

# 국과수 데이터베이스를 활용하여 자율주행차 사고조사 가이드라인 개발을 위한 교통사고 유형 분류 및 특성 분석 연구

인병덕\* · 박다영\*\* · 박종진\*\*\*

## Traffic Accident Type Classification and Characteristic Analysis Research to Develop Autonomous Vehicle Accident Investigation Guidelines Using the National Forensic Service Data Base

Byungdeok In\*, Dayoung Park\*\*, Jongjin Park\*\*\*

*Key Words: Autonomous vehicle(자율주행차), Advanced driver assistance system(첨단 운전자 보조 시스템), Data storage system for automated driving(자율주행을 위한 데이터 저장 시스템), Event data recorder(사고 기록장치), Traffic accident data(교통사고데이터), Traffic accident investigation(교통사고조사)*

### ABSTRACT

In order to verify autonomous driving scenarios and safety, a lot of driving and accident data is needed, so various organizations are conducting classification and analysis of traffic accident types. In this study, it was determined that accident recording devices such as EDR (Event Data Recorder) and DSSAD (Data Storage System for Automated Driving) would become an objective standard for analyzing the causes of autonomous vehicle accidents, and traffic accidents that occurred from 2015 to 2020 were analyzed. Using the database system of IGLAD (Initiative for the Global Harmonization of Accident Data), approximately 360 accident data of EDR-equipped vehicles were classified and their characteristics were analyzed by comparing them with accident types of ADAS (Advanced Driver Assistance System)-equipped vehicles. It will be used to develop autonomous vehicle accident investigation guidelines in the future.

### 1. 서론

ICT(Information & Communication Technology)의 급격한 발전으로 자율주행차 시장의 규모는 글로벌(Global)하게 성장하는 추세이며, 향후 1~2년 이내에 Level 3 자율주행차가 출시될 예정이다.

따라서 세계적으로 많은 기업뿐만 아니라 국가 간 자율주행 기술개발 경쟁이 치열하며 천문학적인 금액을 투자하고 있다. 우리나라 정부에서도 2021년~2027년 동안 미래차 분야에서 1등 국가로 도약하기 위해 산업통상자원부, 과학기술정보통신부, 국토교통부, 경찰청 등 4개 부처가 공동 추진하는 산업에 총사업비 약 2조 원을 투입하여 차량 융합 신기술, ICT 융합 신기술, 도로교통 융합 신기술, 자율주행 서비스, 자율주행 생태계 등의 사업에 관한 연구가 활발히 진행 중이다.

이 때문에 현재 웨이모, 오로라, 텐센트, 현대차, BMW,

\* 서울과학기술대학교 이공학과, 공업연구소  
\*\* 연세대학교 통계데이터사이언스학과, 석사과정  
\*\*\* 서울과학기술대학교 이공학과, 공업연구소  
E-mail: ibd8236@korea.kr

만도 등에서 가상현실을 이용하여 자율주행을 실험하고 있고, 웨이모는 ‘Simulation City’ 속 주행을 위해 공공도로주행으로 축적한 데이터를 통해 4만 개 이상의 시나리오를 수집하였다. 이처럼 가상현실 속 다양한 시나리오를 위해서는 현실에서 쌓은 데이터가 기반이 되기 때문에 많은 주행 및 사고 데이터가 필요하여 여러 기관에서 각각의 교통사고 유형 분류 및 분석이 이루어지고 있다.

따라서 본 연구에서는 자율주행차 사고조사에 대한 가이드라인을 위한 방향을 제시하기 위해, 국립과학수사연구원 교통사고 데이터베이스를 IGLAD(Initiative for the Global Harmonization of Accident Data)의 데이터베이스 체계를 활용하여 구축하였고 교통사고 유형을 분류하였고, 경향성을 분석하여 사고 시나리오 파생조건을 설정하였다. 기존 교통사고 유형 분류 및 특성연구는 대부분 교통사고 발생 건수를 감소시키기 위한 예방 및 안전대책을 수립하기 위한 목적으로 수행되었으나, 자율주행 관련 법과 제도, 사고조사 가이드라인 마련을 위한 목적의 연구는 미비하다. 이에 본 연구는 충돌속도, 충돌 방향, 에어백 전개 여부, delta\_v 등의 객관적인 데이터를 얻을 수 있는 EDR(Event Data Recorder)이 장착된 차량의 데이터를 바탕으로 IGLAD의 데이터베이스 체계를 활용하여 심층적인 교통사고 데이터베이스를 구축하였고, 교통사고 유형을 분류하여 이로부터 ADAS(Advanced Driver Assistance System)가 장착된 차량의 사고 유형과 비교한 후 특성을 분석하여 자율주행차 사고조사 가이드라인의 토대가 되는 사고 시나리오 개발을 위한 파생조건을 제시하는 데 의의가 있다.

