

비정형 환경 이면도로 자율주행을 위한 정밀도로지도의 벡터 데이터 활용에 관한 연구

김태형, 이윤화, 윤윤기, 조봉균, 윤경수

지능형자동차부품진흥원

thkim@kiapi.or.kr, yhlee@kiapi.or.kr, ykyoon@kiapi.or.kr, jbggg1@kiapi.or.kr, kadbonow@kiapi.or.kr

A study on the vector data utilization of high-definition map for autonomous driving of side street in the atypical environment

Kim Tae-Hyeong, Lee Yun-Hwa, Yun Yun-Ki, Jo Bong-Gyun, Yun Kyung-Su

Korea Intelligent Automotive Parts Promotion Institute (KIAPI)

요 약

자율주행 기술이 발전함에 따라 자율주행 차량이 주행해야 할 환경이 다양해지고 있다. 도심 도로, 자동차전용도로와 같은 정형 환경을 벗어나 이면도로, 농로와 같은 비정형 환경에 대한 대응이 필요하다. 정형 환경의 도로는 차로 별 차선이 명확히 표시되어 있으며, 차량의 교행이 원활 하게끔 다 차로로 구축되어 있다. 반면 비정형 환경의 이면도로, 농로는 차로 별 차선이 명확히 표시되어 있지 않으며, 구간에 따라 차량의 교행이 불가능하거나 비좁게 교행이 가능할 정도의 단 차로로 구축되어 있다. 자율주행 레벨을 향상시키기 위해서는 이러한 비정형 구간에 대해서도 충분히 고려하여야 한다. 본 논문은 이면도로를 포함하는 비정형 환경에서 정밀도로지도의 벡터 데이터를 활용하여 자율주행 하는 것에 대하여 기술한다.

I. 서론

자율주행 기술이 발전함에 따라 자율주행 차량의 운행 가능 환경의 확장이 요구되고 있다. 정형 환경으로 정의할 수 있는 자동차전용도로에서는 이미 운전자보조기능을 통해 일정 수준의 자율주행을 제공하고 있으며, 도심 도로에 대해서도 많은 연구와 실증이 이루어지고 있다. 그러나 자율주행 기술의 레벨 향상을 위해서는 이면도로, 농로 등을 포함하는 비정형 환경에 대응 가능한 기술 개발이 필요하다.

운전자에 의해 주행하는 차량은 항법지도 기반의 내비게이션을 통하여 출발지와 목적지를 운행할 수 있다. 운전자에 의해 인지, 판단 및 제어가 이루어지기 때문이다. 반면에 자율주행 차량은 센서에 의해 인지되며, 내부 프로세서에 의해 판단 및 제어 명령이 발생된다. 이러한 자율주행 차량의 인식 범위와 성능 및 기능 등을 보완하기 위해서 정밀도로지도의 필요성이 대두되었다. 국·내외에서 정밀도로지도를 활용한 자율주행 기술 개발이 다수 진행되었으며, 특히 국토교통부에서 정밀도로지도를 구축하여 배포하고 있다.[1-2] 정밀도로지도는 차선, 도로중심선, 노면 표시, 신호등 위치, 과속방지턱 위치 등 도로에 대한 높은 정밀도의 정보를 제공한다.

이렇듯 정밀도로지도를 자율주행에 활용하므로써 자율주행 차량의 안전성을 향상시킬 수 있고, 차량 주변에 존재하는 고정 지물에 대한 인지와 활용이 가능하다. 비정형 환경은 자율주행 차량이 운행가능한 한 차로 수, 차로 폭 및 고정 지물의 위치 등이 불규칙한 경우가 많다. 따라서 정밀도로지도를 구축하여 자율주행에 활용한다면, 비정형 환경에서의 자율주행 안전성을 향상시킬 수 있을 것이다.

본 논문은 이면도로가 포함된 비정형 환경 정밀도로지도의 벡터 데이터를 활용하여 자율주행 하는 것에 대하여 기술한다. 정밀도로지도의 벡터 데이터를 가공하고 이를 경로 생성에 사용하여 자율주행에 활용한다.

II. 본론

1. 정밀도로지도

자율주행 차량의 안전성 향상을 위해 정밀도로지도가 구축되고 있으며, 국토교통부에서 국내 주요 고속도로, 실증지구(서울, 제주, 대구 등) 및 주행시험장(자동차안전연구원, 지능형자동차부품진흥원 등) 등에 대한 정밀지도 구축을 진행하였다. 정밀도로지도는 벡터, 점군, 영상, GNSS 수신정보, 기준점 등을 포함한다.

국내 정밀도로지도의 벡터 데이터는 14개 레이어로 구성되어 있으며, 주행경로노드/링크, 차도구간, 부속구간, 주차면, 안전표지, 노면선표시, 노면표시, 신호등, 킬로포스트, 차량방호안전시설, 과속방지턱, 높이장애물, 지주 레이어로 구분되어 있다.[3] 각 레이어를 구성하는 지형/지물의 특성에 따라, 점/선/면 형태로 해당 위치를 표시하고 있다. 정밀도로지도에 대한 시각화 예시는 그림 1과 같으며, 대구광역시 달성군 테크노폴리스 일부 구간에 대한 정밀도로지도를 위성지도에 오버랩한 것이다.

