

科技评论

智创未来,未来已来

李德毅

摘要 用历史视野重读人类文明演进由于认知革命不断突破形成的壮阔史诗,指出人类所经历的3次认知革命:第一次认知革命以文字与教育的发明为核心,使人类突破生物本能局限,构建起文明传承的生态体系,实现了知识的跨代积累与传播;第二次认知革命源于近500年科学技术的爆发式发展,推动工业文明诞生并重塑了人类改造自然的能力;当前人工智能的迅猛发展标志着第三次认知革命的到来,其核心特征是人类智能与机器智能的共生共创。提出“思维软构体”与“物质硬构体”的哲学区分,以物质、能量、结构、时间组成的四要素说,建立统摄人类与机器认知的共同基石。指出科技作为人类社会加速催生机器暴力思维的颠覆性,剖析人类智能与人工智能的共生共创,重新审视人与人、人与社会、人与自然的关系,为智能时代提供一个基础性坐标,并以前瞻性的人文关怀叩问智创时代的人类命运,以迎接前所未有的新文明范式。

关键词 思维软构体;四要素说;负熵;暴力思维;智智与共

历史照亮未来,人类的历史是一部认知史,人们可以从多个视角回看人类社会的整体发展。历史学家把人类社会分为原始社会、奴隶社会、封建社会、现代社会4个发展形态;社会学家把它分为原始社会、奴隶社会、封建社会、资本主义社会、社会主义社会、共产主义社会6个阶段^[1]。但从人类生存和繁衍进化的底层逻辑可以看出,无论是什么社会,它首先是自然人的社会。我更愿意认为,人之所以为人而不同于其他动物,主要是因为人的认知能力。人类创造了语言、文字、文化、科技、艺

军事科学院系统工程研究院,北京 100091

术,创造了许多工具、物品和复杂机器,创造了人类特有的文明,成为后续人类生存和繁衍的累积生态,让自然人与人类文明迭代发展成为社会人。

人类历经了石器时代、农耕时代与工业时代,相应催生了原始文明、农耕文明与工业文明,发生过无数次或大或小的认知革命,迎来如今的智能时代和认知文明(图1)。每个阶段的发展所用时长并不相同;归纳起来看,曾耗时十几万年的人类自然进化,对文明推动力度远不及5000年前文字和教育的发明,后者创造了人类文明,可称之为人类的第一次认知革命;近500年科学技术大爆发,对宇宙和人类自身的认知深入发展,

可称之为人类第二次认知革命;现今,基于深度学习的人工智能大发展,迎来“智创未来、未来已来”的百年之大变局,其发展进程明显加速,人类智能和机器智能共生共创,可称之为第三次认知革命^[2]。当代人类正是前2次认知革命的受益者、接力者,更是这次百年之大变局的创造者、亲历者。

1 第一次认知革命:建立起人类文明生态

自然进化呈现的是物种的多样性。生物在与自然环境的具身交互中缓慢进化,时间尺度以万年,甚至十万年、百万年计,其中适者生存的进化法则^[3]并没有过分

收稿日期:2025-12-26;修回日期:2026-01-08

作者简介:李德毅,教授,中国工程院院士,研究方向为计算机工程、不确定性人工智能、数据挖掘、智能驾驶、认知工程以及认知物理学等,电子信箱:lidy@cae.cn

引用格式:李德毅.智创未来,未来已来[J].科技导报,2026,44(2):17-24;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2025.12.00038

