

基于多源数据的养老科技技术体系 识别研究^{*}

黄鲁成 郝亚丽^{**} 李 晋 苗 红
(北京工业大学经济与管理学院 北京 100124)

摘 要: 依靠科技创新是应对人口老龄化的重要途径。识别应对人口老龄化所必需的技术体系,更精准地将技术问题定位到具体子领域中,对技术发展具有重要的意义。本文综合研究文献、专利文献、政策文本以及技术报告等数据源,首先构建了养老科技技术领域词典;然后使用 word2vec 对文献和专利数据进行词向量训练,对训练的词向量模型进行 k-means 聚类分析,将聚类结果与领域专家知识相结合,识别了养老科技技术体系(包括四个主要类别,分别是老年人护理技术、关节置换技术、独立生活及辅助生活类技术和移动通信技术,主要涉及 17 个技术主题);最后以移动通信技术为例,对养老科技技术体系的应用进行研究发现,移动通信技术处于成熟期,热点技术主要集中在移动技术和无线技术领域,前沿技术主要为设备元件及生活设备的研发。

关键词: 养老科技;多源数据;技术体系;移动通信技术

中图分类号:G350 文献标识码:A doi:10.16507/j.issn.1006-6055.2019.10.004

Research on Recognition of Gerontechnology Technological System Based on Multi-source Data^{*}

HUANG Lucheng HAO Yali^{**} LI Jin MIAO Hong

(School of Economics and Management, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: Relying on scientific and technological innovation is an important way to deal with population aging. It is of great significance for technological development to identify the technical system necessary to deal with population aging and more accurately locate the technical problems in specific sub fields. We first constructed a dictionary of pension technology field based on literature, patent literature, policy documents, technical report and other data sources. Then, we used word2vec to train the word vector of literature and patent data, and K-means clustering analysis of the trained word vector model, the pension technology system was identified by combining the clustering results with domain expert knowledge. There are four key categories with 17 technical themes of the technology system for the elderly, including namely elderly care, joint replacement technology, independent living and assisted living technology and mobile communication technology. Finally, we investigated the application of pension technology system by analyzing mobile communication technology, and we found that the mobile communication technology is in the mature stage, the hot spot technologies are focused on the field of mobile technology and wireless technology, and the R&D of equipment components and living equipment are the cutting-edge technologies.

Key words: gerontechnology; multi-source data; technological system; mobile communication technology

^{*} 国家社会科学基金重大项目(17ZDA119)资助

^{**} 通讯作者, E-mail: 18811026906@163.com; Tel: 18811026906

根据全国老龄办公布的数据,到 2018 年,我国 60 岁以上老年人口为 2.49 亿,占全国总人口的 17.9%^[1]。预计到 2020 年底,我国老年人口将达到 2.48 亿,进入老龄化社会的快速发展时期。人口老龄化对劳动力供给、资本积累、国民储蓄、经济增长潜力及增长方式等诸多方面都有显著的不利影响^[2]。十九大报告提出,要积极应对人口老龄化,构建养老、孝老、敬老政策体系和社会环境,推进医养结合,加快老龄事业和产业发展。应对人口老龄化有多种途径,依靠科技创新是其中的重要途径,识别应对人口老龄化所必需的科学技术体系对社会发展具有重要意义,同时识别养老科技(gerontechnology)体系是对其进行技术分析的基础。

1991 年在荷兰艾恩德霍芬召开的第一届国际养老科技会议上正式提出“养老科技”的概念,同时确立了养老科技的研究框架,随后国际养老科技学会于 1997 年在欧洲成立,Gerontechnology 杂志由该学会于 2001 年创办,养老科技被誉为硅谷下一个最热门的事情。养老科技是指能满足老龄化社会需求的技术,由“老年医学”和“技术”两部分组成,其中老年医学更多关注生物学、心理学、社会学和医学方面的研究,技术则涉及物理、化学、机械、电子工程、信息和通信工程等科学^[3],可以为老年人提供照料护理、健康管理、卫生保健、安全环境和社会参与途径,提高健康和生活质量的跨学科、跨领域的科技工作^[4]。

随着老龄化社会的影响,学者对于养老科技的关注度越来越高,主要进行的是养老科技领域的整体性研究。黄鲁成等^[5]构建了技术景观四侧面分析框架对养老科技产业进行分析,从不同层次较为全面地评估了我国养老科技的发展。吴菲菲等^[6]基于知识的新颖性和领域交叉性构建

了前沿性技术的识别方法,并应用于养老科技领域的前沿性技术识别。这些研究结果都是在养老科技领域的大范围中进行的,缺乏精准性。为了更精准地识别并定位相关技术问题,为政策制定及技术布局提供理论支撑,识别技术体系是必要的。

关于养老科技体系的识别,较常见的是利用研究文献,通过共词聚类^[7]来揭示研究主题。专利是所有研究资源中最全面的^[8],世界知识产权组织认为:世界上 90% 的技术反映在专利中,85% 的技术只出现在专利中,因而有学者通过专利数据^[9],基于专利词频统计和文本聚类来确定养老科技技术分类。

