

Accenture Labs

埃森哲技术研究院

寻找 边缘计算的 优势

利用边缘计算挖掘
物联网数据分析潜力



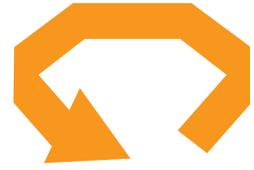
随着物联网的部署日趋复杂以及业务日趋数据化，如何更好地结合网络扩展和管理业务，面临着愈发严峻的挑战。**目前的物联网解决方案都是通过平台收集来自网络边缘设备的传感数据，然后集中进行存储和分析。**以云中心为例，其所构建的平台解决方案需要可靠、低延迟、高带宽的网络连接——但显然，不适用于网络状况不佳，连接受限且收费高昂的地处偏远的企业，或是有海量的数据分析需求。

而边缘分析之所以可以成为未来的发展方向，是因为它能够基于兼备灵活性和知识性的框架，牢牢把握住了业务发展逻辑的核心——高保真的数据以及更加可靠实时的决策制定。简单的存储和传统传感器的数据处理已经被先进的数字业务所超越。物联网边缘设备上的高保真数据无需再往返于各个云计算平台，而是依靠先进的机器学习和人工智能分析技术，直接对边缘性数据进行计算和分析以备决策支持——即就地对数据进行分析。

边缘分析发展也给平台的角色扩展带来了前所未有的挑战。对于边缘分析来说，基于中央云平台的开发和管理十分重要，其用于分析的应用程序和相关设备模型仍是基础，但当实施边缘部署时，则需要针对某些特定的实例和场景进行定制。

企业也需要各领域的专家来协调云和边缘，包括分析应用程序、传感设备和现场工程。同时结合人工智能的传统分析，能够深入理解所在领域，并适应动态型工作。总体来说，在这些领域以集中管理的方式协同工作，通过流动性部署、运营及监控从云到边缘的全盘监管，对于任何物联网解决方案都是至关重要的。

收集



存储



分析



从云层到雾层

我们需要通过运行各类型的机器模型来区分边缘分析和边缘计算，而这些具备学习、预测和规范能力的模型必须拥有强大的计算环境支持，配备特定的中央处理器、内存和存储设备。目前并不是所有的边缘设备都能够对这些机器模型进行培训、运行和再培训。

例如，传统的移动电话可以处理预先设定的逻辑条件，但不适合再培训式的深度学习模型。再者，比如专门用来收集数据及其边缘作业流程的历史记录设备仪器，则很难胜任常规分析和机器学习的部署。

适合边缘分析的环境反而出现在雾层，以打通与传统设备在最边缘端设备的连接。图一显示了物联网部署拓补结构中不同层级，其中的雾层为边缘分析提供了合适的环境。

在雾层中，边缘网关通常作为现场各种物联网设备及工业设备（包括传统和被动传感器）的主要连接点。边缘网关占地面积小，又可在物理环境中更紧密地部署到物联网的相关设备上，从而为边缘分析提供了相应的功能性支持，比如基本计算、存储和网络。

此外，雾层可以是由一个或多个设备组成的小型服务器以作为云的扩展。在雾层中可用的计算、存储和网络功能比网关级别高一个数量级。这样的配置弥补了一个差距，即边缘网关上实际提供的有限计算资源和云端中看似可无限扩展的计算资源之间的差距。因此雾层适用于需要收集、存储和处理来自大量物联网设备，而非网关的数据分析模式。

