



# 数据库开发技术

南京大学软件学院

# Instructor

- 刘嘉
  - Email : [liujia@nju.edu.cn](mailto:liujia@nju.edu.cn)
  - Office : 911

# Objectives

- 高性能数据库开发原则
- SQL中的优化
  - 优化SQL提高数据库应用效率
  - 优化索引提高数据库应用效率
  - 优化物理结构提高数据库应用效率
  - 优化数据库设计提高数据库应用效率
- SQL中其他的主题
  - SQL的经典模式
  - SQL中的分布式、动态定义
  - 并发、大数据量等专题
- 课程实践

# Grading

- Two marked assignments 40%
- Final Exam 60%

# Reference Books

- Database Management Systems, Third Edition
  - [Raghu Ramakrishnan ; Johannes Gehrke]
- Database Solutions : A Step-by-Step Guide to Building Databases , Second Edition
  - [Tomas M. Connolly ; Carolyn E. Begg]
- The Art of SQL
  - [Stephane Faroult; Peter Robson]
- Expert Oracle Database Architecture : 9i and 10g Programming Techniques and Solutions
  - [Thomas Kyte]

# Reference Books

- Database Design & Relational Theory
  - [C.J.Date]
- SQL and Relational Theory: How to Write Accurate SQL
  - [C.J.Date]
- Oracle DBA手记 1.2.3.4
  - [盖国强(Eygle)等]

# 你应该了解的

- 关系代数
  - 选择 (select)、投影 (project)、连接 (join)、联合 (union)、差 (difference)、乘积 (product)
- DB, DBMS, 基于数据库的应用程序
- 数据库的基本特性 (表、KEY、完整性约束、锁、视图、事务...)
- SQL: 基本的DDL, DML, 触发器, 存储过程等的语法和基本用法
- 数据库设计的基本原则

# 开发成功数据库应用的要点

- 需要理解数据库体系结构
- 需要理解锁和并发控制特性
  - 每个数据库都以不同的方式实现
- 不要把数据库当“黑盒”
- 性能、安全性都是适当的被设计出来的
- 用尽可能简单的方法解决问题
  - “创造”永远追不上开发的步伐
- DBA和RD之间的关系



# Chapter I 为性能而设计

- 应用系统的首要目标
  - 满足业务需求 (business requirement)
- 实际的情况是
  - 在技术挑战的刺激下
  - 忽视目标
  - 重视手段
  - 忽视数据的质量
  - 重视按期交付功能
- 强调良好的模型和合理的数据库设计是任何信息系统的基础

# 数据的关系视图

- 数据库只是对现实世界的有限描述
- 对特定的业务活动的描述不止一种
- “关系模型”中的“关系”的含义
- 关系模型的一致性
  - 只要遵守关系理论，可以保证基于数据库的任何查询结果与原始数据具有同样的有效性
  - 关系理论包括
    - 关系不包含重复数据
    - 记录之间没有顺序

# 规范化 (Normalization)

- 规范化→ 枯燥？沉闷？像古典文学？
- 1NF 确保原子性 (Atomicity)
  - 原子性的粒度、原子性的价值
- 2NF 检查对键的完全依赖
  - 价值在于控制数据冗余和查询性能
- 3NF 检查属性的独立性
- 规范化的价值
  - 合理规范化的模型可应对需求变更
  - 规范化数据重复降至最少

# 有值、无值、空值

- 表中的每一条记录都应该是特定“事物”的状态描述，如果大部分特征信息都显示“我们不知道”，无疑大大降低了信息可信性
- 存在空值意味着关系模型存在严重的问题，动摇了查询优化的基础
- 空值对程序逻辑是危险的；必须使用空值的话，一定要清楚它在特定情况下的影响。

