

计算教育哲学

计算机科学

计算机科学 (27)
计算机科学2000Vol 27No. 1

93-97

计算教育哲学初探*

On Philosophy of Computing Education

董荣胜

(桂林电子工业学院计算机分院 桂林541004)

TP3-4

Abstract This paper proposes the basic concepts of philosophy of computing education, and analyzes the relationship between the discipline and computing education. The paper considers that there are three fundamental tasks in this discipline. First, some of its basic questions should be answered by giving the explanation in philosophic view. Second, some of historical and modern debates should be analyzed and evaluated. And third, According to the requirement of development of computing education, the new problem should be solved, and the new trends for future computing education should be predicted. Furthermore, the paper gives the basic contents of the three tasks, and presents a new idea for computing education.

Keywords Computing education, Methodology, Dialectic relationship

1 概述

计算机科学是一门学科吗?是“工科”还是“理科”?何谓这个学科的精髓?计算学科的核心课程能准确反映这个领域吗?在计算机课程中如何做到理论与实践相结合?这些核心课程是否能培养学生的计算机能力?程序设计是否等于计算科学?程序设计在计算学科中的地位如何?以 Internet 为代表的网络技术的迅猛发展对计算教育带来了什么样的影响?未来计算学科发展的趋势是什么?这些问题是计算学科中具有挑战性的问题,当要为计算学科课程的设计和和实施提供指导性方案时,就不可避免地要首先回答这些问题。美国 ACM 和 IEEE 的专家们对这些问题进行了深入的调查和研究,经过数十名专家的反复研讨,召开了一系列的会议,最后形成了两个主要的文件:一个是1989年1月在《Communications of the ACM》杂志上发表的“计算作为一门学科”^[1];另一个是1990年12月在同一个杂志上发表的“91教学计划”^[2]。

特别要指出的是,文[1]是计算教育史上的一个里程碑,不仅第一次对计算学科给出了透彻的定义,回答了计算学科中长期以来一直争论的一些问题,而且更重要的在于它为计算教育创建了“一个新的思想方法”,这是对计算教育科学几十年来的概括和总结,也是“91教学计划”和中国的“计算机教学计划1993”(简

称“93教学计划”)^[4]的基本思想。

文[1]的主要贡献是:提出了计算学科三个基本的学科形态(理论、抽象、设计),给出并细化了计算学科二维定义矩阵(图1),提出了计算学科中应贯穿到各门课程和教学大纲的12个反复出现的概念。

9 个主科目	3 个过程		
	理论	抽象	设计
算法与数据结构			
程序设计语言			
计算机体系结构			
数值与符号计算			
操作系统			
软件方法学与工程			
数据库与信息检索			
人工智能与机器人学			
人-机通信			

图1 计算学科二维定义矩阵

在计算学科二维定义矩阵中,9个主科目(不等同于课程)作为计算学科定义矩阵的一维;另一维是3个过程,即理论、抽象和设计。对这后一维的划分,文[1]中有专门的说明,最初专家们偏向于选择“模型”与“实现”相对;“算法”与“机器”相对。尽管这二种方案都可

* 本文得到广西青年科学基金项目(9811010)的资助。

以反映计算学科每个领域研究的根本问题,但不是太抽象就是彼此的界限太模糊,大多数人无法很好地认同,另外,专家们认识到学科的基本原理已被纳入理论、抽象和设计三个过程中,学科的子领域通过这三个过程而实现它们的目标,于是,便选取了三个过程作为计算学科二维定义矩阵的另一维。

计算学科二维定义矩阵的实质就是计算科学技术认识论的思想,因为技术学科的哲学问题主要是科学技术方法论的问题。具体而言,对计算这门学科来说就是要研究其抽象、理论和设计三个过程,从分析“计算作为一门学科”提出的三个过程来看,其指导思想符合了计算教育哲学的思想。

