



求實創新 勵志圖強



01000011
01010011
01010011

计算思维与计算科学

数据与存储



吉林大学 计算机科学与技术学院

College of Computer Science and Technology, Jilin University



吉林大学软件学院

国家示范性软件学院

College of Software, Jilin University

数据与存储

∞ 2 ∞



目录

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

内存数据模型

数据处理与数据存储

持久化数据建模

数据库管理系统

事务处理与并发控制



一、内存数据模型

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 数据模型（Data Model）是数据特征的抽象，它从抽象层次上描述了系统的静态特征、动态行为和约束条件，为数据信息表示与操作提供了一个抽象的框架。
- ∞ 数据模型所描述的内容有三部分，分别是：
 - 数据结构
 - 数据操作
 - 数据约束



数据模型的组成

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ **数据结构**：描述数据的类型、内容、性质以及数据间的联系等；数据结构是数据模型的基础，不同的数据结构具有不同的操作和约束。
- ∞ **数据操作**：描述在相应的数据结构上的操作类型和操作系统。
- ∞ **数据约束**：描述数据结构内数据间的语法、词义联系、它们之间的制约和依存关系。



软件的运行数据

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 反映软件运行时的内部状态
- ∞ 数据
 - 完整
 - 关联可见
 - 随机存取
- ∞ 具有一定的冗余
- ∞ 以各种不同的数据结构形式存在



数据之间的关系

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

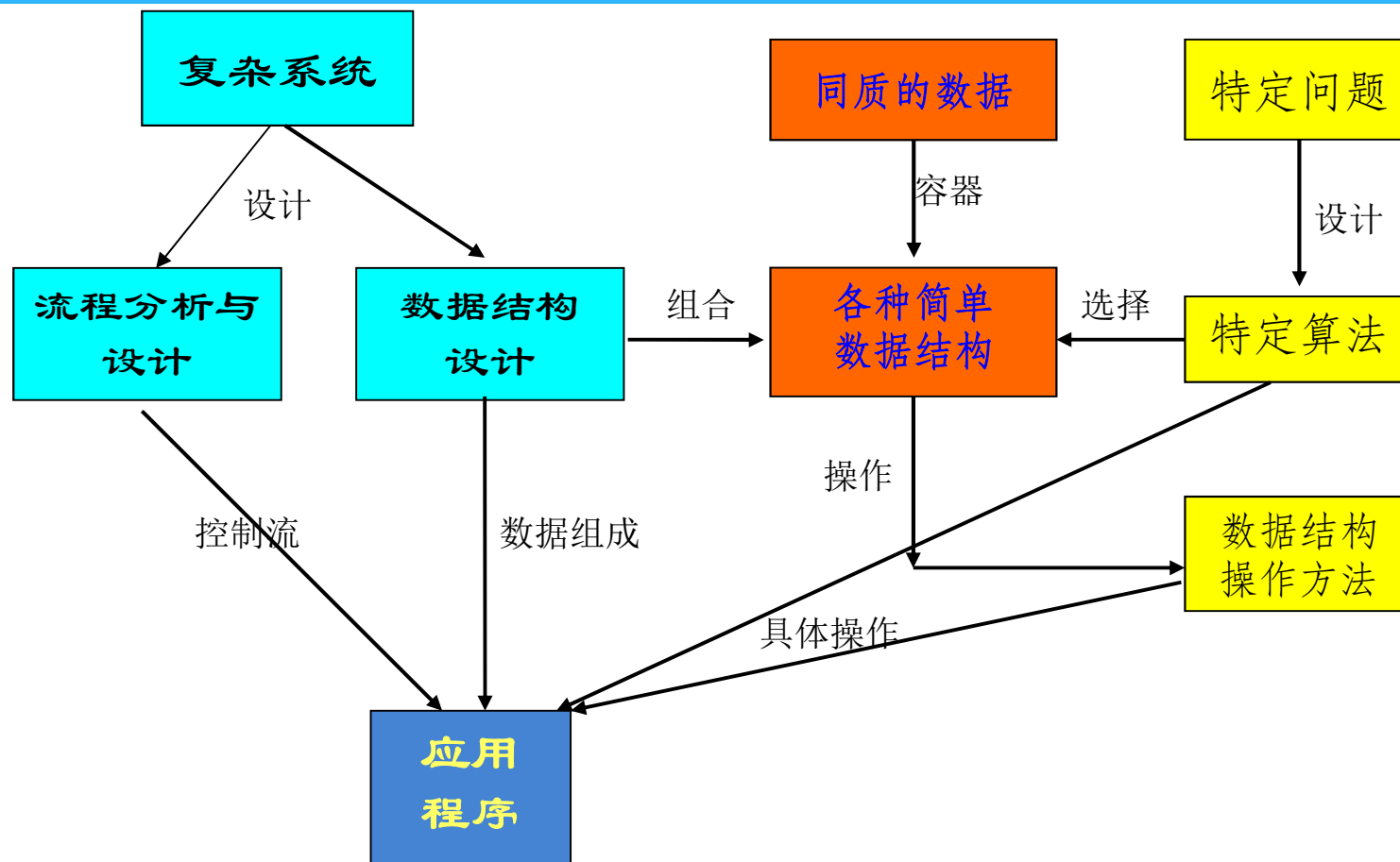
- ∞ 可枚举性
 - 可以通过一个（全局）根元素枚举出所有的数据
- ∞ 所有者与访问者
 - 所有者负责创建和销毁
- ∞ 引用与反引用
 - 往往需要对同一元素有多种存取方式
- ∞ 可见性与隐藏
 - 数据抽象
- ∞ 冗余与互补



软件中的算法与数据结构

ccst.jlu.edu.cn

csw.jlu.edu.cn





广义数据结构

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- 广义数据结构，就是由某种逻辑关系组织起来的一批数据，按一定的存储方法被存储于计算机中，并在这些数据上定义了一个运算的集合。
- 广义的数据结构反映了程序中所涉及到的数据之间的关系。

	狭义数据结构	广义数据结构
逻辑结构	线性结构，树，图，集合	类，二维表
存储结构	顺序存储，链式存储等	随机存取、索引
数据的运算	遍历，集合运算	查找、引用、遍历



