

軍 운송수단 음향신호 분류를 위한 인공지능 모델 설계 및 비교 실험

최연희^{1,3}, 하은택^{2,3}, 안병현^{1,3}, 김민재⁴, *백준기^{4,5}

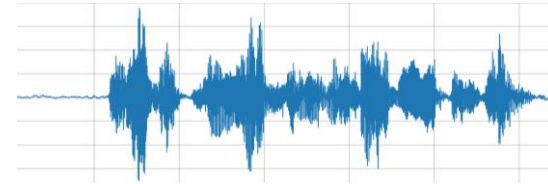
대한민국 육군¹, 해군²

중앙대학교 국방 AI대학 핵심인재과정³, 영상학과⁴, AI학과⁵

연구 목적 및 데이터

- 연구 목적

- 전차, 장갑차, 각종 전투차량 등 총 23종의 **軍 운송수단**에서 발생하는 **소리를 구분**하는 인공지능 모델 설계



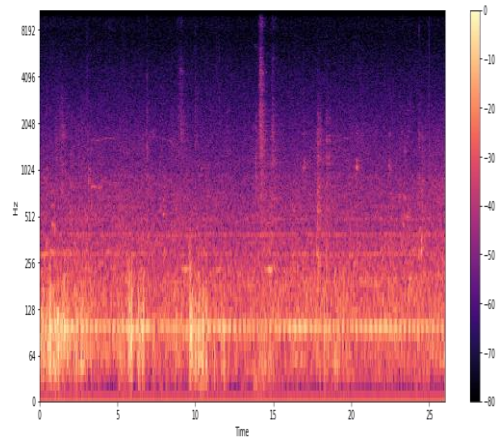
- 데이터

- AI-Hub^[1]의 「자연 및 인공적 발생 非 언어적 소리 데이터」에서 제공하는 2,369개의 **軍 운송수단** 음향 신호를 활용
- 데이터는 6:2:2로 나누어 각각 학습:검증:평가로 이용

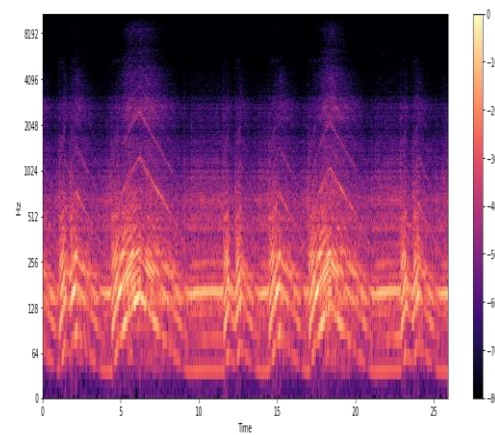
구분	軍 운송수단 음향 신호원 (23종)
전차 (2)	K-1, K-1a1
궤도·장갑차 (10)	K-56, K-77, K288a1, K-200, K800, 화생방정찰차, K10 탄약 운반차, Km9ace, 교량 전차, 장애물개척전차
차륜 전투차량 (11)	2.5t, 9.5t, 5t, 10t, 27t, 다목적 굴착기, 살수차, 대형버스, 부식수송차량, 승용차, 통신 가설 차량

제안하는 방법

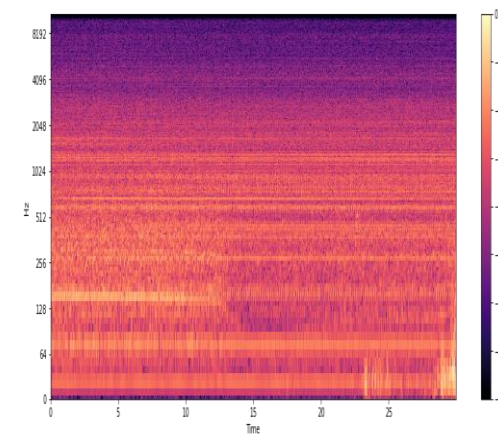
- 데이터 분석
 - 시간-주파수 표현(Spectrogram)을 이용한 軍 운송수단 주파수 특성 분석



(a) 전차



(b) 궤도·장갑차



(c) 차륜 전투차량

👉 고주파 영역을 중심으로 유의미한 차이 발견

제안하는 방법

- 모델 설계

- 주파수 특성을 활용하기 위한 **특징 추출 방법** 선정

- Zero-crossing rate
 - Spectral centroid
 - Spectral roll-off
 - MFCC
 - Chroma frequencies
 - Mel spectrogram

- 다양한 복잡도를 갖는 **머신/딥 러닝 방법** 선정

- Linear regression
 - SVM
 - LeNet5^[2]
 - VGG16^[3]
 - ResNet50^[4]

[2] LeNet

Y. Lecun, L. Bottou, Y. Bengio, and P. Haffner, "Gradient-based learning applied to document recognition," Proceedings of the IEEE, vol. 86, no. 11, pp. 2278-2324, 1998.