养老科技技术领域的研究中,学者们对养老科技技术领域的分类不尽相同,但都可以反映老年人对技术的不同需求,该部分研究多采用文献研究的定性方法。Bouma H 等^[10]将养老科技划分为五个领域:健康、居家与日常生活、行动与交通、通信以及工作和娱乐。Chen 等^[11]将养老科技产品和服务分为四类:居家与日常生活、学习与娱乐、健康和通信。Pilotto 等^[12]将养老科技分为三个主要领域:居家与安全、移动性与康复、沟通与生活质量。Orlov^[13]将养老科技分为沟通与参与、居家与安全、健康、学习与娱乐以及居家护理。已有的成果为本研究奠定了基础,本文在此基础上,对养老科技技术领域的分类体系进行探讨。

Micera 等^[14]构建了养老科技的三层体系结构,主要包括移动通信技术、智能家居、可穿戴传感及计算、远程医疗以及环境辅助生活技术等。Piau 等^[16]将解决老年人独立生活的技术分为辅助技术、远程医疗、智能家居^[15]。机器人技术可以帮助老年人独立生活,主要包括伴侣机器人、远程呈现机器人、康复机器人、健康监测机器人、家

庭机器人、跌倒检测及预防机器人等。Song 等^[17]将智能老化技术分为信息技术、医疗系统及设备(可穿戴设备、移动健康保健设备)、生物技术和机器人技术。Rashidi 等^[18]将环境辅助生活技术分为智能家居、移动和可穿戴传感器、机器人技术。此外,环境辅助生活还包括信息通信技术的解决方法,如远程医疗、跌倒检测和提醒功能等。

此外,刘云等^[20]通过调研分析相关文献资料(研究文献、产业资料和政策文件),同时与领域技术专家访谈,确定了集成电路制造的技术领域分类体系。陈悦等^[21]综合研究文献、技术手册和专家咨询等渠道提炼出了工业机器人的技术分类体系。Hoeflinger 等^[22]利用 USPTO 专利数据库的专利信息,通过主题聚类识别了自主创新中游戏化的技术体系。翟东升等^[23]基于专利特征信息抽取,从产品、功能、技术属性、科学效应和功效方面构建了“隐性眼镜消毒”技术领域的技术树。

综上,学者们分别采用文献、专利等识别养老科技体系,尚未发现采用不同数据源结合来识别养老科技体系的研究,但已有学者通过组合不同的数据源,来分析其他领域的技术分类体系。基于文献的养老科技体系识别可以明确基础科学研究的热点主题,基于专利的养老科技体系识别可以把握目前的技术发展水平,而技术报告内容具有前瞻性、新颖性、科学性和真实性等特点,可以反映学科研究的成果和进展等情况^[24],通过政策文本,可以把握国家具体的方针和战略。基于此,本研究探讨如何综合使用研究文献、专利文献、政策文本、技术报告等数据源来识别养老科技体系,所研究的养老科技技术体系由以提高老年人生活质量为目的的相关技术所构成,是可以为老年人提供生活照料、医疗护理等相关服务的有机整体。

1 研究设计与方法

本文的养老科技体系通过综合养老科技研究文献、专利文献、政策文本和技术报告等数据源,使用客观方法,同时结合专家咨询等多个方面提炼而来。本研究分为基于多源数据的养老科技技术领域词典构建、养老科技技术体系识别研究,及养老科技技术体系应用研究三个部分,研究的技术路线图如图 1 所示。

1.1 研究设计

1) 基于多源数据的养老科技技术领域词典构建

养老科技技术领域词典主要通过 Web of Science 文献数据库、德温特专利数据库(Derwent Innovation Index, DII)、政策文件和技术报告构建,具体步骤如下:对于文献数据集,对关键词进行词频统计及降噪处理,通过帕累托法则确定高频关键词;对于专利数据集,利用 TextBlob 文本处理工具提取名词短语,对名词短语进行词频统计,得到高频名词短语;对于政策文本和技术报告,通过阅读,可以直接从中得到技术相关名词。综上得到养老科技技术领域词典。

2) 养老科技技术体系识别研究

本文在分析养老科技技术领域词典的基础上,对养老科技技术体系进行探讨。养老科技技术体系的识别主要利用文献和专利数据,采用主客观相结合的方法,具体步骤如下:首先对文献和专利数据集进行文本预处理,并通过 word2vec 对数据集进行训练;然后利用训练好的词向量模型,通过计算技术领域词典中技术名词的语义相似度,得到技术名词的扩展词;最后通过 K-Means 对技术名词进行技术主题聚类分析,结合聚类结果,综合专家研讨意见,得到养老科技技术体系。

