

# 基于多模态 AI 的慢性病早期预警与个性化干预平台设计

蓝予阳 甘杜芬<sup>(通讯作者)</sup> 黄晓毅 覃卓怡

桂林电子科技大学计算机工程学院

DOI: 10.32629/ems.v8i2.18507

**[摘要]** 针对当前慢性病高发与基层医疗资源不足的矛盾,以及传统慢性病管理缺乏精准预警和个性化干预的痛点,本项目设计了一款基于多模态 AI 的慢性病早期预警与个性化干预平台。该平台整合电子病历、可穿戴设备数据等多源异构数据,通过数据预处理、多模态融合及深度学习算法构建疾病风险预测模型,结合医学知识图谱生成个性化干预方案。采用 Transformer 与图神经网络(GNN)算法实现多维度健康信息的深度挖掘,突破单一数据源的局限,提升早期预警准确性。平台支持 APP、小程序及 Web 端多终端访问,实现数据便捷采集、风险可视化展示与干预方案交互。经理论分析与技术验证,依托该平台基层医疗慢性病预警环节的薄弱之处可得到有效补足,为患者提供全周期健康管理服务,推动慢性病防控从被动治疗向主动预防转变,具有重要的临床应用价值与社会意义。

**[关键词]** 多模态; AI; 慢性病; 预警

## 1 引言

随着人口老龄化加剧和生活方式的转变,慢性病已成为全球公共卫生领域的重大挑战。我国慢性病患者数量呈逐年上升趋势,且发病年龄逐渐年轻化,给社会医疗体系带来沉重负担。基层医疗作为慢性病防控的前沿阵地,普遍面临医疗资源匮乏、专业人员不足、诊断管理手段有限等问题。传统慢性病管理主要依赖定期体检和患者自述症状,难以捕捉疾病早期的潜在风险,且干预方案缺乏个体针对性,无法满

足医疗的发展需求。

近年来,人工智能技术在医疗领域的应用取得突破性进展,多模态数据融合分析为解决复杂医疗问题提供了新路径。电子病历、可穿戴设备等多源数据的积累,使得整合患者历史诊疗信息、实时生理状态等多维度数据进行疾病风险评估成为可能。在此背景下,构建基于多模态 AI 的慢性病早期预警与个性化干预平台,成为提升慢性病管理效率、缓解基层医疗压力的重要途径。

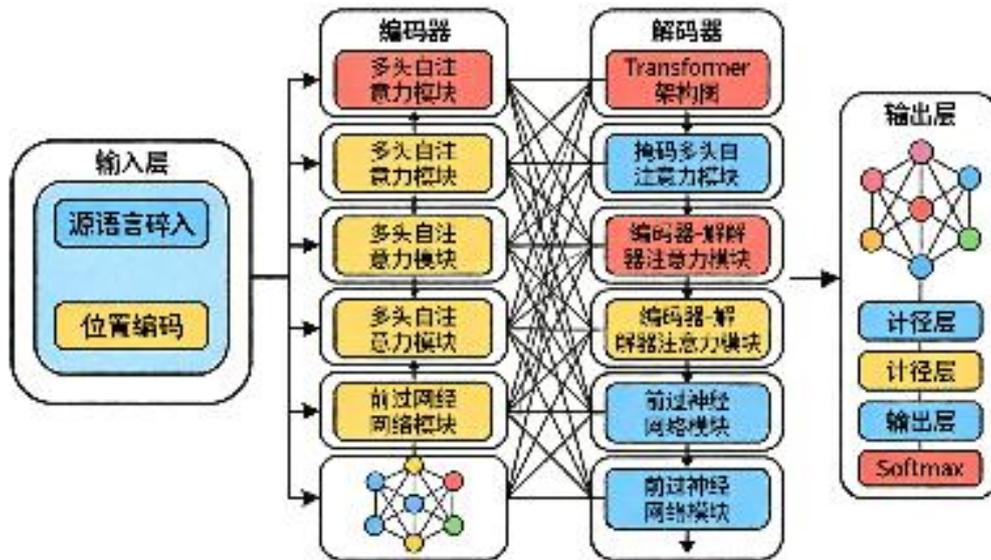


图 1 Transformer 架构图解

本研究通过跨医学与人工智能学科的深度融合，探索多模态数据在慢性病风险预测中的应用机制，丰富医学人工智能的研究范畴。构建的多模态数据融合模型与疾病风险预测算法，为复杂疾病的病理关联分析提供了新的技术方法，拓展了深度学习在医疗领域的应用边界

