

자동차 제원 DB를 활용한 도로교통량 조사방안 연구

A Study on Road Traffic Volume Survey Using Vehicle Specification DB

김 지 민* · 오 동 섭**

* 주저자 및 교신저자 : 한국지능형교통체계협회 R&BD센터 선임연구원

** 공저자 : 한국지능형교통체계협회 R&BD센터 연구위원

Ji min Kim* · Dong seob Oh**

* R&BD Center., ITS Korea

** R&BD Center., ITS Korea

† Corresponding author : Ji min Kim, samgo1216@itskorea.kr

Vol. 22 No.2(2023)
April, 2023
pp.93~104

pISSN 1738-0774
eISSN 2384-1729
<https://doi.org/10.12815/kits.2023.22.2.93>

Received 7 September 2022
Revised 4 October 2022
Accepted 5 February 2023

© 2023. The Korea Institute of
Intelligent Transport Systems. All
rights reserved.

요 약

도로법에 의거한 도로교통량 상시조사는 매설식 AVC를 통해 12종 차종분류가 이루어지고 있다. 하지만 매설식 AVC 장비는 차량과의 마찰, 도로 균열, 소성변형, 도로공사로 인한 센서의 물리적 파손 등으로 인해 장비 가동률이 낮고, 수집 정보의 정확도와 신뢰도 저하 문제가 발생하고 있다. 이로 인해 장비보수 등 유지비용 또한 증가하고 있다. 이러한 문제를 해결하고자 비매설식 AVC 장비 도입을 위한 연구가 진행되고 있으나, 차종을 분류하기 위해 복수의 장비 또는 교통량 정보 매칭을 위한 별도의 DB 구축·운영이 필요하였다. 이에 본 연구에서는 자동차 관리법에 근거하여 운영 중인 자동차관리정보시스템(VMIS)의 차량 제원 정보와 번호판 자동인식 기술(ANPR)을 활용한 12종 차종분류 방안을 마련하고자 하였다. 이를 통해 기존 도로교통량 조사체계를 개선하고 자동차 제원 정보를 활용하여 친환경 차량 분류 등 도로교통량 통계 고도화, 다변화에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심어 : 도로교통량 조사, 12종 차종분류, 자동차 제원 DB, 번호판 자동인식, 자동차종분류

ABSTRACT

Currently, the permanent road traffic volume surveys under Road Act are conducted using a intrusive Automatic Vehicle Classification (AVC) equipments to classify 12 categories of vehicles. However, intrusive AVC equipment inevitably have friction with vehicles, and physical damage to sensors due to cracks in roads, plastic deformation, and road construction decreases the operation rate. As a result, accuracy and reliability in actual operation are deteriorated, and maintenance costs are also increasing. With the recent development of ITS technology, research to replace the intrusive AVC equipment is being conducted. However multiple equipments or self-built DB operations were required to classify 12 categories of vehicles. Therefore, this study attempted to prepare a method for classifying 12 categories of vehicles using vehicle specification information of the Vehicle Management Information System(VMIS), which is collected and managed in accordance with Motor Vehicle Management Act. In the future, it is expected to be used to upgrade and diversify road traffic statistics using vehicle specifications such as the introduction of a road traffic survey system using Automatic Number Plate Recognition(ANPR) and classification of eco-friendly vehicles.

Key words : Road Traffic Volume Survey, Classification of 12 categories of vehicles, Vehicle Specification DB, Automatic Number Plate Recognition, Automatic Vehicle Classification

I. 서 론

1. 연구 배경 및 필요성

현재 도로교통량 조사는 도로법에 의거하여 도로교통량 조사지침을 수립해 수행되고 있다. 도로교통량 조사체계는 조사지점 및 기간에 따라 상시조사와 수시조사로 구분하고 있으며, 도로교통량 조사를 통한 12종 차종분류 결과는 도로교통량 통계연보 발간, 도로계획 및 설계, 교통수요 분석 등에 활용 중이다. 이 중 도로교통량 상시조사는 루프+피에조 센서로 구성된 매설식 자동차종분류장치(Automatic Vehicle Classification, AVC)를 활용하여 365일, 24시간 동안 도로교통량 조사지침 상 제시된 12종 차종분류를 수행하고 있다. 상시조사 결과는 연평균 일교통량(Annual Average Daily Traffic, AADT) 추정, K factor 산정, 교통량 미수집 구간에 대한 결측치 보정 등의 기반자료로 활용되기 때문에 높은 정확도와 신뢰도가 요구된다.

하지만 최근 일반국도 내 매설식 AVC 장비 운영실태 진단 결과, 전국 총 549개 상시 도로교통량 조사장비 중 208개 지점의 장비에서 고장 또는 이상이 발생한 것으로 조사되었으며 도로교통량 자료 측정율은 56.8%에 불과하였다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2020). 또한 고속도로 내 설치된 도로교통량 조사장비의 경우 '20년 매설식 AVC(278개 설치·운영)의 평균 가동률이 59.6%에 그치며 절반에 가까운 데이터가 보정되어 도로교통량 자료로 집계되고 있는 것으로 나타났다(Korea Expressway Corporation, 2021).