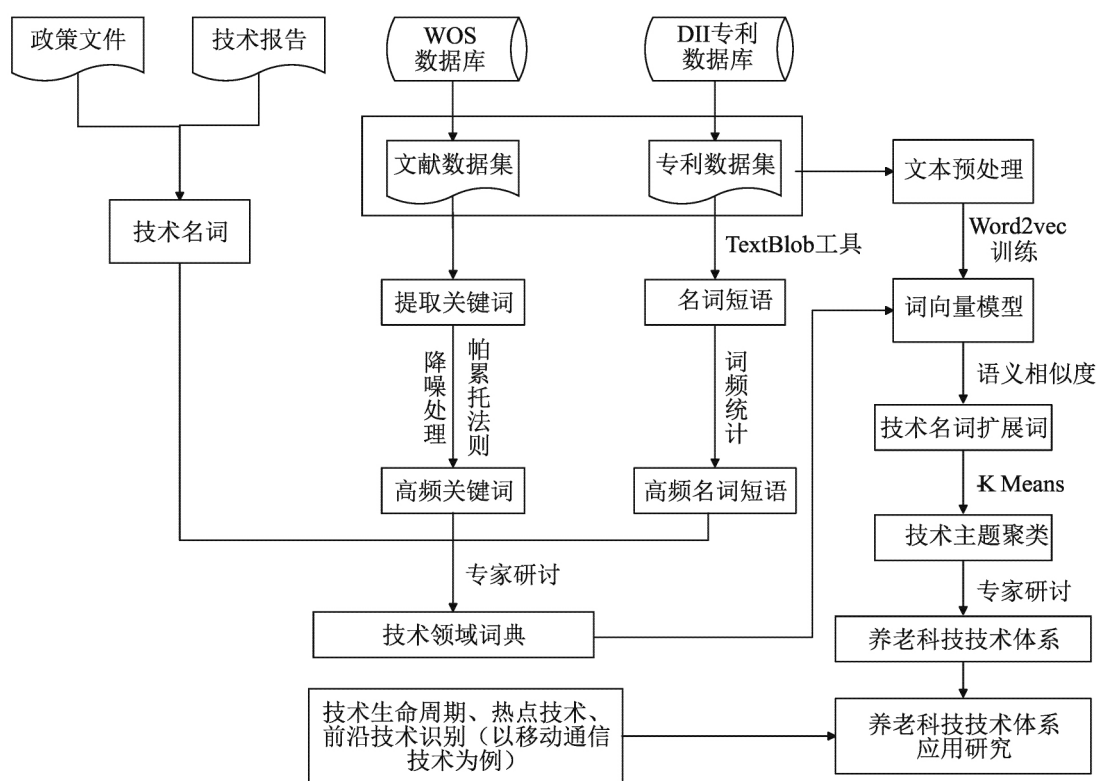


图1 研究技术路线图

Fig.1 Research technology roadmap

3) 养老科技技术体系应用研究

在识别养老科技技术体系的基础上,本文以移动通信技术为例,对养老科技技术体系的应用进行研究,主要对该技术领域的技术生命周期、热点技术及前沿技术进行识别。其主要目的是了解养老科技领域移动通信技术的技术发展过程,识别该领域的研发热点和前沿技术,以求把握整个移动通信技术研发动向,帮助该领域相关研究人员与决策者迅速、准确地把握移动通信技术的研究态势,为合理布局研究重心、提高科研效率提供有价值参考和决策支持。

1.2 研究方法

1) word2vec

word2vec^[25]是Google在2013年推出的一个自然语言处理工具,运用深度学习的思想,可以采用CBOW或Skip-gram两种来训练词向量通过

训练,其中,CBOW是根据上下文对当前词进行预测,而Skip-gram是根据当前词来预测上下文。可以将每个词映射为K维实数向量,通过计算词与词之间的相似度来判断它们之间的语义相似度。

2) K-Means 算法

K-Means算法是一种无监督聚类算法,首先定义常数K,表示最终的聚类类别,然后随机地选择K个对象^[26]分别作为K个类别的聚类中心,通过计算每个样本与聚类中心之间的相似度,将样本划分到最相似的类别中。

2 养老科技技术体系识别

2.1 数据获取

制定检索策略^[27]检索日期为2019年6月,采用主题进行检索,在Web of Science核心合集

中(包括 SCIE/SSCI/A&HCI/CPCI-S/CPCI-SSH)检索得到与养老科技相关的文献共 45720 篇。同时通过德温特专利数据库检索得到与养老科技相关的专利共 18069 个专利族,其中药理学和药剂学相关专利不纳入研究范围,最终得到 15316 个专利族。

2.2 数据预处理

对下载得到的文献和专利数据进行清洗,将其中摘要字段缺失的相关数据剔除,最终得到 45331 篇文献和 15302 个专利数据,合计 60633 条。数据预处理包括将英文标点符号和数字去除,只留下由字母组成的单词,字母全部转化为小写,并将其作为训练词向量的初始数据集。

2.3 技术领域词典构建

技术领域词典是指记录特定技术领域专有词汇或者术语的词典^[28]。本文技术领域词典中的专有词汇主要从研究文献中的关键词、专利文本中的摘要、政策文本和技术报告中得到。

由于研究文献中的“DE-关键词”字段中的数据较为规范,其中的技术名词可以作为技术领域词典,对关键词进行词频统计并作降噪处理,通过帕累托法则确定了 2079 个高频关键词,结合专家意见最终从中筛选得到 89 个技术名词。

