

“助老”健康服务机器人创新设计

刘津汶^{1*}, 张欣雨¹, 王语佳², 刘絮², 齐文悦³

¹天津商业大学艺术学院, 天津

²天津商业大学管理学院, 天津

³天津商业大学会计学院, 天津

收稿日期: 2024年3月7日; 录用日期: 2024年3月27日; 发布日期: 2024年4月29日

摘要

在新时代的背景下, 我国老龄化趋势不断加强, 老年人口数量急剧增加, 慢性疾病如心血管疾病、脑血管疾病等已成为影响老年人健康的重要威胁。本文以服务蓝图理论和用户研究方法为理论基础构建了“助老”健康服务理念及服务机器人产品设计体系; 针对老年人居家身体健康监测和检测、疾病预防和及时救助方面, 对产品的功能结构和外观进行研究设计; 逐渐完善养老看护、身体健康监测等问题, 为独居老人居家健康服务提供新的研究思路, 具有一定的理论与实用价值。

关键词

健康服务, 机器人, 创新设计, 服务设计, 适老化产品

Innovative Design of “Elderly Assistance” Health Service Robot

Jinwen Liu^{1*}, Xinyu Zhang¹, Yujia Wang², Xu Liu², Wenyue Qi³

¹School of Art of Tianjin Commerce University, Tianjin

²School of Management of Tianjin Commerce University, Tianjin

³School of Accounting of Tianjin Commerce University, Tianjin

Received: Mar. 7th, 2024; accepted: Mar. 27th, 2024; published: Apr. 29th, 2024

Abstract

Under the background of the new era, China's aging trend is strengthening, the number of elderly population is increasing sharply, and chronic diseases such as cardiovascular diseases and cere-

*通讯作者。

文章引用: 刘津汶, 张欣雨, 王语佳, 刘絮, 齐文悦. “助老”健康服务机器人创新设计[J]. 设计, 2024, 9(2): 872-885.

DOI: 10.12677/design.2024.92279

brovascular diseases have become an important threat to the health of the elderly. Based on service blueprint theory and user research method, this paper constructs the concept of “helping the aged” health service and the product design system of service robot. It researches and designs the functional structure and appearance of the product for monitoring and testing the physical health of elderly people at home, disease prevention, and timely assistance, gradually improving issues such as elderly care and physical health monitoring, providing new research ideas for home health services for elderly people living alone, which has certain theoretical and practical value.

Keywords

Health Service, Robot, Innovative Design, Service Design, Aging Product

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着近年来“老龄化”现状的不断加剧，中国老年空巢家庭规模 20 年增加了 2 倍多，超四成老年家庭为空巢家庭，空巢已成为中国老年家庭的主要家庭形态之一[1]。由此，我们须不断了解分析这一众老年人的需求，不断提高护老、助老、养老服务的水平，创建一个能够满足老年人日常生活、活动娱乐的安全环境。

现今机器人在“助老”服务中的应用取得了较程度的进展。而基于健康服务、日常检测的“助老”健康服务机器人的设计，或将成为协助医护工作者、缓解监护压力、提高老年人生活质量的一大助力。

因此，本文将基于“老龄化”现状的分析，结合服务设计理论，提出“助老”健康服务机器人的创新设计，对老年人身体状况进行日常检测和监测等，具有一定的实际应用价值。

2. 研究背景

2.1. 中国社会老龄化现象

根据 1956 年联合国《人口老龄化及其社会经济后果》确定的划分标准，当一个国家或地区 60 岁以上老年人口占人口总数的 10%，或 65 岁以上老年人口占人口总数的 7%，即意味着这个国家或地区的人口处于老龄化社会。在我国第七次人口普查公报(第五号)中，指出我国 60 岁及以上人口为 264,018,766 人，占 18.70%，其中 65 岁及以上人口为 190,635,280 人，占 13.50%，如表 1 所示。