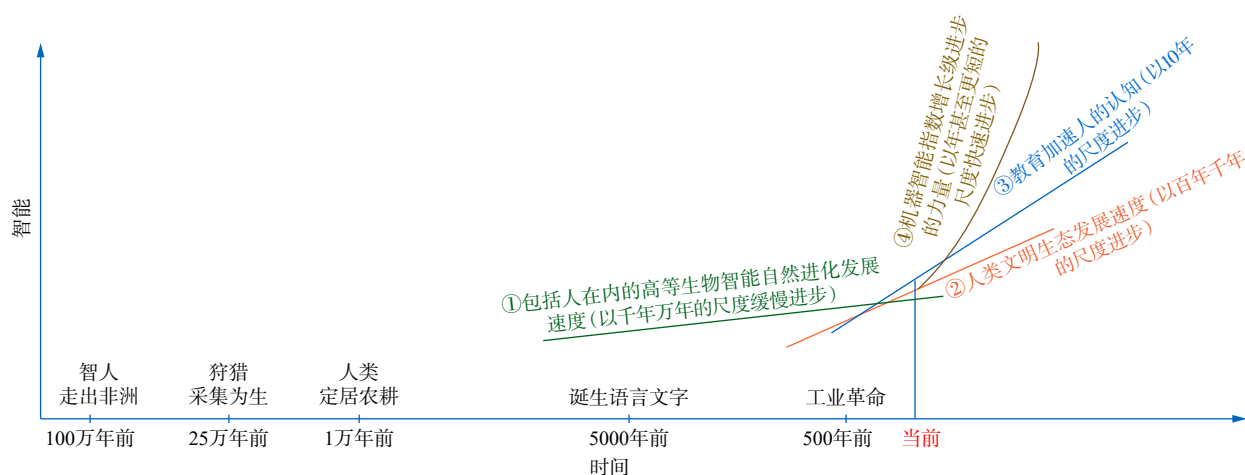


图1 人类进化历程及认知革命发展示意

眷顾人类。纵观人类生存和繁衍的历史,无不是人类认知自然和认知自身的历史。在高等生物诞生之前,宇宙早已存在。但是,人类这个物种在近300万年的进化中,脑容量几乎增长了4倍,超过了过去6000万年的总增长率,已经成了地球上记忆能力、认知能力最强的生物。如果把地球45亿年的历史压缩作1天,单细胞微生物存在35亿年,相当于18h,智人存在50万年,仅相当于10s,人类的文明史存在约1万年,有文字记载的只有5000多年,这5000年的人类文明史只相当于0.2s^[4]。人类从早期的爬行动物进化到直立行走猿人的过程中,解放了双手,学会制造工具并进行劳动。与其他生物相比,人类有一双灵巧的手,人类的视觉、声带发音和耳蜗听力精细神奇。人类有丰富的感知直觉,在群体之间使用视觉行为、语言行为和肢体行为进行沟通的能力特别强。例如,可用复杂精致的视觉和语音区分人脸、识别讲话者。更关键的是,和其他生物相比,在自然选择、物竞天择、适者生存^[5]法则下,人类进化出了复杂

精致的大脑。这一进化过程的代价需要漫长的时间,历经千万年生与死的世代更替,留存发生有利变异的个体,同时淘汰在构造上不合宜偏离的个体。人的脑干部分是身体调节的核心,具有意识。待进化到哺乳动物时,高等生物逐渐拥有了情感,在意识区和情感区基础上,大脑外皮层暴长,体积约为300cm³,表面积为2200~2850cm²,含近千亿个活动神经细胞^[6],成为独一无二的人类认知特质。这使得人类拥有2个世界。一个是客观的、外在的物理空间/世界,人类感知和认识宇宙天体、自然万物、各类生命,以及工具、建筑、书本等人造物。另一个是主观的、内在的认知空间或者精神世界^[7],可以认识自己的感受、体验和觉察^[1]。人类内在世界的意识、欲望、情感、信仰和智能的不同组合^[8],演变出不同的价值人生。在人脑的认知空间中有了精神活动的场所,得以把物理世界的各类物质硬构体映射为思维软构体。人类通过具身和物理世界交互,对物理世界的认知可以用思维软构体表达,精神世界的想象力和创造力又能在

物理世界中得到验证。精神可以变物质,物质可以变精神^[9]。

正如“禽有禽言、兽有兽语”一样,为了适应自然,人类群体在生存和繁衍过程中必须相互沟通。300万年来,人类发展的语言已经形成区别于其他动物的明显语言优势。人类智能始于语言,而语言运用离不开语境、语用、语义和语法。文字和书写工具的发明,以及后续演进,进一步催生了人类的想象力,推动了文明的传播,尤其是抽象、联想和交互。200万年前,直立人创造了石器文化,又经过50万年前的智人和3万年前的现代人类的漫长演化,人类交流方式从模仿、姿势、手势、口语、图画发展到文字。约6000年前,西亚出现了楔形文字,古埃及出现了象形文字,后者先是表意、后演化为表音形式。古汉语起源于3000年前,在中国商朝遗址——殷墟上发现的甲骨文已有丰富的发音体系,还区分辅音与元音,标志着文字系统的成熟。

