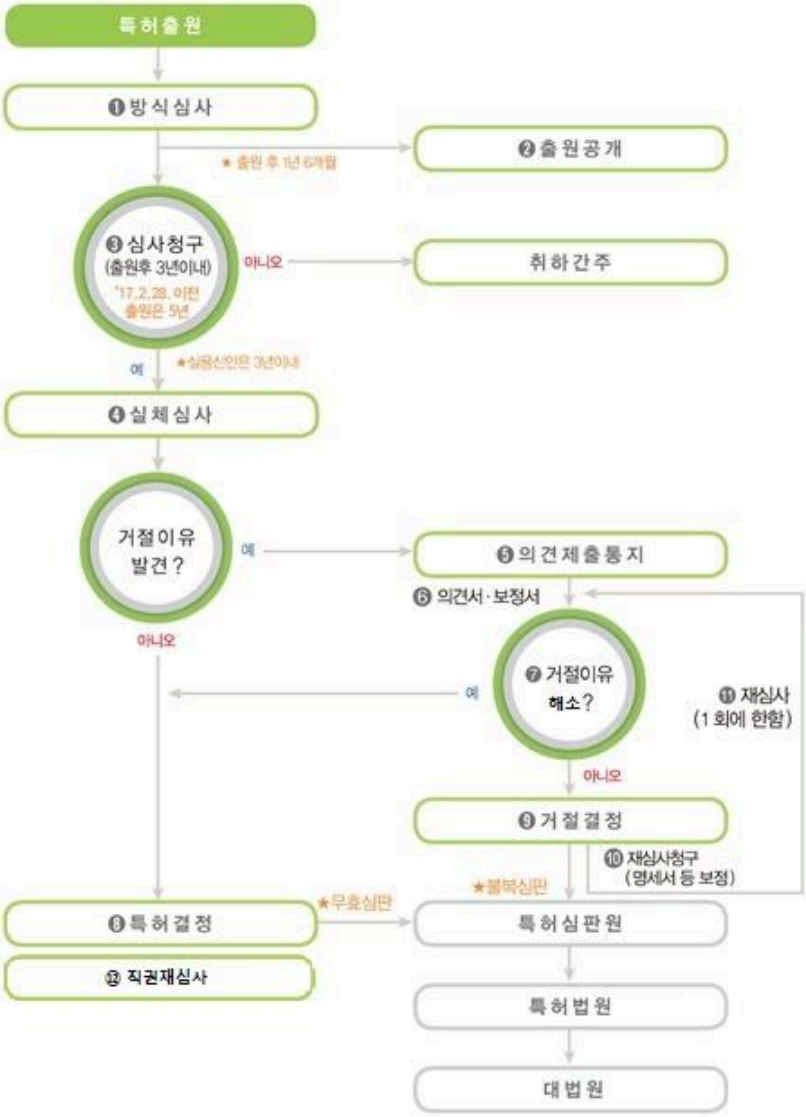
1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로 홈페이지(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
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】 2772

【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】 라이다 센서를 이용한 차량 인식 방법 및 장치

【발명의 영문명칭】 Method and Apparatus for Vehicle Recognition Using a LiDAR Sensor

【발명자】

【성명】 김종우

【성명의 영문표기】 KIM, Jong Woo

【국적】 KR

【주민등록번호】 690410-1XXXXXX

【우편번호】 16871

【주소】 경기도 용인시 수지구 대지로15번길 60 죽전현대홈타운 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 미금로 184 까치마을1단지 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】	68	면	0 원
【우선권주장료】	0	건	0 원
【심사청구료】	13	항	829,000 원
【합계】	875,000원		
【감면사유】	중기업(70%감면)[1]		
【감면후 수수료】	262,500 원		

【수수료 자동납부번호】 551-021656-04-011

【발명의 설명】

【발명의 명칭】

라이다 센서를 이용한 차량 인식 방법 및 장치{Method and Apparatus for Vehicle Recognition Using a LiDAR Sensor}

【기술분야】

【0001】 본 발명은 라이다(LiDAR) 센서를 이용한 차량 인식 장치 및 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로는, 차량의 측면을 관측하는 라이다 센서의 포인트 클라우드를 이용하여 차량을 인식하고, 포인트 클라우드의 깊이 기하 구조를 이용하여 차종을 분류하는 차량 인식 방법 및 장치에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

【0002】 유료도로의 통행료 수납, 이동중 중량측정(WIM: Weigh-In-Motion), 교통량 조사 및 과적 차량 단속 등의 분야에서는 차로를 통과하는 차량의 축(axle) 수, 각 축의 타이어 구성(단륜 또는 복륜) 및 차량의 크기 등급에 따라 차종을 구분할 필요가 있다. 차량을 인식하고 차종을 구별하기 위한 다양한 기술이 연구되고 있으며, 라이다(Lidar)를 이용하는 기술도 그 중 하나이다.

【0003】 라이다를 이용하는 방식은 도로변에 라이다 센서를 설치하고 차량에서 반사된 포인트 클라우드를 분석하는 기술이 활용될 수 있다. 라이다는 카메라와 달리 조명 조건의 영향이 적고 개인 식별 영상을 생성하지 않는 비침해적 센싱 수단이라는 장점이 있다.

【0004】라이다 포인트 클라우드로부터 차량을 인식하는 종래의 기술은 원시(raw) 포인트 클라우드를 2차원 이미지로 직접 투영한 후 YOLO(You Only Look Once)와 같은 2차원 객체 검출기를 적용하는 것이다. 그러나, 라이다 센서는 차량에서 반사된 포인트 뿐만 아니라 비, 눈, 안개, 분무(spray) 및 공기 중 입자에 의해 발생하는 일시적인 포인트도 반환한다. 원시 포인트 클라우드가 그대로 투영되면 이러한 간섭 포인트가 차량 투영 영역과 겹치거나 차량의 일부를 가려, 생성된 이미지에 인위적인 전경 구조, 단절된 외곽선 또는 고밀도 노이즈가 포함될 수 있으며, 이는 2차원 검출기의 신뢰도와 정확도를 저하시킨다.

【0005】차량을 인식하는 다른 종래의 기술은 3차원 포인트 클라우드에 3차원 신경망 검출기를 직접 적용하는 것이다. 3차원 신경망 검출기는 공간 깊이 정보를 이용하여 기상 아티팩트와 실제 차량을 구분할 수 있으나, 복셀화(voxelization), 포인트별 특징 추출, 이웃 검색 및 3차원 추론에 실질적으로 더 높은 GPU 자원과 처리 시간을 필요로 하므로, 도로변 엣지(edge) 장비의 비용, 전력 소비 및 지연 시간을 증가시킨다.

【0006】따라서, 무거운 3차원 딥러닝 추론 없이도 악천후 상황에서 강건하게 차량을 검출하고 인식할 수 있으며, 인식 결과에 기초하여 차종을 분류할 수 있는 경량의 라이다 센서를 이용한 차량 인식 기술 및 차종 분류 기술이 요구된다.

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

【0007】본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 3차원 신경망을 실행하지 않고도 라이다 센서에서 측정된 포인트 클라우드의 깊이 기하 구조를 이용하여 비, 눈, 안개, 분무 등 기상 관련 간섭에 강건한 라이다 센서를 이용한 차량 인식 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

【과제의 해결 수단】

【0008】상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 차량 인식 장치는, 차량의 측면을 관측하는 라이다 센서로부터 획득된 포인트 클라우드를 이용하여 차량을 인식하는 장치로서, 차량 인식 프로그램을 저장하는 메모리; 및 상기 메모리에 저장된 상기 차량 인식 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함할 수 있고, 상기 차량 인식 프로그램을 실행한 상기 프로세서는, 상기 포인트 클라우드로부터 생성된 2차원 투영 이미지에 2차원 검출기를 적용하여 상기 차량의 타이어 영역을 검출하고, 상기 타이어 영역에 대응하는 포인트를 이용하여 상기 타이어의 측면 방향 위치별 라이다 깊이를 나타내는 측면 깊이 프로파일을 생성하며, 상기 타이어 측면의 함몰되지 않은 부분으로부터 추정한 기준 표면과 상기 측면 깊이 프로파일의 차이로부터 오목성 특징을 산출하고, 적어도 상기 오목성 특징에 기초하여 상기 타이어의 구성을 단륜 또는 복륜으로 판정하며, 상기 판정된 타이어의 구성 및 상기 차량의 축 수를 이용하여 상기 차량의 차종을 분류할 수 있다.

【0009】또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 프로세서는 상기 2차원 투영 이미지를 생성하기 전에, 상기 라이다 센서로부터 외부로 향하는 탐색 방향을 따라 소정의 너비, 높이 및 깊이 두께를 갖는 직육면체를 단계적으로 이동

시키면서 상기 직육면체 내부의 포인트 밀도를 산출하고, 상기 포인트 밀도가 밀도 임계값 이상이 되는 첫 번째 깊이에서 보호 거리를 차감한 보존 경계를 설정하며, 상기 탐색 방향의 깊이가 상기 보존 경계보다 작은 포인트를 상기 포인트 클라우드에서 제거할 수 있으며, 상기 포인트 밀도는 상기 차량이 통과하는 차로 구간으로 미리 설정된 차량 검출 통로 내에 위치하는 포인트만을 대상으로 산출될 수 있다.

【0010】 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 포인트 클라우드는 상기 차량이 상기 라이다 센서의 전방을 지나가는 동안 획득된 복수의 프레임을 포함하고, 상기 프로세서는 기준 프레임 및 상대 프레임의 차량 포인트 클라우드를 상기 차량의 진행 방향 및 높이 방향으로 이루어진 공통 투영 평면에 동일한 공간 해상도로 투영하여 기준 이미지 및 탐색 이미지를 생성하고, 상기 기준 이미지의 추출 위치에서 템플릿 이미지를 추출하며, 상기 템플릿 이미지를 상기 탐색 이미지의 탐색 창 위에서 슬라이딩하면서 제곱차합(SSD)이 최소가 되는 위치를 결정하고, 상기 최소가 되는 위치와 상기 추출 위치의 차이에 상기 공간 해상도를 곱하여 실제 이동량을 산출하며, 상기 상대 프레임의 3차원 포인트 클라우드를 상기 실제 이동량만큼 병진 이동시켜 상기 기준 프레임의 포인트 클라우드와 병합할 수 있고, 이 경우 상기 타이어 영역의 검출 및 상기 축 수의 산출은 상기 병합된 포인트 클라우드에 대하여 수행될 수 있다.

【0011】 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 측면 깊이 프로파일은 상기 측면 방향 위치별 수직 밴드 내에 속하는 포인트들의 깊이 중앙값 또는 선택된 백분위수로 생성될 수 있고, 상기 오목성 특징은 최대 오목 깊이, 선택된

영역에 대한 평균 양의 오목도, 및 함몰 깊이가 임계값을 초과하는 측면 샘플의 비율 중 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 상기 프로세서는 상기 오목성 특징으로부터 복륜 구성에 대한 라이다 깊이 증거 점수를 산출하고, 상기 2차원 검출기가 상기 타이어 영역에 대하여 출력한 단륜 및 복륜의 신뢰도와 상기 라이다 깊이 증거 점수를 가중 결합하여 단륜 및 복륜 각각의 융합 점수를 산출하며, 상기 융합 점수가 더 큰 구성을 상기 타이어의 구성으로 판정할 수 있다.

【0012】 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 차량의 축 수는 노면에 접지한 축의 수인 접지 축 수이고, 상기 프로세서는 검출된 타이어 각각에 대하여 타이어 하단 높이와 노면 높이의 차이가 허용치 이내인 타이어를 계수하여 상기 접지 축 수를 산출하고, 상기 접지 축 중 상기 차량의 진행 방향을 기준으로 가장 뒤쪽에 위치한 축을 후축으로 선택하며, 상기 후축에 장착된 후측 타이어의 외경을 산출하고, 상기 판정된 타이어의 구성 중 상기 후축의 타이어 구성, 상기 접지 축 수 및 상기 후측 타이어의 외경을 이용하여 상기 차종을 분류할 수 있다.

【0013】 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 프로세서는, 상기 접지 축 수가 4 이상이면 상기 차량을 5종으로 분류하고, 상기 접지 축 수가 3이면 상기 차량을 4종으로 분류하며, 상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 복륜이며 상기 후측 타이어의 외경이 제 1 기준 외경(예를 들어, 900㎜) 이상이면 상기 차량을 3종으로 분류하고, 상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 복륜이며 상기 후측 타이어의 외경이 상기 제 1 기준 외경 미만이고, 제 2 기준 외경(예를 들어, 700㎜) 이상이면 상기 차량을 2종으로 분류하고, 상기 접지

축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 복륜이며 상기 후측 타이어의 외경이 제2 기준 외경 미만이거나, 상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 단륜이면 상기 차량을 1종으로 분류할 수 있다.

【0014】 한편, 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 차량 인식 방법은, 프로세서 및 메모리를 포함하는 차량 인식 장치에 의해 수행되고 차량의 측면을 관측하는 라이다 센서로부터 획득된 포인트 클라우드를 이용하는 방법으로서, (a) 상기 포인트 클라우드로부터 생성된 2차원 투영 이미지에 2차원 검출기를 적용하여 상기 차량의 타이어 영역을 검출하는 단계; (b) 상기 타이어 영역에 대응하는 포인트를 이용하여 상기 타이어의 측면 방향 위치별 라이다 깊이를 나타내는 측면 깊이 프로파일을 생성하는 단계; (c) 상기 타이어 측면의 함몰되지 않은 부분으로부터 추정한 기준 표면과 상기 측면 깊이 프로파일의 차이로부터 오목성 특징을 산출하고, 적어도 상기 오목성 특징에 기초하여 상기 타이어의 구성을 단륜 또는 복륜으로 판정하는 단계; 및 (d) 상기 판정된 타이어의 구성 및 상기 차량의 축 수를 이용하여 상기 차량의 차종을 분류하는 단계를 포함할 수 있다.

【0015】 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 차량 인식 방법은 상기 (a) 단계 이전에 수행되는 간섭 제거 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 간섭 제거 단계는, 상기 라이다 센서로부터 외부로 향하는 탐색 방향을 따라 소정의 너비, 높이 및 깊이 두께를 갖는 직육면체를 단계적으로 이동시키면서 상기 직육면체 내부의 포인트 밀도를 산출하는 단계; 상기 포인트 밀도가 밀도 임계값 이상이 되

는 첫 번째 깊이에서 보호 거리를 차감한 보존 경계를 설정하는 단계; 및 상기 탐색 방향의 깊이가 상기 보존 경계보다 작은 포인트를 상기 포인트 클라우드에서 제거하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 포인트 밀도는 상기 차량이 통과하는 차로 구간으로 미리 설정된 차량 검출 통로 내에 위치하는 포인트만을 대상으로 산출될 수 있다. 상기 2차원 투영 이미지는 반사도(intensity) 이미지, 깊이 이미지 및 점유(occupancy) 이미지 중 적어도 하나일 수 있다.

【0016】 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 포인트 클라우드는 상기 차량이 상기 라이다 센서의 전방을 지나가는 동안 획득된 복수의 프레임을 포함하고, 상기 차량 인식 방법은 상기 (a) 단계 이전에 수행되는 병합 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 병합 단계는, 기준 프레임 및 상대 프레임의 차량 포인트 클라우드를 상기 차량의 진행 방향 및 높이 방향으로 이루어진 공통 투영 평면에 동일한 공간 해상도로 투영하여 기준 이미지 및 탐색 이미지를 생성하는 단계; 상기 기준 이미지의 추출 위치에서 템플릿 이미지를 추출하는 단계; 상기 템플릿 이미지를 상기 탐색 이미지의 탐색 창 위에서 슬라이딩하면서 제곱차합(SSD)이 최소가 되는 위치를 결정하는 단계; 상기 최소가 되는 위치와 상기 추출 위치의 차이에 상기 공간 해상도를 곱하여 실제 이동량을 산출하는 단계; 및 상기 상대 프레임의 3차원 포인트 클라우드를 상기 실제 이동량만큼 병진 이동시켜 상기 기준 프레임의 포인트 클라우드와 병합하는 단계를 포함할 수 있다. 이 경우 상기 타이어 영역의 검출 및 상기 축 수의 산출은 상기 병합된 포인트 클라우드에 대하여 수행될 수 있다.

【0017】 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 측면 깊이 프로파

일은 상기 측면 방향 위치별 수직 밴드 내에 속하는 포인트들의 깊이 중앙값 또는 선택된 백분위수로 생성될 수 있고, 상기 오목성 특징은 최대 오목 깊이, 선택된 영역에 대한 평균 양의 오목도, 및 함몰 깊이가 임계값을 초과하는 측면 샘플의 비율 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한 상기 (c) 단계는, 상기 오목성 특징으로부터 복륜 구성에 대한 라이다 깊이 증거 점수를 산출하는 단계; 상기 2차원 검출기가 상기 타이어 영역에 대하여 출력한 단륜 및 복륜의 신뢰도와 상기 라이다 깊이 증거 점수를 가중 결합하여 단륜 및 복륜 각각의 융합 점수를 산출하는 단계; 및 상기 융합 점수가 더 큰 구성을 상기 타이어의 구성으로 판정하는 단계를 포함할 수 있다.

