 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v7i4.10053

Algorithm Design and Practical Application Effect Research of Internet of Things Sleep Assistance System

Guojian Liang Jun Lin

Guangzhou Xinhua University, Dongguan, Guangdong, 523133, China

Abstract

With the acceleration of modern lifestyles and growing health awareness, sleep quality issues have become a major public concern. The advancement of Internet of Things (IoT) technology has provided innovative technical approaches for sleep monitoring and intervention. This study focuses on the algorithm design and application efficacy of IoT-based sleep assistance systems, conducting systematic analysis from data collection, feature extraction, intelligent decision-making to system feedback mechanisms, while validating system performance through real-world application scenarios. By establishing a multi-source data fusion model, the research achieves dynamic sleep state recognition and develops personalized intervention strategies based on this foundation. Experimental results demonstrate that the system can effectively improve sleep structure and enhance sleep quality to some extent. These findings provide valuable references for the development of intelligent health management systems.

Keywords

internet of Things; sleep assistance system; algorithm design; data fusion; intelligent intervention

物联网睡眠辅助系统的算法设计与实际应用效果研究

梁国健 林君

广州新华学院，中国 · 广东 东莞 523133

摘 要

随着生活节奏加快与健康意识提升，睡眠质量问题逐渐成为公众关注的重点。物联网技术的发展为睡眠监测与干预提供了新的技术路径。围绕物联网睡眠辅助系统的算法设计与应用效果展开研究，从数据采集、特征提取、智能决策及系统反馈等方面进行系统分析，并结合实际应用场景对系统性能进行验证。研究通过构建多源数据融合模型，实现对睡眠状态的动态识别，并在此基础上设计个性化干预策略。实验结果表明，该系统能够在一定程度上改善用户睡眠结构，提高睡眠质量。研究成果为智能健康管理系统的发展提供了参考依据。

关键词

物联网；睡眠辅助系统；算法设计；数据融合；智能干预

1 引言

睡眠作为人体重要的生理过程，对身体健康与认知功能具有重要影响。随着智能设备的普及，基于物联网的健康管理系统逐渐进入日常生活，为睡眠质量监测与改善提供了新的技术手段。传统睡眠监测方式多依赖单一数据来源，难以全面反映睡眠状态。通过引入多传感器数据与智能算法，可以实现对睡眠过程的精细化分析。在此背景下，构建高效可靠的睡眠辅助系统，并对其算法设计与应用效果进行研究，对于推动智能健康技术的发展具有重要意义。

【基金项目】“基于物联网技术的睡眠辅助系统及终端产品设计开发与应用”（项目编号：202313902010）。

【作者简介】梁国健（1990—），男，中国广东清远人，硕士，助理研究员，从事创新创业、商业视觉研究。

2 物联网睡眠辅助系统的架构与关键技术

2.1 系统总体架构设计

物联网睡眠辅助系统以分层架构为基础，通过感知层、传输层与应用层的协同运行实现功能闭环。感知层承担数据采集任务，借助多类型传感器对用户生理指标与环境参数进行持续监测，使心率、呼吸频率及温湿度等信息形成连续数据流。该层对数据质量具有直接影响，其稳定性决定后续分析的可靠性。传输层在系统中起到连接作用，通过无线通信技术实现数据的实时传递，使采集信息能够在不同模块之间高效流动，并在一定程度上降低时延与丢包风险。应用层则对数据进行整合与分析，通过算法处理形成结构化结果，并在此基础上生成反馈与干预方案，使系统具备实际应用价值。

2.2 多源数据采集与融合机制

在睡眠状态监测中，单一数据源难以全面反映个体的

生理与行为特征，多源数据的整合成为提高识别精度的重要路径。通过将不同类型传感器所采集的数据进行统一管理，可以构建覆盖多维指标的睡眠信息体系，使系统在分析过程中具备更充分的依据。数据融合机制需要对各类数据进行时间同步处理，以保证不同信号在同一时间尺度下进行比较，从而避免时序偏差对分析结果的干扰。在特征整合阶段，通过提取关键指标并进行关联分析，使不同数据之间形成互补关系，提高对睡眠阶段的识别能力。

2.3 系统稳定性与数据安全保障

系统稳定性与数据安全性是物联网应用中的核心问题，直接关系到系统运行的可靠程度与用户信任度。在通信过程中，通过优化传输协议与网络结构，可以减少数据在传输环节中的丢失与延迟，使信息流动更加顺畅。数据安全方面，通过加密技术与访问控制机制对数据进行保护，使敏感信息在存储与传输过程中保持安全状态，降低泄露风险。在系统设计中引入冗余机制，可以在部分组件发生故障时维持整体运行，使系统具备一定的容错能力，从而提高稳定性。在复杂环境条件下，系统需要通过持续监测与动态调整，保持运行状态的平衡。稳定性与安全保障的综合实施，使系统能够在长期使用过程中保持可靠性能，为物联网睡眠辅助系统的推广应用提供重要支撑。

