

정밀도로지도 개선을 위한 정밀도로지도 객체 활용성 검증 High Definition Road Map Object usability Verification for High Definition Road Map improvement

오종민¹⁾ · 송용현²⁾ · 홍승표³⁾ · 신영민⁴⁾ · 고영진⁵⁾

Oh, Jong Min · Song, Yong Hyun · Hong, Song Pyo · Shin, Young Min · Ko, Young Chin

Abstract

As the 4th Industrial Revolution era in worldwide, interest in autonomous vehicles is increasing. but due to recent safety issues such as pedestrian accidents and car accidents, as a technical model for this, the demand for 3D HD maps (High Definition maps) is increasing in including lanes, road markings, road information, traffic lights and traffic signs etc. However, since some complementary points have been continuously raised according to demand, It is necessary to collect the opinions of institutions and companies utilizing HD maps and to improve HD maps. This study was conducted by utilizing the results of the contest for usability verification of HD Maps hosted by the National Geographic Information Institute and organized by the Spatial Information Industry Promotion Institute. For this study, we researched HD maps' layers and codes for HD maps object usability to improve HD maps, constructed HD maps object usability items accordingly, and contested usability verification of HD maps according to the items The contestants conducted verification and analyzed the results. As a result, the most frequently used code for each layer was the flat intersection, and the code showing the highest usage rate was a safety sign. In addition, the use rate of the sub-section and height obstacles was 16.67% and 8.88%, respectively, showing a low ratio. In order to utilize HD maps in the future, this study is expected to require research to continuously collect opinions from customers and improve data objects and data models that are actually needed by customers.

Key words : Autonomous Driving, HD Map, HD Map Layer, HD Map Data Model

초 록

세계적으로 4차 산업혁명 시대에 접어들면서 자율주행차에 대한 관심이 증대되고 있으나 최근 보행자사고, 차대차사고 등 안전 확보 등의 이슈로 이에 대한 기술적인 모델로서 차선, 노면표시 등 도로정보와 신호등, 교통표지판 등 시설물 정보가 포함된 3차원 정밀도로지도(HD Map: High Definition Map) 수요가 높아지고 있다. 하지만, 수요에 따른 일부 보완점들이 계속적으로 제기되고 있어, 정밀도로지도를 활용하는 기관-기업들의 의견을 수렴하고 그에 따른 정밀도로지도의 개선이 필요한 실정이다. 본 연구는 국토지리정보원에서 주최하고 공간정보산업진흥원에서 주관했던 정밀도로지도 활용성 검증 공모전의 결과를 활용하여 연구를 수행하였다. 본 연구를 위해서 정밀도로지도의 개선을 위한 정밀도로지도 객체 검증을 위해 정밀도로지도의 레이어 및 레이어 코드를 조사하고, 그에 따라 정밀도로지도 객체 검증 항목을 구성하였으며 그 항목에 따라 정밀도로지도 활용성 검증 공모전 참가자들이 검증을 수행하고, 그 결과를 분석하였다. 그 결과 참가자들이 가장 많이 사용한 레이어별 코드는 평면교차로 등이며, 가장 높은 사용률을 보여주는 코드는 안전표지로 나타났다. 또한 부속구간 및 높이 장애물의 사용률은 각각 16.67%, 8.88%로 낮은 비율을 보여주었다. 이번 연구로 향후 정밀도로지도의 활용을 위해서 지속적으로 수요처의 의견을 수렴하여 수요처에서 실제로 필요한 레이어와 이에 대한 데이터 모델을 개선하는 연구가 필요할 것으로 예상된다.

