

자율주행 단위시험환경 구축을 위한 정밀도로지도 객체분석

*박종빈 **김경원 ***임태범

한국전자기술연구원

*jpark@keti.re.kr

Precise Road Map Objects Analysis for Autonomous Driving Test Case Construction

*Park, Jong-bin **Kim, Kyung-won ***Lim, Tae-beom

Korea Electronics Technology Institute

요약

자율주행 자동차의 개발을 위해서는 다양한 기능 평가, 성능 평가, 안전성 평가 등이 필수적이다. 이러한 평가는 컴퓨터 시뮬레이션과 실제 주행을 통해 이뤄질 수 있으며, 현실의 도로 상황을 고려한 단위시험환경들을 조합 구성한 통합시험환경에서 수행하는 것이 일반적이다. 여기서 단위시험환경은 도로망 구성, 장애물, 표지판 등의 정보를 포함하는 정밀도로지도도를 기반으로 주행차량수, 보행자, 기상환경, 동적 이벤트 요소 등을 고려하여 구성할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 단위시험환경을 구성하기 위한 정밀도로지도 처리 방법을 소개한다. 구체적으로는 정밀도로지도 처리를 포함하는 데이터 파이프라인을 설계하고, 정밀도로지도 객체분석을 통해 시험환경의 특성 및 상호 유사성을 파악한다. 국토지리정보원에서 배포한 정밀도로지도도를 사용하여 객체를 추출하고 분석하는 실험을 수행했으며 전반적인 동작 상태를 확인했다. 개발한 소프트웨어는 향후 자율주행 학습을 위한 단위 및 통합 시험환경 구축 및 법규 및 규제 대응 서비스 시나리오의 구성에 활용할 예정이다.

1. 서론

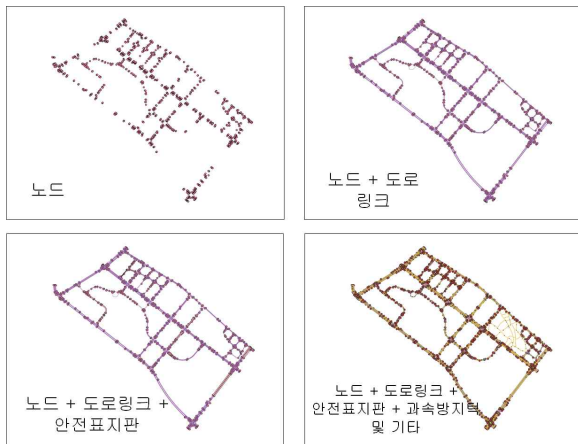
자율주행 자동차의 개발을 위해서는 높은 안전성을 확보하면서 수집정보를 실시간 고속 처리해야 하는 등의 도전적인 기술개발 요인이 존재한다[1][2]. 이런 문제들을 해결하려면 실 도로 및 시뮬레이션 환경에서의 기능 평가, 성능 평가, 안전성 평가 등이 다양하게 이뤄져야 한다[3-5]. 컴퓨터 시뮬레이션은 시간을 단축하고 비용을 줄일 수 있는 효과적인 방법이지만 현실의 도로 상황을 반영한 적절한 단위시험환경의 구성이 선행되어야 한다. 일례로 도로망 구성, 장애물, 표지판 등의 지리적 객체요소에 따라 주행차량수, 보행자, 기상환경, 동적 이벤트 요소 등을 적절하게 조합해야만 현실적인 학습 및 평가가 이뤄질 수 있다.

이처럼 현실 도로 환경을 고려한 시뮬레이션을 지원하기 위한 자동화된 단위시험환경 구성을 위해서, 본 논문에서는 사전 단계로서 정밀도로지도[6][7]의 객체를 분석 및 처리하는 방법을 소개한다. 구체적으로는 정밀도로지도도를 포함한 데이터 파이프라인(Data Pipeline)을 설계하고 시험환경의 복잡도 및 특성, 시험환경 간 유사성 계산을 위해 정밀도로지도도에 포함된 객체를 분석하고 지표화한다. 국토지리정보원에서 배포한 서울 상암의 자율주행자동차 시범운행지구 정밀도로지도도를 사용하여 객체를 추출하고 분석하는 실험을 수행했으며 전반적인 동작 상태를 확인했다[8][9].

