



科技棱镜

聚焦科技引领的商业变革

 **thoughtworks**

Strategy. Design. Engineering.

2024

前言	3
人工智能无处不在 利用前沿技术推动业务扩张	4
实现数据和人工智能平台的价值 支持增长和创新的基础设施	11
不断演进的交互体验 参与和互动的机会	17
加快数实融合 缩小现实与虚拟之间的差距	23
负责任技术：重要考虑因素 合乎道德规范	29
术语表	36



前言

大多数技术趋势报告倾向于告诉读者应该关注什么，而《科技棱镜》则不同，我们更希望帮助您有效地利用所关注的技术。《科技棱镜》试图提供一种观察、分析和解读新兴技术和趋势的方法，助力您为所在企业做出明智的决策。

可以说，要想在当下理清技术发展的脉络，比以往任何时候都更具挑战性。技术变革日新月异，每项技术的发展前景也迷雾重重，没有人能保证自己的投资决策可以产生最大价值。不可否认，像 ChatGPT 这样的重大技术已经掀起巨浪，成为塑造未来的主要力量，但我们不应该想当然地把过去的经验当做未来的指南。也正因为如此，我们发布了《科技棱镜》。

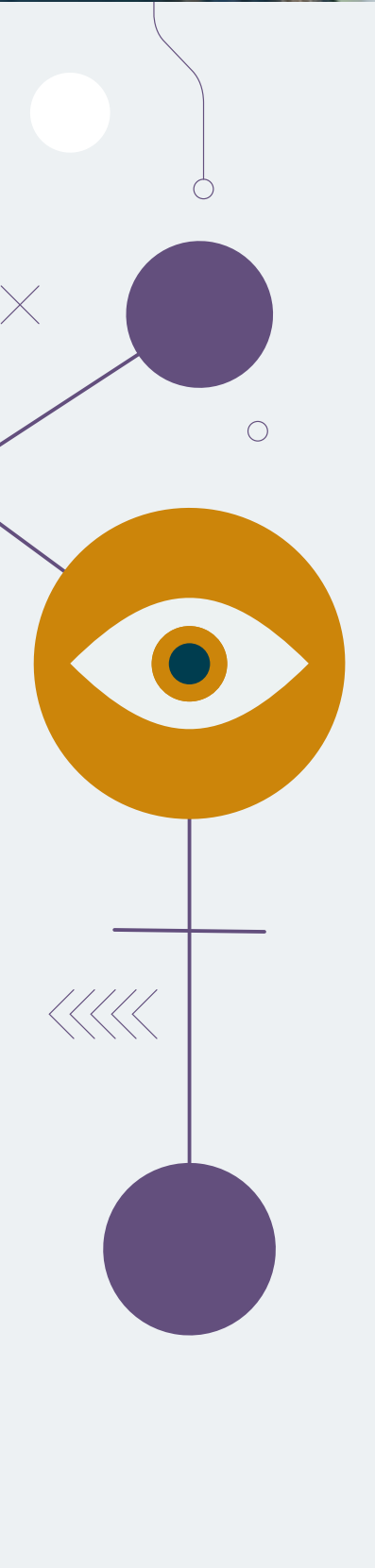
本期《科技棱镜》涵盖 100 多种趋势，我们尝试从 5 个视角展开分析，每个视角都关乎商业技术的未来。其中一些趋势已经在影响企业的运营方式，而另一些趋势尚处于萌芽状态，刚刚引起关注和讨论。作为企业领导者，高瞻远瞩地把握影响全球企业和技术发展的关键趋势至关重要。《科技棱镜》正是实现这一目标的有力工具，能够给决策者提供分辨当前以及未来技术趋势的全局视角。

《科技棱镜》致力于帮助、陪伴企业塑造卓越的适应力、复原力，为迎接现代社会中不可避免的技术变革做出充分的准备。

—

Rachel Laycock

Thoughtworks 首席技术官





人工智能无处不在

利用前沿技术推动业务扩张

生成式人工智能（GenAI）如今已成为关注焦点，但其实这只是人工智能全面发展的一个方面。它所证明的一点是——人工智能的使用人群和影响人群比想象中要大得多。这种全民化的趋势引发了实验和投资热潮，其中不仅包括研究智能手机的替代品，还有许多初创公司正致力于研发下一代 ChatGPT。

这一切对企业的日常工作意味着什么，目前还存在许多未知。我们坚信，人工智能已经并将持续对数字化企业的某些关键流程产生重大影响，尤其是软件开发，它能够帮助企业更快制造产品并将其推向市场。

需要注意的是，尽管人工智能目前的发展非常振奋人心，在持续变革方面还是存在一些掣肘的。重量级的商用大语言模型（LLM）功能强大，但至少在目前，对于大多数企业而言，其成本普遍过高，很难大规模投入使用。与之对应的，当下风头正劲的 ChatGPT 可能会成为“一把四处乱敲的锤子”，企业争先恐后地将其整合到自己的流程中，而实际上它可能并非必要，或不是合适的工具。

人工智能似乎每天都有新的突破，然而在采用这些突破性技术之前，企业需做好一些基本的准备工作。



人工智能似乎每天都有新的突破，然而在采用这些突破性技术之前，企业需做好一些基本的准备工作。正如我们在数据平台视角中提到的，其中一项准备是要制定健全的数据战略，确保随时提供相关、可信和可追溯的基础数据，供人工智能模型使用。如果没有做到这点，人工智能解决方案可能只会让企业加快做出错误的决策。

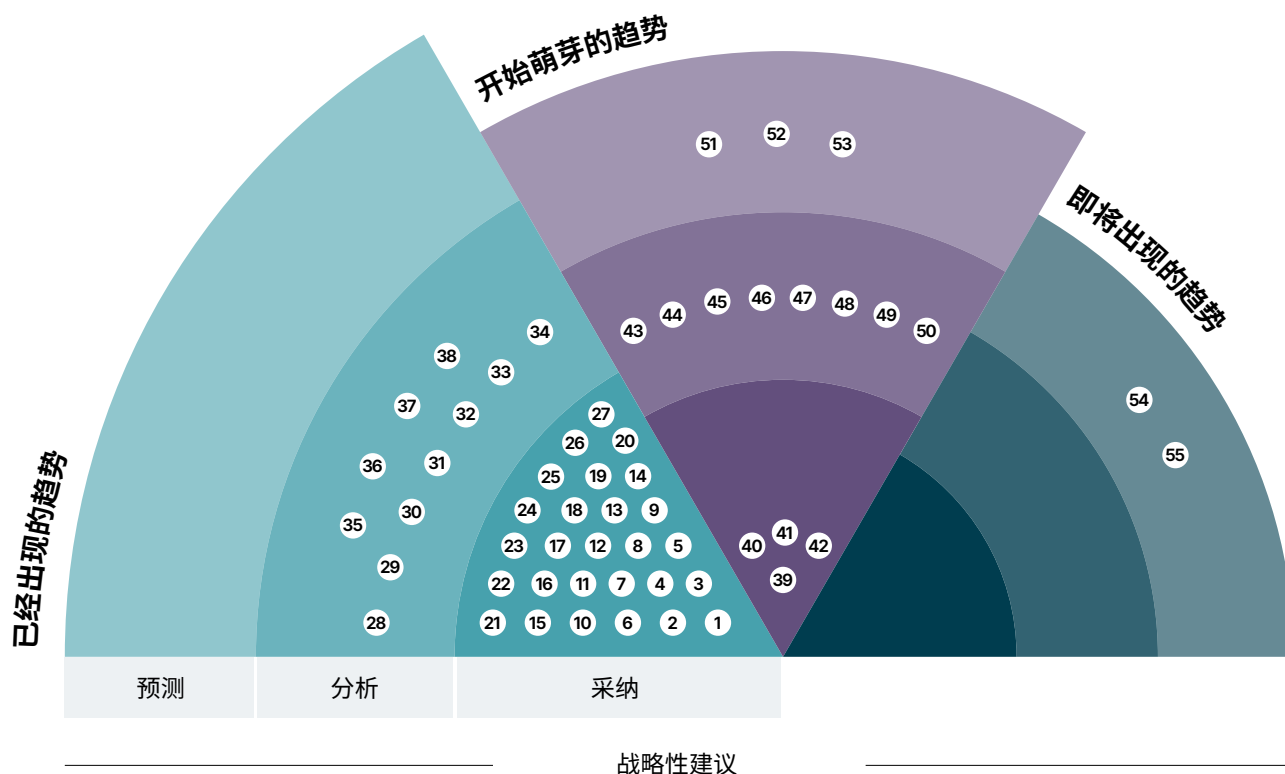
此外，在使用生成式人工智能等工具时，需对自己想要实现的“好”结果有一个基本概念。虽然可以对这些工具加以引导，但却不能任其在没有监督的情况下工作，也不能把对结果质量的评估交给工具去执行。掌控人工智能系统的方向和输出属于负责任技术的实践之一，也是避免意外后果的关键。

一旦掌握相关参数，我们鼓励企业结合运营期间可能出现的用例，对人工智能进行测试。与其他所有创新一样，在技术真正发挥作用之前，我们很难了解其全部潜力和应用范围。

预兆信号

- **企业纷纷发现新的人工智能应用场景。**通常是在让人意想不到的领域。例如，麦肯锡咨询公司（McKinsey）研发了一款聊天机器人，引起了人们的关注，该机器人既是多功能助理，同时又可以与使用者进行沟通交流，可以根据员工的查询浏览公司庞大的文件库和访谈记录，并从中提炼重点，为员工工作提供具体支持。
- **大语言模型逐渐掌握业务行话。**越来越多为特定行业或用例研发的大语言模型正在涌现出来，这些行业或用例都有各自的术语，通常是技术性很强的词汇。这方面的示例包括：彭博社（Bloomberg）的 BloombergGPT，专门针对金融数据集进行了训练，以协助完成常见的金融服务行业任务，如命名实体识别和新闻分类；谷歌的 MedPalm，用于为常见的消费者健康问题提供准确而全面的答案，其知识储备已经被证实足以通过美国医疗执照考试。
- **人工智能成为投资新战场。**全球最知名的几家企业正在向人工智能领域投入大量资金和资源，试图在这个飞速发展的领域获得竞争优势，其规模之大令人咋舌。微软今年年初向 ChatGPT 制造商 OpenAI 投资数十亿美元，紧随其后，亚马逊向初创公司 Anthropic 投资 40 亿美元。高盛公司（Goldman Sachs）预计，该领域的投资总额到 2025 年将接近 2000 亿美元，甚至在人工智能开始真正提高生产力之前就能达到此金额。
- **人工智能相关股票一路高歌猛进。**英伟达公司（NVIDIA）是人工智能系统芯片的领先制造商，其股票涨幅超过 200%，令人瞩目，不过这只是冰山一角。随着分析师和投资者对人工智能行业的关注度倍增，人工智能应用开发商 C3.ai 等知名度较低的公司以及 BOTZ 等专注于人工智能的交易所交易基金（ETF）也实现了股价飙升。

值得关注的趋势



已经出现的趋势

采纳

1. 基于代理的模拟
2. 人工智能即服务
3. 人工智能在安防领域的应用
4. 人工智能辅助软件开发
5. 边缘终端上的人工智能 / 机器学习
6. 自动化合规
7. 软件道德规范
8. 协作生态系统
9. Data Mesh
10. 边缘计算
11. 道德框架
12. 演进式架构
13. 可解释的人工智能
14. 生成式人工智能工具在集成开发环境（IDE）中的应用
15. 生成式人工智能
16. 绿色软件工程
17. 集成数据和人工智能平台
18. 机器学习运维（MLOps）
19. 自然语言处理
20. 在线机器学习
21. 运营化人工智能
22. 平台即产品
23. 隐私第一
24. 检索增强生成（RAG）
25. 智能家居

