



西北工业大学

# 本科毕业设计

## 英文翻译

专业名称 信息对抗技术

学生姓名 肖 雅 楠

指导教师 智 永 锋

完成时间 2013.05

本科毕业设计英文翻译  
指导教师评阅意见

学生姓名：\_\_\_\_\_ 班级：\_\_\_\_\_ 得分：\_\_\_\_\_

请指导教师用红笔在译文中直接进行批改，并就以下几方面填写评阅意见，给出综合得分（满分按 15 分计）。

- 1、专业术语、词汇翻译的准确性；
- 2、翻译材料是否与原文的内容一致；
- 3、翻译材料字数是否符合要求；
- 4、语句是否通顺，是否符合中文表达习惯。

指导教师（签名）：\_\_\_\_\_

年 月 日

## 说明：

所有材料统一使用 A4 纸张复印或打印，并按下列顺序装订：

- 1、封面（打印）
- 2、指导教师评阅意见（手写）
- 3、翻译材料（打印）
- 4、英文原文（2000~3000 词，复印或打印）

# 计算式思维

Jeannette M. Wing, Professor, Carnegie Mellon University

*本文呈现了一种放之四海而皆准的态度和技艺集。其对于每一个人，不单单是计算机科学家，都将渴望学习和使用。*

计算式思维建立在计算过程的力量和局限上，无论该计算是由人还是机器来执行的。计算方法和模型给了我们勇气来解决问题和设计系统——这些在之前没有一个人能够独自解决。计算式思维直面机器智能中的未解之谜：什么是人能够做得比计算机要好的；而什么又是计算机能够做得比人要好的。最为基础的是计算式思维强调了这样一个问题：什么是可计算的。今天，对于这样的问题，我们只是盲人摸象般知道部分答案。

计算式思维对每一个人来说都是一项基本技能，并不仅仅是计算机科学家。在阅读、写作和运算三项基本之后，我们应该把计算式思维加入到每一个儿童分析能力的培养训练中。正如印刷机加速<sup>1</sup>了 3R<sup>2</sup>的传播，我们可以很自然而然地联想到用计算机来加速计算式思维的传播。

计算式思维包含了解决问题、设计系统以及理解人类行为，而这些靠应用计算机科学领域最为基本的一些概念来实现。计算式思维包含了大量能够反映该领域广度的思考工具。

为了解决特定的问题，我们可能会问：它有多难解决，以及解决它的最好方式是什么。计算机科学仰仗坚实的理论基础来准确回答这类问题——探讨一个问题的难易程度，也就是在考查对该问题求解的机器的计算能力。为此，我们必须考察特定机器的指令集、资源约束和它的运行环境。

为了有效的解决一个问题，我们可能需要进一步自省：是否一个近似解<sup>3</sup>已经足够好了；我们是否可以让随机化处理为我所用以及是否容许“正确”和“错误”的误报。计算式思维可以将一个看似困难的问题等价转化为已知如何求解的问题，可能采用的方法有化简、嵌套、变形或者是模拟<sup>4</sup>。

计算式思维是进行递归思考；是进行并行处理；是将代码理解成数据及将数据理解成代码；是将类型检查最为维度分析<sup>5</sup>的归纳总结；是认识到别名（也就是给某人或某物不止一个名字）的优点与缺点；是认识到间接寻址和过程调用的开销与效用；是不单单从效率和结果两方面来评价一个程序，而且要考虑程序的美感，对于系统的设计来说，则是简洁与优雅程度。

计算式思维是在着手解决大型复杂任务或者设计大型复杂系统的时候，用抽象和解构来分析问题——这是一种分而治之的办法。是选择对问题的一种恰当表示或者是对其相关方面进行建模使其可解。。是用常量对系统特性进行简单直截<sup>6</sup>的描述。是有这样的信心——在不需要了解一个大型复杂系统全部特性的前提下我们就能放心地使用、调整甚至改造它。是在预先假定某个产品的用户不止一个的情况下，对其进行模块化；是在假定某个东西我们日后需要使用的情况下对其进行预读取<sup>7</sup>和缓存。

---

<sup>1</sup> Facilitate.

