

정밀도로지도 표준화 동향

유재준 _ 국토교통부 지리정보전문위원,
TTA 공간정보 프로젝트그룹(PG 409) 간사,
TTA LBS 시스템 프로젝트그룹(PG 904) 간사,
한국전자통신연구원 인공지능연구소 책임연구원

장인성 _ 한국전자통신연구원 지능융합연구소 도시공간ICT연구실장, 책임연구원



1. 머리말

최근 4차 산업혁명을 이끌 주요 기술 중의 하나로 자율주행이 주목받고 있으며 이와 관련하여 빠지지 않고 언급되고 있는 것이 바로 정밀도로지도이다. 정밀도로지도는 자율주행을 구현함에 있어 차량의 위치를 인식하고 도로의 구조 및 공간을 이해하며, 이를 바탕으로 차량의 제어를 돕기 위한 필수 구성요소로 활용될 수 있다. 본고에서는 이러한 정밀도로지도의 내용적 구성과 함께 국내외 표준화 동향을 간략히 요약 및 정리해 본다.

2. 정밀도로지도의 개요 및 현황

정밀도로지도¹⁾란 자율주행을 지원하기 위해 필요한 차선정보, 구제 및 안전정보, 각종 도로 및 표시 시설 등을 25cm 수준의 정확도로 구축한 3차원 디지털 지도를 말한다[1]. 정밀도로지도가 미리 구축되

어 있는 경우, 차량 주변 환경에 대한 영상 및 레이더 등의 정보를 정밀도로지도 없이 실시간으로 수집 및 처리하는 경우와 비교하여, 데이터 처리의 오류 감소, AI 학습능력 향상, 실시간으로 분석해야 하는 데이터 용량의 감소, 친환경성 향상 및 배터리 효율관리 지원 등과 같은 효과를 얻을 수 있음이 알려져 있다[2]. 이에, 보다 안전하고 완전한 자율주행의 구현을 위해 정밀도로지도는 반드시 필요한 요소라고 할 수 있다.

경로검색 등을 지원하기 위해 기존 내비게이션 지도가 도로중심에 대한 노드 및 링크기반의 네트워크 정보를 주요 정보로 포함한다고 하면, 정밀도로지도는 자율주행차량의 주행, 제어, 그리고 위치인식 등을 지원하기 위한 보다 높은 정확도의 다양한 정보들로 구성된다. 구축의 주체 및 범위 등에 따라 상세 정보의 종류에 차이가 있기는 하지만, 정밀도로지도는 일반적으로 도로의 구조 및 공간적 구성, 차량의 주행공간에 대한 정보, 그리고 도로 내부 및

1) 정밀도로지도를 바라보는 관점에 따라 도로 및 주변 환경의 정적인 정보뿐 아니라 주행 차량들, 교통 체계 및 보행자들로 인해 생성되는 동적인 정보까지 포함하여 정의하는 경우도 있으나, 본고에서는 시간에 따라 변하지 않는 정적인 정보들을 대상으로 고려하도록 한다. 일반적으로 자율주행에서 사용될 수 있는 정적정보 및 동적정보는 ISO TC 204 등에서 LDM(Local Dynamic Map)이라는 개념을 바탕으로 보다 구체적으로 정의되어 있다.

주변에 존재하는 다양한 형태의 표시, 표지 및 시설물 등에 대한 정보들로 구성된다.

예를 들어, 대표적인 지도구축 업체인 HERE[3]에서 구축하는 정밀도로지도는 기존의 도로 중심선 개념에 기초하는 도로 지도와 더불어, 도로의 구조 및 공간적 구성 등을 보다 구체적으로 기술하기 위한 차로 기반의 도로 모델을 정의하고 있다. 더불어, 차량의 위치인식 등을 위해 주변 시설물 등에 대한 정보도 포함되어 있다. [그림 1]은 이러한 HERE 정밀도로지도의 예시 및 개념적 레이어 구성을 보여준다[4].

