

## CNN 알고리즘 기반 2단계 차종 분류 모델

김한겸\*, 안유림\*\*, 윤성호\*\*\*, 이영재\*\*\*\*, 이영홍\*\*\*\*\*, 이원준\*\*\*\*\*,  
김현민\*\*\*\*\*, 김영옥\*\*\*\*\*

\*승실대학교 소프트웨어학부

\*\*광운대학교 소프트웨어학부

\*\*\*대구가톨릭대학교 사이버보안학과

\*\*\*\*극동대학교 해킹보안학과

\*\*\*\*\*국립한국교통대학교 컴퓨터공학과

\*\*\*\*\*경민대학교 정보통신과

\*\*\*\*\*금융보안원

\*\*\*\*\*현대자동차

kgimhg@naver.com, ulim0215@gmail.com, whitecrow0413@gmail.com,

youngjae0748@gmail.com, amandazoe@a.ut.ac.kr, 8757953@naver.com,

hyunmini85@gmail.com, brizcreg@gmail.com

## 2-stage Classification Model of vehicles based on CNN Algorithm

Han-Kyum Kim\*, Yoo-Lim Ahn\*\*, Seong-Ho Yoon\*\*\*,

Young-Jae Lee\*\*\*\*, Young-Heung Lee\*\*\*\*\*, Weon-June Lee\*\*\*\*\*,

Hyun-Min Kim\*\*\*\*\*, Young-Ok Kim\*\*\*\*\*,

\*School of Software, Soongsil University

\*\*Dept, of Software, Kwangwoon University

\*\*\*Dept, of Cyber Security, Daegu Catholic University

\*\*\*\*Dept, of Hacking & Security, Far East University

\*\*\*\*\*Dept, of Computer Science and Engineering, Korea National University of  
Transportation

\*\*\*\*\*Dept, of Information Communication, Kyungmin University

\*\*\*\*\*Financial Security Institute

\*\*\*\*\*Hyundai Motor Company

### 요 약

범죄차량 관독 시스템, 지능화된 CCTV 등 차량과 관련된 시각지능에 관한 연구가 큰 관심을 받고 있다. 이 중 차량 분류 기술은, 특정 차량을 인식하는 핵심기술이다. 이와 관련한 기존 연구들은 큰 차종으로만 분류하거나, 분류 가능한 차종의 수, 정확도 등이 낮아 실용성 및 신뢰성이 떨어진다는 단점이 있다. 따라서, 본 논문에서는 차종을 정확하게 분류할 수 있는 2단계 차종 분류 알고리즘을 제안한다. 제안 시스템은 CNN으로 학습된 모델을 기반으로 1차로 차량의 유형을 분류하고, 2차로 정확한 차종을 분류한다. 실험 결과, 52개의 차종을 분류함에 있어 단일 분류 모델에 비해 5.3%p 더 높은 90.2%의 분류 정확도를 보였다. 이를 통해, 더욱 정확한 차종 분류가 가능하다.

### 1. 서론

딥러닝 알고리즘과 하드웨어 개선으로 인공지능의 인지능력이 비약적으로 발전하면서 자동화 기술을 적용하려는 여러 연구가 진행 중이다. 특히, 범죄 차량 관독 시스템, 지능화된 CCTV 등 차량과 관련된 시각지능에 관한 연구가 큰 관심을 받고 있다. 이 중 차량 분류 기술은, 특정 차량을 인식하는 핵심 기술이다. 이와 관련된 기존 연구들은 큰 유형에 대해 분류하는 방식이 대부분이거나, 적은 수의 차

종에 대해서만 인지 및 분류가 가능하고 정확도가 낮아 실용성이 떨어진다는 한계점이 존재한다. 즉, 인공지능이 차량을 정확하게 인지하기 위해선 정확한 차종을 인지하고 분류할 수 있는 기술이 필요하다.

본 연구에서는, 이러한 문제를 해결하기 위하여 머신러닝 기술을 활용하여 2단계로 차종을 분류하는 방법을 제안한다. 딥러닝 알고리즘 중 이미지 인식에서 강점을 보이는 CNN(convolutional neural net

work) 을 기반으로 차종을 분류한다. 1차적으로 SUV, 버스, 세단, 승합, 트럭, 해치백, 화물 총 7개의 유형에 대해 분류하고, 2차적으로 각각의 유형에 대해 세부적인 차종을 분류하는 모델을 구현하고 실험 데이터를 사용하여 유효성을 검증한다.

