

数字文旅专业系列教材 · 教学课件

智慧旅游系统架构设计与实践

第7章 5G 与边缘计算赋能的智慧旅游网络架构

授课对象：安顺学院旅游管理学院 · 旅游管理专业本科生

主讲：祝刚

本章导览

- 7.1 5G 技术赋能智慧旅游
- 7.2 边缘计算架构
- 7.3 云 - 边 - 端协同架构
- 7.4 5G+ 边缘计算应用场景

- 识记：5G 三大应用场景与边缘计算架构模型
- 理解：云 - 边 - 端协同架构的设计原理
- 应用：设计 5G+ 边缘计算的智慧旅游网络架构方案
- 分析：分析边缘计算在降低延迟方面的技术机制
- 评价：评估 5G 网络切片在旅游业务中的资源分配效率
- 创造：设计面向实时 AR 导览的云 - 边 - 端协同架构

- 中国联通广西分公司（2023）以 " 一键游广西 " 慢直播为实际应用案例 [1]，打造了 5G+ 分布式云渲染、5G+ 云导播、5G+ 采编、5G+VR、5G+ 慢直播等应用功能。
- 通过事件直播、活动直播等方式实时视频展示广西各类文化旅游资源，带动周边产品、赋能乡村振兴，同时为未来打造 " 元宇宙 " 沉浸式文化和旅游体验新场景奠定技术基础。

01

7.1 5G 技术赋能智慧旅游

7.1.1 5G 三大应用场景

- 5G 的三大应用场景在智慧旅游中各有映射：

7.1.1 5G 三大应用场景

- eMBB（增强移动宽带）。高带宽支持 4K/8K 视频直播、VR/AR 沉浸式体验和高清全景导览。

7.1.1 5G 三大应用场景

- 张骥等（2020）在宽窄巷子景区的 5G 智慧文旅实践中 [2]，验证了 eMBB 在景区高清直播和 AR 导览中的应用效果。

7.1.1 5G 三大应用场景

- URLLC（超可靠低延迟通信）。毫秒级延迟支持应急指挥、自动驾驶观光车和实时协同操作。在景区应急救援场景中，URLLC 可以保障救援指令的实时传输。

7.1.1 5G 三大应用场景

- mMTC（海量机器类通信）。每平方公里百万级连接支持大规模 IoT 传感器部署。Peng 等（2020）在 5G 智慧旅游 IoT 研究中 [3]，展示了 mMTC 在景区万级传感器节点互联中的应用。

7.1.2 5G 网络切片技术

- 网络切片是 5G 的核心创新之一——在同一物理网络上虚拟出多个逻辑网络，为不同业务提供差异化的网络服务。张莉敏和夏托托（2023）阐述了切片网络在智慧旅游中的应用 [4]：

7.1.3 5G+AR/VR 沉浸式体验

- Chen 等（2021）在综述旅游与酒店业移动通信发展时 [5]，梳理了从 1G 到 5G 的演进及其对旅游服务的影响。

7.1.3 5G+AR/VR 沉浸式体验

- 5G 的高带宽使 AR/VR 内容可以实时云端渲染并通过 5G 网络传输到终端设备，消除了终端设备的算力限制——轻量级 AR 眼镜即可享受高质量的沉浸式导览体验。

02

7.2 边缘计算架构

7.2.1 边缘计算的概念与架构模型

- 边缘计算将计算能力从云端下沉到网络边缘，靠近数据产生源头进行处理。Cepeda-Pacheco 和 Domingo（2022）在智慧城市旅游推荐系统中提出了三层架构 [6]：

7.2.1 边缘计算的概念与架构模型

- 设备层：智能手机、笔记本电脑、智能手表、摄像头等 IoT 设备，负责数据采集。

7.2.1 边缘计算的概念与架构模型

- 雾层（边缘层）：负责实时数据处理和分析，提供低延迟的景点推荐服务。雾层的引入使对时延敏感的应用可以在边缘节点完成处理。

7.2.1 边缘计算的概念与架构模型

- 云层：存储用户资料、旅游数据库和天气数据，通过智能学习算法提供更深层的个性化推荐。

7.2.2 设备层 - 雾层 - 云层三层架构

- Bujari 等（2020）在 5G 时代背景下提出了支持智慧旅游的地理分布式架构 [7]。

7.2.2 设备层 - 雾层 - 云层三层架构

- 该架构利用 5G 网络的低延迟和高带宽特性，将计算任务在云、边、端之间动态分配，实现最优的用户体验和资源利用效率。

7.2.3 边缘节点计算资源调度

- 边缘节点的计算资源有限且动态变化，需要智能调度机制。2025 年的边缘计算文旅感知系统研究 [8] 提出了边缘节点计算资源调度机制，通过云边协同数据处理框架，有效降低网络延迟，提升系统性能。

