

信息技术领域中新兴跨学科的分析研究*

廖日坤, 杨凌春, 张 琰, 周 辉

(北京大学 科学研究部, 北京 100871)

摘 要: 跨学科研究代表了科学发展的方向. 在信息技术领域, 已经形成或正在形成层次广泛、形式多样且相互交叉的跨学科研究. 本文统计和分析目前信息技术领域主要的跨学科研究情况, 通过定量和定性研究分析该领域部分新兴学科的发展态势, 探讨多学科间交叉、门类间的交叉对信息技术创新的促进作用以及相应基础学科的革新.

关键词: 跨学科; 信息技术; 科技创新

中图分类号: G202; G305 **文献标识码:** A

与传统基础科学研究面临的问题相比, 目前的科学研究在类型、规模和难度上都有很大的不同. 学科跨度加大、数目增加、非本学科类内容日益增多, 方式日趋复杂, 界限越来越不清晰, 开展国际科研合作成为一种普遍趋势. 从某种程度上来说, 跨学科研究体现了当代科学探索的一种新模式. 其中, 随着各行各业信息化、网络化的发展, 信息领域的跨学科研究也呈现出多样性的特征, 其科研创新活动集中在多学科、多领域的交叉地带, 涌现出了诸如生物信息学、医学信息学、社会信息学、材料信息学等一批新兴学科.

本文探讨近 20 年来信息技术领域跨学科研究的发展动态与趋势, 根据信息技术的演进历程选取时间范围(1990—2009 年), 检索时间为 2010 年. 文中的数据源于美国科技信息所(ISI) 的扩展数据库(SCI-E), 对于用一般检索工具难以查到的交叉学科、边缘学科的文献, 利用 ISI 引文索引可以起到较好的统计和分析作用.

1 总体情况

跨学科研究代表了科学发展的方向, 多学科间交叉、门类间的交叉能够促进信息技术的创新以及相应基础学科的革新, 例如生态信息系统、脑和神经微操作系统、地球信息系统等, 都是基于信息技术发展起来的多元、多层次、综合的复杂大系统. 表 1 提供了近年来信息技术领域交叉学科的总体研究概况.

表 1 信息技术领域各交叉学科所占份额

Tab. 1 The share of IT cross-disciplinaries

主要交叉学科	细分学科	占比/%	主要交叉学科	细分学科	占比/%
生命科学	健康护理	3.94	工学	核技术	0.58
	公共卫生	2.19		汽车/运输	2.67
	生物学	8.30		机械/航空工业等	6.65
	临床医学	6.52		化工	3.64
	病理学/药学/心理学等	9.18		小计	13.54
	小计	30.13	人文社科	信息管理及图书馆学	10.00
环境/地学/能源	环境科学	3.34		管理科学	4.89
	土木建筑	3.31		社会学/经济学	9.66
	地学	2.92		教育	3.27
	能源	1.80		小计	27.82
	小计	11.37	其他	物联网/人工智能/自动化等	17.14

收稿日期: 2011-05-05; 修改日期: 2011-10-17.

作者简介: 廖日坤(1981—), 男, 博士, 助理研究员, 研究方向为科研管理.

* 中国高教学会科技管理研究分会 2011 年学术年会论文.

可以看出,目前其交叉的方向主要集中在生命科学、环境/建筑科学、工程以及部分人文社会科学领域(外交叉)。同时,跨学科研究和单一学科研究具有互补关系,在鼓励跨学科研究的同时,不能忽略单一学科的研究和积累。因此,信息技术领域内的自身学科交叉也占了较大的比重,如电子通信、计算机等产生的物联网(内交叉)。

