

认知的创新突破，方能带来科研的创新发展

■徐立

纵观历史，大部分经济周期中非连续性的生产力跃迁，都来自于科研创新。同样，在当下的疫情、全球经济问题和产业动能转换中，科研创新可以帮助我们有效穿越经济周期。

我们这个时代见证了太多从科研创新而进入产业的案例，我认为，从科研创新走出来的创业者，有一个核心条件，那就是认知领先——对于科技发展判断的领先，是构筑起行业壁垒的先决条件。

人工智能作为通用技术，不但技术发展本身需要我们对技术路径有超前认知，更重要的是，它可以有效地帮助我们去突破人类认知的边界、探索未知。

科技创新要成为真正的时代发动机,必须经历两个阶段

回看过往300年，每一个时代经济发展的核心驱动力都是技术，技术是真正意义上的时代发动机。而如果细分每个技术的发展脉络，可以看到每一个时期都有一个非连续的点，经济增长曲线呈现两个斜率，即每一个技术突破到推动经济发展的时候，面临着至少两个阶段：第一阶段是技术变实用的阶段，在这一阶段，技术从实现突破到能够真正给大众生活带来可见的变化，且大众逐渐熟悉这项技术；第二阶段是技术规模化的量产阶段，技术成本降低到足以落地。

增长斜率的非连续有两个原因：首先，当技术突破到具有实用价值，并且能用于行业中，它面临的挑战仍然是行业或者大众的认知程度没有跟上。这需要一段时间的市场教育。比如，交流电出来时，大众认为它会电死牛。汽车刚出来时，英国还设立所谓的《红旗法案》，担心汽车行驶到马路上，会吓到马，所以要求在车前面60码处，有人挥红旗告知周边的人和马，有汽车来了。当时没有认知到的是，其实有了汽车就不会再用马了。所以，认知的提升需要时间。

第二个阶段就是技术商业化的成本下降的过程。如果生产成本普遍变高，行业是无法发生颠覆式变化的。假定下围棋是一种生产力方式，以现有AlphaGo/AlphaZero的投入来看，需要几十年才能收回成本。所以当技术突破以后，需要新的应用下探索降低生产成本的方法。

这也是为什么技术突破还不是技术赋能百业的标志。直到第二个阶段来临，进入规模化生产时，成本降到原来的十分之一、百分之一时，各行各业才会发生改变。

人工智能也是如此。这波人工智能浪潮从2010年开始。那时的人工智能其实是“人工指导的智能”，不管是传统的生成式的或者判别式的，其实都非常依赖人的先验知识。人工指导的智能一个最大的问题是：其逻辑上限是人的认知，这就带来了发展的局限性。

当下，人工智能的发展依赖于两个因素的变化。其一是人工智能转换为数据驱动，算法本身对这个世界有了很好的“表达能力”；其二是算力提升，给予人工智能更大的探索解决空间的能力。此时的人工智能不再依赖于人的先验知识，而是可能超越人的认知，即通过2014年左右，它才在很多垂直领域真的超越了人。

创新的基础,来自于人类真正意义上的认知创新

从科技创新的第一个阶段到真正商用，还有一个关键，即它的生产成本是否过高，导致行业难以应用。特别是在工业制造里，就会面临类似的问题。比如把AlphaGo用于工厂，如果改造升级生产线需要70年才能回本，那根本没有人会用。因此，成本降低是能否赋能百业发展的核心。

如果说第一个阶段是“顶天立地”的话，第二个阶段就是“铺天盖地”。什么是达到顶天立地的基础和条件？这事关人类真正意义上的认知创新。

对未知世界探索的核心能力,正在出现变化

但是，人类真正的科研创新突破往往来自天才的脑洞或者说天才的猜想。人类历史上的科研突破基本上都是基于各种思想实验，甚至可以说是那些不靠谱的思想实验。这种突发式的思想实验到最后被验证，才被称为天才的脑洞。但是天才的脑洞为何没有成为人类历史上一種科研创新的范式？因为范式是可预测的，但是天才的灵光一现是不可预测的，可是今天人们所记住的重大科研突破都是从那条路走来的。

