

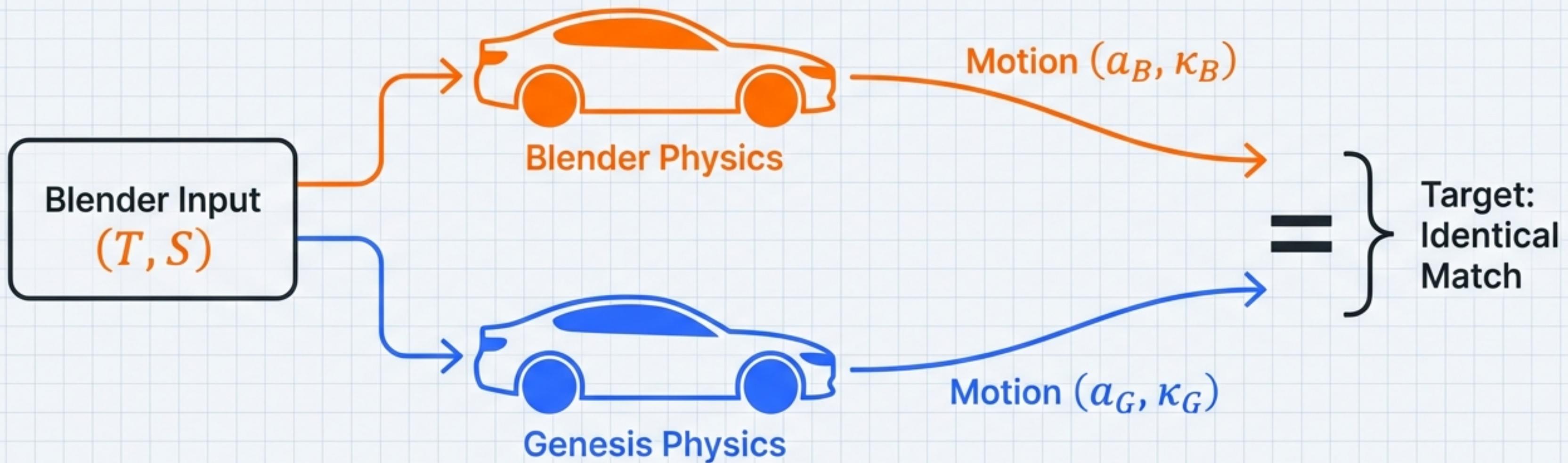
학습된 입력 보정기를 이용한 TS-Space Sim2Sim

Blender와 Genesis 간의 제어 동역학 동기화

JetBrains Mono

Variables: T(Throttle), S(Steer)
→ a(Accel), κ(Curvature)

목표: 서로 다른 엔진, 동일한 궤적



우리는 입력값의 일치가 아니라, 결과적 움직임(**Motion**)의 일치를 추구합니다.

Target: Match output (a, κ), even if internal calculations differ.

