

SIGNALS

Evolution, Learning & Information

信号博弈学： 演化、学习与信息

[美] 布莱恩·斯吉尔姆斯 著
韩永进 郭元林 张巍 谭小琴 译



人民出版社

014034566

SIGNALS

Evolution, Learning & Information

H030

51

信号博弈学： 演化、学习与信息

[美] 布莱恩·斯吉尔姆斯 著

韩永进 郭元林 张巍 谭小琴 译



北航

C1714992



人民出版社

本书根据牛津大学出版社2010年10月版翻译

图书版权合同登记号:01-2013-8627

原书名:Signals:Evolution, Learning and Information

原作者:Brian Skyrms

原出版者:Oxford University Press Inc., New York

责任编辑:陈鹏鸣 封面设计:石笑梦

图书在版编目(CIP)数据

信号博弈学:演化、学习与信息/[美]布莱恩·斯吉尔姆斯著;

韩永进 郭元林 张巍 谭小琴译.

-北京:人民出版社,2014.3

书名原文:Signals:Evolution, Learning and Information

ISBN 978-7-01-012910-5

I. ①信… II. ①斯… ②韩… III. ①博弈论-应用-经济

IV. ①F224.32

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第292337号

信号博弈学:演化、学习与信息

XINHAO BOYIXUE YANHUA XUEXI YU XINXI

[美]布莱恩·斯吉尔姆斯著

韩永进 郭元林 张巍 谭小琴 译

人民出版社 出版发行

(100706 北京市东城区隆福寺街99号)

北京中科印刷有限公司印刷 新华书店经销

2014年3月第1版 2014年3月北京第1次印刷

开本:787毫米×1092毫米 1/32 印张:10.75

字数:190千字 印数:0,001-3,000册

ISBN 978-7-01-012910-5 定价:30.00元

序 言

作为一位从事军事信号和战略研究多年的学人，能为美国学者布莱恩·斯吉尔姆斯的《信号博弈学：演化、学习与信息》一书作序，备感振奋与欣慰。通读中译本全书，总体感受是该书研究视角独特，分析方法新颖，将概率和博弈方法引入信号分析，对我国的信号和战略问题研究，有着非常重要的启示作用与借鉴意义，而且翻译水平也非常到位与“传真”。感谢作者与译者，为世界特别是现代化进程中的中国提供了这样优秀的学术作品，特别是韩永进教授的治学风格与严谨态度，加上他多年坚持不懈的学术努力，才使得这样的优秀学术著作中译本问世，当然这也包括人民出版社领导与编辑们的慧眼识珠，最终才让作品与读者见面。

一、从技术层面看信号

作为一个军事信号研究者,我始终认为,信号始终是人类社会生产活动特别是战争活动的重要因素,尤其是现代化战争,信号的军事作用更为凸显,在这个意义上说未来的战争也就是一部信息时代的“信号战史”。这在本质上也是美国这样的世界军事强国,把大量的资金和技术投入信号系统的建设和应用研究的原因所在。为了长期处在世界军事技术的绝对优势地位,美国耗费大量资金建立了多系统、自动切换的军事信号系统,以应对日益复杂的现代高科技战争环境。长期以来,军用信号系统的技术研发目标,始终围绕快速反应、精准到位、安全保密的方式,将信号由空间的一点传到另一点,两点之间信号传播的信息量和信息内容基本按一对一的运行方式要求来进行设计的。看了这本书的研究,从理论上解决了长期困扰我们的一个实践问题,完全的一对一是一种理想化目标,现实中是不可实现的。信号传播从其自然属性和技术属性分析,无论你的技术系统做的如何完美,其可靠性也不可能达到绝对的一对一,信号传输的量和内容的可靠性存在一个 $0-1$ 的概率分布问题,再先进的信号传输系统,其传输的信息精度也不可能达到 1 ,再落后的信

号传输系统,其传输的信息精度也不可能为 0,所以,任何信号系统传输信息的精度(或可靠性)都是 0—1 的概率分布,不可能是或 0 或 1 的确定分布。按照这样的研究逻辑,无论是军用信号技术系统还是民用信号技术系统,其目标只能是提高其信号传输精度,而不是追求可靠性为 1 的传输精度。这里实际还隐含一个技术研发效费比问题,信号传输精度和信号传输技术系统的研发费用是正比关系,精度要求越高,研发费用越高,如果把精度设在理想值 1 上,研发费用可能趋于无穷大,这样会将大量的资金投入一种无意义的研究,这就要求工程技术设计人员必须在确保不失真的前提下尽量节俭研制经费。精度概率和费用的数量关系是未来信号研究的重要领域,也是未来信号技术发展的一个重要理念。

