



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년05월31일
(11) 등록번호 10-2404155
(24) 등록일자 2022년05월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01C 21/32 (2006.01) G01S 13/06 (2006.01)
G01S 17/06 (2006.01) G01S 19/46 (2010.01)
G01S 7/48 (2006.01) G06K 9/00 (2022.01)
G06T 3/00 (2019.01)
- (52) CPC특허분류
G01C 21/32 (2020.08)
G01S 13/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7010280
- (22) 출원일자(국제) 2017년09월28일
심사청구일자 2020년09월02일
- (85) 번역문제출일자 2019년04월10일
- (65) 공개번호 10-2019-0053217
- (43) 공개일자 2019년05월17일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2017/074595
- (87) 국제공개번호 WO 2018/060313
국제공개일자 2018년04월05일
- (30) 우선권주장
62/401,124 2016년09월28일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US20130169668 A1*
US20150123995 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
툼툼 글로벌 콘텐츠 비.브이.
네덜란드 1011 에이씨 암스테르담 더 라위테르카 더 154
- (72) 발명자
쿠비아 블라제이
네덜란드 1011 에이씨 암스테르담 더 라위테르카 더 154
쿠드린스키 크시슈토프
네덜란드 1011 에이씨 암스테르담 더 라위테르카 더 154
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 13 항

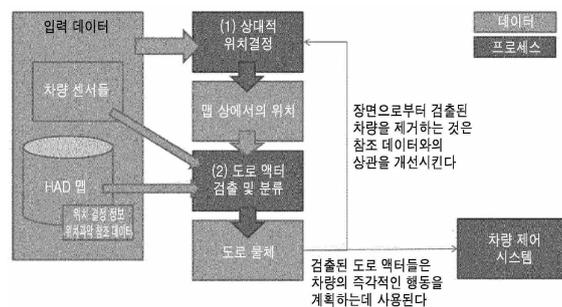
심사관 : 이세경

(54) 발명의 명칭 위치 파악 참조 데이터를 생성 및 사용하기 위한 방법 및 시스템

(57) 요약

차량의 간주된 현재 위치에 관한 디지털 맵의 특징들을 이용하여 차량 주위의 환경을 나타내는 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하는 방법들 및 시스템들이 개시된다. 그러한 방법들 및 시스템들은 그 환경을 지점 클라우드로서 감지할 수 있는 차량 주변의 다른 차량들과 같은 도로 액터들(road actors)을 검출하는데 사용될 수 있으며, 바람직하게는 고도의 그리고 완전히 자동화된 운전 애플리케이션에 의해 사용될 수 있다.

대표도 - 도35



(52) CPC특허분류

G01S 17/06 (2013.01)

G01S 19/46 (2013.01)

G01S 7/4808 (2013.01)

G06T 3/0043 (2013.01)

G06V 20/64 (2022.01)

(72) 발명자

믹사 크시슈토프

네덜란드 1011 에이씨 암스테르담 더 라위테르카더
154

글리슈친스키 라팔 안

네덜란드 1011 에이씨 암스테르담 더 라위테르카더
154

명세서

청구범위

청구항 1

디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드(point cloud)의 데이터 지점들을 분류하는 방법으로서,

상기 디지털 맵은 복수의 세그먼트들을 포함하며,

각각의 세그먼트는 가항(navigable) 네트워크의 가항 요소를 나타내며, 그리고 상기 가항 요소의 경계들을 나타내는 복수의 참조선들을 포함하며,

각각의 세그먼트는 상기 복수의 참조선들의 지리적 위치를 나타내는 위치 데이터와 연관되며,

각각의 세그먼트는 가항 요소 주변의 환경 내의 물체들의 표면들의 지리적 위치를 나타내는 위치파악 참조 데이터(localization reference data)와 더 연관되며,

상기 방법은 :

상기 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 차량의 간주된 현재 위치에 기초하여 상기 디지털 맵의 하나 이상의 세그먼트들에 대한 위치파악 참조 데이터를 얻는 단계;

적어도 하나의 센서를 사용하여 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 실시간 스캔 데이터를 결정하는 단계로서, 상기 실시간 스캔 데이터는 상기 차량 주변의 환경을 나타내는 지점 클라우드에 기초하며, 상기 지점 클라우드는 3차원 좌표계에서 복수의 데이터 지점들을 포함하고, 각각의 데이터 지점은 상기 적어도 하나의 센서를 사용하여 결정된 바와 같이 상기 환경 내의 물체의 표면을 나타내는 3차원 좌표계 내의 위치를 가지는, 단계;

상기 위치파악 참조 데이터 및 상기 실시간 스캔 데이터 간의 상관을 계산하여 하나 이상의 정렬 오프셋들을 결정하는 단계;

상기 결정된 하나 이상의 정렬 오프셋들을 사용하여 상기 실시간 스캔 데이터의 지점 클라우드의 데이터 지점들의 위치를 조정하는 단계;

상기 복수의 데이터 지점들 각각에 대해, 상기 데이터 지점이 상기 가항 요소의 경계들 사이에 있는지를 결정하기 위해, 관련 세그먼트에 대한 상기 위치 데이터와 상기 데이터 지점의 조정된 위치를 비교하는 단계; 및

상기 비교에 기초하여 상기 복수의 데이터 지점들 각각을 하나 이상의 그룹들로 분류하는 단계를 포함하는, 디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 하나 이상의 정렬 오프셋들은 종방향, 측방향, 헤딩(heading) 및/또는 베어링(bearing) 오프셋들인, 디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하는 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 가항 요소의 경계들을 나타내는 상기 복수의 참조선들은 도로 경계들 및/또는 차선 경계들을 더 포함하는, 디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하는 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 복수의 참조선들 중 적어도 하나는 도로의 중심선 및/또는 도로의 차선들의 중심선을 나타내는 참조선인,

디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하는 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 가항 세그먼트의 경계들 사이의 데이터 지점들은 상기 가항 요소상에 있는 물체들의 표면들과 관련된 데이터 지점들인, 디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하는 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 방법은 하나 이상의 후보 물체들을 인식하기 위해 상기 데이터 지점들의 그룹들 중 하나 이상을 분석하는 단계를 더 포함하는, 디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하는 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 방법은 물체 인식이 상기 지점 클라우드 내의 데이터 지점들의 서브셋에 대해서만 수행되도록 상기 지점 클라우드로부터 지점들을 제거하는 단계를 더 포함하는, 디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하는 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 제거된 지점들은 적어도 하나의 이동 물체에 대응하는 지점들인, 디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하는 방법.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 데이터 지점들의 서브셋은 도로 이동통로(road corridor) 내에 있는 지점들인, 디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하는 방법.

청구항 10

청구항 7에 있어서,

상기 데이터 지점들의 서브셋은 도로 이동통로 외부에 있는 지점들인, 디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하는 방법.

청구항 11

청구항 8에 있어서,

상기 적어도 하나의 이동 물체는 이동 차량인, 디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하는 방법.

청구항 12

시스템으로 하여금 디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하는 방법을 수행하게 하도록 실행 가능한 컴퓨터 판독 가능 명령들을 저장하는 비-일시적 컴퓨터 판독 가능 매체로서,

상기 디지털 맵은 복수의 세그먼트들을 포함하며,

각각의 세그먼트는 가항(navigable) 네트워크의 가항 요소를 나타내며, 그리고 상기 가항 요소의 경계들을 나타내는 복수의 참조선들을 포함하며,

각각의 세그먼트는 상기 복수의 참조선들의 지리적 위치를 나타내는 위치 데이터와 연관되며,

각각의 세그먼트는 가항 요소 주변의 환경 내의 물체들의 표면들의 지리적 위치를 나타내는 위치파악 참조 데이터(localization reference data)와 더 연관되며,

상기 방법은 :

상기 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 차량의 간주된 현재 위치에 기초하여 상기 디지털 맵의 하나 이상의 세그먼트들에 대한 위치파악 참조 데이터를 얻는 단계;

적어도 하나의 센서를 사용하여 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 실시간 스캔 데이터를 결정하는 단계로서, 상기 실시간 스캔 데이터는 상기 차량 주변의 환경을 나타내는 지점 클라우드에 기초하며, 상기 지점 클라우드는 3차원 좌표계에서 복수의 데이터 지점들을 포함하고, 각각의 데이터 지점은 상기 적어도 하나의 센서를 사용하여 결정된 바와 같이 상기 환경 내의 물체의 표면을 나타내는 3차원 좌표계 내의 위치를 가지는, 단계;

상기 위치파악 참조 데이터 및 상기 실시간 스캔 데이터 간의 상관을 계산하여 하나 이상의 정렬 오프셋들을 결정하는 단계;

상기 결정된 하나 이상의 정렬 오프셋들을 사용하여 상기 실시간 스캔 데이터의 지점 클라우드의 데이터 지점들의 위치를 조정하는 단계;

상기 복수의 데이터 지점들 각각에 대해, 상기 데이터 지점이 상기 가항 요소의 경계들 사이에 있는지를 결정하기 위해, 관련 세그먼트에 대한 상기 위치 데이터와 상기 데이터 지점의 조정된 위치를 비교하는 단계; 및

상기 비교에 기초하여 상기 복수의 데이터 지점들 각각을 하나 이상의 그룹들로 분류하는 단계를 포함하는, 비-일시적 컴퓨터 판독 가능 매체.

청구항 13

디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드(point cloud)의 데이터 지점들을 분류하는 시스템으로서,

상기 디지털 맵은 복수의 세그먼트들을 포함하며,

각각의 세그먼트는 가항 네트워크의 가항 요소를 나타내며, 그리고 상기 가항 요소의 경계들을 나타내는 복수의 참조선들을 포함하며,

각각의 세그먼트는 상기 복수의 참조선들의 지리적 위치를 나타내는 위치 데이터와 연관되며,

각각의 세그먼트는 가항 요소 주변의 환경 내의 물체들의 표면들의 지리적 위치를 나타내는 위치파악 참조 데이터(localization reference data)와 더 연관되며,

상기 시스템은 처리 회로를 포함하며,

상기 처리 회로는 :

상기 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 차량의 간주된 현재 위치에 기초하여 상기 디지털 맵의 하나 이상의 세그먼트들에 대한 위치파악 참조 데이터를 얻도록 구성되며; 그리고

적어도 하나의 센서를 사용하여 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 실시간 스캔 데이터를 결정하도록 구성되며, 상기 실시간 스캔 데이터는 상기 차량 주변의 환경을 나타내는 지점 클라우드에 기초하며, 상기 지점 클라우드는 3차원 좌표계에서 복수의 데이터 지점들을 포함하고, 각각의 데이터 지점은 상기 적어도 하나의 센서를 사용하여 결정된 바와 같이 상기 환경 내의 물체의 표면을 나타내는 3차원 좌표계 내의 위치를 가지고;

상기 처리 회로는 :

상기 위치파악 참조 데이터 및 상기 실시간 스캔 데이터 간의 상관을 계산하여 하나 이상의 정렬 오프셋들을 결정하도록 구성되며;

상기 결정된 하나 이상의 정렬 오프셋들을 사용하여 상기 실시간 스캔 데이터의 지점 클라우드의 데이터 지점들의 위치를 조정하도록 구성되며;

상기 복수의 데이터 지점들 각각에 대해, 상기 데이터 지점이 상기 가항 요소의 경계들 사이에 있는지를 결정하기 위해, 관련 세그먼트에 대한 상기 위치 데이터와 상기 데이터 지점의 조정된 위치를 비교하도록 구

성되며; 그리고

상기 비교에 기초하여 상기 복수의 데이터 지점들 각각을 하나 이상의 그룹들로 분류하도록 구성되는, 디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하는 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 특정 양상들 및 실시예들에서, 디지털 맵에 비해 향상된 위치 결정 정확도를 위한 방법 및 시스템에 관한 것으로, 고도의 그리고 완전히 자동화된 운전 애플리케이션에 필요하다. 이러한 방법들 및 시스템들은 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터를 사용할 수 있다. 추가 양상들에서, 본 발명은 참조 데이터의 포맷 및 참조 데이터의 사용을 포함하는, 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터의 생성에 관한 것이다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 참조 데이터를 사용하여 차량으로부터의 감지된 데이터와의 비교를 통해 차량을 디지털 맵상에 정확히 위치시키는 것에 관한 것이다. 다른 실시예들은 차량으로부터의 감지된 데이터도 사용하는 기술들이 아닌 다른 목적들을 위해 참조 데이터를 사용하는 것에 관한 것이다. 예를 들어, 추가 실시예들은 차량과 관련된 카메라로부터의 뷰(view)를 재구성하기 위해 생성된 참조 데이터를 사용하는 것에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 차량 내부에 착탈 가능하게 위치할 수 있는 휴대용 내비게이션 장치(portable navigation device)들 또는 차량에 통합된 시스템들의 형태로 차량이 내비게이션 장치들을 구비하는 것이 최근에는 일반적으로 되었다. 이러한 내비게이션 장치들은 장치의 현재 위치를 결정하는 수단; 일반적으로, GPS 또는 GLONASS 같은 글로벌 내비게이션 위성 시스템(Global Navigation Satellite System; GNSS) 수신기를 포함한다. 그러나, 이동 통신 네트워크, 표면 비콘(surface beacon) 등을 사용하는 것과 같이 다른 수단들이 사용될 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[0003] 내비게이션 장치들은 또한 차량이 주행하는 가항 네트워크(navigable network)를 나타내는 디지털 맵으로의 접근권(access)을 갖는다. 가장 단순한 형태의, 디지털 맵(또는 때때로 알려진 바와 같은 수학 그래프)은 실제로, 노드를 나타내는 데이터, 가장 일반적으로는 도로 교차로를 나타내는 데이터, 그러한 교차로들 사이의 도로를 나타내는 그러한 노드들 사이의 선들을 나타내는 데이터를 보유하는 데이터베이스이다. 보다 상세한 디지털 맵들에서, 선들은 시작 노드 및 종료 노드에 의해 정의되는 세그먼트들로 분할될 수 있다. 이 노드들은 최소 3개의 선들 또는 세그먼트들이 교차하는 도로 교차로를 나타낸다는 점에서 "실제적"일 수 있으며, 또는 다른 것들 중에서도, 예를 들어 속도 제한과 같은 도로의 일부 특성이 변경되는 도로를 따라 위치를 식별하는 수단 또는 도로의 특정 스트레치(stretch)에 대한 형상 정보를 제공하기 위해 그들이 실제 노드에 의해 한쪽 또는 양쪽 단부에서 정의되지 않는 세그먼트들을 위한 앵커들(anchors)로서 제공된다는 점에서 "인위적"일 수 있다. 거의 모든 최신 디지털 맵들에서, 노드들과 세그먼트들은 데이터베이스의 데이터로 다시 표현되는 다양한 속성들에 의해 더욱 정의된다. 예를 들어, 각 노드는, 예를 들어 위도 및 경도와 같이, 일반적으로 그것의 실제 위치를 정의하는 지리적 좌표를 가질 것이다. 노드들은 또한 일반적으로 그것과 연관된 기동 데이터(manoeuvre data)를 가지며, 이는 교차로에서 한 도로에서 다른 도로로 이동할 수 있는지의 여부를 나타낸다; 반면에 세그먼트에는 허용되는 최대 속도, 차선 크기, 차선 개수, 중간에 구분선(divider)이 있는지 여부 등과 같은 관련 속성들도 가질 것이다. 이 애플리케이션의 목적을 위해, 이 형식의 디지털 맵이 "표준 맵"으로 지칭될 것이다.

[0004] 내비게이션 장치들은 표준 맵과 함께 장치의 현재 위치를 사용하여 결정된 경로와 관련한 지침(guidance)과 같은 많은 작업을 수행할 수 있도록 구성되어 있으며, 결정된 경로에 기초하여 현재 위치 또는 예측된 미래 위치에 대한 트래픽 및 주행 정보를 제공한다.

[0005] 그러나, 표준 맵들 내에 포함된 데이터는, 차량이 운전자로부터의 입력 없이 예를 들어 가속, 제동 및 조향과 같은 제어를 자동적으로 할 수 있는 고도의 자동화된 운전 그리고 심지어는 완전히 자동화된 "자가-운전" 차량과 같은, 다양한 차세대 애플리케이션에는 불충분하다는 것이 인식되어 왔다. 그러한 애플리케이션의 경우, 보다 정밀한 디지털 맵이 필요하다. 이러한 보다 상세한 디지털 맵은 일반적으로 도로의 각 차선이 다른 차선으로의 연결 데이터와 함께 개별적으로 표현되는 3-차원 벡터 모델을 포함한다. 이 애플리케이션의 목적을 위해, 이 형식의 디지털 맵을 "플래닝 맵(planning map)"또는 "HD(high definition) 맵"으로 지칭될 것이다.

[0006] 플래닝 맵의 일부 표현이 도 1에 나타나며, 여기서 각 선은 차선의 중심선을 나타낸다. 도 2는 플래닝 맵의 또 다른 예시적인 부분을 도시하지만, 이번에는 도로 네트워크의 이미지 상에 중첩되었다. 이 맵들 내의 데이터는

일반적으로 1미터 이내의 정확도를 가지며, 다양한 기술을 사용하여 수집될 수 있다.

[0007] 그러한 플래닝 맵들을 구축하기 위해 데이터를 수집하는 일 예시적인 기술은 모바일 맵핑 시스템들을 사용하는 것이다; 그것의 일 예가 도 3에 도시된다. 모바일 맵핑 시스템(2)은 조사 차량(4), 디지털 카메라(40) 및 차량(4)의 지붕(8)에 장착된 레이저 스캐너(6)를 포함한다. 조사 차량(2)은 프로세서(10), 메모리(12) 및 송수신기(14)를 더 포함한다. 또한, 조사 차량(2)은 GNSS 수신기와 같은 절대 위치결정 장치(2) 및 관성 측정 유닛(IMU; inertial measurement unit) 및 거리 측정 기구(DMI; distance measurement instrument)를 포함하는 상대 위치결정 장치(22)를 포함한다. 절대 위치결정 장치(20)는 차량의 지리적 좌표들을 제공하고, 상대 위치결정 장치(22)는 절대 위치결정 장치(20)에 의해 측정된 좌표들의 정확도를 향상시키는(그리고 내비게이션 위성으로부터의 신호들이 수신될 수 없을 때 그러한 경우들에서 절대 위치결정 장치를 대체하는) 역할을 한다. 레이저 스캐너(6), 카메라(40), 메모리(12), 송수신기(14), 절대 위치결정 장치(20) 및 상대 위치결정 장치(22)는 모두 (선들(24)에 의해 표시된 것처럼) 프로세서(10)와 통신하도록 구성된다. 레이저 스캐너(6)는 환경을 가로 질러 3차원으로 레이저 빔을 스캔하고 상기 환경을 나타내는 지점 클라우드(point cloud)를 생성하도록 구성된다; 각 지점은 레이저 빔이 반사되는 물체의 표면의 위치를 나타낸다. 레이저 스캐너(6)는 또한 물체 표면상의 레이저 빔의 각각의 입사 위치에 대한 거리를 측정하기 위해 비행-시간 레이저 레인지-파인더(time-of-flight laser range-finder)로도 구성된다.

[0008] 사용 시, 도 4에 도시된 바와 같이, 조사 차량(4)은 그 위에 그려진 도로 표시들(34)을 갖는 표면(32)을 포함하는 도로(30)를 따라 이동한다. 프로세서(10)는 절대 위치결정 장치(20) 및 상대 위치결정 장치(22)를 사용하여 측정된 위치 및 방위 데이터로부터 임의의 시점에 차량(4)의 위치 및 방위를 결정하고, 적절한 타임스탬프들(timestamps)로 메모리(12)에 데이터를 저장한다. 또한, 카메라(40)는 도로 표면(32)의 이미지들을 반복적으로 포착하여 복수의 노면 이미지들을 제공한다; 프로세서(10)는 각 이미지에 타임스탬프를 부가하고 이미지들을 메모리(12)에 저장한다. 또한 레이저 스캐너(6)는 표면(32)을 반복적으로 스캔하여 적어도 복수의 측정된 거리 값들을 제공한다; 프로세서는 각각의 거리 값에 타임스탬프를 부가하고 그들을 메모리(12)에 저장한다. 레이저 스캐너(6)로부터 얻어진 데이터의 예들이 도 5 및 도 6에 도시된다. 도 5는 3D 도면을 도시하고, 도 6은 측면 투영을 도시한다; 각 그림의 색상은 도로까지의 거리를 나타낸다. 이들 모바일 맵핑 차량들에서 얻은 모든 데이터는 분석되고 차량들에 의해 수행되는 가항(또는 도로) 네트워크의 부분들의 플래닝 맵들을 만드는데 사용될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 출원인은, 상당한 그리고 완전히 자동화된 주행 애플리케이션들에 있어서 그러한 플래닝 맵들을 사용하기 위해서는, 플래닝 맵에 대한 차량의 위치를 고도의 정확도로 알 필요가 있음을 인식하였다. 내비게이션 위성들 또는 지상 비콘들(terrestrial beacons)을 사용하여 장치의 현재 위치를 결정하는 전통적인 기술은 장치의 절대 위치를 약 5-10 미터의 정확도로 제공한다. 이 절대 위치는 이후 디지털 맵 상의 대응하는 위치에 매칭된다. 이러한 수준의 정확성은 대부분의 전통적인 애플리케이션에는 충분하지만, 도로 네트워크 상에서 고속으로 주행하는 경우에도 디지털 맵과 관련된 위치가 서브-미터(sub-meter) 정확도로 필요한 차세대 애플리케이션에는 충분히 정확하지 않다. 따라서 개선된 위치결정 방법이 필요하다.

[0010] 출원인은 또한, 예를 들어 맵과 관련된 차량의 위치 및 기타 상황을 결정하는데 사용될 수 있는 "플래닝 맵"을 제공하기 위하여, 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터를 생성하는 개선된 방법이 필요하다는 것도 인식하였다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 제1 측면에 따르면, 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터를 생성하는 방법이 제공되며, 상기 위치과악 참조 데이터는 디지털 맵에 의해 표현된 가항 네트워크의 적어도 하나의 가항 요소 주변의 환경의 압축된 표현을 제공하고, 상기 방법은, 디지털 맵에 의해 표현된 적어도 하나의 가항 요소에 대하여:

[0012] 참조 평면에 투영된 가항 요소 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하는 위치과악 참조 데이터를 생성하는 단계로서, 참조 평면은 가항 요소와 관련된 참조선에 의해 정의되고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 가항 요소와 연관된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 상기 픽셀은 상기 참조 평면 내 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단

계; 및

- [0013] 생성된 위치과악 참조 데이터를 디지털 맵 데이터와 연관시키는 단계를 포함한다.
- [0014] 디지털 맵(이 경우에서, 그리고 본 발명의 임의의 다른 측면 또는 실시예에서)은 예를 들어 도로 네트워크의 도로와 같은 가항 네트워크의 가항 요소를 나타내는 데이터를 포함한다는 것이 이해될 것이다.
- [0015] 본 발명의 제1 측면에 따르면, 위치과악 참조 데이터는 디지털 맵에 의해 표시되는 가항 네트워크의 하나 이상의 가항 요소와 관련하여 생성된다. 그러한 데이터는 맵에 의해 표현된 가항 요소의 적어도 일부, 바람직하게는 모두에 대해 생성될 수 있다. 생성된 데이터는 가항 요소 주변의 환경에 대한 압축된 표현을 제공한다. 이것은 적어도 하나의 깊이 맵을 사용하여 달성되며, 이는 참조선에 의해 정의된 참조 평면상에 투영된 요소 주변의 환경을 나타내고, 이는 결국 가항 요소에 대하여 정의된다. 깊이 맵의 각 픽셀은 참조 평면 내의 위치와 연관되고, 참조 평면에서의 픽셀의 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함한다.
- [0016] 이제 위치과악 참조 데이터의 적어도 하나의 깊이 맵의 다양한 특징이 설명될 것이다. 상호 배타적이지 않은 범위에서, 그러한 특징들이 본 발명의 특정 추가 양상들 또는 실시예들에서 사용되는 실시간 스캔 데이터의 적어도 하나의 깊이 맵에 대안적으로 또는 추가적으로 적용될 수 있다는 것이 이해될 것이다.
- [0017] 가항 요소와 관련된 참조선은, 참조 평면을 정의하는데 사용되며, 가항 요소에 대해 임의의 방식으로 설정될 수 있다. 참조선은 가항 요소와 관련된 점 또는 점들로 정의된다. 상기 참조선은 상기 가항 요소에 대해 소정 배향을 가질 수 있다. 바람직한 실시예들에서, 참조선은 가항 요소와 평행하다. 이것은 가항 요소의 측면 또는 측면들 상의 측방향 환경과 관련된 위치과악 참조 데이터(및/또는 실시간 스캔 데이터)를 제공하는데 적절할 수 있다. 참조선은 선형 또는 비선형일 수 있는데, 즉 가항 요소가 직선인지의 여부에 의존한다. 참조선은 예를 들어 가항 요소와 평행을 유지하기 위해, 직선형 및 비선형(예를 들어 곡선 부분)을 포함할 수 있다. 일부 추가 실시예들에서, 참조선은 가항 요소와 평행하지 않을 수 있음이 이해될 것이다. 예를 들어, 이하에서 설명되는 바와 같이, 참조선은 가항 요소와 관련된 지점(예를 들어, 가항 요소 상의 지점)을 중심으로 하는 반경에 의해 정의될 수 있다. 참조선은 원형일 수 있다. 이 경우 이것은 교차점 주변의 환경의 360도 표현을 제공할 수 있다.
- [0018] 참조선은 바람직하게는 종방향 참조선이고, 예를 들어, 가항 요소의 에지 또는 경계 또는 그 차선, 또는 가항 요소의 중심선일 수 있다. 위치과악 참조 데이터(및/또는 실시간 스캔 데이터)는 이후 요소의 측면 또는 측면들 상의 환경의 표현을 제공할 것이다. 참조선은 요소 위에 놓일 수 있다.
- [0019] 실시예들에서, 참조선은 가항 요소가 만곡된 경우에도 선형일 수 있는데, 이는 가항 요소의 에지 또는 중심선과 같은 가항 요소의 참조선 및 관련 깊이 정보가, 선형 참조선으로의 맵핑을 겪을 수 있기 때문이다. 이러한 맵핑 또는 변환은 WO 2009/045096 A1에서 보다 구체적으로 설명되며; 이 문서의 전체 내용은 본 명세서에 참조로서 포함된다.
- [0020] 참조선에 의해 정의되는 참조 평면은 바람직하게는 가항 요소의 표면에 수직으로 배향된다. 본 명세서에서 사용된 참조 평면은 곡면이거나 비곡면인 2차원 표면을 지칭한다.
- [0021] 참조선이 가항 요소에 평행한 종방향 참조선인 경우, 각 픽셀의 깊이 채널은 바람직하게는 환경 내의 물체의 표면에 대한 측방향 거리를 나타낸다.
- [0022] 각각의 깊이 맵은 래스터 이미지의 형태일 수 있다. 각각의 깊이 맵은 환경 내의 물체의 표면으로부터 소정 방향을 따라 (예를 들어, 참조 평면과 관련된 각 픽셀의 위치에 대응하는) 복수의 종방향 위치 및 높이에 대한 참조 평면까지의 거리를 나타낸다는 것이 이해될 것이다. 깊이 맵은 복수의 픽셀을 포함한다. 깊이 맵의 각 픽셀은 예를 들어, 래스터 이미지와 같이, 깊이 맵의 특정 종방향 위치 및 높이와 관련된다.
- [0023] 일부 바람직한 실시예들에서, 참조 평면은 가항 요소에 평행한 종방향 참조선에 의해 정의되고, 참조 평면은 가항 요소의 표면에 수직으로 배향된다. 이 경우, 각 픽셀은 환경 내의 물체의 표면에 대한 측방향 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함한다.
- [0024] 바람직한 실시예들에서, 적어도 하나의 깊이 맵은 고정된 종방향 분해능 및 가변 수직 및/또는 깊이 분해능을 가질 수 있다.
- [0025] 본 발명의 제2 측면에 따르면, 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터를 생성하는 방법이 제공되며, 상기 위치과악 참조 데이터는 디지털 맵에 의해 표현된 가항 네트워크의 적어도 하나의 가항 요소 주변의 환경의 압축

된 표현을 제공하며, 상기 방법은, 디지털 맵에 의해 표현된 적어도 하나의 가항 요소에 대하여:

- [0026] 참조 평면에 투영된 가항 요소 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하는 위치과악 참조 데이터를 생성하는 단계로서, 참조 평면은 가항 요소와 평행한 종방향 참조선에 의해 정의되고 가항 요소의 표면에 수직하게 배향되며, 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 가항 요소와 연관된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 상기 픽셀은 상기 참조 평면 내 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내의 물체의 표면까지의 측방향 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하고, 바람직하게는 상기 적어도 하나의 깊이 맵은 고정 종방향 분해능 및 가변 수직 및/또는 깊이 분해능을 갖는, 단계; 및
- [0027] 생성된 위치과악 참조 데이터를 디지털 맵 데이터와 연관시키는 단계를 포함한다.
- [0028] 이 추가 측면에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 측면과 관련하여 설명된 특징들 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 서로 상반되지 않는 범위 내에서 포함할 수 있다.
- [0029] 본 발명에 따르면 그것의 다양한 양상들 및 실시예들에서, 참조선, 참조 평면, 그리고 환경이 참조 평면상에 투영되는 선의 배향에 관계없이, 적어도 하나의 깊이 맵이 고정된 종방향 분해능 및 가변 수직 및/또는 깊이 분해능을 갖는 것이 바람직하다. 위치과악 참조 데이터(및/또는 실시간 스캔 데이터)의 적어도 하나의 깊이 맵은 바람직하게는 고정된 종방향 분해능 및 가변 수직 및/또는 깊이 분해능을 갖는다. 가변 수직 및/또는 깊이 분해능은 바람직하게는 비선형이다. 지면에 더 가깝고 가항 요소에 더 근접한(그리고 그에 따라 차량에 더 가까운) 깊이 맵의 일부, 예를 들어 래스터 이미지는, 지면으로부터 더 높아지고 가항 요소(그리고 그에 따라 차량)로부터 더 멀어지는 깊이 맵의 일부, 예를 들어 래스터 이미지보다 더 높은 분해능을 갖도록 나타날 수 있다. 이는 차량 센서의 감지에 더 중요한 높이와 깊이에서의 정보 밀도를 극대화한다.
- [0030] 참조선 및 평면의 배향 또는 다양한 방향을 따르는 깊이 맵의 분해능에 관계없이, 참조 평면에 대한 환경의 투영은 소정 방향을 따르며, 이는 원하는 바에 따라 선택될 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 투영은 직교 투영이다. 이들 실시예에서, 각 픽셀의 깊이 채널은 참조 평면에 수직인 방향을 따라 참조 평면에서의 픽셀의 관련된 위치로부터 환경에서의 물체의 표면까지의 거리를 나타낸다. 따라서, 깊이 채널에 의해 표현되는 거리가 측방향 거리인 일부 실시예에서, 측방향 거리는 참조 평면에 수직인 방향을 따른다(그러나 깊이 채널이 측방향 거리와 관련되는 경우들에서 비-직교 투영이 제한되지는 않는다). 직교 투영의 사용은, 임의의 높이 정보가 참조선(그리고 이에 따라 참조 평면)으로부터의 거리와 무관하다는 결과를 갖기 때문에, 일부 상황에서는 유리할 수 있다.
- [0031] 다른 실시예에서, 비-직교 투영을 사용하는 것이 바람직할 수 있다는 것이 밝혀졌다. 따라서, 임의의 양상들의 본 발명의 일부 실시예에서, 상호 배타적인 경우가 아니라면, (소정 거리가 측방향 거리인지 여부와 상관없이) 각 픽셀의 깊이 채널은 참조 평면에 수직이 아닌 방향을 따라 참조 평면에서의 픽셀의 관련된 위치로부터 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 나타낸다. 비-직교 투영의 사용은 가항 요소에 수직으로 배향된 표면에 관한 정보가 보존될 수 있다는 이점을 갖는다(즉, 참조선이 요소에 평행한 경우). 이는 픽셀과 관련된 부가적인 데이터 채널을 제공할 필요 없이 달성될 수 있다. 따라서, 가항 요소의 부근에 있는 물체에 관한 정보가 보다 효과적으로 캡처될 수 있으며, 보다 자세하게 캡처될 수 있지만, 저장 용량을 늘릴 필요가 없다. 소정 방향은 45도에서와 같이 참조 평면에 대한 임의의 원하는 방향을 따를 수 있다.
- [0032] 비-직교 투영의 사용은 어둡 상태 하에서 차량의 카메라 또는 카메라들에 의해 검출될 수 있는 물체의 표면에 대한 더 많은 양의 정보를 보존하는데 유용하다는 것도 밝혀졌고, 따라서 참조 이미지 또는 지점 클라우드가 차량의 카메라(들)에 의해 감지된 실시간 데이터에 기초하여 획득된 이미지 또는 지점 클라우드와 비교되는 본 발명의 일부 양상들 및 실시예들과의 조합에서 특히 유용하다.
- [0033] 본 발명의 추가적인 측면에 따르면, 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터를 생성하는 방법이 제공되며, 상기 위치과악 참조 데이터는 디지털 맵에 의해 표현된 가항 네트워크의 적어도 하나의 가항 요소 주변의 환경의 압축된 표현을 제공하며, 상기 방법은, 디지털 맵에 의해 표현된 적어도 하나의 가항 요소에 대하여:
- [0034] 참조 평면에 투영된 가항 요소 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하는 위치과악 참조 데이터를 생성하는 단계로서, 참조 평면은 가항 요소와 평행한 참조선에 의해 정의되고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 가항 요소와 연관된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 상기 픽셀은 상기 참조 평면 내 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하고, 상기 소정 방향은 상기 참조 평면에 직각을 이루지 않는, 단계; 및