3 睡眠辅助算法设计与实现方法

3.1 睡眠状态识别算法

睡眠状态识别算法是系统实现功能的基础，其核心在于对多源生理信号进行特征提取与模式判别。通过采集心率变化、呼吸节律及体动信息，并对其进行时序分析，可以构建反映不同睡眠阶段特征的数据模型。在算法设计过程中，需要对原始信号进行预处理，以减少噪声干扰并提高数据质量，随后通过特征提取方法获取具有区分度的指标。在模型构建阶段，通过引入训练数据对参数进行优化，使算法在不同个体之间保持较好的适应性。识别过程依赖于对特征变化规律的综合判断，使系统能够在连续监测中完成对睡眠阶段的动态划分。该算法不仅提高了睡眠状态判定的准确性，也为后续干预策略的制定提供了可靠依据，使系统在功能实现上具备较高的稳定性与科学性。

3.2 个性化干预策略模型

在完成睡眠状态识别后，系统通过个性化干预策略模型实现针对性的调节功能。该模型以用户个体特征为基础，通过对历史睡眠数据的分析，构建反映用户睡眠规律的动态模型，使干预策略能够与个体差异相匹配。在具体应用中，系统根据识别结果与趋势预测，在适当时机采取干预措施，如调节环境参数或提供提示信息，以引导用户进入更为理想的睡眠状态。策略模型在运行过程中不断更新，通过对用户反馈与行为数据的持续学习，使干预方式逐步优化，从而提升干预效果的稳定性。个性化干预不仅提高了系统的适应能力，也使干预过程更加精准，避免统一策略带来的效果偏差。通过模型的持续迭代，系统逐渐形成具有针对性的调节机制，在改善睡眠质量方面发挥重要作用。

3.3 实时反馈与自适应调节机制

实时反馈机制在系统运行中起到连接监测与干预的重要作用，使用户能够在使用过程中及时了解自身睡眠状态。系统通过对数据的实时处理，将关键指标以可视化方式呈现，使用户在感知层面获得直观反馈，从而增强对自身睡眠状况的认知。在此基础上，自适应调节机制通过算法对反馈数据进行分析，根据用户状态变化不断调整干预策略，使系统在动态环境中保持优化运行。该机制通过持续学习用户行为特征，使干预策略逐步趋于个体化与精细化，提高系统的响应能力与调节效果。随着使用时间的延长，系统能够积累更多数据，从而在策略调整中体现更高的准确性与稳定性。

4 系统性能分析与应用效果评估

4.1 实验设计与数据采集

在应用研究中，实验设计的科学性直接关系到结论的可靠性与解释力。围绕系统对睡眠质量的影响，研究选取不同年龄、生活习惯与作息特征的用户群体作为样本，以增强数据的代表性与适用范围。在实验实施过程中，通过设置对照阶段与干预阶段，对用户在使用系统前后的睡眠状况进行连续监测，从而形成可比数据序列。数据采集依托系统内置传感与记录模块，对入睡时间、觉醒次数及睡眠阶段分布等关键指标进行动态记录，使数据在时间维度上具备连续性与完整性。为提高数据质量，在采集过程中对异常值进行筛查，并对缺失数据进行合理处理，从而确保分析结果的有效性。通过规范化的实验流程与系统化的数据采集方式，为后续效果评估提供坚实基础，使研究结论具备较强的客观性与可信度。

4.2 睡眠质量改善效果分析

基于实验所获得的数据，对系统应用效果进行统计分析，可以观察到用户睡眠结构在一定程度上发生积极变化。数据结果显示，在系统干预后，深度睡眠时长呈现增长趋势，入睡潜伏期相应缩短，反映出用户入睡过程更加顺畅。睡眠效率指标的提升，表明整体睡眠质量得到改善，夜间觉醒频率的变化也呈现出稳定趋势。通过对多维度指标的综合分析，可以看出系统在调节睡眠节律方面具有一定作用，使睡眠过程在结构与连续性上趋于优化。分析过程中，通过对不同用户群体数据进行对比，可以发现效果在不同个体之间存在差异，这为进一步优化系统提供了参考方向。整体结果表明，系统在实际应用中对睡眠质量具有积极影响，其效果在统计意义上具有一定稳定性与可重复性。

