

宋伟泽. 基于智能机器人的医院药房系统应用[J]. 智能计算机与应用, 2024, 14(9): 140-144. DOI: 10.20169/j.issn.2095-2163.240922

# 基于智能机器人的医院药房系统应用

宋伟泽

(浙江大学医学院附属妇产科医院信息科, 杭州 310006)

**摘要:** 药房发药自动化、智能化转型升级是智慧药房建设的重要研究方向之一,为药事管理创新提供参考依据,是智慧医院要求下对未来医疗模式的积极创新与探索。为提升医院药房智能化、自动化水平,依托智能机器人和信息技术,设计一种基于智能机器人的医院药房系统,实现了药品管理的全面自动化和全流程追溯。系统上线应用后,有效地提高了药房配药、发药效率,降低了药剂师的工作量和强度,提升了药品管理水平,在提高医疗服务水平和患者满意度方面发挥了积极作用。

**关键词:** 药房系统; 智慧药房; 智能机器人; 药房管理

中图分类号: TP311.5

文献标志码: A

文章编号: 2095-2163(2024)09-0140-05

## Design and application of hospital pharmacy system platform based on intelligent robot

SONG Weize

(Department of Information, Women's Hospital School of Medicine Zhejiang University, Hangzhou 310006, China)

**Abstract:** Pharmacy dispensing automation and intelligent transformation are one of the important research directions in the construction of intelligent pharmacy, which provides references for innovation in pharmaceutical management and exploration of future medical models under the requirements of intelligent hospital. In order to improve the automation and intelligence level of hospital pharmacy, relying on intelligent robots and information technology, the hospital pharmacy system was designed to achieve automation and full-process traceability of drug management. After the system put online and applied, it is proved that the platform can effectively improve the efficiency of pharmacy dispensing, reduce the workload and intensity of pharmacists, and improve the level of drug management. It has played a positive role in improving the level of medical service and patient satisfaction.

**Key words:** pharmacy system; intelligent pharmacy; intelligent robot; pharmacy management

## 0 引言

2018年11月21日,国家卫健委、国家中医药管理局联合下发的《关于加快药学服务高质量发展的意见》提出:探索推进医院“智慧药房”,充分利用信息化手段,实现处方系统与药房配药系统无缝对接,缩短患者取药等候时间<sup>[1-2]</sup>。

医院药房的信息化、智能化、自动化是医院数字化转型的重要组成部分。国内大部分医院已实现了医嘱、处方在临床电子病历系统与药房管理系统之间的网络传递,但其短板引起了药房管理者的注意。如:药品配药效率低、机械式工作强度大、实物存储容易出现药品过期、发药操作无法追溯等,如何解

决上述短板成为药房管理的重要研究方向。随着自动化技术的进步,越来越多的智能机器人设备已进入到医院药房领域,其多样性、产品化和经济性等各方面逐步满足了绝大多数医院的要求。相对于人工操作,智能机器人在效率、精准度、标准化和综合效能等方面具有明显优势<sup>[3-6]</sup>。

因此,本文依托信息技术以及智能机器人技术,设计并实现了一种基于智能机器人设备的药房系统平台。该系统旨在协助医院药房完成药品发配全面自动化及全程可追溯,既减轻药剂师工作强度,又可为药房管理者提供运营和科研统计数据。本文将详细介绍系统架构和功能设计,分析系统应用前、后的效果,希望为“智慧药房”建设提供实践参考。

