

# 莱布尼茨、计算主义与两个哲学难题

李 熙

(中南大学 哲学系,长沙 410083)

**摘 要:** 莱布尼茨的单子是无形的自动机,如果把它看作抽象的图灵机,莱布尼茨单子论式的可能世界就是当下计算主义关心的数字宇宙。在这种抽象的“单子”宇宙中,数学的可应用性“谜题”以“不足道”的方式解决,但另一个哲学难题——世界的可知性“谜题”却凸显出来。借助算法信息论的话语,可以精确界定几类“可知的”可能世界,继而可以严格的探讨它们之间的相互关系。至于具体如何认识的问题,所罗门诺夫的通用归纳模型直接体现了方法论自然主义“假设——验证”的试错过程和诸如“简单性”的先验原则,抛开它不可计算的缺陷不谈,借助它,任何可计算的可能世界都是可以近似认识的。

**关键词:** 莱布尼茨; 计算主义; 可知性

**中图分类号:** N02

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1674-7062(2019)06-0026-06

## 一 莱布尼茨的“曲线拟合问题”与方法论自然主义

莱布尼茨提出了一个曲线拟合悖论:一张纸上的任何有限个点总是能找到无限条曲线把它们串起来。这意味着,给定任何有限的观察数据,总有无限的归纳推广方式,总可以有无限的“规律”符合有限的材料,“同果”未必“同因”,究竟哪条规律才是决定这些材料的真正原因呢?

为了解决这个问题,莱布尼茨首先强调了“简单性”的标准,认为规则必须简单,如果允许任意高度的“复杂性”的话,那么“规则”也就不能称其为“规则”而变成“随机”了,也就是说,随机是规律性的缺乏或复杂性的过高。随后,莱布尼茨给出了更具体的建议:在真正的原因不明朗的情况下,对于一个表述“简单”但现象“丰富”(解释力、预测力强)的假设,如果所有已知的现象都跟它相符合而没有现象与它相违背,那么,在实践过程中,在与此矛盾的现象产生之前,这个假设就可以暂时拿过来当原因用。而且,莱布尼茨相信连续律,自然从不做跳

跃,只要数据或材料(输入)充分接近,那么结论(输出)的误差也可以随之被降低到任意小,随着科学的发展,所选择的假设可以在极限处逼近真实的原因。这是试图通过某种科学归纳法实现对世界的认识。

波普尔认为,科学的发展遵循如下规律:针对某个问题,可以提出许多相互竞争的可错的尝试性理论,然后根据观测排除与现象不相容的猜想,对于能够解决当前问题的理论也可以排一个序,“可证伪性”越高的理论越值得重视,可以用它们解决产生的新问题,随着问题的不断深入,越“可证伪”但能够经受得住严格的反复检验的理论越逼近“真理”,科学就这样通过“试错法”而不断前行。这种不断“提出猜想”反复“试错”的过程类似于生物的“基因变异”与“自然选择”的进化过程:适合生物生存的变异基因得以保存,不适合的被淘汰;适合解决问题的理论得以留存,不适合的被排除。作为“全称”命题的真理不能被有限的事例证明,但可以被“证伪”,所以在此过程中重要的是对问题解决的“适应性”,而不是寻求一劳永逸的证明。但“可证伪性”是一个纯粹主观的概念,往往认为越“简单”的理论

【收稿日期】 2017-06-13

【基金项目】 国家社科基金项目“通用人工智能的哲学基础研究”(17CZX020)

