



2016년 한국ITS학회 추계학술대회

자율협력주행(Level2)을 위한 동적정보시스템(Local Dynamic Map, LDM) 요구사항 정의

이지연, 박유경, 이승환, 양인철

To cite this article : 이지연, 박유경, 이승환, 양인철 (2016) 자율협력주행(Level2)을 위한 동적정보시스템(Local Dynamic Map, LDM) 요구사항 정의, 2016년 한국ITS학회 추계학술대회, pp.327-331

① earticle에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 학술교육원은 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다.

② earticle에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포, 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우, 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

www.earticle.net

자율협력주행(Level2)을 위한 동적정보시스템(Local Dynamic Map, LDM) 요구사항 정의

Definition of LDM(Local Dynamic Map) Requirements
For Cooperative Automated Driving (Level2)

이지연

(한국지능형교통체계협회, 연구원)

박유경

(한국지능형교통체계협회, 책임연구원)

이승환

(한국지능형교통체계협회, 국장)

양인철

(한국건설기술연구원, 수석연구원)

Key Words : LDM(Local Dynamic Map), 자율협력주행

목 차

- I. 서론
- II. 본론
 - 1. 자율협력주행을 위한 LDM 정의
 - 1) 자율협력주행을 위한 LDM 개념 정의
 - 2) LDM 데이터 layer 정의
 - 2. 자율협력주행을 위한 LDM 서비스 시나리오 구성
 - 3. LDM 데이터 구축
 - 4. 센터 LDM 기능적 요구사항 정의
- III. 결론 및 향후 과제
- IV. 참고문헌

I. 서론

지난 5월 미국 플로리다의 고속도로에서 자율주행 중이던 차량이 차선을 변경하던 대형 트레일러를 인식하지 못하고 들이받아 운전자가 숨지는 사고가 발생했다. 자율주행차량은 레이더, LIDAR, 카메라, 초음파, 비전센서 등의 센서로 차량 주변 환경을 인식하는데, 이 센서의 최대 인식범위는 약 200m내외로 차량 내 센서만으로 도로 상의 모든 정보를 인지하는 것은 불가능하며, 운전자의 안전을 보장하기 어려울 수 있다.

그러므로 자율주행차량의 센서가 제대로 작동되지 않을 경우나 센서의 범위 밖의 상황에 대응하여야 할 경우, 센서를 대체하거나 보정해 줄 수 있는 데이터가 필요하며, 이를 위해 최근 자율주행차량의 인식 범위를 확장시키고 안전성을 향상시키기 위한 각종 인프라의 지원이 요구되고 있다.

이러한 필요성에 따라 국내에서는 ‘스마트 자율협력주행 도로시스템 개발(국토교통부, 2015)’ 연구과제를 추진 중에 있으며 세부과제로 자율주행차량의 자체 센서와 인프라에서 수집한 데이터를 저장하고, 이를 관리할 수 있는 LDM에 대한 개발이 진행 중에 있다. LDM은 자율주행차량의 인지범위 확장

을 위해 차로수준 도로 및 시설물의 위치정보를 포함하고 있는 정밀전자지도 기반으로 차량 센서 인지범위 이상의 정체, 돌발사고, 장애물 등 도로교통상황정보를 제공할 수 있으며, 안전성을 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다. 이와 같이 인프라의 정보를 통해 자율주행하는 시스템을 자율협력주행시스템이라고 한다.

본 논문에서는 자율협력주행을 위한 LDM의 개념의 정의하고, LDM 서비스 시나리오 구성, 센터 LDM의 기능적 요구사항에 대해 정의하고자 한다.

II. 본론

1. 자율협력주행을 위한 LDM 정의

1) 자율협력주행을 위한 LDM 개념 정의

LDM은 유럽의 Safespot 프로젝트에서 Cooperative ITS 서비스 구현을 위해 개발된 기술로, ISO 국제표준에서는 LDM이 교통정보 제공자 혹은 센서나 어플리케이션으로부터 데이터를 수집하고, 저장하는 기능을 한다고 정의하고 있다.

