

# 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도 갱신기술 평가를 위한 기준 도출 연구\*

박유경<sup>1\*</sup> · 강원평<sup>1</sup> · 최지은<sup>1</sup> · 김병주<sup>2</sup>

## A study on the Evaluation of Real-Time Map Update Technology for Automated Driving\*

Yu-Kyung PARK<sup>1\*</sup> · Won-Pyung KANG<sup>1</sup> · Ji-Eun CHOI<sup>1</sup> · Byung-Ju KIM<sup>2</sup>

### 요 약

현재까지 많은 노력을 통해 정밀도로지도도를 구축하고 활용하기 위한 시스템을 개발하여 적용 중에 있으며, 최근 도로변화에 대한 신속 변화 및 지도 갱신 시스템 개발을 통해 정밀도로 지도의 갱신을 신속히 하기 위한 노력을 기울이고 있다. 정밀도로지도는 자율주행 안전을 위해 지도의 무결성 및 정확성이 요구되어지며, 이를 위해 국토지리정보원(2018)에서는 검사 방법을 만들어 확인하고 있다. 마찬가지로 갱신된 정밀도로지도 품질을 확보할 수 있도록 관련 기술의 기준 및 평가방법이 필요하다. 이에 본 논문에서는 자율주행을 위한 도로변화 신속 탐지 및 갱신기술을 분석하고 통합 품질 검증을 위한 평가기준과 항목을 선정하였다. 평가 항목은 위치정확도와 판독정확도로 정하고, 선정한 평가기준을 바탕으로 실시간 변화탐지 및 정밀지도의 갱신 기술에 대한 평가 방법을 제시하였다. 향후 본 연구 결과를 통해 자율차의 안전주행을 지원하는 정밀도로지도의 품질확보에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

주요어 : 자율주행, 도로변화 신속탐지, 지도 갱신, LDM(Local Dynamic Map), 정밀지도

### ABSTRACT

Recently, a system has been developed and applied to establish and utilize HD maps through R&D. The biggest problem, however, is the lack of a proper HD map update system, which requires the development and adoption of such a system as soon as possible. In addition, in the case of updating HD maps for automated driving, integrity

2019년 09월 11일 접수 Received on September 11, 2019 / 2019년 09월 26일 수정 Revised on September 26, 2019 / 2019년 09월 26일 심사완료 Accepted on September 26, 2019

\* 본 연구는 국토교통과학기술진흥원의 "자율주행 지원을 위한 도로변화 신속 탐지, 갱신 기술 개발 및 실증(18NSIP-B145070-01)" 사업의 지원으로 수행되었음.

1 한국자능형교통체계협회, ITS Korea

2 제이에스아이에스, JSIS

\* Corresponding Author E-mail : ykpark@itskorea.kr

and accuracy of maps are required for safe driving, so an test of these technologies and data quality is required. In April 2018, the Ministry of Land, Infrastructure and Transport implemented a project to 'Develop Technology to Demonstrate and Share the Instant Road Change Detection and Update Technology for automated driving. This paper analyzed the technology for updating map based on the investigation and analysis of relevant technology trends for the development of integrated demonstration and sharing technology of road change rapid detection and updating map technology, and put forward the criteria for road change rapid detection, integrated quality verification of update technology. It is expected that the results of this study will contribute to quality assurance of HD maps that support safety driving for automated vehicles.