【作者简介】 李 熙(1985-)男,山东日照人,博士,中南大学哲学系讲师,研究方向为通用人工智能的理论基础、数理逻辑。

越“可证伪”,但“简单性”同样缺乏一个客观的标准,而且一个复杂的理论如果其各项参数都严格限定好的话应该不比一个严格简单的理论更难验证。在科学实践中,尤其是当实验或观测现象严重缺乏的时候,何种理论更需要投入精力研究往往取决于研究者的个人偏好或诉诸美学标准。一般说来,的确是越简洁、越概括/通用/丰富、越能解决更多潜在问题,或根据当前或长远利益越能带来实际效用的理论越受偏爱。但这些说法都太过于“经验”,是否存在某种方式能够客观的刻画“简单性”“丰富性”的标准呢?“简单些”怎么客观量化呢?如果把这里的“简单性”理解为算法信息论里的算法复杂性,把莱布尼茨的单子世界看作抽象的图灵机程序,那么,可以按照可能世界的“简单性”进行某种贝叶斯混合,这相当于把可能世界理解为一个抛硬币的过程在一台单调通用图灵机上的作用结果,那么输出一段历史的概率可以被合理计算,然后用这个概率进行归纳学习,这就是所罗门诺夫(Ray Solomonoff)的通用归纳模型<sup>[1]</sup>。可以说,所罗门诺夫的通用归纳模型形式化地解决了莱布尼茨的曲线拟合问题,这种解决方法的核心正是对“简单性”的精确刻画,也是对上述不断试错的科学归纳法的反映。

本体论自然主义与“数学的可应用性”谜题 方法论自然主义坚持上述“试错”的科学发现过程,本体论自然主义声称是严格贯彻方法论自然主义的结果。本体论自然主义不承认任何超自然的存在,“我”不过是有穷、离散的物理世界的一部分。但涉及“无穷”的数学为什么在有穷、离散的物理世界可用呢?对此,叶峰<sup>[2]</sup>试图“自然化”数学的可应用性问题,也就是解决如下问题:

谜题 1(数学的可应用性谜题) 古典数学的可应用性何以可能?

叶峰<sup>[2]</sup>令人信服的辩护了他的“有穷主义数学猜测”:所有在自然科学中有实际应用的应用数学,原则上都可以在严格有穷主义数学的框架下发展起来。严格有穷主义数学对于描述我们这个有限、离散的物理世界来说已经足够了,古典数学中那些涉及无穷的抽象数学定理不是不可或缺的,在严格有穷主义的数学框架中应用数学的过程实质上就是用—个物理的计算装置(包括人脑)去模拟有穷的物理客体及其属性的过程。

一般认为,数学物理学由如下三部分组成:(i) 数学结构 $[m]$ ;(ii) 物理经验 $[r]$ ;(iii) 联系二者的对应规则 $[b]$ 。令 $\Gamma_r$ 为一簇针对某个应用问题的

实在的前提 $\Gamma_m$ 为一簇包含数学公理和科学规律的前提 $\Gamma_b$ 为联系二者的前提假设,而最终要证明的实在的结论为 $\varphi$ 。那么这个过程可以表示为: $\Gamma_r \cup \Gamma_m \cup \Gamma_b \vdash \varphi$ 。问题是,已知 $\mathfrak{A}_r \models \Gamma_r$ ,为什么可以从 $\Gamma_r \cup \Gamma_m \cup \Gamma_b \vdash \varphi$ 得到 $\mathfrak{A}_r \models \varphi$ ?叶峰的解决策略是,仔细检查 $\Gamma_r \cup \Gamma_m \cup \Gamma_b \vdash \varphi$ ,发现仅仅从有实际物理意义的 $\Gamma_r' \cup \Gamma_m \cup \Gamma_b$ 就可以得到 $\Gamma_r \cup \Gamma_r' \vdash \varphi$ 。

但哥德尔曾证明,对任意递归函数 $f$ ,存在无穷多公式 $\varphi$ ,如果 $k$ 是 $\varphi$ 在 $T$ 中的最短的证明的长度, $l$ 是 $\varphi$ 在 $T \cap T$ 中的最短的证明的长度,且 $Th(T) \setminus Th(T)$ 不是递归可枚举的,则 $k > f(l)$ 。

因此,可能存在很多应用数学命题,它们在 $\Gamma_r \cup \Gamma_m \cup \Gamma_b$ 中有很短的证明,虽然在严格有穷主义的形式系统中 $\Gamma_r \cup \Gamma_r'$ 也可以被证明,但是,它们的证明长度可能长得让人无法接受。而人的大脑以及人可利用的计算机都是有穷的宇宙中的有限的物理装置,属于有穷宇宙的一部分,它们的计算能力严重地受限于有限的时空资源,这意味着,如果人还想利用数学工具尽快地(甚至试图充分地)研究有限的物理世界,那么对更强的形式系统——包含无穷的古典数学的依赖将是不可或缺的。

