

# jBACI 在操作系统理论教学中的应用

符琦, 蒋云霞

(湖南科技大学 计算机科学与工程学院, 湖南 湘潭 411201)

**摘要:**操作系统是计算机科学与技术专业的一门核心课程,目前该课程的传统教学模式存在着不足,利用 BACI 及其可视化集成开发环境 jBACI 对课程教学过程中难以理解和阐述的进程并发与同步相关机制、算法进行介绍与设计,可以提高学生对操作系统知识的感性认识和动手能力。

**关键词:**操作系统; BACI; jBACI; 并发; 同步

**中图分类号:** G423.04

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674 - 5884(2014)07 - 0029 - 02

## 1 操作系统理论教学特点与不足

操作系统是计算机科学与技术专业的一门核心课程,其教学目标是:一方面提升学生专业基础知识的综合应用能力,以建立系统的专业基础理论体系,提高学生在系统分析与设计、创新型思维和实践动手方面的能力;另一方面使学生从深层次了解操作系统的构成、功能和应用,增强学生大型系统软件的开发能力,为其以后参与系统软件分析和开发奠定基础。

由于操作系统(如 Windows、Linux 等)本身是一个抽象的、复杂且庞大的软件,学生要熟练理解和掌握与之相关的概念和原理并不容易。其中,进程/线程的同步与互斥问题是操作系统教学中的热点研究问题,如生产者/消费者问题、理发师问题、哲学家就餐问题等。虽然对于这些问题有许多精巧成熟的算法供学习和使用,但仅靠阅读理解算法本身和在头脑中简单的模拟还是难以理解问题的整个过程和细节。目前,操作系统课程的传统教学模式主要存在的问题有:(1)基本概念和原理枯燥难懂。由于很多教材和课堂讲解内容都很少与实际应用相联系,学生往往觉得课程中大量的概念和原理抽象费解,由此对课程学习缺乏兴趣。(2)课程内容陈旧过时。操作系统的发展日新月异,而目前的相关教材实例仍然采用一些经典的实例来进行讲解,与操作系统的实际发展趋势和研究成果存在脱节现象。(3)课程实践内容设计不合理。该课程的实验环节通常是操作系统原理和实现方法的模拟或验证,主要考察学生对所学内容的理解,而缺少设计性、综合性实验以及项目设计,忽略了对学生创新能力和工程实践能力的培养。因此,利用 BACI 及其可视化集成开发环境 jBACI 对操作系统课程教学过程中难以理解和阐述的进程并发与同步相关机制、算法进行介绍与设计,可以提高学生对操作系统知识的感性认识,同时

通过相关小项目的实践来提高其动手能力。

## 2 BACI 与 jBACI 概述

BACI(Ben - Ari Concurrent Interpreter)是由 Ben - Ari 编写的支持程序并发运行平台。在此平台上,可以很容易地实现操作系统中进程并发、同步等模拟程序的并发执行,同时还可以把其中的一些语句嵌入到 C++、Java 等高等程序中以扩展程序的并发功能。目前,BACI 软件包主要提供以下程序文件以支持并发程序的编译、反编译与运行。由表 1 可知,由 C 语言和 Pascal 语言编写的并发程序的源码需要经 BACI 转换成可支持同步原语操作的中间目标代码——PCODE(即将 .c/.pas 的源程序文件转换成后缀名为 .pco 的文件)后,再由 BACI 来解释执行。目前,BACI 支持操作系统课程教学中的多种信号量定义(如二元信号量等)、PV 操作、原子操作、条件变量操作、管程、进行挂进、唤醒进行,以及内建的自字符串操作等程序并发运行所需要的相关库函数。

表 1 BACI 运行程序组成

程序文件名	功能说明	程序说明文档
bacc.exe	BACI C - PCODE 编译器	Cmimi.ps
bapas.exe	BACI Pascal - PCODE 编译器	Guidepas.ps
bainterp.exe	PCODE 解释程序	Cmimi.ps
bagui.exe	BACI 图形接口	Guiguide.ps
badis.exe	PCODE 反编译程序	Disasm.ps
baar.exe	PCODE 压缩程序	Sepcomp.ps
bald.exe	PCODE 链接程序	Sepcomp.ps

由于 BACI 本身的 GUI 环境并不理想,为了提供良好

收稿日期:2014 - 04 - 09

基金项目:2012 年湖南省普通高等学校教学改革研究项目(255);2013 年湖南省普通高等学校教学改革研究项目(240)

