

# 자율주행을 위한 국내 ODD 분류 체계 연구

## A Study on Operational Design Domain Classification System of National for Autonomous Vehicle of Autonomous Vehicle

이 지 연\* · 손 승 녀\*\* · 조 용 성\*\*\*

\* 주저자 : 한국지능형교통체계협회 산업진흥본부 연구개발센터 연구2팀 선임연구원  
 \*\* 교신저자 : 한국지능형교통체계협회 산업진흥본부 본부장  
 \*\*\* 공저자 : 한국지능형교통체계협회 기획조정본부 본부장

Ji-yeon Lee\* · Seung-neo Son\*\* · Yong-Sung Cho\*\*\*

\* Industry Promotion Office R&BD Center Resarch Team2, ITS Korea  
 \*\* Industry Promotion Office, ITS Korea  
 \*\*\* Planning and Strategy Office, ITS Korea

† Corresponding author : Seung-neo Son, snsou@itskorea.kr

Vol. 22 No.2(2023)  
 April, 2023  
 pp.195~211

pISSN 1738-0774  
 eISSN 2384-1729  
<https://doi.org/10.12815/kits.2023.22.2.195>

Received 10 February 2023  
 Revised 20 February 2023  
 Accepted 20 March 2023

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

### 요 약

자율주행자동차(Automated Vehicle, AV)의 상용화를 위해서는 ADS의 운행가능영역(Operational Design Domain, ODD)이 명확하게 정의되어야 하며, AV 관련 이해관계자들이 ODD에 대해 모두가 동일한 기준을 가지고 동일한 수준으로 이해할 수 있도록 공통된 언어와 일관된 양식이 마련되어야 한다. 따라서, 국외에서는 표준화된 ODD 프레임워크를 제시하고, ODD를 기반으로 ADS 특정 기능을 평가할 수 있는 시나리오 개발에 박차를 가하고 있다. 하지만, ODD는 도로환경, 기상환경, 교통환경 등 해당 국가별 특성이 반영된 조건이 포함되기 때문에 국외에서 정의된 항목을 그대로 적용하는 것이 아니라, 그 항목의 의미를 명확히 이해하고 국내의 여건을 반영하여 이를 정합화할 필요가 있다. 따라서, 본 연구에서는 국제표준을 기반으로 국내 주행환경을 분석하여 ODD 분류 체계 국내 최적화를 수행하였으며, 개발된 국내 ODD 항목을 기반으로 현재 운영 중인 자율주행차 시범운행지구(서울 상암, 광주)의 주행환경을 조사하고 그 결과를 바탕으로 시범운행지구별 ODD의 범위를 비교하였다.

핵심어 : 자율협력주행, 자율주행 시범운행지구, 주행환경분석, 운행가능영역, 운행설계영역

### ABSTRACT

For the commercialization For the commercialization of autonomous vehicles (AV), the operational design domain (ODD) of automated driving systems (ADS) is to be clearly defined. A common language and consistent format must be prepared so that AV-related stakeholders can understand ODD at the same level. Therefore, overseas countries are presenting a standardized ODD framework and developing scenarios that can evaluate ADS-specific functions based on ODD. However, ODD includes conditions reflecting the characteristics of each country, such as road environment, weather environment, and traffic environment. Thus, it is necessary to clearly understand the meaning of the items defined overseas and to harmonize them to reflect the specific domestic conditions. Therefore, in this study, domestic optimization of the ODD classification system was performed by analyzing the domestic driving environment based on international standards. The driving environment of currently operating self-driving car test districts (Sangam, Seoul, and Gwangju) was investigated using

the developed domestic ODD items. Then, based on the results obtained, the ranges of the ODDs in each test district were determined and compared.

Key words : Autonomous Driving, Demonstration Zone of Autonomous Driving, Analysis of the Road Environment, Operational Design Domain(ODD)

## I. 서 론

### 1. 개요

최근 국토부에서는 ‘23년 일본과 독일에 이어 세계 세 번째로 부분자율주행(Level 3)을 상용화하며, ‘25년까지 완전자율주행(Level 4) 버스와 셔틀을 출시하고, ‘27년까지는 완전자율주행(Level 4) 승용차를 출시할 계획을 밝혔다.(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2022)

국내 자율주행 상용화가 가시화를 위해 자율주행자동차 임시운행허가 가이드라인을 발표하였으며 지속적인 제도 정비에 따라 ‘22년 10월 기준으로 국내에서 개발된 자율차 258대가 전국에서 시험운행 중에 있다.

자율주행 시스템이 운전자(사람)와 동일한 주행성능을 보장하기 위해서는 ① ‘주행 중에는 계속해서 주변 상황을 확인하고 판단’하여야 하며, ‘② 그 판단에 따라 조향장치(횡방향 제어), 가속, 제동 페달(종방향 제어)을 조작해 순간의 자동차를 제어’하는 등의 반복 작업이 필요하다. 또한 차량 고장과 같이 ③ ‘예상치 못한 상황이 발생하면 갯길에 주차’와 같은 비상 대응책도 마련해야 한다.(Byline Network, 2022)

미국 자동차기술학회(SAE)에서는 앞에서 설명한 ①, ②와 같은 운전 작업을 ‘DDT(Dynamic Driving Task)’로, ①과 같은 인지 판단 기능을 ‘OEDR(Object and Event Detection and Response)’로 ③과 같은 비상 대응책은 ‘DDT Fallback’이라 정의하고 자율주행 레벨 구분에 중요한 개념으로 사용하고 있다. 또한, 운전작업(①, ②) 및 비상대응책(③)의 주체(시스템 혹은 인간 운전자)와 자율주행시스템이 정상 동작하도록 설계된 작동 조건인 ODD(Operational Design Domain)의 범위의 제한 여부에 따라 자율주행 레벨을 구분하고 있다.(Byline Network, 2022)

자율주행 시스템의 운행가능영역(ODD)은 자율주행 시스템이 동작하기 위한 기본적인 범위를 설정한 개념으로 국내·외적으로 자동차 제작사가 제시하도록 하고 있다.

그러나 ODD는 자동차 제작사 외에도 개발자 및 보험사, 안전 관리자 등 다양한 분야에서 활용되므로, AV 관련 이해관계자들 모두가 동일한 기준을 가지고 동일한 수준으로 이해할 수 있도록 공통된 언어와 일관된 양식이 마련되어야 한다.

