



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0036241
(43) 공개일자 2024년03월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60W 50/08 (2020.01) B60W 40/08 (2006.01)
B60W 50/00 (2006.01) G06N 3/08 (2023.01)
(52) CPC특허분류
B60W 50/08 (2013.01)
B60W 40/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0114772
(22) 출원일자 2022년09월13일
심사청구일자 2022년09월13일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
김덕환
서울특별시 양천구 목동로 230, 103동 1004호(목동, 아이파크아파트)
이홍구
경기도 수원시 장안구 정자로42번길 52, 738동 103호(천천동, 비단마을 베스트타운)
강동현
경상북도 포항시 북구 중흥로139번길 23-1, 1층(죽도동)
(74) 대리인
양성보

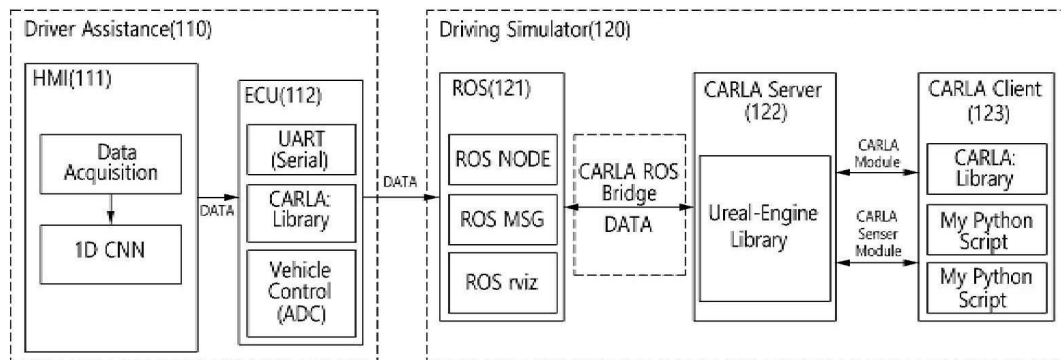
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 방법 및 시스템

(57) 요약

반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 방법 및 시스템이 제시된다. 본 발명에서 제안하는 반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 시스템은 운전자의 생체신호 기반 CNN 모델을 이용하여 운전자의 감정 및 상황을 분류하고, 상황인식 결과 데이터를 ECU 보드로 전송하는 HMI(Human machine interface), 수신 받은 HMI 결과데이터를 이용하여 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오를 생성하는 ECU(Electronic Control Unit) 보드, CARLA(Car Learning to Act) 시뮬레이터를 통해 반자율 주행을 실행하기 위한 반자율 주행 가상환경에 관한 차량정보 및 센서데이터를 관리하는 ROS(Robot operating system) 및 상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 상기 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오에 따라 CARLA 클라이언트의 반자율 주행을 실행하는 CARLA 서버를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G06N 3/08 (2023.01)
B60W 2040/0872 (2013.01)
B60W 2050/0029 (2013.01)
B60W 2050/0043 (2013.01)
B60W 2540/22 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415177445
과제번호	67745-1
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	미래형자동차핵심기술전문인력양성사업
연구과제명	미래형자동차 핵심기술 전문인력양성사업(1차년도)
기 여 율	30/100
과제수행기관명	인하대학교 산학협력단
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415177471
과제번호	P0017124
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	신산업융합형임베디드시스템전문인력양성사업
연구과제명	신산업융합 생태계 구축을 위한 인공지능 기반 임베디드시스템 고급인양성(2차년도)
기 여 율	30/100
과제수행기관명	인하대학교 산학협력단
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711153997
과제번호	2021R1F1A1050750
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기본연구
연구과제명	[Ezbaro] IoT 데이터를 위한 연합 심층학습을 통한 블록체인지향 분산 엣지 컴퓨팅
솔루션에 대한 연구	
기 여 율	40/100
과제수행기관명	인하대학교 산학협력단
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

운전자의 생체신호 기반 CNN 모델을 이용하여 운전자의 감정 및 상황을 분류하고, 상황인식 결과 데이터를 ECU 보드로 전송하는 HMI(Human machine interface);

수신 받은 HMI 결과데이터를 이용하여 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오를 생성하는 ECU(Electronic Control Unit) 보드;

CARLA(Car Learning to Act) 시뮬레이터를 통해 반자율 주행을 실행하기 위한 반자율 주행 가상환경에 관한 차량정보 및 센서데이터를 관리하는 ROS(Robot operating system); 및

상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 상기 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오에 따라 CARLA 클라이언트의 반자율 주행을 실행하는 CARLA 서버

를 포함하는 인간-기계 상호작용 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 HMI는,

상기 운전자의 생체신호 기반의 CNN 모델을 이용하기 위해 PPG 신호 및 GSR 신호를 사용하고, 원시 데이터를 학습데이터 및 실시간 감정인식을 위한 데이터로 바로 사용하기 위해 상기 원시 데이터의 저주파 성분 제거를 위한 버터워스 필터(Butterworth Filter)를 적용하고, 고차다항식, 이동평균 필터를 사용하여, 기저선 변동 및 동적잡음을 감소시키며, 전처리된 생체신호를 파형단위로 분할 후 1D CNN 모델을 통해 데이터의 학습을 진행하는

인간-기계 상호작용 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 ROS는,

ROS 브리지(Bridge)를 통해 CARLA 시뮬레이터와 ECU보드의 데이터를 연동하고, 상기 수신 받은 차량정보 및 센서데이터는 각 ROS 노드(Node)에서 반자율 주행 제어를 위해 처리되어, 반자율 주행을 위한 ROS의 API(Application Programming Interface)로 전송된 ROS 메시지(Message) 데이터를 사용하여 CARLA 서버가 반자율 주행을 실행하도록 차량정보 및 센서데이터를 관리하는

인간-기계 상호작용 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 CARLA 서버는,

가상차량에 데이터인 상기 차량정보 및 센서데이터를 전송하기 위해 CAN 데이터로 변환하고, 상기 HMI결과 데이터와 상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 반자율 주행 모드에서 상기 ECU 모드에서 생성된 운전자의 감정 및 상황에 따른 복수의 시나리오에 따라 드라이버 제어 또는 자율 제어를 실행하도록 CARLA 클라이언트의 가상 차량을 제어하는

인간-기계 상호작용 시스템.

청구항 5

HMI(Human machine interface)가 운전자의 생체신호 기반 CNN 모델을 이용하여 운전자의 감정 및 상황을 분류하고, 상황인식 결과 데이터를 ECU 보드로 전송하는 단계;

ECU(Electronic Control Unit) 보드가 수신 받은 HMI 결과데이터를 이용하여 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오를 생성하는 단계;

ROS(Robot operating system)가 CARLA(Car Learning to Act) 시뮬레이터를 통해 반자율 주행을 실행하기 위한 반자율 주행 가상환경에 관한 차량정보 및 센서데이터를 관리하는 단계; 및

CARLA 서버가 상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 상기 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오에 따라 CARLA 클라이언트의 반자율 주행을 실행하는 단계

를 포함하는 인간-기계 상호작용 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 HMI가 운전자의 생체신호 기반 CNN 모델을 이용하여 운전자의 감정 및 상황을 분류하고, 상황인식 결과 데이터를 ECU 보드로 전송하는 단계는,

상기 운전자의 생체신호 기반의 CNN 모델을 이용하기 위해 PPG 신호 및 GSR 신호를 사용하고, 원시 데이터를 학습데이터 및 실시간 감정인식을 위한 데이터로 바로 사용하기 위해 상기 원시 데이터의 저주파 성분 제거를 위한 버터워스 필터(Butterworth Filter)를 적용하고, 고차다항식, 이동평균 필터를 사용하여, 기저선 변동 및 동적잡음을 감소시키며, 전처리된 생체신호를 파형단위로 분할 후 1D CNN 모델을 통해 데이터의 학습을 진행하는