作者简介:符琦(1975 -),男,湖南湘潭人,副教授,博士,主要从事计算机网络研究。

的可视化的并发程序编辑、编译和运行环境,研究人员 Moti Ben - Ari 在 BACI 的基础上,利用 Swing 组件库设计并实现了一个基于 Java 语言的集成开发环境——jBACI。jBACI 包括了 BACI 的所有运行程序、C 和 Pascal 编译器、反汇编器、打包工具、链接库等核心程序,并可提供 GUI 和命令行两种界面来执行程序的并发及其结果的展示,并提供了代码的分步执行等功能。同时,jBACI 实现了程序并发所需要的 Linda TupleSpace( Linda 元组空间)和同步原语功能。其中,Linda TupleSpace 是由美国 Yale 大学与科学计算协会共同研制的用于实现并行程序设计且与机器无关的程序环境。Linda 通过在传统的程序设计语言中增加并发执行相关函数以实现并发程序的设计。值得提出的是,jBACI 提供了程序并发运行时的动态演示编程功能,程序员可根据需要自行设计动画相关图片,并用 jBACI 提供的库函数进行编程,以实现特定问题的可视化展示,如植树问题、理发问题、生产者/消费者问题等。



图1 进程并发与同步源代码编辑、编译示意图

### 3 jBACI 在操作系统教学中的应用

#### 3.1 BACI 与 jBACI 的安装

BACI 和 jBACI 可以从 Bill Bynum 和 Tracy Camp 的网站([http://inside.mines.edu/~tcamp/baci/baci\\_index.html#Obtain](http://inside.mines.edu/~tcamp/baci/baci_index.html#Obtain))或 Google 相关网站(<https://code.google.com/p/jbaci/>)上下载。前者提供了与 BACI 运行相关的程序、实例和各类说明文档,以及 Winodws、DOS、Linux、SUN 等多个操作系统版本的软件下载;后者则提供了可运行于 Winodws 和 Linux 系统的 jBACI 执行文档、实例和说明文档。

为了能让让学生快速掌握该软件的使用,本文下载了 Google 网站提供的软件包(jbaci - 1.4.6. binaries. zip),下载该软件包后,直接解压到任意目录,运行目录中的文件 run. bat 或执行 `java - jar jbaci. jar` 命令即可打开该软件,如图 2 所示。需要说明的是,使用该软件前需要安装 Java (SDK 或 JRE)1.4 及其以上版本的软件包,这部分软件可从 <http://java.sun.com> 上下载最新版 Java 软件包安装即可,目前 Java 的最新版本为 JDK8.0。

#### 3.2 jBACI 的应用

如图 1 所示,jBACI 和其他集成开发环境一样,由菜

单栏、工具按钮栏和拳代码编辑窗口几个部分组成。程序员可以在编辑窗口采用 C 或 Pascal 语言进行并发程序的编辑。如图 1 所示,该程序是按 C 语言语法编写的三个进程 A、B、C 并发运行的实例,其中,A、B、C 三个进程分别与 procA/procB/procC 三个过程函数相对应,以模拟三个进程的运行过程。为了实现三个进行的并发运行,需要在主函数 main 中调用并发执行函数 cobegin,即采用如下形式来开始三个进程的并发运行:

```
cobegin
{
procA('A'); procB('B'); procC('C');
}
```

在编辑完源码后,点击 Compile 按钮对源码(如 concurr. c)进行编译以生成中间目标代码 PCODE (concurr. pco),然后点击 Run 和 Go 后,则开始并发程序的运行。jBACI 对主进程/子进程分别提供了可视化的分步运行窗口,并对运行过程中的变量进行实时监控。当运行结束时,可按 Edit 返回编辑窗口状态,重新编辑源代码,以修正程序的功能。与此同时,jBACI 还提供了如下库函数以进行动态图形编程:

create(handle, figure, color, x, y, size1, size2):利用参数 color(颜色)和位置(x/y)、大小(size)信息来产生一个图形对象

changecolor(handle, color):改变图形对象的颜色  
makevisible(handle, flag):根据 flag 的值来显示或隐藏图形对象

moveto(handle, x, y):移动图形对象到指定位置

moveby(handle, deltax, deltay):根据差值来移动图形对象

### 4 结 语

将 jBACI 应用于操作系统课程教学,可以有效地实现以小型项目小组为基础的操作课程理论教学与实践,有利于将传统、生涩的信号量和并发、同步与互斥等操作系统相关原理、机制和策略的理论教学转换为生动形象的教与学模式,在方便教师设计教学用例的同时,也加深了学生对操作系统课程理论知识的感性认识,为理论与实践教学的有机结合提供了良好的可视化平台。

### 参考文献:

- [1] GU Jianhua, ZHOU Xingshe, YU Zhiwen, et al. Teaching Practice of CDIO in Operating System Course[J]. The 3rd International Annual Conference on Teaching Management and Curriculum Construction, 2012(2):174-178.
- [2] 杨柳,胡志刚,李玺,等.面向 CDIO 的“操作系统”教学改革探讨与实践[J]. 计算机教育, 2009(3):24-26.
- [3] 梁正平,明仲,纪震.基于 CDIO 的“Linux 操作系统”应用实践教学探讨[J]. 高等理科教育, 2011(6):139-142.

(责任校对 莫秀珍)