Table 1. Age composition of the national population

表 1. 全国人口年龄构成

年龄(岁)	人口数(人)	比重(%)
0~14	253,383,938	17.95
15~59	894,376,020	63.55
60 以上	264,018,766	18.70
其中: 65 及以上	190,635,280	13.50
总计	1,411,778,724	100.00

中国老龄化五大趋势：规模大、速度快、高龄化、未富先老、养老负担加重[2]；随着我国步入老龄化社会，大部分子女却因工作繁忙无暇照顾家中老人，“独居老人”“空巢老人”在老年人群中占了相当一部分比重。有关数据显示，我国空巢老人在 2023 年和 2050 年将分别达到 1.73 亿和 2.25 亿[3]。

2.2. “助老”产品设计现状

国务院关于印发《“十四五”国家老龄事业发展和养老服务体系规划》的通知中提到“加大制度创新、政策供给、财政投入力度，推动老龄事业和产业协同发展，在老有所养、老有所医、老有所为、老有所学、老有所乐上不断取得新进展，让老年人共享改革发展成果、安享幸福晚年。”

在国家的宏观政策支持下，“助老”产品更是如同雨后春笋般不断涌现，从一些大型的、具有极强专业性的医疗机器人到日常的老年助行产品，都体现着对老年群体的人文关怀和设计者自身的巧思，从一定程度上推动了我国养老服务体系的发展进程。

目前，随着人工智能、大数据化以及“万物互联”的物联网的蓬勃发展，“助老”产品设计方面更是向前迈进了一大步。从多样化的制作材料方面来看：由简单的机械化设备(图 1)到智能化设备(图 2)不断充盈“助老”行业产品；从产品外观设计方面来看，从简约大方的到生动拟人的设计满足不同的审美需求(图 3 和图 4)；从产品功能设计方面来看：从专业医疗到日常关怀实现全面协助老人健康生活(图 5 和图 6)。



Figure 1. Walker design for the elderly
图 1. 老年助行器设计^①



Figure 2. Home service robot
图 2. 家庭服务机器人^②



Figure 3. Emotional care products for the elderly
图 3. 情感关怀助老产品^③



Figure 4. Intelligent elderly care robot
图 4. 智能养老机器人^④



Figure 5. Self-examination elderly health testing equipment
图 5. 自助体检老人健康检测设备^⑤



Figure 6. The old man supported the machine
图 6. 老人搀扶机器®

但是在阅览诸多“助老”产品之后，发现目前的相关产品设计仍存在一些共性问题，例如：

(1) 部分老年人对于一些电子产品仍有所排斥，“不会用”“学不会”“记不住”成为智能化设备与老年人无法“交心”的难题，只有真的意识到这个问题，并不断提出多样化的解决方法，才能真正在如何“助老”方面有多实现。

(2) 是否真正符合老年人的审美？在产品调研时，有时会忽略老年人对产品外观的感受，认为只要功能齐全就行，但是年轻人的设计老人真的可以接受吗？产品外形的雷同让老年人主动选购更是难上加难。

(3) 产品功能方面，面对繁琐冗杂的功能，哪些是老年人真正会用到的。“助老”产品应当以日常陪护为主，那么在一些多余的娱乐方面是否能够摒弃，减少对老年人操作方面的干扰。

3. 服务设计理论

3.1. 服务设计产生与发展

服务设计理念起源于国外，欧洲是最早进入服务设计领域的地区，在全球服务行业中也处于领先地位。随着西方一些发达国家的经济发展重心逐渐转向服务业，服务设计引起了学术界的关注和研究。

1982年，首次提出了管理与营销层面的服务设计概念，强调将有形产品与无形的服务相结合。将服务设计的概念明确成“服务系统设计”[4]。之后肖斯塔克在“Designing Services That Deliver”中提出在服务产品设计方面引入决策学理论、工业设计知识以及计算机图形学等技术[5]，发明了服务蓝图技术(Service Blueprint)。该理论在此之后发展成为服务蓝图理论。