计算教育哲学是计算学科、教育学和哲学的交叉学科,是对计算教育科学的高度概括和总结,它给计算教育科学研究以理论上的指导,而计算教育科学的发展又为计算教育哲学提供了丰富的内容。计算教育哲学和计算教育科学的关系,既不是对立的,也不是可以互相代替的,它是计算教育科学中一门概括性、理论性更高的基础科学。

计算教育哲学研究的对象,是计算教育中的根本理论问题,而不是具体的枝节问题,它将从哲学的高度,从中找出一般的规律,作为计算教育科学的理论和实践的指导。

计算教育哲学的基本任务有三条:(1)对计算教育科学中的一些根本问题,从哲学的高度给以理论上的阐明;(2)对计算教育史上和当前计算教育实际中有争议的问题,作出科学的分析和评论;(3)根据计算教育发展的趋势和新的要求,对计算教育中提出的新课题作出回答,对未来的计算教育作出科学的预测。

2 计算教育哲学的第一个基本任务

计算教育哲学的第一个基本任务是:从哲学的高度对计算教育中的一些根本问题给以理论上的阐明。计算科学是一门以技术科学为主,并综合其它相关内容的学科。由于计算学科二维定义矩阵从广度和深度概括了计算学科中计算教育的基本内容,于是,计算教育的根本问题可以转化到计算学科二维定义矩阵上。因此,计算教育哲学的第一个基本任务就是要阐明该二维定义矩阵的本质。

文[1]中所列的几个主科目到“91教学计划”发表之时,又增加了两个,一个是程序设计语言引论(任选),另一个是社会、道德和专业问题^[2]。由于计算机技术,特别是计算机网络技术和多媒体技术的迅猛发展,有的学者建议将计算机通信与网络、多媒体技术增为两个主科目。未来,主科目及其内容都将不断发展和变化,如何适应计算机技术的发展?这是我们面临的一大

课题,计算教育哲学的任务就是要用哲学方法来揭示计算教育的基本规律,从而解决这个具有挑战性的问题。

要掌握定义矩阵的基本规律,就是要把握定义矩阵的“横向”的辩证关系以及“纵向”的相互联系,即要科学地概括和总结三个过程及其辩证关系,以及各主科目之间的相互联系。“横向”关系的研究,即抽象、理论和设计三个过程的研究,其实质就是科学技术方法论的研究^[1]。学科的基本原理不仅已被纳入理论、抽象和设计三个过程中,更重要的在于,三个过程的相互作用,推动了计算学科各个子领域的发展,因此,它是计算教育研究的最主要、最根本的内容,“纵向”关系的研究,即各主科目之间辩证关系的研究,将揭示出计算科学研究的基本规律,它是计算教育研究的重要内容。

“社会、道德和专业问题”这个主科目,为计算教育的研究拓宽了思路,它是对计算教育研究不可缺少的有益补充。

为了更好地把握计算学科二维定义矩阵的本质,首先对学科二维定义矩阵的专业技术科目及其辩证关系进行分析和总结,其次再对“社会的、道德的和专业的”主科目进行分析和总结,对专业科目的分析和总结主要采用科学技术方法论,为便于理解,在分析时使用对象关系数据库(ORDB)作为实例^[7-9]。

2.1 抽象过程及其实例

在哲学的方法论中,科学抽象是指在思维中对同类事物去除其现象的、次要的方面,抽取其共同的、主要的方面,从而做到从个别中把握一般,从现象中把握本质的认知过程和思维方法^[3]。科学抽象的成果包括:科学概念、科学符号、思想模型等内容。

在计算学科中,抽象的具体说明是抽象源于实验科学,其要素有四个:形成假设、建造模型和作出预测、设计实验并收集数据、对结果进行分析。

在实例ORDB中,科学抽象就是采用面向对象思想和实体-联系模型对现实世界进行认识,描述客观事物的特征,通过建立模型而达到对客观事物的深刻认识,其科学抽象的主要内容有:实体-联系模型、关系模型、对象、属性、方法、消息、类、类层次结构和类组合结构等。

