

基于专利视角的边缘计算技术创新态势分析^①

商 琦^{②*} 陈洪梅^{***}

(* 苏州工业园区服务外包职业学院信息工程学院 苏州 215123)

(** 苏州大学计算机科学与技术学院 苏州 215006)

(*** 苏州市科技情报研究所 苏州 215021)

摘 要 基于 IncoPat 创新情报数据源,构建边缘计算专利情报检索策略,分析全球专利技术申请趋势、应用区域和创新机构竞争态势,挖掘边缘计算技术领域核心专利,为国内决策和研发机构提供参考。分析结果表明,边缘计算技术领域研究热点集中于移动云、多点传送、边缘节点和内容分发等领域,美国在该技术领域的研发实力较强,拥有独特的核心专利,高价值专利占比高。中国虽然在该技术领域专利申请量最大,但高价值专利占比相对较低,核心创新竞争力与美国存在一定差距,有待进一步提高。

关键词 边缘计算;创新态势;热点;核心专利

0 引 言

据 IDC 预测,到 2020 年全球互联网数据量将超过 40 泽字节(zettabyte,ZB),其中 45% 的数据将在网络边缘处理^[1]。以集中化和中心化的云计算架构将无法高效处理网络边缘设备产生或转发的数据,主要原因在于云端与网络边缘交互频繁导致数据处理的实时性较低;网络边缘产生的海量数据传输到云端导致网络带宽压力过大;云端能耗随应用增多而迅猛增长;云端数据存储不利于数据安全和隐私保护。

为解决上述问题,在网络边缘处执行计算任务的模型应运而生。美国 PNNL 实验室在 2013 年一份内部报告中提出“Edge Computing”(边缘计算)的概念^[2],从数据源到云端中心路径之间的任意计算节点和网络设备执行任务计算或调度的过程都属于边缘计算范畴。2015 年 9 月 ETSI 协会发布移动边缘计算白皮书以更好地满足技术标准制定及产业落

地需求^[3]。2015 年 11 月,由思科、微软和普林斯顿大学组成的开放雾计算联盟正式开启雾计算协议架构设计^[4]。2016 年美国自然科学基金委将边缘计算划入“重点强调领域”,并于同年 10 月举办 WGCEC 会议研讨边缘计算的未来与挑战^[5]。2016 年 11 月由华为技术有限公司牵头成立了国内边缘计算产业联盟,旨在推动边缘计算产业整合^[6]。2017 年边缘计算技术研讨会的成功召开及各学会边缘计算专委会的相继成立,标志着边缘计算不断得到各界认可和推动。

边缘计算技术的文献研究集中在网络架构、小朵云、移动边缘、负载迁移等方面。施巍松等人^[7]从边缘网络的计算模型、系统平台和典型应用等方面对边缘计算技术进行详实阐述,是国内外边缘计算研究的引领者。Verbelen 等人^[8]提出了小朵云概念,将云服务器负载部分迁移到移动终端边缘侧,并以动态方式接入网络中任意设备以减轻云服务器负荷。Malandrino 等人^[9]将边缘计算技术应用到移动蜂窝网络,并对提高带宽利用率和降低网络延迟给

① 国家科技支撑计划(2015BAH25F02),江苏省高职院校教师专业带头人高端研修(2019GRFX092),苏州市软科学研究计划(SR201894)和江苏省科协青年科技人才托举工程(苏科协发[2019]134 号)资助项目。

② 男,1984 年生,硕士,讲师;研究方向:科技产业情报分析,专利挖掘;联系人,E-mail: shangqi2010@163.com
(收稿日期:2019-09-26)

出较好的解决方案。赵梓铭等人^[10]比较了3个具有代表性的边缘计算平台,通过应用实例阐述边缘计算在移动应用和物联网领域的优势及挑战。田辉等人^[11]从细粒度任务卸载算法、高可靠任务卸载与预测算法及服务器联合资源管理策略等方面研究了移动边缘计算在5G领域的研究热点。

