

高等学校计算机科学与技术专业 公共核心知识体系与课程

贯彻《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范（试行）》的一种建议

教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会 编制

清华大学出版社



高等学校计算机科学与技术专业 公共核心知识体系与课程

贯彻《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范（试行）》的一种建议

教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会 编制

清华大学出版社
北京

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。
版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

高等学校计算机科学与技术专业公共核心知识体系与课程/教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会编制. —北京:清华大学出版社,2008.10
ISBN 978-7-302-18708-0

I. 高… II. 教… III. 高等学校—电子计算机—专业—教学研究—中国
IV. TP3-4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 151987 号

责任编辑:卢先和 张瑞庆

责任校对:白 蕾

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:180×235 印 张:8

字 数:112 千字

版 次:2008 年 10 月第 1 版

印 次:2008 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:19.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:031552-01

前言 2

自2006年年底开始到2007年9月,按照确立的计算机科学与技术专业“规格分类”的发展战略,根据《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范(试行)》,2006—2010年教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会(以下简称教指委)组成的研究小组研究发表了《高等学校计算机科学与技术专业公共核心知识体系与课程》。一年来,它对我国计算机科学与技术专业的改革和发展提供了有意义的参考。由于当时时间比较紧,有些相关内容未能写进去。特别是关于各个专业方向的基本要求、对比等重要内容都没能写入。我们认为,这些内容对各个办学单位准确地确定人才培养定位,更科学地制订专业培养计划,引导大家通过课程教学等培养学生的专业能力有很好的作用,因此决定参照ACM、AIS和IEEE-CS发布的Computing Curricula 2005等将这些内容补充进来,包括问题空间、知识取向和能力要求等。另外,考虑到信息系统人才的培养需要,在这部分内容中,除了原来给出的计算机科学、计算机工程、软件工程、信息技术4个方向外,还给出了信息系统专业方向相应的内容。

本书包括8个部分。第一部分介绍开展这项工作的背景,由李晓明撰写。第二部分介绍各专业方向基本要求,包括各专业方向的问题空间与知识取向、学生专业能力的培养以及能力的详细描述。第三部分介绍公共核心课程选取的原则。第二和第三部分由蒋宗礼完成。第四部分给出这些课程所含的知识体系,我们称之为公共核心知识体系,一共包括8个知识领域、含39个知识单元,共342个必修学时。第五部分给出程序设计、离散结构、数据结构、计算机组成、计算机网络、操作系统、数据库系统7门公共核心

前言 2

课程的大纲。第四和第五部分的软件相关内容由蒋宗礼、孙吉贵负责,硬件相关内容由王志英、樊晓桢负责。第六部分是公共核心课程对各个方向必修知识单元的覆盖分析,以给读者在构建某个专业方向的课程体系时提供参考,由蒋宗礼负责。第七部分给出基于公共核心课程构建的计算机科学、计算机工程、软件工程、信息技术4个方向的示例性课程体系,依次由孙吉贵、王志英、蒋宗礼、樊晓桢负责。最后是结束语,对有关问题做了进一步说明,由李晓明提供。全书由蒋宗礼统稿。

在过去的一年中,我们越来越强烈地感觉到,计算机科学与技术这个中国最大的理工专业要健康地发展下去,需要大家一起做出更多的探索和努力。虽然我们进行了包括专业规范办学试点、构建公共核心知识体系和课程、构建实践教学体系等一系列工作,但是这些工作对整个专业的发展还只是一小部分,我们殷切希望大家都参与到其中,努力将计算机科学与技术专业办出更高的水平。同时,继续欢迎大家对这些研究提出批评和修改意见。

本书的编写得到了教指委委员们的大力支持,清华大学出版社、高等教育出版社、机械工业出版社华章分社、中国铁道出版社和人民邮电出版社对这项工作也给予了高度关注和支持,他们都积极参加了相应的讨论,提出了很好的建议,在此也特别表示感谢。

教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会

2008年9月

前言 1

2006年11月18日,2006—2010年教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会计算机科学与技术专业教学指导分委员会在南京召开主任扩大会议,会议决定,为了提高上一届计算机科学与技术教学指导委员会制定的《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范(试行)》的可操作性,启动计算机科学与技术专业诸方向的公共知识体系研究。希望通过这项研究,找出本专业有关方向的公共基础知识结构,构建适当的公共基础知识课程体系,为以公共平台为基础构建课程体系提供参考,以适应目前许多学校以不同层次的平台为基本构架制定本科教育课程体系的需求,有效利用已有的优质资源,迅速提高本专业的整体办学水平。