数据设计方法

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

面向过程方法

基于系统功能的体系结构

- ∞ 系统边界划分
- ∞ 系统流程图
- ∞ 模块结构图
- ∞ 数据流程图DFD
- ∞ 数据结构设计
- ∞ 模块伪代码实现

面向对象方法

一系列可交互对象

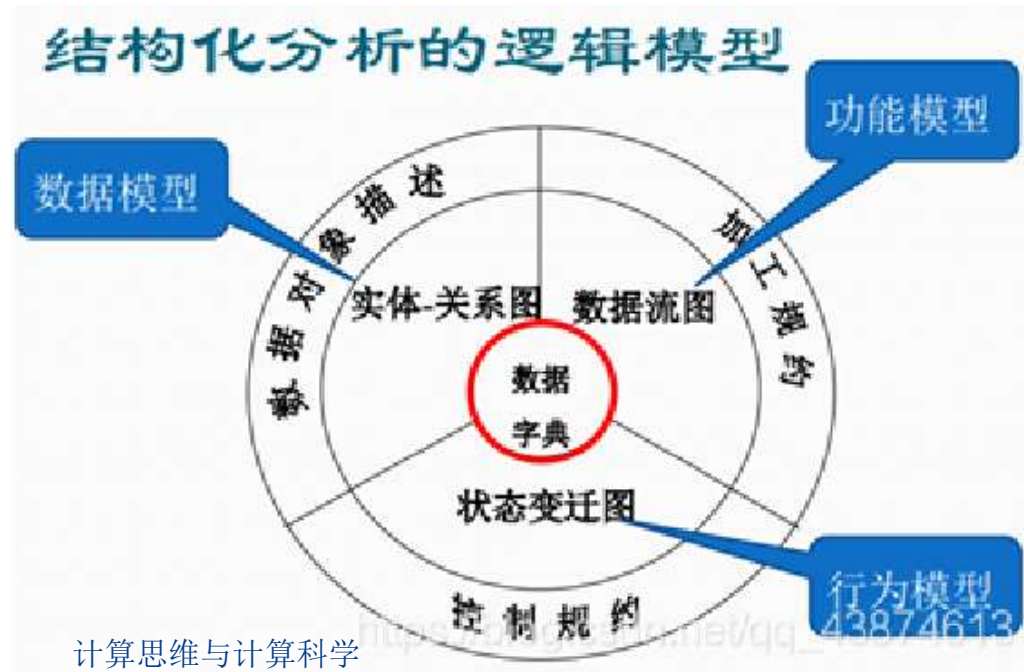
- ∞ Package Diagram
- ∞ 类图设计
 - 基础类
 - 派生类
 - 数据结构设计
- ∞ 状态图
- ∞ 伪代码实现



结构化分析的逻辑模型

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- 数据模型——实体关系图
- 行为模型——状态转换图
- 功能模型——数据流图





数据流图

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

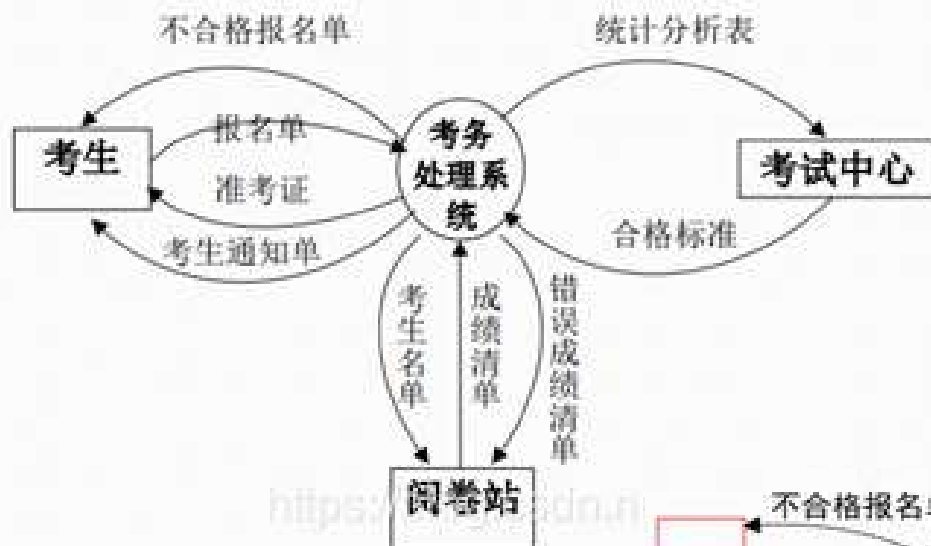
- ∞ 数据流图（DFD），从数据的传递和加工角度，以图形的方式描绘数据在系统中流动和处理的过程。
- ∞ 数据流图里面的符号包括
 - 数据源（产生数据的系统外部实体）
 - 数据处理加工环节
 - 数据流向（箭头）
 - 数据存储（外部存储）