핵심어 : 자율주행, 정밀도로지도, 정밀도로지도 레이어, 정밀도로지도 데이터 모델

Received 2020. 07. 29, Revised 2020. 08. 14, Accepted 2020. 08. 28

- 1) Department of Geoinformatics Engineering, University of Seoul, Spatial Information Industry Promotion Institute (E-mail: jm.oh@spacen.or.kr)
- 2) Corresponding Author, Member, Spatial Information Industry Promotion Institute (E-mail: yh.song@spacen.or.kr)
- 3) Member, Spatial Information Industry Promotion Institute (E-mail: sp.hong@spacen.or.kr)
- 4) Department of Geoinformatics Engineering, University of Seoul, Spatial Information Industry Promotion Institute (E-mail: ym.shin@spacen.or.kr)
- 5) Spatial Information Industry Promotion Institute (E-mail: yg.ko@spacen.or.kr)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

정밀도로지도는 차량의 자율주행 등에 필요한 차선, 도로 시설, 표지시설 정보를 포함하고 있는 3차원 전자지도이다 (NGII, 2015). 정밀도로지도는 자율주행차에 부착된 카메라, 라이다(LIDAR: Light Detection And Ranging) 등 차량의 센서가 인식하지 못하는 다양한 환경에서 안전을 위한 역할을 수행 할 수 있어 정밀도로지도에 대한 필요성은 계속 증대되고 있으며(So and Moon, 2018), 국제 데이터 모델 표준을 고려한 정밀도로지도 데이터모델 설계에 관한 연구가 활발히 진행 중이다(Kim and Moon, 2016; Kim *et al.*, 2017; Lee and Park, 2018; Park *et al.*, 2018; NGII, 2019a).

현재 우리나라는 고속국도 및 자율주행 실험도시인 K-city 등에 집중하여 정밀도로지도를 구축하였다. 이렇게 다양한 연구로부터 설계된 데이터모델로부터 구축한 정밀도로지도는 실제 자율주행에 대한 안전성의 검증이 필요하며, 이로부터 데이터모델에 대한 세부적 개선이 필요하다. 그러나 국내의 경우 정밀도로지도의 데이터모델 정립 등에 대한 연구는 활발히 진행 중이나 정밀도로지도의 활용 검증에 관련한 연구는 미흡한 실정이다(KAIA, 2017).

이에 반하여, 해외에서는 정밀도로지도 활용성을 검증하기 위해서 자율주행자동차 실도로 기반 실증(FOT: Field Operational Test) 프로그램을 운영 중이며, 실도로 운행안전성 판단 기준을 실험하는 용도로 활용해 왔다(Peng, 2016). 국내에서는 '19년에 최초로 정밀도로지도 활용성 검증 공모전이 개최되어 자율 주행차의 안전을 지원하는 정밀도로지도의 품질을 고도화시키기 위해 자율주행 관련 기관의 요구 사항 및 의견을 수렴·반영할 수 있는 기초를 놓았다(NGII, 2020). 이에 본 연구에서는 정밀도로지도 활용성 검증 공모전을 통하여 정밀도로지도의 객체별 활용성 검증을 수행하였으며, 그 결과를 분석하여 정밀도로지도 객체 개선 항목을 도출하였다.

2. 정밀도로지도 객체 활용성 검증 항목 도출 및 결과

2.1 연구 방법의 흐름도

본 연구는 정밀도로지도의 개선을 위한 정밀도로지도 객체별 활용성 검증을 위해 정밀도로지도의 레이어 및 레이어 코드를 조사하였다. 그리고 정밀도로지도 객체 검증 항목을 구성하고 항목에 따라 정밀도로지도 활용성 검증 공모전 참가자들이 검증을 수행하였으며, 이로부터 정밀도로지도 레이어

별 코드 사용 및 필수코드 비율을 분석하여 정밀도로지도 레이어 개선사항을 도출하였다(Fig. 1).