人类和动物最本质的区别在于发明了文字,把思想延伸至体外。地球上所有物种,都是依靠自

然进化的生物本能,加上自身生命期内有限的实践经验,来拓展智能。唯有人类不同。一个人在完成生育后,对人类这一物种智能的生物学贡献虽已终结,生物学上后天的智能扩张性不可遗传,但在后来生命期内的智能,却能通过文字、人工智能等形式对人类智能发展作出贡献,人类通过语言文字传承知识。语言学家估算地球上约有 6900 多种语言文字^[10],其流变有类似的源头,过后形成不同分支。无论图画文字、楔形文字、象形文字、拼音文字,都在不断演化,发展为各个学科专业的符号文字(如数学、物理、化学和音乐),甚至发展到计算机编程的语言符号,把抽象概念、思想见解、技巧方法、决策逻辑、问题求解等用文字符号表达出来。它们独立于人体之外,书于竹帛、镂于金石、琢于盘盂、载于纸张、构于机器。即便生命停止,但他留下的文字和文化、思想和智能仍在,人类群体的记忆得以延续。所谓“灵魂”永生,只不过是活在历史文字和当代人的记忆中。文字是连续语言的离散载体,言之无文、行而不远、行而不久。人类区别于其他生物最基本的特征是用文字表达思想、思维、情感及智能,成为灵魂的解释者。文字可脱离生命体而长期存在,成为物理环境的一部分、人类文化文明的生态基石。

自然进化赋予人类发明教育、通过学习提升智能的生物学基础。人类基因中有 30 亿个碱基对。基因决定神经元的连接规则或模式,并不指定连接强度。人脑没有哪个神经元是座孤岛,平均每

个神经元有 1000 个左右的连接,因此基因无法完全指定每个神经元的连接方式和强度,为后天的可重塑性留下了空间。教育尤其是早期教育,对塑造人一生的认知特别重要。人脑的认知具有可塑性:经常协同工作的神经元会形成更稳固的连接通路,而较少使用的连接则会逐渐弱化,即大脑的“思维软构体”会改变大脑的“物质硬构体”。人在学习中运用各种概念、经验,会直接引发神经元突触结构的物理性改变。记忆不是存储在某个单元,而是大脑中特定神经网络连接模式本身。一个人经历过的事情、学习到的知识、思考问题的过程,都会在神经网络中留下物理痕迹——改变突触的强弱、增减连接、重塑网络。正是因为突触具有如此的动态可塑性,人才能从经验中学习、提高处理信息的效率、快速根据环境变化调整行为。这一动态可塑的调节机制构成了大脑学习、记忆以及适应教育环境的生物学基础。

教育始于史前时代。世界上最早的学校出现在两河流域的古巴比伦。公元前 3500 年,在古巴比伦苏美尔的苏路珀古城遗址里有大量的泥板学生课本和作业,证明两河流域已有读、写、算等基本训练的“泥板书舍”。公元前 2100 年,在两河流域的马里城遗址里有一所由 1 条通道和 2 个房间(分别可坐 20 人和 45 人)组成的学校,使用楔形文字教学。四大文明古国(古埃及、古巴比伦、古印度和中国)均出现各自最早的学校。公元前 2500 年的古埃及,有宫廷学校。中国在公元前 2000 多年的夏

朝就设有“序”“校”“庠”等专门的公学^[11],还有春秋时期孔子的私学。一个人一生认知能力的发展,尤其是学习能力,离不开其浸染的教育环境。教育的传播性和传承性可以把人类的智能迅速在时空中扩散,推动人的认知和智能跃上快车道。地球的生物中,唯独人类能够利用群体智能和社会文明,跨越地区、民族、国家界限,通过语言、文字和教育,向后代传播并传承已有的智能。人类智能形成的科学技术成为学校教育的主要内容。学校教育不仅包含监督学习,更涵盖指导学习、集体学习与强化学习。知识是提升认知的食粮,教育培育了人类的继承力、认知力和创造力。教育的威力是让任何地区、民族、国家所取得的任何新的知识和智能,都可迅速成为全人类的共同认知。教育让知识的传播、交流和后天习得效率提高,无需亲自实践,便能实现所学即所用,推动知识迅速共享。这些知识是在地球上生活过的 1000 多亿人在几万年中形成的社会文明结晶。通过教育把人类创造的累积性知识与精神财富跨代、跨多代传承,即便是个体也可以吸纳人类文明的种种记忆和思想,充实到大脑里,形成智能。这就摆脱了智能单纯通过基因逐代进化的单一渠道,为原本依靠生物进化智能的“现在进行时”添加了一个新的而且占主导地位的认知渠道,使得依靠教育发展智能成为“现在完成时”。如果说个体生命,如胚胎发育在一定程度上浓缩了人类物种种族进化的历史,那么人类在长期漫长的自然进化过程中,千辛万苦

