



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0008947
(43) 공개일자 2023년01월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B61L 27/04 (2006.01) B61L 15/00 (2006.01)
B61L 23/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B61L 27/04 (2013.01)
B61L 15/0072 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0089112
(22) 출원일자 2021년07월07일
심사청구일자 2021년07월07일

(71) 출원인
재단법인차세대융합기술연구원
경기 수원시 영통구 광고로 145, (이의동)
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
성균관대학교산학협력단
경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동, 성균관대학교내)
(72) 발명자
김진평
서울특별시 강남구 선릉로69길 19, 107동 303호 (역삼동, 역삼래미안아파트)
장규진
경기도 안산시 단원구 당곡3로 3, 703동 407호 (고잔동, 주공아파트)
(74) 대리인
특허법인아주

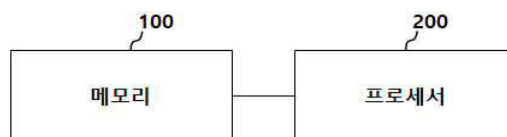
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법 및 장치, 컴퓨터 프로그램

(57) 요약

본 발명은 차량 및 전방 객체 간의 충돌을 회피하기 위한 충돌 회피 방법 및 장치, 컴퓨터 프로그램에 관한 것으로서, 상기 차량이 주행하는 과정에서 획득되는 전방 영상 이미지를 입력받고, 입력받은 전방 영상 이미지에 속한 전방 객체를 탐지하는 단계; 상기 탐지된 전방 객체가 속한 전방 영상 이미지에 미리 정의된 광학 흐름(Optical Flow) 알고리즘을 적용하여 상기 전방 객체의 이동 벡터를 결정하는 단계; 상기 결정된 전방 객체의 이동 벡터와 상기 차량의 주행 속도에 기초하여 상기 차량 및 상기 전방 객체 간의 충돌 여부를 예측하는 단계; 및 상기 차량 및 상기 전방 객체 간의 충돌이 예측된 경우, 그 충돌을 회피하기 위해 미리 정의된 충돌 회피 제어 로직을 실행하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B61L 23/041 (2013.01)

(72) 발명자

김영민

경기도 시흥시 매화우회로 63 101동 514호

배현재

서울특별시 송파구

김영남

경기도 안양시 만안구 창박로 17, 201동 305호 (안양동, 수리산 현대홈타운)

이지형

경기도 수원시 장안구 율천동 서부로 2066 성균관대학교 자연과학캠퍼스 제2공학관 27305호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1315001536
과제번호	2020-MOIS31-014-01010000-2020
부처명	행정안전부
과제관리(전문)기관명	국립재난안전연구원
연구사업명	극한재난대응기반기술개발(R&D)
연구과제명	지역 사회재난 안전도 진단 지능형 플랫폼 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(재단)차세대융합기술연구원
연구기간	2020.11.01 ~ 2021.07.31

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨팅 디바이스에 의해 수행되며, 차량 및 전방 객체 간의 충돌을 회피하기 위한 충돌 회피 방법으로서,

상기 차량이 주행하는 과정에서 획득되는 전방 영상 이미지를 입력받고, 입력받은 전방 영상 이미지에 속한 전방 객체를 탐지하는 단계;

상기 탐지된 전방 객체가 속한 전방 영상 이미지에 미리 정의된 광학 흐름(Optical Flow) 알고리즘을 적용하여 상기 전방 객체의 이동 벡터를 결정하는 단계;

상기 결정된 전방 객체의 이동 벡터와 상기 차량의 주행 속도에 기초하여 상기 차량 및 상기 전방 객체 간의 충돌 여부를 예측하는 단계; 및

상기 차량 및 상기 전방 객체 간의 충돌이 예측된 경우, 그 충돌을 회피하기 위해 미리 정의된 충돌 회피 제어 로직을 실행하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전방 객체를 탐지하는 단계는,

미리 구축된 복수의 이미지를 기반으로, YOLOv5(You Only Look Once) 알고리즘을 통해 입력 이미지 상의 특정 객체를 탐지하도록 학습된 딥 러닝(Deep Learning) 모델을 이용하여 상기 전방 객체를 탐지하는 것을 특징으로 하는 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 이동 벡터를 결정하는 단계는,

상기 전방 영상 이미지 상의 상기 전방 객체가 위치한 탐지 영역, 및 상기 탐지 영역 내의 픽셀의 수를 인자로 하는, 밀집 광학 흐름(Dense Optical Flow) 알고리즘으로서 Farneback 알고리즘을 기반으로 상기 전방 객체의 이동 벡터를 결정하는 것을 특징으로 하는 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 차량은 기 정의된 주행 경로를 따라 주행하고,

