

AI+老龄研究的热点分析与前沿展望 ——国外文献知识图谱分析

顾洁 郑稣鹏

内容提要 | 人工智能的发展为智慧养老提供了思路 and 方案,但是现在对国外智慧养老领域前沿科技研究的综合分析还较为匮乏,这导致我们对国际上智慧养老技术水平和研究重点的理解不够全面和深入。本文利用Cite Space II工具构建AI+老龄研究知识图谱,从老年人社交、老龄面孔识别、老年人安全监测和服务机器人四个领域,对AI+老龄研究的国外前沿文献进行梳理和总结。本文认为,未来研究可以从面向视力障碍老年人的智能服务、代际支持在老年人使用智能技术中的作用,以及老年人智能服务的安全伦理问题三个方面进一步深入探索。

关键词 | 人工智能 老龄化 智慧养老 知识图谱

作者简介 | 顾洁(1988—),上海社会科学院信息研究所助理研究员(上海 200235);郑稣鹏(1990—),大连理工大学经济管理学院博士研究生(大连 116024)

一、引言

全球人口正加速进入老龄化阶段。联合国发布的《世界人口展望报告》显示,2019年全球65岁以上老年人占全球人口的比例达到9%,到2050年这一比例将上升至16%。^①在中国,60岁及以上人口从2000年的1.26亿人增加到2018年的2.49亿人。同期,老年人口占比从10.2%上升到17.9%,提升幅度是世界平均水平的2倍多。预计到2050年,中国65岁以上的老年人口将达到5亿。人口老龄化为全球经济社会发展带来诸多挑战,围绕老年人的衣、食、住、行、娱、医等问题已成为全球政府、企业和学者关注的焦点。^②

随着以人工智能为代表的新一代信息技术的发展,加速信息技术赋能效用、着力提升养老产业智慧化水平已成为应对老龄化挑战的科技新思路。2017年,工业和信息化部、民政部、国家卫生健康委员会三部委联合发布了《智慧健康养老产业发展行动计划(2017—2020年)》,

提出要积极推动智慧养老事业发展,融合运用医疗健康电子、物联网、云计算、大数据、移动互联网等信息技术和产品,深度挖掘健康养老需求,高效对接养老资源,向老年人提供个性化、精准化、智慧化养老服务的健康养老模式。目前,以人工智能为代表的新技术已经在老年面孔自动识别、老年人信息自动监控和预警、老年人人机交互、老年人生活服务和管理等方面得到运用,嵌入人工智能技术的移动智能终端、可穿戴设备、家庭智能机器人等终端产品,也开始在社交、健康、娱乐等多个助老场景实现落地应用。将新一代信息技术运用到老龄人口服务,既是积极应对人口老龄化的客观需要,也是带动技术创新和社会变革的重要力量。

在学术研究范畴内,关于智慧养老的研究以计算机科学为基础,横跨老年学、神经影像学、

^① 联合国:《老龄化》,2019年, <https://www.un.org/zh/sections/issues-depth/ageing/index.html>。

^② 左美云:《智慧养老:内涵与模式》,清华大学出版社,2018年,第27页。

心理学等多个学科领域。前瞻性的学术研究为智慧养老关键技术研发和产业化指明了方向,但对以人工智能为代表的前沿科技研究仍缺乏全面的综述分析,这导致我们对国际上智慧养老技术水平和研究重点的理解不够全面和深入。现有文献主要集中在对老龄产业模式、发展评价、产业治理、引导政策建议等方面的研究。例如,左美云从智慧助老、智慧用老和智慧孝老三大模式视角阐述了智慧养老产业发展的问题;黄鲁成等对我国省级行政区域的养老产业发展水平进行了评价研究;^①陆杰华指出我国老龄产业发展势头强劲,但仍存在产业发展区域失衡、政策扶持和规范缺位等问题;^②原新从政策顶层设计视角对政府、市场、家庭和个人4个方面进行了探讨。^③梳理这些文献可以发现,现有研究注重从理论层面对老龄产业“如何养老”进行探讨。

近年来,一些学者开始聚焦“智慧”维度,尝试分析信息技术对养老业务的价值引领作用。刘勃勃等基于期望确认理论分析了老年人互联网应用持续使用的影响因素;^④塔拉·辛克莱(Tara Sinclair)等认为老年人在使用社交网络平台中的感受与年轻人一致。^⑤虽然这些研究在信息技术研究方面有一定的理论积累,但主要集中在互联网、手机、电脑等传统信息设备,对老龄研究领域新一代信息技术——人工智能技术视角的探析有待补充。

鉴于此,有必要对人工智能技术在智慧养老领域的创新突破和研究重点进行梳理,跟踪智慧养老研究的国际前沿技术和热点问题。本文采用文献计量方法,以Web of Science收录的“AI+老龄研究”的相关科技文献为数据源,借助信息可视化软件Cite Space II对文献进行共引分析,构建了文献共被引和主题词网络的知识图谱,对重点技术领域的文献进行梳理和解读,以期加深对智慧养老前沿科技问题的理解。

二、数据来源与分析方法

本文以Web of Science核心论文数据库为数据源,将“老年人”和“人工智能”结合进行主题检索。有别于社会学、人口学关于智慧养老服务框架的定性讨论,本文更关注智慧养老视域下人工智能(Artificial Intelligence,以下简称AI)技术的研发与应用。本文将检索范围定义为Computer Science Artificial Intelligence大类,时间范围划定为2000—2018年期间。Web of Science的检索式为TI=("Old*" OR "older*" OR "elderly*" OR "senior*" OR "aging*" OR "aged*") Refined by: WEB OF SCIENCE CATEGORIES: (COMPUTER SCIENCE ARTIFICIAL INTELLIGENCE) Timespan: 2000-2018. Indexes: SCI-EXPANDED, SSCI, CPCI-S, CPCI-SSH, CCR-EXPANDED, IC。最终获得期刊论文、会议论文和综述类核心文献数据共1373篇。

