



# 基于专利计量的技术融合研究:判定、现状与趋势

——以物联网与人工智能领域为例

吕一博<sup>1</sup> 韦 明<sup>1</sup> 林歌歌<sup>2</sup>

(1. 大连理工大学 经济管理学院, 辽宁 大连 116024;

2. 大连理工大学 科学学与科技管理研究所, 辽宁 大连 116024)

**摘要:**选择物联网与人工智能领域为对象,基于专利数据,利用融合的专利申请量、技术距离和技术融合度来判断技术融合的情况;利用CiteSpace构建德温特手工代码共现矩阵,绘制共现图谱呈现融合后的知识结构、规律和分布情况;运用文献计量4个指标,探索技术融合后的技术研究现状和未来发展动向,为技术融合的相关研究拓宽思路。结果显示,2个领域间的技术融合在不断加强,图像、语音识别等相关技术是当前的热点技术,语音分析等相关技术可能成为未来的发展趋势。

**关键词:**技术融合;专利;计量指标;共现分析;CiteSpace;物联网与人工智能

**中图分类号:**G306.0 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-0241(2019)04-0016-16

## 0 引言

技术融合是科学技术发展的必然趋势,不同领域之间的技术融合已经成为当今世界发展的普遍现象,逐渐形成了新的技术前沿。在技术融合的浪潮下,将会推动相关产业的快速发展,促使其结构发生革命性变化的同时,为新一轮的经济增长做出贡献。此外,技术融合作为产业发展的一个新的决定性因素引发了广泛关注和研究,尤其对于新兴产业而言,技术融合通过渗透、交叉、重组等机制驱动了新兴产业的形成和发展(李丫丫等,2016)。因此,如何快速识别出技术融合的程度和趋势,以及对技术融合后的现状进行科学客观地分析,并识别出技术融合后的新兴领域相关技术的发展趋势,对企业紧跟科学技术发展潮流,实施创新发展战略具有重要的意义。

在专利技术识别与可视化研究上,韩震等(2013)对RFID技术进行代码共现分析和时间演进分析,反映了该领域的关键技术和发展趋势。侯剑华和都佳妮(2015)利用专利计量和信息可视化方法对风力涡轮机技术进行技术热点监测分析。栾春娟(2012)运用专利计量与信息可视化手段对会聚技术进行测度与可视化分析。在技术融合分析方法研究上,主要研究有专利引文分析法和专利分类分析法。其中,邱均平和杨强(2014)采用关键词词频分析方法和共现分析方法分析了物联网、大数据、云计算和语义网的不同程度的技术融合现象。黄鲁成等(2014)采用专利共类分析法分析信息与生物技术的技术融合趋势。李丫丫和赵玉林(2016)分别从静态和动态2个方面构建了技术融合分析框架,利用共现分析进行技术融合静

收稿日期:2018-07-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(71572026,71632004)

第一作者简介:吕一博(1979—),男,辽宁大连人,大连理工大学经济管理学院,副教授,博士,研究方向:企业创新、技术创新。

通信作者:韦明,weiming@mail.dlut.edu.cn

态分析,借鉴生物领域多样性指数进行动态分析。

从上述研究中发现,在专利技术识别与可视化研究上,通过信息计量与信息可视化等方法,从专利文献中探测领域的热点技术与研究趋势已成为现代信息科学的研究重点。但是此方法应用在技术融合分析上相对较少,即使有的研究应用到了此方法也缺少相应的指标对研究的领域进行完善和细化。而在技术融合分析方法研究上,无论是从引文分析,还是从专利指标上进行分析,或是利用专利共类方法分析仍然存在一定的局限性(李姝影等, 2017)。不仅如此,上述研究中都致力于分析技术融合的程度,使得对这一方向研究不断地完善和细化,然而对于技术融合后,哪些技术有可能成为发展的趋势则未有涉及,而这些技术对于企业的发展才更具有现实意义。因此,本文借鉴了以上分析方法,将其进行结合,并对其加砖添瓦。于是本文选取了物联网与人工智能这2个热点领域作为技术融合的分析对象,通过物联网领域各层级与人工智能领域融合的专利申请量、技术距离的测量和技术融合度的计算来快速直观地判定其技术融合的程度;然后利用共现分析的方法和可视化技术展示了4个层级的知识结构以及技术的动态变化;最后结合文献计量4个指标(共现频次、中介中心性、突发性和Sigma值)识别出这2个领域产生技术融合后的技术现状以及未来技术的发展趋势。

## 1 概念及理论基础

### 1.1 概念

#### 1.1.1 专利与技术融合

一般而言,专利数据被认为是最新且可靠的知识来源(Griliches, 1990; Trajtenberg et al, 1997)。专利作为技术信息最有效的载体,包括了全球90%以上的最新技术情报。根据世界知识产权组织报告,专利信息包含了全球R&D产出的90%以上,剩下的5%~10%体现在科学文献中(王贤文等, 2010)。专利数据已被用于测量技术融合的指标,

某一领域的专利申请代表了该技术轨迹中知识的积累和进步(Caviggioli, 2016)。因此,基于专利数据来研究技术融合程度以及技术融合后的技术现状和发展趋势是可行的。

技术融合(Rosenberg, 1963)最早是由Rosenberg于1963年在不同产业中使用了相类似的技术的背景下提出的。随着时代的发展和研究的不断深入,对于技术融合的研究越来越受到了学者们的关注,于是涌现出一些相关的概念,如技术会聚、技术融合、技术兼并、技术集成、技术交叉等,虽说叫法不同,但是它们研究的内容大致相同。Curran等(2010)认为技术融合开始于知识间的相互引用和合作,从而发展到技术间距离的缩短形成技术融合,并将技术融合解释为2种以上的技术在同一位置合并成一项或多项新的技术(李姝影等, 2017; Curran et al, 2001)。总的来说,技术融合是一种创新模式,是不同技术之间通过自身的有机结合实现技术创新(陈亮等, 2013)。

#### 1.1.2 物联网与人工智能

随着信息化技术的发展,物联网与人工智能领域是当今世界的研究热点。“物联网”最早是由Kevin Ashton于1999年在供应链管理的背景下提出(Gubbi et al, 2013)。它使得物与物之间的连接变得可能。自从它出现以来,物联网一直发挥着至关重要的作用,其涵盖了医疗,公用事业,运输等广泛的应用,并且近年来一直备受学术界,工业界和政府研究人员的关注。Trappey等(2017)对现有文献进行综述后,认为最合适的层次是将物联网架构划分为4层。物联网结构中的成分合乎逻辑地、直观地被分为感知层,传输层,计算层和应用层。其中,感知层(Trappey et al, 2017)涉及利用传感器来获得发生在物理世界中的数据 and 信息;此外,数据收集依赖于传感器、RFID、二维码和实时定位技术等,还有传感器数据交换标准。传输层(Trappey et al, 2017)通过基站承载网

络将感知层的信息传输到应用层;该技术有一些有线通信标准,传输层有有线或无线通信协议。计算层(Trappey et al, 2017)包括创建或转换传输和收集数据所需的算法;计算层中有一些主题包含路由算法、图像处理、字符识别、纠错、数据安全和数据加密。应用层(Trappey et al, 2017)使用收集的数据形成动态数据资源库,适用于物联网相关的业务需求;物联网相关业务包括零售、健康、能源、移动、城市、制造、出版和服务。并且还详细给出了每个层次相关技术的关键词。关于“人工智能”这一术语在1956年被首次提出,作为计算机科学的一个分支它经过50多年的发展,如今已经涉及哲学,数学,心理学,计算机科学等多门学科,其中以机器学习、基础算法、智能搜索、语音识别、自动驾驶等技术为主要技术分支,并成为当今世界的研究前沿。

## 1.2 理论基础

从相关学者提出技术融合的定义中,可以知道技术融合源自于2个或多个不相关的技术领域开始产生了相互引用和合作的情况,就如同科学文献之间的相互引用,这种关系在逐渐加强与加深,以至于技术距离在不断缩短逐渐产生了技术融合。因此,可以用集合A和集合B表示2个不同的领域的技术,如图1所示,2个领域逐渐产生技术融合,融合部分如集合C所示,于是可以基于关联规则(黄鲁成等, 2014)由公式:  $F_{AB} = \frac{A \cap B}{N_{AB}} = \frac{\text{相交专利数}}{\text{专利总量}}$ ,计算出技术融合度,并将关联规则应用于后面的实证分析当中。

