

·医学数据科学·

# 乳腺癌人工智能辅助诊断专利情报研究

刘超,石艳丽,赵怡

(国家知识产权局专利局专利审查协作北京中心,北京 100083)

**摘要:**目的 通过对乳腺癌人工智能辅助诊断专利情报进行分析,为技术研发提供参考。方法 在 incoPat 数据库中检索乳腺癌人工智能辅助诊断全球专利,阅读专利文献并手动标引,分析全球和中国专利申请趋势、专利申请主要原创国家/地区、重要专利申请人。结果 全球和我国专利申请分别在 2015 年、2017 年开始快速增加;美国申请量占全球总量的 43.78%,我国占 24.07%,其次为韩国、日本、荷兰、德国;重要申请人包括国外的飞利浦、西门子、Enlatic、IBM 和我国的腾讯、联影等。结论 乳腺癌人工智能辅助诊断专利申请量趋势与人工智能算法的发展趋势一致,2015 年后全球专利申请量快速增长,预期未来将持续发展。美国和中国技术优势明显。重点申请人包括医疗龙头企业、医学影像公司、计算机企业、新科创企业。重要申请人的成功因素包括在医学影像数据领域的技术优势、先进的人工智能算法、大数据领域的技术优势、与企业、高校、医院的合作以及公司间的并购。

**关键词:**乳腺癌;人工智能;辅助诊断;专利申请人

中图分类号:R736.3

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1006-1959.2023.05.008

文章编号:1006-1959(2023)05-0046-06

## Patent Analysis of AI Assisted Diagnosis of Breast Cancer

LIU Chao,SHI Yan-li,ZHAO Yi

(Patent Examination Cooperation&lt;Beijing&gt;Center of the Patent Office,CNIPA,Beijing 100083,China)

**Abstract: Objective** To provide guidance for technology research and development by analyzing patent information of artificial intelligence assisted diagnosis of breast cancer.**Methods** The global patents of breast cancer artificial intelligence-assisted diagnosis were searched in the incoPat database, and the patent literature was read and manually indexed to analyze the global and Chinese patent application trends, the main original countries / regions of patent applications, and important patent applicants.**Results** Global and Chinese patent applications began to increase rapidly in 2015 and 2017 respectively. The United States accounted for 43.78% of the global total, China accounted for 24.07%, followed by South Korea, Japan, the Netherlands and Germany. Important applicants include Philips, Siemens, Enlatic, IBM, Tencent and United Imaging.**Conclusion** The trend of number of patent applications is consistent with the development trend of artificial intelligence algorithms. Since 2015, the number of global patent applications has increased rapidly, and it is expected to continue developing in the future. The United States and China have great technological advantages. Important applicants include leading medical enterprises, medical imaging companies, computer enterprises, and new innovative enterprises. Key success factors of the applicants are advantages in the field of medical image data, advanced artificial intelligence algorithms, technical advantages in the field of big data, cooperation with enterprises, universities or hospitals, and mergers and acquisitions between companies.

**Key words:** Breast cancer; Artificial intelligence; Assisted diagnosis; Patent; applicant

《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》中指出,为强化国家战略科技力量,瞄准人工智能、生命健康等前沿领域,实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技项目。智慧医疗技术是深度融合了人工智能和生命健康技术<sup>[1]</sup>。人工智能技术的核心在于机器学习,其通过对海量的数据进行不断的采集、加工、分析和挖掘,对特定的模型进行不断的训练,最终形成有价值的知识模型<sup>[2]</sup>。人工智能技术与疾

病诊断十分契合,是智慧医疗的重要应用场景和研究热点<sup>[3-6]</sup>。人工智能辅助诊断针对的疾病包括癌症、脑部疾病、精神类疾病、心血管疾病和肺部疾病等<sup>[7,8]</sup>。乳腺癌是全球发病率最高的恶性肿瘤及女性常见的恶性肿瘤<sup>[9,10]</sup>。在过去 20 年里,乳腺癌的发病率逐年提高<sup>[11]</sup>。目前关于乳腺癌的确切发病机制尚不明确,相关高危因素难以控制,一级病因预防较难实现,故乳腺癌的防控以“早发现、早诊断、早治疗”的二级预防为主。虽然目前没有预防乳腺癌的手段,但是疾病的早期发现延长了患者预期的寿命,并且降低了需要全乳腺切除的可能性<sup>[12]</sup>。临床上乳腺癌筛查主要依靠影像学检查和活体组织检查。影像学检查手段有乳腺 X 线钼靶图像、乳腺超声及乳腺