3.2. 服务设计涵盖领域的发展

服务设计是一个多领域的发展方向。随着科技的进步和社会的发展，服务设计的应用范围变得越来越广泛。不再局限于传统的商业领域。服务设计的发展为各行业提供了更加专业和个性化的解决方案，提升了用户体验和企业的竞争力。

在教育领域，服务设计可以帮助学校和教育机构更好地理解学生的需求和期望，设计出更加符合他们的教育方案。例如，通过使用虚拟现实技术，可以创造出更加生动和互动的教学环境，提高学生的学习兴趣 and 效果[6]；在交通领域，服务设计可以通过优化交通规划和改善交通设施，提高城市交通的效率和便利性。例如，通过智能交通系统和出行导航应用，可以减少交通拥堵和提供实时的交通信息，方便

市民出行。

在医疗行业，服务设计通过优化医疗流程和改善医患沟通，提高患者就诊的效率和体验。同时，通过引入智能设备和信息化技术，可以提供更加便捷的医疗服务，实现医患共同治疗的目标，近年来 IBM 探究调研了医疗卫生系统方面，深入考察了在分析平台、医院数据、区域医疗挖掘等方面的现状。“IBM”目前的趋势之一是提供服务与提供商品的区别，产品概念被服务概念所代替，IBM 提供的不是某种独立的产品，而是一种服务。

服务设计涵盖领域的发展已经成为一个不可忽视的趋势。它不仅可以提供更好的用户体验，还可以提升企业的竞争力。随着科技的不断进步和社会的不断发展，服务设计将会在更多的领域发挥重要作用，为人们的生活带来更多的便利和舒适。

3.3. 服务设计目标人群

3.3.1. 消费者

消费者通常是决策过程中的主要参与者。他们负责选择合适的产品或服务，并将其购买给自己或他人使用。消费者对于价格、品牌声誉、功能特性等方面都有着明确的偏好和期望。因此，在服务设计中考虑消费者的需求至关重要，以便满足他们的期望并促使他们做出购买决策。

3.3.2. 使用者

使用者更加关注产品或服务在实际操作中的效果和体验。他们可能不会直接支付款项或进行购买决策，但他们对于产品或服务在日常生活中是否具有实用性和易用性非常关注。使用者需要功能齐全、操作简单且符合自身需求的产品或服务。因此，在服务设计中应该优先考虑使用者的需求，并确保提供出色的用户体验。

3.4. 服务设计在产品中的应用案例

3.4.1. Library of Things

在生活中的零碎物品，使用频率较低且收纳麻烦。如螺丝扳手、吸尘器除草机等。这些工具在家中会闲置。一家位于伦敦的社区性非盈利性组织 Library of things 就很好地解决了这个难题。在这里，可以低价租赁这些工具。相比于更加开放的互联网租借平台，“library of things”基于社区，服务社区，连接社区的每一个人，更好地体现了服务设计的人文关怀。如图 7 所示。



Figure 7. Library of things

图 7. Library of Things^⑦

3.4.2. Scan Ship

Scan Ship 是一种新型的自助结账方式，广泛应用于大型超市。它对顾客和商店双方均有益处。它使结账变得更加简单，每个商品都会被隧道式扫描仪自动识别。设备配备两个平行的通道，用于装袋和付款，因此结账速度提高。Scan Ship 简化了整个结账流程，提升了购物的便利和乐趣。此外，它还具有优雅的设计，为用户提供了良好的使用体验。如图 8 所示。



Figure 8. Scan Ship
图 8. Scan Ship®

4. “助老”健康服务机器人设计定位

4.1. 目标用户定位

随着经济社会发展和居民生活水平的提高，我国消费市场发展愈发蓬勃，而当前我国正处于人口老龄化快速发展期，截至 2017 年底，全国 60 岁及以上老年人口已经达到 2.4 亿，占总人口的 17.3%，65 岁及以上老年人口占到全国总人口的 11.4%。同时，新时代老年人的经济能力大幅增强，其消费观念也日益更新[7]。