26. 软件定义汽车
27. 向量数据库

分析

28. 人工智能市场
29. 人工智能生成媒体
30. 人工智能、物联网和扩展现实综合解决方案
31. 劳动力自动化
32. 自动机器学习
33. 加密计算
34. 联邦学习
35. 个人信息经济
36. 个性化医疗
37. 机器人流程自动化和低代码
38. 智慧城市

预测

—

开始萌芽的趋势

采纳

39. 人工智能代理
40. 机器学习视角下的因果推断
41. 去中心化身份
42. 细粒度数据访问控制

分析

43. 人工智能安全与监管
44. 决策科学
45. 数字人
46. 简化生成式人工智能的使用途径
47. 机器间智能协作
48. 多模态人工智能
49. 生产免疫系统
50. 可信数据

预测

51. 对抗性机器学习
52. 情感计算
53. 知情同意

即将出现的趋势

采纳

—

分析

—

预测

54. 通用人工智能研究
55. 量子机器学习

机会

若在该视角上抢占先机，企业即可：



实现更顺畅、更快速的人机交互。自然语言处理（NLP）技术的进步为人机交流开辟了新途径，包括通过日常对话展开交流。这既扩大了可以与这些系统进行交互的人员范围，也简化了任务规划和执行的过程，例如汇总信息、针对查询提供合乎情理的答案、为支持某些角色提供相关背景和信息，或策划生成内容。



终结对“茫然无措”的恐惧。无论执行什么任务或项目，最初构思和从零开始往往是最艰难的。人工智能可以结束这种“茫然无措”的状况，为人们执行研究并提供建议或见解清单，即使与预期结果或成品相去甚远，这些建议或见解也可以激发灵感，促使僵化的头脑采取行动。



实现任务自动化，而非岗位自动化。许多人认为人工智能系统可能会取代很多岗位，但由于这些系统需要人类参与指导并最终评估人工智能的产出，因此这种可能性较小。尽管如此，人工智能可以自动完成或辅助人类完成大量任务，使工作更一致、更高效。如果有任何任务需要获取和分析大量信息（如大量研究论文或医疗 / 金融信息数据库），都可以在大语言模型的帮助下进行。人工智能的能力水平会不断提升，但总得来说，正如一些人所建议的那样，可以将人工智能视为“优秀的人才，而非软件”，也就是将其视为一个称职的研究助理或一群好心的实习生。人工智能可以胜任某些工作，但肯定不能包办一切。



革新软件交付。有人误以为，在构建软件的过程中，GenAI 主要是一种用于方便编码的工具，而实际上，它可以覆盖开发生命周期的方方面面。除协助编码外，GenAI 的潜在应用还包括：与人工智能一起集思广益，改进我们的需求和测试方案；通过将自然语言转化为对日志和指标的查询，改进事件响应和调试；产品和战略构思；以及搜索非结构化机构信息，为开发人员提供有价值的背景信息。根据相关经验，我们认为人工智能辅助软件交付有可能将软件开发生产率提高 30%。



我们的工作成果

与 Jugalbandi 一起利用语言模型增强对话式人工智能

我们开发了一款聊天机器人，帮助用户了解印度政府纷繁复杂的各种福利计划。这证明人工智能不仅有能力以简易清晰的形式浏览、处理和总结海量信息，还能以特有的方式满足更广泛的用户群的需求。我们将一些现有的大语言模型和翻译模型结合起来，通过语音传入和传出多种本地语言和方言，实现强大的人工智能对话功能。

这不仅可以为文盲率较高的农村用户群提供了解政府服务的渠道和信息来源，还能大大扩展和简化印度政府与许多偏远和非城市地区民众的互动。

“随着人工智能集成变得愈加复杂，如果出现严重错误，其影响将成倍增加，对有效风险管理的需求也与日俱增。”

Mike Mason

Thoughtworks 首席人工智能官



可行建议



需采取的行动（采纳）

- **明确人工智能倡导者。**他们可以帮助指导企业了解新解决方案的潜在用例，但要明白，人工智能将以不同的方式应用于企业的几乎所有部门，这意味着这些拥护者需要保持开放的心态。让人们“好”有一个清晰的概念，从而降低风险，确保人工智能计划关注有意义的业务成果。
- **在短期内，特别要关注员工和人工智能如何协同工作。**确保团队了解人工智能如何增强（而非威胁）他们的核心任务，以及在哪些方面需要他们做出判断。关注并控制所用服务的成本，通常这些成本对个人用户不可见，但会迅速增加。根据任务类型，可以为了降低成本而牺牲一定程度的准确性，因为准确性稍差的模型运行成本可能要低得多。
- **明确为企业带来真正价值的人工智能用例，**以及不会使用人工智能的领域，具体原因可能是人工智能在这些领域没有商业意义、成本超过必要的投资或者相关风险太高。由于潜在的应用领域非常广泛，而且还在不断扩大，因此需要这些决策导向来指导相关工作，取得更好的成果。
- **慎重选用技术。**“人工智能”有时已成为各种技术的总称，最近还被用于单独指代生成式人工智能。鉴于生成式人工智能的功能和用例与其他技术（如机器学习，有时被归入人工智能范畴）可能截然不同，因此需要明确您拟用的技术与您试图解决的问题之间的联系。
- **尽早确定并传达“规范”。**在与人工智能进行日常互动之前，团队应了解在安全、数据源和审核系统或其输出的透明度和 / 或偏差方面的标准和期望。此外，还需知晓何时应放弃不可能产生预期结果或导致过高风险的实验。

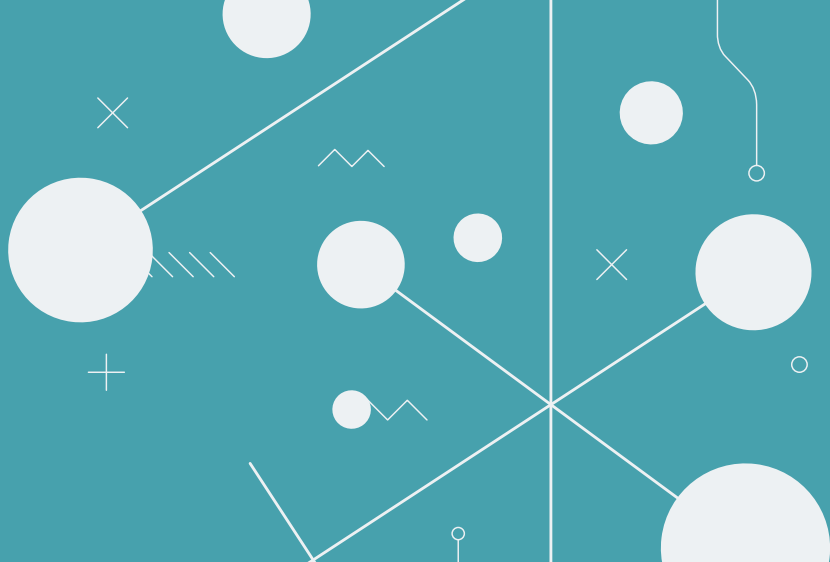


需考虑的事项（分析）

- **商用大语言模型的开源替代产品正在不断改进**，而且每天都有更多的替代产品出现。免费提供的模型可为聊天机器人和客户支持应用提供坚实的基础，可升级为保护企业知识产权的专用模型。
- **人工智能体**。OpenAI 等公司最近纷纷推出编程接口，这些接口能够将公开生成式人工智能模型的功能与模型之外的特定知识（如产品信息）相结合。
- **供应商的新产品**。亚马逊（Amazon）和谷歌云（Google Cloud）等公共云供应商宣布，在 2023 年底为软件开发人员提供大量新产品和新服务。大多情况下，这些工具可提供引人注目的功能，例如人工智能辅助部署和操作开发中的软件。鼓励人工智能倡导者定期评估各种产品。

需注意的事项（预测）

- **监管政策纷纷出台**。正如欧盟目前关于人工智能法案的辩论持续不断，各国政府都在争相立法，以防范人工智能带来的一些负面影响，而有关人工智能各个方面的新规则很可能会纷至沓来。企业需积极制定政策，主动选择做正确的事而不要等到迫不得已之时才行动，这样才能顺理成章地合规。



实现数据和人工智能平台的价值

支持增长和创新的基础设施

人工智能（包括生成式人工智能）在业务运营和决策方面的地位迅速崛起，这就凸显出可靠地获取可信最新数据对于企业需采取的一切行动都至关重要。即使企业在短期内不打算构建生成式人工智能应用程序，高质量数据的可用性仍是提供其他数字计划和服务的先决条件。

虽然数据为企业创造了前所未有的机遇，但随之而来的挑战也不容忽视。许多企业仍受限于内部孤岛和多个孤立的数据平台，导致宝贵的情报被封锁，难以利用。

若要将数据存储转化为战略资产，就必须使得数据易于查找、访问、互操作和重复使用，并且要保障其真实可靠，而这一切都需保障安全和隐私。数据平台为此提供了唯一可行的基础。

若要将数据存储转化为战略资产，就必须使得数据易于查找、访问、互操作和重复使用，并且要保障其真实可靠，而这一切都需保障安全和隐私。



“平台”一词多义，但无论在何种情况下，我们都建议采用产品思维模式。通过整合各种数据资源，确保实现流畅访问和应用，进而提供形成全面数字战略所需的各大要素。

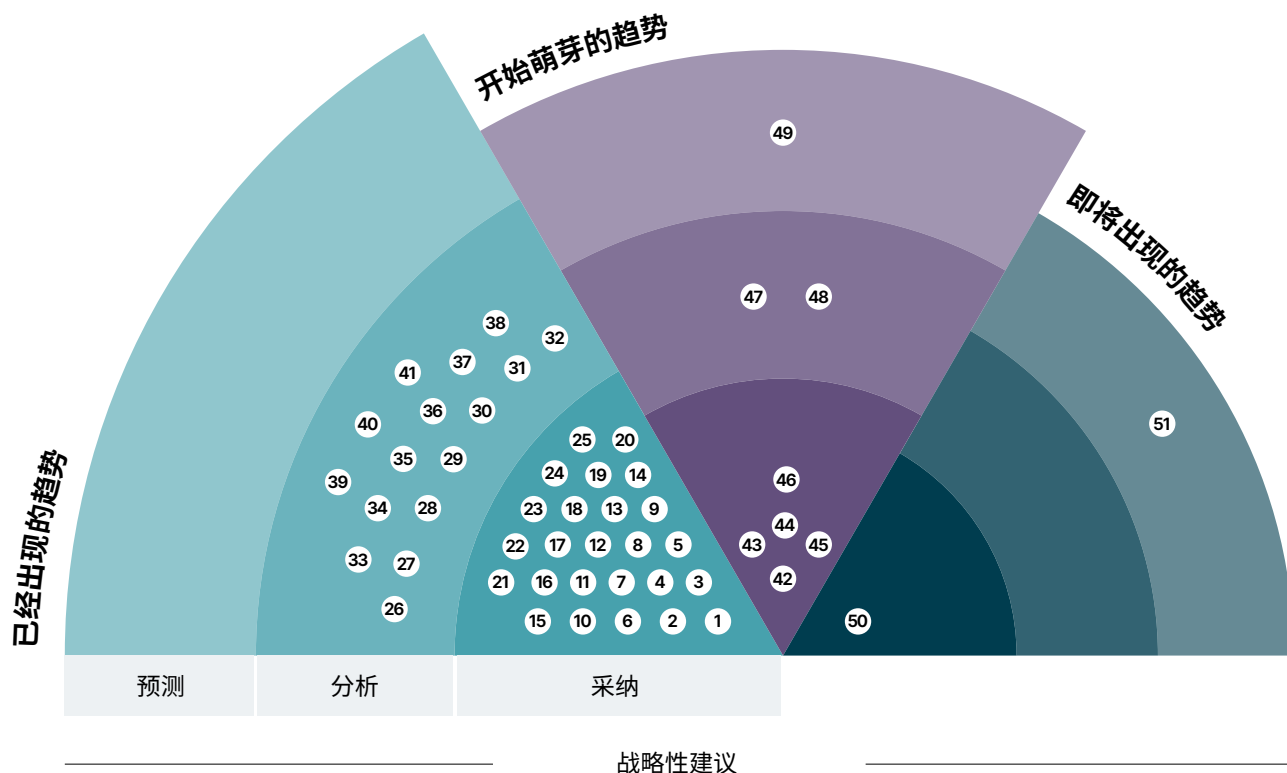
数据平台一旦就位，就能助您收集数据洞见、创建可靠的人工智能系统、控制风险等。数据平台也是创建、管理和实施数据治理的关键，而数据治理是许多企业面临的最大挑战之一。