## 2. 국립과학수사연구원 교통사고 데이터베이스 구축

국립과학수사연구원은 교통사고 발생 시 수사기관으로부터 사고현장, 사고 차량, 인적정보 등 다양한 정보를 얻고 이를 바탕으로 사고원인을 분석하므로 자율주행차 사고를 예측하고 특성을 분석하기 위한 다양한 사고 데이



Fig. 1 NFS analysis request and decision process after a traffic accident

터를 가지고 있다. 교통사고 발생상황보고서, 실태조사서, 사고현장 사진, 접수정보, 영상 등을 통해 사고현장 및 인적정보들을 알 수 있으며, EDR 기록을 통해 사고 차량에 대한 정보를 알 수 있다.

### 2.1. EDR(Event Data Recorder)

EDR은 사고 발생 시 이벤트 발생 시점을 기준으로 5.0초 전까지 0.5초 단위로 차량 속도, 엔진회전수, 조향 핸들 각도 등을 알 수 있으며, 안전벨트 착용 여부 및 에어백 전개 여부, 속도변화량, 충돌 방향 등에 대한 정보 또한 얻을 수 있다. 이 때문에 EDR은 교통사고 재구성을 위한 중요한 자료가 되며, 자율주행시스템과 운전자 사이의 유의한 상호작용으로 설명될 수 있는 일부 중요한 이벤트를 저장하는 DSSAD(Data Storage System for Automated Driving)와 함께 자율주행 책임에 대한 소재를 판단하는 객관적인 기준이 될 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 국립과학수사연구원 교통사고 데이터에서 2015~2020년 EDR이 장착된 차량의 데이터, 약 705건을 추출하고 IGLAD의 데이터베이스체계를 활용하여 데이터를 분류하고 데이터베이스를 구축하였다.

### 2.2. IGLAD의 데이터베이스 체계를 활용한 데이터베이스 구축

IGLAD는 독일의 자동차 제조회사인 Daimler가 주도로 국제자동차연맹(FIA), 유럽자동차협회(ACEA)와 함께 진행하는 국제 교통사고 데이터베이스 표준화 연구로 전 세계 교통사고 데이터베이스를 총망라하는 것을 목표로 하고 있다. 현재까지 독일, 미국, 중국 등 총 12개의 국가가 IGLAD에 참여하고 있고, IGLAD의 데이터베이스 체계는 사고(Accident), 사고 관련자(Participant), 탑승자(Occupant), 안전시스템(Safety system) 총 4개의 카테고리로 구분되며, 각각 25개, 52개, 40개, 6개의 세부 변수로 교통사고 데이터를 구체적으로 표현할 수 있다. 국립과학수사연구원 데이터로 IGLAD의 모든 변수들을 표현하기에는 무리가 있어 Accident 카테고리에서는 13개의 변수, Participant 카테고리에서는 15개의 변수, Occupant 카테고리에서는 16개의 변수를 활용하였다. 또한, 차대차 충돌인지, 차량 단독 충돌인지에 대한 충돌유형 및 도로가 교차로인지 단일로인지에 대한 도로형태 등에 대한 변수를 추가하여 IGLAD 변수인 Accident type(사고유형)을 효율적으로 분류하고자 한다.