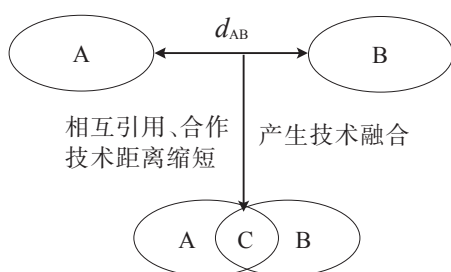


图1 技术融合基本形式

信息可视化工具Citespace改变了人类看世界的方式。其设计主要基于库恩的科学发展模式理论、普赖斯的科学前沿理论、社会网络分析的结构洞理论、科学传播的信息觅食理论和知识单元离散与重组理论,这些理论基础的意义在于强化图谱的可解读性、解读的合理性和正确性,通过图谱解读,实现理论两大功能,即领域现状的解释功能与领域未来前景的预见功能(陈悦等, 2015)。

在利用Citespace进行可视化分析的同时,可以应用到的相关指标及相关含义如下。(1) 共现频次是指网络中的某一节点出现的次数,频次高低是研究热点的直接呈现,可以用来分析某领域的研究现状。在CiteSpace中共现频次的高低反映在年轮的大小上,频次越高年轮越大,反之越小。(2) 中介中心性是指网络中的一个行动者居为中介者的能力(Freeman, 1977),反映了行动者对资源的控制能力。这个指标是由Freeman提出来的,用来测度结构洞和转折点(Freeman, 1977)。如果一个行动者具有较高的中介中心性,则他就在其他人之间架起了沟通的桥梁。因此,可以用中介中心性来衡量节点在当前网络结构中的重要性,识别关键技术。(3) Burst指数是指节点在某时间段内突然发生增长的变化率,用于判断节点的突增程度(Chen et al, 2010)。Burst是由Kleinberg提出的探测频率突增的算法(Kleinberg, 2003)。Burst指数可以衡量节点在时间上的重要性,用来鉴别节点的突发时期和突发性,同时它还可以通过节点本身的变化来展现热点主题和节点的主题演变。如果聚类中包含的突发性节点越多,那么聚类就越活跃或者是研究的新兴趋势(李杰等, 2017)。因此,可以用Burst指数来识别新兴技术。(4) Sigma指数是陈超美首先提出的,计算公式为:  $(centrality + 1)^{burstness}$  它由中介中心性和突发性这2个指标复合而成,主要用于衡量科学创新能力,识别创新性文献(Chen et al, 2010)。因此,可以



用 Sigma 指数来识别创新性技术,具有创新力的技术更有可能成为未来的发展趋势。

## 2 分析方法

技术融合界定。通过物联网领域各层级与人工智能领域融合的专利申请量、技术距离的测量和技术融合度的计算来判定其技术融合的程度。首先,根据表1检索得到的结果提取专利数据中的年份绘制专利申请量图。其次,根据表1中物联网4个层级和人工智能的检索式分为2个时间段进行检索,其检索时间为1963—1990年和1991—2018年。然后根据检索到的专利数据计算出物联网4个层级与人工智能领域的技术距离  $D_{ij}$ ,计算出结果并进行横向和纵向对比。最后,根据检索到的专利数据分阶段计算技术融合度,计算出结果并进行对比。

共现分析及可视化。采用共现分析的方法捕捉物联网与人工智能领域技术融合后的研究热点,利用可视化技术清晰地展现技术融合后的专利研究领域的科学领域结构。CiteSpace 是一款信息可视化软件,即通过可视化的手段探索并呈现科学知识的结构、规律和分布情况。本文采用 CiteSpace 中的科学领域共现分析,即:德温特手工

代码共现分析,思路是通过 CiteSpace 软件对专利数据#6(感知层)、#7(传输层)、#8(计算层)和#9(应用层)转化为软件可以分析的格式并进行过滤与除重,再从专利数据中提取 SC 字段分别进行分析,其中 SC 字段代表的学科是由专利数据中的德温特手工代码转换而来。本文选取了第一次出现节点的年份作为起始年份,物联网与人工智能领域技术融合后的感知层、传输层、计算层和应用层的分析时间段分别是 1980—2017 年、1986—2017 年、1992—2017 年和 1993—2017 年,在这个时间段内提取手工代码共现频次最高的前 50 来构建共现网络,然后再将各年的网络进行合成,并对网络进行聚类及命名。最终分别生成了德温特手工代码共现视图和时间线视图。

技术融合后的现状及趋势。利用文献计量指标:共现频次、中介中心性、突发性(burst)和 Sigma 值对物联网与人工智能领域产生融合后的技术进行计量分析,科学地识别出技术融合后的热点技术、关键技术、新兴技术以及创新性技术。其中识别出的热点技术和关键技术代表技术融合的现状,新兴技术和创新性技术代表技术融合的发展趋势。具体分析过程如图2所示。

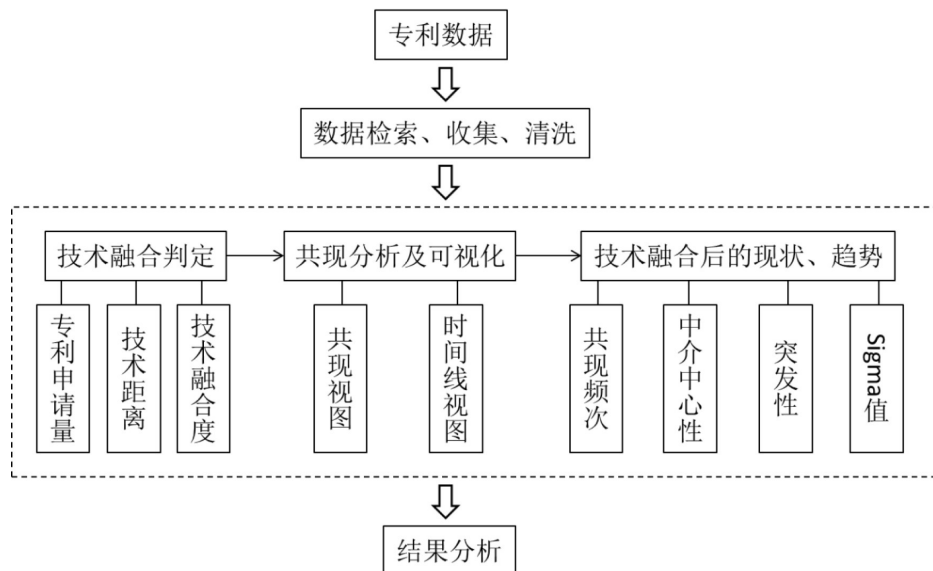


图2 分析过程

### 3 实证分析

#### 3.1 数据收集

本研究使用的专利数据来源于德温特创新专利引文索引数据库(derwentinnovation index, DII),由世界专利索引(world patent index)和专利引文索引(patent citation index)2部分构成。该数据库于1948年在英国诞生,收录了自1963年以来全球40多个专利机构的大量专利文献,并且是全球科技情报和情报机构的权威机构。

本研究的检索策略是通过搜索Trappey(2017)给出的物联网各层级相匹配的关键词得到的结果与搜索人工智能得到的结果组合而成(见表1),检索策略的基本原理如下。首先,本文根据中国专利保护协会发布的《人工智能技术专利深度分析

报告》中列举的人工智能的主要技术关键词以及张振刚等人(2018)的检索方法,从而重新构造检索式为TS=(“artificial intelligence\*” or “AI” or “Depth learning\*” or “Basic algorithm\*” or “Natural language processing\*” or “Smart search\*” or “Speech Recognition\*” or “Computer vision\*” or “Gesture control\*” or “Smart recommendation\*” or “smart robot\*” or “Video recognition\*” or “Voice translation\*” or “Automatic drive\*” or “Image Recognition\*” or “Machine learning\*”),在德温特数据库中进行主题检索,此检索生成了57 742条记录,并标记为#1。其次,使用与物联网的4个层级相匹配的关键词来构建检索式,分别标记为#2感知层(10 770 094条记录),#3传输层(1 587 870条记录),#4计算层(257 842条记

