

논문 내용 정리

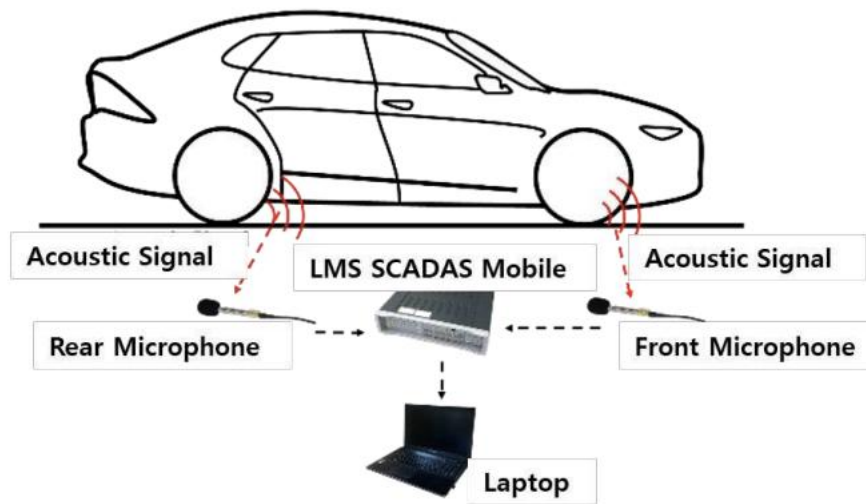
Classification of Road Surfaces Based on CNN Architecture and Tire Acoustical Signals

도로 표면 분류를 위한 CNN 기반 연구

이 논문은 심층 학습(딥러닝) 기술을 활용하여 도로 표면을 분류하는 새로운 방법을 제안합니다. 기존의 자율주행 시스템 및 첨단 운전자 보조 시스템(ADAS, **advanced driver assistance system**)의 발전과 함께 차량 상태 인식 기술이 중요해지고 있지만, 도로 표면 분류에 대한 연구는 아직 부족한 상황입니다. 본 연구는 타이어와 도로 표면 간의 접촉으로 발생하는 **타이어-포장 소음(TPIN, Tire-Pavement Interaction Noise)**을 활용하여 도로 표면을 효과적으로 분류하는 시스템을 개발했습니다.

연구 배경

- 도로 표면의 종류는 차량의 제동 성능과 안전성에 직접적인 영향을 미침.
- 눈길, 젖은 도로, 마른 아스팔트 등 다양한 조건에서 차량 제어 시스템이 도로 상태를 정확히 인식할 필요가 있음.
- 기존 방법(가속도 센서, 카메라 등)은 조명, 장애물, 차량 구조의 공명 특성 등에 의해 정확도가 낮아질 수 있음.
- 이에 따라 본 연구에서는 타이어-포장 소음(TPIN)을 이용한 분류 방법을 제안.



연구 방법

1. 데이터 수집

- 차량 휠 커버에 장착된 마이크를 사용하여 타이어 소음을 수집.
- 아스팔트 및 눈길에서 두 개의 서로 다른 타이어(A 사, B 사)를 이용하여 실험 수행.
- 차량 속도는 40km/h 로 유지하면서 데이터 측정.

2. 신호 처리 (CWT 변환)

- 수집된 1 차원 타이어 소음 신호를 연속 웨이블릿 변환(CWT, Continuous Wavelet Transform) 을 사용하여 2 차원 이미지로 변환.
- CWT 는 시간-주파수 분석이 가능하여 기존의 푸리에 변환(STFT)보다 더 정밀한 정보 추출 가능.

3. CNN 기반 도로 표면 분류

- 변환된 2D 이미지를 합성곱 신경망(CNN, Convolutional Neural Network) 에 입력하여 도로 표면을 분류.
- CNN 구조는 두 개의 컨볼루션 레이어와 풀링 레이어를 포함하며, 최종적으로 소프트맥스(Softmax) 레이어에서 결과를 도출.

실험 결과

- CNN 모델은 눈길, 아스팔트, 타이어 종류까지 구별 가능 하며, 최대 99.5%의 정확도 를 기록함.
 - 주파수 분석 결과, 600Hz 이하의 저주파수 영역에서는 눈길의 소음이 더 크고, 600~2500Hz 에서는 아스팔트의 소음이 더 큼.
 - 타이어 종류에 따른 주파수 특성도 확인할 수 있었으며, CNN 을 통해 도로 상태를 실시간으로 분류할 수 있음을 입증.
-

결론

- 타이어-포장 소음(TPIN)을 이용하여 도로 표면을 분류하는 CNN 기반 모델을 개발.
- 기존의 영상 기반 도로 인식 시스템보다 **조명, 장애물 등에 영향을 덜 받으며 정확도가 향상됨.**
- 자율주행차 및 ADAS(advanced driver assistance system) 시스템에서 도로 표면을 실시간으로 인식하는 데 활용 가능.**
- 향후 연구에서는 다양한 도로 조건(젖은 도로, 포장 손상 등)과 타이어 패턴을 고려하여 모델의 범용성을 확장할 계획.

