

Crystal Ball 仿真软件的探讨及其在微机上的应用

马 慧 (首都经济贸易大学信息学院 100026)

摘要:文章围绕 Crystal Ball 仿真软件的应用问题,阐述了在人们分析随机和复杂系统的过程时,仿真技术是必不可少的工具之一。文章描述了仿真技术的主要研究步骤以及 Crystal Ball 仿真软件的主要功能、应用方法,文章说明了该软件对于仿真技术的普及起到的重要作用。

关键词:计算机仿真 Crystal Ball 软件 随机变量

1 计算机仿真以及必要性

计算机模拟和系统学是近代科学技术革命具有代表性的科学技术。按照“国际标准化组织(ISO)标准”的名词解释,模拟或仿真(Simulation)是指依据某系统的某些物理或抽象特征,用另一个系统(模型)表示该真实系统的过程。计算机模拟是利用电子计算机对系统进行试验,通过试验对研究系统的内部结构、功能和行为进行有效模拟的过程。不言而喻,计算机模拟软件的质量和其可操作性直接关系到计算机仿真技术的提高以及普及的程度。特别是提供的模拟软件能够面向一般微机环境,并且功能强、界面设计优美、逼真,那么,它必将受到广大决策者的欢迎,在决策进程中,成为传统的抽象数学模型的必要补充。

模拟技术的应用由来已久。早在 40 年代中期,模拟技术的创始人 J. VonNeumann 和 S. Ulam,开创了一种统计采样的方法即蒙特-卡洛法。该方法是利用计算机逼近概率的过程求解数学难题的方法。1957 年,美国研制了第一台用于核电站训练的模拟器。50 年代至 60 年代初,伴随着洲际导弹、宇宙飞船控制等项目的研究,混合模拟技术相应得到了长足的发展。

在我国,模拟技术同样发挥着越来越重要的作用,其应用范围日益扩大。模拟技术已成为卫星发射、新型飞机研制、导弹等项目的重要实验技术,近年来,它的应用已经由国防、军事领域扩展到自然科学、社会科学等各个领域,对我国的经济建设产生了巨大的作用和影响。

值得注意的是:仿真技术以直观、方便地描述及理解系统行为为特征,它特别适合于那些规模大、难以解析化的系统和不确定的系统。也就是说,计算机模拟特别适合那些很难用一般的数学方法分析的复杂系统或随机系统。

从理论上讲,任何一个系统均可以用一定的数学模型加以分析。似乎是,只要有耐心、一步一步地计算,任何一个系统的解析总会得到结果。然而,事情并不是那么简单,有些系统的研究或是需要太多的人力、物力和财力,或是由于诸

多原因很难用精确的数学公式加以描述,这时,须借助模拟工具,数学模型的局限性、需求模拟的情景具体描述如下:

(1) 数学模型局限性描述

① 用数学模型无法表达。研究对象无法用数学模型来表达,描述实际问题的表达式不存在或找不到;

② 用数学模型表达太复杂。数学模型太复杂而无法求解;

③ 用数学模型不准确。由于模型本身错误或是过多的简化、近似造成的结果不正确;

④ 传统的数学模型是以均衡为前提的。但有些实际情况是不断进化并受到诸多因素影响的进化过程,不能满足均衡的前提条件。

(2) 需求模拟情景描述

① 实际系统太大或太复杂,需要借助模拟对原系统进行缩小或简化;

② 实际系统的研究需花费的资金太多,需要借助模拟系统以节省开支;

③ 实际系统的研究需要的时间太大,需借助模拟系统以节约时间;

④ 实际系统具有离散或随机性,模拟技术适合对上述系统描述;

⑤ 实际系统危害大或危险大,研究分析时需要借助一个模拟系统替代;

⑥ 实际系统的研究时会干扰正常的工作,需要借助模拟系统替代。

模拟工作的重点不是数学公式,而是在关注系统机制的基础上,建立实验模型。实际上,大量的社会、政治、经济、军事、文化等问题,很难用数学解析公式(结构化)描述。这时,模拟将发挥作用。另外,利用模拟技术还可以模拟不同场景或模拟具有不同观点、不同性格的行为者的行为。仿真技术的应用领域已不限于军事领域,它扩展到诸如工业生产、交通运输、社会经济系统等其他领域,并取得了显著的成效。