对于专利文本,首先通过 TextBlob 文本处理工具提取“AB-摘要”字段中的名词短语(即候选技术术语)并对其进行词频统计,通过专家意见最终得到 162 个高频技术名词短语。

此外,技术词典的构建还结合一些关于智慧养老的政策文件(表 1)以及技术报告,比如:2017 年 2 月 6 日工业和信息化部、民政部和国家卫生计生委联合发布的《智慧健康养老产业发展行动计划(2017—2020 年)》,明确指出重点推动智慧养老关键技术和产品的研发,特别是智能健康养

老服务产品供给工程中所包括各项设备的重点方向,包括健康管理类可穿戴设备、便携式健康监测设备、自助式健康检测设备、智能养老监护设备、家庭服务机器人等。

表 1 智慧养老的相关政策文件

Tab. 1 Relevant policy documents of smart pension

序号	时间	名称	制定单位
1	20170206	智慧健康养老产业发展行动计划(2017—2020 年)	工业和信息化部、民政部、国家卫生计生委
2	20180731	智慧健康养老产品及服务推广目录(2018 年版)	工业和信息化部、民政部、国家卫生计生委

2.4 词向量训练

在训练词向量之前,首先对技术领域词典中的名词短语添加标识符号,如将“fall detection”替换为“fall_detection”,对初始数据集中的名词短语进行同样的处理,得到最终训练的数据集。通过 Python 编程语言 Gensim 包中的 word2vec 模块对经过标识符号处理后的数据集进行词向量训练,得到数据集中词语的向量表示。word2vec 可以根据输入的词语得到与其语义相似的词语(top20),并输出对应的语义相似度。在训练过程中,对各项参数进行设置,其中 size = 400, min_count = 1, workers = 8, window = 5, 其余参数均使用默认值。本文通过训练的词向量对技术名词进行扩展,设置语义相似度的阈值为 0.75,得到了 117 个技术领域词典中技术名词的相似词。

2.5 K-Means

2.5.1 最优 K 值的选取

关于 K-Means 算法中聚类类别 K 值的选取,主要有手肘法和轮廓系数法两种方法。本文通过轮廓系数(Silhouette Coefficient)^[29]来确定 K 值。轮廓系数会随着类的规模的增大而增大^[30],彼此相距很远、本身很密集的类,其轮廓系数较

大;反之,其轮廓系数较小。聚类类别 K 与平均轮廓系数曲线图如图 2 所示。当聚类类别 K = 4 时,平均轮廓系数最大,聚类效果最好,因此将聚类类别最终确定为 4。

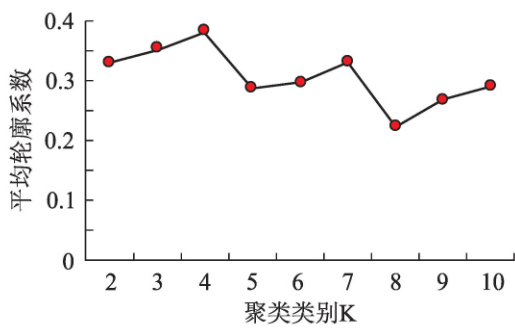


图 2 聚类类别 K 与平均轮廓系数曲线图

Fig.2 Curve of clustering category K and average contour coefficient

2.5.2 聚类结果分析

对 117 个技术主题词进行 K-Means 聚类分析,设置聚类类别 K = 4,从而确定养老科技技术体系的一级分类体系。为了保证研究结果的准确性,请领域专家对每个一级分类体系中的技术主题词进行研讨,最终将 117 个技术主题词划分为 17 个技术主题,主要包含:痴呆症护理、机器人技术、传感器技术等。聚类结果如表 2 所示。

3 养老科技技术体系应用研究

本文在识别养老科技技术体系的基础上,对养老科技体系的应用进行研究,主要包括技术生命周期的识别、热点技术的识别和前沿技术的识别。由于养老科技技术体系包括四个一级技术领域,本文仅以移动通信类技术为例,以此来说明本文所构建的养老科技技术体系的具体应用,起到抛砖引玉的作用,未来可以对各个一级技术领域进行深入研究,进行对比分析。