本文有选择性地选取了主要交叉学科或细分学科中份额大致相同(10%)的生物学、环境学/地理学、工学、社会学/经济学进行比较,来探讨这些领域新兴学科的发展情况。

2 内交叉: 物联网

物联网(the Internet of Things)是国家重点发展的战略性新兴产业,覆盖通信、电子和软件行业,被称为第三次信息技术革命,其核心技术相应地包括通信技术、感知技术、软件及信息处理技术。物联网通过电子产品标识感知识别相关信息,经通信设备和网络传输信息,最后由计算机处理及存储信息。图 1 是物联网研究发展的示意图。由于物联网的概念从 1999 年才被提及,所以相关研究虽然呈增长趋势,但研究基础并不扎实、范围也不广泛。针对物联网的研究现状,应鼓励在物联网相关研究领域建立多学科交叉培养机制,将 IT 技术与物联网应用前景,如建筑、交通、医疗、能源等主要领域进行融合交叉,在推动其自身发展的同时,也会带动一系列新兴学科的快步发展。

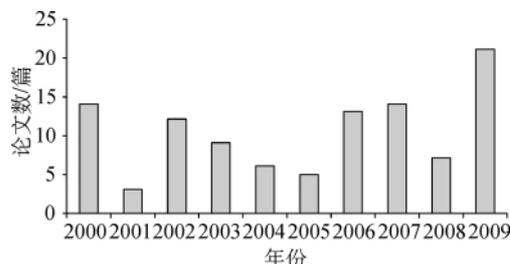


图 1 物联网研究发展
Fig. 1 Research development of the Internet of Things

3 信息技术领域与不同学科的交叉

3.1 信息与生命学科的交叉

生命学科中大量课题都是难题,这些问题的解决往往需要大规模的计算。信息与生命学科交叉研究的发展如图 2 所示。21 世纪以来,生物信息学发展迅速,已成为一个信息技术、物理学、化学和生物学相互交叉的综合学科,可分为计算密集型、数据密集型、知识密集型、协同工作和可视化等几类。其中,由于“生物芯片”概念的提出以及 21 世纪初网络泡沫的推动,生物信息学的研究在 2000 年附近出现了高峰和小幅的回落。近年来,随着超大规模分布式互联网和网格计算的兴起,为需要超强计算能力和密集型应用的生物信息学提供了良好的契机,生物网格的研究也随之兴起。

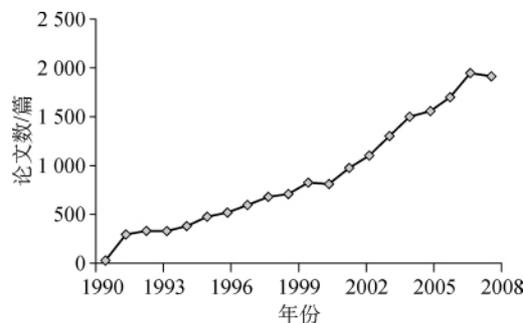


图 2 IT 与生物学领域的交叉研究
Fig. 2 Interdisciplinary research of IT and biology

以下是其比较广泛的两项应用。① 医疗电子。全球人口老龄化、生活水平提高及偏远地区对医疗服务需求增加,促使传统医疗方式的变革,也为新兴的医疗电子带来前所未有的发展机遇。医疗电子的数字化、便携化和家用化趋势,提供了诊断设备、药品设备、个人护理和影像系统等新兴应用,涉及血压检测、葡萄糖计、脉冲血氧量仪、胰岛素注射笔、数字助听器、CT 扫描仪以及 X 射线探测仪等。② 生物特征识别^[1]。生物特征识别的技术包括指纹识别、语音识别、虹膜识别以及面部特征识别等多种,因其特有的稳定性、唯一性和方便性,已经被越来越广泛地应用在安全、认证等身份鉴别领域。它的应用包括图像学、生物学、数学、逻辑学、模糊控制等。图 3 是指纹识别系统简单原理框图。它首先通过芯片读取指纹图像,然后用计算机识别软件提取指纹的特征数据,最后通过匹配识别算法

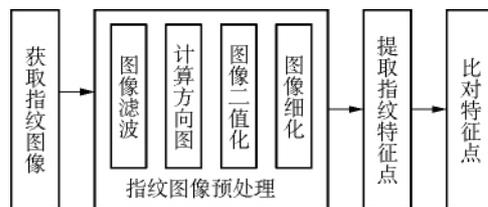


图 3 指纹识别系统
Fig. 3 Fingerprint identification system

得到识别结果.

