

자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설의 역할 도출*

전영재¹ · 김진우¹ · 권찬오¹ · 이준혁^{1*}

Deriving the Role of Sign Facilities Recognized by Autonomous Vehicles*

Young-Jae JEON¹ · Jin-Woo KIM¹ · Chan-Oh KWON¹ · Jun-Hyuk LEE^{1*}

요 약

4차 산업혁명 시대의 도래에 따라 자율주행 기술에 관한 관심이 증대되고 있다. 이에 따라 기존 교통시설에 대한 자율주행차의 적용 가능성 및 정밀도로지도의 활용과 함께 자율주행차에 부착된 센서를 이용하여 주변 상황을 인지함으로써 안전한 주행을 모색해야 할 필요가 있다. 본 연구에서는 자율주행시대에 도로·교통 인프라 개선을 위해 개발한 자율주행차에 장착된 센서를 통해 인지하는 표지 시설의 활용을 위해 기존 도로시설물인 도로표지, 교통안전표지, 시선유도시설과 정밀도로지도의 시설물 관련 레이어와의 비교분석을 통한 자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설의 역할을 도출한다. 자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설은 자율주행차에 직접 특정한 행동을 수행하도록 하는 등의 역할을 함으로써 안전주행을 도모할 수 있다. 자율주행차가 센서를 이용하여 표지 시설을 인지함으로써 주행안전을 도모하기 위해서는 설치와 관리 및 활용 기준의 마련이 필요하며, 기준에 따라 지속해서 관리 및 감독이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

주요어 : 자율주행, 자율주행 인프라, 정밀도로지도, 표지 시설물

ABSTRACT

With the advent of the 4th industrial revolution era, interest in autonomous driving technology is increasing. Accordingly it is necessary to seek safe driving by recognizing surrounding situations using sensors attached to autonomous vehicles along with the applicability of existing traffic facilities to autonomous driving lanes and the utilization of HD maps. In this study, in order to deduce the role of sensor only physical facilities which recognized through a laser scanner on an autonomous vehicle developed to improve road and traffic infrastructure, through comparative analysis with existing road

2022년 11월 24일 접수 Received on November 24, 2022 / 2022년 12월 23일 수정 Revised on December 23, 2022 / 2022년 12월 28일 심사완료 Accepted on December 28, 2022

* 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 22AMDP-C161924-02).
1 주식회사 지오앤 / Geo& Co. Ltd.

※ Corresponding Author E-mail: geo8487@geospace.com

facilities such as road signs, safety signs, and gaze guidance facilities. Sign facilities can promote driving safety by allowing autonomous vehicles to perform specific actions directly. In order to promote safe driving by recognizing sign facilities by using sensors for autonomous vehicles, it is necessary to prepare standards for installation, management, and use, and it is considered that management and supervision should be carried out continuously according to the standards.

KEYWORDS : *Autonomous Driving, Autonomous Driving Infrastructures, HD Map, Sign Facility*

연구의 배경 및 목적

4차 산업혁명 시대의 도래에 따라 최근 우리나라는 자율주행에 대한 관심이 증대되고 다양한 분야에서 자율주행의 상용화 실현을 위한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 자율주행차의 도입이 가시화됨에 따라 기존 교통시설에 대한 자율주행차의 적용 가능성을 모색해야 할 필요가 있다. 특히 복잡한 도심 주행에서 자율주행차에 부착된 센서를 통해 주변 상황을 인지하여 상황에 따른 올바른 판단 및 제어의 필요성이 증대되고 있다(Kim and Cho, 2020).

자율주행 기술은 센서를 통해 주변상황을 인식하고 수집된 정보를 기반으로 차량을 제어한다. 센서 기술 및 수집된 데이터 처리 알고리즘의 발달이 이루어지고 있으나 완벽한 자율주행 기술의 구현에는 이르지 못하고 있고, 이를 보완하고자 인프라를 중심으로 하는 자율협력주행(Co-operative Autonomous Driving)을 통해 극복하고자 하는 움직임이 지속되고 있다. 국내에서는 자율협력주행 구현을 위해 자율주행차량과 시설물간 통신, 정밀지도와 LDM(Local Dynamic Map), 자율주행차량 교통관제 등으로 구성된 협력 인프라를 기반으로 자율주행기술을 상용화하고자 하는 노력이 이어지고 있다(Kim and Park, 2022a).

