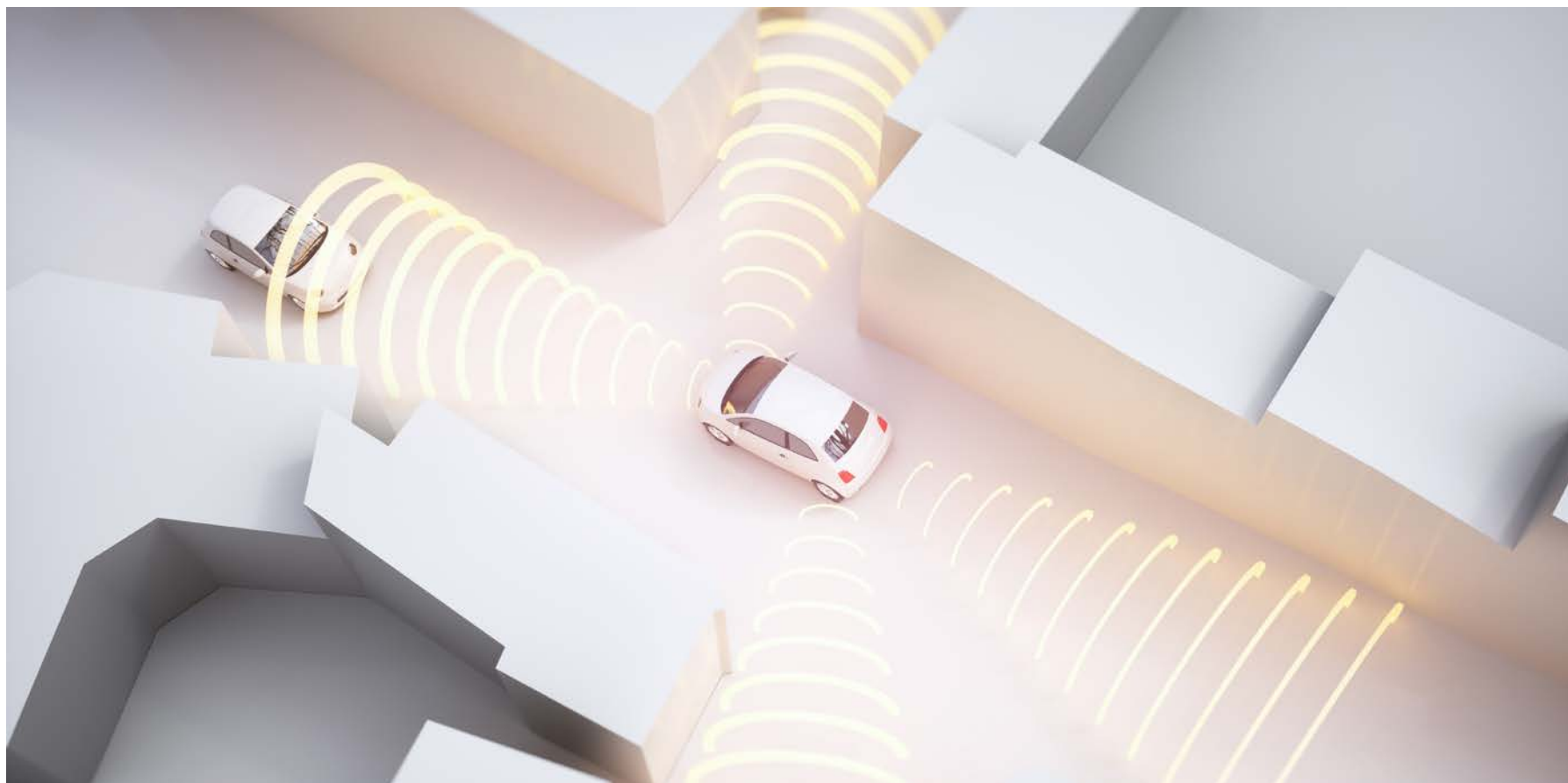


汽车科研用户手册

验证未来交通运输解决方案的原型和测试台





ANDY BELL | 院校计划总监

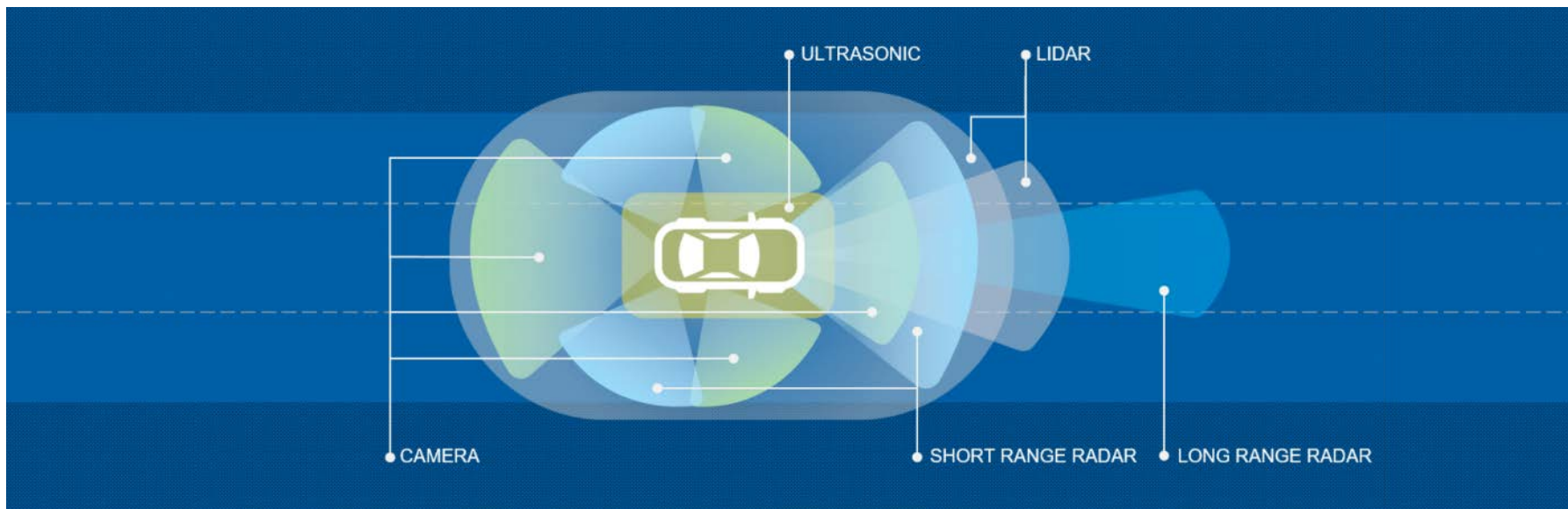
未来10年内,我们将看到汽车行业发生翻天覆地的变化。从提高发动机效率到自动驾驶汽车再到电气化,世界各地的院校机构正在努力地进行创新。NI解决方案集成了硬件和软件,可帮助汽车科学家和工程师进行精确测量和硬件在环(HIL)仿真,并快速通过原型验证新想法。

本手册包括一系列精选的案例,展示了研究人员和行业合作伙伴如何实现交通运输领域变革所需的创新。研究人员正在研究各种创新技术,我们很自豪能与他们合作,将他们的想法变为可能。如需深入了解NI如何与院校研究人员合作的更多信息,请访问ni.com/research。

andy.bell@ni.com

目录

为基于传感器融合的ADAS开发硬件在环测试平台	4
氢柴油双燃料发动机的数据采集与控制	6
在实验室环境中重现城市车载网络性能	8
通过HIL仿真, 生成等效于真实道路的载荷	10
阿斯顿马丁赛车的发动机振动分析系统	12
用于网联自动驾驶汽车的全尺寸模拟器	14



