

指向数据可视化的智能家居监测系统设计探究

吴妍娴

合肥经济学院智能工程学院 安徽合肥

【摘要】本文针对传统智能家居监测系统数据呈现冗余、可读性差的问题，从用户实际需求出发，探讨数据可视化在系统设计中的应用价值。通过分析监测数据筛选与结构化处理、可视化形式适配设计、用户交互逻辑优化等关键要素，提出系统原型开发与功能集成路径，并通过典型场景测试和长期应用验证其有效性。研究表明，数据可视化设计可显著提升用户设备管理效率与交互体验，为智能家居监测系统的智能化升级提供了实践参考。

【关键词】智能家居监测系统；数据可视化；用户交互设计；系统实现；监测效能

【收稿日期】2025 年 7 月 16 日

【出刊日期】2025 年 8 月 15 日

【DOI】10.12208/j.jer.20250375

Research on the design of smart home monitoring system oriented to data visualization

Yanxian Wu

Engineering, Hefei College of Economics and Applied Sciences, Hefei, Anhui

【Abstract】 Aiming at the problem of data redundancy and poor readability in traditional smart home monitoring system, this paper discusses the application value of data visualization in system design from the actual needs of users. By analyzing the key elements such as monitoring data screening and structured processing, visual form adaptation design and user interaction logic optimization, the path of system prototype development and function integration is proposed, and its effectiveness is verified by typical scenario testing and long-term application. The research shows that the data visualization design can significantly improve the user's equipment management efficiency and interactive experience, which provides practical reference for the intelligent upgrade of smart home monitoring system.

【Keywords】 Smart home monitoring system; Data visualization; User interaction design; System implementation; Monitoring efficiency

传统监测系统虽能采集多维度数据（如温湿度、能耗、设备状态），但原始数值列表的呈现方式导致信息冗余、可读性不足，用户难以快速感知设备状态动态变化^[1]。本文拟从数据可视化需求分析入手，探讨系统设计的关键要素与实现路径，旨在解决传统监测模式的信息传递痛点，为智能家居监测系统的智能化升级提供理论支撑与实践参考。

1 智能家居监测系统数据可视化需求的现实背景与核心价值

当前，智能家居设备的普及推动了家庭监测场景的数字化转型，温湿度传感器、智能电表、安防摄像头等监测设备已广泛融入日常生活，持续产生环境参数、能耗数据、设备状态等多维度信息。然而，传统智能家居监测系统的数据呈现方式多以原始数值列表或简单文字提示为主，存在显著局限性：一方面，大量未加工的离散数据易造成信息冗余，用户需自行筛选关键指

标；另一方面，非图形化的呈现形式降低了数据可读性，尤其在多设备协同监测场景中，用户难以快速感知设备运行状态的动态变化^[2]。

数据可视化技术通过将抽象数据转化为图表、仪表盘、动态热力图等图形化语言，恰好能解决上述痛点：其一，可视化呈现可压缩信息密度，将关键指标（如异常能耗值、环境参数阈值）以醒目标识突出显示，提升用户对设备状态的监测效率；其二，图形化界面符合人类视觉认知习惯，用户无需专业知识即可快速理解数据趋势（如温度变化曲线、设备使用频率分布），有效增强系统与用户的交互体验。可见，数据可视化是智能家居监测系统从“数据收集工具”向“智能决策助手”升级的关键支撑。

2 数据可视化导向的智能家居监测系统设计关键要素

2.1 监测数据的筛选与结构化处理

首先,系统需明确采集的核心数据类型,主要包括环境参数(如温湿度、空气质量)、设备状态(如开关状态、运行模式)及能耗数据(如电量、水流量),这些数据直接关联用户对家庭环境与设备运行的核心关注点。其次,数据筛选需建立动态规则:根据用户使用场景调整数据采集优先级。最后,结构化处理是支撑后续可视化的关键——通过统一数据格式(如时间戳标准化、数值单位统一)、建立数据标签(如“正常”“预警”“故障”),可使离散数据形成逻辑关联,为图表生成、趋势分析等可视化操作提供清晰的数据框架。