3.2 信息与工程应用的交叉

大多数工程领域,如核技术、车辆工程、机械工程、电力工程、航空工业,都需要以计算机模拟为基础,因此涌现了一大批与 IT 相融合的新兴交叉学科,相关方面的研究一直保持着快速增长的势头(见图 4). 以下是其中的两项应用. ①汽车电子^[2]. 汽车电子的发展经历了 3 个阶段: 第一阶段(1965—1980 年),主要是个别电子部件的开发; 第二阶段(1980—1995 年),主要是子系统的集成化应用; 第三阶段(1995—2010 年),主要是智能化、网络化、计算平台. 这方面的成果包括从最初的发动机电子点火与喷油,到目前的各种控制功能,如自动巡航、自动停启、自动避撞等. 在开展基础研究的同时,采用新机理、发现新现象、开发新材料和采用新工艺等各领域交叉融合的趋势在其发展过程中得到充分的体现. ②其他交通运输^[3]. 铁路电气化已经成为铁路运输的趋势,但接触网断线问题一直是困扰电气化铁路牵引供电设备安全的主要问题,也是系统各检测项目中的难点. 基于电子通信的导线磨耗遥测仪的研究正是针对此问题,它采用电荷耦合器件(CCD)作为传感器,用微控制器进行控制与数据传输,配合计算机构成一套智能检测系统.

3.3 信息与环境地学的交叉

以英国 2008 年启动的“与环境变化共存”(living with environmental change, LWEC) 项目为代表,目前信息与环境中生态系统、气候变化等领域的跨学科研究活动正在解决人类所面临的环境挑战. 而此领域的研究也体现了多样性、多层次性,越来越活跃(见图 5). 以下是比较典型的应用. ①地理信息系统^[4]. 它是利用卫星通信、移动通信特有的定位功能,配合短消息等方式确定移动终端用户所在的地理位置(经纬度坐标数据),从而提供用户所需的位置信息,并提供相关地理位置的信息服务. 目前全球 24 颗 GPS 导航卫星分布在 6 条轨道上,保证移动定位,其中 3 颗卫星可进行 2D 定位(经度、纬度),4 颗卫星则可进行 3D 定位(经度、纬度及高度),并通过更新接收信息计算出移动方向和速度. 移动网络可根据当前所在小区,确定小区上空的 GPS 卫星,然后根据这些信息缩小搜索范围,缩短搜索时间,完成卫星搜索过程,最后由定位服务器计算出手机位置. 利用这些移动定位信息,移动运营商可以向用户提供各种增值业务,如位置环境信息查询、紧急救援、汽车导航、智能交通、团队管理、广告咨询发布等,同时还可以将之作为移动通信网络运行、维护和管理的辅助数据. ②无线传感器. 无线传感器网络是由一些低功耗、体积小的传感器节点,以无线通讯方式自组成的一个网络. 利用它能大大提高地质灾害、矿井环境和水环境的监测能力,它可对大量感知信息如地震数据、声学数据、高分辨率图像等进行分布式处理. 这种用于环境检测的无线传感器网络,综合了环境科学技术、嵌入式技术、分布式信息处理技术和网络通信技术.

