

智能互融：

借助5G、人工智能和云技术，释放机遇

2019年12月



Tom Morrod
研究分析执行总监

Julian Watson
首席研究分析师

Shen Wang
高级顾问

目录

前言	3
智能互融	3
定义智能互融	3
智能互融的构成要素	5
人工智能的发展	6
人工智能在云端，还是在边缘	8
全球5G的发展	9
5G定义	9
网络切片将与5G SA NR一起降临	10
5G世界，已经来临！	11
AI在5G中的扮演的角色	12
人机交互的变化本质	12
数码助理设备的兴起	12
智能手机的持久效用	13
借助5G、人工智能和云技术，释放机遇	14
界定机遇	14
智能互融的机遇与挑战	16
– 消费者机会：智能手机和家庭	16
– 视频监控机会	17
– 汽车机会	17
– 工厂机会	18
关于5G挑战的说明	18
结论：开发智能互融生态系统	19

智能互融

借助5G、人工智能和云技术，释放机遇

Julian Watson, 首席研究分析师

前言

智能互融是指：

- 设备、建筑物、计算机和人获得知识和技能的能力。
- 它们根据所获得的这些知识和技能，进行决策和改变其行为的能力。
- 设备、建筑物、计算机和人之间的互联和协作，在传播这些知识和技能中所扮演的角色

智能互融通过人工智能、互联（包括5G）、云和边缘以及物联网的协作来实现。这些不断发展的技术将互相合作，为消费者创造新的沉浸式体验，解决挑战并为企业和产业创造机遇。例如，5G将大大加快云数据的提取速度，从而削减存储的必要性。物联网将产出大量的数据流；人工智能将产生能够改善客户体验的洞见。边缘技术将为各种应用提供快速的反应，这些应用需要对物理变化做出实时反应。

这个领域里的各种玩家需要进行创造性和协作性的思考，来理解和预测其客户的未来需求。他们的思考更多地受到消费者体验和企业及产业所需结果的“拉动”，而不是产品和服务的“推动”。这种思考将导致产品设计的变化，并激发全新的商业模式。

智能互融

定义智能互融

《牛津英语词典》把智能定义为“获得和应用知识和技能的能力”。

它对智能的三个定义说明，不只是人，也包括设备、建筑物和计算机，能够拥有这样的知识和技能。

- 拥有或者显示智能，尤其是高水平的智能。
- （设备或建筑物）能够针对不同的情形和过去的经验，改变其状态或行动。
- （计算机终端）植入一个微处理器，拥有自己的处理能力。

互融是指：

- 连接或相互连接的状态。
- （计算）平台、系统和应用相互连接的能力

因此，“智能互融”这个术语意味着：

- 设备、建筑物、计算机和人获得知识和技能的能力。

- 它们根据所获得的这些知识和技能，进行决策和改变其行为的能力。
- （设备或建筑物）能够针对不同的情形和过去的经验，改变其状态或行动。

智能的程度和类型多种多样。人在孩提的时候，通过和其他小孩、大人和物理世界互动来发展智能。例如，一个小孩触摸灯泡的时候，会烫痛并缩回他的手。他学到，他的手感受到的痛是灯泡太热引起的。他不会再次触碰灯泡了。

再举一个例子。一个建筑物里的烟雾传感器，探测到了烟雾，自动启动了公共广播系统的广播，要求办公室员工逃离建筑物，并自动向当地消防部门报警，让其赶赴现场。办公室员工于是清空了整个建筑物。

他们之所以这样做，是因为他们从过往经验中懂得，烟雾的出现可能意味着建筑物失火，而火灾会伤害他们的身体。在这个例子里，一个设备（烟雾传感器）的智能把知识分发给办公室员工，办公室员工从而做出相应的反应。消防人员赶赴现场，锁定失火之处，并灭火。他们告诉建筑设施主管，火灾由一个锅炉过热爆炸而引起。新锅炉被购买和安装。这个替换的锅炉嵌入了传感器，监控天然气和水供应，温度和压力，以及互联。

传感器数据通过有线或无线技术，从那个锅炉（现在是一个**物联网**设备）传输到一个云网关，建筑物主管可以在她的笔记本电脑或智能手机上访问这个网关。通过这个网关，她可以远程管理锅炉的运作，以及它如何传输信息。例如，她可以将锅炉设置为一旦达到一定温度就自动关闭。她也可以选择当锅炉一旦超过温度阈值的时候收到自动短信。

以上场景可以减少锅炉过热导致该建筑物发生新火灾的可能性。但是在这个场景中，锅炉过热的原因尚未确定。锅炉过热的可能性也没有降低。

在另一个场景中，来自嵌入式传感器的数据被传输到基于云的分析引擎。**人工智能**被应用到这些数据中，并发现哪些因素组合可能导致锅炉过热爆炸。这种洞察力可以应用于锅炉的自动化操作，包括设置的调整和自动关闭。在这个场景中，数据从设备、锅炉流向基于云的分析引擎，而智能从云回流到设备。

在许多行业、应用程序和用例中，智能被越来越多地要求尽可能靠近数据源来应用。未来，自动驾驶汽车将需要实时响应物理环境的变化。物理障碍可能出现在它行驶的路径上。自动驾驶汽车需要“看到”物理障碍物，识别它是什么（一个纸板箱或一个人），并作出相应的反应——如果它是一个人，应用中断行驶。这是边缘智能的一个例子，通常称为**边缘计算**。

如前所述，**智能互融**一词不仅意味着设备、建筑物、计算机和人的智能，而且还意味着设备、建筑物、计算机和人之间的连接和协作在传播这些知识和技能方面的角色。

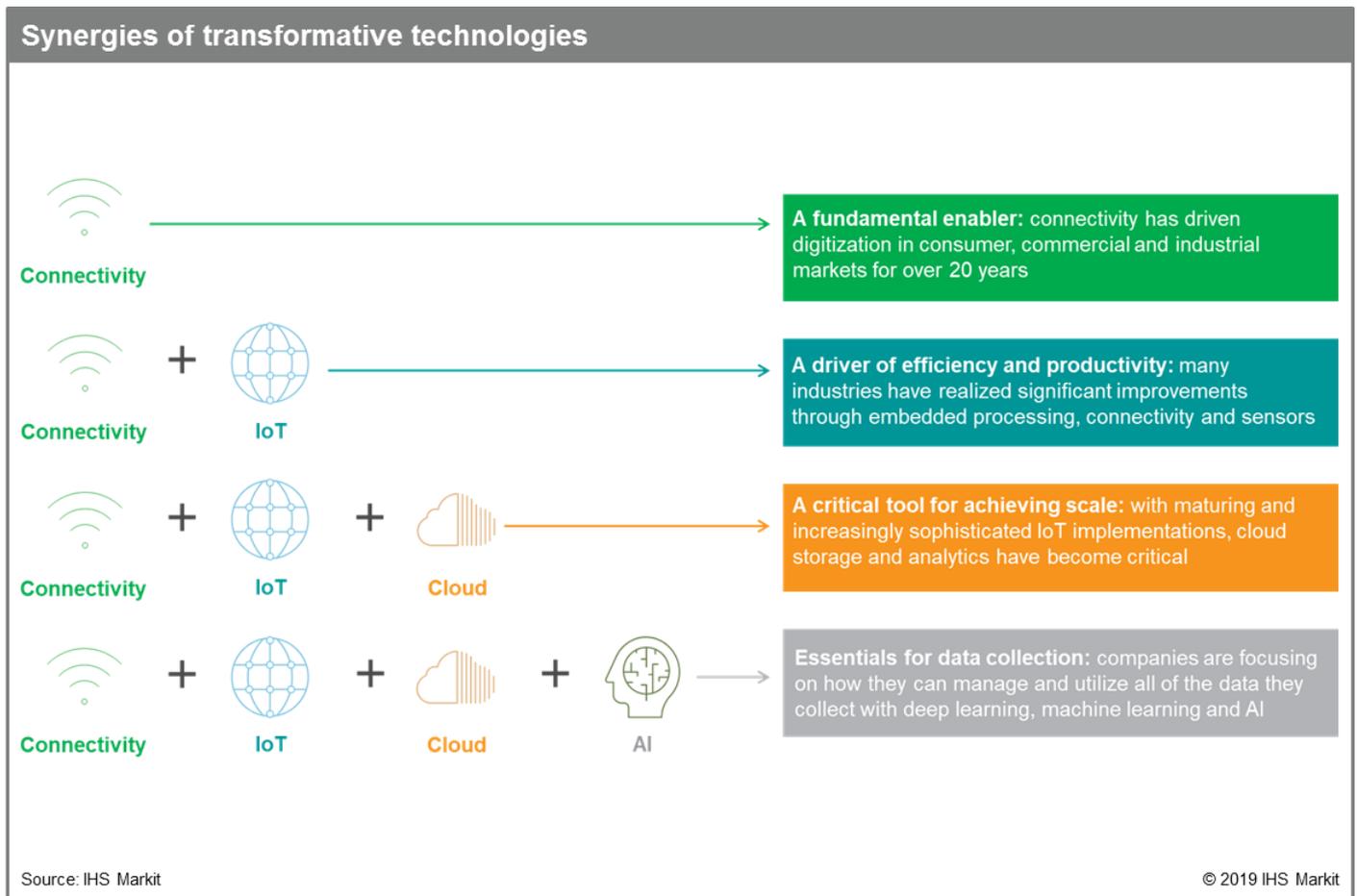
互融是指在设备、建筑物、计算机和人之间移动数据、交换知识和智能的有线或无线管道。无线互联的前景是多样的，从802.11（Wi-Fi）、蓝牙低功耗（BLE）和ZigBee等短程局域网技术到蜂窝广域网（WAN）技术2G、3G和4G LTE。后一种技术4G LTE本身由若干不同的交互组成，服务于需要深度范围和较长电池寿命但带宽有限（例如NB-IoT）的应用和需要带宽的应用（LTE-Advanced）。