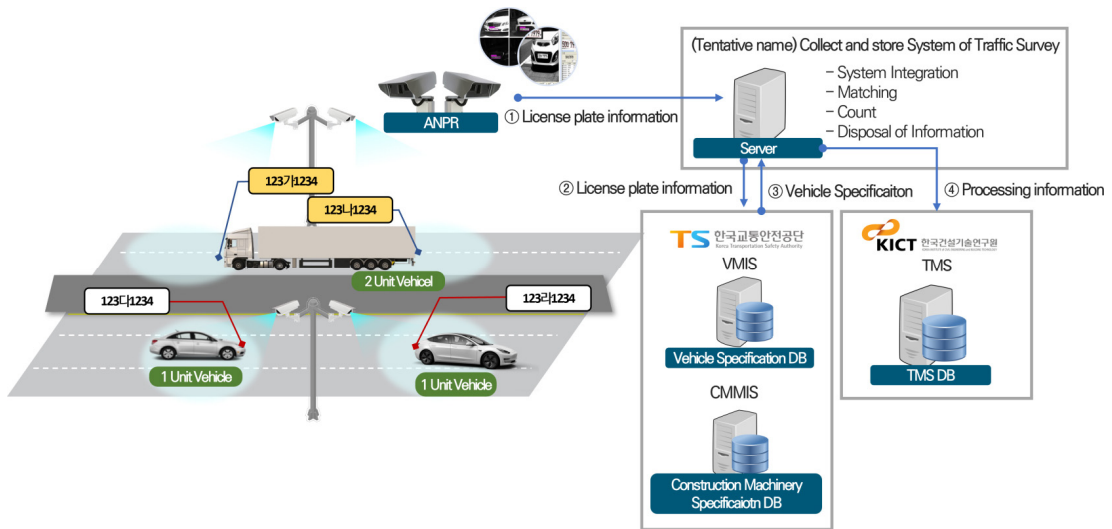
이러한 현상은 매설식 장비 특성상 차량과의 마찰이 불가피하고 도로의 균열, 소성변형 및 도로공사로 인한 센서의 물리적 파손이 발생해 장비 가동률이 낮아져 도로교통량 자료 집계 실 운영상 정확도 및 신뢰도 저하 문제가 발생하고 이를 개선하기 위한 유지비용이 지속적으로 증가하고 있는 실정이다. 도로교통량 조사결과는 각종 연구, 설계, 계획에 근간이 되는 자료로 통계정보의 정확도와 높은 신뢰성이 요구된다. 예를 들어 도로설계에 적용되는 교통수요 예측 결과는 차로수 등 도로시설 규모의 결정, 교통류 분석, 포장 설계, 터널 환기설계, 방음벽 설계 등 도로설계 전 분야에 걸쳐 매우 중요한 기초 자료로 활용되고 있다(Kim and Choi, 2005). 따라서 도로교통량 통계자료의 신뢰도 증진을 위해서는 매설식 장비를 대체할 수 있는 비매설식 장비의 도입이 요구되며, 제공정보 활용의 다양화 및 고급화를 위해서는 기존의 12종 차종 분류를 기반으로 개별 차량정보를 추가로 수집할 수 있는 조사체계 기반 마련이 필요하다.

2. 연구 목적

ITS 기술을 통한 차량검지 방식은 2000년 이후 비매설식 차량검지기의 도입이 가속화되었으며, 2010년 이후 대부분의 도로관리기관에서는 감응식 신호제어 등의 경우를 제외한 신규 ITS 사업 추진 시 매설식 검지기 도입을 지양하고 있다. 비매설식 장비의 경우 물체를 검지할 수 있는 다양한 기술이 접목된 형태의 검지기가 상용화되어 활용 중이다. 특히 영상식 차량검지기는 영상분석 기술의 진화에 따라 인공지능(AD)과 접목되어 차종구분, 번호판 인식은 물론 교통량, 속도 등을 동시에 검지할 수 있는 다중 객체 검지기술을 접목할 수 있어, 기존 매설식 검지기를 대체할 수 있는 비매설식 검지기로 각광받고 있다. ITS 기술의 발전 등의 추세에 따라 국내외적으로 비매설식 장비를 활용해 개별차량 정보를 수집하는 연구가 진행되고 있으나 실제 도로교통량 조사에 적용된 경우는 많지 않은 실정이며, 현장에서 자동차 제원을 측정하는 기계식 조사의 경우 장비 자체의 계측오차와 차량 제원이 유사함에 따른 이종 차종오류, 주행특성에 따른 계측오류 등의 오차가 발생할 수 있다. 특히 소형차량이 대형화되는 등 차종 간 차량제원이 비슷해져 차종 분류상 오류가 발생할 수 있다.

본 연구에 앞서 매설식 도로교통량 조사방식을 개선하기 위해 비매설식 AVC 시스템을 <Fig. 1>과 같이 고안·개발하였다. 시스템 구성은 서로 다른 방향을 향하고 있는 복수의 카메라를 설치하여 전·후면 번호판 모듈을 인식하고 인식된 차량번호 정보를 기반으로 국가에서 관리 중인 자동차관리정보시스템(VMIS)과 연계하여 차량제원 데이터를 활용하는 방식을 적용하였다. 본 연구에서는 도로교통량 조사체계의 지속가능성과 확장성을 고려한 차세대 조사체계 마련을 위해 영상식 차량검지기에서 수집된 개별차량정보를 기반으로 기존 자동차 관리법에 의거 수집·관리되고 있는 자동차 제원 DB와의 연계를 통한 12종 차종 분류 방안을 제시하고자 하였다. 즉, 영상식 장비의 번호판 자동인식 기술(Automatic Number Plate Recognition, ANPR)을 통해 수집된 자동차 등록번호판을 자동차관리정보시스템(VMIS)의 자동차 제원 DB와 연계하여 도로교통량 조사지침 상 제시된 12종 차종을 분류하는 알고리즘을 개발하였다.

