



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0094641
(43) 공개일자 2020년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 3/08 (2006.01) G06N 3/04 (2006.01)
G08G 1/00 (2006.01) G08G 1/09 (2006.01)
H04W 4/46 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G06N 3/08 (2013.01)
G06N 3/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0001715
(22) 출원일자 2020년01월06일
심사청구일자 2020년01월06일
(30) 우선권주장
62/798,967 2019년01월30일 미국(US)
16/723,820 2019년12월20일 미국(US)

(71) 출원인
주식회사 스트라드비전
경상북도 포항시 남구 지곡로 394, 제5벤처동 30
4호,305호,306호,307호,308호(지곡동, 포항테크노
파크)
(72) 발명자
김계현
서울특별시 서대문구 서소문로 27, 1004호
김용중
경상북도 포항시 남구 청암로 67, 연구4동 4427호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 수

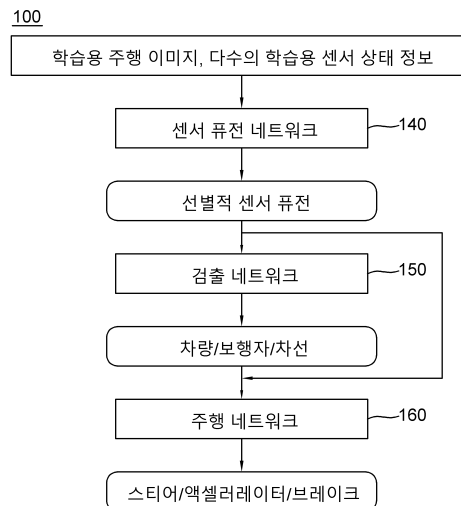
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 강화 학습에 기초하여 협업 주행에서 다중 에이전트 센서 퓨전을 수행하는 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 협업 주행을 수행하는 자율 주행 차량의 센서 퓨전(Sensor Fusion)을 위한 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 방법이 제공된다. 상기 방법에는 학습장치가, (a) (i) 상기 자율 주행 차량, m개의 협업 주행 차량 및 제2 가상 차량을 포함하는 주행 이미지 및 (ii) 상기 m개의 협업 주행 차량의 n개의 센서에 대한 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력하여, n개의 센서의 센서값을 전송할 확률값인 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하는 단계, (b) 도로 주행 영상을 검출 네트워크에 입력하여, 상기 제2 가상 차량, 보행자 및 차선을 검출하여 주변 객체 정보를 출력하도록 하며, 센서값과 상기 주변 객체 정보를 주행 네트워크에 입력하여, 이동 방향 확률값을 생성하여 상기 자율 주행 차량을 운행하도록 하는 단계; 및 (c) 교통 상황 정보를 획득하고, 리워드를 생성하며 상기 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 단계;를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G08G 1/091 (2013.01)

G08G 1/20 (2013.01)

H04W 4/46 (2020.05)

(72) 발명자

김학경

경상북도 포항시 남구 청암로 67, 연구4동 4427호

남운현

경상북도 포항시 남구 연일읍 유강길9번길 57, 20
3동 803호

부석훈

경기도 안양시 만안구 만안로55번길 20-9, B02호

성명철

경상북도 포항시 북구 장량로174번길 13

신동수

경기도 수원시 영통구 광고호수공원로 1204동 100
4호

여동훈

경상북도 포항시 남구 청암로 67, 연구4동 4427호

유우주

경상북도 포항시 남구 청암로 67, 연구4동 4427호

이명춘

경상북도 포항시 남구 효자동길 10번길 38-1, 203
호

이형수

서울시 송파구 올림픽로35길 104, 6동 1101호

장태웅

서울특별시 강남구 인주로113길 18-5

정경중

경상북도 포항시 남구 지곡로 294, 232동 501호

제홍모

경상북도 포항시 남구 지곡로 20, 5동 1805호

조호진

경상북도 포항시 남구 청암로 67, 연구4동 4427호

명세서

청구범위

청구항 1

협업 주행을 수행하는 자율 주행 차량의 센서 퓨전(Sensor Fusion)에 사용될 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 방법에 있어서,

(a) (i) (i-1) 대상 자율 주행 차량, (i-2) 상기 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 가상 차량을 포함하는 m개의 학습용 협업 주행 차량 및 (i-3) 비협업 주행을 수행하는 제2 가상 차량을 포함하는 학습용 주행 이미지와 (ii) 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 n개의 학습용 센서에 대한 다수의 학습용 센서 상태 정보가 획득되면, 학습 장치가, 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (a-1) 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 V2V(vehicle-to-vehicle) 통신을 통해 상기 n개의 학습용 센서 각각의 각 센서값을 전송할 확률값인 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, (a-2) 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 중, 기설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 s개의 학습용 센서 - 상기 s는 1 이상이며 $m \times n$ 이하인 정수임 - 에 대한 학습용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 하는 단계;

(b) 상기 학습 장치가, 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 도로 주행 영상을 검출 네트워크에 입력하여, 상기 검출 네트워크로 하여금, 상기 대상 자율 주행 차량의 주행 도로 상의 상기 제2 가상 차량, 하나 이상의 보행자 및 하나 이상의 차선 중 적어도 일부를 검출하도록 하여 학습용 주변 객체 정보를 출력하도록 하는 프로세스, 및 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 센서값과 상기 학습용 주변 객체 정보를 주행 네트워크에 입력하여, 상기 주행 네트워크로 하여금, 상기 학습용 센서값 및 상기 학습용 주변 객체 정보를 참조로 하여 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 학습용 이동 방향 확률값을 생성하도록 하여, 상기 학습용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 하는 단계; 및

(c) 상기 학습 장치가, 상기 주행 네트워크에 의해 운행되는 상기 대상 자율 주행 차량의 학습용 교통 상황 정보를 획득하고, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조로 하여 리워드(reward)를 생성하며, 상기 리워드를 이용하여 상기 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 단계;

를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (a) 단계에서,

상기 학습 장치는, 상기 학습용 주행 이미지와 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력하여, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (i) CNN(convolutional neural network)을 통한 컨벌루션 연산을 상기 학습용 주행 이미지에 적용하여 학습용 특징 맵을 생성하고, 상기 학습용 특징 맵에 FC(fully-connected) 연산을 적용하여 학습용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하며, (ii) 적어도 하나의 LSTM(Long short-term memory)을 통한 순환(recurrent) 신경망 연산을 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 적용하여 학습용 센서 상태 특징 벡터를 생성하도록 하고, (iii) 상기 학습용 이미지 특징 벡터 및 상기 학습용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅(concatenating)하여 학습용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하고, 상기 학습용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 적어도 하나의 FC 레이어의 FC 연산을 적용하여 상기 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 학습 장치는, 상기 리워드를 이용하여, 상기 센서 퓨전 네트워크에 포함된, 상기 CNN, 상기 적어도 하나의

LSTM, 및 상기 적어도 하나의 FC 레이어의 적어도 하나의 파라미터를 업데이트하는 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 학습 장치는, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, 풀링 레이어를 통해 상기 학습용 특징 맵에 맥스 풀링(max-pooling) 연산을 적용하고, 그 결과값에 FC 연산을 적용함으로써, 상기 학습용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하는 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 학습 장치는, 소프트맥스(softmax) 알고리즘을 통해 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 각각을 정규화하여 출력하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 리워드는, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 상기 n개의 학습용 센서의 개수의 총합에서 상기 s개의 학습용 센서의 개수를 감산하여 생성된 것이며,

상기 학습 장치는, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조하여 상기 리워드를 증가 또는 감소시키는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 학습용 주행 이미지는 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량이 상기 협업 주행 중인 전체 도로에 대한 전체 도로 이미지로, 상기 전체 도로 이미지가 그리드(grid) 형태로 분할되어 생성된 일정 크기의 블록 각각이 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각에 의해 점유되어 있거나 상기 제2 가상 차량 전체에 의해 점유되어 있는지를 나타내는 (m+1)개의 채널의 이미지이며, 상기 (m+1)개의 채널 중 m개의 채널 각각은 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각에 대응되며, 나머지 하나의 채널은 상기 제2 가상 차량에 대응되는 것인 방법.

청구항 8

협업 주행을 수행하는 자율 주행 차량의 센서 퓨전(Sensor Fusion)에 사용될 센서 퓨전 네트워크를 테스트하는 방법에 있어서,

(a) 학습 장치가, (i) (i-1) 학습용 대상 자율 주행 차량, (i-2) 상기 학습용 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 가상 차량을 포함하는 m개의 학습용 협업 주행 차량, 및 (i-3) 비협업 주행을 수행하는 제2 가상 차량을 포함하는 학습용 주행 이미지와 (ii) 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 n개의 학습용 센서에 대한 다수의 학습용 센서 상태 정보가 획득되면, (1) 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (1-1) 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 V2V(vehicle-to-vehicle) 통신을 통해 상기 n개의 학습용 센서 각각의 각 센서값을 전송할 확률값인 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, (1-2) 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 중, 기설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 s개의 학습용 센서 - 상기 s는 1 이상이며 $m \times n$ 이하인 정수임 - 에 대한 학습용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 하는 프로세스, (2) 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 도로 주행 영상을 검출 네트워크에 입력하여, 상기 검출 네트워크로 하여금, 상기 학습용 대상 자율 주행 차량의 주행 도로 상의 상기 제2 가상 차량, 하나 이상의 보행자 및 하나 이상의 차선 중 적어도 일부를 검출하도록 하여 학습용 주변 객체 정보를 출력하도록 하는 프로세스, (3) 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 센서값과 상기 학습용 주변 객체 정보를 주행 네트워크에 입력하여, 상기 주행 네트워크로 하여금, 상기 학습용 센서값 및 상기 학습용 주변 객체 정보를 참조로 하여 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 학습용 이동 방향 확률값을 생성하도록 하여, 상기 학습용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기 학습용 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 하는 프로세스 및 (4) 상기 주행 네트워크에 의해 운행되는 상기 학습용 대상 자율 주행 차량의 학습용 교통 상황 정보를 획득

하고, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조로 하여 리워드(reward)를 생성하며, 상기 리워드를 이용하여 상기 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 프로세스를 수행한 상태에서, (i) (i-1) 테스트용 대상 자율 주행 차량, (i-2) 상기 테스트용 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 차량을 포함하는 k개의 테스트용 협업 주행 차량 및 (i-3) 상기 비협업 주행을 수행하는 제2 차량을 포함하는 테스트용 주행 이미지와 (ii) 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 각각의 i개의 테스트용 센서에 대한 다수의 테스트용 센서 상태 정보가 획득되면, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 적어도 하나의 협업 주행 차량의 테스트 장치, 상기 테스트용 주행 이미지 및 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (a-1) 상기 테스트용 주행 이미지 및 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 상기 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 상기 V2V 통신을 통해 상기 i개의 테스트용 센서 각각의 각 센서값을 전송할 확률값인 테스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, (a-2) 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값 중, 기설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 s개의 테스트용 센서에 대한 테스트용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 하며, (a-3) 상기 s개의 테스트용 센서에 대한 상기 테스트용 퓨전 센서 정보를 상기 V2V 통신을 통해 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 적어도 일부에 전송하도록 하는 단계; 및

(b) 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 상기 적어도 하나의 협업 주행 차량의 상기 테스트 장치가, 상기 테스트용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 테스트용 도로 주행 영상을 상기 검출 네트워크에 입력하여, 상기 검출 네트워크로 하여금, 상기 테스트용 대상 자율 주행 차량의 주행 도로 상의 상기 제2 차량, 상기 보행자, 및 상기 차선 중 적어도 일부를 검출하여 테스트용 주변 객체 정보를 출력하도록 하는 프로세스, 및 상기 테스트용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득된 테스트용 센서값과 상기 테스트용 주변 객체 정보를 상기 주행 네트워크에 입력하여, 상기 주행 네트워크로 하여금, 상기 테스트용 센서값과 상기 테스트용 주변 객체 정보를 참조하여, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 각각의 테스트용 이동 방향 확률값을 생성하도록 함으로써, 상기 테스트용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기 테스트용 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 하는 프로세스를 수행하는 단계;