表1 检索式与检索结果

检索号	检索结果	检索式
#9	8 406	#5 AND #1
#8	3 234	#4 AND #1
#7	9 801	#3 AND #1
#6	23 255	#2 AND #1
#5	5 877 921	TS=(home or lifestyle or health or mobility or retail or energy or cities or manufacturing or “public service*” or transport* or environment or military or agriculture or hospitality)
#4	257 842	TS=(“rout* algorithm*” or “localization algorithm*” or “memory management” and “information retrieval” or “power management” or “resource management” or “IoT control system*” and (arduino or “beagle-bone” or “carambola 2” or dragino or nordic or “intel grove” or “intel edison” or “rasberry pi” or “intel Edison” or “intel grove” or nordic) or “embedded system*” or “cyber-physical system*” or “intrusion detection system*” or “automated IoT-based access control system*” or “image process*” or “character recognition” or encryption and (“error correction” or “data security” or “data encryption” or “information retrieval” or “QoS security” or “IoT surveillance”) or software and (IDE or OS or database) or “computational component” or nimbit*)
#3	1 587 870	TS=(“topology management” or “Internet Protocol” or IP or “Network Protocol” or “Medium Access Control Protocol” or “Wireless Sensor” or Network or “multiplex* near/5 method*” or “baseband process*” or “communication protocol*” and (AMQP or CoAP or DDS or FTP or HTTP or MQTT or SSH or telnet or XMPP) or “radio frequency protocol*” or “data aggregation protocol*” or “data processing protocol*” or “data storage protocol*” or “data retrieval protocol*” or “business model protocol*” or “business application protocol*” or “link layer protocol*” or BLE or Bluetooth or CDMA or “Dash 7” or “Ethernet 802.3” or GSM or “Wifi 802.11 a/b/g/n” or Zigbee or 802.15.4e or “connectivity protocol*” and (Modbus or ODB2 or PLC or RJ45 or RS-232 or RS-485 or SPI or USB or Wireless) or “transport protocol*” and (IPV4 or IPV6 or RPL or 6LoWPAN) or ISDN or IEEE-1394 or IEEE-802.11 or IrDa or NFC)
#2	10 770 094	TS=(circuit* or sensor* and (temperature or humidity or button* or compass* or “light detection” or current meter* open or close* or “accelerometer tilt” or “voltage detect” or “dry contact” or “impact detect” or “carbon monoxide” or “g-force snapshot” or “Pressure Meter” or “g-force max & avg” or “light meter” or “asset” or “water detect” or “input pulse counter” or resistance or flex or “voltage meter” or “air flow detection” or “activity detection” or “liquid level” or “grain* per pound” or “activity vibration count*” or “vehicle detection” or “motion detection” or “activity timer” or “vehicle counter” or imag*) or actual* or control* or RFID or “RFID technolog*” or camera* or “printed circuit board*” or PCB)
#1	57 742	TS=(“artificial intelligence*” or “AI” or “Depth learning*” or “Basic algorithm*” or “Natural language processing*” or “Smart search*” or “Speech Recognition*” or “Computer vision*” or “Gesture control*” or “Smart recommendation*” or “smart robot*” or “Video recognition*” or “Voice translation*” or “Automatic drive*” or “Image Recognition*” or “Machine learning*”)

录),#5应用层(5 877 921条记录)。最后,分别用检索式#1与物联网4个层级检索到的结果#2、#3、#4、#5作交集,并得到各层级的数据集#6有23 255条记录,数据集#7有9 801条记录,数据集#8有3,234条记录,数据集#9有8 406条记录。所有检索的时间跨度为所有年份,检索日期为2018年11月20日。

### 3.2 技术融合界定

#### 3.2.1 专利申请量

物联网领域与人工智能领域中的技术交叉使用越来越频繁,共同使用的专利的申请量呈上升趋势,技术融合已逐渐成为当今世界一个重要的发展趋势。图3显示了人工智能领域分别与物联网领域的4个层级产生融合后的专利申请数量在1964—2017年间呈现的发展变化趋势。其中,在感知层、传输层和应用层的专利申请量上总体呈现上升的趋势,特别是在2009年之后,增长的速度明显加快。其中感知层从2010年的505件专利增长到2013年的1289件,到2014有所回落,之后又呈现快速增长,直到2017年的3255件;传输层从2009年的173件专利一直增长到2017年的1 946

件;应用层从2009年的198件专利一直增长到2017年的1 435件。然而在计算层的专利申请量上总体的趋势较为平缓,但是在2014—2015年则有小幅度的增长,专利数从206件增长到297件,增速为44.17%,增速较为明显。

#### 3.2.2 技术距离

技术距离(Jaffe, 1986)表示两地之间技术的相似程度(刘志迎等, 2013)。结合研究的内容,本文用技术距离来测量物联网与人工智能这2个领域之间技术的相似程度,计算公式(1)如下:

$$D_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n q_{ik} q_{jk}}{\sqrt{\left( \sum_{k=1}^n q_{ik}^2 \right) \left( \sum_{k=1}^n q_{jk}^2 \right)}} \quad (1)$$

式中: $D_{ij}$ 表示领域*i*和领域*j*之间的技术距离; $q_{ik}$ 表示在某时间按段内领域*i*在第*k*类专利下所申请的专利数量; $q_{jk}$ 表示在某时间按段内领域*j*在第*k*类专利下所申请的专利数量。如果该数值越接近于1,表明2个领域间技术距离越小,技术相似度就越高;如果该数值越接近于0,表明2个领域间的技术距离越大,技术相似度就越低。计算结果如表2所示。

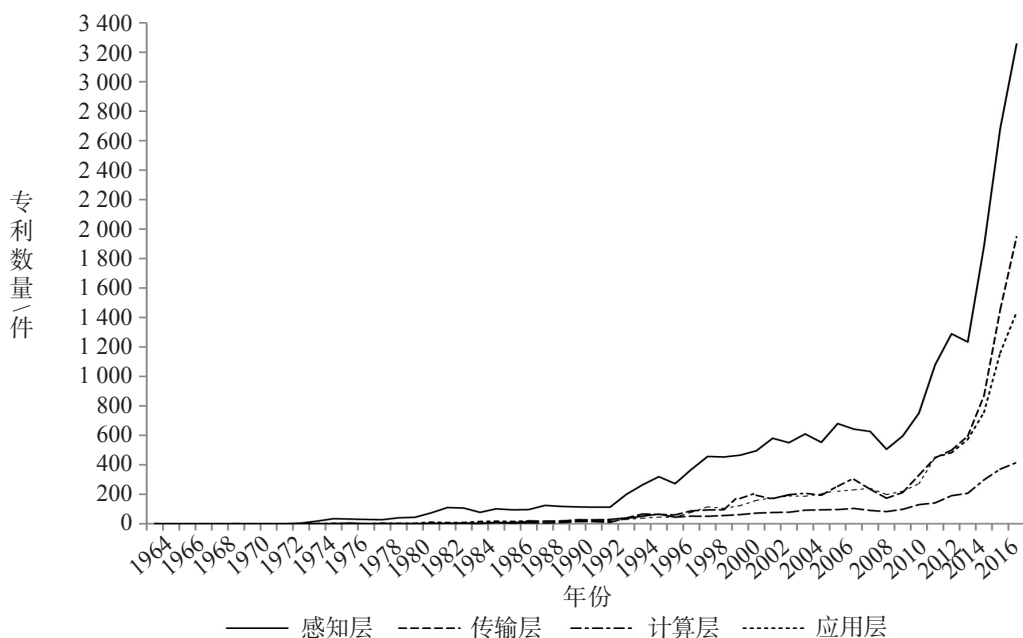


图3 物联网领域各层级与人工智能领域融合的专利申请量

从横向来看,第一阶段是从1963—1990年,物联网的4个层次与人工智能领域的技术距离 $D_{ij}$ 与0比较接近,说明在早期时它们的技术距离较远,特别是传输层、应用层与人工智能领域的技术距离更远。然而在第二阶段,也就是1991—2018年,随着时间的变化,物联网的4个层次与人工智能领域的技术距离 $D_{ij}$ 越来越接近1,其中以物联网计算层与人工智能领域的技术距离最接近,传输层与人工智能领域的技术距离最远。从纵向来看,物联网应用层与人工智能领域的技术距离的变化率最大,其次是传输层,说明技术融合的速度更快,而在感知层和计算层则相对较慢。

因此,通过横向和纵向的比较可以说明,在技术发展初期应用层与人工智能领域的技术距离最远,随着时间的不断推移直到第二阶段,计算层与人工智能领域的技术距离最近;在变化率上以传输层和应用层为主导,预示着未来技术融合的发展趋势。随着现代科学技术的不断发展,它们之间的技术距离越来越近,技术的交叉使用变得越来越频繁,技术融合在不断加强。

### 3.2.3 技术融合度

为了反映技术融合度的动态变化,本文将整个时间段分为2个阶段进行计算。根据技术融合度公式: $F_{AB} = \frac{A \cap B}{N_{AB}}$  相交专利数/专利总量,得到的结果如表3所示。

