《HIS 医疗管理系统设计说明书（2025 级）》

（需求功能与系统约定）

1 系统概述与设计目标

本系统为一个面向小型医院的轻量级医疗信息管理系统（Hospital Information System, HIS），采用 C++ 纯链表实现。通过模块化设计，实现业务逻辑与交互界面的解耦，保障系统的高扩展性与可维护性。

- **业务闭环**：实现完整的挂号、诊疗、检查、住院、开药等医疗生命周期。
- **数据规模**：支持至少 100 名门诊患者、30 名住院患者、20 名医生、5 个科室及 20 类药品。
- **底层要求**：全程基于手写**链表**实现内存数据流转，采用文本文件（JSON 数组）持久化。
- **鲁棒性**：具备极强的异常拦截能力，从容应对测试工程师的极端输入场景（防崩溃设计）。

2 系统架构与项目目录结构

系统采用分层架构设计（CLI 交互层 → Service 逻辑层 → Model 实体层 → Storage 持久层）。

- **CLI 层**：命令解析与结果输出
- **Service 层**：业务规则处理
- **Model 层**：数据结构定义
- **Storage 层**：数据存储与文件持久化

项目工程文件结构如下:

```
his-project/
    CMakeLists.txt              # 根构建配置
    data/                       # 原始数据目录 (评测时展示的文件)
        patients.txt            # 【存储JSON数组的文本文件】至少30条记录
        doctors.txt
        wards.txt               # 病房信息
        medicines.txt           # 药品库
    include/                    # 头文件目录 (.h / .hpp)
        models/                 # 1. 纯数据实体层 (Entity)
            patient.h
            doctor.h
            medicine.h
        utils/                  # 2. 底层工具与驱动层
            linked_list.hpp     # 【核心】全手写的泛型链表 template<T>
            file_manager.h      # 文件读写封装
            e2hang_json.h       # 你的 C++20 JSON 解析库头文件
        core/                   # 3. 核心业务层 (his-core)
            his_context.h       # 全局上下文 (持有所有内存链表的实例)
            patient_service.h   # 处理挂号、看诊等纯逻辑
            report_service.h    # 报表统计算法
        cli/                    # 4. 交互表现层 (his-cli)
            repl_shell.h        # 交互式命令行主循环
            format_printer.h    # 负责把链表数据打印成漂亮的 ASCII 表格
    src/                        # 源文件目录 (.cpp) => 源文件目录 (实现)
         main.cpp                  # 程序唯一入口: 负责初始化、启动 REPL 和退出保存
         models/                   # 实体类方法实现
             patient.cpp           # 患者属性操作及 JSON 序列化实现
             doctor.cpp            # 医生属性操作
             ward.cpp              # 病房/床位逻辑实现
             medicine.cpp          # 药品多名称匹配逻辑实现
         core/                     # his-core: 核心业务实现 (无输入输出)
             his_context.cpp       # 全局单例: 管理所有内存链表的加载与保存
             patient_service.cpp   # 实现挂号、诊疗记录、病历生成逻辑
             inpatient_service.cpp # 实现住院分配、床位流转逻辑
             pharmacy_service.cpp  # 实现处方发药、库存增减、入库逻辑
             report_service.cpp    # 实现多维度报表统计与数据分析算法
         utils/                    # 基础设施实现
             file_manager.cpp      # 处理 .txt 文件的物理读写
             input_sanitizer.cpp   # 【鲁棒性核心】针对“测试工程师”的输入清洗
             e2hang_json.cpp       # 你的 C++20 JSON 解析库实现
         cli/                      # his-cli: 命令行交互实现
             repl_shell.cpp        # 交互式 Shell 主循环 (Read-Eval-Print Loop)
             command_parser.cpp    # 指令分发器: 将输入映射到对应的 Service 函数
             table_printer.cpp     # 美化工具: 将结果格式化为 ASCII 表格输出
    tests/                      # 测试用例目录 (专门对付“测试工程师”)
    test_linked_list.cpp    # 必须先确保链表绝对可靠
    test_core_logic.cpp     # 灌入异常数据测试业务层鲁棒性
```

3 数据实体与约定

3.1 通用数据约定

- **唯一性**：所有系统实体均采用**唯一 ID** 作为数据主标识。
- **宽容性**：**允许患者姓名重复**，系统必须在底层支持重名/同名情况下的精准区分。
- **存储规约**：所有内存态数据全程挂载并依托于**自定义泛型链表**进行流转；数据的磁盘持久化统一采用 **JSON 数组**格式存储于对应的 TXT 文件中。