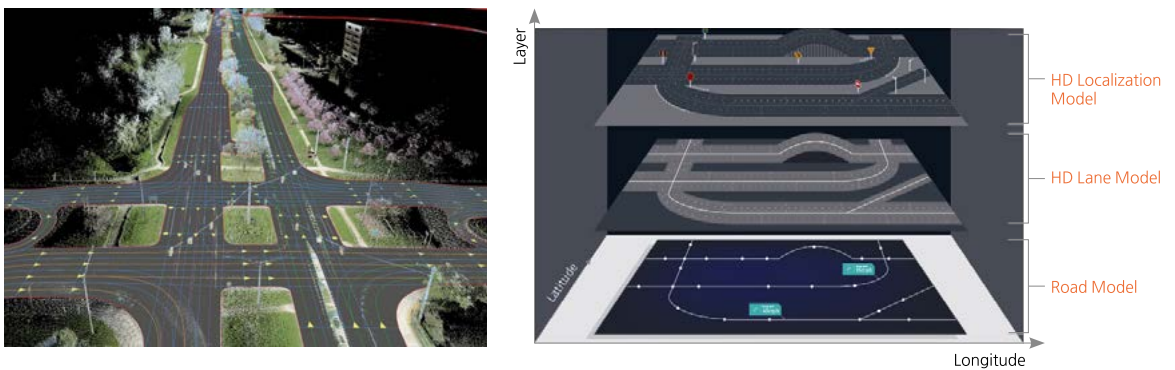
또 다른 대표적 지도업체인 TomTom[5]에서 구축하는 정밀도로지도도 차로 개념에 기반을 둔 도로의 구조 및 구성과, 차로 표시, 교통 표지 및 주변 시설물 등에 대한 정보를 포함하고 있다. 특히, TomTom의 정밀도로지도는 차량의 위치 인지과정에서 활용될 수 있는 RoadDNA라는 feature를 추가적으로 정의하고 있다[6]. 그 외에 구글, 애플 등도 자율주행 차량의 지원을 위한 정밀도로지도 구축을 진행하고 있는 것으로 알려져 있다. 우리나라에서는 국토지리정보원을 비롯하여 한국도로정보공사, 현대엠엔소프트, SKT, 네이버 등이 자율주행 지원을 위

한 정밀도로지도의 구축을 진행 중이며[7], 구축된 정보의 활용을 촉진하기 위한 민관협력체계도 구성되어 있다[8].

3. 정밀도로지도 국외 표준화 동향

3.1 ISO TC 204 ITS WG 3

ISO TC 204[9]는 지능형 교통체계(ITS, Intelligent Transport System) 분야에서 요구되는 아키텍처, 통신 및 서비스 등에 대한 표준화를 논의하는 기구로 현재 12개의 워킹그룹이 구성되어 운영 중이다. 이 중 ITS database technology 워킹그룹(WG 3)은 내비게이션 등에 활용될 수 있는 포맷인 ISO 14825:2011 GDF 5.0(Geographic Data File), 위치참조 방법을 명시하는 ISO 17572 Location Referencing for geographic database 등에 대한 표준을 제개정 및 관리해 오고 있다. 이 중, ISO 14825:2011 GDF 5.0은 자율주행, 협력주행 등에서의 요구사항을 고려하여 현재 5.1버전으로 개정되고 있으며 이는 part1인 ISO 20524-1[10]과 part2인 ISO 20524-2²⁾[11]로 구성되어 있다.



[그림 1] HERE의 정밀도로지도 예시 및 개념적 레이어 구성[4]

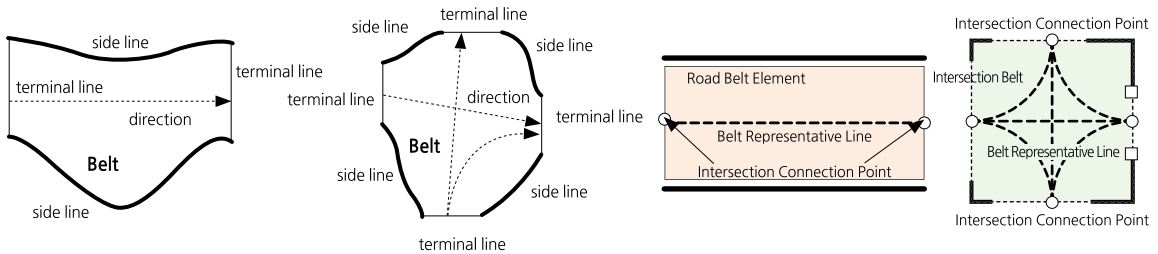
2) GDF v5.1 part1과 part2는 2019년 7월 초 현재 DIS(Draft for International Standard) 단계에 있으며, 표준이 최종 제정되지는 않았다. 이에 최종 제정되는 표준은 현재의 내용과 일부 다를 수 있으나, 현재의 CD 단계 초안이 오랜 기간 동안 많은 revision을 거친 것을 고려할 때 전체적인 범위와 방향은 유지될 것으로 보인다.

