

ACM-IEEE/CS1991计算教程评介

朱秉寰 (中山大学计算机科学系, 广州510275)

一、引言

自ACM发表“计算机科学68教程”以来, 计算机科学教育事业迅速发展。随着计算技术和科学的发展对社会各个方面产生的巨大影响, 这个方面的教育事业也引起了各界的关注。计算机科学和工程的另一个重要学术团体IEEE-CS, 83年也发表了“计算机科学与工程1983模范教学计划”。此后, 这两个学会分别在84, 86年多次各自发表对这个学科领域本科教育计划的看法。^[2-3]

1988年春, 这两个学术组织第一次携手合作, 形成一个联合教程小组, 专门讨论计算学科本科(学士学位)教程。^[1]出现这种携手合作的局面的原因是多方面的, 其一, 是近年来这门学科的教育学已有了重大改变, 美国对教程评估有了新的标准, 而且出现了关于新教程的各种设想。其二, 开设这个方向的学士学位教学计划的院校个数激增, 这些院校的情况各异, 强弱不同, 制定一个统一的标准以衡量其所培养的毕业生是否合格, 已是一个亟待解决的问题。

应该说, 这个教程专题小组的工作是相当慎重的, 为了统一各种意见, 付出了很大努力。自其成立之后, 这个由十多人组成的小组, 联络了七十多名该学科领域的教育家、专家, 对其起草的方案作了三次评审, 并在89年2月至90年7月ACM的SIGCSE, 计算机学会的COMPCOM, IFIP2.1工作小组, NECC, WCCE等召开的八个学术会议上作过讨论。相信这份教程能管用较长的一段时间。

二、ACM-IEEE/CS 91计算教程简介

91计算教程的设计遵循先弄清原则, 再从原则落实到具体这样一个过程。教程设计主要依据三条原则: 即学科定义, 专业在社会中的情况及一组重复出现的概念。根据这些原则, 确定专业培养目标, 从这个目标, 勾划出一组公共要求。这个教程并不明确推荐主干课程或核心课程, 也不明确推荐唯一的教学计划。相反地, 提出了若干门高级选修课来保证深度, 提出若干门数学课来保证数学理论基础, 提出若干门人文学和社会科学选修课来保证学生的文化素养; 只要求教学计划覆盖基本要求的內容以保证广度, 如何深法, 向哪个方向深, 则由

各院校根据自己的目标去选定。对于其中的基本要求, 也只是陈述由相互紧密相关的若干专题组成的“知识单元”, 各院校怎样把这些“知识单元”组合成不同的课程全然可以自由确定, 这种方法可以保持教程的灵活性和普遍性。

2.1 学科定义

之所以称这个教程为计算(computing)教程, 是因为计算作为一门学科来考虑。该计算学科由九个主科目领域和三个过程(或方法论)组成。

这九个主科目领域是:

- **算法与数据结构**: 讨论指定问题类及其有效的解法。其主要部分是算法的性能特征以及针对不同存取要求的数据组织方法。

- **系统结构**: 主题是有效可靠的计算系统的组织方法。包括处理机、存储器、通讯、软件接口的实现方法以及可靠大型计算系统的设计和控制。

- **人工智能和机器人学**: 行为的基本模型, 模拟生物和人类行为(虚拟或实际的)机器的建立; 推理、归约、模式识别、知识表示为其主要部分。

- **数据库与信息检索**: 关心有效地存取和更新所存信息的信息组织方法和算法, 也包括数据的关系模型、共享环境下信息的安全和保护, 以及外存储器的特征。

- **人-机通讯**: 主要讨论人和机器间如何高效地传输信息。包括计算机图形学、影响人-机交互有效性的人为因素、供人们有效使用的信息显示和组织方法。

- **数值和符号计算**: 讨论如何用计算机快速、高精度地求解来自数学模型的方程。讨论解方程的各种方法的有效性和效率, 其主要课题是开发高质量的数学软件包。

- **操作系统**: 讨论程序执行时容许有效分配多个资源的控制机制。包括对用户请求的服务、资源控制的有效策略, 支持分布式计算和网络的有效组织方法。

- **程序设计语言**: 基本问题是定义执行算法的虚拟机概念, 从高级语言到机器代码的有效翻译以及程序设计语言中所能提供的各种扩展机制。

- **软件方法学和工程**: 主要讨论大型软件的规格

说明、设计和生产。程序设计和软件开发的原则,软件的验证与确认,安全而可靠(reliable & dependable)的软件系统的规格说明和生产是这个领域的主要问题。

