



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0064377
(43) 공개일자 2025년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06V 10/80 (2022.01) G01S 17/931 (2020.01)
G06V 10/12 (2022.01) G06V 10/764 (2022.01)
G06V 10/82 (2022.01) G06V 20/58 (2022.01)

(52) CPC특허분류

G06V 10/806 (2023.08)
G01S 17/86 (2020.01)

(21) 출원번호 10-2023-0150015

(22) 출원일자 2023년11월02일

심사청구일자 2023년11월02일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

조동현

대전광역시 유성구 대학로 99, 공과대학 2호관
407호 (궁동)

황혜린

대전광역시 유성구 대학로 99, 공과대학 2호관
472호 (궁동)

(74) 대리인

제일특허법인(유)

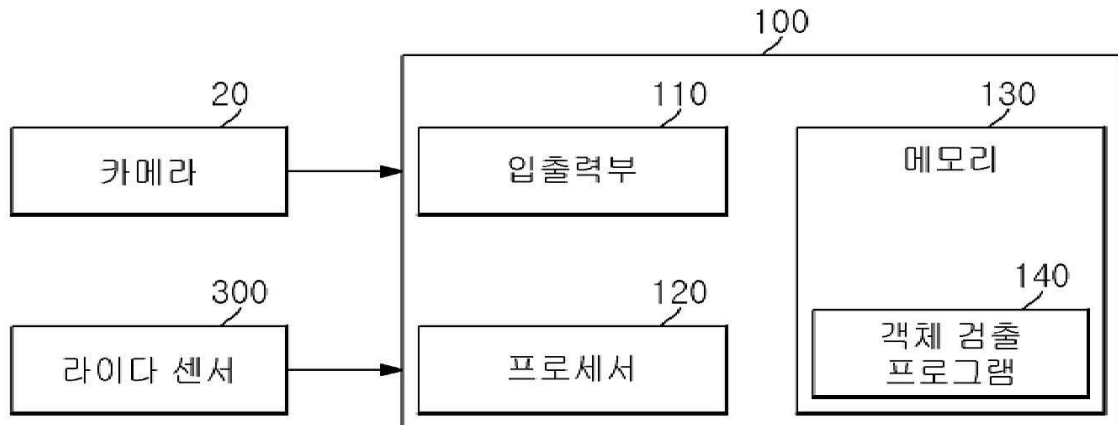
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 카메라 및 라이다 센서 융합에 기반한 객체 검출방법 및 장치

(57) 요약

신경망모델을 이용한 카메라 및 라이다 센서의 융합을 통해 차량 주위의 객체를 검출할 수 있는 객체 검출방법 및 장치가 제공된다. 객체 검출방법은, 카메라로부터 수신된 카메라 이미지와 라이다 센서로부터 수신된 라이다 이미지 각각에 대응되는 특징맵들을 획득하고, 기 학습된 특징맵 융합모델을 이용하여 획득한 특징맵들을 융합하여 융합 특징맵을 생성하고, 기 학습된 객체 추정모델을 이용하여 융합 특징맵으로부터 하나 이상의 객체를 추정하여 검출한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01S 17/894 (2022.01)

G01S 17/931 (2020.01)

G06V 10/12 (2023.08)

G06V 10/764 (2023.08)

G06V 10/82 (2022.01)

G06V 20/58 (2022.01)

G06T 2210/12 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711137685
과제번호	2021R1A4A1032580
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	협력 지능형 엣지를 위한 테라헤르츠 무선 시스템 연구실
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교
연구기간	2021.06.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

카메라로부터 수신된 카메라 이미지에 대응되는 제1특징맵을 획득하는 단계;

라이다 센서로부터 수신된 라이다 이미지에 대응되는 제2특징맵을 획득하는 단계;

기 학습된 특징맵 융합모델을 이용하여 상기 제1특징맵 및 상기 제2특징맵을 융합하여 융합 특징맵을 생성하는 단계; 및

기 학습된 객체 추정모델을 이용하여 상기 융합 특징맵으로부터 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하는 단계를 포함하는 객체 검출방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 융합 특징맵을 생성하는 단계는,

상기 제1특징맵을 뷰 변환하는 단계; 및

뷰 변환된 제1특징맵과 상기 제2특징맵을 융합하는 단계를 포함하는 객체 검출방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 뷰 변환하는 단계는,

상기 제1특징맵의 높이 성분을 압축하는 단계; 및

상기 높이 성분이 압축된 제1특징맵을 버드아이뷰(bird-eye-view)의 그리드 특징맵으로 변환하는 단계를 포함하는 객체 검출방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 융합 특징맵을 생성하는 단계는,

상기 뷰 변환된 제1특징맵 및 상기 제2특징맵 각각의 복수의 그리드 중 대응되는 한 쌍의 그리드 간을 매칭하여 정렬하는 단계; 및

매칭된 상기 한 쌍의 그리드 간 거리정보를 보정하여 상기 융합 특징맵을 생성하는 단계를 포함하는 객체 검출방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 특징맵 융합모델은, 제1융합모델 및 제2융합모델을 포함하고,

상기 제1융합모델은,

상기 카메라 이미지로부터 획득한 상기 제1특징맵을 뷰 변환하여 상기 라이다 이미지로부터 획득한 상기 제2특징맵과 융합하도록 학습되고,

상기 제2융합모델은,

상기 카메라 이미지로부터 획득한 상기 제1특징맵을 뷰 변환하여 상기 라이다 이미지로부터 획득한 제3특징맵과 융합하도록 학습되며,

상기 제1융합모델은,

상기 제2융합모델에서 결정된 융합 가중치를 더 입력 받아 상기 뷰 변환된 제1특징맵과 상기 제2특징맵을 융합하도록 학습되는 객체 검출방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제2특징맵은 상기 라이다 센서로부터 수신한 희소(sparse) 라이다 이미지로부터 획득된 특징맵이고,

상기 제3특징맵은 상기 라이다 센서로부터 수신한 정상 라이다 이미지로부터 획득된 특징맵인 객체 검출방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 객체 추정모델은,

상기 제1융합 특징맵을 입력 받고, 레이블 데이터로 추정 정답을 입력 받으면, 상기 제1융합 특징맵에서 상기 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하도록 학습되되,

상기 융합 가중치에 기초하여 결정된 최종 손실값을 더 입력 받아 상기 제1융합 특징맵에서 상기 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하도록 학습되는 객체 검출방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하는 단계는,

상기 융합 특징맵을 히트맵으로 변환하여 상기 하나 이상의 객체를 추정하는 단계;

추정된 상기 하나 이상의 객체의 클래스를 분류하는 단계; 및

클래스가 분류된 상기 하나 이상의 객체에 대한 바운딩박스를 출력하는 단계를 포함하는 객체 검출방법.

