哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

软件工程

第一章 软件工程概论

1-2 软件工程核心思想

徐汉川
xhc@hit.edu.cn

2017年9月10日

主要内容

1. 软件工程的本质：不同抽象层次之间的映射与转换
2. 软件工程所关注的目标
3. 软件开发中的多角色
4. 软件工程=最佳实践
5. 软件工程的四个核心理论概念

哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1. 软件工程的本质

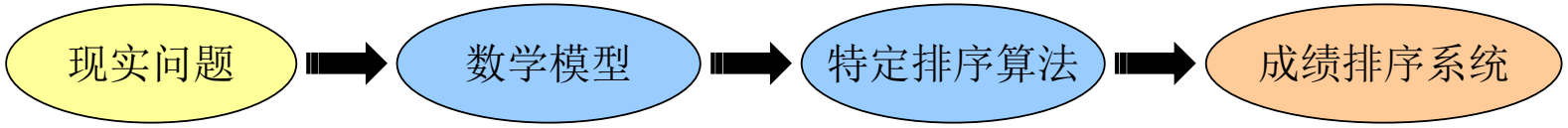
不同抽象层次之间的映射与转换

一个小例子

- 你要开发一段程序，输入班级所有人的成绩，按成绩由高到低的次序进行排序。
- 你该如何去做？
  - 方法1：直接写程序；

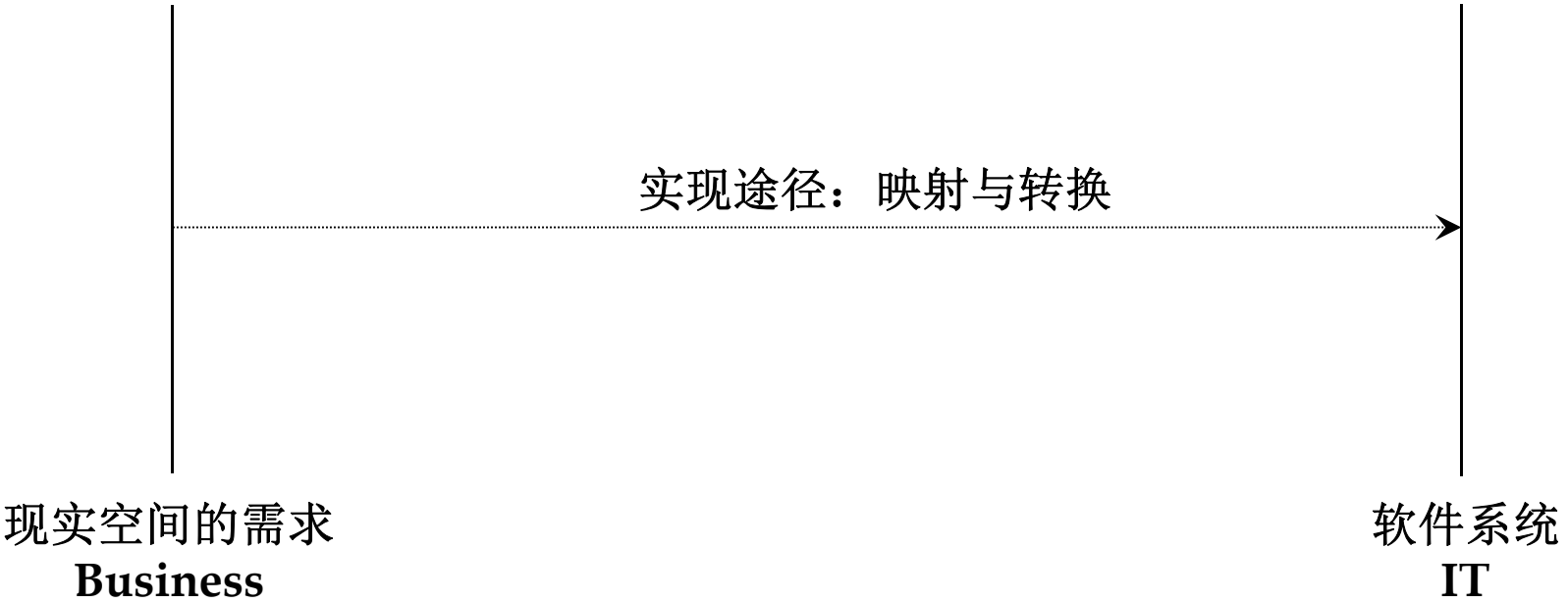