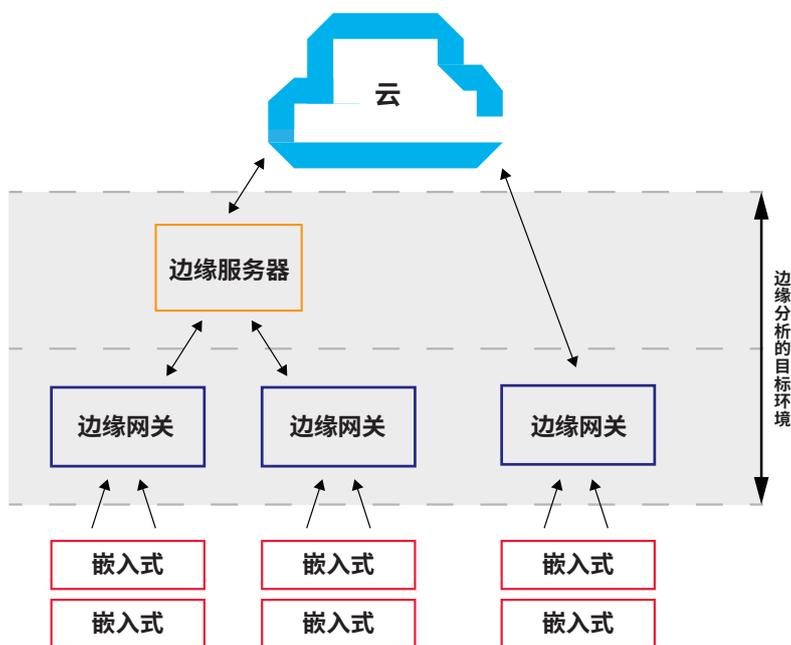
边缘分析的运营化管理

1 硬件专家

2 软件专家

3 现场工程师

图一：物联网解决方案的架构层



云层

集中的企业数据中心具有可靠的IT资源和流程，并具备扩展性。云技术对于管理，存储和处理全球性设备和场景群体的数据非常理想。

边缘服务器层（可选）

一台服务器或者一组服务器将云计算能力扩展到某个工业节点（例如船舶，工厂或石油站点），便于为多组边缘网关提供服务。边缘服务器层的特点在于，其既依赖下游网络的可靠性，但又受到上游网络的限制，同时该层针对传统硬件在记录历史数据方面的功能，进行了扩展。

边缘网关层

边缘网关由各种物理的，具备无线连接功能的工业设备和传感器构成，提供计算，存储和网络连接功能，往往具备有限的计算和网络资源，但可以进行最高精度的数据访问。边缘网关层扩展了远程终端单元（RTU）或可编程逻辑控制器（PLC）。

嵌入式

具备特定领域传感器以及用于测量和控制工业设备（例如触发紧急关闭）的专用嵌入式设备和控制器。

边缘分析平台具备的关键性功能，就是从云层到雾层，对模型和应用生命周期管理给与全面性的支持。对于那些需要延伸到边缘的模型，云平台从建立、培训、管理直到部署各方面都制定了既定策略。当平台能够无缝式地具备该项功能时，针对边缘环境中的动态因素，通过对边缘和部分云平台进行协调，可提供了模型生命周期管理的自主性操作。在这种设置下，即使没有能够互联，集中性的管理和运作模式也会延续下去。

目前，边缘分析平台需要能够针对雾层边缘设备相关性模型的部署进行管理，并随着边缘设备功能的改善，将其推送到设备上。该平台在管理包括云层，雾层和边缘层在内的所有架构层的同时，可根据相应数据和需求进行分析部署的优化。

具体来说,边缘分析平台可以在业务运营中：1) 运用全球边缘设备的海量数据进行集中开发、培训和管理云层中的分析模型；2) 在雾层中利用未经过滤的（高保真）原始数据进行部署和执行，实现低延时的响应时间；3) 通过与云平台的无缝协调，依照本地情况，采用适当的业务模式，并在特定的应用中，根据集中设定目标的需要，建立数据缓冲。籍此，使企业具备相关领域的洞察能力，从而取得立竿见影的效果。

1 运用全球边缘设备的海量数据进行集中开发、培训和管理云层中的分析模型

2 在雾层中利用未经过滤的（高保真）原始数据进行部署和执行，实现低延时的响应时间

3 通过与云平台的无缝协调，依照本地情况，采用适当的业务模式，并在特定的应用中，根据集中设定目标的需要，建立数据缓冲

获得灵活性： 避免垂直集成的缺陷

设想一下，一个新型传感器的使用需要特别的解决方案：设备专家进行安装，应用专家依据数据科学家建立的模型开发分析应用程序，该程序通过新型传感器生成了相关数据。三位专家之间明晰的协调配合有助于全面性解决方案的实施：共享有关传感器功能、应用程序和模型的相关知识。随后，与现场工程师合作，在多个站点上配置和部署边缘性实例——新的物理传感器。

但如此紧密的相互依赖性却背离了分散性关系的原则，也限制了解决方案在大型企业运营环境中的可扩展性和可维护性。在精简操作流程方面既没有可重复使用性，也缺乏灵活性。同时还造成了组织管理和业务监督的缺位。

垂直整合的解决方案虽然可以直击痛点，但需要对物联网堆栈中的各个方面进行有效控制——从边缘性计算机硬件到云层组件的集中编排。这种解决方案会令企业束缚于供应商模式的生态系统中，限制了其使用现有技术，或是部署最佳解决方案的能力。



