



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월07일

(11) 등록번호 10-2310790

(24) 등록일자 2021년10월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01S 7/497 (2006.01) G01S 17/89 (2020.01)

G06T 7/30 (2017.01)

(52) CPC특허분류

G01S 7/497 (2013.01)

G01S 17/89 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0141515

(22) 출원일자 2020년10월28일

심사청구일자 2020년10월28일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020190095592 A

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

이상윤

서울특별시 서초구 청계산로7길 43, 504동 1302호(신원동, 서초포레스타5단지)

이준협

제주특별자치도 제주시 흥운길 57, 602호(용담이동, 용연엔타운아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

민영준

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 임일순

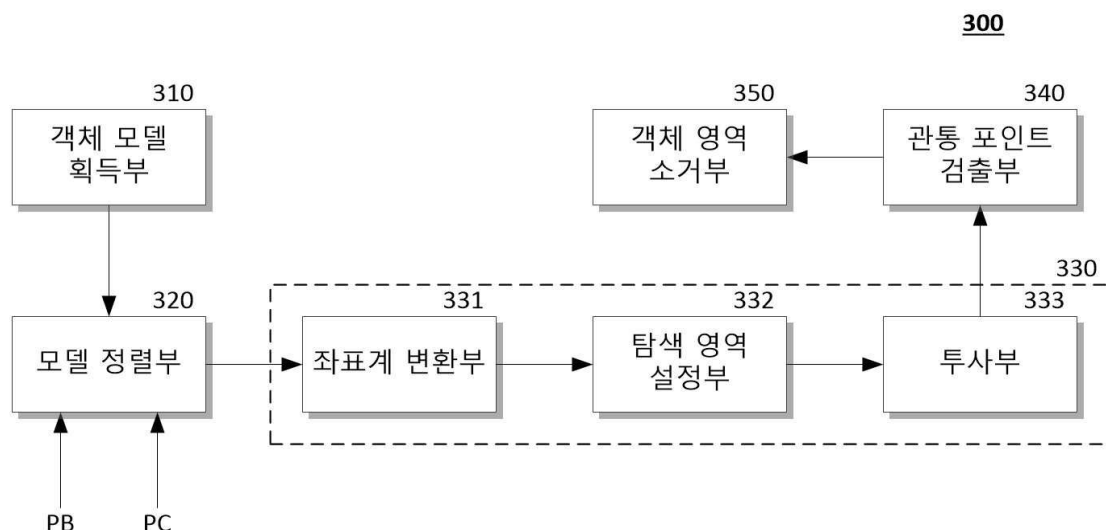
(54) 발명의 명칭 포인트 클라우드 기반 검출 객체 오류 보정 장치 및 방법

### (57) 요약

본 발명은 라이다를 이용하여 3차원 상의 위치 정보가 포함된 다수의 포인트로 구성된 포인트 클라우드를 획득하고, 객체 검출 장치에 의해 포인트 클라우드로부터 미리 지정된 객체가 존재하는 영역을 기지정된 방식으로 검출하여 획득된 객체 영역을 인가받아, 상기 지정된 객체에 대응하는 일반화된 형상을 갖는 객체 모델을 획득하여,

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



상기 객체 영역을 상기 포인트 클라우드에 배치하고, 배치된 객체 영역에 따라 상기 객체 모델을 정렬하여 배치하는 모델 정렬부, 상기 라이다로부터 정렬된 객체 모델을 통과한 후면 영역을 관통 영역으로 설정하여, 상기 포인트 클라우드의 포인트 중 상기 관통 영역에 포함된 관통 포인트를 2차원의 투사 평면에 투사하는 2차원 투사부 및 상기 투사 평면에 투사된 상기 관통 포인트를 탐색하고, 탐색 결과에 따라 상기 객체 검출 장치에 의해 검출된 객체 영역을 소거하는 관통 포인트 검출부를 포함하여, 오검출된 객체를 검출 및 제거하는 검출 객체 오류 보정 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G06T 7/30 (2017.01)

G01S 2007/4977 (2013.01)

G06T 2207/10028 (2013.01)

(72) 발명자

**황상원**

서울특별시 강서구 강서로56나길 110, 104동 702호(등촌동, 부영아파트)

**김우진**

서울특별시 강남구 남부순환로 2803, 105동 802호(도곡동, 삼성래미안아파트)

**이도균**

서울특별시 성동구 금호로 140, 108동 1804호(금호동1가, 이편한세상금호파크힐스)

**우성민**

서울특별시 서대문구 연세로11길 29, 201호(창천동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711103201

과제번호 2016-0-00197-005

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원(한국연구재단부설)

연구사업명 정보통신방송연구개발사업

연구과제명 스마트카 다중 센서와 딥러닝을 이용한 초정밀 내추릴 3D 뷰 생성 기술 개발 (창조  
씨앗형 2단계)(4/5)

기 여 율 1/1

과제수행기관명 연세대학교 산학협력단

연구기간 2020.01.01 ~ 2020.12.31

공지예외적용 : 있음

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

라이다를 이용하여 3차원 상의 위치 정보가 포함된 다수의 포인트로 구성된 포인트 클라우드를 획득하고, 객체 검출 장치에 의해 포인트 클라우드로부터 미리 지정된 객체가 존재하는 영역을 기지정된 방식으로 검출하여 획득된 객체 영역을 인가받아, 상기 지정된 객체에 대응하는 일반화된 형상을 갖는 객체 모델을 획득하여, 상기 객체 영역을 상기 포인트 클라우드에 배치하고, 배치된 객체 영역에 따라 상기 객체 모델을 정렬하여 배치하는 모델 정렬부;

상기 라이다로부터 정렬된 객체 모델을 통과한 후면 영역을 관통 영역으로 설정하여, 상기 포인트 클라우드의 포인트 중 상기 관통 영역에 포함된 관통 포인트를 2차원의 투사 평면에 투사하는 2차원 투사부; 및

상기 투사 평면에 투사된 상기 관통 포인트를 탐색하고, 탐색 결과에 따라 상기 객체 검출 장치에 의해 검출된 객체 영역을 소거하는 관통 포인트 검출부를 포함하는 검출 객체 오류 보정 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 모델 정렬부는

상기 객체 모델이 상기 객체 영역 내에 포함되도록 상기 객체 영역의 위치, 크기 및 각도에 대응하여 상기 객체 모델의 크기, 위치 및 각도를 정렬하는 검출 객체 오류 보정 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 모델 정렬부는

상기 객체 영역의 크기에 대비한 상기 객체 모델의 크기가 기지정된 스케일 파라미터가 되도록 상기 객체 모델의 크기를 조절하는 검출 객체 오류 보정 장치.

