

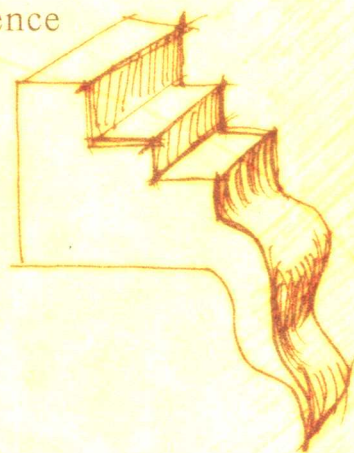
当代世界学术名著·哲学系列

计算与认知

Computation and Cognition

认知科学的基础

Toward a Foundation for Cognitive Science



[加拿大]泽农·W·派利夏恩(Zenon W. Pylyshyn)/著

任晓明 王左立/译

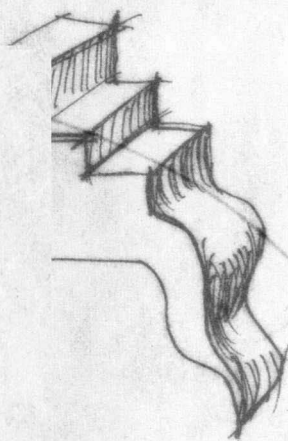
 中国人民大学出版社

计算与认知

Computation and Cognition

认知科学的基础

Toward a Foundation for Cognitive Science



[加拿大]泽农·W·派利夏恩(Zenon W. Pylyshyn)/著

任晓明 王左立 /译

 中国人民大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算与认知——认知科学的基础/[加]派利夏恩著;任晓明,王左立译.
北京:中国人民大学出版社,2007
(当代世界学术名著·哲学系列)
ISBN 978-7-300-08028-4

I. 计…
II. ①派…②任…③王…
III. 认知科学-研究
IV. B842.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 052434 号

当代世界学术名著·哲学系列

计算与认知——认知科学的基础

[加拿大] 泽农·W·派利夏恩 (Zenon W. Pylyshyn) 著
任晓明 王左立 译

出版发行	中国人民大学出版社		
社 址	北京中关村大街 31 号	邮政编码	100080
电 话	010-62511242 (总编室)	010-62511398 (质管部)	
	010-82501766 (邮购部)	010-62514148 (门市部)	
	010-62515195 (发行公司)	010-62515275 (盗版举报)	
网 址	http://www.crup.com.cn http://www.ttrnet.com (人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	河北三河市新世纪印务有限公司		
规 格	155 mm×230 mm 16 开本	版 次	2007 年 7 月第 1 版
印 张	24.25 插页 3	印 次	2007 年 7 月第 1 次印刷
字 数	321 000	定 价	38.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

“当代世界学术名著”

出版说明

中华民族历来有海纳百川的宽阔胸怀，她在创造灿烂文明的同时，不断吸纳整个人类文明的精华，滋养、壮大和发展自己。当前，全球化使得人类文明之间的相互交流和影响进一步加强，互动效应更为明显。以世界眼光和开放的视野，引介世界各国的优秀哲学社会科学的前沿成果，服务于我国的社会主义现代化建设，服务于我国的科教兴国战略，是新中国出版工作的优良传统，也是中国当代出版工作者的重要使命。

我社历来注重对国外哲学社会科学成果的译介工作，所出版的“经济科学译丛”、“工商管理经典译丛”等系列译丛受到社会广泛欢迎。这些译丛多侧重于西方经典性教材，本套丛书则旨在选译国外当代学术名著。所谓“当代”，我们一般指近几十年发表的著作；所谓“名著”，是指这些著作在该领域产生巨大影响并被各类文献反复引用，成为研究者的必读著作。这套丛书拟按学科划分为若干个子系列，经过不断的筛选和积累，将成为当代的“汉译世界学术名著丛书”，成为读书人的精神殿堂。

由于所选著作距今时日较短，未经历史的充分淘洗，加之判断标准的见仁见智，以及我们选择眼光的局限，这项工作肯定难以尽如人意。我们期待着海内外学界积极参与，并对我们的工作提出宝贵的意见和建议。我们深信，经过学界同仁和出版者的共同努力，这套丛书必将日臻完善。