【0018】 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 차량의 축 수는 노면에 접지한 축의 수인 접지 축 수일 수 있다. 이 경우 상기 (d) 단계는, 검출된 타이어 각각에 대하여 타이어 하단 높이와 노면 높이의 차이가 허용치 이내인 타이어를 계수하여 상기 접지 축 수를 산출하는 단계; 상기 접지 축 중 상기 차량의 진행 방향을 기준으로 가장 뒤쪽에 위치한 축을 후축으로 선택하는 단계; 상기 후축에 장착된 후측 타이어의 외경을 산출하는 단계; 및 상기 판정된 타이어의 구성 중 상기 후축의 타이어 구성, 상기 접지 축 수 및 상기 후측 타이어의 외경을 이용하여 상기 차종을 분류하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 후측 타이어의 외경은, 예를 들어 상기 후측 타이어의 외곽 포인트에 원을 적합하여 산출한 지름일 수 있다.

【0019】 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 (d) 단계는, 상기 접지 축 수가 4 이상이면 상기 차량을 5종으로 분류하고, 상기 접지 축 수가 3이면

상기 차량을 4종으로 분류하며, 상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 복륜이며 상기 후측 타이어의 외경이 제 1 기준 외경(예를 들어, 900㎜) 이상이면 상기 차량을 3종으로 분류하고, 상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 복륜이며 상기 후측 타이어의 외경이 상기 제 1 기준 외경 미만이고, 제 2 기준 외경(예를 들어, 700㎜) 이상이면 상기 차량을 2종으로 분류하고, 상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 복륜이며 상기 후측 타이어의 외경이 제 2 기준 외경 미만이거나, 상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 단륜이면 상기 차량을 1종으로 분류할 수 있다.

【0020】 한편, 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 컴퓨터 프로그램은, 비일시적 저장매체에 저장되고, 프로세서를 포함하는 컴퓨터에서 실행되어, 상기 차량 인식 방법을 수행한다.

【발명의 효과】

【0021】 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 본 발명은3D 신경망을 실행하지 않고 라이다 깊이 기하 구조를 사용하여 근거리 대기 간섭과 밀집된 차량 표면을 구분하여 근거리 대기 간섭을 제거하고, 대기 간섭이 제거된 포인트 클라우드를 2차원으로 투영하여 차량을 인식하며, 차량 인식 결과에 따라서 서로 다른 프레임에 걸친 포인트 클라우드들을 정렬하고 병합하여 차량의 바퀴가 단륜인지 또는 복륜인지를 인식함으로써 차종을 분류할 수 있다.

【0022】 따라서, 본 발명의 실시예에 따르면, 직접적인 3차원 포인트 클라우드 딥러닝과 비교하여 GPU 부하, 추론 지연 시간, 전력 소비 및 엣지 컴퓨팅 하드

웨어 요구 사항을 크게 감소시킬 수 있다.

【0023】 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

【도면의 간단한 설명】

【0024】 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인식 시스템의 전체 구성을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인식 장치의 하드웨어 구성과, 프로세서가 프로그램을 실행함에 따라 프로세서가 수행하는 기능을 기능 모듈로 나타낸 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인식 방법의 전체 처리 흐름을 나타낸 흐름도이다.

도 4는 도 3의 제 S100 단계(포인트 클라우드 획득 및 기상 간섭 제거)를 구체적으로 설명하는 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 슬라이딩 직육면체를 이용한 깊이 인지 기상 간섭 필터링을 설명하기 위한 개념도이다.

도 6은 직육면체의 탐색 위치에 따른 포인트 밀도의 변화와 밀집 물체 표면 깊이 및 보존 경계의 결정을 예시적으로 나타낸 그래프이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 프레임 정합에 사용되는 기준 이미

지 R(x,y) 및 탐색 이미지 I(x,y)의 예시를 나타낸 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 기준 이미지에서의 템플릿 추출(a)과 탐색 이미지에서의 SSD 슬라이딩 탐색(b)을 설명하기 위한 개념도이다.

도 9는 도 3의 제 S300 단계(다중 프레임 정합 및 병합)를 구체적으로 설명하는 흐름도이다.

도 10은 포인트 클라우드 기반 타이어 검출 결과의 예시와 단륜 및 복륜 타이어 구성의 예시를 나타낸 도면이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 타이어 국소 좌표계 및 측면 위치별 수직 밴드를 설명하기 위한 개념도이다.

도 12는 단륜 구성(a)과 복륜 구성(b) 각각에 대한 타이어 단면과 측면 깊이 프로파일, 기준 표면 및 국소 함몰 깊이를 예시적으로 나타낸 도면이다.

도 13은 도 3의 제 S400 단계 (타이어 검출 및 측면 깊이 프로파일 생성) 및 제 S500 단계(단륜/복륜 판정)를 구체적으로 설명하는 흐름도이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 접지 축 수 판정 및 후측 타이어 외경 산출을 설명하기 위한 개념도이다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

【0025】이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나

본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.

【0026】본 발명에서 사용되는 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 또한, 명세서에 기재된 "~모듈"은 프로세서가 프로그램을 실행함에 따라 구현되는 기능적 단위를 의미하며, 일부 또는 전부가 전용 하드웨어로 구현될 수도 있다.

【0027】본 발명에서 "단륜(single-tire)"은 하나의 차축 단부에 하나의 타이어가 장착된 구성을, "복륜(dual-tire)"은 하나의 차축 단부에 두 개의 타이어가 축 방향으로 나란히 장착된 구성을 의미한다. "접지 축"은 타이어가 노면에 닿아 하중을 지지하고 있는 축을 의미하며, 노면으로부터 들어 올려진 가변축(리프트축)은 접지축에서 제외된다. "후축"은 차량 진행 방향을 기준으로 가장 뒤쪽에 위치한 접지 축을, "후측 타이어"는 후축에 장착된 타이어를 의미한다. "포인트 클라우드"는 라이다가 반환한 3차원 좌표와 속성을 갖는 포인트들의 집합을, "프레임"은 라이다의 1회 스캔 주기 동안 획득되는 포인트 클라우드를 의미한다.

【0028】본 발명에서 YOLO는 2차원 객체 검출 모델의 예시로 설명되며, 본

발명은 이에 한정되지 않고 Faster R-CNN, RetinaNet, DETR 등 클래스별 신뢰도를 출력하는 임의의 2차원 검출기가 사용될 수도 있다. 본 발명에서 약어 "SSD"는 제곱차합(Sum of Squared Differences)을 의미한다.

【0030】도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인식 시스템의 전체 구성을 나타낸 도면이다.

【0031】도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인식 시스템(100)은 라이다 센서(110) 및 차량 인식 장치(200)를 포함하고, 차량 인식 장치(200)는 유무선 통신망을 통해서 관리 서버(300)와 연결된다.

【0032】라이다 센서(110)는 차로(20)의 측방에 설치된 지지 구조물(120), 예를 들어 폴(pole) 또는 갠트리(gantry)에 고정되어, 차로(20)를 통과하는 차량(10)의 측면을 향해 레이저 펄스를 송신하고 반사된 신호를 수신하여 포인트 클라우드를 생성한다. 즉, 차량(10)은 라이다 센서(110)를 향해 달려오는 것이 아니라 라이다 센서(110)의 전방을 가로질러 지나가며, 라이다 센서(110)는 차량(10)의 차체 측면과 타이어(11)를 관찰한다. 라이다 센서(110)는 기계식 회전형, MEMS 미러형, 플래시(flash)형 등 그 방식에 제한이 없다.

【0033】차량(10)이 라이다 센서(110)의 시야를 통과하는 동안, 라이다 센서(110)는 소정의 시간 주기로 차량(10)에 대해서 스캐닝을 수행하여, 차량(10)의 서로 다른 부분을 포착한 복수의 프레임을 생성한다. 라이다 센서(110)와 차량(10) 사이의 공간에는 비, 눈, 안개, 분무 등의 간섭 입자(30)가 존재할 수 있으며, 간

섭 입자(30)로부터 반환된 포인트 또한 포인트 클라우드에 포함된다.

【0034】 차량 인식 장치(200)는 라이다 센서(110)로부터 포인트 클라우드를 수신하고 후술하는 처리를 수행하여 차량(10)의 영역, 축 수, 타이어 구성 및 차종을 인식한다. 차량 인식 장치(200)는 도로변에 설치되는 엣지 컴퓨팅 장치로 구현될 수 있으나, 이에 한정되지 않고 라이다 센서(110)에 내장되거나 원격지의 서버로 구현될 수도 있다.

【0035】 아울러, 관리 서버(300)는 차량 인식 장치(200)로부터 차종 분류 결과 등을 수신하여 통행료 수납, 이동중 중량측정(WIM), 교통량 조사, 과적 단속 등에 활용한다.

【0037】 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인식 장치의 하드웨어 구성과, 프로세서가 프로그램을 실행함에 따라 프로세서가 수행하는 기능을 기능 모듈로 나타낸 블록도이다.

【0038】 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인식 방법의 전체 처리 흐름을 나타낸 흐름도이다.

【0039】 도 2및 도 3을 더 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인식 장치(200)는 프로세서(210), 메모리(220), 입출력 인터페이스(230), 센서 인터페이스(240) 및 통신 인터페이스(250)를 포함할 수 있고, 필요에 따라 가속기(270)를 더 포함할 수 있다. 이들 구성요소는 통신 버스(260)를 통해 서로 연결될 수 있다.

【0040】메모리(220)는 RAM, ROM, 플래시 메모리 등을 포함할 수 있으며, 본 발명의 차량 인식 방법을 수행하기 위한 차량 인식 프로그램(221), 학습된 2차원 검출 모델의 파라미터, 차량 검출 통로의 설정값, 노면 높이 및 각종 임계값(τ_ρ , g, τ_d, τ_D, τ_R, τ_M, α , ε_g, 기준 외경 D_{th1}, D_{th2} 등)을 저장할 수 있다. 차량 인식 프로그램(221)은 메모리(220)에 저장되어 있다가 실행 시 프로세서(210)으로 로드되어 실행될 수 있다.

【0041】프로세서(210)는 CPU(Central Processing Unit), MCU(Micro Controller Unit), AP(Application Processor) 등으로 구현될 수 있으며, 메모리(220)에 저장된 명령어를 실행하여 차량 인식 장치(200)의 전반적인 동작을 제어한다.

【0042】프로세서(210)는 메모리(220)에 저장된 차량 인식 프로그램(221)을 실행함에 따라 복수의 기능 모듈을 포함할 수 있다. 다시 말해, 프로세서(210)는 차량 인식 프로그램(221)을 실행하면 포인트 획득 및 간섭 필터링 모듈(211), 투영 및 차량 검출 모듈(212), 정합 및 병합 모듈(213), 타이어 검출 및 깊이 프로파일 모듈(214), 타이어 구성 판정 모듈(215), 축 수 및 외경 산출 모듈(216), 그리고 차종 분류 및 출력 모듈(217)로서 동작할 수 있다.

【0043】프로세서(210)의 포인트 획득 및 간섭 필터링 모듈(211)은 라이다 센서(110)로부터 포인트 클라우드를 프레임 단위로 획득하고 깊이 영역 탐색을 통해 물체 전방의 기상 관련 간섭 포인트를 제거한다(S100).

【0044】프로세서(210)의 투영 및 차량 검출 모듈(212)은 필터링된 포인트

클라우드를 2차원 투영 이미지로 변환하고 차량을 검출한다(S200).

【0045】 프로세서(210)의 정합 및 병합 모듈(213)은 다중 프레임의 차량 포인트 클라우드를 정합하여 병합한다(S300).

【0046】 프로세서(210)의 타이어 검출 및 깊이 프로파일 모듈(214)은 타이어 영역을 검출하고 타이어 측면 깊이 프로파일을 생성한다(S400).

【0047】 프로세서(210)의 타이어 구성 판정 모듈(215)은 오목성 특징과 2차원 검출기의 신뢰도를 융합하여 타이어의 구성이 단륜 또는 복륜인지를 판정한다(S500).

【0048】 프로세서(210)의 축 수 및 외경 산출 모듈(216)은 접지 축 수와 후측 타이어의 외경을 산출한다(S600).

【0049】 프로세서(210)의 차종 분류 및 출력 모듈(217)은 차종을 분류하고 그 결과를 출력한다(S700).

【0050】 상기 기능 모듈(211~217)은 프로세서(210)가 수행하는 기능을 설명의 편의를 위하여 논리적으로 구분한 것이며, 물리적으로 분리된 하드웨어를 의미하는 것은 아니다. 실제 구현에서는 둘 이상의 모듈이 하나로 통합되거나 하나의 모듈이 세분화될 수 있으며, 목적하는 응용에 따라 일부 모듈은 생략될 수 있다. 또한, 프로세서(210)는 복수의 코어 또는 복수의 프로세서로 구성되어 상기 모듈들을 병렬로 실행할 수도 있다.

【0051】 가속기(270)는 GPU(Graphics Processing Unit) 또는 NPU(Neural

Processing Unit) 등으로서, 프로세서(210)의 제어에 따라 2차원 객체 검출 모델의 추론을 가속할 수 있다. 본 발명에서는 복셀화, 포인트별 특징 추출 및 3차원 추론을 수행하는 3차원 신경망이 요구되지 않으므로, 가속기(270)는 저전력·저사양의 엣지용 가속기로 구현되거나 경우에 따라 생략될 수 있다.

【0052】 센서 인터페이스(240)는 라이다 센서(110)로부터 포인트 클라우드를 수신하고, 통신 인터페이스(250)는 유선 또는 무선 네트워크를 통해 차량 인식 결과를 관리 서버(300)로 전송한다.

【0053】 입출력 인터페이스(230)는 차량 인식 장치(200)의 관리자로부터 명령을 입력받기 위한 입력 수단(예컨대, 키보드, 마우스 등)과 인식 결과 등을 관리자에게 출력하기 위한 출력수단(예컨대, 모니터 등)과 연결되어 데이터의 입출력을 담당한다.

【0055】 이하, 도 3을 더 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인식 장치의 기능과 차량 인식 방법을 보다 상세하게 설명한다.

【0056】 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인식 방법은 다음의 일곱 단계로 구성될 수 있다.

【0057】 먼저, 프로세서(210)는 라이다 센서(110)로부터 포인트 클라우드를 획득하고, 라이다 센서(110)로부터 얇은 직육면체를 외부로 이동시키며 첫 번째 밀집 물체 표면을 감지하여 그 전방의 기상 간섭 포인트를 제거한다(S100).

【0058】프로세서(210)는 필터링된 포인트 클라우드를 2차원 투영 이미지로 변환하고 2차원 차량 검출기(예컨대, YOLO)로 차량을 검출한다(S200).

【0059】프로세서(210)는 서로 다른 프레임의 차량 포인트 클라우드 사이의 이동량을 SSD 템플릿 매칭으로 구하고, 그 이동량만큼 3차원 포인트 클라우드를 병진 이동시켜 하나의 차량 형상으로 병합한다(S300).

【0060】프로세서(210)는 병합된 차량 형상에서 타이어 영역을 검출하고 각 타이어의 측면 깊이 프로파일을 생성하고(S400), 깊이 프로파일의 오목성 특징으로부터 라이다 깊이 증거를 산출하고 이를 2차원 검출기의 신뢰도와 융합하여 각 타이어의 구성을 단륜 또는 복륜으로 판정한다(S500).

【0061】다음으로, 프로세서(210)는 검출된 타이어 중 노면에 접지한 타이어의 수로부터 접지 축 수를 산출하고, 후측 타이어의 외경을 산출하며(S600), 접지 축 수, 후축의 타이어 구성 및 후측 타이어의 외경에 기초하여 차량을 1종 내지 5종 중 하나로 분류한다(S700).

【0062】이하에서는 각 단계의 세부 처리 방법을 구체적으로 설명한다.

【0063】먼저, 제 S100단계에서, 프로세서(210)는 라이다 센서(110)를 제어하여 일정한 시간 주기로 차량을 스캐닝함으로써 라이다 포인트 클라우드를 획득한다. 이 때, 획득되는 한 프레임의 원시 라이다 포인트 클라우드는 아래의 수학식 1과 같이 정의될 수 있다.

