

DOI:10.20033/j.1003-7241.(2026)06-0169-05

一种结合优化遗传算法的医院资源人才调度方案生成方法

秦 珊, 倪 静

(南京脑科医院, 南京 210000)

摘要: 为了实现更高质量的医院资源和人才调度, 研究提出一种结合优化遗传算法的医院资源人才调度方案生成方法。首先, 构建包含科室数据、员工信息、技能匹配及任务分析等模块的医院资源人才调度系统, 并基于位置信息与任务时间统计建立调度模型; 其次, 在传统遗传算法框架下, 引入时间窗约束及多维硬约束机制, 包括技能匹配约束、时间冲突约束、任务顺序约束及任务负载约束, 以提高调度方案的可行性与合理性; 最后, 通过构建对比实验, 在全科医院与专科医院两类场景下, 对所提方法与人工鱼群算法、多目标进化算法进行对比分析。实验结果表明, 在相同规模条件下, 所提方法在求解速度、内存占用及数据准确性方面均优于对比方法, 其中全科医院 8 人规模下求解时间为 61 ms, 专科医院长期运行内存占用约为 2.9 GB, 数据准确性在 300 h 后仍保持在 99.43% 以上。说明研究方法能够高质量高效率地完成医院调度策略生成, 提高医院管理的效果。

关键词: 医院管理; 资源调度; 遗传算法; 多约束优化; 时间窗约束; 智能调度; 信息化

中图分类号: TN948.61

文献标志码: A

文章编号: 1003-7241(2026)06-0169-05

A generation method of hospital resource and talent scheduling scheme combining optimization genetic algorithm

Qin Shan, Ni Jing

(Nanjing Brain Hospital, Nanjing 210000, China)

Abstract: To achieve higher-quality hospital resource and talent scheduling, this study proposes a scheduling scheme generation method based on an optimized genetic algorithm. Firstly, a hospital resource and talent scheduling system is constructed, including modules for department data, staff information, skill matching, and task analysis, and a scheduling model is established based on location information and task time statistics. Secondly, within the framework of the traditional genetic algorithm, time window constraints and multi-dimensional hard constraints are introduced, including skill matching constraints, time conflict constraints, task sequence constraints, and workload constraints, to improve the feasibility and rationality of scheduling schemes. Finally, comparative experiments are conducted in both general hospitals and specialized hospitals, where the proposed method is compared with artificial fish swarm algorithm and multi-objective evolutionary algorithm. The results show that, under the same scale conditions, the proposed method outperforms the comparison methods in terms of solution speed, memory consumption, and data accuracy. Specifically, the solution time is 61 ms for a general hospital with 8 staff members, the memory usage is about 2.9 GB during long-term operation in a specialized hospital, and the data accuracy remains above 99.43% after 300 hours of operation. These results demonstrate that the proposed method can efficiently generate high-quality scheduling strategies and effectively improve hospital management performance.

Keywords: hospital management; resource scheduling; genetic algorithm; multi-constraint optimization; time window constraint; intelligent scheduling; informatization

医疗行业在全球化和信息技术进步的推动下, 面临人口老龄化、慢性病患者增多和医疗需求多样化等挑战。这些因素增加了医院管理的复杂性, 提高了对资源和人才调度的要求^[1-2]。信息化系统在医院的广泛应用使得数据管理成为可能, 遗传算法因其在解决复杂优化问题上的高效性而受到重视^[3-4]。遗传算法通过模拟生物进化过程中的遗传、交叉、变异等操作, 能够在候选解的种群中不断

迭代, 寻找最优解或近似最优解^[5]。有部分学者对遗传算法在调度方案求解中的应用进行过研究。Kim 等^[6]设计了一种利用遗传算法的机器设备调度技术, 通过基于梯度的进化策略进行优化, 实验结果表明, 所提方法能够对多工位机器人进行良好调度控制。尽管有其他学者已对遗传算法在调度方案设计中的应用进行过研究, 但将遗传算法应用在医院管理中的研究还较为匮乏。且传统遗传算

收稿日期: 2024-12-23; 录用日期: 2025-01-28

基金项目: 白求恩·医学科学研究基金(2022-YJ-085-J-Z-XZ-018)

作者简介: 秦珊(1987—), 女, 硕士, 助理研究员, 研究方向: 医院管理、人才培养。

通信作者: 倪静(1981—), 女, 硕士, 副研究员, 研究方向: 医院管理。

引用本文: 秦珊, 倪静. 一种结合优化遗传算法的医院资源人才调度方案生成方法[J]. 自动化技术与应用, 2026, 45(6): 169-172, 188. (Qin Shan, Ni Jin. A generation method of hospital resource and talent scheduling scheme combining optimization genetic algorithm[J]. Techniques of Automation and Applications, 2026, 45(6): 169-172, 188.)

