

영상 인식 및 생체 신호를 이용한 운전자 졸음 감지 시스템

이민혜¹ · 신성윤^{2*}

Driver Drowsiness Detection System using Image Recognition and Bio-signals

Min-Hye Lee¹ · Seong-Yoon Shin^{2*}

¹Assistant professor, Center for General Education, Wonkwang University, Iksan, 54538 Korea

^{2*}Professor, School of Computer Information & Communication Engineering, Kunsan National University, Kunsan, 54150 Korea

요 약

매년 교통사고의 가장 큰 원인으로 손꼽히는 졸음운전은 운전자의 수면 부족, 산소 부족, 긴장감의 저하, 신체의 피로 등과 같은 다양한 요인을 동반한다. 졸음 유무를 확인하는 일반적인 방법으로 운전자의 표정과 주행패턴을 파악하는 방법, 심전도, 산소포화도, 뇌파와 같은 생체신호를 분석하는 방법들이 연구되고 있다. 본 논문은 영상을 검출하는 딥러닝 모델과 생체 신호 측정 기술을 이용한 운전자 피로 감지 시스템을 제안한다. 제안 방법은 일차적으로 딥러닝을 이용하여 운전자의 눈 모양과 하품 유무, 졸음으로 예상되는 신체 동작을 파악하여 졸음 상태를 감지한다. 이차적으로 맥파 신호와 체온을 이용하여 운전자의 피로 상태를 파악하여 시스템의 정확도를 높이도록 설계하였다. 실험 결과, 실시간 영상에서 운전자의 졸음 유무 판별이 안정적으로 가능하였으며 각성상태와 졸음 상태에서의 분당 심박수와 체온을 비교하여 본 연구의 타당성을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

Drowsy driving, one of the biggest causes of traffic accidents every year, is accompanied by various factors. As a general method to check whether or not there is drowsiness, a method of identifying a driver's expression and driving pattern, and a method of analyzing bio-signals are being studied. This paper proposes a driver fatigue detection system using deep learning technology and bio-signal measurement technology. As the first step in the proposed method, deep learning is used to detect the driver's eye shape, yawning presence, and body movement to detect drowsiness. In the second stage, it was designed to increase the accuracy of the system by identifying the driver's fatigue state using the pulse wave signal and body temperature. As a result of the experiment, it was possible to reliably determine the driver's drowsiness and fatigue in real-time images.

키워드 : 딥러닝, 생체신호, 영상 인식, 졸음운전, 피로 감지

Keywords : Deep learning, Bio-signals, Image recognition, Drowsy driving, Fatigue detection

Received 26 April 2022, Revised 28 April 2022, Accepted 14 May 2022

* Corresponding Author Seong-Yoon Shin (E-mail:s3397220@kunsan.ac.kr, Tel:+82-63-469-4860)

Professor, Department of Computer Information Engineering, Kunsan National University, 54150 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2022.26.6.859>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

오늘날, 현대 사회의 발전이 있기까지 교통 인프라는 산업시장을 이끌어어나가는 중요한 요소로서 오랜 시간 자리매김해 왔다. 교통 인프라의 발전으로 빠른 이동 수단은 업무 효율성과 직결되어 운전은 필수불가결한 요소로 여겨지고 있으며, 1인 1차량을 보유한 가구도 자주 볼 수 있게 되었다. 이러한 시대적 양상은 업무 능률을 높일 수 있는 장점으로도 작용하나 지속적으로 늘어가는 차량으로 인해 도심 지역의 도로 정체를 야기하며 교통사고 또한 매해 증가하고 있는 추세이다[1].

고속도로 곳곳에서 흔하게 졸음 쉼터와 졸음운전 방지 안내 경고를 볼 수 있듯이 졸음운전은 교통사고의 가장 큰 원인으로 알려져 있다. 경찰청의 교통사고 현황 조사에서도 2019년 졸음운전으로 인한 사고 건수가 2,887건으로 2017년 2073건보다 28.2%, 2018년 1,308건보다 54.7% 증가한 것으로 보고되었다[2, 3].

