

智慧医疗服务领域发展态势分析 *

陈欣然 李国正 崔一迪 夏秋芳 王明强

(中国中医科学院 北京 100700) (中国中医科学院眼科医院 (中国中医科学院 北京 100700) 北京 100400)

〔摘要〕 对德温特数据库医疗健康与人工智能领域专利信息进行综合分析, 包括专利申请演进过程、专利申请国-申请人分布及研究热点、技术点等方面, 总结我国智慧医疗服务产业存在的问题、挑战并提出建议, 包括重视产业布局、打造医疗人工智能生态链、加强跨学科人才培养等。

〔关键词〕 专利分析; 智慧医疗服务; 人工智能; 德温特专利

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2020.09.004

Analysis of the Development Trend of Smart Medical Service Field CHEN Xinran, LI Guozheng, CUI Yidi, Chinese Academy of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100700, China; XIA Qiufang, Ophthalmic Hospital Chinese Academy of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100400, China; WANG Mingqiang, Chinese Academy of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100700, China

〔Abstract〕 The paper comprehensively analyzes the patent information in the field of medical health and Artificial Intelligence (AI) of Derwent Innovations Index (DII), including the aspects of the evolution of patent application, distribution of patent application country-applicant, study hotspots and technical points, summarizes the existing problems and challenges of domestic smart medical service industry and puts forward suggestions, including attaching importance to industrial layout, building medical AI ecological chain, strengthening interdisciplinary talent training, etc.

〔Keywords〕 patent analysis; smart medical service; Artificial Intelligence (AI); Derwent Innovations Index (DII)

1 引言

人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 已经成为诸多行业技术创新发展的重要来源之一^[1]。目前

医疗卫生健康服务正处于从规模化到高质量创新发展转变的关键战略窗口期^[2]。AI 技术针对医疗体系演化出丰富的应用场景, 包括智能辅助诊断、移动医疗、健康监测、智慧药房、智慧问诊和预约挂号等, 有助于全方位加速提升整体医疗质量和服务水平^[3]。专利信息记载了技术创新发展历程, 能够较客观反映领域整体概况和发展态势、技术演化, 可提供重要参考^[4]。本文基于专利共类信息, 在总结 AI 技术与医疗服务领域的专利申请整体态势基础上, 利用多维度指标对医疗管理、医患沟通及医学公共卫生信息传播模式中的 AI 技术热点、前沿领域进行分析, 以期为我国智慧医疗服务领域创新发

〔修回日期〕 2020-04-11

〔作者简介〕 陈欣然, 博士, 发表论文 8 篇; 通讯作者: 李国正, 博士, 研究员, 博士生导师。

〔基金项目〕 中国工程院咨询项目“面向 2035 人工智能在中医药领域的应用战略研究”(项目编号: 2019-ZCQ-10)。

展提供参考。

2 资料与方法

利用中国专利保护协会《人工智能技术专利深度分析报告》中列举的 AI 主要技术关键词及领域分类^[5]，结合“医疗服务质量管理”、“公共卫生信息传播”和“医患沟通”相关关键词确定检索式。在德温特专利数据库（Derwent Innovations Index, DII）获取 1963 – 2020 年相关数据。分析工具依托中国工程科技知识中心的战略咨询智能支持系统（Intelligent Support System, ISS），专利分析系统以及 Microsoft Excel。通过对摘要，完整国际专利分类（International Patent Classification, IPC）报告，德温特世界专利索引（Derwent World Patents Index, DWPI）记录等进行提取，为专利信息分析提供数据支持。

3 专利分析

3.1 申请概况

3.1.1 时间分布 由于数据发布滞后，目前 2019 年专利数据未收录完全，AI 技术在医学领域中的应用前瞻性分析可参考前两年数值。综合来看 2016 专利申请显著增加，在此之前对各个服务模式重视程度明显不足，这多与 2016 年各国开始在战略层面上对 AI 在医疗领域重点布局及相关政策刺激有关。细分对比可发现，起步最早、整体数量最多的是智能医患沟通，智能公共卫生信息传播虽然起步较晚、数量少但发展势头保持良好，发展潜力巨大。