**KEYWORDS** : *Automated driving, Topographic change, Quick detect, Updating map, LDM(Local Dynamic Map), HD map*

## 서 론

정밀지도란 기존 전자지도(Digital Map) 기반의 길안내 서비스나 한정된 교통정보 제공 서비스에 국한된 것이 아닌, 자율주행에 필요한 도로선형, 차로구분, 도로표지판 등 도로환경 정보와 POI(Point of Interest) 정보 그리고 실시간 동적정보(교통상황 및 전방 도로상황정보, 신호정보, 기상정보 등)를 자동차 및 운전자에게 제공하여 안전한 도로 주행을 유도하기 위해 사용되는 3차원 정밀지도를 말한다. 즉 정밀지도는 엄밀히 말해 동적지도(LDM, Local Dynamic Map)와는 구분되는 것으로, 동적지도의 구현을 위한 기본지도의 역할을 하는 것으로 정의할 수 있다.(Monthly ITS, 2019) 최근 자율주행 관련 산업이 활성화 되면서 정밀지도는 핵심 요소 기술로 부상하고 있으며 국토지리정보원과 각 지도제작사에서 구축 중에 있다. 그러나 현재 정밀지도 구축에 대한 외국 기술에 대한 의존도가 높고, 지도 제작과정에서 많은 수작업의 비율이 높아 구축 비용 및 시간이 많이 소요되고 있다. 이러한 문제를 어느정도 해소할 수 있는 방안으로 국토부에서 2018년 4월 자율주행 지원을 위한 도로변화 신속 탐지, 갱신기술 개발 및 실증 연구사업을 추진하였으며 관련 국내 기술 개발이 진행 중에 있다. 차량 내 지도를 업데이트하여 지도 정보를 제공하는

기술과 관련하여 TomTom과 Deepmap 등의 지도 관련 기업들의 기술 개발이 활발하며 HERE는 상태위치 참조 관련 기술이나 정밀지도 데이터의 신뢰성 있는 송수신에 관한 기술 등 타 기업에서 출원하지 않은 분야에서도 특허권을 확보하는 등 적극적으로 기술을 개발하여 보유중에 있다. 2016년 이후에는 차량 센서 정보를 통한 디지털지도 생성 기술, 클라우드 소싱 맵, 차량 영상 기반 고정밀지도 생성과 같이 차량 센서를 활용하여 정밀지도를 생성할 수 있는 기술 및 방법에 관한 기술이 개발되고 있다. 정밀도로지도의 평가와 관련해서는 국토지리정보원(2017)에서 정밀도로지도 검사체계 구축 방법을 마련하였고, 현장측량 검사점을 활용한 절대정확도 검사와 상대정확도 검사를 수행하도록 하고 있다.

일본의 SIP-adus(자율주행 연구개발 계획)의 Field Operational Test(FOT) 계획의 경우 17년 9월에서 19년 3월까지 도로 형상, 환경 및 구조와 같은 3D 고해상도 디지털 지도 데이터 유효성 검사, 교통정체 및 공사정보와 같은 준동적정보 검증, 동적지도 정보 수집, 생성 및 배포의 유효성 검증 등과 같은 시험을 진행하고 있다. 여기서 정밀도로지도 기반의 LDM(Local Dynamic Map) 분야에서 정적정보를 업데이트 하고 전달하기 위한 구현 프로세스와 시험 방법을 구성하여 다음 그림 1과 같이 추진 중에 있다.

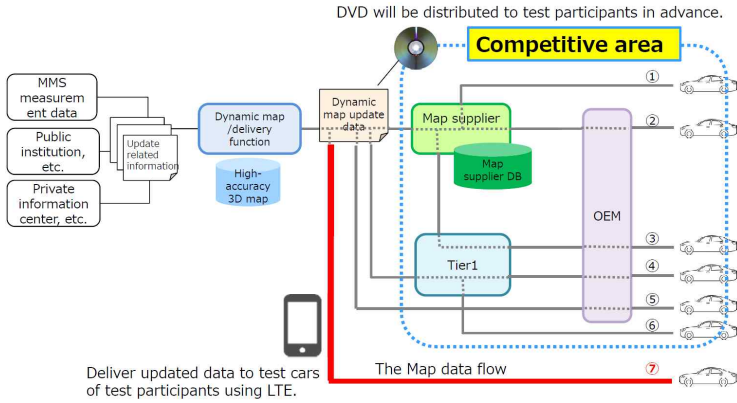


FIGURE 1. Test for updating map date(SIP-adus workshop, 2018)

본 논문에서는 기존 정밀도로지도를 구축하는 시스템에 대해 분석하고, 현재 기술 개발이 진행되고 있는 정밀지도 갱신기술을 통해 수집된 지도 데이터에 대한 결과의 신뢰성 및 최신성 확보를 위한 평가 기준 및 절차에 대해 제시하고자 한다.