졸음은 수면의 욕구에 의해 일어나는 인식 장애 상태를 의미한다. 활동 반경이 늘어나고 수면시간이 짧아짐에 따라 적절한 휴식을 취하지 못하는 현대인에게서 주로 발생한다. 졸음운전의 원인으로서는 신체의 피로감, 수면 부족 외에도 운전 중 밀폐된 차내에서의 산소 부족, 긴장감의 저하, 실내 온도 등의 다양한 요인이 동반된다[4].

운전자의 인체에 나타나는 다양한 반응을 통해 졸음운전 유무를 판단할 수 있다. 졸음운전의 대표적인 신체 반응으로 눈 모양과 입의 움직임 등을 들 수 있다. 입을 크게 벌리거나 눈을 감는 동작, 고개를 상하로 젓거나 좌우로 흔드는 동작들은 졸음으로 인한 생리적인 현상과 더불어 졸음을 쫓기 위한 방법 중 하나이다. 인체가 주는 경고 신호를 넘어 수면 상태에 진입하게 되면 주행패턴이 불안정해지고 집중력이 감소하여 대형 사고로 이어질 수 있는 원인이 된다. 근래에는 이러한 특징을 기반으로 운전자의 졸음 유무를 감지하고 사고를 예방하기 위한 방법이 지속적으로 연구되고 있다.

운전자의 졸음 여부를 판단하는 방법으로 영상처리를 이용하여 운전자의 얼굴과 동작을 분석하는 방법, 주행패턴을 분석하는 방법, 생체적 특성을 파악하는 방법이 있다[5].

영상처리를 이용한 방법은 카메라로 운전자의 얼굴을 촬영하고 컴퓨터 비전 기술로 눈과 입 모양을 검출하여 졸음 여부를 파악한다. 영상처리를 이용하면 시각적

으로 특징을 판단하기 용이하나 영상에 따른 주변광에 대한 민감도가 높아 운전 시간대, 날씨, 조명 등에 많은 영향을 받는 문제가 있다. 최근에는 주어진 데이터 학습을 통해 자동으로 영상에서 특징을 검출하는 딥러닝 기술이 발달함에 따라 다양한 알고리즘 모델을 적용한 연구도 진행되고 있다[6-8]. 주행패턴 감지 방법은 핸들이나 바퀴의 회전각, 압력, 차량의 속도, 운전 패턴 등을 감지하여 졸음 여부를 판단하게 된다[9, 10]. 이러한 방법은 길이 단조롭거나 교통량이 많은 도로에서는 졸음 여부를 판단하기 어려우며, 주로 졸음이 상당히 진행된 경우에 확인이 가능하여 단일로 사용되기에는 어려움이 있다. 생체 신호를 이용하는 방법은 사람의 생체적 특성을 이용하여 사람의 누적된 피로나 수면 상태 등을 예측하여 졸음 여부를 판단한다. 졸음운전의 가장 큰 원인을 신체의 피로감과 스트레스, 건강 상태로 보고 생체신호 측정 센서를 이용하여 운전자의 심장 박동이나 체온 변화, 안구 활동, 산소포화도, 임피던스 변화 등 졸음을 일으킬 수 있는 신호를 분석하여 여부를 판단한다[11, 12].

본 논문은 영상처리와 생체신호 측정 센서 모듈을 이용하여 운전자의 졸음을 지속적으로 검출할 수 있는 졸음 감지 시스템을 제안한다. 딥러닝 모델을 이용하여 실시간 영상에서 운전자의 졸음 동작을 검출하여 일차적으로 졸음 여부를 판별한다. 졸음 판별 정확도를 높이기 위해 이차적으로 맥파 신호와 체온을 이용하여 운전자의 피로 상태를 예측하고 운전자에게 경고 알림을 나타내는 연구를 제안한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 운전자 졸음 감지 시스템의 전체 구조에 관해 설명하고, 3장에서는 딥러닝 모델을 이용하여 운전자의 졸음 상태를 검출하는 방법에 대해 제안한다. 4장에서는 제작한 생체신호 측정 모듈을 이용하여 운전자의 피로 예측 알고리즘을 제시하고, 5장에서는 운전자 졸음 감지 시스템에 대한 실험과 고찰에 대해 논의한 후, 6장에서 결론을 맺는다.