获得的认知,即文化文明、科学和技术数千年的积累,可以浓缩在学校数十年、数年甚至数小时的授课中,让学生迅速掌握,还可以把人类科学发展的结晶压缩至数年的教育内容中,让下一代得以迅速进入认知前沿。人类通过教育浓缩重演人类文明,用教育实现个体对人类认知的浓缩传承。正因如此,可以说人类最伟大的智慧是发明和发展了教育^[12]。

由于人类发明了语言,尤其是发明了文字与教育,人类便有了自己的历史记载和传承,催生了越来越丰富的文化艺术及精神世界。人类的智能,即学习的能力、解释现象和解决现实问题的能力,有了生物学和社会学的坚实基础。教育的持续性与学习的终身性,可能重塑大脑的结构。第一次认知革命导致人类从生物中脱颖而出。

2 第二次认知革命:诞生工业文明

人类作为地球上的物种之一,面临的最大问题是生存和繁衍过程中的物质满足。人类不断强化自身在物质世界的获取能力和行为能力,不断征服与改造物质世界,以确保自身的生存与繁衍。约500年前,在文艺复兴人文主义思想的土壤上,迎来了科学和技术的大爆发及随后的持续繁荣,推动19世纪人类科学时代的开启。1687年,牛顿发表《Philosophiae naturalis principia mathematica》(《自然哲学的数学原理》)^[13],为认识和区分自然科学、哲学和数学奠定了基础,让人类认知开始走上

科学的道路。科学解释各种各样的现象,技术解决现实问题,相互促进,形成人类史上的第二次认知革命^[14]。科学、技术和工程逐步地、越来越多地覆盖哲学等领域,如哲学的原子论被物质科学、物理学、化学取代,古老逻辑学融入数学体系,意识和心灵相关研究被生命科学、认知科学、人类学承接。世界各地密集涌现出一大批杰出科学家、发明家和工程师,在人类发展史上难得一见,例如哥白尼(1473—1543年)、培根(1561—1626年)、伽利略(1564—1642年)、开普勒(1571—1630年)、笛卡尔(1596—1650年)、费马(1601—1665年)、牛顿(1643—1727年)、莱布尼茨(1646—1716年)、康德(1724—1804年)、拉格朗日(1736—1813年)、瓦特(1736—1819年)、伏特(1745—1827年)、拉普拉斯(1749—1827年)、傅立叶(1772—1837年)、安培(1775—1836年)、高斯(1777—1855年)、欧姆(1787—1854年)、法拉第(1791—1867年)、达尔文(1809—1882年)、焦耳(1818—1889年)、麦克斯韦(1831—1879年)、门捷列夫(1834—1907年)、庞加莱(1854—1912年)、居里夫人(1867—1934年)、莱特兄弟(1867—1912年/1871—1948年)、爱因斯坦(1879—1955年)、冯·诺依曼(1903—1957年)、图灵(1912—1954年)等,他们的科学思想和技术成果引发了一次又一次农业革命和工业革命。如果说农耕时代人类发明的工具,还仅仅是将特定结构寄托在不同物质上,那么以纺纱机、蒸汽机、电动机、时钟、计算

机、空间飞行器、原子能、互联网、集成电路、认知机器为代表成果的多次工业革命,便成功地把结构寄身到不同物质、能量和时间中。人类发明的车辆、船舶、飞机、火箭等动力和智能机器,将活动范围从陆地延展到海洋、天空、太空。如今,无论是机械能、辐射能、热能、化学能、电能、核能,各种各样的动力机器普遍运用,无处不在,能源产量和消耗水平成为衡量一个国家发达程度的重要标志。物理世界中,物质、结构、能量形成的各类复杂硬构体,对人类社会的生产形态、组织结构、经济格局和生活方式带来根本变化。回顾历史,随着人类从简单工具到复杂机器的发明、制造、使用和推广,看似轰轰烈烈的社会更替,实质是依赖人类认知大发展及许多新工具的发明和利用。对包括复杂机器在内的工具的革新与批量制造,成为推动人类改造自然、改善社会组织结构的不竭动力,正是认知成就了人类。如今,千姿百态的机器人已经在城市、农村替代人类从事各种各样的劳动。科学技术作为第一生产力,已经成为几乎所有国家、民族乃至全社会的共识。