인간-기계 상호작용 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 ROS가 CARLA(Car Learning to Act) 시뮬레이터를 통해 반자율 주행을 실행하기 위한 반자율 주행 가상환경에 관한 차량정보 및 센서데이터를 관리하는 단계는,

ROS 브리지(Bridge)를 통해 CARLA 시뮬레이터와 ECU보드의 데이터를 연동하고, 상기 수신 받은 차량정보 및 센서데이터는 각 ROS 노드(Node)에서 반자율 주행 제어를 위해 처리되어, 반자율 주행을 위한 ROS의 API(Application Programming Interface)로 전송된 ROS 메시지(Message) 데이터를 사용하여 CARLA 서버가 반자율 주행을 실행하도록 차량정보 및 센서데이터를 관리하는

인간-기계 상호작용 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 CARLA 서버가 상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 상기 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오에 따라 CARLA 클라이언트의 반자율 주행을 실행하는 단계는,

가상차량에 데이터인 상기 차량정보 및 센서데이터를 전송하기 위해 CAN 데이터로 변환하고, 상기 HMI결과 데이터와 상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 반자율 주행 모드에서 상기 ECU 보드에서 생성된 운전자의 감정 및 상황에 따른 복수의 시나리오에 따라 드라이버 제어 또는 자율 제어를 실행하도록 CARLA 클라이언트의 가상차량을 제어하는

인간-기계 상호작용 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 방법 및 시스템에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 최근 인간-기계 상호작용 기술은 자율주행 차량에도 적용하는 연구가 진행되고 있다. ADAS(Advanced Driver Assistance Systems)는 다양한 방법으로 운전자의 운전 도움을 주는 시스템이지만, 차량 내부의 운전자 상황, 감정을 이용한 차량 제어 시스템 간의 상호작용 연구는 소수이다. 현재까지 운전자의 감정 변화가 차량 주행 및 제어 능력에 영향을 미치는 연구와 자율 주행 및 운전자의 보조 시스템의 설계를 위한 운전 상황, 감정을 분석함으로써 새로운 측면으로 차량 제어 시스템을 설계할 수 있으며, 운전자와 차량 간의 상호작용이 필요하다는 것을 알 수 있다.
- [0003] 실제 차량으로 자율주행 연구 진행 시 인명사고에 대한 다수 위험성 및 실험 장비, 비용에 필요한 등의 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 가상환경의 시뮬레이터를 자주 사용한다. 3D 가상 시뮬레이터는 객체, 날씨, 공간 및 실험비용 등 제한에 영향이 없으며, 다양한 시나리오 데이터 수집을 통한 연구에 필요한 상황 설정이 용이하다. 특히 가상 엔진(Unreal Engine) 및 단일성(Unity) 등의 3D게임엔진 기반의 가상 자율 주행 시뮬레이터를 사용하여 다양한 연구분야에서 적용 중이다. 주행 시뮬레이터 종류로는 가상 엔진 기반 CARLA, Sim4CV, AirSim과 단일 엔진(Unity Engine) 기반 LGSVL(LG Silicon Valley Lab)이 개발되었다. 차량 주행에 있어 물리적인 시간 및 장소의 제약의 대해서 자유로운 CARLA(Car Learning to Act) 시뮬레이터가 주로 사용된다. ROS(Robot Operating System)는 오픈 소스기반의 메타운영체제로 미들웨어이며 이기종 디바이스에 유리한 조건이다. 시뮬레이터로 개발한 환경에서 실제 환경에 적용하는데 최적화되어 있으며, ROS를 사용한 자율 주행 연구가 활발히 진행되고 있다. 앞서 언급한 내용처럼 자율 주행 모듈 개발 시 시뮬레이터 기반으로 개발한 모듈은 실제 차량에 즉시 적용이 가능한 이점이 있다. 차량에 장착되는 ECU(Electronic Control Unit) 모듈을 개발 시 HILS(Hardware-in-the-Loop) 기반으로 한 시뮬레이터 연구가 많이 진행이 되고 있다. HILS를 사용하여 테스트를 진행하게 되면 안전 위험 및 공간제약 등 여러 문제가 발생하지 않는다. ECU는 차량에 장착되는 차량 전자 제어 마이크로 컨트롤러로써 엔진 및 주변장치를 제어하는 보드이다. ADAS (Advanced Driver Assistance Systems)는 차량 자율주행 기술의 발전으로 차량 내에 70개가 넘는 ECU보드가 장착되고 있다. 시뮬레이션을 사용하여 ECU 모듈 개발 시에 차량 특정 객체 모델을 ECU가 대체하게 된다. 따라서 실험 시 완성된 차량이 없이도 시뮬레이터 상 제어 모듈을 쉽게 개발할 수 있고, 재사용이 가능한 이점이 있다. 차량 내에 전기 장치들은 CAN(Controller Area Network) 통신 프로토콜에 의해 제어와 모니터링이 가능하게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) [1] Sini, Jacopo, Antonio Costantino Marceddu, and Massimo Violante. "Automatic emotion recognition for the calibration of autonomous driving functions." Electronics 9.3 (2020): 518.
- (특허문헌 0002) [2] Alian, A.A.; Kirk, H.S. Photoplethysmography. Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol. 2014, 28, 395-406.
- (특허문헌 0003) [3] Jacobs, K.W.; Frank, E.H., Jr. Effects of four psychological primary colors on GSR, heart rate and respiration rate. Percept. Mot. Ski.1974, 38, 763-766.
- (특허문헌 0004) [4] Maeng, Jun-Ho, Dong-Hyun Kang, and Deok-Hwan Kim. "Deep Learning Method for Selecting Effective Models and Feature Groups in Emotion Recognition Using an Asian Multimodal Database." Electronics 9.12 (2020): 1988.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 탑승자의 상황, 감정을 이용한 운전자 보조 주행 제어하기 위해 가상환경 CARLA 시뮬레이터를 사용하는 생체신호 데이터 기반 상황인지를 탑재한 반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 방법 및 시스템을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0006] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 시스템은 운전자의 생체신호 기반 CNN 모델을 이용하여 운전자의 감정 및 상황을 분류하고, 상황인식 결과 데이터를 ECU 보드로 전송하는 HMI(Human machine interface), 수신 받은 HMI 결과데이터를 이용하여 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오를 생성하는 ECU(Electronic Control Unit) 보드, CARLA(Car Learning to Act) 시뮬레이터를 통해 반자율 주행을 실행하기 위한 반자율 주행 가상환경에 관한 차량정보 및 센서데이터를 관리하는 ROS(Robot operating system) 및 상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 상기 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오에 따라 CARLA 클라이언트의 반자율 주행을 실행하는 CARLA 서버를 포함한다.
- [0007] 상기 HMI는 상기 운전자의 생체신호 기반의 CNN 모델을 이용하기 위해 PPG 신호 및 GSR 신호를 사용하고, 원시 데이터를 학습데이터 및 실시간 감정인식을 위한 데이터로 바로 사용하기 위해 상기 원시 데이터의 저주파 성분 제거를 위한 버터워스 필터(Butterworth Filter)를 적용하고, 고차다항식, 이동평균 필터를 사용하여, 기저선 변동 및 동적잡음을 감소시키며, 전처리된 생체신호를 과형단위로 분할 후 1D CNN 모델을 통해 데이터의 학습을 진행한다.
- [0008] 상기 ROS는 ROS 브리지(Bridge)를 통해 CARLA 시뮬레이터와 ECU보드의 데이터를 연동하고, 상기 수신 받은 차량정보 및 센서데이터는 각 ROS 노드(Node)에서 반자율 주행 제어를 위해 처리되어, 반자율 주행을 위한 ROS의 API(Application Programming Interface)로 전송된 ROS 메시지(Message) 데이터를 사용하여 CARLA 서버가 반자율 주행을 실행하도록 차량정보 및 센서데이터를 관리한다.
- [0009] 상기 CARLA 서버는 가상차량에 데이터인 상기 차량정보 및 센서데이터를 전송하기 위해 CAN 데이터로 변환하고, 상기 HMI결과 데이터와 상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 반자율 주행 모드에서 상기 ECU 보드에서 생성된 운전자의 감정 및 상황에 따른 복수의 시나리오에 따라 드라이버 제어 또는 자율 제어를 실행하도록 CARLA 클라이언트의 가상차량을 제어한다.
- [0010] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 방법은 HMI(Human machine interface)가 운전자의 생체신호 기반 CNN 모델을 이용하여 운전자의 감정 및 상황을 분류하고, 상황인식 결과 데이터를 ECU 보드로 전송하는 단계, ECU(Electronic Control Unit) 보드가 수신 받은 HMI 결과데이터를 이용하여 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오를 생성하는 단계, ROS(Robot operating system)가 CARLA(Car Learning to Act) 시뮬레이터를 통해 반자율 주행을 실행하기 위한 반자율 주행 가상환경에 관한 차량정보 및 센서데이터를 관리하는 단계 및 CARLA 서버가 상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 상기 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오에 따라 CARLA 클라이언트의 반자율 주행을 실행하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명의 실시예들에 따르면 탑승자의 상황, 감정을 이용한 운전자 보조 주행 제어하기 위해 가상환경 CARLA 시뮬레이터를 사용하는 생체신호 데이터 기반 상황인지를 탑재한 반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 방법 및 시스템을 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 반자율 제어를 위한 ROS 차량제어 Rqt 그래프를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 반자율 주행 제어 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 DAS 통신 프레임을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 DAS를 위한 구성도이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 운전자의 상황을 기반으로 차량을 제어하기 위해 2차원 영역을 4가지로 나