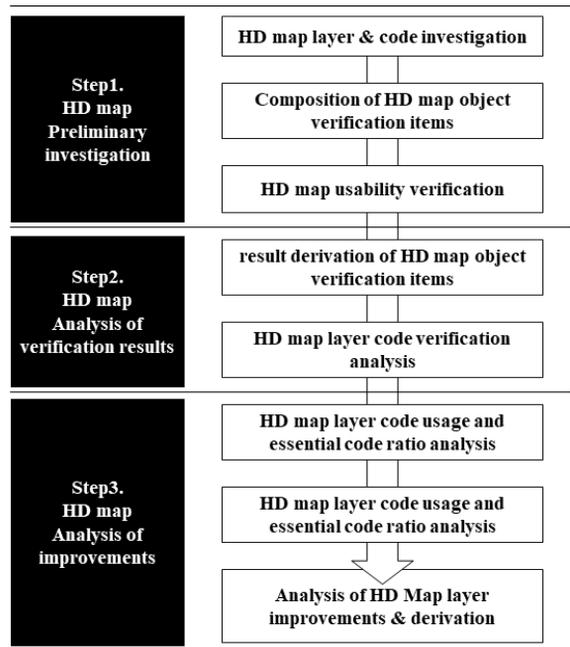


Fig. 1. Workflow

2.2 정밀도로지도의 개요

정밀도로지도는 자율주행에 필요한 규제선(차선, 도로경계선, 정지선, 차로중심선), 도로 시설(중앙분리대, 터널, 교량, 지하차도), 표지시설(교통안전표지, 노면표시, 신호기) 등을 3차원으로 표현한 정밀한 전자지도를 뜻한다(NGII, 2019b). 정밀도로지도의 제작과정은 첫 번째, 작업계획을 수립하고, 두 번째, MMS (Mobile Mapping System) 및 기준점 측량을 실시하며, 세 번째, 3차원 점군데이터를 생성하는 표준자료를 제작한다. 그리고 4번째로 객체 도화 및 구조화 편집 등을 시행하는 객체 도화 및 편집을 수행함으로써 최종적으로 정밀도로지도를 구축한다(NGII, 2019). 정밀도로지도는 차로 수준의 구체성과 정밀도로를 가지는 도로구조 및 주행경로, 도로 주변의 표지에 대한 정보, 도로 주변의 시설에 대한 정보로 구성되어 있으며, 총 14개의 레이어로 이들의 정보가 구성되어 있다(NGII, 2019). 14개의 레이어는 Table 1과 같다.

Table 1. Data model for HD map

No.	Layer name	Layer description
1	A1_NODE(주행경로노드)	주행경로링크 연결점
2	A2_LINK(주행경로링크)	차로중심선
3	A3_DRIVEWAYSECTION(구간)	터널, 교량 등 차도구간
4	A4_SUBSIDIARYSECTION(부속구간)	휴게소 등 부속구간
5	A5_PARKINGLOT(주차슬롯)	부속구간에 존재하는 주차장
6	B1_SAFETYSIGN(안전표지)	교통안전표지
7	B2_SURFACELINEMARK(노면선표시)	중앙선 등 표시 등 노면선
8	B3_SURFACEMARK(노면표시)	유도선 등 노면표시
9	C1_TRAFFICLIGHT(신호등)	신호등
10	C2_KILOPOST(킬로포스트)	킬로포스트
11	C3_VEHICLEPROTECTIONSAFETY(차량방호안전시설)	중앙분리대 등 차량방호안전시설
12	C4_SPEEDBUMP(과속방지턱)	과속방지턱
13	C5_HEIGHTBARRIER(높이장애물)	높이 제한 시설
14	C6_POSTPOINT(지주)	신호지주, 교통시설지주 등을 표현

Table 2. Object verification item(A1_NODE, Sample)

HD map layer	Layer code		Use	Compulsory	Detailed verification			Opinion	
					○	△	X		
A1_NODE (주행경로노드)	HDR_NodeType (노드유형)	평면교차로	1						
		입체교차로	2						
		터널시종점	3						
		교량시종점	4						
		...							
		기타유형	99						