자율주행차량에 장착되는 센서는 운전자의 눈의 역할을 한다. 자율주행차량에 사용되는 센서 중 라이다 센서는 현재 자율주행 기술 발전을 선도하고 있으며, 국내에서 시험 중인 자율주행

차량 대부분은 카메라와 라이다를 융합하여 사용한다. 라이다 센서는 카메라와 비교할 경우 조도의 영향을 적게 받아 주야간 성능의 차이가 적고, 3차원 형태로 물체를 검지하며 검지 정확도가 우수한 것으로 알려져 있다(Kim and Park, 2022b).

일반 차량과 자율주행차량이 공존하는 상황에서 모든 차량의 통제를 위해서는 기존 교통시설을 활용하는 방안이 대두되고 있으나, 이는 시설물에 대한 설치현황, 유지관리, 상태 갱신이 미흡하여 지속적인 갱신이 필요한 실정이다(Won et al., 2022). 앞으로의 자율주행 상용화 단계에서는 정밀도로지도에만 의존하는 데에는 한계가 있고, 자율주행차에 장착된 센서를 활용하여 시설물을 실시간으로 인식하도록 하는 방법이 더 효율적이라 할 수 있을 것이다(Yang and Kim, 2018). 또한 정밀도로지도에서 제공되지 않는 정보를 제공받거나, 악천후 또는 신호차단과 같은 핸디캡 상황에서 자율주행차가 원활하게 주행할 수 있도록 보조하는 방안을 모색해야 할 필요가 있다. 이에 기존 시설물을 활용하여 자율주행차를 위해서도 활용할 수 있도록 개선하는 방안과 자율주행차만이 인식 가능한 새로운 형태의 시설물을 개발함으로써 기존의 일반 자동차는 물론, 자율주행차에 대해서도 안전한 주행을 보장할 수 있도록 하는 방안에 대한 연구가 필요한 상황이다.

본 연구는 자율주행차량에 장착되는 센서를 이용하여 인식 가능한 표지 시설이, 특히 핸디캡 상황에서 자율주행차를 대상으로 수행 가능한 역할을 도출하고자 하는데 그 목적이 있다.

자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설이 수행해야 하는 역할을 도출하기 위해 기존 도로시설물 및 정밀도로지도에 대한 분석을 수행하고, 정밀도로지도 기반의 자율주행 환경을 보완하는 측면에서 자율주행차를 위한 표지 시설의 역할을 도출하고자 한다.

선행연구 분석

자율주행과 관련된 선행연구를 분석해 보면 우선 자율주행차의 도로에서의 안전한 주행을 보장하기 위한 교통안전시설의 중요성을 강조하였으며, 자율주행 인프라 기반 교통안전시설 현장관리체계를 연구하고 이를 기반으로 실증지역을 선정하여 GNSS 수신기, 현장관리 단말기, 현장관리 App 등으로 구성된 현장관리 시험시스템을 구현한 연구가 진행된 바 있다(Won *et al.*, 2022). 또한 교통안전시설에 사물인터넷 디바이스 장치를 부착하여 디지털화된 교통안전 정보를 자율주행차에 전달하는 방식을 제안하였다(Cho *et al.*, 2021). 교통안전정보의 조합 구성에 따라 총 다섯 가지 종류의 통신 메시지 데이터 세트를 마련하여 다양한 현장 상황에 따라 선택적으로 적용되도록 한 연구도 진행되었다. 자율주행의 핵심 기술인 정밀도로지도와 관련된 국내외 표준 및 제반 환경의 동향을 분석하고 현재 정밀도로지도를 구축하는 기관별로 표준 정밀도로지도와의 비교를 통해 활용성에 대한 연구도 진행된 바 있다(Won *et al.*, 2020). 국토지리정보원의 HD map 데이터를 활용하여 가상 시뮬레이션 도로로 변환하는 방안에 대한 연구도 수행된 바 있다. 국토지리정보원의 HD map 데이터를 Open Drive 포맷으로 변환할 수 있는 직선 및 곡선 혼재 구간 차로 표현의 정확도를 높일 수 있는 최적 변환 방안을 제시하고 그 결과의 유효성을 평가하였다. 선행연구 분석 결과 정밀도로지도를 활용하는 기존의 자율주행 환경에 현장에 구축한 장비를 통해 HD map을 보완하는 방향의 연구가 진행되고 있는 것으로 파악되었다(Park *et al.*, 2022).

현황분석

1. 기존 도로시설 현황 분석

센서를 통해 자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설의 역할을 도출하기 위해 우선 기존 도로시설물의 현황을 분석하였다. 분석 대상으로 기존 도로시설물들 중, 국토교통부에서 관리하는 도로표지, 경찰청에서 관리하는 교통안전표지, 그리고 국토교통부에서 관리하는 도로안전시설을 선정하였다. 도로안전시설에는 시선유도 시설 외에도 조명시설, 차량방호안전시설, 과속방지턱, 도로반사경, 긴급제동시설 등의 종류가 포함되나, 본 연구에서는 운전자에게 시각적인 정보를 제공하거나 시선을 유도하는 시설을 대상으로 하므로 시선유도시설의 경우만을 대상으로 선정하였다.

