

ThoughtWorks®

科技棱镜

聚焦技术引领的商业变革

2021年1月

聚焦技术引领的商业变革

技术的快速发展令人目眩，对商业的影响深远而难测。ThoughtWorks 科技棱镜未来技术趋势分析报告应运而生。

作为一家软件和数字化转型咨询公司，ThoughtWorks 必须领先于技术发展趋势，这样才能帮助我们的客户为企业建立战略优势。我们的咨询顾问和客户遍布全球，形成一个庞大的网络，确保我们能对未来技术趋势的发展进程和潜在影响建立广泛视野。我们将在本报告中分享对技术趋势的洞察，这些见解来自于为期五年的对大量客户的调查研究，让外界能一窥为何我们能够通过前沿技术帮助企业实现转型。

科技棱镜未来技术趋势分析报告涵盖 120 多个独立技术趋势；为了帮助您深入理解这些趋势，我们分六个“视角”来进行分析。这些视角将帮助您重点了解各个发展趋势对贵企业意味着什么，以及您需要如何做好准备。这些视角可以单独使用，也可以相互结合以形成更多的视角，开辟全新的调查途径和思路。

本报告重点介绍了通过不同视角能够发现的各种机会，以及可用于衡量新趋势发展速度的预兆信号。我们将从以下两个维度分析这 120 个趋势：时间范围，以及我们建议的应对策略——即采纳、分析或预测。我们希望，本报告能帮助您识别在当下和未来影响贵企业的最重要趋势。

视角一： 增强人类	03
视角二： 加速迈向可持续发展	07
视角三： 不断演进的交互体验	11
视角四： 计算结构的变革	15
视角五： 竞合促使平台走向生态系统	19
视角六： 技术作恶的影响扩大	23
术语表	27



视角一 增强人类

强大的基于数据的新工具正在彻底改变企业制定决策和配置人才的方式，并取得了广泛的积极成果。但这些技术也带来了道德和组织方面的挑战，负责任的企业需要谨记这些挑战。

科技棱镜未来技术趋势分析

机器学习（ML）和人工智能（AI）在各行各业获得了越来越广泛的应用，它们可以自动地执行数据处理任务，让人们有更多的时间充分利用自身的经验、创造力和直觉，因此机器学习和人工智能系统并不是在取代人类，而是在增强人类的才能。这些系统主要通过以下两种方式提高生产力：一是提供预测来辅助人类做出决策，二是实现决策的完全自动化。

越来越多的机器自主决策技术的应用可能会对我们的生活产生重大影响，并需要从伦理角度加以考量。这推动了针对可解释的人工智能（XAI）和更强的人工智能治理流程的研究，也引发了业界的关注。

相关预兆信号包括：

- 对人工智能研究和应用的投资迅速增长。**彭博社估计**，在美国 2019 财年，民间在人工智能的支出增长了 22%，而政府支出增长了近 70%
- 就业市场出现了对机器学习、人工智能和数据专家的巨大需求。根据**领英**的数据，人工智能专家是 2020 年增长最快的工作类别
- 机器学习/人工智能初创企业、专业产品和并购数量增长。截至本报告编写之时，**Angle.co** 在“机器学习初创企业”类别中，共列出了 5,711 家公司和 2,790 名投资者
- 现有工作和角色正在发生变化。机械式任务正在逐步自动化，人类工作者获得机器辅助，得以从机械式任务中解放出来，自由地利用自己的经验和直觉来创造价值。例如，**亚马逊宣布** 到 2025 年，将投入 7 亿美元帮助美国约 10 万名工作者从事更高技能的工作

机会

人工智能工具和机器学习工具的快速发展主要将使企业在两个方面受益。对于员工而言，普通的重复性任务将实现自动化，这会促进其提高生产力，从而提高效益和产出。员工将能够更加自由地专注于那些需要人类的创造力和聪明才智的高价值活动上，例如开发新产品或进行服务创新。这将对员工士气和整体企业业绩产生积极的影响。

应用人工智能和机器学习可以减少不一致性和人为错误的概率，并缩短交付产品或服务的周转时间，从而显著提高客户满意度，最终提升客户留存率。企业还可以利用基于数据的解决方案深入了解和准确预测客户需求；不过，在此过程中，企业需要谨慎行事，确保尊重客户隐私，符合安全要求。



我们所看到的当前形势

我们发现，人工智能和机器学习对方方面面都产生了巨大的影响，包括从市场营销和客户服务，到员工敬业度和招聘等。其中一个最有前途的应用是改进制造业中的预测性维护。通过从联网设备收集数据并进行分析，人工智能和机器学习系统可以帮助企业提前发现装配流水线或产品可能出现的问题，避免可能造成重大损失（并且引起客户不满）的缺陷或停机。我们与一家制造商合作，构建了一个启用人工智能的应用程序，它可以预测其售出的重型设备何时可能需要维修或维护，并提醒客户对接团队进行跟进。这个解决方案为主动预期性售后服务创造了条件，提高了客户满意度，同时还可以带来新的销售机会。

值得关注的趋势



采纳

当下存在的技术，正在业界得到充分利用。

机器学习下的持续交付 (CD4ML)

CD4ML 是一种软件工程方法，跨职能团队通过这种方法，基于代码、数据和模型，以小的增量构建机器学习应用程序，这些应用程序可以在短适应周期内，随时复现和发布。CD4ML 使企业能够安全可靠地构建治理、发布和更新机器学习模型所需的功能和流程，同时仍然能够响应机器学习环境中的变化和演进。

分析

受到关注的技术，但依赖不同行业和应用场景。

可解释的人工智能 (XAI)

XAI 指的是一套工具和方法，用来帮助人们理解机器学习模型得出相应结论的原理。这些工具通常适用于推理过程不透明的模型。随着机器学习模型应用于直接影响个人健康、权利和经济福祉的领域，如医疗保健、刑事审判和信贷决策，XAI 的作用变得日益重要。随着人们愈加深入理解人工智能对隐私和法规（如欧盟的《通用数据保护条例》[GDPR]）的影响，XAI 将可能会发挥更大的作用。

预测

成熟度欠缺的技术，可能在未来几年产生重大影响。

脑机接口 (BCI)

利用 BCI 接口，用户仅仅通过大脑活动（通过脑电图 [EEG] 进行测量）即可与计算机进行交互。应用机器学习技术解析脑电波为 BCI 创造了新的使用场景，可以帮助人们在瞬间做出决定，极大地降低了这一领域的技术成本。

对采纳者的建议



建立对数据的信任。

采纳者应该为团队创建基于可用数据的人工智能模型。这就意味着数据必须是充分透明、准确和可靠的，这样团队才会通常相信任何由它作出的决定都是合理和明智的。



了解并沟通机器决策在哪些方面存在偏见和伦理问题。

创建一个框架来跟踪记录您将要做出的敏感决策，描述您期望这些决策如何影响各个利益相关者，并说明您将如何发现潜在的意外后果。确保这些决策能够得到充分的解释，并可追溯到“源头”。



为当前的流程创建量化的基线度量。

使用价值流分析等方法，对当前流程进行定量基准测量，以识别具有重大自动化机会的领域，这些是人工智能和机器学习产生最大潜在收益的地方。定期查看并更新这些信息，以衡量人工智能 / 机器学习运行的效果，并确保自动化始终是有针对性的，而不是所有问题的默认方案。



理解员工对“机器人将取代我们”的担忧。

理解员工对“机器人将取代我们”的担忧，支持他们学习协同算法来开展工作，明确传达最终目的是让员工有更多精力从事更有意义的工作。为员工制定明确的过渡和职业发展计划，使他们不断成长，能够胜任由重复性任务自动化所带来的新岗位。



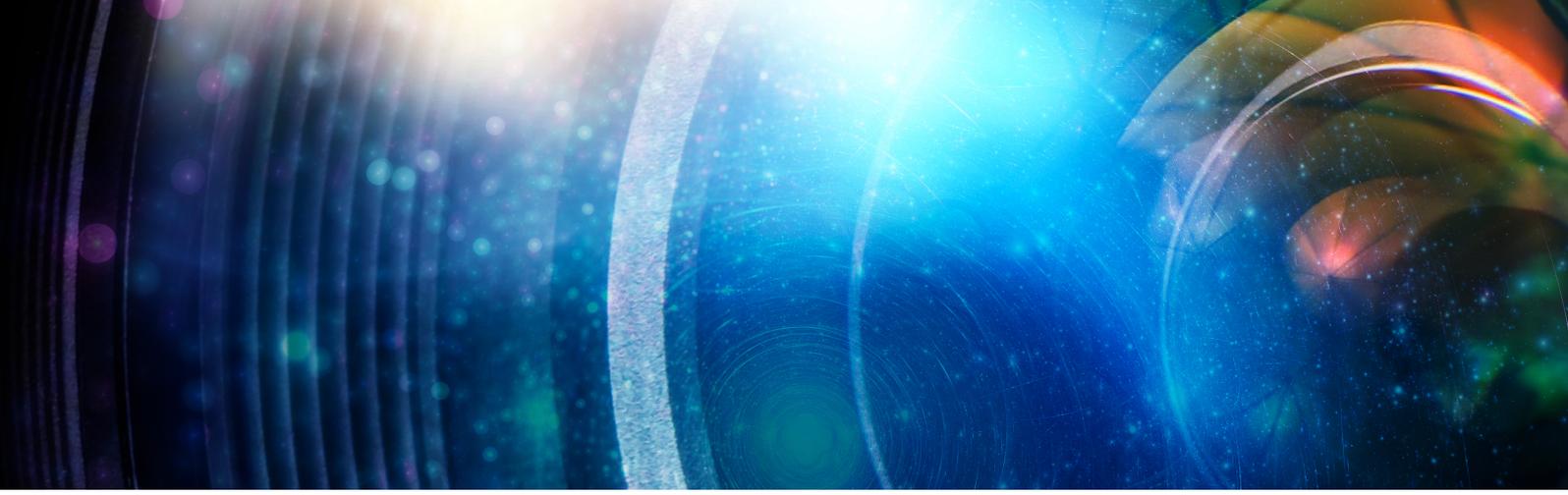
考虑人机协作是否有助于创造更多的客户价值。

考虑人机协作是否有助于提供更多的客户价值，而不是将自动化纯粹视为取代人工和降低成本的一种方式。随着现有员工在单调事务上花费越来越少的时间，他们应该把对业务和客户的理解和洞见，用于有效地提升客户体验。对于一个团队而言，任何人工智能或机器学习解决方案是否适用的评判标准不应是提升内部效率，而应在于增加客户价值。

到 2022 年，企业将...

