

科技评论

关于智能的思考

刘伟

摘要 智能是一种人机环境系统交互中涌现的适应性能力,包含可量化的计算性与需语境支撑的算计性,二者构成“计算二象性”。通过对比人类智能的社会交互生成机制、数学工具的有限性,以及智能在态势感知(计算性)与势态知感(算计性)中的动态平衡,揭示智能超越单纯科技的特性——其本质是复杂系统中事实与价值的融合,既依赖物理载体又蕴含东方哲学“无中生有”的潜在性,最终指向科学方法与复杂系统理论的辩证统一。

关键词 智能;哲学;计算;人工智能;思维

1 智能的定义与本质

本文所定义的“智能”是人机环境系统在交互过程中涌现的适应性能力,其核心功能是通过信息处理实现对环境的动态响应、目标优化及问题解决。它包含3个层级:人类的认知决策能力(如推理、创造)、机器的计算执行功能(如算法运行、数据处理),以及人与机、环境耦合形成的系统智慧(如团队协作、智能交通网络)。

智能的存在形态具有双重性:显在形态表现为可观测的规则化行为(如数学推演、程序运行),对应可计算性;潜在形态表现为未完全形式化的灵活能力(如直觉顿悟、情境应变),对应可算计性。二者并非“存在”与“非存在”的对

北京邮电大学智能工程与自动化学院,
北京 100876

立,而是同一系统属性的不同表现,如同能量与物质的转化,本质统一而形态各异^[1]。东方哲学中“无中生有”的思想可辅助理解:道家“无”并非绝对空无,而是未显化的“有”,如“道在蝼蚁”所喻,智能在不同情境中呈现多元形态^[1]。有些量子物理学家的研究表明,物质和能量在微观层面的“潜在”或“不确定”状态,可类比智能的潜在形态——并非物理实体的固定存在,而是在交互条件下可显现的系统潜力^[2]。

这种定义突破了物理实体局限,明确智能是系统交互的涌现属性:既包含可量化的计算过程(显在形态),也涵盖需语境支撑的算计过程(潜在形态)。它既不固定于单一形式,也不局限于传统认知框架,而是通过动态适应展现无限可能性,这正是智能超越“有形存在”的核心特征。

2 智能的由来

本文所讨论的“智能”的核心特点是通过符号化认知、文化传递与工具使用实现对复杂环境的主动改造,这与动物的本能适应(如生存技能)存在本质区别。

人类智能的生成依赖于三重交互系统:人与自我的认知交互(如反思性思维)、人与人的社会交互(如语言沟通与文化传递)、人与物的环境交互(如工具使用与场景适应)。这一过程与“社会互动理论”和“认知发展理论”高度契合:皮亚杰提出儿童通过“同化-顺应”机制与环境互动,逐步构建认知图式;维果茨基则强调,语言、符号等社会文化工具通过互动内化为个体智能,例如儿童通过成人的语言指导理解抽象概念^[3]。

狼孩案例为此提供了关键佐

收稿日期:2025-03-11;修回日期:2025-10-25

作者简介:刘伟,特聘研究员,研究方向为人机混合智能、人机交互、认知工程、用户体验、人机环境系统工程、分析哲学、未来态势感知模式与行为分析/预测技术,电子邮箱:twlw@163.com

引用格式:刘伟.关于智能的思考[J].科技导报,2026,44(5):17-23;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2025.03.00044

证:脱离人类社会的个体虽能发展出适应狼群的生存本能(如群体信号识别、趋利避害反应),但这类能力属于生物适应性,并非本文所指的“人类智能”——后者的核心特征是语言符号使用、抽象思维与社会规则认知,这些必须通过人类社会交互才能形成。狼孩缺乏语言和复杂社交能力,正因为其缺失了人类社会的交互环境,这表明:尽管人类具有生物学基础,但真正的人类智能是社会交互的产物,而非单纯的生物本能^[4]。因此,智能既不是人脑(或类脑)的孤立产物,也不是人自身的固有属性,而是人、物、环境系统相互作用的涌现结果,正如马克思所言:“人的本质不是单个人所固有的抽象物,在其现实性上,它是一切社会关系的总和。”