作者简介:刘超(1985.3-),女,天津人,硕士,助理研究员,主要从事医疗领域专利审查工作

MRI 等。活体组织检查是乳腺癌最终确诊的金标准<sup>[13-15]</sup>。乳腺癌的临床早期筛查面临着一些问题,如医疗资源不均衡、影像成像质量不同、影像数据量大、人工阅片耗时长,还可能会因医生水平参差不齐及阅片主观性导致阅片错误,存在漏诊误诊的风险<sup>[16]</sup>。人工智能辅助诊断与医师诊断相比,具有不受医师主观性、经验差异及疲劳等人为因素影响的自身优越性<sup>[17-20]</sup>。本文主要以乳腺癌人工智能辅助诊断为例进行专利情报研究。

## 1 资料与方法

**1.1 资料来源** 在 incoPat 全球专利数据库中检索乳腺癌人工智能辅助诊断全球专利。首先采用关键词和分类号检索,在每次检索后导出少部分检索结果以简单浏览其标题和摘要,补充遗漏的关键词和分类号,大概计算噪声文献的比例。根据明显的噪声文献修改检索式,在检索式中用“NOT 噪声关键词”的方式剔除掉这部分噪声文献。用修改后的检索式重复上述步骤,直到噪声文献的比例在 20% 左右。由于后期需要人工阅读每篇文献并标引,因此噪声文献过多不利于后期人工阅读,而噪声文献过少可能表示文献的查全率不足。最后针对该领域的重要创新主体进行针对性的检索,完善检索结果。

**1.2 关键词** 包括乳腺、癌、人工智能及具体算法、诊断的中英文扩展关键词,如(乳腺 or 乳房 or 乳头 or breast or mammary)、(癌 or 瘤 or 恶性占位 or 恶性病变 or cancer or tumor or tumour or neoplasm)、(诊断 or 确诊 or diagnosis)、(人工智能 or 机器学习 or 神经网络 or 深度学习 or 支持向量机 or 贝叶斯 or K 近邻等具体算法及其英文)。分类号包括 IPC 和 CPC 分类号,如 A61B5 -A61B10、G16H50、G16H30、G06N20、G06N3 等。噪声关键词包括驾驶、汽车、动物、睡眠、保险等。检索结果经简单同族合并后导出

数据。

**1.3 方法** 首先,阅读申请文件从而剔除噪音并人工标引,阅读标题、摘要以及必要时阅读说明书,剔除掉无关专利文献,标引相关文献,重点标引项包括诊断所采用的医学数据源、人工智能算法的名称和作用、专利发明点、技术效果。其次,分析全球专利申请趋势和中国专利申请趋势,统计各国专利申请量并排序,确定专利申请的主要原创国家/地区。最后,统计并确定重要申请人,对重要申请人进行背景调查、专利布局分析和专利技术分析。

## 2 结果

**2.1 专利申请趋势** 乳腺癌人工智能辅助诊断专利申请最早出现在 20 世纪 90 年代初,在最初的 20 年,乳腺癌人工智能辅助诊断技术长期处于萌芽阶段,每年的全球申请量很少。2015 年以后乳腺癌人工智能辅助诊断领域的全球申请量进入了高速增长阶段且增长势头不减。我国相关专利技术长期处于空白阶段,2017 年才开始出现了一定的专利申请,但是增长迅速,见图 1。由于专利从申请到公开要间隔一段时间,因此很多 2020、2021 年申请的专利尚未公开。

**2.2 主要国家/地区专利申请量** 乳腺癌人工智能辅助诊断领域全球专利申请主要原创国为美国、中国、韩国、日本、荷兰和德国。从申请趋势来看,在 2015 年前美国维持着少量专利申请,其他国家的申请量可忽略不计,近几年虽然各国的专利申请量均出现了增长,但增长量主要由美国和中国贡献。从申请总量来看,美国申请总量为 482 项,为最主要的技术产出地区,占比全球总量的 43.78%,其次是我国,申请总量为 265 项,占比 24.07%,韩国、日本、荷兰、德国占比在 6.64%~4.43%,见图 2。