### 연구범위 및 방법

본 연구를 통해 검증하고자 하는 검증 대상은 HW와 SW로 구분되는데, HW 부문은 현장에서 도로 정보를 수집하는 장치인 MMS (Mobile Mapping System)를 대상으로 한다. 본 연구의 MMS 개발 목표는 정밀도로지도 구축을 위한 성능에 부합하면서 기존 장비에 비해 경제성을 갖추는 것이다. 이때 저가형 MMS의 평가 내용

은 장비를 통한 갱신 지도의 정확성 등으로 구분한다. 주요 SW 기술은 의사결정시스템, 객체 추출시스템, 갱신시스템을 대상으로 하며, 개발 목표 및 평가 요구사항은 표 1의 내용과 같다. 검증 대상 기술을 살펴보면 영상 및 위치데이터 취득 기술, 범용 영상 취득 장치, 딥러닝 기술, 자동도화 솔루션으로 구성된다. 정밀 영상 취득 장치는 고성능 카메라와 정밀측위가 가능한 GPS/INS(모델명 : POS LV 125)를 적용한 솔루션으로 지도 정보를 갱신하기 위해 차량에 설치하여 도로 및 주변 영상을 취득하고 이미지에 위 치정보를제공한다. 범용 영상 취득 장치는 스마트폰 카메라 및 블랙박스 카메라와 저가용 GNSS를 일반 차량에 설치하여 지도의 변화정보를 확인할 수 있는 시스템이다. 딥러닝 기술은 차량에 설치한 카메라로부터 취득된 영상을 통해

TABLE 1. Evaluation requirements for target technologies

Target technologies		Development objectives	Evaluation requirements
HW	MMS	Development of low-cost MMS for building of HD Map	- Accuracy
	Decision-making	Collecting change information through image data matching	- Accuracy - Real time update
SW	Object Recognition	Object Information Element Judgment and Extraction	- Accuracy of object elements
	Update	Building of HD Map	- Accuracy - Daily update

정밀도로지도 구축 대상 객체를 인식하기 위한 AI 기술이고, 자동도화 솔루션은 정밀도로지도의 형식에 맞게 정밀도로지도에서 정의한 주요 객체를 자동으로 도화하고 필요한 속성 정보를 입력할 수 있는 솔루션이다. 이러한 기술들의 성능평가 방법을 제시하기 위해 각 요소 기술에 대한 기술 수준 분석 및 기술 동향을 분석하였으며, 국내외 관련 규정 및 유사 기술을 검토하였다. 평가내용은 본 기술을 통해 최종 구축되는 갱신 정밀도로지도와 실시간 변화탐지를 통해 갱신하는 지도 평가로 나뉘어 진다. 갱신 정밀지도 평가는 현장에서 취득한 영상 정보를 통해 도화 등의 후처리를 거친 후 구축된 최종 정밀도로지도의 정확도와 완전성을 평가하는 것이다. 실시간 갱신 평가는 영상으로 검지 가능한 객체만을 대상으로 하며, 실시간으로 현장의 변화정보에 대한 객체 기반의 갱신 정밀지도의 정확도와 완전성을 평가하는 것이다.

### 평가 항목 및 기준 선정

데이터의 품질요소는 현행 국토지리정보원 기

관표준 중 기본공간정보 데이터 품질과 INSPIRE (Infrastructure for spatial information in Europe)의 자료 사양서가 ISO 19157을 적용하고 있어 혼선을 방지하고 국제표준 준수의 원칙을 위하여 ISO 19157:2013-Geographic information - Data quality를 프로파일링하여 국토 기본정보 데이터 품질표준에 적용하였다.

국토지리정보원은 「공간정보 품질관리체계 연구」 ISO 19157의 15세부 요소 중에서 13세부 요소를 선정하였고 정보 완전성 세부요소에 '묘사오류' 요소를 추가하여 표 2와 같이 총 14세부 요소를 선정하였다.

정밀도로지도의 평가 항목은 영상 기반의 자동 갱신 기술에 대한 평가 특성을 고려하여 기존 품질평가 요소의 완전성, 위치정확성 등은 유지하고자 하였다. 논리적 일관성, 주제 정확성, 시간 정확성은 본 개발 기술에 대한 평가에 해당하지 않아 이를 제외하고 본 기술의 주요 기술 개발 목표인 판독 정확도, 환경 저항성을 품질평가 요소에 포함하였다.