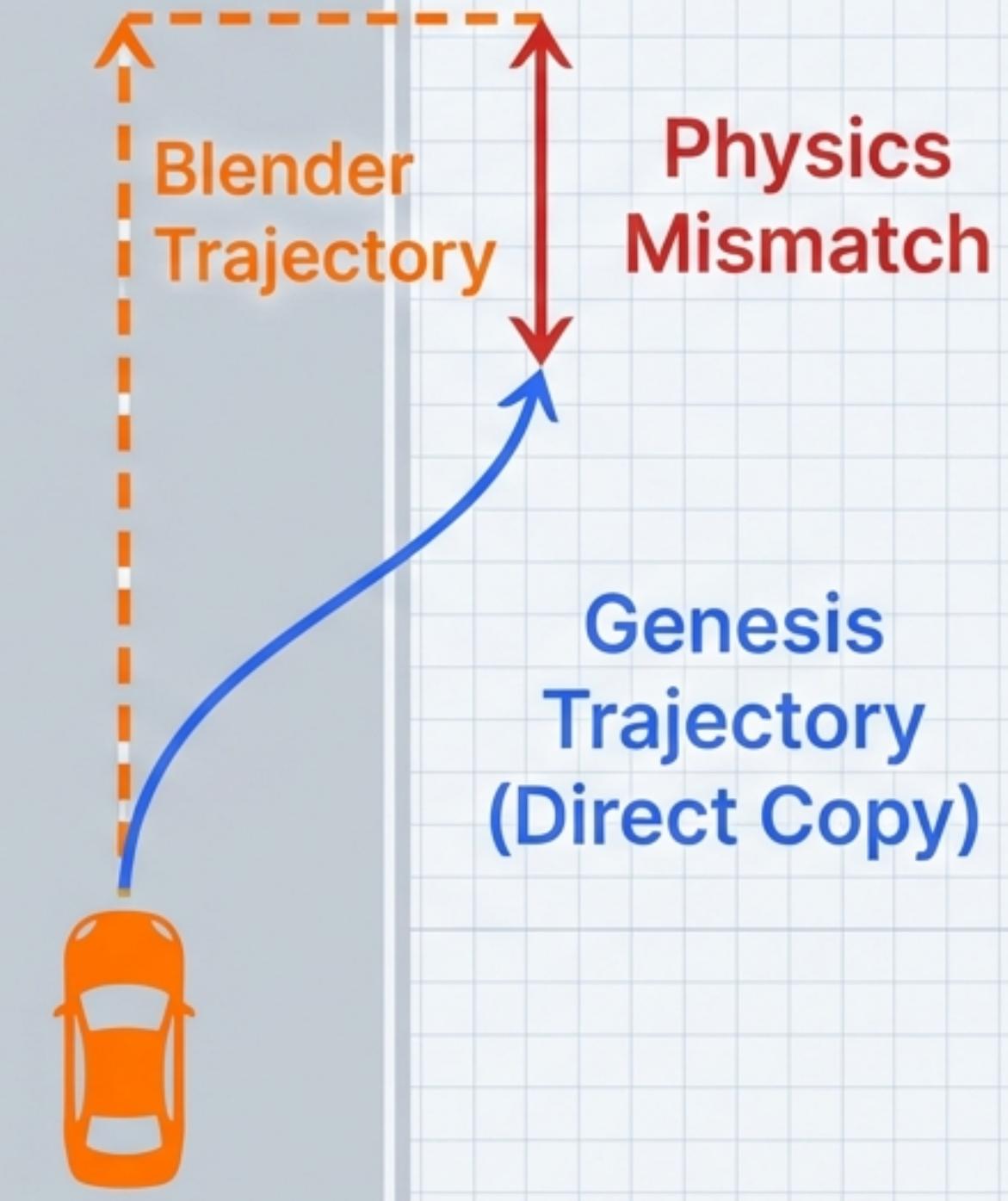
단순 ‘복사-붙여넣기’ 제어가 실패하는 이유

$$(T_B, S_B) = (T_G, S_G)$$

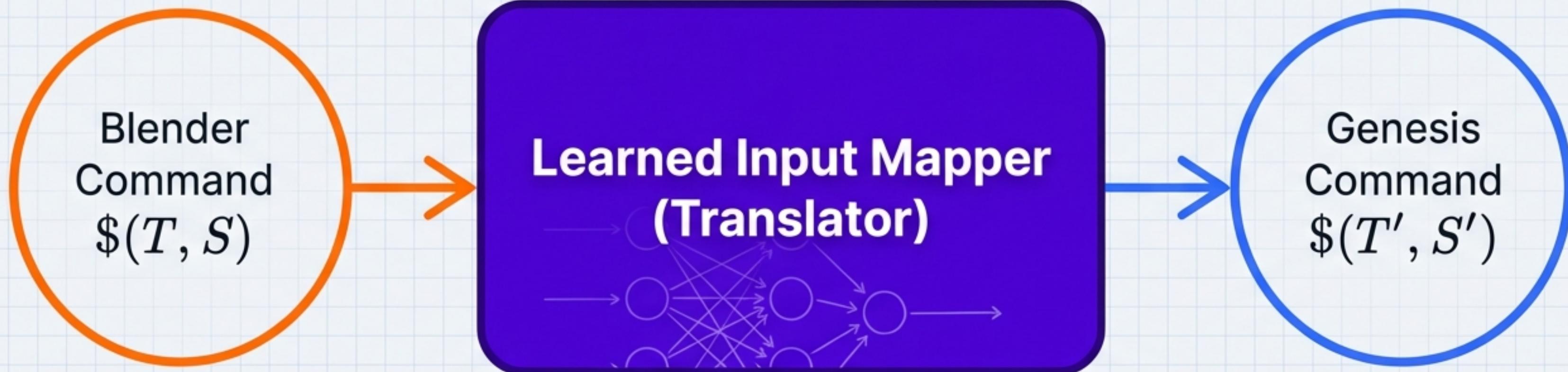
$$\Rightarrow (a_B, \kappa_B) \neq (a_G, \kappa_G)$$

Blender와 Genesis는 마찰력(friction), 질량 분포, 물리 적분기(integrator)가 다릅니다.

