

智慧医疗下智能售药设备的云服务平台设计

陈莉娟,王安,陈一帆

(南京航空航天大学 机电学院,江苏 南京 210016)

摘要: 鉴于目前智能售药设备存在购药无身份识别、面向用户人群少、数量受限等局限性,需拓宽智能售药设备的功能,在满足医疗改革要求的前提下,令其同时实现自助购药及处方取药。为此在云计算架构的基础上创建智能售药设备的云服务平台,其中包括服务端口设计及数据加密存储设计。通过有效整合患者健康档案、电子处方信息及药品信息,实现了医疗资源的优化配置,缓解了医疗压力。

关键词: 智慧医疗;智能售药设备;云服务平台;处方取药

中图分类号: TP278 **文献标志码:** B **文章编号:** 1671-5276(2021)04-0128-04

Design of Cloud Service Platform for Intelligent Drug Sales Equipment under Intelligent Medical

CHEN Lijuan, WANG An, CHEN Yifan

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: Present intelligent drug sales equipment has the limitations of no identity, small user group and quantity restrictions. In line with the healthcare reform, the functions of intelligent drug sales equipment needs to be upgraded so as to realize self-services of drug purchase and medicine-taking by prescription simultaneously. Accordingly, the cloud service platform is designed based on the cloud computing architecture, including service port design and data encryption storage design. By integrating patient health files effectively, electronic prescription information and drug information, the goals of optimizing the allocation of medical resources and alleviating medical pressure have been achieved.

Keywords: intelligent medical; intelligent drug sales equipment; cloud service platform; take medicine by prescription

1 智能售药设备的发展与局限

随着社会的不断发展,医疗成为了民众和政府关注的重点^[1-2]。政府在推动医疗改革以来,提出了很多利民政策。2010年以来,“零差率”政策不断深入,医院实行医药分离,按药品进价进行销售,取消药品加成^[3-4]。2018年以来,国家推行“4+7”政策^[5],在北京、上海、天津、重庆4个直辖市和沈阳、大连、广州、深圳、厦门、成都、西安7个城市,试点医疗机构带量采购,药品价格平均降幅50%。这些政策便民的同时限制了药商过去的发展模式,药商在寻求发展中推动了药品新零售的发展。智能售药设备的出现迎合了市场的需求和发展。它满足周围居民24h的应急需求^[6],尤其在药店关门的夜间,能够让患者及时用药,缓解病痛。但在发展过程中,它也存在一定的局限性。市场上大部分智能售药机在购药时无身份识别,且无数量限制,面向用户人群少。智能售药机中药品免去很多经营成本,价格相对便宜,会让不少唯利是图的人有可乘之机。目前大部分智能售药机仅支持自助购买非处方药、日常紧急用药等,用户范围偏小。

2 智能售药设备的云服务平台的设计

2.1 设计方案

2017年,国务院发布的《“十三五”深化医药卫生体制改革规划》中明确规定,医疗机构应按照药品通用名开具处方,并主动向患者提供,不得限制处方外流,患者可以自行选择购药平台。2018年,国务院印发《关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》,鼓励医疗机构运用“互联网+”优化现有医疗服务,允许医疗机构开具电子处方转到合作第三方以支持药品配送。2020年3月,国务院印发《深化医疗保障制度改革的意见》,鼓励患者直接用医保结算药款,鼓励医保经办机构直接与药品生产厂商或流通企业结算药品货款。本设计方案中,将智能售药机作为零售药机的同时拓展处方购药与取药功能,构建云服务平台,建立电子处方库、患者信息档案库、药品库等。

智能售药设备云服务平台的设计目标主要是整合各合作医疗机构的个人健康档案、电子处方信息,在云平台上虚拟化存储,按需供给于医疗服务端、智能设备端的同

时完成各售药设备中药品信息的协同。拓宽处方取药途径,方便广大患者尤其是慢性病患者,使其不再疲于奔波医院,在社区附近的智能售药机上即可完成购药需求,扩大智能售药机的用户群体。在国家医药改革的推动下,减缓医疗资源压力,拓宽城市功能。