表 1 2011 – 2019 年 AI 医疗服务模式专利申请数量（件）			
时间（年）	智能医疗管理	智能公共卫生信息传播	智能医患沟通
2011	11	8	18
2012	18	5	23
2013	10	1	15
2014	24	7	29
2015	19	17	41
2016	34	31	63
2017	69	40	102
2018	118	94	204
2019	51	57	113

3.1.2 申请国家 – 申请时间二维分析（图 1 – 图 3）

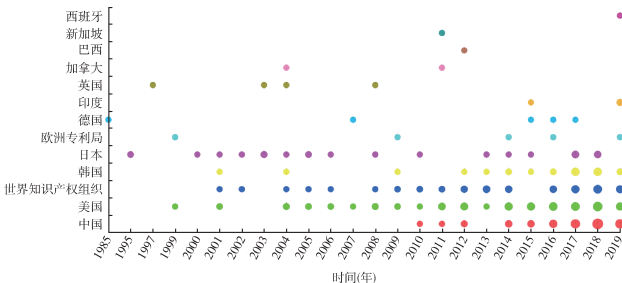


图 1 智能医疗管理专利申请国家 – 申请时间二维分析

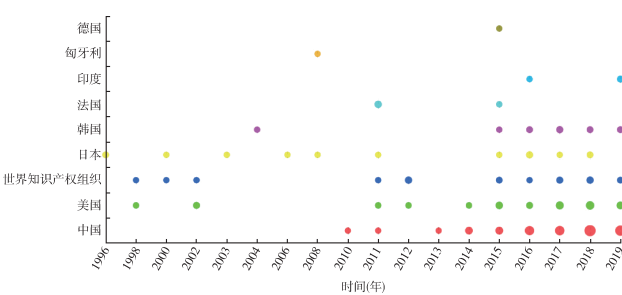


图 2 智能公共卫生信息传播专利申请国家 – 申请时间二维分析

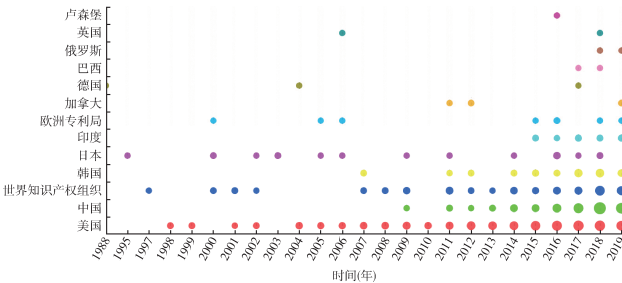
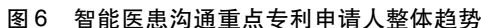
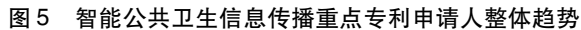
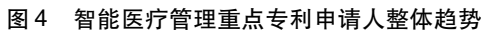


图 3 智能医患沟通专利申请国家 – 申请时间二维分析

综合来看，美国、中国、日本、欧洲专利局申请量最多。布局最早的智能医疗管理模式是各国参与专利申请的重点。细分对比可发现，美国、世界知识产权组织及日本较早开始，而日本近年来逐渐从技术专利领域领先地位淡出，俄罗斯整体 AI 医疗服务实力相对落后。我国 3 个智能医疗服务模式的专利申请起步较晚。2000 年左右在以服务收费为核心目标的基础信息化推动下，我国医院信息系统（Hospital Information System, HIS）逐步铺开^[6]。2013 年左右，在电子病历评级和互联互通需求拉动下，医院内分散的信息系统孤岛，包括 HIS，医院

3.1.3 重点专利申请人 (图4-图6)



申请人纷纷涉足,如传统医疗设备公司 GE、Philips、Siemens 和国内的平安集团、前海公司等。这与上述企业在 AI 基础技术领域的长期布局和投资优势相关,其具备在医学服务领域应用层面取得突破的良好基础。高校、科研院所和医院相比企业在 AI 算法和算力的积累较薄弱,但对于医疗服务行业需求的捕捉和反应较敏感,了解现阶段医疗服务瓶颈,以科研创新的方式对医疗数据资源进行数字化、结构化,利用 AI 技术构建行业解决方案^[9]。