为基于传感器融合的ADAS 开发硬件在环测试平台

Giuseppe Doronzo, Marino Difino和Matteo Moriotti, Altran Italia公司

[查看完整案例分析](#)

挑战

如今,许多汽车都拥有多种先进的驾驶辅助系统(ADAS),这些系统基于不同的传感器,如雷达、摄像头、激光雷达或超声波。过去,这些传感器分别执行特定功能,并且仅在极少数情况下,与另一个传感器共享信息。如果传感器数据足够并且通信到位,就可以使用智能算法来实现自动驾驶系统。

解决方案

Altran Italia已将创新的雷达目标模拟器和3D虚拟道路情景模拟器集成到硬件在环(HIL)系统中,构成了一个基于场景的测试平台,该测试平台可完全同步摄像机和雷达数据,以验证传感器融合算法。

3D场景是基于Unity 3D图形引擎创建的,可完全针对各种车道、照明条件和轨道类型进行配置。该图形引擎接收PXI系统采集到的制动踏板数据、油门数据和转向角位置数据,然后输出车辆速度以及NI车载雷达测试系统(VRTS)所需的信息,生成76 GHz至81 GHz RF信号,以重现雷达目标和反射信号。

当代汽车的传感器融合

传感器融合与所有类型的传感器相关。典型的例子是将前置摄像头和前置雷达提供的信息融合在一起。摄像头只能在可见光谱下工作，不适用于雨天、浓雾、太阳眩光和黑暗等环境，但是在颜色识别方便(例如道路标记)具有高度可靠性。而雷达，即使在低分辨率下，也可用于探测距离，而且环境条件对雷达没有太大影响。

融合了前置摄像头和雷达传感器的典型ADAS功能包括：

- 自适应巡航控制(ACC) - 适应交通状况的速度。当前方车辆的距离低于安全阈值时，速度会降低。当道路畅通或到下一辆车的距离在可接受范围内时，ACC会加速回到设定的速度。
- 自动紧急制动(AEB) - 通过降低特定碰撞情况下的速度或在危急情况下警告驾驶员来控制制动系统。

系统扩展

由一个NI矢量信号收发器(VST)和一个mmWave射频头组成的系统可以生成两个具有相同到达角的目标。由于系统的灵活性，我们可以轻松扩展系统来模拟具有多个到达角的多个目标。基于四个VST和四个mmWave射频头的配置可以模拟具有四个到达角的八个不同目标。

结论

ADAS系统对安全至关重要，因此在进行实际车辆测试之前，先在实验室进行测试至关重要。这种验证方式意味着我们可以在整车生产出来之前先进行验证，以在生产过程中及时采取纠正措施。由于可以提前进行测试，而且系统可以无时无刻全天候工作，因此总体开发时间大大减少。与使用组装车进行测试相比，我们可以在更短的时间内以最小的成本执行非回归测试。

作为工程和研发(ER&D)服务的全球领导者，Altran通过开发面向未来的产品和服务为其客户提供了一种全新的创新方式。从概念到工业化，Altran始终与客户并肩奋斗，确保项目价值链中每个环节的成功。

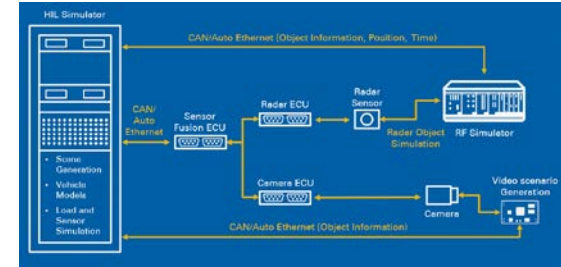


图1. ADAS HIL测试环境



图2.包含八个目标和四个到达角的系统架构

Altran Italia已将创新的雷达目标模拟器和3D虚拟道路情景模拟器集成到硬件在环(HIL)系统中，以生成基于场景的测试平台，该测试平台可完全同步摄像机和雷达数据，以验证传感器融合算法。

