

基于 Web 的网上报童问题数学实验的设计与开发^①

Web-Based Design and Development of Mathematical Experiment for the Newsboy's Model

石彤菊 (华北电力大学 数理系 河北 保定 071003)

摘要: 系统地研究了报童问题的数学模型, 采用 Java applet 嵌入网页的技术, 设计并开发了基于 Web 的报童问题的数学实验软件。用户通过可视化界面, 输入报纸的订购价、零售价、退回价和需求的概率分布, 经系统计算后, 就可输出最优订购量及最优值, 并以二维图形的方式显示计算结果。本软件为学习者提供了具有可视化和交互性功能的学习平台。

关键词: 数学实验 报童问题 Java Applet 可视化

1 前言

数学实验是将数学知识、数学建模与计算机应用相结合, 培养学生用所学的知识建立数学模型, 并借助计算机解决实际问题的能力。本设计的主要内容就是我校基于 Visual J++ 6.0 开发的数学实验系统的一部分, 实现了报童售报问题的可视化。

报童售报问题是属于随机数学中最优规划问题, 即研究在资源有限的情况下, 如何对资源进行最优化处理, 以获得最大收益^[1]。本文首先建立报童售报问题数学模型, 并在 Visual J++ 6.0 平台上^[2], 设计并开发实现了该模型求解的可视化。用户可以通过可视化界面输入相应的数据, 通过计算得到相应的最优决策, 并采用二维图形的方式显示计算结果, 能极大地提高用户的学习兴趣。软件交互性和可视化的用户界面可让学习者体验解决问题的全过程, 从实验中去学习, 从成功和失败中去获得真知。

2 报童售报问题数学模型

2.1 问题的提出

在日常生活中, 经常会碰到一些季节性强、更新快、不易保存等特点的物品, 如海产、山货、时装、

生鲜食品和报纸等。这些物品的需求过程只考虑一次进货, 不发生补充订货的情况。这就产生一种两难的局面: 订货量过多, 出现过剩, 会造成损失; 订货量少, 又可能会失去销售机会, 不能获得最大利润。报童就面临这样一个局面, 报童每天早晨从报社买报纸在街上零售, 到晚上卖不完的报纸可退回报社, 每份得赔钱。那么, 报童每天得订购多少份报纸才能使利润最大?

2.2 建立数学模型

假设报纸每份的购进价为 b , 零售价为 a , 退回价为 $c(a > b > c)$ 。这就是说报童售出一份报纸赚 $a - b$, 退回一份赔。由于每天的需求量是随机变量, 假设需求量为份的概率为 $f(r) = (r = 1, 2, \dots)$ 。记报童每天购进 n 份报纸时的平均收入为 $G(n)$, 如果每天的需求量 $r \leq n$, 则他售出 r 份, 退回 $n - r$ 份; 如果这天的需求量 $r > n$, 则 n 份将全部售出。考虑到需求量 r 的概率为 $f(r)$, 所以

$$G(n) = \sum_{r=0}^n [(a-b)r - (b-c)(n-r)]f(r) + \sum_{r=n+1}^{\infty} (a-b)nf(r) \quad (1)$$

问题归结为: $f(r)$, a, b, c 已知, 求 n 使 $G(n)$ 最大^[2]。

^① 基金项目: 河北省高等教学教改研究资助项目(2006-2009)

收稿时间: 2009-02-18

2.3 模型的求解

通常需求量 r 的取值和购进量 n 都相当大，将 r 视为连续变量更便于分析和计算，这时概率 $f(r)$ 转化为概率密度函数 $p(r)$ ^[2]。(1)式变成

$$G(n) = \int_0^n [(a-b)r - (b-c)(n-r)]p(r)dr + \int_n^\infty (a-b)np(r)dr$$

令 $\frac{dG}{dn} = 0$ 得到：

$$\frac{\int_0^n p(r)dr}{\int_n^\infty p(r)dr} = \frac{a-b}{b-c} \quad (2)$$

使报童日平均收入达到最大的购进量 n 应满足(2)式。根据需求量的概率密度 $p(r)$ 的图形(见图 1)，很容易从(2)式确定购进量 n 。

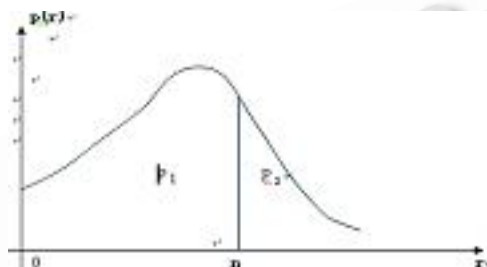


图 1 概率密度 $p(r)$

在图 1 中， P_1 、 P_2 分别表示曲线 $p(r)$ 下的两块面积。则(2)式可记作

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{a-b}{b-c} \quad (3)$$

因为当购进 n 份报纸时， $P_1 = \int_0^n p(r)dr$ 是需求量不超过 n 的概率，即卖不完的概率。 $P_2 = \int_n^\infty p(r)dr$ 是需求量 r 超过 n 的概率。所以(2-2)式表明购进的份数 n 应该使卖不完与卖完的概率之比恰好等于卖出一份赚的钱 $a-b$ 与退回一份赔的钱 $b-c$ 之比。

显然，当报童与报社签订的合同使报童每份赚钱与赔钱之比越大时，报童购进的报纸份数就应该越大^[2]。

3 可视化过程的实现

3.1 编程语言的选择

选择 Visual J++6.0 作为开发平台，并选择纯 Java 语言作为软件的编程语言，这能实现软件的简洁、高效。

3.2 程序的界面设计

3.2.1 Applet 界面的设计

该界面用 Java Applet 编程实现，使用 `this.setLayout(null)` 进行控件布局非常灵活，可以自由设定各个控件的位置，还可以通过 `reshape` 自由设定各个控件的大小。程序主界面如图 1 所示^[3]。

