

池 芬,张世玉,赵 旻,杨鑫禹,等. 基于爆发词检测的健康医疗可穿戴设备技术机会分析[J]. 中华医学图书情报杂志,2018,27(3):38-43,64.

DOI:10.3969/j.issn.1671-3982.2018.03.008

· 情报研究与方法 ·

基于爆发词检测的健康医疗可穿戴设备技术机会分析

池 芬,张世玉,赵 旻,杨鑫禹,王 伟

[摘要]采用爆发词检测方法,以德温特数据库和 Web of Science 核心合集为数据源,通过基本检索途径,分别检索 2007-2016 年的专利数据和科技论文,借助可视化计量学研究工具 CiteSpace 对健康医疗可穿戴设备领域的技术机会进行识别与预测,发现减少可穿戴设备的电力耗损、提高其监测及动作识别的精确度、提升其综合健康管理功能、完善无线通信技术、促进云计算在可穿戴设备领域的发展、多传感器融合及拓展可穿戴设备在慢性病(尤其是帕金森氏病与慢性心力衰竭)领域的应用为该领域的关键技术机会。识别健康医疗可穿戴设备领域的技术机会,能够为该领域的技术创新活动提出可供参考的建议。

[关键词]健康医疗;可穿戴设备;爆发词检测;技术机会

[中图分类号]TP368.33;TP311.13

[文献标志码]A

[文章编号]1671-3982(2018)03-0038-06

Burst words detection-based technological opportunities of wearable devices in healthcare

CHI Fen, ZHANG Shi-yu, ZHAO Yang, YANG Xin-yu, WANG Wei

(Department of Medical Informatics, Jilin University Public Health School, Changchun 130021, Jilin Province, China)

Corresponding author: WANG Wei

[Abstract] The patent data and academic papers covered in Derwent Database and Web of Science from 2007 to 2016 were retrieved by burst words detection. The technological opportunities of wearable devices in healthcare were identified and predicated using CiteSpace, a visualized metric research tool, which showed that reducing the electric power consumption, increasing the accuracy of monitoring and action identification, improving the general health management function, perfecting the wireless communication technology of wearable devices, promoting the development of cloud computation in wearable devices, fusing of multiple sensors and expanding the application of wearable devices in chronic diseases, especially in Parkinson's disease and chronic heart failure, are the key technological opportunities of wearable devices in healthcare. Aware of the technological opportunities of wearable devices in healthcare can provide reference and suggestions for healthcare professionals in their technological innovation activities.

[Key words] Healthcare; Wearable device; Burst words detection; Technological opportunity

[基金项目]2017 年度吉林大学大学生创新创业训练项目“健康医疗可穿戴设备领域技术机会识别与预测(2017B72723)”的研究成果

[作者单位]吉林大学公共卫生学院医学信息学系,吉林 长春 130021

[作者简介]池 芬(1995-),女,湖北孝感人,本科,研究方向为信息计量及其医学应用。

[通讯作者]王 伟(1958-),男,博士,教授,博士生导师,研究方向为信息计量及其医学应用。E-mail: w_w@jlu.edu.cn

技术机会(Technology Opportunity)是指技术在发展过程中,某领域内已有技术新出现的技术形态或技术发展点为技术创新主体提供的应用于生产新技术产品的可能性^[1]。技术机会识别是指通过分析某领域内现有技术的变化情况及其相互间的关联关系,推断该领域出现特定关键技术或创新活动的潜力及可能性的过程^[2]。可穿戴设备是指直接穿在用户身上,或整合到用户的衣服或所用的配件上,

且能够通过云端交互、软件支持等实现强大的功能以满足用户需求的一种便携式的设备^[3]。健康医疗与每个人的生活息息相关,因此可穿戴设备更加受到人们的关注。目前,健康医疗可穿戴设备产业正处于快速成长期,市场发展前景十分广阔,厂商也纷纷加速战略布局,抢占产业发展制高点,技术竞争日益激烈^[4]。

全球的技术竞争可以总结为发现技术机会并先于竞争对手利用技术机会的过程。如果决策者在关键技术的识别和选择上出现失误,不仅会导致资源的浪费及技术机会的丧失,而且还会在总体上影响未来技术的发展,因此识别技术机会的能力被视为国家和企业研发的核心竞争力^[5-6]。

