

类脑计算： 让机器像 人脑一样“思考”

本文采写 / 汪黄宁

十几年来，浙江大学脑机智能全国重点实验室的潘纲教授与其团队，一直致力于类脑计算的研究与探索。什么是类脑计算？简单来说就是让机器像人的大脑一样计算。你可能会问，现在的人工智能不是早就走在这条路上了吗？答案是，还远远不够。科学家们在思考一个更值得深究的问题：能否让计算机不再“死板计算”，而是像大脑一样更加灵活呢？



学习人脑的智慧

潘纲举了个例子：从幼儿园的数数一直学到大学的高等数学，我们要花十几年时间，为什么？不是因为人类不够聪明，而是我们的大脑天生就不擅长这种精确到小数点后几位的、重复性的运算。这是大脑的“弱项”，却是计算机的“主场”，它们做这种复杂运算快且从不犯错。

可相反的是，大脑的“强项”却能让最先进的计算机望尘莫及。比如一岁多的孩子不用教就能躲开危险的东西，碰到烫的物品会立刻缩回手；教几次就能分清猫和狗，哪怕遇到一只外形奇特的狗，也能大致判断出它属于“狗”这个类别。

这就是人类大脑的“超能力”：它不依赖海量数据的堆砌，而是能从零散的生活经验中主动归纳、提炼规律；它不需要固定的程序指令，就能灵活应对从没见过的新情况。

反观我们现在常用的AI，要想分清猫和狗，得“喂”进数十万张标注好的图片反复训练；遇到稍微奇特的物种，就很可能“认栽”。

类脑计算要做的，就是帮机器完成这场能力转型——跳出“靠运算堆出智能”的老路，转而学习大脑的智慧。

学习人脑的内部构造

那怎么才能让机器像人一样思考呢？潘纲说，他们打造类脑计算的核心不是给它装更强大的“计算器”，而是要为它打造一副类似人类大脑的“智能骨架”。

人类之所以能思考、能学习，靠的是无数个神经元以及它们之间的连接——**突触**组成的复杂网络。类脑计算就是从这里入手：要么用特殊的电路直接搭建出类似的“人工神经网络”，要么用专门的芯片去模拟神经元的活动以及突触传递信息的过程。

突触：神经元就像一个个独立的“信号站”，而突触就是两个信号站之间的“连接线”。它能让一个神经元的信号顺利传递给下一个神经元。



目前的类脑计算还处在“部分模仿”的阶段，就像小朋友学画画，先画出人物的轮廓，再慢慢细化五官。现在的技术已经能还原神经元本身

的工作状态，以及它们组成网络后的信息传递机制。至于神经元内部更细微的运作，还有待进一步探索。

学习人脑如何“偷懒”

你以为这就结束了吗？向人脑“取经”，还有一个至关重要的原因。近几年人工智能的发展突飞猛进，大模型迭代速度不断刷新。但热潮之下，一个日益凸显的瓶颈也摆在行业面前——人工智能的高能耗问题。

解决能耗方法有很多，科学家们为什么偏偏把目光投向了人脑？

你知道吗？据脑科学与神经科学领域的研究估算，人类大脑的功耗常年稳定在 20 瓦左右。无论是夜深人静时的安睡，还是全神贯注地解题、深度思考，这份能耗始终维持在几十瓦的水平，与一盏节能灯泡的功耗相差无几。

对比一下就知道有多震撼：目前训练一次顶尖大模型的能耗，相当于大脑持续工作数百年的总消耗；而大脑完成“识别一张脸”“理解一句话”这类复杂任务，能耗甚至不及手机待机一分钟。