#### 청구항 4

제2항에 있어서, 상기 2차원 투사부는

상기 포인트 클라우드의 다수의 포인트와 상기 객체 영역 및 정렬된 객체 모델에 따른 모델 포인트의 좌표를 구면좌표계의 좌표로 변환하는 좌표계 변환부;

변환된 좌표를 기반으로 상기 객체 영역을 통과한 후면 영역에 해당하는 탐색 영역을 설정하고, 상기 객체 모델의 후면 영역에 해당하는 관통 영역을 설정하는 탐색 영역 설정부; 및

상기 탐색 영역과 상기 관통 영역을 상기 투사 평면에 투사하는 투사부를 포함하는 검출 객체 오류 보정 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 탐색 영역 설정부는

변환된 좌표계에서 객체 영역의 각도 범위에 대응하는 각도 범위를 갖고, 상기 객체 영역의 최대 거리 이후에 해당하는 3차원 공간을 상기 탐색 영역으로 설정하는 검출 객체 오류 보정 장치.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 탐색 영역 설정부는

변환된 좌표계의 각도축 방향에서 상기 객체 모델의 형상에 대응하는 각도 범위를 갖고, 상기 객체 모델의 최대 거리 이후에 해당하는 3차원 공간을 상기 탐색 영역으로 설정하는 검출 객체 오류 보정 장치.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 투사부는

상기 객체 모델에 포함된 모델 포인트들과 설정된 탐색 영역과 관통 영역 및 탐색 영역에 포함된 포인트들을 구면 좌표계 상에서 거리를 제외한 각도축에 대한 2차원의 투사 평면 상에 투사하는 검출 객체 오류 보정 장치.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 투사부는

상기 모델 포인트들과 상기 탐색 영역, 상기 관통 영역 및 탐색 영역에 포함된 포인트들이 투사 평면 상에 투사되면, 상기 모델 포인트들이 투사된 모델 영역의 중심 좌표가 원점이 되도록 투사된 탐색 영역과 관통 영역내의 포인트들의 좌표값을 평행 이동시키는 검출 객체 오류 보정 장치.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 관통 포인트 검출부는

상기 투사 평면에 투사된 포인트 중 상기 모델 영역 내에 포함되는 관통 포인트를 탐색하고, 관통 포인트가 검출되면 검출된 관통 포인트에 대응하는 객체 영역을 소거하는 검출 객체 오류 보정 장치.

#### 청구항 10

라이다를 이용하여 3차원 상의 위치 정보가 포함된 다수의 포인트로 구성된 포인트 클라우드를 획득하고, 기지정된 객체 검출 방법에 따라 포인트 클라우드로부터 미리 지정된 객체가 존재하는 영역을 검출하여 획득된 객체 영역의 오류를 보정하는 검출 객체 오류 보정 방법에 있어서,

상기 포인트 클라우드와 상기 객체 영역을 인가받고, 상기 지정된 객체에 대응하는 일반화된 형상을 갖는 객체 모델을 획득하여, 상기 객체 영역을 상기 포인트 클라우드에 배치하고, 배치된 객체 영역에 따라 상기 객체 모델을 정렬하여 배치하는 단계;

상기 라이다로부터 정렬된 객체 모델을 통과한 후면 영역을 관통 영역으로 설정하여, 상기 포인트 클라우드의 포인트 중 상기 관통 영역에 포함된 관통 포인트를 2차원의 투사 평면에 투사하는 단계; 및

상기 투사 평면에 투사된 상기 관통 포인트를 탐색하고, 탐색 결과에 따라 상기 객체 검출 방법에 의해 검출된 객체 영역을 소거하는 단계를 포함하는 검출 객체 오류 보정 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 객체 모델을 정렬하여 배치하는 단계는

상기 객체 모델이 상기 객체 영역 내에 포함되도록 상기 객체 영역의 위치, 크기 및 각도에 대응하여 상기 객체 모델의 크기, 위치 및 각도를 정렬하는 검출 객체 오류 보정 방법.

#### 청구항 12

제11항에 있어서, 상기 객체 모델을 정렬하여 배치하는 단계는

상기 객체 모델의 크기를 상기 객체 영역의 크기에 대비한 상기 객체 모델의 크기가 기지정된 스케일 파라미터가 되도록 조절하는 검출 객체 오류 보정 방법.

#### 청구항 13

제11항에 있어서, 상기 2차원의 투사 평면에 투사하는 단계는

상기 포인트 클라우드의 다수의 포인트와 상기 객체 영역 및 정렬된 객체 모델에 따른 모델 포인트의 좌표를 구면좌표계의 좌표로 변환하는 단계;

변환된 좌표를 기반으로 상기 객체 영역을 통과한 후면 영역에 해당하는 탐색 영역을 설정하는 단계;

상기 객체 모델의 후면 영역에 해당하는 관통 영역을 설정하는 단계; 및

상기 투사 평면에 상기 탐색 영역과 상기 관통 영역을 투사하는 단계를 포함하는 검출 객체 오류 보정 방법.

#### 청구항 14

제13항에 있어서, 상기 탐색 영역을 설정하는 단계는

변환된 좌표계에서 객체 영역의 각도 범위에 대응하는 각도 범위를 갖고, 상기 객체 영역의 최대 거리 이후에 해당하는 3차원 공간을 상기 탐색 영역으로 설정하는 검출 객체 오류 보정 방법.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 관통 영역을 설정하는 단계는

변환된 좌표계의 각도축 방향에서 상기 객체 모델의 형상에 대응하는 각도 범위를 갖고, 상기 객체 모델의 최대 거리 이후에 해당하는 3차원 공간을 상기 탐색 영역으로 설정하는 검출 객체 오류 보정 방법.

#### 청구항 16

제15항에 있어서, 상기 관통 영역을 투사하는 단계는

상기 객체 모델에 포함된 모델 포인트들과 설정된 탐색 영역과 관통 영역 및 탐색 영역에 포함된 포인트들을 구면 좌표계 상에서 거리를 제외한 각도축에 대한 2차원의 투사 평면 상에 투사하는 단계를 포함하는 검출 객체 오류 보정 방법.

#### 청구항 17

제16항에 있어서, 상기 관통 영역을 투사하는 단계는

상기 모델 포인트들과 상기 탐색 영역, 상기 관통 영역 및 탐색 영역에 포함된 포인트들이 투사 평면 상에 투사된 이후, 상기 모델 포인트들이 투사된 모델 영역의 중심 좌표가 원점이 되도록 투사된 탐색 영역과 관통 영역 내의 포인트들의 좌표값을 평행 이동시키는 단계를 더 포함하는 검출 객체 오류 보정 방법.

#### 청구항 18

제17항에 있어서, 상기 객체 영역을 소거하는 단계는

상기 투사 평면에 투사된 포인트 중 상기 모델 영역 내에 포함되는 관통 포인트를 탐색하는 단계; 및

관통 포인트가 검출되면 검출된 관통 포인트에 대응하는 객체 영역을 소거하는 단계를 포함하는 검출 객체 오류 보정 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 라이다 포인트 클라우드 기반 검출 객체 오류 보정 장치 및 방법에 관한 것으로, 포인트 클라우드로부터 검출되는 3차원 객체 영역에 대응하는 객체 모델을 이용하여, 객체 모델 후면의 관통 포인트 존재 여부에 따라 객체 검출 오류를 판별하는 포인트 클라우드 기반 검출 객체 오류 보정 장치 및 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 최근 자율 주행 자동차에 대한 관심이 급격하게 증가하면서 딥러닝 학습을 통한 3차원 객체 검출 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 자율 주행 상황에서는 안전성을 위해 매우 정확한 3차원 객체 검출이 요구되므로 카메라 센서에서 취득된 영상이 아닌 라이다 센서 등을 이용한 3차원 스캐너에서 취득된 포인트 클라우드에 대해 학습된 인공 신경망을 이용하여 객체를 검출하는 기법들이 주목을 받고 있다.

[0003] 인공 신경망을 이용하여 3D 포인트 클라우드에서 객체를 검출하는 기법은 일반적으로 미리 학습된 방식에 따라 3D 포인트 클라우드로부터 각각의 포인트의 3차원 좌표와 포인트들간의 상관 관계를 통해 특징을 추출하고, 추출된 포인트들의 특징으로부터 객체에 해당하는 포인트들을 추정한 후, 해당 포인트들의 좌표와 특징을 이용하여 객체의 위치, 크기, 방향을 예측하는 방법으로 이루어진다.

[0004] 도 1 및 도 2는 인공 신경망을 이용하여 포인트 클라우드에서 특징을 추출하는 기법의 일 예를 나타낸다.