通过识别健康医疗可穿戴设备领域的技术机会,揭示其技术发展历程及潜能,能够使研究机构和相关企业了解健康医疗可穿戴设备领域的研究热点和核心技术,从而最大限度地利用已有的条件和资源,准确、合理地寻找到具有研究价值和投资前景的关键技术^[7],促进健康医疗可穿戴设备的研发和发展。

1 数据来源与方法

1.1 数据来源

分别以德温特数据库和 Web of Science 核心合集为数据来源,检索式为#1 AND #2(#1 为主题:(wearable device) AND 主题:(medical);#2 为主题:(wearable device) NOT 主题:(medical) AND 主题:(health)),检索时间跨度为 2007-2016 年。经过数据清洗,共得到 2 428 项专利和 1 761 篇科技论文。数据下载日期为 2017 年 9 月 18 日。

1.2 分析方法

日本学者 Naoki Shibata 曾于 2010 年总结分析了论文与专利之间的 4 种关系,并结合专利和科技论文数据对太阳能电池的技术机会进行分析,他认为在活跃的研究领域内,在论文中存在但在专利中不存在的主题为技术机会^[8]。我国学者在 Naoki Shibata 研究的基础上,同样基于专利和科技论文数据,采用文本挖掘方法分析太阳能电池领域的技术机会,得到了相对全面且准确的研究结论^[9]。

可见,基于专利和科技论文数据进行技术机会分析具有一定的科学性。根据技术机会的概念可

知,某领域内已有技术的新出现的技术形态或技术发展点为技术机会,而爆发词(Burst Word)具有在短时间内迅速增长或者使用频次突然增高的特点,借助爆发词可以对领域内新的技术形态和技术发展点进行识别。基于上述分析,本文以 Naoki Shibata 提出的技术机会的内涵为理论依据,主要利用爆发词检测方法和 CiteSpace 软件,通过识别健康医疗可穿戴设备领域近 10 年间相关专利和科技论文中的爆发词,分析该领域的技术机会。

2 结果与分析

2.1 专利基本指标分析

2.1.1 专利数量增长趋势分析

统计 2007-2016 年逐年专利申请量并进行趋势增长规律分析,其增长规律符合指数增长模型: $F(t) = 35.033e^{0.4282t}$ (以 2007 年为初始时刻; $t_1 = 48$, Multiple R = 0.9916, R Square = 0.9833),表明健康医疗可穿戴设备领域正处于一个快速增长的时期,近年不断有新的成果涌现,具有极大的研发潜能。

2.1.2 专利权人研发实力分析

统计分析 2007-2016 年各专利权人的累计专利申请数量,去除重复专利权人后得到数据 1 227 条,截取排名前 10 的专利权人作为高产专利权人。表 1 展示了高产专利权人研究实力的具体数据。按专利数量降序排列,一定程度上可以反映专利权人在该领域的活跃程度。

2.2 技术机会分析

2.2.1 基于专利的健康医疗可穿戴设备技术机会分析

利用 CiteSpace 提供的 Bursts 检测功能可以直观地展示出某个研究领域的爆发词,同时也可以从时间维度上展示出爆发词的变化情况^[10]。图 1 显示的是 2007-2016 年利用德温特专利数据库借助关键词显示出的健康医疗可穿戴设备领域内爆发词的变化情况。

对图 1 进一步解读后发现,2007-2008 年,“可穿戴设备”“计算机外围设备”“汽车电子”“广播电视收音机”“移动电话”“控制器装置”“定位结构”成为爆发词,说明当时可穿戴设备的专利发明主要涉及计算机外围设备、汽车电子以及广播电视收音

表 1 2007–2016 年健康医疗可穿戴设备领域专利申请数量排名前 10 的专利权人

序号	专利权人	所属国家	专利申请量	所占比例/%
1	Samsung Electronics Co Ltd. (三星电子公司)	韩国	454	18.70
2	Zoll Medical Corp(佐尔医疗公司)	美国	46	1.89
3	Aliphcom(艾力夫电子技术服务有限公司)	美国	39	1.61
4	Konink Philips Nv(荷兰皇家飞利浦)	荷兰	24	0.99
5	Hello Inc	美国	18	0.74
6	Qualcomm Inc(高通公司)	美国	16	0.66
7	Google Inc(谷歌)	美国	15	0.62
8	Asante Solutions Inc	美国	14	0.58
9	Cardiac Pacemakers Inc(佳腾国际公司)	美国	14	0.58
10	Sony Corp(索尼公司)	日本	12	0.49