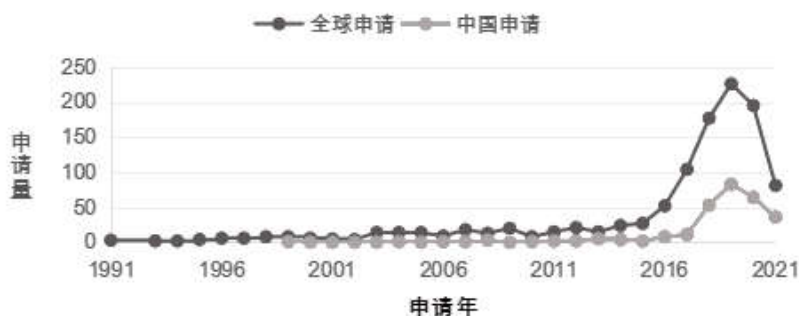


图 1 乳腺癌人工智能辅助诊断专利申请情况

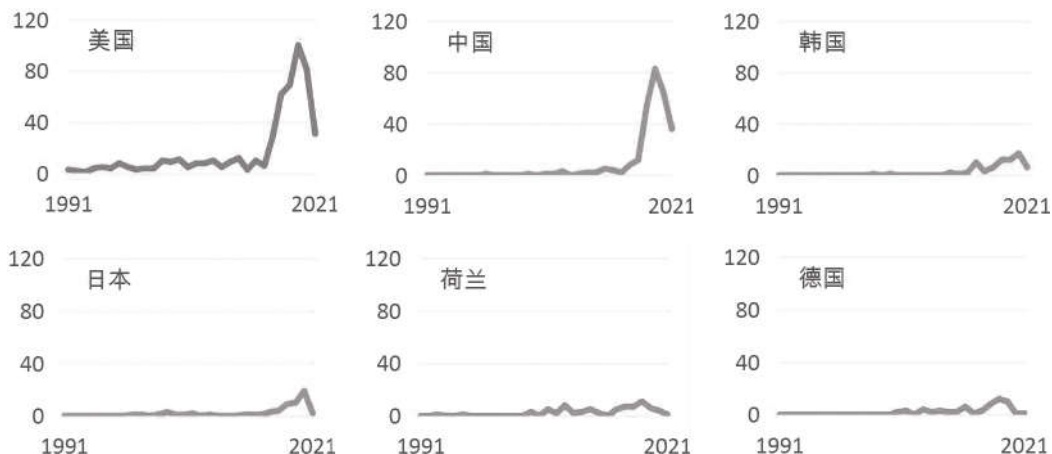


图 2 乳腺癌人工智能辅助诊断原创国申请趋势

### 2.3 重要申请人

2.3.1 全球申请人排名 乳腺癌人工智能辅助诊断专利全球申请人排名前 15 见图 3。飞利浦、西门子是医疗器械行业的巨头,专利申请量明显多于其他申请人。Enlitic 公司成立于 2014 年 1 月,是一家运用机器学习等前沿技术辅助医疗诊断的新公司。IBM 和谷歌在人工智能算法领域技术先进,IBM 为了丰富自身的医疗数据库收购了医学图像软件公司 Merge Healthcare。排名中有 4 家中国申请人:腾讯、联影、中国科学院和杭州依图。

从申请人的专利布局来看,飞利浦和西门子在美国、中国、欧洲均有较多申请,并且有较多的 PCT 申请。飞利浦 79 项专利中 43 项进入中国,西门子 73 项专利中 20 项进入中国,飞利浦在中国的专利申请量为西门子的 2 倍。Enlitic、IBM 主要在美国申请专利。腾讯、联影主要在中国申请专利,另有少量的美国专利和 PCT 专利,见表 1。

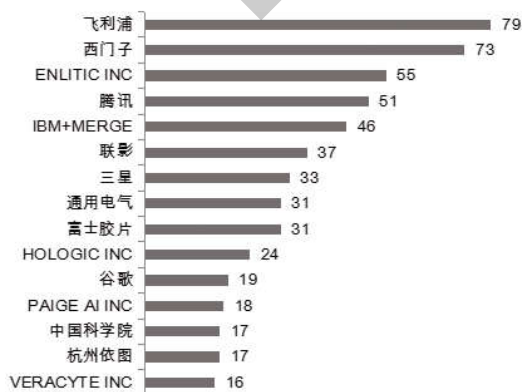


图 3 乳腺癌人工智能辅助诊断全球申请人排名

表 1 重要申请人在目标国家/地区专利申请量(项)

