

임베디드 시스템 환경 3D-CNN 기반 졸음운전 감지 모델 작동 검증

이지민, 우수민, 문창주*

건국대학교

easymean0417@konkuk.ac.kr, soominwoo@konkuk.ac.kr *cjmoon@konkuk.ac.kr

Verification of 3D-CNN-Based Drowsiness Detection Model Operation in Embedded System Environment

Jimin Lee, Soomin Woo, Changjoo Moon*

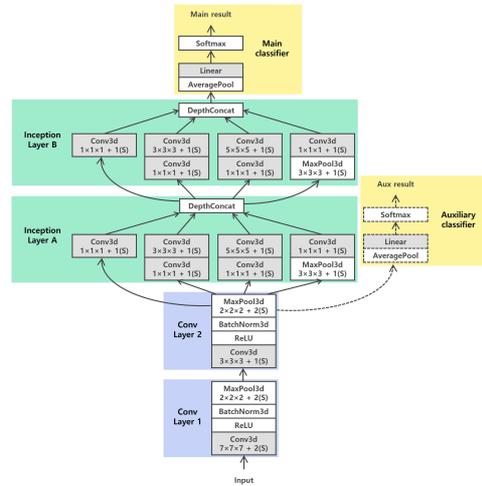
Konkuk University

요약

본 논문은 졸음운전 감지를 위한 3D-CNN 모델이 실제 임베디드 시스템 환경에서 정상적으로 작동하는지에 대한 검증을 진행하고, 앞으로의 졸음운전 감지 기술의 실제 도입을 위한 방향을 제시한다.

I. 서론

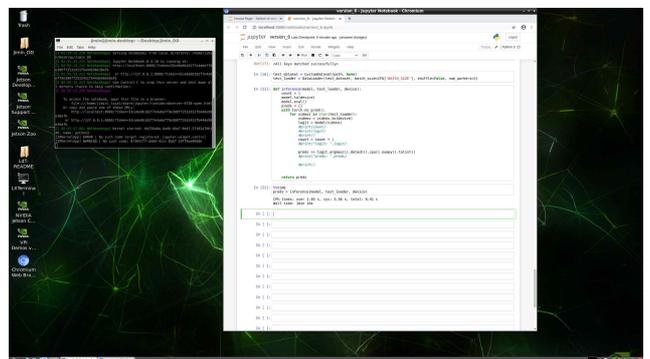
졸음운전은 운전자의 집중력과 반응 속도를 저해하며, 주의력 결핍 및 인지력 저하 등의 문제를 가져온다. 이러한 이유로, 졸음 운전은 자동차 사고 발생 위험을 두 배로 증가시켜 운전자의 안전을 위협한다 [1]. 졸음운전으로 인한 사고를 예방하기 위하여 졸음운전 감지 연구가 활발히 진행되었지만, 운전자의 얼굴 표정만을 보고 졸음을 판단하였기 때문에 마스크나 선글라스를 착용한 상황에서는 성능이 좋지 못했다 [2-6]. 따라서 우리는 얼굴 변화 뿐만 아니라 운전자의 행동 양상을 학습하여 졸음운전을 감지하고자 하였으며, 결과적으로 마스크와 선글라스를 착용한 상황에서도 졸음을 감지할 수 있음을 입증하였다 [7]. 그러나, 졸음 운전을 감지하기 위해서는 실제 차량 내에 탑재되는 임베디드 PC에서 작동 가능하여야 하며, 저사양의 PC에서도 빠른 감지가 가능하여야 한다. 본 논문은 우리의 졸음운전 감지 모델이 저사양의 임베디드 보드에서 작동 가능함을 확인하고, 실제 졸음 상황에서 사용 가능성을 평가하고자 한다.



[그림 1] 이전 논문에서 제안한 졸음운전 감지 3D-CNN 아키텍처

II. 본론

[그림 1]은 우리가 이전 논문에서 제안한 졸음운전 감지를 위한 GoogleNet Inception 구조 기반 3D-CNN 모델이다 [7]. 이 모델은 임베디드 PC에서 작동이 가능할 수 있도록 기존 GoogleNet보다 매우 얇은 층으로 구성하였으며, 높은 정확도를 보이는 Transformer 구조보다는 연산 속도가 빠른 CNN을 도입하여 구축하였다. 이에 따라, NVIDIA RTX A6000 GPU를 사용했을 경우, 5초 분량의 동영상상을 졸음운전 혹은 정상운전으로 분류하는 시간이 약 0.1초 소요됨을 확인하였으며, 이는 실제 상황에서 사용하기에 적절히 빠른 수치임을 확인했다. 본 논문에서는 이 3D-CNN 모델이 Jetson Nano 2GB Developer Kit에서 정상 작동하는지 확인하기 위하여 Jetson Nano의 환경 설정을 진행하였다. JetPack 4.5 버전을 통해 Ubuntu 18.04를 설치하였으며, Python 3.6.9 그리고 Pytorch 1.8.0 버전을 사용하였다. 모델은 주피터 노트북 환경에서 실행하였으며 그 실행 화면은 [그림 2]와 같다.