본 연구에서는 LDM을 자율협력주행을 위해 표준화된 차량

운행 지원정보를 연계하고, 저장하고 관리하는 기술로 정의하였다. 차량운행 지원정보는 정적인 전자정밀지도 정보와 동적인 운행정보 등 자율협력주행의 운행 제어와 관제를 위한 정보를 말한다. 차량은 정밀전자지도 정보를 기반으로 주변의 지형, 도로시설물의 위치 및 내용, 실시간 교통상황, 차량의 위치 등의 정보를 받아 자율주행을 위한 제어 정보로 사용할 수 있다.

LDM을 이용하기 위해서는 이용하는 차량 및 도로에 무선 통신장치가 장착되어있어야 하고, 무선통신을 통해 차량의 위치, 속도, 방향등의 LDM 데이터가 실시간으로 전송될 수 있어야 한다.

V2X 기반의 LDM이 구현되면, 차량센서 범위 밖의 정보(특히 위험정보)를 미리 알려주어 사전에 차량이 사고의 위험으로부터 피할 수 있도록 한다.



<그림 1> LDM을 통한 자율협력주행(Lv2) 기능 구현 예

2) LDM 데이터 Layer 정의

LDM은 교통 흐름에 영향을 주는 실시간 정보와 개념적인 정보를 모두 포함하고 있다. 국제표준 ISO 17424에서는 LDM 내 정보들을 정보의 성격에 따라 Type1~4로 구분하였으며, 본 연구에서도 국제 표준을 기반으로 하여 정보의 종류, 정보의 동적 정도(업데이트 주기)에 따라 4개의 Layer로 구성하였다.

<표 1> LDM Layer 정의

정보 범위	제공자	제공 정보	갱신 주기
정적 정보	map 제공자	<Layer1에만 해당하는 정보> -정밀전자지도 (도로형상)	< month
		<Layer1/2 공통 정보> -도로시설물(표지판, VMS 등) -도로통제정보(가변차로 정보 등) -건물(휴게소 등)	
	도로 운영 기관	<Layer2에만 해당하는 정보> -일시적 통제정보(공사, 재난 등) -휴게소 운영시간	< hour
동적 정보	도로 운영 기관 / 도로 정보 수집 장치	-사고 -지정체 -소통정보 -지역날씨 등	< min
	차량	-차량 상태정보 -차량 주변정보	< sec

2. 자율협력주행을 위한 LDM 서비스 시나리오

NHTSA에서는 자율주행 Level2를 ‘Combined Function Automation’으로 정의하고 있으며, 이는 브레이크, 속도조절, 진로제어 등의 자동화 시스템 중 2개 이상이 통합되어 적용되었음을 의미한다. 그리고 운전자가 언제든지 운전 조작이 가능해야 한다는 점을 명시하고 있다.

NHTSA의 자율주행자동차(Level2)에서 지원하는 시스템의 기능은 다음과 같다.

- Traffic Jam Assist
- ACC(Adaptive Cruise Control)
- Combined lateral/longitudinal control
- Work-zone Assistant

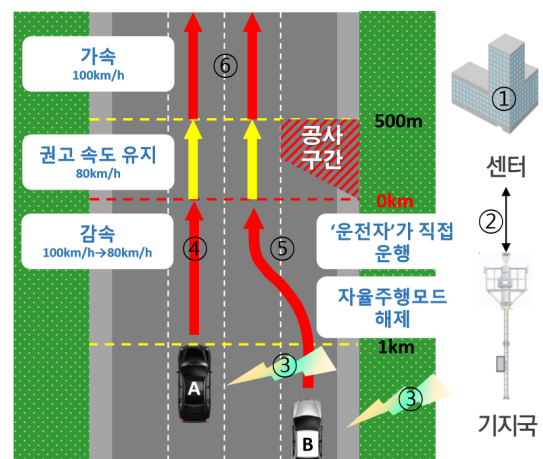
본 연구에서는 위와 같이 정의된 사항을 고려하여 LDM에서 지원해야 하는 기능을 다음과 같이 정의하였다.

