

## 医学 GPT 的研发现状和应用前景

张宇鸣<sup>1</sup>, 白春学<sup>2\*</sup>

1. 中国信息通信研究院, 北京 100191

2. 复旦大学附属中山医院呼吸及危重症医学科, 上海 200032



**[摘要]** 医学 GPT 作为人工智能技术应用于医疗领域的 1 项重要技术, 已经在医疗影像分析、电子病历解读、疾病预测与诊断、健康管理等多个领域开展探索性应用, 并展现出显著的应用潜力。通过深度学习和自然语言处理技术的应用, 医学 GPT 能够处理和分析大量医学文献和临床数据, 从而具备了较强的医学知识和推理能力。研究表明, 医学 GPT 在智能诊断、健康管理、医学图像分析、药物研究与优化以及医学教育与培训等方面均有广泛的应用前景。然而, 尽管技术不断进步, 医学 GPT 的发展仍面临数据质量、隐私保护、安全性、伦理法规等挑战。未来的发展需要在技术创新与伦理法规之间找到平衡点, 以确保医学 GPT 能够健康、稳定地发展, 并为医疗健康领域带来更多的革新和价值。

**[关键词]** 医学 GPT; 自然语言处理; 数据安全

**[中图分类号]** R-1/TP399 **[文献标志码]** A

### Current status and application prospects of medical GPT

ZHANG Yuming<sup>1</sup>, BAI Chunxue<sup>2\*</sup>

1. China Academy of Information and Communications Technology, Beijing 100191, China

2. Department of Pulmonary and Critical Care Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

**[Abstract]** Medical GPT, as a significant application of artificial intelligence technology in the healthcare field, has been explored in various areas, including medical imaging analysis, electronic medical record interpretation, disease prediction and diagnosis, and health management, demonstrating considerable potential for application. By using deep learning and natural language processing technologies, medical GPT can process and analyze vast amounts of medical literature and clinical data, thereby acquiring robust medical knowledge and reasoning capabilities. Current researches indicates that medical GPT has extensive application prospects in areas including intelligent diagnosis, health management, medical image analysis, drug research and optimization, and medical education and training. However, despite continuous technological advancements, the development of medical GPT still faces challenges in terms of data quality, privacy protection, security, and ethical regulations. Future development will require striking a balance between technological innovation and ethical regulations to ensure that medical GPT can evolve stably and healthily, bringing further innovation and value to the healthcare.

**[Key Words]** medical GPT; natural language processing; data security

生成式预训练变换器模型 (generative pre-trained transformer, GPT) 是基于变换器架构设计的预训练生成模型。该模型由美国 OpenAI 研究中心于 2018 年首度推出, 随后经历了多轮学习模式与训练数据集的更新迭代, 从 GPT 发展至 GPT-2、GPT-3, 直至近期的 GPT-4<sup>[1-2]</sup>。在模型规模、性能表

现以及应用范畴上, 均实现了显著的飞跃。GPT 的主要优点体现在其卓越的生成能力与广泛的泛化性能, 能够灵活应对包括机器翻译、问答系统、自动生成摘要以及逻辑推理等多种自然语言处理 (natural language processing, NLP) 任务。在各个研究领域, GPT 得到了广泛关注, 并迅速发展<sup>[3]</sup>。

**[收稿日期]** 2024-03-15

**[接受日期]** 2024-03-25

**[基金项目]** 上海市健康科普人才能力提升专项 (JKKPYC-2023-A20), 上海市科学技术委员会上海工程技术研究中心建设计划 (20DZ2254400), 上海市科技创新行动计划 (21DZ2200600), 上海市市级科技重大专项 (ZD2021CY001), 上海市临床重点专科建设项目 (shslczdk02201). Supported by Project of Promoting Ability of Medical Science Popularization for Young Talents in Shanghai (JKKPYC-2023-A20), Establishment of Shanghai Engineering Technology Research Center of Science and Technology Commission of Shanghai Municipality (20DZ2254400), Shanghai Action Plan for Science, Technology and Innovation (21DZ2200600), The Shanghai Municipal Science and Technology Major Project (ZD2021CY001), Shanghai Municipal Key Clinical Specialty (shslczdk02201).

