

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 6 章 应用与服务层（A）—— AI 驱动与微服务架构

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

- 6.1 应用层的架构设计
- 6.2 AI 驱动的智慧旅游应用
- 6.3 面向多角色的应用服务
- 6.4 应用层的性能优化
- 国际比较与经验借鉴

- 识记：微服务架构核心组件与 AI 推荐系统基本原理
- 理解：面向多角色的应用服务体系设计逻辑
- 应用：设计智慧旅游微服务架构方案
- 分析：分析 AI 技术在旅游应用中的深度与局限
- 评价：评估应用层性能优化策略的有效性
- 创造：设计面向多角色的智慧旅游应用服务方案

- 携程作为中国领先的 OTA 平台，其推荐系统经历了从协同过滤到深度学习的演进过程。
- García-Madurga 和 Grilló-Méndez （2023）在综述旅游业 AI 应用时指出 [1]，" 智慧旅游集成了传感器、大数据处理、开放数据、
- 开放 API 和多设备连接等多种先进技术 "，AI 是串联这些技术组件的 " 智能内核 "。
- 携程推荐系统正是这一理念的典型实践——通过深度学习模型分析用户的浏览、搜索、预订行为，为每位游客生成个性化的旅游产品推荐。

01

6.1 应用层的架构设计

6.1.1 应用层在 S.M.A.R.T. 框架中的定位

- 应用与服务层（A）是 S.M.A.R.T. 框架的第三层，直接面向最终用户（游客、企业、政府）。它接收数据平台层（M）提供的数据服务，通过 AI 算法和业务逻辑将其转化为具体的旅游应用功能。

6.1.1 应用层在 S.M.A.R.T. 框架中的定位

- Gretzel 等（2015）在六层架构模型中将服务层和应用层分别列出 [2]，S.M.A.R.T. 框架将两者合并为 A 维度，强调从数据到应用的一体化设计。

6.1.2 微服务架构设计

- García 等（2018）在 "Smart Tourism Platform Based on Microservice Architecture and Recommender Servic

6.1.2 微服务架构设计

- es" 中首次系统性地将微服务架构引入智慧旅游平台 [3]。

6.1.2 微服务架构设计

- 他们将旅游平台分解为推荐服务、用户服务、内容服务、预订服务等独立微服务。

6.1.2 微服务架构设计

- 微服务架构设计的核心决策包括：

6.1.2 微服务架构设计

- 服务拆分粒度。过粗导致单体架构问题重现，过细增加通信开销。智慧旅游领域推荐的拆分策略是按业务域拆分——票务服务、导览服务、推荐服务、营销服务、应急服务等。

6.1.2 微服务架构设计

- API 网关。作为所有外部请求的统一入口，负责请求路由、负载均衡、认证授权和限流熔断。肖荣和高全亮（2019）的智慧景区平台 [4] 通过 API 网关统一管理 Docker 容器化部署的各微服务。

6.1.2 微服务架构设计

- 服务注册与发现。微服务实例动态创建和销毁，需要服务注册中心（如 Nacos、Consul）维护服务实例列表，使服务间能够互相发现和通信。

6.1.3 容器化部署： Docker 与 Kubernetes

- 肖荣和高全亮（2019）深入分析了微服务架构在智慧景区中的技术特点 [4]。

6.1.3 容器化部署： Docker 与 Kubernetes

- 他们指出，部署在云平台上的智慧景区平台通过快速启动大量 Docker 容器，实时调度服务资源，水平扩展相应的应用服务，达到迅速扩容、提高系统访问性能的目的，满足大量游客实时访问的需求。

6.1.3 容器化部署： Docker 与 Kubernetes

- Kubernetes （ K8s ） 作为容器编排平台，负责容器的调度、扩缩容和故障恢复。

6.1.3 容器化部署： Docker 与 Kubernetes

- 在智慧旅游场景中， K8s 的自动扩缩容能力尤为重要——黄金周期间客流激增时， K8s 可以自动增加票务和导览服务的容器实例数量。

02

6.2 AI 驱动的智慧旅游应用

6.2.1 智能推荐系统

- 推荐系统是智慧旅游应用层最核心的 AI 应用。推荐算法经历了从协同过滤到深度学习的演进：

6.2.1 智能推荐系统

- 协同过滤。基于 " 喜欢类似物品的用户有类似偏好 " 的假设，分为基于用户和基于物品两种方法。简单有效但存在冷启动问题。

6.2.1 智能推荐系统

- 矩阵分解。将用户 - 物品交互矩阵分解为低维隐因子矩阵，解决了协同过滤的稀疏性问题。

6.2.1 智能推荐系统

- 深度学习推荐。利用深度神经网络自动学习用户和物品的复杂特征表示。

6.2.1 智能推荐系统

- Zhang 和 Cheng （2024）在研究 AI 和大数据如何赋能智慧旅游目的地建设时 [5]，使用深度学习推荐模型为天柱山景区游客提供个性化推荐。

6.2.1 智能推荐系统

- 知识图谱推荐。将旅游领域的知识（景点关系、文化背景、用户画像）构建为知识图谱，通过图神经网络进行推荐推理。

6.2.2 智能客服与对话机器人

- NLP 技术和大语言模型（LLM）的发展使智能客服在旅游领域的应用日益成熟。现代旅游智能客服可以处理多轮对话、理解复杂查询、支持多语言交互。

6.2.2 智能客服与对话机器人

- 胡辉（2023）在研究基于 5G+AI 的旅游决策辅助系统时 [6]，集成了大语言模型作为智能客服的核心引擎，为游客提供全过程的精准化、个性化旅游服务。

6.2.3 智能行程规划

- 智能行程规划是约束满足与优化问题——在时间、预算、偏好等约束下，为游客规划最优旅游路线。Pei 和 Zhang （2021）在研究 AI 与旅游融合发展时 [7]，探讨了智能行程规划在智慧旅游中的应用。