<sup>2</sup> Three Rs: The three Rs (as in the letter R) refer to the foundation of a basic skill-oriented education program within schools: reading, writing and arithmetic.

<sup>3</sup> Approximate solution.

<sup>4</sup> Reduction, embedding, transformation, or simulation.

<sup>5</sup> Dimensional analysis.

<sup>6</sup> Succinctly and declaratively.

<sup>7</sup> Prefetching.

计算式思维是通过冗余、止损和纠错<sup>1</sup>来对最坏的情形进行预防、保护以及从中恢复。是把陷入僵局说成死锁<sup>2</sup>，把契约说成接口<sup>3</sup>。是学会避免在安排与他人会面的时候出现冲突竞争情形。

计算式思维是用启发式思考<sup>4</sup>来探寻解决方案。是在面对不确定性时进行规划、学习和调度。是搜索、搜索再搜索，以获得一系列相关的网站，或者是赢得一场游戏的策略，或者是自己预期的一个范例。计算式思维使用海量数据来加速计算。是在时间和空间，处理速率和存储容量之间寻求平衡。

看看这些与我们生活息息相关的例子：当你的女儿早晨去上学时，她往书包里装入一整天所需的東西，这就是上面说的预读取和缓存。当你的儿子丢掉他的手套时，你建议他沿原路往回找，这就是回溯法。你是什么时候停止租用滑雪板而选择自己购买一副？这就是在线算法。你在超市排队的时候会选择哪一列？这就是多服务系统的性能建模、分析。你的电话为什么在停电的时候还能使用？这就是在设计时的故障独立性与冗余性。区分人与计算机的全自动公众图灵测试是怎样验证一个人到底是人还是计算机的？这是巧妙利用了困难人工智能问题的计算复杂度来防止计算机伪装成人类。

当像算法和先决条件成了人人必备的词汇；当不确定性和垃圾回收<sup>5</sup>这些词超越了计算机科学家们原本表示的意思的时候；以及当树被倒着画的时候，计算式思维就将彻底融入每个人的生活。

我们也早已目睹了计算式思维对其他学科的影响。例如，机器学习已对统计学造成了革命性的影响。统计性学习正被用来解决数据量和数据维度都十分巨大的问题，而这在几年前是几乎不可想象的。各种机构的统计部门都在招募计算机科学家。与此对应的是，各个学校的计算机科学系要么正在合并统计系，要么就是新创立统计系。

计算机科学家在生物学领域最近的兴趣是由这样一个信念驱动的——生物学家们能从计算式思维中极大受益。计算机科学对生物学的贡献远不仅仅是提供了从海量的序列数据中寻找特定模式的能力。他们希望是通过数据结构和算法——这是计算机科学家们的计算抽象和方法——来使得蛋白质结构和其特定功能之间的对应关系不言自明<sup>6</sup>。计算生物学正在逐渐改变着生物学家们的思考方式。类似的，计算博弈论正在逐渐改变着经济学家们的思考方式，纳米计算，化学家们的思考方式，量子计算，物理学家们的思考方式。

这样的思维方式将不仅成为其他科学家而是所有人技艺的一部分。今天的计算机科学界已成功将社会带入了普适计算<sup>7</sup>的时代，正如明天即将成为计算式思维的时代一样。普适计算在昨天仿佛还是一场梦，到今天美梦已成真——那么全社会普及计算式思维的那一天也不远了。

**像计算机科学家那样思考不仅仅意味着能够给计算机编程。它要求我们能在多个层级进行抽象思考。**

计算机科学是研究计算的科学——什么是可计算的以及怎样去计算。计算式思维因此有以下特性：

---

<sup>1</sup> Redundancy, damage containment, and error correction.

<sup>2</sup> Calling gridlock deadlock

<sup>3</sup> (calling) Contracts interfaces

<sup>4</sup> Heuristic reasoning.

<sup>5</sup> Nondeterminism and garbage collection.

<sup>6</sup> Elucidate their function.

<sup>7</sup> Ubiquitous computing.