根据这一决定,成立了由蒋宗礼、王志英、孙吉贵、樊晓桢组成的研究小组。经过适当的准备,2007年2月,邀请李晓明一起集中进行了讨论,形成本研究的主要内容。会后继续完成基于公共核心课程,构建覆盖《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范(试行)》中规定的计算机科学、计算机工程、软件工程、信息技术4个方向的核心知识单元的示例性课程体系,以及公共核心课程对相关方向核心知识单元的覆盖分析。2007年4月底形成初稿,2007年6月中旬召开主任会议,集中进行讨论和修改,在此基础上形成草案,并在全体委员中广泛地征求了意见。

本书全部内容共分为7个部分,在研究小组多次讨论的基础上分工编写而成。引言部分介绍了构建公共核心课程的背景,由李晓明撰写。第二部分介绍了公共核心课程选取的原则,由蒋宗礼完成。为了与《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范(试行)》对各个方

前言 1

向的描述相吻合,第三部分给出了这些课程所含的知识体系,我们称之为公共核心知识体系,一共包括8个知识领域、含39个知识单元,共342个核心学时。第四部分给出了程序设计、离散结构、数据结构、计算机组成、计算机网络、操作系统、数据库系统7门公共核心课程的大纲。第三部分和第四部分的软件相关内容由蒋宗礼、孙吉贵负责,硬件相关内容由王志英、樊晓桢负责。第五部分是公共核心课程对各个方向核心知识单元的覆盖分析,以给读者在构建某个专业方向的课程体系时提供参考,由蒋宗礼负责。第六部分给出了基于公共核心课程构建的计算机科学、计算机工程、软件工程、信息技术4个方向的示例性课程体系,依次由孙吉贵、王志英、蒋宗礼、樊晓桢负责。最后是结束语,对有关问题做了进一步说明,由李晓明提供。全书统稿由蒋宗礼负责。

我们时刻想到,计算机科学与技术专业是我国规模最大的本科专业,而计算机科学与技术学科作为一个年轻学科的同时,已经成为一门基础技术学科,因此,如何办好这个专业,有很多问题需要研究,本研究只是努力之一。我们希望,大家在专业办学中积极探索,努力办出特色,培养合格的人才。也欢迎大家对此研究提出批评和修改意见。

教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会

2007年9月

目录

一、引言	1
二、各专业方向基本要求	5
1. 问题空间与知识取向	5
1) 计算机科学	7
2) 计算机工程	11
3) 软件工程	14
4) 信息技术	17
5) 信息系统	21
2. 学生专业能力的培养	26
1) 关注能力培养	26
2) 注意“计算”内涵的变化	28
3) 基本学科能力的培养	29
4) 系统能力的培养	30
3. 能力的详细描述	32
三、公共核心课程选取的原则	37
1. 体现公共要求	37
2. 有利于构成优化的课程体系	37
3. 充分考虑学时的限制	38
4. 尽可能选取成熟的课程	38
5. 体现本专业教育基本特征	38

目录

四、公共核心知识体系	39
1. 离散结构(DS)	41
2. 程序设计基础(PF)	44
3. 算法(AL)	48
4. 计算机体系结构与组织(AR)	50
5. 操作系统(OS)	53
6. 网络及其计算(NC)	59
7. 程序设计语言(PL)	64
8. 信息管理(IM)	65
五、公共核心课程及其大纲	71
1. 公共核心课程及其所含知识单元	71
2. 课程描述	73
1) 程序设计 (48+16 学时)	73
2) 离散结构 (72 学时)	75
3) 数据结构 (48+16 学时)	76
4) 计算机组成 (56+16 学时)	77
5) 计算机网络 (48+16 学时)	79
6) 操作系统 (40+16 学时)	81
7) 数据库系统 (40+16 学时)	82

目录

六、公共核心课程对各个方向核心知识单元的覆盖分析	85
1. 对计算机专业方向核心知识单元的覆盖分析	85
2. 对计算机工程专业方向核心知识单元的覆盖分析	89
3. 对软件工程专业方向核心知识单元的覆盖分析	97
4. 对信息技术专业方向核心知识单元的覆盖分析	98
七、专业方向核心课程示例	103
1. 计算机专业方向核心课程示例	103
2. 计算机工程专业方向核心课程示例	105
3. 软件工程专业方向核心课程示例	107
4. 信息技术专业方向核心课程示例	110
八、结语	113
参考文献	115