를 포함하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 (a) 단계에서,

상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 상기 적어도 하나의 협업 주행 차량의 상기 테스트 장치, 상기 테스트용 주행 이미지와 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (i) CNN을 통한 컨볼루션 연산을 상기 테스트용 주행 이미지에 적용하여 테스트용 특징 맵을 생성하고, 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하며, (ii) 적어도 하나의 LSTM을 통한 순환 신경망 연산을 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 적용하여 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 생성하도록 하고, (iii) 상기 테스트용 이미지 특징 벡터 및 상기 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅하여 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하고, 상기 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 적어도 하나의 FC 레이어의 FC 연산을 적용하여 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 상기 적어도 하나의 협업 주행 차량의 상기 테스트 장치는, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, 풀링 레이어를 통해 상기 테스트용 특징 맵에 맥스 풀링 연산을 적용하고, 그 결과값에 FC 연산을 적용함으로써, 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하는 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 상기 적어도 하나의 협업 주행 차량의 상기 테스트 장치는, 소프트맥스 알고리즘을 통해 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값 각각을 정규화하여 출력하는 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 (a) 단계에서,

상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 상기 적어도 하나의 협업 주행 차량의 상기 테스트 장치, (i) 상기 테스트용 k개의 협업 주행 차량 중 특정 협업 주행 차량으로부터 획득된 상기 테스트용 주행 이미지에, 특정 CNN을 통한 다중 컨벌루션 연산을 적용하여 테스트용 특징 맵을 생성하는 프로세스 및 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 테스트용 이미지 특징 벡터가 생성되면, 상기 특정 협업 주행 차량으로부터 상기 V2V 통신을 통해 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 획득하는 프로세스, (ii) 적어도 하나의 LSTM을 통한 순환 신경망 연산을 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 적용하여 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 생성하는 프로세스, 및 (iii) 상기 V2V 통신을 통해 획득된, 상기 테스트용 이미지 특징 벡터와 상기 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅하여 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하는 프로세스 및 상기 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 적어도 하나의 FC 레이어를 통한 FC 연산을 적용하여 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하는 프로세스를 수행하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 특정 차량은 특정 CNN으로 하여금, 상기 테스트용 주행 이미지에 컨벌루션 연산을 적용하도록 하여 테스트용 특징 맵을 생성하도록 하고, 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하되, 상기 특정 차량은, 라운드 로빈 스케줄링(Round Robin Scheduling)에 따라 순차적으로 일정 시간 간격으로 지정되는 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 하나의 협업 주행 차량인 방법.

청구항 14

협업 주행을 수행하는 자율 주행 차량의 센서 퓨전(Sensor Fusion)에 사용될 센서 퓨전 네트워크를 학습하기 위한 학습 장치에 있어서,

인스트럭션들을 저장하는 하나 이상의 메모리; 및

(I) (i) (i-1) 대상 자율 주행 차량, (i-2) 상기 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 가상 차량을 포함하는 m개의 학습용 협업 주행 차량 및 (i-3) 비협업 주행을 수행하는 제2 가상 차량을 포함하는 학습용 주행 이미지와 (ii) 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 n개의 학습용 센서에 대한 다수의 학습용 센서 상태 정보가 획득되면, 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (I-1) 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 V2V(vehicle-to-vehicle) 통신을 통해 상기 n개의 학습용 센서 각각의 각 센서값을 전송할 확률값인 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, (I-2) 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 중, 기설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 s개의 학습용 센서 - 상기 s는 1 이상이며 $m \times n$ 이하인 정수임 - 에 대한 학습용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 하는 프로세스, (II) 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 도로 주행 영상을 검출 네트워크에 입력하여, 상기 검출 네트워크로 하여금, 상기 대상 자율 주행 차량의 주행 도로 상의 상기 제2 가상 차량, 하나 이상의 보행자 및 하나 이상의 차선 중 적어도 일부를 검출하도록 하여 학습용 주변 객체 정보를 출력하도록 하는 프로세스, 및 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 센서값과 상기 학습용 주변 객체 정보를 주행 네트워크에 입력하여, 상기 주행 네트워크로 하여금, 상기 학습용 센서값 및 상기 학습용 주변 객체 정보를 참조하여 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 학습용 이동 방향 확률값을 생성하도록 하여, 상기 학습용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 하는 프로세스, 및 (III) 상기 주행 네트워크에 의해 운행되는 상기 대상 자율 주행 차량의 학습용 교통 상황 정보를 획득하고, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조하여 리워드(reward)를 생성하며, 상기 리워드를 이용하여 상기 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 프로세스를 수행하기 위한 상기 인스트럭션들을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서;

를 포함하는 학습 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 (I) 프로세스에서,

상기 프로세서가, 상기 학습용 주행 이미지와 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력하여, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (i) CNN(convolutional neural network)을 통한 컨벌루션 연산을 상기 학습용 주행 이미지에 적용하여 학습용 특징 맵을 생성하고, 상기 학습용 특징 맵에 FC(fully-connected) 연산을 적용하여 학습용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하며, (ii) 적어도 하나의 LSTM(Long short-term memory)을 통한 순환(recurrent) 신경망 연산을 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 적용하여 학습용 센서 상태 특징 벡터를 생성하도록 하고, (iii) 상기 학습용 이미지 특징 벡터 및 상기 학습용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅(concatenating)하여 학습용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하고, 상기 학습용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 적어도 하나의 FC 레이어의 FC 연산을 적용하여 상기 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하는 학습 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 리워드를 이용하여, 상기 센서 퓨전 네트워크에 포함된, 상기 CNN, 상기 적어도 하나의 LSTM, 및 상기 적어도 하나의 FC 레이어의 적어도 하나의 파라미터를 업데이트하는 학습 장치.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, 풀링 레이어를 통해 상기 학습용 특징 맵에 맥스 풀링(max-pooling) 연산을 적용하고, 그 결과값에 FC 연산을 적용함으로써, 상기 학습용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하는 학습 장치.

청구항 18

제15항에 있어서,

상기 프로세서는, 소프트맥스(softmax) 알고리즘을 통해 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 각각을 정규화하여 출력하는 학습 장치.

청구항 19

제14항에 있어서,

상기 리워드는, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 상기 n개의 학습용 센서의 개수의 총합에서 상기 s개의 학습용 센서의 개수를 감산하여 생성된 것이며,

상기 프로세서는, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조하여 상기 리워드를 증가 또는 감소시키는 학습 장치.

청구항 20

제14항에 있어서,

상기 학습용 주행 이미지는 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량이 상기 협업 주행 중인 전체 도로에 대한 전체 도로 이미지로, 상기 전체 도로 이미지가 그리드(grid) 형태로 분할되어 생성된 일정 크기의 블록 각각이 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각에 의해 점유되어 있거나 상기 제2 가상 차량 전체에 의해 점유되어 있는지를 나타내는 (m+1)개의 채널의 이미지이며, 상기 (m+1)개의 채널 중 m개의 채널 각각은 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각에 대응되며, 나머지 하나의 채널은 상기 제2 가상 차량에 대응되는 것인 학습 장치.

청구항 21

협업 주행을 수행하는 자율 주행 차량의 센서 퓨전(Sensor Fusion)에 사용될 센서 퓨전 네트워크를 테스트하기 위한, k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 적어도 하나의 협업 주행 차량의 테스트 장치에 있어서,

인스트럭션들을 저장하는 하나 이상의 메모리; 및

(I) 학습 장치, (i) (i-1) 학습용 대상 자율 주행 차량, (i-2) 상기 학습용 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 가상 차량을 포함하는 m개의 학습용 협업 주행 차량, 및 (i-3) 비협업 주행을 수행하는 제2 가상 차량을 포함하는 학습용 주행 이미지와 (ii) 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 n개의 학습용 센서에 대한 다수의 학습용 센서 상태 정보가 획득되면, (1) 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (1-1) 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 V2V(vehicle-to-vehicle) 통신을 통해 상기 n개의 학습용 센서 각각의 각 센서값을 전송할 확률값인 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, (1-2) 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 중, 기설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 s개의 학습용 센서 - 상기 s는 1 이상이며 $m \times n$ 이하인 정수임 - 에 대한 학습용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 하는 프로세스, (2) 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 도로 주행 영상을 검출 네트워크에 입력하여, 상기 검출 네트워크로 하여금, 상기 학습용 대상 자율 주행 차량의 주행 도로 상의 상기 제2 가상 차량, 하나 이상의 보행자 및 하나 이상의 차선 중 적어도 일부를 검출하도록 하여 학습용 주변 객체 정보를 출력하도록 하는 프로세스, (3) 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 센서값과 상기 학습용 주변 객체 정보를 주행 네트워크에 입력하여, 상기 주행 네트워크로 하여금, 상기 학습용 센서값 및 상기 학습용 주변 객체 정보를 참조하여 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 학습용 이동 방향 확률값을 생성하도록 하여, 상기 학습용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기 학습용 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 하는 프로세스 및 (4) 상기 주행 네트워크에 의해 운행되는 상기 학습용 대상 자율 주행 차량의 학습용 교통 상황 정보를 획득하고, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조하여 리워드(reward)를 생성하며, 상기 리워드를 이용하여 상기 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 프로세스를 수행한 상태에서, (i) (i-1) 테스트용 대상 자율 주행 차량, (i-2) 상기 테스트용 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 차량을 포함하는 k개의 테스트용 협업 주행 차량 및 (i-3) 상기 비협업 주행을 수행하는 제2 차량을 포함하는 테스트용 주행 이미지와 (ii) 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 각각의 i개의 테스트용 센서에 대한 다수의 테스트용 센서 상태 정보가 획득되면, 상기 테스트용 주행 이미지 및 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (I-1) 상기 테스트용 주행 이미지 및 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 상기 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 상기 V2V 통신을 통해 상기 i개의 테스트용 센서 각각의 각 센서값을 전송할 확률값인 테스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, (I-2) 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값 중, 기설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 s개의 테스트용 센서에 대한 테스트용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 하며, (I-3) 상기 s개의 테스트용 센서에 대한 상기 테스트용 퓨전 센서 정보를 상기 V2V 통신을 통해 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 적어도 일부에 전송하도록 하는 프로세스, 및 (II) 상기 테스트용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 테스트용 도로 주행 영상을 상기 검출 네트워크에 입력하여, 상기 검출 네트워크로 하여금, 상기 테스트용 대상 자율 주행 차량의 주행 도로 상의 상기 제2 차량, 상기 보행자, 및 상기 차선 중 적어도 일부를 검출하여 테스트용 주변 객체 정보를 출력하도록 하는 프로세스, 및 상기 테스트용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득된 테스트용 센서값과 상기 테스트용 주변 객체 정보를 상기 주행 네트워크에 입력하여, 상기 주행 네트워크로 하여금, 상기 테스트용 센서값과 상기 테스트용 주변 객체 정보를 참조하여, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 각각의 테스트용 이동 방향 확률값을 생성하도록 함으로써, 상기 테스트용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기 테스트용 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 하는 프로세스를 수행하는 프로세스를 수행하기 위한 상기 인스트럭션들을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서;

를 포함하는 테스트 장치.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 (I) 프로세스에서,

상기 프로세서가, 상기 테스트용 주행 이미지와 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (i) CNN을 통한 컨벌루션 연산을 상기 테스트용 주행 이미지에 적용하여 테스트용 특징 맵을 생성하고, 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하며, (ii) 적어도 하나의 LSTM을 통한 순환 신경망 연산을 상기 다수의 테스트용

센서 상태 정보에 적용하여 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 생성하도록 하고, (iii) 상기 테스트용 이미지 특징 벡터 및 상기 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅하여 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하고, 상기 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 적어도 하나의 FC 레이어의 FC 연산을 적용하여 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하는 테스트 장치.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, 풀링 레이어를 통해 상기 테스트용 특징 맵에 맥스 풀링 연산을 적용하고, 그 결과값에 FC 연산을 적용함으로써, 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하는 테스트 장치.

