

MR 센서를 이용한 무인 자동 시스템의 H_∞ 조향 제어

H_∞ Steering Control of an Unmanned Vehicle Driving System by the MR sensors

박기선, 김창섭*, 이영진*, 윤강섭**, 배종일***, 이만형****

* 부산대학교 정밀정형 협동과정(Tel : 051-510-1456; Fax : 051-512-9835 ; E-mail: amorlei@hyowon.pusan.ac.kr)
** 대구대학교 자동차 산업 기계공학부(Tel : 053-850-6654; Fax : 053-850-6549 ; E-mail: kasyoon@teagu.ac.kr)
***부경대학교 전기공학부(Tel : 051-620-1437; Fax : 051-620-1437 ; E-mail: jibae@pine.pknu.ac.kr)
**** 부산대학교 기계공학부(Tel : 051-510-2331; Fax : 051-512-9835 ; E-mail: mahlee@hyowon.pusan.ac.kr)

Abstract : By using the information obtained from the outputs of MR(MagnetoResistive) sensors for an Unmanned Vehicle Driving System, we develop an algorithm that decides the distance and direction between vehicle and the guideline which is made by the magnet. To improve the robust tracking properties of the closed loop system, we introduce H_∞ controller and its application for the Unmanned Vehicle Driving System.

Keywords : H_∞, MR sensor, Steering Control, Unmanned Vehicle, Robust Control

1. 서론

차량의 지속적인 증가와 도로 증가의 제한성으로 인한 차량 정체와 운전자의 안전을 위하여 ITS(Intelligent Transportation System), PATH(Partners for Advanced Transit and Highway)와 AHS(Automated Highway System) 같은 종류의 연구가 세계적으로 진행 되어왔다[5]. 고속도로상에서 차량의 자동 주행을 위해서는 차량의 종방향 제어 및 횡방향 제어가 수행되어야 한다. 종방향 제어는 차량의 속도를 조정하여 차량간의 간격이 적절하도록 조절하는 것이며, 횡방향 제어는 운전자가 편안한 승차감을 느끼면서 도로의 차선을 따라 주행을 하도록 하는 차량의 자동 조향을 말한다.

차량의 횡방향 제어와 관련한 연구는 선형과 비선형 제어 이론을 함께 사용하여 왔다. 선형 이론으로는 케환 조향 제어 설계를 위해 근계적을 사용한 방법이 있으나, 조향제어를 위해서 곡률 같은 전방 제어 정보를 사용하지 못하였다. Peng과 Tomizuka는 전방 정보와 FSLQ(Frequency Shaped Linear Quadratic) 제어기를 사용하였다. 선형 FSLQ 제어기의 주요관점은 승객의 승차감과 차선 추종성간의 성능 교환을 정량적으로 표현하는데 있으며, 모델링 오차에 대하여 강인하다는데 있다. 비선형 이론으로는 SMC(Sliding Mode Control)에 기반을 둔 조향 제어 이론이 개발되었는데, SMC는 명시적으로 설계에 있어서 매개변수 오차를 설명하기 때문에 제어기는 매개변수의 불확실성에 대하여 강인하다. 이 이론을 적용한 논문의 단점은 승차감이 고려되지 않았고 차량의 요 동력학의 안정성이 보장되지 못하다는 것이다[2].

자동 주행 차량의 횡방향 안내를 위한 참조/탐지 시스템은 크게 두 가지로 look-ahead 시스템과 look-down 시스템으로 나눌 수 있다. look-ahead 시스템은 비전 시스템과 같이 차량의 앞부분에서 횡방향으로 떨어진 거리를 측정함으로써 인간의 행동을 모방하는 시스템이다. 이 시스템은 일반적으로 속도가 증가하면 사람의 행동 양식과 비슷하게 측정하는 거리가 앞으로 증가하게 된다. 여러 연구기관에서 비전 시스템을 이용한 실험이 성공적으로 수행되었으나 비전 시스템이 기후조건이나 빛에 대하여 민감하다는 것이 문제점이다[1]. look-down 시스템은 길 중앙에 자석을 박아서 중앙으로부터 떨어진 거리를 측정하는 시스템으로 센서가 앞 범퍼에 부

착하여 사용한다. 이 시스템은 PATH에 의해 개발 및 시험되었지만 몇 가지 문제점이 있다. 예를 들자면, 센서에 의한 횡방향 측정 범위가 비전 시스템에 비하여 제한적이고 도로 표면에 자석을 설치 시 정확한 위치에 설치하지 못하였을 시 발생하는 확률 오차가 존재한다[3].

H_∞제어기 설계 기법은 최적화 기법에 근거하여 비선형 또는 불확실성에 견실성을 보장하는 성능과의 상호성을 다변수 시스템에 적용할 수 있는 강력한 제어기이다. 따라서 본 논문은 차량을 모델링 할 때 발생하는 구조적 또는 비 구조적인 오차와 외란에 강인한 H_∞ 제어기를 설계하여 차량이 기준 신호를 충분히 추종하는 시스템을 개발한다[6].

본 논문에서는 2장에서 현재 사용되는 시스템에 대한 수학적 해석을 하였고, 3장에서는 실험에 사용될 시스템의 제어기를 설계하였고, 4장에서는 시뮬레이션을 통하여 설계된 제어기를 평가하였고, 5장에서는 실제 꾸며진 시스템을 이용하여 실험을 실시한 결과에 대하여 설명하였고, 6장에서는 개발된 시스템에 대한 결론 및 향후 연구 계획 및 방향에 대하여 설명하였다.

2. 차량 모델링

제어기 설계를 하기 위해서는 제어 대상에 대한 모델링을 실시하여야 한다. 자연계의 제어 대상은 대체적으로 비선형 모델이기 때문에 제어기 설계시 계산이 복잡하거나 계산이 어려울 수 있다. 본 논문에 사용될 제어 대상인 차량에 대한 모델링은 단순 차량 모델을 이용하도록 한다[4].

6자유도의 복합 차량 모델은 총 16개의 상태 변수로 표현되는데, 제어기 설계에 기초를 제공하기 위해 단순 차량 모델만 만들어 사용하여야 한다. 주요 관심이 되는 제어 관점이 조향이기 때문에, 차량의 롤, 피치 운동과 수직운동은 무시한다. 또한 평탄한 도로를 주행한다고 가정하면, 도로의 경사면, 측면 미끄러짐 각과 요각의 오차가 작다고 가정할 수 있고 차량의 길이방향으로 속도가 일정하다고 한다면 복합 차량 모델식은 아래와 같이 단순화할 수 있다.

복합 차량 모델식은 아래와 같이 단순화하면 아래와 같다.

$$\dot{y} + V \dot{\epsilon} \approx \ddot{y}_r + \frac{V^2}{\rho} \quad (1)$$