2.2 可视化呈现形式的适配性设计

其一,基础图表(如折线图、柱状图)适用于展示数据趋势,例如温湿度随时间的变化曲线;仪表盘则适合多指标综合监控,可将设备能耗、环境参数等关键数值集中呈现;动态热力图更适用于空间分布类数据,如通过颜色梯度反映房间温湿度的区域差异^[3]。其二,不同终端设备的显示特性需纳入设计考量:手机 APP 受限于屏幕尺寸,应采用简洁的单页图表,避免信息过载;智能屏幕因显示面积大,可支持多模块仪表盘或分屏展示;智能音箱等无屏设备则需通过语音播报与关键数据文字弹窗结合的方式实现“隐性可视化”。基于此,可视化形式的适配原则可总结为:数据类型决定工具选择,终端特性约束信息密度,最终实现“一数据一形式、一终端一界面”的精准适配。

2.3 用户交互逻辑与可视化信息层级优化

用户对监测数据的使用习惯直接影响可视化界面的交互设计,需通过信息层级优化提升操作效率。基于用户行为观察,高频操作集中于查看实时关键指标(如当前室温、设备运行状态),低频操作涉及历史数据查询(如周能耗趋势)或详细参数分析(如设备故障日志)。因此,信息层级设计需遵循“核心数据前置、次要数据下沉”的原则:首页界面仅保留 3-5 个高频关注指标(如红色预警标识、实时温湿度数值),通过大字体、高对比度突出显示;次层级界面设置“历史趋势”“设备详情”等模块,用户可通过点击或滑动进入;三级界面则用于展示完整数据报表或故障诊断说明,仅在用户主动触发时调用。同时,交互路径需保持简洁——从首页到目标数据的操作步骤不超过 3 次,避免复杂导航影响用户体验^[4]。

3 数据可视化智能家居监测系统的实现路径与应用验证 4

3.1 系统原型开发与功能模块集成

首先,数据采集模块采用标准化接口设计,兼容主

流智能家居设备(如温湿度传感器、智能插座)的通信协议,确保不同设备生成的原始数据(如温湿度数值、能耗脉冲信号)能统一传输至处理模块。其次,处理模块承担数据清洗与结构化任务:通过预设规则过滤异常值(如超出设备量程的无效数据),并为有效数据添加时间戳、设备标识等元信息,形成可直接用于可视化的结构化数据集。最后,可视化模块基于处理后的数据生成图形化界面,其核心设计在于可扩展性——通过预留组件接口,支持后续新增设备类型(如未来接入的智能空调)的数据可视化需求,仅需添加对应图表模板即可完成功能扩展,避免因设备迭代导致系统重构。

在系统原型开发过程中,还特别注重了功能模块之间的无缝集成。数据采集模块与处理模块之间通过高效的数据传输协议进行通信,确保数据的实时性和准确性。同时,处理模块与可视化模块之间则通过标准化的数据接口进行数据交换,使得处理后的数据能够迅速被可视化模块所利用,减少了数据处理的延迟,提升了系统的响应速度。

此外,为了实现系统的高可用性和稳定性,在系统原型搭建过程中还进行了多次的模块联调测试。通过模拟各种实际使用场景,对系统的数据采集、处理和可视化功能进行了全面的验证,确保了各功能模块之间的协同运作效果。

3.2 典型场景下的可视化效果测试与优化

为验证设计的实用性,选取家庭环境监测与设备能耗管理两个典型场景开展用户测试^[5]。在环境监测场景中,招募 15 名用户使用系统查看温湿度数据,初始设计采用折线图展示 24 小时趋势,但用户反馈“实时值与趋势无法同时关注”;针对此问题,优化为“实时数值大字体置顶+缩略趋势图底部嵌入”的复合界面,用户满意度提升至 92%。在能耗管理场景中,初始仪表盘同时显示 5 类设备能耗,因信息密度过高导致关键设备(如冰箱)的高能耗预警被忽略;调整后采用“动态聚焦”设计——默认显示总能耗,点击“详情”后仅展开当前能耗最高的 2-3 类设备,用户对异常能耗的识别速度从平均 8 秒缩短至 3 秒。通过两轮迭代测试,系统在信息清晰度与响应速度上均达到设计预期^[6]。

