

机器人流程自动化在医疗领域面临的机遇与挑战

陈妍 吴秋蓬 曾德威 吴旭生 姚克勤

(深圳市卫生健康发展研究和数据管理中心 深圳 518028)

〔摘要〕 介绍机器人流程自动化的重要性、局限性、技术原理,结合实际应用场景阐述机器人流程自动化在医疗领域的应用情况,从业务人员、医护人员、管理层、患者等角度分析其在医疗行业的应用价值、存在风险,并提出展望。

〔关键词〕 机器人流程自动化; 医疗领域; 风险评估; 人工智能

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2023.03.012

Opportunities and Challenges of Robotic Process Automation in Healthcare CHEN Yan, WU Qiupeng, ZENG Dewei, WU Xusheng, YAO Keqin, Shenzhen Health Development Research and Data Management Center, Shenzhen 518028, China

〔Abstract〕 The paper introduces the importance, limitations and technical principles of robotic process automation (RPA), expounds the applications of RPA in healthcare combined with practical application scenarios, analyzes its application value and risks in the medical industry from the perspectives of business personnel, medical staff, manager, patients, etc., and puts forward prospects.

〔Keywords〕 robotic process automation (RPA); healthcare; risk assessment; artificial intelligence (AI)

1 引言

在人口数量增长、人口老龄化等社会变革的驱动下,激增的业务量对医疗机构的财务、审计和管理模式提出挑战。大量繁杂的日常事务给业务人员带来巨大工作压力,影响其心态和工作效率,最终影响上级部门决策。机器人流程自动化(robotic process automation, RPA),又称软件自动化,是预先设定的计算机程序,可模拟人机交互过程,以自动化方式代替人工操作进行任务处理。RPA 具有研发成本低、研

发周期短、工作效率高、全天候工作等优势,在处理基于特定操作流程、量大重复、数据高度结构化的业务时,可显著节省时间和人力成本,使员工能够执行具有更高价值的事务。自 2017 年 RPA 已初步应用于保险业务办理智能辅助、证券商财务月报统计、银行收款和记账等业务^[1]。本文就 RPA 的优劣势进行阐述,并结合人工智能发展趋势,探究 RPA 在医疗领域的应用场景与风险。

2 RPA 概述

2.1 RPA 的重要性与局限性

2.1.1 重要性 部署 RPA 不仅能为员工执行主观分析、判断、决策等更高价值的事务预留时间,还能实现多个应用程序、业务系统、数据库之间操作

〔修回日期〕 2022-09-19

〔作者简介〕 陈妍,统计师,主编学术论著 2 部,发表论文 2 篇;姚克勤,博士,副研究员。

流程集成以及跨部门、多员工之间流程周转；此外，部署 RPA 不会破坏原有系统环境且无需重新开发集成^[2]。用户可通过不同类型开发工具进行功能自定义、用户操作录制、构建应用程序接口（application programming interface, API）并为该 API 编写包装等，无需精通编程技能即可实现项目开发。对于涉密（如个人信息、商业机密）业务，在确保系统安全前提下，运用 RPA 可不经员工直接处理，以避免数据泄露。

2.1.2 局限性 日常业务处理中“任务频率-任务类型”分布，见图 1。其中，横轴表示任务的分类，将类型相似且处理方式相同的任务归为一类；纵轴表示任务出现的频率，即在给定时间段内相似任务出现的次数，呈帕累托分布^[3]。该分布图显示，任务类型主要分为 3 类：A 类型出现频率较高，遵循结构良好的规则，如收款、记账、证券数据月报、保单审核等；B 类型和 C 类型出现频率较低，其中 B 类型包含部分结构化流程，C 类型为无结构化流程的业务。对于 A 类型任务，采用全流程自动化的方式处理能取得较好经济效益；对于 B 类型任务，是否采用流程自动化应依据可行性及经济效益决定；而 C 类型任务通常仅能通过人工处理实现，包括针对各种临时的、自定义的需求所采取的解决方案和需要人为进行主观判断与分析的任务，如方案设计、故障排查、决策提供、语义分析、人员沟通等。由此可见，RPA 在需要主观分析的处理中存在局限，但是对于遵循结构化流程的任务类型（约涵盖 80% 的任务），RPA 可将基层员工从大量重复性劳动中解放出来，有助于员工的职能转型，从而协调人、财、物等资源。

