

딥러닝 기반 타이어 트레드 깊이 추정 알고리즘을 활용한 애플리케이션 개발

이현준, 서채연, 박찬, 김혜진, 정남진
(주)에이아이네트웍스
e-mail:ai@aipchal.com

Application development using deep learning-based tire tread depth estimation algorithm

Hyun-Jun Lee, Chae-yeon Seo, Chan Park, Hye-jin Kim, Nam-Jin Jeong
AI Networks Co.,Ltd

요약

본 논문에서는 딥러닝 기반의 타이어 트레드 깊이 추정 알고리즘을 활용하여 모바일 애플리케이션을 개발하였다. 이를 통해 일반 운전자들이 자동차 타이어의 교체 시기와 수명을 간편하게 판단할 수 있도록 지원한다. 해당 알고리즘은 영상 정보만을 활용하여 타이어 트레드 깊이를 추정하며, 모바일 앱에서 이미지를 수집하고 저장하여 실시간으로 타이어 상태를 모니터링할 수 있다. 이와 더불어 사용자에게 데이터 수집 가이드라인을 제공하여 정확한 정보 획득이 가능하게 하였다. 또한, 경량화 기술을 적용하여 모델의 추론 속도와 메모리 사용량을 줄이는 데 성공하였다. 앞으로 차량의 다른 소모품에 대한 교체 시기와 수명 예측을 위해 OBD II[1] 데이터를 활용하는 연구를 계획하고 있다.

1. 서론

일반적으로 자동차 운전자들은 차량의 타이어 상태와 잔여 수명을 파악하는 데 어려움을 겪는다. 본 논문에서는 딥러닝 기반의 타이어 트레드 깊이 추정 알고리즘을 활용한 애플리케이션 개발에 대해 기술한다. 논문의 구성은 이미지 수집 및 측정을 통한 타이어 잔여 수명 모니터링과 알고리즘 경량화 기술 적용에 대한 설명으로 이루어져 있다.

V3와 MobileNet을 결합한 segmentation 모델[2]을 사용해 타이어 영역을 추출한다. 깊이 추론 과정에서는 ResNet 기반 특징 추출기와 Residual block을 이용하여 노이즈를 제거하고 Gradient vanishing 문제를 해결한다. 모델 학습은 640x480 해상도로 조절된 이미지를 사용하며, 해당 해상도 이상의 이미지에서 성능이 보장된다.

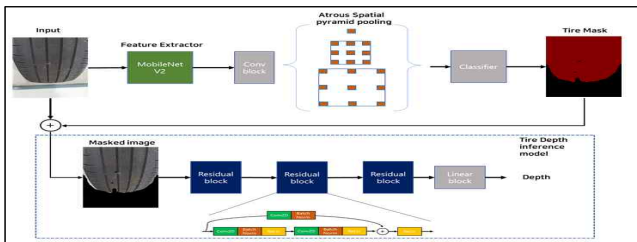
2. 본론

2.2 애플리케이션을 이용한 이미지 수집 및 저장



[그림 3] 이미지 수집 및 저장 Flow

2.1 딥러닝 기반의 타이어 트레드 깊이 검출 알고리즘

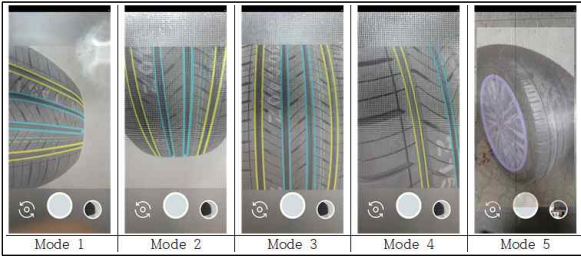


[그림 1] 인공지능기반 깊이 추정 알고리즘 아키텍처

[그림 1]은 영상 정보만을 활용하여 타이어 트레드 깊이를 추론하는 알고리즘을 보여준다. 이 알고리즘은 전처리 과정과 깊이 추론 과정으로 구성되며, 전처리 과정에서는 Deep Lab

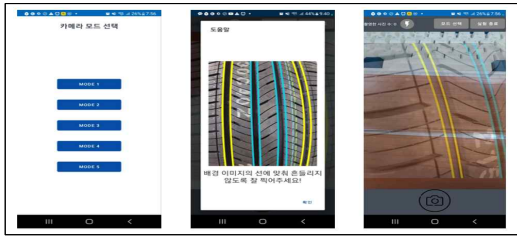
본 논문에서는 딥러닝 기반 타이어 트레드 깊이 검출 알고리즘을 위한 이미지 수집 및 트레드 깊이 정보 저장을 위해 모바일 앱의 촬영 기능을 사용한다. 촬영된 이미지들은 데이터 서버 구축과 FTP 서버 구축을 통해 API Base, FTP 서버 with Port, 접근 권한 사용자 정보를 활용하여 모바일 디바이스의 통신 모듈을 통해 클라우드에 저장된다.