- [0005] 도 1 은 전체 포인트 클라우드를 3D 화소로 나누어 3D 픽셀 단위로 특징을 추출하는 인공 신경망을 나타내고, 도 2는 전체 포인트 클라우드에서 대표 포인트를 고르게 설정하고 대표 포인트 주변의 포인트들의 좌표를 이용해 해당 대표 포인트의 특징을 구한 뒤 대표 포인트들의 특징으로부터 보간법을 통해 나머지 포인트들의 특징을 추출하는 인공 신경망을 나타낸다.
- [0006] 그리고 도 1 또는 도 2와 같은 인공 신경망을 이용하여 포인트 클라우드에서 특징이 추출되면, CNN(Convolutional Neural Networks)과 같은 인공 신경망을 이용하거나, 다층 퍼셉트론(multilayer perceptrons)을 이용하여 추출된 3D 픽셀 단위 특징으로부터 객체의 위치, 크기 및 방향을 예측한다.
- [0007] 그러나 3차원 스캐너의 포인트 클라우드는 정확한 거리 정보를 포함하는 대신 영상에 비해 희박한 밀도를 가지기 때문에 객체가 먼 거리에 위치하거나 다른 객체 등에 의해 가려지는 경우, 객체를 표현할 수 있는 포인트의 특징 정보가 매우 빈약하여 객체와 배경을 구분하기 어렵다.
- [0008] 도 3은 인공 신경망을 이용하여 포인트 클라우드에서 정상 추정된 객체 영역과 비정상 추정된 객체 영역의 일 예를 나타낸다.
- [0009] 도 3에서 (a)는 객체 영역이 정상 추정된 경우를 나타내고, (b)는 비정상 추정된 경우를 나타낸다. (a) 및 (b)에서 붉은색 박스는 인공 신경망에 의해 객체가 존재하는 것으로 추정된 예측 영역을 나타내고, 녹색 박스는 실제 객체가 존재하는 객체 영역을 나타낸다.
- [0010] (b)와 같이 포인트의 특징 정보가 빈약한 정보를 갖는 상황에서 발생하는 검출 오류는 딥러닝 기술을 통해 해결하기 어렵다. 따라서 인공 신경망 등을 이용하여 검출된 객체에 대해 추가적인 검증을 수행할 기법이 요구되고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 한국 공개 특허 제10-2020-0085436호 (2020.07.15 공개)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0012] 본 발명의 목적은 포인트 클라우드로부터 검출된 3차원 객체 중 오검출된 객체를 판별하여 제거할 수 있는 검출 객체 오류 보정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.
- [0013] 본 발명의 다른 목적은 포인트 클라우드로부터 검출된 3차원 객체 영역에 대해 객체 모델을 적용하여 관통하는 포인트를 탐색함으로써, 오검출된 객체를 정확하게 추정할 수 있는 검출 객체 오류 보정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0014] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 검출 객체 오류 보정 장치는 라이다를 이용하여 3차원 상의 위치 정보가 포함된 다수의 포인트로 구성된 포인트 클라우드를 획득하고, 객체 검출 장치에 의해 포인트 클라우드로부터 미리 지정된 객체가 존재하는 영역을 기지정된 방식으로 검출하여 획득된 객체 영역을 인가받아, 상기 지정된 객체에 대응하는 일반화된 형상을 갖는 객체 모델을 획득하여, 상기 객체 영역을 상기 포인트 클라우드에 배치하고, 배치된 객체 영역에 따라 상기 객체 모델을 정렬하여 배치하는 모델 정렬부; 상기 라이다로부터 정렬된 객체 모델을 통과한 후면 영역을 관통 영역으로 설정하여, 상기 포인트 클라우드의 포인트 중 상기 관통 영역에 포함된 관통 포인트를 2차원의 투사 평면에 투사하는 2차원 투사부; 및 상기 투사 평면에 투사된 상기 관통 포인트를 탐색하고, 탐색 결과에 따라 상기 객체 검출 장치에 의해 검출된 객체 영역을 소거하는 관통 포인트 검출부를 포함한다.
- [0015] 상기 모델 정렬부는 상기 객체 모델이 상기 객체 영역 내에 포함되도록 상기 객체 영역의 위치, 크기 및 각도에 대응하여 상기 객체 모델의 크기, 위치 및 각도를 정렬할 수 있다.
- [0016] 상기 모델 정렬부는 상기 객체 영역의 크기에 대비한 상기 객체 모델의 크기가 기지정된 스케일 파라미터가 되

도록 상기 객체 모델의 크기를 조절할 수 있다.

- [0017] 상기 2차원 투사부는 상기 포인트 클라우드의 다수의 포인트와 상기 객체 영역 및 정렬된 객체 모델에 따른 모델 포인트의 좌표를 구면좌표계의 좌표로 변환하는 좌표계 변환부; 변환된 좌표를 기반으로 상기 객체 영역을 통과한 후면 영역에 해당하는 탐색 영역을 설정하고, 상기 객체 모델의 후면 영역에 해당하는 관통 영역을 설정하는 탐색 영역 설정부; 및 상기 탐색 영역과 상기 관통 영역을 상기 투사 평면에 투사하는 투사부를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 탐색 영역 설정부는 변환된 좌표계에서 객체 영역의 각도 범위에 대응하는 각도 범위를 갖고, 상기 객체 영역의 최대 거리 이후에 해당하는 3차원 공간을 상기 탐색 영역으로 설정할 수 있다.
- [0019] 상기 탐색 영역 설정부는 변환된 좌표계의 각도축 방향에서 상기 객체 모델의 형상에 대응하는 각도 범위를 갖고, 상기 객체 모델의 최대 거리 이후에 해당하는 3차원 공간을 상기 탐색 영역으로 설정할 수 있다.
- [0020] 상기 투사부는 상기 객체 모델에 포함된 모델 포인트들과 설정된 탐색 영역과 관통 영역 및 탐색 영역에 포함된 포인트들을 구면 좌표계 상에서 거리를 제외한 각도축에 대한 2차원의 투사 평면 상에 투사할 수 있다.
- [0021] 상기 투사부는 상기 모델 포인트들과 상기 탐색 영역, 상기 관통 영역 및 탐색 영역에 포함된 포인트들이 투사 평면 상에 투사되면, 상기 모델 포인트들이 투사된 모델 영역의 중심 좌표가 원점이 되도록 투사된 탐색 영역과 관통 영역내의 포인트들의 좌표값을 평행 이동시킬 수 있다.
- [0022] 상기 관통 포인트 검출부는 상기 투사 평면에 투사된 포인트 중 상기 모델 영역 내에 포함되는 관통 포인트를 탐색하고, 관통 포인트가 검출되면 검출된 관통 포인트에 대응하는 객체 영역을 소거할 수 있다.
- [0023] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 검출 객체 오류 보정 방법은 라이다를 이용하여 3차원 상의 위치 정보가 포함된 다수의 포인트로 구성된 포인트 클라우드를 획득하고, 기지정된 객체 검출 방법에 따라 포인트 클라우드로부터 미리 지정된 객체가 존재하는 영역을 검출하여 획득된 객체 영역의 오류를 보정하는 검출 객체 오류 보정 방법에 있어서, 상기 포인트 클라우드와 상기 객체 영역을 인가받고, 상기 지정된 객체에 대응하는 일반화된 형상을 갖는 객체 모델을 획득하여, 상기 객체 영역을 상기 포인트 클라우드에 배치하고, 배치된 객체 영역에 따라 상기 객체 모델을 정렬하여 배치하는 단계; 상기 라이다로부터 정렬된 객체 모델을 통과한 후면 영역을 관통 영역으로 설정하여, 상기 포인트 클라우드의 포인트 중 상기 관통 영역에 포함된 관통 포인트를 2차원의 투사 평면에 투사하는 단계; 및 상기 투사 평면에 투사된 상기 관통 포인트를 탐색하고, 탐색 결과에 따라 상기 객체 검출 방법에 의해 검출된 객체 영역을 소거하는 단계를 포함한다.

