

人工智能驱动下的智慧建筑智能体构建 ——理论、技术与初步探索

何军

(广东省建筑设计研究院集团股份有限公司)

【摘要】在人工智能技术迅猛发展的背景下,文章提出“智慧建筑智能体”(Smart Building Agent)创新概念,通过建筑专业知识与大模型技术深度融合,构建具备深度理解、自主思考、自然交互、协同执行与持续进化能力的建筑智能中枢。研究规划了智能体“算力底座+模型引擎+AI智能服务”三层架构,打造覆盖数据洞察、知识问答、设备控制、服务调用的智能体系,并在广州某在建办公建筑项目中初步进行探索实践,设计了其在能耗优化、环境调节、安全监控等方面的应用价值。该智能体代表了建筑智能化从“被动响应”到“主动服务”、从“人学软件”到“人提需求”的范式转变,为建筑行业数字化转型提供了新路径。

【关键词】智慧建筑智能体;人工智能

中图分类号: TU18

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2026.03.005

Construction of Smart Building Agent Driven by Artificial Intelligence ——Theory, Technology and Preliminary Exploration

HE Jun

(Guangdong Architectural Design and Research Institute Group Co., Ltd.)

【Abstract】Against the backdrop of the rapid development of artificial intelligence technology, this paper proposes the innovative concept of "Smart Building Agent". By deeply integrating professional architectural knowledge with large model technology, the agent constructs an intelligent building hub endowed with core capabilities including in-depth understanding, independent thinking, natural interaction, collaborative execution, and continuous evolution. The research has planned a three-layer architecture of "computing power base + model engine + AI intelligent service", forming an intelligent system covering data insight, knowledge Q&A, equipment control, and service invocation. Preliminary exploration and practice have been carried out in an under-construction office building project in Guangzhou, demonstrating its application value in scenarios such as energy consumption optimization, environmental regulation, and security monitoring. The intelligent agent represents a paradigm shift in building intelligence from "passive response" to "proactive service" and from "humans learning software" to "humans putting forward demands", providing a new path for the digital transformation of the construction industry.

【Keywords】smart building agent; artificial intelligence

1 引言

在新一轮科技革命浪潮中,人工智能正经历从“感知理解世界”到“生成创造世界”的历史性跨越。以 ChatGPT、DeepSeek、豆包、千问等为代表的大模型技术迅猛发展,为传统行业数字化转型注入新动力。作为国民经济重要支柱,建筑行业正面临严峻挑战:据国际能源署数据显示,全球建筑全生命周期碳排放占总量近 40%;同时,传统建筑普遍存在运维成本高企、管理效率低下、用户体验欠佳等痛点。这些挑战呼唤一种超越传统自动化的系统性解决方案,而人工智能技术的突破性进展,为建筑行业的根本性变革提供了技术基础。

在此背景下,建筑智能化的演进路径未来将从分散的功能模块集成,向具备整体认知与决策能力的智能主体转变,催生了“智慧建筑智能体”(Smart Building Agent)这一创新形态。智慧建筑智能体是面向建筑场景的专业化 AI 赋能服务,它通过在实际应用中持续沉淀建筑领域知识并与前沿大模型技术深度融合,推动传统建筑数字基础设施向高阶智能化形态演进。

通过将大模型能力与建筑专业知识深度融合,智慧建筑智能体构建起覆盖“数据洞察、知识问答、设备控制、服务调用”四大核心场景的智能服务体系,实现从“被动响应”到“主动服务”、从“人学软件”到“人提需求”的根本性跃迁。

2 人工智能与智慧建筑智能体基础理论

2.1 人工智能技术与基础大模型

人工智能是通过计算机系统模拟人类智能的技术科学,可执行语言识别、图像识别、自然语言处理、机器学习等需人类智慧的任务,是新一轮科技革命的核心驱动力量。基础大模型作为人工智能技术的核心载体,具有海量参数与复杂结构,能处理海量数据并完成多种复杂任务,需大量计算资源进行训练,其强大的泛化能力正推动 AI 技术在建筑领域落地,成为建筑空间全场景智能化的核心引擎。