따라서 “동일한 (T, S) 입력”은 물리적으로 서로 다른 의미를 가집니다.

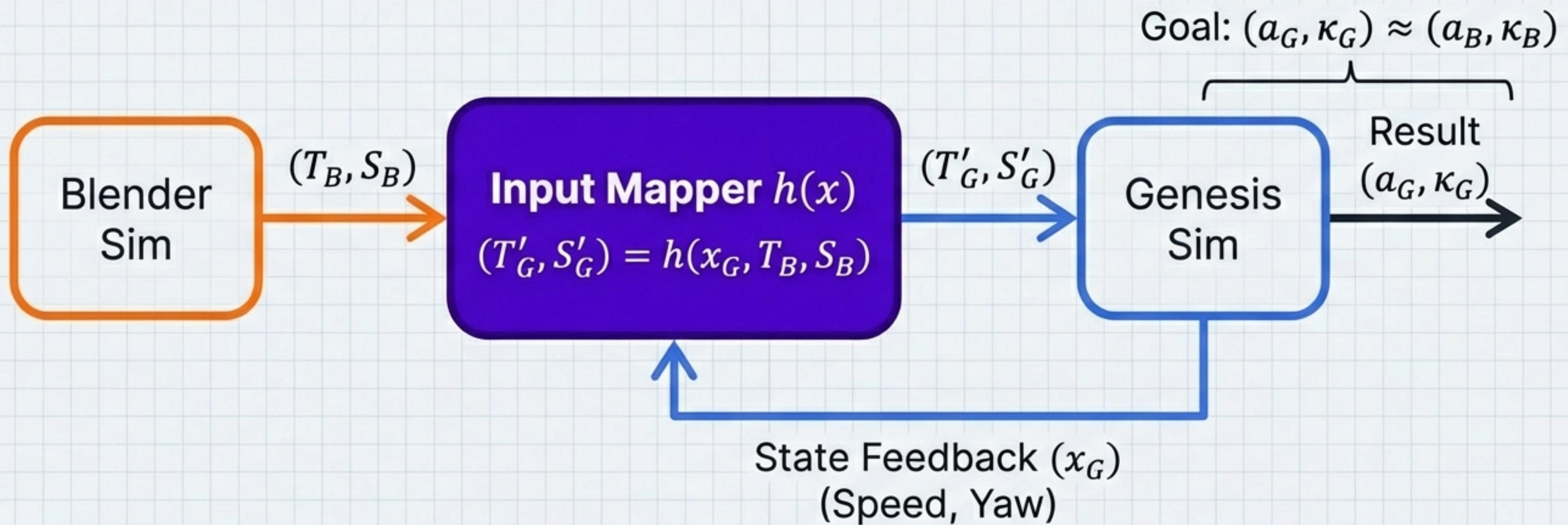


해결책: 학습된 맵을 통한 입력 보정



Blender의 (T, S) 를 Genesis에 그대로 넣는 것이 아니라,
Genesis용 입력 (T', S') 로 ‘번역’합니다.