- [0035] 생성된 위치과악 참조 데이터를 가항 요소를 나타내는 디지털 맵 데이터와 연관시키는 단계를 포함한다.
- [0036] 이러한 추가 측면에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 측면과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 상호 모순되지 않는 범위 내에서 포함될 수 있다.
- [0037] 본 발명의 측면 또는 실시예 중 어느 하나에서 본 발명에 따르면, 위치과악 참조 데이터(및/또는 실시간 스캔 데이터)는 하나 이상의 센서를 사용하여 가항 요소 주변 환경을 스캐닝함으로써 얻어진 스캔 데이터에 기초한다. 하나 이상의 스캐너는 다음 중 하나 이상을 포함할 수 있다: 레이저 스캐너, 레이더 스캐너 및 예를 들어, 단일 카메라 또는 한 쌍의 스테레오 카메라와 같은 카메라.
- [0038] 바람직하게는, 위치과악 참조 데이터(및/또는 실시간 스캔 데이터)의 각 픽셀의 깊이 채널에 의해 표현되는 물체의 표면까지의 거리는 복수의 감지된 데이터 지점의 그룹에 기초하여 결정되며, 각각은 픽셀의 위치로부터 소정 방향을 따른 물체의 표면까지의 거리를 나타낸다. 데이터 지점은 가항 요소 주변의 환경의 스캔을 수행할 때 얻어질 수 있다. 감지된 데이터 지점의 그룹은 하나 이상의 유형의 센서로부터 얻어질 수 있다. 그러나, 일부 바람직한 실시예에서, 감지된 데이터 지점은 레이저 스캐너 또는 스캐너들에 의해 감지된 데이터 지점의 그룹을 포함하거나 그로 구성된다. 즉, 감지된 데이터 지점은 레이저 측정을 포함하거나 레이저 측정으로 구성된다.
- [0039] 주어진 픽셀에 대한 깊이 채널을 위한 거리 값을 결정함에 있어서 복수의 감지된 데이터 지점의 평균을 사용하는 것은 잘못된 결과를 초래할 수 있다는 것을 알게 되었다. 이것은, 특정 픽셀에 매핑되는 것으로 간주되는, 적용 가능한 소정 방향을 따라 참조 평면으로부터 물체의 표면의 위치를 나타내는 감지된 데이터 지점 중 적어도 일부가, 다른 물체의 표면과 관련된 것일 수 있을 가능성이 있기 때문이다. 압축된 데이터 포맷으로 인해, 환경의 확장된 영역은 참조 평면에서 픽셀의 영역에 매핑될 수 있음이 이해될 것이다. 상당한 양의 감지된 데이터, 즉 감지된 데이터 지점의 개수는 그 픽셀에 적용 가능할 수 있다. 그 영역 내에서, 참조 평면에 대해 다른 깊이에 위치된 물체가 있을 수 있는데, 예를 들어 나무, 가로등 기둥, 벽, 그리고 움직이는 물체와 같이 어느 한 차원에서 단지 짧은 거리에 걸쳐 다른 물체와 중첩될 수 있는 물체를 포함할 수 있다. 따라서, 특정 픽셀에 적용 가능한 센서 데이터 지점에 의해 표현되는 물체의 표면에 대한 깊이 값은 상당한 편차를 나타낼 수 있다.
- [0040] 위치과악 참조 데이터(및/또는 실시간 스캔 데이터)의 각 픽셀의 깊이 채널에 의해 표현되는 물체의 표면까지의 거리가 복수의 감지된 데이터 지점의 그룹에 기초하여 결정되는 본 발명의 양상 또는 실시예 중 어느 하나에 따르면, 각각은 픽셀의 위치로부터 소정의 방향을 따라 물체의 표면까지의 감지된 거리를 나타내며, 바람직하게는 픽셀의 깊이 채널에 의해 표현되는 거리는 복수의 감지된 데이터 지점의 그룹에 기초한 평균값이 아니다. 바람직한 실시예들에서, 픽셀의 깊이 채널에 의해 표현되는 거리는 감지된 데이터 지점의 그룹 중에서 물체의 표면으로의 가장 가까운 감지된 거리 또는 감지된 깊이 값들의 분포를 사용하여 얻어진 최근접 모드 값이다. 검출된 최근접 값 또는 값들은 픽셀에 대한 물체의 표면의 깊이를 가장 정확하게 반영하는 경향이 있다는 것이 이해될 것이다. 예를 들어, 건물과 도로 사이에 나무가 위치되는 경우를 생각해보자. 특정 픽셀에 적용 가능한 다른 감지된 깊이 값은 빌딩 또는 나무 중 어느 하나의 검출에 기초한 것일 수 있다. 이러한 모든 감지된 값을 고려하여 평균 깊이 값을 제공하면, 평균값은 픽셀로부터 측정된 물체의 표면까지의 깊이가 나무로의 깊이와 건물로의 깊이 사이의 어딘가에 있음을 나타내게 될 것이다. 이로 인해, 픽셀에 대한 오류를 갖는 깊이 값이 야기되고, 이는 실시간 차량 감지 데이터를 참조 데이터와 상관시킬 때 문제를 발생시키며, 물체가 도로에 얼마나 가까이 있는지를 아는 것이 매우 중요하기 때문에 당연히 잠재적으로 위험할 수 있다. 대조적으로, 최근접 깊이 값 또는 최근접 모드 값은, 가장 가까운 물체의 실제 위치를 반영하기 때문에, 건물보다는 나무와 관련되기 쉽다.
- [0041] 본 발명의 추가적인 측면에 따르면, 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터를 생성하는 방법이 제공되며, 상기 위치과악 참조 데이터는 디지털 맵에 의해 표현된 가항 네트워크의 적어도 하나의 가항 요소 주변의 환경의 압축된 표현을 제공하고, 상기 방법은, 디지털 맵에 의해 표현된 적어도 하나의 가항 요소에 대하여:
- [0042] 참조 평면에 투영된 가항 요소 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하는 위치과악 참조 데이터를 생성하는 단계로서, 참조 평면은 가항 요소와 연관된 참조선에 의해 정의되고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 가항 요소와 연관된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 상기 픽셀은 상기 참조 평면 내 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하고, 각각의 픽셀의 깊이 채널에 의해 나타난 물체의 표면까지의 거리는, 복수의 감지된 데이터 지점의 그룹에 기초하여 결정되고, 각각은 픽셀의 위치로부터 소정 방향을 따른 물체의 표면까지의 감지된 거리를 나타내며, 상기 픽셀의 상기 깊이 채널에 의해 나타난 상기 물체의 상기 표면까지의 상기 거리는, 상기 감지된 데이터 지점의 그룹에 기초한, 최근접 거리 또는 최근접 모드 거리인, 단계; 및

- [0043] 생성된 위치과악 참조 데이터를 디지털 맵 데이터와 연관시키는 단계를 포함한다.
- [0044] 이러한 추가 양상에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 측면과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 상호 모순되지 않는 범위 내에서 포함될 수 있다.
- [0045] 본 발명의 양상 또는 실시예 중 어느 하나에 있어서, (위치과악 참조 데이터 및/또는 실시간 스캔 데이터에서의) 각 픽셀은 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함한다. 바람직한 실시예에서, 각 픽셀은 하나 이상의 채널을 더 포함한다. 이는 깊이 맵에 하나 이상의 추가 정보 레이어를 제공할 수 있다. 각각의 채널은 바람직하게는 하나 이상의 감지된 데이터 지점, 바람직하게는 복수의 감지된 데이터 지점의 그룹에 기초하여 얻어진 특성값을 나타낸다. 감지된 데이터는 전술한 바와 같이 하나 이상의 센서로부터 얻어질 수 있다. 바람직한 실시예에서, 상기 또는 각 픽셀은 주어진 유형의 감지된 반사율의 값을 나타내는 적어도 하나의 채널을 포함한다. 각각의 픽셀은 감지된 레이저 반사율의 값을 나타내는 채널; 및 감지된 레이더 반사율의 값을 나타내는 채널 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 채널에 의해 표시된 픽셀의 감지된 반사율 값은 픽셀에 의해 표시되는 환경의 적용가능 부분에서의 감지된 반사율과 관련된다. 픽셀의 감지된 반사율 값은 바람직하게는 참조 평면으로부터의 거리 주변에서 감지된 반사율을 나타내고 이는 픽셀의 깊이 채널에 의해 나타난 참조 평면으로부터의 픽셀의 깊이에 대응하고, 다시 말해 픽셀에 대한 깊이 값 부근에서의 감지된 반사율을 나타낸다. 이것은 그 깊이에 존재하는 물체의 관련 반사율 특성을 나타내는 것으로 간주될 수 있다. 바람직하게는 감지된 반사율은 평균 반사율이다. 감지된 반사율 데이터는 깊이 값을 결정하는데 사용된 동일한 데이터 지점 또는 더 큰 세트의 데이터 지점과 관련된 반사율에 기초할 수 있다. 예를 들어, 깊이 채널에 대한 깊이 값을 결정하는데 바람직하게 사용되는 최근접 값 이외에, 픽셀에 적용 가능한 감지된 깊이 값과 관련된 반사율이 추가적으로 고려될 수 있다.
- [0046] 이러한 방식으로, 다중-채널 깊이 맵, 예를 들어 라스터 이미지가 제공된다. 그러한 포맷은 가항 요소를 둘러싸는 환경에 관해 더 많은 양의 데이터가 보다 효율적으로 압축되고, 저장 및 처리를 용이하게 하며, 상이한 조건 하에서 차량에 의해 감지된 실시간 데이터와의 개선된 상관을 수행하는 능력을 제공하고, 차량이 참조 위치과악 데이터를 생성하는데 사용된 것과 동일한 유형의 센서를 반드시 가질 필요가 없다. 아래에서 보다 상세히 설명되는 바와 같이, 그러한 데이터는 또한, 특정 조건 하에서, 예를 들어, 밤에, 차량의 카메라를 사용하여 얻어질 수 있는 가항 요소 주변의 환경의 이미지 또는 차량에 의해 감지된 데이터를 재구성하는데 도움을 줄 수 있다. 예를 들어, 레이더 또는 레이저 반사율은 예를 들어 밤과 같은 특정 조건 하에서 볼 수 있는 물체가 식별되는 것을 가능하게 할 수 있다.
- [0047] 본 발명의 추가적인 양상에 따르면, 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터를 생성하는 방법이 제공되며, 상기 위치과악 참조 데이터는 디지털 맵에 의해 표현된 가항 네트워크의 적어도 하나의 가항 요소 주변의 환경의 압축된 표현을 제공하며, 상기 방법은 디지털 맵에 의해 표현된 적어도 하나의 가항 요소에 대하여:
- [0048] 참조 평면에 투영된 가항 요소 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하는 위치과악 참조 데이터를 생성하는 단계로서, 참조 평면은 가항 요소와 관련된 참조선에 의해 정의되고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 가항 요소와 연관된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 상기 픽셀은 상기 참조 평면 내 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하고, 각각의 픽셀은 감지된 레이저 반사율의 값을 나타내는 채널; 및 감지된 레이더 반사율의 값을 나타내는 채널을 더 포함하는, 단계; 및
- [0049] 생성된 위치과악 참조 데이터를 디지털 맵 데이터와 연관시키는 단계를 포함한다.
- [0050] 이러한 추가 측면에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 측면과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 상호 모순되지 않는 범위 내에서 포함될 수 있다.
- [0051] 임의의 양상 또는 실시예에서의 본 발명에 따르면, 픽셀과 관련된 다른 채널이 대안적으로 또는 부가적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 추가 채널은 : 픽셀의 깊이 채널에 의해 표시된 픽셀의 위치로부터 참조 평면으로부터의 소정 방향을 따른 거리 주변에서의 물체의 두께; 상기 픽셀의 깊이 채널에 의해 표시된 픽셀의 위치로부터 참조 평면으로부터의 소정 방향을 따른 거리 주변에서의 반사된 데이터 지점의 밀도; 상기 픽셀의 깊이 채널에 의해 표시된 픽셀의 위치로부터 참조 평면으로부터의 소정 방향을 따른 거리 주변에서의 색상(colour); 상기 픽셀의 깊이 채널에 의해 표시된 픽셀의 위치로부터 참조 평면으로부터의 소정 방향을 따른 거리 주변에서의 텍스처(texture) 중 적어도 하나를 나타낼 수 있다. 각 채널은 관련 특성을 나타내는 값을 포함할 수 있다. 이 값은 획득된 적용 가능한 센서 데이터에 기초하며, 이는 예를 들어 컬러 또는 텍스처 데이터용 카메라와 같은 하나

이상의 상이한 유형의 센서로부터 적절하게 얻어질 수 있다. 각 값은 복수의 감지된 데이터 지점에 기초할 수 있고, 상기 복수의 감지된 데이터 지점으로부터의 값의 평균일 수 있다.

[0052] 깊이 채널은 소정 방향을 따라 픽셀의 위치에서 참조 평면으로부터의 물체의 거리를 나타내지만, 다른 채널이 물체의 다른 특성, 예를 들어, 물체의 반사율 또는 색상, 텍스처 등을 나타낼 수 있다는 것이 이해될 것이다. 이는 차량에 의해 감지되는 것으로 예상될 수 있는 스캔 데이터 및/또는 차량에 의해 촬영된 카메라 이미지를 재구성하는데 유용할 수 있다. 물체의 두께를 나타내는 데이터는 참조 평면에 대한 환경의 직교 투영이 사용되는 가항 요소에 수직인 물체의 표면에 관한 정보를 복구하는데 사용될 수 있다. 이는 비-직교 투영을 사용하는 물체의 표면에 관한 정보를 결정하기 위해 전술한 실시예에 대한 대안을 제공할 수 있다.

[0053] 많은 실시예에서, 위치파악 참조 데이터는 가항 요소의 측면 또는 측면들에 환경의 압축된 표현을 제공하기 위해, 즉 측면 깊이 맵을 제공하는데 사용된다. 이 경우, 참조선은 가항 요소와 평행할 수 있으며, 픽셀의 깊이 채널은 참조 평면으로부터의 물체 표면의 측방향 거리를 나타낸다. 그러나, 깊이 맵을 사용하면 다른 관점에서도 도움이 될 수 있다. 본 출원인은 예를 들어, 교차로와 같은 교차점의 영역에서 원형의 깊이 맵을 제공하는 것이 유용할 것이라는 것을 깨달았다. 이것은 교차점(예를 들어, 교차로)에 대해 차량의 위치를 파악하고, 원한다면, 교차점(예를 들어, 교차로) 주변의 환경을 나타내는 데이터를 재구성할 수 있는 개선된 능력을 제공할 수 있다. 바람직하게는 교차점 주변의 환경의 360도 표현이 제공되지만, 깊이 맵이 완전한 원 둘레로 연장될 필요가 없음이 이해될 것이며, 따라서 360도 미만으로 연장될 수 있다. 일부 실시예에서, 참조 평면은 가항 요소와 관련된 참조 지점을 중심으로 하는 반경에 의해 정의된 참조선에 의해 정의된다. 이들 실시예에서, 참조선은 만곡되고, 바람직하게는 원형이다. 참조 지점은 바람직하게는 교차점에서 가항 세그먼트 상에 위치된다. 예를 들어, 참조 지점은 예를 들어 교차로와 같은 교차점의 중심에 위치될 수 있다. 참조선을 정의하는 반경은 예를 들어 교차점의 크기에 따라, 원하는 대로 선택될 수 있다.

[0054] 본 발명의 추가적인 측면에 따르면, 가항 네트워크의 요소를 나타내는 디지털 맵과 관련된 위치파악 참조 데이터를 생성하는 방법이 제공되며, 상기 위치파악 참조 데이터는 디지털 맵에 의해 표현된 가항 네트워크의 적어도 하나의 교차점(junction) 주변의 환경의 압축된 표현을 제공하며, 상기 방법은 디지털 맵에 의해 표현된 적어도 하나의 교차점에 대하여:

[0055] 참조 평면에 투영된 교차점 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하는 위치파악 참조 데이터를 생성하는 단계로서, 참조 평면은 교차점과 관련된 참조 지점을 중심으로 한 반경에 의해 정의된 참조선에 의해 정의되고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 교차점과 연관된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 상기 픽셀은 상기 참조 평면 내 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계; 및

[0056] 생성된 위치파악 참조 데이터를 교차점을 나타내는 디지털 맵 데이터와 연관시키는 단계를 포함한다.

[0057] 이전 실시예와 관련하여 설명된 바와 같이, 교차점은 교차로일 수 있다. 참조 지점은 교차점의 중앙에 위치될 수 있다. 참조 지점은 교차점을 나타내는 디지털 맵의 노드 또는 교차점에서의 가항 요소와 연관될 수 있다. 본 발명의 이러한 추가 양상 또는 실시예는 교차점으로부터 멀어지는 가항 요소의 측면에 대한 환경을 나타내는 측면 깊이 맵과 함께 조합하여 활용될 수 있다.

[0058] 이러한 추가 양상에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 양상과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 상호 모순되지 않는 범위 내에서 포함될 수 있다.

[0059] 위치파악 참조 데이터의 생성에 관한 임의의 측면 또는 실시예에서의 본 발명에 따르면, 상기 방법은 가항 요소 또는 교차점에 대해 생성된 위치파악 참조 데이터를 상기 요소 또는 교차점을 나타내는 디지털 맵 데이터와 연관시키는 단계를 포함한다. 이 방법은 예를 들어, 관련된 가항 요소 또는 교차점과 관련하여 디지털 맵 데이터와 관련된 생성된 위치파악 데이터를 저장하는 단계를 포함할 수 있다.

[0060] 일부 실시예에서, 위치파악 참조 데이터는, 예를 들어 가항 요소의 좌측 및 가항 요소의 우측상의 측방향 환경의 참조 스캔과 같은, 표현(representation)을 포함할 수 있다. 가항 요소의 각 면에 대한 위치파악 참조 데이터는 조합된 데이터 세트에 저장될 수 있다. 따라서, 가항 네트워크의 다수 부분들로부터의 데이터는 효율적인 데이터 포맷으로 함께 저장될 수 있다. 조합된 데이터 세트에 저장된 데이터는 압축될 수 있고, 그에 따라 가항 네트워크의 더 많은 부분에 대한 데이터가 동일한 저장 용량 내에 저장될 수 있다. 데이터 압축은 또한 무선 네트워크 연결을 통해 참조 스캔 데이터가 차량으로 전송되는 경우 감소된 네트워크 대역폭을 사용할 수 있게 한다. 그러나, 위치파악 참조 데이터는 반드시 가항 요소의 양 측면 상의 측방향 환경과 관련된 필요는 없다는 것

이 이해될 것이다. 예를 들어, 특정 실시예에서 논의된 바와 같이, 참조 데이터는 교차점을 둘러싸는 환경에 관련될 수 있다.

- [0061] 본 발명은 또한 본 발명의 양상 또는 실시예 중 임의의 것에 따라 생성된 위치과악 참조 데이터를 저장하는 데이터 제품에까지 확장된다.
- [0062] 본 발명의 이러한 추가 양상 또는 실시예 중 임의의 것에 있어서의 데이터 제품은 임의의 적합한 형태일 수 있다. 일부 실시예에서, 데이터 제품은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 저장될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는, 예를 들어, 디스켓, CD ROM, ROM, RAM, 플래시 메모리 또는 하드 디스크일 수 있다. 본 발명은 본 발명의 측면 또는 실시예의 본 발명에 따른 데이터 제품을 포함하는 컴퓨터 판독가능 매체로 확장된다.
- [0063] 그러한 데이터의 생성에 관한 양상 또는 실시예 중 임의의 것으로 본 발명에 따라 생성된 위치과악 참조 데이터는 다양한 방식으로 사용될 수 있다. 데이터의 사용에 관한 추가 측면에서, 참조 데이터를 획득하는 단계는 데이터를 생성하는 단계까지 연장되거나, 전형적으로 데이터를 검색하는 단계를 포함할 수 있다. 참조 데이터는 서버에 의해 생성되는 것이 바람직하다. 데이터를 사용하는 단계는 바람직하게는 차량과 관련될 수 있는 내비게이션 장치 또는 유사 장치와 같은 장치에 의해 수행된다.
- [0064] 일부 바람직한 실시예에서, 데이터는 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는데 사용된다. 따라서, 디지털 맵은 차량이 이동하는 가항 요소를 나타내는 데이터를 포함한다. 이 방법은 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 차량의 간주된 현재 위치에 대한 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터를 획득하는 단계; 적어도 하나의 센서를 사용하여 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 실시간 스캔 데이터를 결정하는 단계로서, 상기 실시간 스캔 데이터는 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 상기 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 상기 가항 요소와 관련된 상기 참조 평면 내의 위치와 관련되며, 및 상기 픽셀은 적어도 하나의 센서를 사용하여 결정된 상기 참조 평면에서의 픽셀의 관련 위치로부터 소정 방향을 따라 환경에서의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계; 상기 위치측정 참조 데이터와 상기 실시간 스캔 데이터 사이의 상관을 계산하여 깊이 맵 사이의 정렬 오프셋을 결정하는 단계; 및 상기 결정된 정렬 오프셋을 사용하여 간주된 현재 위치를 조정함으로써 상기 디지털 맵에 대한 상기 차량의 위치를 결정하는 단계를 포함한다. 획득된 위치과악 참조 데이터는 차량이 이동하는 가항 요소에 관련된다는 것이 이해될 것이다. 따라서, 가항 요소 주변의 환경을 나타내는 위치과악 참조 데이터의 깊이 맵은 차량 주변의 환경을 나타낸다.
- [0065] 본 발명의 추가적인 측면에 따르면, 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 방법이 제공되며, 상기 디지털 맵은 차량이 이동하는 가항 네트워크의 가항 요소를 나타내는 데이터를 포함하며, 상기 방법은:
- [0066] 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 차량의 간주된 현재 위치에 대한 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터를 획득하는 단계로서, 상기 위치과악 참조 데이터는 참조 평면에 투영된 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 참조 평면은 가항 요소와 관련된 참조선에 의해 정의되고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각각의 픽셀은 차량이 이동하는 가항 요소와 관련된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 상기 픽셀은 상기 참조 평면에서 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경에서의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계;
- [0067] 적어도 하나의 센서를 사용하여 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 실시간 스캔 데이터를 결정하는 단계로서, 상기 실시간 스캔 데이터는 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 상기 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 차량이 이동하는 가항 요소와 관련된 참조 평면에서의 위치와 관련되며, 상기 픽셀은, 적어도 하나의 센서를 사용하여 결정된 바와 같은, 상기 참조 평면에서의 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계;
- [0068] 위치과악 참조 데이터와 실시간 스캔 데이터 사이의 상관을 계산하여 깊이 맵들 사이의 정렬 오프셋을 결정하는 단계; 및
- [0069] 상기 결정된 정렬 오프셋을 사용하여 간주된 현재 위치를 조정함으로써 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0070] 이 추가 측면에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 양상과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 서로 상반되지 않는 범위 내에서 포함할 수 있다.
- [0071] 차량의 위치를 결정할 때의 위치과악 참조 데이터 및 실시간 스캔 데이터의 사용에 관한 본 발명의 다른 양상 및 실시예에서, 차량의 현재 위치는 중방향 위치일 수 있다. 실시간 스캔 데이터는 차량 주변의 측방향 환경과

관련될 수 있다. 이 경우, 위치파악 참조 데이터 및/또는 실시간 센서 데이터에 대한 깊이 맵은 가항 요소에 평행한 참조선에 의해 정의되고, 환경 내 물체의 표면에 대한 측방향 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함한다. 결정된 오프셋은 종방향 오프셋일 수 있다.

- [0072] 본 발명의 추가적인 측면에 따르면, 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 방법이 제공되며, 상기 디지털 맵은 차량이 이동하는 교차점을 나타내는 데이터를 포함하며, 상기 방법은:
- [0073] 가항 네트워크에서 차량의 간주된 현재 위치에 대한 디지털 맵과 관련된 위치파악 참조 데이터를 획득하는 단계로서, 상기 위치파악 참조 데이터는 참조 평면에 투영된 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 참조 평면은 교차점과 관련된 참조 지점을 중심으로 한 반경에 의해 정의된 참조선에 의해 정의되고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각각의 픽셀은 차량이 주행중인 교차점과 관련된 참조 평면 내 위치와 관련되며, 상기 픽셀은 상기 참조 평면 내 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계; 및
- [0074] 적어도 하나의 센서를 사용하여 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 실시간 스캔 데이터를 결정하는 단계로서, 상기 실시간 스캔 데이터는 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 상기 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 교차점과 관련된 참조 평면에서의 위치와 관련되며, 상기 픽셀은, 적어도 하나의 센서를 사용하여 결정된 바와 같은, 상기 참조 평면에서의 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계;
- [0075] 위치파악 참조 데이터와 실시간 스캔 데이터 사이의 상관을 계산하여 깊이 맵들 사이의 정렬 오프셋을 결정하는 단계; 및
- [0076] 결정된 정렬 오프셋을 사용하여 간주된 현재 위치를 조정하여 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0077] 이 추가 측면에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 측면과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 서로 상반되지 않는 범위 내에서 포함할 수 있다.
- [0078] 본 발명의 추가적인 측면에 따르면, 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 방법이 제공되며, 상기 디지털 맵은 차량이 이동하는 가항 네트워크의 가항 요소를 나타내는 데이터를 포함하며, 상기 방법은:
- [0079] 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 차량의 간주된 현재 위치에 대한 디지털 맵과 관련된 위치파악 참조 데이터를 획득하는 단계로서, 상기 위치파악 참조 데이터는 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각각의 픽셀은 가항 요소와 관련된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 참조 평면은 가항 요소와 평행한 종방향 참조선에 의해 정의되고 가항 요소의 표면에 수직하게 배향되며, 각각의 픽셀은 환경 내의 물체의 표면에 대한 측방향 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하고, 선택적으로 상기 적어도 하나의 깊이 맵은 고정 종방향 분해능 및 가변 수직 및/또는 깊이 분해능을 갖는, 단계;
- [0080] 적어도 하나의 센서를 이용하여 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 센서 데이터를 획득하는 단계;
- [0081] 상기 센서 데이터를 이용하여 실시간 스캔 데이터를 결정하는 단계로서, 상기 실시간 스캔 데이터는 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 상기 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 가항 요소와 관련된 참조 평면에서의 위치와 관련되며, 상기 픽셀은, 상기 센서 데이터로부터 결정된 바와 같은, 환경에서 물체의 표면까지의 측방향 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하고, 선택적으로 상기 적어도 하나의 깊이 맵은 고정 종방향 분해능 및 가변 수직 및/또는 깊이 분해능을 갖는, 단계;
- [0082] 위치파악 참조 데이터와 실시간 스캔 데이터 사이의 상관을 계산하여 깊이 맵들 사이의 정렬 오프셋을 결정하는 단계; 및
- [0083] 결정된 정렬 오프셋을 사용하여 간주된 현재 위치를 조정하여 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0084] 이 추가 측면에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 측면과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 서로 상반되지 않는 범위 내에서 포함할 수 있다.
- [0085] 위치파악된 참조 데이터의 사용에 관한 본 발명의 다른 측면에서, 데이터는 본 발명의 임의의 이전의 측면들에 따라 생성될 수 있다. 차량의 위치를 결정하는데 사용되는 실시간 스캔 데이터 또는 다른 것들은 위치파악 참조 데이터에 상응하는 형태여야 한다. 따라서, 결정된 깊이 맵은, 실시간 스캔 데이터 및 위치파악 참조 데이터가

서로 상관될 수 있도록, 위치파악된 참조 데이터와 동일한 방식으로 가항 요소와 관련된 참조선에 대해 정의된 참조 평면에서의 위치들을 갖는 픽셀들을 포함할 것이다. 깊이 맵의 깊이 채널 데이터는, 참조 데이터의 깊이 채널 데이터에 대응하는 방식으로 결정될 수 있고(예를 들어, 감지된 데이터의 평균을 사용하지 않음), 따라서 검출된 복수의 데이터 지점으로부터 표면까지의 최근접 거리를 포함할 수 있다. 실시간 스캔 데이터는 임의의 추가 채널을 포함할 수 있다. 위치파악 참조 데이터의 깊이 맵이 고정된 종방향 분해능 및 가변 수직 및/또는 깊이 분해능을 갖는 경우, 실시간 스캔 데이터의 깊이 맵도 그러한 분해능을 가질 수 있다.

[0086] 따라서, 본 발명의 이러한 양상 또는 실시예에 따르면, 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 연속적으로 결정하는 방법이 제공되며; 디지털 맵은 차량이 이동하는 가항 네트워크(예를 들어, 도로 네트워크)의 가항 요소(예를 들어, 도로)를 나타내는 데이터를 포함한다. 상기 방법은, 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 얻어진 실시간 스캔 데이터를 수신하는 단계; 상기 디지털 맵과 관련하여 상기 차량의 간주된 현재 위치에 대한 상기 디지털 맵과 관련된 위치파악 참조 데이터를 검색하는 단계로서(예를 들어, 상기 위치파악 참조 데이터는 상기 간주된 현재 위치 주변의 환경의 참조 스캔을 포함함), 선택적으로 상기 참조 스캔은 디지털 맵에 전체에 걸쳐 경로를 따라 이전에 이동한 적어도 하나의 장치로부터 얻어지는, 단계; 상기 실시간 스캔 데이터와 상기 위치파악 참조 데이터를 비교하여 상기 실시간 스캔 데이터와 상기 위치파악 참조 데이터 사이의 오프셋을 결정하는 단계; 및 상기 오프셋에 기초하여 상기 간주된 현재 위치를 조정하는 단계를 포함한다. 따라서 디지털 맵에 대한 차량의 위치는 언제나 고도의 정확도로 알려질 수 있다. 선행 기술의 예들은 수집된 데이터를 경로를 따른 소정 랜드마크에 대한 알려진 참조 데이터와 비교함으로써 차량의 위치를 결정하려고 시도하였다. 그러나, 랜드마크는 여러 경로에서 드물게(sparse) 분포될 수 있으므로, 랜드마크 사이를 이동할 때 차량 위치 추정에 심각한 오류가 야기될 수 있다. 이것은 고도로 자동화된 주행 시스템과 같은 상황에서 문제이고, 그러한 오류는 심각한 부상이나 생명 손실을 초래하는 차량 충돌 사고와 같은 치명적인 결과를 초래할 수 있다. 본 발명은, 적어도 특정 측면에서, 디지털 맵 전체에 걸쳐 참조 스캔 데이터를 가짐으로써 그리고 실시간으로 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 이 문제를 해결한다. 이러한 방식으로, 본 발명은 디지털 맵에 대한 차량의 위치가 항상 높은 정확도로 알려지도록 실시간 스캔 및 참조 데이터가 비교되는 것을 허용할 수 있다.

[0087] 본 발명의 추가적인 측면에 따르면, 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 방법으로서, 상기 디지털 맵은 차량이 이동하는 가항 네트워크의 가항 요소를 나타내는 데이터를 포함하며, 상기 방법은:

[0088] 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 차량의 간주된 현재 위치에 대한 디지털 맵과 관련된 위치파악 참조 데이터를 획득하는 단계로서, 상기 위치파악 참조 데이터는 참조 평면에 투영된 차량 주변의 환경에서의 물체의 윤곽(outline)을 포함하고, 상기 참조 평면은 가항 요소와 평행한 종방향 참조선에 의해 정의되고 가항 요소의 표면에 수직하게 배향되는, 단계;

[0089] 적어도 하나의 센서를 사용하여 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 센서 데이터를 획득하는 단계;

[0090] 상기 센서 데이터를 이용하여 실시간 스캔 데이터를 결정하는 단계로서, 상기 실시간 스캔 데이터는 상기 센서 데이터로부터 결정된 바와 같이 참조 평면에 투영된 차량 주변 환경 내의 물체의 윤곽을 포함하는, 단계;

[0091] 위치파악 참조 데이터와 실시간 스캔 데이터 사이의 상관을 계산하여 종방향 정렬 오프셋을 결정하는 단계; 및

[0092] 결정된 정렬 오프셋을 사용하여 간주된 현재 위치를 조정하여 디지털 맵에 대한 차량의 종방향 위치를 결정하는 단계를 포함한다.

[0093] 이 추가 양상에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 양상과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 서로 상반되지 않는 범위 내에서 포함할 수 있다.

[0094] 위치파악 참조 데이터는 디지털 맵과 관련하여, 예를 들어, 관련된 가항 요소(들)와 관련하여 저장될 수 있고, 그에 따라 참조 평면에 투영된 차량 주변의 환경에서의 물체들의 윤곽이 이미 결정된다. 그러나, 다른 실시예에서, 위치파악 참조 데이터는 상이한 포맷으로 저장될 수 있고, 저장된 데이터는 윤곽을 결정하도록 처리된다. 예를 들어, 실시예에서, 본 발명의 이전에 설명된 양상에서와 같이, 위치파악 참조 데이터는 하나 이상의 깊이 맵, 예를 들어, 래스터 이미지를 포함하고, 각 깊이 맵은 복수의 종방향 위치 및 높이에 대한 환경에서의 표면에 대한 측방향 거리를 나타낸다. 깊이 맵은 이전의 양상 및 실시예 중 임의의 것에 따른 것일 수 있다. 다시 말해, 위치파악 참조 데이터는 적어도 하나의 깊이 맵, 예를 들어 래스터 이미지를 포함하고, 이는 차량 주변의 환경을 나타내며, 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 각 픽셀은, 환경 내의 물체의 표면으로의, 예를 들어 참조 평면에 수직인 방향으로의, 측방향 거리를 나타내는 채널을 포함한다. 그러한 실시예에서, 관련 깊이 맵, 예를 들어 래스터 이미지는 에지 검출 알고리즘을 사용하여 처리되어 환경에서

물체의 윤곽이 생성된다. 에지 검출 알고리즘은 캐니 연산자(Canny operator), 프레위트 연산자(Prewitt operator) 등을 포함할 수 있다. 그러나, 바람직한 실시예에서, 에지 검출은 소벨 연산자(Sobel operator)를 사용하여 수행된다. 에지 검출 연산자는 높이(또는 고도) 및 종방향 도메인 모두에 또는 상기 도메인 중 하나에만 적용될 수 있다. 예를 들어, 바람직한 실시예에서, 에지 검출 연산자는 종방향 도메인에만 적용된다.

[0095] 유사하게, 참조 평면상에 투영된 차량 주변 환경의 물체의 윤곽은 적어도 하나의 센서에 의해 얻어진 센서 데이터로부터 직접 결정될 수 있다. 대안적으로, 다른 실시예에서, 센서 데이터는 예를 들어 래스터 이미지와 같은 하나 이상의 깊이 맵을 결정하는데 사용될 수 있고, 각각의 깊이 맵은 복수의 종방향 위치 및 높이에 대한 환경에서의 표면에 대한 측방향 거리를 나타낸다. 다시 말해서, 실시간 스캔 데이터는 예를 들어 래스터 이미지와 같은 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하며, 이는 차량 주변의 환경을 나타내고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 각 픽셀은, 적어도 하나의 센서를 사용하여 결정되는 바와 같이, 환경 내의 물체의 표면으로의, 예를 들어 참조 평면에 수직한, 측방향 거리를 나타내는 채널을 포함한다. 이후 관련 깊이 맵(예를 들어, 래스터 이미지)은 에지 검출 알고리즘을 이용하여 처리될 수 있고, 바람직하게는 위치좌각 참조 데이터에 적용된 동일한 에지 검출 알고리즘을 사용하여 처리될 수 있으며, 그에 의해 실시간 스캔 데이터의 윤곽이 결정될 수 있다. 에지 검출 연산자는 높이(또는 고도) 및 종방향 도메인 모두에 또는 상기 도메인 중 하나에만 적용될 수 있다. 예를 들어, 바람직한 실시예에서, 에지 검출 연산자는 종방향 도메인에만 적용된다.

[0096] 실시예에서, 블러링 연산자(blurring operator)는 위치좌각 참조 데이터 및 실시간 스캔 데이터 중 적어도 하나의 윤곽에 적용되며, 두 세트의 데이터가 상관되기 전에 적용된다. 블러링 연산자는 높이(또는 고도) 및 종방향 도메인 모두 또는 상기 도메인 중 하나에만 적용될 수 있다. 예를 들어, 바람직한 실시예에서, 블러링 연산자는 높이 도메인에만 적용된다. 블러링 연산자는 실시간 스캔 데이터 및/또는 위치좌각 참조 데이터를 얻는 동안 차량의 임의의 기울기를 고려할 수 있고, 그에 따라 예를 들어 윤곽이 높이 도메인에서 약간 위로 또는 아래로 이동된다.

