

자율주행차량의 연비 최적화를 위한 전방 주행정보 기반의 최적 감속

제어 기법

송 승 민^{*1)} · 이 웅¹⁾ · 김 남 욱^{**1)}

한양대학교 기계공학과¹⁾

Optimal Coasting Control of Automated Vehicles for Fuel Consumption

Optimization

Seungmin Song^{*1)} · Woong Lee²⁾ · Namwook Kim^{**3)}

Department of Mechanical Engineering, Hanyang University¹⁾

Key words: Autonomous Vehicle(자율주행차), Cruise Control(크루즈 컨트롤), Dynamic Programming(동적계획법), Pontryagin's Minimum Principle(폰트리아긴 최소화 원리), Optimal Control(최적 제어)

* 발표자, 송승민 E-mail: smsong302@gmail.com

** 교신저자, 김남욱 E-mail: nwkim21@gmail.com

“본 연구는 기초연구사업과 신진연구지원사업, 생애첫연구사업의 지원으로 수행되었음(과제번호: 2017018000).”

전 세계적으로 차량의 통신기술인 V2X(Vehicle to everything) 기술의 발달로 전방 차량정보 및 인프라 정보를 차량이 인지할 수 있으며 이를 활용한 제어기법에 대한 관심이 높아지고 있는 추세이다. 자율주행 차량 또는 차량을 크루즈 컨트롤 할 경우 운전자의 의지가 배제될 수 있어 전방 주행정보들을 이용하여 차량이 소모하는 연료량을 최소화하는 제어기법을 개발할 수 있다. 본 논문에서는 전방도로 정보를 반영하여 차량을 제동해야 하는 상황에서 최적단을 결정하는 알고리즘을 기반으로 차량의 연비를 최적화할 수 있는 제어 기법을 개발하였다.

차량의 제동 방법에는 마찰브레이크를 이용하는 방법 외에 N단을 이용한 감속과 D단의 엔진 브레이크를 사용하는 방법이 있다. 본 연구에서 전방 목표주행거리와 목표속도가 정해질 경우 동적계획법(Dynamic Programming)과 폰트리아긴 최소 원리(Pontryagin's Minimum Principle) 두 가지 최적화 이론을 사용하여 제동 시 최적 변속단을 결정하는 알고리즘을 개발하고 도출된 결과를 비교 및 검증하였다. 이 최적화 문제의 경우 일정 거리 내에 일정 속도까지 감속해야 하는 두 가지 제약 조건을 가진 문제이며, 이 두 가지 제약 조건을 하나로 줄이기 위해 기존의 연료 소모량으로 정의되었던 목적함수에 속도 변수 항을 추가하여 새로운 목적함수를 도출하였다.

$$\min J = \int_{t_0}^{t_f} \dot{m}_{fc} + \lambda v \, dt \quad (1)$$

$$\text{subject to } \dot{v} = f(v, u) \quad (2)$$

이러한 방법은 속도, 거리 두 가지 제약 조건을 속도만의 제약 조건으로 줄일 수 있고, 최적화 문제를 해결하는데 필요한 계산시간도 줄일 수 있는 장점을 갖고 있다. 또한 속도 변수 항의 λ 를 정의함으로써 사라진 거리 변수의 제약 조건을 만족시키는 결과 값을 얻을 수 있다.

동적계획법의 경우 절대 최적 값을 도출할 수 있지만, 많은 계산량을 요구하여 전방향 제어기에 탑

재할 수 없는 어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 비교적 계산량이 적은 폰트리아긴 최소 원리를 기반으로 전방도로 정보를 반영하여 차량을 제동해야 하는 상황에서 최적단을 결정하는 알고리즘을 개발하고 동적계획법으로 이를 검증하는 연구를 진행하였다. 현재는 내연기관 차량 기준으로 최적화 문제를 해결하였지만, 추후에 하이브리드 차량이나 변속기가 적용된 전기차에도 적용할 수 있도록 발전시킬 계획이다.