3.1 数据来源

本文的专利数据来源于德温特专利数据库。

表 2 K-Means 聚类结果

Tab.2 K-means clustering results

一级分类	二级分类	技术主题
老年人护理	日常生活护理	acute care ,ome care ,chronic care , hospital care ,postacute care
	临终关怀	hospice ,palliative care
关节置换技术	关节置换术	arthroplasty , hemiarthroplasty , re-verse shoulder arthroplasty ,hip ar-throplasty ,total knee arthroplasty
独立生活与辅助生活类技术	痴呆症护理	cognitive rehabilitation ,cognitive tra-ining ,dementia care ,memory training
	机器人技术	domestic robot ,entertainment robot , companion robot ,intelligent robot ,mo-bile robot ,telepresence robot
	替代疗法	alternative medicine ,virtual reality ,VR aid apparatus ,aid device ,assistance apparatus ,assistance device ,assistance tool ,assistant apparatus ,assistive de-vice ,assistive technology ,auxiliary de-vice ,canes ,crutches ,wheel chair , wheelchair ,handrail apparatus ,naviga-tion crutch
	环境辅助生活	touch sensor ,sensor device ,vibration sensor , photoelectric sensor , motion sensor ,position sensor ,inertial sensor , image sensor ,humidity sensor ,heart rate sensor ,gravity sensor ,detection sensor , acceleration sensor , pressure sensor ,temperature sensor
	传感器技术	
	跌倒检测及预防	activity monitor ,activity recognition ,a-nomaly detection ,fall prevention ,fall detection ,fall risk assessment ,gait a-nalysis ,gait training
	智能家居	alarm module ,alarm system ,alarm u-nit ,alert device ,home automation tech-nologies , warning apparatus , warning device ,alarm ,alarm device
	可穿戴技术	wearable monitor , wearable sensor , wearable device ,portable device ,pe-dometer ,intelligent bracelet
	机器学习	bayesian classifiers ,data mining ,algo-rithms ,deep learning ,intelligent brace-let ,data collection ,intelligent chip ,ma-chine learning ,statistical learning
	信息技术	health information technology ,telecom-munication information and communi-cation technology
移动通信类技术	信息识别	identification information ,speech rec-ognition ,control device ,detection de-vice ,detector
	移动技术	mobile device ,mobile phone ,mobile telephone , mobile terminal , smart phone
移动通信类技术	无线技术	wireless communication device ,wire-less device ,wireless sensor ,wireless sensor devices ,wireless network ,wire-less signal receiver ,wireless technolo-gy , wireless communication , wireless communication module

检索表达式定义为: TS=(("mobile device* " or "mobile phone* " or "mobile telephone* " or "mobile terminal* " or "smart phone* " or "wireless communication device* " or "wireless device* " or "wireless sensor* " or "wireless sensor devices* " or "wireless network* " or "wireless signal receiver* " or "wireless technology* " or "wireless communication* " or "wireless communication module* " or "telecare* " or "telehealth* " or "telemedicine* " or "telerehabilitation* " or "remote monitoring* " or "telemonitoring* " or "telepresence* ") AND ("age* people" OR "elder* people" OR "old* people" OR "senile people" OR "senior people" OR "age* adult* " OR "elder* adult* " OR "old* adult* " OR "senile adult* " OR "senior adult* " OR "age* person* " OR "elder* person* " OR "old* person* " OR "senile person* " OR "senior person* " OR "age* citizen* " OR "elder* citizen* " OR "old* citizen* " OR "senile citizen* " OR "senior citizen* " OR geriatric OR "old age" OR "age* -friendly" OR "healthy age" OR "aging population" OR population aging OR "the elderly" OR "Silver Age" OR "Silver Market* " OR "Silver Customer* " OR "Active ageing" OR "age* societ* ")) 。检索日期为 2019 年 10 月 18 日 ,鉴于专利存在 18 个月的滞后期 ,因此 ,所检索的专利数据集申请日截止到 2018 年 4 月 18 日 ,以消除专利滞后期带来的数据缺失问题 ,最终共得到 1697 条专利数据 ,以下研究将以这些数据为基础展开。

3.2 技术生命周期识别

本研究通过对养老科技中移动通信类技术的技术生命周期进行识别来确定该类技术发展

的各个阶段。根据获取的专利数据 ,使用 Loglet Lab 软件进行 logistic 曲线的拟合 ,推算技术成长曲线 ,并对相关领域技术生命周期的饱和点、成长时间和反曲点进行估算发现: 该技术在 2013 年进入成熟期 ,成长时间为 20.7 年; 萌芽期、成长期、成熟期以及衰退期之间的分界点依次为 2003、2013 和 2023 年。(图 3)。

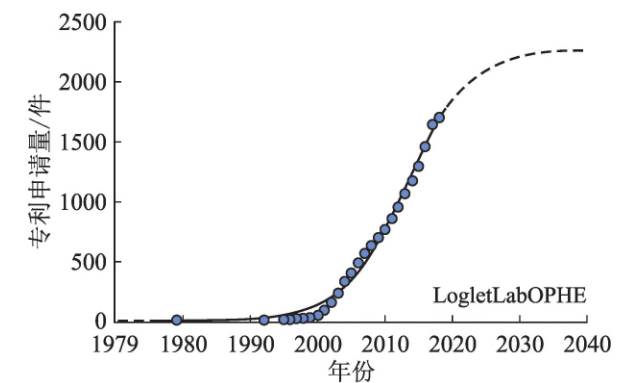


图 3 技术生命周期

Fig. 3 Technology life cycle

由此可知 ,移动通信类技术目前处于成熟期 ,相关技术趋向于成熟 ,市场规模也比较稳定。

3.3 热点技术领域识别

本文选取全球专利数量排名前十的 IPC 技术表示技术关注焦点 ,结果如表 3 所示。养老科技中移动通信类技术的关注焦点主要集中在移动技术和无线技术方面。 具体可以分为五类: 第一

