(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0169465
(43) 공개일자 2024년12월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06V 20/64 (2022.01) *G06N 3/08* (2023.01)
G06T 7/55 (2017.01) *G06T 7/73* (2017.01)
G06V 10/14 (2022.01) *G06V 20/56* (2022.01)
(52) CPC특허분류
G06V 20/64 (2023.08)
G06N 3/08 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2023-0067286
(22) 출원일자 2023년05월24일
심사청구일자 2023년05월24일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
전정환
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원
하창수
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인(유)

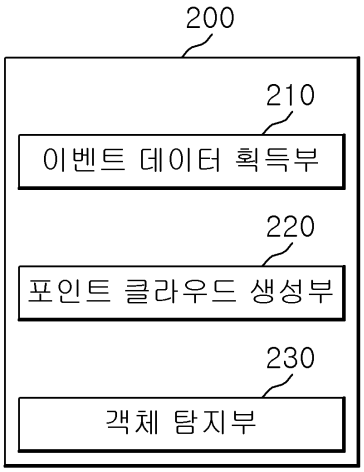
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **조도가 급변하는 환경에서 3D 객체를 탐지하는 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따른 조도가 급변하는 환경에서 3D 객체를 탐지하는 방법은, 이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지로부터 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 이벤트 데이터를 획득하는 단계; 상기 이벤트 데이터를 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드(pseudo-LIDAR point cloud)를 생성하는 단계; 및 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 3D 객체를 탐지하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
G06T 7/55 (2017.01)
G06T 7/73 (2017.01)
G06V 10/14 (2023.08)
G06V 20/56 (2023.08)
G06T 2207/10028 (2013.01)
G06T 2207/20081 (2013.01)
G06T 2207/20084 (2013.01)

(72) 발명자
신재찬
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원
장현우
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

송정환
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193983
과제번호	2020-0-01336-004
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성
연구과제명	인공지능대학원지원(울산과학기술원)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

조도가 급변하는 환경에서 3D 객체를 탐지하는 방법으로서,

이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지로부터 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 이벤트 데이터를 획득하는 단계;

상기 이벤트 데이터를 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드(pseudo-LIDAR point cloud)를 생성하는 단계; 및

상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 상기 3D 객체를 탐지하는 단계를 포함하는

3D 객체 탐지 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성하는 단계는,

상기 이벤트 데이터로부터 깊이 정보를 추정하는 단계; 및

상기 깊이 정보를 이용하여 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성하는 단계를 포함하는

3D 객체 탐지 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 이벤트 데이터로부터 깊이 정보를 추정하는 단계는,

상기 이벤트 데이터에서 밀도가 높은 이벤트에 집중하여, 시계열적으로 연속된 적어도 하나의 이벤트 스택을 생성하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 이벤트 스택을 기초로 상기 깊이 정보를 추정하는 단계를 포함하는

3D 객체 탐지 방법.

청구항 4

제2 항에 있어서,

상기 깊이 정보를 이용하여 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성하는 단계는,

상기 깊이 정보에 포함된 깊이 픽셀의 좌표에 대한 변환을 기초로 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성하는 단계를 포함하는

3D 객체 탐지 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 3D 객체를 탐지하는 단계는,

상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 사전 학습된 뉴럴 네트워크 모델에 입력하여 상기 3D 객체를 탐지하는 단계를 포함하는

3D 객체 탐지 방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 뉴럴 네트워크 모델은,

상기 의사 라이다 포인트 클라우드 및 라이다 포인트 클라우드 각각을 입력 데이터로 하여 사전 학습되는 것인

3D 객체 탐지 방법.

청구항 7

조도가 급변하는 환경에서 3D 객체를 탐지하는 장치로서,

3D 객체 탐지 프로그램이 저장된 메모리; 및

상기 메모리에서 상기 3D 객체 탐지 프로그램을 로드하여, 상기 3D 객체 탐지 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지로부터 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 이벤트 데이터를 획득하고,

상기 이벤트 데이터를 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드(pseudo-LIDAR point cloud)를 생성하고,

상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 상기 3D 객체를 탐지하는

3D 객체 탐지 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 이벤트 데이터로부터 깊이 정보를 추정하고,

상기 깊이 정보를 이용하여 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성하는

3D 객체 탐지 장치.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 이벤트 데이터에서 밀도가 높은 이벤트에 집중하여, 시계열적으로 연속된 적어도 하나의 이벤트 스택을 생성하고,

상기 적어도 하나의 이벤트 스택을 기초로 상기 깊이 정보를 추정하는

3D 객체 탐지 장치.