영상식 장비의 번호판 자동인식 기술(ANPR)은 도로변에 카메라를 설치하여 지점을 통과하는 차량의 번호판을 자동으로 인식하는 장비로 국내에서는 교통정보수집, 속도위반 단속, 갓길통행위반 단속, 구간속도위반 단속 등 다양한 용도로 사용되고 있다. 기존 매설식 AVC 장비 대비 파손 가능성 및 고장이 적고 최근 번호판 검출 알고리즘이 고도화되어 국내 기준 99.85% 이상의 높은 신뢰도를 나타내고 있다. 또한 도로를 재포장하는 과정이 생략되면서 도로를 통제하지 않고 설치, 교체하는 등 유지보수 측면에서도 우수하다.



<Fig. 1> Configuration of non-intrusive Automatic Vehicle Classification system

II. 선행연구 고찰

1. 선행연구 고찰

Park et al.(2019)의 스마트시티 구현을 위한 차량 세부 제원 추출 기술 개발 연구에서는 열화상 및 영상 카메라를 활용하여 차량의 측면 또는 전측면을 촬영하고 영상정보를 기반으로 차량 세부 제원을 추출하는 기술을 개발하였다. 영상카메라에 의해 촬영된 영상데이터를 분석하여 차량번호와 차량형태를 인식하고 자체

구축한 DB를 통해 차량유형, 차량 모델명 및 연식, 색상을 포함하는 차량 세부 정보 판단할 수 있다. 또한 열화상 카메라에 의해 촬영된 도로영상 중 도로와 접촉되어 있으면서 바퀴 형태를 가지는 영역을 추출하고, 추출된 영역의 열과 주변 영역의 열을 비교해 차축 개수를 판단해 12종 차종분류를 수행하였다.

Yoo et al.(2016)의 교통안전공단 차량제원 DB를 이용한 교통량 조사장비 실용화 연구에서는 번호판 자동 인식 기술을 활용한 전·후면 촬영 영상식 장비와 차량제원 DB와 연계한 영상식 AVC 마련을 위한 연구를 진행하였으며, 차량제원 DB 외 차종모델 DB를 별도로 구축하여 차명과 차종을 매칭하는 형태로 연구되었다. 차종모델 DB 정보는 분기별로 업데이트하도록 하여 신규 차량 운행에 따른 통행량 누수를 방지하였다. 시범사업 결과, 평균 인식정확도 98.8%, 평균 차종분류 정확도 97.3%로 나타났으며 자동차 제원 DB와의 연계를 통해 도로교통량 조사가 가능함을 확인하였다.

Oh et al.(2010)의 차량 높이 계측을 통한 차종분류 향상 방안 연구에서는 거리측정 레이저센서를 활용해 차량의 통과높이를 계측하고, 차종분류 시 차량높이라는 분류기준을 적용하여 차종분류에 활용할 수 있는 방안을 연구하여 차량높이가 차종분류에 기여할 수 있는 변수임을 확인하였다. 또한 Oh et al.(2011)은 차량 제원이 유사한 2축 차량의 차종분류 정확도를 높이고자 차량 외형의 높이를 이용한 차종분류 방안을 제시하였다. 차량 축이 2개인 2축 차량(1~4종 차량)의 경우 승용차(1종)의 다양화로 화물차량(3, 4종)의 제원과 유사해짐에 따른 차종분류 오류가 발생함에 따라 차량 높이를 활용한 1~4종 차량 차종분류 방안을 제시하였다.

Ahn et al.(2018)은 딥러닝 객체검출 알고리즘 Faster R-CNN을 활용한 차종분류 방안을 제안하였다. 총 15,400장의 영상을 학습데이터로 사용하고 3,800장을 검증데이터로 사용해 성능을 확인하였다. 제안한 방법의 평균 차종 분류율은 89.5%로 나타났으나, 8종의 차량을 대상으로 하였으며 차량의 유형에 따른 분류를 포함하고 있는 12종 차종분류체계에는 적용이 어려운 것으로 판단된다.

Srividhya et al.(2022)에서는 딥러닝을 통해 차량번호를 추출하는 알고리즘을 제시하였고 이때 저장된 번호 정보를 통해 차량을 검색하는 방식의 차종분류 방안을 제안하였다. Orun(2022)에서는 RGB 밴드값 즉, 차량의 색상을 기반으로 한 템플릿 매칭을 통해 총 4종의 차종분류를 수행하였다.

해외에서도 비매설식 장비를 활용한 차종분류 연구가 이루어지고는 있지만 객체검출 알고리즘을 통해 차량의 외형을 기반으로 분류하는 방법에 대한 연구가 주를 이루어지고 있었다. 해외사례 검토결과, 국내환경과 다른 차종분류체계 및 자동차 번호정보체계에 따라 차량의 외형을 판단하여 차종을 분류하거나 번호정보 내 차종정보를 통해 차종을 분류할 수 있음의 단순 제언 수준으로 조사되었다.