3.2 患者（Patient）

- **实体属性**：PatientID（唯一主键）、姓名、年龄、性别、联系方式、当前状态（门诊 / 住院 / 已出院）。
- **系统约定**：一名患者的生命周期内可对应多条医疗记录；系统查询接口必须支持按患者姓名的**模糊查询**。

3.3 医生（Doctor）

- **实体属性**：DoctorID（唯一主键）、姓名、所属科室 ID、职称（主任 / 副主任 / 主治 / 住院医师）、出诊时间安排。
- **系统约定**：每位医生有且仅隶属于一个明确的科室；为保证医院各科室的接诊流转能力，约定**每个科室至少包含 3 名注册医生**。

3.4 科室（Department）

- **实体属性**：DepartmentID（唯一主键）、科室名称。

3.5 医疗记录（MedicalRecord）【核心】

- **实体属性**：RecordID（唯一主键）、关联的 PatientID、关联的 DoctorID、业务类型（挂号 / 看诊 / 检查 / 住院）、发生时间、详细结构化信息。
- **系统约定**：一条合法的医疗记录**必须同时强关联**当前存在的患者与医生；为保障医疗数据的防篡改性与溯源严肃性，医疗记录**不可直接修改**，产生错漏必须严格采用“撤销废除 + 重建新单”的机制。

3.6 病房与床位（Ward & Bed）

- **病房属性**：WardID（唯一主键）、病房类型（普通 / 特殊 / ICU 等）、关联科室 ID、最大床位容量。
- **床位属性**：BedID（唯一主键）、所属病房 ID、当前状态（空闲 / 已占用）、绑定的患者 ID。
- **系统约定**：同一时间段内，一个物理床位**仅能属于一名患者**；系统须支持基于患者住院/出院动作的**床位动态分配与自动释放**。

3.7 药品（Medicine）

- **实体属性**：MedicineID（唯一主键）、通用名、商品名、别名、当前库存数量、所属科室、单价。
- **系统约定**：检索接口必须支持**多名称混合匹配**（用户输入通用名、商品名或别名均可命中该药品）；在处方发药与出库操作中引入强校验拦截，任何情况下**药品库存均不得为负**。

4 核心功能需求

4.1 数据管理功能

- **（1）增加操作**
  - **操作对象**：添加患者信息、添加医生信息、添加医疗记录、添加药品信息。
  - **约束要求**：支持单条命令行输入与 TXT 文件批量导入；系统接收数据时需自动校验其合法性。
- **（2）修改操作**
  - **操作对象**：支持修改患者基本信息、修改药品属性信息。
  - **业务约定**：医疗记录属于核心溯源数据，**不可直接修改**，修改记录必须严格遵循“撤销 + 重建”机制。
- **（3）删除操作**
  - **操作对象**：删除患者档案、删除医疗记录、删除下架药品。
  - **业务约束**：必须进行严谨的**依赖检查**（例如：若患者当前仍在住院，则系统必须拦截并拒绝删除该患者的操作）。

4.2 查询功能

系统需支持灵活的多维度数据检索：

- **按患者查询**：查询指定患者完整的历史就诊记录与生命周期。
- **按医生查询**：查询特定医生的挂号列表与诊疗情况。
- **按科室查询**：查询该科室的人员构成与整体运转信息。
- **按药品查询**：根据名称查询药品的实时库存与单价信息。
- **技术要求**：必须支持按姓名/药品名称的**模糊查询**，且查询结果输出时需支持**排序处理**。

4.3 住院管理功能

- **业务操作**：为患者分配床位、办理出院处理、实时更新床位状态。
- **系统约定**：办理住院时，若对应科室或指定病房无空闲床位，系统需自动拒绝办理；患者办理出院后，系统需自动释放其占用的床位资源。

4.4 药房管理功能

- **业务操作**：药品入库（补给）、药品出库、凭医生处方发药。
- **系统约定**：发药时需进行强校验，**库存不足时明确禁止发药**并给予警报提示；每次处方开药的数量必须设有合理的数值上限。

4.5 报表与统计功能

系统需支持以下维度的核心统计报表（扩展要求：支持按指定的时间范围进行区间切片统计）：

- **医院营业额统计**：综合汇总各项检查费用、药品开销与住院费用。
- **医生工作量统计**：统计各医生/各科室的接诊患者数量与频次。
- **当前住院患者报表**：生成当前全院或指定科室仍在住院的患者清单。
- **床位使用率统计**：计算并展示各病房/科室床位的实时占用百分比。
- **药品库存统计**：一览当前所有药品的库存余量状况及高频消耗趋势。