“...随着人们对人工智能和机器学习技术的信心不断增强，企业不再将这些技术用于孤立的解决方案中，而是会将它们引入更多的核心业务功能。我们还发现，考虑到对员工、客户和整个社会的影响，企业在应用数据的方式上更加谨慎和有选择性，并且会采取措施确保这些系统更加透明。”

Danilo Sato, 总监技术顾问



视角二

加速迈向可持续发展

随着消费者、政府和投资者要求企业承担更大的环境责任，企业走绿色环保发展之路已经不再是一种选择，而是势在必行。在将可持续发展纳入更多经营活动和实践的过程中，技术既带来挑战，也带来机遇。

科技棱镜未来技术趋势分析

可持续发展的概念是指使用可再生的自然资源或采取不会导致资源枯竭的方式，减少企业的生态足迹，避免造成全球变暖等不良后果，这个概念正在引起政治、经济和市场领域前所未有的关注。选择可持续发展已成为越来越多消费者的理所当然之举，同时企业也纷纷将可持续发展直接纳入企业战略。

技术是导致气候变化的主要因素之一，许多科技公司正设法采取不同措施解决这一问题，如建设节能数据中心、采用可再生能源，开发在创建和持续运营过程中耗能较少的应用程序等等。技术还可以帮助我们提高日常生活的可持续性，例如，技术通过支持建设智慧城市，实现交通优化进而减少污染。

人类迈向可持续发展世界的步伐正在加快，这一趋势具有十分广泛的商业意义。

相关预兆信号包括：

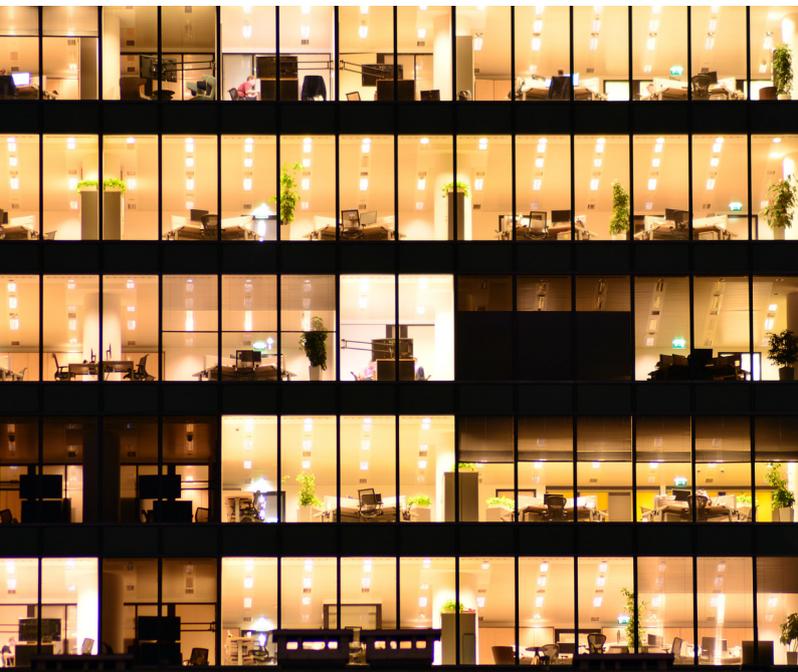
- 将可持续发展纳入政策，例如 **“绿色新政”** 或 **《欧洲绿色协议》**
- **ESG** (环境、社会和治理) 标准在企业中变得日益重要，投资资金从污染环境或对可持续发展持消极态度的企业转向流入遵守“道德”的企业

- 技术供应商强调自身的“绿色环保”或其他可持续发展特征
- 企业采用碳中和或类似的措施减少对环境的影响。例如，在赢得西雅图重建体育馆的冠名权后，亚马逊将其命名为“气候宣言体育馆”，旨在打造世界上第一个净零碳体育馆。微软设定了到 **2030 年实现水正碳负的目标**

机会

消费者希望对世界产生积极影响，在选择品牌或供应商时，他们会越来越多地考虑可持续发展因素。这将要求企业审视其产品和运营的环境成本，并相应地采取更可持续发展的战略和技术。

可持续发展不应视作形式主义或由于合规性要求不得已而为之的事情，而应视作推动实现业务目标的促进因素。可持续发展方面的进步，如能耗的降低，往往会降低成本，对企业赚取利润而言是一个双赢的结果。在环境、社会和治理（ESG）的旗帜下，可持续发展也在投资市场高歌猛进，许多主流投资者和投资组合经理都制定了 ESG 目标或要求。因此，绿色环保证书最终可以提高公司的估值，帮助公司吸引高质量的投资。



我们所看到的当前形势

我们通过**清洁技术、能源和公用事业**实践，与客户一起解决导致浪费和过度消费的效能低下问题。德国第一家数字电力供应商 **Fresh Energy** 就是一个很好的例子，该公司利用我们在平台开发方面的专业知识，搭载了一个多功能、可扩展的生态系统，将智能电表、移动应用程序和机器学习结合起来，让客户可以完全了解并控制自己的用电情况。数据可用性和透明度的提高为 Fresh Energy 及其客户做出更负责任的用电决策奠定了基础。

值得关注的趋势



采纳

当下存在的技术，正在业界得到充分利用。

绿色云

企业可以采取的最佳可持续发展措施之一是实施更环保的数据中心战略。据模型预测，下一个十年，数据中心耗能将**占全球电力供应的 10% 以上**。令人鼓舞的是，越来越多的云和数据中心提供商正在制定和报告可持续发展指标和实践。企业应利用这一点，通过积极衡量和思考碳排放及水耗等标准，为自己的数据中心基础设施建立环境影响基准。通过与云、主机托管、边缘和托管服务提供商创建协作环保计划，实现资源节约目标。

分析

受到关注的技术，但依赖不同行业和应用场景。

绿色软件工程

人们越来越认识到编程语言和实践对能耗和环境有着直接的影响。请尽可能通过选择编程语言和技术栈以及算法，减少软件产生的碳排放量。“**绿色算法**”网站可帮助开发人员以碳的“树月数”（即以月为单位，一棵成年大树吸收特定量的二氧化碳所需要经过的时间）估算其代码的成本。考虑使用更节能的“近似计算”技术，将目标定为实现“足够好”的结果，而不必追求 100% 准确的结果。

预测

成熟度欠缺的技术，可能在未来几年产生重大影响。

采用区块链促进可持续发展

越来越多的行业开始采用区块链，通过增加整个供应链的透明度和可追溯性，提供独特的可持续发展机会。这将使企业能够改善采购和回收实践，让消费者更清楚地看到自己购买的产品对环境的影响，支持人们向更加可持续的生活方式转变。

对采纳者的建议



实施测量、监控和行动，减少对环境的影响。

准确估算企业运营（包括技术方面）所产生的能耗和碳足迹并定期更新这类信息，这样可以明确哪些行动可以在控制资源消耗和降低成本方面产生“立竿见影”的效果。在现实中，像**绿色云优化**这样的实践就可以提高能源利用率、能源效率，进而提高企业利润。



考虑整个科技供应链的可持续性。

由于大多数企业比以往任何时候都更加依赖庞大的外部供应商网络，以提供数据中心、云和其他技术解决方案，因此，企业务必密切关注供应商，确保和他们一起履行对可持续发展的承诺。许多领先的科技公司都把可持续发展作为重中之重，而科技领域竞争激烈，因此没有理由选择有环境问题的供应商。



作为引领者，以身作则，为改变世界树立榜样。

确保可持续发展目标切实可行，不是华而不实或遥不可及，而是已成为您当前构建产品和向客户提供服务的首要考虑因素。在企业中加强宣传可持续发展理念，从而使从开发人员到客户服务人员都能理解坚持可持续发展是一个关键的战略。