3.2.2.1 IPC 分析 通过 IPC 能及时得到满足分析需求的专利数据和信息^[10]。通常来说,公开专利申请数量较多的 IPC,该技术分支中创新相对较为活跃。通过统计每个模式已公开的专利申请 IPC 4 级分类情况可分析 AI 技术在 3 个智能医疗服务模式专利申请具体应用发展情况,见表 2。3 个智能医疗服务模式中 IPC 代码出现最多的大类是 G06F 和 G16H,说明热点技术研究主要集中于数据处理的专门用于处理医疗或健康数据的信息和通信技术。随着算力、算法、大数据快速迭代更新,应用于医疗的数字计算或数据处理设备及方法更加成熟^[11]。在数据量和计算量驱动下,卷积神经网络(Convolutional Neural Networks, CNN)和深度神经网络(Deep Neural Networks, DNN)等深度学习算法得到大规模应用^[12]。就 IPC 专利代码分析看,A61B 5/00 虽然是医疗诊断技术,但其服务模式患者参与程度较高,所以在医疗管理、公共卫生信息传播、医患沟通频数排位第 1。代码 G16H 40/00 与 G16H 50/00 在发展迅速,预示 AI 将实现智能化疾病预防指导,对疾病和个人健康进行实时动态监测和评估,为用户提供个性化行为干预,推动高质高效、低成本康复护理、慢病管理等智慧服务,有助于降低疾病风险,切实降低医疗费用支出^[13]。值得注意的是 IPCG06F 19/00 统计频数最高,是基于一系列医疗信息化的智能应用,在医疗机构信息系统如 HIS、HRP、EMR、PACS、RIS、NIS、LIS 等方面不断创新探索^[14]。

表2 3 个智能医疗服务模式申请 IPC 4 级分类情况

类别	数量（件）	IPC 代码	具体技术内容
医疗管理	68	G06F 19/00	专门适用于特定应用的数字计算或数据处理设备或方法
	67	G06F 17/00	特别适用于特定功能的数字计算设备、数据处理设备或数据处理方法
	62	G16H 50/00	专门适用于医疗诊断、医学模拟或医疗数据挖掘的信息与通信技术（Information and Communications Technology, ICT）等
	61	G06Q 50/00	专门适用于特定经营部门的系统或方法
	40	A61B 5/00	用于诊断目的测量等
	35	G16H 10/00	专门用于加工或处理患者相关医疗或保健数据的 ICT
	34	G06Q 10/00	行政、管理
	33	G16H 40/00	专门用于安排或管理医疗保健资源或设施的 ICT 等
	31	G06N 99/00	本小类其他各组中不包括的技术主题
	29	G10L 15/00	语音识别
公共	74	A61B 5/00	用于诊断目的测量等
卫生	39	G06F 19/00	专门适用于特定应用的数字计算或数据处理设备或方法
信息	38	G16H 50/00	专门适用于医疗诊断等
传播	23	G06Q 50/00	专门适用于特定经营部门的系统或方法
	21	A61G 7/00	专用于护理的床等
	21	B25J 11/00	不包含在其他组的机械手
	20	G06K 9/00	用于阅读或识别印刷或书写字符或者用于识别图形
	18	G16H 10/00	专门用于加工或处理患者相关医疗或保健数据的 ICT
	18	G16H 40/00	专门用于安排或管理医疗保健资源或设施的 ICT 等
	17	G10L 15/00	语音识别
医患	185	A61B 5/00	用于诊断目的的测量等
沟通	125	G06F 19/00	专门适用于特定应用的数字计算或数据处理设备或方法
	107	G16H 50/00	专门适用于医疗诊断等
	82	G06F 17/00	特别适用于特定功能的数字计算设备、数据处理设备或数据处理方法
	72	G06Q 50/00	专门适用于特定经营部门的系统或方法
	67	G16H 10/00	专门用于加工或处理患者相关医疗或保健数据的 ICT
	63	G06K 9/00	用于阅读、识别印刷或书写字符或者用于识别图形
	54	G10L 15/00	语音识别
	49	G06T 7/00	图像分析
	45	G16H 40/00	专门用于安排或管理医疗保健资源或设施的 ICT 等