청구항 9

객체 검출 프로그램이 저장된 메모리; 및

카메라 및 라이다 센서 각각에서 카메라 이미지 및 라이다 이미지가 수신되면, 상기 객체 검출 프로그램을 실행하여 상기 카메라 이미지에 대응되는 제1특징맵을 획득하고, 상기 라이다 이미지에 대응되는 제2특징맵을 획득하고, 기 학습된 특징맵 융합모델을 이용하여 상기 제1특징맵 및 상기 제2특징맵을 융합하여 융합 특징맵을 생성하고, 기 학습된 객체 추정모델을 이용하여 상기 융합 특징맵으로부터 상기 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하는 프로세서를 포함하는 객체 검출장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1특징맵을 뷰 변환하고, 뷰 변환된 제1특징맵과 상기 제2특징맵을 융합하는 객체 검출장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1특징맵의 높이 성분을 압축하고, 상기 높이 성분이 압축된 제1특징맵을 버드아이뷰(bird-eye-view)의 그리드 특징맵으로 변환하는 객체 검출장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 뷰 변환된 제1특징맵 및 상기 제2특징맵 각각의 복수의 그리드 중 대응되는 한 쌍의 그리드 간을 매칭하여 정렬하고, 매칭된 상기 한 쌍의 그리드 간 거리정보를 보정하여 상기 융합 특징맵을 생성하는 객체 검출장치.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 특징맵 융합모델은, 제1융합모델 및 제2융합모델을 포함하고,

상기 제1융합모델은,

상기 카메라 이미지로부터 획득한 상기 제1특징맵을 뷰 변환하여 상기 라이다 이미지로부터 획득한 상기 제2특징맵과 융합하도록 학습되고,

상기 제2융합모델은,

상기 카메라 이미지로부터 획득한 상기 제1특징맵을 뷰 변환하여 상기 라이다 이미지로부터 획득한 제3특징맵과 융합하도록 학습되며,

상기 제1융합모델은,

상기 제2융합모델에서 결정된 융합 가중치를 더 입력 받아 상기 뷰 변환된 제1특징맵과 상기 제2특징맵을 융합하도록 학습된 객체 검출장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제2특징맵은 상기 라이다 센서로부터 수신한 희소(sparse) 라이다 이미지로부터 획득된 특징맵이고,

상기 제3특징맵은 상기 라이다 센서로부터 수신한 정상 라이다 이미지로부터 획득된 특징맵인 객체 검출장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 객체 추정모델은,

상기 제1융합 특징맵을 입력 받고, 레이블 데이터로 추정 정답을 입력 받으면, 상기 제1융합 특징맵에서 상기 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하도록 학습되되,

상기 융합 가중치에 기초하여 결정된 최종 손실값을 더 입력 받아 상기 제1융합 특징맵에서 상기 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하도록 학습되는 객체 검출장치.

청구항 16

제9항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 융합 특징맵을 히트맵으로 변환하여 상기 하나이상의 객체를 추정하고, 추정된 상기 하나 이상의 객체의 클래스를 분류하고, 클래스가 분류된 상기 하나 이상의 객체에 대한 바운딩박스를 출력하는 객체 검출장치.

청구항 17

컴퓨터 프로그램이 저장된 컴퓨터 판독 가능 기록매체로서,

상기 컴퓨터 프로그램은,

카메라로부터 수신된 카메라 이미지에 대응되는 제1특징맵을 획득하는 단계;

라이다 센서로부터 수신된 라이다 이미지에 대응되는 제2특징맵을 획득하는 단계;

기 학습된 특징맵 융합모델을 이용하여 상기 제1특징맵 및 상기 제2특징맵을 융합하여 융합 특징맵을 생성하는 단계; 및

기 학습된 객체 추정모델을 이용하여 상기 융합 특징맵으로부터 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하는 단계를 포함하는 객체 검출방법을 프로세서가 수행하기 위한 명령어를 포함하는 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

청구항 18

컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로서,

상기 컴퓨터 프로그램은,

카메라로부터 수신된 카메라 이미지에 대응되는 제1특징맵을 획득하는 단계;

라이다 센서로부터 수신된 라이다 이미지에 대응되는 제2특징맵을 획득하는 단계;

