

智能装备设计中人机交互界面的适应性设计研究

黄小雷

天津长荣科技集团股份有限公司 天津市 300400

摘要: 随着科技的飞速发展,智能装备在各个领域的应用日益广泛。人机交互界面作为智能装备与用户沟通的桥梁,其适应性设计对于提升用户体验、提高装备使用效率至关重要。本文深入研究智能装备设计中人机交互界面的适应性设计,分析其理论基础、设计原则、关键技术、应用案例以及评估与优化方法,旨在为智能装备人机交互界面的设计提供理论支持与实践指导,推动智能装备的进一步发展及普及。

关键词: 智能装备; 人机交互界面; 适应性设计

引言

智能装备已深度融入生产生活,从工业自动化生产线到智能家居设备无处不在,人机交互界面作为交互桥梁,其设计直接影响用户接受度与使用效果,而适应性设计能让界面依用户特征、环境及任务需求动态调整,提供个性化高效体验,对提升智能装备性能与市场竞争力意义重大。国外在该领域起步早,苹果、谷歌等有丰硕成果,国内近年加大投入,高校、科研机构及华为等企业积极实践,但存在对用户情感因素考虑不足等问题^[1]。本文采用文献研究法、案例分析法和实证研究法,创新点在于综合多因素构建全面适应性设计模型,引入情感计算等技术提升界面智能化与人性化水平。

一、人机交互界面适应性设计的理论基础

1.1 人机工程学原理

人机工程学研究人、机器及其工作环境之间的相互关系,旨在通过优化设计,使系统达到最佳的性能,同时保证人的安全、舒适和健康。在人机交互界面设计中,人机工程学原理体现在多个方面^[2]。例如,根据人体尺寸和运动特征设计界面的操作控件,确保用户操作的便捷性和舒适性。研究表明,当按钮的直径在8-10mm之间时,用户点击的准确率和效率较高。在界面布局方面,遵循人的视觉认知规律,将重要信息放置在视觉焦点区域,提高信息获取效率。如在汽车仪表盘的设计中,车速、转速等关键信息通常位于表盘的中心位置。

1.2 用户体验理论

用户体验是用户在使用产品或系统过程中建立起来的主观感受,包括情感、信仰、喜好、认知印象、生理和心理反应等多个方面。良好的用户体验是人机交互界

面适应性设计的核心目标。用户体验理论强调以用户为中心,深入了解用户需求、期望和行为习惯,通过优化界面设计,提升用户的满意度和忠诚度。例如,通过用户调研发现,老年人在使用智能设备时,对大字体、高对比度的界面元素有更高的需求,因此在设计面向老年人的人机交互界面时,应充分考虑这些因素,以提高他们的使用体验。

1.3 认知心理学理论

认知心理学研究人的认知过程,如感知、注意、记忆、思维和语言等。在人机交互界面设计中,认知心理学理论有助于理解用户如何与界面进行交互,以及如何设计界面以更好地适应用户的认知特点。例如,利用认知心理学中的信息加工理论,合理组织界面信息,减少用户的认知负荷。采用简洁明了的图标和菜单设计,帮助用户快速识别和理解功能,提高操作效率。同时,考虑用户的记忆特点,设计合理的信息反馈机制,方便用户确认操作结果,避免误操作。

二、人机交互界面适应性设计原则(见下表)

三、人机交互界面适应性设计的关键技术

3.1 用户建模技术

用户建模是通过收集和分析用户的相关数据,构建用户模型,以描述用户的特征、行为和偏好。常用的数据收集方法包括用户问卷调查、行为日志记录、传感器数据采集等。通过对这些数据的分析,利用机器学习算法如聚类分析、决策树、神经网络等,提取用户的关键特征,建立用户模型^[3]。例如,通过分析用户在音乐播放应用中的听歌历史和收藏记录,建立用户的音乐偏好模型,从而为用户推荐符合其口味的音乐。用户模型可以根据用户的使用行为不断更新和优化,提高适应性设

