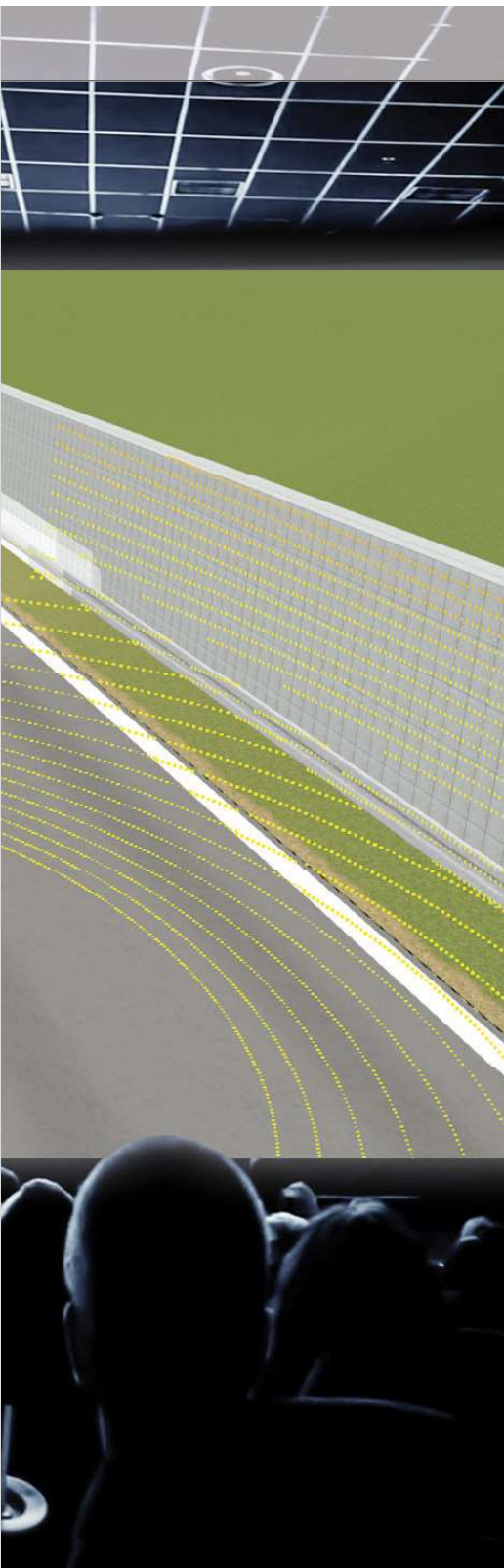




dSPACE 在自动驾驶领域的最新开发

真实传感器 仿真

自动驾驶汽车将配备众多的环境传感器。但是，测试它们的功能和复杂的交互将是一个巨大的挑战。Holger Krumm 和 Sebastian Graf 共同负责这一领域的最新开发，他们将深入了解最新的 dSPACE 产品活动并规划如何面对未来的挑战。



Krumm 先生，自动驾驶车辆的开发中经常提到“真实传感器仿真”这一术语。这个术语是什么意思呢？

Krumm：“真实传感器仿真”指的是我们可以在实验室中对传感器（即摄像头、雷达、激光雷达）感知和记录的道路交通进行虚拟化的再现。传感器的功能必须要在实验室中得到验证，因为由于交通状况十分多样，我们目前需要进行数百万公里的驾驶测试，而这些测试无法在实际道路上完成。因此，我们可以利用 dSPACE 工具确保实验室中真实传感器仿真和激励。

传感器真实仿真的应用有哪些？

Krumm：由于从感知算法到对象识别的功能链必须在早期得到验证，这时就需要用到真实传感器仿真。在测试 ADAS/AD 应用程序的虚拟 3D 世界中，模型将返回与实际传感器相同的信号。为此，客户希望在传感器和处理单元（如中央 ADAS 控制单元）的早期开发阶段进行测试和验证。因此，这时模型在环 (MIL) 和软件在环 (SIL) 显得格外重要。