기 학습된 특징맵 융합모델을 이용하여 상기 제1특징맵 및 상기 제2특징맵을 융합하여 융합 특징맵을 생성하는 단계; 및

기 학습된 객체 추정모델을 이용하여 상기 융합 특징맵으로부터 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하는 단계를 포함하는 객체 검출방법을 프로세서가 수행하기 위한 명령어를 포함하는 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 신경망모델을 이용한 카메라 및 라이다 센서의 융합을 통해 차량 주위의 객체를 검출할 수 있는 객체 검출방법 및 장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 자율주행차량은 운전자가 차량의 주행을 조작하는 것이 아닌 차량 자체적으로 주행을 제어하여 목적지까지 이동할 수 있는 자동차를 말한다.
- [0003] 자율주행차량의 구동을 위해서는 운전자를 대신해 주변 환경을 감시하기 위한 다양한 종류의 센서, 예컨대 카메라, 라이다 센서, 레이더 등의 센서가 필요로 하며, 이를 이용하여 차량 주변에 있는 객체, 예컨대 사람, 장애물, 주변 차량 등을 검출하는 것은 매우 중요하다.
- [0004] 이를 위해 기존에는 차량에 탑재된 다양한 센서를 융합하여 차량 주변의 객체를 인식하는 방법, 예컨대, 차량에 탑재된 카메라 및 라이다 센서 각각을 통해 객체를 검출한 결과를 융합하여 객체를 인식하는 방법 또는 라이다 센서를 이용하여 객체 후보군을 찾고 카메라의 출력에서 객체 후보군 중 최종 객체를 인식하는 방법 등을 사용하였다.
- [0005] 그러나, 기존의 객체 인식 방법은 추가적인 융합 시스템을 구축해야 하거나 카메라가 감지할 수 있는 영역을 제외한 다른 영역에서는 객체를 인식할 수 없는 문제가 있다.
- [0006] 최근, 딥 러닝(deep learning) 기반의 신경망모델을 이용하여 차량 주변의 객체를 인식하는 방법이 연구되고 있다. 그러나, 신경망모델을 이용한 객체 인식방법은 카메라에서 출력된 데이터와 라이다 센서에서 출력된 데이터의 차원과 성질이 달라 신경망모델의 복잡도가 증가하여 신경망모델에 대한 최적화가 어려워지며, 이로 인해 객체 인식의 정확도가 저하되는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2151815호(2020.09.03.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 신경망모델을 이용한 카메라 및 라이다 센서의 융합을 통해 차량 주위의 객체를 검출할 수 있는 객체 검출방법 및 장치를 제공하고자 하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 객체 검출방법은, 카메라로부터 수신된 카메라 이미지에 대응되는 제1특징맵을 획득하는 단계; 라이다 센서로부터 수신된 라이다 이미지에 대응되는 제2특징맵을 획득하는 단계; 기 학습된 특징맵 융합모델을 이용하여 상기 제1특징맵 및 상기 제2특징맵을 융합하여 융합 특징맵을 생성하는 단계; 및 기 학습된 객체 추정모델을 이용하여 상기 융합 특징맵으로부터 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하는 단계를 포함한다.
- [0010] 상기 융합 특징맵을 생성하는 단계는, 상기 제1특징맵을 뷰 변환하는 단계; 및 뷰 변환된 제1특징맵과 상기 제2특징맵을 융합하는 단계를 포함한다.
- [0011] 상기 뷰 변환하는 단계는, 상기 제1특징맵의 높이 성분을 압축하는 단계; 및 상기 높이 성분이 압축된 제1특징맵을 버드아이뷰(bird-eye-view)의 그리드 특징맵으로 변환하는 단계를 포함한다.
- [0012] 상기 융합 특징맵을 생성하는 단계는, 상기 뷰 변환된 제1특징맵 및 상기 제2특징맵 각각의 복수의 그리드 중 대응되는 한 쌍의 그리드 간을 매칭하여 정렬하는 단계; 및 매칭된 상기 한 쌍의 그리드 간 거리정보를 보정하여 상기 융합 특징맵을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0013] 상기 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하는 단계는, 상기 융합 특징맵을 히트맵으로 변환하여 상기 하나 이상의 객체를 추정하는 단계; 추정된 상기 하나 이상의 객체의 클래스를 분류하는 단계; 및 클래스가 분류된 상기 하나 이상의 객체에 대한 바운딩박스를 출력하는 단계를 포함한다.

- [0014] 본 발명의 실시예에 따른 객체 검출장치는, 객체 검출 프로그램이 저장된 메모리; 및 카메라 및 라이다 센서 각각에서 카메라 이미지 및 라이다 이미지가 수신되면, 상기 객체 검출 프로그램을 실행하여 상기 카메라 이미지에 대응되는 제1특징맵을 획득하고, 상기 라이다 이미지에 대응되는 제2특징맵을 획득하고, 기 학습된 특징맵 융합모델을 이용하여 상기 제1특징맵 및 상기 제2특징맵을 융합하여 융합 특징맵을 생성하고, 기 학습된 객체 추정모델을 이용하여 상기 융합 특징맵으로부터 상기 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하는 프로세서를 포함한다.
- [0015] 상기 프로세서는, 상기 제1특징맵을 뷰 변환하고, 뷰 변환된 제1특징맵과 상기 제2특징맵을 융합한다.
- [0016] 상기 프로세서는, 상기 제1특징맵의 높이 성분을 압축하고, 상기 높이 성분이 압축된 제1특징맵을 버드아이뷰(bird-eye-view)의 그리드 특징맵으로 변환한다.
- [0017] 상기 프로세서는, 상기 뷰 변환된 제1특징맵 및 상기 제2특징맵 각각의 복수의 그리드 중 대응되는 한 쌍의 그리드 간을 매칭하여 정렬하고, 매칭된 상기 한 쌍의 그리드 간 거리정보를 보정하여 상기 융합 특징맵을 생성한다.
- [0018] 상기 특징맵 융합모델은, 제1융합모델 및 제2융합모델을 포함한다.
- [0019] 여기서, 상기 제1융합모델은, 상기 카메라 이미지로부터 획득한 상기 제1특징맵을 뷰 변환하여 상기 라이다 이미지로부터 획득한 상기 제2특징맵과 융합하도록 학습된다.
- [0020] 상기 제2융합모델은, 상기 카메라 이미지로부터 획득한 상기 제1특징맵을 뷰 변환하여 상기 라이다 이미지로부터 획득한 제3특징맵과 융합하도록 학습된다.
- [0021] 이에, 상기 제1융합모델은, 상기 제2융합모델에서 결정된 융합 가중치를 더 입력 받아 상기 뷰 변환된 제1특징맵과 상기 제2특징맵을 융합하도록 학습된다.
- [0022] 또한, 상기 제2특징맵은 상기 라이다 센서로부터 수신한 희소(sparse) 라이다 이미지로부터 획득된 특징맵이고, 상기 제3특징맵은 상기 라이다 센서로부터 수신한 정상 라이다 이미지로부터 획득된 특징맵일 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 객체 추정모델은, 상기 제1융합 특징맵을 입력 받고, 레이블 데이터로 추정 정답을 입력 받으면, 상기 제1융합 특징맵에서 상기 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하도록 학습된다.
- [0024] 이때, 상기 객체 추정모델은, 상기 융합 가중치에 기초하여 결정된 최종 손실값을 더 입력 받아 상기 제1융합 특징맵에서 상기 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하도록 학습된다.
- [0025] 상기 프로세서는, 상기 융합 특징맵을 히트맵으로 변환하여 상기 하나이상의 객체를 추정하고, 추정된 상기 하나 이상의 객체의 클래스를 분류하고, 클래스가 분류된 상기 하나 이상의 객체에 대한 바운딩박스를 출력한다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명은 지식증류(knowledge distillation)를 통해 학습된 신경망모델을 이용하여 차량의 카메라에서 출력된 이미지와 라이다 센서에서 출력된 이미지를 버드아이뷰(bird eye view)의 특징맵으로 융합하고, 융합된 특징맵에서 하나 이상의 객체를 추정하여 검출할 수 있다.
- [0027] 이에, 본 발명은 신경망모델의 구조가 복잡해지는 것을 방지할 수 있으며, 지식증류를 통해 신경망모델의 학습 성능을 높일 수 있어 카메라 및 라이다 센서 중 하나에서 희소(sparse)한 이미지가 제공되더라도 신경망모델을 이용한 객체 추정 및 검출 정확도를 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 객체 검출장치를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 도 1의 객체 검출 프로그램의 기능을 개념적으로 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 특징맵 융합모델을 학습시키는 방법을 나타내는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 객체 추정모델을 학습시키는 방법을 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 객체 검출방법을 나타내는 도면이다.
- 도 6은 도 5의 특징맵을 융합하는 방법을 나타내는 도면이다.