译者前言 y

20 世纪发展最快而且对人类生活影响最大的学科无疑是计算机科学与人工智能了。正如一位西方学者所说，柏拉图学院是西方第一所高等研究机构，门上写着进校的唯一要求：不懂几何学者不得入内。将来，许多大学也会要求学生必须精通计算机。所以，柏拉图学院新的入学要求应该是：不懂且不带计算机者不得进入。哲学是时代精神的集中体现，计算机科学与人工智能的迅猛发展，必然引起哲学范式的转换和变革。于是，在信息技术迅猛发展的滚滚洪流中，有关的哲学思想

必然应运而生。“计算隐喻”以及人机类比就是这样一种哲学思考。“计算主义”哲学的产生建基于信息时代计算机和网络技术飞速发展的大背景，同时又是对哲学史上的朴素唯物论、机械论、目的论、毕达哥拉斯主义和柏拉图主义的扬弃与发展。

泽农·派利夏恩是一位著名心理学家、计算机科学家。他的思想代表了认知科学对心智的理解的正统观点。在《计算与认知》一书中他对计算和心理现象做了系统的研究。它的核心命题是，认知是一种计算的形式。在他看来，对心理状态的语义内容加以编码通常类似于对计算表征的编码。他提出了一个著名的“计算隐喻”，即人类以及其他智能体实际上就是一种认知生灵、一种计算机器。显然，这一思想基于认知科学的一个中心假定：对心智的最恰当理解是将它视为心智中的表征结构以及在这种结构上操作的计算程序。这种心智的计算观假定心灵具有心理表征，它类似于计算机器的数据结构，而心灵中的计算程序类似于计算机器的算法。这样一来，我们的思维或心智就类似于计算机的运行程序了。从哲学上看，这种观点属于计算主义哲学的一个流派。

一、计算主义哲学的理论渊源

计算主义哲学建基于信息技术的迅速发展。但是，它有深远的哲学源流与宽广的历史背景。大致说来，计算主义植根于古希腊朴素原子论传统、毕达哥拉斯主义和柏拉图主义传统以及亚里士多德的目的论传统。

首先，计算主义哲学在古希腊的唯物主义原子论中就已经萌芽。在卢克莱修的《物性论》中，留基伯和德谟克利特的唯物主义原子论得到了最充分的表述。卢克莱修认为，实在世界由原子和虚空组成，一切物体都是原子的复合物，人与人心也不例外。为了说明人的思想

为什么比行动快，他把人类心灵看做是由细小的、光滑的、快速运动的原子组成的复合物，而身体则由大得多的相互连接的原子构成。卢克莱修的身一心理论暗示，心灵、思想可以还原为物质。可见，作为计算主义哲学基础之一的还原论思想在古希腊早已萌芽。

其次，计算主义哲学源于古希腊的毕达哥拉斯主义和柏拉图主义。众所周知，毕达哥拉斯主义坚持认为，世间万事万物都是由数组成的。对这种“万物皆数”的观点，计算主义哲学家（例如勃克斯就是一个典型）做了进一步的修正^[1]：其一是数学说明和描述的应该是自然的形式而不是内容；其二是数学是抽象的，而自然界则是具体的，它由事物和事素组成并受规律和规则所支配。古希腊人关于数学性质的观点被他们发展为一种现代计算机数学的观点。在他们看来，人类以及其他生物就是一台逻辑计算机，它由开关以及由计算机语言写成的程序控制存储硬件构成。基于这一点，勃克斯把“万物皆数”的哲学命题应用于人类，得到这样的结论：我们每个人都有自己的毕达哥拉斯数，它是一个包括先天的遗传程序和后天的遗传因素与环境间的相互作用这样两部分的数串。换言之，每个人都有能够实现自己的一切自然功能的机器人替身。显然，这是毕达哥拉斯主义的现代版本。与勃克斯不同的是，派利夏恩并不考虑这种哲学本体论问题，而是从认知与计算的结合点上考虑人机类比问题。

