

---

# 冲破挑战，实现神经元自动化精确测量

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23111.html>

*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

**冲破挑战，实现神经元自动化精确测量。**

人脑是由数百亿个神经元连接而成的复杂网络。大规模神经元形态重建算法开发、基准测试与准确性度量，对理解大脑的发育和功能、神经系统疾病诊治具有重要意义。

近日，东南大学脑科学与智能技术研究院联合多个国内外团队，在神经元自动追踪算法基准测试与性能预测方面取得重要研究进展，相关成果发表在国际方法学顶刊《自然—方法》。

一个巨大的挑战

大脑是非常重要的器官，其中包含860亿个神经元，而大脑发挥功能的基础正是这些如星辰大海般的神经元。

为了深入了解大脑的功能和原理，我们需要先了解神经元的形态。但是，获取神经元的完整形态非常困难，因为需要耗费大量时间和人力成本进行人工标注。一种可行的方法是使用自动算法进行神经元形态的重建，但目前业界尚缺乏标准的数据集和准确性评估方法。论文共同作者、东南大学博士刘裕峰在接受《中国科学报》采访时说。

神经元的结构非常微小，通常在亚微米级尺度下，而像哺乳动物的神经元跨度通常有几百毫米甚至厘米级。因此要重建一个完整的神经元，需要具备大尺度高分辨率的数据，这导致数据量非常庞大。即使对于小鼠的大脑来说，也需要处理大约50个TB数据，这对算法来说是一个巨大的挑战。

到目前为止，仅有数千个哺乳动物(小鼠)完整神经元被重建出来。2019年Janellia Farm团队发表在《细胞》上的一篇文章中重建了1000个神经元。而后2021年和2022年东南大学-艾伦研究中心和中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心领导的研究团队分别成功重建了1741个完整神经元形态和6357个投射神经元，其成果发表在《自然》和《自然-神经科学》杂志上。

神经元多样性的研究、形态与功能之间的联系，以及神经元层面的脑连接图的绘制，都亟需高通量神经元追踪技术。这在大型数据脑计划(如中国脑计划和美国脑计划等)中尤为重要。

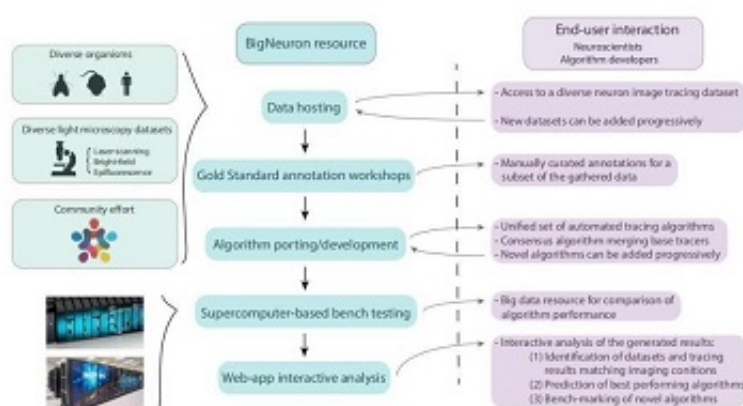
然而，光学显微镜数据集中的神经元追踪仍然需要大量手动操作，非常耗费人力。虽然已经提出了许多自动跟踪算法，但使用效果令人沮丧，因为不同方法的结果质量在不同的成像条件下差异很大。论文共同第一作者、东南大学脑科学与智能技术研究院研究员Linus Manubens-

Gil(中文名林霖尔)在接受《中国科学报》采访时说。

该领域面临的一个挑战是开发完全自动化的神经元追踪工具。

但在过去40多年里，开发此类算法的尝试表明这是一个巨大的挑战，因为现有光学显微图像通常包含较多噪音和瑕疵，非常容易导致神经元自动重建错误。而即使是单一节点错误，例如在神经元的轴突中遗漏了一个分支点，也可能导致重建效果不理想。所以这是一个非常敏感的问题，需要高度精确的算法。

虽然，许多研究团队已经提出了自动追踪算法，但在特定数据集(例如在某个实验室中生成的数据集)表现良好的工具并不适用于其他团队的研究领域。Linus Manubens-Gil说，因此，另一个挑战就是为现有工具定义开放标准进行基准测试。



BigNeuron概述及其交互方式。受访者供图

## 一项多方面的研究

研究团队收集并共享了大约包含3万张跨物种的、广泛多样的三维神经元图像数据集，并将它们用于自动追踪算法的基准测试，生成了超过140万个神经元重建，得到了迄今最大的神经元重建基准测试数据集。

对于一个研究领域来说，标准化是最基础也是最难的一步，一旦实现数据和方法标准化，后面的事情相对容易得多，也避免了‘自说自话’。研究人员表示，目前业界正缺乏和高质量的测试数据(金标准)和测试方法，而他们的研究解决了这个问题。

研究团队从神经元重建中选取了166个神经元图像，并手动标注得到了其金标准重建形态，用于自动追踪算法的后验基准测试。

作为这项研究的一部分，研究团队还开发了一个交互式网络应用程序，使用户和开发人员能够可视化图像数据和神经元重建结果并对它们进行各种分析。一个有趣的现象是，不同的算法可以提供互补信息，他们因此开发了一种迭代组合不同算法的方法来产生一致的重建结果，提高了自动重建方法的可访问性、准确性和效率。

该研究的另一个贡献是，开发了一种预测自动神经元重建算法准确性的新方法，使用图像质量的

---

特定指标和一组重建结果作为输入，而无需手动注释图像。

目前，BigNeuron注释数据集和基准算法已用于数百项研究，毫无疑问，它将继续成为研究人员开发新算法或确定哪些现有算法最适合他们实验的主要资源。论文共同通讯作者、澳大利亚新南威尔士大学教授Erik Meijering表示。

总而言之，这项研究为解决各种技术障碍设定了一个标准，最终目标是了解单个神经元和神经网络如何在健康和疾病中发挥作用。

### 一场友好的竞争

这项研究之所以顺利开展，是因为有来自多国的计算机科学、神经科学、神经信息学等不同学科的研究人员一起合作。这篇论文的作者数量就高达65人。

而且，合作方式也尤为独特，是从竞争性转向合作性来解决神经科学中的开放性问题的关键性转变。

过去十年里，研究团队在计算机视觉和生物医学图像分析领域组织了许多国际竞赛，目的是客观地比较最先进的算法在解决各种问题时的性能。

但是，除了回答‘当前谁是最好的’问题之外，这些研究中的大多数在创造机会和促进协作方面对该领域的贡献甚微。有些人甚至将此类研究称为搏击俱乐部。

相比之下，BigNeuron项目从一开始就是一项团体作战，鼓励计算机科学家、神经科学家和神经信息学家在多年来组织的各种编程马拉松和研讨会中携手合作。论文中长长的作者名单证明了这一点。Erik Meijering表示。

研究团队在通用开放平台Vaa3D上对单神经元自动追踪算法进行基准测试，举办一系列编程马拉松和活动，开发了16种自动追踪算法，并以金标准数据为参考，量化了35种自动追踪算法(16种算法的变体)的重建质量。

这是一场友好的竞争。这与传统的基于奖励的支持神经科学研究的机制截然不同，后者不可避免地让实验室相互争斗。

我希望，我们的研究能够激发新算法的开发，我们的工具能对光学显微镜中的神经元追踪有一定的促进。Linus Manubens-Gil说。(来源：中国科学报 张晴丹)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41592-023-01848-5>

作者：刘裕峰等 来源：《自然—方法》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

---

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发