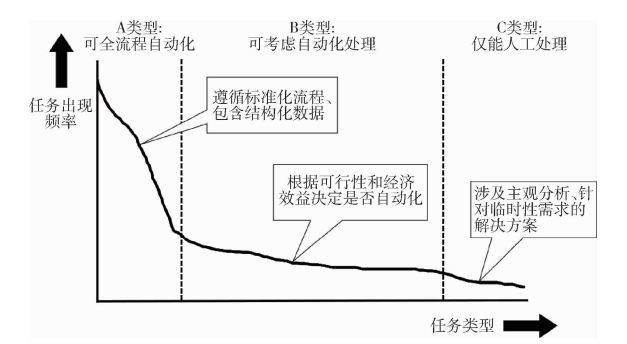


图 1 日常业务处理中“任务频率-任务类型”分布

2.2 RPA 技术原理

2.2.1 RPA 结构 RPA 由 3 个主要部分组成：控制器、编辑器和运行器，见图 2。控制器是面向机器人全生命周期的管理程序，可作为运行维护人员监控、维护和管理机器人运行状态的配套工具，具有动态调度、异常修复、并行自动化执行等能力。RPA 控制器可以对多机器人运行状态进行监控，并在多机器人并发运行状态下根据流程任务优先级调整机器人处理任务的顺序。编辑器是用于机器人脚本设计、开发、调试和部署的配套开发工具。为了更好地满足开发者对编辑器易用性、灵活性以及所见即所得的需求，RPA 编辑器工具中通常会提供自动化脚本录制、工作流编辑、远程配置、接口集成等功能。运行器是真正完成自动化执行操作的机器人。工作流是 RPA 运行器中最核心的技术之一，该技术可将业务流程中一系列不同组织、角色的工作任务相互关联，并按照预定义好的流程图进行协调，使得业务信息可以在整个流程的各个节点中相互传递。

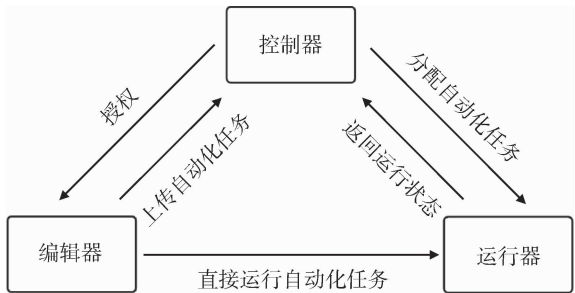


图 2 RPA 主要组成部分

2.2.2 RPA 运行流程 用户可通过 RPA 开发工具录制鼠标和键盘操作流程，形成脚本；也可根据业务需求，手工编写程序执行自动化操作，如信息录入、跨系统数据传输、流程关键节点高级决策等。以 RPA 在企业应付款信息处理流程为例，基于光学字符识别（optical character recognition, OCR）的应付款凭证生成流程，见图 3。请款单在财务人员审核后，扫描上传至 OCR 系统，系统可自动识别并提取图像中特定位置的文本信息，从而获取请款单中的关键信息，随后请款单信息将被上传至企业资源

计划（enterprise resource planning, ERP）系统，进行入库信息核对。完成校验后系统即可生成付款凭证，并自动将应付模块的凭证信息导入总账。通常企业内部生成应付账款信息时，需要获取请款单中金额、收款人、收款日期等基本信息，并需要和 ERP 系统中的采购订单、入库信息逐一核对。若整个流程由人工处理，不仅工作量大还易出错，而应用 RPA，结合 OCR 技术，可显著降低请款处理时间，提高企业运营效率。