청구항 24

제22항에 있어서,

상기 프로세서는, 소프트맥스 알고리즘을 통해 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값 각각을 정규화하여 출력하는 테스트 장치.

청구항 25

제21항에 있어서,

상기 (I) 프로세스에서,

상기 프로세서가, (i) 상기 테스트용 k개의 협업 주행 차량 중 특정 협업 주행 차량으로부터 획득된 상기 테스트용 주행 이미지에, 특정 CNN을 통한 다중 컨벌루션 연산을 적용하여 테스트용 특징 맵을 생성하는 프로세스 및 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 테스트용 이미지 특징 벡터가 생성되면, 상기 특정 협업 주행 차량으로부터 상기 V2V 통신을 통해 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 획득하는 프로세스, (ii) 적어도 하나의 LSTM을 통한 순환 신경망 연산을 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 적용하여 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 생성하는 프로세스, 및 (iii) 상기 V2V 통신을 통해 획득된, 상기 테스트용 이미지 특징 벡터와 상기 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅하여 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하는 프로세스 및 상기 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 적어도 하나의 FC 레이어를 통한 FC 연산을 적용하여 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하는 프로세스를 수행하는 테스트 장치.

청구항 26

제25항에 있어서,

상기 특정 차량은 특정 CNN으로 하여금, 상기 테스트용 주행 이미지에 컨벌루션 연산을 적용하도록 하여 테스트용 특징 맵을 생성하도록 하고, 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하되, 상기 특정 차량은, 라운드 로빈 스케줄링(Round Robin Scheduling)에 따라 순차적으로 일정 시간 간격으로 지정되는 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 하나의 협업 주행 차량인 테스트 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자율 주행 차량, 가상 주행 등에 이용하기 위한 방법 및 장치에 관한 것으로; 보다 상세하게는, 자율 주행에서 강화 학습에 기초하여 다중 에이전트 센서 퓨전을 수행하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자동차 산업은 최근 IT 기술들이 접목된 친환경, 첨단 자동차의 시대로 변모해가고 있고, 자동차 기술 발전과 더불어 사고예방, 사고회피, 충돌 안전, 편의성 향상, 차량 정보화, 그리고 자율 주행 기술 등을 적용한 지능형 자동차들이 상용화되고 있다.

[0003] 이러한 지능형 자동차는 운전자의 부주의나 조작 미숙에 대한 지원기술, 음성인식 등을 통한 편의 기능을 지원하는 차량으로서, 운전자의 과실에 의한 사고를 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 시간 감소, 연료 낭비, 배기가스 저

감 등의 이점을 기대할 수 있는 특징이 있다.

- [0004] 자율 주행 차량은 지능형 자동차 기술의 집합체로 운전자가 자동차에 탑승하여 원하는 목적지를 지정하면 이후 특별한 조작을 하지 않아도 현재 위치나 목적지까지 최적의 경로를 생성하여 주행을 수행할 수 있다.
- [0005] 또한, 도로의 교통신호나 표지판을 인지하고, 교통 흐름에 맞게 적절한 속도를 유지, 위험상황을 인지하여 사고 예방에 능동적으로 대처할 수 있으며, 스스로 차선을 유지하며 필요한 경우에는 차선 변경이나 추월, 장애물 등을 회피하기 위해 적절한 조향을 하며 원하는 목적지까지 주행할 수 있다.
- [0006] 한편, 자율 주행 차량은 주행 환경을 검출하기 위한 다양한 센서들을 이용하고 있으며, 이러한 센서들은 주행 환경과 관계없이 항상 동작하도록 설정되어 있다.
- [0007] 따라서, 주행 환경에 따라 필요 없는 센서들이 계속하여 동작함으로써 자율 주행 차량의 전력이 많이 소비되는 문제점이 있다.
- [0008] 이러한 문제점을 해결하기 위하여 종래에는 센서 퓨전을 통해 주행 환경에 대응하는 최적의 센서들만을 이용하여 주행 환경을 검출할 수 있도록 하고 있다.
- [0009] 또한, 최근에는 V2V(vehicle-to-vehicle) 통신을 통해 자율 주행 차량들이 서로의 정보를 공유할 수 있도록 하고 있으나, 대량의 센서 데이터를 송수신하므로 통신 리소스(resource)의 소모가 크며 송수신된 모든 센서 데이터를 연산해야 하므로 많은 컴퓨팅 소스를 사용하여야 하는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상술한 문제점을 모두 해결하는 것을 그 목적으로 한다.
- [0011] 본 발명은 V2V(vehicle to vehicle) 통신을 통해 필요한 센서 정보만을 송수신할 수 있도록 하는 것을 다른 목적으로 한다.
- [0012] 본 발명은 V2V 통신을 통해 필요로 하는 정확한 센서 정보를 획득할 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.
- [0013] 본 발명은 협업 주행 상황에서 최적의 센서 정보를 획득할 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기한 바와 같은 본 발명의 목적을 달성하고, 후술하는 본 발명의 특징적인 효과를 실현하기 위한 본 발명의 특징적인 구성은 하기와 같다.
- [0015] 본 발명의 일 태양에 따르면, 협업 주행을 수행하는 자율 주행 차량의 센서 퓨전(Sensor Fusion)에 사용될 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 방법에 있어서, (a) (i) (i-1) 대상 자율 주행 차량, (i-2) 상기 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 가상 차량을 포함하는 m개의 학습용 협업 주행 차량 및 (i-3) 비협업 주행을 수행하는 제2 가상 차량을 포함하는 학습용 주행 이미지와 (ii) 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 n개의 학습용 센서에 대한 다수의 학습용 센서 상태 정보가 획득되면, 학습 장치가, 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (a-1) 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 V2V(vehicle-to-vehicle) 통신을 통해 상기 n개의 학습용 센서 각각의 각 센서값을 전송할 확률값인 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, (a-2) 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 중, 기설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 s개의 학습용 센서 - 상기 s는 1 이상이며 $m \times n$ 이하인 정수임 - 에 대한 학습용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 하는 단계; (b) 상기 학습 장치가, 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 도로 주행 영상을 검출 네트워크에 입력하여, 상기 검출 네트워크로 하여금, 상기 대상 자율 주행 차량의 주행 도로 상의 상기 제2 가상 차량, 하나 이상의 보행자 및 하나 이상의 차선 중 적어도 일부를 검출하도록 하여 학습용 주변 객체 정보를 출력하도록 하는 프로세스, 및 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 센서값과 상기 학습용 주변 객체 정보를 주행 네트워크에 입력하여, 상기 주행 네트워크로 하여금, 상기 학습용 센서값 및 상기 학습용 주변 객체 정보를 참조로 하여 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 학습용

이동 방향 확률값을 생성하도록 하여, 상기 학습용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 하는 단계; 및 (c) 상기 학습 장치가, 상기 주행 네트워크에 의해 운행되는 상기 대상 자율 주행 차량의 학습용 교통 상황 정보를 획득하고, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조로 하여 리워드(reward)를 생성하며, 상기 리워드를 이용하여 상기 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 단계;를 포함하는 방법이 개시된다.

[0016] 일 실시예에서, 상기 (a) 단계에서, 상기 학습 장치는, 상기 학습용 주행 이미지와 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력하여, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (i) CNN(convolutional neural network)을 통한 컨벌루션 연산을 상기 학습용 주행 이미지에 적용하여 학습용 특징 맵을 생성하고, 상기 학습용 특징 맵에 FC(fully-connected) 연산을 적용하여 학습용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하며, (ii) 적어도 하나의 LSTM(Long short-term memory)을 통한 순환(recurrent) 신경망 연산을 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 적용하여 학습용 센서 상태 특징 벡터를 생성하도록 하고, (iii) 상기 학습용 이미지 특징 벡터 및 상기 학습용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅(concatenating)하여 학습용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하고, 상기 학습용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 적어도 하나의 FC 레이어의 FC 연산을 적용하여 상기 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 일 실시예에서, 상기 학습 장치는, 상기 리워드를 이용하여, 상기 센서 퓨전 네트워크에 포함된, 상기 CNN, 상기 적어도 하나의 LSTM, 및 상기 적어도 하나의 FC 레이어의 적어도 하나의 파라미터를 업데이트하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 일 실시예에서, 상기 학습 장치는, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, 풀링 레이어를 통해 상기 학습용 특징 맵에 맥스 풀링(max-pooling) 연산을 적용하고, 그 결과값에 FC 연산을 적용함으로써, 상기 학습용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 일 실시예에서, 상기 학습 장치는, 소프트맥스(softmax) 알고리즘을 통해 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 각각을 정규화하여 출력하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 일 실시예에서, 상기 리워드는, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 상기 n개의 학습용 센서의 개수의 총합에서 상기 s개의 학습용 센서의 개수를 감산하여 생성된 것이며, 상기 학습 장치는, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조하여 상기 리워드를 증가 또는 감소시키는 것을 특징으로 한다.

[0021] 일 실시예에서, 상기 학습용 주행 이미지는 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량이 상기 협업 주행 중인 전체 도로에 대한 전체 도로 이미지로, 상기 전체 도로 이미지가 그리드(grid) 형태로 분할되어 생성된 일정 크기의 블록 각각이 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각에 의해 점유되어 있거나 상기 제2 가상 차량 전체에 의해 점유되어 있는지를 나타내는 (m+1)개의 채널의 이미지이며, 상기 (m+1)개의 채널 중 m개의 채널 각각은 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각에 대응되며, 나머지 하나의 채널은 상기 제2 가상 차량에 대응되는 것을 특징으로 한다.

[0022] 본 발명의 다른 태양에 따르면, 협업 주행을 수행하는 자율 주행 차량의 센서 퓨전(Sensor Fusion)에 사용될 센서 퓨전 네트워크를 테스트하는 방법에 있어서, (a) 학습 장치가, (i) (i-1) 학습용 대상 자율 주행 차량, (i-2) 상기 학습용 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 가상 차량을 포함하는 m개의 학습용 협업 주행 차량, 및 (i-3) 비협업 주행을 수행하는 제2 가상 차량을 포함하는 학습용 주행 이미지와 (ii) 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 n개의 학습용 센서에 대한 다수의 학습용 센서 상태 정보가 획득되면, (1) 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (1-1) 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 V2V(vehicle-to-vehicle) 통신을 통해 상기 n개의 학습용 센서 각각의 각 센서값을 전송할 확률값인 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, (1-2) 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 중, 기설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 s개의 학습용 센서 - 상기 s는 1 이상이며 $m \times n$ 이하인 정수임 - 에 대한 학습용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 하는 프로세스, (2) 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 도로 주행 영상을 검출 네트워크에 입력하여, 상기 검출 네트워크로 하여금, 상기 학습용 대상 자율 주행 차량의 주행 도로 상의 상기 제2 가상 차량, 하나 이상의 보행자 및 하나 이상의 차선 중 적어도 일부를 검출하도록 하여 학습용 주변 객체 정보를 출력하도록 하는 프로세스, (3) 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 센서값과 상기 학습용 주변 객체 정보를 주행 네트워크에 입력하여, 상기 주행 네트워크로 하여금, 상기 학습용 센서값 및 상기 학습용 주변 객체 정보를 참조로 하여 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 학습용 이동 방향 확률값을 생성하도록 하여, 상기 학습용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기

