项目文档

# Introduction

### 1. 引言  
  
#### 1.1 背景   
在数字化餐饮服务高速发展的背景下，用户对即时餐饮消费的便捷性、响应速度和操作效率提出更高要求。QuickEats作为一款聚焦"轻量化快速点餐"的解决方案，针对传统外卖平台普遍存在的操作路径冗长、跨餐厅选购不便、支付流程复杂等痛点，通过以下核心设计重塑用户体验：   
- \*\*极简操作流\*\*：将用户从搜索到支付的平均操作步骤减少40%   
- \*\*跨平台一致性\*\*：支持多端（iOS/Android/Web）无缝切换的购物车状态同步   
- \*\*动态资源优化\*\*：基于实时地理位置的热门餐厅推荐算法   
- \*\*支付聚合体系\*\*：集成主流支付渠道的统一结算接口   
  
系统通过构建用户-餐厅-配送三方实时协同模型，实现订单状态秒级同步，满足都市快节奏生活场景下的即时餐饮消费需求。  
  
#### 1.2 业务目标   
本文档旨在明确QuickEats的软件需求，为开发团队提供以下核心指导：   
1. 建立符合ISO 25010标准的用户体验指标体系   
2. 实现订单处理全流程响应时间≤500ms的性能基线   
3. 构建支持日均百万级订单的弹性架构能力   
4. 确保支付交易符合PCI DSS安全规范   
5. 提供满足GDPR要求的数据隐私保护机制   
6. 达成餐厅端订单处理效率提升30%的运营目标  
  
#### 1.3 范围   
本文档覆盖QuickEats的以下维度需求：   
  
| 需求类别 | 覆盖范围示例 |  
|----------------|----------------------------------------------------------------------------|  
| \*\*功能需求\*\* | 用户身份体系、多维度餐厅筛选、智能购物车管理、多支付渠道集成、实时订单追踪等 |  
| \*\*非功能需求\*\* | 响应时间（TPS≥2000）、支付成功率（≥99.99%）、数据加密标准（AES-256） |  
| \*\*约束条件\*\* | 需兼容iOS 12+/Android 8+系统、支持银联/微信/支付宝支付通道、符合餐饮行业卫生管理条例 |  
  
不包含硬件采购方案、第三方支付系统内部实现细节及餐厅POS系统改造方案。  
  
#### 1.4 定义、缩写与缩略语   
  
| 术语 | 定义 |  
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|  
| CartItem | 购物车项实体，记录菜品选择数量及特殊要求 |  
| OrderItem | 订单项实体，固化交易时的菜品单价和数量 |  
| UC01-UC25 | 用例编号标识符，对应具体业务场景（如UC03=用户浏览餐厅） |  
| ER模型 | 描述用户、餐厅、订单等11个核心实体关系的实体-联系图 |  
| TPS | 每秒事务处理量（Transactions Per Second），关键性能指标 |  
| PCI DSS | 支付卡行业数据安全标准（Payment Card Industry Data Security Standard） |  
| SLA | 服务等级协议（Service Level Agreement），定义系统可用性承诺（如99.95%月度正常运行时间） |  
  
#### 1.5 参考标准   
1. \*\*IEEE 830-1998\*\*《软件需求规格说明书编写指南》   
2. \*\*ISO/IEC 25010:2011\*\* 系统与软件质量模型   
3. \*\*PCI DSS v3.2.1\*\* 支付卡行业数据安全标准   
4. \*\*GDPR\*\*（通用数据保护条例）欧盟第2016/679号条例   
5. \*\*RFC 7231\*\* 超文本传输协议（HTTP/1.1）语义规范   
6. \*\*ISO 8601\*\* 日期和时间格式表示标准   
  
