新能源汽车智能制造解决方案联合白皮书

vmware | intel | EMQ | 信华信

目录

01 行业介绍 01

1.1智慧制造与汽车行业的总体趋势和现状 02

1.2新能源汽车智慧制造的总体趋势和现状 03

1.3智慧汽车制造过程的特殊要求和痛点 04

用例1: 工人安全措施监督 04

用例2: 汽车制造产线设备预测性维护 04

用例3: 柔性汽车零部件制造上的物料管理与缺陷探伤 07

用例4: 废气/废水/废物监控 09

用例5: 零件制造数据大吞吐量时的SLA保证 10

用例6: 整合IT/OT、实时与非实时应用 12

用例7: 远程办公、边缘应用爆发对网络的挑战 13

用例8: 企业业务系统智慧上云 13

02 解决方案 14

2.1新能源汽车智能制造联合解决方案概述 15

2.2总体方案架构图 16

2.3视觉 AI 缺陷检测解决方案 16

2.4现场监控与即时响应(边缘计算和智能) 20

2.5数字模型与优化控制及长期愿景 22

03 具体实施 23

3.1方案UI截图 24

3.2各用例中实现的性能和优势 24

规则并行发力测试情况 24

数据压缩情况测试情况 25

云端高性能消息服务器并发连接及数据吞吐测试情况 25

消息吞吐测试情况 26

04 关键技术 33
4.1边缘侧 34
Intel 34
VMware边缘计算栈 (Edge Compute Stack) 37
VMware Tanzu Kubernetes Grid (TKG) 38
VMware软件定义广域网边缘设备(SD-WAN Edge) 39
EMQ产品介绍 39
4.2云侧 41
VMware 私有AI参考架构（可支持开源软件） 41
VMware多云/跨云服务 42
VMware Tanzu Mission Control 42
EMQX 43
EMQX ECP 43
05 结语 44
06 参考 45
07 参编单位与作者 46
作者 47
VMware 47
Intel 47
EMQ 47
信华信 48
致谢 48

01

行业介绍

1.1 智慧制造与汽车行业的总体趋势和现状

伴随着信息技术的不断普及与制造技术的进步，全球工业化生产步入智慧制造时代。据 Mordor Intelligence 预测，2023 年全球智能制造市场规模约为 1974.5 亿美元，到 2028 年将达到 2712.8 亿美元，在预测期内的复合年增长率为 6.56%。

众多国家也纷纷实施新的战略。例如，美国出台“先进制造业伙伴计划”、德国提出“工业 4.0”计划、欧盟提出“未来工厂”计划、英国出台“工业 2050 战略”、日本提出“机器人新战略”计划等。2015 年，中国发布了《中国制造 2025》，同样指出以推进智能制造为主攻方向，构建以智能制造为重点的新型制造体系。可以看到，智慧制造引领了当今工业变革的方向，是未来世界工业发展的核心动力。

智慧制造正成为各相关产业的主导力量。其中，汽车作为生产链复杂、重资产、重技术的产业，对智慧制造有着极高需求。发展汽车智慧制造，对于车企而言，可以提升生产效率、技术水平和产品质量，降低资源消耗和生产成本，从而实现汽车制造智能化和绿色化发展；对于消费者而言，智能化技术可以大幅度提升驾驶和用车体验。随着汽车市场竞争不断加剧，和消费市场对产品功能与质量越来越高的要求，降低产品低成本、缩短生产周期、高质量交付成为汽车产业链上下游企业转型升级追求的目标，柔性化、信息化和智能化的生产方式正成为汽车行业的必然发展趋势。

目前，中国有着全球最大规模的汽车市场。据中国汽车工业协会消息，中国汽车产销总量已连续 14 年居全球第一，2022 年中国汽车产销分别完成 2702.1 万辆和 2686.4 万辆。然而，中国人均汽车保有量与多数国家相比仍存在较大差距。据数据显示，2022 年中国千人拥车辆为 226 辆，不及马来西亚、俄罗斯、泰国，更远不及欧美等发达国家——约是意大利、法国、德国等欧洲发达国家的 1/3，仅是美国的 27%。实现汽车行业的高质量发展已成为中国汽车产业未来发展的重要任务，而智慧制造正是实现这一任务的主要途径。此外，伴随着居民消费结构升级、新能源汽车快速发展和产业技术升级创新趋势，中国汽车产业将继续释放巨大市场潜力，不断驱动着智慧制造的发展。

1.2 新能源汽车智慧制造的总体趋势和现状

据国际能源署 (IEA) 预计，2023 年全球销售的所有汽车中，约 18% 将是电动汽车，到 2030 年，电动汽车销量可能占全球新车销量的 35%。在美国，2022 年电动汽车销量比 2021 年增长了 55%。纯电动汽车销量增长 70%，达到近 80 万辆。在中国，这里是世界上最大的新能源汽车市场。根据公安部的数据，截至 2022 年底，中国新能源汽车保有量高达 1310 万辆，与 2021 年相比大幅增加了 526 万辆（显著增长率为 67.13%）。中国在电动汽车销量方面处于世界领先地位，2022 年销量占全球销量的 60%。2022 年，电动汽车占中国汽车总销量的 29%，高于 2021 年的 16%。这意味着中国现在已经实现了设定的 2025 年新能源汽车销量份额达到 20% 的目标。

在政府补贴和风险投资的推动下，过去几年电动汽车公司如潮水般涌现。但由于疫情限制措施解除后消费者支出意愿有所下降，国内市场放缓，加之欧洲市场具有强大的吸引力，中国新能源汽车公司在海外加强了品牌的推广，并扩大了海外的业务范围。

智能制造有助于满足日益增长的新能源汽车生产需求。智能制造可以：

加快上市时间

实现灵活和可扩展的制造

减少停机时间

优化生产

使原始设备制造商能够优化每个生产工艺段

智能制造系统和电动传动系统使得新能源汽车制造具备实现汽车生产 100% 自动化的潜力，人工智能和电气化的进步加速了智能制造的成熟度。以智能网联车为例：

智能网联车

智能网联车是指具有部分辅助驾驶功能，于其他车辆、交通设施、云服务等进行互联互通的车辆。其生产过程需要采用智慧制造的方式，以保证生产效率和品质。

比如：采用 3D 打印、机器视觉、人工智能等先进的制造技术，机器人、自动化传输装置等自动化制造工艺，严格控制零部件质量和供应周期的供应链管理系统，采集、分析和优化生产过程中数据的生产管理，数字孪生、增强现实等智能化技术提高设计效率，定制化生产方式满足个性化客户需求，全生命周期监控并追溯零部件质量等方法。

要以智慧制造的方式生产智能网联车，需要借助边缘计算、云计算、自动化、数字化等技术，实现生产过程的数据化、智能化和定制化。

制造业期望在当今充满活力的全球市场中保持竞争优势。他们关心的问题包括：

- 如何在全球竞争中提升创新能力和运维效率？
- 如何让员工在远程环境中安全高效地研发和协作？
- 如何提供更好的用户体验和服务？
- 如何在分布式IT环境中保护数据和知识产权？

数字化转型势在必行。但即使有最坚定的团队提供支持，许多努力也会面临失败。对于大多数不成功的项目启动，通常会出现以下五个错误：

- 未能获得业务/IT 一致性
- 将所有应用集中在一起转型
- 以基础设施为中心
- 未能简化生产路径
- 没有验证或成功经验就铺开

1.3 智慧汽车制造过程的特殊要求和痛点

用例 1: 工人安全措施监督

工人安全措施监督是指对工作场所中工人的安全措施进行监督和管理，以确保工人在工作过程中的安全和健康。解决方案有**采用 OpenVINO™和摄像头**来实施工人安全措施监督：

- **硬件设备选择：**
选择高质量、高分辨率的摄像头设备，并根据工作场所的具体需求和布局确定摄像头的数量和位置。确保摄像头能够清晰捕捉到工人的图像或视频。

- **数据采集和存储：**
设置一个数据采集系统，将摄像头捕获的图像或视频数据传输到一个中央存储设备或云平台。确保数据传输的安全性和稳定性，并设置适当的存储容量来保存大量的图像或视频数据。

- **数据预处理：**
在将图像或视频数据输入到 AI 模型之前，进行必要的预处理步骤。这可能包括图像的调整、裁剪、大小标准化等，以确保模型的输入数据符合要求。

- **AI 模型选择和训练：**
根据工人安全装备的识别需求，选择适当的 AI 模型架构，如卷积神经网络 (CNN)。使用已标注的图像或视频数据集进行模型训练，并进行迭代优化，以提高模型的准确性和性能。

- **模型优化和推理：**
利用 OpenVINO™ 对训练好的模型进行优化，以提高推理速度和效率。OpenVINO™可以针对特定的硬件平台进行模型优化和部署，例如使用 Intel 的芯片。

- **实时监控和报警：**
将优化后的模型部署到工作场所的监控系统中，实时监测工人的安全装备佩戴情况。通过模型推理，检测工人是否正确佩戴安全装备，并在不符合要求的情况下触发报警或通知，以及记录相关事件。

- **数据分析和反馈：**
对收集到的数据进行分析，提取有关工人安全装备佩戴情况的统计信息和趋势。这可以帮助企业评估和改进工人安全措施，并提供反馈给相关人员和工人。

- **隐私保护和合规性：**
确保在使用摄像头和 AI 技术时遵守适用的法律法规和隐私规定。采取适当的数据加密、访问控制和数据保护措施，以保护工人的隐私权。

以上是一个综合考虑硬件设备、数据处理、模型训练和优化、实时监控以及数据分析的用例。具体的实施细节和配置将取决于特定的企业需求和场景。

用例 2: 汽车制造产线设备预测性维护

预测性维护是实时诊断潜在设备故障以防止故障的策略。由于机器或设备的故障会造成高昂的维修成本、生产力损失以及错过客户交付时间和期望。技术人员通常根据固定的时间表进行例行诊断、检查和预防性维护，然而这是一个成本高昂且劳动密集型的过程。从被动维护到预测性维护的转变在于，允许在**停机发生之前进行干预。与传统的预防性维护或反应性维护策略相比**，预测性维护具有很高的成本效益。根据 Plant Engineering 2018 年维护调查，预测性维护受到 80% 维护人员的青睐。**与耗时的被动维护相比**，该策略旨在优化预防性维护活动上花费的时间和金钱的“最佳点”。它为持续改进奠定了基础，使企业能够降低维护成本，从而整体节省成本并提高性能。

预测性维护使用**机器视觉**等智能传感器从设备、车辆或其他资产收集数据，从而自动执行监控设备的任务。收集的数据会在现场进行分析，如果检测到迫在眉睫的问题就会触发警报。**机器学习**则可以在云端或边缘使用，以组合和分析来自大量机器的数据，确保准确预测维护工作的需求。如今，企业正在使智能更接近数据以进行**实时边缘处理**。制造工厂可以从车间无线收集数据，例如电机的表面温度、液压系统的压力或罐中的液位，并使用预测分析来确定这些值是否安全且可接受范围。与传统的设备监控相比，这是一种速度更快响应方法。传统的设备监控需要员工按照预定的时间表手动检查和维护设备，这种类型的状态监测无法实时洞察特定设备的状态。

通过使用机器学习来了解过去的故障，然后将这些算法应用于有关工厂和设备的当前数据，分析有助于预测未来停电和维护需求的可能性，从而可以不断训练模型，以更加准确地预测维护需求。机器学习可以揭示基于使用状态的维护无法实现的相关性，将数据转化为有关设备和维护要求的见解。运行在生产线上的设备和部件会自然的产生工业损耗，但是作为一种常见的磨损，如果无法在发生故障前有效的维护，也会引起生产线停运，甚至是生产事故，因此该损耗也存在较高的风险。传统的预防性维护就是为了消除设备故障和计划外中断而采用的、定期主动进行检修和替换等维护工作的方式，但是在缺乏经验或合理计划的情况下，也存在过度维护或者缺乏维护的问题，仍然会造成生产成本的浪费，并且依然存在出现重大风险事故的隐患。

为了解决上述问题，预测性维护的方式被提出。预测性维护利用先进的传感器技术，获取系统运行状态信息和故障信息，借助神经网络、模糊推理等算法，根据系统历史数据和环境因素，对系统进行状态监测、故障预测，同时对系统的健康状态进行评估，结合地面维修资源情况，给出维修决策，以实现关键部件的实情维修。

预防性维护和预测性维护有如下几个主要的**区别：**

1. 维护触发点：

预防性维护是固定周期维护，不考虑设备实际状态，可能带来过度维护；预测性维护是在必要时进行维护，预留足够应对时间一线人员在故障前做出应对。

2. 维护方式：

预防性维护是根据零部件的平均损坏率进行维护，不考虑实际运行状态；预测性维护是根据设备的实际运行状态决定维护方式及关注点。

3. 维护成本：

预防性维护的维护成本高，停机停产时间更长；预测性维护的维护成本低，停机停产时间更短。

因此预测性维护可以降低企业投入巡检的人力成本，减少不必要的巡检频率，在一些成功场景中实现了 **50% 以上的巡检时间节约**；同时合理的安排零部件库存，避免企业过多或者过少的储备设备替换备件；而在人工智能的支持下，通过提炼人脑知识形成的模型，可以将专家的经验数字模型化，从而保障统一标准的维护管理和操作流程。

预测性维护工具

硬件和软件解决方案是预测性维护计划的关键推动者。例如，能源和公用事业公司可以更好地了解和管理消费模式，运输公司可以优化服务和交付路线，制造公司可以提高质量保证并降低停机风险。

高性能英特尔 ® 至强 ® 可扩展处理器

基于英特尔 ® 至强 ® 可扩展处理器的边缘服务器可提供高性能来支持高级分析，并通过基于硬件的安全性来帮助确保数据安全。英特尔 ® 傲腾™ DC 持久内存可在第二代英特尔 ® 至强 ® 可扩展处理器上使用，以帮助从数据密集型应用程序中快速获取见解。

预测维护软件

英特尔合作伙伴的软件解决方案是针对关键重点领域定制开发的，例如车队预测性维护、车辆预测性维护和计算机化维护管理系统 (CMMS)。这些解决方案通过优化现场技术人员的调度来帮助降低零件故障的风险并降低总体成本。潜在故障的提前通知可提供更高效的零件订购和维修，以减少停机时间并改善资产管理。

工业边缘洞察

英特尔的工业边缘洞察为加速工业物联网解决方案的部署奠定了基础。它为企业提供跨操作系统和工业协议摄取、处理、存储、管理和保护基于边缘的数据所需的组件。这提供了选择企业想要包含的定制解决方案的特性和功能的灵活性。

用例 3: 柔性汽车零部件制造上的物料管理与缺陷探伤

AI 拥有着远胜人工的质量控制和缺陷检测能力，利用 **OpenVINO™技术**可以对产品表面的缺陷、异物等进行快速准确的检测，从而避免出现质量问题，并降低人工操作带来的误判和漏判的风险，同时提高检测效率和生产效率。在智能制造方面，AI 能提高产品质量、减少生产成本，并通过实时监测和反馈来优化制造流程。

1. 数据采集:

收集产品缺陷检测方面的数据。这可能包括产品图像或视频数据，其中包含正常产品和已知缺陷的产品样本。

2. 数据标注:

对收集到的数据进行标注，以便训练 AI 模型。标注的过程是将每个图像或视频与相应的标签相关联，标明产品是否正常或存在缺陷。

3. 模型训练:

使用标注数据训练 AI 模型，可以采用深度学习的方法，如卷积神经网络 (CNN)。模型需要学习识别产品正常状态和不同类型的缺陷。

4. 模型优化:

利用 OpenVINO™进行模型优化，以提高模型的性能和推理速度。OpenVINO 可以针对特定硬件进行优化，提高缺陷检测的效率。

5. 摄像头设置:

选择适当的摄像头设备并将其配置在生产线上，以捕捉产品图像或视频。摄像头的位置和角度应能够有效地检测产品表面的缺陷。

6. 实时检测:

将优化后的模型部署到生产线上的系统中，实时对通过摄像头捕捉到的产品图像或视频进行缺陷检测。模型会分析图像并标记出潜在的缺陷区域。

7. 缺陷识别和分类:

通过 AI 模型的推理结果，识别和分类产品上的缺陷类型。可以使用图像标记或警告系统来标记或报警指示有缺陷的产品。

8. 数据分析和反馈:

对检测到的缺陷数据进行分析和统计，以便评估生产质量，并提供反馈给相关人员。这可以帮助企业改进生产流程和产品质量控制。

重要的是，为了实施这个技术方案，需要有足够的训练数据，并进行充分的模型训练和优化。此外，还需要根据具体的产品特征和缺陷类型进行系统定制，以确保检测的准确性和可靠性。

下面是英特尔与某欧洲汽车制造商的案例:

通过在线检查提高质量

某汽车制造商与英特尔合作开展了一项概念验证实验，重点是改进汽车焊接的质量控制流程。该概念验证实验在该汽车制造商位于德国内卡苏尔姆的工厂 (该公司的两个主要装配工厂之一) 进行。

内卡苏尔姆工厂的生产线上有 2500 个自动机器人。每个机器人都装配有从胶枪到螺丝刀的某种工具，并执行装配该汽车制造商汽车所需的特定任务。这些机器人中有 900 个配有焊枪，可以进行将金属件固定在一起的点焊。生产线被划分成一系列的作业单元，正在组装的车辆在生产线上从一个单元流转到下一个单元。每个单元顶多可包含 20 个机器人和数台打磨机。打磨机用于在工序之间根据需要对焊枪进行清洗。

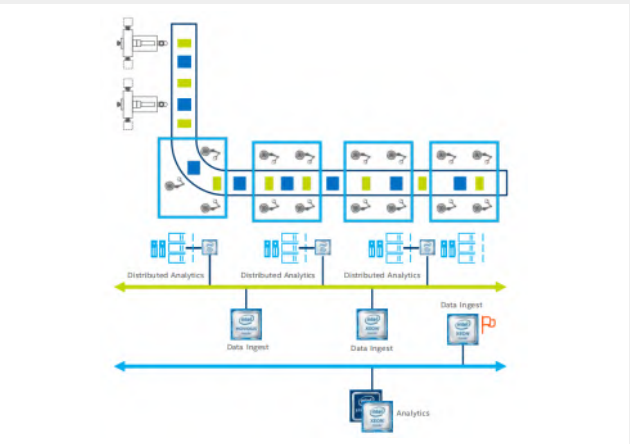
该汽车制造商的内卡苏尔姆工厂每天组装大约 1000 辆汽车，每辆汽车有 5000 个焊点，这相当于单日生产中有超过 5 百万次焊接。为确保焊接质量，该汽车制造商采用行业的标准抽样方法进行人工质量控制检查。“每天，该汽车制造商会先将一辆汽车下线，转至一个大房间，在那里 18 位带着笔记本的工程师会用超声波探头检测焊接点，并记录每个点的质量”，英特尔工业解决方案事业部物联网集团首席工程师兼英特尔工业边缘洞见软件首席架构师 Rita Wouhaybi 这样表示。

采样成本高昂并且劳动强度大，而这一流程对每天生产的其他 999 辆汽车的质量留下了太多不确定的问题。遗憾的是，该汽车制造商没有可行且具有成本效益的方法来检测其他的焊接质量。该汽车制造商自动化技术规划负责人 Mathias Mayer 说，“该解决方案的主要目标是使我们有可能以非常高的准确性对焊接进行百分之百的检查。”“目前，我们无法对此进行保证。我们在生产线末端检查一辆成品汽车。我们没有制定生产线内的检查流程。英特尔拥有技术和专业知识，可以帮助我们改善流程和实现目标。”

创建可扩展的边缘解决方案

英特尔与该汽车制造商一起，使用英特尔的工业边缘洞见软件创建了**流分析算法**。该算法实现了预测性分析和建模，进而将工厂数据转化为有价值的洞察。该解决方案吸收了焊枪控制器的数据，并在边缘进行分析。

英特尔的数据科学家创建了一种机器学习算法，并将其生成的预测与该汽车制造商提供的实际检测数据进行了比较，从而对其准确性进行了训练。模型使用焊接控制器生成的数据，其显示了焊接作业期间的电压和电流曲线。数据还包括其他参数，例如焊缝结构、金属类型和焊条使用状况。仪表板可让该汽车制造商员工将数据可视化，并且系统会在检测到错误的焊接或构造发生潜在变化时提醒技术人员，从而可将错误总数尽可能减少或消除。



在线检测方案架构框图

在工厂车间进行的优化不仅仅局限于一个流程，而且可以扩展到工厂的其余部分。该汽车制造商可以将该平台解决方案用于其他涉及机器人和控制器的用例，例如铆接、涂胶和涂漆。“建立边缘分析平台的价值在于它可以让更多数据融入其中，并查看关联性、因果关系和其他有趣的分析，甚至某些你一开始可能不会想到的作用”，英特尔物联网集团副总裁兼工业系统工程与架构总监 Brian McCarson 这样表示。“这个平台为该汽车制造商提供了很大的发展空间。这不只是专用于这个应用场景。在完成了最初的平台投资之后，该汽车制造商可以在其各个工厂和其他用例中进行发展和扩展。”

用例 4: 废气 / 废水 / 废物监控

工业生产中产生的废气、废水和废物对环境和公共健康可能造成严重影响。因此，进行废气、废水和废物的监控与管理是非常重要的，这也是环境保护的一部分。下面将简要介绍工业生产废气、废水和废物监控。

- **废气监控：**

工业生产过程中，排放的废气中可能含有各种有害物质，例如二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机化合物和颗粒物等。废气监控的目的是及时检测并评估这些有害物质的浓度，确保废气排放符合环保法规和标准。监控方法通常包括使用气体分析仪、自动采样器等设备，周期性或连续地对废气进行采样和测试。

