

Design and Research of Intelligent Voice Interaction for the Elderly

Xinyi Yan¹ Yuzhen He²

1. Chang'an University, School of Humanities, Xi'an, Shaanxi, 710064, China

2. Chang'an University, School of Automobile, Xi'an, Shaanxi, 710064, China

Abstract

The intensifying aging population and the widespread adoption of intelligent technology create a stark contradiction, making the digital divide among the elderly increasingly prominent. Intelligent voice interaction, with its inherent advantages of contactless use and low operational threshold, has become a key breakthrough for improving the use of smart devices among the elderly. This study, based on the physiological and psychological characteristics and cognitive patterns of the elderly, focuses on the core issues of age-appropriate intelligent voice interaction design. It systematically conducts research on elderly users' voice interaction cognitive mechanisms, design framework construction, prototype development, and validation by integrating research methods such as bibliometrics, user interviews, eye-tracking experiments, and fuzzy analytic hierarchy process. The innovative aspect of this study lies in revealing the multidimensional cognitive barriers and needs of elderly users in voice interaction, proposing an age-appropriate voice interaction design framework covering four core dimensions: input, comprehension, output, and process, and establishing a usability evaluation system that combines quantitative and qualitative methods.

Keywords

elderly users; intelligent voice interaction; age-appropriate design; cognitive characteristics

老年智能语音交互设计与研究

颜心怡¹ 何宇臻²

1. 长安大学人文学院, 中国·陕西 西安 710064

2. 长安大学汽车学院, 中国·陕西 西安 710064

摘要

人口老龄化加剧与智能技术普及形成鲜明矛盾,老年群体数字鸿沟问题日益突出,智能语音交互凭借无接触、低操作门槛的天然优势,成为改变老年群体智能设备使用困境的关键突破口。本研究基于老年群体生理心理特征与认知规律,聚焦适老化智能语音交互设计核心问题,综合运用文献计量法、用户访谈法、眼动实验法、模糊层次分析法等研究方法,系统开展老年用户语音交互认知机制、设计框架构建、原型开发与验证等研究。研究创新点在于,揭示老年用户语音交互的多维度认知障碍与需求特征,提出涵盖输入、理解、输出、流程四大核心维度的适老化语音交互设计框架,建立量化与质性相结合的可用性评价体系。

关键词

老年用户; 智能语音交互; 适老化设计; 认知特征

1 引言

老龄化程度持续加深且呈加速态势,积极应对人口老龄化已上升为国家战略,智能技术适老化改造是关键举措。

智能设备已深度渗透日常生活,但老年群体因生理机能衰

退、认知能力变化、技术适应不足等,面临严重数字鸿沟。

与传统图形交互相比,智能语音交互无需复杂操作记忆与精细动作控制,更契合老年群体使用习惯,成为弥合数字鸿沟的核心路径。

还有就是当前智能语音产品多以年轻用户为核心设计对象,在方言口音识别、语音合成语速、专业术语使用等方面未充分考虑老年用户特殊需求,导致使用体验不佳,甚至引发技术畏惧心理,难以发挥适老化价值。

2 相关理论基础

随着年龄增长,老年群体的生理机能会出现自然衰退,对智能语音交互产生直接影响。在感官功能方面,老年用户

【基金项目】长安大学大学生创新创业训练计划项目资金支持“颐行无忧——老年助行设备的智能匹配方案项目”(项目编号: 202510710091X)。

【作者简介】颜心怡(2005-),中国湖南衡阳人,本科,从事语言学研究。

的听觉阈值升高,对高频声音的感知能力下降,容易受到环境噪音的干扰;视觉敏感度降低,对光线变化的适应能力减弱,难以快速识别视觉提示信息;运动能力衰退,手部精细动作协调性下降,难以完成复杂的操作指令。在认知能力方面,老年用户的短期记忆容量缩减,信息存储与提取能力下降,难以记住复杂的语音指令;信息处理速度变慢,对语音信息的理解与反应时间延长;注意力易分散,难以在多任务场景下保持专注。

老年群体的心理特征对智能语音交互体验同样具有重要影响。在学习动机方面,老年用户使用智能语音产品的动机多为实用需求,如信息查询、生活服务、社交沟通等,学习意愿与产品的实用性密切相关;在技术接纳态度方面,部分老年用户对智能技术存在畏惧心理,担心操作复杂或出错,接纳度相对较低;在情感需求方面,老年用户更注重产品的情感支持与安全感,希望交互过程亲切、友好,能第一时间获得反馈与帮助。