（注：本规格书引用的标准均为现行有效版本，所有外部标准文件可通过对应标准组织的官方网站获取最新版本）

# Overall Description

```markdown  
## 2. 总体概述  
  
### 2.1 产品视角  
本产品（QuickEats）是面向都市年轻群体的智能餐饮服务平台，旨在通过AI驱动的个性化推荐引擎和实时物流优化算法，将平均订餐响应时间缩短至行业平均水平的60%（目标<15分钟）。目标用户包括：  
- \*\*核心用户\*\*：20-35岁白领群体（占比68%），日均使用时长28分钟  
- \*\*次级用户\*\*：高校学生群体（占比22%），客单价约25元  
- \*\*B端用户\*\*：中小型餐饮商户（日均订单处理量50-200单）  
  
市场定位为"高品质即时餐饮服务商"，通过建立自营配送体系（承诺30分钟必达）与精选餐厅合作模式（入驻商家需通过3级卫生认证），打造差异化竞争优势。  
  
### 2.2 产品功能  
| 功能模块 | 核心能力 | 关联模块 |  
|-----------------|-----------------------------------|-------------------------|  
| 用户门户 | 个性化推荐（基于协同过滤+时序分析） | 订单系统、支付系统 |  
| 餐厅管理 | 动态库存管理（支持秒级库存同步） | 菜品数据库、订单处理 |  
| 智能购物车 | 跨餐厅比价功能（价格波动监测） | 订单生成、促销引擎 |  
| 支付网关 | 混合支付（支持数字货币+传统支付） | 风控系统、账务系统 |  
| 物流调度 | 实时路径优化（融合交通大数据） | GIS定位系统、订单分配 |  
| 数据分析 | 商户经营看板（转化率/复购率分析） | 用户画像系统、BI平台 |  
  
各模块通过事件驱动架构（EDA）实现松耦合交互，核心业务流TPS不低于3000。  
  
### 2.3 用户特征  
- \*\*C端用户\*\*：  
 - 移动优先：98%通过APP下单，iOS/Android占比6:4  
 - 行为特征：晚高峰（18:00-20:00）订单量占全日43%  
 - 技术要求：期待一键重订、智能地址联想等便捷功能  
  
- \*\*B端用户\*\*：  
 - 数字化程度：73%商户仅具备基础IT能力  
 - 痛点需求：急需自动接单打印、智能备餐提醒等功能  
 - 培训成本：需提供可视化操作界面（学习成本<15分钟）  
  
### 2.4 竞品分析  
\*\*市场痛点\*\*：  
1. 头部平台抽成率达22-26%（2023年美团财报数据）  
2. 平均配送时长38分钟（艾瑞咨询2023Q2报告）  
3. 商户端功能复杂度过高（CSAT评分仅68分）  
  
\*\*竞争优势\*\*：  
| 维度 | 本产品 | 竞品A（美团） | 竞品B（饿了么） |  
|-------------|-----------------------|---------------------|---------------------|  
| 佣金率 | 15%（首年优惠期12%） | 22% | 20% |  
| 配送时效 | 28分钟（自营骑手） | 38分钟（众包模式） | 35分钟 |  
| 界面层级 | 2级菜单直达下单 | 平均3.2级 | 3.5级 |  
| 特色功能 | 餐品3D预览 | 社区团购 | 直播带货 |  
  
### 2.5 业务风险与机遇  
\*\*风险\*\*：  
1. 物流成本控制（自营骑手单均成本8.2元 vs 众包模式5.7元）  
2. 支付通道稳定性（需保证99.99%可用性）  
3. 数据合规压力（需通过等保三级认证）  
  
\*\*机遇\*\*：  
1. 银发经济：50岁以上用户年增长率达127%（2023行业报告）  
2. 企业订餐：B2B订单客单价是C端的4.7倍  
3. 食安认证：获得ISO22000认证可提升28%用户信任度  
  
### 2.6 设计约束  
1. 性能要求：  
 - 核心接口响应时间<200ms（P99）  
 - 万级并发下系统可用性>99.95%  
   
2. 合规要求：  
 - 支付系统需通过PCI DSS认证  
 - 用户数据加密强度达到AES-256  
  
3. 技术栈限制：  
 - 后端必须兼容Kubernetes（1.23+版本）  
 - 移动端需支持热更新（CodePush方案）  
  
4. 硬件依赖：  
 - 商户终端必须配备NFC读卡器（ISO14443协议）  
 - 骑手设备GPS定位误差<5米  
  
### 2.7 假设与依赖关系  
\*\*关键假设\*\*：  
1. 第三方地图服务（高德/Google Maps）提供亚米级定位精度  
2. 合作银行支持实时支付状态查询接口  
3. 城市交通管理部门开放实时路况数据  
  
\*\*系统依赖\*\*：  
| 依赖项 | 服务等级协议（SLA） |  
|-----------------------|---------------------|  
| 支付宝/微信支付接口 | 99.95%可用性 |  
| AWS S3存储服务 | 99.99%持久性 |  
| 短信网关 | 500TPS并发处理 |  
| 电子发票系统 | 税务合规认证 |  
```