【0064】【수학식 1】

$$P = \{p_i = (x_i, y_i, z_i, q_i) \mid i = 1, 2, ..., N\}$$

【0065】여기서 (xi, yi, zi)는 포인트 pi의 직교 좌표이고, qi는 반사율, 반사도(intensity), 반환 신뢰도 또는 기타 라이다 속성이며, N은 포인트의 개수이다. 라이다 센서(110)가 극좌표(거리, 방위각, 고각) 형식으로 데이터를 출력하는 경우 프로세서(210)는 이를 직교 좌표로 변환할 수 있다. 또한, 프로세서(210)는 사전 보정된 외부 파라미터를 이용하여 센서 좌표계를 도로 기준 좌표계로 변환할 수 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위하여, 차로(20)의 진행 방향을 X축, 연직 방향을 Y축, 라이다 센서(110)에서 차로(20)를 가로질러 나아가는 수평 방향(깊이 방향)을 Z축으로 하는 도로 기준 좌표계를 가정한다.

【0067】도 4는 도 3의 제 S100 단계(포인트 클라우드 획득 및 기상 간섭 제거)를 구체적으로 설명하는 흐름도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 슬라이딩 직육면체를 이용한 깊이 인지 기상 간섭 필터링을 설명하기 위한 개념도이다.

【0068】도 4 및 도 5를 더 참조하면, 프로세서(210)는 라이다 센서(110)로부터 멀어지는 방향으로 얇은 직육면체(40)를 이동시키면서 깊이 영역을 탐색한다. 라이다 센서(110)로부터 바깥쪽으로 향하는 탐색 방향의 단위 벡터를 e_r이라 하면, 포인트 p_i의 탐색 방향 깊이 d_i는 아래의 수학식 2와 같다. 차량 측면을

관찰하는 배치에서 탐색 방향 e_r은 상기 Z축 방향(라이다 센서(110)의 광축 방향)으로 설정될 수 있으며, 이 경우 차량(10)의 측면은 탐색 방향에 대체로 수직한 평면으로 나타나므로 직육면체(40)가 차량 측면에 도달하는 순간 포인트 밀도가 급격히 증가한다.

【0069】 【수학식 2】

$$d_i = p_i \cdot e_r$$

【0070】 탐색 위치 d에서 너비 W, 높이 H, 깊이 두께 △d를 갖는 얇은 직육면체 C(d)는 탐색 방향과 정렬된 국소 좌표계 (x', y', z')(z'축이 e_r과 평행)에서 아래의 수학식 3과 같이 정의되고, 그 부피 V_C는 아래의 수학식 4와 같다.

【0071】 【수학식 3】

$$C(d) = \{ p : |x'| \le W/2, |y'| \le H/2, d \le z' < d + \Delta d \}$$

【0072】 【수학식 4】

$$V_C = W \cdot H \cdot \Delta d$$

【0073】 너비 W는 라이다 센서(110) 시야 내 차로 구간의 진행 방향 길이에 대응되고, 높이 H는 노면으로부터 차량의 최대 높이까지의 범위에 대응하도록 설정

될 수 있다. 깊이 두께 △d는 간섭 입자(30)와 차량 표면을 구분할 수 있을 정도로 얇게, 그러나 라이다 거리 측정 오차보다는 크게 설정되는 것이 바람직하다. 직육면체(40)는 수학식 5와 같이 단계 크기 s로 최소 거리 d_0에서 원거리 쪽으로 전진하며, 단계 크기 s를 깊이 두께 △d 이하로 설정하면 인접 직육면체가 중첩되어 밀집 표면이 두 직육면체의 경계에 걸쳐 누락되는 것을 방지할 수 있다.

【0074】 **【수학식 5】**

$$d_k = d_0 + k\,s, k = 0, 1, 2, \ldots$$

【0075】 각 탐색 위치 d_k에서 직육면체 내부의 포인트 수 N_k와 포인트 밀도 ρ_k는 각각 수학식 6 및 수학식 7과 같이 산출된다. 여기서 1[·]은 지시 함수(indicator function)이다.

【0076】 **【수학식 6】**

$$N_k = \Sigma_i\, 1[p_i \in C(d_k)]$$

【0077】 **【수학식 7】**

$$\rho_k = N_k / V_C$$

【0078】 비, 눈, 안개는 일반적으로 희소하거나 공간적으로 불연속적인 반환

을 생성하는 반면, 차량 표면은 지속적인 고밀도 반환 영역을 생성한다. 따라서 도 6에 도시된 바와 같이, 라이다 센서(110)와 차량 사이의 여유 공간에서는 포인트 밀도 ρ_k가 낮게 유지되다가 직육면체(40)가 차량(10)의 표면에 도달하면 급격히 상승한다. 이에 따라 밀집 물체 표면의 깊이 d*는 아래의 수학식 8 및 수학식 9와 같이 결정될 수 있다.

【0079】【수학식 8】

$$k^* = \min\{ k : \rho_k \geq \tau_\rho \}$$

【0080】【수학식 9】

$$d^* = d_0 + k^* s$$

【0081】여기서 τ_ρ는 밀도 임계값이다. 밀도 임계값 τ_ρ는 맑은 날씨 및 악천후 조건에서 수집한 포인트 클라우드로부터 차량 표면의 밀도와 간섭 입자의 밀도 분포를 측정하여 그 사이의 값으로 결정될 수 있다. 또한, 라이다 포인트의 공간 밀도는 거리가 멀어질수록 감소하므로, 밀도 임계값은 탐색 위치에 따라 달라지는 거리 의존적 임계값 τ_ρ(d_k)로 설정될 수도 있다. 분무 등에 의해 국소적으로 밀집된 간섭 포인트가 밀도 임계값을 일시적으로 넘는 경우를 배제하기 위하여, 포인트 밀도가 연속된 m개의 탐색 위치에서 밀도 임계값 이상으로 유지되

는 경우에만 밀집 물체 표면으로 판단하거나, 최소 포인트 수 N_min 조건을 추가로 적용할 수도 있다.

【0082】 밀집 물체 표면이 감지되면, 프로세서(210)는 아래의 수학식 10과 같이 보호 거리 g를 차감한 보존 경계 d_keep을 설정하고, 아래의 수학식 11과 같이 라이다 센서(110)로부터 보존 경계보다 가까운 포인트를 제거한 필터링된 포인트 집합 P_f를 생성한다. 보호 거리 g는 차량 표면 중 라이다 센서에 가장 가까운 부분(예를 들어, 사이드 미러, 차체 돌출부)이 제거되는 것을 방지하기 위한 것으로, 깊이 두께 △d, 단계 크기 s 및 라이다의 거리 측정 오차를 고려하여 설정될 수 있다.

【0083】 **【수학식 10】**

$$d_keep = d^* - g$$

【0084】 **【수학식 11】**

$$P_f = \{ p_i \in P : d_i \geq d_keep \}$$

【0085】 이에 따라 라이다와 감지된 차량 표면 사이의 여유 공간에 위치한 비, 눈, 안개 또는 분무 반환 포인트는 이후의 2차원 투영 이미지에 나타나지 않는다. 라이다 센서로부터 차량 표면보다 먼 영역은 라이다의 시선이 차량에 의해 차

단되므로, 간섭 포인트가 차량 투영 영역에 거의 영향을 주지 않는다.

【0086】 한편, 라이다 시야에는 차량 외에도 가드레일, 표지판, 수목, 옆 차로의 차량 등 밀집된 물체가 포함될 수 있으며, 이러한 물체가 밀도 임계값을 먼저 초과하면 차량 표면으로 오인될 수 있다. 이를 방지하기 위하여 프로세서(210)는 도 5 및 아래의 수학식 12와 같이 3차원 상자 형태의 관심 영역인 차량 검출 통로(50) Ω 내의 포인트 P_Ω만을 추출하고, 슬라이딩 직육면체의 밀도 계산을 전체 씬(scene) 대신 P_Ω에 대하여 수행할 수 있다.

【0087】 **【수학식 12】**

$$P_\Omega = \{ p_i \in P : x_i \in [x_min, x_max], y_i \in [y_min, y_max], z_i \in [z_min, z_max] \}$$

【0089】 차량(10)이 라이다 센서(110)의 전방을 가로질러 지나가는 측면 관측 배치에서, 차량 검출 통로(50)의 각 축 범위는 다음과 같이 설정될 수 있다. 첫째, 높이 방향(Y) 범위 [y_min, y_max]는 노면 바로 위부터 차량 최대 높이까지로 설정되어, 노면 반사점과 차량보다 높은 구조물(갠트리, 수목 등)을 제외한다. 둘째, 진행 방향(X) 범위 [x_min, x_max]는 라이다 시야 중 감시 차로 구간으로 설정되며, 통상적으로 시야 폭의 대부분을 포함할 수 있다. 셋째, 깊이 방향(Z) 범위 [z_min, z_max]는 감시 차로의 라이다 쪽 경계 부근부터 먼 쪽 경계까지로 설정되어, 라이다 지지대나 하우징 등 아주 가까운 물체와 감시 차로 너머의 물체(옆 차

로 차량, 중앙분리대, 가드레일, 건물 등)를 제외한다. 특히 깊이 방향 범위는 직육면체가 이동하는 방향과 일치하므로, 차량이 아닌 밀집 물체에 의한 오검출을 방지하는 데 중요하다. 차량 검출 통로(50)는 설치 시 차로(20)의 경계, 노면 높이 및 차량 최대 높이를 고려하여 미리 설정되는 고정값일 수 있다.

【0090】 차량 검출 통로(50)는 밀집 물체 표면의 깊이 d*를 찾는 데에 사용되며, 간섭 포인트의 제거는 수학식 11과 같이 원래의 포인트 집합 P에 대하여 수행된다. 따라서, 깊이 방향 범위의 시작점 z_min을 차로의 라이다 쪽 경계 부근으로 설정하더라도 라이다와 차량 사이의 간섭 포인트는 모두 제거된다.

【0091】 도 4를 참조하여 제 S100단계의 세부 절차를 설명하면 다음과 같다.

【0092】 먼저, 프로세서(210)는 라이다 센서로부터 포인트 집합 P를 획득하고, 차량 검출 통로 Ω 내의 포인트 P_Ω를 추출한다(S110). 프로세서는 k=0으로 초기화하고 최소 거리 d_0에 직육면체 C(d_0)를 설정하며(S120), 직육면체 내부의 포인트 수 N_k 및 포인트 밀도 ρ_k를 산출한다(S130).

【0093】 프로세서(210)는 산출된 포인트 밀도ρ_k가 임계치인 τ_ρ 이상인지 판단하고(S140), 그렇지 않으면 k를 1 증가시켜 직육면체를 s만큼 전진시킨다(S150). 이때 d_k가 최대 탐색 거리 d_max를 초과하면 해당 프레임의 차량 검출 통로에는 차량이 없는 것으로 판단하여 후속 처리를 생략할 수 있으며, 이에 따라 불필요한 검출기 추론을 줄여 연산량을 더욱 절감할 수 있다.

【0094】 제 S140 단계에서, ρ_k가 τ_ρ 이상이면, 프로세서(210)는 밀집 물체 표면 깊이 d*와 보존 경계 d_keep을 결정하고 d_i < d_keep인 포인트를 제거

하여 필터링된 포인트 집합 P_f를 출력한다(S160).

【0095】 한편, 제 S200단계에서, 프로세서(210)는 S160 단계에서 필터링된 포인트 집합 P_f를 차량 측면을 정면에서 바라본 2차원 격자 이미지로 투영한다. 투영 평면은 진행 방향(X)과 높이 방향(Y)으로 이루어진 평면, 즉 탐색 방향 e_r에 수직인 평면으로 설정되며, 깊이(Z) 축은 이미지 좌표에서 제외된다.

【0096】 각 축 방향의 공간 해상도(픽셀 1칸이 나타내는 실제 길이)를 r_x 및 r_y(단위: m/픽셀 또는 mm/픽셀)라 하면, 포인트 p_i가 투영되는 픽셀 위치 (c_i, r_i)는 포인트 클라우드의 좌표를 공간 해상도로 나누어 구할 수 있다. 예를 들어 r_x = r_y = 2cm/픽셀로 설정하면, 길이 12m, 높이 4m의 구간은 600 X 200 픽셀의 이미지가 된다.

【0097】 투영 이미지는 픽셀에 어떤 값을 넣느냐에 따라 반사도 이미지, 깊이 이미지 및 점유 이미지로 구분될 수 있다. 반사도 이미지는 픽셀에 투영된 포인트들의 반사도 q_i의 최댓값 또는 평균값을 픽셀 값으로 하며, 고무 타이어와 금속 휠, 번호판 등의 재질 차이가 드러난다. 깊이 이미지는 라이다에 가장 가까운 포인트의 깊이를 픽셀 값으로 하며, 차체의 돌출부나 휠의 함몰부와 같은 입체 형상이 드러난다. 점유 이미지는 포인트의 존재 여부(또는 포인트 수)를 픽셀 값으로 하며, 차량의 윤곽이 드러난다. 각 이미지의 픽셀 값은 0~255의 흑백 계조로 정규화될 수 있으며, 본 명세서에서 "흑백 이미지"는 이와 같이 반사도, 깊이 또는 점유 값을 흑백 계조로 나타낸 이미지를 의미한다. 포인트가 투영되지 않은 픽셀은 배경 값(예를 들어, 0)으로 설정되고, 포인트 클라우드의 희소성으로 인한 빈 픽셀

을 보완하기 위하여 팽창(dilation) 등의 형태학적 후처리가 선택적으로 적용될 수 있다.

【0098】 프로세서(210)는 투영 과정에서 각 픽셀에 투영된 포인트들의 인덱스를 기록한 픽셀-포인트 대응 테이블을 함께 생성할 수 있다. 이 대응 테이블은 2차원 이미지에서 검출된 차량 영역 및 타이어 영역에 대응하는 3차원 포인트를 다시 찾아내는 데 사용된다.

【0099】 이후 프로세서(210)는 투영 이미지에 2차원 차량 검출 모델(예컨대, YOLO)을 적용하여 차량 영역(경계 상자)과 차량 클래스 및 그 신뢰도를 식별한다. 2차원 차량 검출 모델은 동일한 방식으로 생성된 라이다 투영 이미지와 레이블을 이용하여 미리 학습될 수 있다. 간섭 포인트가 제거된 투영 이미지에서는 차량 외곽선이 단절되거나 인위적인 전경 구조가 나타나지 않으므로 차량 검출의 신뢰도 및 정확도가 향상된다. 검출된 차량 영역에 대응하는 포인트들은 픽셀-포인트 대응 테이블을 통해 추출되어 해당 프레임의 차량 포인트 클라우드로 사용된다.

【0101】 이하, 제 S300 단계의 세부 구성에 대해서 설명하기 전에, 제 S300 단계의 개략적인 내용을 설명하면, 제 S300 단계에서, 프로세서(210)는 서로 다른 프레임에 나뉘어 포착된 차량의 부분 형상을 정확히 겹쳐 하나의 완전한 차량 형상으로 이어 붙이는 프로세스를 수행한다. 차량 측면을 관찰하는 라이다 센서(110)는 한 프레임에 차량의 일부만을 포착하는 경우가 많고, 각 프레임에서 차량은 서로 다른 위치에 있으므로, 포인트를 그대로 합치면 동일 차량이 어긋나게 중첩된 형상

이 된다. 제 S300 단계에서 구하는 값은 상대 프레임을 기준 프레임에 맞물리도록 옮기기 위한 정렬 보정량(이동량)이다. 병합된 차량 형상은 차량의 전체 길이와 모든 축의 타이어를 포함하므로 후술하는 축 수 산출을 가능하게 하고, 동일 타이어에 대한 포인트가 여러 프레임에서 모여 촘촘해지므로 타이어 깊이 프로파일의 안정성을 높인다.

【0102】이동량을 3차원 포인트 클라우드에서 직접 구하는 방법(예를 들어, ICP(Iterative Closest Point))은 포인트마다 최근접점 탐색을 반복해야 하고, 초기 위치가 실제 위치와 크게 다르면 잘못된 위치로 수렴하기 쉽다. 이에 반해 측면 관측 배치에서 차량의 프레임 간 이동은 대부분 진행 방향(X)의 병진과 연직 방향(Y)의 미소 병진으로 나타나고 깊이(Z)는 거의 변하지 않는다. 따라서 본 발명은 두 프레임을 X-Y 평면의 2차원 이미지로 투영하여 이동량을 구한다. 투영에 의해 희소한 포인트가 규칙적인 격자로 변환되므로 점 단위 대응 없이 영역 단위로 비교할 수 있고, SSD 슬라이딩 탐색은 단순한 산술 연산만으로 탐색 창 내의 모든 후보 위치를 빠짐없이 평가하므로 초기 위치에 대한 의존성이 없다. 즉, 2차원 투영 이미지는 이동량을 구하기 위한 계산 수단이며, 이후 설명에서 실제로 병진 이동되어 병합되는 대상은 3차원 포인트 클라우드이다.

【0104】도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 프레임 정합에 사용되는 기준 이미지 R(x,y) 및 탐색 이미지 I(x,y)의 예시를 나타낸 도면이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 기준 이미지에서의 템플릿 추출(a)과 탐색 이미지에서의

SSD 슬라이딩 탐색(b)을 설명하기 위한 개념도이며, 도 9는 도 3의 제 S300 단계(다중 프레임 정합 및 병합)를 구체적으로 설명하는 흐름도이다.