II. 운전자 졸음 감지 시스템

본 논문에서 제안하는 방법은 (1) 영상 인식을 이용한 졸음 동작 검출 부; (2) 생체신호 계측을 이용한 피로 측정 부; (3) 운전자 졸음운전 알림 부; 세 파트로 나뉜다. 제안하는 시스템의 전체 구조도를 그림 1에 나타내었다.

- (1) 졸음 동작 검출 부 : 딥러닝 학습을 통해 운전자의 실시간 영상을 입력받아 졸음 동작으로 예측되는 특징을 검출한다.
- (2) 생체신호 계측 부 : 생체신호 측정 모듈을 이용하여 운전자의 생체신호를 계측한다. 맥파 신호에서 분당 심박수를 추출하고 온도센서로 체온을 측정한다. 운전 중의 체온과 분당 심박수를 전후 비교하여 운전자의 피로 유무를 예측한다.
- (3) 졸음운전 알림 부 : 운전자의 졸음 동작과 생체 신호를 통해 피로와 졸음 여부 결과를 판별하고, 졸음운전으로 판단될 시 운전자에게 경고 알림을 올린다.

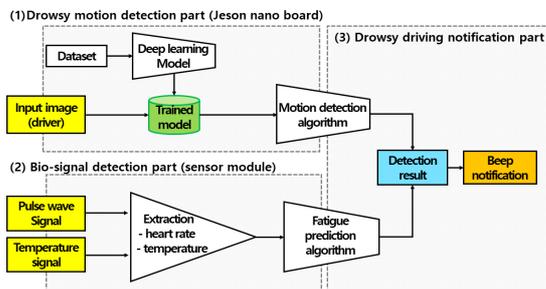


Fig. 1 Block diagram of driver fatigue detection system

제안 시스템의 하드웨어 구성은 그림 2와 같이 졸음 동작 검출 부의 메인 시스템 보드와 생체신호 계측을 위한 제작 모듈이 시리얼 통신으로 연결된다. 메인 시스템 보드에서는 웹캠으로 운전자의 실시간 영상을 입력받고 NVIDIA사의 Jetson Nano를 통해 졸음 동작을 검출한다. 생체신호 측정 모듈은 아두이노 UNO에 맥파 센서, 온도 센서, 센서 증폭 회로를 연결하여 제작한다. 피로와 졸음 상태로 판단되면 피에조 부저를 이용하여 경고 알림을 낸다.

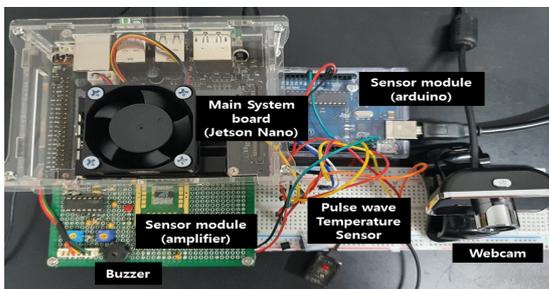


Fig. 2 Hardware configuration of the proposed system

III. 영상 인식을 이용한 졸음 동작 감지

본 장에서는 하품하는 과정에서 발생하는 입과 눈 모양의 특징, 이후 나타나는 반응 동작에 대한 클래스를 5가지로 분류하고 tiny YOLO v3 모델을 이용하여 졸음 동작을 학습한다. 학습 모델을 통해 얻은 결과를 분석하여 일차적으로 졸음 여부를 판단한다. 본 장의 연구 방법을 그림 3에 나타내었다.