专利文献占世界科技信息量的90%以上^[12],很多学者利用专利文献对与边缘计算高度相关的技术领域进行研究。邓洁等人^[13]从专利法律信息角度构建云计算产业关键指标来分析产业竞争态势。段楠楠等人^[14]通过专利定量分析云计算行业不同专利权人的专利布局相关系数,从而更精准辨识专利权人与同行竞争关系。赵丽莉等人^[15]积极探索和研究国内云计算环境下的专利部署战略、专利权许可联盟协议和标准制定,以降低云计算产业可能面临的法律风险。但前述研究目前存在以下不足:一是研究领域均为云计算,与边缘计算虽有关联,但处理模式存在本质区别,截至2019年8月,从知网上尚未检索到边缘计算领域专利分析相关文献;二是专利分析过程缺乏必要的检索策略,也没有阐述详细的检索依据和思路。

本文基于IncoPat创新情报数据源构建全面且准确的检索策略,针对检索结果筛选出与边缘计算领域高度相关的目标专利,分析全球不同国家专利申请趋势,从而掌握该技术的区域活跃程度;分析全球创新研发机构专利价值,从而揭示创新主体竞争情报和发展态势;分析专利文本聚类,从而获知专利技术的不同分支和研究热点;深入研究核心技术专利,从而揭示产业核心技术演进路线,为我国边缘计算产业发展提供参考。

1 数据来源与检索策略

1.1 数据来源

通过IncoPat创新情报数据源对全球边缘计算技术相关专利进行检索、分析和挖掘。IncoPat创新情报数据源收录全球100多个国家和地区超过1亿件专利和4千万件专利家族,对其检索结果进行人工筛选后获取的目标专利进行大数据统计、定

量分析、深度挖掘,从而获取边缘计算技术创新态势可视化情报分析结果。

1.2 检索策略

将关键字和技术分类号作为检索策略,检索日期为2019年5月1日。为提高检索查全率和查准率,将边缘计算技术作4级技术分类后构建检索式见表1。检索策略由申请日、国际专利分类号、标题、标题摘要权利要求和说明书等检索字段并综合运用逻辑算符、截词算符和位置算符构成,从而得到全球边缘计算技术相关目标专利4958件,经扩展同族合并后为3125件。

为进一步提高专利检索准确率,剔除与边缘计算领域无关的材料学、药学和动力学等噪声专利,对3125件专利进行人工干预,经筛选去噪后获得与边缘计算技术高度相关的目标专利3035件,作为该技术创新态势专利情报分析样本。

2 边缘计算创新态势分析

2.1 专利申请趋势分析

按申请日对全球边缘计算领域的3035件目标专利申请趋势进行统计见表2。2016年之前,全球边缘计算技术领域专利申请比较平稳;但从2016年至2018年,专利申请数量分别为322件、452件和617件,同比增长54.8%、40.4%和36.5%,总体呈现快速增长态势。应当注意,专利文献从申请到公开通常有18个月缓冲期,2019年实际申请专利数量可能比2018年更多。

2.2 边缘计算专利布局地域分析

对不同国家或地区创新机构申请的专利数量进行统计分析可以揭示专利技术的地域布局和产业发展状况,以及专利技术在布局地域的技术活跃度,从而为进一步了解产业发展趋势,为制定全球竞争策略提供参考依据^[16]。

按照不同的专利(申请)权属区域统计专利申请数量,从而获取边缘计算技术的应用地域分布,专利申请数量排名前5的国家或地区分别为中国(1168件)、美国(1038件)、世界知识产权组织(287件)、韩国(170件)和日本(135件)。边缘计