【0105】 도 7 내지 도 9를 더 참조하여, 제 S300 단계의 세부 구성을 설명하면, 프로세서(210)는 기준 프레임(예를 들어, 프레임 k)과 상대 프레임(예를 들어, 프레임 k+1)의 차량 포인트 클라우드를 동일한 투영 평면과 동일한 공간 해상도(r_x, r_y)로 흑백 이미지로 투영하여, 기준 프레임으로부터 기준 이미지 R(x,y)(65)를, 상대 프레임으로부터 탐색 이미지 I(x,y)(70)를 생성한다(S310). 두 이미지에 동일한 투영 평면과 해상도를 사용하여야 픽셀 1칸이 두 이미지에서 같은 실제 거리를 나타내며, 픽셀 변위를 실제 거리로 환산할 수 있다. 프로세서(210)는 또한 임계값 τ를 사용하여 유효한 포인트 데이터가 없는 배경 픽셀을 걸러낸다. 본 발명에서 탐색 이미지는 기준 프레임에 맞추어 정렬할 대상 프레임의 이미지라는 의미에서 대상 이미지(target image)로 지칭될 수도 있다.

【0106】 그 후, 프로세서(210)는 기준 이미지 R(x,y)(65)의 일부 영역을 잘라내어 템플릿 이미지 T(x,y)(60)를 추출한다(S320).

【0107】 템플릿으로는 차체 테두리, 차체 하부, 타이어 또는 차량 윤곽과 같이 프레임이 바뀌어도 형태가 안정적으로 유지되는 차량 구조를 포함하는 영역이 선택된다. 기준 이미지 전체가 아닌 일부를 사용하는 이유는, 두 프레임에 차량의 서로 다른 부분이 포착되므로 양쪽에 공통으로 나타나는 구조만을 비교하여야 하고, 계산량을 줄이며, 포인트가 희소하거나 노이즈가 많은 부분을 제외할 수 있기 때문이다. 템플릿 영역은 예를 들어 제 S200단계에서 검출된 차량 경계 상자 또

는 타이어 경계 상자를 기준으로 설정되거나, 두 프레임의 예상 중첩 구간 중 유효 픽셀 비율이 높은 영역으로 자동 선택될 수 있다. 템플릿에 담긴 구조가 탐색 이미지에도 나타나도록, 라이다의 프레임 주기는 인접 프레임 사이에 차량의 동일 부분이 일부 중복 포착되도록 설정되는 것이 바람직하다.

【0108】 프로세서(210)는 템플릿 T를 탐색 이미지 I(70)의 미리 정의된 탐색 창(71) 위로 후보 오프셋 (u,v)만큼씩 옮기면서, 각 후보 위치에서 템플릿과 해당 영역의 흑백 값 차이의 제곱을 합산한 SSD를 아래의 수학식 13과 같이 계산한다(S330). SSD 값은 두 이미지가 해당 위치에서 얼마나 다른지를 나타내며, 값이 작을수록 잘 겹침을 의미한다. 프로세서(210)는 수학식 14와 같이 SSD가 최소가 되는 위치(72) (u*, v*)를 결정한다.

【0109】 **【수학식 13】**

$$SSD(u,v) = \sum_{x=0}^{W_T-1} \sum_{y=0}^{H_T-1} [T(x,y) - I(x+u, y+v)]^2$$

【0110】 **【수학식 14】**

$$(u^*, v^*) = \arg\min_{(u,v)} SSD(u,v)$$

【0111】 탐색 창(71)의 크기는 차량의 예상 최대 속도와 프레임 간 시간 간

격으로부터 결정될 수 있다. 예를 들어, 차량의 최대 속도가 V_max이고 프레임 간 시간 간격이 △t이면 진행 방향의 탐색 범위는 대략 V_max · △t / r_x 픽셀 이내로 제한될 수 있고, 연직 방향의 탐색 범위는 차체의 상하 진동을 고려한 작은 범위로 제한될 수 있다. 이때 차량 속도는 탐색 범위를 줄이기 위한 참고값일 뿐이다. 또한, 이전 프레임 쌍에서 구한 변위를 현재 프레임 쌍의 탐색 중심으로 사용하여 탐색 범위를 더욱 줄일 수 있고, 최소 SSD 위치와 그 주변 위치의 SSD 값에 포물선을 적합하여 부화소(sub-pixel) 단위로 최적 위치를 보정할 수도 있다.

【0112】프로세서(210)는 픽셀 단위의 매칭 결과를 실제 공간의 이동량으로 환산한다(S340). 템플릿은 기준 이미지의 (x_0, y_0)에서 추출되었고 탐색 이미지의 (u*, v*)에서 발견되었으므로, 두 프레임 사이의 픽셀 변위는 (u* - x_0, v* - y_0)이며, 여기에 공간 해상도를 곱하여 수학식 15와 같이 실제 이동량 (△X, △Y)를 산출한다. 템플릿을 기준 이미지의 원점에서 추출한 경우(x_0 = y_0 = 0)에는 △X = r_x · u*, △Y = r_y · v*가 된다. 예를 들어 해상도가 2cm/픽셀이고 픽셀 변위가 가로 150픽셀, 세로 2픽셀이면, 실제 이동량은 진행 방향 3.0m, 높이 방향 4cm이다.

【0113】**【수학식 15】**

$$\Delta X = r_x \cdot (u^* - x_0), \qquad \Delta Y = r_y \cdot (v^* - y_0)$$

【0114】그 후, 프로세서(210)는 상대 프레임의 3차원 포인트 클라우드 $P^{(k+}$

1)의 모든 포인트를 아래의 수학식 16과 같이 병진 이동시켜 기준 프레임의 포인트 클라우드 $P^{(k)}$와 병합한다(S350). 이 때, 열 번호는 X와 같은 방향으로, 행 번호는 Y와 반대 방향으로 증가하므로, 상대 프레임에서 차량이 기준 프레임 대비 이동한 양은 공간 좌표로 (△X, △Y)이고, 이를 되돌리기 위하여 상대 프레임의 각 포인트를 (△X, +△Y)만큼 옮긴다. 세 번째 축인 깊이(Z)는 이미지 좌표에서 제외된 축이므로 원래 값을 유지하거나, 필요에 따라 상기 병진량을 초기값으로 하는 ICP 등의 3차원 정합으로 미세 조정될 수 있다. SSD 기반의 초기 정렬이 제공되므로 이 3차원 정밀화는 적은 반복 횟수로 수렴할 수 있다.

【0115】 **【수학식 16】**

$$P_{merge} = P^{(k)} \cup \{ p - (\Delta X,\ -\Delta Y,\ 0) \mid p \in P^{(k+1)} \}$$

【0116】 만약, 3개 이상의 프레임을 병합하는 경우, 프로세서(210)는 인접한 프레임 쌍마다 상기 과정을 반복하고 산출된 이동량을 누적하여 각 프레임을 최초 기준 프레임의 좌표계로 변환한 후 합집합으로 연이어 병합(stitch)할 수 있다. 병합 과정에서 중복 포인트를 줄이기 위하여 복셀 다운샘플링 등이 선택적으로 적용될 수 있다. 이렇게 얻은 병합 포인트 클라우드(90)는 차량의 전체 측면 형상을 나타낸다.

【0118】 도 10은 포인트 클라우드 기반 타이어 검출 결과의 예시와 단륜 및

복륜 타이어 구성의 예시를 나타낸 도면이고, 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 타이어 국소 좌표계 및 측면 위치별 수직 밴드를 설명하기 위한 개념도이며, 도 12는 단륜 구성(a)과 복륜 구성(b) 각각에 대한 타이어 단면과 측면 깊이 프로파일, 기준 표면 및 국소 함몰 깊이를 예시적으로 나타낸 도면이고, 도 13은 도 3의 제 S400 단계 (타이어 검출 및 측면 깊이 프로파일 생성) 및 제 S500 단계(단륜/복륜 판정)를 구체적으로 설명하는 흐름도이다.

【0119】 도 10 내지 도 13을 더 참조하여 제 S400단계 및 제 S500 단계에 대해서 자세하게 설명하면, 프로세서(210)는 병합 포인트 클라우드(90)를 제S200 단계와 동일한 방식으로 다시 투영한 후, 투영된 2차원 흑백 또는 반사도 이미지 상에서 2차원 검출기(예컨대, YOLO)를 사용하여 후보 타이어 영역(80)을 검출한다(S410). 병합된 차량 형상을 투영한 이미지에는 차량의 모든 축의 타이어가 한 장에 나타나므로, 모든 타이어를 빠짐없이 검출할 수 있다. 도 10의 상단은 포인트 클라우드 기반 이미지에서 전방 타이어가 단륜(single, 신뢰도 0.90)으로, 후방 타이어가 복륜(double, 신뢰도 0.92)으로 검출된 예시를 나타내고, 도 10의 하단은 단륜 타이어(12)와 복륜 조립체(13)의 트레드 및 측면 외관을 나타낸다. 반사도 이미지를 사용하는 경우 고무 타이어와 금속 휠의 반사도 차이가 타이어 검출에 유리하게 작용할 수 있다.

【0120】 이어서, 프로세서(210)는 검출된 2차원 타이어 영역(80)을 해당 3차원 포인트 부분 집합으로 매핑한다. 타이어 뒤쪽의 차체 구조물 등이 포함되는 것을 방지하기 위하여, 깊이 방향으로 타이어 외측 표면으로부터 소정 범위 이내의

포인트만을 선택하는 깊이 게이트가 추가로 적용될 수 있다.

【0121】 도 11을 참조하면, 제 S420단계에서 프로세서(210)는 매핑된 포인트를 타이어 국소 좌표계로 변환하고 깊이값을 추정한다(S420). 타이어 국소 좌표계에서 타이어 단면을 가로지르는 측면 방향은 x(차로 진행 방향), 라이다 깊이는 z(차량의 차축 방향과 대체로 평행), 수직 방향은 y로 표시되며, 원점은 타이어 영역(80)의 중심에 대응하는 위치로 설정될 수 있다. 차량이 라이다에 대해 비스듬하게 주행하는 경우에는 타이어 외측 표면의 평균 법선을 z축으로 삼도록 좌표계를 회전시켜 기울어짐을 보정할 수 있다.

【0122】 프로세서(210)는 측면 방향 x를 소정 폭 △x의 복수 구간으로 나누고, 각 측면 위치 x에 대하여 타이어 영역의 수직 밴드(81) 내에 속하는 포인트들의 중앙값(median)을 사용하여 강건한 깊이 값을 아래의 수학식 17과 같이 추정한다.

【0123】 **【수학식 17】**

$$z_{p(x)} = \text{median}\{\, z_i \mid \text{point } i \text{ belongs to the vertical band at lateral position } x \,\}$$

【0124】 단순 평균보다 중앙값 연산이 선호되는데, 이는 고립된 노이즈 포인트, 도로 반사 및 희소한 이상치(outlier)의 영향을 줄여주기 때문이다. 중앙값 대신 선택된 백분위수가 사용될 수도 있으며, 노면 반사의 영향을 줄이기 위하여 수직 밴드(81)는 타이어 접지부 근처의 하단 일부를 제외하도록 설정될 수 있다. 포

인트가 없거나 소수인 수직 밴드는 인접 밴드의 값으로 보간하거나 프로파일에서 제외할 수도 있다.

【0125】 프로세서(210)는 외부에서 보이는 타이어 숄더(shoulder)(15) 또는 타이어 측면 표면의 실질적으로 함몰되지 않은 부분으로부터 국소 기준 표면 z_ref(x)를 추정하고, 수학식 18과 같이 국소 함몰 깊이 δ(x)를 산출한다(S430).

【0126】 **【수학식 18】**

$$\delta(x) = z_p(x) - z_{ref}(x)$$

【0127】 양수이면서 더 큰 δ(x)는 측정된 타이어 표면이 추정된 외부 측면 표면보다 라이다로부터 더 멀리 떨어져 있음을 의미한다. 도 12를 참조하면, (a)에 도시된 단륜 타이어(12)의 경우 타이어 측면과 휠(14)이 대체로 연속된 외측 표면을 형성하므로 측면 깊이 프로파일 z_p(x)는 기준 표면 z_ref(x) 부근에서 작은 편차만을 보인다. 반면, (b)에 도시된 복륜 조립체(13)의 경우 외측 타이어(13a)와 내측 타이어(13b)가 차축 방향으로 나란히 장착되고 휠(14)의 장착면이 차량 내측으로 깊게 위치하므로, 측면 깊이 프로파일의 중앙부에 기준 표면보다 현저히 깊은 함몰부(16)가 나타난다. 또한 라이다의 관찰 각도에 따라서는 두 타이어 사이의 갭(gap)이 포인트가 깊게 나타나거나 비어 있는 구조로 표현될 수 있다. 즉, 복륜 구성은 라이다 깊이 프로파일에서 함몰되거나 비어 있는 구조로 표현되어, 측면 관찰만으로도 타이어 다중성을 추론할 수 있다.

【0129】그 후, 프로세서(210)는 국소 함몰 깊이 δ(x)로부터 수학식 19 내지 수학식 21의 오목성 특징을 산출한다(S510).

【0130】【수학식 19】

$$D_{max} = \max_{x} \delta(x)$$

【0131】【수학식 20】

$$D_{mean} = \frac{1}{N_R} \sum_{x \in R} \max(\delta(x), 0)$$

【0132】【수학식 21】

$$R_d = \frac{1}{N} \sum_{x} 1\left[\delta(x) > \tau_d\right]$$

【0133】여기서 D_max는 최대 오목 깊이, D_mean은 선택된 영역 R(예를 들어, 타이어 영역의 중앙 구간)에 대한 평균 양의 오목도, N_R은 영역 R에 속하는 측면 샘플의 수, R_d는 함몰 깊이가 임계값 τ_d를 초과하는 측면 샘플의 비율, N은 전체 측면 샘플의 수이다.

【0134】단순한 구현 방식에서, 프로세서(210)는 아래의 수학식 22와 같이 깊이 임계값만으로 타이어의 구성이 단륜(Single) 또는 복륜(Dual)을 결정할 수 있다. 최대 깊이 기준과 함몰 영역 기준을 모두 사용하면, 고립된 노이즈 포인트 하나가 깊게 측정되어 D_max가 커지더라도 R_d는 작게 유지되므로 복륜으로 오판정되는 것을 방지할 수 있다.

【0135】**【수학식 22】**

$$Class_{depth} = \begin{cases} \text{Dual}, & \text{if } D_{max} \geq \tau_D \text{ and } R_d \geq \tau_R \\ \text{Single}, & \text{otherwise} \end{cases}$$

【0136】다른 구현 방식에서, 프로세서(210)는 수학식 23 및 수학식 24와 같이 복륜 구성에 대한 연속적인 라이다 깊이 증거 점수 S_d∈[0,1]을 생성한다(S520). 여기서 a, b, c는 가중치 계수이고 τ_M은 평균 오목도의 기준값이며, S_d가 1에 가까울수록 강한 복륜 증거를, 0에 가까울수록 강한 단륜 증거를 나타낸다. 가중치 계수 및 기준값은 단륜/복륜 레이블이 부여된 학습 데이터에 대한 로지스틱 회귀 등으로 사전에 결정될 수 있다.

【0137】**【수학식 23】**

$$S_d = \sigma\left(a(D_{max} - \tau_D) + b(R_d - \tau_R) + c(D_{mean} - \tau_M)\right)$$

【0138】【수학식 24】

$$\sigma(q) = \frac{1}{1 + e^{-q}}$$

【0139】프로세서(210)는 라이다 깊이 증거를 보조 신뢰도 요인으로 도입하여 단륜/복륜 여부를 결정한다(S530). 2차원 검출기는 이미지 외형에 기초한 '단륜' 및 '복륜'의 신뢰도 P_Y(Single), P_Y(Dual)을 제공하고, 라이다 기하 구조는 타이어 측면의 함몰 정도라는 독립적인 물리적 단서 S_d를 제공한다. 프로세서(210)는 수학식 25 및 수학식 26과 같이 두 근거를 비율 α 𝟎로 결합한 융합 점수를 산출하고, 수학식 27과 같이 더 큰 융합 점수를 갖는 클래스를 최종 클래스로 선택한다.

【0140】【수학식 25】

$$Score_{Dual} = \alpha \cdot P_Y(\text{Dual}) + (1 - \alpha) \cdot S_d$$

【0141】【수학식 26】

$$Score_{Single} = \alpha \cdot P_Y(\text{Single}) + (1 - \alpha) \cdot (1 - S_d)$$

【0142】【수학식 27】

$$Class_{final} = \arg \max_{c \in \{\text{Single, Dual}\}} Score_c$$

【0143】예를 들어 α = 0.5이고, 2차원 검출기의 신뢰도가 복륜 0.55, 단륜 0.45로 외형만으로는 불분명하며, 라이다 깊이 증거가 S_d = 0.90인 경우, 복륜 점수는 0.725, 단륜 점수는 0.275가 되어 복륜으로 판정된다. 2차원 검출기가 하나의 클래스와 그 신뢰도만을 출력하는 경우 나머지 클래스의 신뢰도는 1에서 해당 신뢰도를 뺀 값으로 설정하거나 소프트맥스(softmax)로 정규화할 수 있다.

