

美国若干知名大学《操作系统》课程设计的比较性研究^{*}

Compare Research on the Teaching Design Characteristics of Operational System Course in U. S. A Well-known Universities

朱贵良¹ 陈向群²

(华北水利水电学院信息工程系 郑州450045)¹ (北京大学计算机系 北京100008)²

Abstract This paper introduces the teaching set-up of Operational System Course of the four universities, such as Brown University, Columbia University, Princeton University and University of California at Berkeley, and gives a detailed comparison. It provides an important reference for the construction of computer courses in China and the reformation of the core course of Operational System.

Keywords Operational systems, Research on the teaching in foreign country, Course construction, Teaching design

1 引言

操作系统(Operating Systems, OS)是计算机系统的核心。著名操作系统专家,曾获 ACM Karl V. Karlstrom 杰出教育奖和 ACM/SIGCSE 计算机科学教育杰出贡献奖的 Andrews Tanenbaum 教授曾在 *Operating Systems Design and Implementation* 一书中说到,没有操作系统的计算机是一堆废铜烂铁,其重要性显而易见。目前,我国几乎所有的计算机网络系统平台或个人计算机系统平台都是舶来品。Windows、UNIX、Linux、Dos 几乎填充了我国的所有计算机。长而久之,将会对我国的金融安全、经济安全、国防安全、机密安全构成极大威胁。我国为什么没有自己商品化的操作系统?原因固然很多,但根本原因是我们缺乏高层次的 Operating Systems 开发研制人才。人才培养应该出于高校,基于此,应当检讨一下我国高校学科机制和《操作系统》课程设置是否合理?是否有利于发现和培养创新人才?目前,著名的操作系统均出自美国,基于此,我们对加利福尼亚、卡内基·梅隆、剑桥、莱思、芝加哥、亚历桑那、纽约、哥伦比亚、哈佛、伯克利、普林斯顿、尤它、伦敦大学、伊利诺斯、布朗、蒙特利尔等20多个国外知名大学开设的《操作系统》课程进行了分析研究。挑选出比较有代表性的 Brown University、Columbia University、Princeton University、University of California at Berkeley 四所大学的《操作系统》课程设计情况进行重点分析研究,以期能够有所收获和借鉴。

2 课程设计结构分析

Brown University、Columbia University、Princeton University、University of California at Berkeley 四所大学的《操作系统》课程设计结构按照课堂讲授、课程试验和成绩划分比例三个部分进行分析比较。如表1所示(见下页)。

3 课程结构特点分析

3.1 教学模式结构分析

本文所选的 Brown University、Columbia University、Princeton University、University of California at Berkeley 四所大学都是国际著名大学,其学科建设和教学质量方面在世界上享有很高声誉。他们开设的《操作系统》课程,其设计的基

本框架均是“课堂讲授+项目实验”模式。通过课堂讲授为项目实验铺垫概念和理论基础。通过完成项目实验来加深对基本概念和理论的深化理解。通过实践过程来培养动手能力的形成。《操作系统》课程设计的总体目标是培养出既有扎实理论功底,又具有动手编写《操作系统》能力的人才。各大学在成绩评定方面也突出了这一导向。如 Princeton University 的项目实验成绩分值占课程总成绩的65%。其它大学的项目实验成绩分值也占课程总成绩的30%—40%。

3.2 教学内容与教学方式分析

(1)教学内容:各大学选用的教材基本上都是世界范围内的著名教材,如:Andrew Tanenbaum, *Modern Operating System*; Andrew Tanenbaum, *Operating Systems Design and Implementation*; A Silberschatz, P. Galvin, and G. Gagne, *Applied Operating System Concepts*; Silberschatz and Galvin, *Operating System Concepts* 等。这些教材的内容反映了当代操作系统的发展方向,如分布式操作系统、网络操作系统、通用操作系统、面向对象的操作系统设计方法等。其次,教学内容既重视原理和概念的阐述,也重视具体实现源代码的分析。各大学结合本校的特点,都编有自己的讲稿和辅导读物。