我们看到，尽管工业物联网企业（包括制造业，运输和石油天然气业务）数十年来始终奔波在数字化和工业资产网络化的进程中，他们对于工业物联网技术和相关工具往往有着成熟的理解。但是，由于受到监管的约束，他们中的许多企业无法进一步实现创新。日积月累，这些企业反而形成了各种技术“债务”积压：比如缺乏专有的解决方案和异构方法，过时的硬件条件，以及多个业务部门边缘性数据收集和分析能力的不足。

运营环境特有的“棕色地带”属性决定了所有边缘分析框架都应具有充分的灵活性：它需要能够支持现有的运营模式，并助力企业无缝迈向现代化生态系统，和新技术的运用之路。跨部门的多元化需求意味着企业必须能够针对各项条件给与足够的支持，包括边缘性计算硬件、操作系统、数据处理、存储以及分析运行时间和语言等方面。

因此任何解决方案都必须具备可调性，并能平衡边缘资源限制的变化性，从而最好地满足业务发展的整体需求。



通常对高价值数据进行过滤和下采样，以降低传输速率。

最大限度地降低复杂性： 边缘分析框架

借助埃森哲技术研究院创建的边缘性分析框架，无需企业对现有的信息和运营技术环境进行彻头彻尾的改变，或者引入垂直集成解决方案，即可应对所面临的挑战。

我们针对存在异构型环境的企业，提供了各种有关应用、模型和硬件设施建设等方面的方案。同时，我们可助力企业逐步掌握如何更好地利用技术迭代（见图二）。

我们的方案专注于如何应对异构型生态系统所带来的挑战。

图二：说明性用例

	零售仓库中机器人自动化	石油和天然气业务	智能交通
基于云的企业数据中心	<ul style="list-style-type: none"> · 订购到特定仓库的路线 · 履行密切相关的项目 · 预测模型的维护 · 更新最佳路由模型 	<ul style="list-style-type: none"> · 全面跟踪资产利用率，并优化资源分配 · 结合天气和交通条件，管理车队及追踪车辆远程信息 · 根据全球数据，更新异常检测和预测模型维护 	<ul style="list-style-type: none"> · 预期流量和负载计算 · 所有车辆的位置 · 车辆接收到时间目标 · 更新视频分析/路由模型
在宽雾层内预先部署计算服务器	<ul style="list-style-type: none"> · 实时位置和所有机器人的状态 · 在机器人队列中执行部署的项目 	<ul style="list-style-type: none"> · 通过监测地面和井下设备的情形，感知站点范围的情景意识 · 利用特定地点的历史数据来确定最佳钻井参数，从而提高井眼质量 	<ul style="list-style-type: none"> · 如何达到时间目标的流程/模型 · 为本地环境传入实时流量和加载数据
资产特定的边缘网关	<ul style="list-style-type: none"> · 智能路由到指定的位置 · 避免障碍 · 运行预测模型维护，并通知网关潜在问题 	<ul style="list-style-type: none"> · 优化流体压力和化学混合物成分，以提高石油开采率 · 分析实时沉积物以确定钻孔成分 · 预测和异常检测模型可减少设备故障，并延长钻头使用寿命 	<ul style="list-style-type: none"> · 通过视频分析来检测交通站点人群密度 · 车辆操作员通过视觉指示器帮助减速或加速以达到当前目标

分层架构：分布各层的分析

嵌入式，雾层和云层的分层架构导致了不同的标准和要求。架构层的每一层都提供了越来越多的计算，存储和网络容量，适合于执行各种复杂又具有延迟性要求的分析。边缘框架必须为业务部门提供足够的灵活性，以松散耦合的方式跨越各层部署分析，按需实现硬件、模型及应用程序软件组件间的互换。

我们的解决方案允许每个组件在可替换的位置进行解耦。基于其自身所定义的目标和部署要求，微服务结构可以独立管理每个软件组件。各层之间的异步消息传递（包括与传感器的连接）使这些组件能够使用开放式数字库，彼此进行通信。除了利用整个行业的标准和做法外，使用开放性数字库，使得架构能够具备良好的扩展性，从而支持各种类型的业务发展或特定行业的定制协议。