表 3 全球排名数量前十个 IPC 技术

Tab. 3 Top 10 IPC technologies in the world

排名	IPC	数量/件	技术内涵
1	H04M	526	电话通信
2	G08B	503	信号装置或呼叫装置; 指令发信装置; 报警装置
3	G06F	267	电数字数据处理
4	A61B	242	诊断; 外科; 鉴定
5	G06Q	176	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
6	H04Q	173	无线通信网络
7	H04W	172	选择
8	H04B	152	传输
9	H04N	136	图像通信
10	H04L	108	数字信息的传输

类为移动通信类,如电话通信、无线通信网络、图像通信、电话通信等;第二类为数据处理系统相关,如电数字数据处理、行政、商业相关的数据处理系统或方法;第三类为医疗诊断类,第四类为无线技术相关,如无线通信网络、传输;第五类为信号装置类。

3.4 前沿技术领域识别

本文选取年平均增长率最快的前 10 个 IPC 技术作为此领域的前沿技术,如表 4 所示,可以将其分为五类:第一类为元件、系统及仪器,如时间登记器、电子计时器、一般钟或表的机械零部件、电开关;第二类是控制及数据处理,如一般的图像数据处理或产生、可变信息的控制装置或电路;第三类是信息化技术,如编码、译码或代码转换;第四类为生活需求类,小包、行李箱、手提袋,椅子、沙发、床等;第五类是辅助用具,如锁。

表 4 年平均增长率最快的前 10 个 IPC 技术
Tab. 4 Top 10 IPC technologies with the fastest annual average growth rate

排名	IPC	年平均增长率	技术内涵
1	G06T	0.25	一般的图像数据处理或产生
2	A45C	0.21	小包;行李箱;手提袋
3	H05K	0.2	电气元件组件的制造
4	G09G	0.2	可变信息的控制装置或电路
5	G02B	0.18	光学元件、系统或仪器
6	H03M	0.18	一般编码、译码或代码转换
7	A47C	0.16	椅子;沙发;床
8	G04B	0.16	机械驱动的钟或表
9	E05B	0.16	锁;其附件;手铐
10	H01H	0.16	电开关;继电器;

4 结论与展望

本文综合研究文献、专利文献、政策文本以及技术报告等数据源,首先构建了养老科技技术领域词典,然后使用 word2vec 对文献和专利数据进行词向量训练,对训练的词向量模型进行 K-

Means 聚类分析,最后将聚类结果与领域专家知识相结合,识别了养老科技技术体系,将养老科技技术体系划分为四个主要类别,分别是老年人护理、关节置换技术、独立生活及辅助生活类技术和移动通信技术,共包括 17 个技术主题。

通过对养老科技技术体系的识别,可对养老科技领域的具体技术主题有全面的认识。以此为基础,可对养老科技技术体系的应用进行研究,将技术问题定位到具体的子领域中,更好地为政府相关部门和研发机构在技术布局中提供理论支撑。因此,本文以移动通信类技术为例,通过技术生命周期的识别发现:现阶段该类技术处于成熟期;关注焦点主要集中在移动技术及无线技术方面;前沿技术主要集中在具体设备元件、及生活设备的研发中。移动通信技术及无线技术研发将趋向于成熟,政府相关部门和研发机构在技术布局中可以更多地关注具体设备创新,尤其是满足老年人生活需求的设备。

此外,通过构建养老科技技术体系,可以对养老科技各子领域的全球竞争态势进行分析,从而发现我国在养老科技领域的优势和不足,为最终占领养老科技技术制高点奠定基础。本文所构建的养老科技技术体系并未使用网络信息数据,未来可以借助大数据的手段将网络信息数据纳入到数据源中。此外,本文仅对移动通信技术这一技术领域进行应用分析,未来可以对其他三个技术领域进行应用分析,从而全面展示养老科技技术体系的发展现状。

参考文献

[1]地理沙龙号. 2018 年我国 60 周岁以上人口占比达到 17.9%,正加速步入老龄化社会 [EB/OL]. [2019-02-04]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1624547996995203141&wfr=>