청구항 10

제8 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 깊이 정보에 포함된 깊이 픽셀의 좌표에 대한 변환을 기초로 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성하는

3D 객체 탐지 장치.

청구항 11

제7 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 사전 학습된 뉴럴 네트워크 모델에 입력하여 상기 3D 객체를 탐지하는

3D 객체 탐지 장치.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 뉴럴 네트워크 모델은,

상기 의사 라이다 포인트 클라우드 및 라이다 포인트 클라우드 각각을 입력 데이터로 하여 사전 학습되는 것인

3D 객체 탐지 장치.

청구항 13

컴퓨터 프로그램을 저장하고 있는 컴퓨터 판독 가능 기록매체로서,

상기 컴퓨터 프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면,

이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지로부터 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 이벤트 데이터를 획득하는 단계;

상기 이벤트 데이터를 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드(pseudo-LIDAR point cloud)를 생성하는 단계; 및

상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 3D 객체를 탐지하는 단계를 포함하는 조도가 급변하는 환경에서 3D 객체를 탐지하는 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함하는

컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

청구항 14

컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장되어 있는 컴퓨터 프로그램으로서,

상기 컴퓨터 프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면,

이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지로부터 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 이벤트 데이터를 획득하는 단계;

상기 이벤트 데이터를 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드(pseudo-LIDAR point cloud)를 생성하는 단계; 및

상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 3D 객체를 탐지하는 단계를 포함하는 조도가 급변하는 환경에서 3D 객체를 탐지하는 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함하는

컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 조도가 급변하는 환경에서 3D 객체를 탐지하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 자율주행 차량의 세계 시장 규모는 2020년 약 71억 달러에서 2035년 약 1조 달러까지 늘어날 것으로 전망되고 있으며, 이에 따라, 자율주행 차량의 안전하고 신뢰도 있는 주행을 위한 연구가 활발히 진행 중이다.

[0003] 종래 기술에 따르면, 자율주행 차량에는 카메라, 레이더, 라이다, 초음파 등 주변 환경을 인지하는 여러 가지 환경 센서가 장착되어 있으며, 이러한 환경 센서를 기반으로 주변 환경의 위험도 높은 장애물들을 검출하고, 우선 순위를 선정하여 해당 장애물과의 충돌을 방지할 수 있다. 여기서, 해당 장애물을 인식하기 위해 카메라의 영상 데이터를 이용한 객체 분류 알고리즘이 주로 활용되고 있다.

[0004] 그러나, 카메라의 영상 데이터만을 이용하여 객체를 검출(또는 탐지)할 경우, 카메라의 영상 데이터는 조도, 음영, 날씨 등 주변 환경의 변화에 매우 민감하기 때문에, 센서 성능의 영향을 많이 받는다는 단점이 있다. 특히, 조도가 급격하게 변화하는 환경에서는 성능이 좋은 카메라 또한 객체를 인식하기 어렵다는 한계가 존재한다.

[0005] 따라서, 조도가 급격하게 변화하는 환경에 강건한 3D 객체 탐지 방법이 개발될 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제10-2023-0032749호(2023.03.07)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 이벤트 데이터를 기초로 생성된 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 조도가 급변하는 환경에서도 3D 객체를 식별하고, 탐지하는 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 해결하고자 하는 과제는 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 조도가 급변하는 환경에서 3D 객체를 탐지하는 방법은, 이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지로부터 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 이벤트 데이터를 획득하는 단계; 상기 이벤트 데이터를 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드(pseudo-LIDAR point cloud)를 생성하는 단계; 및 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 3D 객체를 탐지하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 여기서, 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성하는 단계는, 상기 이벤트 데이터로부터 깊이 정보를 추정하는 단계; 및 상기 깊이 정보를 이용하여 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 이벤트 데이터로부터 깊이 정보를 추정하는 단계는, 상기 이벤트 데이터에서 밀도가 높은 이벤트에 집중하여, 시계열적으로 연속된 적어도 하나의 이벤트 스택을 생성하는 단계; 및 상기 적어도 하나의 이벤트 스