这种架构分层体系的设计支持雾层处理器层面的分析，可处理全站点中的设备群数据，或者在底部层级的网关，进行较小规模的传感器数据分析（请参阅图二）。

抽象层：为多个设备和所有者提供通用性框架

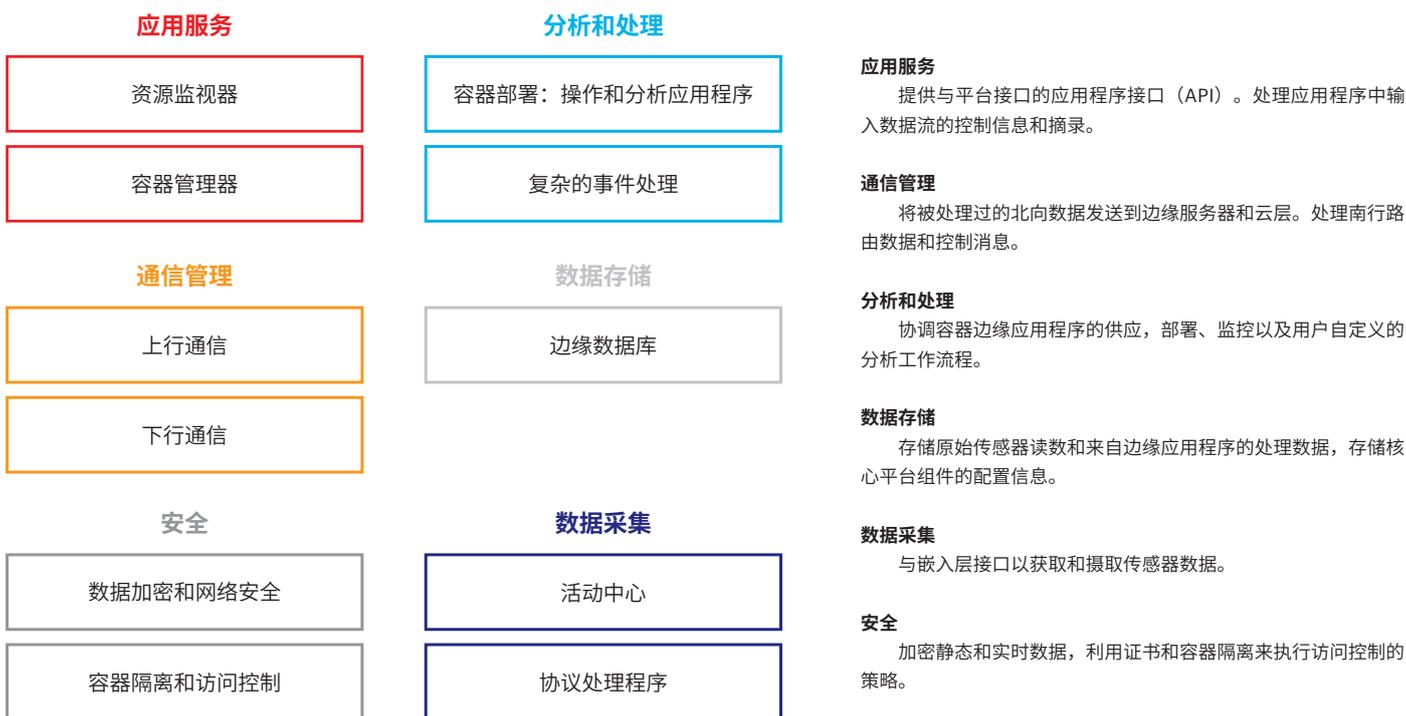
企业的边缘计算设备和传感器往往五花八门，许多更是分属不同的业务单位管理，各自为政。每种类型的设备或传感器都有其独特的硬件功能、协议、数据格式和接口，因而增加了整体操作的复杂性。为了确保互用性，并鼓励重复使用，边缘框架必须提供标准化方法对相关设备及应用进行管理。

我们的框架利用容器化技术（如Docker）以及异步事件驱动hub（见图三），为边缘设备的潜在复杂性提供了抽象层。

为了确保互用性，并鼓励重复使用，边缘框架必须提供标准化方法对相关设备及应用进行管理。



图三：边缘的组件



容器化技术为开发人员构建、打包边缘应用程序及分析模型提供了标准化的部署环境。它有助于针对各种边缘性计算硬件，部署边缘性应用和模型，其所具备的可移植性使得开发人员无需过多地考虑各种设备特定的功能、设置和配置。相类似的，由协议转换程序库支持的异步事件驱动 hub，对于传感器接口、协议和数据格式的各种变化，进行了抽象性的描述。它是边缘应用程序与传感器、其他边缘应用程序或云内组件进行通信的唯一接口。

