

· 管理纵横 ·

# 国家自然科学基金信息科学领域 学科热点变化趋势展望

时弘易<sup>2†</sup> 李华一<sup>1†\*</sup> 胡骏<sup>3\*</sup> 张方舟<sup>2</sup>

1. 苏州科技大学 科技产业处, 苏州 215000
2. 常熟理工学院 科技产业处、人文社科处, 常熟 215500
3. 浙江大学 光电科学与工程学院, 杭州 310000

**[摘要]** 以国家自然科学基金立项情况为基础的学科热点分析是学科热点研究的重要内容。本文以信息科学部为例,通过对信息科学领域代码词条词频统计的学科热点漂移情况进行统计和分析,将热点词条分为控制系统类、计算机类和传输类,深入研究学科内各词条领域的热点变化情况和趋势,发现控制类领域呈热点负漂移,计算机类和传输类领域整体呈热点正漂移。本文通过解析热点词条漂移的意义和相互之间产生的影响,并结合该学科的特点和具体情况,探讨信息科学领域未来的热门研究领域。

**[关键词]** 学科热点;热点漂移;科学基金;信息科学;趋势

学科热点的研究和挖掘一直是科学界研究的重要内容之一。学科内不同研究领域通常用不同的词条表示。词条出现的频次和频率代表词条的热度,词条热度的变化能直接反映学科研究热点的变化和趋势。国家自然科学基金以指南代码词条表示学科领域,其热度变化能一定程度反映学科研究热点的变化和趋势。

近年来,对于国家自然科学基金的数据分析和热点研究越发多样化。邓方等人针对国家自然科学基金自动化领域的数据进行分析并研究热点变化<sup>[1]</sup>;徐江等人就国家自然科学基金设计学科相关领域的资助项目进行分析,并通过软件分析得出该学科相关领域的研究热点分布<sup>[2]</sup>;严舒等人针对2013至2018年间国家自然科学基金组织工程领域的资助项目进行分析,得出该领域的项目资助情况和高频词分布情况<sup>[3]</sup>;刘佳等人以2010—2019年国家自然科学基金对盐湖研究的资助项目数据为分析对象,对资助年度、资助金额、关键词等内容进行统计



**李华一** 苏州科技大学科技产业处副处长,长期从事国家自然科学基金等科研管理工作及相关研究。研究方向:数学、科研管理。



**胡骏** 浙江大学光电科学与工程学院副教授,博士生导师,主要研究方向为新概念天线及光电器件。



**时弘易** 常熟理工学院科技产业处、人文社科处平台建设科科长,从事国家自然科学基金等科研项目管理及相关研究。

收稿日期:2021-04-19;修回日期:2021-11-13

\* 通信作者,Email:lihuayi@usts.edu.cn; hujun@zju.edu.cn

† 共同第一作者

本文受到教育部规划基金项目(19YJA630059)的资助。

分析,揭示了国家自然科学基金对盐湖基础研究的资助力度、趋势、研究团队分布<sup>[4]</sup>。这些对于国家自然科学基金的研究都以具体学科为研究对象和范围,对该学科的国家自然科学基金的资助情况和未来热点领域进行了详细的分析,进一步帮助广大研究人员更深入地了解这些领域的国家自然科学基金的资助情况。但是,目前的大多数研究仍旧着眼于基础数据的定量分析,主要集中于立项数、立项率、经费使用情况、关键词频数等方面的统计和静态分析,缺少学科内部不同领域的热度变化和原因分析。本文致力于研究单学科内部不同领域的热点变化,因此以信息科学部资助的信息科学领域为例,引用“热点漂移”的概念和方法,以国家自然科学基金立项项目所属的学科代码词条为研究对象,构建热点漂移算法模型研究近5年来该学科的热点变化情况并分析原因。

## 1 热点漂移的模型体系和意义

### 1.1 热点漂移的起源和演变

“热点漂移”的说法最早出现于2004年楼市的消费热点分析,在当时只是个宽泛的说法,并没有形成明确的定义。经过多年演变和发展,“热点漂移”逐渐形成明确的定义并构建模型进行研究。2019年,余丰民等人首次将热点漂移的概念和方法用于学科热点漂移的研究,针对部分学科进行实证分析,揭示了学科热点的变化程度和关键词词频的分布规律<sup>[5]</sup>。