택을 기초로 상기 깊이 정보를 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 깊이 정보를 이용하여 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성하는 단계는, 상기 깊이 정보에 포함된 깊이 픽셀의 좌표에 대한 변환을 기초로 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 3D 객체를 탐지하는 단계는, 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 사전 학습된 뉴럴 네트워크 모델에 입력하여 상기 3D 객체를 탐지하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 뉴럴 네트워크 모델은, 상기 의사 라이다 포인트 클라우드 및 라이다 포인트 클라우드 각각을 입력 데이터로 하여 사전 학습되는 것일 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 실시예에 따른 조도가 급변하는 환경에서 3D 객체를 탐지하는 장치는, 3D 객체 탐지 프로그램이 저장된 메모리; 및 상기 메모리에서 상기 3D 객체 탐지 프로그램을 로드하여, 상기 3D 객체 탐지 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지로부터 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 이벤트 데이터를 획득하고, 상기 이벤트 데이터를 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드(pseudo-LIDAR point cloud)를 생성하고, 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 3D 객체를 탐지할 수 있다.

[0016] 여기서, 상기 프로세서는, 상기 이벤트 데이터로부터 깊이 정보를 추정하고, 상기 깊이 정보를 이용하여 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 프로세서는, 상기 이벤트 데이터에서 밀도가 높은 이벤트에 집중하여, 시계열적으로 연속된 적어도 하나의 이벤트 스택을 생성하고, 상기 적어도 하나의 이벤트 스택을 기초로 상기 깊이 정보를 추정할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 프로세서는, 상기 깊이 정보에 포함된 깊이 픽셀의 좌표에 대한 변환을 기초로 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 프로세서는, 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 사전 학습된 뉴럴 네트워크 모델에 입력하여 상기 3D 객체를 탐지할 수 있다.

[0020] 여기서, 상기 뉴럴 네트워크 모델은, 상기 의사 라이다 포인트 클라우드 및 라이다 포인트 클라우드 각각을 입력 데이터로 하여 사전 학습되는 것일 수 있다.

[0021] 본 발명의 다른 실시예에 따른 컴퓨터 판독 가능 기록매체는 이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지로부터 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 이벤트 데이터를 획득하는 단계; 상기 이벤트 데이터를 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드(pseudo-LIDAR point cloud)를 생성하는 단계; 및 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 3D 객체를 탐지하는 단계를 포함하는 조도가 급변하는 환경에서 3D 객체를 탐지하는 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 실시예에 따른 컴퓨터 프로그램은 이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지로부터 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 이벤트 데이터를 획득하는 단계; 상기 이벤트 데이터를 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드(pseudo-LIDAR point cloud)를 생성하는 단계; 및 상기 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 3D 객체를 탐지하는 단계를 포함하는 조도가 급변하는 환경에서 3D 객체를 탐지하는 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 실시예에 의하면, 이벤트 데이터를 기초로 생성되는 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 객체를 탐지함에 따라, 조도가 급격하게 변화하는 환경에서도 높은 정확도의 객체 인식이 가능하므로, 자율주행 차량의 충돌 및 사고를 방지할 수 있게 된다.

[0024] 또한, 본 발명의 실시예에 의하면, 비싼 라이다 센서를 이용하지 않고, 이벤트 데이터를 기초로 추정된 깊이 정보를 이용하여, 라이다 포인트 클라우드와 유사한 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성할 수 있으므로, 경제적 효율성을 확보할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 3D 객체 탐지 장치를 나타내는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 3D 객체 탐지 프로그램의 기능을 개념적으로 나타내는 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 객체 탐지 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 의사 라이다 포인트 클라우드 생성 방법을 예시적으로 나타내는 흐름도이다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 조도가 급격하게 변화하는 환경에서 객체를 탐지하는 것을 예시적으로 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 3D 객체 탐지 장치를 나타내는 블록도이다.

[0029] 도 1을 참조하면, 3D 객체 탐지 장치(100)는 프로세서(110), 입출력 장치(120) 및 메모리(130)를 포함할 수 있다.

[0030] 프로세서(110)는 3D 객체 탐지 장치(100)의 동작을 전반적으로 제어할 수 있다.

[0031] 프로세서(110)는, 입출력 장치(120)를 이용하여, 이벤트 데이터를 획득할 수 있다.