3.2.2 专利技术相关性 基于专利数据中的关键词信息，分析每一个词与其他词之间的相关性，二者共现次数越高则相关程度越高。要关注具有较高相关性的 IPC 代码，同时关注大类下面出现较少的技术点，其可能反映新领域介入，成为未来发展趋势^[15]。中心词四周是相关性较高的关键词，与中心词的距离代表二者关系远近；原点大小代表该词的词频数量。距离中心词位置远近则表示与其相关性分析的程度，节点距离中心词越近则相关度越高。

根据分析结果，3 个智能医疗服务模式的中心词同为 schematic view，且有诸多热点技术在不同服务模式中共同出现，中心词 schematic view 本身的数据处理方法门槛较低且研究充分，结构化医疗数据增加便于数据挖掘素材随之增加。而这与目前医疗行业信息化水平有关，数据较多但高质量数据有限。共同热词为 schematic block diagram、artificial intelligence、machine learning，共同相关度热词为 artificial intelligence，见图 7 – 图 9。医疗服务领域的智

能化集中于图示展示及机器学习的技术研发，这多与医疗本身拥有的数据内容、类型和渠道相关，进而实现算法与模型优化。对比分析智能医疗服务质量管理在病种专业化平台、智能语音录入、自然语言识别病历结构化处理、临床决策支持 4 个场景开展专利相关研发^[16]，在技术层面上实现更加实时及减少人力成本、更好的医疗照护、提高医疗服务效率，这与医疗机构信息发展水平日趋完善有直接关系^[17]。现代医学沿着以病人为中心的方向快速发展，为患者和医生提供带来更好的医疗体验和便捷的工作环境^[18]。智能公共卫生信息传播相关性聚集程度较高，虽技术热点较低但与 AI 技术融合最快，可有效地提供更真实、全景、精准的知识服务及参考^[19]。AI 技术在现代传媒多平台获取相关数据，过数据分析和相关背景材料匹配，借助互联网、移动传媒设备有效、灵活、便捷地传播给大众^[20]。利用 AI 技术推进公共卫生和医学科普知识教育成为一种社会理念。在智能医患沟通方面 AI 应用场景较明晰，可按诊前、诊中、诊后 3 个环节进行分析^[21-22]。

