

生成式人工智能技术对通信行业的影响研究

Research on Impact of Generative AI Technologies on Communication Industry

刘亮,张琛,杨学燕(商汤科技智能产业研究院,北京 100080)

Liu liang,Zhang Chen,Yang Xueyan(Sensetime AI Industry Research Institute,Beijing 100080,China)

摘要:

以ChatGPT为代表的基于大模型的生成式人工智能应用,引发了新一轮的人工智能发展浪潮,并将对这个世界产生深远影响。高速发展且不断进化的生成式AI,不仅实现了人工智能由“分类”向“生成”的转变,也为企业带来了全新的赋能价值和想象空间。详细剖析了生成式AI技术体系,探索其带来的前景价值,思考了技术背后的潜在风险并对企业提出了行动建议。同时,还探讨了通信运营商在生成式AI时代浪潮下的定位及应对之策。

关键词:

人工智能;大模型;生成式AI;负责任人工智能
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2023.07.001
文章编号:1007-3043(2023)07-0001-07
中图分类号:TP183
文献标识码:A
开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

Generative AI applications based on large models, represented by ChatGPT, have triggered a new wave of AI development and will have a profound impact on the world. The fast-growing and evolving generative AI has not only transformed AI from "classification" to "generation", but also brought a new value of empowerment and imagination to enterprises. It provides a detailed analysis of the generative AI technology system, explores the prospective value it brings, considers the potential risks behind the technology, and proposes action suggestions for the enterprise. It also discusses the positioning of communication operators in the wave of generative AI era and their responses.

Keywords:

AI; Large models; Generative AI; Responsible AI

引用格式:刘亮,张琛,杨学燕.生成式人工智能技术对通信行业的影响研究[J].邮电设计技术,2023(7):1-7.

0 引言

自2022年11月问世以来,ChatGPT在短短2个月内便引爆市场,达成1亿月活,成为历史上用户增速最快的应用软件。进入2023年,中国市场也同样爆发,截至目前,据不完全统计,中国市场已经出现近百款由科技厂商、高校、科研院所等不同主体发布的类似产品服务。可以预见,2023年下半年,相关的产品技术将继续保持快速发展,而与之互补的解决方案也将快速涌现。尤其是,ChatGPT的支撑技术,即所谓的“大模型”以及更广泛的生成式人工智能,将在中长期

对社会经济产生变革性影响。

生成式人工智能(AI)和传统AI之间的最大区别在于,传统AI通常仅把AI当做“分类器”,而生成式AI则把AI当做“生成器”,用来创造全新的内容,包括文字内容、图像内容、软件代码、数字人、音视频和产品设计,改进或改变现有内容,创建新的数据元素,以及为现实世界中的对象建立新模型等,打破了创造和艺术是人类专属领域的这一局面,也为人工智能的进一步规模化应用提供了新的强劲动力^[1-2]。

1 生成式AI技术发展溯源与展望

生成式AI的工作原理是针对某个对象生成大量变体,然后筛选出具备有用目标特征的变体。虽然生

收稿日期:2023-05-06

成式 AI 已经存在和应用了多年,但直到以 Transformer 为技术底层的大模型的出现,尤其是大语言模型(Large Language Model,LLM)的出现,才让生成式 AI 真正实现了爆发式发展,使其具备了跨时代的重塑商业模式的巨大潜力。理清生成式 AI 与大模型之间的关系,可以帮助企业认清生成式 AI 发展潜力价值。

1.1 大模型与生成式 AI 的关系

生成式 AI 可以被看作是大模型的一个成功应用方向,展现了人工智能技术的巨大潜力。相对于大模型的基础性,生成式 AI 作为新兴应用能够直接对企业业务产生影响,也是当前人工智能发展的全新里程碑。生成式 AI 使用了许多不断发展的技术。近期,大模型(如 OpenAI 的 GPT-4 和商汤的“商量 SenseChat”)获得了更多关注,而生成对抗网络(GAN)和变分自编码器(VAE)等技术依然在发展,此外,其他技术也得到了应用,如递归神经网络(RNN)和强化学习(RL)等。

