

## · 科研论著 ·

# 人工智能赋能下社区智慧养老服务模式及关键技术研究

邢珍珍

太原工业学院,山西 030008



## Research on community smart elderly service models and key technologies under the empowerment of artificial intelligence

XING Zhenzhen

Taiyuan Institute of Technology, Shanxi 030008 China

**Abstract** It researched the artificial intelligence community intelligent elderly care service mode, expounded the key technologies and routes, so as to intelligently generating personalized care plan, and improving the quality of life of the elderly. It aimed to provide ideas for the application of artificial intelligence in the community intelligent elderly care service mode.

**Keywords** artificial intelligence; big data internet of things; community; elderly care; nursing; review

**摘要** 对人工智能社区智慧养老服务模式进行研究,并阐述关键技术与路线,以智能生成个性化护理方案,提高老人生活质量,旨在为人工智能在社区智慧养老服务模式中的应用提供思路。

**关键词** 人工智能;大数据;物联网;社区;养老;护理;综述

doi:10.12102/j.issn.1009-6493.2021.09.012

《中国发展报告 2020:中国人口老龄化的发展趋势和政策》指出,预计到 2022 年,中国社会将转变为老龄社会,65 岁以上的老龄人口将占总人口的 14%<sup>[1]</sup>。我国现行的“9073”养老模式,即 90% 的老人通过居家养老,7% 的老人通过社区养老,3% 的老人养老机构养老<sup>[2]</sup>,可以看出居家养老是我国养老模式核心部分,更容易被老人及家庭成员接受。但是传统居家养老服务存在一些问题,由于家庭结构变化,空巢老人、失能老人等比例增加,使得传统居家养老服务很难适应现代老年人的生活需求<sup>[3]</sup>。随着新兴技术的发展,如何高效地推动养老事业,特别是我国“十四五”规划和“2035 年远景目标纲要”所提出的医养康养相结合、居家社区机构相协调的养老模式,成为亟待解决的问题<sup>[4]</sup>。人工智能通过一系列理论和方法学习、模拟、延伸人的智能,涉及领域主要有图像、语音识别、机器学

习、深度学习、自然语言处理等方面<sup>[5]</sup>。人工智能推动各领域向智能化加速发展,这也给养老服务行业带来了机遇。将人工智能技术属性和社会属性进行融合,并将其应用于教育、医疗、养老等各个领域,可以全面改善人们的生活质量<sup>[6]</sup>。在此基础上,利用人工智能技术在社区智慧养老服务模式目标下构建模型,对我国养老服务有深远的影响<sup>[7]</sup>。

### 1 社区智慧养老服务模型的构建

人工智能系统处理信息的过程和人类思维类似,通过不断获取的知识体系和技能方法等数据进行训练和学习,最后做出决策<sup>[8]</sup>。根据不断获取的个体数据进行迭代训练,逐步调整模型,满足老人的养老需求。人工智能社区智慧养老需要将人工智能的技术优势与传统社区养老服务进行深度融合,寻找一种全面提升老年人生活体验的新模式<sup>[9]</sup>。社区智慧养老服务系统以社区为单位,通过人工智能相关技术学习老年人医疗护理知识,对老年人身体及情绪状况以及其行为信息进行收集计算,并推断老人所需服务<sup>[10]</sup>。对于老年人来说,智慧养老主要包括医疗健康服务、日常生活帮助和日常安全监护、精神慰藉服务<sup>[11]</sup>。社区智慧养老服务模型见图 1。