(2)教学方式:在教学方式上,多数大学以授课方式为主,但课时安排较少(一般为20次左右),教学内容较为简要。也有的大学在授课时,以讲授与讨论相结合的方式组织课堂教学,但要求学生课前必须阅读教科书,必须有准备地参加课堂讨论,否则不记学分。各大学大量采用网上辅助教学手段,在网上发布全部讲稿,通过电子邮件进行沟通交流。通过网上研讨论坛、OS 争鸣等专栏形式活跃学术气氛。TA 向学生提供大量的教学参考资料。

3.3 项目实验

(1)美国的各大学都非常重视项目实验,分配的课时也比较多,一般安排为1-2个月。在项目实验结构的指标上,研究型大学都要求学生完成一个小型教学操作系统的设计。项目实验的主要内容是线程(进程)、线程(进程)调度、虚拟存储和文件系统。在实验的组织形式上,根据题目的难易程度,有的大学要求独立完成,也有的大学要求合作完成。实验环节要求具体,管理严格。编写的实验程序,不能正确运行的没有项目实验成绩。评定项目实验成绩的内容还包括提交的实验报告质量和编程代码质量。

^{*} 教育部与河南省自然科学基金资助项目(编号:C295/2001)。朱贵良 副教授,主研方向:操作系统,系统分析与设计、软件工程。

(2)设计要求举例: Programming Guide; Purpose. This handout contains information that may be useful to you while completing your programming assignments. It covers how to find out what's going on in the class, how to ask questions, programming guidelines and how to hand in your code. Communication: It is your responsibility to read the CS167 and CS169 newsgroups, brown.cs.cs167 and brown.cs.cs169, regularly. All important announcements are posted here. If you have questions or comments of interest to the students of CS167, post them to the CS167 newsgroup. For CS169-spe-

cific questions (more common later in the semester, during the CS169-only assignments), post to the CS169 newsgroup. The TAs and (we hope) your classmates will be reading the newsgroup regularly. This is an easy way of getting your questions answered quickly. To read the newsgroup, you can use netscape, tin, slrn, or any other newsreader. To post to the newsgroup, you can use the newsreader of your choice, or simply mail cs167 or cs169 and type in the message as for normal mail. Also, use the manual pages as a resource by typing man.

表1 2001年美国四所国际知名大学《操作系统》课程设计分析一览表

项目	Brown University	Columbia University	Princeton University	University of California at Berkeley
课程名称	Operating System	Operating Systems	Operating systems	Operating Systems and System Programming
课堂讲授 (授课一般安排为20次上下)	第1部分为基本概念:多线程设计和并发,动态存储、分配和释放,链接和装入,文件系统和虚存。第2部分为操作系统的当前设计概念:微内核和面向对象处理技术。第3部分是分布式系统:计算机网络通信协议,远程过程调用协议,计算机安全,并发管理,分布式文件和存储系统。	讲授操作系统的设计和实现,内容包括:进程管理,进程同步和进程间通信,存储管理,虚存,中断处理,进程调度,设备管理, I/O 和文件系统。	采用讲课与课堂中讨论结合的方式。①教师提前提供阅读材料、分配讨论课题及练习。②学生在上课之前,先行阅读和思考讨论题。③不参与得0分;1至3分为对阅读、讨论题及练习的理解。④用参加课堂讨论或在上课前交文章两种方式表明理解程度。	讲授操作系统和系统设计的基本概念,包括:①实用程序、子系统、多道程序系统、进程、进间通信与同步。②存储分配、分段、分页、装入与链接库。③资源分配、调度、性能评价。④文件系统,存储设备、系统。⑤保护、安全与私密性。
课程试验 (课时安排1-2个月)	要求学生每人用C编写一个简单的单内核操作系统,所写的操作系统在技术上等价现代的操作系统。实习项目为四个程序:内核、虚拟文件系统、VM/内核和集成。基础系统支持: Weenix	要求学生使用 Nachos 分别完成一个操作系统的不同部分,可以独立工作,但不鼓励。团队工作为主,小组的任务较多时,个人可分到1-2个任务。	要求学生完成6个程序:①为小型操作系统写段引导代码,今后的项目一直要用它。②设计和实现多道程序非抢占式调度内核。③把非抢占式调度内核,转换为抢占式内核。④进程间通信与进程调度。⑤在小操作系统中实现一个简单的虚拟存储机制。⑥实现一个Unix类但非常简化的文件系统。	要求学生使用 Nachos 从头构造一个操作系统,期望最终修改成替代教师所写的部分。具体任务是:①线程管理。②多道程序设计。③虚存。④网络。项目最终构造一个聊天用客户机与服务器,这样先得构造可运行分布式应用的操作系统。
成绩划分比例	家庭作业:20%,期中考试:10%,期末考试:30%,项目设计40%。	中考30%,期末40%,项目设计30%。	阅读、讨论与练习:20%,中考:15%,项目设计:65%。	家庭作业20%,中考20%,期末考试30%,项目设计30%。
授课、实验或管理特点	要求独立思考、独立设计和独立编码。允学生之间探讨授课及教科书中的高层概念。TA可以回答学生有关设计任务中使用的软件包的问题,但问题必须是具体的,不对解决设计问题形成较大的帮助。	提供除教科书之外的大量参考资料。实习要求严格。大量采用网上手段:全部讲稿上网,通过电子邮件,研讨论坛等方式进行交流。	采用授课与课堂讨论相结合的方式。实习任务必须完成一个操作系统,而且是从引导程序开始,这是唯一的一个实习任务。实习要求细致,严格。鼓励合作。	课程内容较深,较广。实习内容要求高:最后要构造支持分布式应用的操作系统