- 주행차로 유지
- 차간거리 유지
- 교통체증 저속구간 자동운전지원

자율협력주행 level2에 지원하는 기능을 바탕으로 하여 다음과 같이 6개의 LDM 서비스 시나리오를 마련하였다.

1) 도로공사

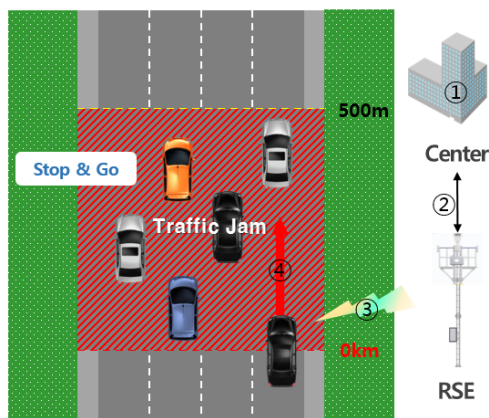
차로를 차단하는 도로 점용 공사(계획된) 발생 구간에서 자율주행 차량을 지원하는 서비스이며, 공사구간정보(구간 좌표, 점용 차로, 기간 길이 정보 등)를 제공한다.



<그림 2> 도로공사

2) 교통정체

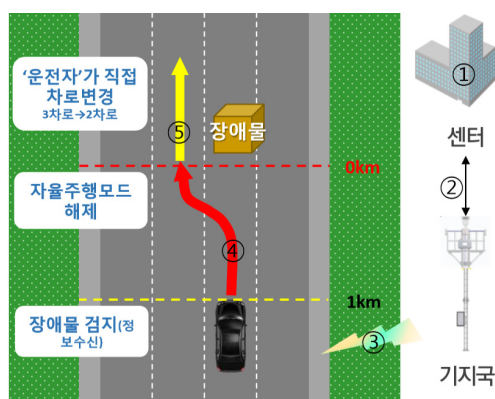
정체구간을 통과하는 자율주행 차량을 지원하는 서비스로, 혼잡구간정보(구간 좌표, 혼잡 정도, 통과예상시간, 혼잡구간 길이 정보 등)를 제공한다.



<그림 3> 교통정체

3) 장애물 검지

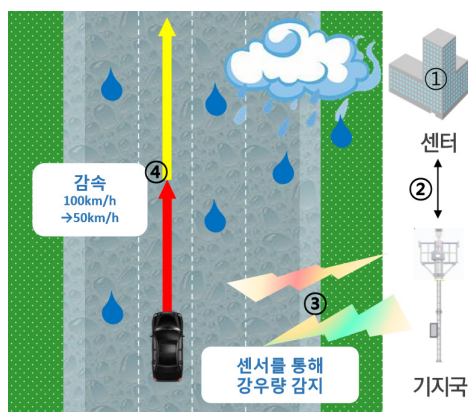
장애물 구간을 주행하는 자율주행 차량을 지원하는 서비스이며, 장애물 정보(장애물의 위치좌표, 점용차로 등)를 제공한다.



<그림 4> 장애물 검지

4) 날씨 정보

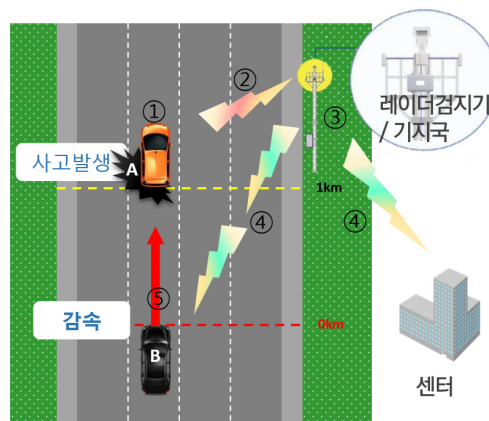
강우량 등 날씨정보를 제공하여 자율주행차량을 지원하는 서비스이다.



<그림 5> 날씨 정보

5) 돌발상황 검지

도로 상에서 돌발상황을 검지하여, 이 정보를 자율주행 차량에게 제공하는 서비스로, 사고차량의 정보를(차량위치, 방향, 속도) 제공한다.