**[作者简介]** 张宇鸣, 硕士. E-mail: 13901725500@139.com

\* 通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: bai.chunxue@zs-hospital.sh.cn

国内 GPT 的研究非常活跃<sup>[4]</sup>。百度、阿里巴巴、腾讯等互联网巨头都对其进行了大量的研究和实践,推出了自己的 GPT 模型和应用产品。百度的文心一言、阿里通义和腾讯混元大模型等分别在智能客服、智能写作、机器翻译、智能推荐等多个领域得到了广泛应用。一些创业公司和研究机构也正在积极开展 GPT 技术的研究和应用,推动了 GPT 技术的不断发展和创新。同时,高校和科研机构也在 NLP 领域进行着深入研究,为 GPT 技术发展提供了人才和技术支持。

伴随着 GPT 模型的出色 NLP 和生成能力,人工智能和机器学习技术的快速发展,在医疗健康领域也得到了广泛的关注和应用。因为 GPT 的出现,也为医疗健康领域提供了 1 种高效、准确地处理和分析文本数据的方法,特别有利于减少数据处理和分析所耗费的大量时间和人力<sup>[5]</sup>。在研究方面,医学 GPT 已经在医教研多个领域展现了广泛的应用前景,充分体现 GPT 的创造能力。例如,可用于医学文献的自动摘要和问答系统,帮助医生快速获取相关知识和信息,也可以用于电子健康记录的自动解读和生成;此外,还可以结合医学图像数据,进行疾病的自动诊断和预测。然而,医学 GPT 在应用中也面临着一些挑战,如数据的隐私和安全性问题、模型的可解释性等。

## 1 医学 GPT 的研发现状

1.1 在智能诊断与辅助决策的研究 医生可以应用 GPT 分析患者的症状、体征、病史等信息,为其提供诊断建议和辅助决策支持。这有助于赋能医生快速、准确地诊断疾病,提高诊疗效率。(1)医学知识问答:可以应用 GPT 作为医学知识问答系统,回答医生或患者关于疾病、药物、治疗方案等方面的问题<sup>[6]</sup>。这有助于赋能医生及时获取最新的医学知识和研究成果,提高其专业水平和诊治能力。(2)风险评估与预测:可以应用 GPT 结合患者的各种生理和病理生理参数、检查结果和遗传因素等,评估患者的疾病风险,并进行预测和赋能二级预防,即早发现、早诊断和早治疗<sup>[7]</sup>。(3)智能诊断:可以应用 GPT 分析患者的症状、体征和病史等信息,辅助医生进行疾病的初步诊断<sup>[8]</sup>。它能够从大量的医学文献和临床数据中学习医学知识,从而提供准确的诊断建议。这有助于赋能医生更加快速、准确地掌握患者的病情,并制定相应的治疗方案<sup>[9]</sup>。(4)辅助决策:GPT 还可以赋能医生为患者提供内外科治疗方案的辅助决策支持<sup>[8]</sup>。它可以根据患者的病情、治疗

史、药物反应等信息,分析不同治疗方案的优缺点,赋能医生为患者提供个性化的诊疗建议、康复计划等<sup>[10]</sup>,赋能其制定更加科学、合理地制定诊治方案,提高治疗效果和患者的满意度。

1.2 在健康管理及预防领域的研究 可以应用 GPT 根据用户的基因、生理和病理指标等信息,为用户提供个性化的健康建议和预防措施。这有助于人们更好地管理自己的健康,预防疾病的发生。(1)生成个性化健康计划:可以应用 GPT 根据用户的年龄、性别、健康状况、生活习惯等多维度信息,生成个性化健康管理计划。在其中可包括饮食建议、运动方案、睡眠优化等,用户赋能用户改善生活习惯,预防疾病的发生。(2)健康风险评估:通过分析用户的健康数据和家族病史,GPT 可评估用户患某些疾病的风险,以便帮助用户及时纠正不良的生活习惯,或者进行针对性的体检和筛查,从而实现疾病的早期预防。(3)健康咨询与教育:可以应用 GPT 作为智能健康咨询助手,随时随地为用户提供关于健康问题的解答和建议<sup>[11]</sup>。这种即时的健康咨询服务可帮助用户更好地了解自己的身体状况,学习健康知识,理解相关医学术语、提高自我健康管理的能力<sup>[12]</sup>。(4)远程健康监测:结合可穿戴设备和物联网技术<sup>[12]</sup>,可以应用 GPT 远程监测用户的生理和病理生理参数和健康状况。当出现异常数据时,可以应用 GPT 及时提醒用户或医生进行干预,防止病情恶化。(5)健康数据整合与分析:GPT 具有强大的数据处理和分析能力,可以帮助科研人员整合和分析大规模的健康数据。这种分析有助于发现健康问题的新趋势和影响因素,为公共卫生政策的制定提供科学依据。