03

7.3 云 - 边 - 端协同架构

7.3.1 协同架构设计

- 云 - 边 - 端协同架构的核心是任务卸载——根据任务的时延要求、计算量和数据大小，动态决定在端、边、云哪个层级执行。

7.3.1 协同架构设计

- Taleb 等（2017）在 IEEE Communications Magazine 上提出 "Follow Me Edge" 概念 [9]，通过移动边缘计算支持智慧城市中的视频流应用。

7.3.2 轻量化深度学习推理引擎

- 边缘节点的计算资源有限，需要轻量化的 AI 推理引擎。模型压缩技术（知识蒸馏、量化、剪枝）可以将大型 AI 模型压缩到适合边缘部署的大小，同时保持可接受的精度。

7.3.3 多模态传感器数据融合

- Bi 和 Liu （ 2022 ） 的云 IoT 平台 [10] 在边缘节点实现了多模态传感器数据融合，通过边缘计算 AI 的智能鹰眼系统形成景区的 " 隐形防护网 "。

7.3.3 多模态传感器数据融合

- 这种融合在边缘节点完成，避免了大量原始数据传输到云端的开销。

04

7.4 5G+ 边缘计算应用场景

7.4.1 景区慢直播与云导播

- 中国联通广西分公司（2023）的 " 一键游广西 " 实践 [1] 展示了 5G+ 边缘计算在景区慢直播中的应用。5G 提供高带宽传输，边缘节点进行视频编码和流媒体分发，云导播实现多机位切换和实时特效。

7.4.2 实时客流监测与智能分流

- 通过边缘节点实时分析摄像头视频流，实现客流密度监测和智能分流。当某区域客流密度超过阈值时，系统自动触发分流策略——向游客推送替代路线推荐、调整导览路径、增派工作人员。

7.4.3 应急响应与安全保障

- 5G 的 URLLC 特性为景区应急响应提供了通信保障。边缘节点可以在毫秒级延迟内完成异常事件检测（如跌倒、拥挤、火灾），并立即触发告警。

7.4.4 5G-A 与 AI 融合的最新实践

- 2025 年的研究展示了 5G-A （ 5G-Advanced ） 与 AI 融合驱动的智慧景区系统架构 [11] 。

7.4.4 5G-A 与 AI 融合的最新实践

- 以福州烟台山为研究对象，构建 " 五层一体 " 系统架构模型，整合 5G-A 网络切片、边缘计算与多模态 AI 算法，实现了游客服务、景区管理、文化传播三维创新。

- 5G 与边缘计算正在深刻重塑智慧旅游网络架构。
- 本章阐述了 5G 三大应用场景（eMBB/URLLC/mMTC）在旅游中的映射，介绍了网络切片技术为旅游业务定制专用网络的能力，
- 详细分析了边缘计算的三层架构（设备层 - 雾层 - 云层）和云 - 边 - 端协同机制，展示了 5G+ 边缘计算在慢直播、客流监测、应急响应和 5G-A+AI 融合等场景中的应用。

- （识记） 5G 的三大应用场景分别对应哪些旅游应用？
- （理解） 解释网络切片技术如何为不同旅游业务提供差异化服务。
- （应用） 为一个山地型景区设计 5G+ 边缘计算网络架构方案。
- （分析） 分析云 - 边 - 端协同架构中任务卸载的决策因素。
- （评价） 评估 5G-A 与 AI 融合架构在智慧景区中的创新价值。
- （创造） 设计一个面向实时 AR 导览的端 - 边 - 云协同计算方案。

- [1] 中国联通广西分公司 . 5G 边缘计算在智慧旅游中的应用 [J]. 万方数据 , 2023.
- [2] 张骥 , 等 . 5G 智慧文旅在宽窄巷子景区的应用探索 [J]. 维普 , 2020.
- [3] Peng R, et al. A Human-Guided Machine Learning Approach for 5G Smart Tourism
- [4] 张莉敏 , 夏托托 . 5G 与 AR 技术在智慧旅游中的应用 [J]. 万方数据 , 2023.
- [5] Chen S, et al. Mobile Communications for Tourism and Hospitality: A Review[J
- [6] Cepeda-Pacheco J C, Domingo M C. Deep learning and IoT for tourist attractio

谢谢聆听 · 下章再见

安顺学院旅游管理学院 · 数字文旅专业系列教材