

文章编号: 1002-6673 (2023) 06-136-04

协作机器人专利技术研究热点及趋势分析

冯 龙, 王雪婷, 何 华

(北京市科学技术研究院 智能装备研究所, 北京 100061)

摘 要: 为使协作机器人行业相关科研人员更精准把控协作机器人专利申请现状、研判未来发展趋势。依托 Incopat 全球专利数据库, 并辅助使用 ItgInsight 工具分别对全球协作机器人专利技术研究热点及中国不同地区协作机器人专利技术研究热点进行统计分析。结果显示协作机器人技术正处于快速成长期, 专利技术研究热点由机构学向机器视觉、触觉、控制算法及人工智能等领域转变, 协作机器人专利技术在非工业应用场景领域布局持续拓展。

关键词: 协作机器人; 专利技术; 研究热点; 趋势分析

中图分类号: T-18 **文献标识码:** A **doi:**10.3969/j.issn.1002-6673.2023.06.040

Research Hotspots and Trend Analysis of Collaborative Robot Patent Technology

FENG Long, WANG Xue-Ting, HE Hua

(Intelligent Equipment Research Institute of Beijing Academy of Science and Technology, Beijing 100061, China)

Abstract: In order to enable collaborative robot industry researchers to more accurately grasp the current status of collaborative robot patent technology applications and predict future development trends, relying on the Incopat global patent database and with the aid of the ItgInsight tool, the global collaborative robot technology research hotspots and collaborative robot technology research hotspots in different regions of China were statistically analyzed. The results show that collaborative robot technology is in a period of rapid growth, the research hotspots of patent technology are shifting from institutional studies to machine vision, touch, control algorithms and artificial intelligence, and the layout of collaborative robot patent technology in non-industrial application scenarios continues to expand.

Keywords: Collaborative robots; Patent technology; Research hotspots; Trend analysis

0 引言

随着全球劳动力成本的不断增加, 制造企业需要开发新技术以提高生产率。机器人技术的更新迭代, 使人机协作显示出巨大潜力。相比传统工业机器人, 协作机器人凭借着安全、灵活、易部署等特点, 快速融入多元场景, 在工业、物流、医疗、教育等诸多领域实现了良好应用, 尤其自 2020 年新冠肺炎疫情发生以来, 协作机器人因具有无人接触、远程服务、代替人工等优势, 更是发挥了重要作用, 得到了快速发展。专利作为科技发展的前沿蕴含着大量的技术创新信息, 通过对协作机器人的专利进行分析能够客观地认识到行业相关技术的研发现状, 对相关政府、高校、科研院所及企业的决策制定、调控及研发布局具有一定的意义^[1]。本文聚焦协作机器人, 通过使用 incoPat 全球专利数据库, 从时间及地域两个维度对协作机

修稿日期: 2023-05-31

项目来源: 北京市科学技术研究院智能装备研究所创新工程软项目(11000022T000000446864)

作者简介: 冯龙(1987-), 男, 本科, 统计师, 科研管理部副部长, 研究方向: 竞品分析, 产业分析, 市场分析。

器人技术热点及技术发展趋势进行研究, 为国内协作机器人企业、高校科研院所的技术研究和创新提供参考。

1 数据来源及检索方式

1.1 数据来源 & 检索方式

本文专利检索部分数据来源为 Incopat 全球专利数据库, 辅助使用 ItgInsight^[2]工具进行数据分析^[3]。在进行检索前, 首先结合协作机器人的主要构成和应用领域对协作机器人技术主要 IPC 分类号进行提取, 在得到协作机器人 IPC 分类号的基础上, 结合协作机器人常用关键词, 确定协作机器人专利检索式。

1.2 IPC 分类 & 检索降噪

通过将协作机器人技术分为本体技术、控制系统技术、驱动系统技术及应用场景技术四大类后, 再依据 IPC 分类表对各技术关键词匹配 IPC 分类号, 得到协作机器人技术分支及其对应的 IPC 分类号^[4], 如表 1 所示。由于协作机器人应用领域广泛的特殊性, 为防止医疗机器人、服务机器人等与协作机器人无关的噪声出现, 本文检索侧重于“检准”原则。因此检索结果可能无法涵盖一些“非典型”协作机器人公司所申请的专利, 如镁伽科技公司的相关专利。

