

人工神经元成功与活脑细胞“对话”

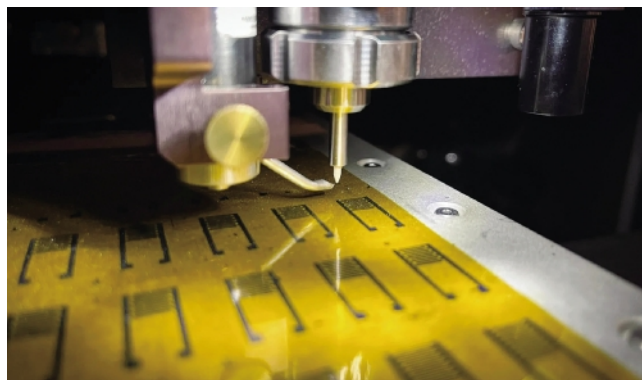
本报讯 科学家打印的一种人工神经元,不仅能模拟活体神经元,还能直接与真实的脑细胞相互作用。这种灵活且低成本的装置能够产生与神经元极为相似的电信号,从而激活生物脑组织。相关研究成果近日发表于《自然-纳米技术》。

在用小鼠脑切片进行的实验中,人工神经元成功触发了真实神经元的反应。这意味着电子设备与活体神经系统的兼容性达到了一个新的水平。

该技术可应用于脑机接口和神经假体,例如帮助恢复听觉、视力或运动功能的植入物,同时为受大脑启发的新一代计算系统指明了方向。通过模拟神经元的信息传递方式,未来的硬件能够用更少的能量完成复杂的任务。

“我们生活的世界将由人工智能(AI)主导。”研究负责人、美国西北大学的 Mark C. Hersam 表示,“要让 AI 变得更聪明,就需要用越来越多的数据训练它。这种数据密集型训练会带来巨大的能耗问题。因此,我们必须研发出更高效的硬件来处理大数据和 AI。由于大脑的能效比数字计算机高出 5 个数量级,因此从大脑中汲取下一代计算技术的灵感是有意义的。”

现代计算机通过在刚性二维硅芯片



Hersam 实验室中的一台气溶胶喷射打印机将电子墨水沉积到柔性聚合物基底上。

图片来源:
美国西北大学

上集成数十亿个相同的晶体管来处理不断增加的工作量,并且每个组件都以相同的方式工作。一旦制造出来,整个系统便保持不变了。

而大脑的工作方式则截然不同。它由多种类型的神经元组成,每种神经元都有专门的功能,并排列成柔软的三维网络。这些网络会不断变化,随着学习进程形成或调整连接。

“硅基芯片通过集成数十亿个相同的器件来实现复杂性。”Hersam 说,“所有器件都是相同的,一旦制造完成就变得刚性和固定。大脑则恰恰相反,它是异质的、动态的和三维的。要向这个方向发展,就需要新的材料和制造电子产品的新方法。”

尽管此前已有神经元问世,但大多数产生的信号过于简单。为实现更复杂的功能,工程师通常需要庞大的设

备网络,而这会增加能耗。

为更好地模拟真实的神经活动,团队使用更接近大脑结构的柔软可印刷材料制造了人工神经元。他们使用由二硫化钼纳米薄片和石墨烯制成的电子墨水,其中二硫化钼用作半导体,石墨烯用作电导体。这些材料通过气溶胶喷射印刷技术沉积到柔性聚合物表面。

此前,研究人员将这些墨水中的聚合物视为缺陷,因为它会干扰电性能,因此在印刷后将其去除。而在这项研究中,团队却利用这一特性提升了器件性能。

“我们不是完全去除聚合物,而是让它部分分解。”Hersam 说,“当我们给器件通电后,这些聚合物会进一步分解。这一过程以空间不均匀的方式发生,并形成导电丝,从而使所有电流集中在一个狭窄的区域内。”

这种狭窄的导电路径会产生类似神

经元放电的突然电响应。由此制成的设备可以产生各种各样的信号,包括单峰、持续和爆发式放电,与真实的神经通信极为相似。

由于每个人工神经元都能产生更复杂的信号,因此执行高级任务所需的组件会大幅减少,有望显著提高计算效率。

为评估人工神经元能否真的与活体系统相互作用,研究人员将人工信号应用于小鼠的脑切片。结果表明,这些信号能可靠地激活真实神经元,并以类似自然大脑活动的方式触发神经回路。

除性能外,这种新方法还很环保,制造过程简单且成本低廉。增材印刷技术仅在需要的地方沉积材料,减少了浪费。

“为满足 AI 的能源需求,科技公司正在建造由专用核电站供电的千兆瓦级数据中心。”Hersam 说,“显然,这种巨大的能耗将限制计算技术的进一步升级,很难想象下一代数据中心需要 100 座核电站供电。另外,消耗千兆瓦级电力会产生大量热量。由于数据中心用水冷却,因此 AI 给水资源供应带来了巨大压力。无论从哪个角度看,我们都需要为 AI 研发更高效的硬件。”

(李木子)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41565-026-02149-6>

全球首个针对耳聋的基因疗法在美获批

本报讯 近日,全球首个针对耳聋的基因疗法获得美国食品药品监督管理局批准。

据《科学》报道,该疗法由美国生物技术公司再生元研发,针对由 OTOF 基因遗传突变引起的听力损失。该基因编码的 otoferlin 蛋白能使内耳毛细胞感知声音并将其传递给大脑。患者接受一次性耳部注射,注射液中含有携带有效 OTOF 基因拷贝的病毒载体。

在一项临床试验中,最初接受这种疗法的 12 名失聪儿童中,有 9 人的听力有所改善,恢复到可以停止使用人工耳蜗的程度;其中 3 人最终恢复了正常听力。尽管许多基因疗法费用高达 100 万

美元以上,但再生元公司表示,这一名为 Otarmeni 的疗法在美国将是免费的。

美国礼来公司与中国的研究人员也在针对 OTOF 基因突变开发基因疗法,这类突变占遗传性耳聋病例的 3%。一个中美联合研究团队近日在《自然》发表论文称,在 24 名包括成年人的患者中,部分患者的听力改善效果已持续超过两年。

研究人员最终希望能够治疗其他类型的遗传性耳聋,但这些尝试面临更多挑战。例如,某些时候可能需要再生已丢失的毛细胞;而在其他情况下,如果靶向错误的细胞类型,可能会损害听力。

(文乐乐)

调控 DNA- 蛋白相互作用的单细胞定位

本报讯 美国威尔康奈尔医学院的 Ivan Raimondi 团队研究了调控 DNA- 蛋白相互作用的单细胞定位。相关研究成果近日发表于《细胞》。

研究人员开发了对接和脱胺,然后进行测序(D&D-seq),用于分析 DNA- 蛋白质相互作用。D&D-seq 将抗体结合纳米体与胞嘧啶碱基编辑器结合,这种组合可以通过靶向胞嘧啶-尿嘧啶编辑在蛋白质结合的基因组位点检测弱或短暂的因子结合。这种方法与标准的单细胞多组工作流程兼容,因此可以对

基因调控进行综合分析。利用转座酶可及染色质主题测序(ATAC-seq)和单细胞 ATAC-seq(scATAC-seq)测定,研究小组评估了染色质可及性作为 TF 活性的功能读数,并通过 D&D-seq 与全基因组测序相结合,捕获了 CTCF 在活性和非活性染色质区室中的结合。

不过,在单细胞中绘制这些相互作用,特别是那些弱亲和力或短暂性的相互作用,在技术上仍然具有挑战性。

(柯讯)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.05.014>