

# ISO 14296 기반의 자율협력주행지원 등을 위한 정밀지도의 개선 방안에 관한 연구

## A Study on the Improvement Method of Precise Map for Cooperative Automated Driving based on ISO 14296

김 병 주\* · 강 병 주\*\* · 박 유 경\*\*\* · 권 재 현\*\*\*\*

\* 주저자 : 서울시립대학교 공간정보공학과 박사과정

\*\* 교신저자 : (주)마스코 공간정보연구소 수석연구원(연구소장)

\*\*\* 공저자 : 한국지능형교통체계협회 글로벌기술부 책임연구원

\*\*\*\* 공저자 : 서울시립대학교 공간정보공학과 정교수

Byung-ju Kim\* · Byoung-ju Kang\*\* · Yu-kyung Park\*\*\* · Jay-hyoun Kwou\*\*\*\*

\* Dep. of Geoinformatics, Univ. of Seoul

\*\* Masco CO., LTD

\*\*\* ITSK

\*\*\*\* Dep. of Geoinformatics, Univ. of Seoul

† Corresponding author : Byoung-ju Kang, E-mail bjkang@masco.co.kr

Vol.16 No.1(2017)

February, 2017

pp.131~146

ISSN 1738-0774(Print)

ISSN 2384-1729(On-line)

<https://doi.org/10.12815/kits>

2017.16.1.131

Received 30 November 2016

Revised 26 December 2016

Accepted 7 February 2017

© 2017. The Korea Institute of  
Intelligent Transport Systems. All  
rights reserved.

### 요 약

그 동안의 자율협력주행차량의 개발이 센서를 기반으로 진행했던 것과 달리, 최근에는 센서의 단점을 보완하기 위해 LDM과 같은 외부 데이터를 활용한 연구가 진행되고 있다. 이에 본 연구에서는 LDM 기반 정보로서 차량의 자율 주행을 위한 도로 정보를 제공하는 정적지도의 구축 방안을 제시하였다. 이를 위해 LDM 정적지도에 대한 국제표준인 ISO 14296과 국토지리정보원의 정밀지도의 데이터 사양 및 구축된 데이터를 검토한 후, 국토지리정보원의 데이터 사양 및 구축 방법의 국제표준과의 부합여부를 확인하였다. 검토 결과 데이터의 요구 사양 및 정보 제공 측면에서는 비교적 양호하나, 도로 구조 표현에서는 국제표준과 부분적으로 부합하지 않아, 이에 대한 보완이 필요할 것으로 사료되며 미흡한 부분에 대한 보완 및 도로 구조 표현 방안을 제시하였다.

핵심어 : 자율협력주행, 정적지도, LDM, ISO 14296

### ABSTRACT

Unlike in the past based on autonomous vehicle development sensor, In recent years, research has been conducted using external data such as LDM to compensate for the disadvantages of sensors. So, this study suggested the construction method of static map that provides road information for autonomous driving of vehicles as LDM - based information. In other to suggest, after review LDM's ISO 14296 and data specification and map of precise road map of NGII, we had confirmed the correspondence with the international standard of NGII specification. As a result of the review, it is relatively good in terms of provided data and information, but the road structure expression is partially incompatible with the international standard. AS it is necessary to supplement about currently specification and method and suggest, this study had suggested ways to supplement the insufficient and to express the road structure.

Key words : Autonomous Driving, Static Map, LDM, ISI 14296

## I. 서 론

최근 급속한 IT 기술 및 센서 기술 등의 발전은 삶의 편의성 및 안정성을 향상시킬 수 있는 자동화 기술을 크게 발전시켜 왔다. 특히 과거의 자동화 기술은 주로 공장의 생산시설과 같은 정적인 환경에서 이루어졌다면, 현재는 자동차와 같은 동적인 기술 구현 측면으로 확대되고 있어 자율협력주행자동차에 대한 기술 개발이 활발히 진행되고 있다.

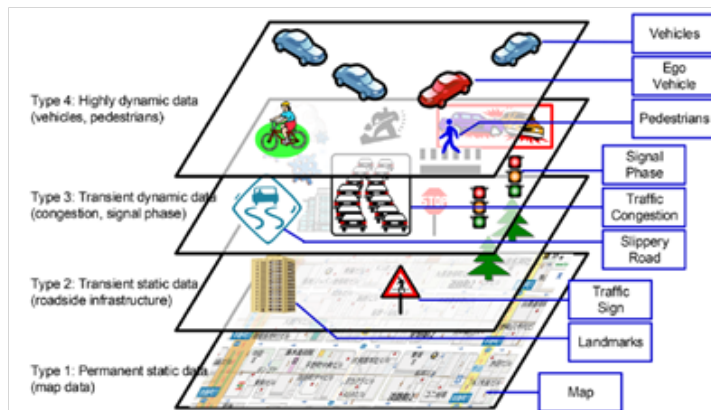
자율협력주행자동차의 기술 도입은 차량 운행의 안전성을 향상시킬 수 있고, 운전자의 선택에 따라 편리한 이동 수단으로써의 역할을 수행할 수 있고, 자동차 운행 중 발생하게 되는 운전자의 판단오류나 실수를 없애줌으로써 교통사고를 줄이는 효과도 얻을 수 있다(ITTP, 2015).

특히, 자율자동차는 안정성 측면에서 2016 교통안전공단이 발표한 최근 10년간 고속도로 교통사고 원인 중 졸음, 과속, 주시태만, 운전자의 기타요인 등 주로 운전자의 과실에 의해 발생하는 사고가 전체 사고의 85.8%를 차지하고 있어 이에 대한 대안으로서 자율협력주행자동차의 개발이 요구되고 있다(TS, 2016).