2.3 정확한 데이터 검출을 위한 이미지 수집 방안



[그림 4] 촬영 모드에 따른 가이드라인

정확한 데이터 수집을 위하여, 그림 4와 같이 총 5종류의 촬영 모드와 가이드라인을 제시한다. 사용자에게 가이드라인을 제공할 때 팝업창을 이용하여 정상적인 예시와 메시지를 전달 한다. 또한, 사용자에게 원활한 촬영 환경을 제공하기 위해 모바일 앱 내 상단 바에 다음과 같은 기능을 제공하였다: 1) 플래시 on/off, 2) 모드 변경, 3) 촬영한 사진 수, 4) 실험 종료 버튼.



[그림 5] 사용자 인터페이스

2.4 Filter pruning 기법 활용 경량화 기술 적용

본 논문에서는 Filter pruning 기법을 활용한 모델 경량화 기술[3]을 적용 하였으며, 적용 후 경량화의 결과를 확인하기 위해 “추론속도”, “메모리 크기”, “오차 평균”의 3가지 척도를 활용하였다, 측정방법은 [표 1]과 같다.

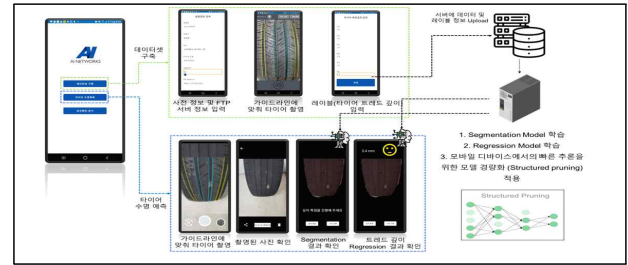
[표 1] 경량화 결과 측정방법

종류	측정방법
추론속도	타이어 이미지가 입력되고 전처리를 거친 후, 깊이 추정 모델이 동작한 시작부터 동작을 마치고 결과가 출력되는 시기 까지의 소요된 시간을 측정함으로써 속도 향상 정도를 측정함.
메모리 크기	소스 코드와 가중치를 포함한 깊이 추정 모델의 메모리 용량을 측정하였으며, 동일한 조건을 구성하기 위해 pruning 이외의 다른 수정을 거치지 않고 측정함.
오차 평균	테스트 데이터 셋에 대해 수행 하였으며, 테스트 데이터 셋에 대한 오차 제곱(MSE:Mean squared Error)을 측정함.

3. 결과 및 토의

[그림 4]에 따른 가이드라인 제공을 통해 실제 측정 결과와 알고리즘 적용 결과의 오차율이 크게 개선되었으며, 평균 오차는 0.56mm, 최대 오차는 1.67mm로 확인되었다. 경량화 기술 적용으로 추론속도는 35% 향상되어 0.325초에서 0.21초로

단축되었고, 메모리 크기는 42MB에서 17MB로, 약 60% 절감 되었다[4].



[그림 6] 애플리케이션 구조도 및 흐름도
타이어 수명 예측 기능은 이미지 촬영 후 배경 제거 및 깊이 추정 알고리즘을 이용해 타이어 깊이와 마모 정도를 예측하며, 결과값은 수명에 따라 이미지로 출력된다.

4. 결론

본 논문에서는 딥러닝 기반 타이어 트레드 깊이 추정 알고리즘[5]을 모바일 앱에 접목하여 실제 측정값과 알고리즘을 통한 결과의 유사성 판단 및 오차율에 대한 문제해결, 모바일 디바이스에 탑재하기 위한 모델 경량화에 관해 기술하였다. 사용자에게 촬영 가이드라인을 제시 함으로써 알고리즘 오차율을 낮출 수 있었으며, 이미지 데이터 수집 후 알고리즘 학습의 점진적인 발전이 확인되었다. 향후, 타이어 트레드 뿐이 아닌 차량의 소모품에 대한 정확한 교체 시기, 수명 예측을 얻기 위한 OBD II 데이터의 활용을 바탕으로 후속 연구를 진행할 예정이다.

사사

본 논문은 산업통상자원부 미래형자동차 튜닝부품 기술개발 사업의 지원으로 작성되었음. [2021-P0018422]

참고문헌

[1] 이준호, "OBD II 데이터를 이용한 차량 수명 예측 모델", 한국자동차공학회논문집, 제28권, 제3호, pp. 67-72, 2020.
 [2] Google Inc., "Rethinking Atrous Convolution for Semantic Image Segmentation"(DeepLab V3,V3+)
 [3] Li, H., Jin, S., Yang, Y., Yan, J., and Zhang, Y. (2016). Pruning filters for efficient convnets. arXiv preprint arXiv:1608.08710.
 [4] 감동욱, 손태근, 이건우.(2015). 3차원 타이어 향상의 트레드 깊이 추정 알고리즘. 한국 CDE학회 학술발표회 논문집, (), 594-596
 [5] 김성학, 이재영, "딥러닝 기반 타이어 트레드 깊이 추정 알고리즘", 한국자동차공학회논문집, 제27권, 제5호, pp. 105-110, 2019.