2. 본론

2.1 정밀도로지도

자율주행을 위한 정밀도로지도도는 주행 차량의 목표 위치까지의 경로설정, 차량의 현재 위치결정, 주행환경에서 등장할 수 있는 각종 객체를 예상하는데 핵심 정보를 제공한다[6][7]. 이러한 정밀도로지도도는 그림 1과 같이 지점 및 객체와 관련되는 여러 개의 정보 계층(layer)으로 구성된다. 이를 선택적으로 쌓아 올리면서(Layer Stacking) 지도상에 원하는 정보들을 표현할 수 있으며, 주행경로 설정 및 장애물 회피 결정 등을 위한 정보가공에 활용된다[6][7]. 정보 계층의 예로는 도로망(Network), 도로구간(RoadSection), 표지판(Sign), 도로시설(Facility) 등이 가능하며, 각각은 노드(Node)와 링크(Link)를 통해 도로의 연결구조에 대한 토폴로지(Topology)를 추정할 수 있다[6-8]. 여기서 각각의 노드나 링크들은 <표 1>의 예시와 같이 이를 기술하는 코드를 통해 각각의 의미를 해독할 수 있다. 정보 계층은 각종 센서(Sensor)를 활용하여 추가할 수 있다. 일례로 다시점 카메라로부터 영상정보, 라이다(LIDAR, Light Detection and Ranging)센서로부터 3차원 거리정보 등으로 정보 계층을 확장할 수 있다[10]. 추가 수집되는 정보들은 통상적으로 위치정보와 시간 태그가 함께 저장되므로 위치정보의 정확도가 높고, 장치 간 시간 동기화가 잘 되어 있다면 독립적으로 수집했다라도 나중에 동기화 처리가 용이하다.

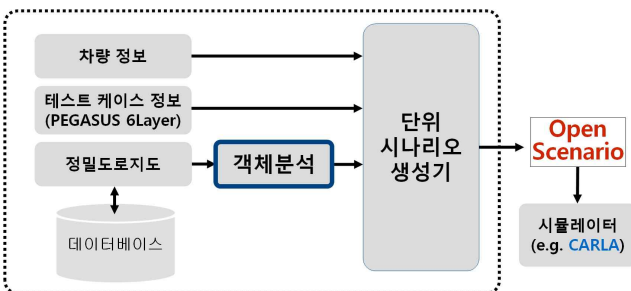


<그림 1> 정밀도로지도의 정보 계층 예시 (서울 상암동 지도)

<표 1> 노드를 기술하는 코드의 예시 [8]

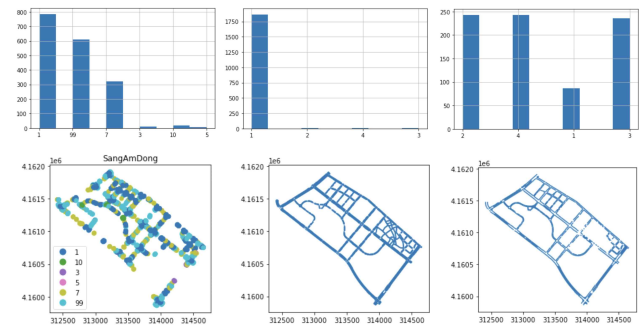
노드 유형 코드	노드 설명
1	평면교차로
2	입체교차로
3	터널 시·종점
4	교량 시·종점
5	지하차도 시·종점
6	고가차도 시·종점
7	도로 차로수 변화
8	톨게이트 시·종점
9	요금소
10	회전교차로
99	기타 없음