<그림 6> 돌발상황 검지

6) 사각지대 지원/개별 차량 검지

분류부 및 합류부에 존재하는 사각지대에서 자율주행차량이 타 차량의 접근을 확인할 수 있도록 지원하는 서비스이다.

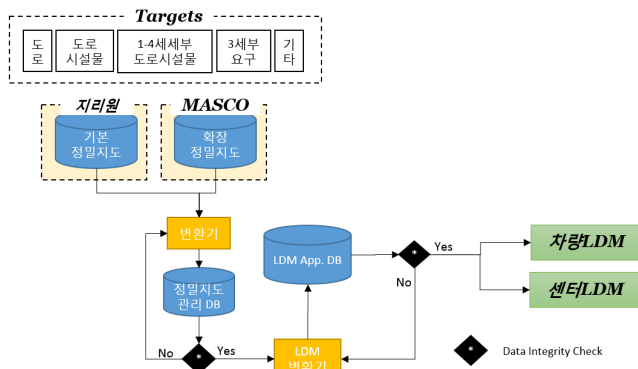


<그림 7> 사각지대 지원/개별 차량 검지

3. LDM 데이터 구축 프로세스

LDM Layer1의 데이터는 국토지리정보원으로부터 제공받은 정확도 25cm(1:1000 기준)의 정밀수치지도를 기반으로 구축되는데, 자율주행 서비스를 위해서는 곡률, 경사 및 요구되는 객체 정보가 추가 구축되며, 동적정보를 표현하기 위해 국가표준노드링크 DB를 구축한다. 이를 확장정밀전자지도라고 정의하며, 확장정밀전자지도를 차량 및 센터 LDM에 저장하기 위한 데이터 형태로 변환한 것을 응용정밀전자지도라고 정의한다.

정밀전자지도 데이터 구축 프로세스는 다음 그림과 같다.



<그림 8> LDM Layer1 구축 프로세스

Layer2에 저장되는 데이터는 도로시설물, 도로공사, 도로 통제, 날씨정보 등이며, Layer3에 저장되는 데이터는 실시간 교통정보로 연계기관인 한국도로공사 교통정보센터와 노변의 도로검지기에서 수집되는 데이터이다. 이렇게 수집된 정보는 외부데이터 연계모듈을 거쳐 암호화되고, 이 암호화된 정보는 정밀전자지도 정보처리모듈을 통해 맵매칭이 이루어진다. 이후, 시스템 모듈을 통해 각각 Layer2, Layer3, Layer4에 데이터가 저장된다.

Layer4에 저장되는 데이터는 차량으로부터 수집되는 차량 상태정보로 각 차량의 위치, 속도, 방향을 포함한다. 주행 중인 차량 내 단말기가 CDGPS 데이터를 CDGPS 처리모듈로 전송하면, CDGPS 처리모듈은 차량의 위치값을 보정하여 복합측위 모듈로 전송한다. 복합측위 모듈은 차량정보를 차량 LDM 내 맵매칭 처리모듈로 전송하며, 맵매칭 처리를 거친 데이터는 LDM Layer4로 저장되어진다. 생성된 Layer4 정보는 무선통신망을 통해 센터 LDM 내 Layer4로 저장되어진다.

본 연구에서는 V2I 서비스만 다루어지고 있어, V2V 서비스를 위한 Layer4 정보는 자율협력주행 서비스를 사용되어지지 않지만, 센터에서 저장하여 자율협력주행 차량을 관제하는 목적으로 사용한다.

4. 센터 LDM 기능적 요구사항 정의

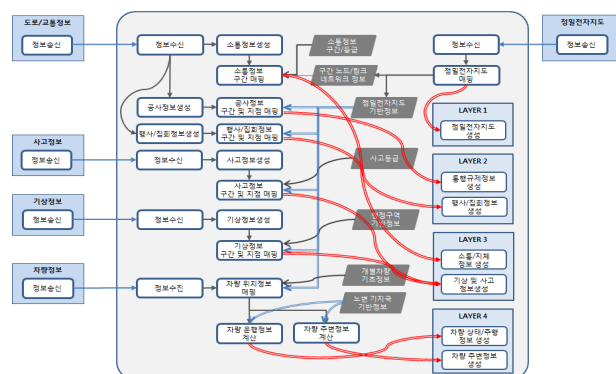
본 연구는 Layer3를 통한 서비스를 중심으로 하고 있으며, 서비스 구현을 위해서 센터에서 Layer3 데이터를 연계·저장하고 제공하는 기능을 담당한다.

