

자율차량의 주행을 보조하기 위한 탑승객 탐지 및 공유 시스템 개발

손수락*, 이병관*, 심손권**, 정이나***

A Design of Passenger Detection and Sharing System(PDSS) to support the Driving (Decision) of an Autonomous Vehicles

Su-Rak Son*, Byung-Kwan Lee*, Son-Kweon Sim**, Yi-Na Jeong***

요 약 현재 자율주행 차량 연구들은 긴급상황이 대처 가능한 4레벨의 자율주행 차량을 개발하기 위해 매진하고 있다. 차량이 긴급상황에 유연하게 대처하기 위해서는 피해를 최소화하는 방향으로 움직여야 하는데, 이는 주변 보행자, 도로 상태, 주변 차량의 상태 등 주행 중인 도로의 모든 상태를 판단하여 진행되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 자율차량 내부의 탑승객 상황을 탐지하고, 그것을 V2V로 주변 차량에 공유하여 이 긴급상황에서 주행을 결정하는 데 도움을 줄 수 있는 자율차량의 주행을 보조하기 위한 탑승객 탐지 및 공유 시스템을 제안한다. 탑승객 탐지 및 공유 시스템은 현재 차량에서 탑승객을 인식하는 무게 측정 방식을 개선하여 정확하게 차량 내부의 승객 위치를 식별할 수 있고, 각 차량의 승객 위치를 주변의 다른 차량과 공유하기 때문에 긴급상황이 발생할 때 차량의 주행 결정에 도움을 줄 수 있다. 실험 결과, 탑승객 인식 서브 모듈에 적용된 체압 센서는 기존의 공진형 센서보다 약 8%, 압전형 센서보다 약 17% 높은 정확도를 보였다.

Abstract Currently, an autonomous vehicle studies are working to develop a four-level autonomous vehicle that can cope with emergencies. In order to flexibly respond to an emergency, the autonomous vehicle must move in a direction to minimize the damage, which must be conducted by judging all the states of the road, such as the surrounding pedestrians, road conditions, and surrounding vehicle conditions. Therefore, in this paper, we suggest a passenger detection and sharing system to detect the passenger situation inside the autonomous vehicle and share it with V2V to the surrounding vehicles to assist in the operation of the autonomous vehicle. Passenger detection and sharing system improve the weighting method that recognizes passengers in the current vehicle to identify the passenger's position accurately inside the vehicle, and shares the passenger's position of each vehicle with other vehicles around it in case of emergency. So, it can help determine the driving of a vehicle. As a result of the experiment, the body pressure sensor applied to the passenger recognition sub-module showed about 8% higher accuracy than the conventional resonant sensor and about 17% higher than the piezoelectric sensor.

Key Words : Passenger Reconstruction, Autonomous Vehicles, V2V Communication, Vehicle Information Sharing, CNN

1. 서론

자율주행 차량은 자율주행이 전혀 존재하지 않는 0 레벨부터, 운전자가 필요 없는 5레벨까지 6단계로 분

류된다. 주행 중 운전자를 위한 경고만을 전달하는 후방, 전방 충돌 경고 센서 등의 시스템은 0레벨에 해당하며, 특정 상황에서 사용자의 설정을 통하여 차량 시

This Paper was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. NRF-2018R1A2B6007710)

*Department of Software Engineering, Catholic kwandong University

**Department of Geography Education, Catholic kwandong University

***Corresponding Author : Department of Software Engineering, Catholic kwandong University (lupinus07@nate.com)

Received February 23, 2020

Revised April 06, 2020

Accepted April 09, 2020

스텝이 자동으로 조향, 감속, 가속 중 하나를 수행하는 차선 유지, 크루즈 컨트롤 등은 1레벨에 해당한다. 차량 시스템이 조향, 감속, 가속을 모두 수행하는 고속도로 주행 보조 등은 2레벨에 해당하고, 3레벨은 차량이 주변 환경을 인식하고 동시에 차량의 주행을 제어하지만, 긴급상황같이 자율주행 모드 해제가 예상될 경우 언제든지 운전권을 운전자에게 이양해야 한다. 4레벨은 3레벨과 동일한 기능을 가지나, 위험 상황 발생 시에도 안전하게 대응해야 하고 차량은 제한된 도로에서만 완전 자율주행이 가능하다. 마지막 5레벨은 차량이 어떤 도로에서도 자율주행이 가능하고 운전자는 더 이상 존재하지 않고 탑승객만 존재한다 [1].