表 1 边缘计算专利情报技术检索策略

序号	检索表达式	结果
1	AD = [20000101 to 20190501]	74 803 796
2	IPC = (G05B OR G06F OR G06N OR G06Q OR H04B OR H04L OR H04N OR H04W)	13 393 834
3	TI = ((EDGE OR FOG OR 边缘 OR 雾) AND (COMPUTING OR COMPUTATION OR CALCULATION OR 计算))	1 820
4	TI = (((CLOUD OR 云) AND (EDGE OR 边缘)) NOT 云台)	189
5	TI = (“MOBILE EDGE” OR MEC OR 移动边缘)	692
6	TI = ((EDGE OR 边缘) (2W) (SERVER? OR AGENC * OR NODE? OR 服务器 OR 代理 OR 节点))	751
7	TIABC = (((EDGE OR 边缘) (W) (ACCESS * OR CLOUD * OR GATEWAY? OR SERVER? OR 接入 OR 网关 OR 服务器 OR 操作系统)) AND (“CDN” OR VIRTUAL * OR DISPATCH * OR MIGRAT * OR UNLOAD * OR OFFLOAD * OR 虚拟化 OR 虚拟机 OR 调度 OR 迁移 OR 内容分发 OR 负载均衡 OR 卸载))	1 975
8	TIABC = (((EDGE OR 边缘) (W) (CLUSTER * OR CALCULAT * OR COMPUT * OR MODEL? OR TASK * OR STORAGE OR 集群 OR 运算 OR 计算 OR 群智 OR 模型 OR 任务 OR 负荷 OR 存储)) AND (PRIVAC * OR SECURIT * OR DELAY OR POSTPONE OR 隐私 OR 安全 OR 节能 OR 延时))	1 303
9	TIABC = ((“MOBILE EDGE” OR “IOT EDGE” OR “MOBILE CLOUD” OR “CLOUD EDGE” OR MEC OR 移动边缘 OR 边缘云) AND (“CDN” OR VIRTUAL * OR DISPATCH * OR MIGRAT * OR UNLOAD * OR OFFLOAD * OR 虚拟化 OR 虚拟机 OR 调度 OR 迁移 OR 内容分发 OR 负载均衡 OR 卸载))	1 023
10	DES = (((“EDGE COMPUTING” OR “EDGE CALCULATING” OR “EDGE ACCESS” OR “MEC” OR 边缘计算 OR 边缘运算 OR 边缘存储 OR 边缘服务器 OR 边缘接入) NOT (MECHANIS * OR LEDGE *)) AND (MIGRAT * OR UNLOAD * OR OFFLOAD * OR VIRTUAL * OR 任务迁移 OR 卸载 OR 虚拟化 OR 调度) AND (CONTAINER? OR ENGINE? OR DOCKER OR AGENC * OR 容器 OR 引擎 OR 代理) AND (PRIVAC * OR SECURIT * OR LOAD * OR 负载均衡 OR 数据安全 OR 隐私) AND (AUTHENTICAT * OR MONITOR * OR DISTRIBUT * OR MANAG * OR 认证 OR 分配 OR 管理 OR 优化 OR 部署 OR 配置) AND (“CLOUD COMPUTING” OR “CLOUD CALCULATING” OR “CLOUD EDGE” OR “EDGE CLOUD * ” OR 云计算 OR 边缘云 OR 云边缘))	336
11	#1 AND #2 AND (#3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10)	4 958

表 2 全球边缘计算技术专利申请数量

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
申请数量(件)	29	68	56	59	49	68	71	77	76	79
年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
申请数量(件)	99	122	163	169	170	208	322	452	617	77

算技术相关专利在中国和美国布局最多,其中,中国专利申请数量分别为世界知识产权组织、韩国和日本的 4.1 倍、6.9 倍和 8.7 倍。

图 1 展示了边缘计算领域专利申请量排名前 5 的国家或地区年专利申请趋势。可以看出 2010 年至 2015 年,边缘计算全球主要应用地域为美国、中国和韩国,且专利年申请数量呈总体平稳趋势,美国年专利申请数量遥遥领先于其他国家或地区。从

2015 年开始,中国的专利申请增速明显,2016 年中国专利申请增速和年专利申请数量已经跃居全球第一。仅 2018 年,中国专利申请量达到 449 件,分别为美国和世界知识产权组织的 3.6 倍和 14.0 倍。从年专利申请趋势来看,边缘计算技术从 2015 年开始其产业关注度明显提高,专利申请数量增速明显,产业链趋向成熟的过渡阶段,中国已成为边缘计算创新研发和产业应用高地。