最新进入拥挤互联空间的是5G。正如我们稍后所讨论的，5G与前几代蜂窝技术的不同之处在于，它从一开始就被设计用于解决许多不同的技术要求、设备外形因素、应用和受众。

智能互融的构成要素

在上一节人工智能中，云和边缘、互联（包括5G）和物联网被命名为智能互融的赋能者。在本节中，我们将讨论这些和其他构成要素如何协同工作，以创建新的一波消费者、企业和产业应用和用例。

下图（变革性技术的协同效应）显示了不同的变革性技术如何协作以满足人们、企业和产业不断变化的需求。将嵌入式处理和传感器（IoT）添加到互联中，产生了关于连接节点的状况、位置和状态的丰富数据。云正在解决存储和大数据量分析的需求。人工智能技术有助于管理这些数据，并从中产生有用的业务洞见。

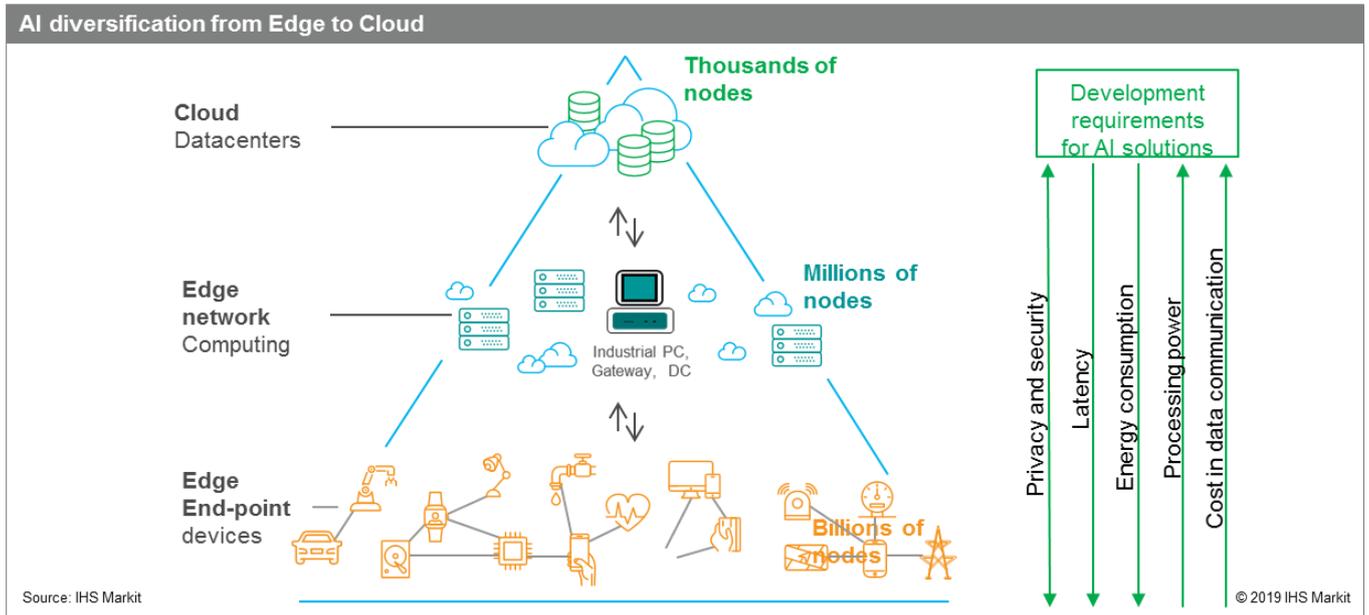


以下示意图（从边缘到云的人工智能多样化）表明，人工智能形式的智能可以应用于云（数据中心）、产业PC的边缘网络、网关和边缘服务器以及边缘端点——物联网节点的多样性。

在这个示意图中，边缘端点（比如测量温度和湿度等属性的传感器）是数据首先生成和阐述的地方。网络边缘/雾基础设施从边缘端点收集数据，并在将数据传输到云端进行存储和进一步分析之前对其进行进一步阐述。

左侧显示的参数（隐私和安全、延迟、能耗、处理器功率和数据通信成本）将决定人工智能解决方案的开发需求：即所需的应用程序（推理）和培训基础设施。

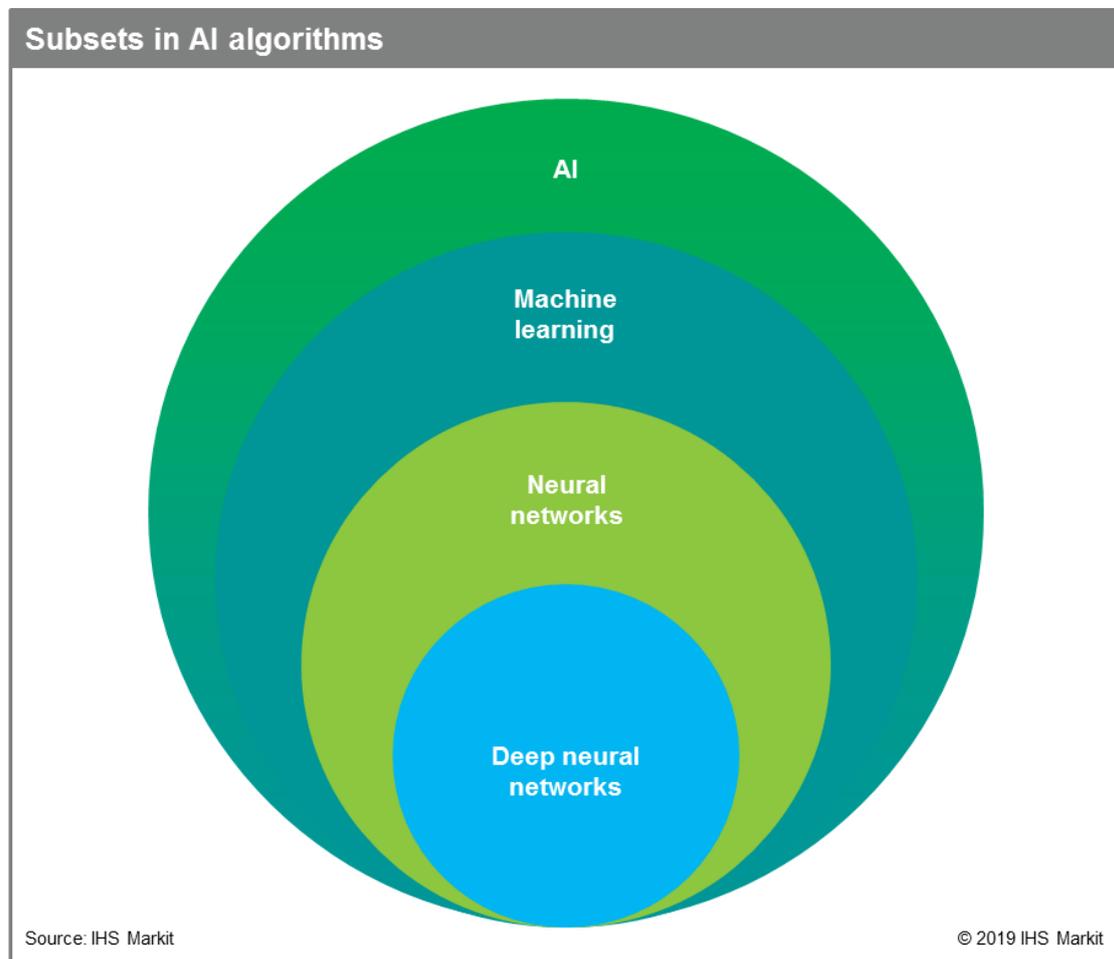
对于电池供电的边缘终端设备来说，能耗是一个特殊的问题。执行数据密集型分析工作（如培训）可以缩短设备电池寿命，并最终否定物联网/人工智能应用背后的原始投资案例。