### 3. 국립과학수사연구원 교통사고유형 분류 및 분석

본래 연구 계획은 IGLAD의 ACCTYPE(Accident type)만을 사용하여 사고유형을 분류하고자 하였다. 하지만, ACCTYPE의 141번(직진 중 차량 통제 불능으로 인한 충돌상황)이 705건 중 79건, 99999번(사고상황을 알 수 없는 경우)은 29건으로 사고상황을 명확하게 설명하기에 어려움이 있음을 발견하였다. 따라서 사고상황이 차대차 충돌인지, 차량단독으로 발생한 충돌인지를 1차적으로 분류 기준을 설정하였고 충돌유형별로 교차로에서 발생한 사고인지 단일로에서 발생한 사고인지를 2차적으로 분류하는 기준을 설정하였다. 또한 ACCTYPE의 코드 분류에서 차대차 충돌일 경우 차량들에 대한 A, B 구분이 있는데, 이에 대해서도 A차량인지 B차량인지에 대한 구분을 하여 사고상황 및 차량에 대해 구체적으로 표현하고자 했다.

#### 3.1. 충돌유형 및 도로형태별 비율

2015~2020년, 국립과학수사연구원에 감정의뢰된 EDR이 장착된 차종의 교통사고 데이터(총 705건)는 차대차 충돌이 207건(57%), 차량단독 충돌이 132건(36%), 차대보행자 충돌은 20건(5%), 기타는 7건(2%)으로 주로 차대차 및 차량단독 충돌의 사고들로 분류되었고(Fig. 3), 차대차 충돌에서 교차로 사고는 67건(32%), 단일로 사고는 123건(59%), 기타는 17건(8%)를 차지하였고, 차량단독 충돌에서는 교차로 사고가 21건(16%), 단일로 사고가 78건(59%), 기타는 33건(25%)를 차지하였다(Fig. 4).



Fig. 2 Setting classification standards to extract representative accident types

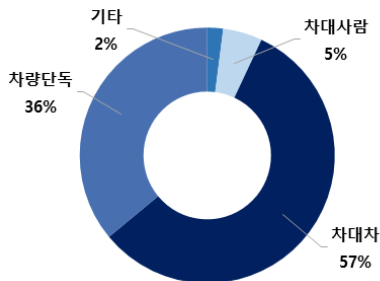


Fig. 3 Ratio by crash type (%)

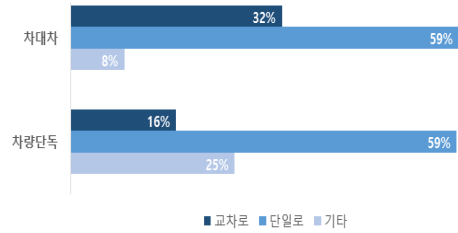


Fig. 4 Ratio by crash type and road type (%)

#### 3.2. 충돌유형 및 도로형태별 대표 사고유형 추출

앞서 충돌유형 및 도로형태별로 데이터를 분류한 결과를 토대로, 차대차-교차로, 차대차-단일로, 차량단독-단일로 사고상황으로 구분해주었고 각 사고상황별로 IGLAD 변수 ACCTYPE을 이용하여 대표 사고유형을 추출하였다. 차대차-교차로 사고에서는 321번(교차로 직각 충돌상황)이 25.37%로 제 1\_Collision유형으로 설정하였고, 211, 281번(좌회전 중 차로 반대편에서 진행되는 차량과 충돌하는 상황)은 23.88%로 제 2\_Collision, 602, 614, 621, 623번(직진 중 후행차량이 추돌하는 상황)은 16.42%로 제 3\_collision, 303, 322, 352번(좌/우회전하는 차량이 가는방향으로 직진해 오는 차량과 충돌하는 상황)은 제 4\_Collision, 661,681번(반대차선에서 마주오는 차량과 충돌하는 상황)은 제 5\_Collision, 302,323번(좌/우회전하는 차량을 향해 마주오는 차량과 충돌하는 상황)은 제 6\_Collision, 711,715번(후진하는 차량과의 충돌상황)은 제 7\_Collision, 501번(교차로 주변에 주차된 차량과의 충돌상황)은 제 8\_Collision, 722번(유턴 중 발생한 충돌상황)은 제 9\_Collision, 그 외 사고유형은 기타로 분류하였다. 차대차-단일로 사고는 601~604, 612, 614, 621, 623번(직진 중 후행차량이 추돌하는 상황)이 33.3%로 제 1\_Collision, 661, 681, 682번(반대차선에서 마주오는 차량과 충돌상황)이 17.07%로 제 2\_Collision, 501, 502, 701번(주차된 차량과의 충돌)이 13.81%로 제 3\_Collision, 741, 742번(도로 위 사고상황 및 고장난 차량으로 인한 충돌상황)은 제 4\_Collision, 631, 635번(좌측으로 차선변경 중 발생한 충돌상황)은 제 5\_Collision, 641, 645, 646번(우측으로 차선변경 중 발생한 충돌상황)은 제 6\_Collision, 711, 716번(후진 중 발생한 충돌상황)은 7\_Collision, 651, 652번(나란히 직진 중 충돌하는 상황)은 제 8\_Collision, 721, 729번(유턴 중 발생한 충돌상황)은 제 9\_Collision, 그 외는 기타로 분류하였다(Fig. 6).