상기 충돌 여부를 예측하는 단계는,

상기 전방 객체의 이동 벡터로부터 도출되는 이동 속도 및 이동 방향을 기반으로 상기 전방 객체가 차량의 주행 경로에 진입하기까지 소요되는 소요 시간 및 진입 지점을 결정하고, 상기 소요 시간 이내에 상기 차량이 상기 진입 지점에 도달할 것으로 판단되는 경우 상기 차량 및 상기 전방 객체 간 충돌이 발생할 것으로 예측하는 것을 특징으로 하는 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 충돌 회피 제어 로직은, 상기 소요 시간 및 상기 차량의 제동 감속도 간의 매핑 관계가 미리 정의된 감속 프로파일에 따라 상기 차량의 제동을 제어하는 제동 제어 로직을 포함하되, 상기 매핑 관계는 상기 소요 시간 및 상기 차량의 제동 감속도 간의 반비례 관계인 것을 특징으로 하는 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 차량의 주행 경로는 철도 레일이고, 상기 차량은 자율 주행 열차 및 자율 주행 트램 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 충돌 회피 제어 로직은, 상기 소요 시간이 미리 정의된 기준치 이하인 경우 경고를 출력하는 경고 출력 로직을 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법.

청구항 8

프로세서(processor); 및

상기 프로세서를 통해 실행되는 적어도 하나의 명령이 저장된 메모리;를 포함하고,

상기 프로세서를 통해 실행되는 적어도 하나의 명령은,

차량이 주행하는 과정에서 획득되는 전방 영상 이미지를 입력받고, 입력받은 전방 영상 이미지에 속한 전방 객체를 탐지하도록 하는 명령,

상기 탐지된 전방 객체가 속한 전방 영상 이미지에 미리 정의된 광학 흐름(Optical Flow) 알고리즘을 적용하여 상기 전방 객체의 이동 벡터를 결정하도록 하는 명령,

상기 결정된 전방 객체의 이동 벡터와 상기 차량의 주행 속도에 기초하여 상기 차량 및 상기 전방 객체 간의 충돌 여부를 예측하도록 하는 명령, 및

상기 차량 및 상기 전방 객체 간의 충돌이 예측된 경우, 그 충돌을 회피하기 위해 미리 정의된 충돌 회피 제어 로직을 실행하도록 하는 명령을 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 및 객체 간의 충돌 회피 장치.

청구항 9

하드웨어와 결합되어,

차량이 주행하는 과정에서 획득되는 전방 영상 이미지를 입력받고, 입력받은 전방 영상 이미지에 속한 전방 객체를 탐지하는 단계;

상기 탐지된 전방 객체가 속한 전방 영상 이미지에 미리 정의된 광학 흐름(Optical Flow) 알고리즘을 적용하여 상기 전방 객체의 이동 벡터를 결정하는 단계;

상기 결정된 전방 객체의 이동 벡터와 상기 차량의 주행 속도에 기초하여 상기 차량 및 상기 전방 객체 간의 충돌 여부를 예측하는 단계; 및

상기 차량 및 상기 전방 객체 간의 충돌이 예측된 경우, 그 충돌을 회피하기 위해 미리 정의된 충돌 회피 제어

로직을 실행하는 단계;

를 실행시키기 위해 컴퓨터 판독 가능 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법 및 장치, 컴퓨터 프로그램에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 자율 주행 열차와 같은 자율 주행 차량과 전방 객체 간의 충돌을 회피하기 위한, 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법 및 장치, 컴퓨터 프로그램에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 자율 주행 차량이란 주행 시 외부정보 감지 및 처리기능을 통해 주변의 환경을 인식하여 주행 경로를 자체적으로 결정하고, 자체 동력을 이용하여 독립적으로 주행하는 차량을 말하며, 운전자가 조향휠, 가속페달 또는 브레이크 등을 조작하지 않아도, 주행 경로 상에 존재하는 장애물과의 충돌을 방지하고 도로의 형상에 따라 차속과 주행 방향을 조절하면서 스스로 목적지까지 주행하도록 동작한다.

[0004] 현재까지의 자율 주행 시스템에 대한 연구 및 개발은 도로를 주행하는 자동차에 포커싱이 이루어졌으며, 철도 레일을 따라 주행하는 열차 및 트램에 대한 자율 주행 시스템의 연구 및 개발은 미흡한 실정이다. 나아가, 최근 철도 레일로 진입하는 사람과 철도 차량 간의 충돌로 인한 인명 사고가 빈번하게 발생하고 있으며, 이러한 인명 사고를 방지하기 위한 충돌 회피 제어 시스템에 대한 개발이 요구되고 있다. 나아가, 그 주행이 기관사의 수조작에 의존하지 않는 자율 주행 열차 또는 자율 주행 트램에 있어서는 철도 레일로 진입하는 사람을 정확히 탐지하고 그 충돌을 회피하기 위한 제어 로직의 필요성이 매우 크다.

