

基于云计算的中医医院信息化管理系统设计

邹明玥

(成都中医药大学附属医院 成都 610000)

摘要 文中探讨了基于云计算技术的中医医院信息化管理系统设计,针对中医医院信息化建设面临的挑战,提出了一种融合了云计算、大数据、人工智能等技术的解决方案。该系统包括电子病历管理、预约挂号管理、药品管理和健康管理四大核心模块,采用微服务架构实现模块间的解耦与协作。最后,通过实验对系统的性能和可扩展性进行了全面评估。实验结果表明,该系统在高并发处理能力、数据吞吐量和弹性伸缩等方面表现优异,为中医医院信息化建设提供了可靠的技术方案。

关键词: 云计算;中医医院;信息化管理;微服务架构

中图分类号 TP311.5

Design of Information Management System of Traditional Chinese Medicine Hospital Based on Cloud Computing

ZOU Mingyue

(Affiliated Hospital of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 610000, China)

Abstract This paper discusses the design of the information management system of traditional Chinese medicine hospitals based on cloud computing technology. Aiming at the challenges faced by the information construction of traditional Chinese medicine hospitals, a solution that integrates cloud computing, big data, artificial intelligence and other technologies is proposed. The system includes four core modules of electronic medical record management, appointment registration management, drug management and health management, and uses a micro-service structure to realize the decoupling and collaboration between the modules. Finally, the performance and scalability of the system are comprehensively evaluated through experiments. The experimental results show that the system performs well in terms of high concurrent processing capacity, data throughput and elastic scalability, providing a reliable technical solution for the informatization construction of traditional Chinese medicine hospitals.

Key words Cloud computing, Traditional Chinese medicine hospital, Information management, Microservice architecture

0 引言

云计算技术以其高效、灵活、可扩展等优势,为中医医院信息化管理提供了新的解决方案^[1]。本文探讨了基于云计算的中医医院信息化管理系统设计,通过整合电子病历、预约挂号、药品管理、健康管理等模块,构建了一个全面、高效的信息化管理平台,以提升中医医院的管理效率和服务质量,促进中医药事业的现代化发展。

1 云计算技术概述

云计算技术作为新一代信息技术的核心,其本质是通过网络对分布式计算资源进行整合和虚拟化,以提供弹性、可扩展的服务。其核心特征包括资源池化、按需自助服务、广泛的网络访问、快速弹性和可计量的服务^[2]。在架构上,云计算通

常分为基础设施即服务(IaaS)、平台即服务(PaaS)和软件即服务(SaaS)。以OpenStack为例,其通过Nova计算服务、Swift对象存储、Neutron网络服务等组件,实现了全面的IaaS功能。在数据处理方面,MapReduce模型能高效处理大规模数据集,如在基因组测序分析中,其可将测序数据分割成多个小片段以实现并行处理,显著提升计算效率。云计算的另一关键技术是虚拟化,如KVM虚拟化技术可实现多个虚拟机共享物理资源,将资源利用率提升3~5倍。在网络方面,软件定义网络(SDN)技术通过分离控制平面与数据平面,实现了网络资源的灵活调度,提高了网络管理的效率和安全性。

2 基于云计算的中医医院信息化管理系统设计

2.1 系统总体设计

本系统基于云计算技术,采取模块化设计的思路(见图

作者简介:邹明玥(1987—),本科,主管护师,研究方向为临床护理。

1),系统工作流程始于患者通过预约挂号模块进行就诊预约。就诊时,医生使用电子病历模块记录诊疗信息,包括症状、诊断和处方。处方信息会被传输至药品管理模块,进行智能审核和配药。患者离院后,健康管理模块会持续收集患者健康数据,提供远程监测和个性化建议。各模块之间通过云平台实现数据共享和协同,保证诊疗信息的连续性和一致性。系统还支持医疗大数据分析,为医院管理决策和临床研究提供数据支持。