本文采用Cite Space II^⑥软件绘制知识图谱,梳理AI+老龄研究领域的知识脉络,聚焦AI领域老龄研究的前沿热点,探求该领域的热点演进过程及未来发展动向。

① 黄鲁成、李晋、苗红:《新兴养老科技产业及区域发展评价研究》,《科研管理》2020年第41期。

② 陆杰华:《我国老龄产业研究评述及展望》,《北京大学学报(哲学社会科学版)》2002年第1期。

③ 原新:《国际社会应对老龄化的经验和启示》,《老龄科学研究》2015年第3期。

④ 刘勃勃、左美云、刘满成:《基于期望确认理论的老年人互联网应用持续使用实证分析》,《管理评论》2012年第24期。

⑤ Tara J. Sinclair and Rachel Grieve, Facebook as a Source of Social Connectedness in Older Adults, *Computers in Human Behavior*, vol. 66, 2017, pp. 363-369.

⑥ Chaomei Chen, Cite Space II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literature, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 57, 2006, pp. 359-377.

三、研究脉络分析

(一) AI+ 老龄研究的时间分布与阶段划分

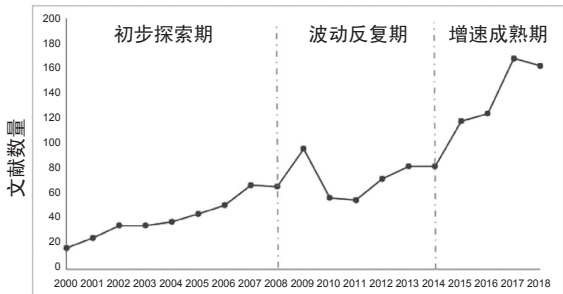
图 1 绘制了 AI+ 老龄研究的时间分布特征。随着时间的推移, AI+ 老龄研究文献数量呈现总体上升的趋势。结合文献数量的时间分布和主题内容, 可以将相关研究发展脉络划分为三个阶段。

第一阶段是初步探索期(2000—2008 年)。在这一阶段文献数量呈现缓慢上升趋势。从研究内容上看, 这一阶段的国外文献主要关注运用机器学习算法进行面部老龄化模式识别的工作。

第二阶段是波动反复期(2009—2014 年)。国外文献主要集中在对智能辅助技术和老年人认知发展技术等主题的研究探索。在这一阶段, AI 技术发展对学术研究的正向驱动与老年人技术产品接受障碍的负向阻滞两方面因素相互叠加, 导致学术研究数量出现上下波动。

第三阶段是增速成熟期(2015—2018 年)。2015 年, 谷歌推出深度学习开源框架 TensorFlow, 支持经典机器学习算法、异构计算和分布式计算, TensorFlow 在语音识别和图像识别领域得到快速应用。深度学习的算法突破也加速了 AI+ 老龄研究的学术进程, 表现为 2015 年后相关文献数量快速上升。在这一阶段, AI+ 老龄研究的关注重点在老人日常行动自动监测、交互式环境智能辅助设施、人与机器人交互、老年人心理健康与情感、老年人家居照顾等方面。

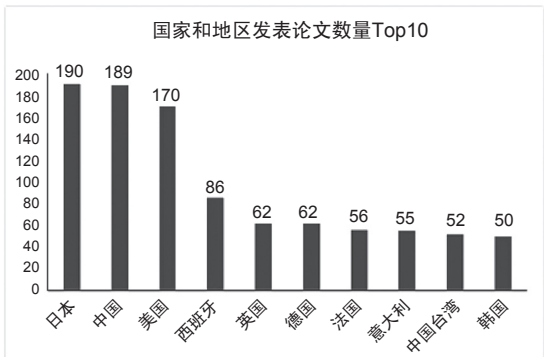
图 1. AI+老龄研究文献时间分布与划分阶段



(二) AI+ 老龄研究的国家和地区分析

图 2 绘制了高发文量的国家和地区排序结果。日本、中国和美国在 AI+ 老龄研究领域的学术贡献度最高, 发文数量分别为 190 篇、189 篇和 170 篇。其中, 日本和中国高度老龄化的人口结构促使学者积极探索人工智能应对老龄化的技术解决方案, 美国先进的人工智能发展水平推动了技术在老龄研究领域的应用。

图 2. AI+老龄研究的国家和地区分析



AI+ 老龄研究的跨国合作网络由 49 个国家节点和 146 条合作边构成, 跨国合作网络密度为 0.124, 这表明在 AI+ 老龄研究领域已经形成了一定的跨国合作规模。表 1 给出了各个国家在 AI+ 老龄研究领域的跨国合作伙伴数量, 其中中国拥有 8 个跨国合作伙伴, 分别是美国、日本、澳大利亚、意大利、加拿大、德国、新加坡和韩国。

表 1. 各国的跨国合作伙伴数量

排名	国家	跨国合作伙伴数量	排名	国家	跨国合作伙伴数量
1	英国	22	11	加拿大	10
2	荷兰	18	12	中国	8
3	西班牙	18	13	芬兰	7
4	美国	17	14	瑞士	7
5	德国	16	15	希腊	7
6	意大利	16	16	波兰	6
7	澳大利亚	12	17	斯洛文尼亚	6
8	日本	12	18	奥地利	5
9	瑞典	12	19	马来西亚	5
10	法国	11	20	葡萄牙	5

表2. 关键词聚类结果（灰色底纹为各阶段特有的关键词）

中心度 降序排列	关键词（2000—2008）	关键词（2009—2014）	关键词（2015—2018）
1	Model 建模	System 系统	Sensor 传感器
2	Machine learning 机器学习	Assistive technology 辅助技术	Recognition 识别
3	Simulation 模拟	Perception 感知	Assistive technology 辅助技术
4	Perception 感知	Model 建模	Fall detection 跌倒检测
5	Image 图像	Dementia 老年痴呆	Health 健康
6	System 系统	AI 人工智能	Ambient assisted living 环境辅助生活
7	Information 信息	Intelligent system 智能系统	Human-robot interaction 人与机器人交互
8	Cognitive decline 认知衰退	Sensor 传感器	Usability 可用性
9	Automatic age estimation 自动年龄识别	Recognition 识别	Emotion 情感
10	Fall 跌倒	Neural network 神经网络	Home care 家居照顾