지금까지 자율협력주행차의 개발 방향은 차량의 내부 제어 센서 및 외부 상황 인지 센서, 자체 위치 결정 센서 등의 센서 기술 개발 위주로 진행되어 왔으나, 기상 상태로 인한 외부 환경 인지 장애 및 GNSS 오차 등의 같은 한계 및 문제점을 보완하기 위한 방안으로 도로시스템 및 LDM<sup>1)</sup>(Local Dynamic Map)과 같은 외부 데이터를 활용하여 센서의 기능 보완뿐만 아니라 성능 개선을 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

이에 본 연구에서는 자율협력주행자동차의 성능개선을 위해 활용할 수 있는 LDM의 Level 1요소인 정적 지도로서 활용할 수 있는 정밀지도에 대한 연구를 진행하였다.

LDM은 아래 <Fig. 1>과 같이 총 4개의 Level로 구성되어 있으며 차량주행경로 상에서 서비스 지역 안의 지형정보, 위치정보, 상태정보를 포함하는 개념적 데이터 저장소를 의미하며, 자동차의 자체 센서나 교통정보제공자로부터 정보를 수집하고 저장하는 데이터 저장소 역할을 하며, 앞서 설명한 바와 같이 정밀지도는 Level 1에 해당하는 정적데이터를 제공하는 지도 데이터베이스이다(Shimada et al., 2016).



<Fig. 1> The four layers of of LDM

<Source : Implementation and Evaluation of Local Dynamic Map in Safety Driving Systems>

정밀지도의 주된 역할은 자율협력 주행을 위해 차량에 설치된 ADAS<sup>2)</sup>어플리케이션의 작동을 원활히 하거

1) LDM : Local Dynamic Map, 국지적 동적 지도

나, 작동 불능상태에서 이를 보조할 수 있는 역할을 수행할 수 있을 것으로 보고 있으며(Austroroads, 2013), 일본 국토성의 경우에는 정밀지도의 역할을 차량의 주행, 구획선 인식, 자차 위치 결정 등으로 정의하였다(NGII, 2015).

우리나라의 경우 국가적 차원에서 이를 제공하기 위한 연구 및 데이터 구축이 2015년부터 국토교통부 산하 공간정보 담당 기관인 국토지리정보원에서 자율협력주행 등을 위한 구축 기준 및 방향을 제시하였으며 연구시범사업을 통해 일부 구간에 대해 구축 및 진행하고 있다(NGII, 2015).

국토지리정보원에서 제시한 구축 항목 및 시범사업을 통해 구축한 정밀지도는 정밀지도의 목적인 차량의 주행 및 도로 정보 전달 측면에서 접근하여 정밀지도에 대한 개념적 접근은 잘 정리되었으나, 향후의 활용 및 기능의 확장을 위해서는 국제적 논의에 의해 제시된 국제 표준을 준용할 필요성이 있으나, 현재의 정의 사양은 이에 대한 고찰이 없어 국제표준에서 정의한 기준과 일부 부합하지 않는 부분이 존재한다.

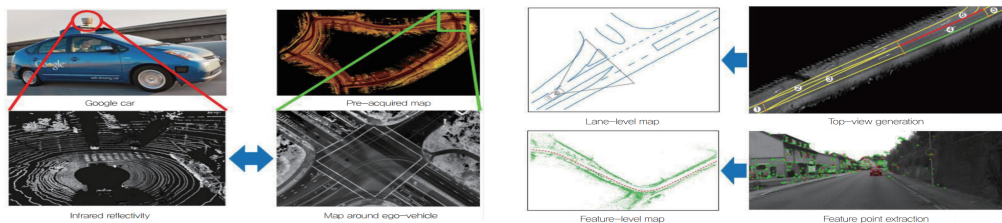
이에 본 연구에서는 LDM의 기반 데이터가 되는 정밀지도 데이터 구축 사양을 국제표준에서 제시하는 요구조건을 만족할 수 있도록, LDM과 관련이 있는 C-ITS<sup>3)</sup> 어플리케이션 지원 및 개발을 위한 지도의 사양에 대해 정의한 ISO<sup>4)</sup> 14296에서 제시한 요구 사항 및 데이터 모델을 고찰하고 현재 국토지리정보원에서 제시한 정밀도로지도 사양과 비교 검토를 통해 국제표준에 맞는 정밀지도 구축을 위한 개선 방안을 제시하였다.

다만, 본 연구에서는 위의 표준에서 다루고 있는 전체 데이터에 대한 요구조건 및 모델 중 국토지리정보원에서 제시한 정밀지도의 역할인 차량 운행 구간 및 운행 규칙과 관련성이 있는 내용들 위주로 접근하였다.

## II. 관련 연구

자율협력주행을 위한 정밀도로지도의 경우 관련 연구가 학문적 연구보다는 자동차제조사 및 관련 분야에서 자율협력주행차량의 성능개선을 위한 측면에서 많은 연구 및 선행 개발이 진행되고 있다.

Seo and Jung(2015)는 센서 융합기반 정밀 측위 시스템과 자율협력주행 기술에서 구글 및 님러가 미리 생성해 놓은 정보를 이용해서 자차 위치를 결정하고 있음을 소개하였으며, 국내에서도 현대자동차는 자율협력주행에 정밀지도를 활용하기 위해 기존에 구축한 항법지도에 비해 정확도가 향상된 0.5m 수준의 지도를 개발하였으며, 이를 활용하여 지도 기반의 ADAS 기능 구현 및 자율협력주행을 위한 차량 측위 성능 향상 등에 활용하고 있다. 개선된 정밀지도는 도로 선행정보 등을 이용하여 기존 ADAS 기능을 향상시키며, 또한 악천후 및 신호 이상이 발생할 경우에 Camera, Lidar, Radar 등의 차량 센서 인식 기능 향상을 위해 이용된다(KICS, 2015).



