

基站智能体中的本地 AI 引擎驱动轻量化的卷积神经网络或信号处理算法,对数据进行实时清洗、对齐与特征提取,完成内嵌 DRL 等在线学习算法,根据本地实时观测(信道状态、用户位置、业务队列、计算负载)做出微秒/毫秒级决策(如功率调整、快速波束优化)。例如,将 CSI 转换为信道质量分布热图,从点云数据中实时识别并跟踪移动障碍物,或从业务流中快速分类出 URLLC、eMBB 等不同类型的数据包。

基站智能体中的本地模型库,完成存储和运行从区域层下发的或通过联邦学习获得的轻量化 AI 模型,用于本地推理。

基站智能体中的本地多维资源管理器,完成统一管理基站内部的频谱、天线、计算、存储、功率资源,并执行来自上层的协同策略。

(2) 通感算一体化资源池,作为基站自治层的硬件抽象,位于硬件抽象的最底层。它通过虚拟化技术将基站的通信射频单元、感知信号处理单元、AI 计算单元(如 CPU、NPU)等物理资源抽象化为一个可灵活调度的统一资源池。该资源池接收来自上层管理器的标准化调度指令(如空口物理资源分配或基站算力分配),并将其实时、精确地映射和解耦为具体的硬件控制命令(如配置 FPGA 波形、分配 GPU 内存),驱动物理硬件执行,同时将硬件的实时状态与执行结果反馈回上层,是实现软件定义基站和确定性能效保障的基石。

3.2 区域协同层(协同增强)

区域协同层主要完成策略分解与适配、协同优化求解、模型管理与分发功能。策略分解与适配即将宏观策略转化为适合本区域基站集群执行的协同策略(例如,为满足全市自动驾驶时延要求,规划出主干道路的专用波束切换序列和边缘计算节点部署图)。协同优化求解即运行基于 GNN 的协同算法,解决基站间的干扰协调、负载均衡、协同波束成形等多智能体问题。模型管理与分发即完成信道预测、业务量预测、异常检测等的轻量化 AI 模型的管理和分发。涉及的核心组件功能如下:

(1) 区域智能控制器,完成接收全局策略,并负责一个特定地理区域(如一个城市)或一个逻辑切片(如整个车联网切片)内的协调管理。

(2) 区域数字孪生,完成该区域网络的实时镜像,精度和更新频率远高于全局孪生,用于区域内的策略仿真和预验证。

(3) 联邦学习聚合器,完成协调域内各基站进行联邦学习,聚合本地模型更新,生成更强大的区域共享模型后分发。其处理遵循标准联邦学习流程:首先,协调训练任务,向各基站分发统一的初始模型和训练指令。随后,安全接收与聚合模型更新,各基站在本地使用私有数据训练模型后,仅将加密的模型参数更新(梯度)上传至此聚合器。聚合器采用

如联邦平均等核心算法,将所有局部更新进行安全融合,生成一个更加强大、泛化能力更优的全局模型。最后,它将聚合后的新模型分发回所有参与基站,从而在不共享原始数据的情况下,持续提升整个区域基站群的 AI 能力,实现知识的共享与网络的整体智能化演进。

3.3 全局管理层(集中智慧)

全局管理层提供全局视野和长期优化指导,不参与实时控制,其输出的结果是面向区域或业务片的宏观策略包和基准 AI 模型。涉及的核心组件功能如下:

(1) 全局网络数字孪生与意图引擎:构建全网高保真虚拟镜像,接收并形式化解析来自运营商或垂直行业的业务意图。

(2) 全局编排控制器:基于孪生网络进行超远期、跨域的网络规划与宏观策略制定(如频谱划分、跨运营商漫游协议、重大灾害应急通信预案)。

4 演进

支持基于 AI 的分布式自主网络管理与资源编排的演进将经历三个阶段:辅助决策阶段,通过集中式 AI 方式完成数字孪生广泛应用于网络规划和算法仿真。分布式自治阶段,通过基站内置 FL、DRL 等 AI 加速单元,实现基站集群域内 AI 自治。群体智能阶段,通过网络中的每个节点(基站、终端、反射面)都部署高度自主的智能体。通过先进的分布式学习与共识机制,形成去中心化的群体智能,实现网络的自我演进与创造,最终达成智慧内生愿景。算法在向 AI 方向演进过程中,在实现功能基础上还要保证 AI 算法可靠性,解决 AI 自身的高复杂性与不确定性;以及要保证 AI 算法可行性,解决计算开销与基站侧有限的能耗、算力预算。

5 结论

为应对 6G 网络场景和服务的复杂性,人工智能在未来 6G 基站分布式自主网络管理与资源编排中的起到核心作用。通过深度融合深度强化学习、图神经网络、联邦学习等先进算法,以及将智能分布式地注入网络边缘,6G 基站将从被动的信号收发节点,演进为具备本地感知、实时决策、群体协同能力的边缘网络智能体,从而支撑起万物智联的 6G 时代。