人工智能的发展

人工智能一般指的是研究如何使机器执行独立的问题解决、推理、学习、知识表示和决策的科学体系。一台智能机器不一定要显示所有这些技能，但它必须符合一个或任何组合。更具体地说，人工智能可以实现四大技能：感知、学习、抽象和推理。

人工智能有几种形式。当机器需要显示特定的自学技能时，IHS Markit隐式地将它指为人工智能的一个子集，称为“机器学习”（ML）。在这种程度上，ML是一组算法，它使机器能够通过向模式提供数据而自动发现和学习模式，而无需显式编程。在ML的篮子里，还有神经网络（NN）和深度学习（DL）所属的一些科技和技术。NN和DL是指试图模拟人脑结构和工作的计算模型，包括训练和推理等过程阶段。



在“训练”阶段，大量数据输入计算机的神经网络大脑。这些数据可能与声音、图像或其他类型的信息有关。机器学习识别特定的对象，发现模式，并揭示如何在各种情况下识别对象。然后在推理阶段应用所得到的训练模型，以提供基于实时输入的输出结果（例如识别特定图像）。如前所述，在人类的类比中，一个孩子学会了触摸灯泡会导致疼痛（训练），所以他避免触摸他看到的下一个灯泡（推断）。

IHS Markit指出，许多垂直行业都在积极研究人工智能在许多用例中的潜在应用，如制造和生产中的规范性预测性维护和过程控制、人机界面、视频分析和图像分析以及自主机器。

人工智能目前还处于初级阶段：我们今天刚刚进入所谓的“狭义的”或“弱”人工智能。在这个“弱”的阶段中，人工智能比人类更“弱”，或只是在有限的任务和感官上旗鼓相当或更强。如今，大多数应用都在以下四种基本能力上达到了“弱人工智能”：感知、学习、抽象和推理。

人工智能进一步发展到“通用-多模态人工智能”的更高级阶段（可与所有感官上应用的人类智能相媲美）以及更高阶段，将有赖于以下领域取得进展：

- **规模**：即时访问数千台机器和传感器，以执行复杂和细粒度的数据分析
- **性能**：具有足够的功耗，快速处理差异化的人工智能工作负载
- **质量**：通过准确可靠的模型和适当的输入数据进行结构化数据和系统训练

- **定制：**针对不同用例，灵活和可调整的解决方案——可伸缩的平台，以确保盈利的业务案例

尽管如此，未来仍有一些挑战可能阻碍人工智能的发展和最终采用。其中最重要的是数据隐私/安全和道德。

未来的各种人工智能可能比人类更聪明。因此，可能无法预测，更不用说控制，一个智能上优于人类的智能设备的行动。在未来，无人设备和机器人技术可能足够智能，能够做出可能对人类造成伤害的自主决定。

人工智能中的伦理问题是一个很难解决的问题，有两个相互矛盾的原因。一方面，人工智能将在全球社会和整个产业，包括军事领域产生广泛的影响。另一方面是文化、传统和价值观的多样性，它们在不同国家的种族和宗教中极其多样化。换句话说，一方面，我们需要在全球的基础上解决道德和人工智能问题。另一方面，世界上存在的差异和特殊性，甚至在定义“伦理”一词的含义时，都是一个巨大的挑战。

人工智能在云端，还是在边缘

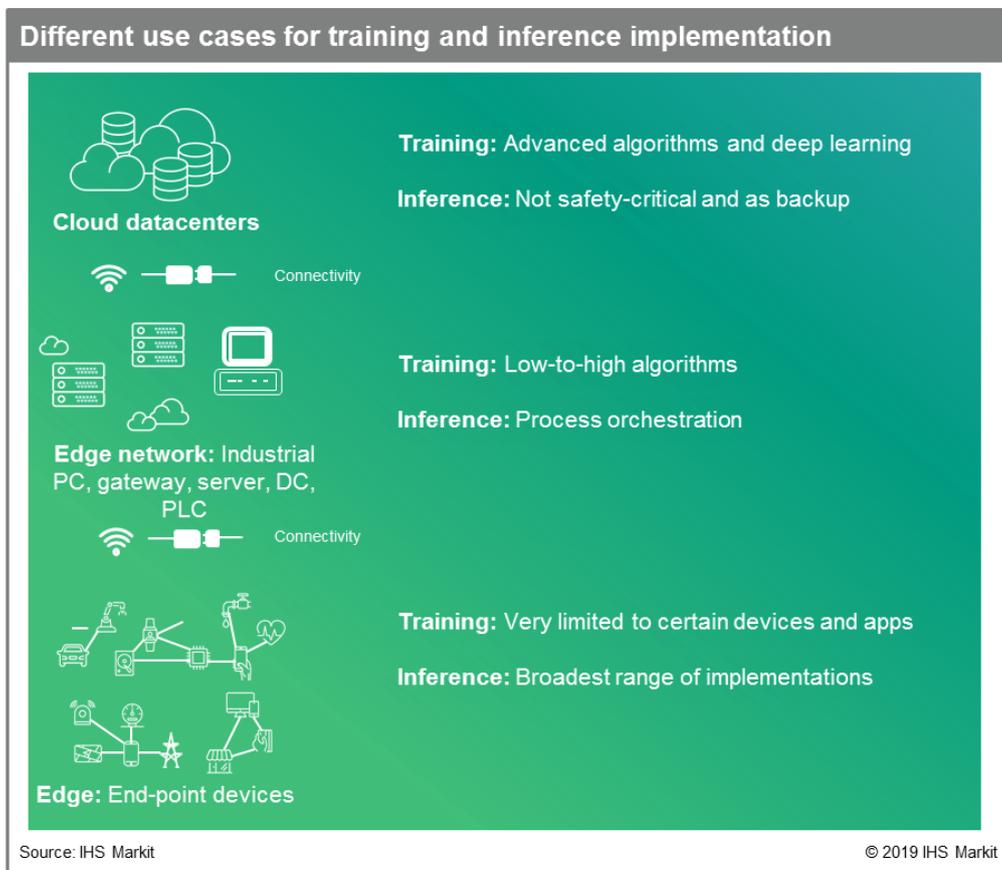
人工智能在云端，还是在边缘？这个二元问题有点反问，虽然经常被提出，却没有考虑到：

- 云和边缘架构的相互依赖性。
- 许多实际应用程序和用例将需要一种混合的云边缘方法。

计算是集中在云端还是边缘，将取决于每个应用程序的需求，如“**从边缘到云的人工智能多样化**”示意图所示，即：

- 隐私和安全
- 时延
- 能耗
- 算力
- 数据通信成本

如下图所示，云（数据中心）将执行最密集的工作负载（训练）。相比之下，最广泛的推理实现将在边缘端点上执行。许多节点（尽管不是所有节点）是专门为低总体拥有成本（TCO）用例而设计的电池操作设备。意法半导体（STMicroelectronics）、瑞萨（Renesas）和恩智浦（NXP）正在将机器学习（ML）功能集成到新的MCU产品系列中，这些MCU（微控制单元）产品系列针对这种功率受限、低成本的物联网设备进行了优化。