도 7은 도 5의 객체를 추정하는 방법을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0030] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0031] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 객체 검출장치를 나타내는 도면이다.
- [0033] 도 1을 참조하면, 본 실시예의 객체 검출장치(100)는 자율주행차량(미도시)에 탑재될 수 있으며, 상기 차량의 카메라(200) 및 라이다 센서(300) 각각으로부터 제공된 이미지를 융합하여 차량 외부의 하나 이상의 객체(object)를 검출할 수 있다. 이러한 객체 검출장치(100)는 객체 검출 결과를 차량의 주행제어장치(미도시)로 제공하여 차량의 자율주행을 제어하도록 할 수 있다.
- [0034] 객체 검출장치(100)는 입출력부(110), 프로세서(120) 및 메모리(130)를 포함할 수 있다.
- [0035] 입출력부(110)는 카메라(200)로부터 카메라 이미지를 수신하고, 라이다 센서(300)로부터 라이다 이미지를 수신할 수 있다. 또한, 입출력부(110)는 후술될 프로세서(120)에서 출력된 객체 검출 결과를 외부 장치, 예컨대 자율주행차량의 주행제어장치로 출력할 수 있다.
- [0036] 여기서, 카메라(200)는 차량의 전방, 후방, 측방 각각에 하나 이상 배치될 수 있으며, 차량 주변의 감지 영역을 촬영한 데이터, 예컨대 카메라 이미지를 출력할 수 있다.
- [0037] 또한, 라이다 센서(300)는 차량의 상부 또는 상기 상부보다 높은 위치에 하나 이상 배치될 수 있으며, 차량 주변의 감지 영역에 위치하는 객체의 거리, 방향, 속도, 온도 등을 감지한 데이터, 예컨대 라이다 이미지를 출력할 수 있다.
- [0038] 여기서, 카메라(200)와 라이다 센서(300) 각각은 동일 시점에 카메라 이미지 및 라이다 이미지를 출력할 수 있다.
- [0039] 또한, 카메라 이미지 및 라이다 이미지는 차량에 배치된 카메라(200) 및 라이다 센서(300)의 위치 차이로 인해 서로 다른 영역에 대한 이미지, 예컨대 사각영역 이미지를 포함할 수 있다.
- [0040] 예컨대, 카메라(200)는 라이다 센서(300)가 감지하지 못한 사각영역에 대한 촬영 데이터를 포함하는 카메라 이미지를 출력할 수 있고, 라이다 센서(300)는 카메라(200)가 감지하지 못한 사각영역에 대한 라이다 이미지를 출력할 수 있다.
- [0041] 한편, 카메라 이미지 및 라이다 이미지 중 하나는 희소(sparse) 이미지일 수 있다. 여기서, 희소 이미지는 정상 이미지와 대비하여 그 품질, 예컨대 화질, 선명도, 정확도 등이 저하된 이미지일 수 있다.
- [0042] 프로세서(120)는 입출력부(110)를 통해 카메라 이미지 및 라이다 이미지를 각각 제공받고, 메모리(130)에 저장된 객체 검출 프로그램(140)을 이용하여 카메라 이미지와 라이다 이미지를 융합하고, 융합된 이미지로부터 차량 주변의 하나 이상의 객체를 추정하여 검출할 수 있다.
- [0043] 여기서, 카메라 이미지와 라이다 이미지는 서로 간 사각영역을 포함하므로, 융합된 이미지는 차량 주변의 사각영역이 해소될 수 있다. 이에, 본 발명은 차량 주변의 하나 이상의 객체에 대한 추정 및 검출의 정확도를 높일 수 있다.
- [0044] 메모리(130)는 객체 검출 프로그램(140) 및 이의 실행에 필요한 정보를 저장할 수 있다. 객체 검출 프로그램(140)은 카메라 이미지와 라이다 이미지를 입력 받으면, 이들 이미지로부터 특징맵(feature map)을 추출하여 용

합하고, 융합된 특징맵에서 하나 이상의 객체를 추정하여 검출하는 명령어들을 포함하는 소프트웨어일 수 있다.