# Functional Requirement

### 3 功能需求  
  
#### 3.1 用户账户管理功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-01   
\*\*描述\*\*：实现用户账户的创建与身份验证   
\*\*输入\*\*：   
- 注册信息（邮箱/手机号、密码、验证码）   
- 登录凭证（账号、密码）   
\*\*输出\*\*：   
- 用户实体（UserID, Name, Phone, Email）   
- 登录状态令牌（Token）   
  
#### 3.2 餐厅信息展示功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-02   
\*\*描述\*\*：根据用户位置展示可访问的餐厅信息   
\*\*输入\*\*：   
- 用户地理坐标/手动输入地址   
- 筛选条件（菜系、评分、配送时间）   
\*\*输出\*\*：   
- 餐厅列表（RestaurantID, Name, Distance, Rating）   
- 餐厅详情（地址、联系方式、营业时间）   
  
#### 3.3 菜品展示功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-03   
\*\*描述\*\*：展示餐厅提供的菜品详细信息   
\*\*输入\*\*：   
- 餐厅标识符（RestaurantID）   
- 用户饮食偏好（可选）   
\*\*输出\*\*：   
- 菜品列表（DishID, Name, Price, Image）   
- 菜品详情（成分表、过敏原、用户评价）   
  
#### 3.4 购物车管理功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-04   
\*\*描述\*\*：实现菜品添加/移除/修改操作   
\*\*输入\*\*：   
- 菜品选择（DishID, Quantity）   
- 操作指令（添加/删除/修改）   
\*\*输出\*\*：   
- 购物车实体（CartID, TotalItems）   
- 购物车项集合（CartItemID, Quantity, Note）   
  
#### 3.5 订单创建功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-05   
\*\*描述\*\*：将购物车内容转换为待支付订单   
\*\*输入\*\*：   
- 配送方式（自取/外卖）   
- 配送地址（AddressID）   
- 预约时间（可选）   
\*\*输出\*\*：   
- 订单实体（OrderID, OrderTime, TotalAmount）   
- 订单项集合（OrderItemID, Quantity, UnitPrice）   
  
#### 3.6 支付处理功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-06   
\*\*描述\*\*：完成订单支付流程   
\*\*输入\*\*：   
- 支付方式（MethodID）   
- 支付金额（TotalAmount）   
\*\*输出\*\*：   
- 支付记录（PaymentID, TransactionID）   
- 订单状态更新（支付成功/失败）   
  
#### 3.7 地址管理功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-07   
\*\*描述\*\*：维护用户配送地址信息   
\*\*输入\*\*：   
- 地址详细信息（Recipient, Phone, DetailAddress）   
- 操作类型（新增/修改/删除）   
\*\*输出\*\*：   
- 地址实体集合（AddressID, IsDefault）   
- 操作结果状态（成功/失败原因）   
  
#### 3.8 支付方式管理功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-08   
\*\*描述\*\*：维护用户支付方式信息   
\*\*输入\*\*：   
- 支付凭证（银行卡号、有效期、安全码）   
- 操作类型（绑定/解绑）   
\*\*输出\*\*：   
- 支付方式集合（MethodID, Type, Last4Digits）   
- 验证结果（成功/失败）   
  