以 ChatGPT 为代表的生成式 AI 应用,则是大语言模型(GPT-3.5)驱动的对话式聊天机器人,大语言模型使其具有令人印象深刻的自然语言理解和生成能力,具备生成各种格式和风格的文字回答等能力^[3-4]。整体来看,大模型是生成式 AI 实现具有颠覆式创新能力的底层技术基础,但并不是唯一的技术构成;生成式 AI 作为大模型的应用方向之一,具有更加宽泛的应用范畴。通过图 1 可以进一步了解这几个技术概念之间的关系。

1.2 大模型是当前生成式 AI 创新性发展的底层支撑

谷歌的一篇里程碑式的论文《Attention is All You Need》,首次向人们介绍了一种新型的采用自注意力

机制的深度学习模型——Transformer,进而引发了大模型的创新性发展。简单而言,Transformer 具有更高的可并行性,更好地利用 GPU 进行加速,降低模型的训练时间。另一方面,尽管最开始 Transformer 的提出是被用来解决自然语言的神经网络,但是其注意力机制可以推广到更多领域,包括计算机视觉等。由此,Transformer 为预训练模型的兴起奠定了基础,随着模型的规模越来越大,神经网络开始出现“智能涌现”,这也成为大模型拉开通用人工智能序幕的标志^[5-7]。

大模型,也可以称之为基础模型,是人工智能预训练大模型的统称,即在大规模未标记数据集上完成预训练后,仅需少量数据的微调甚至无需微调就能直接支撑各类应用,这些模型通常具有多层神经网络结构,并使用高级的优化算法和计算资源进行训练。

如图 2 所示,尽管早期的大模型最受关注的领域是大语言模型,但是随着微调技术的不断发展,相应的细分领域的大模型也不断推出,包括自然语言到代码翻译(如 OpenAI Codex),以及文生图(如商汤“秒画 SenseMirage”)。与此同时,随着人工智能在智慧城市、自动驾驶等应用场景的不断覆盖,视觉大模型也成为值得关注的领域。^[8-9]

2 生成式 AI 的应用价值

创造力一直是人类的专属领域,生成式 AI 打破了这一局面,并已经开始对社会生产生活的各个方面产生巨大影响,甚至是颠覆性的变革。人类对生成式 AI 的应用探索才刚刚开始。生成式 AI 不仅仅能够增强和加速许多领域的工作设计,而且有极大的潜力“发

