

仿真 App 助力 汽车音频系统设计

哈曼的专家正在构建和部署仿真 App, 以开发出能够满足客户期望的汽车音频系统, 同时改进其内部工作流程。

作者 THOMAS FORRISTER

随着消费者的个性化需求越来越多, 豪华汽车市场正迈向全新的领域。汽车的设计目标之一是为乘客和驾驶员提供良好的驾驶和乘坐体验: 舒服的按摩座椅, 加热的方向盘, 时尚的内饰, 宽敞的空间, 当然还要有电子娱乐设备。在过去的十年里, 音频和多媒体系统在汽车中的重要性显著提高, 因为汽车已成为许多消费者生活中的一部分。有研究表明, 汽车是人们听音乐的首选场所, 而他们的期望是获得与家庭音响系统同样高质量的聆听感受。然而, 想要设计出这样的汽车音频系统会面临许多挑战。

从系统工程的角度来看, 汽车内饰设计采用了各式各样的硬质和软质表面。这些设计可以带给我们不同风格和舒适度的体验, 但往往会干扰声音的效果, 因为它们可能会反射或吸收声音。然而, 更大的挑战是, 消费者期望汽车中的新应用、新功能, 以及新的聆听体验能像智能手机发布新功能一样快速更新。消费类的电子产品, 其开发周期(有时甚至不到6个月)比汽车(5~6年)要短得多。三星电子有限公司的子公司哈曼国际使用仿真软件创建了可以用来改进工作流程、加快产品开发速度, 以及能够帮助工程师突破车载音频技术极限的仿真 App。

» 个性化的车载音频体验

消费者每天会花很多时间在汽车上, 开车上下班或在城里兜风。对于很多人来说, 汽车不仅仅是从 A 地去往 B 地

的交通工具, 他们更想要最大程度地享受自己的旅程, 从中获得自由感、冒险感, 或是想要获得从日常生活中逃离片刻的宁静。为了创造出这种终极体验, 汽车显示器、各种汽车应用以及音频系统必须能够协同工作。

哈曼首席工程师 François Malbos 表示:

“如今的消费者无论是在家里, 在路上, 还是在车里都需要个性化的体验。豪华汽车会使用更多的技术、更多的扬声器以及更复杂的音频功能。在中档车中, 个性化功能受到很多限制, 并且集成技术较少。车载音频系统功能越多, 就会变得越复杂, 但我们看到的界面必须简单、

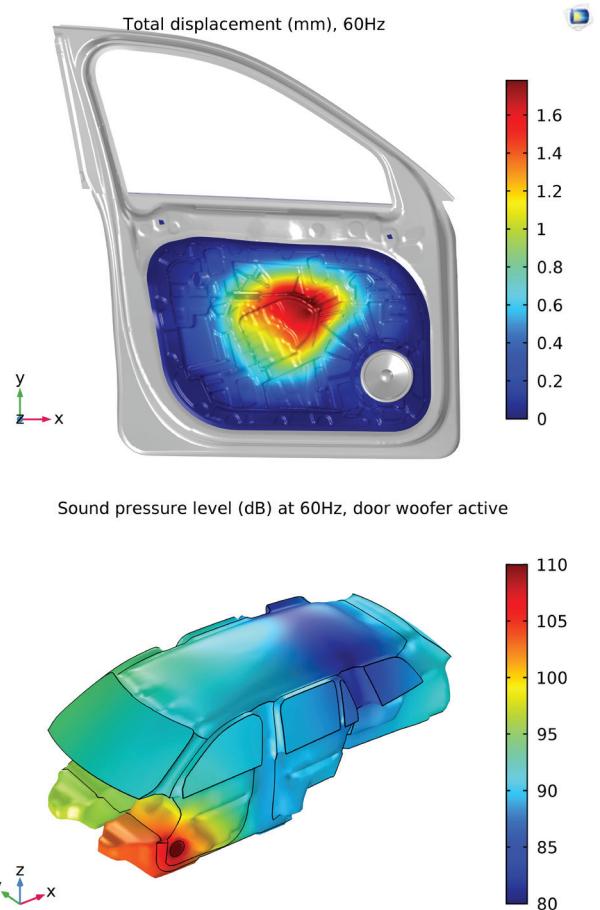


图1 车门硬度分析(上)。不同扬声器位置的车厢模拟图(下)。图注: Total displacement(mm), 60 Hz - 声音频率在 60 Hz 时的总位移(mm); Sound pressure level (dB) at 60 Hz, door woofer active - 低音扬声器在声音频率 60 Hz 时的声压级 (dB)。