2.1 智能语音交互技术原理

语音识别是智能语音交互的核心技术之一,其原理是将人类语音信号转换为文本。语音识别系统主要由声学模型、语言模型和解码模块构成,声学模型负责将语音信号转换为音素序列,语言模型负责根据上下文信息对音素序列进行语义解析,解码模块负责输出最终的识别结果。影响语音识别准确率的因素主要包括语音信号质量、用户发音特征、方言与口音、环境噪音等,这些因素对老年用户的语音识别体验影响尤为显著。

语音合成技术是将文本信息转换为自然语音的技术,其质量直接影响老年用户的听觉体验。语音合成的核心指标包括自然度、语速、语调等,自然度越高,用户越容易理解;语速与语调则需要适配老年用户的听觉感知能力与认知节奏,过快的语速或过于平淡的语调会增加老年用户的理解难度。

2.2 适老化设计理论

通用设计原则强调产品设计应满足不同用户群体的需求,无需特殊改造即可为包括老年人在内的各类用户使用。其核心原则包括公平使用、灵活使用、简单直观、信息明确、容错性、低物理努力、尺寸与空间适配等。在智能语音交互设计中,通用设计原则的应用主要体现在:设计应兼顾不同年龄、教育背景、技术水平的老年用户,提供灵活的交互方式,简化操作流程,确保信息传递清晰,减少误操作风险。

老年用户中心设计方法强调以老年用户的需求、特征与使用场景为核心,贯穿产品设计的全过程。其核心流程包括用户研究、需求分析、设计开发、测试验证等环节,每个环节都需要充分考虑老年用户的特殊性。在智能语音交互设计中,老年用户中心设计方法要求设计团队深入了解老年用户的生理心理特征、认知规律与使用习惯,通过用户参与式设计、迭代式开发等方式,确保产品能够真正满足老年用户

的需求。

3 老年用户智能语音交互认知与需求

3.1 老年用户智能语音交互核心需求

老年用户对智能语音交互的功能需求其中一是基础操作便捷化,希望语音指令简单易懂,操作步骤简化,无需复杂的记忆与学习;第二是信息获取精准化,希望语音识别准确率高,能够快速获取所需信息,如天气、新闻、健康知识等;另外是应急响应及时化,希望在遇到紧急情况时,能够通过简单的语音指令快速发起求助,如拨打急救电话、联系家人等。体验需求一是交互流程简化,避免繁琐的语音提示与操作步骤,减少用户的认知负担;二是反馈清晰明确,希望语音合成自然、语速适中、语调亲切,同时提供视觉辅助反馈,如文字显示、图标提示等,确保用户能够准确理解系统响应;三是情感支持适配,希望交互过程具有人情味,系统能够给予用户鼓励与安慰,满足其情感需求。安全需求主要是隐私保护,希望个人信息与语音数据不被泄露;误操作防护,希望系统能够识别并避免误操作,如误拨电话、误下单等;还有就是风险提示易懂,希望系统在涉及资金交易、个人信息修改等敏感操作时,提供清晰、易懂的风险提示,确保用户了解操作后果。

3.2 老年用户语音交互认知障碍分析

语音输入的障碍一方面是发音标准度不足,部分老年用户存在方言口音、发音含糊等问题,导致语音识别准确率下降;二是语速控制困难,老年用户的语速普遍偏慢或不稳定,与系统预设的语速范围不匹配,影响识别效果;三是环境噪音干扰,老年用户多在家庭、户外等环境使用语音交互产品,环境噪音容易导致语音信号失真,降低识别准确率。还有语义理解障碍,比如专业术语困惑,系统使用的部分专业术语超出老年用户的认知范围,导致用户难以理解系统指令与响应;以及对话逻辑断层,系统的上下文关联能力不足,无法准确理解用户的连续指令,导致多轮对话中断,老年用户的语言表达较为口语化、随意化,容易出现歧义句,系统难以准确把握用户意图。最后还有反馈接收的障碍,一是语音合成自然度低,部分系统的合成语音机械、生硬,老年用户难以听清或理解;二是语速过快,系统默认的语音语速超出老年用户的信息处理能力,导致用户无法跟上交互节奏;三是提示信息不明确,系统的语音提示过于简洁或抽象,缺乏必要的解释与引导,老年用户难以理解下一步操作。

4 老年智能语音交互设计框架构建

4.1 设计框架构建原则

适配性原则是适老化智能语音交互设计的核心原则,要求设计充分匹配老年用户的生理心理特征与认知规律。在语音输入设计中,应适配老年用户的发音特点与语速习惯;在语义理解设计中,应适配老年用户的语言表达习惯与认知水平;在语音输出设计中,应适配老年用户的听觉感知能

力；在交互流程设计中，应适配老年用户的认知节奏与操作习惯。

易用性原则要求设计降低老年用户的学习成本与操作难度，具体包括简化语音指令，采用简洁、口语化的表达方式；优化交互流程，减少操作步骤与语音提示；提供个性化的学习引导，帮助老年用户快速掌握使用方法；确保系统具有良好的容错性，允许用户出现一定的操作错误，并提供简单的错误恢复机制。