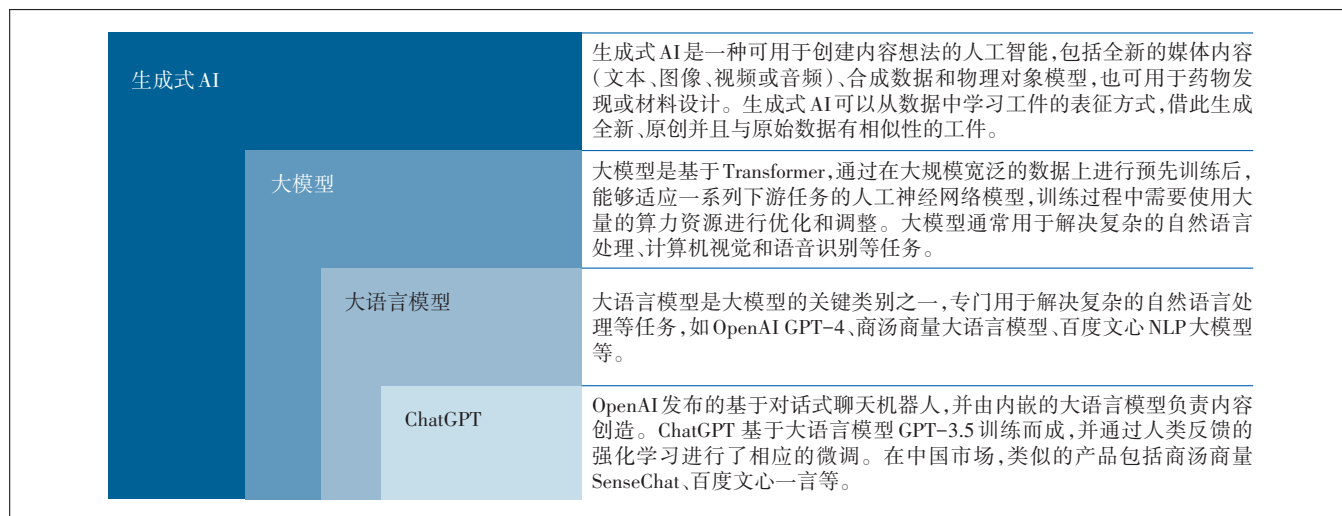


图 1 从生成式 AI 到大语言模型

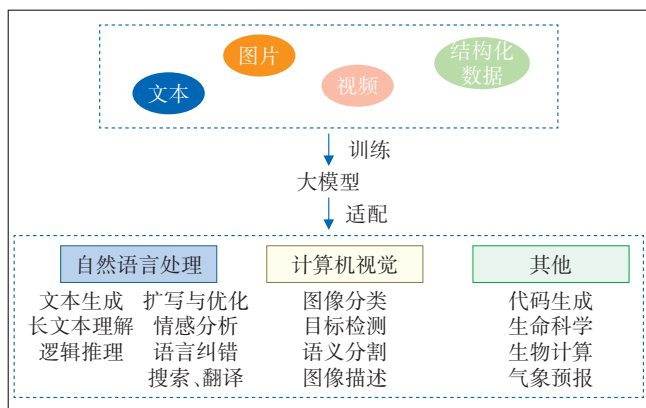


图2 大模型的发展特征与方向

明”人类自身可能错过的新技术、新对象。

而一组针对企业的调研数据,也能很好地解释企业对生成式AI的价值认可。Gartner数据显示,围绕OpenAI的ChatGPT的巨大热议促使45%的企业增加了对AI的投资。在一个面向企业高管的调查中,20%的受访者表示已经在自身企业内部开始部署生成式AI,另有70%的受访者则表示企业内部已经对生成式AI的部署展开评估^[10]。

从生成式AI的应用场景来看,生成式AI在通用场景,如提升员工效率、构建智能化企业知识库有明确的价值赋能;而在垂直领域,生成式AI在工业制造、媒体娱乐、制药等行业也逐渐体现出来探索性的创新价值。

2.1 生成式AI可以提升企业工作效率

首先,生成式AI的价值体现在提升企业员工的工作效率方面。例如文书类工作,该工作场景存在于多个行业中,其场景包括媒体、营销、研究、分析等岗位。如图3所示,文书类工作可以大致分3个步骤,第1步是内容构思,耗时占比约为25%,第2步是撰写草稿,占比约为50%,第3步是润色修改,占比约为25%。

麻省理工学院的研究显示,在AI的帮助下,员工

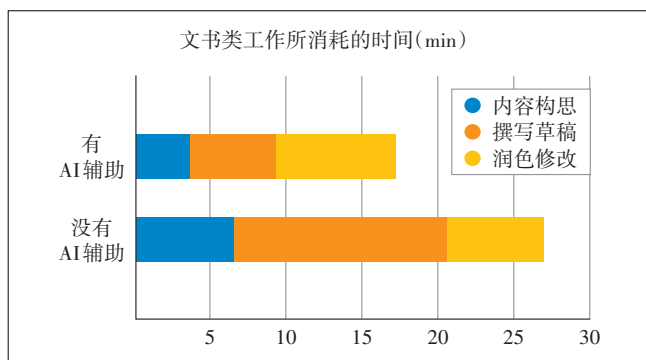


图3 文书类工作在有无AI辅助下的时间消耗

花在步骤1、2上的时间大大缩短,虽然员工会花相对多的时间在步骤3,用于对AI产出的内容进行润色修改进而使其符合自身的文风和习惯,但是总体来看,新的工作方式带来的依然是整体时间成本的降低,进而提高工作效率^[11]。

其次,大模型经过微调,生成式AI可以将自然语言转换为代码,帮助开发人员生成应用代码,提高其开发效率。此类产品采用相关反馈意见和代码作为信息输入,能够更好地理解开发者的意图。开发者和模型生成代码作为编程“搭档”,合作解决相关问题。这些模型可以嵌入到现有的集成开发环境(IDE)中,开发人员无需改变开发环境即可使用模型。如图4所示,作为编程助手,生成式AI可以赋能和优化开发者代码生成流程中的多个环节^[12]。

关于使用效果,GitHub针对其代码生成工具GitHub Copilot进行了研究实验,面向开发者用户,评估其对工作效率和幸福指数产生的影响。研究结果如图5所示,88%的开发者认为,使用该工具有助于提高自己的工作效率,60%~74%的开发者则表示自己获得了更大的工作成就感,在编码时感到不那么沮丧,并且在使用GitHub Copilot时能够专注于更令人满意的工作。更进一步来看,GitHub Copilot可帮助他们一直处于“心流”状态(73%),并在重复性任务中减少脑力消耗,有效保存精力(87%)^[13]。