[0005] 본 발명의 배경기술은 대한민국 공개특허공보 제10-2020-0027075호(2020.03.12. 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 본 발명의 일 측면에 따른 목적은 자율 주행 열차 또는 자율 주행 트램이 철도 레일을 자율 주행하는 과정에서 철도 레일로 진입하는 사람을 탐지하고 그 충돌을 회피하기 위한 제어 로직을 실행함으로써, 자율 주행 차량 및 사람 간의 충돌로 인한 인명 사고를 방지하기 위한, 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법 및 장치, 컴퓨터 프로그램을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 측면에 따른 차량 및 전방 객체 간의 충돌을 회피하기 위한 충돌 회피 방법은 상기 차량이 주행하는 과정에서 획득되는 전방 영상 이미지를 입력받고, 입력받은 전방 영상 이미지에 속한 전방 객체를 탐지하는 단계; 상기 탐지된 전방 객체가 속한 전방 영상 이미지에 미리 정의된 광학 흐름(Optical Flow) 알고리즘을 적용하여 상기 전방 객체의 이동 벡터를 결정하는 단계; 상기 결정된 전방 객체의 이동 벡터와 상기 차량의 주행 속도에 기초하여 상기 차량 및 상기 전방 객체 간의 충돌 여부를 예측하는 단계; 및 상기 차량 및 상기 전방 객체 간의 충돌이 예측된 경우, 그 충돌을 회피하기 위해 미리 정의된 충돌 회피 제어 로직을 실행하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명에 있어 상기 전방 객체를 탐지하는 단계는, 미리 구축된 복수의 이미지를 기반으로, YOLOv5(You Only Look Once) 알고리즘을 통해 입력 이미지 상의 특정 객체를 탐지하도록 학습된 딥 러닝(Deep Learning) 모델을 이용하여 상기 전방 객체를 탐지하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명에 있어 상기 이동 벡터를 결정하는 단계는, 상기 전방 영상 이미지 상의 상기 전방 객체가 위치한 탐지 영역, 및 상기 탐지 영역 내의 픽셀의 수를 인자로 하는, 밀집 광학 흐름(Dense Optical Flow) 알고리즘으로서

Farneback 알고리즘을 기반으로 상기 전방 객체의 이동 벡터를 결정하는 것을 특징으로 한다.