  - 方法2：先设计算法，然后再用程序语言实现；

  - 方法3：先建立数学模型，然后转换为算法，然后编程实现；

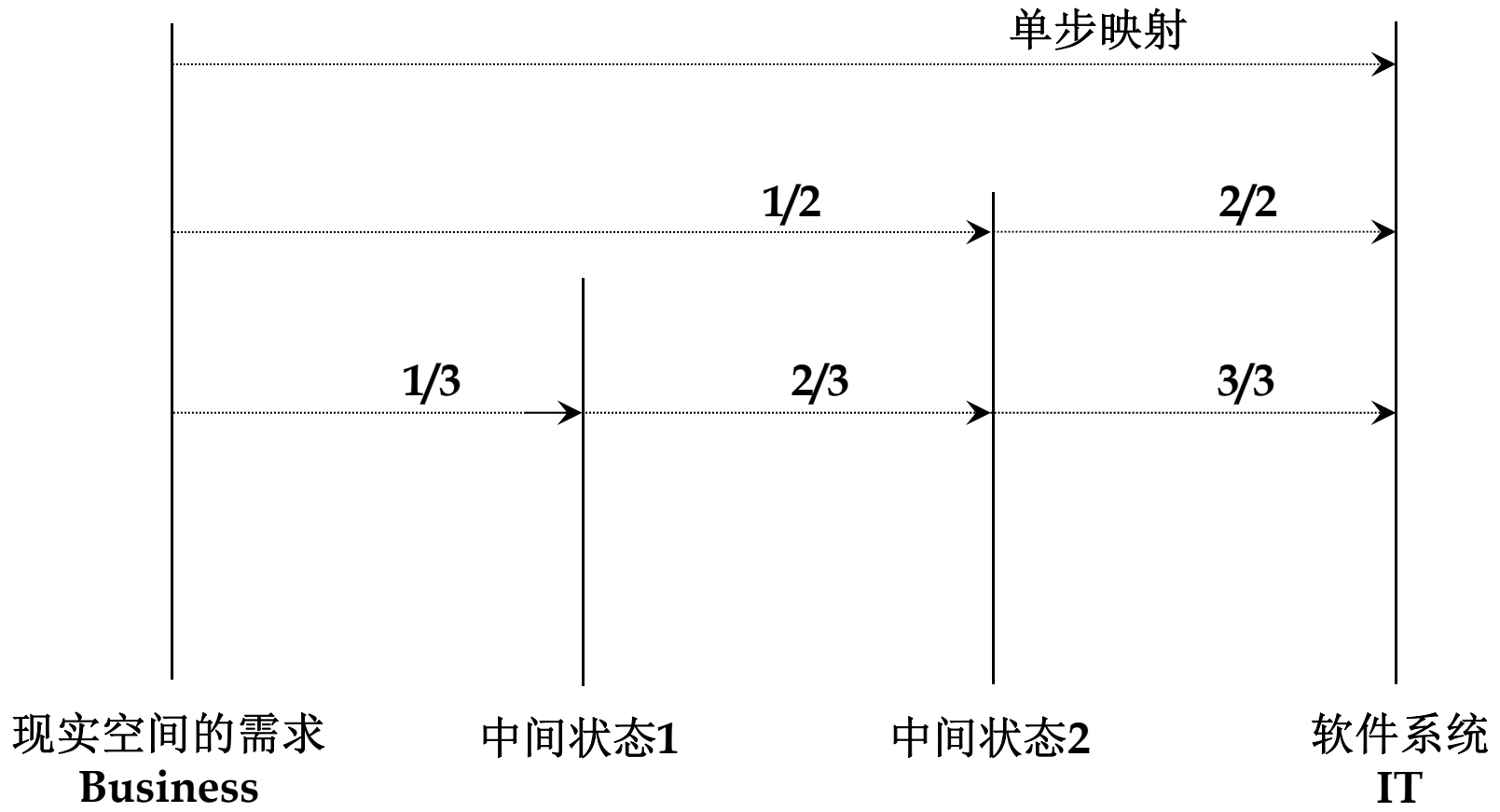


映射与转换

- 任何软件系统开发的共同本质在于：
  - 从现实空间的需求到计算机空间的软件代码之间的映射与转换；

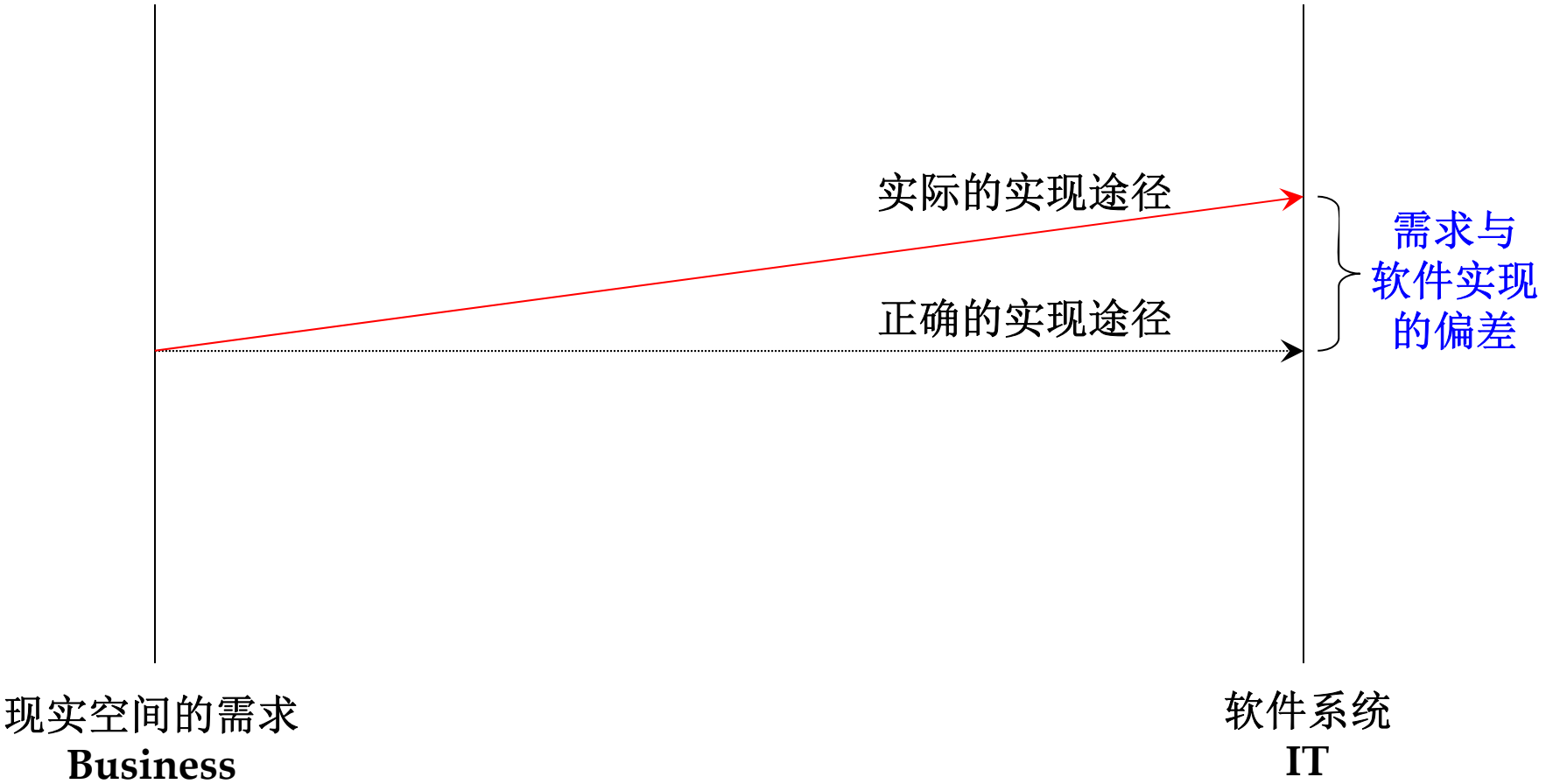


单步映射与多步映射

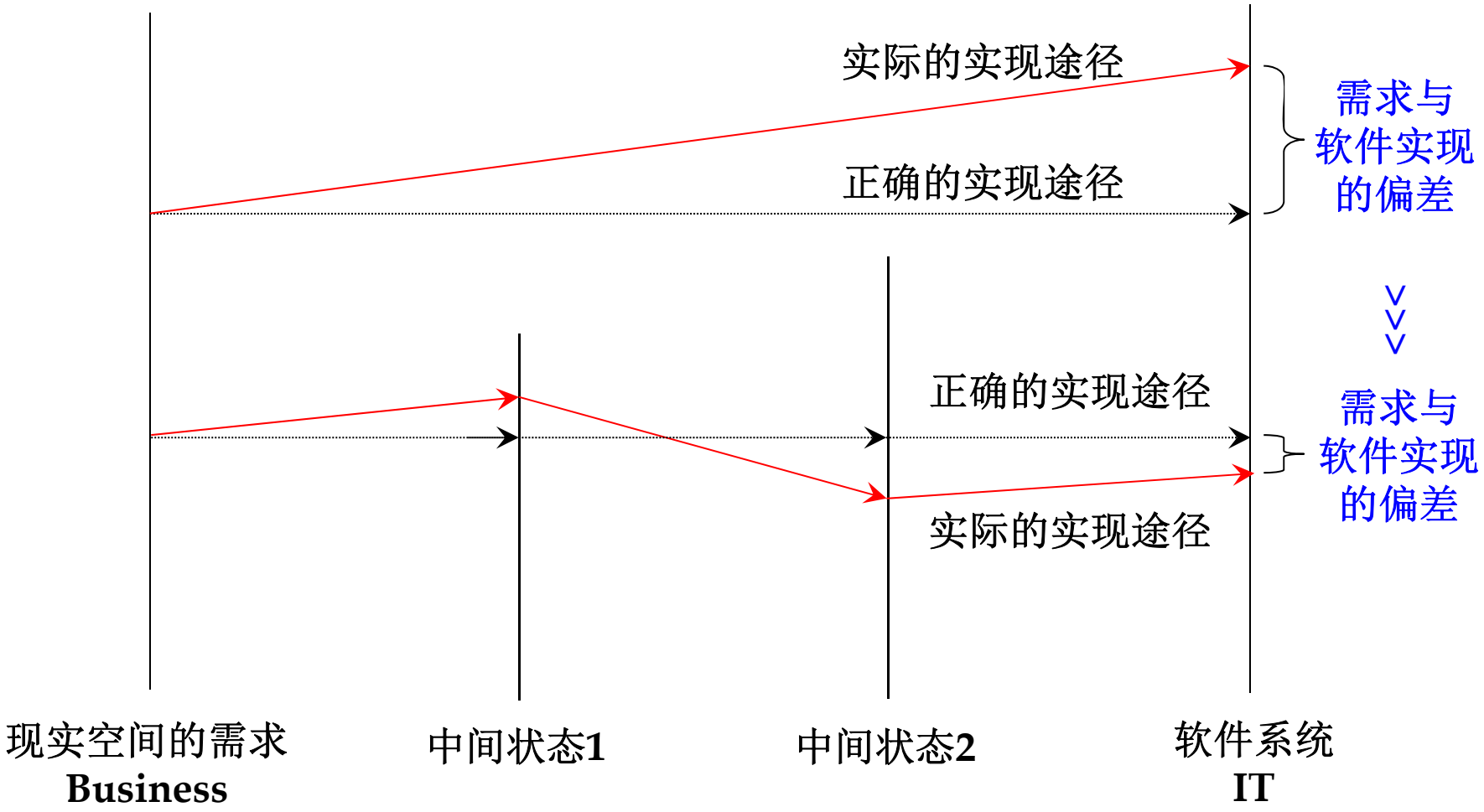


思考：单步映射与多步映射的优缺点分别都是什么？

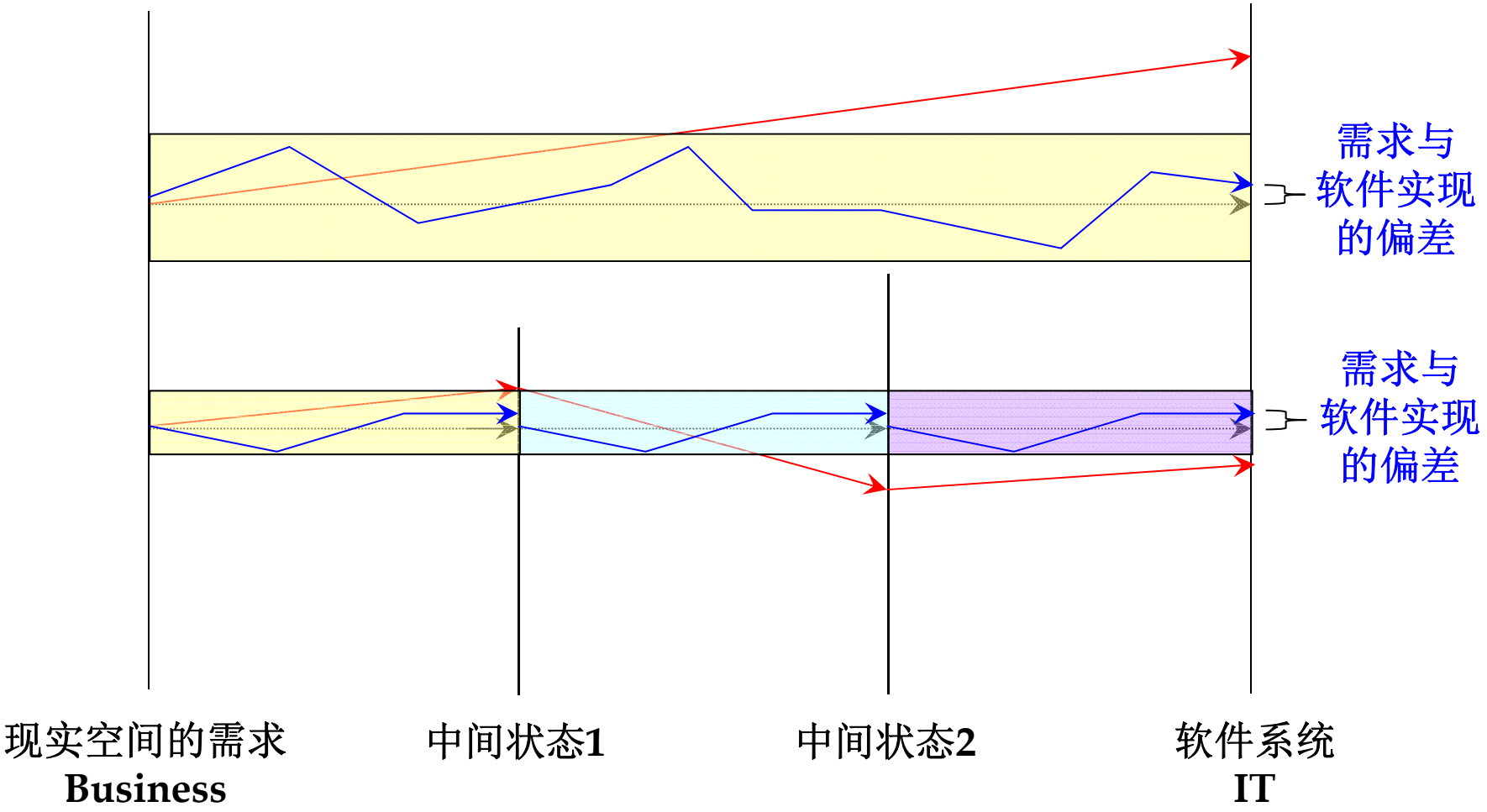
单步映射与多步映射



单步映射与多步映射


实际的实现途径
正确的实现途径
需求与
软件实现
的偏差
正确的实现途径
实际的实现途径
需求与
软件实现
的偏差