### 1.2 热点漂移的研究意义

余丰民等人提出:热点漂移是指某一学科某一时间段的研究热点在接下来若干时间段内产生的或持续、或减弱、或消失的现象<sup>[5]</sup>。根据热点漂移的定义可以构建计算热点漂移程度的模型,将热点漂移情况直观表现出来。因此,本文的学科热点漂移研究基于此定义。学科的研究热点指某一时间段内学科的主要研究内容所集中的领域,这些领域所对应的词条则为热点词条。热点词条的热度各不相同,不同时间的热度变化方向和程度也不同,因此,学科热点的漂移情况主要体现在热点漂移的方向和程度,即一段时间内该学科各热点词条的热度或增大、或减小、或保持稳定。热点词条在一定时期内热度增大则为热点正漂移,热度减小则为负漂移,热度基本保持不变则称之为稳定热点词条。学科热点的漂移会伴随着新学科研究热点的出现,从学科热点的变化可以看出该学科不同阶段的

研究中心和重点领域。由于同一学科内的不同热点词条领域通常存在相互联系,因此也可以解析某些领域的变化对其他关联领域产生的影响程度。

### 1.3 模型建构

学科的研究热点变化主要体现为热点词条热度的变化,热点词条出现的频次是该热点词条热度的基本表现。考虑到要比较不同热点词条之间的动态变化,因此需要对热点词条的原始频次进行数据标准化,从而使其具有相同的量纲,将最终漂移的程度统一在可比较的范围之内,不会因原始频次数量相差过大而失去比较意义。余丰民等人针对多门不同学科的热点变化开展研究,其研究结果比较的是不同学科间的热点漂移情况,该研究结果通用性较强,但是在单个学科的深入挖掘不足,难以针对具体学科领域的情况进行研究和分析。本文针对信息科学领域的热点领域,即学科各热点词条的漂移情况进行研究,重新构建和优化漂移程度模型。基于此,本文构建漂移程度模型简述如下:

第一步:假设共选取 $m$ 个热点词条作为研究对象,这些热点词条在年份 $y$ 出现的频次为:

$$R_1(y), R_2(y) \cdots R_m(y);$$

年份 $y$ 之后各热点词条每年出现的频次分别记为:

$$R_1(y+1), R_1(y+2) \cdots R_1(y+n),$$

$$R_2(y+1), R_2(y+2) \cdots R_2(y+n)$$

...

$$R_m(y+1), R_m(y+2) \cdots R_m(y+n);$$

第二步:通过“z-score 标准化”对R值进行标准化处理。“z-score 标准化”是基于原始数据的均值和标准差进行的数据标准化。余丰民等提出基于min-max标准化的漂移程度计算模型来比较不同学科间热点的总漂移程度<sup>[5]</sup>,该标准化方法适用于初始数据没有明显离群状态的情况。由于本文研究对象的原始数据存在明显的离群状态,最大值、最小值与平均值相差很大,因此必须采用“z-score 标准化”对数据进行标准化处理以避免标准化之后造成原始数据的失真。标准化后的数据分别记为:

$$Z_1(y+1) = \frac{R_1(y+1) - \bar{R}(y+1)}{S(y+1)},$$

$$Z_1(y+2) = \frac{R_1(y+2) - \bar{R}(y+2)}{S(y+2)} \cdots$$

$$Z_1(y+n) = \frac{R_1(y+n) - \bar{R}(y+n)}{S(y+n)},$$

$$Z_2(y+1) = \frac{R_2(y+1) - \bar{R}(y+1)}{S(y+1)},$$

$$Z_2(y+2) = \frac{R_2(y+2) - \bar{R}(y+2)}{S(y+2)} \dots$$

$$Z_2(y+n) = \frac{R_1(y+n) - \bar{R}(y+n)}{S(y+n)}$$

...

$$Z_m(y+1) = \frac{R_2(y+1) - \bar{R}(y+1)}{S(y+1)},$$

$$Z_m(y+2) = \frac{R_2(y+2) - \bar{R}(y+2)}{S(y+2)} \dots$$

$$Z_m(y+n) = \frac{R_1(y+n) - \bar{R}(y+n)}{S(y+n)},$$

其中,

$$\bar{R}(y+1) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_m(y+1),$$

$$S(y+1) = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (R_m(y+1) - \bar{R}(y+1))^2},$$

$$\bar{R}(y+2) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_m(y+2),$$

$$S(y+2) = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (R_m(y+2) - \bar{R}(y+2))^2} \dots$$

$$\bar{R}(y+n) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_m(y+n),$$

$$S(y+n) = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (R_m(y+n) - \bar{R}(y+n))^2}$$

