



动态 点火顺序

试想一个这样的内燃机：可以根据驾驶员所需力矩，改变点火顺序或者跳过某缸的点火。在总部位于硅谷的 Tula Technology 公司，工程师们使这一设想变为现实，他们正期待与几家整车厂合作批量生产。



动态跳转点火 (Dynamic skip fire, 简称DSF) 是 TULA 公司的一项新技术。DSF 可以决定每个汽缸是否点火以及点火时刻, 从而使得发动机的效率获得极大的提高。发动机控制器决定需要点火的汽缸数量及其顺序, 以便提供所需的扭矩 (图 1)。

动态点火提高舒适性和效率

对于发动机停缸技术, 最关心的一点在于如何有效降低对车辆传动系的 NVH 的影响。为做到这一点, TULA 公司开发了智能算法, 可以避免不利的共振, 从而保证任何时候的舒适驾驶体验。通过连续计算点火顺序, DSF 可以避免共振的出现, 从而可以实现降噪和减震 (图 2)。

经济高效的解决方案

与市面上的低成本节油技术相比, DSF 是最有效的技术, 其节油效率高达 20%。DSF 的另一个优势则是它可以兼容其他节油技术, 例如缸内直喷、涡轮增压、起停系统以及轻度混动或强混动技术几家 OEM 厂商和 Tula 正在为该项技术的批量投产而携手努力。

>>

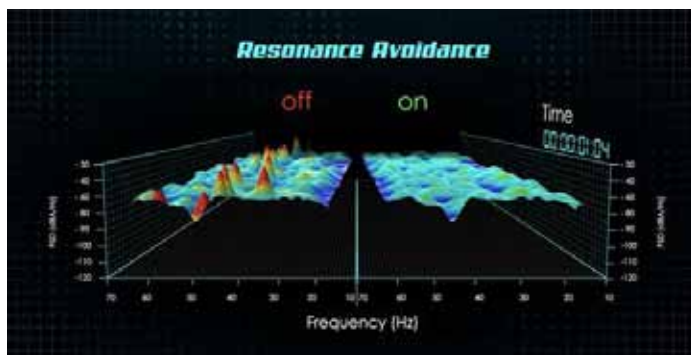
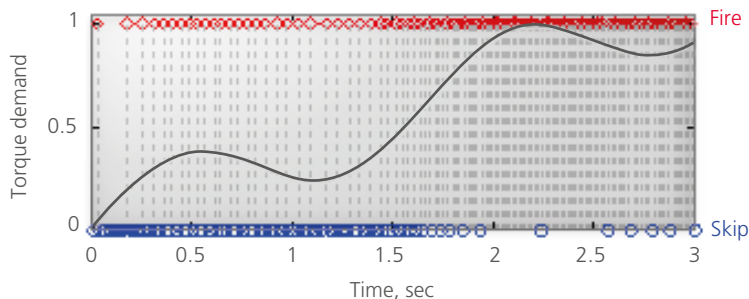


图 1 (上图) : 动态跳转点火技术决定每个汽缸的点火时刻。图 2 (下图) : 智能算法避免共振频率, 优化驾驶舒适性。

针对实际应用的开发任务

Tula 的主要强项是动态停缸与NVH 抑制的算法。为了将算法的可用性展现出来, 需要在样车上实施和执行算法。这项任务由原型系统完成, 该原型系统控制了一台 GMC Yukon Denali V8 的发动机。在用于真实发动机之前, 首先需要对该算法进行功能验证。而硬件在环 (HIL) 仿真系统是对其验证的最佳环境。为了减少从开发到 QA (质量保证) 测试完成的时间, 必须确保 HIL 系统也可用于开发任务。软件开发人员和与 QA 测试工程师

都需要有访问 HIL 测试台架的权利。此外, HIL 测试台架还可以从不同的地点进行访问。

组合工具链

为了在客户平台上运行 DSF 技术原型, Tula 公司选择了 dSPACE 公司的 MicroAutoBox II 作为其快速原型开发工具。而为了验证控制器软件的功能, Tula 开发了一个 HIL 测试台架。该台架使用了最新的 ASAM HIL API 技术 (ASAM, 即自动化与测量系统标准协会)。HIL 测试台架可以接收

由第三方发动机仿真系统发出的模拟和数字 I/O 信号。该发动机仿真系统还可将曲轴和凸轮轴信号发送至 dSPACE 的 MicroAutoBox II (运行 DSF 软件)。DSF 软件的测试则由 dSPACE 的测试管理工具 AutomationDesk 实现。所有组件和 AutomationDesk 都经由一个通用接口进行通信。

组合工具面临的挑战

必须组合多个不同流程, 从而确保一个可再现的、可靠的工作流程: 检索源代码和自动化测试脚本, 编译测试台架的源代码, 加载可执行文件到目标 HIL 测试台上, 执行自动化测试脚本, 生成总结报告, 归档测试结果以供审查和审计。