Altran Italia某测试经理



氢柴油双燃料发动机的数据采集与控制

Priybrat Sharma和Atul Dhar博士, 可再生燃料和内燃机实验室, 印度理工学院曼迪校区

[查看完整案例分析](#)

挑战

目前的内燃机研究主要集中在发动机性能改进和减排方面。双燃料发动机经过证明可以解决这两个问题, 但需要精确的发动机控制系统才能安全运行。氢柴油双燃料发动机装置进一步增加了安全性问题。此外, 由于传感器和执行器的多样性和数量, 在研究期间使用正确的仪器测量这种发动机极具挑战性。

解决方案

我们的目标是开发一个系统来快速、可靠、精确地控制双燃料压缩点火发动机。

需求

该系统需要连续监测发动机的曲柄角并控制燃油喷射时间。它还需要跟踪和采集缸内压力、燃油管路压力以及加速度计和麦克风数据。该系统需要快速、轻松地适应不同的发动机，发动机转速最高可达7000 rpm，系统还必须能进行扩展，以适应尾气选择性催化还原(SCR)系统。

系统架构

开发的系统使用NI FPGA技术来采集光学编码器、气缸压力传感器、燃油管路压力传感器、四分之一英寸麦克风和单轴加速度计的数据。这些数据会得到实时分析，然后FPGA根据分析结果来控制燃料喷射时间和持续时间。

FPGA通过连接到数据采集模块的传感器和编码器获取数据。此外，我们通过在FPGA上解读编码器索引脉冲和气缸压力数据，来补偿凸轮轴角度传感器的缺失。FPGA的40 MHz处理速度允许我们每两圈就能够耦合屏蔽索引脉冲。然后使用FIFO将数据传输到实时操作系统。接收器循环接收FIFO数据并创建数据流。然后，数据流将数据传输到调理循环，调理循环对数据进行降噪和滤波后，进一步将数据传输到存储(RAW)和处理循环中。

实时处理循环会对气缸容积、压力上升率、热释放率、燃烧开始和结束、平均有效压力和循环到循环变化进行必要的计算。这些数据显示Web用户界面上，并记录在闪存(笔式驱动器)中。

下一步

我们计划开展进一步实验，通过算法来优化喷油时间和持续时间，然后扩展系统来测试双缸发动机。

IIT Mandi的可再生燃料和内燃机实验室成立于2016年，致力于测试替代燃料以及开发先进的发动机系统和燃烧技术。

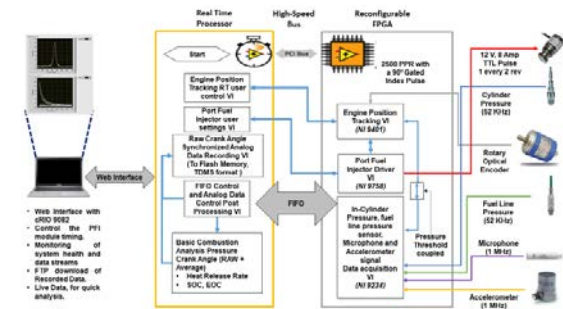


图1. 控制和数据采集系统的原理图

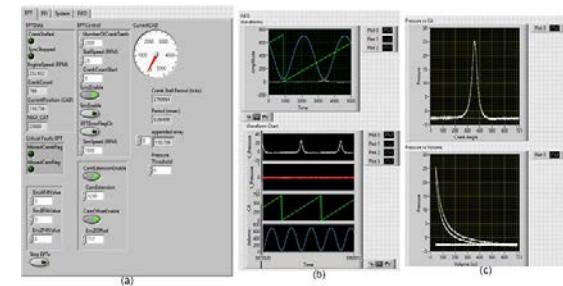


图2. 来自传感器和编码器的实时数据以及100个循环的平均压力曲柄角、压力体积数据



图3. 测试设备内的双燃料发动机

“NI LabVIEW和CompactRIO使我们能够在两个月的短时间内开发出可靠、坚固、低成本且功能多样的发动机控制和数据采集系统。”