标准化后的值围绕 0 上下波动,大于 0 表示高于平均水平,小于 0 表示低于平均水平。因此我们可以通过 Z 值判断热点词条的原始频次对比其他热点词条的相对大小。

第三步:计算各热点词条的漂移指数,分别记为:

$$F_1 = \frac{(Z_1(y+n) - Z_1(y+n-1)) + (Z_1(y+n-1) - Z_1(y+n-2)) \dots (Z_1(y+2) - Z_1(y+1))}{n-1},$$

$$F_2 = \frac{(Z_2(y+n) - Z_2(y+n-1)) + (Z_2(y+n-1) - Z_2(y+n-2)) \dots (Z_2(y+2) - Z_2(y+1))}{n-1},$$

...

$$F_m = \frac{(Z_m(y+n) - Z_m(y+n-1)) + (Z_m(y+n-1) - Z_m(y+n-2)) \dots (Z_m(y+2) - Z_m(y+1))}{n-1}.$$

$$\frac{-Z_m(y+n-2)) \dots (Z_m(y+2) - Z_m(y+1))}{n-1}.$$

若漂移指数 F 为正,则该热点词条热度呈上升趋势;若漂移指数为负,则该热点词条热度呈下降趋势。漂移指数的绝对值就是该热点词条热度正向或负向漂移的程度。

### 1.4 数据来源

本文研究以国家自然科学基金委员会(简称“自然科学基金委”)信息科学部为例,因此选取该学部内出现频次较高的学科代码词条作为热点词条,以各学科代码词条内历年各类型国家自然科学基金项目立项数为热点词条的原始频次,所有词条的原始频次统计都来源于“国家自然科学基金大数据知识管理服务门户”网站,该网站是自然科学基金委官方数据统计网站,其统计研究热点所用的词条与项目指南的词条会略有不同。

## 2 热点词条漂移程度结果与分析

“研究热点分析结果”所示数据如图 1 所示,“研究热点分析结果”是选取当年立项数达到一定数量的学科代码词条所形成的,凡在“研究热点分析结果”中出现过的词条,都视作热点词条。本文选取信息科学部近五年(2015—2019)在“研究热点分析结果”中出现过的共 28 个学科代码词条作为热点词条,对热点词条的原始频次数据进行统计和计算。根据数据统计和计算结果,将 28 个热门词条分为 4 个组别,连续五年高频次的热点词条为

研究热点分析结果

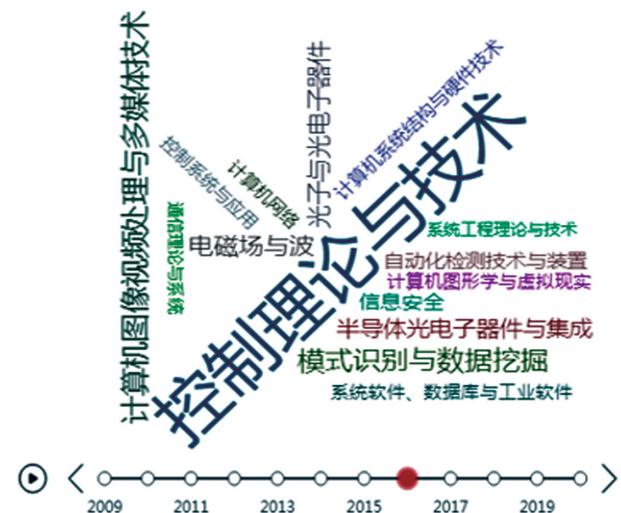


图 1 2016 年信息科学部研究热点分析结果(例)

高频热点词条,其余为非高频热点词条。在非高频热点词条中,漂移指数为正且上升趋势明显的热点词条为正漂移热点词条,漂移指数为负且下降趋势明显的热点词条为负漂移热点词条,其余为稳定热点词条。

### 2.1 高频热点词条

本文选取近五年每年出现频次都在90次以上的热点词条作为高频热点词条。每年都以较高频次出现,说明该词条领域是学科内的长期热门研究领域。高频热点词条漂移程度结果如表1所示。

经统计,近五年信息科学领域共有7个高频热点词条。其中,“控制理论与技术”频次远高于其他热点词条,可以说是该学科最核心的热点词条,但是其负漂移情况也最明显,处于明显负漂移状态,负漂移程度达 $-0.108$ 。其余6个高频热点词条的漂移情况各有不同,“光子与光电子器件”和“计算机图形学与虚拟现实”处于负漂移状态,“信息安全”“电磁场与波”“计算机图像视频处理与多媒体技术”和“半导体光电子器件与集成”处于正漂移状态,其中电磁场与波的正漂移程度较高。

