急危重症一键呼叫会诊平台中基于图神经网络的专家-病例智能匹配研究

聂倩倩，沈飞飞，王　刚

（杭州市第九医院，杭州　311225）

摘　要：针对传统急危重症会诊过程中存在的科室分配依赖人工经验、响应速度慢及专家资源匹配不精准等问题，提出一种基于图神经网络（GNN）的专家-病例智能匹配模型，并构建急危重症一键呼叫会诊平台。该平台利用自然语言处理（NLP）技术对患者基本信息、主诉症状、既往病史、检查检验结果及体格检查数据进行深度语义解析，结合深度学习模型提取疾病特征，构建由病例节点、专家节点及疾病知识节点组成的异构医疗知识图谱。通过图神经网络学习病例与专家之间的关联关系，实现会诊科室智能推荐和专家精准匹配。研究结果表明，该模型能够显著提高会诊分诊准确率与专家匹配率，缩短急危重症患者等待时间，为医院智慧医疗和多学科协同诊疗提供技术支撑。

关键词：急危重症；一键呼叫会诊；图神经网络；自然语言处理；智能分诊；专家匹配

中图分类号：TP399　　**文献标识码：**A

Research on intelligent expert-case matching based on graph neural network in one-click emergency consultation platform for acute and critical illnesse

NIE Qianqian，SHEN Feifei，WANG Gang

（Hangzhou Ninth Hospital，Hangzhou 311225，China）

Abstract：Aiming at the problems existing in traditional consultation processes for acute and critical illnesses，such as department allocation relying on manual experience，slow response speed，and imprecise matching of expert resources，an intelligent expert-case matching method based on Graph Neural Network（GNN）is proposed，and a one-click emergency consultation platform for acute and critical illnesses is constructed. The system utilizes Natural Language Processing（NLP）technology to conduct deep semantic parsing of patient basic information，chief complaints，past medical history，examination and test results，and physical examination data. Combined with deep learning models，disease features are extracted，and a heterogeneous medical knowledge graph composed of case nodes，expert nodes，and disease knowledge nodes is constructed. Through graph neural network learning of the association relationships between cases and experts，intelligent recommendation of consultation departments and precise matching of experts are achieved. The research results show that this method can significantly improve the accuracy of consultation triage and expert matching efficiency，shorten the waiting time of acute and critical patients，and provide technical support for smart healthcare and multidisciplinary collaborative diagnosis and treatment in hospitals.

Key words：acute and critical illness，one-click consultation，graph neural network，natural language processing，intelligent triage，expert matching

1　引言

随着医院信息化建设的不断深入，急危重症患者救治逐渐向多学科联合诊疗（MDT）模式发展。然而，在实际诊疗过程中，会诊申请通常由临床医生根据经验判断科室归属与专家选择，易受个人知识水平及工作压力影响，导致会诊响应效率较低，甚至出现专家资源配置不合理的问题。近年来，人工智能技术在医疗领域得到广

基金项目：基于人工智能的急危重症一键呼叫会诊平台研究应用（2024WJC067）

泛应用(特别是自然语言处理和深度学习技术),其能够从海量电子病历中自动挖掘疾病特征信息,为智能辅助决策提供支持。同时,图神经网络凭借优异的关系建模能力,在推荐系统、知识图谱及医疗诊断领域表现出广阔的应用前景[1]。因此,研究基于图神经网络的专家-病例智能匹配模型,对提升急危重症患者救治效率具有重要意义。本文依托急危重症一键呼叫会诊平台,构建智能匹配模型,实现了会诊科室推荐、专家智能筛选与可视化决策支持。

2 平台总体架构

急危重症一键呼叫会诊平台采用“数据采集层—智能分析层—决策服务层”三层架构,实现患者信息采集、智能分析决策和会诊服务管理的全流程闭环运行。(1)数据采集层实时接入并整合医院信息系统(HIS)、电子病历系统(EMR)、实验室信息系统(LIS)、影像归档和通信系统(PACS)、ICU 监护系统及护理信息系统等多源异构数据,实现患者诊疗信息的统一汇聚与共享。(2)智能分析层由 NLP 语义解析模块、病例特征提取模块、医疗知识图谱模块、图神经网络匹配模块及会诊推荐引擎组成,能够对患者主诉、既往病史、检查检验结果及体征数据进行深度语义分析和特征挖掘,构建病例知识图谱并完成智能推理。(3)决策服务层主要提供一键发起会诊、科室智能推荐、专家自动匹配、会诊路径规划、会诊过程跟踪及可视化展示等功能,实现会诊业务数字化管理[2]。