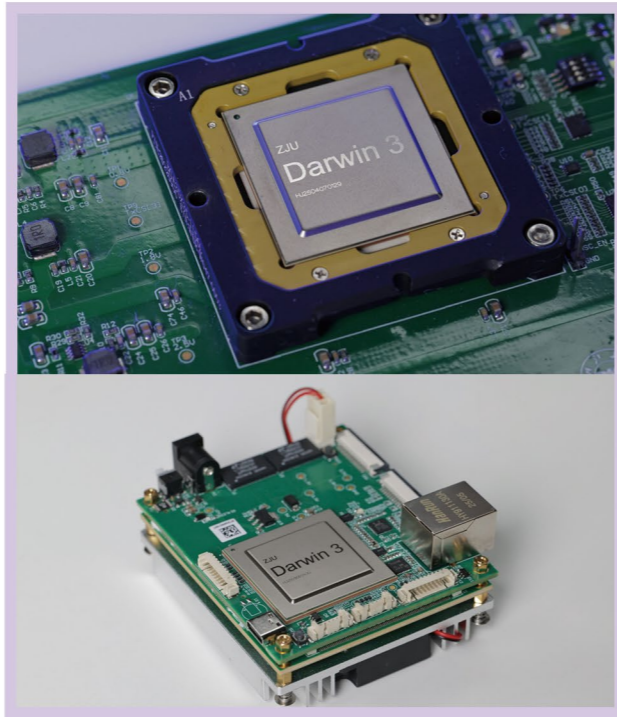
大脑里的 860 亿个神经元并非各自为战，而是通过精妙连接与协同工作，以极低的能量消耗实现了超高的信息处理能力。

类脑计算正是希望借鉴大脑的工作机制，将这种低功耗、高效率的智慧模式融入人工智能的发展中，探索一条更具可持续性的发展路径。

“悟空”出世

“悟空”就是按照类脑计算思路研制出来的一台超级电脑，也是国际上首台神经元规模超过 20 亿的基于专用神经拟态芯片的类脑计算机。

在此之前，潘纲带领团队推出过达尔文 1 代、2 代类脑计算芯片，其中达尔文 2 代类脑芯片的神经元规模对应果蝇级别。2020 年，团队基于达尔文 2 代类脑芯片研制出第一台大规模神经拟态类脑计算机——“米奇”，神经元规模达到 1 亿级，相当于小鼠的大脑。2023 年，浙江大学联合之江实验室成功研制达尔文 3 代类脑芯片，神经元规模



▲ 达尔文 3 代类脑芯片

为 235 万，相当于壁虎的大脑。2025 年，团队研制了新一代超大规模神经拟态类脑计算机“悟空”，由 960 个达尔文 3 代类脑芯片构成，总神经元数量约为 22 亿，接近猕猴的大脑规模。这也是“悟空”命名最直接的由来。

当然，“悟空”这个名字的背后，还远不止于此。一方面，“悟空”是家喻户晓的经典形象，自带极高辨识度，能让相对小众的类脑计算领域被更多人看见；另一方面，悟空敢闯敢拼、不畏束缚的精神，与团队所追求的科研精神高度契合。在未知的科研领域里，最忌讳的便是被固有思维框定，只有像悟空那样打破条条框框，才能在迷雾中找到突破的可能。

当“悟空”完全成熟的那一天，它不仅能胜任各类任务，更将成为人类的好帮手，让人们从繁琐、高负荷的事务中解放出来，去追寻更有价值的生活。可以用计算机模拟人类大脑，同时在模拟大脑的过程中也去探寻大脑发展的规律。

于细微处奔赴远大

在畅想“悟空”美好未来的同时，很多人也会好奇：孕育出它的科研工作者们，日常究竟是什么模样？是天天泡在实验室里默默做实验，还是经常在头脑风暴中进行思想交锋？



▲ 潘纲老师与团队在交流讨论

潘纲说，在他们的工作里，“讨论”占据着很大比重。团队成员常常围坐在一起，为不同的技术方案争得面红耳赤；实验结果出来后，又会共同复盘——为什么这个方案效果超出预期？那个模型的漏洞又藏在哪里？

为了优化一个算法，他们会趴在电脑前写几百行代码；为了验证一个猜想，他们会反复测试上百组数据；为了获取关键参数，他们会跑到实验室里给动物做实验、采集样本。有好几次，他们满心期待地分析采集到的数据，却发现结果与预期相悖，只能咬咬牙重新设计实验、再次采集。

十几年来，潘纲和团队始终在朝着“让机器拥有类脑智慧”这一宏伟的科研目标前进。他们坚信，科研从来不是一场激情澎湃的冲刺，而是一场目标清晰的马拉松——它没有那么多惊心动魄的瞬间，更多的是日复一日的严谨与坚持。