2. 시사점 및 기존 연구와의 차별성

최근 국내에서는 비매설식 장비를 활용한 도로교통량 조사를 위해 다양한 연구가 진행되고 있으나, 교통량 조사지침 상 12종 차종분류체계를 수용하기 위해 복수의 장비 또는 시스템 운영을 위한 별도의 DB를 활용하고 있었다. 해외에서도 비매설식 장비를 활용한 차종분류 연구가 이루어지고는 있지만 단순 제언 수준 또는 국내환경과 다른 차종분류체계 및 번호정보체계에 따라 적용이 어려운 것으로 조사되었다.

선행연구 고찰을 통해 통과차량의 번호판을 수집하여 자동차 제원 DB와 연계하였을 경우 도로교통량 조사가 가능함을 확인하였으며, 자체 DB를 구축하고 분기별로 관리해야하는 기존 사례를 보완한 도로교통량 조사체계를 제시하고자 하였다. 본 연구에서는 자동차 관리법에 의거하여 수집·관리되고 있는 자동차관리정보시스템(VMIS) 내 자동차 제원 정보를 기반으로 12종 차종분류 수행이 가능한 알고리즘을 개발하였다. 이는 영상 기반 단일 장비를 활용하며 별도의 DB 구축 없이 12종 차종분류가 가능하다는 점에서 기존 연구와 차별성이 있다. 또한 현장에서 자동차 제원을 수집하지 않고 국가에서 관리 중인 자동차 제원 정보를 연


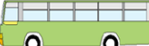


계·활용하는 특징이 있어, 차종분류 정확도 향상 및 신뢰도를 높일 수 있는 장점과 함께 친환경 차량 및 건설기계 차량의 구분 등 차종분류의 확장 및 세분화가 가능하다는 점에서 기존 연구와 차별화된다.

Ⅲ. 자동차 제원정보 활용방안 검토



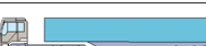

1. 12종 차종분류체계 분석

도로교통량 조사지침에 의거한 12종 차종분류체계는 기본적으로 차축 수 및 차량 단위에 따라 분류하고 있지만, 이와 함께 <Table 1>, <Table 2>와 같이 차량의 유형, 구분, 최대적재량 등을 추가로 구분하고 있어 축수와 단위가 동일함에도 다른 차종으로 구분하고 있다. 현재 도로교통량 조사에 사용되는 기존 매설식 AVC 장비는 루프, 피에조 센서 등의 검지센서 조합을 통해 주행차량의 축수, 축간길이, 차량길이를 측정하여 차종을 분류하고 있다.(Oh et al., 2010) 그러나 축간길이, 차량길이 등의 정보를 기반으로 차종을 분류하는 것은 범위 설정에 따른 반환 정보로 계측오차와 이중 차종오류, 주행특성에 따른 계측오류 등과 같은 오류가 발생할 수 있다는 단점이 있다. 이에 현장 측정 정보를 기반으로 차종을 분류하기보다는 기 수집된 차량제원DB를 활용하여 차종을 구분하는 방식이 기존 방식보다 신뢰도 높은 차종분류가 가능하다. 이에 보다 정확한 차종분류를 위해서는 차종이 분류되는 기준을 명확히 수립하고 자동차관리정보시스템(VMS)과 같이 기입력된 자동차 제원 DB를 통해 분류할 수 있는 방안을 마련하여야 한다.

<Table 1> Vehicle types(Class 1~4)

Class NO.	Criteria		Definition
	Axle	Unit	
Class 1	2	1	
Class 2	2	1	
Class 3	2	1	
Class 4	2	1	

<Table 2> Vehicle types(Class 8~11)

Class NO.	Criteria		Definition
	Axle	Unit	
Class 8	4	2	
Class 9	4	2	
Class 10	5	2	
Class 11	5	2	

도로교통량 조사에 활용되는 12종 차종분류체계는 기본적으로 축수와 단위를 기반으로 차종을 구분하고 있다. 하지만 축수와 단위가 같은 경우라도 차량의 용도, 유형에 따라 세부적으로 구분하고 있다. 축수와 단위 외 추가 분류기준이 필요한 차종은 1~4종, 8, 9종 및 10, 11종으로 해당 차종에 대한 세부 분류를 위해서는 별도의 정보가 요구됨을 확인하였다. <Table 1>과 같이 1~4종의 경우 차량의 유형 및 최대적재량 등 축수와 기준에 따라 구분하고 있으며 단위와 축수가 동일함에도 승용, 버스, 1~2.5톤 미만 화물, 2.5톤 이상 화물로 분류하고 있다. 8, 9종 및 10, 11종의 경우 <Table 2>와 같이 단위와 축수가 동일하지만 트레일러 형식(세미 트레일러, 풀 트레일러)에 따라 차종을 구분하고 있어 이에 대한 차종정보가 필요하다. 또한, 2단위 차량(8~12종)의 경우 견인 및 피견인 차량의 형태로 2개의 차량이 연결되기 때문에 두 차량의 제원을 조합하여 차종을 분류할 수 있어야 한다. 이를 통해 12종 차종분류체계 내 모든 차종을 분류하기 위해서는 차량의 축

