
科学家解析大脑皮层神经元信息的读码机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/2194.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！

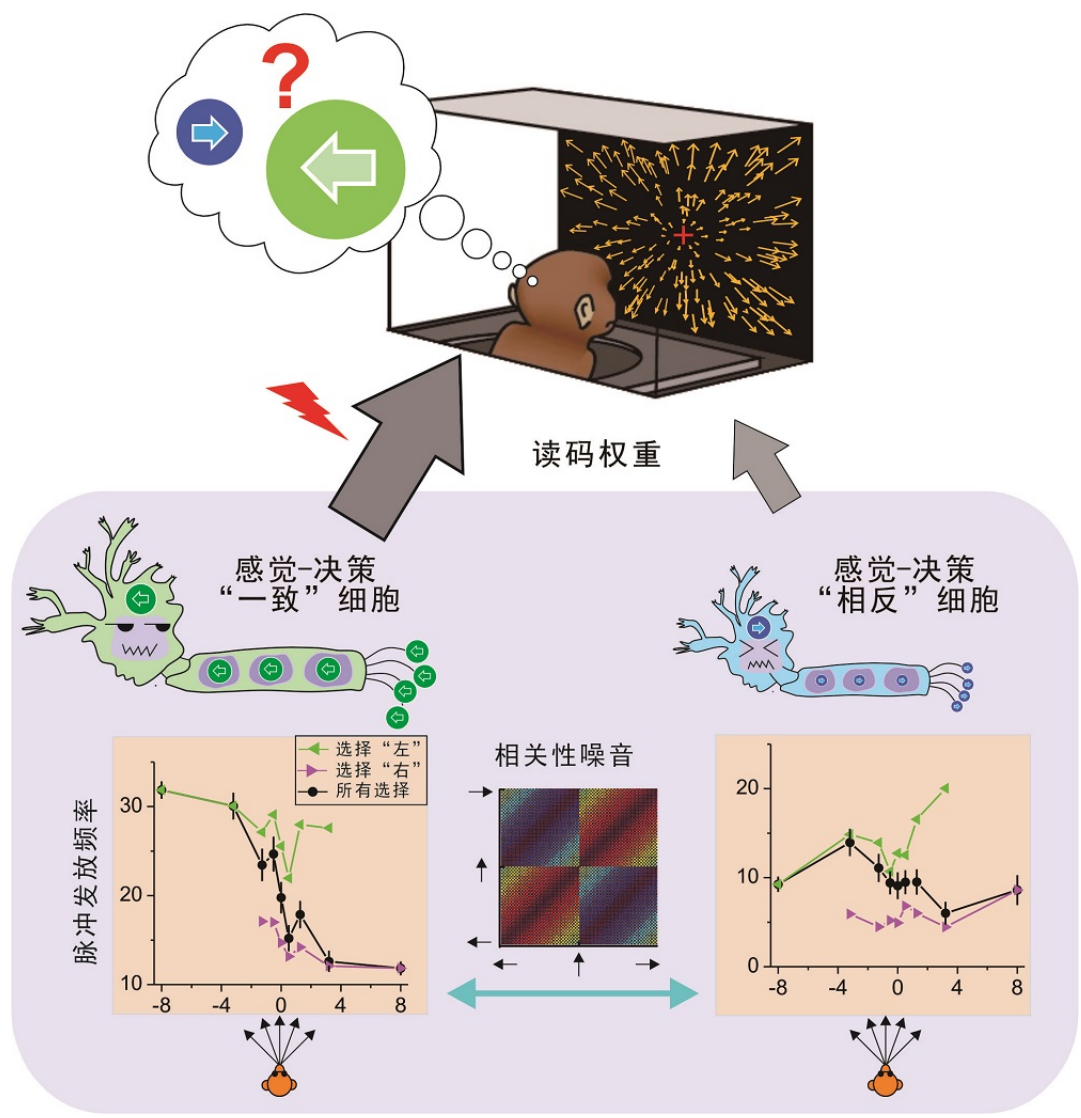
9月20日，《神经元》期刊在线发表了中国科学院神经科学研究所、脑科学与智能技术卓越创新中心、中科院灵长类神经生物学重点实验室空间感知课题组的题为《通过结合决策信号的测量与微电流刺激的干扰两种方法来解析大脑神经元信息的读码机制》的研究论文。在该研究工作中，科研人员在清醒猕猴执行空间运动方向辨别任务的同时，记录了大脑皮层中上颞叶内侧皮层、中颞叶皮层和腹顶内皮层三个脑区的神经元反应，通过数学方法分离了这些反应中的两种成份，即神经元编码的感知觉信息，和与猕猴认知决策的信号，并通过微电流刺激干扰的技术手段，分别检测了三个脑区中的神经元信息被下游读取的优先级别和权重。