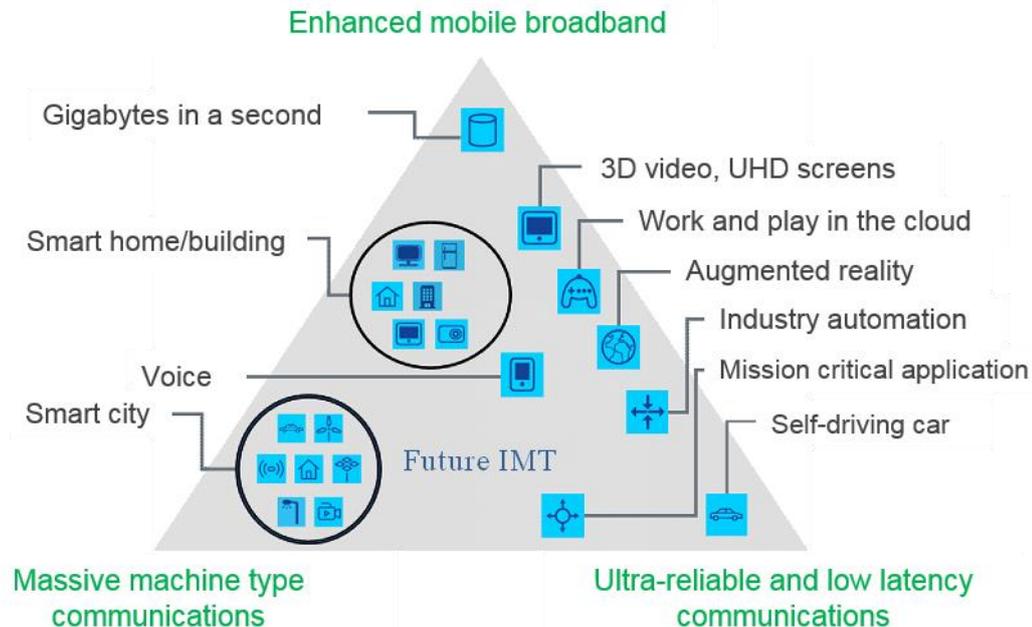
图形还指向将边缘端点连接到边缘网络和边缘网络连接到云的有线或无线连接。5G将在这里发挥越来越重要的作用。IHS Markit预计，在2019年底，5G将被整合到多个物联网网关产品中，为商业和移动应用提供增强的下行和上行带宽。

全球5G的发展

5G定义

5G，顾名思义，是第五代移动技术。与前几代移动技术不同，5G从一开始就被设计为不仅满足消费者和企业的需求，而且满足行业的垂直需求。

下图显示了5G设计用于服务的3种广泛类型的用例：增强移动宽带（eMBB）、大规模机器类型通信（大规模物联网）和超可靠和低延迟通信（URLCC），后者通常也称为关键任务服务（MCS）。



M.2083-02

Source: ITU-R M.2083-0 9/2015

大规模物联网和MCS的技术要求多种多样。像4K视频流和固定无线宽带这样的eMBB用例带宽很高。智能计量等大规模物联网用例通常需要深度覆盖和延长电池寿命。工业自动化，MCS用例，要求非常低的延迟和非常高的可用性。5G的目标功能特点旨在通过与现场端点（带宽）的1-10Gbps连接来解决这些不同的用例。1毫秒的端到端往返延迟（时延）；对于低功率的机器类型设备，可实现99.999%的可用性或10-5丢包率以及长达10年的电池寿命。

3GPP第15版推出了第一套5G标准。由于希望尽快部署5G的各利益相关方的大力推动，5G非独立组网（NSA）NR（新空口）规范于2017年提前6个月完成。5G独立组网（SA）NR规范也是3GPP第15版的一部分，于2018年6月完成。

今天标准的商用5G网络是基于5G NSA NR的，它利用现有LTE网络，并且主要服务于eMBB用例。解决大规模物联网和MCS需求的工作项以及一系列其他功能，如多播/广播、定位和C-V2X，将在第16版和第17版中提供，目前分别定于2020年和2021年完成。这项标准化工作将逐步促进5G芯片组、模块和设备生态系统的扩展，并为行业垂直公司开发概念验证（POCs）铺平道路。

网络切片将与5G SA NR一起出现

IHS Markit《从4G到5G演变-运营商调查（2019年）》表明，到2020年，18家领先服务提供商中约有三分之一（占全球电信业资本支出和收入的一半）将向NG SA NR方向发展。此举将为5G网络切片铺平道路。

网络切片是这样定义的：“端到端网络切片是物理网络的逻辑分区或虚拟部分，包括固定和移动、物理和虚拟，具有连接、容量（带宽）以及一些特性（如服务水平协议或SLAs），这些特性使切片对使用它的用户、程序或进程来说，看起来和运行起来都像一个物理网络。”

3GPP已经确定了超过12个网络切片需求的列表。这些包括动态创建不同场景和设备的切片的能力，访问不同切片的能力，每个切片不会对另一个切片产生负面影响，并保证灵活性、定制和API访问。

网络切片并不是一个新概念，但是5G非常高的带宽和非常低的延迟能力使得它适用于具有严格性能要求的一系列场景。利用5G网络切片的潜在消费者应用包括视频和广播（高级格式和分辨率 - 4K、UHD、360/VR沉浸式视频，以及直播事件和交互式内容）和游戏：高级多人移动游戏、虚拟现实（VR）和增强现实（AR）游戏、虚拟现实（VR）电子竞技和云游戏。

这为电信运营商提供了机会，不仅仅是将数据量货币化，还包括保证内容商和云服务商的服务水平。

5G世界，已经来临！

但现在已经是5G世界了！2019年见证了第一波基于标准的5G商业发布。根据全球移动供应商协会（GSA）的数据，截至2019年10月，已有50家运营商在27个国家推出了符合3GPP的5G商业服务。GSA还指出，109个国家的328家运营商正在投资5G。

根据IHS Markit在2019年上半年的评估，5G部署有三种根本不同的类型：大规模、小规模 and 落后规模。中国和韩国已经大规模部署了超过10000个5G NR/gNB（基站）。在澳大利亚、英国、沙特阿拉伯、瑞士、阿联酋和美国，已经有数百个5G NR/gNB的小规模战术部署。落后者中包括阿根廷、哥伦比亚和乌拉圭等国家的运营商，这些国家的LTE还不发达，可能会被5G超越。

所有现有的5G商业部署是基于5G NSA NR的；已经使用了各种不同的频谱频段。IHS MARKIT《从4G到5G演变-运营商调查（2019年）》发现大多数现有的5G NR商业部署和服务启动，以及2019年余下的计划，将使用中频频谱（3~6GHz），特别是3.5GHz和4.5GHz。

这是亚太地区和欧洲、中东和非洲地区使用最广泛的频谱。6-39GHz频谱，包括28GHz和39GHz的毫米波频段，是下一个广泛使用的频谱（例如AT&T和Verizon在美国的部署）。低于1GHz和1-3GHz的频谱是最不常用的频谱。随着5G标准的发展和更多频谱的可用性，越来越多的运营商将在一个以上的频段中部署5G，以扩大容量和覆盖范围。

5G可能还处于起步阶段，但5G设备生态系统的发展却一直在快速推进。根据GSA的数据，截至2019年11月中旬，共有72家供应商宣布推出183款5G设备。这些设备至少有15种不同的外形，如智能手机、室内和室外CPE（客户终端设备）、笔记本电脑、机器人、无人机、企业路由器、物联网路由器和加密狗/适配器。在公布的183款5G设备中，超过40款是商用的。