**基金项目** 2019 年度山西省重点研发计划项目,编号:201903D121171

**作者简介** 邢珍珍,博士研究生在读,E-mail:xzz0851@163.com

**引用信息** 邢珍珍. 人工智能赋能下社区智慧养老服务模式及关键技术研究[J]. 护理研究, 2021, 35(9):1573-1579.

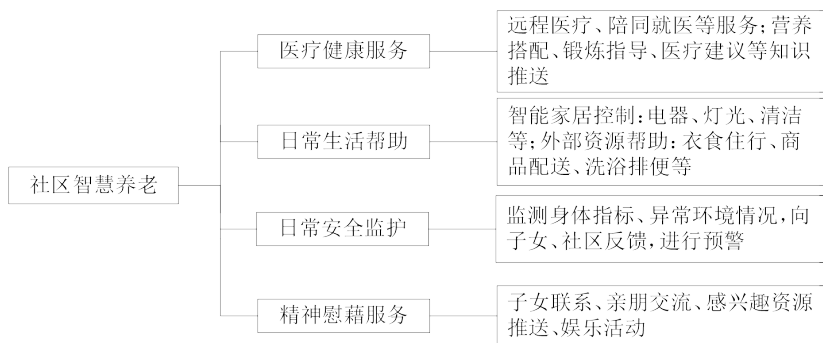


图1 社区智慧养老服务模型

## 2 社区智慧养老服务系统架构

系统整体架构由环境监测层、人工智能社区智慧

养老服务层以及 Web 和移动终端层组成, 具体见图2。

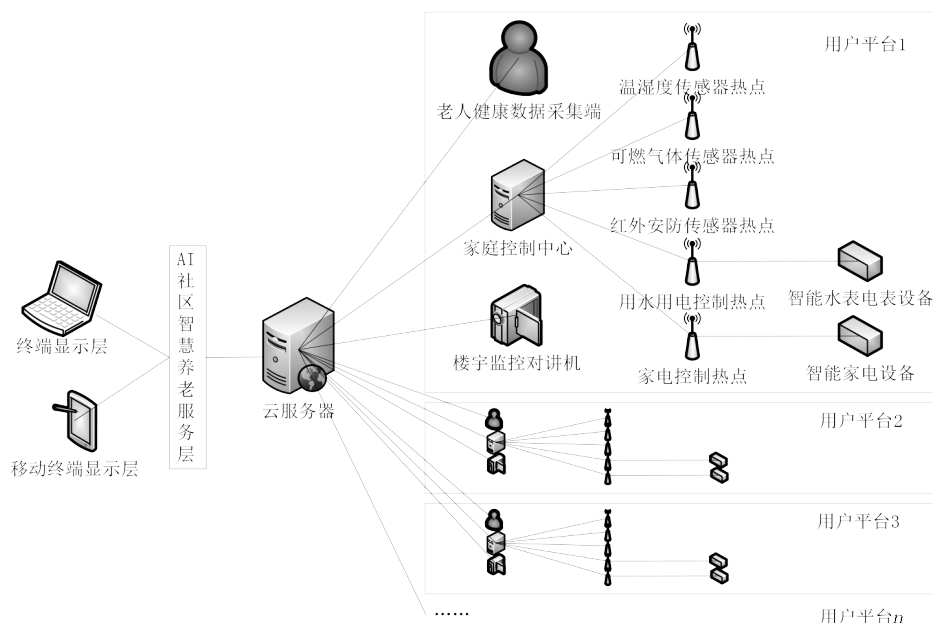


图2 社区智慧养老服务系统架构

环境监测层主要由老人健康数据采集模块、房间环境传感监测器模块和入侵监测模块组成。其中老人健康数据采集模块主要通过视频监控和相关穿戴设备来实现对健康信息的采集; 房间环境传感监测器模块主要通过不同传感器实现对房间的温湿度、可燃气体、用水用电量等信息的采集, 如家中的各项指标有某项异常, 如用水用电量异常会发出报警信息并快速通知老人子女和社区。入侵监测模块主要由红外安防传感器、破碎传感器等实现对房屋入侵监测, 如有可疑人员闯入时, 会通过客户端通知老人的家人及社区管理人员, 并自动报警。环境监测层的各个子系统节点组成家庭局域网络, 经网关与 Internet 连接, 并将采集的各种数据传送到云服务器<sup>[12]</sup>。人工智能社区智慧养老服务层对采集的健康数据、房间环境监测数据和入侵监

测数据进行分析, 与养老专业领域数据库、基础信息数据、业务共享数据比对, 经自动学习和相应专家审核后, 制定相应的决策方案<sup>[13]</sup>。例如提供专业相关知识, 推送营养搭配、医疗建议、锻炼指导等。Web 和移动终端层可以跟服务器进行消息交互, 实现数据互传。监护人和社区管理员可通过云服务器向家庭控制中心发送相关的命令来控制家中智能设备自动打开, 若有人来访按动监控对讲门铃可以通过手机和来访人视频对讲并且选择是否开门。老人也可通过终端向社区发送信息, 请求远程医疗、预约挂号、获取陪同就医、买药等医疗健康服务或商品配送等日常生活帮助。