기존 도로시설물 중 도로표지는 「도로법」 제 55조(도로표지) 및 「도로표지규칙」에 근거하여 도로이용자가 도로시설을 쉽게 이용하고 원하는 목적지까지 쉽게 도착할 수 있도록 도로의 방향, 노선, 시설물 및 도로명의 정보를 안내하는 도로의 부속물이다. 도로표지는 그 기능에 따라 경계표지, 이정표지, 방향표지, 노선표지, 안내표지로 구분할 수 있다. 도로표지의 표지판, 글자 및 지주의 규격 및 서식과 같은 세부 규정은 각각에 대한 별표에 제시되어 있으며 그를 따른다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2021).

기존 도로시설물 중 교통안전표지는 「도로교통법」 제4조(교통안전시설의 종류 및 설치·관리기준 등)에 근거하여 주·야간이나 기상상태 등에 관계없이 교통안전시설이 운전자 및 보행자의 눈에 잘 띄도록 설치 기준을 정하도록 정해져 있다(National Police Agency, 2022a). 「도로교통법 시행규칙」에 따른 교통안전표지의 종류는 총 5가지이다. 우선 주의표지는 도로상태가 위험하거나 도로 또는 그 부근에 위험물이 있는 경우에 필요한 안전조치를 할 수 있도록 이를 도로사용자에게 알리는 역할을 수행한다. 규제표지는 도로교통의 안전을 위하여 각종

TABLE 1. Existing road facility status

	Road Sign	Traffic Safety Sign	Gaze Guidance Facility
Legal Basis	Road Law Road Sign Rules	Road Traffic Act Road Traffic Act Enforcement Rule	Road Law Road Safety Facility Installation and Management Guidelines
Type	Landmark Milestone Direction Sign Route Sign Guide Sign	Caution Sign Regulatory Sign Instruction Sign	Line of Sight Sign Chevron Alignment Sign Road Stud Obstacle Target Marker Structural Painting and Hatch Marks Gaze Induction Rod
Definition	Road appendages that guide information on road directions, routes, facilities and road names	Signs displaying cautions regulations and instructions necessary for traffic safety	Facility for guiding the driver's gaze as a road accessory under Article 2 of the Road Law
Specification	Depending on what is defined in the relevant regulations	Signs within 600mm in width and 600mm in height	Depending on what is defined in the relevant regulations
Function	Instruction	Attention and Instruction	Attention

제한·금지 등의 규제를 하는 경우에 이를 도로 사용자에게 알리는 역할을 수행한다. 지시표지는 도로의 통행방법·통행구분 등 도로교통의 안전을 위하여 필요한 지시를 하는 경우에 도로 사용자가 이에 따르도록 알리는 역할을 수행한다. 이 외에도 보조표지와 노면표지가 있으나, 이는 본 연구에서 제시하는 역할 및 인식 측면에서 센서 전용 물리 시설물의 인식 과정과는 많은 차이가 있다고 판단하여 본 연구는 보조표지와 노면표지를 제외한 주의표지, 규제표지, 지시표지만을 분석 대상으로 한다(National Police Agency, 2022b).

도로안전시설 중 시선유도시설은 「도로법」 제2조의 도로부속물로서 도로 끝 및 도로선형을 명시하여 주간 및 야간에 운전자의 시선을 유도하기 위하여 설치하는 시설로, 「도로안전시설 설치 및 관리지침 - 시선유도시설 편」에 설치 및 관리기준을 명시하고 있으며, 그 종류에는 시선유도표지, 갈매기표지, 표지병 등이 있다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2022).

도로시설물을 설치하는 근거는 각 시설물의 운영 주체에 따라 도로법 및 부속 규정(국토교통부), 도로교통법 및 부속 규정(경찰청)으로 나뉘어진다. 규격은 도로표지와 시선유도시설은 관련 규정에 따라 다양한 종류의 시설물 규격이 제시되어 있다. 교통안전표지 또한 다양한 종류의

규격을 갖고 있으나 모든 표지판이 가로 600mm, 세로 600mm 크기의 사각형 크기를 초과하지 않도록 구성되어 있다.

기존 도로시설물의 현황 분석 내용을 요약하면 표 1과 같다.