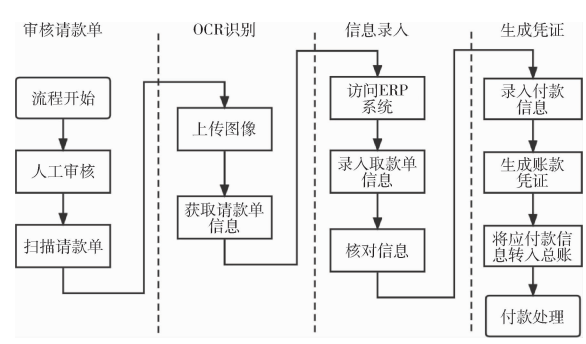


图 3 基于光学字符识别的应付款凭证生成流程

3 RPA 在医疗领域的应用探讨

3.1 应用现状

目前，医疗机构普遍采用传统方式进行数据统计、药物供应管理和医护人员管理，且医疗机构许多业务普遍具有量大重复、遵循结构化规则的特点，现有管理方式难以满足工作发展的高层次需求^[4]。国外已有 RPA 应用于私营医疗机构日常管理与后勤业务的文献记载^[5]。在国内，2020 年赖伏虎等^[6]率先将 RPA 运用于医院统计优化，实现住院科室入出转数据自动采集、汇总每日业务运营信息、完成统计报表集中打印等功能。然而，RPA 在医疗领域的应用案例远不及银行业、证券业、保险业等领域的多，因此，借鉴 RPA 在其他领域的成功实施经验，探索 RPA 在医疗机构管理和数据统计中的应用，有利于提高工作效率，提升医疗服务质量。结合上文所述 RPA 技术原理和项目预设阶段评估，分析 RPA 在以下 5 项医疗业务的可行性和工作流程。

3.2 医疗机构卫生统计

3.2.1 存在问题 医疗机构卫生统计涉及住院病案统计报表、医保统计、财务统计、卫生资源统计、绩效考核等多个层面。目前，医疗机构数据统计虽已基本实现信息化管理，仍存在一定缺陷^[7]。由于统计工作涉及多个科室，一旦出现数据统计标准不一致、各业务系统未对接、数据管理编码不规范等情况，就会影响数据的有效整合与利用；部分医疗机构财务人员仍以手工方式进行财务统计，无法应付来自不同系统的海量数据处理，致使统计工作存在一定滞后性，严重影响管理者对医疗机构资源配置、服务质量、运营情况的评估和决策^[8]。

3.2.2 工作流程 考虑到绝大部分统计工作都遵循数据采集、预处理、分析、生成统计报告或报表这一结构化流程，可采用 RPA 对统计工作进行优化。以医保数据统计为例，RPA 可根据用户发送的请求访问医院信息系统（hospital information system, HIS）导出参保患者的基本信息，并根据普通门诊、门诊特殊病、住院信息的各自返款时间生成各类固定表格，按年度、季度或月度等时间维度汇总患者信息、医院统筹金金额、结算时间等数据，通过比对数据项编号识别码，可自动核对统计数据是否存在异常项，最后由系统生成统计报告，用于汇报、辅助决策，见图 4。在这一过程中，RPA 通过预先设定的指标对药品费、检查费、治疗费进行监管，反馈医药费中的异常值，从而避免不合理收费环节，提升就医满意度。

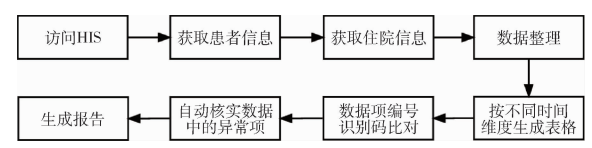


图 4 RPA 在医保数据统计中的应用

3.3 药物和医疗耗材管理

大型医疗保健机构普遍存在药物、消耗品监管困难的问题^[9-10]。一是供应商数量庞大；二是高价值耗材在设备科、二级库、手术间进行实物流转及数据跟踪的过程中会遇到流程复杂、报表多、数据

量大、审计困难等问题。以高价值耗材管理为例，在监管流程中部署 RPA 可以自动获取耗材在各节点的数据报表，并交叉比对报表中高价值耗材的数量与金额差异。当某一耗材的差异率超过预设指标时 RPA 自动警示，见图 5。