런타임 시스템 아키텍처

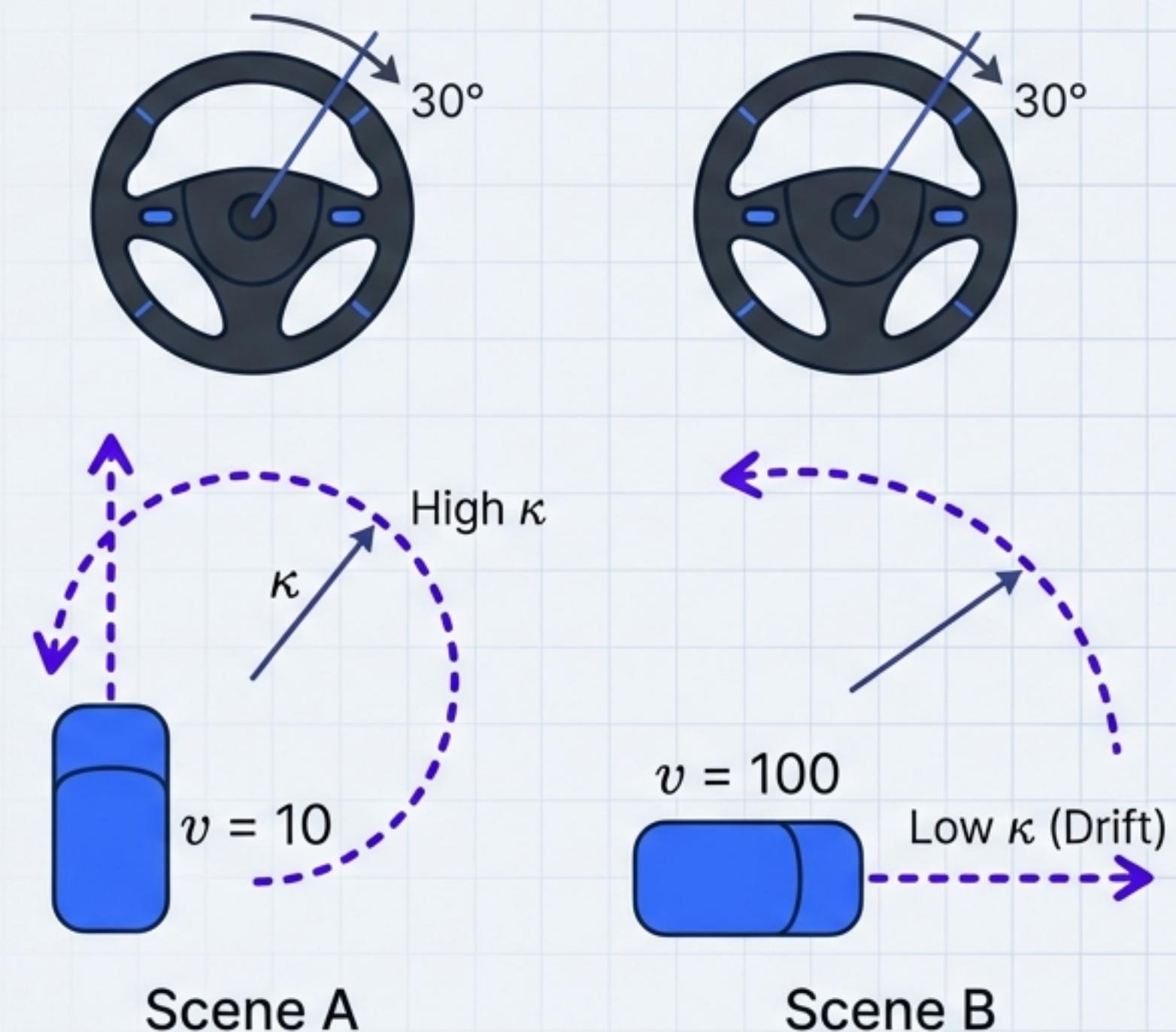


차량 상태 정보 (x_G)의 중요성

(T, S) 만으로는 부족합니다. 같은 스로틀과 스티어링 입력이라도 **현재 속도(v)**, 접지 상태, **슬립(slip)**에 따라 결과적인 가속도와 곡률(a, κ)가 달라집니다.

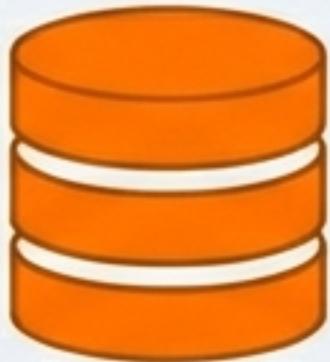
안정적인 맵핑을 위한 필수 입력:

- 속도 (v , speed)
- 회전각 속도 (ω , yaw rate)
- Optional: Steering angle state / Wheel speed



학습 전략: Ground Truth 찾기

Step 1: Blender Logs



Record

$$(x_B, T_B, S_B) \rightarrow (a_B, \kappa_B)$$

Step 2: Find 'Golden' Input

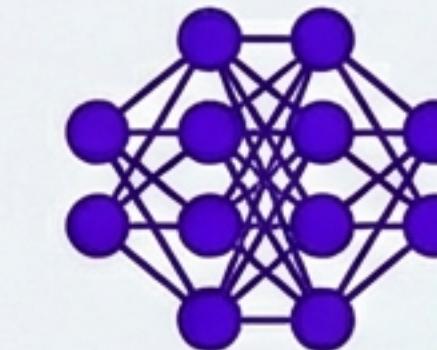
(The Hard Part)