拥有强大的数据平台既能促进开放共享，又能保护隐私，让企业能够与其他企业共建蓬勃发展的数据生态系统，对行业乃至整个社会产生更深远的影响。我们认为这是未来几年的一个重要趋势，将催生更多的数字创新，而且有可能为数据存储和交换方式带来巨大变革，但前提是必须实现标准化转型，而且企业要学会适度保护自己的数据资产。

预兆信号

- **集成数据和人工智能平台崛起。**这些系统将分析作为主要优势，而数据对于各种分析都不可或缺，这标志着看待相关解决方案的思维方式发生了根本性变化。
- **数据生态系统带来切实的业务成果，绝非只是炒作。**高德纳技术研究和咨询公司（Gartner）认为，数据生态系统已经度过炒作高峰期，在未来十年内将牢牢占据主流地位。我们的实际经验也佐证了这一趋势，随着企业对共享和汇集数据资源的需求不断增长，如今企业更愿意冒险尝试。
- **数据“清洗室”日益普及。**Infosum、AWS、谷歌和 Snowflake 等许多供应商都研发了数据清洗产品，专用于在企业内部和企业之间安全、高效、大规模地共享符合隐私标准的匿名数据。
- **创建开放数据共享标准和基础设施的势头日益强劲。**“服装行业开放数据标准”和 “OSDU™论坛”等举措表明，有些企业正试图倡导开放协议，以在供应链和其他行业关键职能中安全交换宝贵数据，从而规避现有供应商在数据互操作性方面带来的挑战。
- **用户数据共享隐私保护机制。**数据隐私越来越受到用户的重视。为了帮助应对这一挑战，我们研发了一个解决方案，名为 “Anonymesh”。企业也在建立个人数据存储（例如 Solid Pods），重点围绕用户而非收集用户数据的企业。
- **各国政府制定开放数据议程。**世界各国都在推行开放数据计划，鼓励自由获取和使用政府收集的信息，用于改善公共服务，创造经济机会。例如，英国政府正在构建一款综合数据服务（IDS），以促进跨部门数据交换。同时，新加坡推出开放数据计划，让开发人员能够使用政府机构提供的实时数据集来开发自己的应用程序。

值得关注的趋势



已经出现的趋势

采纳

1. 人工智能即服务
2. 边缘终端上的人工智能 / 机器学习
3. 自动化合规
4. 软件道德规范
5. 协作生态系统
6. Data Mesh
7. 数字生态系统
8. 数字孪生
9. 边缘计算
10. 道德框架
11. 可解释的人工智能
12. 财务运营
13. 绿色云
14. 集成数据和人工智能平台
15. 知识图谱
16. 机器学习研发运维一体 (MLOps)
17. 在线机器学习
18. 平台即产品
19. 隐私第一
20. 隐私增强技术 (PET)
21. 检索增强生成 (RAG)
22. 安全的软件交付

23. 智能家居
24. 智能系统和生态系统
25. 向量数据库

分析

26. 人工智能、物联网和扩展现实综合解决方案
27. 自动机器学习
28. 自主机器人
29. 自动驾驶汽车
30. 数据洁净室
31. 数据市场
32. 去中心化数据平台
33. 差分隐私
34. 加密计算
35. 联邦学习
36. 相关法规日益强化
37. 个人信息经济
38. 隐私通信
39. 尊重隐私的计算
40. 智慧城市
41. 零知识证明

预测

—

开始萌芽的趋势

采纳

42. 机器学习视角下的因果推断
43. 数据契约
44. 去中心化身份
45. 细粒度数据访问控制
46. 重新去中心化

分析

47. 机器间智能协作
48. 可信数据

预测

49. 负责任技术促进

即将出现的趋势

采纳

50. 数据产品规范

分析

—

预测

51. 去中心化个人数据存储

机会

若在该视角上抢占先机，企业即可：



启动人工智能和生成式人工智能计划。高质量数据是所有人工智能计划的基本要求。福布斯称，数据质量是“人工智能发展的真正瓶颈”。



改善合规状况，降低风险。通过基础平台，制定并执行自动化嵌入式治理政策，可缩小书面政策与实际执行之间的差距。



消除冗余，大幅节省开支。企业可加强数据共享，创建一站式服务平台，淘汰在不同部门重复使用的技术基础设施，从而大幅降低技术基础设施建设和维护的成本。



提高洞察力，赢得竞争优势。通过整合整个企业的质量数据，重点关注以前未曾注意的低效或受阻领域，更全面地了解供应链或客户旅程等复杂流程。凭借由此产生的背景信息和发现，企业可进一步了解其工作流程和客户，与数据资源仍较分散和孤立的竞争对手相比，这些企业更具优势。



开发新的价值来源。随着数据互操作能力的成熟和开放标准日益普及，更多利用数据资产的机会将以数据市场和网络的形式出现。虽然有些大型企业和行业已开始创建各自的数据生态系统（例如以开放银行和保险数据共享为中心的生态系统），但仍有余地将其扩展到其他行业和更广泛的社区。



加快产品上市。作为生成式人工智能的基础，实现高质量数据的可用性有望加快解决和改善产品开发过程中的许多痛点，例如，如何利用筛选和汇总海量信息并创建合成客户数据的能力，帮助企业大幅缩短市场调研所需的准备时间。我们认为，如果能有效利用海量数据储备，那么与初创企业相比，大型企业在寻求这些机会方面更具优势。



我们的工作成果

Data Mesh 平台帮助 ITV 更有效地利用数据

为了应对数字流媒体的模式转变，ITV 规划了新蓝图：立志成为一家以数字为主导的媒体和娱乐公司，无论何时何地，都能为观众创造和提供精彩内容。Thoughtworks 的专家团队已开始在 AWS 和 Databricks 上同步开发基于云的 Data Mesh，让 ITV 能够落实新的数据战略，并在其不同的业务部门中推行敏捷工作方式。

有了 Data Mesh 平台，ITV 的团队能够快速导入数据，确保各业务的数据易于发现和获取。借助该平台，提供数据产品所需的时间已从三周缩短至几小时，这推动了该 Data Mesh 在 ITV 业务中的应用和扩展。

“数据本身并不具有任何内在价值，其价值取决于你是否针对它设定了目的和流程。”

Emily Gorcenski

Thoughtworks 欧洲数据与人工智能负责人



可行建议



需采取的行动（采纳）

- **采用隐私增强技术（PET）。**对于需要软件和系统处理、存储和 / 或收集数据的人而言，利用隐私增强技术可提高隐私性或保密性。这种技术通常是处理过程的一部分，可改变处理（通常是囤积）用户和内部参与者（如员工）直接提供的原始数据或明文数据的常规方式。通过加强隐私保护，既能降低既有风险，又能让用户更理智地选择如何处理自己的数据。
- **强化数据治理和隐私政策。**如果数据在内部没有得到充分保护和治理，没有针对隐私和同意等问题制定明确原则，那么采取任何措施对外披露数据都会变得过于冒险。在考虑更广泛的数据共享和协作之前，企业需明确界定各种角色的数据访问和影响范围，并在数据平台推行“策略即代码”。
- **简化数据流程和生产路径。**从 [DataOps](#) 和 [MLOps](#) 等实践中可学习一些方法，加快生产周期关键环节，改善开发人员的体验，同时缩短反馈环路，设立可降低风险的规范。
- **利用 Data Mesh 极大增强洞察力。**尝试使用 Data Mesh 架构，可为不同团队提供所需的集成性和可访问性，以便充分利用各自领域的的数据。这将提高流程的可见性，让团队有能力快速指导开发，满足业务需求，助力企业未来发展。



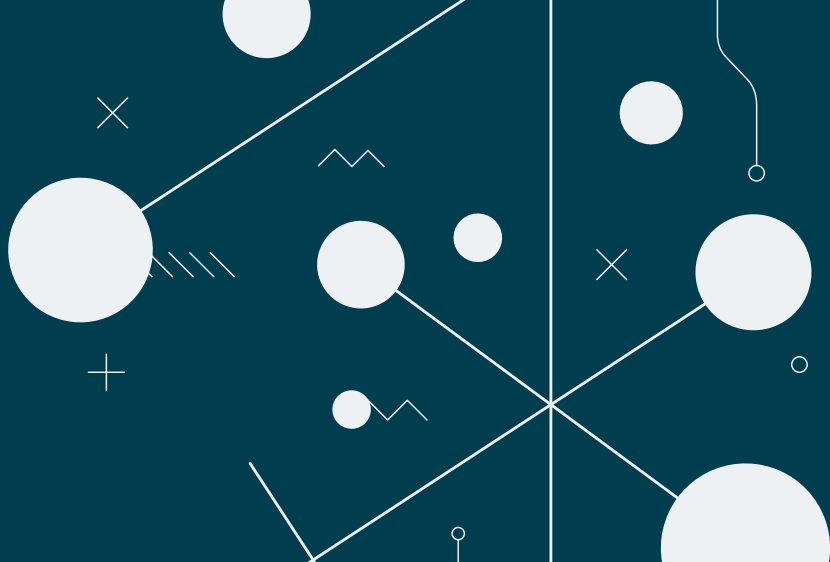
需考虑的事项（分析）

- **采用不同方式存储数据。**数据清洗和[差分隐私](#)（通过在数据集周围引入“噪音”，保持数据集各方面的匿名性）等新兴趋势，为企业以可信、合规的方式存储数据提供了更坚实的基础，同时确保企业依然能将数据投入使用。
- **加入数据市场。**随着开放式汇总数据市场（如[英国政府正在推进的版本](#)）与日俱增，企业应考虑是否愿意参与这些计划，以及参与这些计划的潜力有多大。重点关注以下问题：生态系统可在哪些方面为企业创造更多价值？在确保安全和客户隐私的同时，企业有多大能力实现数据货币化？
- **充分利用数据产品规范和数据契约。**开放式规范用于规定各方共享或使用数据的标准化方式，这种规范日益受到重视，可能需整合到企业的数据平台和更广泛的战略中。



需注意事项（预测）

- **数据与负责任技术实践的结合。**有些企业一直都希望在遵守道德规范的前提下扩展和优化利用其数据资源，而[负责任技术原则](#)就为这些企业提供了日益重要的指导意见。
- **去中心化个人数据市场**让消费者对其个人数据拥有更多主权，有助于发展[个人信息经济](#)。这一趋势将对企业存储、分析和使用客户信息的方式以及企业生态系统的未来发展产生重大影响。