二、从内容方面看信号

书中有一个命题很有新意:信号携带信息。读完全书的译稿后,我就这一命题做了长时间的沉思,与本书的译者也做了多次交流,认为这是一个很值得国内学者研究与进一步跟进并创新的命题。国内哲学界近年来研究关注更多的是信息本身的范畴,明显看出没有信号做支撑的信息研究是缺乏实证科学研究基础

的。信号看起来是一种客观存在,信息是依附于这种客观存在上的意义,意义分自然意义和人为赋意,赋意体现更多的是主观创造。信号的科学研究探索重点在自然意义,比如闪电、打雷这两种自然信号,它的自然意义是下雨,闪电、打雷及其程度与下雨概率和大小的关系是科学研究的重要内容。借用自然信号携带意义,就有一个赋意问题,把意义如何赋在信号上,看起来是一个技术问题,但赋什么、怎么解读赋在信号上的信息意义,更多应看做是一个哲学内涵上的问题。比如说话,信号基础是声波,让什么样的声音代表什么样的意义练习,是一种技能训练,可看做技术问题,按照特定的语法规则发言,并能被听众听懂,这应该更多体现哲学问题。本书作为一本信号研究的哲学著作,赋什么、如何解读是其研究主题,但围绕这一主题作者并没有作哲学式的逻辑演绎,而是借用进化动力学研究方法,将信号传输系统看做进化过程和结果来进行分析,这样就把信号传输系统放在一个非常之宽泛的科学知识背景中去研究,从细菌、植物、动物到人的信号传输大系统之中,使信号传输系统的研究既有进化的纵向研究,又有物种比较的横向研究,这一点可以说是“横向到边、纵向到底”的一种学术意义上的涵盖。

当然无论是纵向研究,还是横向研究,其目的还是

要解决人类的信号传输系统的问题。书中指出了人类信号传输系统信号携带信息的信息形式,如符号、语言、数字、文字等,我感觉还应该进一步延伸研究,比如图片、视频、知识、文化符号等。只有把这些要素都看做信号携带信息的信息形式,才能真正解读发展变化中的社会实践活动的复杂性。

三、从概率和博弈看信号

这本书的创新和独特之处,在于用概率和博弈方法来研究信号传输系统的演化产生和使用问题,全书之精彩点也在于此,我就不做过多说明了,留给每位读者细嚼慢咽、仔细琢磨和沉思。这里只说一个有趣的迷惑现象供读者玩味。

每一个现实中的女性都希望自己漂亮,漂亮的女性往往会以自己的漂亮来凸显自己,争取更丰厚的生活或者心理回报。如果将漂亮作为一个指标来看所有的女性,漂亮只能是一个概率分布,只能是程度,而不是终极。世界上最漂亮的女性其漂亮概率只能向1靠近,永远达不到1,最丑陋的女性其漂亮概率只能向0靠近,永远不可能为0,大多数人的漂亮概率在0.5左右。如果将漂亮作为女性生活的一个重要内容,漂亮概率就是女性生活博弈的基本策略选择之基础。最好

的博弈策略,漂亮概率接近1的,策略选择向0.5方向选择,漂亮概率接近0的,策略选择也应向0.5方向选择;最差的博弈选择:漂亮概率接近1的,策略选择向1方向选择,漂亮概率接近0的,策略选择向0方向选择,这样,出现两个对立的集团,漂亮概率接近1的群体占优,享受更多资源,长期占优,会产生极端理念,消灭概率趋近0的个体。这就引发一个博弈问题,供大家思考:概率高的是否有权消灭概率低的,延伸到知识,可靠性高的知识是否有权否定可靠性低的知识存在?这个在一切都处于急剧变革中的中国未来社会中,几乎涉及每个领域的思维观念与意识问题,也许需要我们沉下心思好好思考一番,然后再决定我们的脚步迈向历史未来的何处!