除此之外,生成式AI在不同行业均能提升垂直化的工作效率,如在游戏行业,通过文生图应用(如Midjourney、商汤“秒画SenseMirage”等),可以有效帮助原画师提高画图效率和迭代速度等。

更关键的是,生成式AI将人工智能单纯的“工具”属性,进化到了能够辅助人类的“伙伴”属性。具体来

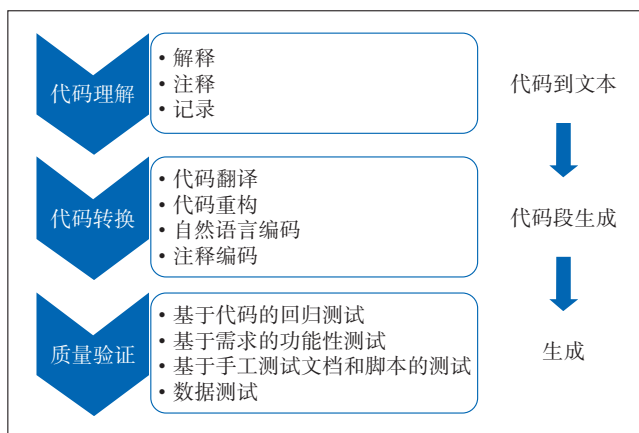


图4 生成式AI所赋能的代码成产环节的用例

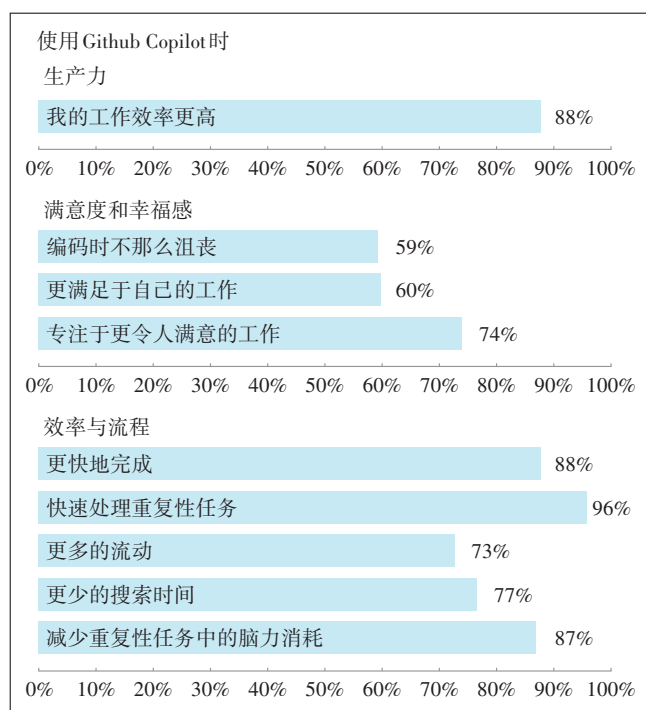


图5 使用 GitHub Copilot 的开发者在生产力维度的调研答复

说,如果单纯由员工自己来完成一份工作,可能要花费数天来达成完美工作结果;单纯由 AI 来完成这份工作,可能只需数秒即可达成但不够完美的工作结果,而 AI+员工的模式,让 AI 成为员工的“伙伴”,则能够实现数小时/分钟即可达成完美工作结果。生成式 AI 正是基于此,逐渐启动了未来人类生活、工作模式的更开阔的想象空间。

在通信行业,除了上面提及的提高生产力的价值以外,生成式 AI 能够帮助运营商提高客户体验、完善营销内容策略。

通过生成式数字人,满足用户的数字化体验,为用户提供多样化业务办理服务,与人工客服形成有效补充,打造新时代下的客户服务能力矩阵。通过大语言模型,可以高效生成精准营销方案,针对不同用户群体实现智能营销,助力全量客户运营,并且可以评估营销活动效果,帮助企业优化营销策略。

生成式 AI 也可以用于网络的优化过程,利用通信网络的巨量数据量来训练通信网络大模型,实现网络的智能分析、实时预测和自动化运维。基于生成式大模型自动生成代码和漏洞扫描,提升网络安全水平。