[0097] 임의의 양상 또는 실시예의 본 발명에 따르면, 간주된 현재 차량의 위치, 예를 들어 종방향 위치는 GPS, GLONASS, 유럽 갈릴레오 위치 시스템, COMPASS 위치 시스템 또는 IRNSS(Indian Regional Navigational Satellite System)와 같은, 위성 항법 장치와 같은 절대 위치 시스템으로부터, 적어도 초기에, 얻어질 수 있다. 그러나, 이동 통신, 표면 비콘(surface beacons) 등을 사용하는 것과 같은, 다른 위치 결정 수단이 사용될 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[0098] 디지털 맵은 예를 들어 도로 네트워크의 도로와 같은 가항 네트워크의 가항 요소를 나타내는 3차원 벡터 모델을 포함할 수 있고, 상기 모델에서 가항 요소들의 각각의 차선, 예를 들어 도로는 별개로 표현된다. 따라서, 예를 들어 차량에 장착된 카메라의 이미지 처리를 통해, 차량이 이동하는 차선을 결정함으로써 도로 상의 차량의 측방향 위치를 알 수 있다. 이러한 실시예에서, 종방향 참조선은 예를 들어 가항 요소의 차선의 에지 또는 경계 또는 가항 요소의 차선의 중심선일 수 있다

[0099] 실시간 스캔 데이터는 차량의 좌측 및 차량의 우측에서 얻어질 수 있다. 이는 위치 추정에 대한 일시적 특징(transient features)의 영향을 줄이는데 도움이 된다. 그러한 일시적 특징은 예를 들어, 주차된 차량, 추월 차량 또는 동일 경로의 역주행 차량일 수 있다. 따라서, 실시간 스캔 데이터는 차량의 양면에 존재하는 특징을 기록할 수 있다. 일부 실시예에서, 실시간 스캔 데이터는 차량의 좌측 또는 차량의 우측 중 어느 하나로부터 얻어질 수 있다.

[0100] 위치좌각 참조 데이터 및 실시간 스캔 데이터가 각각 차량의 좌측 및 우측에 관련되어 있는 실시예에서, 차량의 좌측으로부터의 실시간 스캔 데이터와 가항 요소의 좌측으로부터의 위치좌각 참조 데이터와의 비교 및 차량의 우측으로부터의 실시간 스캔 데이터와 가항 요소의 우측으로부터의 위치좌각 참조 데이터와의 비교는 단일 비교일 수 있다. 따라서, 스캔 데이터가 가항 요소의 좌측으로부터의 데이터 및 가항 요소의 우측으로부터의 데이터를 포함하는 경우, 스캔 데이터는 단일 데이터 세트로서 비교될 수 있고, 그에 따라 가항 요소의 좌측과 가항 요소의 우측에 대한 비교가 별도로 수행되는 경우에 비해 처리 요구사항이 현저히 감소된다.

[0101] 차량의 좌측 및 우측과 관련되는지에 관계없이, 실시간 스캔 데이터와 위치좌각 참조 데이터를 비교하는 단계는 실시간 스캔 데이터와 위치좌각 참조 데이터 사이의 상호 상관, 바람직하게는 정규화된 상호-상관(normalised cross-correlation)을 계산하는 단계를 포함할 수 있다. 이 방법은 데이터 세트가 가장 정렬되는 위치를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 결정되는 깊이 맵들 사이의 정렬 오프셋은 적어도 종방향 정렬 오프셋이며, 데이터 세트가 가장 정렬되는 위치는 종방향 위치이다. 데이터 세트가 가장 정렬되는 종방향 위치를 결정하는 단계는, 깊이 맵이 정렬될 때까지 서로에 대해 위치좌각 참조 데이터에 기초하여 깊이 맵에 의해 제공되

는, 예를 들어 래스터 이미지와 같은 실시간 스캔 데이터 및 깊이 맵에 기초하여 깊이 맵에 의해 제공되는, 예를 들어 래스터 이미지와 같은 깊이 맵을 종방향으로 이동시키는 단계를 포함할 수 있다. 이는 이미지 도메인에서 수행될 수 있다.

- [0102] 결정된 종방향 정렬 오프셋은 간주된 현재 위치를 조정하는데 사용되어 디지털 맵에 대한 차량의 종방향 위치가 조정된다.
- [0103] 대안적으로, 또는 바람직하게는 깊이 맵 사이의 종방향 정렬 오프셋을 결정하는 것에 추가로, 깊이 맵 사이의 측방향 정렬 오프셋을 결정하는 것이 바람직하다. 결정된 측방향 정렬 오프셋은 차량의 간주된 현재 측방향 위치를 조정하고 따라서 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는데 사용될 수 있다. 바람직하게는 종방향 정렬 오프셋이 결정되며, 이는 전술한 방식들 중 임의의 방식으로 수행될 수 있으며, 측방향 정렬 오프셋이 추가로 결정된다. 결정된 측방향 및 종방향 정렬 오프셋은 이후 디지털 맵에 대한 차량의 종방향 및 횡방향 위치를 조정하기 위해 함께 사용된다.
- [0104] 상기 방법은, 예를 들어 위치과악 참조 데이터와 실시간 스캔 데이터 간의 상관을 계산하여, 깊이 맵 사이의 종방향 정렬 오프셋을 결정하는 단계를 포함할 수 있고, 깊이 맵 사이의 측방향 오프셋을 결정하는 단계; 및 결정된 측방향 및 종방향 정렬 오프셋을 사용하여 간주된 현재 위치를 조정함으로써 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0105] 종방향 정렬 오프셋은 바람직하게는 측방향 정렬 오프셋 전에 결정된다. 후술되는 특정 실시예에 따르면, 측방향 정렬 오프셋은, 깊이 맵 사이의 종방향 오프셋을 먼저 결정하고 상기 오프셋에 기초하여 서로에 대해 깊이 맵을 종방향으로 정렬하는 것에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0106] 바람직하게는, 측방향 오프셋은 깊이 맵의 대응 픽셀들 사이의 가장 공통되는, 즉 모드 측방향 오프셋(mode lateral offset)에 기초하여 결정된다.
- [0107] 본 발명의 추가적인 측면에 따르면, 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 방법이 제공되며, 상기 디지털 맵은 차량이 이동하는 가항 네트워크의 가항 요소를 나타내는 데이터를 포함하며, 상기 방법은:
- [0108] 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 차량의 간주된 현재 위치에 대한 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터를 획득하는 단계로서, 상기 위치과악 참조 데이터는 참조 평면에 투영된 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 참조 평면은 가항 요소와 관련된 참조선에 의해 정의되고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각각의 픽셀은 차량이 이동하는 가항 요소와 관련된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 상기 픽셀은 상기 참조 평면에서 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경에서의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계;
- [0109] 적어도 하나의 센서를 사용하여 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 실시간 스캔 데이터를 결정하는 단계로서, 상기 실시간 스캔 데이터는 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 상기 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 가항 요소와 관련된 참조 평면에서의 위치와 관련되며, 상기 픽셀은, 적어도 하나의 센서를 사용하여 결정된 바와 같은, 상기 참조 평면에서의 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계;
- [0110] 위치과악 참조 데이터와 실시간 스캔 데이터 사이의 상관을 계산하여 상기 위치과악 참조 데이터와 상기 실시간 스캔 데이터의 깊이 맵들 사이의 종방향 정렬 오프셋을 결정하는 단계; 및
- [0111] 상기 깊이 맵들 사이의 측방향 정렬 오프셋을 결정하는 단계로서, 상기 측방향 오프셋은 깊이 맵들의 상응하는 픽셀들 사이의 가장 공통되는 측방향 오프셋에 기초한 것인, 단계; 및
- [0112] 결정된 종방향 및 측방향 정렬 오프셋을 사용하여 간주된 현재 위치를 조정하여 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0113] 이 추가 양상에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 양상과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 서로 상반되지 않는 범위 내에서 포함할 수 있다.
- [0114] 측방향 정렬 오프셋이 결정되는 본 발명의 이들 측면 및 실시예에 따르면, 가장 공통되는 측방향 정렬 오프셋은 깊이 맵의 대응하는 픽셀의 깊이 채널 데이터를 고려하여 결정될 수 있다. 가장 공통되는 측방향 정렬 오프셋은 깊이 맵의 대응되게 위치된 픽셀 개별 쌍 사이에서 결정된 상기 결정된 측방향 정렬 오프셋에 기초하며, 그리고 바람직하게는 대응하는 픽셀의 각 쌍의 측방향 정렬 오프셋에 기초한다. 깊이 맵의 대응 픽셀 사이의 측방향 정

렬 오프셋을 결정하기 위해, 깊이 맵에서의 대응하는 픽셀 쌍이 식별되어야 한다. 이 방법은 깊이 맵에서 대응하는 픽셀 쌍을 식별하는 단계를 포함할 수 있다. 바람직하게는 종방향 정렬 오프셋은 측방향 정렬 오프셋 전에 결정된다. 깊이 맵은 종방향으로 정렬 될 때까지 서로에 대해 바람직하게 이동되어 각각의 깊이 맵에서 대응하는 픽셀이 식별될 수 있게 된다.

[0115] 따라서, 상기 방법은 결정된 종방향 정렬 오프셋을 기초로 서로에 대해 종방향으로 깊이 맵을 정렬하는 단계를 더 포함할 수 있다. 깊이 맵을 종방향으로 서로 정렬하는 단계는 종방향으로 깊이 맵 중 하나 또는 모두를 이동시키는 단계를 포함할 수 있다. 서로에 대해 종방향으로 깊이 맵을 이동시키는 단계는 이미지 도메인에서 수행될 수 있다. 따라서, 깊이 맵을 정렬하는 단계는 서로에 대해 종방향으로 각각의 깊이 맵에 대응하는 래스터 이미지를 이동시키는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 실시간 스캔 데이터 깊이 맵에 의해 제공되는 이미지의 크기에 대응하도록 위치 파악 참조 데이터 깊이 맵에 의해 제공된 이미지의 크기를 잘라내는 단계를 더 포함할 수 있다. 이것은 깊이 맵 사이의 비교를 용이하게 할 수 있다.

[0116] 2개의 깊이 맵 내의 대응하는 픽셀이 식별되면, 대응하는 픽셀의 각 쌍 간의 측방향 오프셋이 결정될 수 있다. 이는 각 픽셀과 연관된 깊이 채널 데이터에 의해 표시된 참조 평면에서의 픽셀의 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 비교함으로써 달성될 수 있다. 전술한 바와 같이, 깊이 맵은 바람직하게는 가변 깊이 분해능을 갖는다. 대응하는 픽셀의 각 쌍 간의 측방향 정렬 오프셋은 픽셀의 깊이 채널 데이터에 의해 표시된 거리의 차이에 기초할 수 있다. 이 방법은 히스토그램을 사용하여 깊이 맵의 대응하는 픽셀 사이의 가장 공통되는 횡방향 정렬 오프셋을 식별하는 단계를 포함할 수 있다. 히스토그램은 대응 픽셀 쌍들 사이의 상이한 측방향 정렬 오프셋의 발생 빈도를 나타낼 수 있다. 히스토그램은 측방향 정렬 이동(lateral alignment shift)의 확률 밀도 함수를 나타낼 수 있고, 모드(mode)는 가장 가능성 있는 이동(most probable shift)을 반영한다.

[0117] 일부 실시예에서, 각각의 픽셀은 픽셀의 깊이 채널의 값을 나타내는 색상을 갖는다. 대응하는 픽셀의 깊이 값의 비교는 깊이 맵의 대응하는 픽셀의 색상을 비교하는 것을 포함할 수 있다. 대응하는 픽셀 간의 색상의 차이는, 예를 들어 깊이 맵이 고정된 깊이 분해능을 가질 때, 픽셀들 사이의 측방향 정렬 오프셋을 나타낼 수 있다.

[0118] 측방향 정렬 오프셋이 결정되는 이들 실시예에서, 디지털 맵에 대한 차량의 현재의 종방향 및 측방향 위치가 조정될 수 있다.

[0119] 차량의 현재 위치가 조정되는 본 발명의 임의의 측면 또는 실시예에 따르면, 종방향 및/또는 측방향 위치 어느 것이든, 조정되는 현재 위치는 절대 위치 결정 시스템 또는 다른 위치 결정 시스템으로부터와 같이 임의의 적합한 방법으로 얻어진 현재 위치의 추정일 수 있다. 예를 들어, GPS 또는 추측 항법(dead reckoning)이 사용될 수 있다. 이해되는 바와 같이, 절대 위치는 바람직하게는 디지털 맵에 대한 초기 위치를 결정하기 위해 디지털 맵에 매칭된다; 이후 종방향 및/또는 측방향 정정이 초기 위치에 적용되어 디지털 맵에 대한 위치가 개선된다.

[0120] 본 출원인은 전술한 기술들이 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 조정하는데 유용할 수 있지만, 차량의 헤딩(heading)을 정정하지는 않을 것이라는 것을 깨달았다. 바람직한 실시예에서, 상기 방법은 위치파악 참조 데이터 및 실시간 스캔 데이터 깊이 맵을 이용하여 차량의 간주된 헤딩을 조정하는 단계를 더 포함한다. 바람직하게는, 이 추가 단계는 전술한 실시예 중 임의의 것에 따라 깊이 맵의 종방향 및 측방향 정렬 오프셋을 결정하는 단계에 추가로 수행된다. 이들 실시예에서, 차량의 간주된 헤딩은 임의의 적절한 방식으로 결정될 수 있고, 차량의 간주된 위치를 결정하는 것과 관련하여 설명된 바와 같이 예를 들어 GPS 데이터 등을 이용하여 그러한 단계가 수행될 수 있다.

[0121] 차량의 간주된 헤딩이 부정확한 경우, 깊이 맵의 대응하는 픽셀 사이의 측방향 정렬 오프셋은 깊이 맵을 따라, 즉 깊이 맵 이미지를 따라 종방향으로 변동할 것이다. 헤딩 오프셋은 깊이 맵을 따른 종방향 위치에 대한 깊이 맵의 대응 픽셀 사이의 측방향 정렬 오프셋의 변동을 나타내는 함수에 기초하여 결정될 수 있음이 밝혀졌다. 헤딩 오프셋을 결정하는 단계는 대응하는 픽셀의 측방향 정렬 오프셋을 결정하는 단계와 관련하여 전술한 특징 중 임의의 것을 통합할 수 있다. 따라서, 상기 방법은 먼저 깊이 맵을 서로에 대해 이동시켜 깊이 맵을 종방향으로 정렬시키는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[0122] 따라서, 상기 방법은: 깊이 맵들 사이의 종방향 정렬 오프셋을 결정하는 단계; 깊이 맵을 따라 픽셀의 종방향 위치에 대한 깊이 맵들의 대응하는 픽셀들 사이의 측방향 정렬 오프셋의 변동을 나타내는 함수를 결정하는 단계; 및 상기 결정된 함수를 사용하여 차량의 간주된 현재 헤딩을 조정함으로써 디지털 맵에 대한 차량의 헤딩을 결정하는 단계를 포함한다.

- [0123] 대응 픽셀들 간의 결정된 측방향 정렬 오프셋은, 전술한 바와 같이, 바람직하게는 픽셀의 깊이 채널 데이터에 의해 표시된 값의 차이에 기초한다(예를 들어 픽셀의 색상을 참조함).
- [0124] 이러한 측면 또는 실시예에서, 결정된 함수는 차량의 헤딩 오프셋을 나타낸다.
- [0125] 종방향 위치와 함께 측방향 정렬 오프셋의 변화를 나타내는 함수를 결정하는 단계는, 깊이 맵의 종방향을 따라 깊이 맵을 통하는 복수의 수직 영역 각각에서 깊이 맵의 대응 픽셀들의 에버리지(즉, 평균) 측방향 정렬 오프셋을 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 이후 상기 함수는 깊이 맵의 종방향을 따라 각 수직 영역에 대해 결정된 평균 측방향 정렬의 변동에 기초하여 얻어질 수 있다. 깊이 맵에서 픽셀의 대응하는 쌍의 적어도 일부, 및 선택적으로 각각이 고려되어 함수가 결정된다는 것이 이해될 것이다.
- [0126] 본 발명의 추가 측면에 따르면, 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 방법이 제공되며, 상기 디지털 맵은 차량이 이동하는 가항 네트워크의 가항 요소를 나타내는 데이터를 포함하며, 상기 방법은:
- [0127] 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 차량의 간주된 현재 위치에 대한 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터를 획득하는 단계로서, 상기 위치과악 참조 데이터는 참조 평면에 투영된 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 참조 평면은 가항 요소와 관련된 참조선에 의해 정의되고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각각의 픽셀은 차량이 이동하는 가항 요소와 관련된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 상기 픽셀은 상기 참조 평면에서 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경에서의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계;
- [0128] 적어도 하나의 센서를 사용하여 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 실시간 스캔 데이터를 결정하는 단계로서, 상기 실시간 스캔 데이터는 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 상기 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 가항 요소와 관련된 참조 평면에서의 위치와 관련되며, 상기 픽셀은, 적어도 하나의 센서를 사용하여 결정된 바와 같은, 상기 참조 평면에서의 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계;
- [0129] 상기 깊이 맵들을 따른 상기 픽셀들의 종방향 위치에 대한 위치과악 참조 및 실시간 센서 데이터의 대응 픽셀들 사이의 측방향 정렬 오프셋의 변동을 나타내는 함수를 결정하는 단계; 및
- [0130] 결정된 함수를 사용하여 차량의 간주된 현재 헤딩을 조정하여 디지털 맵에 대한 차량의 헤딩을 결정하는 단계를 포함한다.
- [0131] 이 추가 양상에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 양상과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 서로 상반되지 않는 범위 내에서 포함할 수 있다.
- [0132] 본 발명의 이러한 양상 및 실시예에서, 결정된 헤딩 오프셋을 개선하기 위한 추가 단계들이 취해질 수 있으며, 예를 들어 노이즈가 있는 픽셀(noisy pixels)을 필터링하거나, 영역에서 고려된 주요 픽셀의 개수를 참조하여 깊이 맵 또는 이미지의 종방향 영역 내에서 평균 픽셀 깊이 차이 값에 가중치를 부여하는 등의 추가 단계들이 취해질 수 있다.
- [0133] 전술한 바와 같이, 위치과악 참조 데이터 및 그에 따라 또한 실시간 데이터의 깊이 맵은, 항상 선형 참조선과 연관되도록 변형될 수 있다. 깊이 맵의 이러한 선형화로 인해, 가항 요소가 곡선일 때, 결정된 종방향, 측방향 및/또는 헤딩 수정을 직접 적용하는 것이 불가능하다는 것이 발견되었다. 본 출원인은 디지털 맵에 대한 차량의 현재 위치를 조정하거나 수정하는 계산적으로 효율적인 방법이 일련의 증분, 독립적 선형 업데이트 단계에서 각각의 수정을 적용하는 것을 수반한다는 것을 확인하였다.
- [0134] 따라서 바람직한 실시예에서, 결정된 종방향 오프셋이 디지털 맵에 대해 차량의 현재 위치에 적용되고, 실시간 스캔 데이터의 적어도 하나의 깊이 맵은 조정된 위치에 기초하여 재계산된다. 재계산된 실시간 스캔 데이터를 사용하여 결정된 측방향 오프셋은 이후 디지털 맵에 대한 차량의 조정된 위치에 적용되고, 실시간 스캔 데이터의 적어도 하나의 깊이 맵은 추가 조정된 위치에 기초하여 재계산된다. 이후, 재계산된 실시간 스캔 데이터를 사용하여 결정된 스큐, 즉 헤딩 오프셋은 디지털 맵에 대한 차량의 추가 조정된 위치에 적용되고, 실시간 스캔 데이터의 적어도 하나의 깊이 맵은 재조정된 위치에 기초하여 재계산된다. 이러한 단계는 바람직하게는 종방향 오프셋, 측방향 오프셋 및 스큐가 0 또는 실질적으로 0이 될 때까지, 필요에 따라 임의의 횟수 반복된다.
- [0135] 그 측면 또는 실시예 중 임의의 것으로 본 발명에 따라 얻어진 생성된 위치과악 참조 데이터는 차량의 보다 정확한 위치를 결정하기 위해 실시간 스캔 데이터와 함께 다른 방식으로 또는 실제로 다른 목적으로 사용될 수 있음이 이해될 것이다. 특히, 출원인은 위치과악 참조 스캔 데이터의 깊이 맵과의 비교를 위해 실시간 스캔 데이

터를 사용하여 대응하는 깊이 맵을 결정하는 것이 항상 가능하지는 않거나 적어도 편리하지 않을 수 있다는 것을 인식했다. 즉, 이미지 도메인의 데이터 세트 비교를 수행하는 것은 적절하지 않을 수 있다. 이는 차량에서 사용될 수 있는 센서의 유형이 위치과악 참조 데이터를 얻는데 사용된 센서의 유형과 다른 경우에 특히 그러하다.

- [0136] 본 발명의 또 다른 양상 및 실시예에 따르면, 상기 방법은 위치과악 참조 데이터를 사용하여 가항 요소 주변의 환경을 나타내는 참조 지점 클라우드를 결정하는 단계를 포함하며, 상기 참조 지점 클라우드는 3차원 좌표계에서의 제1 데이터 지점의 세트를 포함하고, 제1 데이터 지점 각각은 환경 내의 물체의 표면을 나타낸다.
- [0137] 본 발명의 추가적인 측면에 따르면, 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터를 생성하는 방법이 제공되며, 상기 위치과악 참조 데이터는 디지털 맵에 의해 표현된 가항 네트워크의 적어도 하나의 가항 요소 주변의 환경의 압축된 표현을 제공하며, 상기 방법은, 디지털 맵에 의해 표현된 적어도 하나의 가항 요소에 대하여:
- [0138] 참조 평면에 투영된 가항 요소 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하는 위치과악 참조 데이터를 생성하는 단계로서, 참조 평면은 가항 요소와 관련된 참조선에 의해 정의되고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 가항 요소와 연관된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 상기 픽셀은 상기 참조 평면 내 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계;
- [0139] 생성된 위치과악 참조 데이터를 디지털 맵 데이터와 연관시키는 단계; 및
- [0140] 상기 위치과악 참조 데이터를 이용하여 가항 요소 주변의 환경을 나타내는 참조 지점 클라우드를 결정하는 단계로서, 상기 참조 지점 클라우드는 3차원 좌표계에서 제1 데이터 지점의 세트를 포함하고, 각각의 제1 데이터 지점은 환경 내 물체의 표면을 나타내는, 단계를 포함한다.
- [0141] 이 추가 양상에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 양상과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 서로 상반되지 않는 범위 내에서 포함할 수 있다.
- [0142] 본 발명의 추가적인 측면에 따르면, 가항 네트워크의 요소들을 나타내는 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터를 생성하는 방법이 제공되며, 상기 위치과악 참조 데이터는 디지털 맵에 의해 표현된 가항 네트워크의 적어도 하나의 교차점(junction) 주변의 환경의 압축된 표현을 제공하며, 상기 방법은, 디지털 맵에 의해 표현된 적어도 하나의 교차점에 대하여:
- [0143] 참조 평면에 투영된 교차점 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하는 위치과악 참조 데이터를 생성하는 단계로서, 참조 평면은 교차점과 관련된 참조 지점을 중심으로 한 반경에 의해 정의된 참조선에 의해 정의되고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각 픽셀은 교차점과 연관된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 상기 픽셀은 상기 참조 평면 내 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경 내의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계;
- [0144] 생성된 위치과악 참조 데이터를 교차점을 나타내는 디지털 맵 데이터와 연관시키는 단계; 및
- [0145] 상기 위치과악 참조 데이터를 이용하여 교차점 주변의 환경을 나타내는 참조 지점 클라우드를 결정하는 단계로서, 상기 참조 지점 클라우드는 3차원 좌표계에서 제1 데이터 지점의 세트를 포함하고, 각각의 제1 데이터 지점은 환경 내 물체의 표면을 나타내는, 단계를 포함한다.
- [0146] 이 추가 측면에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 양상과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 서로 상반되지 않는 범위 내에서 포함할 수 있다.
- [0147] 참조 지점 클라우드는 3차원 좌표계에서의 제1 데이터 지점의 세트를 포함하며, 환경 내의 물체의 표면을 나타내는 각각의 제1 데이터 지점은 본 명세서에서 "3D 지점 클라우드"로 지칭될 수 있다. 본 발명의 이러한 추가 측면에 따라 얻어진 3D 지점 클라우드는 차량의 위치를 결정하는데 사용될 수 있다.
- [0148] 일부 실시예에서 상기 방법은 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정함에 있어서 본 발명의 측면 또는 실시예에 따라 생성된 위치과악 참조 데이터를 사용하는 것을 포함할 수 있고, 상기 디지털 맵은 차량이 이동하는 가항 네트워크의 가항 요소를 나타내는 데이터를 포함하고, 상기 방법은:
- [0149] 가항 네트워크의 가항 요소 또는 교차점을 따라 차량의 간주된 현재 위치에 대한 디지털 맵과 관련된 위치과악 참조 데이터를 획득하는 단계로서, 상기 위치과악 참조 데이터를 이용하여 차량 주변의 환경을 나타내는 참조 지점 클라우드가 결정되고, 상기 참조 지점 클라우드는 3차원 좌표계에서 제1 데이터 지점의 세트를 포함하고,

각각의 제1 데이터 지점은 환경 내 물체의 표면을 나타내는, 단계;

- [0150] 적어도 하나의 센서를 사용하여 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 실시간 스캔 데이터를 결정하는 단계로서, 상기 실시간 스캔 데이터는 차량 주변의 환경을 나타내는 지점 클라운드를 포함하고, 상기 지점 클라운드는 3차원 좌표계에서의 제2 데이터 지점의 세트를 포함하며, 각각의 데이터 지점은 적어도 하나의 센서를 사용하여 결정된 바와 같이 환경에서의 물체의 표면을 나타내는, 단계;
- [0151] 상기 실시간 스캔 데이터의 지점 클라운드와 상기 획득된 위치파악 참조 데이터의 지점 클라운드 사이의 상관을 계산하여 지점 클라운드들 사이의 정렬 오프셋을 결정하는 단계; 및
- [0152] 상기 결정된 정렬 오프셋을 사용하여 간주된 현재 위치를 조정함으로써 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0153] 이 추가 측면에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 양상과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 서로 상반되지 않는 범위 내에서 포함할 수 있다.
- [0154] 본 발명의 추가 측면에 따르면, 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 방법이 제공되며, 상기 디지털 맵은 차량이 이동하는 가항 네트워크의 가항 요소를 나타내는 데이터를 포함하며, 상기 방법은:
- [0155] 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 차량의 간주된 현재 위치에 대한 디지털 맵과 관련된 위치파악 참조 데이터를 획득하는 단계로서, 상기 위치파악 참조 데이터는 참조 평면에 투영된 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 참조 평면은 가항 요소와 관련된 참조선에 의해 정의되고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각각의 픽셀은 차량이 이동하는 가항 요소와 관련된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 상기 픽셀은 상기 참조 평면에서 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경에서의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계;
- [0156] 상기 위치파악 참조 데이터를 이용하여 차량 주변의 환경을 나타내는 참조 지점 클라운드를 결정하는 단계로서, 상기 참조 지점 클라운드는 3차원 좌표계에서 제1 데이터 지점의 세트를 포함하고, 각각의 제1 데이터 지점은 환경 내 물체의 표면을 나타내는, 단계;
- [0157] 적어도 하나의 센서를 사용하여 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 실시간 스캔 데이터를 결정하는 단계로서, 상기 실시간 스캔 데이터는 차량 주변의 환경을 나타내는 지점 클라운드를 포함하고, 상기 지점 클라운드는 3차원 좌표계에서의 제2 데이터 지점의 세트를 포함하며, 각각의 데이터 지점은 적어도 하나의 센서를 사용하여 결정된 바와 같이 환경에서의 물체의 표면을 나타내는, 단계;
- [0158] 상기 실시간 스캔 데이터의 지점 클라운드와 상기 획득된 위치파악 참조 데이터의 지점 클라운드 사이의 상관을 계산하여 지점 클라운드들 사이의 정렬 오프셋을 결정하는 단계; 및
- [0159] 상기 결정된 정렬 오프셋을 사용하여 간주된 현재 위치를 조정함으로써 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0160] 이 추가 양상에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 양상과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 서로 상반되지 않는 범위 내에서 포함할 수 있다.
- [0161] 본 발명의 추가 측면에 따르면 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 방법이 제공되며, 상기 디지털 맵은 차량이 이동하는 가항 네트워크의 교차점을 나타내는 데이터를 포함하며, 상기 방법은:
- [0162] 가항 네트워크의 교차점에서 차량의 간주된 현재 위치에 대한 디지털 맵과 관련된 위치파악 참조 데이터를 획득하는 단계로서, 위치 참조 데이터는 참조 평면에 투영된 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 상기 참조 평면은 교차점과 관련된 참조 지점을 중심으로 하는 반경에 의해 정의되는 참조선에 의해 정의되며, 상기 적어도 하나의 깊이 맵의 각각의 픽셀은 차량이 이동하는 교차점과 관련된 참조 표면에서의 위치와 관련되며, 상기 픽셀은 상기 참조 평면에서 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 상기 환경에서의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계;
- [0163] 상기 위치파악 참조 데이터를 이용하여 차량 주변의 환경을 나타내는 참조 지점 클라운드를 결정하는 단계로서, 상기 참조 지점 클라운드는 3차원 좌표계에서 제1 데이터 지점의 세트를 포함하고, 각각의 제1 데이터 지점은 환경 내 물체의 표면을 나타내는, 단계;
- [0164] 적어도 하나의 센서를 사용하여 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 실시간 스캔 데이터를 결정하는 단계로서,

상기 실시간 스캔 데이터는 차량 주변의 환경을 나타내는 지점 클라우드를 포함하고, 상기 지점 클라우드는 3차원 좌표계에서의 제2 데이터 지점의 세트를 포함하며, 각각의 데이터 지점은 적어도 하나의 센서를 사용하여 결정된 바와 같이 환경에서의 물체의 표면을 나타내는, 단계;

- [0165] 상기 실시간 스캔 데이터의 지점 클라우드와 상기 획득된 위치파악 참조 데이터의 지점 클라우드 사이의 상관을 계산하여 지점 클라우드들 사이의 정렬 오프셋을 결정하는 단계; 및
- [0166] 상기 결정된 정렬 오프셋을 사용하여 간주된 현재 위치를 조정함으로써 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0167] 이 추가 측면들에서 참조 지점 클라우드는 3차원 좌표계에서의 제2 데이터 지점의 세트를 포함하며, 환경 내의 물체의 표면을 나타내는 각각의 제2 데이터 지점은 본 명세서에서 "3D 지점 클라우드"로 지칭될 수 있다.
- [0168] 본 발명의 이러한 추가적인 측면 또는 실시예에서, 위치파악 참조 데이터는 3D 참조 지점 클라우드를 획득하는 데 사용된다. 이는 데이터와 관련된 가항 요소 또는 교차점 주변의 환경을 나타내며, 따라서 가항 요소를 따라 또는 교차점을 통해 이동할 때의 차량 주변 환경을 나타낸다. 실시간 센서 데이터의 지점 클라우드는 차량 주변의 환경과 관련되며, 따라서 차량이 위치되는 가항 요소 또는 교차점 주변의 환경과 관련되는 것으로 참조될 수도 있다. 일부 바람직한 실시예에서, 위치파악 참조 데이터에 기초하여 획득된 3D 지점 클라우드는 실시간 스캔 데이터에 기초하여 획득된 차량 주변의 환경을 나타내는 3D 지점 클라우드와 비교된다(즉, 관련 요소로 또는 교차점을 통해 이동할 때). 이후 차량의 위치는 예를 들어 래스터 이미지와 같은 깊이 맵의 비교보다 이 비교에 기초하여 조정될 수 있다.
- [0169] 실시간 스캔 데이터 지점 클라우드는 차량과 관련된 하나 이상의 센서를 사용하여 얻어진다. 단일 센서 또는 복수의 그러한 센서가 사용될 수 있고, 후자의 경우에, 센서 유형들의 임의의 조합이 사용될 수 있다. 센서는 다음 중 적어도 하나를 포함할 수 있다; 하나 이상의 레이저 스캐너 세트, 하나 이상의 레이더 스캐너 세트, 및 하나 이상의 카메라 세트(예를 들어, 단일 카메라 또는 한 쌍의 스테레오 카메라). 단일 레이저 스캐너, 레이더 스캐너 및/또는 카메라가 사용될 수 있다. 차량이 카메라 또는 카메라들과 관련되는 경우, 하나 이상의 카메라로부터 얻어진 이미지는 차량 주변의 환경을 나타내는 3차원 장면을 구성하는데 사용될 수 있으며, 3차원 지점 클라우드는 3차원 장면을 사용하여 획득될 수 있다. 예를 들어, 차량이 단일 카메라를 사용하는 경우, 지점 클라우드는 그로부터 결정될 수 있고, 차량이 가항 요소를 따라 또는 교차점을 통해 이동할 때 카메라로부터 2차원 이미지의 시퀀스를 획득함으로써 결정될 수 있으며, 2차원 이미지의 시퀀스를 이용하여 3차원 장면이 구성되고, 3차원 장면을 사용하여 3차원 지점 클라우드가 얻어진다. 차량이 스테레오 카메라와 관련된 경우, 카메라로부터 얻어진 이미지는 3차원 장면을 얻기 위해 사용되며, 3차원 장면은 이후 3차원 지점 클라우드를 얻는데 사용된다.
- [0170] 위치파악 참조 데이터의 깊이 맵을 3D 지점 클라우드로 변환함으로써, 그것은 차량 센서(들)를 사용하여 실시간 스캐닝을 통해 얻어진 3D 지점 클라우드와 비교될 수 있고, 이는 그것이 무엇인지와 무관하다. 예를 들어, 위치파악 참조 데이터는 레이저 스캐너, 카메라 및 레이더 스캐너를 포함하는 다양한 센서 유형을 사용하는 참조 스캔에 기초할 수 있다. 차량은 대응하는 센서 세트를 갖거나 갖지 않을 수 있다. 예를 들어, 일반적으로 차량은 하나 이상의 카메라만을 포함할 수 있다.
- [0171] 위치파악 참조 데이터는 차량의 적어도 하나의 센서에 의해 생성되는 것으로 예상될 지점 클라우드에 대응하는 차량 주변의 환경을 나타내는 참조 지점 클라우드를 결정하는데 사용될 수 있다. 차량의 그것과 동일한 유형의 센서를 사용하여 참조 지점 클라우드를 얻은 경우, 이는 간단할 수 있으며, 모든 위치파악 참조 데이터는 3D 참조 지점 클라우드를 구성하는데 사용될 수 있다. 유사하게, 특정 조건 하에서, 한 유형의 센서에 의해 감지된 데이터는, 다른 센서에 의해 감지되는 것과 유사할 수 있다. 예를 들어, 참조 위치파악 데이터를 제공하는데 있어서 레이저 센서에 의해 감지된 물체는 또한 주간 동안 차량의 카메라에 의해 감지될 것으로 예상될 수 있다. 그러나, 이 방법은 차량과 관련된 유형의 센서 또는 센서들에 의해 검출될 것으로 예상되는 그리고/또는 현 조건 하에서 검출되는 것으로 예상되는 3D 지점 클라우드 내의 지점만을 포함하는 단계를 포함할 수 있다. 위치파악 참조 데이터는 적절한 참조 지점 클라우드가 생성되는 것을 가능케 하는 데이터를 포함할 수 있다.
- [0172] 일부 실시예에서, 진술한 바와 같이, 위치파악 참조 데이터의 각 픽셀은 감지된 반사율의 값을 나타내는 적어도 하나의 채널을 더 포함한다. 각 픽셀은 다음 중 하나 이상을 포함할 수 있다: 감지된 레이저 반사율의 값을 나타내는 채널, 및 감지된 레이더 반사율의 값을 나타내는 채널. 바람직하게는, 레이더 및 레이저 반사율 모두를 나타내는 채널이 제공된다. 이후 바람직하게는, 위치파악 참조 데이터에 기초하여 3D 지점 클라우드를 생성하는

단계는 감지된 반사율 데이터를 사용하여 수행된다. 3D 지점 클라우드의 생성은 또한 차량의 센서 또는 센서들의 유형에 기초할 수 있다. 상기 방법은 참조 3D 지점 클라우드에 포함되기 위한 3D 지점들을 선택하기 위해 차량의 센서 또는 센서들의 유형을 나타내는 데이터 및 반사율 데이터를 이용하는 단계를 포함할 수 있다. 반사율 채널의 데이터는 3D 지점 클라우드 생성에 사용하기 위해 깊이 채널로부터 데이터를 선택하는데 사용된다. 반사율 채널은 (적절한 경우, 현재 조건에서) 특정 물체가 관련 센서 유형에 의해 감지되는지 여부의 표시를 제공한다.