핵심 요약

- 연구 목표:** 타이어 소음을 활용한 도로 표면 분류
- 기술 활용:** CNN(합성곱 신경망), CWT(continuous wavelet transform 연속 웨이블릿 변환)
- 결과:** 최대 99.5% 정확도로 도로 표면과 타이어 종류 구별 가능
- 활용 가능성:** 자율주행차, ADAS 시스템에서 실시간 도로 상태 분석

이 연구는 차량의 제동 및 주행 안전성을 향상시키는 데 기여할 수 있는 중요한 기술적 발전을 제시하고 있습니다.

Come Grow with Us

해외 서비스

D-3 2025-03-01 09:00 ~ 2025-03-14 17:00

📋 조직소개

우리 조직은 글로벌 고객들이 차량 구매 후에도 변함없이 최상의 서비스를 경험할 수 있도록 A/S를 포함한 서비스 전 과정을 혁신하고 글로벌 시장의 서비스 운영을 지원하는 업무를 수행합니다.

📋 직무상세

글로벌 시장에서 현대자동차의 서비스 경험 차별화를 위한 서비스 전략을 수립/시행하고, 각 시장과의 긴밀한 소통을 통해 글로벌 서비스 운영을 지원/개선하는 업무를 수행합니다.

■ 서비스 전략 기획

- 글로벌 지역 고객 서비스 만족 프로그램 운영 개선 및 신규 기획
- 서비스 마케팅 프로그램 기획 및 서비스 브랜드 고객 인지도 향상
- 글로벌 딜러 서비스 운영 데이터 분석 및 수익성 개선 프로그램 기획

■ 상용 서비스 지원

- 해외 상용 대리점 서비스/품질/보증/부품 운영 업무 지원
 - 지역별 서비스 현안 점검 및 품질/보증/부품 현황 분석, 필드 요구 사항 대응
 - 대리점 KPI 관리 및 평가/보상 프로그램 운영

■ 기술정보 콘텐츠 개발

- 글로벌 서비스 콘텐츠 개발 및 운영
 - 서비스 기술정보 CMS(Contents Management System) 개발 및 운영
 - 디지털 서비스 콘텐츠 개발 (VR, 음성인식 등 신기술 접목한 Web/App 디지털 매뉴얼)
- 글로벌 정비 현장 기술정보 지원
 - 자동차 점검 및 정비 방법 제공을 위한 글로벌 기술정보 웹사이트 신규 구축 및 운영
 - 기술정보 콘텐츠 품질 개선 및 정보 접근성 향상을 위한 신규 포맷 개발 (디지털화, 3D 활용 동영상 등)

👤 지원자격

- 학사/석사 학위를 취득하셨거나 학사/석사 '25년 8월 내 졸업 예정이신 분
- OPIc IH or TOEIC Speaking 160 or TEPS Speaking 68 or SPA Lv 5 이상 영어회화 성적을 보유하신 분 ('23.03.15 ~ '25.03.14 내 취득 점수 기준 / 영어권 해외대학 제외)
- 해외여행에 결격 사유가 없는 분 (남성의 경우, 회사가 지정한 입사일까지 병역을 마쳤거나 면제되신 분)

📋 우대사항

- 이공계열 전공하신 분 (전자/전기/기계공학)
- 빅데이터 분석/AI 서비스 개발/로보틱스 사업 관련 경험을 보유하신 분

[해당 논문 결론 한글 번역]

본 연구에서는 CNN(합성곱 신경망) 구조를 기반으로 한 도로 표면 분류 방법을 제안하였으며, 이는 마찰력을 직접 측정하지 않고 실시간으로 간접적으로 추정할 수 있도록 한다. 타이어 근처에서 측정된 음향 신호의 음압 수준과 주파수 대역을 기반으로 도로 표면을 추정하는 새로운 방식을 제안하였다.

주파수 대역 분석 및 음압 식별을 위해 CWT(연속 웨이블릿 변환)를 적용하였으며, CWT 를 통해 분석된 음향 신호는 시간 축과 주파수 축을 기준으로 한 2D 이미지로 변환되었다. 실시간으로 측정된 음향 신호의 CWT 이미지는 CNN 구조의 입력 데이터로 사용되어 도로 표면을 실시간으로 분류하는 데 활용되었다.

본 연구에서는 두 개의 서로 다른 회사에서 제조한 두 종류의 타이어와, 눈이 있는 아스팔트 도로 및 눈이 없는 아스팔트 도로 등 두 가지 도로 표면을 고려하였다. CNN 구조는 총 네 가지 클래스(타이어 종류 및 도로 조건 조합)에 대한 우수한 분류 성능을 보였다. 이 결과는 CNN 구조가 도로 표면 분류를 통해 실시간으로 마찰력을 간접적으로 추정할 수 있음을 설명한다.

또한, 타이어 종류에 따른 영향을 제거하기 위해, 타이어 유형별로 분류된 데이터를 통합하여 두 개의 클래스로 분류를 수행하였다. 눈이 있는 아스팔트 도로와 눈이 없는 아스팔트 도로의 분류 역시 성공적으로 수행되었다. 제안된 방법은 도로 표면에 따른 마찰력의 실시간 간접 추정을 시각적으로 제공하는 데 활용될 수 있다.