- **废水监控：**

工业废水可能含有高浓度的有机物、重金属、氨氮等污染物，如果未经处理直接排放到自然水体，会对水资源和水生态系统造成严重危害。废水监控是通过对废水样本进行采样和分析，以确保废水排放符合排放标准。常见的废水监测参数包括化学需氧量 (COD)、生化需氧量 (BOD)、总悬浮固体 (TSS) 等。

- **废物监控：**

工业废物是指在生产过程中产生的不能再利用的固体或半固体废弃物。废物监控的目的是确保这些废物得到妥善处理，以避免对环境和人类造成潜在风险。废物监控包括对废物的分类、定量和处置方式的管理。

在某个工业制造企业中，废气的排放是不可避免的，但过量或污染严重的废气排放将对环境和员工健康产生负面影响。为了有效控制废气排放并满足环保要求，实时监测和分析工业废气的排放情况，提供智能化的监测和预警功能，以及数据分析和决策支持，以帮助企业有效管理和治理废气排放，达到环保标准并保障员工健康。

- **传感器和数据采集：**

在工业生产设施中，部署各种传感器，如气体传感器、湿度传感器和温度传感器，实时采集废气排放的数据，包括气体浓度、温度、湿度等参数。

- **数据预处理：**

采集到的废气数据进行预处理，包括数据清洗、去噪和数据标准化，以确保数据的准确性和一致性。

- **数据分析与决策支持：**

系统对收集到的数据进行分析和建模，提供废气排放的趋势和变化报告。这些报告为企业管理层提供决策支持，例如调整生产流程、优化治理设施或采取其他环保措施。

- **持续改进：**

通过不断收集新的废气数据并将其反馈到 AI 模型中，系统可以持续改进和优化监测准确性和性能。

- **AI模型训练：**

利用预处理后的数据，对人工智能模型进行训练。可能采用深度学习技术，如卷积神经网络 (CNN) 或长短期记忆网络 (LSTM)，来学习废气排放的模式和异常情况。

- **实时监测和预警：**

部署训练有素的 AI 模型，系统对废气排放进行实时监测。一旦检测到废气排放超过环保标准或出现异常情况，系统将立即发出预警通知，以便相关人员及时采取措施进行调整和治理。

- **远程访问和管理：**

系统支持远程访问，企业管理层和相关监管部门可以通过安全的网络接口，随时查看废气排放数据和系统状态，以实现实时监控和管理。

该工业废气治理智能监测系统将帮助企业实现对废气排放的智能化监控和管理，有助于达到环保标准，减少环境污染，提高生产效率，保障员工健康，以及树立企业的社会责任形象。

用例 5: 零件制造数据大吞吐量时的 SLA 保证

为了保证零件制造的质量和效率，数据传输的吞吐量应该能够满足实时或准实时的要求，即数据在传输过程中不会出现丢失、延迟或错误等问题。这就需要考虑数据传输的方式和环境，例如有线或无线网络、网络带宽、网络延迟、网络稳定性、网络安全性等因素。**SLA(Service Level Agreement)** 是服务级别协议，它是一种定义了服务提供者和服务接收者之间责任和义务的合同。数据传输的 SLA 是指在零件制造过程中，涉及到数据交换、传输、存储、处理等环节的服务质量和可靠性的协议。数据传输的 SLA 主要包括以下几个方面:

- **数据传输的速度:**
  指数据从源端到目标端的传输时间，通常用带宽、吞吐量、延迟等指标来衡量。

- **数据传输的准确性:**
  指数据在传输过程中是否保持完整、一致、无误差的状态，通常用校验和、校验码、错误率等指标来衡量。

- **数据传输的安全性:**
  指数据在传输过程中是否受到保护，防止被窃取、篡改、破坏等威胁，通常用加密、认证、授权等指标来衡量。

- **数据传输的可用性:**
  指数据在传输过程中是否能够正常访问、使用、恢复等操作，通常用可用率、故障率、恢复时间等指标来衡量。

在汽车零件制造等离散型制造业中，通常会有多个零件在一系列不连续的加工过程中最终组装起来。这些加工过程涉及到大量的数据采集、传输、存储、处理等环节，如果全部依赖于云端进行，可能会面临以下几个问题:

- **数据传输延迟:**
  由于数据需要从边缘设备经过网络传输到云端，再从云端返回到边缘设备，这个过程可能会消耗很多时间，导致数据处理效率低下，甚至影响实时控制和决策。

- **数据传输成本:**
  由于数据量巨大，需要占用大量的网络带宽和流量，这可能会增加数据传输的成本，尤其是在移动网络或跨地域的情况下。

- **数据传输安全:**
  由于数据需要在公共网络上进行传输，可能会遭受窃听、篡改、破坏等攻击，导致数据泄露或损坏，影响数据的完整性和可靠性。

- **数据处理能力:**
  由于数据量巨大，需要占用大量的云端资源进行处理，这可能会导致云端负载过重，影响其他服务的性能和稳定性。

针对上述困难，通过在边缘端直接完成一定比例的数据处理或者预处理，可以部分缓解数据传输，尤其是高峰时段的压力。边缘计算是指在网络边缘执行计算的一种新型计算模型，边缘计算操作的对象包括来自于云服务的下行数据和来自于万物互联服务的上行数据，而边缘计算的边缘是指从数据源到云计算中心路径之间的任意计算和网络资源。边缘计算可以与云计算相结合，形成一种分层、分布式、协作的计算架构，以满足不同场景和应用的需求。使用边缘计算技术可以解决或缓解上述问题，具体来说，通过在边缘设备或节点上进行部分或全部的数据处理主要有以下**优势**：

数据传输延迟

减少对云端的依赖和请求次数，从而降低数据传输延迟，提高数据处理效率和实时性。

数据传输成本

减少需要传输到云端的数据量和频率，从而降低数据传输成本和资源消耗。

数据传输安全

减少数据在公共网络上的暴露程度和风险，从而提高数据传输安全性和保密性。

数据处理能力

利用边缘资源进行并行、分布式、协作的计算，从而提高数据处理能力和灵活性。

当然，并非所有场景和应用都适合使用边缘计算技术，在使用边缘计算技术时也可能面临以下**挑战**：

数据处理一致性

由于边缘设备或节点的数量、位置、性能、状态等可能不断变化，导致边缘计算的结果可能与云端计算的结果不一致，需要进行同步和协调，保证数据质量。

数据处理性能

由于边缘设备或节点的计算能力、存储空间、网络连接等可能有限或不稳定，导致边缘计算的性能可能低于云端计算的性能，需要进行监测和优化。

数据处理复杂性

由于边缘设备或节点的多样性、异构性、动态性等，导致边缘计算的管理和维护比云端计算更加复杂和困难，需要进行标准化和自动化，涉及多设备多协议的整合等工作。

目前在汽车零件制造行业，基于边缘计算下的数据传输，已经有一些成功的案例实施，比如利用边缘设备对零部件的外观，尺寸，颜色等进行实时分析后上传数据完成质量检测；或者对于零部件的位置，方向，形状等进行实时识别，然后通过数据传输生成装配指令并发送到生产线；甚至通过零件本身的二维码，条形码进行追踪，最后完成全流程的物流追溯。

用例 6: 整合 IT/OT、实时与非实时应用

制造业企业在工厂等边缘位置上拥有大量的遗留和边缘原生应用程序，传统上它们是在不同的硬件和软件平台上运行，有些是实时的，有些是非实时的工作负载。它们对于边缘平台上异构 (CPU、GPU、FPGA、ASIC 等) 算力要求也不同，但都存在运维方式不一致、效率不高等问题。如何在边缘上提供支持异构硬件、整合 IT/OT(例如基于 PLC 的) 应用程序的统一平台，并且从多云侧一致运维，从而使得不仅可以节省能源和成本，还可以降低碳足迹、改善可持续性？

制造和工业企业运营正通过**信息技术 (IT) 和运营技术 (OT) 系统在共享、智能、工业优化的计算平台上的融合**而发生转型。通过集成，可创造响应迅速的互联系统，在边缘计算的支持下，消除数据孤岛并获得更深入洞察，同时实现更多灵活性和控制。借助由边缘计算、人工智能和工作负载融合所实现的更多边缘智能，制造商可以捕获、处理和存储更多来自边缘设备的数据。这些数据可以在更靠近收集和使用的位置进行分析，制造商可以近乎实时地对运维系统进行调整。

智能边缘系统是工业 4.0 和智能制造的支柱。它们使来自多个传感器、应用和流程的数据和信息能够在更接近来源的位置进行分析，这有助于减少停机时间、优化运营、自动化流程和通知新的解决方案。软件定义的基础架构可实现近乎实时的跨供应链分析，进一步提高效率、生产力和数据可见性。

随着 IT 和 OT 的融合，制造业支持制造商在**分布式 HPC 系统**中部署建模和模拟工作负载 (云端和本地)，以帮助增强产品设计，识别产品挑战，并提升业绩。总而言之，这些范式的转变正在令制造运营变得更加智能、安全和高效，通过这种转变，可以助力缩短由数据驱动、可互操作的工业物联网 (IIoT) 解决方案的价值实现时间。

基于英特尔的创新者生态系统和灵活的解决方案产品组合

凭借英特尔的创新者生态系统和灵活的解决方案产品组合，可以帮助开发和集成智能工业边缘和 HPC 解决方案，从而降低成本、增加利润，并让新能源车制造企业保持竞争优势。英特尔的硬件产品系列涵盖了工厂所需的一系列解决方案，而物联网技术则涵盖了边缘、网络、数据中心和云，以实现敏捷、智能的物联网基础架构。从可以将人工智能 (AI) 带入新领域的低功耗计算，到能够执行需求预测等分析任务的边缘服务器，这种方式可以帮助新能源车制造企业部署能够实现新的生产力水平的智能工厂解决方案，同时揭示新机会以实现收入最大化 .

应用于制造业的机器视觉可以提高产品质量和整体系统效率，提升生产线的吞吐量，降低劳动力成本，让员工可以腾出时间专注于具有更高价值的工作。对于某欧洲汽车制造商而言，通过与英特尔和 Nebbiolo Technologies 合作，将预测分析和机器学习算法集成到焊缝检测和关键质量控制流程中，提高了每天分析的焊缝数量，降低了工厂的劳动力成本，并允许此欧洲汽车制造商做出转变，更积极地监控和避免问题，而不仅仅是应对问题。

用例 7: 远程办公、边缘应用爆发对网络的挑战

随着制造业增加使用云基础设施和服务、远程工作以及在边缘位置的新业务应用，他们正在重新评估其网络和安全策略。这些变革性趋势带来了机遇，但对传统网络基础设施也带来了挑战。

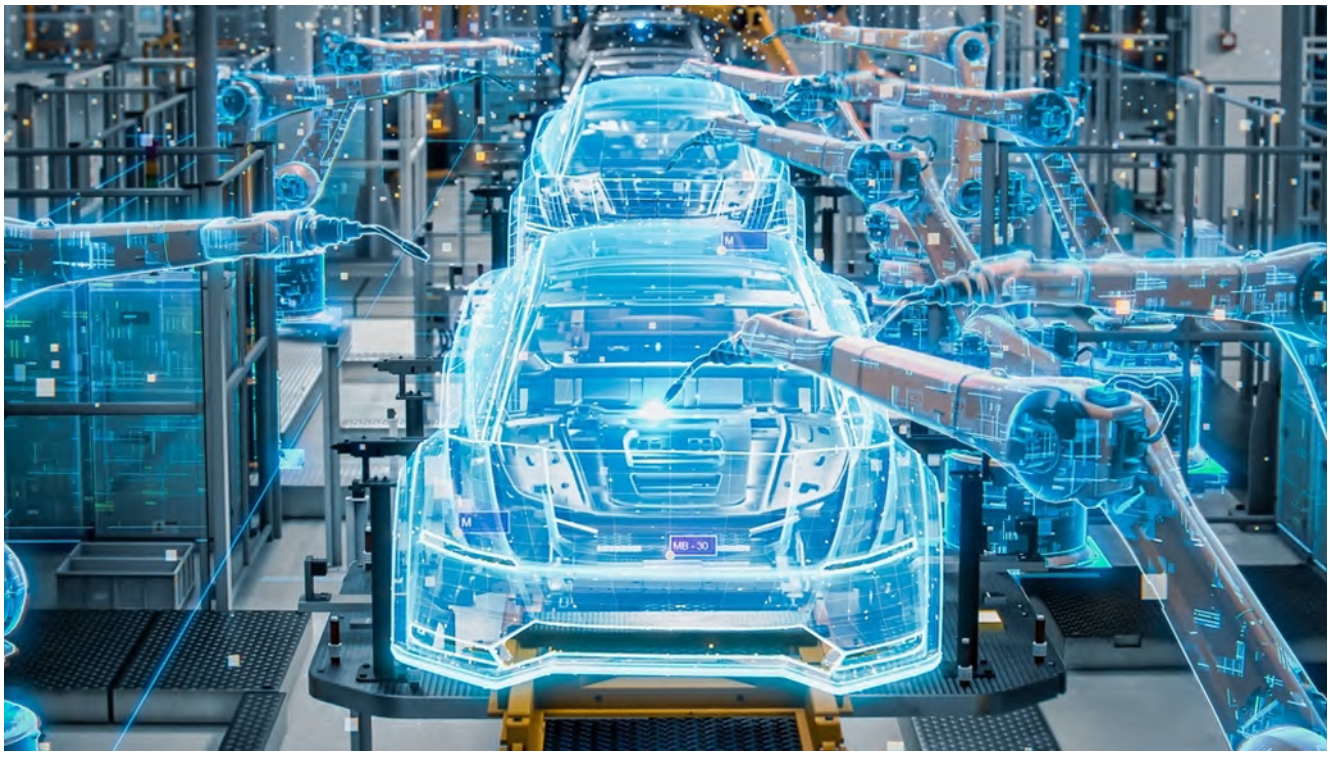
传统解决方案会将流量发送到中央数据中心进行路由和安全检查，然后再传递给云提供商。这不仅会增加延迟，还使得在分支机构、家庭、机场和咖啡馆等场景工作的员工感到沮丧。

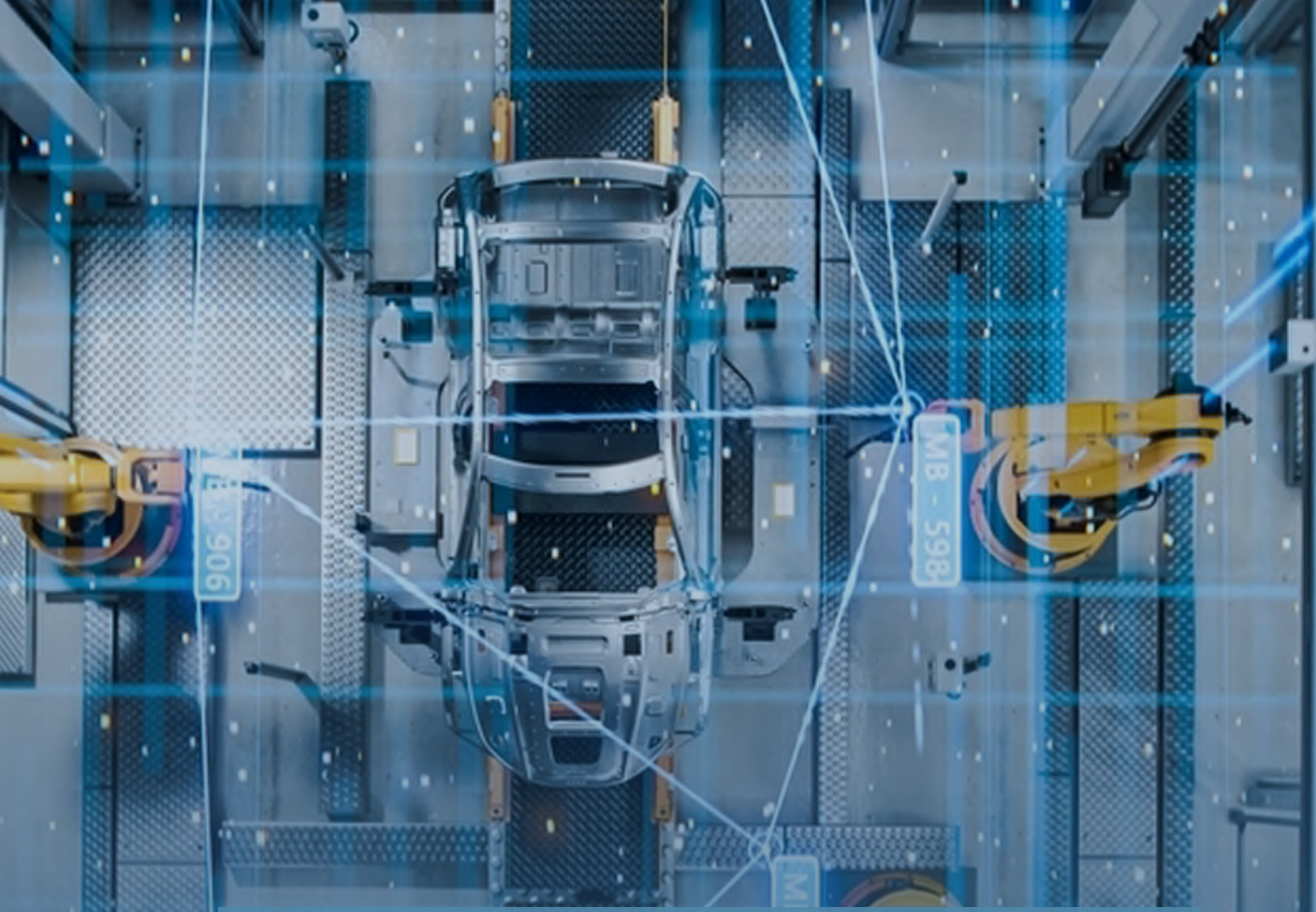
因此，这需要一个分布式的基于云的架构，以便以安全、可靠和快速的方式向用户提供分散的应用程序。一整套新的业务应用也正在出现，它将从物联网和其他边缘设备收集到的本地智能，转化为更智能的决策和新的客户体验。这些应用使用本地计算，并需要快速、可靠和自我修复的云连接。

用例 8: 企业业务系统智慧上云

如今 73% 的企业会使用两个或以上的云，从而利用多个云服务提供商提供的一流服务，**多云战略**是保持竞争力的关键所在。但是要从跨本地部署、公有云和边缘环境的体系架构中获得全部价值，并不是轻而易举的事情。对于许多企业而言，多云战略还意味着运维变得孤立，成本也会有所增加，还需在开发人员速度和 IT 控制力之间进行权衡取舍。

包括制造业在内的企业正期望通过一系列多云服务，能够轻松使用多云，这些服务能够在任何云上构建、运行、管理和保护任何应用。





02

解决方案

2.1 新能源汽车智能制造联合解决方案概述

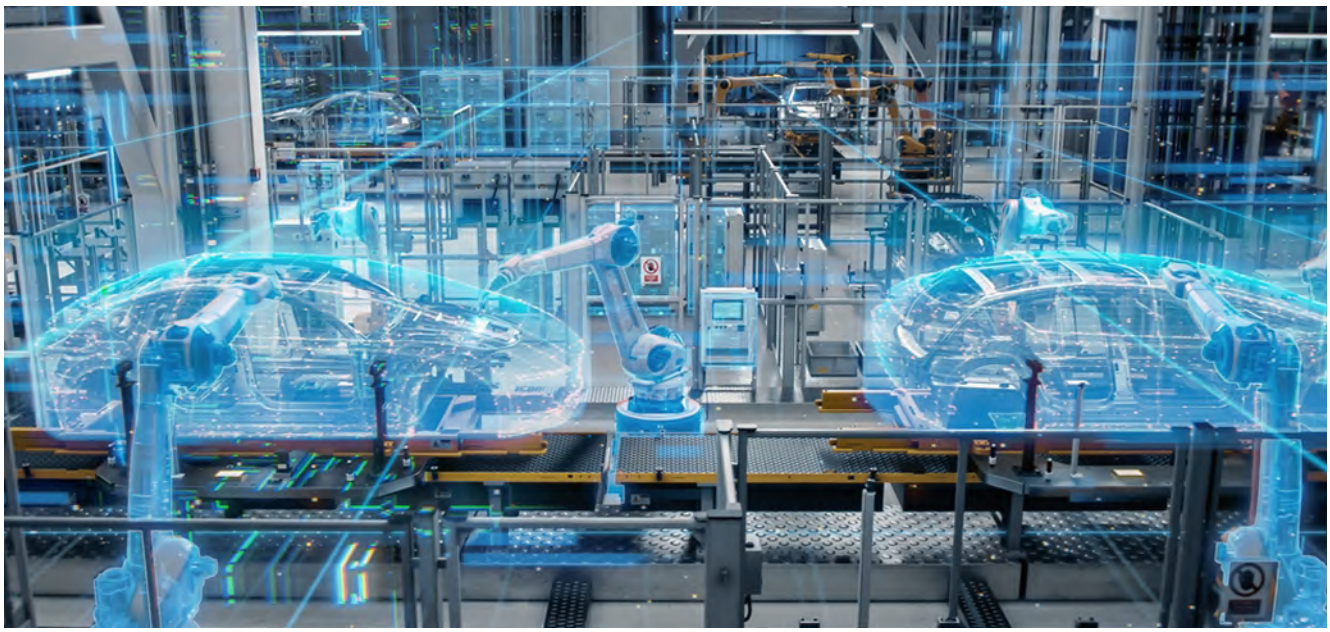
新能源汽车制造商可以通过实现IT现代化推进数字化业务模式发展和收入增长，解决面临的一系列生存和发展问题。