再次，计算主义哲学源于古希腊的目的论。由于众所周知的原因，目的论在哲学史上已经被批得臭名昭著了。因此，我们有必要在此讨论这一问题。在古希腊哲学中，有三种思想至今仍决定着现代科学发展的道路：一是原子论；二是毕达哥拉斯主义；三是目的论。20世纪中叶以来，由于系统科学的兴起，长期被埋没的目的论自然观又在新的条件下复活了。生物学家和系统科学家惊奇地发现，经过重新解释的目的论，仍然是理解自然奥秘的极有启发力的研究纲领。于是，目的论问题成了哲学家和科学家共同关注的问题。

亚里士多德是目的论的创始人，他认为宇宙是一个有机统一体。

自然是具有内在目的的，它的一切创造物都是合目的的，这种合目的性只有通过自然自身的结构和机制来实现。有趣的是，亚里士多德在提出目的论的过程中，竟然表现出“程序自动化”和自动机的思想。他认为，在预定程序指导下，由潜在变成现实的过程应当是一种自动执行过程。他多次指出，受精卵发育的程序自动化过程与当时的一种“自动机器”的程序自动化过程十分类似。受精卵按“形式因”的设计蓝图依次生长出心、肺、肝、眼等器官，正像“自动机器”一样，牵线人牵动许多杠杆中的第一个，由A带动B，B带动C，C带动D，D带动E，如此等等，这样整个机械装置就活动起来，“自动机器”就会按节拍跳舞。可见，亚里士多德以其隐喻式的语言，表明了受精卵就是一台生物自动机器，它内含先定的目的性程序，控制着未来的个体发育的进程并决定其最终目标。尽管亚里士多德所说的“自动机器”特指一种十分简单的自动机械装置，但它具有的程序性特征，表明它隐含了现代自动机理论的思想萌芽。又由于亚里士多德做了明确的生物与自动机的类比，我们就不得不承认，他的思想中已经包含了人机类比的思想萌芽。

计算主义哲学的产生依赖于从机械机制到逻辑机制的发展。从最早的“水钟”、“Jacks”等机械装置，到后来的动物“自动机器”都是一种以机械装置形式出现的计算模型。随着20世纪初以来数理逻辑的发展，人们开始探索把机器自动控制过程加以“形式”抽象的可能性。随着计算机技术、可编程控制技术以及机器的形式理论的发展，产生了普适计算机。普适计算机的发展，促使许多学者从生命机制的研究转向生命逻辑的研究。在这种背景下，人机类比以及计算隐喻理论就应运而生了。而对计算主义产生起着重要历史作用的是图灵(Turing)的工作。1936年，图灵和波斯特(Post)设计出生物系统的计算模型，实现了人的机械记忆和按规则推理的功能，开了自动机理论与生物学相结合的先河。图灵关于生物系统的计算模型是以他的名字命名的图灵机。图灵机是一种理论计算机。粗略地说，这种理想

化的机器包含一条无限长的磁带（或纸带），上面划有小格，每一格上有符号 0 或 1，还有一个读写头。读写头可以沿着磁带逐格移动，每一步执行下列行为之一：

在当前的格子中书写 1

在当前的格子中书写 0

向左移动一格

向右移动一格

将当前状态改写为另一状态

保持当前状态

停机

就这样，读写头的每一步仅有这 7 种可能性。但是图灵指出，只要有这样的有限种类的行为组合的机器，就能够计算任何可计算过程，实际上，他证明了存在着一种“普适”计算机，即所谓“普适图灵机”（简称 UTM），它能够模拟任何一台实际的计算机的行为。但是，用图灵机对生物系统的描述是高度理想化的。

1943 年，麦卡洛克这位伊利诺伊大学的神经生理学家和芝加哥大学数学系的研究生匹茨发表了一篇具有开创意义的论文。这篇论文的基本结论出奇地简单：神经元的操作以及它与其他神经元的关联可以纯粹用数理逻辑运算的方式建立模型。该模型认为神经元可以被激活，而且它可以进一步激活另一个神经元，这类似于逻辑序列中的每一个命题可以隐含另外的命题。实际上，麦卡洛克和匹茨提供的，是脑科学家阿尔比布（Michael Arbib）称之为“可计算生理学”的东西。他们后来证明，每个图灵机程序都可利用一个有穷的麦卡洛克—匹茨逻辑神经网络来实现。