作者简介: 宋伟泽(1995-),男,硕士,初级工程师,主要研究方向:人工智能与模式识别,医院信息化建设。Email: 1273932793@qq.com

收稿日期: 2024-02-21

哈尔滨工业大学主办 ◆ 专题设计与应用

## 1 系统相关技术

### 1.1 SSM 框架

本系统采用的 SSM 框架是 Spring+SpringMVC + Mybatis, SSM 框架是一种经典的 Java Web 开发框架,广泛用于开发企业级的 Java Web 应用程序,具备高效、灵活、可扩展的特点<sup>[7-8]</sup>。Spring 是一种轻量级的面向切面编程(AOP)和控制反转(IOC)容器框架,使用控制反转(IOC)技术降低了组件之间的耦合性,支持面向切面编程(AOP),实现业务逻辑与系统的服务分开,开发人员能聚焦于应用逻辑开发。SpringMVC 框架采用模型-视图-控制器(Model-View-Controller, MVC)实现业务逻辑、数据与界面显示分离<sup>[9]</sup>。当视图层接收到用户请求,传输给控制器。控制器解析请求并将请求传递给模型。模型处理请求数据将处理结果返回给控制器。控制器根据模型返回的数据更新视图。三者的交互相互分离相互协作,使 Web 应用更易于开发和维护。MyBatis 是一款 Java 持久层框架,其支持自定义 SQL、存储过程以及高级映射<sup>[10]</sup>。MyBatis 避免了几乎所有的 JDBC 代码和手动设置参数,方便了 SQL 的维护。Vue 是一种渐进式 JavaScript 框架,其在开发过程中拥有更高的运行效率,同时支持引入 React、Echarts 等可视化组件<sup>[11]</sup>。

### 1.2 Web Service 技术

Web Service 是一种跨编程语言和操作系统平台的远程调用技术,用于系统之间的信息能够相互通信、共享提出的一种接口。Web Service 采用 XML 格式封装数据,以 SOAP 协议组织成特定消息头,通过 HTTP 协议发送请求和接收结果。基于 XML 格式具备结构性、良好的可扩展性、跨平台特性,Web Service 广泛地用于跨平台、跨编程语言的数据交互,为企业甚至多个组织之间的业务流程的集成提供了一个通用机制<sup>[12]</sup>。

### 1.3 图像识别技术

图像识别是指利用计算机和人工智能技术对图像进行分析和理解,以自动识别和分类图像中的对象、场景、模式等信息。其是计算机视觉领域的一个重要研究方向。深度学习的出现极大地推动了图像识别的发展。随着深度学习技术发展,卷积神经网络(Convolutional Neural Networks, CNN)成为图像识别任务中最常用的算法之一,实现端到端的图像识别任务,可以学习更复杂的图像特征和模式,极大提高了图像识别的准确性。图像识别技术在现实生

活中有很多应用场景,例如人脸识别、车牌识别、物体检测、图像分类等<sup>[13-15]</sup>。

## 2 系统架构设计

系统采用浏览器/服务器(Browser/Server, B/S)架构,基于 Java 语言进行开发,采用前后端分离的设计模式。后端使用 SSM 框架处理业务逻辑,使用 Vue、React 框架(包括 HTML5+JavaScript +jQuery 等技术)进行前端界面开发,前后端通信数据采用 JSON 格式。数据库选择了成熟的关系型数据库的 Oracle,用于持久化用户、药品信息和操作记录等信息<sup>[16]</sup>。医院药房系统平台架构如图 1 所示。