法在求解大规模、多目标、多约束的医院资源人才调度问题时,仍然存在一些局限性,如收敛速度慢、容易陷入局部最优值。在这样的背景下,研究尝试创新性地 将遗传算法引入医院管理中进行资源人才调度方案求解,并引入时间窗对算法进行优化,在研究设计的医院资源人才调度系统中进行计算。以期 为医院管理行业提供一定技术参考。

1 医院资源人才调度技术

1.1 调度系统构建与任务处理

随着不同地区医院规模的扩大和业务范围的扩展,医院在运行时涉及的人才、各类资源也越来越多^[7-8]。在医院运行时,如何对人才和资源进行合理调度,成为直接影响医院工作效率的关键问题之一^[9-10]。信息化技术的进步为管理人员提供了高效的管理和调度工具^[11-12]。研究从医院管理的角度上,结合在线信息技术对医院资源人才调度技术进行设计。医院资源人才调度系统需有效分配任务,确保科室及时响应并提供高质量服务。同时,系统还应合理调配后勤和物料资源,以保障工作流程的顺畅。在这样的需求下,研究构建医院资源人才调度系统结构如图 1 所示。

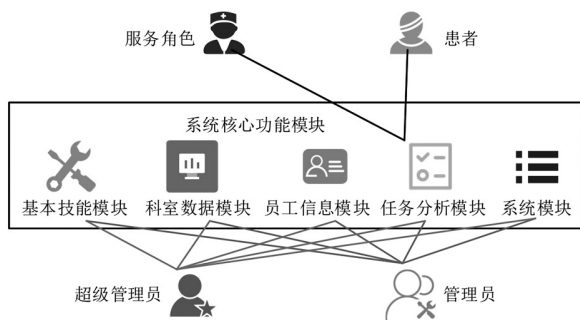


图 1 医院资源人才调度系统结构

Fig. 1 Hospital resource and talent scheduling system architecture

由图 1 可见,研究设计医院资源人才调度系统在运行时,系统能够实现的核心功能模块包含科室数据模块、员工信息模块、基本技能模块、任务分析模块和系统内部模块。在科室数据模块中,研究设计科室信息管理、设备信息管理、库存统计和设备报废管理四个主要模块。使用一个坐标系统对不同设备、资源、科室的位置进行记录,并以位置信息为主导,记录和统筹不同设备的使用情况的任务安排。位置距离计算如式(1)所示。

$$D_{k1,k2} = HD_1 + D_j + D_y \tag{1}$$

式中, $k1,k2$ 代表需要调度的起始位置; D_1 代表楼层高度; D_j 代表楼层之间距离; D_y 代表楼层内部调度路线长度; H 代表楼层权值。员工信息模块主要负责对员工增减、员工信息和员工所处状态进行编辑。基本技能模块采用数据驱动的方法,通过构建员工技能数据库,实现对员工专业技能和熟练度的量化管理。模块利用结构化查询语言和非关系型数据库技术,对员工技能数据进行高效索引和检索。任务分析模块基于医疗流程自动化的理念,采用自然

语言处理技术对患者的就医需求进行语义分析和意图识别。通过构建医疗知识图谱,解析医生的诊断需求,并与任务库中的预设流程进行匹配。通过集成的资源调度算法,实时监控和调整资源分配,确保患者-医生-资源的最优匹配。在进行任务分配时,为了确保不同人才资源的合理利用,研究设置工作时间作为一个约束条件。对过往同类任务的工作记录进行分析,求得任务参考值方差,如式(2)所示。

$$\delta^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N} \tag{2}$$

式中, δ^2 代表任务参考值方差; x_i 代表任务耗时; μ 代表任务耗时平均值; N 代表任务总数。计算得到任务的参考解决时间如式(3)所示。

$$d^{a_i} \sim N(\mu_{a_i}, \sigma_{a_i}^2) \tag{3}$$

式中, d^{a_i} 代表任务的参考解决时间; μ_{a_i} 表示任务参考时间的期望值; $\sigma_{a_i}^2$ 代表平均方差; a_i 表示第*i*个任务的属性标识。系统根据计算得到的任务参考解决时间对任务进行分配,进而完成人才资源调度。