【0144】가중치 α는 고정값일 수 있으나 관측 조건에 따라 적응적으로 조절될 수도 있다. 예를 들어, 타이어 영역에 매핑된 포인트 수가 적어 깊이 프로파일의 신뢰성이 낮은 경우에는 α를 크게 하고, 두 구성의 외형이 유사하여 검출기 신뢰도의 차이가 작은 경우에는 α를 작게 할 수 있다. 두 융합 점수의 차이가 소정의 여유값보다 작은 경우에는 여러 프레임의 판정 결과를 누적하여 다수결 또는 평균 점수로 최종 클래스를 결정하거나 저신뢰도로 표시할 수 있다. 제 S500단계의 판정은 검출된 타이어 각각에 대하여 수행되며, 그 결과는 타이어의 위치와 함께 제 S600 단계 및 제 S700단계에서 이용된다.

【0146】도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 접지 축 수 판정 및 후측 타이어 외경 산출을 설명하기 위한 개념도이다.

【0147】도 14를 더 참조하면, 제S600단계에서, 프로세서(210)는 병합 포인트 클라우드(90)에서 검출된 타이어들로부터 접지 축 수 N_axle을 산출한다. 라이다 센서(110)는 차량의 한쪽 측면을 관찰하므로, 하나의 축은 하나의 타이어 영역으로 나타나며, 복륜 조립체(13) 역시 외측 타이어(13a)가 내측 타이어(13b)를 가리므로 하나의 타이어 영역으로 나타난다. 따라서 프로세서(210)는 중복 검출을 하나로 묶은 후의 타이어 각각을 하나의 축으로 취급한다.

【0148】다만, 화물차 등에는 적재 상태에 따라 노면에서 들어 올릴 수 있는 가변축(리프트 축)이 구비될 수 있으며, 들어 올려진 축의 타이어(17)는 하중을 지지하지 않는다. 이를 구분하기 위하여 프로세서(210)는 각 타이어 j에 대하여 타이어 포인트의 높이 값 중 하위 백분위수(예를 들어, 하위 2%)로 타이어 하단 높이 $y_{bot,j}$를 추정하고, 이를 노면 높이 y_{road}와 비교하여 수학식 28과 같이 노면으로부터 허용치 ε_g 이내에 있는 타이어만을 접지 축으로 계수한다. 노면 높이 y_{road}는 설치 시 보정된 값이거나, 차량이 없는 프레임 또는 차량 주변의 노면 포인트에 평면을 적합하여 얻은 값일 수 있다. 허용치 ε_g 는 라이다의 측정 오차와 타이어 접지부의 변형을 고려하여 수 cm 수준으로 설정될 수 있다.

【0149】**【수학식 28】**

$$N_{axle} = \sum_{j} 1\left[y_{bot,j} - y_{road} \le \varepsilon_g \right]$$

【0150】도 14에 도시된 예에서, 전축(A1)의 단륜 타이어(12)와 후축(A2)의

복륜 조립체(13)는 노면에 접지하므로 축 수로 계수되고, 들어 올려진 가변축의 타이어(17)는 하단과 노면 사이의 간격이 ε_g를 초과하므로 축수로 계수되지 않아, 접지 축 수는 2가 된다.

【0151】 다음으로, 프로세서(210)는 접지 축 중 차량 진행 방향을 기준으로 가장 뒤쪽에 위치한 축을 후축으로 선택한다. 차량의 진행 방향은 차로의 설정 방향으로부터 알 수 있거나, 제 S300단계에서 구한 이동량 △X의 부호로부터 얻을 수 있다. 프로세서(210)는 후축에 장착된 후측 타이어의 외경 D를 산출한다.

【0152】 외경 D는 예를 들어 다음과 같이 산출될 수 있다. 먼저, 프로세서(210)는 후측 타이어에 대응하는 포인트를 투영 평면(X-Y)에 나타내고, 타이어 영역의 중심을 임시 중심으로 하여 각도 구간별로 임시 중심으로부터 가장 먼 포인트를 추출하여 타이어의 외곽 포인트 집합 B를 얻는다. 이때 노면과 접하여 평탄하게 변형된 하단 구간과, 차체나 펜더에 의해 가려진 상단 구간은 제외될 수 있다. 이후 프로세서(210)는 외곽 포인트 집합 B에 수학식 29와 같이 최소제곱 원을 적합하고, 수학식 30과 같이 적합된 원의 반지름으로부터 외경 D를 산출한다. 원 적합은 보이는 원호의 일부만으로도 원 전체의 크기를 추정할 수 있으므로, 타이어 상단이 펜더에 가려지는 경우에도 외경을 구할 수 있다.

【0153】【수학식 29】

$$(\hat{a},\hat{b},\hat{R}) = \arg\min_{a,b,R} \sum_{i\in B} \left(\sqrt{(X_i-a)^2+(Y_i-b)^2}-R\right)^2$$

【0154】【수학식 30】

$$D = 2\hat{R}$$

【0155】여기서 ($\hat{a},\hat{b}$) 는 원의 중심, $\hat{R}$ 은 반지름이다. 변형된 실시예에서, 타이어 상단이 가려지지 않는 경우에는 타이어 상단 높이와 노면 높이의 차이(y_top - y_road), 또는 타이어 경계 상자의 픽셀 높이에 공간 해상도 r_y를 곱한 값으로 외경을 근사할 수도 있다. 또한 복수 프레임에서 각각 산출한 외경의 중앙값을 최종 외경으로 사용하여 측정 안정성을 높일 수 있다. 복륜 조립체(13)의 경우 외측 타이어(13a)와 내측 타이어(13b)는 동일한 규격이므로 외측 타이어(13a)의 외경을 후측 타이어의 외경으로 사용할 수 있다.

【0157】한편, 제 S700단계에서 프로세서(210)는 제 S600단계에서 산출한 접지 축 수 N_axle, 제 S500단계에서 판정한 후축의 타이어 구성 및 제 S600단계에서 산출한 후측 타이어의 외경 D에 기초하여, 차량을 수학식 31과 같이 1종 내지 5종

중 하나로 분류한다.

【0158】 【수학식 31】

$$Class_{vehicle} = \begin{cases} 5\text{종}, \ N_{axle} \geq 4 \\ 4\text{종}, \ N_{axle} = 3 \\ 3\text{종}, \ N_{axle} = 2, \text{후축 복륜}, D \geq D_{th1} \\ 2\text{종}, \ N_{axle} = 2, \text{후축 복륜}, D_{th2} \leq D < D_{th1} \\ 1\text{종}, \ N_{axle} = 2, \text{후축 복륜}, D < D_{th2} \\ 1\text{종}, \ N_{axle} = 2, \text{후축 단륜} \end{cases}$$

【0159】 여기서 D_{th1}은 제 1 기준 외경으로서, 예를 들어 900㎜로 설정될 수 있고, D_{th2}는 제 2 기준 외경으로서, 예를 들어 700㎜로 설정될 수 있으며, $D_{th2} < D_{th1}$를 만족한다.

【0160】 단륜과 복륜을 판정하는 대상을 후축으로 하는 것은, 복륜이 주로 하중을 많이 분담하는 후축에 장착되기 때문이다. 또한, 후축이 복륜인 2축 차량을 2종과 3종으로 구분하기 위해서는 차량 크기에 관한 추가 기준이 필요한데, 차량의 한쪽 측면만을 관찰하는 라이다로는 좌우 바퀴 사이 거리와 같은 차폭 방향 정보를 얻기 어렵다. 본 발명은 측면 관찰만으로 측정 가능한 후측 타이어의 외경을 추가 기준으로 사용한다. 차량의 총중량과 규모가 클수록 하중을 지지하기 위하여 일반적으로 외경이 큰 타이어가 사용되므로, 후측 타이어의 외경을 기준 외경과 비교하

여 중형 차량과 대형 차량을 구분할 수 있다.

【0161】 기준 외경 D_{th1}(예컨대, 900mm) 및 D_{th2}(예컨대, 700mm), 차종 구분의 명칭 및 축 수 기준은 일 예시이며, 적용되는 통행료 체계나 법령, 지역의 차량 구성 등에 따라 변경될 수 있다. 이를 위하여 차종 분류 규칙은 메모리(220)에 설정 테이블의 형태로 저장되어 갱신될 수 있다. 또한 접지 축 수가 2 미만으로 산출되는 등 분류 규칙에 해당하지 않는 경우에는 판정 불가로 표시하거나 추가 프레임을 이용하여 재판정할 수 있다.

【0162】 프로세서(210)는 분류된 차종과 함께 접지 축 수, 축별 타이어 구성, 후측 타이어의 외경 및 판정 신뢰도를 통신 인터페이스(250)를 통해 관리 서버(300)로 출력할 수 있다. 판정 신뢰도는 예를 들어 후축의 단륜/복륜 융합 점수 및 외경과 기준 외경의 차이로부터 산출될 수 있으며, 저신뢰도 결과는 관리 서버(300)에서 별도의 확인 절차에 활용될 수 있다. 출력된 정보는 통행료 수납을 위한 차종 판별, 이동중 중량측정(WIM)에서의 축별 하중 해석, 교통량 조사 등에 활용될 수 있다.

【0163】 지금까지 설명한 실시예에서는 단일 라이다 센서(110)를 기준으로 설명하였으나, 복수의 라이다 센서가 서로 다른 위치에 설치되는 경우에도 본 발명이 적용될 수 있다. 이 경우 각 라이다 센서의 포인트 클라우드에 대하여 독립적으로 간섭 필터링을 수행한 후, 서로 다른 획득 위치에서 취득한 포인트 클라우드를 공통 투영 평면으로 투영하여 SSD 템플릿 매칭으로 정렬할 수 있다. 또한 차로의 양측에 라이다 센서를 배치하면 차량의 좌우 타이어 구성을 모두 판정하여 판정 신

뢰도를 높일 수 있다.

【0164】 또한, 상술한 간섭 필터링(S100), 다중 프레임 정합 및 병합(S300), 깊이 보조 타이어 구성 판정(S400, S500) 및 차종 분류(S600, S700)는 하나의 연속적인 처리 흐름으로 결합되어 시너지 효과를 내지만, 각각은 독립적으로도 실시될 수 있다. 예를 들어, 간섭 필터링은 다른 방식의 차량 검출의 전처리로 사용될 수 있고, 깊이 보조 타이어 구성 판정은 단일 프레임의 포인트 클라우드에 대하여도 수행될 수 있다.

【0165】 이상에서 설명한 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행되는 프로그램으로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있으며, 그 예로는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 그리고 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같이 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.

【0166】 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만, 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것이 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

【부호의 설명】

【0167】 10: 차량 11: 타이어

12: 단륜 타이어
13: 복륜 조립체
13a: 외측 타이어
13b: 내측 타이어
14: 휠
15: 숄더(비함몰부)
16: 함몰부
17: 가변축 타이어
20: 차로
30: 간섭 입자
40: 직육면체
50: 차량 검출 통로
60: 템플릿 이미지
65: 기준 이미지
70: 탐색 이미지
71: 탐색 창
72: 최소 SSD 위치
80: 타이어 영역
81: 수직 밴드
90: 병합 포인트 클라우드
100: 차량 인식 시스템
110: 라이다 센서
120: 지지 구조물
200: 차량 인식 장치
210: 프로세서
220: 메모리
221: 차량 인식 프로그램
230: 입출력 인터페이스
240: 센서 인터페이스
250: 통신 인터페이스
260: 통신 버스
270: 가속기
300: 관리 서버

【청구범위】

【청구항 1】

차량의 측면을 관측하는 라이다 센서로부터 획득된 포인트 클라우드를 이용하여 차량을 인식하는 차량 인식 장치에 있어서,

차량 인식 프로그램을 저장하는 메모리; 및

상기 메모리에 저장된 상기 차량 인식 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하고,

상기 차량 인식 프로그램을 실행한 상기 프로세서는,

상기 포인트 클라우드로부터 생성된 2차원 투영 이미지에 2차원 검출기를 적용하여 상기 차량의 타이어 영역을 검출하고,

상기 타이어 영역에 대응하는 포인트를 이용하여, 상기 타이어의 측면 방향 위치별 라이다 깊이를 나타내는 측면 깊이 프로파일을 생성하며,

상기 타이어 측면의 함몰되지 않은 부분으로부터 추정한 기준 표면과 상기 측면 깊이 프로파일의 차이로부터 오목성 특징을 산출하고,

적어도 상기 오목성 특징에 기초하여 상기 타이어의 구성을 단륜 또는 복륜으로 판정하며,

상기 판정된 타이어의 구성 및 상기 차량의 축 수를 이용하여 상기 차량의 차종을 분류하는 것을 특징으로 하는 차량 인식 장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 2차원 투영 이미지를 생성하기 전에,

상기 라이다 센서로부터 외부로 향하는 탐색 방향을 따라 소정의 너비, 높이 및 깊이 두께를 갖는 직육면체를 단계적으로 이동시키면서 상기 직육면체 내부의 포인트 밀도를 산출하고,

상기 포인트 밀도가 밀도 임계값 이상이 되는 첫 번째 깊이에서 보호 거리를 차감한 보존 경계를 설정하며,

상기 탐색 방향의 깊이가 상기 보존 경계보다 작은 포인트를 상기 포인트 클라우드에서 제거하고,

상기 포인트 밀도는, 상기 차량이 통과하는 차로 구간으로 미리 설정된 차량 검출 통로 내에 위치하는 포인트만을 대상으로 산출되는 것을 특징으로 하는 차량 인식 장치.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 포인트 클라우드는 상기 차량이 상기 라이다 센서의 전방을 지나가는 동안 획득된 복수의 프레임을 포함하고,

상기 프로세서는,

기준 프레임 및 상대 프레임의 차량 포인트 클라우드를 상기 차량의 진행 방향 및 높이 방향으로 이루어진 공통 투영 평면에 동일한 공간 해상도로 투영하여 기준 이미지 및 탐색 이미지를 생성하고,

상기 기준 이미지의 추출 위치에서 템플릿 이미지를 추출하며,

상기 템플릿 이미지를 상기 탐색 이미지의 탐색 창 위에서 슬라이딩하면서 제곱차합(SSD)이 최소가 되는 위치를 결정하고,

상기 최소가 되는 위치와 상기 추출 위치의 차이에 상기 공간 해상도를 곱하여 실제 이동량을 산출하며,

상기 상대 프레임의 3차원 포인트 클라우드를 상기 실제 이동량만큼 병진 이동시켜 상기 기준 프레임의 포인트 클라우드와 병합하고,

상기 타이어 영역의 검출 및 상기 축 수의 산출은 상기 병합된 포인트 클라우드에 대하여 수행되는 것을 특징으로 하는 차량 인식 장치.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 측면 깊이 프로파일은, 상기 측면 방향 위치별 수직 밴드 내에 속하는 포인트들의 깊이 중앙값 또는 선택된 백분위수로 생성되고,

상기 오목성 특징은, 최대 오목 깊이, 선택된 영역에 대한 평균 양의 오목도, 및 함몰 깊이가 임계값을 초과하는 측면 샘플의 비율 중 적어도 하나를 포함하며,

상기 프로세서는,

상기 오목성 특징으로부터 복륜 구성에 대한 라이다 깊이 증거 점수를 산출하고,

상기 2차원 검출기가 상기 타이어 영역에 대하여 출력한 단륜 및 복륜의 신뢰도와 상기 라이다 깊이 증거 점수를 가중 결합하여 단륜 및 복륜 각각의 융합 점수를 산출하며,

상기 융합 점수가 더 큰 구성을 상기 타이어의 구성으로 판정하는 것을 특징으로 하는 차량 인식 장치.

【청구항 5】

제1항에 있어서,

상기 차량의 축 수는 노면에 접지한 축의 수인 접지 축 수이고,

상기 프로세서는,

검출된 타이어 각각에 대하여 타이어 하단 높이와 노면 높이의 차이가 허용치 이내인 타이어를 계수하여 상기 접지 축 수를 산출하고,

상기 접지 축 중 상기 차량의 진행 방향을 기준으로 가장 뒤쪽에 위치한 축을 후축으로 선택하며,

상기 후축에 장착된 후측 타이어의 외경을 산출하고,

상기 판정된 타이어의 구성 중 상기 후축의 타이어 구성, 상기 접지 축 수 및 상기 후측 타이어의 외경을 이용하여 상기 차종을 분류하는 것을 특징으로 하는

차량 인식 장치.