四、从军事运用上看信号

未来战场信息的获取和使用几乎全部基于传感器体系支撑的信号系统,这也是未来世界军事技术发展的大趋势。

20世纪90年代初,美国在伊拉克实施的“沙漠风暴”行动,由于信息传递问题,出现了大量友军误伤事件,针对这一问题,美国防部做了许多研发工作,相关信息技术也取得了很大进步,但迄今为止,作战中识别

友军身份仍然是美国防部最挠头的技术难题。在美军后来实施的“自由伊拉克”行动中,它们使用了更多新的信号传输技术和信息技术,如使用“捕食者”无人机提供远程目标的实时图像信号,使用了多于“沙漠风暴”行动中 15 倍的卫星带宽,这些新技术在很大程度上,增强了联军态势感知,享尽了带宽带来的好处,保证了联军的绝对战力优势,但友军识别的难题还是没有根本性解决,误伤问题虽有缓解,还是比较严重。针对当时战场上出现的问题,美国原海军陆战队大西洋司令官马丁·伯恩特少将感叹地说:“我不知道这样的技术是否存在,但我们确实需要了解每个人和每辆车的位置。我们需要了解编队、作战部队和护航舰的位置。我们需要一个完全联合的系统,该系统是综合的和互操作的,指挥官通过它可从世界上任何地方进行观察准确的信号体系。”伊拉克战争美军面对的是复杂的沙漠环境,在沙漠战场上,像友军识别、空对地和地对地信号识别、迅速确定所在位置、准确击中目标等战场问题成为重大军事技术课题,因为身处沙漠中的士兵,没有强有力的信号信息系统支持,很难战胜敌人。

阿富汗战争中美军面对的是复杂的山地战场环境,无人机成为作战重要利器。无人机对信号系统的要求更为苛刻,由于美国目标信号系统设计存在严重

缺陷,在数千次空袭中,竟有三分之一的空袭,误杀了平民百姓!无人机的战场目标识别信号系统还存在大量急需克服的 IT 信号处理问题,像如何建立远程移动无线指挥和控制系统;如何更加有效地使用带宽;如何快速并有效地把数据信号转换成知识以消除信息超载带来的判断失误等问题。现代战争的战场是生死搏杀、形势多变、破坏能量剧烈释放的复杂空间区域,其信号传输系统是否高效直接影响战争的胜败。现代战争更多反映的是以信号传输系统为基础的生死博弈。

信号不仅仅是战场作战的重要元素,同时也是现代某种具体作战技术平台实现其强大功能的关键要素。就拿一般军用航空发动机来说,温度越高,发动机的推力就越大,但温度过高,超过材料的极限,发动机的寿命就会骤减,严重的还会损坏发动机。因此温度测试、显示和调控发动机运行的信号传输系统技术始终是军用航空发动机研发的重大课题。军用航空发动机一般运行温度都在 1000°C 度左右,在这么高的温度条件下,测温度不可能像我们用水银温度计测体温那么简单,其测温一般采用热电偶测温传感器来获得温度信号,受温度环境和材料的限制,这种温度传感器的精度受到很大限制,过去其误差在 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ 范围内。现代先进的战机对其发动机温度传感器的温度误差要求

必须 $<\pm 5^{\circ}\text{C}$ 度,达不到这个标准,发动机的温度传感器只能作为一个测量元件,而不能作为一个控制元件,其结果在战机发动机技术平台上,无法建立信号传输和调控系统,现代先进战机也无法制造。随着传感器技术的突破,其测温信号精度大幅提高,它在发动机里,由一个测量元件,转变为发动机温度控制信号系统中的核心功能元件,其提供的数据信息成为发动机运行函数中的一个关键变量,控制着发动机的运行状态。以发动机温度传感器技术为核心,构建的现代军用航空发动机温度控制信号系统,使发动机成为一个具有运行博弈功能的系统,这样一来,在不损害发动机的情况下,大大提高了作战发动机的品质性能,使作战飞机的作战能力大大提升。具有博弈功能的信号传输系统不仅仅存在于自然界的各种系统中,也存在于和我们密切相关的生活系统中,更存在于现代战争和战争要素系统中。

总之,当今天我们站在历史与未来交界口的当代,传统的中国是一个0、1思维色彩比较浓厚的国家,这当然与她几千年的历史传统文化密切相关。希望每位读者读完这本书,能够有一个0、1概率分布的优化选择过程思维,只有这样我们才能把社会生活中的诸多事物看做是一种现实的博弈,做出的选择与决策才不至于非0即1式的极端状态,这将使我们未来的国家

社会与生活更加丰富多彩,也将使我们的大至国家战略决策,小至具体的工程项目少走弯路。

国防大学教授 胡思远

2013年10月21日于北京

中文版译者序

两年前,曹天予博士到天津大学讲学,向译者推荐了斯吉尔姆斯(Brian Skyrms)新近出版的著作《信号:演化、学习和信息》(*Signals: Evolution, Learning and Information*)。^①从直观上看,这是一本小书,不足200页。然而,曹博士却说这本书极好,有望成为经典。几位译者经过两年多的努力,终于把它翻译成中文,即将由人民出版社出版。

这是一本什么样的书?答案可能众说纷纭,莫衷一是,但都可能认为是一本难读的书。例如,有人认为其研究信号博弈论,也有人认为它是有关语言哲学的著作,还有人认为它是探讨社会哲学的。为什么会出现这种情况呢?我们能从作者的有关话语中找到答案:“传信理论(signaling theory)和哲学是什么关系?”