*概念化<sup>1</sup>，而非编程。* 计算机科学并不能与计算机编程划等号。想计算机科学家那样思考不仅仅意味着能够给计算机编程。它要求我们能在多个层级进行抽象<sup>2</sup>思考。

*基础，而非机械式的技能<sup>3</sup>。* 基本技能是每个人必须知道以至于在现代社会正常生活的东西。机械式地循环往复是我们不提倡的。颇具讽刺意味的是，思考终有一天也会变得相当机械麻木——当计算机科学家们解决了让电脑向人类一样思考这个人工智能领域的究极挑战<sup>4</sup>那一天。

*用人类的方式来思考，而非机器的。* 计算式思维是人们解决问题的一种思维方式，它并不是想要让人类变得跟机器一样去“思考”（指计算机机械的计算过程）计算机是枯燥和乏味的，而人类却机制聪颖、异想天开。是我们人类让计算机如此激动人心——当我们配备了计算机之后，我们开始用聪明才智解决计算机时代之前碰都不敢碰的问题，并且我们正在构建功能仅受限于自人类自身想象力的系统。

*数学和工程思维的有机结合<sup>5</sup>。* 计算机科学很自然而然的起源于数学思维，这是因为，像所有科学那样，它的本质就是数学。计算机科学又很自然地植根于工程思维，考虑到我们构建的都是与真实世界互动的系统。又正是由于计算机的特性我们不得不从数学思维上升到计算式思维，进而能够超越物理世界自由自在地在虚拟世界里“智造”系统。

*思想，而非工具<sup>6</sup>。* 并不仅仅是诸如软硬件这样我们制造出来的工具，才无时无刻不存在与我们的生活当中，触及到我们生活的方方面面。更重要的是需要发现，我们正是用计算式思维来接近并解决问题，与他人进行沟通和互动。

*无论是谁，无论在哪。* 当计算式思维深深融入到人类的生活当中时，它就从我们的梦转变成了现实，成了显学<sup>7</sup>。

相当多的人将计算机科学和计算机编程划等号。一些家长当他们的子女选择计算机科学作为主修专业的时候，只是看到了很窄的一个就业面。许多人武断，说计算机科学领域的基础研究已经全部做完了，剩下的仅仅是各种工程问题。计算式思维是指引着计算机科学领域的教育家、研究者和践行者们改变社会对这个领域成见的伟大远景。我们尤其要触及那些大学前<sup>8</sup>的受众，包括老师、家长和学生，给他们传递两条重要信息：

***在计算机科学领域，还有大量智力上充满考验并且极其诱人的问题亟待理解和解决。可以探索的问题和可以求得解决方案仅仅受制于我们自身的好奇心和创造力。***

***一个人的主修专业是计算机科学，但是他可以从事他想做的任何事情。一个人可以主修英语或者数学，然后去各种不同的行业工作。这很明显放在计算机科学生同样适用，如果不是更加适用。譬如，你在卡内基梅隆大学主修计算机科学，然后你能***

---

<sup>1</sup> Conceptualizing.

<sup>2</sup> Multiple levels of abstraction.

<sup>3</sup> Rote skill.

<sup>4</sup> AI Grand Challenge.

<sup>5</sup> Complements and combines mathematical and engineering thinking.

<sup>6</sup> Artifacts.

<sup>7</sup> Explicit philosophy.

<sup>8</sup> Pre-college audience.

*够选择的行业包括医药、法律、政界和企业界，除此之外，任何类型的科学和工程学行业，甚至包括文艺界。*

---

计算机科学系的教授们应该对大一新生开一门叫做《怎样像计算机科学家一样思考<sup>1</sup>》的课程，并使其面向所有学生，无论他主修的是不是计算机科学。我们应当将计算方法和模型呈献给大学预科的学生们。我们应当寻求方法来激起公众对这个领域智力探索的兴趣，而不是在大学里面抱怨<sup>2</sup>人们对计算机科学的热忱下降了，社会各界对计算机科学研究经费资助也减少了。我们会因此将计算机科学领域的欢乐、崇敬和力量<sup>3</sup>传播开来，并实现让计算式思维无处不在这一愿景。

---

**Jeannette M. Wing** ([wing@cs.cmu.edu](mailto:wing@cs.cmu.edu)) 是卡内基梅隆大学计算机科学系的首席教授和系主任。

---

<sup>1</sup> Ways to Think Like a Computer Scientist.