학습용 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 하는 프로세스 및 (4) 상기 주행 네트워크에 의해 운행되는 상기 학습용 대상 자율 주행 차량의 학습용 교통 상황 정보를 획득하고, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조로 하여 리워드(reward)를 생성하며, 상기 리워드를 이용하여 상기 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 프로세스를 수행한 상태에서, (i) (i-1) 테스트용 대상 자율 주행 차량, (i-2) 상기 테스트용 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 차량을 포함하는 k개의 테스트용 협업 주행 차량 및 (i-3) 상기 비협업 주행을 수행하는 제2 차량을 포함하는 테스트용 주행 이미지와 (ii) 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 각각의 i개의 테스트용 센서에 대한 다수의 테스트용 센서 상태 정보가 획득되면, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 적어도 하나의 협업 주행 차량의 테스트용 장치가, 상기 테스트용 주행 이미지 및 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (a-1) 상기 테스트용 주행 이미지 및 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 상기 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 상기 V2V 통신을 통해 상기 i개의 테스트용 센서 각각의 각 센서값을 전송할 확률값인 테스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, (a-2) 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값 중, 기설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 s개의 테스트용 센서에 대한 테스트용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 하며, (a-3) 상기 s개의 테스트용 센서에 대한 상기 테스트용 퓨전 센서 정보를 상기 V2V 통신을 통해 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 적어도 일부에 전송하도록 하는 단계; 및 (b) 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 상기 적어도 하나의 협업 주행 차량의 상기 테스트용 장치가, 상기 테스트용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 테스트용 도로 주행 영상을 상기 검출 네트워크에 입력하여, 상기 검출 네트워크로 하여금, 상기 테스트용 대상 자율 주행 차량의 주행 도로 상의 상기 제2 차량, 상기 보행자, 및 상기 차선 중 적어도 일부를 검출하여 테스트용 주변 객체 정보를 출력하도록 하는 프로세스, 및 상기 테스트용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득된 테스트용 센서값과 상기 테스트용 주변 객체 정보를 상기 주행 네트워크에 입력하여, 상기 주행 네트워크로 하여금, 상기 테스트용 센서값과 상기 테스트용 주변 객체 정보를 참조하여, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 각각의 테스트용 이동 방향 확률값을 생성하도록 함으로써, 상기 테스트용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기 테스트용 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 하는 프로세스를 수행하는 단계;를 포함하는 방법이 개시된다.

[0023] 일 실시예에서, 상기 (a) 단계에서, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 상기 적어도 하나의 협업 주행 차량의 상기 테스트용 장치가, 상기 테스트용 주행 이미지와 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (i) CNN을 통한 컨벌루션 연산을 상기 테스트용 주행 이미지에 적용하여 테스트용 특징 맵을 생성하고, 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하며, (ii) 적어도 하나의 LSTM을 통한 순환 신경망 연산을 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 적용하여 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 생성하도록 하고, (iii) 상기 테스트용 이미지 특징 벡터 및 상기 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅하여 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하고, 상기 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 적어도 하나의 FC 레이어의 FC 연산을 적용하여 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 일 실시예에서, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 상기 적어도 하나의 협업 주행 차량의 상기 테스트용 장치는, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, 풀링 레이어를 통해 상기 테스트용 특징 맵에 맥스 풀링 연산을 적용하고, 그 결과값에 FC 연산을 적용함으로써, 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 일 실시예에서, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 상기 적어도 하나의 협업 주행 차량의 상기 테스트용 장치는, 소프트맥스 알고리즘을 통해 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값 각각을 정규화하여 출력하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 일 실시예에서, 상기 (a) 단계에서, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 상기 적어도 하나의 협업 주행 차량의 상기 테스트용 장치가, (i) 상기 테스트용 k개의 협업 주행 차량 중 특정 협업 주행 차량으로부터 획득된 상기 테스트용 주행 이미지에, 특정 CNN을 통한 다중 컨벌루션 연산을 적용하여 테스트용 특징 맵을 생성하는 프로세스 및 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 테스트용 이미지 특징 벡터가 생성되면, 상기 특정 협업 주행 차량으로부터 상기 V2V 통신을 통해 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 획득하는 프로세스, (ii) 적어도 하나의 LSTM을 통한 순환 신경망 연산을 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 적용하여 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 생성하는 프로세스, 및 (iii) 상기 V2V 통신을 통해 획득된, 상기 테스트용 이미지 특징 벡터와 상기 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅하여 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하는 프로세스 및 상기 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 적어도 하나의 FC 레이어를 통한 FC 연산을 적용하여 상기 테

스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하는 프로세스를 수행하는 것을 특징으로 한다.

- [0027] 일 실시예에서, 상기 특정 차량은 특정 CNN으로 하여금, 상기 테스트용 주행 이미지에 컨벌루션 연산을 적용하도록 하여 테스트용 특징 맵을 생성하도록 하고, 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하되, 상기 특정 차량은, 라운드 로빈 스케줄링(Round Robin Scheduling)에 따라 순차적으로 일정 시간 간격으로 지정되는 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 하나의 협업 주행 차량인 것을 특징으로 한다.
- [0028] 본 발명의 다른 태양에 따르면, 협업 주행을 수행하는 자율 주행 차량의 센서 퓨전(Sensor Fusion)에 사용될 센서 퓨전 네트워크를 학습하기 위한 학습 장치에 있어서, 인스트럭션들을 저장하는 하나 이상의 메모리; 및 (I) (i) (i-1) 대상 자율 주행 차량, (i-2) 상기 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 가상 차량을 포함하는 m개의 학습용 협업 주행 차량 및 (i-3) 비협업 주행을 수행하는 제2 가상 차량을 포함하는 학습용 주행 이미지와 (ii) 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 n개의 학습용 센서에 대한 다수의 학습용 센서 상태 정보가 획득되면, 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (I-1) 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 V2V(vehicle-to-vehicle) 통신을 통해 상기 n개의 학습용 센서 각각의 각 센서값을 전송할 확률값인 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, (I-2) 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 중, 기설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 s개의 학습용 센서 - 상기 s는 1 이상이며 $m \times n$ 이하인 정수임 - 에 대한 학습용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 하는 프로세스, (II) 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 도로 주행 영상을 검출 네트워크에 입력하여, 상기 검출 네트워크로 하여금, 상기 대상 자율 주행 차량의 주행 도로 상의 상기 제2 가상 차량, 하나 이상의 보행자 및 하나 이상의 차선 중 적어도 일부를 검출하도록 하여 학습용 주변 객체 정보를 출력하도록 하는 프로세스, 및 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 센서값과 상기 학습용 주변 객체 정보를 주행 네트워크에 입력하여, 상기 주행 네트워크로 하여금, 상기 학습용 센서값 및 상기 학습용 주변 객체 정보를 참조하여 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 학습용 이동 방향 확률값을 생성하도록 하여, 상기 학습용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 하는 프로세스, 및 (III) 상기 주행 네트워크에 의해 운행되는 상기 대상 자율 주행 차량의 학습용 교통 상황 정보를 획득하고, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조하여 리워드(reward)를 생성하며, 상기 리워드를 이용하여 상기 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 프로세스를 수행하기 위한 상기 인스트럭션들을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서;를 포함하는 학습 장치가 개시된다.
- [0029] 일 실시예에서, 상기 (I) 프로세스에서, 상기 프로세서가, 상기 학습용 주행 이미지와 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력하여, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (i) CNN(convolutional neural network)을 통한 컨벌루션 연산을 상기 학습용 주행 이미지에 적용하여 학습용 특징 맵을 생성하고, 상기 학습용 특징 맵에 FC(fully-connected) 연산을 적용하여 학습용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하며, (ii) 적어도 하나의 LSTM(Long short-term memory)을 통한 순환(recurrent) 신경망 연산을 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 적용하여 학습용 센서 상태 특징 벡터를 생성하도록 하고, (iii) 상기 학습용 이미지 특징 벡터 및 상기 학습용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅(concatenating)하여 학습용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하고, 상기 학습용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 적어도 하나의 FC 레이어의 FC 연산을 적용하여 상기 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 일 실시예에서, 상기 프로세서는, 상기 리워드를 이용하여, 상기 센서 퓨전 네트워크에 포함된, 상기 CNN, 상기 적어도 하나의 LSTM, 및 상기 적어도 하나의 FC 레이어의 적어도 하나의 파라미터를 업데이트하는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 일 실시예에서, 상기 프로세서는, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, 풀링 레이어를 통해 상기 학습용 특징 맵에 맥스 풀링(max-pooling) 연산을 적용하고, 그 결과값에 FC 연산을 적용함으로써, 상기 학습용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 일 실시예에서, 상기 프로세서는, 소프트맥스(softmax) 알고리즘을 통해 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 각각을 정규화하여 출력하는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 일 실시예에서, 상기 리워드는, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 상기 n개의 학습용 센서의 개수의 총합에서 상기 s개의 학습용 센서의 개수를 감산하여 생성된 것이며, 상기 프로세서는, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조하여 상기 리워드를 증가 또는 감소시키는 것을 특징으로 한다.

[0034] 일 실시예에서, 상기 학습용 주행 이미지는 상기 m 개의 학습용 협업 주행 차량이 상기 협업 주행 중인 전체 도로에 대한 전체 도로 이미지로, 상기 전체 도로 이미지가 그리드(grid) 형태로 분할되어 생성된 일정 크기의 블록 각각이 상기 m 개의 학습용 협업 주행 차량 각각에 의해 점유되어 있거나 상기 제2 가상 차량 전체에 의해 점유되어 있는지를 나타내는 $(m+1)$ 개의 채널의 이미지이며, 상기 $(m+1)$ 개의 채널 중 m 개의 채널 각각은 상기 m 개의 학습용 협업 주행 차량 각각에 대응되며, 나머지 하나의 채널은 상기 제2 가상 차량에 대응되는 것인 것을 특징으로 한다.