2.2 生成式 AI 帮助打造企业的知识引擎(企业大脑)

知识库需求在各行各业中普遍存在,例如制造业中历史故障知识库、研究咨询公司的研究积累和知识

沉淀、游戏社区平台的内容知识库、电商的商品推荐知识库等。同样地,将公司不同部门的知识沉淀并用跨语境的形式输出,降低不同部门人员之间的理解差距,如汽车制造商的设计部门与工厂工人之间的知识对齐等,均是很多企业的需求所在。

其价值在于,通过对内容丰富但存储分散的知识库进行集中管理,同时提供便捷的查询路径。即便出现人员流动,也可以确保相关知识保存在公司之中,让员工便捷地查询到专家信息,既保证离职员工不会造成知识“缺位”,也可以快速拉齐新员工与公司的认知。另外,不同部门的语境统一,则能够极大地提高沟通效率和沟通精准度。

但是,迄今为止,企业组织系统性地利用知识资产推动工作成果的做法仍处于初级阶段。Gartner 数据显示,近半数采用数字化技术的员工难以查找到完成工作所需的数据,近三分之一的员工由于缺乏信息意识而做出了错误的业务决策。

生成式 AI 可显著提高从内容和数据新型组合中获取业务价值的能力。企业机构应重新审视其知识管理方法,以充分利用生成式 AI 服务。有部分企业选择利用自己的专有数据来微调基础模型应用,以此取得定制化效果。“大模型+领域知识”这一路线,核心是为了利用大模型的理解能力,将散落在企业内外部各类数据源中的事实知识和流程知识提取出来,然后再利用大模型的生成能力输出高价值内容。

例如国际金融服务公司摩根士丹利,基于 GPT-4 建立了企业内部对话式 AI 大模型,训练了超过 10 万份公司历史积累的精挑细选的金融研究文档,该模型可供其内部的金融咨询顾问查询资料以及咨询建议,进而赋能 300 名咨询顾问,并在未来计划赋能 16 000 名咨询顾问。

运营商可以利用大模型改进信息通信服务能力,例如大模型在自然语言上的能力可用于提升智能客服等运营服务功能,将大模型和云网运营深度结合,用于网络故障处理、工单识别流转、人员降本增效等场景。

2.3 生成式 AI 对通信行业的影响与价值

目前,生成式 AI 在不同应用场景和垂直领域产生了诸多价值,同时其生成设计能力也在生命科学、医疗、金融等领域彰显出巨大的潜力。各个行业纷纷关注其带来的业务价值,并开始讨论利用生成式 AI 来重塑自身的业务流程。众多的入局者中,通信运营商具

有天然的优势。

作为生成式AI实现具有颠覆式创新能力的底层技术基础,大模型的训练和运行离不开算力与网络支撑。通信运营商作为新型云、网、算力等信息基础设施服务的运营者,自身拥有优质网络、算力和云服务能力,同时具备产业链优势,因此也有能力在生成式AI这一赛道占据一席之地。

首先,在构建“大算力”平台底座的整个过程,可以降低AI相关应用的使用成本。比如,中国联通构建了“集中训练、分布推理、统一管理、弹性调度、自主可控、绿色低碳”的中国联通智算体系,充分满足人工智能对“通用算力+智能算力+超算算力”的异构混合算力需求,打造面向大模型的统一AI研发平台,全面提供大模型训练推理的服务能力。

其次,构建多行业多场景的行业大模型,打通数据壁垒,推动大模型在特定行业的应用价值。运营商可以发挥数据治理优势,深入行业,贴近用户,形成优质、可信的大规模多模态数据资源集,积极发展以通用大模型技术为基础的通信行业大模型。尤其针对大语言模型相关的应用探索,融合了语音、视觉、智能决策等多模态数据上的扩展空间,这将为运营商在民生、政企等不同业态业务的智能化升级提供关键的技术工具,可用于提升客服运营、欺诈监测、数据安全等服务的智能化。

此外,运营商数据优势明显,结合国际形势背景,设计中国自研的相关大模型顶层设计,定位高安全、高可靠,为模型训练提供“优质”的数据服务,在此基础上,通过自主开发或与生态企业共同开发AIGC应用,拓展原有在政企服务场景的价值深度,实现数据价值变现。