在不考虑计算资源的意义上,可以认为,叶峰对数学的可应用性难题给出了一个非常有说服力的解,但人是世界的一部分,不可能不考虑计算资源,所以这种解决方式对世界的可知性难题设置了疑问。相反,下面将说明,在莱布尼茨式的数字宇宙中,数学的可应用性难题将以一种“不足道”的方式解决,而真正重要的是探讨世界的“可知性”难题。

## 二 计算主义与“可知性”谜题

模型还是实在?在逻辑学中,形式系统描述数学结构,数学结构是形式系统的解释/模型。证明一个形式系统的一致性常常采用的一种手段就是找到它的一个模型。但模型本身的存在性由什么保证呢?只能依靠一个更强的形式系统或基于人的直观信念,尤其在涉及无穷的时候。哥德尔不完全性定理揭示,有穷主义数学不能证明无穷数学的一致性,不可能通过希尔伯特方案解决古典数学的可应用性,所以叶峰通过仔细考察数学的应用过程,逐个领域论证无穷数学的非不可或缺性。但具有物理实在意义的模型 $\mathfrak{A}_r$ ,是否真的如大家希望得那般清晰?

事实上,任何模型都不是先天给定的完美结构,而是在一个更高的理论预设下的构建。即使在有穷、离散的物理世界中,也没有世界的哪一隅如此简

单以至于不需借助任何抽象就能把握、控制。物理实在也经常需要分解成可以理解的模块,然后再从这些模块中抽象出可处理的模型,在此过程中不可避免得要牺牲掉一些相对于当前问题来说不那么重要的属性。而我们不得不暂时容忍这种简化操作,然后再认真反思这些被省略的特征对于最终的目的是否仍然起着不可避免的微妙作用,然后尝试进一步引进这些因素,不断丰富模型,从而逐步地逼近那些实在的模块。但往往并不是所有要素都能被无遗漏地考虑进来,经常采取的策略是人为地设定一些权宜性的参数,试图通过这些参数的变化概括的或近似的模拟所有那些潜在要素的作用。如果对这个过程取极限会是什么样子呢?可以大胆设想,随着参数的不断细化,其作用越来越清晰,进而可以被理论严格刻画,模型也将越来越精确,最终可以无遗漏地刻画那些物理模块。这意味着,对物理世界最深刻的描述不再包含任何人为设定的权宜性的参数,那时,世界的终极模型将与世界完美同构,此时再区分终极模型与世界将毫无意义,而终极理论将在同构的意义上唯一刻画此终极模型。在这种意义上,所有的物理学都被转化成了数学,数学已不仅仅是世界这本大书的语言,世界本身就是一个巨大而精巧的(有穷或无穷)数学结构。

对于类似终极理论/模型的设想是一种大胆的理想化,根据波普尔的观点,只要这种设想具有高度的“可证伪性”和强大的“解释力”和“预测力”,那么就不失为一种值得重视的猜想。这意味着大家需要严肃思考作为数学结构的宇宙而不是物质构成的宇宙,这种思维方式的转换是否满足波普尔的要求呢?因为有较强的“预测力”则必然有较高的“可证伪性”,而理想模型的“预测力”毋庸置疑,至于“解释力”,此时要解释的已不是数学的可应用性何以可能的难题,而是宏观物理现象何以涌现的难题,这看上去是一个更难的问题,已有一些物理学家在这个方向上做出了贡献,既然更难,为什么还要做这种转换呢?这是因为,这对其他问题——比如世界的可理解性问题——具有更好的解释力,并且能启发人们更好地理解世界并预测未来。

这种猜想的最积极的拥护者是宇宙学家泰格马克(Max Tegmark)<sup>[3]</sup>,他提出了“数学宇宙假说”(MUH):我们的物理实在是一种数学结构。数学自身已经是实在的,它不需要物理例示。不同数学方程的集合构成不同的宇宙。