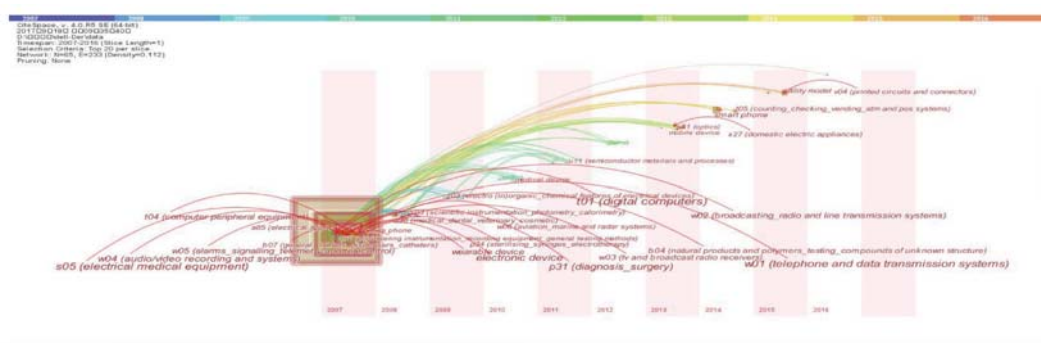


图 1 2007–2016 年基于专利数据的健康医疗可穿戴设备领域爆发词变化情况

机等方面,可穿戴设备的控制装置和定位装置成为新的研发热点;2009–2010年,“存储器薄膜与混合电路数字存储器”“源腔”“能量源”“近场无线能量传输”“医疗设备”“手持医疗器械”成为新的爆发词,说明可穿戴设备的存储系统和供电系统的研发受到关注,可穿戴设备在医疗领域得到广泛应用;2011–2012年,“体育活动”“血压”“半导体材料与工艺”“接收数据”成为爆发词,说明研发者将注意力转向可穿戴设备的半导体材料应用方面且人们对可穿戴设备接受数据的能力和精度有了更高的要求,而可穿戴设备在体育活动和血压监测方面的应用也有了进展;2013–2014年,“家用电器”“移动设备”“计算装置”“检测装置”“遥测系统”“智能手机”成为新的爆发词,说明可穿戴设备的一些功能逐渐与电子设备结合起来并在智能手机上得到体现和拓展,且其应用领域进一步扩大,在家用电器及移动设备方面有了进展,可穿戴设备的计算装置、检测装置及遥测系统功能的提升成为研发的热点;2015

–2016年,“实用新型”“口服药”成为新的爆发词,说明人们对于可穿戴设备的新颖性和实用性有了更高的要求,这将成为可穿戴设备近年的研发热点。

综上所述,近年来在专利研发方面,健康医疗可穿戴设备的功能有与电子设备尤其是智能手机结合发展的趋势,且人们对其新颖性和实用性有了更高的要求。

2.2.2 基于科技论文的健康医疗可穿戴设备技术机会分析

图 2 显示了 2007–2016 年利用 Web of Science 核心合集借助关键词显示出的健康医疗可穿戴设备领域内爆发词的变化情况。

对图 2 进一步解读后发现,2007–2008 年,“可穿戴设备”“移动电话”“便携式电话”“人机交互”“信号处理”“计步”“全球定位系统”“无线通信”“老年人”“心率”“心率变异性”“日常生活”“体育活动”成为爆发词,说明科研工作者在可穿戴设备的人机交互、信号处理、计步、定位和通信等方面的