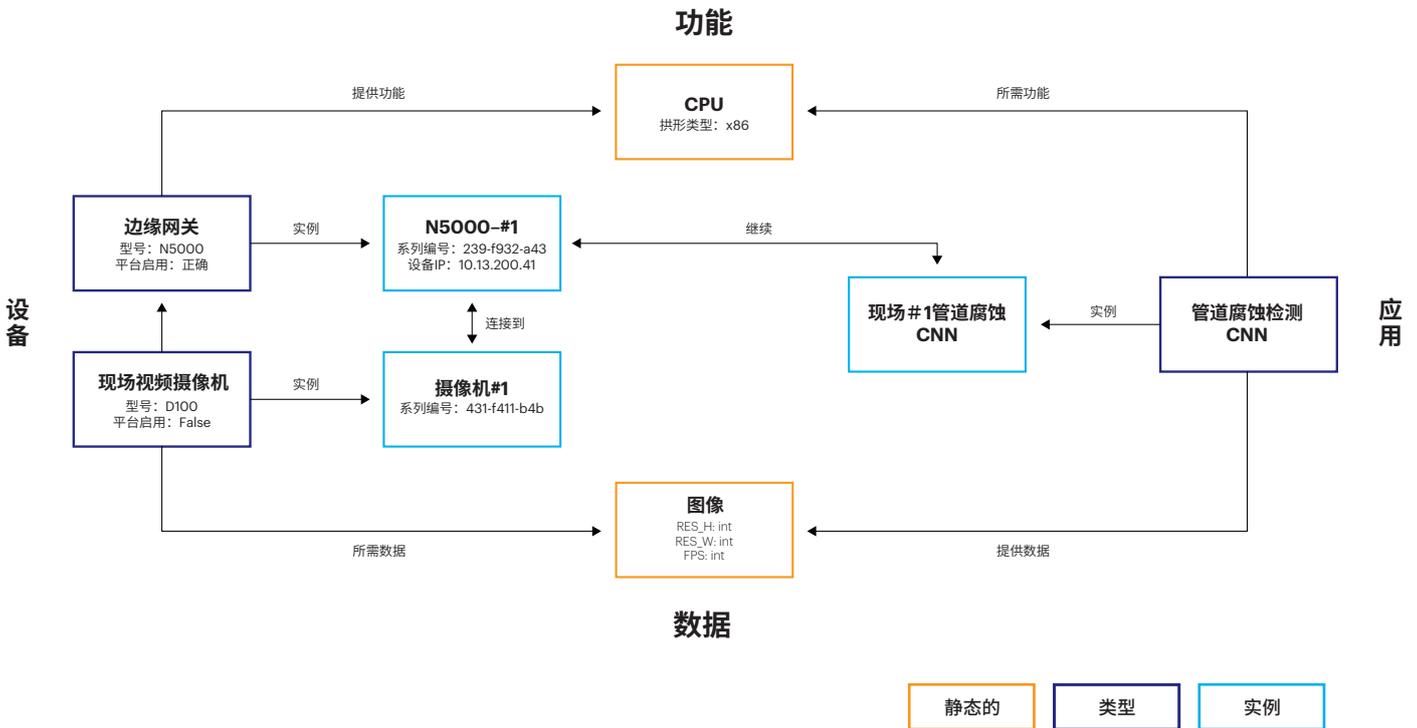
基于云技术的知识图谱（见图四）和智能编排服务器有助于我们更好地理解雾层抽象层概念。从知识图谱中可以获取各种边缘设备硬件功能，传感器数据格式及相关协议的元数据，而图形结构则可以将相关功能与应用程序和模型的需求灵活地联系起来。

当新设备或传感器首次启用时，这些详细信息将通过API添加到知识图谱中。通过查询知识图谱，确定具体的设备配置，并在每个设备上编排部署容器化监视组件，实现编排层的自动化运行。

自动化周期模型满足跨部门需求

除了设备之外，还有大量的跨部门应用及模型需求。这包括利用现代化的、高性能工具，借助专业技能及旧程序重用，设计各种异构软件和工具，而这些软件和工具在操作系统，分析运行时间，使用的平台及语言等方面，都各不相同。边缘框架必须提供一套通用的企业级流程来管理和确保混合模型及应用的正确使用，从而简化边缘性的封装，部署，监控和管理工作。