所以 MUH 下的所有宇宙类可以看作莱布尼茨

的可能世界类,但其具体形态却依赖于“矛盾律”——准确地说是“形式系统”——的性质,不同的形式系统对应不同的可能宇宙类。

需要注意,形式系统对应的是宇宙类,而不是说可递归公理化的形式系统本身就是宇宙。对于有穷的宇宙,总可以被一个理论唯一的刻画,这时,这个理论本身可以看作一个宇宙,但勒文海姆-司寇仑定理告诉我们,有无穷宇宙作为模型的理论都不是范畴的。也就是说,虽然我们构建可递归公理化的系统的目的是去把握心里预期的复杂的数学宇宙,但由于勒文海姆-司寇仑定理,我们总是不能唯一地精确把握我们预先试图捕捉的无穷结构。不过,如果首先限定宇宙的基数大小,有些理论是可以有相对于固定基数的范畴性的,比如,特征给定的代数闭域是不可数基数范畴的。

如果 MUH 成立,通常借助数学语言描述物理世界的问题,就变成了不断构建数学理论揭示数学结构的纯数学问题,也就是说,不存在不完美的物理世界与完美的柏拉图世界的对立区分,不完美的假象源于人的认知能力的局限,这个数学结构的表象显现的如此复杂,以至于人们只能从不同角度把握到它的不同侧面,然后构建形形色色的“物理理论”和数学理论去逼近它的全貌。也就是在  $T$  内部不断逼近现实世界真理  $Th(w_*)$  的过程。在这个意义上,前面提到的数学物理学过程(ii)和(iii)完全是不必要的。数学的可应用性难题以一种“不足道”的方式被解决。

虽然在这种莱布尼茨单子式的世界中,数学的可应用性谜题可以被“不足道”的解决,但这种世界是一种纯机械论式的世界,在这种机械宇宙中,“自由意志”是一场错觉。虽然“自由意志”在全能至善的上帝眼中完全是错觉,但对于在现实中生活的主体来说,由于其知识和能力的局限,仍然感觉只有“倾向性而无必然性”,在无法消除“自由意志”错觉的世界中,世界的规律还是“可知的”吗?

“可知性”谜题与几类“可能世界”。若  $\mathfrak{U}_i$  是现实世界的终极模型,或说它就是现实世界,那么,所谓的万物之理  $Th(\mathfrak{U}_i)$  是“可知的”吗?“可知的”是什么意思?怎么首先确保一类包含现实世界的可能世界是“可知的”?

假设一个数学结构可以被某个形式系统唯一刻画,而这个形式系统又是可判定的,那么将有一个计算装置,输入关于这个数学结构的任意命题,在有限时间内都可以输出一个真、假值。毫无疑问,这种数



学结构应该可以被称为“可知的”。但这种理想状态仅适用于有穷的结构,稍微放宽一点,对于无穷结构,如果它可以被一个计算装置以任意精度的模拟逼近,虽然这个计算过程不是有限可终止的,但仍然有理由被称为“可知的”。因此,可以尝试性地给出一个约定:

约定 1 可知的 = 可计算的。

这与希尔伯特的梦想吻合“数学中没有不可知”“我们必须知道;我们必将知道”!只有在“可知的”世界中,自然科学才能得到充分的发展。“可能世界何以‘可知’”这个问题的另一种表述是:

谜题 2(世界的“可知性”谜题) 自然科学何以可能?

哥德尔证明了自然数真理是不可知的——所有自然数真理的集合是完全的但不是可递归公理化的,皮亚诺算术是递归可枚举的但不是完全的。塔斯基证明实数真理是可知的,但已知实数真理并不能定义自然数。

现实世界究竟是否是可知的呢?对于一个有穷语言上的有穷结构 $\mathfrak{U}$ 而言, $Th(\mathfrak{U})$ 是可判定的、可知的。如果现实世界真的是有限、离散的,那么它当然也是可知的。