2.3 정밀도로지도의 레이어별 객체 검증 항목 구성

정밀도로지도의 객체 활용성을 확인하기 위해 레이어별 코드를 활용해서 자율주행 등에서 해당 항목이 실제 사용되는지에 대한 사용 여부 확인이 중요한 것으로 판단된다. 또한 자율주행 등에서 필수적 필요 항목여부를 판단하는 것이 중요할 것으로 판단된다. 이에 정밀도로지도의 활용을 위한 객체 검증을 위해 정밀도로지도의 14개 레이어에 대한 조사 및 분석을 실시하여 레이어별 검증이 필요한 코드를 정리하였다. 그리고 자율주행 활용을 위한 객체 검증은 정밀도로지도의 각 레이어 별 코드에 대해 세부 검증 결과를 ○/△/X 중 하나로 체크하도록 하고, 세부검증사항에 대한 이수를 작성할 수 있도록 하였다. Table 2는 객체 검증 항목에 대해 샘플을 나타

낸 것이다. 이외 13개 레이어에 대해서도 동일하게 정리하여 14개 레이어에 대해 159개의 레이어 세부코드를 작성함으로써 검증표를 작성하였다.

2.4 객체 검증 결과 도출

정밀도로지도 활용성 검증 공모전 참가자들 각각에 대해서 정밀도로지도 14개 레이어중 사용/필수/세부검증 코드에 대한 의견을 각각 조사하였다. Fig. 2는 정밀도로지도 A1_NODE객체를 대상으로 사용/필수/세부검증 코드에 대한 검증 결과를 샘플로 나타낸 것이다.

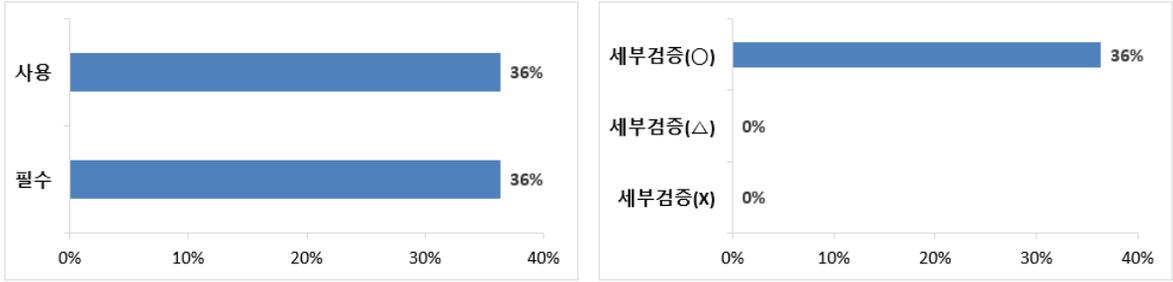


Fig. 2. A1_NODE use status and object verification status(sample)

Table 3. C1_Traffic light layer improvement and opinion(sample)

Layer	Attribute	Code list	Improvement opinion			
			Edit	Delete	Add	Total Opinion
C1 TRAFFIC LIGHT (신호등)	HDR_TrafficLightType (신호등유형)	신규컬럼			O	유사하지만 분할된 코드로 존재하는 각 신호등 유형을 통합한 항목 추가
		1(차량횡형- 삼색등)		O		세세하게 분할된 신호등 유형 불필요
		2(차량횡형- 사색등A)		O		

또한, 정밀도로지도의 레이어에 대한 레이어 개선여부 및 의견을 별도의 표로 작성하여 의견을 수렴하였다. Table 3은 정밀도로지도의 레이어 별 개선여부 및 의견을 샘플(C1_Traffic Light)로 나타낸 것이다.

3. 정밀도로지도 객체 활용성 검증 결과분석

3.1 정밀도로지도 레이어별 코드 사용 및 필수코드 비율 분석

정밀도로지도 활용성 검증 공모전의 참가자들이 사용한 14개 레이어의 코드 사용 및 필수 코드 비율을 평균으로 계산하여 Table 4와 같이 정리하였다.