20 世纪 50 年代，冯·诺伊曼提出了具有自增殖功能的细胞自动机（Burks, 1970），与图灵一样，冯·诺伊曼的思想受到了麦卡洛克—匹茨计算神经科学的启发。他的自增殖自动机实际上是人工生命体的雏形。像图灵一样，他对于遵从简单规则而自发生成的秩序极感

兴趣。作为细胞自动机工作的一部分，他还研究了自增殖的逻辑，他天才地预见到，自增殖自动机的逻辑结构在活细胞中必定存在。不久以后，克里克和沃森发现了 DNA 结构，证实了冯·诺伊曼的猜测。与图灵的理论相比，他的自动机理论与实际的生物系统更为类似。遗憾的是，冯·诺伊曼英年早逝，未能构造完善的理论。但他的未竟事业由勃克斯以及他的研究团队继续下去，取得了一定的成果。20 世纪 70 年代，人们认识到，冯·诺伊曼的理论有两大缺陷，其一是没有紧密结合生物学实际；其二是限于静态的研究。为此，一些计算机科学家提出了分子自动机模型、生物发育的计算机逻辑系统、分类符系统与遗传算法等。这就使计算主义哲学的产生不仅具有历史的必然性而且具有了现实的可能性。因为，上述思想支持和确立了计算主义哲学的一个核心观点，即人就是一台自动机或逻辑机器。

简言之，计算主义哲学及其人机类比论题是传统哲学与现代计算机科学相结合的产物，是在信息时代计算机和网络技术迅猛发展的背景下提出的哲学新思维，具有重大的理论意义和应用价值。

二、认知科学的十大问题

派利夏恩的《计算与认知》并不是按哲学的风格写成，他解释说，这本书并不是要谈天说地，讨论玄而又玄的抽象问题；他同时又说这本书也不描述科学心理学家浩如烟海的科学研究成果。不过，他自己也承认他的许多观点受益于福多等心灵哲学家。实际上，我们可以看出，书中对认知科学基础的精细分析；对认知科学基本概念的全面细致论证，都渗透着分析哲学注重语言和逻辑分析的精神。

在这本书中，派利夏恩主要讨论了以下几个关于认知和计算的论题。这些概念和主张并不是哲学思辨式的，但它们是认知科学中的基本问题，回答了这些问题也就回答了什么是科学的认知科学这一

问题。

1. 关于如何解释人类行为的问题。在他看来，对人的行为的解释并不要求对它的某些原因或全部原因给出实际的描述；相反，这种解释要求我们把握或者获取概括，也就是用理智上最经济的方式总结出关于行为的系统化的一般性特征。他指出，我们需要以一种用最少的假定展示最大系统性的方式去描述这个系统。要做到这一点，就必须找到可以用来表述规律性的正确范畴。因为不同的范畴或不同描述性词汇通常表述的是不同的概括，尽管有些范畴也许无法揭示任何能够通过应用差异法检验而得以幸存的规律性，亦即“反事实支持”的规律性。正是这一原因，派利夏恩才说这种解释是对于“描述中的”行为所做的解释（参见第一章“获得概括”和“作为‘描述中的事件’之现象”）。

2. 为什么应该在认知的描述下或认知说明中表述重要概括的问题。派利夏恩相信，某些重要的概括应该在以上所述的认知描述中表述，而不能在神经心理学描述、行为科学描述或现象学描述中表述。因为，一个认知描述只有根据人们解释或者接受对象的方式才能参考刺激条件。例如，引起行为的原因包括关于诸如桌子、椅子、朋友、薪水、提升的希望、对占有权的渴望、对于失败、对于孤独的白天和寂静的黑夜的恐惧等思想和知觉，简言之，关于平常事情的思想引发了人的行动。所以，认知的说明就是根据走向一个电话亭，伸手拿食盐之类的行动来描述行为的。如果有人说这听起来像老掉牙的心理学，那我们要告诉他，这种老掉牙的心理学中许多内容是有效的，这种有效性不在于它对潜藏着的机制可以做出解释而在于它提供了上述的那种规律性。在派利夏恩看来，之所以要从这些范畴开始是因为它们至少提供了关于人的行为的系统性说明的线索。当然，一个说明还需要更多的东西，但我们不会就此止步（参见第二章的“诉诸表征”）。