原则	核心要点	示例
用户中心原则	以用户需求为核心，通过调研掌握用户特征，依据反馈优化设计，满足个性化需求	儿童智能手表用卡通图标和简洁流程，适配儿童认知与审美
简洁性原则	界面简洁，减少冗余信息和复杂操作，降低认知负荷，提升效率与准确性	手机APP采用扁平化设计，突出核心功能，简化菜单层级
一致性原则	保持操作、设计、语义一致，降低学习成本，避免误解	返回按钮多位于左上角；放大镜图标统一表示搜索功能
容错性原则	减少误操作损失，提供提示、确认机制及故障恢复功能	删除重要文件时弹出确认框；误操作可撤销，系统故障能自动诊断并提供方案
可扩展性原则	采用模块化设计，便于功能升级优化，选择易扩展的技术架构和工具	界面按功能划分为独立模块，升级时仅修改对应模块，不影响系统稳定性

计的准确性和有效性。

3.2 界面自适应算法

界面自适应算法根据用户模型和当前的使用情境，动态调整界面的布局、元素显示方式和交互方式等。常见的自适应算法包括基于规则的算法和基于机器学习的算法。基于规则的算法根据预先设定的规则来决定界面的调整策略，例如，当检测到用户使用的设备屏幕尺寸较小时，自动调整界面布局，将重要信息放大显示，减少不必要的元素。基于机器学习的算法通过对大量用户数据的学习，自动生成自适应策略。

3.3 多模态交互技术

多模态交互技术允许用户通过多种感官通道与智能装备进行交互，如语音、手势、表情、眼神等。多模态交互能够提供更加自然、便捷的交互方式，提高交互效率和准确性^[4]。例如，在智能汽车的驾驶舱中，用户可以通过语音指令控制导航、音乐播放等功能，同时还可以通过手势操作来切换界面显示内容。结合语音识别、手势识别、表情识别等技术，多模态交互系统能够实时感知用户的意图，并根据用户的需求调整交互方式和界面显示。

3.4 传感器技术

传感器技术在人机交互界面适应性设计中起着重要作用。通过各种传感器，如加速度计、陀螺仪、GPS、环境光传感器、生物传感器等，智能装备能够实时获取用户的行为信息、环境信息和生理状态信息^[5]。例如，加速度计和陀螺仪可以检测用户的运动状态，用于游戏控制或界面切换；GPS传感器可以获取用户的位置信息，为用户提供基于位置的服务；环境光传感器可以根据环境光线强度自动调整屏幕亮度，提高用户的视觉舒适度；生物传感器如心率传感器、脑电波传感器等可以监测用户的生理状态，用于评估用户的情绪和疲劳程度，从而调整界面的交互方式和内容推荐。

四、智能装备人机交互界面适应性设计的应用案例分析

4.1 小米智能家居系统

小米构建了庞大且完善的智能家居生态，旗下众多设备可互联互通。通过小米智能家居APP，用户能轻松管理家中设备。该APP借助用户建模，收集用户日常操作习惯，如用户常在工作日早上7点开启卧室灯光与空气净化器，系统便会在相应时间自动执行，还会根据季节、天气变化灵活调整。比如夏季高温时，自动开启空调并设定适宜温度。在交互方面，支持语音指令，用户可通过小爱同学语音控制设备，也能在APP上便捷操作。对于老人小孩，界面设计简洁易懂，大图标、简单操作流程，降低使用门槛。

4.2 联影智能医疗CT设备

联影的智能医疗CT设备，专为医疗场景与医护人员、患者需求精心设计。对于医护人员，操作界面清晰呈现扫描参数、图像结果等专业信息，且可依个人操作习惯定制界面布局，常用功能一键直达。设备运用传感器实时监测运行状态，出现故障及时预警，并给出故障原因与解决建议。在患者端，候诊区屏幕以通俗易懂语言展示检查流程、注意事项，减少患者紧张感。检查时，设备可播放舒缓音乐缓解患者情绪。

4.3 发那科智能工业机器人操作界面

发那科智能工业机器人广泛应用于汽车制造等工业领域。其操作界面针对不同技能水平操作人员，提供个性化交互体验。新手使用时，界面有详细操作指南与步骤演示，以图文、视频形式帮助理解；熟练工则可切换至简洁高效模式，减少冗余提示。借助传感器，界面能实时显示机器人运行状态、工作环境信息，如检测到碰撞风险，迅速切换至紧急制动界面，醒目提示并引导处理。同时，支持手势、语音交互，操作人员可通过简单