[0173] 예를 들어, 참조 데이터가 레이저 스캐너 및 레이더 스캐너로부터 얻어진 데이터에 기초하고 차량이 단지 레이더 스캐너만을 갖는 경우, 레이더 반사율 값은 3D 지점 클라우드에 포함시킬 지점들을 선택하는데 사용될 수 있고, 이는 차량의 레이더 스캐너에 의해 감지될 것으로 예상될 것이다. 일부 실시예에서, 각 픽셀은 레이더 반사율을 나타내는 채널을 포함하고, 상기 방법은 상기 레이더 반사율 데이터를 이용하여 레이더 센서에 의해 감지될 지점만을 포함하는 3D 참조 지점 클라우드를 생성하는 단계를 포함한다. 상기 방법이 3D 참조 지점 클라우드를 실시간 스캔 데이터에 기초하여 획득된 3D 지점 클라우드와 비교하는 단계를 더 포함하는 경우, 실시간 스캔 데이터의 3D 지점 클라우드는 레이더 스캐너로부터 얻어진 데이터에 기초한다. 차량은 레이더 스캐너만을 포함할 수 있다.

[0174] 비록 차량이 레이더 및/또는 레이저 스캐너를 포함할 수 있지만, 대부분의 경우, 자동차에는 카메라 또는 카메라들만을 포함할 수 있다. 레이저 반사율 데이터는 어둠의 상황 하에서 센서로서의 카메라 또는 카메라들만을 갖는 차량에 의해 감지될 것으로 예상되는 3D 지점 클라우드와 상관은 3D 참조 지점 클라우드를 얻는 방법을 제공할 수 있다. 레이저 반사율 데이터는 어두운 곳에서 카메라로 감지될 것으로 예상될 수 있는 물체의 표시를 제공한다. 일부 실시예에서, 각 픽셀은 레이저 반사율을 나타내는 채널을 포함하고, 상기 방법은 레이저 반사율 데이터를 사용하여 어둠 상태 동안 차량의 카메라에 의해 감지될 지점만을 포함하는 3D 참조 지점 클라우드를 생성하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 3D 참조 지점 클라우드를 실시간 스캔 데이터에 기초하여 획득된 3D 지점 클라우드와 비교하는 단계를 더 포함하며, 이 경우 실시간 스캔 데이터의 3D 지점 클라우드는 어둠 상태에서 카메라로부터 획득된 데이터에 기초할 수 있다.

[0175] 3차원 지점 클라우드의 형태로 참조 위치파악 데이터를 획득하고, 이러한 데이터를 사용하여 참조 뷰(예를 들어 적용 가능한 조건 하에서 차량의 하나 이상의 카메라로부터 얻어질 것으로 예상될 수 있고 카메라에 의해 얻어진 이미지와 비교될 수 있는 이미지)를 재구성하는 것은 그 자체로 유리하다.

[0176] 일부 실시예에서, 상기 방법은, 적용 가능한 조건 하에서 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 또는 디지털 맵에 의해 표시되는 교차점을 통해 이동하는 차량과 관련된 하나 이상의 카메라로부터 얻어질 것으로 예상되는 뷰를 재구성하는데 있어서, 본 발명의 측면 또는 실시예에 따른 생성된 위치파악 참조 데이터를 사용하는 단계를 포함할 수 있고, 상기 방법은 다음을 포함한다: 교차점에서 또는 가항 네트워크의 교차점 또는 가항 요소를 따라 차량의 간주된 현재 위치에 대한 디지털 맵과 관련된 위치파악 참조 데이터를 획득하는 단계; 위치파악 참조 데이터를 이용하여 차량 주변 환경을 나타내는 참조 지점 클라우드를 결정하는 단계로서, 상기 참조 지점 클라우드는 3차원 좌표계에서의 제1 데이터 지점의 세트를 포함하며, 상기 제1 데이터 지점 각각은 상기 환경 내의 물체의 표면을 나타내는, 단계; 및 상기 참조 지점 클라우드를 사용하여 적용 가능한 조건 하에서 가항 요소 또는 교차점을 횡단할 때 차량과 관련된 하나 이상의 카메라에 의해 획득될 것으로 기대되는 참조 뷰를 재구성하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 하나 이상의 카메라를 사용하여 차량 주변 환경의 실시간 장면을 결정하는 단계 및 상기 하나 이상의 카메라에 의해 획득된 실시간 뷰와 참조 뷰를 비교하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0177] 본 발명의 추가 측면에 따르면, 적용 가능한 조건 하에서 디지털 맵에 의해 표현된 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 이동하는 차량과 관련된 하나 이상의 카메라로부터 얻어질 것으로 예상되는 뷰를 재구성하는 방법이 제공되며, 상기 방법은:

[0178] 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 차량의 간주된 현재 위치에 대한 디지털 맵과 관련된 위치파악 참조 데이터를 획득하는 단계로서, 상기 위치파악 참조 데이터는 참조 평면에 투영된 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 참조 평면은 가항 요소와 관련된 참조선에 의해 정의되고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각각의 픽셀은 차량이 이동하는 가항 요소와 관련된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 상기 픽셀은 상기 참조 평면에서 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경에서의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계;

[0179] 상기 위치파악 참조 데이터를 이용하여 차량 주변의 환경을 나타내는 참조 지점 클라우드를 결정하는 단계로서, 상기 참조 지점 클라우드는 3차원 좌표계에서 제1 데이터 지점의 세트를 포함하고, 각각의 제1 데이터 지점은

환경 내 물체의 표면을 나타내는, 단계;

- [0180] 상기 참조 지점 클라우드를 이용하여 적용 가능한 상태에서 가항 요소를 가로지를 때 차량과 관련된 하나 이상의 카메라에 의해 획득될 것으로 예상되는 참조 뷰를 재구성하는 단계;
- [0181] 상기 하나 이상의 카메라를 이용하여 상기 차량 주변의 환경의 실시간 뷰(real time view)를 결정하는 단계; 및
- [0182] 상기 하나 이상의 카메라에 의해 얻어진 상기 실시간 뷰와 참조 뷰(reference view)를 비교하는 단계를 포함한다.
- [0183] 이 추가 양상에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 양상과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 서로 상반되지 않는 범위 내에서 포함할 수 있다.
- [0184] 본 발명의 추가 양상에 따르면, 적용 가능한 조건 하에서 디지털 맵에 의해 표현된 가항 네트워크의 교차점을 통해 이동하는 차량과 관련된 하나 이상의 카메라로부터 얻어질 것으로 예상되는 뷰를 재구성하는 방법이 제공되며, 상기 방법은:
- [0185] 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 차량의 간주된 현재 위치에 대한 디지털 맵과 관련된 위치파악 참조 데이터를 획득하는 단계로서, 상기 위치파악 참조 데이터는 참조 평면에 투영된 차량 주변의 환경을 나타내는 적어도 하나의 깊이 맵을 포함하고, 참조 평면은 교차점과 관련된 참조 지점을 중심으로 한 반경에 의해 정의된 참조선에 의해 정의되고, 적어도 하나의 깊이 맵의 각각의 픽셀은 차량이 이동하는 교차점과 관련된 참조 평면 내의 위치와 관련되고, 상기 픽셀은 상기 참조 평면에서 상기 픽셀의 관련된 위치로부터 소정 방향을 따라 환경에서의 물체의 표면까지의 거리를 나타내는 깊이 채널을 포함하는, 단계;
- [0186] 상기 위치파악 참조 데이터를 이용하여 차량 주변의 환경을 나타내는 참조 지점 클라우드를 결정하는 단계로서, 상기 참조 지점 클라우드는 3차원 좌표계에서 제1 데이터 지점의 세트를 포함하고, 각각의 제1 데이터 지점은 환경 내 물체의 표면을 나타내는, 단계;
- [0187] 상기 참조 지점 클라우드를 이용하여 적용 가능한 상태에서 가항 요소를 가로지를 때 차량과 관련된 하나 이상의 카메라에 의해 획득될 것으로 예상되는 참조 뷰를 재구성하는 단계;
- [0188] 상기 하나 이상의 카메라를 이용하여 상기 차량 주변의 환경의 실시간 뷰(real time view)를 결정하는 단계; 및
- [0189] 상기 하나 이상의 카메라에 의해 얻어진 상기 실시간 뷰와 참조 뷰(reference view)를 비교하는 단계를 포함한다.
- [0190] 이 추가 양상에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 양상과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 서로 상반되지 않는 범위 내에서 포함할 수 있다.
- [0191] 본 발명의 이들 양상은, 상이한 유형의 센서로부터 얻어질 수 있는 위치파악 참조 데이터에 기초하여, 차량의 카메라(들)에 의해 획득된 실시간 뷰와 비교될 수 있는 참조 뷰가 구성되는 것을 허용한다는 점에서 특히 유리하다. 실제로, 복수의 차량은 참조 데이터를 얻는데 사용될 수 있는 것과 같이 보다 구체적이거나 정교한 센서가 아닌 카메라 또는 카메라만을 구비할 것이라는 것이 인식되어 왔다.
- [0192] 본 발명의 이러한 추가적인 양상 및 실시예에서, 참조 뷰와 실시간 뷰의 비교 결과가 원하는 대로 사용될 수 있다. 예를 들어, 비교의 결과는 이전에 설명된 양상 및 실시예에서와 같이 차량의 위치를 결정하는데 사용될 수 있다. 상기 방법은 실시간 뷰와 참조 뷰 사이의 상관을 계산하여 뷰들 사이의 정렬 오프셋을 결정하는 단계; 및 상기 결정된 정렬 오프셋을 사용하여 차량의 간주된 현재 위치를 조정함으로써 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0193] 적용 가능한 조건은 현재 시간에 적용 가능한 조건이며, 조명 조건일 수 있다. 일부 실시예에서, 적용 가능한 조건은 어둠의 상태이다.
- [0194] 참조 뷰는 전술한 실시예 중 임의의 것에 따라 위치파악 참조 데이터로부터 획득될 수 있는 3D 참조 지점 클라우드를 사용하여 재구성된다. 하나 이상의 카메라에 의해 획득될 것으로 예상되는 참조 뷰를 재구성하는 단계는 바람직하게는 위치파악 참조 데이터의 깊이 맵의 픽셀과 연관된 반사율 데이터 채널의 데이터를 이용하는 단계를 포함한다. 따라서, 바람직하게는, 상기 위치파악 참조 데이터의 각 픽셀은 감지된 레이저 반사율의 값을 나타내는 적어도 하나의 채널을 더 포함하고, 상기 위치파악 참조 데이터를 기반으로 3D 지점 클라우드를 생성하는 단계는 상기 감지된 레이저 반사율 데이터를 이용하여 수행된다. 레이저 반사율 데이터는 참조 3D 지점 클라

우드를 생성하는데 사용하기 위해 깊이 채널로부터 데이터를 선택하는데 사용될 수 있고, 이는 예를 들어 어둡고 같은 적용 가능한 조건에서 보여질 수 있도록 의도된 물체를 포함하는, 차량의 하나 이상의 카메라로부터 얻어질 것으로 예상될 수 있는 뷰에 대응하는 재구성된 참조 뷰를 생성하기 위함이다. 차량의 하나 이상의 카메라는 전술한 바와 같이 단일 카메라 또는 한 쌍의 스테레오 카메라일 수 있다.

[0195] 깊이 맵의 비교, 또는 지점 클라우드의 비교, 또는 재구성된 및 실시간 이미지의 여부에 관계 없이, 다양한 양상 및 실시예에서 본 발명에 따라 수행될 수 있는 위치과악 참조 데이터에 대한 실시간 스캔 데이터의 비교는 데이터 윈도우를 통해 수행될 수 있다. 데이터 윈도우는 예를 들어 종방향 데이터와 같은 이동 방향의 데이터의 윈도우이다. 따라서, 데이터를 윈도우잉(windowing)하면 비교 동안 사용 가능한 데이터의 서브셋이 고려될 수 있다. 상기 비교는 겹치는 윈도우에 대해 주기적으로 수행될 수 있다. 비교를 위해 사용된 데이터 윈도우의 적어도 일부가 중복되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 이것은 인접하는 계산된 예를 들어 종방향 오프셋 값들 사이의 차이가 데이터에 대해 완만하게 처리되는 것을 보증할 수 있다. 윈도우는 오프셋 계산의 정확도가 일시적인 특징에 대해 불변이도록 충분한 길이를 가질 수 있으며, 바람직하게는 길이가 적어도 100m일 수 있다. 이러한 일시적인 특징은 예를 들어, 주차된 차량, 주월 차량 또는 동일 경로의 역주행 차량일 수 있다. 일부 실시예에서, 길이는 적어도 50m이다. 일부 실시예에서, 길이는 200m이다. 이러한 방식으로, 감지된 환경 데이터는 도로의 스트레치(예를 들어, 종방향 스트레치), 예를 들어, 200m의 '윈도우'에 대해 결정되고, 결과 데이터는 도로의 스트레치에 대한 위치과악 참조 데이터와 비교된다. 이 크기의 도로의 스트레치, 즉 차량의 길이보다 실질적으로 더 큰 것의 비교를 통해, 도로 상의 다른 차량 및 도로의 측면에 정지된 차량 등과 같은 비-고정적 또는 일시적 물체가 일반적으로 비교 결과에 영향을 미치지 않는다.

[0196] 전술한 양상들 및 실시예들 중 임의의 것에서, 그리고 일반적으로, 예를 들어 디지털 맵에 대하여 차량의 위치를 결정하는데 사용하기 위해, 위치과악 참조 데이터 및 실시간 스캔 데이터 사이의 하나 이상의 정렬 오프셋들이 존재하는 경우, 실시간 스캔 데이터의 지점 클라우드의 데이터 지점들을 분류하기 위해 맵 데이터가 더 사용될 수 있음이 인식되었다. 예를 들어, 가항 요소(예를 들어, 도로) 상에 있는 물체들의 표면과 관련된 데이터 지점들, 그리고 가항 요소의 외부에 있는 물체들의 표면들과 관련된 데이터 지점들을 식별할 수 있다. 이 초기 분류는 컨텍스트(context)가 이미 지점 클라우드의 지점들에 주어졌기 때문에 향상된 물체 인식을 가능하게 한다. 예를 들어, 도로에서 움직이는 물체는 자동차 또는 다른 차량일 가능성이 크다. 따라서, 컴퓨터 비전 기술(computer vision technique), 예를 들어 차선 표시, 차량, 보행자, 도로 표지판, 고속도로 출구 램프, 신호등, 도로 위험물 등과 같은 이미지 분석을 이용하여 지점 클라우드 내의 후보 물체들이 검출될 때, 이 검출 단계는 디지털 맵의 데이터를 기반으로 이미 분류된 지점 클라우드를 기반으로 한다. 이 지점 클라우드의 사전 분류는 후보 물체들이 더 높은 수준의 신뢰도로 식별되고 분류되도록 할 수 있다. 또한, 지점 클라우드로부터 지점들이 제거되도록 허용하여, 지점 클라우드에서 데이터 지점들의 서브셋(예를 들어, 도로 이동통로에 있는 지점들, 또는 도로 이동통로 외부에 있는(도로의 좌측 또는 우측 상에 있는) 지점들)에 대해서만 물체 인식이 수행되도록 할 수 있다.

[0197] 따라서, 본 발명의 추가 양상에 따르면, 디지털 맵을 사용하여 지점 클라우드(point cloud)의 데이터 지점들을 분류하는 방법으로서, 상기 디지털 맵은 복수의 세그먼트들을 포함하며, 각각의 세그먼트는 가항 네트워크의 가항 요소를 나타내며, 그리고 상기 가항 요소의 경계들을 나타내는 복수의 참조선들을 포함하며, 각각의 세그먼트는 상기 복수의 참조선들의 지리적 위치를 나타내는 위치 데이터와 연관되며, 각각의 세그먼트는 가항 요소 주변의 환경 내의 물체들의 표면들의 지리적 위치를 나타내는 위치과악 참조 데이터(localization reference data)와 더 연관되며, 상기 방법은 :

[0198] 상기 가항 네트워크의 가항 요소를 따라 상기 차량의 간주된 현재 위치에 기초하여 상기 디지털 맵의 하나 이상의 세그먼트들에 대한 위치과악 참조 데이터를 얻는 단계;

[0199] 적어도 하나의 센서를 사용하여 차량 주변의 환경을 스캐닝함으로써 실시간 스캔 데이터를 결정하는 단계로서, 상기 실시간 스캔 데이터는 상기 차량 주변의 환경을 나타내는 지점 클라우드에 기초하며, 상기 지점 클라우드는 3차원 좌표계에서 복수의 데이터 지점들을 포함하고, 각각의 데이터 지점은 상기 적어도 하나의 센서를 사용하여 결정된 바와 같이 상기 환경 내의 물체의 표면을 나타내는 3차원 좌표계 내의 위치를 가지는, 단계;

[0200] 상기 위치과악 참조 데이터 및 상기 실시간 스캔 데이터 간의 상관을 계산하여 하나 이상의 정렬 오프셋들을 결정하는 단계;

[0201] 상기 결정된 하나 이상의 정렬 오프셋들을 사용하여 상기 실시간 스캔 데이터의 지점 클라우드의 데이터 지점들의 위치를 조정하는 단계;

- [0202] 상기 복수의 데이터 지점들 각각에 대해, 상기 데이터 지점이 상기 가항 요소의 경계들 사이에 있는지를 결정하기 위해, 관련 세그먼트에 대한 상기 위치 데이터와 데이터 지점의 조정된 위치를 비교하는 단계; 및
- [0203] 상기 비교에 기초하여 상기 복수의 데이터 지점들 각각을 하나 이상의 그룹들로 분류하는 단계를 포함하는, 방법이 제공된다.
- [0204] 이 추가 양상에 따른 본 발명은, 본 발명의 다른 양상들과 관련하여 설명된 특징 중 임의의 것 또는 모든 것을 포함할 수 있으며, 이들은 서로 상반되지 않는 범위 내에서 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 하나 이상의 정렬 오프셋들은 종방향, 측방향 및/또는 헤딩(heading)(베어링(bearing))일 수 있다. 이와 유사하게, 정렬 오프셋들을 결정하는 단계는 (동일한 포맷으로 변환된) 실시간 스캔 데이터 및 위치파악 참조 데이터를 상관하는 것에 기초하거나, 또는 위치파악 참조 데이터로부터 생성된 지점 클라우드와 실시간 장면 데이터의 지점 클라우드를 상관시킴으로써 또는 본원에 설명된 다른 방법들 중 임의의 것에 의해 이루어질 수 있다.
- [0205] 상기 가항 요소의 경계들을 나타내는 상기 복수의 참조선들은 도로 경계들 및/또는 차선 경계들을 포함할 수 있다. 각각의 세그먼트는 도로의 중심선 및/또는 도로의 차선들의 중심선을 나타내는 참조선을 포함할 수 있다.
- [0206] 상기에 논의된 바와 같이, 상기 방법은 하나 이상의 후보 물체들을 인식하기 위해 상기 데이터 지점들의 그룹들 중 하나 이상, 즉 지점 클라우드의 사전 분류된 부분들을 분석하는 단계를 더 포함할 수 있다. 추가적으로, 또는 대안적으로, 상기 방법은 도로 이동통로 내에 있는 지점들을 지점 클라우드로부터 제거하는 단계, 그리고 다음 위치결정 반복을 수행할 때 이러한 "클리너(cleaner)" 지점 클라우드를 실시간 스캔 데이터의 일부로서 사용하는 단계를 더 포함할 수 있다. 실시간 감지된 데이터에 존재하지만 참조 데이터에 존재하지 않는 물체들에 대응하는 지점들이 실시간 감지된 지점 클라우드로부터 제거되는 실시예들에서, 그러한 물체들은 위치가 결정되어야 하는 차량의 부근에 있는 이동 물체들(예를 들어, 차량들)에 대응할 수 있다. 이는 데이터 세트들 간의 상관을 개선하여 위치 결정을 향상시키는 데 도움이 될 수 있다.
- [0207] 본 발명의 양상 또는 실시예에서 본 발명에 따라 사용된 위치파악 참조 데이터의 적어도 일부는 원격으로 저장될 수 있다. 바람직하게는, 차량이 관련되는 경우, 위치파악 참조 데이터의 적어도 일부는 차량에 국부적으로 저장된다. 따라서, 위치파악 참조 데이터가 경로를 통해 이용 가능하더라도, 차량 상으로 연속적으로 전송될 필요가 없고 비교가 차량 상에서 수행될 수 있다.
- [0208] 위치파악 참조 데이터는 압축된 포맷으로 저장될 수 있다. 위치파악 참조 데이터는 30KB/km 이하에 해당하는 크기를 가질 수 있다.
- [0209] 위치파악 참조 데이터는 디지털 맵에 표현된 가항 네트워크의 가항 요소의 적어도 일부, 바람직하게는 전부에 대해 저장될 수 있다. 따라서, 차량의 위치는 차량이 주행한 경로를 따라 어디에서나 연속적으로 결정될 수 있다.
- [0210] 실시예에서, 참조 위치파악 데이터는 차량에 의해 순차적으로 이동되는 가항 요소를 따라 이전에 이동한 모바일 맵핑 차량(mobile mapping vehicle) 상에 위치된 적어도 하나의 장치를 사용하여 참조 스캔으로부터 얻어질 수 있다. 따라서, 참조 스캔은 위치가 연속적으로 결정되는 현재 차량과 다른 차량을 사용하여 획득될 수 있다. 일부 실시예에서, 모바일 맵핑 차량은 위치가 연속적으로 결정되는 차량과 유사한 설계이다.
- [0211] 실시간 스캔 데이터 및/또는 참조 스캔 데이터는 적어도 하나의 레인지-파인더 센서를 사용하여 획득될 수 있다. 레인지-파인더 센서는 단일 축을 따라 작동하도록 구성될 수 있다. 레인지-파인더 센서는 수직 축에서 스캔을 수행하도록 구성될 수 있다. 수직 축에서 스캔을 수행하면, 여러 높이의 평면에 대한 거리 정보가 수집되고, 따라서 결과적인 스캔이 훨씬 자세하게 처리된다. 선택적으로, 또는 부가적으로, 레인지-파인더 센서는 수평축에서 스캔을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0212] 레인지-파인더 센서는 레이저 스캐너일 수 있다. 레이저 스캐너는 거울을 사용하여 측방향 환경을 가로질러 스캐닝된 레이저 빔을 포함할 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 레인지-파인더 센서는 레이더 스캐너 및/또는 한 쌍의 스테레오 카메라일 수 있다.
- [0213] 본 발명은, 본 명세서에서 설명된 방법들 중 임의의 것을 수행하도록 구성된(예를 들어 프로그래밍된) 하나 이상의 프로세서와 같은 수단을 갖는, 예를 들어 내비게이션 장치와 같은 장치, 차량 등으로 확장된다.
- [0214] 본 명세서에서 설명된 위치파악 참조 데이터를 생성하는 단계는 바람직하게는 서버 또는 다른 유사한 컴퓨팅 장치에 의해 수행된다.

[0215] 상기 방법의 단계들 중 임의의 단계를 수행하기 위한 수단은 그렇게 하기 위해 구성된(예를 들어, 프로그래밍된) 하나 이상의 프로세서의 세트를 포함할 수 있다. 주어진 단계는 임의의 다른 단계와 동일한 또는 다른 프로세서 세트를 사용하여 수행될 수 있다. 임의의 주어진 단계는 프로세서 세트의 조합을 사용하여 수행될 수 있다. 상기 시스템은 예를 들어 상기 디지털 맵, 상기 위치과악 참조 데이터 및/또는 상기 실시간 스캔 데이터를 저장하기 위한, 컴퓨터 메모리와 같은 데이터 저장 수단을 더 포함할 수 있다.

[0216] 바람직한 실시예에서, 본 발명의 방법은 서버 또는 유사한 컴퓨팅 장치에 의해 구현된다. 환언하면, 본 발명의 방법은 바람직하게는 컴퓨터 구현된 방법이다. 따라서, 실시예에서, 본 발명의 시스템은 설명된 다양한 단계들을 수행하기 위한 수단을 포함하는 서버 또는 유사한 컴퓨팅 장치를 포함하고, 본 명세서에서 설명된 방법 단계는 서버에 의해 수행된다.

[0217] 본 발명은 또한 여기에 설명된 방법 중 임의의 것을 수행하도록 실행 가능한 컴퓨터 판독가능 명령들, 또는 장치가 여기에 설명된 방법 중 임의의 것을 수행하게 하는 실행 가능한 컴퓨터 판독가능 명령들을 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품에 확장된다. 컴퓨터 프로그램 제품은 바람직하게는 비-일시적인 물리적 저장 매체에 저장된다.

[0218] 당업자라면 이해할 수 있는 바와 같이, 본 발명의 양상 및 실시예는, 적절한 경우, 본 발명의 임의의 다른 양상에 대하여 본 명세서에서 설명된 본 발명의 바람직한 및 선택적인 특징 중 임의의 하나 이상의 것 또는 전부를 포함할 수 있으며, 바람직하게는 모두 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0219] 이제 본 발명의 실시예들은 첨부된 도면을 참조하여 단지 예로서 설명될 것이다.

도 1은 플래닝 맵의 일부를 나타낸다.

도 2는 도로 네트워크의 이미지 상에 중첩된 플래닝 맵의 일부를 도시한다.

도 3 및 도 4는 맵을 구축하기 위한 데이터를 수집하는데 사용될 수 있는 예시적인 모바일 맵핑 시스템을 도시한다.

도 5는 레이저 스캐너로부터 얻어진 데이터의 3D 도면을 도시하고, 도 6은 레이저 스캐너로부터 얻어진 데이터의 측면 투영을 도시한다.

도 7은 일 실시예에 따른, 주변을 감지하면서 도로를 따라 이동하는 차량을 도시한다.

도 8은 예를 들어 도 7의 차량에 의해 수집된 것과 같은 감지된 환경 데이터와 비교된 위치과악 참조 데이터의 비교를 도시한다.

도 9는 위치과악 참조 데이터가 저장될 수 있는 예시적인 포맷을 도시한다.

도 10a는 도로를 따라 주행하는 차량에 장착된 레인지-파인딩 센서(range-finding sensor)에 의해 획득된 예시적인 지점 클라우드를 도시하고, 도 10b는 이 지점 클라우드 데이터가 2개의 깊이 맵으로 변환된 것을 도시한다.

도 11은 일 실시예에서의 정규화된 상호-상관 계산 다음에 결정된 오프셋을 도시한다.

도 12는 "참조" 데이터 세트와 "국부 측정" 데이터 세트 사이에 수행된 상관의 다른 예를 도시한다.

도 13은 일 실시예에 따른 차량 내에 위치한 시스템을 도시한다.

도 14a는 위치과악 참조 데이터의 스트레치의 일부인 예시적인 래스터 이미지를 도시한다.

도 14b는 도 14a의 데이터를 도로 좌측 및 우측의 2개의 개별 평면으로 도시한 조감도를 도시한다.

도 15a는 위치과악 참조 데이터 및 실시간 스캔 데이터의 고정된 종방향 분해능 및 가변의(예를 들어, 비선형의) 수직 및/또는 깊이 분해능을 도시한다.

도 15b는 참조선 위의 높이를 픽셀 Y 좌표 값에 맵핑하는 함수를 도시한다.

도 15c는 참조선으로부터 픽셀 깊이 값들로 거리들을 맵핑하는 함수를 도시한다.

도 15d는 3차원 플롯에서의 고정된 종방향 픽셀 분해능, 가변 수직 픽셀 분해능 및 가변 깊이값 분해능을 도시

한다.

도 16a는 도로 요소와 관련된 참조선에 의해 정의된 참조 평면에 대한 직교 투영을 도시한다.

도 16b는 직교 투영을 사용하여 얻어진 측면 깊이 맵을 도시한다.

도 16c는 도로 요소와 관련된 참조선에 의해 정의된 참조 평면에 대한 비-직교 투영을 도시한다.

도 16d는 비-직교 투영을 사용하여 얻어진 측면 깊이 맵을 도시한다.

도 17은 깊이 맵에 대한 다중-채널 데이터 포맷을 도시한다.

도 18은 교차로에서 깊이 맵들을 구성하는데 사용될 수 있는 원형 및 선형 참조선들을 도시한다.

도 19a는 물체들이 상이한 각도 위치들에서 원형 깊이 맵 상에 투영될 수 있는 방법을 도시한다.

도 19b는 깊이 맵을 제공하기 위해 참조 평면에 대한 물체들의 직교 투영을 도시한다.

도 20a는 참조 깊이 맵 및 대응하는 실시간 깊이 맵을 도시한다.

도 20b는 참조 깊이 맵과 실시간 깊이 맵의 종방향 상관으로부터 유도된 종방향 수정을 도시한다.

도 20c는 참조 깊이 맵 및 실시간 깊이 맵에서의 대응하는 픽셀에 대한 픽셀 깊이 값 사이의 히스토그램 차이로부터 도출된 측방향 수정을 도시한다.

도 20d는 도로 상의 차량의 종방향 위치 및 측방향 위치가 어떻게 보정될 수 있는지를 도시한다.

도 21a는 참조 깊이 맵의 대응 부분을 통한 수직 슬라이스 세트를 도시한다.

도 21b는 깊이 맵을 따른 수직 슬라이스의 종방향 거리에 대해 플롯된 수직 슬라이스들에 대한 평균 픽셀 깊이 차이를 도시한다.

도 22는 곡선 도로의 이미지 및 도로에 대한 대응하는 선형 참조 이미지를 도시한다.

도 23a 및 도 23b는 예를 들어 비선형 환경에서 차량의 위치를 설정하는 방법을 도시한다.

도 24는 데이터 차량 센서들이 참조 데이터와 상관되어 디지털 맵에 대한 차량의 위치를 파악하는 예시적인 시스템을 도시한다.

도 25a, 도 25b 및 도 25c는 참조 깊이 맵이 3D 지점 클라우드를 구성하는데 사용되고 그것이 이후 차량 레이저 센서들로부터 얻어진 3D 지점 클라우드와 비교되는 제1 예의 사용 케이스를 도시한다.

도 26a, 도 26b, 도 26c 및 도 26d는 참조 깊이 맵이 3D 지점 클라우드를 구성하는데 사용되고 그것이 이후 복수의 차량 카메라 또는 단일 차량 카메라로부터 얻어진 3D 장면 또는 뷰와 비교되는 제2 예의 사용 케이스를 도시한다.

도 27a, 도 27b 및 도 27c는 깊이 맵의 반사율 데이터가 3D 지점 클라우드를 구성하는데 사용되고 그것이 이후 차량 카메라로부터 획득된 3D 장면 또는 뷰와 비교되는 제3 예의 사용 케이스를 도시한다.

도 28a 및 도 28b는 깊이 맵의 레이더 데이터가 3D 지점 클라우드를 구성하는데 사용되고 그것이 이후 차량 레이더를 사용하여 획득된 3D 장면과 비교되는 제4 예의 사용 케이스를 도시한다.

도 29는 본 발명의 실시예들에 사용된 상이한 좌표계들을 도시한다.

도 30은 차량 위치를 결정하기 위해 차량 센서 데이터를 참조 데이터와 상관시킬 때 수행되는 단계들을 도시한다.

도 31은 도 30의 방법에서 레이저 지점 클라우드를 결정하기 위해 수행되는 단계들을 도시한다.

도 32a는 도 30의 방법에서 상관 단계를 수행하기 위한 제1 예시적인 방법을 도시한다.

도 32b는 도 30의 방법에서 상관 단계를 수행하기 위한 제2 예시적인 방법을 도시한다.

도 33은 차량 위치가 디지털 맵 데이터에 대해 보정된 전후의 실시간 센서 데이터에 기초한 지점 클라우드의 지점들의 상면도를, 디지털 맵으로부터 취해진 차선 표시들의 기하학적 구조를 나타내는 선들과 함께 도시한다.

도 34는 도 33의 분류된 지점 클라우드에 기초하여 검출된, 도로 상에 존재하는 움직이는 물체들을 도시한다.

