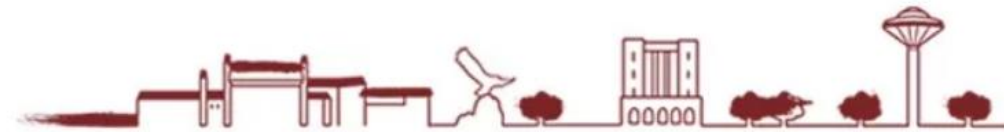




上海财经大学
SHANGHAI UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS



智能素养与计算社会科学方法论

社会科学中的仿真计算方法

主讲人：邵志芳

上海财经大学



3-3 认识仿真软件Arena



目录

- ARENA概述
- ARENA使用简介
- 主要模块说明
- Input Analyzer
- 动手创建你的第一个仿真模型



ARENA概述

Arena的发展历史:

- ❑ 1983年, Systems Modeling Corporation, SIMAN, 柔性建模语言
- ❑ 1984年, Systems Modeling Corporation, SIMAN/CINEMA, 基于SIMAN的动画仿真环境
- ❑ 1993年, Systems Modeling Corporation, Arena
- ❑ 1998年, Rockwell Software Corporation, Arena的各个高级版本



ARENA概述

Arena的特点:

- 学术性强
- 简单易用
- 友好稳定
- 应用方案模板
- 模板开发环境
- 面向仿真过程的开发
- 分层建模
- 输入分析器
- 过程分析器
- 输出分析器
- 定制技术
- 其它工具和特点



ARENA概述

Arena的应用领域和层次:

- 制造业
- 物流及供应链
- 服务
- 医疗
- 军事
-
- 日常生产作业
- 各类资源的配置
- 业务过程的规划
- 系统性能评价
- 风险预测
-



目录

- ARENA概述
- ARENA使用简介
- 主要模块说明
- Input Analyzer
- 动手创建你的第一个仿真模型



Arena 使用简介

□ 启动ARENA

□ ARENA基本特点

- 界面完全是标准化的
- 操作，功能也是标准化的
- 可与其它软件兼容，如MS Office
- 具有优化内存管理功能



打开已有模型

- ❑ File → Open ... or 工具栏 按钮
- ❑ 模型窗口 (通常置于Arena窗口的右部)
 - 进行模型创建
 - 调整大小、最大化、最小化、滚动、缩放
 - 可以同时打开多个模型窗口
- ❑ 支持Cut, Copy, Paste的功能，也可以和其他软件之间相互cut/paste。



项目条

- ❑ 在Arena窗口的左部，列出了用来创建模型的模块(Module)，包括流程图模块和数据模块。
- ❑ 一次只能显示一个模板
 - 可以在不同模板中切换
 - 一般具有Basic Process模板， Reports模板(在模拟模型运行后才开始使用)， Navigate模板(在一个模型或者不同层次的子模型之间进行切换不同视图)， ...， 还可以根据需要附加上不同的模板。
- ❑ 可以根据需要打开和关闭项目条。



Flowchart和Spreadsheet视图

□ 模型窗口可以分为两个视图

- Flowchart视图
 - 图型符号
 - 加工流程
 - 动画，绘图元素
 - 可以通过双击对象进入相应对话框来进行编辑和设定
- Spreadsheet视图
 - 直接显示模型所包含的数据信息
 - 可以进行编辑、添加、删除数据
 - 一次可以显示出模型中所有相同的数据元素

□ 许多模型参数都可以通过这两个不同视图进行编辑。



在Flowchart视图中的基本操作

- ❑ 可对整个模型进行布局
- ❑ 可以利用滚动条进行调整
- ❑ 可以对视图进行缩放
- ❑ Named Views
 - 可以将当前编辑的部分模型的视图存放起来，以便将来调用
 - 可以分配一个热键（区分大小写）
 - 一般通过菜单来进行操作
- ❑ 可以显示网格，便于模型布局。



Flowchart模块

- 用来描述动态的流程
 - 可以视为实体流通过的地点和对象
 - 一般都是相互连接的
- 在Basic Process模板中的Flowchart模块包括：
 - Create, Dispose, Process, Decide, Batch, Separate, Assign, Record
- 可以根据问题进行可视化设计
- 两种编辑方法
 - 可以通过双击来打开对话框来进行编辑/设定
 - 可以单击项目条上的相应对象，在Spreadsheet视图中相应的对象进行编辑/设定



Data模块

- ❑ 可以为整个模型设置参数，条件等
 - 不是实体流，没有连接
- ❑ Basic Process模板中的Data模块包括：
 - Entity, Queue, Resource, Variable, Schedule, Set
- ❑ Data模块和Flowchart模块的图标不同
- ❑ 进行设定和编辑时，是在项目条的相应Data模块上单击，并在 Spreadsheet视图中编辑
 - 双击/单击/右键单击
- ❑ 一个模型的一种数据模块只能有一个
 - 但是可以有不同的行来代表不同的数据模块对象