中国正在驱动5G

几年来，中国一直在为5G商用化做准备。2018年城市重点试点之后，今年又进行了大规模试点。2019年11月初，中国三大移动运营商中国移动（China mobile）、中国电信（China Telecom）和中国联通（China Unicom）推出了商用5G服务，比计划提前了几个月。IHS Markit预计，到今年年底，这三家公司将部署约10万个5G基站，2020年将增至100万个。到今年年底，5G将在全国50个城市普及。中国对5G NSA NR的兴趣仍然不大，宁愿直接使用没有4G作为缓冲的成熟5G网络。

当前，这三个移动运营商都将独立组网方式SA NR作为移动基础设施建设的最终目标：

- **中国移动：**加快3GPP Rel. 16的进度以推动支持所有用例的SA NR端到端行业成熟度

- **中国电信**：规划基于云的5G网络，并专注于人工智能。它将在40多个中国城市中升级其现有的SA和NSA 5G网络，以实现基于云的SA架构。
- **中国联通**：与中国电信共同构建和共享5G无线接入网络，以在初期阶段实现NSA网络共享，以可控的方式部署NSA，并计划在2020年第一季度向SA演进。

除了部署全球最庞大的5G网络外，中国的运营商还在与合作伙伴合作，对各种应用进行压力测试。中国联通与北京301医院、福建医科大学合作开展5G远程手术。2018年12月，中国移动子公司咪咕（MIGU）于2018年12月播出了第12届咪咕音乐盛典，这是全球首个使用网络切片技术播出的5G+4K音乐奖盛典。

AI在5G中的扮演的角色

将来，移动网络将变得更加复杂。5G还将与传统网络共存很多年。运营商将在多个频谱中部署5G，从而为许多不同的应用提供服务，包括从需要高带宽和低延迟的应用到需要深度覆盖和低功耗的应用。为了增加吞吐量，扩大覆盖范围和容量并满足特定应用性能要求，包括波束成形，大规模MIMO（多输入多输出）和网络切片等各类技术将得到应用。

AI和ML可以从海量数据（包括来自移动网络和设备的数据）中识别规律。这类机器学习可以应用于例如提前识别诸如网络流量峰值之类的事件。反过来，这可用于智能分配富余容量，以满足网络上不断增长的需求并防止意外停机。除此之外还有其他几种可以应用机器学习的方式。

其中包括：

- 低延迟的数据处理和传输。
- 低延迟的数据处理和传输
- 设计和管理专用网络切片。
- 波束成形和大规模MIMO。波束成形提高了设备可用的吞吐量。ML算法可以帮助设备连接到的5G小区从该小区或相邻小区中识别出最佳波束。
- 大规模MIMO是指基站天线阵列中的大量天线（至少32个）。大规模MIMO旨在提高吞吐量，网络容量和覆盖范围，并减少来自相邻小区的干扰。AI和ML可通过预测用户分布并动态管理天线资源来优化波束成形。

人机交互的变化本质

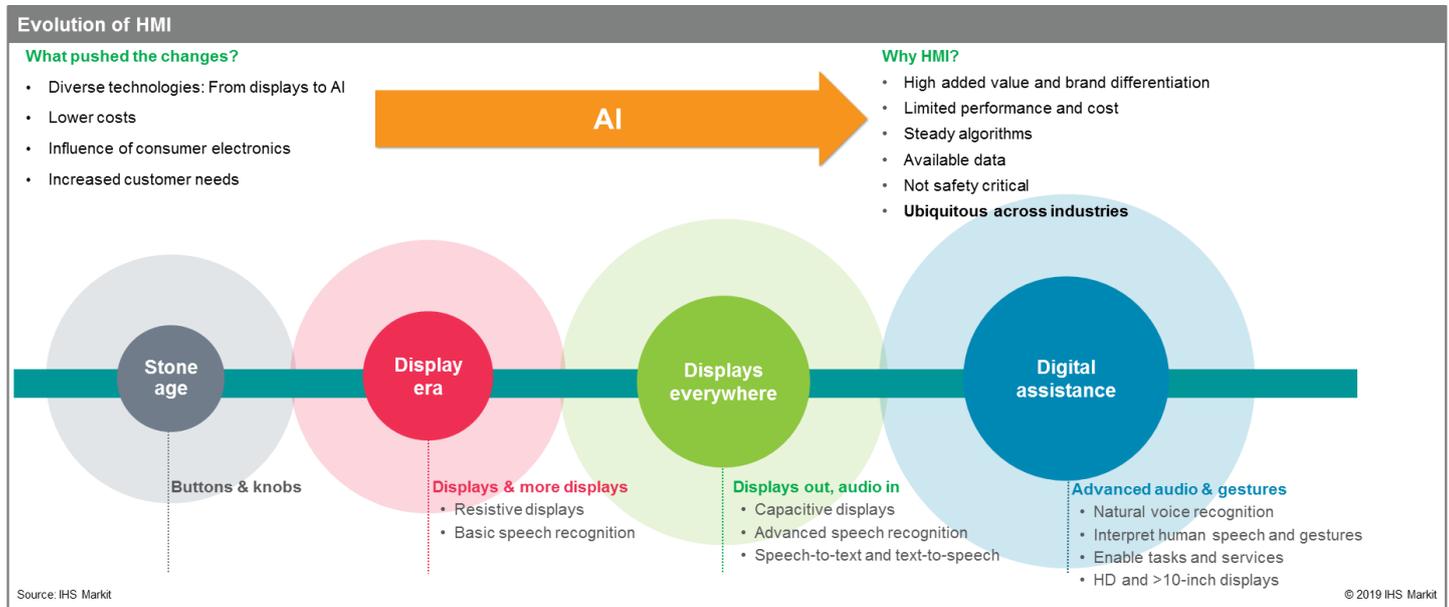
数码助理设备的兴起

智能互融的一个方面是“设备、建筑物、计算机和人之间的互联和协作，在传播这些知识和技能中所扮演的角色”。换句话说，人类与设备、建筑物和计算机有着共生关系。

人机交互（human-machine interaction, HMI）的概念已经存在了很多年，但是随着亚马逊Alexa等能够学习和响应自然语言的数码助理设备的大量使用，近年来，人们对人机交互（HMI）的普遍认识大大增强。使用语音，用户可以执行任意数量的任务，从打开灯，到通过智能扬声器播放来自音乐流媒体服务的歌曲，再到在线购物下订单。当然，实现这样一系列的“功能”不仅仅是开发具有人工智能能力的硬件

和软件；还包括与其他设备的技术互操作性，以及与在线服务的集成。语音的便利性推动了数字辅助技术的采用，使之超越了家庭，而成为汽车、酒店客房、办公室和医院候诊室中的嵌入式信息娱乐系统。

数码助理设备被设计成对人类的口头命令或要求作出反应。人机界面的功能将越来越多地扩展到其他积极的交流形式，如手势/情感识别，甚至扩展到识别和应对驾驶员睡意迹象等领域。



智能手机的持久效用

在 IHS Markit 看来，数码助理设备的兴起并没有扼杀智能手机在消费者生活中的重要作用。不同型号的智能手机可能因屏幕大小和分辨率、音频质量和存储量以及处理能力的程度而有很大差异。但它们也有一些共同的特点：内置蜂窝网络、Wi-Fi 和蓝牙连接、足够的存储空间来承载多个应用程序，以及足以阅读、观看视频和与应用程序交互的显示器。与平板电脑和笔记本电脑等其他设备不同，它们体积小、重量轻，用户可以随时随身携带。

目前，这些共同的特点使智能手机在消费者物联网领域发挥着核心作用。所有的网关、控制器/接收器和显示功能都是消费者在日常生活中习以为常的。



消费者物联网的核心是人——智能手机允许人们控制家中的设备、将音乐流到耳塞、远程监控家中并从其他设备中发现洞见。因此，智能手机在消费者物联网生态系统中至少可以扮演三个角色：



——作为智能手表和健康监视器等可穿戴设备的网关，这些设备通常是蓝牙连接的。蓝牙连接的智能手机从可穿戴设备接收数据（例如步数、睡眠时间和心率），并将其推送到云端进行分析。然后，它将数据发送回可穿戴设备进行显示，并充当固件更新的网关管道。智能手机还提供基本的耳机连接。



