

차량 자동주행 시스템의 안전한 차선변경을 위한 하이브리드 제어기 설계

Hybrid Controller Design for a Safe Lane Change Maneuver in Automated Highway Systems

°최재원*, 최재원**, 김영호***

* 부산대학교 기계공학부(Tel: 82-051-510-3203; Fax: 051-514-0685; E-mail: jwchoi5@hyowon.pusan.ac.kr)

** 부산대학교 기계공학부(Tel: 82-051-510-2470; Fax: 051-510-2470; E-mail: choijw@hyowon.pusan.ac.kr)

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

Abstract : In this paper, we design a hybrid controller for a safe lane change maneuver in automated highway systems(AHS). The proposed hybrid controller consists of a supervisor which controls the behaviors of discrete-event dynamic systems, and a regulator which controls the operations of continuous-variable dynamic systems. The supervisor determines whether the system starts a maneuver or not, via a condition for a safety, and gives orders to the regulator for performing the maneuvers. And the regulator tracks the planned path generated in the supervisor. The conditions for a safe lane change maneuver are proposed using the velocity, the acceleration, and geometrical relationship of vehicles.

Keywords : hybrid controller, lane change maneuver, automated highway systems(AHS)

1. 서론

산업화가 가속화되어감에 따라 많은 자동차들이 보급되어 교통, 물류에 있어 아주 큰 역할을 해왔지만 제한된 도로시설에 비해 급증하는 자동차의 수로 인하여 심각한 교통체증과 사고로 인한 피해도 증가되어 왔다. 통계청 자료에 의하면 1998년에만 고속도로에서 6,278건의 사고가 발생했으며, 663명이 사망하고 14,458명이 부상을 당했다. 차량 자동주행 시스템(Automated Highway Systems: AHS)[1]은 이러한 제한된 환경을 극복하기 위하여 차량과 도로를 자동화하고, 차량과 도로간의 통신을 구축하여 교통량의 증가와 안전한 주행을 가능하게 하여 도로운용을 효율적으로 하기 위한 시스템이다. 차량 자동주행 시스템은 인간의 반응보다 더욱 빠르고 정확하게 반응할 수 있어 안전한 주행이 가능하지만, 감각기관을 통해 인식한 정보로부터 상황을 판단하는 인간의 판단능력과 돌발 상황에 무의식적으로 대처하는 능력 등의 고차원적인 작동을 구현하는 것은 아직 초보단계에 머물러 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 Varaiya[1]는 차량 자동주행 시스템에 대한 계층적 제어구조를 제시하고 하이브리드 제어기(hybrid controller)를 설계하였다. 그 후 많은 연구들이 이루어져 Godbole 등[2]과 Raza와 Ioannou [3]에 의해 하이브리드 제어를 통한 차량 자동주행 시스템 구현이 이루어져왔다. 차량 자동주행 시스템을 구현하기 위해서는 병합(merge), 분리(split), 차선변경(lane change) 등의 기동이 필요한데, 이러한 기동을 하기 위해서는 기존의 연속 시스템에서의 제어만으로는 불가능하며, 복잡한 시스템에서의 판단, 결정, 추종 등의 제어가 동시에 이루어져야 한다. 따라서 자동주행 시스템은 구동 시스템의 연속시간 운동시스템 특성과 자동주행 시스템의 이산사건 운동시스템 특성을 동시에 가지는 하이브리드 시스템으로 고려할 수 있으며, 이러한 시스템을 제어하기 위해서는 하이브리드 제어기의 설계가 필요하다.

본 논문에서는 차량 자동주행 시스템에서 차선변경을 안전하게 수행하기 위한 하이브리드 제어기를 설계한다. 한 보고서에 의하면

고속도로 사고의 90%가 운전자의 부주의에 의한 사고라고 한다. 본 논문에서 제시하는 안전한 차량 자동주행을 위한 하이브리드 제어기는 차량 주행의 자동화를 통한 운전자의 실수를 제거함으로써 고속도로에서의 안전하고 효율적인 주행을 가능하게 한다. 본 논문에서 제시한 하이브리드 제어기는 자동주행 시스템의 이산사건 운동시스템 특성을 제어하는 슈퍼바이저(supervisor)와 슈퍼바이저에서 생성된 명령을 추종하여 기동을 수행하는 구동시스템의 연속시간 운동시스템 특성을 제어하는 레귤레이터(regulator)로 구성된다. 그림 1은 하이브리드 제어시스템의 개념을 도식적으로 나타낸 것이다. 하이브리드 제어기의 슈퍼바이저에서는 차선변경 기동을 시도하려는 차량의 속도와 인접한 차량들의 속도에 따른 안전간격 판별식에 의해 기동 여부를 결정하고 레귤레이터에 명령을 전달한다. 안전한 차선변경 기동을 위한 안전간격 판별식은 차량들의 속도, 가속도, 기하학적 관계에 의해 제시된다.

2. 안전간격 판별식

차량 자동주행 시스템에서의 기동을 병합, 분리, 차선변경으로

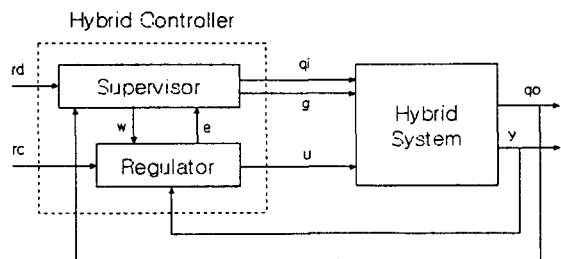


그림 1. 하이브리드 제어시스템의 구조.