• 制造商想要在全球竞争中脱颖而出，就需要提高创新能力和运维效率。**运用边缘原生应用、云计算、人工智能和数据分析**等技术，可以帮助他们降低技术成本，减少技术债务，简化运维流程，开发新的产品、服务和业务模式。通过使用适合制造业的数字化基础架构、云原生和边缘原生服务，可以加速创新和运维转型，提升质量和产量。此外制造商还可以实现运维的数字化，满足客户在数字化环境中的需求，更快地将产品和服务上市，并让用户随时随地无缝地访问所需的应用和数据。

• 客户可以在家里用**虚拟技术**来选择和购买心仪的汽车，无需亲自到店。通过统一运维和提供有用的洞察，制造商可以优化原来不同的系统，提高生态系统的效率、质量、用户参与和体验。制造商还可以现代化应用架构和开发方法，创建并不断改进以用户为中心的产品和服务，增强用户在购买过程中的参与感。

• 为了让员工远程研发，制造业利用**数字化工作空间和云端点保护解决方案**来安全地远程访问关键应用和数据。重新思考系统和人员如何协同工作，改善员工体验、实施高级协作式机器人、分析和数字化工作空间技术，跨多个渠道和平台完成工作。借助数字化基础架构和相关解决方案，提升客户、员工和供应商的能力，推动实现每次跨渠道客户参与活动的价值，并支持灵活的制造业员工队伍。支持远程优先工作，在任何环境中提高工作效率。使工厂、现场或家庭办公员工能够远程访问通常需要固定工作站的应用和服务，在不影响安全性的情况下提高员工的灵活性。

• 借助**原生安全解决方案**，在整个分布式 IT 环境中实施零信任安全策略，主动检测和抵御新出现的威胁，并将风险降至最低。加强网络安全控制，将零信任安全机制实施到 IT 基础架构的每一层，以减少攻击面，并跨分布式环境抵御、检测和应对威胁，从而获得权威性的情境信息，实时信息处理能力以及对跨整个 IT 环境直至单个工作负载的零信任保护。确保数据和知识产权安全，利用可随现代 IT 扩展平台，将基础架构和应用用作安全控制措施，并跨不同环境获得一致的安全性。通过跨云和边缘环境实时了解、控制和洞察威胁和风险，确保以数字方式分发的知识产权和客户详细信息的安全。整合工具、代理和供应商，针对每个端点进行现代管理，并为安全和 IT 部门提供各环境中的共享实时情境信息和可见性。在授予对公司资源的访问权限之前，根据用户行为、合规状态和设备环境确定风险级别。



2.2 总体方案架构图

2.3 视觉 AI 缺陷检测解决方案

机器视觉技术使工业设备能够"看到"它正在进行的操作，并根据它所看到的情况做出快速的决策。机器视觉最常见的用途是目视检查、缺陷检测、定位和测量零件，以及对产品进行识别、分类和追踪。机器视觉是工业自动化的基础技术之一。几十年来，它帮助提高了产品质量、加快了生产速度并优化了制造和物流过程。现在，这项成熟的技术正在与人工智能融合，并向工业 4.0 的过渡。

机器视觉和人工智能正在推动工业创新

- 让生产线、工业机器人和设备能够进行观察、感知并进行处理，这一切正在为自动化和运营变革创造新的可能性。
- 机器视觉摄像头与人工智能驱动的视觉处理相结合，可以在跟上生产速度的情况下，提供高性能的缺陷检测。
- 智能机器视觉正在为机器人控制系统和工业机器人的复杂自检系统赋予更高水平的自主性。

传统机器视觉难以适应制造业发展

- 在人工智能和机器学习兴起之前，机器就已经可以进行"观察"。1970 年代初期，计算机开始使用特定算法来处理图像和识别基本特征。这种传统的机器视觉技术可以检测物体边缘以定位某个零件，发现表示缺陷的颜色差异，并识别表示孔洞的连续像素斑点。传统机器视觉不需要人工智能，操作相对简单。但文字必须像条形码一样简单清晰，形状必须是可预测的并符合某种精确的图案。传统的机器视觉系统无法读取手写笔迹、解读皱巴巴的标签，甚至不能区分苹果和橙子。
- 尽管如此，传统的机器视觉也已经对制造业产生了巨大的影响。机器不会感到疲倦，因此它们可以比肉眼更快且更可靠地发现缺陷。此外，机器不受人类视觉能力极限的约束。专用的机器视觉摄像头可以使用热成像来检测热异常，以及使用 X 射线来发现微观缺陷和金属疲劳。

人工智能的兴起：深度学习推理和工业机器视觉

- 越来越强大的边缘计算、涵盖网络边缘及其他地方的嵌入式和物联网设备以及越来越多的人工智能 (AI) 深度学习模型正在从根本上扩展机器视觉的功能。技术能力的快速增长正引领制造业向智能工厂和工业 4.0 的转型。
- 人工智能的神经网络的模型增强了经典的计算机视觉算法。当计算机接收到图像或由图像组成的视频流时，机器视觉软件会将图像数据与神经网络模型进行比较，这个过程被称为深度学习推理。它使计算机能够识别非常细微的差异，例如织物中微小图案的不匹配、电路板上的微观缺陷等。为了提高准确性和速度，数据科学家为特定应用创建了特定的神经网络模型。在监督训练的过程中，计算机会审查数以万计的样本并识别有意义的模式，包括人类可能无法检测到的模式。另有部分模型可以检测显示器中的像素死点和偏色像素，检查焊缝中的孔隙，以及精确定位织物中的勾丝。当然，还有更多的模型正在不断的开发和完善之中。

智能机器视觉和自主系统

- 人工智能正在扩大机器视觉的功能，其效果远远超过了目视检查和质量控制。借助智能机器视觉，机器人可以进行三维感知、帮助对方夹持零件并检查彼此的操作。它们甚至可以与人类同事互动，确保他们共同安全地开展工作。具有智能视觉的机器可以使用自然语言处理来读取标签和解读标志，可以理解形状、计算体积，并完美地给箱子、卡车甚至集装箱进行填装，尽可能地减少空间浪费。从能够自动执行简单任务的自动化机器，转型为视觉能力超越肉眼极限、自主思考，从而能够长期对各种元素进行优化的自主型机器，这一转变将推动工业创新达到全新的水平。
- 这听起来像是科幻小说，但现如今智能机器视觉已在工厂、仓库和运输中心发挥作用，通过处理日常任务来帮助和协助工人，以便工人可以利用他们的专业知识专注于最重要的环节。

以某工程机械制造商为例：

该制造商在其全球 52 家工厂中，使用气体金属极电弧焊 (GMAW) 工艺焊接中高强度钢来制造机器和产品。在这些工厂中，数百个机械臂每年消耗数百万磅的焊丝。面对如此大量的焊接，该制造商拥有寻找焊接问题解决方案的经验，并一直在寻找新的方法来处理潜在问题。

整个行业普遍面临的一项焊接挑战是孔隙率，即焊缝冷却时残留的气泡导致焊缝金属中出现空腔。空腔削弱了焊接强度。传统上，GMAW 缺陷检测需要高技能技术人员手动操作。过去整个行业在焊接过程中处理焊缝孔隙问题的尝试并不总是成功。如果在制造过程的后期发现这些缺陷，则需要返工甚至报废整个组件，这对制造商来说可能是破坏性的，且成本高昂。

基于英特尔边缘 AI 缺陷检测解决方案

- **工作原理：**

与英特尔合作利用人工智能解决焊接孔隙问题，将该制造商对创新与质量的核心价值观追求有机结合在一起。英特尔和该制造商结合专业知识，开发了一种集成的端到端硬件和软件系统，该系统可以在边缘实时生成洞察力，其水平超出了人类感官的能力。当使用基于神经网络的推理引擎时，该解决方案会实时记录缺陷并自动停止焊接过程。该自动化系统使该制造商能够实时纠正问题并生产出受欢迎的优质产品。

- **解决方案：**

边缘 AI 缺陷检测解决方案由英特尔 ® 酷睿™ i7 处理器提供支持，并使用英特尔 ® Movidius™ VPU 和英特尔 ® Distribution of OpenVINO™ 工具套件，通过工业级 ADLINK 机器视觉平台和 MeltTools 焊接相机。

视觉 AI 缺陷检测技术现状分析

- **缺乏在近生产线的边缘端独立处理事件能力**

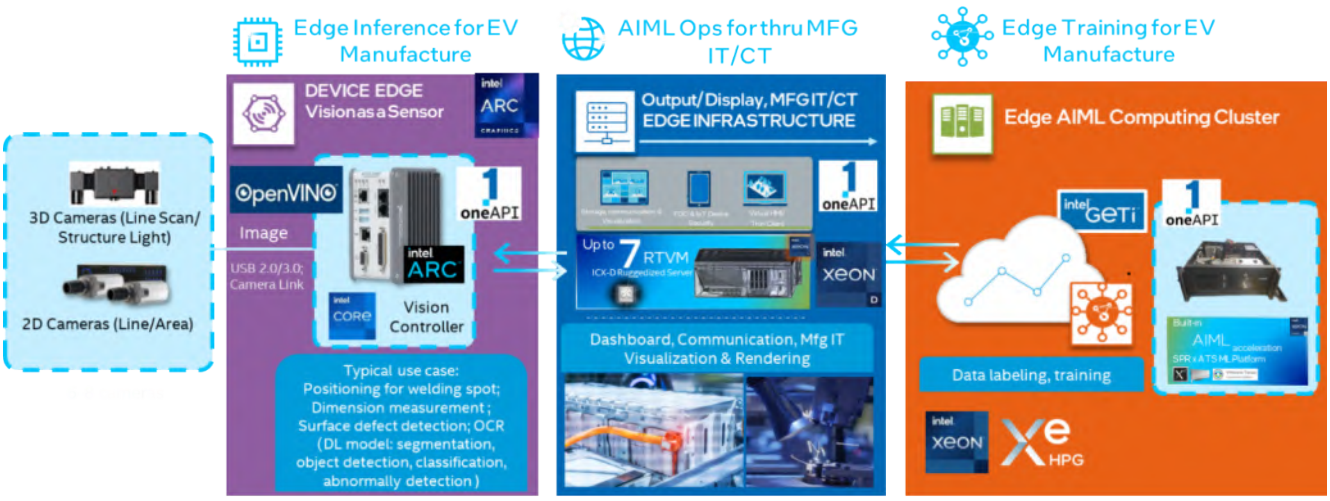
产品缺陷有时是工艺上的不可避免，有时是生产线设备参数设置异常、设备故障或操作错误等原因所导致的。一旦视觉 AI 缺陷检测到产品缺陷，需要通过声光等告警信号及时告知现场工程师进行故障排查，或通过生产线的自动化系统执行分流、纠错等流程，避免造成更大的经济损失。告警信号触发或执行流程一般是通过声光报警器或 PLC 执行完成，边缘端运算能力需要保障告警事件处理的实时性、高效性和独立性。

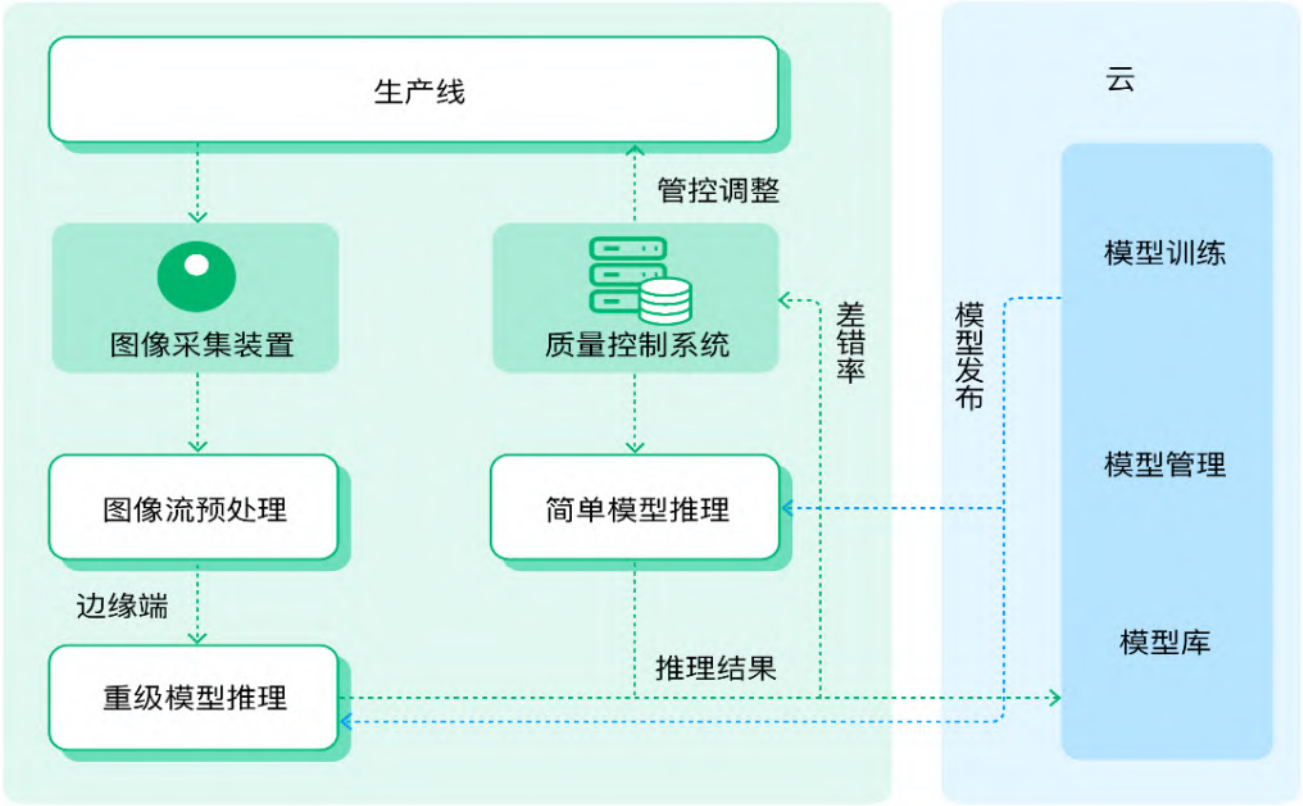
- **数据异构化、汇聚难**

在智能制造生产过程中，产品的质量数据不仅涉及缺陷检测的图像流，还涉及到现场多工序多产线生产设备的多源异构协议数据、生产经营相关业务数据和产品设计工艺数据采集，以及 MES、WMS、ERP 等工厂管理系统的对接。这些设备或系统处于不同的网络环境中，如生产网、办公网或者云平台等，需要构建一条信息通道打通各个设备和系统之间的数据交互壁垒，进行相关数据的全面感知和采集，才能实现基于视觉 AI 缺陷检测和其他生产、业务数据的大数据分析。

- **新趋势：基于「云-边」架构的 AI 算法模型**

「云 - 边」的架构成为视觉 AI 缺陷检测架构的新趋势。「云」设立在厂级信息中心或集团的总部，掌握总体管控的功能，还可根据实际生产需要，选用合适的模型进行集中训练，再将训练好的模型发布给「边缘」进行就近推理，并接收其返回的推理结果进行存储、管理；「边缘」则设立在工厂内每条生产线上，进行前端的数据采集、预处理以及简单的推理工作，也在「云」的管控下，对生产线产品进行实时缺陷检测。

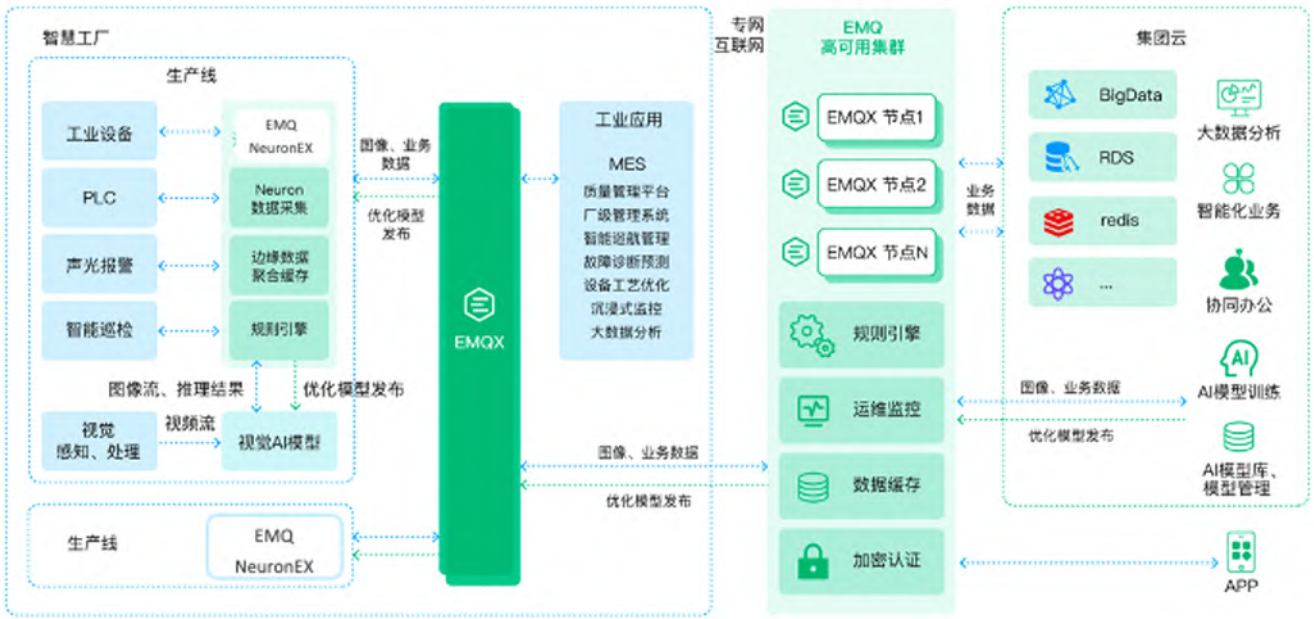




全新工业视觉平台系统架构图

EMQ 视觉 AI 缺陷检测解决方案

针对工业领域视觉 AI 缺陷检测场景现状，EMQ 通过云原生技术以及云边协同架构提供了完整解决方案，实现对视觉 AI 缺陷检测图像流及海量工业设备数据在「产线 - 工厂 - 集团」的连接、移动、处理、存储与分析。



EMQ 架构优势包括:

- **多维度的数据汇聚和逻辑处理能力**

EMQ 整体解决方案可以采集与反向控制工厂内 PLC、非标自动化设备、各类仪器仪表、视觉 AI 缺陷检测设备的图像流和实时数据，可以响应边缘端、工厂 MES 系统、云中心各级数据逻辑运算、事件流处理需求。

- **多维度的数据持久化能力**

通过 NeuronEX 内置规则引擎功能，可以在边缘端、厂级信息中心和云端，把图像流和业务数据流实时推送到各类数据库中，包括 InfluxDB、TimescaleDB、MySQL、PostgreSQL 等各类时序数据库和关系型数据库。EMQX 支持每秒 10 万 +TPS 的数据库数据写入性能，可满足每秒千万级数据测点的实时入库。EMQX 将多端 Neuron、eKuiper 采集分析的数据进行统一汇聚，数据推送到数据库及大数据系统进行持久化存储，为企业构建生产质量分析和优化构建了健壮的底层数据架构。

- **云边协同管理提升企业 IT 水平**

EMQ 的云边协同框架通过 NeuronEX 工业设备数据采集和边缘智能分析软件进行远程统一管理，无论云边之间的网络是直连模式还是穿透模式，都可以方便地进实现参数配置、日志查看、实时监控等远程管理。
此外，EMQ 通过对边缘软件进行编排管理，实现了边缘软件的高可用、远程部署、软件升级以及边缘离线自治等功能，实现应用的边缘自治，极大提升了整体系统的稳定性，并降低运维成本。

2.4 现场监控与即时响应 (边缘计算和智能)

现场监控与实时响应是一种通过边缘计算和智能技术结合的方法，用于实现实时监控和快速响应的系统。

- **边缘计算:**

边缘计算是一种将数据处理和分析推送到接近数据源的边缘设备 (如路由器、交换机、传感器等) 上的计算模型。这样可以在数据产生的地方进行实时的数据处理，减少数据传输延迟和带宽消耗。在现场监控中，边缘计算能够使得监控设备本身能够进行一部分数据处理，减轻数据传输至中央服务器的压力。

- **智能技术:**

智能技术包括人工智能 (AI) 和机器学习 (ML) 等，它们赋予监控系统处理和分析数据的能力。通过智能技术，监控设备可以学习和识别不同的事件、对象或行为，并做出相应的响应。

现场监控与实时响应的关键**优势**包括:

- **实时性:**

通过边缘计算和智能技术，系统可以在接收到数据的瞬间就进行处理和响应，实现实时的监控和反应。

- **降低带宽压力:**

边缘计算使得一部分数据处理可以在监控设备本身进行，从而减少了数据传输到中央服务器的数据量，降低了对带宽的需求。

- **智能决策:**

智能技术使得监控系统能够学习和识别不同的情况，并做出相应的智能决策。这可以提高监控系统的自动化程度，减轻人工干预的负担。

- **增强安全性:**

通过实时监控和快速响应，可以更加及时地发现和处理安全事件，增强安全性和应急响应能力。

综上所述，现场监控与实时响应的技术结合为各种场景提供了更加高效、智能和安全的解决方案。

以汽车工厂为例，可以更详细地说明边缘计算和智能技术在汽车制造中的应用，其主要目标是确保生产线的高效运行、产品质量的稳定和员工安全。

- **传感器网络：**

在汽车工厂的各个关键位置和设备上安装传感器网络。这些传感器可以包括温度传感器、压力传感器、振动传感器、图像传感器等，用于监测设备状态、生产过程和产品质量。

- **数据采集与边缘计算：**

传感器收集到的数据将通过网络传输到边缘计算设备，如边缘服务器或工业计算机。边缘计算设备在现场对数据进行实时处理和分析，减少了数据传输延迟，确保实时监控和响应。

- **实时生产监控：**

边缘计算设备对生产线的运行状态和生产过程进行实时监控。通过监测关键指标，如生产速度、设备运行时间、温度和压力等，工厂可以及时发现异常情况，减少生产中断和停机时间。