2.2 理论过程及其实例

科学认识由感性阶段上升为理性阶段,就形成了科学理论,科学理论是经过实践检验的系统化了的科学知识体系,它是由科学概念、科学原理以及对这些概念、原理的理论论证所组成的体系。

在计算学科中,理论的具体说明是理论源于数学,在数学中常用这种方法来研究密切相关的数学理论,它由四个主要要素组成:表述研究对象的特征(定义和

公理)、假设对象之间的基本性质和对象之间可能存在的关系(定理)、确定这些关系是否为真(证明)、结论和解释。

在实例 ORDB 中,就是要形成一套既支持关系模型又支持面向对象数据模型的理论体系。ORDB 的科学基础是关系数据理论和面向对象理论,其中关系数据理论已很成熟,其主要的内容有:关系代数、关系演算、并发理论、关系模式的规范化理论等内容。

从八十年代末期开始,国际上有一批论述面向对象的分析与设计的专著相继问世,这些著作的共同点是把面向对象的方法在分析与设计阶段的运用提升到理论和工程的高度,各自提出了一套较为完整的系统模型、表示法和实施策略。这些方法和策略有着较为坚实的实践基础,现已形成了一个较为完善的面向对象的分析与设计的理论体系。

在理论研究方面,研究 ORDB 就是要在传统的关系理论的基础上,结合面向对象思想,从理论方面解决 ORDB 的数据类型扩充、复杂对象、继承、规则、对象-关系型优化器、对象-关系语法分析等方面存在的问题,为 ORDBMS 的研制及应用建立理论基础。

2.3 设计过程及其实例

设计形态(技术方法)和抽象、理论二个形态(科学方法)具有许多共同的方面。这是因为,设计作为变革、控制和利用自然界的手段,必须以认识自然规律为前提(可以是科学形态的认识,也可以是经验形态的认识);设计要达到变革、控制和利用自然界的目,必须创造出相应的人工系统和人工条件,还必须认识自然规律在这些人工系统中的人工条件下的具体表现形式。所以,科学认识方法(抽象、理论二个形态),对具有设计形态的技术研究和技术开发是有作用的。但是设计形态毕竟还有其不同于抽象形态和理论形态的特点。其中最主要的是设计形态有更强的实践性;其次,设计形态具有更强的社会性;第三,设计形态具有更强的综合性。

在计算学科中,设计的具体说明是:设计源于工程,并用于系统或设备的开发,以实现给定的任务。其要素有四个:需求分析;建立规格说明;设计与实现一个具体系统;对系统进行测试与分析。

设计形态和抽象、理论二个形态针对具体的研究领域均起作用,在 ORDB 研究中,就是要在其理论的指导下,运用其抽象工具进行各种设计工作,最终的结果将是物质形态的东西,如各种 ORDB 系统软件、应用软件和相关资料(例如:需求说明、规格说明和设计与实现方法说明等)。

2.4 三个过程的辩证关系及其实例

科学研究的进程是实现人类认识过程的第一次飞

跃,即从物质到精神,从实践到认识的飞跃。这次飞跃包括两个决定性的环节,一个是科学抽象,另一个是科学理论。科学抽象是科学认识由感性阶段向理性阶段飞跃的决定性环节,当科学认识由感性阶段上升为理性阶段时,就形成了科学理论。技术研究的进程则是实现人类认识过程的第二次飞跃,即从精神到物质,从认识到实践的飞跃,这次飞跃的实质对计算机技术科学而言就是要在计算机理论的指导下实现计算机软硬件的设计工作,它的最终成果是物质形态的东西。在计算机软硬件的设计工作中又将遇到很多新的问题,从而又推动了计算学科中的抽象与理论二个过程的发展,促进了人类认识过程的第一次飞跃。

