

Stephen Wolfram: 计算宇宙的拓荒者

📅 2024年1月1日 ⌚ 2 分钟阅读 👤 Peng Tan

#Stephen Wolfram

#科学家

#企业家

#计算

#AI

Stephen Wolfram的生平、贡献和思想，包括计算不可约性理论和Mathematica等工具

Stephen Wolfram: 计算宇宙的拓荒者

斯蒂芬·沃尔弗拉姆（Stephen Wolfram），1959年出生于伦敦，是一位横跨物理学、数学和人工智能（AI）领域的多才多艺科学家、企业家和思想家。他以非凡的学术天赋、创新精神和争议性理论闻名于世。

早年天赋与学术成就

沃尔弗拉姆12岁开始编写物理词典，15岁发表物理学论文，20岁获加州理工学院（Caltech）理论物理学博士学位，导师包括理查德·费曼（Richard Feynman）。21岁时，他成为最年轻的麦克阿瑟奖学金（MacArthur Fellowship）获得者。早期研究聚焦粒子物理和量子场论，发表多篇论文，展现了超凡的学术能力。

其研究领域横跨粒子物理、元胞自动机、复杂性理论、人工智能等，尤其在计算科学范式的推广上被视为先驱。他提出的“**计算等价性原理**”和“**计算不可约性**”概念，被认为揭示了复杂系统演化的本质规律。

个性与工作方式

沃尔弗拉姆以自信、独立和高度系统化著称。他习惯收集个人数据（如25年邮件、击键次数等），日常生活高度结构化，每天从上午10:30工作至凌晨2点，采用块状时间管理。他坦言自己比大多数人更聪明，这促使他充分利用才智。部分人认为他谦逊平易近人，也有人觉得他自信甚至近乎傲慢，尤其在其理论未经过传统同行评审时。家庭对他有一定影响，近年来因孩子鼓励才开始更多旅行。

目录

文章信息

字数

阅读时间

发布时间

更新时间

标签

#Stephen Wolfram

#科学家

#计算

#AI

科学贡献与创新

物理学与复杂系统

沃尔弗拉姆早期在粒子物理领域取得显著成就，后转向复杂系统和细胞自动机研究。在普林斯顿高等研究院与费曼合作，利用细胞自动机模拟物理过程。2002年，他出版了《一种新科学》（A New Kind of Science），提出自然界复杂性可由简单计算规则生成，挑战传统物理学范式。2020年，他发起沃尔弗拉姆物理项目（Wolfram Physics Project），试图用超图和最小改写规则解释宇宙法则，声称能重现相对论和量子力学核心结果。尽管这些理论因缺乏实验验证和定量预测而备受争议，但为物理学提供了全新视角。

| 贡献领域 | 详情 | 年份 | 备注 |
|------------|----------------------|-----------|---|
| 粒子物理研究 | 15岁发表论文，1980年获博士学位 | 1970s-80s | 早期成就显著 |
| 复杂系统与细胞自动机 | 与费曼合作，提出计算规则解释复杂性 | 1980s | 奠定《一种新科学》基础 |
| 《一种新科学》 | 简单规则生成复杂性，引发争议 | 2002 | A New Kind of Science |
| 沃尔弗拉姆物理项目 | 用超图和改写规则解释物理定律，争议性理论 | 2020 | Wolfram Physics Project |

数学与计算工具

沃尔弗拉姆在数学领域的最大贡献是开发了Mathematica（1988年）和Wolfram Language（2014年正式命名），极大提升了科学计算效率。Mathematica成为科学、工程和数学研究的标准工具，被NASA用于火星探测轨道优化，也被《财富》500强公司广泛采用。他还曾开发SMP（Symbolic Manipulation Program），但因知识产权纠纷辞职。Wolfram Research公司坚持私有化运营，以“超越科技计算极限”为目标，成为科技创新的标杆企业。

AI与知识计算

2009年，沃尔弗拉姆推出Wolfram Alpha——一款基于自然语言处理的知识计算引擎，被集成至Siri等平台，广泛应用于教育和专业领域。Wolfram Language集成计算智能，推动AI在编程和知识表示中的应用。他的细胞自动机和复杂系统研究为AI理解复杂行为提供理论基础。沃尔弗拉姆认为AI本质是计算模拟，受限于“计算不可约性”，对AI热潮持冷静批判态度，强调AI目标由人类设定。

| 贡献领域 | 详情 | 年份 | 备注 |
|------------------|-----------------------|-------|-------------------|
| Wolfram Alpha | 基于自然语言处理的知识引擎，支持API扩展 | 2009 | Wolfram Alpha |
| Wolfram Language | 多范式编程语言，集计算智能，增强AI应用 | 2014 | 之前通过Mathematica提供 |
| 细胞自动机与复杂系统 | 提出计算规则解释复杂性，被广泛引用 | 1980s | 影响AI复杂行为研究 |