### 2.2 非高频热点词条

除高频热点词条外,将漂移指数为正且漂移程度明显(漂移指数大于 $0.1$ )的热点词条作为正漂移热点词条,漂移指数为负且漂移程度明显(漂移指数小于 $-0.1$ )的热点词条作为负漂移热点词条,漂移程度不明显的热点词条作为稳定热点词条。正漂移热点词条漂移情况如表2所示。

经统计和计算,选取的21个非高频热点词条中共有6个正漂移热点词条,分别是“物联网及其他新型网络”“医学信息检测与处理”“网络与系统安全”“机器感知与机器视觉”“机器人学与智能系统”和“人工智能驱动的自动化”。其中,“机器感知与机器视觉”“机器人学与智能系统”和“人工智能驱动的自动化”这3个热点词条正漂移情况尤其明显,说明这三个热点词条领域近年来热度显著上升。同时,笔者也发现正漂移热点词条的频次大多都低于当年平均水平,说明热点词条出现的频次还相对较少。

负漂移热点词条漂移情况如表3所示。经统计和计算,选取的21个非高频热点词条中共有9个负

表1 高频热点词条漂移情况结果表

词条名称	Z(2015)	Z(2016)	Z(2017)	Z(2018)	Z(2019)	F
控制理论与技术	4.263	4.275	3.959	4.056	3.832	-0.108
光子与光电子器件	0.269	0.523	0.178	0.165	-0.110	-0.095
计算机图形学与虚拟现实	0.365	0.010	-0.038	0.384	0.198	-0.042
信息安全	0.385	0.240	0.394	1.065	0.768	0.096
电磁场与波	0.153	0.559	0.826	0.943	1.196	0.261
计算机图像视频处理与多媒体技术	0.809	0.877	1.240	0.870	1.362	0.138
半导体光电子器件与集成	0.134	0.399	0.358	0.092	0.412	0.070

表2 正漂移热点词条漂移情况结果表

词条名称	Z(2015)	Z(2016)	Z(2017)	Z(2018)	Z(2019)	F
物联网及其他新型网络	-0.522	-0.733	-0.560	0.116	0.008	0.133
医学信息检测与处理	-0.580	-0.450	-0.578	-0.273	-0.158	0.106
网络与系统安全	-0.522	-0.273	-0.434	-0.516	-0.063	0.115
机器感知与机器视觉	-0.831	-0.892	-1.010	1.076	0.394	0.447
机器人学与智能系统	-1.294	-1.087	-1.226	0.846	0.887	0.545
人工智能驱动的自动化	-1.738	-1.653	-1.784	-0.565	-0.277	0.365

漂移热点词条,分别是“模式识别与数据挖掘”“自动化检测技术与装置”“控制系统与应用”“计算机网络”“计算机系统结构与硬件技术”“系统工程理论与技术”“系统建模理论与仿真技术”“通信网络”和“信息获取与处理”。负漂移程度最明显的热点词条为“系统工程理论与技术”,其负漂移程度达到了一0.380。负漂移热点词条的频次部分高于当年平均水平,部分低于当年平均水平,相比于其他两类非高频热点词条,负漂移热点词条出现的频次相对较高。

稳定热点词条漂移情况如表 4 所示。经统计和计算,选取的 21 个非高频热点词条中共有 6 个稳定热点词条,为别是“系统软件、数据库与工业软件”“雷达原理与技术”“传输与交换光子器件”“图像信息处理”“通讯理论与系统”和“激光”。这些热点词条的漂移程度都在 $\pm 0.1$ 之内。从表中同样可以看出,稳定热点词条的出现频次大多都低于当年平均水平。

### 2.3 热点词条漂移情况总结

所有选取的 28 个热点词条近五年漂移情况汇总如图 2 所示。高频热点词条的漂移程度总体稳定,除“电磁场与波”正漂移程度较为明显外,其他词条的漂移程度较小。这也符合学科的内在规律,高频热点词条代表的是学科的基本领域,是其他领域的基础,只要学科不出现颠覆性的变革理论和技术,其基础领域的热度就不会有大幅的变化。相比于代

表基础领域的高频热点词条,代表应用领域的非高频热点词条则变化明显。近年来,“机器感知与机器视觉”“机器人学与智能系统”“人工智能驱动的自动化”等新型领域正漂移程度明显,其漂移指数高达 0.3 以上,是当下和未来一段时间的研究热门领域。与此同时,“系统工程理论与技术”“计算机网络”“模式识别与数据挖掘”“控制系统与应用”“自动化检测技术与装置”“计算机系统结构与硬件技术”等领域呈明显负漂移状态,代表着这些领域的研究热度逐渐下降。除此之外,还有一些热点词条漂移程度不明显,说明这些热点词条领域的研究热度一直处于较稳定的状态。