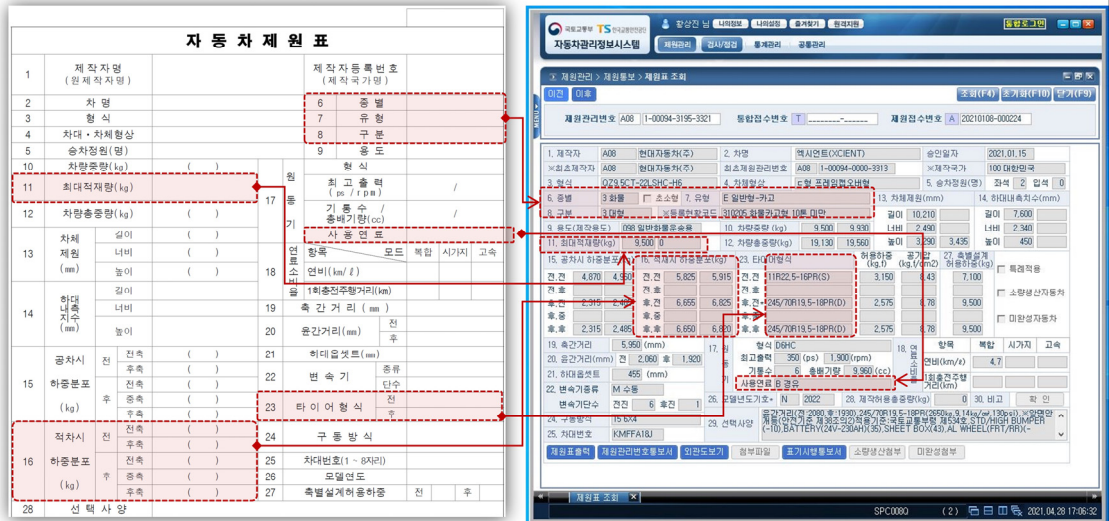
수와 단위 의 규모, 유형, 최대적재량, 피견인차량의 정보가 요구됨을 확인하였다. 이에, <Table 3>과 같이 12종 차종을 분류하기 위한 핵심요인을 도출하였다.

<Table 3> Key factors of classification for 12 categories of vehicles

Requirements	Key factors
Classification of 1 Unit(Class 1~7), 2 Unit(Class 8~12)	Unit
Classification of Class 1~4, Class 5, Class 6, Class 7, Class 8~9, Class 10~11, Class 12	The Number of Axles
Classification of Passenger car, Van, Truck(Class 1~3)	A Type of a Vehicle
Classification of vehicle size(Light, Small, Medium, Large)(Class 1~3)	Scale
Classification of Class 3, Class 4(Criteria of 2.5ton)	Maximum Load Capacity
Classification of semi trailer(Class 8, 10), full trailer(Class 9, 11)	Type of Tow truck

2. 자동차 제원정보 활용방안

도로에서 운행되는 자동차는 자동차관리법 및 동법 시행규칙에 의해 반드시 자동차제원표가 작성되도록 규정하고 있다. 총 30가지의 제원 정보들의 기재방법을 자동차 및 자동차부품의 인증 및 조사 등에 관한 규정으로 정의함으로써 자동차제원표에 일관된 기호 및 형태로 자동차 제원을 입력하고 있다. 작성된 자동차제원표의 각 정보는 한국교통안전공단이 관리하고 있는 자동차관리정보시스템(VMIS)에 등록되어 관리되고 있다. 자동차관리정보시스템 상 관리되고 있는 DB 내 정보를 기반으로 12종 차종분류를 수행하기 위해 앞서 분석된 차종분류 핵심요인을 판단할 수 있는 항목을 도출하였다.



<Fig. 2> Relationship between Vehicle Specification table and VMIS

차량 단위의 경우, 영상식 AVC를 통해 수집된 전·후면 번호판을 매칭하여 차량번호가 동일한 경우 1단위, 동일하지 않은 경우 2단위 차량으로 구분할 수 있으며, 차량 축수의 경우, (23)타이어 형식을 통해 장착된 타

이어의 형식과 입력 항목의 수로 차량의 축수를 확인할 수 있다. 1~3종을 구분하기 위한 규모와 유형의 경우, 자동차 관리법에서 규정하고 있는 차종분류체계에 따라 분류할 수 있으나, 도로교통량 조사 기준의 차종 분류 방식과 상이하여 별도의 차종별 분류가 요구된다. 이에, 자동차 등록법 상 차종분류체계와 도로교통량 조사지침 상 차종분류 간 차종을 매칭하였으며, 매칭한 결과는 <Table 4>와 같다. 3, 4종 화물차량은 단위와 축수가 동일하지만 최대적재량 2.5톤을 기준으로 2.5톤 미만이면 3종, 이상이면 4종으로 구분할 수 있다. 이에 따라 3, 4종 차종의 구분을 위해서는 자동차 제원 정보의 (11)최대적재량 정보와 연계가 필요하다. 8, 9종 및 10, 11종의 경우 피견인차의 차체형상에 따라 구분되므로 세미 트레일러와 풀 트레일러 구분이 필요하다. 이는 화물의 무게를 피견인차가 단독으로 지탱하느냐, 견인자동차와 나누어 지탱하느냐를 구분하여야 한다. 이에, 적재 시 차축에 가해지는 하중 개수를 확인하고 타이어 개수와 매칭하여 실제 타이어 개수보다 하중 개수가 많으면 세미 트레일러, 타이어 개수와 하중 개수가 같으면 풀 트레일러임을 구분할 수 있다.