（三）关键词主题脉络

本文利用 Cite Space II 识别三个研究阶段的文献关键词共现图谱，对关键词共现网络进行聚类分析，分别识别三个阶段的研究主题，利用关键词变化追踪 AI+ 老龄研究主题的转移趋势。

在去除了老年人、老龄化、老年人群等通用表征后，表 2 列示了三个阶段的研究关键词（按照知识图谱中节点中心度进行倒序排序）。根据不同阶段关键词的重合与变化，可以分析 AI+ 老龄研究的研究热点演进脉络。一方面，前后阶段在通用技术方面存在继承和深化的延续关系。例如，“建模”、“感知”和“系统”同时是第一、二阶段的研究重点；“传感器”、“识别”、“辅助技术”同时是第二、三阶段的研究重点。另一方面，随着 AI 技术的快速进步和智能应用的逐步落地，各个阶段的学术研究也各有侧重。在第一阶段（2000—2008 年），研究人员特别关注利用机器学习和图像分析进行自动面孔识别；在第二阶段（2009—2014 年），研究人员开始运用人工智能技术和智能系统设备监测和照顾独

居老人和老年痴呆患者的日常起居；在第三阶段（2015—2018 年），AI+ 老龄研究开始真正落地，研究人员重点关注不同场景（医疗、家居）下，AI 技术和终端产品的实际使用效果以及对老年人身心健康的影响。

四、AI+ 老龄热点研究

研究热点是指有内在联系、数量相对较多的一组文献所探讨的科学问题。^① 对研究热点的把握有助于对该领域有一个更全面而系统的掌握，为后续研究的开展提供方向。本文借助 Cite Space II 工具构建 2000—2018 年 AI+ 老龄研究文献共被引网络图谱，通过主题词聚类识别该领域的研究热点，将被引频次阈值设置为 Top 10（即以每个分区的文献数据中被引频次最高的前 10 个结点为分析对象），绘制得到文献共

^① 尤建新、任斌、邵鲁宁：《企业吸收能力研究演进脉络梳理与前沿热点探析——基于引文分析法》，《外国经济与管理》2012 年第 12 期。

表3. 研究领域与研究热点

研究领域	研究热点	使用技术	代表性文献
老年人社交	#0 社交网络	社交网络, 交互式技术, 众包平台	Beer et al. (2011), ^① Coelho et al. (2015), ^② Wang et al. (2017), ^③ Brewer et al. (2016) ^④
老龄面孔识别	#1 老龄化面孔; #4 脸部追踪; #5 柔性分类器	脸部识别, 图像分析, 分类器算法	Lanitis et al. (2004), ^⑤ Ramanathan et al. (2006), ^⑥ Ling et al. (2009) ^⑦
老年人安全监测	#2 积极监控系统; #8 分析环境声音	高精度传感, 加速度计, 语音分析	Popescu et al. (2008), ^⑧ Poppe et al. (2010), ^⑨ Cheng et al. (2012) ^⑩
服务机器人	#3 健康服务机器人; #6 机器人伴侣	智能机器人	Zsiga et al. (2018), ^⑪ Do et al. (2018) ^⑫

被引网络主题词聚类结果。该网络由 336 个节点 (即被引文献和关键主题词) 和 765 条边 (即共被引关系链) 构成。根据共被引网络主题词聚类结果, AI+ 老龄研究领域研究热点分别是 #0 社交网络、#1 老龄化面孔、#2 积极监控系统、#3 健康服务机器人、#4 脸部追踪、#5 柔性分类器、#6 机器人伴侣、#7 使用语音和 #8 分析环境声音。

将 AI+ 老龄研究的九大研究热点按照所属领域进行归类, 形成了 4 个主要的研究领域, 分别是老年人社交、老龄面孔识别、老年人安全监测和服务机器人。表 3 中列示了每个研究领域对应的研究热点、使用的技术和代表性文献。

(一) 老年人社交

关于老年人社会交往的研究最早可追溯到 1961 年由伊莱恩·柯明 (Elain Cumming) 和威廉·E. 亨利 (William E. Henry) 两位学者提出

Interaction, 2017, pp. 588-595.

^④ Robin N. Brewer, Meredith Ringel Morris and Anne Marie Piper, Why would Anybody Do this? Older Adults' Understanding of and Experiences with Crowd Work, *Proceedings of CHI*, 2016, pp. 2246-2257.

^⑤ Andreas Lanitis, Draganova Chrisina and Christodoulou Chris, Comparing Different Classifiers for Automatic Age Estimation, *IEEE Transactions on Cybernetics*, vol. 34, 2004, pp. 621-628.

^⑥ Narayanan Ramanathan and Rama Chellappa, Face Verification across Age Progression, *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 15, 2006, pp. 3349-3361.

^⑦ Haibin Ling, Stefano Soatto, Narayanan Ramanathan and David W. Jacobs, Face Verification across Age Progression Using Discriminative Methods, *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, vol. 5, 2009, pp. 82-91.

^⑧ NMihail Popescu, Yun Li, Marjorie Skubic and Marilyn Rantz, An Acoustic Fall Detector System That Uses Sound Height Information to Reduce the False Alarm Rate, *30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2008, pp. 4628-4631.

^⑨ Ronald Poppe, A Survey on Vision-Based Human Action Recognition, *Image and Vision Computing*, vol. 28, 2010, pp. 976-990.

^⑩ Juan Cheng, Xiang Chen and Minfen Shen, A Framework for Daily Activity Monitoring and Fall Detection Based on Surface Electromyography and Accelerometer Signals, *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, vol. 17, 2012, pp. 38-45.