2.2 智慧建筑智能体的概念与内涵

智慧建筑智能体是为建筑场景量身定制的 AI 服务。该服务通过逐步积累、沉淀建筑行业知识,并与 AI 基础大模型深度融合,致力于将建筑数字平台升级为一个具备深度理解业务能力、自主思考、自然交互、协同执行、自我进化功能的智能中枢,从而全面提升建筑的智能运营、智能管理效率和智能体验。这一创新服务超越了传统自动化与系统集成的局限,构建了一个具备深度理解、自主决策与持续进化特性的建筑智能中枢。智慧建筑智能体通过五大核心能力重构建筑服务范式。

①深度业务理解能力:将建筑领域专业知识系统化与 AI 模型有机融合,精准把握建筑运营的核心需求与复杂场景。

②自主思考能力:基于环境变化与用户需求主动分析态势,提出前瞻性优化建议。

③自然交互能力:通过自然语言、视觉识别等多模态界面,实现人与建筑的无缝对话。

④协同决策执行能力:协调各子系统自动执行决策,在无需人工干预的情况下实现闭环管理。

⑤持续进化能力:在日常运营中不断沉淀经验与知识,通过反馈机制优化算法与策略。

作为未来智慧建筑的核心组成,智慧建筑智能体基于 AIoT 和大模型技术,为各类建筑空间提供全方位智慧服务。通过物联网连接设备构建统一管理中枢,结合云边端协同部署保障服务稳定,针对不同场景提供个性化解决方案,引领空间数字化变革。

2.3 智慧建筑智能体与基础大模型

智慧建筑智能体与基础大模型在技术底层有着

密切联系,但应用形态却截然不同。二者共性在于都依托深度学习架构,具备语义理解、知识推理和自然交互等基础能力。然而,基础大模型擅长广泛领域的信息处理与内容生成,却缺乏垂直场景的深度理解与行动能力。智慧建筑智能体是建筑场景垂直解决方案,专注具体场景的智能化运营与决策执行,以基础大模型为支撑,结合建筑领域知识实现场景化落地。本质上,基础大模型提供了认知基础,而智慧建筑智能体则通过领域适配、系统集成与任务闭环,将通用智能转化为可执行、可落地的建筑专属智能,实现了从“会聊天”到“会做事”的关键跨越。