方法论与哲学

沃尔弗拉姆以高强度专注重称，曾用4000多个夜晚完成《一种新科学》，并建立个性化时间管理与文档系统。他倡导"万物皆计算"哲学，试图用计算思维统一解释物理宇宙，将相对论、量子力学纳入计算框架。这种跨界整合能力和高效生产力模式备受业界关注。

争议与分歧

沃尔弗拉姆的理论因缺乏传统实证支持和高调自我宣传而备受争议。部分学者认为其理论过于激进，模型灵活但缺乏可测试的定量预测。尽管如此，他的工具和思想极大推动了科学计算和复杂系统研究。

综合评价

斯蒂芬·沃尔弗拉姆是融合科学家、企业家与哲学家的罕见人物。他的计算方法在物理学、数学和AI领域均有深远影响，Mathematica和Wolfram Alpha成为科学计算和知识获取的标杆工具，而其理论如《一种新科学》和沃尔弗拉姆物理项目则在科学界持续引发讨论。正如《纽约时报》所言：“他不仅是工具创造者，更是计算宇宙的拓荒者。”

主要观点

Wolfram解释"ChatGPT 的本质"

Wolfram 解释说，**ChatGPT 本质上是一个用于生成文本的计算系统，它被设置为遵循人类从数十亿个网页、数百万本书等中定义的模式。**当给定一个文本提示时，ChatGPT 会以某种程度上符合人类写作风格的方式继续生成文本。

以下是他对 ChatGPT 工作原理的一些关键解释：

神经网络基础：ChatGPT 的内部实际上是一种计算方法，也许与大脑非常相似，其中包含数百万个简单的元素（“神经元”）形成了一个具有数十亿连接的“神经网络”。

训练过程：这些连接已经通过一个逐步的训练过程进行了“调整”，直到它们能够成功地复制所有这些网页上人类书写文本的模式等等。

语言模式的学习：ChatGPT 通过分析大量的文本数据来学习人类语言的模式，包括语法和语义。

逐词生成：ChatGPT 通过一次添加一个词的方式来生成文本，这个词的选择是基于其对先前生成的词和输入提示的概率预测。为了说明这一点，Wolfram 使用了一个更简单的 GPT-2 系统，并提供了可以在 Wolfram 语言中运行的代码示例。

“类人”的推断：每当 ChatGPT 需要“推断”它没有从人类那里明确看到的内容时，它会以一种似乎是我们人类可能会用的方式进行推断。

语义语法：Wolfram 认为，ChatGPT 向我们展示了一个关于语言的新科学发现——语义语法，这是一种关于哪些词可以组合在一起并产生意义的规则模式，它补充了句法语法（如英语中句子通常具有名词-动词-名词的形式）。

浅层计算：Wolfram 认为，与可以进行任意“数据循环”（如图灵机）的计算系统不同，像 ChatGPT 这样的神经网络系统中的数据通常只“在系统中波动一次”即可产生输出，这使得其计算在某种程度上是“浅层”的，并且最终无法展现计算的不可约性。尽管如此，他承认 ChatGPT 在实践中可以实现某种形式的通用计算，但这可能会产生极其冗长的文本。

语言用户界面 (LUI)：Wolfram 将与 ChatGPT 的交互视为一种“语言用户界面”（LUI），在这种界面中，核心内容通过文本（“语言”）呈现和输入，这与图形用户界面（GUI）形成对比。

总而言之，Wolfram 解释说，ChatGPT 通过一个庞大的神经网络和对海量人类文本数据的学习，具备了生成看似连贯且“类人”文本的能力，其核心机制是基于概率预测和模式匹配，尽管在计算深度上可能相对较浅。

计算不可约性 (Computational Irreducibility)

计算不可约性是 Stephen Wolfram 提出的一个招牌理论，他认为某些系统的复杂性是其内在演化规则决定的，而不是外部干扰的结果。这意味着在研究复杂系统时，我们需要接受无法通过简化公式或算法预测其行为的现实，必须通过逐步计算来理解其演化过程。

例子

"元胞自动机 (Cellular Automata)": 规则110 (一种一维元胞自动机) 被证明是图灵完备的, 但其演化过程无法被简化。要得到第N步的结果, 必须逐步计算前N-1步。

三体运行: 在刘慈欣的小说《三体》中, "三体"指的是三颗恒星在一个星系中相互作用。由于它们之间的引力关系非常复杂, 它们的运行轨迹是混沌且不可预测的。即使三体人拥有先进的科技, 也无法准确预测下一次的"乱纪元" (三颗太阳无规则运行的时期) 何时到来, 这给他们的文明带来了巨大的生存挑战。所以可以说**三体行为可以被认为是"计算不可约性"的一种体现**。许多自然现象和复杂系统都具有这种特性。生物进化、大脑思维、金融市场等复杂系统都可能具有不可约性, 其行为需通过实际演化观察, 而非理论推导

元胞自动机 (Cellular Automata) 研究'

Wolfram对一维元胞自动机进行了系统的研究, 提出了4种通用的行为类别, 为复杂系统的研究提供了新的视角。

《一种新科学》 (A New Kind of Science)

