

大数据及人工智能下疾病预防控制机构数字化 到智能化转型研究

孙静轩^{1#*}, 王莹^{1#}, 张玲¹, 王乾铨², 向春林², 殷滔²

(1. 新疆维吾尔自治区疾病预防控制中心, 乌鲁木齐 830000; 2. 北京三维天地科技股份有限公司, 北京 100070)

摘要: 为更好实现十四五规划中人群健康目标, 从国家到地方的各级疾病预防控制中心信息系统都在不断升级完善, 信息化的不断完善以及各类数据的共享必将推动新兴技术的融合应用, 从而加速疾病预防控制中心信息化向智能化发展。本文探索疾病预防控制机构(简称疾控机构)信息化建设从数字化到智能化发展路径, 分析疾控机构现有数字化以及智能化应用情况, 为疾控机构高质量智能化转型提供解决思路; 提出疾控机构信息化建设发展应以数字创新技术与专家经验结合为指导, 抓住当前技术发展机遇, 充分发挥自身专业和技术优势, 以提升自身科技转换实力为重点, 秉持疾控自身特点, 弥补职能缺陷, 实现公共卫生健康事业高质量发展。

关键词: 大数据; 人工智能; 实验室信息管理系统; 虚拟现实; 物联网

Study on digital to intelligent transformation of disease prevention and control institutions under big data and artificial intelligence

SUN Jing-Xuan^{1#*}, WANG Ying^{1#}, ZHANG Ling¹, WANG Qian-Quan², XIANG Chun-Lin², YIN Tao²

(1. Xinjiang Uygur Autonomous Region Centre for Disease Control and Prevention, Urumqi 830000, China;
2. Beijing Sunway World Science and Technology Co., Ltd., Beijing 100070, China)

ABSTRACT: In order to better achieve the population health goals in the 14th Five-Year Plan, the information system of the centers for Disease Control and prevention at all levels from the national to the local level is constantly upgraded and improved, and the continuous improvement of information technology and the sharing of various types of data will promote the integration and application of emerging technologies, thus accelerating the development of information technology in the centers for disease control and prevention to intelligence. This paper explored the development path from digitization to intelligence in the information construction of disease prevention and control institutions (abbreviated as a disease control institution), analyzed the existing digitization and intelligent application of disease control institution, and provided solutions for the high-quality intelligent transformation of disease control institution; put forward that the information construction and development of disease control institution should be guided by the combination of digital innovation technology and expert experience, seized the current technological development opportunities, gave full play to their own professional and technical

基金项目: 新疆维吾尔自治区重大科技专项“新疆公共卫生关键技术研发与防疫体系建设专项”

Fund: Supported by the Xinjiang Uygur Autonomous Region Major Science and Technology Project “Xinjiang Public Health Key Technology Research and Development and Epidemic Prevention System Construction Project”

孙静轩与王莹为共同第一作者

SUN Jing-Xuan and WANG Ying are Co-First Authors

* 通信作者: 孙静轩, 副主任医师, 主要研究方向为疾病预防控制。E-mail: 472076607@qq.com

*Corresponding author: SUN Jing-Xuan, Deputy Chief Physician, Xinjiang Uygur Autonomous Region Centre for Disease Control and Prevention, Urumqi 830000, China. E-mail: 448314961@qq.com

advantages, focused on improving their own technological transformation strength, upheld the characteristics of disease control, made up for functional defects, and achieve high-quality development of public health.

KEY WORDS: big data; artificial intelligence; laboratory information management system; virtual reality, internet of things

0 引言

公共卫生服务是民生事业, 维护人民的健康权益, 是政府和社会共同的重要任务。当前面临着各种各样的公共卫生安全事件的威胁, 特别是新型冠状病毒疫情等传染病形势依然严峻, 在重点突发公共卫生事件应急处置、慢性病、地方病、食品安全风险监测等方面, 传统人工工作模式已经不能满足相关工作需求^[1]。随着信息、通讯和计算机网络技术快速发展, 加强疾病预防控制信息化建设, 通过信息整合与共享, 不断提升疾病安全监测和评估、预警的处理能力, 全面、及时、准确掌握疾病、疫情等动态信息, 提升疾病控制能力和水平, 提升公共卫生服务水平, 是疾病预防控制机构(简称疾控机构)持续不断的努力方向。

