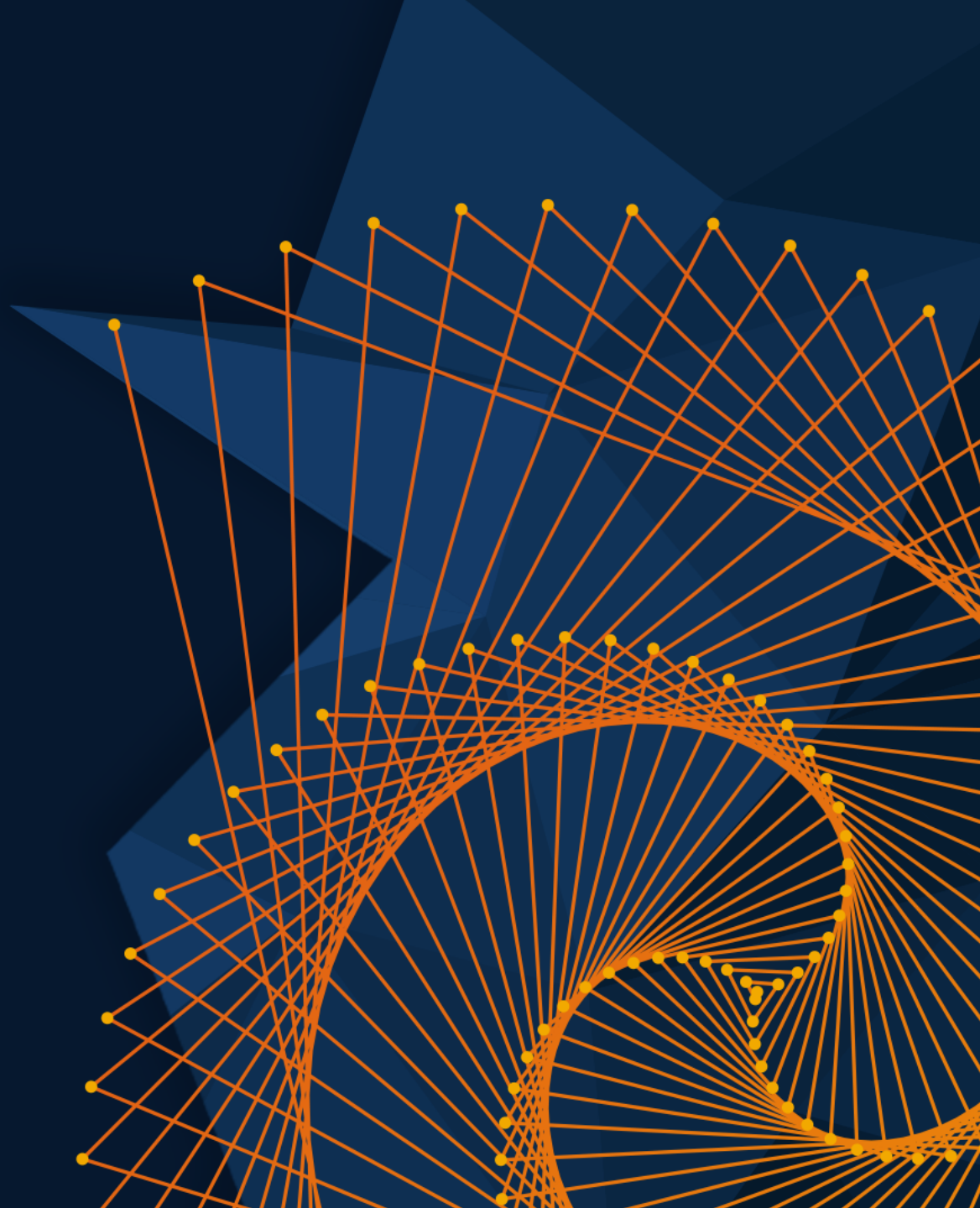


MATLAB EXPO

中国

AI赋能的预期功能安全仿真验证 落地案例

周康康, IAV China



自动驾驶行业SOTIF仿真测试的挑战

挑战一

高维场景搜索效率瓶颈：

随着ODD扩大，场景参数维度爆炸，遍历搜索失效

→亟待科学的搜索加速算法

挑战二

长尾场景复现难：

异形车等场景出现概率低，路测效率低

→无法全面评估风险

挑战三

"虚实鸿沟“：

控制器对输入数据敏感，尤其端到端方案需要高保真感知数据

→必需高保真仿真场景

挑战四

从未知到已知，场景风险管理：

已知风险如何分级测试，未知风险如何定义与挖掘

→亟需SOTIF合理 workflow

复杂的组合辅助驾驶功能需要针对SOTIF放行形成一套可行方案（方法论+工具链）

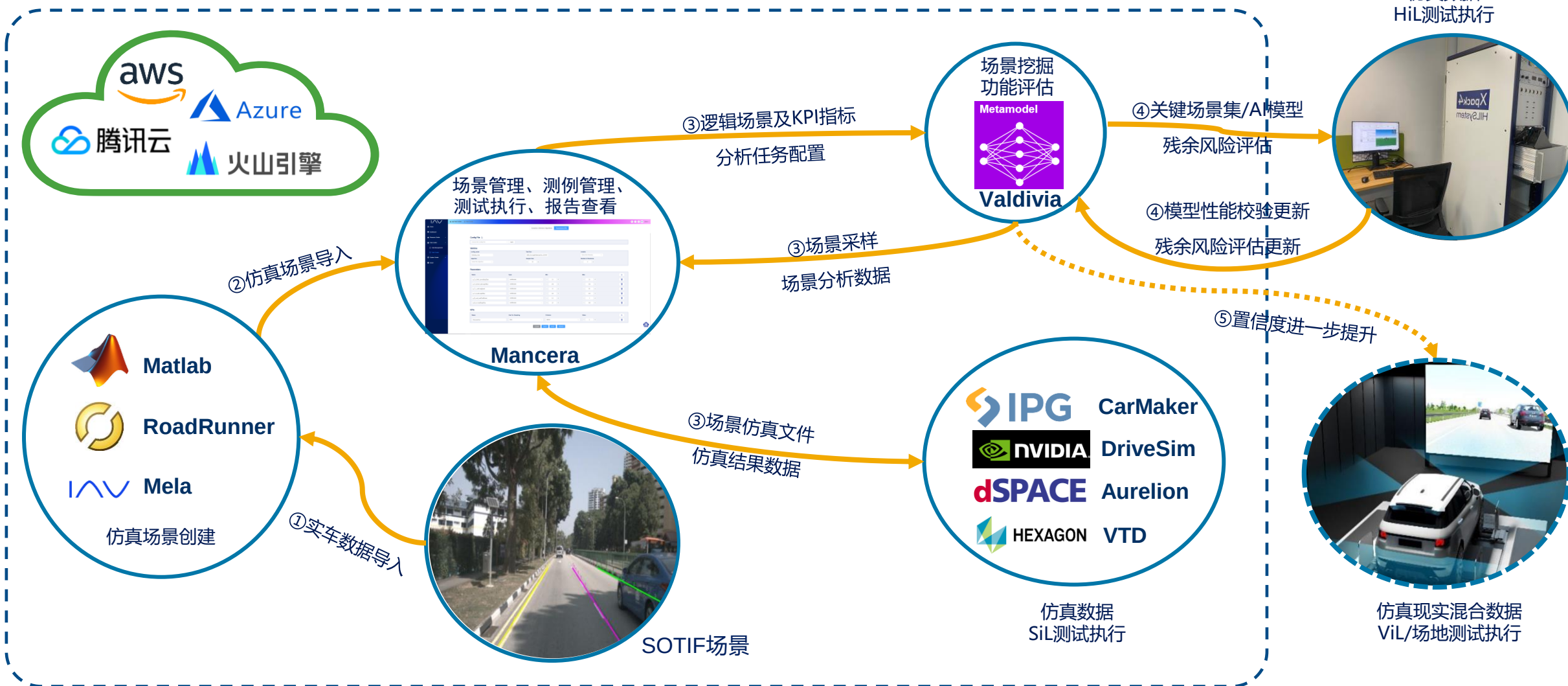
目录

- 一、预期功能安全仿真验证方案总览
- 二、基于AI多模态能力的场景生成解决方案
- 三、场景管理平台解决方案
- 四、场景泛化分析及风险评估
- 五、总结

目录

- 一、预期功能安全仿真验证方案总览