表 1 协作机器人技术分支及其对应的 IPC 分类号

一级技术分支	二级技术分支	三级技术分支	IPC 分类	IPC 分类号解释			
本体	机械手与末端执行器		B25J	协作机器人本体及末端执行器			
			F16D	联轴器			
控制系统	传动部件		G06N	算法控制、系统优化等			
			G09B	示教系统			
	控制计算机	传感器	力觉传感器	G01L3、G01L25	涉及力矩传感器或力矩检测方法		
			触觉传感器	G01L3、G01L25			
			视觉传感器	G06T5、G06T7	图像分析与数据处理		
				G06K9、G06K17	图形数据读取		
				G06V10	图像或视频的模式识别或机器学习的方法或安排		
				H04N	图像通信		
				H04N5/232	遥控		
				G01B21	精度测试、碰撞检测等		
				G01C21	可视导航系统		
				G01S	无线电导航		
				G01D	非专用于特定变量的测量		
				G05D1/02	二维位置的控制		
				G05B	运动轨迹跟踪、参数优化等		
	G05D19	振幅、频率的控制					
驱动系统	驱动器	液压驱动	G06F	实现人机协同的数据处理			
			F15B	伺服马达			
			H02K7	协作机器人电机、抱闸等装置			
			H02P3、H02P4	电机的控制			
			H02N	电机			
			F17D	管道系统			
			F16H	协作机器人减速器			
			应用情景	面向工业领域的应 用情景	装载、输送 密封、包装 封闭件封装 机床组合加工 磨削 焊接 磨削、抛光 专门适用于有变形或无变形零件或物品的装配 搬运 对表面涂布流体 机床零件加工 穿孔 切割 仪器储存装置 清洁机构 轴承零件 紧固、连接、拆卸	B65G47、B65G43	与装载、传送有关的物件或物料搬运装置
						B65B51	自适应封箱系统
						B67B3、B67B7	开关盖机器人
						B23P19、B23P21	用于把金属零件制品等的简单装配或拆卸的机械
						B23D	刨削、插削等金属加工
						B23K	钎焊、脱焊、焊接
						B24B	磨削或抛光的机床
						B25B27	凸轮轴套筒压
B65H3、B65H5	搬运、码垛						
B05C	滴胶、喷涂						
B23Q	机床零件加工装置或控制装置						
B21D28	用加压切割方式成型；穿孔						
B26D7、B26D11	用于切割、打孔的零件						
B25H3	取工件装置						
B08B	生产线的清洁机构						
F16C33	轴承零件的密封						
B25B	测试工装						
应用情景	面向厨房、食品加工 的应用情景	厨房场景 饮料制备 肉类加工	A47J	厨房用具、饮料制备装置			
			A47J31	饮料制备装置			
			A22C	肉类、家禽或鱼的加工			
	面向医疗、理疗、按 摩等应用情景	理疗场景 计算机辅助外科学 医疗场景 健康改善	A61H15、A61H7	理疗装置			
			A61B34	专门适用于外科的操纵器或机器人			
			A61F7	医疗(假体)			
	面向货品出售应用 情景	购买、出售交易 程序控制装置 投币设备 货架分送装置	G16H20	按摩装置			
			G06Q30/06	用于教育、管理等特定领域的人机协作数据处理			
			G06F9	实现人机协同部分的数据处理			
	面向测量测试的应 用情景	测量测试 电性能的测试装置	G07F9、G07F13	投币式设备或类似设备			
			A47F1/10	出杯装置			
			G01N30、G01N35	采样机器人			
	其他应用情景	其他应用情景	缝纫	G01R31	检测系统和方法		
			缝纫	D05B	缝纫		
			攀爬器材	A63B27	电力巡检场景下的爬电线杆应用		
电动车辆动力装置			B60L	电动车充电装置			
二次电池及其制造			H01M10	二次电池的制造			
供电或配电的电路装置或系统			H02J	电动车充电机器人			
导电连接	H01R	导电连接与装置					