3 智慧建筑智能体关键技术

3.1 深度自然语言理解:让建筑更懂你

为了让智能建筑更好地理解和响应用户的需求,深度自然语言理解技术是关键。

①多轮对话上下文建模:这项技术使智能建筑能够记住并理解与用户的多次对话内容,从而提供更加连贯的服务。

②领域自适应技术:通过使用建筑领域的特定数据进行微调,智能建筑能更好地理解专业术语。

③语义耦合技术:该技术能够同时识别用户的意图和具体需求参数(如时间、地点),确保执行任务时的精确性。

3.2 知识增强技术:打造高效的知识库

①私域知识动态融合:将建筑内部文档(如,物业的 PDF 手册、设备说明书、建筑布局图)自动转化为易于搜索的形式,使得查找资料变得轻松快捷。

②多粒度知识检索:根据问题的复杂程度调整搜索范围和相关度,以找到最相关的答案。

③置信度感知生成:基于检索结果的可靠性调整回答策略,减少错误信息的产生,避免所谓的“幻觉”。

3.3 自然语言到结构化指令转换:从语言到行动

这项技术实现了用户请求到具体操作的转变。

①NL2SQL 技术:将用户的自然语言查询转换为数据库查询语言(SQL),以便从建筑的数据中获取所需信息。

②NL2Command 技术:允许用户通过简单的语音或文字命令来控制建筑物内的设备。

③领域特定语言(DSL)映射:创建专门针对建

筑场景的语义模型,提高指令转换的准确性和效率。

3.4 智能设备控制协议:无缝连接设备

智能设备控制协议涉及如何与建筑中的各种设备进行有效的沟通。

①语义化设备描述框架:通过建立一个易于理解的设备模型,简化了不同设备之间的通信。

②空间—功能双维度映射:考虑设备的位置和功能属性,提高了指令解析的准确性。

③安全控制策略:实施角色基础的安全措施,确保所有设备操作都是合规且受控的。

3.5 多智能体协同工作:团队合作的力量

智慧建筑可由多个专业的智能体组成,每个智能体负责不同的任务,通过统一的调度中心协作,形成一个高效的团队,支持扩展以应对新的业务需求。

3.6 API网关与服务治理:保障系统稳定

提供统一服务接入层和标准化接口,隐藏底层系统的复杂性;确保在跨服务调用时保持对话的一致性;采用流量控制与熔断机制,防止高并发情况下的系统过载,确保平稳运行。

3.7 数据融合与治理:智能决策的基础

整合物联网设备、各智能化子系统和知识库的数据,为建筑运营提供全面的数据视图,支持深入分析和智能决策。

4 智慧建筑智能体的规划与初步探索

4.1 智能体架构规划

智慧建筑智能体可采用“算力底座+模型引擎+AI智能服务”的三层架构设计,立足智慧建筑数字化运营核心需求,实现了从底层算力支撑、中层算法驱动到上层服务赋能的全链路协同,为智慧建筑集成平台提供高效、灵活的AI能力支撑。

算力底座作为整个智能体平台的硬件基石,可由高性能推理服务器或一体机构成,通过算力集群调度、资源动态分配等技术,为AI推理、数据处理等全链路任务提供稳定、高效、可扩展的算力保障,确保各类智能任务的实时性与可靠性。

模型引擎作为核心算法驱动层,构建“主流大模型兼容+自研小模型适配”的混合模型体系,一方面深度集成如DeepSeek、千问、盘古等主流基础大模型,快速具备通用语义理解、对话交互与跨域知识推

理等基础智能能力;另一方面结合智慧建筑场景特性研发专属小模型与算法,通过样本迁移学习、场景自适应优化等技术,实现对建筑运营场景中高精度意图识别、复杂任务拆解与协同调度等核心需求的精准适配。

AI智能服务聚焦智慧建筑运营全流程,聚焦建筑四大核心服务:①优化运维管理,通过设备运行数据实时采集与深度学习分析,实现机电设备的运维预测预警,提前规避运维风险;②提升能效管理,基于实时能源消耗数据的动态监控与智能算法优化,实现能源的精准计量、异常检测与优化分配,降低建筑能耗成本;③强化安防监控,依托计算机视觉技术实现建筑园区内自主巡检、人员身份核验与异常行为(如违规闯入、危险操作)精准识别,提升园区安全防护等级;④自然语言交互,提供支持多轮对话、上下文感知的建筑服务助手,通过自然语言交互技术构建知识问答、需求响应等服务,实现用户对建筑服务的便捷调用。

智能体作为智慧建筑集成管理平台的一个核心模块,可通过标准化API与物联网中台的设备接入层、数据服务层无缝对接,打破数据孤岛,实现“感知-认知-决策-执行”的闭环(见图1)。

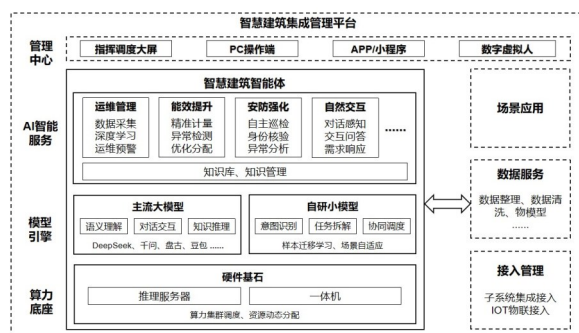


图1 智慧建筑智能体架构图

4.2 智能体主要服务功能规划

智能体服务功能模块是智慧化管理核心载体,聚焦智慧能效、安全监控、设施运维三大方向,通过精细化管控能源、设备生命周期与安全风险,提升建筑运营性能与用户体验。

1) 智慧能效管理服务

核心目标为能源高效利用与优化管理。通过物联网仪表实时采集电、冷热源、燃气、水资源等能耗数据,经采集器传输至系统形成感知体系。算法层面采用时间序列分析预测能源需求,结合优化算法

制定分配方案,实现节能降耗。

2)智慧安全监控服务

以“实时监测、精准预警、快速响应”为目标,保障人员与财产安全。整合摄像头、门禁、传感器等设备,采集多类型安全数据实现全区域覆盖。融合视频识别、生物识别技术,采用深度学习目标检测与异常分析算法,识别火灾、入侵等异常;通过生物识别强化门禁,分级报警机制保障快速处置,留存数据便于追溯。