智能在人类层面的核心表现是思维的有效运作,而思维是人类特有的高级认知活动(此处“思维”特指人类通过语言符号进行的认知过程,与动物的本能反应相区别)。霍华德·加德纳的多元智能理论提出,人类有多种类型的智能,包括语言智能、逻辑-数学智能、空间智能等,每一种智能都对应着特定的思维形式。因此,思维是人类智能的操作载体,而智能是思维在系统交互中展现的效能。这种效能既包括人类的认知决策,也包括人与机器、环境协同产生的系统智慧,如团队协作中的问题解决。

思维可以表现为多种形式,既包括逻辑推理,也包括直觉判断、情感反应和创造性想象等多方面。人类的思维不仅依赖于纯粹

的理性,还受到情感、文化、经验等因素的影响。逻辑思维通常指严密的推理过程,依赖于规则和原理进行推导,典型的表现如数学推理、科学实验等;有时我们并不完全依赖逻辑,而是凭直觉做出决策,这种方式往往依赖于经验和内在感觉;创造性思维涉及从不同角度、不同框架中提出新颖的解决方案,这通常不拘泥于现有的逻辑或模式;我们在做决策时,不仅仅是冷静分析,还受到情感、情境等因素的影响。

具体而言,不同思维形式与人类智能的关联体现在:逻辑思维是智能处理结构化问题的核心工具,如数学推理、科学实验等依赖严密的规则推导,这正是逻辑-数学智能的体现;直觉判断是智能应对信息不全时的快速反应机制,例如棋手对棋局的瞬间把握,属于空间智能与经验积累的结合;情感反应是社交智能的关键,通过共情理解他人意图,依赖镜像神经元系统的激活;创造性思维则是智能突破既有框架的动力,例如艺术家的灵感迸发、科学家的假说提出,融合了多元智能的协同——这些思维形式的动态配合,使得人类智能既能精准处理确定信息,又能灵活应对模糊情境,同时为人机环境系统智能提供了核心认知基础。

3 智能不是数学,数学只是智能的一部分

从认知科学和人工智能(artificial intelligence, AI)的角度来看,数学确实是智能系统的一部分,尤其是在推理、模式识别、逻辑思维

和问题解决方面。数学提供了一种语言和工具,可以精确地描述和分析世界,如计算机科学中的算法、优化问题、机器学习模型都依赖数学原理^[5]。

人类在数学、物理、化学等自然学科及社会学科领域的智慧成果,无疑是人类智能的重要体现。这些成果的产生,本质是智能中可计算性与可算计性协同作用的结果:例如,牛顿发现万有引力定律,既依赖对天体运动数据的数学推演(计算性),也源于“苹果落地”的直觉启发(算计性);爱因斯坦提出相对论,既需用张量方程完成形式化表达(计算性),更依赖“追光思想实验”的创造性突破(算计性)。这些案例表明,学科成果是智能在特定领域的具体表现,而数学仅是实现这种表现的工具之一。

智能的范畴远不止数学。人类智能涉及感知、情感、创造力、直觉、社会交往等多个方面,这些都不是简单的数字可以完全涵盖的。情感智能、语言理解、跨文化交流等问题往往需要更多非数学的能力和体验。智能的一个重要特点是多维度的复杂性,包括认知、情感、社会交互等多种因素。在AI的研究中,虽然数学和计算模型是核心,但其他领域如神经科学、心理学、哲学等也都在探讨如何模拟和理解智能的本质。总的来说,数学是智能的一部分,但智能的全貌远比数学复杂和广泛。

未来的数学大概率将会包含矛盾与不自洽性,进而会深深地触及当前数学体系的局限性和未来发展的方向,而这种局限性恰恰反衬出智能的独特性——智能能够

超越数学的形式化框架,处理数学无法覆盖的矛盾与模糊性。

在传统上,数学被视为一种追求一致性、严密性和逻辑自治性的学科,但随着数学的不断发展,尤其是在现代数学的某些领域,逐渐出现了对这些传统观点的挑战。数学的自治性和矛盾在20世纪经历了关键发展:哥德尔不完备定理证明,任何足够复杂的公理化数学体系中,都存在既无法证明也无法反驳的命题^[2]。这一原理同样对智能研究具有启示——智能系统并非封闭的完备逻辑体系,恰恰相反,其开放性正是应对“不完备性”的关键:由于包含无法完全形式化的算计性(如直觉、创造),智能无需依赖“完备性”即可处理矛盾问题。例如,人类面对“说谎者悖论”时,不会陷入逻辑死循环,而是通过语境理解其矛盾的意义,这种能力属于智能的“算计性”,即超越形式化规则的灵活判断^[6]。