^① 这是英文原书名的直译。目前,中国的一般读者以至相关学者对该书所研究的内容还比较生疏,因此,为扩大中文版的影响和读者群体,我们把中文书名意译为《信号博弈学》。

因为它涉及信息的选择、传送和过程,属认识论。它也属(祖)语言[(proto)-language]哲学。信号传信理论处理合作和集体行动问题,这些问题通常存在于社会学和政治哲学领域。尽管信号传信理论无法完全划归到上述学科的任何一個,但它给每一个学科都带入了一些新颖的观点。信号传信理论太美妙了,因为它充满迷人而未被探索的问题。”^①有鉴于此,为便于读者阅读理解,下面对此书进行简单的介绍和分析。

一、关于作者

作者斯吉尔姆斯是美国著名科学哲学家,1938年出生,1964年毕业于匹茨堡大学,获哲学博士学位。尔后,曾先后在加州州立大学北岭(Northridge)分校、特拉华(Delaware)大学和密西根大学工作和访学;1967年,到伊利诺大学芝加哥分校任教,1970年升为教授;1980年,到加州大学欧文(Irvine)分校工作,先后担任经济学教授和哲学教授,因研究成果突出而荣为“杰出教授”;2007年,成为斯坦福大学哲学教授。

除本书外,作者的主要著作还有:《选择与机遇》:

^① Skyrms, Brian (2010). *Signal: Evolution, Learning, and Information*. Oxford: Oxford University Press, 2010, pp3-4.

归纳逻辑导论》(1966, *Choice and Chance: An Introduction to Inductive Logic*, 此书被多次再版, 并被译为意大利文、葡萄牙文和德文), 《因果必然性》(1980, *Causal Necessity*), 《实用主义和经验主义》(1984, *Pragmatics and Empiricism*), 《理性权虑的动态》(1990, *The Dynamics of Rational Deliberation*), 《社会契约的演化》(1996, *Evolution of the Social Contract*), 《猎鹿和社会结构演化》(2004, *The Stag Hunt and the Evolution of Social Structure*), 《从芝诺到套利: 论数量、融贯性和归纳》(2012, *From Zeno to Arbitrage: Essays on Quantity, Coherence and Induction*), 以及《社会动态》(即将出版)。此外, 作者还编辑(包括与别人合编)过7部著作, 发表过130多篇论文和约20篇书评。可谓著作等身。作者的研究兴趣和领域甚广, 主要有归纳逻辑、博弈论、决策论、理性权虑、逻辑原子论的形而上学、因果性、真理和概率的基础。当前, 作者重点研究“约定和社会契约的演化”。

因其学术成就和影响, 作者获得过诸多荣誉和奖励。仅举几例, 2004—2006年, 担任科学哲学学会主席, 本书即源于其2006年在该学会的主席演讲; 2004年, 被选为美国科学促进协会会员; 2000—2001年, 担任美国哲学学会太平洋分会主席; 1999年, 因著作《社会契约的演化》获得拉卡托斯(Lakatos)奖, 同年还被

选为美国国家科学院院士；1994年，被选为美国人文与科学院院士。

本书被翻译成中文出版，作者非常高兴，积极帮助联系版权事宜，并非常热情地撰写了中文版序。在该序中，作者希望中国学者能从本书中受益，从而使这方面的研究更加深入。

二、从信号到哲学

本书的核心思想，一言以蔽之，那就是“从信号到哲学”。全书紧紧围绕“信号”，研究信号的发明、发送、传递、接收和处理等过程，形成传信理论，并得到结论认为在生物演化、学习和其他适应过程中会自发突现传信行为。这些研究的目的却在于解决一个古老的哲学问题，即语言意义的自发突现问题——意义交流能产生于低层次的试错学习，还是能产生于始于某种状态的演化过程？从前，哲学家以种种不同的方式探讨过该问题。这样，作者就把本书的研究置于哲学发展的历史背景之中，是对德谟克利特、亚里士多德、亚当·斯密、休谟、达尔文、罗素、维特根斯坦、奎因(Willard Quine)、刘易斯(David Lewis)、米利根(Ruth Millikan)等人思想的继续发展。纵然如此，如果读者没有足够的背景知识和一定的哲学悟性，还是很难看清楚