# 限用Boolean型字段

- SQL中并不存在Boolean类型
- 实现flag表示标志位的Y/N或T/F
  - 例如：order\_completed
  - 但是...往往增加信息字段能包含更多的信息量
  - 例如：completion\_date completion\_by
  - 或者增加order更多状态标示
- 极端的例子：四个属性取值都是T/F，可以用0-15这16个数值代表四个属性所有组合状态
  - 技巧可能违反了原子性的原则
  - 为数据而数据，是通向灾难之路

# 理解子类型 (SubType)

- 表过“宽”（有太多属性）的另一个原因，是对数据项之间的关系了解不够深入
- 一般情况下，给子类型表指定完全独立于父表主键的主键，是极其错误的

# 约束应明确说明

- 数据中存在隐含约束是一种不良设计
- 字段的性质随着环境变化而变化时设计的错误和不稳定性
- 数据语义属于DBMS，别放到应用程序中

# 过于灵活的危险性

- “真理向前跨一步就是谬误”
- 不可思议的四通用表设计
  - Objects(oid, name), Attributes(attrid, attrname, type)
  - Object\_Attributes(oid, attrid, value)
  - Link(oid1, oid2)
- 随意增加属性，避免NULL
- 成本急剧上升，性能令人失望



# 如何处理历史数据

- 历史数据：例如：商品在某一时刻的价格
- Price\_history
  - (article\_id , effective\_from\_date , price)
- 缺点在于查询当前价格比较笨拙
- 其他方案
  - 定义终止时间
  - 同时保持价格生效和失效日期，或生效日期和有效天数等等
  - 当前价格表+历史价格表

# 设计与性能

- 调优 (tuning)
  - 在目前情况下优化性能至最佳
- 性能拙劣的罪魁祸首是错误的设计

# 处理流程

- 操作模式 (operating mode)
  - 异步模式处理 (批处理)
  - 同步模式处理 (实时交易)
- 处理数据的方式会影响我们物理结构的设计

# 数据集中化 (Centralizing)

- 分布式数据系统复杂性大大增加
  - 远程数据的透明引用访问代价很高
  - 不同数据源数据结合极为困难
    - Copy的数据传输开销
    - 无法从数据规划中获益（物理结构，索引）
- 数据库该如何部署呢？
  - 中庸、分析、决策
- 离数据越近，访问速度越快

# 系统复杂性

- 数据库的错误很多
  - 硬件故障
  - 错误操作...
- 数据恢复往往是RD和DBA争论焦点
  - DBA，即便确保数据库本身工作正常，依然无法了解数据是否正确
  - RD，在数据库恢复后进行所有的功能性的检查

# 小结

- 错误的设计是导致灾难性后果的源泉
- 解决设计问题会浪费惊人的精力和智慧
- 性能问题非常普遍
- 打着“改善性能”的旗号进行非规范化处理，常常使性能问题变得更糟
- 成果的数据建模和数据操作应严格遵循基本的设计原则。

# Chapter 2 高效访问数据库

- 开发环境切换到生产环境是一场战役
- 常常忽略从大局上把握整个架构和设计
- 本章讨论编写高效访问数据库的程序需要实现哪些关键目标

# 查询的识别

- 定位被执行的SQL比较容易
- 确定哪些应用提交了这些SQL比较困难
- 养成为程序和关键模块加注释的习惯
- 易识别的语句有助于定位性能问题



# 保持数据库连接稳定

- 连接稳定
- 减少交互
- 所有的事情，试试吧~~~~~（课后练习）
  - Open the file
    - Until the end of file is reached
    - Read a row
    - Connect to the server specified by the row
    - Insert the data
    - Disconnect
  - Close the file
  - 如果依次对每一行作连接/中断 7.4行/秒
  - 连接一次，所有行逐个插入 1681行/秒
  - 连接一次，以10行为一数组插入 5914行/秒
  - 连接一次，以100行为一个数组插入 9190行/秒