平台的应用可显著提升慢性病早期预警的精准度，实现疾病风险的早发现、早干预，降低发病率与并发症风险；个性化干预方案能够满足不同患者的个体差异需求，提高治疗依从性与生活质量；针对基层医疗场景的设计，可减少对高水平专业医生的依赖，降低慢性病管理的<sup>[3]</sup>硬件门槛，优化医疗资源配置，助力分级诊疗制度落地。

## 2 多模态 AI 分析技术

### 2.1 多模态 AI 分析

多模态 AI<sup>[1]</sup>分析是指人工智能系统同时处理并融合理解文本、图像、音频、视频等多种类型信息的技术，通过跨模态的协同与互补，实现比单一模态更全面、更精确的环境感知、内容理解和智能决策，是让 AI 更接近人类综合认知能力的关键方向。

### 2.2 Transformer 类架构

Transformer<sup>[2]</sup>是一种利用自注意力机制全局建模序列依赖的神经网络架构。它以编码器-解码器为核心框架，通过位置编码引入顺序，依靠残差连接和层归一化稳定训练。其并行高效和强大表示能力的特性，使其成为驱动当今人工智能革命，特别是大语言模型发展的基石性技术。（如图 1）

### 2.3 图神经网络（GNN）算法

图神经网络<sup>[3][4]</sup>是一种专门用于处理非欧几里得空间图结构数据的深度学习算法，其核心思想是通过“消息传递-聚合-更新”的迭代机制，让图中每个节点与邻居节点交换信息并进行特征整合。在每一层计算中，节点首先聚合来自邻居的特征信息，然后结合自身当前状态生成新的高阶表示，经过多层堆叠后，每个节点的最终表示会编码其多跳邻域的拓扑结构和特征信息，从而能够有效建模图数据中的复杂依赖关系，广泛应用于节点分类、链接预测、图分类等任务（如图 2）。

### 2.4 针对慢性病预防的多模态 AI 技术

针对慢性病预防的多模态 AI 技术，首先通过整合电子病

历、可穿戴设备数据<sup>[5]</sup>等多源信息，打破单一数据源局限，实现跨模态数据融合；其次借助 Transformer 捕捉时序健康指标与疾病风险的长距离关联，同时通过 GNN 挖掘病理与指标间的潜在逻辑，双维度保障早期风险精准预警；最后结合医学知识图谱生成个性化干预方案，推动慢性病预防从被动应对转向主动精准防控，有效缓解基层医疗资源压力。