눈 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 운전자의 상황 및 감정인식을 위한 제안한 1D CNN 모델을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 현재 차량 중심의 반자율(Semi-Autonomous) 모듈은 운전자의 상황 및 감정을 고려하지 않는다. 자율 주행 환경에서 수동 주행으로 변경하는 시점에서는 차량운전을 보조하기 위해 HMI(Human-Machine Interface), ADAS(Advanced Driver Assistance Systems)가 필수적으로 요구된다.
- [0014] 본 발명에서는 운전자의 상황 및 감정 인식을 통해 차량 속도제어 및 정보를 모니터링을 하게 되고, 총 4가지 상황을 분류하여 차량 주행 시나리오의 가능성을 확인하였다. 실험 결과로 멀티모달 생체신호 기반 1D CNN(1D Convolutional Neural Networks)모델을 적용하여 반자율 자동차(Semi-Autonomous Vehicle)에 적용하였다. 주행 시뮬레이터와 HILS(Hardware-in-the-Loop Simulation)장비를 사용한 가상환경에서의 실제차량과 유사한 환경으로 진행하였다. 새로운 운전자 보조 시스템은 운전자의 각 상황 및 감정, 상황에서 제어 가능성을 확인하였고, 4개의 생체신호 데이터 상황과 8가지의 감정인식을 통해 운전자 보조 시스템 반응속도는 351.75ms되어 적용 가능함을 확인하였다.
- [0015] 본 발명에서 탑승자의 상황, 감정을 이용한 운전자 보조 주행 제어하기 위해 가상환경 CARLA 시뮬레이터를 사용하는 생체신호 데이터 기반 상황인지를 탑재한 반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 방법 및 시스템은 상황, 감정인식을 위해 간단한 데이터 처리와 1D CNN(1D Convolutional Neural Networks) 감정인식을 수행한다. 실제환경 차량과 유사한 구성으로 게임 엔진기반 오픈 소스 플랫폼인 주행 시뮬레이터 기반 차량 및 도시 등 객체를 구성하고, ROS를 이용한 차량의 데이터 모니터링 및 제어하였다.
- [0016] 최근 운전자와 기계 상호작용 연구는 다양한 생체신호를 적용하였다. 종래기술에 따르면, 수동 운전에서 자율주행으로 원활한 전환을 위해 얼굴 표정 기반 생체신호를 사용하였다. 탑승객의 의도와 감정을 시스템에 전달함으로써, 탑승객 의도와 가장 가까운 결정으로 주행에 대한 편안함을 제공하였다. 또 다른 종래기술은 운전자의 음성 기반 생체신호를 사용하여, 사고 예방을 위한 경고 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템 적용으로 다양한 운전자 행동 상태(Driver Behavior States; DBS)을 비교 결과 기존 차량 제어 시스템의 개선이 가능하다는 것을 확인하였다. 하지만 반자율 주행에서의 차량 제어권 전환에 어려움이 많이 발생한다.
- [0017] 또 다른 종래기술은 반자율 주행에서 운전자의 감정에 따라 차량 제어권 전환 시간을 측정하여, 수동 운전과 운전자의 감정, 상황에 대한 연구를 진행하였다. 수동 운전 성능에 대하여 운전자의 정서적 상태가 높고, 낮음에 따른 영향 연구도 진행되었다. 운전자의 감정이 긍정적인 상태일 때 운전시 집중도는 높았지만, 반응속도는 늦어졌다. 부정적인 감정 상태는 낮은 집중도, 높은 반응속도를 보였다. 그리고 운전자에게 행복한 음악과 슬픈 음악을 청취하였을 때, 주행 속도는 행복한 음악이 슬픈 음악에 비해 큰 변속과 스티어링 제어 저하를 보였다. AAA 교통 안전 재단의 설문 조사 응답 결과에 따르면 80%의 운전자가 차량 주행 시 분노 및 공격성을 보였다. 운전자 주행 데이터의 분석을 통해 분노, 슬픔, 우울 및 정서적 불안함을 포함한 감정 상태는 차량 충돌 가능성이 9.8배 증가하고, 감정이 분노 상태 일 때 과속 및 교통 규칙 위반을 하고 위험한 공격적인 운전을 한다. 차량 주행 중 운전자가 감정을 조절하지 못하여, 사고 발생하는 경우가 확인되어 왔지만, 감정인식에 대한 정확도와 차량 제어 시스템 접근에 대한 어려움으로 적용하지 못하였다. 최근 다양한 인간의 생체신호 기반 감정인식에 대한 높은 정확도를 추출하는 방법과 세분화된 차량 제어 시스템으로 최근 자율주행 자동차 기술은 활발히 연구되고 있다. 탑승자의 감정을 이용하여 사고 예방 및 감소 방법에 대한 연구는 반자율주행 차량의 인간-기계 상호작용에서 운전자의 행동 및 감정 인식이 완벽한 지능형 차량의 제어를 달성하기 위한 새로운 방법으로 사용되고 있다. 앞서 언급된 연구는 운전자 기반 차량 주행 관련 연구 시 가상환경 시뮬레이터 실험을 진행하는 경우가 많다. 운전 시뮬레이터에서는 신뢰할 수 있는 연구 데이터 취득에 용이하며, 주변환경에 영향을 많이 받는 생체신호는 이러한 이점을 이용하여 상황에 따른 운전자 상태에 대한 연구에 유리하다. 미들웨어인 ROS와 게임 엔진을 연동한 자율주행 연구에서 실제차량이 없는 실험이 활발히 진행되어 왔다. 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