Solve for (T^*, S^*)
in Genesis.

$$(T^*, S^*) = \operatorname{argmin} |a_G - a_B| + |\kappa_G - \kappa_B|$$

Step 3: Train Mapper



Teach network to
predict (T^*, S^*)

Train

$$h(x_G, T_B, S_B) \rightarrow (T^*, S^*)$$

'TS-Space Sim2Sim'의 정확한 정의

Q: 이것을 TS-Space Sim2Sim으로 볼 수 있는가?

A: 네. 단, 조건이 불습니다.

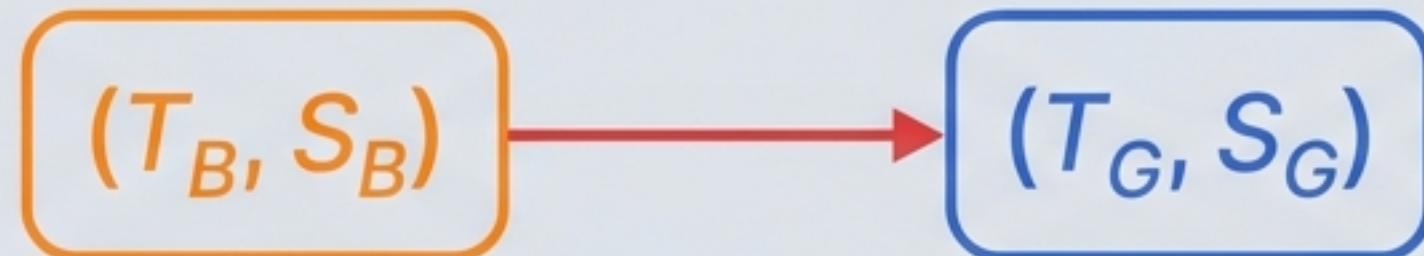
(T, S) 를 그대로 쓰는 것이 아니라,
학습된 입력 보정기를 통해 변환된 (T', S') 를 사용하여
Blender와 동일한 궤적을 만드는 구조입니다.

Formal Definition:

Sim2Sim in the throttle-steering control space via a learned input mapper.

접근 방식 비교

Copy-Paste (Naive)



$$(a_B, \kappa_B) \neq (a_G, \kappa_G)$$



Physical Mismatch

Learned Mapping (TS-Space)

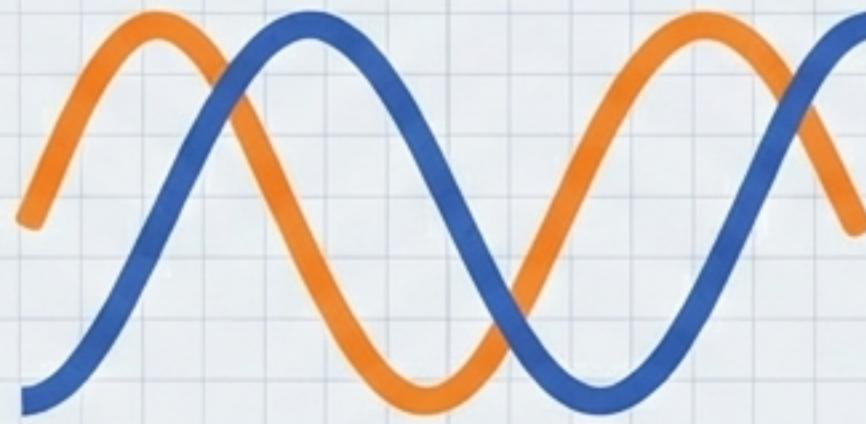


$$f_G(T'_G, S'_G) \approx f_B(T_B, S_B)$$



Dynamic Match

핵심 요약



가능합니다. 다만 ‘Blender의 (T, S) 를 그대로 넣어 같은 (a, κ) ’
것이 아니라, ‘ (T, S) 를 입력으로 받아 Genesis용 (T', S') 로
변환하는 맵’을 통해 (a, κ) 를 맞추는 방식입니다.

*“Blender control (T, S) is translated to Genesis control (T', S')
via a learned input mapper to match (a, κ) trajectories.”*