

비전 기반 차선 인식 정보의 Costmap 반영 연구

하지훈¹, 김규남²

¹성균관대학교 기계공학부 학부생

²성균관대학교 기계공학부 교수

hjh7870@naver.com, kyunam.kim@skku.edu

Integration of Visually Detected Lane Information into Costmap

Jihoon Ha¹, Kyunam Kim²

¹School of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University

²School of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University

요약

자율주행에서의 경로 계획을 위해서는 costmap을 활용할 수 있다. Costmap은 map 정보와 센서 데이터를 토대로 해당 지역을 통과할 때의 위험도를 cost로 할당한다. 그러나 local costmap에는 서로 인식한 장애물만이 고려되며, 차선 정보를 경로 계획에 포함하기 위해서는 별도의 정보 처리가 필요하다. 본 연구에서는 카메라로 인식한 차선 정보를 costmap에 포함함으로써 통합적인 판단 방법론을 탐색하고, 위치 추정 및 경로 계획에서의 활용 가능성을 제시한다.

1. 서론

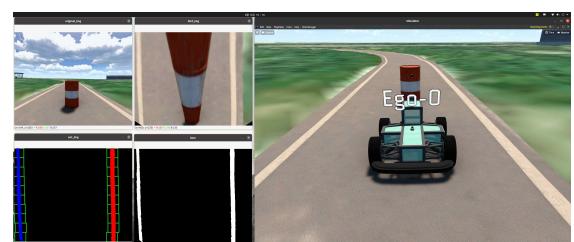
비용 지도(costmap)는 지도 정보와 센서 데이터를 토대로 해당 지역을 통과할 때의 위험도를 비용(cost)으로 할당한다. 이러한 비용은 점유격자지도에 기초하여 만들어지며, 누적된 점유 정도(occupied space)에 따라 인플레이션 비용(inflation cost)을 할당함으로써 비용 지도가 형성된다[1]. 자율주행 시스템은 비용 지도에서 계산된 각 격자의 비용을 토대로 안전하고 효율적인 경로를 계획할 수 있다.

그러나 라이다 등으로 인식한 장애물에 대한 지역 비용 지도에는 차선 정보가 반영되지 않으므로, 차선의 경로 계획 반영을 위해서는 별도의 판단 시스템이 적용되어야 한다. 이는 자율주행 시스템의 복잡성을 증가시키며, 통합적인 판단 프로세스의 장애물로 작용한다. 따라서 차선 정보까지 비용 지도에 반영한 통합적인 시스템이 구축되어야 한다.

본 연구는 카메라로 인식한 차선 정보를 지역 비용 지도에 반영하는 방법을 탐색하고, 위치 추정 및 경로 계획에서의 활용 가능성을 제시한다. 연구는 Morai 시뮬레이터 환경[2]에서 진행하였으며, 오픈 소스 메타페키지인 navigation stack[3]을 토대로 아키텍처를 설계하였다.

2. 차선 인식

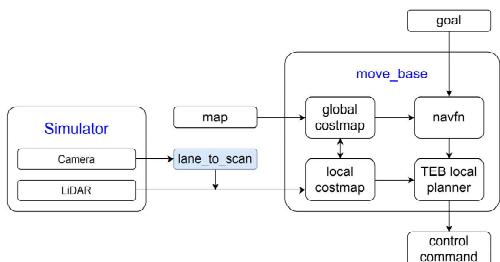
카메라로부터의 이미지 처리를 위해 Bird's Eye View(이하 BEV) 변환, 가우시안 블러 적용, HLS(Hue, Lightness, Saturation) 필터 적용, 흑백 변환, 이미지 이진화 작업을 순서대로 거쳤으며, 최종 변환된 차선 이미지에 슬라이딩 윈도우 기법을 적용하여 차선 위치에 윈도우가 형성되도록 하였다. 슬라이딩 윈도우의 좌표를 이용해 차선의 픽셀 좌표를 계산하게 되며, 이는 이후 차선 위치를 미터 좌표계로 변환하는 데에 사용된다.