1.3 在医学图像分析的研究 医学图像分析是医学研究和临床诊断的重要组成部分,而 GPT 的先进 NLP 和机器学习能力使其能够在这一领域发挥重要作用,特别是在医学图像分析方面的应用和研究。(1)图像识别与分类:可以应用 GPT 训练识别各种医学图像,如 X 线、CT 扫描、MRI 和超声波图像等<sup>[13]</sup>。它能够学习并识别不同的组织结构、异常病变和疾病模式,对图像进行自动分类和标注。这有助于赋能医生快速、准确地诊断疾病,并提高工作效率。(2)病变检测与定位:可以训练 GPT 用于检测医学图像中的病变和异常区域。通过深度学习和图像分析技术,能够应用 GPT 自动识别和定位图像中的肿瘤、斑块、出血等病变,提供相关的定量分析和诊断建议。这有助于赋能医生及时发现和评估潜在的健康问题,制定有效的治疗方案。(3)图像分割与重

建:GPT可通过学习图像中的像素和特征信息,将图像分割成不同的区域和结构,如器官、血管和病变等。GPT还可应用生成对抗网络(GAN)等技术进行图像重建和增强,提高图像的质量和分辨率,为医生提供更清晰、更准确的视觉信息<sup>[14]</sup>。(4)多模态图像融合与分析:可以应用GPT处理和分析来自不同成像模态的医学图像,如将X线、CT和MRI图像融合在一起。通过多模态图像融合,提供更全面、更准确的诊断信息,帮助医生了解病变的位置、性质和严重程度。这有助于制定更精确的治疗计划和手术导航。(5)基于图像的预后预测:可以应用GPT结合医学图像和其他临床数据,基于图像进行预后预测。可应用GPT通过分析病变的特征、大小和位置等信息,预测患者的疾病进展、治疗效果和生存率等。这有助于赋能医生制定个性化的治疗方案,为用户提供针对性的护理和康复支持。需要注意的是,尽管GPT在医学图像分析领域具有广泛的应用潜力,但目前仍处于研究和开发阶段。在实际应用中,还需要进一步验证并改进算法的准确性和可靠性,以满足医学诊断的严格要求。

1.4 在药物研究与优化方面的探索 可以应用GPT强大的NLP能力,分析药物分子结构、药效数据等信息,预测药物的疗效和不良反应。这有助于加快新药研究,提供有针对性的药物设计方案,并优化现有药物的使用。(1)药物发现与设计:可以应用GPT分析大量的化合物和生物活性数据,帮助专家快速筛选和发现具有潜在药理活性的候选药物分子。通过深度学习和NLP技术,能够应用GPT预测分子的生物活性、药代动力学参数及潜在不良反应,从而加速药物的发现和研究<sup>[15]</sup>。(2)药物作用机制解析:可应用GPT辅助解析药物与生物分子之间的相互作用机制。通过分析药物与靶点蛋白的结合模式、信号通路调控等,赋能揭示药物的作用机制,为药物优化提供理论基础<sup>[16]</sup>。(3)临床试验优化:可以应用TWIN-GPT分析历史临床试验数据和患者电子病历信息,预测新药在不同人群中的疗效和安全性。这有助于专家制定更加精准和有效的临床试验方案,减少试验成本和时间,提高药物研发的成功率<sup>[17]</sup>。(4)个性化治疗与精准医学:可以应用GPT结合患者的基因组学、转录组学等多组学数据,分析患者对特定药物的敏感性和反应,赋能实现个性化治疗,为患者提供更加精准和有效的药物选择和治疗方案<sup>[18]</sup>。(5)药物不良反应预测与风险管理:可以应用GPT分析药物的不良事件报告和临床数据,预测药物潜在的不良反应和安全性问题。这有助于

赋能专家及时发现和评估药物的风险,为药物监管和风险管理提供决策支持。GPT在药物研究与优化领域的应用正在不断拓展和深化,有望为药物研发和治疗提供更加高效、精准和个性化的解决方案,推动医药行业的创新与发展。

1.5 在医学教育与培训的研究 基于GPT方便模拟各种病例的特征,可以为医学生和规培生提供便捷的实践操作机会,帮助他们更好地理解 and 掌握医学<sup>[19]</sup>。同时,GPT还可以作为教学助手,协助教师准备教案、解答学生疑问,已在医学教育与培训领域展现出巨大潜力。(1)智能教学辅助:GPT能理解和生成自然语言,可被用作智能教学辅助工具。教师可借助其回答学生的问题,提供相关疾病、药物和治疗方案的信息,并帮助学生理解复杂的医学概念。(2)在线教育资源:可以应用GPT创建和更新在线教育资源,如课程材料、教学视频和交互式教程等,为学生提供更加灵活和便捷的学习方式,使他们能够随时随地学习。(3)多语言支持:GPT具有支持多种语言的功能,可为不同国家和地区的学生提供医学教育和培训支持。这使得医学教育更加普及和包容,利于培养更多的医学人才。(4)模拟病例分析:可以应用GPT模拟各种疾病,为学生提供实践机会。通过与GPT对话,学生可在模拟环境中进行沉浸式诊断、治疗和护理等操作,赋能提高他们的临床技能和决策能力。(5)自适应学习:GPT可以根据学生的学习进度和能力,提供个性化的学习资源和交流互动式学习。它可以分析学生的学习表现,识别他们的弱点和需求,并推荐相关的学习材料或练习,赋能他们更好地掌握医学知识<sup>[20]</sup>。随着技术的不断进步和应用场景的增加,GPT有望为医学教育和培训带来更加深入的革命性变革,并可用于元宇宙教学查房<sup>[21]</sup>。