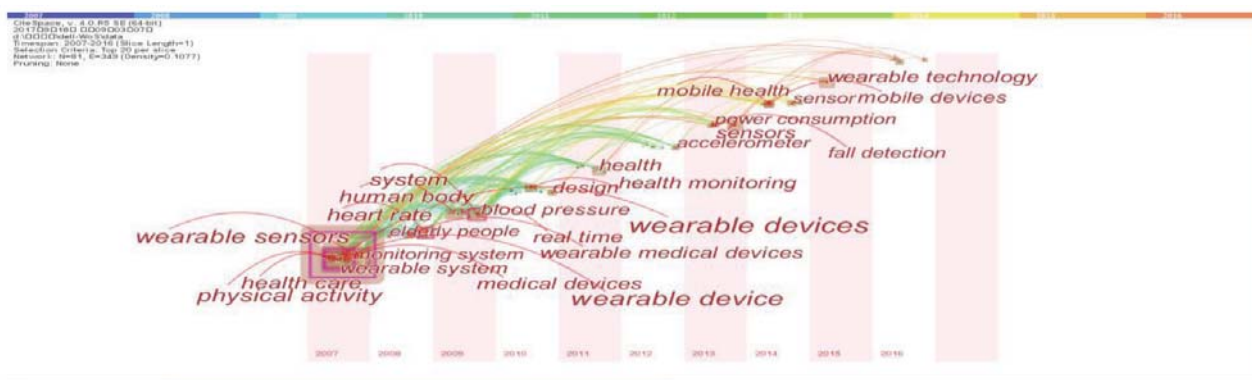


图 2 2007-2016 年基于科技论文的健康医疗可穿戴设备领域爆发词变化情况

研究较为深入,可穿戴设备逐渐被用于老年人疾病的监测,尤其是心率变异性这一方面,并逐渐在日常生活中得到广泛应用;2009-2010年,“人体”“血压”“持续监测”“健康监测”“自主神经系统”“家庭监护”“远程监控”“通信技术”“医疗保健系统”“心力衰竭”“小尺寸”成为爆发词,说明可穿戴设备在用于自主神经系统的生理监测方面有了新的进展,同时在人体血压、健康监测、家庭监护、远程监控、医疗保健、动态监测尤其是心力衰竭患者的心脏功能监测方面有了广泛应用,而可穿戴设备的尺寸如何进一步缩小也成为当年的关注热点;2011-2012年,“QRS检测”“生命体征”“脉搏率”“心电图”成为爆发词,说明可穿戴设备在心电监测和生命体征检测方面受到关注和应用;2013-2014年,“慢性疾病”“电力消耗”“传感器”“动作识别”“移动设备”成为爆发词,说明可穿戴设备在慢性疾病监测方面得到应用,可穿戴设备的电力消耗、动作识别及传感器功能也逐渐成为新的研发热点,可穿戴设备在与移动设备的功能相结合方面有了新的进展;2015-2016年,“云计算”“设备”成为新的爆发词,说明可穿戴设备的云计算服务开始受到广泛关注,并有望成为今后几年的研发热点。

综上所述,近年来在健康医疗可穿戴设备领域,云计算服务成为技术机会。随着研发的进展,今后用户有望以更为低廉的价格随时按需获得相应的服务。

2.2.3 爆发词检测结果的综合比较分析

通过对健康医疗可穿戴设备领域的两种爆发词

检测结果进行综合比较分析(表2)发现,“医疗设备”“血压”“体育活动”等词在基于科技论文的爆发词检测中出现较早,而在基于专利的爆发词检测中出现较晚,说明早有学者在相关专利研发之前对此有过理论研究,并可能对后期的实际研发起到一定的指导作用。在基于科技论文的爆发词检测中,“慢性疾病”“电力消耗”“传感器”“动作识别”“云计算”等词的使用频次突然增高,而在基于专利的爆发词检测中尚未见到这些词。由此可知,减少可穿戴设备的电力耗损,提高其传感器的敏感度及动作识别的精确度,促进云计算在可穿戴设备领域的发展,拓展可穿戴设备在慢性病领域的应用,为该领域的关键技术机会。

2.2.4 爆发词聚类分析

运用 CiteSpace 软件的聚类功能,可以得到健康医疗可穿戴设备领域研究热点的可视化图谱(图3)。通过对#0-#5聚类的高频关键词进行聚类分析,发现该领域主要有六大研究热点。

2.2.4.1 监测与反馈技术

#0聚类反映出监测与反馈技术领域的热点词汇,包括“人体传感网络”“心率变异性”“生物反馈可穿戴式系统”等高频关键词。其中人体传感网络是在物联网背景下应运而生的以身体为中心,并集成生物传感器、医学电子学、多传感器分析与数据融合、人工智能、普适传感、无线通信等多学科知识的技术,有利于在低成本的前提下对人体健康进行连续监测。生物反馈技术可用于可穿戴式心电监测系统,如心率变异性的监测。

