实现 L5 级自动驾驶需要以前所未有的速度来收集、存储和处理数据，传统的嵌入式技术难以应对 L5 级自动驾驶带来的挑战。本文介绍一种高性能数据记录的领先解决方案，可以在车轮上创建一个真实的数据中心。

广州虹科电子科技有限公司

用于 L5 级自动驾驶的高性能嵌入式数据记录

AI汽车网-汽车电子

自动驾驶根据驾驶员的干预程度进行分类，从 L0（无自动化）到 L5 级（全自动）。如果在汽车、国防和其他行业中实现 L5 级自动驾驶，就需要以前所未有的速度来收集、存储和处理数据。而迄今为止，嵌入式设备和边缘计算机还无法做到这一点。

非常多的车辆传感器（高清摄像机、激光雷达）会产生大量连续的数据流，需要在车辆中实时对其进行处理。这会转化为一系列特殊要求：极高的性能、极高的存储容量、坚固性、汽车级电源、特定应用认证及紧凑性。

DynaCOR 40-34 是一个满足这些要求的设备。它提供了一个灵活的平台，可以在车轮上创建一个真实的数据中心。最重要的是，DynaCOR 40-34 在自动驾驶和其他坚固应用中，是一种高性能数据记录的领先解决方案。

L5 级自动驾驶的挑战

L5 级是自动驾驶的最高级别。简单来说，在 L5 级自动驾驶的车辆上，人类不需要做任何控制操作，车辆没有方向盘、制动踏板和加速踏板，并且由车辆自己决定所有情况下的对应操作。仅汽车行业就在开发自动驾驶技术上投入了巨大成本，并且众多其他垂直市场也在相似的路线图上十分活跃。所有参与者都将面临各种跨越多学科和技术的新挑战，本文我们将重点介绍这些新的硬件要求以及如何满足它们。

1. 性能

即使是中等程度的自动化，自动驾驶车辆生成的数据量也是前所未有之大，是传统嵌入式计算机无法比拟的。例如，在 2017 年闪存峰会上提出了估算值，并按传感器的典型带宽使用场合进行划分。总体而言，在最简单的情况下，传感器使用的总带宽为 3 ~ 4 Gb/s；在最复杂的情况下，传感器的总带宽会达到 40 Gb/s，并且预计在技术开发阶段，这些数据将会更大。

重要的是，这些估计值是持续运行时需要的，而不是一个峰值。应用程序的性质要求所有计算和网络资源有持续、不间断的可用性，延迟也必须保证尽可能低。

2. 极高的存储容量

例如，自动驾驶汽车在最简单的情况下会产生约 4 Gb/s 的连续数据流，可转换为 1.8 TB/h；在更复杂的场景下可高达 40 Gb/s 或 18 TB/h。因此，自动驾驶的存储容量要比传统嵌入式计算设备的典型容量大几个数量级。

3. 坚固性

由于将 40 Gb/s 的无线数据流直接从车辆传输到数据中心非常不切实际，所以必须在行驶中的车辆上安装数据记录仪，并保证它在汽车应用极为恶劣的条件下能够可靠运行。这种要求导致了一个难题：高性能组件是为高度受控和良性环境而设计的；而坚固的设备通过牺牲性能的方式（避免风扇、通风孔和其他潜在的故障点）来达到降低平均故障间隔时间的目的。

另一个冲突的例子来自尺寸要求：高性能设备比坚固的设备大得多，因为它们需要更好的散热；

24-31电动汽车.indd 24 2021/4/8 16:01:40

不幸的是，这在现实中是一个大问题，因为车辆中的可用空间非常有限。

一些产品尝试按照数据中心平台的方式来缓解这些问题：添加减振器和额外的风扇以提高设备在现场的生存能力。不幸的是，汽车环境非常苛刻，并且这样的解决方案带来了许多缺点：减振器需要针对较宽的频率范围进行细微地调整，这导致设备难以加入笨重装置，或者成为次优保护并减少自身的预期寿命。类似地增加风扇和通风孔仅在少数情况下可以改善热交换。比如，在安装凹槽中有足够的空气循环和交换的情况下，但这在典型应用中很少见。风扇和通风孔的缺点是增加了污染物和灰尘渗透到设备电路中的风险，并潜在降低了系统的可靠性。

4. 认证

由于很难达到必要的性能和可靠性水平，因此认证在为特定应用的系统适用性建立客观和可衡量标准方面上起着根本作用。汽车认证（例如，E-Mark，EONU R10，ISO 16750 和 IEC 60068-2-6/60068-2-27）是在实际环境的恶劣条件下描述系统性能的客观方法。