进入90年代以来,数据库系统在网络技术飞速发展的情况下普遍采用了基于网络的 C/S(Client/Server)模式,这种模式带来了数据存放与应用程序的分离,客户端的客户程序通过 ODBC 与服务器上的数据库相连,这种模式可以在传统数据库模式不变的情况下,在客户端采用面向对象的思想编制应用系统,为数据库应用系统的开发创造了很好的条件。但是,目前这种广泛使用的方法还存在很多问题,例如还不能很好地支持 CAD、图像处理、GIS 等应用领域,所使用的 SQL 语言也不完全具有面向对象的特性。这些在工程设计中遇到的问题,一方面需要人们创建更加完善的抽象工具,并促进理论体系的不断完善和发展;另一方面又需要人们在现有抽象工具和理论体系的基础上,去更好地抽象现实世界的本质特性,以理论为指导,更好地完成工程设计的要求。

实例 ORDB 的抽象、理论和设计三个过程就是这样相辅相成,互为作用的,从而推动这个领域的发展。当一个新的抽象工具产生后,科学抽象的成果取得了质的变化的时候,数据库技术的研究又将在另一个新的起点上实现三个过程的相互作用,从而以螺旋式上升的方式推动整个数据库领域的发展。

2.5 各专业科目之间的辩证关系

辩证唯物主义告诉我们,任何事物都是有联系的,前面已对计算学科二维定义矩阵中的三个过程的辩证关系做了较详细的分析,对各主科目而言它们之间也是互为联系的,其一是不同专业主科目领域中的内容是一致的,比如数据库的并发控制、缓冲区管理的思想与操作系统的并发控制和缓冲区管理的思想是一致的;其二是学科中反复出现的核心概念的作用,核心概念的抽取原则是:在学科中具有普遍性、持久性的重要思想、原则和方法。文[1]提取了12个核心概念,核心概念贯穿于各专业科目之中,揭示了计算学科的内在联系,使计算学科的专业科目领域结合成一个完整的体系而不是一些互不相关的科目领域,在这里,我们要

指出的是:12个核心概念不是固定不变的,它是发展变化的,我国学者邵力军教授在研究12个核心概念的基础上结合当今技术的发展提出了增加C/S概念作为核心概念的思想。

三个过程(理论、抽象和设计)与核心概念直接反映了计算学科二维定义矩阵的“横向”和“纵向”的辩证关系,深刻地揭示了计算教育科学的基本规律,随着研究的深入,我国学者赵致琢博士认为三个过程与核心概念并不能完全解决问题,还需在教学中介绍学科中反复出现的具有哲学意义的典型方法,并通过一批典型实例给学生以较深刻的感性认识。典型方法有诸如内涵与外延的方法、以递归、归纳和迭代技术形式为代表的构造性方法、公理化方法等。

三个过程、核心概念和典型方法深刻地揭示出学科的基本规律和各主科目之间的内在联系,反映了现代计算教育的基本规律。

2.6 社会、道德和专业问题

“91教学计划”^[1]吸取了“计算作为一门学科”的基本思想,同时又有所发展,特别是它提出的“社会、道德和专业问题”主科目,是对计算教育科学的特殊贡献。它扩展了计算教育科学研究范围,并为此提供了新的思路。它指出了计算专业的学生不但要了解专业,还要了解社会。例如:了解计算学科的基本文化、社会、法律和道德方面的固有问题;了解学科的历史和现状;理解它的历史意义和作用。作为未来的实际工作者,学生还应当具有回答有关计算机的社会冲击这类严肃问题的能力和评价这类问题的能力,并能预测将已知产品投放到给定环境中去将会造成什么样的冲击;知晓软件和硬件的卖方及用户的权益,并树立以这些权益为基础的道德观念;意识到他们各自承担的责任,以及不负这些责任可能产生的后果等等。

文[2]明确指出:重视在学科发展中起重要作用的哲学问题、技术问题和美学问题。今天,计算机已成为影响人类社会生活的一种文化,这种文化以及哲学问题、技术问题和美学问题都将对揭示计算教育科学的基本规律起着重要的作用,同时也为计算教育研究的内容扩展了思路。