【청구항 6】

제5항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 접지 축 수가 4 이상이면 상기 차량을 5종으로 분류하고,

상기 접지 축 수가 3이면 상기 차량을 4종으로 분류하며,

상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 복륜이며 상기 후측 타이어의 외경이 제 1 기준 외경 이상이면 상기 차량을 3종으로 분류하고,

상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 복륜이며 상기 후측 타이어의 외경이 상기 제 1 기준 외경 미만이고, 제 2 기준 외경 이상이면 상기 차량을 2종으로 분류하고,

상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 복륜이며 상기 후측 타이어의 외경이 제 2 기준 외경 미만이거나, 상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 단륜이면 상기 차량을 1종으로 분류하는 것을 특징으로 하는 차량 인식 장치.

【청구항 7】

프로세서 및 메모리를 포함하는 차량 인식 장치에 의해 수행되고, 차량의 측면을 관측하는 라이다 센서로부터 획득된 포인트 클라우드를 이용하는 차량 인식

방법에 있어서,

(a) 상기 포인트 클라우드로부터 생성된 2차원 투영 이미지에 2차원 검출기를 적용하여 상기 차량의 타이어 영역을 검출하는 단계;

(b) 상기 타이어 영역에 대응하는 포인트를 이용하여, 상기 타이어의 측면 방향 위치별 라이다 깊이를 나타내는 측면 깊이 프로파일을 생성하는 단계;

(c) 상기 타이어 측면의 함몰되지 않은 부분으로부터 추정한 기준 표면과 상기 측면 깊이 프로파일의 차이로부터 오목성 특징을 산출하고, 적어도 상기 오목성 특징에 기초하여 상기 타이어의 구성을 단륜 또는 복륜으로 판정하는 단계; 및

(d) 상기 판정된 타이어의 구성 및 상기 차량의 축 수를 이용하여 상기 차량의 차종을 분류하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 인식 방법.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 (a) 단계 이전에 수행되는 간섭 제거 단계를 더 포함하고,

상기 간섭 제거 단계는,

상기 라이다 센서로부터 외부로 향하는 탐색 방향을 따라 소정의 너비, 높이 및 깊이 두께를 갖는 직육면체를 단계적으로 이동시키면서 상기 직육면체 내부의 포인트 밀도를 산출하는 단계;

상기 포인트 밀도가 밀도 임계값 이상이 되는 첫 번째 깊이에서 보호 거리를 차감한 보존 경계를 설정하는 단계; 및

상기 탐색 방향의 깊이가 상기 보존 경계보다 작은 포인트를 상기 포인트 클라우드에서 제거하는 단계를 포함하며,

상기 포인트 밀도는, 상기 차량이 통과하는 차로 구간으로 미리 설정된 차량 검출 통로 내에 위치하는 포인트만을 대상으로 산출되는 것을 특징으로 하는 차량 인식 방법.

【청구항 9】

제7항에 있어서,

상기 포인트 클라우드는 상기 차량이 상기 라이다 센서의 전방을 지나가는 동안 획득된 복수의 프레임을 포함하고,

상기 (a) 단계 이전에 수행되는 병합 단계를 더 포함하며,

상기 병합 단계는,

기준 프레임 및 상대 프레임의 차량 포인트 클라우드를 상기 차량의 진행 방향 및 높이 방향으로 이루어진 공통 투영 평면에 동일한 공간 해상도로 투영하여 기준 이미지 및 탐색 이미지를 생성하는 단계;

상기 기준 이미지의 추출 위치에서 템플릿 이미지를 추출하는 단계;

상기 템플릿 이미지를 상기 탐색 이미지의 탐색 창 위에서 슬라이딩하면서 제곱차합(SSD)이 최소가 되는 위치를 결정하는 단계;

상기 최소가 되는 위치와 상기 추출 위치의 차이에 상기 공간 해상도를 곱하여 실제 이동량을 산출하는 단계; 및

상기 상대 프레임의 3차원 포인트 클라우드를 상기 실제 이동량만큼 병진 이동시켜 상기 기준 프레임의 포인트 클라우드와 병합하는 단계를 포함하고,

상기 (a) 단계의 타이어 영역 검출 및 상기 (d) 단계에서 이용되는 상기 축수의 산출은 상기 병합된 포인트 클라우드에 대하여 수행되는 것을 특징으로 하는 차량 인식 방법.

【청구항 10】

제7항에 있어서,

상기 측면 깊이 프로파일은, 상기 측면 방향 위치별 수직 밴드 내에 속하는 포인트들의 깊이 중앙값 또는 선택된 백분위수로 생성되고,

상기 오목성 특징은, 최대 오목 깊이, 선택된 영역에 대한 평균 양의 오목도, 및 함몰 깊이가 임계값을 초과하는 측면 샘플의 비율 중 적어도 하나를 포함하며,

상기 (c) 단계는,

상기 오목성 특징으로부터 복륜 구성에 대한 라이다 깊이 증거 점수를 산출하는 단계;

상기 2차원 검출기가 상기 타이어 영역에 대하여 출력한 단륜 및 복륜의 신뢰도와 상기 라이다 깊이 증거 점수를 가중 결합하여 단륜 및 복륜 각각의 융합 점수를 산출하는 단계; 및

상기 융합 점수가 더 큰 구성을 상기 타이어의 구성으로 판정하는 단계를 포

함하는 것을 특징으로 하는 차량 인식 방법.

【청구항 11】

제7항에 있어서,

상기 차량의 축 수는 노면에 접지한 축의 수인 접지 축 수이고,

상기 (d) 단계는,

검출된 타이어 각각에 대하여 타이어 하단 높이와 노면 높이의 차이가 허용치 이내인 타이어를 계수하여 상기 접지 축 수를 산출하는 단계;

상기 접지 축 중 상기 차량의 진행 방향을 기준으로 가장 뒤쪽에 위치한 축을 후축으로 선택하는 단계;

상기 후축에 장착된 후측 타이어의 외경을 산출하는 단계; 및

상기 판정된 타이어의 구성 중 상기 후축의 타이어 구성, 상기 접지 축 수 및 상기 후측 타이어의 외경을 이용하여 상기 차종을 분류하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 인식 방법.

【청구항 12】

제11항에 있어서,

상기 (d) 단계는,

상기 접지 축 수가 4 이상이면 상기 차량을 5종으로 분류하고,

상기 접지 축 수가 3이면 상기 차량을 4종으로 분류하며,

상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 복륜이며 상기 후측 타

이어의 외경이 제 1 기준 외경 이상이면 상기 차량을 3종으로 분류하고,

상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 복륜이며 상기 후측 타이어의 외경이 상기 제 1 기준 외경 미만이고, 제 2 기준 외경 이상이면 상기 차량을 2종으로 분류하고,

상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 복륜이며 상기 후측 타이어의 외경이 제 2 기준 외경 미만이거나, 상기 접지 축 수가 2이고 상기 후축의 타이어 구성이 단륜이면 상기 차량을 1종으로 분류하는 것을 특징으로 하는 차량 인식 방법.

【청구항 13】

비일시적 저장매체에 저장되고, 프로세서를 포함하는 컴퓨터에서 실행되어, 상기 제 7 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항의 차량 인식 방법을 수행하는 컴퓨터 프로그램.

【요약서】

【요약】

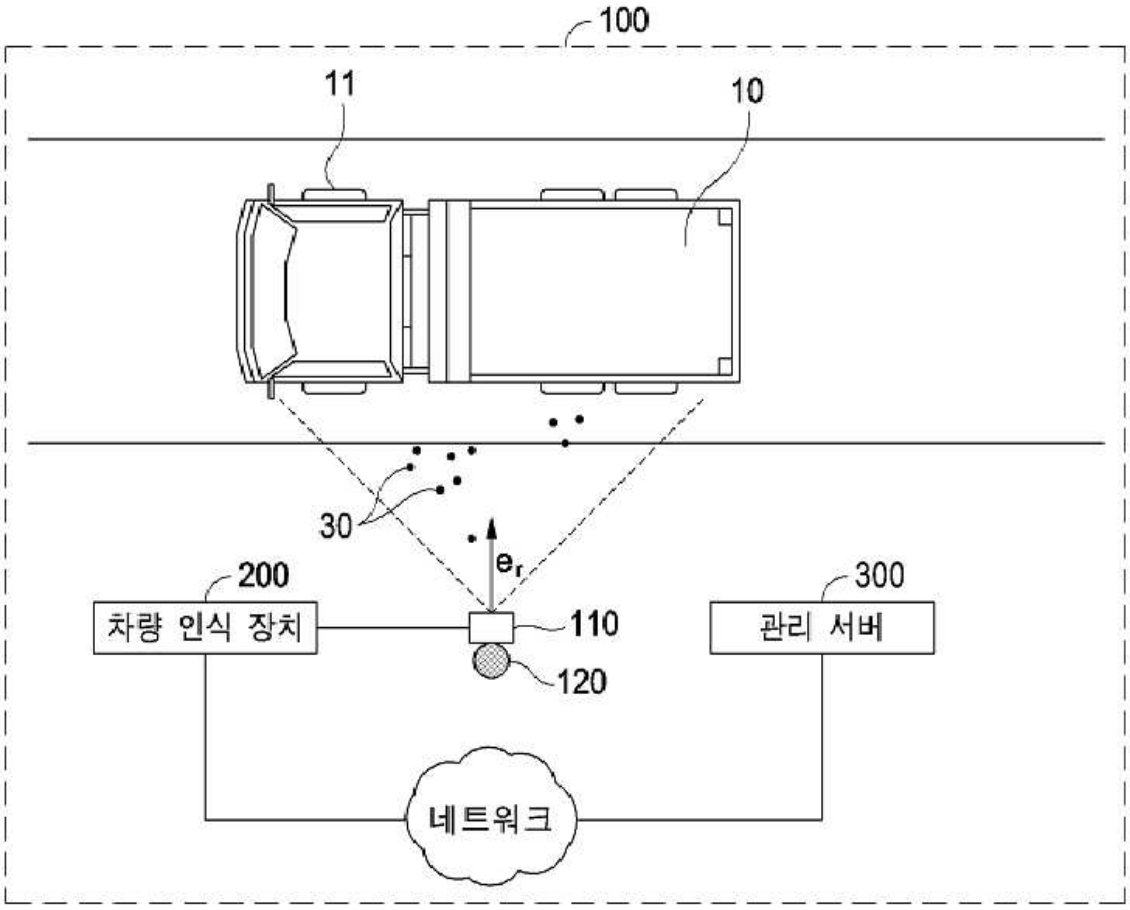
본 발명은 라이다 센서를 이용한 차량 인식 방법 및 장치를 공개한다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 본 발명은 3D 신경망을 실행하지 않고 라이다 깊이 기하 구조를 사용하여 근거리 대기 간섭과 밀집된 차량 표면을 구분하여 근거리 대기 간섭을 제거하고, 대기 간섭이 제거된 포인트 클라우드를 2차원으로 투영하여 차량을 인식하며, 차량 인식 결과에 따라서 서로 다른 프레임에 걸친 포인트 클라우드들을 정렬하고 병합하여 차량의 바퀴가 단륜인지 또는 복륜인지를 인식함으로써 차종을 분류할 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따르면, 직접적인 3차원 포인트 클라우드 딥러닝과 비교하여 GPU 부하, 추론 지연 시간, 전력 소비 및 엣지 컴퓨팅 하드웨어 요구 사항을 크게 감소시킬 수 있다.