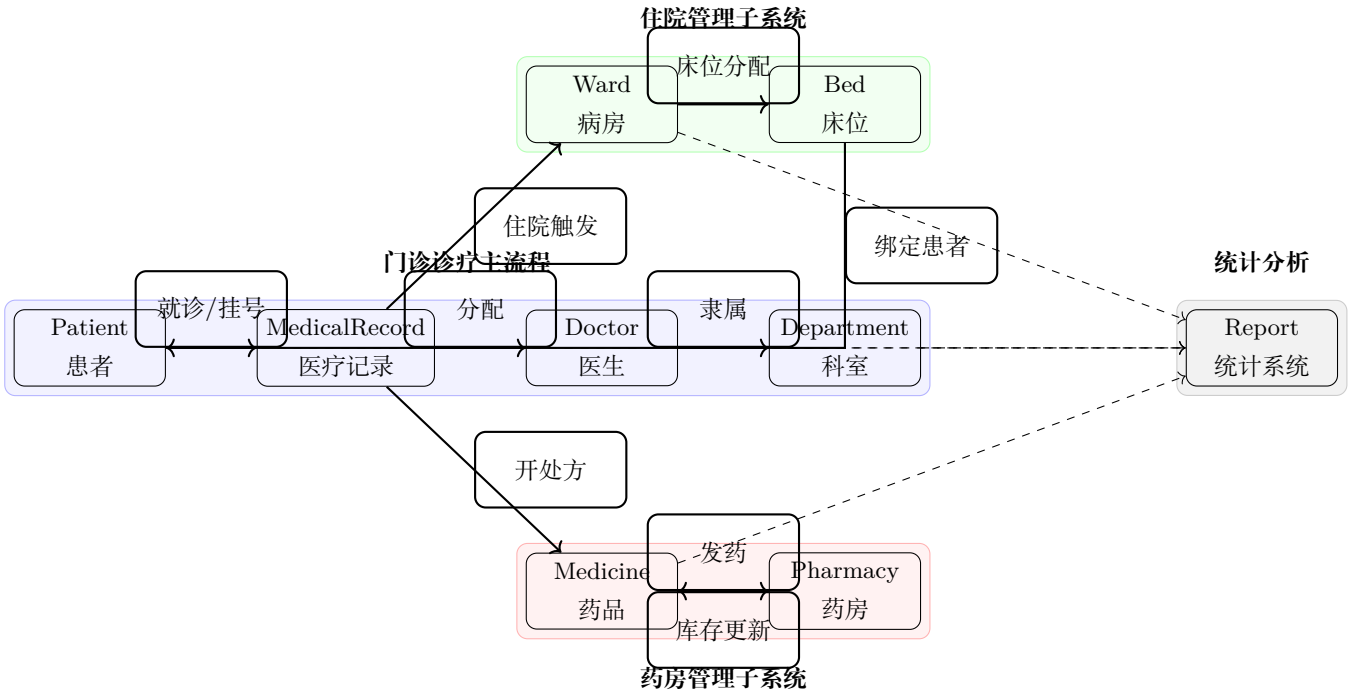
4.6 业务流程管理

- **住院管理**：执行床位检索 → 分配绑定 → 状态更新 → 出院释放。无空床时业务拒绝。
- **药房管理**：处理入库补给、处方强校验发药（库存不足禁止发药）、单次开药限量限制。

4.7 报表与统计（多权限视角）

支持格式化的 ASCII 表格打印输出：医院综合营业额、医生工作量排行、住院患者一览表、全院/科室床位使用率统计、药品库存消耗趋势。

5 系统核心交互流程图（完整业务流）



6 交互层 (CLI) 与鲁棒性设计

6.1 REPL 命令行交互

系统封装了交互式 Shell，支持如 `his > add patient`、`his > admit P001`、`his > report doctor` 等语义化指令，参数输入灵活，错误提示友好。

6.2 极致鲁棒性（防崩溃拦截）

结合 `input_sanitizer.cpp` 提供全方位输入保护：

- **输入异常**：拦截非法字符（防命令注入）、阻断空输入与超长字符串、自动纠正格式错误。
- **业务异常**：妥善处理无空床、库存穿透、非法 ID 关联引用、并发重名等业务死锁状态。

7 数据持久化与扩展机制

系统根目录 `data/` 下维持 `patients.txt` 等存储媒介。采用 JSON 数组格式。遵循“启动时全量挂载，执行关键操作或退出时序列化落盘”的策略。后期可进一步无缝拓展：历史数据预测分析（如病床流转预测）、医生智能推荐以及多角色权限 (RBAC) 认证系统。