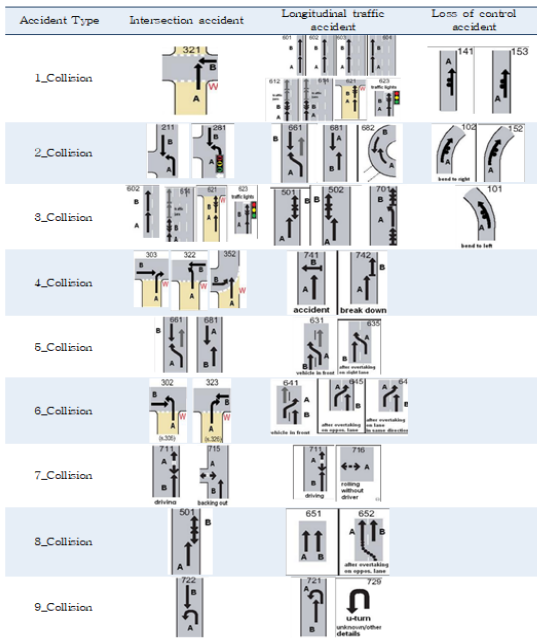


Fig. 5 ACCTYPE classification by crash type and road type

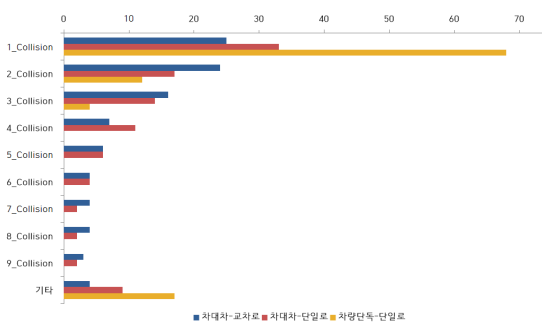


Fig. 6 Crash type and crash type ratio by road type (%)

### 3.3. 대표 사고유형별 비교분석

앞서 충돌유형 및 도로형태별로 Accident type을 분류한 결과를 토대로, 사고발생시각, 충돌방향, ACCTYPE에서 A차량인지 B차량인지 여부 등에 따라 각 사고유형을 비교분석하고자 한다.

#### 3.3.1. 차대차-교차로 사고

차대차-교차로(총 67건)의 1\_Collision(직각 충돌상황)은 오전 시간대가 76%로 오전 시간대에 발생한 차대차 직각충돌 사건의뢰가 대부분이었으며, 특히 새벽 4시가 23%로 많이 차지하였다, 70%로 과속을 한 차량이었으며, A(직

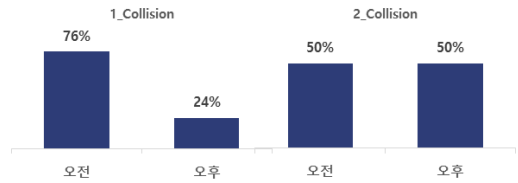


Fig. 7 Proportion of time when accidents occurred (%)

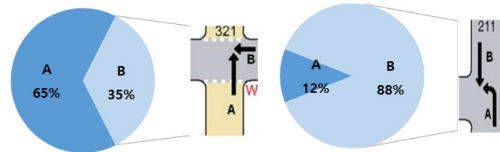


Fig. 8 ACCTYPE A/B ratio (Vehicle to Vehicle-Intersection, %)