이러한 이슈로 미국, 유럽 등 표준기구에서는 ADS 개발자 이외에도 시험자, 제조사, 보험사 등이 참여한 컨소시엄을 구성하여 표준화된 ODD 프레임워크를 제시하고, ODD를 기반으로 ADS 특정 기능을 평가 및 테스트할 수 있는 테스트 시나리오 개발에 박차를 가하고 있다.

국내에는 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제111조의 2(자율주행시스템의 운행가능영역 지정)에 의거 제작자가 ADS의 작동영역을 지정해야 하며, ODD에는 도로·기상 등 주행 환경, ADS 작동 한계, 그 밖에 자동차의 안전한 운행과 관련된 조건 등을 포함하도록 명시하고 있다(Korea Ministry of Government Legislation, 2022)

그러나 표준화된 양식이 부재하고 자동차 제작사마다 ODD를 표현하는 방식이 달라 이에 대한 개선이 필

요한 실정이며, ODD에는 도로환경, 기상환경, 교통환경 등 해당 국가별 특성이 반영된 조건이 포함되기 때문에 국외에서 정의된 항목을 그대로 적용하는 것이 아니라, 그 항목의 의미를 명확히 이해하고 국내의 여건을 반영하여 이를 정합화할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 국제표준 등에서 제시하고 있는 ODD 프레임워크를 기반으로 국내의 도로 환경, 기상 환경 교통환경을 반영한 국내 최적화를 통해 다양한 이해관계자가 공통되고 일관된 기준으로 ODD를 이해하도록 하고자 하며, 개발된 국내 ODD 항목을 기반으로 현재 운영 중인 자율주행차 시범운행지구의 주행환경을 확인하고 ODD 표준 양식을 기반으로 시험운행 지구별 운행가능 영역의 범위를 분석함으로써 도로관리자 측면의 ODD 활용 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 ISO, BSI, NHTSA 등에서 제시한 ODD 정의 및 ODD 분류 체계를 분석하였으며, ISO 34503에서 제시하고 있는 ODD 분류 체계 중 장면요소(Scenery)의 국내 최적화를 위해 도로법, 도로교통법(시행규칙 포함), 교통노면표시 설치관리 매뉴얼, 가변형 속도제한시스템 설치 운영 매뉴얼 등을 분석하여 세부 항목의 범위값을 도출하였다.

또한, 이를 일관된 양식으로 활용할 수 있도록 체크리스트 형식의 ODD 분류 체계 양식을 제시하였으며, 이에 대한 도로관리자 측면의 활용 방안을 확인하고자 현재 운영 중인 자율주행차 시범운행지구 중 대표 지역(서울 상암, 광주)을 선정하여 주행환경을 조사하였다.



<Fig. 1> Sangam, Seoul



<Fig. 2> Gwangju(4 Section)

## II. 관련 이론 및 연구 고찰

### 1. 관련 이론 고찰

ODD에 대한 개념은 2017년 미 연방 교통부에서 자율주행자동차에 대한 기술적 안전성에 관한 가이드라인에서 처음 언급되었다. 이 문서에서는 ODD는 자율주행자동차의 운행을 위해 설계된 장소(도로 유형과 속도) 및 시간(주야간, 날씨 등과 같은 조건 하에서)에 대한 개념으로, 자율주행시스템의 각 기능의 한계를 정의하기 위해 도로 유형(주 고속도로, 지방도로 등), 지리적 조건(도시, 산악, 사막 등), 속도 범위, 자율주행자

동차의 운행을 위한 환경적 조건(날씨, 주/야간 등), 기타에 대한 정보를 포함한다고 명시하고 있다.

그 후, SAE에서 자율주행 레벨을 정의하기 위해서도 ODD에 대한 개념을 정의했으며, 그 외 많은 국외 문헌에서 <Table 1>과 같이 정의하고 있다.

국내에서도 2019년 자율주행과 관련 자동차 및 자동차부품 성능과 기준에 관한 규칙(이하 ‘안전기준’)을 개정하여 공포하면서, ODD 개념과 유사한 운행가능영역에 대해 정의하고 있다. 안전기준에서는 ‘제작자는 자율주행시스템이 정상적이고 안전하게 작동할 수 있는 운행가능영역을 지정하여야 하고, 운행가능영역에는 도로·기상 등 주행 환경, 자율주행시스템의 작동한계, 그 밖에 자동차의 안전한 운행과 관련된 조건이 포함 되어야 한다’고 명시한다.

즉, ODD는 자율주행 시스템 및 그 기능이 제한되지 않고 정상적이고 안전하게 수행될 수 있는 작동 영역으로 정의되며, 자율주행차량이 주행하는 환경적, 지리적, 시간적 조건에 대한 개념이 포함된다고 정의할 수 있다.

<Table 1> Definition ODD for each document

Document Name	ODD Definition
SAE J3016	ODD is defined as an operating condition specifically designed to operate a given operation automation system or its functionality not limited to it.
ISO_DIS 34503	The ODD represents an operating condition in which the ADS may safely perform a DDT(Dynamic Driving Task) while driving.
ISO/SAE PAS 22736	ODD is defined as the safe operation of low speed automatic operation (LSAD) systems for operating on predefined paths.
BSI_PAS1883:2020	ODD is an operating condition specifically designed to operate a given driving automation system or its function, including, but not limited to, environmental, geographical, temporal restrictions and/or the presence or absence of specific traffic or road characteristics.
ASAM OpenODD	An ODD defines the operating conditions an ADS is designed to operate in. This includes all ranges of roads, environmental conditions, part of the dynamic elements (mainly the ego designated speed) and types of traffic participants within a macroscopic traffic during all allowed weather conditions and time-of-day restrictions.
KLRI	ODD is defined as the concept of a place (road type and speed) and time (under conditions such as day and night, weather) designed for the operation of self-driving cars.

## 2. 선행연구 고찰

### 1) ODD 분석

Czamecki(2018)는 주행 중 자율주행차량의 결함으로 제한된 작동모드 상태에서는 Restricted Operational Domain(ROD)를 설정하여, ADS의 기능을 제한해야 할 필요가 있다고 제안하였다. ODD의 상위 개념인 ROD와 차량에 결함이 생긴 경우인 Degraded Operation Mode(DOM)를 새롭게 정의하였다.