3.4 信息与人文社会科学的交叉

如前所述,信息与人文社科的跨学科交叉并不少见,尤其在信息管理学、经济学领域,由于其天然的交叉联结关系,相互之间的跨学科研究也日益增多,涌现了如经济信息学、信息情报学、社会信息学等新兴学科. 图 6 是信息技术领域与社会学、经济学的交叉研究发展情况. 例如,社会信息学就是一个以计算机化的社会为研究对象的新领域,它更明确的定义是“从信息技术与组织机构和文化背景相互影响的角度对其设计、使用和功用进行的跨学科研究”^[5]. 社会信息学是将信息政策、计算机与社

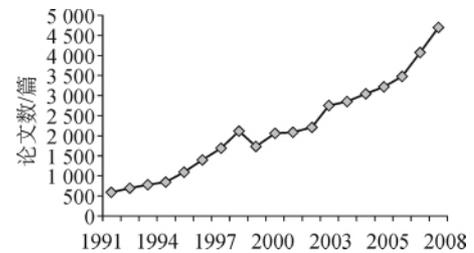


图 4 IT 与汽车/工程的交叉研究

Fig. 4 Interdisciplinary research of IT and engineering

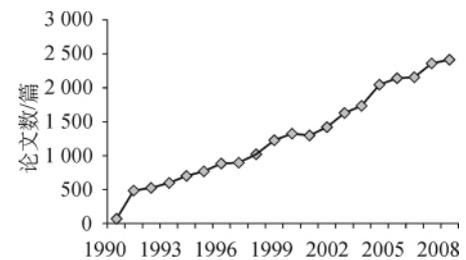


图 5 IT 与环境科学、地理科学的交叉研究

Fig. 5 Interdisciplinary research of IT and environmental science, geography

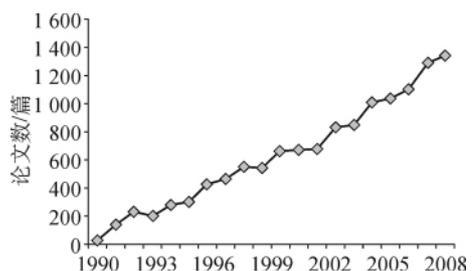


图 6 IT 与社会学、经济学的交叉研究

Fig. 6 Interdisciplinary research of IT and sociology, economics

会、组织信息学等相关研究相结合而形成的一个新的跨学科研究领域。

4 结 语

跨学科研究既可以填补学科微观化后的空白,又可强化学科间的横向联系,因此科研创新活动必然更多地集中在多种学科、多种领域的交叉地带。在信息技术领域,已经形成或正在形成层次广泛、形式多样且相互交叉的跨学科研究,随着科学技术的不断发展,在其他学科/领域的情况也将出现类似的发展趋势。

参 考 文 献

- [1] 廖日坤,纪越峰,黄小迅. 嵌入式 TCP/IP 的优化设计与硬件实现[J]. 单片机与嵌入式系统技术应用, 2006(5): 12-14.
- [2] 国外汽车电子技术发展趋势[EB/OL]. (2007-02-24). http://www.chinahyyj.com/news/r_20070224093887510731.html.
- [3] 廖日坤,李宁宇,林锐,等. 基于 1~2C 总线的电气化铁路导线磨损仪的设计与应用[J]. 电子设计应用, 2004(5): 61-63.
- [4] 廖日坤. 浅析 GPS 如何成为 3G 时代的杀手锏应用[EB/OL]. (2007-09-18). <http://net.it168.com/pl/2007-09-18/200709181002778.shtml>.
- [5] 邬焜. 科学的信息科学化[J]. 青海社会科学, 1997(2): 53-59.

Analysis and Research of the Emerging Interdisciplinary in Information Technology Area

LIAO Ri-kun, YANG Ling-chun, ZHANG Yan, ZHOU Hui

(Office of Scientific Research, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: Interdisciplinary study represents the development direction of science, especially in the information technology area, which has formed the broad, diverse and cross-cutting interdisciplinary researches. The interdisciplinary researches in IT areas were summarized and analyzed, and the developing trends of some emerging disciplines were discussed through quantitative and qualitative analysis. It discussed whether the interdisciplinary or multi-disciplinary will promote the innovation of information technology and corresponding basic disciplines.

Keywords: interdisciplinary; information technology; S&T innovation