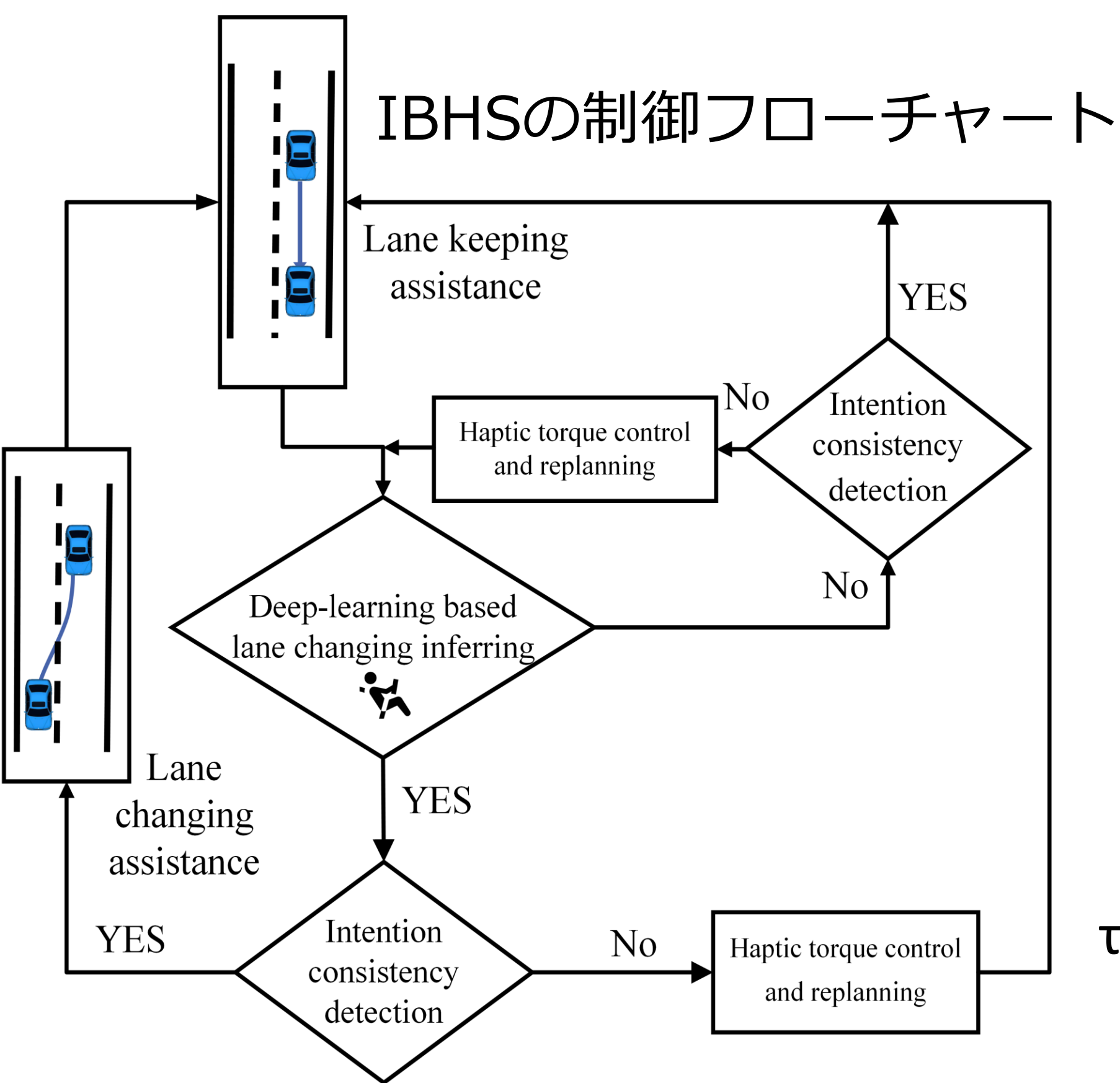


ドライバーの意図に基づいて車線変更および維持を行う力学操舵支援

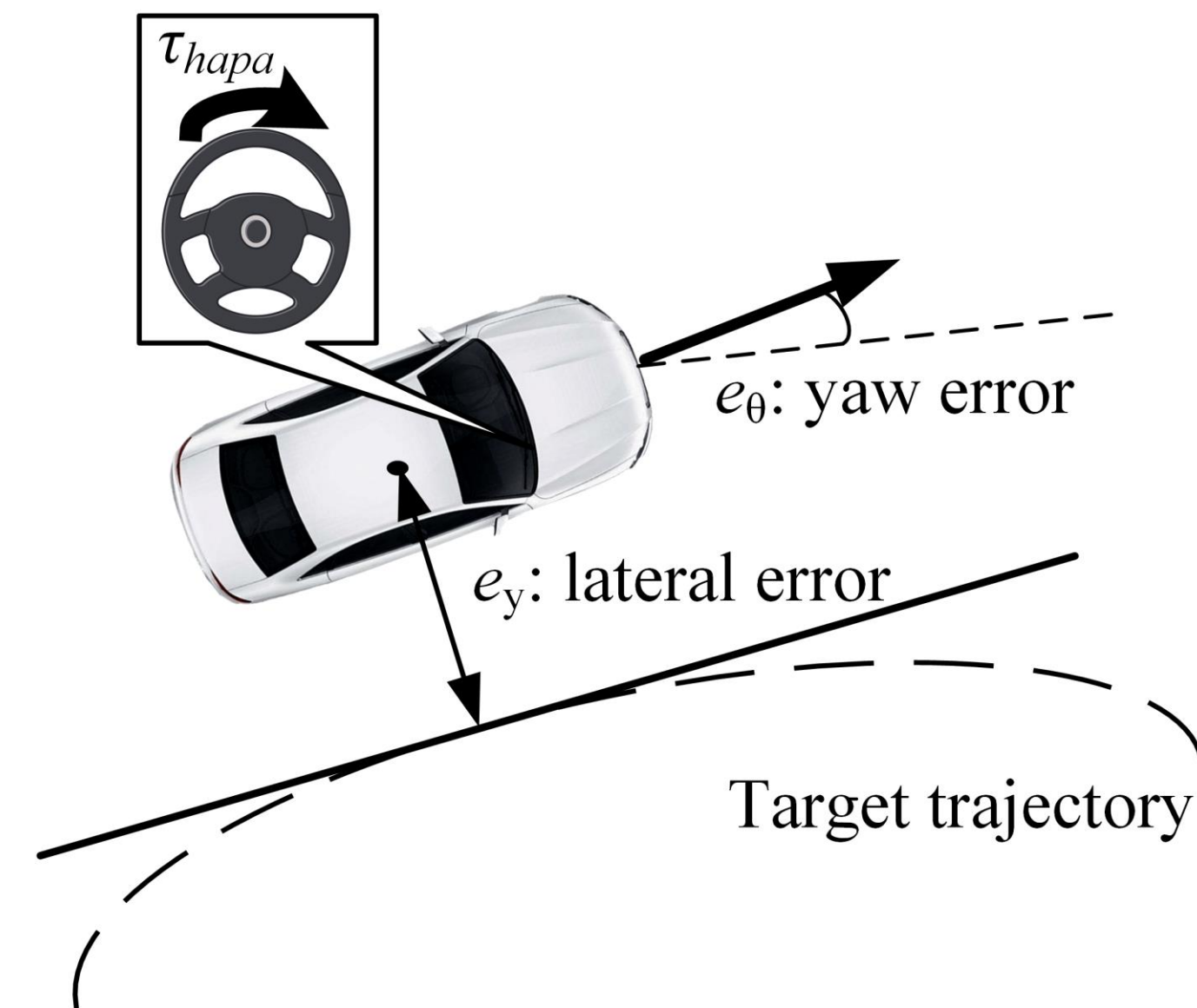
概要 Introduction

本研究では、ドライバーの意図に基づいての触覚ステアリング（IBHS）システムの設計と評価を含む、新しい触覚ステアリングの方法を検討した。ドライバーの車線変更（LC）の意図を推定することにより、本システムは車線維持と車線変更の両方の支援を安定にサポートできる。運転手の車線変更及び車線変更のサポート効果をドライビングシミュレータの実験により検討することを目的とする。