不断演进的交互体验

参与和互动的新机会

人机交互的方法与日俱增，互动也愈加“沉浸式”和无缝化。这为企业创造了新机遇，让企业能够重新规划如何与客户、员工和其他利益相关者互动，如何向他们学习，如何让他们满意。

在该领域，许多趋势很容易被忽视，因为至少从表面上看，这些趋势似乎并不具有革命性意义。实际上，相关系统的准确性和实用性已大有改善，并将在未来几年持续大幅提高。例如，多年来一直都是用户对移动设备发出指令，但直到最近，用户更需要以设备能够理解的表达方式进行交互。

除了语音和文本之外，我们还将持续推进扩展现实（XR）技术的发展，这种技术可让用户在虚拟世界中进行交互，尽管其发展速度可能不会像该领域早期倡导者所预测得那样快。



通过利用生成式人工智能的发展，OpenAI 的 ChatGPT、谷歌的 Bard 和微软的 Copilot 等产品和服务成为这轮变革的领头羊，降低了个人与系统交互或直接与人工智能模型交互的门槛。苹果等科技巨头也在对语音转文字系统进行重大改造，同时升级预测性人工智能和情景感知模型，以实现免触控技术。除了语音和文本之外，我们还将持续推进扩展现实（XR）技术的发展，这种技术可让用户在虚拟世界中进行交互，尽管其发展速度可能不会像该领域早期倡导者所预测得那样快。

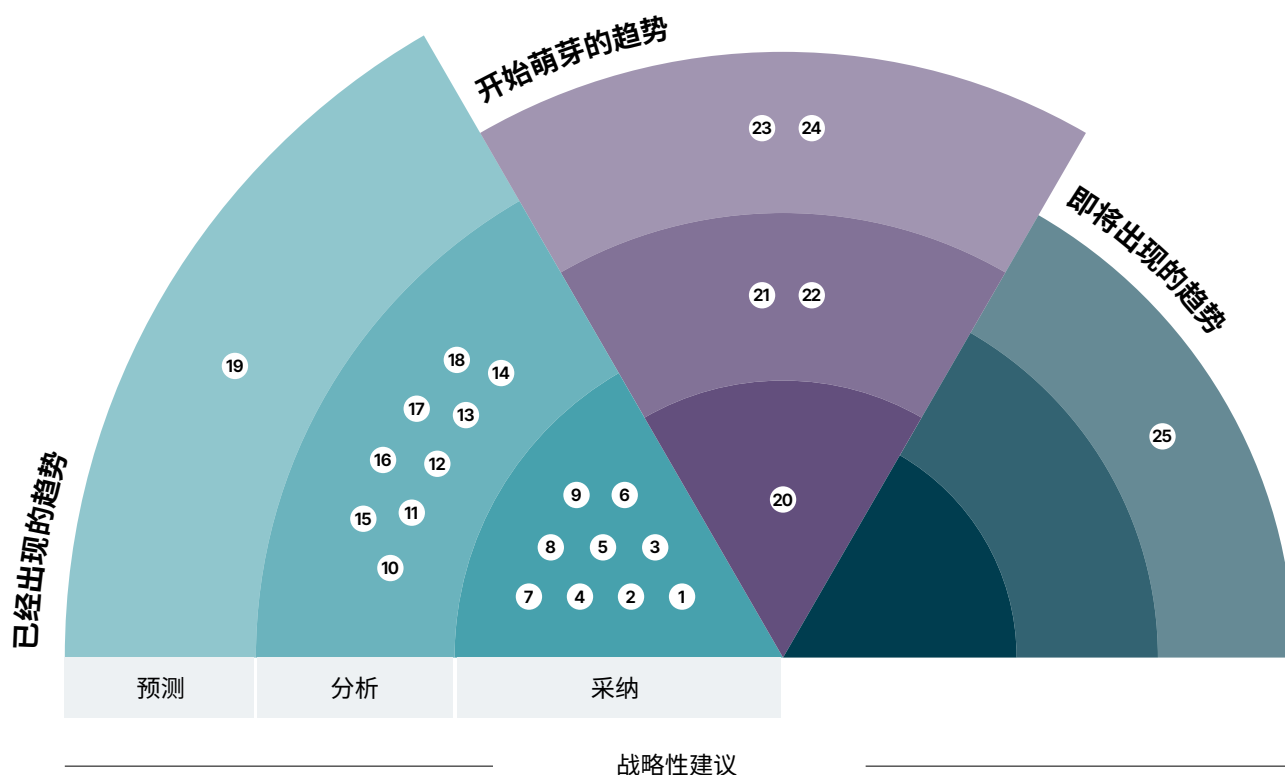
Jugalbandi 让文盲能够用母语与移动设备对话，从而获取有关政府项目的信息，此等系统表明，这些不断演进的交互模式具有巨大潜力，可提升技术体验的包容性。不过，这种交互也会带来一系列更广泛的风险和可访问性问题。移动设备等传统交互方式的可访问性比较容易理解，但对于扩展现实等新交互方式来说，情况并非如此。虽然基于语音或生成式人工智能的交互变得更便捷、更先进，但却更容易造成滥用和意外后果。

就近期而言，在培训和数据可视化等新兴领域，扩展现实不乏前景广阔的用例，所有企业都应做好研究的准备。消费者的使用可能仍主要局限于协作、游戏和娱乐等领域。迄今为止，消费类设备的发展还不足以扩展到其他领域，但苹果、Meta 和其他公司的产品开发工作将继续推进。

预兆信号

- **科技巨头纷纷推出支持扩展现实的新设备**，如苹果的 Vision Pro “空间计算机”和 Meta 的 雷朋智能眼镜。与早期的此类硬件相比，这些新设备的设计更舒适，干扰更少。苹果的“空间计算机”采用了先进的手势识别技术，可减少物理输入设备的需求。
- **部分群体过往在使用技术系统时面临物理和 / 或语言障碍**，针对这种情况，开发支持生成式人工智能的应用程序，可提高可访问性。例如，Jugalbandi 只需通过用户的语音就能实现多种印度语言的交互，具体需结合使用 ChatGPT、语言翻译模型，以及可以提供问题答案的固定数据集。
- **高等教育机构推动数据可视化的前沿发展**。蒙纳士大学 (Monash University) 等机构的教研人员正在尝试利用扩展现实技术，将屏幕以外的数据表示带入更加沉浸式的混合环境。
- **推出增强型手势识别库**，以帮助开发人员将物理手势与谷歌和苹果等公司开发的应用功能相结合。
- **自然语言处理技术不断发展**，其中包括开发预训练模型，处理情感分析等特定任务，同时对多语言能力越来越重视。目前，高瞻远瞩的企业正在利用这些先进技术，改进用户查找和使用信息的方式。例如，Zalando 打造了一款交互式助手，所能实现的功能远远超出了参数搜索。

值得关注的趋势



已经出现的趋势

采纳

1. 人工智能辅助软件开发
2. 开发者体验平台
3. 企业级扩展现实
4. 自然语言处理
5. 运营化人工智能
6. 隐私第一
7. 检索增强生成（RAG）
8. 智能家居
9. 连接无处不在

分析

10. 增强现实
11. 劳动力自动化
12. 消费者扩展现实
13. 手势识别
14. 个性化医疗
15. 卫星网络
16. 智慧城市
17. 空间音频
18. 非接触式交互

预测

19. 成瘾技术

开始萌芽的趋势

采纳

20. 工业级扩展现实

分析

21. 数字人
22. 视网膜分辨率扩展现实

预测

23. 知情同意
24. 支持扩展现实的混合办公方式

即将出现的趋势

采纳

—

分析

—

预测

25. 通用人工智能研究

机会

若在该视角上抢占先机，企业即可：



提高交互效率，从而节省成本。只需动动手指，或通过自然语言语音指令，就能与系统进行交流，而无需费力打字，这种能力很有可能大大提高工作场所等环境的生产力。



为客户减少阻碍，提高服务可用性，进而提升客户满意度。借助语音平台，客户（尤其是那些面临障碍的客户）更容易以顺畅无忧的方式检索产品信息或获得查询答案。同样，自然语言处理技术的发展也带来了各种可能性，例如利用聊天机器人在非工作时间提供基本服务和支持。

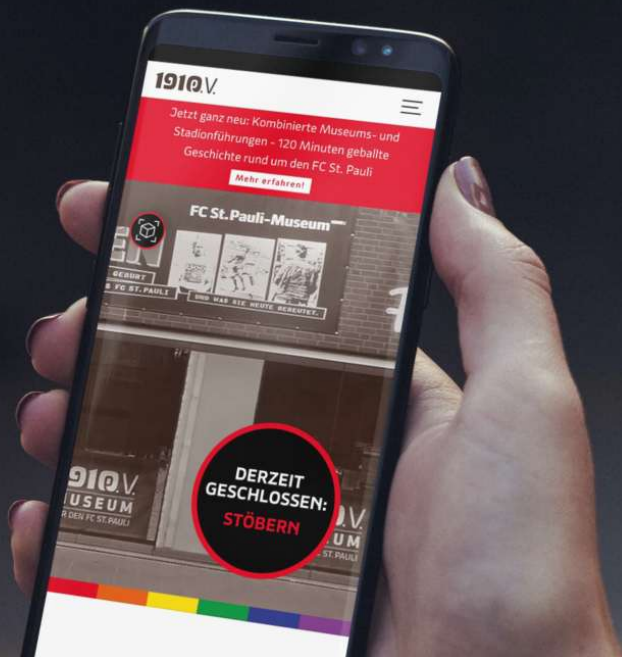


从更多样化的互动体验中获得更深刻的见解。借助增强现实（AR）和虚拟现实（VR）技术，能够在屏幕或印刷页面之外生动呈现数据，这也为“沉浸式分析”奠定了基础。沉浸式环境可以帮助用户从听觉、触觉和视觉上体验数据，从而加强理解和分析，最终做出决策。



测试各种情景，改进响应。通过利用支持扩展现实的模拟，企业可让其团队体验业务中的关键任务情景，从而准确了解自身响应能力，识别出需要改进的地方。





我们的工作成果

为圣保利足球俱乐部博物馆提供沉浸式的球迷体验

这家足球俱乐部博物馆位于汉堡，他们计划打造一种动态的沉浸式体验。这种体验源于球迷的互动，可推广多种主题，例如多元化、反种族主义体育赛事，以及围绕社会影响的更广泛对话。Thoughtworks 与圣保利足球俱乐部博物馆密切协作，共同实施为期六周的项目，设计全新球迷互动体验，并将其纳入“技术实验室（Tech Lab）”计划。“技术实验室”是 Thoughtworks 的一项计划，旨在将创新理念和尖端技术付诸实践。

“你经常会看到人们对‘元宇宙’（metaverse）或‘XR’（扩展现实）这样的术语嗤之以鼻，但与此同时，人们却在日常生活中不知不觉地使用着这些沉浸式技术：例如，人们在视频通话中就经常使用遮掩或改变环境背景的功能。”

Kuldeep Singh

Thoughtworks 首席顾问



可行建议



需采取的行动（采纳）

- **积极研究那些借助人工智能和交互技术的进步即可改进或取代的流程或领域，例如：**
 - **客户互动：**随着聊天机器人越来越成熟，与特定行业的用例越来越契合，聊天机器人可以支持更多方面的客户互动。
 - **研究和发现市场趋势：**Thoughtworks 的业务分析师可使用 ChatGPT 和 Boba 等其他工具进行构思和情景搭建。