본 품질평가요소에서 포함하고 있는 정보는 표 3과 같이 영상을 통해 인지할 수 있는 범위

TABLE 2. Data quality criteria for National Spatial Information

Quality criteria		Contents
Completeness	Excess	Compare to aerial photographs or field survey data, double entry of the same object on the same layer
	Missing	Comparison of aerial photographs or on-site survey data
	Description	Describe the same object as in the aerial photograph
Logical consistency	Concept	Compliance with schema rules according to data standards
	Domain	Material Standard Code List, compliance with property range
	Format	According to regulatory format, data will be read from SW without errors
	Logic	It is properly linked to the object's accurate representation and attribute data
Position accuracy	Absolute/Relative coordinates	The difference between the acquired data location coordinates and the original location coordinates must be less than or equal to the specified value
	Classification	Ensure that subject-specific objects are classified according to the data standard definition
Subject accuracy	Non-quantitative attribute	Determines whether an error rate is appropriate to the extent that the attribute is not unquestioned
	quantitative attribute	Attribute information accuracy, inconsistency
Time accuracy	Time measurement	Validate that the Base Date value is prior to or equal to the Renewal Date
	Temporal consistency	Check if the space range of the objects in the basic national territory information database has a history of modification from the date of the base data to the present date
	Temporal validity	Whether the value of the time data is interpretable

TABLE 3. Data quality criteria for the Updating HD maps from this study

Quality criteria		Contents
Completeness	Excess	Whether to build data that is not defined in the HD map
	Missing	Whether to build data that is defined in the HD map
	Description	Description of objects shape
Position accuracy	Absolute/ Relative coordinates	The position of the object described by the update solution and the separation from the reference data must be below the baseline
Cognitive accuracy	Feature recognition	Whether to accurately determine the properties of a shape
	Attribute recognition	Whether to accurately determine the text meaning
Environmental resistance	Day/Night	Completeness, position and recognition accuracy of image data during the day and night
	Weather	Completeness, position and recognition accuracy of image data according to the weather
	Speed	Completeness, position and recognition accuracy of image data according to the speed
	GNSS signal	Completeness, position and recognition accuracy of image data according to the GNSS signal
	Saturation	Completeness, position and recognition accuracy of image data according to the saturation

만을 대상으로 하였으며, 차로중심선의 노드링 크 체계 등 인위적인 구분 및 일련번호 등은 실시간 검증 대상에서 제외하였다.

완전성은 영상 및 참조데이터에 존재하는 객체에 대해 초과 및 누락 등이 없는지에 대한 평가와 묘사된 객체에 대해 실제 형상과 사전에 정의된 형상이 정확하게 매칭 되었는지를 판단하는 것이며, 위치 정확도는 정밀도로지도 갱신 데이터와 참조데이터 간의 비교를 통해 절대적인 위치정확도를 평가한다.

판독 정확도는 정밀도로지도 도화 객체에 포함된 다양한 속성정보에 대한 자동 판단의 정확도를 판단하는 것으로, 영상을 통해 인식할 수 있는 속성정보만을 대상으로 한다. 그러나, 차로 중심선에 포함된 속도 및 주행 금지와 같은 규제정보는 영상을 통해 정확하게 인지하기 어려운 항목임에 따라 이는 제외한다. 환경 저항성은 본 평가를 위한 특별한 평가 항목으로 환경적 요인에 따른 자동 도화 및 판독의 정확도 및 한계를 검증하기 위해 환경 저항성을 선정하였다.

## 1. 위치 정확도 평가 기준

국토지리정보원에 규정하고 있는 가장 큰 축척의 지도는 표 4와 같이 1/500 지도로서 본 지도의 정확도는 공공측량 기준의 경우 평면과 표고점의 기준이 각각 0.25m이며, 기본측량 기준의 경우 평면과 표고점의 기준이 각각 0.20m로 규정하고 있다. 정밀도로지도는 현재 국토지리정보원에서 구축 및 관리하고 있어 기본측량 기준의 평면 및 표고점의 위치 정확도 기준인 0.20m를 적용하였다.

