

基于 Excel 的蒙特卡罗模拟方法的实现^{*}

姜庆华 李国锋

(山东经济学院基础部, 济南250014)

摘 要 以Microsoft Excel 电子表格软件为基础, 探讨了 Excel 在开发决策支持系统方面的功能, 在研究给出了Monte Carlo 模拟算法之后, 通过一案例实现了基于 Excel 的Monte Carlo 模拟系统. 工作表明, Excel 软件在管理决策中具有较好的应用前景.

关键词 决策支持, Excel 电子表格软件, 蒙特卡罗模拟

分类号 TP3

蒙特卡罗模拟是利用计算机进行数值计算的一类特殊风格的方法, 它是把某一现实或抽象系统的某种特征或部分状态, 用模拟模型的系统来代替或模仿, 使所求问题的解正好是模拟模型参数或特征量, 再通过统计实验, 求出模型参数或特征量的估计值, 得出所求问题的近似解. 该方法应用面广, 适应性强. 惠斯通(Weston)对美国1 000家大公司所作的统计表明: 在公司管理决策中, 采用随机模拟方法的频率占29%以上, 远大于其他数学方法的使用频率. 特别, 该方法算法简单, 但计算量大, 在模拟实际问题时, 要求所建模型必须反复验证. 这就离不开计算机技术的帮助, 自然可利用任何一门高级语言来实现这种方法. 本文首先探讨 Excel 电子表格软件在开发决策支持系统方面所具有的功能特点, 给出蒙特卡罗模拟算法之后, 通过一案例具体实现了基于 Excel 的Monte Carlo 模拟系统, 由于Microsoft Excel 电子表格软件强大的数据分析功能和友好的界面设计能力, 使系统实现起来颇感轻松自如. 本文的努力或许对管理决策自动化有所启示.

1 Excel 开发决策系统的支持能力

通常一个决策支持系统一般应包含便于用户与系统进行对话从而使他们在运用自己的经验、直觉和判断来解决所面临的半结构化问题时可以得到充分支持的友好界面, 又应包含适合解决用户所面临的决策问题中的结构化部分的决策模型, 同时还应包含便于保存作为分析对象和分析结果的那些数据的数据库及其管理系统. Excel 之所以被认为是一种建立决策支持系统的方便工具, 就是因为它在上述三个方面所具有的强大支持能力.

1.1 Excel 具有灵活的建模能力和对所建模型进行What-if 分析的功能

Excel 可以方便地利用公式、大量内建的财务统计函数、以及 VBA 语言建立案例数值模型, 并利用模拟运算表、方案管理器等功能模型进行“如果决策变量如此变化的话, 目标变量将如何变化”的分析. 利用单变量求解功能求解“为了使目标变量达到某个特定的目标值, 决策变量应该如何变化”的问题. Excel 通过其规划求解功能将最优化算法的能力加入到对工作表数据进行操纵的能力之中, 这使得 Excel 特别适合建立线性规划、非线性规划等各种优化模型.

1.2 Excel 可以在其工作表中存贮所分析的数据并具有对数据进行分析管理的能力

Excel 数据文件以工作簿作为基本形式, 一个工作簿可包含多达255张工作表, 一张工作表是一具有65 536行 \times 256列的二维表格, 允许用户将数据保存在其工作表中. 因此, 用户在 Excel 数据文件中具有保存数据的更大的灵活性. 借助于 ODBC (开放数据库联接) 工具, 用户可以直接访问各种由 dBase、FoxPro、Access 或者 SQL Server 等生成的外部数据库. 利用 Excel 的数据透视表功能, 可以十分方便地从大量数据中提取有用的综合统计信息.

1.3 Excel 敞开的工作表屏幕具有直接的输入、输出功能, 它的图形处理能力提供了友好的用户界面

Excel 充分利用了 Windows 图形用户界面的优点, 可以让用户利用 Windows 与 Excel 本身的菜单、工具条、对话框等手段在建立与维护决策支持系统时方便地进行操作. 还允许用户定义菜单、工具条和对话框来建立自己的系统界面. Excel 的图形不但质量好而且效率高. 用漂亮的图形来向用户表现决策分析的结果显然会明显提高所建立的决策支持系统的功能.

总之, Excel 在建立模型与模型分析、数据访问与管理以及用户界面三方面具有强大功能. 在这些功能基础上, 借助于 VBA 宏, 我们就能够开发出界面友好美观、数据存取容易、决策分析方便易行的各种决策支持系统来.