### 3 从热点词条漂移看信息科学领域研究热点的变化

信息科学部支持信息的产生、获取、存储、传输、处理及其应用等基础研究。信息科学领域是以信息论、控制论和系统论为基础理论,以信息科学方法论为主要研究方法,以计算机、集成电路、光电子器件等为主要软硬件平台和技术手段的一门综合性学科。信息科学领域分为三大类:控制系统类、计算机类和传输类。控制系统类侧重于对信息系统的系统结构和硬件层面的研究,主要包含信息产生、获取和存储等方面;计算机类侧重于对信息系统的软件层面研究,主要包括信息处理和创新应用等方面;传输类则侧重于对信息传输过程的研究。

表 3 负漂移热点词条漂移情况结果表

词条名称	Z(2015)	Z(2016)	Z(2017)	Z(2018)	Z(2019)	F
模式识别与数据挖掘	0.558	0.789	0.592	-0.540	-0.324	-0.221
自动化检测技术与装置	0.057	0.152	0.574	-0.540	-0.728	-0.196
控制系统与应用	0.346	-0.025	0.484	-0.832	-0.514	-0.215
计算机网络	0.134	-0.025	-0.092	-0.710	-0.870	-0.251
计算机系统结构与硬件技术	0.095	0.046	-0.110	-0.321	-0.675	-0.188
系统工程理论与技术	0.269	-0.149	0.016	-0.589	-1.250	-0.380
系统建模理论与仿真技术	0.018	-0.291	-0.074	-0.492	-0.680	-0.175
通信网络	-0.136	-0.308	-0.020	-0.686	-0.657	-0.130
信息获取与处理	-0.252	-0.379	-0.164	-0.321	-0.657	-0.101

表 4 稳定热点词条漂移情况结果表

词条名称	Z(2015)	Z(2016)	Z(2017)	Z(2018)	Z(2019)	F
系统软件、数据库与工业软件	-0.040	0.010	-0.290	-0.565	-0.300	-0.065
雷达原理与技术	-0.233	-0.167	-0.326	-0.443	-0.324	-0.023
传输与交换光子器件	-0.194	-0.485	-0.272	-0.467	-0.300	-0.026
图像信息处理	-0.407	-0.362	-0.272	-0.662	-0.799	-0.098
通讯理论与系统	-0.657	-0.131	-0.704	-0.865	-0.633	0.006
激光	-0.445	-0.468	-0.668	-0.248	-0.324	0.030