ISO 20524-1은 기존의 ISO 14825:2011 GDF 5.0 과 유사한 범위를 다루고 있으나, UML(Unified Modeling Language) 등을 이용하여 보다 응용 프로그램 중립적인 지도 포맷 등을 명시하고 있다. ISO 20524-2는 자율주행 시스템, C-ITS 등의 분야에서 활용될 수 있도록 part1을 확장하고 있으며, 도로를 구성하는 다양한 요소들과 이들을 기술하기 위한 feature들을 추가적으로 정의함으로써 part1을 확장하고 있다. 이 중, 비중있게 언급되고 있는 것은 Belt 라는 feature이며, 이는 차로(lane)를 기반으로 도로를 모델링 및 기술하는 데 핵심적으로 사용되는 요

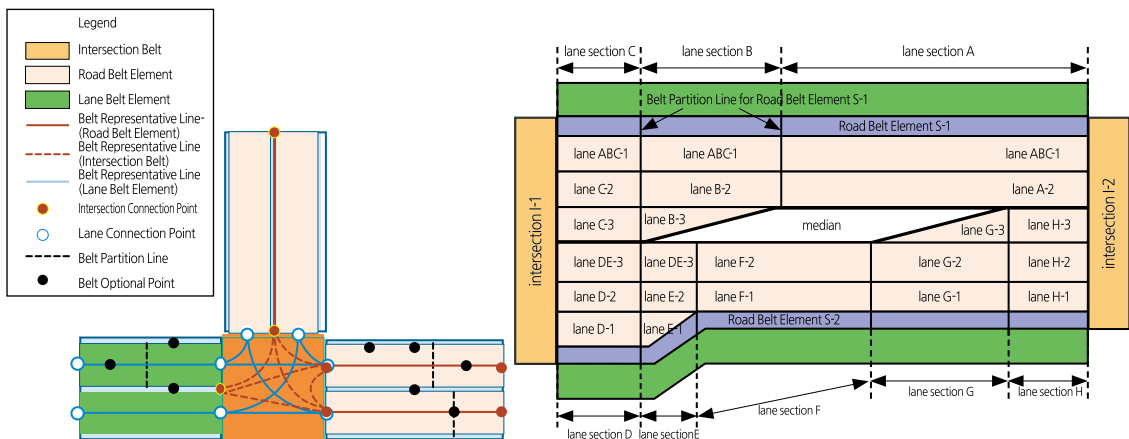
소라 할 수 있다. [그림 2]는 ISO 20524-2에서 정의하고 있는 Belt의 개념과 Belt의 대표선(representative line)에 대한 사례를 보여준다.

Belt는 표현하고자 하는 대상의 종류, 예를 들어 주행차로, 교차로, 차로 분기점, 차로 합류점 등에 따라 다양한 하부 클래스들로 구체화되고 이에 따른 속성정보들을 포함하도록 정의된다.³⁾ [그림 3]은 Belt feature를 기반으로 구체화된 다양한 feature들을 이용하여 도로의 차선 구성과 교차로에서의 주행을 고려한 공간을 구성한 예를 보여준다.

Belt 개념에 기반을 둔 다양한 클래스들이 도로



[그림 2] ISO 20524-2에서 정의하는 Belt 개념과 Belt 대표선 사례[11]



[그림 3] Belt 개념을 이용하여 교차로 및 차로 변경부분을 구조화한 사례⁴⁾[11]

3) ISO 14296:2016 Intelligent transport system - Extension of map database specification for applications of cooperative ITS 표준에서도 유사한 개념의 도로 구조화를 명시하고 있다.

4) 두 개의 그림이 같은 범례(legend)를 사용하는 것이 아님에 주의한다.