Masao(2021)는 발표된 대표문헌을 기준으로 ODD의 기술 방법을 조사하고, ODD 기술의 검증 가능성을 고려한 ODD 기술 방법을 제시하였다.

Kim et al.(2020)은 ODD를 자율주행시스템 기능을 정의하기 위한 최소한의 정보를 제공하여 도로유형(고속도로, 간선도로 등), 지리적 조건(도시, 산악, 사막 등), 속도 범위, 환경적 조건(날씨, 주/야간 등)의 다른 영역의 제약들을 포함하여 제시하였다.

Hwang(2018)은 ODD는 자율주행자동차의 운행을 위해 설계된 장소(도로 유형과 속도) 및 시간(주야간, 날

씨 등과 같은 조건 하에서)에 대한 개념으로 정의하였다.

## 2) ODD 도출

Kim and Kee(2020)는 세종시 자율주행 셔틀버스 서비스 실증을 위해 실증 구간의 도로체계 및 운행 환경 조사를 실시하고, 이 조사를 바탕으로 실증차량 ADS의 ODD 가이드라인을 도출하였다. ODD 항목은 물리적 인프라(도로 유형, 노면 등), 운영 제약조건(제한 속도, 교통 상황), 개체(보행자 등), 환경 조건(날씨 등), 구역(스쿨존, 공사구간 등), 연결성(디지털 인프라, 센서 등)으로 구분하고, 자율주행 실증차량 이 운행 가능한 조건과 운행 가능 하지 않은 조건(Limit / Boundaries)을 기술하였다.

Park et al.(2020)은 정의된 서비스를 기반으로 시나리오를 개발하기 위해 자율주행 시험환경 및 도로조건, ADAS의 제약환경 등을 검토하여 국내 군집주행의 ODD를 설정하였고, 이에 따른 Use Case는 군집해제, 감속, 차량간격 조정, 차로변경, 일반정보 제공으로 분류하여 정의하였다.

Colwell(2018)은 설계 프로세스 ODD를 정의하여 ADS가 처리해야 하는 시나리오를 식별하고 그런 다음 ODD와 함께 시스템 전체 및 기능 요건을 정의하였다. 이에 따라 테스트 및 검증으로 ODD를 샘플링하여 시뮬레이션을 통한 단위 시험 또는 통합 시험을 위한 다양한 수준의 세부 사항을 가진 시험 사례를 생성할 수 있었고 온라인 모니터링을 통해 ODD는 동작 중에 측정 및 검증될 런타임 객체로서 인스턴스화 시켜 ODD를 도출하였다.

Kim et al.(2020)은 도시부 자율주행셔틀 실증을 위한 ODD 분석을 하면서 미국 NHTSA 자율주행시스템 보고서에서 제시하는 ODD 분류 체계를 활용하여 국내 도로 인프라와 교통환경 조건에 맞는 자율주행 운행 설계영역을 정의하였다. 본 연구에서는 국내 도로인프라 및 도로환경 조건을 고려하여 자율주행셔틀 운행설계영역을 링크유형 및 링크 소통상황 서비스수준(Level of Service, LOS)은 Korea Highway Capacity Manual (2013)의 기준을 활용하여 정의하였다.

Gyllenhammar et al.(2020)는 자동운전시스템(ADS)의 작동설계영역(ODD)은 ADS가 유효한 장소를 제한하여 사용사례(Use Cases)의 범위와 검증을 설정하였다. PEGASUS 프로젝트와 TNO(Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek)에서 제안한 시나리오 데이터베이스를 통해 운영조건을 정량화시켰고 UC의 작동 조건(Operating Conditions)을 분류하는 프레임워크를 제시하여 서로 다른 UC간의 매핑이 더욱 용이하도록 하였다.

Cho and Hansman(2020)은 ADS 시스템의 에러로 인해 발생하는 위험 발생 확률과 그 심각도의 합수를 활용하여 위험 매트릭스를 도출하고, 허용 가능한 수준의 위험을 발생시키는 조건부 경계값을 통해 ODD를 결정하는 방법론을 개발하였다.

## 3) 기존 연구와의 차별성

선행 연구는 ODD 항목의 필요성을 제안하거나, ODD를 효율적으로 기술하는 방법 또는 자율주행차량을 대상으로 실증지에서의 ODD를 도출하는 연구 위주로 추진된 반면, 본 연구는 자율주행 레벨이나 특정지역 등에 제한없이 공통적으로 사용 가능한 표준화된 ODD 분류체계 및 양식을 제시했다는데 기존 연구와의 차별성을 지닌다. 또한, 국외에서는 이와 유사한 연구 및 표준화 활동이 활발히 진행 중인건 하나 각각의 지역 별 국가별 기상 조건 및 도로여건이 달라 분류된 세 항목 및 범위 등을 국내에 적용함에 있어 한계가 따르는 바, 국내 실정에 맞게 최적화시켰다는데 큰 의의가 있다.

### Ⅲ. 국내 ODD 분류 체계 도출

#### 1. ODD 분류 체계 현황

현재 국제 표준화가 추진 중인 ISO 34503에서는 ODD를 장면요소, 환경요소, 동적요소로 크게 3가지 상위 분류로 구분하였으며, 자율주행차량 시험 및 개발을 위한 표준인 BSI PAS 1883과 시뮬레이션을 위한 OpenODD에서도 ISO 34503와 동일한 분류 체계를 활용하였다.

AVSC는 제조업체와 사용자가 ADS의 ODD를 이해할 수 있도록 ODD를 정의하기 위해 날씨와 관련된 환경조건, 노면 조건, 가동 제약 조건, 도로 사용자, 장애물, 연관성, 도로기반시설 등의 항목으로 분류하였으며, WISE는 온톨로지 접근 방식을 사용하여, 도로 구조, 도로 사용자 유형, 장애물, 환경조건(기상, 노면 상태 등)으로 구분하였다.

NHTSA에서는 차량 OEM사의 요구사항에 부합하도록 물리인프라, 운영 제약, 물체, 연결성, 환경 조건, 구역으로 6가지 상위 분류로 구분하였다.

각 문헌에서 정의된 ODD 분류체계는 <Table 2>와 같이 공통적으로 도로 구조와 같은 정적인 요소, 기상과 같은 환경적인 요소, 그리고 도로 이용자, 차량 등과 같은 동적요소로 구성되어 있음을 확인하였다.