[0032] 구체적으로, 프로세서(110)는, 이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지로부터 이벤트 데이터를 획득할 수 있다.

[0033] 본 발명에서는, 이벤트 데이터를 입출력 장치(120)를 통해 획득하는 것으로 설명하였지만, 이에 한정되지 않는다. 즉, 실시예에 따라, 3D 객체 탐지 장치(100)는 송수신기(미도시)를 포함할 수 있고, 3D 객체 탐지 장치(100)는 송수신기(미도시)를 이용하여 상기 이벤트 데이터를 수신할 수도 있으며, 상기 이벤트 데이터는 3D 객체 탐지 장치(100) 내에서 생성될 수도 있다.

[0034] 본 발명에서, 이벤트 카메라(event camera)는 기존의 카메라(예를 들어, 스테레오 비전 카메라)와는 달리, 이미지의 프레임을 취하는 대신, 시간적으로 변화가 있는 이벤트를 기록하는 카메라를 의미한다. 즉, 이벤트 카메라는 픽셀의 밝기 변화를 기초로 빛의 변화나 움직임 등의 변화를 감지하고, 당해 이벤트가 발생한 시간과 위치 정보를 비동기적으로 기록하거나 측정할 수 있다.

[0035] 또한, 본 발명에서, 이벤트 데이터(event data)는 이벤트 카메라에서 측정된 데이터로서, 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 데이터를 의미할 수 있다.

[0036] 프로세서(110)는 이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지로부터 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 이벤트 데이터를 획득하고, 이벤트 데이터를 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성하고, 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 3D 객체를 탐지할 수 있다.

[0037] 입출력 장치(120)는 하나 이상의 입력 장치 및/또는 하나 이상의 출력 장치를 포함할 수 있다. 예컨대, 입력 장치는 이벤트 카메라, 마이크, 키보드, 마우스, 터치 스크린 등을 포함하고, 출력 장치는 디스플레이, 스피커 등을 포함할 수 있다.

[0038] 메모리(130)는 3D 객체 탐지 프로그램(200) 및 3D 객체 탐지 프로그램(200)의 실행에 필요한 정보를 저장할 수 있다.

[0039] 본 명세서에서 3D 객체 탐지 프로그램(200)은 이벤트 데이터를 획득하여, 이벤트 데이터를 기초로 생성된 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 3D 객체를 탐지하기 위한 명령어들을 포함하는 소프트웨어를 의미할 수 있다.

[0040] 프로세서(110)는 3D 객체 탐지 프로그램(200)을 실행하기 위하여 메모리(130)에서 3D 객체 탐지 프로그램(200) 및 3D 객체 탐지 프로그램(200)의 실행에 필요한 정보를 로드할 수 있다.

[0041] 3D 객체 탐지 프로그램(200)의 기능 및/또는 동작에 대하여는 도 2를 통해 상세하게 살펴보기로 한다.

[0042] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 3D 객체 탐지 프로그램의 기능을 개념적으로 나타내는 블록도이다.

[0043] 도 2를 참조하면, 3D 객체 탐지 프로그램(200)은 이벤트 데이터 획득부(210), 포인트 클라우드 생성부(220) 및 객체 탐지부(230)를 포함할 수 있다.

[0044] 도 2에 도시된 이벤트 데이터 획득부(210), 포인트 클라우드 생성부(220) 및 객체 탐지부(230)는 3D 객체 탐지 프로그램(200)의 기능을 쉽게 설명하기 위하여 3D 객체 탐지 프로그램(200)의 기능을 개념적으로 나눈 것으로서, 이에 한정되지 않는다. 실시예들에 따라, 이벤트 데이터 획득부(210), 포인트 클라우드 생성부(220) 및 객체 탐지부(230)의 기능은 병합/분리 가능하며, 하나의 프로그램에 포함된 일련의 명령어들로 구현될 수도 있다.

[0045] 먼저, 이벤트 데이터 획득부(210)는, 이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지로부터 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 이벤트 데이터를 획득할 수 있다.