3. 关于唯物主义的信念与认为认知概括必须通过信念、目的的

内容来表述的观点之间的不协调问题。派利夏恩认为，人类行为的核心方面依赖于我们所相信的或我们所希望的东西，也就是依赖于我们的知识、目标、效用以及我们从信念和愿望做出推断并将其转化为行动意向的能力。除了职业怀疑论者之外，这一论题是人们普遍接受的；人工智能中专家系统的成功开发也表明这种构造足以产生一些智力行为。但是这个事实和上述观点如何与唯物主义观念互相协调呢？按照唯物主义观点，行为是由人脑中的活动引起的，只有物理事件才有原因，解释应当是机械论的，它们原则上是可错的（参见第三章）。

4. 关于解决上述冲突的方案是什么的问题。在派利夏恩看来，这个解决方案是：心理状态的语义内容是根据大脑的特征而编码的，大脑的编码方式与计算机表征的语义内容被编码的一般方式是相同的。它们都是在物理上实现的符号结构。就计算机而言，这个思想必然导致下述问题：一个机械系统怎么可能显示出比如保真性这样的语义规律性，一个机械系统的符号特征以何种方式克服物理系统固有的行为刻板性（参见第三章）。

5. 关于本书的主题或基本的工作假设是什么的问题。派利夏恩认为，这个假设就是：在心理学中有一个自然的理论域，它大致对应于我们在前理论时期称之为认知的东西，其中覆盖了行为的主要概括发生在三个自主层面中，每个层面服从于不同的原则。这些层面分别称为生物学的层面、符号的层面和语义的层面。虽然三个层面的词汇是不同的，但这些层面能够按照明确定义的、有原则的方式相互作用。一个层面中的规律性偶尔会表现和调整其他层面中的规律性。生物学的因素可以通过调整基本计算资源（派利夏恩称之为功能建构）与符号层面的概括而产生相互作用。这种调节也许通过生物化学的影响、成熟过程、环境释放的触发效应、神经细胞的树状分叉、因闲置而引起的神经功能的萎缩而进行。这些调节也可以通过转换而产生相互作用，但这是一个在第六章中讨论的问题。派利夏恩提请我们注意，符号层面的概括与语义层面原则是相互作用的——这些原则与做出推断

或达到目标或在运算中保持真值相关。例如，在第二章中我们将会看到，期望有这种相互作用是因为支配功能建构的符号层面原则对信念和目标能够提取的方式，对做出什么样的推论和何时做出推论都将产生制约。这就是为什么某些过程比别的过程更容易出错、更加困难或花的时间更长的原因。派利夏恩在第二章中指出，语义层面原则不会单独决定行为的特定实例，必须考虑对功能建构或符号层面原则的制约，特别是必须考虑制约那些支配控制结构的原则（主要参见第二章，也参见第六章）。

6. 关于通过计算来为认知过程建立模型所提出的一些问题。派利夏恩指出，要具体说明认知过程，必然出现一系列问题。例如，在对认知加以解释或做出说明时，人们感兴趣的并不仅仅是为采用计算形式的认知合理性找出理由，甚至不是模仿所观察到的行为。人们实际上关心的是，行为的具体实例是如何由心灵产生的以及这一行为如何与某些认知容量相联系。这样一来就要求计算过程与心灵中实际发生的过程是“强等价的”。强等价性的实现要求计算模型满足严格的条件以保证模型和认知过程在原则上是类似的。尤其是必须要有一个聚合层面，在这个层面上两者之间必须具有相似性。这个层面被定义为必须用语义原则说明的现象与不必用语义原则说明的现象之间的边界。在他看来，后者应该在所说的系统的功能建构中例示，而功能建构提供了实现认知过程的计算资源，就像计算机的“虚拟机器”或程序语言为运行计算机程序提供资源一样（参见第四章和第五章的“聚合层面的问题”）。