<sup>2</sup> Bemoan.

<sup>3</sup> Joy, awe and power.

# 前言

Alan V. Oppenheim

信号与系统的概念出现在很广泛的领域当中，其概念和技艺在这些科技领域当中扮演了相当重要的角色：通信系统、航空航天、电路设计、声学、地震学、生物医学工程、能源生产、分布式系统、化工生产控制以及自然语言处理。尽管在这些领域当中信号与系统的物理实质可能有很大差异，但两个基本的特性却是一样的——信号和系统。信号，也就是一个或多个自变量的函数，包含着某些现象特性或本质的信息；而系统则通过产生特定信号或特性来对（输入）信号做出响应。电路中的电流和电压，作为时间( $t$ )的函数，是很典型的信号的例子；而此处出现的电路本身又是一个典型的系统的例子，它对输入的电流或电压信号做出响应。让我们看另外一个例子，当汽车司机踩下油门的时候，汽车通过加速来对该输入信号做出响应。在这个例子当中，系统是汽车，油门上的压力是系统的输入信号，汽车的速度则被视作响应。一个用来执行心电图自动诊断的计算机程序可以被视作这样一个系统，其输入信号是数字化了的心电图（波形），其输出信号则是诸如心率这样经过估算的参数。照相机又是另外一个生活中信号与系统的例子，其接收直接射入和物体反射进入（感光器件）的光线作为输入信号，然后产生一幅图像作为输出信号。全自动的机械手臂则将自身的动作作为控制输入量的响应。

在许多信号与系统概念出现的情景当中，有不少值得探讨的重要问题。在某些情况中，我们有一个特定的系统需要考虑，因此我们通过施加各种输入信号期望求出系统具体和数学模型和参数。典型的例子有，对一个电路进行分析，进而期望量化它对不同电压和电流信号源的响应；对特定型号的飞机进行建模分析，期望得到它对飞行员控制指令和各种情况风力下的响应特性。

在另外一些信号与系统分析的问题中，我们的兴趣可能更集中在如何设计出一个以特定方式处理信号的系统，而不是单纯的对现有系统进行数学分析。为了便于理解，举一个众所周知的例子——如何设计出一个优秀的系统来针对失真的信号进行增强或者恢复？例如，当一个飞行员在和指挥塔进行通讯的时候，语音信号可能会因为驾驶舱内的高强度背景噪声而失真严重。在诸如此类的例子当中，我们是有可能设计出能够保持原有信号，这里也就是飞行员的语音信号，并且抑制（至少是大体上成功抑制）我们不想要的信号，这里是背景噪声。在炙手可热的图像恢复和图像增强领域，我们能发现工程人员类似的期望。例如，从深空探测或者地球观测卫星传回的图像，由于成像设备的局限性、大气层的影响以及信号在传回地球过程中不可避免的误差等原因，会与实际被拍摄的图像相比产生很大的失真。因此，从太空中传回的图像便很自然地需要经过特定系统对这些失真进行补偿。除此之外，这样的图像还会经过处理以加强某些特征，例如表示河床或者断层的线条，以及在色彩或者灰度上对比度明显的区域边界。

我们讨论了系统功能的一个方面，也就是对信号进行加强或者恢复。除此之外，在许多实际应用中我们需要设计好系统来提取信号中特定的信息块。依据心电图对心率进行估计是一个很典型的例子。另外一个信号与系统的“非典型”应用便是经济的预测。例如，我们想要分析一段经济时间序列的历史数据，像一系



列股市指数的平均值,进而可以对股市的走向以及诸如股指的季节变化等特性做出分析预测,这在未来市场分析的大背景下是很有参考价值的。在其他一些应用当中,注意力可能会集中在设计有特定性能的信号上。具体来说,在通信领域的实际应用中,相当多的经历都花在了怎样设计出一系列优秀的信号来满足信道的种种限制与要求,进而保证了成功的传输。一个实际的例子是,穿越大气层的长距离信号传输要求必须使用电磁波频谱上特定频段的信号。除此之外,对该通信信号的设计还必须考虑穿越大气层时候造成的失真和其他用户同时传递该信号时互相之间的干扰,才能获得可靠的接收信号。