^⑪ Katalin Zsiga, András Tóth, Tamás Pilissy, Orsolya Péter, Zoltán Dénes and Gábor Fazekas, Evaluation of a Companion Robot Based on Field Tests with Single Older Adults in Their Homes, *Assistive Technology*, vol. 30, 2018, pp. 259-266.

^⑫ KHa Manh Do, Minh Pham, Weihua Sheng, Dan Yang and Meiqin Liu, RiSH: A Robot-integrated Smart Home for Elderly Care, *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 101, 2018, pp. 74-92.

^① Jenay Beer and Leila Takayama, Mobile Remote Presence Systems for Older Adults: Acceptance, Benefits, and Concerns, *Proceedings of the 6th International Conference on Human-Robot Interaction*, 2011, pp. 19-26.

^② José Coelho, Fábio Rito, Nuno Luz and Carlos Duarte, Prototyping TV and Tablet Facebook Interfaces for Older Adults, *IFIP Conference on Human-Computer Interaction*, 2015, pp. 110-128.

^③ Xiaolun Wang, Jie Gu, Jing Tian, and Yunjie Xu, Ambidexterity in Mobile Collaboration: Balancing Task- and Socialization-Oriented Communication in Team Member Interaction, *International Conference on Human-Computer*

的社会脱离理论,^①该理论认为老年人遭遇退休、丧亲等社会角色脱离问题,以及因行动不便造成的社会联系削弱,极易进入孤立无助的状态。社会脱离不仅造成老年人孤独感、焦虑感和不安全感的上升,还会对老年人身体健康产生实质性损害。研究人员发现,缺乏社交关系或经常感到孤独的人往往会出现更高的发病率和死亡率^②、感染^③、抑郁症^④和认知能力下降^⑤。

成功老龄化的关键在于社会融合(social inclusion)。一方面,老年人努力维持社会角色和社交活动的身份斗争(identity struggle),对老年人身心健康产生积极作用;^⑥另一方面,随着社交媒体和智能技术的发展,越来越多的老年用户采用新技术和新工具来保持社会活跃度。新技术突破了老年人行动不便带来的线下活动障碍,对老年用户保持社会联系产生积极影响。从技术维度来看,老年社交的研究主要分为三方面:老年人使用社交媒体、面向老年用户的交互式辅助技术以及面向老年人的群体众智模式设计。

1. 老年人使用社交媒体

社交媒体可以改善老年人的社交生活,支持老年人通过网络与家人朋友社交,同时通过支持老年人阅读、创建和分享数字内容减少灰色鸿沟(grey divide)。老年人积极运用社交媒体有助于减少老年人孤独感、提升老年生活幸福感,并且对老年人保持认知能力有正向作用。^⑦

从时间上看,面向老年人的社交媒体设计思路经历两个阶段的发展变化。早期阶段,研究人员从技术—需求匹配视角解读老年人抵触社交媒体的原因。^⑧一些为老服务组织也设计出“友好型”的社交媒体界面,通过放大字体、增加健康养身内容等加强针对老年人需求的定制设计。但事与愿违的是,这些网站往往在投入后不久就会失效,主要原因是这种专门的为老服务模式反而将老年人作为一个单独的群体孤立出来,增加了老年用户的社会隔离感。另外,

这类社交网站将用户仅仅限制在老年群体,排除了子女、亲朋等老年人社交网络中的重要角色,因此缺乏对老年人持续使用的吸引力。^⑨

在后一阶段,社会融合和包容性设计在老年人社交媒体设计与使用中的重要性逐渐凸显,微信、脸谱网等社交工具的用户群体开始延伸至老年用户。在中国社会,子女和孙辈扮演老年人技术使用的中间人角色,激励、促进和帮

① Cumming Elaine and Henry William E., *Growing Old: The Process of Disengagement*, New York: Basic Books, 1961.

② Brummett, Beverly H., John C. Barefoot, Ilene C. Siegler, Nancy E. Clapp-Channing, Barbara L. Lytle, Hayden B. Bosworth, Redford B. Williams Jr and Daniel B. Mark, Characteristics of Socially Isolated Patients with Coronary Artery Disease Who are at Elevated Risk for Mortality, *Psychosomatic Medicine*, vol. 2, 2001, pp. 267-272.

③ Sheldon Cohen, William J. Doyle, David P. Skoner, Bruce S. Rabin and Jack M. Gwaltney, Social Ties and Susceptibility to the Common Cold, *Journal of the American Medical Association*, vol. 277, 1997, pp. 1940-1944.

④ Rita-Lisa Heikkinen and Markku Kauppinen, Depressive Symptoms in Late Life: A 10-Year Follow-Up, *Archives of Gerontology and Geriatrics*, vol. 38, 2004, pp. 239-250.

⑤ Robert S. Wilson, Kristin R. Krueger, Steven E. Arnold, Julie A. Schneider, Jeremiah F. Kelly, Lisa L. Barnes, Yuxiao Tang and David A. Bennett, Loneliness and Risk of Alzheimer Disease, *Archives of General Psychiatry*, vol. 64, 2007, pp. 234-240.

⑥ Benjamin Cornwell, Edward O. Laumann and L. Philip Schumm, The Social Connectedness of Older Adults: a National Profile, *American Sociological Review*, vol. 73, 2008, pp. 185-203.

⑦ Xiaolun Wang, Jie Gu, Jing Tian and Yunjie Xu, Ambidexterity in Mobile Collaboration: Balancing Task- and Socialization-Oriented Communication in Team Member Interaction, *International Conference on Human-Computer Interaction*, 2017, pp. 588-595.

⑧ Raymundo Cornejo, Mónica Tentori and Jesús Favela, Enriching In-Person Encounters Through Social Media: A Study on Family Connectedness for The Elderly, *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 71, 2013, pp. 889-899.

⑨ José Coelho, Fábio Rito, Nuno Luz and Carlos Duarte, Prototyping TV and Tablet Facebook Interfaces for Older Adults, *IFIP Conference on Human-Computer Interaction*, 2015, pp. 110-128.