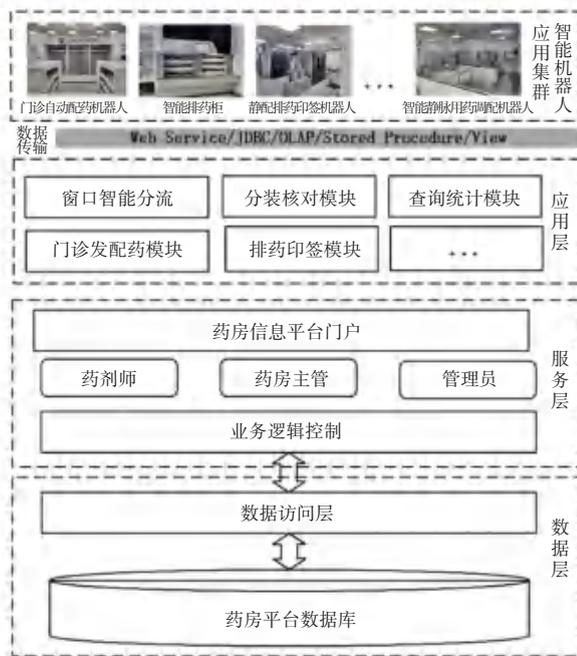


图 1 医院药房系统平台架构

Fig. 1 Platform architecture of hospital pharmacy system

应用层主要包含窗口智能分流、门诊发配药、精麻药品管理等功能模块。系统与智能机器人之间的数据交互是通过数据集成平台 Web Service 接口、JDBC 等多种方式实现。智能机器人设备以药房的业务功能需求为驱动,共有 11 个厂家参与了智能机器人集群建设工作,这些设备按用途分别应用在门诊、住院药房两个业务场景。

## 3 系统功能设计

如图 2 所示,本系统由门诊药剂师角色、住院药剂师角色、药房主管角色和管理员角色构成,每个角色具备各自业务功能和权限。门诊药剂师登录后,可以在处方分流、门诊发配药、精麻药品管理、智能

药品存储等模块上进行操作;住院药剂师登录后,可以对分装核对、排药印签、智能调配分拣、特殊药品管理等模块进行管理操作;药房主管登录后,可以查询操作人、操作时间以及统计工作量。后端管理员可以对药剂师和药房主管进行管理。

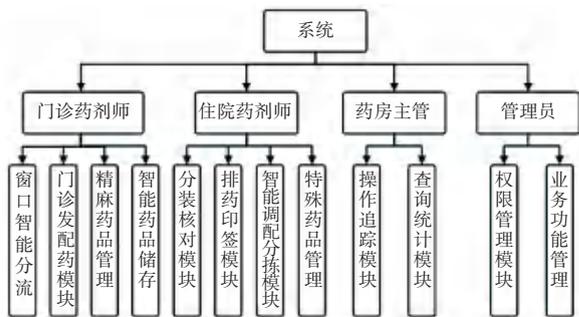


图2 系统功能结构图

Fig. 2 Functional design of the system

### 3.1 门诊药房功能分析

门诊药房业务面向门诊患者,涉及患者签到排队服务,内部运转的药品调配发放、存储摆放等方面工作。门诊药房应用了签到机、自动发药机器人、智能排药柜、精麻药品柜等设备组成门诊药房智能化场景,设计了窗口智能分流、门诊发配药、精麻药品管理、智能药品储存等功能。

#### 1) 窗口智能分流

患者使用二维码在签到机签到后,系统可根据患者处方中药品包装、剂型、患者类型(军人、残疾、孕妇)、窗口类型、待发药处方数量等参数,智能分配取药窗口以及在窗口屏将脱敏后姓名显示(见图3)。同时,通过医院网络将处方发送给自动发药机器人、排药柜、精麻药柜等智能机器人设备,准备进行药品调配工作。



图3 签到模块、窗口显示

Fig. 3 Check-in module, window display

#### 2) 门诊发配药模块

系统封装通过内网实现与自动发药机器人对接,通过物联网实现与药柜对接。在接收到处方后,自动发药机器人可将处方中药品信息与药架上药品进行匹配,匹配成功后控制药品进入药柜,然后通过传送带将药柜传输到对应的发药窗口。门诊药剂师

在系统上点“发药”操作后,对应药柜 LED 灯将不断闪烁,提示门诊药剂师药柜位置。

#### 3) 精麻药品管理模块

精麻药品管理模块包含“药品出柜”、“二次核对”、“指纹录入”、“指纹验证”等功能。在精麻药柜接收处方后,先由一位药剂师指纹登陆精麻药柜,进行使用登记后;另一位具备精麻药品管理权限的药师登陆进行核对确认;核对确认后,精麻药柜打开柜门。药师工号、使用数量、发药时间等信息将进行保存,可供查询追溯。通过该模块可协助药房实现门诊精麻药品规范化管理。

#### 4) 智能药品储存模块

门诊药剂师登陆系统后,可在药品智能储存模块进行药品录入、库位规则设置等操作。药品录入用于药品第一次使用,门诊药剂师需在系统中引入药品信息,并录入药品照片与药品信息进行绑定。药品进入设备后,摄像头通过图像识别算法识别放入的药品并按规则将药品补充进设置的库位(如图4所示)。