【대표도】

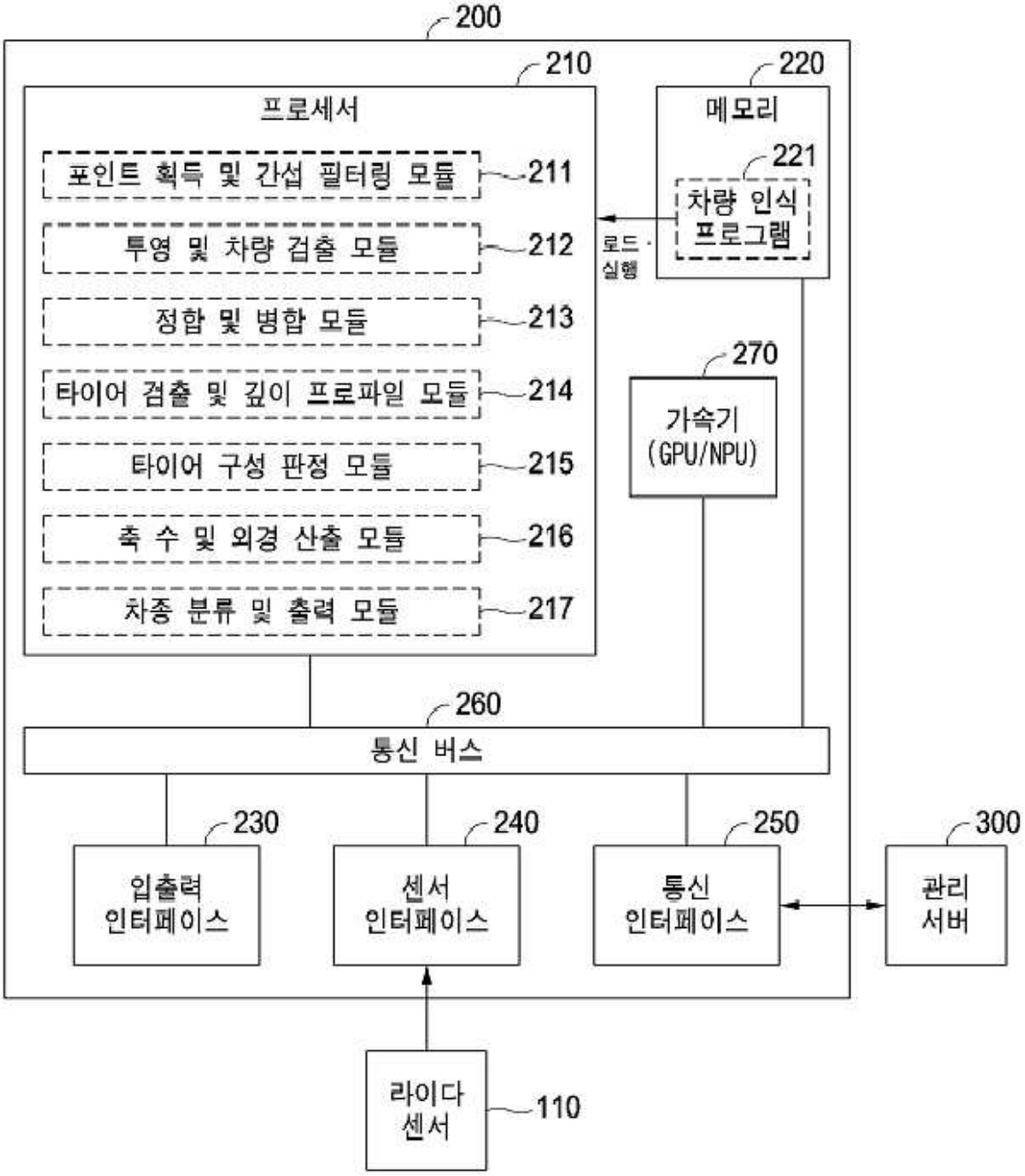
도 1

【도면】

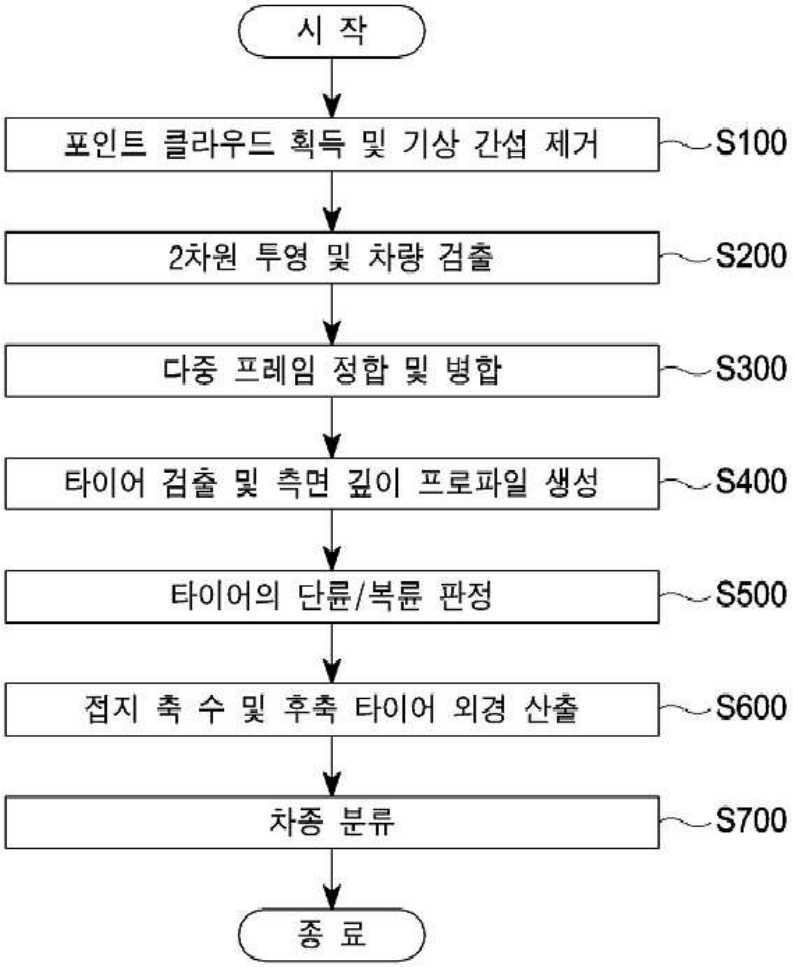
【도 1】



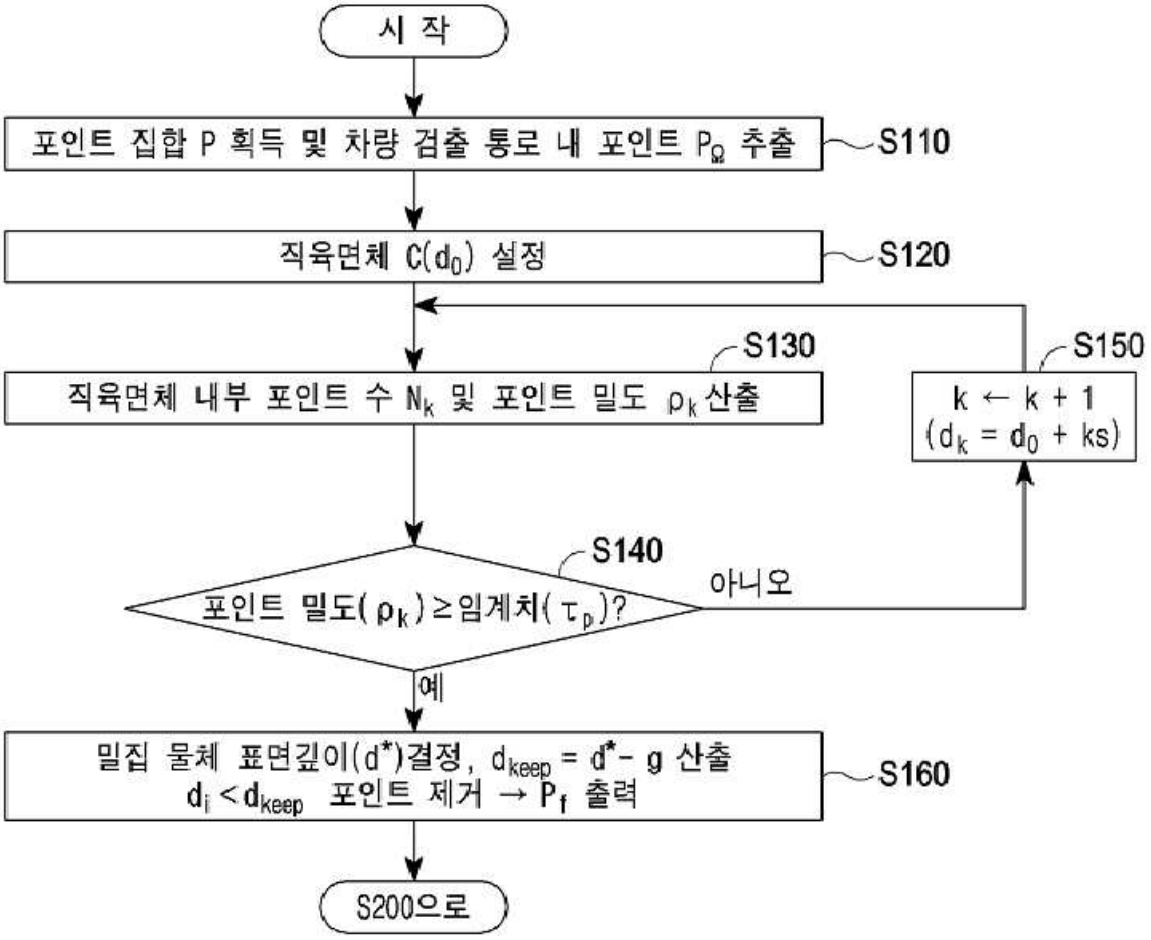
【도 2】


200
210
프로세서
포인트 획득 및 간섭 필터링 모듈
211
투영 및 차량 검출 모듈
212
정합 및 병합 모듈
213
타이어 검출 및 깊이 프로파일 모듈
214
타이어 구성 판정 모듈
215
축 수 및 외경 산출 모듈
216
차종 분류 및 출력 모듈
217
220
메모리
221
차량 인식 프로그램
로드·실행
270
가속기 (GPU/NPU)
260
통신 버스
230
입출력 인터페이스
240
센서 인터페이스
250
통신 인터페이스
300
관리 서버
라이다 센서
110

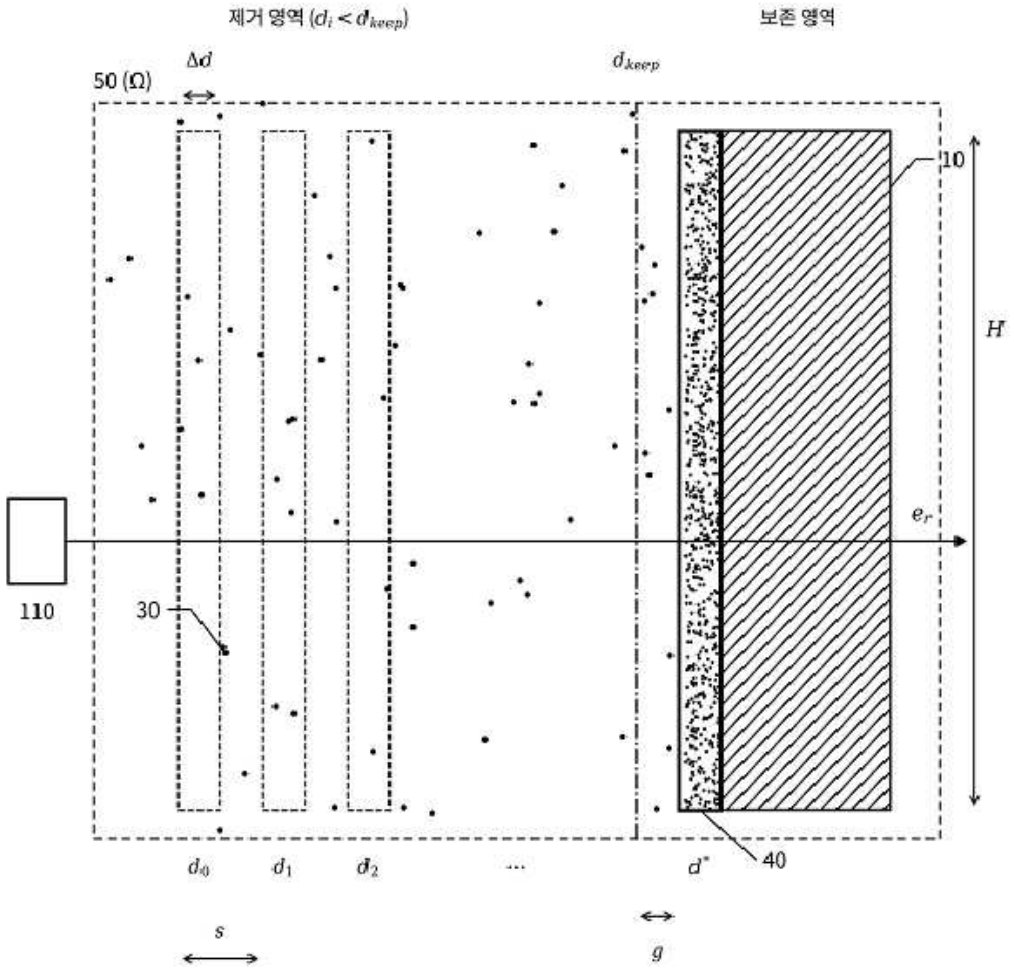
【도 3】


시 작
포인트 클라우드 획득 및 기상 간섭 제거
S100
2차원 투영 및 차량 검출
S200
다중 프레임 정합 및 병합
S300
타이어 검출 및 측면 깊이 프로파일 생성
S400
타이어의 단륜/복륜 판정
S500
접지 축 수 및 후축 타이어 외경 산출
S600
차종 분류
S700
종 료

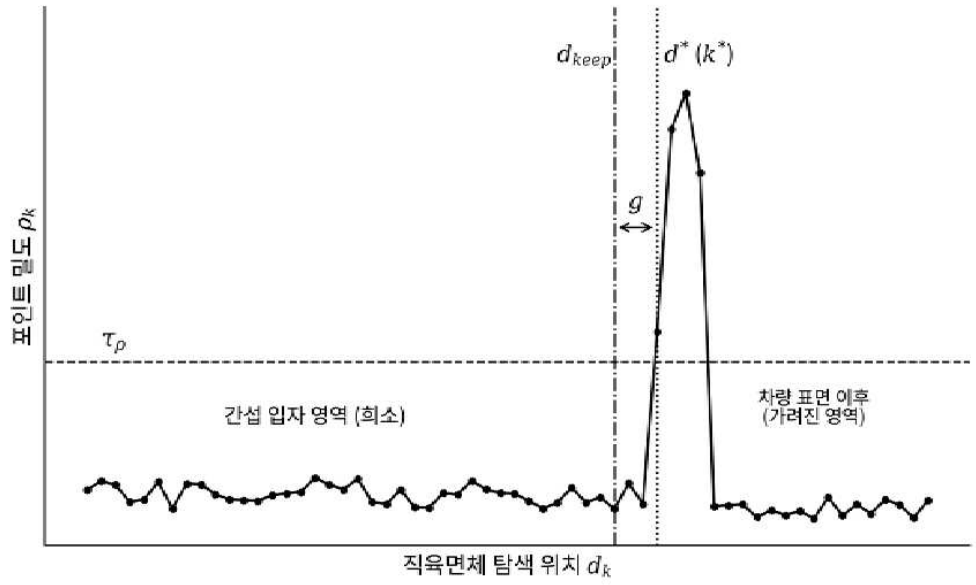
【도 4】


시 작
포인트 집합 P 획득 및 차량 검출 통로 내 포인트 P_Ω 추출
S110
직육면체 C(d_0) 설정
S120
S130
직육면체 내부 포인트 수 N_k 및 포인트 밀도 ρ_k 산출
S150
k ← k + 1
($d_k = d_0 + ks$)
S140
포인트 밀도(ρ_k) ≥ 임계치(τ_p)?
아니오
예
밀집 물체 표면깊이(d^*)결정, $d_{keep} = d^* - g$ 산출
$d_i < d_{keep}$ 포인트 제거 → P_f 출력
S160
S200으로

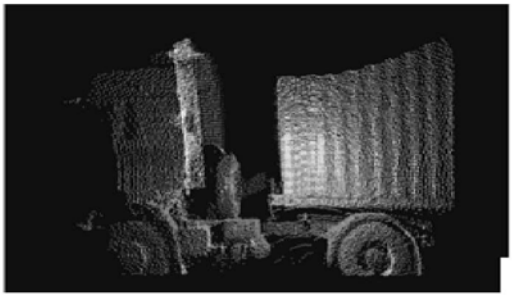
【도 5】


제거 영역 ($d_i < d_{keep}$)
보존 영역
Δd
d_{keep}
50 (Ω)
10
H
e_r
110
30
d_0
d_1
d_2
...
d^*
40
s
g

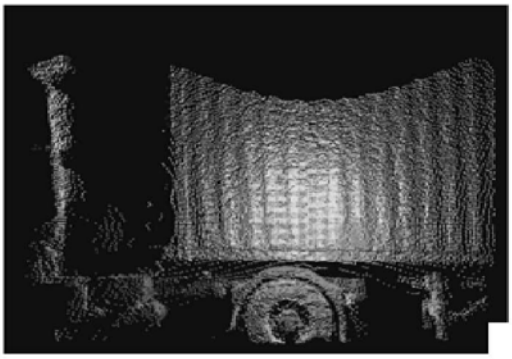
【도 6】



【도 7】

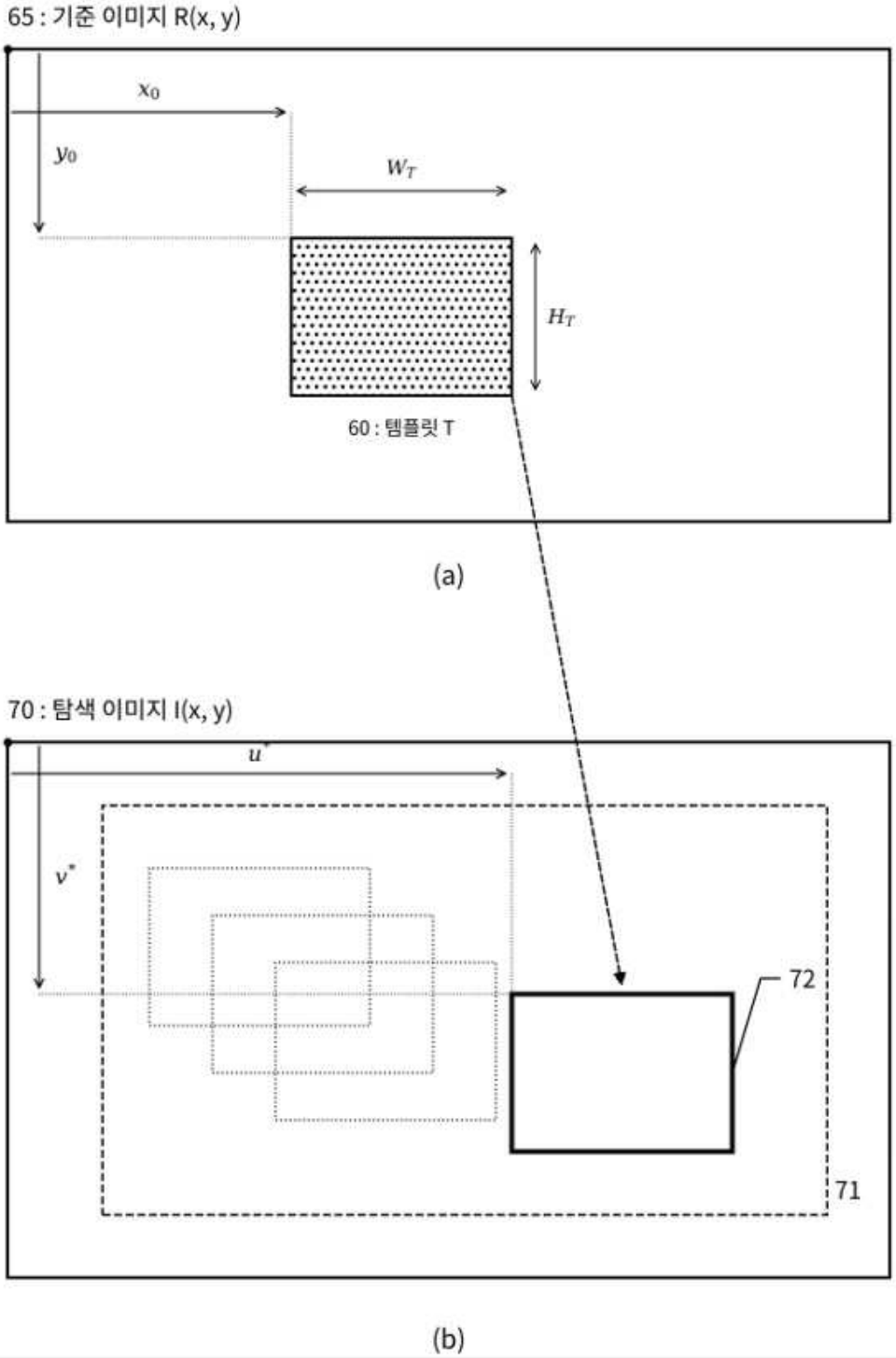


(a) 기준 이미지 R(x, y)