现实空间的需求
Business
中间状态1
中间状态2
软件系统
IT

软件工程的作用



软件工程的本质：用严格的规范和管理手段来缩小偏差，通过牺牲“时间”来提高“质量”。

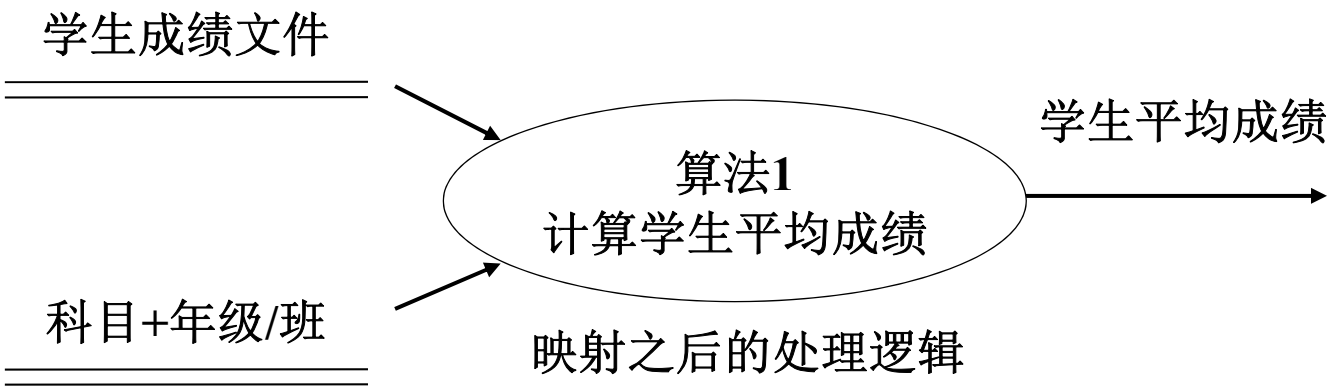
软件工程的两个映射之一：概念映射

- **概念映射：问题空间的概念与解空间的模型化概念之间的映射**
- 例如：
  - “学生” →Class Student (No, Name, Dept, Grade)
  - “计算机学院大三学生张三”
    → Object Student(120310101,张三, 计算机,大三)
  - “学生成绩” →
    Struct StudentScore (StudentNo, CourseNo, Score)
  - “张三的软件工程课成绩为85分” →
    ZS_SE_SCORE (120310101, 软件工程, 85)