#### 3.9 订单跟踪功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-09   
\*\*描述\*\*：提供订单状态实时更新   
\*\*输入\*\*：   
- 订单标识符（OrderID）   
\*\*输出\*\*：   
- 订单状态流（已接单/制作中/配送中）   
- 预计到达时间（动态计算）   
  
#### 3.10 评价管理功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-10   
\*\*描述\*\*：处理用户对订单的评分与评论   
\*\*输入\*\*：   
- 星级评分（1-5）   
- 文字评价（可选）   
- 图片附件（最多3张）   
\*\*输出\*\*：   
- 评价实体（ReviewID, Content, Rating）   
- 餐厅综合评分更新   
  
#### 3.11 库存校验功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-11   
\*\*描述\*\*：实时校验菜品可用性   
\*\*输入\*\*：   
- 菜品标识符（DishID）   
- 请求数量（Quantity）   
\*\*输出\*\*：   
- 库存状态（充足/不足）   
- 替代菜品推荐（可选）   
  
#### 3.12 订单取消功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-12   
\*\*描述\*\*：处理用户发起的订单取消请求   
\*\*输入\*\*：   
- 取消原因（可选）   
- 订单标识符（OrderID）   
\*\*输出\*\*：   
- 订单状态变更（已取消）   
- 库存回滚操作   
  
#### 3.13 数据归档功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-13   
\*\*描述\*\*：定期归档历史业务数据   
\*\*输入\*\*：   
- 归档策略（保留周期：24个月）   
- 数据范围（订单、支付记录）   
\*\*输出\*\*：   
- 归档数据文件（压缩格式）   
- 主表空间释放报告   
  
#### 3.14 实时通知功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-14   
\*\*描述\*\*：推送订单状态变更通知   
\*\*输入\*\*：   
- 事件类型（支付成功/配送开始等）   
- 用户标识符（UserID）   
\*\*输出\*\*：   
- 推送消息（短信/APP通知）   
- 消息送达状态（已读/未读）   
  
#### 3.15 餐厅后台管理功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-15   
\*\*描述\*\*：管理餐厅菜单与订单处理   
\*\*输入\*\*：   
- 菜品更新请求（新增/下架）   
- 订单状态标记（制作完成）   
\*\*输出\*\*：   
- 菜单版本更新记录   
- 订单处理时间统计   
  
#### 3.16 异常支付处理功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-16   
\*\*描述\*\*：处理支付过程中的异常情况   
\*\*输入\*\*：   
- 支付错误代码   
- 交易流水号（TransactionID）   
\*\*输出\*\*：   
- 支付状态修正（失败/待重试）   
- 异常处理日志   
  
#### 3.17 用户偏好分析功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-17   
\*\*描述\*\*：生成个性化推荐内容   
\*\*输入\*\*：   
- 用户历史订单数据   
- 浏览行为记录   
\*\*输出\*\*：   
- 推荐菜品列表   
- 餐厅偏好评分   
  
#### 3.18 系统配置管理功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-18   
\*\*描述\*\*：管理系统级参数设置   
\*\*输入\*\*：   
- 配送费计算规则   
- 服务费率配置   
\*\*输出\*\*：   
- 配置版本历史   
- 参数生效状态   
  
#### 3.19 数据校验功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-19   
\*\*描述\*\*：确保业务数据完整性   
\*\*输入\*\*：   
- 跨实体关联数据（订单-支付）   
- 时效性数据（优惠券有效期）   
\*\*输出\*\*：   
- 数据一致性报告   
- 异常数据标记   
  
#### 3.20 多平台适配功能  
\*\*功能编号\*\*：FR-20   
\*\*描述\*\*：支持不同终端设备访问   
\*\*输入\*\*：   
- 设备类型（iOS/Android/Web）   
- 屏幕分辨率参数   
\*\*输出\*\*：   
- 自适应界面布局   
- 设备特性适配方案

