

第 1 章 绪 论

本章主要介绍计算思维的概念及其与计算机关系，最后阐述计算机课程在大学生计算思维培养中的重要作用。

1. 计算思维的基本概念

计算思维是由美国卡内基·梅隆大学周以真教授在 2006 年提出并定义。周以真认为：计算思维是运用计算机科学的基础概念去求解问题、设计系统和理解人类行为的一种方法。

她提出的是概念上的、抽象的，而不是具体的解决问题的方法；是基于人类解决问题的思维方向与方式，而实际上与计算机无关，计算机只是实现工具而已。

计算思维的关键核心是“抽象”与“解释”。

“抽象”是人类在对问题深刻理解的基础上，提出的解决问题的方法、步骤。这与计算机无关，早在计算机出现之前，人类就已经使用该方法了。

“解释”就是用“抽象”出来的方法、步骤去解决问题。那么到底用什么解释呢？在计算机出现后，计算机以它的高效率和自动执行特性为计算思维的解释提供了强有力的支持。计算思维推动了计算机技术的发展，而计算机技术同时成为计算思维的进步“催化剂”。

随着社会的进步，各学科、各领域的信息量急剧增加，需要解决、处理的问题随之也日益庞大，传统思维方式与解决问题的方法已略显不足。所以，计算思维的出现，开辟了新的思路。它已经渗透到各个领域，成为人类进步必不可少的工具和手段，就如同“听”、“说”、“读”、“写”一样，是每个人都应具备的基本技能。毋庸置疑，它更应该是当代大学生所必须掌握的一项基本技能。大学教育不应停留在面向解决某个具体问题而培养学生，而要面向计算思维方向培养，培养他们分析问题、解决问题的能力；培养他们当遇到一个新的、棘手的问题时，不是毫无头绪、满脑子空白，而是会把复杂问题分解，把复杂问题分解为多个容易解决的小问题，然后从中抽象出解决问题的方法。

2. 计算机课程与计算思维

计算思维已经渗透到了生活的每个角落，通过培养计算思维，学会用大脑的智慧解决问题，由此可见计算思维的培养在教育中的重要性。因此，在高等教育中，应该选择合适的课程以更好地培养计算思维。计算思维虽然不是源于计算机，但是计算机却推动它急速发展。可以这样说，计算机课程不是培养计算思维唯一的课程，但却是最好的课程。

本书以面向对象程序设计语言 Visual Basic 为讲解对象，来培养计算思维，要求学生不要只为了编程而学习，要把重点放在如何去分析问题、解决问题上。实际上，就是让学生学会如何对问题进行抽象，然后用程序设计语言去解释抽象。

作者根据多年教学经验，总结出计算思维培养过程中的主要障碍是：教师总是站在计算机专业的角度去分析问题、解释问题，而我们的培养对象不只是计算机专业学生，而是所有领域的学生，因为计算思维不是计算机专业学生所独有的。所以计算机课程的讲解应

遵循以下原则。

(1) 站在“程序设计盲”的角度去分析问题，对于初学者来说更容易接受。

(2) 由浅入深，首先引用人们习以为常的、熟悉的、能轻松解决的问题，然后对其进行分析，描述出解决问题的详细步骤和关键点，实现对问题的抽象，集中体现计算思维的培养。

(3) 分析案例时，应站在人的角度，而不是计算机的角度进行，然后逐渐引导学生建立它们之间的联系。

(4) 摆脱过去那种“以多取胜”的观念，认为学习语言越多、记住的语法越多，计算思维培养的效果就越好。应该把重点放在对问题的抽象上，然后才是解释。

(5) 强调“调试”的重要性。调试的过程就是能力培养的过程，就是对抽象的方法再斟酌的过程，就是检验解释抽象的过程，也是提高对计算机语言驾驭能力的过程。调试能力提高了，分析问题、解决问题、语言驾驭能力都会得到极大的提高，计算思维能力就会得到相应提升。

