

打开记忆编程的“黑箱”

● 本报见习记者 江庆龄



图片来源:摄图网

生活中,人们聊天时会听到一些对话、购物时会看到商品价签,而后大脑如何做到对言语中句法和语义的下意识理解、对购物金额的加减乘除心算?

中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心(神经科学研究所,以下简称脑智中心)研究员王立平、临港国家实验室研究员闵斌合作,通过训练猕猴在工作记忆中完成对空间序列的排序任务,发现了猕猴额叶神经元对时序记忆操作时的群体表征与运行计算机制。近日,相关研究成果在线发表于《科学》。

建立猕猴研究范式

“人类成为万物之灵,源于大脑特有的高等智能,使得人类能对外来和内在的信息进行复杂处理,并作出最佳的行为反应。”中国科学院院士、脑智中心学术主任蒲慕明介绍,比如人类能将一连串信息中的时间和空间顺序及间隔进行编码,并进一步存储、理解、操纵和提取这些编码的信息。有了这种信息处理能力,人类才能拥有语言、运算和逻辑思维等高等智能。

“脑科学的终极目标就是要理解大脑的神经网络如何产生这些高等智能。这些智能是在灵长类动物演化过程中逐渐显现的,而且在猕猴等非人灵长类中已有苗头。”蒲慕明表示。

人们对事件发生顺序的记忆,就是时序记忆。对于时序信息的编码、存储、操作和使用则是许多高级认知功能的基础。人们对日常生活中听到的话语、看见的事物,都会以不同的“颗

粒度”进行感知,接着进入工作记忆中短暂存储,再根据目的进行加工处理。

为深入研究时序记忆的加工控制机制,王立平研究组近年来建立了一项基于空间位置序列的学习和记忆的猕猴研究范式,并从猕猴大脑获取了大量神经元集群的相关电活动。

研究团队训练猕猴记下一段由连续在不同位置闪现的点所组成的空间序列(记忆期1),再根据随后出现的规则提示对该序列进行排序(正向排序或者逆向排序),并在一定记忆时间(记忆期2)后进行汇报。在此过程中,研究人员对猕猴的额叶皮层神经元活动进行了记录和分析。

解码大脑短程编码机制

王立平团队此前发表于《科学》的一项研究发现,前额叶神经元集群可以用它们放电的动态变化模式(动态空间的“子空间”)编码空间序列信息,在序列中的各个相对位置都有其独立的动态子空间。

在前期研究基础上,团队进一步探索发现,对空间序列记忆信息进行重新排序时,在记忆期1里不同次序的子空间中的位置信息会从原本的子空间中消失,然后在记忆期2中依据新的顺序

将原本的信息放入其对应次序的子空间中。就像两个盒子分别装着红球和绿球,当排序发生后,红球和绿球同时从自己所在的盒子中消失,而后又神奇地出现在对方的盒子中。

在对不同子空间之间的信息进行交换时,每个子空间额外招募了一个临时存储信息的新的子空间。每个子空间先把原先内部的记忆信息传递给临时子空间,等原本子空间中的记忆被清空之后,再将临时子空间中的记忆信号传递给对方,从而完成了子空间之间记忆信息的交换。

此外,记忆空间中还存在一个表征规则的子空间。研究团队推测,该规则子空间可能控制了次序子空间与临时子空间之间的信息流动,使得这些子空间在不同的排序规则下发生不同的动力学过程。

新的起点

“和许多原始创新工作一样,王立平实验室的发现只是一个起点。”蒲慕明点评道,这项工作清晰说明了3方面的内容。

首先,在单细胞层面观测高级脑区大群神经元电活动随时间的动态变化,是理解序列学习和工作记忆编码模式的有效途径。

其次,建立分析大群神经元活动的有效计算范式和创新性理论框架,是描述和理解大群神经元编码规律的关键。

最后,从描述与认知事件相关的神经元编码范式和规律,到理解在学习和工作记忆过程中感知觉信息如何建立神经元集群活动的编码,以及如何提取编码信息来驱动认知所引导的行为,未来的工作仍然漫长而艰巨。

“工作记忆机理是揭示生物智能奥秘的重要突破口。”北京大学计算机学院教授、北京智源人工智能研究院理事长黄铁军指出,“与生物神经网络相比,包括大模型在内的人工神经网络的动力学特性相对简单。这一新发现有望促进大模型可解释性研究,并启发大模型新架构的探索。”

王立平团队总结说,作为多种智能活动的基本运算之一,工作记忆的排序机制不仅仅运用于日常生活中的语言理解、项目规划等方面,还可以推广到因果推断、逻辑推理等复杂认知活动中,这为进一步揭示高级认知功能的神经机制奠定了基础。

此外,大脑与计算机运算机制有着惊人的相似之处,如用于信息交换的临时子空间和操作过程。对大脑认知机制的深入研究可能有助于推动类脑计算模块向更加智能化、高效化发展。

团队同时表示,临时子空间的发现为明确意识的操作定义、揭示意识的生物学基础提供了新见解。

相关论文信息:<http://doi.org/10.1126/science.adp6091>

中老年女性皮肤病可分年龄段精准防治

本报讯中南大学湘雅医院皮肤病医院/芙蓉实验室教授陈翔和沈敏学、副研究员肖易研究团队,基于近10年的自然人群及皮肤病专病队列的系列研究成果,并结合国际相关领域最新进展,提出中老年女性皮肤疾病分年龄段实现精准防治的新观点。相关成果近日发表于《柳叶刀》。

此前,研究团队在自主建立的中国人自然人群及皮肤病专病队列研究基础

上,率先在国际上提出绝经年龄过早和内分泌性雌激素暴露总量减少是晚发型女性银屑病、银屑病性关节炎等皮肤病的特异性病因,且这一因素在导致疾病的可控病因中占据首位,为实现疾病精准治疗提供了全新思路。

经后续针对多种晚发型炎症性皮肤病的临床及机制研究,该团队指出,更年期后女性的激素稳态及免疫系统发生显著变化,可能是导致银屑病、特

应性皮炎等炎症性皮肤病出现晚发高峰的重要病因。这些疾病的晚发高峰与雌激素稳态及下降密切相关,而这一重要临床现象此前未被系统报道和关注。

研究还指出,更年期作为女性衰老的典型生理学事件,不仅是生理转变的过程,还涉及复杂的社会和文化因素,这些因素都会对中老年女性皮肤健康产生深远影响。因此,医学界应拓宽对晚发型

炎症性皮肤病的认知,关注中老年女性皮肤健康的差异化防治策略,以期改善该人群的整体皮肤健康状况。

这些成果为全球相关领域的研究提供了新视角。未来,团队还将积极开展临床干预研究,将科学发现转化为循证实践,努力提高我国人群的皮肤健康水平。(王昊昊 陈旺青)

相关论文信息:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)01711-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01711-2)