- **智能质检与视觉检测：**

工厂利用智能视觉技术，例如机器学习和深度学习算法，对生产的零部件和组装过程进行自动化质检。这有助于减少人工质检的误差，提高产品质量，避免不合格品的流入下游流程。

- **自动化设备与AGV：**

在汽车工厂，自动化设备和自动引导车辆（AGV）将有助于提高生产效率。边缘计算设备可以对自动化设备进行实时控制和优化，确保设备的高效运行和协调工作。AGV 可以自动搬运零部件和成品，实现物料的高效分发和装配。

- **实时安全监控：**

在汽车工厂，员工的安全至关重要。通过在工厂内安装智能摄像头和安全传感器，边缘计算设备可以实时监控员工的工作环境和行为，预警潜在的安全风险，并及时采取措施以确保员工的安全。

- **数据分析与预测维护：**

除了边缘计算设备的实时监控，工厂也会使用云端数据分析和预测维护。云端服务器将汇总和分析多个工厂的数据，实现更高层次的生产优化和设备维护预测。

- **可视化和报告：**

工厂监控系统提供可视化界面，让运营人员可以实时查看工厂的运行状态和数据。同时，系统也可以生成自动化的报告和统计数据，帮助管理层做出决策和优化生产流程。

通过这样的现场监控与实时响应方案，汽车工厂可以实现高度智能化和自动化的生产过程，提高生产效率和产品质量，同时确保员工的安全和生产线的可靠运行。该方案有助于使汽车工厂保持在竞争激烈的市场中保持竞争优势。

2.5 数字模型与优化控制及长期愿景

数字模型与优化控制结合了数学模型、优化算法和控制策略，用于对复杂的工业生产过程进行精确建模、优化和控制。相对于普通的分析和机器学习方法，数字模型与优化控制更注重系统动态建模和多目标优化。其结合**最新 AI 或 LLM 技术，以及多模态数据和中心云 + 分布式架构**，可以进一步提升数字模型与优化控制的效能和适用性。具体应用如下：

1.最新 AI 或 LLM 技术在数字模型与优化控制中的应用：

自监督学习

自监督学习是一种无监督学习的形式，通过从未标记数据中学习有用的特征，将其应用于数字模型与优化控制，可以提高模型的泛化性能和数据利用效率。

强化学习

强化学习通过智能体与环境的交互，学习在不同状态下做出最优决策。在数字模型与优化控制中，可以通过强化学习来实现自适应控制，应对复杂和动态的工业过程。

迁移学习

迁移学习可以将已学到的知识和经验应用于新任务，将其结合到数字模型与优化控制中，可以加速模型的训练和泛化，节省时间和资源。

2.多模态数据在数字模型与优化控制中的应用：

- 在一些工业生产过程中，可能涉及到多种数据类型，如文本、图像、传感器数据等。利用多模态数据，可以构建更全面和精确的数字模型，并为优化控制提供更多样化的信息。
- 将多模态数据与最新AI技术相结合，可以实现数据的融合和联合学习，从而更好地理解和控制复杂的工业过程。

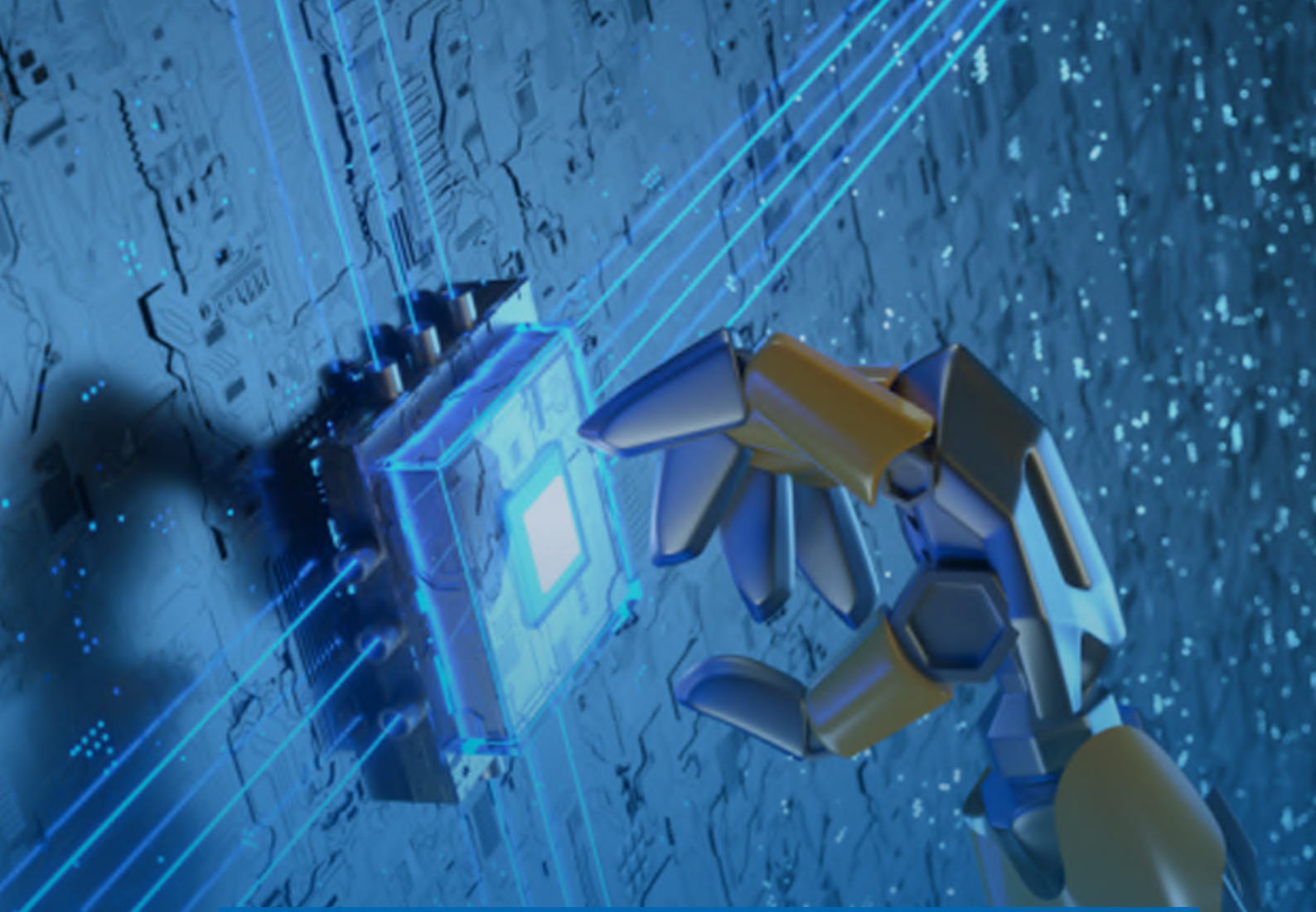
3.中心云 + 分布式构在数字模型与优化控制中的应用：

- 将数字模型与优化控制部署在中心云端，可以集中管理和处理全局的数据和任务。中心云端可以进行更大规模的计算和数据处理，实现更复杂的数字建模和优化控制。
- 同时，利用分布式架构，将计算和控制任务分配到多个本地节点，可以实现实时性和高效性。每个本地节点可以根据实际情况进行控制决策，并实时响应工业生产过程的变化。

4.数据隐私和安全性：

- 在数字模型与优化控制中，涉及到大量的工业生产数据，其中可能包含敏感信息。因此，数据隐私和安全性是一个重要的考虑因素。最新AI技术和LLM技术可能会加强数据加密、安全通信和访问控制，以保护数据的安全性。

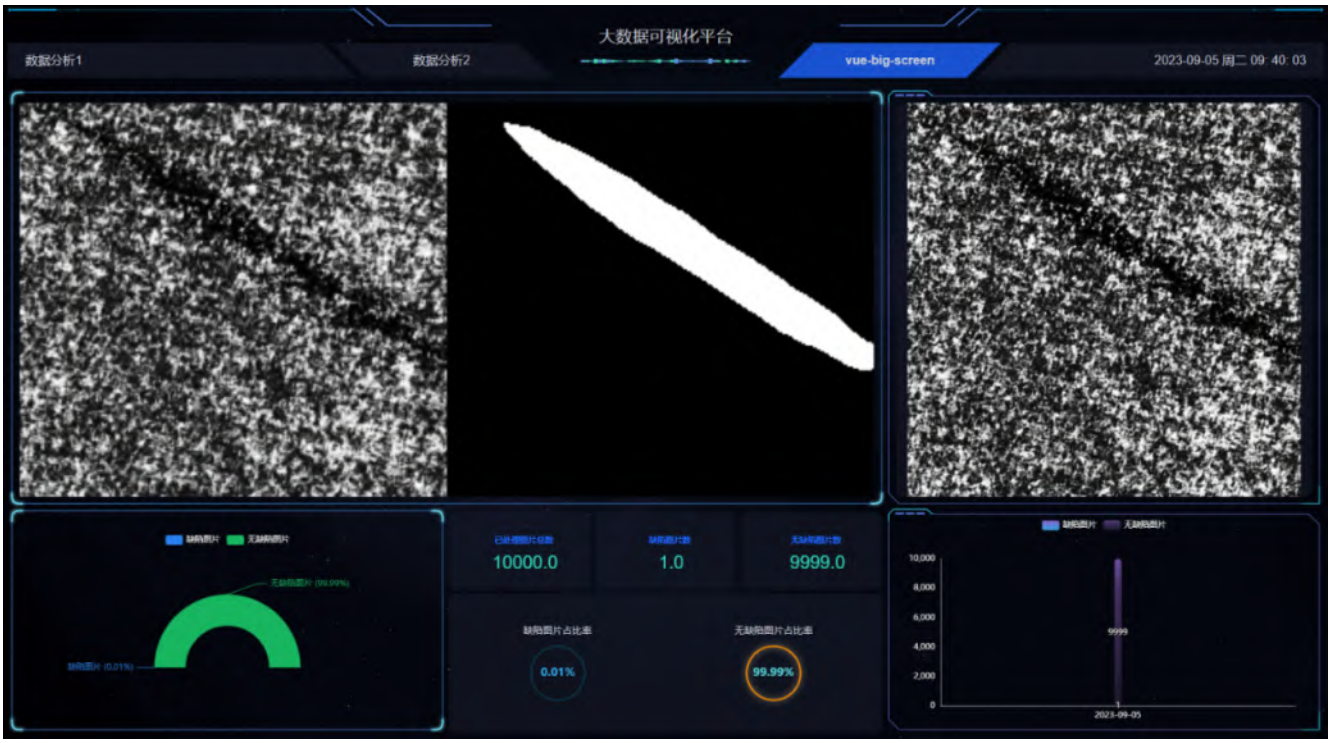
综上所述，数字模型与优化控制结合最新 AI 或 LLM 技术、多模态数据和中心云 + 分布式架构，将能够应对更复杂的工业生产过程，并为优化控制提供更全面、高效的解决方案。然而，在实际应用中，还需考虑数据的可靠性、系统的稳定性和安全性等问题，需要专业团队进行系统设计和工程实践。



03

具体实施

3.1 方案 UI 截图



3.2 各用例中实现的性能和优势

规则并行发力测试情况

1. 场景1:

最大规则数支持：8000 条规则，总吞吐量为 800 条消息 / 秒。

- 源：MQTT 服务器
- 规则：SELECT temperature FROM source WHERE temperature > 20 (90% 数据被过滤)
- 目标：分析结果存储到日志
- 配置：AWS 2 核 * 4GB 内存, Ubuntu
- 资源消耗：内存 : 89% ~ 72%；CPU: 25%

2. 场景2:

多规则共享源实例测试：300 条规则，处理一个共享流，MQTT 源吞吐量为 500 条消息 / 秒, 总的消息处理吞吐量为 150, 000 条消息 / 秒。

- 源：MQTT 服务器
- 规则：SQL：SELECT temperature FROM source WHERE temperature > 20 (90% 数据被过滤)
- 目标：过滤后数据发往 MQTT
- 配置：AWS 2 核 * 2GB 内存；Ubuntu
- 资源消耗：内存 : ~95MB, CPU: 50%

规则并行发力测试情况

自定义 20MB JSON 文件压缩测试，压缩测试总结，单位 KB:
json 20491 -> pb 4227 -> pb_gzip 900，倍率 23 倍
json 20491 -> pb 4227 -> pb_zstd 12，倍率 1708 倍
json 20491 -> csv 6161 -> csv_gzip 2590，倍率 8 倍
json 20491 -> csv 6161 -> csv_zstd 17，倍率 1205 倍

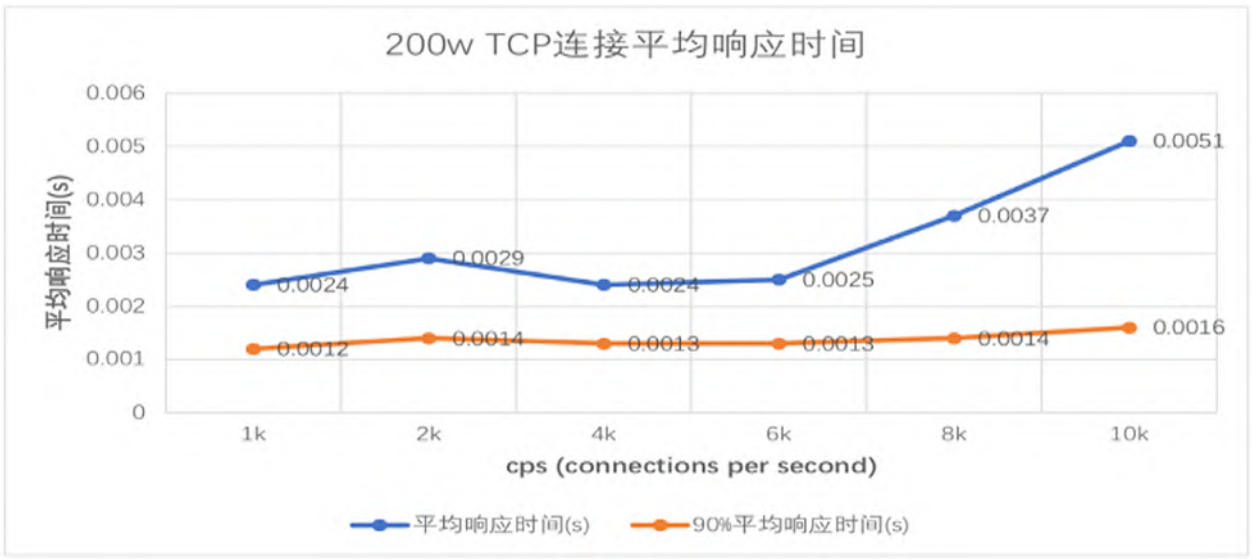
云端高性能消息服务器并发连接及数据吞吐测试情况

对于物联网接入平台核心模块 EMQX 已进行相关测试，以下测试记录在某云服务商上进行，主要进行了大并发的连接测试，以及多种组合的消息吞吐量测试，相关的测试结果如下所示:

EMQ X 消息中间件在 16 核、32G 内存的 Linux 操作系统上，
单节点连接数不低于 50 万:
单个集群总连接数不低于 500 万:
下测试被测集群共 5 个节点，集群接入量实际达到 1000 万连接和 1000 万订阅

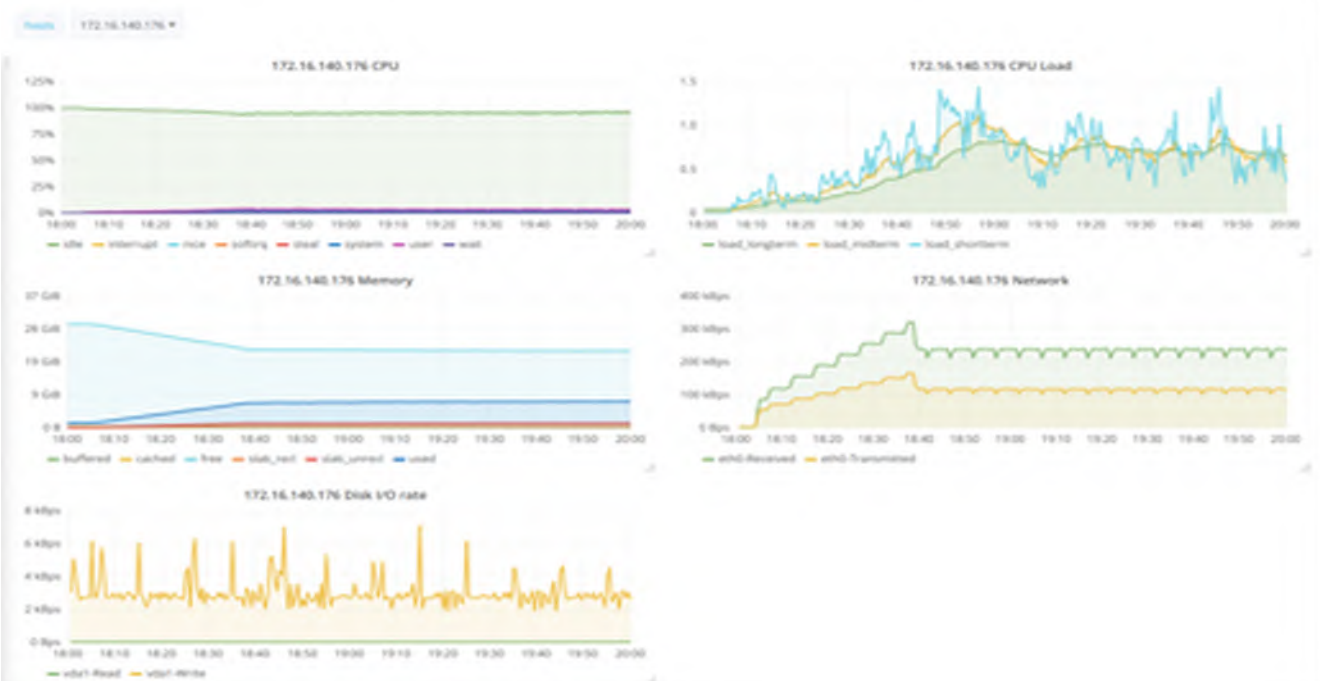
时延:

QoS0 消息转发时间：＜10ms;
QoS1,2 消息转发时间：＜ 100ms;



测试 MQTT 的连接，除了固定时间的 Ping 包，每个客户端不会 pub/sub 任何 MQTT 消息：

- 90% 平均响应时间 < 2ms；最大响应时间为 2.3 秒
- 每个节点 CPU 平均使用率大约为 8% 左右，最高不超过 20%
- 每个节点平均内存使用约 9GB



最大响应时间	最小响应时间	前 90% 平均响应时间	EMQX CPU 使用	EMQX 内存使用
2.308s	0s	0.0015s	8%-20%	9GB

CPU、内存、I/O 使用量

消息吞吐测试情况

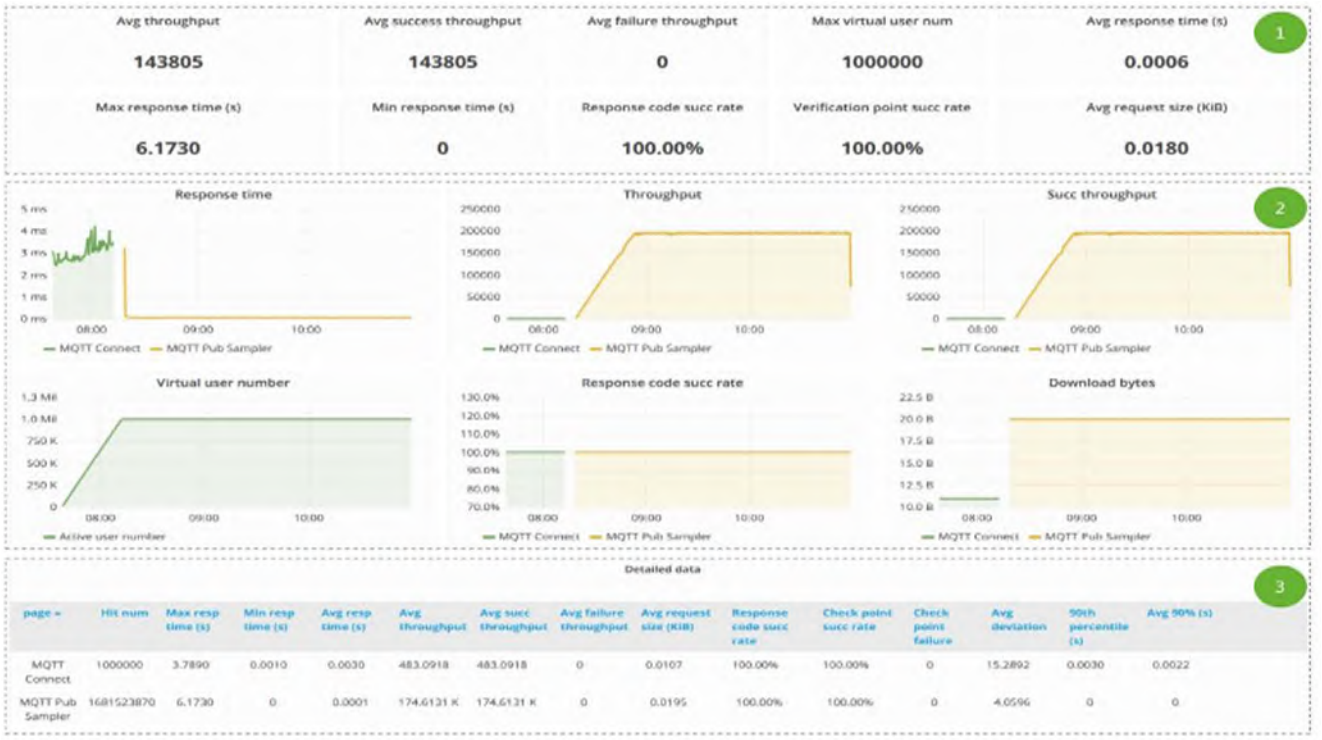
背景连接 900 万，用于模拟具有连接和发送 Ping 包的客户端，而剩下的 100 万则模拟用于发送实际业务数据的客户端