(6) 为了更好地理解计算思维方法，本书提出了“三步法”原则。

STEP1 做什么

分析问题，明确目标，明确完成任务需要哪些必备条件，明确这些条件的来源，在这些条件中哪些是需要用户来完成的，哪些是需要程序员完成的。

STEP2 怎么做

根据已知条件，为实现任务目标，探索解决问题的方法。

方法抽象：用该方法实现问题，需要多少步骤？各步骤之间的关系是什么？它们有没有先后顺序？有没有需要进行判断的步骤？是否要根据不同判断结果，执行不同的步骤？有没有根据某个条件需要重复的步骤？等等。然后把所有的步骤用自然语言描述出来，描述要清楚，每个步骤不能出现二义性。要让任何一个人，不管他对该问题了解多少，哪怕是一无所知，只要根据这些步骤描述，就能解决该问题。这个过程，实际上就是计算思维中的抽象，而形成的步骤描述也就是计算机科学中“算法”。可以看出，到目前为止，与用何种计算机语言没有任何关系。

STEP3 实现

解释抽象：既然选择用计算机语言来解释，那就需要编写代码。把前面抽象的结果（算法）转换为程序设计语言描述，此过程就是用计算机语言对计算思维中的抽象进行解释。

运行并验证程序的正确性，如果出现错误，要反复修改。这个步骤可能要重复很多次，这就是“调试”，也就是检验“抽象”和“解释”的正确性。

上述三个步骤我们称为“三步法”原则。在以后的案例中都会用这个原则去分析问题、解决问题，逐步建立计算思维能力。

下面例子具体体现“三步法”原则。

【例 1-1】 输入三个边长，计算三角形周长与面积。

周长公式为：

$$zc = a + b + c$$

面积公式为：

$$mj = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

$$s = \frac{a+b+c}{2}$$

使用“三步法”原则分析过程如下。

STEP1 做什么

计算三角形面积的前提条件是：用户输入三角形的边长。

STEP2 怎么做

步骤描述如下：

- 1) 获取用户输入的数据，保存到变量 a、b、c 中。
- 2) 与数学中计算三角形面积一样，在计算面积之前，首先要对这三个数据进行判断，判断它们能否构成三角形，只有符合条件才能计算。所以在这里要做的就是判断用户输入的数据 a、b、c 能否构成三角形。如果能构成三角形，则执行第 3) 步，否则执行第 7) 步。
- 3) 计算周长 zc。
- 4) 计算 s。
- 5) 利用公式计算面积 mj。
- 6) 把周长、面积信息保存到 d 中，然后转到第 8) 步。
- 7) 把不能构成三角形信息保存到 d 中，然后转到第 8) 步。
- 8) 输出 d。

STEP3 实现

- ① 获取用户输入的数据，针对步骤描述第 1) 步：

```
a = Text1.Text
b = Text2.Text
c = Text3.Text
```

② 步骤描述第 3) ~6) 步与第 7) 步为互斥的两组操作，它们分别对应：a、b、c 能构成三角形的 Then 分支和不能构成三角形的 Else 分支。判断三边数据能否构成三角形的依据是，任意两边之和大于第三边，所以编写代码如下：

```
If a + b > c And a + c > b And b + c > a Then
    zc = a + b + c           '计算周长，对应步骤描述中的第 3) 步
    s = zc / 2             '计算 s，对应步骤描述中的第 4) 步
    mj = Sqr (s * (s - a) * (s - b) * (s - c)) '计算面积，对应步骤描述中的第 5) 步
    d = a & "," & b & "," & c & "构成三角形的" & vbCrLf & "周长为：" & zc & vbCrLf & "面积为：" & mj
                                '对应步骤描述中的第 6) 步
Else
    d = a & "," & b & "," & c & "不能构成三角形！" '对应步骤描述中的第 7) 步
End If
```

- ③ 输出：

```
MsgBox d '对应步骤描述中的第 8) 步
```

完整代码如下：

```
Private Sub Command1_Click ()
    Dim a As Single,b As Single,c As Single,mj As Single,s As Single
```

```

a = Text1.Text
b = Text2.Text
c = Text3.Text
If a + b > c And a + c > b And b + c > a Then
    zc = a + b + c
    s = zc / 2
    mj = Sqr (s * (s - a) * (s - b) * (s - c))
    d = a & "," & b & "," & c & "构成三角形的" & vbCrLf & "周长为: " & zc & vbCrLf & "
    面积为: " & mj
Else
    d = a & "," & b & "," & c & "不能构成三角形! "
End If
MsgBox d
End Sub

