

人工智能驱动 计算机辅助医疗系统的发展趋势

文 ◆ 金塔县人民医院 许云龙

引言

在医疗技术与信息技术深度融合的今天，计算机辅助医疗系统已成为医疗领域创新发展的重要驱动力。随着医疗数据规模呈指数增长，医疗需求日益复杂，传统的医疗模式已难以满足现代社会的健康服务需求^[1]。计算机科学与技术凭借其强大的数据处理、智能分析和资源整合能力，为医疗保健行业带来了新的变革。从新一代人工智能算法突破医疗数据处理难题，到医疗级计算架构优化和运算效率提升，再到数据管理技术保障医疗数据安全，计算机辅助医疗系统已在多个数量维度上实现技术创新，并逐渐在丰富的应用场景中扎根。但在其发展过程中，也面临着许多亟待解决的问题。

1 计算机辅助医疗系统的核心技术突破

1.1 新一代人工智能算法创新

在人工智能算法层面，通过算法创新突破医疗数据处理瓶颈。传统的机器学习算法难以解析复杂的高维医疗数据，而新一代的深度学习基于 Transformer 架

构，形成多头注意结构（见图 1），以有效处理电子病历中的自然语言文本，并通过语义理解提取重要的医疗信息，提高诊断效率。联邦学习算法利用分布式计算框架，交换加密参数，实现跨机构数据协同训练，在保护患者隐私的同时，实现医疗保健的目标。同时，解决数据分散难题，提高人工智能诊断模型在医疗场景中的普及化能力。



图 1 Transformer 架构

1.2 医疗计算与数据技术的融合发展

医疗级计算架构通过融合 CPU 逻辑控制、GPU 并行计算以及 ASIC 芯片加速特性，实现医疗图像与基因组分析等任务的高精度计算调度。例如，AlphaFold 借助定制芯片与 GPU 集群加速蛋白质结构预测，边缘计算则通过嵌入式设备实现医疗数据本地化实时处理^[2]。在数据处理与管理方面，差分隐私、知识图谱以及区块链技术构建起安全的数据生态系统，分别实现数据匿名共享、碎片化数据结构化整合以及防篡改存储追溯，这些技术共同推动医疗智能化向更高水平发展。

2 计算机辅助医疗系统的典型应用场景

2.1 智能医学影像分析系统

2.1.1 三维可视化与影像分割技术

计算机图形学与深度学习算法的融合，为三维可视化与影像分割技术带来突破。在三维可视化方面，利用计算机强大的图形处理能力，将二维医学影像数据重构为三维模型（见图 2）。例如，通过 CT 或 MRI 扫描获取的人体断层图像，借助计算机的渲染算法，能够构建出立体的器官、组织模型。这种可视化技术不仅可以从多个角度观察病灶，还能通过调整透明度、旋转模型等操作，更精准地判断病变位置与范围。

影像分割技术则依赖深度学习算法，如 U-Net 网络，该网络通过“编码—解码”结构，在医疗影像中精准识别并分割出不同的组织与病灶区域。以肺部 CT 影像为例，计算机能够自动识别出肺部轮廓、肺结