我们觉得有意思的是，图灵在1950年提出一个问题：机器会不会思考？在提出这个问题70年后，我们可以再问一个问题：机器能不能做猜想？实际上这个答案是肯定的。因为有了这个变化之后，人类对这个世界认知的模式发生了巨大的变化，因为机器的猜想是规模化、可复制的。

仍然以围棋为例。围棋的复杂度是3的361次方，就是黑白加无共361格，即10的170次方格。虽然它的复杂度其实不是我们解决问题中最高

人工智能有机会成为我们时代的标签

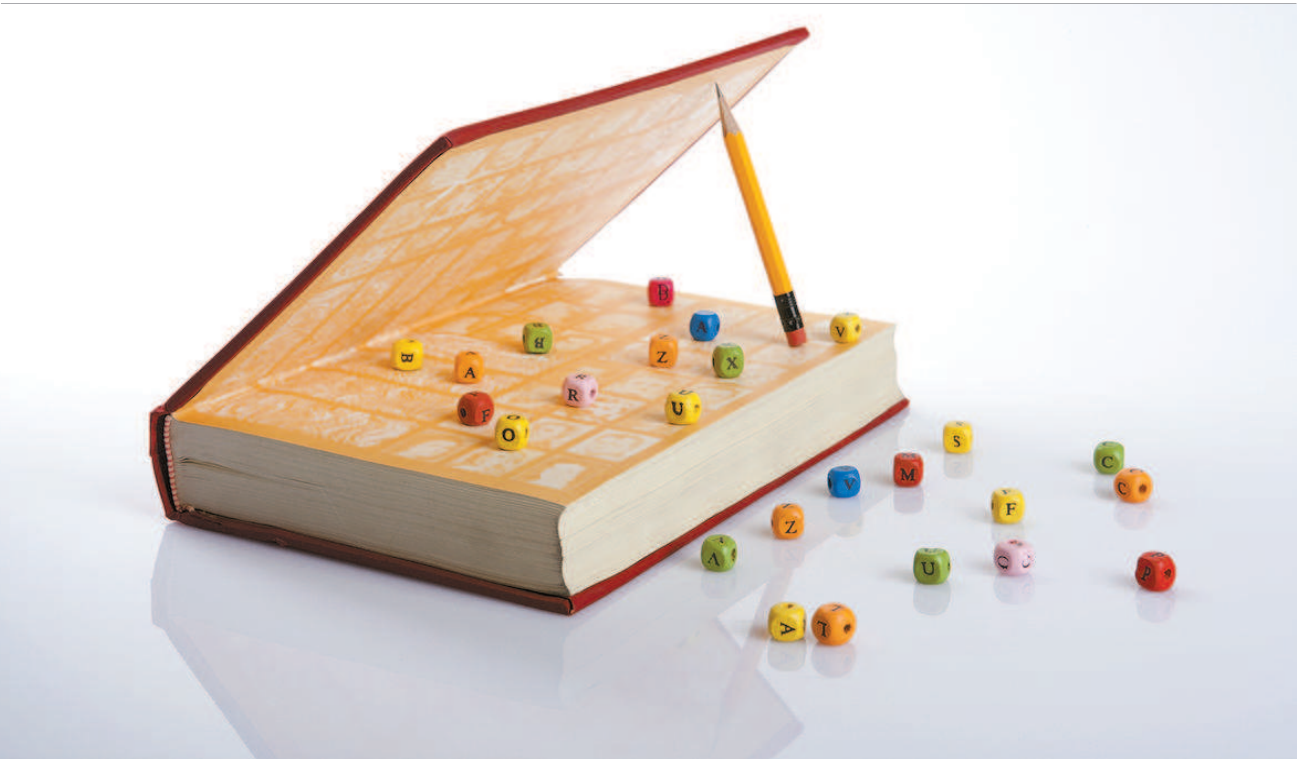
我们一直认为自己对这个世界有很好的把控,但现实我们都是 在应用中找到边界。现在很多人认为人工智能是大数据驱动,其实并非完全如此。