需考虑的事项（分析）

- **监控扩展现实 / 虚拟现实空间，了解潜在用例。**对于培训和危机管理等方面，逼真的物理交互尤为重要，因此可以显著受益于这些技术。除此之外，企业还能从设计、制造和维护应用等工业用例中获得价值。在数据可视化方面开展的前沿工作也将对我们未来如何消费和处理数据产生重大影响。
- **了解人工智能工具的多样性，**以及如何满足人们希望以不同方式与人工智能交互的需求。例如，有些开发人员喜欢使用 GitHub Copilot 等工具，在 GitHub Copilot 中，实际交互方式很多时候与自动补全功能基本相同，其他开发人员则更愿意与类似 ChatGPT 的解决方案进行“对话”，在常规的内部开发环境中学以致用。
- **了解并走近客户。**研究您的客户群，思考如果您提供任何新的交互平台，您的普通用户采用该平台的可能性有多大。例如，零售商可以侧重于增强现实交互，这样就能在实体场所与消费者进行更多样化的交互。



需注意的事项（预测）

- **考虑非常规用例。**毫无疑问，不断升级的交互将为企业带来潜在的应用机会，但这些机会并不总是显而易见。这就意味着，需针对业务流程进行思考，研究在哪些方面以完全不同的方式展示数据或与客户交互可能会改善整体体验。



加快数实融合

缩小现实与虚拟之间的差距

自动化在制造业和农业等行业的应用已有数十年历史，但其范围和影响从未如此深入地扩展到物理世界，而且这一趋势只会加速发展。

上一代自动化系统都部署在嵌入式系统中，往往受到物理条件的限制。例如，有的机器人仅限用于单一流水线，或者在行走过程中遇到墙壁时难以寻找其他路径。然而，在新传感器和新工具的帮助下，不仅能测绘和穿透更广阔的物理空间，还能以惊人的保真度用数字方式再现该空间。

然而，在新传感器和新工具的帮助下，不仅能测绘和穿透更广阔的物理空间，还能以惊人的保真度用数字方式再现该空间。



如今，该视角适用于各种应用场合，可能受影响最大的是与物理环境有明确联系的企业，但我们预计该视角还会影响所有非纯数字化企业。新型农业系统能够测量土壤，并以最佳比例施水施肥，进而助力提高农作物产量，这就表明数字技术现在能够改变甚至提升物理世界的广度和精度。数字孪生，即物理对象在现实世界中的具体数字表达，目前已用于航空航天等领域，可监控和评估设备性能，在潜在问题出现之前就将其标记出来。

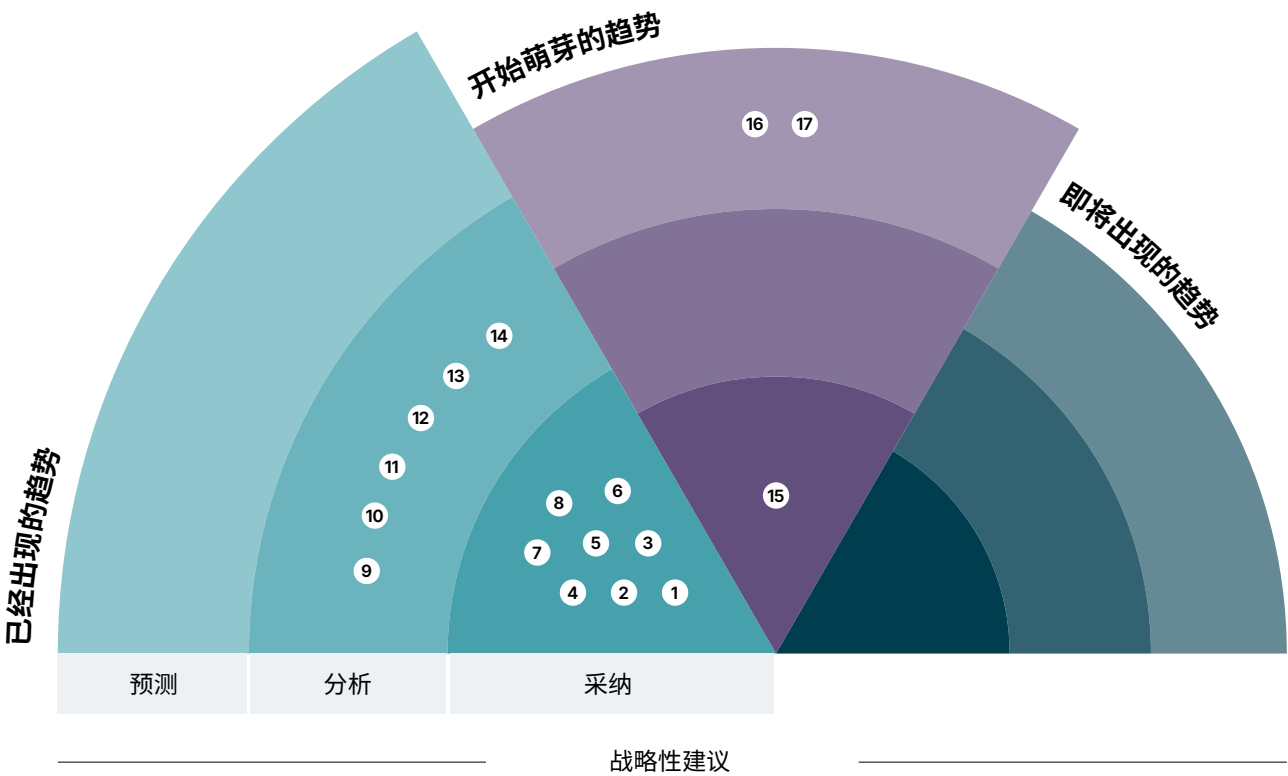
环境融合需进行更全面的思考。需提供和共享高质量数据，因为没有这些数据，系统就无法做出明智决策。过去，负责嵌入式系统的工程师很可能坐在一栋大楼里，而负责制造发动机或车辆的工程师则在另一栋大楼里工作，但现在，各职能部门应聚集在一起，共同制造和运行横跨两个领域的产品。



预兆信号

- **自动驾驶汽车的发展。**尽管充满争议或挫折，但仍有大量无人驾驶汽车在更多地方上路行驶。据报道，无人驾驶出租车先驱 Waymo 和 Cruise 正在酝酿向洛杉矶、得克萨斯州甚至日本扩张。在此过程中，还推动了新型传感器技术的发展。
- **智慧农业初见成效。**以色列的 BloomX 等初创公司正致力于将数字系统和物理系统相融合，在农场中广泛应用技术，模仿并改进授粉等自然过程。通过这些创新，可提高产量，减轻气候变化给农业部门带来的一些挑战。
- **制造业出现新平台。**高德纳等分析机构的研究表明，在典型的仓储或制造作业中，机器人的数量和种类都会激增，几乎所有相关公司都计划扩大机器人队伍。由于这些“机群”中的机器来自不同的供应商，因此出现了一类软件，能够与所有机器集成和通信，进行工作协调。这就是高德纳所说的“多代理编排平台”。
- **更积极主动的维护。**随着人工智能的发展，预测性维护的实践水平也随之提升，壳牌等公司借用人工智能，分析历史数据和实时传感器读数，深入了解资产的健康状况和性能。此外，他们在故障实际发生之前确认故障点的能力也有所提高。

值得关注的趋势



已经出现的趋势

采纳

1. 开发安全运维一体化
2. 数字碳管理
3. 数字孪生
4. 分布式能源
5. 运营化人工智能
6. 隐私第一
7. 智能家居
8. 软件定义汽车

分析

9. 人工智能、物联网和扩展现实综合解决方案
10. 增强现实
11. 手势识别
12. 个性化医疗
13. 卫星网络
14. 非接触式交互

预测

—

开始萌芽的趋势

采纳

15. 工业级扩展现实

分析

—

预测

16. 情感计算
17. 脑机接口

即将出现的趋势

采纳

—

分析

—

预测

—

机会

若在该视角上抢占先机，企业即可：



节约资源，降低风险。各种迹象表明，加强对资产的实时监控，利用数据分析或模拟来确认生产过程中的潜在薄弱环节，可以产生立竿见影的效果。普华永道（PwC）对欧洲公司开展的一项研究发现，其中实施预测性维护的公司平均正常运行时间增加了 9%，成本降低了 12%，健康和安​​全等风险也下降了两位数。



确保高产之路更加顺畅。除了通过提高生产效率和减少出错率来提高产量（如智慧农业），数实融合还可以大幅降低原型设计和测试的成本和复杂性，从而优化生产流程。



提升客户体验，并做出响应。虽然全面自动化可能会引发更多质疑，但研究表明，消费者对有针对性的技术解决方案反应积极，这些解决方案可以减少现实世界中的挑战，例如汽车中的盲点警告和车道辅助系统，或提高能源效率的智能家居。借助从这些系统获得的数据，还可以深入了解客户的行为和参与情况，从而进一步完善产品。



促进实现可持续发展目标。数实融合环境有望以多种方式帮助企业减少对环境的影响，包括优化土地、水和能源等资源的使用；减少部件或机器弃置和更换的次数；或尽量减少在现实对象或原型上进行真实测试的需求。





我们的工作成果

与 MOIA 携手打造自动驾驶汽车

虽然自动驾驶汽车的普及在物理、法规和心理方面都面临重重阻碍，但仍有一些创新型企业致力于此。例如，大众汽车（Volkswagen）旗下有一家拼车服务提供商 MOIA 向我们寻求帮助，希望通过情景测试，让自动驾驶汽车成为其车队的一员。在进行了一系列模拟后，Thoughtworks 增强了 MOIA 快速、安全、无缝部署和管理自动驾驶汽车的能力。目前，Thoughtworks 正在助力将这些汽车推广到现实环境中，同时利用数据和各种设备，衡量这种汽车如何应对复杂路况和交通挑战。

“我们走过了联网设备应用曲线的拐点：我们见证了早期疯狂的物联网构想，也经历了反击，最终看到了真正有用的创新。”

Michael Fait

Thoughtworks 德国软件定义车辆负责人



可行建议



需采取的行动（采纳）

- **了解数实融合是否适用于您的企业**，但纯数字化企业（即无实物产出）除外。有一些用例适用于企业，但问题在于哪些是最相关的用例，哪些应该优先实施。
- **在描绘现实蓝图时，请优先考虑持续发展的数字领域**。许多从事体力劳动的人以前基本上都是在与世隔绝的情况下独立工作。例如，在建筑中埋设炸药或在采矿期间进行钻探。未来，这些人需要与创建软件和设计系统的团队建立联系和互动，以便管理这些过程中日益重要的数字化要素。



需考虑的事项（分析）

- **借助技术发展，寻找改进物理过程的机会**。值得特别一提的是传感器和执行器，其精确度和功能性远远超过几年前。很多公司不仅致力于缩小传感器和执行器的尺寸，以便嵌入到更多设备中，还要确保它们能够独立运行，提供更精细的数据。



需注意的事项（预测）

- **监控自动化和物联网（IoT）等领域的合规性和法规**。随着数字化设备日益复杂、智能化，并具有潜在的侵入性，监管法规将会逐步加强。
- **关注科技公司、政府和同行在该领域的行动和举措**。由于物理现实只有一个，因而随着数据传输和传感器通信等领域标准的制定，企业实际上将不得不采用新出现的各种技术或协议。如果坚持采用错误的标准或技术，企业可能会被淘汰。



