

重要。随着卫星观测技术的进步,人类正以前所未有的精度监测着地球冰冻圈的每一次“呼吸”。

(来源:《Science》)

鸽子内耳藏着“生物罗盘”,揭示不迷路秘密

鸟类如何利用地球磁场进行长距离迁徙导航,一直是生物世界的未解之谜。德国慕尼黑大学的研究团队通过绘制鸽子大脑图谱,并对鸽子内耳细胞进行单细胞转录组测序,证明了内耳是鸟类的磁感受器官,揭开了动物感知地球磁场的核心神经机制。2025年11月20日,相关研究成果发表于《Science》。

关于鸟类如何感知磁场,目前有2种主流假说。一种认为,鸟类视网膜细胞中存在量子物理效应,使它们能够“看到”磁场。而另一种则认为,鸟喙中的微小氧化铁颗粒像微型指南针一样发挥导航作用。然而,研究人员对于动物感知磁信息的具体大脑区域、感觉神经元如何产生电磁变化敏感性知之甚少。

慕尼黑大学神经科学家 David Keays 团队采用全脑活动扫描技术,结合组织透明化与光片显微镜,首次在鸽子脑中观测到磁刺激引发的特异性神经激活。他们让鸽子暴露在比地球磁场稍强的磁场超1 h,同时固定鸽子头部并旋转磁场,以模拟鸽子头部相对于地球磁场的运动。

随后,Keays 团队通过基因标记测量法分析鸽子大脑中神经元的激活模式。通过将暴露于磁场

的鸽子大脑活动图谱与未暴露的对照组进行比较,研究人员发现,在接收前庭系统输入信息和整合各种感觉刺激的大脑区域,存在与磁场相关的神经元活动。该发现将鸽子“内置罗盘”的感应范围缩小到前庭系统。

类似鲨鱼和鳐拥有感知微弱电场的器官。Keays 团队发现,这些动物表达了一种对神经元电活动变化敏感的蛋白质。该蛋白质经过10个氨基酸长度的插入修饰,使其能够感知由磁场产生的电流。

Keays 表示,他和合作者在2019年发现鸽子的基因组中也存在类似的变异。在这项研究中,他们对鸽子前庭系统细胞进行单细胞转录组测序,以寻找参与探测电流的分子,最终发现对电磁变化敏感的蛋白质广泛存在。因此,当鸽子点头时,其内耳中的环状结构能够为大脑提供磁场的三维方向信息。

基于实验数据,研究者提出了全新模型:磁场信号经半规管毛细胞捕获后,通过前庭核中继,最终投射至尾侧中脑皮层进行空间导航整合。这条“前庭—中脑皮层通路”首次将外周感应与中枢处理串联,完善了动物磁感应的理论框架。

(综合:《Science》《中国科学报》
《陕西科技报》)

突触“长时+短时”协同工作,兼顾大脑记忆与学习

天津大学人工智能学院于强团队与合作者聚焦于大脑神经网络

的“基本零件”——突触,首次揭示了其处理时空信息的核心机制,在神经网络信息处理机制研究中取得重要突破。2025年11月22日,相关研究成果发表于《PNAS》。

人类大脑中,数以亿计的神经元以脉冲的形式,通过“突触”这一连接点传递和处理信息。模拟与计算这些机制是人工智能领域发展的重要启发源泉。具体而言,突触具有2种关键的调节能力:一种是“长时可塑性”,即其连接强度可以长期增强或减弱,这被认为是形成长期记忆的基础;另一种是“短时可塑性”,指的是在极短时间内动态调节信号强度的能力。虽然两者都很重要,但它们如何协同工作,共同影响大脑的学习与信息处理效率,仍是一个未解的科学问题。

对此,研究团队通过构建突触计算与学习理论模型,发现当“长时可塑性”作用于“短时可塑性”时,大脑能够将时间序列上的信息转化为空间上的表达模式。这一机制显著增强了神经网络的记忆容量、抗干扰能力以及对复杂时空信息的识别能力。该模型还在小鼠与人类大脑皮层突触电生理观测中得到了验证,显示出高度的生物合理性。

于强解释,该研究就像是找到了大脑在处理信息时的“协作密码”,“不仅解释了大脑处理信息的底层逻辑,也为开发可解释、可通用的下一代人工智能方法提供了重要支撑。”

(综合:《PNAS》、天津大学官网、
澎湃新闻、央视网)