

차선이탈방지 알고리즘 및 HiLS 개발

Development of Roadway-Departure Prevention System and HiLS

장 승 호, 최 두 진*, 고 정 완*, 김 상 우**, 박 부 건**

* 포항공과대학교 전자컴퓨터공학부(Tel : 054-279-5018; Fax : 054-279-2903 ; E-mail: shjang@postech.edu)
 ** 포항공과대학교 전자컴퓨터공학부(Tel : 054-279-2237; Fax : 054-279-2903 ; E-mail: swkim@postech.edu)

Abstract : In this paper, we introduce a new roadway-departure prevention algorithm and the developed Hardware-in-the-Loop-Simulator (HiLS) for applying the new algorithm. A sliding-mode controller is used for lateral position control. And, the HiLS consists of real car elements, a micro-control board, and a self-aligning torque generator. Finally from the display module, the perspective view and bird view of the animated vehicle can be seen simultaneously.

Keywords : HiLS, roadway-departure prevention, sliding-mode control

1. 서론

최근까지 운전자의 보호를 위해 차량에 장착되고 있는 장치들은 시트벨트, 에어백 등과 같이 사고가 발생한 후에 충격을 최소화하는 장치와 ABS등과 같이 브레이크의 효율을 높인 수동적인 안전 장치가 주류를 이루고 있으나 이러한 보조장치는 사고 방지의 효과에 있어서 그 효율이 제한적이다. 따라서 사고를 미연에 방지하기 위한 충돌회피, 차선이탈방지 시스템 등의 첨단안전차량의 개발이 활발히 진행되고 있다.

특히, 차선이탈방지는 현재까지 차선이탈상황 인식을 위한 차선 인식, 운전자의 의지를 고려한 경보발생시점의 결정에 관한 연구가 주류를 이루고 있으며, 운전자의 각성을 위한 경보수단으로는 초기에는 음향신호나 시각신호를 이용하였다. 하지만, 이 경우 운전자가 인식하는데 까지 걸리는 시간이 길어 이러한 문제점을 보완하기 위한 방안으로 스티어링에 토크를 전달하여 경보를 전달하는 방안에 대해서도 연구가 진행되었다. 그러나, 이러한 경보시스템은 운전자가 경보를 인식하지 못하거나 경보에 반응하지 않는 상황을 인식하더라도 적절히 대처할 수 있는 시간을 갖지 못할 수도 있다. 따라서 이탈을 자동으로 방지하기 위한 연구의 필요성이 부각되고 있다.

스티어링 제어나 브레이크 제어를 통한 차량의 자율운전은 신뢰성 있는 제어로직의 개발과 이에 대한 충분한 사전검증이 요구된다. 차량은 상당히 복잡한 시스템으로 수학적으로 기술하기 어려운 비선형성을 가지고 있어서 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션만으로는 차량의 움직임을 묘사하기 어려운 점을 가지고 있고 제어로직의 성능을 검증하는데 있어서 한계를 가지게 된다. 따라서, 수식적으로 묘사하기 어려운 시스템들을 실제의 하드웨어를 이용하여 구현하고 수학적인 모델과 결합하여 보다 실제 차량의 구동을 묘사할 수 있는 HiLS의 개발이 요구된다.

본 논문에서는 스티어링 제어를 통한 차선이탈방지 알고리즘과 이를 적용한 HiLS를 소개한다. 슬라이딩모드 제어기를 사용한 HiLS시스템은 스티어링 부분에 중점을 두어 제작됐다. 주행환경은 고속도로 위주로 생각하여 제어기를 구성했다.

2. 차선이탈방지 제어 알고리즘

2.1 차량 모델

차선이탈방지 제어기 설계를 위한 차량의 횡속모델은 횡방향과 편요각방향을 포함하는 2-DOF 동특성모델과 차선 위에서의 차량의 위치를 고려하여 결정된 것으로 식 (1)과 같이 표현된다.

$$\begin{bmatrix} \dot{y}_a \\ \dot{y}_a'' \\ \dot{\psi} \\ \dot{r} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_a \\ y_a'' \\ \psi \\ r \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ b_{21} & b_{22} \\ 0 & b_{32} \\ b_{41} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta \\ \rho_{ref} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

$$\begin{aligned} a_{22} &= -\frac{C_f + C_r}{mv} + l_s \frac{C_r l_r - C_f l_f}{I_z v}, \\ a_{23} &= \frac{C_f + C_r}{m} - l_s \frac{C_r l_r - C_f l_f}{I_z}, \\ a_{24} &= \frac{C_f(l_s - l_f)(I_z + m l_s l_f) + C_r(l_s + l_r)(I_z - m l_s l_r)}{m I_z v}, \\ a_{42} &= -\frac{C_r + C_f}{m v^2}, \quad a_{43} = \frac{C_r + C_f}{m v}, \\ a_{44} &= \frac{C_f(l_f^2 m v + l_s I_z) + C_r(l_r^2 m v + l_s I_z)}{m I_z v^2}, \\ b_{21} &= \frac{C_f(I_z + l_s l_f m)}{m I_z}, \quad b_{22} = -v^2 \\ b_{32} &= -v, \quad b_{41} = \frac{C_f l_f}{I_z}. \end{aligned}$$

여기에서 y_a 는 차선의 중심으로부터 센서위치까지의 거리이며, ψ 는 차선에 대한 차량의 진행각, r 은 편요각속도를 의미한다. 또한, δ 는 차량의 스티어링 각이며, ρ_{ref} 는 도로의 곡률이다. 차량모델에 이용된 파라미터의 정의와 값은 표 1과 같다.