前期进行了相关的目标用户市场调研，根据线下询问及问卷调查的形式，对 809 位 20 岁以上的人群进行了相关调查，主要针对家中老年人的各种情况进行了提问，如图 9 所示。

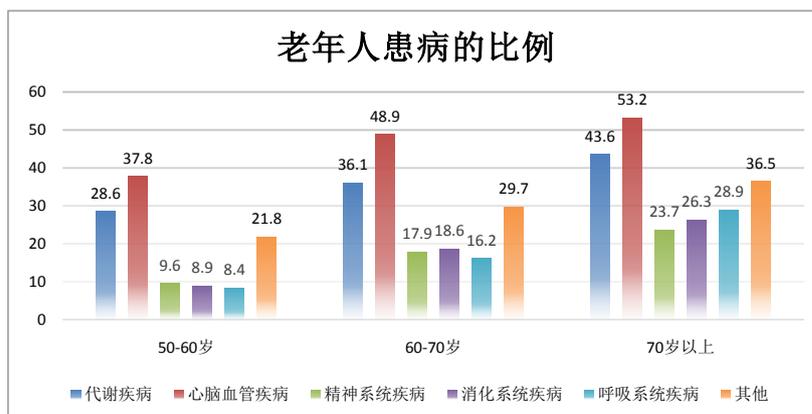


Figure 9. The proportion of the elderly who are sick
图 9. 老年人患病的比例®

从统计数据来看，被调查者家庭中老人大部分都患有的一种或多种疾病，而心脑血管疾病和代谢疾病占比最多，并且随着年龄的增加，患病率也逐渐上涨。据统计 50~60 岁的老年性白内障的发病率 60%~70%，70 岁以上则达 80%，而 80 岁以上的老年人患病率则高达 100%。在调查问卷中显示，愿意为家中老年人

购买的本相关产品的年轻人群体和愿意自己在家中使用时支付价格的老年人各占比不同，但都对此产品有较大的期望；并且本部分调查的人群有 37.9% 的人群工作于行政 / 事业单位，有 30.4% 的人群工作于国营企业，除去退休人员外，其他均匀分布于私营和上市股份公司，均有固定的收入来源，这就意味着大部分人有能力购买一台需求性较高的机器人。

由此根据投入市场的时间来划分目标客户定位。

(1) 预热期目标市场

主要客户：购买能力强且愿意为家中老年人购买的中青年人群。

首要发展的目标范围就是：具有较强的购买能力和购买欲望的中青年人群。想为家中的老年人提供更为便捷的生活方式，通过手机 APP 连接方式为老年人和自己能提供一个更有效地连接媒介，在老年人遇到突发情况能及时通过连接媒介而知晓等等。

次要客户：具备支付能力且愿意享受此类服务的老年群体。

次要发展的目标范围就是：有较强的购买能力和现实需要并且具备支付能力的老年人群体。这部分老年人群对自己身体情况有客观的了解，并且愿意享受此类机器人提供的各种服务。

(2) 发展期目标市场

随着用户的增加和销售的宣传，根据不同群体反馈的需求和建议进行优化改进，增加必要的技术，减少不必要的步骤来进行机器人的升级，此时的消费人群根据用户的年龄和需求分成三大类别：50~60 岁的老年人群；60~70 的老年人群；70 以上的老年人群。机器人产品的种类也由此升级为三大种类。根据不同的人群推荐不同的机器人产品种类，由此进行更为针对性的高效服务。

4.2. 需求调研

4.2.1. 针对目标群体的需求调研

据国家统计局发布的统计数据及全国老龄委员会提供的调查资料显示，仅在 2010 年老年人市场需求量就已达 1.2 万亿元，而此时的市场上提供的老年人产品却不足 1000 亿元，由此看来，老年人产品市场的供给量与需求量严重失衡[8]。

通过针对目标客户群体进行线下调查询问其对此类机器人的需求及建议，为保证被调查对象对问卷内容有一个较为全面的了解，此次调研多采用一对一访谈式的问卷调查，并当场记录问题的答案并统计。调查共采访 330 人，有效采访为 314 人，有效采访率为 95.15%。其中对于提及较多的需求及建议如表 2 所示。

