

AI 기반 실시간 위험 안내 서비스 개발

이선구¹, 고정태², 홍성훈³, 권용범⁴, 신창화⁵
¹한국외국어대학교 컴퓨터전자시스템공학과 학부생
²연세대학교 경영학과 학부생
³인하대학교 디자인테크놀로지학과 학부생
⁴순천향대학교 전기소프트웨어학과 학부생
⁵디노밸류

snsngu@naver.com, giwigi@yonsei.ac.kr, hun752193@naver.com,
dydyqja12345@naver.com, s27460@naver.com

Development of an AI-based Real-time Risk Alert Service

Seon-Gu Lee¹, Jeong-Tae Go², Seong-Hoon Hong³,
Yong-Beom Kwon⁴, Chang-Hwa Shin⁵

¹Dept. of Computer Engineering, Hankuk University of Foreign Studies

²Dept. of Business Administration, Yonsei University

³Dept. of Design Technology, Inha University

⁴Dept. of Computer Science, Soonchunhyang University

⁵DinoValue

요 약

본 연구는 급발진 의심 상황 사고를 줄이기 위한 딥러닝 기반의 실시간 대응 서비스 개발을 다룬다. 급발진 의심 상황일 때 운전자의 잘못된 인지나 실제 발생한 급발진 사고에 신속히 대응할 수 있는 시스템을 제공함으로써 운전자의 생명을 보호하는 것을 목표로 한다. 제안하는 시스템은 액셀과 브레이크 위에 설치된 카메라를 통해 운전자의 발 위치, 페달의 밟힘 정도를 실시간으로 분석하고 급발진 의심 상황일 때 실시간으로 적절한 대처를 음성으로 안내한다.

1. 서론

자동차에 전자장비가 추가되면서 급발진 의심 사례가 증가하고 있다. 차가 충돌할때까지 브레이크가 작동하지 않으면서 속도가 급격하게 증가하는 급발진 상황은 운전자를 패닉에 빠트려 적절한 대응을 어렵게 해 높은 사망률을 보인다.[1] 본 연구에서는 급발진 의심 상황 발생 시 운전자에게 실시간으로 올바른 대처를 안내하는 딥러닝 기반의 시스템을 제안한다. 이 시스템은 페달 블랙박스의 역할을 수행하면서 운전자의 행동을 실시간으로 감지하고 적절한 대처법을 제공한다.

2. 본론

2-1. 급발진 의심 상황

2-1-1. 액셀과 브레이크 혼동한 상황

첫 번째 위험 상황은 운전자가 브레이크 대신 액셀을 밟으면서 급발진이라고 착각하는 경우이다. 가장 많이 나타나는 경우이며[2] 속도가 급격히 증가하는 상황에서 급발진 상황이라 착각한 운전자는 주로 액셀을 계속 밟기만 하고 신속하게 브레이크로 바뀌 밟지 못한다.

2-1-2. 실제 급발진 상황

두 번째 위험 상황은 실제로 급발진이 발생한 경우이다. 이 상황에서는 브레이크를 밟아도 작동하지 않기 때문에 운전자는 신속하게 기어를 중립으로 바꾸고 전자식 브레이크를 작동시켜야 한다.

2-3. 기술적 배경

2-3-1 데이터 수집 및 전처리

- 카메라 시스템: 운전석 하단에 카메라를 설치하여 페달과 운전자의 발을 촬영한다.
- 전처리: TensorFlow의 내장 함수를 활용해 전처리(이미지 리사이징, 정규화 등)를 한다.