3 计算教育哲学的第二个基本任务

计算教育哲学的第二个基本任务是对计算教育史上和当前计算教育实际中有争议的问题,作出科学的分析和评论。在计算机史上,主要的有争议的问题我们已在正文的一开始就给出了。文[1]、[2]、[4]以及其它一些文献,较好地分析和评论了这些问题,首先在文[1]中对计算学科给出了透彻的定义:

计算学科是对信息描述和变换的算法过程的系统

研究,包括理论、分析、设计、效率、实现和应用的研究。计算学科的根本问题是“什么能被(有效地)自动化”。

美国ACM和IEEE/CS联合小组对长期以来一直困扰计算机界的关于计算机学科是“工科”还是“理科”的问题进行了深入的调查和分析,结论是:计算机科学和计算机工程之间本质上没有区别,两者是一回事,计算机科学注重理论和抽象,计算机工程注重抽象和设计,计算机科学和工程则居中,在统一认识之后,ACM和IEEE/CS联合小组将计算机科学、计算机工程、计算机科学和工程、计算机信息学以及其它类似名称的专业及其研究范畴统称为计算学科。

文[1]对程序设计的作用进行了深入的分析,结论是:计算学科所包括的范围要远比程序设计大得多。例如,硬件设计、系统结构、操作系统结构、构造数据库和确认模型等内容覆盖了计算学科整个范围,但是这些内容并不是程序设计。计算机界长期以来一直认为程序设计语言是进入计算学科其它领域的优秀工具,甚至还有人认为计算科学的导论课程就是程序设计,计算科学等于程序设计等等。这些认识过分地强调了程序设计的重要性,从而阻碍了我们对计算科学的深入认识,削弱了我们宣传和展现计算科学的深度和广度的力量,并使喜欢迎接挑战的最优秀的学生离这个学科而去。这类观点还否定了计算科学是理论与实践密切的、有机的、协调一致的产物,并将使我们误入歧途。

过分地强调程序设计的重要性是不对的,那么程序设计在计算学科的地位又如何呢?

文[1]认为:程序设计是计算学科课程中固定练习的一部分,是每一个计算学科专业的学生应具备的能力,是计算学科核心科目的一部分,并且,程序设计语言还是获得计算机重要特性的有力工具。

网络技术,特别是以E-mail(声音邮件)(Voice E-mail)、个人视频会议、公共视频会议、WWW、交互电视(Video On Demand)、网络商业、网络文化、信息战为代表的Internet技术的迅猛发展对人类社会带来了深远的影响,计算教育应加大以Internet为代表的网络技术的研究内容,以适应计算科学发展的需要^[6]。

其它有争论性问题,在一些报告中也得到了客观的分析和评论^[1-6]。

4 计算教育哲学的第三个基本任务

计算教育哲学的第三个基本任务是要根据计算教育发展的趋势和新的要求,对计算教育中提出的新问题作出回答,对未来的计算教育作出科学的预测。很多文献介绍了这方面的工作,就其概念、方法和技术对整个计算科学影响较大的主流方面而言,文[5]认为:未

来的20年或更长一点的时间里国内外重要的计算科学学术研究机构将会逐步把研究重点集中在新一代计算机体系结构、并行与分布式软件开发方法学研究、人工智能理论及应用和其它计算机应用的关键技术等新的综合方向上,这些新的发展方向将更加丰富了计算教育科学的研究内容。

中国科学院院士李三立教授指出:要充分估计计算机技术对科学和工程、产业和社会生活的渗透和影响,以及对计算教育带来的需求。他列举了国际上核爆炸的计算机模拟、波音777飞机大部分传统实验的计算机模拟、国内大型水坝的优化设计、大面积石油储层的全面计算、复杂飞行物的整体优化设计等实例,说明了计算机技术对科学和工程领域的渗透和影响。目前计算机、通信和消费产品三种重要支柱产业的互相渗透和互相结合的过程正在加速,这三个产业的结合基础是数字化,换言之,“数字化世界”将比过去预期的要提前到来,计算教育要加强计算机、通信和视频/音频技术跨学科人材培养的研究。李教授还认为计算教育要在改造土木工程、机械工程等传统专业中起作用,并提出计算教育要充分估计计算机技术对人类生活的渗透和影响,以及由此而来的问题^[5]。

致谢 衷心地感谢中国科学院院士陈火旺教授、全国高等学校计算机教育研究会理事长袁开榜教授、

中国自然辩证法学会理事朱亚宗教授以及一切指导和支持“计算哲学研究”的专家和学者们!