### 발명의 효과

- [0024] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 검출 객체 오류 보정 장치 및 방법은 라이다 등을 이용하여 획득된 3차원 포인트 클라우드에서 검출되는 객체 영역에 객체 모델을 정렬하여 배치한 후, 객체 모델을 관통하는 포인트의 존재 여부를 탐색함으로써, 오검출된 객체를 검출 및 제거할 수 있다. 그러므로 자율 주행과 같이 라이다에 기반하여 동작하는 각종 어플리케이션의 성능을 향상시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1 및 도 2는 인공 신경망을 이용하여 포인트 클라우드에서 특징을 추출하는 기법의 일 예를 나타낸다.
- 도 3은 인공 신경망을 이용하여 포인트 클라우드에서 정상 추정된 객체 영역과 비정상 추정된 객체 영역의 일 예를 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 객체 검출 장치의 개략적 구조를 나타낸다.
- 도 5는 도 4의 오류 보정부의 상세 구성을 나타낸다.
- 도 6은 도 4 및 도 5의 객체 검출 장치 및 오류 보정부의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 탐색 영역과 관통 영역을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 본 실시예의 검출 객체 오류 보정 장치의 성능에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 검출 객체 오류 보정 방법을 나타낸다.



**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0026] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [0027] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.
- [0028] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0029] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 객체 검출 장치의 개략적 구조를 나타내고, 도 5는 도 4의 오류 보정부의 상세 구성을 나타내며, 도 6은 도 4 및 도 5의 객체 검출 장치 및 오류 보정부의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0030] 도 4 내지 도 6을 참조하면, 본 실시예에 따른 객체 검출 장치는 포인트 클라우드 획득부(100), 객체 검출부(200) 및 오류 보정부(300)를 포함할 수 있다.
- [0031] 포인트 클라우드 획득부(100)는 포인트 클라우드(PC)를 획득한다. 포인트 클라우드 획득부(100)는 라이더와 같은 3차원 스캐너 구현되어 포인트 클라우드(PC)를 직접 획득하거나, 포인트 클라우드(PC)를 인가받는 통신 모듈 또는 미리 획득된 포인트 클라우드(PC)가 저장된 저장 모듈 등으로 구현될 수 있다. 그리고 라이더의 경우, 기 저장된 높이 범위에서 기지정된 회전 범위를 회전하면서 주변을 스캔하여 포인트 클라우드(PC)를 획득될 수 있다.
- [0032] 여기서 포인트 클라우드(PC)의 각 포인트는 3차원 위치 정보를 포함할 수 있다.
- [0033] 객체 검출부(200)는 기존의 객체 검출 장치에 해당하는 구성으로, 기지정된 방식으로 획득된 포인트 클라우드(PC)로부터 객체가 포함된 것으로 추정되는 객체 영역(PB)을 검출한다. 이때 객체 검출부(200)가 포인트 클라우드(PC)로부터 객체 영역(PB)을 검출하는 방식은 제한되지 않는다. 즉 객체 검출부(200)는 기존의 방식에 따라 포인트 클라우드(PC)로부터 객체 영역(PB)을 검출할 수 있으며, 대표적으로는 상기한 바와 같이 인공 신경망을 이용하거나, 다층 퍼셉트론을 이용하여 객체 영역을 검출할 수 있다.
- [0034] 다만 일반적으로 객체 검출부(200)는 모든 종류의 객체를 구분하여 객체 영역(PB)을 검출하는 것이 아니라 지정된 종류의 객체에 대한 영역을 객체 영역(PB)으로 검출할 수 있다. 일 예로 객체 검출부(200)가 인공 신경망으로 구현되는 경우, 검출하도록 학습된 차량, 보행자 등의 지정된 객체에 대한 영역만을 객체 영역(PB)으로 검출할 수 있으며, 학습되지 않은 객체는 배경으로 인식하게 된다. 여기서는 일 예로 객체 검출부(200)가 포인트 클라우드에서 차량을 탐색하여 객체 영역을 검출하는 것으로 가정한다.
- [0035] 이때 포인트 클라우드(PC)에 다수의 객체가 포함된 경우, 다수의 객체 영역(PB)을 검출할 수 있다. 그리고 일반적으로 객체 검출부(200)에서 획득되는 객체 영역(PB)은 객체의 윤곽에 대응하는 형상이 아닌 객체가 포함되는 크기의 3차원 박스 형상에 대한 공간 좌표값으로 획득될 수 있다. 또한 객체의 방향도 함께 획득될 수 있다.
- [0036] 특히 객체 검출부(200)가 검출한 객체 영역(PB)은 실제 객체가 존재하는 영역이 아니라 객체가 존재하는 것으로 추정되는 영역에 대한 추정값이다. 따라서 검출된 객체 영역(PB)에는 오검출된 결과가 포함될 수 있다. 특히 포인트 클라우드(PC)에서 객체에 대한 포인트의 밀도가 낮은 경우, 특징 정보의 부족으로 인해 오검출되는 경우가 빈번하게 발생하게 된다.
- [0037] 오류 보정부(300)는 본 발명의 오류 보정 장치에 해당하는 구성으로, 객체 검출부(200)에서 검출된 객체 영역(PB) 중 오검출된 객체 영역을 판별하여 제거한다. 오류 보정부(300)는 포인트 클라우드 획득부(100)로부터 포인트 클라우드(PC)를 인가받고 객체 검출부(200)에서 검출된 객체 영역(PB)을 인가받아, 포인트 클라우드(PC)의 다수의 포인트 중 객체 영역(PB)에 포함된 포인트의 위치를 분석하여 검출된 객체 영역(PB)의 오검출 여부를 판별한다. 특히 본 실시예에서 오류 보정부(300)는 더 정화하게 객체 영역(PB)의 오검출 여부를 판별하기 위해



객체 모델을 객체 영역(PB)에 대입하여 관통 영역을 설정하고, 설정된 관통 영역에서의 포인트의 위치를 분석하여 객체 영역(PB)의 오검출 여부를 판별한다.