助老年人学习使用社交媒体。因而这一阶段的很多研究集中在反向代际支持对老年人社交媒体使用的促进效果。^① 在技术维度,新一代社交媒体工具避免老年群体与社会群体的区隔,采用协同滤波、深度学习和神经网络算法为老年用户推荐个性化的数字内容。

2. 面向老年用户的交互式辅助技术

自 2009 年左右以来,研究人员开始重视老年人对社交产品形态的需求,解决老年人使用社交终端产品时的适应性问题。何塞·M. 拓比亚 (José M. Tapia) 等指出,基于电视开发社交媒体应用是解决老年人技术使用障碍的有效方案,因为“老年人使用电视的时间最长,对电视的熟悉度最高”。^② 基于电视开发社交应用的主要挑战是如何采用合适的交互模态支持老年人与电视应用的交互。为解决这一问题,何塞·科埃略 (José Coelho) 等学者开发了一个技术框架来创建基于电视的应用程序。^③ 他们发现,尽管远程遥控是与电视互动的默认方式,但老年人认为语音和手势更加方便有效。科埃略等人还发现老年人对交互式技术模态有所偏好,偏好程度由高到低依次为设备控制和沟通 (81%)、虚拟助手 (71%) 和文字方式 (55%)。^④

由于人工智能技术的创新,老年用户现在可以使用语音与感官、手势结合的多模方式与终端智能产品进行交互,而不必依赖屏幕阅读、鼠标、键盘等传统交互方式。嵌入 AI 的交互式辅助技术产品包括智能电视 (例如 Facebook SmartTV)、智能手机语音助手 (例如 Siri、谷歌助手和小米 Talkback 技术) 和家庭智能语音音响 (例如小爱音响、天猫精灵)。这些交互式辅助技术产品可以帮助老年人呼叫电话、查看社交媒体信息和进行在线交互。

3. 面向老年人的群体众智模式设计

群体智能的开发利用是人工智能研究的重要方向,相关的应用包括基于人类群体开发的

开源软件、基于众智众包的任务平台、基于众问众答的知识社区、基于群体编辑的在线百科等。老年人代表了经验丰富的工作人群,设计适合老年人参与的众智众包任务不仅合理调动老年人才资源完成工作任务,还有助于提升老年用户社会参与度。协调手、眼、脑的在线任务对提升老年人认知能力也有着积极意义。

研究者们对面向老年人的群体众智的任务设计、任务过程和完成效果进行研究,发现在众包任务中嵌入社交因素会提升任务对老年人的吸引力,并且能够帮助老年人更好地完成工作。罗宾·布鲁尔 (Robin Brewer) 等研究者发现,参与互联网众包活动可以为老年人社交提供新的机会。他们还指出,老年人通过参加有社会影响力的任务能获得自我价值实现的满足感。^⑤ 小林正智 (Masatomo Kobayashi) 等研究了老年人如何在 6 个月内完成带有社交目的的众包任务,他们发现社会激励是老年人完成众包任务的主

^① Baohua Zhou and Shihui Gui, WeChat and Distant Family Intergenerational Communication in China: A Study of Online Content Sharing on WeChat, *New Media and Chinese Society*, vol. 5, 2017, pp. 185-206.

^② José M. Tapia, Francisco J. Gutierrez and Sergio F. Ochoa, Using Smart TV Applications for Providing Interactive Ambient Assisted Living Services to Older Adults, *International Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence*, 2016, pp. 514-524.

^③ José Coelho, Carlos Duarte, Tiago Guerreiro, Pedro Feiteira, Daniel Costa, David Costa, Bruno Neves and Fernando Alves, Involving All Stakeholders in the Development of TV Applications for Elderly, *International Journal on Advances in Intelligent Systems*, 2012, pp. 427-440.

^④ José Coelho, Fábio Rito, Nuno Luz and Carlos Duarte, Prototyping TV and Tablet Facebook Interfaces for Older Adults, *IFIP Conference on Human-Computer Interaction*, 2015, pp. 110-128.

^⑤ Robin Brewer, Meredith Ringel Morris and Anne Marie Piper, Why would Anybody Do this? Older Adults' Understanding of and Experiences with Crowd Work, *Proceedings of CHI*, 2016, pp. 2246-2257.

要动力。^① 研究发现,参与互联网众包的老年人希望能了解他们认识的人都参与了什么众包任务。^② 除了社会激励以外,老年人还表示希望任务有一定的挑战性,能够帮助他们锻炼记忆力,提高认知能力。在任务内容方面,老年参与者在转录、内容生成、内容摘要、对象分类和网站反馈等任务上有较好的表现。

(二) 老龄面孔识别

人脸图像传达了大量的信息,包括推断个体年龄、性别、身份和情绪状态的线索。^③ 人类的面部也经历着与生长相关的变化。衰老会带来皮肤纹理、肌肉结构、头发颜色等面部细节的变化。除了生物学因素外,气候条件、种族特点、精神压力等因素也常常被认为在衰老过程中发挥作用。在剥离外在影响的基础上准确捕捉面孔老龄化的变化是计算机视觉和心理物理学研究人员面临的挑战。^④

老龄面孔识别主要通过衰老带来的面孔变化特征自动推断人物的年龄,主要被运用在失踪人口长期跟踪调查、老年人身份识别、老年卡刷脸使用等公共服务领域。此外,建立能够可靠估计个体年龄的面部识别系统,可以帮助人机交互系统根据使用者年龄自动调整计算环境和交互方式,为老年人提供更加智能化、个性化的服务。

计算机领域的学者提出了老龄化面孔识别的不同方法。在计算机图形学中,人们建立了物理模型来模拟颅骨、肌肉和皮肤的衰老机制。例如,劳伦斯·布瓦西厄(Laurence Boissieux)等、^⑤ 吴尹(Yin Wu)等^⑥ 都建立了分层的皮肤模型来模拟随着年龄增长皮肤的变形。在计算机视觉领域,老年面孔识别主要是构建分类器(如支持向量机、贝叶斯分类器、自动年龄递进系统)来描述人脸图像和年龄之间的函数关系。安德鲁·拉尼蒂斯(Andreas Laniti)等人设计了一个分类器接收面部外观的统计模型,并在相