Table 2. Target group needs and countermeasures

表 2. 目标群体需求及对策

需求调研	原始需求	对策交流	
客户群体	需求	对策	优先级
购买能力强且愿意为家中老年人购买的中青年人群	①能有对话的功能陪伴老年人； ②对老年人的身体情况确切掌握且能控制药物供给； ③有紧急情况的应对方法，能够连接医院的功能。	①机器人设计的功能能满足对话、提醒吃药等多数的建议需求； ②在发展期中逐步建立与医院的连接功能，并可以在此基础上建立储存于机器人中的医疗档案。	中等
具备支付能力且愿意享受此类服务的老年群体	①能通过该机器与子女立即取得联系； ②有简洁的功能按钮及到位的服务； ③可以提供身体出现的状况是否应该就医等医疗相关服务。	①机器人设计的功能能满足通过显示屏与子女取得“面对面”联系等多数功能； ②对于判断身体各种疾病情况是否应该就医还存在不完善处，会在发展期来逐步提高技术进行完善。	很急

4.2.2. 老年人智能产品需求分析

影响老年人智能产品需求的因素是多样的,经卡方检验,影响较为显著的主要是老年人的健康状况和经济状况,即是否残疾、失能程度和总体经济情况。如表 3 中统计数据可知,老年人对智能血压计(30.5%)、老年心率手表(15.3%)、健康记录器(13.1%)、智能电子药盒(13.6%)等日常健康检测设备的需求最高。经济状况较为宽裕的老年人对日常健康监测设备的需求量很大,对其他智能设备的需求量也较经济较为拮据的老年人。总之,老年人的健康状况使其对智能产品有比较大的需求量,即使是健康的老年人也需要智能产品来管理自己的健康状况[9]。

Table 3. Overall economic situation of the elderly * Most needed smart products table (%)
表 3. 老年人总体经济状况*最需要的智能产品表(%)

变量名称 变量取值	总体经济状况					总体
	非常宽裕	比较宽裕	一般	比较拮据	非常拮据	
智能血压计	3	32	52	11	1	38.5
老年心率手表	3	38	23	6	1	17.6
健康记录器	5	30	22	6	1	15.3
智能电子药盒	4	32	23	5	1	15.7
智能呼叫器	8	44	4	0	0	5.6
居家安全电话	5	32	4	0	0	4.2
癫痫检测手表	0	100	0	0	0	1.2
失智症照护设备	1	38	1	0	0	1.9
总体	4	33	48	13	2	100

由表 3 统计数据可知,老年人对智能产品的需求与经济状况存在较大的关系,并且对各智能产品都有相应的需求,并且对应产品的是单一的功能,而本文提出的助老型智能机器人是结合多种智能产品为一体对老年人进行全面有效的服务,并在发展过程中提供更为优化的服务功能。