<Table 2> ODD Classification System

ISO 34503, BSI PAS 1883, OpenODD		AVSC	WISE	NHTSA
Scenery	Zone	Operational constraints	Road structure	Zone
	Drivable area			Operational Constraints
	Junctions	road surface conditions		
	Basic road structures			
	Fixed road structures	road infrastructure		
Temporary road structures	Physical Infrastructure			
Environmental conditions	Weather	weather-related environmental conditions	Environmental conditions	Environmental conditions
	Particulateds			
	Illumination			Connectivity
	Connectivity			
Dynamic elements	Traffic agent	a road user	Road users	Objects
	Subject vehicle	an undetermined roadside object	Animals	
Other obstacles				

#### 2. 국내 ODD 분류 체계 도출

본 논문에서는 ISO 34503의 ODD 분류 체계 중 환경조건(기상환경 등)과 동적요소는 도로관리자가 관리할 수 있는 범위가 아니기 때문에 이를 제외하고 장면요소로 한정하여 국내 ODD 분류체계를 제시하고자 한다.

장면요소는 자율주행차량이 주행이 가능한 도로의 환경이나 인지가 가능한 주변 환경을 정의하기 위해 구역, 주행가능영역, 교차로, 특수구조물, 기본 노상시설, 임시 도로구조물로 분류하였다. 주행 가능 영역의 유형은 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙을 기준으로 고속도로와 일반도로로 구분하며, 일반도로는 기능에 따라 「도로법」 제 10조에 따른 도로의 종류로 명시한다. 또한, 가변속도제한 구역은 도로교통법 시행규칙

제19조(자동차등과 노면전차의 속도)에 따라 지정되며, 일반적으로 상승적으로 안개, 강우, 강설, 결빙, 교통 혼잡이 발생하는 구역으로 정의한다.

도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙에서 도로의 폭은 최소 3.0에서 3.5m의 값으로 규정하고 있으나, 지방 부 이면도로와 같은 일부 구간에서는 3.0m 해당 최소 폭원 외에 값을 가지므로, 3.0m 이하일 경우와 3.5m 이상일 경우를 추가하였다.

도로의 최대 종단경사는 설계 속도를 기준으로 산정되며, 설계 속도 80km/h 기준, 평지의 최대 종단경사는 3~6%이며 설계 속도 60km/h 기준, 최대 종단경사는 4~13%이다. 일반적으로 종단경사 ±3%이면 평지, ±3%~±6%이면 내리막/오르막, -6% 미만이면 심한 내리막, +6% 초과이면 심한 오르막으로 구분하였다.

횡단 경사는 도로 중심선에서부터 횡방향으로 노면의 끝단까지 주어지는 경사를 의미하기 때문에 차량이 주행하며 차도 외 구간의 횡단경사까지 고려할 필요는 없으므로, 차도의 횡단경사 값에 해당하는 1.5%에서 6.0%까지만 포함한다. 또한, 국내에서는 지역에 따라 최대 편경사를 6%와 8%로 구분한다.

일반 차로 외에 전용차로의 종류는 도로교통법 시행령 별표1에 따라 버스전용차로, 다인승전용차로, 자전거전용차로가 있으나, 현재 국내 차로제 운영상황을 기준으로 버스전용차로 항목만 포함하였다.

가변차로는 도로교통법 제14조에 따라 양방향 도로의 통행량이 일정하지 않을 때 1차로 또는 2차로의 통행 방향을 자동 또는 수동으로 바꾸어 사용할 수 있는 차로로, 국내에서는 수도권(안암로, 왕십리길 등) 및 경상도(부산 중앙로, 창선삼천포대교 구간) 일부에서 시행 중이므로 범위 값에 포함한다.

주행가능 차로 노면 표시는 도로교통법 시행 규칙 별표6에 따라 실선, 점선, 이중실선, 복선으로 구분하고, 노면표시 및 차선의 시인성은 ‘교통노면표시 설치·관리 매뉴얼’ 재설치 시기 기준값을 기준으로 뚜렷함과 흐릿함으로 구분한다.

주행가능영역 표시는 도로교통법 시행규칙 제8조에 따라 교통안전표지(주의, 규제, 지시, 보조, 노면표시)와 국토교통부령 도로표지규칙 제3조(도로표지의 종류)에 따른 경계표지, 이정표지, 방향표지, 노선표지, 안내표지로 구분하였다.

교차로는 도로설계편람 제2편 도로계획 및 기하구조 내용을 기준으로 회전형과 일반형으로 구분하였으며, 회전형 교차로는 지름의 크기에 따라 초소형/소형/1차로형/2차로형으로 정의하고, 일반형 교차로는 교차 형태, 갈래에 따라 3갈래(T형, Y형), 4갈래(직각, 사각), 여러 갈래(5지, 6지, 기타)로 정의하였다.

이와 같이 국내 주행환경을 기반으로 도출한 ODD 분류 체계는 다음 <Table 3>과 같다.

<Table 3> The Domestic ODD Classification System(Scenery)

Top Level	2nd Level	3rd Level	Capability	Top Level	2nd Level	3rd Level	Capability	
Scenery	Zone	Geo-fenced Area	A Fixed Route			Drivable Area shoulder width	Lane	
			Predefined Geo-fenced Area				Warning Signs	Temporary Lane
			Etc					None
		Administrative Area	Not designated				Road Surface Type	surfaced Road
			Designated					Unsurfaced Road
		Traffic control Area	Variable speed Limit Area				Edge Boundary Type	Barrier
			Dynamic Traffic Sign Area					Road Curb