意図に基づいての力学操舵支援 Intention-based lane assistance haptic steering system



触覚誘導トルク計算式（単一プレビューポイント）

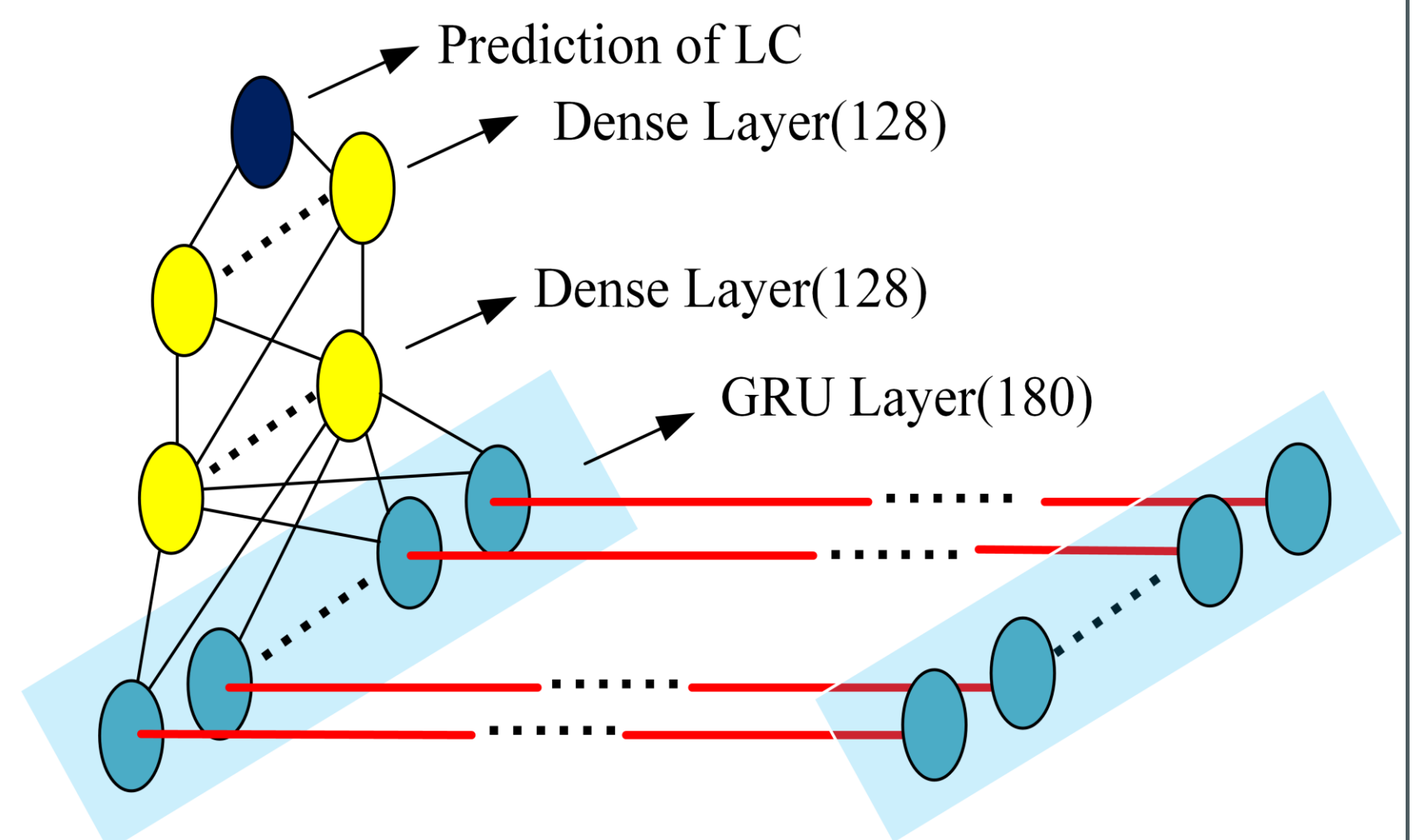


$$\tau_{hapi} = Jeq\ddot{\vartheta}_{sw} + Beq\dot{\vartheta}_{sw} + K_{Fz}\vartheta_{sw} - \tau_{dr}' + \tau_{dis}$$

$$\tau_{dr}' = K_y e_y + K_{y\dot{e}_y} \dot{e}_y + K_{\vartheta} \vartheta_{sw} + K_{\alpha} \alpha$$