각각의 기능을 분석해 보면, 도로표지는 거리, 방향 등의 안내 기능을 수행한다. 규제표지와 지시표지는 그 종류는 다르지만, 특정 행동을 지시한다는 공통적인 역할을 수행한다. 시선유도시설은 운전자의 시선을 유도함으로써 주의를 환기하는 역할을 수행한다.

이처럼 기존의 도로시설물은 안내, 지시, 운전자의 주의를 환기하는 역할을 수행한다. 자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설물은 이러한 기존 도로시설물의 역할을 지원하고 자율주행차의 안전운행을 위한 목적으로 활용되어야 한다고 판단된다.

2. 정밀도로지도 현황 분석

센서를 통해 자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설의 역할을 도출하기 위해 다음으로 자율주행에 이용되는 정밀도로지도의 현황을 분석하였다. 국토지리정보원에서 제공하는 정밀도로지도의 레이어 분석을 수행하였다. 정밀도로지도는 차선(규제선, 도로경계선, 정지선, 차로중심선), 도로시설(중앙분리대, 터널, 교량, 지하차

TABLE 2. Layers of HD Mao

Layer Name	Item	Description	형태
A1_NODE	Road Node	Points connecting driving route links	Point
A2_LINK	Road Link	Part of the vehicle driving route	Line
A3_DRIVEWAYSECTION	Driveway	Information about a section of a road	Polygon
A4_SUBSIDIARYSECTION	Subsidiary Section	Other types of subsections that do not belong to vehicle segments	Polygon
A5_PARKINGLOT	Parking Lot	Parking lot existing in subsections(set of parking slot)	Polygon
B1_SAFETYSIGN	Safety Sign	Traffic safety signs defined in the Road Traffic Act and Road Traffic Act Enforcement Rule	Polygon
B2_SURFACELINEMARK	Surface Line Mark	Line-type regulatory signs among road markings	Line
B3_SURFACEMARK	Surface Mark	Non-line-type regulatory signs among road markings	Polygon
C1_TRAFFICLIGHT	Traffic Light	A device installed on the road to instruct passing vehicles or people to stop and detour	Point
C2_KILOPOST	Kilopost	Kilo posts installed on highways	Point
C3_VEHICLEPROTECTIONSAFETY	Vehicle Protection Safety Facility	Facility information installed to prevent a vehicle from departing in the wrong direction or to prevent a direct collision with a structure	Line
C4_SPEEDBUMP	Speedbump	Facility information installed to prevent the speeding of passing vehicles and suppress the entry of passing vehicles	Polygon
C5_HEIGHTBARRIER	Height Barrier	Information on various facilities that impose height restrictions that must be referred to when driving	Line
C6_POSTPOINT	Postpoint	Information on signal poles transportation facility poles etc.	Point

도), 표지시설(교통안전표지, 노면표시, 신호기) 정보를 3차원으로 제작한 전자지도로 국토지리정보원에서 제공하고 있다. 2022년 11월 현재 국토지리정보원 제공 정밀도로지도의 레이어는 표 2의 목록과 같이 제공되고 있다(National Geographic Information Institute, 2021).

정밀도로지도에서 제공하는 레이어 중 시설물과 관련된 레이어는 안전표지, 신호등, 킬로포스트, 차량방호안전시설, 과속방지턱, 높이장애물, 지주가 있다. 시설물과 관련된 레이어 중 차량의 주의를 유도하거나 차량에게 정보를 제공하는 기능을 수행하는 레이어는 안전표지, 킬로포스트, 차량방호안전시설, 과속방지턱이 있고, 이 중 안전표지는 상기한 기존 도로시설물 중 교통안전표지와 동일하다. 킬로포스트는 고속도로 등에서 현재 위치의 기점으로부터의 거리를 제공하나 이는 운전자를 상대로 제공하는 것이기 때문에 자율주행차만을 위한 시설이라고 볼 수는 없다. 차량방호안전시설과 과속방지턱 역시

특정한 표시를 하여 운전자를 상대로 주의를 끄는 시설이라 할 수 있다. 즉, 현재 제공되는 정밀도로지도에서는 운전자가 아닌 자율주행차를 상대로 정보를 제공하는 역할을 수행하는 시설물의 레이어를 별도로 구축하고 있지는 않은 것으로 파악된다. 이러한 부분을 센서를 통해 자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설의 기존의 정밀도로지도와 같은 자료에 입력되어 있지 않은 정보를 자율주행차에 제공하기 위한 역할 도출이 필요할 것으로 판단된다.