2 蒙特卡罗案例、算法研究及系统实现

案例取材于一个库存控制决策支持系统的示范性试验. 泰丰加油站对过往船只销售汽油. 汽油需求依赖于天气条件而按下列分布波动. 由于加油站位置偏僻, 必须有一固定库存5 500 gallon, 且每周定货一次. 经理面临的决策问题是: 若定货太小, 缺货损失12 Y/gallon; 若定货太多, 他不得不支付5 Y/gallon 的退货费. 每加仑销售利润为10 Y, 现存货300 gallon, 经理的最优定货量是多少?

问题可以通过一段时间的实际实验求解, 而模拟则可以在几秒钟后给出答案, 且成本很小. 为此可以指定方案: 定货3 400、3 500、3 600、3 750、4 000、4 500 gallon 等模拟计算, 比较几个方案的利润, 求得一个满意解.

周需求量(gallon)	概率分布
2 000	0.12
3 000	0.23
4 000	0.48
5 000	0.17

模拟的一般过程是: 调查、收集数据并设定问题, 构造模拟模型, 测试模型, 构造方案, 模拟实验, 结果评价, 结果执行. 蒙特卡罗模拟特点是依赖于一个特定的概率分布, 模拟结果服从概率规律性. 针对案例, 构造模拟模型的算法步骤如下

- (1) 描述问题并确定一个概率分布. 案例中是一个给定的分布;
- (2) 定义系统目标. 案例中的系统目标是周平均利润;



(3) 计算累积概率并确定目标代表数区间. 案例中利用 Excel 的直接输入功能, 输入步骤1的概率分布, 系统利用 VBA 宏自动计算累积概率和目标代表数区间;

(4) 产生随机数, 计算系统目标. 这里的重点在于要求系统产生两位数的随机数, 以便根据步骤3给出的目标代表数区间确定随机需求. 系统目标不仅给出了周平均利润, 还给出了周平均销售量、周平均缺货量和退货量等;

(5) 模拟计算过程, 统计评价并寻求满意解.

案例模拟计算过程算法如图1. 设 I_b 为期初库存, I_e 为期末库存, I_m 为库存容量, D 为随机需求, S 为销售量, B 为退货量, U 为缺货量, O_{rs} 为定货量. 则周期期望利润 = $10S - 12U - 5B$.

系统实现有以下几个问题需要考虑.

2.1 界面的设计

充分利用了 Excel 在开发决策支持系统方面所具有的功能, 利用 Excel 工作簿文件中多工作表现功能, 将系统界面、模拟运算表、灵敏度分析、模拟方案结果表等各部分各自放在不同的工作表中; 利用了 Excel 的建模能力、What-if 分析能力、控件建立能力和 VBA 宏开发能力, 在一个宏表中写了一些必要的宏以便对系统进行控制. 给出了如下操作界面:

启动系统后, 首先进入系统初始化, 要求给出最大库存容量、初始库存量、系统状态数, 之后要求给出方案设计、模拟周期. 系统初始化后会生成一个累积概率计算状态表以及相应的代表随机需求的随机数代表区间. 在此基础上, 点按一下“模拟计算”按钮, 系统自动生成表格并进行模拟计算. 值得说明的是, 状态表和模拟计算表均是动态, 他们随系统状态个数与模拟周期数而定.

2.2 动态区域的实现

在 Excel 中实现动态区域是方便的, 利用了 Excel 的 Range 对象、Selection 对象的 Offset 属性、Resize 属性和 Name 属性及 Select 方法. 这比利用其他程序设计语言实现作者认为要容易得多. 下面是状态表动态区域实现的 VBA 程序

```
Range(B12).Select
```

```
Selection.Offset(0,0).Resize(RowSize:=S_Num,ColumnSize:=4).Select
```

```
Selection.Name=Represents_Numbers_Range
```

其中变量 S_Num 存储输入的状态个数.

2.3 系统目标的统计与评价

考虑到系统决策支持功能, 算法设计为由专家设计方案, 采用人机交互, 这样可以发挥专家的经验判断; 系统实现模拟运算——系统对每一个设定的定货方案在给出的模拟周期内计算出相应的平均利润, 记忆模拟结果并与已模拟实现过的方案比较给出较好的方案选择. 算法充分体现了人机交互追求问题的满意解的现代决策思想. 案例的最终模拟结果显示 4 100 gallon 是最满意的.