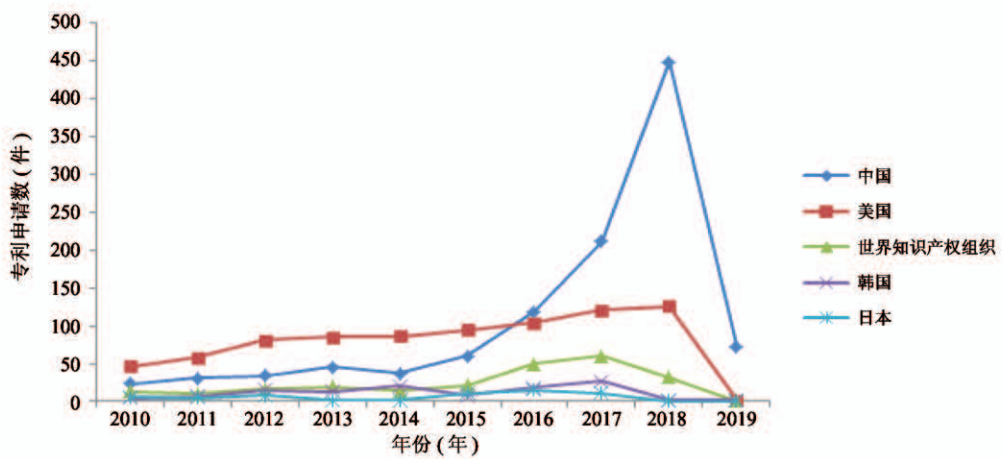


图 1 边缘计算技术应用国家或地区年专利申请趋势

2.3 创新机构竞争态势分析

专利价值是从技术层面、法律层面、产业层面和运营层面对专利所涉技术价值的综合评估,专利价值与创新机构综合竞争力呈正相关映射。基于专利引用频次、同族数量、权利要求数量和保护范围、专

利运营等要素^[17]分析全球边缘计算领域目标专利价值结果见图 2。图 2 中的气泡表明创新机构(横坐标标明)专利落入到该专利对应的价值等级阈值(纵坐标标明)的数量,价值等级阈值越高表明专利价值越高,气泡越大表明专利数越多^[18]。

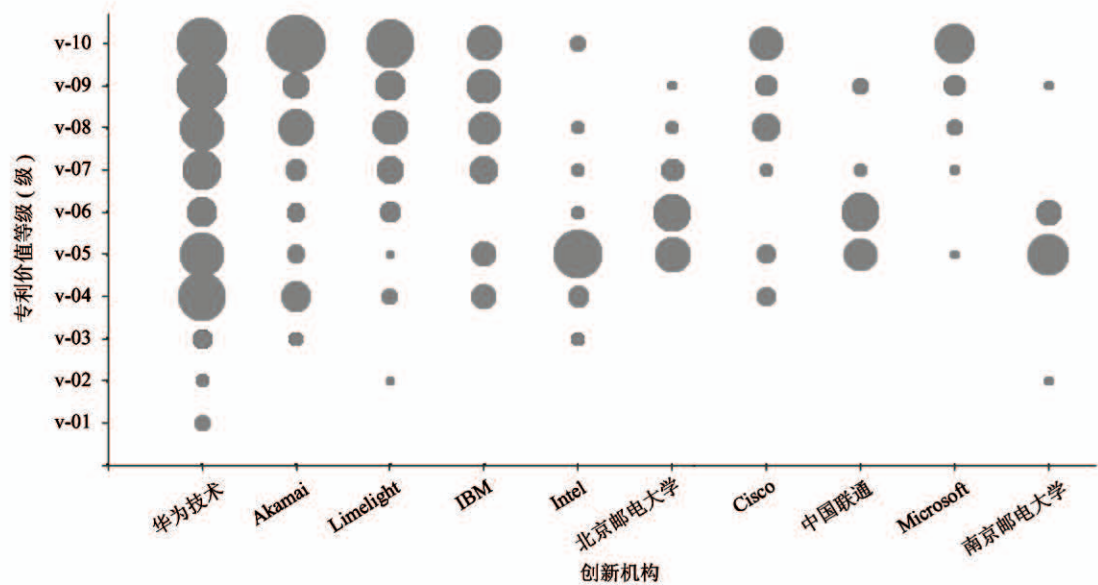


图 2 全球边缘计算专利申请量前 10 的创新机构竞争态势分析

由图 2 可以看出,华为技术有限公司、Akamai、Limelight、IBM、Cisco 和 Microsoft 等公司申请的专利中落入专利价值为 10 级的最多,数量分别为 28 件、37 件、26 件、14 件、12 件和 18 件。Intel、北京邮电大学、中国联通、南京邮电大学虽然申请的专利总量较多,但总体价值不高,综合竞争力不强。