[0046] 구체적으로, 이벤트 데이터 획득부(210)는 이벤트 카메라를 이용하여 이벤트 데이터를 획득함으로써, 고속으로 이동하거나 급격하게 조도가 변화하는 환경에서도 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 데이터를 획득할 수 있다. 기존의 카메라(예를 들어, 스테레오 비전 카메라)를 이용하여 촬영된 이미지는 연속적이고 밀도 있는 데이터를 포함하고 있는 것과 달리, 이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지로부터 획득되는 이벤트 데이터는 희소한(sparse) 특징(예를 들어, 데이터에서 소정의 부분의 값은 0이거나 그에 준하는 매우 작은 값임)을 가지고 있다.

[0047] 다음으로, 포인트 클라우드 생성부(220)는, 이벤트 데이터를 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성할 수 있다.

[0048] 여기서, 의사 라이다 포인트 클라우드(pseudo LIDAR point cloud)는 실제로 라이다 센서를 이용하지 않고, 이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지를 기초로 생성되는 데이터로서, 라이다 센서를 이용하여 생성되는 라이다 포인트 클라우드와 유사한 데이터를 의미할 수 있다. 라이다 포인트 클라우드는 라이다 센서가 주변 환경을 스캔함으로써, 빛을 발사하고 해당 빛이 물체에 반사되어 돌아오는 데 걸리는 시간을 측정하여 생성되는 거리 데이터를 3D 공간에서 점(point)으로 표현한 것을 의미할 수 있다.

[0049] 구체적으로, 포인트 클라우드 생성부(220)는 이벤트 데이터로부터 깊이 정보를 추정할 수 있다. 깊이 정보는 이벤트 카메라에서 촬영한 이미지의 각 픽셀에 대하여, 해당 픽셀과 이벤트 카메라 사이의 거리를 나타내는 정보를 의미할 수 있고, 깊이 정보를 나타내는 깊이 픽셀(depth pixel)을 포함할 수 있다.

[0050] 보다 구체적으로, 포인트 클라우드 생성부(220)는 이벤트 데이터를 기초로 이벤트 스택(즉, 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 이벤트 데이터를 저장하는 데이터 구조)을 생성할 수 있다.

[0051] 또한, 포인트 클라우드 생성부(220)는 이벤트 데이터에서 밀도가 높은 이벤트에 집중하여, 시계열적으로 연속된 적어도 하나의 이벤트 스택을 생성할 수 있고, 포인트 클라우드 생성부(220)는 시계열적으로 연속된 적어도 하나의 이벤트 스택을 기초로 깊이 정보를 추정할 수 있다.

[0052] 예를 들어, 포인트 클라우드 생성부(220)는 시계열적으로 연속된 적어도 하나의 이벤트 스택을 이벤트 집중 네트워크(즉, 어텐션 메커니즘을 이용하되, U-net의 아키텍처를 지니는 뉴럴 네트워크)에 입력하여, 깊이 정보를 출력할 수 있다.

[0053] 한편, 포인트 클라우드 생성부(220)는 깊이 정보를 이용하여 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성할 수 있다.

[0054] 구체적으로, 포인트 클라우드 생성부(220)는 깊이 정보에 포함된 깊이 픽셀의 좌표에 대한 변환을 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성할 수 있다.

[0055] 예를 들어, 깊이 픽셀의 좌표에 대한 변환은 다음의 수학식 1과 같이 표현될 수 있다.

수학식 1

$$z = D(u, v)$$

[0057]

$$x = \frac{(u - c_U) \times z}{f_U}$$

[0058]

$$y = \frac{(u - c_V) \times z}{f_V}$$

[0059]

[0061] 여기서, (u, v)는 깊이 픽셀의 좌표를 의미할 수 있고, $D(u, v)$는 깊이 정보를 의미할 수 있고, (c_U, c_V)는 이벤트 카메라의 중심에 대응되는 픽셀의 좌표를 의미할 수 있고, f_U 및 f_V는 각각 카메라 렌즈의 수평 초점 거리 및 수직 초점 거리를 의미할 수 있고, (x, y, z)는 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성하는 점의 좌표를 의미할 수 있다.

[0062] 다음으로, 객체 탐지부(230)는, 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 3D 객체를 탐지할 수 있다.

[0063] 구체적으로, 객체 탐지부(230)는 의사 라이다 포인트 클라우드를 사전 학습된 뉴럴 네트워크 모델(예를 들어, complex-YOLO 모델)에 입력하여 3D 객체를 탐지할 수 있다.