세 가지 기능을 구현하기 위해 센터는 외부데이터 연계모듈, 센터 시스템 모듈, 맵매칭 모듈, 데이터 관리모듈로 구성되는데 각각의 요구사항은 다음과 같다.

센터LDM은 동적정보(Layer3)를 제공하는 외부 연계 기관의 서버와 연동하여 실시간으로 정보를 수신해야 한다. LDM의 연계 대상은 한국도로공사 교통정보센터의 실시간 교통정보, 도로 검지기로부터의 돌발상황정보, GPS 반송파 정보이며, 각 기관에서 제공하는 데이터 통신 규약에 따라 정보를 수신 받아야 한다.

또한, WAVE 기지국(RSE)으로부터 동적정보를 수신하고, 자율협력주행 서비스에 따른 LDM데이터를 WAVE 기지국으로 송신해야 한다. LDM은 개별 WAVE 기지국의 연결 요청에 의해 통신을 개시해야하며, WAVE 기지국이 제공하는 동적정보를 수신하여 센터LDM으로 전달해야한다. 그리고 센터LDM은 서비스에 별 LDM데이터 중에서 각 WAVE 기지국에 해당하는 LDM을 송신해야한다. 또한 LDM 데이터 보안을 위해 승인받은 서비스 스테이션에서 보안 인증서를 발급해야 한다.

센터LDM의 외부정보 연계 및 수집 프로세스는 다음 그림과 같다.



<그림 9> LDM의 외부정보 연계 및 수집 프로세스

기본적인 데이터 처리 과정은 정보수신→정보처리 및 저장→로그저장→로그관리이며, 한국도로공사 교통정보센터, 차량 및 노변기지국, 정밀전자지도로 분류하여 정보연계 프로세스를 다음과 같이 정의하였다.

1) 한국도로공사 교통정보센터 정보연계 프로세스

한국도로공사 교통정보센터 정보연계 처리 대상은 도로/교통정보, 기상정보, 사고/돌발정보, 기반정보 등이며, 처리 프로세스는 ① 모듈 실행 시 기반정보를 로딩하고, 설정된 특정 시간에 기반정보를 갱신한다. ② 한국도로공사 센터에서 송신하는 도로소통정보 및 공사정보를 수신하고, 수신된 데이터를 처리하기 위하여 메모리에 임시로 저장한다. 정보가 일정시간 수신이 안 된 경우, 다시 시도하여 정보를 재 수신한다. ③ 수신된 데이터를 메모리에 임시 저장하고, 데이터 정렬 및 기반 정보와 매칭을 한 후 DB에 저장한다. ④ 로그파일을 생성하고 정보수신 및 송신로그를 기록하며, 로그파일은 매일 00시에 다시 생성한다. 이미 생성된 로그파일이 존재할 경우, 별도로 새로 생성하지 않고 기존에 생성된 로그파일을 이용한다. ⑤ 일정 기간이 지난 로그파일은 삭제한다.

2) 차량 및 노변기지국 정보연계 프로세스

차량 및 노변기지국 정보연계 처리 대상은 차량 기반정보, 운행정보, 주변 및 기타정보이며, 처리 프로세스는 ① 모듈 실행 시 차량 및 노변 기반정보를 로딩하고, 설정된 특정 시간(노변 기지국) 및 실시간(차량)에 기반정보를 갱신한다.

② 차량에서 송신한 데이터는 노변 기지국을 통하여 수신하고, 수신된 데이터를 처리하기 위하여 메모리에 업로드 한다. ③ 메모리에 업로드 된 데이터를 실시간으로 기반정보와 매칭 후 DB에 저장한다. ④ 로그파일을 생성하고 정보수신 및 송신 로그를 기록한다. 로그파일은 실시간으로 생성하며, 월단위로 저장한다. ⑤ 일정 기간이 지난 로그파일을 삭제 또는 백업한다.