申请人	US	CN	WO	EP	JP	KR
飞利浦	33	43	52	53	38	0
西门子	42	20	30	29	2	2
ENLITIC INC	55	0	2	0	0	0
腾讯	10	49	12	1	3	1
IBM+MERGE	45	9	6	0	6	0
联影	6	35	3	2	0	0
三星	23	10	4	9	1	26
通用电气	26	14	12	21	15	4
富士胶片	22	1	6	10	29	0
HOLOGIC INC	11	6	13	8	4	1
谷歌	11	8	13	7	3	0
PAIGE AI INC	11	0	7	0	0	0
中国科学院	0	17	0	0	0	0
杭州依图	0	17	2	0	0	0
VERACYTE INC	15	0	1	0	0	0

2.3.2 飞利浦 飞利浦的专利申请趋势见图 4。飞利浦是传统医疗器械三巨头(GE、飞利浦、西门子)之一,其在乳腺癌人工智能辅助诊断领域已持续发展了近 30 年,除 2018 年申请量明显上升之外,近年的申请量比较稳定。飞利浦的乳腺癌人工智能辅助诊断专利中 64.29%以医学影像为数据源,15.71%以基因为数据源,病理图像占 5.71%,生化数据占 2.86%。飞利浦的专利申请的技术分支分布见图 5。飞利浦在乳腺癌人工智能辅助诊断专利中的重点技术分支是诊断分级,也就是通过对辅助诊断流程中多个步骤的改进,提供整体的解决方案和进步。另外,图像预处理、模型建立、特征提取也是飞利浦的主要技术布局方向,所实现的主要技术效果是提高

诊断的自动化、优化训练数据、改进特征或参数、提高诊断精准度。

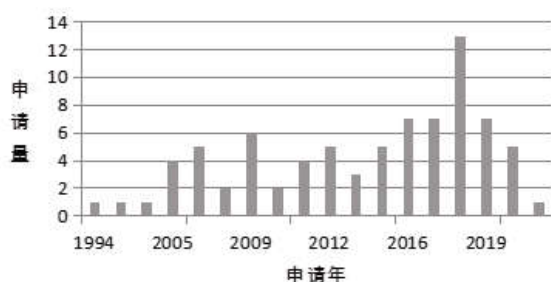


图 4 飞利浦在乳腺癌人工智能辅助诊断的申请量

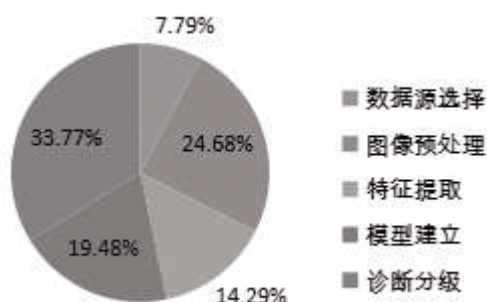


图 5 飞利浦在乳腺癌人工智能辅助诊断中的技术分支

2.3.3 西门子 西门子的专利申请趋势见图 6。西门子在乳腺癌人工智能辅助诊断领域保持着一定的申请量,2017 年开始专利申请量出现了明显的增长。西门子有 54.79%的专利是基于医学影像实现人工智能辅助诊断,26.03%的专利合并考虑了医学影像数据与其他数据,例如以患者的医学影像为主并结合生化数据、大数据实现辅助诊断或良恶性判别,13.70%的专利基于生化数据。西门子的专利申请的技术分支分布见图 7。西门子在乳腺癌人工智能辅助诊断专利中的重点技术分支依次是诊断分级、模型建立和图像预处理。所实现的主要技术效果是改进医学图像质量、优化诊断模型、提高诊断精准度、预测治疗效果、降低医疗成本。