- 二、基于AI多模态能力的场景生成解决方案
- 三、场景管理平台解决方案
- 四、场景泛化分析及风险评估
- 五、总结

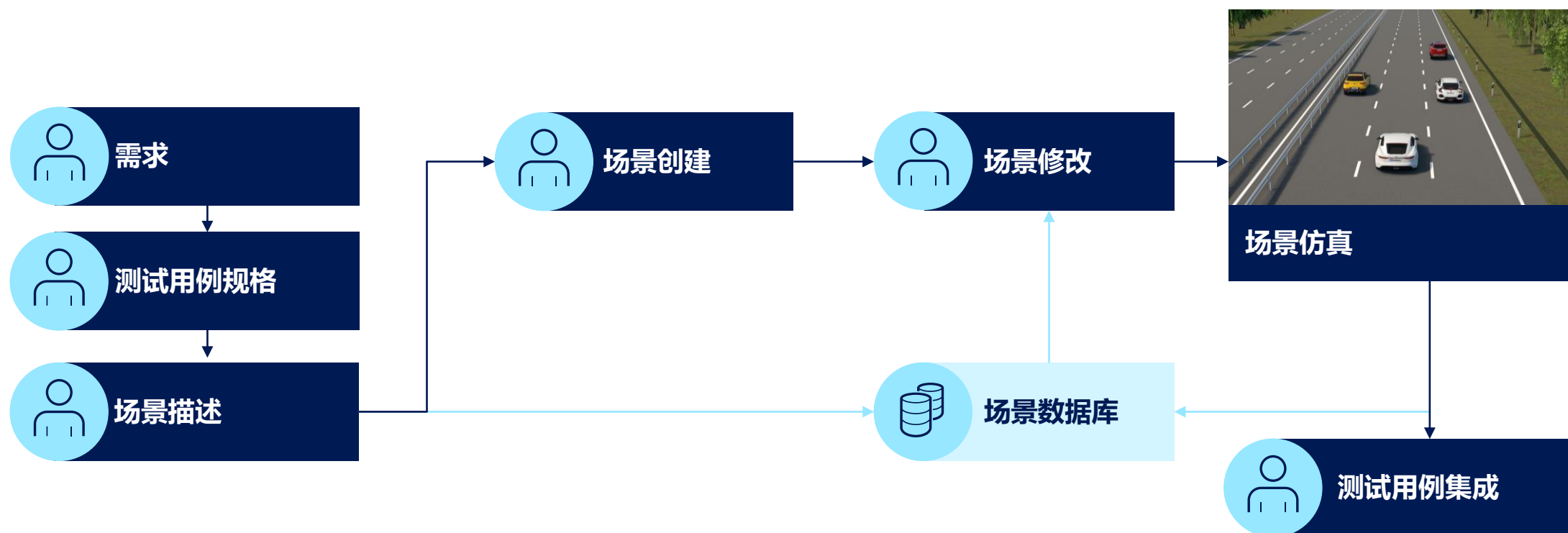
云端SOTIF测试及数据管理工具链



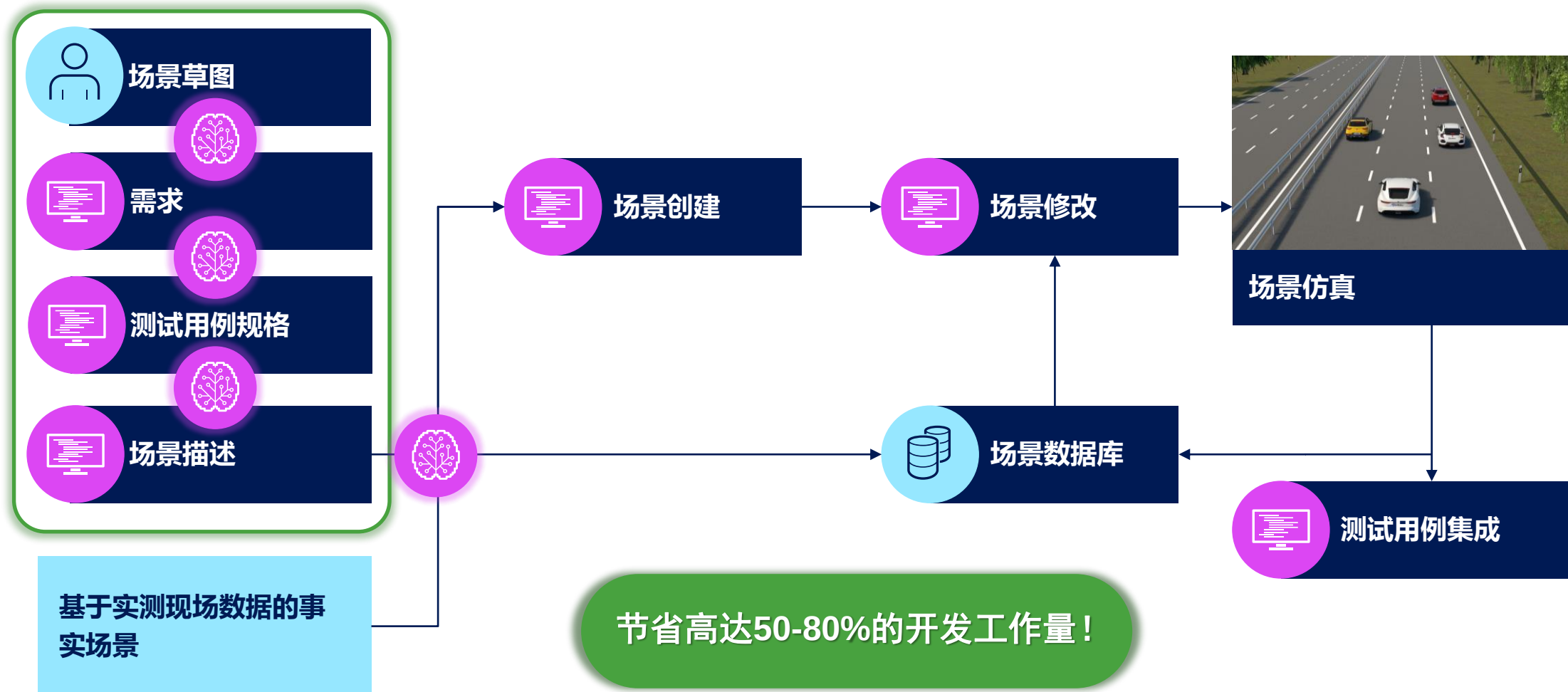
目录

- 一、预期功能安全仿真验证方案总览
- 二、基于AI多模态能力的场景生成解决方案
- 三、场景管理平台解决方案
- 四、场景泛化分析及风险评估
- 五、总结

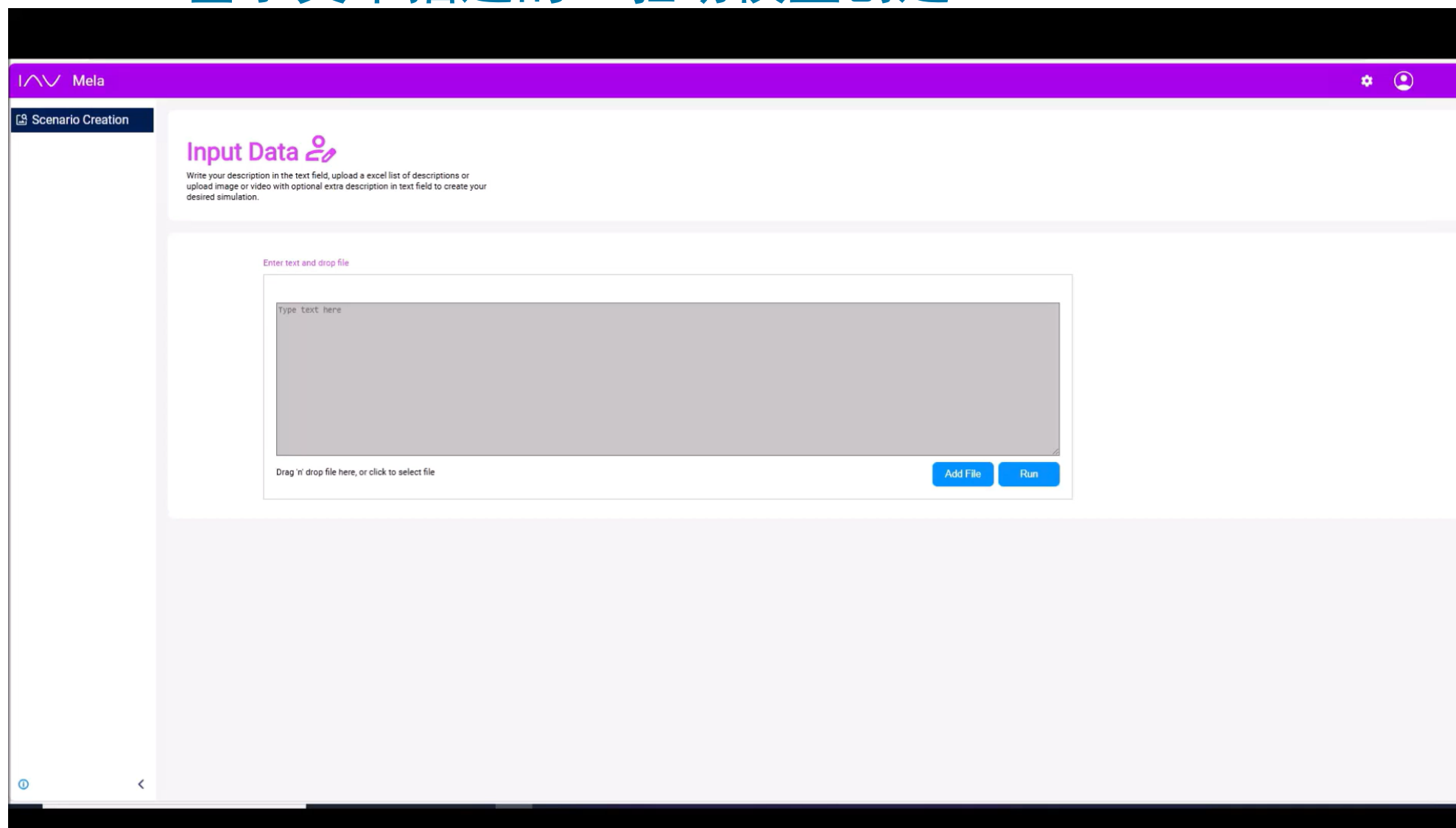
当前场景生成过程 - 手动搭建



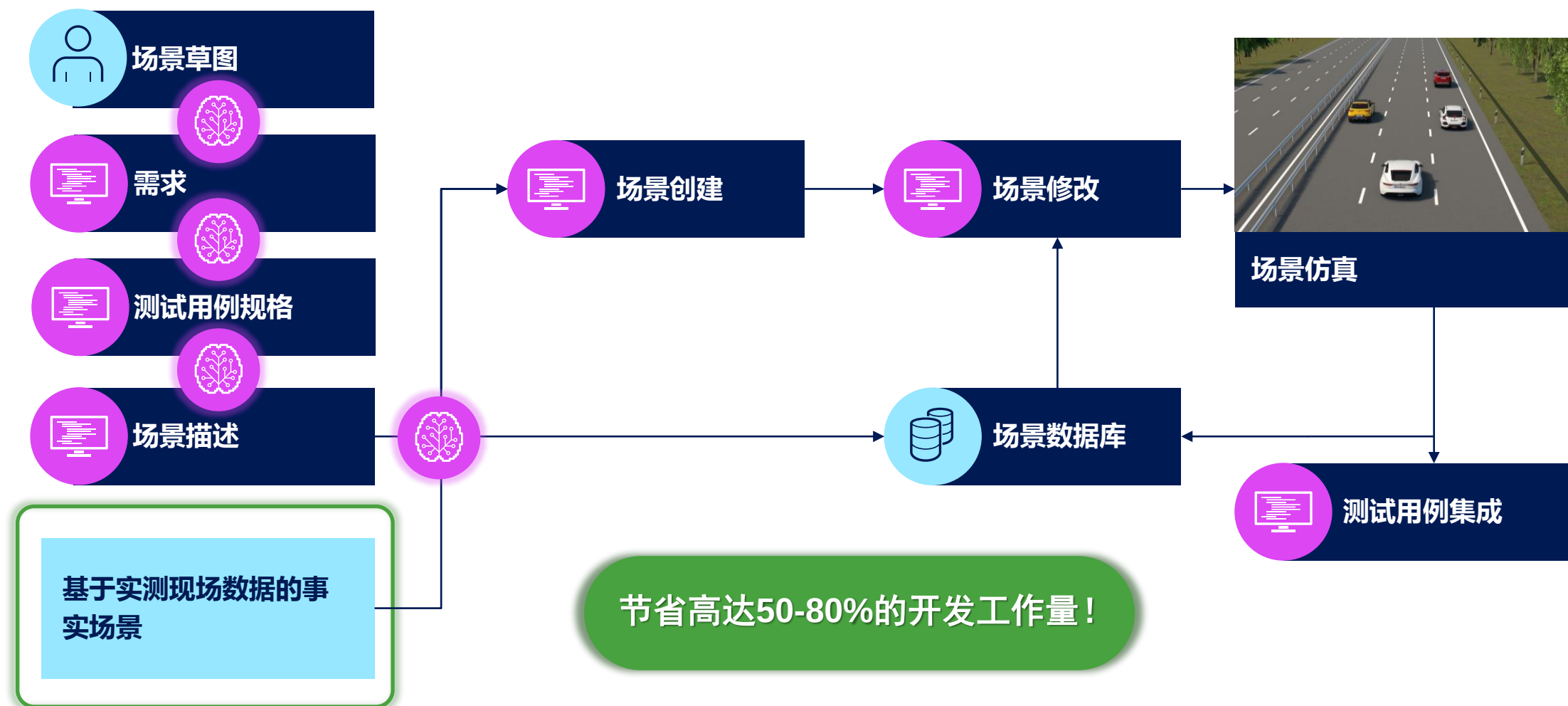
IAV Mela: 基于文本描述的AI驱动模型创建



IAV Mela: 基于文本描述的AI驱动模型创建

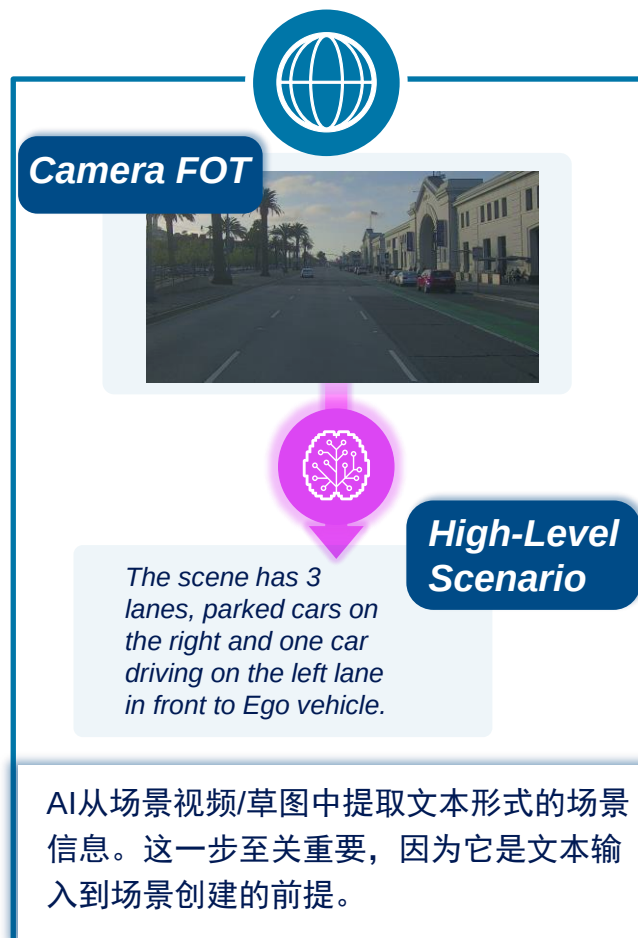


IAV Mela: 基于实测现场数据的事实场景创建

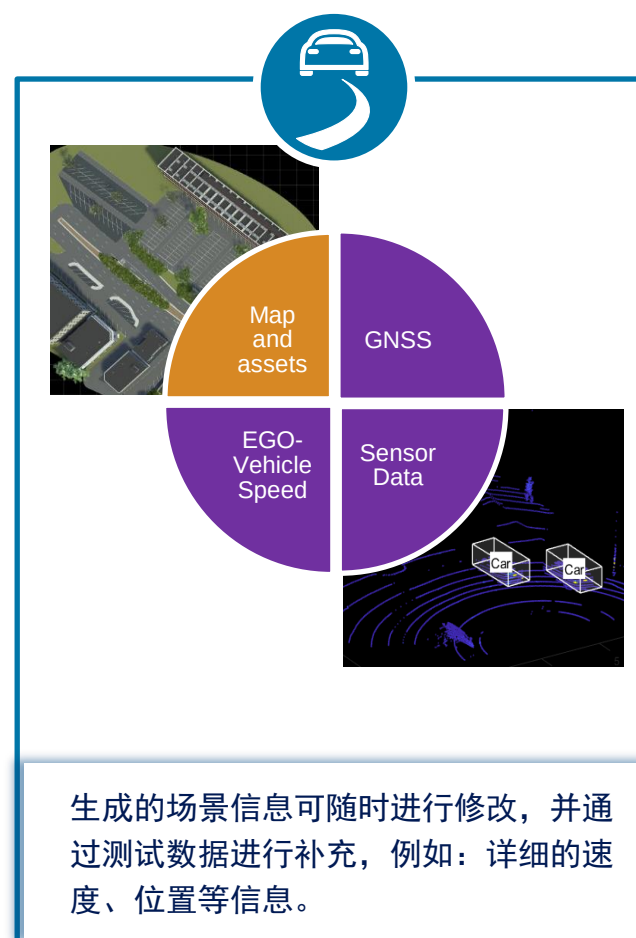


