

基于移动端的妇科微创手术全周期数据采集 与结构化治理模型研究

黄忠伟

广西科技大学, 广西 柳州 545006

DOI:10.61369/ERA.2026050015

摘要：近年来，高强度聚焦超声（HIFU）与宫腔镜等妇科微创治疗手段发展迅速。但在实际临床工作中，患者术前、术中及术后的核心数据往往散落于纸质病历与不同的电子系统中，这种非结构化的割裂状态给后期疗效随访及科研统计带来了极大困难。针对上述痛点，本研究以 Android 移动端为载体，设计并实现了一套专科数据治理模型。在技术实现上，系统依托 MVVM 架构配合 Room 本地数据库，完成了患者从入院建档、影像资料留存到远期随访的全过程记录。系统通过规范自定义 UI 控件限制了输入源头，并利用本地沙箱机制确保医疗隐私安全。临床初步应用表明，该设计能够较好地处理文本、专科影像与 VAS 评分等复杂数据的关联逻辑，为建立标准化的妇科微创科研数据库探索出一条实用路径。

关键词：移动医疗；HIFU；宫腔镜；数据治理；结构化病历；Android Room；MVVM

Research on Full-Cycle Data Collection and Structured Governance Model for Minimally Invasive Gynecological Surgery Based on Mobile Terminals

Huang Zhongwei

Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou, Guangxi 545006

Abstract： In recent years, minimally invasive gynecological treatments such as High-Intensity Focused Ultrasound (HIFU) and hysteroscopy have advanced rapidly. However, in actual clinical practice, core data from patients before, during, and after surgery are often scattered across paper medical records and various electronic systems. This unstructured and fragmented state poses significant challenges for post-treatment follow-up and research statistics. Addressing these issues, this study designed and implemented a specialized data governance model using Android mobile terminals as the platform. Technically, the system leverages the MVVM architecture in conjunction with a Room local database to record the entire process from patient admission, medical imaging documentation, to long-term follow-up. The system restricts input sources through standardized custom UI controls and ensures medical privacy security by utilizing local sandbox mechanisms. Preliminary clinical applications demonstrate that this design effectively handles the associative logic of complex data, including text, specialized medical images, and Visual Analog Scale (VAS) scores, providing a practical pathway for establishing a standardized database for minimally invasive gynecological research.

Keywords： mobile healthcare; HIFU; hysteroscopy; data governance; structured medical records; Android Room; MVVM

引言 (Introduction)

在妇科微创领域，特别是针对子宫肌瘤的 HIFU 消融术及宫腔粘连的宫腔镜手术，病人的全生命周期管理（Patient Lifecycle Management）至关重要。与传统开腹手术不同，微创手术往往依赖影像学评估（MRI/ 超声）及长期的症状随访（如痛经评分 VAS、月经量变化）来判定疗效。然而，当前基层医疗机构面临多重阻碍：

一方面，患者的影像留存于 PACS 系统，病历记录在 HIS 系统，而医生的随访备忘又在个人手机中，几者之间难以互通，形成了明显的信息壁垒。另一方面，医生在门诊习惯使用“腹痛好转”等口语化描述，这种非标准化的文本极难转化为可供计算机统计的数值（如 VAS 评分的具体降幅），给后期回顾性分析造成困扰。此外，考虑到医疗数据的敏感性，直接采用公有云记录存在隐私泄露风险，而传统的单机版 Excel 记录又无法满足医生查房时的移动办公需求。为寻求破局，本研究开发了“HIFU 与宫腔镜病人信息管理系统（HifuHysPIMS）”，试图在移动设备上构建一个兼顾高安全限制与数据结构化的专科管理方案。

一、系统架构与关键技术 (System Architecture)

(一) 技术路线

系统基于 Android 平台开发，采用 Java/Kotlin 混合编程。架构模式选用 MVVM，通过 ViewModel 将 UI 控制器与数据操作分离，确保在处理大量医疗图片时界面的流畅性。在底层数据持久化方面，依赖 Google Jetpack 的 Room 组件来构建强类型的实体映射；界面图表渲染则引入了 MPAndroidChart 库以动态展示 VAS 评分趋势；对于高保真的医疗影像，系统结合了 Glide 与原生 Bitmap 处理机制，以满足专科阅片需求。