$$\tau_{hapa} = K_h \tau_{hapi}$$

GRUレイヤー、最上層はドライバーの車線変更意図を予測する



Hidden state: $h_t^j = (1 - z_t^j) h_{t-1}^j + z_t^j \tilde{h}_t^j$

Update gate: $z_t^j = \sigma(W_z x_t + U_z h_{t-1}^j)$

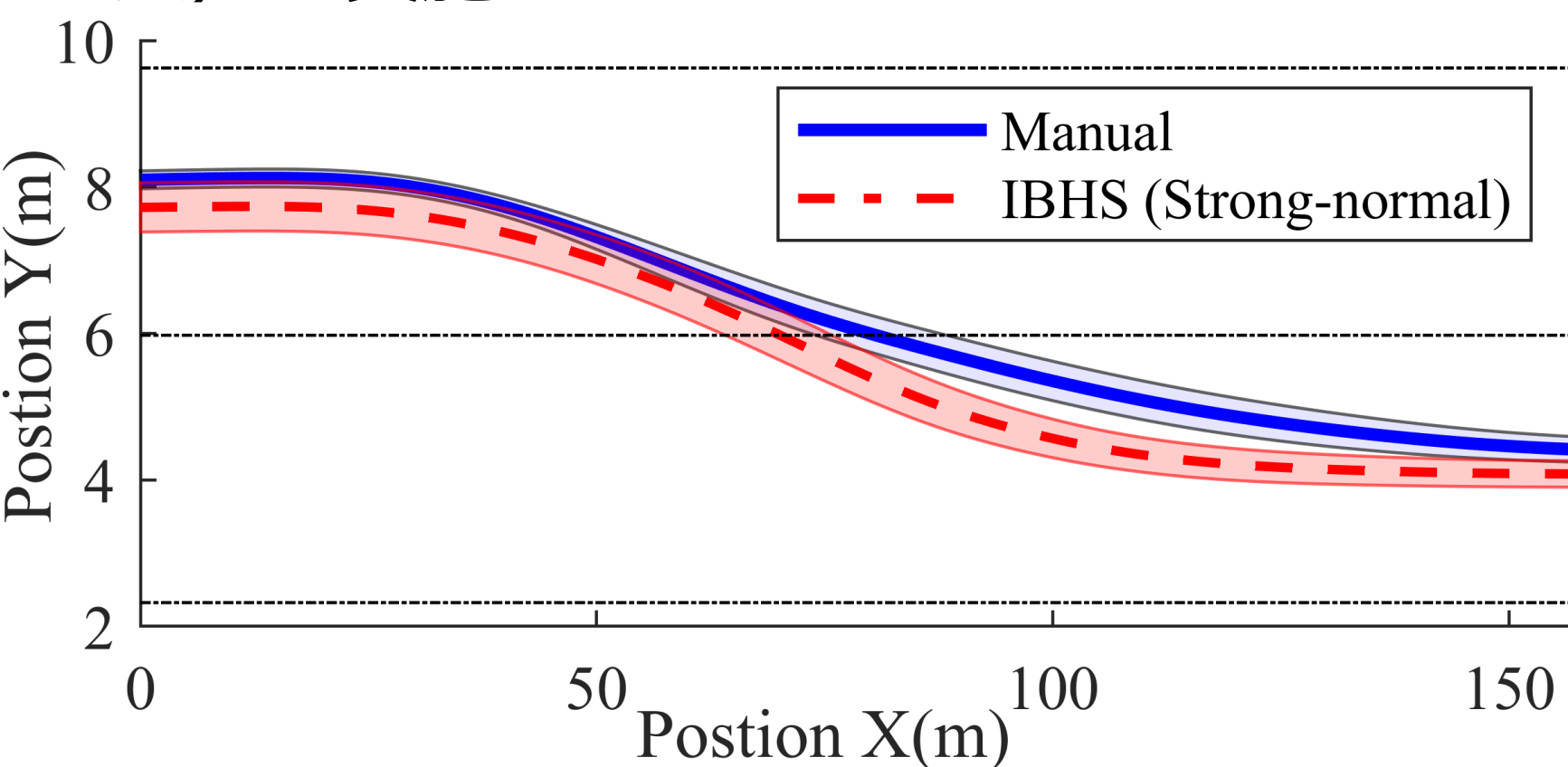
New memory: $\tilde{h}_t^j = \tanh(W_{\tilde{h}} x_t + U_{\tilde{h}} (r_t \odot h_{t-1}^j))$