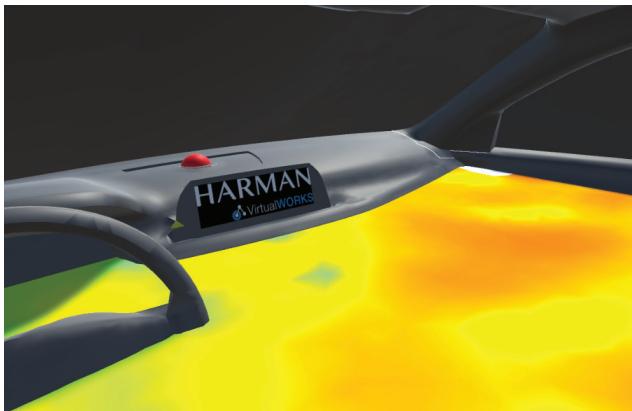
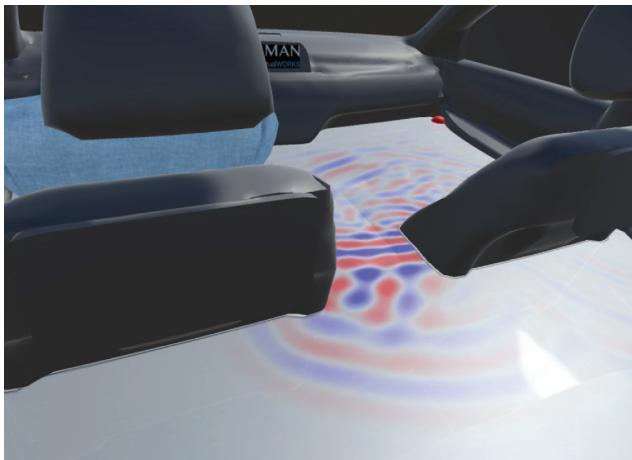


图 2 在汽车环境中,后座(上)和右前扬声器(下)的声场得到了增强。

直观,并且具有可扩展性。”

以往,汽车的价值是由其机械性能和行驶动力学来衡量的。随着共享出行和车载技术的普及,汽车的价值是通过乘客时时刻刻的感受来衡量的。70多年来,音频行业有了突破性的发展,哈曼公司致力于以消费者为中心来提供个性化的音频体验。例如,哈曼的虚拟技术可以再现特定场所的声音,该技术可以将观众瞬间带到音乐厅、体育馆、舒适的爵士俱乐部或录音室。

对于高级通信问题,哈曼的解决方案是利用智能音频和声音信号处理的最新研究成果,为所有乘客提供清晰、无障碍的语音通信——无论是与语音助手,与别人打电话,或是乘客之间的交流。还有高级的语音命令功能可以让驾驶员在使用电话或信息娱乐屏时将目光停留在道路上,手放在方

向盘上,从而提高了交通安全性。

为了平衡豪华汽车中内置的各种个性化功能,哈曼的声学 and 仿真专家在设计早期就考虑了不同的组件、声学仪器和独特的配置(图 1)。这些工程师通过新颖的思考方式进行设计,即围绕音频系统设计汽车,而不是在汽车上添加音频系统。这种方式有助于团队在接到客户更改通知时能够立即作出应对。此外,汽车内饰的材料,车门的硬度等因素会影响汽车的音响效果,因此设计师需要就上述因素对音频系统进行改善。

对音频系统高度敏感的设计加大了产品开发、汽车基准测试以及对质量保证的难度。哈曼虚拟产品开发(Virtual Product Development, VPD)高级经理 Michael Strauss 说:“幸运的是,哈曼具有独特的优势——我们内部开发包括了从初始设计到制造阶段的所有内容,这使我们的系统在市场上独树一帜,可以直面挑战。”

为了简化工作流程,哈曼使用 COMSOL Multiphysics® 软件来加速

设计和生产过程,预测和验证车厢内的测试结果,并最终改善他们的设计。

» 仿真 App 助力音频系统设计

仿真在哈曼产品开发中扮演着重要角色,公司最终目标是对传感器、汽车外饰、车厢、双耳环绕立体声等实现完全虚拟的开发。现在,VPD 团队将物理实验与数值建模相结合来进行研发。未来,越来越多的现场听力测试将被虚拟测试所取代。在使用 COMSOL Multiphysics® 开发虚拟音频系统时,哈曼工程师可以对汽车的不同硬件装置和独特的设备进行快速调整。此外,还可以将实际车内的测试结果与模拟结果进行比较(图 2)。

哈曼探索了将数学模型转变为数字孪生模型和仿真 App 的方法。哈曼 VPD 项目负责人 Michal Bogdanski 说:“所有模型对边界条件的变化都很敏感,并且每个仿真结果都可能使用了不同的仿真定义和物理场接口。不过当我们有了仿真 App 或数字孪生模型后,就不用再担心那么多