负责任技术：重要考虑因素

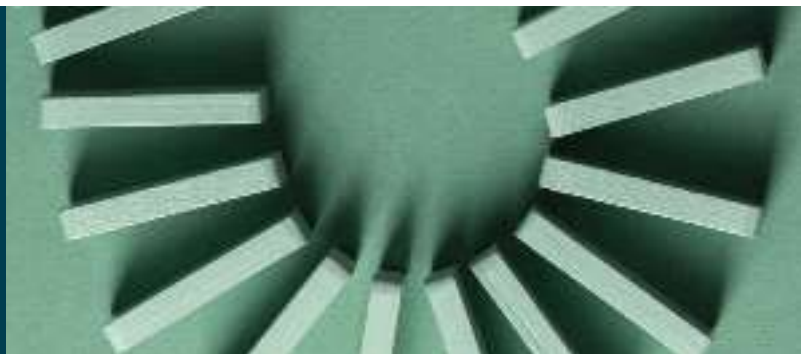
合乎道德规范

随着技术越来越深地融入日常生活的方方面面，无论是有意伤害，还是无意伤害，都可能变得更加严重。例如，围绕生成式人工智能深远影响的争论持续不止，说明人们愈加重视技术解决方案的潜在后果（无论是虚假信息、碳排放过量还是排斥某些群体）。根据我们就消费者对生成式人工智能的需求所展开的研究，93% 的受访者表示，如果企业没有负责任和道德意识，就有可能产生有害影响。

企业必须准备让其技术实践接受更严格的审查，并思考其技术选择的道德影响（不仅是对最终用户的影响，也是对整个社会的影响）。

负责任技术可确保企业在研究技术方法时充分考虑所有利益相关者，并针对隐私、安全和可持续发展实施相应规范。

作为领导者，我们必须承认，我们往往难以准确预测技术选择的后果。



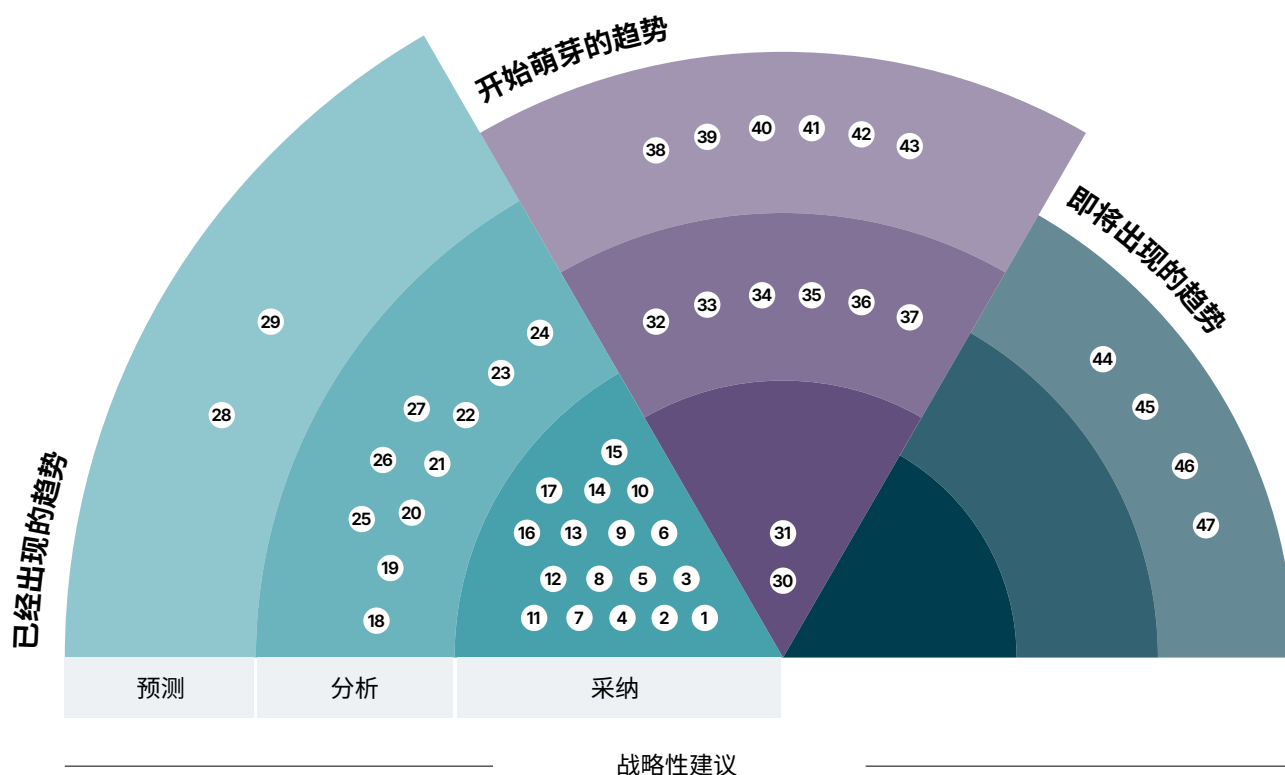
作为领导者，我们必须承认，我们往往难以准确预测技术选择的后果。技术的负面影响往往是无意为之，但其危害并不因此而减小。要践行负责任技术，我们就需要拓宽视野，利用新工具和新技术，助力企业完成负责任技术之旅，包括从安全软件到隐私第一设计。



预兆信号

- **定义负责任技术实践，提供相关教育的新资源**，如 Thoughtworks 和联合国携手编制的 [《负责任技术手册》](#)，以及麻省理工学院（MIT）推出的《计算的社会和道德责任》课程（可通过 [OpenCourseWare](#) 平台获取）。
- **推出多项监管和政策举措，规定对技术采取更加深思熟虑的方法**，如美国 [《关于安全、可靠和可信地开发和人工智能的行政命令》](#)、印度的 [《2023 年数字个人数据保护法》](#)，以及欧盟的 [《关于人工智能和相关影响评估的统一规定》](#)（简称《人工智能法案》）的提案。
- **以开发和推广可持续技术实践为重点的联盟应运而生**。一个典型示例是[绿色软件基金会](#)，该组织针对低碳软件和方法研发了培训和代码，以计算技术相关排放量。
- **以负责任技术公司和解决方案为目标的投资基金应运而生**，如 [Mozilla Ventures](#)，该基金向从事隐私、数字权力下放和道德人工智能的早期初创公司提供 3500 万美元的资金支持。
- **推广负责任技术原则和资质的公司与日俱增**，其中包括 [IBM](#)、[普华永道（PwC）](#) 和 [Salesforce](#) 等巨头。

值得关注的趋势



已经出现的趋势

采纳

1. 人工智能在安防领域的应用
2. 人工智能辅助软件开发
3. 自动化合规
4. 软件道德规范
5. 去中心化安全
6. 开发安全运维
7. 数字碳管理
8. 分布式能源
9. 边缘计算
10. 道德框架
11. 绿色云
12. 绿色软件工程
13. 隐私第一
14. 检索增强生成 (RAG)
15. 安全的软件交付
16. 智能家居
17. 向量数据库

分析

18. 人工智能生成媒体
19. 可替代货币
20. 劳动力自动化
21. 数据市场

22. 差分隐私
23. 加密计算
24. 智慧城市
25. 智能能源管理系统
26. 技术和主权力量
27. 零知识证明

预测

28. 成瘾技术
29. 加密资产国际法

开始萌芽的趋势

采纳

30. 去中心化身份
31. 细粒度数据访问控制

分析

32. 人工智能安全与监管
33. 决策科学
34. 数字人
35. 绿色用户体验
36. 生产免疫系统
37. 可信数据

预测

38. 对抗性机器学习
39. 情感计算
40. 量子计算
41. 负责任技术促进
42. 循环经济技术
43. 知情同意

即将出现的趋势

采纳

—

分析

—

预测

44. 通用人工智能研究
45. 去中心化个人数据存储
46. 新一代密码学
47. 量子机器学习

机会

若在该视角上抢占先机，企业即可：



在技术导致的道德失范蔓延至公共领域时，防止在客户、人才和投资者当中的声誉受损。除了减轻危害，有效的负责任技术实践还能在吸引和留住客户及人才方面带来好处。例如，最近一项针对千禧一代和 Z 世代员工的调查发现，他们十分重视雇主在社区中的积极作用以及对客户数据的保护。



避免监管审查或制裁，例如苹果公司就面临监管审查或制裁，因为设定苹果信用卡（Apple Card）消费限额的算法存在明显偏差，引发苹果公司的人工智能使用实践遭到调查。

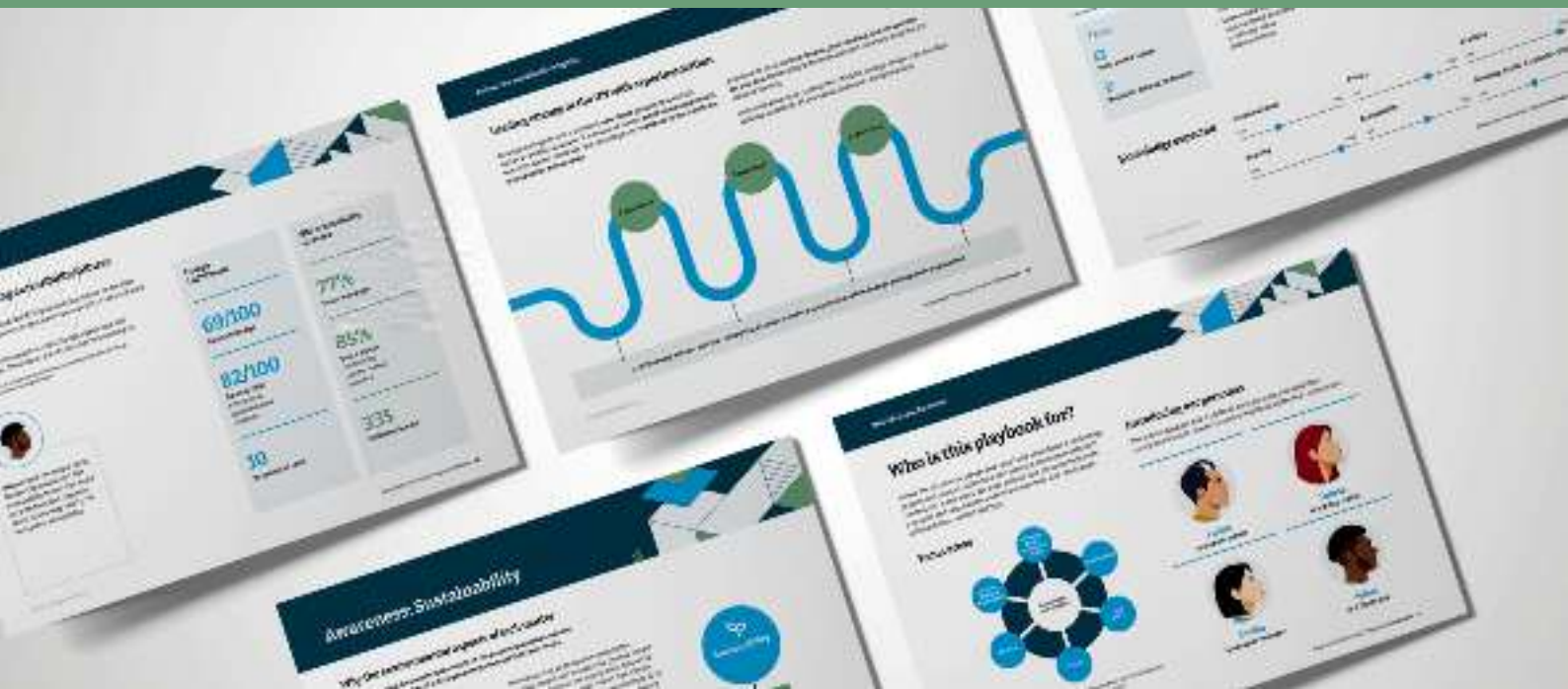


降低数据泄露或滥用的可能性。零售商塔吉特（Target）发生大规模客户数据失窃，最近 Meta 公司公然违反欧盟数据法规，这些案例都证明了这些事件所带来的惩罚性代价可能会持续数年。