- [0020] 본 발명에서는 반자율 주행 시 운전자의 상황, 감정에 따라 동작하는 HMI(Human machine interface)(111)를 포함하는 운전자 지원(Driver Assistance) 모듈(110)을 제안한다.
- [0021] 제안하는 반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 시스템은 운전자 지원(Driver Assistance) 모듈(110)의 HMI(Human machine interface)(111), ECU(Electronic Control Unit) 보드(112), 주행 시뮬레이터(Driving Simulator) 모듈(120)의 ROS(Robot operating system)(121), CARLA 서버(122) 및 CARLA 클라이언트(123)를 포함한다.
- [0022] HMI(111)는 운전자의 생체신호 기반 1D CNN(1D Convolutional Neural Networks) 모델을 통해 운전자의 감정 및 상황을 분류하고, 상황인식 결과 데이터를 시리얼 통신을 사용하여 ECU(Electronic Control Unit) 보드(112)로 전송하게 된다.
- [0023] HMI(111)는 상기 운전자의 생체신호 기반의 1D CNN 모델을 이용하기 위해 PPG 신호 및 GSR 신호를 사용할 수 있다. 원시 데이터를 학습데이터 및 실시간 감정인식을 위한 데이터로 바로 사용하기 위해 상기 원시 데이터의 저주파 성분 제거를 위한 버터워스 필터(Butterworth Filter)를 적용하고, 고차다항식, 이동평균 필터를 사용하여, 기저선 변동 및 동적잡음을 감소시킬 수 있다. 이와 같이 전처리된 생체신호를 파형단위로 분할 후 1D CNN 모델을 통해 데이터의 학습을 진행한다.
- [0024] ECU 보드(112)는 수신 받은 HMI 결과 데이터를 이용하여 주행 시뮬레이터(Driving Simulator) 모듈(120)인 CARLA(Car Learning to Act) 시뮬레이터에서 반자율 주행 가상환경에 관한 4개의 시나리오 구성한다.
- [0025] ROS(121)는 CARLA(Car Learning to Act) 시뮬레이터를 통해 반자율 주행을 실행하기 위한 반자율 주행 가상환경에 관한 차량정보 및 센서데이터를 관리한다.
- [0026] ROS(121)는 전송 받은 데이터를 이용하여 구성된 주행 시나리오 차량의 스로틀(Throttle) 및 브레이크(Breake) 값을 CARLA 서버(122)에 입력하여 CARLA 클라이언트(123)의 가상 차량 속도를 제어하도록 한다. 이때 가상 차량에 보내지는 스로틀 및 브레이크 데이터는 ROS TOPIC 메시지로 변환하여 차량에 사용하게 된다. HMI 결과 데이터가 없을 경우 ECU 보드(112)는 데이터를 전송하지 않는다. 따라서 차량은 수동 운전으로 전환되어, 스로틀 및 브레이크 값으로 차량 속도를 제어하게 된다.
- [0027] ROS(121)는 ROS 브리지(Bridge)를 통해 CARLA 시뮬레이터와 ECU보드(112)의 데이터를 연동하고, 상기 수신 받은 차량정보 및 센서데이터는 각 ROS 노드(Node)에서 반자율 주행 제어를 위해 처리되어, 반자율 주행을 위한 ROS의 API(Application Programming Interface)로 전송된 ROS 메시지(Message) 데이터를 사용하여 CARLA 서버(122)가 반자율 주행을 실행하도록 차량정보 및 센서데이터를 관리한다.
- [0028] CARLA 서버(122)는 상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 상기 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오에 따라 CARLA 클라이언트(123)의 반자율 주행을 실행한다.
- [0029] CARLA 서버(122)는 가상차량에 데이터인 상기 차량정보 및 센서데이터를 전송하기 위해 CAN 데이터로 변환한다. 이후, 상기 HMI 결과 데이터와 상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 반자율 주행 모드에서 상기 ECU 보드(112)에서 생성된 운전자의 감정 및 상황에 따른 복수의 시나리오에 따라 드라이버 제어 또는 자율 제어를 실행하도록 CARLA 클라이언트(123)의 가상차량을 제어할 수 있다.
- [0031] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0032] 제안하는 반자율 자동차의 운전 보조 시스템을 위한 인간-기계 상호작용 방법은 HMI(Human machine interface)가 운전자의 생체신호 기반 CNN 모델을 이용하여 운전자의 감정 및 상황을 분류하고, 상황인식 결과 데이터를 ECU 보드로 전송하는 단계(210), ECU(Electronic Control Unit) 보드가 수신 받은 HMI 결과데이터를 이용하여 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오를 생성하는 단계(220), ROS(Robot operating system)가 CARLA(Car Learning to Act) 시뮬레이터를 통해 반자율 주행을 실행하기 위한 반자율 주행 가상환경에 관한 차량정보 및 센서데이터를 관리하는 단계(230) 및 CARLA 서버가 상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 상기 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오에 따라 CARLA 클라이언트의 반자율 주행을 실행하는 단계(240)를 포함한다.
- [0033] 단계(210)에서, HMI는 운전자의 생체신호 기반 1D CNN(1D Convolutional Neural Networks) 모델을 통해 운전자

의 감정 및 상황을 분류하고, 상황인식 결과 데이터를 시리얼 통신을 사용하여 ECU(Electronic Control Unit) 보드로 전송하게 된다.

