



读 书 周 刊

做复杂世界的“野外生物学家”

■ 潘启雯

人类的技术,从网站到交易系统,从城市基础设施到科学模型,甚至是为大型企业提供配套服务的供应链系统和物流系统,都已变得过于复杂且相互交错。为什么复杂的技术系统越来越难以理解呢?我们应该如何看待这个世界?

生物学思维和物理学思维是理解世界的两种方式,而复杂的技术系统更接近生物学系统,因此用生物学思维理解技术系统是个不错的选择。这就是《为什么需要生物学思维》一书表达的主题。

我们进入了“纠缠时代”

莱特兄弟于1903年制造的飞机可以说是“简约主义”的杰作,只有很少的几个部件,载人后总重量仅为340千克;而今天,制造一架波音747-400飞机需要用掉67000千克铝材、600万个独立部件和275千米管线。

这是个普遍现象,在过去的200年里,人们制造出来的机器所包含的零件数量一直在大幅增加。衡量软件复杂性的常用指标之一是程序代码的行数。据统计,微软操作系统的源代码行数近10年增长了10倍,Photoshop的源代码行数在过去20年里爆炸式增长,几乎是1990年的40倍。在电话通信系统中,类似的情况同样存在,随之而来的还有巨大的复杂性。20世纪20年代,美国的电话通信系统已经拥有了大约480万千米的收费线路和大约1700万部电话。要知道,就当时而言,电话才刚刚问世几十年;而时至今日,相关的技术生态系统已遍布全美。

计算机科学家丹尼尔·希利斯认为,我们的世界已经从“启蒙”转向了“纠缠”,至少技术领域肯定如此:“技术已经变得如此复杂,以致我们无法完全理解它,也无法完全控制它。我们已经进入了‘纠缠时代’……每个专家都只了解难题的片段,却无法把握难题的整体。”

复杂性科学研究专家、哈佛大学医学院研究员塞缪尔·阿贝斯曼在他撰写的《为什么需要生物学思维》一书中指出,在“纠缠时代”中,我们会因为两种相互关联的原因失去控制权:第一种,无法完全把握庞大而复杂的系统结构和动态,即无法把握系统的不同部分以整体的形式相互作用;第二种,无法获取足够多必需的、用以理解这些系统运行方式的专业知识。