当前, 随着疾病预防控制工作的不断深入, 传统的实验室管理方式已逐步被数字化方式所替代, 其应用表现在质量控制、数据收集、信息利用^[2]、信息发布、公众服务等方面。为更好地服务公共卫生事业, 疾控机构需在新形势下逐步完成数字化升级, 同时思考如何快速智能化转型, 通过先进信息技术手段进一步深化疾控机构信息改革, 有效提高机构质量管理水平和工作效率, 稳步实现疾控机构从数字化到智能化转型。

目前疾病预防控制领域的相关信息化建设研究集中在档案管理、财务管理、人力资源、应急实践以及实验室管理方面, 智能化研究多体现在智能终端应用方面, 缺乏智能化在疾控领域应用场景的整体规划与实践, 本文将从疾控机构信息化建设的数字化现状分析出发, 对疾控机构智能化转型面临挑战与应用深入探讨, 得出智能化建设注意事项以及项目实施具体内容,

为疾控机构智能化转型提供思路。

1 现阶段疾控机构的数字化状况

随着信息技术的发展, 疾控机构的信息基础设施建设已初具规模, 疾控机构的数字化也具备了一定的基础, 但与国外发达国家相比还有一定的距离。疾控机构的数字化是将传统的手工录入、样品流转过程或客户服务转换为数字形式, 以达到更高效的信息处理、存储和交换, 用以提升工作效率和服务质量。疾控机构的数字化建设最重要的是改变了疾控机构的思维方式和业务模式, 具体内容如下。

1.1 疾控机构业务范围

疾控机构数字化将覆盖疾控机构所有业务职能, 主要包括: 疾病预防与控制、突发公共卫生事件应急处置、食品监测、饮用水检测、环境安全风险监测与评估、疫情及健康相关因素信息管理、健康危害因素监测与干预、实验室检验检测与评价、健康教育与健康促进以及技术管理与应用研究指导等职能任务。

1.2 疾控机构业务流程

疾控机构业务流程的数字化, 本文主要列举在疾病预防与控制、突发公共卫生事件处置和健康危害因素监测与控制部分内容, 具体实现描述如下。

1.2.1 疾病预防与控制流程化管理

系统将实现疾病监测数据采集, 并通过传染病分析预警模型实现对疾病的早期预警, 通过将突发公共卫生事件与实验室检测数据联动, 实现全过程闭环的数字化管理。疾病预防与控制预警流程如图 1 所示。