图四：知识图示例

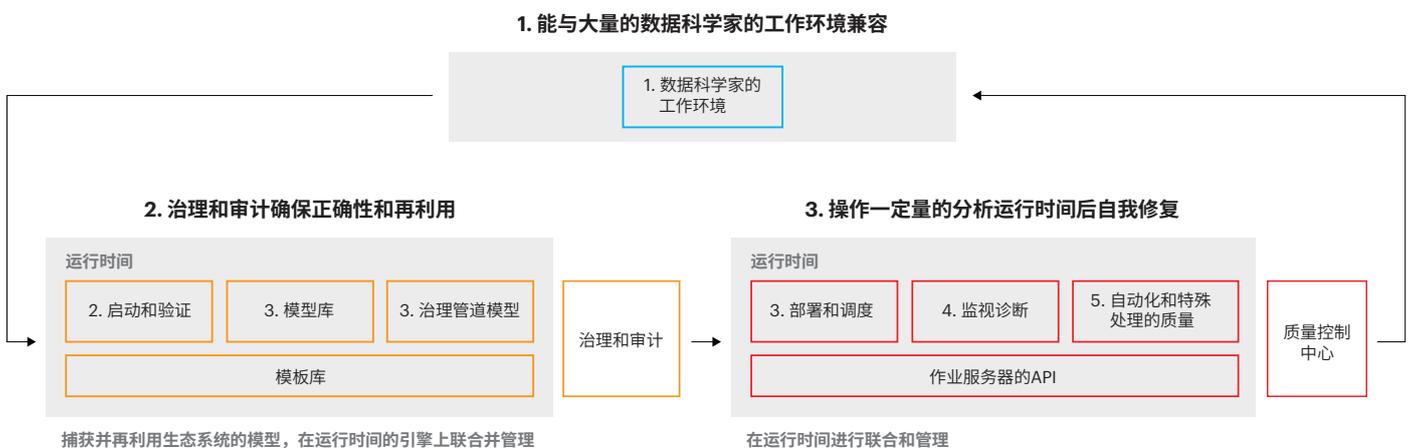


基于云模型的管理框架可提供针对生命周期的管理和治理能力，从而确保了相关模型和应用的正确使用。由于边缘性资源往往有限，且无法保证时时联网，因此确保优先等级的逻辑性一致显得尤为重要，只有这样，才能具备预期的边缘性运行环境。

为此，我们的模型管理功能整合了相关应用及模型的集中式知识图谱，并列明对于硬件及数据的具体要求。比如，在培训或再培训方面，要想有效发挥深度学习模式的作用，则需要配备类似GPU这样的专用硬件。开发人员只需简单地将其作为入职培训流程的一部分标注为模型需求，即可同样体现在知识图谱中。

就边缘设备的部署而言。这包括各种云编排服务，协调知识图谱查询的边缘设备代理，以及根据设备能力及配置确定的模型要求等等。籍此，实现对边缘设备容器化模型的部署、执行及监控，从而确保各业务部门的独立运营（见图五）。