Priybrat Sharma, 印度理工学院曼迪校区



在实验室环境中重现城市车载网络性能

Thomas Blazek和Christoph F. Mecklenbr. uker, 维也纳技术大学电信学院(ITC)

[查看完整案例分析](#)

挑战

2013年,美国每天平均有90人死于交通事故。我们预计基于车对车(V2V)和车对基础设施(V2I)通信的应用将大大减少这一数字。因此,理解车辆通信标准的可能性和限制至关重要。这是一项艰巨的任务,因为车辆通信条件与传统应用截然不同。室外环境意味着信道回波会比较晚反射回来,导致较大的延迟扩展,并且高车速引入的多普勒频移挑战远不是相对静态移动的场景可比拟的。因此,在上路使用之前,我们必须彻底测试通信标准的性能。但是,在真实的道路上进行这样的测试是不切实际的。由于道路上的变化因素太多,测量结果不可重复。测量无法大规模进行,因为这需要封路,并且由于安全方面的原因,某些场景并无法在现实世界中进行测试。

解决方案

基本的解决方案是通过模拟车载信道来避免在真实道路上进行测试。为此,我们采用了ETSI标准为5 GHz智能交通系统(ITS-G5)定义的信道模型草案——基于抽头延迟线的模型。我们的第一种方法借助了现成的调制解调器。但是,这些解决方案无法提供我们所需的配置、控制和检测。例如,信道模型定义了一个半浴盆状的多普勒频移,这在现成的信道仿真器上是无法实现的。

系统架构

我们决定用NI USRP RIO设备和LabVIEW Communications 802.11应用程序框架来替换所有组件。只需要进行少量修改即可将其调整为符合802.11标准的通信。我们设计的信道仿真器允许10抽头延迟线,并且可以实时更新抽头的位置以及小尺度衰落系数。我们的参数更新率为10 kHz。这需要车速高达161公里/小时(100英里/小时)的汽车移动距离小于5厘米(2英寸),以确保即时是微小的信号变化也可以捕获到。仿真带宽为20 MHz,这对于工作在10 MHz带宽的通信标准来说是足够的。

基于这一配置,我们可以以定义的传输时间和数据包长度发送任意有效载荷模式,并记录信道的接收信息,这些信道可以设置为任意行为。我们的第一个评估案例是基于六个静止信道模型的点对点通信。我们使用压缩感知(Compressed sensing)方法来寻找信道探测器测量数据的最佳拟合,然后生成时变非平稳信道。

下一步

由于仿真器的软件定义特性,我们可以轻松更改频率或通信标准,以便对不同的协议进行类似的分析,这是现成硬件无法实现的。我们在真实硬件上进行车载通信,获得了全面且可重复的吞吐量结果,但这些结果尚未公布出来。在不久的将来,我们计划扩展到其他标准,如LTE,并在60 GHz频段下使用仿真器。

T. Blazek, G. Ghiaasi, C. Backfrieder, G. Ostermayer, C. F. Mecklenbräuker, “IEEE 802.11p Performance for Vehicle-to-Anything Connectivity in Urban Interference Channels”, 受邀参加EuCAP 2018演讲并入选论文集