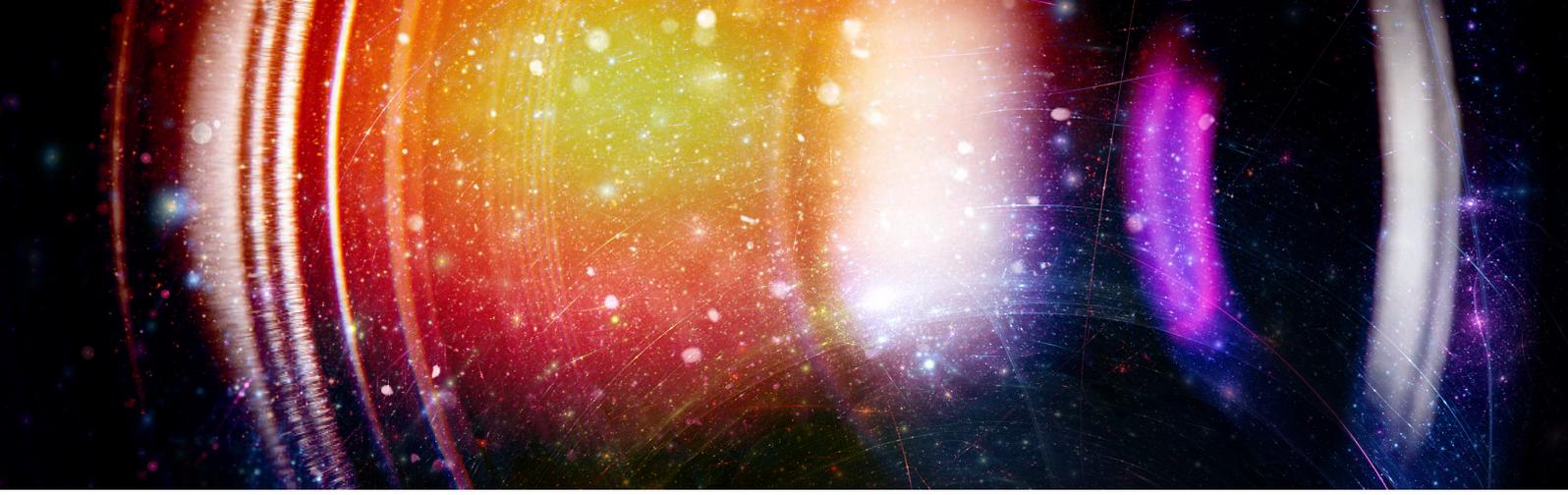
向客户阐明您的具体措施。

向客户阐明，您将采取哪些具体措施来加快本企业的可持续发展。这是展示企业价值观和促进与客户群对话的一个重要步骤。更重要的是，**事实证明**，使用描述性规范对购买决策有着积极的影响。

到 2022 年，企业将...

“...把可持续发展作为企业战略的核心，这不仅体现在他们的言论之中，还体现在他们如何创造产品和服务，以及如何与供应商和客户互动。随着应对气候变化的紧迫性日益增强，明确一致的可持续发展承诺将成为衡量企业业绩的主要指标；一个不能为了盈利或短期回报而牺牲的指标。”

George Earle, 全球高级总监



视角三

不断演进的交互体验

如今消费者不仅仅满足于可用性和便利性，他们还期望拥有无缝的交互体验与更丰富的交互方式。企业可以通过结合语音、触摸和视觉，对界面的交互方式进行持续演进，从而实现用户所期待的交互体验。

科技棱镜未来技术趋势分析

语音和触摸界面，以及虚拟现实和增强现实正在以惊人的速度持续发展。我们也因此有了更高的期望——手机上的语音识别和人工智能响应不再让我们惊奇；相反，当技术出现故障或发生意外情况时，我们会感到恼火。

消费者期望能够以适合其当前情境的各种方式与技术进行交互，并且合理地不同交互方式之间进行切换。

相关预兆信号包括：

- 语音技术被越来越广泛地应用于多个领域：购物、订餐和旅游预订
- VR 和 AR 的使用已经超出警务或军事训练等安全至上的专业领域
- 谷歌、亚马逊和微软等大型平台服务提供商创造的新服务中包含了不同的交互技术
- 苹果公司计划发布增强现实设备“苹果眼镜”（Apple Glass），此产品早已引起广泛传言

机会

消费者想要的是低摩擦的交互体验，并通常会因此选择相应的服务和产品。企业需要做好准备，否则可能会被先发制人的竞争者抢占先机。

持续演进的交互体验可以直接促进利润增长。根据 **IBM** 的数据，企业每年在 2650 亿次客服电话上花费 1.3 万亿美元，但聊天机器人可以缩短响应时间并回答多达 80% 的常规问题，从而使客服人员可以专注于更高价值的客户服务。

消费者渴望使用语音界面，并且会根据与现有语音助手配合使用的其他智能家居设备（如恒温器）做出购买决定。根据 **Invesp** 的数据，到 2022 年，语音购物预计将达到 400 亿美元。另外，**Juniper Research** 预计，到 2024 年，消费者将在超过 84 亿部设备上与语音助手进行交互。



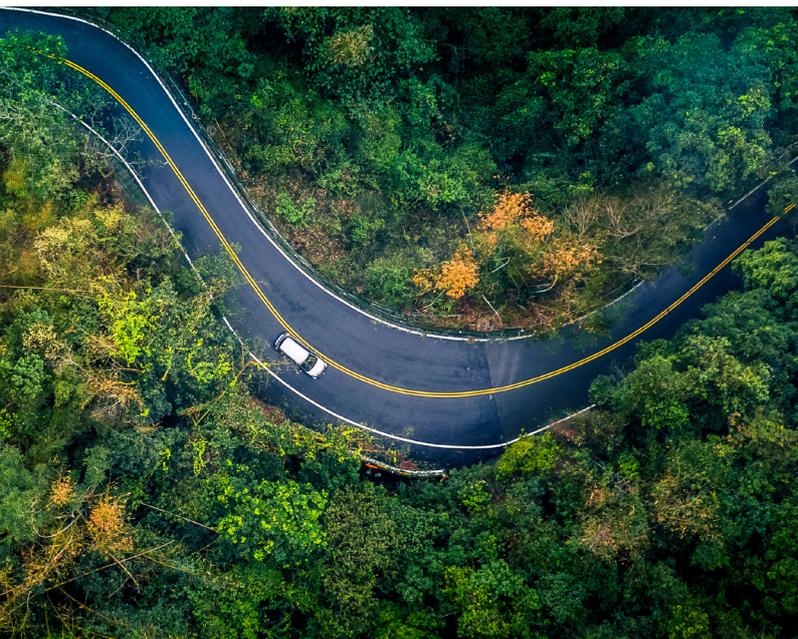
可与消费者交互的语音助手设备数量 (资料来源: Juniper Research)

2020

42 亿

2024

84 亿



我们所看到的当前形势

我们曾帮助某汽车制造商通过视线跟踪技术，为其车载娱乐系统开发了一种新的手势界面。我们团队通过获取定量测量数据并对非传统手势的交互方式进行实验，从而帮助驾驶员在驾驶过程中保持对路面的注意力。例如，结果表明最好的“音量调节”手势并不是转动假想的音量旋钮。虽然该解决方案还没有部署到整车上，但这是一个很好的例子，它证明了两种交互技术协同工作将产生强有力且可度量的成效。

值得关注的趋势



采纳

当下存在的技术,正在业界得到充分利用。

智能代理、智能助理和智能机器人

智能助手和聊天机器人背后的技术正在迅速发展。它在提高客户满意度与便利性,节约成本和促进产品开发上具有明显潜力,因此企业应该认真审视这种趋势,投资进行能力建设,并着手使用这种技术。根据企业所处的市场,企业应做好准备比预期更多的花费在内容和对话设计上。重要的是,要把聊天机器人视为另一个用户体验渠道,而不是一项技术功能。

分析

受到关注的技术,但依赖不同行业和应用场景。

可穿戴设备

像智能手表这样的可穿戴设备人们已经司空见惯,但这项技术在特征集和交互体验方面正在迅速扩展。例如,2020年末发布的新款苹果手表 Apple Watch 具备测量血氧水平的技术,这是对新冠疫情危机的明确回应。据悉,苹果公司已进入增强现实眼镜开发的后期阶段。虽然我们还不清楚可穿戴设备从人们“想要拥有的物品”发展成为“必需品”还有多久,但健身和医疗监控领域很可能会推动这一进程。

预测

成熟度欠缺的技术,可能在未来几年产生重大影响。

手势识别

让机器理解和解释人类的手势,如挥手或上下移动的手势,是业界正在进行的一个大有前途的研究领域,虽然其技术成熟程度还参差不齐。Leap Motion 公司和 Kinect 公司在充分利用手、手指和身体跟踪技术方面取得了相当显著的进展,但是在仅使用相机进行手和手指动作的精细跟踪方面(例如 Oculus Quest 设备中就采用了此技术)仍有待发展。未来,我们或许可以通过借由机器来实现“自然”的手势识别,这些机器可以识别二指捏合和手指轻点等手势,也可以识别双手手势,比如调整大小、拖拽、放下或缩放。

对采纳者的建议



挖掘利用这些技术的机会。

许多公司正从实验阶段过渡到开发阶段，并且正在吸引来自 Facebook 和微软等大型科技公司的巨额投资。



投资能成功使用新型交互界面所需的技能。

许多企业正在考虑从游戏等行业招聘已经从事多年 XR 等领域工作的人才。但是，对现有开发团队进行新技术培训可能效果更好，因为这些团队人员更加熟悉已有的业务、产品和客户。



记住，消费者的期望是非常高的。

如果您要提供使用语音、手势或 XR 的界面，请确保该界面运行流畅且提供引人入胜的体验。



您需要理解这些技术会改变用户旅程和设计流程。

例如，在进行 XR 设计时，必须牢记空间三维环境，其影响深远。这不仅仅是复制现实，在这类环境中蕴藏着进行创新交互设计的巨大机会。



当心被供应商锁定。

当使用这些界面进行开发时，您通常不得不选择一个供应商（谷歌、苹果、亚马逊、微软、Oculus 或其他公司），以便利用他们的平台所带来的加速优势。但激烈的竞争也助长了供应商迟迟不支持“竞争对手”供应商的生态系统。

到 2022 年，企业将...

