

# シミュレーションから賢く問題を見つけ出す スマートシステムに対する 最適化によるテスト生成と不具合分析

石川 冬樹, Paolo ARCAINI, Thomas LAURENT  
(アーキテクチャ科学研究系)

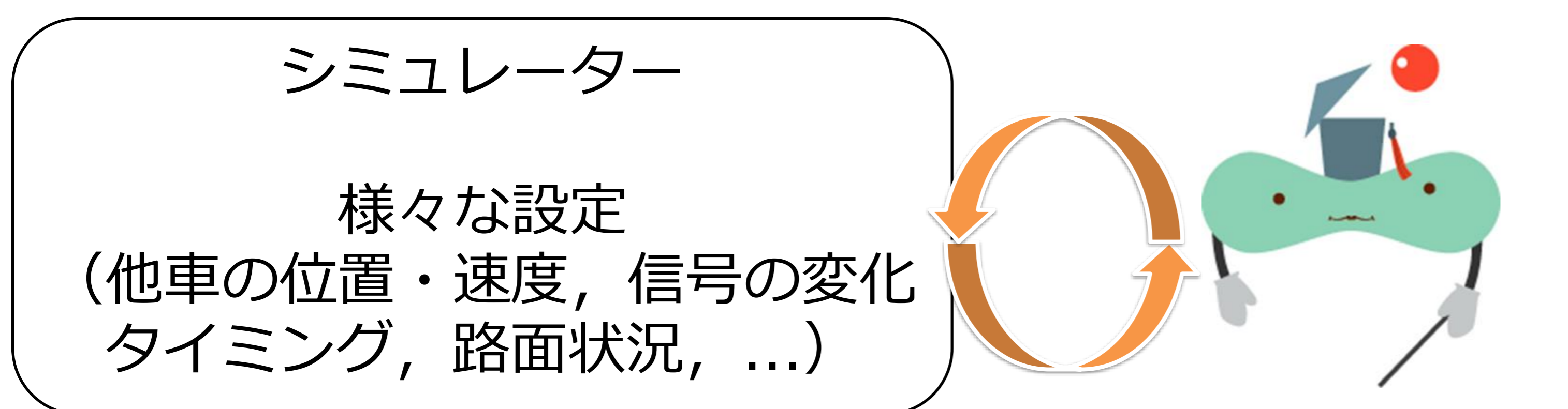
## どんな研究？

自動運転の振る舞いを制御するソフトウェアに対し、シミュレーターを用いたテストや不具合分析を賢く行う技術の研究開発を行っています

## 何ができる？

周辺の車の位置など膨大な状況の可能性の中から、事故や急加速などの望ましくない挙動が起きる状況など、目的に応じシナリオを見つけ出します

## これまでの成果：様々な目的に応じたテスト生成・不具合分析



例：安全性, 快適さ, 交通ルール遵守など複数種類の要求に対し個別の違反や複合的な違反を効率よく検出

例：自車の挙動における様々な優先度設定を試してみることで、検出された衝突の要因を分析・同定

作り出したいテストやテスト一式を「点数」で表現  
→ 反復試行により高い点数を実現 (Search-Based Approach) → どう点数を決める??