图4 药品摆放效果

Fig. 4 Effect of drug placement

### 3.2 住院药房功能分析

住院药房业务以静脉用药调配为主,包括贴签、摆药、核对调配等工作内容,使用单剂量分包机器人、静配中心配药流水线、智能静脉用药调配机器人等设备组成住院药房智能化场景,设计了药品分装核对、排药印签、智能调配分拣、特殊药品管理等功能。

#### 1) 分装核对

通过分装核对模块可实现单剂量药品快速包装。住院药剂师登陆系统后,可完成“医嘱发送”、“核对”等操作。住院药剂师点击“确认”后,发药机器人匹配设备中药品,匹配成功后使用塑封袋按剂量进行包装并印刷二维码;之后,药剂师扫描二维码进行药品的批量核对,确保药品的安全和准确性。

2) 排药印签

住院药剂师登陆系统,选择医嘱后操作“输液印签”,流水线机器人从库位中抓取主药、溶媒按医嘱顺序进行排列、粘贴用药信息标签后,通过摄像头获取贴签上的药品名称与医嘱名进行匹配核对。核对无误,同一医嘱的主药、溶媒将打包到一个药框;否则,系统将停止打包并提示药剂师。

3) 智能调配分拣

住院药剂师登陆系统,选择医嘱操作“药品冲配”后,按医嘱顺序将药框放入调配机器人轨道。调配机器人按医嘱进行药物检测,检测通过后,自动定量抽吸、注射、摇匀等药品调配动作。调配完成后,可将药品按病区分拣到不同运送箱中。

4) 特殊药品管理

特殊药品管理模块主要用于住院业务高危与抗肿瘤药品管理,功能与精麻药品管理模块相同。

3.3 药房主管功能分析

药房主管登陆系统后,可通过操作追踪查看门诊处方、住院发药流转环节所在的环节、操作人、操作时间等信息。同时还可以查询时段内各部门发药情况,也可以对药剂师工作量进行统计汇总操作(如图 5 所示)。



图 5 工作量汇总界面

Fig. 5 Workload summary interface

3.4 管理员功能分析

管理员登录系统后,可进行新建员工账号、分配员工角色、开启/关闭模块的功能等操作。例如:可分配特定门诊药剂师精麻药品权限;可维护账号所属的角色以及该角色具备的功能;可根据排药印签机器人故障,选择关闭排药印签模块,跳过排药印签环节。

4 应用效果

系统上线后,各门诊窗口药剂师减少为一位,节约了人力资源;减少了 90% 配药后不取药的可能,从而减轻了药房配药以及下班后药品整理工作,避

免影响二次销售;新增药框上 LED 灯闪烁提示功能,方便门诊药剂师看到药框,减少翻找时间和避免药品发放时可能发生的错误,提高药品管理的准确性和安全性。门诊药房应用前、后对比见表 1。

表 1 门诊药房应用前、后对比

Table 1 Comparison before and after application in outpatient pharmacy

门诊药房	使用前	使用后
门诊配药	人工配药	自动配药
发药提示	无	LED 闪烁提示
配药后未取药	每月近 1 000 张	每月仅 10 张
库存补充方式	人工摆放	自动摆放
精麻药品使用记录	纸质记录	系统记录
精麻药品权限分级	无	药师权限分级

住院片剂药品实现了按片发药,减少了药品浪费,节约了患者费用。排药印签、药品调配分拣功能减轻了药剂师的工作量和工作强度,提高了配药和发药的准确性和效率。此外,特殊药品管理模块的应用,实现了药剂师权限分级,提升了药房特殊药品管理水平,住院药房应用前后对比见表 2。