“...发现更广泛地采用 VR/AR 技术将更大幅提升利润。随着头戴式设备成本下降，XR 的成本效益显著提升，从制造、医疗到通信等各行各业都纷纷开始将 XR 用于方方面面，从培训医生、治疗患者，再到缩短完成任务的时间。您应该探索如何在您的生态系统中善加利用这项技术。”

Margaret Plumley, 产品经理兼研究员



视角四

计算结构的变革

计算的边界正在扩大，这就为企业带来了无限的可能性。新兴的计算环境不仅为挖掘前所未有的数据分析和处理能力提供了机会，而且也为构建计算架构以更好地满足业务需求打开了机遇之门。

科技棱镜未来技术趋势分析

为了适应互联网及其所有用户的未来需求，计算领域正在发生变化。现在，数据处理不再仅仅集中在云服务中，而且还会发生在网络边缘、设备之中、跨多个云和托管服务。随着量子 and 生物计算的兴起，甚至有望实现基于 DNA 的存储，未来计算领域的发展可能会更加激动人心。

在过去，只有大企业才需要大规模的数据处理。自智能手机出现和物联网设备普及以来，这些设备产生的数据海量增加。数据分析不再是企业数据仓库的专属领域；在由人、设备、汽车、工厂和城市组成的互互联网中，数据可以存在于任何地方。数据越多，对计算能力的要求也就越高。

除了数据和计算位置的变化，计算机体系结构也在不断演进。对移动性的推进大大推动了高效能芯片的开发，甚至包括同时配备“大/小”计算内核的芯片设计，这些计算内核能根据负载进行优化，以实现高性能和高效能。

相关预兆信号包括：

- 有计算能力的设备的激增，如可穿戴设备、自动驾驶汽车/智能汽车或智能家居
- 专门用于神经网络机器学习的专用集成电路（ASIC）得到广泛应用，如 Google 的 **TPU（张量处理单元）**

- 移动设备的处理器进步显著，例如苹果的 M1 等低功耗芯片
- 本地混合云产品（例如亚马逊的 Amazon Outposts）激增，提供具有一致云 API 的低延迟解决方案
- 量子计算机实际应用进入开发阶段。如密码学、医学研究、在金融和供应链管理中发现的复杂优化问题等

机会

企业可以通过做出明智的计算选择，来优化 IT 成本，并且为消费者提供更快响应服务。在企业环境中，并非所有部署方案都能达到相同效果。

尽管云计算容易实现高可用，但数据的实际位置和处理方式依然重要。创新的网络技术无法克服基础的物理问题；与部署在本地甚至部署在家庭或工作场所的数据中心相比，部署在地球另一边的数据中心延迟总是会更高。

这意味着，根据您选择在何处放置数据、如何移动数据以及如何使用数据进行计算，成本和客户体验将会千差万别。选择最合适的硬件（包括芯片类型、大小和内存）将直接影响所需的实例或虚拟机的数量。一些应用领域（医疗保健、金融服务、电信和工业物联网）要求延迟更低，集中式平台无法满足这种要求，因此就需要配置更多的本地计算资源。

无论采用何种资源架构，务必牢记，最终客户将会认为这些都是您的责任。消费者希望他们的联网设备能正常工作，如果由于云提供商宕机，他们无法敲响门铃或是解锁联网汽车，他们会责怪门铃供应商或汽车供应商，而不会归咎于提供底层计算的公司。



我们所看到的当前形势

工业机械往往拥有很长的使用寿命，而老式设备很少能及时提供其状态和运行状况信息。由于缺少这些实时信息，操作员就无法快速应对工况变化。我们的一个客户就希望改变这种现状。为此，我们为该客户打造了一个物联网和公共云平台，用以实现智能数据收集和分析，从而让他们的客户能够实时洞悉其机械运行状况。利用这个解决方案，我们得以将机械的使用寿命延长了 70% 并且将以往那种情况导致的停产时间削减了一半。

值得关注的趋势



采纳

当下存在的技术，正在业界得到充分利用。

边缘计算

自动驾驶汽车、医疗监控、智能家居和智慧城市以及增强现实都依赖于基于云的强大计算和数据存储，但需要低延迟才能保持安全高效。边缘计算使数据存储和处理更接近设备位置，而不是依赖可能部署在数千公里外的数据中心。对于更多样化和更复杂的部署场景，请进行谨慎规划。仔细考虑与复杂体系结构和远程体系结构相关的管理、监控和测试挑战。

分析

受到关注的技术，但依赖不同行业和应用场景。

数字孪生

数字孪生模型是一种过程、产品或服务的虚拟模型，可同时进行仿真和数据分析。您可以将 3D 可视化与实时数据相结合，从而了解那些您无法看到的设备的情况。例如，通用电气公司的喷气发动机包含大约 24 个物理传感器，但其数字孪生模型可以对几百个虚拟传感器进行计算，从而改进了维护，提高了安全性和效率。如果数字孪生适用于您，您的效率将得到巨大的提高。

预测

成熟度欠缺的技术，可能在未来几年产生重大影响。

神经形态芯片

神经形态芯片由人工神经元和突触组成，可以复制大脑的工作方式，整个处理过程完全在芯片中进行。与其他芯片相比，这种芯片使用的能源要少得多，因为与人脑一样，它们不需要处理器在数据进出内存时处于空闲状态。此外，其并行性利用程度更高，甚至高于 GPU 和其他专用系统。这种计算策略既可以加快处理速度，又能显著节约能源。

对采纳者的建议



评估用于部署软件的所有硬件选项。

评估用于部署软件的所有硬件选项，放开心态使用非显而易见的选项。尽管使用云平台可以轻松调配服务器，但这些服务器的硬件配置可以而且应该根据在其上运行的应用程序进行调整。



投资允许组件独立部署的软件架构模式。

投资允许组件独立部署的软件架构模式，即使您一开始并不会在单独的集群或数据中心进行部署。这意味着采用去中心化的身份验证、授权和数据。这样一来，您就可以根据需要服务移至边缘计算中，以支持系统的发展。



使用分布式计算时，请仔细衡量您的网络成本。

在使用分布式计算时，请仔细衡量您的网络成本，以确定从距离用户更近的位置提供哪些服务会更为有利。在这个衡量过程中，一定要考虑增加的维护成本。



投资改善您的分布式系统构建能力。

大多数企业默认使用集中式或单体式应用程序，有时会缺乏构建现代系统的技能。

到 2022 年，企业将...

“... 认识到计算不再局限于某些机器或地点，也不会受到集中式或老旧模式的约束。由于有了更多选择，在搭建系统和设备时，企业就能直接加强响应能力，并使服务位置更接近客户，从而服务可以被快速分发。”

Dave Elliman, 全球技术主管



视角五

竞合促使平台走向生态系统

企业创建的各类平台越来越只是一个起点。为满足不断增长的客户期望，平台将不得不走向开放并与其它平台合作。这将促使平台朝生态系统转变，平台的产品和服务也随着与其它平台的竞争与合作而持续演进。

科技棱镜未来技术趋势分析

在当今市场中，无论企业是否愿意接受，生态系统都已经成为现实。然而当企业纷纷开始建立自己控制和扩展的平台时，现代商业的复杂竞合现状决定了只有多样化的生态系统才能脱颖而出。现代企业必须意识到，要么加入这个生态系统，要么失去这个市场。越早加入，才越有机会参与到这个生态体系。

一个平台和生态系统的区别关键在于控制。企业可以创建和运行一个平台，从而决定谁能参与其中。然而，对于生态系统，企业只能制定宽松的准入标准，使得其他企业可以自发参与。与生物生态系统类似，技术生态系统也会涉及竞争和“适者生存”。这意味着一个商业生态系统也存在着共生、寄生、捕食等行为，参与者需要不断适应，否则就会灭亡。资源是有限的（通常是经济资源，但有时也有“消费者关注”之类的资源），而争夺这些资源的竞争会促进互动、创新和发展。

相关预兆信号包括：

- 企业拥有多个“平台”，并且在整个平台内部和这些平台之间会进行合作。例如，我们帮助连锁餐厅 Sonic 建立了一个**灵活的数字化平台**，使 Sonic 可以与语音等交互平台集成并试验多种场景，为客户提供更多便利
- 动态准入和移除生态系统的参与方

- 与“平台”和“消费者”之间的关系不同的是，生态系统各个组成部分之间更多的是“对等”关系，这意味着用户账户等信息的归属是去中心化的

机会

消费者会根据您的产品是否适合他们的生态系统做出购买决定。误判您在生态系统中的位置可能会导致业务效果不佳，而知道何时共享或“放手”则可以创造竞争优势。

例如，多年来汽车制造商一直在投资建设专有平台，但这些平台却都由于两个原因而以失败告终。首先，驾驶员不会将自己的汽车视为一个封闭的平台；他们只希望自己的地图和音乐播放列表能正常使用。其次，汽车制造商不具备打造世界一流娱乐或地图体验所需的专业知识和能力，其提供的方案远远不如 Spotify 和谷歌地图。消费其实根本不在乎汽车制造商的专有平台，他们只是希望能够将其最重要的个人生态系统（即手机）扩展到汽车中。