(Fig. 2) Precise Positioning System based on sensor Conversions of Google(Left) and Daimler(Right)(Source : Precision Positioning System based on Sensor Fusion and Autonomous Driving Technology)

2) ADAS : Advanced Driver Assistance System, 첨단운전지원시스템  
 3) C-ITS : Cooperative-Intelligent Transport System, 협력적 지능형 교통 체계  
 4) ISO : International Standard Organization, 국제표준화기구

또한 지도의 구축 사양 이외의 지도의 요구 정확도 측면에서 Kang et al.(2011)은 차로구분이 가능한 정밀 전자지도의 성능요구 사항에 관한 연구에서는 1m 이하의 반송파 기반의 위성항법을 이용할 경우에 0.5m 미만의 지도 바이어스를 가져야 한다고 제시하였다.

이와 같은 산업체에서의 활발한 활용 및 연구를 살펴볼 때, 향후 정밀도로지도에 대한 수요가 많은 것으로 예상되어 본 연구에서는 국제 표준에 맞는 정밀도로지도의 구축 사양을 제시하기 위해 국토지리정보원에서 제시한 데이터 구축 사양을 기반으로 하여 ISO 14296의 정의를 포함할 수 있는 정밀도로지도 데이터 사양 및 구축 방안에 대해서 제시하고자 한다.

### Ⅲ. ISO 14296 요구 사항 및 데이터 요소

앞서 설명한 바와 같이, ISO 14296은 C-ITS를 위해 필요한 지도의 요구 사항을 제시한 국제 표준으로서 정밀도로지도의 데이터 요구 사항을 제시하고 있으며, 이를 만족시키기 위한 정밀도로지도의 데이터 패키지들에 대한 데이터 사양을 제시하고 있다.

#### 1. 요구 사항 분석

##### 1) 어플리케이션 요구 사항

본 표준에서는 자율협력주행차의 주행지원서비스를 위한 요구 사항을 제시하기 위해 도로 정보 기반의 경고 서비스, 차량 주변 상황 정보 기반의 경고 서비스, 일반적 상황 및 제동 상황에서의 차량 제어 등에서 요구하는 사항으로 구분하여 제시하고 있다.

##### (1) 도로 정보 기반의 경고 서비스

도로 정보 기반의 경고 서비스에 포함되는 항목들은 아래 <Table 1>와 같이 속도, 교통제한정보, 차로정보, 교통표시정보, 교통정보, 도로 상태, 특별 구역 및 날씨 정보 등으로 차량의 주행에 도움이 되는 기본적인 정보로 구성되어 있다(ISO, 2016).

<Table 1> The Required Item of Warning Services based on Road Information

Target		Road Information Required	Target		Road Information Required
Speed	Speed Limit	Speed Limit Information	Traffic Information	Traffic Congestion Information	Traffic Congestion Information, Tailback Information
	Safe Speed	Curvature and Slope, Dangerous zone information, Surface Information		Road Construction	Road Construction Information
	Sag Congestion	Sag Points, Speed limit Information		Temporary traffic restriction	Temporary Traffic Restriction Information
Traffic Restriction Information	Stop Alert	Stop Information	Road Surface Condition Information	Flooding and freezing conditions	Flood Information, Freezing Information, Temperature, Rainfall and Snowfall, Archival Record

Target		Road Information Required		Target		Road Information Required	
	One Way	One Way Information		Special Zones	School zone, elder care facility zone, residential district	School Zone Information, Elder care facility zone information, Residential district information	
Lane Information	Driving Lane	Lane Regulation Information, Variable Lane Information, Bus Lane Information		Weather Informaion	Rainfall, snowfall, wind storm	Rainfall Information, Snowfall Information, Wind storm Information	
Traffic Sign Information	Traffic Sign	Alert Sign			Visual Conditions	Visual Information	

위의 <Table 1>에서 제시한 서비스 항목 중 LDM의 layer 1에 해당하는 정밀지도에서 반영할 수 있는 항목은 속도, 교통제한조건, 차로정보, 교통표지판 정보, 특별 구역 등에 대한 반영이 가능한 항목이며, 이외의 항목은 동적정보로서 LDM2 또는 3에서 제공해야 할 항목으로 구분할 수 있다.

(2) 차량 주변 상황 정보 기반의 경고 서비스

차량 주변 상황에 대한 정보 제공을 위한 경고 서비스는 아래 <Table 2>과 같이 일반적인 주행로와 교차로에서의 상황으로 구분되어 도로의 합류 및 추월, 차선변경, 트램 등과 같은 정보를 요구하고 있으며 교차로에서는 해당 차로의 주행 방향 정보 등을 포함한다(ISO, 2016).

<Table 2> The Required item of warning services based on Information on the situation around the vehicle

Target		Road Information Required		Target		Road Information Required		
General Road	Merging	Merging Area		Intersec-tions	Straight	Detailed Information on Intersections		
	Overtaking	Overtaking Prohibited Area				Right turn	Detailed Information on Intersections	
	Lane Change	Lane Change Prohibited Area			Left turn		Detailed Information on Intersections	
	Oncoming Vehicle	road width minimized Area						
	Tram/Streetcar	Information about tram direction, Information on whether driving into orbital area is possible						

위의 <Table 2>에서 제시한 항목의 경우 LDM layer 2,3,4의 갱신주기와 비교하여 정적이 정보로서 LDM layer 1에 해당하는 항목들이다.

(3) 차량 제어

차량을 중심으로 생각할 때 자율협력주행의 핵심은 차량의 제어이다. 본 표준에서는 차량 제어를 위해 그동안 개발되었던 ADAS 기능의 원활한 수행을 위해 필요한 정보로서 <Table 3>와 같이 크루즈컨트롤, 기어 변속, 속도 제어, 전조등 제어 등과 같은 정보 및 차선유지, 속도 제어 등의 제동과 관련된 정보를 포함한다(ISO, 2016).