- [0038] 도 5를 참조하면, 오류 보정부(300)는 객체 모델 획득부(310), 모델 정렬부(320), 2차원 투사부(330), 관통 포인트 검출부(340) 및 객체 영역 소거부(350)를 포함할 수 있다.
- [0039] 객체 모델 획득부(310)는 객체 검출부(200)가 검출하도록 설정된 객체에 대한 객체 모델을 획득한다. 여기서 객체 모델은 대상 객체에 대해 일반화되어 미리 설정된 모델로서, 일 예로 객체 모델은 차량이나 사람의 3차원 형상을 일반화하여 CAD 등으로 설계된 3차원 공간 모델로서, 객체 외부 형상에 대응하는 위치 좌표를 나타내는 포인트 클라우드로 구성될 수 있다. 일 예로 객체 모델은 500개의 포인트( $\{P_{(i)}\}_{i=0, \dots, 500}$ )를 포함하는 포인트 클라우드로 획득될 수 있다.
- [0040] 객체 모델 획득부(310)는 기지정된 객체 모델이 미리 지정되어 획득되거나 객체 모델 데이터 베이스로부터 지정된 객체 모델을 인가받아 획득할 수 있다.
- [0041] 여기서는 객체 검출부(200)가 차량에 대한 객체 영역을 검출하는 것으로 가정하였으므로, 객체 모델 획득부(310) 또한 차량에 대한 객체 모델을 획득할 수 있다.
- [0042] 모델 정렬부(320)는 포인트 클라우드 획득부(100)로부터 포인트 클라우드(PC)를 인가받고, 객체 검출부(200)에서 검출된 객체 영역(PB)을 인가받아 포인트 클라우드 상에 검출된 객체 영역(PB)을 위치시킨다. 상기한 바와 같이, 포인트 클라우드(PC)의 각 포인트는 3차원 위치 정보를 포함하고, 객체 영역(PB)은 3차원 박스 형상에 대한 공간 좌표값으로 획득되므로, 객체 영역(PB)은 포인트 클라우드(PC) 상에 용이하게 배치될 수 있다. 그리고 모델 정렬부(320)는 포인트 클라우드(PC)에 배치된 객체 영역(PB) 내에 인가된 객체 모델이 배치되도록 객체 모델을 정렬시킨다. 이때, 모델 정렬부(320)는 일반화된 3차원 공간 모델인 객체 모델이 3차원 박스 형상의 객체 영역(PB) 내부에 완전하게 포함될 수 있도록 객체 영역(PB)의 위치, 크기 및 각도에 대응하여 객체 모델의 크기, 위치 및 각도를 객체 영역(PB)에 맞추어 정렬하여 배치한다.
- [0043] 특히 모델 정렬부(320)는 객체 영역(PB)의 크기에 대비한 객체 모델의 비율을 나타내는 스케일 파라미터(k)가 미리 지정되어, 지정된 스케일 파라미터(k)에 따라 객체 모델의 크기를 조절하여 객체 모델이 객체 영역(PB) 내에 포함되도록 할 수 있다. 본 실시예에서는 스케일 파라미터(k)를 변경하면서 시뮬레이션을 수행하였으며, 이에 차량에 대한 객체 모델 적용 시에는 스케일 파라미터(k)가 0.82인 경우에 최적의 결과를 도출하는 것으로 확인되었다. 그러나 스케일 파라미터(k)는 이용되는 객체 모델의 종류 등에 따라 변경될 수 있다.
- [0044] 2차원 투사부(330)는 도 6에 도시된 바와 같이, 객체 영역(PB)과 객체 영역(PB)에 포함되도록 정렬된 객체 모델 및 포인트 클라우드에서 객체 영역(PB)의 후면에 위치하는 포인트들을 2차원의 가상 투사 평면 상에 투사한다.
- [0045] 2차원 투사부(330)는 좌표계 변환부(331), 탐색 영역 설정부(332) 및 투사부(333)를 포함할 수 있다.
- [0046] 좌표계 변환부(331)는 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이, 객체 영역(PB)과 객체 영역(PB)에 포함되도록 정렬된 객체 모델 및 포인트 클라우드(PC)의 x, y, z축 기반 3차원 데카르트 좌표계를 r,  $\theta$ ,  $\phi$ 의 구면 좌표계로 변환한다.
- [0047] 그리고 탐색 영역 설정부(332)는 구면 좌표계로 변환된 객체 영역(PB)의 후면 영역을 탐색 영역(Search Area)(SA)으로 설정한다. 여기서 탐색 영역 설정부(332)가 탐색 영역(SA)을 설정하는 것은 객체 오검출 여부를 판별하기 위해 전체 포인트 클라우드를 분석하는 것은 비효율적이기 때문이다.
- [0048] 도 7은 탐색 영역과 관통 영역을 설명하기 위한 도면이다.
- [0049] 도 7을 참조하면, 탐색 영역(SA)은 포인트 클라우드(PC)를 획득하는 3D 스캐너인 라이더를 기준으로 객체 검출부(200)에서 검출된 객체 영역(PB)을 거친 이후의 후면 영역으로, 객체 영역(PB)의 후면으로부터 가상의 2차원 투사 평면 상에 투사되는 공간을 나타내고, 관통 영역(PA)은 객체 영역(PB)에 대응하여 정렬된 객체 모델의 후면에서 투사 평면 상에 투사되는 공간을 나타낸다.
- [0050] 여기서 탐색 영역(SA)은 상기한 바와 같이, 객체 오검출 여부를 판별하기 위한 범위를 한정하여 판별 효율성을 높이기 위해 설정되며, 관통 영역(PA)은 더욱 정확하게 객체 오검출을 수행할 수 있도록 하기 위해서 획득된다.
- [0051] 상기한 바와 같이 일반적으로 객체 영역(PB)은 직육면체의 박스 형상으로 획득되므로, 실제 객체의 형상은 객체 영역(PB)과 상이하다. 따라서 객체 영역(PB)을 기준으로 객체 오검출 여부를 판별하게 되면 판별 오류가 발생할 가능성이 높다. 이에 본 실시예에서는 객체 형상에 대응하는 객체 모델에 기반하여 획득되는 관통 영역(P

A)은 객체 오검출 여부를 판별하기 위한 기준으로 이용한다.

- [0052] 특히 본 실시예에서는 도 7과 같이 포인트 클라우드(PC)에서 정렬된 객체 모델의 후면에 위치하는 포인트가 존재하는지 여부를 기준으로 객체 오검출 여부를 판별한다. 만일 객체 검출부(200)에서 객체 영역(PB)이 정상적으로 검출되었다면, 라이다와 같은 3D 스캐너의 동작 방식을 고려할 때, 포인트 클라우드(PC)에서 객체의 후면에서는 포인트가 존재하지 않아야 한다. 만일 객체를 관통하여 객체의 후면에서 포인트가 존재하는 것으로 나타나면, 이는 객체 영역이 정상적으로 검출되지 않은 것으로 판단할 수 있다.
- [0053] 그러나 도 7에 도시된 바와 같이, 객체 검출부(200)가 비록 객체 영역(PB)을 검출할지라도 객체 영역은 객체보다 큰 크기로 획득되므로, 객체 영역(PB)을 기준으로 관통하는 포인트를 탐색하여 객체 오검출 여부를 판별하게 되면 판별 오류가 발생한다.
- [0054] 도 7에 도시된 객체 모델이 실제 객체인 것으로 가정하여 빨간색 포인트를 살펴보면, 빨간색 포인트는 객체보다 후방에 위치하지만, 객체에 의해 가려지는 영역이 아니므로 이는 정상적인 포인트라고 볼 수 있다. 그러나 보라색 포인트의 경우, 객체에 의해 가려지는 영역임에도 객체를 관통하여 객체의 후방에 나타나 있음을 알 수 있다. 이 경우, 객체 검출부(200)가 객체 영역을 비정상적으로 검출하였다는 것을 알 수 있다.
- [0055] 다만, 포인트 클라우드(PC)의 저밀도 포인트로 인해, 객체 검출부(200)가 검출한 객체 영역 내에 위치하는 실제 객체의 형상은 확인할 수가 없다. 이에 본 실시예에서는 확인할 수 없는 실제 객체 형상을 일반화되고 정렬된 객체 모델로 대체한다. 즉 실제 객체를 대체하여 객체 영역 내에 배치되는 객체 모델을 기반으로 관통하는 포인트의 존재 여부를 분석하고, 분석 결과에 따라 객체 오검출 여부를 판별한다.
- [0056] 그러나 실제 객체가 아닌 일반화된 객체 모델을 적용하므로, 객체와 객체 모델 사이의 형상 차이로 인한 오판별이 발생할 가능성이 존재한다. 상기한 바와 같이, 대부분 포인트 클라우드(PC)에서 포인트의 밀도가 매우 희박하다. 일 예로 도 7에서도 객체 영역을 관통하는 전체 포인트의 수는 5개뿐이며, 이 중에서 객체 모델을 관통하는 포인트의 수는 2개의 보라색 포인트뿐이다. 따라서 객체와 객체 모델 사이의 형상에 차이로 인해 오판별 가능성은 매우 낮다.
- [0057] 탐색 영역 설정부(332)는 구면 좌표계에서 설정되는 탐색 영역(SA)의 좌표( $r_{SA}$ ,  $\theta_{SA}$ ,  $\phi_{SA}$ )를 구면 좌표계로 변환된 객체 영역(PB)의 좌표값( $r_{PB}$ ,  $\theta_{PB}$ ,  $\phi_{PB}$ )를 기반으로 수학식 1에 따라 설정될 수 있다.