这本书通过计算探索宇宙, 提出了新的科学哲学观点。

其他

| 问题 | 答案 |
|---|--|
| 根据Wolfram的观点，宇宙的本质是什么？他提出了什么核心概念来描述这种本质？ | 宇宙的底层本质是计算的，可以看作是由遵循简单规则的离散元素演化而来。“ruliad”是他提出的核心概念，指的是所有可能计算过程的纠缠极限。 |
| 什么是计算不可约性？请用自己的话解释为什么它对科学预测构成挑战。 | 计算不可约性是指预测某些计算系统的未来状态的唯一方法就是实际运行该计算过程。这对科学预测构成挑战，因为这意味着我们无法通过公式或理论捷径来预知结果，只能通过模拟来了解系统的演化。 |
| 请简述Wolfram的观察者理论的主要观点。我们作为观察者的哪些特性是关键性的？ | Wolfram的观察者理论认为，我们感知到的物理定律是由我们作为观察者的特性决定的，而非 ruliad 本身固有的。关键特性是我们计算能力有限，以及我们相信自身在时间上是持续存在的。 |
| Wolfram 语言的核心目标是什么？它与传统的编程语言有何不同？ | Wolfram 语言的核心目标是构建一种能够用计算术语精确描述世界中各种事物的通用语言。与传统编程语言主要关注计算机指令不同，Wolfram 语言旨在形式化人类对世界的理解和知识。 |
| 什么是 P vs. NP 问题？斯蒂芬·沃尔夫勒姆如何看待这个问题与他的物理项目之间的联系？ | P vs. NP 问题询问是否所有可以在非确定性图灵机上快速验证的问题也可以在确定性图灵机上快速解决。沃尔夫勒姆认为，这个问题可以被几何化地理解为在 ruliad 空间中，P 问题和 NP 问题所对应的区域是否相同。 |
| 请解释什么是 rulial 空间。不同的观察者或计算系统如何在其中定位？ | Rulial 空间是所有可能计算过程的演化轨迹所构成的抽象空间。不同的观察者或计算系统由于其自身的计算能力、历史以及对时间的感知方式，会在 rulial 空间中处于不同的“位置”，从而观察到 ruliad 的不同方面。 |
| 根据文章，大型语言模型（LLM）的工作原理与人类语言的哪些特性相关？ | 大型语言模型（LLM）能够生成看似有意义的文本，这与人类语言中存在的各种统计规律和模式密切相关，包括词语的共现、语法结构以及潜在的语义关系。LLM 通过对大量文本的学习，内化了这些模式。 |
| 什么是计算合同？Wolfram 语言在这方面可能扮演什么角色？ | 计算合同是将自然语言描述的协议条款转化为计算机可执行的代码。Wolfram 语言旨在以计算方式表示现实世界，因此可以作为一种强大的工具，将法律文本中的概念和关系转化为精确的、可验证和可执行的计算形式。 |
| 文章中提到了“AI 文明”的概念。根据Wolfram的观点，为什么我们无法完全预测这样一个文明的行为？ | 由于计算不可约性，AI 系统在运行过程中会进行我们无法预先简化或预测的复杂计算。这意味着即使我们设定了 AI 的基本规则，其随着时间推移产生的行为也可能是新颖的、不可预测的，从而使得“AI 文明”的整体行为难以完全预测。 |

| 问题 | 答案 |
|---|---|
| Wolfram认为，面对 AI 带来的自动化浪潮，人类应该如何应对才能保持自身的价值？ | 面对 AI 带来的自动化，人类应该发展更高级别的思考能力，学习计算思维，并利用计算工具探索新的创新领域。人类的独特价值在于定义目标、提出问题以及在计算宇宙中做出有意义的选择。 |

Wolfram物理项目（Physics Project）：这是Wolfram在基础科学领域的一项突破性进展，旨在寻找物理学的基本理论。

工程贡献

Mathematica软件

这是Wolfram在27岁时开发的一款革命性的计算软件，旨在提高科学家的工作效率，使他们能减少时间在繁琐的数学运算上，专注于更深层次的问题思考¹。

Wolfram Alpha

Wolfram Alpha：这是一个计算知识引擎，超越了传统的搜索引擎概念，能够进行智能计算处理，解决问题并给出答案。

关键引用

[Stephen Wolfram - Wikipedia](#)

[Stephen Wolfram: Official Website](#)

[Physicists Criticize Stephen Wolfram's 'Theory of Everything' | Scientific American](#)

[What Makes You So Smart, Stephen Wolfram? - Pacific Standard](#)

[Would Stephen Wolfram's work be better respected if there wasn't a widespread personal dislike for him? - Quora](#)

[A New Kind of Science](#)

[The Wolfram Physics Project: Finding the Fundamental Theory of Physics](#)

[Wolfram|Alpha: Making the world's knowledge computable](#)

[Some Topics in Theoretical High-Energy Physics](#)

分享这篇文章



相关文章推荐

Pangu
Deep Dive...

Pangu 相关论文的
深度解析和...