

자율주행 차량의 Steer-by-Wire 시스템 Fail-over 시스템 개발

김진수¹⁾ · 고상진¹⁾ · 정지현¹⁾ · 이진환^{*1)}

HL만도 SW Campus¹⁾

Development of Fail-over System of Steer-by-Wire in Autonomous Driving Vehicles

Jinsoo Kim¹⁾ · Sangjin Ko¹⁾ · Jihyun Jung¹⁾ · Jinhwan lee^{*1)}

HL Mando SW Campus¹⁾

Key words : Steer-by-Wire, State-feedback Control, Autonomous Driving, Fail-over,

e-mail : jinsoo4.kim@hlcompany.com

최근 by-Wire 방식의 차량 사시 시스템의 개발은 활발하고 자율주행 및 전기차 등 신개념 차량에 적극적으로 적용될 전망이다. 특히 Steer-by-Wire (SbW)에서 통신 장애와 같은 고장이 발생하게 되면 조향 조작이 불가하여 심각한 사고를 유발 하게 된다. 이와 같은 고장을 대비하여 전륜 조향이 불가한 자율주행 차량에서도 최소한의 조향성을 확보하는 fail-over 기능은 필수적이다. 본 연구에서는 SbW 시스템의 고장으로 전륜 조향이 불가능한 경우, 휠의 좌우 편 제동과 후륜 조향 통합 제어를 통해 조향성을 확보한다. 자율주행의 경우에는 운전자의 조향 의지는 개입되지 않고 차량의 전방 카메라 혹은 라이다를 통해 차선 정보를 기반으로 차량의 상태 변수 (lateral error states) 를 계측하고 경로 (lateral path) 를 생성하고 차량은 이를 추종한다. 이때 전륜 조향이 고장으로 추종이 불가능한 경우 차선을 유지하거나 변경하는 경로를 추종하기 위한 조향성은 편 제동과 후륜 조향 state-feedback 제어를 통해 충분히 확보 가능하다. 본 시스템은 편 제동 혹은 후륜 조향 중 하나만 활용하는 경우뿐만 아니라, 두 가지 통합 제어하는 경우의 시스템으로 구분 가능하도록 설계되었다. 본 연구에서는 차선유지, 차선변경, 원 선회 조건에서 다양한 주행 속도에 따라 SbW fail 시 fail-over 시스템의 유효성을 시뮬레이션 (현재 실차 시험 준비중) 평가 분석하였으며, 최대 횡G 0.4 및 최소 회전반경 R 40m 정도 수준의 조향성을 확보하는 것을 확인하였다. 뿐만 아니라 yaw rate 피드백 제어로 설계되어 저마찰 노면에서도 충분한 거동 stability를 확보하는 것을 확인하였다. 본 연구를 통해 SbW 시스템을 보급을 앞두고 있는 현 시점, 통합 사시 제어를 통해 고장 상황에 충분한 안전성을 확보하며, 이용자들의 신기술 고장에 대한 불안 요소 해결에 기여할 수 있다.

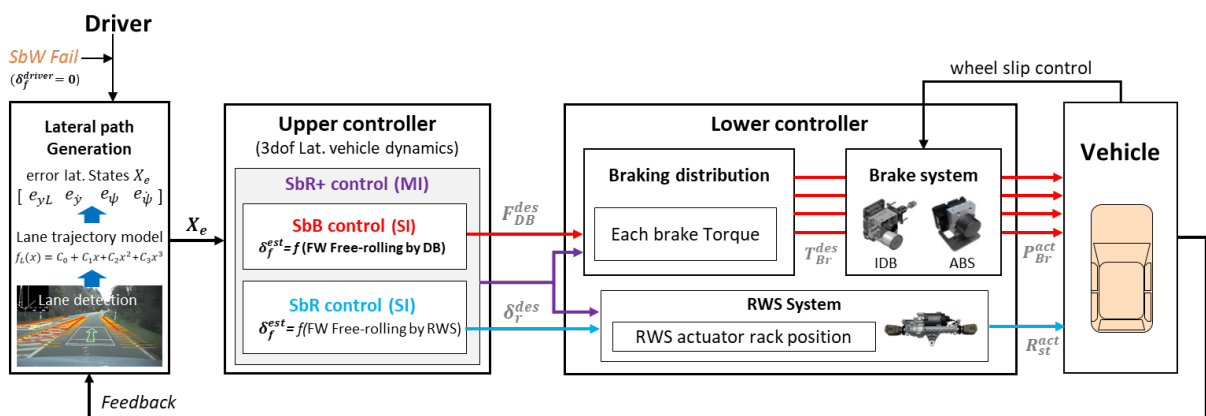


Photo.1 System process and controller configuration for SbW fail-over system in autonomous driving.

이 연구는 2024 년도 산업통상자원부 및 산업기술기획평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(RS-2024-00402701)