

移动边缘计算技术专利市场研究

赵蕴华, 苑朋彬, 吴 思

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘 要: 5G 时代, 移动边缘计算技术有效的解决了云计算网络带宽与计算吞吐量等问题, 并在本地分流、数据服务、业务优化等业务场景下发挥着重要的作用。因移动边缘计算概念提出较晚(2014 年提出), 据当前文献调研可知, 从情报学角度揭示该技术发展现状、研究热点、未来趋势的相关研究较少。本文基于德温特专利数据, 从情报学角度揭示移动边缘计算技术的发展趋势、国际形势和技术研发热点。研究发现, 移动边缘计算技术处于成长期; 各国均采取不同的专利策略, 积极推动该技术发展; 中国是移动边缘计算技术大国, 企业、研究机构对技术发展贡献大, 以华为、中兴等为代表的电信设备商已经崛起。移动边缘计算的研究方向主要集中在数据通讯传输、数据处理、系统控制等几大方向, 在网络数据管理、切换或重选装置等技术方向上, 中国未来应该重点关注。

关键词: 移动边缘计算; 专利分析; 技术热点; 市场研究

中图分类号: F416 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2019.07.004

欧洲电信标准化协会(ETSI)将移动边缘计算(Mobile Edge Computing, MEC)定义为: 在网络边缘侧提供 IT 服务环境和云计算能力, 将网络业务下沉到更接近用户的无线接入网侧^[1]。随着相关研究推进, 该定义被扩展到多接入边缘计算(Multi-access Edge Computing)^[2]。

与云计算不同, MEC 专注于局部, 聚焦实时、短周期数据的分析, 能够更好地支撑本地业务的实时智能化处理与执行^[3], 根据互联网数据中心(IDC)预测, 2020 年将有超过 500 亿的终端与设备联网, 50% 的物联网网络将面临带宽限制, 40% 的数据需要在网络边缘侧进行分析、处理和存储^[4], MEC 有效地解决了云计算中网络带宽与计算吞吐量等性能瓶颈。

随着 5G 技术“增强型移动宽带”(eMBB)、“海量大连接”(mMTC)、“低时延高可靠”(URLLC)等垂直行业应用场景的提出, 对网络时延、带宽、计

算和存储等资源均提出了更高的要求, 因此 5G 架构建设初期, MEC 技术就被确定为关键性技术之一。同时, 边缘计算作为 Gartner 公司公布的 2019 年十大战略科技发展趋势之一, 具有广阔的发展前景, 在本地分流(如视频监控、VR/AR、视频直播、企业校园专网)、数据服务(如室内定位、车联网)、业务优化(如视频优化、性能优化、DNS 缓存)三大方面发挥着重要的作用。

由于 MEC 概念提出较晚(2014 年提出), 据当前文献调研可知, 从情报学角度揭示该技术发展现状、研究热点、未来趋势的相关研究较少。本研究以专利数据为支撑, 从不同角度揭示了 MEC 技术市场状况, 以期为推动 5G 技术商业化快速发展、转变产业发展模式提供意见参考。

1 数据来源及方法

云计算、雾计算、边缘计算是 3 个不同的计算

第一作者简介: 赵蕴华(1967—), 女, 研究馆员, 主要研究方向为重点科技领域研究。

项目来源: 中国科学技术信息研究所创新研究基金青年项目“5G 移动边缘计算核心技术与产业关联问题研究”(QN2019-02)。

收稿日期: 2019-06-15

层次:云计算侧重于集中式大数据处理,物理位置上更靠近数据中心;边缘计算侧重于分布式大数据处理,物理位置上靠近终端用户和设备,雾计算介于两者之间^[5]。本文所提及的 MEC 是边缘计算的一种,是 5G 应用场景下无线接入网(RAN)与边缘计算的生态结合。

本文将研究概念限定为“5GMEC 技术”。数据来源于科睿唯安 web of science 数据库,数据检索采用“关键词+分类号”进行限定检索。结合边缘计算相关概念提出时间(21 世纪初),将数据检索时间限定为 2000 年至今。

结合 python、excel 等数据分析工具,清洗和处理相关数据。最终采用计量学、数据挖掘等情报分析方法,分别从专利市场时间布局、空间布局、内容布局三大角度全面揭示了当前 MEC 技术的发