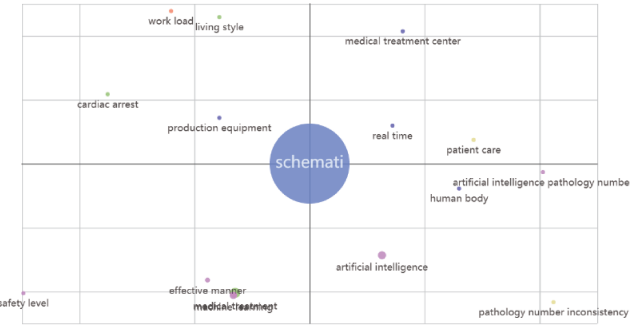


图 7 智能医疗管理专利技术相关性分析

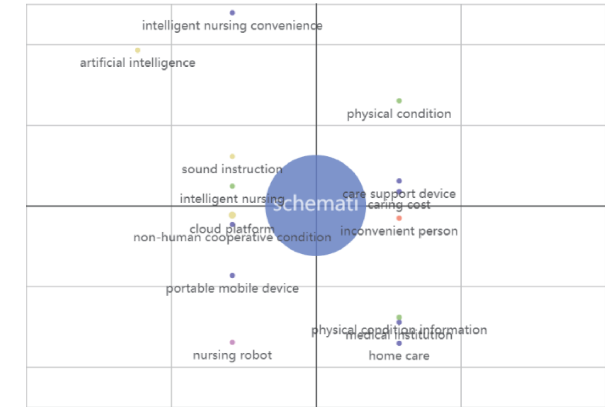


图 8 智能公共卫生信息传播专利技术相关性分析

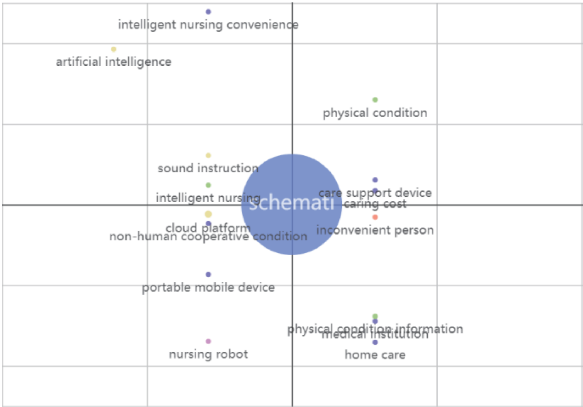


图 9 智能医患沟通专利技术相关性分析

4 讨论

4.1 概述

随着数据资源、计算能力、算法模型等基础条件日臻成熟，AI 医疗融合模式更加清晰，包括医学影像、临床决策支持、语音识别、药物挖掘、健康管理、病理学等众多领域。而医疗服务行业还有较多瓶颈待突破，因此有必要从全球行业相关专利分析入手对我国医学服务领域 AI 产业竞争力进行全面评估，为实现技术新突破提出针对性建议^[23]。

4.2 重视产业布局，打造医疗 AI 生态链

与美、日、欧相比，我国仍处于 AI 技术发展初级阶段。医疗服务领域 AI 技术融合发展面临机遇和挑战，技术理论和制度仍需完善。首先应提高社会对 AI 与医疗产业的重视，尤其是在新一线和二线城市给予更为宽松、开放的招商引资环境，吸引更多 AI 企业布局。行业巨头依靠行业经验积累，通过 AI 打造医疗生态圈，侧重于业务价值实现，既是医疗 AI 提供方也是需求方。北京、上海、杭州、深圳作为一线城市，依托强大的学术、科技、经济实力和政策支持以及百度、阿里、腾讯等科技巨头的行业示范带动作用，在 AI 领域具有先发优势^[24]。其次，在政策方面，根据地方医疗服务产业优势资源找到与 AI 结合点，积极布局 AI 产业园区、招商引资、完善基建，搭建 AI 相关产业生态。新兴医疗数字化及创新企业在技术或业务领域拥有独

特经验积累和优势,通过布局 AI 快速成为有潜力的参与者。与众多科技巨头、投资机构、医疗参与方合作共同探索未来发展之路。构建科技生态侧重于 AI 基础层和技术层布局,通过打造生态链逐步完善行业解决方案^[25-28]。

4.3 加强跨学科人才培养,弱化学科间技术壁垒

医疗领域 AI 应用投入高、技术风险大、研发周期长,仅靠政府政策支持无法保证行业平稳而快速发展。目前医学专业划分越来越细,临床医生对信息技术领域知识掌握有限^[29],尤其是医疗数据收集、整理与应用^[30],这与医疗机构、教育机构学科创新建设密切相关^[31]。目前我国医疗领域 AI 人才严重紧缺,人才培养模式与美国等发达国家存在一定差距。美国高校较早设立 AI 专业,但中国高校 AI 课程分散于计算机、自动化、机械等专业中,缺乏 AI 一级学科,无法形成良性的交叉学科融合发展^[32-33]。探索高校与优秀企业合作培养模式有助于培养理论与实践双优人才,为产业良性发展奠定坚实的人力资源基础^[34],推动医疗专家与科技人才合作交流,全面提升智慧医疗从业者整体素质。

4.4 保障医疗服务数据合规合法,推动伦理体制建设

数据是智慧医疗服务发展核心资源,数据应用的不规范一方面导致学科间流通困境,另一方面造成医疗机构之间、医疗机构与社会资本之间合作壁垒。我国亟须出台行业相关伦理审议规范,为解决伦理问题提供依据^[35-36]。通过国家力量和产业资本结合,有效应对健康医疗服务数据互联互通和数据共享机制问题,有助于医疗服务数据平台建设和开放,进而推动数据采集、存储、深度学习和开发,以发现新知识、创造新价值、提升新能力,为医疗服务 AI 应用带来红利^[37]。应提高医疗服务数据规范化程度,医疗服务数据中既有结构化数据,也有非结构化数据,包括临床病例数据,以及设计细分领域如基因、医疗器械、影像和医院物资数据等^[38-39],对医疗服务数据处理能力提出更高要求。应对医疗服务数据概念、内涵、外延以及文件编制依据、适用范围、原则和思路等进行统一规范阐