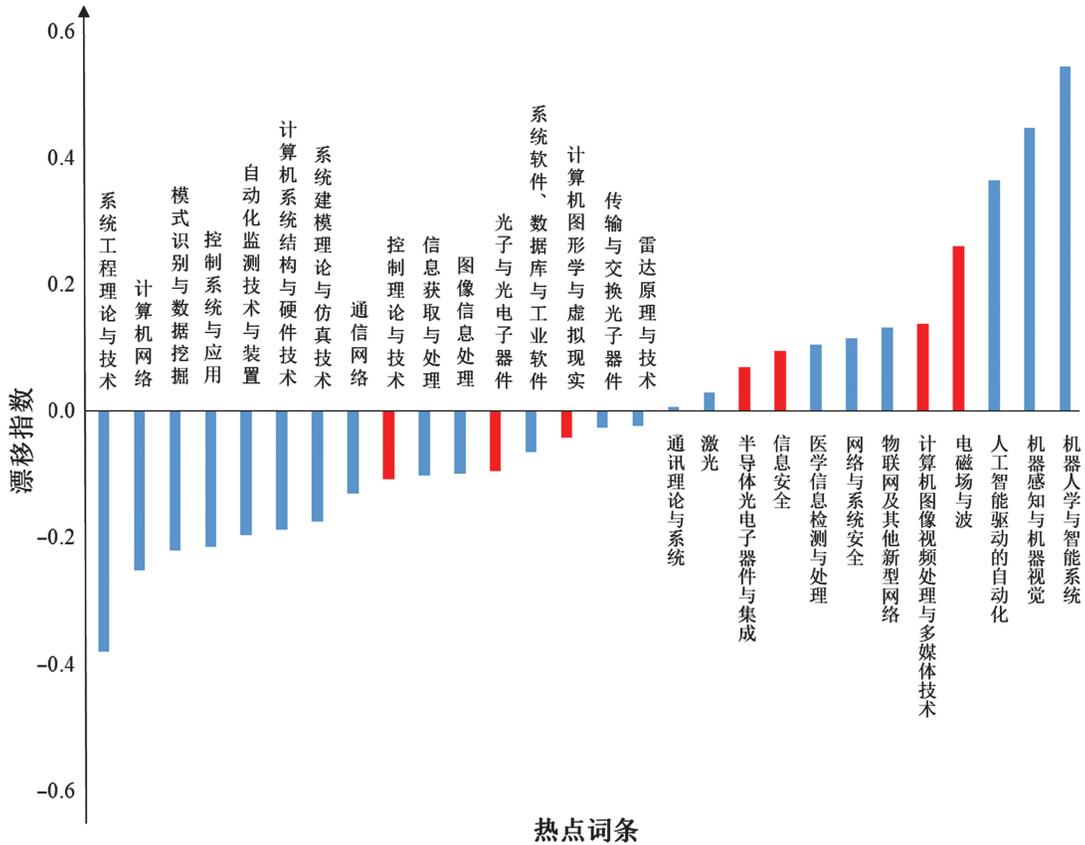


图2 近五年信息科学领域热点词条漂移情况汇总(红色为高频热点词条)

### 3.1 控制系统类热点词条领域研究热点的变化

信息科学领域以往的研究重点一直在系统结构和硬件层面,这也是该学科的基础,因此,“控制理论与技术”作为高频热点词条之一,其频次大幅领先于其他高频热点词条。值得注意的是,该词条漂移指数达到-0.108,虽然负漂移程度不是特别明显,但是考虑到其远高于其他词条的出现频次,可以看出该词条领域的研究热度处于较明显的下降趋势。作为信息科学领域基础频数最大的热点词条,也就是信息科学领域最基础核心的研究领域,其热度变化也深深影响着与之密切相关的热点词条热度。与该高频热点词条密切相关的该领域其他热点词条基本都出现在负漂移行列,如“自动化检测技术与装置”“控制系统与应用”“系统工程理论与技术”“系统建模理论与仿真技术”等,并且这些词条的负漂移程度都较大,“系统工程理论与技术”的漂移指数更是达到-0.380,其他三个词条的漂移指数也在-0.2左右。“自动化检测技术与装置”和“控制系统与应用”这两个热点词条领域是以控制理论为基础,将控制技术应用于实际操作的研究领域;“系统工程理论与技术”和“系统建模理论与仿真技术”是以控制理论

为基础,在基础控制单元理论的基础上,建立复杂的控制系统和控制工程的研究领域。控制类热点词条领域漂移情况可由图3概括:

可以看出,“控制理论与技术”作为高频热点词条呈负漂移状态,这直接影响了与之密切相关的其他控制类领域热点词条的漂移情况。控制类领域作为学科基础,近年来的发展趋势和方向逐渐发生变化,大部分领域,尤其是偏重理论研究的系统模型架构领域和偏重传统工艺的系统应用研究领域,都已逐渐偏离热门研究领域行列。可见信息科学领域的



图3 控制系统类热点词条漂移情况

发展趋势,已不再是简单围绕最基础的控制类领域展开研究。

### 3.2 计算机类热点词条领域研究热点的变化

计算机类领域作为信息科学领域的重要组成部分,其热点词条的变化也反映了该领域的热度变化。计算机领域有两个高频热点词条:“计算机图形学与虚拟现实”和“计算机图像视频处理与多媒体技术”。前者处于较稳定状态,后者处于正漂移状态。这两个高频热点词条领域分别侧重于对信息的静态处理和动态处理研究,其最终目的就是达到对原始信号的完美转化和呈现,因此,计算机类的高频热点词条漂移程度情况,就决定了该类其他相关领域的总漂移情况会呈上升趋势。在计算机类其他热点词条领域中,“模式识别与数据挖掘”“计算机网络”“计算机系统结构与硬件技术”呈明显负漂移状态,这些热点词条领域的共同特征就是偏向于研究单纯的计算机软件层面问题,是计算机类领域早期的研究热点,而研究热度的下降也反映了偏向研究计算机系统、网络、算法等纯软件层面的研究已逐步偏离热门研究方向,下一步的研究应向与实际系统的结合研究转变。