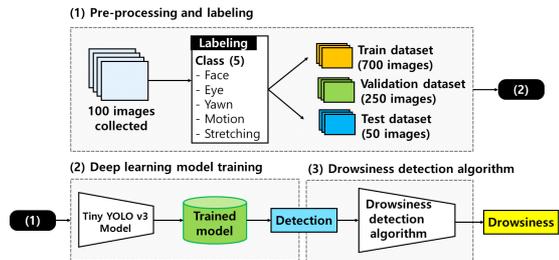


Fig. 3 Driver drowsiness detection using image recognition

3.1. 데이터 획득 및 전처리 과정

데이터셋 획득을 위해 운전석에서 시간대별로 운전자 영상을 촬영하고, 졸음 상태에서 취할 수 있는 다섯가지의 특징이 담긴 이미지 500장을 분류하였다. 주변 광에 대한 검출 정확도를 높이기 위해 이미지의 밝기와 명도를 조절하여 1,000장으로 데이터를 증강 후 데이터셋으로 사용하였다. 딥러닝 학습을 위한 훈련 데이터셋 (train dataset) 700장, 검증 데이터셋(validation dataset) 250장, 테스트용 데이터셋(test dataset) 50장으로 분류하였다.

3.2. 데이터 라벨링

데이터셋에 대한 라벨링은 YOLO mark를 이용하여 진행하였다. 졸음 시 운전자의 동작을 표정(face), 눈 모양(eye), 하품(yawn), 손동작(motion), 고개 젓힘(stretching)으로 분류하여 5가지로 class를 분류하였다. YOLO mark를 이용하여 분류된 데이터에 대한 좌표 정보는 class 번호와 함께 txt 파일로 생성된다.

3.3. 졸음 동작 모델 학습

라벨링 한 데이터를 훈련하는 데 사용한 tiny YOLO v3은 저사양 시스템과 실시간 영상에 대해 최적화되어 빠른 검출 속도를 보이는 딥러닝 모델이다. 모델의 훈련

과 학습을 Jetson Nano 메인 시스템 보드에서 진행하고 자 입력 영상 크기를 416×416픽셀로 수정하고 batch size를 1로 수정하여 메모리 부담으로 인한 오류 문제를 해결하였다.

3.4. 졸음 동작 판단 알고리즘 설계

그림 4는 딥러닝 학습모델을 이용하여 입력 영상에서 운전자의 졸음 여부를 판별하는 알고리즘 순서도이다. 영상을 입력받아 한 프레임에서 눈과 입 모양을 검출하고 해당 동작이 10분간 3번 이상 검출되면 졸음운전으로 판단한다. 하품 동작 뒤에 고개를 위나 아래로 움직이거나 손으로 입을 가리는 동작이 검출되면 졸음 운전으로 판단한다. 연속 프레임에 대한 중복 검출 문제를 고려하여 다음 프레임 간의 검출 대기 시간을 5초로 정한다.

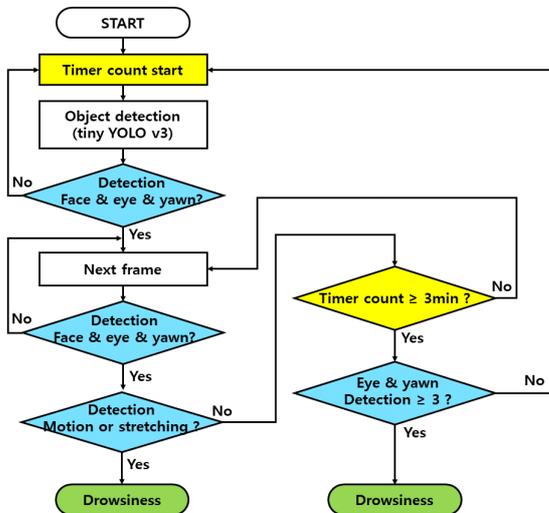


Fig. 4 Flowchart of drowsiness motion determination Algorithm

IV. 생체신호를 이용한 신체 피로 판단 알고리즘 설계

사람의 상태를 빠르게 확인할 수 있는 생체신호로 맥파(pulse wave)와 체온(body temperature)이 있다. 맥파 신호를 분석하면 사람의 긴장도를 판단할 수 있는 지표인 심박수(heart rate, HR)를 추출해낼 수 있다. 졸음 상

태에서의 사람은 2~3% 내외의 심박수 감소를 보이며, 강한 졸음 상태의 경우 4~7% 내외의 심박수 감소를 보인다. 사람의 체온도 각성 상태(36.5℃)보다 졸음 상태에서는 0.5~1℃ 정도의 감소치를 보인다[13, 14].