(그림 1) 이미지 처리를 통한 차선 인식

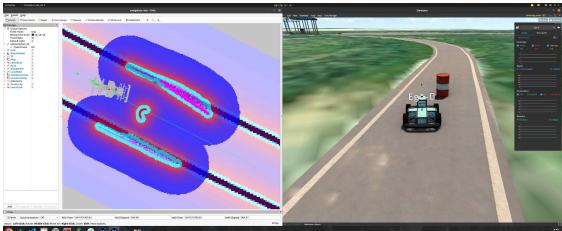
3. 비용 지도 기반 자율주행 시스템 설계

비용 지도에 포함된 차선 정보를 토대로 위치 추정 및 경로 계획이 적절하게 이루어지는지 검증하기 위해서는 비용 지도 기반 자율주행 시스템을 구성해야 한다. 이를 위해 navigation stack을 기반으로, 위치 추정에 적응형 몬테 카를로 위치 추정[4]을, 경로 생성 알고리즘에 navfn, Timed Elastic Band 로컬 플래너[5]를 적용하였다.



(그림 2) 비용 지도 기반 자율주행 시스템 아키텍처

4. Costmap으로의 반영



(그림 3) 위치 추정 및 경로 생성 적용 후 검증

차선을 비용 지도에 반영하기 위해서는 토픽을 LaserScan 형식으로 송출해야 한다. 이때 고려할 사항은 첫째, LaserScan 형식 데이터이다. BEV로의 이미지 변환 시 픽셀 좌표는 일차 방정식 형태로 변환되므로, 임의의 차선 픽셀의 픽셀 좌표를 미터 좌표계의 거리와 각도로 변환하는 식을 구성함으로써 모든 차선 픽셀을 미터 좌표계로 반영할 수 있다.

둘째, 샘플링이다. 윈도우의 중앙점만을 차선으로 고려하면 차선의 두께를 고려하지 못한다. 따라서 윈도우 내에서 발견된 차선 픽셀 모두를 반영하는 것이 옳으나, 그 개수가 너무 많아 데이터가 누락되는 문제가 발생하였다. 따라서 거리와 각도 데이터를 사분위수로 나누어 정렬하고, 각 분위별로 50개의 데이터를 슬라이싱하여 추출하였다.

셋째, 비용 지도 반영이다. 추출 데이터를 기반으로 LaserScan 형식 토픽을 업데이트하여 송출하고, 이를 장애물 레이어로 설정함으로써 차선을 라이다 측정값과 동등하게 간주하도록 하였다. (그림 3)은 차선 정보가 라이다로 인식한 전방 드럼통과 함께 지역 비용 지도에 반영되었음을 보여준다.

6. 결론

본 연구는 비전 기반 차선 인식 정보를 비용 지도에 반영함으로써 통합적인 판단 방법론을 제시하였다. 차선의 픽셀 좌표를 미터 좌표계의 거리와 각도 값으로 변환하고 샘플링하여 LaserScan 형식으로 송출하였다. 이후, 지역 비용 지도에 차선 정보를

반영하여 자율주행 시 활용할 수 있도록 하였다. 즉, 차선을 기준으로 위치를 추정할 수도 있고, 차선을 벗어나지 않도록 경로를 생성할 수도 있다.

(그림 3)은 또한 비용 지도에 포함된 차선 정보를 바탕으로 위치 추정 및 경로 생성의 결과를 보여준다. 차량 주변의 녹색 화살표는 파티클 필터의 파티클을 의미하며, 적절하게 수렴하여 현재 위치를 추정하였음을 보여준다. 녹색 선은 전역 경로를, 붉은색 선은 지역 경로를 의미하며, 경로 계획에 전방의 장애물과 차선을 반영하였음을 보여준다.

그러나 BEV 변환 시 영상이 왜곡되므로, 곡선 도로에 대해서는 한정적인 형태로 반영되는 한계를 보였다. 따라서 향후에는 곡선 차선까지 정확하게 반영하는 방향으로 연구를 수행할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(교육부-산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0022098, 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재 양성사업)

참고문현

- [1] Lu, D., Hershberger, D., & Smart, W. (2014). Layered costmaps for context-sensitive navigation. In 2014 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (pp. 709–715).
- [2] Simulation Platform for Everything | MORAI. (2023). Retrieved 7 September 2023, from <https://www.morai.ai/>
- [3] Eitan Marder-Eppstein, Eric Berger, Tully Foote, Brian Gerkey, & Kurt Konolige (2010). The Office Marathon: Robust Navigation in an Indoor Office Environment. In International Conference on Robotics and Automation.
- [4] Fox, D., Burgard, W., Dellaert, F., & Thrun, S. (1999). Monte Carlo Localization: Efficient Position Estimation for Mobile Robots. In Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence.
- [5] Roesmann, C., Feiten, W., Woessch, T., Hoffmann, F., & Bertram, T. (2012). Trajectory modification considering dynamic constraints of autonomous robots. In ROBOTIK 2012; 7th German Conference on Robotics (pp. 1–6).