- [0012] 본 발명에 있어 상기 차량은 기 정의된 주행 경로를 따라 주행하고, 상기 충돌 여부를 예측하는 단계는, 상기 전방 객체의 이동 벡터로부터 도출되는 이동 속도 및 이동 방향을 기반으로 상기 전방 객체가 차량의 주행 경로에 진입하기까지 소요되는 소요 시간 및 진입 지점을 결정하고, 상기 소요 시간 이내에 상기 차량이 상기 진입 지점에 도달할 것으로 판단되는 경우 상기 차량 및 상기 전방 객체 간 충돌이 발생할 것으로 예측하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 본 발명에 있어 상기 충돌 회피 제어 로직은, 상기 소요 시간 및 상기 차량의 제동 감속도 간의 매핑 관계가 미리 정의된 감속 프로파일에 따라 상기 차량의 제동을 제어하는 제동 제어 로직을 포함하되, 상기 매핑 관계는 상기 소요 시간 및 상기 차량의 제동 감속도 간의 반비례 관계인 것을 특징으로 한다.
- [0014] 본 발명에 있어 상기 차량의 주행 경로는 철도 레일이고, 상기 차량은 자율 주행 열차 및 자율 주행 트램 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명에 있어 상기 충돌 회피 제어 로직은, 상기 소요 시간이 미리 정의된 기준치 이하인 경우 경고를 출력하는 경고 출력 로직을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명의 일 측면에 따른 차량 및 객체 간의 충돌 회피 장치는 프로세서(processor); 및 상기 프로세서를 통해 실행되는 적어도 하나의 명령이 저장된 메모리;를 포함하고, 상기 프로세서를 통해 실행되는 적어도 하나의 명령은, 차량이 주행하는 과정에서 획득되는 전방 영상 이미지를 입력받고, 입력받은 전방 영상 이미지에 속한 전방 객체를 탐지하도록 하는 명령, 상기 탐지된 전방 객체가 속한 전방 영상 이미지에 미리 정의된 광학 흐름(Optical Flow) 알고리즘을 적용하여 상기 전방 객체의 이동 벡터를 결정하도록 하는 명령, 상기 결정된 전방 객체의 이동 벡터와 상기 차량의 주행 속도에 기초하여 상기 차량 및 상기 전방 객체 간의 충돌 여부를 예측하도록 하는 명령, 및 상기 차량 및 상기 전방 객체 간의 충돌이 예측된 경우, 그 충돌을 회피하기 위해 미리 정의된 충돌 회피 제어 로직을 실행하도록 하는 명령을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명의 일 측면에 따른 컴퓨터 프로그램은 하드웨어와 결합되어, 차량이 주행하는 과정에서 획득되는 전방 영상 이미지를 입력받고, 입력받은 전방 영상 이미지에 속한 전방 객체를 탐지하는 단계; 상기 탐지된 전방 객체가 속한 전방 영상 이미지에 미리 정의된 광학 흐름(Optical Flow) 알고리즘을 적용하여 상기 전방 객체의 이동 벡터를 결정하는 단계; 상기 결정된 전방 객체의 이동 벡터와 상기 차량의 주행 속도에 기초하여 상기 차량 및 상기 전방 객체 간의 충돌 여부를 예측하는 단계; 및 상기 차량 및 상기 전방 객체 간의 충돌이 예측된 경우, 그 충돌을 회피하기 위해 미리 정의된 충돌 회피 제어 로직을 실행하는 단계;를 실행시키기 위해 컴퓨터 판독 가능 저장매체에 저장된 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 자율 주행 열차 또는 자율 주행 트램이 철도 레일을 자율 주행하는 과정에서 철도 레일로 진입하는 사람을 탐지하고 그 충돌을 회피하기 위한 제어 로직을 실행함으로써 자율 주행 차량 및 사람 간의 충돌로 인한 인명 사고를 방지할 수 있고, 또한 철도 레일로 진입하는 사람을 탐지하기 위한 딥 러닝 모델로서 YOLOv5(You Only Look Once) 알고리즘을 채용하여 사람 탐지 상의 실시간성이 보장될 수 있으며, 전방에 위치한 사람의 이동을 예측하기 위한 알고리즘으로서 Farneback 알고리즘을 채용하여 사람 탐지로부터 충돌 회피 제어 로직을 실행하기까지 소요되는 연산 처리 시간을 보다 효과적으로 저감시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 및 객체 간의 충돌 회피 장치를 설명하기 위한 블록구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 3 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법에서 전방 객체를 탐지하고 그 충돌 여부를 예측하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법 및 장치, 컴퓨터 프로그램의 실시예를 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 및 객체 간의 충돌 회피 장치를 설명하기 위한 블록구성도이다.