【作者简介】许云龙（2002—），男，甘肃酒泉人，本科，助理工程师，研究方向：计算机。

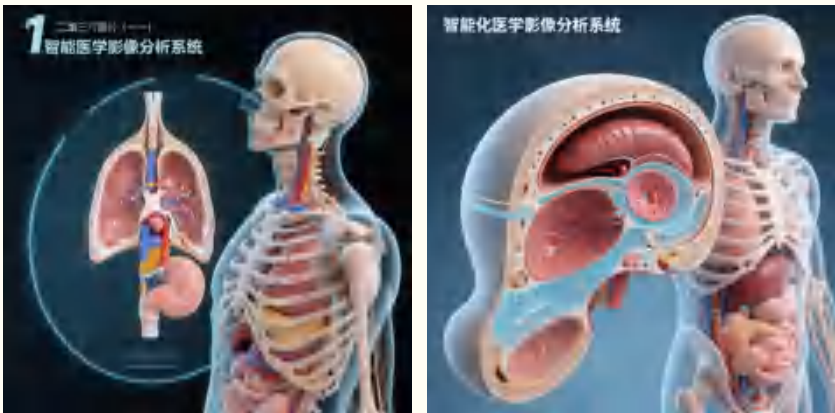


图 2 智能医学影像分析

节等，为诊断肺癌提供关键信息。相较于传统人工分割，计算机辅助的影像分割技术效率大幅提升，且分割精度更高，减少了因人为失误导致的漏诊、误诊情况。

2.1.2 影像 AI 云平台的部署与应用

云计算是构建影像人工智能云平台的基础。通过在云服务器上部署图像分析算法，医疗机构无需购买昂贵的本地设备，就可以通过网络访问人工智能图像分析服务。例如，整合多家医院的影像数据和分析模型，一线医院可以将患者的 X 光和 CT 等影像上传到云端，利用强大的计算资源和深度学习模型，快速进行图像分析，并将诊断结果反馈给医院。该模式实现了医疗资源的共享和优化配置，提高了基层医疗的诊断水平。它还支持多用户协作，不同地区的专家可以在云上检查相同的图像，共同讨论治疗方案。

2.2 医疗决策支持系统

2.2.1 基于知识图谱的智能推理引擎

知识图谱利用计算机数据库构建了庞大的医疗知识和病例数据结构化的知识网络。在医疗决策支持系统中，智能推理引擎根据知识图谱进行逻辑推理^[3]。输入诸如患者症状和测试结果等信息后，推理引擎将在

知识地图中搜索类似病例和医学知识，并分析疾病诊断和治疗方法。例如，对于复杂的心血管疾病，可以使用知识图谱将患者的病史、家族遗传信息、当前症状和各种测试指标联系起来，快速推断出最有可能的疾病类型并推荐相应的治疗方案。

2.2.2 强化学习优化医疗流程自动化

强化学习算法通过计算机模拟不同的医疗流程，并根据预设目标（如缩短患者等待时间、提高资源利用率）不断调整流程策略。在医院的病房管理中，利用强化学习算法可以优化病床分配、医护人员排班等流程。计算机模拟不同的病床分配方案，根据患者的病情轻重、预计住院时间等因素，通过不断试错与学习，找到最优的病床安排方式，提高病床周转率。在药品配送流程中，强化学习算法可以根据药房库存、科室需求等信息，自动规划配送路线与时间，实现药品的高效配送，提升医院整体运营效率，医疗决策支持系统流程图如图 3 所示。