此外,为了进一步提升用户在不同光照条件下的使用体验,对系统的显示亮度与对比度进行了自适应调整。在强光环境下,系统自动增强屏幕亮度与对比度,确保数据清晰可见;而在昏暗环境中,则减弱亮度以减少视觉疲劳。这一改进在后续的用户反馈中获得了高

度评价,增强了系统的实用性与用户友好性^[7]。同时,针对用户提出的个性化需求,如自定义监测项、调整数据更新频率等,系统也进行了相应的功能扩展,以更全面地满足不同用户的监测偏好与生活习惯。

3.3 实际应用中用户体验与监测效能的量化评估

通过 3 个月的家庭实测数据统计,系统在用户体验与监测效能上的提升效果显著。其一,用户设备管理效率方面:故障预警响应时间从传统系统的“用户主动检查+人工判断”模式下的平均 4.2 小时,缩短至“系统自动识别异常+可视化弹窗提醒”模式下的 15 分钟内,设备故障处理及时率提升 68%。其二,能源管理效能方面:用户通过能耗可视化界面调整设备使用习惯(如减少待机电器数量),家庭月均用电量较测试前下降 12%,其中空调、热水器等高耗能设备的无效运行时间减少 23%。其三,用户交互满意度调查显示,90%的用户认为“可视化界面比传统数值列表更易理解”,85%的用户表示“能更快发现设备异常状态”。这些量化结果验证了数据可视化设计在提升系统实用性与用户价值中的核心作用^[8]。

此外,针对系统在长时间运行中的稳定性和可靠性,我们也进行了详细的评估。统计结果显示,系统在连续运行 3 个月期间,未出现任何因数据可视化设计导致的故障或异常。这进一步证明了数据可视化设计在智能家居监测系统中的重要性和可靠性。同时,用户反馈也显示,系统的可视化界面设计直观、易用,极大地提升了用户的操作体验和满意度。这些积极的结果不仅验证了数据可视化设计在智能家居监测系统中的应用价值,也为我们未来的研究和开发工作提供了宝贵的经验和启示。

结语:研究通过分析智能家居监测系统的数据可视化需求,明确了数据筛选、形式适配、交互优化等设计关键要素,并提出原型开发与应用验证的实现路径。研究结果表明,数据可视化设计可有效解决传统监测模式的信息冗余与可读性问题,在提升用户设备管理

效率(如缩短故障预警响应时间)、降低能源消耗等方面具有显著现实价值。与前人研究多聚焦数据采集技术不同,本研究更关注数据到用户的“最后一公里”呈现问题,强化了系统的用户导向性。然而,研究仍存在一定局限性:当前设计主要针对常见智能家居设备,对新兴设备(如智能医疗监测终端)的兼容性需进一步扩展;长期使用中用户交互习惯的变化也可能影响可视化界面的适应性。未来可结合用户行为大数据分析,动态优化可视化设计策略,推动智能家居监测系统向更智能、更人性化的方向发展。

参考文献

- [1] 高海超,乔雨,邵婷婷,等.智能家居环境监测系统设计与实现[J].自动化技术与应用,2023,42(3):20-22.
- [2] 王晴,王雪松,田永毅,等.基于 Niagara 平台的智能家居系统设计[J].自动化与仪表,2023,38(3):121-124.
- [3] 朱丽敏.基于 ZigBee 技术的智能家居环境信息监测系统[J].电视技术,2023,47(11):73-79.
- [4] 李庆,黄传翔.智能家居环境监测系统的设计[J].无线互联科技,2023,20(04):8-12.
- [5] 刘攀,张虎,张玉龙,等.智能家居监测系统的适老性设计[J].集成电路应用,2024,41(4):90-91.
- [6] 崔乔.基于 ZigBee 技术的智能家居系统设计研究[J].黑龙江科学,2023,14(06):153-155.
- [7] 吴杨博,闫金萌,胡海峰.基于 ESP8266 的智能家居环境监测系统设计与实现[J].通信与信息技术,2024,(02):10-14.
- [8] 张思怡,张春刚,高杨,等.语音控制智能家居系统设计[J].电子制作,2024,32(17):97-99.

版权声明:©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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