模块间的联系

- ❑ Flowchart和Data模块通过对象名相互联系
 - Queue, Resource, Entity, Variable, ...
- ❑ Arena对不同的名称会构建一个内部列表
 - 能在需要时给出合用的对象
 - 帮助开发人员记住和管理名称和对象
- ❑ 一个模型中的所有对象的名称必须是唯一的，即使是在不同的类型的模块上，也必须是唯一的。



内部模型文档

- ❑ 对于模块，图型的数据说明，鼠标移到上面就可以看到
 - 缺省部分——对象的基本信息(名称，类型)
 - 用户定义部分——右键单击该对象，选择Properties，并进行输入即可
 - 也可以在View→Data Tips菜单中选择
- ❑ 项目描述——Run→Setup→Project Parameters，Project Description中输入即可。
- ❑ 模型文档报告——Tools→Model Documentation Report
 - 可生成关于模型细节的HTML文件。



目录

- ARENA概述
- ARENA使用简介
- 主要模块说明
- Input Analyzer
- 动手创建你的第一个仿真模型



ARENA 的功能

- 应用ARENA进行模拟的基本操作：
- 创建基本模型：Arena提供了一个所见即所得的流程图形式的环境来进行建模。只需将相应的模块拖拉至模型窗口并按照逻辑连接起来就可以构造出处理流程。
- 细化模型：可以通过双击相应模块并进行参数调整就可以将实际问题的数据（如，处理时间，资源要求，服务人员水平，等）添加到模型中。也可以根据需要来定制动画图标以更好地显示问题的流程。
- 对模型进行模拟：通过对构造好的模型进行运行就可以得到模拟结果。
ARENA提供了一个动态的可视化图形环境使得对模型的分析更加直观和简单。



ARENA 的功能

□ 分析模拟结果：

Arena提供了自动报告功能，直接就能根据常规决策条件，例如资源使用率，等候时间等，来提交分析报告。也可以通过定制特定的统计量。

□ 选择最佳方案：

由于整个模拟过程都封装在软件中，所以重点就可以放在建模和分析上。这样就可以通过多次建模和修改参数来选择最佳解决方案。



ARENA 工作环境说明

- ❑ 菜单/模型窗口/工具栏/Panel
- ❑ Basic Process Panel/模型窗口
- ❑ Module(模块)

流程图模块(Flowchart Module): 放置在模型窗口中

数据模块(Data Module): 不放在模型窗口中, 而是通过表格来进行表示和编辑



流程图模块

□ Create 模块

- 该模块是用于模拟模型中产生实体(Entity)。通过调度或者基于某个达到时间间隔可以产生一个个实体。产生实体后，实体就离开Create模块进入系统。因此实体类型是在此模块中进行定义。

□ Process 模块

- 该模块是用于模拟中的主要处理过程。在此模块中可以进行对资源(Resource)的获取(Seize)和释放(Release)。此外，还可以使用“submodel”选项来指定是否配置子模型。若处理时间要分配给实体，则可以选定为value added, non-value added, transfer, wait或其他。



流程图模块

□ Dispose模块

- 该模块用于标识模拟模型中的实体运动结束的终点。对于实体的统计必须在该实体被dispose之前进行统计。

□ Decide模块

- 该模块允许在系统中进行决策选择处理。它根据一个或多个条件进行判断决策 (如, 若实体为Gold Card)或者基于一个或多个概率 (如, 75% 是; 25% 否)进行判断。所设条件可以是基于属性值 (如, 优先级), 变量值 (如, Number Denied), 实体类型, 或表达式 (e.g., NQ (ProcessA.Queue))。



流程图模块

□ Record模块

- 该模块用来收集模拟模型中的统计值。不同类型的观测统计值都可以在此设定，包括从此模块退出的时间，实体统计值 (time, costing, etc.)，一般观测值，间隔统计值 (从一个时间点到当前模拟时间点)。计数类型的统计值也有效。

□ Assign模块

- 该模块用于为变量，实体属性，实体类型，实体图片或者其它系统变量进行赋值。在一个Assign模块中可以进行多个赋值。



流程图模块

□ Batch模块

- 该模块是在模拟模型中作为分组机制来应用的。实体的Batches可以是永久性也可以是暂时进行分组。临时Batches必须随后使用Separate模块进行分割。

□ Separate模块

- 该模块用于将一个导入实体复制到多个实体中或者可以将已经分组的实体进行分割。



数据模块

□ Entity 模块

- 该数据模块用来定义不同的实体类型以及初始的图片。同样，初始成本信息和持有成本(holding costs)也可以在此定义。

□ Queue 模块

- 该数据模块可以用来改变特定队列的排序规则。缺省的排序规则是FIFO。如要不同排序规则，请在此模块中设定。在此还有一个额外的字段用于指定该队列是否可以为其它实体分享。