자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설

1. 자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설 소개

자율주행차가 제공받을 수 있는 정보는 크게 기존에 알고 있던 정보와 자율주행차가 직접 인지하는 정보로 구분할 수 있다. 전자는 대체로 자율주행차에 탑재된 정밀도로지도로부터 획득

할 수 있는 정적인 정보이다. 후자는 자율주행차에 탑재된 센서를 통해 인식하는 정보로 정밀도로지도에서 획득할 수 없는 동적인 정보들을 포함하고 있다. 현재까지의 자율주행차량은 주로 카메라를 통해 동적인 정보를 획득해 왔고, 보조적으로 거리 측정을 위해 라이다 센서를 사용하는 경향을 보였다.

자율주행차량에 장착되는 센서에는 주변 상황을 영상으로 판단하기 위한 카메라, 거리를 측정하기 위한 라이다, 자율주행차의 현재 위치를 판단하는 GNSS, 자율주행차의 자세를 판단하는 IMU 등이 있다. 그러나 헨드캡 상황에서는 이러한 센서를 통해 주변 상황의 인지가 어려울 수 있다. ‘헨드캡 상황’이란 강우 및 안개 상황과 같은 악천후나 GNSS 신호의 단절 상황과 같이 자율주행차의 안전운행 가능성을 저하시킬 수 있는 상황을 의미한다. 카메라 센서는 악천후 상황에서 사물의 인식이 어렵고, GNSS는 음영지역에서 정확한 정보를 제공하지 못한다는 단점이 있다. 이러한 상황에서 자율주행 도로 인프라를 자율주행차가 인지하도록 함으로써 자율주행차에 정보를 제공하는 방안을 고려해볼 필요가 있다.

‘자율주행 도로 인프라’는 자율주행기술의 인지, 판단, 제어 프로세스 중 센서의 인지 성능을 지원하여, 판단의 정확도 향상과 차량의 제어에 기여하는 역할을 수행한다(Park and Kim, 2021). 자율주행 도로 인프라의 하나로 본 연구에서 제시하고자 하는 자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설은 기존의 도로·교통 시설물과 별도로 센서를 통해 인식함으로써 자율주행차의 안전운전을 지원하는 물리적 시설물을 의미한다.

표지 시설 중 하나인 복잡구간표지는 라이다 센서를 통해 검출하기 유리한 모양 또는 센서만으로 인지 가능한 모양으로 제작된 시설물로 자율주행차가 공사구간, 신호단절구간, 곡선구간에 진입하였다는 정보를 제공하기 위한 목적이 있다. 자율주행차에 장착된 라이다 센서는 시설물

에 의해 획득된 데이터를 통해 반사강도 값을 감지하고, 시설물과의 거리를 측정하며, 해당 시설물의 형상을 포인트 클라우드 데이터로 구성하는 역할을 수행한다. 자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설은 이러한 라이다 센서의 특성을 활용하여 표지를 인지할 수 있도록 하고 있다.

시설물의 규격은 경찰청 교통안전표지의 크기 기준을 따라 그림 1과 같이 가로 600mm, 세로 600mm의 정사각형 규격을 사용한다. 시설물은 표지를 구성하는 패널과 라이다 센서 신호를 차단하는 재질의 패턴으로 구분한다. 복잡구간표지 시작품의 전반적인 디자인을 살펴보면 그림 2와 같이 패널의 앞면 색상은 라이다 센서 신호를 인식할 수 있도록 초고휘도 재질을 사용하였고 바탕색상은 도로표지와 유사한 백색, 청색, 황색을 사용하였다. 패턴은 라이다 센서 신호를 차단할 수 있도록 검정색의 무광 코팅지를 사용하였다.

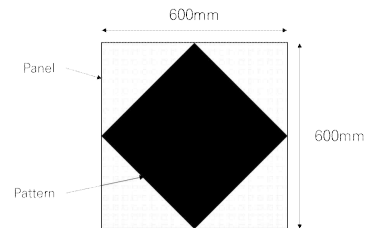


FIGURE 1. Specification of complex section sign

복잡구간표지를 라이다 센서로 스캔 시 재질에 따라 신호를 차단하게 되어 그림 3에서 보는 바와 같이 특유의 패턴이 생성되고, 해당 패턴을 세그먼트로 분할하는 알고리즘을 거쳐 생성되는 세그먼트의 개수로 각 시설물을 구분한다. 이와 같은 원리로 복잡구간의 종류를 구분할 수 있으며, 향후 패턴을 추가 또는 형상을 변경함으로써 세그먼트의 개수를 늘리는 방법 등을 이용하여 다양한 복잡구간에 대한 표지를 제작하여 활용할 수 있다.