我们所开发的是一个示范性系统, 但是这一系统的性能充分说明了本文中所指出的 Excel 作为一种决策支持系统开发工具或决策支持系统产生软件所具有的功能特点. 模拟方法是管理决策的重要方法之一, 本文的工作说明了 Excel 软件工具在管理决策上的广阔的应用前景, 抛砖引玉, 愿同行指教.

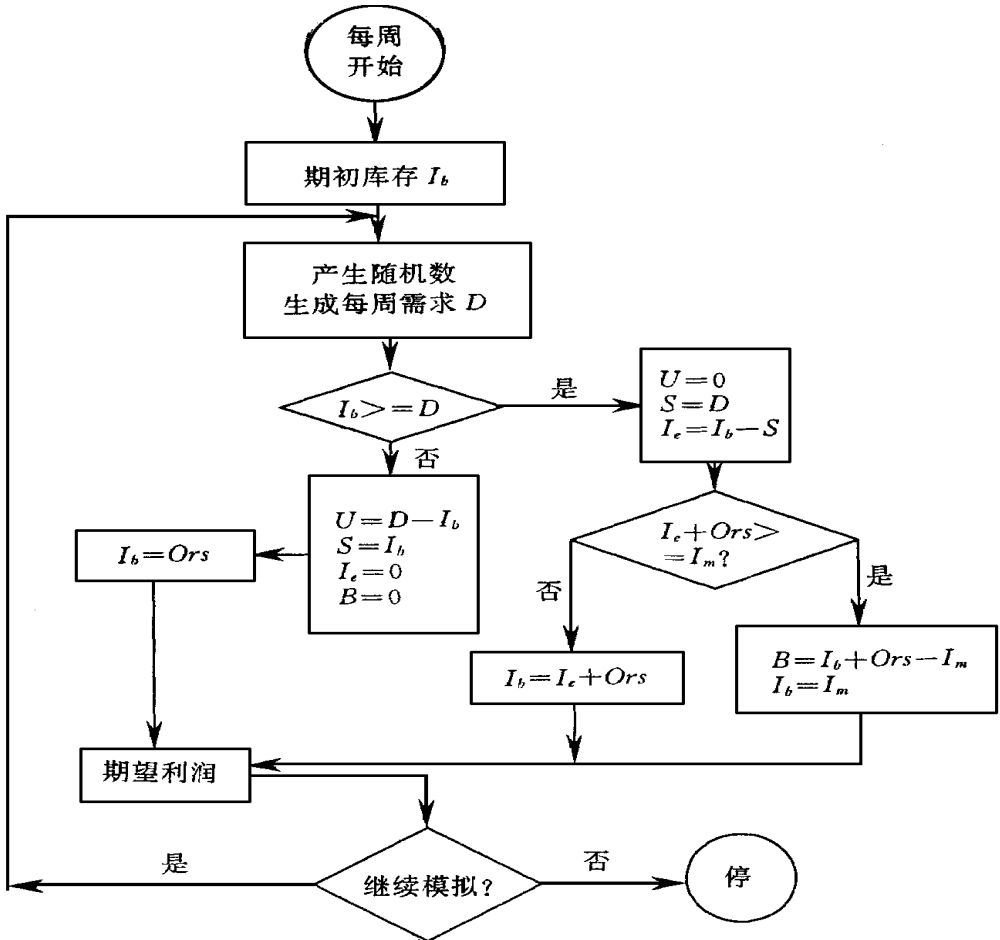


图 1 案例模拟流程图

参 考 文 献

1 Efraim Turban. Decision support and Expert system s: M anagement support system s, M acmillan Publishing Compa- ny, 1990
2 Eric Wells M icrosoft Excel5. 0应用开发技术精解. 王华译. 北京: 清华大学出版社, 1995

The Monte Carlo Simulation Methods on Excel

Jiang Qinghua Li Guofeng
(Shandong Economic College, Jinan 250014)

Abstract This essay covers the m icrosoft excel's functions on decision support sys- tem s and also, through a case, studies theMonte Carlo simulaiton system s on excel after discussing it's algorithm. Therefore, it show s that m icrosoft excel has a better applica- tion prospect in m anagement decision.

Key words Decision support, M icrosoft excel, Monte Carlo simulation