从2个时间段来看,4个层级的技术融合度在

逐渐变大,也就是说相交专利增加的数量大于专利总数增加的数量,从而表明技术融合在不断加强。从技术融合度与技术距离的结果对比来看,两者得到的计算结果几乎一致。其中,以传输层与应用层增幅较大,感知层和计算层则次之。

总的来说,物联网各层级与人工智能发展至今,无论是从专利申请量的不断增多,还是从技术距离逐渐缩短和技术融合度的逐渐增大,都足以表明这2个领域的关系由生疏到密切,由相隔一方到渐行渐近,并且这种交互使用相同技术的现象已成为当今科技发展的趋势。

## 3.3 共现分析及可视化

### 3.3.1 共现视图

CiteSpace以各种视觉属性来表征这种网络中新型趋势和变化模式(Chen, 2012)。在德温特手工代码共现视图中(见图4,彩图详见电子版),聚类区域的颜色表示该聚类共现关系第一次出现的时间,黄色区域则表示近几年生成的区域,而蓝色区域和绿色区域比黄色区域更早生成。在网络视图中节点以年轮的样式显示,年轮大的节点和年轮是红色的节点具有特别的意义,因为它们分别代表着更高的共现频次和共现频次呈突发式增长,这是研究热点和新兴领域的体现,从而提供了有用的手段来追踪研究重点领域的发展。此外还有一些紫色圆环的节点,表示中介中心性高的节点,这是链接2个不同领域关键的节点。在共现视图中年轮较大的点

表2 技术距离

类别	$D_{\text{感知层 人工智能}}$	$D_{\text{传输层 人工智能}}$	$D_{\text{计算层 人工智能}}$	$D_{\text{应用层 人工智能}}$
1963—1990	0.28	0.19	0.28	0.16
1991—2018	0.79	0.64	0.81	0.71
差值	0.51	0.45	0.53	0.55
增幅/%	182	237	189	344

表3 技术融合度

类别	$F_{\text{感知层 人工智能}}$	$F_{\text{传输层 人工智能}}$	$F_{\text{计算层 人工智能}}$	$F_{\text{应用层 人工智能}}$
1963—1990	0.000 85	0.001 80	0.003 90	0.000 49
1991—2018	0.002 40	0.000 00	0.010 70	0.001 50
差值	0.001 55	0.004 60	0.006 80	0.001 01
增幅/%	182	256	174	206



呈现的是淡红色,说明共现在最近的年份发生。

### 3.3.2 时间线视图

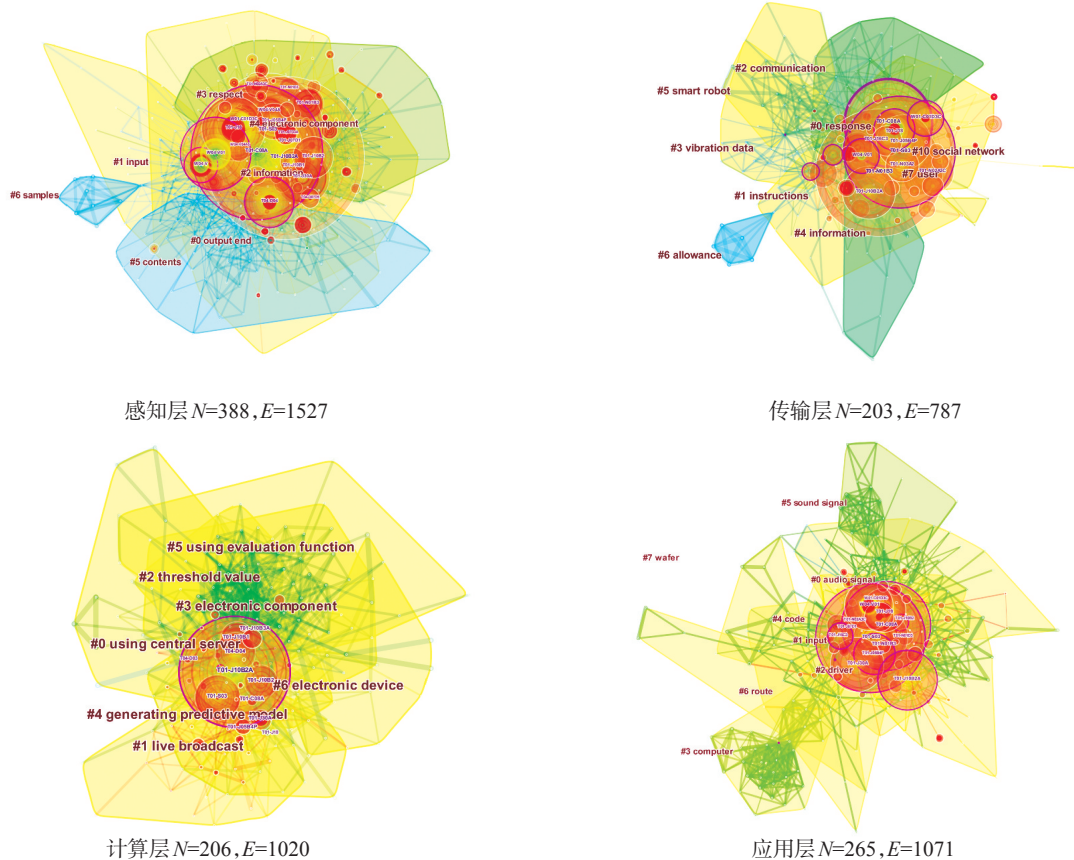
CiteSpace 中的时间线视图(见图 5,彩图详见电子版)描绘了同一聚类的成员被放在同一水平时间线上,每个聚类从上到下显示,发布的时间在视图的顶端显示,充分展现了每个聚类的活跃度情况以及聚类的形成发展情况。聚类是按照其大小降序排列的,最大的聚类显示在第一排。大的节点或者红色的节点表示共现频次最多,要么共现频次呈爆发增长,或者有些节点两者兼而有之。在每个时间线下方显示了某一年份中共现频次最多的 3 个作者(德温特手工代码),其中共现频次最多的位于最下方。网络视图中的聚类是从 0 开始编号的,也就是说聚类#0 是最大的聚类,其次第二大聚类是聚类#1。正如时间线视图所示,每个聚类的持续的时间是不同的,有些聚类持续了十多年,有些则相

对较短。例如,感知层、传输层和应用层的聚类是比较活跃的聚类,有的聚类一直持续了十多年,并且节点的共现频次相当多,同时还出现了引用爆发点;此外,这些聚类不仅仅体现在大的节点或者红色年轮的节点,更体现在有紫色年轮的节点上。而计算层则没有那么活跃,很大一部分原因是由于节点数量少的缘故。总之,人工智能领域与物联网领域的技术融合后的活跃程度主要体现在物联网的感知层、传输层和应用层面。

## 3.4 技术融合后的现状及趋势

### 3.4.1 现状(热点技术和关键技术)

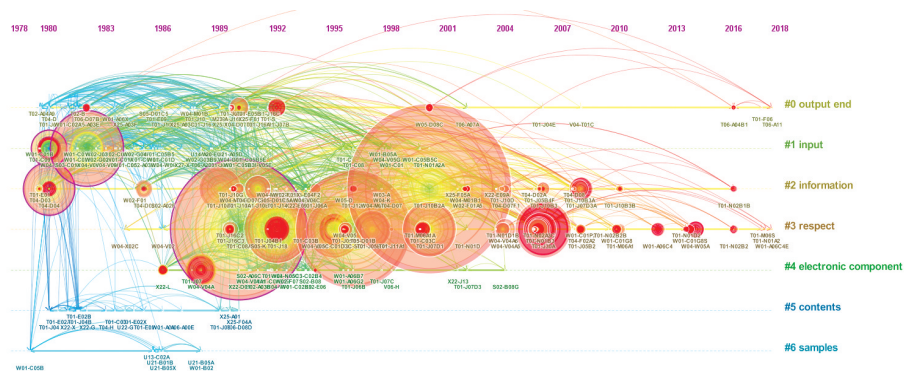
共现频次是热点技术最直接的体现,在德温特手工代码共现视图以较大的节点显示。表 4 中分别记录着 4 个层级共现频次最高的 10 个德温特手工代码,也就是 4 个层级的热点技术。从整体上看,共现频次比较高的德温特手工代码主要集中