参考文献

- [1] Subhankar Shome. An Extensive Review of THz Communication in 6G: Facilitating Technologies with Edge Computing and Native AI. Franklin Open, 2025(10).
- [2] 尚佳瑶等.空天地一体化网络智能适变组网技术[J].人工智能,2025(1)
- [3] 丁海煜等.6G数字孪生网络分布式架构及关键技术[J].信息技术,2024(2)

Digital Technology Empowers the Integration and Innovation Development of Intelligent Service and Consulting Business of Bidding Agency

Zhixin Fan

China Post Construction Consulting Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

In the telecommunications industry where centralized procurement and government-enterprise projects coexist, tendering agencies are transitioning from process-oriented services to data-driven and rule-based intelligent services, while clients increasingly demand compliance, confidentiality, and timely delivery. This paper examines tendering agency scenarios, addressing the reality of integrating AI into existing systems that still require manual verification. It identifies gaps between intelligent services and consulting delivery, proposing a convergence strategy encompassing productized delivery, auditable governance, scenario replication, knowledge base iteration, and human-machine collaboration. The study concludes that only by transforming intelligent outputs into verifiable consulting deliverables and embedding risk control throughout the process can integrated innovation achieve stable productivity.

Keywords

digital technology; bidding agency; intelligent service; consulting business; innovative development

数字技术赋能招标代理智能服务与咨询业务融合创新发展的策略

范志新

中邮通建设咨询有限公司, 中国·江苏南京 210000

摘要

在通信行业集中采购与政企项目并行的环境下, 招标代理正在从流程型服务转向数据与规则驱动的智能服务, 同时客户对合规、保密与交付时效的要求持续上升。本文以招标代理业务场景为主线, 结合现有系统引入AI但仍需人工校核的现实, 梳理智能服务与咨询交付之间的断点, 并据此提出面向产品化交付、可审计治理、场景复制、知识库迭代与人机协作的融合策略。研究认为, 只有把智能输出做成可验证的咨询交付物, 并把风险控制内嵌到全流程, 融合创新才能形成稳定产能。

关键词

数字技术; 招标代理; 智能服务; 咨询业务; 创新发展

1 引言

电子招投标制度与平台体系不断完善, 交易、公共服务与行政监督等平台分工已被制度化安排, 这为在线化、数字化与智能化提供了基础。随着 AI 文本解析、规则校验与风险预警能力进入招采系统, 招标代理开始以智能工具支撑标前分析、文件审核与评审组织, 但在通信行业多专业、多地域与强合规的约束下, 智能服务往往停留在功能叠加, 难以直接转化为咨询成果。本文以通信行业招标代理的业务链为研究对象, 基于文档所反映的系统应用问题, 结合公开研究与政策要求, 提出可落地的融合创新策略框架。

【作者简介】 范志新 (1990-), 男, 中国江苏东台人, 本科, 工程师, 从事数字技术赋能招标代理实施研究。

2 数字技术赋能下招标代理智能服务与咨询业务融合的现状

通信行业招标代理机构普遍完成业务系统更新, 招标文件线上编制与发布、投标文件电子递交、开评标组织与过程留痕可依托平台完成, 但智能能力多以分散插件方式出现, 尚未转化为咨询业务可直接交付的成果单元。研究表明, AI 功能已加入招标代理操作系统但仍处实验阶段, 存在信息混乱、分析结果不理想且需要人为核实的问题, 导致标前论证、评审组织与合规把关仍以人工复核为主。在项目执行中, 资格审查、响应性核对、材料一致性检查等节点需要人员持续监督与纠偏, 投入的人力与管理成本难以随系统上线同步收敛。在治理侧, 廉政监督、法律风险管控、数据安全与保密被提出为刚性要求, 但部分控制点仍停留在事后补录

或人工抽检，缺少贯穿全流程的可审计控制。同时，业务覆盖军队、运营商与政府采购等多领域，流程差异与监管口径要求系统在模块划分、权限边界和规则库上进行分域适配。在具体应用中，标前分析已尝试围绕运营商同类项目汇集预算、资格条件、中标人和中标价等信息，但数据口径与复用模板不统一，分析往往需要临时清洗与人工比对^[1]。评审阶段证书与业绩材料存在被修改风险，机构更倾向于点对点核验并在会议现场集中处理，远程异地评审的链路稳定与会场安全也进一步提高了组织难度。