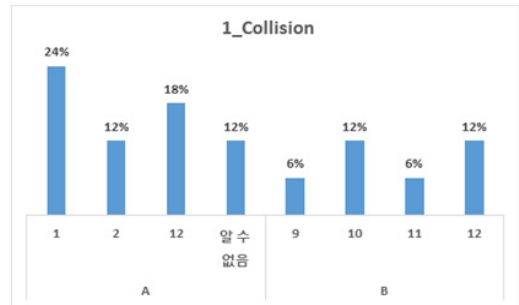


Fig. 9 Vehicle to Vehicle-Intersection 1\_Collision Collision direction ratio (%)

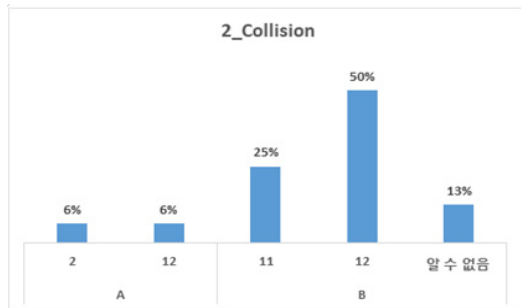


Fig. 10 Vehicle to Vehicle-Intersection 2\_Collision Collision direction ratio (%)

진 중 우측에서 좌측으로 진행해오는 차량과 충돌한 차량)와 B(직진 중 좌측에서 우측으로 진행해오는 차량과 충돌한 차량) 중 A차량이 64%로 29% 더 높은 비중을 차지한 것을 알 수 있었다. A차량은 12~2시 방향으로 충돌이 이루어졌고, B차량은 9~12시 방향으로 충돌이 이루어졌다.

2\_Collision(좌회전 중 차로 반대편에서 진행하는 차량과 충돌하는 상황)은 오전, 오후 시간대에 대한 유의미한

경향성을 찾기는 어려웠고, 87%로 과속을 한 차량이었으며, A(좌회전하는 차량)와 B(반대차선에서 직진해오는 차량) 중 B차량이 87%로 대부분을 차지한 것을 알 수 있었다. B차량은 주로 11~12시 방향으로 충돌한 경우가 많았다(Fig. 7, 8, 9, 10).

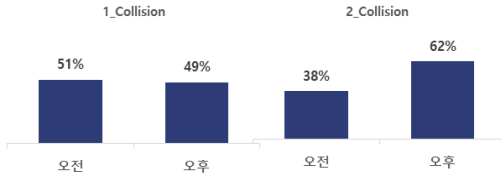


Fig. 11 Proportion of time when the accident occurred (vehicle to vehicle-single road, %)

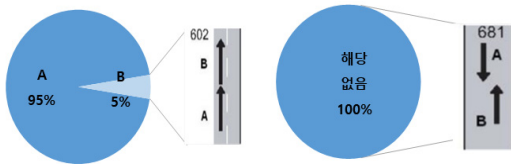


Fig. 12 ACCTYPE A/B ratio (vehicle to vehicle-single road, %)

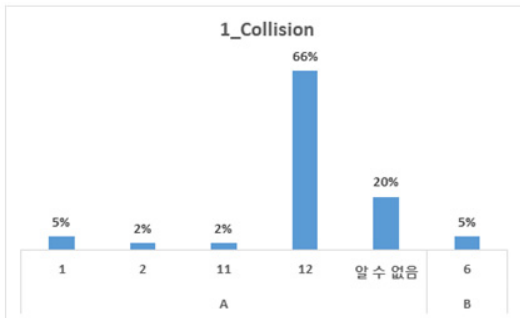


Fig. 13 Vehicle to Vehicle-Single Road 1\_Collision Collision direction ratio (%)

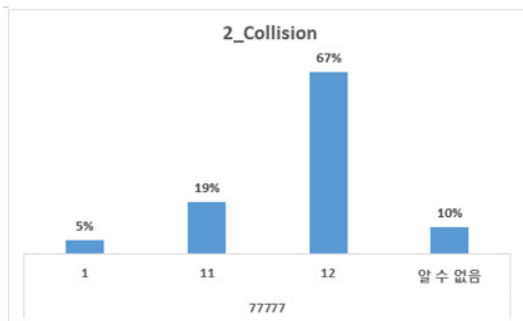


Fig. 14 Vehicle to Vehicle-Single Road 2\_Collision Collision direction ratio (%)

### 3.3.2. 차대차-단일로 사고

차대차-단일(총 123건)로 사고의 제 1\_Collision(직진 중 후행차량이 추돌하는 상황)은 오전 시간대는 51%, 오후 시간대는 49%로 다양한 시간대에 발생한 사고들로 분류되었고, A차량(직진 중 선행차량을 추돌하는 차량)에 관한 사고들이 대부분이었다. 차대차-교차로 사고의 제 3\_Collision과 유사한 충돌형태로 사고발생시각, 충돌방향, ACCTYPE에서 A차량인지 B차량인지 여부에 대해 비슷한 양상을 띠고 있다.