1.2 遗传算法调度方法设计

在人才资源调度方案求解中,资源内容、调度模式和人才特点复杂,传统检索或穷举方法计算复杂性高^[13-15]。研究使用具有良好多任务关联问题求解效率的遗传算法进行调度方案求解。研究设计遗传算法运行过程如图 2 所示。

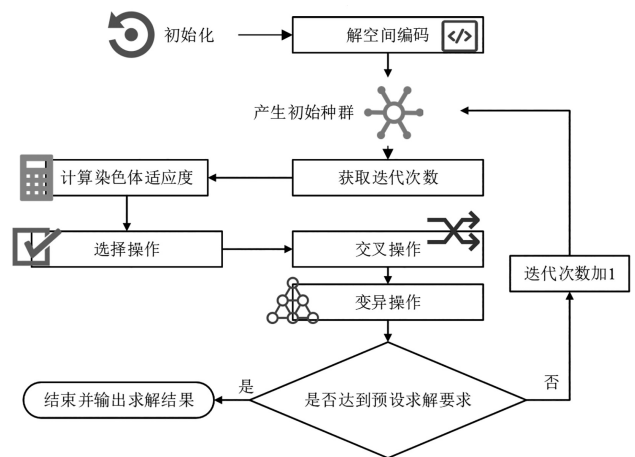


图 2 遗传算法运行过程

Fig. 2 Genetic algorithm flowchart

遗传算法的初始种群通过编码产生,编码是遗传算法求解的前提,对算法的交叉变异产生影响。遗传算法首先进行对种群进行初始化,随机产生串结构数据,将其作为初始点进行迭代。之后对循环维数、初始时间和对应的速度随机值进行设置,再测量和评估适应性^[16-17]。选取评估结果中的合适样本,在交叉和变异后对计算结果进行评估,若计算结果达到最优解则输出结果,若未达到最优解则再次对适应性进行测量和评估并进行交叉变异等操作,直到计算结果达到最优解再输出结果,得到满足预设要求

的人才资源调度方案。研究使用轮盘法进行染色体选择,首先对群体的适应度之和进行计算,如式(4)所示。

$$SUM = \sum_{i=1}^{pop-size} f(x_i) \quad (4)$$

式中, SUM 代表适应度和; f 代表染色体个体适应度。对单个染色体的选择概率进行计算,如式(5)所示。

$$p_j = \frac{f(x_j)}{SUM} \quad (5)$$

式中, p_j 代表第 j 个染色体的选择概率。对每个染色体的中间累积概率进行计算,如式(6)所示。

$$q_i = \sum_{j=1}^i p_j \quad (6)$$

式中, q_i 代表前 i 个染色体的累计选择概率; i 为当前累计到的染色体个体编号。之后将染色体放入缓冲区中,直到缓冲区被填满。染色体重组即交叉操作,关键在交叉位置和内容。为提高遗传算法在人才资源调度中的效率并降低复杂度,研究在算法中加入硬约束,包含技能匹配、时间片冲突、任务顺序和员工任务数量限制。技能匹配通过模式识别技术分类量化员工技能,确保技能与任务精准匹配。时间片冲突要求智能排程,避免同一时间段内员工任务冲突。任务顺序逻辑保证任务执行的连贯性和逻辑性。通过动态调整任务负载,实现公平分配,防止员工过载。研究使用 Model-View-Controller 结构进行基于优化遗传算法的调度方案求解技术系统部署,如图 3 所示。