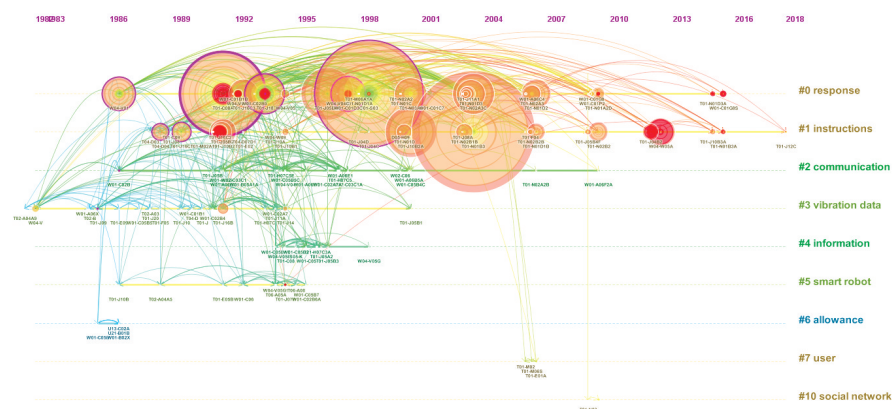
注:彩图详见文章电子版

图4 德温特手工代码共现视图

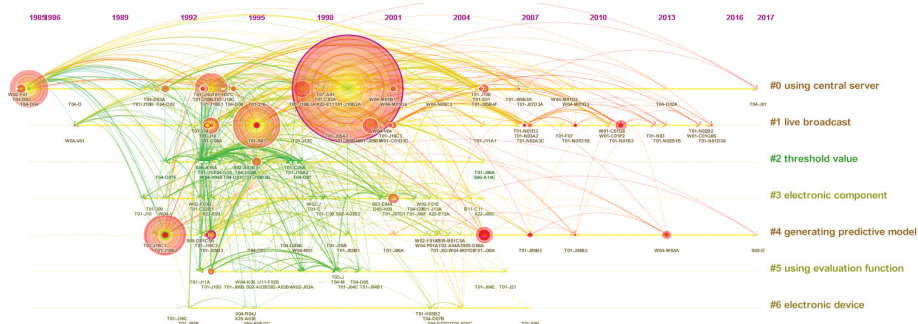




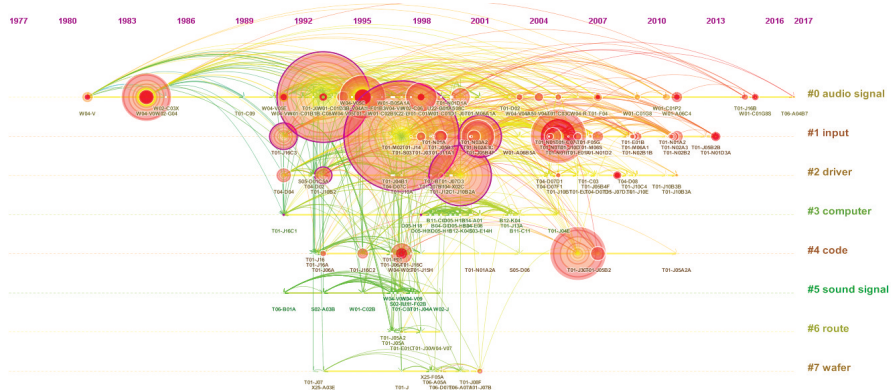
感知层  $N=388, E=1527$



传输层  $N=203, E=787$



计算层  $N=206, E=1020$



应用层  $N=265, E=1071$

注:彩图详见文章电子版

图5 德温特手工代码时间线视图

在感知层和传输层,说明热点技术主要以这2个层级为核心来展开研究。4个层级的德温特手工代码出现最多的大类是T(计算和控制)下的德温特分类代码T01(数字计算机),说明热点技术的研究

主要集中在数字计算机领域中。与此同时,本文发现了一个比较有趣的现象。例如有一些技术不仅出现在一个层级当中,而是出现在多个层级当中,技术T01-S03、T01-J18和T01-C08A同时出现在

表4 热点技术

类别	频次	相关技术	年份
感知层	3325	T01-J10B2A FOR RECOGNITION(识别图像)	2000
	2941	T01-C08A SPEECH RECOGNITION/SYNTHESIS INPUT/OUTPUT(语音识别/合成输入/输出)	1990
	2418	T01-S03 CLAIMED SOFTWARE PRODUCTS(软件产品)	1996
	1785	W04-V01 NOVEL ASPECTS OF ANALYSIS OR RECOGNITIO(分析或识别的新兴领域)	1981
	1546	T01-J18 COMPUTER PROCESSING FOR SPEECH/AUDIO(语音/音频的计算机处理)	1993
	1328	W01-C01D3C PORTABLE; HAND-HELD(便携;手持式移动无线电话)	1993
	1308	T04-D04 RECOGNITION(字符和信号模式识别技术)	1979
	1203	T01-J30A EDUCATIONAL AIDS(教学仪器)	2005
	1186	T01-J07D1 VEHICLE MICROPROCESSOR SYSTEM(车辆微处理器系统)	1999
	1153	T01-J10B2 IMAGE ANALYSIS(图像分析)	1989
传输层	2508	T01-N01B3 ON-LINE EDUCATION(在线教育)	2005
	2289	T01-S03 CLAIMED SOFTWARE PRODUCTS(软件产品)	1998
	1926	T01-C08A SPEECH RECOGNITION/SYNTHESIS INPUT/OUTPUT(语音识别/合成输入/输出)	1991
	1214	T01-J05B4P DATABASE APPLICATIONS(数据库应用技术)	1996
	1149	T01-J10B2A FOR RECOGNITION(识别图像)	1999
	1010	W04-V01 NOVEL ASPECTS OF ANALYSIS OR RECOGNITIO(分析或识别的新兴领域)	1987
	978	T01-J18 COMPUTER PROCESSING FOR SPEECH/AUDIO(语音/音频的计算机处理)	1993
	928	T01-N02A3C SERVERS(服务器)	1997
	859	W01-C01D3C PORTABLE; HAND-HELD(便携;手持式移动无线电话)	1997
	808	T01-N03A2 SEARCH ENGINES AND SEARCHING(搜索引擎和搜索)	2001
计算层	1222	T01-J10B2A FOR RECOGNITION(识别图像)	1999
	595	T04-D04 RECOGNITION(字符和信号模式识别技术)	1985
	587	T01-S03 CLAIMED SOFTWARE PRODUCTS(软件产品)	1995
	566	T01-J10B2 IMAGE ANALYSIS(图像分析)	1991
	456	T01-J10B1 IMAGE ENHANCEMENT(图像增强)	1993
	296	T01-C08A SPEECH RECOGNITION/SYNTHESIS INPUT/OUTPUT(语音识别/合成输入/输出)	1993
	291	T01-J30A EDUCATIONAL AIDS(教学仪器)	2005
	258	T01-J10B3A OBJECT ENLARGEMENT, REDUCTION AND ROTATION(对象放大、缩小和旋转)	1997
	255	T01-J05B4P DATABASE APPLICATIONS(数据库应用技术)	2000
	202	T01-J18 COMPUTER PROCESSING FOR SPEECH/AUDIO(语音/音频的计算机处理)	1993
应用层	1571	T01-S03 CLAIMED SOFTWARE PRODUCTS(软件产品)	1997
	1335	T01-C08A SPEECH RECOGNITION/SYNTHESIS INPUT/OUTPUT(语音识别/合成输入/输出)	1993
	865	W04-V01 NOVEL ASPECTS OF ANALYSIS OR RECOGNITIO(分析或识别的新兴领域)	1984
	857	T01-J10B2A FOR RECOGNITION(识别图像)	2000
	810	T01-N01B3 ON-LINE EDUCATION(在线教育)	2005
	772	T01-J30A EDUCATIONAL AIDS(教学仪器)	2006
	715	T01-J18 COMPUTER PROCESSING FOR SPEECH/AUDIO(语音/音频的计算机处理)	1995
	654	T01-J05B4P DATABASE APPLICATIONS(数据库应用技术)	2001
	523	W01-C01D3C PORTABLE; HAND-HELD(便携;手持式移动无线电话)	1998
	509	T01-N02A3C SERVERS(服务器)	2001

4个层级当中,说明它是一个很重要的热点技术。再如其他大类w(通讯)下的技术W04-V01在感知层、传输层和应用层都有出现,是关于声波的分析,综合和处理的相关技术,也是一个关键技术。