大脑对空间的感知包括两个重要阶段：一个是编码阶段，即外界环境中的声、色、光等刺激通过各种感官传入大脑中枢，激活了处理相应感觉刺激的神经元元件，从而把外界刺激分别编码在相应神经元的电活动中，例如偏好特定运动方向、空间朝向或者空间特定位置的细胞；二是解码或读码阶段，即这些神经元的电信号经过神经系统的层级传递，被下游神经元抽提信息，最终转化为大脑对外界刺激的感知，并在此基础上形成最终的决策，做出特定的行为。大脑神经元的编码机制已经有广泛的研究，但是其第二阶段关于解码的研究工作还相对较少，具体解码机制也不清楚。其中一个重要的方法是在实验动物执行认知决策任务的同时，测量相应感觉神经元的电发放波动中哪些是与抉择相关联的信号。虽然至今在许多感觉皮层中都已经发现了与决策相关的信号，但是这些信号究竟能否直接反映神经元所编码的信息被大脑读取和利用以形成抉择，还是只是反映了大脑在形成抉择之后，再反馈给上游神经元的一个下行信号，一直都存在着激烈的争论。这些争论目前都只停留在理论层面上，争论的双方都缺乏有力的实验证据支持。

在该研究工作中，神经所研究生余雪菲和空间感知课题组长顾勇训练猕猴通过眼动来报告它们所感知到的光流在空间中的运动方向，并在猕猴执行任务的同时，记录了上颞叶内侧皮层(MST)、中颞叶皮层(MT)和腹顶内皮层(VIP)三个脑区的神经元胞外电生理活动，通过数学方法分离了两种成份，一是神经元所编码的视觉运动方向信息，即感觉成份；二是与猕猴认知决策相关的成份，即决策信号。分析发现，在三个脑区中，感觉信号并不是一直与决策信号保持一致，有时也会出现相反的情况，比如某些神经元偏好编码向左运动，每次神经元发放增强的时候，应该促使猕猴更多的选择向左运动(“感觉-决策一致细胞”，图中左下角细胞)，但在行为上猕猴却是更多地选择向右运动(“感觉-决策相反细胞”)。利用微电流刺激进一步实验发现，在MST和MT皮层中通过微电流人为兴奋这两类细胞时，都能显著地使猕猴的认知决策发生偏差，并且偏差的方向都趋向于被电刺激兴奋的神经元所编码的偏好感觉信息方向，而不是决策信号所反映的方向。微电流刺激“感觉-决策一致细胞”对猕猴认知决策产生的偏差要大于刺激“感觉-决策相反细胞”一倍左右，表明了前者的读码权重要大于后者(图中间粗细箭头分别表示)。微电流刺激VIP神经元却不能影响猕猴的认知决策，提示这个脑区的运动信息在当前任务中并没有被下游脑区所读取和利用。

这些直接实验结果首次解析了大脑皮层神经元所编码的感觉信息和猕猴表现的决策相关信息在解码过程中的作用，为关于决策信号在感知觉皮层中作用的长期争论提供了重要的实验证据，表明大脑神经元信息的读码权重不仅与特定脑区有关，还与特定脑区中的特定神经元集群有关。此外通过建模，该研究还提出了一定的理论预期，即两类神经元集群之间存在负相关的噪音，有待于后续实验进一步验证。

该研究在顾勇的指导下，由余雪菲完成。该课题获得国家自然科学基金委和科技部的资助。



图注：在猕猴大脑皮层中存在两类细胞，感觉-决策一致性细胞(左例)和感觉-决策相反性细胞(右例)。两类细胞之间通过特定的相关性噪音结构连接(中间热图)。微电流刺激实验表明两类细胞都贡献于猕猴的认知决策，但前者的读取权重更大，大约是后者的两倍(粗细箭头表示)。

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发