虽然主流的物理学认为现实世界极有可能是有限、离散的,但也不排除其他的可能性,那么对于一个非有限、离散的世界来说,其“可知性”如何保证呢?另一方面,虽然有穷的宇宙按照上面的定义是“可知的”,一个高度杂乱无章的有穷系统是否应当被称为“可知的”仍然值得商榷,如果从“第三人称”的视角看,也就是设想一个站在宇宙外面的“主体”,以一种不需要考虑资源限制的方式审视这个宇宙,那么这个有限、离散的宇宙或许可以被称为“可知的”。但是,“第一人称”的视角下这个宇宙是否依然是“可知的”呢?一般说来,可知的东西必然是有规律的,随机的东西必定不可知,如果把宇宙看作一个自然数或实数,那么有多少自然数或实数是非随机的呢?首先,“随机”是什么意思?如果规律跟现象同样复杂,那么“规律”也就无所谓规律。因此,“随机”可定义为规律的缺失、数据的不可压缩。这里不妨理解为马丁-列夫随机。但是,有限序列(或自然数)上的随机数集是禁集(immune set),实数上随机数集的测度为 1。虽然对于有限随机序列,在某种程度的高复杂性下必然会出现某些长度的有规律的块(如连续  $n$  个 1 的块),最随机的序列必然包含对数阶长度的非常规则的子序列,而无限

随机序列有很多很好的性质,如重对数律、波莱尔正规等等,任意有限长的有规律的块都可以在其中无限次地被找到,但是,非随机序列的比例占得如此之小,我们是否如此幸运竟碰巧生存在极大随机的宇宙中一片规则的小绿洲上?我们热切期盼的是宇宙作为整体的可知性而不是仅仅安于苟活在漩涡边缘暂时平静的一角。现代科学的发展使得很多科学家对世界的“可知性”持有坚定的信念,比如爱因斯坦经常感慨“上帝精明,但绝无恶意。”“上帝不掷色子。”“关于这个世界,最不可理解的是,它竟是可以理解的。”“上帝总是走捷径。”

莱布尼茨试图用充足理由律确保可知性,但真正起作用的是完满性原则,他将造物主比作一个高明的建筑师,总能用最简洁的前提创造最丰富的现象,在手段的简单性与目的的丰富性之间找到完美的平衡。也就是说,虽然算法复杂性函数  $K$  或  $K_m$  不可计算,但莱布尼茨的上帝总能用  $K(x)$  或  $K_m(x)$  实现  $x$ 。从这个角度看,科学就是压缩的艺术,就是尽可能的逼近  $K(w_*)$  或  $K_m(w_*)$ 。下面给出“可知性”的第二个约定:

约定 2 可知的 = 可压缩的。

世界是“可知的”是因为它是可压缩的,自然科学是可能的同样因为自然现象是可压缩的。对于“第一人称”视角来说,约定 2 比约定 1 更合适,但是,“第一人称”视角是个纯主观的视角,我们不清楚自己在宇宙中的位置,不清楚自己的认知能力和资源限制,而且,由于柴汀不完全性定理,只要现象  $x$  足够复杂  $K(x) > C_T$ ,任何可递归公理化的形式系统都不能帮助辨别  $x$  是真随机还是伪随机,也就是说,即使某些现象  $x$  是可压缩的或“原则上可知的” $K(x) < |x|$ ,但却不是“能行可知的”。另外,使得柴汀不完全性定理成立的最小常数  $C_T$  也不能被能行得找到,“第一人称”的“主体”不能确定自身的认知界限。这可以看作从另一个角度保障了“自由意志”的“存在性”。

因此,除非借助某种神谕,“第一人称”视角下的“可知性”问题无解。因此暂时只能讨论“第三人称”视角下的约定 1。

对于任何 $\mathfrak{U}$ ,  $Th(\mathfrak{U})$  是完全的,根据约定 1,如果要保证 $\mathfrak{U}$ 是约定 1 可知的,那么只需要  $Th(\mathfrak{U})$  是递归可枚举的。所以,约定 1 下可以作如下假设:

假设 1(可知性假设) 所有可能世界都是“可知的”,即,对任何 $\mathfrak{U}$ ,  $Th(\mathfrak{U})$  是递归可枚举的。

假设 1 下的世界类为:

$M_r = \{ \mathfrak{U} : Th(\mathfrak{U}) \text{ 递归可枚举} \}$

在一个合适的语言中的完全的可递归公理化的理论是可判定的,  $Th(\mathfrak{U})$  可以被编码为一个实数  $0.x$  在不引起混乱的情况下, 我们将  $Th(\mathfrak{U})$  与编码它的  $0.x$  等同。 $x$  可计算意味着  $Km(x) < \infty$ 。这样, 约定 1 可以有一个变种约定 3。