5. “助老”健康服务机器人创新设计

5.1. 功能分析与设计

(1) 基本生活辅助功能。机器人应具备上网、通话、基础交互以及移动功能,方便老年人进行日常通信和信息获取。

(2) 健康管理功能。机器人应具备智能健康管理功能,能够监测老年人的生理指标,如心率、血压、血糖等,并提供相应的健康建议。

(3) 情感交互功能。机器人应具备高级的情感交互能力,能够与老年人进行自然的对话和交流,提供陪伴聊天、亲情互动等服务,以满足老年人在情感上的需求。

(4) 安全防护功能。机器人应具备智能安防功能,能够监测居住环境的安全状况,如烟雾报警、门窗状态等,并及时提醒老年人或相关人员。

(5) 智能家居联动功能。机器人应与家居设备实现联动,能够控制家电开关、灯光调节等,提升老年人的生活品质和便利性。

5.2. 功能设计

(1) 硬件设计

移动平台：设计稳定的移动底盘，确保机器人在各种环境下都能稳定运行。

传感器：配置多种传感器，如红外传感器、超声波传感器等，以实现精准的环境感知和避障功能[10]。

显示与交互设备：配备触摸屏或语音交互设备，方便老年人与机器人进行交互。

(2) 软件设计

操作系统：采用稳定可靠的操作系统，确保机器人的稳定运行和快速响应。

人机交互界面：设计简洁直观的人机交互界面，方便老年人进行操作。

健康管理模块：开发健康管理算法，实现对老年人生理指标的监测和分析。

情感交互模块：利用自然语言处理技术和人工智能技术，实现与老年人的自然对话和情感交流。

安全防护模块：集成智能安防系统，实现对居住环境的实时监测和预警。

智能家居控制模块：与家居设备实现联动，实现远程控制和自动化管理[11]。

(3) 无障碍设计要素

交互设计：采用直观、简单的交互方式，如语音控制、触摸屏等，方便老年人使用。同时，提供多语言支持，以适应不同文化背景的老年人。交互界面设计应清晰明了，避免过多的操作步骤和复杂的菜单设置。

语音识别与合成：助老机器人应具备高效的语音识别技术，能够准确识别老年人的语音指令，并根据指令提供相应的服务。此外，机器人的语音合成功能应自然流畅，能够清晰地传达信息，使老年人能够轻松理解。

视觉设计：考虑到老年人视力下降的问题，机器人应采用大字体、高对比度的显示方式，确保老年人能够清晰地看到相关信息。同时，避免使用过于复杂的图形和图案，以免干扰老年人的视觉感知。

听觉设计：助老机器人应具备清晰、洪亮的语音输出功能，以适应老年人听力下降的特点。此外，机器人还应能够识别并响应老年人的声音特征，以便在需要时提供个性化的服务。

操作便捷性：机器人的设计应充分考虑老年人的操作能力，采用轻便、易于握持的结构。同时，提供一键式紧急求助功能，以便老年人在遇到突发情况时能够及时寻求帮助。

安全防护：助老机器人的设计应具备多重安全防护功能，如防摔、防撞等，确保老年人在使用过程中的安全。同时，机器人还应具备自动充电和断电保护功能，以避免因电量不足或意外断电导致的安全问题。

5.3. 系统架构

(1) 硬件平台

硬件平台是服务系统的基础，主要包括智能移动机器人、健康监测设备、智能家居设备等。智能移动机器人作为系统的核心，负责提供上网、通话、基础交互以及移动功能；健康监测设备用于实时监测老年人的生理数据，如血压、心率、血糖等；智能家居设备则通过联动控制，为老年人提供便捷的生活环境。

(2) 软件系统

软件系统是实现服务功能的关键，包括人机交互界面、数据分析处理模块、健康管理模块等。人机交互界面负责提供友好、易操作的界面，方便老年人使用；数据分析处理模块则负责对老年人的健康数据进行分析处理，为健康管理提供数据支持；健康管理模块则根据老年人的健康状况，提供个性化的健康建议和管理方案。

(3) 服务体系

服务体系是系统的灵魂，主要包括基础服务、增值服务和紧急救援服务。基础服务包括生活监管、

健康监测、陪伴聊天、亲情互动、视频播放等[12]; 增值服务则根据老年人的需求和兴趣, 提供文化娱乐、教育培训等服务; 紧急救援服务则用于应对老年人可能出现的突发状况, 提供及时有效的救援措施。

5.4. 设计方案

通过前期大量查阅文献和相关资料、报道, 将提取的设计信息转化成设计点, 从外观造型、颜色、材料和功能等方面出发, 绘制草图方案, 再经过探讨和小范围调研, 确定最终方案。