[0035] 본 발명의 다른 태양에 따르면, 협업 주행을 수행하는 자율 주행 차량의 센서 퓨전(Sensor Fusion)에 사용될 센서 퓨전 네트워크를 테스트하기 위한, k 개의 테스트용 협업 주행 차량 중 적어도 하나의 협업 주행 차량의 테스트 장치에 있어서, 인스트럭션들을 저장하는 하나 이상의 메모리; 및 (I) 학습 장치가, (i) $(i-1)$ 학습용 대상 자율 주행 차량, $(i-2)$ 상기 학습용 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 가상 차량을 포함하는 m 개의 학습용 협업 주행 차량, 및 $(i-3)$ 비협업 주행을 수행하는 제2 가상 차량을 포함하는 학습용 주행 이미지와 (ii) 상기 m 개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 n 개의 학습용 센서에 대한 다수의 학습용 센서 상태 정보가 획득되면, (1) 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, $(1-1)$ 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 m 개의 학습용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 V2V(vehicle-to-vehicle) 통신을 통해 상기 n 개의 학습용 센서 각각의 각 센서값을 전송할 확률값인 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, $(1-2)$ 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 중, 기설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 s 개의 학습용 센서 - 상기 s 는 1 이상이며 $m \times n$ 이하인 정수임 - 에 대한 학습용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 하는 프로세스, (2) 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 도로 주행 영상을 검출 네트워크에 입력하여, 상기 검출 네트워크로 하여금, 상기 학습용 대상 자율 주행 차량의 주행 도로 상의 상기 제2 가상 차량, 하나 이상의 보행자 및 하나 이상의 차선 중 적어도 일부를 검출하도록 하여 학습용 주변 객체 정보를 출력하도록 하는 프로세스, (3) 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 학습용 센서값과 상기 학습용 주변 객체 정보를 주행 네트워크에 입력하여, 상기 주행 네트워크로 하여금, 상기 학습용 센서값 및 상기 학습용 주변 객체 정보를 참조로 하여 상기 m 개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 학습용 이동 방향 확률값을 생성하도록 하여, 상기 학습용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기 학습용 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 하는 프로세스 및 (4) 상기 주행 네트워크에 의해 운행되는 상기 학습용 대상 자율 주행 차량의 학습용 교통 상황 정보를 획득하고, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조로 하여 리워드(reward)를 생성하며, 상기 리워드를 이용하여 상기 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 프로세스를 수행한 상태에서, (i) $(i-1)$ 테스트용 대상 자율 주행 차량, $(i-2)$ 상기 테스트용 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 차량을 포함하는 k 개의 테스트용 협업 주행 차량 및 $(i-3)$ 상기 비협업 주행을 수행하는 제2 차량을 포함하는 테스트용 주행 이미지와 (ii) 상기 k 개의 테스트용 협업 주행 차량 각각의 i 개의 테스트용 센서에 대한 다수의 테스트용 센서 상태 정보가 획득되면, 상기 테스트용 주행 이미지 및 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, $(I-1)$ 상기 테스트용 주행 이미지 및 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 상기 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 k 개의 테스트용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 상기 V2V 통신을 통해 상기 i 개의 테스트용 센서 각각의 각 센서값을 전송할 확률값인 테스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, $(I-2)$ 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값 중, 기설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 s 개의 테스트용 센서에 대한 테스트용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 하며, $(I-3)$ 상기 s 개의 테스트용 센서에 대한 상기 테스트용 퓨전 센서 정보를 상기 V2V 통신을 통해 상기 k 개의 테스트용 협업 주행 차량 중 적어도 일부에 전송하도록 하는 프로세스, 및 (II) 상기 테스트용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 테스트용 도로 주행 영상을 상기 검출 네트워크에 입력하여, 상기 검출 네트워크로 하여금, 상기 테스트용 대상 자율 주행 차량의 주행 도로 상의 상기 제2 차량, 상기 보행자, 및 상기 차선 중 적어도 일부를 검출하여 테스트용 주변 객체 정보를 출력하도록 하는 프로세스, 및 상기 테스트용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득된 테스트용 센서값과 상기 테스트용 주변 객체 정보를 상기 주행 네트워크에 입력하여, 상기 주행 네트워크로 하여금, 상기 테스트용 센서값과 상기 테스트용 주변 객체 정보를 참조하여, 상기 k 개의 테스트용 협업 주행 차량 각각의 테스트용 이동 방향 확률값을 생성하도록 함으로써, 상기 테스트용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기 테스트용 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 하는 프로세스를 수행하는 프로세스를 수행하기 위한 상기 인스트럭션들을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서;를 포함하는 테스트 장치에 개시된다.

[0036] 일 실시예에서, 상기 (I) 프로세스에서, 상기 프로세서가, 상기 테스트용 주행 이미지와 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (i) CNN을 통

한 컨벌루션 연산을 상기 테스트용 주행 이미지에 적용하여 테스트용 특징 맵을 생성하고, 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하며, (ii) 적어도 하나의 LSTM을 통한 순환 신경망 연산을 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 적용하여 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 생성하도록 하고, (iii) 상기 테스트용 이미지 특징 벡터 및 상기 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅하여 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하고, 상기 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 적어도 하나의 FC 레이어의 FC 연산을 적용하여 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0037] 일 실시예에서, 상기 프로세서는, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, 풀링 레이어를 통해 상기 테스트용 특징 맵에 맥스 풀링 연산을 적용하고, 그 결과값에 FC 연산을 적용함으로써, 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0038] 일 실시예에서, 상기 프로세서는, 소프트맥스 알고리즘을 통해 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값 각각을 정규화하여 출력하는 것을 특징으로 한다.

[0039] 일 실시예에서, 상기 (I) 프로세스에서, 상기 프로세서가, (i) 상기 테스트용 k개의 협업 주행 차량 중 특정 협업 주행 차량으로부터 획득된 상기 테스트용 주행 이미지에, 특정 CNN을 통한 다중 컨벌루션 연산을 적용하여 테스트용 특징 맵을 생성하는 프로세스 및 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 테스트용 이미지 특징 벡터가 생성되면, 상기 특정 협업 주행 차량으로부터 상기 V2V 통신을 통해 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 획득하는 프로세스, (ii) 적어도 하나의 LSTM을 통한 순환 신경망 연산을 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 적용하여 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 생성하는 프로세스, 및 (iii) 상기 V2V 통신을 통해 획득된, 상기 테스트용 이미지 특징 벡터와 상기 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅하여 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하는 프로세스 및 상기 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 적어도 하나의 FC 레이어를 통한 FC 연산을 적용하여 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하는 프로세스를 수행하는 것을 특징으로 한다.

[0040] 일 실시예에서, 상기 특정 차량은 특정 CNN으로 하여금, 상기 테스트용 주행 이미지에 컨벌루션 연산을 적용하도록 하여 테스트용 특징 맵을 생성하도록 하고, 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하되, 상기 특정 차량은, 라운드 로빈 스케줄링(Round Robin Scheduling)에 따라 순차적으로 일정 시간 간격으로 지정되는 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 하나의 협업 주행 차량인 것을 특징으로 한다.

[0041] 이 외에도, 본 발명의 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록하기 위한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체가 더 제공된다.

발명의 효과

[0042] 본 발명은 자율 주행 차량의 일부 센서가 고장난 경우에도 협업 주행 중인 다른 자율 주행 차량의 센서 정보를 통해 대체 가능하므로 자율 주행 차량의 신뢰도를 향상하는 효과가 있다.

[0043] 본 발명은 V2V 통신을 통해 필요한 센서 정보만을 송수신하므로 데이터 송수신을 위한 데이터량을 최소화하는 다른 효과가 있다.

[0044] 본 발명은 협업 주행을 위한 자율 주행 차량의 적정 주행 위치에 따라 필요한 정확한 센서 정보를 획득하는 또 다른 효과가 있다.

[0045] 본 발명은 협업 주행을 통해 공통된 센서 정보를 각각의 자율 주행 차량들이 분산 연산하여 공유하므로 자율 주행 차량의 연산량을 감소하는 또 다른 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0046] 본 발명의 실시예의 설명에 이용되기 위하여 첨부된 아래 도면들은 본 발명의 실시예들 중 단지 일부일 뿐이며, 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자(이하 "통상의 기술자")에게 있어서는 발명적 작업이 이루어짐 없이 이 도면들에 기초하여 다른 도면들이 얻어질 수 있다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 강화 학습에 기초하여 협업 주행에서 대상 자율 주행 차량의 센서 퓨전을 위한 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 학습 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 대상 자율 주행 차량의 협업 주행 상태를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 강화 학습에 기초하여 협업 주행에서 대상 자율 주행 차량의 센서 퓨전을

위한 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 학습 방법을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 강화 학습에 기초하여 협업 주행에서 대상 자율 주행 차량의 센서 퓨전을 위한 센서 퓨전 네트워크를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 강화 학습에 기초하여 협업 주행에서 대상 자율 주행 차량의 센서 퓨전을 위한 센서 퓨전 네트워크를 테스트하는 테스트 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0047] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명의 목적들, 기술적 해법들 및 장점들을 분명하게 하기 위하여 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 통상의 기술자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다.
- [0048] 또한, 본 발명의 상세한 설명 및 청구항들에 걸쳐, "포함하다"라는 단어 및 그것의 변형은 다른 기술적 특징들, 부가물들, 구성요소들 또는 단계들을 제외하는 것으로 의도된 것이 아니다. 통상의 기술자에게 본 발명의 다른 목적들, 장점들 및 특성들이 일부는 본 설명서로부터, 그리고 일부는 본 발명의 실시로부터 드러날 것이다. 아래의 예시 및 도면은 실례로서 제공되며, 본 발명을 한정하는 것으로 의도된 것이 아니다.
- [0049] 더욱이 본 발명은 본 명세서에 표시된 실시예들의 모든 가능한 조합들을 망라한다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.
- [0050] 본 발명에서 언급하는 각종 이미지는 포장 또는 비포장 도로 관련 이미지를 포함할 수 있으며, 이 경우 도로 환경에서 등장할 수 있는 물체(가령, 자동차, 사람, 동물, 식물, 물건, 건물, 비행기나 드론과 같은 비행체, 기타 장애물)를 상징할 수 있을 것이나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명에서 언급하는 각종 이미지는 도로와 상관 없는 이미지(가령, 비포장도로, 골목길, 공터, 바다, 호수, 강, 산, 숲, 사막, 하늘, 실내와 관련된 이미지)일 수도 있으며, 이 경우, 비포장도로, 골목길, 공터, 바다, 호수, 강, 산, 숲, 사막, 하늘, 실내 환경에서 등장할 수 있는 물체(가령, 자동차, 사람, 동물, 식물, 물건, 건물, 비행기나 드론과 같은 비행체, 기타 장애물)를 상징할 수 있을 것이나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0051] 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 바람직한 실시예들에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0052] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 강화 학습에 기초하여 협업 주행에서 다중 에이전트 센서 퓨전(multiple agent sensor fusion)을 위한 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 학습 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하면, 상기 학습 장치(100)는 상기 강화 학습에 기초하여 대상 자율 주행 차량의 협업 주행에서 다중 에이전트 센서 퓨전을 위한 상기 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 인스트럭션들을 저장하는 메모리(120) 및 상기 메모리(120)에 저장된 상기 인스트럭션들에 대응하는 프로세스를 수행하는 프로세서(130)를 포함할 수 있다.
- [0053] 구체적으로, 상기 학습 장치(100)는 전형적으로 적어도 하나의 컴퓨팅 장치(예컨대, 컴퓨터 프로세서, 메모리, 스토리지, 입력 장치 및 출력 장치, 기타 기존의 컴퓨팅 장치의 구성요소들을 포함할 수 있는 장치; 라우터, 스위치 등과 같은 전자 통신 장치; 네트워크 부착 스토리지(NAS) 및 스토리지 영역 네트워크(SAN)와 같은 전자 정보 스토리지 시스템)와 적어도 하나의 컴퓨터 소프트웨어(즉, 상기 컴퓨팅 장치로 하여금 특정의 방식으로 기능하게 하는 인스트럭션들)의 조합을 이용하여 원하는 시스템 성능을 달성하는 것일 수 있다.
- [0054] 또한, 상기 컴퓨팅 장치의 프로세서는 MPU(Micro Processing Unit) 또는 CPU(Central Processing Unit), 캐시 메모리(Cache Memory), 데이터 버스(Data Bus) 등의 하드웨어 구성을 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치는 운영체제, 특정 목적을 수행하는 애플리케이션의 소프트웨어 구성을 더 포함할 수도 있다.
- [0055] 그러나, 이러한 상기 컴퓨팅 장치에 대한 설명이 본 발명을 실시하기 위한 프로세서, 메모리, 매체 또는 기타 컴퓨팅 구성요소가 통합된 형태인 통합 프로세서의 경우를 배제하는 것은 아니다.