3 第三次认知革命:人类智能和机器智能共生、互补和共创

最近10年,人工智能作为时代新质生产力,正如火如荼,全球发达国家纷纷奋力研发具备认知能力的机器。当前人工智能的发展,依靠数据、算法和算力驱动,以深度学习和生成式大语言模型

的突破为标志性成果^[15]。其实,智能被生命束缚,把它们释放到体外,始于数学的机械化,堪比人类发明语言文字将思想释放到体外,形成人类文明的生态。如今,认知机器生成的语言和文字实现了图灵测试的常态化^[16],语言智能不再受限于生命形态,正发生着人类史上的第三次认知革命^[17],它将造就未来百年之大变局,迎来人类智能和机器智能共生、互补和共创的新时代。

自达特茅斯会议提出人工智能概念以来,人们时而愤怒,时而焦虑,不断在捍卫或重申传统认知边界,留恋“人类是唯一智能载体”的时代,总倾向于认为机器不是“真正”的智能。现在,我们终于发现了人类认知和机器认知的共同基石,揭开了生命智能的神秘面纱,说明认知机器产生的智能和

人类智能并无二致,均建立在由物质、能量、结构和时间四要素^[18]组成的同一块基石上,都赖负熵为生,物理同源,数学同构,操作同序。

无论是人还是机器,认知的核心都归结为学习的能力与解释现象、解决问题的能力^[19](图2)。与精神和认知活动直接相关的科学和技术,包括生命科学中遗传学的发展、DNA双螺旋结构的发现以及基因编辑的成功^[20],尤其是图灵机和存储程序的通用可编程电子计算机的发明,堪称时代的伟大创举^[21]。人在和外界交互中不断吸收能量、减少不确定性,维持“序”的存在。认知机器用能量产生时钟,而时钟产生时序,支撑递归并维持机器负熵^[22]。人生大约是30亿s的时间长度,思维周期通常是亚秒至毫秒级,而认知机器的思维周期可达到皮秒(10^{-12} s)级。

倘若机器以飞秒计算,人以秒计算,1fs(飞秒)与1s的比值,相当于1s和3200万a的比值。机器仅需数秒便可浓缩重演一个百岁人生的思维总量,这便是机器的暴力思维。机器还具备注意力集中、不会疲劳的优势。人类要突破图灵机局限,关注计算,更关注记忆,关注思维,更关注具身,发展难以计算的记忆智能和具身交互智能;用云模型^[23]、数据场、拓扑势、云变换等认知的物理学理论和方法^[24],来形式化人类不确定性认知^[25],通过抽象得到结构,逻辑引发推理,联想引发类比,交互形成反馈,进而融合符号主义、连接主义和行为主义,形成认知螺旋,实现认知的自成长。

现代科学的诞生,发端于对物质世界的认知,进而发展为“物质性、能量性的科学、技术和工程”,作用于物质之上,满足人类物质需求,改变物质的存在状态或性质。其内涵最初聚焦物理学和化学,后发展到有机化学、医学和生命科学,用以解释物理空间和宇宙的自然规律、人的生老病死,甚至试图制造人工生命,其研究对象均为实实在在的物质硬构体。与这条主线相比,人类的精神活动和智能只是主观世界的认知,是感觉、知觉和记忆的共同产物,可视作独立的精神存在,是思维软构体。其实,主观认知说明物理世界的客观存在是很困难的,它只能反映物质世界在人的大脑中留下的印记。人类认知宇宙依赖观察和实证,通常只相信“实”,看到“在”;而在人脑中有许多基于想象和抽象的思维软构体,也会催生出“虚”和“幻”。