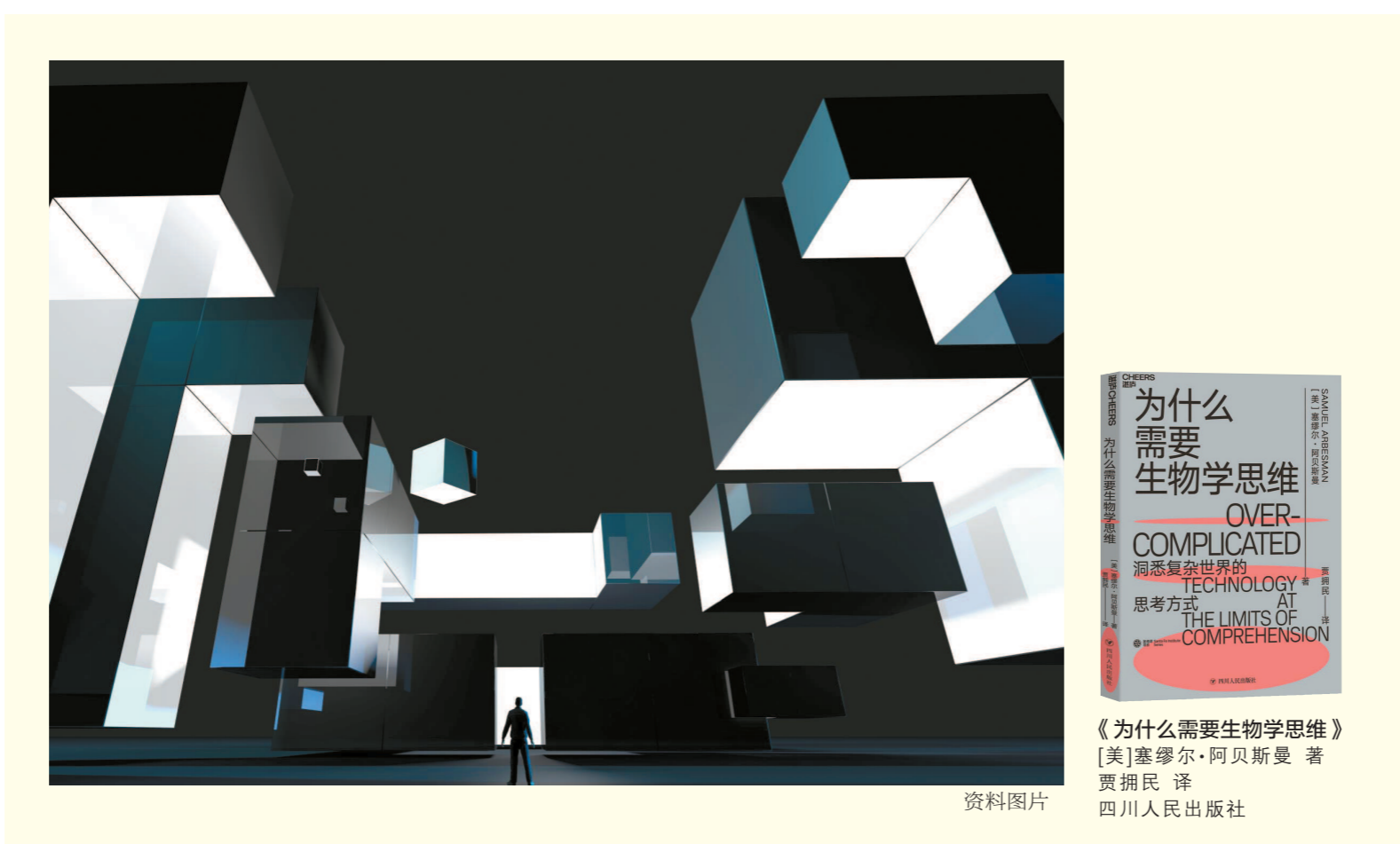
水中的浮标和岸上的浮标

为了更好地理解复杂性,阿贝斯曼通过“水中的浮标和岸上的浮标”进行对比,做了形象而又通俗的解读。

有许多水上浮标被绑在一起,漂浮在水面。当一艘船经过时,其尾流会形成一个个小波浪,从而使浮标一个个动起来。但是,每个浮标都无法单独“行动”。因为每一个浮标都通过绳索连接着不同重量和大小的其他浮标,所以任何一个浮标的行动,都会带动其他浮标产生相应的行动。这些行动还可能会引发意想不到的反馈过程,也就是说,浮标的行动会间接地影响到自身。于是,船的简单尾流,在这个复杂的浮标网络中引发了大量级联式的行动。如果船以其他方式驶过,比如以另一种速度或角度驶过,那么浮标的行动可能会完全不同。

当人们把浮标从水中捞出来,扔在码头上,它们可能被排列得非常巧妙,但无论被排列成什么样,这里也不会有趣事发生。因为在这个精巧的网络中不存在级联效应,也不存在反馈过程。说到底,只不过是一堆可以漂浮的东西被放在了码头上。

任何一个系统,要想成为一个复杂的系统,仅仅包含很多组成部分是不够的,各部分之间还必须相互关联,并在“嘈杂的舞蹈”中相互作用才行。如果将技术定义为人类为特定目的而设计和构建的各种类型的系统,那么就不难注意到,当今最先进的技术几乎都是复杂的系统:动态、功能复杂、规模庞大,而且拥有近有机生命体般的复杂性。这些复杂的系统遍布我们周围,从汽车软件到电脑设备,再到城市基础设施。



资料图片



《为什么需要生物学思维》
[美]塞缪尔·阿贝斯曼 著
贾拥民 译
四川人民出版社

吸积和交互让系统更复杂

阿贝斯曼研究发现,各种技术系统皆会随着时间的推移而越来越复杂,究其原因,是系统内部存在着双重力量:吸积和交互。也就是说,随着时间的推移,系统的组成部分越来越多,同时组成部分之间的关联也越来越多。

长久以来,许多大型系统的基础都是较小和较陈旧的系统。只要这些系统能够继续平稳地运行下去,就不会有人在意那些旧东西上面到底堆了多少新东西,系统中到底累积了多少次新加入的片段。美国的航天飞机在执行最后一次航天任务时,所用的平台是由5台IBM计算机组成的,其计算能力甚至还比不上今天的一部普通智能手机。然而,这些软件和技术仍然在使用着。