2.4 积极探索生成式AI的影响与价值

生成式AI将会为各行各业带来不同的影响,所带来的价值也在不断地被识别出来。

生成式AI带来的生成式设计能力,对众多行业均产生本质性影响,不仅仅包括建筑、室内设计等行业,也包括制造、汽车、航空航天等行业。比如,在建筑设计中针对光线、空间和效率进行优化。生成式AI可以自动化设计和产出相关方案,其效率和完成数量均远高于设计师自己手工作图,能为建筑师或设计师提供更多可供评估的替代设计方案。在制造行业,这项技术可以生成经过优化的部件设计,以满足特定的目标和约束条件,例如性能、材料和制造方法。更关键

的是,生成式设计不受传统思维的限制,可以制造出传统方法难以发现的“美好意外”。

生成式AI还可以助力制造行业实现“逆向设计”。在进行逆向设计时,科学家们首先要设计出所需的属性,然后再利用基础模型生成具有相应属性的化合物,换句话说,逆向设计是“从属性到结构”,而不是传统的“从结构到属性”。虽然逆向设计目前仍主要用于材料科学领域(航空航天、医药、电子等领域也有涉及),但其他行业也可以借鉴这种理念,重新思考哪些要素可以事先主动设计,而不是被动决定^[14]。

生成式AI已影响到制药行业,Nature发表的一篇论文显示,一种药物从发现到上市所需的成本约为18亿美元,其中药物发现成本约占三分之一,而且整个过程耗时13年。英矽智能使用生成式AI设计了一种治疗特发性肺纤维化(IPF)的药物,该药物在30个月内便进入了第1阶段临床试验,与3~6年的平均耗时相比,取得了巨大进步。生成式AI可降低药物从发现到上市的成本和时间,在制药行业的应用前景光明^[15]。

正因为生成式AI给众多行业都带来了业务价值,所以越来越多的科技企业开始关注其带来的业务价值,不仅对外提供生成式AI应用服务,并开始讨论利用生成式AI来重塑自身的业务流程。

3 生成式AI带来了一系列风险

虽然生成式AI带来了巨大的业务价值,帮助企业重塑自身的商业模式以应对未来的颠覆性变化。但是,如果缺少适当的管控举措来有效管理意料之外的使用,那么这些业务价值反而会转变成严重威胁。如果能够发现生成式AI的独特能力,并加以妥善控制,企业将在市场竞争中获得明显优势。

诚然,没有一种技术能从本质上分出好与坏。然而,恶意的使用会使生成式AI带来巨大的危害。这一点必须要客观理性地面对,不能逃避。正因如此,领先的技术供应商在研发大模型、生成式AI相关产品服务的同时,也在不断加强自我监管,提高AI治理的认知和水平,承认当前的风险缓解措施依然很脆弱,并且呼吁加强政府层面的宏观监管。

3.1 带来了新的风险并放大了原有风险

不像其他类别的ICT技术,生成式AI不属于企业日常技术管控列表中的单一风险。由于生成式AI放大了人类每一项活动的智能,在一系列活动中提供超

越人的能力,因此它也创造了全新的风险,并放大了许多现有的风险。同时,生成式AI的输出往往是不可预测和无法解释的,这只会让情况变得更加复杂。另外,经过预训练、随时可用的生成式AI应用越来越容易获取,使大量受众得到了使用这项技术的机会。获取难度的降低,也伴随着更广泛的风险。目前,生成式AI包括如下风险。

a) 具有天然“混乱性”:就算生成式AI被合规使用,且准确合理的输出了内容,依然对很多行业带来了“混乱”,如已经有高校禁止使用ChatGPT,防止学生在论文撰写上作弊;因生成式AI的资料库使用了未付费的编剧作品,以及担心被生成式AI抢饭碗,近期好莱坞的编剧们举行大罢工。

b) 事实不准确:训练数据的不准确或更新不及时,或者对提示词理解不完整,导致输出的内容部分准确,但是在重要细节上是错误的。

c) AI“幻觉”(AI hallucinations):输出的内容不是基于任何现实世界的数据,而是模型自己想象和捏造的,并且“理直气壮”、“一本正经”的输出给用户,再加上用户存在依赖性,使得用户无法或很难判断输出内容的真伪。