```

从此例可以看出，实现中的每行命令都对应着抽象中的某个步骤，只不过是把抽象的描述转换为计算机语言描述，所以抽象才是最关键步骤，它与用什么工具实现没有关系。抽象的过程，实际上就是计算思维培养的过程，这是这门课程的最终目标。

参考阅读

科学的概念

目前科学没有一个确定的定义，但描述的基本内涵是相同的。

- ◇ 达尔文：科学就是整理事实、从中发现规律、得出结论。达尔文的定义指出了科学的内涵，即事实与规律。科学要发现人所未知的事实，并以此为依据，实事求是。至于规律是指客观事物之间内在的本质的必然联系。
- ◇ 爱因斯坦：设法将人们杂乱无章的感觉经验加以整理，使之符合逻辑一致的思想系统，就叫科学。科学作为一种存在的事物和完整的事物，是人类认知的事物中最客观的。但科学在形成过程中，作为追求的目的，却如同人类的其他认知一样，是主观的也是受心理制约的。
- ◇ 美国《韦伯斯特新世界词典》：科学是从确定研究对象的性质和规律这一目的出发，通过观察、调查和实验得到的系统知识。
- ◇ 中国《辞海》：科学是运用范畴、定理和定律等思维形式反映现实世界各种现象的本质和运动规律的知识体系。

以上定义都描述了科学是反映现实世界中各种现象及其客观规律的知识体系。其中理论科学、实验科学和计算科学被称为推动人类文明进步和科技发展的三大科学，作为科技创新的三大支柱，正推动着人类文明进步和科技发展。

- ◇ 理论科学：指人类对自然、社会现象，按照已有的实证知识、经验、事实、法则、认知以及经过验证的假说，经由一般化与演绎推理等等的方法，进行合乎逻辑的推论性总结。
- ◇ 实验科学：是人们为实现预定目的，在人工控制条件下，通过干预和控制科研对象从而观察和探索科研对象有关规律和机制。

- ◇ 计算科学：是一个与数学模型构建、定量分析方法以及利用计算机来分析和解决科学问题相关的研究领域。在实际应用中，计算科学主要应用于：对各个科学学科中的问题，进行计算机模拟和其他形式的计算。

思维的概念

思维是人所特有的认识能力，是人的意识掌握客观事物的高级形式。思维在社会实践的基础上，对感性材料进行分析和综合，通过概念、判断、推理的形式，造成合乎逻辑的理论体系，反映客观事物的本质属性和运动规律。思维过程是一个从具体到抽象，再从抽象到具体的过程，其目的是在思维中再现客观事物的本质，达到对客观事物的具体认识。思维规律由外部世界的规律所决定，是外部世界规律在人的思维过程中的反映。

主要体现在以下三个方面：

- ◇ 思维是高级的心理活动，是认识的高级形式。
- ◇ 思维是人脑对现实事物概括、加工、揭露本质特征。
- ◇ 人脑对信息的处理包括分析、抽象、综合、概括等。

科学思维的概念

科学思维是人类在学习、认识、操作和其他活动中所表现出来的理解、分析、比较、综合、概括、抽象、推理、讨论等所组成的综合思维，是人类对以往认识的过程和规律的总结，是对认识经验程序化和规范化的具体表现。

科学思维是思维的高级形式，是对各种思维形式的综合应用。科学思维具有程序化和规范化的特点，更为复杂，更为规范，更为综合。

科学思维通常是指理性认识及其过程，经过感性阶段获得大量材料，通过整理和改造，形成概念、判断和推理，以及反映事物的本质和规律。

科学思维的形式包括：逻辑思维、非逻辑思维、创造性思维、数理思维、评判性思维。

- ◇ 逻辑思维：是在感性认识基础上，运用概念、判断、推理、论证等形式对客观事物间接、概括的反映过程，包括：形式逻辑思维和辩证逻辑思维。前者是初级阶段，后者是高级阶段，反映事物内部矛盾和矛盾运动。
- ◇ 非逻辑思维：包括形象思维和直觉思维。前者直观地、形象地解释对象的本质规律，后者如顿悟思维。
- ◇ 创造性思维：指科学技术活动中提出创新的思想、创新的方法或是获取创新成果的思维活动方式。完整的创造性思维是逻辑方法和非逻辑方法的辩证统一和综合应用，是发散思维和聚合思维的优化组合。
- ◇ 数理思维：以数学为工具，用数学语言表达事物的状态、关系和过程，经推导、演算和分析以形成解释、判断和预言的思维方式。
- ◇ 评判性思维：是护士在临床实践中经常用到的科学思维，帮助护士判断选择正确信息，做出有利于服务对象的决策。

