

# AI技术在物联网智能家居系统开发中的应用

张兆津

兰州石化职业技术大学

DOI:10.32629/acair.v4i1.19367

**[摘要]** AI技术为物联网智能家居系统开发注入核心动力,其与物联网技术的深度融合打破了传统家居的功能局限,推动智能家居从单品智能向全屋协同升级。物联网智能家居系统依托AI技术实现环境感知、行为分析与智能响应,边缘计算的辅助让系统运行更加高效稳定,既优化了用户居家体验,也为系统开发提供了更具实用性的技术路径,助力智能家居产业向标准化、生态化方向稳步发展,兼顾便捷性与安全性。

**[关键词]** 人工智能; 物联网; 智能家居; 边缘计算

中图分类号: TB381 文献标识码: A

## Application of AI technology in the development of smart home system based on Internet of Things

Zhaojin Zhang

Lanzhou Petrochemical Vocational and Technical University

**[Abstract]** AI technology has injected core power into the development of smart home system based on Internet of Things. Its deep integration with Internet of Things technology has broken the functional limitations of traditional home, and promoted the smart home to upgrade from single item intelligence to the whole house. The smart home system of Internet of Things relies on AI technology to realize environmental perception, behavior analysis and intelligent response. With the assistance of edge computing, the system runs more efficiently and stably, which not only optimizes the user's home experience, but also provides a more practical technical path for system development, helping the smart home industry to develop steadily in the direction of standardization and ecology, taking into account convenience and security.

**[Key words]** artificial intelligence; Internet of things; Smart home; Edge calculation

### 1 引言

数字化浪潮下,智能家居已逐渐走进寻常百姓家,成为提升居家生活品质的重要载体,物联网技术的普及为其发展奠定了基础,但传统智能家居系统存在响应滞后、适配性不足等问题。AI技术的快速发展恰好弥补了这些短板,其在系统开发中的合理应用能够让家居设备更懂用户需求,实现更精准的智能调控,这种技术融合不仅契合当下消费升级的趋势,也为智能家居产业的高质量发展开辟了新路径,具有鲜明的现实意义。

### 2 AI技术在物联网智能家居系统中应用的理论基础

#### 2.1 物联网智能家居系统的核心概念与技术架构

物联网智能家居系统是将家庭各类智能终端通过轻量级通信技术连接形成的协同系统,核心是实现设备互联与数据互通,并非复杂的技术堆砌,日常家用中常见的温湿度传感器、智能开关等都属于该系统的基础终端。其技术架构遵循分层解耦的实用原则,底层为感知层,搭载DHT22温湿度传感器、HC-SR501人体

感应模块等常用设备,负责采集居家环境与人体活动数据,中间层为网络传输层,采用MQTT轻量级协议与ESP8266 Wi-Fi模块配合,实现数据低延迟传输且适配家用弱网环境,顶层为简易控制层,衔接终端设备与用户操作端,各层级分工明确且无缝衔接,避免冗余设计,贴合普通家庭的实际使用需求与设备承载能力。

#### 2.2 AI技术的关键分支及其在智能家居系统中的应用原理

轻量化机器学习和语音识别是AI技术应用于物联网智能家居系统的核心分支,二者均无需复杂的硬件支撑,适配普通家庭的设备条件。轻量化机器学习模型可直接嵌入智能终端,无需依赖云端高强度计算,能对感知层传输的人体活动、环境温度湿度等数据进行简单分析,筛选出有效信息并反馈给控制层,语音识别则采用简易语音处理算法,过滤家用环境中的杂音,精准捕捉用户口语化指令,将其转化为机器可识别的信号,适配日常交流中的方言、模糊表达等场景,二者相互配合,让AI

技术在智能家居中的应用更贴合实际使用场景,避免技术与日常需求脱节<sup>[1]</sup>。

### 3 AI技术在物联网智能家居系统中的技术架构与核心应用

#### 3.1 基于AIoT的智能家居系统整体架构设计

基于AIoT的智能家居系统整体架构以“实用适配”为核心导向,采用云边端协同模式,区别于复杂的工业级架构,所有设计均围绕普通家庭的实际条件展开。边缘终端聚焦家用场景的基础需求,选用成本低廉、易安装的智能插座、人体感应灯等设备,内置的简易AI处理芯片仅负责基础数据处理,不追求过高性能,刚好满足家庭使用需求;本地网关采用家用级ESP32模块,重点解决家庭Wi-Fi信号波动、多设备同时连接的稳定性问题,过滤无效数据减少传输负担;简易云端则以“轻量化存储”为核心,不进行高强度计算,仅留存用户使用习惯和设备联动规则,既降低了家庭使用成本,也避免了复杂操作带来的不便,整体架构简洁且贴合日常居家场景。

