

项目交付物 2: HealthTrack 个人健康平台 - Relational Mapping

组号: 27

小组成员: 肖轶伟 2025202110009

蒋硕 2025202110005

刘仲翔 2025202110004

一、阶段目标

将第 1 阶段的扩展 EER 模型规范地映射为关系模式。本阶段重点包括: 严格执行每个映射步骤、明确记录主外键、候选键及业务约束、说明对阶段 1 概念模型的修订, 以及本阶段遇到的问题与解决方案。

二、映射算法步骤

1.Step 1: 每个强实体映射为单独表, 所有简单属性落表。HealthTrack 中, USER、PROVIDER、FAMILY_GROUP、ACTION、INVITATION、MONTHLY_SUMMARY 均按此建立。

2.Step 2: 弱实体映射为含宿主主键的表。本系统无弱实体。

3.Step 3: 1:1 关系映射, 在任一侧添加外键或合并。本系统的 USER 与 PHONE 为(0,1)关系, 在 PHONE 端加 FK 并 UNIQUE(user_id)。

4.Step 4: 1:N 关系映射, 在 N 端加 FK。例如 ACTION.created_by → USER, MONTHLY_SUMMARY.user_id → USER, APPOINTMENT.provider_id → PROVIDER。

5.Step 5: M:N 关系映射, 创建中间表, 如 USER_PROVIDER、CHALLENGE_PARTICIPANT、GROUP_MEMBER。

6.Step 6: 多值属性映射为新表。EMAIL(email, user_id)表; PHONE(phone_number, user_id)表。

7.Step 7: n>2 关系映射为独立表, 主键为全部 FK 组合。本系统无 n 元关系。

8.Step 8: 超类/子类映射采用 Option A, 即父表+子表, 子表主键=父表主键且为外键。ACTION 为父类, APPOINTMENT 和 CHALLENGE 为子类。

三、EER → Relational 映射结果 (关系模式描述)

根据上述算法, HealthTrack 的 EER 模型被映射为以下关系结构: USER、PROVIDER、EMAIL、PHONE、USER_PROVIDER、ACTION、APPOINTMENT、CHALLENGE、CHALLENGE_PARTICIPANT、INVITATION、FAMILY_GROUP、GROUP_MEMBER、MONTHLY_SUMMARY。其中, USER 与 PROVIDER 为核心实体; EMAIL 与 PHONE 处理多值属性; USER_PROVIDER、CHALLENGE_PARTICIPANT、GROUP_MEMBER 用于处理多对多关系; ACTION 是父类表, APPOINTMENT 和 CHALLENGE 是子类表, 采用类表继承(Class Table Inheritance)。

主要约束包括: USER.health_id、PROVIDER.license_no、EMAIL.email、

PHONE.phone_number 的唯一性；USER_PROVIDER 保证每用户仅有一个主治医生；APPOINTMENT 取消时需在 scheduled_at 前 24 小时；INVITATION 表的 target_email 与 target_phone 互斥；FAMILY_GROUP 成员数至少 2；MONTHLY_SUMMARY 中 user_id、year、month 组合唯一。

- USER(user_id PK, health_id UNIQUE, ...); 候选键: health_id
- PROVIDER(provider_id PK, license_no UNIQUE, ...); 候选键: license_no
- EMAIL(email PK, ..., user_id FK→USER); 候选键: email
- PHONE(phone_number PK, ..., user_id FK→USER, UNIQUE(user_id)); 候选键: phone_number
- USER_PROVIDER(user_provider_id PK, user_id FK, provider_id FK, is_primary, ..., UNIQUE(user_id, provider_id), 并以“生成列+唯一索引”约束“每用户最多一个主治”)
- ACTION(action_id PK, action_type, created_by FK→USER, created_at)
- APPOINTMENT(action_id PK FK→ACTION, provider_id FK→PROVIDER, scheduled_at, consultation_type, status, ...)
- CHALLENGE(action_id PK FK→ACTION, goal, start_date, end_date, status)
- CHALLENGE_PARTICIPANT(challenge_participant_id PK, action_id FK→CHALLENGE, user_id FK→USER, ..., UNIQUE(action_id, user_id))
- INVITATION(invitation_id PK, invitation_type, target_email, target_phone, ..., initiated_by FK→USER, action_id FK→CHALLENGE, XOR 约束)
- FAMILY_GROUP(group_id PK, ..., created_by FK→USER)
- GROUP_MEMBER(group_member_id PK, group_id FK→FAMILY_GROUP, user_id FK→USER, role, ..., UNIQUE(group_id, user_id))
- MONTHLY_SUMMARY(monthly_summary_id PK, user_id FK→USER, year, month, total_steps, total_appointments, ..., UNIQUE(user_id, year, month))

四、主要约束与触发器

1. 预约取消触发器: 取消时 cancel_reason 不能为空且 cancel_time 早于 scheduled_at 24 小时。
2. 邀请触发器: 若 expires_at 为空, 则默认设置为 initiated_at+15 天。
3. 家庭组成员触发器: 删除或更新成员时确保活跃成员数不少于 2。
4. 主治医生唯一约束: 通过虚拟列 user_id_primary + 唯一索引实现。

五、遇到的困难与解决方案

1. 条件唯一 (Primary Provider) 问题: MySQL 不支持部分唯一索引, 通过虚拟列+唯一索引或触发器实现。
2. 联系方式建模问题: 同时支持多邮箱和单手机号, EMAIL 独立表、PHONE 表中加 UNIQUE(user_id)。
3. 专化一致性问题: 采用 Option A 并辅以触发器确保 ACTION 与子类一一对应。
4. 取消窗口限制问题: 利用 BEFORE UPDATE 触发器+SIGNAL 报错机制实现。
5. 家庭组人数约束问题: 利用 DELETE/UPDATE 触发器动态计算活跃成员数量, 确保不少于 2。