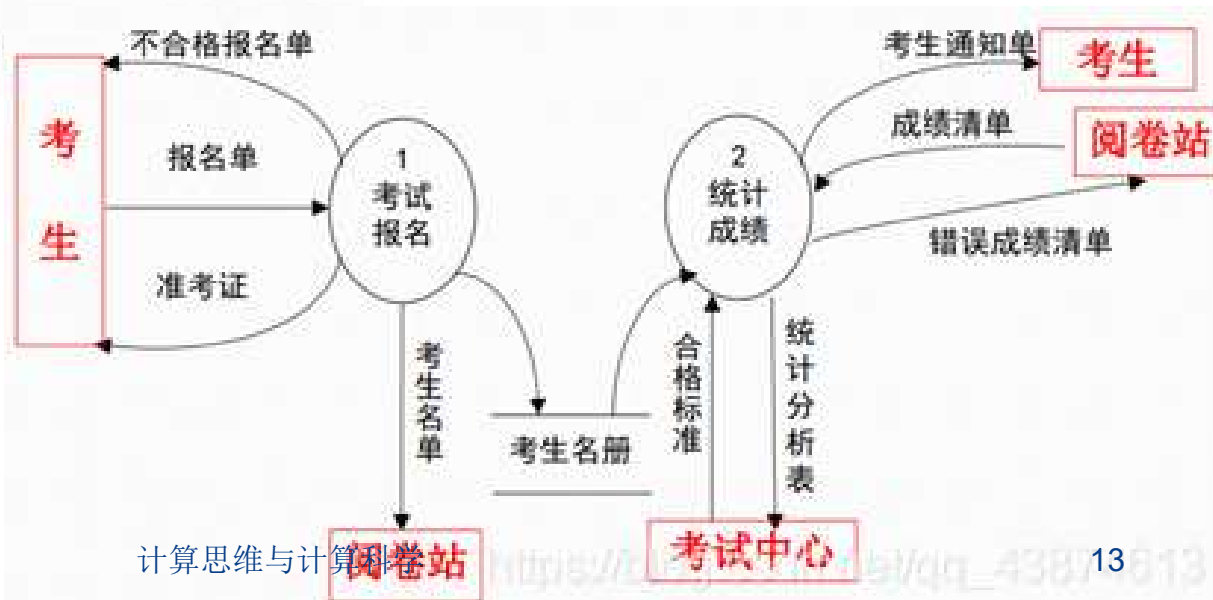
数据流图

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

顶层图



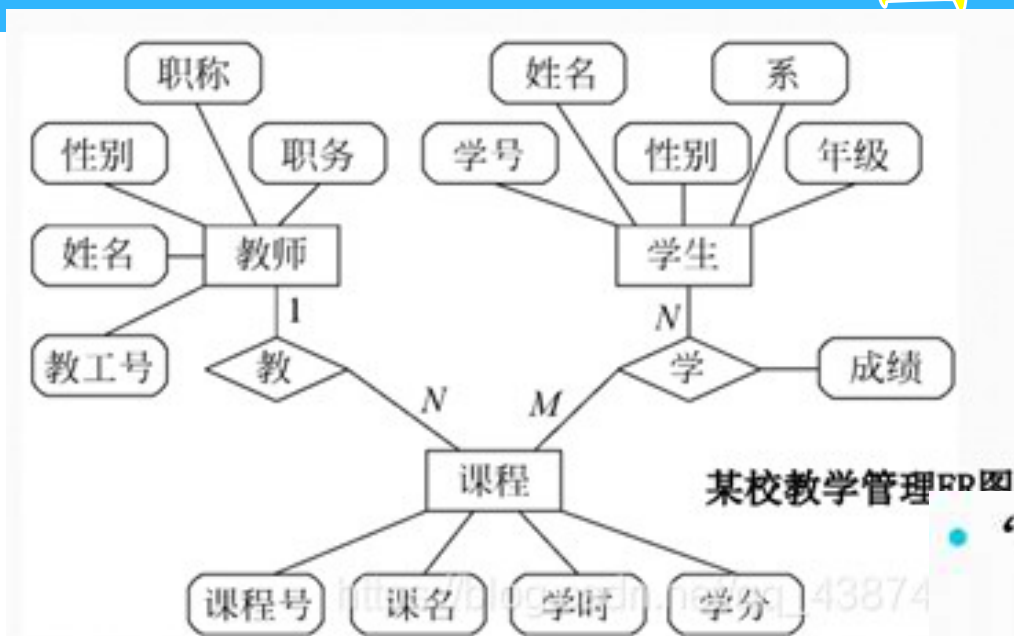
0 层图



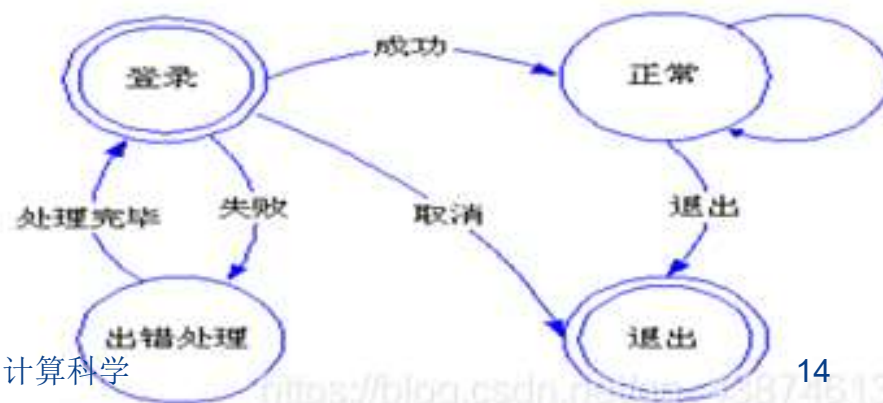


实体关系图和状态转换图

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn



“学生成绩管理”状态转换图





面向对象数据建模

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 面向对象强调以人类的思维方式对客观世界的事物进行抽象和建模
- ∞ 面向对象的基本哲学是：
 - 世界是由各种各样具有自己的运动规律和内部状态的**对象**所组成的
 - 不同对象间的相互作用和**通信**构成了完整的现实世界
- ∞ 面向对象是把构成问题事务分解成各个对象，建立对象的目的不是为了完成一个步骤，而是为了描述某个事物在整个解决问题的步骤中的行为



面向对象数据建模

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 分析概念实体，形成类
- ∞ 分析类间结构，形成抽象类和继承关系
- ∞ 刻画类的行为，封装内部数据
- ∞ 设计模式
- ∞ 根据类之间的相互关系，重构类树



面向对象数据建模

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

UML图

- 用例图
- 静态图
 - 类图、对象图（包图）
- 行为图
 - 状态图、活动图
- 交互图
 - 顺序图、合作图
- 实现图
 - 组件图、配置图



二、数据处理与数据存储

ccst.jlu.edu.cn

csw.jlu.edu.cn

- ∞ 1、数据处理
- ∞ 2、存储的发展历史
- ∞ 3、文件系统
- ∞ 4、数据库



2.1 数据处理

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

∞ 数据处理：将数据转换成信息的过程，对数据进行收集、存储、分类、计算、检索、维护的过程

∞ 数据的种类

- 结构化数据

- 数字、字符串、日期、逻辑值、代码

- 非结构化数据

- 文档、图形、图象、声音

- 半结构化数据

- 数据和内容混合在一起，格式多变，
- 如简历、办公文档



数据处理与存储

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

∞ 数据处理里面的数据，一般需要放置外部存储中

- 大量
- 静态
- 不同时使用

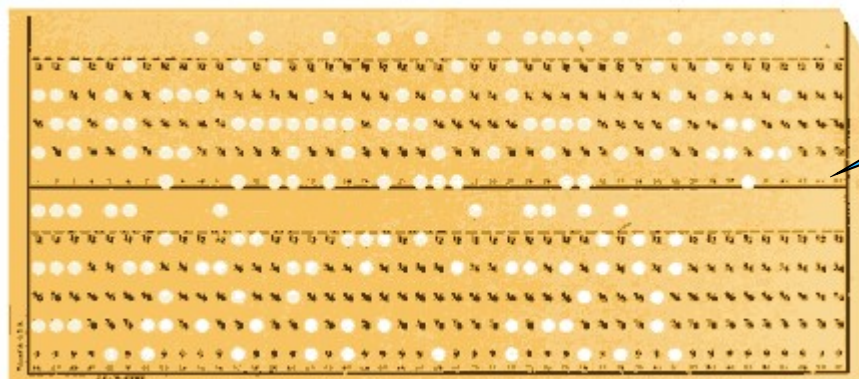
∞ 外部存储的发展



2.2 存储的发展历史

ccst.jlu.edu.cn

csw.jlu.edu.cn



打孔卡片
1884~1970's



穿孔纸带
1846~1970's



盘式磁带
Univac, 1951
IBM, 1952

盒式录音磁带
飞利浦, 1963
约1M字节





磁鼓
IBM, 1953
约10K



软盘，从早期的8英寸软盘、
5.25英寸软盘到3.5英寸软盘。
其中，3.5英寸1.44MB软盘占
据计算机的标准配置地位近20
年之久



第一台硬盘机
IBM, 1956
4.4MB

目前主流磁盘
2TB





光盘
SONY, 飞利浦, 1979
650MB

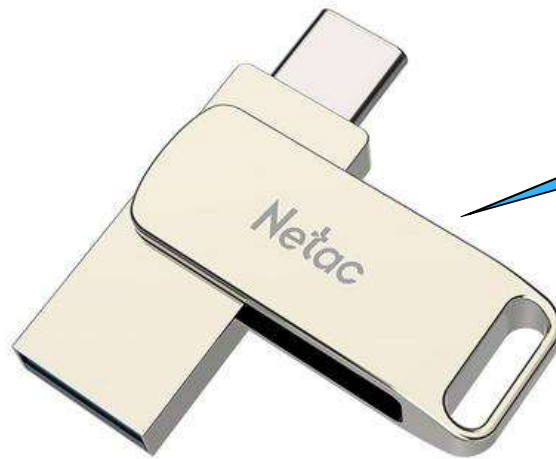


DVD
8.5GB

蓝光DVD和
HD-DVD



Netac 朗科



U盘
朗科，1999
16MB-1T

固态硬盘 (SSD)





2.3 基于文件系统的数据存储

ccst.jlu.edu.cn

csw.jlu.edu.cn

∞ 操作系统与文件系统

∞ 文件类型和数据格式

- 基于文本的和基于二进制的
- 面向单一实体的和面向记录的
- 数据格式
 - 标准格式
 - 可扩展格式 (XML等)
 - 私有格式



基于文件系统的数据存储

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ❧ 文件系统是操作系统的子系统，用于操作系统明确存储设备或分区上的文件的方法和数据结构。
- ❧ 文件系统是以文件为载体记录数据的，管理的也是记载着这些数据的数据文件，而非数据本身，文件的各种形式对应着不同的数据结构。
- ❧ 程序访问数据是直接访问的，对数据的查询修改必须在程序内完成，而这要求开发者对文件的逻辑及物理结构非常清楚。



文件系统的优点

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ☞ 文件系统抽象了对外部存储的物理访问过程，可以将不同的外部存储同样对待
- ☞ 程序员可以自由控制数据存储格式，灵活性大，效率高
- ☞ 可以通过数据冗余等方式，提高可用性。在海量存储方面，大量的冗余带来了更大的容错能力。