工作流程：从视频、图片、文本多种数据中提取场景关键元素

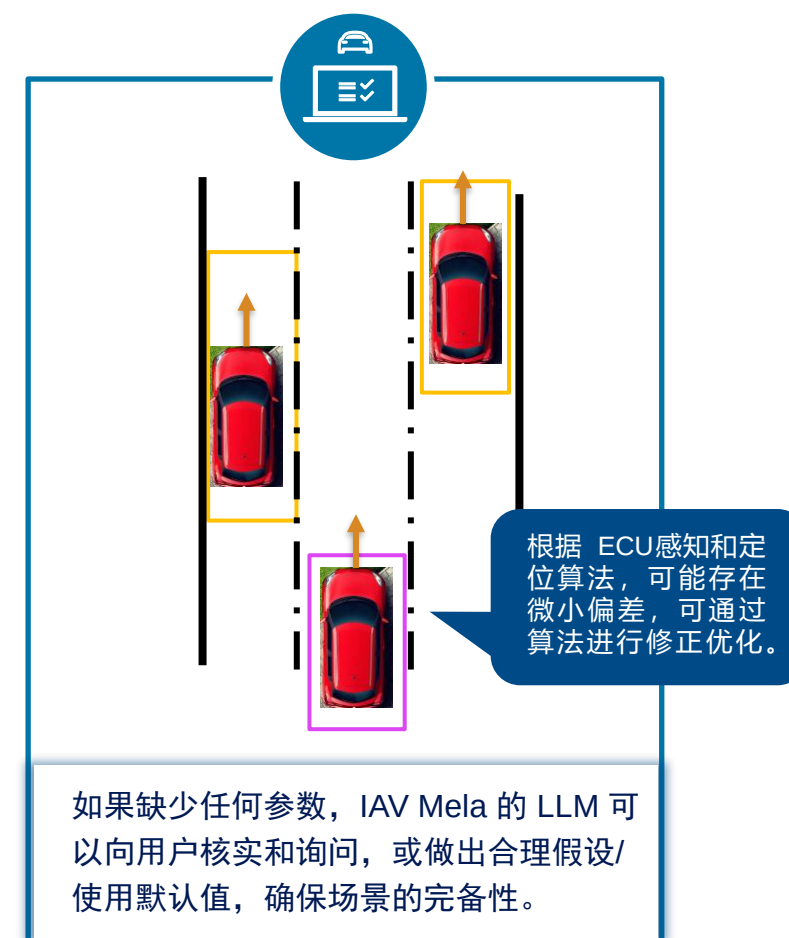
AI高层级信息提取



检查&修正

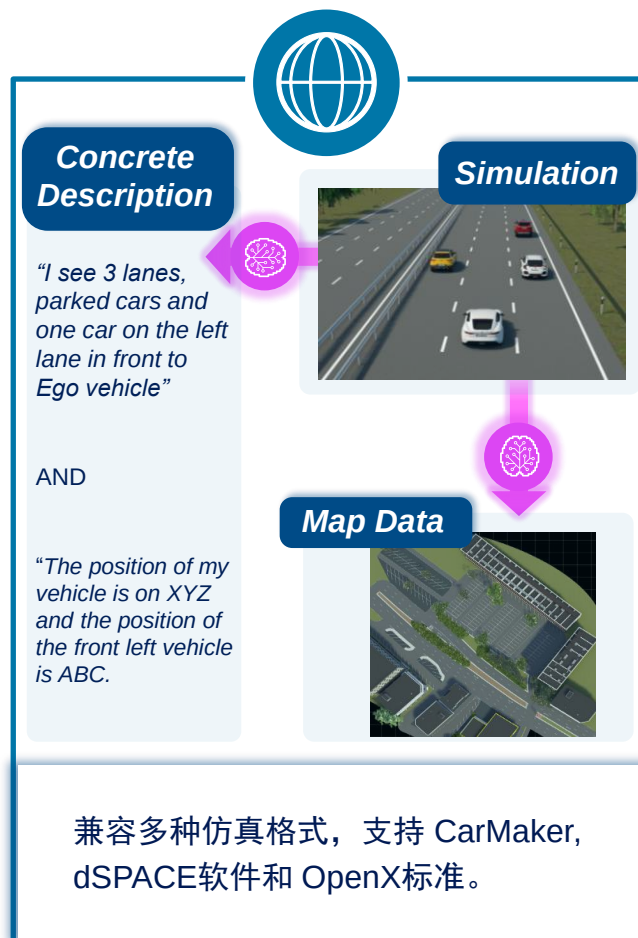


丰富场景描述

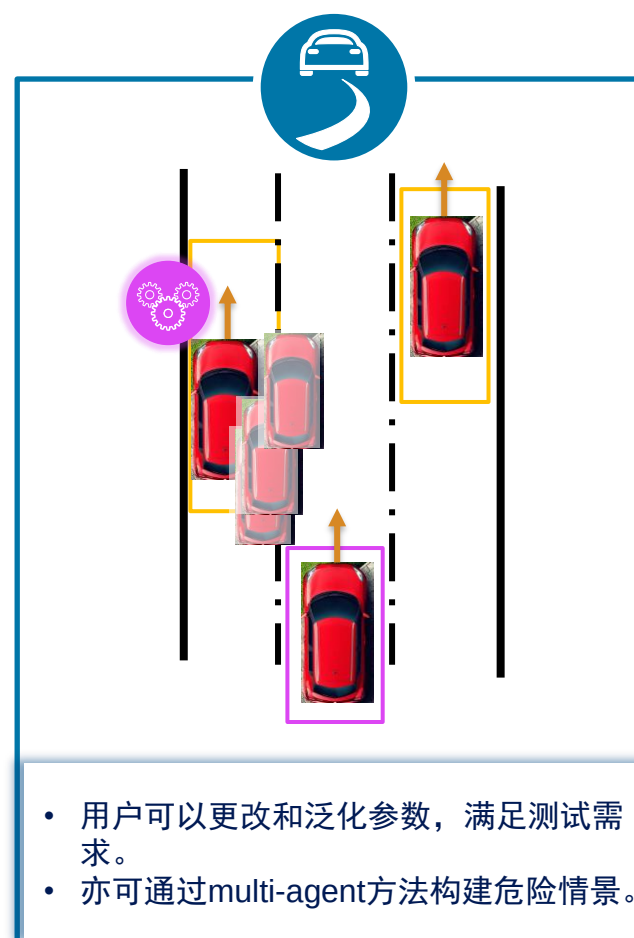


工作流程：从视频、图片、文本多种数据中提取场景关键元素

创建仿真模型



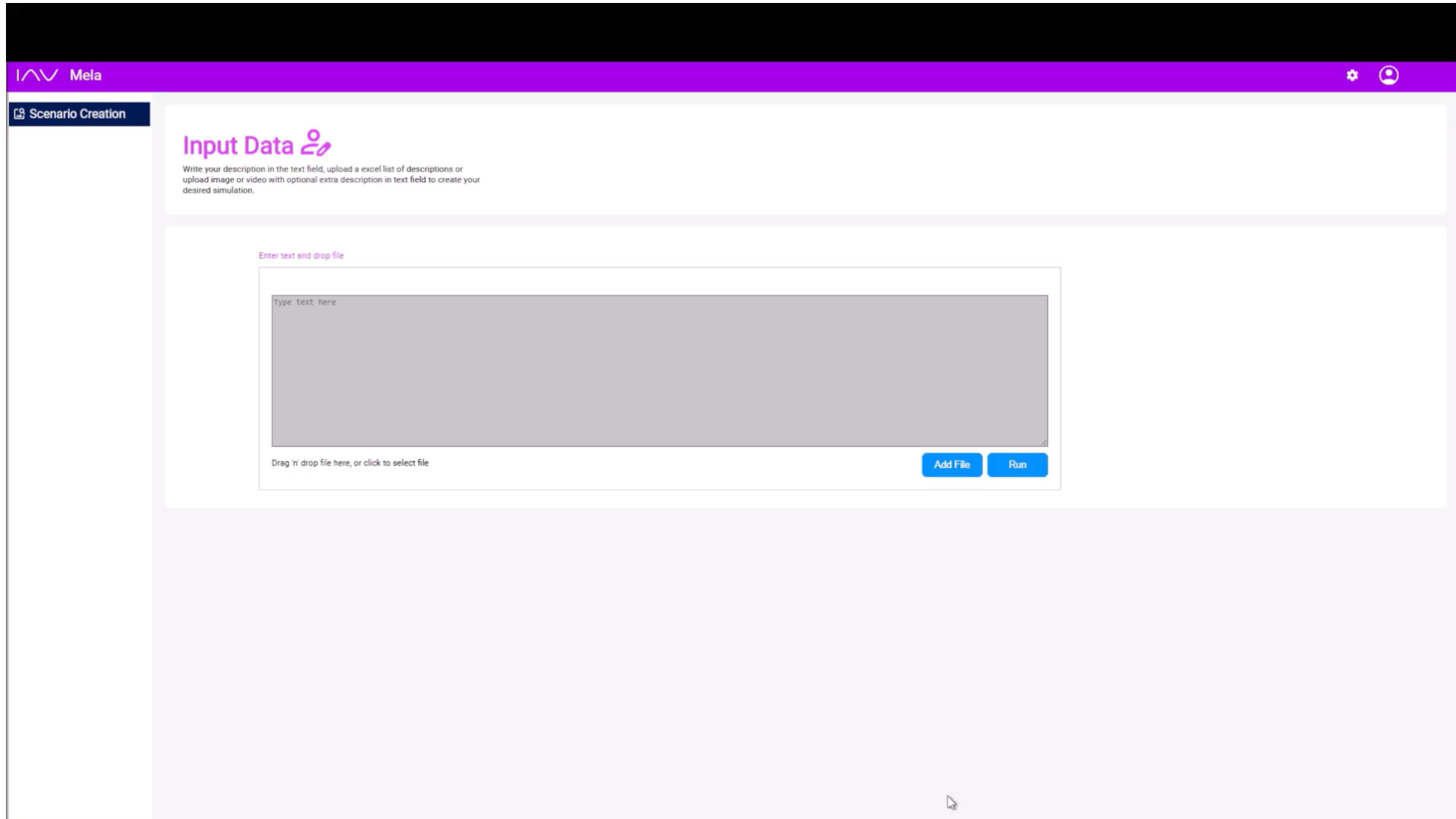
场景修改



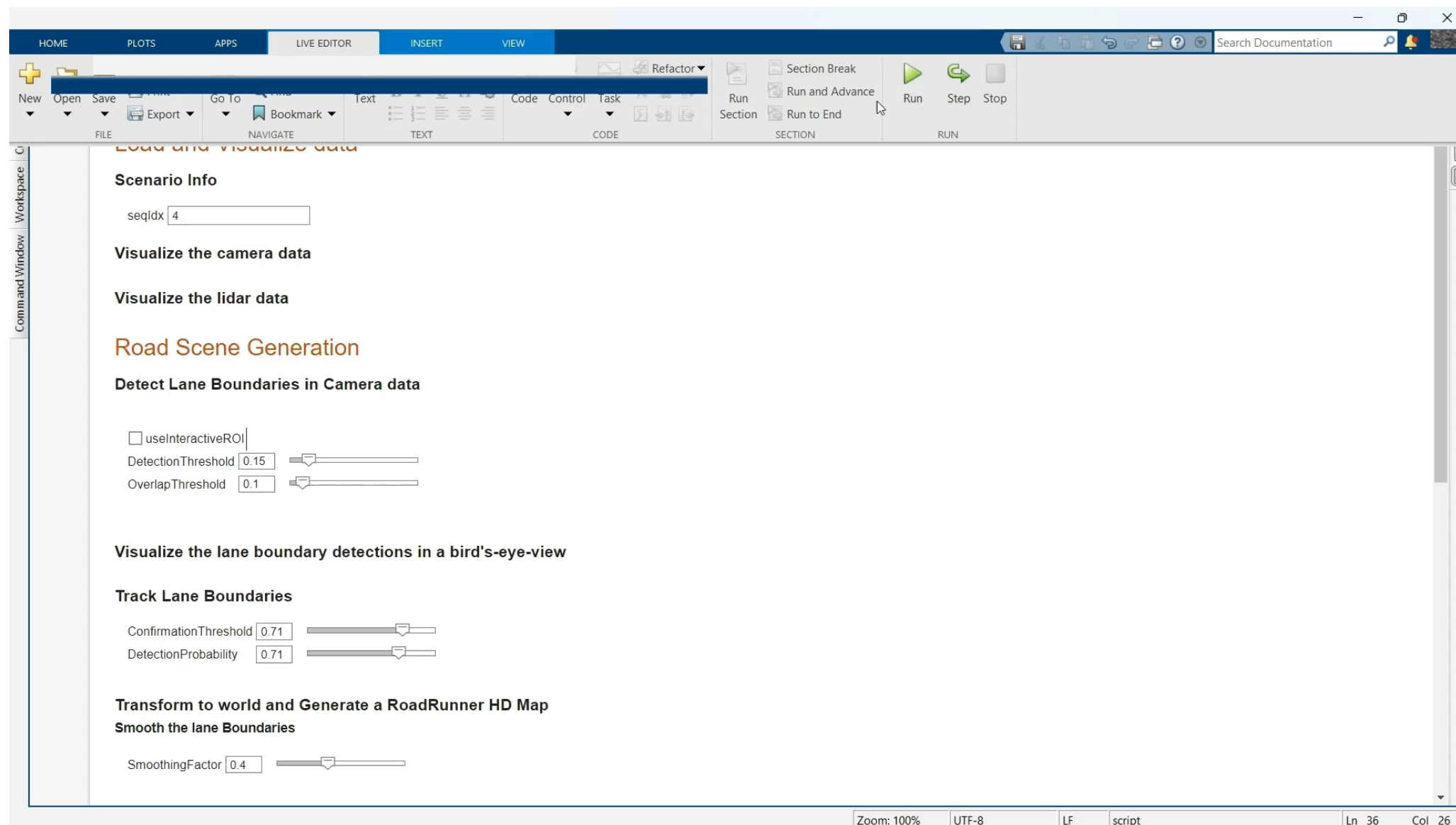
链接场景数据库



IAV Mela: 基于摄像头画面的AI驱动场景提取。



Mathworks工具链进行高精度场景重建



测试画面 vs. 仿真画面

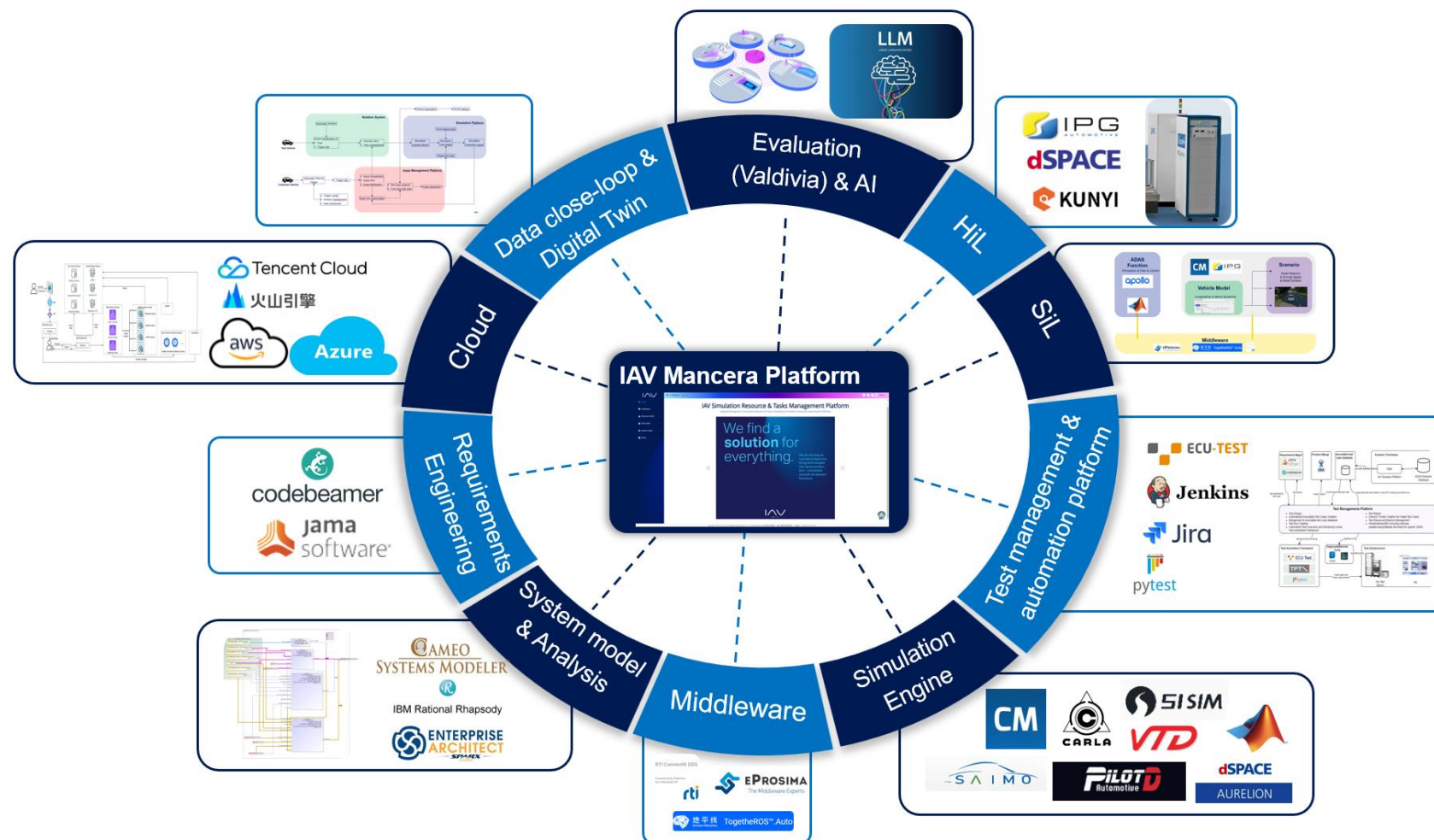


- 使用 GNSS 数据，可以定义位置以使用包含树木等资产的地图
- 用户可以进一步更改参数，例如车辆之间的距离
- 可以通过例如大雨和短车辆距离的修改来创建不安全的场景