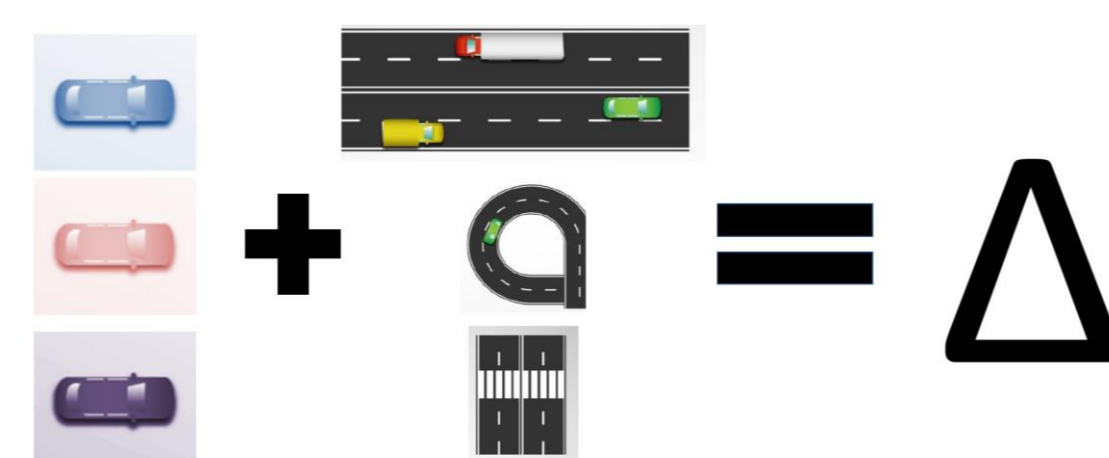
## 最近の成果：「何をテストで追求すべきか？」の問いかけ

### ADS Coverage under Uncertainty

All ADS behaviours should be tested.  
→ **How to know if we tested enough?**

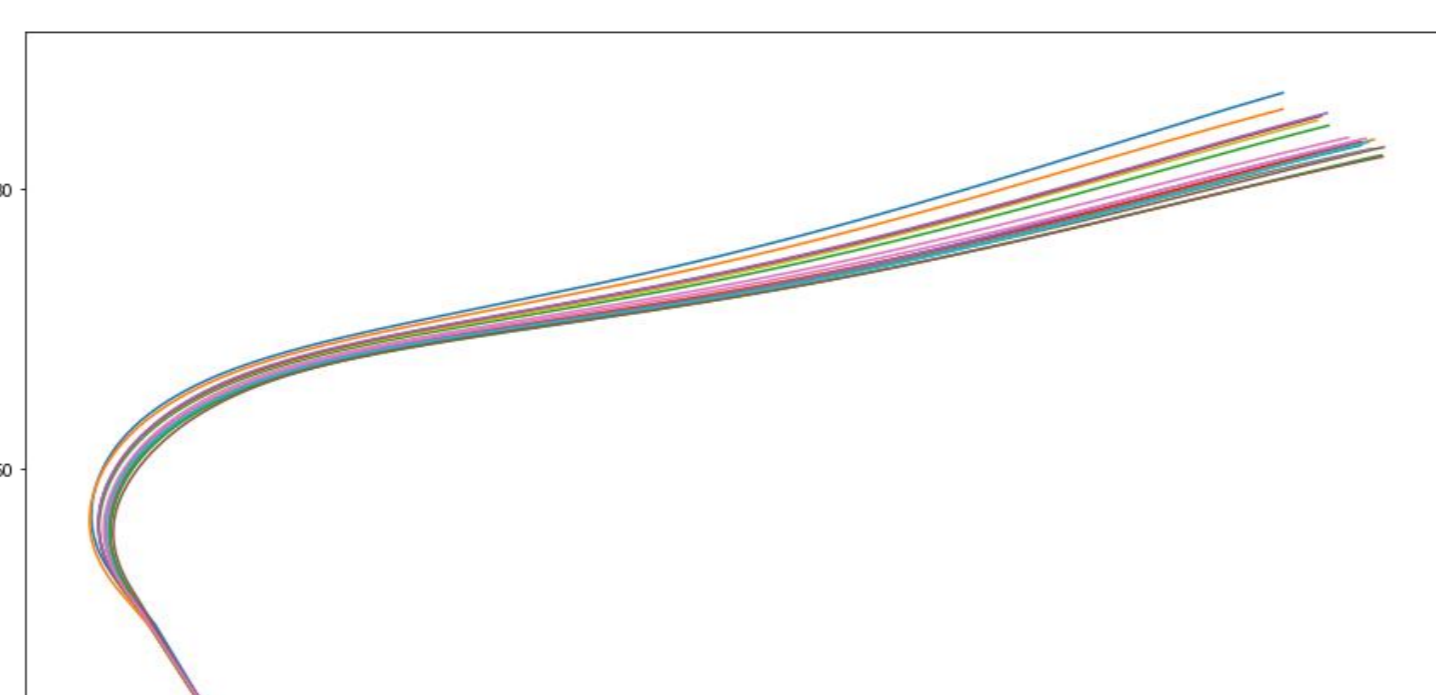
#### Parameter coverage

Check if all parameters of the ADS have an effect in the tests



#### Uncertain simulations

Same system can give different results.  
How to compare?