(二) 项目工程结构

如图1所示，项目遵循严格的分层设计：

- (1).com.medical.hifuhys.data：核心数据层，包含 Patient（病人）、PostOp（术后随访）、MedicalDao（数据访问对象）等文件。
- (2).com.medical.hifuhys.ui：界面交互层，包含 PatientDetailActivity（详情页）、AddPatientActivity（录入页）等。
- (3).com.medical.hifuhys.utils：工具层，包含 BackupHelper（数据备份）、FullDataExportHelper（科研导出）。

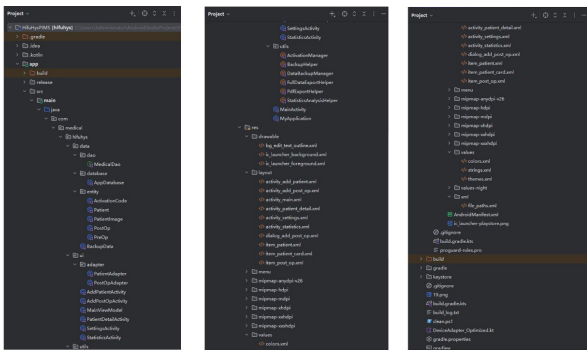


图1：系统工程目录结构与资源文件组织

二、数据治理模型设计 (Data Governance Model)

(一) 实体关系建模 (E-R Modeling)

为支撑全周期的数据流转，底层数据库以 Patient 实体为核心构建了星型拓扑。主表 Patient 负责固定基线数据（如 BMI、生育史等）的存储，并针对宫腔镜专科需求扩展了内膜厚度、回声类型等定制化字段。对于术后反复产生的动态随访记录，系统建立了 PostOp 从表，利用 patientId 外键与主表形成一对多映射。考虑到 Android 10引入的分区存储机制导致的图片访问受限，系统单独设立了 PatientImage 关联表来独立管理医学影像的物理路径。

(二) 源头结构化采集策略

传统手工录入是产生“脏数据”的主要原因。为此，系统在添加病患和随访的交互页面中强制推行了“限制性输入”策略。如图2所示。例如，VAS 痛经评分全部改用 Slider 滑动条进行采集，从物理交互上杜绝了非数字字符的混入；对于“月经量变化”这类评估，则采用 RadioGroup 单选组件，在后台直接映射

为 [-1, 0, 1] 的枚举值以便于后续统计。

此外，在系统早期测试阶段，我们通过查阅 Logcat 日志发现输入法常对“内膜厚度”等医学名词产生错误的联想匹配（如报错 checkMatch 异常）。针对这一现象，我们将核心数值字段的 inputType 属性统一锁定为 numberDecimal，此举既屏蔽了中文输入法的干扰，又进一步提升了录入数据的纯净度。

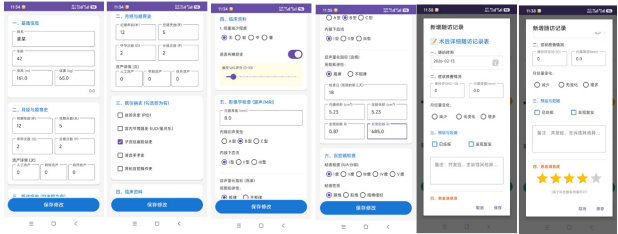


图2：结构化数据录入界面与输入法适配调试

三、系统功能实现与结果展示 (Implementation & Results)

(一) 临床全景与趋势可视化

在 PatientDetailActivity 中，系统构建了“临床全景”视图（如图3所示）。其内部实现逻辑是通过实时聚合查询特定病人的所有 PostOp 记录，提取 visitDate 与 vasScore 字段并动态渲染折线图。这种可视化方式使得医生能够直观判断术后痛经是否呈下降趋势，进而快速评估手术疗效。

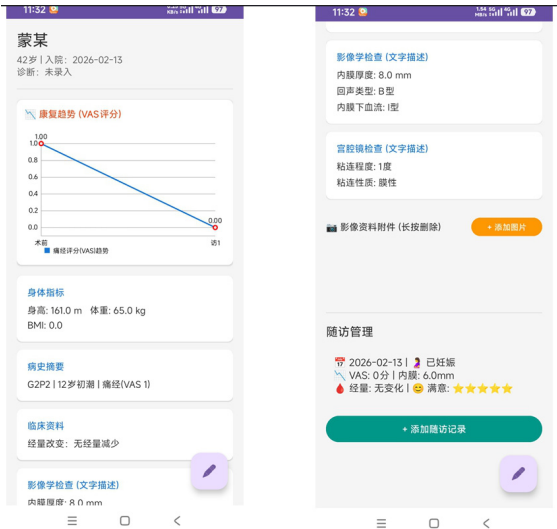


图3：病人全生命周期详情页与疗效趋势可视化

(二) 智能数据中心 (Dashboard)