dSPACE 现在提供哪些传感器仿真模型？

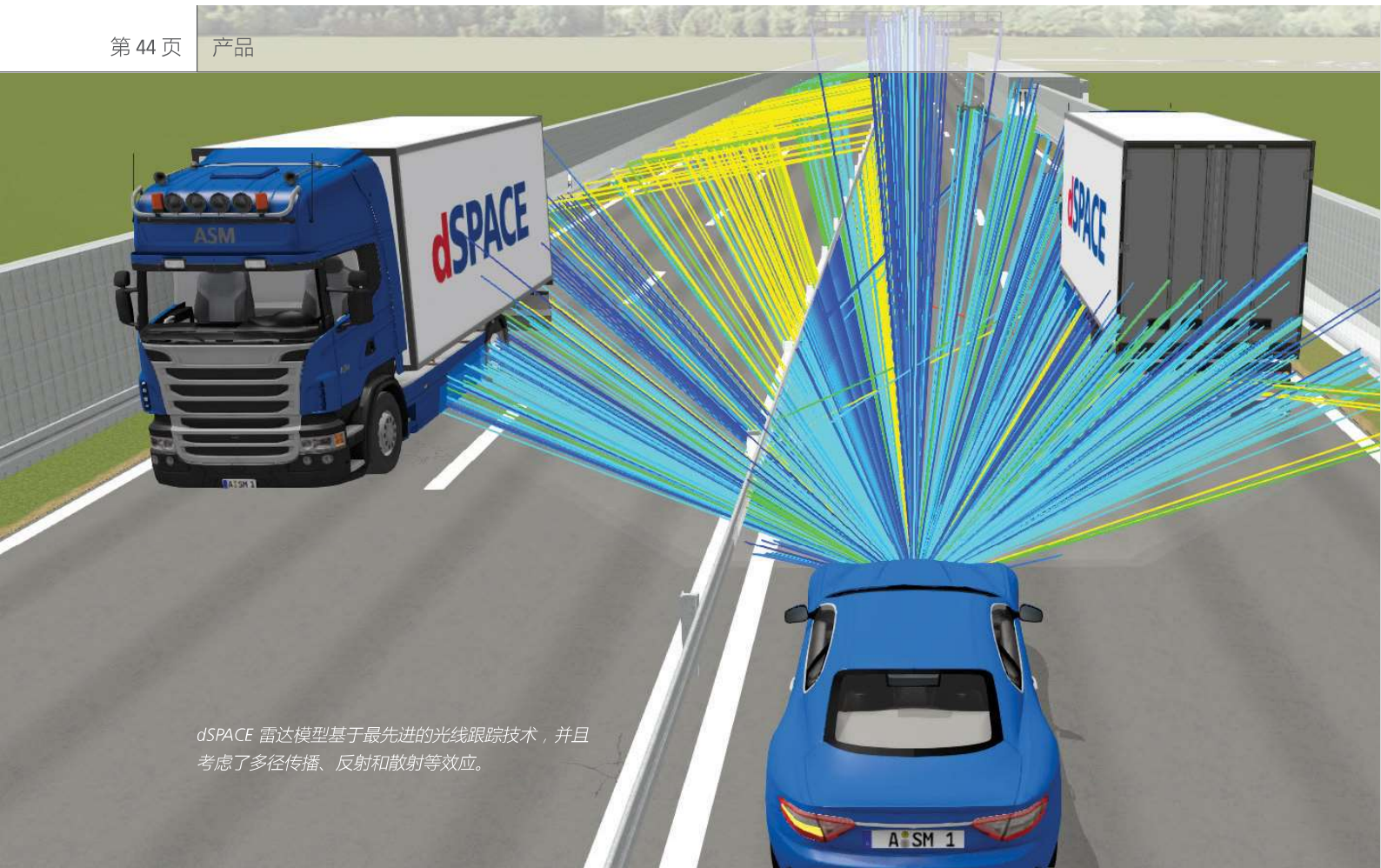
Krumm：Sensor Simulation 是摄像头、雷达和激光雷达传感器仿真软件模块的通用术语。在 dSPACE 2018-B 版之后，我们推出了一个独立的模块，用于基于摄像头的原始数据生成，以对环境、交通对象以及基于气候和日间的照明效果进行仿真。dSPACE 2019-A 版之后，我们又推出两个附加模块：雷达模块和激光雷达模块。两者均基于光线跟踪技术，包括将光束发送到三维场景并捕获其反射，从而将物理效应（如多径传播）融入到建模中。因此，我们能对雷达波或近红外激光束的传播进行正确的物理仿真，这对传感器的激励和仿真至关重要。

Graf 先生，这些模型能够提供何种级别的仿真数据以及应用范围？

Graf：一般来说，模型会计算环境和传感器前端的传输路径，以及前端组件（如雷达天线）之间的传输路径。除了波传播计算之外，雷达和激光雷达模块还具有强大的后处理接口，可 >>

Holger Krumm (左) 是 dSPACE 原型制作和验证软件工具产品经理；Sebastian Graf 博士 (右) 是 dSPACE 高级应用工程师。





dSPACE 雷达模型基于最先进的光线跟踪技术，并且考虑了多径传播、反射和散射等效应。

利用 Sensor Simulation 中的光线跟踪引擎，按照物理精度仿真毫米波和红外辐射的传播，这是激励和仿真雷达和激光雷达传感器的基本功能。

用于处理采集的数据。例如，您可以创建雷达和激光雷达的检测列表或点云。此外，我们还将对摄像头的前端属性，包括镜头系统和图像传感器进行仿真，包括色差、渐晕、复杂镜头配置、鱼眼失真等效果以及图像传感器的输出（如拜耳滤波器和高动态范围）。基于接口的开放性，客户可以集成自己的后处理功能，以实现其自身 ECU 的特殊功能。这适用于所有传感器模型。