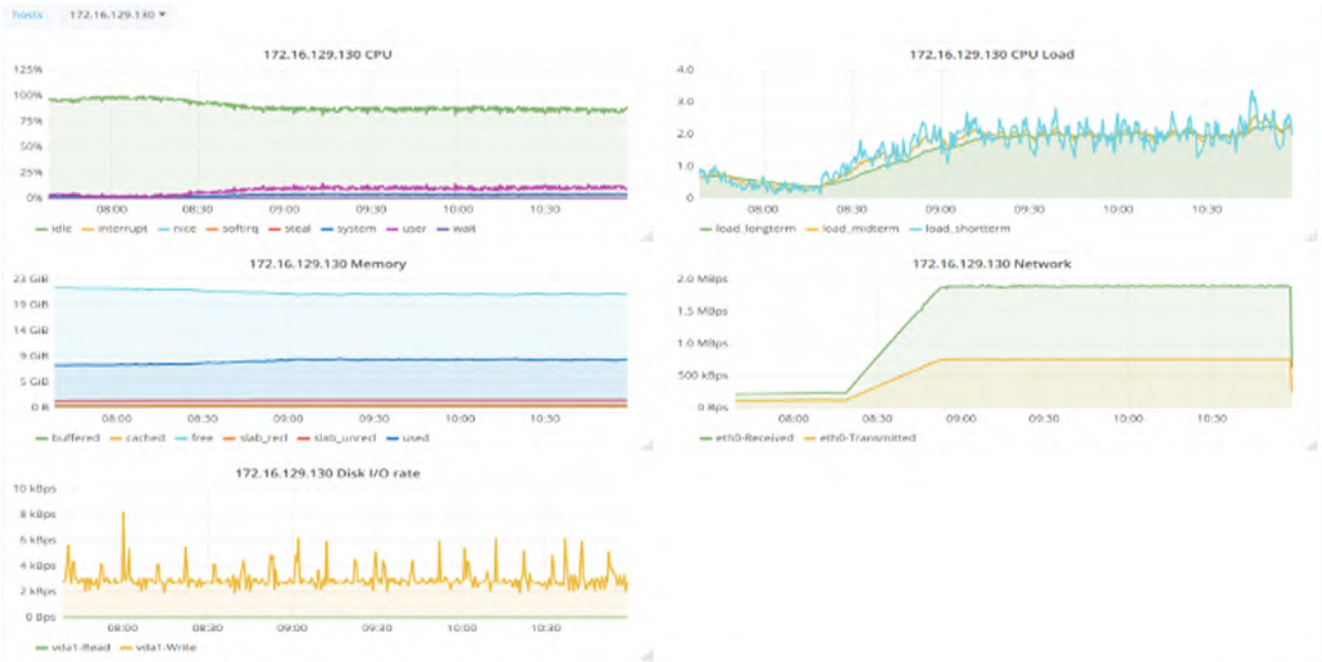
- 消息体为 88 字节
- 90% 平均响应时间 <70ms
- CPU 使用随着消息吞吐量增加变大
- 每个节点平均内存使用在 9 - 10GB

消息吞吐测试类型 1：Pub 消息测试

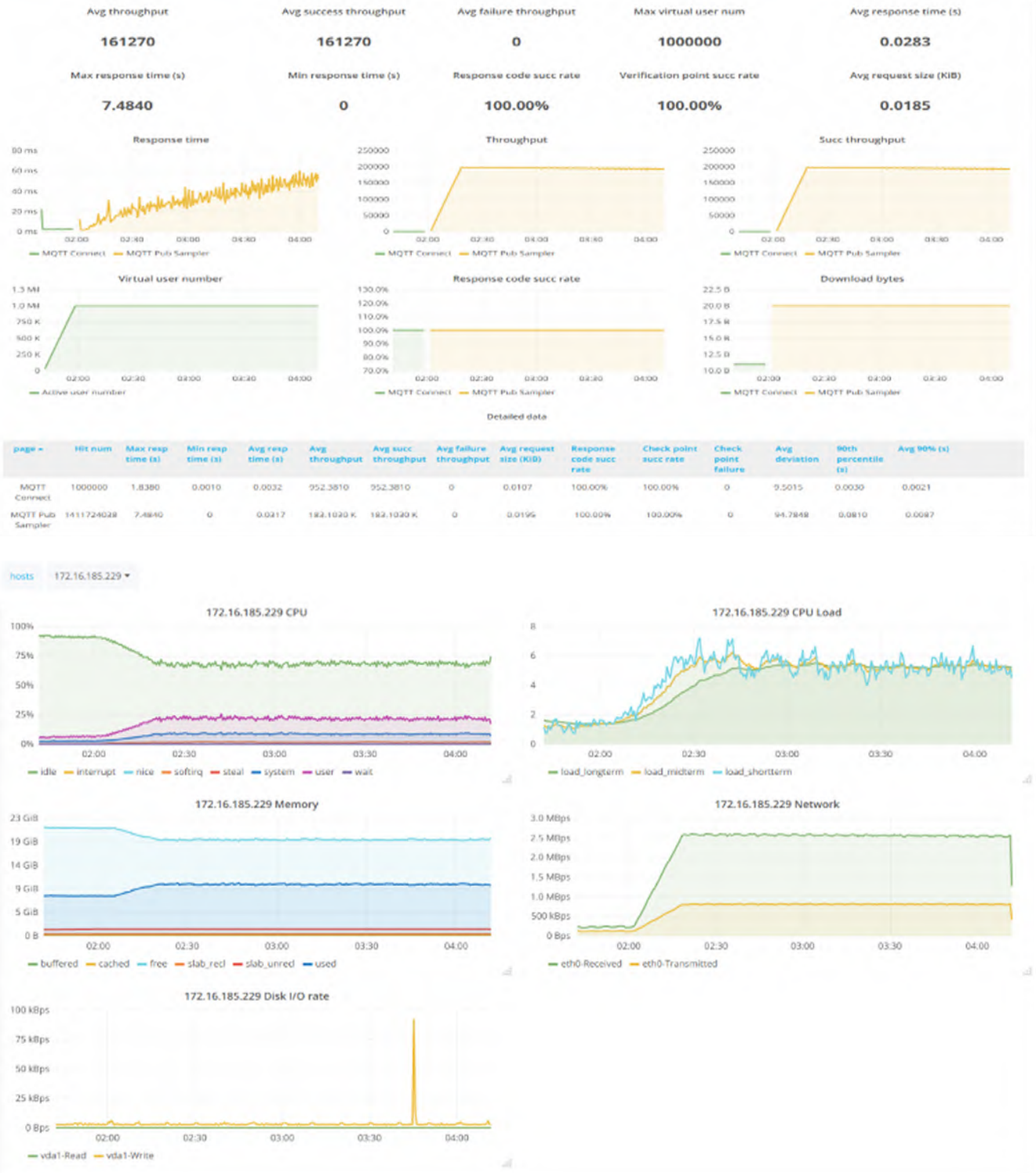
该测试类型下除了 900 万的背景连接，剩下的 100 万业务连接只做 pub 消息的操作。测试结果表明响应时间都非常小，CPU 的使用率小于 25%，内存为 9GB。

Pub(k/s)	Qos	最大响应时间	最小响应时间	前 90% 平均 响应时间	EMQX CPU 使用	EMQX 内存使用
200	0	6.173s	0s	0.0001s	15%-20%	9GB
200	1	7.484s	0s	0.0087s	15%-25%	9GB





QoS0 性能指标与系统资源使用量

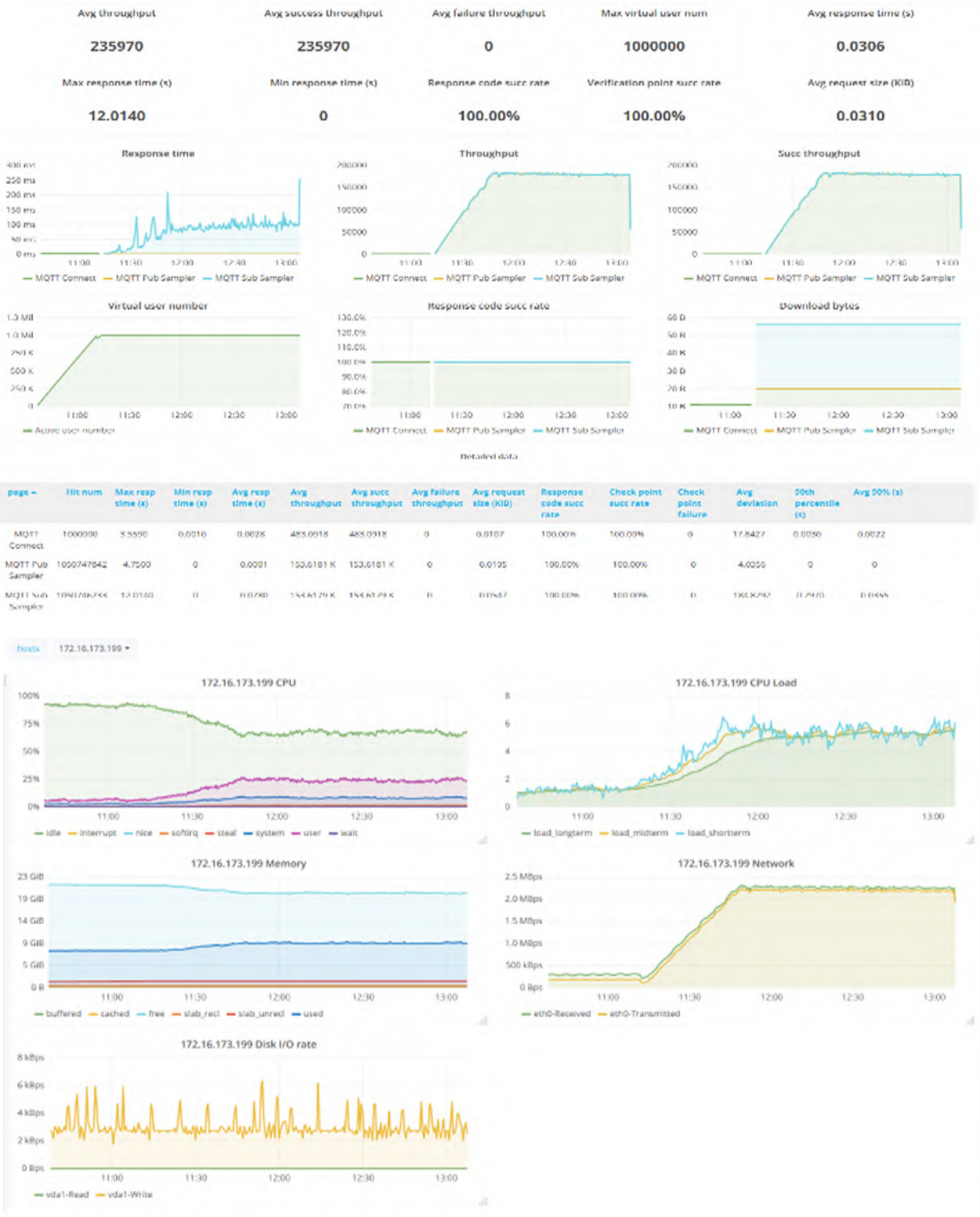


QoS1 性能指标与系统资源使用量

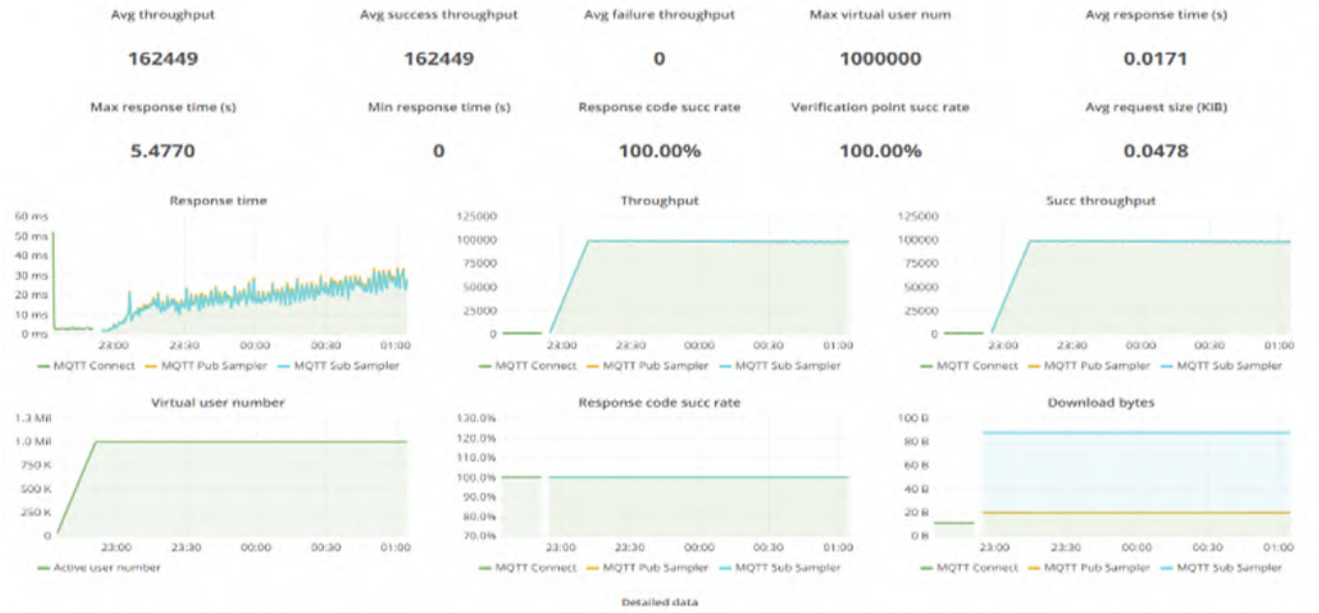
消息吞吐测试类型 2：50 万主题使用

该测试类型下除了 900 万的背景连接，剩下的 100 万连接主要将大量的主题用于消息转发的测试。该测试结果表明在使用 50 万主题的情况下，QoS 在 0 的时候，Pub 和 Sub 的吞吐量分别都可以稳定达到 20 万 / 秒；而 QoS 在 1 的时候，Pub 和 Sub 的吞吐量分别都可以稳定达到 10 万 / 秒。在大量主题使用的场景下，EMQX 表现良好。

Pub/Sub(k/s)	Qos	最大响应时间	最小响应时间	前 90% 平均响应时间	EMQX CPU 使用	EMQX 内存使用
200	0	12.014s	0s	0.0355s	25%-30%	9GB
100	1	5.477s	0s	0.0063s	20%-25%	9GB

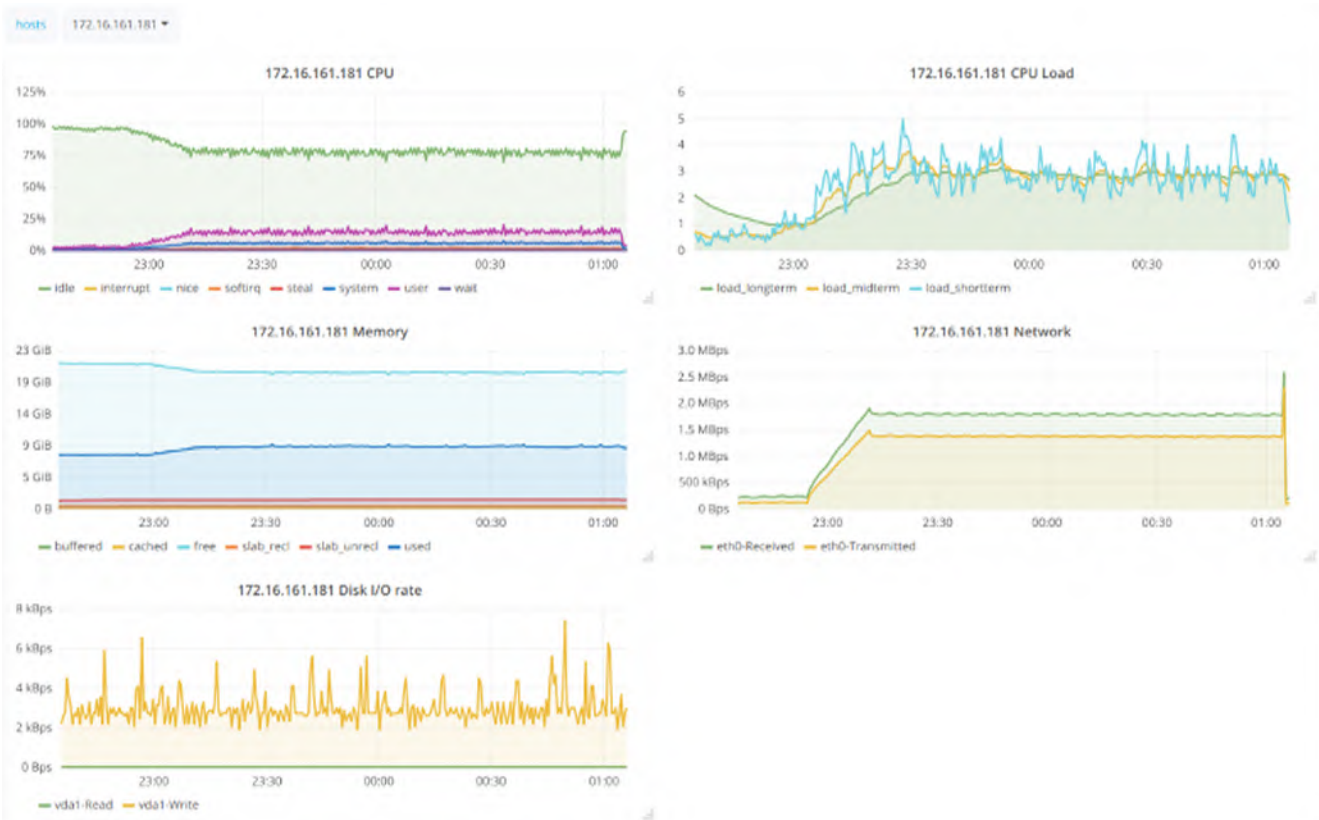


QoS0 20 万消息 / 秒性能指标与系统资源使用量



Detailed data

page	Hit num	Max resp time (s)	Min resp time (s)	Avg resp time (s)	Avg throughput	Avg succ throughput	Avg failure throughput	Avg request size (KiB)	Response code succ rate	Check point succ rate	Check point failure	Avg deviation	90th percentile (s)	Avg 90% (s)
MQTT Connect	1000000	2.1310	0.0010	0.0042	952.3810	952.3810	0	0.0107	100.00%	100.00%	0	15.3402	0.0030	0.0021
MQTT Pub Sampler	718342053	5.2820	0	0.0193	92.0951 K	92.0951 K	0	0.0195	100.00%	100.00%	0	55.3527	0.0500	0.0068
MQTT Sub Sampler	718329704	5.4770	0	0.0183	92.0936 K	92.0936 K	0	0.0859	100.00%	100.00%	0	53.6207	0.0480	0.0068