[0064] 여기서, 뉴럴 네트워크 모델은, 의사 라이다 포인트 클라우드 및 라이다 포인트 클라우드 각각을 입력 데이터로 하여 사전 학습될 수 있다. 예를 들어, 뉴럴 네트워크 모델은 3D 객체 탐지에 관한 데이터셋(예를 들어, KITTI 데이터셋)을 으로부터 의사 라이다 포인트 클라우드 및 라이다 포인트 클라우드 각각을 입력 데이터로 하여 사전 학습될 수 있다.

[0066] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 객체 탐지 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0067] 도 2 및 도 3을 참조하면, 이벤트 데이터 획득부(210)는 이벤트 카메라를 이용하여 촬영된 이미지로부터 빛의 변화가 발생한 위치 및 시간에 관한 이벤트 데이터를 획득할 수 있다(S310).

[0068] 포인트 클라우드 생성부(220)는 이벤트 데이터를 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성할 수 있다(S320).

[0069] 객체 탐지부(230)는 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하여 3D 객체를 탐지할 수 있다(S330). 구체적으로, 객체 탐지부(230)는 의사 라이다 포인트 클라우드를 사전 학습된 뉴럴 네트워크 모델에 입력하여 객체를 탐지할 수 있다.

[0071] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 의사 라이다 포인트 클라우드 생성 방법을 예시적으로 나타내는 흐름도이다.

[0072] 도 2 및 도 4를 참조하면, 포인트 클라우드 생성부(220)는 이벤트 데이터로부터 밀도가 높은 이벤트에 집중하여, 시계열적으로 연속된 적어도 하나의 이벤트 스택을 생성할 수 있다(S410).

[0073] 그 다음에, 포인트 클라우드 생성부(220)는 시계열적으로 연속된 적어도 하나의 이벤트 스택을 기초로 깊이 정보를 추정할 수 있다(S420).

[0074] 포인트 클라우드 생성부(220)는 깊이 정보에 포함된 깊이 픽셀의 좌표에 대한 변환을 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성할 수 있다(S430).

[0075] 구체적으로, 포인트 클라우드 생성부(220)는 시계열적으로 연속된 적어도 하나의 이벤트 스택을 이벤트 집중 네

트워크(즉, 어텐션 메커니즘을 이용하되, U-net의 아키텍처를 지니는 뉴럴 네트워크)에 입력하여, 깊이 정보를 출력할 수 있다.

[0077] 도 5 및 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 조도가 급격하게 변화하는 환경에서 객체를 탐지하는 것을 예시적으로 나타내는 도면이다.

[0078] 도 2 및 도 5를 참조하면, 조도가 급격하게 변화하는 환경에서, 객체 탐지부(230)가 이벤트 카메라 기반의 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하는 경우, 자동차가 식별되는 것을 확인할 수 있다.

[0079] 반면, 도 2 및 도 6을 참조하면, 도 5와 동일한 환경에서, 객체 탐지부(230)가 스테레오 비전 카메라 기반의 라이다 포인트 클라우드를 이용하는 경우, 자동차가 식별되지 않는 것을 확인할 수 있다.

[0080] 이와 같이, 조도가 급격하게 변화하는 환경에서 이벤트 카메라 기반의 의사 라이다 포인트 클라우드를 이용하는 경우, 3D 물체의 감지 또는 인식에 대한 정확도를 높일 수 있게 된다.

[0082] 본 발명에 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 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 흐름도의 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 흐름도 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 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0083] 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 도시되어 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.

[0084] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 품질에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 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 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0085] 100: 3D 객체 탐지 장치