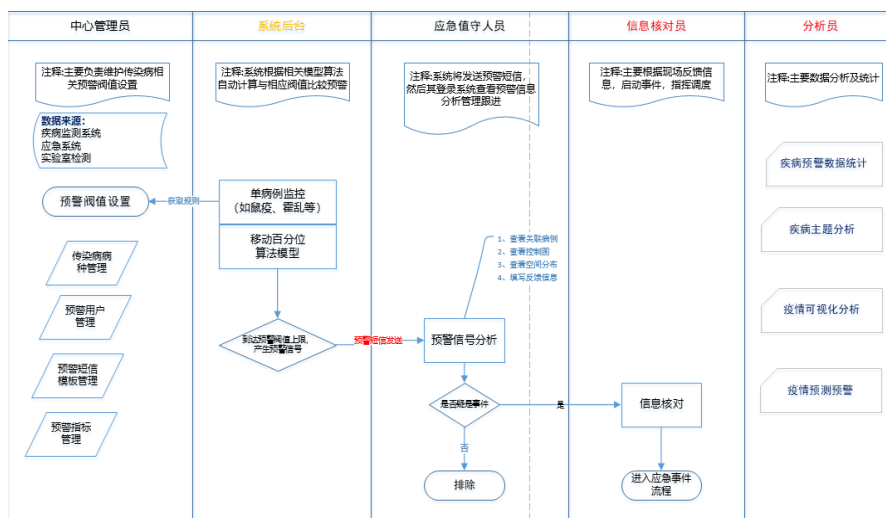


图 1 疾病预防与控制预警流程图

Fig.1 Early warning flow chart of disease prevention and control

1.2.2 突发公共卫生事件应急处置流程管理

结构化应用数据，提供给大数据模型，实现预测和预警发布。

系统实现应急事件登记、任务指派、移动现场调查等，将应急事件处置数字化，并实现过程记录表单电子化，同步形成

突发公共卫生事件应急处置流程如图2所示。

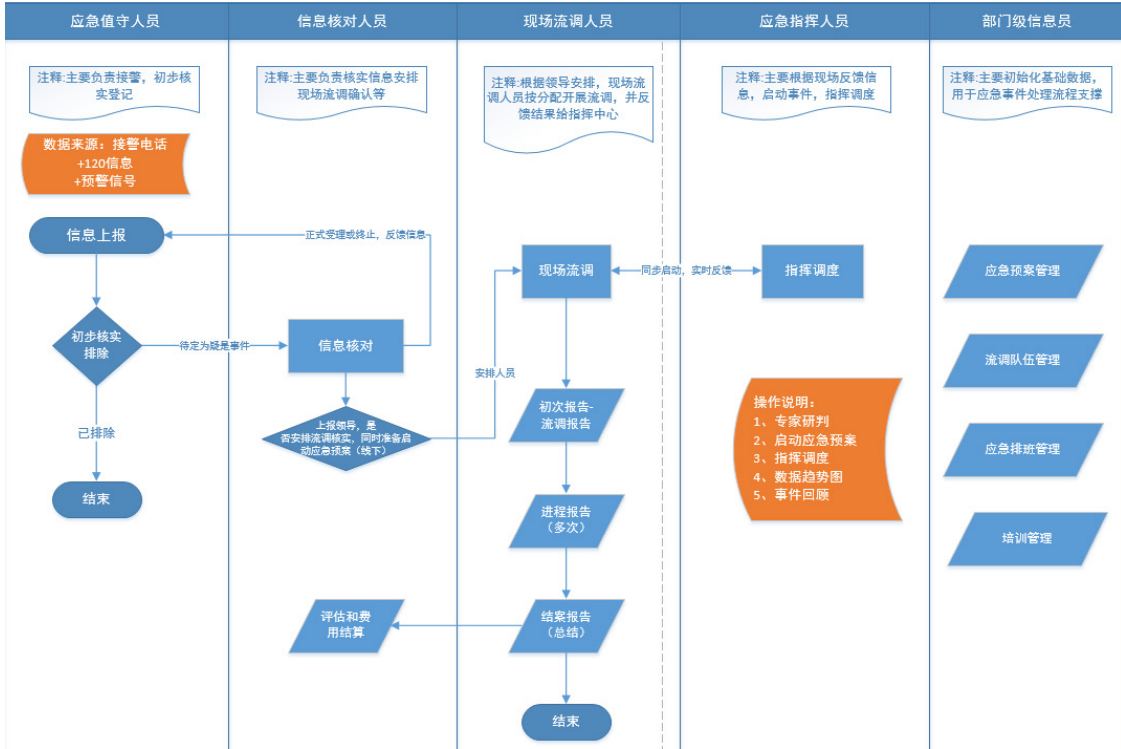


图2 突发公共卫生事件应急处置流程图

Fig.2 Flow chart of public health emergency response

1.2.3 健康危害因素监测与控制业务流程

检测数据质量保证方面，系统通过对实验过程中人员、设备、

系统将所有健康危害因素监测业务类型数字化，并通过工作流配置实现对健康危害因素监测与控制的业务流程管理，同时结合过程中记录数字化，实现对所有过程记录表单电子化。

方法、环境以及材料等规范化管理，同时结合数字化的质量管理模式来保障，详细业务流程如图3所示。

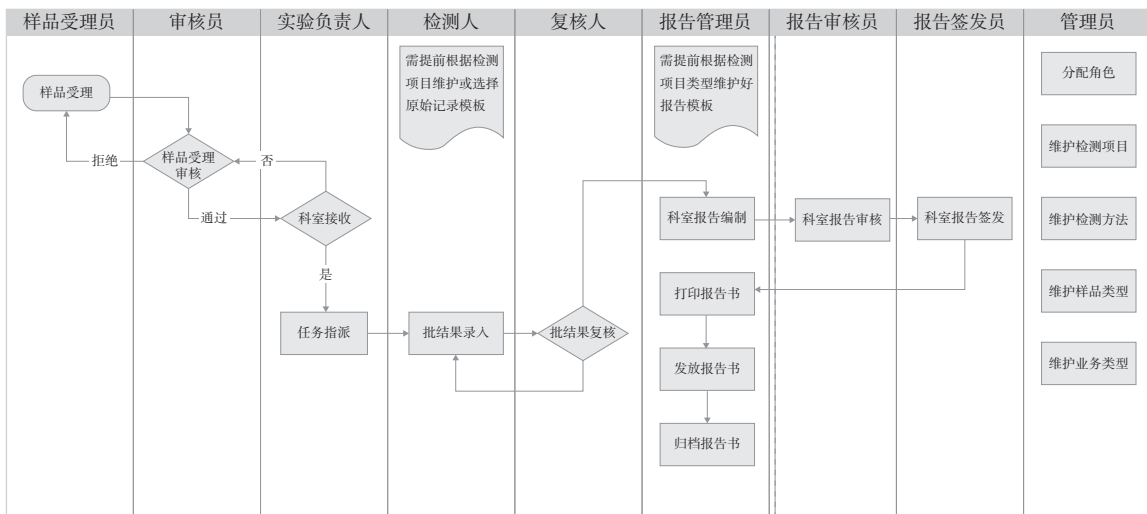


图3 健康危害因素监测与控制业务流程图

Fig.3 Business flow chart of health hazard monitoring and control

1.3 疾控机构业务功能

信息化建设将通过万维网 (World Wide Web, WEB)、应用程序

依据疾控机构业务职能以及相关业务流程描述，疾控机构

(Application, App) 及微信小程序等多种接入方式，融合 5G 通

讯、人工智能、物联网及大数据应用为基础^[2], 形成以检验检测、疫情防控与应急处置为主的全面数字化疾控综合服务管理平台。