그림 1. 미국 자동차기술학회(SAE International)에서 구분한 자율주행 차량 기술 6단계를 시각화한 이미지

Fig. 1. A visualization of six levels of an autonomous vehicle technology classified by the SAE International

곧 3레벨 자율주행 차량이 상용화될 예정이며, 4레벨 자율주행 차량을 완성하기 위한 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 4레벨 자율주행 차량의 핵심 연구는 긴급상황에 대한 자율차량의 대처능력이다. 따라서 긴급상황에서 차량이 주행을 결정할 수 있도록 많은 차량 주변 정보가 수집되어야 한다.

따라서 본 논문에서는 자율차량 내부의 탑승객 상황을 탐지하고, 그것을 V2V로 주변 차량에 공유하여 이 긴급상황에서 주행을 결정하는 데 도움을 줄 수 있는 자율차량의 주행을 보조하기 위한 탑승객 탐지 및 공

유 시스템을 제안한다. 탑승객 탐지 및 공유 시스템은 현재 차량에서 탑승객을 인식하는 무게 측정 방식을 개선하여 정확하게 차량 내부의 승객 위치를 식별할 수 있고, 각 차량의 승객 위치를 주변의 다른 차량과 공유하기 때문에 긴급상황이 발생하면 차량의 주행 결정에 도움을 줄 수 있다. 예를 들어 차량 A가 차량 B와 충돌할 수 있는 긴급상황이 발생했을 때, 차량 A가 차량 B의 승객 위치를 안다면 주행 방식을 다르게 결정할 수 있다. 즉, 차량 B의 승객 상태가 좌측 운전석, 좌측 후방좌석 2명 존재할 때 혹은 우측 운전석, 우측 후방좌석 2명 존재할 때, 차량 A가 긴급상황에 대처하는 주행이 달라질 수 있다는 뜻이다.

본 논문의 2절은 해당 연구가 직, 간접적으로 영향을 받은 4레벨 자율주행 차량에 대한 연구들을 소개하고, 3절은 본 논문에서 제안하는 탑승객 탐지 및 공유 시스템에 대해 상세히 기술한다. 4절은 탑승객 탐지 및 공유 시스템의 유효성을 검증하기 위한 실험을 진행하고 5절에서는 해당 논문을 전체적으로 정리하고 향후 연구에 대해 설명한다.

2. 관련 연구

현재 자율주행 차량은 승객 안전문제를 다루기 위해 V2V방식과 차량 내 탑승객을 식별하기 위한 방식에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 다음은 본 논문의 작성에 직, 간접적으로 영향을 준 연구들을 소개한다.

2.1 V2V

AKKA Technologies 연구 부서는 통신 가능한 V2V 통신 링크를 갖는 차량의 스트링 위치에 따라 다른 시간 간격을 갖는 두 개의 CACC(Cooperative Adaptive Cruise Control) 제어기 사이의 하이브리드 거동을 제공하는 제어 구조를 제안했다. 제안된 구조는 두 컨트롤러 간의 안정적인 하이브리드 동작을 보장한다. 시뮬레이션 및 실제 실험은 설계된 제어 알고리즘이 올바르게 동작하는지 증명했고, 기존 ACC / CACC 컨트롤러와 비교해 우수한 성능을 보였음을 증명했다 [2].

Huaiyin Institute of Technology에서는 V2V의 효율성을 높이기 위해 VANET (CRBP)의 PSO (Parti

cle Swarm Optimization)를 기반으로 한 효율적인 클러스터링 V2V 라우팅 기법이 제안되었다. 이 라우팅 기법은 같은 이동 방향을 갖는 차량 노드가 정의되고 클러스터 헤드를 선택한다. 다음으로 필요한 라우팅 최적화를 위해 경로 입자와 속도 코딩 규칙, 반복 규칙 및 피트니스 기능이 설계된다. 마지막으로, 클러스터 및 클러스터 간의 라우팅 효율을 신호적으로 개선할 방법을 설계했다. 시뮬레이션에서는 NS3와 SUMO를 사용하여 제안된 기법의 효율성을 검증했다 [3].