- [0056] 한편, 상기 대상 자율 주행 차량은 하나 이상의 주변 차량과의 V2V(vehicle to vehicle) 통신을 위한 통신부(110), 상기 협업 주행에서 상기 다중 에이전트 센서 퓨전을 위한 상기 센서 퓨전 네트워크(140), 상기 대상 자율 주행 차량의 주행 도로 상의 상기 주변 차량, 하나 이상의 보행자 및 하나 이상의 차선 중 적어도 일부를 검출하여 주변 객체 정보를 출력하는 검출 네트워크(150), 및 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득한 센서값 및 상기 주변 객체 정보를 참조하여 상기 대상 자율 주행 차량이 운행되도록 하는 주행 네트워크(160)를 포함할 수 있다.
- [0057] 이와 같이 구성된 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 학습 장치(100)를 이용하여 상기 강화 학습에 기초하여 상기 협업 주행에서 상기 다중 에이전트 센서 퓨전을 위한 상기 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 방법을 도 1 내지 도 4를 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- [0058] 먼저, 도 2를 참조하면, 상기 학습 장치(100)는 (i) (i-1) 상기 대상 자율 주행 차량, (i-2) 상기 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 가상 차량을 포함하는 m개의 학습용 협업 주행 차량 및 (i-3) 비협업 주행을 수행하는 제2 가상 차량을 포함하는 학습용 주행 이미지와 (ii) 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 n개의 학습용 센서에 대한 다수의 학습용 센서 상태 정보를 획득할 수 있다.
- [0059] 이때, 상기 협업 주행을 수행하는 상기 대상 자율 주행 차량의 경우, 객체 검출을 위한 CNN(convolutional neural network)의 가상 학습 과정처럼 단순히 준비된 트레이닝 이미지를 삽입함으로써 가상적으로 이루어지는 것이 아니라, 실제로 도로를 주행하면서 이루어져야 한다. 즉, 학습이 완전이 이루어지지 않은 경우에는 실제로 도로 상의 상기 대상 자율 주행 차량이 충돌하는 확률이 매우 높을 수 있다. 따라서, 본 발명에서는 이를 해결하기 위한 방안으로 가상 공간(Virtual world)에서 상기 학습을 수행하며, 상기 대상 자율 주행 차량 및 상기 대상 자율 주행 차량으로부터 특정 거리 내 적어도 하나의 주변 가상 차량이 상기 가상 공간에 존재하도록 프로그래밍될 수 있다. 이때, 상기 대상 자율 주행 차량과 협업 주행을 수행하는 상기 제1 가상 차량을 포함하는 학습용 m개의 학습용 협업 주행 차량 및 상기 대상 자율 주행 차량인 모든 에이전트(agent)들은 동일한 네트워크로 동작(action)을 결정할 수 있다.
- [0060] 그리고, 도 2에서는 3대의 차량이 상기 협업 주행 모드로 주행하는 것으로 예시하였으나, 3대 이상의 차량이 상기 협업 주행 모드로 운행하고 있을 때 이들 연결 관계를 삼각형 메쉬(triangular mesh)의 형태로 표현할 수 있는데 상기 삼각형 메쉬를 구성하는 가장 간단한 형태는 3대의 차량으로 이루어진 삼각형이다. 따라서, 도 2에서는 3대의 차량에 대해서만 도시하였으나, 여러 대의 차량에 의해 상기 협업 주행 모드에서 쉽게 확장 가능할 것이다.
- [0061] 한편, 상기 학습용 주행 이미지는 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량이 상기 협업 주행 중인 전체 도로에 대한 전체 도로 이미지로, 상기 전체 도로 이미지가 그리드(grid) 형태로 분할되어 생성된 일정 크기의 블록 각각이 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각에 의해 점유되어 있거나 상기 제2 가상 차량 전체에 의해 점유되어 있는지를 나타내는 (m+1)개의 채널의 이미지이며, 상기 (m+1)개의 채널 중 m개의 채널 각각은 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각에 대응되며, 나머지 하나의 채널은 상기 제2 가상 차량에 대응될 수 있다. 이때, 상기 학습용 주행 이미지는 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량의 위치 정보와 상기 제2 가상 차량의 위치 정보를 이용하여 생성할 수 있으며, 상기 m개의 학습용 가상 차량의 위치 정보는 자신의 GPS 정보를 상기 V2V 통신을 통해서 공유하여 확인할 수 있으며, 상기 제2 가상 차량의 위치 정보는 이전 동작, 즉, 이전 프레임으로부터 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각에서 검출된 상기 제2 가상 차량의 위치 정보를 이용하여 확인할 수 있다.
- [0062] 그리고, 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보는 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각에 설치되어 있는 상기 n개의 센서에 대한 상태 정보, 즉, 상기 센서가 작동 가능한지를 나타내는 정보일 수 있다. 일 예로, 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보 중 적어도 일부는, 센서가 사용 가능하면 벡터 요소가 1로, 결함 발생 등으로 인해 사용 불가능하면 0으로 표현된 mXn개의 센서의 상태를 나타내는 벡터일 수 있다. 또한, 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보는 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 속도 각각을 더 포함할 수 있다. 이때, 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보는, 상기 센서가 가상 주행 환경에서 정상 상태와 비정상 상태를 왔다갔다 하도록 하여 획득할 수 있다. 본 명세서에서 "속도"는 스칼라(scalar)일 수 있지만, 경우에 따라 벡터일 수 도 있다.
- [0063] 다음으로, 도 3을 참조하면, 상기 학습 장치(100)는 상기 학습용 주행 이미지와 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 대상 자율 주행 차량의 센서 퓨전 네트워크(140)에 입력하여 상기 센서 퓨전 네트워크(140)로 하여금 상기 협업 주행을 수행하는 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량의 상기 센서 상태에 대한 정보 및 상기 협업 주행을 수행하는 상기 대상 자율 주행 차량의 상기 주행 도로 상황에 대한 정보를 분석하여, 상기 V2V 통신을 통해, 어느 센서로부터 얻어진 어떠한 정보를 상기 협업 주행을 수행하는 협업 주행 차량에 전송할 것인지에 대

한 정보를 출력하도록 할 수 있다.

- [0064] 즉, 상기 학습 장치(100)는 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크(140)에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크(140)로 하여금, (i) 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 상기 V2V(vehicle-to-vehicle) 통신을 통해 상기 n개의 학습용 센서 각각의 상기 센서값을 전송할 확률값인 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, (ii) 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 중, 기설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 s개의 학습용 센서에 대한 학습용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 할 수 있다. 이때, s는 1 이상이며 $m \times n$ 이하인 정수일 수 있다.
- [0065] 일 예로, 도 4를 참조하면, 상기 학습 장치(100)는, 입력1로서, 상기 CNN(convolutional neural network)을 이용하여 이의 연산을 상기 학습용 주행 이미지에 적용할 수 있다. 즉, 상기 학습 장치(100)는 상기 학습용 주행 이미지를 적어도 하나의 컨벌루션 레이어에 입력한 후, 상기 컨벌루션 레이어로 하여금 적어도 하나의 컨벌루션 연산을 상기 학습용 주행 이미지에 적용하여 적어도 하나의 학습용 특징 맵을 생성하도록 한다. 이때, 상기 컨벌루션 레이어는 다수의 레이어로 구성될 수 있으며, 상기 학습용 주행 이미지에 다중 컨벌루션 연산을 적용할 수 있다.
- [0066] 그리고, 상기 학습 장치(100)는 상기 학습용 특징 맵을 적어도 하나의 FC 레이어에 입력하여, 상기 FC 레이어로 하여금 FC 연산을 상기 학습용 특징 맵에 적용함으로써 학습용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 할 수 있다.
- [0067] 이때, 상기 FC 레이어는 다수의 레이어로 구성될 수 있다. 또한, 상기 학습 장치(100)는 적어도 하나의 풀링 레이어를 통해 상기 학습용 특징 맵에 맥스 풀링(max-pooling) 연산을 적용하고, 경우에 따라 상기 학습용 맥스 풀링 특징 맵을 상기 FC 레이어에 입력할 수 있다.
- [0068] 또한, 상기 학습 장치(100)는, 입력2로서, 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 적어도 하나의 LSTM(long short-term memory)에 입력하여 상기 LSTM(Long short-term memory)으로 하여금 순환(recurrent) 신경망 연산을 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 적용하여 상기 학습용 센서 상태 특징 벡터를 생성하도록 할 수 있다. 이때, 상기 LSTM은 복수개로 형성될 수 있으며, 상기 LSTM은 한 번 이상 반복할 수 있다.
- [0069] 이후, 상기 학습 장치(100)는 상기 학습용 이미지 특징 벡터 및 상기 학습용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅(concatenating)하여 학습용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하고, 상기 학습용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 상기 FC 레이어에 입력하여, 상기 FC 레이어로 하여금 상기 학습용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 FC 연산을 적용하여 학습용 상기 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 한다. 이때, 상기 학습 장치(100)는 상기 센서 퓨전 네트워크(140)를 통해 소프트맥스(softmax) 알고리즘을 통해 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 각각을 정규화하여 출력할 수 있다.
- [0070] 즉, 상기 학습 장치(100)는 상기 센서 퓨전 네트워크(140)를 통해 상기 CNN과 상기 LSTM의 결과를 컨캐터네이팅하고, 상기 컨캐터네이팅된 결과를 상기 FC 레이어에 입력한 다음, 상기 소프트맥스 연산을 상기 FC 연산으로부터의 결과에 적용하여 최종 결과, 즉, 상기 다중 에이전트 센서 퓨전에 대한 결과를 출력할 수 있다.
- [0071] 일 예로, 상기 협업 주행 모드 상의 상기 3대의 차량 각각에 n개의 센서가 달려있는 경우, 각각의 상기 센서에서 얻어진 각각의 상기 센서 정보를 상기 V2V 통신으로 전송할 확률 값을 나타내는 $3 \times n$ 개의 값을 출력할 수 있다. 이때, 각각의 3대의 차량에 대한 n개의 확률값은 각 차량별로 사전에 정규화될 수 있으며, 상기 협업 주행을 수행하는 상기 차량의 상기 n개의 센서 각각으로부터 획득된 상기 센서 정보를 상기 V2V통신으로 전송할 경우에는 확률 값이 큰 순서대로 s개를 선택할 수 있다.
- [0072] 다시 도 3을 참조하면, 상기 학습 장치(100)는 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득된 학습용 주행 도로 영상을 상기 검출 네트워크(150)에 입력하여, 상기 검출 네트워크(150)로 하여금, 상기 대상 자율 주행 차량의 상기 주행 도로 상의 상기 제2 가상 차량, 상기 보행자, 및 상기 차선 중 적어도 일부를 검출하여 상기 학습용 주변 객체 정보를 출력하도록 할 수 있다. 이때, 상기 검출 네트워크(150)는 입력 이미지 상에서 객체를 검출하도록 학습된 상태일 수 있다.
- [0073] 다음으로, 상기 학습 장치(100)는 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득한 상기 학습용 센서값과 상기 학습용 주변 객체 정보를 상기 주행 네트워크(160)에 입력하여, 상기 주행 네트워크(160)로 하여금, 상기 학습용 센서값과 상기 학습용 주변 객체 정보를 참조하여 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 학습용 이동 방향 확률값을 생성하도록 하여, 상기 학습용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 할 수 있다. 이때, 상기 주행 네트워크(160)는 상기 센서값과 상기 주변 객체 정보를

참조하여 상기 협업 주행을 수행하는 상기 대상 자율 주행 차량의 상기 이동 방향 확률값을 생성하도록 학습된 상태일 수 있다.

[0074] 즉, 상기 학습 장치(100)는 상기 주행 네트워크(160)로 하여금 상기 학습용 센서값과 상기 학습용 주변 객체 정보를 이용하여 협업 주행 형태를 어떻게 변경할 것인지를 판단하도록 할 수 있다. 일 예로, 각각의 상기 협업 주행 차량이 각각 좌측, 우측으로 이동해야 하거나 이동하지 않아야 하는 경우의 확률 값을 나타내는 3Xm개의 값을 출력할 수 있다. 이때, 각각의 협업 주행 차량 별로 3개의 확률값의 합은 사전에 정규화 되어 있을 수 있으며, 각각의 상기 협업 주행 차량은 확률 값이 가장 큰 동작을 수행할 수 있다.

[0075] 다음으로, 상기 학습 장치(100)는 상기 주행 네트워크(160)에 의해 운행되는 상기 대상 자율 주행 차량에 대한 학습용 교통 상황 정보를 획득하고, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조하여 리워드(reward)를 생성하며, 상기 리워드를 이용하여 상기 센서 퓨전 네트워크를 학습하는 프로세스를 수행할 수 있다.

[0076] 즉, 상기 학습 장치(100)는 상기 리워드를 이용하여, 상기 센서 퓨전 네트워크(140)에 포함된, 상기 CNN, 상기 LSTM, 및 상기 FC 레이어의 적어도 하나의 파라미터를 업데이트할 수 있다.