文件系统的缺点

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

1. 文件的数据格式和应用程序必须保持一致，需要**同步修改**。
2. 文件系统中的数据缺少统一管理，缺乏**元信息**。表现在数据的结构，编码，表示格式，命名及输出格式等方面难以规范化、标准化，**通用性**不够。
3. 为了满足不同程序的需要，同一数据往往会以不同的文件格式储存，造成数据的**冗余**和**不一致**。
4. 文件系统对**并发访问**支持很弱，不支持**事务处理**。
5. 对于多记录文件，记录的**增删改查操作**复杂。



2.4 数据库

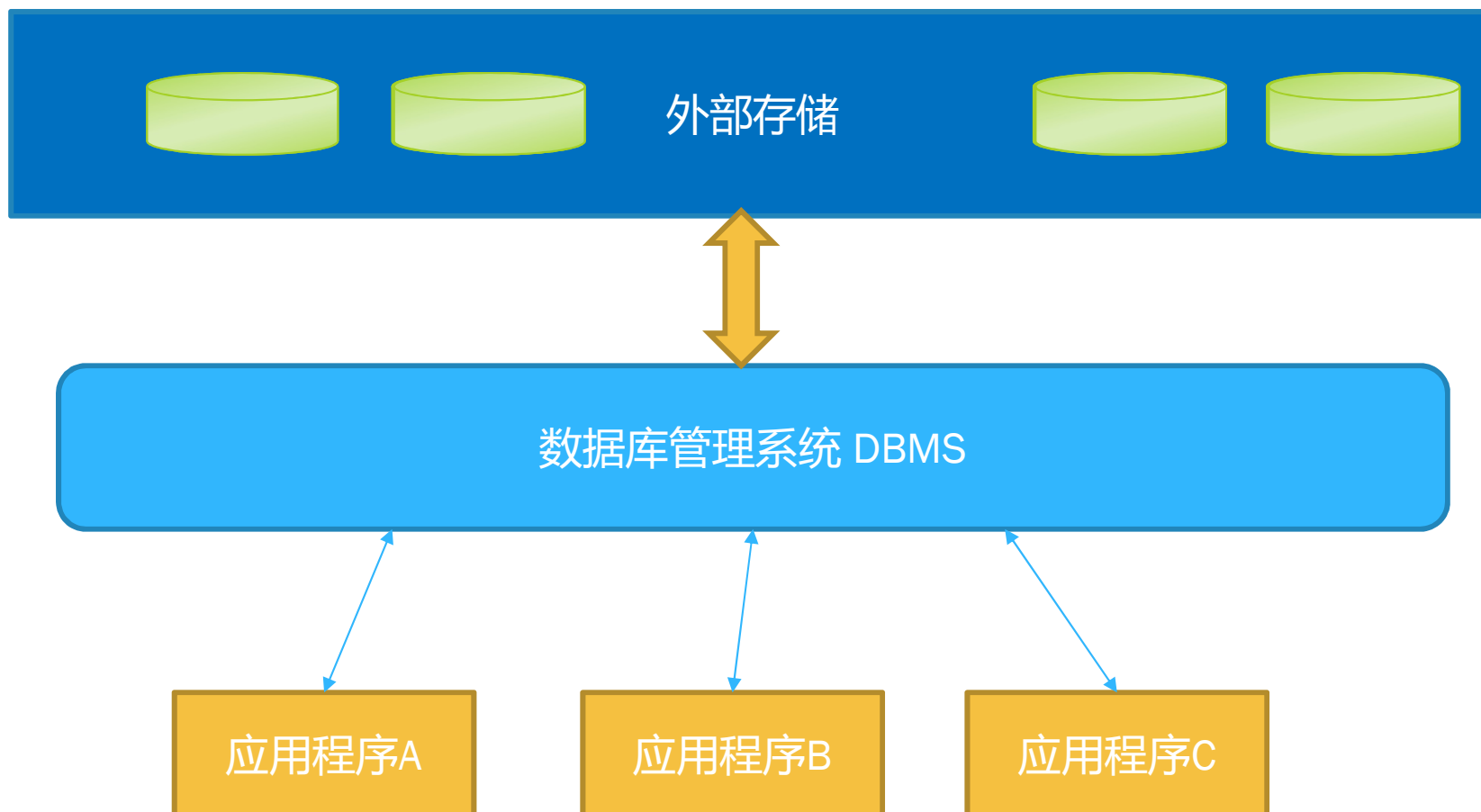
ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ❧ 数据库系统用数据库统一存储数据，具有统一的数据结构
- ❧ 数据库系统管理的是数据本身，数据库内的任何操作都会立刻影响到数据
- ❧ 数据库通过数据库管理系统（DBMS）对数据进行统一的管理，负责增删改查的具体操作
- ❧ 数据不再仅服务于某个程序或用户，程序和数据彻底独立开，可以在更高的抽象级别观察和访问数据



数据库

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn





使用数据库的优点

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ① 由于DBMS的存在，用户不再需要了解数据存储和其他实现细节，通过DBMS直接获取数据，为数据的使用带来极大便利。
- ② 具有以数据为单位的共享性，具有数据的并发访问能力。DBMS保证了在并发访问时数据的一致性。
- ③ 低延时访问，典型例子就是线下支付系统的应用，支付规模巨大的时候，数据库系统的表现远远优于文件系统。
- ④ 能够较为频繁的对数据进行修改，在需要频繁修改数据的场景下，数据库系统可以依赖DBMS来对数据进行操作且对性能消耗相比文件系统比较小。
- ⑤ 对事务的支持。DBMS支持事务，即一系列对数据的操作集合要么都完成，要么都不完成。在DBMS上对数据的各种操作都是原子级的。



三. 持久化数据建模

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 实体建模过程
- ∞ 数据模型设计
 - 概念模型
 - 逻辑模型
 - 物理模型
- ∞ 编写数据库应用软件
- ∞ 运行和维护



数据模型

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

∞ 概念模型

- 按用户的观点来对数据和信息建模，不涉及信息在计算机中的表示和实现，强调语义表达能力。

∞ 逻辑模型

- 按选定的管理系统软件支持的数据模型（层次、网状、关系、面向对象），转换成相应的逻辑模型

∞ 物理模型

- 细化数据在系统内部的表示方式和存取方法。



概念模型与数据模型-三个世界

1. 现实世界

泛指存在于人们头脑之外的客观世界，其中存在着各种事物，事物间又具有不同的联系。为了用数据库系统来解决现实世界中的问题，就必须先深入实际，把要解决的问题调查清楚，分析与问题有关的事物及其联系。

关键词：事物——联系

2. 信息世界

是现实世界在人们头脑中的反映。客观事物在观念世界中称为实体，反映事物联系的是实体模型（概念模型）。

关键词：实体——联系——概念模型

3. 数据世界

信息世界中的信息经数字化处理形成计算机能够处理的数据，就进入了数据世界。现实世界中的实体及其相互联系被转换成数据世界中的数据及其联系，这种联系是用数据模型描述的。