본 장에서는 그림 5와 같이 운전자 졸음 여부에 대한 검출 정확도를 높이기 위해 맥파와 체온 변화를 확인하여 신체 피로를 예측한다. 센서 모듈을 이용하여 운전자의 손목에서 1분 동안 맥파 신호를 계속하여 기준이 될 분당 심박수(beats per minute, BPM)를 계산한다. 전후 비교를 위해 3분 간격으로 운전자의 손목에서 30초간 맥파를 재측정하여 심박수를 계산하고 기준 심박수와 2% 이상 차이가 나는 경우 피로 상태로 판별한다. 평소 체온에 비해 재측정한 체온이 0.3℃ 이상 감소하면 피로 상태로 판단한다. 센서의 민감도, 사람의 차이, 주변 상황 등을 고려하여 판단 범위를 최저 파라미터값으로 조정하였다.

최종적으로 영상 인식 결과를 아두이노에 저장되어 있는 생체 신호의 값과 연계하여 졸음운전일 경우 연결된 피에조 센서를 이용하여 운전자에게 경고음을 울리도록 설계하였다.

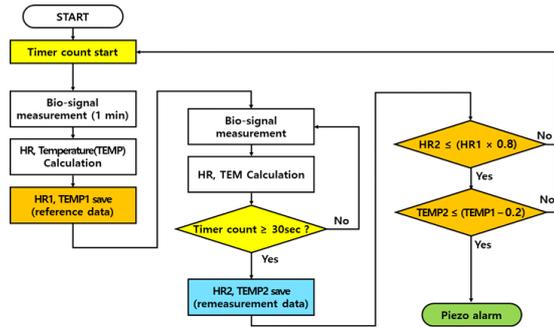


Fig. 5 Flowchart of algorithm for determining body fatigue using bio-signals

V. 실험 및 고찰

5.1. 실험 환경

운전자 졸음 동작 검출을 위한 실험은 NVIDIA사의 Jetson Nano(Quad-core ARM® A57 CPU, 128-core NVIDIA Maxwell GPU, 4GB 64-bit LPDDR4) 시스템 보드에서 진행되었다. Ubuntu 18.04 환경에서 OpenCV 4.1.1, CUDA 10.2로 학습을 진행하였다.

생체신호 모듈은 아두이노 UNO와 Laxtha사의 맥파 센서인 RP320, muRata사의 NXFT15WF104FA2B 온도 센서 모듈을 사용하여 제작하였다. 실험을 위해 운전자의 손목에 모듈을 밴드로 고정하여 생체신호를 계속하였다.

5.2. 실시간 영상에서의 졸음 동작 검출 결과

그림 6은 메인 시스템의 웹캠을 이용하여 실시간 영상에서 졸음 동작을 검출한 결과이다. 하품을 하며 손으로 입을 가리는 영상에 대한 세 가지 클래스 eye, yawn, motion에 대한 검출 결과를 확인할 수 있었다. 딥러닝 학습을 통해 검출된 실시간 영상에 대한 FPS(frames per second)는 5.0으로 나타나 실시간 검출에 대한 유효성을 보여주었다.

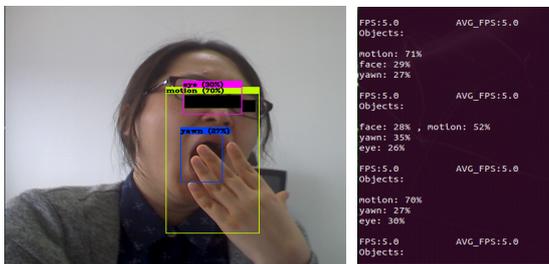


Fig. 6 Drowsy motion detection result

5.3. 피로 상태 결과 분석

다음 표 1은 생체신호 모듈을 이용하여 측정된 현재 상태와 졸음 상태에서의 심박수와 체온의 검출 결과이다. 실험을 위해 각성 상태와 졸음으로 예상되는 상태에서 생체신호를 각 10번씩 측정하였다.