3)智慧设施运维服务

以“预测性维护”为核心,实现设备全生命周期管理,替代传统运维模式。通过传感器实时采集设备运行数据,补录非实时数据形成完整数据链。集成边缘计算、数字孪生等技术,采用随机森林、LSTM等算法构建故障预测模型;结合知识图谱形成运维知识库,实现工单自动派发与高效协同,提升运维效率、降低成本。

4.3 某办公建筑案例初步实践

广州某在建智慧办公建筑项目,该项目在部署传统建筑智能化系统和集成平台基础上,拟尝试初步探索建设一个智慧建筑智能体,旨在构建高效、节能、舒适的智慧办公场景。

该项目在算力底座方面,拟采用AI推理一体机,深度集成DeepSeek等主流大模型,可实现大模型本地化运行,具备高吞吐、低时延的AI推理能力。在模型引擎方面,以DeepSeek为核心并采用本地化部署模式,构建“主流大模型兼容+自研小模型适配”的混合模型体系。一方面,依托主流大模型快速具备通用语义理解、自然语言对话交互与跨域知识推理等基础智能能力,满足智能体在通用场景下的交互与决策需求。另一方面,针对智慧建筑的专属场景特性,研发部署自研小模型,重点实现高精度意图识别、智能任务精排以及数据向量化处理等核心功能,精准适配建筑运营过程中的个性化、专业化需求。

项目底层数据采集采用“系统集成+物联网感知”模式:一是通过各种智能化标准协议、OPC、API接口等方式,集成建筑设备、能耗计量、安防监控等传统系统数据;二是适当部署温湿度、光照、PM2.5、人体感应、能耗传感器及物联网设备运行监测模块,采集办公区环境参数、空调/电梯/照明等设备状态数据,结合安防门禁与监控AI分析,形成“环境—设备

—人员—空间—能耗”全维度感知网络,提供实时精准数据源。

重点打造的AI场景应服务于以下方面。①能耗管理:基于历史电力、暖通数据及季节、天气、人员活动等环境因素,采用机器学习算法构建能耗预测模型,据此提前调整能源分配策略。如夏季用电高峰,结合天气预报与历史数据预测午后升温、空调负荷增大,上午低温时段自动换气降温并调整空调运行参数,预计能耗较传统办公建筑降低15%~20%。②环境优化:通过门禁、视频监控数据解析人员活动情况,结合历史数据构建人流密度与设备调控模型,自动调节温湿度、照明及空气质量。如大堂电梯厅人员密集时,自动加大新风送风量提升空气质量。③提升安防:结合AI智能算法,精准识别异常行为,如视频搜索、非法逗留等情况实现自主巡检与精准风险识别。④自然语言交互:在监控中心通过自然语言交互界面,使运维人员能够以最自然的方式与建筑系统对话,实现知识问答和设备调用。

5 挑战与展望

上述智慧建筑智能体的构建规划及案例初步探索实践仍处于起步探索阶段,后续仍须开展大量深化研究与落地推进工作。在这个构建智慧建筑智能体的过程中,面临包括标准规范、专业人才、数据支持、算法优化、系统集成在内的多重挑战,这些因素显著影响了智能体的性能与推广性。为应对这些问题,可通过建立统一的标准体系,培养“建筑+AI”复合型人才,优化算法以提升效率和泛化能力,有效促进从技术探索到实际价值实现的转变。

展望未来,随着国内外AI技术的进一步发展,智慧建筑智能体将深度融合进建筑生命周期内,使建筑能够主动适应用户需求,优化环境调控,助力节能减排,自然交互控制。这不仅革新了建筑运营模式,也为人们带来了更加高效、环保、舒适的居住和管理体验,标志着建筑行业向智慧化转型的重要一步。在各方共同努力下,AI技术和智慧建筑智能体的应用有望成为推动城市空间革新的核心力量。

参考文献

- [1] 华为技术有限公司. 智慧园区——园区智能体开发指南
- [2]. 深圳: 华为技术有限公司, 2025.