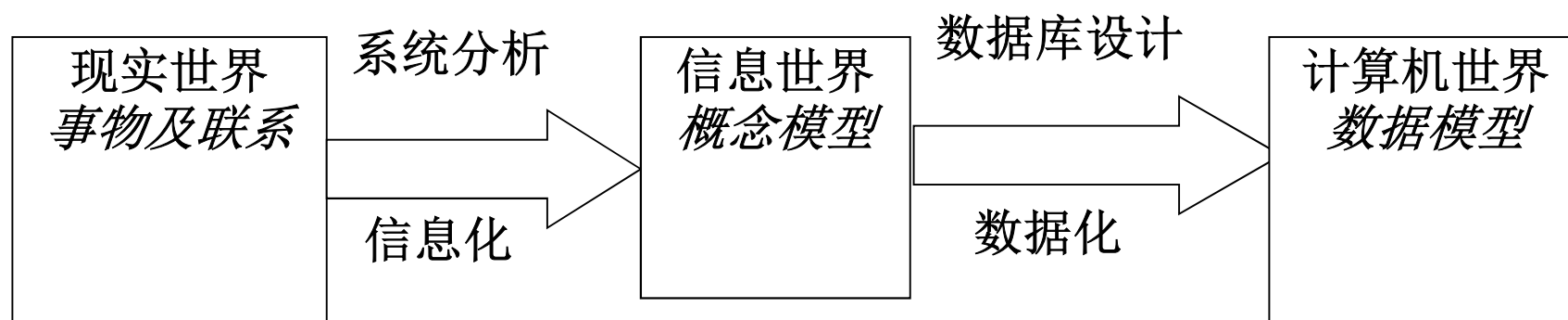
关键词：数据——联系——数据模型



三个世界的关系

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

客观事物系信息之源，是设计数据库的出发点，也是使用数据库的最终归宿。实体模型（概念模型）与数据模型是对客观事物及其联系的两种抽象描述。数据库的核心问题是数据模型，为了得到正确的模型，首先要充分了解客观事物。

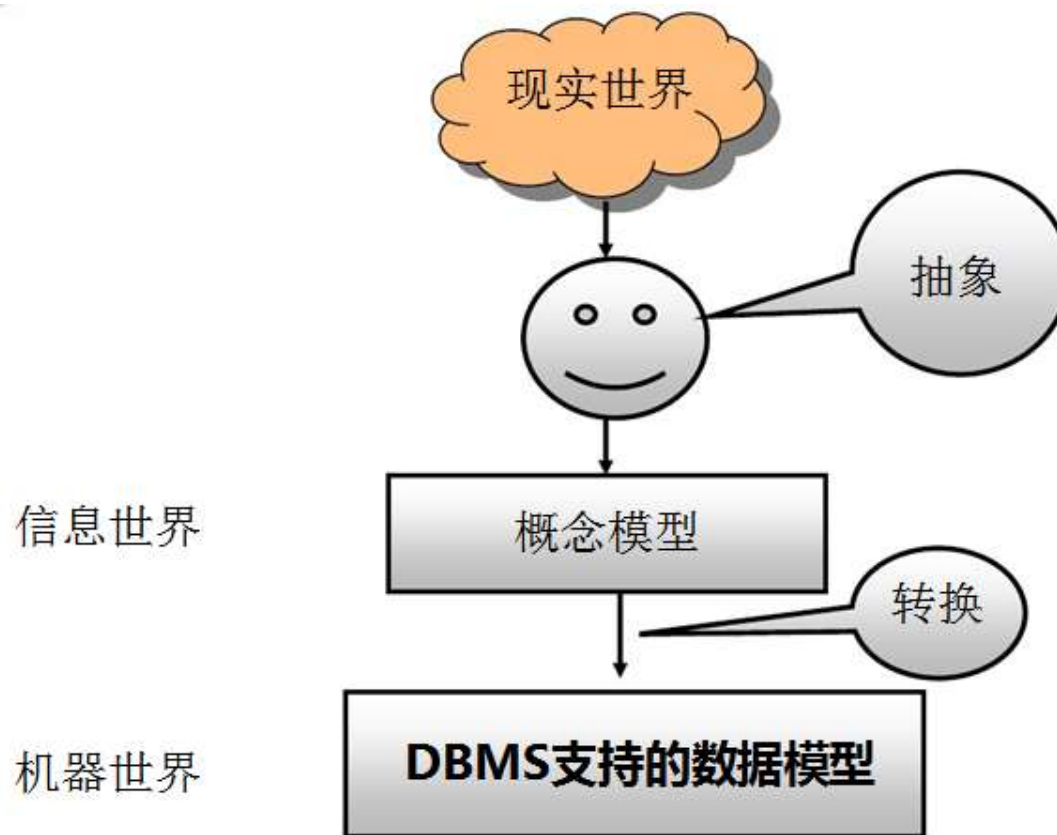


信息的三个世界的联系和转换过程



建模过程

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn



现实世界中客观对象的抽象过程



概念模型

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

∞ 实体 (Entity)

- 客观世界中存在的并可以相互区分的事物或概念，称为实体。

∞ 属性 (Attribute)

- 实体所具有的某一特性在信息世界中称为属性。一个实体可以由若干个属性来刻画。

∞ 键Key

- 能惟一标识实体集中每个实体的属性或属性组称为实体集的码（键Key）。



实体间联系

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

∞ 一对一联系(1:1)

- 例如：电影院观众与座位实体集之间、乘车旅客与车票之间、病人与病床之间

∞ 一对多联系(1:N)

- 例如：学校对学院、班级对学生等都是一对多联系

∞ 多对多联系(M:N)