从正漂移热点词条中发现,所有的词条都是计算机类热点词条,其中,“机器感知与机器视觉”“机器人学与智能系统”和“人工智能驱动的自动化”呈明显正漂移状态,漂移程度远高于其他热点词条,说明这些词条领域的热度呈明显上升趋势。物联网不同于传统网络概念,它是一种结合各种装置和技术,将多种需要传递信息的人和物连接在一个网络系统中的新概念,虽然它仍以传统的互联网作为基础,但是其发展的关键是互联网与各种硬件设备和系统的交互结合。与此类似,机器人学、机器感知、人工智能等领域,都是基于一连串复杂的程序所组成的系统,其核心是计算机软件层面的研发与进步,但是解决问题的关键则在于软件层面的系统能否与新型的硬件系统相结合,以形成结构完整、功能完善的新型智能系统。这些词条领域都是有关软件层面的技术在新概念系统中的应用,物联网、机器人学和人工智能是近年来热门的新型系统概念,因此,与新型系统概念相关联的计算机技术便成为了该领域的新热点研究领域。可以用图 4 来概括计算机类领域的正漂移热点词条。

综上所述,计算机类的高频热点词条近年来处于正漂移状态,而相关热点词条则出现部分正漂移、部分负漂移的情况,但是正漂移词条的漂移程度要

明显大于负漂移词条的漂移程度,因此总的漂移情况仍然是正漂移状态。计算机领域的热点词条漂移情况,也正反映了计算机领域保持较高的总体研究热度的同时,其基于计算机软件核心技术的热点研究领域也正发生着转变。

### 3.3 传输类热点词条领域研究热点的变化

传输类领域是信息科学领域的另一重要组成部分,主要以电磁学、光电子学为主。光波是电磁波的一种形式,因此可以说电磁波一直以来都是信息传输的最主要载体,所有信息传输的新方法、新系统的研究都以电磁波为基础并由此展开。因此,该领域三大高频热点词条中,“电磁场与波”呈明显正漂移状态,“光子与光电子器件”和“半导体光电子器件与集成”都漂移程度较小,前者处于负漂移状态,后者处于正漂移状态,可见信息传输作为信息科学领域的重要组成部分一直处在一个重要的地位,近年来其研究热度总体处于上升趋势。该领域的其他相关热点词条中,“通讯理论与系统”“激光”“通信网络”“雷达原理与技术”和“传输与交换光子器件”等的漂移程度都不明显,总体处于较稳定的状态。可以看出,传输类的相关热点词条基本处于稳定状态,该领域的研究热度目前仍集中于最基础的“电磁场与波”领域。由于传输类词条领域都属于该学科的传统领域,其理论层面、技术层面和应用层面依然在不停地研究和完善中,并且信息信号的传输受制于各种主观变化和客观因素,一个相对较老的传输方法或系统需要很长的时间才能发展和完善到一个很高的层次,因此传输类词条领域的研究热度普遍较为稳定,该领域的研究重点目前仍集中于基础领域。传输类热点词条漂移情况就如同图 5 所示,围绕“电磁场与波”的研究目前仍然像主齿轮一样带动着其他相关领域的研究,巨大的主齿轮几乎带动着所有相关领域的其他齿轮,因此,尽管“电磁场与波”的热度呈明

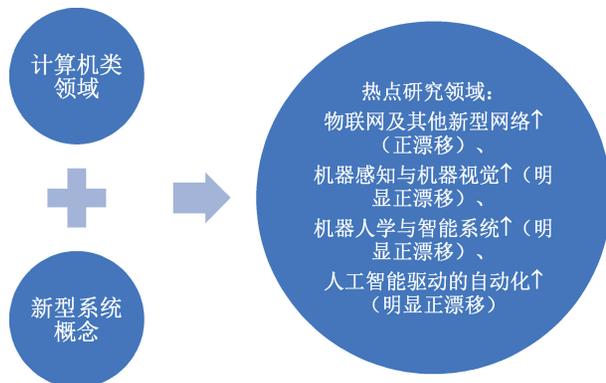


图 4 计算机类正漂移热点词条图示

显正漂移状态,但是其产生的能量分散于几乎所有直接与其相关的领域中,因此其他领域的漂移状态并不明显。

可以预见,在今后相当一段时间内,除非“电磁场与波”领域出现重大突破,否则传输类的高频热点词条和相关热点词条不会出现明显的漂移情况,研究热度会一直保持在一个较稳定的水平。