<Table 3> The Required Item of Vehicle Control

Target		Road Information Required	Target		Road Information Required
General Control for Driving Support	ACC	Curvature, Slope	Braking control	Lane keeping	Lane Information
	Shift Control	Curvature, Slope, Road Surface Information		Speed Control	Speed limit Information, Critical speed Information, Road surface Information
	Suspension Control	Curvature, Slope, Road Surface Information		Halt Operation	Location of Stop Sign Information
	Light Control	Curvature, Slope		Avoiding a Collision	Curvature/Slope, Road Surface Information
	Stability Control	Curvature, Slope, Road surface Information			
	Power Control	Slope, Charging station, Meteorological Information			

위의 <Table 3>의 데이터 요구 사항은 차량 제어와 관련된 정보는 도로의 곡률과 경사, 노면 정보, 주유소 정보 등을 포함하고 있어 대부분 LDM layer 1의 정적정보이며, 일부 도로 노면 정보는 도로의 현재 노면 상태에 대한 정보로서 동적정보에 해당됨에 따라 정밀지도에 대한 요구 조건에는 제외된다.

**(4) Eco-Driving**

차량의 연료절감 및 환경 보호 측면에서 고려해야 할 사항으로서 <Table 4>와 같이 이산화탄소 배출 및 그 밖의 주차 및 환승 정보를 포함하고 있다(ISO, 2016).

<Table 4> The Required Item of Eco-Driving

Target		Road Information Required	Target		Road Information Required
Providing Messages on Eco Driving	Control CO <sub>2</sub> Emission	Curvature, Slope, Speed Limit Information, Intersection Information, Traffic Congestion Information, Mileage	Providing Multi-Modal Transfer Information	Cal Park	Car Park Information, Parking Place Information
				Park and Ride	Public Transport Information, Transfer Route
				Public Transport Multi-Modal Information	Transfer Point Information

위의 <Table 4>에서 요구하는 정보는 친환경 주행 및 대중교통 이용자를 위해 필요한 정보로서 곡률, 경사, 제한 속도, 교차로 및 교통 정체 정보 등에 대한 정보 및 주차장 및 대중교통 환승을 위한 추가적인 정보를 요구하고 있으며 이 중 교통 정체 정보를 제외한 항목은 정적지도로서 구축 가능한 항목이다.

**2) 기능적 요구 사항**

본 표준에서 기능적 요구 사항으로 Map Display, Positioning, Route Planning, Route Guidance, Service/POI Information Access, Address Location, C-ITS 및 Multi-Modal Travel Support Function 등 총 8개 항목에 대해 요구 사항을 정의하고 있다. 이 중 C-ITS를 제외한 7개 항목의 경우 자율협력주행 측면 보다는 기존에 정의된 ISO TS 20452에서 제시한 항법 기능에 대한 정의로서, 본 자율협력주행을 위한 정밀지도에 이를 반영하기는

그 범위가 방대하고 포괄적이기 때문에 본 연구에서 정밀지도에 대한 요구 조건을 도출하기 위해서 필요한 데이터 모델인 C-ITS에서 제시하는 아래의 요구 조건을 고려하고자 한다(ISO, 2016).

- 교차로와 도로에 대한 정보
- 교차로와 도로의 도로 표지 정보
- 차량 주변의 세부 도로 구간 정보(Lane, Lane Shape, Surface Shape)
- 도로 및 장소의 객체 위치로 부터 전송되는 RDS-TMC<sup>5)</sup>와 같은 외부시스템으로 부터 제공되는 위치 정보
- 교차로 또는 도로의 주의 정보
- 교차로 또는 도로의 교통 표시 정보
- 교통 표시와 차로 사이의 관계
- 정책과 일치하는 범위, 정확도, 갱신

위의 요구 사항을 검토해 볼 때, 정밀지도의 필수적인 요건은 운전자나 C-ITS 어플리케이션에 제공되는 차로정보, 교통표지 정보 및 데이터 간 연결성 정도를 요구 사항으로 볼 수 있다.

## 2. 데이터 항목

ISO 14296에서 지도 데이터 모델은 Transportation Package, Cartographic Package, Address Location Package, Service and POI Package, Dynamic Information Package 등 5개 항목으로 구성되어 있으며 각 항목의 역할은 <Table 5>와 같다(ISO, 2016).

<Table 5> The Main Roll of Data Package

Separation	Main Roll	Separation	Main Roll
Transportation	Map related LDM	Address Location	Location Searching
Cartographic	Expression of Map		Dynamic Information
Service & POI	Location Searching		

위의 <Table 5>의 데이터 패키지 중 앞에서 제시한 바와 같이 본 정밀지도에 항법 요소까지 포함하는 것은 정밀지도의 역할을 너무 포괄적으로 정의하게 됨에 따라 위의 항목 중에서 LDM을 지원하는 C-ITS 서비스를 목적으로 한 교통(Transportation) 패키지에 대해서 살펴보았다.

교통 패키지는 환승구역 네트워크, 도로 네트워크, 대중교통 네트워크, 자전거 경로 네트워크, 보행자 경로 네트워크 등 5개 항목을 포함하고 있으며, 이 중 LDM에 사용되는 C-ITS 어플리케이션은 도로 네트워크에서 지원한다고 정의한다.

도로 네트워크 패키지는 C-ITS 어플리케이션을 위한 정적 도로 데이터로서 정의되며 도로 네트워크는 도로 네트워크 객체, 지형적 도로 네트워크, 교차로 및 도로 요소 지침 등 하부 패키지로 구성되어 있으며, 이에 도로 네트워크 패키지에 대해 자세히 살펴보면 다음과 같다.