述,以便于各级卫生健康行政部门的权责划分,促进安全以及服务管理的规范化、标准化。

5 结语

目前以医学、人工智能学科为支撑,借助于大数据、云平台、移动互联、物联网等行业发展^[40],智慧医疗服务领域保持一定发展活力,创新初具规模,发展空间较大。专利分析仅是医疗服务与人工智能技术融合探索的一方面,尚需要推动相关多学科交叉融合、协调发展,通过优势互补、合作创新完善相关法律法规,深入开展基础与应用研究^[41],对接智能化促进医疗健康事业发展的国家战略,从而提高整体医疗服务质量与效率。

参考文献

- 1 清华大学中国科技政策研究中心. 2018 中国人工智能发展报告 [EB/OL]. [2018 - 07 - 19]. https://download.csdn.net/download/sinat_29046147/10551677.
- 2 董可男,王楠. 智能医疗时代的曙光——人工智能+健康医疗应用概览 [J]. 大数据时代, 2017 (4): 26 - 37.
- 3 陈肖鸣,陈寿权,黄晓洁,等. 我院医疗服务流程再造的实践与探索 [J]. 中国医疗管理科学, 2015, 5 (4): 23 - 27.
- 4 赖晓敏,张俊飏,李兆亮. 中国农业专利的分布及影响因素 [J]. 科技管理研究, 2019, 39 (15): 160 - 169.
- 5 中国专利保护协会. 2018 人工智能技术专利深度分析报告 [EB/OL]. [2018 - 11 - 12]. <http://www.ppac.org.cn/news/detail-82.html>.
- 6 代意玲,顾东晓,陆文星,等. 医院信息系统持续使用意愿研究——基于技术接受模型和期望确认理论 [J]. 计算机科学, 2016 (7): 240 - 244.
- 7 虞水,刘爱平. 计算机化的医院信息系统与医院管理研究 [J]. 中国卫生产业, 2019 (28): 171 - 172.
- 8 何献忠,许仲兴,陈欣,等. 人机大战引发智能医疗的探讨 [J]. 中国医学工程, 2016, 24 (4): 35 - 37.
- 9 林彦希. 智能医学平台创业商业计划书 [D]. 兰州: 兰州理工大学, 2018.
- 10 张振刚,黄洁明,陈一华. 基于专利计量的人工智能技术前沿识别及趋势分析 [J]. 科技管理研究, 2018, 38