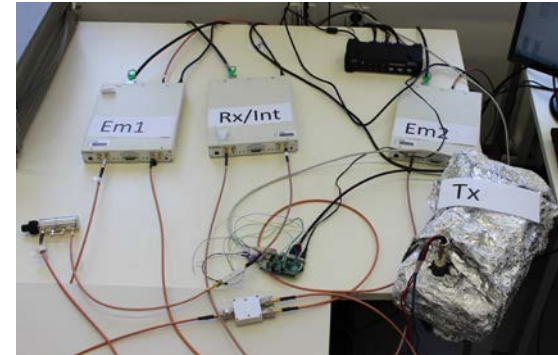


图1.图片上显示了两个在此网络测量设置下的信道仿真器(Em1, Em2),其中一个为发送器(Tx),另一个节点配置为干扰源和接收器(Rx/Int)。

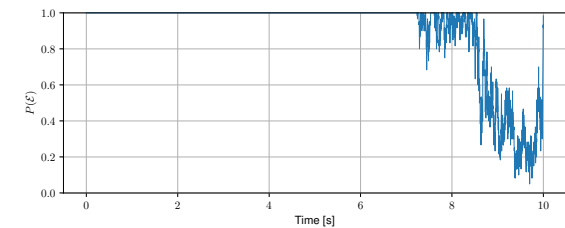


图2.信道均衡之前和之后的符号解码

“最后,我们将城市地图和移动模拟器引入系统中。我们根据奥地利林茨的交通情况生成了车辆痕迹,进而分析大规模交通堵塞等最坏情况。”

Thomas Blazek, 电信研究所, 奥地利维也纳技术大学



通过HIL仿真,生成等效于真实道路的载荷

Daisuke Umiguchi, 斯巴鲁公司; Kyosuke Tomoyasu, Virtual Mechanics Corporation; Sho Abe, HORIBA Ltd.

阅读更多关于斯巴鲁HIL
测试的内容

挑战

汽车的开发涉及在测试场地或公开道路上进行试驾,但试驾容易受到天气和不同路面条件等因素的影响。这使得在实际道路上进行可重复的测试非常困难。此外,重现路面环境来及时进行所需的测试极具挑战性。

解决方案

我们将测功机与硬件在环(HIL)模拟器相结合,在不受天气影响的室内进行操作,并生成等效于实际道路的载荷。我们使用HORIBA测功机,并使用Virtual Mechanics Corporation的CarSim作为模拟器的软件。此外,我们还使用NI PXI硬件和LabVIEW软件构建了HIL系统。

实时控制

驾驶系统实时地将计算值发送到HIL系统，以在HIL系统和驾驶系统上的模型之间形成闭环控制。因此，HIL交互系统能够实时地将适当的负载施加到车辆上。

测功机通过多个电机为车轮施加负载，这种情况下，我们可以实时向每个车轮施加任意负载。HIL系统使用仿真数据来制造模拟场景，以重现测试场地或公开道路上的驾驶。

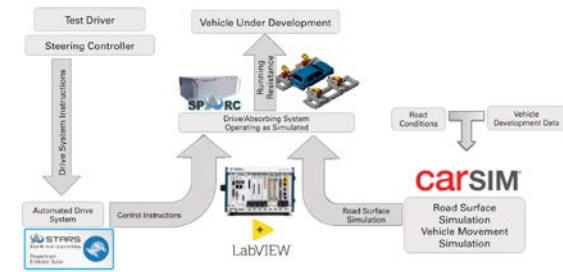
重现恶意场景

借助该系统，我们可以轻松模拟在实际道路上无法制造的条件。例如，用户可以制造坡度为30%的结冰路面。如果之后的测试需要40%的坡度，只需修改CarSim的设置即可实现。我们可以在实际道路上极不可能出现的条件下进行测试(也就是我们所说的恶意测试)。

此外，通过CarSim，我们可以模拟公开道路的载荷。在这种情况下，我们必须测量公开道路上各个地方的坡度和倾斜度道路曲线内外部之间的高度差)。然后使用这些测量结果创建一个模型，以进一步改善测试场景的真实性。

下一步

未来，斯巴鲁计划利用Horiba的测试自动化系统(STARS)实现自动化测试。虽然可能需要在开始的时候密切监视运行情况，但我们希望这项任务最终将被远程监控所取代。计划实施后，预计测试操作员数量将减少四分之一。



所开发系统的示意图

“经证明，NI产品是缩短开发周期的关键所在。事实上，HIL系统的开发仅用了1-2周就完成了。”

Sho Abe, HORIBA Ltd.



阿斯顿马丁赛车的发动机振动分析系统

Paul Riley, Computer Controlled Solutions Ltd.