미국 미시간 대학교의 Department of Mechanical Engineering은 주행 primitives 기반으로 관찰된 시간적 순서에서 여러 차량의 상호작용 패턴을 자동으로 추출하는 유연한 프레임워크를 제시했다. 해당 프레임 워크는 Bayesian nonparametric을 사용하여 사전 정보 없이 V2V를 가능한 작은 구성 요소로 나눈다. 그다음에 비지도형 클러스터링 방식을 통하여 주행 primitives를 클러스터링한다 [4].

Jilin 대학의 자동차 시뮬레이션 및 제어실험실에서는 NMPC(Nonlinear Model Predictive Control)에 기반한 eCACC(ecological Cooperative Adaptive Cruise Control)로서 예측 최적화 전략을 제안했고, leader predecessor follower 구조의 V2V 토폴로지 통신 환경을 고려하여 전기 자율주행 차량 무리의 에너지 소비를 최소화하는 기술을 제안했다 [5]. 해당 기술은 기존의 Eco ACC 컨트롤러와 비교하여, 약 10의 성능 향상 및 에너지 절약을 달성했다.

Tsinghua 대학교의 자동차 공학과에서는 V2V의 통신 간격을 줄이기 위해 multiple-predecessor following strategy를 제안했다. 먼저 일반 통신 토폴로지에 적합한 CTH (Constant Time Headway) 정책을 기반으로 원하는 차량 간 거리를 새롭게 정의한다. 그리고 제안된 전략은 정보 토폴로지 매트릭스에서 lower-triangular 구조들을 사용하여 내부의 점진적 안정성을 위해 feedback gains에 필요한 조건을 도출한다. 또한, feedback gains의 안전 영역을 계산하여 분석한다 [6].

2.2 passenger detection

Democritus 대학교의 전기 컴퓨터 공학부는 차량

의 단일 시야를 사용하여 추적 중인 차량의 승객을 감지하고 계산하는 방법인 ViPED (On-road Vehicle Passenger Detection)을 제안했다. ViPED 는 시공간적인 추론 방법을 사용한다. 즉, 객실 내부의 승객 모양 실루엣이 약간의 움직임에 파악하고, 그것이 인간의 인식 모델인지 확인하여 탑승객을 추론한다. 먼저 감지된 자동차 앞 유리를 추적하고 최적의 초점을 찾는다. 그리고 ViPED는 해당 초점으로부터 CNN을 이용하여 승객을 탐지한다. 이는 안개, 우천 상황 등 노이즈가 발생할 때도 어느 정도 차량의 탑승객을 추론해 냈으며, 새로운 지표와 데이터 세트를 설정하는 향후 연구를 준비하고 있다 [7].

경동 대학교에서는 ITS를 위한 active vision system을 제안했다. 해당 연구는 도로에서 승객 감지 및 카운팅을 수행할 시스템에 고품질 이미지 처리 신호를 제공하는 새로운 방법을 제시한다. 이 방법은 신호의 품질이 높고(고 대역) 낮은(낮은 대역) 스펙트럼 감도를 가진 두 개의 근적외선 카메라를 사용하여 이미지 신호를 융합하고 그것으로 승객을 탐지한다 [8].

Palermo대학의 토목, 환경, 항공 우주 및 재료공학과는 단일 차선인 로터리 환경에서 대형 차량의 승객들을 추정하는 방법을 제안한다. 해당 연구는 Aimsun microscopic simulator에 내장된 단일 차선 원형 교차로를 중심으로 진행되었다. 해당 방법은 유전 알고리즘을 이용하여 예측된 승객 무게와 실제 승객 무게 사이의 오차를 줄이고, 로터리 주행상황에서 대형 차량에 수에 따라 승객의 무게를 유동적으로 조절했다 [9].