软件工程的两个映射之二：业务逻辑映射

- 业务逻辑映射：问题空间的处理逻辑与解空间处理逻辑之间的映射
- 例如：
  - 计算某班学生的平均分数→

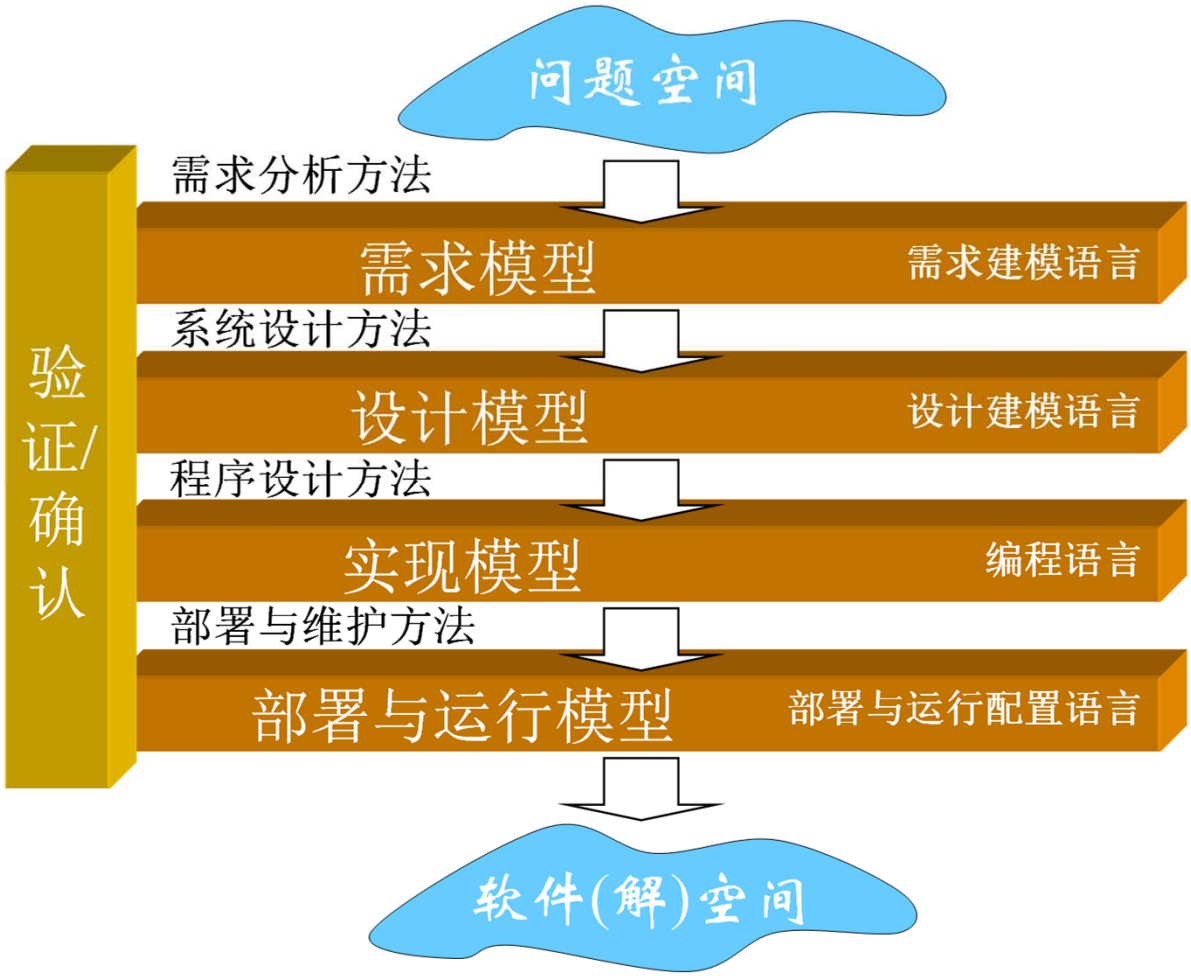
    double calculateAverageScore (Struct [] scores) {冒泡排序法;}



软件工程的作用

- 为了实现以上两个映射，软件工程需要解决以下问题：
  - 需要设置哪些抽象层次——单步映射？多步映射？几步？
  - 每一抽象层次的概念、术语与表达方式——公式？图形？文字？
  - 相邻的两个抽象层次之间如何进行映射——需要遵循哪些途径和原则？

软件工程：不同抽象层次之间的映射过程



软件工程：不同抽象层次之间的映射过程

- 需求分析：在一个抽象层上建立需求模型的活动，产生需求规约**(Requirement Specification)**，作为开发人员和客户间合作的基础，并作为以后开发阶段的输入。

现实空间的需求 ➔ 需求规约

- 软件设计：定义了实现需求规约所需的系统内部结构与行为，包括软件体系结构、数据结构、详细的处理算法、用户界面等，即所谓设计规约**(Design Specification)**，给出了实现软件需求的软件解决方案。

需求规约 ➔ 设计规约

软件工程：不同抽象层次之间的映射过程

- 实现： 由设计规约到代码的转换，以某种特定的编程语言，对设计规约中的每一个软件功能进行编码。

设计规约 ➔ 代码

- 验证/确认：一种评估性活动，确定一个阶段的产品是否达到前阶段确立的需求(verification)，或者确认开发的软件与需求是否一致(validation)。

现实空间的需求
需求规约
设计规约
代码

➔

现实空间的需求
需求规约
设计规约
代码

Bad smell

Good smell

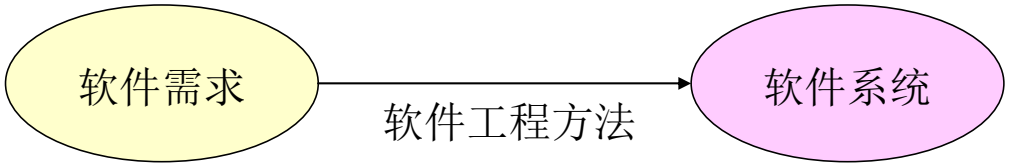
哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

2. 软件工程所关注的目标

软件工程所关注的对象

- 产品：各个抽象层次的产出物；
- 过程：在各个抽象层次之间进行映射与转换；

- 软件工程具有“产品与过程二相性”的特点，必须把二者结合起来去考虑，而不能忽略其中任何一方。



软件工程所关注的目标

- 功能性需求(Functional Requirements)：软件所实现的功能达到它的设计规范和满足用户需求的程度
  - 功能1、功能2、…、功能n。
  - 完备性：软件能够支持用户所需求的全部功能的能力；
  - 正确性：软件按照需求正确执行任务的能力；
  - 健壮性：在异常情况下，软件能够正常运行的能力
    - 容错能力；
    - 恢复能力；

      ——正确性描述软件在需求范围之内的行为，而健壮性描述软件在需求范围之外的行为。
  - 可靠性：在给定的时间和条件下，软件能够正常维持其工作而不发生故障的能力。

软件工程所关注的目标

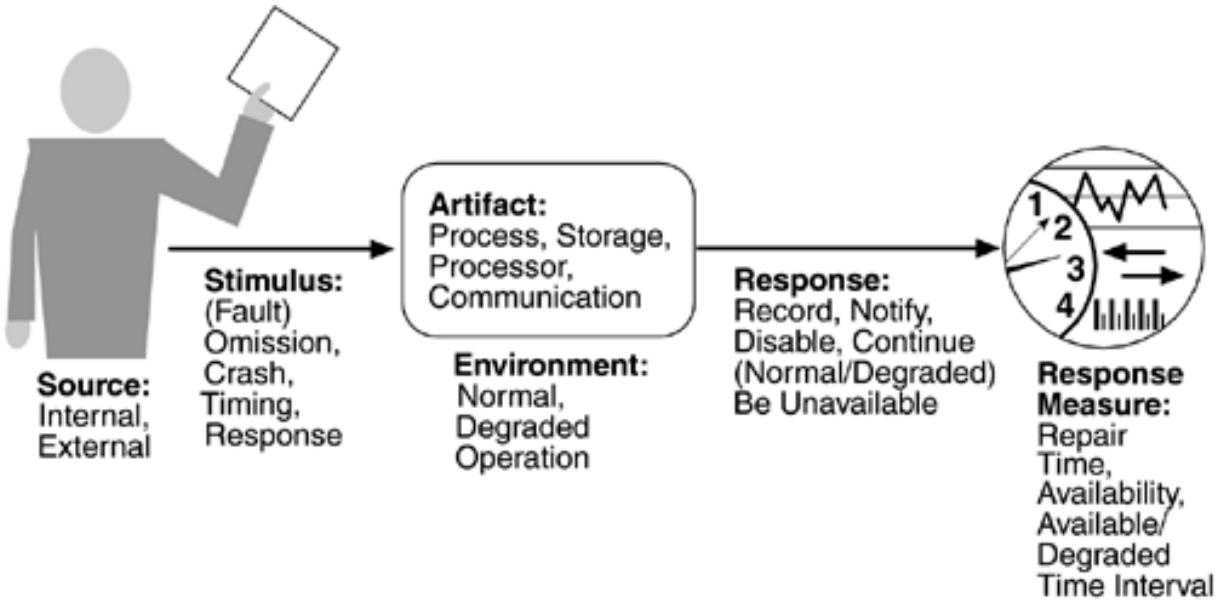
- 非功能性需求(Non-Functional Requirements,NFR)：系统能够完成所期望的工作的性能与质量
  - 效率：软件实现其功能所需要的计算机资源的大小，“时间-空间”；
  - 可用性：用户使用软件的容易程度，用户容易使用和学习；
  - 可维护性：软件适应“变化”的能力，系统很容易被修改从而适应新的需求或采用新的算法、数据结构的能力；
  - 可移植性：软件不经修改或稍加修改就可以运行于不同软硬件环境(CPU、OS和编译器)的能力；
  - 清晰性：易读、易理解，可以提高团队开发效率，降低维护代价；
  - 安全性：在对合法用户提供服务的同时，阻止未授权用户的使用；
  - 兼容性：不同产品相互交换信息的能力；
  - 经济性：开发成本、开发时间和对市场的适应能力。
  - 商业质量：上市时间、成本/受益、目标市场、与老系统的集成、生命周期长短等。