目录

- 一、预期功能安全仿真验证方案总览
- 二、基于AI多模态能力的场景生成解决方案
- 三、场景管理平台解决方案
- 四、场景泛化分析及风险评估
- 五、总结

IAV Mancera仿真测试平台



IAV Mancera仿真测试平台

Scenario Platform - route.raw_da x +

localhost:5173/#/road/raw_data

更新

iaU admin

Home Raw Data x Raw Data Detail Reconstruction Reconstruction Tasks Reconstruction Task Detail

+ New Raw Data Text search Search Here

ID	Title	Summary	Date	Package
1	scene-0655	This is a summary of item 1	2025-04-20	NuScenes
2	scene-0103	This is a summary of item 2	2025-04-20	NuScenes
3	scene-0796	This is a summary of item 1	2025-04-20	NuScenes
4	scene-A	This is a summary of item 1	2025-04-20	p1
5	scene-B	This is a summary of item 1	2025-04-20	p1
6	scene-C	This is a summary of item 1	2025-04-20	p1

< 1 > Go to 1

Total 6 10/page

Copyright © 2024 IAV Automotive Engineering (Shanghai) Co., Ltd. All Rights Reserved. 艾尔维汽车工程技术（上海）有限公司 版权所有 ICP备案号: 沪ICP备2024042704号-2

目录

- 一、预期功能安全仿真验证方案总览
- 二、基于AI多模态能力的场景生成解决方案
- 三、场景管理平台解决方案
- 四、场景泛化分析及风险评估
- 五、总结

案例 – 行人横穿AEB场景



泛化出数以百万的场景是非常容易的

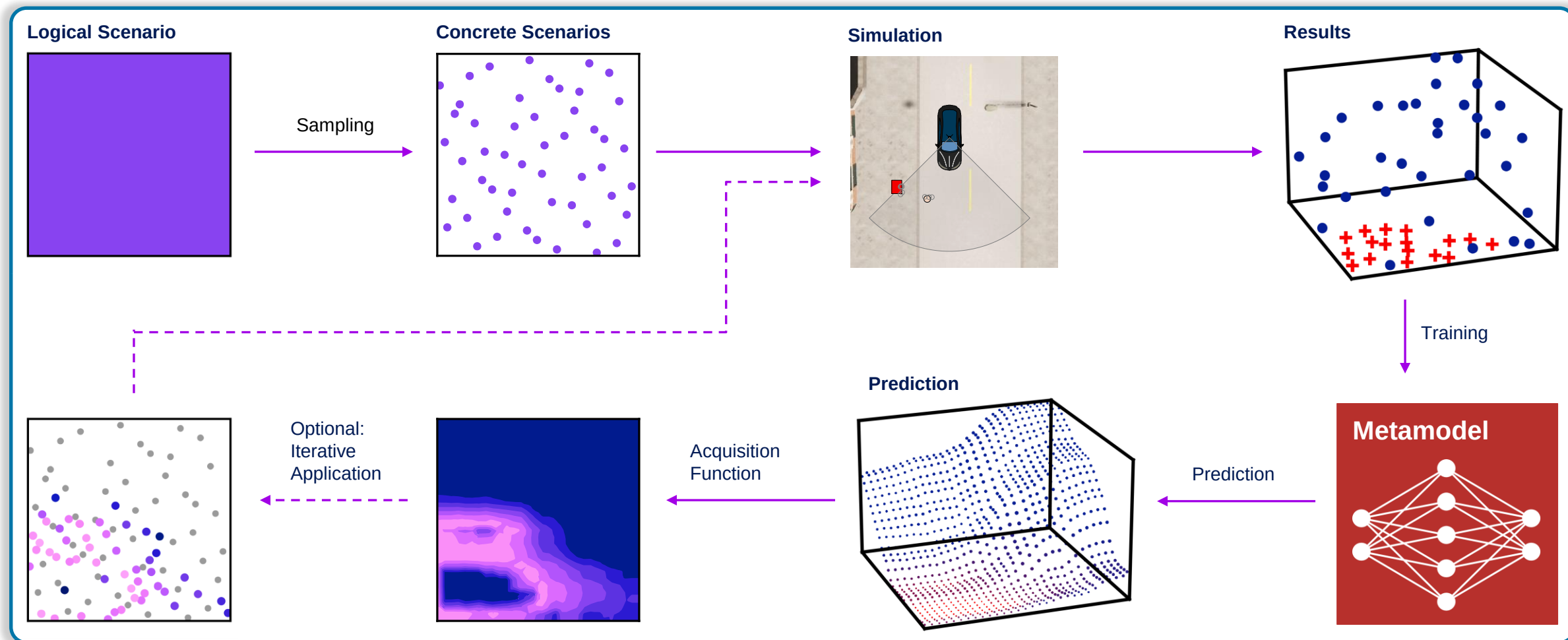