科学思维的分类

影响人类发展进程的三大科学：理论科学、实验科学和计算科学，它们分别对应着三

种思维。

(1) 理论思维

理论思维又称逻辑思维,是指通过抽象概括,建立描述事物本质的概念,应用科学的方法探寻概念与概念之间联系的一种思维方法。理论源于数学,理论思维支撑着所有的学科领域。正如数学一样,定义是理论思维的灵魂,定理和证明是它的精髓。公理化方法是最重要的理论思维方法。

科学界一般认为,公理化方法是世界科学技术革命推动的源头。用公理化方法构建的理论体系称为公理系统,如欧氏几何。公理系统需要满足以下三个条件:

- ◇ 无矛盾性。这是公理系统的科学性要求,它不允许在一个公理系统中出现相互矛盾的命题,否则这个公理系统就没有任何实际的价值。
- ◇ 独立性。公理系统所有的公理都必须是独立的,即任何一个公理都不能从其他公理推导出来。
- ◇ 完备性。公理系统必须是完备的,即从公理系统出发,能推出(或判定)该领域所有的命题。

为了保证公理系统的无矛盾性和独立性,一般要尽可能使公理系统简单化。简单化将使无矛盾性和独立性的证明成为可能,简单化是科学研究追求的目标之一。

关于公理系统的完备性要求,自哥德尔发表关于形式系统的“不完备性定理”的论文后,数学家们对公理系统的完备性要求大大放宽了。也就是说,能完备更好,即使不完备,同样也具有重要的价值。

以理论为基础的学科主要是指数学,数学是所有学科的基础。

(2) 实验思维

实验思维又称实证思维,是通过观察和实验获取自然规律法则的一种思维方法。

实验思维的先驱是意大利科学家伽利略,他开创了以实验为基础具有严密逻辑理论体系的近代科学,被人们誉为“近代科学之父”。爱因斯坦为之评论说:“伽利略的发现,以及他所用的科学推理方法,是人类思想史上最伟大的成就之一,而且标志着物理学的真正开端。”

一般来说,伽利略的实验思维方法可以分为三个步骤:

- ◇ 先提取出从现象中获得的直观认识的主要部分,用最简单的数学形式表示出来,以建立量的概念。
- ◇ 再由此式用数学方法导出另一种易于实验验证的数量关系。
- ◇ 然后通过实验验证这种数量关系。

与理论思维不同,实验思维往往需要借助于某些特定的设备(科学工具),并用它们来获取数据以供以后的分析。伽利略就不仅设计和演示了许多实验,而且还亲自研制出不少技术精湛的实验仪器,如温度计、望远镜、显微镜等。

以实验为基础的学科有物理、化学、地学、天文学、生物学、医学、农业科学、冶金、机械,以及由此派生的众多学科。

(3) 计算思维

计算思维又称构造思维,是运用计算机科学的基础概念进行问题求解,系统设计,从具体的算法设计规范入手,通过算法过程的构造与实施来解决给定问题的一种思维方法。

计算思维是思维过程或功能的计算模拟方法论，其研究目的是提供适当的方法，使人们能借助计算机逐步达到人工智能的较高目标。

计算思维吸取了问题解决所采用的一般数学思维方法，现实世界中巨大复杂系统的设计与评估的一般工程思维方法，以及复杂性、智能、心理、人类行为的理解等的一般科学思维方法。

计算思维的定义

计算思维是由美国卡内基·梅隆大学周以真教授在 2006 年提出并定义。周以真认为：计算思维是运用计算机科学的基础概念去求解问题、设计系统和理解人类行为的一种方法。