——作为控制器/接收器：集成Wi-Fi允许智能手机通过安装的应用程序控制智能家居功能，如照明、供暖和家电设置。智能手机用户可以在家中执行这些任务，连接到家庭路由器/集线器，也可以在家外具有蜂窝或Wi-Fi连接的区域执行这些任务。在家之外，智能手机可以接收来自运动传感器和入侵者警报器的警报，并采取相应行动。



——作为其他设备的数据和视频显示：智能手机屏幕的尺寸更大、分辨率更高，使它们能够显示更丰富的数据集，例如每周健身活动和睡眠质量的可视化，而不是在较小的智能手表屏幕上显示。家庭摄像机的实时录像和警报，跟踪宠物或家属，也可以通过智能手机应用程序远程访问。

智能手机并不是唯一支持这些功能的设备。平板电脑有许多这样的功能，但只有不到一半的功能是支持手机的，因此限制了它们在用户离家时控制和接收来自智能家庭设备的警报的适用性。当用户在家时，语音可以指示数码助理设备控制照明、供暖和其他系统。这些服务或技能可以通过智能手机应用程序发现或添加，因此数码助理设备往往与智能手机一起工作，而不是与之竞争。

尽管当前最先进的智能手机已经具有强大的通信，娱乐和摄影功能，但仍不是休息的时间。未来，智能手机的基本功能有望在5G功能，高显示刷新率（例如90Hz），更宽的显示色域以及从图像传感器重构的成像系统等方面得到持续，全面的改善。这些先进的功能将继续增强智能手机在5G，物联网生态系统中的重要作用。

从长远来看，智能家居将从由人控制，发展到由人工智能允许智能照明、取暖和安全系统学习家居用户的行为、检测异常并根据这些数据自主行动。

借助5G、人工智能和云技术，释放机遇 界定机遇

人工智能、云和边缘、互联（包括5G）和物联网本身不是市场，而是垂直产业的产品、服务和解决方案以及消费者体验的基础。

如前几节所述，人工智能、云和边缘、互联和物联网经常协同工作，以满足客户需求。例如，在最基层：

- 具有嵌入式传感器的物联网节点生成数据流。

- 有线或无线**互联**（包括5G）有助于将这些数据从物联网节点传输到边缘和云，并将指令返回到节点。
- 数据最初是在边缘进行阐述的；云托管这些数据，并应用人工智能对这些数据进行深入分析。
- **人工智能**算法学习如何从大型数据集中识别对象和模式。这些知识可用于应对业务挑战和创造新的机会

物联网中一句耳熟能详的格言是“没有一家公司可以做所有的事”。这句格言同样适用于人工智能、云计算、边缘和互联。半导体创新对所有这些技术的未来发展至关重要。但半导体行业本身是高度分散的：高通公司在5G互联方面扮演着特别重要的角色。英伟达是人工智能领域的领头羊，尤其是在要求苛刻的汽车应用领域。意法半导体（STMicroelectronics）、瑞萨（Renesas）和恩智浦（NXP）正在将机器学习（ML）功能集成到新的MCU产品系列中，这些MCU（微控制单元）产品系列针对这种功率受限、低成本的物联网设备进行了优化。

电信运营商部署和运营公共网络互联，允许数据从多种类型的设备流向云端并回流。随着5G和多址边缘计算（MEC）的出现，应用服务器将部署在基站等基础设施上，运营商有机会为那些在边缘要求低延迟计算的客户开发解决方案。AWS IoT Greengrass和Azure IoT Edge代表了领先的云供应商AWS（Amazon）和微软将本地计算和ML推理引入边缘设备的举措。在许多物联网垂直领域，系统集成商整合多供应商硬件、软件和系统，允许将物联网数据导入企业CRM（客户关系管理）和ERP（企业资源规划）数据库。

最终，供应方供应商的机会将取决于他们满足需求方需求的能力：不同的消费者人口统计数据 and 跨多个垂直行业的不同规模的企业。从广义上讲，在技术创新和全球化继续颠覆传统商业模式的市场上，所有类型的企业都应注重保持相关性。同样，投资物联网的主要动机适用于公司希望从人工智能、云和边缘获得的成果，即

- 提高效率/降低成本。
- 新的收入来源，通常涉及从以产品为中心到以服务为中心的业务模式的转变。
- 增强客户体验。
- 遵守监管要求，如数据隐私、安全和保障。

这些目标并非相互矛盾：旨在提高效率的措施，可能是后来向“即服务”业务模式过渡的基础。

考虑到消费者在年龄、性别、语言、文化、收入等方面的不同特点，确定他们想要什么并不容易。成本将一直是一个问题，也是抑制对智能眼镜和VR/AR耳机等可穿戴设备需求的主要因素。然而，各种类型的消费者都越来越希望获得更好的体验：高质量的4K流媒体和360度观看体育赛事是最早流行的5G智能手机应用之一。

在消费者心目中，“体验”与设备“外观和感觉”或每月数据要求相比越来越重要，这意味着原始设备制造商（OEMs）需要将他们的思维从开发引人注目的产品，转变为在设备的使用寿命内提供更好的体验。

这种想法将对设备设计产生影响。例如，5G的高带宽和低延迟能力将使其能够从基于云的应用程序（如CRM）中提取信息，而几乎没有延迟。通过将5G集成到笔记本电脑中，原始设备制造商可以考虑减少设备

上的存储和处理，以提高电池寿命。同样，智能手表开发人员将权衡在可穿戴设备中添加更先进的传感器和将存储转移到云计算的利弊。

智能互融的机遇与挑战

在所有这些复杂性中，什么是智能互融的机遇？供应商将面临什么样的挑战？首先，我们必须认识到，许多企业缺乏内部技能来开发内部新产品、服务和解决方案，以利用人工智能、云和边缘、互联（包括5G）和物联网的能力。相反，他们将关注期望的结果：投资回报率（ROI）和合规性。实现这些成果可能具有挑战性。例如，与部署、保护和管理物联网设备相关的技术复杂性和不可预见的成本，经常阻止IoT项目从概念测试（POC）阶段移动到大规模部署。

未来，新的产品、服务和解决方案将充分利用智能互融的许多（如果不是全部的话）构成要素：人工智能、云和边缘、互联（包括5G）和物联网。下面，我们将列出一些有前景的将要利用这些能力的应用，以及一些重大挑战。

消费者行业机会：智能手机和家居

消费者的机会是巨大而多样的。根据IHS Markit的预测，到2023年，全球17亿部手机中约四分之一将集成5G。智能手机将越来越具备人工智能能力：IHS Markit预测，到2025年，三分之二的智能手机将预装人工智能硬件和功能。即使在人工智能的早期阶段，它也在推动越来越多的吸引人的特征，如人脸识别和解锁、照片中的微笑和人物识别以及图像的增强。情感识别和用户画像等功能正在开发中。

智能扬声器形式的数码助理设备将继续受到需求。IHS Markit估计，2018年全球智能音箱出货量接近7000万台，全球智能音箱装机基数将从当年的1亿多台增至2023年的8亿多台。

人工智能功能将越来越多地集成到消费娱乐设备中。其目的是为居住在家庭中的成人和儿童提供更加个性化、沉浸式的体验。例如，支持人工智能的摄像头，与智能电视或流媒体盒结合，将使用人脸识别来启动个人观看偏好和建议。人工智能还将能够识别关键时刻，如录制体育节目中的进球得分。这将允许时间有限的体育迷跳过无聊的踢球时间，快速前进到所需情节。

这种个性化将使家长更容易阻止孩子观看年龄限制的内容。在这些例子中，安全性和数据隐私是至关重要的。消费者对允许他们的面部图像、行为和偏好被传输并存储在云中持谨慎态度，这是可以理解的。因此，在边缘处理数据不仅有助于快速的面部识别：还能确保个人数据得到保护。

云游戏和VR/AR包含了5G、云/边缘和人工智能可以发挥重要作用的几个用例。云游戏允许用户在自己选择的屏幕上随时访问游戏。长期以来，这一直被认为是游戏内容和服务分销的理论终端游戏，据IHS Markit称，2018年这一市场的全球价值超过1000亿美元。