## 3 社区智慧养老服务流程及关键技术

在医疗健康、日常安全监护、生活帮助、精神慰藉等老年人护理领域, 人工智能技术均能发挥作用, 提供

全面的社区智慧养老服务。

### 3.1 医疗健康服务流程及关键技术

**3.1.1 医疗健康服务流程** 居家养老人员中很大一部分人因为疾病导致行动能力下降,多数老年人患有高血压、糖尿病、冠心病等慢性病<sup>[14]</sup>,此类人群需要定期进行健康检查、药物购买以及疾病预防知识等健康教育的普及。在人工智能社区智慧养老模式下,可通过深度学习技术学习养老服务领域知识,获得大量相关数据<sup>[15]</sup>;通过对收集的老人健康数据进行分析,针对不同人群推送不同的营养搭配、身体锻炼方法和医疗建议等知识<sup>[16]</sup>。对于健康或患有慢性病但能自理的老人,可以通过推荐的专业医疗知识进行自查、自诊<sup>[17]</sup>。可以对一些特征明显的疾病进行远程诊断,给老年人带来方便。

**3.1.2 基于深度学习医疗服务推荐模型** 深度学习在众多领域都有很好的应用前景,深度学习方法可以更好地进行特征提取,更加精准地学习用户和服务的特征<sup>[18]</sup>。将环境监控层收集的数据与老年人护理服务领域的专业数据进行比较,分析和挖掘它们之间的关系,并使用用户评分训练模型选择具有较高预测评分的服务生成推荐集,满足老年人需求的服务。可以利用人工神经网络提取老年人特征,人工神经网络由内部复杂的神经元通过大量数据学习相应的规则,将学习的数据特征用于预测或分类<sup>[19]</sup>。老年人特征提取模型见图 3。

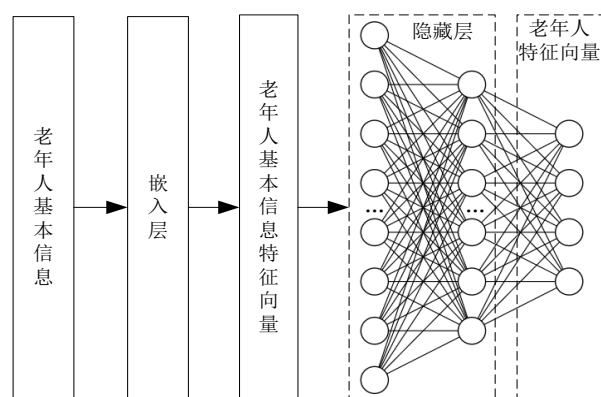


图3 老年人特征提取模型

首先,将老年人姓名、年龄、性别、职业、收入、身体状况、自理能力程度等基本信息转化为数字。之后将这些数字映射到低维度并用词向量进行表示,由此得到老年人每个基本属性的特征向量。将得到的特征向量通过多个隐藏层合并各个属性特征以获得最终的老年人特征向量。

医疗健康服务特征提取模型是根据医疗健康服务基本属性特征和医疗健康服务内容融合得到的,提取模型见图 4。医疗健康服务内容描述通过分词处理后,经文本卷积网络提取,得到医疗保健服务的内容特征,并将与医疗保健服务的属性如服务类型、服务价格等特征相结合,通过多个隐藏层获取到医疗健康服务特征向量。