의 구조 및 구성, 그리고 주행공간을 기술하기 위해 사용된다고 하면, 도로 내외부의 다양한 형태의 표시, 표지 및 시설물 등은 [그림 4]에서 보는 바와 같은 별도의 세부 클래스들로 정의되고 있다.⁵⁾ 구체화된 각 클래스는 시설물의 일부로 고려될 수 있는 도로의 구조적 구성요소, 노면의 다양한 표시 및 안전 시설물들을 나타낸다.

ISO 20524-2는 도로의 구조 및 구성에 대한 부분과 차량의 위치인식을 위한 주변 표시 및 시설물 등에 대한 부분을 모두 기술하고 있으나, 전반적으로 주행을 고려한 도로의 구조 및 구성에 보다 초점을 맞추어 기술되고 있다. ISO 20524-2는 현재 DIS(Draft International Standard) 단계에 있으며, 이르면 올해 하반기 이후에 국제표준으로 제정될 것으로 예상된다.

3.2 ISO TC 211/TC 204 JWG

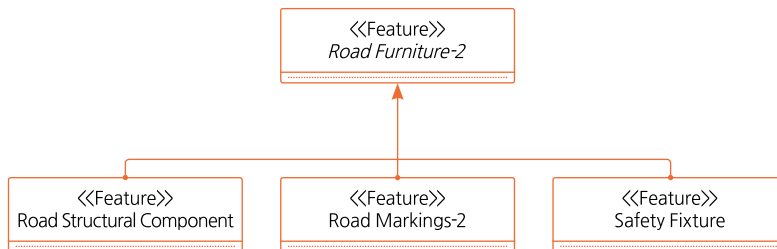
ISO TC 211[12]은 지리정보를 주 대상으로 다루는 표준기구이다. 지리정보가 지도의 모델링 및 표현에 있어 핵심적인 요소이기는 하나, ISO TC 211은 지리정보의 기초 및 기본적인 활용에 초점을 맞추어 왔기에 정밀도로지도 등과 같은 특정 분야의 응용을 위한 표준화를 본격적으로 논의해 오지는 못

했다.

하지만 최근 표준화 기구들 사이의 협력이 보다 활발해짐에 따라 자율주행 및 정밀도로지도 등에 대한 표준화 논의도 시작되고 있으며, 이의 일환으로 근래 ISO TC 211과 ISO TC 204 논의를 통해 JWG(Joint Working Group)이 만들어졌다. 이 JWG에서 현재 논의를 진행하고 있는 항목은 크게 두 가지이다. 하나는 ISO TC 211의 지리정보 표준들과 ISO TC 204의 위치 및 지도관련 표준들의 갭 분석(gap analysis)이며, 다른 하나는 ISO TC 204의 GDF를 ISO TC 211 표준 등에 맞게 부합화(harmonization)하는 것이다. ISO TC 211에는 위치 및 지리정보와 관련된 다수의 표준이 존재하고, GDF 표준 분량의 방대함으로 인해 부합화에 대한 검토는 시간이 소요될 것으로 보이나, 논의가 정리되고 나면 부합화 및 변경된 내용들은 GDF v6.0으로 제정될 것으로 예상된다.

3.3 OGC

OGC(Open Geospatial Consortium)[13]는 공간정보와 관련되어 활용성 높은 다수의 표준들을 논의 및 제정해오고 있는 사실상 표준화기구이다. OGC는 상기 언급된 ISO TC 211 및 ISO TC 204



[그림 4] 도로의 표시, 표지 및 시설물 등을 나타내는 클래스들의 구성[11]

5) [그림 4]의 RoadFurniture-2, RoadMarking-2 등은 ISO 20524-1 GDF v5.1 part1에 정의되어 있는 클래스들을 확장하여 정의된다.

등과도 리에종(liaison) 관계를 맺고 활발한 협력을 진행하고 있으며, 이러한 논의의 일환으로 OGC의 여러 표준들이 ISO TC 211 표준으로도 채택되고 있다. ISO TC 211과 마찬가지로 OGC에서도 정밀도로지도 자체를 위한 주도적 표준은 아직 논의가 진행되지는 못하고 있다. 일례로, OGC에는 InfraGML 등과 같이 도로를 인프라 시설의 일부로 형상 등을 구체적으로 기술하기 위한 표준⁶⁾ 등이 제정되어 있기는 하나, 이는 도로의 물리적인 형상을 기술하기 위한 것으로써 자율주행에서의 활용을 목적으로 한 것은 아니다.