2.2 总体架构

智能售药设备端的云服务平台基于基础的云计算架构^[7],按基础设施层(IaaS)、平台服务层(PaaS)、应用层(SaaS)设计,如图1所示。智能售药设备的云服务平台系统架构主要由基础设施层、平台运行时服务层、平台应用服务层、智能访问端口及安全体系和监控体系组成。

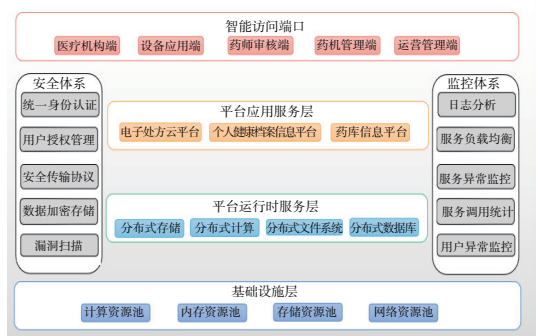


图1 智能售药设备的云服务平台系统架构

基础设施层是利用高速互联网将不同地方的服务器进行有序连接,在虚拟化技术之上将计算、网络、存储等资源进行整合,形成庞大的可以动态扩展、按需使用的资源池,为云服务平台的上层服务提供保证。平台运行时服务层及平台应用服务层利用强大的基础设施,实现医疗资源的有效整合,包括电子处方信息、患者个人健康档案信息以及药品信息等。动态获取、及时更新,是整个系统的核心部分。智能访问端口即为系统的应用端,以浏览器界面为展现形式,分为医疗机构端、设备应用端、药师审核端、药机管理端及运营管理端。面向不同的人群,智能访问的界面及功能也会相应调整。其中运营管理端口是超级管理员端口,能够管理全部端口的功能,供系统开发人员使用。

安全体系和监控体系贯穿整个平台。安全体系为平台提供安全保证,所有用户都要进行身份验证,不同用户的权限不同,页面传输采用安全传输协议https,用户数据进行加密存储,定期对平台进行漏洞扫描。监控体系用来保障平台服务的稳定,主要有体制分析、服务负载均衡、服务异常监控、服务调用监控及用户异常监控,全面检测系统,保障运行安全。

2.3 主要服务端口的设计

系统实现层次分为表现层、服务层、持久层。持久层使用MyBatis,核心框架为SpringBoot,前端展现使用HTML+CSS+JavaScript。云服务平台以智能售药设备为载体,连接医院的HIS系统,获取诊疗信息及患者基本信息,在设备应用端实现患者自助购药、凭处方取药服务。

1) 医疗机构端设计

云服务平台与医疗机构端的信息交互是智能售药设备主要功能实现的基础,包含诊疗信息协同、个人基本信息协同等。如患者凭借医保卡首次就诊时,医护人员需要先补充患者的个人基本信息包含婚姻、职业、疾病史、过敏史以及个人身体概况并上传到个人健康档案库。如非首次就诊,医生可根据就诊患者实时身体状况,对个人健康档案库中的个人信息如疾病史、过敏史、用药史及身体检查结果等进行实时更新。患者就诊完毕后医生提交保存电子处方,即可更新到电子处方库。患者就诊时医生操作端部分功能界面设计如图2所示。

图2 电子处方信息输入界面图

2) 设备应用端

智能设备应用端主要功能模块包含触摸屏、读卡器、取药口等。触摸屏是人机交互界面,由读卡器读取购药人医保卡获得身份信息后,主要功能模块分为买药和取药。

若点击买药功能,可选择用药推荐和直接购买。若选择用药推荐,则提示选择症状类别及主要症状。在症状类别及主要症状选择完毕后,点击匹配用药便会显示推荐用药。若选择直接购买,则输入药品名称首字母进行查询,用户在界面上可以直接选择。直接购药界面设计如图3所示。用户选择完毕后,智能售药机自动连接云端查看档案信息中的过敏源或疾病史并对居民所选择药物的禁忌事项进行比对,如有问题,便及时进行警告提醒。用户付款可以选择医保、微信、支付宝。当用户成功购买药物后,智能售药机将居民购药信息更新到数据库留档。