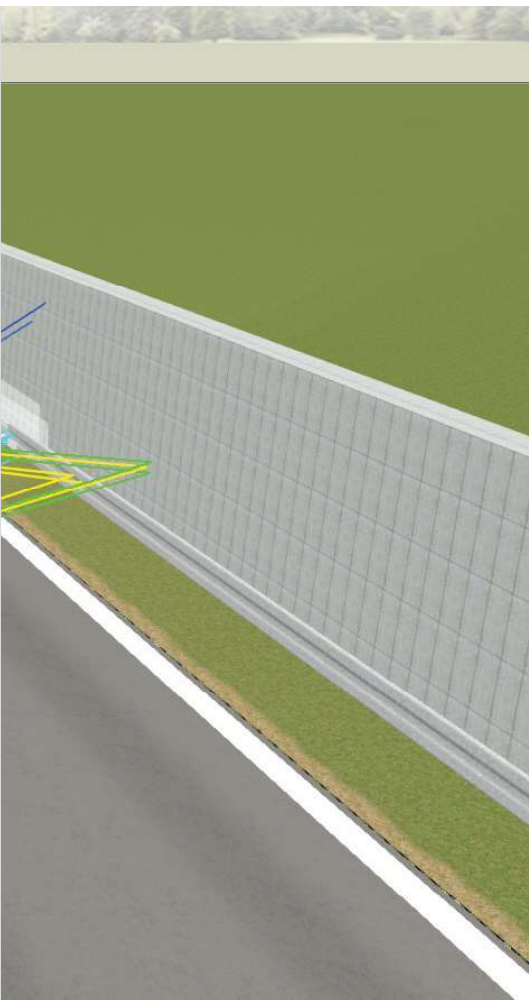
使用 Sensor Simulation 有哪些要求？

Graf：SIL 设置需要标准 PC 和 NVIDIA 显卡，也可以选择使用 dSPACE 的 Sensor Simulation PC。它的优势在于能够针对 dSPACE 工具链中的运行进行设计。另一方面，在 HIL 系统中，我们可以使用 Sensor Simulation PC 执行传感器仿真。这些 PC 具有可扩展性，能够仿真任意数量的传感器。为此，PC 需要对车辆环境进行描述并对车辆动力学进行仿真。这两项需

求可通过带有 ASM 工具套件的 SCALEXIO 仿真器实现。由于传感器仿真产品将来不受平台类型限制，也将在 Linux 等平台下运行，因此它们也可用于集群或云服务。

与其他供应商的解决方案相比，Sensor Simulation 有哪些亮点？

Krumm：Sensor Simulation 基于一套完整的自车动力学仿真。因此，传感器的所有运动都将被考虑在内，例



传感器仿真基于一套完整的自车动力学仿真，传感器的所有运动都被考虑在内。

OEM、Tier 0.5 级供应商 ZF 和雷达供应商 HELLA。我们还参与了其它一些中小型合作和联合项目。所有用户都向我们提供了反馈，希望仿真能够更加接近真实，并建议我们对工具链进行调整，以应对 Tier 2、Tier 1 或 OEM 提出的要求。

您能告诉我们 dSPACE 正在进行哪些创新吗？

Graf：我们将提高可视化质量，即使在特殊的光线和天气条件下也能进行摄像头功能测试。另一项创新是基于神经网络的环境检测。对于这种高度逼真的可视化效果，我们使用现代的专业图像引擎来实现全新水平的摄像头传感器仿真。我们致力于为客户提

供全面的应用服务。到 2019 年底，我们还计划针对物体类型分配材料属性。对于雷达和激光雷达，我们已提供传感器原始数据级 SIL 和 HIL 实现的原型。这样可以测试数字传感器的后端。在过去几年里，这一直是摄像头的最新标准。然而，对于雷达和激光雷达来说，这还是新领域。目前，供应商都十分推崇这项技术，因此我们对这条道路充满信心。在此过程中，开发过程中的测试将发挥很大的作用。此外，借助直接方便的接口，供应商可以提供特定于传感器的模型，这一点让很多 OEM 尤为满意。

Graf 先生、Krumm 先生，感谢你们接受此次采访。

如，车辆朝道路弯道倾斜或在鹅卵石路上颠簸时。Sensor Simulation 通过 SIL 和 HIL 仿真应对传感器测试中的特殊挑战。这些仿真需要实时进行。由于雷达波传播的仿真速度非常快，在运行时我们就注入原始数据，激励真实传感器。我们将现代高端显卡并行使用，这种两三年前做梦也想不到的计算速度现已成为可能。Sensor Simulation 是在此种级别的，唯一可以仿真所有三种传感器类型（即摄像头、雷达和激光雷达）的工具链。dSPACE 工具链的另一个显著功能是从 SIL 到 HIL 仿真的简单过渡。

您的客户是否已使用 Sensor Simulation？他们的应用目的是什么？

Graf：是的。德国汽车行业有几位重要客户已经在各个领域使用了该工具。为此，我们选择了供应链中不同层次的客户。主要客户包括德国大型