제 2\_Collision(반대차선에서 마주오는 차량과 충돌상황)은 오후 시간대가 62%로 오후에 발생한 사고이며, 마주오는 상황에서는 A, B에 대해 구분하기 어려워 77777(해당 없음)으로 코드화하였다. 제 2\_Collision에 해당하는 차량들의 충돌방향은 대부분이 11~12시 방향이었다(Fig. 11, 12, 13, 14).

## 4. 첨단운전자보조장치 장착 차량 사고유형 분류 및 분석

앞서 진행한 국과수 데이터베이스를 활용한 사고 유형을 분류 및 분석한 결과를 이용하여 국립과학수사연구원 에서 감정한 첨단운전자보조장치 장착 차량의 사고를 사고유형별 분류 및 분석을 진행하였다.

### 4.1. 첨단운전자보조장치 장착 차량 분류

국립과학수사연구원에서 감정한 첨단운전자보조장치

NO.	ADAS	차종	연식	사고일자	EDR 존재여부
1	LKAS	렉산더버	-	2021.12.23	X
2	AEB	아이오닉5	2022	2022.06.13	O
3	AEB	EV6	2021	2021.12.21	O
4	AEB	모닝	2022	2022.07.18	X
5	AEB	K3	2022	-	X
6	AEB	투싼	2022	2022.05.28	O
7	AEB	팔라세이드	2022	2022.02.11	X
8	AEB	쏘렌토	2021	2021.10.06	X
9	AEB	GV50	2021	2022.01.11	O
10	AEB	모델Y	2021	2022.07.08	O
11	AEB	유니버스	-	2019.07.06	X
12	AEB	-	-	2019.11.30	X
13	AEB	-	-	2019.11.25	X
14	AEB	-	-	2019.10.29	X
15	AEB	-	-	2019.08.02	X
16	AEB	그랜드버드	-	2019.09.18	X
17	AEB	뉴 그랜드버드	-	2019.12.05	X
18	AEB	유니버스	-	2020.01.27	X

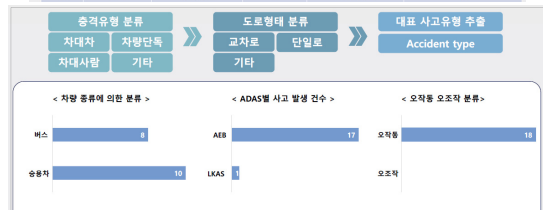


Fig. 15 Classification of vehicles equipped with advanced driver assistance devices

가 장착된 차량의 사고 건수는 총 18건이며, 이 중 승용 차량은 10건, 버스는 8건으로 분류되고, 첨단운전자보조장치별 사고 발생 건수는 LKAS(Lane Keeping Assist System) 1건, AEB(Autonomous Emergency Braking) 17건으로 분류되며, 오조작으로 인한 사고는 0건, 오작동으로 인한 사고는 18건으로 분류되었다.

#### 4.2. 첨단운전자보조장치 장착 차량 사고 특성 분석

IGLAD 사고 분류에 따라 첨단운전자보조장치 장착 차량의 사고 특성 분석을 충돌유형 및 도로형태별로 분류 및 특성을 분석하였다. 총 18건의 사고 중 차대차 사고가 89%(16건)를 차지하였고, 단일로에서 발생한 사고는 87%(13건)를 차지하였다(Fig. 16).

또한, 18건의 사고 중 차선 변경에 의해 발생한 사고의 비중이 제일 높았는데, 이는 차선을 변경하며 추월할 시, 후방에서 주행하던 차량의 첨단운전자보조장치(LKAS, AEB)가 오작동하며 발생한 추돌사고로 급격한 전방으로 끼어들기가 후방 차량의 첨단운전자보조장치가 오작동하도록 하는 가장 큰 요인으로 판단된다.