[0077] 이때, 상기 리워드는, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 상기 n개의 학습용 센서의 개수의 총합에서 상기 s개의 학습용 센서의 개수를 감산하여 생성된 것이며, 상기 학습 장치(100)는, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조하여 상기 리워드를 증가 또는 감소시킬 수 있다.

[0078] 이에 대해 좀 더 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0079] 상기 대상 자율 주행 차량은 운행되면서 그 주변 상황의 적어도 하나의 변화를 나타내는 상기 교통 상황 정보, 즉 상황 데이터를 획득할 수 있다. 상기 상황 데이터는, (i) 상기 대상 자율 주행 차량으로부터 특정 거리 내에 있는 적어도 하나의 주변 차량의 적어도 하나의 차량 경적 작동 여부 정보, (ii) 상기 적어도 하나의 주변 차량의 속도 변화 정보, 및 (iii) 상기 대상 자율 주행 차량 및 상기 적어도 하나의 주변 차량 간 적어도 하나의 사고 정보 중 적어도 일부를 포함할 수 있다. 상기 학습 장치(100) 또는 상기 주행 네트워크(160)는 상기 교통 상황 정보를 참조로 하여 상기 리워드를 생성하는데, 이는 상기 뉴럴 네트워크 연산에 사용되는 하나 이상의 파라미터를 조정하는 데 관여하므로, 위와 같은 정보를 참조로 하여 상기 프로세스를 조정한다는 것을 의미한다.

[0080] 상기 경적 작동 여부 정보, 상기 속도 변화 정보 및 상기 사고 정보는, 상기 대상 자율 주행 차량이 안전하게 운행하고 있는 것인지 판단하기 위한 기준이다. 상기 대상 자율 주행 차량이 안전하게 주행하고 있다면, 상기 주변 차량이 경적을 작동하지 않을 것이고, 속도를 늦추지 않을 것이며, 주변 차량과 사고가 나지 않을 것이기 때문이다. 경적의 작동, 속도 늦춤, 사고 등 적어도 하나의 사건이 발생하면, 상기 학습 장치(100) 또는 상기 주행 네트워크(160)는 상기 리워드를 낮춤으로써 상기 대상 자율 주행 차량이 더욱 안전하게 주행하도록 할 것이다. 또한, 상기 다중 에이전트 센서 퓨전에서 센서가 적은 수로 선택될 수 있도록 기설정된 임계치 이상의 확률값을 갖는 센서의 개수를 s라고 했을 경우, 상기 학습 장치(100) 또는 상기 주행 네트워크(160)는 s를 이용하여 상기 리워드를 생성할 수 있다. 일예로, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 상기 n개의 학습용 센서의 개수의 총합으로부터 상기 s개의 학습용 센서의 개수를 감산한 값을 리워드로 생성할 수 있다.

[0081] 이때, 상기 학습 장치(100)는 상기 리워드가 낮으면 상기 센서 퓨전 네트워크(140)를 학습하여 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 더 많은 센서가 포함되도록 하고, 상기 리워드가 높으면 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 더 적은 센서가 포함되도록 함으로써, 상기 대상 자율 주행 차량이 더 안전한 주행을 하도록 할 수 있다.

[0082] 그리고, 상기 교통 상황 정보가 획득되기 위해서는, 상기 주변 가상 차량이 경적을 울리고, 속도를 줄이는 로직(logic)이 사전에 프로그래밍되어있어야 한다. 구체적으로, (i) 상기 가상 공간에서 상기 대상 자율 주행 차량으로부터 특정 거리 내에 있는 적어도 하나의 주변 차량은, 제1 임계 시간 내 상기 대상 자율 주행 차량과 충돌할 확률이 검출되면 경적을 울리도록 프로그래밍되고, (ii) 상기 주변 차량은, 제2 임계 시간 내 상기 대상 자율 주행 차량과 충돌할 확률이 검출되면 속도를 줄이도록 프로그래밍될 수 있다. 이때, 상기 제1 임계 시간은 상기 제2 임계 시간보다 길거나 같을 것이다. 운전자가 자신이 운전하는 차량의 속도를 줄이기 싫어서 경적을 울리는 경우가 많기 때문이다. 물론 이는 하나의 실시예일뿐이고, 상기 제1 임계 시간과 상기 제2 임계 시간은 임의로 설정될 수 있다.

[0083] 이와 같이 상기 주변 가상 차량의 상기 로직이 구현되어 있는 경우, 상기 교통 상황 정보도 실제와 유사하게 획득될 수 있을 것이다. 상기 대상 자율 주행 차량은, 이와 같이 상기 가상 공간에 구현되어, 상기 가상 공간의 상기 대상 자율 주행 차량이 운행되는 과정을 통해 상기 뉴럴 네트워크 연산에 사용되는 파라미터가 조정됨으로써 학습될 수 있다. 이와 같이 상기 학습 과정을 구현하면, 실제와 유사한 공간을 상기 가상 공간에 구현할 수

있으므로, 가상 공간 상에서 여러 가지 상황, 즉 차량이 많은 정체 상황, 커브가 많은 길을 주행하는 상황, 언덕이 굴곡진 길을 주행하는 상황 등에 대해 사고 없이 안전하게 학습할 수 있는 장점이 있다.

- [0084] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 강화 학습에 기초하여 협업 주행에서 대상 자율 주행 차량의 센서 퓨전을 위한 센서 퓨전 네트워크를 테스트하는 테스트 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다. 상기 테스트 장치(200)는 상기 강화 학습에 기초하여 상기 자율 주행 차량의 협업 주행에서 다중 에이전트 센서(multiple agent sensor)를 위한 상기 센서 퓨전 네트워크를 테스트하는 인트렉션들을 저장하는 메모리(220) 및 상기 메모리(220)에 저장된 상기 인트렉션들에 대응하는 프로세스를 수행하는 프로세서(230)를 포함할 수 있다.
- [0085] 구체적으로, 상기 테스트 장치(200)는 전형적으로 적어도 하나의 컴퓨팅 장치(예컨대, 컴퓨터 프로세서, 메모리, 스토리지, 입력 장치 및 출력 장치, 기타 기존의 컴퓨팅 장치의 구성요소들을 포함할 수 있는 장치; 라우터, 스위치 등과 같은 전자 통신 장치; 네트워크 부착 스토리지(NAS) 및 스토리지 영역 네트워크(SAN)와 같은 전자 정보 스토리지 시스템)와 적어도 하나의 컴퓨터 소프트웨어(즉, 상기 컴퓨팅 장치로 하여금 특정의 방식으로 기능하게 하는 인트렉션들)의 조합을 이용하여 원하는 시스템 성능을 달성하는 것일 수 있다.
- [0086] 또한, 상기 컴퓨팅 장치의 프로세서는 MPU(Micro Processing Unit) 또는 CPU(Central Processing Unit), 캐시 메모리(Cache Memory), 데이터 버스(Data Bus) 등의 하드웨어 구성을 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치는 운영체제, 특정 목적을 수행하는 애플리케이션의 소프트웨어 구성을 더 포함할 수도 있다.
- [0087] 그러나, 이러한 상기 컴퓨팅 장치에 대한 설명이 본 발명을 실시하기 위한 프로세서, 메모리, 매체 또는 기타 컴퓨팅 구성요소가 통합된 형태인 통합 프로세서의 경우를 배제하는 것은 아니다.
- [0088] 이와 같이 구성된 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 테스트 장치(200)를 이용하여, 상기 강화 학습에 기초하여 상기 협업 주행에서 상기 다중 에이전트 센서 퓨전을 위한 상기 센서 퓨전 네트워크를 테스트하는 방법을 설명하면 다음과 같다. 이하의 설명에서는 도 2 내지 도 4로부터 용이하게 이해 가능한 부분에 대해서는 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [0089] 먼저, 상기 대상 자율 주행 차량의 상기 센서 퓨전을 위한 상기 센서 퓨전 네트워크는 상기의 설명에서와 같은 상기 강화 학습에 기초하여 학습된 상태일 수 있다.
- [0090] 즉, 상기 학습 장치에 의해, (a) (i) (i-1) 상기 대상 자율 주행 차량, (i-2) 상기 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 가상 차량을 포함하는 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 및 (i-3) 상기 가상 주행 환경에서 상기 비협업 주행을 수행하는 상기 제2 가상 차량을 포함하는 학습용 주행 이미지와 (ii) 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 n개의 학습용 센서에 대한 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보가 획득되면, 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크(140)에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크(140)로 하여금, (i) 상기 학습용 주행 이미지 및 상기 다수의 학습용 센서 상태 정보에 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 상기 V2V(vehicle-to-vehicle) 통신을 통해 상기 n개의 학습용 센서 각각의 각 센서값을 전송할 확률값인 학습용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, (ii) 상기 학습용 센서 퓨전 확률값 중, 상기 기설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 상기 s개의 학습용 센서에 대한 상기 학습용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 하는 프로세스, (b) 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 상기 학습용 도로 주행 영상을 상기 검출 네트워크에 입력하여, 상기 검출 네트워크로 하여금, 상기 대상 자율 주행 차량의 주행 도로 상의 상기 제2 가상 차량, 상기 보행자 및 상기 차선 중 적어도 일부를 검출하도록 하여 상기 학습용 주변 객체 정보를 출력하도록 하는 프로세스, 및 상기 학습용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 상기 학습용 센서값과 상기 학습용 주변 객체 정보를 상기 주행 네트워크에 입력하여, 상기 주행 네트워크로 하여금, 상기 학습용 센서값 및 상기 학습용 주변 객체 정보를 참조로 하여 상기 m개의 학습용 협업 주행 차량 각각의 학습용 이동 방향 확률값을 생성하도록 하여, 상기 학습용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 하는 프로세스, 및 (c) 상기 주행 네트워크에 의해 운행되는 상기 대상 자율 주행 차량의 상기 학습용 교통 상황 정보를 획득하고, 상기 학습용 교통 상황 정보를 참조로 하여 상기 리워드를 생성하며, 상기 리워드를 이용하여 상기 센서 퓨전 네트워크를 학습시킨 상태일 수 있다.
- [0091] 이때, (i) (i-1) 테스트용 대상 자율 주행 차량, (i-2) 상기 대상 자율 주행 차량과 상기 협업 주행을 수행하는 제1 차량을 포함하는 k개의 테스트용 협업 주행 차량 및 (i-3) 상기 비협업 주행을 수행하는 제2 차량을 포함하는 테스트용 주행 이미지와 (ii) 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 각각의 i개의 테스트용 센서에 대한 다수의 테스트용 센서 상태 정보가 획득되면, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 적어도 하나의 협업 주행 차

량의 테스트용 장치(200)가, 상기 테스트용 주행 이미지 및 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크로 하여금, (i) 상기 테스트용 주행 이미지 및 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 상기 뉴럴 네트워크 연산을 적용하도록 하여, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 각각이 상기 협업 주행을 위하여 상기 V2V 통신을 통해 상기 i개의 테스트용 센서 각각의 각 센서값을 전송할 확률값인 테스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 하고, (ii) 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값 중, 상기 기 설정된 임계치 이상의 확률값을 가지는 s개의 테스트용 센서에 대한 테스트용 퓨전 센서 정보를 생성하도록 하며, (iii) 상기 s개의 테스트용 센서에 대한 상기 테스트용 퓨전 센서 정보를 상기 V2V 통신을 통해 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 적어도 일부에 전송하도록 할 수 있다.