- (5): 36-42.
- 11 王远旭. 基于机器学习算法的医疗数据处理与分析 [D]. 厦门: 厦门大学, 2018.
- 12 李墨勋. 浅谈面向医疗大数据处理的医疗云关键技术 [J]. 数码世界, 2016 (3): 56.
- 13 俞乐欣, 王健, 孟彦, 等. 我国智慧医院发展的 PEST 分析 [J]. 智慧健康, 2019 (19): 1-3.
- 14 刘广伟, 王振虹, 曲政海, 等. 基于信息化技术的门诊医疗服务质量精细化管理的实践探索 [J]. 中国医疗管理科学, 2019, 9 (2): 41-44.
- 15 黄鲁成, 黄斌, 吴菲菲, 等. 基于专利共类的信息与生物技术融合趋势分析 [J]. 情报杂志, 2014, 33 (8): 59-63.
- 16 李文萱, 李文. 数据挖掘技术在医院信息系统中的应用研究 [J]. 中国管理信息化, 2018 (4): 143-144.
- 17 李海明, 王有强. 卫生资源投入与健康中国建设: 基于价值的卫生系统视角 [J]. 中国行政管理, 2018 (8): 65-69.
- 18 张合华, 孙永楠, 赵玉虹. 移动医疗健康需求分析 [J]. 医学信息学杂志, 2014, 35 (5): 8-13.
- 19 苏婧, 周碧莹, 吴艳梅. 健康媒体向移动医疗服务平台的转型——以上海报业集团听健康传媒为例 [J]. 青年记者, 2017 (18): 76-77.
- 20 高奇琦, 吕俊延. 智能医疗: 人工智能时代对公共卫生的机遇与挑战 [J]. 电子政务, 2017 (11): 11-19.
- 21 陈晶晶, 田曼. 浅析医患共同决策面临的问题及出路 [J]. 医学与哲学 (A), 2018, 39 (4): 10-12, 20.
- 22 陈梁华, 刘宇平, 幸雯靖. 基于移动互联网的医患远程管理系统建设 [J]. 中国医疗设备, 2020, 35 (1): 89-91, 110.
- 23 崔小利, 张玲. 智能医疗领域 CPC 分类特点和检索实践应用 [J]. 中国发明与专利, 2019, 16 (1): 92-96, 102.
- 24 上海交通大学. 2019 中国人工智能医疗白皮书 [EB/OL]. [2019-01-09]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1622163417261698116&wfr=spider&for=pc>.
- 25 成青青. 人工智能与实体经济融合路径研究 [J]. 北京经济管理职业学院学报, 2018 (4): 3-9.
- 26 李璐. 信息资源产业与文化产业融合的实证分析——基于中国上市公司 1997 年-2012 年数据 [J]. 情报科学, 2016 (3): 122-126.
- 27 ARBOR 中国行销部. 融合医疗科技推动成长共赢——2007 ARBOR 嵌入式技术论坛诠释“数字企业、数字生活” [J]. 中国医疗器械信息, 2007, 13 (7): 82-83.
- 28 陈梁华, 刘宇平, 幸雯靖. 基于移动互联网的医患远程管理系统建设 [J]. 中国医疗设备, 2020, 35 (1): 89-91, 110.
- 29 刘炜, 李润知, 林子松. 智慧医疗交叉学科研究生培养模式研究 [J]. 河南教育 (高教), 2019 (3): 103-105.
- 30 刘媛, 刘国祥. 临床医生职业倦怠现状及相关因素研究 [J]. 第三军医大学学报, 2020 (3): 288-293.
- 31 尹梓名, 郑建立. 医学信息工程专业发展及课程设置探讨 [J]. 教育教学论坛, 2017 (26): 214-215.
- 32 滕树凝. 对医学信息学人才培养的思考 [J]. 卫生职业教育, 2012 (10): 11-13.
- 33 孟雪, 陈月明, 钟亚鼎, 等. 医科院校工程类专业医学数据处理课程体系建设探讨 [J]. 科教文汇 (下旬刊), 2018 (10): 75-77.
- 34 高汉松, 肖凌, 许德玮, 等. 基于云计算的医疗大数据挖掘平台 [J]. 医学信息学杂志, 2013, 34 (5): 7-12.
- 35 潘若琳, 郑秋莹. 人工智能在健康产业应用中的伦理问题分析 [J]. 中国医学伦理学, 2019, 32 (12): 1541-1546.
- 36 谢洪明, 陈亮, 杨英楠. 如何认识人工智能的伦理冲突? ——研究回顾与展望 [J]. 外国经济与管理, 2019 (10): 109-124.
- 37 蒋昆, 冯娟, 田玉兔, 等. 医院信息化中医疗数据平台的现实应用探讨 [J]. 现代生物医学进展, 2012, 12 (19): 3728-3730.
- 38 郑小燕, 于明雪, 崇雨田, 等. 医院后勤保障系统应对公共卫生事件的思考及策略 [EB/OL]. [2020-02-29]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1041.C.20200227.2128.010.html>.
- 39 汪红志, 赵地, 杨丽琴, 等. 基于 AI + MRI 的影像诊断的样本扩增与批量标注方法 [J]. 波谱学杂志, 2018 (4): 447-456.
- 40 谷业凯. 我国人工智能论文发文量全球领先 [N]. 人民日报, 2019-05-26 (001).
- 41 郑砚璐, 黄有霖. 互联网医疗的法律规制 [J]. 福建医科大学学报 (社会科学版), 2016, 17 (2): 19-23, 63.