为进一步分析创新机构综合竞争力,对高价值

专利在所有申请专利中所占比重进行统计。将专利价值等级阈值为 v-08 及以上的专利视为高价值专利,统计阈值为 v-08 及以上专利在所有申请专利中的占比见表 3。可以看出排名前 5 的创新研发机构分别为 Microsoft(92.9%)、Limelight(73.1%)、Cisco(72.2%)、Akamai(70.6%)和 IBM(62.9%),综合竞争力较强。华为技术有限公司虽然在边缘计算领

表 3 创新机构高价值专利占比统计

创新机构	高价值专利数量	专利总量	高价值专利比重
华为技术有限公司	76	158	48.1%
Akamai 技术有限公司	60	85	70.6%
Limelight 网络技术有限公司	49	67	73.1%
IBM	39	62	62.9%
Intel	5	42	11.9%
北京邮电大学	3	38	7.9%
Cisco	26	36	72.2%
中国联合网络通信集团有限公司	3	33	9.1%
Microsoft	26	28	92.9%
南京邮电大学	1	28	3.6%

域专利申请量最大,但高价值专利占比与排名前 5 的创新机构尚存在差距,核心竞争优势稍逊。

2.4 边缘计算技术研究热点分析

2.4.1 边缘计算技术文本聚类分析

专利文本聚类根据专利文本间相似度进行归类,同一聚类的文本相似度尽可能大,反之尽可能小。由于文本聚类能够充分揭示专利技术的主干和分支,目前已被各国广泛用于专利技术归类^[19,20]。

目标专利的文本聚类分析见表 4,可以看出全球边缘计算研究领域主要集中在移动云、多点传送、边缘节点和内容分发等4个技术主干,各技术主干

表 4 边缘计算技术文本聚类分析图

技术主干	专利数量占比	技术分支
移动云	35.8%	网络边缘
		边缘系统
		缓存数据
		LBS 服务
多点传送	31.2%	协作通讯
		网络系统
		软件定义
		多点传送
边缘节点	25.2%	锁定检测
		任务调度
		计算机程序
		边缘节点
内容分发	7.8%	块链
		拒绝服务攻击
		数据安全
		内容传送网络
		内容分发网络

又聚合若干技术分支。例如,移动云技术主干包括网络边缘、边缘系统、缓存数据和 LBS 服务等技术分支。

2.4.2 申请量前 5 创新机构研究热点分析

统计专利申请量排名前 5 的创新机构研究热点分布见表 5。华为和 Akamai 的研究热点涵盖了边缘计算技术的每个分支,但侧重略有不同。华为在多点传送分支领域的创新成果最多(75 件),在行业中处于领头羊地位;Akamai 在边缘节点技术分支成果最多(33 件),处于边缘节点分支领域研发的第一梯队。Limelight、IBM 和 Intel 在移动云技术领域的专利布局较多,分别为 27 件、32 件和 21 件。

表 5 申请量 TOP5 创新机构研究热点分布

申请人/分类	移动云	多点传送	边缘节点	内容分发
华为技术有限公司	29	75	6	2
Akamai 技术有限公司	9	4	33	16
Limelight 网络技术有限公司	27	0	0	18
IBM	32	0	15	4
Intel	21	0	6	3

3 核心专利挖掘与分析

3.1 核心专利挖掘

核心专利是指专利所涉技术在该领域处于基础

性或关键性地位,对该领域技术的后续发展具有引领作用和绝对贡献,对外延技术具有较高的参考价值;或是引领产业不断自我创新及功能集聚的标准必要专利^[21]。

从专利引证频次、专利权转让/许可频次、专利无效/诉讼频次,以及同族数量、权利要求数量等指标^[22],通过深度分析目标专利所涉技术,挖掘出 10 篇核心专利如表 6 所示。可见排名前 5 的专利权人都来自美国,分别是 Level 3、Akamai、IBM 和 Edgecast;国内的华为技术有限公司有 2 篇专利分别排名

第 6 和第 7;Akamai 信息技术有限公司的 PCT 专利 WO0217082A1 排名第 8, Limelight 网络有限公司和 Nokia 的专利分别排名第 9 和第 10。

综上可知,边缘计算技术领域的核心技术主要由美国和中国研发机构所掌控。中国虽有 2 篇专利跻身核心专利前 10,但专利权人单一,都是由华为一家创新机构所持有;专利技术的引证频次、权利要求数量等方面相较于排名前 5 的美国专利,仍然存在一定的差距,尤其缺少边缘计算领域的标准必要专利和基础性底层技术,提升空间较大。