模拟可以与事务处理系统结合,构成功能强大的管理信息系统,以起到辅助决策的作用。

2 随机服务系统的模拟工作

不像数学模型追求的是最佳解,模拟则更关注系统的行为,即只要实验的策略达到用户满意即可。它特别适合解决随机服务系统模拟问题。库存系统、工厂企业的管理系统、交通系统等属于随机服务系统。在这些系统中,诸如需要的库存量、电话的呼叫时间、车辆的到达时间以及到达数量等均属于随机的变量。这些系统也均是以满足服务台工作效率高、顾客等待时间不长,线路的通信能力能得到充分的发挥为目标。其中,合理设置供给量(库存量、交换机的容量、泊位以及服务台数)是模拟决策的关键。需要补充说明的是:上述库存系统不仅仅包括一般意义的仓库系统,如一般商品的库存管理、水库库存水量和国家矿产储备等,而且,还包括诸如人才储备及管理这样广义的库存系统。

历史上,模拟系统在美国的 AT&T 公司的飞机订票等系统、电话接线系统等发挥了很好的效果。以电话接线系统为例,说明模拟系统的应用实例。在 1970 年中期以后,在市场销售过程中,电话和网上服务技术迅速发展,并发挥着重要的作用。1993 年,美国 35 万公司雇用了 650 万接线员。其中,顾客的电话有长有短,有多有少。如果接线员的数量过多,会造成浪费;相反,如果接线员不足,有些顾客拨不进电话,就会转向其他公司,同样会造成损失。公司开始意识到,设置合理的电话机数至关重要。为此,借助电话模拟系统辅助决定确定电话的数量,并取得了较好的经济效益。下面是模拟的例子以及管理模拟工作的主要步骤:

(1) 模拟的例子

① 国民经济政策的模拟研究。

② 电话通信系统的模拟,用于确定各局电话交换机的最佳容量。

③ 飞机场的经营管理、泊位设置模拟。

④ 企业、公司综合经营模拟,以评价公司策略和经营的重大变化。企业系统模拟主要包括:企业规划模拟、生产流程模拟、销售系统模拟、库存系统模拟、设备维护更新模拟等。

⑤ 大规模分配和存储控制系统的模拟,以改善这些系统的设计;

(2) 管理模拟一般包括如下步骤

① 确定目标元素;

② 分析因果关系、随机变量的规律;

③ 设定参数;

④ 逐步模拟、连续模拟;

⑤ 分析结果

3 仿真软件及其应用

计算机模拟提供了一种相对快速且花费少的实验方法。以净现值预测以及库存系统的分析为例,仅仅需要毫秒或微妙就可以完成几年现象的模拟任务。同时,计算机模拟具有优化设计、经济性、安全性和预见性等特点。这些功能的实现均以仿真软件的水平和发展息息相关。近年来,伴随着计算机技术和仿真技术的不断发展,仿真软件得到了长足的发展。在考虑仿真软件的功能和质量的同时,软件的操作性和适应性也是非常重要的。

Crystal Ball 模拟软件不仅具有一般模拟软件的功能,使用方便,而且能在 PC 或工作站普通的环境下运行,是计算机模拟的良好工具。它在计算机模拟和普通使用者之间建立起桥梁,实现了普通用户学习模拟技术和应用模拟软件梦想。对计算机模拟水平的提高和推广起到了重要的作用。Crystal Ball 模拟软件的安装方法简单,在 Excel 环境下通过 Add-in 功能安装 Crystal Ball 且运行即可。

以下我们将以新型飞机生产线项目为例,说明 Crystal Ball 模拟软件的应用过程。一个飞机生产公司要引进一个新型生产线。模拟软件模拟用户的需求以辅助决策净现值等指标以预测资金运作的效果。具体情况描述如下:

引进新型生产线需要启动资金约为 \$150,000,预计新型飞机每台的销售价格为 \$35,000,每年的固定成本每年 \$15,000,可变成本为年收入的 75%。资金成本 10%,税率 34%。通过以上条件,可以算出税后利润、年现金流量以及净现值等重要的指标。其中,可定义年需求量为随机数,具体值为 8、9、10、11、12,并且发生概率分别均为 20%。使用该模拟软件主要包括以下步骤:

(1) 定义变量和变量之间的关系;

(2) 定义目标变量;

(3) 定义随机变量和分布特性;

(4) 逐步模拟以及连续模拟;

(5) 形成输出报告并输出结果。如果不满意,可继续模拟。具体描述如下:

3.1 定义变量和变量之间的关系

模拟的第一步工作是定义变量和变量之间的关系。在本例中,变量的大小定义见图 1,并描述如下:

$C9 = \$D\6 年的需求量

$C10 = C9 * \$B\3 收入 = 需求量 * 售价

$C11 = \$B\4 固定成本

$C12 = C10 \$D\2 可变成本 = 收入 * 可变成本比例(可变成本/收入)