展现状。

2 MEC 技术专利市场分布研究

2.1 专利时间分布

MEC 概念首次在 2014 年由欧洲电信标准化协会提出^[6],但相关技术“边缘计算”发展已经经历了 20 多年的积累,技术发展最早可以追溯至 1998 年。从 MEC 相关专利公开趋势(见图 1)来看,当前 MEC 技术经历了技术储备期(2014 年前)和技术成长期(2014 年后)两大发展阶段。综合专利申请到公开延迟 18 个月的特点,2019 年数据仅供参考。

技术储备期(2014 年前):此阶段的专利申请特点为申请量少,技术发展迟缓。此阶段的发展特点为重点围绕“边缘计算”相关概念的提出、定

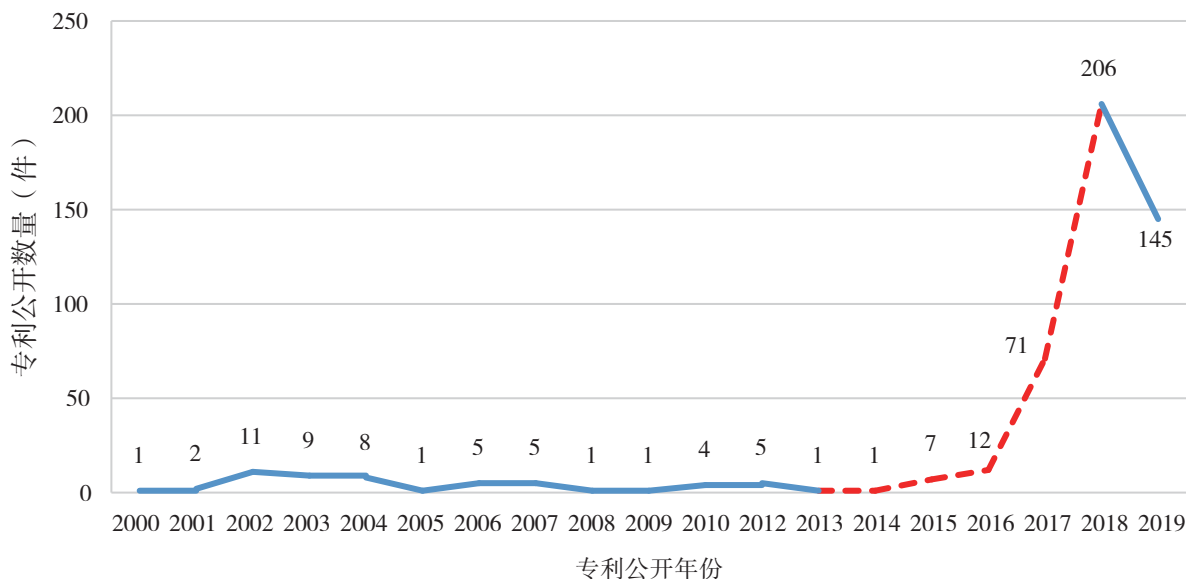


图 1 MEC 技术专利申请公开趋势

义及推广进行研究。如 1998 年由 Akamai 公司提出的“内容分发网络”(CDN)概念,2005 年的“功能缓存”概念,2009 年的“Cloudlet”概念,2012 年思科公司提出的“雾计算”概念,2013 年的“边缘计算”概念^[7],相关概念的提出使得“边缘计算”技术概念更加明确,同时也为 5G 无线网络的发展奠定了技术基础。

技术成长期(2014 年后):此阶段的专利申请特点,申请量大,技术发展迅速,重点围绕 5G MEC 标准制定、关键技术研究、产业化进行推进。

如 2014 年,欧洲电信标准化协会(ETSI)成立 MEC 规范化小组,来推动相关技术标准化工作,2016 年,3GPP SA2 正式接收 MEC 作为 5G 架构的关键技术^[8]。当前全球 5G 两大标准组织积极推动,外加边缘计算产业联盟(ECC)、全球产业组织工业互联网联盟(ICC)等产业联盟的积极推动,未来 MEC 市场空间增大。

2.2 专利空间分布

2.2.1 技术公开国家/地区/组织

5G 时代的多元化应用促进了边缘计算技术的

快速发展,当前以中国、美国、日本、韩国等为代表的国家在 5G 技术发展上处于世界领先地位。MEC 作为 5G 关键技术之一,是各国相互竞争的技术支撑点,上述国家/地区/组织均进行了大量的专利布局。