表 6 边缘计算技术核心专利挖掘

序列	公开(专利)号	类别	专利名称	专利权人
1	US20080065724	A1	Peer server handoff in content delivery network	Level 3
2	US7111061	B2	Global load balancing across mirrored data centers	Akamai
3	US20060069742	A1	Method, system, and computer program product for prefetching sync data and for edge caching sync data on a cellular device	IBM
4	US20100036954	A1	Global load balancing on a content delivery network	Edgecast Networks
5	US20120215779	A1	Analytics management	Level 3
6	US20120064896	A1	Method, apparatus, and system for acquiring load information	华为技术
7	CN101051980	A	一种文件数据分发方法及相关设备	华为技术
8	WO0217082	A1	Dynamic content assembly on edge-of-network servers in a content delivery network	Akamai
9	US8626876	B1	Intermediate content processing for content delivery networks	Limelight Networks
10	US20030058874	A1	System and method for enabling mobile edge services	Nokia

3.2 核心专利深度分析

3.2.1 边缘服务器高效处理网络数据,节省网络带宽

(1)美国 Level 3 通信有限公司的 2 篇专利 US20080065724A1 和 US20120215779A1 侧重于通过边缘服务器形成网络拓扑用于边缘内容获取、分发和处理。其中 US20080065724A1 提供一种边缘内容处理方法,将客户端对对象的请求引导到 CDN 第 1 服务器。如果该服务器具有所请求对象,则将对象提供给客户端,否则将客户请求重定向到 CDN 第 2 服务器进行处理。US20120215779A1 提出在 CDN 边缘节点布置一个或多个边缘服务器,包括用于收集与内容请求关联的收集器和用于将收集器的分析与 CDN 边缘收集的分析聚合的聚集器,以进一步提升边缘数据处理效率。

(2)美国 Akamai 信息技术有限公司的专利

— 760 —

WO0217082A1 侧重于在 CDN 边缘服务器动态组装网络边缘内容,提出一种 ESI 标记语言用于定义网页片段的动态组件于网络边缘侧,每个片段具有高速缓存功能,以提高现场捕获对象性能。

(3)美国 Limelight 网络有限公司的专利 US8626876 提出一种中间服务器,用于从内容分发网络中的边缘服务器接收内容请求,并访问和处理内容分发网络中的内容,以提升边缘服务器数据处理效率。

(4)中国华为技术有限公司的专利 CN101051980A 通过请求路由系统 RRS 获取请求消息、查询网络自治域存储文件的边缘服务器 ES-P,并向客户端返回信息,以提高文件数据分发速度,降低边缘服务器固有带宽对文件数据分发的限制。

3.2.2 构建全局负载均衡策略,提高边缘计算性能

(1) 美国 Akamai 信息技术有限公司的专利 US7111061B2 提供一种全局负载均衡重定向策略,引导终端用户的边缘业务到镜像服务器,从而降低该边缘服务器载荷,最大化提升网络传输性能。

(2) 中国华为技术有限公司的专利 US20120064896A1 提供一种负载信息获取的方法,源接入控制器和目标接入控制器通过基于无线接入网(RAN)信息管理(RIM)的负载信息请求消息和基于 RIM 的负载信息响应消息进行交互,使得源 RAT 系统能够在进行 RAT 间 PS 域切换之前获取目标 RAT 系统的负载信息,从而保证系统的通信质量。

3.2.3 提供移动边缘服务,进一步提升移动边缘处理性能

(1) 美国国际商业机器公司(IBM)的专利 US20060069742 提供一种用于蜂窝设备的边缘高速缓存的预取同步数据的方法,包括在第 1 位置提供未处理的同步数据;在第一网络上将未处理的同步数据从第 1 位置下载到第 2 位置;在第 2 位置计算未处理的同步数据,以提供预处理的同步数据;将预处理过的同步数据存储在高速公路缓存中;从移动设备接收同步请求;将存储在高速公路缓存中预处理的同步数据的至少一部分提供给移动设备。