3 数字技术赋能招标代理智能服务与咨询业务融合创新发展的策略

3.1 智能输出成果向咨询产品标准化闭环交付

要把智能能力转化为客户可核验的咨询交付，核心在于将系统输出按产品包固化为流程节点的标准件，并用数据与证据链把结论闭环到项目全过程。第一，机构应以通信采购常见的框架协议、集采批次与政企项目为主线建立咨询产品目录，将标前调研、标书编制校核、评审组织支撑拆解为固定交付单元，并为每一单元配置数据字典与口径说明，明确来源系统、取数规则、更新频次与责任人，使模型生成内容按目录自动落位并与电子化流转节点同步，并在目录层配置输入校验与缺失拦截，避免人工二次补录。第二，机构需要制定产品级验收清单，将同类项目对比、预算与价格区间、资格条件差异、否决项提示等字段设置为结构化必填项，同时要求每项结论自动挂接条款位置、附件页码、统一交易标识码或原始记录链接，并将留痕要求写入归档规则，便于审计核对与差错回溯。第三，交付链要与项目管理和归档流程打通，系统自动把产品包挂接到评审纪要、澄清答复、变更记录与归档目录，按招标投标电子文件归档规范补齐元数据、时间戳与责任字段，同时生成差异对照表与回滚点，保证每次修改可追溯到具体条款、处理人和审批路径。第四，对仍需人工把关的环节应实行风险分层复核与抽检机制，区分高风险条款、关键资质有效期与一般格式项，设置双人复核、抽检比例和升级阈值，并把抽取准确率、人工回退率、复核用时与问题关闭时效纳入质量看板，复核意见以结构化标签回写到模板、规则参数与提示语库，形成按月评审、发布、回滚的迭代流程。

3.2 合规安全要求嵌入全流程可审计治理机制

在强监管与保密约束并存的通信采购场景中，招标代理推进智能服务与咨询融合时，应把合规安全前移为过程内生控制^[2]。第一，机构应以电子招投标交易、公共服务与监督平台分工为骨架，把公告发布、专家抽取、评分汇总、澄清答复、异议复核与归档导出等动作拆解为可审计事件，统一记录操作者、时间戳、来源系统、业务单号、输入输出文件哈希与原文页码定位，并将事件流自动挂接到工单、版本库和评审纪要，保证任一结论都能回溯到条款证据与处理

记录。第二，针对监督缺位与廉政风险，系统应固化岗位分离与双人复核，将评审组织、文件修改、账号授权、权限变更与导出发布分配到不同角色，并对高风险操作启用二次确认、原因码与阈值告警，告警自动派单至项目经理与合规岗，闭环时补齐复核意见、差异清单与回滚点编号。第三，数据侧按敏感等级对标书、报价、专家信息与供应商资料分级，落实传输与落盘加密、密钥分权、最小权限与动态授权，建立密钥轮换与备份加密机制，结合等级保护基线固化日志留存、集中审计、备份频度与远程协同接入边界，异地评审启用水印、脱敏、打印与下载控制，交付外发同步走审批与脱敏校验。第四，面向 AI 能力，机构要建立模型与规则的变更审计与发布门禁，明确版本号、训练数据范围、提示模板、命中规则与置信度字段可追溯，智能输出须关联条款页码或数据来源链接并留存证据片段，敏感字段设置拒答与脱敏输出策略，按项目类型设定抽样复核比例与责任人，复核结论反推规则修订并记录生效时间。

3.3 场景牵引能力模块规模化运营复制推广

为将智能服务由项目试用转入规模化运营，招标代理应以高频场景为入口，把规则、数据与流程能力封装为可复制的配置模块并形成投放门禁。第一，场景选择要对齐通信采购合规链条与差错成本，优先覆盖资格初筛、否决项核对、评审资料汇编、异地评审会务等环节，并把关键动作拆解为可审计事件，定义字段覆盖率、异常命中率、人工介入时长和复核通过率等门槛，同时为场景建立抽检样本库，规定随机复核比例与纠偏时限，并要求系统按电子招投标制度对交易、公共服务与监督平台的信息流进行对接，保证公告发布、专家抽取、评分结果与澄清答复等节点具备可追溯记录^[3]。第二，模块拆分应遵循分域与可配置原则，将运营商集采、政企项目与政府采购的规则差异固化为参数包，参数包至少包含条款库版本、评分表模板、附件命名规则与保密级别标识，并把参数变更纳入版本库与回滚策略，支持自动校验与双人复核，且要求每项智能输出绑定条款编号与附件页码，避免项目现场临时改条款导致结论不可复核。第三，推广投放需建立灰度与流水线治理，先在单省或单专业试运行，通过指标门禁后再扩容，流水线覆盖配置发布、兼容测试、权限开通、归档导出与一键回退，并在线上前于沙箱跑通接口校验，防止跨系统口径漂移，同时按制度要求如实记录每一操作环节的时间、来源系统、网络地址与操作者信息，形成可归档证据链。第四，运营期应以统一看板监测模块调用量、失败原因与人工接管比例，按工单将问题归因到规则缺失、数据质量或流程不匹配，并建立周复盘共享机制，把结论固化为条款库增补、参数包调整、测试用例补齐和异地评审会务标准清单。

3.4 数据知识库与规则引擎协同持续迭代策略

为把智能评审与标前咨询从经验驱动转为可复用能力，招标代理需要让数据知识库与规则引擎在同一治理框架下