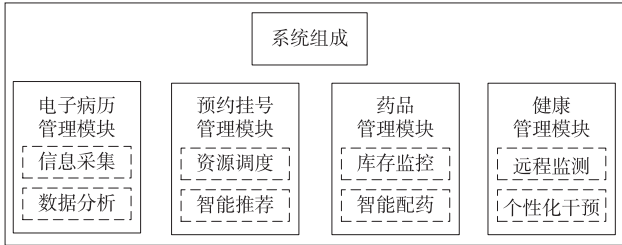


图1 系统基本组成

2.2 系统组成分析

2.2.1 电子病历管理模块

电子病历管理模块负责采集、存储、处理和共享患者的临床信息。该模块基于分布式文档存储系统 MongoDB,采用 BSON(Binary JSON)格式存储结构化和非结构化的医疗数据。模块内部的工作流程主要包括数据采集、加密存储、索引建立和检索4个环节。在数据采集阶段,系统通过 RESTful API 接口实时接收来自各诊疗设备的患者信息,采用 Base64 编码方式处理影像等多媒体数据^[3]。数据存储采用 AES-256 位加密算法确保安全性,同时引入 Bloom 过滤器技术提高查询性能,将误报率控制在 1% 以下。索引采用 B+ 树结构,叶子节点通过双向链表相连,提升了范围查询效率。在数据检索方面,模块集成了基于 TF-IDF 算法的全文搜索引擎,支持中医学术语的模糊匹配,查询响应时间可控制在 100 ms 以内。为适应中医辨证论治的特点,系统还整合了基于本体的知识图谱,通过 RDF 三元组存储中医理论体系,实现症状—证候—方剂的智能关联。此外,模块还支持医疗大数据分析,通过 MapReduce 并行计算框架处理海量病历数据,计算节点可横向扩展至 1000+,单日数据处理量可达 10 TB。

2.2.2 预约挂号管理模块

预约挂号管理模块作为系统的前端接口,负责实现患者与医疗资源的高效对接。该模块采用微服务架构,基于 Spring Cloud 框架,通过 Eureka 服务注册中心实现服务发现和负载均衡。核心业务逻辑基于领域驱动设计(DDD)思想构建,将复杂的预约挂号流程抽象为领域模型。模块内部工作流程包括用户认证、资源查询、预约处理和消息通知4个主要环节。用户认证采用 JWT(JSON Web Token)技术,确保接口安全性;资源查询利用 Elasticsearch 实现全文检索,支持中医专科、症状等多维度精准匹配;预约处理环节引入基于令牌桶算法的分布式限流机制,每秒处理请求数可达 5000 QPS^[4]。

为优化高并发场景下的系统性能,模块集成了 Redis 缓存层,采用 LRU(Least Recently Used)淘汰策略,缓存命中率可达到 95% 以上。此外,模块还整合了智能推荐算法,基于协同过滤模型为患者推荐合适的医生,如式(1)所示:

$$sim(u, v) = \frac{\sum_{i \in I_{uv}} r_{ui} \cdot r_{vi}}{\sqrt{\sum_{i \in I_u} r_{ui}^2} \cdot \sqrt{\sum_{i \in I_v} r_{vi}^2}} \quad (1)$$

其中, $sim(u, v)$ 表示用户 u 和 v 的相似度, r_{ui} 和 r_{vi} 分别表示用户 u 和 v 对医生 i 的评分(1~5分), I_u, I_v 表示用户 u 和 v 共同评价过的医生集合。通过该算法,系统可为患者提供个性化的预约建议,提升用户体验和就诊效率。

2.2.3 药品管理模块

药品管理模块承担着中药材料、中成药以及西药的全生命周期管理职能。该模块采用基于 Docker 容器的微服务架构,通过 Kubernetes 编排实现高可用性和弹性伸缩。核心数据存储采用分布式 NewSQL 数据库 CockroachDB,以保证数据的强一致性和高并发处理能力。模块内部工作流程主要包括药品采购、库存管理、处方审核和智能配药4个环节。采购环节引入基于机器学习的需求预测算法,通过 LSTM(Long Short-Term Memory)神经网络模型分析历史数据,优化采购决策^[5]。库存管理采用 RFID 技术实现实时跟踪,结合区块链技术构建防伪溯源体系。处方审核环节集成了基于规则引擎的智能审核系统,以支持复杂的中药配伍禁忌规则。智能配药系统应用计算机视觉技术,通过深度学习模型实现中药材的自动识别和分类。此外,模块还整合了药物相互作用分析功能,基于图数据库 Neo4j 构建药物知识图谱,实现快速的多药相互作用检索。系统还引入了药效评估模型,如式(2)所示:

$$E = \sum_{i=1}^n w_i \cdot c_i \cdot b_i \quad (2)$$

其中, E 为药效指数(无量纲), w_i 为第 i 种药材的权重系数, c_i 为药材浓度(mg/mL), b_i 为生物利用度因子, n 为复方中药材数量。通过该模型,系统能量化评估中药复方的整体药效,为临床用药提供理论支持。

2.2.4 健康管理模块

健康管理模块负责患者的远程健康监测、个性化干预和健康教育。该模块采用边缘计算架构,通过物联网设备采集用户健康数据,将其在本地 Edge 节点进行初步处理后上传至云端。其核心算法采用联邦学习框架,在保护用户隐私的同时实现模型的持续优化。模块内部工作流程包括数据采集、分析处理、风险评估和干预推荐4个环节。数据采集利用 5G 网络实现多源异构数据的实时传输,支持心电、血压、血糖等生理指标的连续监测。分析处理环节采用时间序列分析算法,如 ARIMA 模型,以便对健康指标进行趋势预测。风险评估可基于贝叶斯网络构建多因素健康风险模型,结合中医体质辨识理论,实现个体化风险量化。干预推荐系统整合了强化学习算法,通过动态规划优化长期健康管理策略。该模块还引入了中医养生知识图谱,基于图神经网络(Graph Convolutional Network, GCN)实