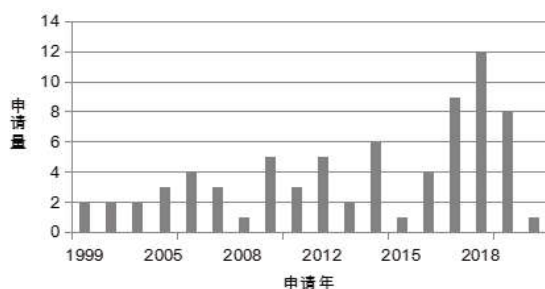


图 6 西门子在乳腺癌人工智能辅助诊断的申请量

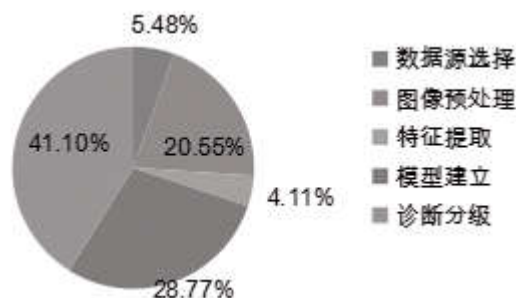


图 7 西门子在乳腺癌人工智能辅助诊断中的技术分支

2.3.4 腾讯 腾讯公司的专利申请包括 2018 年 6 件,2019 年 32 件,2020 年 9 件,2021 年 4 件。腾讯首先完成了乳腺钼靶人工智能诊断产品的研发和落地,并且在核磁共振和病理方面,相关的研发的工作也已经展开。腾讯与多家医院联合研发,在 2018 年 7 月推出了“腾讯觅影”乳腺肿瘤筛查人工智能系统。在乳腺癌人工智能辅助诊断中,80.39%的专利基于医学影像进行辅助诊断,17.65%基于病理图像。在医学影像中,41.46%采用乳腺钼靶图像,14.63%采用磁共振图像,4.88%采用超声图像,还有 39.02%的专利也采用医学影像但是可以采用乳腺钼靶图像、磁共振图像、超声图像中的任一种或多种。腾讯的专利申请的技术分支分布见图 8。在技术分支来看,43.14%的专利的重点在于确诊分级,也就是从人工智能辅助诊断流程的多个步骤进行改进,33.00%的专利的重点在于图像预处理,19.61%的专利的重点在于模型建立。腾讯的大部分专利都撰写为人工智能辅助诊断整体方案,从一个新的技术构思出发,围绕该技术构思在图像预处理、特征提取、模型建立和诊断分级各步骤将技术方案完整的体现在专利申请文件中。

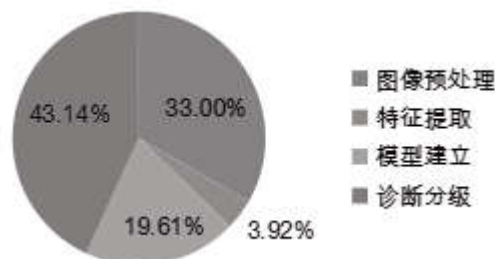


图 8 腾讯在乳腺癌人工智能辅助诊断中的技术分支

腾讯公司的专利授权率为 45.10%，在审率 49.02%，而失效率仅有 3.92%。已经审结的案子中几

乎全部都被授权,由此可见,腾讯公司的技术水平以及专利申请水平很高。在全部专利中,有 72.55% 的专利申请仅包含 CN 同族,23.53% 的专利申请有 WO 同族,有 1.96% 的申请仅包含 CN 和 US 同族。腾讯公司 3/4 的申请为国内申请,1/4 的申请为 PCT 申请。腾讯在该领域有一定的海外专利布局,较为重视海外专利保护。

2.3.5 联影 联影公司的专利申请包括 2012 年 1 件,2013 年 1 件,2016 年 2 件,2018 年 5 件,2019 年 8 件,2020 年 12 件,2021 年 8 件。联影在乳腺癌人工智能辅助诊断领域的专利全部都是采用医学影像作为数据源,没有涉及病理图像、生化数据、大数据的专利。联影的专利申请的技术分支分布见图 9。联影将近一半的专利的发明点在于图像预处理,研究重点包括:实现对扫描影像质量的智能评估,在数十层甚至上百层扫描影像中方便快捷地筛选出存在质量问题的扫描影像并进行异常区域的提示,从而提升检查诊断整个流程的效率以及准确率。