约定 3 序列  $x$  是可知的当且仅当  $Km(x) < \infty$ 。

约定 3 下的世界类是

$M_D = \{ x : Km(x) < \infty \}$

莱布尼茨的宇宙完全是单子的海洋, 每个单子都是无形的自动机, 如果把它们看作抽象的特殊程序, 它们就会不停地输入输出, 把别的单子的(甚至自己的)输出(甚至程序本身)作为自己的输入, 不断地计算、被计算、模拟、被模拟、繁殖、变异, 从总体上看, 这许多程序的行为又被一个大程序所决定, 每个这种大程序就是一个可能世界。或者可以认为, 上帝天然装备着一台单调通用图灵机和一枚质地均匀的硬币, 上帝不停地掷硬币, 正面作 1, 反面作 0, 结果显示在输入带上, 不合法的程序无输出, 合法的程序会输出“有规律”(可计算)的可能世界, 而且所有“有规律”的可能世界都有机会从输入带上流淌出来。如果把输出的  $x \in M_D$  与输出它的程序  $p$  等同, 每个  $p$  可以看作一个单子宇宙。

$M_D$  是递归可枚举的, 所以可以写一个楔形程序枚举  $M_D$ , 模拟任何可能世界, 从而帮助我们更好地理解现实世界, 在不引起混乱的情况下, 我们混用一下符号, 将此楔形程序仍记为  $M_D$ , 将一个程序与它的输出等同。这样, 不严格地说, 可以有  $M_D \in M_D$ 。

因为  $M_D \in M_D$ , 楔形程序  $M_D$  下仍然会有一个被枚举的楔形程序  $M_D$  继续枚举所有的  $M_D$ , 这个过程可以无穷进行下去, 可以想象我们也可能生活在某一层被枚举的程序中, 如果我们的电脑没有存储限制的话, 就可以写一个楔形枚举程序无穷运行下去。这样产生的就是一个类似莱布尼茨无穷等级的生命体的池塘。

如果  $M_D$  中执行某个程序  $p$  生成  $x$  的过程可以看成是一个数学结构  $\mathfrak{U}$ , 而且它被一个形式系统  $T$  精确刻画, 那么将有一个数学世界  $\mathfrak{U} \in M_T$ , 而且  $U(p)$  与  $\mathfrak{U}$  会有一些微妙的联系, 二者会是同一个世界吗? 如果不是, 假设世界  $\mathfrak{U}$  中有一个“时间”, 一步一步的计算“机时”未必等于世界  $\mathfrak{U}$  中的时间, 再假设  $U(p)$  中的时间快于  $\mathfrak{U}$  中的时间, 那么或许我们可以通过运行模拟程序  $p$  而预测  $\mathfrak{U}$  中的事件。

另外, 如果有一个客观的时间, 第  $n+1$  层的被

枚举程序只能分享第  $n$  层楔形程序赋予的机时的话, 第  $n+1$  层的程序恐怕不能通过再写楔形程序而模拟预测前  $n$  层的程序的行为, 虽然从“第三人称”的视角看, 第  $n+1$  层的某程序写的楔形程序下的某些程序精确的模拟了前  $n$  层中某些程序的行为, 但这种模拟是滞后的。

楔形程序  $M_D$  不会停机, 它枚举了  $M_D$  中所有可能的程序, 但它的运行不可以被  $M_T$  中的任何世界精确刻画, 这是因为哥德尔不完全性定理: 所有可表示原始递归函数的协调的可递归公理化的形式系统都不完全, 所以  $M_D \notin M_T$ 。

综上, 不严格地说, 如下命题成立:

命题 1  $M_T \subset M_D \in M_D \setminus M_T$

前面讨论的都是完全确定性的世界, 如果世界的本性是不确定的, 那么在这种世界里, 莱布尼茨“有倾向性但无必然性”的自由意志观念会显得更为自然。

$M_U = \{ \rho \in \Delta(H) : \rho \text{ 是下半可计算的半测度} \}$

下半可计算的半测度  $\rho$  既可以看作一个不确定的可能世界, 也可以看作生成确定性可能世界类  $H$  的生成机制。

$M_U$  也是递归可枚举的, 也可以写一个楔形的枚举程序枚举  $M_U$ , 不妨也记为  $M_U$ 。又因为确定性的程序可以看作不确定性的下半可计算的半测度的极限情形, 所以不严格地说, 有  $M_U \in M_D \subset M_U$ 。