表 2 健康医疗可穿戴设备领域爆发词检测结果

年份	基于专利数据的检测结果	基于科技论文的检测结果
2007	可穿戴设备、移动电话、汽车电子、计算机外围设备、广播电视收音机	可穿戴设备、移动电话、人机交互、便携式电话、医疗设备、体育活动、信号处理、日常生活
2008	控制器装置、定位结构	心率、老年人、计步、心率变异性、无线通信、全球定位系统
2009	存储器薄膜与混合电路数字存储器、源腔、能量源、近场无线能量传输	远程医疗、持续监测、人体、血压、家庭监护、心力衰竭、小尺寸、自主神经系统
2010	医疗设备、手持医疗器械	健康监测、通信技术、医疗保健系统
2011	体育活动、血压、半导体材料及工艺	QRS 检测、生命体征
2012	接收数据	脉搏率、心电图
2013	计算装置、检测装置、移动设备家用电器、遥测系统	慢性疾病、电力消耗、传感器
2014	智能手机	移动设备、动作识别
2015	实用新型	云计算
2016	口服药	设备

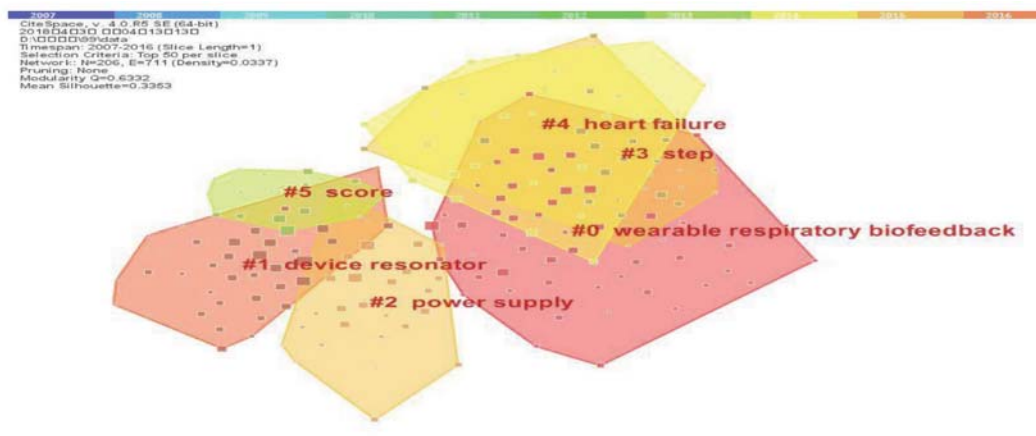


图 3 2007-2016 年健康医疗可穿戴设备领域爆发词聚类分析

2.2.4.2 无线通信技术

#1 聚类反映出无线通信技术领域的热点词汇,包括“器件谐振器”“薄膜”“无线接收机”“移动无线电力系统”“移动无线接收器”等高频关键词。谐振器是指产生谐振频率的电子元件,起频率控制的作用。薄膜体声波谐振器因其射频高、损耗小等特点成为构建无线通信滤波器的最佳选择。目前,可穿戴设备中使用较多的无线通信技术有蓝牙、WiFi、ZigBee、NFC 等。移动无线通信技术主要涉及多址、调制、抗干扰、抗衰落、功率控制和网络安全等技术,可以满足可穿戴设备需要的组网方便、耗能低、灵活性高、体积小、安全性高、辐射低、抗干扰能力强等要求^[11]。未来可穿戴医疗设备上将会同时存在多种无线传输技术,设备会根据环境自动识别、选择最优

的无线传输方案进行工作^[12]。

2.2.4.3 传感与能耗控制技术

#2 聚类反映出集成传感器与能耗控制技术领域的热点词汇,包括“电源系统”“热力”“集成传感器网络”“医学”“可穿戴连接结构”等高频关键词。目前,可穿戴设备对传感器提出了更高要求,多传感器融合已成趋势,而环境感知应用对于实时工作传感器处理的需求也在不断增长^[13]。另外,可穿戴设备目前较大的一个弊病就是电池续航时间短,而且终端功能的提升会导致耗电量和热力的增加,其解决方案之一就是应用处理器中的集成传感器。因此,传感器是对可穿戴设备产业发展影响甚大的一个重要技术链条。未来可穿戴设备不仅要求现有连接性芯片组的功能演进,而且更趋向于低能耗、低成