4 ACM《操作系统》课程2001建议草案

ACM(美国计算机协会)每年都要发布计算机《操作系统》课程的建议草案,供全美大学进行《操作系统》课程设计时参考。下面是ACM 2001年提供的《操作系统》课程建议草案。

OS1. Operating system principles

Structuring methods and the layered model; Applications needs and the evolution of hardware/software techniques; Device organization; Interrupts: methods and implementations; Concept of user/system state and protection.

OS2. Concurrency

States and state diagrams; Structures (ready list, process control blocks, and so forth); Dispatching and context switching; The role of interrupts; Concurrent execution; The " mutual

exclusion" problem; Deadlock: causes, conditions, prevention; Models and mechanisms (semaphores, monitors, rendezvous); Producer-consumer problems.

OS3. Scheduling and dispatch

Preemptive and nonpreemptive scheduling; Schedulers and policies; Processes and threads; Deadlines and real-time issues;

OS4. Virtual memory

Review of physical memory and memory management hardware; Overlays, swapping, and partitions; Paging and segmentation; Memory mapped files; Placement and replacement policies; Working sets and thrashing.

(下转第113页)

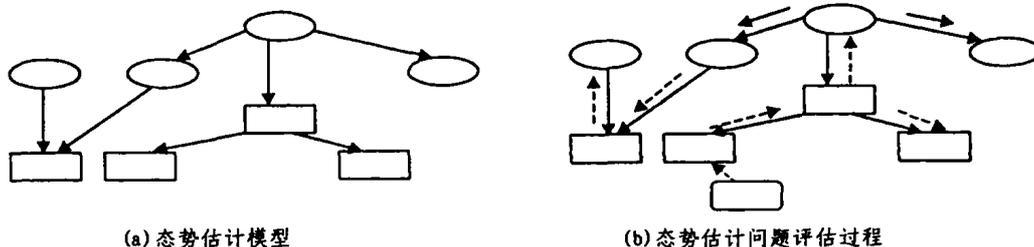


图1 贝叶斯网络的态势估计模型

态势估计模型的建立依靠领域专家,通常不同的作战场景有不同的态势模板,但通用的模型形式是一样的。在这个模型中,应用 Pearl 的两种证据传播算法进行推理,在事件与事件、事件与态势之间的算法采用贝叶斯网络证据传播算法;在态势结点与态势结点之间采用树型多层次假设中的证据推理算法。

利用贝叶斯网络进行态势估计有以下优点^[3]:(1)同神经网络一样,它充分利用图形方式表示出人类思维推理模式,但其结点之间的连接有明显的实际意义,而神经网络中神经元之间的语义连接是模糊的,并且贝叶斯网络结构可通过传统的知识工程方法建立。(2)态势估计中的重要概念如态势、事件、事件线索、事件传播、预测等都是量化的而不仅仅是定性说明。(3)事件传播算法反映了态势估计的连续性,随时间序列到达的事件线索对态势的累计效果作用作为事件发生的置信度。这种时间上连续的特点在无记忆的专家系统如产生式系统和神经网络中是不存在的。