**2. 관련 연구**

차종 분류 관련 기존 연구 중 [1]에서는 CNN 기반 단일 차종 분류 모델을 제시했다. [2]에서는 4개의 합성곱 층과 최대 풀링 층, 2개의 전결합 층을 사용한 화물차의 차종 분류 모델을 제시했다. [3]에서는, Faster R-CNN을 기반으로 한 차종 분류 모델을 제시했다. 그러나, [2]와 [3]에서 사용한 차량 분류 알고리즘은 큰 트럭, 작은 트럭, 승용차 등 큰 유형에 대해서만 분류가 가능하다는 한계가 있다.

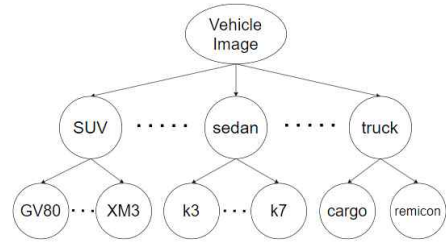
세부 차종 분류 관련 기존 연구 중 [4]에서는, CNN을 이용한 차량 분류에 대하여 파라미터 비교 실험을 수행했다. 해당 논문에서는 6개의 세부 차종을 분류함에 있어 Inception v3 모델을 사용할 때 73%의 정확도로 가장 좋은 성능을 보임을 확인하였다. 그러나, 분류 가능한 차종의 수가 적고 분류 정확도가 낮다는 한계가 있다. [5]에서는 가상 데이터를 활용한 번호판 문자 인식 및 차종 인식 시스템을 제안하였다. 해당 논문에서 사용한 차량 분류 모델은 RGB 채널의 입력 이미지에 좋은 성능을 보임을 확인하였다. 또한 [5]에선 36개의 차종 분류에 대하여 91% 정확도를 보였으나, 정확도를 산출하기 위한 테스트용 데이터셋이 각 클래스별 50개씩 총 1800개로 신뢰성이 낮은 한계가 있다.

또한 [1], [2], [3], [4], [5]에서는 차종 분류를 위해 단일 분류 모델을 사용하였다. 이와 같은 방식은 유사한 이미지를 갖는 차량을 분류함에 있어 낮은 정확도를 보일 수 있다는 문제점이 있다.

**3. CNN 기반 2단계 차종 분류 모델**

본 연구의 목적은 차량의 이미지를 바탕으로 계층적 분류를 통해 정확한 차종을 분류하는 것이다. 유사한 차량 이미지에 대해 더욱 정확하게 분류하기 위해 2단계의 계층 구조를 설계하였다. (그림 1)은 차종 분류 과정에 대한 모식도이다. 차량 이미지를 입력받으면, 해당 이미지에 대해 CNN을 기반으로 2단계로 차종을 분류하며, 1단계에서 SUV·버스·세단·승합·트럭·해치백·화물 총 7개의 차량 유형으로 차종을 구분한다. 이후, 2단계에서 각각의 유형에 대해

정확한 차종을 분류한다. 제안 모델은 총 52개의 차종에 대한 분류가 가능하다. <표 1>은 제안한 분류 모델에서 분류 가능한 차종 목록이다.



(그림 1) 차종 분류 과정

<표 1> 1차 분류 유형 별 분류 가능한 차종 목록

유형	세부 차종	개수
SUV	GV80, QM3, QM6, XM3, 니로, 렉스턴, 맥스크루즈, 모하비, 배뉴, 베라크루즈, 쉘토스, 스토닉, 스포티지, 싼타페, 쏘렌토, 쏘울, 엑티언, 올란도, 윈스툼, 카렌스, 캡티바, 코나, 코란도, 코란도투리스모, 코란도스포츠, 투싼, 트랙스, 티볼리, 팰리세이드	29
버스	대형, 중/소형	2
세단	K3, K5, K7, SM5, 그랜저, 쏘나타, 아반떼	7
승합	그랜드스타렉스, 카니발	2
트럭	레미콘, 카고트럭	2
해치백	I30, 레이, 마티즈, 모닝, 스파크, 아이오닉, 엑센트	7
화물	봉고, 포터, 기타	3
총합		52

**3.1. 데이터 셋**

본 연구에서는 CCTV 영상에서 차종, 연식, 번호판을 식별하고 도난 차량 추적 등의 AI 기술 개발을 위한 학습 영상 데이터인 'AI Hub - 자동차 차종/연식/번호판 인식용 영상' 자료를 활용하였다. 이 중 원본 데이터로부터 바운딩박스 작업한 차량 이미지만을 사용하였으며, 사용된 이미지는 (그림 2)와 같다.