위치정확도의 평가 대상은 표 5와 같이 정밀도로지도 구축 객체 중 차선, 노면표지, 표지판, 신호등, Wall, Edge 등을 대상으로 한다.

위치 오차는 공간정보 품질평가에서 매우 중요한 항목으로써 본 연구에서는 위치오차 평가를 위해 표지판과 같은 점(point) 형태의 객체는 3축의 거리를 기준으로 평가하며, 차선과 같은 선(polyline) 형태의 객체는 이격거리를 기준으로 비교하며, 이격거리는 차선의 진행 방향에서 직각 방향으로 두 선분의 거리를 측정하

TABLE 4. Map accuracy criteria

Criteria Classification	Public criteria		Basic criteria	
	Horizontal accuracy	Height accuracy	Horizontal accuracy	Height accuracy
More than 1/500	0.25m	0.25m	0.20m	0.20m

TABLE 5. Objects for evaluation of position accuracy

Classification	Contents
Lane	Part of a roadway that is designated to be used by a single line of vehicles, to control and guide drivers and reduce traffic conflicts
Road surface signs	A sign that informs road users of various precautions, regulations, and instructions on the road with symbols, letters, lines, and shapes for the safety of road traffic
Traffic signs	The traffic signs are signs erected at the side of or above roads to give instructions or provide information to road users
Traffic signal light	The traffic signal lights are signalling devices positioned at road intersections, pedestrian crossings, and other locations to control flows of traffic
Wall	A wall like median strip or central reservation is the reserved area that separates opposing lanes of traffic on divided roadways
Edge(Curb)	A curb is the edge where a raised sidewalk or road median/central reservation meets a street or other roadway

며, 만약 벡텍스(결절점)의 기준이 동일한 경우 점 형태 객체의 점간 거리와 동일한 방법으로 평가한다.

2. 판독 정확도 평가 기준

판독 정확도의 평가 기준은 차선, 노면표지, 표지판, 신호등, Wall, Edge 등 정밀도로지도 객체의 구성요소에 포함된 각 객체의 속성의 인 지여부를 평가하는 것으로 영상에서 취득할 수 있는 정보를 대상으로 하였다. 판독 정확도의 평가 항목은 표 6과 같이 판독의 난이도 등을 고려하여 기존(Basic)과 확장(Advanced) 등 두 항목으로 구분하여 판독 가능 여부를 판단하는 것으로 하였다.

판독 정확도는 정밀도로지도의 구축 객체에 포함된 각 속성에 대한 자동 판독의 정확도를

평가한다. 검증을 위해 구축한 참조 정밀도로지도의 속성 DB와 자동 갱신된 정밀도로지도 요소의 속성 DB를 비교하는 방식으로 평가하며, 영상을 통해 확인할 수 없는 항목은 평가에서 제외한다.

3. 환경적 요인에 의한 평가 기준

정밀도로지도 갱신기술의 적용성 검토를 위해 데이터 취득 시 발생할 수 있는 다양한 외부 요인에 대한 영향 및 적용 가능성을 분석하기 위한 것으로 이를 위해 개발 기관에서 제시하는 최적 조건을 기준을 기반으로 차량의 속도, 날씨, 주행하는 도로 환경(GNSS 음영, 터널) 등 다양한 외부 환경을 적용하여 위치 정확도 및 판독 정확도를 비교 분석한다.

환경적 요인에 의한 정밀도로지도 구축 기술

TABLE 6. Lists for evaluation of recognition accuracy

Classification	항목	Basic	Advanced
Lane	LINE_TYPE	Solid line, dotted line	(Color) Yellow, white, blue (Figure) Single line, double line, etc.
	LINE_CODE	Figure	Line, Center line, U-turn line, bus lane line, road edge line, bicycle lane, etc.
Road surface signs	RM_KIND	Figure	straight, right turn, left turn, right turn, left turn, left turn, left turn and U-turn, U-turn, left-hand current, right-hand current, no right-hand, no right turn, no left turn, no left turn, no parking, no parking, etc.
Traffic signs	TS_KIND	Figure	Warning, Regulatory, Indicator, Secondary
Traffic signal light	TL_TYPE	Figure	Types and placement of colours
Wall / Edge	BAR_TYPE	Wall, Edge	Green areas, guardrails, concrete barriers, concrete curb, etc.