도 35는 다음 반복에서 참조 데이터와의 보다 양호한 상관관계를 통해 물체 인식을 향상시키고 그리고/또는 위치결정을 개선시키는데 사용될 수 있는, 실시간 센서 데이터의 지점 클라우드 내의 지점들을 사전 분류하기 위해 맵 데이터를 이용하는 방법을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0220] 디지털 맵(가항 네트워크, 예컨대 도로 네트워크를 나타냄)에 대한, 차량과 같은 장치의 위치를 결정하기 위한 개선된 방법이 요구된다는 것이 인식되어 왔다. 특히, 디지털 맵에 대한 장치의 종방향(longitudinal) 위치가 정확하게, 예를 들어 서브-미터 정확도로 결정될 수 있어야 한다. 본 출원에서의 "종방향"이라는 용어는 장치(예를 들어, 차량)가 이동하는 가항 네트워크(navigable network)의 부분을 따르는 방향을 말한다; 다시 말해서, 차량이 주행하는 도로의 길이를 따르는 방향을 의미한다. 본 출원에서의 "횡방향(lateral)"이라는 용어는 종방향에 수직인 것으로서의 통상적인 의미를 가지며, 따라서 도로의 폭을 따르는 방향을 지칭한다.
- [0221] 인식할 수 있는 바와 같이, 예를 들어 도로의 각 차선이 별도로 나타나는 3차원 벡터 모델(표준 맵에서와 같은 도로에 대한 중심선과는 대조적임)과 같이, 디지털 맵이 전술한 바와 같은 플래닝 맵을 포함하는 경우, 장치(예를 들어, 차량)의 횡방향 위치는, 장치가 현재 주행하는 차선을 결정하는 것을 단순히 수반한다. 그러한 결정을 수행하기 위한 다양한 기술이 알려져 있다. 예를 들어, 결정은 글로벌 항법 위성 시스템(GNSS) 수신기로부터 얻어진 정보만을 사용하여 이루어질 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 장치와 관련된 카메라, 레이저 또는 다른 이미징 센서로부터의 정보가 사용될 수 있다; 예를 들어, 차량 내부에 장착된 하나 이상의 비디오 카메라로부터의 이미지 데이터가, 예를 들어 다양한 이미지 처리 기술을 사용하여, 분석됨으로써 차량이 주행하는 차선을 탐지하고 추적하는, 실질적인 연구가 최근에 수행되었다. 일 대표적인 기술은 허준화(JunhwaHur), 강승남(Seung-Nam), 서승우(Seung-Woo Seo)가 저술한 "Multi-lanedetection in urban driving environments using conditional random fields"라는 제목의 논문에서 나와 있다(지능형 차량 심포지엄(Intelligent Vehicles Symposium) 과정에서 공개됨, 페이지 1297-1302. IEEE, (2013) 참조). 여기서, 장치에는 비디오 카메라, 레이더 및/또는 LIDAR 센서로부터의 데이터 피드(data feed)가 제공될 수 있으며, 적절한 알고리즘이 사용되어 수신된 데이터를 실시간으로 처리함으로써 장치가 이동하고 있는 장치 또는 차량의 현재 차선이 결정된다. 대안적으로, 모빌아이 엔브이(Mobileye N.V.)로부터 이용 가능한 모빌아이(Mobileye) 시스템과 같은, 다른 장치 또는 장비는 이들 데이터 피드에 기초하여 차량의 현재 차선의 결정을 제공할 수 있고, 이후 예를 들어 유선 연결 또는 블루투스 연결에 의해, 장치에 상기 현재 차선의 결정을 공급할 수 있다.
- [0222] 실시예에서, 차량의 종방향 위치는, 차량 주변의, 바람직하게는 차량의 한쪽 또는 양쪽 면상에서의, 환경의 실시간 스캔을 디지털 맵과 관련된 환경의 참조 스캔과 비교함으로써 결정될 수 있다. 이 비교로부터, (있는 경우) 종방향 오프셋이 결정될 수 있으며, 차량의 위치가 상기 결정된 오프셋을 사용하여 디지털 맵과 매칭된다. 따라서 디지털 맵에 대한 차량의 위치는 언제나 고도의 정확도로 알려질 수 있다.
- [0223] 차량 주변 환경의 실시간 스캔은 차량에 위치한 적어도 하나의 레인지-파인더 센서(range-finder sensor)를 사용하여 얻어질 수 있다. 상기 적어도 하나의 레인지-파인더 센서는 임의의 적합한 형태를 취할 수 있지만, 바람직한 실시예들에서는 레이저 스캐너, 즉 LIDAR 장치를 포함한다. 레이저 스캐너는 환경에 걸쳐 레이저 빔을 스캔하고 환경의 지점 클라우드 표현을 생성하도록 구성될 수 있다; 각 지점은 레이저가 반사되는 물체의 표면의 위치를 나타낸다. 이해될 수 있는 바와 같이, 레이저 스캐너는 물체의 표면으로부터 반사된 후에 레이저 빔이 스캐너로 복귀하는 데 걸리는 시간을 기록하도록 구성되며, 이후 기록된 시간은 각 지점까지의 거리를 결정하는데 사용될 수 있다. 바람직한 실시예들에서, 레인지-파인더 센서는 특정 획득 각도(예를 들어, 50-90 도 사이, 예를 들어 70 도와 같은 각도) 내의 데이터를 얻기 위해 단일 축을 따라 동작하도록 구성된다; 예를 들어, 센서가 레이저 스캐너를 포함할 때, 레이저 빔은 장치 내의 거울을 사용하여 스캐닝된다.
- [0224] 차량(100)이 도로를 따라 주행하는 실시예가 도 7에 도시된다. 차량에는 차량의 각 측면에 위치한 레인지-파인더 센서(101, 102)가 장착되어 있다. 센서가 차량의 각 측면에 도시되어 있지만, 다른 실시예들에서는 차량의 일 측면에만 단일 센서가 사용될 수 있다. 바람직하게는, 센서들은 아래에서보다 상세히 설명되는 바와 같이, 각각의 센서로부터의 데이터가 조합될 수 있도록 적절하게 정렬된다.
- [0225] WO 2011/146523 A2는 참조 데이터를 3차원 지점 클라우드 형태로 포착하기 위해 차량에서 사용될 수 있는 스캐너들의 예들 또는 주변 환경과 관련된 실시간 데이터를 얻기 위해 자율 차량에서 사용될 수도 있는 스캐너의 예를 제공한다.
- [0226] 전술한 바와 같이, 레인지-파인더 센서(들)는 단일 축을 따라 작동하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 센서

는 수평 방향에서, 즉 도로의 표면에 평행한 평면에서 스캔을 수행하도록 구성될 수 있다. 이는 예를 들어 도 7에 나타난 바와 같다. 차량이 도로를 따라 주행하면서 환경을 지속적으로 스캐닝하면 도 8에 나타난 바와 같은 감지된 환경 데이터가 수집될 수 있다. 데이터(200)는 좌측 센서(102)로부터 수집된 데이터이고, 객체(104)를 도시한다. 데이터(202)는 우측 센서(101)로부터 수집된 데이터이고, 객체(106 및 108)를 도시한다. 다른 실시예들에서, 센서는 수직 방향에서, 즉 도로 표면에 수직인 평면에서 스캔을 수행하도록 구성될 수 있다. 차량이 도로를 따라 주행함에 따라 환경을 계속해서 스캐닝함으로써, 도 6의 방식으로 환경 데이터를 수집하는 것이 가능하다. 이해되는 바와 같이, 수직 방향으로 스캔을 수행함으로써, 복수의 높이에서 평면에 대한 거리 정보가 수집되고, 따라서 결과적인 스캔이 훨씬 더 상세해진다. 스캐닝은 원하는 대로 임의의 축을 따라 수행될 수 있음이 물론 이해될 것이다.

- [0227] 환경의 참조 스캔은 이전에 도로를 따라 이동하는 하나 이상의 차량으로부터 얻어지고, 이는 이후 적절하게 정렬되어 디지털 맵과 연관된다. 참조 스캔은 디지털 맵과 연관된 데이터베이스에 저장되며, 본 명세서에서 위치 파악 참조 데이터로 언급된다. 위치파악 참조 데이터와 디지털 맵이 일치될 때 디지털 맵과 위치파악 참조 데이터의 조합은 위치파악 맵이라고 지칭될 수 있다. 이해되는 바와 같이, 위치파악 맵은 차량으로부터 원격으로 생성된다; 전형적으로 토폴로지 인터네셔널 비브이(TomTom International B.V.) 또는 HERE, 노키아(Nokia) 회사와 같은 디지털 맵 제작 회사에 의해 제공된다.
- [0228] 참조 스캔은 예를 들어 도 3에 나타난 바와 같이 모바일 맵핑 차량과 같은 전문 차량으로부터 얻어질 수 있다. 그러나, 바람직한 실시예들에서, 참조 스캔은 차량이 가항 네트워크를 따라 이동함에 따라 차량에 의해 수집된 감지된 환경 데이터로부터 결정될 수 있다. 이 감지된 환경 데이터는 디지털 맵핑 회사에 저장되고 주기적으로 전송되어 위치파악 맵이 생성, 유지 및 업데이트될 수 있다.
- [0229] 비록 데이터가 원격으로 저장될 수 있음이 이해될 것이지만, 위치파악 참조 데이터는 바람직하게는 차량에서 국부적으로 저장된다. 실시예들에서, 특히 위치파악 참조 데이터가 국부적으로 저장되는 경우, 데이터는 압축된 포맷으로 저장된다.
- [0230] 실시예들에서, 위치파악 참조 데이터는 도로 네트워크 내의 도로의 각 면에 대해 수집된다. 그러한 실시예들에서, 도로의 각각의 측면에 대한 참조 데이터는 개별적으로 저장될 수 있거나, 대안적으로 이들은 결합된 데이터 세트로 함께 저장될 수 있다.
- [0231] 실시예들에서, 위치파악 참조 데이터는 이미지 데이터로서 저장될 수 있다. 이미지 데이터는 예를 들어 RGB 이미지와 같은 컬러일 수 있고, 그레이스케일 이미지일 수도 있다.
- [0232] 도 9는 위치파악 참조 데이터가 저장될 수 있는 방법의 예시적인 형태를 도시한다. 이 실시예에서, 도로의 좌측에 대한 참조 데이터는 이미지의 좌측에 제공되고, 도로의 우측에 대한 참조 데이터는 이미지의 우측에 제공된다; 데이터 세트는 특정 종방향 위치에 대한 좌측 참조 데이터 세트가 동일한 종방향 위치에 대한 우측 참조 데이터 세트에 대향하게 도시되도록 정렬된다.
- [0233] 도 9의 이미지에서, 단지 설명을 목적으로, 세로 픽셀 크기는 0.5m이고, 중심선의 각 면 상에 40 픽셀이 있다. 또한 이미지를 컬러(RGB) 이미지가 아닌 그레이스케일 이미지로 저장될 수 있다고 결정되었다. 이 형식으로 이미지들을 저장함으로써, 위치파악 참조 데이터의 크기는 30KB/km에 해당한다.
- [0234] 추가적인 예가 도 10a 및 도 10b에 도시되어 있다. 도 10a는 도로를 따라 주행하는 차량에 장착된 레인지-파인딩 센서에 의해 획득된 예시적인 지점 클라우드를 도시한다. 도 10b에서, 이 지점 클라우드 데이터는 2개의 깊이 맵들로 변환되었다; 하나는 차량의 왼쪽에 대한 것이고 나머지는 차량의 오른쪽에 대한 것이고, 이들은 각각 서로 옆에 배치되어 합성 이미지를 형성한다.
- [0235] 전술한 바와 같이, 차량에 의해 결정된 감지된 환경 데이터는 오프셋이 존재하는지를 결정하기 위해 위치파악 참조 데이터와 비교된다. 이후 결정된 오프셋을 사용하여 차량의 위치를 조정함으로써 그것이 디지털 맵 상의 올바른 위치와 정확하게 일치될 수 있게 한다. 이 결정된 오프셋은 본 명세서에서 상관 인덱스(correlation index)로 지칭된다.
- [0236] 실시예들에서, 감지된 환경 데이터는 예를 들어 200m인 도로의 종방향 스트레치, 그리고 예를 들어 이미지 데이터와 같은 결과 데이터에 대해 결정되고, 이후 도로의 스트레치를 위해 위치파악 참조 데이터와 비교된다. 차량의 길이보다 실질적으로 큰 것인 이 크기의 도로의 스트레치를 따라 비교를 수행함으로써, 도로 상의 다른 차량, 도로 옆에 정지된 차량 등과 같은 비-고정적 또는 임시 물체들은 일반적으로 비교 결과에 영향을 미치지

않을 것이다.

- [0237] 비교는 바람직하게는 감지된 환경 데이터와 위치파악 참조 데이터 사이의 교차-상관을 계산하여 수행되고, 데이터 세트가 가장 정렬된 종방향 위치를 결정하도록 수행되는 것이 바람직하다. 최대 정렬에서 양 데이터 세트들의 종방향 위치들 간의 차이는 종방향 오프셋이 결정되도록 한다. 이것은, 예를 들어, 도 8의 감지된 환경 데이터와 위치파악 참조 데이터 사이에 표시된 오프셋에 의해 알 수 있다.
- [0238] 실시예들에서, 데이터 세트가 이미지로서 제공되는 경우, 상호-상관은 정규화된 상호-상관 연산을 포함하여, 위치파악 참조 데이터와 감지된 환경 데이터 사이의 밝기, 조명 조건 등의 차이가 완화될 수 있다. 바람직하게는, 상기 비교는 예를 들어 200m 길이 중에서 겹치는 윈도우들에 대해 주기적으로 수행되고, 그에 따라 임의의 오프셋은 차량이 도로를 따라 주행함에 따라 연속적으로 결정된다. 도 11은 도시된 위치파악 참조 데이터와 묘사된 감지된 환경 데이터 사이의 정규화된 상호-상관 계산 다음에 예시적인 실시예에서 결정된 오프셋을 도시한다.
- [0239] 도 12는 "참조" 데이터 세트와 "로컬 측정" 데이터 세트("도로를 따라 주행하는 차량에 의해 획득됨") 사이에서 수행되는 상관(correlation)의 추가적인 예를 도시한다. 두 이미지 간의 상관 결과는 "종방향 상관 지수"에 대한 "시프트"의 그래프에서 볼 수 있고, 여기서 가장 큰 피크의 위치는 도시된 최적 이동(best-fit shift)을 결정하는데 사용되며, 이는 이후 디지털 맵에 대한 차량의 종방향 위치를 조정하는데 사용된다.
- [0240] 도 9, 도 10b, 도 11 및 도 12에서 알 수 있는 바와 같이, 위치파악 참조 데이터 및 감지된 환경 데이터는 바람직하게는 깊이 맵의 형태로 되어 있고, 각 요소(예를 들어, 깊이 맵이 이미지로 저장될 때의 픽셀)는 다음을 포함한다: (도로를 따라) 종방향 위치를 나타내는 제1 값; 고도(즉, 지상 높이)를 나타내는 제2 값; (도로를 가로지르는) 횡방향 위치를 나타내는 제3 값을 포함한다. 따라서, 깊이 맵의 각 요소(예를 들어, 픽셀)는 차량 주변의 환경 표면의 일부에 효과적으로 대응한다. 이해되는 바와 같이, 예를 들어 픽셀과 같은 각 요소에 의해 표현되는 표면의 크기는 압축량에 따라 변화할 것이며, 그에 따라 예를 들어 픽셀과 같은 요소는 깊이 맵(또는 이미지)의 높은 수준의 압축으로 더 큰 표면적을 나타낼 것이다.
- [0241] 위치파악 참조 데이터가 장치의 데이터 저장 수단, 예를 들어, 메모리에 저장되는 실시예들에서, 비교 단계는 차량 내의 하나 이상의 프로세서 상에서 수행될 수 있다. 위치파악 참조 데이터가 차량으로부터 원격으로 저장되는 다른 실시예들에서, 감지된 환경 데이터는 무선 접속을 통해 서버에 전송될 수 있으며, 예를 들어 이동 통신 네트워크를 통해 전송될 수 있다. 이후 위치파악 참조 데이터에 대한 액세스를 갖는 서버는, 예를 들어 다시 이동 통신 네트워크를 사용하여, 임의의 결정된 오프셋을 다시 차량에 반환할 것이다.
- [0242] 본 발명의 실시예에 따른, 차량 내에 위치한 예시적인 시스템이 도 13에 도시된다. 이 시스템에서, 상관 인덱스 제공자 유닛으로 지칭되는 처리 장치는 차량의 좌측 상의 환경을 검출하도록 위치한 레인지-파인딩 센서 및 차량의 우측 상의 환경을 검출하도록 위치한 레인지-파인딩 센서로부터 데이터 피드를 수신한다. 처리 장치는 또한 디지털 맵(바람직하게는 플래닝 맵의 형태임) 및 디지털 맵에 적절하게 매칭되는 위치파악 참조 데이터의 데이터베이스에 대한 액세스도 갖는다. 처리 장치는 전술한 방법을 수행하고 그에 따라 레인지-파인딩 센서로부터의 데이터 피드를, 옵션으로 데이터 피드를 적절한 형태, 예를 들어 양 센서로부터의 데이터를 조합하는 이미지 데이터로 변환한 후에, 위치파악 참조 데이터와 비교함으로써 종방향 오프셋을 결정하도록 구성되고 그에 따라 디지털 맵에 대한 차량의 정확한 위치가 결정된다. 상기 시스템은 또한 수평선 제공자 유닛을 포함하며, 이는 차량의 결정된 위치와 디지털 맵 내의 데이터를 사용하여 차량이 횡단하려는 가항 네트워크의 다가오는 부분에 관한 정보("수평선 데이터"로 지칭됨)를 제공한다. 이후 이 수평선 데이터는 차량 내의 하나 이상의 시스템을 제어하여, 예를 들어 적응형 크루즈 컨트롤(adaptive cruise control), 자동 차선 변경, 비상 브레이크 보조 등과 같은 다양한 보조 또는 자동 운전 동작을 수행하는데 사용될 수 있다.
- [0243] 요약하면, 본 발명은 적어도 바람직한 실시예들에서, 종방향 상관에 기초한 위치결정 방법에 관한 것이다. 차량 주변의 3D 공간은 도로의 왼쪽과 오른쪽을 모두 커버하는 2개의 깊이 맵의 형태로 표현되며 단일 이미지로 결합될 수 있다. 디지털 맵에 저장된 참조 이미지들은 차량의 레이저 또는 다른 레인지-파인딩 센서로부터 도출된 깊이 맵들과 교차-상관되어 디지털 맵에서 도로의 표시를 따라서(즉, 종방향으로) 정확하게 위치시킨다. 이후 깊이 정보는, 실시예들에서, 도로를 가로질러(즉, 횡방향으로) 차량을 위치시키는데 사용될 수 있다.
- [0244] 바람직한 구현예에서, 차량 주변의 3D 공간은 도로 궤도와 평행한 2개의 그리드에 투영되고, 투영 값은 그리드의 각 셀 내에서 평균화된다. 종방향 상관기 깊이 맵(longitudinal correlator depth map)의 픽셀은 주행 방향을 따라 약 50cm 및 약 20cm 높이의 치수를 갖는다. 픽셀 값으로 코딩된 깊이는 약 10cm로 양자화된다. 주행 방향을 따른 깊이 맵 이미지 분해능은 50cm이지만, 위치결정 분해능은 훨씬 더 높다. 교차-상관 이미지는 레이저

지점이 분포되고 평균화된 그리드를 나타낸다. 적절한 업-샘플링은 서브-픽셀 계수의 시프트 벡터를 발견하는 것을 가능케 한다. 유사하게, 약 10cm의 깊이 양자화는, 양자화 오차가 상관된 모든 픽셀에 대해 평균화되기 때문에, 도로를 가로지르는 위치과악의 10cm의 정밀도를 의미하지 않는다. 따라서 실제적으로, 위치과악 정밀도는 주로 레이저 정밀도 및 교정에 의해 제한되며, 종방향 상관기 지수의 양자화 오차로부터의 영향(contribution)은 단지 매우 미미하다.

[0245] 따라서, 위치과악 정보, 예를 들어 깊이 맵(또는 이미지)는, 항상 사용가능하고(날카로운 물체가 주변에 없는 경우에도 사용가능), 컴팩트하며(전 세계 도로 네트워크 저장 가능), 그리고 다른 방식과 비교하여 비슷하거나 더 나은 정밀도를 가능케 한다(어느 곳에서나 이용 가능하다는 점 그리고 그에 따른 높은 평균 오차 가능성으로 인함)는 것이 이해될 것이다.

[0246] 도 14a는 위치과악 참조 데이터의 스트레치의 일부인 예시적인 래스터 이미지(raster image)를 도시한다. 래스터 이미지는 참조선에 의해 정의되고 도로 표면에 수직으로 배향된 초평면(hyperplane)으로의 수집된 3D 레이저 포인트 데이터의 직교 투영에 의해 형성된다. 투영의 직교성으로 인해 임의의 높이 정보는 참조선으로부터의 거리에 독립적이다. 참조선 자체는 일반적으로 차선/도로 경계와 평행을 이룬다. 초평면의 실제 표현은 고정된 수평 분해능과 비선형 수직 분해능을 갖는 래스터 포맷이다. 이 방법은 차량 센서의 감지에 중요한 높이에서 정보 밀도를 최대화하는 것을 목표로 한다. 실험에 따르면, 래스터 평면의 높이는 5 ~ 10m로 차후에 차량 위치과악에 필요한 관련 정보를 넉넉히 수집하는데 충분하다. 래스터의 각 개별 픽셀은 레이저 측정 그룹을 반영한다. 수직 분해능과 마찬가지로, 깊이 정보의 분해능도 비선형 방식으로 표시되지만, 일반적으로 8비트 값(즉, 0에서 255 사이의 값)으로 저장된다. 도 14a는 도로의 양 측면에 대한 데이터를 도시한다. 도 14b는 도 14a의 데이터를 도로 좌측 및 우측의 2개의 분리된 평면으로 도시한 조감적 원근법을 도시한다.

[0247] 전술한 바와 같이, 전방 또는 측면-장착된 수평 장착 레이저 스캐너 센서를 구비한 차량은, 실시간으로, 위치과악 참조 데이터의 그것과 유사한 2D 평면을 생성할 수 있다. 디지털 맵에 대한 차량의 위치과악은 실시간으로 감지되고 처리된 데이터로 선형적으로 맵핑된 데이터(priori mapped data)의 이미지 공간에서의 상관에 의해 달성된다. 종방향 차량 위치과악은 종방향 도메인에서의 소벨(Sobel) 연산자와 높이 도메인에서 1 픽셀 흐림이 있는 이미지에 중첩된 이동 윈도우에서 계산된 평균의 음이 아닌 정규화된 교차 상관(NCC) 연산(average non-negative normalized cross-correlation operation)을 적용하여 얻어진다.

[0248] 도 15a는 위치과악 참조 데이터 및 실시간 스캔 데이터의 고정된 종방향 분해능 및 변수, 예를 들어 비선형의, 수직 및/또는 깊이 분해능을 도시한다. 따라서, 값 a, b 및 c에 의해 표현된 종방향 거리는 동일하지만, 값 D, E 및 F로 표현되는 높이 범위는 상이하다. 특히, D로 표시되는 높이 범위는 E로 표시되는 높이 범위보다 작고, E로 표시되는 높이 범위는 F로 표시되는 높이 범위보다 작다. 마찬가지로, 0 값으로 표시되는 깊이 범위, 즉 차량에 가장 가까운 표면은 값 100으로 표시되는 깊이 범위보다 작고, 값 100으로 표시되는 깊이 범위는 값 255로 표시되는 깊이 범위, 즉 차량에서 가장 먼 표면보다 작다. 예를 들어, 값 0은 깊이 1cm를 나타낼 수 있고, 반면에 값 255는 깊이 10cm를 나타낼 수 있다.

[0249] 도 15b는 수직 분해능이 어떻게 변하는지를 도시한다. 이 예에서, 수직 분해능은 참조선 위의 높이를 픽셀 Y 좌표 값에 맵핑하는 비선형 함수에 따라 변동한다. 도 15b에 도시된 바와 같이, 참조선에 더 가까운 픽셀들, 이 예에서 Y가 40과 동일한 픽셀들은 더 낮은 높이를 나타낸다. 또한 도 15b에 도시된 바와 같이, 수직 분해능은 참조선에 가까울수록 더 커진다. 즉, 참조선에 더 가까운 픽셀에 대해서는 픽셀 위치에 대한 높이의 변화가 더욱 작고, 참조선에 더욱 먼 픽셀에 대해서는 더욱 크다.

[0250] 도 15c는 깊이 분해능이 어떻게 변화할 수 있는지를 도시한다. 이 예에서, 깊이 분해능은 참조선으로부터의 거리를 픽셀 깊이(컬러) 값에 맵핑하는 비선형 함수에 기초하여 변동한다. 도 15c에 도시된 바와 같이, 더 낮은 픽셀 깊이 값은 참조선으로부터의 더 짧은 거리를 나타낸다. 또한 도 15c에 도시된 바와 같이, 깊이 분해능은 더 낮은 픽셀 깊이 값에서 더 크다, 즉 픽셀 깊이 값에 대한 거리 변화는 더 낮은 픽셀 깊이 값에 대해서는 더 작고 더 높은 픽셀 깊이 값에 대해서는 더 크다.

[0251] 도 15d는 픽셀의 서브셋이 참조선을 따른 거리에 어떻게 맵핑되는지를 도시한다. 도 15d에 도시된 바와 같이, 참조선을 따르는 각각의 픽셀은 종방향 픽셀 분해능이 고정되도록 동일한 폭이다. 도 15d는 또한 픽셀의 서브셋이 어떻게 참조선 위로의 높이로 매핑될 수 있는지를 도시한다. 도 15d에 도시된 바와 같이, 픽셀은 참조선으로부터 더 먼 거리에서 점진적으로 더 넓어지므로, 수직 픽셀 분해능은 참조선보다 높은 높이에서 더 낮다. 도 15d는 또한 픽셀 깊이 값의 서브셋이 어떻게 참조선으로부터의 거리에 매핑될 수 있는지를 도시한다. 도 15d에 도시된 바와 같이, 픽셀 깊이 값에 의해 커버되는 거리는 참조선으로부터 더 먼 거리에서 점진적으로 넓어진다

로, 깊이 분해능은 참조선으로부터 더 먼 깊이 거리에서 더 낮다.

- [0252] 본 발명의 몇몇 다른 실시예들 및 특징들이 이제 설명될 것이다.
- [0253] 도 14a와 관련하여 설명된 바와 같이, 깊이 맵, 예를 들어, 위치파악 참조 데이터의 래스터 이미지는 도로 요소와 관련된 참조선에 의해 정의된 참조 평면상으로의 직교 투영에 의해 제공될 수 있다. 도 16a는 그러한 투영을 사용한 결과를 도시한다. 참조 평면은 표시된 도로 참조 선에 수직이다. 여기서, 비록 높이 정보가 참조선으로부터의 거리와는 무관하지만(이는 이점을 제공할 수도 있다), 직교 투영의 일 한계는 도로 요소에 수직인 표면에 관한 정보가 손실될 수 있다는 것이다. 이는 직교 투영을 사용하여 얻어진 도 16b의 측면 깊이 맵에 의해 도시된다.
- [0254] 비-직교 투영(예를 들어, 45도에서의 투영)이 사용되는 경우, 도로 요소에 수직인 표면과 관련된 정보가 보존될 수 있다. 이는 도 16c 및 16d에 의해 도시된다. 도 16c는 다시 도로 참조선에 수직인 것으로 정의된 참조 평면에 대한 45도 투영을 도시한다. 도 16d에 도시된 바와 같이, 이 투영을 사용하여 얻어진 측면 깊이 맵은 도로 요소에 수직인 물체의 그러한 표면에 관한 더 많은 정보를 포함한다. 비-직각 투영을 사용함으로써, 그러한 수직 표면에 관한 정보는 깊이 맵 데이터에 의해, 그러나 부가적인 데이터 채널을 포함할 필요가 없이 또는 저장 용량을 증가시킬 필요 없이 포착될 수 있다. 그러한 비-직교 투영이 위치파악 참조 데이터의 깊이 맵 데이터를 위해 사용되는 경우, 대응하는 투영이 그것이 비교될 실시간 감지 데이터를 위해 사용되어야 한다는 것을 이해할 것이다.
- [0255] 위치파악 참조 데이터에 대한 깊이 맵 데이터의 각 픽셀은 감지된 측정 그룹, 예를 들어, 레이저 측정치에 기반한다. 이들 측정치는 픽셀의 위치에서 관련된 소정의 방향을 따라 참조 평면으로부터의 물체의 거리를 나타내는 센서 측정치에 대응한다. 데이터가 압축되는 방식으로 인해, 센서 측정치 그룹이 특정 픽셀에 맵핑될 것이다. 센서 측정치 그룹에 따라 상이한 거리의 평균에 대응하는 픽셀과 관련된 깊이 값을 결정하기보다는, 다양한 센서 측정치에 상응하는 거리 중에서 가장 가까운 거리를 픽셀 깊이 값으로 사용함으로써 더 큰 정확도가 얻어질 수 있다는 것이 밝혀졌다. 픽셀의 깊이 값이 참조 평면으로부터 물체의 가장 가까운 표면까지의 거리를 정확하게 반영하는 것이 중요하다. 이것은 충돌의 위험을 최소화하는 방식으로 차량의 위치를 정확하게 결정할 때 가장 중요하다. 센서 측정치 그룹의 평균이 픽셀에 대한 깊이 값을 제공하는데 사용되는 경우, 깊이 값이 실제의 픽셀 위치에서의 경우보다 물체 표면으로의 더 큰 거리를 제공할 가능성이 있다. 이것은 하나의 물체가 참조 평면과 다른 더 먼 물체 사이에 일시적으로 위치될 수 있기 때문이다(예를 들어, 나무가 건물 앞에 위치될 수 있다). 이 상황에서, 픽셀 깊이 값을 제공하기 위해 사용되는 일부 센서 측정치는, 센서 측정치가 나무를 넘어 그것의 측면 또는 측면들 상에서 연장되는 픽셀에 맵핑되는 영역의 결과로서, 건물 및 나무와 같은 다른 것들과 관련될 것이다. 본 출원인은 가장 근접한 물체(이 경우 나무)의 표면까지의 거리가 신뢰성있게 포착되도록 하기 위해 픽셀과 관련된 깊이 값으로서 다양한 센서 측정치 중 가장 가까운 것을 측정하는 것이 가장 안전하고 신뢰할 수 있다는 것을 인식했다. 대안적으로, 픽셀에 대한 센서 측정치의 분포가 도출될 수 있고, 픽셀 깊이를 제공하기 위해 최근접 모드(closest mode)가 취해질 수 있다. 이렇게 하면 최근접 거리와 비슷한 방식으로 픽셀의 깊이를 보다 안정적으로 표시할 것이다.
- [0256] 전술한 바와 같이, 위치파악 참조 데이터를 위한 깊이 맵 데이터의 픽셀은 깊이 채널을 포함하고, 이는 참조 평면에서의 픽셀의 위치로부터 물체의 표면까지의 깊이를 나타내는 데이터를 포함한다. 하나 이상의 추가 화소 채널이 위치파악 참조 데이터에 포함될 수 있다. 이렇게 하면 다중-채널 또는 층 깊이 맵이 생성되므로 래스터 이미지가 생성된다. 일부 바람직한 실시예에서, 제2 채널은 픽셀의 위치에서 물체의 레이저 반사율을 나타내는 데이터를 포함하고, 제3 채널은 픽셀 위치에서 물체의 레이더 반사율을 나타내는 데이터를 포함한다.
- [0257] 각 픽셀은 도로 참조선(x-방향)을 따르는 특정 거리 및 도로 참조선(y-방향) 위의 높이에 대응하는 위치를 갖는다. 제1 채널(c1)에서의 픽셀과 관련된 깊이 값은, (바람직하게는 픽셀 깊이 값을 획득하기 위해 사용된 감지된 측정치 그룹에 대응하는) 최근접 물체의 표면에 대한 소정의 방향(사용된 투영에 따라 참조 평면에 대해 직교 또는 비-직교일 수 있음)을 따른 참조 평면에서의 픽셀의 거리를 나타낸다. 각각의 픽셀은, 제2 채널(c2)에서, 참조 평면으로부터의 거리(c1) 부근에서의 레이저 지점의 평균 국부 반사율을 나타내는 레이저 반사율 값을 가질 수 있다. 제3 채널(c3)에서, 참조 평면으로부터의 거리(c1) 부근에서의 레이더 지점의 평균 국부 반사율을 나타내는 레이더 반사율 값을 가질 수 있다. 이는 예를 들어 도 17에 나타난다. 다중-채널 형식을 사용하면 훨씬 많은 양의 데이터가 깊이 맵에 포함되도록 할 수 있다. 이용될 수 있는 다른 가능한 채널은 (직교 투영이 사용되는 도로 궤도에 수직인 표면에 대한 정보를 복원하는데 사용될 수 있는) 물체 두께, 반사된 지점 밀도, 및/또는 텍스처(예를 들어, 참조 스캔 데이터를 제공하는데 사용되는 카메라)이다.

- [0258] 기술한 바와 같이, 위치과악 참조 데이터를 위한 깊이 맵 데이터의 픽셀은 깊이 채널을 포함하고, 이는 참조 평면에서의 픽셀의 위치로부터 물체의 표면까지의 깊이를 나타내는 데이터를 포함한다. 하나 이상의 추가 화소 채널이 위치과악 참조 데이터에 포함될 수 있다. 이렇게 하면 다중-채널 또는 층 깊이 맵이 생성되므로 래스터 이미지가 생성된다. 일부 바람직한 실시예들에서, 제2 채널은 픽셀의 위치에서 물체의 레이저 반사율을 나타내는 데이터를 포함하고, 제3 채널은 픽셀 위치에서 물체의 레이더 반사율을 나타내는 데이터를 포함한다.
- [0259] 각 픽셀은 도로 참조선(x-방향)을 따르는 특정 거리 및 도로 참조선(y-방향) 위의 높이에 대응하는 위치를 갖는다. 제1 채널(c1)에서의 픽셀과 관련된 깊이 값은, (바람직하게는 픽셀 깊이 값을 획득하기 위해 사용된 감지된 측정치 그룹의 최근접 거리에 대응하는) 최근접 물체의 표면에 대한 소정의 방향(사용된 투영에 따라 참조 평면에 대해 직교 또는 비-직교일 수 있음)을 따른 참조 평면에서의 픽셀의 거리를 나타낸다. 각각의 픽셀은, 제2 채널(c2)에서, 참조 평면으로부터의 거리(c1) 부근에서의 레이저 지점의 평균 국부 반사율을 나타내는 레이저 반사율 값을 가질 수 있다. 제3 채널(c3)에서, 참조 평면으로부터의 거리(c1) 부근에서의 레이더 지점의 평균 국부 반사율을 나타내는 레이더 반사율 값을 가질 수 있다. 이는 예를 들어 도 17에 나타난다. 다중-채널 형식을 사용하면 훨씬 많은 양의 데이터가 깊이 맵에 포함되도록 할 수 있다. 이용될 수 있는 다른 가능한 채널은 (직교 투영이 사용되는 도로 궤도에 수직인 표면에 대한 정보를 복원하는데 사용될 수 있는) 물체 두께, 반사된 지점 밀도, 그리고 색상 및/또는 텍스처(예를 들어, 참조 스캔 데이터를 제공하는데 사용되는 카메라로부터 획득됨)이다.
- [0260] 비록 본 발명이 위치과악 참조 데이터의 깊이 맵이 도로의 측면에 대한 환경과 관련되는 실시예와 관련하여 설명되었지만, 상이한 구성의 깊이 맵의 사용이 교차-도로에 차량을 배치하는 것을 돕는데 유용할 수 있다는 것이 인식되어왔다. 이러한 추가 실시예들은 교차-도로로부터 떨어진 영역에 대한 측부 깊이 맵과 관련하여 사용될 수 있다.
- [0261] 일부 추가 실시예들에서, 참조선은 원의 형태로 정의된다. 즉, 참조선은 비선형이다. 상기 원은 디지털 맵의 교차-도로의 중심을 중심으로 주어진 반지름으로 정의된다. 원의 반경은 교차-도로의 측면에 따라 선택될 수 있다. 참조 평면은 이 참조선에 수직인 2차원 표면으로 정의될 수 있다. 이후, (원형) 깊이 맵이 정의될 수 있으며, 상기 깊이 맵에서 각 픽셀은 선형 참조선이 사용될 때와 같은 방식으로 소정의 방향을 따라 참조 평면에서의 픽셀의 위치로부터 물체의 표면까지의 거리, 즉 깊이 값을 나타내는 채널을 포함한다. 참조 평면으로의 투영은 유사하게 직교이거나 비-직교일 수 있으며, 각 픽셀은 다중 채널을 가질 수 있다. 주어진 픽셀의 깊이 값은 바람직하게는 물체에 가장 가까운 감지된 거리에 기초한다.
- [0262] 도 18은 교차-도로에서 그리고 교차-도로로부터 떨어져서 각각 깊이 맵을 구성하는데 사용될 수 있는 원형 및 선형 참조선을 도시한다. 도 19a는 물체들이 상이한 각도 위치들에서 원형 깊이 맵 상에 투영되는 방식을 도시한다. 도 19b는 직교 투영을 사용하여 깊이 맵을 제공하기 위한 참조 평면상으로의 각각의 물체들의 투영을 나타낸다.
- [0263] 위치과악 참조 데이터의 깊이 맵(원형이든 다른 방식이든)은 참조 및 실시간 감지 데이터 간의 종방향 정렬 오프셋을 결정하기 위해 차량으로부터 획득된 실시간 센서 데이터와 비교될 수 있고 그 방법이 이하에서 설명된다. 몇몇 추가적인 실시예들에서, 횡방향 정렬 오프셋 또한 얻어진다. 여기에는 이미지 도메인에서 수행될 수 있는 일련의 단계들이 수반된다.
- [0264] 측면 깊이 맵을 사용하는 예를 참조하면, 프로세스의 제1 단계에서, 참조 및 실시간 센서 데이터 기반 측면 깊이 맵들 간의 종방향 정렬 오프셋이 기술한 방식으로 결정된다. 깊이 맵들은 종방향으로 정렬될 때까지 서로에 대해 이동된다. 다음으로, 참조 깊이 맵, 즉 래스터 이미지는 실시간 센서 데이터에 기초한 깊이 맵에 크기가 대응되도록 절단(cropped)된다. 이렇게 정렬된 참조 및 실시간 센서 기반 측면 깊이 맵들의 대응하는 위치들에서의 픽셀들의 깊이 값들, 즉 픽셀들의 깊이 채널의 값이 이후 비교된다. 각각의 대응 픽셀 쌍의 깊이 값의 차이는 픽셀들의 측방향 오프셋을 나타낸다. 이는 각 픽셀의 깊이 값이 색으로 표현되는 픽셀들의 색차를 고려하여 평가될 수 있다. 대응하는 픽셀 쌍 사이에서 이와 같이 결정된 가장 일반적인 측방향 오프셋(모드 차이)이 결정되고, 2개의 깊이 맵들의 측방향 정렬 오프셋에 대응하도록 취해진다. 가장 일반적인 측방향 오프셋은 픽셀 간의 깊이 차이의 히스토그램을 사용하여 획득될 수 있다. 일단 측방향 오프셋이 결정되면, 이는 도로 상의 차량의 간주된 측방향 위치를 수정하는데 사용될 수 있다.
- [0265] 도 20a는 깊이 맵의 측방향 오프셋 정렬을 결정하기 위해 비교될 수 있는 차량으로부터의 실시간 센서 데이터에 기초한 참조 깊이 맵(즉, 이미지) 및 대응 깊이 맵 또는 이미지를 도시한다. 도 20b에 도시된 바와 같이, 먼저 이미지들이 서로에 대해 이동되어 그들이 종방향으로 정렬된다. 다음으로, 참조 이미지의 절단 후에, 2개의 깊

이 맵에서 대응하는 픽셀에 대한 픽셀 깊이 값의 차이의 히스토그램이 사용되어 깊이 맵 사이의 측방향 정렬 오프셋이 결정된다(도 20c). 도 20d는 이것이 어떻게 종방향 위치 및 이후의 도로 상의 차량의 측방향 위치가 보정되는 것을 가능케 하는지를 도시한다.