1.6 在其他医学领域的研究与应用 可以应用GPT分析大量的医学论文、实验数据等文献信息,帮助研究人员快速获取相关研究成果和最新进展,有助于促进医学科研进一步创新和发展,推动医学领域的进步。(1)医学文献分析:可以应用GPT高效地阅读、理解和分析大量的医学文献,帮助研究人员快速获取相关领域的最新进展和知识。通过NLP技术,能够应用GPT提取文献中的关键信息,如研究方法、实验结果和结论等,并进行归纳和总结<sup>[22]</sup>。这有助于研究人员快速了解领域内的研究现状和未来趋势,为他们的研究提供有价值的参考<sup>[22]</sup>。(2)疾病预测模型:可以应用GPT结合大规模的健康数据和机器学习算法,构建疾病预测模型。通过对用



户的多维度数据进行分析,可应用 GPT 预测用户未来患某种疾病的风险,并提供相应的预防和治疗建议。这种预测模型有助于实现个体化医疗,提高疾病的预防和治疗效果。(3)新药研发与优化:可以将 GPT 应用于新药研发的过程中,帮助专家快速筛选和优化候选药物分子。通过深度学习和 NLP 技术,能应用 GPT 分析化合物的结构和性质,预测其生物活性和药代动力学特征,从而加速新药的研发进程。此外,还可以应用 GPT 结合临床试验数据和患者信息,对新药的疗效和安全性进行评估和优化,提高药物研发的成功率。(4)基因编辑与精准医疗:可以应用 GPT 结合基因编辑技术,为精准医疗提供强大的支持。通过分析用户的基因组数据和其他生物标志物信息,应用 GPT 预测用户对特定治疗方法的反应和敏感性,辅助医生制定更加精准和个性化的治疗方案。这有助于实现个体化医疗和精准治疗,提高患者的治疗效果和生活质量。

## 2 医学 GPT 的缺点及解决方法

GPT 还在不断发展和完善中,有望成为未来人工智能领域的重要基础技术之一,但其研发仍面临一些挑战。

**2.1 数据偏差与质量问题的原因与解决方法** 医学 GPT 的性能在很大程度上取决于训练数据的质量和多样性。如果训练数据存在偏差、不完整或过拟合时,GPT 生成的医学建议或诊断也可能存在偏差或错误<sup>[23]</sup>。

GPT 模型在训练和应用过程中可能产生数据偏差与质量问题,主要原因包括以下几个方面。(1)数据集质量问题:GPT 模型的训练依赖于大量的数据集,如果这些数据存在标注错误、噪声数据或偏见等问题,模型的准确度就会受到影响。如存在标注错误的样本会导致模型学习到错误的知识<sup>[24]</sup>。(2)模型过拟合:当 GPT 模型在训练过程中遇到过拟合问题时,就会在新数据上出现高错误率。过拟合的原因可能是训练数据过少、模型过于复杂或训练参数设置不当等<sup>[25]</sup>。(3)输入数据不完整:GPT 模型的结果常常受输入数据的影响,如果输入数据缺失、不完整时,模型将无法准确预测,从而导致结果偏差。(4)训练方式改变:GPT 模型相对于前一代模型,在训练过程中可能引入了一些变化或改进,结果可能导致模型在某些方面表现更好,但在其他方面准确度下降<sup>[26]</sup>。(5)训练数据代表性不足:如果训练数据过于偏向某一特定领域或语言风格,模型在其他领域或语言风格上的表现可能会下降。缺乏

多样性的训练数据会影响模型的泛化能力。

为了解决这些问题,可以采取一系列措施改进,如提高数据集的质量、增加训练数据的多样性、优化模型结构、调整训练参数等。同时,在模型应用过程中,也需要注意输入数据的完整性和准确性,以及持续学习和迁移学习的限制等问题。