结论 贝叶斯网络提供了强有力的图形工具来表达基于概率的领域知识,同时可以利用贝叶斯定理建立高效的推理算法;而态势估计问题是应用军事知识解决问题的推理过程,因此可根据问题域的特点建立贝叶斯网络推理模型,在证据到达时,根据消息传播算法,计算证据对态势的影响,推理算法和知识表达方式合理,因此,是一种解决态势估计问题有前景的应用模型。但由于具体的贝叶斯网络模型是静态模板模型,弹性限度不是太大,且由于军事态势估计问题是涉及动态模式识别的推理过程,问题变量变化复杂,固定的模板难于捕捉动态可变的领域变量,因而需要更灵活的推理模式,对此我们提出,将大的固定的贝叶斯网络进行分解,形成军事态势估

计核子网(kernel subnet),在问题分析过程中,建立网络组合算法,在军事知识核子网库中检索子网来建立适用于问题域的推理网络;同时将规划识别理论引入态势估计问题中,建立规划识别与贝叶斯网络结合的动态贝叶斯决策网络^[8](DBN),来实现最优的态势估计求解。总之,贝叶斯网络的强知识表示和推理算法在态势估计问题中有广阔的应用前景。

参考文献

- 1 Pearl J. Fusion, propagation, and structuring in belief networks. *Artificial Intelligence*, 1986, 29(3): 241~288
- 2 Pearl J. On evidence reasoning in a hierarchy of hypothesis. *Artificial Intelligence*, 1986, 28(3): 241~288
- 3 Miao A X. A Computational Situation Assessment Model for Nuclear Power Plant Operations. *IEEE Trans. on SMC*, 1997, 27(6)
- 4 Zhang Weixiong. A Template-based and Pattern Driven Application to Situation Awareness and Assessment in Virtual Humans. In: *Proc. of the Forth Inter. Conf. on Autonomous Agents, Barcelona, Spain, June 2000*
- 5 Nobel D. Distributed situation assessment. In: *Proc. of Inter. Conf. on multisource-multisensor information fusion, USA, 1998. 478~485*
- 6 Hanson M L. An intelligence agent for supervisory control of teams of uninhabited combat air vehicles (UCAVs), *Unmanned Systems 2000 Conf. Orlando, FL, July, 2000. 11~13*
- 7 Heckerman D. A tutorial on learning Bayesian Networks; [Technical Report]. Microsoft Research Advanced Technology Division, 1995
- 8 Albrecht D W. Towards a Bayesian model for keyhole plan recognition in large domains. In: *proc. of the sixth Intl. Conf. UM97*

(上接第153页)

OS5. Device management

Characteristics of a serial or parallel device; Buffering strategies; Free lists and device layout; Servers and interrupts; Recovery from failures.

OS6. Security and protection

Overview of system security; Security methods and devices; Protection, access, and authentication; Models of protection; Memory protection; Encryption; Recovery management.

OS7. File systems and naming

File layout; Directories: contents and structure; Naming, searching, access, backups; Fundamental file concepts (organization, blocking, buffering); Sequential files; Nonsequential files.

OS8. Real-time systems

Process and task scheduling; Memory and disk management; Failures, risks, and recovery; Special concerns in real-time.

结束语 美国四所知名大学《操作系统》课程设计的一个突出特点是强调学生的实践能力和动手能力的培养。通过实践能力和动手能力的培养,达到发现和培养创新人才的目的。通过资料分析,我国大学《操作系统》课程的课时虽然比美国大学的课时安排得还要多一点,但我们的《操作系统》课程教学几乎都是从理论到理论,几乎谈不上实践和实验。目前,仅有北京大学和清华大学分别开设了 Littce OS 和 Nachos OS 实验课。这种状况是需要加以改变的。其次《操作系统》的课程教学模式、教学方法与教学手段的研究与改善也需要给予重视。

参考文献

- 1 Tanenbaum A S, Albert S. Woodhull; *Operating Systems Design and Implementation (Second Edition)* [M] PP. 1 1992
- 2 Wilkes j, Golding R, Staelin C, Sullivan T. The HP Autoread Hierarchical Storage System *ACM Trans. on computer System*, 2001, 14: 108~136