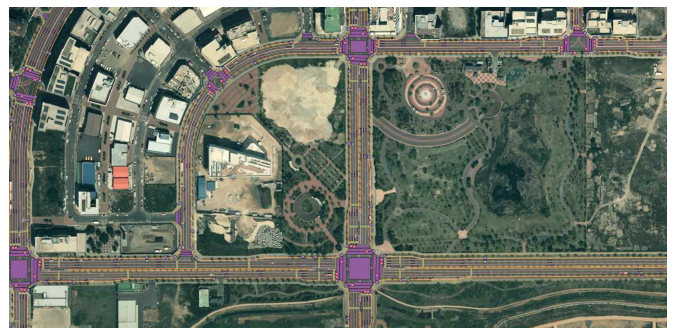


그림 1. 정밀도로지도 예시 (대구광역시 달성군 테크노폴리스)



그림 2. 비정형 환경 (이면도로)

2. 비정형 환경

예측 불가능한 상황의 발생 가능성이 높거나 도로, 차량의 형태 및 노면 상태가 일정치 않은 것과 같은 환경을 비정형 환경이라고 정의한다. 본 논문은 자율주행 차량의 경로계획 및 주행에 초점을 맞추었으며, 이에 따라 차로 폭이 일정치 않거나 양 방향의 차량이 명확하지 않은 이면도로에 한정하여 다룬다.

비정형 환경에 대한 자율주행 대상 지역(대구광역시 달성군 유가읍 유곡리) 및 구간은 사전에 정의하였으며, 그림 2와 같다. 이중 이면도로에 해당하는 구간과 구간 별 주행 환경을 표기하였다.

3. 벡터 데이터 가공 및 활용

본 원에서는 자율주행 대상 지역에 대하여 정밀도로지도를 구축하였으며, 해당 정밀도로지도의 레이어는 국내의 다른 정밀도로지도와 동일하게 구성되어 있다.

경로계획 및 주행을 하기 위해서는 주행경로노드와 주행경로링크 레이어에 해당하는 정보를 사용하여야 한다. 주행경로링크의 선은 방향성을 띄고 있으며, 일반적인 정형환경의 도로에서는 차량의 구분이 명확하기 때문에 별도의 가공없이 사용이 가능하다. 그러나 이면도로의 경우 동일한 차로를 양방향으로 통행할 필요가 있기 때문에 별도의 가공이 필요하다. 따라서 본 논문은 다음과 같은 순서로 벡터 데이터를 가공하였으며, 이면도로에 대한 데이터 가공 예시는 그림 3과 같다.

- step1. 이면도로에 해당하는 주행경로링크와 동일한 링크를 복제
- step2. 해당 링크의 시작 및 도착 지점의 주행경로노드를 복제
- step3. 해당 도로구간의 도로 폭에 따라 양방향의 주행경로링크를 각각 일정 오프셋만큼 도로 경계와 가깝게 이동
- step4. 주행경로노드도 주행경로링크의 시작점과 도착점에 맞추어 이동
- step5. 복제한 주행경로링크의 방향 전환
- step6. 복제한 주행경로노드/링크 및 관련된 주행경로노드/링크의 세부 속성 수정

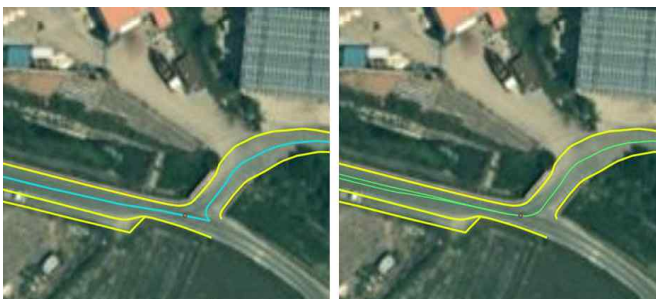


그림 3. 벡터 데이터의 가공 전(좌), 후(우)



그림 2. 비정형 환경 (이면도로)

본 논문은 가공한 벡터 데이터를 활용하여 전역경로계획을 수행하였다. 이면도로를 포함하게끔 경로를 설정하고, 이에 대하여 양방향 경로계획이 가능한지를 검증하였다. 경로계획은 Dijkstra 알고리즘[4]을 기반으로 제작되었으며, 정밀지도의 주행경로노드와 주행경로링크가 각각 알고리즘 내의 노드와 링크로 사용되었다. 이에 대한 결과는 그림 4와 같다. 그림에서 녹색 원은 차량의 현재 위치이며, 적색 원은 설정한 도착 위치이다. 두 개의 예시에 이면도로가 포함되어 경로계획 되었으며, 도착 지점의 위치에 따라 이면도로를 양방향으로 이용하여 최단 경로를 생성하는 것을 검증하였다.

III. 결론

본 논문은 이면도로를 포함하는 비정형 환경의 정밀도로지도 벡터 데이터를 활용하여 자율주행 기능에 활용 하는 것에 대하여 기술하였다. 이면도로의 주행경로노드/링크를 가공하고 이를 전역경로계획에 활용하여 이면도로의 양방향에 대한 최단 경로가 생성되는 것을 확인하였다. 향후에는 비정형 환경 자율주행 실증 및 이에 기반한 연구를 진행할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation(IITP) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. 2019-0-00399, Development of A.I. based recognition, judgement and control solution for autonomous vehicle corresponding to atypical driving environment)

참 고 문 헌

- [1] S. G. Jeon, C. K. Sung, and M. Hyun, "Localization of Autonomous Vehicle based on HD Map Matching with Lane Marking Detection using a 3D Lidar," in Proc. KICS Summer Conference 2020, pp. 535, 2020.
- [2] H. T. Oh, and T. H. Park, "HD-Map and Tile Map based Global Path Planning for Autonomous Driving," in Proc. ICROS Conference 2020, pp.204-205, 2020.
- [3] 국토지리정보원 스마트공간정보과 "정밀도로지도 설명 및 안내 자료," 2021.
- [4] R. C. Prim, "Shortest Connection Networks and Some Generalizations," The Bell System Technical Journal, Vol.36, No.6, pp. 1389-1401, 1957.