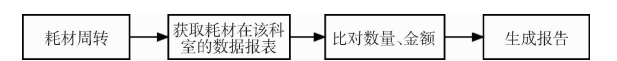


图 5 RPA 在高价值耗材监管中的应用

3.4 医护人员管理

通常医疗机构内部的 ERP 系统无法实时更新医护人员的出勤信息，通过部署 RPA 对医护人员出勤进行监管，有助于管理者实时了解部门人员的出勤情况，从而辅助人员调度。RPA 可从人力资源系统中读取医务人员信息，根据工种进行分类，并将 ERP 系统中的人员外出信息与人力资源信息进行比对以确定出勤状况，并将出勤信息实时反馈至管理层，见图 6。

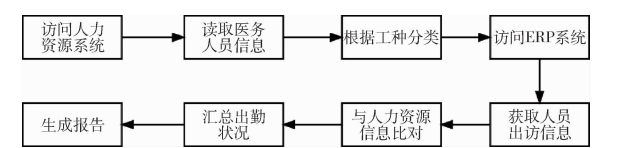


图 6 RPA 在医务人员出勤信息管理中的应用

3.5 患者信息管理

RPA 在患者信息管理过程中能发挥出色的作用。以电子健康信息档案管理为例，RPA 可自动关联其他系统并补充部分字段，如就诊机构信息、患者基本信息、手术次数等，为医生预留更多时间进行诊疗。此外，RPA 还能辅助预约挂号、医院健康卡注册过程，为患者预留更多就诊时间，促进医疗服务水平提升。

3.6 索赔管理

在医疗保健行业，索赔处理是一项费时费力的工作，涉及流程众多，需要从不同数据源获取大量信息^[11]。应用 RPA 进行索赔管理将节省人工采集各类数据的时间。首先由 RPA 从系统中自动提取用

户索赔请求，根据关键字段匹配与索赔业务关联的系统，如业务起始时间、业务类型、相关部门等；其次，在相应系统采集各方数据后进行汇总和分析，并与索赔标准比对；最后，将索赔请求转交至人工复审，进行整个环节中关键系统、数据和分析方法审查。相较采用全流程人工处理，可有效减少系统匹配、数据导出的时间和错误率，提高索赔处理效率，有效缓解医患矛盾、医疗保险欺诈等问题，见图 7。

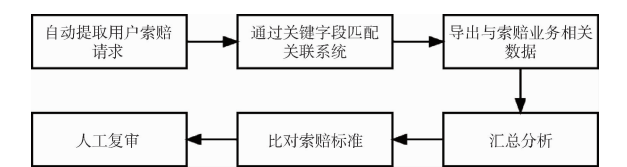


图 7 RPA 在医疗保健行业索赔业务中的应用

4 讨论

4.1 RPA 助力医疗行业繁荣发展

RPA 在医疗领域的应用具有广阔前景。于医疗机构中统计、财务和医务人员而言，日常工作中不少流程都具有规则明确、量大重复、需要慎重审核等特点，如门诊医生工作日志更新、卫生统计报表生成、记账与对账等。由于医疗机构信息化建设尚存在不足，部分信息存在重复录入、反复更新、多次审查等问题，部署 RPA 可减轻员工工作量并降低出错率，使其从信息录入、信息查询、数据汇总、审核等繁杂的流程中解放出来，致力于问诊、数据分析、风险评估等环节。于管理层而言，由于基础业务流程的工作效率得到提升、信息滞后性得到解决，其能在短时间内获取有关人员流动和医疗数据动态等信息，及时制定策略，从而有效调整医疗资源配置、实现医药控费、改善耗材供应监管流程等，提升整体医疗服务水平。于患者而言，其预约挂号、转账流程时间显著缩短，能在最佳时间就诊。在患者住院过程中，由于医护人员在病房工作动态日志、电子健康档案等信息更新中节省时间，患者的护理周期能得到更好的保障。因此，RPA 的部署不仅能减少基层人力资源投入，也能协

调医疗机构各级组织管理,充分发挥医护人员职能,从而缓解医疗纠纷、提升患者就诊满意度,继而更好地服务于大规模卫生计划制定,促进医疗行业繁荣发展。

4.2 RPA 在医疗行业的应用风险

4.2.1 无法实现全流程自动化 RPA 的应用虽然可以为医疗领域发展带来新变革,但同样存在潜在风险,亟须管理者关注。分析 RPA 在企业中的应用^[12],RPA 部署后的实际效益往往不及预期。以财务系统的月末结账为例,在部分时间点上仍需人为介入,进行审查和触发器启动。同理,在医疗机构财务系统中部署 RPA 也可能无法实现全流程自动化。