- spider&for=pc.
Geography Salon. In 2018 ,the Proportion of the Population over 60 Years Old in China Reached 17.9% ,Which Is Accelerating into an Aging Society. [EB/OL]. [2018-02-27]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1624547996995203141&wfr=spider&for=pc>.
- [2] 吴玉韶. 中国老龄产业发展报告 [M]. 社会科学文献出版社 2014.
WU Yushao. Report on the Development of China's Aging Industry [M]. Social Sciences Academic Press(China) 2014.
- [3] THOMAS L H ,MARCIA K H. Gerontechnology Why and How [M]. Eindhoven ,the Netherlands: Herman Bouma Foundation for Gerontechnology , 2000: 1-2.
- [4] 马俊达 ,刘冠男 ,沈晓军. 社会福利视野下我国老年福祉科技及其发展路径探析 [J]. 中国科技论坛 2014(05) : 130-136.
MA Junda ,LIU Guannan ,SHEN Xiaojun. Research on China Elderly Welfare Science and Technology and Its Evolution on the Perspective of Social Welfare [J]. Forum on Science and Technology in China 2014(05) : 130-136.
- [5] 黄鲁成 ,常兰兰. 基于专利的技术景观四侧面分析框架——以老年福祉技术为例 [J]. 科技管理研究 2016 36(21) : 34-40.
HUANG Lucheng ,CHANG Lanlan. A Four-side Analytical Framework of Technology Landscape Based on Patent Information——Taking Elderly Gerontechnology as an Example [J]. Science and Technology Management Research 2016 36(21) : 34-40.
- [6] 吴菲菲 ,栾静静 ,黄鲁成 ,等. 基于新颖性和领域交叉性的知识前沿性专利识别——以老年福祉技术为例 [J]. 情报杂志 2016 35(05) : 85-90.
WU Feifei ,LUAN Jingjing ,HUANG Lucheng ,et al. Identification of Knowledge Frontier Patents Based on Novelty and Interdisciplinarity: Gerontechnology as an Example [J]. Journal of Intelligence 2016 35(05) : 85-90.
- [7] 黄鲁成 ,张璐 ,吴菲菲 ,等. 老年福祉技术研究的国际比较 [J]. 情报杂志 2015 34(10) : 22-27.
HUANG Lucheng ,ZHANG Lu ,WU Feifei ,et al. International Comparison of Research on Gerontechnology [J]. Journal Of Intelligence ,2015 ,34 (10) : 22-27.
- [8] SAMPAIO P G V ,GONZÁLEZ M O A ,VASCONCELOS R M D ,et al. Photovoltaic Technologies: Mapping from Patent Analysis [J]. Renewable & Sustainable Energy Reviews 2018 93 (11) : 215-224.
- [9] 黄鲁成 ,陈安奇 ,吴菲菲 ,等. 京津冀老年福祉技术需求对比分析 [J]. 软科学 2018 32(03) : 55-60 ,101.
HUANG Lucheng ,CHEN Anqi ,WU feifei ,et al. Comparative Analysis of the Demand of Gerontechnology in Beijing ,Tianjin and Hebei [J]. Soft Science 2018 32 (03) : 55-60 ,101.
- [10] BOUMA H ,FOZARD J L. Gerontechnology as a Field of Endeavour [J]. Gerontechnology 2009 8 (2) : 68-75.
- [11] CHEN K ,CHAN A H S. Predictors of Gerontechnology Acceptance by Older Hong Kong Chinese [J]. Technovation 2014 34(2) : 126-135.
- [12] PILOTTO A ,BOI R ,PETERMANS J. Technology in Geriatrics [J]. Age & Ageing 2018.
- [13] ORLOV L M. Technology for Aging in Place [J]. Aging In Place Technology Watch 2012.
- [14] MICERA S ,BONATO P ,TAMURA T. Gerontechnology [J]. IEEE Engineering in Medicine & Biology Magazine 2008 27(4) : 10-14.

- [15]PIAU A ,CAMPO E ,RUMEAU P ,et al. Aging Society and Gerontechnology: A Solution for an Independent living? [J]. Journal of Nutrition Health & Aging 2014 ,18(1) :97-112.
- [16]SHISHEHGAR M ,KERR D ,BLAKE J. A Systematic Review of Research into how Robotic Technology can Help Older People [J]. Smart Health 2018.
- [17]SONG I Y ,SONG M ,TIMAKUM T ,et al. The Landscape of Smart Aging: Topics ,Applications , and Agenda [J]. Data & Knowledge Engineering , 2018.
- [18]RASHIDI P ,MIHAILIDIS A. A Survey on Ambient-assisted Living Tools for Older Adults [J]. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics 2013 ,17(3) :579-590.
- [19]SIEGEL C ,DORNER T E. Information Technologies for Active and Assisted Living-Influences to the Quality of Life of an Ageing Society [J]. International Journal of Medical Informatics 2017 , 100:32-45.
- [20]刘云 ,闫哲 ,程旖婕 ,等. 基于专利计量的集成电路制造技术创新能力分布研究 [J]. 研究与发展管理 2016 ,28(03) :47-54.
- LIU Yun ,YAN Zhe ,CHENG Yijie ,et al. Technical Innovation Capability Distribution of IC Manufacturing Based on Patentometrics [J]. R&D Management 2016 ,28(03) :47-54.
- [21]陈悦 ,谭建国 ,王智琦 ,等. 专利视角下工业机器人领域的技术机会分析 [J]. 科研管理 , 2018 ,39(04) :144-156.
- CHEN Yue ,TAN Jianguo ,WANG Zhiqi ,et al. Technological Opportunity Analysis of Industrial Robots from the Perspective of Patents [J]. Science Research Management 2018 ,39 (04) :144-156.
- [22]HOEFLINGER P J. Gamification in Proprietary Innovation: Identifying a Technical Framework Based on Patent Data [C]. Hawaii International Conference on System Sciences. 2017.
- [23]翟东升 ,夏军 ,张杰 ,等. 基于专利特征抽取的技术树构建方法研究 [J]. 情报学报 2015 ,34 (7) :717-724.
- ZHAI Dongsheng ,XIA Jun ,ZHANG Jie ,et al. Research on Construction of Technology Tree Based on Patent Feature Extraction [J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information 2015 ,34(7) :717-724.
- [24]王娟萍 ,张捷. Internet 上技术报告资源与检索方式的探讨 [J]. 情报科学 2002 ,20(4) :421-425.
- WANG Juanpin ,ZHANG Jie. Research for Free Retrieval Method of Standards Literature on Internet [J]. Information Science 2002 ,20(4) :421-425.
- [25]MIKOLOV T ,CHEN K ,CORRADO G ,et al. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space [J]. Computer Science 2013.
- [26]阮光册 ,夏磊. 基于主题模型的检索结果聚类应用研究 [J]. 情报杂志 2017 ,36(03) :179-184.
- RUAN Guangce ,XIA Lei. Retrieval Results Clustering Application Research Based on LDA [J]. Journal of Intelligence 2017 ,36(03) :179-184.
- [27]黄鲁成 ,常兰兰 ,苗红 ,等. 基于专利信息的老年福祉技术景观分析 [J]. 情报杂志 2015(9) :61-67.
- HUANG Lucheng ,CHANG Lanlan ,MIAO Hong , et al. The Landscape Analysis of Elderly Gerontechnology Based on Patent Information [J]. Journal of Intelligence 2015(9) :61-67.
- [28]王仁武 ,陈川宝 ,孟现茹. 基于词向量扩展的学