作者们^[42]认为,作为一门学科,计算具有技术和科学双重性。参与发展这门学科的人员主要来自三个方面:数学、实验科学和工程技术。这三方面人员在上述九个领域发挥了巨大作用。他们在工作中所采用的方法学或过程各有不同。数学家们采用的过程是理论。这个过程有下述要素:

- 定义和公理
- 定理
- 证明
- 对结果的解释

应该使用这一过程弄清计算学科所依据的数学原理。

实验科学家们所用的过程是抽象。这个过程有下述要素:

- 数据采集法与假设的形式说明
- 建模和预测
- 实验设计
- 结果分析

应使用这一过程来建立潜在的算法、数据结构、系统结构的模型,对模型的假设、替代的设计决策,所依据的理论自身进行测试。

第三个过程是设计,这是工程师们所用的方法。这个过程也有四个要素:

- 需求说明
- 规格说明
- 设计和实现
- 测试和分析

计算专业人员在设计时必须考虑在现实世界条件制约下,系统的概念化和现实性。

上述九个学科领域中,每个领域都有一些基本的材料,构成了每个教程都必须包括的公共要求;而每个领域又都有一些不是那么基本的专题,这些专题可作为本科生的高级课程或研究生课程的组成成分。

不管哪所院校都应把抽象、理论、设计过程纳入到他们的教学计划中去。有些院校可侧重于理论,另一些可侧重于设计,但都应在教学计划中,让抽象过程占有显要的位置。

2.2 专业和社会

计算91教程要求计算本科生:对本学科的基本

、74、

本文化、社会、法律和道德方面有所了解。知道这门学科“过去在哪里、现在在哪里、现在在哪里起带头作用。”重视学科发展中起重要作用的哲学问题、技术问题和美学价值。

本科生要设法回答计算对社会的冲击之类问题,培养对这类问题答案作评价的能力。本科生要能预测把某一产品介绍到一定环境中去时可能造成的冲击:这种产品使人们的生活质量提高了还是降低了?是对个别人造成冲击还是对人群造成冲击,还是对学术团体造成冲击?

学生们要知道软、硬件买家和卖家的权益,并且重视以这些权益为基础的道德价值。要他们明白他们所要承担的责任,如果不这样做,可能出现什么后果。要明白他们自己和他们的工具的局限。

本科教学计划既可以专门为此开设一门课,也可以把这个方面的内容集成到教学课程中去。

2.3 重复出现的概念

教程提出了有助于在深层统一学科的一组重复出现的概念。所谓重复出现的概念是指重要的想法、关切物、原则或过程。该教程认为学生们重视这些广泛出现的概念,以及在适当场合里运用这些概念的能力是成为计算机科学家或工程师的成熟标志之一。所列举的重复出现的概念有如下十二个:

• 结合(Binding):指把抽象讲法的附加特征和这种讲法关联起来,使讲法更为具体的过程。例如把一个进程和一台处理机关联起来,把一个类型和一个变量名关联起来,把库目标程序和子程序中的一个符号引用关联起来等等。

• 大问题的复杂性:问题尺寸增大时对复杂性非线性递增的影响。区分不同的方法,从中选出其中之一方法,衡量采用这种方法时,程序尺寸、数据尺寸和问题空间尺寸如何。在大程序设计项目中,对于确定实施小组的组织,这种复杂性是一个应加以考虑的重要因素。

• 概念模型与形式模型:思考一个想法或问题的各种形式化、特征化和可视化的方法。例如逻辑、开关理论、计算理论中的形式模型等等。

• 一致性和完备性:计算中的一致性包括诸如正确性、健壮性、可靠性等这类相关概念。包括用作正式规格说明的一组公理一致性,所观察到的事实和理论之间的一致性。把正确性看作部件或系统的行为和所述规格说明的一致。而把完备性看作为抓住所有为描述行为而给出的公理组的充分性,软、硬件系统的功能的充分性,系统处于非预期或出错的