레이어별 코드사용률중0%인 킬로포스트(C2_KILOPOST) 코드를 제외 후 확인한 결과 전체적으로 최소 8.33%, 최대 85.00%의 레이어 코드 사용률을 보였으며 특히 안전표지(B1_SAFETYSIGN) 및 노면표시(B3_SURFACEMARK), 노면선표시(B2_SURFACELINEMARK)의 경우 높은 사용률을 보이고 있어 자율주행차를 위한 코드구성을 적절하게 한 것으로 분석되었다.

가장 높은 사용률을 보여주는 안전표지(B1_SAFETYSIGN, 85%)의 경우 필수코드로 제시한 의견의 비율은 50%로 상대적으로 낮은 비율을 보여주고 있으며 노면선표시(B2_

Table 4. Layer code use & compulsory code ratio

Layer name	Code use ratio(%)	compulsory use ratio(%)
A1_NODE(주행경로노드)	47.73	59.09
A2_LINK(주행경로링크)	39.81	53.70
A3_DRIVEWAYSECTION (차도구간)	53.57	53.57
A4_SUBSIDIARYSECTION (부속구간)	16.67	33.33
A5_PARKINGLOT(주차장)	21.88	50.00
B1_SAFETYSIGN(안전표지)	85.00	50.00
B2_SURFACELINEMARK (노면선표시)	73.03	80.92
B3_SURFACEMARK (노면표시)	81.58	69.74
C1_TRAFFICLIGHT(신호등)	56.25	65.63
C2_KILOPOST(킬로포스트)	0.00	0.00
C3_VEHICLEPROTECTIONSAFETY (차량방호안전)	50.00	50.00
C4_SPEEDBUMP(과속방지턱)	25.00	50.00
C5_HEIGHTBARRIER (높이장애물)	8.33	16.67
C6_POSTPOINT(지주)	50.00	50.00

SURFACELINEMARK)의 경우 사용(73.03%) 및 필수코드 비율(80.92%)이 상대적으로 높은 비율을 보여주고 있다.

부속구간(A4_SUBSIDIARYSECTION) 및 높이장애물(C5_HEIGHTBARRIER)의 사용률은 각각 16.67%, 8.33%로 낮은 사용률을 보였으며 필수코드 의견 비율도 각각 33.33%, 16.67%로 낮은 비율을 보여주고 있다.

3.2 정밀도로지도 데이터 모델을 위한 개선사항 도출

정밀도로지도 활용성 검증 공모전의 참가자들의 의견을 수렴하여 정밀도로지도의 데이터 모델 개선을 위한 종합적인 요구사항을 제시하였다(Table 5).