案例 – 行人横穿AEB场景



我们需要对每个逻辑场景控制其属性从而产生有意义的输出

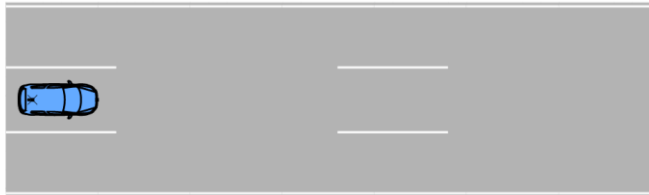
IAV Valdivia Sample解决方案

IAV Valdivia Sample 如何工作——技术深入探讨



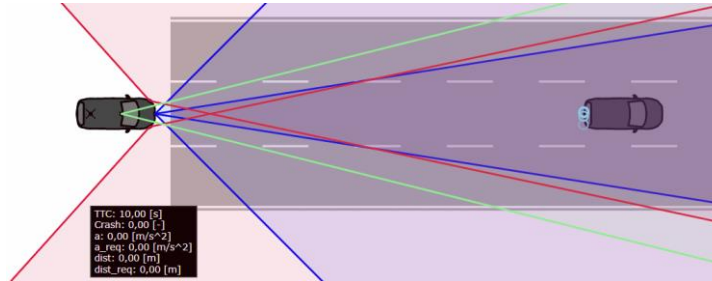
部分验证场景

Cut-In



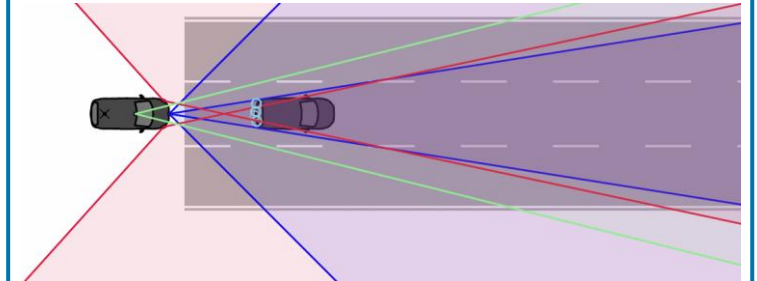
- 2 parameters

Emergency Braking



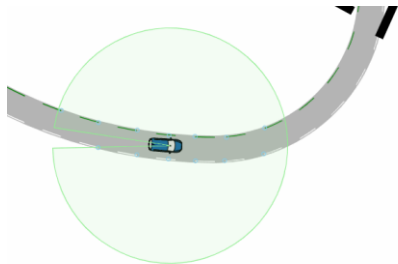
- 5 parameters

Following



- 13 parameters

Lane Keeping



- 15 parameters

Parking



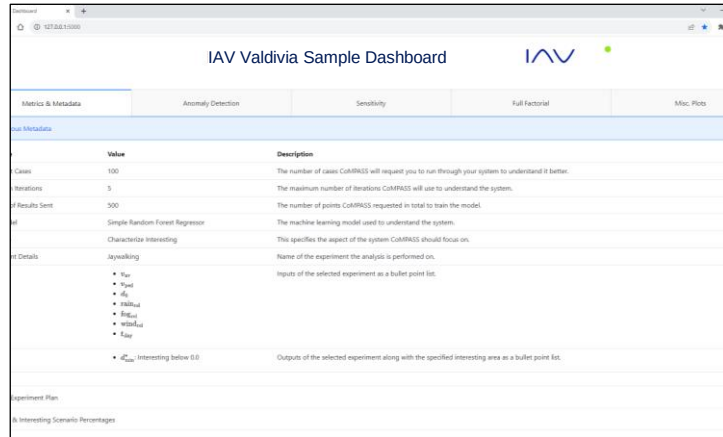
- 20 parameters

Driving Scenario Input Output Dataset (DSIOD)