5. 紧凑

系统的物理尺寸需要尽可能小，以允许将记录器安装在车辆中。空气冷却的局限性导致选择变得艰难。更好的方法是切换到液体冷却，该技术更适合坚固而紧凑的设计。液体冷却已经成为几乎所有车辆（包括全电动车辆）的一部分，设备可以重复利用现有基础设施，同时还可以更有效地利用电力。

DynaCOR 40-34：打破所有记录

我们为寻求尖端性能和可靠性的客户提供了 HPC（高性能计算）和 HPEC（高性能嵌入式计算）解决方案。最新的产品组合提供了一套完整的设备，可以在现场构建复杂而灵活的计算架构：DynaCOR 50-35：坚固的计算单元，用于 AI 和高强度计算；DynaCOR 40-34：坚固的存储 / 记录单元；DynaNET 100G-01：坚固的 16 端口以太网交换机（16x40/56/100 GbE）；DynaNET 10G-01：坚固的 52 端口以太网交换机（48x 1GbE + 4x 10GbE）。本文重点介绍 DynaCOR 40-34，这是一种多功能设备，可用于任何要求高性能水平的坚固型应用中。

1. 基本规格

DynaCOR 40-34 的基本规格如下：①存储容量 16TB NVMe（2 个带区单元，每个 7.68 TB）；②读取性能 6.1 Gbyte/s（顺序）；③写入性能 4.4 GB/s（峰值）、4.0 GB/s（顺序 - 特定于工作负载）；④网络 2 个 40/56 Gb/s 以太网；⑤ CPU：Intel Xeon E3-1281v3@3.70 GHz；⑥ GPU：Nvidia GTX 1050 Ti；⑦最大功耗 350 W；⑧液冷散热；⑨可选的扩展坞；⑩尺寸为 157x162x455 mm（高 x 宽 x 厚），不带扩展坞；⑪认证包括 CE、电子标志、ISO 16750、IEC 60068-2-6 及 IEC 60068-2-2。

2. 内部架构

DynaCOR 40-34 具有简化的体系结构（图 1），不会出现数据流瓶颈。该设计的核心是一个 96 通道的 Gen 3 PCI Express 交换机，用来路由所有组件之间的通信。拓扑尽可能保持简单，每个设备都连接 16 个通道，可提供大约 13 Gb/s 的净流量，这与传入的数据流带宽一致（在理论条件下为 2x56 Gb/s 或大约 14 Gb/s，在实际情况下为 10 Gb）。

NIC 和 NVMe 之间的 DMA（直接内存访问）避免了瓶颈，并使 CPU 免于其他任务的负担。例如，可以使用它来创建 RAID 集或运行中小型工作负载，还提供了 GPU，可用于对传入或存储的数据运行高级推理模型。

DynaCOR 40-34 旨在适应各种客户特定需求（作为专业服务）。例如，一个可选的扩展托架用于搭载标准 PCIe 卡，该卡可以提供现场总线接口、加速器、存储、客户专有的硬件和许多其他类型的功能。

适用于 L5 级自动驾驶的系统架构

下面我们将展示如何利用 Eurotech 的 HPEC 系统，组合出一个能够在汽车和坚固型应用

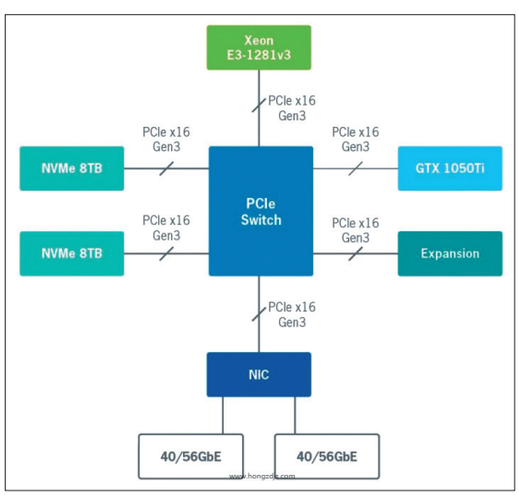

图 1 DynaCOR 40-34 内部架构

24-31电动汽车.indd 25 2021/4/8 16:01:40

中提供极高的性能和容量的体系结构。就像 DynaCOR 40-34 一样，以下所述的所有其他产品都通过了汽车应用的认证，并具有液体冷却功能，可实现与用户应用的无缝集成。

1. 独立架构

该用例是一个简化的高性能数据记录应用程序的示例。其中，DynaCOR 40-34 通过 DynaNET 10G-01 接收来自多个车辆传感器的聚合数据流。该架构具有 40 GbE 骨干网和多达 48 个 1 GbE 数据源（图 2）。

该系统为需要在实际驾驶条件下收集车辆和世界数据集的客户提供了巨大价值，允许他们利用现有的商用车辆，仅需要进行少量的修改。该系统极其紧凑，并通过了汽车认证，仅使用典型小型汽车行李箱体积的一小部分即可安装 DynaCOR 40-34 和 DynaNET 10G-01。