4.3 用户体验与系统评价

在系统应用过程中，用户体验作为评价其实际价值的重要维度，能够反映系统在真实使用环境中的表现。通过收

集用户反馈，可以了解其在操作便捷性、信息呈现与功能实用性等方面的感受。多数用户认为系统界面设计清晰，操作流程简洁，使其在日常使用中无需额外学习成本即可完成相关操作。系统提供的反馈信息具有一定参考意义，能够帮助用户理解自身睡眠状态，从而形成自我调节意识。在持续使用过程中，系统表现出较好的运行稳定性，未出现明显功能中断或数据异常情况，这在一定程度上增强了用户信任度。与此同时，部分用户在长期使用中提出优化建议，为后续系统改进提供依据。通过对用户体验与评价的综合分析，可以进一步完善系统设计，使其在功能与使用感受上实现持续优化。

5 系统优化与发展方向

5.1 算法优化与模型提升

在系统性能持续提升的过程中，算法优化与模型结构改进构成关键路径。通过引入更具表达能力的算法框架，可以增强系统对复杂数据特征的识别能力，使其在多样化应用环境中保持稳定表现。训练数据规模与质量对模型效果具有直接影响，扩大数据来源并提高数据标注准确性，有助于增强模型的泛化能力，使其能够适应不同用户群体与使用场景。在模型结构方面，通过对网络层级与参数配置进行优化，可以在保证计算效率的前提下提升识别精度，使系统在实际运行中达到较优性能表现。算法优化不仅体现在精度提升，也体现在对异常情况的识别与处理能力上，使系统在复杂环境中具备更强适应性。通过持续迭代与优化，模型逐步形成稳定而高效的运行机制，为系统整体性能提升提供核心支撑。

5.2 硬件系统改进与能耗控制

硬件系统的设计直接影响设备性能与用户体验，在优化过程中需要兼顾功能实现与使用舒适度。通过对传感器布局进行合理调整，可以提高数据采集的准确性，使系统在不同使用状态下均能获得稳定信号。同时，能耗控制在设备设计中具有重要意义，通过降低功耗与优化电源管理策略，可以延长设备的连续使用时间，提升实际应用价值。在结构设计方面，通过减轻设备重量与优化外形，可以增强佩戴舒适性，使设备更适合长期使用环境。硬件改进不仅关注性能提升，也注重系统稳定性与耐用性，使设备在复杂使用条件下保持良好运行状态。通过硬件结构与能耗管理的协同优化，系统在性能与体验之间形成平衡，从而提升整体应用效果。

5.3 应用拓展与场景融合

随着系统功能的不断完善，其应用范围逐步由单一场景向多场景融合方向发展。通过与健康管理平台的对接，可以实现数据共享与综合分析，使系统在健康监测与管理中发挥更大作用。在此基础上，与智能家居系统的结合，为环境调节提供了新的实现路径，通过对光照、温度及噪声等因素的联动控制，可以构建更加适宜的使用环境，从而提升整体体验质量。多场景融合使系统从单一功能设备转变为综合服务平台，使其在不同应用环境中展现出更高的适应性与扩展性。通过不断拓展应用边界，系统在技术与服务层面均获得发展空间，其潜在价值逐步显现，为相关领域的创新应用提供了重要方向。

6 结语

围绕物联网睡眠辅助系统的算法设计与应用效果开展系统研究，从系统架构构建、算法实现路径及性能评估方法等方面进行了综合分析。通过对多源数据的采集与融合，并结合智能识别与自适应调节算法，系统能够较为准确地识别用户睡眠状态，并在此基础上实施个性化干预。研究结果表明，该系统在改善睡眠结构、提升睡眠效率方面具有一定效果，验证了算法模型与系统设计的可行性。在应用过程中，数据分析与反馈机制为系统优化提供了持续支持，使其在实际运行中具备良好的稳定性与适应性。后续研究可在算法精度提升、硬件性能优化及多场景应用拓展等方面进一步深化，以推动智能睡眠辅助系统在健康管理领域的应用价值不断提升。

参考文献

[1] 肖毅,张晓菊,杨达伟,等.云加端物联网辅助诊治睡眠呼吸暂停（OSA）专家共识（2022版）[J].复旦学报(医学版),2023,50(04):613-619+632.

[2] 马玉志.基于物联网的多功能睡眠监测辅助系统[J].科学技术创新,2017,(22):122-123.

[3] 王柯,孙萍,刘半藤.医工交叉模式下物联网睡眠监测实验教学实践[J].物联网技术,2026,16(06):148-151.

[4] 刘敬,李向阳.基于物联网技术的一键求助和睡眠监测系统设计[J].电脑知识与技术,2023,19(15):90-92.

[5] 宋瑞波,冯帅军.基于物联网的老年人睡眠服务系统与产品创新[J].艺术与设计(理论),2021,2(09):81-84.