

## 차량의 횡방향 안정성 보장을 위한 위상 평면 예측기 구성

리 현 준<sup>1)</sup>, 정 용 환<sup>2)</sup>

서울과학기술대학교 자동차공학과<sup>1)</sup>, 서울과학기술대학교 기계자동차공학과<sup>2)</sup>

### Development of a Phase Plane Predictor for Ensuring Vehicle Lateral Stability

Xianjun Lee<sup>1)</sup> · Yonghwan Jeong<sup>2)</sup>

*Department of Automotive Engineering, Seoul National University of Science and Technology <sup>1)</sup>*

*Department of Mechanical and Automotive Engineering, Seoul National University of Science and Technology <sup>2)</sup>*

**Key words** : Phase Plane(위상 평면), Neural Network(신경망), Lateral Stability(횡안정성)

\* 정용환, E-mail: yh.jeong@seoultech.ac.kr

차량 상태에 따른 안정상태는 차량의 속도, 슬립각, 요레이트 조건에 따라 차량의 횡방향 안정성의 보장 여부가 달라지게 된다. 이러한 차량 상태에 따른 안정성 보장을 위하여 위상 평면 해석이 필요하다. 특히 후륜 조향이 역상으로 가해지는 경우에는 횡 안정성이 취약해지므로 비선형 타이어 모델을 고려한 횡 안정성 해석을 진행하여야 한다. 비선형 차량 모델을 활용하여 실시간으로 횡 안정성 확보 여부를 확인하는 것은 많은 계산량을 요구하므로 실차 구현 시 어려움이 따른다. 따라서, 본 연구에서는 비선형 차량 모델을 오프라인으로 위상 평면 해석을 수행한 뒤, 그 결과를 신경망에 학습하여 활용하도록 하였다. 위상 평면 해석을 학습 기반으로 해결하기 위해 데이터 수집, 신경망 구조 설계, 검증 과정의 수행이 요구된다. 데이터 수집에는 비선형 타이어 모델 기반 2자유도 자전거 모델을 활용하여 위상 평면 해석을 수행하였다. 이를 다양한 초기 횡속도 및 요레이트, 전후륜 조향각 조건에 대해 위상 평면 해석을 하였으며, 각 경우마다 안정 및 불안정 영역을 정의하였다. 안정과 불안정 영역 간의 경계는 Photo. 1과 같이 두개의 1차함수로 나누어서 저장한다.

$$\begin{aligned} y_{up} &= a_1x + b_1 \\ y_{low} &= a_2x + b_2 \end{aligned} \quad (1)$$

데이터 수집 후에는 학습에 사용될 구조를 설계한다. Photo. 2의 신경망 구조의 입력에는 도로의 마찰계수, 차량의 속도, 전륜 조향각, 후륜조향각으로 설정하였고 출력을 경계의 두 개의 1차함수의  $a_1, b_1, a_2, b_2$ 로 설정한다. 학습을 진행후에 검증을 Photo. 1처럼 진행하여 관찰하면 학습을 하여 획득한 결과가 정확히 경계를 예측할 수 있다고 검증되었다.

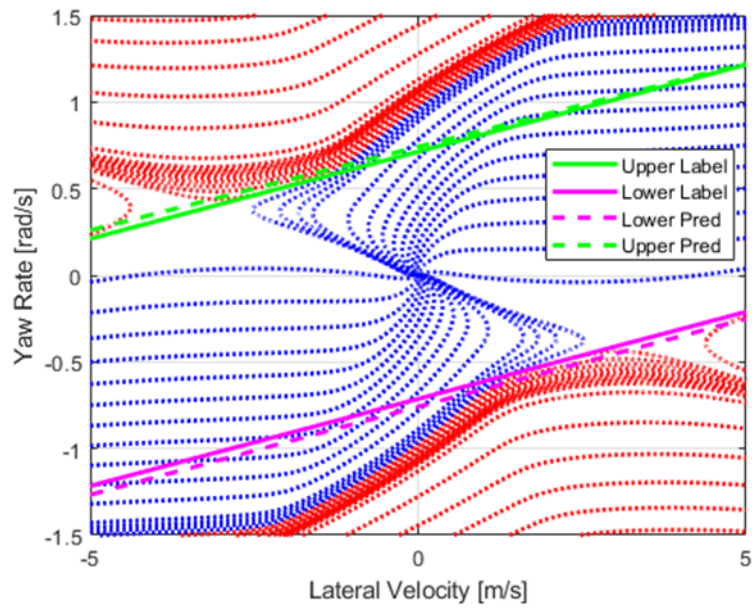


Photo . 1 2-DOF bicycle model phase plane analysis and prediction results

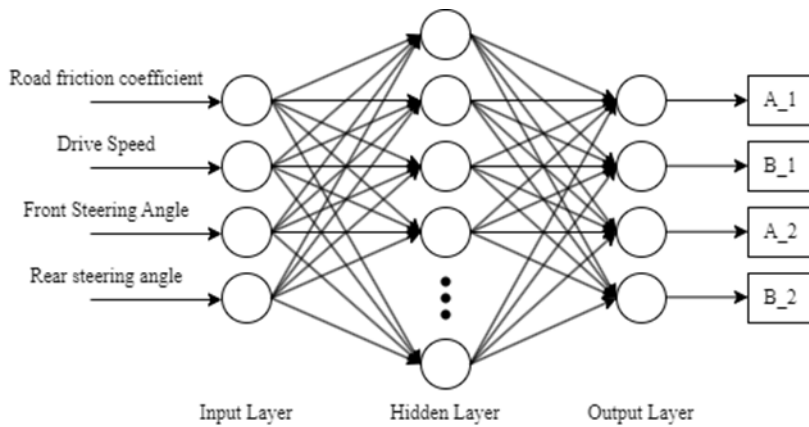


Photo . 2 Neural Network for Boundary Prediction

#### Acknowledgement

본 연구는 현대자동차의 지원으로 수행되었음.