**2.2 隐私和安全问题与解决方法** 医学 GPT 在处理患者数据时,需要严格遵守隐私和安全法规。如果这些数据被不当使用或泄露,可能会引发严重的隐私和安全隐患。(1)数据泄露风险:GPT 模型需要大量数据进行训练,其中可能包含用户的个人信息。如果这些数据没有被正确处理或保护,就存在数据泄露的风险,可能导致用户隐私受到侵害。(2)模型滥用:由于 GPT 模型的生成能力强大,有时会吸引不法分子恶意使用,例如生成虚假信息、误导性内容或进行网络钓鱼等欺诈活动,这会对用户的信息安全和财产造成威胁。(3)内部泄露:在处理敏感数据的组织内部,如果没有实施足够的安全措施,或者由于员工不遵守隐私政策,也可能导致数据泄露或滥用。

现阶段可采用的解决方法,(1)数据匿名化处理:在将数据用于训练 GPT 模型之前,对数据进行匿名化处理,删除或替换掉其中的用户信息,可以减少隐私泄露的风险。同时,应确保数据匿名化的过程符合相关的法律法规和隐私政策的要求。(2)加强数据加密:使用先进的加密技术,对在传输和存储过程中的数据进行加密处理,以确保数据的安全性。只有授权者才能访问和使用这些数据,即可减少数据泄露和滥用的风险。(3)制定严格的数据访问和使用政策:应制定明确的数据访问和使用政策,规定员工在处理敏感数据时的行为规范。同时,应定期对这些政策进行审查和更新,以确保其与当前的法律法规和隐私要求保持一致。(4)加强监管和合规性检查:对于涉及敏感数据处理的 GPT 应用,应加强监管和合规性检查,确保在实施隐私和安全管理措施时符合相关的法律法规和政策要求。如果发现违规行为或数据泄露事件,应及时采取措施予以纠正和处理<sup>[27]</sup>。(5)用户教育和意识提升:用户在使用 GPT 应用时也应注意保护自己的隐私和安全。可以通过用户教育、安全培训等方式提升用户对隐私和安全问题的认知和意识,引导他们正确使用 GPT 应用并避免潜在的风险。

**2.3 对输入信息敏感性不足的原因与解决方法** 医学 GPT 在处理输入信息时,可能无法充分理解患者的情感、文化背景等非医学因素,这可能会影响其

生成的医学建议或诊断的准确性和适用性。

GPT 对输入信息的敏感性不足的原因主要有, (1)固定长度的上下文窗口:GPT 在处理文本时,通常有 1 个固定长度的上下文窗口,这意味着它只能考虑到一定范围内的前文信息。当输入信息超出这个窗口时,GPT 可能会遗忘或无法充分应用之前的信息,导致对输入信息的敏感性下降。(2)缺乏长期依赖关系建模:GPT 主要基于 Transformer 架构,而 Transformer 在处理长期依赖关系方面存在一定的局限性。这可能导致 GPT 在处理较长文本或需要考虑间隔较远的上下文信息的任务时表现不佳。(3)训练目标的限制:GPT 的训练目标通常是最大化,在广泛的主题和场景中生成自然语言文本的能力。这种训练目标可能导致 GPT 在处理特定领域或任务的输入信息时敏感性不足,因为它可能没有足够的训练数据或优化目标来专注于这些特定的情况。(4)数据偏差和噪声:GPT 的训练数据通常来自互联网或其他大规模文本数据集,这些数据可能包含各种偏差和噪声。如果 GPT 在训练过程中受到了这些偏差和噪声的影响,它可能对某些类型的输入信息不敏感或产生误导性的输出<sup>[24]</sup>。(5)模型容量限制:尽管 GPT 的模型容量在不断增大,但仍有可能受到模型容量的限制。当模型容量不足以捕获输入信息中的所有复杂性和细节时,GPT 可能对输入信息的敏感性降低。

需要注意的是,以上原因并不是互相独立的,它们可能相互交织并共同导致 GPT 对输入信息的敏感性不足。为了提高 GPT 的敏感性,可以采取一系列措施,如增加上下文窗口的大小、改进 Transformer 架构以更好地处理长期依赖关系、使用特定领域的训练数据、减少数据偏差和噪声以及增加模型容量等。

**2.4 缺乏临床实践经验的原因与解决方法** 尽管可以应用 GPT 学习和理解大量的医学文献和知识,但它仍然缺乏实际的临床经验。这可导致在面对复杂或罕见的病例时,GPT 的表现可能不如经验丰富的医生<sup>[25]</sup>。

GPT 缺乏临床实践经验的原因主要是(1)数据来源限制:GPT 的训练数据主要来源于文本和图像等非临床环境,这些数据无法完全模拟真实的临床实践场景。因此,GPT 在处理复杂的临床问题时可能缺乏必须的实践经验和判断力。(2)模型局限性:当前的 GPT 模型虽然具有强大的 NLP 和机器学习能力,但仍存在一定的局限性。例如,GPT 可能难以理解和处理模糊、不确定或复杂的医学术语和概