3) 정밀전자지도 정보연계 프로세스

정밀전자지도 연계 처리 대상은 차로 및 네트워크 정보, 속도 등 표지판 정보, POI(Point Of Interest) 및 기타 정보이며, 정밀전자지도 연계의 경우, 초기에는 DB에 직접 삽입하는 방식으로 진행되고, 필요시에만 업데이트 된 정보를 온라인으로 수신하는 방식으로 진행된다. 정밀전자지도 연계 처리 프로세스는 ① 일정 주기로 업데이트된 정밀지도의 도로 네트워크 및 차로정보를 수신한다. ② 메모리에 업로드 된 데이터를 기반정보(노드/링크 ID 등)와 매칭 후 변경된 데이터를 업데이트하고 저장한다. ③ 로그파일은 수정된 시간에 생성하고 정보수신 및 송신 로그를 기록한다. ④ 일정 기간이 지난 로그파일을 삭제한다.

III. 결론 및 향후 과제

본 연구는 총 5차년도(2016~2020) 중 올해 2차년도 연구를 수행 중에 있으며, 현재 자율협력주행(Level2)을 구현하기 위하여 LDM 시스템 구축을 위해 요구되는 사항을 도출하였고, 이를 기반으로 기본적인 시스템 아키텍처를 설계하고, 연계 처리 프로세스를 정의하였다. 현재 개발 중인 LDM의 Layer1 데이터는 정밀도 25cm의 정밀전자지도를 기반으로 구축된다. Layer3 데이터의 경우 차로를 구분할 수 있을 정도의 정밀한 데이터가 요구되어지는데 현재는 외부연계기관으로부터 실시간으로 수집되는 정보만을 가지고 관련 데이터베이스를 구축하는데 어려움이 있다. 따라서, 도로감지시설을 통해 감지되는 정보를 융합하여 데이터베이스를 구축할 예정이다.

본 논문에서 제시한 요구사항 및 시스템 아키텍처를 바탕으로 LDM 플랫폼을 개발 중에 있으며, 센터LDM과 차량LDM을 구축하여 모니터링 및 시험평가를 할 계획에 있다.

향후 국내의 고속도로 구간에 동적정보시스템이 구축됨에 따라 개별차량의 자율협력주행 지원과 자율협력주행차량의 교통관리체계 운영을 위한 기초정보 저장, 관리, 제공이 가능할 것이며, 정밀화된 전자지도 기반의 실시간 동적정보 제공으로 인해 자율협력주행차량의 안전성 및 정확도가 향상될 것으로 기대된다.

IV. 참고문헌

1. "Human Factors Evaluation of Level 2 And Level 3 Automated Driving Concepts_ Concepts of Operation", DOT HS 812 044, 2014
2. "Human Factors Evaluation of Level 2 And Level 3 Automated Driving Concepts_ Past Research, State of Automation Technology, and Emerging System Concepts", DOT HS 812 043, 2014
3. 조광오, 문종덕 "자율주행 자동차 산업부 R&D 지원 방향", 오토저널 36(7), 20-25page, 2014.07
4. ETSI EN 302 895 V1.1.1 ,2014.09
5. SAE J3016, 2014
6. "Intelligent transport systems - Cooperative systems - Definition of a global concept for Local Dynamic Maps", ISO/TS 18750, 2015
7. "Intelligent transport systems - Cooperative systems - State of the art of Local Dynamic Maps concepts", "ISO/TR 17424, 2015
8. "Implementation and Evaluation of Local Dynamic Map in Safety Driving Systems", Journal of Transportation Technologies, 2015.05
9. "Intelligent transport systems - Extension of map database specifications of Cooperative ITS, "ISO/TS 17931, 2013

감사의 글

본 연구는 국토교통부 교통물류연구사업(15TLRP- B101406-01)의 세부과제인 "자율협력주행을 위한 도로기반시설 고도화 기술 개발" 과제의 지원에 의해 수행되었습니다.