Table 5. Layer opinion theorem

Layer	Code	Improvements
A1_NODE (주행경로노드)	HDR_NodeType (노드유형)	<ul style="list-style-type: none"> 노드유형 코드 중 '교차로', '터널' 및 '지하차도'에 대한 코드가 중요 - '교차로' 코드를 이용하면 회전(좌/우)이 발생하는 구간으로 미리 대비할 수 있어 사전에 자율주행차의 감속주행이 가능 - GNSS 신호를 받아 위치를 파악하는 자율주행차의 특성상 '터널' 및 '지하차도'에서는 GNSS 신호가 미약하거나 단절될 수 있기에 '터널' 및 '지하차도' 코드를 이용하면 이를 대비할 수 있는 수단으로 사용가능
A2_LINK (주행경로링크)	공통	<ul style="list-style-type: none"> 주행경로링크의 경우 도로 및 링크유형 구분은 자율주행차에 있어 중요하지 않음 도로등급은 도로법상의 등급이 아닌 자율주행과 관련된 체계로 등급분류가 필요 경로계획을 위해 차선변경가능지점, 직진, 좌/우회전 등 방향에 대한 정보 추가를 통해 정밀도로지도 활용성 제고 - R_LaneChLinkID, L_LaneChLinkID와 같은 속성을 추가함으로써, 정밀도로지도 사용자들이 보다 안전하게 차선 수준의 경로 계획을 수행할 수 있을 것으로 기대되며 이 경우, 차선 변경 가능 여부가 바뀌는 지점에 A1_NODE가 추가되어야 함. 이에 따라 A1_NODE의 속성 또한 변경이 필요 - LinkCourse(주행방향) 코드리스트를 추가한다면, 교차로 부근에서 직진, 좌회전, 우회전 등의 모든 주행경로링크를 추가했기 때문에, 링크 데이터가 어느 방향에 대한 정보인지 추가 될 경우, 데이터 분류 및 처리에 용이할 것으로 예상
	HDR_RoadRank(도로등급)	<ul style="list-style-type: none"> 도로법상 도로등급은 자율주행차에 있어 중요하지 않으며 자율주행 관련 체계에 맞는 도로구분 필요(예: 자동차전용도로 등)
	HDR_RoadType(도로유형)	<ul style="list-style-type: none"> 주행경로노드의 노드유형코드에서 터널, 교량, 지하차도, 고가도로 등에 대한 정보를 알 수 있어 구분할 불필요
	HDR_DrivingPathLinkType (주행경로링크유형)	<ul style="list-style-type: none"> '교차로내 주행경로', '버스전용차로'에 대한 코드가 중요 '교차로내 주행경로'를 이용하면 자율주행차의 직진 및 회전(좌/우)을 위한 중요한 정보로 사용가능 '톨게이트차로' 코드는 자율주행차가 톨게이트 통과 시 감속할 수 있는 수단으로 사용가능 '휴게소' 및 '졸음쉼터' 등 부속구간에 대한 코드는 자율주행에 있어 중요하지 않음.
A3_DRIVEWAYSECTION (차도구간)	HDR_RoadType (도로유형)	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행차의 차도구간 인식 시, 센서 기반의 인식과 해당 도로유형 코드정보를 이용한 인식과 비교하였을 때, 성능차이 미미함
	HDR_DrivewaySectionType (차도구간유형)	<ul style="list-style-type: none"> 주행구간 코드의 경우 자율주행차에 필수적으로 필요하나, 자율주행금지구간 코드의 경우에는 자율주행에 중요하지 않은 코드로 사용하지 않음.