- [0266] 참조 및 실시간 데이터 기반 깊이 맵들 간의 측방향 정렬 오프셋이 얻어진 후에는, 차량의 헤딩(heading)이 수정될 수도 있다. 차량의 실제 헤딩과 간주된 헤딩 사이에 오프셋이 있는 경우, 이는 깊이 맵을 따른 종방향 거리의 함수로서 참조 및 실시간 감지 데이터 기반 깊이 맵들 내의 대응 픽셀들 사이에서 결정되는 일정하지 않은 측방향 정렬 오프셋(non-constant lateral alignment offset)을 초래할 것이다.
- [0267] 도 21a는 참조 깊이 맵 이미지(상부) 및 실시간 센서 기반 깊이 맵 이미지(하부)의 대응하는 부분을 통한 수직 슬라이스들(vertical slices)의 세트를 도시한다. 각 슬라이스 내의 대응하는 픽셀에 대한 픽셀 깊이 값의 평균 차이(즉, 측방향 정렬 오프셋)는 맵/이미지(x 축)를 따른 종방향 거리에 대해 플로팅(y 축)된다. 그러한 플롯(plot)이 도 21b에 도시된다. 깊이 맵을 따라 평균 픽셀 깊이 거리와 종방향 거리 사이의 관계를 기술하는 함수는 적절한 회귀 분석에 의해 도출될 수 있다. 이 기능의 기울기는 차량의 헤딩 오프셋(heading offset)을 나타낸다.
- [0268] 본 발명의 실시예들에서 사용된 깊이 맵들은 예를 들어 WO 2009/045096 A1에 기술된 바와 같이, 항상 직선 참조선에 대한 것이 되도록, 다시 말해 선형 참조 이미지들이 되도록 변환될 수 있다. 이는 도 22에 나타난 바와 같이 장점을 갖는다. 도 22의 왼쪽에는 구부러진 도로의 이미지가 있다. 곡선 도로의 중심선을 표시하기 위해, 복수의 마크(1102)가 배치되어야 한다. 도 22의 우측에서, 대응하는 선형 참조 이미지는 도면의 좌측의 곡선 도로에 대응하여 도시된다. 선형 참조 이미지를 얻기 위해, 곡선 도로의 중심선이 선형 참조 이미지의 직선 참조선에 매핑된다. 이 변환을 고려하여, 이제 참조선은 2개의 중단 지점들(1104 및 1106)에 의해 간단히 정의될 수 있다.
- [0269] 완벽한 직선 도로에서, 참조 및 실시간 깊이 맵을 비교하여 계산된 이동이 직접 적용될 수 있지만, 선형 참조된 이미지를 생성하는데 사용되는 선형화 절차의 비선형성으로 인해 곡선 도로에서는 동일한 것이 불가능하다. 도 23a 및 도 23b는 일련의 증분 독립 선형 업데이트 단계(incremental independent linear update steps)를 통해 비선형 환경에서 차량의 위치를 확립하는 계산적으로 효율적인 방법을 도시한다. 도 23a에 도시된 바와 같이, 이 방법은 종방향 보정을 적용하는 것을 수반하고, 이후 측방향 보정을 적용하는 것, 그리고 차후의 일련의 점진적, 독립적인 선형 업데이트 단계에서의 헤딩 보정(heading correction)을 적용하는 것을 포함한다. 특히, 단계 (1)에서, 차량 센서 데이터 및 (예를 들어, GPS를 사용하여 획득된) 디지털 맵에 대한 차량의 현재 간주 위치에 기초한 참조 깊이 맵을 사용하여 종방향 오프셋이 결정된다. 그런 다음 상기 종방향 오프셋은 디지털 맵에 대한 차량의 간주 위치를 조정하도록 적용되고 조정된 위치를 기준으로 참조 깊이 맵이 다시 계산된다. 그 다음, 단계 (2)에서, 차량 센서 데이터 및 재계산된 참조 깊이 맵을 사용하여 측방향 오프셋이 결정된다. 이후 상기 측방향 오프셋은 디지털 맵에 대한 차량의 간주 위치를 추가로 조정하도록 적용되고 조정된 위치를 기준으로 참조 깊이 맵이 다시 계산된다. 마지막으로, 단계 (3)에서, 헤딩 오프셋 또는 스큐(skew)가 차량 센서 데이터 및 재계산된 참조 깊이 맵을 사용하여 결정된다. 상기 헤딩 오프셋은 이후 디지털 맵에 대한 차량의 간주된 위치를 더 조정하도록 적용되며, 참조 깊이 맵은 조정된 위치를 기반으로 다시 계산된다. 이러한 단계는 실시간 깊이 맵과 참조 깊이 맵 사이에 종방향, 측방향 및 헤딩 오프셋이 실질적으로 0이 되는데 필요한 만큼 반복된다. 도 23b는 차량 센서 데이터로부터 생성된 지점 클라우드가 참조 깊이 맵으로부터 생성된 지점 클라우드와 실질적으로 정렬될 때까지 상기 지점 클라우드에 종방향, 측방향 및 헤딩 오프셋을 순차적으로 그리고 반복하여 적용하는 것을 보여준다.
- [0270] 위치과악 참조 데이터에 대한 일련의 예시적인 사용 사례도 설명된다.
- [0271] 예를 들어, 실시간 센서 데이터에 기초한 깊이 맵과 비교할 목적으로 위치과악 참조 데이터의 깊이 맵을 사용하 기보다는, 일부 실시예들에서, 위치과악 참조 데이터의 깊이 맵을 사용하여 참조 지점 클라우드를 생성하며, 이는 3차원 좌표계에서 데이터 지점의 세트를 포함하며, 각 지점은 환경에서의 물체의 표면을 나타낸다. 이 참조 지점 클라우드는 차량 센서들에 의해 얻어진 실시간 센서 데이터에 기초하여 대응하는 3차원 지점 클라우드와 비교될 수 있다. 비교는 깊이 맵들 사이의 정렬 오프셋을 결정하고 그에 따라 차량의 결정된 위치를 조정하는데 사용될 수 있다.
- [0272] 참조 깊이 맵은 차량이 가지고 있는 센서의 유형에 상관없이 차량의 실시간 센서 데이터에 기초하여 대응하는 지점 클라우드와 비교될 수 있는 참조 3D 지점 클라우드를 얻는데 사용될 수 있다. 참조 데이터는 레이저 스캐너, 레이더 스캐너 및 카메라를 포함한 다양한 유형의 센서에서 얻은 센서 데이터를 기반으로 할 수 있지만 차

량은 해당 센서 세트가 없을 수 있다. 3D 참조 지점 클라우드는 차량에 대해 이용 가능한 특정 유형의 실시간 센서 데이터에 기초하여 얻어진 3D 지점 클라우드와 비교될 수 있는 참조 깊이 맵으로부터 구성될 수 있다.

[0273] 예를 들어, 참조 위치파악 데이터의 깊이 맵이 레이더 반사율을 나타내는 채널을 포함하는 경우, 이것은 참조 지점 클라우드를 생성하는 데 고려될 수 있으며, 이는 레이더 센서만을 갖는 차량의 실시간 센서 데이터를 사용하여 획득된 3D 지점 클라우드와 비교될 수 있다. 픽셀과 연관된 레이더 반사율 데이터는 3D 참조 지점 클라우드에 포함되어야 하는 데이터 지점, 즉 차량 레이더 센서가 검출할 것으로 예상되는 물체의 표면을 나타내는 데이터 지점을 식별하는데 도움을 준다.

[0274] 다른 예에서, 차량은 실시간 센서 데이터를 제공하기 위한 카메라 또는 카메라들만을 가질 수 있다. 이 경우, 참조 깊이 맵의 레이저 반사율 채널로부터의 데이터가 사용되어 현재 조건 하에서의 차량의 카메라(들)에 의해 검출될 것으로 예상될 수 있는 표면에만 관련된 데이터 지점을 포함하는 3D 참조 지점 클라우드가 구성될 수 있다. 예를 들어, 어두운 경우에는, 상대적으로 반사되는 물체만 포함되어야 한다.

[0275] 차량의 실시간 감지 데이터에 기초한 3D 지점 클라우드는 원하는 바에 따라 얻어질 수 있다. 차량이 센서로서 단 하나의 카메라만을 포함하는 경우, "움직임으로부터의 구조(structure from motion)" 기술이 사용될 수 있는데, 상기 기술에서 카메라로부터의 일련의 이미지는 3D 지점 클라우드를 얻을 수 있는 3D 장면을 재구성하는데 사용된다. 차량에 스테레오 카메라가 포함되어있는 경우, 3D 장면이 직접 생성될 수 있고, 3차원 지점 클라우드를 제공하는데 사용될 수 있다. 이는 불일치 기반 3D 모델(disparity based 3D model)을 사용하여 달성될 수 있다.

[0276] 또 다른 실시예들에서, 참조 지점 클라우드를 실시간 센서 데이터 지점 클라우드와 비교하기보다는, 참조 지점 클라우드를 사용하여 차량의 카메라 또는 카메라들에 의해 보여질 것으로 예상되는 이미지가 재구성된다. 그 다음, 이미지는 비교될 수 있으며, 이미지 사이의 정렬 오프셋을 결정하는데 사용되며, 그 다음, 차량의 간주 위치를 수정하는데 사용될 수 있다.

[0277] 이러한 실시예들에서, 참조 깊이 맵의 추가 채널은, 차량의 카메라(들)에 의해 감지될 것으로 예상되는 3차원 참조 지점 클라우드 내의 지점들만을 포함하는 것에 기초하여 이미지를 재구성하기 위해 전술한 바와 같이 사용될 수 있다. 예를 들어, 어두운 곳에서, 레이저 반사율 채널이 사용될 수 있고, 어둠 속에서 카메라(들)가 감지할 수 있는 물체의 표면에 해당하는 3차원 지점 클라우드에 포함시킬 지점이 선택될 수 있다. 참조 깊이 맵을 결정할 때 참조 평면에 비-직교 투영을 사용하는 것이 이 문맥에서 특히 유용하며, 어두운 곳에서도 여전히 검출될 수 있는 물체의 표면에 대한 더 많은 정보를 보존한다는 점에서 특히 유용한 것으로 밝혀졌다.

[0278] 도 24는 레이저; 카메라; 및 레이더와 같은 하나 이상의 차량 센서에 의해 수집된 데이터가 차량에서 볼 수 있는 환경의 "실제 풋프린트(footprint)"를 생성하는데 사용되는 본 발명의 실시예들에 따른 예시적인 시스템을 도시한다. 상기 "실제 풋프린트"는 디지털 맵과 관련된 참조 데이터로부터 결정된 대응 "참조 풋프린트"와 비교, 즉 상관되고, 전술한 바와 같이, 참조 데이터는 적어도 거리 채널을 포함하고, 레이저 반사율 채널 및/또는 레이더 반사율 채널을 포함할 수 있다. 이 상관을 통해, 차량의 위치가 디지털 맵에 대해 정확하게 결정될 수 있다.

[0279] 도 25a에 도시된 바와 같은 제1 예의 사용 케이스에서, 실제 풋프린트는 차량 내의 레이저-기반 레인지 센서(예를 들어, LIDAR 센서)로부터 결정되고 참조 데이터의 거리 채널의 데이터로부터 결정된 참조 풋프린트와 상관되어, 차량의 연속적인 포지셔닝(continuous)이 달성된다. 제1 접근법은 도 25b에 도시되며, 여기서 레이저-기반 레인지 센서에 의해 결정된 레이저 지점 클라우드는 참조 데이터와 동일한 포맷의 깊이 맵으로 변환되고, 2개의 깊이 맵 이미지가 비교된다. 제2의 대안적인 접근법이 도 25c에 도시되며, 여기서 레이저 지점 클라우드는 참조 데이터로부터 재구성되며, 이 재구성된 지점 클라우드는 차량에 의해 도시된 바와 같은 레이저 지점 클라우드와 비교된다.

[0280] 도 26a에 도시된 바와 같은 제2 예의 사용 케이스에서, 실제 풋프린트는 차량 내의 카메라로부터 결정되고, 참조 데이터의 거리 채널 내의 데이터로부터 결정된 참조 풋프린트와 상관되어, 비록 단지 하루 동안이지만 차량의 연속적인 포지셔닝이 달성된다. 즉, 이 예의 사용 케이스에서는 참조 깊이 맵을 사용하여 3D 지점 클라우드 또는 뷰를 구성한 다음 단일 차량 카메라나 복수의 차량 카메라로부터 얻어진 3D 장면 또는 뷰와 비교된다. 제1 접근법은 도 26b에 도시되며, 스테레오 차량 카메라를 사용하여 불일치 기반 3D 모델을 구축하고, 이는 참조 깊이 맵으로부터 구축된 3D 지점 클라우드와의 상관을 위한 3D 지점 클라우드를 구성하는데 사용된다. 제2 접근법은 도 26c에 도시되며, 여기서 차량 카메라 이미지의 시퀀스는 3D 장면을 구성하는데 사용되며, 이 장면은 참조

깊이 맵으로부터 구축된 3D 지점 클라우드와의 상관을 위한 3D 지점 클라우드를 구성하는데 사용된다. 마지막으로, 제3 접근법은 도 26d에 도시되며, 차량 카메라 이미지가 참조 깊이 맵으로부터 구축된 3D 지점 클라우드로부터 생성된 뷰와 비교된다.

[0281] 제3 예의 사용 케이스에서, 도 27a에 도시된 바와 같이, 제2 예의 사용 예에 대한 수정이 도시되며, 여기서, 깊이 맵의 채널에 있는 참조 데이터의 레이저 반사율 데이터는 3D 지점 클라우드 또는 뷰를 구성하는데 사용될 수 있고, 이는 하나 이상의 카메라에 의해 캡처된 이미지에 기초한 3D 지점 클라우드 또는 뷰와 비교될 수 있다. 제1 접근법이 도 27b에 도시되며, 여기서 차량 카메라 이미지의 시퀀스는 3D 장면을 구성하는데 사용되며, 이는 이후 참조 깊이 맵으로부터 구성되는 3D 지점 클라우드와의 상관을 위한 3D 지점 클라우드를 구성하는데 사용된다(거리 및 레이저 반사율 채널 모두를 이용함). 차량 카메라 이미지가 참조 깊이 맵으로부터 구성된 3D 지점 클라우드로부터 생성된 뷰와 비교되는 제2 접근법이 도 27c에 도시된다(다시 거리 및 레이저 반사율 채널 모두를 사용함).

[0282] 도 28a에 도시된 제4 예의 사용 케이스에서, 실제 풋프린트는 차량 내의 레이더-기반 레인지 센서로부터 결정되고 참조 데이터의 거리 및 레이더 반사율 채널의 데이터로부터 결정된 참조 풋프린트와 상관되며, 이는 차량의 비계속적 포지셔닝(sparse positioning)을 달성하기 위함이다. 제1 접근법은 도 28b에 도시되며, 여기서 참조 데이터는 3D 장면을 재구성하는데 사용되고 레이더 반사율 채널의 데이터는 레이더-반사 지점만을 남기기 위해 사용된다. 이 3D 장면은 이후 자동차가 본 레이더 지점 클라우드와 상관된다.

[0283] 물론, 디지털 맵에 비해 차량의 보다 정확한 위치파악을 가능하게 하기 위해 다양한 사용 케이스들이 함께 사용될 수 있음, 즉 융합될 수 있음이 이해될 것이다.

[0284] 이제, 예를 들어 전술한 바와 같이, 차량의 위치를 결정하기 위해 차량 센서 데이터를 참조 데이터와 상관시키는 방법이 도 29 내지 도 32b를 참조하여 설명될 것이다. 도 29는 방법에서 사용되는 다양한 좌표계를 도시한다: 로컬 좌표계(로컬 CS; Local coordinate system); 차량 프레임 좌표계(CF CS; Car Frame coordinate system); 및 차의 궤도를 따른 직선 참조 좌표계(LR CS; Linearly Referenced coordinate system)가 도시된다. 도시되지는 않았지만, 다른 좌표계는 WGS(World Geodetic System)로, 위치는 기술분야에서 알려진 바와 같이 위도와 경도 좌표 쌍으로 주어진다. 일반적인 방법은 도 30에 도시되며, 레이저 지점 클라우드를 결정하기 위해 수행되는 단계의 세부 사항이 도 31에 도시된다. 도 32a는 도 30의 상관 단계를 수행하는 제1 예시적인 방법을 도시하며, 여기서 차량의 위치는 예를 들어 참조 데이터의 깊이 맵 래스터 이미지와 차량 센서 데이터로부터 생성된 상응하는 깊이 맵 래스터 이미지 사이의 이미지 상관에 의해 수정된다. 도 32b는 도 30의 상관 단계를 수행하는 제2 예시적인 방법을 도시하며, 참조 데이터로부터 구축된 3차원 장면과 차량 센서에 의해 캡처된 3차원 장면 사이의 3D 상관에 의해 차량의 위치가 보정된다.

[0285] 이제, 본 발명의 이전에 설명된 실시예들과 관련하여 사용되거나 사용되지 않을 수 있는 추가 실시예가 설명될 것이며, 이러한 추가 실시예에서, 차선-레벨 맵과 같은 디지털 맵을 고려할 때, 그리고 맵에 대한 차량의 적절한 위치결정을 고려할 때, 감지된 지점 클라우드와 함께 맵의 피쳐들을 사용하여 차량과 같은 도로 액터(road actor)를 보다 효율적으로, 그리고 훨씬 높은 신뢰도로 감지할 수 있다.

[0286] 이해될 수 있는 바와 같이, 자율 주행 차량은 도로에 있는 모든 인근 액터들을 신속하게 감지하고 카테고리화해야 한다. 이를 달성하기 위해, 차량에는 스테레오 카메라, 레이저, 레이더 등과 같은 다양한 센서들이 장착되어 있다. 적절한 사전-처리 후에, 그러한 센서들로부터의 데이터는 지점 클라우드로 표현될 수 있으며, 해당 지점 클라우드 내의 물체들이 검출될 수 있다. 지도 정보가 없으면, 그러한 카테고리화는 불완전하고, 신뢰성이 떨어지며, 비교할 수 없을 정도로 복잡하다.

[0287] 도 33은 차량 위치가 디지털 맵 데이터에 대해 보정된 전후에 실시간 센서 데이터에 기초한 지점 클라우드의 지점들의 상면도를, 디지털 맵으로부터 취해진 차선 표시들의 기하학적 구조를 나타내는 선들과 함께 도시한다. 특히, 검은 점들과 선들은 위치를 보정하기 전에 맵의 선들에 대해 차량에 의해 등록된 지점 클라우드를 나타내며, 그리고 회색 점들은 위치를 보정한 후에 차량에 의해 등록된 지점 클라우드를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 보정 후에, 차선 표시들을 나타내는 지점들은 맵으로부터의 기하학적 구조를 나타내는 선들과 실질적으로 더 잘 정렬된다.

[0288] 조정된 지점 클라우드 및 맵 데이터를 기반으로, 차량 주위의 물체들은 그것들의 도로에서의 위치 및 행동과 관련하여 효율적으로 감지되고 분류될 수 있다. 이러한 정보는 : 동적인 차량 주변 환경을 효율적으로 달성하는데 사용될 수 있으며 그리고/또는 (참조와 비교하기 전에 차량 장면에서 움직이는 물체를 제거함으로써) 위치결정

vs 맵을 더욱 향상시키는데 사용될 수 있다. 도 34는 도 33의 분류된 지점 클라우드에 기초하여 검출된 도로 상에 존재하는 움직이는 물체들을 도시한다.

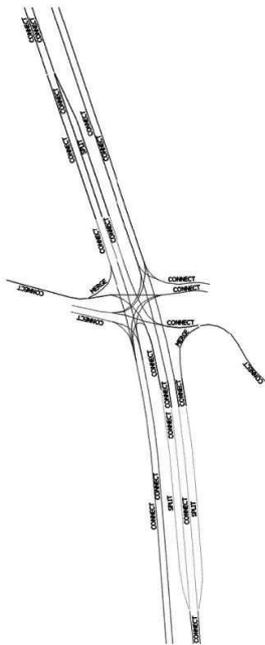
[0289] 도 35는 실시간 센서 데이터의 지점 클라우드 내의 지점들을 사전-분류하기 위해 맵 데이터를 사용하는 방법을 개략적으로 도시하며, 이는 이후에 물체 인식을 향상시키는데 사용될 수 있고 그리고/또는 다음 반복에서 참조 데이터와의 보다 양호한 상관을 통해 위치결정을 향상시키는데 사용될 수 있다.

[0290] 본 발명에 따른 임의의 방법은 적어도 부분적으로 소프트웨어(예를 들어, 컴퓨터 프로그램)를 사용하여 구현될 수 있다. 따라서, 본 발명은 또한 본 발명의 측면들 또는 실시예들 중 어느 하나에 따른 방법을 수행하거나 또는 내비게이션 장치가 이를 수행하게 할 수 있는 컴퓨터 판독가능 명령어들을 포함하는 컴퓨터 프로그램으로 확장된다. 따라서, 본 발명은 하나 이상의 프로세서에 의해 실행될 때, 하나 이상의 프로세서가 디스플레이 스크린 상에 디스플레이하기 위한 적절한 이미지(또는 다른 그래픽 정보)를 생성하게 하는 컴퓨터 프로그램 제품을 포함한다. 본 발명은 그러한 소프트웨어를 포함하는 컴퓨터 소프트웨어 캐리어로 대응되게 연장되며, 이는, 데이터 처리 수단을 포함하는 시스템 또는 장치를 동작시키는데 사용될 때, 상기 데이터 처리 수단과 관련하여, 상기 장치 또는 시스템이 본 발명의 방법의 단계들을 수행하게끔 한다. 그러한 컴퓨터 소프트웨어 캐리어는 ROM 칩, CD ROM 또는 디스크와 같은 일시적이지 않은 물리적 저장 매체일 수 있거나, 또는 위성 등과 같은 무선 신호, 광신호 또는 유선상의 전자 신호와 같은 신호일 수 있다. 본 발명은 명령들을 포함하는 기계 판독가능 매체를 제공하며, 이는 기계에 의해 판독될 때 본 발명의 임의의 측면 또는 실시예의 방법에 따라 기계가 작동하게끔 한다.

[0291] 명백하게 언급되지 않는 한, 본 발명의 임의의 측면은 본 발명의 다른 측면 또는 실시예와 관련하여 설명된 특징의 일부 또는 전부를 상호 배타적이지 않은 범위 내에서 포함할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 특히, 방법 및 장치에 의해 수행될 수 있는 동작의 다양한 실시예가 설명되었지만, 이러한 동작 중 임의의 하나 이상 또는 전부는 필요에 따라, 그리고 적절하게, 상기 방법 및 장치에서 임의의 조합으로 수행될 수 있음이 이해될 것이다.