(1) 初步草图

将问卷调查对于智能机器人外观造型的需求和建议总结如下: 功能上要侧重实用性和稳定性, 针对老年人生活中易出现的问题具有帮助且结构设计合理, 功能稳定; 产品的安全性要摆在产品设计的重要位置, 机器人在设计过程中在材料和外观上要注重保障老年人使用群体的健康和安全; 外观要具备亲和性, 老年人产品设计不仅要考虑到用户人群的生理需求, 还要考虑其心理需求, 所以外观设计多采用流畅的曲线, 使产品柔和富有亲和力, 看起来更平易近人。据此确定智能机器人的基本外观形态, 初步草图方案如图 10 所示。

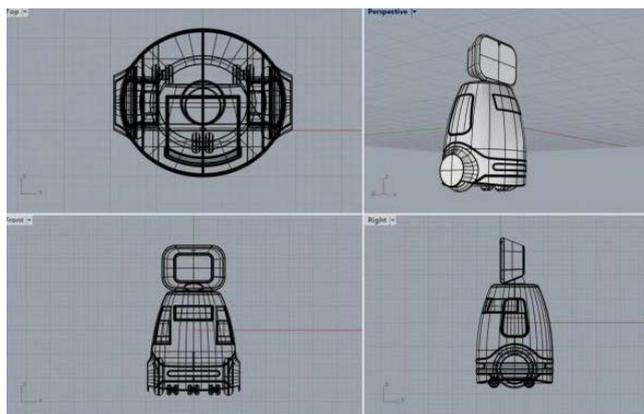


Figure 10. Preliminary sketch

图 10. 初步草图[®]

(2) 最终方案

机器人整体选用较软的塑料制成, 能在使用的同时保护使用者的安全, 避免造成伤害。如图 11 所示。



Figure 11. Final scheme

图 11. 最终方案[®]

屏幕采用 LED 液晶显示屏，如图 12 所示。能够尽大可能的呵护使用者的眼睛；周围一圈采用圆角设计，减少磕碰伤害。机器人的头部选用磨砂面的塑料材质，使用时不会过多反射影响视线。

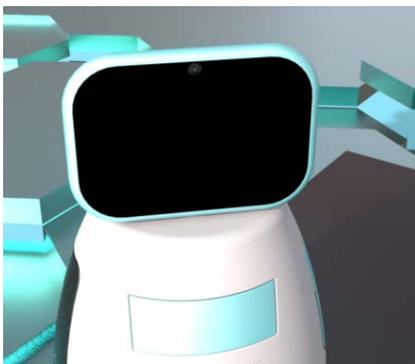


Figure 12. LED liquid crystal display
图 12. LED 液晶显示屏[®]

机器人手臂和前侧储药箱采用可伸缩的结构，使用时可通过屏幕快捷键或语音打开，如图 13 所示。不会出现使用特别困难、给用户的表达不清晰或违反用户习惯的操纵方式。轮胎选用光面塑料材质，并且在轮子一圈增加凸起，增加轮子的抓地力。



Figure 13. Front side storage box
图 13. 前侧储药箱[®]

最终方案如图 14 和图 15 所示。

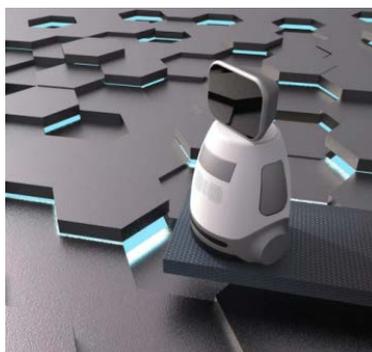


Figure 14. Final solution 1
图 14. 最终方案 1[®]

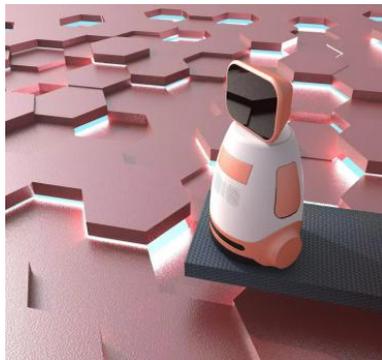


Figure 15. Final solution 2

图 15. 最终方案 2[®]