这是因为它降低了消费者获取高端体验的门槛，降低了前期硬件成本，即昂贵的控制台或游戏PC。5G将允许在兼容智能手机上即时访问云端托管的游戏；植入边缘计算的切片网络将解决多人在线竞技场（MOBA）的延迟小于100毫秒和高度交互游戏的延迟小于20毫秒的需求。人工智能可能在云游戏中扮演多种角色，从通过分析以前的游戏流提高游戏流的质量到允许用户生成虚拟场景。

高端耳机的缺乏也限制了虚拟现实（VR）广播的潜力——例如，它允许观看体育赛事的用户选择摄像机角度或指向球员接收统计数据。虽然5G覆盖范围的差距将意味着家庭观众不可能总是能够获得这种沉浸

式体验，但5G以上的云流可能会降低对昂贵硬件的需求。然而，场馆或第二个场景（如娱乐场所）的专用5G覆盖代表了有趣的新收入机会。

视频监控行业机会

IHS Markit预测，到2023年，人工智能视频监控设备的市场将从2018年的10亿美元以下增长到100亿美元。这种增长的促成因素和驱动因素很多：

- 从标准视频到高清视频的产业转型。
- 对智能分析的需求不断增长。
- 智慧和安全城市项目。
- 开发人工智能-深度学习（AI-DL）分析技术，促进对象和行为分类的准确性和可靠性水平的重大飞跃。
- 越来越多地将互联集成到视频监控摄像机中，为监控市场提供了巨大的扩展机会。

视频监控为云与边缘的互补功能提供了一个有趣的案例研究。正在开发一种混合方法，在这种方法中，通过使用边缘的智能摄像机与集中服务器和基于云的分析相结合的方式，从而使得分析工作负载更为分散。

这意味着可以在摄像机上运行一些分析，例如人群监控、计数和对象检测，以节省带宽并释放后端的计算能力。由于有了更先进的低功耗半导体，这种趋势有望进一步发展。更强大的集中分析可用于运行处理器密集型应用程序，如人/车的特征提取和对象搜索。这种方法在中国市场引起了人们的兴趣，在中国，人工智能的部署最为广泛，项目规模也很大，可以从计算和分析的分布中获益最多。

汽车行业机会

人工智能、云和边缘、互联和物联网是汽车制造商和更广泛的汽车供应商生态系统的首要考虑因素。这有几个原因。

- **消费者行为正在迅速演变：**Uber和Lyft等移动即服务提供商的日益普及，对汽车制造商的传统商业模式（销售车辆）构成了颠覆性力量。截至去年年底，Uber在全球每月拥有9100万活跃平台用户（和390万司机），而Lyft在今年早些时候超过了2000万活跃用户（和200万司机）。沃尔沃是开发自己的移动即服务产品以对抗这种颠覆性力量的几家汽车制造商之一。
- **来自互联汽车的数据正在推动新的商业模式：**汽车及其司机产生的数据正在开辟有形的新商业模式。一个例子是基于使用或付费/如何驾驶保险（UBI）。与传统的汽车保险基于年龄、性别、信用评分、免赔年限以及相关的个人和人口因素的保费不同，基于使用的保费则是建立在驾驶员的实际行为基础之上。

UBI是通过在汽车上安装一个蜂窝连接的黑匣子来跟踪驾驶员的行为（如加速、制动、转弯以及行驶距离、时间和路线）来启用的。各种保险公司也在开发和应用算法，以识别由于设备使用和其他行为形式导致的分心驾驶。对于消费者来说，UBI可以降低保费。保险公司的潜在利益可以是更快、成本更低的索赔管理，减少欺诈性索赔，扩大与用户积极接触的范围（例如驾驶技巧和激励措施）。

- **我们正在通往自动驾驶的道路上：**未来的愿景是，完全自主的车辆最终能够安全地从A行驶到B。这意味着，汽车不会迷路或越过路缘行驶到人行道上；在红绿灯处停车；在变道或转弯时指示；为了避免与路上的其他车辆和过路行人发生碰撞而停车，等等。

所有这些都要求汽车能够在不同的条件下检测和识别许多不同类型的物体：白天和晚上，阴天和下雨，晴朗和明亮。这些要求促使整个汽车供应链，从半导体供应商到原始设备制造商，认真投资人工智能和深度学习。他们需要解决的一些挑战是任务的算法开发，例如动作的识别/预测；电动汽车（EVs）的功耗优化，以及不可或缺的安全性。

到今天为止，机器学习已经在一些车辆上执行了一些功能。在信息娱乐人机界面中，大多数语音识别技术都依赖于云中运行的神经网络算法。新的高端品牌还推出了一种混合方法，在基于云的支持之上，嵌入式硬件能够在没有无线连接的情况下执行语音识别。

在高级驾驶辅助系统（ADAS）中，深度学习应用于基于摄像机的机器视觉系统和基于雷达的检测单元、驾驶员昏睡和传感器融合电子控制单元（ECU）等领域。通过精密的雷达系统和多个摄像头，汽车学会了如何自动停车、探测行人或其他物体、感知危险情况以避免碰撞。

在驾驶员昏睡时，深度学习可以检测到不规则的面部或眼部运动，以及不规则的驾驶员行为和生物模式所造成的认知分心。这里，算法分析关于汽车的时间序列数据（例如转向）和关于驾驶员的数据（例如心率），以检测偏离适当或预期模式的驾驶行为。然后，车辆以警报的形式发出警告，或者车辆的人工智能直接干预并控制车辆，例如，将车辆驶回自己的车道。

工厂行业机会

几十年来，提高产能、提升效率和产量的压力推动了工厂自动化的实施。从理论上讲，人工智能、云和边缘、互联和物联网的综合能力将在产能、效率和产量方面超越以往的改进。

然而，采用这些变革性技术的关键挑战是已安装设备的寿命比较长；引进新技术的方法往往谨慎，并关注关键任务工厂数据和设备保持安全。然而，业界越来越认识到，人工智能和其他技术可以在许多领域和应用中带来切实的好处：维护、测试和模拟、质量控制、自动机器/机器人、客户界面、库存管理、设备检查和过程控制。

工业公司面临的问题不是是否，而是如何将这新技术整合到它们的运营中。一方面，通过改造，可以将有限的新功能引入到现有系统中。另一方面，对绿地设施和利用人工智能、物联网和其他技术的新设备进行更高成本的投资，将提供更丰富的功能和更大的效益。这需要深思熟虑、长期战略和投资回报率规划。但是，考虑到依赖于行业垂直和子域的大量潜在用例，在这两个极端之间将有广泛的实现选项。

从实施的角度来看，边缘计算在工业物联网（IIoT）中继续受到广泛关注。对确保数据安全、满足高性能和实时操作要求的需求正推动着这一兴趣。工厂环境中有许多不同的边缘计算潜在主机，从工业PC（IPC）可编程逻辑控制器（PLC）到内部数据中心、路由器和网关。IHS Markit预测，到2022年，制造业将占边缘数据中心支出的5%以上。

关于5G挑战的说明

现在已经是5G世界了。5G商用正遍布地球。设备的生态系统正在快速增长。韩国运营商在3.5GHz和28GHz频段部署了5G，自2019年4月推出商业服务以来，已经吸引了超过300万5G用户。尽管有些客户对服务质量感到不安，特别是当用户从LTE切换到5G（向上切换）时，初始延迟恶化。目前领先的5G运营商报告称，他们已经提前与4K视频流、云游戏和XR（如360度观看体育赛事）进行了客户接触。

与本报告中的所有技术（人工智能、云和边缘、互联和物联网）一样，5G也在快速演变。像这些技术中的大多数一样，5G处于发展的早期阶段。需要在提高覆盖率、添加新功能（如网络切片）以及围绕非常低的延迟和非常高的可用性实现具有挑战性的技术目标方面取得重大进展。3GPP路线图对Release. 16和Release. 17版内尤其是C-V2X（车对车/基础设施/行人/网络）的预期提供了一些清晰的说明，这是迈向自主未来的基石之一。

技术成熟度并不是技术采用和最终成功的唯一决定因素，而是众多因素之一。5G是一个有趣的案例，因为它从一开始就被认为是对许多垂直行业的潜在变革性发展，其中一些行业几乎没有采用蜂窝网络的传统。IHS Markit认为，这些主要的非技术因素将影响5G在行业垂直领域的采用率：