<Table 4> Comparison of vehicle classification scheme between Motor Vehicle Management Act and Traffic Volume Survey Guidelines

Motor Vehicle Management Act			Traffic Volume Survey Guideline
Passenger car	Light	Engine displacement < 1,000cc and Length ≤ 3.6m, Weight ≤ 1.6m, Height ≤ 2.0m	Class 1
	Small	Engine displacement < 1,600cc and Length ≤ 4.7m, Weight ≤ 1.7m, Height ≤ 2.0m	
	Medium	1,600cc ≤ Engine displacement < 2,000cc Or 4.7m < Length or 1.7m < Weight or 2.0m < Height	
	Large	2,000cc ≤ Engine displacement Or 4.7m < Length, 1.7m < Weight, 2.0m < Height	
Van	Light	Engine displacement < 1,000cc and Length ≤ 3.6m, Weight ≤ 1.6m, Height ≤ 2.0m	Class 2
	Small	Riding capacity ≤ 15 person and Length ≤ 4.7m, Weight ≤ 1.7m, Height ≤ 2.0m	
	Medium	16 person ≤ Riding capacity ≤ 35 person Or 4.7m < Length(<9m) or 1.7m < Weight or 2.0m < Height	
	Large	36 person ≤ Riding capacity Or 9m ≤ Length, 1.7m < Weight, 2.0m < Height	
Truck	Light	Engine displacement < 1,000cc and Length ≤ 3.6m, Weight ≤ 1.6m, Height ≤ 2.0m	Class 1
	Small	Maximum Load Capacity ≤ 1t and Gross Vehicle Weight ≤ 3.5t	Class 3
	Medium	1t < Maximum Load Capacity < 5t Or 3.5t < Gross vehicle Weight exceeding < 10t	Class 3-12
	Large	5t ≤ Maximum Load Capacity Or 10t ≤ Gross Vehicle Weight	

자동차 제원정보 분석을 통해 12종 차종분류를 위한 핵심요인을 구분할 수 있는 항목을 도출하였다. 활용 가능한 자동차 제원 정보 항목은 전·후면 번호판 정보, (6)종별, (8)구분, (11)최대적재량, (16)적재시 하중분포, (23)타이어 형식으로 차량제원정보, 항목별 정의 및 분류방법은 <Table 5>와 같다.

<Table 5> Vehicle Specifications Information by Key Factors

Key factors	Vehicle Specifications	Definition	Classification method
Unit	Front and rear license plate	license plate information	Classification of unit through matching of front and rear license plate
A Type of a Vehicle	6. Vehicle Type	Vehicle types stipulated in the Automobile Management Act	Classification of Passenger car, Van, Truck
Scale	8. Vehicle scale	Vehicle scale stipulated in the Automobile Management Act	Classification of vehicle size (Light, Small, Medium, Large)
Maximum Load Capacity	11. Maximum Load Capacity	Maximum load of cargo that can be loaded (stipulated in the Detailed Regulations of Motor Vehicle Safety Standards)	Classification of Class 3, Class 4(2.5ton)
Type of Tow truck	16. Distribution of Axle Loads	Axle distribution of loaded conditions (stipulated in the Detailed Regulations of Motor Vehicle Safety Standards)	Classification of Type of Tow truck (Semi or Full Trailer)
The Number of Axles	23. Tire Type	Type of Tire	The number of tires

IV. 자동차 제원 DB 기반 12종 차종분류 알고리즘 개발

1. 12종 차종분류 알고리즘

영상식 AVC 장비를 활용해 촬영된 전·후면 차량번호 정보는 전·후면 번호정보의 일치여부를 통해 단위차량의 개수를 판단하며, 자동차 제원 DB 정보를 활용한 알고리즘을 통해 12종 차종분류를 수행한다. 촬영된 자동차 제원 정보는 <Table 6>과 같으며, 12종 차종분류 알고리즘은 <Fig. 3>와 같다.

<Table 6> Vehicle Specifications Information by Classification of 12 categories of Vehicles

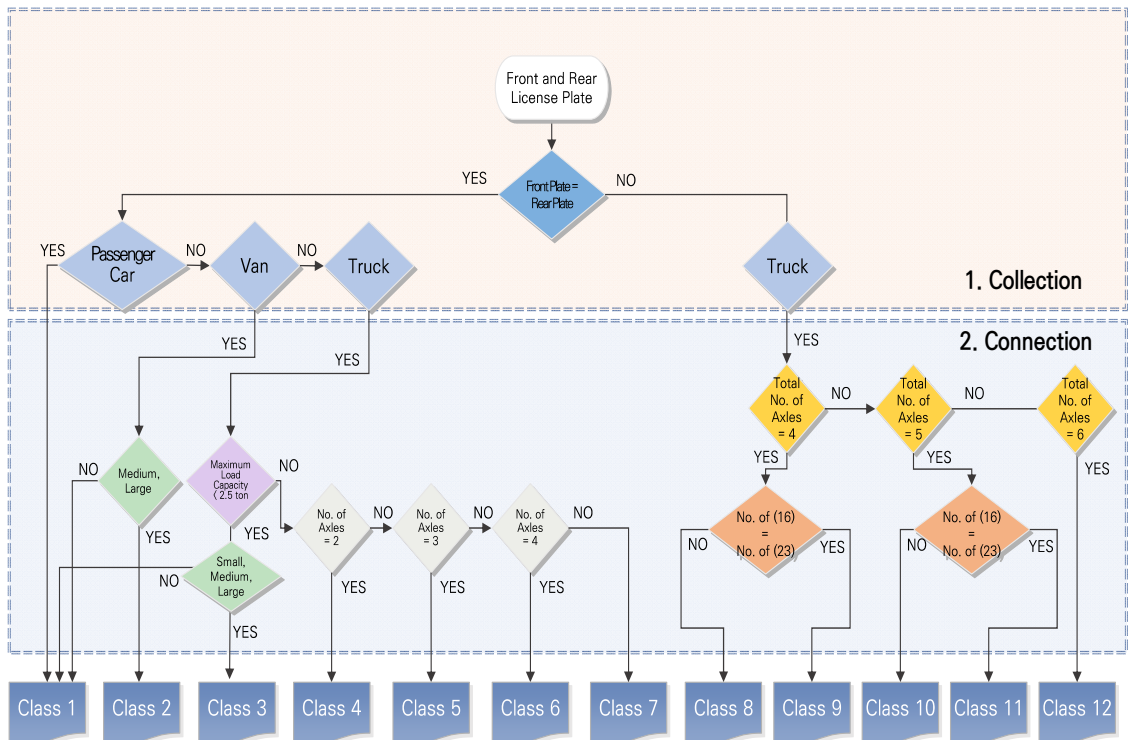
Class No.	Vehicle Specifications Information						
	Front and rear license plate	6. Vehicle Type	8. Vehicle scale	11. Maximum Load Capacity	16. Distribution of Axle Loads	23. Tire Type	
1 Unit	Class 1	○	○	○	-	-	-
	Class 2	○	○	○	-	-	-
	Class 3	○	○	-	○	-	-
	Class 4	○	○	-	○	-	○
	Class 5	○	○	-	○	-	○
	Class 6	○	○	-	○	-	○
	Class 7	○	○	-	○	-	○
2 Unit	Class 8	○	-	-	-	○	○
	Class 9	○	-	-	-	○	○
	Class 10	○	-	-	-	○	○
	Class 11	○	-	-	-	○	○
	Class 12	○	-	-	-	-	○