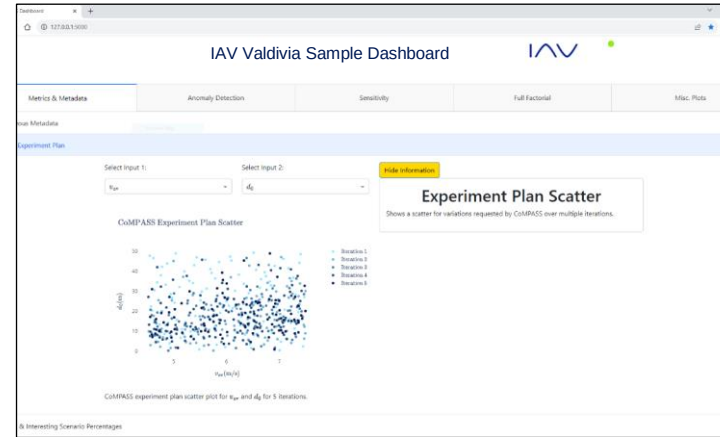
- 2 Million concrete scenarios for each of the five scenarios
- Available at <https://github.com/wnklmx/DSIOD>

IAV Valdivia Sample看板功能

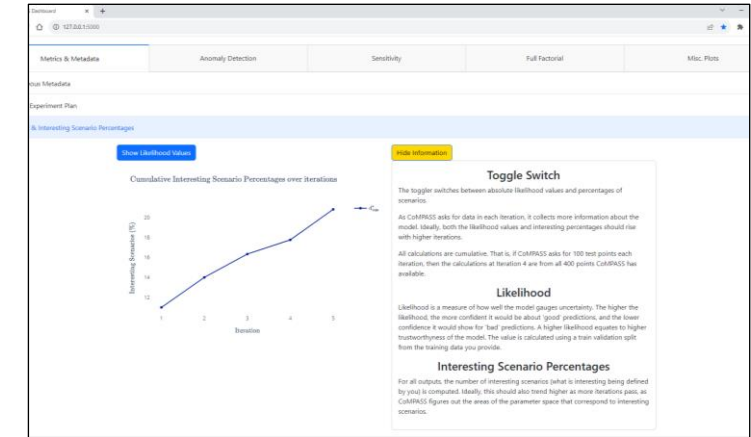
Metadata



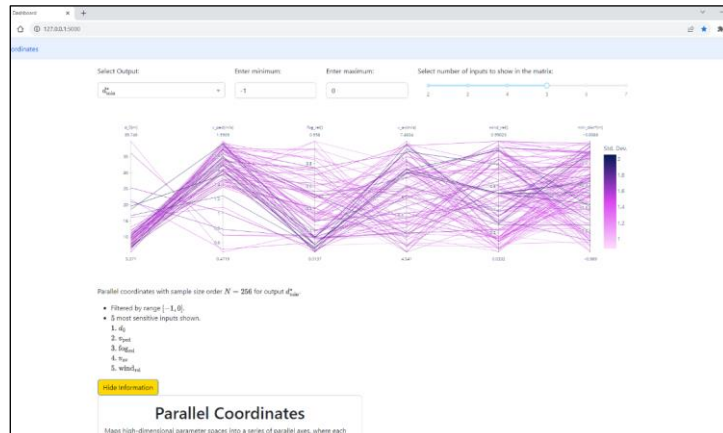
Experimental Plan



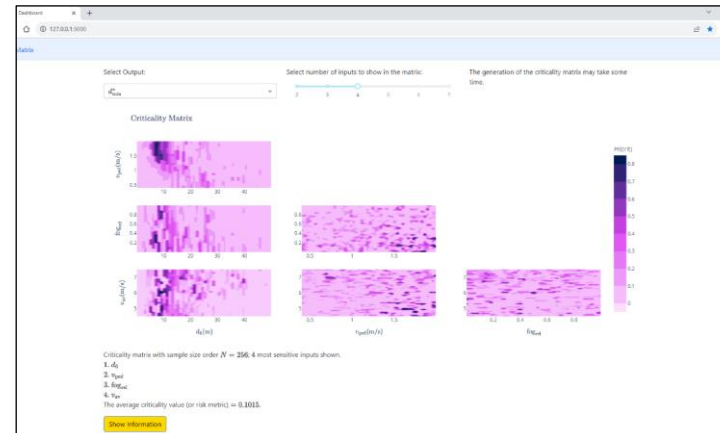
Progress



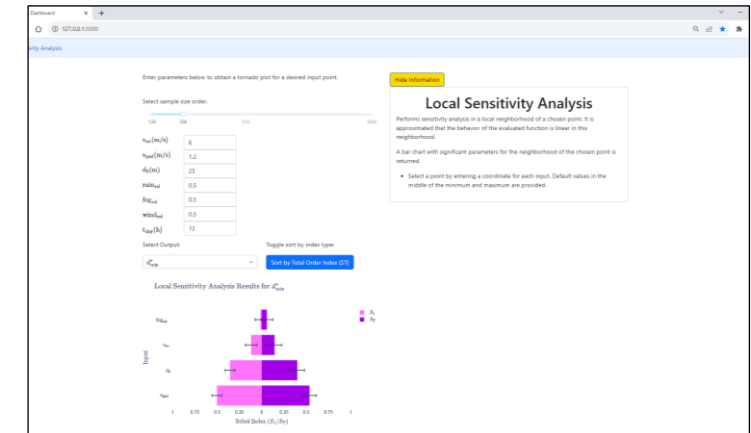
Parallel Coordinates



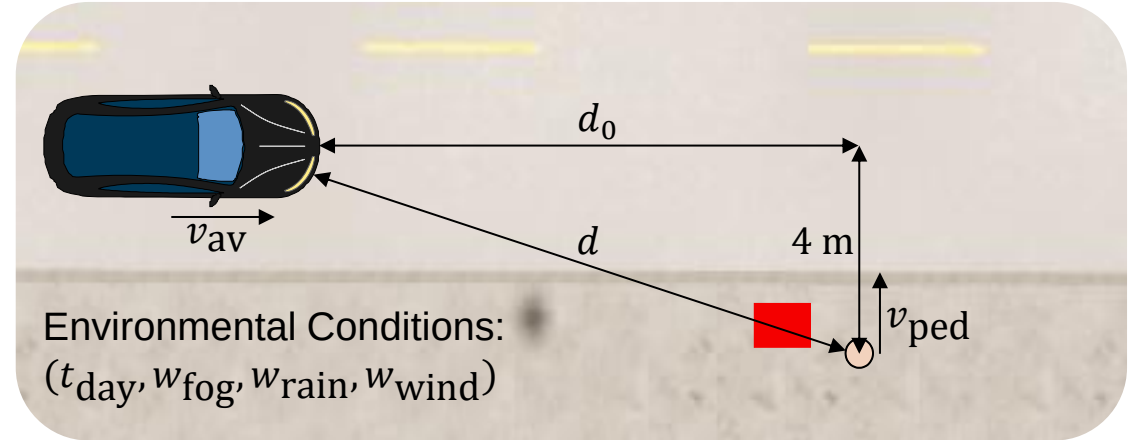
Criticality Matrix



Sensitivity Analysis

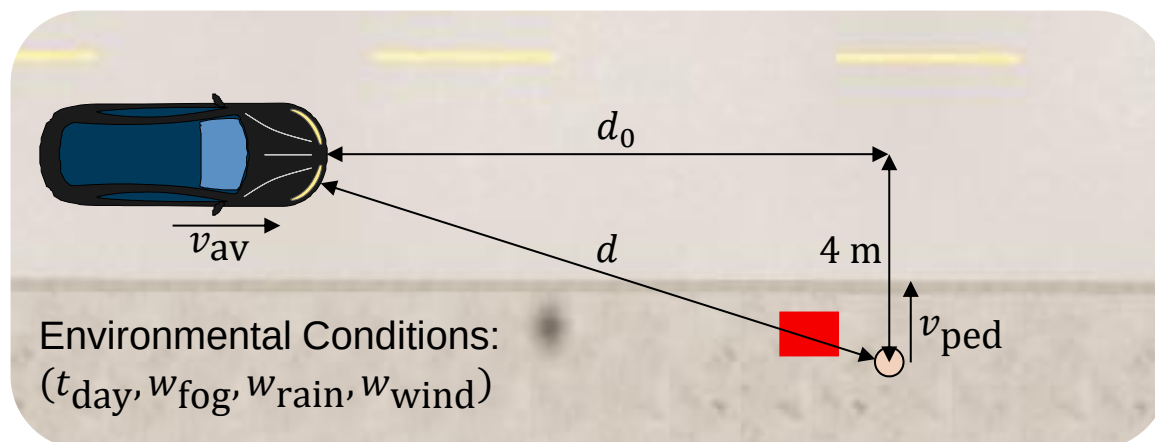


风险评估示例 – 具有7个参数的行人横穿场景

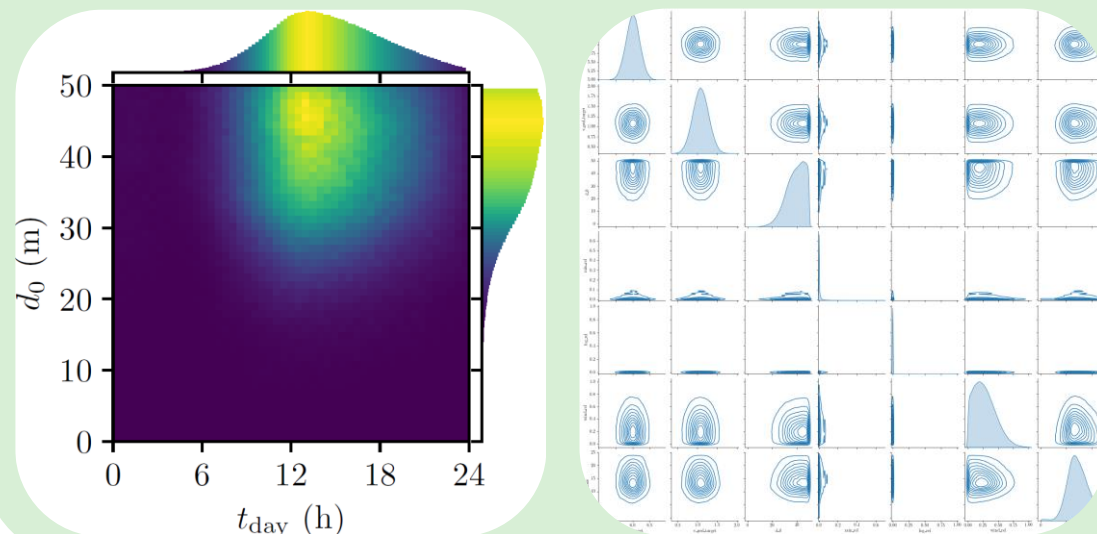


$$d_{\min} = f(\mathbf{x}) = f \begin{pmatrix} d_0 \\ v_{\text{av}} \\ v_{\text{ped}} \\ t_{\text{day}} \\ w_{\text{fog}} \\ w_{\text{rain}} \\ w_{\text{wind}} \end{pmatrix}$$

行人横穿场景的风险评估



Distribution of Test Cases $p(x)$



场景和分布

- The scenario is inspired by the NCAP scenario *Car-to-VRU Nearside Child (CPNC)* [2]
- We are interested in the likelihood of a collision ℓ_ϵ
- We assess the minimal distance d_{min} , i.e. $d_{min} = 0$ corresponds to a collision

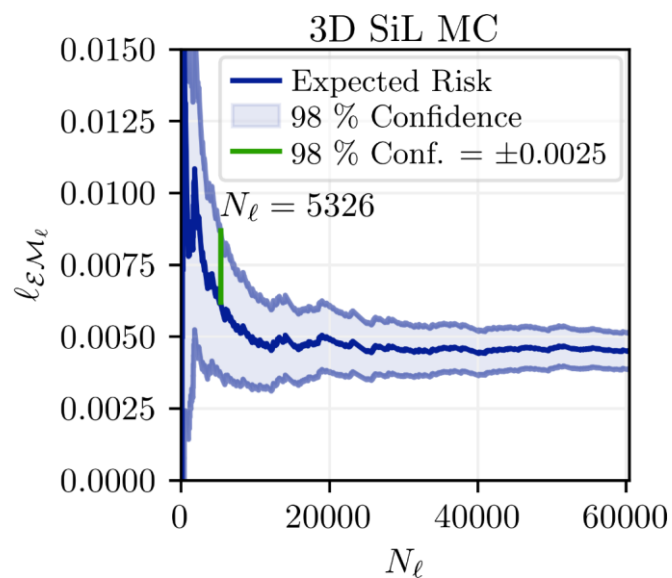
$$d_{min} = f(x) = f \begin{pmatrix} d_0 \\ v_{av} \\ v_{ped} \\ t_{day} \\ w_{fog} \\ w_{rain} \\ w_{wind} \end{pmatrix}$$