- [0034] HMI는 상기 운전자의 생체신호 기반의 1D CNN 모델을 이용하기 위해 PPG 신호 및 GSR 신호를 사용할 수 있다. 원시 데이터를 학습데이터 및 실시간 감정인식을 위한 데이터로 바로 사용하기 위해 상기 원시 데이터의 저주파 성분 제거를 위한 버터워스 필터(Butterworth Filter)를 적용하고, 고차다항식, 이동평균 필터를 사용하여, 기저선 변동 및 동적잡음을 감소시킬 수 있다. 이와 같이 전처리된 생체신호를 파형단위로 분할 후 1D CNN 모델을 통해 데이터의 학습을 진행한다.
- [0035] 단계(220)에서, ECU 보드는 수신 받은 HMI 결과 데이터를 이용하여 주행 시뮬레이터(Driving Simulator) 모듈인 CARLA(Car Learning to Act) 시뮬레이터에서 반자율 주행 가상환경에 관한 4개의 시나리오 구성한다.
- [0036] 단계(230)에서, ROS는 CARLA 시뮬레이터를 통해 반자율 주행을 실행하기 위한 반자율 주행 가상환경에 관한 차량정보 및 센서데이터를 관리한다.
- [0037] ROS는 전송 받은 데이터를 이용하여 구성된 주행 시나리오 차량의 스로틀(Throttle) 및 브레이크(Brake) 값을 CARLA 서버에 입력하여 CARLA 클라이언트의 가상 차량 속도를 제어하도록 한다. 이때 가상 차량에 보내지는 스로틀 및 브레이크 데이터는 ROS TOPIC 메시지로 변환하여 차량에 사용하게 된다. HMI 결과 데이터가 없을 경우 ECU 보드는 데이터를 전송하지 않는다. 따라서 차량은 수동 운전으로 전환되어, 스로틀 및 브레이크 값으로 차량 속도를 제어하게 된다.
- [0038] ROS는 ROS 브리지(Bridge)를 통해 CARLA 시뮬레이터와 ECU보드의 데이터를 연동하고, 상기 수신 받은 차량정보 및 센서데이터는 각 ROS 노드(Node)에서 반자율 주행 제어를 위해 처리되어, 반자율 주행을 위한 ROS의 API(Application Programming Interface)로 전송된 ROS 메시지(Message) 데이터를 사용하여 CARLA 서버가 반자율 주행을 실행하도록 차량정보 및 센서데이터를 관리한다.
- [0039] 단계(240)에서, CARLA 서버가 상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 상기 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오에 따라 CARLA 클라이언트의 반자율 주행을 실행한다.
- [0040] CARLA 서버는 상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 상기 반자율 주행 가상환경에 관한 복수의 시나리오에 따라 CARLA 클라이언트의 반자율 주행을 실행한다.
- [0041] CARLA 서버는 가상차량에 데이터인 상기 차량정보 및 센서데이터를 전송하기 위해 CAN 데이터로 변환한다. 이후, 상기 HMI 결과 데이터와 상기 차량정보 및 센서데이터를 이용하여 반자율 주행 모드에서 상기 ECU 보드에서 생성된 운전자의 감정 및 상황에 따른 복수의 시나리오에 따라 드라이버 제어 또는 자율 제어를 실행하도록 CARLA 클라이언트의 가상차량을 제어할 수 있다.
- [0043] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 반자율 제어를 위한 ROS 차량제어 RQT 그래프를 나타내는 도면이다.
- [0044] 본 발명의 실시예에 따른 차량정보 및 센서데이터는 ROS를 사용하여 관리된다. CARLA 시뮬레이터와 ECU의 데이터를 연동하기 위하여 ROS Bridge를 이용한다. CARLA 시뮬레이터에서 생성된 데이터는 CARLA ROS bridge(310)를 통해 데이터를 전송하게 되고, 수신 받은 차량정보 및 센서데이터(320)는 각 ROS NODE에서 자율 주행을 위한 여러API처럼 처리된다. 반자율 주행을 위한 모듈 단의 API로 전송된 ROS MSG(ROS Message) 데이터를 사용하여, 반자율 주행을 실행하게 된다.
- [0045] 도 3은 수동주행 및 반자율 주행 제어가 처리되는 과정을 나타내는 ROS 지원하는 RQT 그래프로서 타원은 ROS NODE, 사각형은 ROS MSG로 표현된다. CARLA 시뮬레이터 서버 상에서 CARLA 클라이언트 객체들의 제어 및 정보 확인은 ROS CARLA Message를 사용하여 관리된다. 이때 Make_node(330)는 수동주행 및 반자율 주행(Semi-Autonomous driving)이 제어되는 ROS NODE로 차량 제어관련 API 모듈단이다. 수동주행 차량을 제어 시 vehicle_control_cmd Message(340)를 사용되고, 해당 메시지 값들로 스로틀(Throttle), 브레이크(Brake), 스티어링(Steering) 값을 입력하여 제어할 수 있다. 각 데이터에 값은 0~100까지 실수 값을 가진다. 스로틀 값은 물리적 엑셀 수치를 전달받아 스로틀에 전달하여, 차량 속도제어를 하게 된다. 반자율 주행(Semi-Autonomous driving)은 운전자의 감정 및 상황을 분류하여 상황에 맞는 주행 시나리오를 실행하게 된다. 제어 메시지는 akermann_cmd(350)을 사용하여, 설정값(Steering_angle, Steering_angle_velocity, Speed, Acceleration, Jerk)에 의하여 스로틀(Throttle), 브레이크(Brake), 스티어링(Steering) 값에 대하여 carla_akemann_control_ego_vehicle ROS node(360)에서 vehicle_control_cmd를 PID제어한다. 처리된 값은 ROS

Message로 CARLA 시뮬레이터 상의 가상차량에 전송된다.

- [0047] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 반자율 주행 제어 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0048] 본 발명의 실시예에 따른 DAS(Driver Assistance Systems)는 HLIS기반으로 구성하였다[1]. ECU를 통하여 가상 엔진 및 차량을 제어하기 위한 역할로 HMI결과 데이터(410)를 수신 받는다. 이후, 가상차량에 데이터(421)를 전송하기 위해 CAN 데이터(420)로 변환한다. CAN 데이터(420)는 HMI결과 데이터(410)와 가상차량에 데이터인 ECU 엑셀 및 브레이크 값(421)을 가진다. 반자율주행 모드에서 드라이버 제어와 자율 제어로 나누어지게 된다(430).
- [0049] 드라이버 제어 시 하드웨어로 구성된 물리적 엑셀 및 브레이크 값을 ADC데이터로 수신 받는다(441). 이때 수신된 데이터는 가상차량의 스로틀 및 브레이크 값을 제어(442)하는 역할을 한다.
- [0050] 자율 제어 일 때 상황 데이터 기반으로 상황 1,2,3의 경우(453)에 부합한 시나리오에 따라 자율 주행(454)을 실행하게 되고, 상황4의 경우(452)는 정상 주행가능 능력으로 드라이버 제어(442)로 실행하게 된다.
- [0052] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 DAS 통신 프레임을 설명하기 위한 도면이다.
- [0053] 본 발명의 실시예에 따른 차량 제어를 위해 사용되는 하드웨어간 통신은 시리얼(Serial)(510)과 CAN(520)이 사용된다. HMI에서 전송되는 시리얼 통신에 프레임은 총 3byte로 구성된다.
- [0054] 시리얼(Serial)(510)의 0 index는 0xFF값으로 동기 신호이고, 1 index는 HMI결과데이터 값이며, 2 index는 Data End값으로 LF(Line Feed)를 사용하였다.
- [0055] CAN 데이터 프레임(520)은 총 3Byte로 사용하게 되고, 각 1Byte씩 다른 정보를 포함하게 된다. 0 index 데이터는 HMI결과데이터 값을 가지고 있으며, CAN 1,2 index값은 엑셀 Throttle값과 brake 가지고 있어, 드라이버 제어 시 1.2 index에 포함된 값에 기준으로 데이터가 사용된다.
- [0057] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 DAS를 위한 구성도이다.
- [0058] 본 발명의 실시예에 따르면, 실제 차량환경에서 사용중인 CAN 통신 환경을 위해 ECU 보드를 통하여 구성하였다. HMI와 시뮬레이터 차량간 통신 방법을 구현하기 위해서, 도 6과 같이 환경 구성을 하였다. ECU보드(620)는 HMI 환경에서 결과데이터(610)를 시리얼 통신으로 수신된 데이터 값과 하드웨어로 구성된 Accel, Brake값을 CAN데이터로 변환하여 주행 시뮬레이터(Driving Simulator)로 전송하게 된다. 수신 받는 주행 시뮬레이터 PC는 리눅스 운영체제 기반을 사용하였다. 리눅스 커널 오픈소스인 소켓 CAN을 통하여, 주행 시뮬레이터 PC에서도 CAN데이터를 수신 받을 수 있게 된다. 주행 시뮬레이터 PC는 ROS(630)를 통해 반자율 주행(Semi-Autonomous Driving) API를 사용하여 수신 받은 CAN로 제어단을 처리 과정을 진행하고 ROS topic메시지로 제어 명령어를 CARLA 시뮬레이터에서의 차량(640)에 전송한다.
- [0060] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 운전자의 상황을 기반으로 차량을 제어하기 위해 2차원 영역을 4가지로 나눈 도면이다.
- [0061] 본 발명에서는 수동 운전 및 자율주행 전환 시 운전자의 상황을 인식하여, 추가적인 교통 규칙 위반, 사고를 예방하는 시스템을 설계하였다. 앞서 언급한 연구 사례와 같이 감정 상태에 따라 운전자의 주행 능력에 큰 영향을 미치는 경우가 많다. 또한 운전자의 감정은 주변 상황에 상관관계를 가지며, 좌절감, 화남을 느꼈을 때 스스로 진정시키는 능력이 부족하다. 따라서 일정 감정과 같이 운전자의 상황을 기반으로 차량을 제어하기 위해 2차원 영역을 4가지로 나누었다.
- [0062] 도 7(a)의 영역은 운전자가 무리한 가속으로 인해 발생하는 차량 교통사고를 예방하고자 운전자의 속도 인지 능력을 인식하게 된다. 차량 주행 중 운전자가 과도한 행복 상태에서는 운전 능력에 부정적인 영향을 미칠 수 있으며, 속도계와 속도 제어에 집중하지 못하는 상태로 보다 높은 속도로 주행하게 된다. 정확한 비교를 위해서 실험자들에게 신나는 음악과 잔잔한 음악을 청취하면서 주행하도록 하였다. 차량의 평균속도와 TCL(Traction Control System)등을 측정 결과 행복한 음악과 신나는 음악을 청취한 주행은 운전자가 산만하고 집중력이 약화

됨을 확인하였다.