### 수학식 1

$$\begin{aligned} \max(r_{PB}) &< r_{SA}, \\ \min(\theta_{PB}) &< \theta_{SA} < \max(\theta_{PB}), \\ \min(\phi_{PB}) &< \phi_{SA} < \max(\phi_{PB}) \end{aligned}$$

- [0058]
- [0059] 즉 탐색 영역(SA)은 구면좌표계에서 객체 영역(PB)의 각도 범위( $\min(\theta_{PB}) \sim \max(\theta_{PB})$ ,  $\min(\phi_{PB}) \sim \max(\phi_{PB})$ )에 대응하는 각도 범위를 갖고, 객체 영역(PB)의 최대 거리( $\max(r_{PB})$ )보다 먼 거리에 해당하는 공간을 의미한다.
- [0060] 또한 탐색 영역 설정부(332)는 탐색 영역(SA) 중에서도 객체 모델의 후면에 대응하는 영역을 관통 영역(Penetrated Area: PA)으로 설정할 수 있다. 따라서 탐색 영역(SA)과 관통 영역(PA)은 각각 객체 영역과 객체 모델의 후면으로부터 가상 투사 평면 사이에서 객체 영역과 객체 모델의 형상에 대응하는 형상을 갖는 3차원 공간 영역을 나타낸다.
- [0061] 투사부(333)는 탐색 영역 설정부(332)에서 설정된 탐색 영역(SA)과 관통 영역(PA) 및 탐색 영역(SA)에 포함된 포인트들을 구면 좌표계 상에서 거리( $r$ )를 제외한  $\theta$ ,  $\phi$  축에 대한 2차원의 가상 투사 평면(Projection Plane) 상에 투사한다. 즉 투사부(333)는 객체 영역의 후면 공간 상에 위치하는 포인트의 좌표를 2차원으로 좌표로 변환한다. 이때 관통 영역(PA)은 탐색 영역(SA)에 포함되므로, 관통 영역(PA)에 포함된 포인트인 관통 포인트 또한 가상 투사 평면에 투사된다.
- [0062] 그리고 투사부(333)는 2차원의 가상 투사 평면에 투사된 관통 영역(PA)의 중심 좌표( $\theta$ ,  $\phi$ )가 원점(0, 0)이 되

도록 투사 평면에 투사된 탐색 영역(SA)과 관통 영역(PA)내의 포인트들의 좌표값을 평행 이동시킨다. 투사부(333)는 관통 영역(PA)의 중심 좌표( $\theta$ ,  $\phi$ )를 확인하고, 탐색 영역(SA)과 관통 영역(PA)내의 포인트들의 좌표값에서 확인된 관통 영역(PA)의 중심 좌표( $\theta$ ,  $\phi$ )를 차감하여, 평행 이동시킬 수 있다.

- [0063] 관통 포인트 검출부(340)는 객체 모델이 투사 평면에 투사된 모델 영역 내부에 관통 영역(PA)의 포인트인 관통 포인트가 존재하는지 여부를 검출한다. 관통 포인트 검출부(340)는 투사 평면에 투사된 객체 모델의 포인트 클라우드에서 외곽에 배치된 인접한 포인트들을 연결함으로써, 2차원의 모델 영역을 설정할 수 있다. 따라서 2차원의 투사 평면 상에서 모델 영역은 폐구조로 나타난다.
- [0064] 그리고 관통 포인트 검출부(340)는 폐구조로 설정된 모델 영역 내에 투사된 관통 포인트를 탐색하여 검출한다.
- [0065] 객체 영역 소거부(350)는 관통 포인트 검출부(340)의 관통 포인트 검출 결과에 따라 객체 검출부(200)에서 검출한 객체 영역 각각을 유지하거나 소거한다.
- [0066] 여기서는 설명의 편의를 위하여 관통 포인트 검출부(340)와 객체 영역 소거부(350)를 구분하여 표현하였으나, 객체 영역 소거부(350)는 관통 포인트 검출부(340)에 포함되어 구성될 수 있다.
- [0067] 상기한 바와 같이, 3차원에서 관통 영역(PA)은 객체 모델보다 후면 공간이다. 따라서 도 6의 (a) 내지 (c)와 도 7의 보라색 포인트와 같이, 관통 포인트가 설정된 모델 영역 내부에 투사되었다면, 이는 객체 모델을 관통하여 객체 모델의 후면이 라이다와 같은 3D 스캐너에 의해 검출되었음을 의미한다.
- [0068] 그러나 실제 객체가 존재한다면, 이러한 관통 포인트는 나타날 수 없다는 것을 의미하므로, 객체 영역 소거부(350)는 객체 검출부(200)에 의해 검출된 객체 영역 중 검출된 관통 포인트에 대응하는 객체 영역이 오검출된 것으로 판별하여 소거한다. 그러나 관통 포인트 검출부(340)에서 관통 포인트가 검출되지 않으면, 객체 영역 소거부(350)는 객체 검출부(200)가 정상적으로 객체 영역을 검출한 것으로 판정하여 해당 객체 영역을 그대로 유지한다.
- [0069] 상기한 바와 같이, 본 실시예에 따른 검출 객체 오류 보정 장치(300)는 기존에 이용되는 객체 검출 장치(200)에 결합되어 검출된 객체 영역 중 오검출된 객체 영역을 소거하여 객체 검출 정확도를 크게 향상시킬 수 있다.
- [0070] 도 8은 본 실시예의 검출 객체 오류 보정 장치의 성능에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸다.
- [0071] 도 8에서 초록색 박스는 실제 객체가 존재하는 영역을 나타내는 진리값을 나타내고, 핑크색 포인트는 관통 포인트를 나타내며, 파란색 박스는 관통 포인트가 검출되어 소거된 오검출 객체 영역을 나타낸다. 그리고 빨간색 박스는 본 실시예에 따른 검출 객체 오류 보정 장치에 의해 소거된 객체 영역을 제외한 나머지 객체 영역을 나타낸다. 도 8에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 검출 객체 오류 보정 장치는 기존의 객체 검출 장치에 결합되어 기존의 객체 검출 장치의 객체 검출 성능을 크게 향상시킬 수 있다.
- [0072] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 검출 객체 오류 보정 방법을 나타낸다.
- [0073] 도 9를 참조하면, 본 실시예에 따른 검출 객체 오류 보정 방법은 이전 검출 객체 오류 보정 이전에 라이다와 같은 3차원 스캐너에서 취득된 포인트 클라우드(PC)를 획득한다(S10). 그리고 획득된 포인트 클라우드(PC)로부터 기지정된 방식으로 미리 지정된 객체가 포함된 것으로 추정되는 객체 영역(PB)을 검출한다(S20).
- [0074] 포인트 클라우드(PC)로부터 객체 영역(PB)이 검출되면, 검출된 객체 영역(PB)이 정상 검출되었는지 여부를 판별하여 오검출된 객체 영역을 소거하는 검출 객체 오류 보정 방법을 수행한다(S30).
- [0075] 검출 객체 오류 보정 방법(S30)은 우선 객체 영역(PB)을 검출하도록 지정된 대상 객체에 대응하는 객체 모델을 획득한다(S31). 여기서 객체 모델은 대상 객체의 3차원 형상을 일반화한 3차원 공간 모델을 의미한다.
- [0076] 객체 모델이 획득되면, 포인트 클라우드 상에 검출된 객체 영역(PB)을 배치하고, 획득된 객체 모델을 배치된 객체 영역(PB)에 대응하여 정렬하여 객체 영역(PB) 내에 위치시킨다(S32). 이때, 객체 모델은 배치된 객체 영역(PB)의 위치, 크기 및 각도에 대응하여 객체 모델의 크기, 위치 및 각도가 조절되어 정렬 배치된다. 여기서 객체 모델의 크기는 객체 영역(PB)의 크기에 대비한 객체 모델의 비율을 나타내는 스케일 파라미터(k)의 기지정된 값에 따라 조절될 수 있다.
- [0077] 그리고 객체 영역(PB)과 객체 모델이 정렬된 포인트 클라우드의 좌표계를 구면 좌표계로 변환한다(S33). 좌표계가 변환되면, 좌표계가 변환된 객체 영역(PB)의 후면 영역을 탐색 영역(SA)으로 설정하고, 탐색 영역(SA)에서 객체 모델의 후면 영역을 관통 영역(PA)으로 설정한다(S34).