4.2.2 需要投入额外的人力和资金 虽然 RPA 可用现成开发工具简单快速部署,无需精通编程的技术人员和高昂的研发费用,但在实际实施过程中,尤其是涉密流程(如住院病案首页病人信息访问),往往需要投入额外的人力和资金进行维护、系统安全攻防演练、定期筛查等,确保项目实施过程中的信息安全。同时,RPA 本身具有一定脆弱性,在实际运行过程中可能存在运行环境异常、程序或网络中断造成应用异常、数据异常等情况。

4.2.3 兼容性较差 由于市面上具有多种 RPA 开发工具,且研发和监管过程中尚缺乏统一标准,RPA 在不同系统、应用程序间兼容性较差。目前医疗机构信息互联互通仍存在一定缺陷,不同医疗机构有不同系统、API,一旦选定某一 RPA 平台,随着其关联的业务流程增加,医疗机构难以在短时间对 RPA 平台进行迁移。

4.2.4 RPA 部署需要员工支持 一方面,技术人员在流程设计、操作模拟上需要与业务人员沟通、协作,以统计报表为例,技术人员应向业务人员充分咨询系统操作流程、常用统计指标、统计口径等,以确保 RPA 能高度契合人工处理统计报表的过程;另一方面,业务人员需摒弃原有重复劳动的习惯并掌握新技能,可能对工作转型存有抵触情绪。此外,当下大部分业务工作都能通过流程自动化完成,从事这部分工作的员工不得不面对职业危机。

4.3 RPA 的未来发展

近年来,人工智能(artificial intelligence, AI)相关技术已逐渐成熟,机器学习、模式识别、OCR、自然语言处理(natural language processing, NLP)等技术在处理非结构化数据、挖掘各因素内在关联、大规模表型数据处理中具有一定优势。随着人口数量增长和老龄化时代的到来,医疗数据的类型和规模均快速增长,可充分发挥 RPA 高效处理结构化业务的优势,结合 AI 在非结构化文本和大数据处理的潜能,将二者在技术层面结合起来。以提取扫描文件关键信息为例,使用 OCR 技术可将扫描后的图像和文本转化为计算机可识别的数据,并将其存入缓存区,通过 RPA 自动读取目标数据并进行人工审核,若不符合标准则摒弃,若符合标准则上传至数据库并用目标数据训练模型。经过反复训练的模型在自动提取目标数据过程中的精度将不断提升。在医疗行业中,医疗账单、住院病历、工作日志等纸质资料的关键信息录入均可通过 RPA 和 AI 结合的方式实现。对于部署 RPA 的业务流程而言,以大数据为基础的 AI 相关技术,在实际应用中仍需确保数据安全,避免个人信息泄露。

5 结语

RPA 具有全天候工作、高效处理等特点,可以为医疗机构财务、统计、管理等环节优化提供较好的解决方案。管理者及业务人员在部署 RPA 过程中应充分进行原则性评估、技术可行性评估和效益评估,项目实施后也应规避信息安全、系统异常、数据异常等风险。未来,结合 AI 在大数据和非结构化文本处理的优势,RPA 在医疗行业的更多潜在应用场景也将被挖掘。

参考文献

- 1 唐琦,姚晓林,官毅.“大智移云”背景下 RPA 在财务共享中心的应用探索[J].商业会计,2019(24):118-121.

(下转第 84 页)

计、实施、运维阶段对网络安全“3 同步”原则的落实。

6 结语

依托内生安全思路构建医院网络安全框架体系，进行网络安全顶层规划，引导网络安全建设从局部走向全面，为网络安全生态发展创造更大空间^[16]。展望未来，需要业界同仁携手共进，协同网络安全建设单位、系统开发商等，共同重塑基于内生安全的智慧医院网络安全体系。

参考文献

1 颜浦钰. “互联网+”网络信息安全现状与防护研究 [J]. 长江信息通信, 2021, 34 (9): 94-96.