我们从中获得的教训是：企业应专注在各自的核心优势上，同时确保其产品和服务能够与周边的生态系统形成有效的交互，这样才最有可能赢得客户，并在新兴商业环境中取得成功。



我们所看到的当前形势

生态系统的典型例子是在线旅游业，包括旅游聚合网站、航空公司、酒店、旅馆和地面交通服务提供商等玩家。航空公司希望消费者直接在自己的平台上预订所有旅行产品和服务，这样他们可以控制品牌，并提供信用卡等其他产品。但消费者通常更喜欢使用聚合网站，这样他们就可以比较各个航空公司的价格，并计算全程费用等。对此，航空公司采取的措施是，将整个旅行生态系统的更多组成部分纳入到他们提供的服务中。例如，达美航空的移动应用程序现在允许用户直接预订优步或来福车（Lyft）。

虽然聚合商可能会给自己贴上“平台企业”的标签，但我们认为，聚合商实际上促成了一种生态系统，在这种生态系统中，航空公司可以通过参与其中获得大量商业价值。航空公司现在开始认识到，为其他生态系统参与者（尤其是商务旅行管理服务提供商）提供准确的数据是多么重要。举例来说，如果某航空公司的价格未正确载入 ThoughtWorks 公司的员工差旅预订系统，并不会迫使员工直接在该航空公司的网站上订票，反而会导致员工选择其他家航空公司。

对采纳者的建议



将思维拓展到平台之外。

在当今的大多数企业中，关于“平台”发展的必要性早已建立了广泛共识，往往还伴随着可观的投资。但重要的是，在构建平台的同时，更要考虑生态系统对企业所处市场的影响，确保所构建的平台和产品能够在更大范围的生态系统中成为有分量的参与者。



迅速行动，灵活应变。

与生物生态系统类似，对于技术生态系统的参与者而言，最糟糕的情况莫过于停滞不前——他们必须不断竞争和进化。在参与生态系统的过程中要有一定的机会主义意识，并且应认识到其他参与者可能也存在这种意识。参与者们可以在明显对自身有利的情况下进行合作，但只要一方认为自己能够战胜对手或选择更好的合作伙伴，这种合作就会停止。



考虑客户的生态系统。

除了技术角度，还要从市场进入的角度考虑生态系统。请扪心自问：是否有机会更好地与客户的生态系统整合？您是否应该与其他公司合作，以创建或扩展一个互补产品的生态系统？



寻找新的联系。

审视您现有的认知，即您的产品是如何与外界交互的，以及这些交互的范围与边界。从这些交互中寻找，为您的客户提供更多价值的机会，通过使您的产品和服务成为生态系统的一部分而实现增值。

到 2022 年，企业将...

“... 积极努力构建能融入更大生态系统的系统，这将使它们能够接触到过去无法触达的客户。此外企业将能够通过生态系统使用他人创造的技术，而不需要自己从头发明每个轮子，一个不断演进的生态系统将为参与者提供双赢的可能。”

Zhamak Deghani, 总监顾问



视角六

技术作恶的影响扩大

“恶意”技术通常与勒索软件、入侵系统窃取数据或制造计算机病毒等犯罪活动联系在一起，但这并不是全部。由于技术形势的发展，技术作恶的定义也该相应扩展，以包含那些虽然合法甚至被广泛接受，但最终会威胁社会福祉的行为。

科技棱镜未来技术趋势分析

随着技术变得越来越复杂，技术被误用滥用的形式也越来越多。人们在日常活动中越来越依赖科技，相应地，他们也越来越多受到意想不到的、甚至是恶意的后果的影响。再加上高度的自动化使人类“蒙在鼓里”，以机器的速度做出决策，出错的可能性就会迅速增加。

根据我们的定义，“作恶”技术不仅包括恶意软件和黑客工具等犯罪技术，还包括恶意广告和客户定位。一项技术是否属于作恶，可能是一个视角问题。有些人并不认为互联网广告、跟踪 Cookie 或社交媒体传播活动具有侵入性，他们很乐意用自己的数据换取他们认为个性化或特殊价值的服务。有些人则在浏览器中安装了广告拦截软件，并完全避开微博、朋友圈等社交应用。对某些人来说，同意跟踪记录或收集个人数据基本上是一种自动选择；而对另一些人来说，则需要经过谨慎思考。

更重要的是，并非所有的作恶行为都是恶意或蓄意的。算法或机器学习系统中的偏差就是一例。这种偏差可能对某些客户群体表现出恶意倾向，但这种偏差并非由于系统在某方面妥协或设计者有意为之。

相关预兆信号包括：

- 技术日益普及，潜在威胁同时也在扩大。海量的联网设备就是一个简单的例子：IDC 预测，活跃的物联网（IoT）设备的数量到 **2025 年将增至 557 亿部**。所有这些设备都会有被利用的潜在安全漏洞。

- 消费者对广告和营销技术的态度和行为正在发生变化，接受广泛使用自身数据的人和更关心隐私的人之间的分歧也越来越大
- 对于社交媒体在政治竞选中的使用和影响，以及社交媒体渠道对政治和其他社会舆论的影响，人们日益感到焦虑
- 人工智能和机器学习的应用日益广泛，产生了一些意想不到的后果，例如算法偏见。对恶意影响的担忧促使人们试图控制人工智能在如“招聘”等流程中的使用
- 围绕数据收集、保留和使用的法规得到加强，如《欧洲通用数据保护条例》（GDPR）、《加州隐私权法》（CPRA）以及其他司法辖区的同类规定

机会

防范黑客蓄意攻击和恶意软件变得越来越重要。随着企业受攻击面日益扩大，企业必须大力投入进行防御，以对抗资金雄厚、组织严密的攻击者。然而，随着发生危险的可能性上升，企业还必须考虑恶意技术的其他方面问题。我们相信，尊重客户的意愿，避免“如影随形”的受众定位（如大数据杀熟），并根除算法系统中的偏见，不仅从本质上来说是正确的事情，而且有利于建立信任和积极的公众认知，并最终有利于企业的健康发展。

根据 **IBM** 的数据，2020 年，全球数据泄露造成的平均损失为 386 万美元。仅 2020 年上半年，欧洲监管机构针对违反 GDPR 的行为**开出的罚单**总计超过 5,000 万欧元。随着消费者对隐私日益重视，稳健的隐私保护措施已成为某些公司的一大优势。**麦肯锡最近的一项调查发现**，如果消费者担心一家公司的安全措施，或者认为其在未经许可的情况下泄露敏感数据，那么这些消费者大多数就不会与该公司开展业务。



我们所看到的当前形势

在与英国政府为期七年的一个合作项目中，我们帮助他们改变了与公民互动以及向公民提供公共服务的方式，从一开始就将信任和安全视为重中之重。该项目将不同的政府网站整合为一个强大而便利的平台，增强了公民体验，并大大缩短了部署周期。重要的是，该平台有一个在线身份认证系统提供支持，从而在公民提交服务申请时，同时满足所有必要的保护要求，并尊重个人的隐私权。最大限度减少产生负面结果的可能性，增强人们对平台的信心，促进了该平台的迅速普及。

值得关注的趋势



采纳

当下存在的技术,正在业界得到充分利用。

安全的软件交付

将交付流水线视为高风险的生产系统,因为它们用于将软件部署到生产环境中。了解动态数据和静态数据的安全隐患。生成审计跟踪记录,了解并集成异常检测解决方案,以帮助检测安全事件。及时了解影响本地区的法规及其对系统的影响。

分析

受到关注的技术,但依赖不同行业和应用场景。

现代化的授权机制

不断增加的网络威胁和不利因素,加上去中心化的微服务架构,已经让传统的授权 (AuthZ) 解决方案不堪重负。随着网络边界信任的逐渐消失,基于网络位置的授权已经失去作用。企业应考虑采用零信任、BeyondCorp、BeyondProd 以及信任向量等方法实现 AuthZ 流程的现代化,并在授权决策中纳入更多因素。

预测

成熟度欠缺的技术,可能在未来几年产生重大影响。

量子计算

量子计算是一个经过验证的概念,但尚未大规模采用,可能需要很长时间才能达到成熟。尽管其潜在应用的全部范围尚不清楚,但它值得密切关注,因为使用 Shor 算法之类的量子算法有可能可以轻松破解对许多系统,甚至整个互联网的加密。

对采纳者的建议



**关注安全，
“人人有责”。**

安全状况是不断变化的，不能只由一个人或一个部门负责；企业所有人员都需要把安全放在首位。同样，您也不能简单地购买一个安全解决方案，安装它，然后就高枕无忧。从概念到生产的整个产品生命周期中都应考虑安全因素。将审计与监控结合起来，这样您就可以主动发现漏洞，并在出现漏洞时迅速做出响应。



**宣传企业对于保护
隐私的积极立场。**

制定并传达清晰的策略（例如，承诺客户数据将永远不会离开设备），以此作为企业的差异化优势。确保员工和客户完全理解这些政策。



**只采集为消费者
提供服务所需的数据。**

只采集为消费者提供服务所需的数据，而不是简单地收集所有可能采集到的数据。收集和存储非关键业务数据只会增加企业的技术和合规性负担，并为黑客或其他行为不轨者创造更大的攻击目标。



**制定一个明确的框架，
概括企业检测和避免系统
中的偏见的相应政策。**

制定一个明确的框架，概括企业检测和避免系统中的偏见的相应政策，并推行合乎道德的技术措施。布鲁金斯学会的“**偏见检测和消除算法：减轻对消费者的危害的最佳实践和政策**”就是一个例子。

到 2022 年，企业将...