课堂讨论

- **针对特定的NFR特性，根据你的经验，阐述其典型的设计决策，分析你所给出的设计决策为何有用，如何验证该NFR可以达到期望？**
  - 完备性、正确性、健壮性、可靠性、etc
  - 效率、可用性、可维护性、可移植性、清晰性、安全性、兼容性、经济性、商业质量、etc

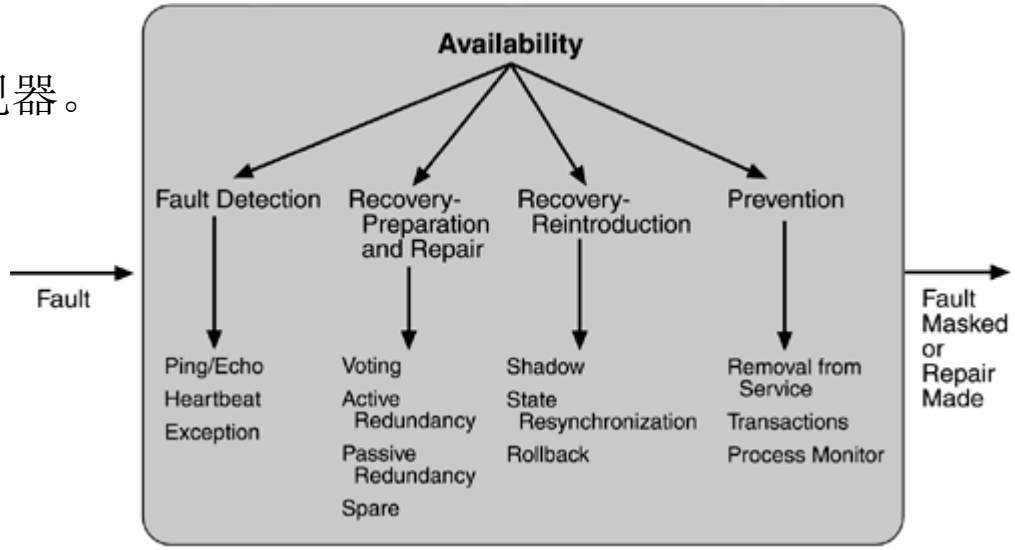
典型NFR举例：可用性(availability)

- 当系统不再提供其规格说明中所描述的服务时，就出现了系统故障，即表示系统的可用性变差。
- 关注的方面：
  - 如何检测系统故障、故障发生的频度、出现故障时的表现、允许系统有多长时间非正常运行、如何防止故障发生、发生故障后如何消除故障、等等。



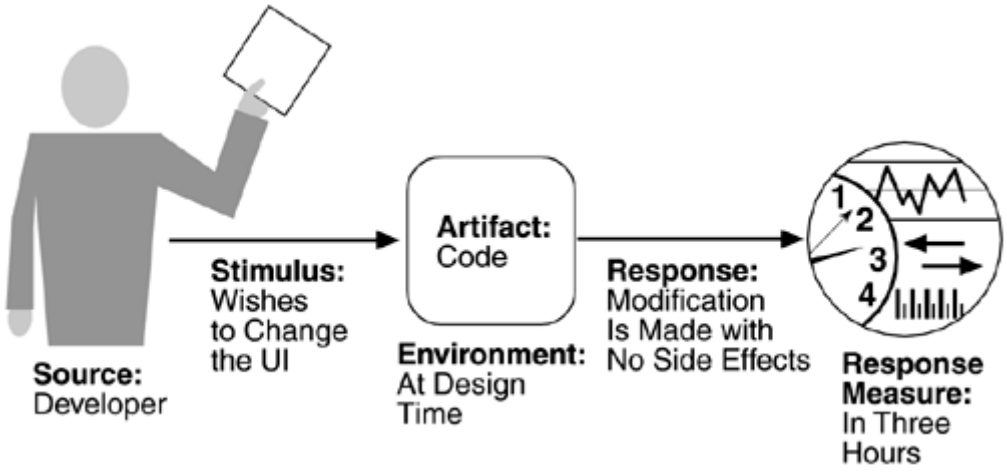
典型NFR举例：可用性(availability)

- **错误检测(Fault Detection)**
  - 命令-响应机制(ping-echo)、心跳(heartbeat)机制、异常机制(exception)；
- **错误恢复(Recovery)**
  - 表决、主动冗余(热重启)、被动冗余(暖重启/双冗余/三冗余)、备件(spare)；
  - Shadow操作、状态再同步、检查点/回滚；
- **错误预防(Prevention)**
  - 从服务中删除、事务、进程监视器。



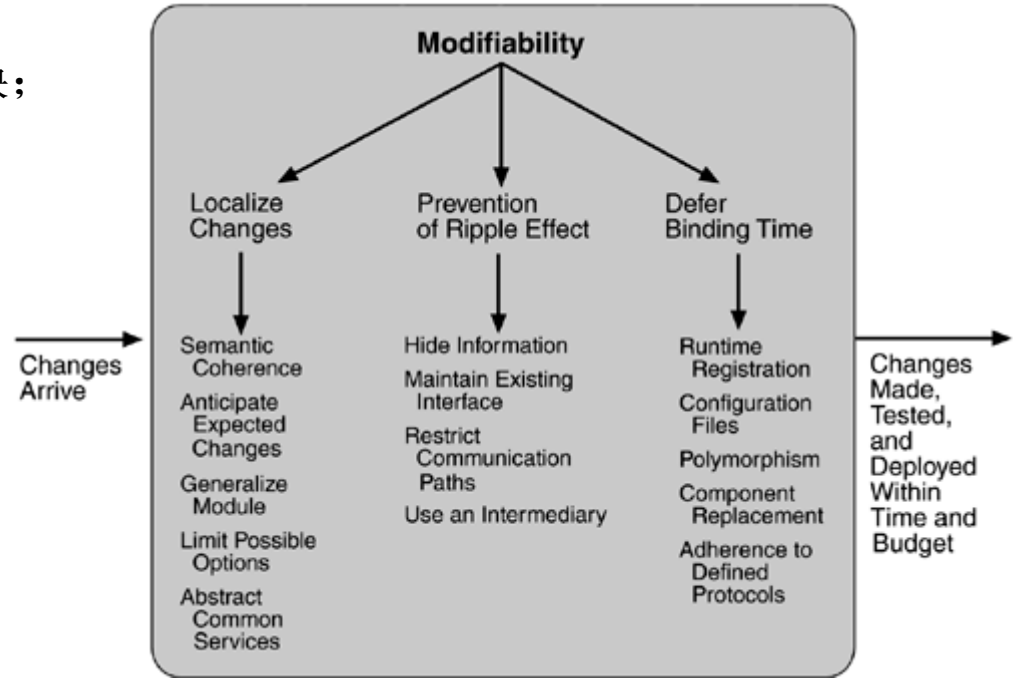
典型NFR举例：可修改性(modifiability)

- 可以修改什么——功能、平台(HW/OS/MW)、外部环境、质量属性、容量、等；
- 何时修改——编译期间、构建期间、配置期间、执行期间；
- 谁来修改——开发人员、最终用户、实施人员、管理人员；
- 修改的代价有多大？
- 修改的效率有多高？



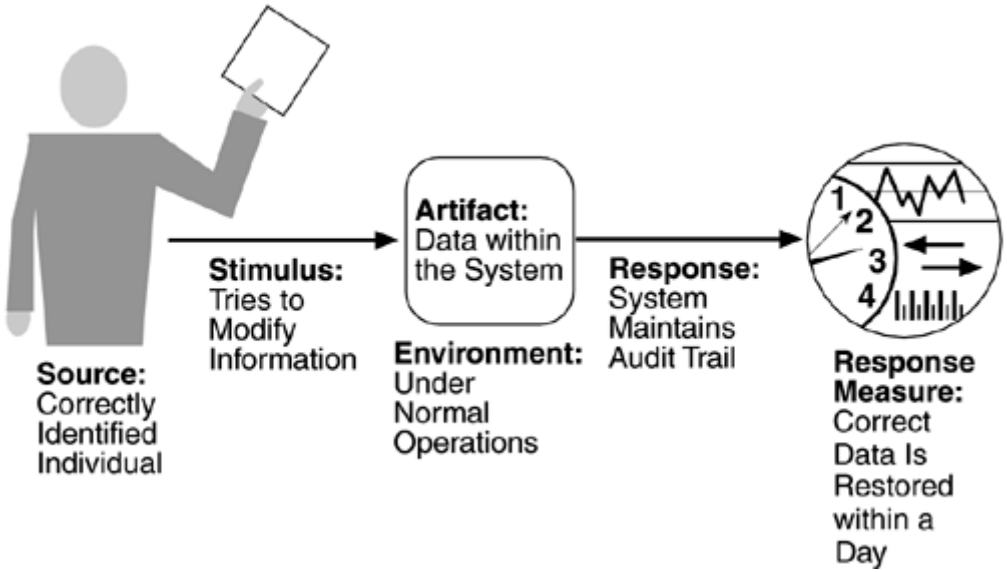
典型NFR举例：可修改性(modifiability)