(그림 2) 훈련 및 검증에 사용된 이미지 예

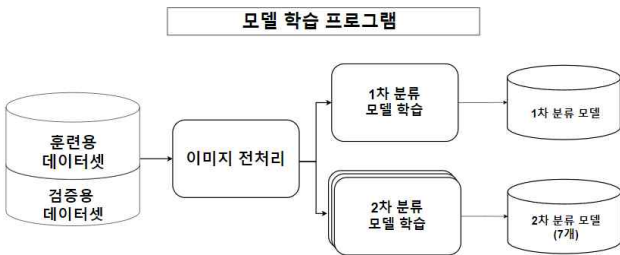
이 중 80%의 차량 이미지를 훈련용, 20%의 차량 이미지를 검증용 데이터 셋으로 구분하여 사용하였다. <표 2>는 모델 훈련 및 검증에 활용한 데이터 셋의 구성이다.

<표 2> 모델 훈련 및 검증에 활용한 데이터 셋의 구성

분류 기준	훈련용 데이터 셋	검증용 데이터 셋
SUV	84,377	21,077
버스	11,426	2,856
세단	125,137	31,282
승합	30,652	7,662
트럭	4,948	1,235
해치백	31,475	7,866
화물	20,075	5,018
총합	308,090	76,996

### 3.2. 모델 학습 프로그램

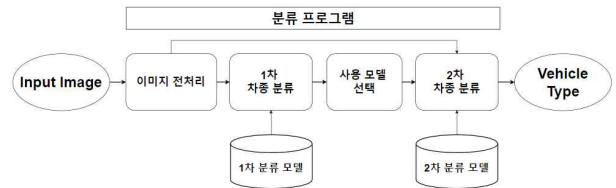
(그림 3)는 모델 학습 프로그램의 구조도이다. 모델 학습용 프로그램은 학습에 사용할 훈련용 데이터 셋을 입력받는다. 그 후, 이미지 전처리 모듈이 이미지의 사이즈를 조절하는 전처리 과정을 거친다. 1차 분류 학습 모듈은 훈련용 데이터셋을 활용하여 차량 유형을 분류하기 위한 1차 분류 CNN 모델을 생성하고 학습한다. 생성된 모델은 차종을 SUV, 버스, 세단, 승합, 트럭, 해치백, 화물 총 7개의 차량 유형으로 분류한다. 마지막으로, 2차 분류 학습 모듈에서 각각의 유형에 맞는 데이터셋만 사용하여 정확한 차종 분류를 위한 2차 분류 CNN 모델을 생성하고 학습한다. 최종적으로 1차 차종 분류를 위한 모델 1개와 2차 차종 분류를 위한 각 유형별 모델 7개가 생성되며, 저장된 모델들은 정확도 검증을 위한 분류 프로그램에서 사용한다.



(그림 3) 모델 학습 프로그램 구조도

### 3.3. 분류 프로그램

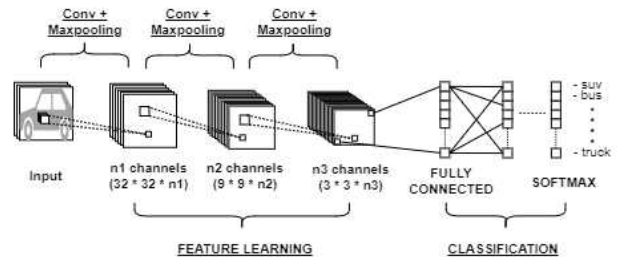
(그림 4)는 정확도 산출을 위한 분류 프로그램의 구조도이다. 분류 프로그램은 차량 이미지를 입력받으면, 이미지 전처리 모듈에서 차량 이미지의 사이즈를 조절하는 과정을 거친다. 그 후, 1차 차종 분류 모듈에서 1차적으로 차량 유형을 분류하고, 해당 결과에 따라, 사용 모델 선택 모듈에서 2차 차종 분류에 사용할 모델을 선택한다. 마지막으로, 2차 차종 분류 모듈이 유형에 맞는 분류 모델을 사용하여 정확한 차종을 분류한다. 그 후, 해당 결과를 출력해 준다.



(그림 4) 차종 분류 프로그램 구조도

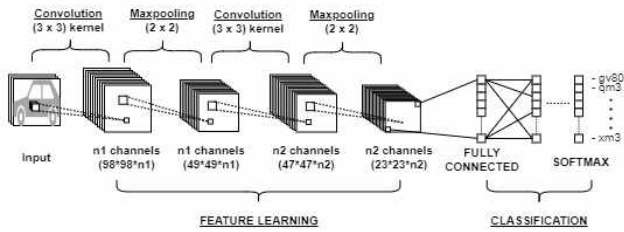
### 3.4. AI 모델

(그림 5)는 모델 학습 및 분류 프로그램의 1차 분류 모듈에서 사용하는 CNN 기반 1차 분류 모델이다. 해당 분류 모델을 훈련시키기 위해 훈련용 입력 데이터로 전체 데이터셋을 사용한다. 이미지를 입력받으면 3개의 convolution 및 pooling layer를 이용해 특징을 추출한 뒤, 4개의 Fully connected layer를 이용해 차량 유형 분류를 학습시킨다.