6.2.4 图像识别与 AR 导览

- AR 导览结合了计算机视觉、空间计算和内容渲染技术。张莉敏和夏托托（2023）阐述了 5G 和 AR 技术在智慧旅游中的应用 [8]，包括 AR 增强体验和切片网络的应用。

6.2.4 图像识别与 AR 导览

- 5G 网络的高带宽为 AR 内容的实时传输提供了保障。

03

6.3 面向多角色的应用服务

6.3.1 游客端：智慧导览、个性化推荐、社交分享

- 游客端应用的核心是提升旅游体验。Du（2021）设计的智能旅游信息系统 [9] 集成了数据挖掘算法，为游客提供个性化的旅游信息服务。

6.3.1 游客端：智慧导览、个性化推荐、社交分享

- 游客端应用的设计应遵循 " 场景驱动 " 原则——在旅游前（规划）、旅游中（导览）和旅游后（分享）三个阶段提供差异化服务。

6.3.2 企业端：智慧营销、客流分析、收益管理

- 企业端应用的核心是提升运营效率。Li 等（2022）在研究 AI 技术在智慧景区建设中的应用时 [10]，展示了 AI 在景区管理、游客服务和营销推广中的全面应用。

6.3.2 企业端：智慧营销、客流分析、收益管理

- 企业端应用包括客流预测、动态定价、精准营销和供应链协同等。

6.3.3 政府端：智慧监管、应急指挥、决策支持

- 政府端应用的核心是提升治理能力。Wang 等（2010）在研究基于数据的旅游管理决策支持系统时 [11]，提出了综合多种智能技术的决策支持系统体系结构。

6.3.3 政府端：智慧监管、应急指挥、决策支持

- 政府端应用包括行业统计、应急指挥、政策模拟和公共服务监管等。

04

6.4 应用层的性能优化

6.4.1 高并发架构设计

- 智慧旅游系统在节假日面临高并发挑战。陈伍香等（2023）的桂林智慧旅游管理系统 [12] 采用微服务架构应对高并发——通过 5G 技术与微服务架构的融合，提升系统在旅游高峰期的处理能力。

6.4.1 高并发架构设计

- 高并发架构的核心策略包括：读写分离、缓存策略、异步处理和消息队列。

6.4.2 缓存策略与 CDN 加速

- 缓存是提升应用性能的最有效手段之一。多级缓存策略——浏览器缓存→CDN 缓存→API 网关缓存→应用缓存→数据库缓存——可以显著降低响应时间。

6.4.2 缓存策略与 CDN 加速

- 对于智慧旅游应用，景点信息、推荐列表等读多写少的数据适合缓存。

6.4.3 服务降级与熔断机制

- 在系统过载时，服务降级和熔断机制可以保护核心功能不受影响。例如，当推荐服务响应超时时，自动降级为展示热门景点列表；

6.4.3 服务降级与熔断机制

- 当票务服务负载过高时，暂时关闭非核心功能（如评论和分享），保障核心交易链路的稳定。

05

国际比较与经验借鉴

AI 应用的全球差异

- 北美在旅游推荐算法和自然语言处理方面领先，欧洲注重 AI 的可解释性和伦理合规，中国在实际应用场景的丰富度和规模上具有优势。

AI 应用的全球差异

- García-Madurga 和 Grilló-Méndez （2023）的综述 [1] 全面梳理了全球 AI 在旅游业中的应用现状。

- 应用与服务层（A）是 S.M.A.R.T. 框架的智能引擎，通过微服务架构和 AI 算法将数据转化为旅游服务。
- 本章阐述了微服务架构设计（服务拆分、API 网关、容器化部署），介绍了 AI 推荐系统、智能客服、行程规划和 AR 导览等核心应用，分析了面向游客、企业和政府的多角色服务体系，
- 讨论了高并发架构、缓存策略和服务降级等性能优化方案。

- （识记） 微服务架构的三个核心组件是什么？
- （理解） 比较协同过滤和深度学习推荐在旅游场景中的优劣。
- （应用） 为一个智慧景区设计微服务拆分方案，说明服务边界和接口设计。
- （分析） 分析服务降级与熔断机制在节假日高并发场景中的作用。
- （评价） 评估大语言模型（LLM）在旅游智能客服中的应用成熟度。
- （创造） 设计一个面向多角色（游客 / 企业 / 政府）的智慧旅游应用服务架构。

- [1] García-Madurga M Á, Grilló-Méndez A J. Artificial Intelligence in the Touris
- [2] Gretzel U, et al. Smart tourism: foundations and developments[J]. Electronic
- [3] García L M, et al. Smart Tourism Platform Based on Microservice Architecture
- [4] 肖荣, 高全亮. 基于微服务架构的智慧景区平台关键技术研究与应用 [J]. 维普, 2019.
- [5] Zhang K, Cheng W. AI, big data and algorithms for stakeholders to build smar
- [6] 胡辉. 基于 5G+AI 技术的旅游决策辅助系统研究 [J]. 维普, 2023.

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