计算主义与自然主义。虽然从计算主义的角度讨论可能世界的分布、现实世界的可知性等问题很吸引人, 但是, 对于将具体的物理世界看作抽象的数字计算过程、将硬件软件化的这种想法, 很多人可能会反驳说, 数学结构是人为的创造, 人在进化的过程中不断发掘模式、规律, 同时不断创造数学语言帮助发掘新的模式、规律, 对模式发掘得越好越有利于人类的生存, 随着人类的进化, 数学这门工具也被打磨得锐不可当、锋利无比, 但它始终是人的创造, 关于计算的理论也不过是一门数学理论, 不具有任何超越的存在地位, 主流物理学告诉我们, 世界是一个有限、离散的物理系统, 计算必须有物理载体, 计算过程本质上是物理过程, 计算能力受物理时空的限制。选择相信主流的物理学理论是最好的信念, 没必要追问为什么物理规律是这样的而不是那样的, 为什么现实世界是这样的而不是那样的, 没必要追究所谓的“终极问题”如“可知性”问题等, 对于谜题 2 也没必要回答。

不可否认, 上述立场也非常合理, 数字/计算主

义并不与自然主义截然对立,本文试图辩护的是,数字/计算主义是种很好的假说,然后在此假说的基础上研究归纳和学习过程。而且,如果这种假设是正确的,那么数字/计算主义提供了一种既“简洁”又“彻底”的世界观。

计算主义完全接受方法论自然主义,容许各种自身协调的假说是一种谨慎的科学态度,所以本文完全不排除本体论自然主义成立的可能,也同样承认这种可能性:在现存的物理理论、数学结构、形式系统、计算理论背后有一个更深层的客观实在完全没有被解释,而这些理论不过是那个更深的实在的扭曲的投影。总之,这些假设都是有可能的,但各种假说的优良程度却值得仔细推敲讨论。数字/计算主义对谜题1以一种“不足道”的方式轻松解决,对谜题2的解决本质上是基于对充足理由律,尤其是对“可计算性”概念的顽强信念。当前物理学理论都是可计算的,大脑神经元的活动也可以看作一个

计算过程,不可计算的真理现在还想象不出什么方式可以把握,至少丘奇-图灵论题至今没有被打破。

另外,大脑神经元可以模拟通用计算,“可能世界类”递归可枚举,所以,这里对“可知性”的讨论跟柏拉图“‘学习’=‘回忆’”的哲学完全吻合。因此,计算主义兼容方法论自然主义和本体论柏拉图主义。

#### 【参 考 文 献】

- [1] SOLOMONOFF R. Complexity - based induction systems: comparisons and convergence theorems. [J] IEEE transactions on information theory, 1978, 24(4): 422 - 432.
- [2] YE F. Strict finitism and the logic of mathematical applications: 355. [M] Dordrecht: Springer Science & Business Media, 2011: 1 - 34.
- [3] TEGMARK M. The mathematical universe [J]. Foundations of physics, 2008, 38(2): 101 - 150.

## Leibniz , Computationalism and Two Philosophical Puzzles

LI Xi

( Department of Philosophy , Central South University , Changsha 410083 , China )

**Abstract:** Since Leibniz's monads can be taken as incorporeal automata, if we regard the monad as a Turing machine program, then the possible world composed of monads is the digital universe investigated by the computationalists. According to the framework of computationalism, the applicability puzzle of mathematics is "trivially" solved in such a digital universe. Meanwhile, the other important philosophical puzzle—the knowability puzzle of the world is highlighted. With the help of Algorithmic Information Theory, several layers of "knowable" possible worlds as well as their interrelationships can be rigorously defined and studied. As to how to know the actual world, Solomonoff's universal induction model agrees with the Methodological Naturalism which emphasizes the "hypothesis - testing" process, and reflects the transcendental principle of "simplicity". Thanks to Solomonoff's universal induction model, every computable world can be knowable, except that the model itself is uncomputable.

**Key words:** Leibniz; computationalism; knowability

( 责任编辑 殷 杰 )