手势或语音指令，控制机器人完成复杂动作。

五、人机交互界面适应性设计的评估与优化

5.1 评估指标体系的建立

为了全面评估人机交互界面适应性设计的效果，需要建立一套科学合理的评估指标体系。评估指标可以分为用户体验指标、任务绩效指标和系统性能指标三个方面。用户体验指标包括用户满意度、易用性、趣味性等，通过用户问卷调查、用户访谈等方式获取^[6]。例如，使用李克特量表让用户对界面的满意度进行打分，从非常不满意到非常满意分为5个等级。任务绩效指标包括任务完成时间、准确率、错误率等，通过用户在完成特定任务时的操作数据进行统计分析。系统性能指标包括响应时间、资源占用率等，通过对系统运行数据的监测来评估。如记录界面在进行自适应调整时的响应时间，以及系统在运行过程中的CPU和内存占用情况。

5.2 评估方法与工具

常用的评估方法包括用户测试、专家评估和数据分析。用户测试是最直接有效的评估方法，邀请真实用户在实际使用场景中对交互界面进行操作，观察用户的行为表现，收集用户的反馈意见。专家评估则邀请人机交互领域的专家对界面设计进行评价，从专业角度指出存在的问题和改进建议。数据分析通过对用户操作日志、系统运行数据等进行挖掘和分析，发现界面设计中潜在的问题和用户的行为模式。评估工具方面，有多种软件可用于记录用户的操作行为，如眼动仪可以监测用户的视线移动轨迹，分析用户在界面上的关注焦点；行为分析软件可以记录用户的点击、滑动等操作数据。

5.3 基于评估结果的优化策略

根据评估结果，针对发现的问题制定相应的优化策略。如果用户满意度较低，可能是界面设计不够美观、操作不够便捷等原因，需要对界面的视觉设计、交互流程进行优化^[7]。例如，调整界面的色彩搭配和字体样式，简化操作步骤。如果任务绩效指标不理想，如任务完成时间较长或错误率较高，可能需要优化界面的信息布局和功能设计，提高信息的可读性和操作的准确性。对于系统性能指标方面的问题，如响应时间过长，需要对自适应算法和系统架构进行优化，提高系统的运行效率。通过不断地评估与优化，持续提升人机交互界面适应性设计的质量。

六、结论与展望

6.1 研究结论

本文深入研究了智能装备设计中人机交互界面的适

应性设计，阐述了其理论基础，提出了以用户中心、简洁性、一致性、容错性和可扩展性为核心的设计原则，分析了用户建模、界面自适应算法、多模态交互和传感器技术等关键技术，并通过智能家居系统、智能医疗设备和智能工业机器人操作界面等实际案例展示了适应性设计的应用效果，建立了评估指标体系和评估方法，提出了基于评估结果的优化策略。研究表明，适应性设计能够显著提升智能装备人机交互界面的用户体验和使用效率，为智能装备的发展提供有力支持。

6.2 研究展望

未来，随着人工智能、物联网、虚拟现实等技术的不断发展，人机交互界面的适应性设计将面临更多的机遇和挑战。在技术方面，进一步探索如何将新兴技术更深入地应用于人机交互界面设计中，如利用情感计算技术实现对用户情感状态的精准识别和响应，提升交互的情感化水平；加强多模态交互技术的融合与创新，实现更加自然、流畅的人机交互。在用户研究方面，更加注重对用户群体多样性的深入分析，包括不同文化背景、特殊需求群体等，设计出更具包容性的交互界面。同时，随着智能装备在各个领域的广泛应用，需要开展跨领域的研究，针对不同行业的特点和需求，定制个性化的人机交互界面适应性设计方案，推动智能装备在更多领域的创新应用和发展。

参考文献

- [1] 马超民, 赵丹华, 辛灏. 基于用户体验的智能装备人机交互界面设计[J]. 计算机集成制造系统, 2020, 26(10): 2650-2660.
- [2] 杨蕙雯. 基于用户体验的智能汽车人机交互界面信息可视化设计研究[J]. 中国战略新兴产业, 2025, (09): 82-84.
- [3] 葛畅, 郭凯毅, 朱雨菁, 等. 智能化设备人机交互界面的信任校准综述[J]. 机械设计, 2025, 42(02): 159-165.
- [4] 朱莉, 李雷. 人机交互界面设计的创新探索与无限可能[J]. 创意世界, 2024, (10): 58-59.
- [5] 王磊. 软件人机交互界面视觉优化技术研究[D]. 电子科技大学, 2011.
- [6] 徐佳理. 基于多重触控的多通道人机交互界面设计研究[D]. 同济大学, 2008.
- [7] 陆金. 产品人机交互界面自适应性认知设计[J]. 软件, 2021, 42(05): 99-101.