中介中心性描绘的是节点建立起2个不相关节点之间关系的桥梁,具有较高的中介中心性凸显出节点在结构中的重要程度,在德温特手工代码共现视图中以紫色年轮的节点显示。表5列出了共现网络中的重要节点,在4个层级中本文不仅关注具有较高中介中心性的节点,而且也关注出现较少的大类下面的德温特手工代码,因为这些技术很有可能是新领域的介入后出现的,更有可能成为未来的发展趋势。其中,分别出现在感知层和传输层上并且具有较高中介中心性的德温特手工代码W04-V(神经网络)和T01-C08A(语音识别/合成输入/输出);再者,技术X22-X(汽车电子下的其他车辆方面)、S06-A11A(多色系统下的全色彩)是新介入的技术,在网络结构中也具有重要的地位;最后,在应用层上的技术D05-H09(对细菌,真菌,病毒的测试和检测),也是本文关注的重要技术。

此时,也可以结合共现视图和时间线视图来查看这些节点所代表的技术在网络中的位置及特性。无论是技术W04-V、T01-C08A、X22-X和S06-A11A,还是有关生物领域的技术D05-H09都具有紫色的年轮代表着较高的中介中心性,它与其他技术之间架起了桥梁,使得毫不相关的领域中的技术产生了联系。

### 3.4.2 趋势(新兴技术和创新性技术)

一个新兴领域的出现可能预示着技术的发展方向,表6是通过突增算法得到的结果,可以识别出技术在时间上的变化趋势,在德温特手工代码共现视图中以红色年轮的节点显示。从共现视图中节点的颜色看,感知层的相关技术突发更为明显,其次是传输层和应用层。研究的热点是以德温特分类代码T01(数字计算机)、W01(电话和数

据传输系统)和W04(音频/视频录制和系统)等相关领域展开。其中,有关语音方面的技术最为突出,包括的技术由W04-V04A(语音分析与综合应用下的分析系统)、T01-J18(语音/音频的计算机处理)和T01-E01(分类,选择,合并或比较数据),特别是技术W04-V04A和T01-J18跨越了4个层级,说明它在技术发展方向上具有重要的意义。接着,在感知层和应用层中有新的大类X22(汽车电子)下的技术出现,它是X22-L(语音合成器;适用于各种应用的语音识别单元),预示着新领域的融入和新技术的出现,相关技术的应用变得更加广泛。

根据陈超美教授给出的*Sigma*值的公式(chen et al, 2010):  $Sigma = (centrality + 1)^{burstness}$ , 可以知道*Sigma*值是由中介中心性和突发值2个指标复合而成,是用来识别创新性文献的,在这篇文章里可以用这个指标来识别具有创新性的技术。在表7中分别列出了4个层级中*Sigma*值排名前10的德温特手工代码。综合来看,*Sigma*值大于100的技术有W04-V(声波的分析,综合和处理)、W04-V04A(语音分析与综合应用下的分析系统)、T04-D04(字符和信号模式识别技术)、T01-J18(语音/音频的计算机处理)、T01-C08A(语音识别/合成输入/输出)、T01-J16C1(知识处理下的神经网络)和W04-V01(分析或识别的新兴领域),并且主要集中在感知层和传输层,其中有些技术的*Sigma*值特别的高,说明具有很高的创新性。再者,有些技术是以子代码的形式出现。例如技术W04-V04A(语音分析与综合应用下的分析系统)、和W04-V01(分析或识别的新兴领域),说明这2个技术是以W04-V(声波的分析,综合和处理)为基础的渐进性创新。值得注意的是,在计算层中技术的*Sigma*值都不是很高,所以技术的创新性稍有不足。让本研究团队感到好奇的是技术D05-H09(对细菌,真菌,病毒的测试和检测)的再次出现,看似不属于这个领域的技术的出现,其必有原因。



表5 关键技术

类别	中介中心性	相关技术	年份
感知层	0.34	W04-V ANALYSIS, SYNTHESIS AND PROCESSING OF SOUND WAVES(声波的分析,综合和处理)	1978
	0.17	T04-D04 RECOGNITION(字符和信号模式识别技术)	1979
	0.11	X22-X OTHER VEHICLE ASPECTS(汽车电子下的其他车辆方面)	1981
	0.10	T01-C09 INPUT/OUTPUT ARRANGEMENTS - OTHER(数字计算机的输入/输出安排—其他)	1980
	0.10	T01-J10B2A FOR RECOGNITION(识别图像)	2000
	0.09	T01-C08A SPEECH RECOGNITION/SYNTHESIS INPUT/OUTPUT(语音识别/合成输入/输出)	1990
	0.07	W04-V01 NOVEL ASPECTS OF ANALYSIS OR RECOGNITIO(分析或识别的新兴领域)	1981
	0.07	T01-J09 DATA PROCESSING SYSTEMS - OTHER*(数据处理系统—其他*)	1980
	0.07	W01-C01D3C PORTABLE; HAND-HELD(便携;手持式移动无线电话)	1993
	0.07	T01-J10B IMAGE PROCESSING(图像处理)	1985
传输层	0.22	T01-C08A SPEECH RECOGNITION/SYNTHESIS INPUT/OUTPUT(语音识别/合成输入/输出)	1991
	0.15	T01-J09 DATA PROCESSING SYSTEMS - OTHER*(数据处理系统—其他*)	1985
	0.15	T04-D04 RECOGNITION(字符和信号模式识别技术)	1987
	0.12	T01-J16C1 NEURAL NETWORKS(知识处理下的神经网络)	1989
	0.11	W01-C05B5C EDUCATIONAL AND INFORMATION SYSTEMS(教育与信息系统)	1994
	0.11	W01-C01D3C PORTABLE; HAND-HELD(便携;手持式移动无线电话)	1997
	0.10	T01-J18 COMPUTER PROCESSING FOR SPEECH/AUDIO(语音/音频的计算机处理)	1993
	0.10	T01-S03 CLAIMED SOFTWARE PRODUCTS(软件产品)	1998
	0.09	W01-C02B SPECIAL SUBSCRIBER SERVICES(特殊订阅者服务)	1987
	0.08	W04-V01 NOVEL ASPECTS OF ANALYSIS OR RECOGNITIO(分析或识别的新兴领域)	1987
计算层	0.14	T01-J10B2A FOR RECOGNITION(识别图像)	1999
	0.12	T01-J05B3 SEARCH AND RETRIEVAL(数字电脑的数据处理系统的搜索和检索功能)	1993
	0.10	T01-J10B1 IMAGE ENHANCEMENT(图像增强)	1993
	0.09	T01-S03 CLAIMED SOFTWARE PRODUCTS(软件产品)	1995
	0.09	T04-D04 RECOGNITION(字符和信号模式识别技术)	1985
	0.09	T01-C08A SPEECH RECOGNITION/SYNTHESIS INPUT/OUTPUT(语音识别/合成输入/输出)	1993
	0.08	T01-J10G APPLICATIONS(图像存储下的应用)	1993
	0.08	S06-A11A FULL COLOUR*(多色系统下的全色彩)	1993
	0.07	W01-C01D3C PORTABLE; HAND-HELD(便携;手持式移动无线电话)	2001
	0.07	T01-J07D1 VEHICLE MICROPROCESSOR SYSTEM(车辆微处理器系统)	2001
应用层	0.18	T01-J16C1 NEURAL NETWORKS(知识处理下的神经网络)	1991
	0.17	D05-H09 TESTING AND DETECTION [EXC. BACTERIA, FUNGI, VIRUSES](对细菌,真菌,病毒的测试和检测)	1998
	0.15	T01-J05B4P DATABASE APPLICATIONS(数据库应用技术)	2001
	0.14	T01-S03 CLAIMED SOFTWARE PRODUCTS(软件产品)	1997
	0.13	T01-C08A SPEECH RECOGNITION/SYNTHESIS INPUT/OUTPUT(语音识别/合成输入/输出)	1993
	0.12	T01-J10B2A FOR RECOGNITION(识别图像)	2000
	0.11	T01-J16C3 NATURAL AND PICTORIAL LANGUAGE PROCESSING(自然与图像语言处理)	1991
	0.11	T01-J10B2 IMAGE ANALYSIS(图像分析)	1993
	0.08	T01-J05B3 SEARCH AND RETRIEVAL(数字电脑的数据处理系统的搜索和检索功能)	1999
	0.08	W04-V05 GENERAL SPEECH SIGNAL PROCESSING AND REPRESENTATION(一般语音信号处理和表示)	1994