念,这在临床实践中是常见的。(3)伦理和隐私问题:由于临床实践涉及患者的隐私和伦理问题,获取和使用真实的临床数据受到严格限制。这使得 GPT 在训练过程中难以接触到足够的临床数据,从而缺乏临床实践经验的积累。(4)人工监督不足:GPT 的训练和应用通常需要大量的人工监督和干预,以确保模型的准确性和可靠性。然而,在临床实践领域,由于专业知识的限制和人力资源的匮乏,可能无法提供足够的人工监督,导致 GPT 缺乏必要的实践经验。(5)技术成熟度:尽管 GPT 在 NLP 领域取得了显著进展,但在医学和临床实践等特定领域的应用仍处于相对初级的阶段,技术的成熟度和稳定性需要进一步提高,以满足临床实践的要求。

为了解决这些问题,可以采取一系列措施,如加强与临床实践相关的数据收集和处理,改进模型结构和算法以提高对医学术语和概念的理解能力,加强伦理和隐私保护以确保合规使用临床数据,提高人工监督的效率和质量以及推动技术在医学领域的进一步发展和应用等。这些措施将有助于 GPT 更好地适应临床实践环境,提高其在医学领域的应用价值。

**2.5 技术更新与维护成本的问题与解决方法** 医学领域的知识和技术在不断更新和发展,因此医学 GPT 也需要定期进行更新和维护以保证其准确性和有效性。这可能需要投入大量的时间和资源<sup>[7]</sup>。

GPT 技术的更新与维护成本涉及多个方面,包括硬件资源、研发人力、数据收集与标注等。这些成本随着模型规模、性能和应用领域的不断拓展而增加。首先,硬件资源是 GPT 技术更新与维护的重要基础。随着模型参数的不断增加,需要更强大的计算能力和存储资源来支持模型的训练和推理。这包括高性能的 GPU 或 TPU、大容量的内存和存储设备等。这些硬件资源的购置和运维成本相对较高。其次,研发人力也是 GPT 技术更新与维护的关键因素。GPT 技术的研发需要 1 支专业的团队,包括算法工程师、数据专家、软件工程师等。这些人员均需要具备深厚的专业知识和丰富的实践经验,才能不断推动技术的创新和应用。因此,研发人力的成本也相对较高。此外,数据收集与标注也是 GPT 技术更新与维护的重要环节。GPT 模型需要大量数据进行训练和调优,这些数据需要经过清洗、标注和预处理等步骤才能用于模型训练。数据收集与标注的成本随着数据规模和质量提高而增加。

但是,随着技术的不断发展和应用领域的不断拓展,这些成本有望逐渐降低。同时,一些开源框架



和工具的出现也为降低 GPT 技术的更新与维护成本提供了可能。

2.6 无法替代医生的专业判断的原因与解决方法虽然可以应用 GPT 提供有价值的医学建议和信息,但它并不能完全替代医生的专业判断和经验。在关键的医疗决策中,仍需要医生,特别是富有经验的临床医生参与和确认<sup>[29]</sup>。

GPT 无法替代医生的专业判断的主要原因包括:(1)缺乏医学实践经验:医生通过多年的学习和实践积累了丰富的医学知识和临床经验,能够根据患者的具体情况做出准确的诊断和判断。而 GPT 虽然拥有强大的语言理解和生成能力,但缺乏医学领域的实践经验和直觉。(2)缺乏批判性思维能力:医生在面对复杂的医学问题时,需要根据患者的病史、检查结果和自身经验进行综合分析和判断,这需要批判性思维。而 GPT 在处理信息时主要基于训练数据中的模式和关联,缺乏批判性思维能力。(3)情感与人文关怀的缺失:医疗过程不仅涉及疾病的治疗,还包括对患者的情感支持和人文关怀。医生能够理解和响应患者的情感需求,提供安慰和支持,这是 GPT 目前难以替代的。(4)法律与伦理限制:在医疗领域,存在严格的法律和伦理规范。医生的诊断和治疗行为需要遵循这些规范,而 GPT 作为 1 个人工智能模型,难以完全理解和遵守这些复杂的法律和伦理要求。(5)技术局限性:虽然 GPT 在 NLP 领域取得了显著进展,但仍存在技术局限性<sup>[30]</sup>。例如,GPT 在处理模糊、不确定或复杂的医学问题时可能遇到困难,导致生成的信息不准确或误导。