中国是 MEC 技术强国,专利公开量(170 件)领跑全球(见图 2)。中国政府、产业联盟、企业等

不同层面均对 MEC 技术发展给予大力支持。政府层面:2015 年,《中国制造 2025》纲领中提出要全面突破 5G 技术,突破“未来网络”核心技术和体系架构^[9];产业层面:2017 年以华为、中国科学院沈阳自动化研究所、中国信息通信研究院等为代表的公司、科研院所联合发起边缘计算产业联盟,致力推动该技术发展;企业层面:电信运营商、内

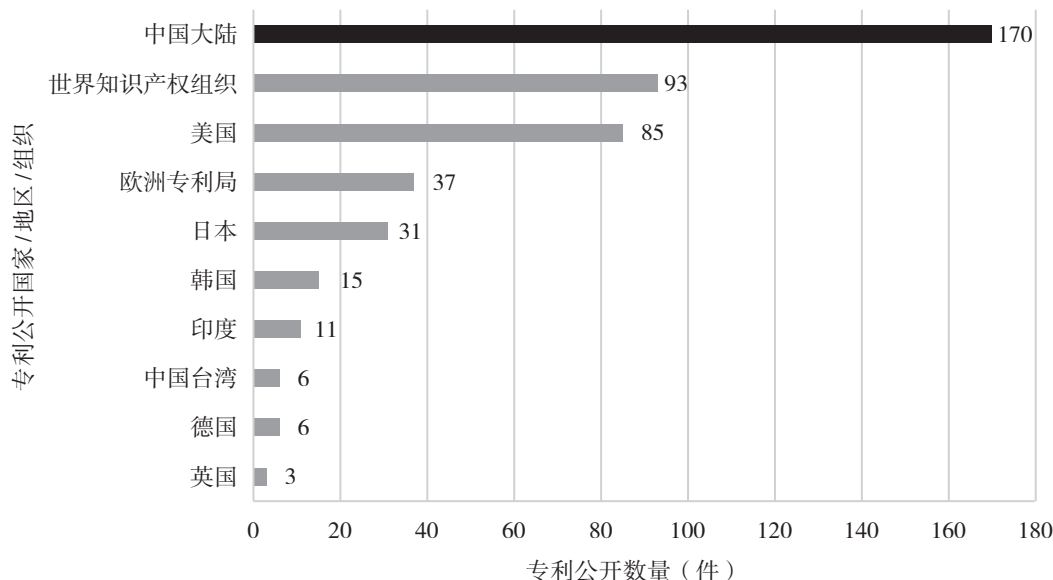


图 2 MEC 技术公开专利申请排名前 10 的国家/地区/组织

容提供商、电信设备商、软件服务商共同构建产业生态链,助推 MEC 技术发展。

美国是较中国专利申请量少,排名第二(85 件)的国家。美国是 MEC 技术的发起者,2013 年,现代意义上的“边缘计算”首次被美国太平洋西北国家实验室的专家提出。政府层面:2016 年,美国国家科学基金会(NSF)在计算机系统研究中用边缘计算替换云计算,突出其重要性。学术层面:2016 年,美国韦恩州立大学施巍松教授团队正式定义边缘计算概念。2018 年,国际计算机学会(ACM)和电气和电子工程师协会(IEEE)开始联合举办首个以“边缘计算”为主题的顶级会议。企业层面:以思科、先进 RISC 机器公司(ARM)、戴尔、英特尔、微软和普林斯顿大学为代表的公司、大学联合成立了 OpenFog 联盟,推进应用场景和边缘计算相结合。

日本是 3G、4G 时代的领先者,积极推进 5G 技术发展,以期延续通信优势。韩国的移动通信技

术一直走在世界前沿,已经率先推出全球首个 5G 准商用服务。移动边缘技术发展得益于 5G 技术的推进,上述各国对 5G 技术发展持积极态度,从侧面有力地推动了 MEC 技术的发展。

2.2.2 技术来源国家/地区/组织

5GMEC 技术的发展得益于原始技术的产生、积累、融合与再创新。基于同族专利进行技术来源国家分析,从一定角度可以描述技术产生、发展到再创新的流通过程。图 3 展示了 MEC 技术来源国家/地区/组织专利布局,其中横坐标代表优先权国家/地区/组织,纵坐标代表实际公开国家/地区/组织。

MEC 技术发展周期较短,各国家/地区/组织相关技术研发保护主要以本土市场为主,采用专利进攻策略为辅。体现在专利布局上,即基于同一优先权的专利申请,会优先考虑在本区域公开,以中国、韩国等为代表的国家,是此专利防御策略的代表。