创造积极的环保成果。利用 Thoughtworks 的开源云碳足迹（CCF）等工具，测量并降低计算和云使用的碳强度，为将技术融入企业的总体可持续发展战略和实现净零目标打开了大门。





我们的工作成果

与联合国携手编制《负责任技术手册》

根据《联合国秘书长的新技术战略》，联合国秘书处与 Thoughtworks 携手为提高新兴技术的包容性、透明度和减少偏见意识以及意外负面影响方面提供指导。与联合国工作人员进行了一系列访谈及研讨会之后，Thoughtworks 和联合国团队制定了一个框架和一套方法，目的是负责任地创建和管理技术系统和产品。

“负责任技术不仅仅要求要意识到我们的善意行为可能产生的结果，还要求我们全身心地投入到现在的工作中，不断重新审视我们正在保护的人员和事物，以及我们的保护方式，永不停止。”

Rebecca Parsons

Thoughtworks 荣誉首席技术官



可行建议



需采取的行动（采纳）

- **将负责任技术实践作为一项跨职能要求。**正如本视角的标题所述，道德方面的考虑对所有企业都至关重要。
- **结合相关技术和实践持续更新技术规划和流程**，有助于列出所应用或开发的解决方案的更广泛影响。例如，让代表性不足的群体参与设计和测试，或模拟数据泄露，展示数据可能被滥用的情况，将这些技术融入每个流程。
- **针对人工智能的使用制定明确的准则和政策**，并确保这些准则和政策不仅传达给技术人员，也传达给企业的其他部门，因为这些部门中有更多人将在日常工作中尝试使用人工智能工具。
- **采用安全的软件交付实践**，例如将安全开发作为一项集体责任，编写简洁、透明和易于维护的代码，进行持续测试。
- **检查软件开发流程和工具**，了解在哪些方面可以做出更具可持续性的决策。了解绿色软件工程技术成本 / 效益权衡。
- **做合格的消费者**，采取措施了解合作伙伴和供应商对负责任技术的立场，努力参与和支持企业致力于以合乎道德的方式使用技术。



需考虑的事项（分析）

- **通过核查信息来源，开发可信的数据源。**尽可能与通过审查的数据提供商合作，并与所在领域内管理数据共享和交换的可信机构建立伙伴关系。
- **持续关注负责任技术构成要素的变更。**技术发展日新月异，今天的技术可能根本无法解决明天的问题。
- **采用软件开发道德规范，**可制定适合企业的原则，也可借鉴或推广 ACM/IEEE-CS 软件工程职业道德规范等开拓性标准。
- **利用绿色软件开发技术，**如实施实时功耗监控，将排放量控制在最低可行水平，优化基础设施和算法，谨慎选择计算地点和时间。

需注意的事项（预测）

- **人工智能发展带来的机遇和威胁与日俱增。**随着人工智能可以创造或操纵的领域迅速扩大，人工智能有望为市场研究、产品开发等各领域做出重大贡献。不过，这也将加速扩大深度伪造和误导宣传等破坏性力量的规模和影响范围。在利用人工智能能力的同时，确保企业始终知晓人工智能带来的新难题，并做好应对准备。
- **相关法规持续演变。**您应该乐于看到整个负责任技术领域的相关法规出现变化。教育合规企业了解新的监管组织或机构，这些组织或机构需受到监控，并有可能涉足本报告所述的各个领域。



术语表

A

成瘾技术 (Addictive tech): 在关注度和参与度的激烈竞争的推动下，一些应用程序专门进行了让人上瘾的设计。虽然这对向受众销售广告业务的公司来说可能是件好事，但人们越来越意识到成瘾技术对社会和环境造成的危害。

对抗机器学习 (Adversarial machine learning): 这是指针对（或使用）机器学习系统进行的攻击。攻击者可能会篡改训练数据，或者识别模型分类不佳的特定输入，从而故意制造出意外的结果。

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”。

智能体建模仿真 (Agent-based simulation): 使用模拟的独立智能体，每个代理都朝着自己的目标努力，力求模拟真实世界的情况。这种模拟可以帮助我们理解疾病传播或蛋白质折叠等复杂现象。

通用人工智能研究 (AGI research): 通用人工智能 (AGI) 具备完成一系列智能任务的广泛能力，经常与人类水平的智能相提并论。这与当今的“狭义”人工智能形成了鲜明对比，后者可能表现非常出色，但只能完成非常具体的任务。

人工智能体 (AI agent): 应用程序的内置功能，可将公开可用的生成式人工智能模型的功能与模型之外的特定知识（如产品信息）相结合。

人工智能即服务 (AI as a service): 在云平台上以服务的形式提供的“随时可用”人工智能解决方案，通常无需专门的人工智能或机器学习技能即可使用。

AI 与网络安全 (AI in security): 威胁领域的攻防双方都在越来越普遍地采用人工智能，防御者用之动态地应对威胁，而攻击者则用之探测系统中的漏洞。

人工智能市场 (AI marketplaces): 亚马逊的 AWS Marketplace、谷歌的 TensorFlowHub 和微软的 Azure Marketplace 等市场使独立开发人员和公司能够向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。

人工智能安全与监管 (AI safety and regulation): 政府对人工智能的使用进行监管和指导，目的是确保负责任地使用人工智能系统并确保其后果，其中包括监测、合规性和良好实践。

人工智能辅助软件开发 (AI-assisted software development): 利用人工智能加快或改进软件开发，例如，集成开发环境 (IDE) 中的代码补全、人工智能创建的自动测试、能够检测错误的人工智能，甚至是人工智能代码生成工具。

人工智能生成媒体内容 (AI-generated media): 经人工智能处理的图像、音频或视频，也称为“合成媒体内容”。

人工智能、物联网和扩展现实综合解决方案 (AI, IoT and XR combined solutions): 多种技术相结合并共同发挥作用的新型解决方案。无人机、机器人和自动驾驶汽车都是需要机器学习、数据流处理和智能层来解决问题的设备实例。

端侧模型 (AI/ML on edge): 在网络边缘终端（通常在资源有限的设备上）运行人工智能和机器学习算法的能力。

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。越来越多的供应商也开始使用基于供应商特定奖励的货币，如星巴克的星星或亚马逊币。

增强现实 (Augmented reality): 通过将现实世界与数字空间相结合，一种通过苹果和安卓移动设备提供的有限形式增强现实技术目前正在普及，这种技术能够将虚拟对象叠加到摄像头的现实世界视图中。还有更多先进的增强现实技术是通过专用的耳机来实现的，比如苹果的 Vision Pro、微软的 HoloLens 或 Meta 的 Quest 3。

合规自动化技术 (Automated compliance): 利用技术随时提供满足合规报告、检查和平衡所需的所有数据。在许多情况下，自动化可以通过筛选数据简化报告，但人工智能现在已开始取代人工决策。

工作自动化 (Automated workforce): 利用技术执行可重复或可预测的工作流程。劳动力自动化并不意味着完全取代人类。在某些情况下，人机“团队合作”可能比任一方单独工作效果更好。

自动机器学习 (AutoML): 这是一种通过自动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。

自主机器人 (Autonomous robots): 与工业机器人相比，机载人工智能机器人的体积更小、成本更低，能够感知环境、提供导航、学习如何完成任务，甚至进行自我修复和修复其他东西。

自动驾驶汽车 (Autonomous vehicles): 自动驾驶汽车、卡车和公共交通工具。虽然无人驾驶汽车可能是人们关注的焦点，但自动驾驶汽车在采矿和工厂车间等特殊工业和商业应用方面也有很大的潜力。

B

脑机接口 (Brain computer interfaces): 这是一种设备，用于读取和分析来自大脑的信号，并将其转换为计算机输入机制。经过一段时间的训练后，人和设备共同对人类的意图进行编码和解码。

C

机器学习因果推断 (Causal inference for ML): 此类方法可以推导出输入数据和机器学习模型结果之间的因果关系。如果机器学习模型能够推而广之，那么使用为数不多的训练数据即可有效运行。

软件道德规范 (Code of ethics for software): 企业可用于管理风险和减轻特定技术潜在负面影响（如人工智能偏见）的一套准则。

协作生态系统 (Collaboration ecosystems): 当个人或组织有共同的目标时，他们很可能会想要协作。为此，他们需要一套工具和资源，以有效实现价值，开发团队的远程工作环境就是典型的例子。有了该系统，人们能够共同解决问题。

消费级扩展现实 (Consumer XR): 这种扩展现实是针对消费者，而非专业用户或企业用户。

D

数据清洗 (Data clean room): 为企业提供安全的环境, 让这些企业能够相互共享和合并数据, 而无需实际共享自己的数据

数据契约 (Data contract): 生产者和消费者双方就使用数据集或数据产品达成的正式协议。

数据市场 (Data marketplaces): 一种能够在企业内外查找、购买、共享和销售数据的系统。

数据网格 (Data Mesh): 一个围绕业务领域构建的数据平台, 其将数据视为一种产品, 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。

数据产品规范 (Data product specification): 对数据产品的精准技术描述, 有助于数据产品的供应、配置和管理。

去中心化数据平台 (Decentralized data platforms): 使用多个数据存储, 而不是单一的集中存储, 这种平台的一个范例是 Data Mesh (见上文)。

去中心化身份 (Decentralized identity): 去中心化身份 (DiD) 也称为身份自主权, 是一种基于开放标准的身份架构, 使用自主独立的数字 ID 和可验证的凭证来传输可信数据。虽然不依赖于区块链, 但目前许多示例都是基于区块链以及其他形式的分布式账本技术和私钥 / 公钥加密技术进行部署, 目的是保护在线交互的隐私和安全。

去中心化个人数据存储 (Decentralized personal data stores): 一种数据架构形式, 个人以去中心化方式控制自己的数据, 允许采用按使用量计费的访问 (例如 Solid POD)。

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, 而不是使用可能发生单点故障的传统安全边界。

决策科学 (Decision science): 将人工智能工具和技术与行为科学和管理科学相结合, 目的是针对情景规划、运营研究等各种复杂问题, 提高决策能力, 扩大决策者的影响力。

开发者体验平台 (Developer experience platforms): 提供工具的平台, 让开发人员能够尽可能有效地创建、测试和部署软件。

开发安全运维一体化 (DevSecOps): 开发 (development)、安全 (security) 和运行 (operations) 三个词的缩写。这种方法将安全的重要性与开发和运行的重要性都置于首位。

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个人隐私, 同时仍然可以在数据基础上获取洞见或构建机器学习模型。

数字化碳管理 (Digital carbon management): 可测量企业温室气体 (GHG) 的排放量, 并为减少这些排放量而做出努力。建立碳足迹和确定碳足迹的计划, 是实现净零目标的必不可少的环节, 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): 不同的参与者、系统甚至企业, 通过合作、协同和竞争来建立一个整体大于部分之和的新兴生态系统。例如, 旅游业、在线市场以及 Gojek 和微信等新型 “超级应用”。

数字人 (Digital humans): 基于人工智能的虚拟助手和非玩家角色, 在元宇宙中再现人类交互。

数字孪生 (Digital twin): 一种过程、产品或服务的虚拟模型，允许进行模拟和数据分析，可将 3D 可视化与实时数据相结合，从而了解那些实际上无法看见的设备的情况。

分布式能源 (Distributed energy resources): 属于“用户侧储能系统”的一个发电类别。分布式能源 (DER) 为电网发电，并为 DER 奖励能源信用。例如，在住宅上安装的太阳能电池板就属于 DER。

E

易于访问生成式人工智能 (Easing access to Generative AI): 不熟悉提示工程的人可能会难以获取背景信息和其他数据，因此可以通过共享背景和数