综上所述,尽管 GPT 在医学领域具有一定的应用潜力,但由于上述原因,它目前无法完全替代医生的专业判断。在未来一段时间的发展中,可以应用 GPT 作为医生的辅助工具,提供信息支持和建议,但最终的决策仍需要由医生根据患者的具体情况和自身经验做出。

### 3 展 望

医学 GPT 作为人工智能与 NLP 技术在医疗健康领域的重要应用,具有广阔的发展前景和潜力。未来 GPT 对医疗健康发展的赋能包括,(1)个性化医疗服务:随着大数据和深度学习技术的不断进步,GPT 将能够更深入地理解个体差异和疾病特点,为用户或患者提供更加个性化的医疗健康服务。例如,根据用户或患者的基因组学数据和生活习惯,可以应用 GPT 为用户或患者量身定制预防和

治疗方案,提高治疗效果和生活质量。(2)辅助医学研究和创新:医学 GPT 在医学文献分析、疾病预测模型、新药研发等方面具有强大的潜力。未来,医学 GPT 有望成为医学研究和创新的重要工具,帮助专家快速筛选和优化候选药物分子,预测疾病发展趋势,为医学研究和治疗提供有力支持。(3)提升医疗质量和效率:可以应用 GPT 作为智能医疗助手,赋能医生为用户或患者提供实时、准确的信息和建议,帮助医生提高诊断准确性和治疗效率。同时,医学 GPT 还可以处理大量用户或患者提问,解决医生客观时间不足的问题,为用户或患者提供更加便捷和高效的医疗服务。(4)拓展医学教育和培训:医学 GPT 在医学教育和培训领域具有广阔的应用前景。它可以作为智能教学辅助工具,为实习生、规培生和继续医学教育提供个性化的学习资源和反馈,帮助学生更好地掌握医学知识和技能。同时,医学 GPT 还可以模拟各种疾病和场景,为学生提供实践机会,赋能提高他们的临床技能和决策能力。(5)面临挑战与持续发展:尽管医学 GPT 具有广阔的发展前景,但仍面临一些挑战,如数据隐私和安全问题、模型可解释性、伦理和法律问题等。未来,需要在技术、政策和伦理等多个层面共同努力,推动医学 GPT 的持续发展和应用。

纵观现状与展望未来,医学 GPT 的应用正在不断拓展和深化,随着技术的不断进步和应用场景的不断增加,GPT 有望为医疗健康领域带来更多变革,提高医疗服务的效率和质量,为人们的健康提供更好的保障。

伦理声明 无。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 张宇鸣:论文撰写、修改;白春学:文章选题。

### 参考文献

- [1] SANDERSON K. GPT-4 is here: what scientists think [J]. *Nature*, 2023, 615(7954): 773.
- [2] KLANG E, PORTUGEZ S, GROSS R, et al. Advantages and pitfalls in utilizing artificial intelligence for crafting medical examinations: a medical education pilot study with GPT-4 [J]. *BMC Med Educ*, 2023, 23(1): 772.
- [3] 卢经纬, 郭超, 戴星原, 等. 问答 ChatGPT 之后: 超大预训练模型的机遇和挑战[J]. *自动化学报*, 2023, 49(4): 705-717.
- [4] 车万翔, 窦志成, 冯岩松, 等. 大模型时代的自然语言处理: 挑战、机遇与发展[J]. *中国科学: 信息科学*, 2023, 53(9): 1645-1687.
- [5] 王飞跃. 平行医生与平行医院: ChatGPT 与通用人工智能技