200: 3D 객체 탐지 프로그램

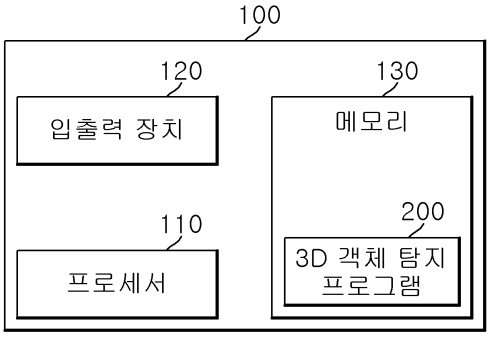
210: 이벤트 데이터 획득부

220: 포인트 클라우드 생성부

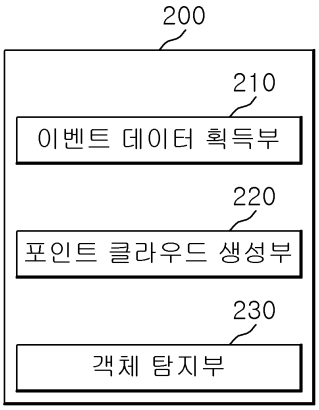
230: 객체 탐지부

도면

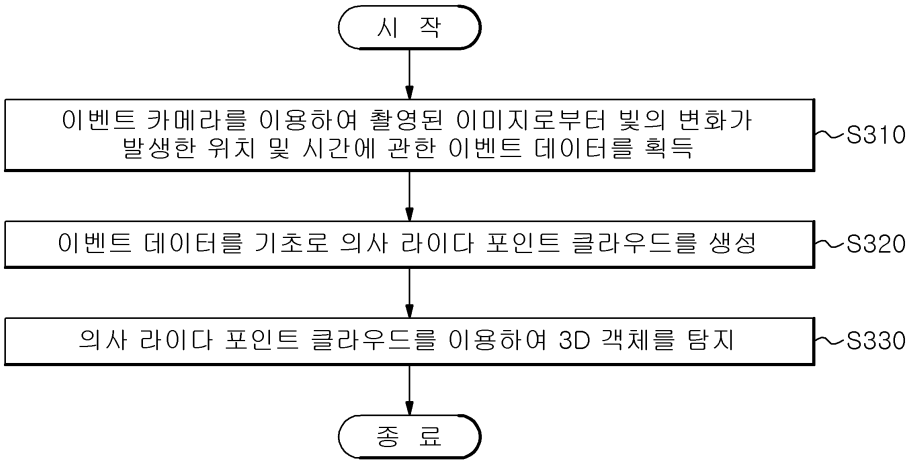
도면1



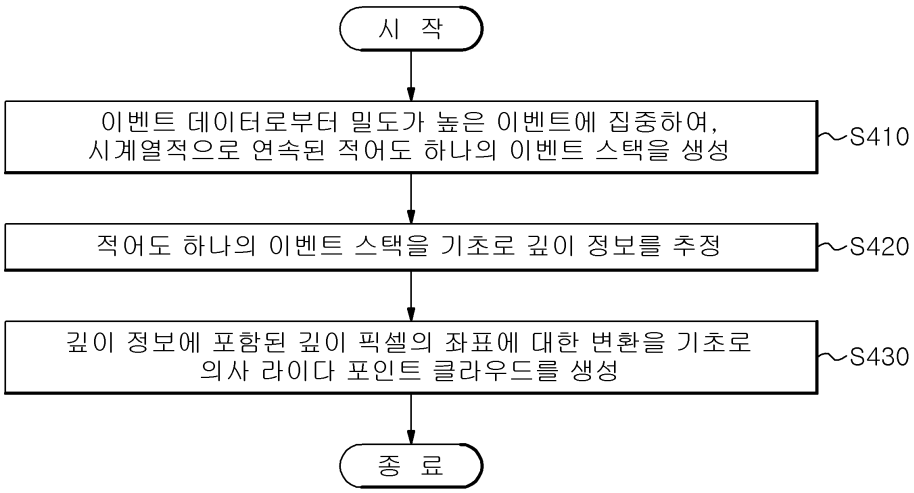
도면2



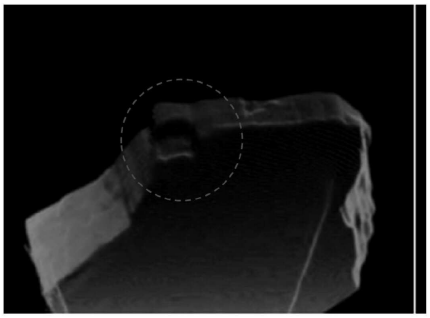
도면3



도면4


시 작
이벤트 데이터로부터 밀도가 높은 이벤트에 집중하여, 시계열적으로 연속된 적어도 하나의 이벤트 스택을 생성
S410
적어도 하나의 이벤트 스택을 기초로 깊이 정보를 추정
S420
깊이 정보에 포함된 깊이 픽셀의 좌표에 대한 변환을 기초로 의사 라이다 포인트 클라우드를 생성
S430
종 료

도면5



도면6