2. 数据处理架构

如图 3 所示，独立架构的日志记录容量增加了可扩展的计算功能，并引入了 2 个新的构建块：DynaCOR 50-35 和 DynaNET 100G-01。该示例中，传感器数据流由 DynaNET 10G-01 集合，然后注入主干 DynaNET 100G-01。在这种安排下，所有 DynaCOR 都使用 2x56 GbE 链路，每个设备的总带宽为 112 Gb/s，可以动态分配。

可以做出合理的假设：连续、实时的传感器数据流（最高 40 Gb/s）将被引导到第一个 DynaCOR 接口，而第二个可用于计算任务和消息。

DynaNET 100G-01 和 DynaNET 10G-01 的显着特征是

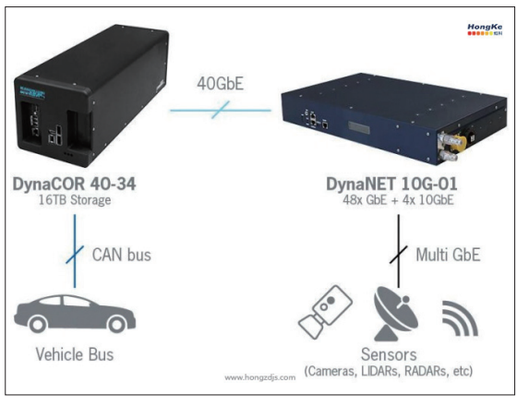

图 2 独立架构

工作在网络层，可实现非常精细的流量管理。这对于下面内容很关键：最大程度减小延迟并确保数据流定向到正确的设备，避免数据匮乏和其他会降低整个体系结构的确定性操作条件的网络问题。

由于 DynaNET 100G-01 提供了 16 个支持 40/56/100 Gb/s 的端口，而 DynaCOR 40-34 和 DynaCOR 50-35 都具有双重 40/56 Gb/s 接口，因此可以混合和匹配最多 15 个使用 40/56 Gb/s 链接的 DynaCOR，或最多 7 个使用 80/112 Gb/s 链接的 DynaCOR。一个或两个 40 GbE 链路可用于到达连接到一个或两个 DynaNET 10G-01 的传感器网络。

通过混合和匹配构建基块，可以达到极限配置，例如：高达 256 TB 的 NMVe 存储容量（使用 16 个存储设备），或高达 16 TFLOPS（CPU）+ 248 TFLOPS（GPU，FP32）的计算性能，以及两者之间的任何东西。

值得注意的是，每个 DynaCOR 均具有 2 个 GbE 接口，即使在极端情况下也可以直接连接传感器。此外，DynaCOR 50-35 可以配置 NVME 存储，为客户提供额外的灵活性。

3. 冗余架构

在最后一个示例中，我们展示了如何通过添加 2 个交换机来实现冗余体系架构（图 4）。当然这是一种简化后的方法，不能完全反映实际情况下如何实现真正的冗余架构。但这个示例仍然说明了如何在普通车辆中创建非常复杂的计算和存储基础结构，同时保证空间、操作条件和总允许功率符合外界的物理条件。

4. 液体冷却

大多数车辆都配备了液体冷却设施。纯电动汽车也是如此，电动汽车使用液体冷却来实现高密度电池组（图 5）。这种选择有令人信服的理由，例如效率、可靠性、适应性和紧凑性。同样，许多大功率工业设备采用液体冷却作为解决方案，例如激光器、电力电子设备和机械。

（下转第 28 页）

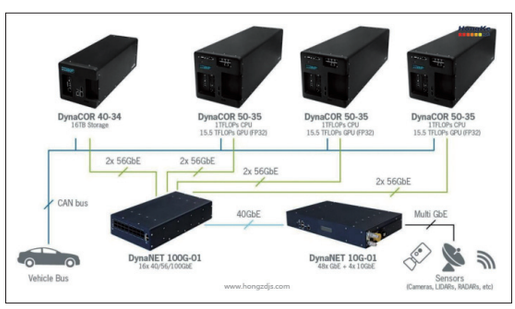

图 3 数据处理架构

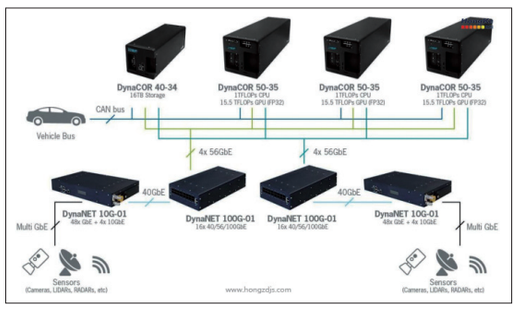

图 4 冗余架构

24-31电动汽车.indd 26 2021/4/8 16:01:41

全隐患。在某些案例中，黑客还将利用车辆上存在的软件漏洞对汽车制造商进行勒索。

为车辆提供更安全、更环保解决方案的盖瑞特，把网络安全管理作为进入智能网联汽车市场的支点，从车机端和云端为车辆打造网络安全的“护城河”。

盖瑞特端到端的网络安全解决方案主要由“盖瑞特网络入侵检测系统 IDPS”和“安全运营中心 SOC”两个模块组成，将“检测—隔离—报告—修复”整合成闭环（图 2）。