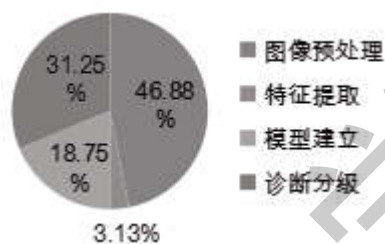


图 9 联影在乳腺癌人工智能辅助诊断中的技术分支

### 3 讨论

人工智能辅助乳腺癌等癌症的诊断是人工智能在医疗领域的热点,该领域的发展得益于人工智能算法的发展。2015 年在图像识别领域基于深度学习的人工智能算法实现了飞跃式发展。2015 年前人工智能辅助乳腺癌诊断专利处于缓慢增长期,全球专利申请量较少。2015 年后进入快速发展期,随着人工智能进入第三波发展高潮、医学影像学、大数据、海量计算技术的不断发展,专利申请大量出现,2015-2020 年保持高速增长,可以预计专利申请量会继续增加。我国相关专利技术起步晚一些,但多方面因素促进其快速发展:我国政府高度重视智慧医疗的发展,我国是人口大国,医疗资源相对紧张,而人工智能辅助诊断能够提升诊断效率、弥补基层医疗力量的不足,国家政策的支持与市场需求促使

相关产业快速发展。

美国、中国在该领域的技术优势明显。美国作为发达国家、超级大国,基本上在各个领域都是专利实力最强的。我国在该领域的专利申请总量排第 2 位,一方面是因为我国有一批实力强的创新主体,另一方面是中国人口基数大从而专利申请数量多。我国正在从专利数量大国向专利质量强国转变,我国的申请人要摒弃低质量专利申请,提高专利质量,充分用好专利制度,最终实现专利的经济价值。

该领域的重要申请人主要分为两类:医疗公司和计算机公司,具体来说包括医疗强企如飞利浦和西门子、医学影像企业如联影,还包括计算机互联网企业如腾讯和 IBM、新科创企业如 Enlitic 公司。飞利浦、西门子在医学影像领域有成熟的产品、海量的图像数据,因而在人工智能辅助诊断乳腺癌技术上有明显的优势。联影在医学影像领域具备一定的基础和技术储备。腾讯利用自身在互联网、人工智能、大数据上的优势联合多家医院和科研机构在人工智能辅助诊断乳腺癌领域申请了大量专利。IBM 本身在人工智能领域即具备一定的实力,并通过企业并购弥补了自身在医学影像数据库上的不足。Enlitic 公司更是一家专门致力于机器学习辅助诊断的公司。

从在目标国家/地区的专利布局情况来看,飞利浦和西门子的目标市场是全球,因此重视 PCT 专利申请,在各个国家的专利布局也比较广泛和均衡。同为医疗行业巨头,飞利浦有 43 项在我国的专利申请,而西门子仅为 20 项,西门子对我国市场的关注和保护力度更弱一些。Enlitic、腾讯、IBM 等申请人更偏重于在自身所属的国家申请专利,影响这些企业专利布局的因素包括公司实力、申请和维持专利的成本、进入目标市场并获得商业利益的预期等。在我国申请人中,腾讯的 PCT 申请量是最多的,具备更优秀的研发实力和全球布局意识。

这些企业的成功经验有以下几点:依托于医学成像设备获得大量的医学影像数据,研发先进的人工智能或大数据算法,与医院合作弥补自身在医学数据、医学知识方面的不足,与企业和科研院所合作或通过并购提升研发能力弥补在医学数据或人工智能算法方面的不足,进行 PCT 申请的全球布局,围绕核心专利构建专利保护壁垒。

乳腺癌人工智能辅助诊断是智慧医疗的热点领

域,我国创新主体要重视技术研究和专利布局。首先,利用好国家对智慧医疗的鼓励和优惠政策,积极参与相关项目;其次,医学影像数据的获取、辅助诊断算法的验证离不开医疗机构,建议企业、科研院所加强与医院的合作,获得医学数据、相关医学知识、以及医生与患者的反馈,有助于相关技术更贴合实际应用场景,并弥补医疗机构在人工智能算法领域的劣势;再次,创新主体要做好目标市场和竞争对手的分析,包括目标市场的产业现状、竞争格局、关键技术发展趋势,以及竞争对手的专利现状、专利布局,找准技术热点、技术机遇,规避专利风险、技术短板,从而规划创新主体自身的技术发展路径。