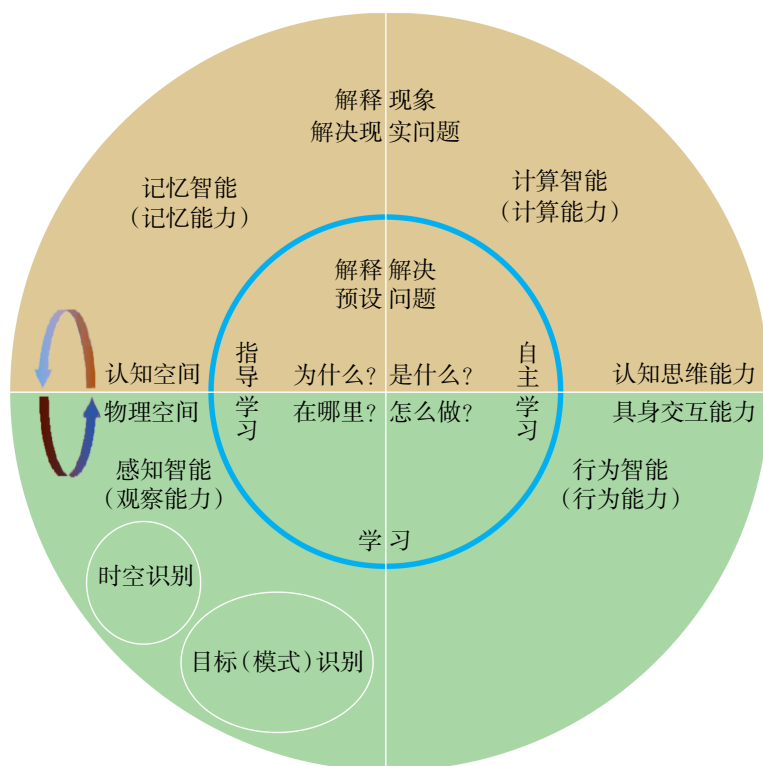


图2 认知的核心是学习的能力和解释现象与问题的能力

人类一切思维活动皆离不开抽象,认知源于感知过程中的抽象,抽象或压缩形成不同尺度的软构体。自然进化形成的具备抽象、联想和记忆能力的脑神经系统,是人类构建结构和时间的生物学基础。人类长期进化形成的感知器官和大脑皮层组织,特别是大量神经细胞相互作用,构成了感知时间的思维载体。倘若没有包括视觉残留在内的各类不同时间的记忆,如瞬时记忆、阶段记忆和长期记忆,人类就只能永远活在当下,就不会有物质运动和变化的时间概念,正是记忆为过去和现在的认知提供了连续性。有记忆就有遗忘,否则大脑就不堪重负;遗忘是人类智能的显著表现。人类需以有限的记忆能力去认知无限的宇宙,抽象出结构和时间,除逻辑推理外,更依赖联想和类比,形成想象力和创造力。这是人类在长期自然进化过程中,为了生存和繁衍被压逼和诱导出来的。宇宙中本不存在离开物质和能量的孤立结构,也没有离开物质和能量的孤立时间。一个重要的例证是1967年物理学界一致同意改用场论解释的原子结构来定义“秒”。1 s为铯-133原子基态2个超精细能级之间跃迁所对应的电磁辐射9192631770周期的持续时间。从物理常数定义的量纲可见,时间不仅定义了长度和质量,也描述了熵增和负熵。结构体现在物质物体上,时间体现在运动或能量变化上,合在一起就是两虚两实四要素。

有人误读了“信息革命是第四次工业革命”。信息是在结构、时间上形成的衍生物,是思维软构

体的指代,仅此而已。构成人类文字的最小元素是符号或笔划,数学中最基本的抽象是0和1,代数中最基本的抽象是量和变量,几何中最基本的抽象是点线面。在抽象的基础上,认知产生联想和交互,从线性到非线性,从确定性到不确定性,从可逆可还原到不可逆不可还原,从简单到复杂。在人的认知空间里,倘若没有抽象和联想,就没有数字、符号和编码,没有数学、语言和文字,没有信息、知识和模型,没有方程、算法和程序^[26]。而这些符号、文字、模型、算法、程序都是软构体,是非物质的、非客观存在的,是人类智能活动的产物。例如,人能够识别纸上印刷的千差万别的图形“A”这些硬构体,被合并、归类、抽象成认知空间的软构体“A”。软构体并不存储于某个孤立的记忆单元,而是体现在人脑神经网络拓扑结构中。各类抽象概念,如“山”“树”“房子”“人”等,都是思维软构体。根据不同的场合和任务,软构体可以变化性地指代物理世界的同一个或多个特定实体,同一个硬构体也可以在不同的情境和环境下变化地被赋予认知空间里的各种各样的软构体,两者甚至可能截然不同。人们常说的信息,只是软构体的冰山一角。人脑借助软构体进行思维、想象和创造,解释精神世界、认知与生命价值,开辟了“结构性、时间性的科学、技术和工程”^[27]。包括信息在内的思维软构体,不是构成物理世界的真实存在,不具有客观性或物质性。同时,结构和时间也深深地、精细地融入物质性和能量性的科学、工程和技术中,