하지만 OGC는 ISO TC 204와의 협력적 관계를 통해 ISO 20524-2 GDF 등의 표준초안에 대한 검토와 의견전달을 지속적으로 수행하고 있어 간접적으로 정밀도로지도의 표준화 작업에 일부 참여하고 있다고 할 수 있다.

3.4 기타

NDS(Navigation Data Standard) association[14]은 차량 OEM 회사, 지도 공급자 및 내비게이션 서비스 업체들이 모인 그룹으로, 공동 개발을 통해 NDS라는 지도명세를 만들고 있다. 자율주행을 지원하기 위한 다른 명세들과 마찬가지로, NDS는 Open Lane Model이라는 차로 기반의 모델을 포함하고 있으며[15], 최근에는 전송 등에 있어 활용성을 높인 NDS.Live 포맷을 발표했다[16]. 여기에는 상기 언급된 HERE 및 TomTom을 포함하여 우리나라의 현대 자동차, 맵퍼스, SKT 등이 멤버로 참여하고 있다. ADASIS[17]는 원래 ADAS(Advanced Driver Assistant Systems) 지원을 목표로 하였으나,

ERTICO[18]의 주도로 최근 자율주행 등을 지원하기 위한 특징들이 추가된 ADASIS v3.0이 발표되었다. Open AutoDrive Forum(OADF)[19]은 이러한 다수의 지도 표준들을 상호 운용성 있게 사용하기 위해 구성된 논의기구로서 업체들의 논의 등을 통해 표준화의 보완 및 개정 등을 위한 요구사항 등을 도출하고 있다.

4. 정밀도로지도 국내 표준화 동향

국내에서도 자율주행을 지원하기 위한 정밀도로지도의 개발 및 구축에 대한 노력들이 활발히 진행되고 있다. 대표적으로는 현대엠엔소프트, SKT 등이 자체 모델 등을 구축하고 있는 것으로 알려져 있으며, 국토지리정보원(NGII, National Geographic Information Institute)[20] 및 한국도로공사 등에서도 정밀도로지도를 점진적으로 구축하여 제공하고 있다[1].

국내의 정밀도로지도 관련된 표준화 작업은 국토지리정보원에서 가장 활발하게 진행되고 있다. 국토지리정보원은 국내 부처 간의 협의를 통해 자율주행차의 상용화를 앞당기기 위한 정밀도로지도의 구축 담당기관으로 논의된 바⁷⁾ 있으며, 이에 따라 2015년 ‘자율주행차 지원 등을 위한 정밀도로지도 구축방안 연구[21]’와 후속 노력[22][23]들을 통해 정밀도로지도 데이터 모델 등에 대한 기관표준(안)을 마련하고 있으며, 정밀도로지도의 구축과정에서 얻어지는 다양한 요구사항 등을 반영하여 이를 보완하기 위한 논의를 진행하고 있다.

국토지리정보원의 정밀도로지도 역시 차량의 주

6) IOGC 16-104r2 InfraGML 1.0 - Part4 - LandInfra Road Encoding Standard, <http://www.opengeospatial.org/standards/infragml>


7) 제3차 규제개혁장관회의, 2015년 5월.

행, 도로 구조 및 공간과 관련된 부분과 차량의 위치인지를 지원하기 위한 노면 표시, 도로 표지 및 시설 등에 대한 부분을 포함하고 있다. 특히, 국토지리정보원 정밀도로지도가 구축하고 있는 노면 표시 및 도로 표지 등에 대한 정보는 국토교통부 및 경찰청의 교통 및 시설 관련 국내 규정과 지침[24][25][26] 등을 반영하여 정의되어 있는 것으로 알려져 있다.