Layer	Code	Improvements
A4_ SUBSIDIARYSECTION (부속구간)	HDR_ SubsidiarySectionType (부속구간유형)	- 의견 없음
	HDR_DirectionType (방향유형)	- 의견 없음
A5_PARKINGLOT (주차장)	HDR_ParkingLotType (주차장유형)	- 의견 없음
B1_SAFETYSIGN (안전표지)	공통	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행차에 탑재된 센서가 신속하게 객체를 탐지 할 수 있도록 헤딩(heading) 정보 제공 필요. 주의표지, 지시표지, 규제표지 등 위치추정 시스템 중 종방향 오차를 줄일 수 있는 랜드마크로 활용하기 위해서는 센서 데이터와 매칭을 할 수 있는 각 표지판의 레퍼런스 형상 정보가 필요
	Type (안전표지유형)	<ul style="list-style-type: none"> 표지코드 구성이 안전표지유형을 담아내고 있어 별도 유형 분리 불 필요
	Subtype (표지코드)	<ul style="list-style-type: none"> 교통안전 표지일람표의 모든 유형을 표현하지 못하고, 기타코드(199, 299, 399, 499)의 Remark에 일부 지정되어 있으나 미 정의된 코드와 텍스트가 혼재.
B2_ SURFACELINEMARK (노면선표시)	공통	<ul style="list-style-type: none"> 차선을 구성하는 버텍스(vertex) 간격이 일정하지 않아 개선 필요 자전거횡단보도, 직진, 좌회전, 우회전 등 위치추정 시스템 중 종방향 오차를 줄일 수 있는 랜드마크로 활용하기 위해서는 센서 데이터와 매칭을 할 수 있는 각 지시표시유형의 레퍼런스 형상 정보가 필요 노면선방향(LineDirection) 코드리스트를 추가한다면, 노면선 데이터에 대해 좌측 또는 우측에 대한 정보를 기입해줄 경우 차선 정보에 대한 데이터 분류 시 용이할 것으로 예상
	HDR_LineMarkType (선표시유형)	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행차의 차선 인식 시, 센서 기반의 인식보다 해당 선표시유형 코드정보를 이용한 인식이 더 빠르고 안정적인.
	HDR_LineRestrictionType (선규제유형)	<ul style="list-style-type: none"> 선규제유형 정보를 사용하였을 때 자율주행차의 경로계획에 대한 성공률이 높았으며, 안정적으로 차량의 가·감속 주행가능.
B3_SURFACEMARK (노면표시)	HDR_SurfaceMarkForm (노면표시형태)	- 의견 없음
	HDR_RestrictionMarkType (규제표시유형)	- 의견 없음
	HDR_IndicationMarkType (지시표시유형)	<ul style="list-style-type: none"> 센서 데이터와 매칭을 할 수 있는 각 지시표시유형형상 정보 필요 차로변경(좌로합류 및 우로합류)는 주행경로노드(A1) 데이터로 해당 구간에 대한 표현이 가능하고 특히 오르막 내리막 구간은 큰 의미가 없어서 사용하지 않음
C1_TRAFFICLIGHT (신호등)	공통	<ul style="list-style-type: none"> 센서 데이터와 매칭 할 수 있도록 헤딩(heading)정보 필요. '차량횡형-삼색등', '차량횡형-사색등A' 등을 확인하였을 때 본 검증에서 구현된 시스템은 주어진 정밀도로지도의 세분화된 신호등 유형을 의미있는 정보로 다루지 않아 각 신호등 유형 객체에 대한 평가불가
	HDR_TrafficLightType (신호등유형)	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행차는 신호등 유형을 의미있는 정보로 인식하지 않으며 신호등 신호에 대한 동적정보를 사용하기에 유형정보 불필요
C2_KILOPOST (킬로포스트)	-	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행차의 최대속도를 별도로 지정하여 사용하지 않음

Layer	Code	Improvements
C3_VEHICLEPROTECTIONSAFETY (차량방호안전)	HDR_VehicleProtectionSafetyType (차량방호안전시설유형)	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행차 센서로 명확한 인식이 가능하여 차량방호안전 정보 입력여부에 따른 성능차이가 없음. 자율주행시물레이션 환경을 조성하기 위해 필요할 수 있으나 실제 자율주행차 운행에 있어서는 불필요
C4_SPEEDBUMP (과속방지턱)	HDR_SpeedBumpType (과속방지턱유형)	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행차 센서로 명확한 인식이 가능하여 과속방지턱 정보 입력 여부에 따른 성능차이가 없음.
C5_HEIGHTBARRIER (높이장애물)	HDR_HeightBarrierType (높이장애물유형)	
C6_POSTPOINT (지주)	HDR_PostType (지주유형)	

4. 결론

본 연구에서는 정밀도로지도 활용성 검증 공모전을 활용하여 정밀도로지도 객체 검증을 실시하였다. 검증에서는 정밀도로지도 활용성 검증 공모전의 참가자들이 사용한 14개 레이어의 코드 사용 및 필수 코드 비율을 평균으로 계산하여 정리한 값을 사용하였다. 이와같은 연구 결과로부터 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 정밀도로지도를 구성하는 14개 레이어 중 참가자들이 검증 시 가장 많이 사용한 레이어 코드는 평면교차로, 교차로 내 주행경로, 일반주행차로, 일반도로, 노면선 표시, 신호등인 것을 확인할 수 있었다.

둘째, 레이어 코드 중 사용률 0%인 킬로포스트(C2_KILOPOST) 코드를 제외 후 확인한 결과 전체적으로 최소 8.33%, 최대 85.00%의 레이어 코드 사용률을 보였으며 안전표지(B1_SAFETYSIGN), 노면표시(B3_SURFACEMARK) 그리고 노면선표시(B2_SURFACELINEMARK)가 높은 사용률을 나타냈다. 이는 정밀도로지도 주요 사용 레이어는 자율주행과 관련한 도로 관련 객체인 것으로 판단된다.