- $p(x)$ was derived based on pedestrian counting data [1] and historical weather data [3]

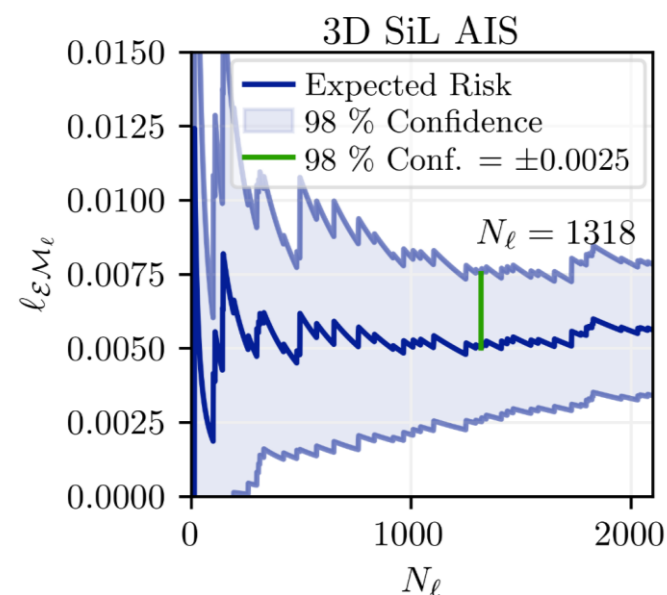
→ 在 $p(x)$ 下碰撞是罕见的

行人横穿场景的风险评估

Without IAV Valdivia Sample



With IAV Valdivia Sample



- 根据具体场景的分布，大约0.5%的模拟会导致碰撞
- 在该示例中，Valdivia Sample将测试工作量减少了约70%
- 对于较小的风险，例如 10^{-5} 或类似情况，节约潜力进一步增加

目录

- 一、预期功能安全仿真验证方案总览
- 二、基于AI多模态能力的场景生成解决方案
- 三、场景管理平台解决方案
- 四、场景泛化分析及风险评估
- 五、总结

总结

IAV云端SOTIF仿真方案的核心亮点：

- **IAV Mela**通过AI驱动模型来赋能场景构建工程并支持转化为VTD、CarMaker、Aurelion、DriveSim等格式导出数据。
- **IAV Mancera**平台来进行系统化的场景工程管理，提高了场景的管理效率，提高场景产出质量，提升场景仿真速度。
- **IAV Valdivia**进行场景挖掘和风险评估来对每个逻辑场景控制产生有意义的输出，节约大量测试时间，助力测试效率提升，并通过 IAV Valdivia Sample看板来实时掌握数据处理状态。

我们采用了**MATLAB深度学习工具箱**来加速目标识别，目标追踪，道路重建的工具链的构建。

最终生成的场景通过**RoadRunner**导出为OpenSCENARIO，减少了重复造轮子的时间，提高了项目开发效率。

云端SOTIF测试及数据管理工具链



MATLAB EXPO

中国



© 2025 The MathWorks, Inc. MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks, Inc.
See [mathworks.com/trademarks](https://www.mathworks.com/trademarks) for a list of additional trademarks. Other product or brand names may be
trademarks or registered trademarks of their respective holders.