表 2 住院药房应用前后对比

Table 2 Comparison before and after application in inpatient pharmacy

住院药房	使用前	使用后
实物排药	人工排药	自动排药
药品贴签	人工贴签	自动贴签
药物调配	人工调配	自动调配
药品分拣	人工分拣	自动分拣
片剂发药包装	整盒发药	按片发药
特殊药品使用记录	纸质记录	系统记录

药房系统平台的上线应用深化了药房的信息化程度,降低了药剂师的工作负担,使其能够更加专注于药学服务和药物治疗指导,契合药师转变信息药学服务模式趋势。同时,可以为药房运行的统计和分析提供更多数据支持,方便药房主管进行管理决策和科研。

5 结束语

药房系统平台利用信息技术以及智能机器人技术,实现了药房管理的全程自动化、智能化转型升级,优化了药房业务流程,缓解了药师的工作强度,满足了药房主管的管理需求,确保患者的药物安全。本文在设备应用建设过程中发现一些不足:在与各型设备对接过程中,遇到了不同厂家之间的数据传

输标准无法统一,不得不采用多种方式实现;部分机器人的开机启动等待时间过长,有待继续厂家优化解决。

最后,希望智能机器人应用方案有助于为其他医院在药学信息化、自动化建设方面提供参考,为探索“智慧药房”建设和实践应用提供有效途径。

## 参考文献

- [1] 王迪.《关于加快药学服务高质量发展的意见》印发[J]. 中医药管理杂志, 2018(11): 16-18.
- [2] 周志伟, 赵雯雯, 郁文刘. 基于物联网和人工智能技术的智慧化门诊药房构建[J]. 中国医疗设备, 2024, 39(2): 95-100.
- [3] 陈成群, 任清华, 王松, 等. 数字化药房建设与智慧调剂系统的应用与实践[J]. 中国现代应用药学, 2022, 39(21): 2770-2774.
- [4] 王丰, 王牛民, 李鹏飞, 等. 信息药师提升门诊药房自动化发药系统效率实践[J]. 医药导报, 2022, 41(7): 1048-1051.
- [5] 蒋婷婷, 鲜秋婉, 李晨. 医院门诊药房自动化发药系统应用效果分析[J]. 中国药业, 2023, 32(4): 15-18.
- [6] 卢中凯, 夏信堂. 自动配制静脉输液药物机器人的设计研究[J]. 中国设备工程, 2024(1): 26-29.
- [7] 陈静娴. 基于二维码技术·微信小程序技术的实验室设备管理的设计与实现[J]. 计算机科学, 2020, 47(S2): 673-677.
- [8] 马梓昂, 贾克斌. 基于 Web 的高性能智能快递柜管理系统[J]. 计算机应用与软件, 2020, 37(4): 1-5, 47.
- [9] 刘军, 戴金山. 基于 Spring MVC 与 iBATIS 的轻量级 Web 应用研究[J]. 计算机应用, 2006, 26(4): 840-843.
- [10] LI Y Z, GAO S, PAN J, et al. Research and application of template engine for Web back-end based on MyBatis-Plus - ScienceDirect [J]. Procedia Computer Science, 2020, 166: 206-212.
- [11] 高志辉, 秦琦, 段睐. 基于实时 Web 技术的车间监测系统设计与实现[J]. 计算机应用, 2023, 43(S1): 201-206.
- [12] 谢靖, 马自卫. 基于 WebService 的数字资源集成与服务平台的研究与实现[J]. 现代图书情报技术, 2008(11): 7-12.
- [13] 张倩, 王明, 于峰, 等. 基于 CNN 的作物分类识别图像获取平台研究进展[J]. 中国农机化学报, 2024, 45(8): 170-179.
- [14] 李明, 党青霞. 融合 Transformer 和 CNN 的轻量级人脸识别算法[J]. 计算机工程与应用, 2024, 60(14): 96-104.
- [15] 李颖, 边山, 王春桃. CNN 结合 Transformer 的深度伪造高效检测[J]. 中国图象图形学报, 2023, 28(3): 804-819.
- [16] KLINGERMAN S. Automating data management with oracle autonomous database [J]. Database Trends and Applications, 2022, 36(1): 37-37.