# External Description

### 4. 外部接口需求  
  
#### 4.1 用户接口  
| 接口类型 | 接口定义 | 交互方式 |  
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|  
| \*\*移动端界面\*\* | 支持iOS 12+/Android 8+的响应式触控界面 | - 手势操作（滑动/长按/双击）<br>- Lottie动画反馈（加载/成功状态） |  
| \*\*Web管理后台\*\* | 餐厅端数据可视化操作界面 | - 拖拽式菜单编辑器<br>- 热力图展示订单分布<br>- 实时库存数字看板 |  
| \*\*POS终端界面\*\* | 商户接单打印设备的交互界面 | - 声光提示新订单<br>- 热敏打印小票模板<br>- NFC刷卡区域交互反馈 |  
  
#### 4.2 硬件接口  
| 设备类型 | 通信协议/标准 | 技术要求 |  
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|  
| \*\*NFC读卡器\*\* | ISO 14443 Type A/B（支持银联QuickPass） | - 读写距离≥3cm<br>- 交易响应时间≤300ms |  
| \*\*GPS定位模块\*\* | 北斗/GPS/GLONASS三模定位 | - 定位精度≤5米（开阔环境）<br>- 冷启动时间≤45秒 |  
| \*\*热敏打印机\*\* | ESC/POS指令集 | - 支持58mm纸宽<br>- 打印速度≥100mm/s<br>- 自动切刀故障率≤0.1% |  
  
#### 4.3 软件接口  
| 系统名称 | 接口规范 | 数据交互示例 |  
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|  
| \*\*支付系统\*\* | RESTful API（OAuth 2.0认证） | 请求：<br>`POST /v3/pay/orders {amount: 58.5, currency: "CNY"}`<br>响应：<br>`{code: 200, qrcode: "weixin://..."}` |  
| \*\*地图服务\*\* | WebSocket实时路况推送 | 推送格式：<br>`{road\_id: "A12", speed: 32km/h, congestion\_level: 2}` |  
| \*\*短信网关\*\* | SMPP 3.4协议 | 模板：<br>`【QuickEats】验证码{code}，5分钟内有效` |  
| \*\*数据仓库\*\* | Apache Parquet格式每日增量同步 | 分区路径：<br>`s3://quickeats-logs/dt=20240315/event\_type=payment` |  
| \*\*BI分析平台\*\* | JDBC连接（TLS 1.3加密） | 查询示例：<br>`SELECT hour, COUNT(\*) FROM orders GROUP BY hour` |  
  
#### 4.4 通信接口  
| 接口类型 | 通信协议 | 报文示例 |  
|-------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|  
| \*\*订单状态推送\*\* | WebSocket（RFC 6455） | ```json<br>{<br> "order\_id": "20240315123456",<br> "status": "配送中",<br> "estimates": "18:25到达"<br>}``` |  
| \*\*支付回调\*\* | HTTPS 1.1（双向证书认证） | 回调参数：<br>`sign\_type=MD5&sign=1a2b3c...&out\_trade\_no=2024...` |  
| \*\*物流状态同步\*\* | HTTP/2 API（Protobuf编码） | 二进制报文：<br>`0A 08 32 30 32 34 30 33 31 35 10 03 18 8C 05` |  
| \*\*邮件通知\*\* | SMTP over TLS（RFC 5322标准） | 邮件头：<br>`From: no-reply@quickeats.com`<br>`To: user@example.com` |  
  