周以真教授为了让人们更易于理解，又将它更进一步地描述为：

- ◇ 计算思维通过约简、嵌入、转化和仿真等方法，把一个看来困难的问题重新阐释成一个人们知道怎样解决的问题。
- ◇ 计算思维是一种递归思维，是一种并行处理，是一种把代码译成数据又能把数据译成代码，是一种多维分析推广的类型检查方法。
- ◇ 计算思维是一种采用抽象和分解来控制庞杂的任务或进行巨大复杂系统设计的方法，是一种基于关注点分离的方法。
- ◇ 计算思维是一种选择合适的方式去陈述一个问题，或对一个问题的相关方面建模并使其易于处理的思维方法。
- ◇ 计算思维是一种按照预防、保护及通过冗余、容错和纠错方式，从最坏情况进行系统恢复的思维方法。
- ◇ 计算思维是一种利用启发式推理寻求解答，即在不确定情况下的规划、学习和调度的思维方法。
- ◇ 计算思维一种是利用海量数据来加快计算，在时间和空间之间、在处理能力和存储容量之间进行折中的思维方法。

计算思维吸取了问题解决所采用的一般数学思维方法，现实世界中巨大复杂系统的设计与评估的一般工程思维方法，以及复杂性、智能、心理、人类行为的理解等一般科学思维方法。

计算思维的特征

根据周以真教授的解释，计算思维具有以下基本特征。

- ◇ 概念化，不是程序化

计算机科学不是计算机编程。像计算机科学家那样去思维意味着远远不仅限于计算机编程，还要求能够在抽象的多个层次上思维。计算机科学不只是关注计算机，就像音乐产业不只是关注麦克风一样。

- ◇ 根本的，不是刻板的技术

计算思维是一种根本技能，是每一个人为了在现代社会中发挥职能所必须掌握的。刻板的技能意味着简单的机械重复。

- ◇ 是人的，不是计算机的思维

计算思维是人类求解问题的一条途径，但决非要使人类像计算机那样地思考。计算机

枯燥且沉闷，人类聪颖且富有想象力。人类赋予计算机激情，计算机赋予人类强大的计算能力，人类应该好好利用这种力量去解决各种需要大量计算的问题。

◇ 是思想，不是人造物

不只是将生产的软硬件等人造物到处呈现给我们的生活，更重要的是计算概念，它被人们用来问题求解、日常生活的管理，以及与他人进行交流和互动。

◇ 数学和工程思维的互补与融合

计算机科学在本质上源自数学思维，它的形式化基础建筑于数学之上。计算机科学又从本质上源自工程思维，因为我们建造的是能够与实际世界互动的系统。所以计算思维是数学和工程思维的互补与融合。

◇ 面向所有的人，所有地方

当计算思维真正融入人类活动的整体时，它作为一个问题解决的有效工具，人人都应当掌握，处处都会被使用。就像所有人都具备“读、写、算”（简称 3R）能力一样，都必须具备的思维能力。

计算思维的应用

前面提到计算思维不是计算机科学所独有的，我们已经能够见证计算思维对其他学科的影响。它已经渗透到了我们生活中的很多领域。

◇ 生物学

从各种生物的 DNA 数据中挖掘 DNA 序列自身规律和 DNA 序列进化规律，可以帮助人们从分子层次上认识生命的本质及其进化规律。

蛋白质结构可以用绳结来模拟。

蛋白质动力学可以用计算过程来模拟。

◇ 脑科学

人脑可以看作一台计算机。

视觉是一个反馈循环。

◇ 化学

用原子计算探索化学现象。

用优化和搜索算法寻找优化化学反应条件和提高产量的物质。

◇ 经济学

计算博弈论正在改变人们的思维方式。囚徒困境是博弈论专家设计的典型示例，但是囚徒困境博弈模型可以用来描述两家企业的价格大战等许多经济现象。

◇ 艺术

计算机艺术是科学与艺术相结合的一门新兴的交叉学科，它包括绘画、音乐、舞蹈、影视、广告、书法模拟、服装设计、图案设计、产品和建筑造型设计以及电子出版物等众多领域。

◇ 体育

阿姆斯特朗的自行车载计算机追踪人车统计数据。

Synergy Sports 公司对 NBA 视频进行分析。

◇ 其他领域

工程学(电子、土木、机械、航空航天等): 计算高阶项可以提高精度,进而降低重量、减少浪费并节省制造成本; 波音 777 飞机完全是采用计算机模拟测试的,没有经过风洞测试。

电子工业出版社版权所有
盗版必究