- 术资源语义检索技术[J]. 图书情报工作, 2018, 62(19): 1-8.
- WANG Renwu, CHEN Chuanbao, MENG Xianru. Semantic Retrieval Technology of Academic Resources Based on Word Embedding Extension [J]. Library and Information Service, 2018, 62(19): 1-8.
- [29] ROUSSEUW P J. Silhouettes: a Graphical Aid to the Interpretation and Validation of Cluster Analysis [J]. Journal of Computational and Applied Mathematics, 1987, 20: 53-65.
- [30] 吴江, 侯绍新, 靳萌萌, 等. 基于 LDA 模型特征选择的在线医疗社区文本分类及用户聚类研究[J]. 情报学报, 2017, 36(11): 1183-1191.
- WU Jiang, HOU Shaoxin, JIN Mengmeng, et al. LDA Feature Selection Based Text Classification and User Clustering in Chinese Online Health Community [J]. Journal of The China Society for Scientific and Technical Information, 2017, 36(11): 1183-1191.

6G 技术的性能指标与技术难题

2019 年 9 月, 芬兰奥卢大学发布全球首份 6G 白皮书, 题为《面向 6G 泛在无线智能的关键动因与研究挑战》, 系统性介绍了 6G 技术(预计 2030 年到来)的性能指标、技术难题等。

6G 性能指标

6G 的大多数性能指标相比 5G 将提升 10 到 100 倍。衡量 6G 技术的关键指标包括: 峰值传输速度达到 100 Gbps ~ 1 Tbps, 而 5G 仅为 10 Gbps; 室内定位精度 10 厘米, 室外 1 米, 相比 5G 提高 10 倍; 通信时延 0.1 毫秒, 是 5G 的十分之一; 超高可靠性, 中断几率小于百万分之一; 超高密度, 连接设备密度达到每立方米过百个。此外, 6G 将采用太赫兹频段通信, 网络容量大幅提升。

从覆盖范围上看, 6G 无线网络不再局限于地面, 而是将实现地面、卫星和机载网络的无缝连接; 从定位精度上看, 6G 足以实现对物联网设备的高精度定位; 同时, 6G 将与人工智能、机器学习深度融合, 智能传感、智能定位、智能资源分配、智能接口切换等都将成为现实, 智能程度大幅度跃升。

技术难题仍待突破

第一个挑战就是攻克尚不成熟的太赫兹通信技术, 实现理想中的通信速率; 而随着波段频率增加, 天线体积将越来越小, 频率达到 250GHz 时, 4 平方厘米面积上足以安装 1000 个天线, 这对集成电子、新材料等技术是巨大的挑战。

数字世界将与物理世界深度融合, 人们的生活将愈发依赖可靠的网络运行, 这对通信网络的安全问题提出了更高要求, 6G 网络应具备缓解和抵御网络攻击并追查攻击源头的的能力。

6G 时代的到来必将带来万物互联, 产生海量数据信息。一方面, 实现可靠的数据保护是 6G 推广应用的前提; 另一方面, 实时处理这些数据需要成熟的边缘计算技术, 而边缘计算还面临数据访问受限、设备计算能力和存储能力不足等问题。

总而言之, 6G 的根本是数据, 6G 的研究就是要按照 6G 的标准, 解决数据从采集到消耗中的技术难题。

张娟 摘编自

<https://www.oulu.fi/university/news/6g-white-paper>

<http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789526223544.pdf>

<https://mp.weixin.qq.com/s/fX8J3BHKvWBFerCAi9I60g>