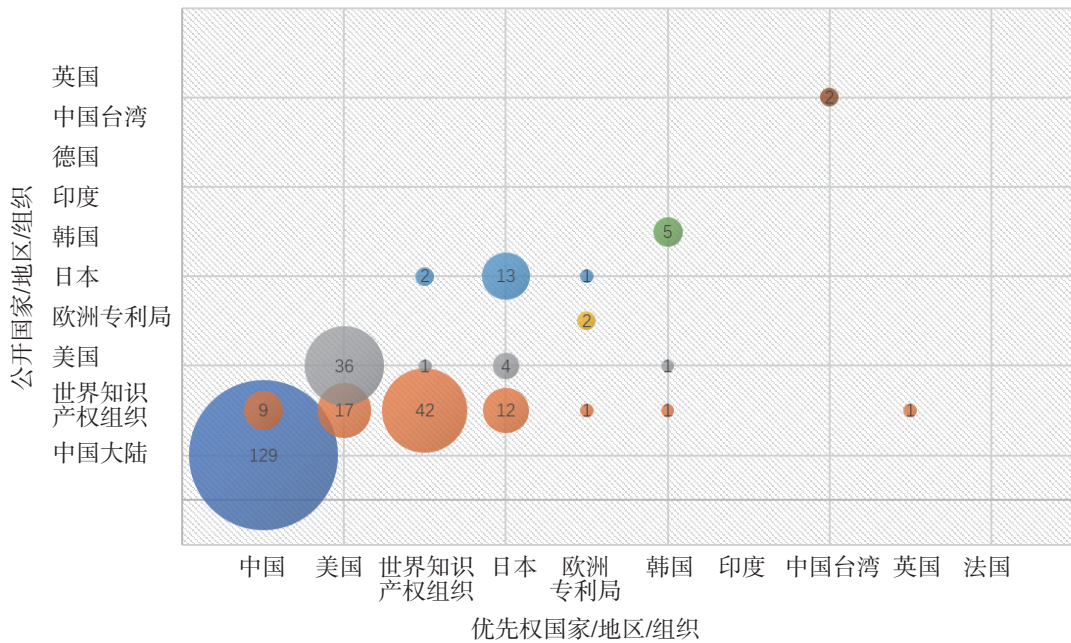


图3 MEC 技术来源国家 / 地区 / 组织专利布局

国际市场的技术布局,主要通过在其他国家 / 地区 / 国际组织(世界知识产权组织、欧洲专利局)进行专利申请。体现在专利布局上,即基于同一优先权的专利申请,会优先考虑在其他区域公开,从世界知识产权局的 PCT 国际专利申请数量(42 件)来看,国际市场深受各国家 / 地区的重视,具有广阔的市场空间。以美国、日本等为代表的国家,是此专利进攻策略的代表。

高通发布《5G 经济研究报告》预测,2020—2035 年间 5G 对全球 GDP 增长的贡献将相当于与印度同等规模的经济体^[10];面对如此具有潜力的市场,各国纷纷加大对关键技术 MEC 的研究投入,采取不同策略布局专利市场,形成了鲜明的战略对比。

2.2.3 技术研发组织机构

5G 移动边缘技术发展离不开产业界(包括电信

表 1 MEC 技术专利公开排名前 20 的组织机构

排名	专利权人	机构名称	专利量 (件)	国家 (地区)	成立年份
1	HUAWEI TECHNOLOGIES CO LTD	华为技术有限公司	77	中国	1987
2	NOKIA SOLUTIONS & NETWORKS OY	诺基亚解决方案和网络公司	33	芬兰	1865
3	OPPO GUANGDONG MOBILE COMMUNICATION CO	广东欧珀移动通信有限公司	26	中国	1876
4	NEC CORP	日本电气股份有限公司	22	日本	1899
5	INTEL CORP	英特尔公司	17	美国	1968
6	UNIV CHONGQING POSTS & TELECOM	重庆邮电大学	12	中国	1950
7	ZTE CORP	中兴通讯股份有限公司	12	中国	1985
8	SONY CORP	索尼公司	11	日本	1946
9	DATANG MOBILE COMMUNICATIONS EQUIP CO	大唐移动通讯设备有限公司	10	中国	2002