#### 3.2 感知层: AI增强的多模态信息采集与融合

感知层作为AIoT智能家居系统的数据源头,核心优势在于AI增强模块对多模态数据的精准处理,而非单纯的设备堆砌。家用常见的DHT22温湿度传感器、HC-SR501人体感应模块和简易声音采集器,各自承担不同的数据采集任务,却存在易受环境干扰、数据格式不统一的问题,AI增强模块恰好解决这一痛点。它无需复杂算法支撑,仅通过简单的筛选机制剔除家用环境中的杂音、误触发数据,再通过简易融合算法将温湿度、人体活动、环境声音等数据整合为统一格式,确保采集到的数据真实有效,避免因数据偏差导致后续设备调控出现失误,贴合家庭环境中多干扰、低精度的实际采集场景<sup>[2]</sup>。

#### 3.3 网络层: 智能连接与边缘计算协同处理

网络层是AIoT智能家居系统数据传输的核心枢纽,衔接感知层与平台层,采用家用级智能连接方案与边缘计算协同工作,适配普通家庭的网络环境。智能连接主要依赖MQTT轻量级通信协议,搭配家用ESP32网关模块,可实现感知层各类设备的数据低延迟传输,同时自动适配家庭Wi-Fi信号波动的场景,避免数据传输中断,边缘计算则依托网关内置的简易处理芯片,对感知层传输的有效数据进行本地初步处理,无需全部上传云端,减少网络传输压力,避免家用弱网环境下的数据卡顿,让数据传输与处理更贴合普通家庭的实际使用场景,衔接感知层的数据采集与平台层的数据分析。

#### 3.4 平台层: 大数据分析 with 云智能决策平台

平台层的核心逻辑是“轻量化决策”,摒弃复杂的大数据分析模型,聚焦普通用户的居家习惯,实现精准且简易的智能调控。家用级云服务套餐的选用,兼顾存储需求与使用成本,仅存储网络层传输的有效数据和用户日常使用记录,不占用过多存储资源,也降低了家庭使用的经济负担;轻量化大数据分析模块不追求复杂的数据分析能力,重点捕捉用户常用的开灯时间、空调温度、窗帘开关规律等基础习惯,结合简易智能决策算法生成

调控指令,指令简洁易懂且可直接反馈至终端设备,无需人工干预,既贴合普通用户的使用习惯,也避免了复杂算法带来的设备适配问题。

#### 3.5 应用层: AI驱动的智能终端与服务场景

应用层是AIoT智能家居系统与用户交互的核心载体,由AI驱动的各类家用智能终端和简易服务场景构成,终端设备均嵌入轻量化AI控制模块,无需复杂操作即可适配普通家庭的使用需求。这些智能终端涵盖日常家用的智能空调、智能窗帘、语音音箱等,AI控制模块可接收平台层反馈的调控指令,自动完成设备启停、参数调节等操作,语音音箱还可通过简易语音唤醒算法,响应用户口语化控制指令,服务场景则围绕居家日常展开,比如夜间人体感应灯自动亮起、空调根据环境温湿度自动调节温度,终端与场景联动紧密,所有操作均贴合普通家庭的实际使用习惯,不添加多余功能,让AI驱动的服务更接地气、更具实用性。

### 4 AI技术在物联网智能家居系统开发中的创新应用策略

#### 4.1 构建基于统一协议与云边协同的混合系统架构

构建基于统一协议与云边协同的混合系统架构,可采用Matter开源协议作为全屋设备统一通信标准,全面兼容家庭常用的Wi-Fi、Thread等连接方式,选用普通家庭易获取的家庭网关作为边缘节点。在网关内搭载经过量化的轻量化AI处理模块,该模块专门承担设备运行数据的预处理、简单控制指令的实时响应等基础任务,既能避免所有数据盲目上传云端造成的网络延迟和流量负担,又能提升指令响应速度,云端则专注于AI模型的持续训练优化与多设备联动逻辑的统筹调控,边缘节点与云端通过加密通道实现数据实时同步,网关还具备不同协议设备的数据自动转换功能,无需用户手动调试,就能让不同品牌、不同类型的智能家居设备实现无缝联动,且核心数据采用本地处理模式可有效减少隐私泄露风险,轻量化AI模型无需额外升级网关硬件,就能在现有普通设备上稳定运行,适配多数家庭的实际使用条件<sup>[3]</sup>。

#### 4.2 开发轻量化AI模型与自适应学习算法以提升终端智能

在统一架构的基础上,轻量化AI模型可采用INT8量化与结构化剪枝技术压缩优化,需要重点剔除模型中冗余的神经元连接,将原本体积较大的云端模型转换为适配智能门锁、传感器、智能插座等常见家用终端的轻量化版本,这样无需升级终端硬件就可以稳定运行;同时,对精度敏感的输出层需要保留INT16精度,以此兼顾模型的运行效率与识别准确性。自适应学习算法可依托终端采集的用户日常使用数据,采用增量学习机制记录用户的操作偏好,无需依赖云端大量数据训练,还可根据用户调节灯光亮度、空调温度的具体操作优化控制参数;此外,该算法需要通过OTA在线升级迭代,从而适配家庭环境中的复杂场景,且其需要搭载抗干扰模块,既能应对扫地机器人运行、外界噪音等常见干扰,也可以有效区分宠物活动与人体行为以避免误触发,整体适配普通家庭日常使用且无需用户手动设置。