应的人脸图像中生成一个人的年龄估计值。^⑦

尽管老龄面孔识别取得了技术进展,但现有工作仍存在一些问题。首先,人脸识别算法需要同一个跨年龄段的大量图像序列来学习衰老模式,因此需要具备一定标准的大数据支撑;其次,老龄面孔识别受到光照、姿势、面部细节的干扰,对外在变化的敏感性较高;最后,老龄面孔识别应用层存在信息安全与个人隐私保护、年龄歧视隐患等问题。

(三) 老年人安全监测

老年人安全监测,就是要对老年人日常生活中的异常状况进行监测、预警和紧急处理。老年人行动能力、反应能力和健康状况下降,在日常生活中发生跌倒意外和突发疾病的风险大

① Masatomo Kobayashi, Shoma Arita, Toshinari Itoko, Shin Saito and Hironobu Takagi, Motivating Multi-Generational Crowd Workers in Social-Purpose Work, *Proceedings of the 18th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work & Social Computing*, 2015, pp. 1813-1824.

② Alexis Hope, Ted Schwaba and Anne Marie Piper, Understanding Digital and Material Social Communications for Older Adults, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2014, pp. 3903-3912.

③ Andreas Lanitis, Draganova Chrisina and Christodoulou Chris, Comparing Different Classifiers for Automatic Age Estimation, *IEEE Transactions on Cybernetics*, vol. 34, 2004, pp. 621-628.

④ Narayanan Ramanathan and Chellappa Rama, Face Verification across Age Progression, *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 15, 2006, pp. 3349-3361.

⑤ Laurence Boissieux, Gergo Kiss, Nadia Magnenat Thalmann and Prem Kalra, Simulation of Skin Aging and Wrinkles with Cosmetics Insight, *Computer Animation and Simulation*, 2000, pp. 15-27.

⑥ Yin Wu, Nadia Magnenat Thalmann and Daniel Thalmann, A Dynamic Wrinkle Model in Facial Animation and Skin Ageing, *The Journal of Visualization and Computer Animation*, vol. 6, 1995, pp. 195-205.

⑦ Andreas Lanitis, Draganova Chrisina and Christodoulou Chris, Comparing Different Classifiers for Automatic Age Estimation, *IEEE Transactions on Cybernetics*, vol. 34, 2004, pp. 621-628.

大提升。传统老年人安全监测依靠家人、社工和医护人员的人工看护,主要服务对象是高龄或患病老年群体。人工实时看护不仅服务范围十分有限,费用还非常高昂,并且会对老年人独立生活空间造成侵入和干扰,因此不具备推广条件。

随着人工智能技术的发展,以计算机视觉、语音分析、体态分析等为代表的情景感知技术为老年人安全监测提供了技术解决思路。情景感知,是利用传感器采集的语音、图像、行动变化等非结构性数据,分析环境中的人、事、物等信息,对环境情景进行综合探查和准确分析。目前基于情景感知的老年人安全监测的方法主要分为三类:^①

1. 计算机视觉方法

通过视频检测对象的实时活动。^②最简单的形式是对视频图像序列进行特征提取,再对特征进行分类和异常识别。托马斯·木斯兰德(Thomas Moeslund)等学者提出基于动作原语、动作和活动的层级框架和分类方法。^③后续研究加入了对环境、人物和对象之间交互的上下文情景的综合分析,进一步提升了健康监测的准确性。^{④⑤⑥}例如,通过情景感知和上下文分析,可以区分老年人静卧不动是在休息,还是跌倒或昏迷。在步态识别领域,研究者通过生物跟踪和特征提取,对人物行走的步速、步距和反应时间进行跟踪,进一步分析行走时缓慢、呆滞等异常反应。^⑦这种方法已经被用于老年痴呆的早期预测中。

基于计算机视觉的技术提供了一种老年健康检测的简便方法。但由于摄像机的固定特性,视觉监控设备一般只安装在室内环境中。此外,为了对老年人活动进行全面监测,需要安装多个视频传感器设备以覆盖整个家居环境。例如,大阪智能家居项目同时使用167个传感器采集13种活动信息。因此,全面视觉监测对老年人日常生活的侵入度很高,而且还需要支付高昂的设备成本和技术费用。

2. 基于声学和环境传感器的方法

利用麦克风采集伴随人体活动产生的环境声音,通过分析声音震动频率和强度,可以监测老年人跌倒、撞伤等异常行为。杰米·沃德(Jamie Ward)等学者通过对在两个不同位置检测到的声音强度进行分析,从连续的数据流中分割出偏离平均值的音频片段,再使用声音通道上的线性判别分析(LDA)和隐马尔可夫模型(HMM)对这些检测到的片段进行活动分类。^⑧在艾瑞克·卡斯泰利(Eric Castelli)^⑨、司垂特·丹(Istrate)

^① Juan Cheng, Xiang Chen and Minfen Shen, A Framework for Daily Activity Monitoring and Fall Detection Based on Surface Electromyography and Accelerometer Signals, *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, vol. 17, 2012, pp. 38-45.

^② Poppe Ronald, A Survey on Vision-Based Human Action Recognition, *Image and Vision Computing*, vol. 28, 2010, pp. 976-990.

^③ Thomas Moeslund, Adrian Hilton and Volker Krüger, A Survey of Advances in Vision-Based Human Motion Capture and Analysis, *Computer Vision and Image Understanding*, vol. 104, 2006, pp. 90-126.

^④ Neil Robertson and Ian Reida, A General Method for Human Activity Recognition in Video, *Computer Vision and Image Understanding*, vol. 104, 2006, pp. 232-248.

^⑤ Michael S. Ryoo and Jake K. Aggarwal, Semantic Representation and Recognition of Continued and Recursive Human Activities, *International Journal of Computer Vision*, vol. 82, 2009, pp. 1-24.