(2) 芬兰诺基亚公司(Nokia)的专利 US20030058874 侧重于在移动网络中提供移动边缘服务(MES),使智能网关通用分组无线服务(GPRS)支持节点(GGSN)能够与 MES 应用层通信,从而使得服务提供商可以向用户提供内容分发和网络应用等业务。此外,移动边缘服务通过提供包括控制、数据和管理接口的协议栈来实现智能 GGSN 中的组件交互,以提升移动边缘处理性能。

4 结论与建议

4.1 结论

基于专利大数据统计和分析,挖掘出全球边缘计算技术领域创新竞争态势、核心技术专利及所属创新机构,得到以下结论。

(1) 边缘计算由 CDN 技术发展而成,目前处于

概念落地期向技术成熟期过渡阶段,产业规模化尚需时日。中国、美国、韩国和日本在边缘计算技术创新研发领域的专利申请较早,美国是主要的技术来源国和应用国,说明美国对边缘计算技术研发非常重视;中国在边缘计算创新研发领域后来居上,专利申请总量已跃居全球第一,对全球边缘计算产业发展格局和技术创新应用落地具有很强的借鉴意义。

(2) 中国在边缘计算领域的专利申请总量虽已排名全球第一,是边缘计算技术创新研发高地,但高价值专利比重与美国存在较大差距。专利申请前 10 创新机构排名中,华为技术有限公司的高价值专利比重为 48.1%,虽然远高于中国其他创新机构,但相较于 Microsoft、Akamai、Cisco、Limelight 和 IBM 等公司,还有差距。

(3) 从边缘计算技术核心专利挖掘结果可知,美国的 Level 3 通信有限公司和 Akamai 信息技术有限公司,以及中国华为技术有限公司均有 2 篇专利跻身全球核心专利行列,为重要的边缘计算领域创新研发机构。其中,Level 3 的专利 US20080065724、Akamai 的专利 US7111061 和 IBM 的专利 US20060069742 分别被引证 233 次、168 次和 119 次,说明 Level 3、Akamai 和 IBM 的相关技术已经成为全球边缘计算领域的基础专利。

(4) 从边缘计算技术聚类分析可知,全球边缘计算技术领域的创新研发集中在移动云边缘、多点传送、边缘节点和内容分发等技术主干,该结论与全球核心专利挖掘结果高度一致。

4.2 建议

以推动国内边缘计算产业发展为根本出发点提出以下建议。

(1) 加强基础技术研究。国内边缘计算领域创新研发机构专利申请总量已位居世界第 1,但大多属于技术应用创新,而不是底层核心创新和标准必要技术创新,高质量专利占比与发达国家尚存在差距。我国应加大对边缘计算领域的基础技术研发扶持力度;从政策上引导创新研发机构紧跟产业和技术前沿;鼓励校企协同技术攻关,以取得边缘计算基础技术的实质突破。

(2) 重视核心专利“走出去”。国内创新机构研

发的关键性技术成果,应当结合企业经营战略进行全方位、跨区域、多层次专利布局,以拓宽专利保护地域限制。在国内企业“走出去”政策驱动下,创新机构应当制定核心技术全球化布局战略,积极谋划海外专利布局,形成国内市场和海外重点市场协同布局的知识产权新体系,从而提升创新研发机构全球竞争力。

(3)加强知识产权转移转化。专利的社会效益取决于专利权动态转移和专利技术成果有效转化。高校院所所在基础性技术研究方面具有资源优势,专利产出数量较多,质量相对较高,但其专利转移意识和成果转化能力较弱。国内创新机构应当加强与高校院所合作创新,有针对性地受让与企业研发方向高度相关的核心专利并有效实施,促进专利技术社会效益最大化。

(4)加快产业联盟构建。加快构建边缘计算产业联盟,鼓励行业标杆型企业、独角兽企业、初创型企业以会员制加盟,联合技术攻关和研发创新;支持产业联盟研究并制定边缘计算国际标准或行业标准;逐步扩大产业联盟对全球产业链上下游的辐射和带动作用,积极构建边缘计算的“中国方案”,以进一步推动国内边缘计算产业的国际化可持续发展。