“每次加一点,每次加一点,最后就有了一大堆。”每一个独立设计,无论是为了修复,还是用来提供新功能,看上去都不过是一次独立的选择,而且都很合理:要么解决了问题,要么为用户创造了新的令人兴奋的功能。然而,日积月累下,它们终会变成“一大堆”。从交通运输业到能源业,再到农业,我们都可以从中清楚地看到,但凡大型的技术系统,就定会发生这种情况。例如,在城市的排水系统中,既有服役超过百年的旧管道,也有刚刚埋设好的新管道。

不仅软件代码本身在不断吸积,每个组成部分也在越来越频繁地与其他组成部分进行交互。与存在于“真空”中的全新项目有所不同,任何一个计算机程序都是一个大规模的互联系统:不仅会作用于自身,还会与其他程序相互作用。我们在旧代码中一次又一次地加入新代码,并以此出其不意的新方式使用它们,以此将各个层次拼接在一起。但是,当我们创造的“一大堆”引发意外状况时,我们就会遭遇“雪崩”,因为“一大堆”不仅变得更大,而且变得更难琢磨。波音737MAX就是个很好的例子。

在人们构建的其他类型的技术系统中,互联性同样在不断升级。例如,在法律体系中,由于每项新的法律法规都与以前的法律法规相互关联,因此我们很难预测单项法律条文的效果。一些公共项目需要10年左右的时间才会获得批准,因为相关的规则和流程冗长繁多。这种情况在很多时候甚至是致命的,比如,老化腐朽的基础设施如果未能得到及时修理,就有可能夺走许多人的生命。每一条法律法规都是合理的,但当它们被放到一起时,就有可能因为相互作用而变得异常“软弱”,甚至可能以令人惊讶和意想不到的方式产生冲突。

人们不仅越来越多地将某项技术的各个组成部分关联起来,而且还越来越多地将不同的软件和技术关联起来。后者是一种高阶互联模式,也就是互操作性。我们现在不仅建成了互联网络,比如由不同计算机和设备组成的互联网,而且还建成了拥有众多子系统的大型互联系统。子系统中很小的一个事故,可能就会引发大面积的瘫痪。

生物学思维和物理学思维

在自然界中,通过研究生物进化中的错误和故障,譬如突变和疾病,人们才有可能了解生命系统的奥秘。例如基因复制过程中出现的错误,从染色体中的大型畸变,到脱氧核糖核酸中不正确的代码复制,以及它们所导致的、可见的差异或缺陷,都是我们了解基因功能的突破口。

对于技术系统,我们也需要采用同样的方法。我们可以将系统及其各部分的多样性记录下来,并加以分类。即使无法完全理解整个系统,我们也可以通过对观察异常情况和分析故障等方式,获得卓越的见识。

17世纪中叶,一位名叫纳撒内尔·费尔法克斯的英国医生在科学杂志《哲学学报》上连续发表了几篇论文,报告他观察到的一些有趣现象,但他没能从这些观察结果和事实中总结出某种理论。

同一时期,年轻的牛顿正在思考物体如何移动,以及光线如何传播。与费尔法克斯一样,牛顿对观察所得的材料进行了分类和编目;不同的是,牛顿还总结出了一套支配物理世界的定律,并用数学公式将它们描述了出来。

在某种意义上可以说,牛顿和费尔法克斯在同一时期、同一个国度所进行的不同研究,代表了两种理解宇宙复杂性的方法:牛顿试图将观察到的所有不同事物都统一起来,也就是通过一组优雅的解释来简化世界的多变性和多样性,通常是几个公式或定律;费尔法克斯则放弃了对理论优雅性的追求,转而拥抱了多样性和复杂性,即使世界在一定程度上是混乱的,他也愿意接受,并为“又了解到新的细节”而欢欣鼓舞,哪怕这些细节很难立即被融入某个单一的理论框架中。我们可以把这两种方法分别称为物理学思维和生物学思维。生物学思维和物理学思维都是在探求具有普遍性的、有预测能力的理论。但是,这两种思维方式的推进方向是不同的,这种不同主要反映在它们对抽象化的相对容忍度上,而相对容忍度又取决于所研究系统的特性和复杂性。