- [0045] 이에, 프로세서(120)는 입출력부(110)에 카메라 이미지와 라이다 이미지가 수신되면, 메모리(130)의 객체 검출 프로그램(140)을 실행하고, 이를 이용하여 차량 주변의 하나 이상의 객체를 추정하여 검출할 수 있다. 이때, 검출된 객체에 대응되는 바운딩박스가 생성되어 객체 검출 결과로 출력될 수 있다.
- [0046] 도 2는 도 1의 객체 검출 프로그램의 기능을 개념적으로 나타내는 도면이다.
- [0047] 도 2를 참조하면, 본 실시예의 객체 검출 프로그램(140)은 특징맵 추출부(141), 특징맵 융합부(143) 및 객체 검출부(145)를 포함할 수 있다.
- [0048] 도 2에 도시된 특징맵 추출부(141), 특징맵 융합부(143) 및 객체 검출부(145)는 본 실시예의 객체 검출 프로그램(140)의 기능을 쉽게 설명하기 위해 나눈 것으로, 본 발명은 이에 제한되지 않는다.
- [0049] 예컨대, 본 발명의 실시예에 따라 특징맵 추출부(141), 특징맵 융합부(143) 및 객체 검출부(145)는 그 기능이 병합되거나 분리될 수 있으며, 하나의 프로그램에 포함된 일련의 명령어들로 구현될 수도 있다.
- [0050] 특징맵 추출부(141)는 카메라 이미지로부터 카메라 이미지 특징맵, 예컨대 제1특징맵을 획득할 수 있다. 또한, 특징맵 추출부(141)는 라이다 이미지로부터 라이다 이미지 특징맵, 예컨대 제2특징맵을 획득할 수 있다.
- [0051] 여기서, 특징맵 추출부(141)는 인코더일 수 있다. 이러한 특징맵 추출부(141)는 카메라 이미지 및 라이다 이미지 각각을 인코딩하여 제1특징맵 및 제2특징맵을 획득할 수 있다.
- [0052] 또한, 전술한 바와 같이, 카메라 이미지 및 라이다 이미지 중 하나가 희소 이미지일 수 있으므로, 특징맵 추출부(141)에서 추출된 제1특징맵 및 제2특징맵 중 하나는 희소 특징맵일 수 있다.
- [0053] 특징맵 융합부(143)는 특징맵 추출부(141)에서 획득된 제1특징맵과 제2특징맵을 융합하여 융합 특징맵을 생성할 수 있다.
- [0054] 특징맵 융합부(143)는 카메라 이미지로부터 획득한 제1특징맵을 라이다 이미지로부터 획득한 제2특징맵과 동일한 형태로 뷰(view) 변환할 수 있다.
- [0055] 여기서, 라이다 이미지로부터 획득한 제2특징맵은 버드아이뷰(bird eye view)를 갖는 복수의 그리드(grid)를 포함할 수 있다. 이에, 특징맵 융합부(143)는 제1특징맵을 버드아이뷰의 복수의 그리드를 갖는 특징맵으로 변환할 수 있다.
- [0056] 예컨대, 특징맵 융합부(143)는 제1특징맵을 디코딩하여 저수준 특징맵을 생성하고, 상기 저수준 특징맵의 높이 성분, 예컨대 z축 성분을 압축하여 버드아이뷰의 복수의 그리드 특징맵으로 변환할 수 있다.
- [0057] 여기서, 저수준 특징맵은 제1특징맵에서 카메라 이미지의 픽셀값, 색상, 질감, 경계선의 특징을 추출하여 생성된 특징맵일 수 있다. 또한, 특징맵 융합부(143)는 저수준 특징맵의 높이 성분을 0에 가까워지도록 압축할 수 있다.
- [0058] 특징맵 융합부(143)는 변환된 제1특징맵과 제2특징맵을 융합하여 융합 특징맵을 생성할 수 있다.
- [0059] 예컨대, 특징맵 융합부(143)는 제1특징맵 및 제2특징맵 각각의 복수의 그리드 중 서로 대응되는 한 쌍의 그리드, 예컨대 동일 좌표를 갖는 한 쌍의 그리드 간을 매칭시켜 정렬할 수 있다.
- [0060] 이어, 특징맵 융합부(143)는 매칭된 한 쌍의 그리드 간 거리정보, 예컨대 그리드 간 불일치 등을 보정하여 제1특징맵과 제2특징맵이 융합하고, 이에 따른 융합 특징맵을 생성할 수 있다.
- [0061] 한편, 본 실시예의 특징맵 융합부(143)는 융합 특징맵을 생성하기 위한 하나 이상의 신경망모델, 예컨대 특징맵 융합모델(미도시)을 포함할 수 있다. 특징맵 융합모델은 복수의 학습데이터, 예컨대 카메라 이미지에서 획득한 제1특징맵과 라이다 이미지에서 획득한 제2특징맵을 이용하여 융합 특징맵을 생성하도록 학습된 모델일 수 있다.
- [0062] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 특징맵 융합모델을 학습시키는 방법을 나타내는 도면이다.
- [0063] 도 3을 참조하면, 본 실시예의 특징맵 융합부(143)는 복수의 특징맵 융합모델, 예컨대 제1융합모델(150) 및 제2융합모델(160)로 이루어진 특징맵 융합모델을 포함할 수 있다.
- [0064] 여기서, 제1융합모델(150) 및 제2융합모델(160)은 입력되는 학습데이터의 종류가 다른 것을 제외하고, 실질적으

로 동일한 구성을 가질 수 있다.

- [0065] 예컨대, 제1융합모델(150)은 카메라 이미지에서 획득된 제1특징맵(CFM1)과 라이다 이미지에서 획득된 제2특징맵(LFM1)을 학습데이터로 이용하여 제1융합 특징맵(FFM1)을 생성하도록 학습될 수 있다.
- [0066] 또한, 제2융합모델(160)은 카메라 이미지에서 획득된 제1특징맵(CFM1)과 라이다 이미지에서 획득된 제3특징맵(LFM2)을 학습데이터로 이용하여 제2융합 특징맵(FFM2)을 생성하도록 학습될 수 있다.
- [0067] 이러한 제1융합모델(150) 및 제2융합모델(160)은 지식증류(knowledge distillation) 학습을 수행할 수 있다. 예컨대, 제1융합모델(150)은 학생모델(student model)일 수 있고, 제2융합모델(160)은 제1융합모델(150)에 지식증류를 하는 선생모델(teacher model)일 수 있다.
- [0068] 여기서, 제2융합모델(160)은 학습에 따라 결정된 손실함수에 기초하는 가중치, 예컨대 융합 가중치를 제1융합모델(150)에 지식증류로 제공할 수 있다. 이에, 제1융합모델(150)은 지식증류 된 융합 가중치에 기초하여 내부 파라미터를 조정하면서 학습데이터를 통한 학습을 반복 수행할 수 있다. 이러한 지식증류 학습을 통해 제1융합모델(150)은 제2융합모델(160)과 유사한 내부 파라미터를 가지도록 학습될 수 있으며, 이로 인해 융합 특징맵 생성에 이용되는 제1융합모델(150)의 성능을 높일 수 있다.
- [0069] 한편, 제2융합모델(160)이 제1융합모델(150)로 지식증류를 해야 하므로, 제2융합모델(160)은 제1융합모델(150)과 대비하여 고 수준의 학습이 수행될 수 있다. 이를 위해, 제1융합모델(150)과 제2융합모델(160) 각각에는 서로 다른 학습데이터가 제공될 수 있다.
- [0070] 본 실시예에서는 하나의 예로, 제1융합모델(150)과 제2융합모델(160) 각각에 정상 카메라 이미지에서 획득된 제1특징맵(CFM1)이 제공되고, 제1융합모델(150)에 희소 라이다 이미지에서 획득된 제2특징맵(LFM1)이 제공되며, 제2융합모델(160)에 정상 라이다 이미지에서 획득된 제3특징맵(LFM2)이 제공될 수 있다.
- [0071] 그러나, 본 발명은 이에 제한되지 않으며, 제1융합모델(150) 및 제2융합모델(160) 각각에 정상 라이다 이미지에서 획득된 특징맵이 제공되고, 제1융합모델(150)에 희소 카메라 이미지에서 획득된 특징맵이 제공되며, 제2융합모델(160)에 정상 카메라 이미지에서 획득된 특징맵이 제공될 수도 있다.
- [0072] 도 3에 도시된 바와 같이, 제1융합모델(150)은 제1변환부(151) 및 제1융합부(153)를 포함할 수 있다.
- [0073] 제1변환부(151)는 제1특징맵(CFM1)을 입력 받으면, 상기 제1특징맵(CFM1)을 뷰 변환하여 변환된 제1특징맵을 출력하도록 학습될 수 있다.
- [0074] 제1융합부(153)는 제1변환부(151)에서 출력된 변환된 제1특징맵과 제2특징맵(LFM1)을 입력 받으면, 이들을 융합하여 제1융합 특징맵(FFM1)을 출력하도록 학습될 수 있다.
- [0075] 이러한 제1융합모델(150)은 레이블(label) 데이터로 융합 정답, 예컨대 실제 융합 특징맵을 더 입력 받고, 출력된 제1융합 특징맵(FFM1)과 레이블 데이터 간 차이에 따라 손실함수, 예컨대 제1융합손실 값을 결정할 수 있다.
- [0076] 또한, 제2융합모델(160)은 제2변환부(153) 및 제2융합부(163)를 포함할 수 있다.
- [0077] 제2변환부(153)는 제1특징맵(CFM1)을 입력 받으면, 상기 제1특징맵(CFM1)을 뷰 변환하여 변환된 제1특징맵을 출력하도록 학습될 수 있다.
- [0078] 제2융합부(163)는 제2변환부(153)에서 출력된 변환된 제1특징맵과 제3특징맵(LFM2)을 입력 받으면, 이들을 융합하여 제2융합 특징맵(FFM2)을 출력하도록 학습될 수 있다.
- [0079] 이러한 제2융합모델(160)은 레이블 데이터로 융합 정답, 예컨대 실제 융합 특징맵을 더 입력 받고, 출력된 제2융합 특징맵(FFM2)과 레이블 데이터 간 차이에 따라 제2융합손실 값을 결정할 수 있다.
- [0080] 또한, 제2융합모델(160)은 제1융합모델(150)로 지식증류를 하게 되므로, 아래 [수학식 1]에 의해 지식 증류 손실함수, 예컨대 융합 가중치를 결정하여 지식증류를 할 수 있다.
- [0081] [수학식 1]