#### 4.3 设计基于联邦学习与差分隐私的数据安全保护机制

结合轻量化模型与自适应学习算法的实际应用场景,联邦学习可采用横向联邦架构适配智能家居多终端需求,需要让各终端在本地完成用户数据的模型训练,不上传原始数据,仅对训练后的模型参数进行加密聚合,这样不仅可以适配普通家庭终端的硬件性能,还能有效避免原始数据集中存储带来的泄露风险。而差分隐私技术可在数据上传和参数聚合过程中发挥补充保护作用,需要为原始数据和模型参数添加微小的高斯噪声,且噪声强度需要严格控制在不影响模型训练效果的合理范围,这样既能防止攻击者通过参数反推用户隐私数据,又不会降低模型的实际适配性;另外,两者结合形成的安全保护机制可直接集成到系统软件层面,需要采用轻量级AES-128加密方式,在后台自动完成噪声添加与参数加密操作,既不影响用户的正常使用体验,也无需额外添加硬件设备。

#### 4.4 打造跨品牌、跨平台的智能家居互联生态

在保障数据安全的前提下,跨品牌跨平台智能家居互联生态可以Matter协议为底层支撑,需要搭建统一的设备接入接口,接口采用标准化的数据交互格式,这样无需品牌方单独开发适配程序,就可以实现多品牌设备的快速接入,同时接口需要预留一定的扩展空间,以便适配未来新增的智能家居品类。不过,考虑到部分老旧设备不支持Matter协议,第三方适配平台可承担协议转换与数据兼容工作,该平台需要内置轻量化AI适配模块,能自动识别不同品牌设备的通信协议,将非Matter协议的设备数据转换为统一格式,从而避免因协议差异导致的设备无法联动问题;此外,该平台可直接集成到家庭网关或手机控制APP中,用户无需额外下载专用软件,通过一个界面就可以控制全屋不同品牌的设备,同时平台还需要自动记录设备联动逻辑、优化互联动响应速度,整体适配普通家庭的操作习惯且无需用户具备专业的技术知识<sup>[4]</sup>。

#### 4.5 优化用户体验与个性化智能服务场景设计

依托跨品牌互联生态的便捷性,用户行为采集模块嵌入智能家居终端和控制APP,可精准捕捉用户操作时间、设备使用频率、参数调节偏好等相关数据,采集过程不占用过多终端内存,

也不主动收集隐私信息,采集到的数据经本地预处理后传输至场景适配引擎分析。场景适配引擎搭载轻量化AI分析模块,结合用户行为数据与家庭环境参数,自动生成个性化场景方案,比如根据用户下班时间提前调节空调温度、开启玄关灯光,针对老人小孩简化控制界面、调整指令灵敏度。场景适配引擎支持用户手动微调参数,微调数据会自动记录并更新方案,无需反复设置,同时可通过OTA在线迭代适配用户习惯变化,嵌入的误触识别功能能区分无意与主动操作,减少不必要的设备联动,贴合普通家庭不同人群使用需求。

### 5 结语

AI技术在物联网智能家居系统开发中的应用已覆盖感知、网络、平台、应用全架构,其通过轻量化模型优化与生态协同构建,有效解决了系统运行与用户体验中的核心问题,让智能家居真正实现从“可控”到“智能”的跨越。当前技术应用已形成较为完善的路径与策略,未来随着技术的持续迭代,将进一步突破跨品牌兼容的现存瓶颈,深化个性化服务场景落地,推动智能家居更好地融入人们的日常生活,助力智慧家居产业迈向更成熟的发展阶段。

#### [项目]

教育部产学研合作协同育人项目:面向新工科的智能语音应用开发项目式教学模式研究与课程设计(项目编号:2510133746)。

#### [参考文献]

- [1]余龙.AI技术在物联网智能家居系统开发中的应用[J].信息与电脑,2025(5):13-16.
- [2]谢永华,裴龙龙,吴彤.物联网在智能家居中的应用[J].仪表技术,2015(3):4.
- [3]林永峰.基于物联网的智能家居远程控制技术系统设计研究[J].产品可靠性报告,2025,(10):47-49.
- [4]张紫燕,洪陈旭,彭元,等.基于物联网技术的智能家居系统设计及实现[J].物联网技术,2025,15(19):86-89.

#### 作者简介:

张兆津(1987--),男,汉族,甘肃武威人,硕士研究生,讲师,主要研究方向:计算机技术、人工智能相关算法及应用。