- [0063] 도 7(b)의 영역은 주행 중 돌발 상황이 발생할 경우 운전자의 인지 및 대처 능력을 인식하게 된다. 차량 외부 환경(예를 들어, 교통체증, 다른 운전자의 시비 등)에서 발생하는 분노, 화남의 감정은 운전자의 공격성과 위험한 행동, 충돌까지 걸리는 시간이 증가하는 것을 확인할 수 있다. 또한, 운전 중 분노와 관련된 원인 및 요인이 운전자의 행동에 영향을 미칠 수 있는지 조사하였고, 실험결과 운전자의 감정(예를 들어, 분노, 화남)은 사회적 이탈 및 운전 위반 행동에 연관성 및 구체적인 연결점을 구성하였다.
- [0064] 도 7(c)의 영역은 운전자가 주행 중 차량 상황 및 운전 부주의에 대한 상황 판단력 인지 능력에 대한 인식이다. 차량 주행에서 피곤함, 졸림에 대한 문제점은 현재까지의 주요한 연구 분야로써 다양한 조사와 실험이 진행되었다. 또한, 주행 중 발생하는 졸음을 EEG 신호 기반 운전자 졸음을 분석하였으며, 실시간 모니터링을 통해 운전자의 상태와 주행 성능에 대한 영향을 도출함으로써 졸음에 대한 생체신호와 물리적인 신호를 포함하여 분석한 결과 운전 부주의 범주를 산만함과 지루함으로 분류하였다.
- [0065] 도 7(d)의 영역은 운전자가 어떠한 감정도 영향을 받지 않는 정상적인 상태로 주행 능력 인식이다. 정상적으로 수동 운전으로 전환되면서, 운전자가 직접 엑셀을 제어하는 스로틀 값을 변화시키면서 차량을 주행하게 된다. 이때 제어 방식이 전환 시 운전자의 상황이 정상적으로 차량제어에 반영될 수 있기 때문에 안정적인 운전이 가능해진다.
- [0067] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 운전자의 상황 및 감정인식을 위한 제안한 1D CNN 모델을 나타내는 도면이다.
- [0068] 운전자의 상황 및 감정을 주행 시 인식하기 위해서는 빠른 생체신호 기반 감정인식이 필요로 한다. 하지만 인간이 제어하지 못하는 자율신경계신호는 감정 변화에 따른 특징적인 변화가 적으며, 규칙성이 없는 신호가 많다. 따라서 기존 연구는 원시 생체신호에서 특징을 추출하는 방법으로 감정인식을 진행하였다. 종래기술에서는 생체신호를 파워 스펙트럼(Power Spectrum Density; PSD)을 사용하여 특징을 추출하였으며, 또 다른 종래기술에서는 Topography를 사용하였다. 하지만 특징을 추출하는 과정에서 소요되는 시간과 성능으로 인해 실시간 감정인식에 적용하기 어렵다.
- [0069] 본 발명에서 사용된 생체신호는 취득이 쉽고, 특정한 규칙성을 가지는 PPG[2]와 GSR[3] 신호를 사용하였다. 또한, 빠른 데이터 전처리 및 연산을 위해 신호의 특징을 추출하는 방법을 사용하지 않았다. 원시 데이터는 학습 데이터 및 실시간 감정인식을 위한 데이터로 바로 사용하기 어렵기 때문에 데이터의 저주파 성분 제거를 위해 버터워스 필터(Butterworth Filter)를 적용하고, 고차다항식, 이동평균 필터를 사용하여, 기저선 변동과 동적잡음을 줄였다. 전처리된 생체신호를 짧은 길이의 1.1초 파형단위로 분할 후 1D CNN 모델을 통해 데이터의 특징 및 학습을 진행하였다.
- [0070] 인공 신경망(ANN)은 입력, 은닉 및 출력 레이어의 세가지로 구성된다. 하지만 기존의 인공 신경망은 파라미터의 최적 값을 찾기 어려우며, 이동 및 변화에 대한 왜곡에 취약하다. 개선된 모델인 1D CNN은 ANN과 동일하게 이전 계층의 가중치와 편향을 기반하지만 데이터의 특징을 추출하여 규칙을 파악하는 구조로 이루어져 있다. 따라서 최근 연구에서는 다양한 음성 및 생체신호를 1D CNN 모델을 사용하여 신호의 특징을 추출 및 분류하는 방법을 적용하고 있다[4]. 본 발명에서 사용된 멀티모달 1차원 합성곱 신경망의 구성도는 도 8과 같다.
- [0071] 멀티모달 생체신호 기반 1D CNN 모델의 결과데이터로, 운전자가 차량 주행 시 운전 보조 제어 모듈에 대한 연구를 시뮬레이터 상에서 진행하였다. 자율주행에서도 사람에 감정을 통해 자율 주행 시스템이 개발이 가능하며, 차량을 수동 제어와 모드 전환 시 운전자와 차량 간의 상호작용이 필요하다는 것을 알 수 있다. 실험 결과에서 운전자의 상황인식을 통한 실시간 차량 제어에 대한 가능성을 확인하였지만, 사람의 감정은 로봇과 다르게 급변하지 않는 특성을 가지고 있다. 따라서 정확한 시뮬레이터에서의 차량제어를 위해 저장되어 있는 생체신호 데이터를 사용했다. 추후 다양한 자율주행 센서와 함께 사용하여 상황별로 시스템을 연구한다면, 다양한 주행 보조 시스템 및 자율주행 시스템에서 개발과 연구가 진행될 것이다. 본 발명에서 제안한 새로운 운전자의 상황 및 감정 인식을 탑재한 모듈은 차량 중심의 기존 자율주행 시스템 모듈이 아닌 탑승자와 차량 상호작용 중심으로서 접근함으로써 다양한 분야와 자율주행연구의 융합이 가능한 것을 확인할 수 있다.
- [0072] 본 발명에서는 멀티모달 생체신호 기반의 차량 주행 속도 제어에 대한 모듈의 가능성을 확인하였다. 운전자의 감정을 분석하기 위해 1.1초의 짧은 단위의 입력데이터와 별도의 특징 추출 없이 1D CNN 모델을 사용하여, 차량 속도 제어와 운전 보조 시스템 모듈을 제안하였다. 실제 차량과 유사한 환경 구성을 위해 CARLAS시뮬레이터 서버

에서 가상 도시 및 차량 환경을 구성하였고, 실제 차량과 동일한 통신 시스템을 구성을 위해 ECU보드를 사용하였다. 또한 차량 내 통신으로 많이 쓰이고 있는 CAN통신과 상황시나리오 및 엑셀 데이터를 가상 환경 차량에 전송하였다. 미들웨어 ROS로 관리되는 데이터를 실시간으로 모니터링하여 측정값과 목표값을 비교한 결과, 목표한 그래프와 실험결과로 도출한 그래프에 모양이 일치하는 모습을 확인할 수 있다. 또한 자율주행 차량을 제어하는데 반응 시간은 평균 830ms로 상용화 및 실제 적용하는 부분에서 안정적인 분포를 가진다. 실험결과에서 평균 반응속도는 평균 351.75ms로 차량 제어 시 사용 가능성을 확인하였다.