#### 参考文献:

- [1]钟玉婷,钟坚.人工智能发展水平测度指标体系及其应用[J].社会科学动态,2022(6):54-59.
- [2]Johnson M,Albizri A,Simsek S.Artificial intelligence in healthcare operations to enhance treatment outcomes: a framework to predict lung cancer prognosis [J].Annals of Operations Research,2020,308(1-2):1-31.
- [3]王立石,宋洁,张洁.基于人工智能的智慧医疗对专利保护政策的挑战及应对[J].软件,2019,40(8):171-174.
- [4]王嘉良.基于 Web of Science 可视化分析人工智能在乳腺癌领域的研究热点[J].河南医学研究,2021,30(29):5391-5396.
- [5]Davuluri S,Kishore DR.Cancer Clumps Detection using Image Processing Based on Cell Counting and Artificial Neural Network Techniques[J].International Journal of Engineering and Advanced Technology,2019,9(2):5124-5126.
- [6]马梦伟,秦耿耿,徐维敏,等.基于 X 线及超声乳腺影像报告和数据系统构建机器学习模型预测乳腺癌分子分型[J].中国医学影像技术,2020,36(12):1814-1819.
- [7]张永梅,陈彤,马健喆,等.基于难样本挖掘和深度学习的乳腺癌检测方法[J].计算机工程与设计,2021,42(6):1727-1734.
- [8]Vijayakumar K,Kadam VJ,Sharma SK.Breast cancer diagnosis using multiple activation deep neural network [J].Concurrent Engineering,2021,29(3):275-284.
- [9]Khan S,Islam N,Jan Z, et al.A novel deep learning based framework for the detection and classification of breast cancer using transfer learning [J].Pattern Recognition Letters,2019,125: 1-6.
- [10]左文思,金林原,李芬穗.超声造影对不同分子分型乳腺癌的诊断价值[J].分子影像学杂志,2019,42(4):423-429.
- [11]江泽飞,许凤锐.乳腺癌精准治疗:20 年探索历程[J].中国实用外科杂志,2020,40(1):83-88.
- [12]Wang X,Guo Y,Wang Y,et al.Automatic breast tumor detection in ABVS images based on convolutional neural network and superpixel patterns [J].Neural Computing and Applications, 2019,31(4):1069-1081.
- [13]Dharani NP,Bojja P,Kumari PR,et al.Detection of Breast Cancer by Thermal Based Sensors using Multilayered Neural Network Classifier [J]. International Journal of Engineering and Advanced Technology,2019,9(2):5615-5618.
- [14]任鸿昌,杨建武,李成林,等.联合应用彩超、钼靶、MRI 对早期乳腺癌的诊断价值[J].武警医学,2021,32(3):201-204.
- [15]邵旭辉,张军胜,张华文,等.动态增强 MRI、钼靶对致密型乳腺病变的诊断效能对比研究[J].中国 CT 和 MRI 杂志, 2021,19(12):87-89.
- [16]Yala A,Lehman C,Schuster T,et al.A Deep Learning Mammography-based Model for Improved Breast Cancer Risk Prediction[J].Radiology,2019,292(1):60-66.
- [17]淦凤萍,肖雪花,胡美娟.人工智能超声对乳腺癌早期诊断及预后评估的价值分析[J].癌症进展,2022,20(14):1480-1486.
- [18]Frazer H,Qin AK,Pan H,et al.Evaluation of deep learning-based artificial intelligence techniques for breast cancer detection on mammograms: Results from a retrospective study using a BreastScreen Victoria dataset [J].Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology,2021,65(5):529-537.
- [19]Pacilè S,Lopez J,Chone P,et al.Improving Breast Cancer Detection Accuracy of Mammography with the Concurrent Use of an Artificial Intelligence Tool [J].Radiology:Artificial Intelligence,2020,2(6):1-9.
- [20]Wu N,Phang J,Park J,et al.Deep Neural Networks Improve Radiologists' Performance in Breast Cancer Screening. [J].IEEE Transactions on Medical Imaging,2020,39(4):1184-1194.

收稿日期:2022-11-16;修回日期:2022-12-12

编辑/成森