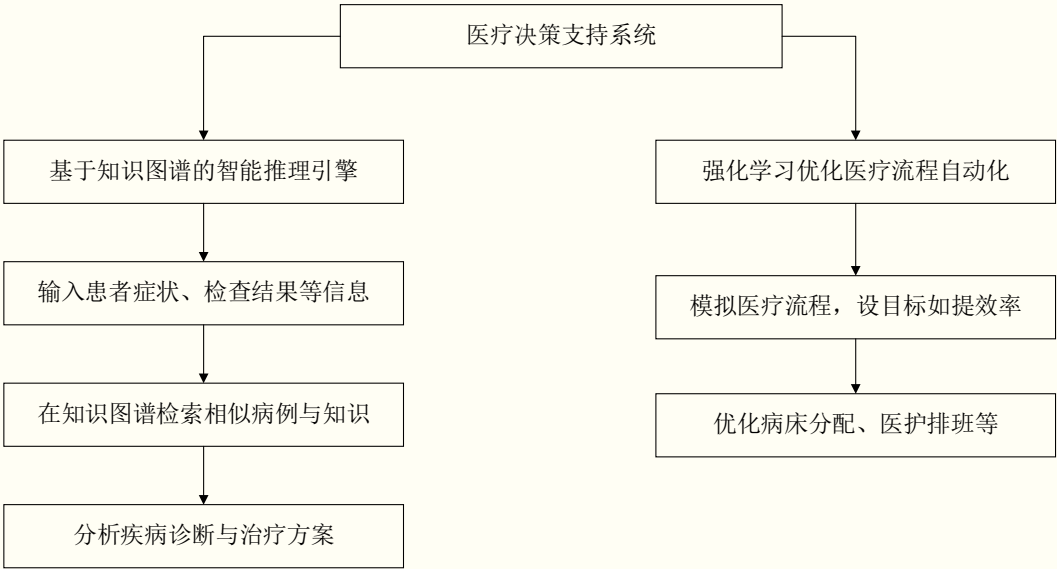


图 3 医疗决策支持系统流程简图

2.3 远程医疗与健康监测系统

2.3.1 5G 与物联网支撑的远程诊疗

5G 网络的高速率、低延迟特性与物联网技术的结合，为远程诊疗提供了可靠保障。在远程手术场景中，通过计算机操作远程手术机器人，5G 网络能够确保手术指令即时传输到手术机器人端，同时高清视频流将手术部位的画面实时传回操作端，实现远程精准手术。此外，物联网设备（如智能摄像头、传感器等）可以实时采集患者的生命体征、手术部位状态等数据，并通过网络传输给操作端。计算机对这些数据进行实时分析，辅助医生做出精准的手术决策，最终打破地域限制，让优质医疗资源能够惠及更多患者。

2.3.2 智能可穿戴设备的数据挖掘

智能可穿戴式设备集成了各种传感器，可以实时获取心率、血压和睡眠等生理数据。这些数据通过物联网发送到云端服务器，通过机器学习算法进行深度挖掘。例如，通过分析用户的长期心率数据，计算机可以预测用户患心脏病的风险；根据睡眠数据，评估用户的睡眠质量并提供改进建议。因此，根据数据挖掘的结果，智能可穿戴式设备可以向用户推荐个性化的健康管理方

案，从疾病治疗到健康预防，用户可以充分管理自己的健康。

3 系统发展面临的技术挑战

3.1 算法性能瓶颈与系统安全隐患

在计算机辅助医疗系统中，算法性能与系统安全问题紧密相连，阻碍了系统发展。深度学习算法处理医疗数据时，存在计算资源与泛化能力的双重困境^[4]。以医疗图像诊断为例，高分辨率的 X 射线和 CT 图像数据量大，普通 GPU 难以实时处理，易造成诊断延迟。同时，算法在不同医院设备采集影像上的泛化能力不足，成像参数、噪声差异会使诊断精度大幅下降。算法可解释性也较低，如病理图像合成中 GAN 生成结果缺乏科学依据，限制了医疗决策应用。同时，系统安全风险严峻，恶意攻击者可利用网络漏洞注入对抗样本篡改医学图像，医疗物联网设备也存在被黑客攻击的风险，硬件老化、软件故障等问题还会威胁系统稳定性，导致数据丢失、诊断中断。

3.2 跨系统兼容性与标准化难题

医疗信息系统与设备存在严重的兼容性和标准化缺失问题。不同医疗机构采用的数据格式和标准各异，如大型医院的电子病历系统多使用 HL7，基层医院却常采用自定义格式，这使得 AI 诊断系统整合多源数据时困难重重。同时，医疗设备接口标准混乱，超声波、核磁共振成像等设备通信协议不同，导致人工智能辅助系统无法高效访问多设备数据，严重阻碍了医疗资源的互联互通与协同利用。

结语

计算机辅助医疗系统在技术创新和应用实践中已取得显著成果，但其发展道路仍充满挑战。算法性能、安全性、兼容性问题制约着系统应用的扩展和深化。未来，计算机辅助医疗系统将在人工智能的驱动下，朝着更智能、更精准、更普惠的方向发展。多模态数据融合技术不断成熟，全面整合患者各类信息，助力医生做出更精准判断。大模型将发挥关键作用，在复杂疾病诊断、治疗方案制定等方面提供更强大的支持，突破现有辅助系统局限。同时，随着边缘计算和物联网发展，医疗服务将实现更广泛覆盖，远程医疗、居家健康监测更加便捷高效，提高医疗公平性。但前行之路仍需攻克数据安全、伦理规范、技术标准统一等难题，确保技术健康可持续发展，为全球医疗事业带来深刻变革。^[8]

引用

[1] 陈钊,曾祥卫,孙志刚,等.人工智能医疗器械软件网络安全技术考量[J].中国医疗器械信息,2022,28(15):5-7.

[2] 甄鹏华,韩玉冰.基于边缘智能的心电信号处理方法及监测系统[J].信息技术与网络安全,2021,40(7):108-115.

[3] 刘再毅,石镇维,梁长虹.推进联邦学习技术在医学影像人工智能中的应用[J].中华医学杂志,2022(5):318-320.

[4] 张虹,周航,马玉骁.智能医疗领域标准发展分析[J].信息技术与标准化,2022(4):49-55.