Reset gate: $r_t^j = \sigma(W_r x_t + U_r h_{t-1}^j)$

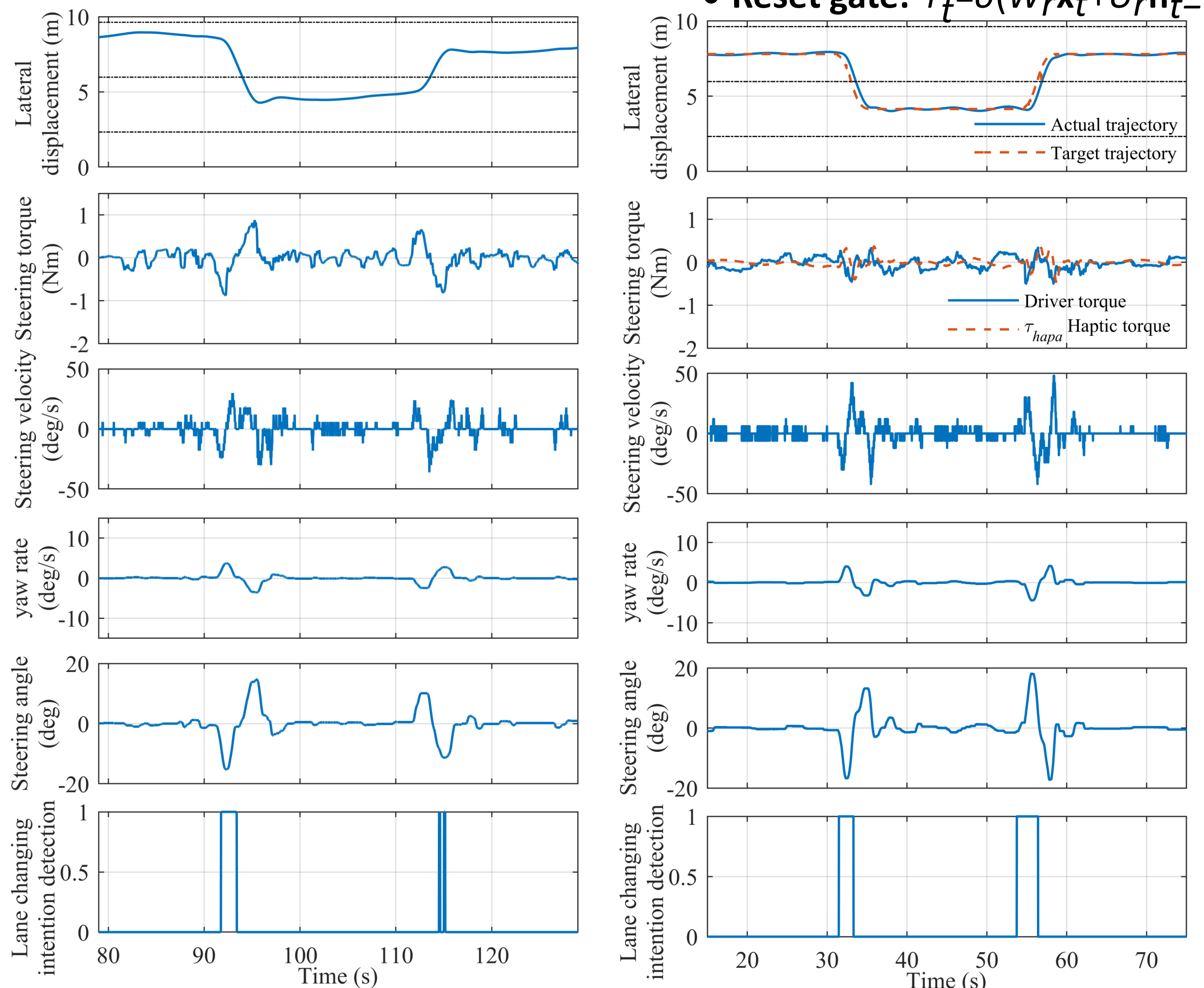
シミュレータの実証 Experiments



ドライビングシミュレーターとSmartEyeProアイトラッキングシステム支援システムの支援効果を検証するために、ドライビングシミュレータ実験（12人）が実施された。



手動およびIBHS条件下の車両軌跡



(a) 手動運転

(b) IBHSサポート

結論 Conclusion

1. 手動運転に比べて、ドライバーが支援を受ける場合、オーバーシュートと車線離脱リスクを低減することが示された。
2. 弱いトルクより、強い支持トルクの方が優れた支援性能を示す。
3. 意図推定の方法を使って、ドライバーの意図を正確に推定できる、またはスムーズなリプランが実現できる。

Publications

Yan Z., Yang K., Wang Z., Yang B., Kaizuka T., Nakano K., 2021, "Intention-Based Lane Changing and Lane Keeping Haptic Guidance Steering System," *IEEE Trans. Intell. Veh.*, vol. 6, no. 4, pp. 622–633,

Yan Z., Yang K., Wang Z., Yang B., Kaizuka T., Nakano K., 2019, "Time to lane change and completion prediction based on Gated Recurrent Unit Network," in *IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Proceedings*, vol. 2019-June, pp. 102–107