### 1) Road Network Object Package

도로 네트워크 객체 패키지는 데이터 구조와 도로의 특성을 정의하는 것으로 전체 14개 항목으로 구성되

5) RDS-TMC : Road Data System Traffic Message Channel, 도로 정보 시스템-교통 메시지 채널

어 있으며, 데이터의 구성 요소 및 설명은 아래 <Table 6>과 같다.

<Table 6> The Composition of Road Network Object Package

Composition	Explanation
Road Object	A passable area which is called a street/roadway in specific parcel
Road Section	A serial aggregation of road element and intersection
Road Element	Connected to two intersection connection points that are in each intersection in the road section
Intersection Connection Point	Location point where the road element connects with the intersection link or other road element at intersection
Intersection	A place connecting more than two road section
Road Element Shape	The polyline in the central line of road element
Intersection Link	Two intersection connection points in the intersection
Intersection Link Shape	The shape information of intersection
Lane	The Optional part of road element at the lowest level
Lane Shape	The shape data of each lane that consists of one or more lane edges.
Road Marking	The shape of painted markings on roads
Road Structure Change Point	The position and type of the road structure
Advisory Point/Section	The Static data about an approaching condition on a road that may require some action by the driver of a vehicle
Traffic Signal	A data entity that provides static data about a traffic signal

도로 네트워크 객체 패키지의 구성 항목은 위의 <Table 6>에서 보는 바와 같이, 도로를 구성하는 주요 선형 및 변환점, 표지 정보 등을 포함하고 있다.

## 2) Topological Road Network Package

기하학적 도로 네트워크 패키지는 주로 경로 계획에 대해 정의한 것으로 전체 8개 항목으로 구성되어 있으며 데이터의 구성 요소 및 설명은 아래 <Table 7>과 같다.

<Table 7> The composition of topological road network package

Composition	Explanation	Composition	Explanation
Intersection	A place connecting more than two road section	Traffic Restriction	A restriction condition of road
Road element	Connected to two intersection connection points that are in each intersection in the road section	Special Route	A pre-determined route such as scenic route and detour route
Link cost	A attribute of link(ex, length)	Detailed Special Route	The detailed information of special route
Intersection Cost	A attribute of intersection(ex, length)	Road Network Connector	The connection road element and transfer zone



Topological Road Network Package의 구성 항목을 살펴보면 Road Network Object의 구성 항목인 Road Element와 Intersection을 기반으로 하여 항목을 구성하고 있다.

### 3) Intersection and Road Element Guidance Package

교차로 및 도로 요소의 안내 패키지는 도로 네트워크 객체 패키지에 독립적으로 교차로와 도로 요소의 속성을 포함하며 9개 항목으로 구성되어 있으며, 데이터의 구성 요소 및 설명은 아래 <Table 8>와 같다.

<Table 8> The composition of intersection and road element guidance package

Composition	Explanation	Composition	Explanation
Caution Point	The static caution data on a road	Direction Guide	-
Road Signage	The location and attributes of road sign	Building and Facility	The type and position of building and facility
Intersection Name	-	Bridge and Tunnel	The Information of bridge and tunnel
District Name	-	Street Address	-
Location Image	-		

## IV. 국토지리정보원의 정밀지도 데이터 구축 사양

### 1. 정밀지도 구축 항목 및 테이블 구조

국토지리정보원의 데이터 구축 항목은 공공에서 구축한 국가 수치지형도 DB에 포함된 구축 항목과 민간에서 구축한 항법 DB 및 자율협력주행 지원을 위해 포함되어야 할 항목을 기반으로 구성되어 있으며, 도로의 세부적인 표현을 위해 다양한 속성정보를 지니고 있다(NGII, 2015).

<Table 9> Data Contents and Attribute of NGII

Separation	Explanation	Separation	Explanation
Line (A1)	A3 Link ID	Traffic signal (B1)	A3 Link ID
	Flag of awareness of type line		Detailed type of signal kind
	Color, type and number of Line		Type of signal kind
	restriction type of line	Surface signal_Point (B2_Po)	A3 Link ID
	Type of barricade		Detailed type of surface kind
	Number of line		Serial number from start point of lane
	Type of line(line or facility)		Type of surface kind
Stop Line (A2)	A3 Link ID	Guidance Line (B2_L)	A3 Link ID
	Type of stopline		Node ID
Central line of lane (A3)	Identity ID		A3 link ID of start point
	Node_ID of start point		A3 link ID of end point

Separation	Explanation	Separation	Explanation
	Node_ID of end point	Surface signal_Polygon (B2_PL)	A3 Link ID
	Length of lane		Node ID
	Type of road(ex, tunnel, bridge)		Type of surface kind
	Number of road		Position of signal
	Limited Speed	Node (C1)	Node ID
	Number of lane ex, express road, national road		Type of Node
	A serial number		

위의 <Table 9>에서 보는 바와 같이 국토지리정보원의 연구 사업에서 제시된 지도 구축 항목은 전체 8개의 항목으로 구성되어 있으며 각 항목의 속성을 추가하여 도로 정보를 최대한 제공할 수 있도록 설계되었으며 사양서에는 제시하지 않았지만 민간의 구축 영역으로서 도로의 경사 및 곡률에 대한 정보를 포함하고 있다.

## 2. 데이터 구조

국토지리정보원의 정밀전자지도의 기본 포맷은 ESRI사의 Shape 파일로 제작되었으며, 제공되고 있다.

앞 장의 <Table 9>에서 보는 바와 같이 전체 8개의 레이어로 구성되어 있으며 각 항목별 기하학적 데이터 구조는 아래 <Table 10>과 같다.