[0074] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0075] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

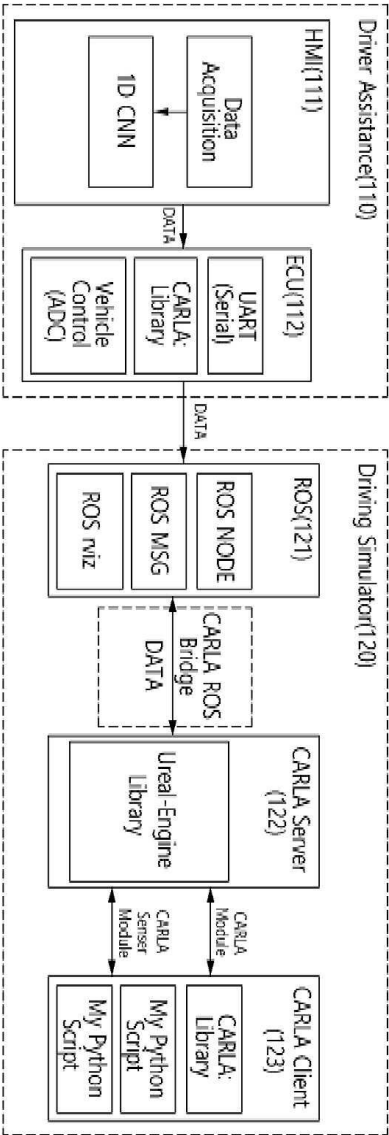
[0076] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0077] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

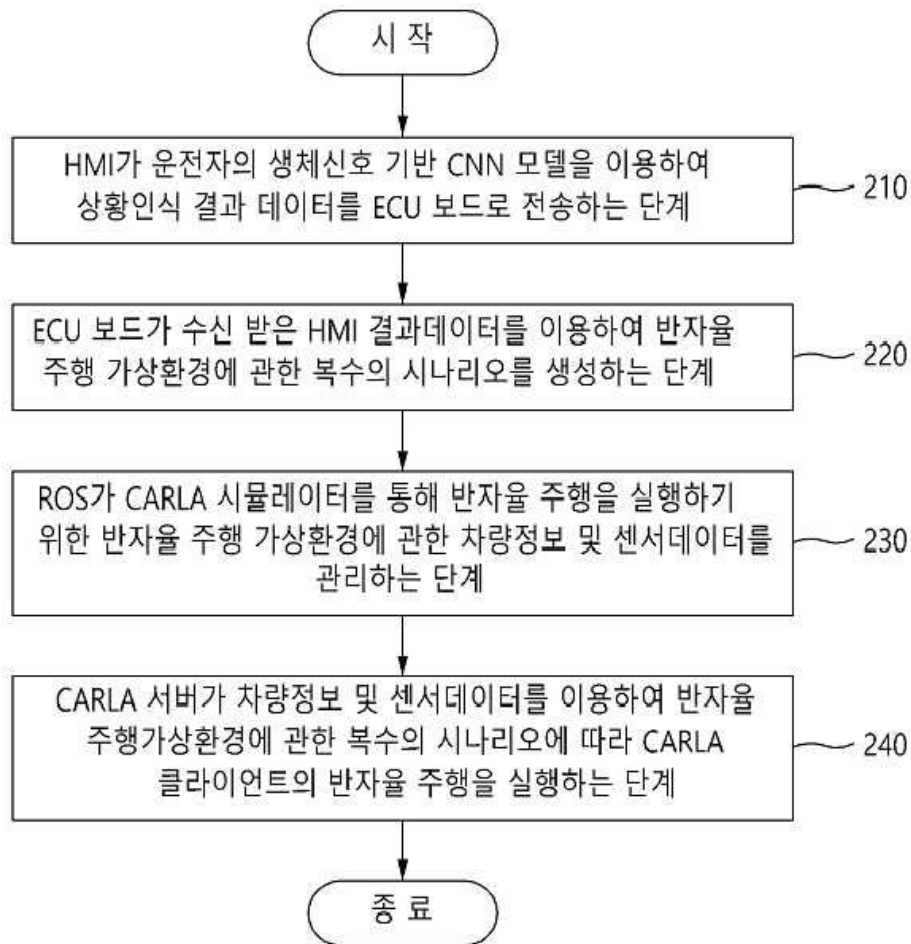
[0078] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