- 目标：减少由某个修改所直接/间接影响的模块的数量；
- 常用决策：
  - 高内聚/低耦合、固定部分与可变部分分离、抽象为通用模块、变“编译”为“解释”；
  - 信息隐藏、保持接口抽象化和稳定化、适配器、低扇出；
  - 推迟绑定时间——运行时注册、配置文件、多态、运行时动态替换；



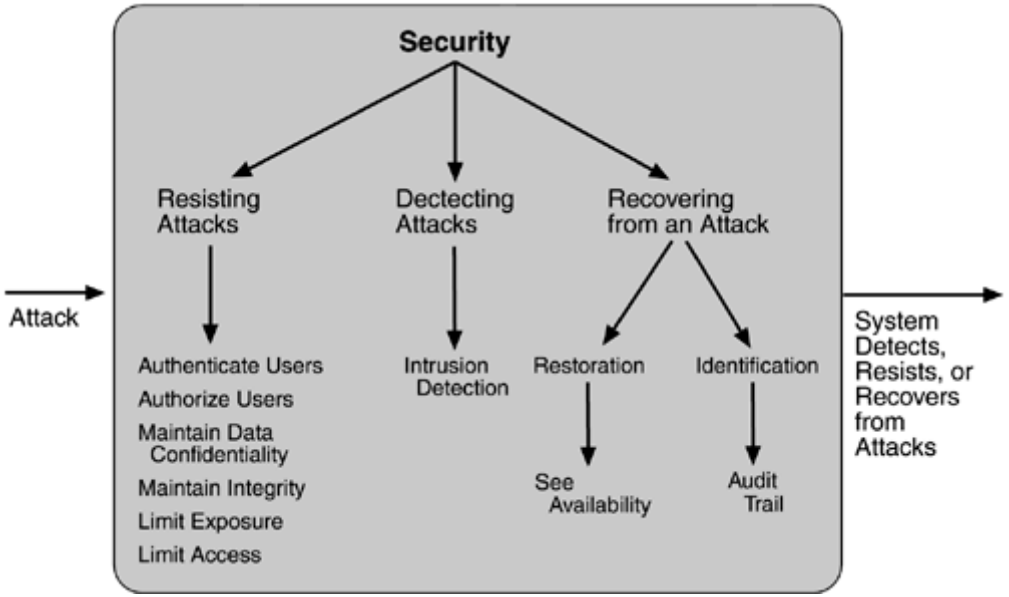
典型NFR举例：安全性(security)

- 安全性：系统在向合法用户提供服务的同时，组织非授权使用的能力
  - 未经授权试图访问服务或数据；
  - 试图修改数据或服务；
  - 试图使系统拒绝向合法用户提供服务；
- 关注点：抵抗攻击、检测攻击、从攻击中恢复。



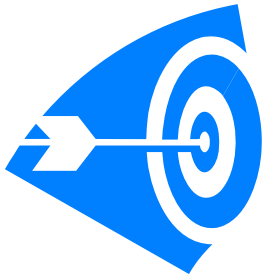
典型NFR举例：安全性(security)

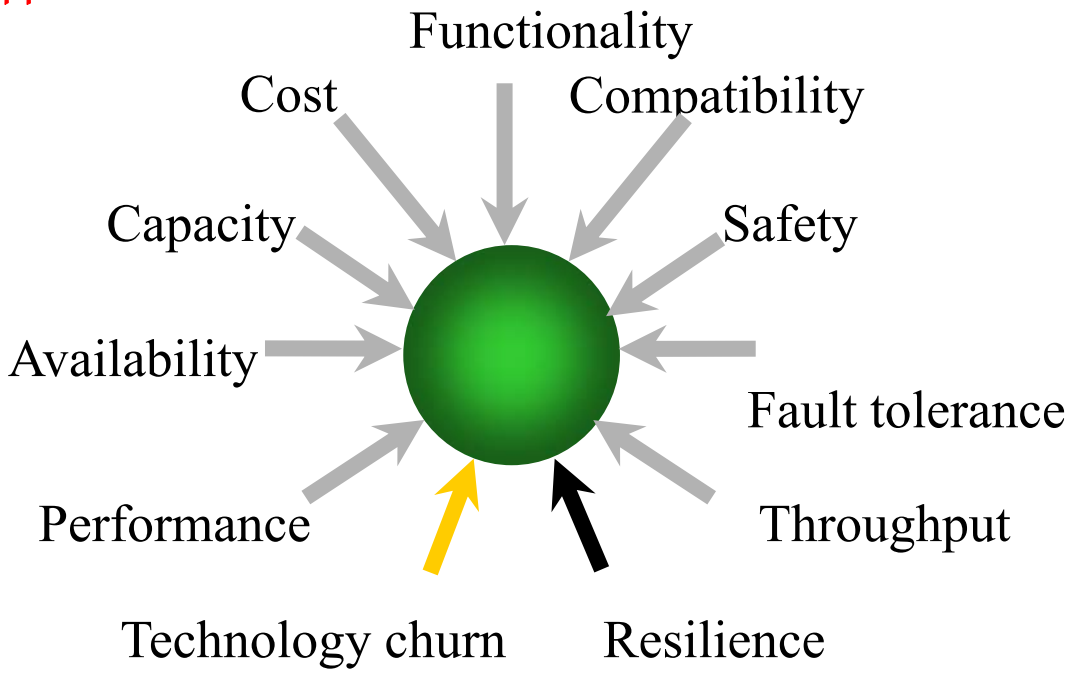
- 抵抗攻击——对用户进行身份认证、对用户进行授权、维护数据的机密性、限制暴露的信息、限制访问；
- 检测攻击——模式发现、模式匹配；
- 从攻击中恢复——将服务或数据回复到正确状态、维持审计追踪。



不同目标之间的关系——折中(tradeoff)

- 不同类型的软件对质量目标的要求各有侧重：
  - 实时系统：侧重于可靠性、效率；
  - 生存周期较长的软件：侧重于可移植性、可维护性；
- 多个目标同时达到最优是不现实的：目标之间相互冲突
- 解决思路：折中，足够好的软件





哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

3. 软件开发中的多角色

软件开发中的多角色

- 在软件开发过程中同样需要多种角色之间紧密协作，才能高质量、高效率的完成任务。

- **顾客企业(Client，甲方)：**
  - 决策者(CxO)、终端用户(End User)、系统管理员；
- **软件开发公司(Supplier，乙方)：**
  - 决策者(CxO)；
  - 软件销售与市场人员；
  - 咨询师、需求分析师；
  - 软件架构师、软件设计师；
  - 开发人员：开发经理/项目经理、程序员；
  - 维护人员。

高度决定视野
角度改变观念
尺度把握人生

视角不同，需求各有不同

- 开发人员
- 开发经理
- 销售人员
- 顾客
- 终端用户
- 维护人员
- 系统管理员

- 易用性
- 易调试性
- 可修改性
- 可测试性
- 结构清晰性
- 功能性
- 价格
- 开发成本
- 按时交付
- 性能
- 稳定性与可维护性
- 易安装性
- 易集成性

不同的角色，他们所关心的非功能需求都有哪些？

不同角色的关注点之间，是否有重叠的情况？

不同角色的关注点之间，是否有冲突的情况？

视角不同，需求各有不同

最终用户：功能需求

编程人员：静态软件模块(源代码、数据文件)的组织与管理

Logical/Design View
(逻辑/设计视图)

Implementation View
(开发视图)

