

“小到笔记本电脑,大到超级计算机,有计算的地方,似乎就有高能耗——不对,除了我们的大脑。我们的大脑奥妙无穷,尤其妙的一点,就是“高效低耗”,解决问题不需要特别多的能量。也因此,不少科学家意识到,人工智能研发,应该先学学生物脑的机理。”

# 大脑是如何高效低耗运作的?

## 1 不那么耗能的智能

城市街道上,一辆自动驾驶汽车正在行驶。如果这时,有一个孩子追着皮球冲上马路,出现在汽车正前方,接下来会发生什么?

车载系统的多个传感器立即捕捉到这一情况,专用的神经网络处理器和GPU开始高速运算,在大约100毫秒内完成从感知到决策的过程,只是,峰值状态能耗可能达到数百瓦;人类在大脑指挥下,同样能在电光石火间踩下刹车,但大脑的能耗大约只有20瓦,差不多一个节能灯泡的级别。

“作为人体最核心的‘信息处理系统’,从节能的角度看,大脑可称为世界上最先进的计算机。”浙江大学医学院教授马欢说,人的大脑有1000亿神经元,数百万亿的突触连接,神经元之间勾连互动,形成了极其复杂的神经网络,经过上百万年的演化,人脑以并行和分布的逻辑处理信息的方式达到了极其精妙的水准,尤为不可思议的,就是能够以低能耗同时处理多个任务。

实际上,除了炙手可热的人工神经网络方向外,今日人工智能的另一种思路,就是更深入地向我们的大脑学习,也就是通过高精度地模拟生物神经和身体系统,实现更强智能,即所谓“类脑智能”。

业界已经指出,人工智能发展的约束条件,其实不止于芯片,能源短缺的风险也迫在眉睫。支撑种种“深度学习”的高能耗,犹如悬在智能时代人类头顶的一把利剑。

也许,走出利剑阴影的希望,恰恰就萌生于我们自己的头脑之中——既然我们的大脑可以如此高效低耗,何不把更多精力放在模拟大脑运转机制上?

## 2 一窥大脑高效的奥秘

要理解大脑高效低耗运作的奥秘,还得从它的基础构成——神经元开始我们的探究。

神经元是神经系统的基本结构和功能单元,是服务于大脑这个“信息处理系统”的“信息传递网络”,神经元构筑的,是至今我们也没有完全理解的神经网络。不过,科学家已经明白,神经元要想工作,就离不开传递信息的关键枢纽——突触,以及生命体专属“供电站”——线粒体。

神经元的形状蛮特别,可以形容为一种极化结构,除了胞体,还有向外生长的树突和轴突,而神经元处理和存储信息的水准,可以说就取决于这些远离胞体的树突和轴突上的突触。无数突触赋予了神经元信息并行处理的能力,我们要理解大脑的耗能问题,其实就是要设法搞清楚,突触周边的那些微天地之中,能量是怎样得

到精密调控的?

直接研究人脑,目前还不现实,科学家求助于模式动物小鼠。马欢团队借助小鼠获得的初步发现是,在学习记忆或者人工诱导的神经活动下,神经元突触附近的线粒体基因转录显著增加,换句话说,大脑的能量供给充足了许多。好,第一步清楚了,一旦“思考”引发神经活动,神经元会迅速达成一种物质能量高效协调转化的机制。

接下来的发现就是关键所在了。原来,不同于传统计算机的整体供能方式,哺乳类动物大脑采用了一种独特的“按需供能”策略,也就是说,针对每个突触(就好比数据节点)的需求“按需分配”,投放可为神经活动(也就是信息处理)所用的线粒体“能量包”。这种专业上称为“可塑性调控”的过程,让每个神经元的活动可以既富于活力,又不会白白浪费能源。

## 3 向大脑学习,前景如何?

现今,许多科学家及工程师都在通过模拟人类大脑或神经网络来推动人工智能发展。就像上文提到的,“深度学习”近年来取得了巨大的成功,比方说,目标和语音识别方面,人工智能表现之优异,已不亚于人,甚至能击败人类大师。

但在面对许多现实世界的任务时,人工智能又还远不及人类——比如在拥挤的城市街道上识别自行车或特定行人,或伸手端起一杯茶并稳稳地送到嘴边,令人工智能尤觉困难的,是需要创造力的工作。这正是人工智能亟须向大脑学习的地方。

向大脑学习,已经有一些项目成果令人瞩目。清华大学类脑计算研究中心团队研制出的世界首款类脑互补视觉芯片“天眸芯”,在极低的带宽和功耗代价下,实现了高速、高精度、高动态范围的视觉信息采集;北京智源人工智能研究院研制的“天宝”高精度仿真秀丽线虫,在302个神经元精细建模、96块肌肉与3341个力学计算单元的支撑下,能够模拟真实生物,像真实线虫一样嗅探并控制身体向兴趣目标蠕动,下一步还有望实现避障、觅食等生命体具备的复杂智能行为……

今日科学界的共识是,对大脑的研究堪称自然科学的“终极疆域”,打造像人脑一样高效的“机器脑”会是科学家脑中不褪色的梦想。通往这条梦想的路并不平坦,但每一步都踏出希望。

文图均据新华社



浙江大学医学院马欢教授(前排中)与团队。



清华大学专家介绍基于原语表示的类脑互补视觉感知芯片。