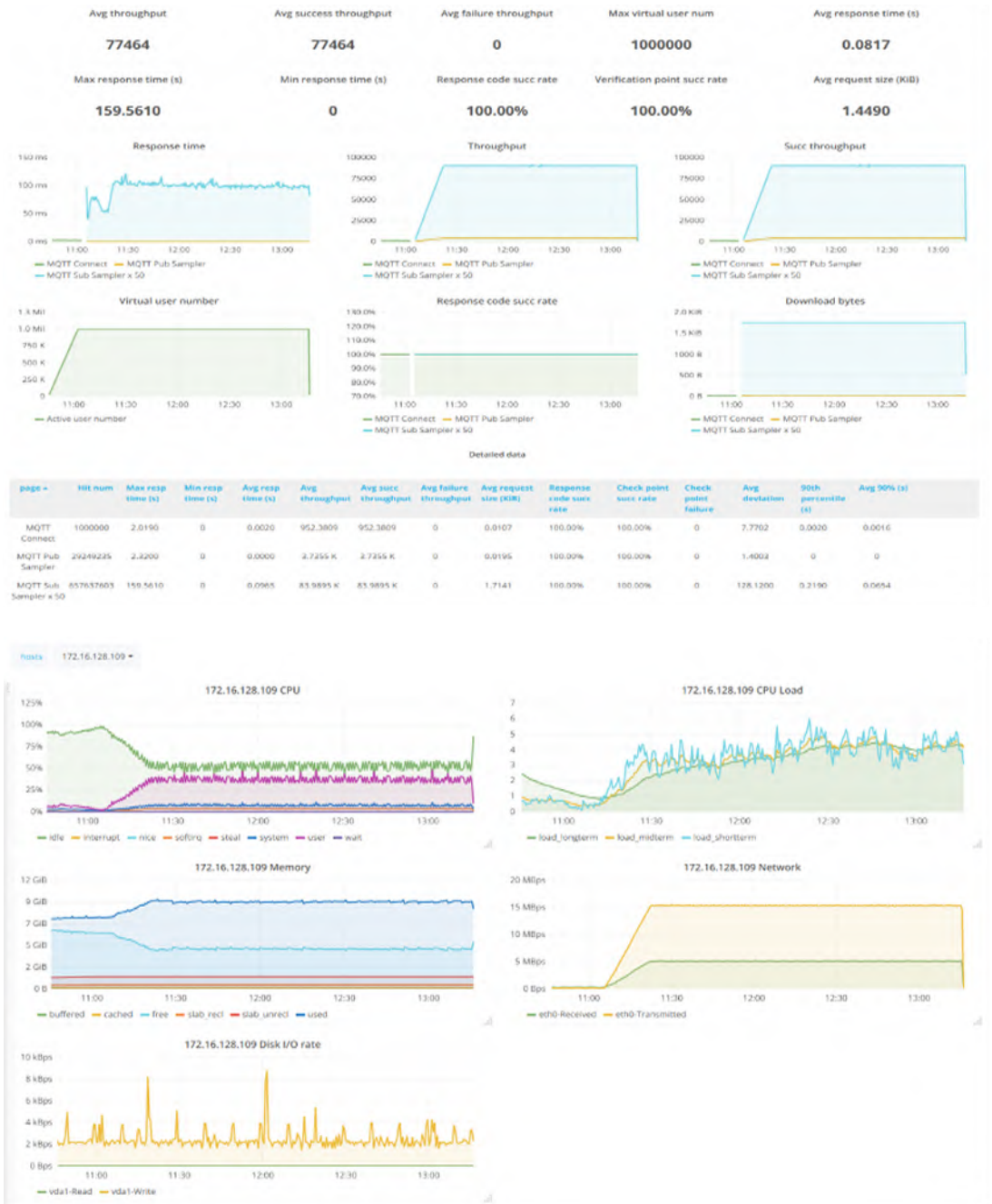


QoS1 10 万消息 / 秒性能指标与系统资源使用量

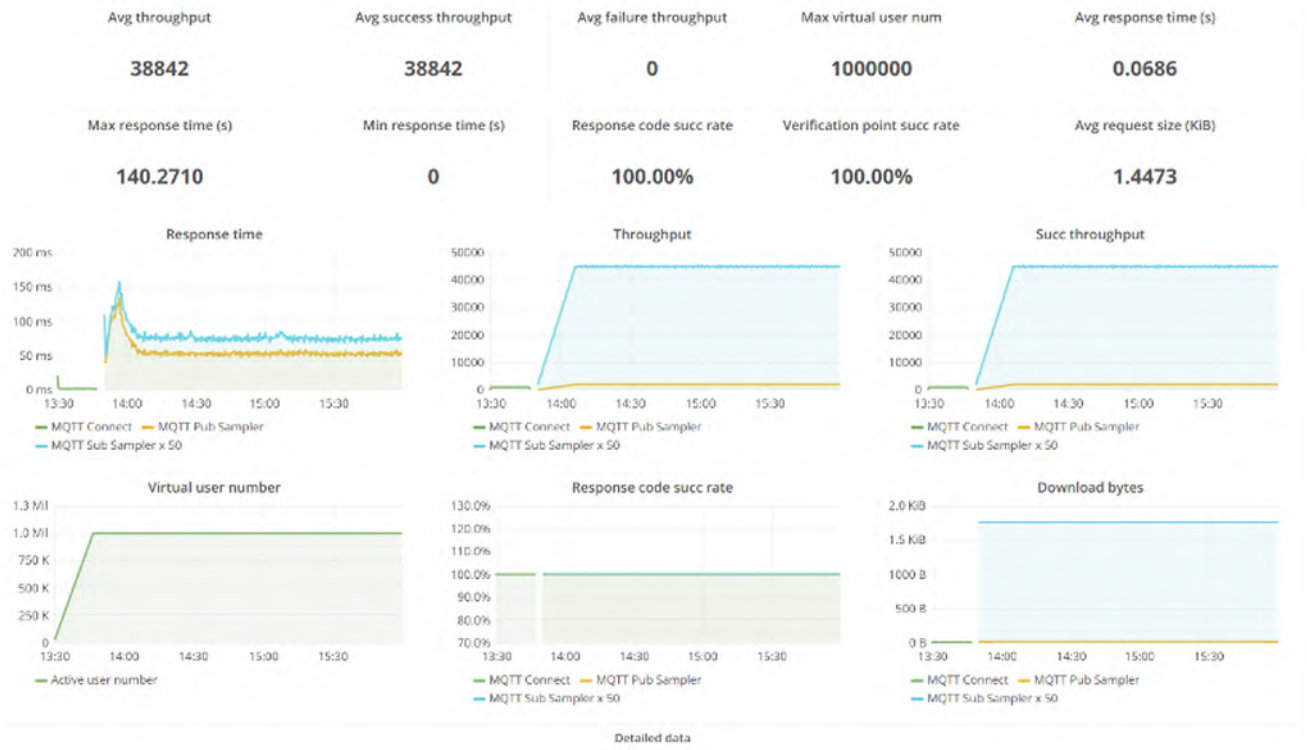
消息吞吐测试类型 3：消息广播测试

该测试类型下除了 900 万的背景连接，剩下的 100 万连接主要做消息广播的测试。该测试场景下，主要是用少量的 Pub 端往主题上发送消息，大量的 Sub 端在订阅相关的主题，实现消息在大量 Sub 端的广播。测试结果显示，在 QoS 为 0 的情况下，广播可以达到 180 万 / 秒的消息吞吐量；而 QoS 为 1 的情况下，广播可以达到 90 万 / 秒的消息吞吐量。

Pub(k/s)	Sub(k/s)	Qos	最大响应时间	最小响应时间	前 90% 平均响应时间	EMQX CPU 使用	EMQX 内存使用
4	1800	0	159.561s	0s	0.0654s	30%-45%	9.5GB
2	900	1	140.271s	0s	0.0500s	35%-55%	9.8GB

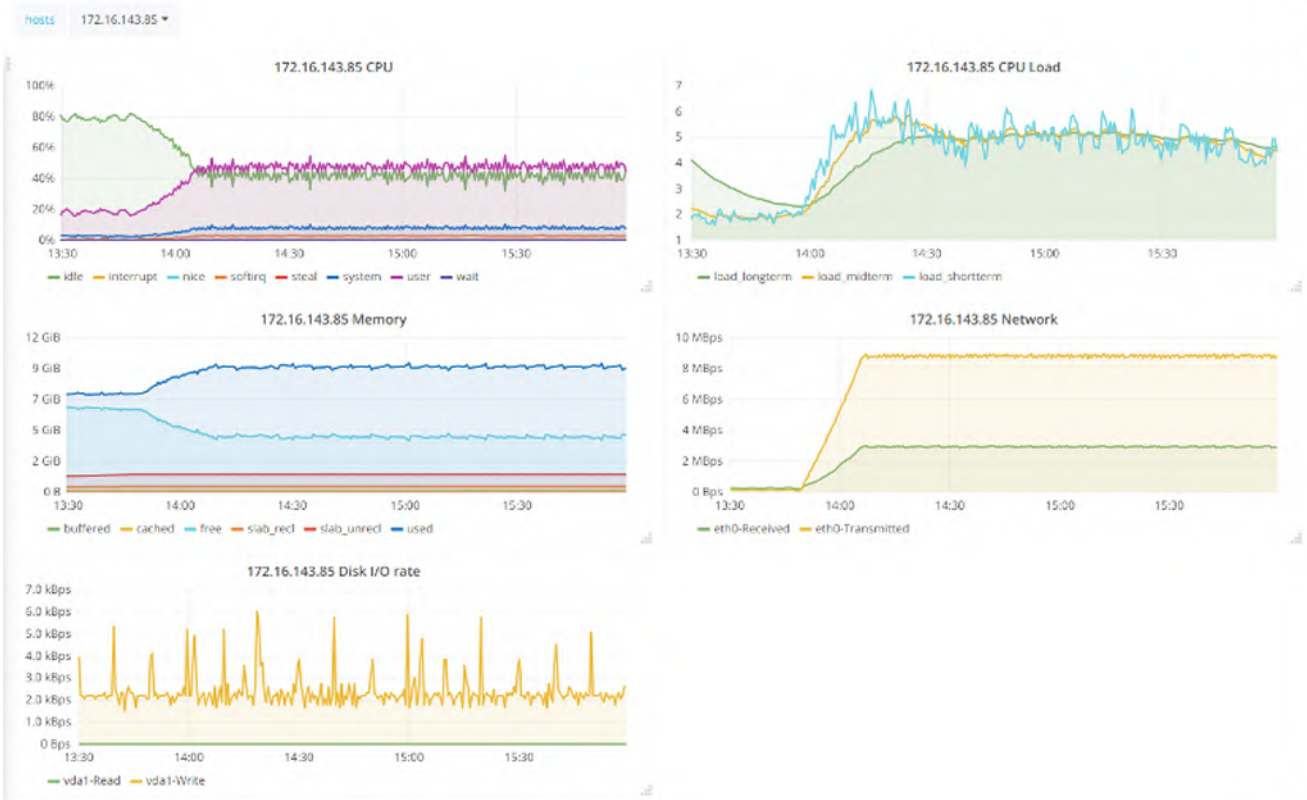


Pub: QoS 0 * 4 k/ 秒 + Sub: QoS 0 * 180 万 / 秒场景性能指标与系统资源使用量



Detailed data

page	Hit num	Max resp time (s)	Min resp time (s)	Avg resp time (s)	Avg throughput	Avg succ throughput	Avg failure throughput	Avg request size (KiB)	Response code succ rate	Check point succ rate	Check point failure	Avg deviation	90th percentile (s)	Avg 90% (s)
MQTT Connect	1000000	2.4510	0.0010	0.0025	925.9259	925.9259	0	0.0107	100.00%	100.00%	0	9.6555	0.0020	0.0016
MQTT Pub Sampler	14645000	4.7880	0.0010	0.0567	1.8776 K	1.8776 K	0	0.0195	100.00%	100.00%	0	109.0044	0.1360	0.0268
MQTT Sub Sampler x 50	329274522	140.2710	0	0.0787	42.2147 K	42.2147 K	0	1.7187	100.00%	100.00%	0	115.7233	0.1890	0.0500



Pub: QoS 1 * 2 k/ 秒 + Sub: QoS 1 * 90 万 / 秒场景性能指标与系统资源使用量

04

关键技术

视觉检测方案中 EMQ 主要由以下产品构成：

- 边缘数采软件，NeuronEX - 工业设备数据采集和边缘智能分析软件
- 物联网接入平台，EMQX / EMQX ECP - 云原生分布式物联网接入平台以及一站式管理平台

EMQ 在边缘端提供视觉 AI 缺陷检测数据对接处理能力，支持 Rest、gRPC、msgpack RPC 服务对接视觉 AI 缺陷检测数据，获取缺陷产品图像流，进行实时压缩后在边缘端存储和汇聚到厂级数据中心或云端。

- 边缘端实现视觉 AI 缺陷检测设备和自动化设备联动，在生产线上视觉 AI 缺陷检测设备检测出产品缺陷，可以直接通过 **NeuronEX** 下发指令到声光报警器和 PLC，进行告警通知或者执行分流、纠错流程。
- 构建「产线 - 工厂 - 集团」图像流及海量工业设备数据传输通道。数据通过 EMQ NeuronEX 汇聚，传输到工厂的 EMQX，再桥接到云端 EMQX，并通过其规则引擎流入到时序数据库与 AI 分析应用，为基于全集团工厂缺陷检测图像数据和业务数据的大数据分析应用奠定基础，实现生产质量追溯、生产工艺优化等数据价值挖掘与应用。

通过 EMQ 的这套方案可以构建完整、自循环的云边一体 AI 模型训练流程：边缘端的图像流实时汇聚、持久化到云端，云端 AI 及时进行模型训练并周期性优化算法模型发布到边缘端，同时实时汇聚、持久化新模型推理结果，为工厂生产工艺进一步优化、智慧化做好准备。

4.1 边缘侧

Intel

第四代英特尔 ® 至强 ® 可扩展处理器配备多种 AI 引擎（内置加速器），其中，英特尔 ® AMX、英特尔 ® AVX-512、英特尔 ® DL Boost 协同增效，可带来显著性能增益、工作负载加速和吞吐量提升，进一步加速深度学习工作负载，发挥处理器的计算潜能。无论本地、云端还是边缘工作负载，都能构建更强大、更节能的 AI 解决方案，全面提升 AI 性能。从数据预处理、经典机器学习，到语言处理和图像识别等深度学习模型，AI 的身影到处可见，遍及广泛的工作负载和用例。配备英特尔 ® AI 引擎的英特尔 ® 至强 ® 可扩展处理器，结合了可服务整条 AI 流水线的强大算力，以及面向机器学习、数据分析和深度学习等特定 AI 工作负载的内置加速器。

- **内置强大动力，助力企业实现 AI 加速**

无处不在的 AI 已遍及各种各样的关键工作负载。从核心企业应用到自动话务台系统，经典的机器学习 (ML) 和深度学习模型正在成为企业实现业务发展的基础构建模块。AI 能否大规模应用取决于从数据预处理到训练，再到最终部署这一系列漫长的开发流程。每个步骤又有自己的开发工具链、框架和工作负载，这些都会产生特有的瓶颈，对计算资源的要求也不同。英特尔 ® 至强 ® 可扩展处理器配备内置加速器，可在开箱后立即运行整个流水线，全面提升 AI 性能。英特尔 ® 加速引擎是为特定功能打造的内置加速器，用于支持要求严苛的新兴工作负载。

- **借助英特尔®高级矩阵扩展（Intel® Advanced Matrix Extensions，英特尔® AMX）加速深度学习**

第四代英特尔 ® 至强 ® 可扩展处理器配备的英特尔 ® AMX 是面向深度学习训练的新一代技术。英特尔 ® AMX 不仅进一步拓展了上一代英特尔 ® 至强 ® 可扩展处理器的内置 AI 加速技术，还带来显著的性能增益，非常适合自然语言处理、推荐系统和图像识别等工作负载 2。英特尔 ® AMX 可为 AI 模型提供工作负载加速，并通过将特定 AI 工作负载整合至 CPU，而非将其卸载至独立加速器的方式，帮助客户降低总体拥有成本 (TCO)2。

与 CPU 内核上的英特尔 ® 高级矢量扩展 512（Intel® Advanced Vector Extensions 512，英特尔 ® AVX-512）相比，英特尔 ® AMX 还可提高平铺乘法性能，显著提升最大吞吐量（单个周期运算量）3。

- **英特尔® Data Center GPU Flex Series 灵活、强大，是业界最开放的面向智能视觉云的 GPU 解决方案。**

这款 GPU 将支持行业中的各种工作负载。如支持媒体直播和云游戏，支持 AI 视觉推理和虚拟桌面基础设施工作负载。它支持基于标准的开放式软件堆栈，针对密度和质量进行了优化，具有关键的服务器功能，可实现高度可靠性、可用性和可扩展性。这有助于减少数据中心使用不同解决方案并管理异构或专有环境的需求。

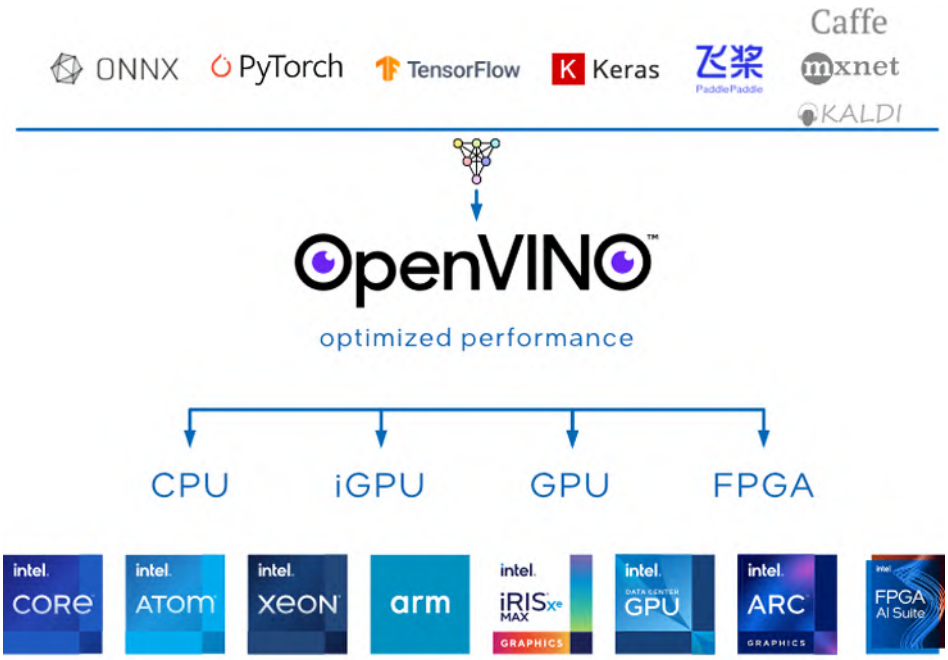
英特尔 ® Data Center GPU Flex 170† 采用大功率 150W 适配器，非常适合包含更复杂 AI 模型的管道，例如多对象检测或多重分类模型。凭借其 AI 计算能力，英特尔 ® Data Center GPU Flex 170 拓宽了 AI 的边界。随着计算需求的增加，每个适配器可以支持相同数量的视频流。

英特尔 ® Data Center GPU Flex Series 支持灵活的 vGPU 管理

英特尔 ® 数据中心 GPU Flex 系列支持面向 VDI 解决方案的多种 vGPU 配置和调度选项，可满足客户的不同工作负载和服务质量要求，例如 Linux† 基于内核的虚拟机 (KVM) 开源虚拟化技术和 VMware ESXi**。它还支持顶层的 VMware Horizon† 和 Citrix DaaS†。Flex Series 加速器提供强大的生态系统支持。它将支持业界两大桌面和应用虚拟化解决方案 VMware Horizon 和 Citrix DaaS。

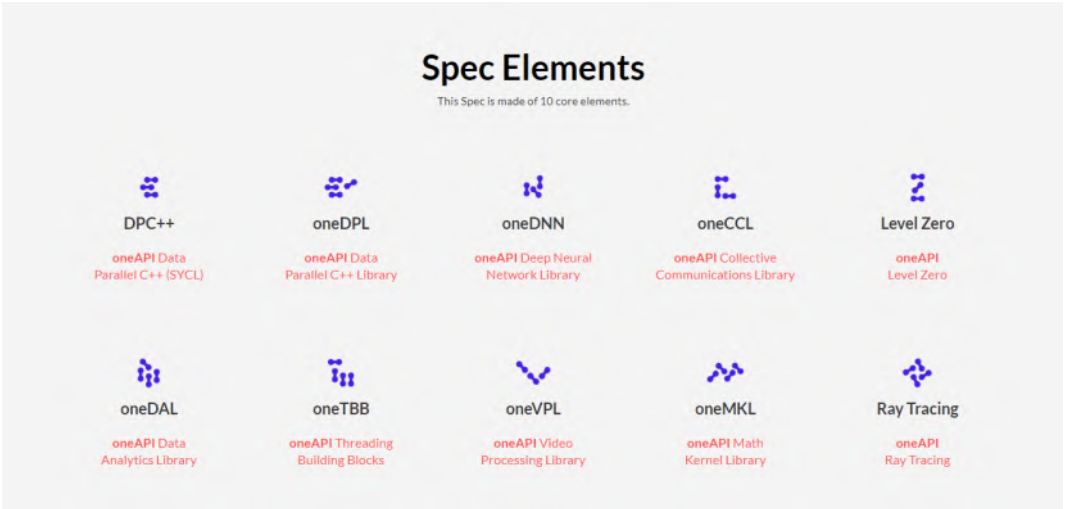
- **英特尔® OpenVINO™ 工具套件包含模型优化器和推理引擎两大组件。**

利用 OpenVINO™ 模型优化器 MO (Model Optimizer) 可将 Caffe、TensorFlow、Pytorch 和 PaddlePaddle 等多种常见框架的模型转换为 OpenVINO™ 中间数据格式 (IR, Intermediate Representation) 的离线模型，并且对这些模型的性能进行优化；推理引擎则可以为跨英特尔多种芯片 (包括 CPU、GPU 和 FPGA 等) 的计算机视觉异构计算提供加速支持。



- **英特尔oneAPI：** 一套开放，基于标准的统一编程模型

英特尔 oneAPI 是一套开放，基于标准的统一编程模型，为开发者提供包括但不限于 CPU、GPU、和 FPGA 的统一体验。oneAPI 包含直接编程和基于 API 编程范式。标准包含如下组件：