#### Statistics

Run each system multiple times

Compare using statistics

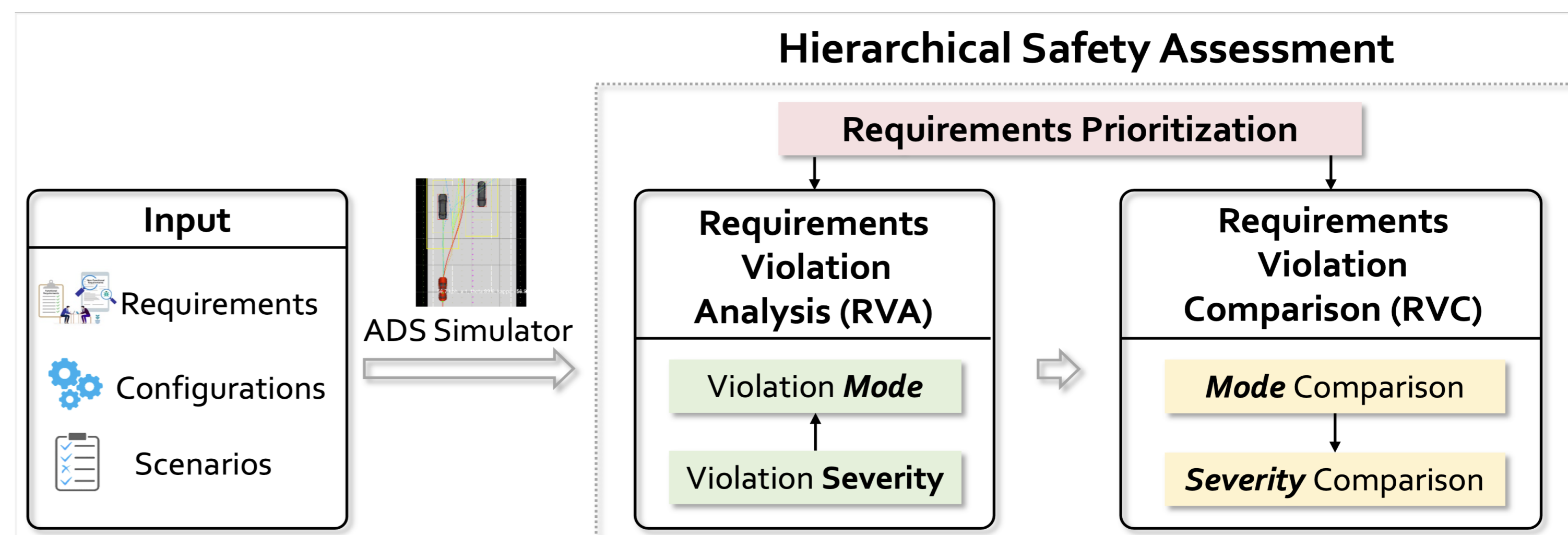
When comparing raw paths  
 $R = \{r_1, \dots, r_n\}$  aggregated into "mean path"  
 $\hat{R} = \left[ \left( t, \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_j(x_t, y_t) \right) \right]_{t \in \{1, \dots, T\}}$   
 $\neq_{\text{stat}}$  iff  $\exists t \in \{1 \dots T\}$   
 $(\hat{R}.x_t - \hat{R}'.x_t)^2 + (\hat{R}.y_t - \hat{R}'.y_t)^2 \geq \frac{\hat{R}.s_t^2 + \hat{R}'.s_t^2}{2}$