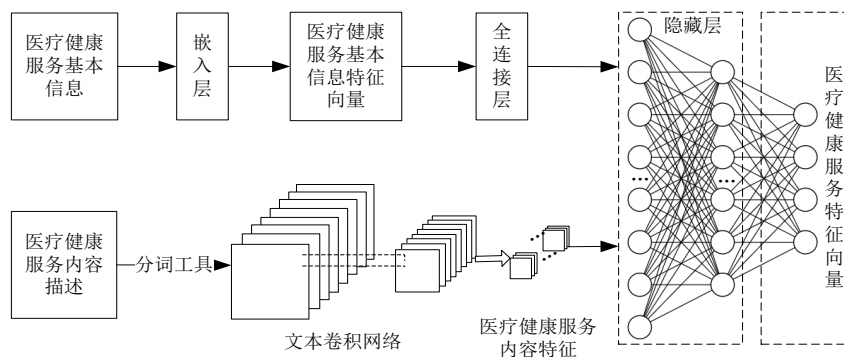


图4 医疗健康服务特征提取模型

医疗健康服务推荐模型利用老年人特征提取模型和医疗健康服务特征提取模型对网络进行训练,并将获取到的老年人信息输入训练的模型中以获得医疗健

康服务的预测得分。对分数进行排序筛选,以生成医疗健康服务的推荐集<sup>[20]</sup>,为老年人推荐集合中得分较高的信息。生成模型见图 5。

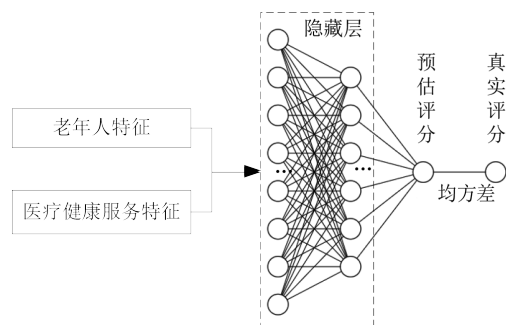


图5 医疗健康服务推荐模型

### 3.2 日常生活帮助流程及关键技术

**3.2.1 日常生活帮助服务流程** 老年护理最大的工作量就是日常生活帮助,通过一个完备的居家生态环境系统,会大大降低护理成本<sup>[21]</sup>。系统能主动或根据老人需求调节家里家电、温湿度、空气质量等环境指标,使老人在舒适的环境中生活。首先,该系统可以主动或根据老年人的需求开关家用电器,调节家里温湿度和空气质量等环境指标,使老年生活舒适。同时,对老人居住环境进行监测,可以减少某些安全隐患的发生。其次,监测水电网气等设备,使用数值异常时提醒家人及社区人员,余额不足时提醒老人及家人通过终端缴费。最后,社区培养护理人才,满足老人各类上门服务需要。老年人可以在家通过监控对讲机或者智慧终端选择上门服务的内容,获取外部资源帮助,如助餐、助行、助医、助浴、助洁、助急等,把每次护理人员监测的血压、脉搏、呼吸、体温等基本生命体征数据传输到所属社区的老人健康档案中,家人和社区可以随时

掌握老人的身体状况,便于后期对老人进行日常帮助。

**3.2.2 日常生活帮助服务关键技术** 人工智能社区智慧养老服务系统由环境监测层、人工智能社区智慧养老服务层以及终端层组成。环境监测层的功能是负责采集信息,它用到各种各样的传感设备,拥有全面的感知能力和更高的灵敏度。把传感设备接入到无线传输网络之后,就可以把采集到的数据往上层传输了。人工智能社区智慧养老服务层是整个系统的上层平台,负责为用户提供具体服务。构建智慧养老服务系统涉及物联网、通信、数据挖掘等技术和卫生医疗护理专业知识。整合这些技术到服务系统中,为用户提供便捷的、有价值的生活帮助服务。

系统可采用Zigbee技术组成无线局域网负责智慧养老环境下的数据传输,相比于其他无线协议如wifi、蓝牙,Zigbee更加简单,成本更加低廉,能耗更低。在智能建筑、智能家居、智能医疗等领域有广泛的应用<sup>[22]</sup>。基于Zigbee技术的自组织网形成Zigbee传感网,用来组织所有的传感器。通过编写代码,完成传感器的初始化、信息采集、远程控制等工作。家庭控制中心是服务器与Zigbee的中间媒介,负责传输、处理数据信息。可以将接收的Zigbee传感器发来的相关数据经过处理后发送到网络或手机终端,也可将终端发送的命令处理后转发给相应的Zigbee节点。终端可以对用户家中温湿度、煤气水电、家电等进行设置。在终端到云服务器的数据传输上,可使用AJAX技术,通过JSON数据格式访问接口,尽可能减小延迟,提高用户体验度<sup>[23]</sup>。基于Zigbee技术的家庭网络结构见图6。