情况下,行为良好的能力。

- **效率**: 关于空间、时间、资金等资源耗费的尺度。

- **演变**: 更改的事实和更改的涵义。更改在所有层次上所造成的冲击,更改抽象说明、技术和系统的弹性和充分性。例如形式模型随时间变化,表示系统各个方面的能力,一个设计忍受环境的需求说明更改和要求更改的能力等。

- **抽象的层次**: 计算中抽象的使用和本性。在复杂性控制、系统构造、细节隐藏、重复出现模式获取方面抽象说明的使用。使用有不同层次的细节和指定的抽象说明来表示一个系统或实体的能力。例如给定问题的解案,从规格说明至编码的各个层次。

- **按空间排序**: 计算学科中局部性和近邻性的概念。例如物理定位(如网络和主存贮器)、组织定位(如处理机、进程、类型定义、有关操作)和概念定位(如软件范围、耦合和内聚)。

- **按时间排序**: 指按事件排序的时间概念。

- **重用**: 指在新情况或环境下,特定技术、概念或系统成分可被再次使用的能力。

- **安全**: 抗拒不适当和非预期的请求,相应作出适当的响应并对系统自身加以保护的软、硬件系

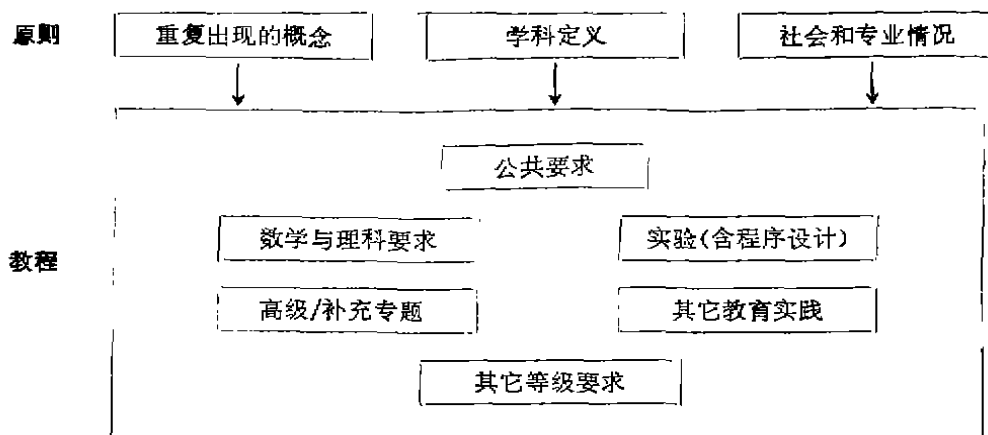
统的能力;计算设备忍受灾难事件(包括自然灾害和人为破坏)的能力。

- **妥协和后果(trade-offs and consequences)**: 指计算中的妥协现象和这种妥协的后果。例如对本质上互相矛盾的设计目标(如易用和求全、灵活和简单、低成本和高可靠等等)所作的妥协等。

作者们^[4]把这12个重复出现的概念看作是统一材料,组成一门课程的方法,也是把各门课程串在一起的线索。因此,每一个知识单元里都附有必须强调的一组重复出现的概念。

2.4 从原则到教程

这一教程的设计者旨在要求本科毕业生对上述九个领域和三个过程及其间内在联系要有相当程度的了解;要为情况不同的院校开设计算本科教学计划提供意见,使其教学计划效率更高;为毕业后准备读计算学科的研究生和毕业后打算参加计算专业工作或以计算专业知识为工具在别的领域里工作的学生们提供适合他们要求的教程;给学生们提供足够的专业道德教育;使学生能把所学知识用于指定的受限问题并得到解案;使学生对计算学科的理论主体有充分的了解。据以上论述,从原则到完整的教程的示意图如下:



实验演示了软件和硬件系统的设计、实现、测试原理的应用;实验强调使用当代的工具,导致良好的实验方法(包括使用各种测量仪器,辅助设备、软件和硬件的监督器等,统计分析结果,口头和书面表达所得实验结果);明确用以补充课堂讲授的实验目标,可用实验来论证课堂讲授的内容。因此,理想的教程应含有课堂讲授和实验集为一体的教学计划。