1.3.1 健康危害因素监测与控制

构建覆盖疾控各项业务类型检测业务流程, 例如: 公共卫生学监测 (五大卫生)、健康相关产品检测以及流行病学监测, 中心资源管理 (人、机、料、法、环等), 质量管理、仪器数据采集及统计查询的实验室信息管理。

整合现场采样检测移动端应用, 对外客户委托预约检测平台以及外出审批应用, 实现对疾控机构检验检测服务的集约化管理。其中采样检测应用实现现场采样、检测信息录入、电子签名、全球定位系统 (geometrical product specifications, GPS) 及表单打印等。外出审批移动端应用为外出原始记录、报告审批服务。对外客户委托预约检测平台提供客户在线委托、进度查询、报告下载等功能。

1.3.2 疾病预防与控制

构建疾病防控应用平台, 通过疾病监测系统完成各类疾病临床及检测数据采集, 形成疾病数据仓库。疾病早期预警系统利用该疾病数据仓库, 实时调用平台的传染病算法模型, 可实现对疾病的预警和预测, 并发出相应预警信息。应急值班人员接收到预警信号后将启动初步排查, 当确认为疑似事件时将安排人员到现场开展流行病学调查, 核实为突发公共卫生事件后可以转入突发公共卫生事件应急信息管理系统。其内容可包括: 事件登记、分级、人员安排、现场流调、现场采样、应急指挥调度以及流调报告等完整闭环管理。

1.3.3 数据可视化平台

构建敏捷智能的探索式数据分析工具, 提升数据分析与应用效率。通过拖拽式操作, 智能化图形推荐, 支持筛选、钻取、链接、联动等多种交互方式^[3-4], 实现与数据的实时对话, 获取敏锐洞察。同时支持同期、前期、累计求和、增长率等时间计

算函数, 主题模板、业务分析模型等内置案例的一键引用, 实现业务人员低门槛的自助式分析。可视化分析平台集数据接入、数据融合、数据处理到报告报表展示于一体化, 面向疾控机构用户提供自助式数据探索与分析能力, 为疾控机构提供商业智能 (business intelligence, BI) 一体化数据分析与应用。