本与高灵活性。

2.2.4.4 计步与复健功能

#3 聚类反映出健康医疗可穿戴设备在计步与复健方面的热点词汇,包括“帕金森氏病”“计步”“远距复健”“可穿戴传感器”等高频关键词。“计步”是可穿戴设备较为基础和常用的功能,“远距复健”是远距离指导患者利用运动、不同的物理治疗仪器及徒手治疗等办法进行康复训练。“帕金森氏病”是当今社会发病率较高的一种老年性疾病,一旦患病将对患者及其家属形成长久的危害和影响。患者常有静止性震颤、肌肉僵直、行动迟缓、运动障碍、面瘫等症状,可穿戴设备的“计步”和“复健”功能有利于辅助其治疗。随着我国社会人口老龄化的加快,健康医疗可穿戴设备的“计步”和“复健”功能的应用范围将会更加广泛。

2.2.4.5 心衰控制与健康提升

#4 聚类反映出心衰控制与健康提升方面的热点词汇,包括“心力衰竭”“可穿戴系统”“健康”“提升”等高频关键词。“心力衰竭”是指心脏当时不能搏出同静脉回流及身体组织代谢所需相称的血液供应。由于急性心衰危险性高,甚至在用药过程中,都需要密切关注患者的心律、心率、尿量与毒性反应(如早搏、二联律、心动过缓)。健康医疗可穿戴设备可对患者的心衰相关指标进行实时监测,以便患者自查或医生及时实施用药、手术等治疗措施。

2.2.4.6 综合健康管理

#5 聚类反映出综合健康管理方面的热点词汇,包括“得分”“综合健康管理”“遥测数据”“健康”“表现”等高频关键词。“综合健康管理”是指在健康管理过程中考虑年龄、体质、生活环境等个体差异,在其运动和生活方式等方面进行健康管理方案的设计、实施、跟踪和评估。大多数非医学专业人士对健康监测的数据没有足够认识,因此他们需要的不只是单纯的数据,更是对结果的评估以及能够直接实行的方案。用户使用可穿戴设备记录体征数据后,监控中心可将数据上传到云端服务器并提取分析,然后将结果和建议反馈给用户,从而帮助用户更好地管理自身的健康^[14]。因此,完善且贴近用户需

求的综合健康管理功能将会是未来健康医疗可穿戴设备研发的热点。

3 结论

本文分别以德温特数据库和 Web of Science 核心合集为数据来源,借助可视化的科学计量学研究工具 CiteSpace,从爆发词检测角度对健康医疗可穿戴设备领域进行技术机会分析,得出了以下结论。通过专利数量随时间的积累变化可知,在 2007—2016 年这 10 年间健康医疗可穿戴设备领域的专利增长符合指数增长模型,说明该领域正处于生命周期的成长期,是目前迅速发展的、成长中的、具有极大研发潜能的热点领域。通过对各专利权人的累计专利申请数量作统计分析可知,健康医疗可穿戴设备领域的研究以三星电子公司(Samsung Electronics Co Ltd)、佐尔医疗公司(Zoll Medical Corp)和艾力夫电子技术服务有限公司(Aliphcom)的技术研发较为活跃。综合利用专利与科技论文数据进行爆发词检测和爆发词聚类,可以发现减少可穿戴设备的电力耗损,提高其监测及动作识别的精确度,提升其综合健康管理功能,完善无线通信技术,促进云计算在可穿戴设备领域的发展,多传感器融合及拓展可穿戴设备在慢性病(尤其是帕金森氏病与慢性心力衰竭)领域的应用为该领域的关键技术机会。

【参考文献】

- [1] 马婷婷,汪雪锋,朱东华,等.基于专利的技术机会分析方法研究[J].科学学研究,2014,32(3):334-342.
- [2] Olsson O. Technological opportunity and growth[J]. Journal of Economic Growth, 2005, 10(1): 31-53.
- [3] 徐丹,李文宇,张俊霞.可穿戴智能设备领域专利分析[J].电信网技术,2016(1):15-20.
- [4] 耿怡,安晖,李扬,等.可穿戴设备发展现状和前景探析[J].电子科学技术,2014,1(2):238-245.
- [5] Zhu D H, Porter AL. Automated extraction and visualization of information for technological intelligence and forecasting[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2002, 69(5): 495-506.
- [6] 克里斯托夫·弗里曼.技术政策与经济绩效:日本国家创新系统的经验[M].南京:东南大学出版社,2008:43.
- [7] 冯灵,余翔,张军荣.基于专利信息的高铁技术机会分析[J].情报杂志,2015,34(12):95-100.

