

도심로 자율주행 차량을 위한 4륜 조향 기반 경로 추종 제어기 설계 및 검증

박홍식*, 정승룡**, 김영춘***, 정도현***, 김문식***

*공주대학교 기계공학과

** (주)오토노머스에이투지

***공주대학교 지능형모빌리티공학과

e-mail : mskim2@kongju.ac.kr

Design and Evaluation of 4-Wheel-Steering based Path Tracker for Autonomous Vehicle in Urban road

Heung-Sik Park*, Seung-Ryong Jeong**, Young-Choon Kim***, Do-Hyun Jung***, Moon-Sik Kim***

*Dept. of Mechanical Engineering, Kongju National University

** Autonomous a2z Corporation

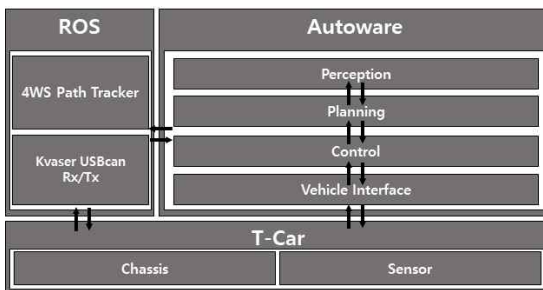
***Dept. of Intelligent Mobility Engineering, Kongju National University

요약

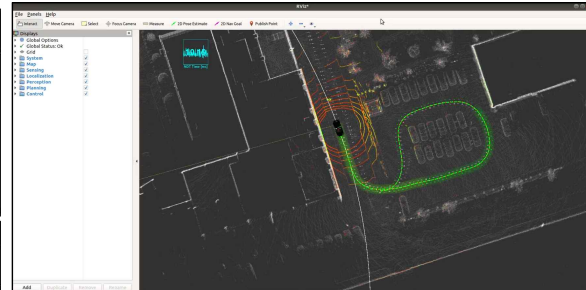
최근 대도시의 인구 밀집화로 교통량 증가에 따른 좁은 골목길 주행 및 주차공간 협소 등 사회적으로 많은 불편함을 겪고 있는 추세이다. 특히, 좁은 골목길에서의 주행은 협소한 공간으로 인해 초보 운전자뿐만 아니라 숙련된 운전자조차 어려워한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 최근 양산 차량에도 4륜 조향 시스템이 적용되고 있는 실정이다. 4륜 조향 시스템은 동위상 조향과 역위상 조향을 활용하여 차량의 운동성능 및 안정성을 향상시키는 장치로서, 현재 고급 차량 위주로 적용이 되고 있지만, 기술이 상용화되어 생산단가가 낮아지게 된다면 모든 차량에 확대 적용되어 차량의 운동성능을 향상시킬 것이다. 더불어, 4륜 조향 시스템을 자율주행차에 적용하게 된다면 상가에서 기술한 주행 성능 향상이 예상되어 도심지 자율주행기술에 크게 이바지할 것으로 예상된다.

본 연구에서는 자율주행차의 자율주행 3요소인 인지, 판단, 제어 중 차량의 거동에 핵심적인 요소인 횡방향 제어에 해당하는 4륜 조향 기반 자율주행차의 경로 추종에 관한 연구를 진행하였다. 종래의 자동차는 전륜조향으로 작동되는 반면에 4륜 조향 시스템을 사용한 차량은 후륜까지 조향하게 된다. 4륜 조향 시스템의 특성을 활용하여 실제한 횡방향 제어기는 차량의 Side Slip Angle을 제어 파라미터로 반영하였다. 4륜 조향 기반 횡방향 제어기는 기존 Stanley Controller를 기반으로 하였으며, 차량의 Side Slip Angle을 감소시켜 차량의 안정성을 증가시키고 차량의 경로 추종 성능을 향상시키도록 설계하였다. 본 연구에서 제안한 4륜 조향 기반 횡방향 제어기의 성능 검증을 위해 기존 연구에서 진행했던 시뮬레이션 데이터와 실험용 차량을 활용한 2륜 조향 주행, 4륜 조향 주행을 비교하였다. 실험 환경은 4륜 조향이 가능한 플랫폼과 3D Lidar(Robosense 16ch), Vector CANoe, Kvaser USBcan Pro 4xHS, MATLAB/Simulink, Autoware를 사용하여 구축하였다. 4륜 조향 플랫폼은 전/후륜 조향변위가 $\pm 30\text{deg}$ 이며, 3D Lidar는 차량의 측위를 위해 사용되었다. 그리고 CANoe는 차량의 CAN 통신 데이터를 분석, Kvaser USBcan Pro 4xHS는 개발된 횡방향 제어기의 제어결과를 CAN 통신 데이터로 실험용 차량에 전달해 주기 위해 사용하였다. 마지막으로 소프트웨어인 MATLAB/Simulink는 실차 실험 전 시뮬레이션 검증을 위해 사용하였고, Autoware는 차량의 측위를 위해 사용하고 포인트 클라우드 맵 등의 데이터와 목표 경로를 확인하기 위해 사용하였다.

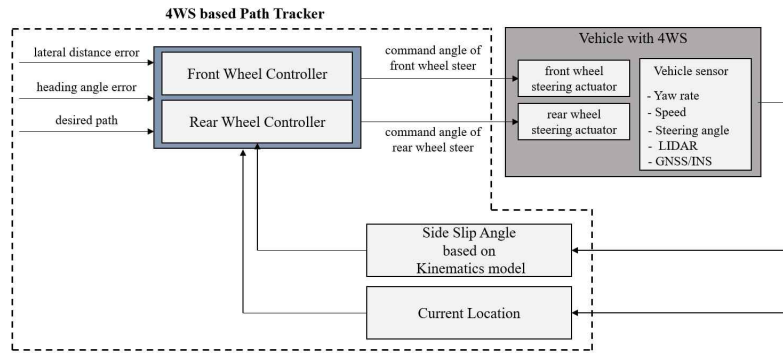
본 연구에서 설계한 제어기의 성능은 4륜 조향 시스템을 이용하여 차량의 여러 데이터 중 Side Slip Angle을 감소시키는 경향을 보였으며, 이를 토대로 차량의 주행 안정성과 거동 성능을 높일 수 있어 도심지에서의 모빌리티 주행 기술 향상에 기여할 것으로 보인다.



[그림 1] Architecture of T-Car Test



[그림 2] Autoware for Testing 4WS Path Tracker



[그림 3] Mechanism of 4WS Path Tracker

Acknowledgement

이 연구는 2023년 중소벤처기업부의 기업연계형 연구개발 인력양성사업(RS-2023-00258860)과 2023년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원(KEIT)연구비 지원에 의한 연구임(20018448)