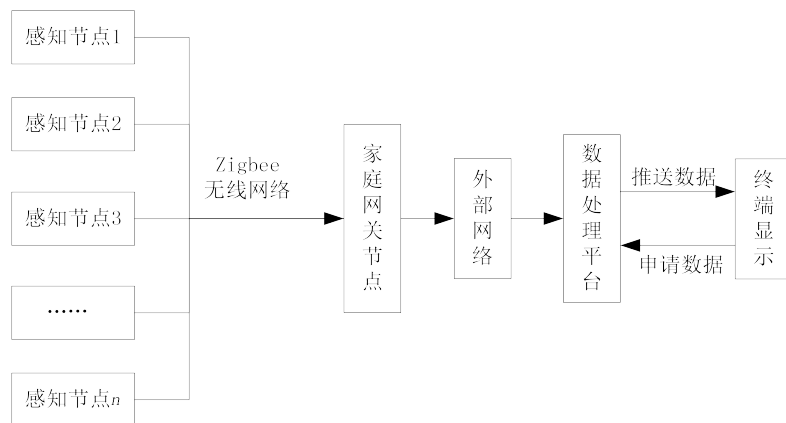


图6 基于Zigbee技术的家庭网络结构图

### 3.3 日常安全监护流程及关键技术

**3.3.1 日常安全监护服务流程** 人工智能社区智慧养老系统可以为老人提供多重保护。首先,当监测到老人身体指标异常、家庭环境异常时,可以与子女和社

区人员等联系,及时得到救助。其次,当家里出现燃气泄漏或者老人因身体不适未洗衣做饭等情况时,水电燃气传感器、温湿度传感器、安防传感器等数据会发生异常,此时也会向子女或社区进行预警<sup>[24]</sup>。再次,如果



有老人意外摔倒且周围无人时,不能及时到医院治疗,可能会造成更大的健康伤害<sup>[25]</sup>,人工智能还可以对老年人的异常行为进行监测,当老人因跌倒、突发疾病而处于异常行为状态时,系统及时发现并报警,使老人及时得到救助,减少意外发生后生命财产的损失。日常安全监护服务见图 7。

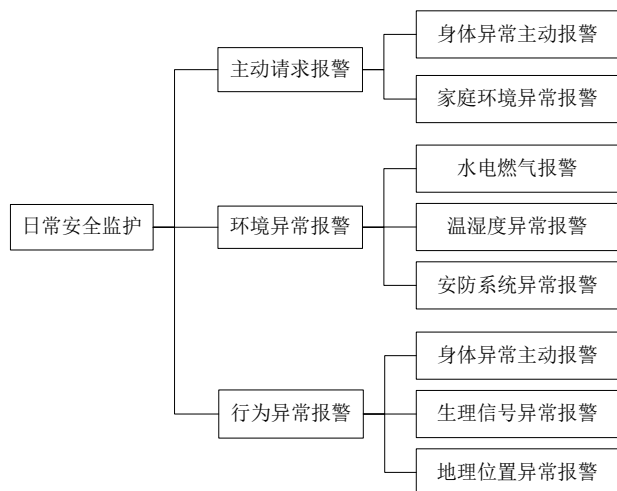


图 7 日常安全监护服务分类

3.3.2 日常安全监护服务关键技术 由图 7 的分类可以看出,对老人的监测设备要涉及很多方面,需要在老人家中安装一个本地服务器,定时接收各类监测设备发送的异常数据信息,然后对不同等级的异常信息进行分类并做标记,再由本地服务器分析是本地报警提示还是发送到社区服务器给出异常报警提示。在日常安全监护分类中行为异常报警最常见,主要是指对老人自身行为方面的监测,包括对老年人的活动量、生理信号、地理位置的监测。常见的行为异常可通过穿戴式设备、外围式设备和视频分析 3 种方式进行检测,见图 8。

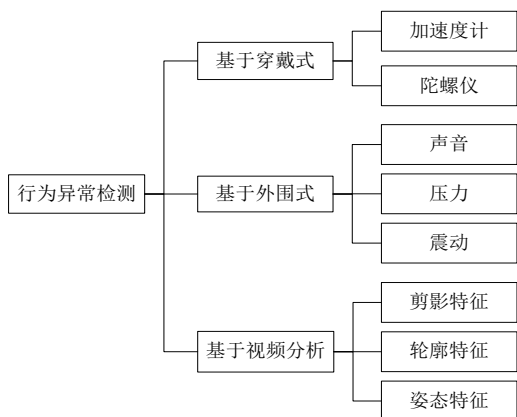


图 8 行为异常检测分类

常见的行为异常检测主要指跌倒检测。首先,基于穿戴式的检测方法通常把螺旋仪和加速度计等置入智能手机、手环和其他穿戴设备中,螺旋仪和加速度计分别获取人体的方向信息和不同方向的加速度,之后对收集的运动信息进行分析判断<sup>[26]</sup>。基于穿戴式检测方法的精度较高,受周围环境的影响较小,并且老人的活动区域不受限制,可以在室内,也可以进行户外活动。但是可穿戴设备需要每时每刻检测人体的状态,如何有效地控制模型的存储消耗和计算资源,同时又要保证准确性,显得尤为重要。