2 全球协作机器人专利技术研究热点及趋势

2.1 全球协作机器人专利申请趋势

虽然近年全球机器人产业专利增速逐步趋缓^[1],但协作机器人专利申请呈快速增长态势。从1985—2022年全球协作机器人领域专利申请情况来看,协作机器人发展大体分为3个阶段。第一阶段(1985—2007):在这一阶段,专利申请较少,数量在10件以内波动。申请人数量也较少,企业投入意愿较低,处于技术的萌芽期。第二阶段(2008—2014):专利申请数量较之前有明显攀升,整体呈增长态势,数量维持在100件以内。第三阶段(2015—至今):自2015年起,协作机器人专利呈急剧增长态势,并在2021年达到顶峰,数量为918件。由于专利公开存在滞后性,2021—2022年部分发明专利未能完全统计在内。因此2022年专利申请量的下降并非实际专利申请量下降。

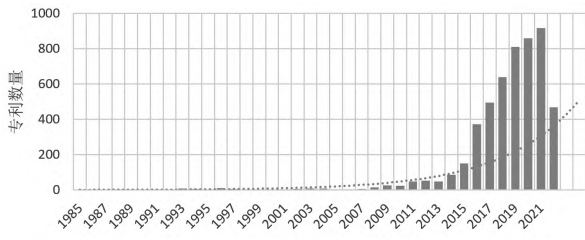


图1 全球协作机器人专利申请趋势

2.2 全球协作机器人专利技术演变

从1985年—2022年的发展历程来看,协作机器人的研究热点主要经历了三个阶段:

第一阶段(1985—1990年):多以协作机器人本体结构和用于机器人的控制方法为主展开研究,代表专利如1986年来自保加利亚的“协作机器人平衡机械手”专利、1987年来自美国发那科的“机械腕机构”专利、1990年来自日本的“用于机器人的控制方法”专利等;

第二阶段(1991—2009年):在这一阶段,关于协作机器人本体的基础研究逐渐增多,并依次在焊接、装配拆卸、理疗按摩、机床加工等工业领域开展应用研究。同时关于轨迹跟踪、参数优化、实现人机协同的数据处理等协作机器人关键技术也在这一阶段得到沉淀和积累;

第三阶段(2010—至今):在这一阶段,协作机器人本体研究较之前发展速度有明显大幅提升,应用场景在深耕工业领域的基础上,逐步向手术医疗、教育、管理等行政领域

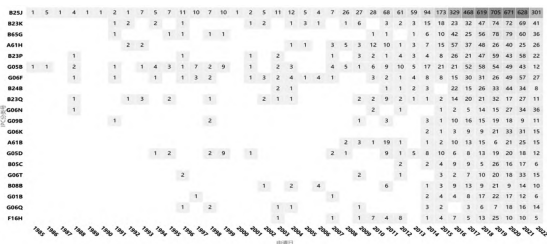
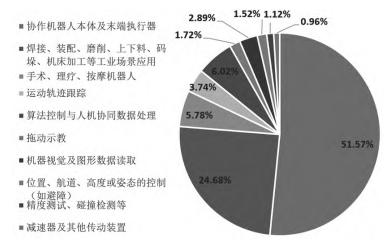


图2 全球协作机器人专利技术研究趋势

进一步拓展。同时,关于协作机器人核心零部件技术的专利也开始广泛布局,拖动示教、机器视觉、精度测试、碰撞检测等一系列人机交互和自主认知技术也在这一阶段兴起。

2.3 全球协作机器人专利技术研究热点

通过对全球协作机器人主要IPC分类进行整理和归纳,可以发现协作机器人技术热点主要分布在本体和末端执行器、焊接装配等工业场景应用、手术理疗等医疗机器人、运动轨迹的跟踪和图3 全球协作机器人专利技术研究热点优化以及算法方面,如图3所示。