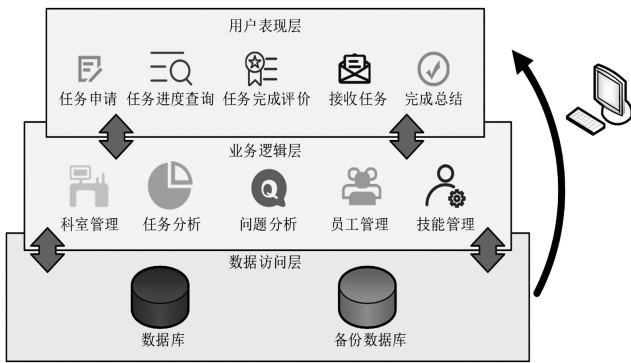


图 3 调度方案求解技术系统部署
Fig. 3 System deployment architecture

由图 3 可见,研究设计的系统部署结构包含用户表现层、业务逻辑层和数据访问层。用户表现层主要注重使用者的使用感受,负责接收来自使用者输入的任务请求,向使用者输出任务分配和任务状况,并展现任务中人才资源的调度状况,研究使用 JavaScript 语言进行界面逻辑编辑。业务逻辑层主要进行数据处理,各类任务请求、人才资源调度需求和工作分配在被输入后,进入业务逻辑层进行求解。优化后的遗传算法求得医院人才资源调度方案后,存储在数据库中,并实时接收来自用户表现层的指令,调取数据库中内容向使用者进行展现。数据访问层主要负责对来自前端的数据进行收集和存储,在需要的时候输出数据,保障系统运行。在进行医院管理时,使用研究方法求解得到人才资源调度方案,进而实现工作高效管理和安排。

2 技术有效性分析

为了对研究设计的技术在实际运行时的有效性进行分析,研究选取两所体量接近的医院进行应用分析。两所医院中一所为专科医院,任务类型和资源组成相对简单,一所为全科医院,任务类型和资源组成相对更加多样。将研究方法简称为优化遗传算法,并与目前其他先进技术常用的人工鱼群算法和多目标进化算法进行对比。对不同方法的人才资源调度方案求解速度进行分析,如图 4 所示。

由图 4 可见,不同方法的人才资源调度方案求解速度随涉及人员数量增加而上升。图 4(a) 显示,全科医院涉及调度人员数量为 8 人时,人工鱼群算法的耗时达到 118 ms;多目标进化算法的耗时为 136 ms。优化遗传算法在人员数量为 2 人时的耗时为 6 ms;在人员数量为 8 人时的耗时为 61 ms。由图 4(b) 可见,专科医院涉及调度人员数量为 8 人时,人工鱼群算法的耗时为 135 ms;多目标进化算法的耗时为 110 ms。遗传算法在人员数量为 2 人时的耗时为 9 ms;在涉及人员数量为 8 人时的耗时为 48 ms。说明研究方法具有更快的人才资源调度方案求解速度,能够减少使用者的等待时间。对研究方法持续运行时的系统内容占用进行分析,如图 5 所示。