첨단운전자보조장치를 장착한 차량은 앞서 국과수 데이터베이스를 활용하여 분류한 ‘차대차-단일로 사고’와

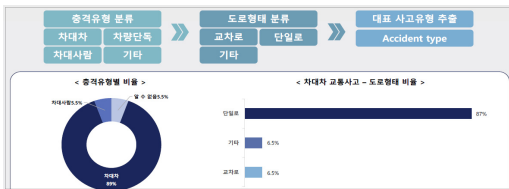


Fig. 16 Classification of accidents involving vehicles equipped with advanced driver assistance devices

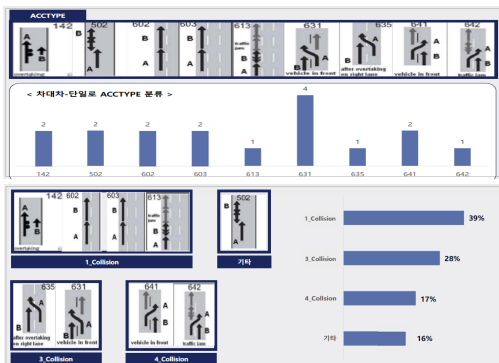


Fig. 17 Types of accidents involving vehicles equipped with advanced driver assistance devices

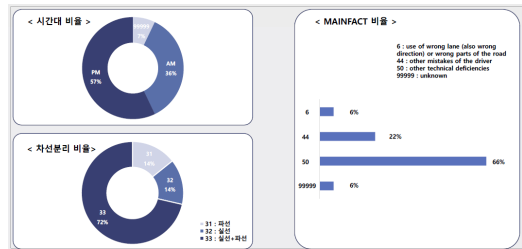


Fig. 18 Classification according to accident occurrence time and lane type

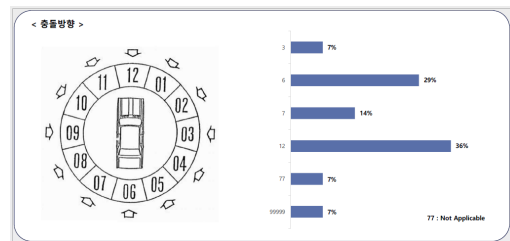


Fig. 19 Principal collision direction

마찬가지로 다양한 시간대에 사고가 발생한 것으로 나타났고, 이는 첨단운전자보조장치를 장착한 차량의 사고 원인에 있어 사고 발생 시간대는 영향을 미치는 요인이 아닌 것으로 판단되며, 실선과 파선이 혼재한 차선에서 발생한 사고의 비중이 높은 것도 도로의 차선 환경이 사고를 발생시키는 요인이 아닌 것으로 판단된다.

또한, 사고 충돌 방향은 첨단운전자보조장치 장착 차량의 사고 특성에 따라 추돌사고가 다수를 차지하고 있어 전·후방 충돌의 비중이 가장 높았다.

#### 5. 결론

본 연구에서 국립과학수사연구원 데이터베이스를 활용하여 교통사고 유형 분류 및 특성을 분석한 후, 자율주행차 사고조사 가이드라인 개발을 하고자 하였다.

먼저 국과수 데이터베이스를 활용한 분류 및 특성을 분석한 결과, 차대차 사고가 가장 높은 비중을 차지하였고, 특히 차대차 사고 중 단일로에서 발생한 사고의 비중이 가장 높았다. 또한 후방에서 주행하던 차량이 추돌하는 사고의 유형이 가장 큰 비중을 차지하였다.

첨단운전자보조장치를 장착한 차량의 사고 유형의 경우, 차대차 사고가 가장 큰 비중을 차지하였고, 이중 단일로에서 발생한 사고가 가장 큰 비중을 차지하였다. 또한 추돌에 의한 사고가 가장 큰 비중을 차지하였는데 이는



일반 차량의 사고의 가장 큰 비중을 차지하는 차대차-교차로 추돌 사고와 동일한 사고 유형으로 나타났다.

이를 통해 첨단운전자보조장치를 장착한 차량의 사고는 특별한 경우에 발생하는 것이 아니라 일반적인 상황에서 발생하는 것을 알 수 있다. 또한, 첨단운전자보조장치 장착 차량의 추돌 사고의 경우 급격한 끼어들기로 인해 첨단운전자보조장치가 오작동을 일으켜 추돌 사고가 발생된 것으로 판단되고 사고 발생 시간대 및 도로 상황은 사고의 요인이 아닌 것으로 판단된다.