□ Resource 模块

- 该数据模块定义了模拟系统中的资源，包括成本信息和资源可用性。资源可以具有一个固定的容量，在整个模拟过程中不发生变化，也可根据安排改变。Resource failures和states用来说明该模块中的Advanced Process and Advanced Transfer Panel。



数据模块

□ Schedule 模块

- 该模块可用于与[Resource module](#)进行连接以定义资源容量变化的安排，或者可与[Create module](#)连接以定义到达安排。

□ Set 模块

- 该模块定义了不同类型的集合，包括资源，计数器，累加器，实体类型和实体图片。资源集合可以用于 Process (and Seize, Release, Enter and Leave of the Advanced Process and Advanced Transfer panels)模块。计数器和累加器集合可以用于 Record 模块。队列集合可以用于Seize, Hold, Access, Request, Leave以及Allocate modules of the Advanced Process and Advanced Transfer panels。

□ Variable 模块

- 该数据模块可用于定义变量和初始值。变量可以在其它模块中调用 (如，[Decide module](#))，可以通过[Assign module](#)来赋值，也可以用于其它任何表达式。



Arena中的关键概念

- ❑ Entities and Attributes
- ❑ Queues
- ❑ Attributes Resources
- ❑ Statistics
- ❑ Sets
- ❑ Stations and Activity Areas
- ❑ Storages
- ❑ Sequences
- ❑ Conveyors
- ❑ Transporters



Entities and Attributes

- ❑ 在每个模拟模型中，entities代表在系统中移动的对象。每个实体都具有自己的特征，以attributes表示。可以根据需要定义足够多的属性。每个独立的实体都具有自己的属性值；这些值可以在处理过程中赋予。
例如，对于某个实体，可以定义“Length”作为实体大小，定义“Priority”来定义实体在某些行动中的重要性。当该实体进行某些处理时，可以根据Priority来进行处理。



Queues

- ❑ Queue的基本目的是为还无法分配到资源的实体提供排队空间。Queues是被动的，只有在实体进入队列和相关资源可以进行分配时，Queue才会发生变化。
- ❑ ARENA提供两种类型的队列：
 - Individual queues具有一个symbolic name，一个ranking rule以及一个指定的capacity。队列中的实体可以在动画中显示出来；可以对其进行统计；可以根据灵活的排序机制进行排序；
 - Internal queues提供了基本的FIFO的功能，但是没有动画效果，也没有统计和排序机制。



Resources

- ❑ Resources是系统中静止的元素，并可以分配给实体。它具有给定的capacity (在某个时点) 以及states 集合(如: busy, idle, inactive或failed)，这些在模拟运行过程中进行转换。

Resources可以表示服务人员，机器或者仅仅是存储空间。

- ❑ 与Resources相关的术语包括：
 - 当实体需要一个资源时，它seize该资源；当一个实体不需要一个资源时，该实体release该资源，使得该资源可以被其它实体获取。当该实体需要使用该资源时，则它Delay该资源一定的时间(满足一定分布)。一个资源具有一个相关的队列，用来存放那些无法获取资源的实体。



Statistics

- ❑ Arena可以是用户来指定是否需要特定对象(如, 队列, 资源, 等)的模拟统计值进行统计。这些统计值可以在模拟运行过程中得到记录并在最终报告中显示。
- ❑ ARENA进行的统计值收集分为以下5类:
 - Time-persistent 记录了和时间相关的统计值 (如, 队长和资源使用率);
 - Tallies 记录了观测数据 (如, 系统中花费的时间实体等);
 - Counters 计数了某个事件的观测发生次数 (如, 离开系统的对象个数);
 - Frequencies 收集了系统变量的基于其不同状态类别的统计值(如, 资源在每个可能状态下的时间消耗比率);
 - outputs 给出了某个系统最终值或最终统计值 (如, 模拟运行最后的库存水平)。



Statistics - Reports

- ❑ Category Overview
- ❑ Category by Replication
- ❑ Activity Areas
- ❑ Entities
- ❑ Processes
- ❑ Queues
- ❑ Resources
- ❑ Transfers
- ❑ User Specified
- ❑ Frequencies