3. 탑승객 탐지 및 공유 시스템 개발

본 논문에서 제안하는 탑승객 탐지 및 공유 시스템은 압력 센서를 이용하여 좌석의 승객을 탐지하는 탑승객 인식 서버 모듈과 인식된 탑승객의 상태와 차량의 위치, 차량의 위치를 저장하고 그것들을 V2V로 전송하여 주변 차량과의 거리와 주변 차량의 승객 상태를 파악하는 V2V 승객 정보 공유 서버 모듈로 구성된다.

3.1 탑승객 인식 서버 모듈

탑승객 인식 서버 모듈은 압력 센서를 사용하여 차량

좌석의 상태를 수집하고 CNN을 학습시켜 현재 좌석에 존재하는 것이 승객인지 아닌지를 구분한다. 탑승객 인식 서버 모듈이 좌석별 승객 상태를 인식했다면 그것을 차량 내부 저장소에 차량의 정보와 함께 저장한다. 그림 2는 탑승객 인식 서버 모듈의 구성을 나타낸다.

우선 탑승객 인식 서버 모듈은 좌석의 체압 센서가 인식한 것이 승객인지 아닌지를 구분하는 PR-CNN (Passengers Recognition CNN)을 학습 시켜야 한다. 우선 탑승객 인식 서버 모듈은 PR-CNN을 학습하기 위해 좌석의 압력 센서를 사용하여 승객들의 다양한 자세를 수집하여 훈련 데이터를 생성한다. PR-CNN의 출력은 성인, 아동, 짐으로 나뉜다. PR-CNN의 입력인 압력 센서의 이미지는 시트에 부착된 개수만큼을 입력의 수로 사용한다.

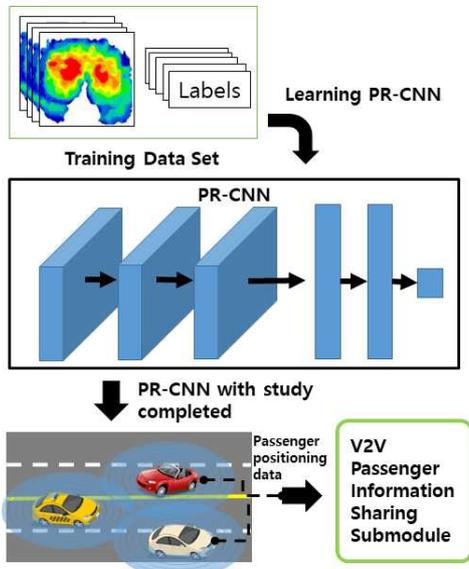


그림 2. PR-CNN의 학습과 사용
Fig. 2. Learning and Using PR-CNN

예를 들어 한 시트에 8*8 압력 센서를 사용하는 시트는 64개의 입력 벡터를 사용하여 PR-CNN을 학습시킨다. PR-CNN의 입력 벡터는 128*128까지 지원하도록 설계한다. 수식 1은 PR-CNN의 입력 벡터를 나타내고, 수식 2는 PR-CNN의 출력 벡터를 나타낸다.

$$X[128][128] = \left\{ \left\{ x_1, x_2, x_3, \dots, x_{128} \right\}, \left\{ x_1, x_2, x_3, \dots, x_{128} \right\} \right\} \quad (1)$$

$$Y[3] = \{y_1, y_2, y_3\} \quad (2)$$

수식 1에서 X 는 2차원 벡터이고, 각 x 는 이미지의 픽셀을 의미한다. 수식 2에서 Y 는 1차원 벡터이고 y_1 는 성인, y_2 는 아동, y_3 는 짐을 의미한다. 각 PR-CNN의 학습 데이터의 입력 벡터는 두 가지 방법으로 수집된다. 첫째, 웹 크롤링을 이용하여 차량 좌석의 체압 시트 이미지를 수집하고, 그것들에 적절한 라벨링(성인, 아이, 짐) 한다. 둘째, 실제 사람들이 체압 센서를 장착한 시트에 여러 가지 자세를 취한 데이터를 수집하고 그것을 이미지화하여 저장한다. 본 논문에서는 20~30대 남성 2명, 여성 1명, 50~60대 남성 1명, 여성 1명, 9세 남성 아동 1명을 체압 센서가 부착된 시트에 앉게 하여 데이터를 수집한다. 훈련 데이터가 수집된 후, 탑승객 인식 서버 모듈은 훈련 데이터를 기반으로 PR-CNN을 학습한다. 학습이 완료되면 PR-CNN은 차량에 설치되어 실시간으로 차량의 체압 센서 이미지를 전송받아 해당 시트에 존재하는 것이 성인인지, 아이인지, 짐인지 판단하고 결과를 V2V 승객 정보 공유 서버 모듈로 전송한다.