하지만 첨단운전자보조장치 장착 차량의 사고 건수가 현저히 적고 LKAS, AEB가 장착된 차량의 사고가 전체 건수를 차지하고 있어 향후 추가적인 사고 케이스와 다양한 첨단운전자보조장치를 장착한 차량의 사고 건수가 더해져 연구를 진행할 필요가 있다.

국립과학수사연구원 데이터베이스를 활용하여 자율주행차 사고조사 가이드라인 개발을 위한 연구를 진행하였고 첨단운전자보조장치를 장착한 차량의 사고 조사에 있어 기본적인 사고 유형 및 특성을 파악할 수 있었다. 해당 차량의 사고 조사에 있어 추돌 사고와 관련된 현장 조사 및 사고가 발생한 조건 조사, 전방 차량의 끼어들기로 인한 사고 유발 조건 조사, 첨단운전자보조장치 작동 조건 및 오작동 여부 조사 등을 수행하여야 할 것으로 판단된다.

하지만 아직 첨단운전자보조장치를 장착한 차량의 사고 표본 수가 적어 이론화하고 구체화하기엔 부족한 점이 있어 향후 다양한 사고 표본을 확보하여 사고 유형 및 특성을 분석한 후 자율주행차 사고조사 가이드라인 개발에 있어 추가적인 연구가 필요하다.

## 후 기

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2021-KA162419).

## 참고문헌

(1) Bae M. J., Jung H. Y., Ko S. S. (2019), A Study on the Establishment Plan of the Traffic Accident Prevention Measures by Analyzing Influencing Factors per Traffic Accident Occurrence Type, Korean Society Of Transportation, 124~129.  
 (2) Sim J. H., Lee H. S., Yim J. H., Lee J. M., Song B. S. (2017), A Study on Pedestrian Accident

Analysis in Korean road with IGLAD, The Korean Society Of Automotive Engineers, 795~796.  
 (3) Lee Y. S., Hwang Y. H., Sung k. M., Kim S. J., Lee J. U. (2016), Analysis of Bicycle Accident Patterns at Intersections, The Korean Society Of Automotive Engineers, 794~797.  
 (4) Kim K. O., Cho S. A. (2020), Lessons Learned from Crash Types of Automated Vehicles : Based on Accident DAta of Automated Vehicles in California, Korean Society Of Transportation, 34~42.  
 (5) Đorđe Petrović, Radomir Mijailović, Dalibor Pešić. (2020), Traffic Accidents with Autonomous Vehicles: Type of Collisions, Manoeuvres and Errors of Conventional Vehicles' Drivers, Transportation Research Procedia 45 (2020) 161~168.  
 (6) Youn Y. H., Kim S. W., Lee J. W. (2013), A Feasibility Study of Establishing Korean In-Depth Accident database, The Korean Society Of Automotive Engineers, 1347~1354.  
 (7) Kim S. W., Lee J. W., Youn Y. H. (2014), A Study on the Construction of the Database Structure for the Korea In-depth Accident Study, The Korean Society Of Automotive Engineers, 29~36.  
 (8) Lee J. E., Kim W., Yeo D. H., Kim G. B., Lee J. W., Kim M. S. et al. (2020), Future self-driving car innovation, and enhancement and virtual reality, The Korean Institute of Information Scientists and Engineers, 16~26.  
 (9) OICA EDR-DSSAD-01-04, Event Data Recorder (EDR) & Data Storage System for Automated Driving (DSSAD).  
 (10) Andrea Martinesco, Marinana Netto, Arthur Miranda Neto, Victor H. Etgens. (2019), A Note on Accidents Involving Autonomous Vehicles: Interdependence of Event Data Recorder, Human-Vehicle Cooperation and Legal Aspects, IFAC PapersOnLine 51-34 (2019) 407~410.  
 (11) IGLAD Codebook (2020).  
 (12) Kwon K. J., Park J. Y., Lee H. S. (2021), Identification of Combination Effects of Severe Crashes Using Data Mining Techniques, Korean Society Of Transportation, 369~382.