现个性化养生方案推荐。健康评分计算如式(3)所示:

$$H=\alpha\cdot P+\beta\cdot M+\gamma\cdot S \quad (3)$$

其中, H 为综合健康评分(0~100分), P 为生理健康指数, M 为心理健康指数, S 为社会功能指数, α,β,γ 为权重系数且满足 $\alpha+\beta+\gamma=1$ 。

3 系统性能评估

3.1 案例选取与实验方案

为评估基于云计算的中医医院信息化管理系统性能,本文以某三甲中医医院为实验对象,设计了全面的性能测试方案。实验基于OpenStack构建的私有云平台,配置了40台高性能服务器,每台配备双路Intel Xeon Gold 6248R处理器、512 GB DDR4内存和10TB NVMe SSD存储。网络环境为10 Gbps以太网。测试指标包括系统响应时间、并发处理能力、数据吞吐量和资源利用率。实验分3个阶段进行。(1)单模块性能测试。重点评估电子病历、预约挂号、药品管理和健康管理4个核心模块的独立性能。(2)系统整体性能测试。模拟真实业务场景,以评估系统在高负载下的综

合表现。(3)系统扩展性测试。通过动态增加计算节点,分析系统的弹性伸缩能力。实验以Apache JMeter为负载生成工具,模拟5000并发用户,持续压力测试24 h。数据采集过程采用Prometheus监控系统,使用Grafana进行可视化展示。性能数据分析采用R语言,应用时间序列分析和机器学习算法进行深入挖掘。

3.2 实验结果分析

系统核心模块的性能测试结果如表1所列,系统整体性能和扩展性测试结果如表2所列。

表1 系统核心模块性能测试结果

模块名称	平均响应时间/ms	峰值TPS	数据吞吐量(MB/s)	CPU利用率/%	内存使用率/%
电子病历管理	45.6	3267	156.8	68.3	72.5
预约挂号管理	28.3	5124	89.4	55.7	61.2
药品管理	37.9	4356	127.3	63.1	68.9
健康管理	52.1	2893	203.5	75.6	79.8

表2 系统整体性能和扩展性测试结果

测试场景	并发用户数/	平均响应时间/ms	系统吞吐量/TPS	CPU利用率/%	内存使用率/%	扩展节点数/个	性能提升比
基准测试	5000	67.8	12456	78.3	81.5	0	1.00
扩展测试1	5000	53.2	15789	72.1	76.3	10	1.27
扩展测试2	5000	41.5	19234	68.7	73.9	20	1.54

实验结果表明,本文设计的中医医院信息化管理系统在各核心模块和整体性能上均表现出色。从表1可见,预约挂号管理模块的响应速度最快,平均响应时间仅为28.3 ms,峰值TPS可达5124,这得益于微服务架构和分布式缓存的应用。电子病历管理模块的响应周期略长,但数据吞吐量最大,可达156.8 MB/s,体现了MongoDB在处理非结构化医疗数据方面的优势。健康管理模块涉及复杂的数据分析,响应周期相对较长,但仍控制在52.1 ms内,符合实时性要求。表2显示,系统在5000并发用户下,平均响应时间为67.8 ms,系统吞吐量可达12456 TPS,具有良好的高并发处理能力。扩展性测试进一步验证了系统的弹性伸缩特性,当增加20个计算节点时,系统吞吐量可提升54%,达到19234 TPS,而平均响应时间降至41.5 ms,充分体现了云计算架构的优势。此外,随着节点的增加,性能提升呈现递减趋势,这与Amdahl定律相符。以上实验结果证实了该系统在性能和扩展性方面的卓越表现,为中医医院信息化建设提供了可靠的技术方案。

4 结语

本文设计并实现了一套基于云计算的中医医院信息化

管理系统,通过融合现代信息技术与传统中医理论,构建了涵盖临床、管理、科研等多个方面的综合平台。实验结果验证了该系统在性能、可扩展性、功能性等方面的优势,为中医医院信息化建设提供了新的思路和方法。未来,可以进一步深化人工智能在中医诊断和治疗中的应用,探索基于知识图谱的中医辨证论治智能辅助系统,利用区块链技术保障中药溯源和患者隐私保护。

参考文献

- [1] 郭丽娜,闫鹏飞,杨佳澄.医院信息化管理实践中智能中医辅助系统的安全与隐私保护策略研究[J].甘肃医药,2023,42(11):1027-1029.
- [2] 周丽君.信息化时代中医理论在医院健康管理中的应用[J].中医药管理杂志,2022,30(10):217-219.
- [3] 潘芳芳,谷策,张玲玲.某基层中医医院信息化管理与便民措施现状分析[J].中医药管理杂志,2022,30(4):185-187.
- [4] 薛俊花,张同扬.新时期党委办公室人事档案管理信息化探索——以莒县中医医院为例[J].就业与保障,2021(9):183-184.
- [5] 周云凤.信息化推动中医医院财务精细化管理研究——以Z医院为例[J].当代会计,2021(8):52-54.