Top Level	2nd Level	3rd Level		Capability	Top Level	2nd Level	3rd Level		Capability								
Drivable Area				Temporary Lane Operation Area					Rubber cone								
				Temporary Lane Closed Area					Flower Bed								
				A police signal Area					Etc								
				Etc					Asphalt								
		Designated Protected Area					School Zone				Drivable Area Surface Type	Concrete					
							Elderly and the Disabled Zone					unpaved					
							Etc					Etc					
							Etc					Normal					
		Interference Zone					Tunnels				Road Surface Conditions	Crack					
							Parking					Pot holes					
							Communication Shading Section					Speed Control Hump					
							Etc					Etc					
				Drivable Road Types			Automobile Driveway				Drivable Area Road Surface	Normal					
							A General Road					Freezing					
	Junction Areas (Ramp type)				humid												
	Community Road				Drifted Snow												
	Parking Areas				Surface Contamination												
	Etc				Old Object												
	Horizontal plane					Straight roads							Road Surface Type	Etc			
						Curves								Etc			
	Vertical plane					Up-slope							General Type	T-intersection			
						Down-slope								Y-intersection			
						Level plane								Right angle			
	Cross section					Lane										Several branches	Square
						Lane Width											Five-Legged Roundabout
						Cross Slope											six-Legged Roundabout
		Maximum Superelevation	Etc														
	Scenery			shoulder width of the road					Roundabout	Very Small-size							
				Small-size													
Drivable Area geometry			Up-slope					General Type	One Lane Roundabout								
			Down-slope						Double Lane Roundabout								
Visibility			Level plane														
			Distinct														
Blurred			Lane														
			Lane Width														
Cross Slope			Maximum Superelevation														
			shoulder width of the road														
Maximum Superelevation			shoulder width of the road														
Lane Marking			Distinct														
			Blurred														
Form(Line, Dotted, Double-Line, Double Track)			Form(Line, Dotted, Double-Line, Double Track)														
			Color														

Top Level	2nd Level	3rd Level		Capability	Top Level	2nd Level	3rd Level		Capability
			Temporary Lane	-				Special Type	Plane-Type
			Road Markings	Road Markings					Three-dimensional-Type
		Drivable Road Properties	Lane type	Traffic lane			Crosswalk		-
				Designated Lane			Signal status	Signal	General Type
				Reversible Lane					Rotation Type
				Bus lane				Crosswalk	
				Etc				General Typed	
		Driving Properties	Driving Direction	Driving Direction	Rotation Typed				
			Speed Limits	Speed Limits			Crosswalk		
		Drivable Area Signs	Regulatory	Regulatory Signs		Special structures	Bridge	-	
				Instruction Signs			Tunnel	-	
			Information	Warning Signs	Warning Signs			Tollgate	-
				Road Signs	Road Signs			Automatic entry blocking facilities	-
				Direction Signs	Direction Signs			Railway Crossing	-
				Route Signs	Route Signs			Pedestrian Overpass	-
			Warning	Guide Signs	Guide Signs			Etc	-
				Warning Signs	Warning Signs			Building	-
		Drivable Area Signs Form	Fixed Type	Regulatory Signs		Fixed road structures	Roadway Lighting	-	
				Guide Signs	Guide Signs			Roadside facilities	-
				Warning Signs	Warning Signs			Street Trees	-
			Variable Type	Regulatory Signs	Regulatory Signs		Etc	-	
				Guide Signs	Guide Signs		Temporary road structures	Construction and work sections	Temporary protection facilities
				Warning Signs	Warning Signs			Work Direction Board	
			Temporary Type	Regulatory Signs	Regulatory Signs			Temporary Sign Board	
				Guide Signs	Guide Signs			Temporary Road	
			Warning Signs	Warning Signs			Number of robot signals		
						Accident Area	Warning Triangle		

#### IV. 국내 자율주행차 시범운행지구 현장조사

##### 1. 현장조사 개요

국내 자율주행차 시범운행지구는 실제 도심에서 민간기업이 자율주행 서비스를 자유롭게 실증할 수 있도록

록 지정된 구역으로 이를 관리하는 도로관리자는 해당 구역의 도로환경 범위를 인지하고 있어야 하며, 해당 구역에서 자율주행 서비스를 실증하는 민간기업에게 그 범위를 제시할 수 있어야 한다.

따라서, 개발된 국내 ODD 분류 체계 및 양식을 도로관리자 측면에서 어떻게 활용할 수 있는지 제시하고자 현재 운영 중인 자율차 시범운행지구를 대상으로 현장 조사를 수행하였다.

주행환경 조사 대상은 국내 10개 시·도 14개 자율주행차 시범운행지구로 서울(상암, 강남, 청계천), 경기(시흥, 판교), 강원(강릉, 원주), 충북·세종, 세종, 광주, 대구, 제주, 전라(군산, 순천)이며, 본 논문에서는 그 중 대표적으로 서울 상암지구와 광주광역시 지역의 자율주행차 시범운행지구를 살펴보고자 한다.

서울특별시 상암지구(6.6km<sup>2</sup>)는 주도로, 연결도로, 생활도로(하늘공원 및 난지한강공원 일부)로 구분하여 조사를 진행하였으며, 광주광역시 지역별로는 평동산업단지(3.43km<sup>2</sup>), 수완지구(0.33km<sup>2</sup>), 빛그린산단(0.25km<sup>2</sup>), 첨단2지구(0.39km<sup>2</sup>)로 구분하여 조사를 진행하였다.

각 시범운행지구의 위치, 규모, 도로 현황, 대중교통 현황, 교통서비스 수준, 운행서비스 등을 조사하였고 앞서 도출한 ODD 분류 체계의 장면요소(구역, 주행 가능 영역 등)에 해당하는 항목의 실현율을 파악하였다.

현장조사는 조사자가 시범운행지구 내 모든 구간을 도보로 이동하며 조사지에 항목별 존재 여부, 측정 수치 및 상태 등을 기록하였다. 서울 상암 시범운행지구는 22년 11월 3일부터 4일 주간, 광주 시범운행지구는 22년 11월 9일부터 11일 주간에 현장조사를 수행하였다.

## 2. 현장조사 결과 요약

상암은 주도로(1), 연결도로(2), 생활도로(3)로 세부구간을 구분하였으며, 광주는 평동산업단지(1), 수완지구(2), 빛그린산단(3), 첨단2지구(4)로 구분하여 세부구간별 ODD 기반 주행환경 조사 결과를 다음 <Table 4>와 같이 제시하였다.

주행환경 조사 결과 제시 형태는 시범운행지구 세부구간 내 해당 ODD 항목이 존재하지 않는 경우에는 ‘N’ 표시로, 존재하는 경우에는 ‘Y’ 표시하였다. 또한, 도로폭과 같이 항목의 범위값을 확인하여야 하는 경우에는 그 값을 제시하였다.

시범운행지구는 국토교통부고시에 따라 정의되었으므로 가상경계구역으로 분류하였으며, 두 시범운행지구 내 가변속도제한 구역이나 임시차로 운행구역 등 교통관리 구역은 포함되지 않았다.