随着数学的发展,尤其是在抽象数学和哲学的影响下,未来的数学可能会继续在某些方面挑战传统观念,甚至可能容纳一些不自洽性或“矛盾”的结构,而这些尝试本质上是向智能的“算计性”靠拢。

1) 非经典逻辑。传统数学基于排中律和矛盾律的经典逻辑,而模态逻辑、直觉主义逻辑等非经典逻辑体系,允许命题在不同条件下为“真”,或容纳有意义的矛盾。这与智能处理模糊信息的“算计性”高度契合,例如伦理决策中对“善意谎言”的包容,正是对非经典逻辑的天然运用。

2) 拓扑学和奇异结构。拓扑学、代数几何等领域研究的“矛

盾”对象(如表面看似不自洽,实则可通过高阶抽象统一的结构),类似智能的“整体性认知”能力,即人类能从看似对立的现象中提炼共性,如“塞翁失马”典故中对“祸福相依”的辩证理解。

3) 量子数学与量子逻辑。量子力学的纠缠、叠加态等现象挑战经典逻辑,而量子数学(如量子算法)的数学结构,试图建模类似人类“并行考虑多种可能性”的直觉思维,这与智能在信息不全时的创造性联想高度相似。

4) 模糊集合与不确定性。模糊数学接受“部分真/假”,突破了传统数学的严格真/假界限,直接对应智能处理模糊概念的日常能力(如评价“天气有点热”时无需精确量化),体现了智能对效率与精确性的平衡^[7]。

另一个角度是,随着数学研究的深化,数学家们开始意识到数学不仅仅是一个脱离现实的抽象体系,很多数学结构与自然界、物理世界的复杂性紧密相关。现实世界中的很多现象,如智能、混沌、非线性系统、复杂网络等,表现出了高度的不确定性和不自洽性。这意味着,未来的数学不仅要描述完美的理想世界,还需要能够描述现实世界中的矛盾、模糊和不一致性。简言之,未来的数学可能会接受更多的不自洽性、模糊性和矛盾性,这并不意味着数学会丧失其严密性和逻辑性,而是可能会在更广泛的框架中发展出新的数学工具和理论,去处理更加复杂和动态的现实世界问题。数学可能不再局限于传统的自洽体系,而是扩展到可以容纳多样性、不完备性

和不确定性的更高层次的结构。这种发展不仅反映了数学的演变,也展示了人类思维在理解世界复杂性方面的无限潜力,而这种潜力的核心,正是智能计算二象性的协同作用。

4 智能具有二象性

由前文可知,数学仅能刻画智能中可形式化、规则化的部分(可计算性),而智能还包含应对矛盾、模糊与创造的非形式化部分(可算计性)。这种“数学能覆盖”与“数学不能覆盖”的划分,揭示了智能必然具备双重属性,如同光的波粒二象性,智能在不同情境下分别呈现“可计算性”与“可算计性”,即智能的算计二象性。

智能的二象性,类似物理世界中波粒二象性的辩证关系,表现为动态价值性与规则事实性的双重特征。在复杂情境中,智能呈现整体性、流动性和适应性的动态价值性(可算计性),如艺术家的灵感迸发、战略家的全局预判,这种特性不依赖固定规则,更接近前文所述的“潜在性”;而在结构化任务中,智能呈现局部性、精确性和可操作性的规则事实性(可计算性),如数学推理、程序运行,这种特性通过显在的规则呈现。两者并非割裂的“存在”,而是同一智能系统在不同交互条件下的属性显化,如同水在不同温度下呈现液态与固态,本质统一而形态各异。智能同时具有可计算性和可算计性的性质,即智能的算计二象性。对智能的算计二象性研究能够从一个全新的角度探讨智能的多

维、多重、多域性。通过将“可计算性”和“可算计性”结合起来,将能够更全面地理解智能的复杂性和多样性。可惜的是,当前机器智能或 AI 只是研究了智能的可计算性,忽略(也可能是没有能力研究)了可算计性。

4.1 智能的计算性

在传统的理解中,智能通常与计算密切相关。计算是指在一定规则或算法框架下,基于已有的信息,得出明确结论或行为的能力。它涉及的是严谨的逻辑推理和结构化的事实性知识处理。我们可以通过公式、算法和模型来实现计算的智能。计算性的核心特点如下。