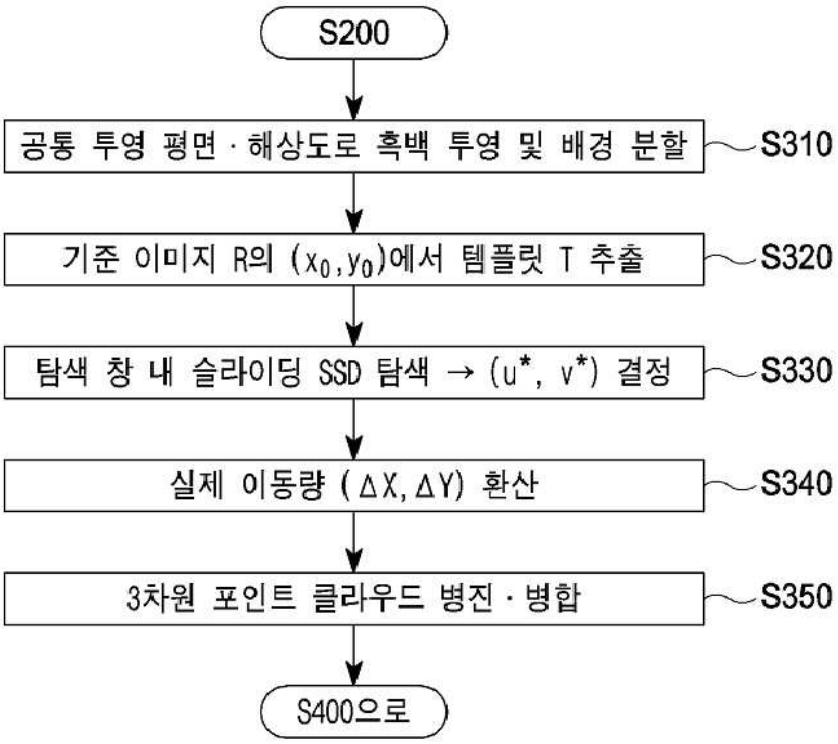


(b) 탐색 이미지 I(x, y)

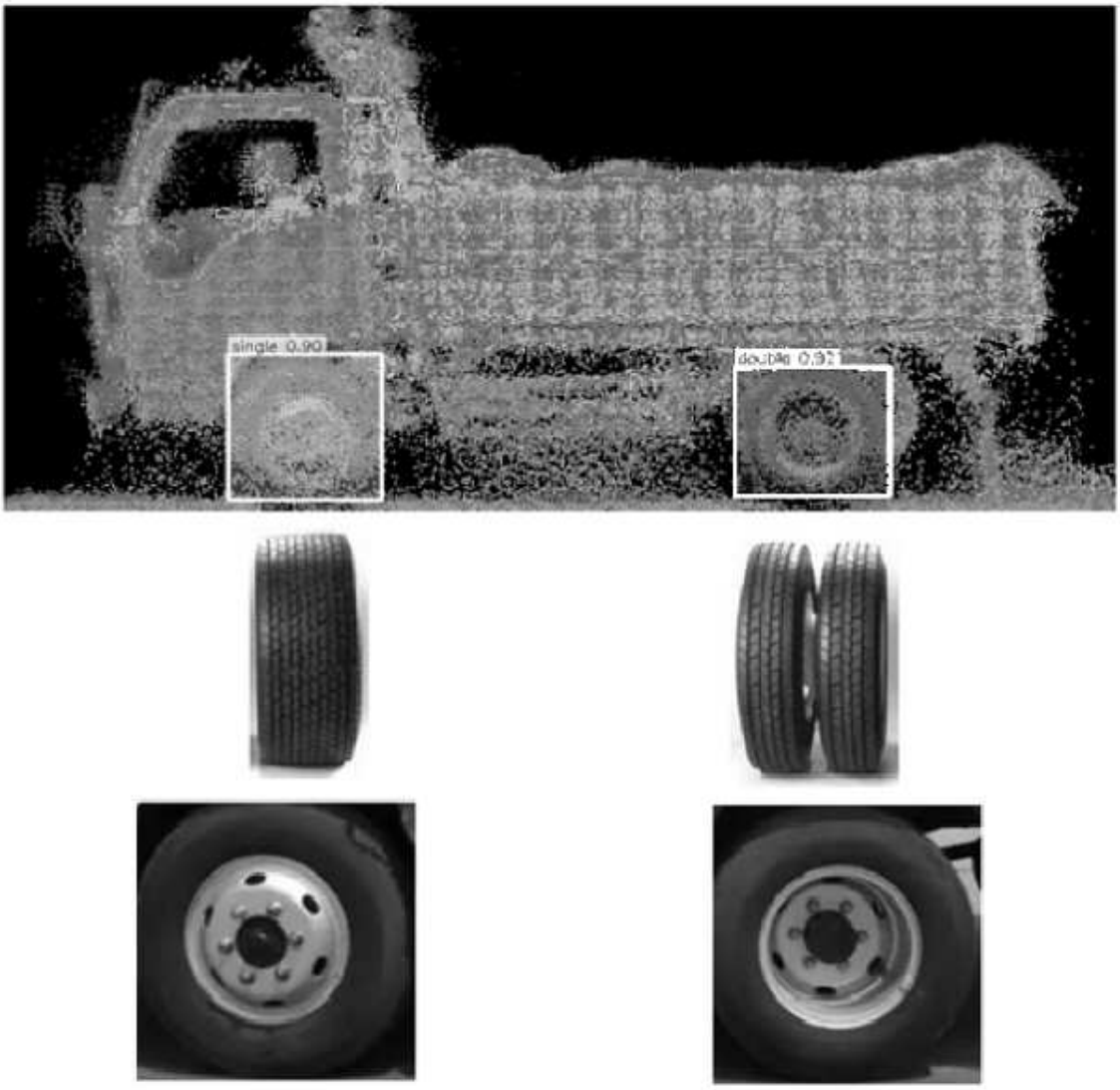
【도 8】



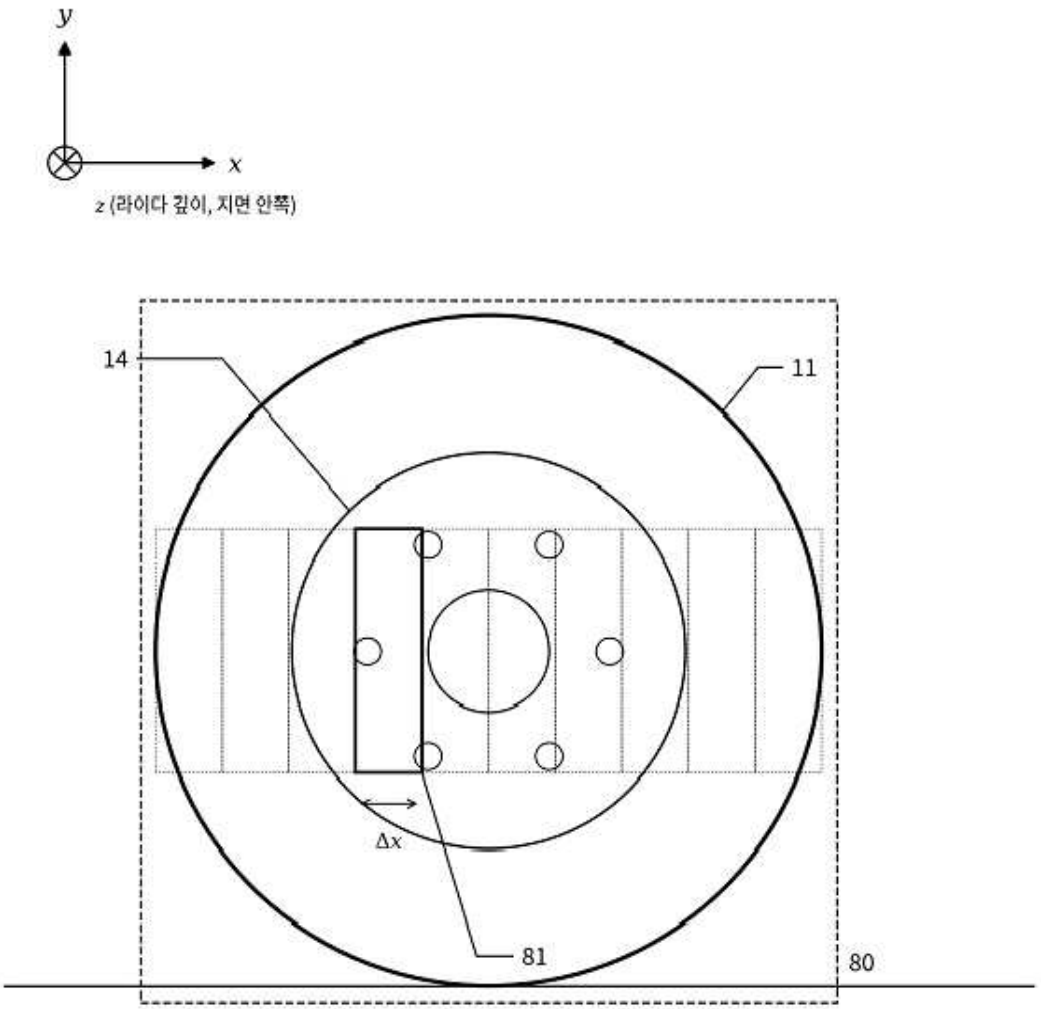
【도 9】


S200
공통 투영 평면 · 해상도로 흑백 투영 및 배경 분할
S310
기준 이미지 R의 (x_0, y_0)에서 템플릿 T 추출
S320
탐색 창 내 슬라이딩 SSD 탐색 → (u^*, v^*) 결정
S330
실제 이동량 $(\Delta X, \Delta Y)$ 환산
S340
3차원 포인트 클라우드 병진 · 병합
S350
S400으로

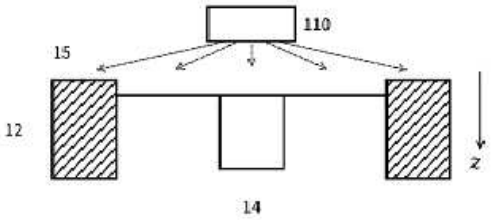
【도 10】



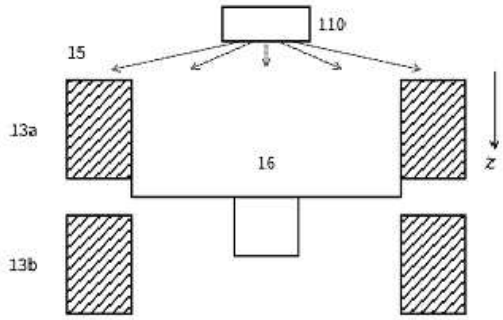
【도 11】



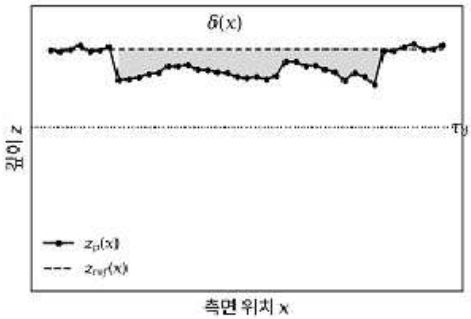
【도 12】

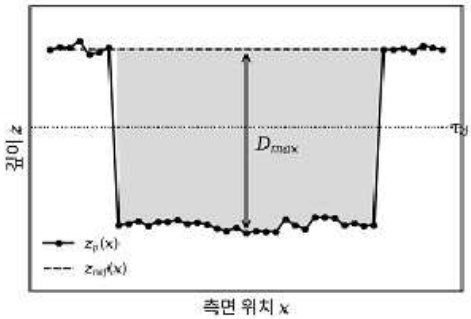

110
15
12
z
14

(a) 단륜

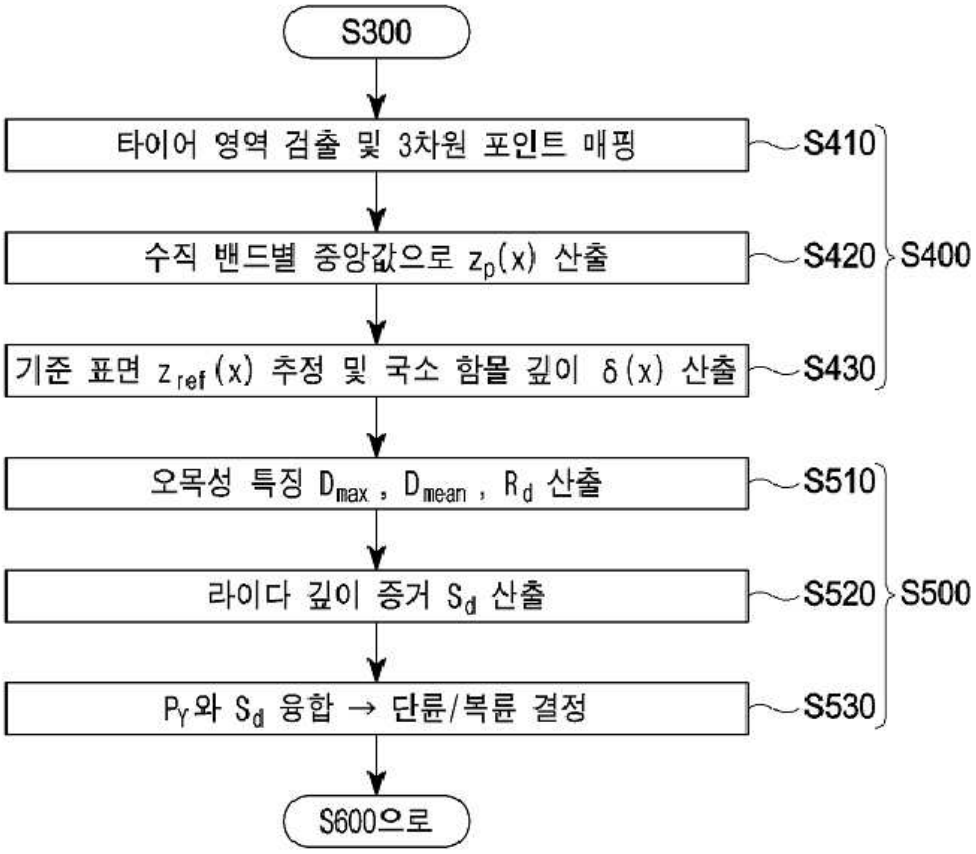

110
15
13a
16
z
13b

(b) 복륜

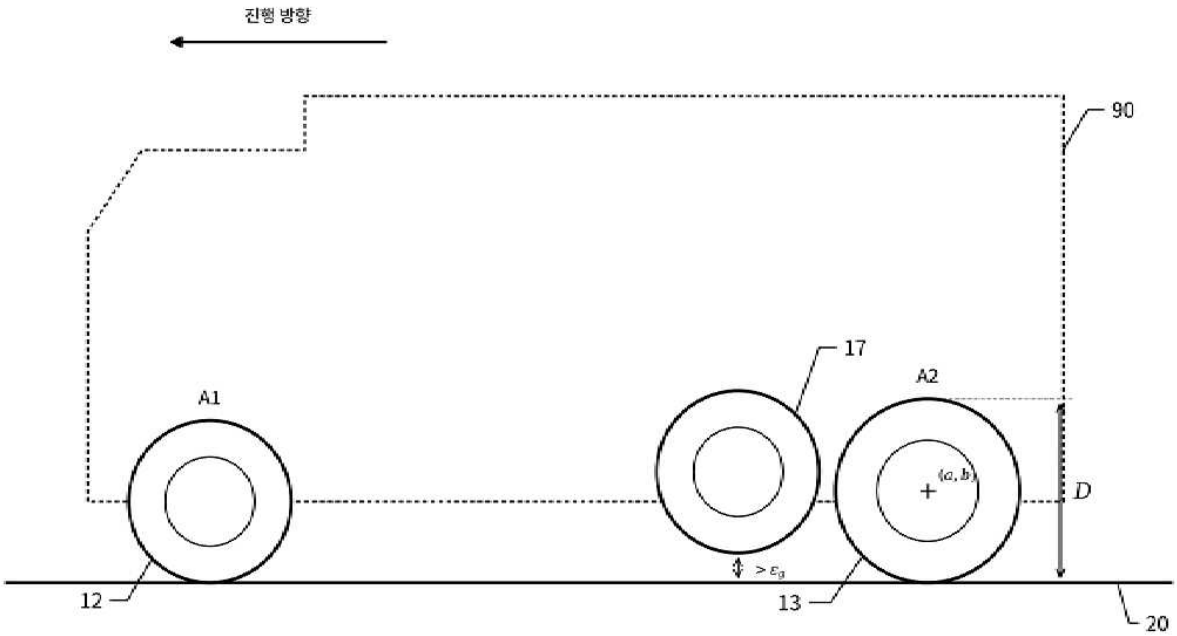

δ(x)
깊이 z
$z_p(x)$
$z_{ref}(x)$
측면 위치 x


D_{max}
깊이 z
$z_p(x)$
$z_{ref}(x)$
측면 위치 x

【도 13】


S300
타이어 영역 검출 및 3차원 포인트 매핑
S410
수직 밴드별 중앙값으로 $z_p(x)$ 산출
S420
S400
기준 표면 $z_{ref}(x)$ 추정 및 국소 함몰 깊이 $\delta(x)$ 산출
S430
오목성 특징 D_{max} , D_{mean} , R_d 산출
S510
라이다 깊이 증거 S_d 산출
S520
S500
P_γ와 S_d 융합 → 단륜/복륜 결정
S530
S600으로

【도 14】



y_{road} : 노면 높이, ε_g : 접지 판정 허용치