实际上，在《计算与认知》一书中，派利夏恩提出了一个核心命题：计算是心理行为的实际模型而不仅仅是模拟。他引入了一个作为认知模型的计算概念，并进一步解释说，如果一个计算机方案可以视做认知的模式，那么这个方案就必须与人们在认知过程中实际所做的方案对应。也就是说，这两个过程应该由同样的方式形成。他认为人的认知与计算之间存在着很强的等同性，但是由于计算的机械基础和

人的生物学结构的原因，无论是对计算还是对人都存在着独立的制约或约束。派利夏恩把这种规划或者方案称之为功能建构。他解释说，如果一个物理过程或生物过程是已知的，那么这个功能建构就完全可以用物理学术语或生物学术语来解释；如果一个生物过程不是已知的，那么这个功能建构就只能用功能术语来解释。为此，派利夏恩定义了认知科学中的三个解释层面：功能建构层面、代码及其符号结构的层面、代码的语义内容层面（参见第二章和第三章）。

7. 关于一些方法论标准的问题。派利夏恩指出，功能建构和认知过程间之所以出现不同特点是因为解释两种情况中的规律性时需要不同类型的原则。于是他进一步假设表征过程是通过符号系统也就是通过计算来实现的，而且为我们提供了制约功能建构的方法论标准。派利夏恩提出一个问题：通过外部观察何以可能判定两台计算机是否在执行同一个算法。为了解答这一问题，他提出了所谓复杂性等价的标准，它依赖于对某种算法的计算资源需求的监测，这种算法是不同输入的函数。复杂性等价标准的一个特例就是心理学家广泛使用的“心理时间测定”（参见第五章尤其是“一些方法论提议”）。

8. 关于认知可穿透性问题。派利夏恩指出，从功能建构与受表征支配的认知过程之间界限的定义来看，某个特定功能是否在功能建构中例示或是否借助规则和表征来实现，有一个直接的检验方式，那就是判定该功能本身能否根据语义层面的原则而发生变化。他认为，通过改变受试者的目标和信念从而判定该功能是否以语义上规范的方式发生了变化，我们可以对此做经验的研究。能以这种方式改变的功能就是“认知可穿透的”。如果一个功能是认知可穿透的，那就表明它不是在功能建构中例示的，而是由表征过程实现的或者说它是一个计算上的复杂过程（参见第五章尤其是“认知可穿透性”）。

9. 关于如何对功能建构加以制约的问题。派利夏恩认为，某些功能可以不用表征从而不用推论和其他语义原则来解释，而其他的功

能则不行。例如，在两个引起人们特别关注的知觉领域和心理表征领域中情况就是这样。他认为，就像功能建构要受到制约一样，一个有机体和它的环境之间的接触必然地由于类似的原因受到制约。事实上，接触是通过一种特殊的被称为转换器的功能来实现的，它是有机体功能建构的组成部分，因而也受到类似制约。例如，它必须是计算上原始的并且是认知不可穿透的或者是受刺激约束的。因为知觉作为一个整体并不具有这些特性，所以知觉既是转换的产物又是认知或推论的产物（参见第六章和第七章）。

10. 关于心理表象理论的问题。派利夏恩在本书以及其他著述中对各种心理表象理论非常感兴趣，原因在哪里呢？表象理论的研究者觉得，心灵的计算观可能必须考虑模拟的过程，这种过程不经过一系列的准推理步骤而使用一种非联结式表征。这些表象理论宣称，当人们运用心灵表象时，某些事情以某种方式发生是因为功能建构内在的性质，也是因为心灵的内源性，而不是因为人们的信念和目标的内容以及他们推理的能力。派利夏恩认为，尽管对于某些推理特征而言这种说法是对的，因为每一个计算过程都利用了它在其上运行的那个系统的功能建构的性质；但是他认为，并不能以此为据将思维的某些现象直接归因于功能建构的相应性质。实际上，派利夏恩认为将这些观察现象解释为语义层面的概括的具体实例也许最为合理。换言之，应该把它们解释为对受试者的信念和目标进行操作的推理过程的产物（参见第七章和第八章）。