C13 = \$B\$5 年折旧

C14 = C10 - SUM(C11:C13) 税前利润

C15 = C14 * \$D\$4 税 = 税前利润 * 税率

C16 = C14 - C15 税后利润

B17 = - B2 启动成本

C17 = C16 + C13 现金流量 = 税后利润 + 年折旧

B19 = NPV(\$D\$3, C17: F17) + B17 净现值 = NPV
(资金成本, 每年的现金流量)

	A	B	C	D	E	F
1	假设				需求	可能性
2	启动成本	¥150,000.00	可变成本占收入	75%	8	0.2
3	销售价格	¥35,000.00	资金成本	10%	9	0.2
4	固定成本	¥15,000.00	税率	34%	10	0.2
5	年折旧	¥10,000.00			11	0.2
6			需求/年	10	12	0.2
7						
8	年		1	2	3	4
9	需求		9	12	8	8
10	收入		315,000	420,000	280,000	280,000
11	固定成本		15,000	15,000	15,000	15,000
12	可变成本		236,250	315,000	210,000	210,000
13	年折旧		10,000	10,000	10,000	10,000
14	税前利润		53,750	80,000	45,000	45,000
15	税		18,275	27,200	15,300	15,300
16	税后利润		35,475	52,800	29,700	29,700
17	现金流量	(\$150,000)	45,475	62,800	39,700	39,700
18						
19	净现值	\$184.57				
20						

图 1 变量的定义

3.2 定义目标变量

定义目标变量。在本例中,目标变量是净现值,B19 = NPV(\$D\$3, C17: F17) + B17。

3.3 定义随机变量和分布特性

在本例中,定义需求量 C9 为随机变量,范围是 C9:F9,并定义分布的样式,可选择 Custom 的样式。见图 2 所示。

3.4 模拟图

在菜单中,可通过选择逐步模拟和连续模拟按钮,对变量进行模拟。逐步模拟是一组一组模拟数在本例中,对净现值的模拟演示如图 3 所示。

3.5 形成输出报告

软件 Crystal Ball 提供报告的输出功能。用户可以对相关参数按需调整,以达到用户满意为止。

综上所述,社会经济系统作为一类典型的复杂系统,它的分析、求解更加离不开仿真技术。在实施某项重大决策时,决策者们面临着各种严峻的挑战、苛刻的竞争以及不同程度的投资风险。这时,往往需要对策略进行科学地、充分地论证,而模拟试验是最好的方法之一。近几年,仿真技术

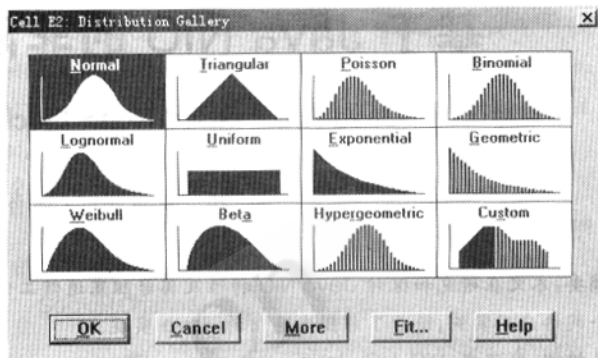


图 2 选择随机变量分布样式

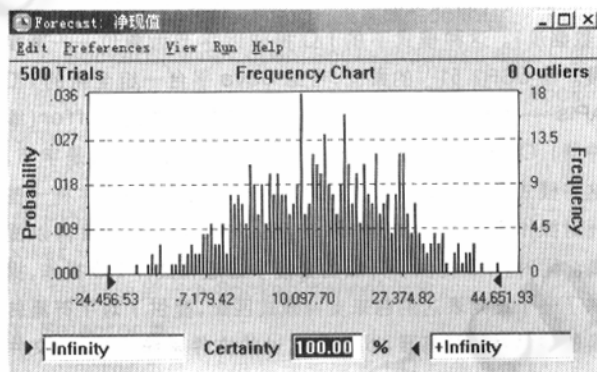


图 3 净现值模拟演示

及其软件在经济管理活动中的作用日益受到人们的关注。它们将成为工程系统、科学研究人员乐于使用的设计与分析工具,是决策者的辅助工具,在理论研究和应用实践方面均具有很大的潜力。

参考资料

- 1 Jeffrey H. Moore, Larry R. Weatherford. "Decision Modeling with Microsoft Excel" sixth edition, 2001.
- 2 付廷亮, "计算机模拟技术", 中国科学技术大学出版社, 2001 年 12 月。
- 3 王可定, "计算机模拟及其应用", 东南大学出版社, 1997 年 12 月。