d) 放大偏见:如果大模型在训练阶段使用的数据存在偏见,那么生成的数据或输出的内容,则可能表现出更严重的偏见,使问题进一步恶化。

e) 版权问题:生成式AI在训练阶段使用的数据以及后续输出的内容,均有可能涉及版权问题,输出的成果是否具有专利,也存在争议。

f) 深度伪造:恶意使用生成式AI技术,伪造图片、声音、视频、新闻、账户等内容,挑战法律底线和检测手段。如创建恶意的软件代码,导致网络攻击增加。

g) 其他:意识形态、地缘政治、主流价值观等,同样存在不可预知、不可控的风险。

3.2 建立负责任生成式AI机制

在我们学会负责任地使用任何数字化技术之前,它们都会经历不同的阶段。这是一个“通过犯错学习→通过解决冲突学习→通过最佳实践学习”的数字化技术演化之路。

首先,一项数字化技术进入市场,就像当前的生成式AI一样,由于经验有限,所以一定会通过不断地试错来学习和进化。然后,相关监管、治理政策出台,监管政策总是落后于技术创新,需要理解政策并解决其中的发展性冲突,更好地学习如何使用该项技术,

如欧盟的数据隐私法规GDPR。最后,该项数字化技术越来越成熟,产生大量案例,进而促成基于最佳实践的负责任的应用格局。

围绕生成式AI的监管政策正在全球各个国家、区域不断出台,如中国国家网信办牵头发布的《生成式人工智能服务管理暂行办法》;美国国家标准与技术研究院成立专门工作组,重点关注与生成式AI相关的风险;欧盟就《人工智能法》达成协议,要求部署生成式AI的公司披露用于开发系统的受版权保护的材料等等。同时,领先的大模型、生成式AI厂商也在呼吁加强自我监管,并且期待政府机构出台更加明确的监管措施。

对于企业而言,将生成式AI纳入到负责任AI的策略体系当中,以安全、可靠和合乎道德的方式开发、评估和部署生成式AI,主动降低深度伪造、版权问题和其他针对企业机构的生成式AI技术恶意使用风险。

首先,保持使用的透明度,既包括保持数据来源的透明化,也包括通过添加水印的形式保证输出的内容可被识别为由AI生成的。其次,增强所处行业和自身数据的“干净”程度,采用“人类反馈的强化学习”技术,保证行业大模型的构建健康。另外,无论是使用生成式AI,还是通过大模型输出内容给客户,都要考虑到数据隐私和安全方面的保障。

4 面对生成式AI,企业应该考虑的行动建议

大模型、生成式AI的爆发带来了“信息焦虑”,企业都希望能够及时地理解这些新兴技术本身,同时探索其对自身业务带来的影响。秉承健康可持续地技术应用原则,企业应该从以下几方面采取行动。

a) 创建战略执行文档,明确大模型及生成式AI的优势、带来的风险和机遇以及部署路线图,建议将此列为企业组织的一把手工程,而非试点项目。

b) 了解本文介绍的用例,确定生成式AI对本行业和企业业务的影响,不仅包括效益、价值,还要包括潜在的风险。

c) 与各利益相关方合作,评估生成式AI用例蕴含的业务机会和威胁,以及部署此类用例或防范相关威胁的技术可行性、组织就绪度和外部因素。

d) 理解通用场景和垂直场景的不同部署策略,理解通用大模型与行业大模型的不同定位,利用自有业务数据进行定制化调整和训练,或选择针对特定任务的大模型。

e) 选择符合以下条件的厂商:拥有大模型、生成式AI产品研发能力的历史积累,在自身业务发展中有效利用大模型服务过商业客户;拥有生成式AI的安全治理机制和全栈的生成式AI基础设施。

f) 加强技能培训,不仅仅提高技术人员对于大模型、生成式AI的使用能力,并且需要让业务人员也理解生成式AI所带来的业务影响,使其具有前瞻性,同时,不要逃避与提供商、学术机构的交流与合作,不断缩短自身与业界的认知差距。

5 结束语

著名经济学家布莱恩·阿瑟在其著作《技术的本质》中分析过,一项新技术的到来会引起经济中的价格和生产网络在各行各业伸展、重塑。在实践中,一项新技术很可能会创造一个新产业;为此它可能需要建立新的制度体系;可能会引发新的技术和社会问题,并创造出新的机会利基;而这有可能引起进一步的组合。用这个分析结论来描述大模型、生成式AI带来的颠覆性改变,是再恰当不过了。