从下面这个古老的科学笑话中,我们可以清楚地看出这种区别。一位奶农为了提高产奶量雇用了两个顾问,一位是生物学家,另一位是物理学家。生物学家考察一周后提交了一份长达300多页的报告,写明了每头奶牛的产奶量具体取决于哪些因素,他向奶农保证,只要严格按照他的建议执行,奶牛的平均产奶量可增加3%至5%。物理学家只考察了3个小时就回来了,宣称自己已经找到了一个能够适用所有奶牛的高效解决方案,并且可以将产奶量提高50%以上。他的方案是,“首先,假设你有一头身体为球形的奶牛……”

抽象化方法当然是有用的,但我们不能做出存在“球形奶牛”这种假设。当你把生物学层面上的细节都抽象掉之后,你不仅会丢失大量信息,而且最终还会对某些重要组成部分,比如边界情况,感到束手无策。从这个意义上说,生物学思维和物理学思维是解释世界的两种不同方法,适用于不同的系统,而且通常是互补的。

充分考虑它们的进化轨迹

技术系统变得越来越复杂了,我们对它们的理解也走向了两个极端,要么,只能得到关于系统运行的一般性概念,但对其内部细节印象模糊,甚至一无所知;要么,对系统的若干组成部分有零碎的了解,但并不知道这些组成部分是如何融合在一起的,也不知道该对系统行为作何预期。前者趋于物理学思维,后者则趋于生物学思维。

面对越来越强的复杂性,许多人选择通过物理学方法,抽象掉细节来获得对系统的一般性认知。例如,在考察一个复杂的社会系统,比如一家大公司或一个城市时,如果用物理学思维来解释,那么我们所采取的方法可能是将它的其中一个属性绘制成图表,然后看图表能否很好地拟合为一条特定的数学曲线。这种方法能让我们清楚地看到系统内部所发生的事情,至少可以提供相关的线索。但是,这个系统及其行为之所以能很好地与某条曲线相拟合,原因可能有很多。在这种情况下,你得到的只会是更多的问题,而不是答案。理解复杂系统通常不适合采用直接的、大规模的抽象化方法,因为这些系统实在太混乱、太庞杂了。

因此,注重细节,强调多样性的生物学思维,为理解杂乱的进化系统提供了一个至关重要的视角。只有通过大量的刺激和检验,复杂的进化系统才有可能被理解。因此,生物学家,特别是野外生物学家,在研究生命体的复杂性和多样性时,都必定会考虑它们的进化轨迹。这种方法特别适合用来理解技术系统。野外生物学家经常要扮演博物学家的角色,非常注意收集和记录在各地发现的各种事物,并加以分类和编目。除此之外,在面对一个极其复杂的生态系统时,野外生物学家也不会即刻就想要彻底理解它。他们很清楚,一次只能研究这个系统的一小部分,而且即使是针对某一部分的研究,也未必会完美无缺。例如,他们只研究少数物种之间的相互作用,鲜少会去考察某个地区的完整的物种网络。野外生物学家对自己的判断非常坚定,而且明白,在任何时刻都只能观察周遭复杂情况的一个片段。

与此类似,在面对一团乱麻般的技术系统,譬如一个软件、某个国家的法律体系,或是整个互联网时,如果我们硬要将物理学思维中的优雅和简洁附加在其整体性之上,那么我们就不可能走太远。要想从真正的意义上理解技术系统,并对其行为做出有效的预测,我们就需要成为技术领域的“野外生物学家”。

这对我们意味着什么?在思考一个系统的不同交互层级时,我们要记住,那些看上去毫不起眼的底层细节有可能会升至顶层,从而变得对整个系统至关重要。我们需要技术领域的“野外生物学家”,需要他们来对复杂系统的细节和各个组成部分及其失败和错误进行编目和研究。这种生物学思维不仅可以带来新的思想,而且完全有可能成为我们探索互联性越来越强,而可理解性越来越弱的技术世界的主要路径。

智慧始于认识论中的谦虚。在面对复杂的技术系统时,谦卑和包容是非常值得尊重的选择。研究生命基因组的科学家就是这方面的典范。在基因组中充斥着无数无“目的”的片段,它们是在奇异的吸积过程中形成的。在技术系统中也有类似的过程和片段,科学家认为这是“光荣的混乱”。

用“光荣”来形容“混乱”,是生物学思维,富含谦卑与钦佩。技术系统是混乱的,是永远无法被完全理解的,我们只有在充分认识到“系统总会变得复杂”的时候,才能更好地构建系统,才能在复杂系统出现各种情况时,不至于被它们“反咬一口”。