表6 新兴技术

类别	突发值	相关技术	年份
感知层	353.71	W04-V04A ANALYSIS SYSTEMS(语音分析与综合应用下的分析系统)	1984
	225.08	T01-J18 COMPUTER PROCESSING FOR SPEECH/AUDIO(语音/音频的计算机处理)	1993
	108.58	T01-E01 SORTING, SELECTING, MERGING OR COMPARING DATA(分类,选择,合并或比较数据)	1980
	89.24	W01-C01P2 PERSONAL DIGITAL ASSISTANT(个人数字助理)	2008
	89.04	W04-W05A EDUCATIONAL EQUIPMENT IN GENERAL(一般教育设备)	2014
	86.12	W01-C01G8 FEATURE TELEPHONE(多功能电话)	2011
	81.60	T01-J30A EDUCATIONAL AIDS(教学仪器)	2005
	79.72	X22-L SPEECH SYNTHESISERS; SPEECH RECOGNITION UNITS FOR VARIOUS APPLICATIONS(语音合成器;适用于各种应用的语音识别单元)	1985
	73.74	W04-M01B1 ELECTRONIC STILL-PICTURE CAMERA(电子静态摄像头)	2002
	72.51	T01-N01B3 ON-LINE EDUCATION(在线教育)	2005
传输层	178.37	W04-V04A ANALYSIS SYSTEMS(语音分析与综合应用下的分析系统)	1992
	168.21	T01-J18 COMPUTER PROCESSING FOR SPEECH/AUDIO(语音/音频的计算机处理)	1993
	70.97	W04-V ANALYSIS, SYNTHESIS AND PROCESSING OF SOUND WAVES(声波的分析,综合和处理)	1985
	66.37	W04-W05A EDUCATIONAL EQUIPMENT IN GENERAL(一般教育设备)	2013
	63.45	W01-C01P2 PERSONAL DIGITAL ASSISTANT(个人数字助理)	2009
	63.34	T01-C08A SPEECH RECOGNITION/SYNTHESIS INPUT/OUTPUT(语音识别/合成输入/输出)	1991
	57.26	W01-C01G8 FEATURE TELEPHONE(多功能电话)	2011
	52.68	W01-C02B9 SUBSCRIBER SERVICES - OTHER(订阅者服务—其他)	1993
	49.58	T01-J16C1 NEURAL NETWORKS(知识处理下的神经网络)	1989
	44.95	T01-J04B2 CORRELATION FUNCTION(相关函数)	2011
计算层	43.91	T01-E01 SORTING, SELECTING, MERGING OR COMPARING DATA(分类,选择,合并或比较数据)	2005
	33.64	T01-J10B2 IMAGE ANALYSIS(图像分析)	1991
	25.66	W04-W05A EDUCATIONAL EQUIPMENT IN GENERAL(一般教育设备)	2013
	23.36	T01-N01B3 ON-LINE EDUCATION(在线教育)	2011
	22.81	W04-V01 NOVEL ASPECTS OF ANALYSIS OR RECOGNITIO(分析或识别的新兴领域)	1987
	22.38	T01-J18 COMPUTER PROCESSING FOR SPEECH/AUDIO(语音/音频的计算机处理)	1993
	22.09	W04-V04A ANALYSIS SYSTEMS(语音分析与综合应用下的分析系统)	1993
	17.34	T01-S03 CLAIMED SOFTWARE PRODUCTS(软件产品)	1995
	17.28	T01-J10G APPLICATIONS(图像存储下的应用)	1993
	17.09	W01-C01P2 PERSONAL DIGITAL ASSISTANT(个人数字助理)	2011
应用层	122.60	W04-V04A ANALYSIS SYSTEMS(语音分析与综合应用下的分析系统)	1991
	93.36	T01-J18 COMPUTER PROCESSING FOR SPEECH/AUDIO(语音/音频的计算机处理)	1995
	91.69	W04-V01 NOVEL ASPECTS OF ANALYSIS OR RECOGNITIO(分析或识别的新兴领域)	1984
	51.40	W01-C01P2 PERSONAL DIGITAL ASSISTANT(个人数字助理)	2011
	42.81	W04-V ANALYSIS, SYNTHESIS AND PROCESSING OF SOUND WAVES(声波的分析,综合和处理)	1981
	40.35	T01-E01 SORTING, SELECTING, MERGING OR COMPARING DATA(分类,选择,合并或比较数据)	2006
	39.08	W04-W05A EDUCATIONAL EQUIPMENT IN GENERAL(一般教育设备)	1997
	37.83	W04-V05E NOISE REDUCTION(降噪)	1991
	37.13	X22-L SPEECH SYNTHESISERS; SPEECH RECOGNITION UNITS FOR VARIOUS APPLICATIONS(语音合成器;适用于各种应用的语音识别单元)	1997
	27.17	W01-C01G8S RELATEDTECHNOLOGY OF FEATURE TELEPHONE(多功能电话下的相关技术)	2015

表7 创新性技术

类别	突发值	相关技术	年份
感知层	353.71	W04-V04A ANALYSIS SYSTEMS(语音分析与综合应用下的分析系统)	1984
	225.08	T01-J18 COMPUTER PROCESSING FOR SPEECH/AUDIO(语音/音频的计算机处理)	1993
	108.58	T01-E01 SORTING, SELECTING, MERGING OR COMPARING DATA(分类,选择,合并或比较数据)	1980
	89.24	W01-C01P2 PERSONAL DIGITAL ASSISTANT(个人数字助理)	2008
	89.04	W04-W05A EDUCATIONAL EQUIPMENT IN GENERAL(一般教育设备)	2014
	86.12	W01-C01G8 FEATURE TELEPHONE(多功能电话)	2011
	81.60	T01-J30A EDUCATIONAL AIDS(教学仪器)	2005
	79.72	X22-L SPEECH SYNTHESISERS; SPEECH RECOGNITION UNITS FOR VARIOUS APPLICATIONS(语音合成器;适用于各种应用的语音识别单元)	1985
	73.74	W04-M01B1 ELECTRONIC STILL-PICTURE CAMERA(电子静态摄像头)	2002
	72.51	T01-N01B3 ON-LINE EDUCATION(在线教育)	2005
传输层	178.37	W04-V04A ANALYSIS SYSTEMS(语音分析与综合应用下的分析系统)	1992
	168.21	T01-J18 COMPUTER PROCESSING FOR SPEECH/AUDIO(语音/音频的计算机处理)	1993
	70.97	W04-V ANALYSIS, SYNTHESIS AND PROCESSING OF SOUND WAVES(声波的分析,综合和处理)	1985
	66.37	W04-W05A EDUCATIONAL EQUIPMENT IN GENERAL(一般教育设备)	2013
	63.45	W01-C01P2 PERSONAL DIGITAL ASSISTANT(个人数字助理)	2009
	63.34	T01-C08A SPEECH RECOGNITION/SYNTHESIS INPUT/OUTPUT(语音识别/合成输入/输出)	1991
	57.26	W01-C01G8 FEATURE TELEPHONE(多功能电话)	2011
	52.68	W01-C02B9 SUBSCRIBER SERVICES - OTHER(订阅者服务—其他)	1993
	49.58	T01-J16C1 NEURAL NETWORKS(知识处理下的神经网络)	1989
	44.95	T01-J04B2 CORRELATION FUNCTION(相关函数)	2011
计算层	43.91	T01-E01 SORTING, SELECTING, MERGING OR COMPARING DATA(分类,选择,合并或比较数据)	2005
	33.64	T01-J10B2 IMAGE ANALYSIS(图像分析)	1991
	25.66	W04-W05A EDUCATIONAL EQUIPMENT IN GENERAL(一般教育设备)	2013
	23.36	T01-N01B3 ON-LINE EDUCATION(在线教育)	2011
	22.81	W04-V01 NOVEL ASPECTS OF ANALYSIS OR RECOGNITIO(分析或识别的新兴领域)	1987
	22.38	T01-J18 COMPUTER PROCESSING FOR SPEECH/AUDIO(语音/音频的计算机处理)	1993
	22.09	W04-V04A ANALYSIS SYSTEMS(语音分析与综合应用下的分析系统)	1993
	17.34	T01-S03 CLAIMED SOFTWARE PRODUCTS(软件产品)	1995
	17.28	T01-J10G APPLICATIONS(图像存储下的应用)	1993
	17.09	W01-C01P2 PERSONAL DIGITAL ASSISTANT(个人数字助理)	2011
应用层	122.60	W04-V04A ANALYSIS SYSTEMS(语音分析与综合应用下的分析系统)	1991
	93.36	T01-J18 COMPUTER PROCESSING FOR SPEECH/AUDIO(语音/音频的计算机处理)	1995
	91.69	W04-V01 NOVEL ASPECTS OF ANALYSIS OR RECOGNITIO(分析或识别的新兴领域)	1984
	51.40	W01-C01P2 PERSONAL DIGITAL ASSISTANT(个人数字助理)	2011
	42.81	W04-V ANALYSIS, SYNTHESIS AND PROCESSING OF SOUND WAVES(声波的分析,综合和处理)	1981
	40.35	T01-E01 SORTING, SELECTING, MERGING OR COMPARING DATA(分类,选择,合并或比较数据)	2006
	39.08	W04-W05A EDUCATIONAL EQUIPMENT IN GENERAL(一般教育设备)	1997
	37.83	W04-V05E NOISE REDUCTION(降噪)	1991
	37.13	X22-L SPEECH SYNTHESISERS; SPEECH RECOGNITION UNITS FOR VARIOUS APPLICATIONS(语音合成器;适用于各种应用的语音识别单元)	1997
	27.17	W01-C01G8S RELATEDTECHNOLOGY OF FEATURE TELEPHONE(多功能电话下的相关技术)	2015