在信号与系统分析涉足的领域中,另外一大类非常重要的典型应用是,通过选择特定的信号或者是将某个系统与其他系统联结起来,以调整或者控制某个特定系统的特性。这种应用一个生动形象的例子便是化工工厂中,化学反应过程控制系统的设计。有这样需求的化工厂都会配备各种各样的传感器来测量诸如温度、湿度和化学成分等信号。工厂的控制系统继而根据这些信号,对流速和温度等参数进行调整,从而获得持续和稳定的化学反应过程。对飞机自动导航和其计算机控制系统的设计是另一个脍炙人口的应用例子。在这个例子当中,测量信号包括飞行速度、飞行高度和飞机俯仰角等。控制系统进而依据这些数据来调整飞机的油门大小,方向舵和副翼的位置。这些调整保证了飞机沿特定的航线行进、飞机的平稳飞行以及对飞行员指令的响应速度。在飞机控制系统与化学反应控制系统的案例中,我们涉及到了一个举足轻重的概念,也就是反馈。反馈,也就是将测量到的信号(即系统的输出信号)重新作为输入信号(全部或部分),用来调整系统的响应特性。

上述几段中介绍的例子仅仅是信号与系统概念的实际应用中的沧海一粟。这些概念的重要性不仅仅源于他们出现的现象与过程的多样性,而且和已经被开发出来、正在进行研究的,用来对信号和系统问题求解的思想方法、分析技巧和理论基础有着密切关联。信号与系统学科的发展可以追溯到好几个世纪以前,并且尽管该领域的工作大都以特定的应用为驱动,但信号与系统领域的很多概念都已被证明在本领域之外的极其广泛的学科里起着举足轻重的作用。例如,作为一种分析工具的傅里叶变换,是信号与系统领域频域分析的基石,在本书中我们也会对其做浓墨重彩的描述、讲解——可以追溯到古巴比伦人对天文学问题的研究和十八、十九世纪时候数学物理学科的发展。

在我们前述的一些例子当中,信号是随着时间连续变化的,然而在其他一些例子中,我们会发现信号仅仅在一系列离散的时间点上起变化。例如,在对电路和机械系统的分析当中,我们主要关心连续变化的信号(电压电流、压力等)。在另外一个方面,我们可以看到每天股市收盘时候的指数,彻头彻尾就是一个只在离散的时间点上推演的信号,这个时间点就是每天收盘的瞬间。从描述和图像两方面可以很方便的看出,收盘股指是随着离散时间点(也就是每天收盘的那一时刻)而变化的数据序列,而非前文中描述的那种以连续量为自变量的连续曲线。这种对信号推演情形和处理、响应信号的系统之间基本描述的显著差异,很自然地衍生出了两种信号与系统分析的框架——一种处理连续时间下的现象及过程,另一种则处理离散时间下的。

与连续和离散时间信号系统相关的概念、技巧由于其丰富的历史背景,二者有着非常紧密的联系。历史上,由于连续、离散信号系统的实际应用有相当大的差异,它们被当作两个不同的学科来进行研究。连续时间信号系统与各式各样的物理问题有着密切的关联,在近几十年的研究来看,则是与电子电路和通信系统

紧密结合。离散时间信号与系统的技艺则深深地植根于数值分析、统计学和时序分析。其典型应用则为对经济和人口数据的分析。在过去的几个十年当中，连续与离散时间信号系统这两个学科越来越紧密的结合在一起，并且作为信号与系统的子学科，它们的应用有极大的重合度。这一历史性的融合，其原动力来自科技的极大进步——这使得无论系统的实现还是信号的生成都变得轻而易举。具体说来，正是由于高速数字计算机、集成电路以及复杂的高密度设备制造技术的持续不断发展，使得通过将连续信号采样后表示为离散信号，在用计算机来做处理、运算越来越体现出相较于传统方法的优越性。我们用一个具体而微的例子来证实这一点，对于一架现代的高性能飞机来说，其计算机控制系统将飞机上传感器的输出，如飞行速度数字化，获得一系列的采样值，然后交由计算机控制系统处理。相交于传统方法，离散时间信号处理的方式不但成本更加低廉，可靠性也毫不逊色。