실험 결과, 각성 상태에서의 기준 분당 심박수 평균값은 88.5bpm으로 측정되었으며, 졸음 상태에서의 분당 심박수 평균값은 74.2bpm으로 1~2% 이내 범위에서 감소함을 보였다. 각성 상태에서의 기준 체온 평균값은 36.45℃로 측정되었으며 졸음 상태에서의 체온 평균값은 36.13℃로 0.32℃ 낮게 측정된 것을 확인할 수 있었다.

Table. 1 Bio-signal measurement results in wakefulness and drowsiness

Bio-signal	Wakening	Drowsiness
Pulse wave (bpm)	88.5	74.2
body temperature (°C)	36.45	36.13

본 장에서는 실시간 영상에서의 졸음 동작을 검출하고 각성 상태에서와 졸음 상태에서의 심박수, 체온을 이용한 피로 측정은 운전 중 실제 상황이 아닌 유사 상황을 재현하여 실험을 진행하였다. 딥러닝을 이용한 졸음 동작의 검출은 실시간 영상에 대해 유의미한 검출 결과를 보였다. 생체신호 분석은 다소 오차가 있었으나 대체로 졸음 상태일 때 파라미터값이 감소하는 양상을 보였다. 실제 운전 상황에서의 시스템 적용을 위해서는 여러 사람에 대한 생체신호 특성을 분석하여 알고리즘을 조정하고 생체신호의 오차율을 보완하는 방안이 필요할 것으로 판단된다.

VI. 결론

본 논문에서는 운전자의 졸음과 피로 유무를 실시간으로 감지하기 위해 영상 인식과 생체신호를 이용한 운전자 졸음 감지 시스템을 제안하였다.

운전자의 졸음을 검출하기 위한 방법으로 영상검출 모델인 tiny YOLO v3를 이용하여 운전자의 표정, 하품 유무, 눈 모양, 얼굴과 상체 동작 5가지 특징을 검출하여 졸음 상태를 감지하였다. 영상 인식 결과의 오차율을 보정하기 위해 센서를 통한 생체 신호의 추가적인 검증으로 졸음 감지 시스템의 정확도를 향상시켰다. 영상 인식 결과가 졸음 상태로 판단된 경우, 아두이노 보드에 결과를 전달하고 피로 유무를 판단하여 졸음운전에 대한 경고 알람을 울리도록 시스템을 설계하였다.

실험 결과, 실시간 영상에서 운전자의 졸음 유무 판별이 안정적으로 가능하였다. 각성상태와 졸음 상태에서의 심박수와 체온 비교를 통해 피로 판단을 통한 졸음 감지 시스템 성능의 향상 가능성을 확인할 수 있었다.

향후 연구에서는 영상 인식과 생체신호 측정 센서의 감도와 정확도, 소요 시간을 최적화함으로써 졸음 감지 시스템의 알고리즘을 개선하고자 한다. 측정된 결과값은 블루투스를 통하여 진동과 경고 알람으로 모바일 앱 상에서 나타내고자 한다. 또한, 산소포화도와 같은 여러 생체신호 센서를 추가하여 음주 상태를 판단하는 연구로 발전시키면 사회적 문제인 운전 사고를 미연에 방지할 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGEMENT

This paper was supported by Wonkwang University in 2021.

REFERENCES

[1] Y. H. Kim, C. H. Lee, H. S. Cho, J. S. Park, J. Y. Park, G. H. Song, J. H. An, S. J. Lee, J. Y. Lee, J. S. Lee, and S. J. Hong, "Convergent Ideation for Future Transport Systems," Korea transport institute(KOTI), Sejong, KR, Research Report, 2011.

[2] B. T. Ahn, "Study for Drowsy Driving Detection & Prevention System," *Journal of Convergence for Information Technology*, vol. 8, no. 3, pp. 193-198, Mar. 2018.

[3] Public data portal. National Police Agency_Drowsy Driving Traffic Accidents [Internet]. Available: <https://www.data.go.kr/data/15047952/fileData.do>.