2-3-2. 데이터 분석 및 판단 알고리즘

- 페달과 운전자의 발 위치 인식: 운전자의 발이 액셀에 위치하는지, 브레이크에 위치하는지를 판단한다. MobileNetV2 기반의 경량화된 CNN 모델을 NVIDIA Jetson Nano에서 실시간 처리가 가능하도록 TensorRT를 활용하여 최적화한다.
 - 데이터셋: 다양한 신발, 페달, 발 각도를 포함한 10,000장 이상의 이미지로 구성됐고 데이터 증강 기법(회전, 확대, 밝기 변화 등)을 적용하여 모델의 일반화 성능을 향상시켰다.
 - 객체 검출 및 추적: 발과 페달의 영역을 Segmentation하고 객체의 이동을 추적한다. 이를 통해 페달이 눌리는 정도를 수치화하고 특정 임계값을 초과하면 페달이 눌린 것으로 판단한다.
 - 경량화: 모델의 정확도 향상을 위해 Quantization Aware Training과 Knowledge Distillation를 결합하여 사용한다.
- 급발진 의심 상황 판단: OBD-II 포트를 통해 차량의 속도 데이터가 실시간으로 수집된다. 속도가 급격히 증가하여 110km/h를 초과하면서 운전자의 발이 액셀을 밟고 있지 않은 경우를 급발진 의심 상황으로 판단한다. 판단 기준 속도를 조절하거나 네비게이션과 연동해 고속도로, 내리막길 같은 특정 상황을 제외시킬 수 있다.

2-3-3. 실시간 음성 안내 시스템

- 안내 내용:
 - 첫 번째 상황 시 (운전자가 액셀과 브레이크를 혼동하여 밟는 상황): "현재 액셀을 과도하게 밟고 있습니다."
 - 두 번째 상황 시 (운전자가 액셀을 밟고 있지 않는데 속도가 올라가는 급발진 상황): "기어를 중립으로 변경하고 전자식 주차 브레이크를 작동시키세요. 그 다음 두 발로 힘껏 브레이크를 밟으세요."

2-4. 시스템 아키텍처

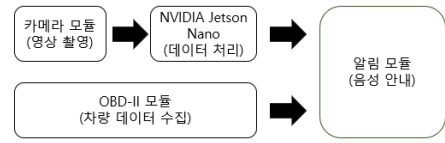
2-4-1. 시스템 구성도

본 시스템은 다음과 같은 구성 요소로 이루어져 있다.

- 카메라 모듈: 저해상도 영상을 촬영한다.
- 데이터 처리 모듈: NVIDIA Jetson Nano에서 TensorRT를 활용하여 영상 데이터를 실시간으로 처리한다.
- 차량 데이터 수집 모듈: OBD-II 인터페이스를

사용하여 ECU로부터 속도, 엔진 RPM 등의 데이터를 수집한다

- 음성 안내 모듈: 급발진 의심 상황에서 운전자에게 적절한 대응 지침을 안내한다.



(그림1) 시스템 구성도

2-4-2. 소프트웨어 설계

- 영상 데이터 수집 모듈: 딥러닝 모델은 TensorRT를 통해 최적화되어 실시간 객체 인식을 수행한다.
- 영상 처리 및 판단 모듈: 모든 데이터를 통합하여 급발진 의심 상황을 판단하며 State Machine으로 구현하여 시스템의 안정성과 확장성을 높였다.

2-5. 시스템 구현 및 가상 테스트

2-5-1. 구현 환경

속도 데이터는 무시하고 진행하였다.

- 주요 하드웨어: NVIDIA Jetson Nano, 카메라
- 주요 소프트웨어: Python 3, TensorRT, TensorFlow, python-OBD 라이브러리



(그림2) 페달을 세게 밟을 때의 변화

2-5-2. 테스트 결과

실제 차량 환경에서 시스템을 가상 테스트한 결과 운전자 대응 시간 단축 효과로 평균 5초 내에 올바른 대응을 수행하였다.

3. 결론

본 연구에서는 딥러닝을 활용한 영상 처리 기술을 통해 치명적인 급발진 사고를 줄일 수 있는 실시간 안내 서비스 개발을 제안하였다. 모델 경량화로 발생하는 정확도 저하를 개선하기 위해 여러가지 최적화 기법을 사용했는데 향후 연구에서는 다양한 환경에서의 급발진 탐지 정확도 향상에 대한 최적화가 필요하다.

시사 문구

※ 본 논문은 해양수산부 실무형 해상물류 일자리 지원사업(스마트해상물류 x ICT멘토링)을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

4. 참고문헌

- [1] 차제희 외, "자동차 급발진을 대비하기 위한 통합 모듈 설계", 한국정보통신학회, 2023
- [2] 박종진 외, "급발진 의심 사고의 EDR 파워트레인 데이터 분석", 한국자동차공학회, 2024