When comparing numerical metrics  
 Are results significantly different?  
 ⇒ Mann-Whitney U test  
 Magnitude of the difference?  
 ⇒  $\hat{A}_{12}$  statistic  
 $\neq_{\text{stat}}$  iff  
 $p\text{-value} \leq 0.05 \wedge (\hat{A}_{12} \leq 0.362 \vee \hat{A}_{12} \geq 0.638)$   
significantly different at least medium category

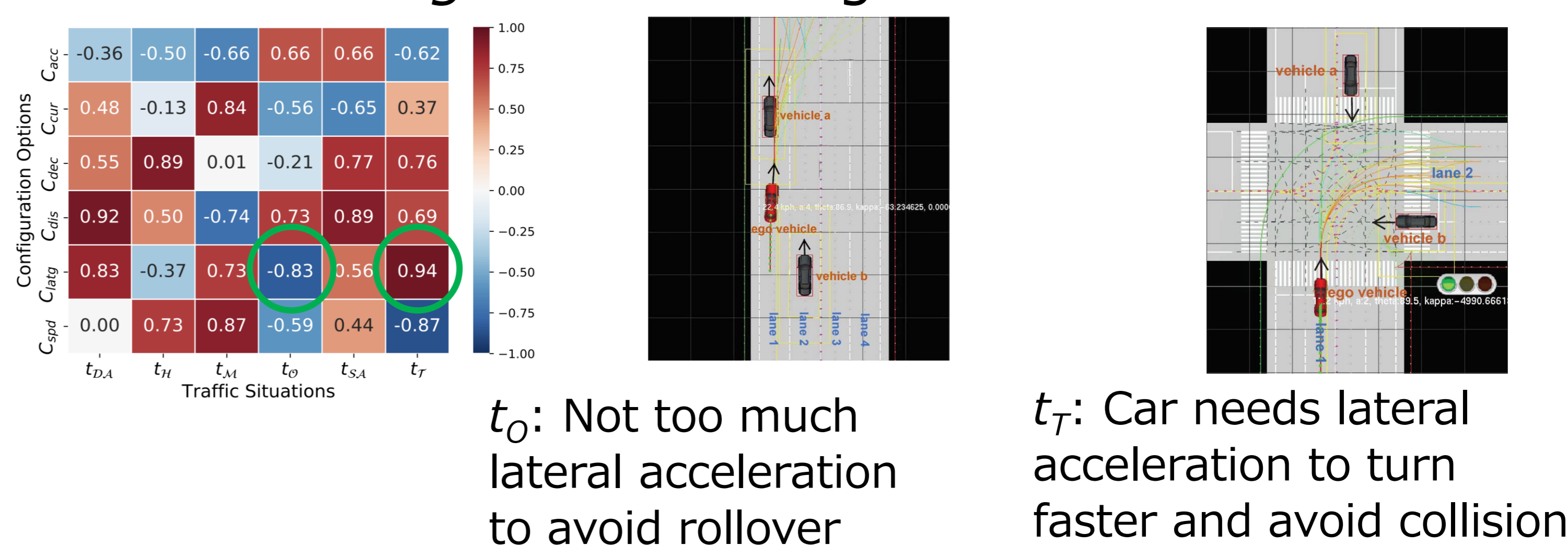
Laurent, T., Klikovits, S., Arcaini, P., Ishikawa, F., & Ventresque, A. (2022). Parameter Coverage for Testing of Autonomous Driving Systems Under Uncertainty. ACM TOSEM

### Assessment of ADS Configurations

Different ADS configurations guarantee requirements differently in different scenarios  
→ **How to prioritize and select?**



**RVA:** Quantitative assessment of reqs. in different traffic situations with different ADS configurations  
**RVC:** Ranking of ADS configurations for each traffic



Y. Luo et al., "Hierarchical Assessment of Safety Requirements for Configurations of Autonomous Driving Systems," In RE '22