人工智能发展的首要核心在于人工智能背后的大算力。我们看到在一些应用中,其实已经不完全 是数据驱动,我们自己在推动一个AI大装置,在这个AI的底层来做猜想模式。之所以叫AI大装置,比对应的是粒子对撞机,人工智能和粒子对撞机都是在1956年发明的,而且都是用随机性解决探索世界的问题。

过往的十年当中,最好的人工智能算法对于算力的需求增长了100万倍,其中有很多算法是没有用什么数据的,很多长尾应用都不是大数据问题。

第二个核心就是“铺天盖地”,长尾应用这个词是10年前描述互联网营销的。互联网过去20年最大的贡献就是解决了长尾需求的匹配。实际上线下应用,包括工业的、城市治理的人工智能系统要解决的都是实现这个长尾链条的完成,从而形成价值闭环,因为现在的瓶颈是人效。

每个人一天遇到大约600件物品,每三件东西形成一个检测元,比如说人在演讲时,人、手持话筒、舞台都可以用来识别演讲这个行为。如果一个人每天遇到600件物品,就有3400多万种组合,如果有3400多万个AI模型,才可能形成真正的物理世界的互联网和搜索引擎,让机械制造、无人驾驶等各类应用都从中受益。但即便是我们,现在也只生产了22000个不同应用场景中的商用人工智能模型,距离3400多万个还很



大学分纯数学学院和应用数学学院,这是幸运还是不幸?

■埃菲·杰曼诺夫

数学，到底是科学还是艺术？可以说，既是科学，也是艺术。数学是一门非常古老的学科，既推动技术进步，也伴随着技术的进步而进步。人类需要测量土地，所以发明了几何学；电力学的发展也是得益于数学家引入了偏微分方程组；平面和流体力学等则催生了复变分析等数学领域的发展。

但数学的重要性还体现在另外一个层面，那就是证明，尤其是用于实验科学的证明。检验真理的标准是实验的可重复性，所以无论什么理论，都必须通过数学实验得到独立的论证。冯·诺依曼曾经说过，这个想法在他的

一生中曾发生过多次改变，但事实却依然如此。数学有着惊人的稳定性，2000多年前欧几里得书里的证明至今看依然非常有效。证明的目的，是为了理解。对数学家来说，仅仅知道某件事是正确还是错误，是不够的，他们更想知道为什么它是正确的，它背后的思路是什么。

数学之美与物理之美乃至科学之美,是一致的

证明的过程,可以是美丽的,也有可能 是丑陋的。如果你听过两个数学家之间的对话,你很可能认为,他们应该是艺术家,因为他们常常会谈论这个证明美、那个证明则不怎么样。

那么,数学中的“美”意味着什么?“美”是无法定义的。当然,数学家会使用非常简单的乘数、深刻的道理以及复杂的证明去展示这一点,就像伟大的费马大定理一样。他们喜欢并且期待来自有趣的小青年,连长相如何,至今都只有一个理念在不同环境中以不同形式出现。

数学中,衡量“美”的黄金标准是伽罗瓦理论。伽罗瓦是法国人,20岁就因为决斗而离世,他从没上过学,没接受过任何正规数学教育,连大学的入学考试也没有通过。当年,他只是个没人感兴趣的小青年,连长相如何,至今都只有靠艺术家的一些猜测。直到100年后人们才知道他是一个无人能取代的数学天才,他在18岁就创立的群论,改变了后世数学的进程。