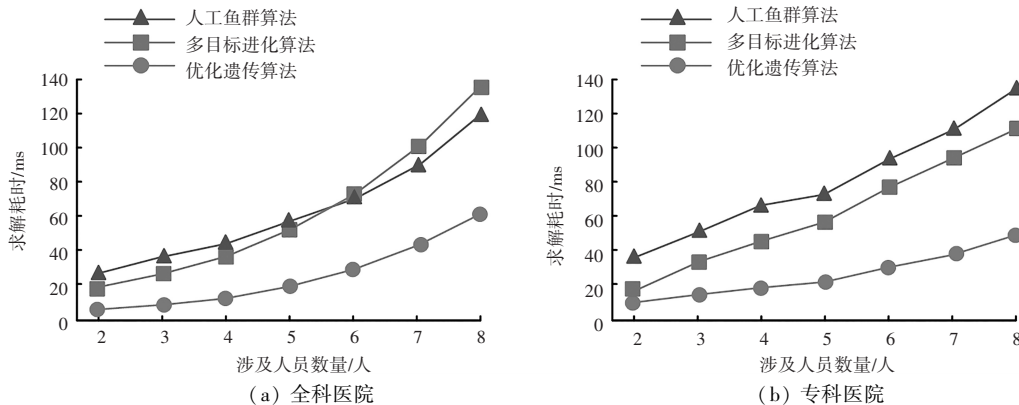


图 4 人才资源调度方案求解速度
Fig. 4 Solution time of scheduling scheme

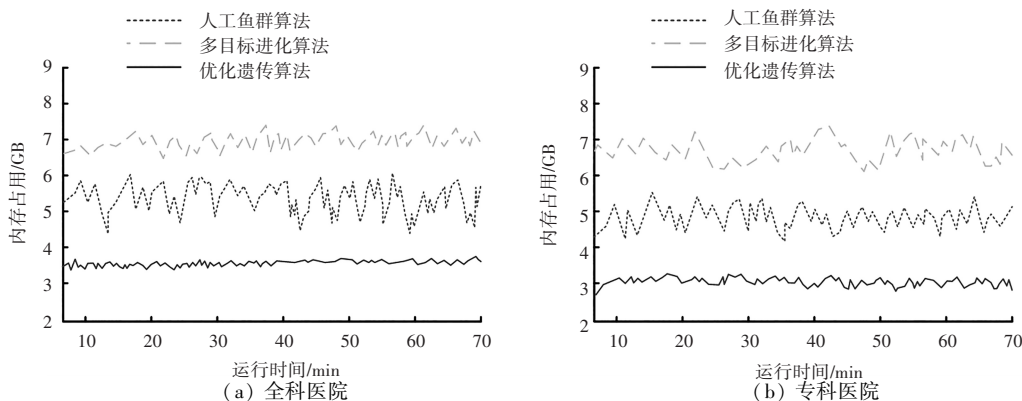


图 5 系统内存占用

Fig. 5 System memory usage

由图 5 可见,不同方法在持续运行时的内存占用都在一定区间内波动。图 5(a)显示,在全科医院中,人工鱼群算法的内存占用在 5.3 GB 附近波动。多目标进化算法的内存占用在 7.0 GB 附近波动。优化遗传算法的内存占用在 3.6 GB 附近波动。由图 5(b)可见,在专科医院中,不同方法的内存占用波动幅度相较在全科医院中有所变化。人工鱼群算法的内存占用在 4.8 GB 附近波动。多目标进化算法的内存占用在 6.8 GB 附近波动。优化遗传算法的内存占用在 2.9 GB 附近波动。说明研究方法具有更好的数据简洁性,产生的临时冗余数据更少,对设备产生的负担更小。对系统长期运行时记录数据的准确性进行分析,如图 6 所示。

由图 6 可见,不同方法在不同场景中长期运行时,数据准确性都随运行时长增加而有一定程度下降。在全科医院中,当运行 300 小时后,人工鱼群算法的数据准确性下降到 99.36%;多目标进化算法的数据准确性下降到 99.27%。优化遗传算法在运行 50 小时后的数据准确性为 99.68%,在运行 300 小时后,数据准确性下降到 99.48%。在专科医院中,人工鱼群算法的数据准确性下降到 99.35%;多目标进化算法的数据准确性下降到 99.13%。优化遗传算法在运行 50 小时后的数据准确性为 99.67%,在运行 300 小时后,数据准确性下降到 99.43%。说明研究方法在运行时具有更好的数据准确性,能够更准确地进行资源人才分配调度。

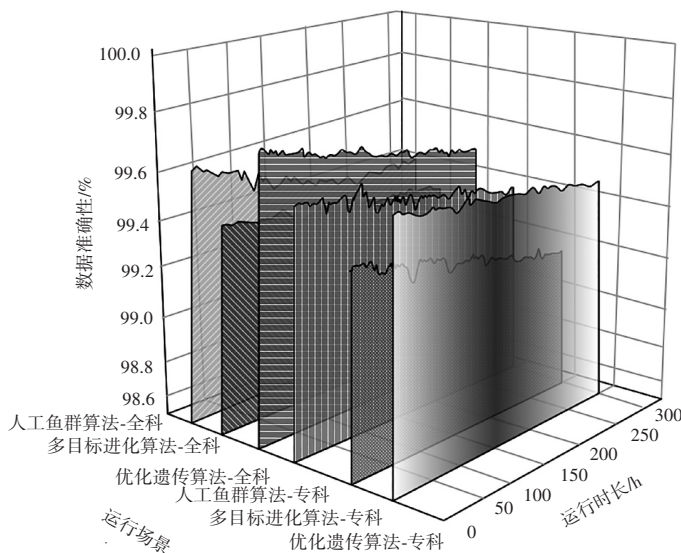


图 6 记录数据准确性分析

Fig. 6 Data accuracy analysis

3 结论

研究通过对遗传算法进行改良,设计了一种医院资源人才调度方案生成技术,以提高医院管理效率。过程中使用一个坐标系统对不同设备、资源、科室的位置进行记录,设置工作时间作为一个约束条件,使用轮盘法进行染色体选择,利用 Model-View-Controller 结构进行基于优化遗传算法的调度方案求解技术系统部署,最后对研究方法的有