[2] VGG

K. Simonyan and A. Zisserman, "Very deep convolutional networks for large-scale image recognition," ICLR, 2015.

[3] ResNet

K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep residual learning for image recognition," CVPR, 2016.

제안하는 방법

- 실험 설계

- 특징 추출 방법 (6) ✕ 인공지능 모델 (5) ✕ 학습조건 (4)

- 👉 120개 조합으로 비교 실험 수행

특징 추출 방법		모델 종류		학습 조건
Zero-crossing rate		LR		Optimizer
Spectral centroid		SVM		Adam
Spectral roll-off	✕	LeNet5	✕	SGD
MFCC		VGG16		Epoch
Chroma frequencies		ResNet50		100
Mel spectrogram				300

실험 결과

- 실험 환경

구현	TensorFlow, Keras
GPU	Nvidia Geforce RTX 3070 Laptop

- 실험 결과

모델 및 전처리 방법에 따른 분류 정확도

Model		Accuracy (%)	Model		Accuracy (%)
LR	ZCR	20.04	LeNet5	MFCC	83.33
	Centroid	14.56		Chroma	53.8
	Roll-Off	17.09		Mel	43.67
	MFCC	86.92	VGG16	ZCR	21.1
	Chroma	44.3		Centroid	14.56
	Mel	56.96		Roll-Off	24.05
SVM	ZCR	14.56		MFCC	67.72
	Centroid	16.03		Chroma	42.62
	Roll-Off	17.3		Mel	54.01
	MFCC	87.55	ResNet50	ZCR	25.74
	Chroma	43.46		Centroid	21.73
	Mel	61.81		Roll-Off	25.53
LeNet5	ZCR	22.78		MFCC	76.79
	Centroid	21.52		Chroma	51.69
	Roll-Off	23.84		Mel	48.87

Epoch 설정에 따른 분류 정확도

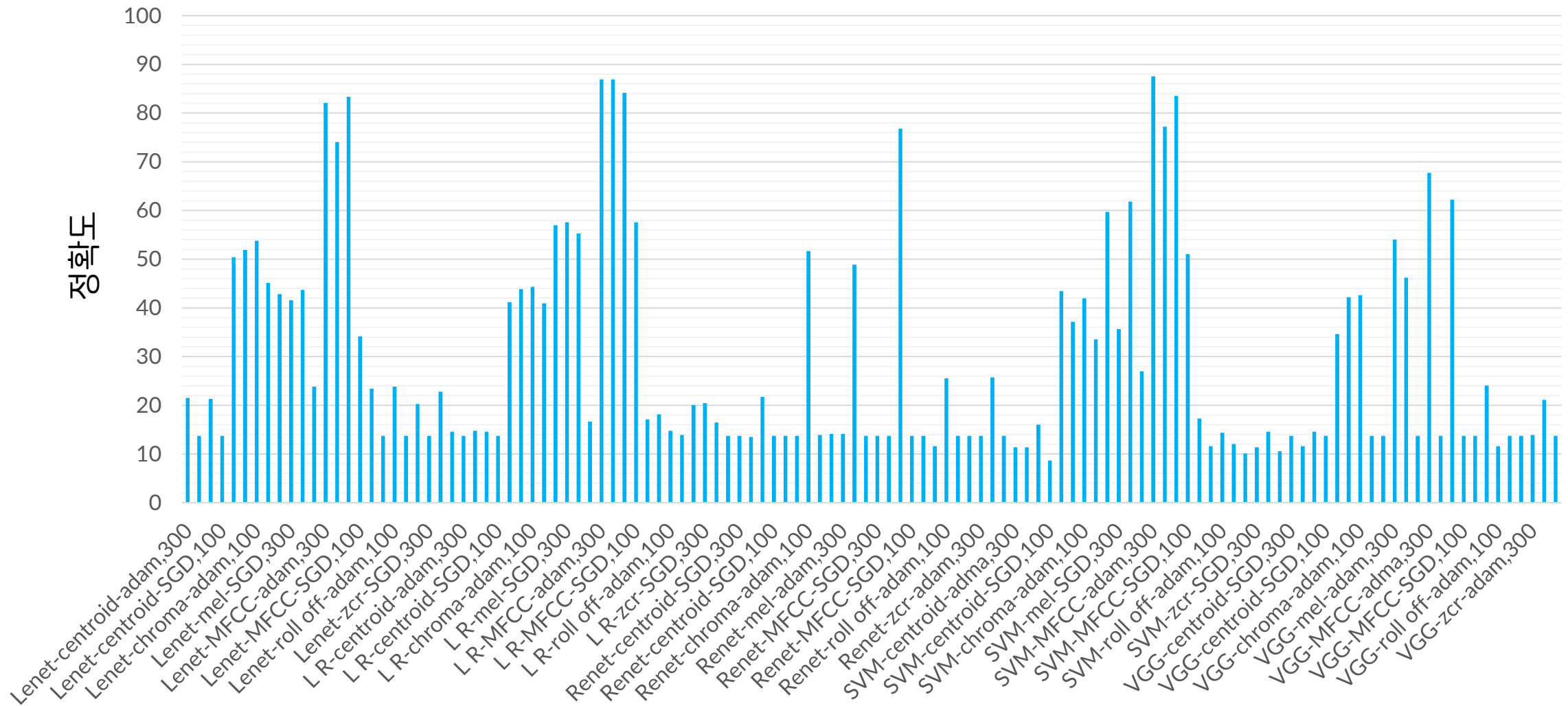
Model	LR		SVM		LeNet5		VGG16		ResNet50	
Epoch	100	300	100	300	100	300	100	300	100	300
Accuracy (%)	84.2	86.9	83.5	87.6	83.3	82.1	62.2	67.7	76.8	71.3