두 지구의 주행가능 도로유형은 일반도로와 생활도로(보행자 공용도로)이며, 직선부 도로와 곡선부 도로를 모두 포함한다. 광주의 경우 모든 세부 구간에서 ±3%~±6%의 오르막/내리막 경사부가 존재하였으나, 상암의 주도로와 연결도로는 경사 ±3% 이하의 평지로 경사구간이 존재하지 않았다.

주행가능 차로 속성 중 제한속도의 경우, 상암은 전체 구간 20~50km/h이고, 광주는 대부분 30~60km/h이었으나, 빛그린산단 구역에 제한속도가 80km/h인 도로 구간이 포함되어 있어, 상대적으로 광주에서 고속자율주행이 가능함을 확인하였다.

주행환경 내 특수구조물의 경우, 상암은 터널, 육교, 지하차도가 포함되었으며, 광주는 교량이 포함된 구간이 존재하였다.

교차로의 경우에는 두 시범운행지구 내에 일반형과 회전형이 모두 존재하지만, 그 세부유형을 보면 광주에 4갈래 사각 등 더 다양한 유형의 교차로가 존재한다. 한편, 비신호 교차로의 경우, 상암에만 존재함을 확인하였다.

주행가능차로의 차선의 경우, 상암에서는 황색과 백색 2종류의 실선과 점선이 존재하며, 광주는 백색 한 종류의 실선과 점선이 존재하였다. 또한, 두 시범운행지구에 규제표지, 지시표지, 주의표지가 존재하나, 그

종류의 수가 상암은 52종(중복 제외), 광주는 21종(중복 제외)으로 상대적으로 상암에 다양한 표지가 존재함을 확인하였다.

두 시범운행지구의 실제 주행환경을 조사한 결과, 앞서 도출한 ODD 분류 체계 세부 항목에서 제시한 범위값에 포함되지 않는 항목(기타 항목으로 표시)은 주행가능영역 길어깨의 가장자리 경계형태의 탄력봉과 특수구조물의 지하차도이며, 이 두 항목 모두 상암에 존재하였다.

<Table 4> Sangam and Gwangju evaluation elements based on ODD

3rd Level	Capability	Sangam			Gwangju			
		1	2	3	1	2	3	4
Geo-fenced Area	A Fixed Route	N	N	N	N	N	N	N
	Predefined Geo-fenced Area	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Etc	N	N	N	N	N	N	N
Administrative Area	Not designated	N	N	N	N	N	N	N
	Designated	Around Sangam-dong, Seoul	Around Sangam-dong, Seoul	Around Sangam-dong, Seoul	Pyeongdong Industrial Complex, Gwangju	Suwan District, Gwangju	Light Green Industrial Complex, Gwangju	Advanced District 2, Gwangju
Traffic control Area	Variable speed Limit Area	N	N	N	N	N	N	N
	Dynamic Traffic Sign Area	N	N	N	N	N	N	N
	Temporary Lane Operation Area	N	N	N	N	N	N	N
	Temporary Lane Closed Area	N	N	N	N	N	N	N
	A police signal Area	N	N	N	N	N	N	N
	Etc	N	N	N	N	N	N	N
Designated Protected Area	School Zone	Y	Y	N	N	Y	N	Y
	Elderly and the Disabled Zone	N	N	N	N	N	N	N
	Etc	N	N	N	N	N	N	N
Interference Zone	Tunnels	Y	N	N	N	N	N	N
	Parking	N	N	N	N	N	N	N
	Communication Shading Section	N	N	N	N	N	N	N
	Etc	N	N	N	N	N	N	N
Drivable Road Types	Automobile Driveway	N	N	N	N	N	N	N
	A General Road	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Junction Areas (Ramp type)	N	N	N	N	N	N	N
	Community Road	N	Y	Y	N	Y	N	Y

3rd Level		Capability	Sangam			Gwangju			
			1	2	3	1	2	3	4
		Parking Areas	N	N	N	N	N	N	N
		Etc	N	N	N	N	N	N	N
Drivable Area geometry	Horizontal plane	Straight roads	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Curves	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Vertical plane	Up-slope	N	N	Y	Y	Y	Y	Y
		Down-slope	N	N	Y	Y	Y	Y	Y
		Level plane	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Cross-section	Lane	1~6	1~4	1	1~4	1~3	1~3	1~3
		Lane Width	3.0~3.5m	3.0~3.5m	3.0~3.5m	3.0~3.5m	3.0~3.5m	3.0~3.5m	3.0~3.5m
		Cross Slope	1.5~2.0%	1.5~2.0%	1.5~2.0%	~2.0%	~2.0%	~2.0%	~2.0%
		Maximum Superelevation	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
		shoulder width of the road	0.7m	0.7m	0.7m	0.7m	0.7m	0.7m	0.7m
Drivable Road Markings, Lane Properties	Visibility	Distinct	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Blurred	N	N	N	N	N	N	N
	Lane Marking	Form(Line, Dotted, Double-Line, Double Track)	Line, Dotted	Dotted	Line	Line, Dotted,	Line, Dotted	Line, Dotted	Line, Dotted
		Color	Yellow, white.	Yellow, white.	Yellow, White	white	white	white	White
	Temporary Lane	-	N	N	N	N	N	N	N
	Road Markings	Road Markings	N	N	N	N	N	N	N
	Drivable Road Properties	Lane type	Traffic lane	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Designated Lane			N	N	N	N	N	N	N
Reversible Lane			N	N	N	N	N	N	N
Bus lane			N	N	N	N	N	N	N
Etc			N	N	N	N	N	N	N
Driving Properties		Driving Direction	Right	Right	Right	Right	Right	Right	Right
Speed Limits	40~50 km/h	20~50 km/h	20km/h	30km/h, 50km/h, 60km/h	30km/h, 50km/h	30km/h, 50~80 km/h	30km/h, 50km/h		
Drivable Area Signs	Regulatory	Regulatory Signs	Y/ 13 Types	Y/ 4 Types	Y/ 6 Types	Y/ 4 Types	Y/ 2 Types	Y/ 2 Types	Y/ 4 Types
		Instruction Signs	Y/ 11 Types	Y/ 8 Types	Y/ 2 Types	Y/ 6 Types	Y/ 3 Types	Y/ 5 Types	Y/ 2 Types
	Information	Warning Signs	N	N	N	N	N	N	N
		Road Signs	N	N	N	N	N	N	N
		Direction Signs	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y
		Route Signs	N	N	N	N	N	N	N
		Guide Signs	N	N	Y	N	N	N	N
		Warning Signs	Y/ 5 Types	Y/ 7 Types	Y/ 3 Types	Y/ 2 Types	Y/ 4 Types	Y/ 2 Types	Y/ 2 Types