1) 规则性。智能的表现依赖于清晰的规则、算法或者程序。例如,计算机通过预设的程序执行任务, AI 通过训练数据优化算法得到输出。

2) 确定性。给定输入和规则,输出是可以预测的,表现出高度的可控性和精确性。例如,在数学推理或机器学习任务中,计算能够基于数据做出决策和预测。

3) 逻辑性。计算性强调逻辑推理与步骤的连续性,能够保证问题的系统化解决。

AI 中的深度学习通过算法和数据模型反复迭代优化,表现出可计算的智能:输入数据后,算法依据已有的模型做出推理并产生结果。计算通常指的是一种基于规则和步骤的过程,符合数学或逻辑上的严密推理。在计算中,每个步骤都是有明确的规则和结构的,从输入到输出的关系是可预测的和可验证的。计算遵循严格的规则,

常常依赖于数学公式、算法和逻辑推理。它是客观的,结果是确定的,且不受情感或主观因素的影响。例如,做数学题、运行计算机程序、进行数据处理等,所有这些都可以通过明确的逻辑步骤来完成。

4.2 智能的算计性

与计算性相对,算计性则是对智能更加灵活、模糊的一种理解。它并不依赖于固定的规则和步骤,而是更多依赖于联想、创造性思维和直觉对价值进行处理。算计性强调的是应对不确定性和复杂情境时的决策能力,尤其是在缺乏完整信息或明确规则的情况下。算计性的核心特点如下。

1) 灵活性。算计性智能可以跨越不同领域,运用类比、推理和直觉来找到问题的解决方案。它不局限于具体的规则,而是能够应对变化多端、模糊的情况。

2) 创造性。算计性不仅关注在给定数据上做出决策,还能基于现有信息的推理,创新性地提出新的观点或方案。这种智能常常表现为通过洞察力和创新思维进行决策。

3) 不确定性应对。在面对复杂、动态环境时,算计性智能能够有效地应对信息的不完整性和不确定性。这使得算计性更具应变能力,能够在高复杂度的环境中灵活调整策略。

战略决策者在分析市场趋势时,并不仅仅依赖明确的算法和数据计算,还需要依赖直觉、经验以及对形势的灵活判断。算计则带有一定的情感、意图和策略成分。它不仅仅是简单的计算,更涉

及对他人或事物的操控、谋划和预测。算计往往不是纯粹的逻辑推理,而是带有某种目的或动机的行为。算计通常超越了理性和逻辑的范畴,涉及复杂的人类心理、动机、策略以及对未来不确定性的预判。它往往不是按照纯粹的逻辑步骤进行的,而是基于对他人反应的推测、权衡各种利益、隐藏真实意图等行为。算计可能包含更多的主观判断和情感因素,有时甚至需要运用“心机”或“技巧”来达到目的。在政治、军事、商业或人际关系中,“算计”可能指的是为了某种利益或目的而采取的策略行为,这些行为未必完全符合逻辑和理性,更多的是基于对复杂情形的“操控”与“推演”^[7]。

4.3 智能的计算二象性

智能的计算二象性所强调的是计算性与算计性的双重性质,这两者并非完全独立或对立的,而是互为补充的。

1) 互为补充。在面对结构化、重复性较强的问题时,计算性智能可以通过精确的计算给出事实性答案,而在复杂、模糊的情境中,算计性则提供了更灵活的价值性解决方案。如 AI 中的深度学习模型在面对特定任务时,依赖于大量的计算能力来优化模型,而在处理新颖、未知的任务时,它的算计性则展现了灵活的推理能力,这类类似于人类专家既需依据手册(计算性),又需结合经验(算计性)进行诊断^[8]。

2) 灵活性与稳定性的平衡。计算性提供了智能稳定性的基础,而算计性则提供了智能的适应性。两者结合,使得智能不仅在已

有知识体系下有效运行,也能够变化和不确定中找到应对的策略。这种结合能够促进智能系统在面对多变环境时的适应与发展。

3) 从算法到直觉的过渡。人类智能中,往往是从明确的规则和计算出发,逐渐发展出更多的直觉和算计能力。例如,初学者学习某种技能时,依赖规则和算法,但随着经验的积累,直觉和算计能力逐渐加强。计算与算计并非彼此对立的过程,而是相互过渡的动态发展,如棋手从背棋谱(计算性)到形成“棋感”(算计性)的成长过程^[9]。