作者说

“九说中国”系列是上海文艺出版社与出版人孙晶共同策划的一套大型中国传统文化普及丛书。丛书将有多辑,每辑推出九册单行本,每册单行本选择最能代表中国气质、中国气象、中国气派的人物、事物、景物、风物、器物下笔,勾勒中华民族的伟大文化传统和灿烂文明。

每一单行本,又针对言说对象,选取九件具体有形之物或九个阐释性维度,作为切入点,深入挖掘和探讨言说对象所蕴含的中国元素、中国精神、中国气质和中国意志。

以下是第一辑作者针对自己所著单行本的“言说”。

《九个汉字里的中国》,郭永秉

要在几个个汉字中间,选择九个字来进行讲解,阐发这九个汉字中间所反映出来的中国,是很费斟酌,不能讨巧的。明知其不可为而为之,正是因为汉字重要。中国的一些根本性的思想、理念、原则,可以从汉字及汉字所记录的先秦文献中窥见源头。

《玉石里的中国》,叶舒芜

这部小书分为九章,旨在通过对玉石这一贯穿华夏文明历史的物质符号的解说梳理,凸显中华文明在时空尺度上的幅员辽阔与悠久绵延,结合考古新发现的生动案例,应用物质文化研究的新成果,与时俱进地更新我们对中国的整体性认知,尽力向读者呈现“以往所未知的中国故事”。

《发明里的中国》,江晓原

从中国古代的技术成就出发,尝试思考这些技术成就背后的理论支撑是什么,不失为一个富有启发意义的问题。本书通过论述九项中国传统文化中特别重要的技术成就,或者说九项发明,强调中国传统文化中也具有非常强大的创新基因。

《节日里的中国》,仲富兰

中国传统节日作为一种行为层面的传统文化,是中华民族文明的精华之一,在长期的流传过程中,通过对天人、群己、义利等关系的约定,形成了自身独特的文化内涵,体现了强大的文化凝聚力与生命力。

《寓言里的中国》,夏德元

中国古代寓言历史悠久,源远流长,散见于浩如烟海的中国古代典籍之中。中国寓言多以人事为主角。这是因为在寓言兴盛时期的中国哲人们,已经形成了有别于古希腊哲人关注思考人与物的关系、印度哲人专注人与神的关系的思想主题——人与人的关系。这样的思想传统肯定不是在短时间内突然出现,而是经过了远远超过文字可考历史的漫长的积淀过程。

《民间传说里的中国》,段怀清

在汉语文学史上,口传文学是一条源远流长的浩荡长河,它足以与人们所熟悉、所熟读并精研的文人文学或精英文学或高雅文学并峙而立。从这条文学长河中,我们可以读出并感受到劳动人民、民间社会、世俗生活以及日常现实的方方面面,同时也能够不乏温馨地体验感受到来自这一文学长河的对于人性、人际关系以及社会、世界、宇宙充满浪漫与好奇的想象。

《九首古诗里的中国》,胡晓明

这本《九首古诗里的中国》,始于先秦时代的《诗经·君子于役》,终于清代龚自珍的《己亥杂诗·九州生气恃风雷》。两千多年的诗史,只以九首诗来加以表达,分明不免挂漏之讥。然而坊间的中国诗歌选、中国诗史之类的读物实

用闲美风物“九说”中国

是在太多了,要想对中国古诗作系统、深入、全面的了解,不是这本书的任务。本书的特色正在于,以诗史上最精粹、最重要的作品,同时也是作为一个中国人不可不知道的作品,来表达数千年来中国诗里头的文化精神。

《道观可道的中国》,张晓红

道教作为中国原生的宗教形态,尽管在其发展过程中也充分汲取其他宗教,尤其是佛教的理论概念,但毕竟它是生发于中国文化之中,就在道教修真悟性、追求长生成仙的宗教表象下,隐约透露出中国文化的一些特质。

《寺院映现的中国》,张伟然

进入21世纪,佛教地理的研究视角出现一个重要转换,那就是抛开佛教内部的视角,而从外部如历史学、地理学、社会学、生态学的视角看。宋元以后,佛教与中国人、与中国这片土地之间的关系并没有停滞,它对于中国社会一直在起作用。既然如此,这一时段的佛教地理同样值得研究。