모델별 평균 학습 및 평가 시간 (second/sample)

Model	LR	SVM	LeNet5	VGG16	ResNet50
Train	0.0237	0.0229	0.0637	3.8202	4.3865
Test	0.0004	0.0004	0.0007	0.0124	0.0065

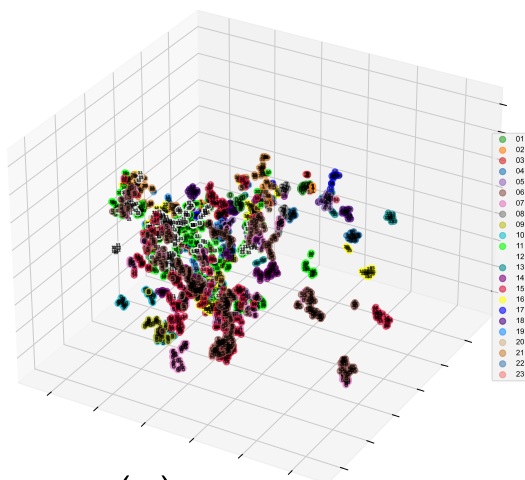
실험 결과

- 실험 결과

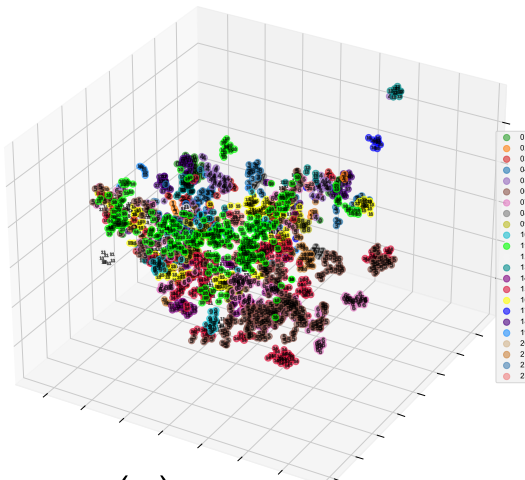


결론 및 고찰

- 적절한 특징 추출 과정이 수반되는 경우 (MFCC), 휴대용 단말기에서 구동이 가능할 정도로 경량인 선형 모델로 80%이상의 정확도로 軍 운송 수단을 분류할 수 있음을 확인
- 음향 신호 MFCC 특징 벡터 t-SNE^[5] 시각화



(a) $n_{MFCC} = 20$



(a) $n_{MFCC} = 40$

고주파 성분이 충분히 보존된 상황에서 軍 운송수단의 음향 신호는 선형 분리가 가능

- 향후 연구에서는 딥러닝 모델의 성능을 이끌어내기 위해 데이터 증강, 정칙화, 사전학습 등의 방법 등을 시도할 계획



THE END.
Thank you for listening :)