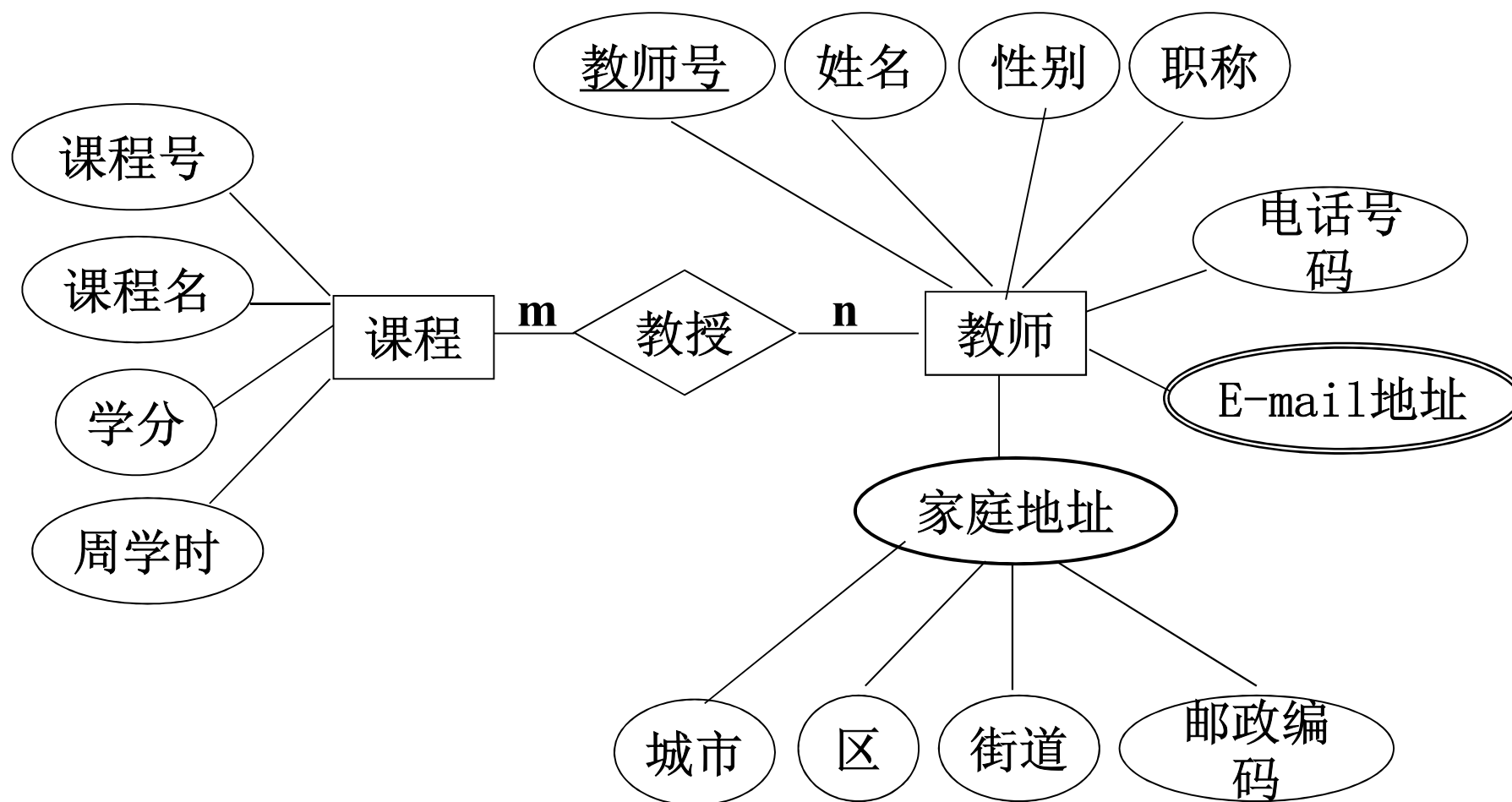
- 例如：学生与课程、工厂与产品、商品与顾客



E-R图

ccst.jlu.edu.cn

csw.jlu.edu.cn





关系模型

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ❧ 关系模型是建立在严格的数学概念基础上的，有其坚实的数学基础（关系代数）。其次这种数据模型被实践证明是正确有效的数据模型。
- ❧ 所谓关系型数据库，是指采用了关系模型来组织数据的数据库。简单来说，关系模型指的就是二维表格模型，而一个关系型数据库就是由二维表及其之间的联系组成的一个数据组织。



术语

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

普通词汇	关系模型术语	数据库词汇
二维表	实体, 关系 (Entity, Relation)	表(Table)
行(Row)	元组(Turple)	记录(Record)
列(column)	属性(Attribute)	字段(Column)
	域 (Field)	数据类型(DataType)



表格

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 一个表格是一个实体模型的物理表示
- ∞ 每个字段的数据类型，要反映对应的实体属性
- ∞ 表格（实体）之间，通过外键连接成一个完整的关系网络



主键

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 表的主键是能够唯一标识表中一行数据的字段或者最小字段组合。
 - 由数据库设计者制定。
 - 主键必须唯一的识别每一记录，可以看作是实体的标签。
 - 主键不能为空。
 - 当生成记录时，主键的值必须存在。
- 对于RDBMS本身来说，主键并不是必须的，但对于应用程序员，表中必须有主键。



主键的选择

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 业务主键和逻辑主键
- ∞ 业务主键（外部主键）
 - 就是将业务中有唯一属性的字段挑出来做主键
- ∞ 逻辑主键（内部主键）
 - 无实在意义的唯一性编号
- ∞ 业务主键的不一致性
 - 看起来合格的业务主键，直接使用可能也有一些意料之外的问题
 - 重复、空缺、修改
 - 例：身份证号码的问题、学生号



完整性约束

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 实体完整性(entity integrity)
 - 空值的使用
- ∞ 参照完整性(referential integrity)



范式

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 要想设计一个好的关系，必须使关系满足一定约束条件，称为范式（normal form）
- ∞ 范式已经形成了规范，分成几个等级，一级比一级要求要严格。
- ∞ 一般遵循三级范式要求
- ∞ 反范式



范式

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 1NF: 关系的所有属性都是不可再细分的数据项, 则称该关系属于第一范式。
- ∞ 2NF: 不存在非关键字段对任一候选关键字段的部分依赖。
 - 如(学号, 课程名称) → (姓名, 年龄, 成绩, 学分)
- ∞ 3NF: 不存在非关键字段对任一候选关键字段的传递函数依赖
 - 如: (学号) → (姓名, 年龄, 所在学院, 学院地点, 学院电话)



不符合范式

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 数据冗余
- ∞ 更新异常
- ∞ 插入异常
- ∞ 删除异常



四、数据库管理系统

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 数据库及DBMS
- ∞ 数据库查询语言SQL
- ∞ 数据库访问
- ∞ 数据库应用系统



4.1 数据库及DBMS

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 数据库（DB, Database）指保存在计算机中，有组织，可共享的大量数据集。
 - 按照一定的数据模型组织
 - 数据本身具有独立性
 - 可供多个用户共享使用
- ∞ 数据库管理系统（Database Management System, DBMS）是一套软件产品，可以把一系列相关数据保存在计算机中，并提供对这些数据进行检索、修改和维护等操作的工具和编程接口。
- ∞ DBMS是数据处理系统的核心



DBMS的功能

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

∞ 数据模型定义：

- 将概念上的数据库模式翻译为内部表示。数据库的逻辑结构、完整性约束和物理储存结构保存在内部的数据字典中。数据库的各种数据操作(如查找、修改、插入和删除等)和数据库的维护管理都是以数据库模式为依据的。

∞ 查询接口：

- 提供其他外部程序使用数据的接口
- 提供易使用的交互式查询语言，如sql。可供程序员和最终用户使用



DBMS的功能-续

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

∞ 数据的组织与存取：

- 提供数据在外围储存设备上的物理组织与存取方法。

∞ 事务运行管理：

- 提供事务运行管理及运行日志，事务运行的安全性监控和数据完整性检查，事务的并发控制及系统恢复等功能。

∞ 数据库的维护：

- 为数据库管理员提供软件支持，包括数据安全控制、完整性保障、数据库备份、数据库重组以及性能监控等维护工具。



当前DBMS的主要特点

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

∞ 高可靠性

- 存储的数据不会遭到破坏（即使软件、硬件遭到破坏），使用备份机制，可恢复。物理可靠；
- 数据安全。不同人员授权不同，避免非法访问及级别不够时的越权操作。

∞ 高可用性：

- 高并发性
- 事务处理：原子性、一致性、隔离性、持久性

∞ 数据独立性高

- 物理独立性
- 逻辑独立性
- 数据冗余性低

∞ 异构和平台无关性

∞ 支持工具充分



典型的DBMS软件产品

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

∞ 大型DBMS产品

- ORACLE
- DB2 (Informix)

∞ 中小型DBMS产品

- Microsoft SQL Server

∞ 桌面型DBMS

- Access

∞ 开源产品

- MySql、PostgreSQL

∞ 国产DBMS

- 阿里 OceanDB、PolarDB
- 华为GuassDB
- 达梦数据库 (武汉, 华中科技大学)



4.2 数据库查询语言SQL

ccst.jlu.edu.cn

csw.jlu.edu.cn

SQL的历史

- 1970, Structured English Query Language ("SEQUEL"), IBM
- 1979, Oracle
- SQL的标准化过程
 - 从SQL-86(ANSI)到SQL-2003 (ANSI, ISO)

SQL的设计初衷是给高级用户提供一种通用的、易于学习和理解的数据库操作方式。

演变为给程序员使用的数据库标准接口。



SQL的特点

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 面向集合的操作方式，是关系代数的实现；
- ∞ 高度非过程化。只需要提出 “What”，不需要指出 “How”；
- ∞ 上下文无关，运行结果取决于数据；
- ∞ 语言风格统一，类自然语言，简单易学；
- ∞ 又是嵌入式语言，既是自含式语言