3 国内协作机器人专利技术研究热点及趋势

3.1 国内重点地区协作机器人专利技术研究热点及趋势

将我国按照长三角、珠三角、京津冀和东北地区进行区域划分,可以了解国内不同地域下的协作机器人热点分布情况。从我国不同地区专利分布来看,长三角地区:协作机器人产业链布局较为齐全,在本体、核心零部件与其他关键技术方面的占比都领先全国其他地区。相对来说,长三角的研发热点主要包括:协作机器人本体领域;零部件领域中的传感器、控制器、伺服电机与抱闸;关节模组一体化、智能自主和机器视觉等关键技术。①珠三角地区:在核心零部件领域具有较强优势,其研发热点主要包括:减速器和抱闸;本体领域中的机器人本体与机械臂以及智能自主关键技术;②京津冀地区:研发热点主要集中于末端执行器、编码器和机器视觉领域,相对而言在机械臂、伺服电机与智能自主技术方面布局占比较少;③东北地区:在运动控制这一关键技术具有明显优势,而在抱闸这一零部件的布局上与其他地区相比具有明显差距,如图4所示。

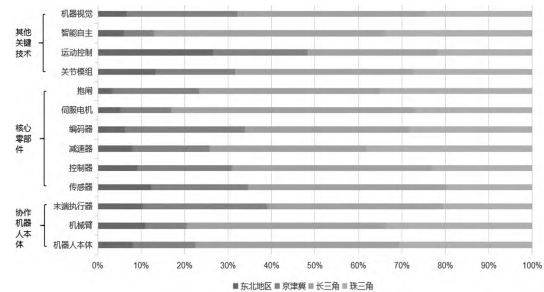


图4 国内重点地区协作机器人专利技术研究热点布局

3.2 国内协作机器人专利技术研究热点省市

通过对中国协作机器人专利按照省市进行排名,前五名分别是广东、江苏、上海、北京和浙江,北京在专利申请总量上位居全国第四位。但从发明专利的比例上看,北京发明专利占比最高,达到72.39%,一定程度上反应出北京的研发创新优势。广东、江苏两地实用新型专利占比较高,

一定程度上反应出两地协作机器人研发成果的产品应用较多。

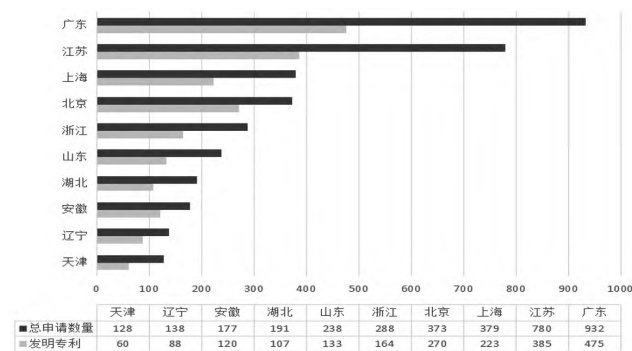


图5 国内协作机器人研究热点省市专利申请量

3.3 国内不同省市协作机器人专利布局差异

通过对比不同省市协作机器人专利主题词分布情况可知,北京市在末端执行器、传感器、编码器、关节模组、运动控制与机器视觉等方面具备一定优势;广东省专利数量在全国排名第一,其产业链布局也较为齐全,其中在协作机器人本体、机械臂、减速器、编码器方面的专利布局上领先优势突出;江苏省在全产业链布局方面也较为突出,其中,在末端执行器、传感器、控制器、伺服电机、关节模组与机器视觉方面的专利布局优势突出。

表2 国内协作机器人研究热点省市专利技术主题词分布

	协作机器人本体			零部件					其他		
	机器人本体	机械臂	末端执行器	传感器	控制器	减速器	伺服电机	编码器	关节模组	运动控制	机器视觉
广东	710	99	18	70	78	77	37	36	27	19	26
江苏	617	72	22	86	83	40	47	24	32	12	27
上海	279	32	6	48	52	18	13	14	6	6	10
北京	197	15	19	53	53	36	9	32	16	17	18
浙江	195	30	7	27	20	15	15	10	2	8	9
山东	181	24	3	19	21	14	9	10	8	7	10
湖北	152	11	3	24	18	10	9	4	5	4	9
安徽	134	12	10	14	18	9	6	3	6	4	1
辽宁	117	11	7	17	15	8	3	2	2	11	3
天津	103	10	5	20	18	0	5	3	2	1	7