- [0024] 도 1에 도시된 것과 같이 본 실시예의 차량 및 객체 간의 충돌 회피 장치(이하, 충돌 회피 장치)는 프로세서(100) 및 메모리(200)를 포함할 수 있으며, 차량에 탑재되어 차량의 주행을 제어하는 제어 장치로 기능할 수 있다. 본 실시예에서는 차량을 대중 교통으로서 철도 레일을 자율 주행하는 자율 주행 열차 또는 자율 주행 트램인 것으로 설명한다. 차량에는 그 자율 주행 경로에 따른 전방 영상을 획득하는 영상 인식 모듈(예: 카메라 센서(CCD 센서))이 구비되어 있을 수 있으며, 이에 따라 프로세서(100)는 차량의 자율 주행 과정에서 영상 인식 모듈에 의해 획득되는 전방 영상을 분석하여 차량의 자율 주행을 제어하도록 동작할 수 있다. 본 실시예에서 프로세서(100)에 의한 차량의 자율 주행 제어는 전방 객체(예: 사람)와의 충돌을 회피하는 제어 로직에 포커싱한다.
- [0025] 메모리(200)에는 프로세서(100)에 의해 실행되는 적어도 하나의 명령이 저장될 수 있다. 메모리(200)는 휘발성 저장 매체 및/또는 비휘발성 저장 매체로 구현될 수 있으며, 예를 들어 읽기 전용 메모리(ROM: Read Only Memory) 및/또는 랜덤 액세스 메모리(RAM: Random Access Memory)로 구현될 수 있다. 프로세서(100)는 중앙 처리 장치(CPU: Central Processing Unit) 또는 SoC(System on Chip)로 구현될 수 있으며, 운영 체제 또는 어플리케이션을 구동하여 프로세서(100)에 연결된 복수의 하드웨어 또는 소프트웨어 구성요소들을 제어할 수 있고, 각종 데이터 처리 및 연산을 수행할 수 있다. 프로세서(100)는 메모리(200)에 저장된 적어도 하나의 명령을 실행시키고, 그 실행 결과 데이터를 메모리(200)에 저장하도록 구성될 수 있다.
- [0026] 메모리(200)에 저장되어 프로세서(100)에 의해 실행되는 적어도 하나의 명령은, i) 차량이 주행하는 과정에서 획득되는 전방 영상 이미지를 입력받고, 입력받은 전방 영상 이미지에 속한 전방 객체를 탐지하도록 하는 명령과, ii) 탐지된 전방 객체가 속한 전방 영상 이미지에 미리 정의된 광학 흐름(Optical Flow) 알고리즘을 적용하여 전방 객체의 이동 벡터를 결정하도록 하는 명령과, iii) 전방 객체의 이동 벡터와 차량의 주행 속도에 기초하여 차량 및 전방 객체 간의 충돌 여부를 예측하도록 하는 명령과, iv) 차량 및 전방 객체 간의 충돌이 예측된 경우, 그 충돌을 회피하기 위해 미리 정의된 충돌 회피 제어 로직을 실행하도록 하는 명령을 포함할 수 있다.
- [0027] 위 내용을 바탕으로, 이하에서는 전방 객체를 탐지하여 차량과의 충돌 회피 제어를 수행하는 본 실시예의 구성을 도 2 내지 도 5에 따른 충돌 회피 방법으로서 구체적으로 설명한다.
- [0028] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 도 3 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 및 객체 간의 충돌 회피 방법에서 전방 객체를 탐지하고 그 충돌 여부를 예측하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0029] 도 2를 참조하면, 먼저 프로세서(100)는 차량이 주행하는 과정에서 획득되는 전방 영상 이미지를 입력받고, 입력받은 전방 영상 이미지에 속한 전방 객체를 탐지한다(S100). S100 단계에서, 프로세서(100)는 미리 구축된 복수의 이미지(즉, 학습 데이터)를 기반으로, YOLOv5(You Only Look Once) 알고리즘을 통해 입력 이미지 상의 특정 객체를 탐지하도록 학습된 딥 러닝(Deep Learning) 모델을 이용하여 전방 객체를 탐지한다. YOLOv5 알고리즘은 높은 FPS(Frames Per Second) 성능을 기반으로 실시간성에 적합한 딥 러닝 알고리즘으로서, 본 실시예에서는 입력 이미지에서 중요한 특징을 추출하는 역할인 모델 백본(Backbone)을 BottleNeck과 CSPNet을 결합하고 활성화 함수로 SiLU를 사용한 C3 모델을 활용함으로써 Faster R-CNN, Cascade R-CNN, RetinaNet 등의 알고리즘 대비 그 학습 능력이 향상되도록 하였다.
- [0030] 전방 객체 탐지를 위한 딥 러닝 모델은 학습 완료 후 그 성능이 검증된 상태로 프로세서(100)에 정의되어 있을 수 있다. 딥 러닝 모델의 검증 방법으로서, 전방 객체로서 보행자가 철도 레일로부터 5m부터 30m까지 5m 간격으로 떨어진 위치에서 그 진입 각도가 -45°, 0°, 45° 인 상태로 철도 레일로 진입하는 조건에서 전방 객체의 탐지율을 측정하는 방안이 적용될 수 있다. 전방 객체의 탐지율은 하기 수학적 식 1에 의해 표현된다.