“... 在开发和部署面向客户的系统和产品时，应考虑到比隐私泄露和安全漏洞更广泛的负面影响，并且要了解采取有力措施以最大程度减少意想不到的“作恶”结果，可能会成为竞争优势的一个来源。对富有远见的公司来说，安全和道德实践将体现在团队从事的一切工作中，而不仅仅是一套政策。”

Rebecca Parsons 博士, 首席技术官

术语表

(按照英文首字母排序)

A

无障碍 (Accessibility)

信息无障碍技术是指确保产品、服务、应用程序和网站对每个人都适当可用，包括那些可能需要使用屏幕阅读器、较大字体或高对比度模式的人。

自适应自动化安全 (Adaptive, automated security)

随着计算机安全领域攻防双方之间的军备竞赛日益加剧，对于能够动态适应条件变化的复杂工具和技术的的需求也越来越大。

对抗式机器学习 (Adversarial machine learning)

机器学习模型的广泛应用为新型网络攻击提供了可能性。这些攻击可能涉及篡改模型训练数据，暴力识别模型分类不佳的特定输入等等。当与不透明的机器学习模型结合时，这些攻击可能变得特别隐蔽。

情感计算 (Affective/emotional computing)

能够识别、解释、处理、模拟和响应人类情感的系统和设备统称为“情感计算”。

人工智能即服务 (AI as a service)

大型云服务提供商正在其云平台上增加“随时可用”的人工智能解决方案服务。即使云服务提供商已努力简化人工智能即服务功能的使用，您仍然需要全面了解如何将不同的模型应用于不同的问题及相关工程学科，以便善加利用。

人工智能驱动的交互体验 (AI-driven interaction)

聊天机器人、数字助理和对话人工智能技术已经出现，我们看到的趋势是，人们越来越多地依赖这些引擎。

网络安全中的人工智能 (AI in cybersecurity)

网络安全领域的攻防双方都在越来越多地部署人工智能技术，防御者用之动态地应对威胁，而攻击者则用之刺探系统中的漏洞。

人工智能市场 (AI marketplaces)

亚马逊的 AWS Marketplace、谷歌的 TensorFlow Hub 和微软的 Azure Marketplace 等人工智能解决方案市场

使规模较小的开发人员和公司也能向庞大的全球市场出售其模型，从而使消费者能快速利用这些模型来创造价值。

人工智能辅助软件开发 (AI-assisted software development)

人工智能越来越多地应用于软件开发的各个领域，例如 IDE 中的代码补全、人工智能创建的自动化测试，人工智能技术甚至可以检测软件错误。

可替代货币 (Alternative currencies)

普通货币以外的货币，例如加密货币或基于信誉的货币。越来越多的商家也开始使用基于特定奖励的货币，如星巴克的星星或亚马逊的 Amazon Coins。

环境计算 (Ambient computing)

环境计算是硬件、软件、用户界面和人机交互的集合，它让计算机或设备在“后台”使用，而不是显式使用。

劳动力自动化 (Automated workforce)

自动化一直是工业的一个趋势，而新冠疫情危机加速了一些行业向劳动力自动化的方向发展。自动化并不意味着要完全取代人类。例如，人机“团队合作”可能比单独使用人工和单独使用机器的结果更好。

AutoML (AutoML)

AutoML 是一种通过自动化地选择和训练针对特定任务的机器学习模型来使数据科学家和机器学习工程师的工作部分实现自动化的方法。

自治公司 (Autonomous corporations)

去中心化自治组织 (DAO)，也称为去中心化自治公司 (DAC)，是由编码为计算机程序的规则定义的组织，这种程序是透明的，由组织成员进行治理，不受中央治理机构监管。DAO 的金融交易记录和程序规则存储在区块链上。

自主无人机/无人机即平台 (Autonomous drones/drone as a platform)

这种解决方案旨在管理无人机舰队，为这些设备的控制和自主导航提供服务。无人机可以用于不同的环境，包括农业、运输、库存、检查等。

自动驾驶汽车 (Autonomous vehicles)

无人驾驶汽车、卡车和公共交通正在开发阶段，可能很快就会实现，至少在有限的部署场景中可能会很快得到应用。虽然无人驾驶汽车可能是人们关注的焦点，但自动驾驶汽车在特殊行业和商业应用方面也有很大的潜力。

B

脑机接口 (BCI—Brain-computer interfaces)

利用脑机接口，用户仅仅通过大脑活动（通常通过脑电图 [EEG] 进行测量）即可与计算机进行交互。应用机器学习技术解析脑电波为脑机接口创造了新的使用场景，可以帮助人们在瞬间做出决定，并极大地降低了这一领域的技术成本。

抵制大型套装软件 (Big suite backlash)

供应商通过提供大套打包软件，掌握用户的所有数据，从而掌握解决方案的关键。人们越来越担心，尽管供应商目前采用“竞价最低”的定价，但未来却可能会遭到供应商“勒索”。

生物特征识别 (Biometrics)

使用人体特征进行授权或访问，例如指纹识别、面部识别或虹膜扫描。

采用区块链促进可持续发展 (Blockchain for sustainability)

区块链正在带来独特的可持续发展机会，它通过帮助人们采用更可持续的生活方式和帮助企业改进采购和回收实践，促进消费者和生产者之间的透明合作。

区块链技术 (Blockchain technologies)

区块链是一个微妙的术语。有时，它只是指技术，其能提供某种机制以可信的方式记录数字交易和事实。区块链也可以是一种架构模式。根据所在行业，密切关注区块链技术的发展以及新兴的应用可能很关键。

业务 API 即产品 (Business API as product)

这种理念不是将 API 作为一种技术功能，而是将其视为一种拥有客户、能创造价值、并能得到长期产品团队支持的产品。

C

碳中和 (Carbon neutral)

国家、企业、产品、活动或个人在一定时间内直接或间接产生的二氧化碳或温室气体排放总量，通过植树造林、节能减排等形式，以抵消自身产生的二氧化碳

或温室气体排放量，实现正负抵消，达到相对“零排放”。

机器学习的因果推理 (Causal inference for ML)

因果推理研究方法被用来推导输入数据和结果之间的因果关系。如果机器学习模型能够学习因果关系，就更能推而广之，使用为数不多的训练数据即可获得良好结果。

CD4ML (CD4ML)

机器学习下的持续交付 (CD4ML) 是一种软件工程方法，跨职能团队利用这种方法，基于代码、数据和模型，以小而安全的增量生成机器学习应用程序，这些应用程序可以在不长的适应周期内随时复制、再训练并可靠地发布。

循环经济 (Circular economy)

根据艾伦·麦克阿瑟基金会的定义：循环经济是一种系统性的经济发展方式，旨在使企业、社会和环境受益。与“取用-制造-浪费”线性模式相反，循环经济通过设计实现再生，旨在逐渐将增长与有限资源的消耗脱钩。

云的可移植性 (Cloud portability)

轻松将应用程序从一个云迁移至另一个云的能力，在某些情况下还能够同时利用多个云。

软件道德规范 (Code of ethics for software)

鉴于人工智能和数据在软件中的使用越来越多，还有成瘾技术、隐私和用户跟踪可能产生的负面影响，软件开发者也该为他们所创建的软件制定一套道德准则并予以遵守。

协作生态系统 (Collaboration ecosystems)

2020 年，全球各地工作者纷纷转向远程工作方式，导致人们更加关注加强协作的必要性。开发团队将日益需要能启用远程环境、与同事共享工作空间，并能远程配合解决难题。

计算语言学 (Computational linguistics)

过去几年，自然语言处理与深度学习的结合取得了巨大的突破，包括新的无监督训练方法，如空间变换网络 (Transformers)，它充分利用了互联网上的大量文本。

计算机视觉 (Computer vision)

计算机视觉是机器解释视觉输入的能力，它能通过应用于大量数据集的深度学习而不断提高。计算机视觉可以越来越多地应用于现有的视频源，如监控摄像头的录像。

D

黑暗数据中心 (Dark data center)

除特殊情况外，黑暗数据中心能够在没有照明或没有直接人工干预的情况下运行。这样可以节省能源，提高用电效率，降低人员成本，提供更高的选址灵活性（例如，远离人口中心）。

数据局部性 (Data locality)

我们分析数据的机制正在改变。有时由于数据量或网速的原因，计算需要转移到数据上，而不是相反。

数据平台和实时分析 (Data platforms & real-time analytics)

与传统的数据仓库不同，基于云的现代数据平台或数据湖可以提供实时分析，从而具有广泛的数据发现能力。

数据质量测试自动化 (Data quality test automation)

数据质量测试自动化是指自动检测数据集中的数据质量问题的实践，以及管理和修复此类问题的相关实践。这个自动化过程是更广泛的测试数据管理需求的一个重要方面。

应用程序之死 (Death of apps)

随着 Siri 及其他智能数字助理的用途日益扩大，消费者可能会停止使用某些应用程序。小程序、应用程序的更小版本（也可能是较大产品的组成部分）正在崛起。iMessage、微信和 WhatsApp 等应用程序都包含这一功能。

密码之死 (Death of passwords)