计算是逻辑上的推导,是系统化、结构化的推理和结果,它依赖于严格的规则和法则。算计则是超越单纯逻辑的,它涉及复杂的心理活动、策略规划,甚至是某些不完全符合逻辑的推测和手段,用于达到某个个人或群体的目标。计算是理性的、可预测的,而算计则是具有某种目的性、灵活性甚至是不可预见性的行为。

4.4 智能计算二象性的实质

智能计算二象性的实质是各类复杂系统(包括人类个体、群体、人机环境系统等)中,对当前状态的精准认知(态势感知)与对未来趋势的灵活预判(势态知感)的动态平衡。这种平衡机制具有普遍性:对人类个体而言,是逻辑推理(计算性)与直觉顿悟(算计性)的协同;对群体智能而言,是规则化协作(计算性)与应急应变(算计性)的互补;对人机环境系统而言,是机器的数据处理(计算性)与人类的价值判断(算计性)的融合。

4.4.1 态势感知:智能的“计算性”

态势感知是指系统或个体在

某一时刻对环境状态的感知、识别与理解,通常是通过大量的传感器、数据收集和计算能力来实现的。态势感知强调的是实时数据的处理和对当前状态的精准认知,这正是计算性智能的体现。

1) 数据处理与分析。态势感知依赖于大量的数据输入,通过实时分析数据来生成关于当前环境的状态信息。例如,在军事或安全领域,态势感知系统能够通过雷达、卫星、传感器等设备,迅速识别敌我位置、天气变化等关键信息。

2) 规则驱动。态势感知通常基于明确的规则、模型或算法来进行数据处理,达到对环境状态的高度计算化认知。例如,AI算法在智能交通系统中通过计算分析交通流量、车速等数据,实时了解道路状况。

3) 确定性决策。通过计算得到的态势感知结果可以用于做出快速、精确的决策,例如自动驾驶系统基于对周围环境的感知,快速做出是否停车、加速或转向等决定。

4.4.2 势态知感:智能的“算计性”

势态知感则指的是在对当前人机环境的理解基础上,系统能够推测未来可能的状态、发展趋势,并作出相应的决策和行动。这一过程侧重于不确定性应对、趋势预测和灵活调整,是算计性智能的体现。

1) 趋势预测与直觉判断。势态知感并非依赖于现有规则的严格计算,而是更多地依赖于对潜在未来发展趋势的预测、经验积累以及对模糊信息的直觉判断。在股市中,投资者不仅依赖实时市场

数据来判断当前市场状态,还会根据市场走势、历史模式等进行趋势预测。

2) 应对不确定性。势态知感处理的是模糊、不确定的情境,面对复杂多变的环境时,它能够提供相对灵活的应对策略。在军事战场上,指挥员不仅要了解当前敌我态势(态势感知),还要根据敌方可能的行动、气候变化等不确定因素,灵活调整战术(势态知感)。

3) 动态调整与决策。势态知感能够通过对当前状态的理解和对未来趋势的预测,灵活调整行动策略。智能医疗系统根据病人的实时数据预测病情发展,并为医生提供不同的治疗方案建议。

4.4.3 平衡的核心:计算性与算计性的有机结合

智能计算二象性的实质是在复杂多变的人物(机)环境中实现态势感知与势态知感的平衡。在现实世界中,单纯依赖计算性(即仅依赖数据处理和规则分析)往往无法应对高复杂度、不确定性的挑战;而单纯依赖算计性(即凭借直觉和经验)又容易陷入误判。因此,平衡这两者的关系,形成有机的互动和补充,成为实现高效智能的关键。

1) 从态势感知到势态知感的转变。智能系统首先通过态势感知对环境进行精确计算和理解,然后在此基础上,结合对未来趋势的判断和预测进行势态知感,从而灵活调整行为。智能交通系统通过实时收集道路、车辆和交通信号灯的数据来进行态势感知,分析出当前交通状况。然而,它还需要结合交通流量预测、气候变化、特殊

事件等因素来进行势态感知,从而对交通管控措施进行动态调整。

2) 静态与动态的交替。态势感知主要关注的是当前环境的静态认知,而势态感知则关注动态的未来预判。智能系统需要不断地在这两者之间进行切换和调整。例如,在动态天气预报系统中,通过实时监测天气数据(态势感知),并结合气候模型预测未来天气变化(势态感知),从而为公众提供准确的天气预警。