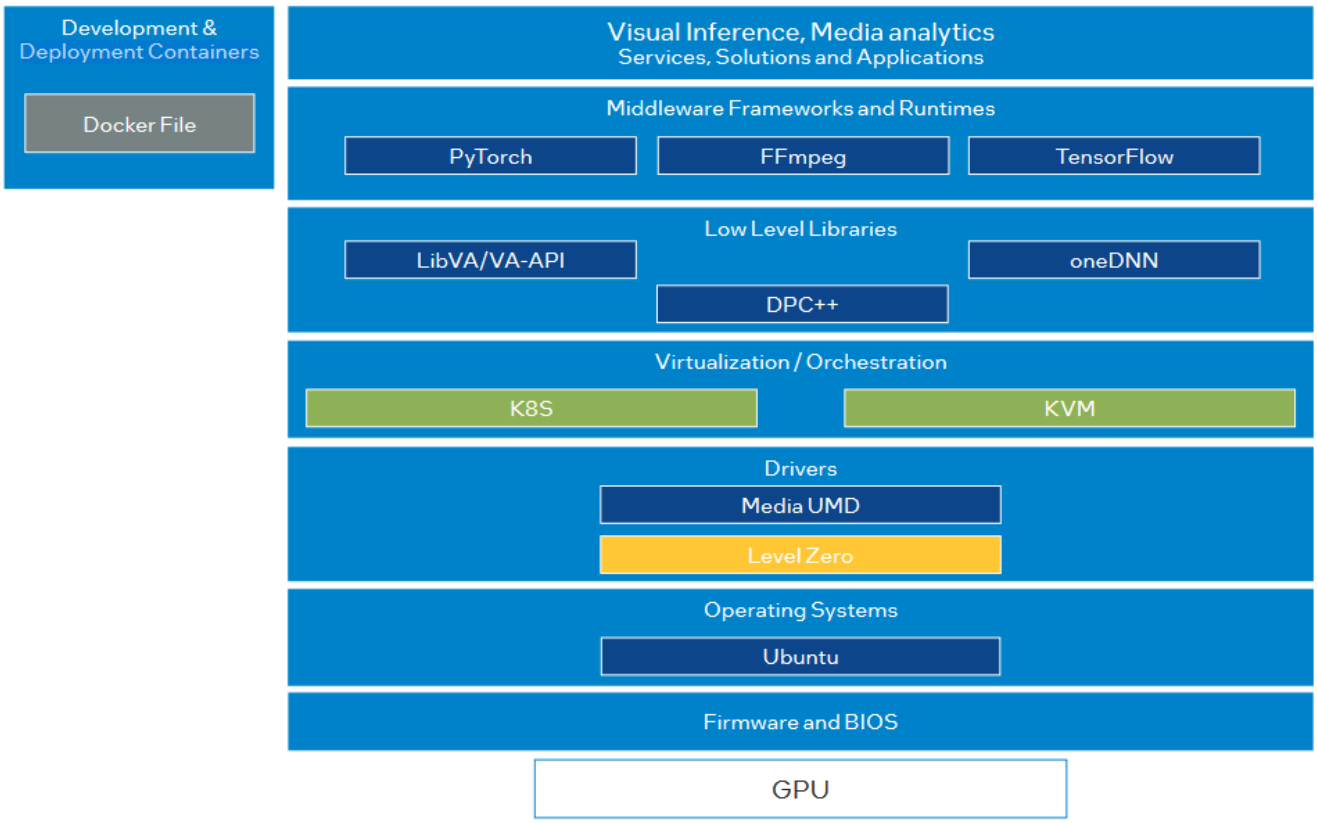


媒体处理、媒体传输、视觉人工智能推理、云游戏和桌面虚拟化等应用场景在数据中心领域呈现快速成长趋势。受此驱动，面向视觉云的数据中心 GPU 芯片市场规模也有望在 2026 年增长至 150 亿美元。如此快的增长势头，正发生在一个很大程度上受限于封闭的、需要授权许可的代码开发模式的行业中。

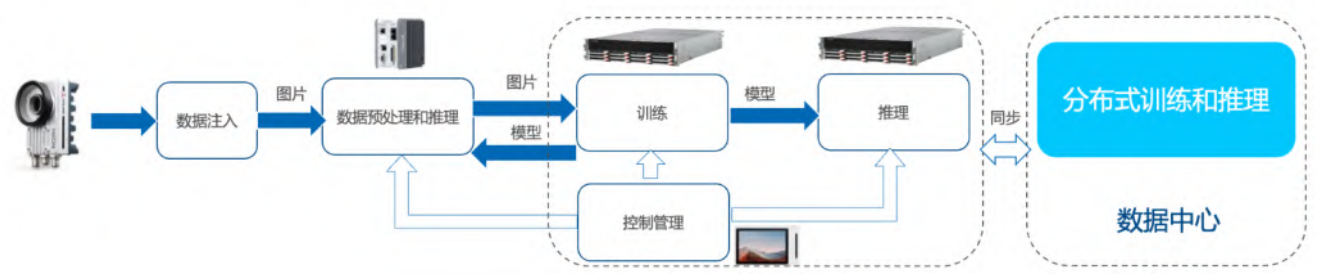
Flex 系列 GPU 解决方案堆栈的出现，不仅能突破上述限制，还具备相比于其他解决方案的显著优势，即**更高的灵活性和可扩展性，并能降低能耗**。它能帮助解决方案提供商们降低总体拥有成本，让他们能够以更少数量的服务器满足更大规模用户的应用需求。

Flex 系列 GPU 解决方案堆栈通过 oneAPI（使用加速计算技术的高效手段）实现，能让开发人员摆脱封闭编程模式带来的经济和技术负担。相较于使用专利语言有可能会令后续开发被锁定在该语言上的局限，oneAPI 是一种开放式的可选方案，它通过一套完整的、经过验证的工具为现有编程语言和并行化模型提供补充，从而充分释放硬件的性能潜力。它让用户得以开发开放的、易于移植的代码，更大限度地利用多种跨英特尔 CPU 和 GPU 的组合。

开发人员可以访问整合了开源组件和工具的综合软件堆栈，以有效地实现第四代至强处理器和 Flex 系列 GPU 面向视觉云工作负载的功能，包括对 oneAPI 和 OpenVINO™的支持。英特尔的 oneAPI 工具套件（包括英特尔 ®oneAPI 视频处理库 oneVPL、英特尔 ®VTune™ Profiler 等）帮助开发人员能够更快地交付应用程序和服务。

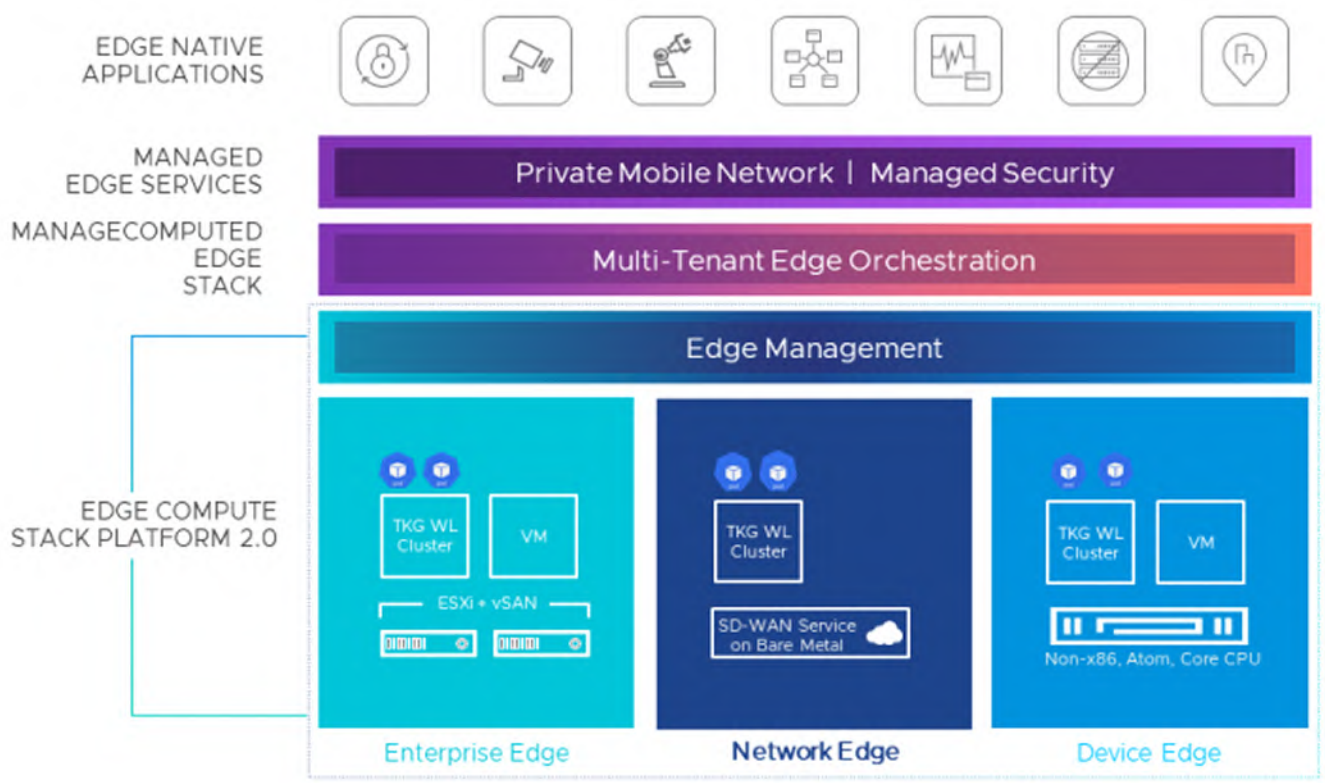


通过这些软件和硬件产品可以构建端到端的基于 AI 的工业机器视觉方案。通常这类方案包括以下部分：（1）智能相机；（2）视觉控制器；（3）边缘训练 / 推理 / 管理服务器；（4）云端训练 / 推理 / 管理服务器。参见下图：



端到端的机器视觉系统架构

VMware 边缘计算栈 (Edge Compute Stack)

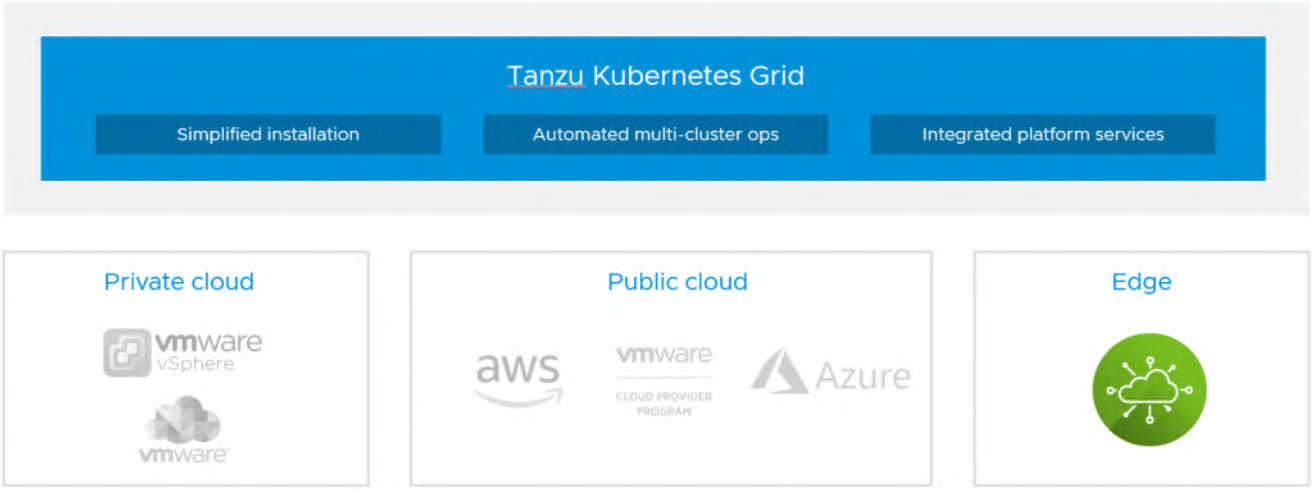


在近边缘和远边缘构建、运行、管理和保护边缘原生应用。VMware 边缘计算栈**将灵活的基础架构、AIOps 和跨云环境的无缝集成相结合，以提供边缘计算的强大功能**。

数字化转型从边缘位置开始，通过高性能、低延迟的应用提供更好的业务成效和用户体验。VMware 边缘计算栈是一个全面集成的平台，可快速实现边缘计算的全部业务优势。跨边缘、数据中心和云环境一致且灵活地在容器或虚拟机上构建、运行和管理现有和未来的现代边缘应用，并提供针对所有级别的威胁的内置安全保护。在 AIOps 的支持下，VMware 边缘计算栈还为您提供对每个应用的用户和 IoT 设备体验的实时可见性和诊断。

- 在多云边缘、跨边缘、云和数据中心构建、运行、管理、连接和保护应用的一致基础架构。
- 提供以上下文为中心的统一安全管理，确保分布式数据、应用和用户免受各级威胁。特定于应用和工作负载的安全性内置于平台中，可提供卓越的保护。
- 提供灵活性和可扩展性，可运行基于容器构建的现代应用，或使用虚拟机运行现有应用，全部应用都在单个平台上运行。轻松横向扩展应用。
- 构建开放式平台，避免局限于一家供应商。与多个云环境和独立软件供应商集成，为客户提供硬件和应用的多样选择。

VMware Tanzu Kubernetes Grid (TKG)



VMware TKG 是企业就绪的 Kubernetes 运行时，可以跨多云和边缘基础架构简化运维。**使用 TKG 可以为您的现代应用提供支持**：

- 简化适用于开发人员的Kubernetes：在数据中心、公有云和边缘环境中运行相同的K8s，从而为所有开发团队提供一致的安全体验。正确隔离和保护您的工作负载。

- 简化多集群初始和后续运维：通过预集成、经验证的组件，获得完整、易于升级的Kubernetes运行时。无需停机即可部署和扩展所有集群。快速应用安全修复。简化大规模多集群 Kubernetes 环境的运维，并正确隔离工作负载。实现生命周期管理自动化以降低风险，并将您的注意力转移到更具战略性的工作上。

- 支持开源：在全球Kubernetes社区的助力下，在经认证的Kubernetes发行版上运行您的容器化应用。

- 企业级管理：当您扩展 Kubernetes 产品/服务时，可通过与VMware Tanzu Mission Control (TMC)紧密集成来降低运维负担。获得跨团队、集群和工作负载的全局可见性。自动执行多区域配置和策略管理。

- 在边缘环境中：TKG的开放式体系架构可在远边缘、零售、制造等高度分布的边缘环境中进行轻量级部署和精简的多集群运维，为您的特定边缘环境构建Kubernetes体系架构。

VMware 软件定义广域网边缘设备 (SD-WAN Edge)

SD-WAN 可以为分布式企业提供高性能、安全和灵活的云连接。VMware 软件定义广域网边缘设备 (SD-WAN Edge) 是一款 SD-WAN (虚拟) 设备，它可以执行深度应用识别、流量引导、性能计量等功能，并安全地连接各种应用和服务。VMware SD-WAN 可以经过优化的方式安全地连接专有、公共或混合应用，以及计算和虚拟化服务，优化流量，并在出现问题时自动修复，以保证应用的可靠性和用户体验。VMware SD-WAN Edge 还可以支持边缘计算和虚拟化服务，以满足不同场景的需求。

EMQ 产品介绍

EMQ 的 NeuronEX 是一款面向工业领域的设备数据采集和边缘智能分析的软件，主要部署在工业现场，实现工业设备通信及工业总线协议采集、工业系统数据集成、边端数据过滤分析及 AI 算法集成，以及工业互联网平台对接集成等。其提供了以下特性：

- 多样的连接性：NeuronEX提供多协议接入能力，支持如Modbus、OPCUA、Ethernet/IP、BACnet、Siemens、Mitsubishi等数十种工业协议的同时接入；提供企业内MES、WMS等各系统多数据源的集成对接；NeuronEX同时支持数据流的双向打通，既可实现数采，也支持控制指令下发到设备。

- 灵活部署：NeuronEX具有极低的内存占用，在x86、ARM、RISC-V等低配置架构设备上运行表现出色。此外，它还支持类似Docker的容器化部署，能够与K8s环境中的其他容器共同运行。

- 数据处理：NeuronEX 包含100+内置函数，支持数据过滤、数据操作、设备控制以及数据持久化，将数据存储于时序数据库中。

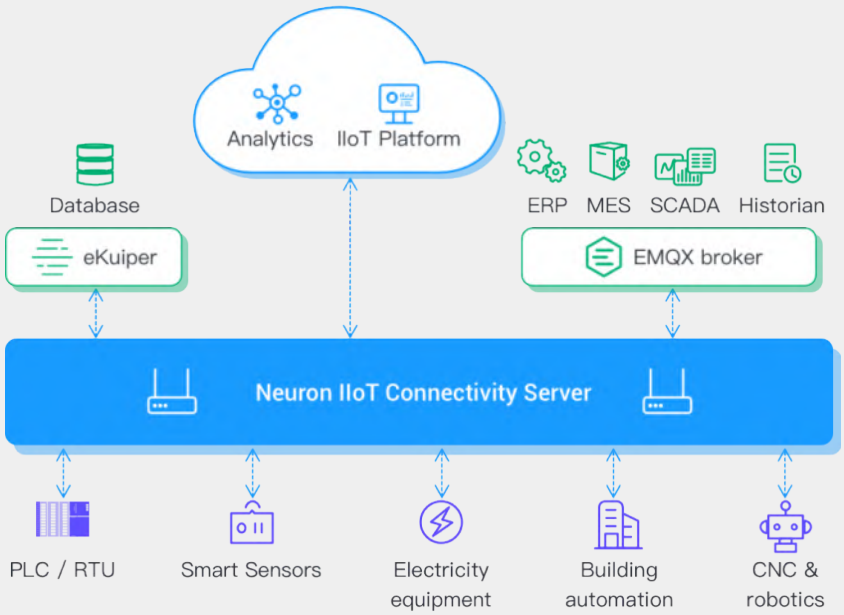
- 算法集成：支持将C/python/go等语言的算法集成到NeuronEX，支持工业机理模型、机器&深度学习等模型在边端的实时推理，输出告警及智能决策。

- 边缘到云：通过MQTT、SparkplugB等协议，NeuronEX将工业数据推送汇聚到云平台，NeuronEX与云平台之间的双向数据流，形成云边数据协同及控制协同，利用平台侧大数据存储及分析能力，放大NeuronEX使用价值。

NeuronEX 包含 Neuron 以及 eKuiper 两大核心模块:

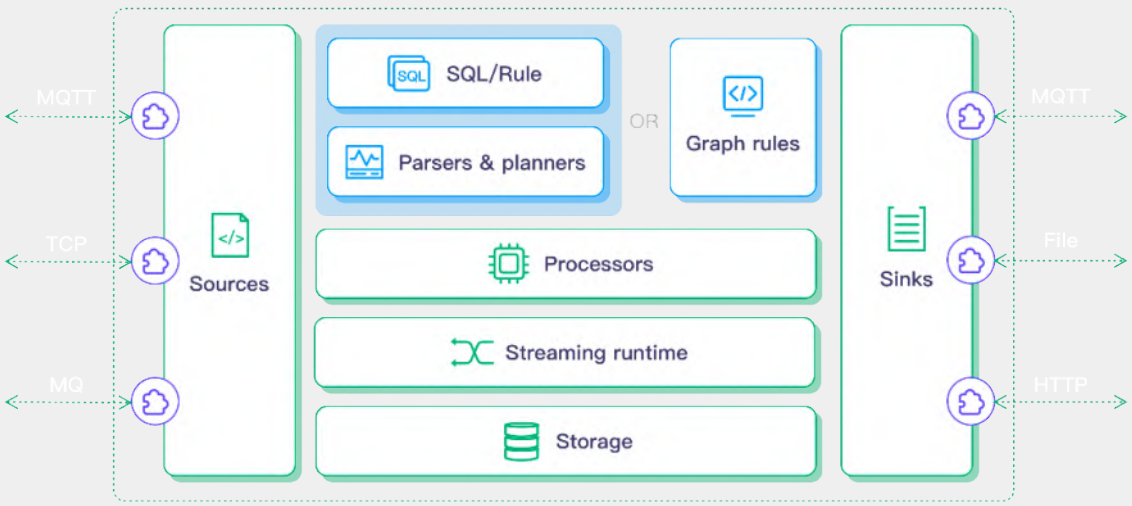
Neuron

Neuron 是一款开源的轻量的工业协议网关软件，为海量异构工业设备、数十种工业协议提供一站式的设备连接、数据接入、MQTT 协议转换，实现工业设备彼此之间、及其与工业物联网系统之间的互联互通，为工业设备赋予工业 4.0 时代关键的物联网连接能力。仅需极低的资源占用，Neuron 即可以原生或容器的方式部署在 X86、ARM 和 RISC-V 等架构的各类边缘硬件中。同时，Neuron 支持与 EMQX Cloud 或 AWS、阿里云、华为云等公有云无缝集成，从边缘到云端实现对工业设备的数据采集、远程控制、配置更新和设备资产管理。