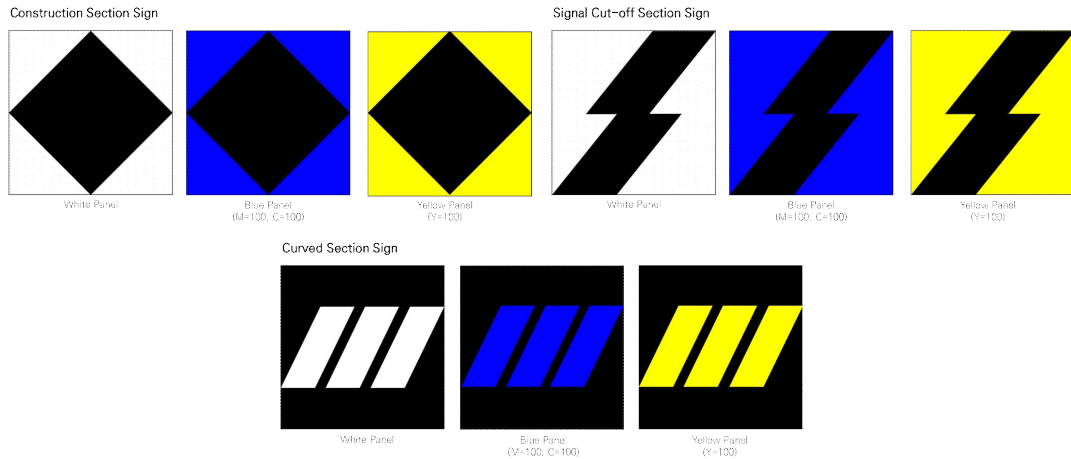


FIGURE 2. Design of complex section sign

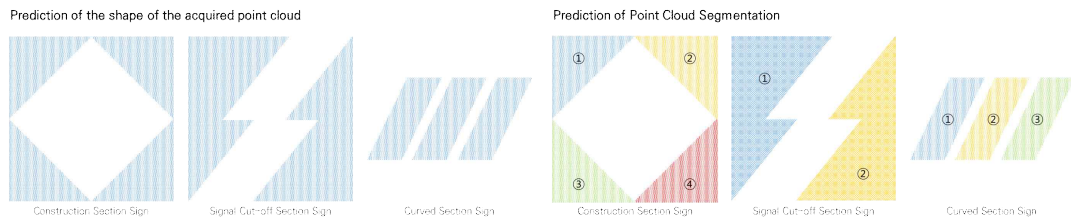


FIGURE 3. Estimation of point cloud segmentation of complex section sign

2. 자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설의 역할 도출

자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설은 가까운 미래에 다가올 자율주행 시대에 자율주행차량의 안전운행을 지원하기 위한 목적으로 기존에 존재하지 않았던 자율주행차만을 위한 시설물이다. 그래서 기존 도로표지나 도로시설물이 수행하지 못하는 역할을 수행하는 방향으로 가상 시설물의 역할을 도출해야 할 필요가 있다.

기존 도로시설물의 가장 큰 맹점은 운전자가 특정한 행동을 하도록 정보를 제공해도 운전자가 이를 의도적으로 무시해 버리는 경우 운전자에게 특정한 행동을 하도록 강제하는 방법이 없다는 것이다. 복잡구간 표지 중 곡선구간표지와 기능이 겹치는 부분이 많은 갈매기표지는 상대적으로 급한 평면 곡선부와 같은 구간에서 도로

의 선형 및 굴곡을 운전자에게 전달하는 기능을 수행한다. 이와 같은 상황에서 자율주행차에 직접 속도를 줄이도록 신호를 주는 방법과 같이 특정한 행동을 확실하게 수행하도록 유도할 수 있다.

또한 핸디캡 상황에서 자율주행차에 탑재된 센서로 주변을 직접 인지하기 어려울 때 이처럼 센서 시인성이 높은 표지 시설을 인지함으로써 다양한 정보를 제공받을 수 있다. 한 가지 사례로 GNSS 신호를 받지 못하는 구간에서 시설물을 이용하여 자율주행차에 현재 위치와 함께 제한속도, 기타 운전 시 주의사항 등에 대한 정보를 제공하여 이에 따른 감속운행 등을 하도록 유도할 수 있다. GNSS 신호를 받지 못하는 구간의 대표적인 경우로 터널이 있으며, 서울특별시의 내부순환로와 같이 도로와 동일한 선형으로 고가도로나 고가 철도가 지나가는 지역도

GNSS 신호를 받지 못하는 대표적인 구간이라 할 수 있다. 이러한 구간에 자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설을 설치함으로써 자율주행차가 이중 도로 중 어느 도로를 지나고 있는가에 대한 정확한 정보 제공이 가능하다.