수학식 1

$$Accuracy(\%) = \frac{P - P_E}{P} \times 100$$

수학식 1에서 P는 전방 객체가 존재하는 프레임의 개수, P_E는 YOLOv5 알고리즘에 의해 전방 객체가 탐지된 프레임의 개수이다. 거리 및 각도에 따른 전방 객체의 탐지율은 하기 표 1과 같다.

표 1

Distance of the Object from stop line	Direction of the object(°)	Detection ratio
5m	0	100%
	45	100%
10m	-45	100%
	0	100%
	45	100%
15m	-45	100%
	0	100%
	45	100%
20m	-45	100%
	0	99.63%
	45	100%
25m	-45	100%
	0	95.37%
	45	100%
30m	-45	100%
	0	91.2%
	45	90.85%

S100 단계 이후, 프로세서(100)는 S100 단계에서 탐지된 전방 객체가 속한 전방 영상 이미지에 미리 정의된 광학 흐름(Optical Flow) 알고리즘을 적용하여 전방 객체의 이동 벡터를 결정한다(S200). 이때, 프로세서(100)는 밀집 광학 흐름(Dense Optical Flow) 알고리즘으로서 Farneback 알고리즘을 기반으로 전방 객체의 이동 벡터를 결정한다.

구체적으로, 차량의 주행에 따라 차량에 구비된 영상 인식 모듈 또한 이동되어 전방 영상이 동적으로 변하기 때문에, 본 실시예에서는 특징점의 소실 위험이 있는 Lucas-Kanade 알고리즘 대신, 모든 이미지 픽셀에 대해 객체의 움직임을 정확하게 파악할 수 있는 Farneback 알고리즘을 활용하는 구성을 채용한다. Farneback 알고리즘에 따른 전방 객체의 이동 벡터는 하기 수학식 1에 의해 도출된다.

수학식 2

$$I(x, y) = (u, v)$$

$$\vec{v}_o = \frac{1}{N_b} \sum_{(x, y) \in A_b} I(x, y)$$

수학식 2에서 I(x,y)는 좌표 (x,y)에서 Farneback 알고리즘을 이용하여 계산된 흐름 벡터(Flow Vector), (u, v)는 흐름 벡터의 수평 성분의 크기(Horizontal)와 수직 성분의 크기(Vertical), $\vec{v}_o$ 는 전방 객체의 이동 벡

터, A_b 는 전방 객체가 위치한 탐지 영역, N_b 는 전방 객체가 위치한 탐지 영역 내의 픽셀의 총 수이다.

[0038] 전방 객체의 이동 벡터 결정을 위한 Farneback 알고리즘은 그 성능이 검증된 상태로 프로세서(100)에 정의되어 있을 수 있다. Farneback 알고리즘의 검증 방법으로서, Farneback 알고리즘에 의해 결정된 이동 벡터의 이동 속도 및 이동 방향과 실제 전방 객체의 이동 속도 및 이동 방향을 비교하는 방안이 적용될 수 있다. 실제 전방 객체의 이동 속도(v_o)는 하기 수학식 3에 의해 도출될 수 있다(수학식 3에서 S_0 는 철도 레일 및 전방 객체 간의 거리, f 는 영상 인식 모듈의 렌즈 초점거리, C_{sw} 는 영상 인식 모듈(CCD 센서)의 폭, I_w 는 입력 영상의 폭, I_{ow} 는 전방 객의 폭(즉, 탐지 영역의 폭), fps 는 프레임 레이트를 의미한다).

수학식 3

$$v_o = \frac{s_o}{f} \times C_{sw} \frac{I_{ow}}{I_w} \times fps$$

[0039]

[0040] Farneback 알고리즘에 따른 결과 데이터는 하기 표 2와 같다.

표 2

[0041]

Distance of the Object from stop line	Direction of the object(°)	Average Angle of Motion Vector in Videos(°)	Average Motion Vector Magnitude of Object in Videos(px)	Estimated Speed (m/s)
5m	0	146.87	2.23	0.72
	45	117.16	1.36	0.44
10m	-45	117.99	1.06	0.69
	0	28.76	0.77	0.50
	45	85.52	0.49	0.32
15m	-45	16.98	0.72	0.70
	0	15.92	0.77	0.75
	45	91.95	0.58	0.56
20m	-45	-2.22	1.06	1.37
	0	1.45	0.94	1.22
	45	25.27	0.49	0.63
25m	-45	-0.03	0.66	1.07
	0	3.26	0.61	0.99
	45	11.11	0.46	0.74
30m	-45	-0.15	0.53	1.03
	0	0.80	0.48	0.93
	45	21.21	0.21	0.41

[0042] S200 단계를 통해 전방 객체의 이동 벡터가 결정되면, 프로세서(100)는 전방 객체의 이동 벡터와, 차량의 ADAS로부터 획득되는 차량의 주행 속도에 기초하여 차량 및 전방 객체 간의 충돌 여부를 예측한다(S300).

[0043] 구체적으로, 프로세서(100)는 전방 객체의 이동 벡터로부터 도출되는 이동 속도 및 이동 방향을 기반으로 전방 객체가 차량의 주행 경로에 진입하기까지 소요되는 소요 시간 및 진입 지점을 결정한다. 즉, 앞서 언급한 것과 같이 본 실시예의 차량은 자율 주행 열차 또는 자율 주행 트램으로 구현되어 기 정의된 철도 레일을 따라 주행하게 되며, S100 단계를 통해 전방 객체가 탐지되어 그 위치가 결정되면, 프로세서(100)는 도 3에 도시된 것과 같이 이동 벡터로부터 도출되는 이동 속도 및 이동 방향을 기반으로 전방 객체가 차량의 주행 경로에 진입하기까지 소요되는 소요 시간(즉, 충돌 예상 시간, TCC: Time To Collision) 및 진입 지점(P)을 결정할 수 있다. 이에 따라, 프로세서(100)는 상기한 소요 시간 이내에 차량이 상기한 진입 지점에 도달할 것으로 판단된 경우(즉, 소요 시간 동안의 전방 객체의 이동 경로와 차량의 이동 경로가 중첩되는 것으로 판단된 경우, $TCC \geq D_y / V_{cy}$) 차량 및 전방 객체 간 충돌이 발생할 것으로 예측할 수 있다.

