

文章编号: 1672-5913(2013)17-0002-03

中图分类号: G642

# “应用顺序表模拟实现约瑟夫问题”教学设计

邹艳珍

(北京大学 信息科学技术学院, 北京 100871)

**摘要:**在大学计算机基础课程“数据结构与算法(B)”教学中,案例应用有助于学生融会贯通数据的逻辑结构、存储结构和相关算法。文章通过“应用顺序表模拟实现约瑟夫问题”这一案例,讲述在解决约瑟夫问题过程中,应用顺序表的原因、过程和关键算法,并对主要教学内容的讲授时间和注意事项等给出建议。

**关键词:**数据结构;微课;顺序表;约瑟夫问题;教学设计

## 1 课程定位

“数据结构与算法(B)”是北京大学面向非计算机专业学生、培养计算思维与编程能力的一门本科生主干基础课,目前在北京大学的所有理科院系开设。课程要求掌握的常用数据结构包括顺序表、链表、字符串、栈、队列、二叉树、Huffman 树、树、堆以及图。针对每一种常用数据结构,我们要求学生:

(1) 从逻辑结构、一组基本运算和存储(实现)3个方面去理解、掌握数据结构;

(2) 对算法的时间和空间复杂性有一定的分析能力;

(3) 针对简单的应用问题,应能选择合适的数据结构及设计有效的算法解决。

课程中第一个讲授的数据结构是顺序表,见图1,它也是在软件开发中应用最为广泛的一种数据结构。其讲授难点是如何让学生用学到的顺序表基本知识(相关算法和存储实现)编程解决与线性表有关的应用问题。约瑟夫(Josephus)问题是一个非常经典的计算问题。讲授如何使用

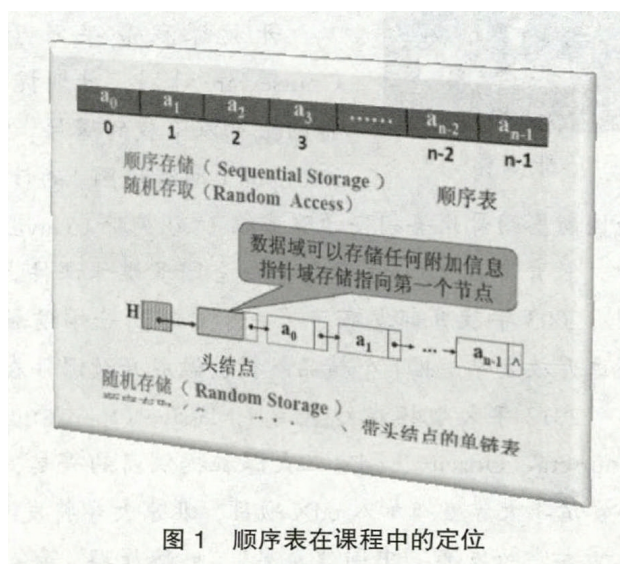


图1 顺序表在课程中的定位

顺序表编程实现约瑟夫问题,有助于学生进一步了解顺序表的基本知识点和特点,了解如何应用顺序表进行有效的算法设计。

## 2 教学目标

讲授内容围绕一个编程案例,帮助学生:

(1) 复习并掌握顺序表的存储实现方法以及顺序表上的基本运算;

(2) 了解约瑟夫问题的背景和由来,理解计

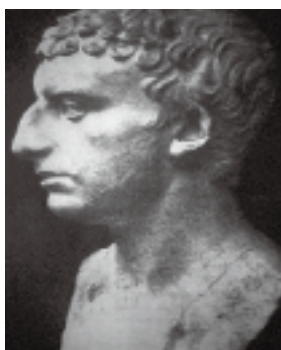
作者简介:邹艳珍,女,副教授,研究方向为软件工程、软件复用与软件构件技术, zouyz@sei.pku.edu.cn。

计算机编程实践过程中需求分析的作用；

(3) 能应用顺序表编程实现约瑟夫问题以及类似问题；

(4) 遇到问题能有意识应用数据结构与算法中所学知识。

### 3 教学内容与知识点



弗拉维奥·约瑟夫斯

约瑟夫问题是以弗拉维奥·约瑟夫斯(Flavius Josephus)命名的,他是一世纪的一名犹太历史学家。在 Josephus 留下的日记中,描述了这样一个故事:在罗马人占领乔塔帕特后,39 个犹太人与 Josephus 及他的朋友躲到一个洞中,39 个犹太人决定宁死也不要被敌人抓到,于是决定了一个自杀方式:41 个人排成一个圆圈,由第 1 个人开始报数,每报数到第 3 人该人就必须自杀,然后再由下一个重新报数,直到所有人都自杀身亡为止。Josephus 要他的朋友先假装遵从,他将朋友与自己安排在第 16 个与第 31 个位置,于是逃过了这场死亡游戏。

Josephus 把他的存活归因于运气或天意,但实际上对于任意给定的  $n$  ( $n$  个人)、 $s$  (第  $s$  个人开始报数) 和  $m$  (第  $m$  个人出列),可以通过一个计算模型推断出所有人员自杀的序列。微课

程讲授了解决约瑟夫问题的计算模型,并给出基于顺序表来实现约瑟夫问题的算法和相关程序代码。其中,所有参与游戏的人员可以通过顺序表进行存储和表示。图 2 给出了一个基于顺序表的数据表示实例。

与约瑟夫问题类似的还有 17 世纪法国数学家加斯帕在《数目的游戏问题》一文中讲述的一个故事:15 个教徒和 15 个非教徒在深海上遇险,必须将一半的人投入海中,其余的人才能幸免于难。于是他们想了一个办法 30 个人围成一圆圈,从第 1 个人开始依次报数,每数到第 9 个人就将其扔入大海,如此循环进行直到仅余 15 个人为止。问怎样排法,才能使每次投入大海的都是非教徒?综合这个问题,可以提示学生如何进行需求分析和问题建模,锻炼学生的思维能力。