[0092] 즉, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 상기 적어도 하나의 협업 주행 차량의 상기 테스트용 장치(200)가, 상기 테스트용 주행 이미지와 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보를 상기 센서 퓨전 네트워크(140)에 입력함으로써, 상기 센서 퓨전 네트워크(140)로 하여금, (i) 상기 CNN을 통한 컨벌루션 연산을 상기 테스트용 주행 이미지에 적용하여 테스트용 특징 맵을 생성하고, 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하며, (ii) 적어도 하나의 LSTM을 통한 순환 신경망 연산을 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 적용하여 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 생성하도록 하고, (iii) 상기 테스트용 이미지 특징 벡터 및 상기 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅하여 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하고, 상기 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 적어도 하나의 FC 레이어의 FC 연산을 적용하여 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 할 수 있다.

[0093] 일 예로, 상기 테스트용 장치(200)는, 입력1로서, 상기 테스트용 주행 이미지에 상기 CNN(convolutional neural network)을 적용할 수 있다. 즉, 상기 테스트용 장치(100)는 상기 테스트용 주행 이미지를 상기 컨벌루션 레이어에 입력한 후, 상기 컨벌루션 레이어로 하여금 상기 테스트용 주행 이미지에 이의 컨벌루션 연산을 적용하여 상기 테스트용 특징 맵을 생성하도록 할 수 있다.

[0094] 그리고, 상기 테스트용 장치(200)는 상기 테스트용 특징 맵을 상기 FC 레이어에 입력하여, 상기 FC 레이어로 하여금 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 할 수 있다.

[0095] 또한, 상기 테스트용 장치(200)는, 입력2로서, 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보를 상기 LSTM(long short-term memory)에 입력하여 상기 LSTM으로 하여금 순환(recurrent) 신경망 연산을 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 적용하여 상기 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 생성하도록 할 수 있다.

[0096] 이후, 상기 테스트용 장치(200)는 상기 테스트용 이미지 특징 벡터와 상기 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅하여 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하고, 상기 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 상기 FC 레이어에 입력하여 상기 FC 레이어로 하여금 상기 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 FC 연산을 적용하여 상기 테스트용 센서 퓨전 확률값을 생성하도록 할 수 있다.

[0097] 다음으로, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 상기 적어도 하나의 협업 주행 차량의 상기 테스트용 장치(200)는, 상기 테스트용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득되는 테스트용 도로 주행 영상을 상기 검출 네트워크(150)에 입력하여, 상기 검출 네트워크(150)로 하여금, 상기 테스트용 대상 자율 주행 차량의 실제 주행 도로 상의 상기 제2 차량, 상기 보행자, 및 상기 차선 중 적어도 일부를 검출하여 테스트용 주변 객체 정보를 출력하도록 할 수 있다.

[0098] 이후, 상기 테스트용 장치(200)는 상기 테스트용 퓨전 센서 정보에 응답하여 상기 V2V 통신을 통해 획득된 테스트용 센서값 및 상기 테스트용 주변 객체 정보를 상기 주행 네트워크(160)에 입력하여, 상기 주행 네트워크(160)로 하여금, 상기 테스트용 센서값과 상기 테스트용 주변 객체 정보를 참조하여, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 각각의 테스트용 이동 방향 확률값을 생성하도록 함으로써, 상기 테스트용 이동 방향 확률값을 참조하여 상기 대상 자율 주행 차량을 운행하도록 할 수 있다.

[0099] 한편, 상기 테스트용 장치(200)가 네트워크 연산을 집중된 형태로 수행하는 경우, 모든 에이전트, 즉, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량으로부터 상기 테스트용 주행 이미지와 상기 테스트용 센서 상태 정보를 하나의 에이전트가 상기 V2V 통신을 통해서 모이는 형태(all-to-one)로 받고, 상기 하나의 에이전트는 네트워크 연산을 수행하고 그 결과를 V2V 방송(one-to-all)으로서 전송할 수 있다.

[0100] 또한, 상기 네트워크 연산의 적어도 일부를 나눠서 수행하는 경우, 모든 에이전트는 연산량이 적은 LSTM 부분의 네트워크 연산을 수행하고, 상기 모든 에이전트 중 특정 에이전트는 연산량이 많은 CNN 부분의 상기 네트워크 연산을 수행하며, 상기 V2V 통신을 통해 중간 결과를 방송할 수 있고, 상기 모든 에이전트는 상기 LSTM과 상기

CNN의 중간 결과를 합치고, 최종 결과를 연산하는 부분을 수행하도록 할 수 있다. 따라서, 연산량이 많은 CNN 부분을 상기 특정 에이전트가 맡아 수행하고, 라운드 로빈 방식으로 상기 모든 에이전트가 맡으므로 평균 연산량을 줄일 수 있게 된다.

[0101] 즉, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 특정 차량이, 특정 CNN으로 하여금, 상기 테스트용 주행 이미지에 다중 컨벌루션 연산을 적용하여 상기 테스트용 특징 맵을 생성하고 이를 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용함으로써 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하면, 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 상기 적어도 하나의 협업 주행 차량의 테스트 장치(200)는 상기 V2V 통신을 통해 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 상기 적어도 하나의 협업 주행 차량으로부터 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 획득할 수 있다. 또한 상기 테스트 장치(200)는, 적어도 하나의 LSTM으로 하여금, 상기 다수의 테스트용 센서 상태 정보에 순환 신경망 연산을 적용하여 상기 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 생성하도록 할 수 있다. 이후, 테스트 장치(200)는 상기 V2V 통신을 통해 획득된, 상기 테스트용 이미지 특징 벡터와 상기 테스트용 센서 상태 특징 벡터를 컨캐터네이팅하여 상기 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터를 생성하고, 상기 테스트용 컨캐터네이팅된 특징 벡터에 FC 연산을 적용하여 적어도 하나의 FC 레이어를 통해 상기 센서 퓨전 확률값을 생성할 수 있다.

[0102] 이때, 상기 특정 CNN으로 하여금, 상기 테스트용 주행 이미지에 컨벌루션 연산을 적용하도록 하여 테스트용 특징 맵을 생성하도록 하고, 상기 테스트용 특징 맵에 FC 연산을 적용하여 상기 테스트용 이미지 특징 벡터를 생성하도록 하는 상기 특정 차량은 라운드 로빈 스케줄링(Round Robin Scheduling)에 따라 순차적으로 일정 시간 간격으로 지정되는 상기 k개의 테스트용 협업 주행 차량 중 하나의 협업 주행 차량일 수 있다.

[0103] 본 발명에 따르면, 상기 주행 도로 상황 및 상기 자율 주행 차량의 하나 이상의 센서 상태에 따라, 상기 협업 주행 모드에서 주행하는, 상기 다중 에이전트 강화 학습 기반의 자율 주행 차량은, 상기 V2V 통신을 통해 상기 센서 정보 중 어떠한 정보를 서로에게 전송할 것인지를 선택하고, 상기 협업 주행 모드에서 상기 모든 자율 차량 중 적어도 일부 자율 차량의 협업 주행 형태를 어떻게 변경할 것인지를 결정할 수 있고, V2V 정보 퓨전과 상기 다중 에이전트 센서 퓨전 중 하나를 통해 센서 정보를 이용하여 자율 주행을 수행할 수 있으며 상기 협업 주행을 위해 최적 위치로 자신의 위치를 재배치할 수 있으며, 자신의 센서 일부가 고장난 경우, 상기 협업 주행 모드 상의 타 자율 주행 차량으로부터의 상기 센서 정보를 활용하여 기능적 안전성을 도모할 수 있다. 또한 상기 자율 주행 차량의 신뢰도는 가상 주행 훈련을 통해 업데이트될 수 있다.

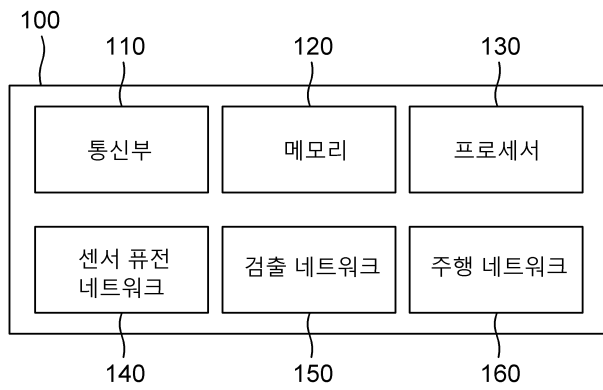
[0104] 이상 설명된 본 발명에 따른 실시예들은 다양한 컴퓨터 구성요소를 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령어의 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령어, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록되는 프로그램 명령어는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체의 예에는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령어를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령어의 예에는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함된다. 상기 하드웨어 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0105] 이상에서 본 발명이 구체적인 구성요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명이 상기 실시예들에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형을 꾀할 수 있다.

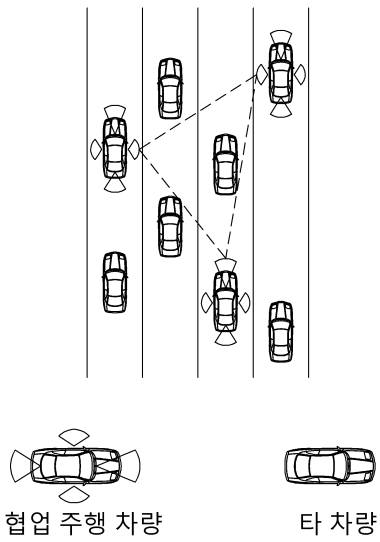
[0106] 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등하게 또는 등가적으로 변형된 모든 것들은 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

도면1

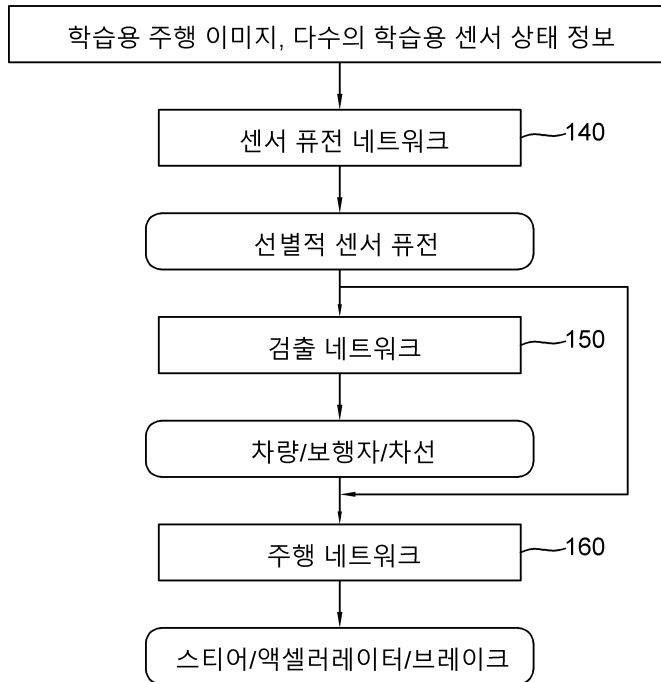


도면2

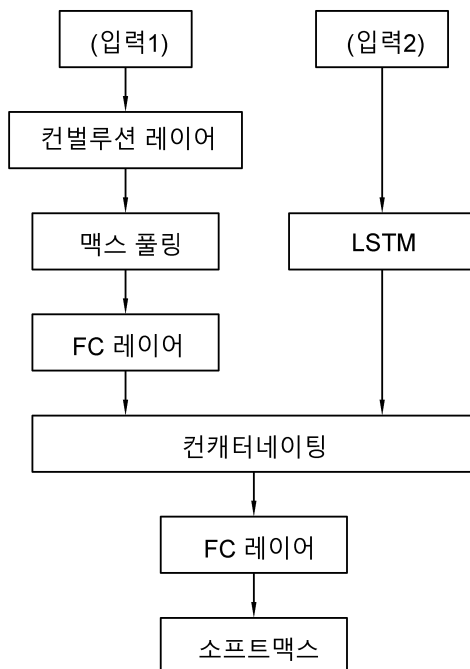


도면3

100



도면4



도면5