派利夏恩认为受表征支配的过程与功能建构之间的区分可能是本书中最基本的区分，因为它指明了两类截然不同的原则之间的理论界限。一类是根据语义学、根据意向性客体的性质或思想的内容以及其他的表征来表述，另一类可以用更加传统的功能性术语来解释。例如，对于某事物如何运作，可以给出一种复杂的描述，描述的根据是该事物的成分的某种组合方式，各部分是如何连接的，每个部分做些什么，等等。这就是所谓功能描述。尽管功能描述概念并不精确，但

是它显然不包括那些涉及表征内容的原则，而表征内容包括了所渴望的事态之类的非存在物。

总之，派利夏恩在本书中提出的十大问题如果不是全部，至少也是关于认知科学基础的最重要的一些问题。在他看来，关于计算范式的讨论之所以有意义是因为通过显现这类过程可以在某些被编程的计算机中实现，而不必借助魔术或牵强的外部介入就可以解释像语义性质这样明显的非物理性质何以能够解释物理系统的行为，而且这种解释还不至于使我们陷入循环论证或者二元论的泥潭。可以说，这种看法还是有一定道理的。

三、巴别塔的隐喻与翻译的不可通约性

在认知科学的著述中，常常提到一个关于巴别塔的故事。这个故事来自《圣经·旧约》，它讲到了人类不同语言出现的原因：那时，天下人的口音言语都是一样。他们往东边迁移的时候，在示拿地遇见一片平原，就住在那里。他们彼此商量说：“来吧！我们要做砖，把砖烧透了。”他们就拿砖当石头，又拿石漆当灰泥。他们说：“来吧，我们要建造一座城和一座塔，塔顶通天，为要传扬我们的名，免得我们分散在全地上。”耶和华降临，要看看世人所建造的城和塔。耶和华说：“看哪，他们成为一样的人民，都是一样的言语，如今既做起这事来，以后他们所要做的事就没有不成就的了。我们下去，在那里变乱他们的口音，使他们的言语彼此不通。”于是，耶和华使他们从那里分散在全地上；他们就停工不造那城了。因为耶和华在那里变乱天下人的言语，使众人分散在全地上，所以那城名叫巴别（就是“变乱”的意思）。

这个《圣经》故事，后来一再被人们用来说明语言之间翻译的不可通约性。也就是说，不同的语言其实从根本上来讲是无法进行思想沟

通的。这就使翻译或多或少留下了一些遗憾。除了我们的学识和能力有限之外,《计算与认知》的翻译同样有一些遗憾。在此我们需要做一些说明。

1. 在翻译《计算与认知》的过程中,有一些含义在翻译过程中将会丢失。我们只能在此加以说明。例如,“function”一词在英语里既有功能的意思又有函数的意思。在本书中多数时候指的是功能,但有时候既有函数的意思又有功能的意思。特别是在有关转换器功能这一节,英语里用“function”一词可以兼指两种含义,但译成汉语则比较麻烦。又如“capacity”通常指的是能力,但是在认知科学中它多数时候的意思是容量。这个词在英语里意思是很明白的,但是我们有时把“capacity”译成“容量”,有时又只能把它译做“能力”。但有时候这个词兼指能力和容量两种含义。又如“informavore”是一位叫米勒的学者创制的。它的意思是指以享用信息为生的生灵,就像食草动物以食草为生,食肉动物以食肉为生一样。如果译做“信息人”,就像我们说“理性人”、“经济人”那样,那又不能包括除了人之外的其他动物。如果译做“信息生灵”,那么还有问题,那就是它不能涵盖同样享用信息的机器人。至少可以说,译成汉语以后,这个词的风趣的意味丢失了。

2. 正如派利夏恩指出的那样,在不同学科中人们使用着不同的词汇表。这些词汇之间的转译,也存在一定程度的不可通约性。在《计算与认知》一书中,有不少来自不同学科的词汇和短语,作者往往把这类词汇或短语用引号标注,而我们在翻译后一般加注英文。例如,“affordance”在心理学中一般译做“功能承受性”,与通常的意思大相径庭;“analogue”通常译做“类似物”,而在计算机科学中译做“模拟”;“imagery”通常译做“画像”,在认知科学中译做“表象”、“意象”,但是这个词变成动词形式如“image as”译做“表象为”则非常别扭。在这时我们把它译做“想象为”。“argument”一