图五：端到端分析管理

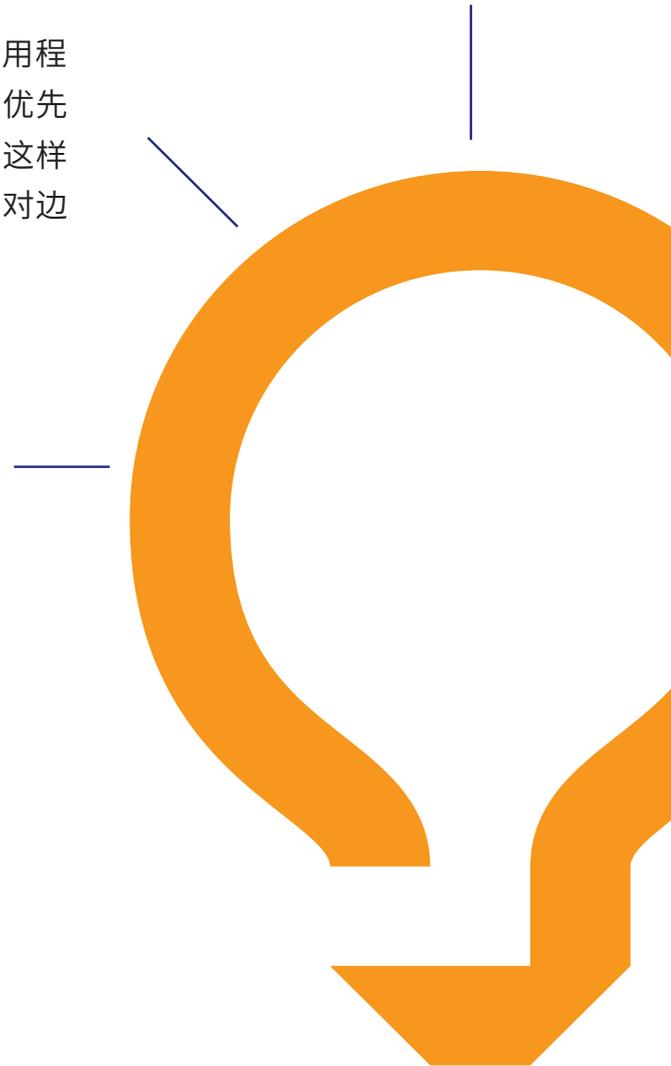


监控和计量：治理边缘有限资源的使用情况

工业设定的边缘环境（例如海上石油勘探平台）往往缺乏充足的计算，存储和网络资源。更重要的是，目前工业X.O机器的传感器每天生成亟待分析的海量数据，但若全部数据流向云层则意义不大。各业务部门通过边缘应用程序可以有效共享这些资源，同时也需要对边缘设备上资源利用的供应、监视和计量给与支持。此外，所部署的边缘应用程序和模型必须确保能够在间歇性、低带宽或甚至无网络的情况下，仍然保持运行。

再者，对于那些用来支持特定分析模型和应用程序的边缘设备，我们的知识图谱可以帮助对其进行开发和管理。一旦目标设备被选中，编排服务器就会用API来首先进行验证，此设备功能是否与分析模型所指定的要求相匹配。然后，它与设备编排代理进行资源协调，按照指定的优先顺序在边缘设备实施模型的实例化操作。

一旦模型被部署，监控代理则会跟踪每个已部署的应用程序或模型，以获取资源利用率数据。同样的，上游代理会优先处理由模型生成的任何数据，并控制对网络资源的访问。这样的流程有助于企业根据优先级，以无缝、无摩擦的方式，对边缘性资源加以明确，分配和统计。



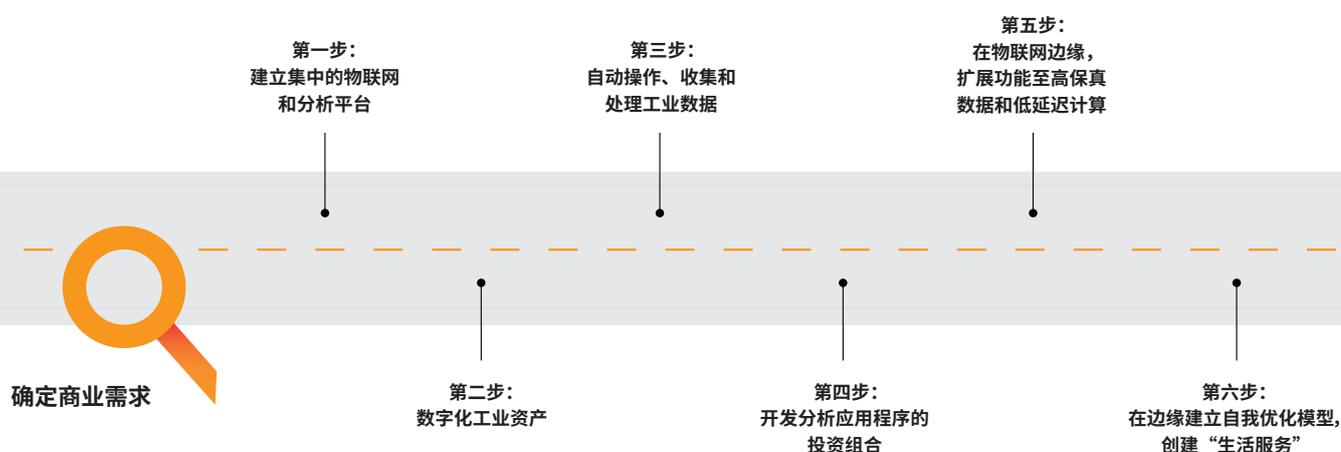
赋能数字孪生： 架起边缘和云之间的桥梁

许多企业已经针对工业资产实现了数字化，并通过建立集中的物联网平台来收集、处理和分析这些资产数据。他们拥有数据科学团队来创建分析应用的投资组合。

但鉴于传统工业运营海量数据的特点，仅依靠云技术是无法适用于机器学习和深度学习模型的。若能进一步扩展高保真数据和边缘性低延迟计算能力，则可从这些投资中获取更多的价值。