$$KD_{Loss} = \left(\frac{1}{n}\right) * \sum (F_{teacher} - F_{student})^2$$

- [0082]
- [0083] 여기서, $F_{teacher}$ 는 제2융합손실 값이고, $F_{student}$ 는 제1융합손실 값일 수 있다.

- [0084] 이에, 제1융합모델(150)은 기 결정된 제1융합손실 값에 제2융합모델(160)에서 지식증류 된 융합 가중치를 합하여 최종 융합손실 값을 결정할 수 있다. 그리고, 결정된 최종 융합손실 값에 기초하여 내부 파라미터를 조정하면서 전술된 학습, 예컨대 제1특징맵(CFM1)과 제2특징맵(LFM1)을 융합하여 제1융합 특징맵(FFM1)을 생성하는 학습을 반복 수행할 수 있다.
- [0085] 다시 도 2를 참조하면, 객체 검출부(145)는 특징맵 융합부(143)에서 생성된 융합 특징맵에서 하나 이상의 객체를 추정할 수 있다. 또한, 객체 검출부(145)는 추정된 객체에 대응되는 바운딩박스(bounding box)를 생성하고, 이를 객체 검출 결과로 출력할 수 있다.
- [0086] 예컨대, 예컨대, 객체 검출부(145)는 융합 특징맵을 히트맵(heat map)으로 변환할 수 있다. 이러한 변환에 따라 융합 특징맵의 복수의 그리드 각각은 소정의 컬러를 가질 수 있다.
- [0087] 또한, 객체 검출부(145)는 히트맵의 복수의 그리드 각각에서 객체 존재 확률을 판단하고, 그에 따라 히트맵에서 하나 이상의 객체를 추정할 수 있다.
- [0088] 객체 검출부(145)는 추정된 하나 이상의 객체에 대한 클래스(class)를 분류하고, 클래스가 분류된 객체 각각에 대응되는 바운딩박스를 생성하여 객체 검출 결과를 출력할 수 있다.
- [0089] 여기서, 객체 검출부(145)는 클래스 분류된 객체 각각에 대응되는 바운딩박스가 소정의 컬러를 가지도록 생성할 수 있다. 예컨대, 객체 검출부(145)는 추정된 객체 중에서 동일 클래스의 객체 각각에 대응되는 동일 컬러의 바운딩박스를 생성할 수 있다. 또한, 객체 검출부(145)는 추정된 모든 객체 각각에 대응되는 서로 다른 컬러의 바운딩박스를 생성할 수도 있다.
- [0090] 이러한 객체 검출부(145)는 융합 특징맵에서 하나 이상의 객체를 추정하기 위한 신경망모델, 예컨대 객체 추정 모델을 포함할 수 있다. 객체 추정모델은 전술된 특징맵 융합부(143)에서 생성되는 융합 특징맵을 학습데이터로 이용하여 상기 융합 특징맵에서 하나 이상의 객체를 추정하도록 학습될 수 있다.
- [0091] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 객체 추정모델을 학습시키는 방법을 나타내는 도면이다.
- [0092] 도 4를 참조하면, 본 실시예의 객체 추정모델(170)은 특징맵 융합부(143)로부터 융합 특징맵(FFM)을 입력 받고, 레이블 데이터로 추정 정답, 예컨대 실제 검출 객체를 입력 받으면, 융합 특징맵(FFM)에서 하나 이상의 객체를 추정하여 객체 추정 결과를 출력하도록 학습될 수 있다.
- [0093] 여기서, 객체 추정모델(170)에 학습데이터로 입력되는 융합 특징맵(FFM)은 전술된 특징맵 융합부(143)의 기 학습된 제1융합모델(150)에서 출력되는 제1융합 특징맵(FFM1)일 수 있다.
- [0094] 객체 추정모델(170)은 출력한 객체 추정 결과와 레이블 데이터 간 차이에 따른 손실함수, 예컨대 추정손실 값을 결정할 수 있다. 또한, 객체 추정모델(170)은 전술된 [수학식 1]에 따라 정의된 융합 가중치를 제공받을 수 있다. 이에, 객체 추정모델(170)은 아래 [수학식 2]에 따라 최종 추정손실 값을 결정할 수 있다.
- [0095] [수학식 2]
- [0096]
$$Loss_{tot} = L_{det} + KD_{Loss}$$
- [0097] 여기서, L_{det} 는 객체 추정모델의 추정손실 값이고, KD_{Loss} 는 융합 가중치일 수 있다.
- [0098] 이에, 객체 추정모델(170)은 결정된 최종 추정손실 값을 더 입력 받고, 상기 최종 추정손실 값에 기초하여 내부 파라미터를 조절하면서 전술된 학습, 예컨대 융합 특징맵(FFM)에서 하나 이상의 객체를 추정하여 객체 추정 결과를 출력하는 학습을 반복 수행할 수 있다.
- [0099] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 객체 검출방법을 나타내는 도면이다.
- [0100] 도 5를 참조하면, 본 실시예의 객체 검출장치(100)는 입출력부(110)로 카메라(200) 및 라이다 센서(300) 각각에서 카메라 이미지 및 라이다 이미지가 수신되면, 프로세서(120)가 메모리(130)에 저장된 객체 검출 프로그램(140)을 실행하고, 이를 이용하여 카메라(200) 및 라이다 센서(300)가 장착된 차량 주위에서 하나 이상의 객체를 검출할 수 있다.
- [0101] 예컨대, 카메라(200)로부터 입출력부(110)를 통해 카메라 이미지가 수신되면, 특징맵 추출부(141)는 카메라 이미지에 대응되는 제1특징맵을 획득할 수 있다(S10).