View菜单

- ❑ Zooming: 缩放
- ❑ Zoom Factor: 缩放步长
- ❑ Views: 已经存储的流程图窗口的部分视图
- ❑ Named Views: 定义, 修改以及使用视图
- ❑ Grid/Snap/Grid Settings: 网格设置
- ❑ Page breaks: 当打印时候显示分页
- ❑ Data Tips: 显示对象的数据说明
- ❑ Layers: 说明在各个对象在何种模式先显示
- ❑ Split Screen: 屏幕分割
- ❑ Toolbars: 用来设定所显示的工具栏
- ❑ Project/Status Bar: 显示项目/状态栏



Tools菜单 (1)

□ 用于建模，分析的不同应用工具

- Arena Symbol Factory: 大量类别的图片，为动画设计使用；
- Input Analyzer: 根据所得到的数据来拟合分布，并求得参数；
- Process Analyzer: 对多个“方案”进行运行和比较；
- Output Analyzer: 对输出结果进行分析。

□ 特别版本的Arena还具有FactoryAnalyzer, Contact Center等工具(depends on licensing)。



Tools 菜单 (2)

- ❑ Model Documentation Report: 生成说明模型细节的HTML文件。
- ❑ Import/Export model to/from Database: 将模型内容输出到 Excel/Access或者从中导入。
- ❑ OptQuest for Arena: 用于通过运行模型来寻找优化方案的独立工具
- ❑ Macro: 创建VBA应用, 可以使用VB editor。
- ❑ Options: 对Arena环境, 工作过程, 外观等等进行设置



目录

- ARENA概述
- ARENA使用简介
- 主要模块说明
- Input Analyzer
- 动手创建你的第一个仿真模型



Input Analyzer

- ❑ Input Analyzer是Arena环境中的一个标准组件。该工具功能十分强大，用来决定对于给定的输入数据分析最佳拟合的概率分布。它也可用于将特定的分布函数拟合于给定数据上，可以提供结果以帮助用户来进行比较。此外，Input Analyzer还可以生成一系列随机数据，可用于随后的拟合过程。
- ❑ 要运行Input Analyzer，可通过双击 Input Analyzer图标或者从Arena菜单中选择。
- ❑ Input Analyzer可进行处理的数据文件一般可以代表一个随机过程的间隔到达时间。



Input Analyzer: 数据文件

□ 手工准备数据文件

- Input Analyze能识别的数据文件，就是普通的ASCII文本文件，格式比较灵活。所有的文本编辑器，字处理器，或者电子表格都可以。在文件中，数据之间通过空格，制表符或者回车来隔开即可，别无其它格式要求。Arena缺省识别的文件扩展名为 .dst。

□ 根据分布来生成数据文件

- 通过Input Analyzer 的[File→Data File→Generate New](#) 菜单命令还可以自动生成满足一定概率分布的合成数据。

□



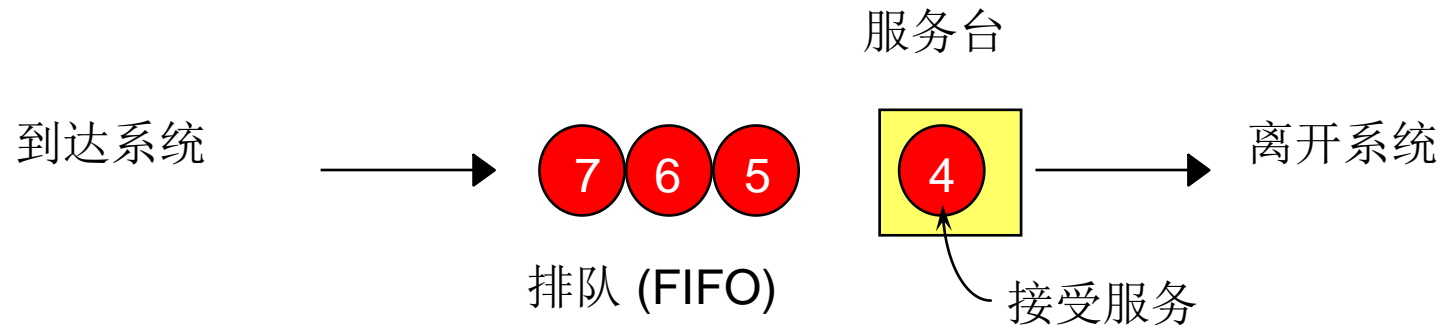
目录

- ARENA概述
- ARENA使用简介
- 主要模块说明
- Input Analyzer
- 动手创建你的第一个仿真模型



动手创建你的第一个仿真模型

手工仿真示例的Arena实现



□ 初始数据:

- 到达间隔时间: 6.84, 2.40, 2.70, 2.59, 0.73 (EXPO (5) Min)
- 服务时间: 4.58, 2.96, 5.86, 3.21, 3.11 (EXPO (4) Min)



谢谢!

Thank you