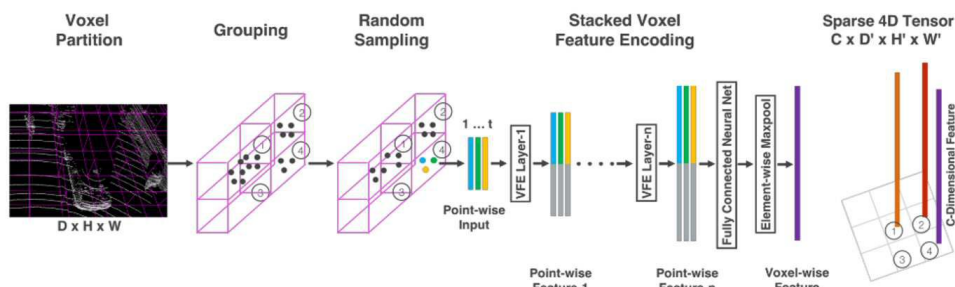
- [0078] 탐색 영역(SA)과 관통 영역(PA)이 설정되면, 설정된 탐색 영역(SA)과 관통 영역(PA) 및 탐색 영역(SA)에 포함된 포인트 클라우드(PC)의 포인트들을 구면 좌표계 상에서 거리(r)를 제외한  $\theta$ ,  $\phi$  축에 대한 2차원의 가상 투사 평면 상에 투사한다(S35).
- [0079] 이후, 객체 모델이 투사 평면에 투사된 모델 영역 내부에서 관통 영역(PA)의 포인트인 관통 포인트를 탐색한다(S36). 그리고 관통 포인트가 검출되는지 판별한다(S37). 만일 관통 포인트가 검출되면, 해당 관통 포인트가 검출된 객체 영역을 오검출된 객체 영역으로 판별하여 소거한다(S38). 그러나 관통 포인트가 검출되지 않으면, 정상 검출된 객체 영역으로 판별하여 유지시켜 객체 검출 결과를 출력한다(S39).
- [0080] 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행시키기 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스 될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 또한 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함하며, ROM(판독 전용 메모리), RAM(랜덤 액세스 메모리), CD(컴팩트 디스크)-ROM, DVD(디지털 비디오 디스크)-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등을 포함할 수 있다.
- [0081] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.
- [0082] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

## 부호의 설명

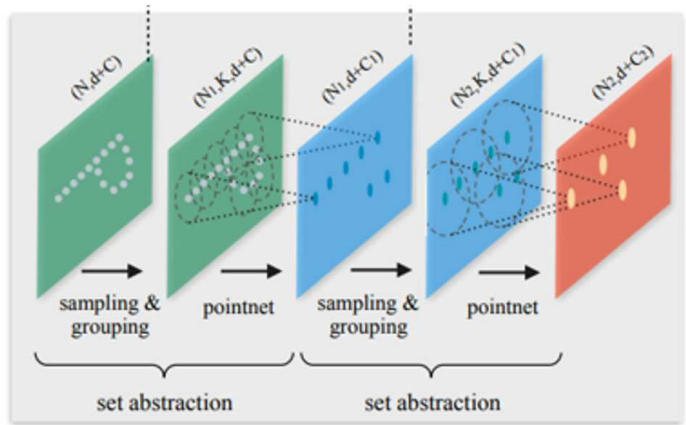
- [0083] 100: 포인트 클라우드 획득부                      200: 객체 검출부(200)
- 300: 오류 보정부                                      310: 객체 모델 획득부
- 320: 모델 정렬부                                      330: 2차원 투사부
- 331: 좌표계 변환부                                  332: 탐색 영역 설정부
- 333: 투사부    340: 관통 포인트 검출부
- 350: 객체 영역 소거부