3rd Level		Capability	Sangam			Gwangju			
			1	2	3	1	2	3	4
	Warning	Destination Sign	Y/ 7 Types	Y/ 4 Types	Y/ 1 Types	N	N	N	N
Drivable Area Signs Form	Fixed Type	Regulatory Signs	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Guide Signs	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Warning Signs	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Variable Type	Regulatory Signs	N	N	N	N	N	N	N
		Guide Signs	N	N	N	N	N	N	N
		Warning Signs	N	N	N	N	N	N	N
	Temporary Type	Regulatory Signs	Y	N	Y	N	N	N	N
		Guide Signs	N	N	N	N	N	N	N
		Warning Signs	Y	N	N	N	N	N	N
Drivable Area shoulder width	Warning Signs	Lane	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Temporary Lane	N	N	N	N	N	N	N
		None	N	N	N	N	N	N	N
	Road Surface Type	surfaced Road	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Unsurfaced Road	N	N	N	N	N	N	N
	Edge Boundary Type	Barrier	Y	Y	N	N	Y	Y	N
		Road Curb	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Labacone	N	Y	Y	Y	Y	N	Y
		Flower Bed	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y
	Etc	N	N	Y/ Elastic Rod	N	N	N	N	
Drivable Area Road Surface	Drivable Area Surface Type	Asphalt	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Concrete	N	N	N	N	N	N	N
		unpaved	N	N	N	N	N	N	N
		Etc	N	N	N	N	N	N	N
	Road Surface Conditions	Normal	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Crack	Y	Y	Y	N	N	N	N
		Pot holes	N	N	N	N	N	N	N
		Speed Control Hump	Y	Y	Y	N	Y	N	Y
		Etc	N	N	N	N	N	N	N
	Road Surface Type	Normal	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Freezing	N	N	N	N	N	N	N
		humid	N	N	N	N	N	N	N
		Drifted Snow	N	N	N	N	N	N	N
		Surface Contamination	N	N	N	N	N	N	N
		Old Object	N	N	N	N	N	N	N
Etc	N	N	N	N	N	N	N		
General Type	Three branches	T-intersection	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y
		Y-intersection	N	N	Y	Y	Y	Y	Y

3rd Level		Capability	Sangam			Gwangju			
			1	2	3	1	2	3	4
	Four branches	Right angle	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y
		Square	N	N	N	Y	Y	Y	Y
	Several branches	Five-Legged Roundabout	N	N	N	N	N	N	N
		six-Legged Roundabout	N	N	N	N	N	N	N
		Etc	N	N	N	N	N	N	N
Roundabout	General Type	Very Small-size	N	N	N	N	N	N	N
		Small-size	N	N	N	N	N	N	N
		One Lane Roundabout	N	Y	Y	Y	N	N	N
		Double Lane Roundabout	N	N	N	N	N	N	N
	Special Type	Plane-Type	N	N	N	N	N	N	N
		Three-dimensional-Type	N	N	N	N	N	N	N
Crosswalk		-	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Signal status	Signal	General Type	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y
		Rotation Type	N	N	N	N	N	N	N
		Crosswalk	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y
	Non-Signal	General Typed	N	Y	Y	N	N	N	N
		Rotation Typed	N	Y	Y	N	N	N	N
		Crosswalk	N	N	N	N	N	N	N
	Number of traffic signals	General Typed	N	N	N	N	N	N	N
		Rotation Typed	N	N	N	N	N	N	N
		Crosswalk	N	N	N	N	N	N	N
Bridge		-	N	N	N	N	N	Y	N
Tunnel		-	Y	N	N	N	N	N	N
Tollgate		-	N	N	N	N	N	N	N
Automatic entry blocking facilities		-	N	N	N	N	N	N	N
Railway Crossing		-	N	N	N	N	N	N	N
Pedestrian Overpass		-	Y	Y	Y	N	N	N	N
Etc		-	Y/ Underground Road	N	N	N	N	N	N
Building		-	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Roadway Lighting		-	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Roadside facilities		-	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Street Trees		-	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Etc		-	N	N	N	N	N	N	N
Construction and work sections	Temporary protection facilities		Y	Y	N	N	N	N	N
	Work Direction Board		Y	N	N	N	N	N	N
	Temporary Sign Board		Y	N	N	N	N	N	N

3rd Level	Capability	Sangam			Gwangju			
		1	2	3	1	2	3	4
	Temporary Road	N	N	N	N	N	N	N
	Number of robot signals	N	N	N	N	N	N	N
Accident Area	Warning Triangle	N	N	N	N	N	N	N

## V. 결 론

국제적으로 Level 3 수준의 AV 양산과 상용화가 본격적으로 시작되었으며, 국내에서도 이러한 국제적 흐름에 맞춰 국내에서도 일본과 독일에 이어 세계 세 번째로 부분자율주행(Level 3)을 상용화할 계획에 있다.

상용화를 위해서는 실도로 주행데이터를 확보하고 이를 통해 오류를 개선하고 자율주행 시스템의 운행가능영역(ODD)과 시나리오를 확대해나가야 하기 때문에 국제표준기구에서는 ADS 개발자 이외에도 시험자, 제조사, 보험사 등이 참여한 컨소시엄을 구성하여 표준화된 ODD 프레임워크를 제시하고, ODD를 기반으로 ADS 특정 기능을 평가 및 테스트할 수 있는 테스트 시나리오 개발에 박차를 가하고 있다.

이렇게 개발된 ODD는 자율주행차량이 주행하는 환경에 대한 조건이 포함되기 때문에 국외에서 정의된 항목이나 그 값을 국내 도로 환경에 적용하기에는 어려움이 있다.