[查看完整案例分析](#)

挑战

阿斯顿马丁的标准公路车发动机为阿斯顿马丁赛车(AMR)发动机提供了基准,但它们需要大量的改造才能成为世界级赛车的发动机。阿斯顿马丁商用车90%的时间都在3000转以下,油门踩20%。相反,其赛车系列90%的时间都在5,500到7,500转之间,而且70%的赛程都处在油门全开的状态下。勒芒24小时耐力赛要求发动机在这种全负荷工况下运行5000公里。任何旋转发动机系统的大幅扭转振动都可能导致发动机快速地发生严重损坏。为了确保正确调谐这些振动,测量和理解发动机的行为至关重要。而为了辅助振动调谐操作,AMR发动机小组需要一个高速数据记录系统来分析发动机曲轴系统和凸轮驱动系统。

解决方案

我们使用CompactRIO开发了一个系统,该系统可以采集数字、模拟和控制器局域网(CAN)信号。我们将其连接到一个坚固的航空箱,该航空箱包含简单的前端连接,并采用汽车自备电池提供的12 V电源供电。此外,由于转动点火钥匙后会发生断电,因此在此期间,我们使用临时备用电池系统来维持数据采集不间断。

系统操作

启动后, CompactRIO系统开始自动进行数据采集、分析和记录。内置的Wi-Fi路由器允许我们连接笔记本电脑进行远程配置和监控。这意味着整个系统可以连接到车载传感器,并通过乘客座椅中的笔记本电脑进行操作。工程师还可以将系统连接到测功机,同时对发动机控制单元(ECU)进行实时调整。

Mobile Daquire设备可提供25 ns分辨率的数据采集,分析发动机和传动系关键部件的振动,并与各种混合测量完全同步,以精确分析发动机转速范围内的共振。

下一步

系统的可扩展性提供了一种直接的方法来适应多达300个高速CAN通道的同步采集。展望未来,我们希望利用新兴技术,比如为AMR提供低成本升级,以便通过连接到车辆仪表板的平板电脑进行数据采集和状态控制。通过直观的数据仪表盘应用程序,AMR可以根据需要显示不同的实时测试数据流,并可以自定义用户界面,比如添加新赞助商徽标。

自2005年以来,AMR一直参加勒芒比赛。AMR的V8 Vantage正在参加最新的Grand Touring Endurance(GTE)组别赛事,该车型在2013年银石赛道上举行的GTE世界耐力锦标赛系列赛的首轮比赛中获得了奖项。

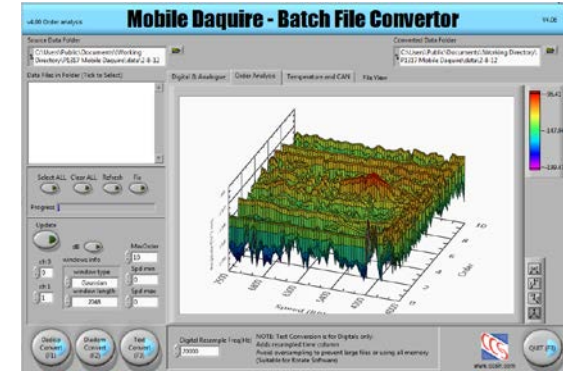


图1.批处理软件提供快速阶次分析查看



图2.基于NI CompactRIO平台的CCS Mobile Daquire系统

“任何旋转发动机系统的大幅扭转振动都可能导致发动机快速地发生严重损坏。为了确保能够调谐这些振动,测量和理解发动机的行为至关重要。”

Paul Riley, Computer Controlled Solutions Ltd.