정밀도로지도를 분석한 결과 현재의 정밀도로 지도는 자율주행차에 탑재하기 위한 목적으로 제작하였으나, 정밀도로지도에서 제공하는 정보는 자율주행차가 출발지로부터 목적지까지 주행하기 위한 경로 안내를 주목적으로 하고 있고, 자율주행차 자체에는 특정 레이어가 무엇을 의미한다는 내용만 주어질 뿐 다양한 핸디캡 상황에 대한 정보제공이 어렵다는 단점이 있다. 또한, 정밀도로지도는 정적인 정보만을 제공할 뿐, 실시간으로 도로 상황을 제공하지는 못하고 있다.

자율주행차가 예상하지 못하는 주행상황에서는 표지 시설이 정보제공의 기능은 물론 표지 시설의 정보를 이용하여 자율주행차가 자체적으로 대응하도록 유도할 수 있다. 예를 들어 실제 특정 도로 구간이 공사 등의 이유로 도로 폭이 좁아져서 자율주행차가 이용하는 정밀도로지도의 DB와 다를 경우 자율주행차는 실제 상황을 표지 시설을 통해 인지하여 자체적으로 감속하거나 정지하도록 대응하여 안전운행을 지원할 수 있다.

결 론

본 연구에서는 기존의 도로표지, 교통안전표지, 시선유도시설 및 정밀도로지도에 대한 분석을 통해 기존에 존재하지 않는 자율주행차만을 위한 표지 시설의 역할을 도출하였다. 자율주행차를 위한 표지 시설의 역할을 도출하기 위해 기존에 존재하는 도로 시설인 국토교통부에서 관리하는 도로표지와 시선유도시설, 경찰청에서 관리하는 교통안전표지에 대해 그 역할을 분석하였고, 국토지리정보원에서 제공하는 자율주행차를 위한 정밀도로지도 레이어에 대한 분석 또한 수행하였다. 기존의 도로시설은 주의 및 지시의 역할 위주로 수행하고 있었고, 정밀도로지도에 표현하는 데이터는 대다수가 정적인 데이

터로 자율주행차에 정적인 정보만을 제공하고 있었다. 이러한 측면을 고려하여 자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설은 기존에 존재하지 않았던 자율주행차만을 위한 시설물이기 때문에 자율주행차에 정보를 제공하거나, 운전자를 대신하여 특정한 행동을 하게 하는 등 기존 도로 표지나 도로시설물이 수행하지 못하는 역할을 수행하는 방향으로 역할을 도출해야 할 것으로 판단되었다.

또한, 기존 운전자가 센서 표지 시설을 보았을 때 혼동되거나 위화감을 느끼지 않는 디자인을 개발하는 등의 개선 또한 필요하다. 한가지 사례로, 상기한 복잡구간표지를 예로 들었을 때, 백색, 청색, 황색 바탕으로 샘플을 사용하였으나, 백색 및 황색의 경우에는 검정색 무광 시트지와 조합하였을 때, 기존에 존재하는 보조표지 및 갈매기표지와 색 조합이 같아 자율주행차량이 아닌 기존 운전자에게 혼동을 줄 우려가 있다. 반면 청색과 검정색 무광 시트지의 조합은 기존 표지에 없던 조합이므로 상대적으로 혼동을 줄 여지는 적다고 볼 수 있다. 바탕색은 지시표지와 같은 청색이지만 차단부를 검정색으로 사용함으로써 기존의 지시표지에 대해 위화감을 주지 않으면서도 기존의 교통안전표지와 혼동되지 않도록 할 수 있다.

자율주행차량이 인식 가능한 표지 시설을 활용하여 원활하고 안전한 주행을 하기 위해서는 도로시설물의 설치 위치, 높이, 방향 등이 현행 법령에서 규정하는 내용에 따라 설치 및 관리되어야 한다. 기존에 존재하지 않던 시설인 센서를 통해 인식 가능한 표지 시설물의 설치와 관리 및 활용 기준을 마련하여야 할 필요가 있으며, 기준에 따라 지속해서 관리나 감독이 이루어져야 할 필요가 있는 것으로 사료된다. **KAGIS**

REFERENCES

- Cho, Y.B., J.B. Kim, and J.T. Kim, 2021. Design of IoT-Based Device-to-Vehicle Communication Message Data Sets for Wireless Information Provision in Autonomous