- [0102] 또한, 라이다 센서(300)로부터 입출력부(110)를 통해 라이다 이미지가 수신되면, 특징맵 추출부(141)는 라이다 이미지에 대응되는 제2특징맵(LFM1)을 획득할 수 있다(S20).
- [0103] 여기서, 카메라 이미지와 라이다 이미지는 동일 시점에 입출력부(110)로 수신된 이미지일 수 있다. 또한, 카메라 이미지 및 라이다 이미지 중 하나는 희소 이미지, 예컨대 정상 이미지와 대비하여 품질이 저하된 이미지일 수 있다. 이에, 이들로부터 획득되는 제1특징맵 및 제2특징맵 중 하나는 희소 특징맵일 수 있다.
- [0104] 다음으로, 특징맵 융합부(143)는 기 학습된 특징맵 융합모델, 예컨대 제1융합모델(150)을 이용하여 제1특징맵과 제2특징맵을 융합하고, 그에 따른 융합 특징맵을 생성할 수 있다(S30).
- [0105] 도 6은 도 5의 특징맵을 융합하는 방법을 나타내는 도면이다.
- [0106] 도 6을 참조하면, 특징맵 융합부(143)는 제1특징맵을 디코딩하여 저수준 특징맵을 생성하고, 상기 저수준 특징맵의 높이 성분을 압축하여 복수의 그리드 특징맵으로 변환할 수 있다(S110). 이어, 특징맵 융합부(143)는 제1특징맵의 뷰를 버드아이뷰로 변환할 수 있다(S120). 이에, 제1특징맵은 버드아이뷰의 복수의 그리드 특징맵으로 변환될 수 있다.
- [0107] 다음으로, 특징맵 융합부(143)는 변환된 제1특징맵과 제2특징맵 각각의 복수의 그리드 중 서로 대응되는 한 쌍의 그리드 간을 매칭하여 정렬할 수 있다(S130).
- [0108] 이어, 특징맵 융합부(143)는 매칭된 그리드 간의 거리정보, 예컨대 그리드 간 불일치를 보정하여 제1특징맵과 제2특징맵을 융합하고, 이에 따른 융합 특징맵을 생성할 수 있다(S140).
- [0109] 다시 도 5를 참조하면, 특징맵 융합부(143)를 통해 융합 특징맵이 생성되면, 객체 검출부(145)는 기 학습된 객체 추정모델을 이용하여 융합 특징맵에서 하나 이상의 객체를 추정할 수 있다(S40).
- [0110] 도 7은 도 5의 객체를 추정하는 방법을 나타내는 도면이다.
- [0111] 도 7을 참조하면, 객체 검출부(145)는 융합 특징맵을 히트맵으로 변환하고(S210), 변환된 히트맵의 복수의 그리드 각각에서 객체 존재 확률을 판단할 수 있다.
- [0112] 이어, 객체 검출부(145)는 판단된 확률에 기초하여 히트맵으로부터 하나 이상의 객체를 추정하고, 추정된 객체의 클래스를 분류할 수 있다(S220).
- [0113] 다시 도 5를 참조하면, 객체 검출부(145)는 추정된 하나 이상의 객체에 대응되는 바운딩박스를 생성하고, 이를 객체 검출 결과로 출력할 수 있다(S50).
- [0114] 여기서, 객체 검출부(145)는 객체 별 바운딩박스가 소정의 컬러를 가지도록 생성하여 출력할 수 있다. 예컨대, 객체 검출부(145)는 추정된 객체 중 동일 클래스를 갖는 객체에 대해 동일 컬러의 바운딩박스를 생성하여 출력할 수 있다. 또한, 객체 검출부(145)는 추정된 객체 각각에 대해 서로 다른 컬러의 바운딩박스를 생성하여 출력할 수 있다.
- [0115] 이상에서 설명된 본 발명의 블록도의 각 블록과 순서도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 인코딩 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 인코딩 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 순서도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방법으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 순서도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 순서도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.
- [0116] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시

되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

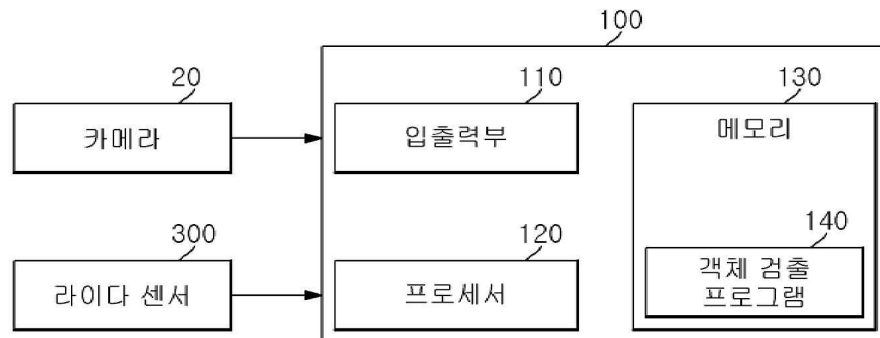
[0117] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에
서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 품질에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가
능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하
기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호
범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권
리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