[0044] S300 단계를 통해 차량 및 전방 객체 간의 충돌이 발생할 것으로 예측된 경우, 프로세서(100)는 충돌 회피를 위

해 미리 정의된 충돌 회피 제어 로직을 실행한다(S400). 본 실시예에서 충돌 회피 제어 로직은 제동 제어 로직 및 경고 출력 로직을 포함할 수 있다.

[0045] 제동 제어 로직은 상기한 소요 시간 및 차량의 제동 감속도 간의 매핑 관계가 미리 정의된 감속 프로파일에 따라 차량의 제동을 제어하는 로직으로 정의되며, 상기의 매핑 관계는 소요 시간 및 제동 감속도(즉, 제동 감속도의 크기) 간의 반비례 관계에 해당할 수 있다. 구체적으로, 앞서 언급한 것과 같이 본 실시예의 차량은 자율 주행 열차 또는 자율 주행 트램과 같은 대중 교통에 해당할 수 있으며, 차량에 탑승한 다수의 탑승자의 안전을 위해 차량의 제동 감속도는 조절될 필요가 있다. 따라서, 차량의 제동 감속도 조절을 위한 정량적 기준으로서, 본 실시예에서는 소요 시간 및 제동 감속도 간의 반비례 관계를 정의하여 소요 시간에 따라 제동 감속도를 조절하는 구성을 채용하며, 프로세서(100)는 소요 시간이 작을수록 제동 감속도를 더 큰 값으로 설정하고, 소요 시간이 클수록 제동 감속도를 더 작은 값으로 설정하여 차량의 제동을 제어함으로써, 전방 객체와의 충돌이 회피되고 탑승자의 안전이 보장되는 범위 내에서 차량의 제동 제어를 효율적으로 수행할 수 있다.

[0046] 경고 출력 로직은 상기한 소요 시간이 미리 정의된 기준치 이하인 경우 경고를 출력하는 로직으로 정의된다. 즉, 프로세서(100)는 소요 시간(충돌 예상 시간)이 기준치(예: 5초) 이하인 경우 전방 객체가 철도 레일로 진입하지 못하도록 외부 경고(예: 열차 경적)를 출력하고, 또한 관제 센터로 경고 메시지를 전송하여 관제 센터의 작업자가 해당 상황을 인지하도록 할 수 있다.

[0047] 도 4 및 도 5는 본 실시예의 적용 결과를 보이고 있다. 전방 객체가 철도 레일로부터 15m 이격된 위치에서 0°로(즉, 철도 레일의 종방향과 수직으로) 진입하는 경우를 상정하였으며, 도 4는 딥 러닝 모델에 의해 인식된 전방 객체와 Farneback 알고리즘에 의한 흐름 벡터를 보이고 있다. 도 5는 전술한 S300 단계 및 S400 단계의 실행 결과로서 소요 시간(TTC) 및 진입 지점을 보이고 있다.

[0048] 한편, 본 실시예에 따른 충돌 회피 방법은 하드웨어와 결합되어 전술한 S100 단계 내지 S400 단계를 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램으로 작성될 수 있으며, 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체에 저장되어 상기 컴퓨터 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다. 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체는 ROM, RAM, 하드 디스크, 플로피 디스크, 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 플래시 메모리(flash memory)와 같은 프로그램 명령어들을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 해당될 수 있다.

[0049] 이와 같이 본 실시예는 자율 주행 열차 또는 자율 주행 트램이 철도 레일을 자율 주행하는 과정에서 철도 레일로 진입하는 사람을 탐지하고 그 충돌을 회피하기 위한 제어 로직을 실행함으로써 자율 주행 차량 및 사람 간의 충돌로 인한 인명 사고를 방지할 수 있고, 또한 철도 레일로 진입하는 사람을 탐지하기 위한 딥 러닝 모델로서 YOLOv5(You Only Look Once) 알고리즘을 채용하여 사람 탐지 상의 실시간성이 보장될 수 있으며, 전방에 위치한 사람의 이동을 예측하기 위한 알고리즘으로서 Farneback 알고리즘을 채용하여 사람 탐지로부터 충돌 회피 제어 로직을 실행하기까지 소요되는 연산 처리 시간을 보다 효과적으로 저감시킬 수 있다.