5. 맺음말

본고에서는 자율주행의 효율성과 완성도를 제고하기 위해 반드시 필요한 요소라고 할 수 있는 정밀도로지도의 개요와 표준화 동향을 간략하게 정리하였다. 정밀도로지도는 기존의 내비게이션 지도와는 다르게 도로의 구조 및 구성을 차선 수준으로 보다 정확하게 표현하고, 자율주행 차량의 위치인지를 지원하기 위해 도로 내 또는 주변의 다양한 표시, 표지 및 시설물들에 대한 구체적인 정보를 포함한다.

최근 그 중요성과 파급효과로 인해 자율주행에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있고, 이를 기반으로 점진적으로 상용화를 위한 기술수준에 조금씩 더 가까워지고 있다. 하지만 최근의 논의 동향을 살펴보면 아직 대중적으로 적용되는 표준화는 이루어지지 못하고 있다고 할 수 있다.

이러한 상황은 자율주행 및 다양한 유관 서비스들이 활발히 연구개발되고 있는 우리나라에 오히려 기회가 될 수도 있다. 이에, 보다 적극적인 표준화 활동 등을 통해 다수 업체 및 기관에서 진행하고 있는 연구개발 및 상용화 노력의 결과들이 단지 국내에 머무르는 것이 아니라 국제적으로도 반영되어, 우리나라가 향후 정밀도로지도 분야에서 보다 많은 주도권을 확보할 수 있기를 기대해 본다. 

* 본 연구는 국토교통부 수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용지원 기술개발과제의 연구비지원(18DRMS-B147287-01)에 의해 수행됨.

[참고문헌]

- [1] '정밀도로지도' 자율주행차 상용화 앞당긴다. 국토교통부 보도자료, 2016. 9. 27.
- [2] 자율주행의 핵심: 정밀지도, 그들은 왜 SW 업체를 인수하는가, 문용권, 이민아, KTB투자증권, 2017. 4. 10.
- [3] HERE HD Live Map, <https://www.here.com/products/automotive/hd-maps>
- [4] The Future of Maps: Technologies, Processes, and Ecosystem, ABI Research, 2018. 12.
- [5] TomTom Powers Automated Driving, <https://www.tomtom.com/automotive/automotive-solutions/automated-driving/>
- [6] HD Map with RoadDNA - High Definition Map With Sensor-Agnostic Localization, TomTom, 2018.
- [7] 자율주행차, 현실을 꿈꾸다, 미래에셋대우 리서치센터, 2017. 7.
- [8] 3차원 공간정보 담은 정밀도로지도, 민관이 함께 만든다. http://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156328415&call_from=seoul_paper, 대한민국 정책브리핑, 2019. 4. 25.
- [9] ISO TC204 홈페이지, <https://www.iso.org/committee/54706.html>
- [10] ISO 20524-1:2018 ITS - Geographic Data File 5.1 - Part 1: Application independent map data shared between multiple sources
- [11] DIS(Draft of International Standard) document, ISO 20524-2 ITS - Geographic Data File 5.1 - Part 2: Map data used in automated driving systems, cooperative ITS and multi-model transport
- [12] ISO TC211, <https://www.iso.org/committee/54904.html>, <https://committee.iso.org/home/tc211>
- [13] OGC, <http://www.opengeospatial.org/>
- [14] NDS(Navigation Data Standard) association, <https://nds-association.org/>
- [15] NDS, Open Lane Model, <http://www.openlanemodel.org/>
- [16] <https://nds-association.org/nds-live-the-new-generation-of-map-data-format/>
- [17] ADASIS, <https://adasis.org/>
- [18] ERTICO, <https://ertico.com/>
- [19] OADF, Open AutoDrive Forum, <http://www.openautodrive.org/>
- [20] 국토지리정보원, <https://www.ngii.go.kr/kor/main.do>
- [21] 자율주행차 지원 등을 위한 정밀도로지도 구축방안 연구, 국토지리정보원, 2015. 12.

- [22] 자율주행차 지원 등을 위한 정밀도로지도 고도화 방안 연구 및 시범구축, 국토지리정보원, 2017. 12.
- [23] 정밀도로지도 연계 효율화 연구 및 구축 갱신 연구보고서, 국토지리정보원, 2018. 3.
- [24] 교통안전표지일람표, 경찰청 및 도로교통안전공단, 2014.
- [25] 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙, 국토교통부.
- [26] 도로안전시설 설치 및 관리지침, 국토교통부.