3 基于图神经网络的专家-病例智能匹配模型

本文围绕三层架构,从病历文本解析、医疗知识图谱构建、图神经网络建模到会诊科室预测,逐步构建图神经网络的专家-病例智能匹配模型,为平台提供算法支撑。

3.1 NLP 医疗文本特征提取

急危重症患者病历中包含大量非结构化医疗文本信息,如主诉、现病史、既往史、体格检查记录、检验结果及医生诊断意见等。此类数据具有专业术语多、表达方式复杂、语义关联性强等特点,传统关键词匹配方法难以准确提取有效信息。为提高病历信息解析能力,本文采用 BERT 预训练语言模型与 BiLSTM 网络相结合的方法构建医疗语义解析模型。首先利用 BERT 对病历文本进行上下文编码,获取词语深层语义特征;其次通过 BiLSTM 捕获前后文依赖关系,实现医学实体识别和语义理解。最后引入注意力机制,对不同文本片段赋予不同权重,提高关键病症信息的提取能力。

3.2 医疗知识图谱构建

为充分挖掘病例与专家之间的关联关系,本文构建异构医疗知识图谱,实现医疗资源的统一表达和管理。知识图谱以患者、病例、疾病、科室及专家为核心节点:患者节点记录基本信息,病例节点描述诊疗过程,疾病节点表示疾病类型,科室节点反映诊疗归属关系,专家节点存储专业方向及诊疗经验。各类节点之间通过“患有疾病”“出现症状”“归属科室”“擅长诊疗”“历史会诊”等关系连接,形成复杂的医疗关联网络。

3.3 图神经网络建模

完成医疗知识图谱构建后,本文采用图卷积网络(GCN)对图结构数据进行深度学习建模。与传统机器学习方法相比,GCN 能够充分利用节点之间的关联信息,实现复杂关系特征的传播和聚合。训练过程中,每个节点均包含自身属性特征及邻居节点信息,并通过多层图卷积不断更新节点表示。经多层卷积运算后,病例节点与专家节点分别获得高维嵌入向量表示。基于此,模型进一步计算病例与专家之间的语义相似度和结构关联度,得到匹配评分。评分结果综合考虑疾病类型、病情严重程度、历史诊疗经验及专家专长方向等因素,为平台精准推荐提供依据。

3.4 会诊科室预测模型

本文利用医院积累的大量历史会诊数据构建监督学习预测模型,其中训练样本由病例特征信息、最终会诊科室及治疗效果评价等构成。该模型输入由 NLP 模块提取的结构化病例特征向量组成,通过深度神经网络学习疾病特征与目标科室之间的映射关系,并输出各候选科室的概率分布。该模型能够自动识别患者病情特征,推荐心内科、神经内科、呼吸和危重症医学科、急诊医学科、重症医学科及感染科等相关科室。同时,该模型将根据实际会诊结果持续更新训练样本,通过增量学习不断优化模型性能,使推荐结果更符合临床实际需求,从而缩短会诊响应时间,提高急危重症患者救治成功率。

4 平台关键功能设计

平台围绕急危重症会诊业务需求,构建了以下核心功能模块。

(1)智能科室推荐。平台能够自动获取患者基本信息、主诉症状、检验检查结果及既往病史等数据,通过深度学习模型识别与分析疾病特征,结合历史会诊案例库预测最适合参与会诊的科室,并以概率形式展示推荐结果。例如,对于呼吸衰竭伴多器官功能异常患者,系统可推荐重症医学科、呼吸与危重症医学科、心血管内科和神经内科等候选科室(按推荐概率排序),医生确认后即可发起会诊申请。

(2)专家智能匹配。平台综合考虑专家专业方向、历史会诊成功率、当前工作负荷、在线状态及响应时间等因素,通过综合评价模型自动筛选最佳专家团队,实现资源优化配置。

（3）一键呼叫会诊。当医生点击“一键会诊”按钮后，平台自动完成科室推荐、专家选择、会诊单生成、消息推送及远程视频会诊预约等流程，大幅缩短人工协调时间[3]。

（4）可视化决策支持。平台通过可视化大屏实时展示患者病情风险等级、推荐科室路径、专家关联网络、会诊进度状态及诊疗时间轴等信息，为医务管理人员和临床医生提供直观、高效的决策支持，实现急危重症会诊全过程数字化和智能化管理。