3.2.2 网页界面的设计

首先将 Applet 小程序嵌入到网页中，再在网页中写明实验题目、实验原理、方法说明、使用说明、问题及结论等。页面的设计用 Microsoft Office Front Page 2003 作为开发环境^[4]。

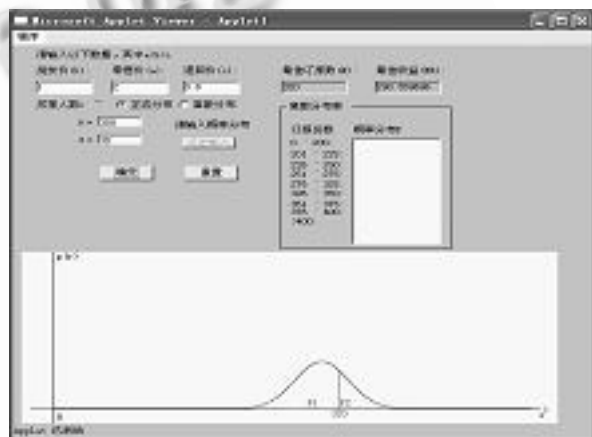


图 2 报童问题主界面设计图

3.3 程序设计步骤

1) 确定用户通过界面要输入的变量和输出的结果。输入：每份报纸的订购价(b)、零售价(a)、退回价(c)和概率分布。用户可自由选择的需求分布规律，如



图 3 概率分布的录入窗口

实际中常见的连续型正态分布,以及任意离散经验分布,能够满足用户任意需求规律的需要。按下“点击输入”按钮后,可任意录入经验分布,见图3。

输出:最佳订报数量(m),最佳收益(ER)。此外离散分布时,还需在界面上显示分布律。

2) 在界面上画出 $p(r)$ 与 r 的关系图(r 为订报数量)及求得的最佳定购量 n 的值。

3) 算法流程图

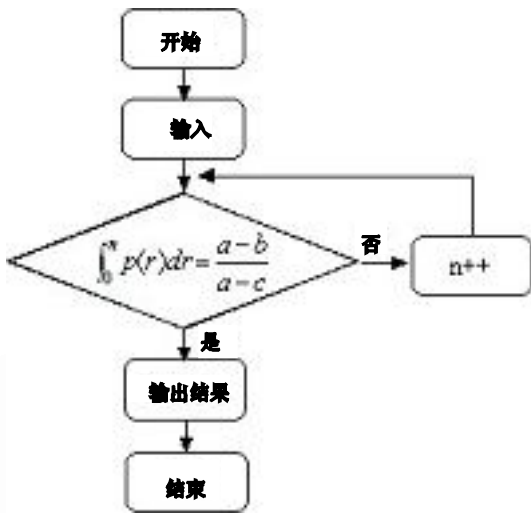


图4 算法流程图

4) 将程序嵌入到编制好的网页中,以实现真正的 Applet^[3]。

3.4 程序的输入和输出

3.4.1 程序的输入

图2中,左上角三个文本编辑域分别用于输入 a 、 b 、 c 的值,文本域下的两个单选按钮用于确定买报人数所服从的正态分布或离散分布,选择正态分布时,界面上还需要输入正态分布的均值和方差,而选择离散分布时,需要点击“点击输入”按钮从而弹出一个窗体用于输入离散分布的分布律。

3.4.2 程序的输出

1) Applet 程序的输出

程序的输出分为文本框输出和画图直观显示^[5]。文本框将输出最佳订报数量(m),最佳收益(ER)。白色

区域为图形显示区域。“确定”用于计算结果并显示图形,“重置”按钮用于将输入的值初始化和清空图形。

2) 网页显示效果

在网页中主要包括两部分内容:文字说明和 Applet 程序。在文字说明部分会有实验题目、实验原理、方法步骤、使用说明等, Applet 程序部分如上所述。

4 软件测试

在合理的取值范围内,输入初始值: $1, 2, 0.8$, 并假设需求量 r 的概率分布为正态分布且 $300, 30$, 在主界面上运行结果显示非常精确。图1显示的就是正态分布时的运行结果。修改原始数据 $3, 1, 0.9, 310, 20$, 可得相应计算结果。类似地,点击离散分布按钮,显示的计算机结果也非常精确(图略)。经过多次测试,所得的计算结果与其他语言编程所得的结果都非常接近,有的甚至精确度更高。

5 结论

以上实例表明该软件具有较强的灵活性,能够满足不同用户的需要。用户还可以通过输入多组数据,比较结果的差别,使用户能够选择最优化的方案。计算结果也相当精确。另一方面,程序具有很好的拓展性,对于解决相似的最优规划问题,只要对程序稍作修改即可满足要求。同时作为数学实验的一部分内容,该软件为学习者提供了具有可视化和交互性功能的学习平台。

参考文献

- 1 毕义明,郝琳.论大学数学实验的内容与实现方法.实验室研究与探索,2005,24(7):15-20.
- 2 任善强,雷鸣.数学模型.重庆:重庆大学出版社,1998.
- 3 同志工作社. Visual J++6.0 开发技巧与实例教程.北京:人民邮电出版社,2000.
- 4 王凯,张家才.网页制作技巧与实例.北京:冶金工业出版社,2000.
- 5 石彤菊,马新顺.网上聚类分析的可视化设计.计算机系统应用,2008,17(11):98-100.