^⑥ Abhinav Gupta, Aniruddha Kembhavi and Larry S. Davis, Observing Human-Object Interactions: Using Spatial and Functional Compatibility for Recognition, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 31, 2009, pp. 1775-1789.

^⑦ Fabio Cuzzolin, Using Bilinear Models for View-Invariant Action and Identity Recognition, *Proceedings of the Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, vol. 2, 2006, pp. 1701-1708.

^⑧ Jamie Ward, Paul Lukowicz, Gerhard Troster and Thad Starner, Activity Recognition of Assembly Tasks Using Body-Worn Microphones and Accelerometers, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 28, 2006, pp. 1553-1567.

^⑨ Eric Castelli, Michel Vacher, Dan Istrate, Laurent Besacier and Jean-François Sérignat, Habitat Telemonitoring System Based on the Sound Surveillance, *International Conference on Information Communication Technologies in Health*, 2003, pp. 11-13.

Dan) 等学者^①的研究中,声学传感器被用于区分碎玻璃、尖叫声等异常声音。米哈伊尔·波佩斯库(Mihail Popescu)等提出对声音的分析可以降低跌倒检测模型的误报率,他们通过对声源高度变化的检测,来辅助判断对象是否跌倒。^②

与基于计算机视觉的技术相比,声学和环境技术设备费用较低,安装设置也更为简单。但是,这样的声学方法不适用于一般的生活条件,因为它们的性能可能会受到外部噪声的干扰。另外声学传感的准确性会随着声源距离的增加而快速下降。

3. 基于可穿戴传感器的方法

技术人员和研究者在穿戴设备中嵌入加速度计、陀螺仪、水银倾斜开关和速度传感器来采集老年用户的运动或电生理信号,用于检测慢性病患者状态或检测跌倒异常情况。哈桑·加西姆扎德(Hassan Ghasemzadeh)等使用可穿戴传感器获取有人物、时间、地点等上下文情景信息,识别居家日常活动;^③程娟(Juan Cheng)等学者提出了一种使用表面肌电图和加速度计信号的检测框架,用于对老年人日常的连续性监测和跌倒检测,其识别精度达到98%。^④

(四) 服务机器人

早在21世纪前10年,研究者就开始关注服务机器人在养老产业的应用。^⑤相关文献出现了许多辅助机器人的变体,但是大多数机器人技术还没有达到可以投入市场的水平。这一阶段研究的重点是人与机器人之间的交互模式,^⑥特别强调了拟人或人为特征的重要性。随着机器人技术的进步,一些技术人员开始在(半)受控环境下,如实验室、老年人中心、复杂的室内环境,进行初代机器人的开发和测试。^⑦

服务机器人需要配备各种技术功能,除了机器人感应、操作、控制和导航移动等基础硬件功能外,还需配备与机器人软件框架相匹配的软

件功能,如与外部Web服务的通信、数据库访问、与传感器节点的通信,以及调用第三方软件应用程序的功能。计算机学者开发了一种可用于老年人护理的辅助机器人系统(RiSH),该系统可以识别人体活动、追踪行动轨迹,能够被应用于老年人跌倒检测和应急救援。^⑧ 卡塔林·日高(Katalin Zsiga)等人结合老年用户主观意见和机器人客观记录的使用数据,综合评估测试了家庭陪护机器人对老年人生活的支持,发现

^① Istrate Dan, Eric Castelli, Michel Vacher, Laurent Besacier and J-F. Serignat, Information Extraction from Sound for Medical Telemonitoring, *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 10, 2006, pp. 264-274.

^② Mihail Popescu, Yun Li, Marjorie Skubic and Marilyn Rantz, An Acoustic Fall Detector System that Uses Sound Height Information to Reduce the False Alarm Rate, *30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2008, pp. 4628-4631.

^③ Hassan Ghasemzadeh, Roozbeh Jafari and Balakrishnan Prabhakaran, A Body Sensor Network with Electromyogram and Inertial Sensors: Multimodal Interpretation of Muscular Activities, *IEEE transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 14, 2009, pp. 198-206.

^④ Juan Cheng, Xiang Chen and Minfen Shen, A Framework for Daily Activity Monitoring and Fall Detection Based on Surface Electromyography and Accelerometer Signals, *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, vol. 17, 2012, pp. 38-45.

^⑤ Joost Broekens, Marcel Heerink and Henk Rosendal, Assistive Social Robots in Elderly Care: A Review, *Gerontechnology*, vol. 8, 2009, pp. 94-103.

^⑥ Marti P., Pollini A., Rullo A. and Shibata T., Engaging with Artificial Pets, *Proceedings of the 2005 Annual Conference on European Association of Cognitive Ergonomics*, 2005, pp. 99-106.

^⑦ M. Aggravi, A. Colombo, D. Fontanelli, A. Giannitrapani, D. Macii, F. Moro, P. Nazemzadeh, L. Palopoli, R. Passerone, D. Prattichizzo, T. Rizano, L. Rizzon and S. Scheggi, A Smart Walking Assistant for Safe Navigation in Complex Indoor Environments, *Ambient Assisted Living*, 2015, pp. 487-497.

^⑧ Ha Manh Do, Minh Pham, Weihua Sheng, Dan Yang and Meiqin Liu, RiSH: A Robot-integrated Smart Home for Elderly Care, *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 101, 2018, pp. 74-92.