의 평가 대상은 위치 및 관측 정확도의 평가 대상이 모두 포함되며, 환경적 요인 평가의 주요 요인은 표 7과 같이 시간대, 날씨, 속도 등으로 시간대는 주간과 야간으로 구분하여 외부 광원이 없는 상태에서 갱신 데이터의 위치 및 관측 정확도를 분석한다. 날씨의 영향은 맑은 날과 비오는 날을 구분하여 노면 등 피사체에 수막이 형성되었을 때의 위치 및 관측 정확도를 분석한다. 속도의 영향은 개발기관에서 제시하는 최적의 주행속도 대비 각 데이터 처리 시간 및 갱신 기술의 정확도를 분석한다.

그리고 시간대, 날씨, 속도 등 각각의 외부 환경에 따라 취득한 데이터에 대해 GNSS 신호 상태별 각 구간에서의 지도의 품질평가 및 백화 현상 등에 대한 보정 능력 등을 분석한다.

앞서 제시한 바와 같이 정밀도로지도 구축을 위한 데이터 취득은 도로에서 진행되는 것으로 다양한 외부 환경에 노출되어 있음에 따라 각 환경에 대한 저항성을 평가하여야 한다. 이에 검증 방법은 위치 및 관측 정확도에 대한 검증과 동일한 방식으로 수행하며, 조건별로 데이터를 구축하고 이를 검증하여 분석한다.

#### 4. 실시간 변화탐지 및 정밀지도 갱신 기술 평가 방법

신속변화탐지 기술은 도로의 변화 정보를 수집할 수 있는 장치를 탑재한 차량이 실 도로를 주행 중에 차량에 탑재된 정밀도로지도와 현장에서 수집된 정보(영상)를 비교하여 정밀도로지도의 변화가 예상되는 지점을 찾는 기술이다. 여기서 말하는 변화 정보는 도로 차선의 재도색 및 표지판, 신호등과 같은 도로 시설물의 철거 및 신설 등으로 신규 도로의 개통 및 공사 등과 구분된다. 실시간 변화탐지 변화 정보에 대한 인지와 인지된 변화 정보에 대한 갱신으로 구분될 수 있다. 변화 정보 인지는 정밀도로지도가 탑재된 차량에서 범용센서로부터 정보를 받아 지도와 입력되는 데이터 간의 차이를 실시간으로 판단할 수 있는 기술로서 인지 여부에 대한 평가를 시행하는 것이다.

신속 갱신 기술은 정밀도로지도를 갱신하기 위해 차량으로부터 전송받은 변화지역에 대한 정보를 기반으로 해당 구간의 데이터를 갱신하는 기술로서 앞서 제시한 정밀도로지도 갱신 기술의 평가 기준을 적용한다. 표 8과 같이 변화 정보인지 기술은 현장에서 변화된 객체에 대해서 몇 % 정도의 객체가 변화되었는지를 인지해야 한다. 신속 갱신 기술은 평가 시 실시간 수집된 영상 정보 분석 및 후처리를 통해 정밀도로지도의 갱신 기술에 대한 품질 및 신속 갱신

TABLE 7. Evaluation conditions and Lists for environmental factors

Classification	Conditions						Lists					
	Time zone		Weather		Speed		GNSS signal			Saturation		
	Day	Night	Sunny	Rainy	Criteria	Less than	More than	Good	Poor	Out of	Good	Poor
Case 1	✓		✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓
Case 2	✓		✓			✓		✓	✓	✓	✓	✓
Case 3	✓		✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓
Case 4	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
Case 5	✓			✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓
Case 6	✓			✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Case 7		✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓
Case 8		✓	✓			✓		✓	✓	✓	✓	✓
Case 9		✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓
Case 10		✓		✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
Case 11		✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓
Case 12		✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓

TABLE 8. Criteria for evaluating rapid detection technology for objects changes

Evaluation lists	Unit	Criteria	Contents
Rapid detection accuracy for objects changes	%	85%	Evaluate how much you perceive changed objects
Updating time for objects changes	hours	Within 24 hours	Evaluation of HD map updating time

TABLE 9. Evaluation scenarios for objects changes

Scenarios	Contents
Evaluate whether additional objects are detected	Detects the added objects in the test-bed and checks whether it updates the HD map in real time
Evaluate whether missing objects are detected	Detects the objects removed from the test bed-and checks whether it updates the HD map in real time
Evaluation of environmental resistance	Provide scenarios that can be verified by environmental resistance test criteria (day and night, weather, speed, etc.)