- 术对未来医疗的冲击与展望[J]. 协和医学杂志, 2023, 14(4): 673-679.
- [6] 马武仁, 弓孟春, 戴辉, 等. 以 ChatGPT 为代表的大语言模型在临床医学中的应用综述[J]. 医学信息学杂志, 2023, 44(7): 9-17.
- [7] HOU W P, JI Z C. Assessing GPT-4 for cell type annotation in single-cell RNA-seq analysis[J]. *Nat Meth*, 2024.
- [8] HE Y B, WU H Y, CHEN Y, et al. Can ChatGPT/GPT-4 assist surgeons in confronting patients with Mpox and handling future epidemics? [J]. *Int J Surg*, 2023, 109(8): 2544-2548.
- [9] 吕静, 何平, 王永芬, 等. ChatGPT 在医学领域研究态势的文献计量学分析[J]. 医学与哲学, 2024, 45(7): 30-35.
- [10] PENG S X, WANG D Q, LIANG Y H, et al. AI-ChatGPT/GPT-4: an booster for the development of physical medicine and rehabilitation in the new era! [J]. *Ann Biomed Eng*, 2024, 52(3): 462-466.
- [11] ENGERS A, JELLEMA P, WENSING M, et al. Individual patient education for low back pain[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2008, 2008(1): CD004057.
- [12] Health literacy: report of the Council on Scientific Affairs. Ad Hoc Committee on Health Literacy for the Council on Scientific Affairs, American Medical Association [J]. *JAMA*, 1999, 281(6): 552-557.
- [13] BHAYANA R, BLEAKNEY R R, KRISHNA S. GPT-4 in radiology: improvements in advanced reasoning[J]. *Radiology*, 2023, 307(5): e230987.
- [14] MAKHLOUF A, MAAAYAH M, ABUGHANAM N, et al. The use of generative adversarial networks in medical image augmentation[J]. *Neural Comput Appl*, 2023, 35(34): 24055-24068.
- [15] UNSAL S, ATAS H, ALBAYRAK M, et al. Learning functional properties of proteins with language models [J]. *Nat Mach Intell*, 2022, 4(3): 227-245.
- [16] AI4SCIENCE M R, QUANTUM M A. The impact of large language models on scientific discovery: a preliminary study using GPT-4 [EB/OL]. (2023-11-13)[2024-03-05]. <http://arxiv.org/abs/2311.07361>.
- [17] WANG Y, LU Y Z, XU Y L, et al. TWIN-GPT: digital twins for clinical trials via large language model[EB/OL]. (2024-04-02). <http://arxiv.org/abs/2404.01273>.
- [18] HE X J, LIU X W, ZUO F L, et al. Artificial intelligence-based multi-omics analysis fuels cancer precision medicine [J]. *Semin Cancer Biol*, 2023, 88: 187-200.
- [19] 郭毅可. 迎接一个人机共生的时代[J]. 智能系统学报, 2023, 18(2): 216.
- [20] ABD-ALRAZAQ A, ALSAAD R, ALHUWAIL D, et al. Large language models in medical education: opportunities, challenges, and future directions [J]. *JMIR Med Educ*, 2023, 9: e48291.
- [21] 张丽娟, 赵国栋, 陈力炜, 等. 基于元宇宙的医学教育创新与实践. 中国医学教育技术[J], 2021, 34(6): 585-588.
- [22] ANGELIS L D, BAGLIVO F, ARZILLI G, et al. ChatGPT and the rise of large language models: the new AI-driven infodemic threat in public health [J]. *Front Public Health*, 2023, 11: 1166120.
- [23] 王树义, 张庆薇. ChatGPT 给科研工作者带来的机遇与挑战 [J]. 图书馆论坛, 2023, 43(3): 109-118.
- [24] PULASTYA V, NUTI G, ATRI Y K, et al. Assessing the quality of the datasets by identifying mislabeled samples [EB/OL]. (2021-09-10)[2024-03-05]. <http://arxiv.org/abs/2109.05000>.
- [25] ZAIDI S, BERARIU T, KIM H, et al. When does re-initialization work? [EB/OL]. (2022-06-22)[2024-03-05]. <http://arxiv.org/abs/2206.10011>.
- [26] MA M M, REN J, ZHAO L, et al. Are multimodal transformers robust to missing modality? [EB/OL]. (2022-04-12)[2024-03-05]. <http://arxiv.org/abs/2204.05454>.
- [27] 王慧颖. 医学人工智能应用中的隐私保护 [J]. 法制博览, 2021(1): 21-22.
- [28] WU C Y, LEI J Y, ZHENG Q Y, et al. Can GPT-4V (ision) serve medical applications? Case studies on GPT-4V for multimodal medical diagnosis[EB/OL]. (2024-10-15)[2024-03-05]. <https://arxiv.org/abs/2310.09909>.
- [29] LYSANDROU G, OWEN R E, MURSEC K, et al. Comparative analysis of drug-GPT and ChatGPT LLMs for healthcare insights: evaluating accuracy and relevance in patient and HCP contexts[EB/OL]. (2023-07-24)[2024-03-05]. <http://arxiv.org/abs/2307.16850>.
- [30] KANJEE Z, CROWE B, RODMAN A. Accuracy of a generative artificial intelligence model in a complex diagnostic challenge [J]. *JAMA*, 2023, 330(1): 78-80.

#### 引用本文

张宇鸣, 白春学. 医学 GPT 的研发现状和应用前景[J]. 元宇宙医学, 2024, 1(1): 52-58.

ZHANG Y M, BAI C X. Current status and application prospects of medical GPT[J]. *Metaverse Med*, 2024, 1(1): 52-58.