<Table 10> Data Type of NGII Precise Map

Separation	Data Type	Separation	Data Type
Line(A1)	Polyline	Surface signal_Point(B2_Po)	Point
Stop Line(A2)	Polyline	Guidance Line(B2_L)	Polyline
Central line of lane(A3)	Polyline	Surface signal_Polygon(B2_PL)	Polygon
Traffic signal(B1)	Point	Node(C1)	Point

국토지리정보원의 연구를 통해 제시된 정밀지도의 데이터 구조는 노드와 차로중심선이 연결구조에 있으며 다른 항목들은 차로중심선과의 연결성을 맺고 있어 모든 항목이 차로중심선의 링크 ID를 통해 관계성 있는 구조로 설계되어 차량이 주행차로로 주행 시 차로와 연결되어 있는 정보를 받을 수 있도록 설계되어 있다.

## V. 정밀지도의 개선 방안

본 연구에서는 위에서 살펴본 국토지리정보원의 정밀지도 구축 사양에 대해 ISO 14296에서 제시된 정보의 반영 여부를 검토하여 현 데이터의 구축 사양이 국제표준에서 정한 데이터 항목을 적절하게 반영하고 있는지를 분석하고, 현재 구축된 정밀지도의 개선 방안을 제시하였다.

## 1. 정밀지도의 구축 사양 분석

앞서 설명한 바와 같이, 정밀지도의 구축 사양을 분석하기 위해서 현재의 정밀지도의 구축 사양이 ISO 14296에서 제시한 데이터 사양과의 부합여부를 검토하여 아래 <Table 11>, <Table 12>, <Table 13>와 같이 만족할 경우 양호(○), 보완이 필요할 경우(△), 전반적인 개선이 필요한 경우(×)로 구분하였다. 다만, 본 연구의 주제가 자율협력주행을 위한 정밀지도 구축에 관한 내용으로서 ISO의 14296에서 제시한 항목 중 경로의 탐색 및 설정에 관한 내용들은 반영 여부에 제외시켰으며, 각 항목별 개념적 유사성이나 중복되는 경우에는 이를 단일화 시켰다.

### 1) 어플리케이션 요구 사항의 반영 분석

어플리케이션 요구 사항에 대한 분석을 하기 위하여 아래 <Table 11>와 같이 19개의 항목에 대한 검토 결과 곡률/경사 정보, 위험지역 정보, 특별주의 지역 정보, 도로 폭, 트램, 주유소 정보 등 7개 항목에 대한 정보가 제공되지 않고 있어 이에 대한 반영이 필요할 것으로 사료되며, 또한 교차로 위치 정보와 같이 상세한 정보의 제공을 위해 데이터 사양 보완이 필요하다.

<Table 11> Analysis of reflection status of application requirements

Required Item	Reflection Status	Required Item	Reflection Status
Speed Limit Information	○	Merging Area	○
Curvature and Slope	×	Overtaking Prohibited Area	○
Dangerous Zone Information	×	Lane Change Prohibited Area	○
Stop Information	○	Road Width Minimized Area	×
One way Information	○	Tram/Streetcar	×
Lane Regulation Information	○	Detailed Information on Intersections	△
Variable Lane Information,	○	Charging Station,	×
Bus Lane Information	○	Lane Information	○
Alert Sign	○	Location of Stop Sign Information	○
Special Zones	×		

### 2) 기능적 요구 사항의 반영 분석

기능적 요구사항의 경우 <Table 12>과 같이 6개 항목에 대한 반영 여부를 검토 한 결과 표준에서 요구한 기능 요구사항에 대해 대부분 충족하고 있으나 교차로 부분에 대한 정보가 다소 미흡하여 이에 대한 보완이 필요할 것으로 판단된다.

<Table 12> Analysis of reflection status of functional requirement

Required Item	Reflection Status	Required Item	Reflection Status
Information of Intersection and Road	△	Caution Information of Intersection and Road	○
Information of Traffic Signal on the Intersection and Road	○	Traffic Signal Information of Intersection and Road	○
Detailed road Information Around Vehicle	○	Relationship between Traffic Signal and Lane	○

### 3) 데이터 모델 항목에 대한 반영 분석

데이터 모델 항목에 대한 반영 여부 검토 결과 <Table 13>와 같이 중복을 제외한 총 21의 요소를 검토한 결과 기본적으로 Road Element 이하 하위 단위에서 구축해야 할 항목은 대부분 반영되어 있으나, 현재 정밀 지도 구축 사양의 경우 차로 단위 이상의 상위 레벨에 대한 정의를 두지 않아 도로 객체, 도로 섹션에 대한 항목의 부재로 인해 일부 요소들이 미흡한 실정이며, 교차로에 대한 정보를 별도로 구축하지 않고 노드 정보에 평면과 입체교차로로 구분하여 이에 대한 요구 사항이 제대로 반영되지 않아 이에 대한 보완이 필요할 것으로 본다.