4 结论

(1)协作机器人技术发展正处于快速成长期。从1985—2022年全球协作机器人专利申请情况来看,协作机器人技术在不断发展,市场在不断扩大,专利权人也在急剧增长。当前,无论是专利数量还是申请人数量都处于快速增长阶段,并没有放缓趋势,尚未显露出技术成熟期阶段的放缓趋势,因此可以判定协作机器人技术正处于快速成长时期。

(2)协作机器人专利技术创新突破领域。通过分析全球协作机器人专利技术研究热点可以发现,目前全球范围内在协作机器人拖动示教(G09B)、机器视觉及图形数据读取(G06V)、位置及姿态控制(G05D1/02)、精度测试与碰撞检测(G01B21)以及协作机器人减速器等传动装置方面(F16H)专利技术布局仍较少。当然协作机器人也面临

很多实际应用场景适应性、可靠性与安全性提升的问题。例如通过感知外部极小的力矩变化并做出反应避免碰撞(G01L3/G01L25),让人机协作过程更轻松(G06F)、安全和精准控制(G05D19/G05B)等方面都是在实际应用场景中要解决的问题,上述相关领域可作为后续高校、科研院所及行业企业研发创新的突破口。

(3)协作机器人技术研究热点由机构学向机器视觉、触觉、控制算法、人工智能领域转变。通过分析全球协作机器人专利技术研究热点及趋势可以发现,目前高校在协作机器人领域的研发方向已由原来的机械手、机械臂的设计向机器视觉、触觉、人工智能、控制算法等方向转变,如哈佛大学目前正在做的柔性机器人、斯坦福大学在做的机器人触觉、清华大学在做的视觉语义感知、北京航空航天大学在做的机械臂感知与运动规划等,这些研究的目的是为协作机器人本体更好的赋能。

(4)协作机器人在非工业应用领域专利技术布局逐渐增长。协作机器人作为一种新兴的工业机器人品类,其产品面向的应用场景已拓展至工业应用场景以外的消费领域范畴,近年协作机器人专利技术在教育、手术、康复、理疗、新能源充电桩、餐饮(饮料制备)、肉类加工、服装(缝纫)等领域申请量逐年增长。相较于传统工业机器人,协作机器人因具备人机协作、易装配、安全等特点,使其具有更广泛的应用场景领域。

(5)从专利布局看国内主要协作机器人省市布局特点。从国内协作机器人专利技术申请量看,广东省、江苏省、北京市和上海市排名靠前。从四个省市协作机器人专利技术布局情况看,北京市发明专利占比最高,创新优势明显,这主要得益于北京市高校及科研院所资源丰富,专利大多集中在高校和科研院所[5],且北京市协作机器人企业多以本部加研发机构为主有关。广东省、江苏省专利申请量多,实用新型占比比较高,这得益于协作机器人企业生产制造多布局在两地有关。

参考文献:

- [1] 王金棒,邱纪青,郑路,等.国内外雪茄烟专利技术研究热点及趋势分析[J].中国烟草学报,2020,26(04):7-17.
- [2] 吴颖.基于专利分析的我国工业机器人发展态势研究[J].甘肃科技纵横,2022,51(7):65-68.
- [3] 牛江蓉,司建楠,胡端阳,等.机器人产业国内外专利发展情况分析[J].机器人产业,2022,(1):70-77.
- [4] 曾莉,蒋文蹊.工业机器人全球专利分析[J].中国发明与专利,2020,17(2):73-79.
- [5] 赵绘存.专利视角下京津冀机器人产业协同发展研究[J].科技管理研究,2017,37(22):128-133.
- [6] Wang,X.,Zhang,S. & Liu,Y. ITGInsight—discovering and visualizing research fronts in the scientific literature. Scientometrics 127, 6509-6531 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11192-021-04190-9>.