参考文献

- [1] 施巍松,张星洲,王一帆,等. 边缘计算:现状与展望[J]. 计算机研究与发展, 2019, 56(1): 69-89
- [2] Ryan L. Edge computing[R]. Richland: Pacific Northwest National Laboratory, 2013
- [3] Hu Y C, Patel M, Sabella D, et al. Mobile edge computing: a key technology towards 5G[J]. *ETSI White Paper*, 2015, 11(11): 1-16
- [4] OpenFog Consortium. OpenFog RA[EB/OL]. [https://www.openfogconsortium.org/OpenFog Consortium](https://www.openfogconsortium.org/OpenFog%20RA), 2017
- [5] NSF. NSF/Intel partnership on ICN in wireless edge networks (ICN-WEN) [EB/OL]. https://www.nst.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=505310; NSF, 2016
- [6] ECC. Edge computing consortium[EB/OL]. <http://www.eccconsortium.org>; ECC, 2016
- [7] 施巍松,孙辉,曹杰,等. 边缘计算:万物互联时代新型计算模型[J]. 计算机研究与发展, 2017, 54(5): 907-924
- [8] Verbelen T, Simoens P, Turck F D, et al. Cloudlets: bringing the cloud to the mobile user[C] // *ACM Workshop on Mobile Cloud Computing and Services*, New York, USA, 2012: 29-36
- [9] Malandrino F, Kirkpatrick S, Chiasserini C F, et al. How close to the edge? delay/utilization trends in MEC[C] // *ACM Workshop on Cloud-Assisted Networking*, New York, USA, 2016: 37-42
- [10] 赵梓铭,刘芳,蔡志平,等. 边缘计算:平台、应用与挑战[J]. 计算机研究与发展, 2018, 55(2): 327-337
- [11] 田辉,范绍帅,吕昕晨,等. 面向5G需求的移动边缘计算[J]. 北京邮电大学学报, 2017, 40(2): 1-10
- [12] 王朝晖. 专利文献的特点及其利用[J]. 现代情报, 2008, 28(9): 151-152
- [13] 邓洁,余翔,崔利刚. 基于专利信息的我国云计算产业竞争态势研究[J]. 情报杂志, 2014, 33(7): 15, 50-56
- [14] 段楠楠,徐福缘,倪明,等. 专利布局相关性及其专利权人关系辨识研究[J]. 情报杂志, 2016, 35(4): 80-86
- [15] 赵丽莉,方婷. 云计算环境下的专利部署发展对策研究[J]. 科技管理研究, 2014(7): 156-159
- [16] 张杰,高彦静,郭倩玲,等. 聚酰亚胺中空纤维国际专利情报实证分析[J]. 情报科学, 2017, 35(11): 108-113
- [17] 亢川博,王伟,穆晓敏,等. 核心专利识别的综合价值模型[J]. 情报科学, 2018, 36(2): 67-70
- [18] 商琦,陈洪梅. 区块链技术创新态势专利情报实证[J]. 情报杂志, 2019, 38(4): 23-28, 59
- [19] 胡阿沛,张静,雷孝平,等. 基于文本挖掘的专利技术主题分析研究综述[J]. 情报杂志, 2013, 32(12): 88-92
- [20] 姚长青,杜永萍. 降维技术在专利文本聚类中的应用研究[J]. 情报学报, 2014, 33(5): 491-497
- [21] 谢萍. 核心专利识别方法研究综述[J]. 科技管理研究, 2016, 1(1): 147-152
- [22] 马永涛,张旭,傅俊英,等. 核心专利及其识别方法综述[J]. 情报杂志, 2014, 33(5): 38-43

Analysis on the status of edge computing technology innovation based on patents

Shang Qi^{* **}, Chen Hongmei^{***}

(^{*} School of Information Engineering, Suzhou Industrial Park Institute of Services Outsourcing, Suzhou 215123)

(^{**} School of Computer Science and Technology, Soochow University, Suzhou 215006)

(^{***} Suzhou Institute of Scientific and Technical Information, Suzhou 215021)

Abstract

Retrieval strategies of edge computing patents are constructed, applied trends, distribution and competition status of such technology field are analyzed, core patents of edge computing are mined with IncoPat analysis database, providing advices for domestic planners and researchers. Analysis results reveal that fields of mobile cloud, multi-point division, edge node and contents delivery are highlighted by researchers, and the United States has strong strength on such fields with large quantities and high quality of unique core patents while China occupies the most of edge computing patents globally but low percentage of high-quality patents which has a certain gap compared to the United States and should be further improved.

Key words: edge computing, innovation trend, hotspot, core patent