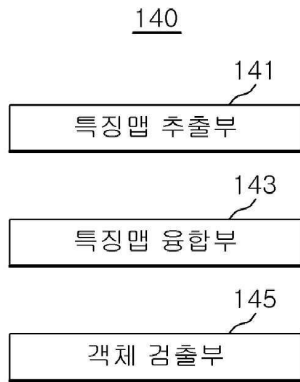
[0118] 100: 객체 검출장치
110: 입출력부
120: 프로세서
130; 메모리
141: 특징맵 추출부
143: 특징맵 융합부
145: 객체 검출부
200: 카메라
300: 라이다 센서

도면

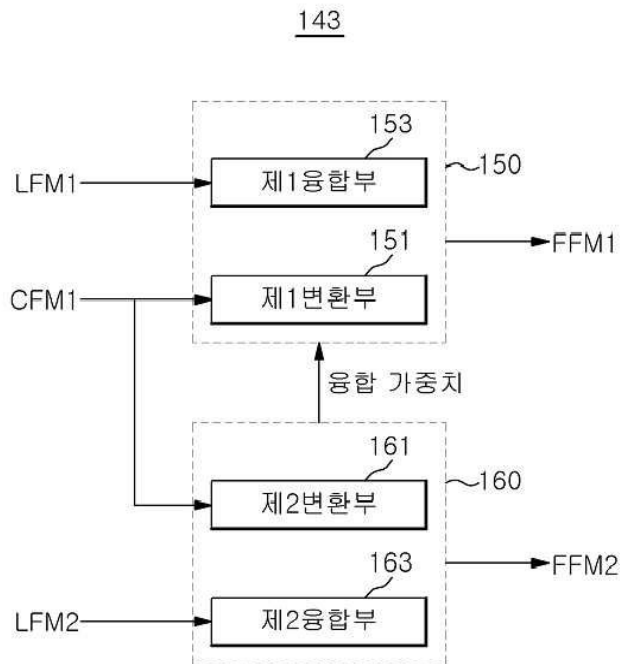
도면1



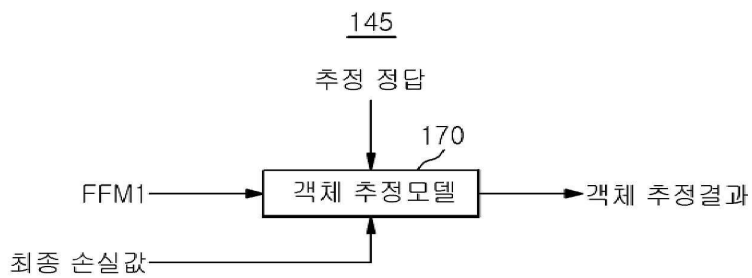
도면2



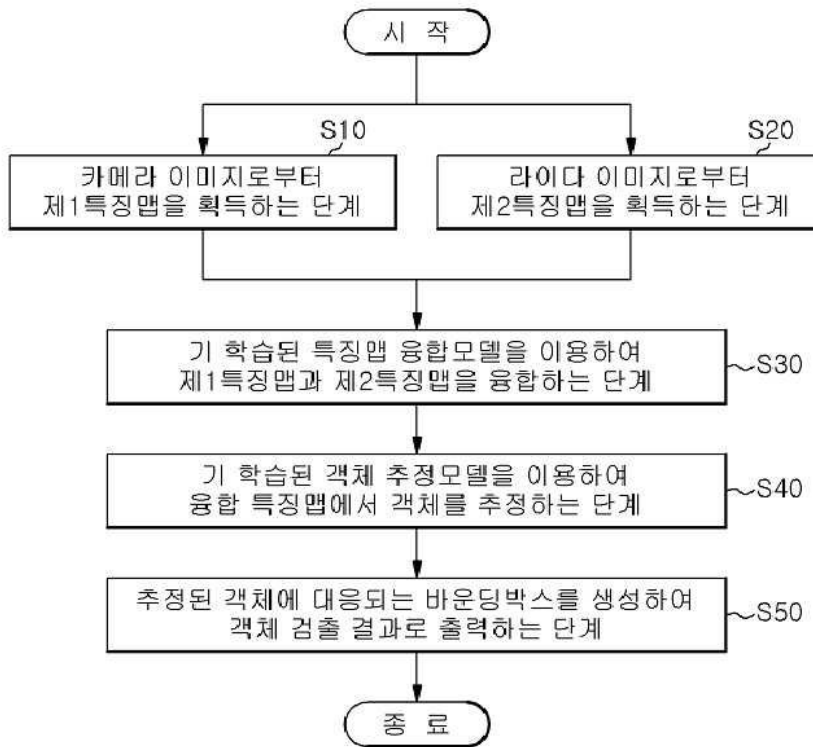
도면3



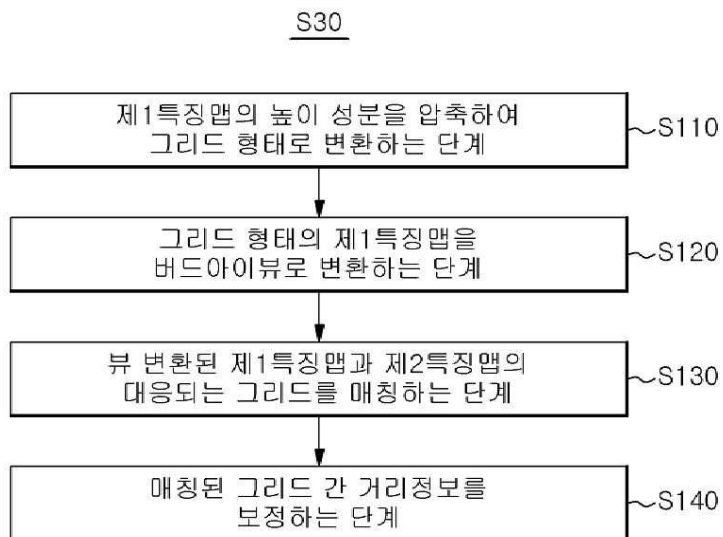
도면4



도면5



도면6



도면7