其中，IDPS 主要是通过监测车内网络信号保护车辆免受网络攻击，该系统可以防范整个车内网络中的异常信号。具体来看，盖瑞特的 IDPS 包含了 50 多种成熟算法，可以实现跨总线检测，覆盖超过 90% 的黑客攻击。不仅如此，IDPS 还适用于 CAN、CAN FD 及以太网等多种不同的车载网络，并且很容易和车端硬件集成。而 SOC 则主要是使用高级分析工具全天候监控威胁，以对各种事件进行汇总、分类和

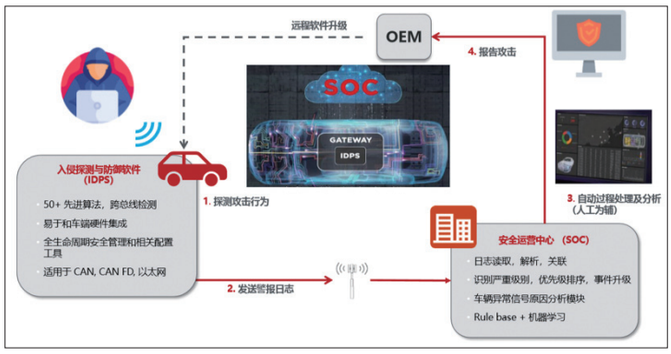

图 2 盖瑞特端到端的网络安全解决方案

关联。一旦发生黑客入侵，该解决方案在检测异常同时，还能向主机厂报告，排除车辆当前及后续的安全隐患，阻止黑客攻击的蔓延。

这套系统的特色在于，既发挥车端快速响应和杜绝风险的能力，将确定异常、会对车辆产生攻击的信号直接屏蔽掉，又能利用算力充足的云端对未能确定的信号结合系统和人工进行综合分析，按照时间、严重级别等进行优先级排序，由 SOC 向主机厂做出防御的策略建议。

盖瑞特网络安全解决方案的能力与逻辑，源自盖瑞特及前身霍尼韦尔在航空航天和过程工业控制领域网络安全防范管理，以及跨行业迁移应用的经验。深耕汽车行业超过 65 年的盖瑞特与所有主流 OEM 长期、深入地合作，洞察汽车行业趋势，管控研发及把握批产流程，盖瑞特布局汽车智能网联软件，为今后长期加速发展奠定坚实的基础。

盖瑞特全球拥有包括上海在内的四大软件研发中心，其先进的网络安全方案已经应用于全球领先 OEM 的量产车型上，同时为国内主机厂开发的量产车型也将上市，从而为日益壮大的智能网联汽车保驾护航。AI

（上接第 26 页）

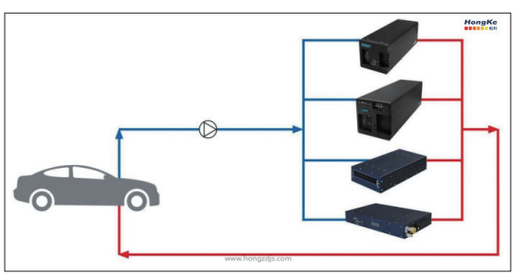

图 5 液体冷却电路

DynaCOR 可以利用商用车辆的液压系统，具体取决于设备数量和现有基础设施的容量。冷却一个外部温度为 40 ℃的设备所需的流量仅为 2 L/m，工作压力为 2 bar（1bar=10^5 Pa）。

即使 DynaCOR 40-34 使用的功率可以高达 450 W，出口处冷却液的温度也仅会升高 1 ~ 3 ℃。因此，如果入口冷却液的温度为 40 ℃，则返回回路时温度将为 41 ~ 43 ℃，这对总负载产生的影响很小。

结论

启用 L5 级自动驾驶会带来前所未有的挑战，一些传统嵌入式技术难以应对这些挑战。计算性能、存储容量和网络带宽要比大多数公司在其坚固耐用的设备中提供的性能高几个数量级。

我们充分利用了坚固耐用的计算和 HPC 方面的丰富经验，创建了完整的 HPEC 系统产品组合，可用于创建“轮子上的数据中心”，即坚固耐用且经过认证的设备，这些设备通常具有 Edge 功能，通常属于数据中心。AI

24-31电动汽车.indd 28 2021/4/8 16:01:41