这些技术趋势表明，数据的固态性需要分析能够更贴近数据源进行。分析法的另一个新兴趋势是，非传统计算硬件的利用率在不断提高，比如图形处理器（GPU），现场可编程门阵列（FPGA）和量子计算等等。在网络和资源均受限的物联网环境中，数据固态性和硬件依赖性都会加剧。因此将分析平台功能从云层迁移到物联网的“雾”层，已是势在必行（见图六）。

图六：物联网的路线图



边缘分析框架帮助我们了解如何在物联网实施中应对所面临的重大挑战。

我们所描述的边缘分析框架，旨在帮助我们的企业，了解如何在物联网实施中应对所面临的重大挑战。以知识为导向的方法使企业具备了必要的灵活性，通过可管理和可扩展的框架，助力企业实现边缘设备应用的易开发、可再利用和无缝化部署。

知识图谱提供了一个抽象层，可以帮助企业在保持专注于其专长的同时，还能与物联网各利益相关方互相协作。抽象层可以无缝跟踪和管理现有异构部署中存在的众多硬件和软件参数。同时通过容器化技术实现互操作性，并依托当前的技术，简化边缘分析应用的开发和部署，提供面向未来的解决方案。

在新的解决方案即将全部上线的时候，我们的框架还能帮助企业避免垂直整合的陷阱。摆脱供应商选择的局限性，实现物联网边缘的灵活计算和分析。

通过持续进行边缘性模型部署和培训，使得资产定制得以变得更精细化。云层服务将结合跨设备数据，以及个别资产、群体或场所的边缘性特定实例，获取洞察。这种配对方法将对云和边缘的管理联系起来，促进了自我优化模型的良性循环，成为创建数字孪生不可或缺的条件。

我们的综合性方法——跨部门、跨功能地拓展企业级模型管理框架，乃至覆盖云层直到边缘层——有助于实现数字孪生所需的复杂模型。数字孪生在云节点和边缘设备同时存在多个实例，需要通过互相协调才能随着时间的推移进行不断地学习和改进，从而形成反馈环路，提供不断自我升级的专业化服务。

如今，我们可以直接在边缘进行大规模的边缘分析处理，充分利用高保真数据和情景处理技术。无需再将数据转入云层分析，取而代之的，是把分析引入边缘性数据。



联系人

特丽莎·董 (Teresa Tung) 博士
埃森哲技术研究院应用智能创新主管，
董事总经理

让-吕克·夏特兰 (Jean-Luc Chatelain)
埃森哲应用智能CTO，
董事总经理

王晓光
埃森哲中国卓越技术中心，
董事总经理

关于埃森哲

埃森哲公司注册成立于爱尔兰，是一家全球领先的专业服务公司，为客户提供战略、咨询、数字、技术和运营服务及解决方案。我们立足商业与技术的前沿，业务涵盖40多个行业，以及企业日常运营部门的各个职能。凭借独特的业内经验与专业技能，以及翘楚全球的交付网络，我们帮助客户提升绩效，并为利益相关方持续创造价值。埃森哲是《财富》全球500强企业之一，目前拥有约44.2万名员工，服务于120多个国家的客户。我们致力驱动创新，从而改善人们工作和生活的方式。

埃森哲在大中华区开展业务30年，拥有一支约1.5万人的员工队伍，分布于多个城市，包括北京、上海、大连、成都、广州、深圳、香港和台北。作为可信赖的数字化转型卓越伙伴，我们正在更创新地参与商业和技术生态圈的建设，帮助中国企业和政府把握数字化力量，通过制定战略、优化流程、集成系统、部署云计算等实现转型，提升全球竞争力，从而立足中国、赢在全球。

详细信息，敬请访问埃森哲公司主页www.accenture.com以及埃森哲大中华区主页www.accenture.cn。

关于埃森哲技术研究院

埃森哲技术研究院致力于为广大企业、市场及埃森哲自身开创未来。通过聚焦利用先进技术解决关键业务问题，埃森哲技术研究院将全新洞见和创新成果带给客户，助其驾驭技术、商业和社会的重大变革。我们由技术和研究人员组成的专门团队与企业领导者精诚合作，投资、孵化并交付突破性的创意及解决方案，帮助客户创建新的业务动力引擎。埃森哲技术研究院全球共有7所，分别设在：美国加州硅谷和弗吉尼亚州阿灵顿、法国索菲亚-安提波利斯、中国北京、印度班加罗尔、以色列海尔兹利亚和爱尔兰都柏林。