通过自动化完成目标

为实施流程的各个步骤, Tula 公司创建了一个合适的软件解决方案。第一种解决方案将发动机仿真系统和 dSPACE 的 MicroAutoBox II 集成在一起, 并使用 AutomationDesk 作为自动化测试的基础。这个方案使用最新版本的 ASAM HIL API 标准来实现。借助 HIL API, 基于 Python 的测试脚本可以以测试用例的形式在 AutomationDesk 中进行编辑和执行。所有测试用例均保存在 AutomationDesk 工程中, 可以用于台架的开环和闭环测试。这项工作通常在进行车辆驾驶循环测试 (FTP, 美国环境保护局联邦测试程序) 时完成。在 AutomationDesk 工程中, 既可以为测试用例采集和记录数据, 还可以与预定义的成功与失败标准进行比较, 并且还能执行的测试用例自动生成测试报告。

“我们的目标是完全的自动化测试。这是我们使用支持 ASAM HIL API 的 dSPACE AutomationDesk 的原因。”

Tula Technology 的 James McKeever

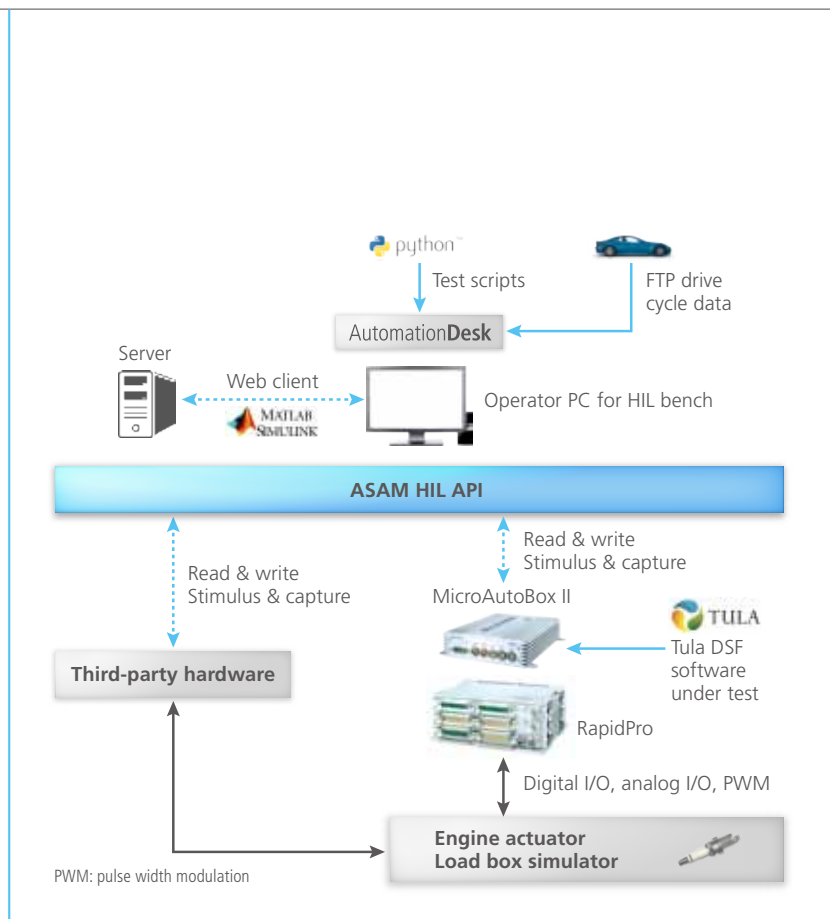


图 3 : 基于网络的工具 WebCarLab 允许远程访问复杂的 HIL 测试台。

总结

Tula 目前正在使用自动化的 HIL 测试台为内燃机的动态停缸技术开发全新功能。经过台架验证, 该控制器软件可以用于车载应用。Tula 公司利用 MicroAutoBox II, 将该功能应用于样车。实验表明, 在不牺牲驾驶舒适性的情况下, 节省燃油高达 20%。

WebCarLab - 最优解决方案

为确保所有的测试都使用同一个中央源代码数据库, 同时确保多地远程访问 HIL 测试台架, Tula 公司开发出了基于网络的自动化测试工具 WebCarLab (图 3)。该工具可以与软件配置管理 (SCM) 系统通信, 并提

供一个网络接口。WebCarLab 具有直观的用户界面, 用户可以以交互模式或批处理模式 (成批处理) 在 HIL 测试台架上执行测试。当用户确定模式后, WebCarLab 会自动检测来自 SCM 系统的代码, 并执行选定的测试用例。除了可以生成测试报告以

外, WebCarLab 还会创建测试报告所需的各种数据, 并自动归档测试报告, 以备将来审计使用。■

视频展示了动态跳转点火的运行过程。



Paul Liu

Paul Liu 是美国圣何塞州 Tula Technology, Inc. 公司的经理兼嵌入式软件工程师。



James McKeever

James McKeever 是美国圣何塞州 Tula Technology, Inc. 公司的资深嵌入式软件测试工程师。



Abhijit Bansal

Abhijit Bansal 是美国圣何塞州 Tula Technology, Inc. 公司的嵌入式软件控制和测试工程师。