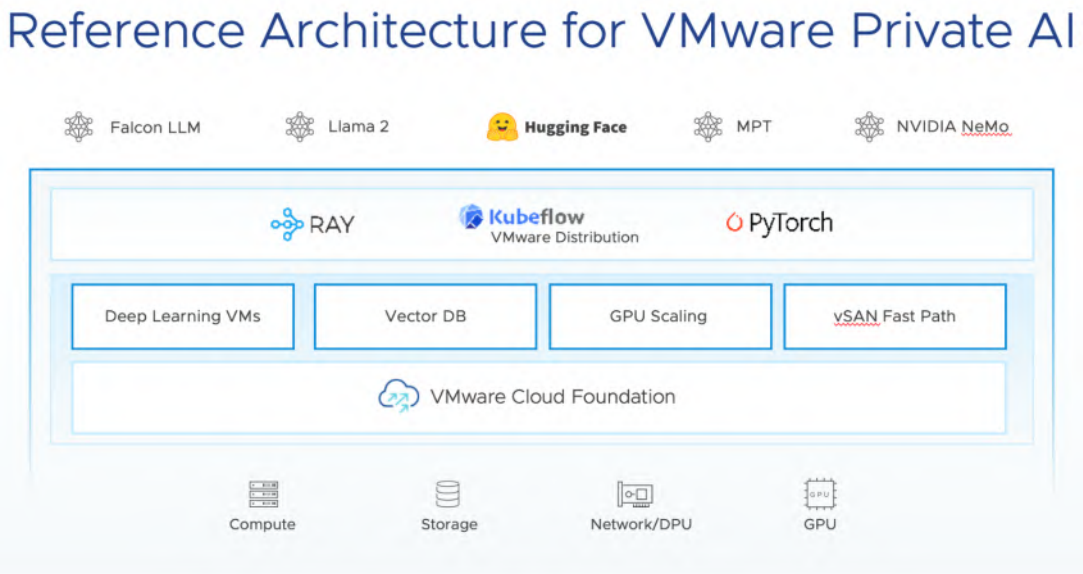
eKuiper

eKuiper 是 Golang 实现的轻量级物联网边缘分析、流式处理开源软件，可以运行在各类资源受限的边缘设备上。eKuiper 的主要目标是在边缘端提供一个流媒体软件框架（类似于 Apache Flink (opens new window)）。eKuiper 的规则引擎允许用户提供基于 SQL 或基于图形（类似于 Node-RED）的规则，在几分钟内创建物联网边缘分析应用。



4.2 云侧

VMware私有 AI 参考架构 (可支持开源软件)

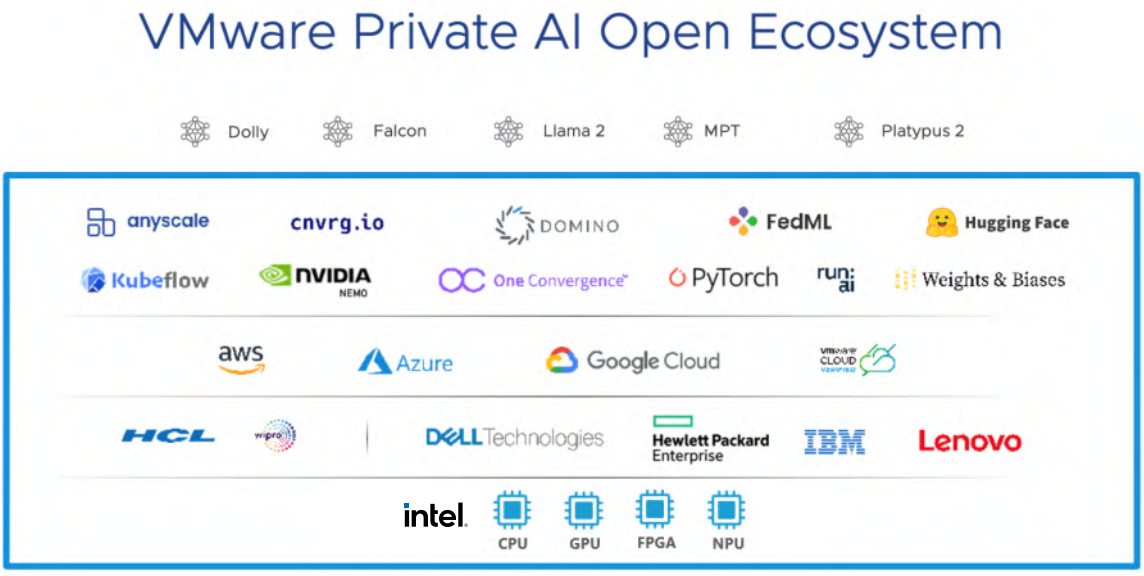


为帮助客户通过支持当前和未来的最佳开源软件(OSS) 技术来实现他们期望的人工智能成果, VMware 公司于 2023 年 8 月底推出了全新的**私有 AI 解决方案**, 旨在促进企业采用生成式人工智能, 并充分发挥可信数据的价值。私有 AI 是一种架构方法, 它在满足组织的隐私和合规需求的基础上, 实现了人工智能的商业价值。

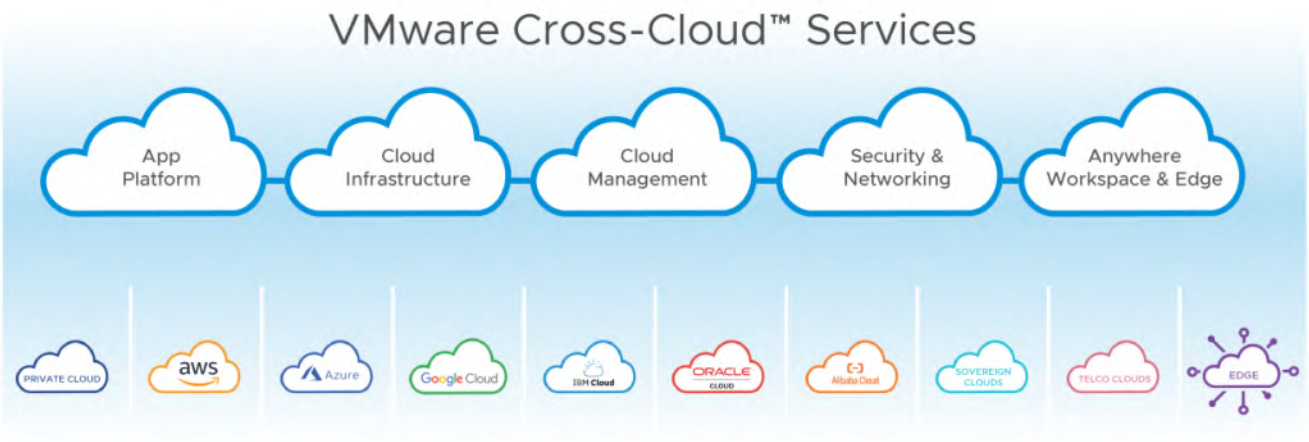
VMware Private AI 将计算能力和人工智能模型带到企业数据产生、处理和使用的地方, 无论是在公共云、企业数据中心还是边缘设备上。通过这些新的解决方案, VMware 帮助客户结合所需的灵活性和控制权, 推动新一代支持人工智能的应用程序, 这将极大地提高员工生产力, 促使主要业务功能的转型, 并产生经济影响。

在这一新型 AI 应用程序的背后, 多云环境是关键, 因为它使得隐私保护的同时更容易利用分散的数据。VMware 的多云方案为企业提供更多选择和灵活性, 可以在构建 AI 模型、使用企业私有数据以及保障必要的安全性和弹性的同时, 在任何环境中部署这些模型。

目前, 企业在生成式 AI 方面面临着一个难题。他们可以利用公共 AI 模型来构建生成式 AI 应用程序, 但这会带来数据暴露和训练来源不明确等风险。或者他们可以尝试自行构建 AI 模型, 但这种策略既不具备成本效益, 也无法快速获得价值。VMware AI 实验室专门开发了 VMware 私有 AI 来解决这个问题。下面是 **VMware 私有 AI 的开放生态合作伙伴图**:



VMware 多云 / 跨云服务

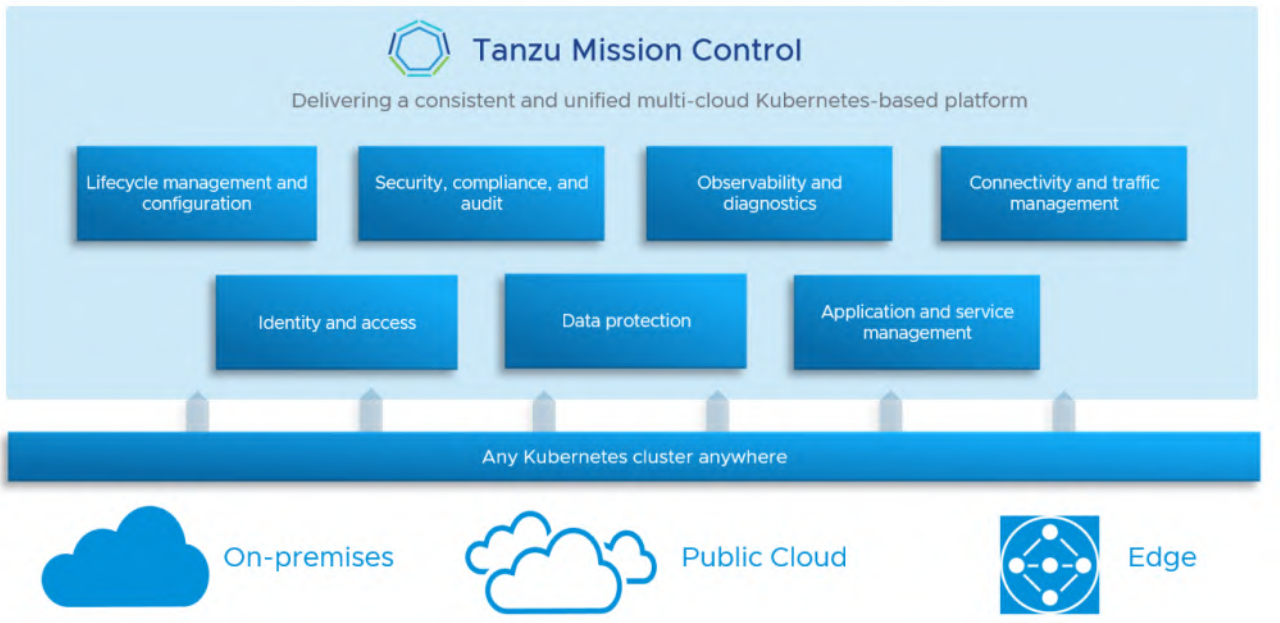


VMware 跨云服务 (Cross Cloud Services) 是一套软件即服务 (SaaS) 解决方案，可以帮助您跨任何云平台构建、运行、管理和保护所有应用。它包括以下几个方面：

- 使用VMware Cloud在公有云、数据中心和边缘环境中运行企业级应用。
- 使用Kubernetes平台来实现云原生应用的快速开发和一致部署。
- 使用云管理工具来监控和优化应用性能和成本。
- 使用安全的网络服务来保护和连接用户、设备和应用。
- 使用VMware任意地点工作空间 (Anywhere Workspace) 来让员工在任何设备上安全访问企业级应用。

VMware 跨云服务可以为您提供多云环境的灵活性、创新性和自由度，同时降低复杂性和成本。

VMware Tanzu Mission Control



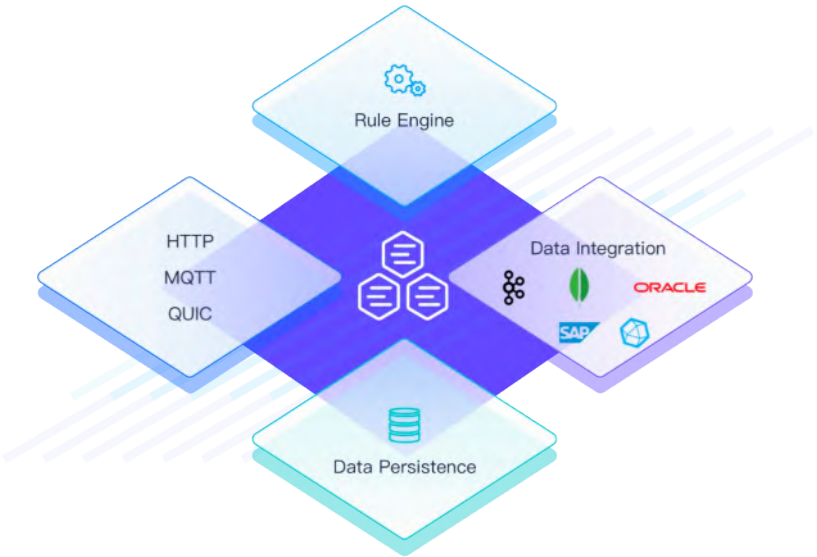
VMware Tanzu Mission Control 可以简化 Kubernetes 管理，是一个用于提供简化的多云、多集群 Kubernetes 管理的集中式中心。

它可以提高运维人员的控制力，集中式策略管理使运维人员能够在跨云和边缘位置准确控制 Kubernetes；它也用于实现 DevOps 的一致性，可实现可预测地、一致地 · 部署集群并提高 DevOps 速度；它还可用于提高开发人员的灵活性，提供对集群的多样选择和自助访问权以及防护措施，使开发人员可以专注于构建出色的应用。

EMQX

EMQX 企业版是一个「无限连接，任意集成，随处运行」大规模分布式物联网接入平台。

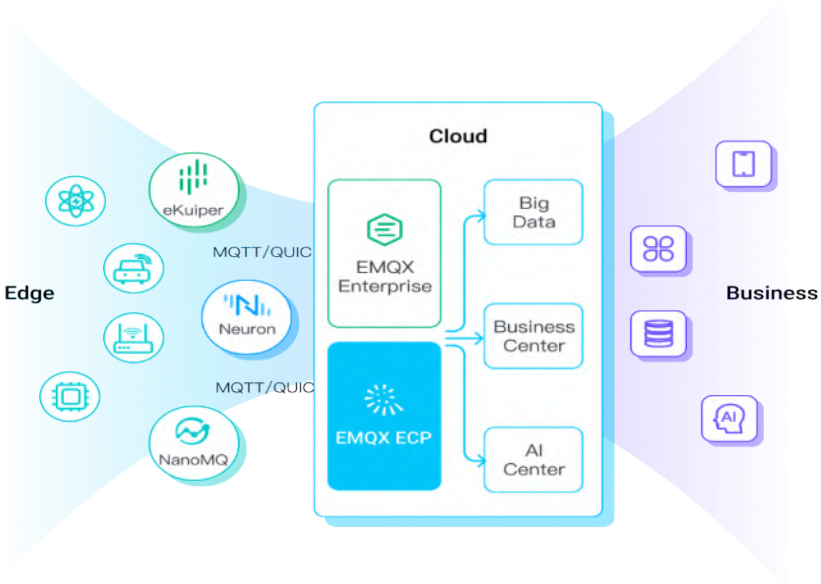
EMQX 企业版提供一体化的分布式 MQTT 消息服务和强大的 IoT 规则引擎，为高可靠、高性能的物联网实时数据移动、处理和集成提供动力，助力企业快速构建关键业务的 IoT 平台与应用。



EMQX ECP

EMQX ECP(EMQX Edge Cloud Platform)是 EMQX 产品套件的一站式管理平台。它为企业级用户提供了多租户管理、多项目管理、多集群管理、云边协作、身份验证安全和审计需求的解决方案。

通过这一「云边一体，精确管控，安全可靠」企业级 MQTT 物联网管理平台，用户可以获得物联网数据基础软件的云边一体化管理能力，全面管理和监控 EMQX 边缘和云端产品的完整生命周期，为企业关键应用的稳定运行提供保障。



05

结语

制造业的步伐在加快。我们帮助构筑制造业的未来，将精益流程效率从生产车间扩展到 IT，确保制造企业不会落伍。现代化软件开发增加了工作流，减少了节拍时间。在我们的帮助下，制造业 IT 更精益、更安全、更加可预测。

我们帮助制造企业满足实时交付需求：

- **精益动力**

利用基础架构优势，将精益能力带入 IT。缩短软件开发周期，同时改进质量、减少成本。

- **持续工作流**

实现交付速度与成本之间的最优平衡，改进交付的可预测性。更有效地利用计算和人力资源，节省时间和资金。

- **可靠的交付**

学习现代应用开发方法，在 IT 内协同工作，按时、按预算向业务部门交付成果。

- **工业物联网创新**

将来自数十个、数百个以至数千个传感器的数据转换为切实可行的洞见，提供独特机会或可衡量的成本节约，助力智能制造。

- **卓越运维**

部署分析功能，以改进质量、增加运营效率并缩短产品上市时间。

06

参考

- https://www.vmware.com/cn/products/edge-compute-stack.html VMware 边缘计算栈
- https://tanzu.vmware.com/cn/kubernetes-grid VMware Tanzu Kubernetes Grid
- ttps://tanzu.vmware.com/cn/mission-control VMware Tanzu Mission Control
- https://tanzu.vmware.com/cn/industries/manufacturing Tanzu 帮助构筑制造业的未来
- https://www.vmware.com/cn/products/sd-wan.html VMware 软件定义广域网 (SD-WAN)
- https://www.vmware.com/cn/multi-cloud.html VMware 多云环境
- https://www.vmware.com/cn/cross-cloud-services.html VMware 跨云服务
- https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark.html Intel 芯片产品
- https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/tools/oneapi/toolkits.html Intel OneAPI 产品
- https://www.intel.cn/content/www/cn/zh/developer/tools/openvino-toolkit/overview.html Intel OpenVINO 产品
- https://ccechina.intel.cn/Industrialhome Intel 工业方案
- https://www.emqx.com/zh/products/neuronex EMQ NeuronEX 工业边缘网关软件
- https://www.emqx.com/zh/products/emqx EMQX 企业级 MQTT 物联网接入平台
- https://www.emqx.com/zh/products/emqx-ecp EMQX ECP 工业互联数据平台
- https://www.emqx.com/zh/solutions/industries/manufacturing EMQ IIoT 解决方案

07

参编单位与作者

作者

英特尔 (中国) 有限公司：徐文彬, 姚煜, 王爱喜, 冯伟
杭州映云科技有限公司：李迪晞, 王凡
威睿信息技术 (中国) 有限公司：路广
信华信技术股份有限公司：庄怀轩

VMware

VMware 是行业领先的多云服务提供商，提供面向各式应用的多云服务，助力企业级控制力的同时实现数字创新。我们所做的一切都以为所有人打造一个可持续发展、公平且更加安全的未来的责任和机会为核心。我们的业务是为加速创新奠定了值得信赖的基础，可以满足客户的各种需求。借助我们的软件，企业无需做出权衡和妥协，即能够获得构建未来所需的灵活性和选择多样性。以下六个方向是我们的服务的重点：

1. 应用现代化改造：
对应用开发进行现代化改造，以加快数字化创新。

2. 云：
在任何云上更安全、更一致地构建和部署应用。

3. 网络：
连接并保护应用和数据，无论它们是在数据中心、云环境还是边缘环境中运行。

4. 安全性：
利用您的基础架构保护从端点到云端的应用和数据。

5. 随处可用的工作空间：
使员工能够随处办公，获得安全顺畅的体验。

6. 电信云：
从核心和 RAN 到边缘环境，可在任何云上交付任何应用。

我们不断创新和演进，以适应不断变化的技术和业务需求。他们也积极参与开源社区，并与众多合作伙伴合作，以提供更全面的解决方案，通过自身产品和服务帮助企业实现 IT 资源的最大化利用，并加强安全性和灵活性。作为行业领导者之一，我们致力于在我们的技术战略、业务模式和文化中将环境、社会和监管 (ESG) 战略嵌入到一切工作中，从而推进可持续发展、平等和信任。

Intel

英特尔是半导体行业和计算创新领域的全球领先厂商，创始于 1968 年。如今，英特尔正转型为一家以数据为中心的公司。英特尔与合作伙伴一起，推动人工智能、5G、智能边缘等转折性技术的创新和应用突破，驱动智能互联世界。英特尔创造了改变世界的技术，改善了地球上每个人的生活。英特尔在硅谷制造芯片。50 多年来，英特尔和我们的员工对世界产生了深远的影响，通过创造彻底改变我们生活方式的大力创新来推动企业和社会向前发展。今天，我们正在利用我们的影响力、规模和资源，使我们的客户能够更充分地利用数字技术的力量。在摩尔定律的启迪下，我们不断致力于推进半导体设计与制造，帮助我们的客户应对最重大的挑战。

EMQ

EMQ 映云科技 (简称“EMQ”) 成立于 2017 年，是一家全球领先的开源物联网数据基础设施软件供应商，以自主研发的开源软件技术为核心，为企业云边端的海量物联网数据提供高可靠、高性能、高安全的实时连接、移动、处理与分析。EMQ 旗舰产品 EMQX 是全球最具扩展性的开源物联网 MQTT 消息服务器，连接着全球超过 1 亿台物联网设备，是国内在物联网领域为数不多的具有全球影响力的开源项目之一。EMQ 现已为全球 50 多个国家和地区、20000 多家企业用户提供物联网接入和流数据处理的产品与服务，其中包含 50+ 的世界 500 强企业，涵盖有车联网、工业物联网、运营商、能源电力、金融支付等重点行业和头部客户。公司总部位于杭州，国内在北京、上海、昆明、深圳、重庆、成都、南京和天津等地分别设有分支机构，海外在瑞典斯德哥尔摩设立全球研发中心、德国法兰克福与美国硅谷设有运营与服务中心。

信华信

信华信技术股份有限公司(简称“信华信”) 成立于 1996 年，是一家面向全球客户提供领先的应用软件产品、解决方案及数字技术服务的集团公司。

信华信致力于“成为世界一流的解决方案及数字技术服务提供商”，坚持国际、国内同步发展战略，业务覆盖中国、日本、欧美等国家和地区，服务众多企业，是中国软件业务收入前百家企业，软件出口排名第二。面向产业、金融、政府公共等领域客户，提供咨询、系统开发、运行维护等全方位服务及行业解决方案、业务解决方案、技术解决方案和服务解决方案。

信华信围绕自建的国际最高标准云计算中心，打造由云到端一站式服务。立足云原生、区块链、人工智能、大数据、物联网、元宇宙等前沿技术研发成果，信华信赋能数字经济社会发展，以数字技术提升客户价值，助力产业数字化和数字产业化。

致谢

所有曾参与概念验证试验的企业。

vmware | intel | EMQ | 信华信