3.2 V2V 승객 정보 공유 서버 모듈

V2V 승객 정보 공유 서버 모듈은 탑승객 인식 서버 모듈이 인식한 차량 탑승객 정보와 차량 정보를 저장하여 V2V 메시지로 만들고, 그것을 다른 차량과 공유한다. V2V 승객 정보 공유 서버 모듈은 본인 차량의 탑승객, 차량 위치를 PT(Passenger Table)에 저장한다. 이때, 승객이 어디에 탑승 중인지 확인하기 위해 15자리의 정수 벡터를 생성하여 PT에 같이 저장한다. 15자리의 정수 벡터 초깃값은 모두 정수 2이며, 승객의 상태를 앞자리부터 채워나간다. 예를 들어 5인승 차량에 운전석과 조수석에만 사람이 탑승한 경우 15자리 정수는 '110002222222222'가 된다. 수식 3은 PT에 들어가는 정보를 나타낸다.

$$PT_i = \{a, b, c | 000000000000000 \leq \begin{matrix} a \leq 222222222222222, \\ a =: \text{정수}, \\ b =: \text{차량의 GPS 위치}, \\ c =: \text{성인 or 아동 or 짐} \end{matrix} \quad (3)$$

PT에 차량의 정보가 입력되면, V2V 승객 정보 공유 서버 모듈은 PT에 있는 데이터를 WAVE 메시지로 변환하여 주변 차량에 V2V 통신을 통해 전달한다. 그림 3은 V2V 승객 정보 공유 서버 모듈의 자료 전달 방법을 나타낸다.

V2V Passenger Information Sharing Submodule

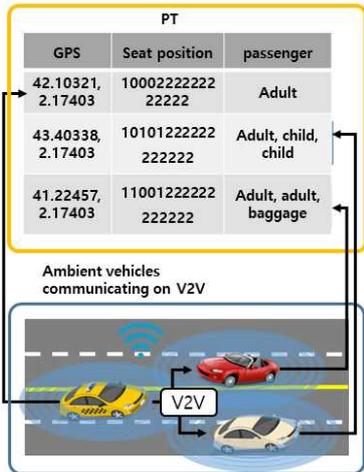


그림 3. V2V 승객 정보 공유 서버 모듈이 저장하는 PT의 정보와 V2V 통신
 Fig. 3. The V2V communication and the PT information stored by the V2V passenger information sharing sub module

4. 실험

본 논문은 탑승객 탐지 및 공유 시스템의 유효성을 판단하기 위하여 탑승객 인식 서버 모듈과 V2V 승객 정보 공유 서버 모듈에 대한 실험을 진행한다. 탑승객 인식 서버 모듈은 체압 센서(Body Pressure Measurement System)와 공진형 센서(Resonant Sensors), 압전형 센서(Piezoelectric sensor)를 사용하여 각 센서의 정확도를 측정하여 탑승객 인식 서버 모듈의 정확도를 검증하고, V2V 승객 정보 공유 서버 모듈은 승객 정보를 보낼 때와 그렇지 않을 때를 비교하여 V2V 승객 정보 공유 서버 모듈의 실시간성을 검증한다. 표 1은 실험에 사용된 PC의 사양을 나타낸다.

