

군집주행의 종방향 제어를 위한 비선형 제어기 성능 비교 평가

Comparative Performance Evaluation of Nonlinear Controllers for Longitudinal Control in a Vehicle Platooning

°전 성 민*, 최 재 원**, 김 영 호***

* 부산대학교 기계공학부(Tel : 051-510-3203; Fax : 051-510-2470 ; E-mail:sumijun@pusan.ac.kr)

** 부산대학교 기계공학부(Tel : 051-510-2470; Fax : 051-510-2470 ; E-mail:choijw@pusan.ac.kr)

*** 부산대학교 전기전자컴퓨터공학부(Tel : 051-510-2281; Fax : 051-516-4356 ; E-mail:yhkim@pusan.ac.kr)

Abstract : Advanced Vehicle Control Systems(AVCS) is one of the key elements in Intelligent Transportation Systems(ITS). This paper considers the problem of longitudinal control in vehicle platoon on a straight lane of a highway. In a very simplified situation, longitudinal vehicle dynamics contains many nonlinear elements. The nonlinear characteristics are mainly composed of an engine, a torque converter, and a drag force. In this paper, sliding control, one of nonlinear control methods, is applied to longitudinal automated vehicle control for platooning. Output feedback linearization is also simulated for comparison with the sliding control. Simulations for comparative study for the adopted controllers such as sliding control and output feedback linearization are performed under the same conditions. This paper aims at clarifying the characteristics of sliding control and output feedback linearization.

Keywords : vehicle platoon, longitudinal control, nonlinear control, feedback linearization, sliding control

1. 서론

날이 갈수록 심각해져 가는 교통문제는 전 세계적으로 심각한 상황을 보이고 있으며, 이미 모든 사람들이 그 심각성을 피부로 느끼고 있을 정도로 해결하지 않으면 안될 사회적 문제로 대두되고 있는 실정이다. 지난 수십 년간은 새로운 도로의 건설과 차선 확장 등으로 도로 수용량을 증가시켜 왔던 것이 사실이지만 이러한 시도는 시간이 지남에 따라 점점 더 실현 가능성에 회박해져 가고 있다. 이에 따라 최근 선진국에서는 전기전자공학, 통신공학, 자동 제어, 교통공학의 눈부신 발전을 토대로 하여 교통문제를 접근하고자 하는 새로운 시도로 ITS(Intelligent Transportation System)와 IVHS (Intelligent Vehicle Highway System)분야에 대한 연구가 많이 수행되고 있다. 이러한 연구의 일환으로 개발된 것이 차량 군집 주행(vehicle platooning)이다.

차량 군집주행은 미국의 PATH 연구소에서 처음 제안된 시스템으로서 하나의 집단에 속하는 두 대 이상의 차량이 서로간에 짧은 간격을 유지하면서 고속으로 주행하는 방식이다. 따라서 기존의 도로를 확장하지 않고도 차량의 흐름을 원활히 하여 도로의 차량 수용량을 현재보다 훨씬 높은 수준으로 증가시킬 수 있다. 또한 운전자에게 편리하고 안전한 운행을 제공하고, 추종차량의 공기역학적 인 마찰력의 감소로 인한 연료소비의 감소 및 공해배출의 감소와 같은 이점들을 가지고 있다.

군집주행을 실현하기 위해서는 군집을 이루는 각각의 차량에 대한 자동주행(auto cruising) 제어가 필요한데 자동주행 제어에는 크게 차간거리유지 및 속도추종을 위한 종방향 제어와 차선유지 및 이탈방지와 군집의 재편성을 위한 횡방향 제어로 나눌 수 있다.

군집주행의 종방향 제어는 크게 선행(leader)모드와 추종(follower)모드로 나눌 수 있다. 특히, 선행차량 제어에 대한 분야는 미국의 U.C. Berkeley에 있는 PATH 연구소를 중심으로 많은 연구가 수행되었고, 실제 차량에도 적용되어 우수한 제어 성능을 보이는

것으로 보고되었다.

본 논문에서는 우선 군집주행의 기본이 될 수 있는 추종모드의 종방향 제어만을 다룬다. 차량의 종방향 제어는 차량 모델의 엔진 부가 가지는 강한 비선형성으로 인해 비선형 제어기법에 의한 연구가 많이 진행되어왔다. 본 논문은 지금까지 개발된 종방향 제어를 위한 비선형 제어기를 비교하고 그 성능을 시뮬레이션을 통해 비교 검토한다.

2. 차량 모델링 및 차량군 모델링

2.1 차량 모델링

본 절에서는 먼저 제어시스템을 구성하기 위한 차량모델에 대하여 살펴보기로 한다. 일반적으로 차량모델은 공기역학적인 항력, 동마찰력 등에 의한 감쇠력, 그리고 엔진의 내부특성과 같은 요소에 의해 강한 비선형성과 불확실성을 띠게 된다.

본 논문에서는 엔진모델을 단순히 시간지연 요소를 가지도록 모델링하였다. 그럼 1에 i번째 차량모델을 도시하였다[1].

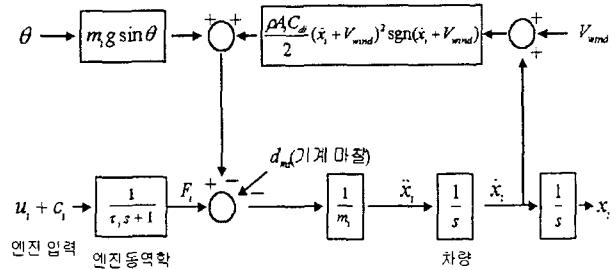


그림 1. 차량군에서 i번째 모델