边缘计算 (Edge computing): 确保数据的存储和处理更靠近设备，而不依赖数千公里外的数据中心。其优势包括减少实时系统的延迟和提高数据私密性。

加密计算 (Encrypted computation): 一种无需先解密就可对加密数据进行计算的能力，有助于维护数据隐私，同时允许数据存储和操作外包，包括安全多方计算和同态加密等技术。

企业级扩展现实 (Enterprise 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): 一种决策框架，重点围绕人工智能的使用和数据中可能存在的偏差，用于尝试为决策过程带来透明度和清晰性。

演进式架构 (Evolutionary architectures): 与传统的前期、重量级企业架构设计相比，演进式架构接受我们无法预测未来的事实，为系统架构的指导性、渐进式变化提供了一种机制。

可解释的人工智能 (Explainable AI): 一套用于理解机器学习模型得出某个结论的原理的工具和方法。这些工具通常适用于推理过程不透明的模型。

F

联邦学习 (Federated learning): 可下载机器学习模型，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。

细粒度数据访问控制 (Fine grained data access controls): 更精细的数据访问控制，如基于策略的访问控制 (PBAC) 或基于属性的访问控制 (ABAC)，在决定谁有权访问数据时，可以应用更多的情境元素。

财务运营 (FinOps): 将财务问责制引入云计算的可变支出模型。涉及财务、运营和开发等团队之间的协作方法，目的是有效管理和优化云成本。

G

IDE 中的生成式 AI 工具 (GenAI tools in IDEs): 将生成式人工智能功能集成至集成开发环境 (IDE)，即程序员用于编写代码的软件应用程序。

生成式人工智能 (Generative AI): 可根据简单的人类语言提示创建文本、图像、音频和视频的人工智能。

手势与姿态识别 (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 cloud): 一种由可再生能源提供能源的数据中心，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): 选择高效、节能的技术、编程语言、算法和软件架构。

绿色用户体验 (Green UX): 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。例如, 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。

I

强化监管 (Increased regulation): 相关法规日益强化, 特别是关于数据、隐私、安全和温室气体排放的法规。

工业级扩展现实 (Industrial XR): 在工业环境中, 利用虚拟环境测试和模拟所需的物理结果。

集成数据和人工智能平台 (Integrated data and AI platforms): 机器学习专用平台, 可提供端到端的功能, 如数据管理、特征工程、模型训练、模型评估、模型治理、可解释性、自动机器学习 (AutoML)、模型版本控制、环境间推广、模型服务、模型部署和模型监控。

智能机器间协作 (Intelligent machine to machine collaboration): 通常以自主方式实现设备间直接交互和信息共享的技术。决策和行动只需很少的人工干预或根本无需人工干预。

加密资产国际法 (International law for crypto assets): 加密资产的交易遍布全球。与针对人工智能制定国际法的举措类似, 加密资产的跨境交易也需要国际法的支持, 其中可能包括成本、资产类别以及合法交易的构成要素。

K

知识图谱 (Knowledge graphs): 使用图谱数据结构表示实体间知识和语义关系的一种方法。

M

机器学习运维一体化 (MLOps): 一种将 DevOps 实践引入机器学习领域的举措。机器学习运维营造了一种文化氛围, 让人们可以不分职称或背景, 齐心协力, 持续构想、开发、部署、运行、监控和改进机器学习系统。机器学习下的持续交付 (CD4ML) 是 Thoughtworks 端到端实施机器学习运维的方法。

多模态人工智能 (Multimodal AI): 可跨越不同交流模式的人工智能模型交互。例如, 聊天机器人既能理解书面语言, 也能用口头语言做出回应。

N

自然语言处理 (Natural language processing): 人工智能和其他现代技术, 帮助计算机理解口头或书面语言的意图和含义。用于各种用途, 包括听写软件, 乃至文档含义分析。

新一代密码学 (Next-generation cryptography): 为应对技术或社会挑战而创建的密码学形式。例如, 抗量子加密算法、使用专用硬件安全飞地 (secure enclaves) 的保密计算、同态加密 (允许在数据加密的同时进行数据计算), 以及节能密码学。

O

在线机器学习 (Online machine learning): 一种技术, 基于持续收集的数据, 使算法能不断学习, 并能实时探索问题领域。这与传统机器学习不同, 后者的模型训练仅使用历史数据, 无法应对动态或前所未有的情况。

人工智能运营化 (Operationalize AI): 让人工智能成为业务运营的常规成员, 包括适当的安全和管理。

P

个人信息经济 (Personal information economy): 一种通过拥有和使用大量个人信息获取商业价值的商业模式。例如, cookie 的原始使用; 通过人们的在线行为对其进行有针对性的特征分析。这历来是公司或中间广告服务机构试图留住和锁定客户的领域, 不过自《欧洲通用数据保护条例》(GDPR) 及类似的隐私法颁布以来, 我们看到了一种转变, 即人们开始控制自己希望公开哪些数据来换取服务。

个性化医疗 (Personalized healthcare): 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, 防患于未然。

平台即产品 (Platforms as products): 一种创建和支撑平台的方式, 其重点是实现客户 (用户) 价值, 而不是将平台构建视为一个有时限的项目。

隐私优先 (Privacy first): 隐私第一是业务、组织结构和产品战略的重大转变, 在这一转变中, 隐私成为企业的核心价值和产品。这种转变摆脱了之前“用户即产品”的枷锁, 进入一个以建立信任和提高透明度作为首要任务的全新领域。

隐私通信 (Privacy-aware communication): 一种通信软件, 直接将其安全状态和功能作为一项重要宣传方向, 例如, 端到端加密服务。

隐私增强技术 (Privacy-enhancing technologies (PETs)): 一系列保护用户隐私的技术和技巧, 如匿名、加密计算和差分隐私。

隐私计算 (Privacy-respecting computation): 一种新技术, 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, 广义上, 该技术属于隐私增强技术 (PET)。

生产免疫系统 (Production immune systems): 这种系统可对复杂分布式系统中的指标进行监控, 并在发现问题时采取纠正措施, 通常用于安全工作, 但也越来越多地用于在停机状态后实现恢复和复原。

Q

量子计算 (Quantum computing): 使用光子的概率态, 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在特定问题领域中发挥作用, 但它尚未扩展到广大应用领域。

量子机器学习 (Quantum machine learning): 在量子计算引擎上调整和执行的机器学习算法, 通常用于分析经典 (非量子) 数据。

R

检索增强生成 (Retrieval Augmented Generation, RAG): 一种人工智能方法, 让系统可通过从大型数据库或知识源中获取相关信息来增强其回应生成能力。这种方法将生成式人工智能模型的创造性与数据检索的精确性相结合, 在各种业务应用中实现了更准确、更符合实际情况的回应。

再去中心化 (Re-decentralization): 随着时间的推移, 原本设计为去中心化的人机系统变得越来越集中。重新去中心化指有意识地将这些系统恢复去中心化模式。

促进负责任技术 (Responsible tech facilitation): 一系列新工具和新技术, 可支持将负责任技术纳入软件交付流程, 主要侧重于积极吸纳代表性不足的观点; 相关示例包括技术塔罗牌 (Tarot Cards of Tech)、结果扫描 (Consequence Scanning) 和敏捷威胁建模 (Agile Threat Modeling)。

视网膜级扩展现实 (Retina resolution XR): 一种超高分辨率扩展现实, 可在宽广的视野内进行逼真渲染。目前只能通过 Varjo XR-3 等极其昂贵的耳机来实现。

RPA 与低代码 (Robotic process automation and low code): 机器人流程自动化 (RPA) 的目的是让脚本或机器人与用户界面 (UI) 进行交互, 而无需人工操作。低代码的目的是实现编程全民化, 让非程序员也能创建软件系统。

S

卫星网络 (Satellite networks): 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。例如, SpaceX 的星链 (Starlink)、亚马逊的 Kuiper、OneWeb 和 Telesat。

安全软件交付 (Secure software delivery): 安全性适用于软件创建的整个过程, 而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通道。

智慧城市 (Smart cities): 一种城市区域, 可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可用于有效管理资产、资源和服务; 反过来, 这些数据又被用于改善整个城市的运营。

智能能源管理系统 (Smart energy management systems): 通过测量设备、应用程序接口 (API) 和工具所得到的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分析其能源使用情况。

智能家居 (Smart homes): 通过智能中心, 家居变得“智能”起来, 人们可以控制几乎所有的家庭系统。分析技术甚至可以指导或管理供热和能源供应, 并学习个人习惯或邻里习惯。

智能系统和生态系统 (Smart systems and ecosystems): 利用人工智能和 ML 增强系统的网络, 使其超越各部分的总和。例如, 在智能城市中, 由汽车和路边传感器组成的网络有助于加快交通流量并确保交通安全。

软件定义汽车 (Software-defined vehicles): 一种汽车, 其核心功能、特性和用户体验主要受控于软件, 而非传统机械和电气系统。这种方法通过远程升级提高了灵活性、定制化和持续改进能力, 彻底改变了汽车的性能, 进而改变了汽车行业的商业模式。

空间音频 (Spatial audio): 一种先进的信号处理技术, 最初来自苹果公司, 可将声音虚拟置入三维空间。空间音频还能跟踪耳机和屏幕位置, 实现准确的声音定位。

T

技术主权 (Technology and sovereign power): 有越来越多的力量导致互联网巴尔干化 (即互联网的分裂), 其中许多分裂是由民族国家领导的。隐私立法加速了这一进程, 因为其强制执行数据权利和数据主权, 并深刻地影响着企业在互联网上部署和分发系统和数据的方式。

循环经济技术 (Technology for circular economy): 一个封闭的经济体系, 在这个体系中, 原材料和产品不断被共享, 从而尽可能减少其价值的损失。支持此理念的技术包括可重用服务、可追溯性、物联网和数据挖掘。

非接触交互 (Touchless interactions): 由于新冠疫情（至少在一定程度上是由于疫情），人们可能更愿意在不接触设备的情况下与设备交互。具体技术包括手部跟踪、语音和手势识别。

可信数据 (Trustworthy data): 一套新兴技术，用于认证数据来源并管理整个企业的数据使用。经证明，在跟踪和加强实现可持续发展目标的进展方面，该技术具有变革性意义。

U

泛在连接 (Ubiquitous connectivity): 随时随地为所有人和事物提供连接。有些人预测，无处不在的连接将成为地球上资源有限地区的创新动力，而批评人士则认为，这种连接既昂贵又没有必要。

易懂的知情条款 (Understandable consent): 大多数服务条款 (TOS) 或最终用户许可协议 (EULA) 都包含难以理解的法律术语，没有法律背景的人很难理解。知情同意的目的是改变这种局面，使用简单易懂的条款，明确说明对客户数据的使用方式。

V

向量数据库 (Vector databases): 一种专业存储系统，专用于高效处理机器学习和人工智能应用中常用的高维数据向量，并编制索引。

X

扩展现实与混合办公 (XR-enabled hybrid working): 一种协作策略，利用扩展现实，本地 / 远程混合团队中的每个人都能与相同的共享工件（如白板和其他信息辐射器）进行交互，这就拉近了远程协作者与现场团队的距离。

Z

零知识证明 (Zero knowledge proofs): 一种方法，可让一方向另一方证明某一陈述的真实性，而无需透露自己是如何知道该陈述是真实的。

思特沃克（Thoughtworks）是一家集战略、设计和工程于一体的全球软件及技术咨询公司，致力于推动数字化创新。我们在 18 个国家 / 地区设有 50 个办事处，拥有 12,000 多名员工。在过去近 30 年的时间里，我们凭借业务和技术优势帮助客户解决了众多复杂的商业和技术问题，与客户一起创造了非凡的影响。



Strategy. Design. Engineering.