표 1. 가상환경 사양

Table 1. Virtual environment specification

Part Name	specification
CPU	Intel i5-7500 3.40GHz
RAM	8GB
GPU	GTX 1050
SSD	125GB

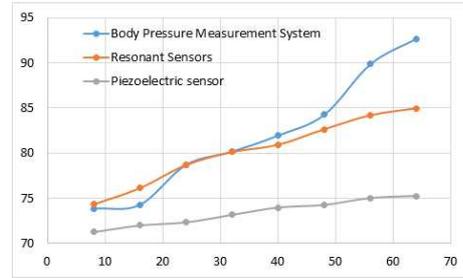


그림 4. 센서 수에 따른 탑승객 인식 서버 모듈의 정확도
 Fig. 4. Accuracy of passenger recognition sub-module by sensor count

그림 4는 센서 수에 센서별 정확도를 나타낸다. 실험 결과, 센서 수가 적을 때는 세 개의 센서가 전부 비슷한 정확도를 가지나, 센서가 64개일 경우, 체압 센서의 정확도는 92.68%, 공진형 센서의 정확도는 84.95%, 압전형 센서의 정확도는 75.21%로 체압 센서의 정확도가 공진형 센서보다 약 8%, 압전형 센서보다 약 17% 높게 측정되었다. 4레벨 자율주행 차량은 점점 센서가 소형화되고 많이 부착될 것이기 때문에 탑승객 인식 서버 모듈은 체압 센서를 이용하는 것이 가장 적합하다.

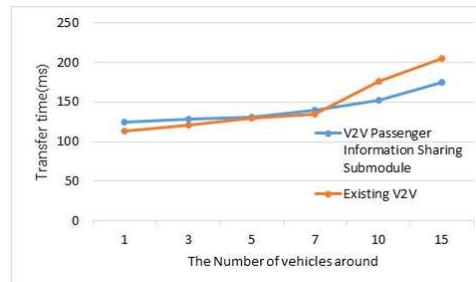


그림 5. 모듈 적용에 따른 V2V 통신 속도
 Fig. 5. V2V communication speed according to module application

그림 5는 V2V 승객 정보 공유 서버 모듈을 적용하

여 V2V 통신을 적용할 때와 그렇지 않을 때 V2V 메시지의 전송 속도를 나타낸다. 차량이 1, 2대일 경우 기존의 V2V 통신이 더 빠른 전송 속도를 가지나, 5, 7대일 경우 기존 V2V 통신과 V2V 승객 정보 공유 서버 모듈이 비슷한 전송 속도를 가진다. 그러나 주변 차량이 10, 15대일 경우 기존의 V2V 통신의 전송 속도는 각각 176, 205ms로 측정되었고, V2V 승객 정보 공유 서버 모듈의 전송 속도는 152, 175ms로 V2V 승객 정보 공유 서버 모듈의 전송 속도가 약 16 %더 빠른 것으로 측정되었다. 따라서 V2V 승객 정보 공유 서버 모듈은 V2V 통신으로 더 많은 정보를 전달하면서, 실시간성을 잃지 않는다.

5. 결론

본 논문은 자율차량 내부의 탑승객 상황을 탐지하고, 그것을 V2V로 주변 차량에 공유하여 이 긴급상황에서 주행을 결정하는 데 도움을 줄 수 있는 자율차량의 주행을 보조하기 위한 탑승객 탐지 및 공유 시스템을 제안했다. 탑승객 탐지 및 공유 시스템은 탑승객 인식 서버 모듈을 사용하여 현재 차량에서 탑승객을 인식하는 무게 측정 방식을 개선하여 정확하게 차량 내부의 승객 위치를 식별할 수 있고, V2V 승객 정보 공유 서버 모듈을 사용하여 각 차량의 승객 위치를 주변의 다른 차량과 공유하기 때문에 긴급상황이 발생하면 차량의 주행 결정에 도움을 줄 수 있다. 실험 결과, 탑승객 인식 서버 모듈에 적용된 체압 센서는 기존의 공진형 센서보다 약 8%, 압전형 센서보다 약 17% 높은 정확도를 보였으며, V2V 승객 정보 공유 서버 모듈은 V2V 통신으로 더 많은 정보를 전달하면서 실시간성을 유지할 수 있었다. 그러나 탑승객 탐지 및 공유 시스템은 실제 차량에 적용되지 않았으며, 실제 사람으로 수집한 좌석 데이터의 수가 많지 않기 때문에 향후 공개적인 데이터 수집을 통해 좌석에 앉은 다양한 형태의 이미지를 수집하여 다시 정확도를 측정할 필요가 있다. 또한, V2V 승객 정보 공유 서버 모듈은 실제 차량 사이의 V2V 통신이 아닌 가상환경에서 진행되었기 때문에, 실제 차량에 적용하여 메시지 전송 속도를 측정해볼 필요가 있다.