<Table 13> Analysis of reflection status of data model

Separation	Reflection Status	Remark	Separation	Reflection Status	Remark
Road Object	×	- Some reflection in the A3	Traffic Signal	△	- reflection in the B1 - Shortage Information ; intersecion ID and No. of lane
Road Section	×	- Some reflection in the A3 - Shortage Information ; parking, width of roand and No. of traffic lighth	Intersection	△	- reflection in the C1 - Shortage Information ; type of intersecion ID and address
Road Element	△	- Some reflection in the A3	Road element	△	- Some reflection in the B2_L
Intersection Connection Point	△	- Some reflection in the C1	Link cost	×	- Shortage Information ; No. of traffic light and length of link
Intersection	×	- Some reflection in the B2_L	Intersection Cost	×	- Shortage Information ; length of intersection
Road Element Shape	○	- reflection in the A3, B1, and B2_Po	Traffic Restirction	○	- reflection in the A3
Intersection Link/Shpe	△	- Some reflection in the B2_L - Shortage Informatio : length/Type of intersection etc	Road Network Connector	×	- None reflection
Lane/Lane Shape	○	- reflection in the A3	Caution Point	○	- reflection in the B2_Po
Road Marking	△	- reflection in the B2_L - Shortage Information ; marking color	Road Signage	○	- reflection in the B2_Po, A3
Road Structure Change Point	○	- reflection in the C1	Direction Guide	○	- reflection in the A2
Advisory Point/Section	○	- reflection in the B1			

## 2. 자율협력주행 등을 위한 정밀지도의 개선 사항

앞에서 분석한 바와 같이 국토지리정보원의 정밀지도의 경우 국제표준에서 제시한 요구 사항에 대해 상당 부분이 부합하고 있지만, 도로 네트워크의 전반적인 구조 및 교차로를 비롯한 일부 항목이 표준에서 제시

한 기준에 부합하지 않고 있다.

이에 본 연구에서는 국토지리정보원의 정밀도로 지도를 활용하여 LDM layer 1에 해당하는 정적 지도가 국제 표준에서 요구하는 데이터 요구사항 및 항목들에 대해 만족할 수 있도록 일부 항목에 대한 개선 방안을 제시하였다.

### 1) 데이터 체계 보완

현재 정밀지도의 도로 구조는 차로중심선(A3)과 노드(C1)를 기반으로 하여 구성되어 표준의 Road Network Object와 같이 상위 개념인 도로 객체, 도로 섹션, 도로 요소 및 교차로 정보에 대한 항목이 부재하여 이에 대한 반영이 필요하다.

국제표준의 경우 이에 대한 형상 정보를 포함하고 있지 않기 때문에 지도로 표현 되어야 할 필요는 없지만 데이터 항목으로서 구성하여 필요한 정보를 제공해야 한다. 이를 위해 Road Object는 우리나라의 도로 관리 체계에 따른 도로의 위계와 번호 단위로 정의가 가능하며, Road Section의 경우에는 현재 구축된 정보를 기반으로 교차로에 대한 부분을 별도로 구축하여 이를 통해 구축이 가능하다.

### 2) 교차로 항목 추가 구축

정밀지도 데이터 항목에서 교차로에 대한 정보는 노드(C1\_Node)에 평면교차로, 입체교차로에 대한 정보로만 구분되어 있어 교차로에 대한 정보 제공이 미흡하다. 이를 해소하기 위해 별도로 교차로를 표현 할 수 있는 노드를 추가하여 기존 노드(C1\_Node)에서 교차로 정보를 빼고 추가적으로 교차로 노드(C2\_Intersection)를 생성하여 국제표준에서 제시한 교차로 유형에 대한 정보를 포함시킬 수 있도록 해야 한다.

또한, Intersection Link의 표현을 위해서는 유도선을 표현하는 노면표시\_형상(B2\_SURSIGN\_LINE) 유도선 이외에 차로중심선과 차로중심선을 연결하는 Intersection Link를 표현하는 속성을 기존 유도선에 대한 표현에 교차로 내 링크에 대한 항목을 추가하여야 한다.

### 3) 곡률/경사 반영

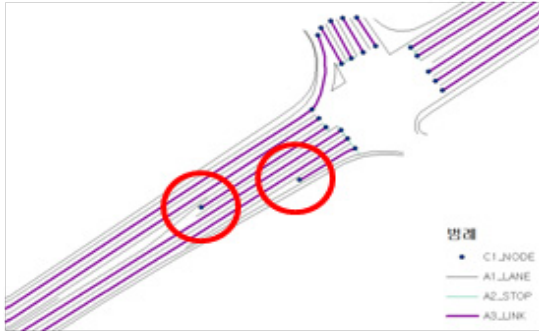
곡률과 경사는 자율협력주행에서 차량 제어를 위해서 반드시 필요한 항목으로 정밀지도의 필수이라 할 수 있다. 곡률과 경사는 차로 단위마다 차이가 있기 때문에 차로중심선 링크인 A3링크의 각 차로마다 부여해야 하며 부여 방법은 차로 중심선의 각 링크별 버텍스의 X, Y, Z를 추출하고 추출된 정보를 활용하여 두 점간의 경사를 계산하고, 세 점을 이용하여 곡률을 산출하여 각 차로중심선의 ID와 버텍스를 매칭시켜 차량 정보에 활용할 수 있도록 추가해야 한다.

### 4) 기타 항목 반영

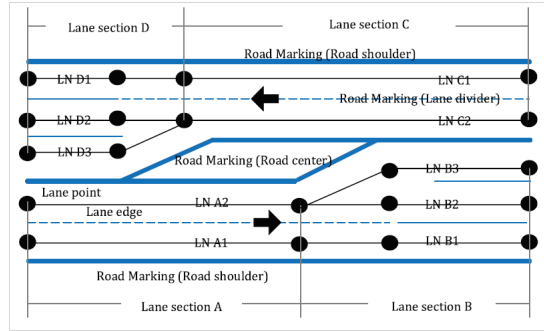
ISO 14296의 경우 정밀지도에서 형상 정보는 정밀지도의 경우 신호등을 별도로 구분하지 않고 교통안전 표지/신호기(B1) 항목에서 타 도로표지와 함께 묶어 속성으로서 표시하고 있다. 하지만 국제표준에서 제시한 신호등에 대한 항목을 표현하기 위해서는 이를 별도로 구분하여 추가적인 항목으로 구축하여야 한다. 또한 이외에도 요구사항에서 제시한 특별주위구간, 주유소 및 트램과 같은 교통 장애물에 대한 항목의 추가가 필요하다

5) 차로 구조 표현 방식의 변경

정밀지도의 경우 아래 <Fig. 3>과 같이 차로의 속성 변화점에서 기존 차로와 연결시키지 않고 별도의 차로로 구성함에 따라 차로중심선에 대한 네트워크가 형성되지 않고 있다.