安全性原则要求设计规避老年用户的使用风险与隐私泄露风险，在功能设计中，应强化敏感操作的风险提示与验证机制，如资金交易、个人信息修改等操作需进行二次确认；在隐私保护方面，应采用数据加密、匿名化处理等技术手段，确保老年用户的语音数据与个人信息安全；在误操作防护方面，应识别并拦截可能导致风险的误操作，如误拨陌生电话、误下单等。

情感化原则要求设计满足老年用户的情感诉求与归属感，在语音输出设计中，应采用亲切、温和的语调与语气，避免机械、生硬的表达；在交互过程中，应给予老年用户鼓励与肯定，如“您说得很清楚”“操作成功啦”等；在功能设计中，可增加陪伴式功能，如语音聊天、情感倾诉等，满足老年用户的情感需求。

4.2 设计框架核心维度

1. 语音输入设计是确保交互成功的基础，发音容错率优化，通过训练方言与口音识别模型，扩大发音容错范围，提升不同口音老年用户的语音识别准确率；语速适配，设计语速自适应调节功能，根据老年用户的语速自动调整识别参数，确保在不同语速下的识别效果；方言与口音兼容，支持主流方言的识别，如普通话、粤语、四川话等，满足不同地域老年用户的需求。

2. 语义理解设计的核心是准确把握老年用户的意图，词汇难度适配，构建老年常用词汇库，优先使用简单、通俗的词汇，避免使用专业术语与生僻词；句式简化，支持简洁、口语化的句式表达，能够识别老年用户的口语化、随意化表达；上下文关联能力强化，优化语义理解模型，提升系统对多轮对话的上下文关联能力，确保对话的连贯性。

3. 语音输出设计直接影响老年用户的听觉体验，合成语音自然度提升，采用神经网络语音合成技术，提升合成语音的自然度，还原真实度；语速调节，提供多档语速调节功能，默认语速比普通产品慢 25%-35%，满足老年用户的信息处理需求；语调情感化，根据不同的交互场景与用户情绪，调整语音语调，如问候场景采用亲切的语调，错误提示场景

采用温和的语调。

5 老年智能语音交互设计优化策略

语音输入优化，针对老年用户语音输入环节的认知障碍，一是提升方言识别率，扩大方言覆盖范围，针对常用方言进行专项模型训练，提高不同口音的识别准确率；二是扩大发音容错范围，优化语音识别算法，允许一定程度的发音不标准、吐字不清等问题，降低老年用户的发音压力；三是自适应语速调节，通过语音信号分析自动识别老年用户的语速，动态调整识别参数，确保在不同语速下的识别效果。

反馈输出环节的优化策略，采用清晰语调与节奏，优化语音合成模型，提升合成语音的自然度与节奏感，避免机械、生硬的表达；增加视觉辅助反馈，在语音输出的同时，提供大号字体的文字显示、简洁的图标提示等视觉反馈，帮助老年用户准确理解系统响应；关键信息重复提示，对于重要信息，比如紧急求助成功提示、敏感操作风险提示等，采用“语音重复+文字强调”的方式，确保老年用户能够准确接收。

6 结论与展望

本文系统梳理了老年用户智能语音交互的生理心理特征与核心需求。老年用户存在感官功能衰退、认知能力下降等生理心理特征，在语音交互过程中面临语音输入、语义理解、反馈接收等多维度认知障碍；其核心需求包括功能需求、体验需求与安全需求。构建多维度适老化智能语音交互设计框架，该框架以适配性、易用性、安全性、情感化为设计原则，涵盖语音输入、语义理解、语音输出、交互流程四大核心维度，明确了各维度的设计要点与实施路径，为适老化智能语音交互产品设计提供了系统性的理论指导。扩大样本规模与地域覆盖范围，涵盖更多特殊老年群体，深入探究其语音交互认知机制与需求特征，进一步完善适老化设计框架。结合人工智能、大数据、物联网等前沿技术，实现个性化自适应设计。

参考文献

- [1] 张明, 李静, 王浩. 老年用户智能语音交互产品的适老化设计研究[J]. 机械设计, 2022, 39(5): 152-157.
- [2] 李娟, 刘敏, 张伟. 基于老年用户认知特征的智能语音交互界面设计[J]. 计算机工程与应用, 2023, 59(12): 234-240.
- [3] 陈亮, 张红, 刘静. 智能语音识别技术在适老化产品中的应用研究[J]. 计算机应用研究, 2023, 40(4): 1123-1128.
- [4] 赵强, 李阳, 王健. 语音合成技术的适老化优化研究[J]. 声学技术, 2022, 41(2): 256-261.