续表

排名	专利权人	机构名称	专利量 (件)	国家 (地区)	成立年份
10	CHINA MOBILE COMMUNICATION CORP	中国移动	10	中国	2000
11	UNIV BEIJING POSTS & TELECOM	北京邮电大学	9	中国	1955
12	FUJITSU LTD	富士通	8	日本	1935
13	IND TECHNOLOGY RES INST	工业技术研究院	8	中国台湾	1973
14	CHINA UNITED NETWORK COMMUNICATIONS CORP	中国联通	8	中国	2009
15	TELEFONAKTIEBOLAGET ERICSSON L M	爱立信	7	瑞典	1876
16	BOEING CO	波音公司	6	美国	1916
17	UNIV NANJING POSTS & TELECOM	南京邮电大学	5	中国	1942
18	HON HAI PRECISION IND CO LTD	鸿海精密工业股份有限公司	5	中国台湾	1974
19	UNIV SHANGHAI JIAOTONG	上海交通大学	4	中国	1896
20	CHINA TELECOM CORP LTD	中国电信	4	中国	2000

运营商、电信设备商、IT厂商、第三方应用和内容提供商等多个环节)、研究界的共同推动。世界范围内,中国企业、研究机构的贡献力量比重大,以华为、中兴等为代表的电信设备商已经崛起(见表1)。

电信运营商是 MEC 产业链的核心,其主要任务是针对不同场景部署 MEC 网络,提供 MEC 服务。中国移动、中国联通、中国电信是该技术的积极推动者,分别针对不同需求,开展相关工作。如中国移动已经开展 MEC 医疗、车联网等应用试点;中国联通计划 2020 年实现 100% 的云化部署;中国电信打造工业互联网边缘计算平台 ECOP^[11]。

电信设备商为电信运营商提供边缘计算解决能力和基础能力。以华为(中国)、诺基亚(芬兰)、广东欧珀(中国)、中兴(中国)、大唐(中国)、爱立信(瑞典)等为代表的技术开发企业积极地开发相关设备和解决方案。以华为、诺基亚为例,华为不仅是 MEC 产业联盟的发起者,更是 MEC 解决方案提供商。诺基亚是最早关注 MEC 的公司,MEC 概念最早出现在诺基亚与 IBM 合作的一款计算机平台上。

IT 厂商的主要任务是为客户开发提供定制化需求,提高业务集成能力。英特尔、富士通、鸿海精密工业股份有限公司为软硬件平台搭建提供了有力

的技术支持。

研究机构中以重庆邮电大学、北京邮电大学、南京邮电大学、北京交通大学等为代表的研究机构,积极发挥智囊团作用。上述产业界、研究界在多方面开展产学研合作,有力地推动了世界范围内 MEC 技术的快速发展。

2.3 专利内容分布

2.3.1 技术小类研究方向

5GMEC 业务应用场景的多元化,决定了其技术本身具有一定的交叉性。基于专利分类号 IPC 小类进行统计,可以初步确定该技术研究侧重点。其中图 4 技术共现图阐述了不同技术小类之间的交叉合作关系,表 2 对技术小类进行释义补充。

总体来看,MEC 排名前 20 的技术小类关联网络交叉性广泛。以 H04L、H04W 等为代表的技术小类研究方向,涉及专利较多,技术关联度高,处于整个研究网络的中心位置。

通过对技术小类接近中心度排名前 10 的技术小类(如表 2 所示)进行归纳整理,可知目前 MEC 技术主要集中在数据通讯传输(H04W、H04L、H04N、H04M、H04B)、数据处理(G06F、G06T)、系统控制(H04Q、G08G、G06Q)这三大方向。MEC 技术将计算能力、存储能力和业务服务能力迁移到网