效性进行了分析。实验结果表明,在专科医院中涉及调度人员数量达到 8 人时研究方法的求解耗时仅为 48 ms;在全科医院中运行时长达到 300 小时后,记录数据准确性依然有 99.48%。说明研究方法具有更好的调度数据准确性和调度方案生成能力。但研究未考虑医院运行中突发情况导致的人才资源变动,后续将加入更多变量对方法进行优化,以扩大方法的适用范围。

(下转第 188 页)

分析表1中的实验数据可知,相比文献[3]方法和文献[4]方法,本文方法为电力抢修监控调度更加符合客户需求,整体满意度更高一些,充分验证了本文方法的优越性。

4 结论

随着人们需求的不断增加,我国电力负荷日渐提升,过多的负荷会给配电网带来负担,导致配电网发生故障,所以电力企业需要对配电网进行定期检修。针对电力抢修监控自动调度系统存在的问题,提出OS2构架下电力抢修监控自动调度方法研究。该方法利用OS2构架实现数据交互,并设计了MVC软件模式,完成电力抢修监控自动调度方法的整体设计。所设计方法具有较高的自动调度成功率和客户满意度,不同故障因素下抢修所需时间较短,该方法在电力抢修监控自动调度系统中发挥着重要作用,为电力抢修监控自动调度系统带来重要信息基础。

参考文献

- [1] 夏云睿, 潘黎铭, 李鹏飞, 等. 面向电力保障监控指挥体系的数字化模型分析[J]. 河北电力技术, 2024, 43(2):64-70.
- [2] 常康, 郁琛, 谢云云, 等. 考虑多配电网功率互济的交直流混联配电网灾后抢修策略[J]. 电力自动化设备, 2025, 45(3):194-200.
- [3] Jin J, Zhang X, Xu L, et al. Impacts of carbon trading and wind power integration on carbon emission in the power dispatching process-ScienceDirect[J]. Energy Reports, 2021, 7(2):3887-3897.
- [4] 王子强, 李家璐, 陈静鹏, 等. 基于移动Agent的电力调度管理系统设计与研究[J]. 电子器件, 2020, 43(2):255-260.
- [5] 孙震宇, 石京燕, 孙功星, 等. 大规模异构计算集群的双层作业调度系统[J]. 计算机工程, 2020, 46(01):187-195.
- [6] 郝聪妙, 孟晓丽, 王辉. 云服务器分布式数据端到端加密传输算法仿真[J]. 计算机仿真, 2024, 41(10):317-322.
- [7] 潘宏跃, 吴懿臻, 徐汉麟. 基于多模型融合的电网故障抢修时长预测[J]. 电信科学, 2024, 36(1):144-150.
- [8] 王长浩, 高红均, 周文毅, 等. 考虑准线需求响应的高比例新能源电力系统调度优化[J]. 电网技术, 2024, 48(11):4427-4435, 4.
- [9] 徐忠楷, 储晨阳, 解凯, 等. 基于SC-PPO的高比例新能源电力系统优化调度方法[J]. 系统仿真学报, 2025, 37(10):2511-2521.
- [10] 李鹏, 黄文琦, 王鑫, 等. 数据与知识联合驱动的人工智能方法在电力调度中的应用综述[J]. 电力系统自动化, 2024, 48(1):160-175.
- [11] 章杜锡, 胡铁军, 管金胜, 等. 基于机器学习的电力调度主站SCADA系统告警信号自动识别[J]. 自动化技术与应用, 2024, 43(3):31-34.
- [12] 安天瑜, 王铎钦, 王海宽. 基于机器学习的电力调度机房静态健康度超分辨率图像识别方法[J]. 微型电脑应用, 2024, 40(4):157-161.
- [13] 骆国铭, 黄小耘, 范心明. 考虑可再生能源特性的实时电力调度优化研究[J]. 电力科学与技术学报, 2025, 40(3):163-173.
- [14] 沈广, 庄晓丹, 孙瑜. 基于需求侧响应的虚拟电厂自动优化调度系统[J]. 自动化技术与应用, 2024, 43(5):158-162.
- [15] 赵麟祥, 郭芳琳, 王华, 等. 基于同态加密的电力调度数据抗泄露加密系统设计[J]. 电子设计工程, 2024, 32(8):87-91.
- [16] 汪颖, 雷蕾, 胡文曦, 等. 基于自适应关联规则挖掘的雷击-电压暂降严重程度预估[J]. 电测与仪表, 2025, 62(7):190-199.
- [17] 郑铁军, 张宏杰, 贺建伟. 面向移动终端的电力系统设备状态在线监测系统[J]. 自动化技术与应用, 2025, 44(1):168-172.