[4] S. G. Lee, Y. S. Kwon, J. S. Park, S. J. Yun, and W. T. Kim, "A Sleep-driving Accident Prevention System based on EEG analysis using Deep-learning Algorithm," *Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers*, vol. 55, no. 3, pp. 67-73, Mar. 2018

[5] M. Y. Oh, Y. S. Jeong, and K. H. Park, "Driver Drowsiness Detection Algorithm based on Facial Feature," *Journal of Korea Multimedia Society*, vol. 19, no. 11, pp. 1852-1861, Nov. 2016.

[6] H. A. Lee and S. Y. Shin, "Implementation of Drowsy Prevention System Using Arduino and YOLO," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 25, no. 7, pp. 917-922, Jul. 2021.

[7] J. W. Son and M. O. Park, "Driving behavior Analysis to Verify the Criteria of a Driver Monitoring System in a Conditional Autonomous Vehicle-Part II-," *Journal of Auto-Vehicle Safety Association*, vol. 13, no. 1, pp. 38-44, Mar. 2022.

[8] H. T. Choi, M. K. Back, J. S. Kang, and K. C. Lee, "Driver Drowsiness Detection Based on Visual-Feature Using Multi-Modal Learning," *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol. 43, no. 7, pp. 1124-1132, Jul. 2018.

[9] S. M. Jeong, G. H. Kim, H. J. Mun, and C. G. Kim, "Design and Implementation of a System to Detect Zigzag Driving using Sensor," *Journal of digital convergence*, vol. 14, no.

11, pp. 305-311, Nov. 2016.

[10] B. J. Moon, K. B. Yeon, S. G. Lee, S. P. Hong, S. Y. Nam, and D. H. Kim, "Drowsy Driving Detection Algorithm Using a Steering Angle Sensor And State of the Vehicle," *Journal of the institute of electronics engineers of Korea IE*, vol. 49, no. 2, pp. 30-39, Jun. 2012.

[11] C. M. Park, "A Study on the Drowsy Driving Prevention System using the Pulse Sensor," in *Proceeding of the 38th Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Busan, Korea, pp. 577-578, 2016.

[12] K. Fujiwara, E. Abe, K. Kamata, C. Nankayama, Y. Suzuki, T. Yamakawa, T. Hiraoka, M. Kano, Y. Sumi, F. Masuda, M. Matsuo, and H. Kadotani, "Heart rate variability-based driver drowsiness detection and its validation with EEG," *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 66, no. 6, pp. 1769-1778, Jun. 2019.

[13] J. Y. Lee, J. H. Jeong, D. Y. Kim, J. H. Gwon, and T. J. Yun, "Drowsiness warning system using eye-blink and heart rate," in *Proceeding of the 64th Korea Society of Computer and Information*, Jeju, Korea, pp. 519-520, 2021.

[14] H. S. Park, "Appratus and method for sensing driver sleepiness/drinking," Hyundai Mobis, Seoul, Korea, Patent 10-2011-0093033, DOI: 10.8080/1020110093033.



이민혜(Min-Hye Lee)

2010. 2. : 군산대학교 컴퓨터정보공학과 공학사
2012. 8. : 원광대학교 전자공학과 공학석사
2018. 2. : 원광대학교 전자공학과 공학박사
2020. 3. ~ 현재 : 원광대학교 교양교육원 조교수
※ 관심분야 : 의공학, 영상처리, 인공지능



신성윤(Seong-Yoon Shin)

2003. 2. : 군산대학교 컴퓨터학과 이학박사
2006. 3. ~ 현재 : 군산대학교 컴퓨터정보통신 공학부 교수
2018. 1. ~ 2019. 12. : 한국정보통신학회 총무부회장
2020. 1. ~ 2020. 2. : 한국정보통신학회 수석부회장
2020. 3. ~ 현재 : 군산대학교 정보전산원장
2021. 3. ~ 현재 : 한국정보통신학회 회장
※ 관심분야 : 비디오처리, 가상현실, 멀티미디어