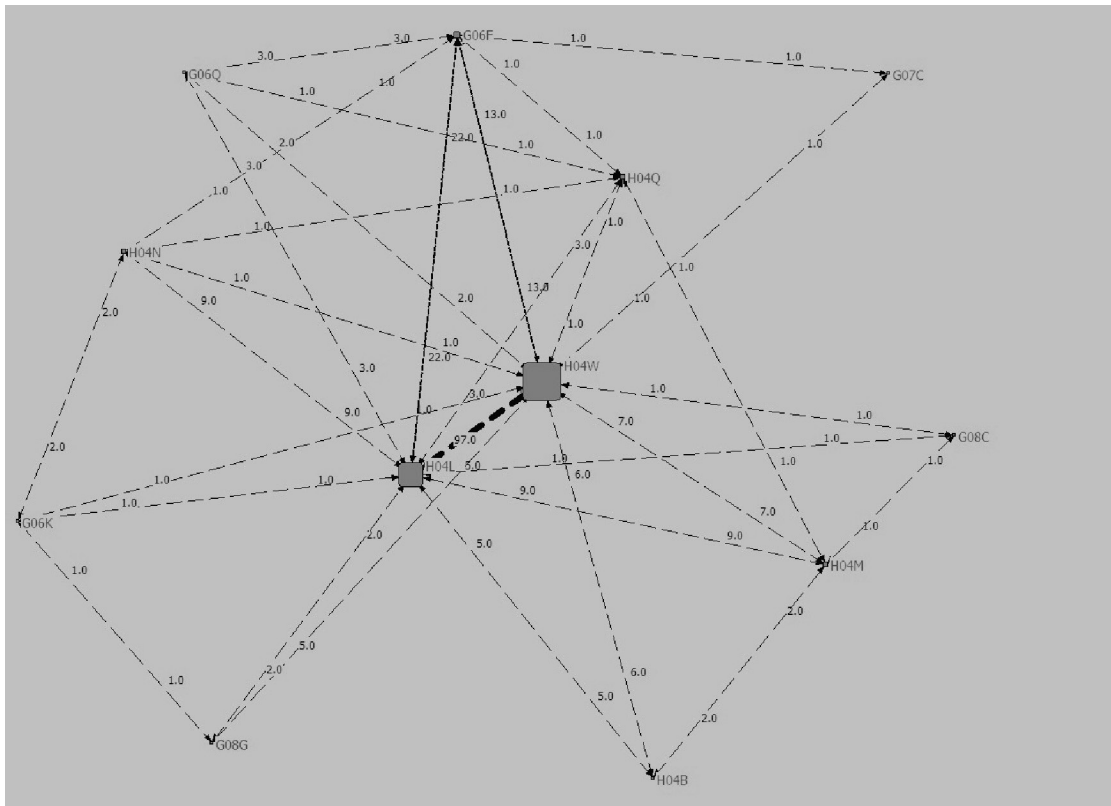


图 4 MEC 技术小类前 20 名共现图

表 2 MEC 技术小类前 10 名释义表

序号	IPC 小类	专利量（件）	释义
1	H04W	188	无线网络
2	H04L	154	数字信息的传输，例如电报通信
3	G06F	35	电数字数据处理
4	H04N	32	图像通信，如电视
5	H04M	13	电话通讯
6	H04B	11	传输
7	G06T	8	一般的图像数据处理或产生
8	H04Q	7	选择
9	G08G	5	交通控制系统
10	G06Q	5	专门适用于行政、商业、金融、管理、监督或预测目的的数据处理系统或方法

络边缘，使应用、服务和内容本地化、近距离、分布式部署^[12]。边缘计算能力的开放有利于降低网络延时，提升网络效率，有效地解决了 5G 网络垂直应用场景的低时延、高可靠、大连接等需求。因此，

当前专利申请主要围绕计算能力提升而展开。

2.3.2 技术小组研究热点

5GMEC 技术架构主要包括网络层（3GPP 蜂窝网络、本地网络、外部网络）、系统层（MEC 系

统水平管理实体）和主机层（MEC 主机、MEC 主机水平管理实体）这 3 个层次^[13]。从技术分类号微观角度（技术小组）出发，进一步确定各专利优先权国家在该技术研究层次的侧重点，有利于寻找技术研发的热点和空白点。

图 5 统计了各优先权国家/地区/组织在相关技术热点上的侧重点，表 3 对研究热点进行了释

义。可以看出，当前技术研究热点主要集中在以 H04W（无线通讯网络）、H04L（数字信息的传输）等技术小类为代表的技术分支下。其中网络层研究（H04W-028、H04L-012、H04W-008）、系统层研究（H04W-072、H04W-076）、主机层研究（H04L-029、H04W-004、H04W-036、H04W-088、H04W-024）是当前专利申请的主攻方向。