## 4 结 论

综上所述,(1) 本研究通过物联网各层级与人工智能产生技术领域融合后的专利申请量、技术距离和技术融合度对其融合的情况进行判定,结果显示:2个领域的技术交叉使用变得越来越频繁,它们之间的技术距离越来越近,技术融合在不断加强。(2) 通过可视化工具 CiteSpace 来进行共现分析,并进行技术可视化,结果显示:人工智能领域与物联网领域的技术融合后的活跃程度主要体现在物联网的感知层、传输层和应用层面。(3) 在技术融合后的现状分析中可以发现:识别图像、语音识别、软件产品、在线教育等技术是当今主要的热点技术;而关键技术主要体现在:声波分析和处理、语音识别、字符和信号模式识别、神经网络等技术上。(4) 在趋势分析中的新兴的技术:语音分析与综合应用下的分析系统、语音/音频的计算机处理、分类,选择,合并或比较数据等;创新性技术:声波的分析,综合和处理、语音分析与综合应用下的分析系统、语音/音频的计算机处理、语音识别/合成输入/输出等,更有可能成为未来的发展趋势。

不仅如此,技术的融合还伴随着其他技术的出现使得本文得出的结论更有意义,并促使本研究团队去思考其原因。如:X22-L(语音合成器;适用于各种应用的语音识别单元)和X22-X(其他车辆方面),它是汽车电子领域的相关技术;S06-A11A(多色系统下的全色彩),它是电子地图,电子照相,磁力学领域的相关技术;D05-H09(对细菌,真菌,病毒的测试和检测),它是生物领域的相关技术。这个意义体现在,这不仅仅是物联网领域与人工智能领域的技术融合,而且已经渗透到了其他领域,很有可能促进了突破性创新的产生。

本研究对人工智能领域与物联网领域的技术融合情况进行了分析以及融合后的技术进行了技术探索、现状和趋势分析,从而为技术融合分析拓宽了思路,提供了方法。由于相关专业知识的限制,在对关键技术的解读上存在不足。再者缺少相应的分析模型和对结论的部分奇怪现象的解释尤显不足。今后本研究团队将更关注于此类问题,并为此而做出努力,希望本研究能为相关领域的专家、学者提供一些有价值的科学情报以及探索技术融合的方法。

## 参考文献

- 李丫丫,赵玉林. 2016. 基于专利的技术融合分析方法及其应用[J]. 科学学研究,34(2):203-211.
- 韩震,沈君,曲莎莎. 2013. RFID技术趋势及竞争态势的专利计量分析[J]. 科研管理,34(7):11-16.
- 侯剑华,都佳妮. 2015. 基于专利计量与信息可视化的技术热点检测分析[J]. 现代情报,35(2):67-86.
- 栾春娟. 2012. “纳米—生物”会聚技术的测度及启示[J]. 科研管理,33(7):48-58.
- 邱均平,杨强. 2014. 技术融合计量分析:以4种新兴信息技术为例[J]. 图书情报工作,58(14):90-97.
- 黄鲁成,黄斌,吴菲菲,等. 2014. 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,33(8):59-63.
- 李姝影,方曙. 2017. 测度技术融合与趋势的数据分析方法研究进展[J]. 数据分析与知识发现,1(7):2-12.
- 王贤文,刘则渊,侯海燕. 2010. 基于专利共被引的企业技术发展与技术竞争分析:以世界500强中的工业企业为例[J]. 科研管理,31(4):127-138.
- 陈亮,张志强,尚玮姣. 2013. 技术融合研究进展分析[J]. 情报杂志,32(10):99-105.
- 陈悦,陈超美,刘则渊,等. 2015. CiteSpace知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究,33(2):242-253.
- 李杰,陈超美. 2017. CiteSpace:科技文本挖掘及可视化[M]. 北京:首都经济贸易大学出版社.
- 张振刚,黄洁明,陈一华. 2018. 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,38(5):36-42.
- 刘志迎,单洁含. 2013. 技术距离、地理距离与大学—企业协同创新效应:基于联合专利数据的研究[J]. 科学学研究,31(9):1331-1337.

- Caviggioli F. 2016. Technology fusion: Identification and analysis of the drivers of technology convergence using patent data[J]. *Technovation*, (55/56):22-23.
- Curran C S, Broring S, Leker J. 2010. Anticipating converging industries using publicly available data[J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 77(3):385-395.
- Curran C S, Leker J. 2001. Patent indicators for monitoring convergence-examples from NFF and ICT[J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 78(2):256-273.
- Chen C, Hu Z, Liu S, et al. 2012. Emerging trends in regenerative medicine: Ascietometric analysis inCiteSpace[J]. *Expert Opinion on Biological Therapy*, 12(5):593-608.
- Chen C, Ibekwe-Sanjuan F, Hou J. 2010. The structure and dynamics of cocitation clusters: A multiple-perspective cocitation analysis[J]. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(7):1386-1409.
- Freeman L C. 1977. A set of measures of centrality based on betweenness[J]. *Sociometry*, 40(1):35-41.
- Griliches Z. 1990. Patent statistics as economic indicators: A survey[J]. *Journal of Economic Literature*, 28(4):1661-1707.
- Gubbi J, Buyya R, Marusic S, et al. 2013. Internet of things (IOT): A vision, architectural elements, and future directions[J]. *Future Generation Computer Systems*, 29(7):1645-1660.
- Jaffe A. 1986. Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits and market value[J]. *American Economic Review*, 76(5):984-1001.
- Kleinberg J. 2003. Bursty and hierarchical structure in streams[J]. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 7(4):373-397.
- Rosenberg N. 1963. Technological change in the machine tool industry[J]. *Journal of Economic History*, 23(4):414-443.
- Trajtenberg M, Henderson R, Jaffe A. 1997. University versus corporate patents: A window on the basicness of invention[J]. *Economics of Innovation and New Technology*, 5(1):19-50.
- Trappey A J C, Trappey C V, Hareesh Govindarajan U, et al. 2017. A review of essential standards and patent landscapes for the internet of things: A key enabler for Industry 4.0[J]. *Advanced Engineering Informatics*, (33):208-229.

## Research of Technology Fusion based on Patentometrics: Judge, Status and Trends-Take the Field of Internet of Things and Artificial Intelligence as an Example

LYU Yibo<sup>1</sup>, WEI Ming<sup>1</sup>, LIN Gege<sup>2</sup>

(1. Faculty of Management and Economics, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China; 2. The institute of Science of Science and S&T Management, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

**Abstract:** The article selects the field of internet of things and artificial intelligence as the object, based on the patent data, using the amount of patent application, technical distance and technology fusion degree to judge the situation of technology fusion. We used CiteSpace to construct the Derwent manual code co-occurrence matrix, draw the co-occurrence map and presenting the knowledge structure, laws and distribution of after fusion, used the four indicators of bibliometric to explore the research status and future development trends after technology fusion, and broadened the thinking for the related research of technology fusion. The results show that the technology fusion between the two fields is constantly strengthening. Related technologies such as image and speech recognition are current hot-spot technologies, and related technologies such as speech analysis may become the future development trend.

**Key words:** technology fusion; patent; bibliometric index; co-occurrence analysis; CiteSpace; internet of things and artificial intelligence