程序设计被看作是对完全指定问题说明、开发和有效实现算法解的一个活动群。程序设计出现在九个领域里,是设计过程的一个部分,在抽象过程的模型实现阶段里有用,有时甚至也用在理论上的证明过程之中,所以应予充分重视。学生们可通过课堂听讲、看课本、文献、做实验等得到这个方面的训练。

学生们还应有其它的教育实践,以利于他们得

到有助于提高其严格思维、问题求解、研究方法、专业开发能力的经历。这种教育可以穿插到课堂教学、实验和课外活动之中。课外活动通常是参加一个项目小组活动、通讯和熟悉专业。

为成功地掌握计算学科的多个基本专题,本科生必须学习离散数学、微积分、概率统计、线性代数、数理逻辑等课程。

受过良好教育的计算专业本科生,应当有充分的科学素养;科学上的问题求解方法常对计算学科有启发作用;学生毕业后,常可把其专业知识用于科学的其它领域之中;因此,教程必须含有科学(通常为物理或化学)的教育。

大纲中的基本要求反映了对学生专业培训的广度要求;而高级/补充专题则反映了培训的程度要求;其它等级的要求反映了不同院校视不同专业设置情况提出的其它要求。

三、一些评论

这个教程以文献[4]关于计算的学科定义为基准,导出覆盖以计算机科学、计算机工程、计算机工程与科学、信息学(informics)命名的教学计划(教程)。

应当承认定义中所提及的九个主科目领域和三个方法论(或过程),比较准确地描述了计算机科学或工程中,当代主要的研究课题和所用的方法。因此,教程能反映计算机科学或工程的当代教育需求,值得重视。

该教程反复强调要加强培养学生的职业道德、使用重复出现的概念的能力和口头及书面通讯的能力,也值得重视。

此外,在九个主科目领域中,令人印象深刻的是强调了并行或并发处理,强调了人-机接口为九

个领域之一,强调了计算的理论主体。凡是涉及并行处理的,例如算法与数据结构、操作系统、系统结构、程序设计语言等等都把并行处理作为该领域中的一个基本要求成份。尽管人-机接口和其它领域问题一样,通常不单独作为一门功课,但是,在使用已有系统的经验,考虑新系统的设计时,都十分重视对学生作这个方面的能力培养。以往通常只在研究生阶段才要求的,例如时间复杂性分层, NP完全,可判定与不可判定等理论问题,在这个教程中,都作为公共要求而提出。看来,这都是对日益普及的计算机科学或工程教育的一个回响。

作者们清醒地认为,计算是一门流动性学科,它建筑在基于物理定律的人造物之上,随着对这些物理定律的重新解释和重新评价,这个学科的许多“基础”都会作出新的更改,因而计算的理论的演变比其它学科要快得多。因此,作者们只希望这个教程能在一个较长时间内保持有效就够了。显然,这种看法十分明智。

由于希望对情况不同的院校的教程设计提供有效的构架,也由于希望能满足具有不同入学目标的学生们的需求,所以这个教学计划力图做到面面俱到。但这样一来,显得太过折衷,某些专题可能因时间不足(例如,包括表、数组、表格、堆栈、队列、树和图等内容的基本数据结构专题,分配到的讲授时间为13小时)而不能深入讨论,需要学生另找时间去熟悉。

无论如何,这份报告很值得我国计算机科学或工程类的教育工作者们认真研讨,以便得出适合我国国情的完整教学大纲和教学计划,促进我国计算机科学和工程教育事业的健康发展。(参考文献略)

计 算 机 科 学

(1974年1月创刊)

第19卷第1期(双月刊)

1992年2月23日出版

国内统一刊号: CN51-1239

代号: 78-68

定价: 2.40元 国外定价: 5美元

编 辑 者: 中国科学技术情报研究所重庆分所

顾 问: <计 算 机 科 学> 审 编 委 员 会

出 版 者: 中国科学技术情报研究所重庆分所

重庆市市中区胜利路132号

邮政编码: 630013

印 刷 者: 中国科学技术情报研究所重庆分所印刷厂

总发行处: 四川省重庆市邮政局

订 购 处: 全 国 各 地 邮 政 局