1) 정보수집

전·후면 촬영이 가능한 영상식 AVC를 통해 통과차량의 번호정보를 수집하고 전면부, 후면부 차량번호 정보를 대조하여 1단위, 2단위 차량을 구분한다. 번호정보가 동일한 경우 피견인차량이 없으므로 1단위 차량으로 분류하며 번호정보가 동일하지 않을 경우에는 피견인차량이 존재하므로 2단위 차량으로 분류한다.

2) 정보연계

1단위 차량의 경우, 자동차제원 DB의 (6)종별, (8)구분 정보를 통해 구분 가능하며 <Table 4>에서 제시한 분류에 따라 승용, 경·소형 승합, 경형 화물은 1종으로 분류하고, 중·대형 승합은 2종으로 분류한다. 화물의 경우 (6)종별, (11)최대적재량(2.5톤 기준), (23)타이어 형식 항목을 통해 3~7종 차종을 구분한다. 화물차량의 최대적재량이 2.5톤 이하일 때 경형 화물은 1종, 소, 중, 대형 화물은 3종으로 분류한다. 화물차량의 최대적재량이 2.5톤 이상인 경우 (23)타이어 형식의 개수를 기반으로 2축일 경우 4종, 3축일 경우 5종, 4축일 경우 6종, 해당하지 않을 경우 7종으로 분류한다. 2단위 차량의 경우 화물차량으로 분류하여 조회된 두 차량의 (23)타이어 형식 개수의 합을 통해 축수를 판단하며, 6축일 경우 12종으로 구분하고 6축 미만의 경우 (16)적재시 하중분포와 (23)타이어 형식 개수를 비교하여 세미트레일러를 피견인하는 2단위 4축 차량(8종), 풀트레일러를 피견인하는 2단위 4축 차량(9종), 세미트레일러를 피견인하는 2단위 5축 차량(10종), 풀트레일러를 피견인하는 2단위 5축 차량(11종)을 분류한다.



<Fig. 3> Classification Algorithm for 12 categories of Vehicles Using Vehicle Specification Information

1) 1종 차량을 견인차로 하는 카고 트레일러, 카라반 등의 경우 번호판 정보를 통해 별도 구분 가능하다.

V. 결 론

1. 결론 및 시사점

도로교통량 조사는 각종 연구, 설계, 계획에 근간이 되는 자료로 통계정보의 정확도와 높은 신뢰성이 요구된다. 그러나 현재 사용되는 도로교통량 조사 장비인 매설식 AVC는 차량과의 직접적인 마찰로 인해 센서의 물리적 파손률이 높아 가동률이 떨어지고 이에 따라, 운영상 정확도 및 신뢰도가 저하될 수 있는 우려가 있다. 이러한 매설식 장비의 한계로 인해 도로교통량을 조사하는 일부 도로관리청에서는 비매설식 장비를 활용한 도로교통량 조사체계로의 전환을 추진 중이며, 도로교통량 조사지침 상 제시하고 있는 12종 차종분류를 수행하기 위해 복수의 장비 또는 자체 구축한 별도의 DB를 도입하고 있다.

이에 본 연구에서는 비매설식 장비인 ANPR 기반 영상식 장비만의 활용을 전제로 자동차관리정보시스템(VMIS)과 연계함으로써, 12종 차종분류를 수행할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다. 자동차 제원 정보를 활용한 12종 차종분류 방안 제시를 위해 12종 차종분류체계 검토를 수행하였고 각 차종을 분류할 수 있는 핵심요인을 도출하였으며 12종 차종을 구분하기 위해서는 단위, 축수, 유형, 규모, 최대적재량, 피견인차량의 유형(세미, 풀)의 수집이 요구됨을 확인하였다. 이후 도출된 핵심요인별로 12종 차종분류를 위해 활용할 수 있는 자동차 제원 정보를 매칭하여 분석하였다. 자동차 제원정보 분석결과 자동차 번호판 정보, 종별, 구분, 최대적재량, 적재시 하중분포, 타이어 형식을 활용할 수 있는 것으로 나타났다. 이를 기반으로 자동차 제원 정보를 활용해 12종 차종을 분류하기 위한 알고리즘을 제시하였다.