现在大家都知道二次方程、三次方程,乃至四次方程,都有求根的解法公

式。多年来,数学家一直在寻找一个类似的公式来求解五次或更高阶的方程,但一直没有成功,因为这种公式并不存在,从来没有出现过。

第一个尝试对这一现象进行有力证明的是意大利的数学家鲁菲尼,但他的证明并不完备,他穷其一生都在试图完善这一证明。第一个正确的证明,来自数学天才尼尔斯·亨利克·阿贝尔。他证明,五次及以上的方程是没有求根公式的。而伽罗瓦则解释了为什么会 出现这样的结果,还把这一现象和对称性联系起来。这一证明可以追溯到拉格朗日,即任何物体,从宏观到微观的基本粒子,都具有对称性。这种所谓对称性在数学领域就被称为群论。

直到20世纪初物理学家开始研究基本粒子,对称性成为他们重要的研究依据。诺贝尔奖获得者、粒子物理标准模型之父格拉肖说:“我不知道上帝是

否存在,但如果他存在,那么他一定知道群论。”

说到美和数学,赫尔曼·外尔说过:“我的作品总是试图将真理和美结合起来,当我不得不做出选择的时候,我通常选择美丽的。美丽的,是我选择的最高标准。”

爱因斯坦提出相对论以后,外尔写了一篇有关统一场论的高质量学术论文,寄给了一本物理学杂志,普朗克是杂志编辑,寄给了爱因斯坦评审。爱因斯坦注意到这一模型的确有美丽之处,但实验数据却和理论模型有差异。爱因斯坦认为,模型是错的。普朗克做了一件了不起的事情,在同一个专栏下同时发表了那篇论文和爱因斯坦的评审结论。10年后,当物理学家开始研究量子力学和规范不变性的时候,外尔的模式完美契合。所以,选择美丽往往也是值得的。

数学这门“奇怪”的艺术,有着最实用的价值

共用设备,所以密码必须频繁更改,数学家想出了一个绝妙的新的方法,完全是基于伽罗瓦的有限域。

还有一个数学上的例子。1917年,奥地利科学家约翰·拉东发表了一篇论文,当时他已经是奥地利科学院的成 员,他发现一种方法,可以通过直线的积分来推导出原函数。到1970年,科马克和亨斯菲尔德发明了断层扫描仪(CT)并因此获得诺贝尔科学奖。这一发明原理完全是基于伽罗瓦的群论和拉东的函数。X光照射人的大脑,取进入值和射出值,获得一个密度积分,然后将直线密度积分进行计算以后可以得到大脑的一个图像。当然,诺贝尔奖颁发的时候,如果拉东还活着,也可以分享这个诺贝尔奖。

在这多年以前,当我还是学生的时 候,被告知真实的世界就是由实数和复

数构成的。所谓有限域,伽罗瓦的一些理论、数论,只有极少数的专业人士才会感兴趣。但现在情况已经完全发生了改变。世界上所有的金融交易,其实都是基于这样一个公式进行操作的。

比如,如何建立一个好的网络?互联网时代,从一点将信息传到另外一点,必须花费的时间很少,在网络上走最短的路。第一个基于拉东理论的网络是格雷戈里·马古利斯1980年构建的,利用群论以及泛函分析、以及数论中非常深刻的结论,构建了一个网络。这个网络被称之为拉东测度图像。这篇论文只有3页。这之后,马古利斯也证明了其他的很多理论,得到了很多奖项,包括菲尔兹奖。但目前为止,他本人被引用最多的论文,还是那短短的3页的论文。

数学被分为纯数学和应用数学,是一种“不幸”

东西砍掉,而只留下对人类有用的部分,那这个植物肯定会死亡。同样的比喻,也可以用到数学上,每一个部分都不可缺少。

我们现在正在经历的所谓信息革命,就植根于数学、衍生于数学。对大数据而言,它对数学也带来了巨大的影响和挑战,其实这个问题以前都没有得到充分的考虑。人工智能也好,机器学习也好,基因组学也好,甚至对消费者情绪的预测……这些领域也出现了同样的问题和挑战。因为现在我们出现了巨大的数据矩阵,这些矩阵太大了,甚至无法放到内存当中。我们知道矩阵是对它里面的元素计算的一种方式,计算的是一种可能性,甚至我们不需要知道精确