(下转第 64 页)

速发展的时代^[12]。一场“互联网+医疗”浪潮汹涌袭来,医院信息化建设的信息安全问题被摆到了信息化发展的重要位置,医院信息化面临新发展机遇的同时,其信息安全防护也面临新的挑战。信息安全等级保护建设可大幅提升医院信息系统安全水平,医院应通过建立制度、加大扶持、加强监管、培育人才等具体措施切实保障“互联网+医疗”新环境下的等级保护工作圆满完成。

【参考文献】

[1] 王 波. 基于等级保护的医院信息网络平台安全体系设计与实现[J]. 医学信息学杂志, 2014, 35(7): 30-32, 45.

[2] 张益钊, 朱卫国, 孟晓阳, 等. 医院信息系统等级保护测评实践[J]. 医学信息学杂志, 2015, 36(10): 14-18.

[3] 韩作为. 医院信息安全等级保护三级建设流程与要点[J]. 中国数字医学, 2013, 8(9): 33-35.

[4] 邹陆曦, 胡广禄, 孙 玲. 三甲医院信息安全等级保护的实施及应用[J]. 中国数字医学, 2015, 10(2): 84-86.

[5] 辛均益, 陈启岳, 王宏宇. 关于医院重要信息系统信息安全等级保护工作的探讨[J]. 信息网络安全, 2013(10): 31-33.

[6] 蔡 颀. 三甲医院信息安全建设策略研究[J]. 海峡科学, 2016(4): 18-21.

[7] 曹利峰, 陈性元, 杜学绘, 等. 多级安全网络区域边界访问控制模型研究[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(32): 118-122.

[8] 王 俊. 基于等级保护的医院网络区域边界安全研究[J]. 中国数字医学, 2013, 8(3): 96-98.

[9] 卢欣然, 金 轶, 徐 平, 等. 浅论三级甲等医院信息安全等级保护管理体系建设[J]. 中国医疗器械信息, 2014, 20(6): 55-58.

[10] 甄晓红. 三甲专科医院信息等级保护三级安全策略[C]// 郑州: 中华医学会第二十一次全国医学信息学术会议, 2015: 343-345.

[11] 徐冬兰. 医院网络中的安全风险与防范措施[J]. 网络安全技术与应用, 2017(5): 125, 127.

[12] 朱圣才, 徐 御, 金铭彦, 等. 基于等级保护策略的云计算安全风险评估[J]. 计算机安全, 2013(5): 39-42.

[收稿日期: 2018-02-25]
[本文编辑: 刘 娜]

(上接第 43 页)

[8] Shibata N, Kajikawa Y, Sakata I. Extracting the commercialization gap between science and technology: case study of a solar cell[J]. Technological Forecasting & Social Change, 2010, 77(7): 1147-1155.

[9] 黄鲁成, 王静静, 李 欣, 等. 基于论文和专利的钙钛矿太阳能电池的技术机会分析[J]. 情报学报, 2016, 35(7): 686-695.

[10] 亢川博, 王 伟, 张世玉, 等. 国内外医学信息学研究现状的可视化分析[J]. 中华医学图书情报杂志, 2016, 25(8): 24-30.

[11] 梅策香, 柳 钰, 曾利霞. 可穿戴设备在人体健康监测中的应用与发展现状[J]. 电子世界, 2016(19): 8-10.

[12] 石用伍. 可穿戴医疗设备的研究进展[J]. 医疗装备, 2018, 31(5): 193-195.

[13] 迎 九, 金 旺. 可穿戴设备中的传感器应用需求及趋势[J]. 电子产品世界, 2017, 24(6): 21-24.

[14] 芮婷婷. 我国用户移动医疗服务使用意愿研究: 以可穿戴设备为例[D]. 成都: 西南交通大学, 2016.

[收稿日期: 2018-01-15]
[本文编辑: 黄思敏]