2 刘阳, 俞准. 网络安全等级保护 2.0 时代医院管理的方法与对策 [J]. 海南医学, 2022, 33 (4): 535-537.

3 邬江兴. 网络空间内生安全发展范式 [J]. 中国科学: 信息科学, 2022, 52 (2): 189-204.

4 齐向东. 从两大“失效定律”和四个“假设”看网络安全防护体系构建 [J]. 保密科学技术, 2017 (9): 12-15.

5 齐向东. 面向新基建, 用内生安全框架支撑网络安全体系建设 [J]. 中国科技产业, 2020 (8): 18-21.

6 徐语聪, 吴云坤. “内生安全”时代把安全内置到业务

系统中 [J]. 数据, 2021 (6): 35-37.

7 江伟玉, 刘冰洋, 王闯. 内生安全网络架构 [J]. 电信科学, 2019, 35 (9): 20-28.

8 徐恪, 付松涛, 李琦, 等. 互联网内生安全体系结构研究进展 [J]. 计算机学报, 2021, 44 (11): 2149-2172.

9 张伟丽, 贺磊. 关于新型内生安全信息基础设施的思考 [J]. 无线电通信技术, 2020, 46 (4): 399-404.

10 郭星华, 梁浩, 王玲玲. 基于拟态安全的网络信息体系内生安全思考与实践 [J]. 指挥信息系统与技术, 2021, 12 (6): 33-38.

11 张文建. 面向软件定义网络的内生安全关键技术研究 [D]. 郑州: 中国人民解放军战略支援部队信息工程大学, 2021.

12 罗论涵, 李翔, 余新胜. 数字化时代网络空间内生安全技术发展与应用 [J]. 电子技术与软件工程, 2021 (19): 255-257.

13 苏悦洪, 申志航, 邢洪伟, 等. 医疗行业网络安全防护体系建设分析 [J]. 网络安全技术与应用, 2022 (4): 104-106.

14 郭峰. 做好数字化组织的“首席安全官”——构建有效落地的网络安全一体化防御体系 [J]. 中国信息安全, 2021 (11): 40-43.

15 张红彬. 医院网络安全体系构建与实现探析 [J]. 网络安全技术与应用, 2018 (8): 95, 112.

16 吴云坤. 面向数字化保障的新一代安全体系建设 [J]. 软件和集成电路, 2021 (9): 43-44.

(上接第 73 页)

2 乔元芳. 运用机器人流程自动化技术进行审计正当吗 [N]. 中国会计报, 2020-02-28 (9).

3 VAN DER AALST W M P, BICHLER M, HEINZL A. Robotic process automation [J]. Business & information systems engineering, 2018, 60 (4): 269-272.

4 尹德静. 大数据时代医院统计工作的新策略分析 [J]. 中国卫生产业, 2018, 15 (31): 158-159, 162.

5 RATIA M, MYLLÄRNIEMI J, HELANDER N. Robotic process automation - creating value by digitalizing work in the private healthcare [C]. Tampere: ACM International Conference Proceeding Series, 22nd International Academic Mindtrek Conference, 2018.

6 赖伏虎, 张铮, 徐庆十, 等. “统计机器人”在医院统计领域的应用 [J]. 中国医院统计, 2020 (5): 476-480.

7 龙思哲, 吴震天, 刘洋. RPA 机器人辅助医院数据统计工作的应用探讨 [J]. 当代医学, 2021, 27 (27): 189-191.

8 郝伶俐. 医院财务管理信息化建设的现状及发展对策 [J]. 财会学习, 2018 (34): 74.

9 刘琪. 医院改革背景下医用耗材管理的困难与对策 [J]. 中国市场, 2017 (15): 201, 203.

10 刘丹丹. 医院高危药物管理和风险防范分析 [J]. 饮食保健, 2019, 6 (3): 274.

11 陈侠李, 郑建中, 王晶, 等. 社会医疗保险背景下住院者过度索赔影响因素分析 [J]. 中国农村卫生事业管理, 2016, 36 (6): 693-696.

12 黄伟亚, 成建梅. 财务机器人的落地与挑战 [J]. 企业管理, 2020 (10): 103-105.