# 战略优先战术

- 不要被眼前的细微所迷惑
- 着眼于最终结果
- 考虑解决方案的细节之前，先站的远一些，把握大局

# 先定义问题，再解决问题

- 一知半解是危险的
- 所有技术方案都是我们达到目标的手段
- 新技术本身并不是目标

# 保持数据库Schema稳定

- 在应用程序中使用DDL建立、修改或删除数据库对象，是很差的方式。
  - 除了分区和DBMS已知的临时表之外...
- 数据字典是所有数据库操作的中心
- 任何对数据字典的操作都会引起全局加锁，对系统性能影响巨大。
- 不应在应用程序中进行数据库对象的建立、修改及删除等操作，虽然设计应用的时候需要考虑这些。

# 直接操作实际数据

- 临时工作表 (temporary work table)
- 永久表 (permanent table)
- 查询临时表的语句效率比永久表低
  - 永久表可以设置非常复杂的存储选项
  - 临时表的索引一定不是最优的
  - 查询之前需要为临时表填入数据
- 暂时工作表意味着以不太合理的方式存储更多信息

# 用SQL处理集合

- SQL完全基于集合来处理数据
- 将一次“大批量的数据处理”分割成多次“小块处理”是一个坏主意
  - 占用过多的空间保留原始数据，以备事物回滚之需
  - 万一修改失败，回滚消耗过长的时间

# 动作丰富的SQL语句

- SQL不是过程性语句
- 不要混淆声明性处理和过程逻辑
  - 最常见的例子出现在从数据库中提取数据，然后循环处理并与数据库再进行交互
- 避免在SQL中引入“过程逻辑”的主要原因
  - 数据库访问，总会跨多个软件层，甚至包括网络访问
  - 在SQL中引入过程逻辑，意味着性能和维护问题应由你的程序承担

# 充分利用每次数据库访问

- 从一个表中提取多段信息，采用多次数据库访问的方法非常糟糕
- 在合理的范围内，利用每次数据库访问完成尽量多的工作



# 接近DBMS核心

- 代码喜欢SQL内核→ 离开核心越近，它就运行的越快

# 只做必须做的

- 没有必要编程实现那些数据库隐含实现的功能

- 例如

- Count(\*) 用以测试 “是否存在”

Select count(\*)

Into counter

From table\_name

Where ...

If (counter > 0) then.....

# 慎用自定义函数

- 自定义函数
  - Select中，被调用一次
  - Where中，可能每行调用一次
  - 如果自定义函数内部还执行了一个select.....则无法被基于成本的查询优化器优化

# SQL的进攻式编程

- 防御式编程 (code defensively)
  - 在开始处理前先检查所有参数的合法性
  - 例子：进行一连串检查，出现不符合就产生异常。以信用卡检查为例（身份、卡号、是否过期、支付额度）
  - ```
Select count (*)  
From customers  
Where customer_id = provided_id
```
  - ```
Select card_num, expriy_date, credit_limit  
from accounts  
where customer_id = provided_id
```

# SQL的进攻式编程

- 进攻式（假设today()返回当前日期）
- Update accouts  
Set balance = balance – purchased\_amount  
Where balance >= purchased\_amount  
And credit\_limit >= purchased\_amount  
And expiry\_date > today()  
And customer\_id = provided\_id  
And card\_num = provided\_cardnum
- 接着检查被更新的行数，如果结果是0，则失败

# SQL的进攻式编程

- Select c.customer\_id, a.card\_num, a.expiry\_date, a.credit\_limit, a.balance

From customers c

Left outer join accounts a

On a.customer\_id = c.customer\_id

And a.card\_num = provided\_cardnum

Where c.customer\_id = provided\_id

- 如果此查询没有返回数据，customer\_id是错的
- 如果card\_num是Null则卡号错误

# SQL的进攻式编程

- 进攻式编程的本质特征
  - 以合理的可能性（reasonable probabilities）为基础
  - 类似DBMS采用的乐观并发控制
  - 乐观的方法比悲观的方法的吞吐量高的多

# SQL的进攻式编程

- 勇敢和鲁莽的界限很模糊
- 进攻式编程要对异常进行谨慎控制
- 防御式编程才是可以构建一个真正可移植的数据库应用