
科学家揭示斑马鱼连续抉择的跨脑区计算机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40277.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！

自然界中，动物做抉择时，几乎不会事事都从零判断，过往经历常会影响它们接下来的选择。例如，动物在觅食或躲避风险时，会凭着刚看到、感受到的情况改变行动。这种模式能够让大脑利用环境的连续性，提高行为抉择效率。近期，中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心等团队利用斑马鱼幼鱼全脑尺度单细胞分辨率钙成像、闭环虚拟现实行为、光遗传操控和神经计算建模等技术，揭示了大脑如何协调多个计算模块，留存过往经历，并基于已有信息灵活调节未来抉择的机制。

此前经验惯性现象研究揭示了大脑中哪些区域携带历史信息，但这些信息如何稳定保存、灵活更新、再转化为后续行为，仍缺乏清晰的全脑机制解释。

为解决这一问题，研究团队建立了斑马鱼幼鱼闭环虚拟现实避障行为系统，利用通体透明的斑马鱼幼鱼开展虚拟现实避障实验，全程观测全脑神经元活动。

研究发现，斑马鱼对当前障碍物的躲避行为不仅取决于当前刺激，还受到前一次甚至更早经历的影响。当连续两次障碍物出现在同一侧时，斑马鱼会表现出更强的躲避反应。这表明，斑马鱼能够在数十秒时间尺度上保存过去经历，并依靠这段经历调整后续行为。

研究以单细胞分辨率同时记录斑马鱼全脑神经活动，并将这些活动信号与标准斑马鱼全脑图谱进行精确配准。该介观脑图谱平台为研究团队在全脑范围内定位神经活动所属脑区奠定了基础。

基于图谱配准结果，研究团队对全脑同步记录到的神经元进行逐脑区比较，筛查哪些脑区能够在障碍物消失后继续保留历史信息。

结果发现，多个脑区都携带一定的历史信号。其中，背侧丘脑能够稳定持久地通过持续活动区分最近一次障碍物来自左侧还是右侧。

光遗传实验表明，抑制背侧丘脑活动会消除历史依赖行为，而单侧激活背侧丘脑则可以人为写入类似“过去经历”的信号，从而改变动物下一次选择。这表明，背侧丘脑是维持近期经历并驱动连续抉择的关键脑区。

分析进一步显示，背侧丘脑不是独立完成整个计算。它更像一个“记忆开关”，以稳定的离散状态保存最近一次经历。而位于脑干的下游神经元群则像一个“积分器”，将丘脑提供的历史信息与当前感觉输入相结合，形成能够反映多次经历的连续信号，并影响行为输出。也就是说，大脑通过跨脑区分工协同，将一个短暂的感觉事件转化为可持续、可更新、可影响未来行动的内部状

态。

在锁定关键脑区后，为理解跨脑区协同如何在神经网络中实现，研究人员构建了以丘脑吸引子网络为核心的神经网络模型。

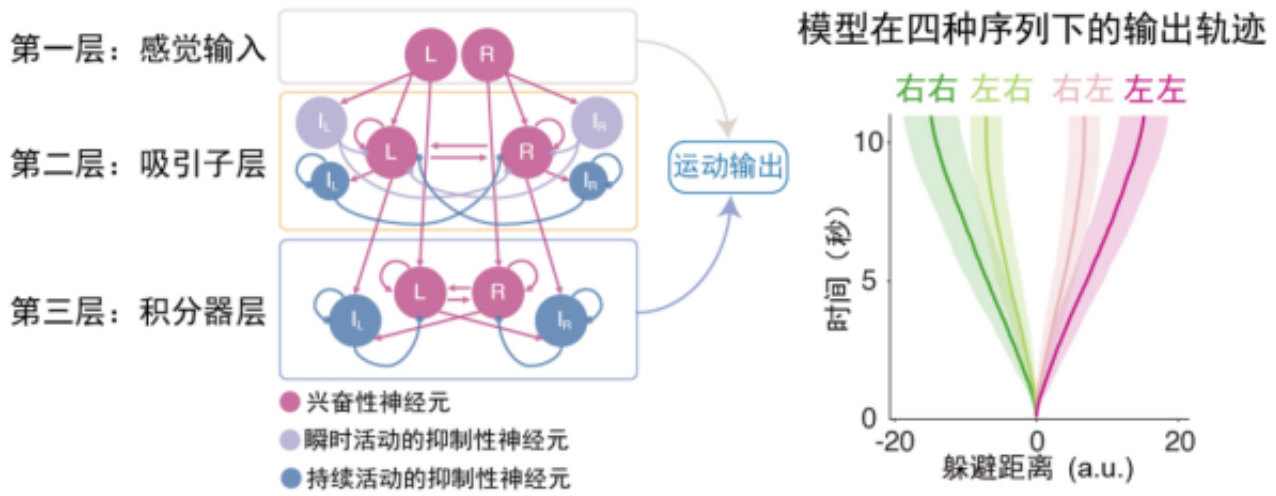
基于此，研究团队依托斑马鱼脑信息库，将真实生物脑中相关脑区的细胞数量、神经元类型和投射连接等信息引入建模过程，并把感觉输入层、丘脑吸引子网络和脑干积分器连接起来，构建了脑图谱约束的跨脑区计算模型。

模型设计了“吸引子-积分器”的全脑协同架构，即丘脑吸引子网络以稳定离散状态保存最近经历，脑干积分器则基于吸引子状态的迁移和当前感觉输入进行信息整合，从而将短暂感觉事件转化为可持续影响未来行为的内部状态。该架构兼顾记忆稳定与灵活更新，在脑结构与算法层面实现了双重创新。

全脑图谱不仅是解剖学资源，也是连接真实脑结构和神经计算原理的重要桥梁。同时，依托斑马鱼介观脑图谱平台，研究人员可以将全脑功能活动定位到具体脑区，并把真实脑结构信息纳入计算模型，从而解释斑马鱼如何利用过去经验影响下一次选择。

这一研究为具身智能系统和机器自主控制提供了全脑生物计算新思路。

科学家揭示斑马鱼连续抉择的跨脑区计算机制



层级吸引子模型架构、活动以及输出行为

研究团队单位：脑科学与智能技术卓越创新中心

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://www.iikx.com)转发