- **传统的手机应用。**蜂窝技术在汽车（车辆）领域的应用历来很强，但在智能家居和工业自动化领域的应用却很弱。在后一个领域，机器互联由私有有线技术主导。由于需要满足严格的性能要求，而且人们认为公共移动网络互联可能会增加敏感数据暴露在工厂围墙之外的风险，因此阻碍了蜂窝网络的采用。然而，最近一段时间，人们对某些应用的私有蜂窝技术越来越感兴趣。
- **监管和合规。**农业、能源、物流和运输部门的公司对使用无人机执行各种任务表现出了特别的兴趣。但是，对超视距（BVLOS）航班的限制，至今一直束缚了用例和广域网互联的要求。
- **设备更换率：**在许多工业用例（工业自动化、计量和远程资产监测）中，设备的寿命很长。其中一些设备与替代技术相连接，例如无许可证的低功耗广域网（LPWAN）技术LoRaWAN。在某些情况下，未连接的资产将有改造的机会。
- **用例、投资回报率和商业模式：**建立可行的用例、展示投资回报率和商业模式的契合性可能是5G在寻求渗透新的产业机会时面临的主要挑战。由于涉及多个供应商的不同硬件和软件的集成、部署设备和进行长年管理、并将IoT数据摄取到内部企业系统中的复杂性，确定ROI是特别具有挑战性的。概念测试（POC）可能是十分冗长的。

从历史上看，电信运营商已经根据使用情况（语音分钟数、消息数量、数据消耗量）将互联货币化。但基于运营成本的经常性定价与工业领域许多公司以资本支出为中心的预算并不匹配。他们可能愿意转向更灵活的预算方法。然而，他们可能更愿意为获得保证的性能和服务级别付费，而不是传统的基于使用的度量方法。

在结论一节中，我们将讨论人工智能、云和边缘、互联（包括5G）和物联网领域的供应商如何通过业务模式灵活性和广泛的开放式协作来解决这些挑战。

结论：开发智能互融生态系统

智能互融意味着人工智能、云和边缘、互联（包括5G）和物联网的协同努力，为企业和消费者带来价值。这一价值可能是指降低运营成本、获得新收入来源、增强客户体验或更好地遵守监管要求。

供应端由成千上万的供应商和开发人员组成，他们针对其中一种或多种技术开展工作。最终，他们的成功将取决于他们理解需求方当前和未来的痛点和机会（不同的消费者人口统计数据 and 跨多个垂直行业的不同规模企业）并有效执行深思熟虑的战略的能力。

提出适用于许多不同用例的通用建议并不是一件小事，但以下原则具有广泛的相关性：

- **思考解决方案和经验，而不是产品。**从一开始，产品设计就应该根据客户当前和未来的需求来进行。实物产品不是最终的游戏，而是伟大的消费者体验的推动者，是企业 and 行业痛点和机遇的解决方案。没有单一公司能满足客户的需求。因此，跨供应链的协作和与客户的持续接触至关重要。

专注于解决方案和经验，再加上集成智能互融技术的能力，可以从根本上改变人类与物理设备的交互，并为未来几十年新的、更小的外形因素铺平道路。例如，在家里对非言语行为做出反应的人工智能可能意味着照明、取暖和娱乐等多种多样的东西都是自动化的。供应商需要仔细考虑自动化的发展方向——人类可能会赞赏麻烦事得到削减，但不会想把太多的控制权交给机器。

- **解决方案需要随着时间的推移而发展。**这种想法并不新鲜。设备固件、软件和应用程序的更新增加了功能的增量改进，并解决了不断变化的安全威胁。但在未来，用户将期望在设备的使用寿命内对其体验进行更多的改进。所有垂直行业的公司都面临着越来越大的压力，要使他们的产品和流程可持续发展，这意味着在更长的设备寿命内实现卓越的体验。人工智能识别用户如何使用服务和体验质量的能力，将在优化这些服务和交付方式以及创造新的个性化体验方面发挥关键作用。换句话说，人工智能将帮助配置智能互融的其他构成要素：互联、云/边缘和物联网。
- **走开放之路：**苹果应用商店和谷歌Play在应用市场的主导规模在很大程度上取决于促进和利用第三方开发者的才能。在互联领域，最成功的是蓝牙、Wi-Fi和蜂窝等开放式协议，而不是专有技术。专有技术往往会抑制互操作性，并限制供应商从公司外部创新中获益的范围。事实上，公司内部的壁垒会限制数据共享、协作和具有战略意义的项目开发。

公司内部以及与合作伙伴之间的开放性和协作，是理解和预测客户痛点和机会的最佳途径。这意味着需要开放式APIs、开发人员支持项目和灵活性。解决方案供应商将需要越来越多地满足客户对云不可知或多云方法的需求，不是限制客户使用他们自己的软件，而是与创新的新参与者合作，为他们的解决方案添加新功能。

- **商业模式需要适应和灵活：**传统的服务提供商，如电信运营商和原始设备制造商，在他们的产品之上开发基于服务的解决方案。他们需要定制其商业模式，以支持客户的流程或结果。举两个工业领域的例子。首先，一家工业公司需要非常高的带宽和可用性以及非常低的延迟，来监视和控制一台机器，这家公司将主要担心互联是否可靠和有弹性。

因此，一个反映这些结果的定价模型，而不是简单的数据量，会更合适。其次，另一家监控远程设备的工业公司希望在设备出现故障时收到警报。通信频率和数据传输量适中。对于工业公司来说，连接设备、交流和分析数据的价值在于知道何时派遣技术人员以防止意外和昂贵的停机时间。

5G的愿景是看到许多新的不同类型的设备和体验，如多人云游戏和AR/VR，直接由移动技术实现。过去，先进的游戏体验依赖于高成本的专用设备。5G的低延迟、高带宽特性将使智能手机上的多人云游戏更具规模。这些技术方面也将允许比通过Wi-Fi连接的耳机实现更多的沉浸式虚拟现实体验。

设备制造商及其内容和电信运营商合作伙伴将需要创造性地思考如何将硬件、互联和体验货币化。例如，电信运营商有机会捆绑第三方内容，将从其客户群中为流式娱乐活动创造受众货币化，并为需要专用带宽的活动提供网络即服务（NAA）。人工智能将是许多这些举措的基础：从识别流事件的受众，到确定所需的网络性能水平。内容提供商将与电信运营商探讨零评级交易等选项，至少在促销期内如此。设备制造商将探索将互联价格预先捆绑到硬件成本中的潜力。

联络人

Tom Morrod

研究分析执行总监

Tom.morrod@ihsmarkit.com

Julian Watson

首席研究分析师

Julian.watson@ihsmarkit.com

Wang Shen

高级顾问

Shen.wang@ihsmarkit.com

免责声明

本报告中包含的信息是机密的。未经IHS Markit Ltd. 或其任何关联公司（以下简“IHS Markit”）的事先书面许可，严禁在任何媒体上以任何方式全部或部分地未经授权使用，披露，复制或传播任何形式。IHS Markit 拥有本报告中包含的所有IHS Markit徽标和商号，这些徽标和商号均已获得许可。本报告（包括其他媒体）中的观点，陈述，估计和预测仅是撰写本人时个人作者的观点，并不一定反映IHS Markit的观点。如果任何内容，意见，陈述，估计或预测（统称为“信息”）发生变化或随后变得不准确，IHS Markit和作者均无义务更新本报告。IHS Markit 对本报告中任何信息的准确性，完整性或及时性不做任何明示或暗示的保证，并且对任何接收者的任何不准确性或遗漏概不负责。在不限制上述规定的前提下，IHS Markit 对于任何接收者由于以下原因而遭受的任何损失或损害，无论是合同，侵权（包括过失），担保，法规或其他方面，均不对任何接收者承担任何责任。或与其或任何第三方提供的任何信息或确定的任何行动方案有关，无论是否基于提供的任何信息。IHS Markit 包含指向外部网站的链接不理解为对该网站或网站所有者（或其产品/服务）的认可。IHS Markit 对外部网站的内容或输出概不负责。版权©2019, IHSMarkit®。 IHS Markit保留所有权利和所有知识产权。