娱乐、天气预报和导航是老年人最常使用的机器人功能，而辅助购物则不那么受欢迎；机器人语音识别需要改进以更好地适应实际需求。^①

五、研究展望

智慧养老不是简单地为老年用户提供智能设备，而是要通过智能设备帮助老年人摆脱孤独感和社会隔离状态，提升老年人生命质量和生活幸福感。人工智能技术为智慧养老带来生命力的同时，也对学术研究提出新的要求。未来的研究可从三个方面予以拓展。

（一）面向视力障碍老年人的智能服务

视力障碍的患病率随着年龄增长而增加。英国皇家盲人研究所的调查显示，60岁以上老年人中有11%完全失明，这一比例在75岁以上人群中高达20%。^② 视力障碍切断了老年人使用互联网和传统数字技术的可能性，进一步扩大了灰色鸿沟。但幸运的是，随着语音理解和合成技术的进步，视力障碍老年人可以通过基于听觉和语言的交互模式与智能设备进行交互。视力障碍老年人可以使用嵌入语音交互功能的智能终端，完成信息查询、娱乐、听觉阅读、社交等功能，还可以通过语音指令操作连接到智能终端的家用电子设备（如电视、空调）。未来研究可以在两个方面加以拓展：第一，提升语音意图理解的准确性、文字转语音和图片转语音等技术的发展；第二，研究视力障碍老年人对智能语音设备的个性化需求和使用挑战，以及智能语音技术可供性特征对视力障碍老年用

户心理健康的影响。

（二）代际支持在老年人使用智能技术中的作用

随着老龄化而来的“4-2-1”家庭结构的形成、劳动人口流动带来的居住分离以及两代人之间思想的差异性，代际支持削弱和代际隔离已经成为养老产业必须要面对的问题。老年人可使用社交媒体维护与子女之间的家庭关系。但是，以社交媒体为中介的代际交流会出现沟通不畅，甚至可能造成代际误解。例如，有学者对老年人与子女通过社交媒体沟通健康信息的情况进行研究，发现成年子女对老年人转发的健康保健信息采取的消极反应，会造成老年人控制感丧失、自尊受损和自我效能降低。^③ 随着社交媒体工具在老年群体中渗入度的上升，研究代际支持在老年人使用智能技术中的作用成为重要的研究方向。未来研究可从线上和线下代际情感支持之间的关系，代际沟通对老年人心理感受的影响，以及如何通过技术提升代际沟通质量、减少代际误解这几个方面加以探索。

（三）老年人智能服务的安全伦理问题

各类智能设备的推广应用，使侵害老年人信息安全隐私的问题凸显，个人信息的滥用甚至会给老年人人身财产安全带来威胁。现有文献主要集中在对消费者和青少年群体隐私保护的研究上，对老年人信息安全隐私的分析还比较匮乏。由于老年人隐私意识较为薄弱，更容易受到隐私侵入的伤害。未来研究应该侧重对老年群体隐私决策机制和隐私保护教育。

（责编：吴瑞敏）

① Katalin Zsiga, András Tóth, Tamás Pilissy, Orsolya Péter, Zoltán Dénes and Gábor Fazekas, Evaluation of A Companion Robot Based on Field Tests with Single Older Adults in Their Homes, *Assistive Technology*, vol. 30, 2018, pp. 259-266.

② Royal National Institute of Blind People, How Technology Can Help Older People with Sight Issues, <https://www.abilitynet.org.uk/news-blogs/how-technology-can-help-older-people-sight-issues>.

③ Xinlin Yao, Xiaolun Wang, Jie Gu and Yuxiang Chris Zhao, A Qualitative Investigation on Miscommunication of Everyday Health Information Between Older Parents and Adult Children, *International Conference on Human-Computer Interaction*, 2019, pp. 109-121.

The Confirmation of the Null Administrative Act in German Law: Centered on §44 VwVfG

HE Yuan

Abstract: The nullity of an administrative act means the existence of the most serious illegality. Only the serious flaw will lead to nullity of administrative act. As norm basis of how to confirm the null administrative act, §44 VwVfG consists of miscellaneous provisions and enumerative provisions. The miscellaneous provisions in §44 VwVfG provide the reasons of relative nullity of administrative act that the flaw of an administrative act must be “gross” and “obvious”. The reasons of definite nullity of administrative act and negative range of null administrative act are provided in the enumerative provisions in §44 VwVfG. An administrative act could be confirmed null, so long as it accords with at least one of the the reasons of definite nullity. An administrative act can not be confirmed null, in contrast, when it belongs to the negative range of null administrative act.

Key Words: null administrative act; gross and obvious flaw; reasons of definite Nullity; negative range

Questions and Trends: A Tracking Study of Contemporary Chinese Communist Party Studies in America

FENG Li

Abstract: Contemporary Chinese Communist Party Studies in America, has become even more prosperous in the world. Apart from the imbalance and conflict in the internal development of capitalist society in recent years, it is more because of the rise of socialist China and the great promotion of influence of the Communist Party of China itself. At present, the old world political and economic order supported by the capitalist world system is undergoing profound changes and taking on new forms, in the context of the complex transition of Sino-US relations in the new era, the study of the American Communist Party of China focuses on the questions of "conflict type", "inclination", "unidirectionality" and "presupposition". With the increasing tension in the coexistence of capitalism and socialist competitiveness, it is difficult to be effectively eliminated in the short term. Therefore, under the increasingly obvious conservative policy of the United States, the future study of the Chinese Communist Party Studies in America is highlighting the trend of stagnation, gradual differentiation and refinement, which is unstable, uncertain and unbalanced.

Key Words: American “Chinese Communist studies”; world political and economic order; Socialism

Hot Topics and Cutting-Edge Prospects of AI + Aging Research: Knowledge Map of Foreign Literature

GU Jie ZHENG Supeng

Abstract: The development of artificial intelligence provides a technological solution for smart senior care. However, a comprehensive understanding of advanced scientific research in the domain of smart care for elders is still lacking. This research gap motivates us to systematically review the most recent studies with a specific focus on intelligence technologies. This study employs the Cite Space II to delineate the knowledge map of AI and aging research. This study reviews the cutting-edge international literature from four research fields, including elderly social interaction, aging face recognition, elderly security monitoring and service robots. On the basis of previous research, further studies can focus on three topics: intelligent services for the elderly with visual impairment, the role of intergenerational support on the usage of intelligent technology for the elderly, security ethics of aging intelligent services.

Key Words: artificial intelligence; aging; smart senior care; knowledge map