基于外围的检测方法通过在家中安装如压力和声音等传感器来收集老年人的运动信息。当老年人跌倒时,周围的压力和声音信息将发生变化。通过检测数值进行判断。由于该方法安装成本高,且容易受到周围噪声的影响,检测精度相对较低,因此在实际生活中很少使用。

相比较前两种跌倒检测方法,基于视频的跌倒检测方法对硬件的要求较低,仅需要一个或者多个摄像头。该方法可以获取更多的人体信息,如速度、位置和行走的姿态等,并且有很好的展示效果,老人的家属可以远程观察室内的具体情况。该方法可以通过剪影、轮廓、姿态特征估计等方法进行。例如对老人进行姿态估计能够获取关节点坐标,这些坐标可以更好地表示人体在图像中的位置,该方法对跌倒行为识别更加敏感<sup>[27]</sup>。基于视频的跌倒检测方法取得了很好的检测效果,但现阶段还存在许多问题需要解决,例如光照的影响、遮挡问题等,当人体处于复杂环境下,检测效果会有所下降。

### 3.4 精神慰藉服务流程及关键技术

3.4.1 精神慰藉服务流程 老年人退休后社会角色发生转变、社交圈变小,与子女共同生活时间有限,共同话题少,容易产生孤独感。社区作为老年人的主要生活空间,是为老年人提供精神慰藉服务最为便利的提供主体。人工智能社区智慧养老模式下,可通过人机交互系统进行人性化交流,基于深度学习、自然语言处理等技术和心理学、语言学等学科,人工智能系统甚至能像心理医生一样疏解老人心理问题。其次,人工智能可收集老年人兴趣爱好、生活习惯等个人数据,通过学习,得到老人更喜欢的娱乐项目,并为老人提供个性化推荐服务。在社交方面,随着智能手机和其他智能设备的普及,老人可以轻松与家人、朋友进行语音、视频等联系。在保证正常生活的基础上,提高老年人的幸福感。

3.4.2 个性化推荐服务关键技术 个性化推荐是指计算机系统根据老人的个性化需求,为其提供相关信息,使其得到满足<sup>[28]</sup>。个性化推荐过程主要包括用户、被推荐对象和计算机信息系统3个部分。其中用户是个性化推荐的核心,主要收集用户年龄、性别、收入、健康程度、生活习惯等基本信息,认知风格、消费动机、主观感受等,被推荐对象主要包括老人感兴趣的文本信息、视频音频等多媒体信息、衣食住行等建议信息等。用户可以将其个性化需求主动提供给系统,也可以通过用户的使用记录和爱好,根据一定的推荐方法生成。系统采用的推荐方法是关键<sup>[29]</sup>,主要的推荐方法有以下几种:①基于内容的推荐。该方法是早期使用较多的个性化推荐方法,需要分别建立用户偏好模型与被推荐对象特征模型,然后执行分类和匹配,按照匹配度的高低排序,将排名较高的结果推荐给用户。当被推

荐对象是文本或具有较强属性特征的时候,该方法推荐结果直观,容易解释,也不需要提供用户的历史信息,有很好的效果。但对于属性较为复杂的对象,构造用户偏好和被推荐对象分类时需要较大的数据量。②基于协同过滤的推荐。该方法目前使用较为广泛,主要根据用户的历史行为数据,寻找用户或被推荐对象的近邻集合,以此计算用户的偏好。基于协同过滤的推荐不需要领域知识,且随着时间推移,性能会逐步提高,能处理复杂的非结构化对象,推荐个性化、自动化程度高。③基于关联规则推荐,挖掘用户和被推荐对象的关联规则。④基于知识的推荐,基于某一领域一整套规则和路线推荐。在实际应用中,在不同场景、不同阶段,为了弥补不同推荐方式的不足,经常混合使用多种方式,以取得更好的推荐效果<sup>[30]</sup>。推荐服务通用模型见图9。