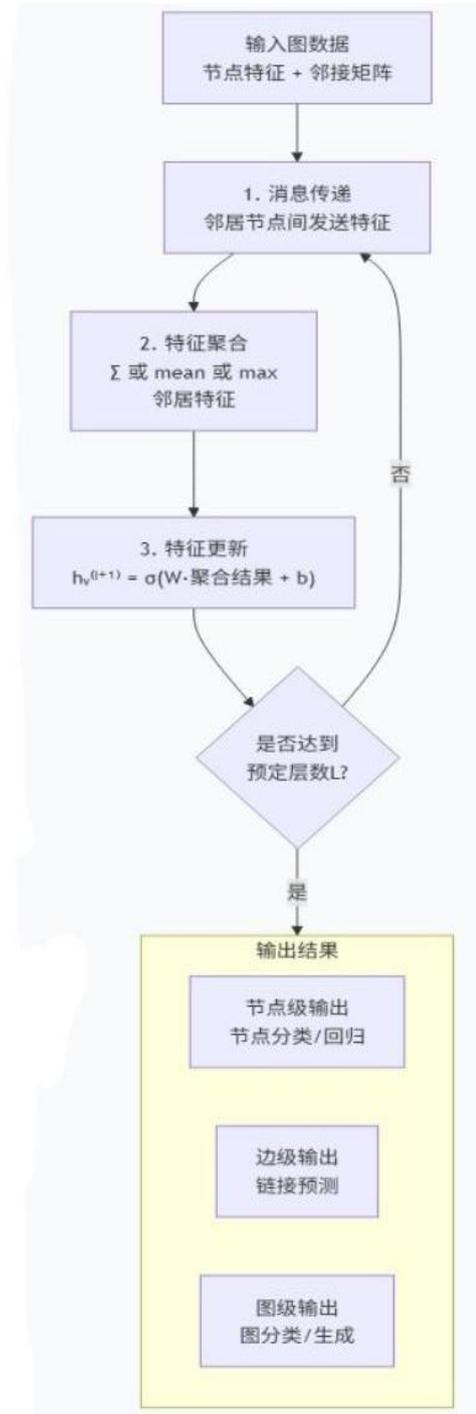


图 2 完整 GNN 工作流程

### 3 平台的实现

#### 3.1 总体框架

项目采用“数据层 - 算法层 - 应用层”三级架构, 构建“采集 - 处理 - 分析 - 应用”全流程闭环, 各层级职责明确、协同联动。

**数据层:** 通过医院信息系统 API 接口对接电子病历(结构化诊断记录、半结构化病历文本), 集成蓝牙协议兼容主流可穿戴设备, 同步心率、血压等生理数据, 经清洗、标准化等预处理后存储于分布式数据库。

**算法层:** 核心包含多模态融合(特征级 + 决策级融合)、风险预测(Transformer+GNN 双模型并行)、干预推荐(规则引擎 + 案例推理)三大模块, 通过集成学习优化输出结果。

**应用层:** 覆盖 APP、小程序、Web 管理平台多终端, 实现数据采集、风险可视化、干预方案展示等功能, 适配用户与基层医疗场景使用。

#### 3.2 具体功能

系统数据采集功能, 可以一键导入电子病历、实时同步主流可穿戴设备生理数据, 自动完成数据清洗与标准化。

系统风险预测功能, 可以生成慢性病风险概率与等级, 以可视化图表呈现结果及病理关联。

系统干预推荐功能, 可以结合个体特征, 推送饮食、运动、药物治疗一体化个性化方案, 支持动态调整。

系统多端交互功能, 移动端侧重数据查询与记录, Web 端支持基层医护人员批量管理与效果跟踪。

#### 3.3 创新点

突破传统慢性病管理的单一学科局限, 将医学专业知识与 AI 多模态数据处理、深度学习技术深度融合, 通过多源数据与先进算法的协同, 实现慢性病管理模式的革新

整合电子病历、可穿戴设备等多源数据, 全方位、动态捕捉患者健康信息, 解决传统单一数据源预警准确性不足的问题, 显著提升早期预警的可靠性。

针对基层医疗资源不足的痛点, 设计低成本、易操作的应用方案, 通过自动化风险预测与干预推荐减少专业医生依

赖, 多终端适配便于社区与基层医疗机构推广使用。

### 4 总结

本研究设计的基于多模态 AI 的慢性病早期预警与个性化干预平台, 通过整合多源医疗数据、运用先进深度学习算法, 实现了慢性病风险的精准预警与个性化干预方案的智能推荐。平台突破了传统慢性病管理的局限, 针对基层医疗场景的设计满足了实际应用需求, 为缓解医疗资源压力、提升慢性病防控水平提供了有效解决方案。后续, 我们将依托可获取的临床数据开展平台验证, 并逐步推进模型优化工作, 以此提升平台的稳定性与实用性, 为其在基层医疗场景的初步试用创造条件, 力求为相关领域发展尽一份绵薄之力。

#### [参考文献]

[1] 陈俊润, 谢小峰, 王选齐, 薛鹏, 徐朕凯, 汪广昌, 唐荣年. 聚类感知 CNN-Swin Transformer 用于阿尔茨海默病 MRI 分类[J]. 激光与光电子学进展, 1-20.

[2] 张驰, 唐逸飞, 李旭东, 王书强. 基于生成式 AI 和多模态神经影像的阿尔茨海默病辅助诊断研究进展[J]. 阿尔茨海默病及相关病杂志, 2025, 8(06): 363-370+377.

[3] 米乔. 基于图神经网络的动态图模型研究[D]. 青海师范大学, 2025.

[4] 孟磊. 面向图数据的多通道图神经网络研究[D]. 青海师范大学, 2024.

[5] 郭立泉. 基于可穿戴设备的智能康复评定关键技术及临床应用研究[D]. 中国科学技术大学, 2023.

作者简介: 蓝予阳, 本科生在读, 研究方向为软件工程; 黄晓毅, 本科生在读, 研究方向为软件工程; 覃卓怡, 本科生在读, 研究方向为软件工程; 甘杜芬, 高级工程师, 博士, 研究方向为数据处理、算法研究。

通讯作者: 甘杜芬, 高级工程师, 博士, 研究方向为数据处理、算法研究。

基金资助: 2025年广西壮族自治区大学生创新训练计划立项项目(项目编号: S202510595354)。