1.3.4 办公无纸化

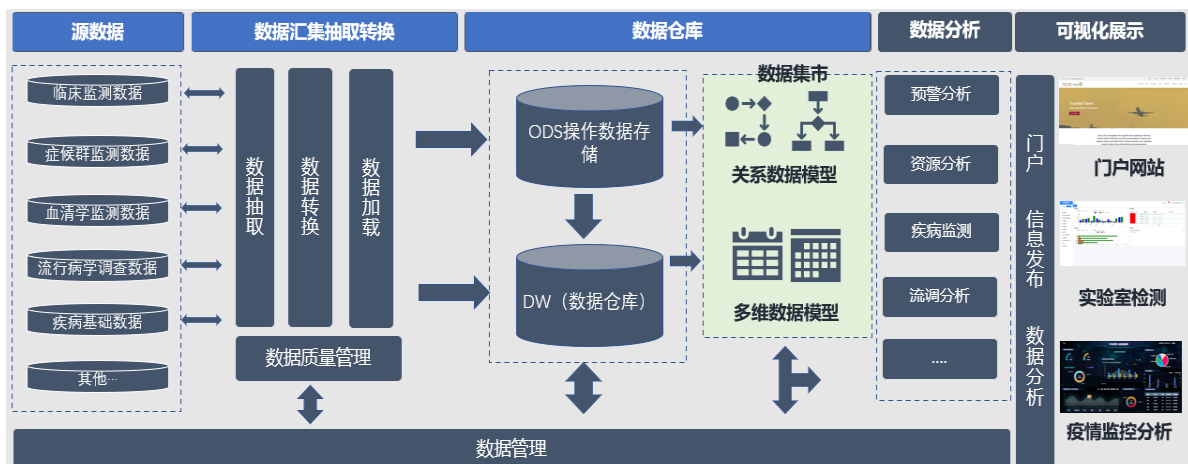
构建办公自动化系统, 该系统可以实现疾控机构办公无纸化, 同时提升公文流转审批效率, 用以实现收发文管理、行政办公流程、车辆申请、会议室预约及公告信息等, 集成实验室信息管理部分消息提醒, 更加便捷用户操作。

1.4 疾控机构数据集成

疾控机构的数字化核心在于数据。通过数字化, 疾控机构可以收集、存储和分析大量的数据, 从而获得深入的预警分析能力和决策支持。数字化可使疾控机构的信息传递更加及时和便捷, 有助于疾控机构更好地与上级主管部门以及同级部门协同工作, 更好地为疾病预防控制的联防联控提供技术手段。

疾控机构的数据主要包括: 传染性疾病预防数据、环境卫生监测数据、健康危害因素监测数据、卫生监督检测数据、病例报告数据、血清学监测数据、病原组学监测数据、固定资产数据、应急物资数据、组织机构及人员数据、基础静态数据、检测方法数据、评价标准数据等。

上述所有数据数字化后系统后台将通过关系型数据库和非关系型数据库进行存储, 系统将利用数据源的数据抽取、数据的计算和处理过程的开发 (extract-transform-load, ETL) 等数据处理技术^[3-4], 对疾控机构数据进行处理、挖掘和可视化, 用于后续的数据分析和决策支持, 并将处理后的数据转化为统计分析报告和建议, 为疾控机构政策制定者和研究人员提供决策支持, 从而得到对影响公共卫生状况的因素的全面掌控, 详细的数据采集处置流程如图 4 所示。



注: 操作数据存储 (operational data store, ODS); 数据仓库 (data warehouse, DW)。

图 4 数据采集处置流程图

Fig.4 Flow chart of data acquisition and disposal

2 现阶段疾控机构智能化转型的挑战

疾控机构数字化到智能化转型同其他行业一样将面临技术、组织、流程及数据标准化等多个方面的挑战,具体描述如下:

首先,智能化受到资金问题的制约,随着技术的不断进步,疾控行业需要不断更新和升级其数字化和智能化设备和技术,以提高工作效率和数据处理能力。这需要投入大量的资金和人力资源,以确保疾控行业的数字化和智能化水平能够不断提升,但目前疾控机构属于财政全额拨款的事业单位,在面临大量筹措资金上可能会有压力。

其次,各级疾控机构数字化建设不均衡,目前国内疾控机构信息化建设不均衡,省与省之间差异明显,经济发达及较发达地区信息化建设水平高,而西部经济欠发达地区信息化建设各项相对落后于经济发达地区,整体基础比较薄弱。

第三,技术人才问题的制约,所有信息化应用和推广都离不开人的参与,特别是人工智能技术的应用还需要专业的技术人员。目前疾控机构大多没有专业的技术人员和团队,整体技术人员储备不足。

最后,数据安全性和隐私性问题的制约^[5-6],随着疾控行业各类大数据(传染病病例、病毒检测数据等)的使用,涉及到敏感数据安全和隐私问题将会日益突出。

3 智能化转型在疾控机构的实施探讨

疾控机构的智能化转型实质是利用物联网技术和人工智能技术,融合先进的自动化技术、智能手段以及智能系统集成等新兴技术构建的具有高效、节能和自主学习能力的智能化集成平台。本研究将分步探讨疾控机构智能化转型的工作内容:

3.1 疾控机构建筑智能化

疾控机构的智能化转型过程要实现建筑智能化、检验检测智能化、疫情防控智能化、办公智能化及实验室智能化,其核心是建筑智能化,若没有建筑智能化,则很难实现实验室智能化、检验检测智能化以及疫情防控智能化。

实现建筑智能化,需要将建筑、通信、计算机和控制等各方面运用物联网技术^[7-10]、大数据技术、人工智能技术(artificial intelligence, AI)、建筑信息化模型技术(building information modeling, BIM)、智能化集约化管理技术(intelligent building management system, IBMS)、区块链等技术,合理集成为最优化的平台。

建筑智能化需要集成集中空调系统、能耗监测系统、智能电梯系统、智能安防系统、广播系统、消防系统、照明系统以及环境监测系统,实现各个系统数据的实时交互,通过后台各类算法模型实现智能预警和干预^[8],例如:后台监测到当前实验室房间温度超过预设值,预先发出预警信号,在设定的时间内无人干预的情况,系统将自动启动空调系统实现实验室房

间温度智能调节,同时后台设定的算法模型会根据不同气候、季节及房间人数来自主调节,更加智能化实现实验室房间温度、湿度及照明等管理。

3.2 疾控机构业务流程智能化

实现检测流程智能化,可梳理业务流程,识别出哪些环节可以用 AI 替代或提高效率,然后通过构建的智能化工具来识别并优化现有业务流程。例如:通过 AI 智能调度算法来优化任务分配及仪器设备进样安排等流程^[11-14],可帮助疾控机构节省时间和成本,并提高工作效率,提升仪器使用率。

3.3 疾控机构核心业务智能化

实现疫情防控智能化,可以利用数字化的优势,将各类结构化和非结构化数据进行整合,同时倾听行业专家经验并利用机器学习^[15-16]和深度数据洞察技术,构建和优化预测模型,提前感知即将可能发现的危险事件和非法入侵,同时通过大数据分析,通过采集各类传染病相关数据等,通过构建的各类算法模型,自主学习成长,可实现提前预测疾病的传播趋势,为防控策略提供科学依据。

实现决策分析智能化,平台通过自然语言处理和文本挖掘技术,自动分析实验室相关文献和报告^[17-19],为疾控机构工作人员提供实时、精准的信息,提高决策效率。平台可以借助智能传感器和物联网技术,实现实时的、全方位的环境监控,对异常情况及时预警。

实现个性化定制智能化,平台通过大数据和人工智能技术,在疫情防控及个人健康理疗方案上,可以针对不同人群的个性化需求,制定更加精准的防控策略。

实现人员培训智能化,通过建立算法模型自动跟踪实验室人员的技能情况,自动制定相应的培训计划,并通过结合 VR 虚拟应用场景^[20]实现生物安全培训、应急演练培训等具有危险性实验室活动及应急处置配置,充分保障人身安全的前提下实现最真实的应用场景,实战练兵。该智能化应用也将提供实验室教学和科研的数字化、智能化服务,支持实验室的教学、研究和科技创新。