图3 直接买药界面图

若点击取药,按提示进行身份确认,身份确认无误后选择要取的电子处方,点击提交审核。由后台执业药师审核完成之后,可执行下一步的付款取药操作。

3) 药师审核端

处方是指由医师在诊疗互动中为患者开具的、由药师审核、调配、核对,并作为患者用药凭证的医疗文书。处方药在到达患者手中前,必须经过药师审核。药师必须是医院或者药店的执业药师,每个人管理所在区域周围的 8-10 台售药机。药师主要审核处方上用药的合法性、规范性和适宜性。药师审核时若发现问题,将信息及时反馈至智能设备页面,并将取药请求驳回。智能设备端提供药师服务热线,患者可以拨打电话与药师进行及时沟通。药师审核无误,处方验证通过后患者在智能设备端可以付款取药。当患者成功取药后,药师进行二次确认,此时患者的

处方取药信息会同步到数据库中。

4) 药机管理端

药机管理端界面设计包括每台设备的运行环境、药物管理、营收额、周销量榜单等。若有设备的运行环境出现异常时,设备编号会变成红色,并在运行环境下显示在设备列表的最上端。药物管理界面可以显示每台设备的药物具体信息,当药品存量小于 5,保质期与当前日期间隔小于两个月时,药品编号会变成红色。药物管理界面设计如图 4 所示。周销量榜会显示每台售药设备上周销量前 10 的药物,可以作为药机管理员补充药物的参考。

序号	药品编号	药品名	剂型	规格	规格单位	是否限制药	功效	批发价	售价	生产厂家	库存量	生产日期	保质日期	操作
1	1.594887163113E12	金荞麦片	片剂	0.33g*15*6板	盒	是	清热化痰	25.0	30.0	黑龙江康麦斯药业有限公司	60	2018-04-28	2021-03-01	修改 删除
2	1.594887040503E12	头孢丙烯分散片	片剂	0.25g*6*1板	盒	否	消炎	12.0	15.0	广州白云山医药集团股份有限公司	50	2019-07-16	2021-06-01	修改 删除
3	1.594886514691E12	999感冒灵颗粒	冲剂	10g*9袋	盒	否	解热镇痛	10.0	12.0	华润三九医药股份有限公司	50	2019-12-01	2021-12-01	修改 删除
4	1.557673223108E12	罗痛定片	片剂	30mg*20	瓶	否	镇痛	4.0	5.0	成都市潜江制药有限公司	21	2015-06-11	2021-09-16	修改 删除
5	1.55767295625E12	布洛芬缓释片	片剂	0.3g*20	盒	否	解热镇痛	11.0	12.0	西南药业股份有限公司	20	2015-06-13	2020-09-18	修改 删除

图 4 药物管理界面

2.4 数据加密存储设计

医疗数据涉及患者敏感的生理信息,是患者的隐私,将医疗数据以明文的方式在云上存储或者传递是极不安全的^[8]。在本设计方案中,为了医疗信息的安全,除了基于访问控制对不同的用户设置不同的访问权限、加强网络安全及安全防护外,对患者的档案及电子处方信息中关键数据进行必要的加解密操作。目前主流的常规密钥加密算法是 AES,应用最广泛的公开密钥加密算法是 RSA,本设计中采用 AES 和 RSA 相结合的混合加密方式。加解密示意图如图 5 所示。