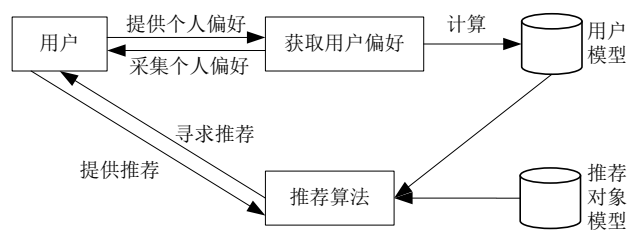


图9 推荐服务通用模型

#### 4 小结

随着人工智能技术的不断发展,社区智慧养老服务模式提供了一种新的养老思路,为解决人口老龄化环境下养老服务产业带来了新机遇。本研究对人工智能社区智慧养老服务模式及相关技术进行介绍,通过人工智能技术,针对老人不同的服务需求进行不同层次的护理,提供高效、高精度的养老服务供给,从而优化养老模式,减少人力资源浪费。人工智能社区智慧养老服务模式可能会给社会结构、经济模式和养老服务体系带来变化,但需要加大政策支持力度,培育人工智能人才、加强老人智能知识学习和操作培训,通过民政、财政、卫生、信息、养老等部门和街道以及老人、家属通力协作,才能推动人工智能技术在养老服务领域的发展,提升我国社会养老服务质量,为老年人构建幸福生活提供有力保障。

#### 参考文献:

- [1] 中国发展研究基金会. 中国发展报告 2020: 中国人口老龄化的发展趋势和政策[EB/OL]. [2020-06-19]. <https://www.cdrf.org.cn/jjhd/5450.htm>  
China Development Research Foundation. China development report 2020: development trends and policies of china's population aging (C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

- [2] 党俊武. 中国城乡老年生活状况调查报告(2018)[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2018: 1.  
DANG J W. Survey report on the living conditions of the elderly in China's urban and rural areas (2018) [M]. Beijing: Social Sciences Academic Press(China), 2018: 1.
- [3] 睢党臣, 刘星辰. 人工智能居家养老模式构建[J]. 重庆社会科学, 2020(7): 6-19.  
SUI D C, LIU X C. Artificial intelligence home care service model construction[J]. Chongqing Social Sciences, 2020(7): 6-19.
- [4] 中华人民共和国中央人民政府网. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[EB/OL]. [2021-03-13]. [http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content\\_5592681.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm).  
The Central People's Government of the People's Republic of China. The fourteenth five-year plan for national economic and social development of the People's Republic of China and the outline of long-term goals for 2035 [EB/OL]. [2021-03-13]. [http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content\\_5592681.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm).
- [5] OBERMEYER Z, EMANUEL E J. Predicting the future-big data, machine learning, and clinical medicine[J]. N Engl J Med, 2016, 375: 1216-1219.
- [6] 金心宇, 夏琦, 张唯, 等. “医养智慧联动”的养老模式研究与探索[J]. 中国工程科学, 2018, 20(2): 92-98.