SQL的分类

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 查询 (Data Query Language, DQL)
 - SELECT
- ∞ 操纵 (Data Manipulate Language, DML)
 - INSERT, DELETE, UPDATE
- ∞ 定义 (Data Definition Language, DDL)
 - CREATE, DROP, ALTER。
- ∞ 控制 (Data Control Language, DCL)
 - GRANT, REVOKE, COMMIT, ROLLBACK。



SQL 举例

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

```
SELECT * FROM STUDENT WHERE STUD_NO LIKE  
'212016%';
```

```
SELECT *  
FROM SCORE_BOOK SB, STUDENT S, COURSE C  
WHERE SB.STUD_ID= S.STUD_ID  
AND S.STUD_NO LIKE '212016%'  
AND SB.COURSE_ID = C.COURSE_ID  
AND C.COUR_NAME ='离散数学';
```



SQL的过程化扩展

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ SQL不是图灵完备的
- ∞ 在SQL中加入过程化语言要素，提升SQL的能力
 - PL/SQL, Oracle
 - Transaction-SQL, MS SQL Server
- ∞ 服务器端SQL编程
 - 存储过程（函数）
 - 触发器



4.3 数据库访问

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

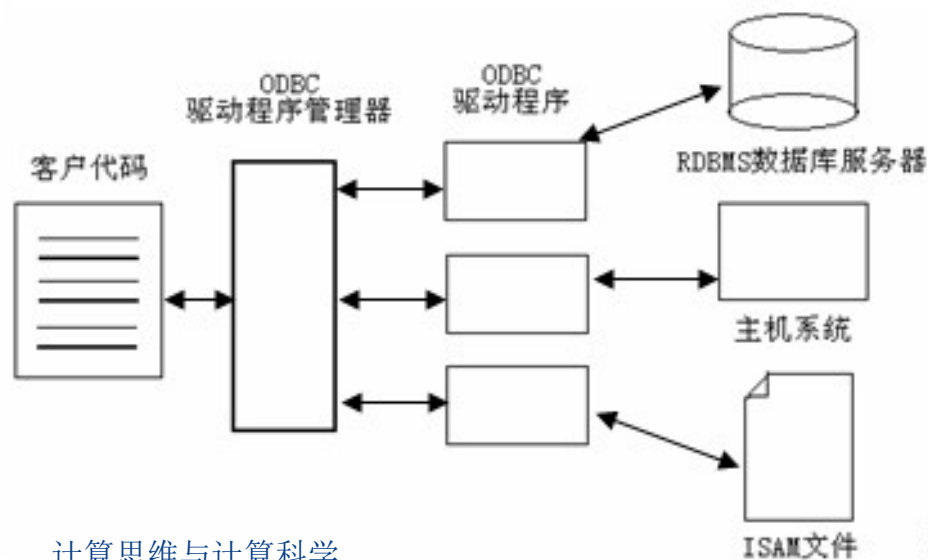
- ∞ SQL与宿主语言
- ∞ ODBC（开放数据库互连）
 - MFC（Microsoft基础类）ODBC类
- ∞ JDBC
- ∞ ADO（ActiveX数据对象）
 - OLE DB（对象链接嵌入数据库）
- ∞ DAO（数据访问对象）
 - 主要用于桌面型数据库Access
- ∞ RDO（远程数据对象）



ODBC的组成

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- 应用程序
- 驱动程序管理器
- DBMS驱动程序
- 数据源
 - 用户想要存取的数据来源、操作系统、协议以及其他信息的组合。





数据库访问基本流程

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 连接数据库
- ∞ 执行单条语句
 - 准备SQL语句
 - 参数绑定
 - 执行SQL语句
 - 使用游标循环读取结果
 - 释放SQL语句
- ∞ 释放数据库连接



5. 事务处理与并发控制

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 一个复杂的业务功能包括多个数据库操作，构成完整的逻辑工作单元，称为事务（Transaction）。
- ∞ 在执行事务的过程中，可能会出现各种异常情况，如程序崩溃、停机、并发等
- ∞ DBMS需要对此作出承诺：
- ∞ 事务的执行结果：全部成功 or 全部失败。



事务的ACID特性

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ☞ 原子性(Atomicity): 事务的一组操作是不可分的。要么完全成功, 要么完全失败, 即使是在发生系统崩溃的情况下。
- ☞ 一致性(Consistency): 符合预先设定的商业规则(Business Rules)。
- ☞ 隔离性(Isolation): 两个事务并行执行的结果和(某种)串行执行的结果是一样的。也称可串行性(Serializability)。
- ☞ 持久性(Durability): 事务提交后, 结果是持久存储的, 即使是在系统崩溃时。



事务处理

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 提交：通知数据库当前事务完全结束，数据库将事务的影响永久化。并准备开始下一个事务。
- ∞ 卷回：通知数据库撤销并结束当前事务，该事务之前所造成的影响完全回复。
 - 部分卷回：撤销一部分操作，仍处于当前事务。
- ∞ 卷回与持久性



并发异常

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 多个事务并发执行时，在没有确保事务的隔离性和一致性的情况下出现的错误。
- ∞ 即并发执行结果与串行结果不一致。
- ∞ 并发异常种类
 - 脏写(Dirty Write)*
 - 脏读(Dirty Read)
 - 不可重复读(Non-repeatable Read)
 - 幻影读(Phantom Read)



并发异常与隔离级别

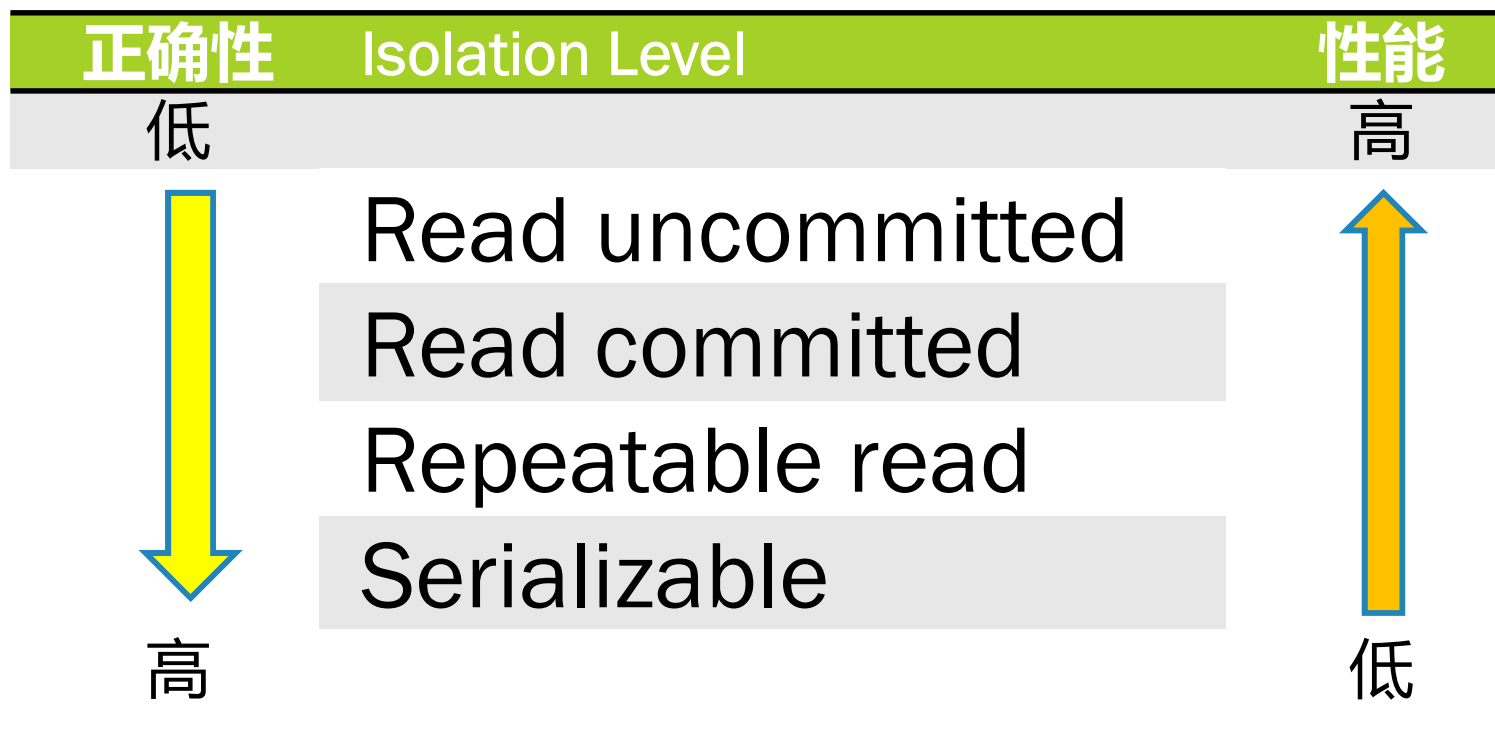
ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ☞ 上述异常能否出现，不仅取决于不同会话的并发程度
- ☞ DBMS内部通过各种实现机制，能够在一定程度上保证不同的并发异常不能发生。不同级别的实现机制所付出的代价不同，带来的效果也不同，这被称为隔离级别（Isolation Level）
- ☞ 一个基本的DBMS至少要保证脏写不能出现