(그림 5) CNN 기반 1차 분류 모델

(그림 6)은 모델 학습 및 분류 프로그램의 2차 차종 분류 모듈에서 사용한 CNN 기반 AI 모델이다. 정확한 차종 분류를 훈련시키기 위해 각 유형에 맞는 데이터셋을 입력받는다. 이후, 2개의 convolution 및 pooling layer를 이용해 특징을 추출한 뒤, 4개의 Fully connected layer를 이용해 정확한 차종 분류를 학습시킨다.



(그림 6) CNN 기반 2차 분류 모델(예시 : SUV)

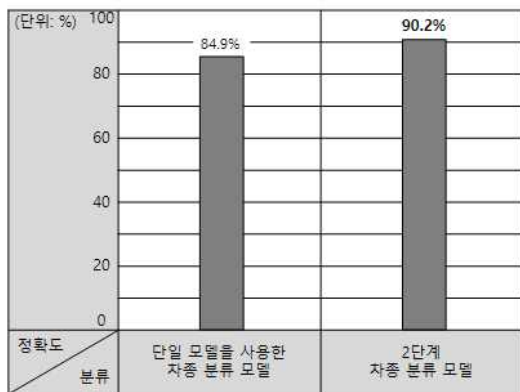
3.5. 실험 결과

학습된 모델에 검증용 데이터 셋을 적용하여 모델의 정확도를 검증하였다. 평가 기준은 accuracy를 사용하였으며, 실험 결과, 본 연구에서 제안된 모델은 90.2%의 정확도를 산출하였다. <표 3>는 분류 프로그램을 사용한 각 유형 별 정확도이다.

<표 3> 각 유형 별 2차 분류 모델 정확도

큰 유형	정답 데이터	오답 데이터	분류 정확도 (단위 : %)
SUV	18,208	2,869	86.4
버스	2,309	547	80.8
세단	29,266	2,016	93.6
승합	7,224	438	94.3
트럭	1,039	196	84.1
해치백	6,666	1,200	84.7
화물	4,714	304	93.9
총합	69,426	7,570	90.2

(그림 7)은 동일한 데이터셋을 사용하여 단일 모델을 사용한 차종 분류 모델의 정확도와 본 연구에서 제시한 2단계 차종 분류 모델의 정확도 비교이다.



(그림 7) 사용 모델에 따른 차종 분류 정확도 비교

본 연구에서 제시한 2단계 차종 분류 모델이 단일 모델을 사용한 차종 분류 모델에 비해 5.3%p 더 높은 정확도를 보임을 확인하였다.

4. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 CNN을 기반으로 한 2단계 차종 분류 모델을 설계 및 구현하였다. 본 분류 과정은 2번의 계층적 분류를 통해 정확한 차종을 분류할 수 있다. 검증용 데이터셋을 사용하여 정확도 검증 결과 총 52종의 차종을 분류함에 있어 90.2%의 정확도를 보였으며, 이는 단일 분류 모델에 비해 5.3%p 더 높은 정확도를 보였다. 이를 통해, 더욱 정확한 차종 분류가 가능하다.

향후 연구로는, 더 많은 차종을 분류할 수 있도록 차종의 수에 대한 개선이 필요하다. 또한, 차종 분류의 정확도를 개선하기 위한 알고리즘 구조의 개선 등이 필요하다.

참고문헌

[1] Jang-Wook Ryu, Sang-Hyeop Lee, Jong-Deok Lee, Tae-Ho Bae, Byoung-Woo Oh. "Vehicle Type Identification Using CNN Technique", Proceedings of KIIT Conference, 2018.6, 236-237(2 pages)

[2] Dong-Gyu Lee. "Classification of Trucks using Convolutional Neural Network." Journal of Convergence for Information Technology 8.6 (2018): 375-380.

[3] Ho-Yeon Ahn, and Jong-Taek Lee. "Classification of vehicles based on Faster R-CNN suitable for use in actual road environments." Journal of Korean Institute of Intelligent Systems 28(3), 2018.6, 210-218(9 pages)

[4] June-Yong Um, and Gi-Mun Um. "A Study on the Training Parameters for Improving Car Model Recognition Rate using Convolutional Neural Network(CNN)." Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, 2017.6 (2017): 201-202.

[5] Seung-Ju Lee and Goo-man Park. "Proposal for License Plate Recognition Using Synthetic Data and Vehicle Type Recognition System" JOURNAL OF BROADCAST ENGINEERING 25, no.5 (2020) : 776-788ls