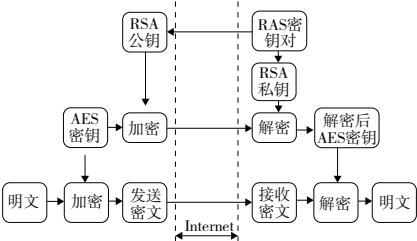


图 5 加解密过程示意图

使用 Java 算法及其工具类编写加密算法,为防止输出乱码,使用 Base64 编码对输出内容进行转码输出,便于查看。测试结果如表 1 所示。

表 1 加密算法测试

测试内容	高血压二期
128 位 AES 密钥	xJqU5K1+OuU9u/Vg7y1TqA==
AES 加密后密文	/SLwkkZjTBcCgQZVf8i0ZA==
1028 位 RSA 公钥加密后 AES 密钥	fJ/C4fzjdIU05u6BwgyUT/FeEbSRI+22HVhUqJW3UXhjkocuAitkZRVFHHRXxWc3aZ97PkeggWuCcKXKC1HTKdUXqSvtxkkQ8mdCdj7j05DzKpD5PPgKYMxnaXzzdWOPGhs2VYLVzJ8yX7J2yes2aiZou9xhzSy+O36g2G0yqc=
1028 位 RSA 私钥解密后 AES 密钥	xJqU5K1+OuU9u/Vg7y1TqA==
AES 解密密文	高血压二期

由测试结果可知,医疗数据经加密算法加密后存储及传输过程中生成的字符列表保密度极高,且加解密过程不会影响原数据,能极大地保护患者的隐私,促进医疗信息的安全共享,拓宽医疗服务。

3 结语

我国是人口大国,有限的医疗资源与巨大的医疗需求之间的矛盾日益突出,随着互联网信息技术的不断发展,

医疗行业也受其深远影响。尤其在新冠肺炎疫情等传染病突发时期,社会对于智慧医疗、互联网医疗的需求更为迫切,同时国家相关政策的出台极大地推动了医疗服务的改革,为智能售药设备的功能拓展及云服务平台的构建提供了有利的契机。

本设计中将智能售药设备进行功能拓展,同时实现自主购药及处方取药功能,建设智能售药设备云服务平台,有效配置医疗资源,缓解医疗压力,服务广大社会群体。智能售药设备也可以根据商圈分析、人群定位进行药物调

整。希望本设计能够为广大学者及对智能售药设备的研究提供借鉴,为“智慧医疗”的发展添砖加瓦,为“健康中国”的建设献出绵薄之力。

参考文献:

- [1] 郑功成, 桂琰. 中国特色医疗保障制度改革与高质量发展[J]. 学术研究, 2020(4): 79-86.
- [2] 于保荣. 未来5-10年中国医疗保障制度的设计与思考——“中共中央国务院关于深化医疗保障制度改革的意见”的解读[J]. 卫生经济研究, 2020(4): 3-7.
- [3] 樊长佳, 王力男, 杨永梅. 我国公立医院药品零差率政策实施效果研究[J]. 卫生经济研究, 2019, 36(2): 53-56.
- [4] 刘影, 文争为, 罗云. 公立医院药品零差率实施效果分析与评价[J]. 中国医院, 2018, 22(3): 71-74.
- [5] 朱佳英, 任晋文, 华特彬. “4+7”城市药品带量采购在公立医院的实施效果预测与探讨[J]. 浙江医学, 2019, 41(10): 1103-1107.
- [6] 陆濠洲, 罗印升, 宋伟. 智能售药设备的研究与应用[J]. 科技和产业, 2017, 18(8): 147-152.
- [7] 梁实, 王益新. 深圳智慧医疗云服务平台建设[J]. 测绘科学, 2014, 39(8): 74-77.
- [8] 丁那涛, 钟伯成, 朱淑文, 等. 基于混合加密的无线医疗传感网数据安全与隐私保护[J]. 医疗卫生设备, 2017, 38(12): 11-15.