一、引言

“十五”期间，针对计算机科学与技术专业学生量大，社会需求面宽的现实，教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会编制了《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范（试行）》^①（以下简称《规范》）。其中，“发展战略研究报告”根据对本学科知识体系的认识、在中国的专业规模及发展现状、国家需求等因素，鼓励办学单位进一步明确对毕业生教育的定位，以使我国计算机科学与技术专业能够适应时代的发展，使毕业生能够更好地满足社会需求。按照分类培养的原则，研究报告建议中国计算机科学与技术专业可以在4个方向，即计算机科学、计算机工程、软件工程和信息技术方向上培养人才。“规范”则参照ACM、AIS和IEEE CC2005（Computing Curricula 2005），分别详细给出了4个方向的核心知识体系，以及覆盖它们的核心课程示例。

从2005年开始，计算机科学与技术教学指导委员会的委员们在全国范围内开展了广泛的宣讲活动，在许多场合向在教学实践和教学管理一线的教师们介绍了《规范》的内容，同时也得到一些基本的反馈，主要有：

- 《规范》体现出的“分类培养”精神得到了广泛认同，人们普遍认为中国近800个计算机科学与技术本科专业点，按照同一种模式或者培养方案进行教学是不能满足广泛的社会需求的，许多学校也希望能有对如何分类培养的具体指导。

^①《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范（试行）》，北京：高等教育出版社，2006.9。

- 在过去十多年里, 计算学科有了很大的发展, 一些分支学科已经基本形成, 它们具有较成熟的教育内容, 为不同特色的专业教育提供了基础。
- 普遍赞同将计算机科学与技术本科教育分成科学型(计算机科学)、工程型(计算机工程和软件工程)、应用型(信息技术)3种类型。
- 由于“信息技术”一词的多义, 以及《规范》中对它的定义与我国计算机教育界人们通常理解的“计算机应用”并不完全一致, 在有些教师中产生了一些困惑^①。
- 如何实践《规范》, 特别是如何在一个办学单位中、在已有的基础上同时有效地实践多于一个专业方向, 或者是实践看起来不太熟悉的“信息技术”专业方向, 是一个挑战。

如同《规范》前言中提到的, 由于时间的关系, 《规范》中关于知识体系部分主要采纳了 CC2005 的内容, 虽然做了一些调整, 但这些调整还难以全面反映我国计算机科学与技术专业教学的现实。修订《规范》是“十一五”期间教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会工作的一部分, 本书就是对上述反馈进行响应的努力之一。

本书的基本目的是: 提出一组课程, 它们可以看成是计算机科学与技术专业4个方向的共性课程(这里称为“公共核心课程”), 每一个方向都可以通过在这一组课程的基础上进行扩展来形成符合《规范》的、完整的专业方向教学计划。

这里我们特别强调, 归纳出这些公共核心课程的基本目的, 只是为了便利办学单位在原有实践基础上较容易地调整到《规范》意义上来, 我们

^① 我们认为这主要还是对《规范》理解的问题, 建议读者阅读《规范》的第三部分, “有关计算机科学与技术专业人才培养规格分类的常见问题与解答”。

^② 这样一个基本要求, 如果有的话, 还需要更多的工作才可能形成。况且, 我们认为明确规定一组课程作为一个专业的基本要求也不妥当, 不利于专业办学的多样化发展。

无意称它们为计算机科学与技术专业本科教育的基本要求^②，它们只是对多个方向具有公共意义的部分，只覆盖各个方向的核心知识单元的一部分，具体的覆盖情况将在后面给出。为了叙述上的统一，我们将必修知识单元、必修课程等都称为核心知识单元、核心课程，在本文范围内，它们同义，都表示是核心的必修内容。

希望这一组课程能“耳熟能详”，也是本书的一个追求。因为无论是从师资还是教材的角度，一个专业要调整教学内容，形成新的人才培养取向，在开始的时候尽量沿用已有的实践应该是一种现实的做法，有效地利用已建设的优质教学资源对提高各个方向的教育水平也是有利的。