[그림 2] Jetson Nano에서 3D-CNN을 실행한 화면

[그림 2]를 통해 알 수 있듯이, 우리가 제안한 3D-CNN이 모델이 저사양의 임베디드 보드 Jetson Nano 2GB에서 실행 가능함을 확인할 수 있다. 이는 우리의 모델이 실제 차량 환경에서 충분히 사용 가능함을 보여준다. 그러나, 5초 분량의 동영상상을 졸음운전 혹은 정상운전으로 분류하는 시간이 약 1분 소요되므로 이에 대한 보강이 필요할 것으로 보인다.

III. 결론

본 논문은 졸음운전을 감지하기 위한 3D-CNN 모델이 실제 차량 내 환경에서 작동 가능함을 확인하고자 하였으며, 저사양 임베디드 보드인 Jetson Nano 2GB에서 3D-CNN 모델 작동 가능성을 확인하였다. 이에 따라 얇은 층으로 설계한 우리의 모델이 차량 내 임베디드 PC에서 사용 가능함을 입증한 바이다. 분류 시간이 약 1분 소요되었지만, 자율주행을 위하여 사용되는 Jetson Orin Developer Kit를 사용한다면 충분히 빠른 속도를 낼 것으로 기대한다. 또한 주피터 노트북 환경이 아닌 ROS1 프로토크를 활용하여 설계한다면 더 효율적인 졸음운전 감지가 이루어질 것으로 본다. 이를 통해 실제 차량 내 환경에서 졸음운전을 감지하는 서비스가 실용성을 가질 수 있을 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원-학·석사연계ICT핵심인재양성 지원을 받아 수행된 연구임 (IITP-2024-RS-2020-II201834)

참 고 문 헌

- [1] Bioulac, S.; Micoulaud-Franchi, J.-A.; Arnaud, M.; Sagaspe, P.; Moore, N.; Salvo, F.; Philip, P. Risk of Motor Vehicle Accidents Related to Sleepiness at the Wheel: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sleep* 2017, 40, zsx134. <https://doi.org/10.1093/sleep/>.
- [2] Salzillo, G.; Natale, C.; Fioccola, G.B.; Landolfi, E. Evaluation of Driver Drowsiness based on Real-Time Face Analysis. In *Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, Toronto, ON, Canada, 11 - 14 October 2020; pp. 328 - 335. <https://doi.org/10.1109/SMC42975.2020.9283133>.
- [3] Peddarapu, R.K.; Likhita, B.; Monika, D.; Paruchuru, S.P.; Kompella, S.L. Raspberry Pi-Based Driver Drowsiness Detection. In *Proceedings of the 2024 IEEE International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (IC2PCT)*, Greater Noida, India, 9 - 10 February 2024; pp. 864 - 869. <https://doi.org/10.1109/IC2PCT60090.2024.10486677>.
- [4] Macalisang, J.R.; Alon, A.S.; Jardimiano, M.F.; Evangelista, D.C.P.; Castro, J.C.; Tria, M.L. Drive-Awake: A YOLOv3 Machine Vision Inference Approach of Eyes Closure for Drowsy Driving Detection. In *Proceedings of the 2021 IEEE International Conference on Artificial Intelligence in Engineering and Technology (IICAIET)*, Kota Kinabalu, Malaysia, 13 - 15 September 2021; pp. 1 - 5. <https://doi.org/10.1109/IICAIET51634.2021.9573811>.
- [5] Mirabdullayev, I.; Ayoobkhan, M.U.A.; Hashana, A.J.; Ali, L.A. K.

- S. Drowsy Driving Detection System Using Face Detection. In *Proceedings of the 2023 3rd International Conference on Technological Advancements in Computational Sciences (ICTACS)*, Tashkent, Uzbekistan, 1 - 3 November 2023; pp. 779 - 784. <https://doi.org/10.1109/ICTACS59847.2023.10390069>
- [6] Qu, S.; Gao, Z.; Wu, X.; Qiu, Y. Multi-Attention Fusion Drowsy Driving Detection Model. *arxiv prepr.* 2023, arXiv:2312.17052.
- [7] Lee, J.; Woo, S.; Moon, C. 3D-CNN Method for Drowsy Driving Detection Based on Driving Pattern Recognition. *Electronics* 2024, 13, 3388. <https://doi.org/10.3390/electronics13173388>