<Fig. 3> Lane structure of NGII precise road map



<Fig. 4> Lane structure of ISO 14296(Source : ISO14296)

하지만 <Fig. 11>과 같이 ISO 14296에서 제시한 차로 구조를 보면 양방향으로 구분하여 차로의 속성변화점에서 해당차로 뿐만 아니라 해당 방향에 있는 전체 차로에 노드를 생성시켜 이를 분기하고 있다.

이에 자율협력주행을 위한 LDM layer 1에서도 위와 같은 국제표준을 준용하여 합류 및 분류 지역에 발생하는 차로링크를 독립적으로 표현하지 않고 이를 본선과 연결시켜야 할 것으로 본다.

VI. 결 론

자율협력주행은 차량의 센서 및 기계적 장치에만 의존하지 않고 다양한 주변 도로시스템의 도움을 받아 좀 더 안전하게 자율협력주행이 가능하도록 하는 기술이다.

이에 본 연구에서는 자율협력주행을 위한 LDM 기술의 실현을 위해 이를 구성하고 있는 기본 요소인 Layer1에 해당하는 정밀지도의 구축 방안에 대한 연구를 수행하였다.

이를 위해 국제표준인 ISO 14296을 검토하여 현재 국토지리정보원의 연구사업으로 도출된 정밀지도의 구축 사양을 분석하여 국제표준에 맞는 LDM Layer 1에서 요구하는 정밀지도 구축을 위한 국토지리정보원 정밀지도의 개선 사항에 대해 제시하였다.

검토 결과 데이터 사양의 부합 여부를 세부 항목별로 많이 포함 되어 있어 이를 정량적으로 표현할 수 없지만 현재 수준에서 수정 사항을 고려하여 개선의 필요적 측면에서 평가해 볼 때 아래 <Table 14>과 같이 정리할 수 있다.

데이터의 정보 제공 측면에서 볼 때는 본론에서 제기한 일부 항목만 추가하면 비교적 부합할 것으로 사료되나 데이터의 구조 및 차로 구조의 표현 방식에서는 상대적으로 수정이 필요하며 이에 대해서는 정밀지도의 실제 사용자 측면과의 협의를 통해 세부적인 방안의 제시가 필요할 것으로 사료된다.

〈Table 14〉 Analysis Result

Separation	Analysis Result	Separation	Analysis Result
Application Requirements	Good	Data Model Contents	Good
Functional Requirements	Nice	Expression of Lane Structure	Normal

또한 본 연구에서 국제표준과의 검토 기준으로 삼은 국토지리정보원의 정밀지도의 경우, 국가에서 고시한 표준이나 작업지침이 아니라, 현재 이에 대한 지속적인 연구가 진행되고 있는 과정임을 고려 향후 본 연구에서 제시한 부분에 대한 보완이 이루어질 것으로 사료되며, 또한 본 연구에서 비교의 기준으로 선정한 표준의 경우 C-ITS를 위한 ADAS를 지원하기 위한 기능으로서 두 지도의 사양 간의 지향점이 다를 수 있어, 향후 이를 융합 할 수 있는 포괄적 지도의 개념이 필요할 것으로 사료된다.

지금까지 지도가 실세계를 표현하고 이를 이해하고 묘사할 수 있게 해준 참조 자료로서의 역할 가졌다며 정밀지도는 지금까지의 역할을 한 단계 뛰어 넘는 기계적 매키니즘 내에서 중요한 역할을 수행하는 측면으로 진일보했다고 볼 수 있다.

이에 지도의 사양을 결정하고 구축하는 측면에서는 과거의 방식이나 현 상황을 고려한 접근보다는 오랜 기간 연구되어 온 국제적 표준에 입각해서 데이터를 구축해야 한다는 필요성에서 본 연구를 수행하였다.

## ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 국토과학기술진흥원 교통물류연구사업 스마트자율협력주행 도로시스템 개발과제의 지원으로 수행하였습니다.

본 논문은 2016의 추계학술대회에 게재되었던 논문을 수정·보완하여 작성하였습니다.

## REFERENCES

- Austroroads(2013), “Emerging Digital Mapping Requirements for C-ITS,” p.10.
- ISO 14296(2016), “Intelligent Transport System-Extension of map database specifications for application of cooperative ITS”.
- ITTP(2015), IT Technology, Mark, Policy Weekly Technology Trend, vol. 1718, p.13.
- Kang W. Y. et al.(2011), “A Study on the Performance Requirement of Precise Digital Map for Road Lane Recognition,” *Journal of Institute of Control, Robotics and Systemsm*, vol. 17, no. 1, pp.47-53.
- KICS(2015), The Second Workshop of A Study Meeting for Wareless Positioning and Navigation Technology, p.97.
- National Geographic Information Institute(2015), “The construction method of precise road map for supporting autonomous vehicle etc”.
- Seo J. and Jung H.(2015), “Precision Positioning System based on Sensor Fusion and Automous

Driving Technology,” *AUTOMATION SYSTEM*, vol. 2015-4, pp.42-43.

Shimada H., Yamaguchi A., Takada H. and Sato K.(2015), “Implementation and Evaluation of Loco Dynamic Map in Safety Driving Systems,” *Journal of Transportation Technologies*, vol. 2015 no. 5, pp.102-112.

TS(2016), [www.ts2020.kr](http://www.ts2020.kr), 2017.1.10