4 结束语

从数字化到智能化的转变是疾控行业发展的必然趋势,可以提高疾控机构的工作效率、竞争力和创新能力。同时在数字化转型到智能化这个过程中,疾控机构需选择比较适合自身的技术和工具,结合该契机全面升级疾控机构的组织形态、人才结构和发展理念等,不仅要关注技术的进步,更要重视人才培养、数据质量以及保护公众隐私等问题,抓住当前技术发展机遇,充分发挥自身专业优势和技术积累,以提升自身科技转换实力为重点,秉持疾控自身特点,弥补职能缺陷,努力实现公共卫生健康事业高质量发展。

参考文献

- [1] 郭华, 王兆君, 安冬, 等. 疾控预防控制中心实验室信息管理系统 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2020.
- [2] 苏雪梅, 赵自雄, 赵嘉. 疾病预防控制信息化建设、应用与规划 [J]. 医学信息学杂志, 2023, 44(05): 2-6.
- [3] 程伟, 马成, 凌捷. 大数据技术在数据安全治理中的应用 [J]. 大数据, 2023, 9(06): 3-14.
- [4] 鄂海红, 宋美娜, 欧中洪. 大数据技术原理及应用 [M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2019.
- [5] 曹燕妮. 疾病预防控制中心计算机网络安全和防范对策分析 [J]. 中国地方病防治, 2023, 38(02): 134-135.
- [6] 石淑华, 池瑞楠. 计算机网络安全技术 (第6版) [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2021.
- [7] 刘云浩. 物联网导论 [M]. 北京: 科学出版社, 2022.
- [8] 魏建升, 成明明, 张蓓, 等. 基于物联网的工业数据采集器设计 [J]. 电气传动自动化, 2023, 45(06): 22-24.
- [9] 赵廉, 周雷, 郭育恒, 等. 工厂场景中的异常行为检测 [J]. 软件导刊, 2023, 23(01): 57-62.
- [10] 穆罕默德·阿巴杜尔·拉扎克, 郝艳. 物联网深度学习 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2021.
- [11] 计虹. 人工智能助力智慧医院高效诊疗 [J]. 中国卫生, 2023, (11): 22-23.
- [12] 宋超, 章文, 洪云霞, 等. 医学虚拟仿真教学的人工智能化前景探讨 [J]. 医学教育研究与实践, 2023, 31(05): 515-519.
- [13] 于帆, 何海洪, 周义文. 人工智能在检验医学领域的应用进展 [J]. 国际检验医学杂志, 2023, 44(18): 2267-2273.
- [14] 罗春兰. 计算机信息技术在人工智能发展中的应用 [J]. 数字技术与应用, 2023, 41(08): 81-83.
- [15] 梅尔亚·莫里, 阿夫欣·罗斯塔米扎达尔, 阿米特·塔尔沃卡. 机器学习: 从基础理论到典型算法 (原书第2版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2022.
- [16] 张伟楠, 赵寒焱, 俞勇. 动手学机器学习 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2023.
- [17] 刘阳, 翁昌晶, 冯标斌, 等. 三医联动数据中台安全体系构建的实践与思考 [J]. 中国医院建筑与装备, 2023, 24(11): 84-88.
- [18] 彭锋, 宋文欣, 孙浩峰. 云原生数据中台: 架构、方法论与实践 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2021.
- [19] 杨世旺, 赵萍, 黄剑, 等. 中台数据库信息共享适用性和安全性的增强 [J]. 云南师范大学学报 (自然科学版), 2023, 43(05): 54-58.
- [20] 范丽亚, 张克发, 马介渊, 等. AR/VR 技术与应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2020.

作者简介



孙静轩, 硕士, 副主任医师, 主要研究方向为疾病预防控制。



王莹, 硕士, 副高级工程师, 主要研究方向为传染病监测与疾控信息化建设。



王乾铨, 硕士, 主要研究方向为人工智能、机器学习以及数据挖掘技术在疾控机构的应用。