3) 高效决策与灵活应变的结合。在高度复杂的系统中,智能需要既能够快速做出精准的决策,又能够在面对不确定情况时灵活调整应对策略。通过平衡计算性和算计性,系统可以在面对明确规则和复杂情境时都表现出最佳的决策能力。现代军事指挥系统通过多种传感器和数据来源对战场态势进行实时感知,精确定位敌我位置、了解天气条件等。而在此基础上,指挥员需要结合对敌方战略、地形变化等因素的预判进行势态感知,从而调整战术部署。

智能计算计二象性的实质是态势感知与势态感知的平衡,这种平衡机制揭示了智能在各类复杂系统中,如何通过计算性与算计性的协同,实现对当前与未来状态的综合认知。它既适用于人机交互场景,也涵盖个体与群体智能,为

理解智能的普适性提供了统一框架。通过这种平衡,智能系统能够在精确性与灵活性之间找到最优解,展现出对复杂世界的强大适应能力。

5 结论

智能作为科学的研究对象,面临着复杂性的挑战。科学方法强调客观性、可重复性,然而智能的多样性与个体差异使得这种研究变得困难。科学能为智能提供部分解释,但无法完全涵盖其复杂性。在智能研究中,科学与复杂性并非对立,而是相辅相成。科学方法能够揭示智能的某些特征,而复杂系统理论则为理解智能提供了更为全面的框架。两者结合,有助于更深入地理解智能的本质与表现。智能的科学研究需要不断更新与调整,以适应新的发现与理论。随着科学技术的发展,智能的内涵与外延也在不断变化^[10-11]。未来的研究需关注智能的多样性与复杂性,探索更为全面的理论框架。智能的研究既是科学的探索,也是复杂性的体现。科学方法为智能的理解提供了基础,但智能的多样性与复杂性挑战了传统的科学框架。通过结合科学与复杂系统理论,能够更全面地理解智能的本质。未来的研究需关注智能的

动态变化与适应性,为科学与复杂性之间的辩证关系提供新的视角。

参考文献(References)

- [1] 郭雷. 系统科学进展-2[M]. 北京: 科学出版社, 2019.
- [2] 刘峰松. 科学的哲思: “斯诺命题”与“科玄论战”[M]. 北京: 科学出版社, 2024.
- [3] Wintermute S B. Abstraction, imagery, and control in cognitive architecture[D]. Ann Arbor, MI, USA: University of Michigan, 2010.
- [4] Langley P, Laird J E, Rogers S. Cognitive architectures: Research issues and challenges[J]. Cognitive Systems Research, 2009, 10(2): 141-160.
- [5] Liu W. Integrated human-machine intelligence: Beyond artificial intelligence[M]. Amsterdam: Elsevier, 2023.
- [6] Baars B J. In the theater of consciousness: A rigorous scientific theory of consciousness[J]. Journal of Consciousness Studies, 1997, 4: 292-309.
- [7] 刘伟. 人机融合: 超越人工智能[M]. 北京: 清华大学出版社, 2021.
- [8] 刘伟. 追问人工智能: 从剑桥到北京[M]. 北京: 科学出版社, 2019.
- [9] 刘伟, 谭文辉, 刘欣. 人机环境系统智能: 超越人机融合[M]. 北京: 科学出版社, 2024.
- [10] 刘伟. 人机智能的分界[J]. 科技导报, 2023, 41(13): 118-128.
- [11] 刘伟, 邹阳洋, 孙维一. 跨学科、领域、文化和文明的智能[J]. 科技导报, 2024, 42(23): 62-69.

Thoughts on intelligence

LIU Wei

School of Intelligent Engineering and Automation, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China

Abstract This paper argues that intelligence is an emergent adaptive capability arising from the interaction within the human-machine-environment system. It encompasses quantifiable computability and context-dependent calculative rationality, which together constitute the dual nature of computability and calculative rationality. By comparing the social interactive generative mechanism of human intelligence, the finiteness of mathematical tools, and the dynamic balance of intelligence between situation awareness (computating) and positional sensemaking (calculating), this paper reveals that intelligence is a characteristic transcending pure technology. Its essence lies in the integration of facts and values within complex systems: it not only relies on physical carriers, but also embodies the potentiality of "creation out of nothing" as advocated in Eastern philosophy, and ultimately points to the dialectical unity of scientific methodologies and complex system theories.

Keywords intelligence; philosophy; computing; artificial intelligence; thought ●



(责任编辑 赵庆圆)