参考文献

- 1 Denning P J, et al. Computing as a discipline. CACM, 1983, 32(1):9~23
- 2 Turner A J, et al. A Summary of the ACM, IEEE-CS Joint Curriculum Task Force Report. Computing Curricula 1991. CACM, 1991, 34(6):68~84
- 3 国家教委社会科学研究与艺术教育司. 自然辩证法概论. 高等教育出版社, 1985
- 4 中国计算机学会教育委员会, 全国高等学校计算机教育研究会编. 计算机学科教学计划1993. 电子工业出版社, 1995
- 5 赵致琢. 计算科学导论. 科学出版社, 1998
- 6 李三立. 面向21世纪的计算机教育(大会报告). 面向21世纪高等学校计算机学科教学内容和课程体系改革研讨会(上海), 1998. 10
- 7 董荣胜. 计算学科中的科学技术方法论(大会发言). 面向21世纪高等学校计算机学科教学内容和课程体系改革研讨会(上海), 1998. 10
- 8 董荣胜. 《数据库系统概论》课程改革的实践与探讨. 见1996计算机教育学术年会论文集. 电子工业出版社, 1996. 82~84

(上接第92页)

困难了,但很容易想到:对任意自然数N的小波基滤波系数的总和满足如下形式:

$$\sum_{i=0}^{2N-1} h(1i) = \cos\alpha_s + \sin\alpha_s,$$

$$\sum_{i=0}^{N-1} h(2i) = \cos\alpha_s,$$

$$\sum_{i=0}^{N-1} h(2i+1) = \sin\alpha_s,$$

且若式(3)成立必然要求 $\alpha_s = \pi/4$, 此处 α_s 是一组参数角的和。当 $N=2$ 时

$$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta$$

$$\sin(\alpha+\beta) = \sin\alpha\cos\beta + \cos\alpha\sin\beta$$

它们分别是偶数项 h_0, h_2 与奇数项 h_1, h_3 , 因此完全有理由认为: $\cos(\alpha-\beta+\gamma)$ 与 $\sin(\alpha+\beta+\gamma)$ 之完全分解产生8项将构成 $N=4$ 的小波基滤波系数, 详见文[6]。

3 举例说明

我们设计了一个非常方便的软件,可迅速简单地计算出任意个参数角的小波滤波器,如图1所示的是一个含有 $N=500$ 参数角(随机产生的), 1000个滤波系

数的图形方式显示结果,我们给出的数据或计算公式,使得在应用中动态选择小波基变得极其容易,这一结果必将在小波理论及应用、模式识别等领域产生十分积极的作用。

参考文献

- 1 秦前清, 杨宗凯. 实用小波分析. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1994. 41~53
- 2 Wickerhause M V. Adapted wavelet analysis from theory to software. New York: SIAM, 1994. 442~462
- 3 Vaidyanathan P P, Huong P Q. Lattice structures for optimal design and robust implementation of twochannel perfect-reconstruction QMF banks. IEEE Trans. On ASSP, 1998, 36(1): 61~94
- 4 李建平. 小波分析与信号处理——理论、应用及软件实现. 重庆: 重庆出版社, 1997. 282~300
- 5 李建平. 矢量积小波变换及小波分析的理论与应用研究. [博士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 1998. 6
- 6 李建平, 唐远炎. 小波分析方法的应用. 重庆: 重庆大学出版社, 1999