도면

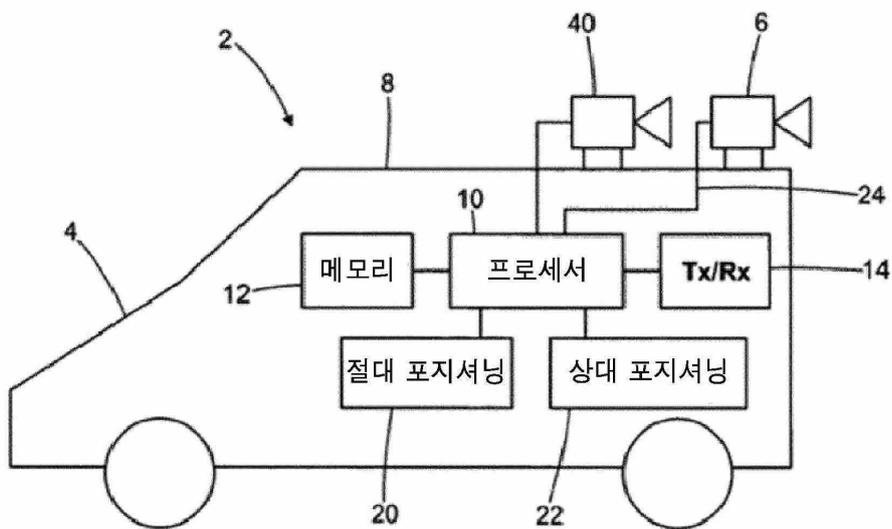
도면1



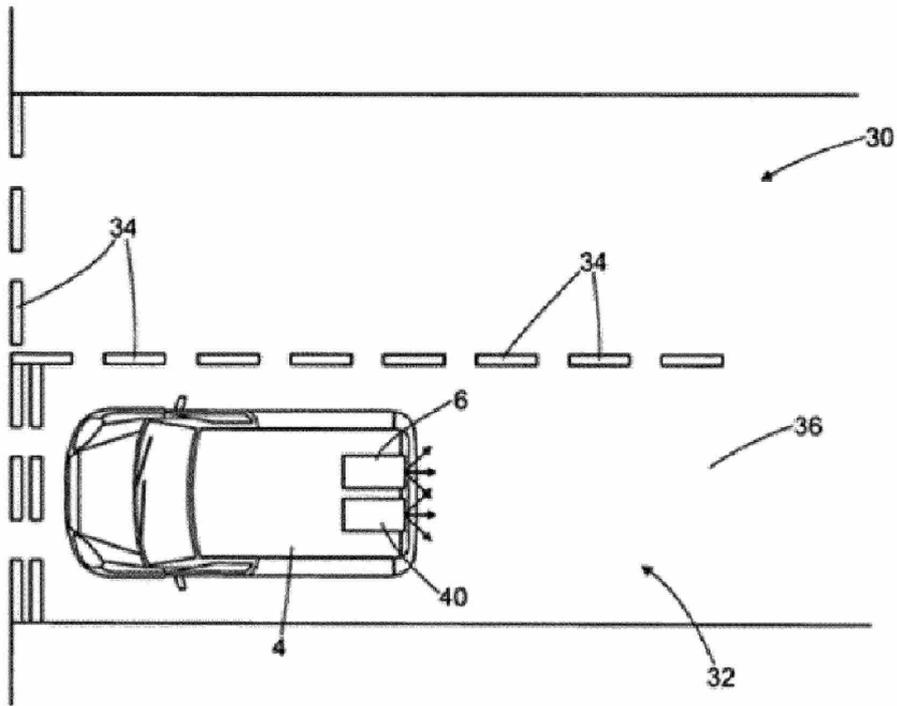
도면2



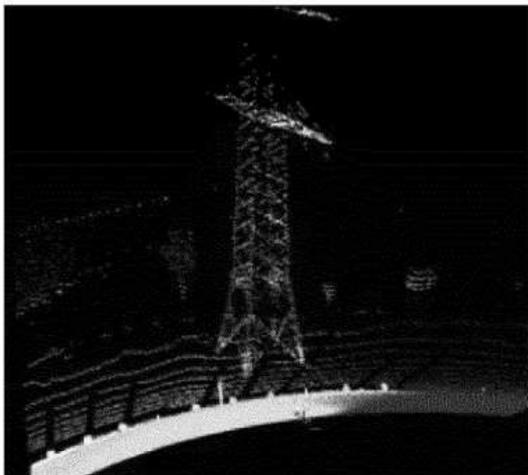
도면3



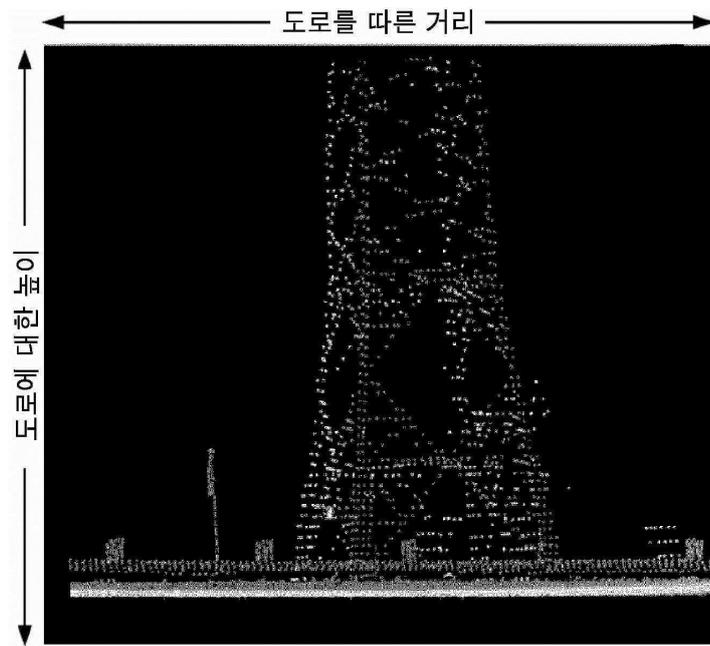
도면4



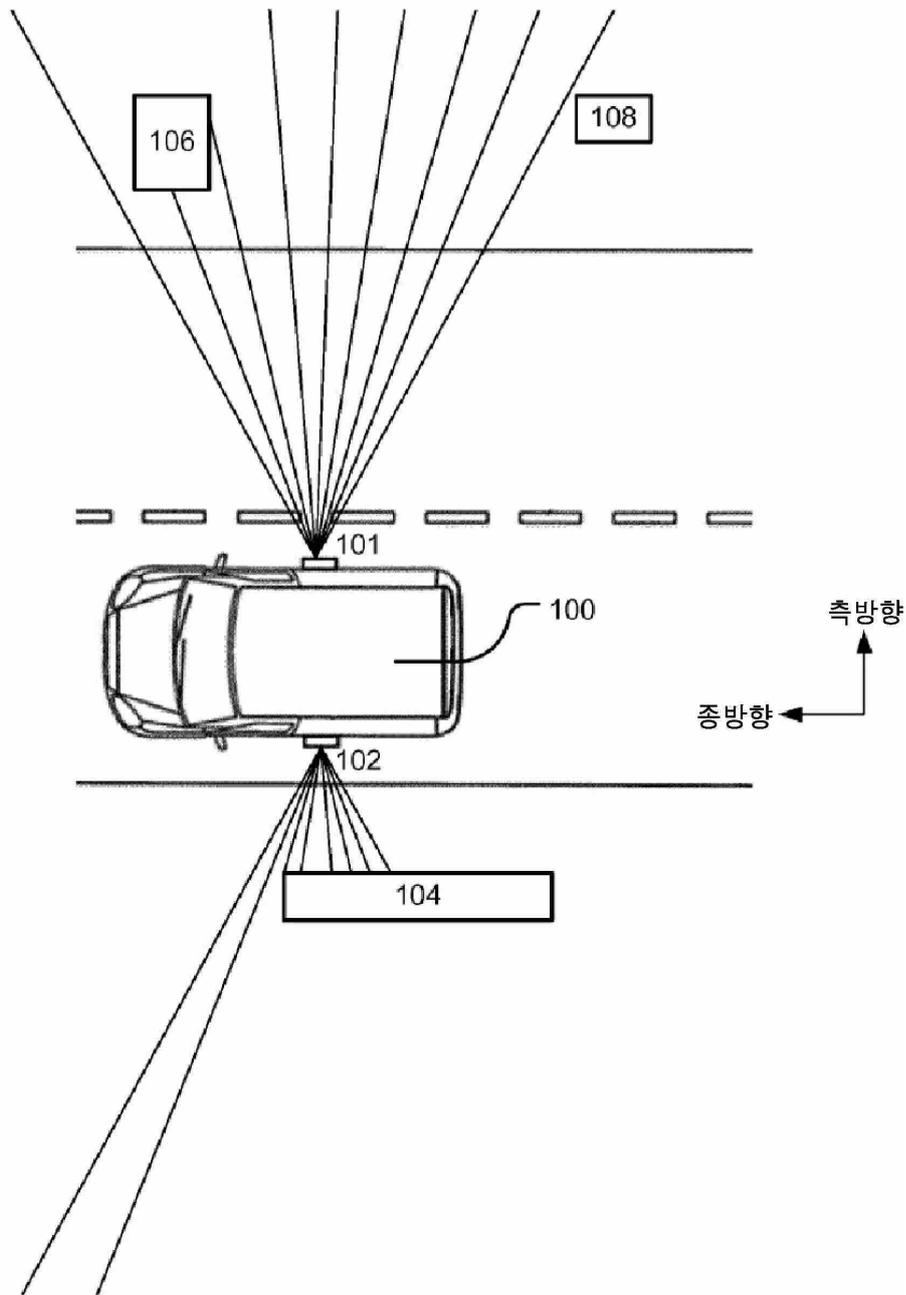
도면5



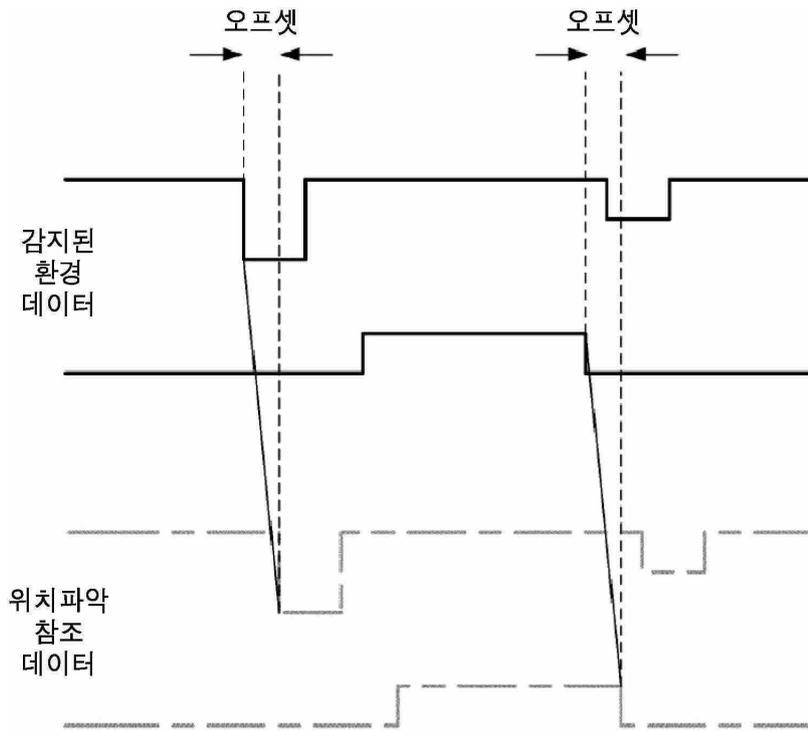
도면6



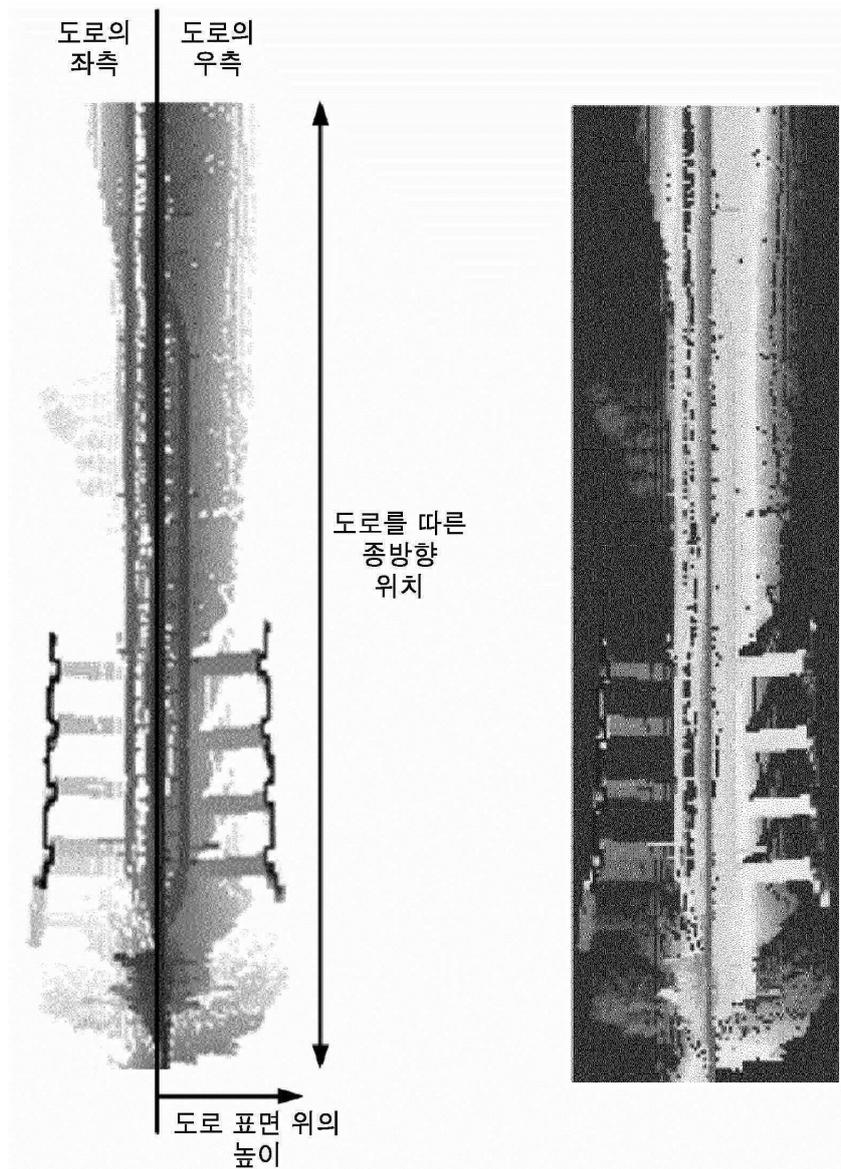
도면7



도면8



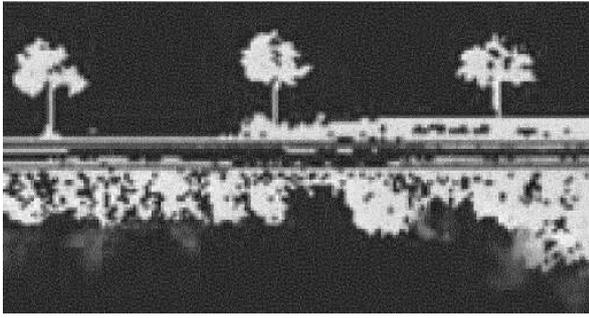
도면9



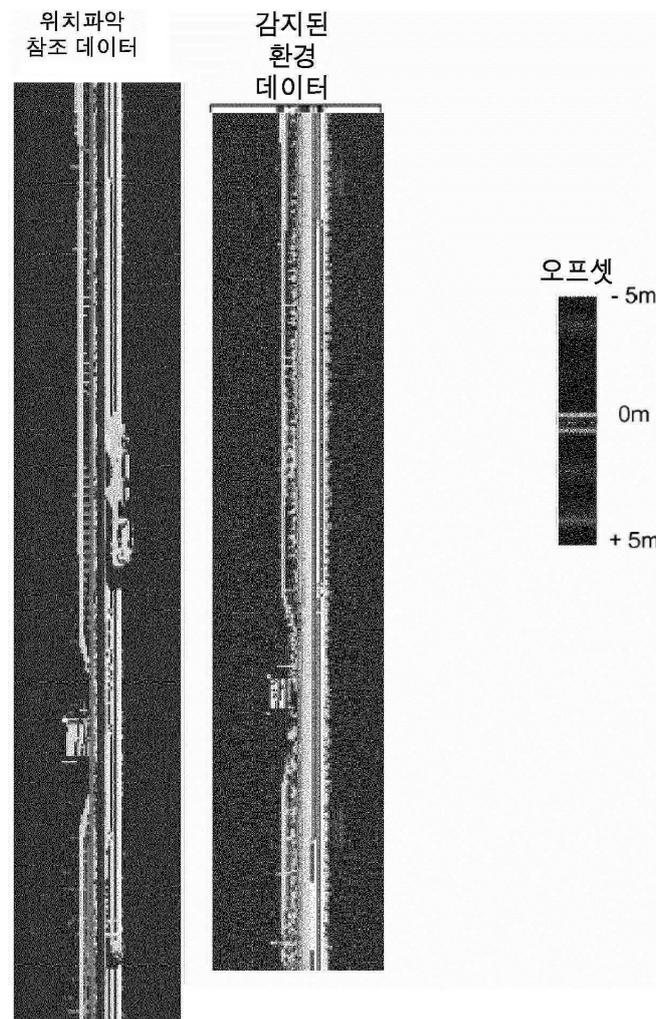
도면10a



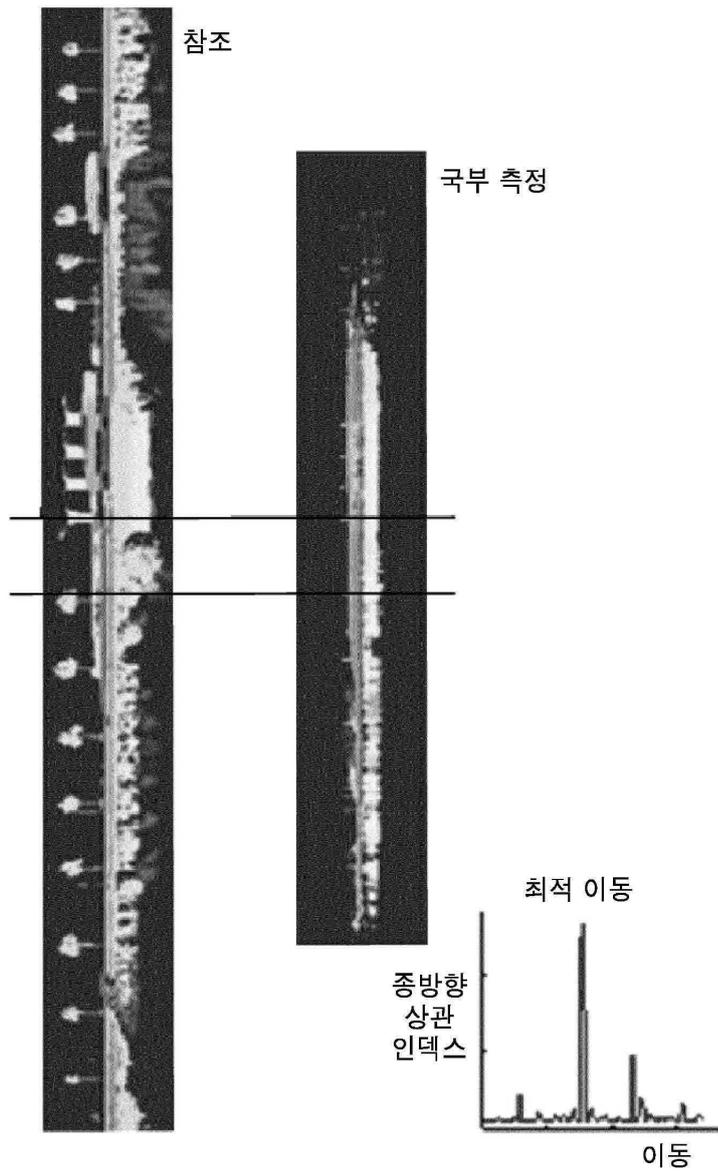
도면10b



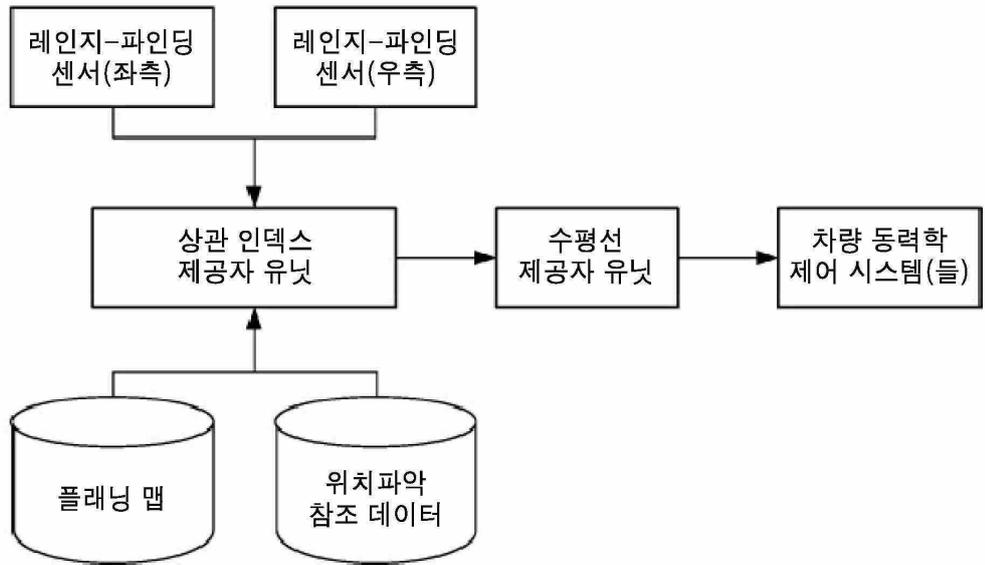
도면11



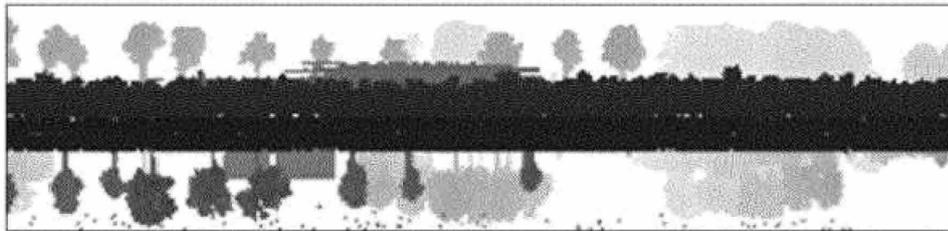
도면12



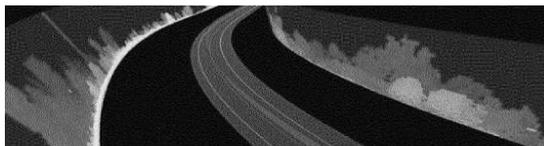
도면13



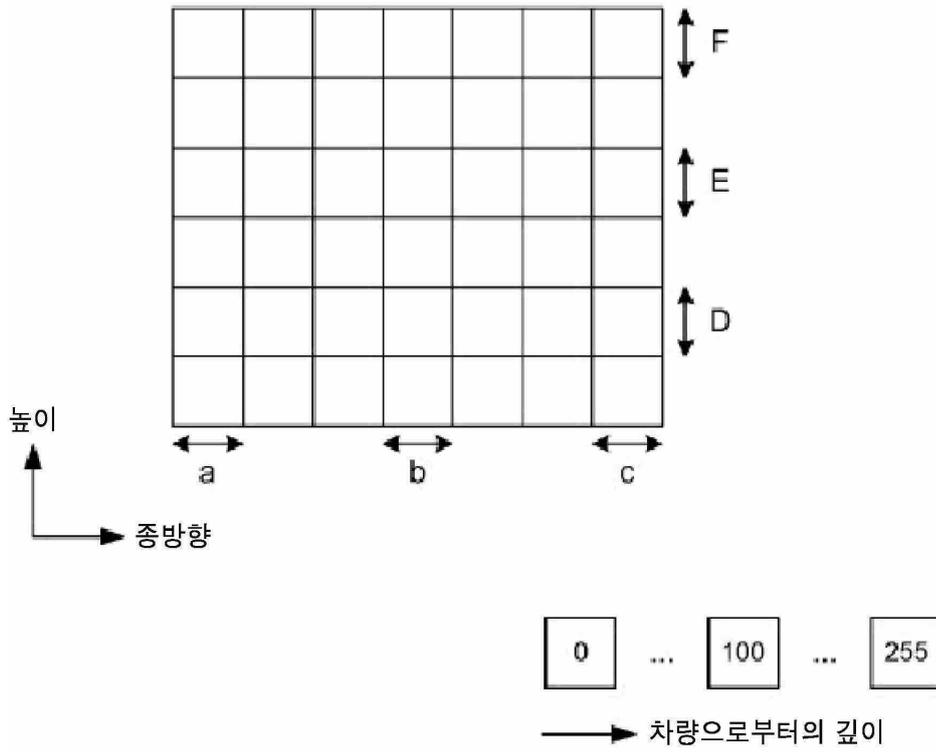
도면14a



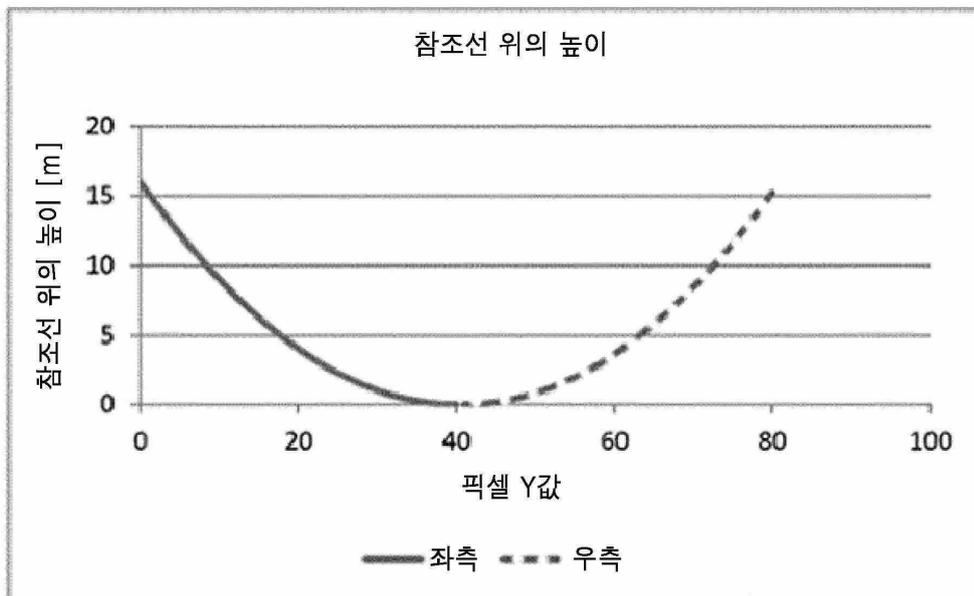
도면14b



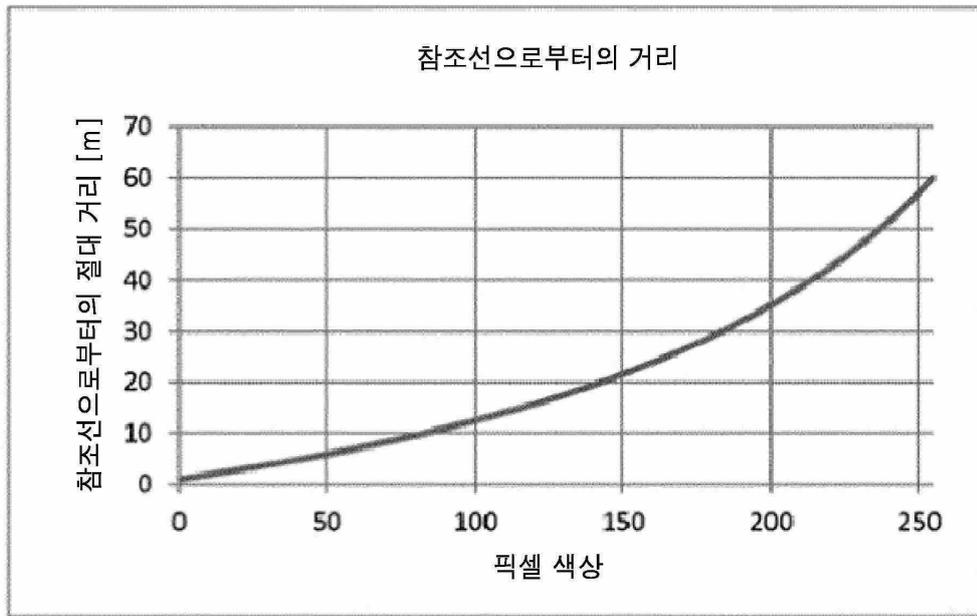
도면15a



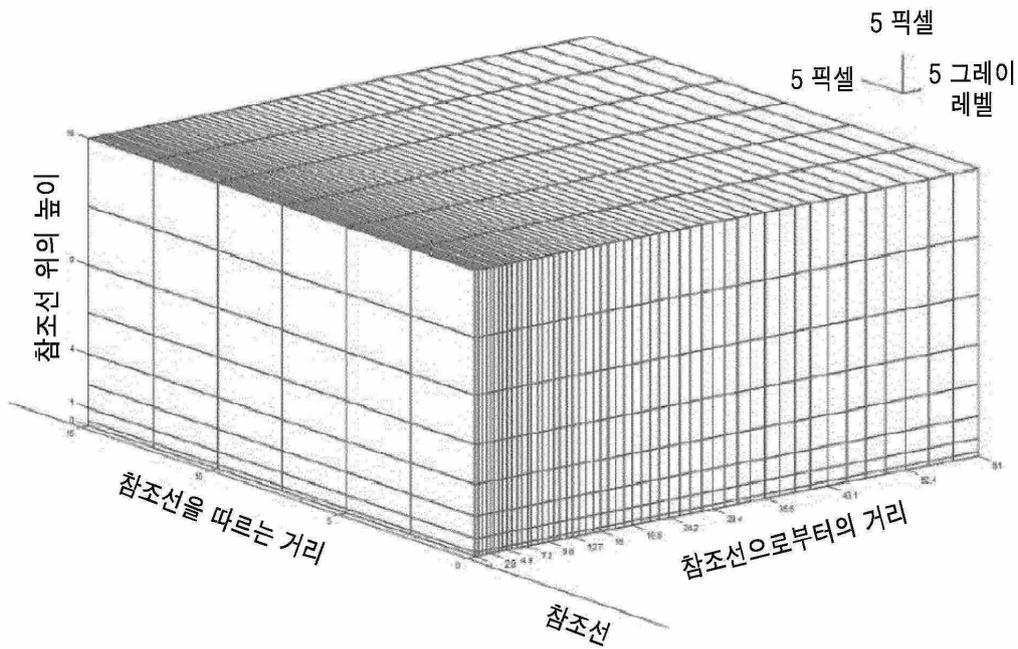
도면15b



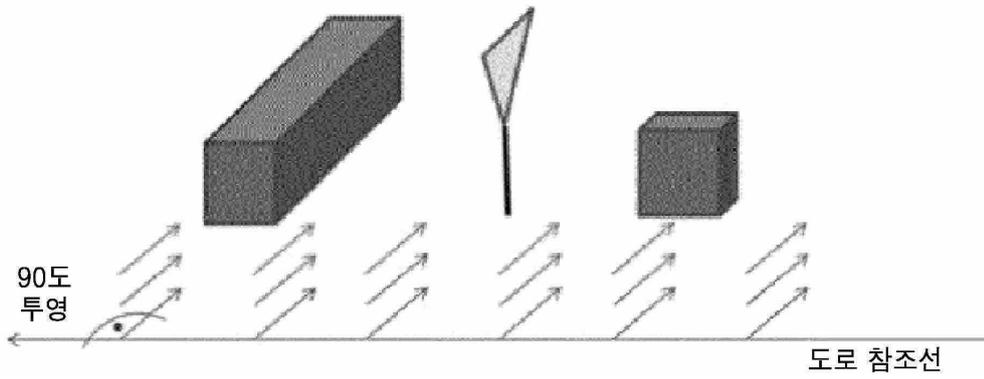
도면15c



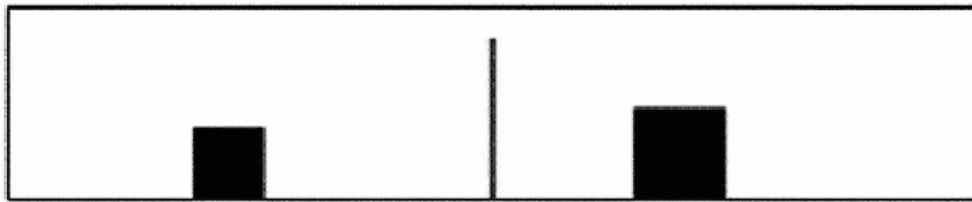
도면15d



도면16a

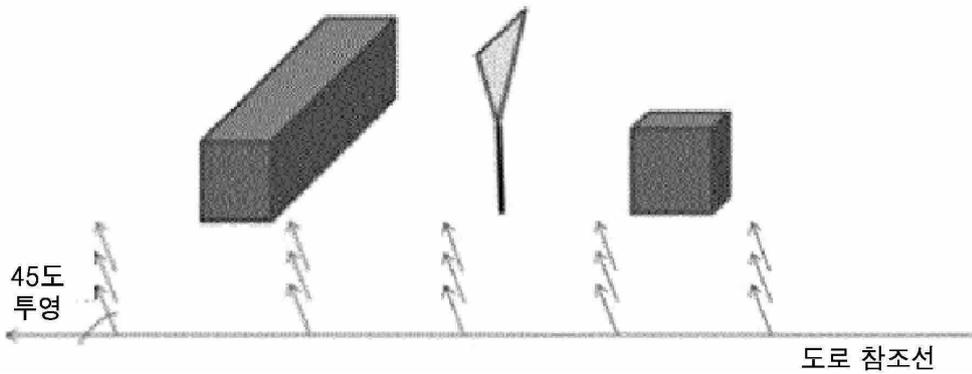


도면16b

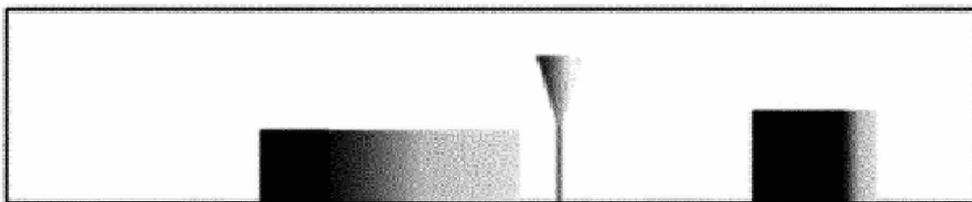


(45도 투영에서의) 측면 깊이 맵

도면16c

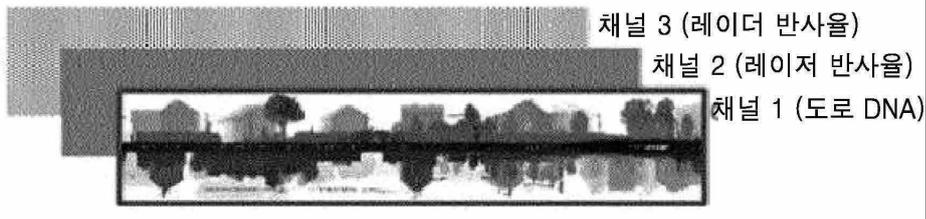


도면16d

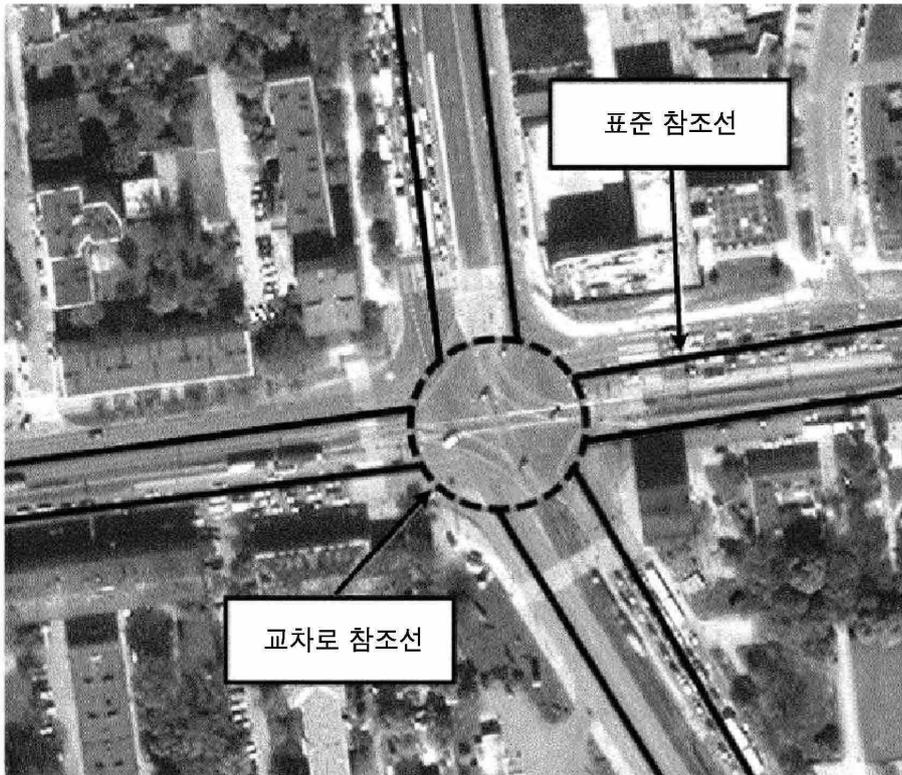


(45도 투영에서의) 측면 깊이 맵

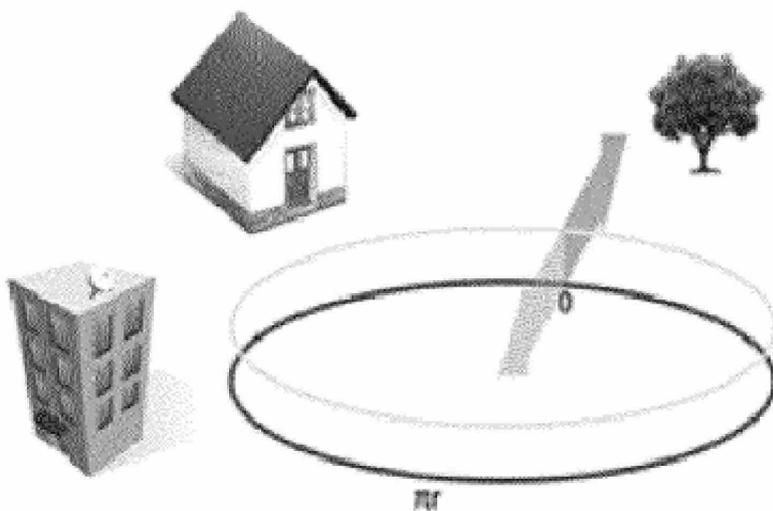
도면17



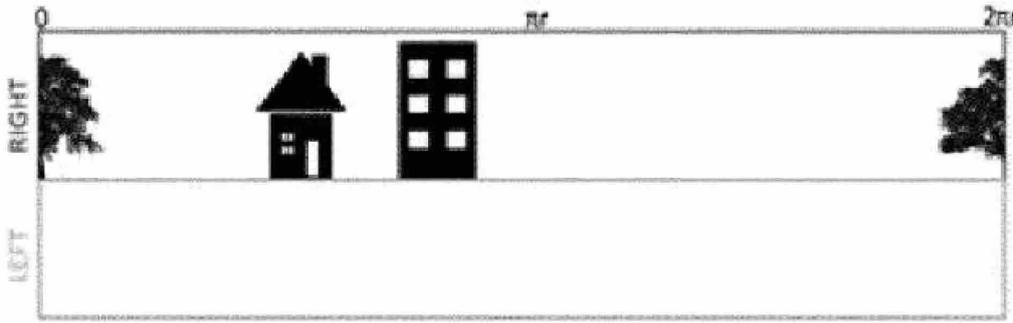
도면18



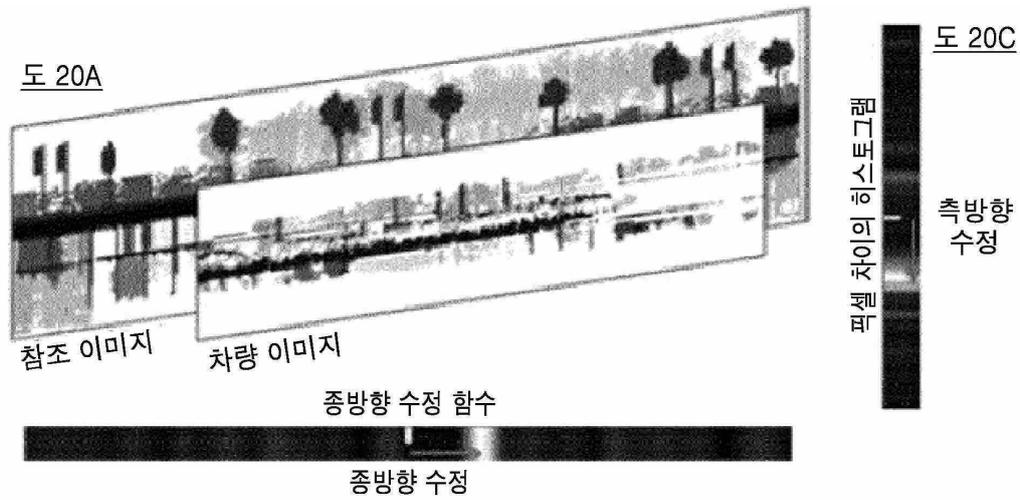
도면19a



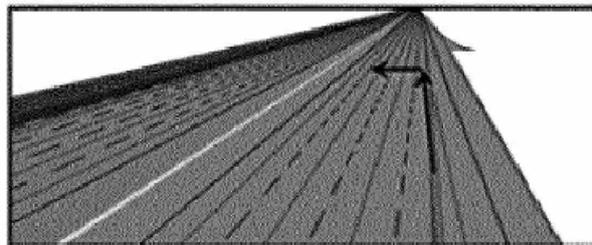
도면19b



도면20

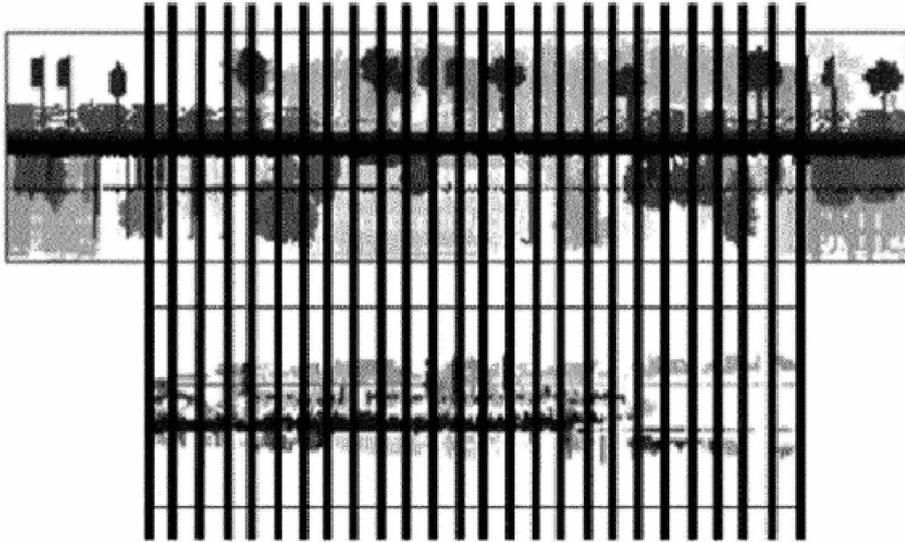


도 20B

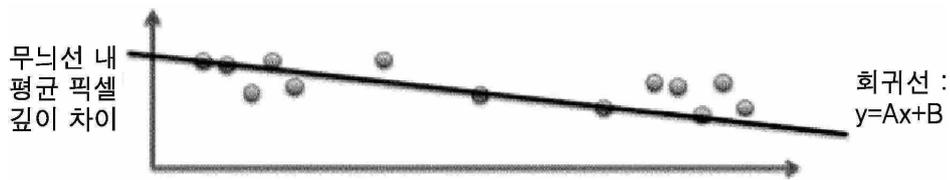


도 20D

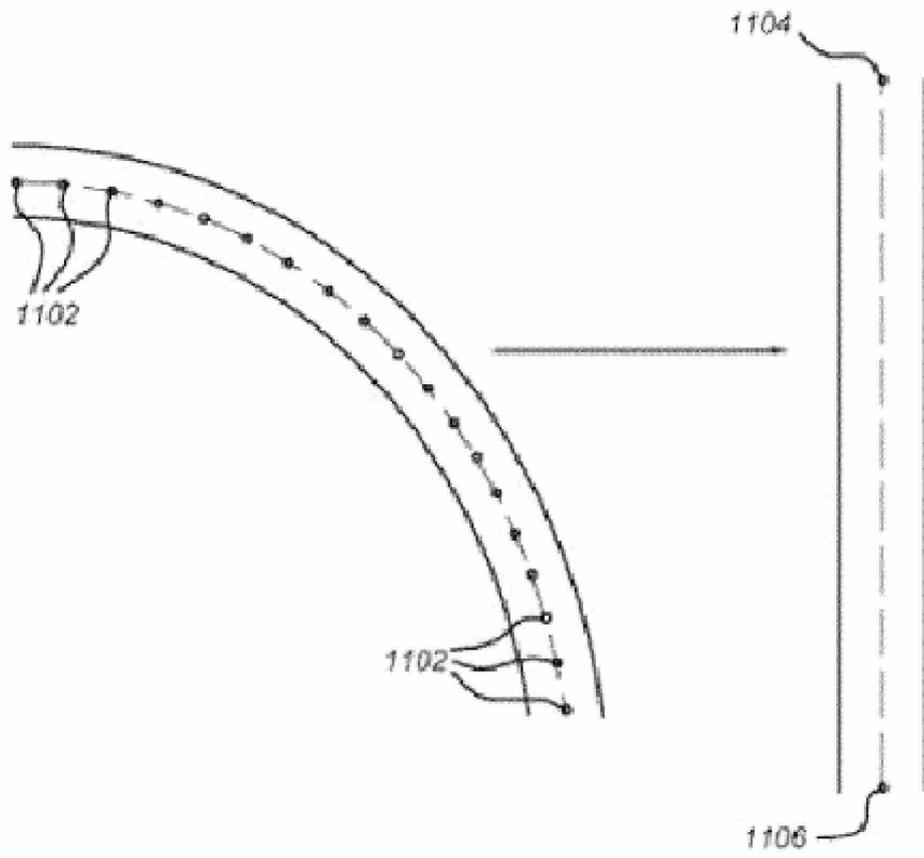
도면21a



도면21b



도면22



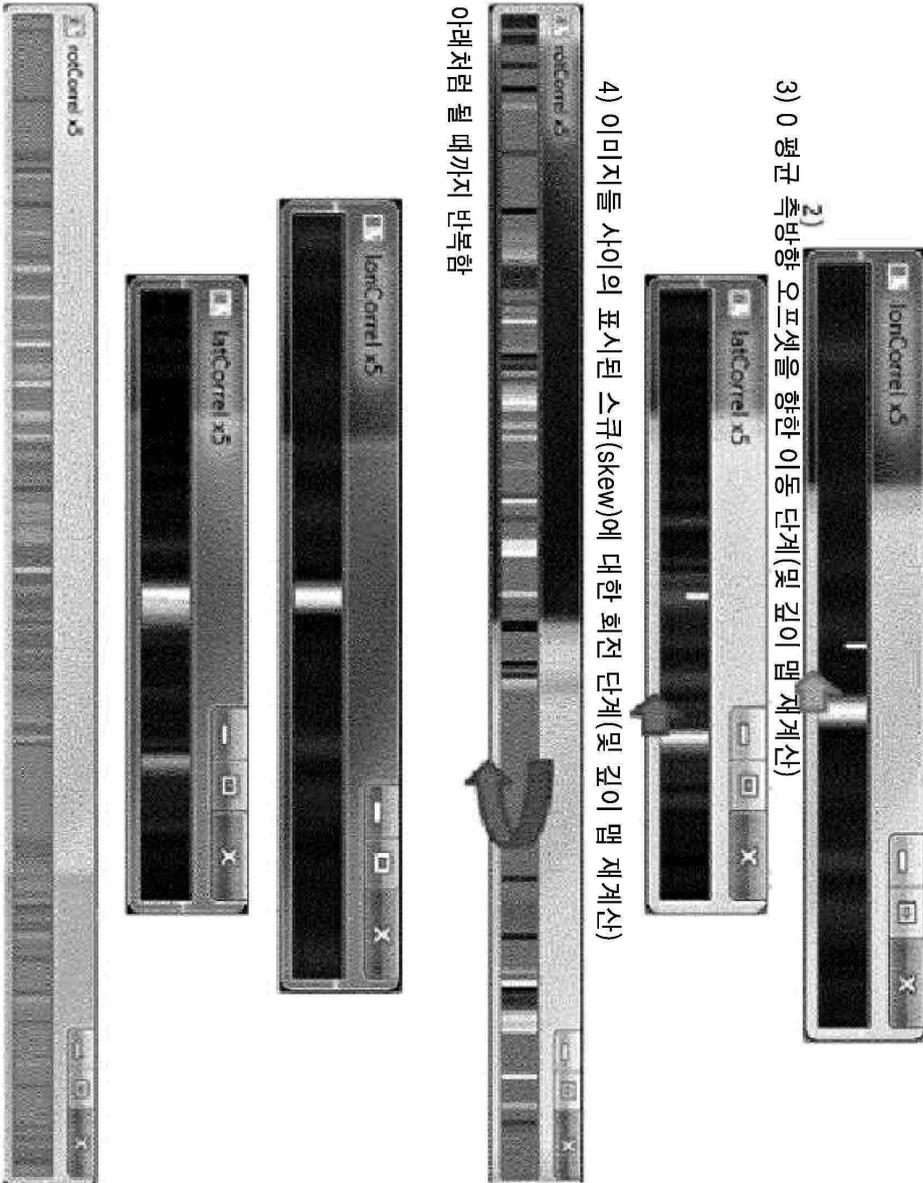
아래를 반복하되

1) 최대 중앙향 수정을 향한 이동 단계(및 깊이 맵 재계산)