Use case View
(用例视图)

架构师：体系结构的设计与发现

Process View
(进程视图)

Deployment/
Physical View
(配置/物理视图)

系统集成人员：运行时
性能、可扩展性、吞吐量等

系统部署人员：运行时系统
拓扑、安装、通信等

一人包打天下 → 团队协作完成任务

4. 软件工程=最佳实践

软件工程=最佳实践

- **软件系统的复杂性、动态性使得：**
  - 高深的软件理论在软件开发中变得无用武之地；
  - 即使应用理论方法来解决，得到的结果也往往难以与现实保持一致；
- **因此，软件工程被看作一种实践的艺术：**
  - 做过越多的软件项目，犯的错误就越少，积累的经验越多，随后作项目的成功率就越高；
  - 对新手来说，要通过多实践、多犯错来积累经验，也要多吸收他人的失败与教训与成功的经验。

——当你把所有的错误都犯过之后，你就是正确的了。

软件工程=最佳实践

- 在软件工程师试图解决“软件危机”的过程中，总结出一系列日常使用的概念、原则、方法和开发工具；
- 这些实践经验经过长期的验证，已经被证明是更具组织性、更高效、更容易获得成功；
- 大部分的这些实践都没有理论基础。

最佳实践的例子

- **软件工程的七条原理(B.W. Boehm, 1983)**
  - 用分阶段的生命周期计划严格管理
  - 坚持进行阶段评审
  - 实行严格的产品控制
  - 采用现代程序设计技术
  - 结果应能清楚地审查
  - 开发小组的人员应少而精
  - 不断改进开发过程
- **IBM RUP最佳实践原则：**
  - 迭代化开发
  - 需求管理
  - 使用基于构件的体系结构
  - 可视化软件建模
  - 持续质量验证
  - 控制软件变更
- **与顾客沟通的最佳实践原则：**
  - 原则1：倾听；
  - 原则2：有准备的沟通；
  - 原则3：需要有人推动；
  - 原则4：最好当面沟通；
  - 原则5：记录所有决定；
  - 原则6：保持通力协作；
  - 原则7：聚焦并协调话题；
  - 原则8：采用图形表示；
  - 原则9：继续前进原则；
  - 原则10：双赢

但是….

在你自己展开实践之前，别人的任何经验对你来说都是概念——抽象、空洞、无物

最佳实践的例子： 与顾客沟通的最佳实践任务

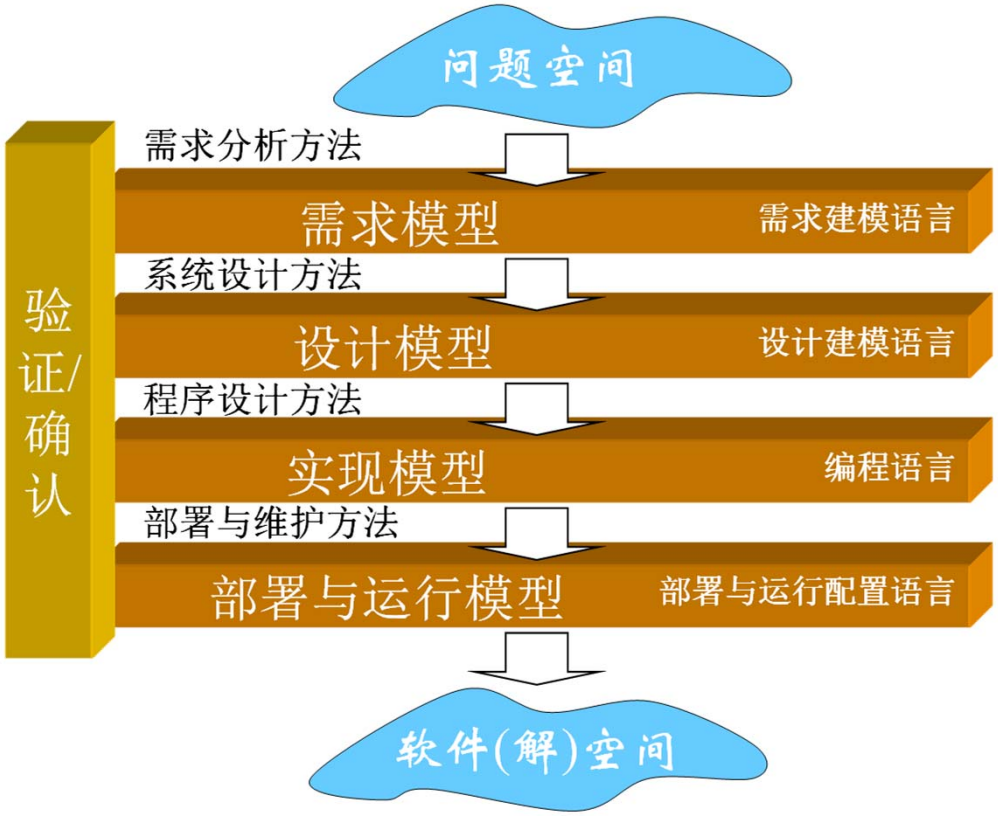
- **“最佳实践”：沟通阶段应做的事情：**
  - 识别出你需要与客户方的哪些人沟通；
  - 找出沟通的最佳方式；
  - 确定共同的目标、定义范围；
  - 评审范围说明，并应客户要求作出修改；
  - 确定若干典型场景，讨论系统应具备的功能/非功能；
  - 简要记录场景、输入/输出、功能/非功能、风险等；
  - 与客户反复讨论、交换意见，对上述内容进行细化；
  - 与客户讨论，为最终确定的场景、功能、行为分配优先级；
  - 评审最终结果；
  - 双方签字；

哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

5. 软件工程的核心概念

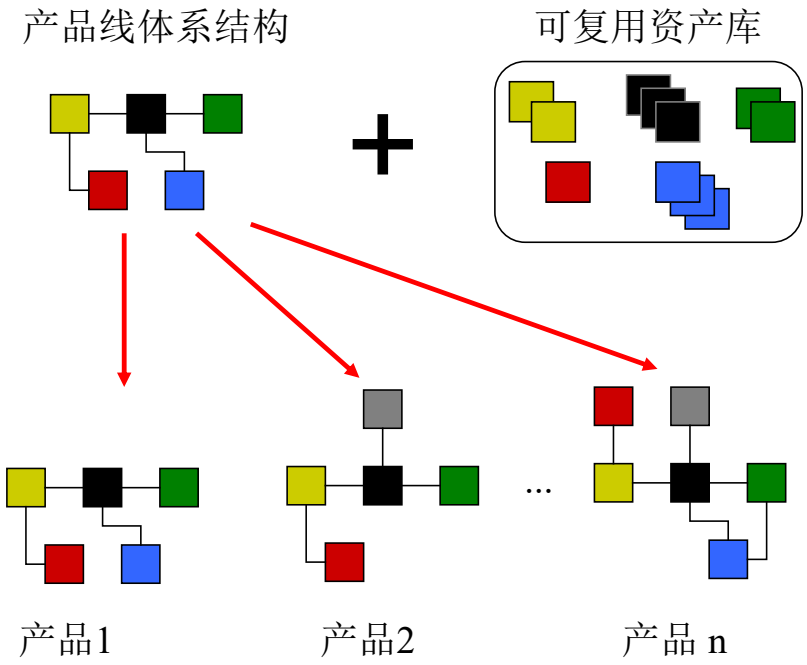
软件工程的核心概念

- 概念和形式模型
- 抽象层次
- 大问题的复杂性：分治
- 复用
- 折中
- 一致性和完备性
- 效率
- 演化



复用(Reuse)

- 在一个新系统中，大部分的内容是成熟的，只有小部分内容是全新的。
- 构造新的软件系统可以不必每次从零做起；
- 直接使用已有的软构件，即可组装成新的系统；
- 复用已有的功能模块，既可以提高开发效率，也可以改善新开发过程中带来的质量问题；