(上接第172页)

参考文献

- [1] 李臻, 薛宇. 基于绩效考核的医院管理岗位胜任力聚类分析研究[J]. 中国医院, 2023, 27(10):19-22.
- [2] 高家蓉. 关于现代医院质量管理理念的思考[J]. 中国医院管理, 2022, 42(1):5-7.
- [3] 王璐, 王柯荣. 云计算视角下的智慧医院管理平台设计研究[J]. 微型电脑应用, 2023, 39(10):51-55.
- [4] 胡诗玮. 基于无线移动网络的医院信息管理系统设计[J]. 微型电脑应用, 2022, 38(5):142-144.
- [5] 李妍颖, 刘孟楠, 徐立友, 等. 基于非线性规划遗传算法的混合动力拖拉机控制策略[J]. 江苏大学学报:自然科学版, 2023, 44(2):166-172.
- [6] Kim N, Barde S, Bae K, et al. Learning per-machine linear dispatching rule for heterogeneous multi-machines control [J]. International Journal of Production Research, 2023, 61(1):162-182.
- [7] 贺敬伟, 程伟华, 张世杰. 基于Kubernetes调度算法的动态负载均衡方法研究[J]. 自动化技术与应用, 2025, 44(9):138-142.
- [8] 冯起, 薛喜红, 任龙, 等. 考虑云端距离的科技服务边缘计算资源均衡调度算法[J]. 自动化技术与应用, 2024, 43(8):95-98, 104.
- [9] 潘杰, 陈皇宇, 李娜. 基于阈值控制仿真模型的医院转诊决策研究[J]. 计算机仿真, 2022, 39(11):477-482.
- [10] 曹苗苗, 方健军, 王科. 基于CMBBO的医院管理资源调度[J]. 微型电脑应用, 2022, 38(1):1-4.
- [11] 顾伟, 杨越, 王天鹰, 等. 现代医院管理制度下采管分离模式实践探索[J]. 中国医院, 2023, 27(2):91-94.
- [12] 黄汇慧, 贾小溪, 朴颖实, 等. 基于需求侧的多院区医院管理策略探析[J]. 中国医药导报, 2022, 19(31):159-161.
- [13] 孙嘉, 郑远荣, 刘振民, 等. 基于反向传播神经网络和遗传算法的新鲜Halloumi奶酪生产工艺优化[J]. 食品与发酵工业, 2024, 50(1):133-140.
- [14] 李有文. 基于遗传算法优化的拖拉机发动机剩余寿命预测模型[J]. 农机化研究, 2025, 47(6):264-268.
- [15] 周天清, 胡海琴, 曾新亮. NOMA-MEC系统中基于改进遗传算法的协作式计算卸载与资源管理[J]. 电子与信息学报, 2022, 44(9):3014-3023.
- [16] 刘格, 刘军, 安柏任. 基于数据驱动的风电并网系统次同步振荡在线分析方法综述[J]. 电测与仪表, 2025, 62(11):1-15.
- [17] 于海波, 张莹, 翟彦鹏, 等. 电力现货市场多方交易数据自适应调度方法[J]. 自动化技术与应用, 2025, 44(9):74-78.