读者也许会问，《规范》中对于每一个专业方向也都给出了一组“核心课程”，这里的“公共核心课程”与它们是什么关系？

- 首先，《规范》只是强调“核心知识结构”是开办相应专业方向所必须的要求，但同一个知识结构完全可能用不同的课程组合来覆盖，《规范》中给出的“核心课程”只是这种覆盖的一个“示例”，因此，有其他的课程组合设计完全是可能的。事实上，《规范》鼓励不同的学校根据自己的实际情况，按照不同的思路，创造性地构建覆盖“核心知识结构”的、不同的课程组合，这是凸显自己专业特色的重要方面。
- 第二，本书谈到的“公共核心课程”并不是《规范》中4个“核心课程”集合的简单交集，而是根据对4个方向的理解，对它们核心知识结构的交集形成的一个课程覆盖。
- 第三，《规范》给出的核心课程对应着教学实践中的“核心课程”，因为它们完整覆盖了相应的“核心知识单元”。这里的“公共核心课程”只是覆盖了部分核心知识结构。它们可以看作是每个专业方向公共的核心课程，但不代表任何一个方向完整的核心课程集合。

在这个意义上，本书给出的“公共核心课程”为办学单位提供了一种

方便，使他们能够比较容易地看到，那些已经熟悉的课程实际上也就是我们现在所说的专业方向教学内容的一部分。

本书最基本的目标读者应该是计算机科学与技术专业办学单位中制定教学计划的人员。同时，按照课程教学为总体目标服务的基本思想，广大教师对本书的阅读也有利于对专业教学计划制订思想和结构的掌握，从而更好地在课程教学中为专业教育目标服务。

本书最简单的用法是：无论开办哪个专业方向，都可以在这里提出的“公共核心课程”的基础上，根据不同方向的要求添加若干课程，形成该方向的“核心课程”集合（完整地覆盖《规范》中的核心知识结构），然后再根据本单位的实际情况开设一些选修课程。这样，当一个学校希望开设多于一个专业方向时，教学资源有可能得到较大程度的共享。而如果一个学校要将原来的一般性教学计划明确改造为“计算机科学”、“信息技术”等方向，许多已有的课程都可能被直接用上。

请读者注意，本书提出的“公共核心课程”的名称，都采用了尽量一般化的处理，即后面没有诸如“基础”、“原理”或者“技术”之类的字样，这样为学校开设具体课程留有空间，学校可以根据自己课程的特点添上适当的限定，以突出课程所含知识不同形态的内容。

尽管已经很明确了，但我们还是再次强调本书所述的“公共核心课程”的开设并不构成计算机科学与技术专业办学的充分条件，学生一定还要学习其他一些内容才有可能符合培养要求。

最后，还需要提请读者注意，《规范》的核心在于知识结构，无论是其中提供的“核心课程”还是本书提供的“公共核心课程”，其作用都是指导性“示例”。尽管它们都很有用，但不宜作为教条。事实上，按照不同的思路，完全可以构建出不同的核心课程体系。所以，未来还可能，而且各个学校都可能设计出与这些示例不同，但同样符合《规范》的教学计划来。

二、各专业方向基本要求

计算机科学与技术学科简称为计算机学科。这个学科在过去半个多世纪中有了很大的发展，以至于人们开始将其称为计算学科。在其发展过程中，该学科的主要应用面向已经发生了多次变化，从较单一的科学计算、实时控制到以数据库技术为主的数据处理，进而又发展到以信息服务为主的广义的计算服务。从其面向的变化就可以看出，该学科在发展中不断丰富，使得今天的“计算学科”已经不是早期的计算机学科，多个分支学科已经和正在形成。这些分支学科被认为是“富有生命力的”，“分别有着自己的完整性和教育学特色”。分支学科的不同，社会需求的多样，拥有条件的差异，决定了教育者和受教育者都会拥有自己的适应面。这些适应面存在着不同，教育者和受教育者在自己的适应面中，将具有明显的优势。各个学校应该根据社会需求以及学校的特点、专业的特点、师资的特点、学生的特点来确定准确、具体的学生培养目标，并围绕着目标开展有效的教育教学活动。关于各个专业方向的知识结构要求等，请参阅教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会发布的《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范（试行）》。下面简要分析不同专业方向的基本定位和培养要求。