2.2 개발 및 구현내용



<그림 2> 시스템 구조도

그림 2는 전체적인 개발 시스템의 구조도를 나타낸다. 차량 정보와 정밀도로지도, 시나리오 구성을 위한 부가정보를 함께 입력하면 이를 단위시나리오 생성기가 ASAM(Association for Standardisation of Automation and Measuring Systems) 표준에서 정의하는 OpenScenario 파일을 생성하고 이를 CARLA와 같은 자율주행자동차 시뮬레이터에 제공하여 시뮬레이션을 수행한다. 단위시나리오 생성에 앞서 “객체분석” 단계에서는 데이터베이스나 파일형태로 존재하는 정밀도로지도를 입력받아 지도를 구성하는 여러 정보 계층에 포함된 객체의 발생빈도, 객체 상호간 물리적 거리, 그래프 구조의 네트워크 정보를 수집한다. 이를 사용하여 시험환경의 복잡도와 시험환경 간 유사도를 계산할 수 있게 된다. 그림 3은 객체분석을 통해 추출한 일부 통계정보를 시각화 한 것이다.



<그림 3> 정밀도로지도의 정보 계층별 객체 분석의 예시

3. 결론

본 논문에서는 자율주행 단위시험환경 구축을 위해 도로망 구성, 장애물, 표지판 등의 정보를 포함하는 정밀도로지도의 객체를 분석하는 방법을 제안하고 구현했다. 정밀도로지도 처리를 포함하는 데이터 파이프라인을 설계 및 개발하고, 정밀도로지도 객체분석을 통해 시험환경의 복잡도 및 특성, 시험환경 간 유사성을 파악하도록 했다. 개발한 소프트웨어는 향후 자율주행 학습을 위한 단위 및 통합 시험환경 구축 및 법규 및 규제 대응 서비스 시나리오의 구성에 활용할 예정이다.

감사의 글

이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2021-0-01352, 자율주행 관련 법규 및 규제 대응 서비스 시나리오 실효성 검증 기술 개발)

참고문헌

- [1] M. Bojarski and et al., “End to end learning for self-driving cars”, arXiv preprint arXiv:1604.07316, 2016.
- [2] R. Sebastian Ramos and et al., “Detecting unexpected obstacles for self-driving cars: Fusing deep learning and geometric modeling”, 2017 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2017.
- [3] 홍윤석, “자율주행자동차의 기능 및 안전성 평가 방안”, 월간 교통, pp. 13-18, 2015.
- [4] 민경찬, 이명수, “자율주행자동차의 국내외 임시운행허가 및 안전 기준 개발 동향”, 오토저널, vol. 37, no. 9, pp. 53-58, 2015.
- [5] 이명수, 전기완, 윤윤기, 조봉균, 임태호, “자율주행 성능평가를 위한 비정형 주행환경 기반 시나리오 설계 방법 연구”, 한국통신학회 학술대회 논문집, pp. 349-350, 2020.
- [6] 원상연, 전영재, 정현우, 권찬오, “자율주행자동차 실주행 지원을 위한 표준 정밀도로지도 비교 및 활용 레이어 분석”, 한국지리정보학회, 23권 3호, pp. 132-145, 2020.
- [7] R. Liu, J. Wang, B. Zhang, “High definition map for automated driving: Overview and analysis”, The Journal of Navigation, vol. 73, no. 2, pp. 324-341, 2020.
- [8] 국토지리정보원, “정밀도로지도 구축 매뉴얼”, 2019.
- [9] 상암 자율주행자동차 시범운행지구 정밀도로지도, URL: <https://map.ngii.go.kr/ms/pblict/preciseRoadMap.do>
- [10] 전술기, 성장기, 명현, “3DLiDAR 를이용한차선검출및정밀지도매핑을 통한 자율주행 자동차의 위치 인식 기법”, 한국통신학회 하계종합학술대회, 2020.