StatisticsActivity 模块承担了科室运营数据的汇总任务。通过调用 MedicalDao 层封装的 SQL 聚合函数（如 COUNT、AVG 等），系统能够实时生成统计看板，自动计算出当前累计接诊人次与患者平均年龄。同时，术后回访的满意度数据也会被同步提取，并通过饼状图直观呈现分布情况，为科室管理者的绩效考评提供客观的数据参考。

(三) 数据安全性与科研导出

鉴于医疗数据的敏感性，系统采用了 Offline-first（离线优

先) 设计原则。如图4所示。

在本地备份机制上, BackupHelper 工具类负责将整个数据库序列化为加密的 JSON 文件, 并隐藏存储于应用的私有目录中。当面临科研统计需求时, 医生可通过 FullDataExportHelper 将结构化记录一键导出为 CSV 格式。该导出文件可无缝对接 SPSS 等统计软件, 且内部已经完成了“术前-术后内膜厚度”等关键指标的行级配对, 大幅度降低了前期数据清洗的时间成本。



图4: 科室数据中心与统计分析

四、讨论与性能优化 (Discussion)

(一) 内存管理与稳定性

在前期的真机压力测试中, 后台日志频繁输出“Background concurrent copying GC freed”提示, 说明在滑动加载大量患者列表或高清超声图像时, Android 虚拟机的垃圾回收机制被过度触发。为缓解内存抖动, 我们采取了多项优化干预。首先, 在 PatientAdapter 中严格落实 ViewHolder 模式并引入图片压缩

算法, 列表仅加载缩略图, 原图延后至点击详情时再行渲染。其次, 针对 Glide 库在特定环境下提示模块缺失的问题, 我们通过手动配置缓存策略代码, 最终保障了长列表滚动的帧率稳定。

(二) 输入法兼容性挑战

日志中频繁出现的 com.baidu.input_huawei E checkMatch 错误提示, 揭示了通用输入法与专业医疗字段(如“宫腔体积”、“左侧动脉 RI”)之间的语义鸿沟。这提示未来的移动医疗应用应开发专用的医疗键盘或输入法插件, 以进一步提升录入效率。

五、结论 (Conclusion)

本文构建的 HifuHysPIMS 系统, 成功将妇科微创手术的临床业务流转化为规范的数据流。通过移动端的便捷采集与后台的结构化治理, 不仅解决了临床医生随访难的问题, 更为科室积累了宝贵的科研数据资产。该模型证明, 基于 Android Room 的轻量级本地化架构, 在保障隐私的前提下, 完全能够支撑起专病数据库的建设需求。未来工作将集中在引入人工智能算法, 利用积累的结构化数据训练术后复发预测模型。

附录: 系统核心日志片段 (System Logs)

展示系统在华为设备上运行时的进程启动、图形渲染及输入法交互记录, 验证了系统的真实运行状态。

```
2026-02-12 22:11:06.751 ActivityThread: add activity client record, r= ActivityRecord{...MainActivity}
```

```
2026-02-12 22:12:30.337 mali_winsys: EGLint new_window_surface returns 0x3000 (Graphics Rendering Success)
```

```
2026-02-12 22:13:49.836 sug_info: checkMatch:com.medical.hifuhys... 搜索病人姓名或诊断 (Search Function Active)
```

参考文献 (References)

- [1] 陈文直, 郎景和. 超声消融治疗子宫肌瘤的临床应用指南 [J]. 中华妇产科杂志, 2017.
- [2] Google Developers. Save data in a local database using Room [EB/OL]. Android Developers, 2024.
- [3] Phillips, G., et al. “Mobile health applications for collecting patient-reported outcome measures.” Journal of Biomedical Informatics, 2021.
- [4] 李华, 张伟. 基于移动端的医疗大数据结构化采集方法研究 [J]. 计算机应用与软件, 2023, 40(2): 112-118.
- [5] Android Open Source Project. Handle input method visibility [EB/OL]. Android Developers Documentation, 2025.