苹果和谷歌都为解锁设备和许多应用程序增加了人脸识别。像指纹读取器这样的生物识别设备也比过去更为常见。这可能会导致我们所熟知的密码的终结。

去中心化数据平台 (Decentralized data platforms)

建立去中心化数据平台成为一个新的趋势。一种方法是“数据网格”，其中，平台围绕领域进行组织，数据被视为一个产品，每个数据产品由一个团队负责。为了提高速度，推动标准化，基础设施团队提供了实现数据产品团队自助服务的工具。

去中心化安全 (Decentralized security)

零信任网络 (Zero-Trust Networks) 等技术将安全检查分散到整个网络，而不是使用具有单点故障的传统安全边界。

深度换脸 (Deepfakes)

深度换脸是一种合成媒体技术，指将现有图像或视频中的人脸替换成他人的脸。Deepfakes 传播虚假信息的能力已构成严重威胁。

深度学习空间变换网络 (Deep learning transformer networks)

空间变换网络是由深度神经网络提供支持的学习语言模型，包括文本语言语法和语义。它能够对数十亿条文本进行无监督训练，只需要少量再训练，就可以在多个 NLP 任务上达到最先进的结果。

差分隐私 (Differential privacy)

差分隐私技术通过在数据集中引入噪声保护了个人隐私，同时仍然可以在数据上获取洞见或构建机器学习模型。

数字碳管理 (Digital carbon management)

数字碳管理计划可测量企业温室气体 (GHG) 的排放量，以及为减少这些排放量而做出的努力。建立碳足迹和确定碳足迹的计划，是实现零碳排放的必不可少的环节，也是实现任何可持续发展战略的第一步。

数字生态系统 (Digital ecosystems)

在数字生态系统中，每个组件都可以视为一个“代理”，生态系统参与者作为对等方进行合作。这些组件的大小从小型边缘设备到大型业务或开发平台不等。一个生态系统可能包括多个平台，彼此交换信息，并从整个生态系统中获得价值。

数字孪生 (Digital twin)

数字孪生模型是一个过程、产品或服务的虚拟模型，可同时进行仿真和数据分析。您可以将 3D 可视化可以与实时数据相结合，从而了解那些看不到的设备的情况。

数字化能源组件 (Digitally enabled energy components)

数字化能源部件和产品（如电动汽车），与非电动车替代品（如汽油动力车辆）完全不同。由于整车都是电动的，因此先进的新型电动汽车的软件架构将胜过汽油动力车辆。

分布式能源 (Distributed energy resources)

分布式能源 (DER) 是发电的一个类别，例如“电表背后”的太阳能电池板。DER 为公用事业规模电网发电，并为发电商（例如房主）挣到相应的积分。

DNA 数据存储 (DNA data storage)

由核苷酸 A、T、C 和 G 组成的长链 DNA 是生命的信息存储材料。数据可以按这些字母的顺序存储，从而使 DNA 成为一种新的信息技术形式。DNA 极其稳定，这一点已被生活在 50 多万年前的马化石的全基因组测序所证实。

E

生态足迹 (Ecological footprint)

支持每个人生命所需的生产土地与水源面积，是用以衡量人类对地球生态系与自然资源的需求的一种分析方法。

边缘计算 (Edge computing)

边缘计算是指将数据就近存储和处理，而不依赖数千里外的数据中心。这样做是为了防止数据（特别是实时数据）出现延迟问题，对应用程序性能带来不良影响。

摩尔定律的终结 (End of Moore's Law)

摩尔定律预测，芯片上的晶体管数量每 18 个月就会翻一番。虽然我们还不能说摩尔定律已死，但晶体管数量变化的速度正在放缓，变化的成本却在增加。

企业 XR (Enterprise XR)

扩展现实 (Extended Reality, XR) 是虚拟现实和增强现实及相关技术的总称，目前，企业正在利用它降低成本，提高效率，改进安全性。

道德框架 (Ethical Frameworks)

任何决策都有其后果。在科技界，随着人工智能决策开始成为主流，伦理学家们一直在讨论道德决策框架，试图为决策过程带来透明度和清晰性。

可解释的人工智能，简称：XAI (Explainable AI, XAI)

可解释的人工智能，简称：XAI 指的是一套工具和方法，用于理解机器学习模型得出某个结论的原因。这些工具通常适用于推理过程不透明的模型。

F

面部/表情识别 (Facial/expression recognition)

人脸检测，与人脸数据库进行匹配以进行识别，进一步识别人类的情绪表达：高兴、悲伤、害怕等。

联邦学习 (Federated learning)

这是一种机器学习方法，利用它可以下载机器学习模型，然后使用其他设备上的本地数据来计算，或是训练经过修改的特定模型。这种方法可以帮助多个企业协作创建模型，而无需显式地交换受保护的数据。

少样本学习 (Few shot learning)

这是一种机器学习技术，仅使用少数例子即可训练模型。它可用于计算机视觉，最近还用于自然语言任务。

雾计算 (Fog computing)

雾计算是一种分散的计算基础设施，其中数据、计算、存储和应用程序位于数据源和云之间。

G

视线跟踪 (Gaze tracking)

这种技术会监视一个人的眼睛，检测他们在看什么。例如，它可用于确定某人在零售商的货架上正在看什么，甚至可以用作鼠标指针替换输入设备。在 HMD (头戴式设备) 中，可以通过内置摄像头和传感器来实现视线跟踪。

手势识别 (Gesture recognition)

机器理解和解释人类的手势，如挥手、做“向上”或“向下”的动作、将手放在某个位置等。

绿色云 (Green clouds)

绿色云计算最理想的情况是一个远程数据中心，它由可再生能源提供能源，运行为高效处理而设计和优化的软件和系统，同时最大限度地降低能耗。

绿色软件工程 (Green software engineering)

软件工程师不仅有责任考虑其所编写的代码的道德意义，而且还应考虑环境的可持续性。语言和技术堆栈以及算法的选择可以改变软件产生的碳量。

绿色用户体验 (Green UX)

绿色用户体验 (UX) 旨在通过设计用户界面和提示，帮助人们了解所做选择对环境的影响。这种用户体验示例包括显示航班碳排放量的航空公司网站，或者显示驾驶特定路线的碳排放量的地图工具。

全行业开放标准 (Growing industry-wide open standards)

全行业开放标准可以帮助推动改善企业之间的互操作性，例如 GS1 标准 (如产品编号标准 GTIN)、医疗行业的 FHIR (快速医疗互操作性资源) 标准以及英国的开放银行计划。

H

健康长寿技术 (Health and longevity)

由于医疗保健和科学的发展以及生活方式的改善，人类的平均寿命一直在延长。编辑 DNA 和使用专门为个人设计的定制药物和营养的新技术正在实现商业化。此外，我们将混合细胞机器人视为实验对象，目的是使之在人体内部工作时不产生排斥反应，以支持患病的器官。

人机协作 (Human-machine collaboration)

人与机器“合作”的概念越来越受到关注。机器学习和人工智能应用程序并没有完全取代人类，而是帮助我们更好地完成工作。

I

智能代理和助手让企业和客户脱媒 (Intelligent agents and assistants disintermediate business and their customers)

智能代理、机器人、自然语言和机器学习让我们可以通过更方便的接口完成任务，比如打电话。但如果客户和企业之间的主要接口是数字代理，而不是企业直接控制的应用程序，企业和品牌可能会与客户分离，或被“防火墙”隔开。

智能助理、智能代理和机器人 (Intelligent assistants, agents and bots)

智能助理、智能代理和聊天机器人是当今无处不在的技术，在手机、电视、电脑和智能家庭设备上比比皆是。它们使用自然语言处理和语音识别与用户交互。

智能机对机协作 (Intelligent machine-to-machine collaboration)

机对机协作 (有时称为 M2M) 涉及的技术能够实现设备之间的直接交互和信息共享，通常自主程度很高，几乎不需要人工干预就能做出决策并采取行动。

M

托管服务和“可抛弃式”解决方案 (Managed services and disposable solutions)

企业现在可以托管服务的形式获得一系列构件，从而能够更快地创建具有更好功能的系统。因为这些构件是以服务的形式获取的，所以处置它们也同样快捷。

机器学习平台 (ML platforms)

许多公司正在创建能够提供端到端功能的机器学习平台，如：数据管理、特征工程、模型培训、模型评估、模型治理、可解释性、AutoML、模型版本控制、环境间升级、模型服务、模型部署和模型监控。

边缘终端上的机器学习与人工智能 (ML/AI on edge)

利用专用芯片，物联网和移动设备变得更加强大，使高级机器学习算法能够在设备本身运行和训练。

移动 AR (Mobile AR)

增强现实 (AR) 技术将现实世界与纯数字空间结合起来。有一种有限形式的增强现实技术现在无处不在，通过苹果和安卓手机提供。这些手机能够将虚拟对象叠加到摄像头的现实世界视图中。更先进的 AR 技术是通过专用的头戴设备来实现的，比如微软的 Hololens 或谷歌眼镜。

现代化的授权机制 (Modern AuthZ)

零信任、BeyondCorp、BeyondProd 和信任向量等行业概念表明，我们在对待授权 (AuthZ) 时，应从基于少量规则的判断 (如用户和他们的位置)，转向考虑授权决策的一系列因素。

N

纳米技术 (Nanotechnology)

纳米技术是在 1-100 纳米尺度上创造和应用事物，可以广泛应用于生物技术、化学、物理、生物学、材料科学和工程等领域。

神经架构搜索 (Neural architecture search)