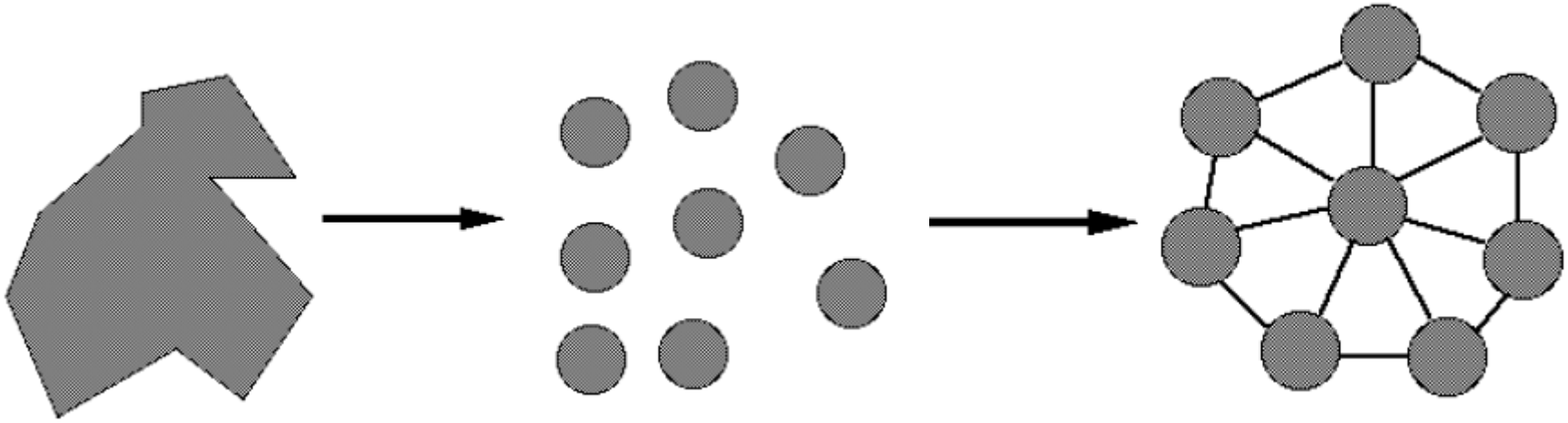


Don't re-invent the wheel !

Don't Repeat Yourself (DRY)!

分而治之(Divide and Conquer)

- 将复杂问题分解为若干可独立解决的简单子问题，并分别独立求解，以降低复杂性；
- 然后再将各子问题的解综合起来，形成最初复杂问题的解。

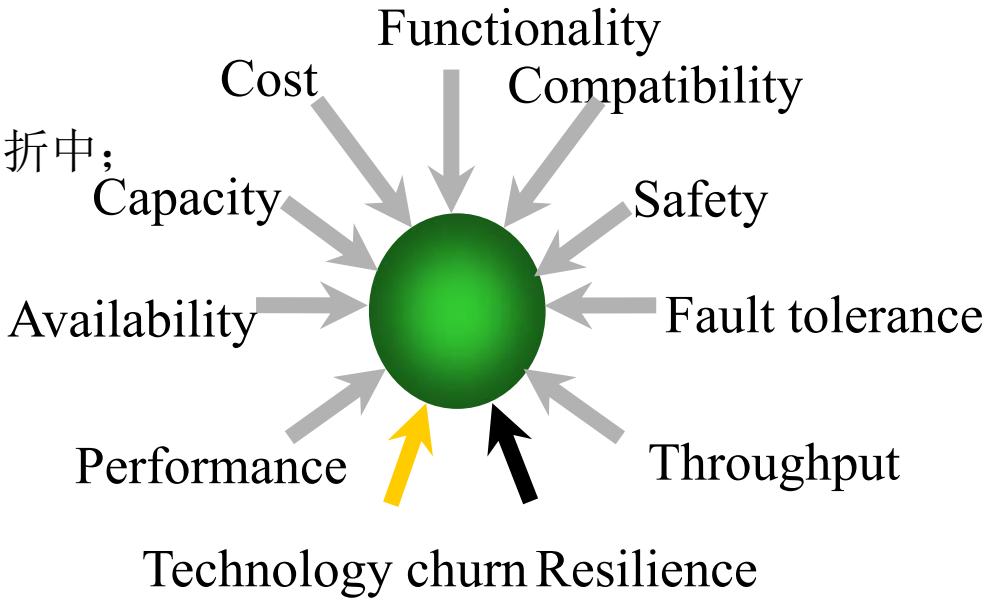


Rome was not built in a day !

核心问题：如何的分解策略可以使得软件更容易理解、开发和维护？

折中(Trade-off)

- 不同的需求之间往往存在矛盾与冲突，需要通过折中来作出的合理的取舍，找到使双方均满意的点。
- 例如：
  - 在算法设计时要考虑空间和时间的折中；
  - 低成本和高可靠性的折中；
  - 安全性和速度的折中；



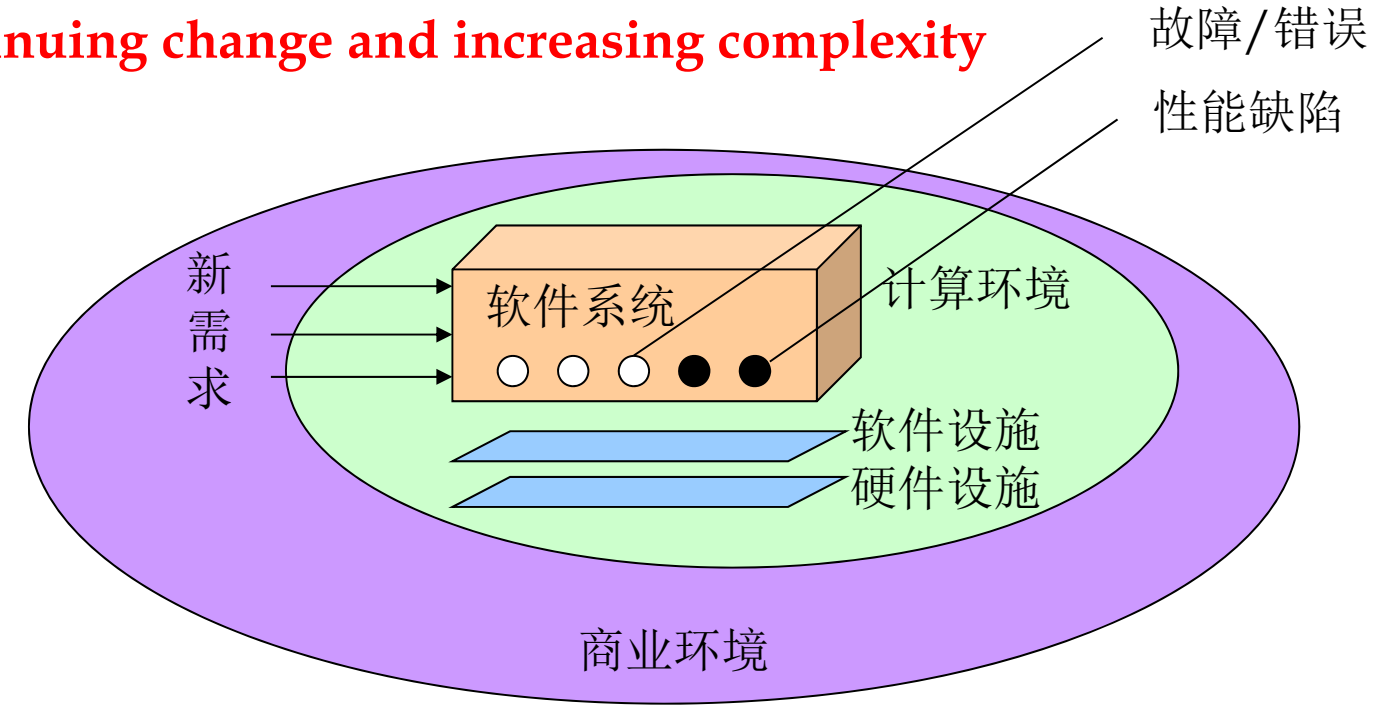
The doctrine of the mean, the art of balance

核心问题：如何调和矛盾(需求之间、人与人之间、供需双方之间，等等)

演化(Evolution)

- 软件系统在其生命周期中面临各种变化；
- 核心问题：在设计软件的初期，就要充分考虑到未来可能的变化，并采用恰当的设计决策，使软件具有适应变化的能力。
- 即：可修改性、可维护性、可扩展性；

Continuing change and increasing complexity



哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

课外阅读：Pressman教材第1章

哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

结束

2017年9月10日