在讲授中,教师应注意将问题进行简化和扩展以提供课堂练习和课后练习,并留下课堂思考问题。如 Josephus 问题基于顺序表实现的算法复杂性较大:要模拟整个游戏过程,时间复杂度大概在  $O(n \times m)$ 。当  $n$ 、 $m$  非常大(如百万、千万)的时候,几乎没有办法在短时间内出结果。如何改进这个算法?教师可以启发学生打破常规,运用数学策略。

课程的主要教学内容和知识点见表 1,教师还应注意到不同知识点上时间的划分以增强学生的掌握能力。同时,基于课堂规模的大小(学生人数的不同),教师还需注意适当调整教授内容的时长。总体来说,课堂规模越大,内容与知识

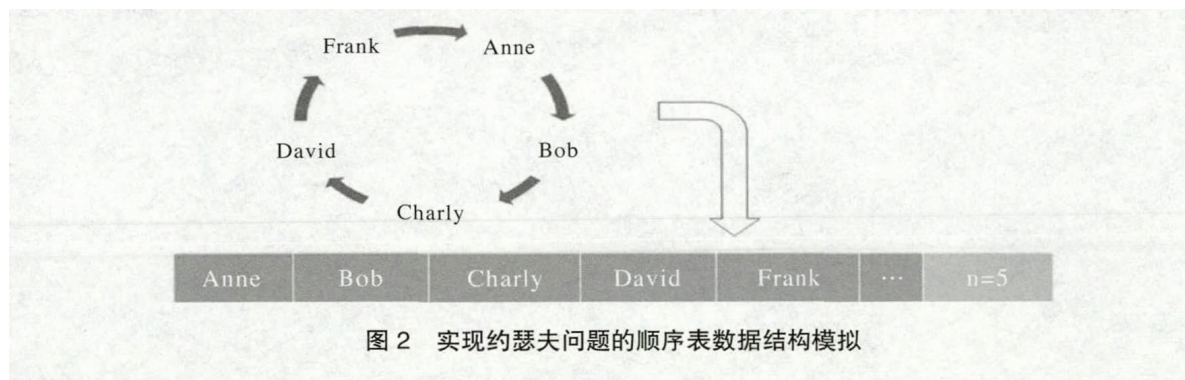


图 2 实现约瑟夫问题的顺序表数据结构模拟

表 1 主要的教学内容与知识点

| 顺序 | 教学内容      | 课时建议 / 分钟 | 知识点                                                                                                                                                  |
|----|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 课程简介      | 1         | 在程序设计过程中, 数据结构用于把数据表示给计算机, 算法用于分析和处理数据, 二者相辅相成                                                                                                       |
| 2  | 顺序表内容回顾   | 3         | 顺序表的定义及其基本原理, 回顾顺序表上基本操作的实现和作用                                                                                                                       |
| 3  | 约瑟夫问题     | 3         | 约瑟夫问题的由来, 约瑟夫问题的游戏规则, 约瑟夫问题的抽象描述(输入、规则和输出)                                                                                                           |
| 4  | 约瑟夫问题实现   | 6         | 实现解决约瑟夫问题的算法, 定义算法的输入、输出, 给出基于游戏规则的详细算法策略, 提醒学生注意算法中的关键步骤, 运行算法演示实际结果                                                                                |
| 5  | 问题强化与程序演示 | 2         | 给出《数目的游戏问题》中的类似问题; 进行程序演示并给出约瑟夫问题的一个运行实例                                                                                                             |
| 6  | 课堂、课后练习   | 2         | 给出在线平台 <a href="http://hxsjjg.openjudge.cn/">http://hxsjjg.openjudge.cn/</a> 上约瑟夫问题供学生课后练习; 给出约瑟夫问题的简化版供学生课堂练习; 给出所讲授的解决方案中尚待改进之处, 算法的时间复杂性以及如何改进的思路 |
| 7  | 总结        | 1         | 基于课程内容, 总结顺序表的优点和缺点, 进行课程答疑                                                                                                                          |

点教授的时间应适当延长, 课堂与课后练习的讲解也要分类并进行针对性分析; 反之, 讲授的时间则可以适当缩短。

#### 4 课程特色

课程要求学生在熟悉顺序表存储结构以及基本运算的基础上, 能够针对具体应用问题的要求和性质, 设计出相应的有效算法解决实际问题。其课程特色包括:

(1) 重视清楚理解和深入掌握基本概念、基本原理和基本方法等三个基本内容。

(2) 多方位教学。从回顾、问题介绍、问题实践、实例、类似问题、课堂练习、课后练习、思考与总结等多方面逐步进行知识点强化。

(3) 立体化教学。提供讲义、程序、在线平台、参考资料等多种学习资源, 扩展学习内容。

#### 5 课程学习资源

(1) 《算法与数据结构——C 语言描述 (第 2 版)》(张乃孝著, 高等教育出版社 2006 年出版)。

(2) 《数据结构与算法》(张铭等著, 高等教育出版社 2008 年出版)。

(3) 《C++ 编程思想》(Bruce Eckel 著, 刘宗田等译, 机械工业出版社 2000 年出版)。

(4) Introduction to Algorithms (Thomas H. Cormen 等著, MIT Press 出版, 高等教育出版社影印 2002 年)。

(5) 在线平台 : <http://hxsjjg.openjudge.cn/>。

(6) 在线练习 : <http://hxsjjg.openjudge.cn/2013hxtest02/E/>。

(7) 在线练习 : <http://poj.grids.cn/practice/1012>。

(编辑: 彭远红)