用于网联自动驾驶汽车的全尺寸模拟器

Gunwant Dhadyalla, WMG, 华威大学

[查看完整案例分析](#)

挑战

我们无法仅通过物理道路测试就建立对网联自动驾驶车辆(CAV)的信心。

解决方案

WMG专为智能汽车开发的3xD模拟器旨在提供一个创新平台,以弥合传统硬件在环(HIL)测试和基于道路的现场测试之间的差距。模拟器提供了驶入式(drive-in)、驾驶员在环(driver-in-the-loop)、多轴驱动(multiaxis driving)体验,因此称为3XD模拟器。

隔离

WMG 3xD模拟器安装在一个可以容纳整辆车的射频屏蔽室(法拉第笼)中。通过这种完全隔离,外部RF信号被阻挡在外,从而允许模拟完整的RF环境、驾驶员的视觉环境以及车辆电子系统的其他感应系统。

我们希望为车辆和驾驶员的传感器提供完整的仿真,其中不仅包括雷达、激光雷达和场景生成(视觉),还包括蓝牙、4G、V2X,以及最重要的基于GNSS的位置信息。

在模拟卫星星座提供位置信息(GNSS)时,测试工程师必须区分不同的环境。城市和市内高速公路驾驶环境会抑制不同的信号特征,例如信号强度、反射和可见的卫星数量。

身临其境感

我们还有其他几种模拟器可以选择,但我们希望提供一种独一无二的工具,能够让驾驶员犹如身临其境地测试、验证和确认新技术和整个系统。我们的目标不仅是生成车辆周边的场景(激励传感器),而且还要将其与RF环境(包括卫星信息)相结合。这将使驾驶员能够完全沉浸在测试场景中,同时也可帮助车辆制造商在设计过程中更早地测试车辆,避免由于后来发现的缺陷而引起代价高昂的设计变化。

结论

模拟器提供实时、安全、可控且可重复的物理环境,不仅可实现传感器和通信在环测试,而且还可实现驾驶员在环测试。

这可以让工程师在安全、受控和可重复的环境中深入了解用户和系统(车辆)与环境的交互。例如,我们可以测试向汽车音响系统添加噪声时驾驶员的反应,或者在城市环境中卫星信号丢失时车辆的反应。

下一步

基于该平台的灵活性,我们还可以生成3G、4G/LTE、蓝牙或数字无线电。将来,我们可以将该平台与NI USRP设备结合使用,生成V2X,在合成环境中测试V2I和V2V HIL。

WMG的目标是弥合行业和院校之间差距,作为该目标的一部分,WMG设立了国家汽车创新中心(NAIC),以加速汽车行业的新型协作研发,例如CAV虚拟验证和确认方面的工作。

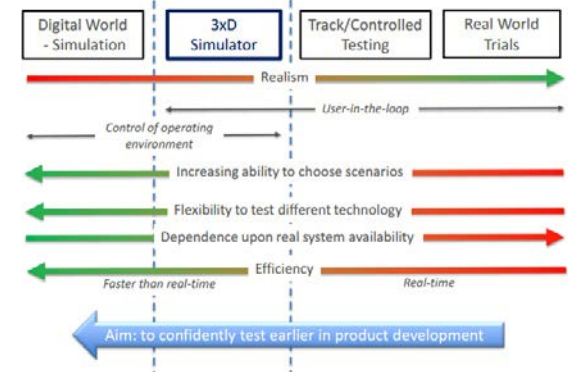


图1. 3xD模拟器允许我们在V设计周期中更早地测试设计。图片来源于网络

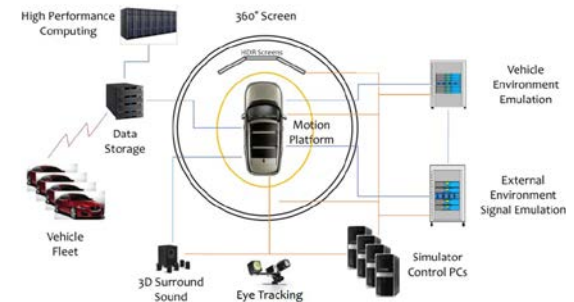


图2. 3xD模拟器架构。图片来源于网络

“WMG团队计划模拟当前和未来的[卫星]星座,例如,2025年在东京开车时会看到的情况。”

Gunwant Dhadyalla, WMG, 华威大学