收稿日期: 2020-07-29

(上接第111页)

3.2 牙型角对接触应力的影响

为了研究牙型角对螺纹接触应力的影响,不改变螺纹的其他参数,在螺距为2mm时,分别对牙型角为60°、70°、80°、90°、100°时进行有限元仿真求解,有限元求解结果如表4所示。

表4 不同牙型角的螺纹最大接触应力对比

单位:MPa

螺纹配置	牙型角/(°)				
	60	70	80	90	100
丝杠和滚柱	1 505.1	1 353.9	1 557.4	1 491.14	1 418.5
螺母和滚柱	1 245.7	1 386.7	1 330.5	1 499.5	1 584.6

从表4可以看出牙型角在70°时螺纹接触应力最小,其次是90°,而在60°、80°和100°时,最大接触应力都超过了1 500 MPa。根据文献[10],牙型角与行星滚柱丝杠的传动效率有着紧密的联系,牙型角越大传动效率越高,所以综合考虑传动效率和螺纹接触强度,通常选择牙型角为90°。

3.3 螺距对螺纹接触应力的影响

为了研究螺距对螺纹接触应力的影响,不改变螺纹的其他参数,在牙型角为90°时,分别对螺距 p 为1.5mm、2mm、2.5mm、3mm和3.5mm时进行有限元仿真求解,有限元求解结果如表5所示。

表5 不同螺距的螺纹接触应力对比

单位:MPa

螺纹配置	螺距/mm				
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
丝杠和滚柱	1 345.3	1 491.4	1 638.3	1 726.7	2 159.0
螺母和滚柱	1 262.1	1 499.5	1 681.4	1 595.1	1 716.5

从表5可以看出,随着螺距的增大,接触应力变化较

大,而且接触应力有增大的趋势。因为螺纹总长度相同,当螺距越大时,相应的螺纹接触点越少,从而降低了行星滚柱丝杠的承载能力。

4 结语

1)通过类比行星齿轮传动的分析方法,对行星滚柱丝杠的运动原理分析,得出丝杠、滚柱和螺母的螺纹旋向相同,螺纹头数满足 $n_s = n_n = d_s/d_r + 2$ 。

2)对行星滚柱丝杠螺纹的接触应力进行有限元仿真分析,并且研究了螺纹的牙型角和螺距对接触应力的影响,牙型角通常选择90°,螺纹最大接触应力随螺距的增大而增大。

参考文献:

- [1] 邓琦. 行星滚柱丝杠电动缸应用现状[J]. 船舶工程, 2017, 39(增刊1): 149-152.
- [2] 靳谦忠, 杨家军, 孙健利. 行星式滚柱丝杠副的运动特性及参数选择[J]. 制造技术与机床, 1998(5): 3-5.
- [3] 马尚君. 行星滚柱丝杠副结构设计方法及其传动性能研究[D]. 西安:西北工业大学, 2013.
- [4] 佟瑞庭, 刘更, 史佑民, 等. 螺纹牙型角对行星滚柱丝杠副接触特性影响研究[J]. 机械设计, 2016, 33(5): 31-34.
- [5] 程远. 行星滚柱丝杠副啮合运动与接触特性理论分析与研究[D]. 南京:南京理工大学, 2018.
- [6] 刘佳, 彭航, 罗英, 等. 行星滚柱丝杠传动副基于Hertz接触理论的接触模型研究[J]. 核动力工程, 2020, 41(1): 185-188.
- [7] 郑文纬, 吴克坚, 郑星河. 机械原理[M]. 7版. 北京:高等教育出版社, 1997.
- [8] 付晓军, 刘更, 马尚君, 等. 行星滚柱丝杠副螺旋曲面啮合机理研究[J]. 机械工程学报, 2016, 52(3): 32-39.
- [9] 岳琳琳. 行星滚柱丝杠机构运动仿真及承载特性研究[D]. 南京:南京航空航天大学, 2014.
- [10] 马尚君, 刘更, 佟瑞庭. 行星滚柱丝杠副摩擦力矩及传动效率研究[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2013, 45(11): 80-85.

收稿日期: 2020-07-27