解释人类所处的物质世界,润物细无声地渗透至各种人造物中,成为物理空间越来越多的真实存在,例如人造建筑、人造卫星、互联网、智能机器,乃至人工生命。物质、能量、结构和时间是人也是机器认知的最基本要素。地球依靠四季轮回保持秩序,人类社会不同群体依靠结构和社会秩序保持运转,都和生命一样,赖负熵为生。同样,认知机器用能量产生时钟,时钟产生时序,支撑递归,维持机器负熵。以人类对圆周率的认知为例:公元前1900年,古巴比伦石匾记载圆周率约等于 $25/8(3.125)$;公元前200多年,阿基米德利用圆的外切与内接96边形,求出 π 值应该在 $3.140845\sim 3.1428571$;公元500年,祖冲之画直径1丈的大圆,从圆的内接正六边形一直作到12288边形,得出 π 值在 $3.1415926\sim 3.1415927$ 。然而,1950年在电子数字积分计算机(ENIAC)上算出 π 的2037个小数位;1954年在海军兵器研究计算机(NORC)上用13 min算出3089个小数位;1989年用IBM—VF型巨型机计算到小数点后10.1亿位;2010年日本自组装计算机算出小数点后50亿位;2011年计算机算到小数点后万亿(10^{12})位。对比可见,依靠生物自然进化的人类,借助简单工具提升 π 值精度的速度极为缓慢——小数点精度提升1位耗时1700年,再提升4位耗时800年;而借助电脑、图灵机可计算、软构体复用,仅用70年就将 π 值精度提高到 10^{12} 。没有人怀疑过机器计算和人脑计算 π 值结果的正确性和唯一性。由

此可见,硅基机器是人类思维的超强加速器和智能行为的超强放大器,其暴力计算是碳基生命望尘莫及的。人类找到了机器认知的物理机理,发明它以克服人类自身认知的生物学局限。机器对人类体力的超越已被普遍接受,未来机器的智能超越,也终将成为常态。我们需突破图灵机局限,发展难以计算的记忆智能和具身交互智能。认知机器之所以能在短时间内创造巨大价值,是因为暴力计算充分利用了思维软构体几乎无限制的可复制性和可重组性(例如穷举和试错),这是生命智能难以做到的。它能够学习、联想、类比、推理和创造,既可以独立发挥作用,也可与物质硬构体结合产生更强大的复合效应。厘清机器认知与人类认知的异同,可促进物质性、能量性、结构性、时间性的科学、技术和工程的发展,研发可交互、会学习、自成长的认知机器,开辟“各智其智、智人之智、智智与共”的人工智能新方向。人类智能和人工智能的迭代发展,使得人类能够以超自然进化的速度,从早先的“觅食者”跃升为“种植者”“劳动者”“建设者”,如今正迈向“创造者”。

智创未来,未来已来,21世纪是创造的世纪。随着越来越多的劳动岗位被机器人所取代,随着全球各民族和地区不断消除贫困奔小康,人类曾经面临的生存和繁衍过程中的物质满足问题一旦解决,其自身的想象力和创造力将会被大大激发并赋能机器,人造物件越来越新、越来越多、越来越快,人类对自身生命和健康的认知愈发

清晰,寿命持续延长,欲望、意识、情感、智能、信仰、价值观等也将更加广阔多元。人类认知边界的不断突破,让人类命运更加共通,甚至共同。人类文明的晋级尺度将从千年、百年缩短至10年,人与自然的和谐共生也逐步上升为人类社会的主要矛盾。

在未来的百年之大变局中,人类如何更加智慧、自律、尊严、优雅地生活?我们是否准备就绪?当前人们对未来人工智能的焦虑,折射出对自我的不安,但人类正借助人工智能重新认识自己。应对这个百年之大变局,我们必须清楚:即便没有人类,其他生物和宇宙依然可以存在。受人的具身进化、生理感官尤其是大脑的进化和活动范围的限制,人的感知远不具有充分实在性。宇宙的力量与个人的愿望和幸福感本无必然关联,物理世界是否如人们所认知的那般,无从可知。生活在这个浩瀚的宇宙中,人类认知和人工智能创造人类新文化、新文明;在这个新文明的时代,我们依然扎根于自然,需要新的适应和发展。

参考文献(References)