- JIN X Y, XIA Q, ZHANG W, *et al.* "Medical-and-Care Wisdom Linkage" pension model research and exploration [J]. Chinese Engineering Science, 2018, 20(2): 92-98.
- [7] 王志宏, 杨震. 人工智能技术研究及未来智能化信息服务体系的思考[J]. 电信科学, 2017, 33(5): 1-11.
- WANG Z H, YANG Z. Research on artificial intelligence technology and the future intelligent information service architecture [J]. Telecommunications Science, 2017, 33(5): 1-11.
- [8] BELLMAN R. An introduction to artificial intelligence: can computers think? [M]. San Francisco: Boyd & Fraser Pub Co, 1978: 1.
- [9] 涂爱清, 曾铁英. 人工智能技术在临床护理中的应用问题及展望[J]. 护理研究, 2020, 34(2): 269-272.
- TU A Q, ZENG T Y. Existing application problems and development prospects of artificial intelligence technology in clinical nursing [J]. Chinese Nursing Research, 2020, 34(2): 269-272.
- [10] 唐珂. 人工智能未来发展前景[J]. 人民论坛, 2018(2): 24-25.
- TANG K. The future development prospects of artificial intelligence [J]. People's Tribune, 2018(2): 24-25.
- [11] LIU L, STROULIA E, NIKOLAIDIS I, *et al.* Smart homes and home health monitoring technologies for older adults: a systematic review [J]. Int J Med Inform, 2016, 91: 44-59.
- [12] PUUSTJÄRVI J, PUUSTJÄRVI L. The role of smart data in smart home: health monitoring case [J]. Procedia Computer Science, 2015, 69: 143-151.
- [13] CHEN J H, ASCH S M. Machine learning and prediction in medicine—beyond the peak of inflated expectations [J]. N Engl J Med, 2017, 376: 2507-2509.
- [14] 睢党臣, 彭庆超. "互联网+居家养老": 智慧居家养老服务模式[J]. 新疆师范大学学报, 2016, (5): 128-135.
- SUID C, PENG Q C. "Internet+home-based care for senior citizens": research in service model of intellectual home-based care for senior citizens [J]. Journal of Xinjiang Normal University, 2016, (5): 128-135.
- [15] CHEEK P, NIKPOUR L, NOWLIN H D. Aging well with smart technology [J]. Nurs Adm Q, 2005, 29(4): 329-338.
- [16] SUZUKI K. Overview of deep learning in medical imaging [J]. Radiol Phys Technol, 2017, 10: 1-17.
- [17] SEDENBERG E, CHUANG J, MULLIGAN D. Designing commercial therapeutic robots for privacy preserving systems and ethical research practices within the home [J]. International Journal of Social Robotics, 2016, 8(4): 575-587.
- [18] DEVIKA A, ANAGHA V, SRINIDHI H, *et al.* Performance analysis of deep learning architectures for recommendation system [C]. Chicago: International Conference on High Performance Computing Workshops, 2018: 129-136.
- [19] 周丹, 尹安春. 人工神经网络在护理领域的应用研究进展[J]. 护理学杂志, 2020, 35(3): 94-97.
- ZHOU D, YIN A C. Application of artificial neural networks in nursing: a literature review [J]. Journal of Nursing Science, 2020, 35(3): 94-97.
- [20] RESNICK H, VARIAN R. Recommender systems [J]. Communications of the ACM, 1997, 40(3): 56-58.
- [21] LEE T T, LIU C Y, KUO Y H, *et al.* Application of data mining to the identification of critical factors in patient falls using a web-based reporting system [J]. Int J Med Inform, 2011, 80(2): 141-150.
- [22] 高金转, 彭旭峰, 张会新, 等. 基于 ZigBee 无线传感网络的环境监测系统的设计 [J]. 电子器件, 2016, 39(3): 546-550.
- GAO J Z, PENG X F, ZHANG H X, *et al.* Design of environmental monitoring system based on ZigBee wireless sensor networks [J]. Chinese Journal of Electron Devices, 2016, 39(03): 546-550.
- [23] 邢珍珍, 杨慧炯, 何昌辉. 基于 Zigbee 和微信平台的智能家居系统的研究与实现 [J]. 软件工程, 2018, 21(11): 46-48.
- XING Z Z, YANG H J, HE C H. Research and implementation of the smart home system based on Zigbee and WeChat platform [J]. Software Engineering, 2018, 21(11): 46-48.
- [24] ALBERDI A A, WEAKLEY A, AZTIRIA G A, *et al.* Automatic assessment of functional health decline in older adults based on smart home data [J]. J Biomed Inform, 2018, 81: 119-130.
- [25] 席淑华, 谢少飞. 上海某社区高龄独居老人意外伤害现状的调查与分析 [J]. 解放军护理杂志, 2008, 25(10): 40-42.
- XI S H, XIE S F. Investigation and analysis of the accidental injury of the elderly living alone in a community in Shanghai [J]. Nursing Journal of Chinese People's Liberation Army, 2008, 25(10): 40-42.
- [26] 贾震宇, 王维, 王琛, 等. 可穿戴设备在医疗领域中的应用进展 [J]. 中国医疗设备, 2017, 32(2): 96-99.
- JIA Z Y, WANG W, WANG C, *et al.* Application and development of wearable devices in medical field [J]. China Medical Devices, 2017, 32(2): 96-99.
- [27] 杨鹏, 李潇婧, 张慧君, 等. 智能监控系统下的老年人异常行为研究进展 [J]. 中国康复医学杂志, 2019, 34(1): 112-115.
- YANG P, LI X J, ZHANG H J, *et al.* Research progress on the abnormal behaviors of the elderly under the intelligent monitoring system [J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2019, 34(1): 112-115.
- [28] ZHOU T, REN J, MEDO M, *et al.* Bipartite network projection and personal recommendation [J]. Phys Rev E, 2007, 76(4): 046-115.
- [29] ESTEBAN C, STAECK O, BAIER S, *et al.* Predicting clinical events by combining static and dynamic information using recurrent neural networks: International Conference on Healthcare Information (ICHI) [C]. Chicago: IEEE, 2016: 1.
- [30] HUANG Z, XU X, ZHU H, *et al.* An efficient group recommendation model with multiattention-based neural networks [J]. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, 2020, 1: 1-14.

(收稿日期: 2021-03-03; 修回日期: 2021-04-16)

(本文编辑 崔晓芳)