正是由于连续时间信号系统与离散时间信号系统之间的关系越来越密切，也正是由于前文所证实的二者之间的概念与技巧联系得十分紧密，在本书的行文上我们将连续时间信号系统、离散时间信号系统的概念平行讲述。由于二者之间许多的概念十分相似却又不完全一样，通过平行讲述，我们能够更好地发现个中奥妙——它们之间的异同也能得到更有效的关注。除此之外，随着我们对本书内容的讲述，大家会发现有一些概念在一种（连续或离散）的架构下十分易于理解，而且一旦理解了，很容易归纳推理到另外一种架构之下。再进一步来说，本书的平行讲述方式将极大地促进对连续与离散信号系统之间的桥梁的理解，也就是对连续信号的采样——这将得到离散信号（在满足一定条件的情况下，两种信号可被视为数学等价的），和用离散时间系统来处理连续时间信号这部分的内容。

到这里，我们已经描述了不少信号与系统的内容。可以看出信号与系统是极其宽泛的概念。正是由于这种宽泛程度，本书只能在十分基础的层面描述信号与系统，并讨论其最基本的一些性质。从另一个角度来看，在处理信号与系统问题的时候，一个既重要又基础的概念是仔细选择每一个可以被探索特性的子类——这样我们就可以很细致入微地分析、描述这些信号、系统的特性。本书最主要的注意力放在了这样一个子类——线性时不变系统上面。确立这样一个子类概念的线性性质与时不变性质将引领着我们走进信号与系统的殿堂，并且线性时不变信号系统异常多的概念和技艺，不但有着重要的实际意义，作为课程内容，它们还在学上很方便求解，也十分能满足学生们对知识的渴望。

正如我们在这个前言里强调的，信号与系统分析学科有着十分悠久的历史，在这个过程中，涌现出了一些基础的技艺和基本的原理，这些技艺和原理还有这相当广泛的实际应用价值。实际上，和其他所有学科一样，由于需要面对新问题、新技艺和新机遇，信号与系统分析学科也处在不断的发展和变化当中。我们殷切期望这种发展能够加速赶上越来越先进的科学技术的脚步——不断超越的科技已经使得实现更加复杂的系统与处理更加多变的信号唾手可得。在将来我们能够看到信号与系统的原理和技艺应用在更加宽广的领域。正是基于上述的原因，我们深感信号与系统分析作为一大知识体系，对所有的科学家和工程师来说都是必不可少的。本书采选了您即将看到的这个领域的热点话题、全书的组织结构、每一章里面探讨的问题，都是怀着这样一个理念——帮助读者在信号与系统分析领域打下坚实的基础，理解一些十分基本且重要的实际应用，像滤波、采样、通信系统和反馈系统的分析。最后，还希望读者能够对这个极其宽泛领域提出、分析和解决复杂问题的方式方法怀有一种敬畏之情。

---

作者简介：

**奥本海姆 (Alan V. Oppenheim)** 教授是美国麻省理工学院电子学研究实验室 (RLE) 的首席研究员，其研究兴趣包括一般领域的信号处理及应用。奥本海姆教授是美国国家工程院院士 (National Academy of Engineering) 和 IEEE 会士，也是 Eta Kappa Nu 和 Sigma Xi 的联谊会员。同时他还是古根海姆 (Guggenheim) 学者和以色列特拉维夫大学赛克勒尔 (Sackler) 学者。奥本海姆教授因其出色的科研和教学工作多次获奖，其中就包括 IEEE 教育勋章、IEEE 百年杰出贡献奖、IEEE 在声学、语音和信号处理领域的社会与科学成就奖和资深成就奖。2007 年他还获得了 IEEE Jack S. Kilby 信号处理奖章。