1. 问题空间与知识取向

ACM、AIS 和 IEEE-CS 的专家们用图 2-1 刻画计算学科的问题空间 (problem space)。问题空间聚焦在各分支学科毕业生的典型工作，并不是说所有的问题学生都要学习。图中横向从左边的理论、原理、创新，到右

边的应用、部署、配置，因此，希望在实验室发现新事务或者在大学里发展新原理的人，将选择在占据左部空间的分支学科工作；相反，希望帮助人们选择和使用恰当的技术或者集成一些现有产品解决组织方面问题的人，应该走进占据右部空间的分支学科。由于有很多工作是处于两个极端之间，所以需要考虑中间的部分。

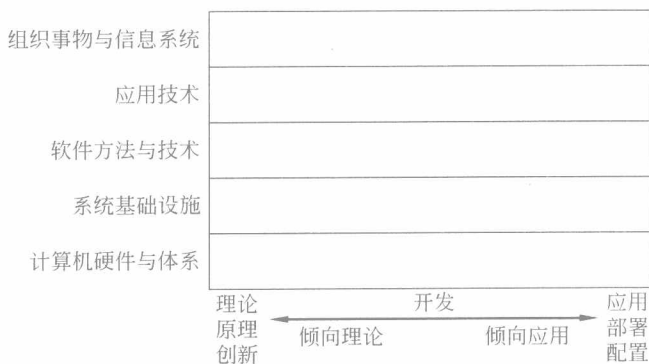


图 2-1 计算学科问题空间

图中纵向从底部的计算机硬件与体系结构，到顶部的组织事物与信息系统。随着不断向上移动，关注点最后变成人群、信息和组织工作场所；随着不断向下移动，关注点变成设备以及共享的数据。所以，倾向设计电路或者计算机内部工作的人，将关注下部的问题；而关心技术是如何为人们服务的、技术对组织的影响的人，需要关心上部的问题。

希望关心服务于人们的系统或者关心设备而不是组织的人，应该对右下部感兴趣；而希望发展信息、影响组织的新理论的人，应该对左上部感兴趣……。

值得注意的是，计算机工程和信息系统的教学还需要关注所给空间以外的一些重要论题。

ACM、AIS 和 IEEE-CS 的专家们在 Computing Curricula 2005: The Overview Report（简称 CC2005）按照 57 个知识领域以权重的形式给出不同专业方向对该知识领域的要求，称为知识取向。要求分 6 级，从低到高

依次为 0、1、2、3、4、5。大体上可以分 3 档，4~5 为高关注度，2~3 为中等关注度，0~1 为低关注度。这 57 个知识领域分成计算专题的和非计算专题的。

计算专题的 40 个知识领域为：软件设计、程序设计语言理论、科学计算（数值方法）、图形学和可视化、智能系统、信息管理（数据库）理论、程序设计基础、算法与复杂性、操作系统原理与设计、信息管理（数据库）实践、操作系统配置与使用、网络为中心原理与设计、保密：论题与原则、计算机体系结构与组织、人机交互、法律/职业/伦理/社会、技术需求分析、集成程序设计、网络为中心使用与配置、保密：实现与管理、软件模型化与分析、数字逻辑、嵌入式系统、分布式系统、平台技术、软件过程、信息系统开发、软件工程工程基础、软件质量、软件验证与测评、系统集成、计算系统工程、商业需求分析、技术支持、系统管理、数字媒体开发、软件工程经济学、软件进化（维护）、电子商务、信息系统组织的管理。

非计算专题的 17 个知识领域为：数学基础、人际交互、项目管理、电路与系统、数字信号处理、风险管理、超大规模集成电路设计、组织理论、决策理论、组织行为、组织变化管理、一般系统理论、商务模型、功能商务领域、商务性能评价、电子学、硬件测试与容错。

为了便于参考，我们按照不同专业方向优先的原则，将 ACM、AIS 和 IEEE-CS 的专家们在 CC2005 给出的描述重新分别进行排列。

1) 计算机科学

计算机科学研究的范围很广，从理论和算法基础到机器人开发、计算机视觉、智能系统、生物信息等。其工作主要包括以下 3 个方面：

(1) 寻找求解计算问题的有效方法。例如，在数据库中存放信息、在网络上传送数据、显示复杂图像等的最佳可能途径。从事这类工作的人，应该有良好的理论基础，能够确定并设计出性能良好的算法。