6. 结论

本文针对目前人们对居家老年人的身体健康状况的重视程度加深及由人口老龄化带来的社会问题加剧, 基于现在社会上对居家健康机器人监测方面的空缺, 对老年人尤其是空巢老人居家身体健康检测、疾病预防和预警等服务方面问题进行研究。以社区居家老年人为目标用户, 通过问卷调查, 访谈等方式分析, 提出“助老”健康服务机器人的创新设计概念, 对机器人功能、外观及人机交互等方面进行系统设计, 进而打造老年人智能健康新生活方式, 探索艺术与科技有机融合方向和方法。通过设计研究, 形成“助老”健康服务机器人创新设计方案, 同时也体现了一定的社会责任感, 提高老年人生活质量、优化老年人的生活状态, 使得智能产品对老年人的生活产生积极的辅助作用, 让老年人充分享受到安全、舒适、方便的智能化生活。

基金项目

2023 年天津市大学生创新训练计划项目(项目编号: JS23082)。

注 释

①图 1 来源: 网页引用, zcool 站酷, <https://www.zcool.com.cn/work/ZMzczMzc5MTI=.html>

②图 2 来源: 网页引用, 怡美设计, <https://www.imaydesign.com/news/industry/959.html>

③图 3 来源: 网页引用,

<https://www.puxiang.com/galleries/fc760837e4779fad49806a1e7f12caec?favorite=true>

④图 4 来源: 网页引用, <http://www.xinhuanet.com/foto/index.html>

⑤图 5 来源: 网页引用, <http://www.lkang.cc/Products/1156921808863776768-9-9.html>

⑥图 6 来源: 网页引用, <https://www.bifoxs.com/bhgd/1124.html>

⑦图 7 来源: 网页引用, <https://www.vcg.com/home>

⑧图 8 来源: 网页引用, <https://www.thepaper.cn/>

⑨图 9~15 来源: 作者自绘

参考文献

- [1] 陶涛, 金光照, 郭亚隆. 中国老年家庭空巢化态势与空巢老年群体基本特征[J]. 人口研究, 2023, 47(1): 58-71.
- [2] 任泽平团队, 任泽平. 中国老龄化研究报告[J]. 企业观察家, 2022(4): 76-81.
- [3] 李建伟, 吉文桥, 钱诚. 我国人口深度老龄化与老年照护服务需求发展趋势[J]. 改革, 2022(2): 1-21.

-
- [4] 曹廷蕾. 基于用户行为的西安地铁服务设计研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 陕西科技大学, 2019.
- [5] 黄悦文. 人文关怀下的历史古镇智慧旅游服务系统设计研究[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 江西财经大学, 2021.
<https://doi.org/10.27175/d.cnki.gjxcu.2021.001438>
- [6] 恽如伟. 虚拟现实的教学应用及简易虚拟学习环境设计[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京师范大学, 2006.
- [7] 彭涵, 刘海燕. 老年人消费行为及影响因素研究——基于上海市老年生活形态调研的分析[J]. 老龄科学研究, 2018, 6(4): 60-68.
- [8] 陈思琪. 基于老人潜在需求的产品设计策略研究[J]. 科技创新导报, 2019, 16(7): 255-256.
<https://doi.org/10.16660/j.cnki.1674-098X.2019.07.255>
- [9] 张玉琼, 许琳. 需求侧研究: 老年人对智能养老服务的需求意愿及其影响因素——以西安市为例[J]. 老龄科学研究, 2016, 4(7): 43-52.
- [10] 李梦, 刘洋, 刘梓杨. 基于 Arduino 的智能机器人玩具的设计与应用[J]. 科学技术创新, 2018(27): 75-76.
- [11] 宋欣桦. 基于物联网技术的家居智能制造关键技术的研究与应用[J]. 自动化应用, 2023, 64(16): 41-44.
- [12] 庞广风. 基于用户体验的家庭助老服务机器人交互设计研究[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2023.
<https://doi.org/10.27441/d.cnki.gyzdu.2022.002178>