따라서, 본 연구에서는 ODD를 자율주행 시스템 및 그 기능이 제한되지 않고 정상적이고 안전하게 수행될 수 있는 작동영역으로 정의하고, ISO 34503의 ODD 분류 체계를 기반으로 도로법, 도로교통법(시행규칙 포함), 교통노면표시 설치관리 매뉴얼, 가변형 속도제한시스템 설치 운영 매뉴얼 등을 활용하여 ODD 분류 체계 국내 최적화를 수행하였다.

또한, 개발된 국내 ODD 항목을 기반으로 현재 운영 중인 자율주행차 시범운행지구(서울 상암, 광주)의 주행환경을 조사하고 그 결과를 바탕으로 시범운행지구별 운행가능 영역의 범위를 분석하였다.

주요 항목 비교 결과, 두 시범운행지구의 주행가능 도로유형은 일반도로와 생활도로로 동일하며, 직선부 도로와 곡선부 도로를 모두 포함하였다.

상암은 대부분 경사  $\pm 3\%$  이하의 평지이며, 광주는 모든 세부 구간에서  $\pm 3\% \sim \pm 6\%$ 의 오르막/내리막 경사부가 존재하였다. 또한, 상암의 제한속도 범위값은 20~50km/h이고, 광주는 30~80km/h으로, 상대적으로 광주에서 고속 자율주행이 가능함을 확인하였다.

신호 교차로의 경우, 두 시범운행지구 내에 일반형과 회전형이 모두 존재하지만, 광주에 4갈래 사각 등 다양한 유형의 신호 교차로가 존재한다. 한편, 비신호 교차로의 경우, 상암에만 존재함을 확인하였다.

주행환경 내 특수구조물의 경우, 상암은 터널, 육교, 지하차도가 포함되었으며, 광주는 교량이 포함된 구간이 존재하였다. 터널, 교량과 같은 특수구조물 존재 여부는 차로폭, 길어깨 경계표시, 조도, 통신 음영구간 등과 연계되는 요소이기 때문에 이를 확인할 필요가 있다.

또한, 두 시범운행지구에 존재하는 표지는 상암은 52종, 광주는 21종으로 조사되었으며, 상대적으로 상암에 다양한 표지가 존재함을 확인하였다. 차선 속성, 표지 유형 등은 자율주행을 위해 차량이 인식해야 하는 중요한 요소이므로 시범운행지구의 도로관리자는 이를 같은 내용을 고려하여 시범운행지구의 ODD 범위를 제안하여야 한다.

본 연구는 자율주행 레벨 수준이나 특정지역 등 제한 없이 공통적으로 사용 가능한 표준화된 ODD 분류

체계 및 양식을 제시하였다는데 의의가 있다. 또한, 자율주행과 관련된 다양한 이해관계자가 공통되고 일관된 기준으로 ODD를 이해할 수 있는 체계를 제시하여 국내 실도로 실증 테스트 및 시나리오를 확대하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

다만, 본 연구에서 제시한 국내 ODD 분류 체계는 도로구조, 시설물에 대하여 국내 지침, 법규 등을 기반으로 제시된 범위(값)이기 때문에 해당 값 이외에는 ‘기타’로 처리되어, 자율주행 서비스의 가능 여부를 명확히 정의하기에는 어려움이 있다. 따라서, 정밀전자지도 등 실제로 구축된 도로환경에 대한 정확한 수치(예, 차로폭, 시설물 높이 등)를 기반으로 범위(값)를 보완하는 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 자율주행기술개발혁신사업(과제번호 : 22AMDP-C165730-02)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

## REFERENCES

- Association for Standardization of Automation and Measuring System(ASAM), <https://www.asam.net/standards/detail/openodd/>, 2022.08.20.
- British Standards Institution(BSI)(2020), *PAS 1883:2020 Operational Design Domain (ODD) taxonomy for an automated driving system (ADS)-Specification*, pp.1-26.
- Byline Network, <https://byline.network/2022/09/5-124/>, 2022.09.20.
- Cho, H. S. and Hansman, R. J.(2020), “Operational Design Domain(ODD) Framework for Driver-Automation Systems”, *MIT International Center for Air Transportation*, pp.17-65.
- Colwell, I.(2018), *Runtime Restriction of the Operational Design Domain: A Safety Concept for Automated Vehicles*, University of Waterloo, pp.4-25.
- Czarnecki, K.(2018), *Operational Design Domain for Automated Driving Systems-Taxonomy of Basic Terms*, University of Waterloo, pp.6-18.
- Gyllenhammar, M., Johansson, R., Warg, F., Chen, D., Heyn, H. M., Sanfridson, M., Soderberg, J., Thorsen, A. and Ursing, S.(2020), “Towards an Operational Design Domain That Supports the Safety Argumentation of an Automated Driving System”, *10th European Congress on Embedded Real Time Systems(Toulouse, France)*, pp.1-10.
- Hwang, M. G.(2018), *Current Status and Prospect of Global Legal Discussion: Focusing on Legal Regulations for Self-Driving Vehicles*, Korea Legislation Research Institute, pp.47-52.
- Kim, H. J., Im, K. I., Kim, J. H. and Son, W. B.(2020), “Operational Design Domain for Testing of Autonomous Shuttle on Arterial Road”, *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, vol. 19, no. 2, pp.135-148.
- Kim, J. H. and Kee, S. C.(2020), “A Research on the ODD and OEDR Guidelines Based on the Demonstration Case of Autonomous Driving in Sejong City”, *The Transactions of the Korean Society Automotive Engineers*, vol. 28, no. 10, pp.659-668.

- Korea Ministry of Government Legislation, <https://www.law.go.kr/LSW//lsLawLinkInfo.do?lsJoLnkSeq=1014191185&chrClsCd=010202&ancYnChk=>, 2022.08.30.
- Masao, I.(2021), “ODD description methods for automated driving vehicle and verifiability for safety”, *Journal of Universal Computer Science*, vol. 27, no. 8, pp.796-810.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2013), *Korea Highway Capacity Manual*, pp.210-417.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport, <https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156526389>, 2022.09.25.
- Nikkei Asia, <https://asia.nikkei.com/Business/Automobiles/Honda-launches-world-s-first-level-3-self-driving-car>, 2022.09.30.
- Park, Y. K., Choi, J. E., Lee, J. Y. and Cho, S. S.(2020), “The safety service scenarios for automated truck platooning(Lv.3) based on V2I communication”, *Journal of Digital Contents Society*, vol. 21, no. 11, pp.1991-2000.