

미끄러운 노면에서 상태제약 및 최적화를

활용한 자율주행 안전 전략

김 동 료¹⁾ · 손 영 섭²⁾ · 한 경 석^{*1)}경북대학교 기계공학과¹⁾ · 경북대학교 로봇 및 스마트시스템공학과²⁾

Safe Strategy of Autonomous Driving Using State Constraints and Optimization Under the Slippery Road Condition

Dongryul Kim¹⁾ · Youngseop Son²⁾ · Kyoungseok Han^{*1)}School of Mechanical Engineering, Kyungpook National University¹⁾,Department of Robot and Smart Systems Engineering, Kyungpook National University²⁾**Key words** : Optimal control(최적제어), Automated driving vehicle(자율주행차), Cost function(비용함수), Obstacle(장애물), State constraints(상태제약조건), Path planning(경로계획)

* 한경석, E-mail: kyoungsh@knu.ac.kr

현재 자율주행차 산업이 발전하면서, 자동차 시장에서 가장 관심 집중되는 요소는 안정적인 차량제어이다. 차량을 운전할 때 가장 위험한 상황은 고속도로에서 충돌사고 및 미끄러운 노면에서 주행이다. 고속도로에서 갑작스러운 장애물 등장이나 눈이 많이 올 때, 운전자가 스스로 차량을 잘 통제하기가 어려운 부분이 존재한다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서 앞으로의 자율주행 시대에서는 차량이 위험상황들을 예방할 수 있는 제어전략이 매우 유망하다. 자율주행차의 장애물 회피를 위한 경로계획 및 추종제어에 관해서 많은 연구가 있다. 하지만 제약조건을 고려한 최적화를 기반으로 한 연구가 아직 부족한 상황이다.

본 연구에서는 최적제어기법 중 Pontryagin's Maximum Principle을 활용해서 제약조건을 기반으로 차량의 최적경로 생성법을 제안한다. 우선, 차량이 제어를 수행하는 시간 및 저크를 비용함수로 정의한다. 저크는 운전자의 승차감을 의미하며, 비용함수를 최소화해서 차량이 장애물 등장 시에도 차선변경을 자연스럽게 수행할 수 있는 최적경로를 계획한다. 그리고 상태제약조건을 활용해서 슬립앵글이라는 차량의 동역학적 변수를 고려하여 미끄러운 노면에서도 사고를 예방할 수 있는 안전 전략을 제시한다. 매트랩을 통해서 다양한 상황에서 시뮬레이션을 진행했고, 최종적으로 차량소프트웨어(Carsim)상에서 고신뢰도 차량을 통해 경로계획 알고리즘을 검증했다.

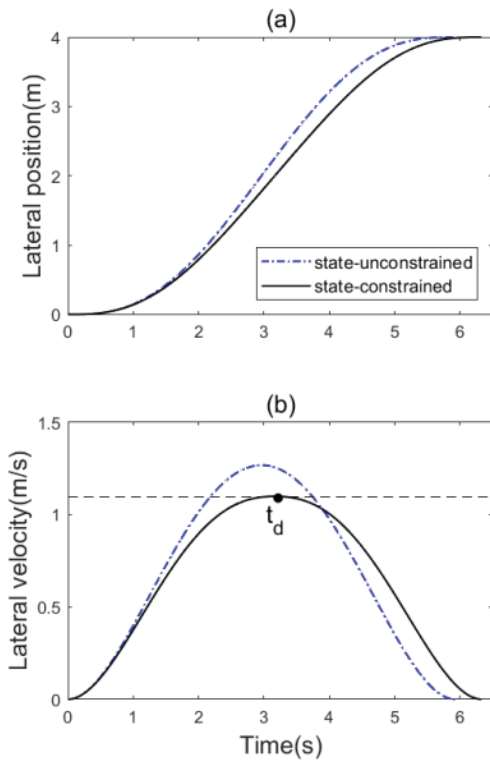


Photo. 1 The comparison of state-unconstrained trajectory and state-constrained trajectory (blue : state-unconstrained optimal path, black : state-constrained optimal path)

Acknowledgement

이 논문은 2021년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (20014121)