본 연구를 통해 도출된 자동차 제원 DB를 활용한 12종 차종분류 알고리즘은 ANPR 영상식 장비를 통해 도로교통량 조사를 가능하게 하여 기존 매설식 조사장비 대비 통계자료의 높은 신뢰도 확보 기반을 마련할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 도로교통량 통계정보 활용도를 높이기 위한 방안으로 자동차제원 정보 상 사용연료, 배기량 등의 항목을 연계함으로써 도로교통량 조사결과와 고도화를 도모할 수 있을 것으로 기대된다. 이외에도 교통경찰 업무관리 시스템 등 타 교통정보시스템과의 연계를 통해 방법, 교통안전 등 분야에 활용한다면 장비 활용도 극대화를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 한계점 및 향후연구

본 연구 결과는 비매설식 장비와 국가에서 관리 중인 공공 DB를 활용하여 도로교통량을 조사하는 방안만을 제시하였다. 따라서 후속 연구에서는 알고리즘의 성능평가 및 정확도, 신뢰도 검증을 위한 시범사업을 통해 현장실험 결과를 제시하고자 한다. 동시에 비매설식 AVC 장비 도입에 따른 성능평가, 표준화, 매설식 장비와의 비교평가 등 비매설식 장비의 활성화를 위한 노력이 필요하다.

또한 본 연구에서는 자동차만을 대상으로 하여 도로주행이 가능한 타이어식 건설기계를 배제하였다.²⁾ 본 알고리즘의 실용화를 위해서는 자동차 번호판 체계의 활용과 건설기계관리정보시스템과의 추가 연계를 통해 건설기계의 차종분류가 필요할 것이다. 마지막으로 차량의 제원에 기반한 차량분류 알고리즘 개발에 따라 공차 상태에서의 가변축 화물차량을 고려할 수 없었다. 이는 가변축 화물차량 차종분류의 특수성에 따라

2) 도로주행이 가능한 타이어식 건설기계의 경우, 건설기계관리정보시스템과 연계하여 건설기계의 차종구분이 가능하다. 해당 내용은 본 연구의 기반이 된 국토교통부의 「도로교통량 조사 고도화 방안 연구」에 건설기계 차종구분을 위한 고려사항, 관련 알고리즘 등을 상세 기술하였음을 알린다.

발생하는 한계로 향후 AI영상분석기술을 활용한 적재불량 단속장비 등과 융·복합하여 사용 시 가변축에 대한 분류도 가능할 것으로 판단된다.

ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 국토교통부의 「도로교통량 조사 고도화 방안 연구」의 지원을 받아 수행되었으며, 내용의 일부를 요약 및 활용하여 작성되었습니다.

REFERENCES

- Ahn, H. Y. and Lee, J. T.(2018), “Classification of vehicles based on Faster R-CNN suitable for use in actual road environments”, *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 28, no. 3, pp.210-218.
- Kim, Y. I. and Choi, J. S.(2005), “A Study on Modifying Vehicle Classification Categories for Road Design”, *Proceedings of Korean Society of Road Engineers Conference*, vol. 2005, pp.401-406.
- Korea Expressway Corporation(2021), *A Study on the Improvement of Highway Traffic Survey System*, pp.1-4.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport Director for Audit and Inspection Office(2020), *Request for disposition of agency audit results of Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology*, pp.9-14.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2016), *Traffic Volume Survey Guideline*.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2020), *Motor Vehicle Management Act*.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2022), *Enforcement Rule of the Motor Vehicle Management Act*.
- Oh, J. S., Jang, K. C. and Kim, M. S.(2010), “Improvement of Vehicle Classification Method using Vehicle Height Measurement”, *Journal of the Korean Society of Road Engineers*, vol. 12, no. 4, pp.47-51.
- Oh, J. S., Jang, K. C. and Kim, M. S.(2011), “Vehicle Classification Scheme of Two-Axle Unit Vehicle Based on the Laser Measurement of Height Profiles”, *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 10, no. 5, pp.47-52.
- Orun, A.(2022), *Automatic Real time Vehicle Classification by Image Colour Component Based Template Matching*, arXiv preprint arXiv:2210.06586.
- Park, H. S., Kim, B. K., Moon, H. R., Sin, S. P., Jo, Y. S., Jung, Y. S. and Byeon, K. S.(2019), *Developing technology to extract detailed specification of vehicle for smart city implementation*, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, pp.10-19.
- Som, Y. T., Do, M. S. and Yoon, Y. H.(2001), “Modifying Vehicle Classification Categories for Enhancing Utilization of Traffic Volume by Vehicle types”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 19, no. 3, pp.153-165.

- Srividhya, S. R., Kavitha, C., Wen-Cheng, L., Vinodhini Mani, M. and Khalaf, O. I.(2022), “A Machine Learning Algorithm to Automate Vehicle Classification and License Plate Detection”, *Wireless Communications and Mobile Computing*, 9273233.
- Yoo, B. G., Park, J. C. and Park, D. H.(2016), *Automatic vehicle classification using vehicle DB*, Korea Expressway Corporation, pp.55-59.