性能和正确性的平衡

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn





6 数据库应用系统

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- 利用数据库管理系统，进行信息的收集、整理、加工、储存、查询和利用的系统，一般借助于计算机、网络和其他外部设备构成。
- 又称管理信息系统（Management Information System, MIS）



数据库应用系统分类

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ❧ 联机事务处理 (Online Transaction Processing, OLTP) : 对各种现实事务过程中的数据进行存储、查询和处理。如超市结账, 银行转账等, 一般由业务操作员进行操作, 是其他数据库应用的基础。
- ❧ 联机分析处理 (Online Analysis Processing, OLAP) : 对OLTP的数据进行分析、汇总、统计等, 力求进行深入的分析。一般由专业管理人员和技术人员进行操作。也叫决策支持系统 (Decision Support System, DSS)
- ❧ 事务处理是企业数据的来源, 是数据分析处理的基础; 数据分析处理是事务数据的深加工和提炼。



数据库应用系统构成

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 1、硬件。包括服务器、工作站、和网络
- ∞ 2、软件
 - 核心是DBMS
 - 操作系统、DBMS支撑工具，接口库，开发工具等。
 - 由程序员根据用户需求设计开发的应用系统。
- ∞ 3、数据库。具有持久性，结构化和可共享的数据集合。数据库是现代化企业的核心资源之一。



数据库应用系统-用户

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ✧ 最终用户是系统的使用者
 - 初级用户
 - 高级用户
- ✧ 程序员是系统程序的建立者，包括
 - 系统分析员，和（高级）用户沟通，设计数据库应用方案和软件结构。
 - 前台程序员，使用前台开发工具，设计界面软件，对数据库进行存取。
 - 后台程序员，较复杂的系统中，使用特定数据库开发工具做一些通用子程序在数据库服务器端或者中间服务器运行。
- ✧ 管理员：DBA,数据库管理员，负责配置和维护数据库。



数据库应用系统结构

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

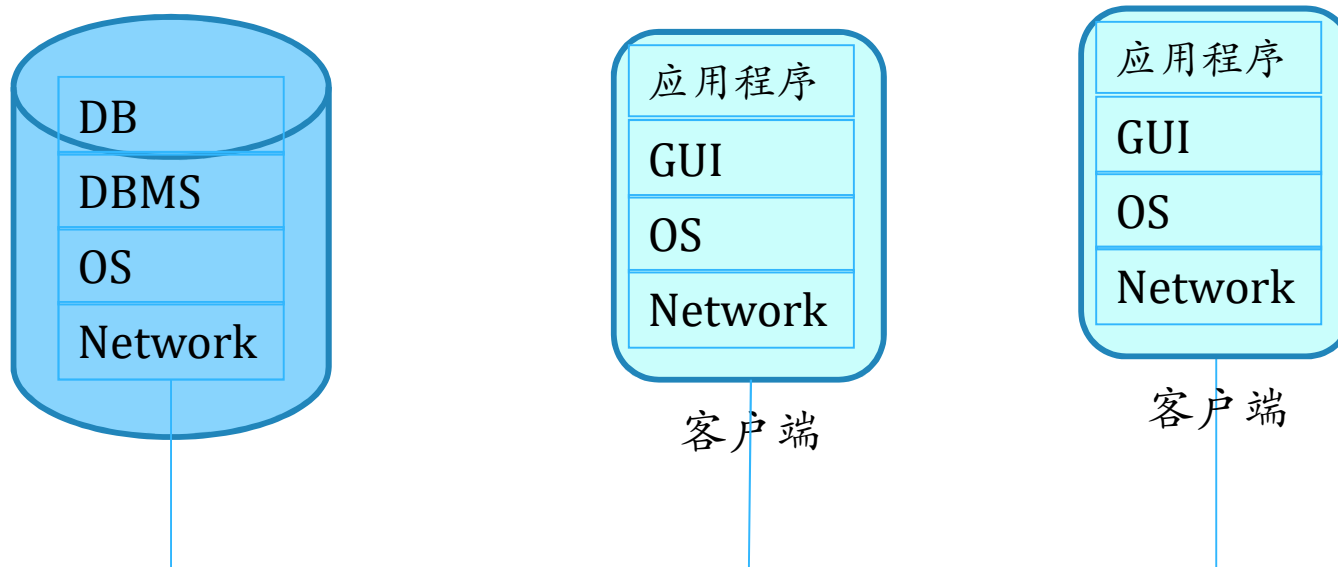
- ∞ 集中式结构
- ∞ 客户/服务器结构
- ∞ 浏览器/服务器结构



客户/服务器结构

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

服务器





C/S结构优点

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

∞ 开放性:

- 支持异构型结构
- 充分利用不同的计算资源

∞ 分布性

- 可扩展性强
- 数据一致性强

∞ 编程方便

- 编程相对简单
- 计算效率较高
- 界面更加友好



C/S结构缺点

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

缺点

- 应用程序安装、分发、升级困难
- 客户端可直接访问数据库，存在安全隐患
- 连接数少，并发和吞吐量小
- 不适当的应用程序增大网络传输量
- 存在集中结点，依赖于服务器

改进：

- 更加合理的应用程序
- 细致的安全性措施
- 使用存储过程等



浏览器/服务器结构

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

∞ Web服务器是Internet上最典型的应用模式

∞ 静态网站

- Web服务器以文件为载体
- 通过网络的HTTP协议传送内容
- 在客户端使用浏览器显示HTML内容

∞ 动态网站

- 使用Web服务器存取数据库的内容，从而能够存储用户操作数据，网站内容可以随时变化



B/S结构

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn





B/S结构特点

ccst.jlu.edu.cn
csw.jlu.edu.cn

- ∞ 无需安装客户端
- ∞ 程序分发，升级容易
- ∞ 客户端不能直接访问数据库，更加安全
- ∞ 并发规模大
- ∞ 支持Internet及Intranet