### 3.4 强正漂移热点词条领域的启示和展望

在所有正漂移热点词条中,“机器感知与机器视觉”“机器人学与智能系统”和“人工智能驱动的自动化”这三个热点词条领域的正漂移程度尤其明显。这些领域会成为信息科学领域未来发展的重点方向,会成为学科建设、学科布局的侧重点,从而引导人才培养的方向。

同时,国家自然科学基金项目指南于2018年对信息科学部进行过一次调整,直接将人工智能领域增设为一级代码词条,这也是该领域作为强热点领域的直接体现。机器人学、人工智能等领域是结合了机械工程、电气工程、计算机科学等于一体的新型领域,对于高校和研究机构来说,应当改革和优化这些学科领域的教学培养机制,在传统课程的基础上,注重交叉学科教学和理论实际一体化教学,将理论研究、虚拟仿真和实际操作有机结合起来,从多层次培养这方面的人才。高校应更多地整合传统学科资源,建立机器人学、人工智能等新型学科,并将该学科作为优势学科大力发展,在优化教学培养模式的

同时,更要积极参与学科竞赛和企业实习,“以赛促学、产教融合”应当成为这些新型学科的独特培养模式。可以预见,在未来的数年内,会出现大批该领域的人才和专家,为学科的发展奠定人才基础。

## 4 结语

本文相较于现有的研究,将重点放在学科热点的动态变化情况,运用热点漂移的方法对近年来所有较热门的学科领域进行统计和分析,结合学科实际情况,更全面、更深层次地分析了学科的热点情况,最大程度地将所有热点领域纳入研究范围,使热点研究更具有整体性和对比性,更进一步挖掘了热点的变化趋势。通过对信息科学领域热点词条漂移情况的统计和分析,可以看出各热点词条在近年来的研究热度变化情况。作为高频热点词条,其漂移情况不仅体现了自身的热度变化,也深深影响着与之相关的其他热点词条的变化。

在后续的研究中,应该进一步完善热点漂移的模型构建,确保研究结果的客观和真实。同时,应对词条做进一步的细化分类,从更多层面研究学科热点漂移的情况,以形成多维度的学科领域热点变化情况。此外,由于本文的基础数据来源于自然科学基金委统计的热点研究领域,忽略了具有发展潜力的低频次词条的统计和研究,以后可进一步深入研究。

## 参 考 文 献

- [1] 邓方,宋苏,刘克,等.国家自然科学基金自动化领域数据分析与研究热点变化.自动化学报,2018,44(2):377—384.
- [2] 徐江,欧细凡,苏浦捷,等.设计学科相关领域国家自然科学基金资助项目分析.装饰,2018(5):100—103.
- [3] 严舒,卢岩,欧阳昭连.中国组织工程领域2013至2018年国家自然科学基金资助项目分析.中国组织工程研究,2020,24(5):731—735.
- [4] 刘佳,葛飞,李玉婷,等.2010年至2019年中国国家自然科学基金资助中国盐湖研究项目分析.无机盐工业,2021,53(4):14—19.
- [5] 余丰民,林彦汝.基于关键词词频统计的学科研究热点漂移程度模型构建及实证分析.情报理论与实践,2020,43(2):100—105.



图5 传输类热点词条漂移情况

## The Prospects for the Trends of Subject Hotspots in the Information Science Field of the National Natural Science Foundation of China

Shi Hongyi<sup>2†</sup>   Li Huayi<sup>1†\*</sup>   Hu Jun<sup>3\*</sup>   Zhang Fangzhou<sup>2</sup>

1. *Suzhou University of Science and Technology, Science and Technology Industry Division, Suzhou 215000*

2. *Changshu Institute of Technology, Technology Industry & Humanities and Social Science Division, Changshu 215500*

3. *Zhejiang University, College of Optical Science and Engineering, Hangzhou 310000*

**Abstract** The analysis of subject hotspots based on the establishment of the National Natural Science Foundation of China is an important content of subject hotspot research. This article takes information science category as an example, through counting and analyzing its subject hotspots based on guide code entries, and classifies entries into 3 types named control system, computer and transmission, then studies changes and trends of hotspots in each entry field in-depth, finding that the field of control's hotspots drift is negative while the fields of computer and transmission's overall hotspots drifts are positive. Through analyzing the meaning and mutual influence of hotspot entries as well as combining the characteristics and specific conditions of the subject, this article explores and predicts the hot research of information science category.

**Keywords** subject hotspots; hotspots drift; science foundation; information science; trend

(责任编辑 刘敏)

---

\* Corresponding Author, Email: lihuayi@usts.edu.cn; hujun@zju.edu.cn

† Contributed equally as co-first authors.