셋째, 레이어별 필수적으로 필요한 코드 비율은 최소 16.67%, 최대 80.92%의 비율을 나타내고 있으며 노면선표시(B2_SURFACELINEMARK), 노면표시(B3_SURFACEMARK), 신호등(C1_TRAFFICLIGHT)가 높은 비율을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 이는 레이어 사용률과 동일하게 정밀도로지도 구축에 있어 필수적으로 필요한 객체는 도로관련한 객체인 것으로 판단된다.

넷째, 정밀도로지도 활용성 검증 참가자들의 개선필요 사항들을 종합 정리하였다. 그 결과, 레이어별 세부코드 수정 필요, 레이어 구축 필요성, MMS 센서정보 등 MMS 표준자료와 관련한 추가 정보 제공에 대한 의견이 다수인 것을 확인할 수

있었다. 이렇게 도출된 의견 및 항목들을 정밀도로지도 관련 규정, 매뉴얼, 데이터모델에 반영하여 개선할 경우 안전한 자율주행을 위한 고품질 정밀도로지도 제작과 더불어 보다 다양한 분야에서 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

정밀도로지도는 2024년까지 주요도로, 2030년까지 전국 모든 도로에 대해 구축될 예정으로 향후 다양한 분야를 대상으로 정밀도로지도 객체별 활용성 검증을 위한 공모전을 확대하여 정밀도로지도 객체 개선 사항 도출이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다. 더불어 도출된 개선사항을 바탕으로 데이터 모델을 수정·개선하는 연구가 수행된다면 고품질의 정밀도로지도 제작이 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 국토지리정보원 “정밀도로지도 품질 검증” 사업의 지원을 받아 수행한 연구임.

References

- Back, C.Y., Park, S.H., and Kang, W.B. (2019), Korean hd map data model design for autonomous vehicles, *Journal of Korean Society for Geospatial Information Science*, Vol. 27, No. 6, pp. 13-25. (in Korean with English abstract)
- KAIA. (2017), *Development and Verification of Rapid Detection Technology of Road Change for Supporting Autonomous Driving*, pp. 14-65.
- Kim, B.J., Kang B.J., Park, Y.K. and Kwou. J. H. (2017), A study on the improvement method of precise map for cooperative automated driving based on ISO 14296, *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport*

- Systems*, Vol. 16, No.1, pp. 131-146. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.S. and Moon, B.S., (2016), Contents and accuracy of lane-level road map for autonomous driving, *Transportation Technology and Policy*, Vol. 13, No. 4, pp. 42-50.
- NGII. (2015), *A Study on the Construction of Precision Road Map for the Support of Autonomous Vehicle*, pp. 33-71.
- NGII. (2019a), *A Study on the System and Development Strategy of HD Map*, pp. 51-111.
- NGII. (2019b), Hd map construction manual, URL: https://www.ngii.go.kr/kor/contents/view.do?sq=1195&board_code=contents_data (last date accessed: 10 July 2020).
- NGII. (2020), *Utilization Verification Contest of HD Map for Autonomous Driving*, pp. 62-99.
- Park, C. H., Choi, Y. A., and Lee, I.P. (2018), Analysis of applicability of land-based MMS surveying and aerial photography mapping for precise road maps, *Journal of the Korean Society for Geospatial Information Science*, Vol. 26, No. 1, pp. 37-47. (in Korean with English abstract)
- Peng, H. (2016), Connected and automated vehicles, *Mechanical Engineering*, Vol. 138, No. 12, pp. 5-11.
- So, J.H. and Moon, Y.J. (2018), Plan for autonomous cooperation driving safety and infrastructure implementation, *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, Vol. 35, No. 5, pp. 37-43.