神经架构搜索可自动执行神经网络架构工程。它的目的是学习一个网络拓扑结构，可以在特定的任务中获得最佳性能。

神经形态芯片 (Neuromorphic chips)

与传统芯片不同，神经形态芯片使用的芯片设计和算法更像人脑的工作方式。与其他芯片相比，这种芯片使用的能源要少得多，因为与人脑一样，它们不需要处理器在数据进出内存时处于空闲状态。此外，其并行性利用程度更高，甚至高于 GPU 和其他专用系统。

O

在线机器学习 (Online machine learning)

机器学习模型通常被训练为离线批处理活动，在静态数据集上执行。在线机器学习技术则基于源源不断的数据，使算法能不断学习。

操作人工智能 (Operationalize AI)

人工智能已在实验室中证明了自己的实力，但企业现在必须努力将人工智能和机器学习集成到其核心流程、产品和 IT 环境中，以切实利用它们获得收益。

P

P2P 技术 (P2P Technologies)

在计算机系统中，对等网络 (peer-to-peer, 简称 P2P) 指的是一种分布式系统架构，其中参与者直接相互交互，而无需集中控制。

个人信息经济 (Personal information economy)

个人信息经济是指从拥有和使用大量个人信息中获取商业价值 (或价值) 的商业模式。

个性化医疗 (Personalized medicine)

个性化医疗的大部分研究和积极工作都围绕了解单个患者的基因图谱，以便先行发现问题，并针对现有情况提供更有效的治疗，防患于未来。在过去的几年中，我们看到，这种方法已扩展到监测葡萄糖水平之类的设备和应用程序，从而能针对饮食和其他影响因素提供个性化建议。

精密技术“X” (Precision “X”)

精密技术现在已普及到一系列的应用和领域中。这种技术基于传感器的输入，能提供高度定制化的响应。

隐私通信 (Privacy aware communication)

消费者越来越关注自身隐私，而通信软件现在直接宣传将其安全状态和功能作为一项重要优势。例如，提供端到端加密的各种提供商，消费者对 Zoom 隐私的担忧和企业的回应，或者抖音对“恶意软件”的关注和政府的回应。

隐私设计 (Privacy by Design)

隐私设计原则要求，隐私保障必须成为企业运营规范的一个部分。对隐私的考虑不应该是一个孤立的问题，而应该贯穿于整个系统开发和操作过程中，所有的开发团队都应负责。

尊重隐私的计算 (Privacy-respecting computation)

随着隐私对用户数据的重要性明显提高，新技术纷纷出现，即使在计算中使用个人数据，也能对隐私提供更有力的保障。

私有物联网 PaaS 平台 (Private IoT PaaS platform)

虽然公有云可以为物联网提供可扩展的解决方案，但“按消息”计价带来的成本会很高。一些企业转而选择为其物联网设备构建一个私有平台。

生产免疫系统 (Production immune systems)

生产免疫系统监视各种指标，并在发现问题时采取纠正措施。它们通常用于安全工作，但也越来越多地用于在停机时实现恢复。

渐进式神经网络 (Progressive neural networks)

神经网络具有很强的学习能力，但当接受新任务训练时，它们往往会“忘记”如何执行之前学习过的技能。渐进式神经网络可以提供一种避免这种缺陷的方法。

Q

量子计算 (Quantum Computing)

量子计算使用光子的概率状态，而不是二进制的 1 和 0 来运行算法。尽管量子计算已被证明可以在小型应用中使用时，但它尚未扩展到广大应用领域。

R

视网膜投影 (Retinal projection)

视网膜投影通过将低功率激光束直接扫描到视网膜上产生视觉图像。在 AR 应用中，这种方法优势明显，如能够产生高对比度、明亮、高分辨率的图像，在明亮的阳光下效果良好，避免焦点问题等等。

S

卫星网络 (Satellite networks)

SpaceX 和亚马逊的卫星系统为传统光纤或无线网络提供商不愿意花钱连接的地方提供高速、低延迟的宽带。这些系统包括光纤连接到互联网的地面收发站、最终用户终端和卫星操作中心。SpaceX 的星链 (Starlink) 计划还将为无线运营商提供回程解决方案，从而将 LTE 和 5G 服务的覆盖范围扩展到新的地区。

安全的软件交付 (Secure software delivery)

在早期遵循安全性要求必须包括整个系统，这在现代架构中意味着要包括用于构建、测试和部署应用程序和基础结构的交付管道。

“安全向前”企业 (“Security forward” businesses)

我们越来越重视成为值得信赖的客户数据保管人，尽管这主要是作为一种公关策略。尤其是苹果公司，在一些引人注目的案例中采取了支持隐私保护的立场。

容器集群的共享租赁 (Shared tenancy for container clusters)

这种趋势的共享租赁是指许多团队或应用程序共享计算资源（如 Kubernetes 集群）的实践。通常，这样做的目的是减少与集群管理（而不是核心软件）相关的管理开销和机会成本，但也有一些权衡取舍。

智慧城市 (Smart cities)

智慧城市是指在某些城市区域，能够使用不同类型的物联网传感器收集数据，并结合平台对数据进行集成和处理，从而建议或命令数字化系统执行某些响应。从数据中获得的见解被用来有效地管理资产、资源和服务；反过来，这些数据又被用来改善整个城市的运营。

智能合约 (Smart contracts)

智能合约是一种可编程的业务协议，它允许根据约定的条款自动执行操作。

智能能源管理系统 (Smart energy management systems)

通过测量设备、API 和工具，能源使用数据无处不在，这就使一系列能源业参与者（发电商、配电商、供应商、零售商）和客户能够更好地了解和其能源使用情况。

智能系统和生态系统 (Smart systems and ecosystems)

智能系统和生态系统是网络的网络。有了机器学习和人工智能，一个生态系统可以超越其各部分的总和。例如在智能城市中，汽车和路边传感器网络可帮助加快车流速度，改善交通安全。

网络空间中的主权力量 (Sovereignty as a force in cyberspace)

互联网自诞生以来一直是一个自由连接的网络。但是，有越来越多的力量导致互联网的分裂，其中许多分裂是由民族国家领导的。隐私立法（如《通用数据保护条例》[GDPR]）也加速了这一进程，因为它强制执行数据权利、数据主权，并有力地影响着企业在互联网上部署和分发系统和数据的方式。

监控技术 (Surveillance tech)

从故意收集数据的智能手机应用，到将车主的秘密“电告总部”，再到在车主开车经过时创建汽车牌照数据库的廉价机器视觉系统，监控简直无处不在。

系统性设计 (Systemic Design)

系统性设计这一新兴领域结合系统思维和以人为本的

设计，旨在帮助设计师应对复杂的设计项目。系统性设计是对全球化、移民和可持续性导致的复杂性增加的一种回应，这暴露了传统设计方法的不足之处。

T

诚信企业™ 技术 (Tech for the Honest Corporation™)

对企业透明度的需求日益增加。如果企业在默认情况下开放，并实施适当的隐私政策，它们将获得信任，增强品牌实力。

测试机器学习算法和应用程序 (Testing ML algorithms and applications)

机器学习模型通常是不确定的，其总体精度严重依赖于数据的质量和构建模型时使用的数据科学方法。因此，测试机器学习算法和应用程序需要一种独特的方法。

非接触式交互 (Touchless interactions)

由于新冠疫情（至少疫情是部分原因），人们可能更愿意在不接触设备的情况下与设备交互。Ultraleap 和 Soli 等技术有望准确跟踪手部动作并实现非接触式交互。

U

无处不在的连接 (Ubiquitous connectivity)

“随时随地为所有人和事物提供连接”——这是对无处不在的连接的承诺。未来主义者认为，创新会从目前资源有限的地区兴起，而批评人士则认为，这是一套没有必要的功能特权，只有一部分人能够使用并负担得起。

消费者数据隐私和安全的用户体验 (UX of consumer data privacy and security)

与隐私相关的消费者需求和监管日趋增加，这就需要围绕数据管理对用户体验进行新的思考。众多免责声明和通知可能会导致用户同意他们并不了解的政策。

V

语音作为普适接口 (Voice as a ubiquitous interface)

语音（机器语音识别和语音合成）作为主导接口的地位越来越重要。这种情况越来越多地出现在智能手机和家庭助手等计算设备上，也出现在电视遥控器等设备上。

W

可穿戴设备 (Wearables)

像智能手表这样的可穿戴设备现在已经司空见惯，但这项技术在功能集和交互方面正在迅速扩展。例如，最新款苹果手表包括了测量血氧水平的技术，这是应对新冠疫情危机的积极响应。

Z

零知识证明 (Zero-knowledge proofs)

零知识证明是一种方法，通过这种方法，一方（证明方）可以向另一方（验证方）证明某件事是真实的，除了这个特定陈述是真实的这一事实之外，无需再透露任何信息。

#

4D 打印 (4D Printing)

4D 打印利用一种可编程物质，将随时间变化的维度添加到 3D 打印中。

5G (5G)

第五代蜂窝网络有望增加带宽、降低延迟和提高设备密度。这种技术将使人能够与物联网设备进行更深入的交互。

ThoughtWorks®

我们是一家软件咨询公司，在 17 个国家/地区设有 48 个办事处，我们的 8,000 多名员工充满激情、目标明确。过去超过 25 年历史中，我们凭借技术优势帮助客户解决了众多复杂业务问题。在这个时代中，唯一不变的就是变化。面对不可预知的未来，我们为您做好万全之策。

thoughtworks.com