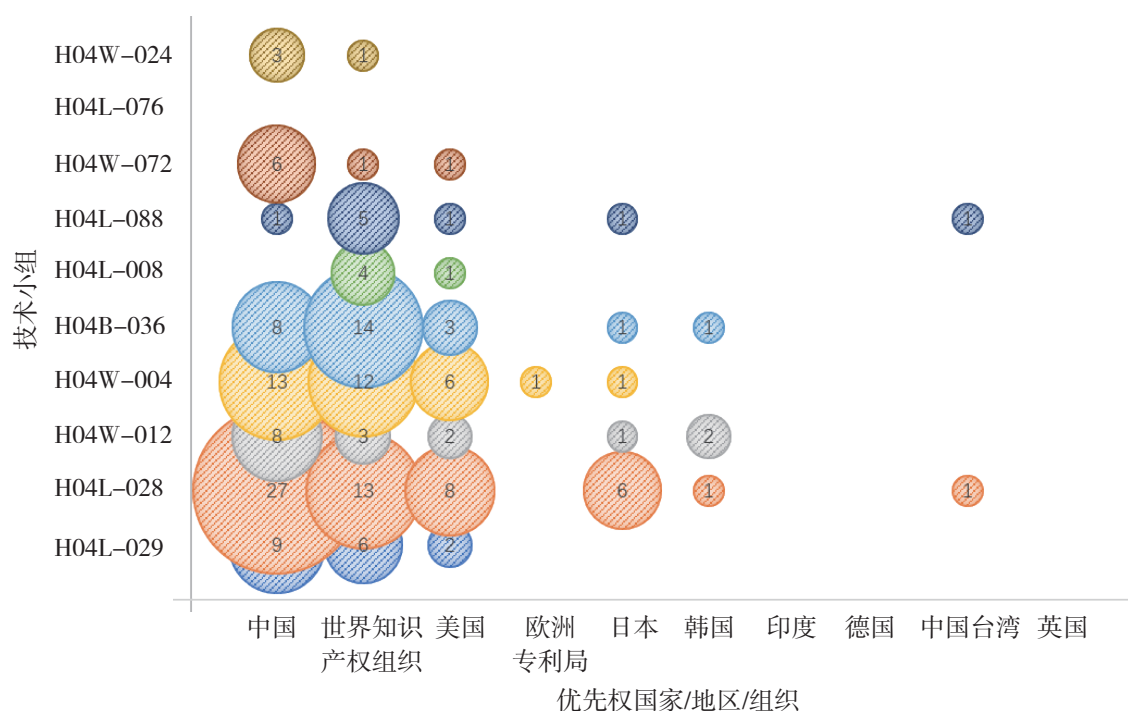


图 5 MEC 技术专利公开排名前 10 的技术小组分布

表 3 MEC 技术专利公开排名前 10 的技术小组释义

序号	IPC 小类	专利数量	释义
1	H04L-029	112	H04L1/00 至 H04L27/00 单个组中不包含的装置、设备、电路和系统
2	H04W-028	62	网络业务量或资源管理
3	H04L-012	62	数据交换网络
4	H04W-004	62	专门适用于无线通信网络的业务或设施
5	H04W-036	39	切换或重选装置
6	H04W-008	30	网络数据管理
7	H04W-088	30	专门适用于无线通信网络的设备，如终端、基站或接入点设备
8	H04W-072	25	本地资源管理，如无线资源的选择或分配或无线业务量调度

续表

序号	IPC 小类	专利数量	释义
9	H04W-076	24	连接管理,如连接建立、操作或释放
10	H04W-024	24	监督、监控或测试装置

中国整体研发水平较好,H04W-028(网络业务量或资源管理)、H04L-012(数据交换网络)等均是技术研发的侧重点,但在H04W-008(网络数据管理)技术研发方向目前为空白;世界知识产权局的国际专利申请中,H04W-036(切换或重选装置)是专利申请的重点,侧面反映出该技术是国际上比较重视的技术热点。美国、日本、韩国等国家在技术实力上较中国存在一定的差距。

3 结论

从MEC技术概念被提出,到5G时代被确定为必不可少的关键技术之一,未来MEC技术将在物联网、工业互联、智能家居、智能安防等多场景下发挥重要的作用。本文重点探讨了5GMEC市场发展状况,从情报学角度全面揭示了当前5GMEC的发展趋势、面临的国际形势、技术研发的热点,最终基于分析总结以下6点结论供参考:

(1) MEC概念提出虽晚(2014年),但原始技术积累经历了20多年,当前主要经历了技术储备期(2014年前)、技术成长期(2014年后)两个时期,技术发展迅速、未来市场空间增大。

(2) 以中国、美国、日本、韩国等为代表的国家,积极发展5G技术,进行关键技术(移动边缘技术)研发,中国凭借170件专利,已经领跑全球。

(3) 各国均采用不同策略布局专利市场,中国、韩国等国家是专利防御策略的代表;美国、日本等国家,是专利进攻策略的代表。

(4) 世界范围内,产业界、研究界等共同推动MEC技术的发展,中国企业、研究机构贡献力量比重大,以华为、中兴等为代表的电信设备商已经崛起。

(5) MEC的研究方向主要集中在数据通讯传输、数据处理、系统控制等几大方向,专利申请主要围绕计算能力提升进行展开。

(6) 中国整体研发水平较好,但在网络数据

管理技术研发方向目前为空白;切换或重选装置等技术是国际上关注的热点方向。■

参考文献:

- [1] 陈天,陈楠,李阳春,等.边缘计算核心技术辨析[J].广东通信技术,2018,38(12):40-45.
- [2] 李子姝,谢人超,孙礼,等.移动边缘计算综述[J].电信科学,2018,34(1):87-101.
- [3] 建投通讯研究.深度报告:移动边缘计算,站在5G“中央”[EB/OL].(2017-07-28)[2019-05-27].http://www.sohu.com/a/160531189_672755.
- [4] 华尔街见闻.5G时代新风口——边缘计算[EB/OL].(2019-03-06)[2019-05-27].<http://dy.163.com/v2/article/detail/E9JGJ43305198NMR.html>.
- [5] 架构师技术联盟.一文读懂云计算、边缘计算、移动边缘计算和自动驾驶的前世今生[EB/OL].(2019-05-30)[2019-06-27].https://mp.weixin.qq.com/s?src=11×tamp=1567039954&ver=1819&signature=8ZPy3baDOm5yWTrlFqhazdtscQ6Cq9RLKjpMkkaL2p*CJhGwTQYUqQu12DqxcRBS6HtxJM78hOt1Vr4lpJW18efUwnzx4DELd7Ohsws*AN8oaiEN8ZtE8mEto*TYXX&new=1.
- [6] 虞湘宾,王光英,许方铖.未来移动通信网络中移动边缘计算技术[J].南京航空航天大学学报,2018,50(5):14-22.
- [7] 产业智能官.边缘计算的发展历程和边缘计算的七项核心技术[EB/OL].(2019-01-25)[2019-04-27].<https://mp.weixin.qq.com/s?src=11×tamp=1567042922&ver=1819&signature=czapvly342VRduDk8YqZiYzZCRsOJtyunqG5JgrU1uRe0IOZmfRE4ne3ZipdYOhh6GTMJmb-uKSZkwCPSpUEQXBwvmSXGLLeIHLjyWdLJ949vVH-HBhAoeyqsS8iqiu&new=1>.
- [8] 智能交通技术.边缘计算,5G时代新风口[EB/OL].(2019-01-25)[2019-04-27].http://www.sohu.com/a/303844432_468661.
- [9] 苑朋彬,佟贺丰,赵蕴华,等.全球5G技术专利市场

- 研究[J]. 全球科技经济瞭望, 2019, 34(2): 68-76.
- [10] SIMIT 战略研究室. 5G 竞争, 四大阵营谁能笑到最后[EB/OL]. (2018-09-07) [2019-05-01]. <https://mp.weixin.qq.com/s/u0pDAVPGiSRBpjgaNVFfAw>
- [11] CSDN. 中国移动边缘计算技术白皮书[EB/OL]. (2019-03-01) [2019-06-27]. https://download.csdn.net/download/weixin_41591568/10982699.
- [12] 刘亚利. 5G 网络中移动边缘计算的应用展望[J]. 中国新通信. 2018, 20(23): 160-161.
- [13] 庄小君, 杨波, 王旭, 等. 移动边缘计算安全研究[J]. 电信工程技术与标准化, 2018, 31(12): 43-48.

Global Patent Market Research of MEC

ZHAO Yun-hua, YUAN Peng-bin, WU Si

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: In the era of 5G, mobile edge computing technology has effectively solved the network bandwidth and computing throughput of cloud computing, playing an important role in local streaming, data service, business optimization and other business scenarios. Due to the late introduction of the concept of moving edge computing (proposed in 2014), it can be seen from the current literature research that there are few relevant studies revealing the development status, research hotspots and future trends of this technology from the perspective of information science. Based on derwent patent data, this paper reveals the development trend, international situation and hot spot of mobile edge computing technology from the perspective of information science. It is found that the mobile edge computing technology is in the technological growth stage. Different countries adopt different patent strategies to actively promote the development of technology; China is a big country of mobile edge computing technology. Enterprises and research institutions have contributed a lot to the development of technology, Telecom equipment vendors such as huawei and zte have emerged. The research direction of mobile edge computing mainly focuses on data communication transmission, data processing, system control and other major directions, and China should pay close attention to the technological direction of network data management, switching or reselecting devices.

Key words: mobile edge computing; patent analysis; technology hot spots; market research