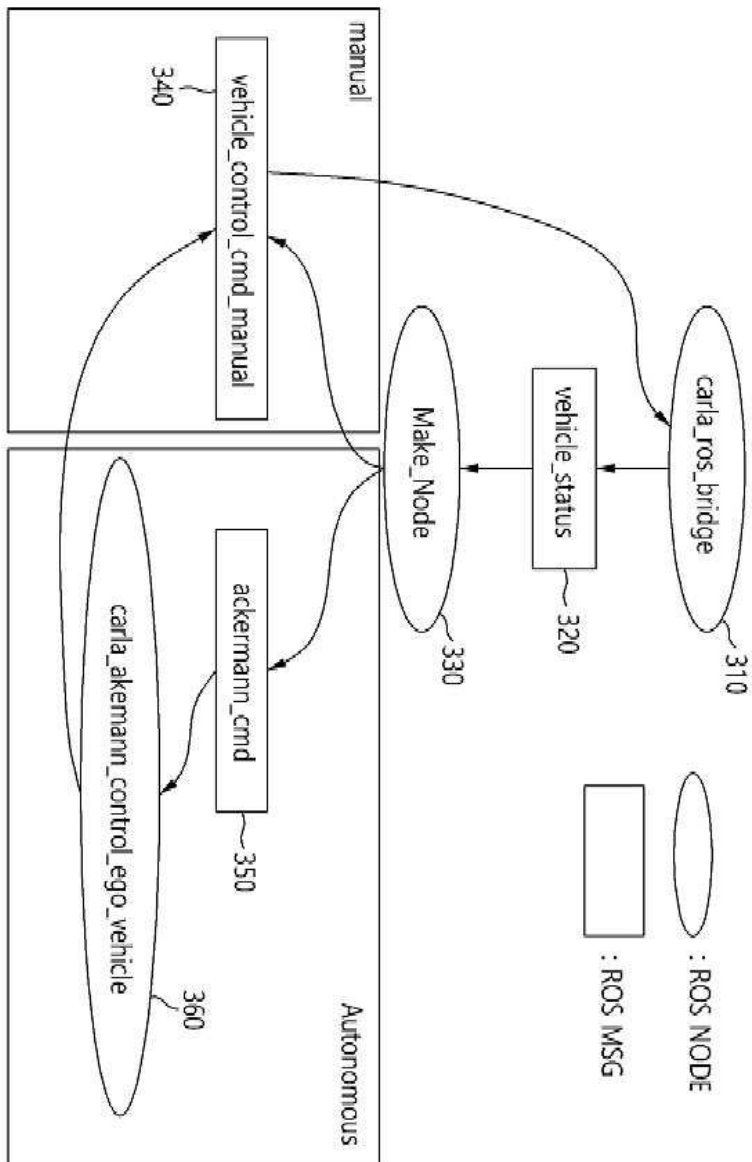
도면1



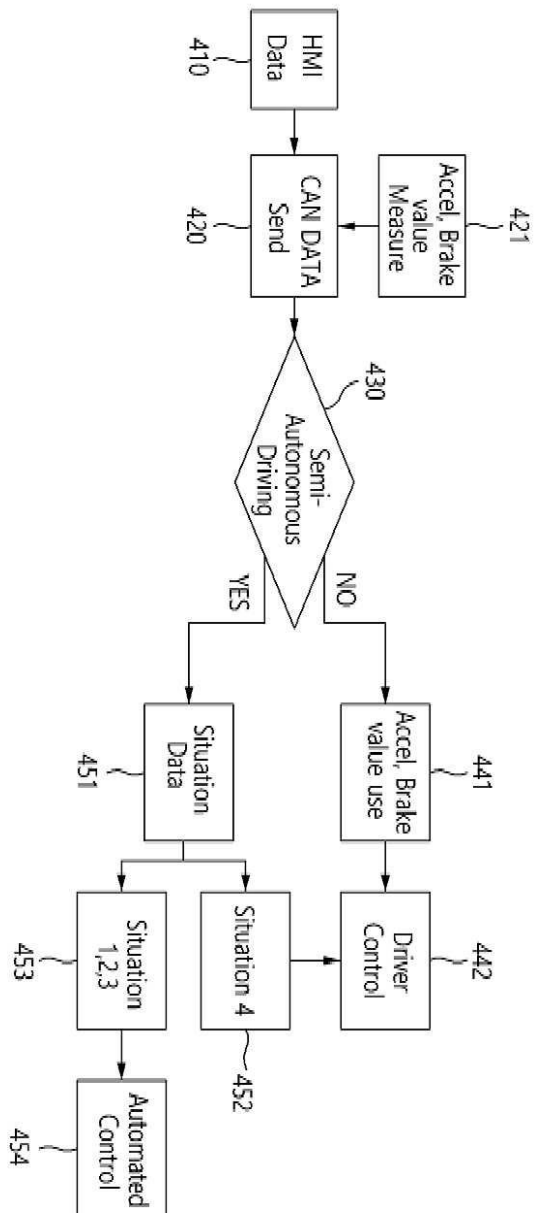
도면2



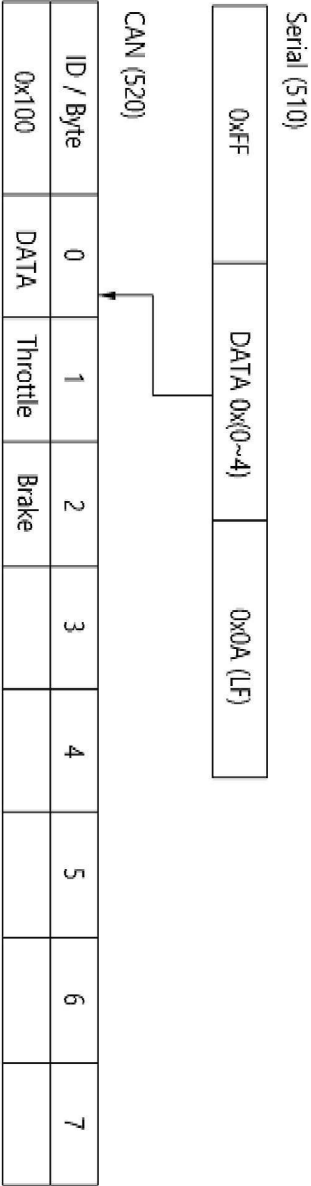
도면3



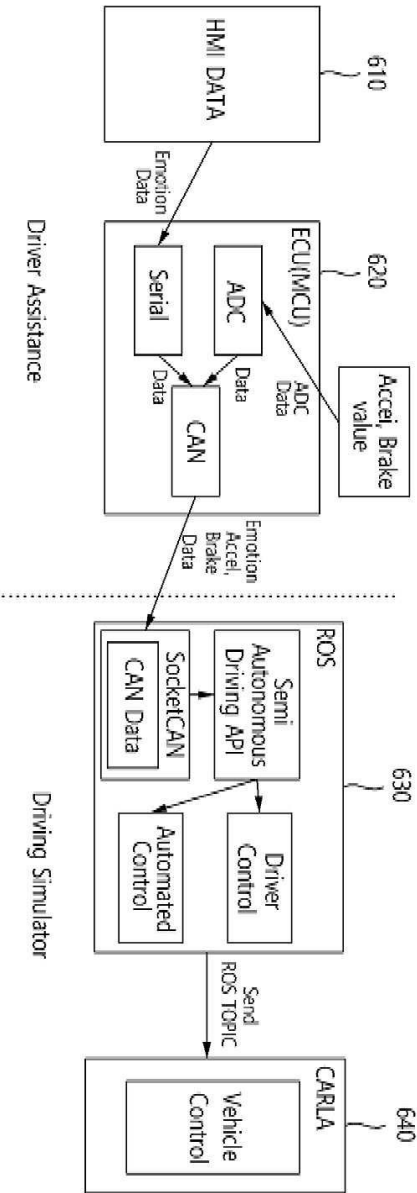
도면4



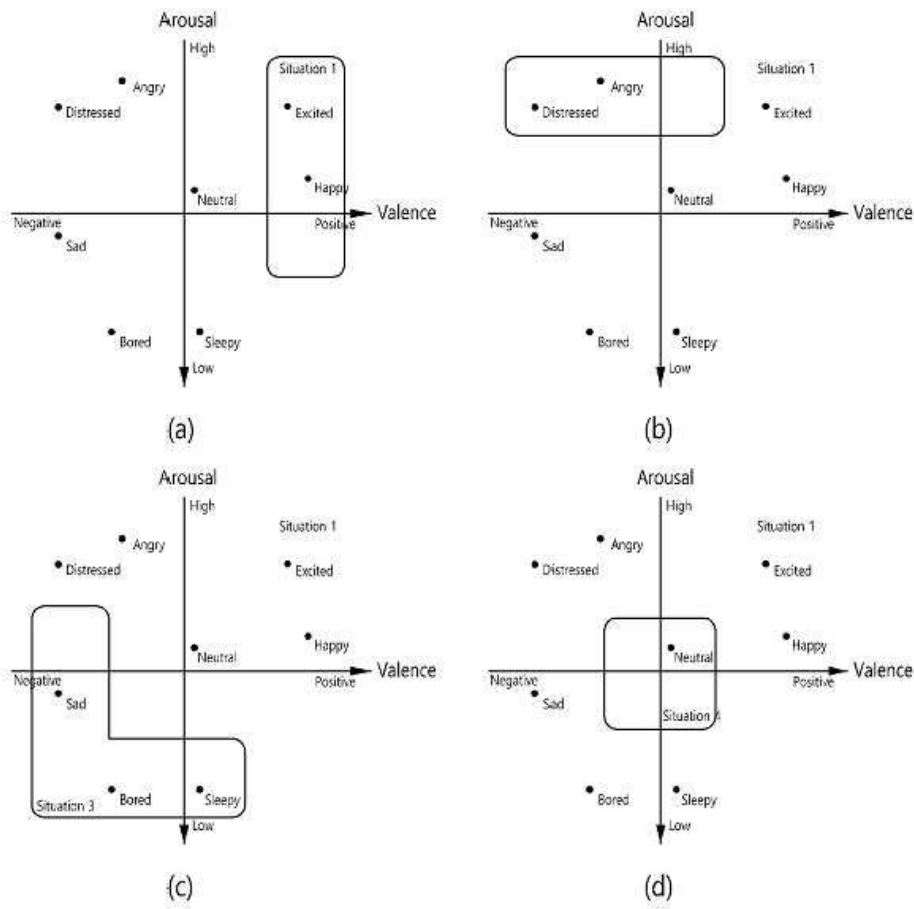
도면5



도면6



도면7



도면8