生成式AI发展浪潮势不可挡。OpenAI ChatGPT、商汤的商量SenseChat、百度文心一言等都引发了海量用户的关注和申请试用,这种破圈效应使得在可预见的未来,企业组织的员工和潜在客户,在日常生活中开始逐渐习惯使用各类生成式AI应用。这种趋势无法阻挡,企业需顺势而为。

互联网刚出现时,没人会想到它会发展成今天的状态,世界的变化很难预测,即使当时最受瞩目的商业模式,在其发展过程中也遭受到了毁灭性打击。同样地,生成式AI不亚于一场“互联网革命”,通用人工智能的序幕正在徐徐拉开,其产生的影响将是颠覆性的、全面性的。将目光放远,积极探索生成式AI的价值,在组织内部和产品方面探索如何应用生成式AI技术,重塑未来商业模式,着力挖掘其潜在的巨大商机。

参考文献:

- [1] BURKE B, CHANDRASEKARAN A, BRETHENOUX E, et al. Innovation insight for generative AI [EB/OL]. [2022-09-19]. <https://www.gartner.com/en/documents/4001904>.
- [2] HUANG S, GRADY P. Generative AI: a creative new world [EB/OL]. [2023-06-27]. <https://www.sequoiacap.com/article/generative-ai-a-creative-new-world/>.
- [3] BROWN T B, MANN B, RYDER N, et al. Language models are few-shot learners [C]//Proceedings of the 34th International Conference

- on Neural Information Processing Systems. Vancouver, BC, Canada: Curran Associates Inc., 2020: 1877-1901.
- [4] OUYANG L, WU J, JIANG X, et al. Training language models to follow instructions with human feedback [C]//Thirty-Sixth Conference on Neural Information Processing Systems. New Orleans, Louisiana: NeurIPS, 2022: 1-15.
- [5] BOMMASANI R, HUDSON D A, ADELI E, et al. On the opportunities and risks of foundation models [DB/OL]. [2023-04-02]. <https://arxiv.org/abs/2108.07258>.
- [6] BUBECK S, CHANDRASEKARAN V, ELDAN R, et al. Sparks of artificial general intelligence: early experiments with GPT-4 [DB/OL]. [2023-04-28]. <https://arxiv.org/abs/2303.12712>.
- [7] VASWANI A, SHAZEER N, PARMAR N, et al. Attention is all you need [C]//Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems. Long Beach, California, USA: Curran Associates Inc., 2017: 6000-6010.
- [8] SU W, ZHU X, TAO C, et al. Towards all-in-one pre-training via maximizing multi-modal mutual information [C]//Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Vancouver, Canada: CVPR, 2023: 15888-15899.
- [9] HU Y H, YANG J Z, CHEN L, et al. Planning-oriented autonomous driving [C]//Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Vancouver, Canada: CVPR, 2023: 17853-17862.
- [10] KARAMOZIS F, BRETHENOUX E, Elliot B, et al. Executive pulse: AI investment gets a boost from ChatGPT hype [EB/OL]. [2023-04-27]. <https://www.gartner.com/en/documents/4313099>.
- [11] NOY S, ZHANG W. Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence [J]. Science, 2023, 381 (6654): 187-192.
- [12] VAN DER ZIJDEN S, DODD H. Quick answer: can we use ChatGPT for code transformation and modernization? [EB/OL]. [2023-06-27]. <https://www.gartner.com/en/documents/4463299#>.
- [13] KALLIAMVAKOU E. Research: quantifying GitHub copilot's impact on developer productivity and happiness [EB/OL]. [2022-09-07]. <https://github.blog/2022-09-07-research-quantifying-github-copilots-impact-on-developer-productivity-and-happiness/>.
- [14] Autodesk. Automotive lightweighting explored with generative design [EB/OL]. [2023-04-02]. <https://www.autodesk.com/campaigns/generative-design/automotive-lightweighting>.
- [15] PAUL S M, MYTELKA D S, DUNWIDDIE C T, et al. How to improve R&D productivity: the pharmaceutical industry's grand challenge [J]. Nature Reviews Drug Discovery, 2010, 9(3): 203-214.

作者简介:

刘亮,战略研究主任,专注于人工智能、大模型、生成式AI以及新型AI基础设施等课题的研究;张琛,毕业于西交利物浦大学,商汤智能产业研究院助理研究员,硕士,主要从事分析师关系及人工智能产业研究工作;杨学燕,战略生态主任,主要从事人工智能产业生态建设和市场影响相关工作。