## 도면

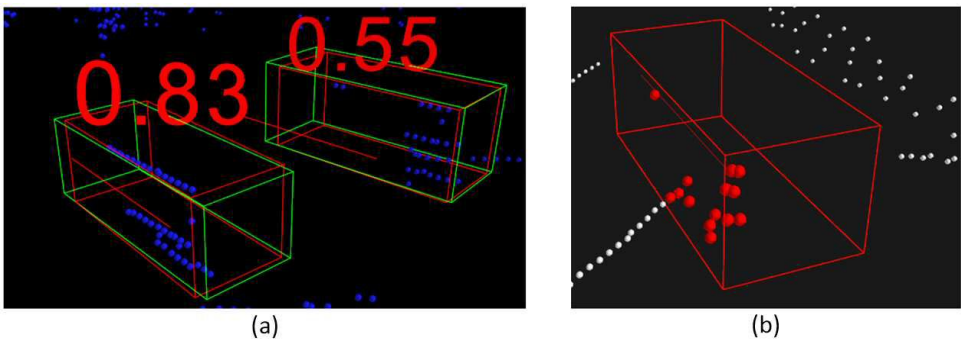
### 도면1



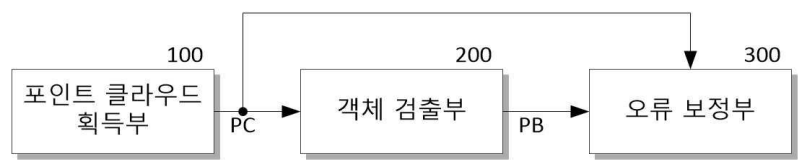
도면2



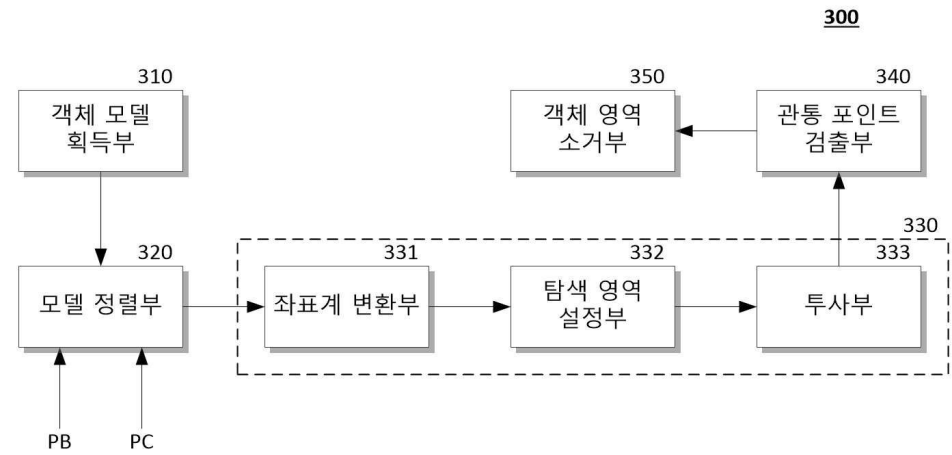
도면3



도면4

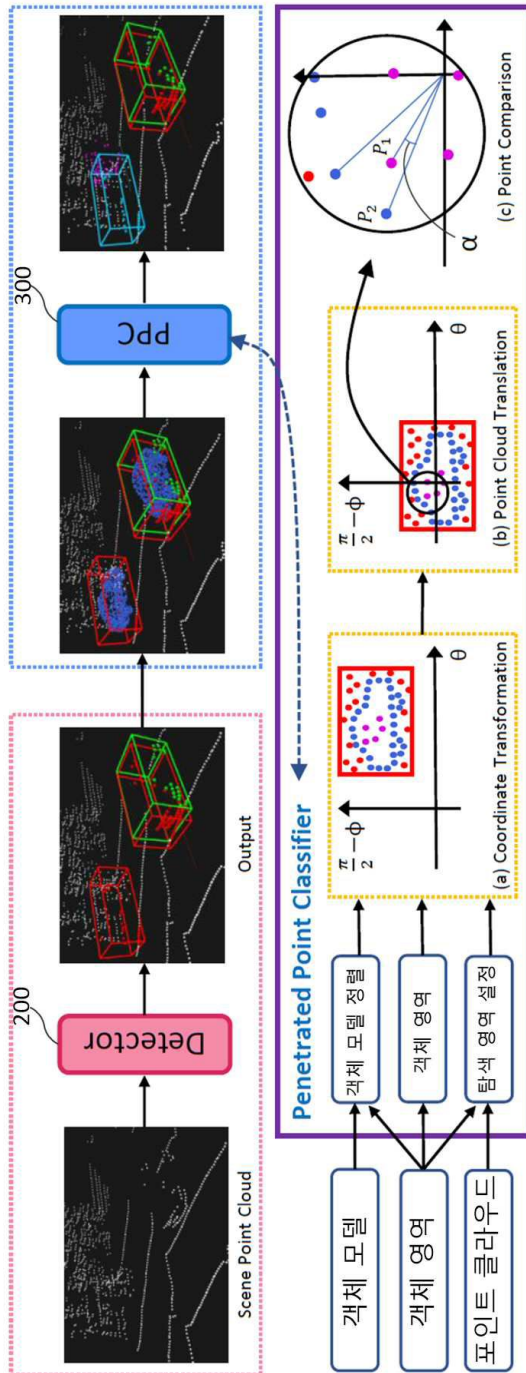


도면5

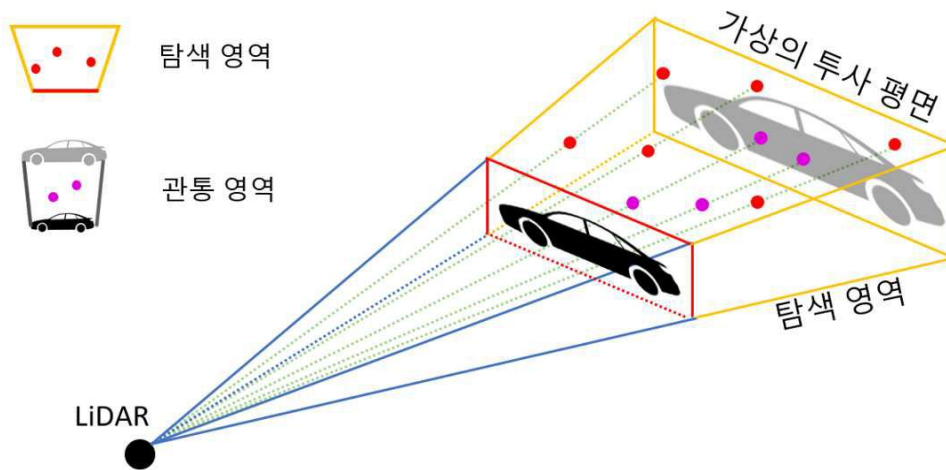




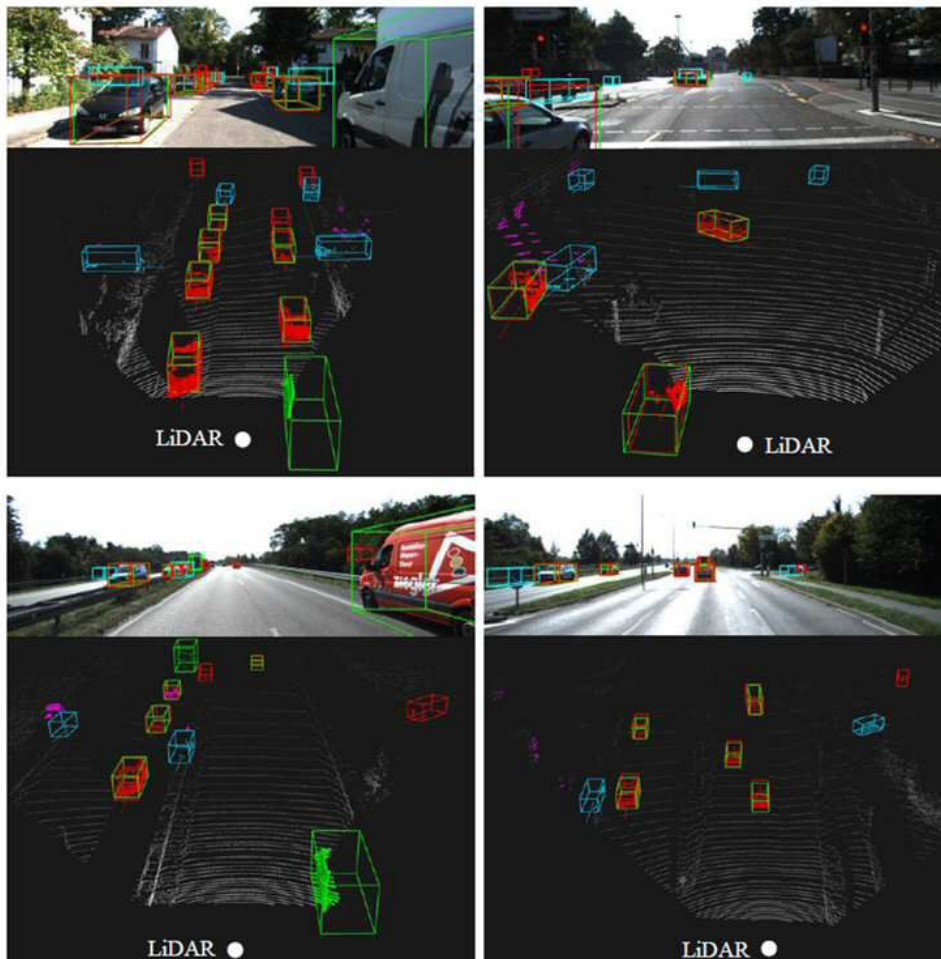
도면6



도면7



도면8





도면9