- [1] Diamond J. Guns, germs, and steel: The fates of human societies[M]. New York: W. W. Norton & Company, 1997.
- [2] Harar Y N. Sapiens: A brief history of humankind[M]. London: Harvill Secker, 2014.
- [3] W. C. 丹皮尔. 科学史及其与哲学和宗教的关系[M]. 李珩, 译. 北京: 商务印书馆, 1975.
- [4] 吴军. 文明之光[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2015.
- [5] 查尔斯·达尔文. 物种起源[M]. 韩安, 韩乐理, 译. 北京: 新星出版社, 2020.
- [6] Kandel E R, Schwartz J H, Jessell T M, et al. Principles of neural science [M]. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2013.
- [7] Dehaene S. Consciousness and the brain: Deciphering how the brain codes our thoughts[M]. New York: Viking, 2014.
- [8] Damasio A. Self comes to mind: Constructing the conscious brain[M]. New York: Pantheon Books, 2010.
- [9] Pinker S. How the mind works[M]. New York: W. W. Norton & Company, 1997.
- [10] Eberhard D M, Simons G F, Fennig C D, et al. Ethnologue: Languages of the world[M/OL]. [2025-12-03]. <https://www.ethnologue.com>.
- [11] 章小谦. 中国教育概念的产生——夏、商、西周时期的教育概念[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2011, 29(4): 70-78.
- [12] 李德毅, 马楠. 人工智能看教育[J]. 高等工程教育研究, 2023(3): 1-7.
- [13] Newton I. Philosophiae naturalis principia mathematica[M]. London: Royal Society, 1687.
- [14] Kuhn T S. The structure of scientific revolutions[M]. 2nd ed. Chicago: The University of Chicago Press, 1970.
- [15] Goodfellow I, Bengio Y, Courville A. Deep learning[M]. Cambridge, MA: MIT Press, 2016.
- [16] Turing A M. Computing machinery and intelligence[J]. Mind, 1950, 59(236): 433-460.
- [17] OpenAI. GPT-4 technical report[EB/OL]. [2025-12-03]. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.08774>.
- [18] 李德毅, 殷嘉伦, 张天雷, 等. 机器认知四要素说[J]. 中国基础科学, 2023, 25(3): 1-10.
- [19] Russell S, Norvig P. Artificial intelligence: A modern approach[M]. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2010.

- [20] Schrödinger E. What is life? The physical aspect of the living cell[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1944.
- [21] von Neumann J. The computer and the brain[M]. New Haven, CT: Yale University Press, 1958.
- [22] Wiener N. Cybernetics: or control and communication in the animal and the machine[M]. 2nd ed. Cambridge, MA: MIT Press, 1961.
- [23] Li D Y, Liu C Y, Gan W Y. A new cognitive model: Cloud model[J]. International Journal of Intelligent Systems, 2009, 24(3): 357–375.
- [24] 李德毅. 不确定性人工智能[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005.
- [25] Li D Y, Du Y. Artificial intelligence with uncertainty[M]. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2017.
- [26] 李德毅. 知识表示中的不确定性[J]. 中国工程科学, 2000, 2(10): 73–79.
- [27] Li D Y. Cognitive physics: The enlightenment by Schrödinger, Turing and Wiener and beyond[J]. Intelligent Computing, 2023, 2: 9.

Intelligence creates the future, and the future is here

LI Deyi

Academy of Systems Engineering, Academy of Military Sciences, Beijing 100091, China

Abstract From a historical perspective, this paper reinterprets the magnificent epic of human civilization evolution driven by continuous breakthroughs in cognitive revolutions, and identifies three cognitive revolutions experienced by humanity: The first cognitive revolution, centered on the invention of writing and education, enabled humans to break through the limitations of biological instincts, establish an ecological system for cultural inheritance, and realize the intergenerational accumulation and dissemination of knowledge. The second cognitive revolution originated from the explosive development of science and technology in the past 500 years, promoting the birth of industrial civilization and reshaping humanity's ability to transform nature. The current rapid advancement of artificial intelligence marks the arrival of the third cognitive revolution, whose core feature is the symbiosis, complementarity, and co-creation of human intelligence and machine intelligence. This paper proposes the philosophical distinction between "thinking soft constructs" and "material hard constructs," and establishes a common cornerstone governing both human and machine cognition through the four-element theory consisting of matter, energy, structure, and time. It points out that science and technology, as an accelerator of human social development, has led to the subversive nature of machine brute-force thinking. By analyzing the symbiosis and co-creation of human intelligence and artificial intelligence, this paper re-examines the relationships between individuals, between humans and society, and between humans and nature, providing a fundamental coordinate for the intelligent era. With forward-looking humanistic care, it explores the fate of humanity in the era of intelligent creation, aiming to embrace an unprecedented new civilizational paradigm.

Keywords thinking soft constructs; four-element theory; negative entropy; brute-force thinking; co-evolution of intelligences ●



(责任编辑 王丽娜)