---  
  
### 接口保障机制  
1. \*\*数据完整性\*\*   
 - 采用HMAC-SHA256签名验证（支付接口）   
 - 消息序列号校验（WebSocket消息）   
  
2. \*\*传输安全\*\*   
 - 全链路TLS 1.3加密（包括内网通信）   
 - 敏感字段AES-256-GCM加密存储   
  
3. \*\*兼容性保障\*\*   
 - 支付接口支持SDK版本回退机制（v3→v2）   
 - 地理围栏坐标兼容WGS84/GCJ-02双标准   
  
4. \*\*异常处理\*\*   
 - 支付失败自动重试策略（3次指数退避）   
 - 打印机离线时转PDF存储至本地   
  
---  
  
本规范覆盖系统所有外部交互边界，接口实现需通过《接口验收测试用例集》（共238条）的自动化验证，确保满足ISO 25010可靠性指标要求。

# Non-Functional Requirement

### 5. 非功能需求  
  
#### 5.1 性能需求  
| 指标维度 | 具体要求 |  
|----------------|--------------------------------------------------------------------------|  
| \*\*响应时间\*\* | - 用户核心操作链（搜索→下单→支付）平均响应时间≤800ms（P95）<br>- 购物车操作响应时间≤200ms（含跨餐厅校验）<br>- 支付接口平均响应时间≤1.2s（含第三方通道交互） |  
| \*\*并发能力\*\* | - 订单处理峰值≥3,000 TPS<br>- 支付网关支持500并发支付请求/秒<br>- 推荐引擎实时计算延迟≤50ms（万级特征维度） |  
| \*\*吞吐量\*\* | - 日订单处理能力≥120万单<br>- 图片服务带宽≥2Gbps（支持10万QPS图片请求）<br>- 日志采集速率≥50,000条/秒 |  
| \*\*容量指标\*\* | - 用户画像存储容量≥5PB（支持10亿级用户特征）<br>- 订单数据保留周期≥3年（冷热数据分层存储） |  
  
#### 5.2 安全需求  
| 安全维度 | 控制措施 |  
|----------------|--------------------------------------------------------------------------|  
| \*\*支付安全\*\* | - 支付敏感信息传输符合PCI DSS Level 1标准<br>- 支付令牌化存储（符合RFC 6238动态令牌规范）<br>- 交易风控模型检测精度≥99.9%（误报率≤0.01%） |  
| \*\*数据保护\*\* | - 用户隐私数据加密强度≥AES-256（FIPS 197认证）<br>- 通信层强制TLS 1.3协议（支持前向保密）<br>- 数据库字段级加密（使用HSM硬件加密模块） |  
| \*\*访问控制\*\* | - 实行RBAC 2.0动态权限模型（支持时间/位置约束）<br>- 敏感操作需二次认证（生物识别/动态口令）<br>- API访问频率限制≤100次/秒（滑动窗口算法） |  
| \*\*审计追溯\*\* | - 操作日志留存≥180天（符合GDPR第30条要求）<br>- 修改类操作保留7版本快照（差分存储机制）<br>- 实时入侵检测系统（误报率≤0.5%） |  
  
#### 5.3 其它质量需求  
| 质量属性 | 实现方案 |  
|----------------|--------------------------------------------------------------------------|  
| \*\*可靠性\*\* | - 核心服务SLA≥99.99%（月度可用性）<br>- 分布式事务最终一致性保证≤3s<br>- 灾难恢复RTO≤15分钟（RPO=0） |  
| \*\*兼容性\*\* | - 支持iOS 12+/Android 8+全版本适配<br>- 商户终端兼容ISO/IEC 14443 Type A/B协议<br>- 支付渠道API版本向后兼容≥3代 |  
| \*\*可扩展性\*\* | - 水平扩展能力：每新增节点提升3,000 TPS处理能力<br>- 微服务粒度≤50 RPC接口/服务<br>- 配置中心支持动态规则推送（生效延迟≤1s） |  
| \*\*可维护性\*\* | - 日志检索响应时间≤2s（10亿级日志量）<br>- 灰度发布能力支持1%流量精度控制<br>- 监控指标覆盖率≥95%（Prometheus+Grafana方案） |  
  
\*\*约束验证\*\*：  
1. 通过Kubernetes Operator实现自动弹性伸缩（HPA策略CPU阈值60%）  
2. 采用Service Mesh架构保障多语言组件通信（Envoy代理层）  
3. 骑手终端GPS定位数据精度验证（CEPHCIRN定位协议）  
4. 热更新包大小限制≤2MB（BSDiff差分算法）  
  
\*\*度量标准\*\*：  
- 性能基线验证：JMeter 5.5压测工具+Prometheus监控  
- 安全合规审计：每季度执行PCI DSS SAQ D问卷验证  
- 可靠性验证：混沌工程注入22种故障场景测试  
- 兼容性测试：使用Appium进行300+真机设备矩阵测试