[0050] 본 명세서에서 설명된 구현은, 예컨대, 방법 또는 프로세스, 장치, 소프트웨어 프로그램, 데이터 스트림 또는 신호로 구현될 수 있다. 단일 형태의 구현의 맥락에서만 논의(예컨대, 방법으로서만 논의)되었더라도, 논의된 특징의 구현은 또한 다른 형태(예컨대, 장치 또는 프로그램)로도 구현될 수 있다. 장치는 적절한 하드웨어, 소프트웨어 및 펌웨어 등으로 구현될 수 있다. 방법은, 예컨대, 컴퓨터, 마이크로프로세서, 집적 회로 또는 프로그래밍가능한 로직 디바이스 등을 포함하는 프로세싱 디바이스를 일반적으로 지칭하는 프로세서 등과 같은 장치에서 구현될 수 있다. 프로세서는 또한 최종-사용자 사이에 정보의 통신을 용이하게 하는 컴퓨터, 셀 폰, 휴대용/개인용 정보 단말기(personal digital assistant: "PDA") 및 다른 디바이스 등과 같은 통신 디바이스를 포함한다.

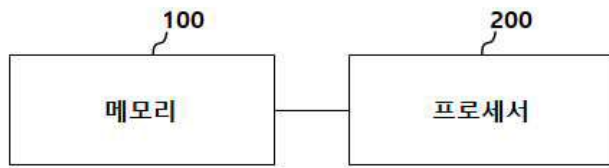
[0051] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 기술이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

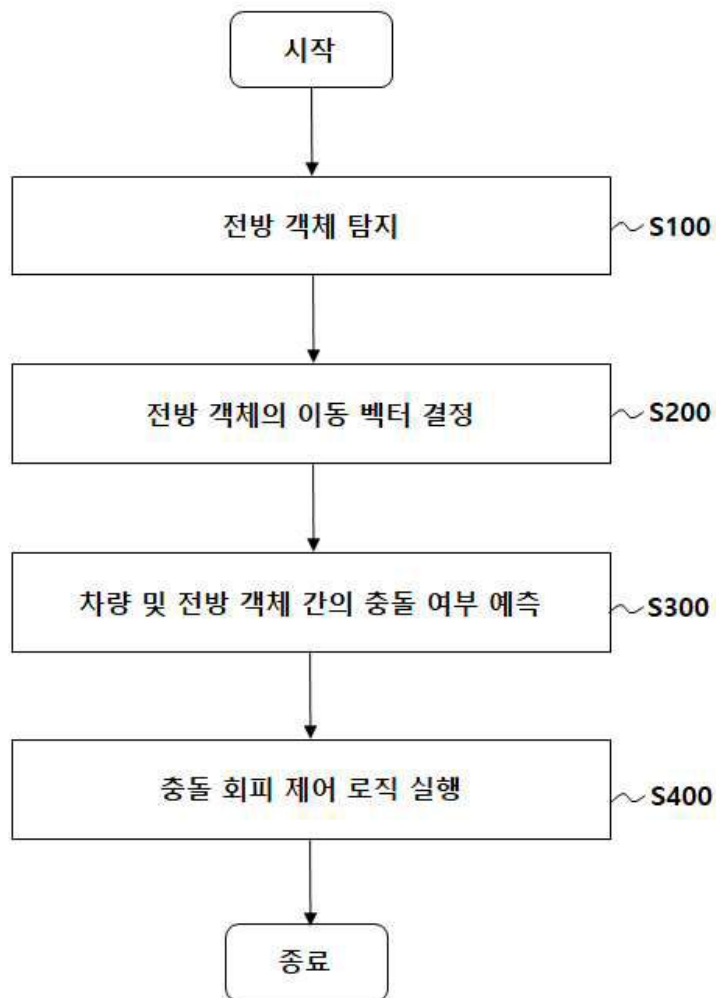
[0053] 100: 프로세서
200: 메모리

도면

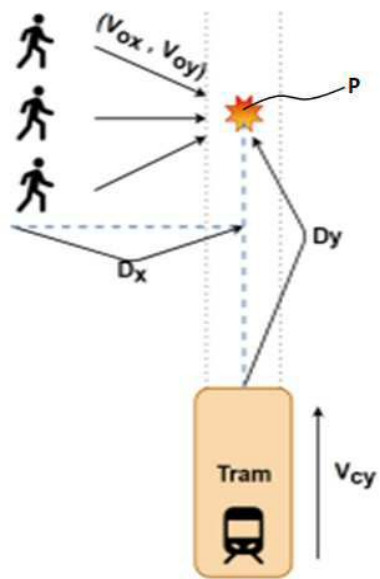
도면1



도면2



도면3



도면4



도면5