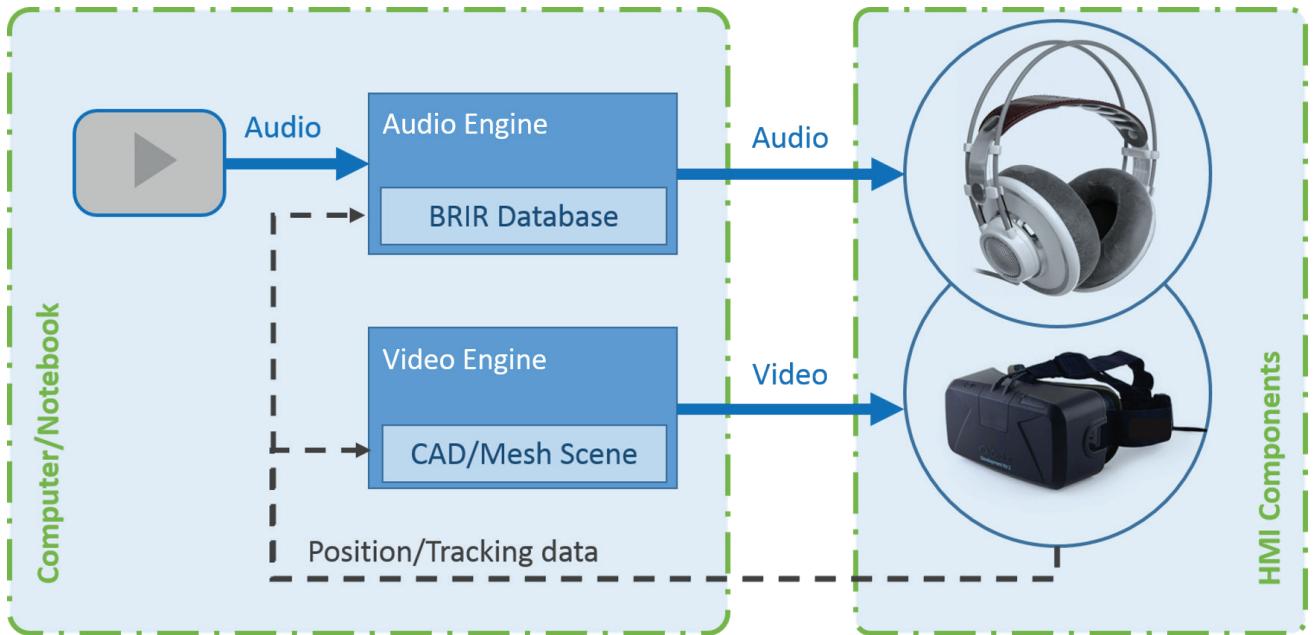


图3 哈曼的虚拟现实设备。

图注：Audio - 音频；Audio Engine - 音频引擎；BRIR Database - BRIR 数据库；Video - 视频；Video Engine - 视频引擎；CAD/Mesh Scene - CAD/网格场景；Position/Tracking data - 位置/跟踪数据；Computer/Notebook - 电脑/笔记本电脑；HMI Components - HMI 组件。

了,因为我们可以锁定指定的边界条件。这些参数对于物理定义至关重要,使用仿真 App 的用户无法对其进行更改。这种方法可确保结果与测试结果相符。”

哈曼的仿真模型在日常生活中受到了评估和验证。VPD 团队开发了一个仿真工作流程,以便为开发项目的任何阶段提供数值支持。基于工业信息化的考虑,团队希望将仿真技术以及仿真 App 引入传统的工作流程中,并最终将其转换为 VPD 工作流程。

使用该仿真 App,可以让用户和建模专家在公司内一起工作,这样就可以在早期对设计进行修改。为了进一步加快工

作进程, Malbos 用一个路线图帮助哈曼设计了一个所有仿真 App 用户都可以访问的工具箱。这使仿真 App 更适用于需要长期资源规划的项目。Malbos 说:“它确实改善了我们的工作流程。因为不是所有人都在同一时间工作,仿真 App 有助于跟踪项目状态并在全球性

的跨职能团队合作下推进项目。”Strauss 补充说:“此外,该仿真 App 使团队中并不精通仿真的成员受益。仿真 App 可以提供两个方面的帮助。一方面,设计师的工作流程将变得更加高效,并且他们将对产品功能有更多的了解。另一方面,仿真专家可以摆脱一些日常任务,专注在一些需要更多时间和资源的项目上。”

通过来自不同用户群体的反馈,这些仿真 App 正在不断被改进。这些反馈有助于找出潜在的错误,同时对仿真 App 提出需要改进的

“并不是所有人都在同一时间工作,因此仿真 App 就很有帮助。它可以让用户找到所需的東西,也可以让仿真专家专注于更重要的项目。有了仿真 App,我们可以创建一套统一的工具,以供机构的专家们使用。”