에 대한 기준 만족 여부를 판단한다.

신속변화 탐지 기술은 변화된 객체가 있는 경우에만 시험이 가능함에 따라 기술 검증을 위해 도로 시설물 정보를 임의로 변화시키거나 지도 내에 고의적인 오류를 포함하여 특정 상황에 대한 검지율을 판단하기 위한 시나리오 기반의 기술 평가가 필요하다. 이에 변화 정보 수집 여부를 판단하기 위해서 정밀도로지도 갱신 기술의 대상 객체인 차선, 도로 시설물, 신호등, 교통표지판, 노면표지 등의 객체에 대한 임의의 수정이 필요하며, 또한, 기술의 환경 저항성 평가를 위해서는 주·야간, 기상, GNSS 신호 장애, 백화 현상을 고려한 시험 환경 조성이 필요하다.

표 9와 같이 변화탐지를 위한 시나리오 중 첫 번째 시나리오는 추가 객체 탐지 여부 평가 시나리오로서 기존 보유하고 있는 정밀도로지도에 추가적인 객체를 테스트베드에 설치하여 주행 중인 차량이 이를 탐지할 수 있는지를 평가하는 시나리오이다. 두 번째 시나리오는 누락 객체 탐지 여부 평가 시나리오로서 기존 보유하고 있는 정밀도로지도에 고의로 일부 객체를 누락시켜 주행 중인 차량이 이를 탐지할 수 있는지를 평가하는 시나리오이며, 세 번째 시나리오는 환경 저항성을 검증할 수 있는 시나리오가 된다.

## 결론

본 연구에서는 안전한 자율주행을 위해, 갱신된 정밀도로지도에 필요한 지도의 무결성 및 정확성을 평가하기 위한 기준 및 방법에 대해 제시하였다.

첫 번째, 평가 기준 및 항목은 공간정보의 품질평가 기준을 기반으로 정밀도로지도 갱신 기술의 다양한 환경에서의 활용성을 고려하여 기준을 마련하였으며, 평가 항목은 정밀도로지도 구축 기준 중 국제 표준 등을 고려하여 갱신의 필요성이 있는 항목 등을 선정하였으며, 지도 결과물의 평가 이외에도 신속한 탐지 기술에 대한 평가를 위한 시나리오 기반의 평가 방법과 시스템의 전반적인 기능 점검을 위한 소프트웨어 평가 기준 및 방안을 제시하였다.

두 번째, 정밀도로지도의 위치 및 관측 정확도에 대한 평가를 위한 구축을 위한 다양한 환경에서의 구축 방안 및 기술을 제시하였다.

현재 관련 기술이 개발 중으로 실증에 대한 분석 결과와 연계하지는 못하였으나, 향후 본 연구에서 도출된 평가 기준 및 방법을 기반으로 실증평가를 수행하여 신속한 정밀도로지도 갱신 기술에 대한 검증 방안을 고도화 하고자 한다.

**KAGIS**



## REFERENCES

- 국토지리정보원, 2016, 자율주행차 지원 등을 위한 정밀도로지도 구축방안 연구
- 국토교통부, 2019, MMS를 이용한 지적재조사 프레임 구축 방안 연구
- 국토연구원, 2016, 제4차 산업혁명의 소프트웨어 기술 동력 오픈 소스 공간정보 해외 동향 및 시사점
- 국토지리정보원, 2019, 정밀도로지도 작업규정
- 한국건설기술연구원, 2015, 자율주행차 지원 등을 위한 정밀도로지도 구축 방안 연구
- Wei Tang, Mingsheng Lian, Lu Zhang, 2016, High-spatial-resolution mapping of precipitable water vapour using SAR interferograms, GPS observations and ERA-Interim reanalysis, Atmospheric Measurement Techniques 9(9):4487-4501 [KAGIS](#)