2) 3) 0 평균 축방향 오프셋을 향한 이동 단계(및 깊이 맵 재계산)

4) 이미지들 사이의 표시된 스큐(skew)에 대한 회전 단계(및 깊이 맵 재계산)

아래처럼 될 때까지 반복함

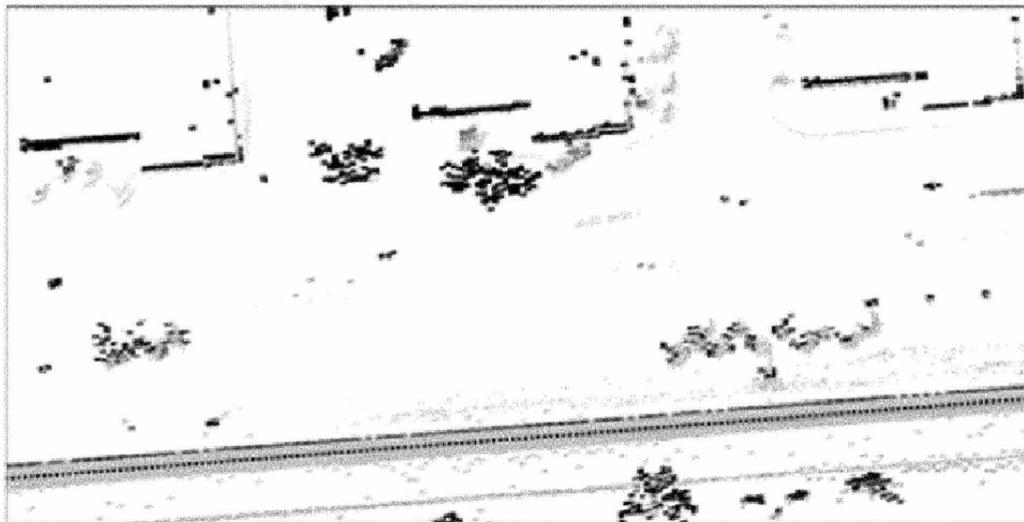


도면23a

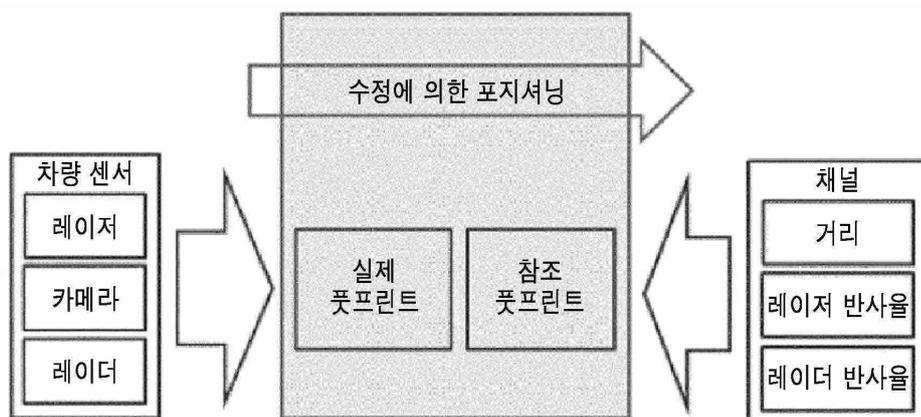
도면23b



아래처럼 될 때까지 반복함:



도면24



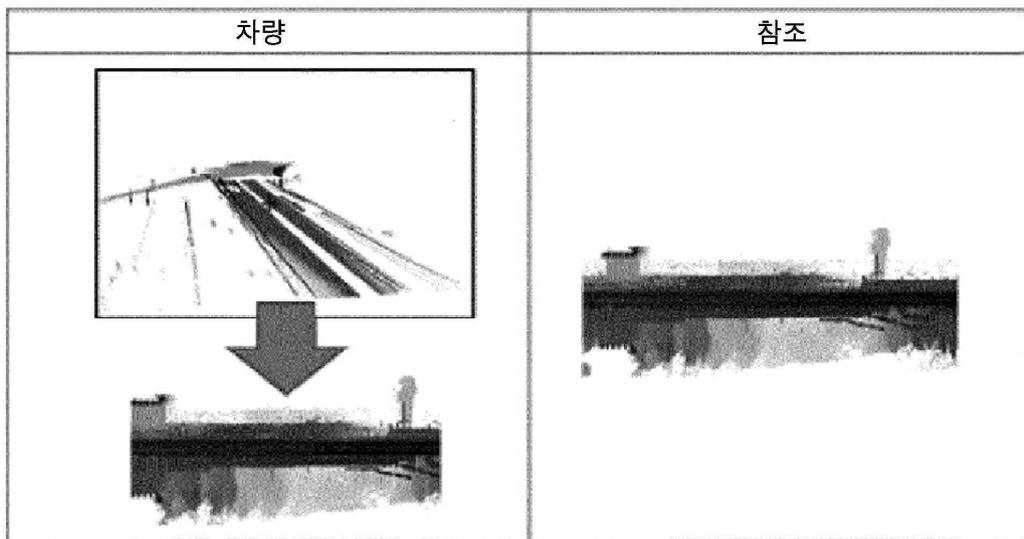
도면25a

예시적인 사용례 1



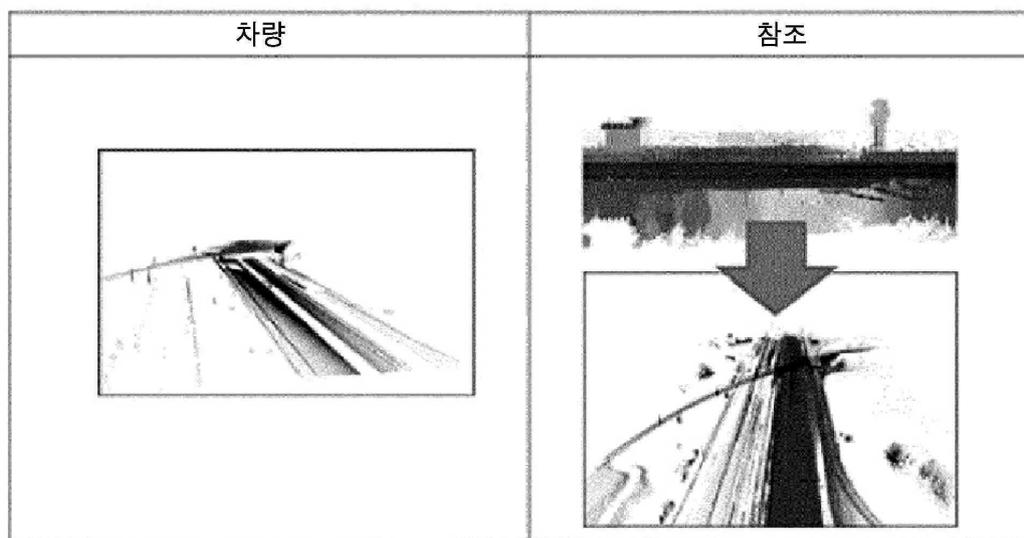
도면25b

접근법 1:
차량에 의해 보여진 레이저 지점 클라우드로부터 깊이 맵을 생성하고 그것을 참조 데이터와 상관



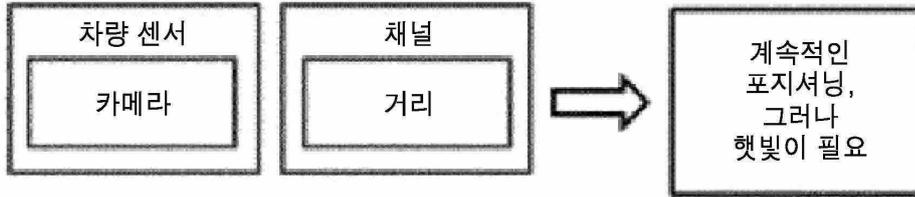
도면25c

접근법 2:
차량에 의해 보여진 레이저 지점 클라우드가 참조 데이터로부터의 레이저 지점 클라우드 재구성과 상관됨



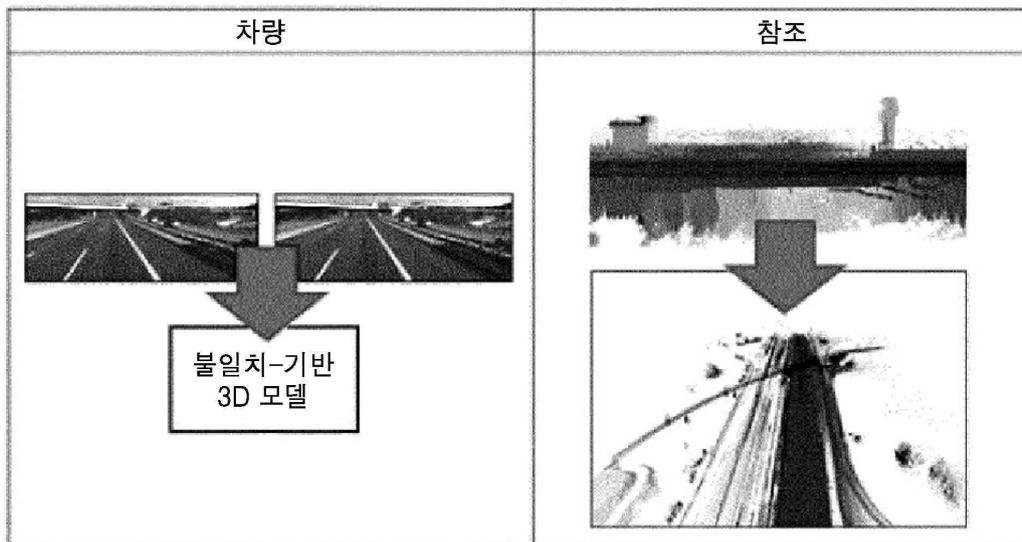
도면26a

예시적인 사용례 2



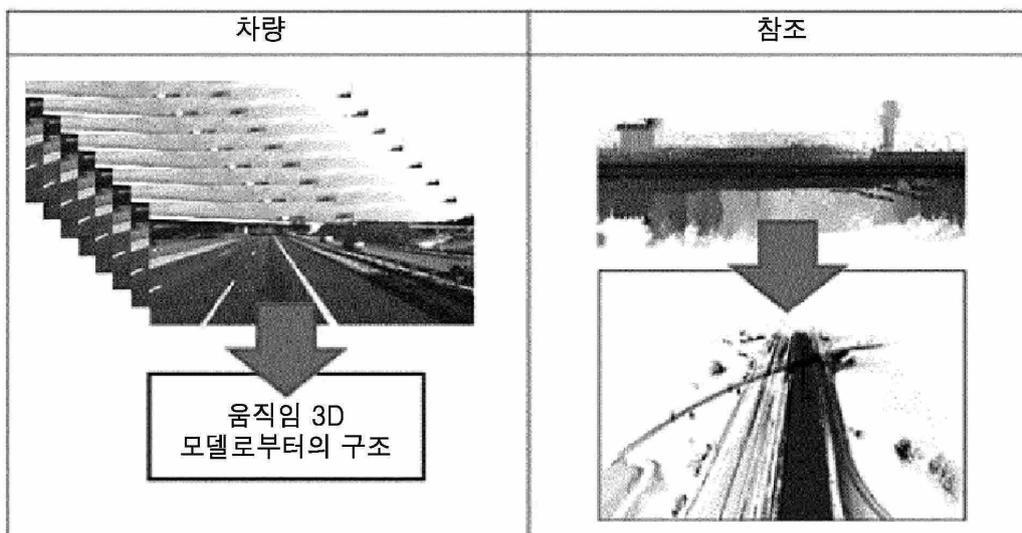
도면26b

접근법 1:
차량의 스테레오비전 카메라로부터 불일치 3D 모델이 구축되고,
이는 참조 데이터로부터의 레이저 지점 클라우드와 상관됨



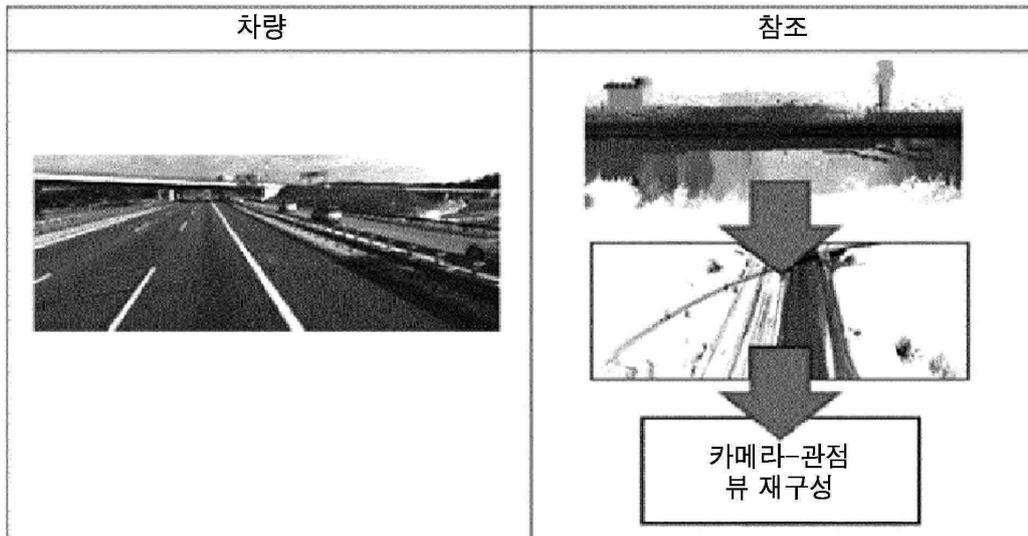
도면26c

접근법 2:
"움직임으로부터의 구조" 기술을 사용하여, 차량 카메라로부터의 이미지 시퀀스가 3D
장면을 재구성하고 그것을 참조 데이터의 3D 재구성과 상관시키는데 이용됨



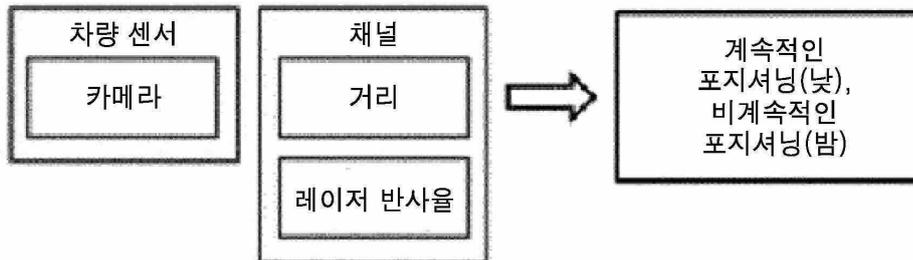
도면26d

접근법 3:
 참조 데이터가 3D 장면을 재구성하고 카메라 관점으로부터의 뷰의 재구성을 생성하는데 사용됨. 모델링된 뷰는 실제 카메라와 가장 잘 맞는 부분을 탐색하는데 사용됨



도면27a

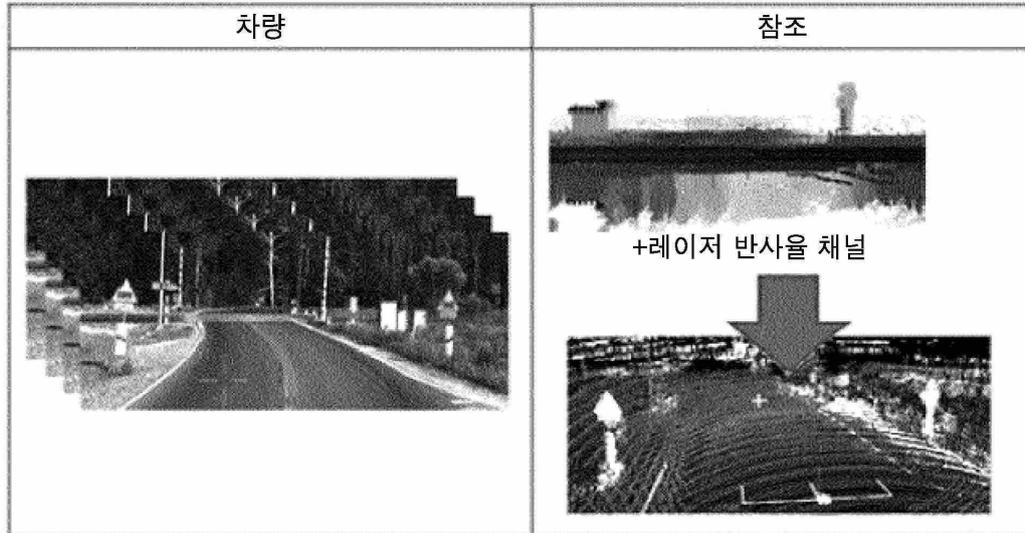
예시적인 사용례 3



도면27b

접근법 1:

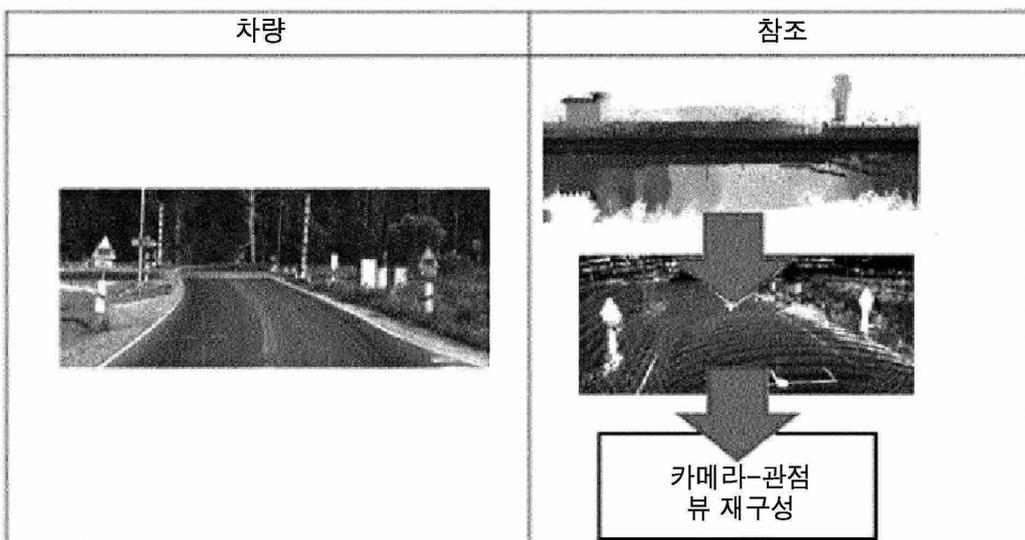
"움직임으로부터의 구조" 기술을 사용하여, 차량 카메라로부터의 이미지 시퀀스가 3D 장면을 재구성하고 그것을 참조 데이터의 3D 재구성과 상관시키는데 이용됨. 반사 표면에 의해 햇빛 없이도 솔루션이 작동됨



도면27c

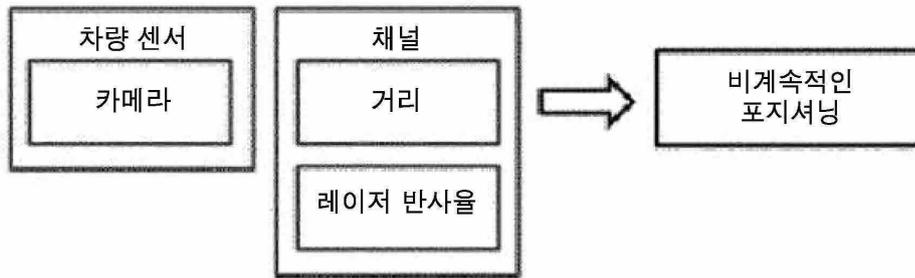
접근법 2:

참조 데이터가 3D 장면을 재구성하고 카메라 관점으로부터의 뷰의 재구성을 생성하는데 사용됨. 모델링된 뷰는 실제 카메라와 가장 잘 맞는 부분을 탐색하는데 사용됨. 반사율 채널 및 비-수직 투영 수단에 의해 밤에도 솔루션이 작동됨



도면28a

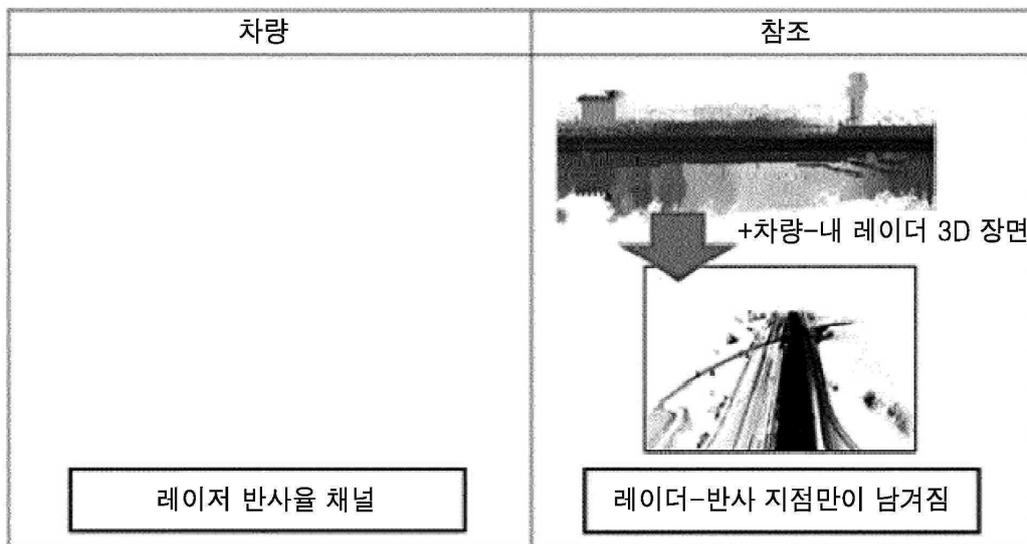
예시적인 사용례 4



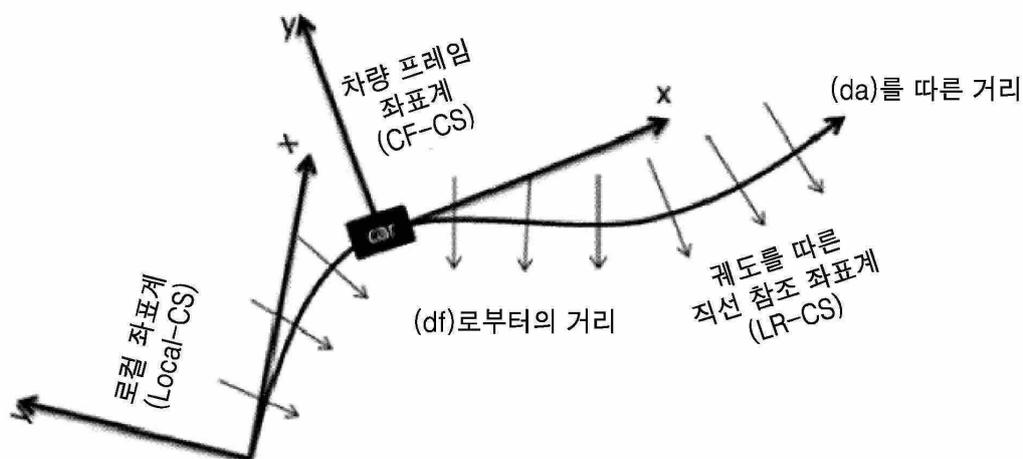
도면28b

접근법 1:

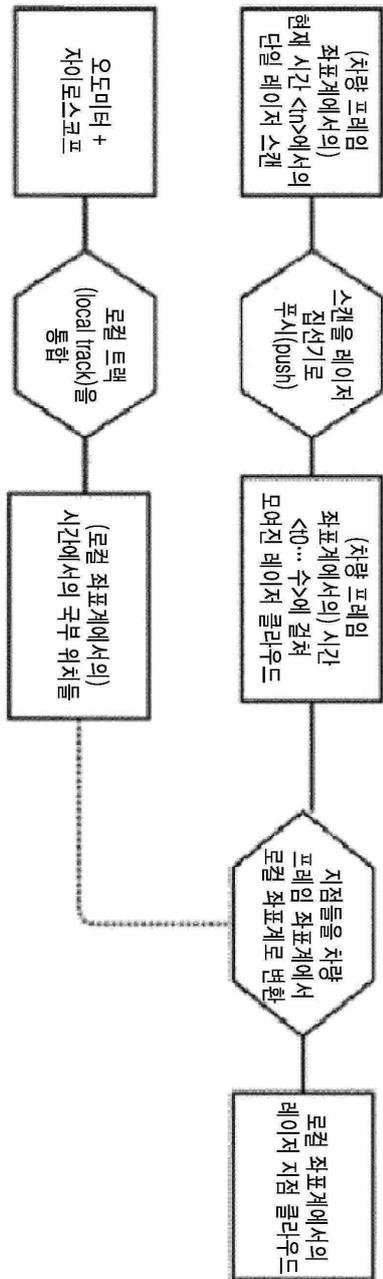
참조 데이터가 3D 장면을 재구성하는데 사용되고 레이더 반사 채널이 사용되어 레이더-반사 지점만이 남겨짐, 이후 이는 차량에 의해 보여지는 레이더 지점 클라우드와 상관됨.



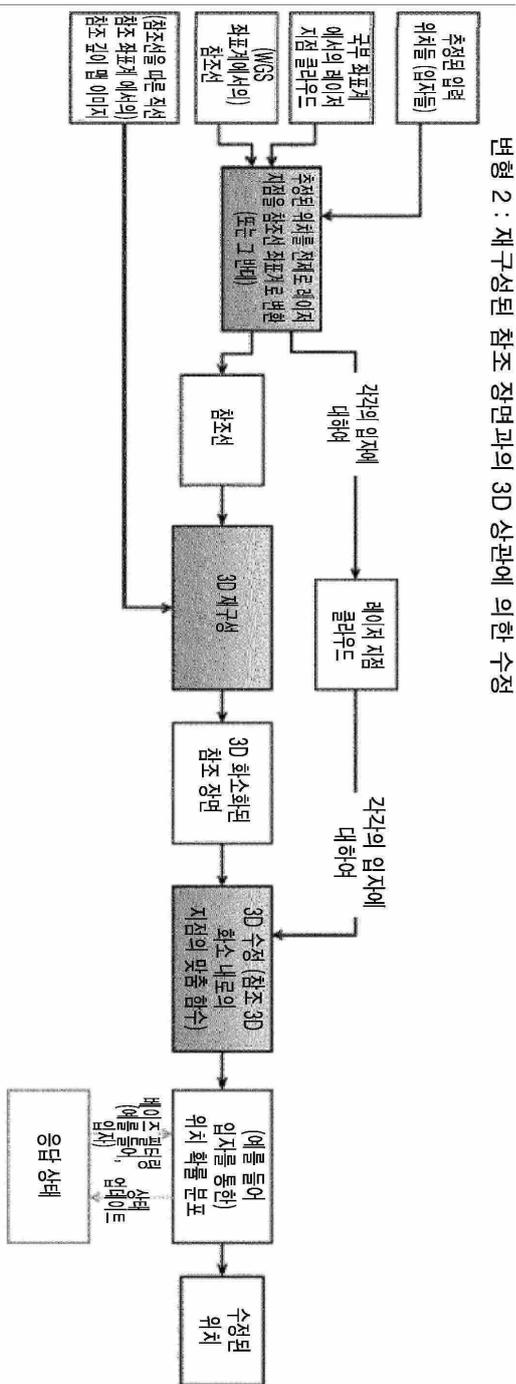
도면29



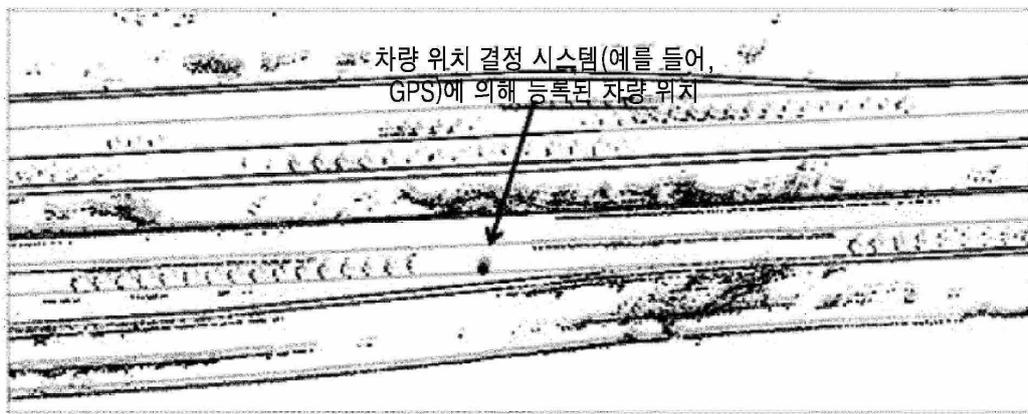
도면31



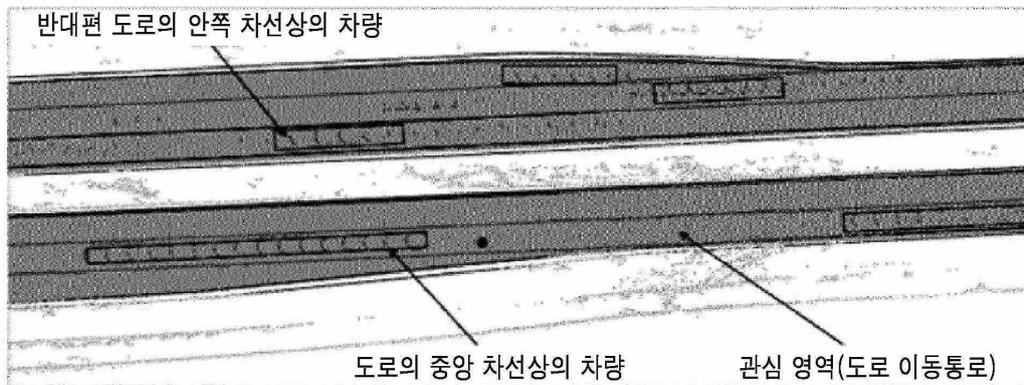
도면 32b



도면33



도면34



도면35