——FRANÇOIS MALBOS, 声学工程师, 哈曼公司

意见和建议。为了给用户提供最舒适的体验,这些建议会被定期讨论,然后由团队选择并且实施。

对虚拟仿真建立信任是仿真 App 能够被广泛使用的重要因素。每个仿真 App 的用户都需要平衡材料参数、高质量数据、解决方案和交付的结果。此外,对于高级仿真,需要准确的再现演绎、验证以及沟通,以使用户了解测试结果。

Strauss 说:“为了帮助

用户建立信任,每个应用程序都会附带一个验证文档,类似于当你购买麦克风时会附带一张维修表。该 PDF 验证文档包含测试结果与仿真 App 或数字孪生模拟的对比。”

VPD 团队使用 COMSOL Server™ 建立了一个经过验证的仿真 App 库,其他工程师可以使用这些仿真 App 来预测扬声器在各种配置和不同条件下的性能。哈曼的换能器工程部门是第一个使用这些应用程序的部门,不过其他部门,例如声学工程部,很快就对此产生了兴趣。“大家都在慢慢接受这个仿真 App。”Strauss 说道。仿真 App 的广泛使用可以让 VPD 团队的仿真专家专注于更重要的项目,比如虚拟现实。

» 哈曼虚拟现实工具

HARMAN VirtualWORKS (哈曼虚拟工具)是哈曼的音频开发工具之一,最近已扩展为 HARMAN VirtualWORKS VR (哈曼虚拟现实工具)。借助交互式 VR 功能,客户可以获得与乘坐实际汽车相同的听觉体验。对于音频设计师与汽车制造商而言,这是系统设计环节中的一个关键优势。汽车制造商可以在虚拟的汽车上体验音响系统的性能,而不必建造一个实际的样车。

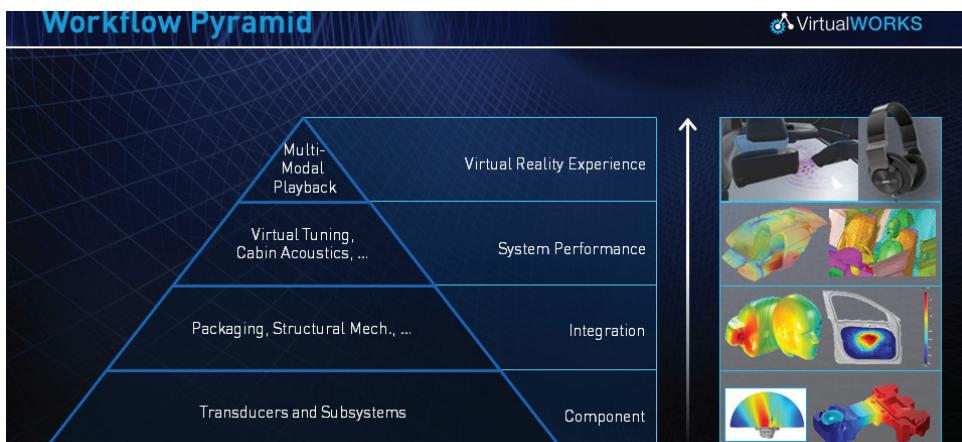


图 4 HARMAN VirtualWORKS 的数值模拟工作流程。

图注: Multimodal playback - 多模式播放; Virtual Reality Experience - 虚拟现实体验; Virtual Tuning - 虚拟调整; Cabin Acoustics - 舱内声学; System Performance - 系统性能; Packaging - 封装; Structural Mech - 结构力学; Integration - 积分; Transducers and Subsystems - 传感器和子系统; Component - 零件。

Bogdanski 表示:“VirtualWORKS VR 为用户提供了测试车厢内系统和声场的机会。有了 VR 装置和眼镜,客户就可以乘坐汽车来感受音频系统内的各项性能。同时,它还可以帮助 OEM 室内设计师了解他们的想法,以及用不同的方式塑造内饰对音效产生的影响。”

Strauss 补充说:“特别地,对于内部决策过程以及 OEM 主管而言,有时很难仅凭数字来说服一些关键的利益相关者。VirtualWORKS VR 是一个很好的工具,用来说明和演示系统在考虑了相关因素和在特定设置情况下的性能。就像

仿真 App 一样,它是实现产品开发流程数字化转型的另一个强大驱动力。”通过头戴式的 VR 装置,音频可通过 3D 运动和高分辨率图形实现可视化。这种增强现实技术为用户带来了车载体验,并帮助他们实现不同配置扬声器的声场可视化(图 3)。

用于豪华汽车的新产品和新技术既要创新又要成熟,同时还需要跟上客户不断增长的个性化需求。哈曼将先进的工具整合到工作流程中来优化设计,从而推动了汽车音频系统的开发(图 4)。不久的将来,哈曼或许能够在制造样车前,在开发周期中实现完全虚拟化。🔗