5　实验设计与结果分析

5.1　数据集

为验证所提模型在急危重症会诊场景中的实际应用效果，本文选取某三级甲等医院近 3 年积累的会诊数据作为实验数据集。数据来源涵盖电子病历系统、会诊管理系统及专家诊疗记录等业务平台，包含大量病例数据、会诊记录、专家信息及临床科室。数据内容涉及患者基本信息、主诉症状、既往病史、检验检查结果、会诊申请记录、专家会诊意见及最终诊疗结果等。为保证实验结果可靠，数据预处理阶段完成了缺失值清洗、异常数据剔除、文本标准化和隐私脱敏处理，并利用自然语言处理技术对病历文本进行结构化转换，构建涵盖多种症状类别与疾病类别的医疗知识库。在此基础上，按训练集、验证集和测试集比例划分数据，确保不同类别样本分布均衡。

5.2　实验环境

为保证模型训练与推理过程的稳定性和高效性，本文搭建了较高配置的实验环境。服务器处理器采用高性能多核 CPU，具备较强的数据计算能力；图形处理单元采用大显存 GPU，为深度学习模型训练提供充足的并行计算资源；系统配置大容量内存，以满足大规模知识图谱存储与图神经网络计算需求。软件环境方面，操作系统采用 Linux 发行版，深度学习框架选用 PyTorch，图学习框架采用 DGL，实现知识图谱构建、图卷积计算及模型训练等功能。实验过程中，对所有对比模型采用统一训练策略，包括相同的数据集划分方式、训练轮次和评价指标，以保证实验结果具有可比性。同时，通过 GPU 加速实现大规模节点关系计算，有效缩短模型训练时间，提高推理效率。

5.3　模型性能比较

为验证本文模型的有效性，选取随机森林、XGBoost、BERT 及“BERT+GCN”等典型模型进行对比实验，评价指标包括准确率、F1 值与平均响应时间。从实验结果来看，传统机器学习模型随机森林和 XGBoost 能够实现基础会诊推荐功能，但在复杂疾病关联关系学习方面存在一定局限，准确率相对较低；基于深度学习的 BERT 模型利用文本语义特征取得了较好的识别效果，准确率明显提升；在此基础上引入 GCN 后，“BERT+GCN”模型能够进一步挖掘病例与疾病之间的关联信息，准确率进一步提高。本文模型表现最佳，准确率和 F1 值均达到最优水平，平均响应时间亦极短。结果表明，通过引入医疗知识图谱与图神经网络结构，模型能够更全面地学习病例、疾病、科室及专家之间的复杂关系，从而显著提升科室推荐和专家匹配的准确性与实时性。

5.4　应用效果分析

为进一步评估平台在实际医疗场景中的应用价值，选取系统上线运行一段时间后的业务数据进行统计分析，并与实施前的传统会诊模式进行对比。结果显示，平台应用后平均会诊响应时间大幅缩短，急危重症患者会诊效率显著提高；科室推荐准确率明显提升，说明智能推荐模型能够更准确地识别患者病情需求，减少人工判断误差；专家匹配满意度显著提高，表明系统在专家资源调度和专业匹配方面具有较好的应用效果[4]；会诊成功率显著上升，反映出多学科协同诊疗效率得到明显改善。

6　结束语

本文研究了急危重症一键呼叫会诊平台中基于图神经网络的专家-病例智能匹配模型，构建了融合 NLP 语义分析、医疗知识图谱与图神经网络的智能会诊模型。该模型能够自动解析患者基本信息、主诉症状、既往病史及检查结果，通过深度学习算法提取关键特征，实现会诊科室智能推荐和专家精准匹配。实验结果表明，该模型在准确性与实时性方面均优于传统方法，能够有效提升急危重症会诊效率和救治水平，具有重要的临床应用价值。

参考文献：

[1] 陈鹏，李萍，杨雲天，等 .5G 信息平台医联体间急危重症救治模式初探[J]. 中华急诊医学杂志，2023，32(3)：427-430.

[2] 莫远明，王毅 . 重症快速反应小组中央监控平台设计与实现[J]. 医学信息学杂志，2020，41(4)：62-65.

[3] 唐小卓，赵咏梅 . 多媒体网络预警平台机制下严重多发伤院内救治的护理研究[C]// 中华医学会第二十届骨科学术会议暨第十三届 COA 学术大会论文集，2018：1-1.

[4] 周萍，姜泽伟，谢美琴 . 可视化院前院内信息衔接技术在急诊危重症患者预检分诊中的应用[J]. 中国中西医结合急救杂志，2024，31(3)：333-336.

作者简介：

聂倩倩（1993—），本科，助理工程师，研究方向：医院信息系统。

沈飞飞（1989—），本科，工程师，研究方向：医院信息系统。

王刚（1990—），本科，工程师，研究方向：医院信息系统，E-mail：34004146@qq.com（通信作者）。