REFERENCES

- [1] Max Langridge, "Self-driving cars: Autonomous driving levels explained", <https://www.pocket-lint.com/cars/news/143955-sae-autonomous-driving-levels-explained>, February, 2020.
- [2] Francisco Navasa, Vicente Milanés, "Mixing V2V- and non-V2V-equipped vehicles in car following", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 108, pp. 167-181, November, 2019.
- [3] Xu Bao, Haijian Li, Guoqiang Zhao, Lv Chang, Jun Zhou, Yun Li, "Efficient clustering V2V routing based on PSO in VANETs", *Measurement*, Vol. 152, 107306, February, 2020.
- [4] Weiyang Zhang, Wenshuo Wang, "Learning V2V interactive driving patterns at signalized intersections", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 108, pp. 151-166, November, 2019.
- [5] Fangwu Ma, Yu Yang, Jiawei Wang, Zhenze Liu, Jinhang Li, Jiahong Nie, Yucheng Shen, Liang Wu, "Predictive energy-saving optimization based on nonlinear model predictive control for cooperative connected vehicles platoon with V2V communication", *Energy*, Vol. 189, 116120, December, 2019.
- [6] Yougang Bian, Yang Zheng, Wei Ren, Shengbo Eben Li, Jianqiang Wang, Keqiang Li, "Reducing time headway for platooning of connected vehicles via V2V communication", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 102, pp. 87-105, May 2019.
- [7] Angelos Amanatiadis, Evangelos Karakasis, Loukas Bampis, Stylianos

Ploumpis, Antonios Gasteratos, "ViPED: On-road vehicle passenger detection for autonomous vehicles", *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 112, pp. 282-290 February, 2019.

[8] Young-Sik Lee, Cheol-Soo Bae, "An Vision System for Automatic Detection of Vehicle Passenger", *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 9, No. 3, pp. 622-626, June, 2005.

[9] Orazio Giuffrè, Anna Granà, Maria Luisa Tumminello, Antonino Sferlazza, "Estimation of Passenger Car Equivalents for single-lane roundabouts using a microsimulation-based procedure", *Expert Systems with Applications*, Vol. 79, pp. 333-347, August, 2017.

심 손 권(Son-Kweon Sim)

[비회원]



- 1996년 : 관동대학교 전자계산공학과 졸업(공학사)
- 1998년 : 관동대학교 공학석사
- 2003년 : 관동대학교 공학박사

〈관심분야〉 시스템 프로그래밍, 딥러닝, 빅데이터, 인공지능

정 이 나(Yi-na Jeong)

[정회원]



- 2011년 2월 : 가톨릭관동대학교 컴퓨터학과(공학사)
- 2013년 8월 : 가톨릭관동대학교 컴퓨터학과(공학석사)
- 2018년 8월 : 가톨릭관동대학교 컴퓨터학과(공학박사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 가톨릭관동대학교 컴퓨터학과 초빙교수

〈관심분야〉 빅데이터, 네트워크, 프로그래밍 언어

저자약력

손 수 락(Su-Rak Son)

[정회원]



- 2018년 2월 : 가톨릭관동대학교 컴퓨터학과(공학사)
- 2019년 8월 : 가톨릭관동대학교 컴퓨터학과(공학석사)
- 2019년 8월 ~ 현재 : 가톨릭관동대학교 컴퓨터학과(공학박사 재학)

〈관심분야〉 빅데이터, 네트워크, 프로그래밍 언어

이 병 관(Byung-Kwan Lee)

[정회원]



- 1979년 2월 : 부산대학교 기계설계학과(공학사)
- 1986년 2월 : 중앙대학교 전자계산학과(이학석사)
- 1990년 2월 : 중앙대학교 전자계산학과(공학박사)
- 1988년 3월 ~ 현재 : 가톨릭관동대학교 소프트웨어학과 교수

〈관심분야〉 네트워크보안, 빅데이터, 데이터마이닝, 사물인터넷