- Highway Environment, Journal of Korean Society of Transportation, 39(4):526-539 (조용빈, 김주빈, 김진태, 2021. 자율주행도로환경 내 IoT 교통안전시설 정보 제공을 위한 D2V 무선 통신 메시지 데이터 셋 설계, 대한교통학회지 39(4):526-539).
- Kim, J.T. and Y.B Cho, Study on Walk-friendly Traffic Signal Operation for Pedestrian Oriented Urban Highways, International Journal of Highway Engineering 22(4):103-112 (김진태, 조용빈, 2020. 도시부 도로 보행환경 개선을 위한 보행 중심 교통신호 운영방법 연구, 한국도로학회 논문집 22(4):103-112).
- Kim, J.Y. and B.J. Park, 2022a, A Research of Factors Affecting LiDAR's Detection on Road Signs: Focus on Shape and Height of Road Sign, Journal of Korea Institute of Intelligent Transport Systems, 21(4):190-211 (김지윤, 박범진, 2022a, 도로표지에 대한 LiDAR 검지영향요인 연구: 도로표지의 모양과 높이를 중심으로, 한국ITS학회 논문지, 21(4):190-211).
- Kim, J.Y. and B.J. Park, 2022b, A Study of LiDAR's Detection Performance Degradation in Fog and Rain Climate, Journal of Korea Institute of Intelligent Transport Systems, 21(2):101-115 (김지윤, 박범진, 2022b, 안개 및 강우 상황에서의 LiDAR 검지 성능 변화에 대한 연구, 한국ITS학회논문지, 21(2):101-115).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2021a. Specifications and Detailed Specifications and Installation Methods of Signs, Letters and Supports of Road Name Information Signs, Ministry of Land, Infrastructure and Transport Ordinance No. 882, Road Sign Rules Attached Table 4 (국토교통부, 2021. 도로명 안내표지의 표지판, 글자 및 지주의 규격과 상세규격 및 설치방법, 국토교통부령 제882호, 도로표지규칙 별표 4).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2022. Road Safety Facility Installation and Management Guidelines - Gaze Guidance Facility, Ministry of Land, Infrastructure and Transport Ordinance No. 681 (국토교통부, 2022. 도로안전시설 설치 및 관리지침 - 시선유도시설 편, 국토교통부령 제681호).
- National Geographic Information Institute, 2021. Description and Guidance of HD Map (국토지리정보원, 2021. 정밀도로지도 설명 및 안내 자료).
- National Police Agency, 2022a. Road Traffic Act, Law No. 18741 (경찰청, 2022a. 도로교통법, 법률 제18741호).
- National Police Agency, 2022b. Road Traffic Act Enforcement Rule, Ministry of the Interior and Safety Ordinance No. 341 (경찰청, 2022b. 도로교통법 시행규칙, 행정안전부령 제341호).
- Park, B.J, and J Y. Kim, 2022, A Study of LiDAR's Performance Change by Road Sign's Color and Climate, Journal of Korea Institute of Intelligent Transport Systems, 20(6):228-241 (박범진, 김지윤, 2021, 도로시설물의 색깔 및 기상 환경에 따른 LiDAR의 성능변화 연구, 한국ITS학회논문지, 20(6):228-241).
- Park, G., D.K. Kim, I. Haider and J.H. Choi, 2022. Modeling of Virtual Simulation Road for Autonomous Driving based on HD maps, International Journal of Highway Engineering, 24(2):41-51 (박관, 김도균, 하이더 이브라힘, 최지향, 2022. 정밀도로지도를 기반으로 한 자율주행용 가상 시뮬레이션 도로 변환방안, 한국도로학회 논문집, 24

- (2):41–51).
- Won, S.Y., J.H. Lee, Y.J. Jeon and J.T. Kim, 2022. A Study on the Field Management System for Traffic Safety Facilities in IoT Infrastructure, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 25(1):1–15 (원상연, 이준혁, 전영재, 김진태, 2022. IoT 기반 교통안전시설 현장관리 체계 연구, *한국지리정보학회지*, 25(1): 1–15).
- Won, S.Y., Y.J. Jeon, H.W. Jeong and C.O. Kwon, 2020. A Comparison of Korea Standard HD Map for Actual Driving Support of Autonomous Vehicles and Analysis of Application Layers. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 23(3):1–20 (원상연, 전영재, 정현우, 권찬오. 2020. 자율주행자동차 실주행 지원을 위한 표준 정밀도로지도 비교 및 활용 레이어 분석. *한국지리정보학회지* 23(3):132–145).
- Yang, J.W., and J.T. Kim, 2018. Traffic Safety Control Device Management for Autonomous Driving Environment. *The 2018 Korean Institute of ITS Conference*, 287–291 (양지웅, 김진태, 2018. 자율주행환경 교통안전시설 발전 방향 연구, *한국ITS학회 춘계학술대회*, 287–291). **KAGIS**