人类先验信息的知觉决策的计算神经机制

使我们的决策过程适应不同任务需求的能力是高级认知功能的一个关键方面。最关键的是，当我们面临时间压力时，我们可以加快我们的决策，并且我们可以优先选择先前正确概率较高的备选方案。计算决策模型中，随着时间的推移，感官证据不断积累，直到达到一个界限并触发一个动作，这为研究这种适应的机制提供了一个强大的框架，但我们的理解仍然非常不完整。由于这些模型仅基于行为，因此开发它们时已降低了复杂性，以避免过度拟合和模型模仿。这种对节约的强调扩展到了偏好模型，该模型可以通过调整尽可能少的参数来解释任何给定的任务操作。这种方法是否能捕捉到大脑所进行的全部计算调整仍不确定。此外，现在存在几种替代模型变体，它们在模型结构的核心元素方面存在分歧，例如边界是常数还是时间依赖性。事实证明，单独使用行为建模来解决这些分歧是非常困难的，但这是至关重要的，因为不同的结构可能导致关于关键适应的性质和程度的根本不同的结论。

现已在多个物种中观察到表现出与有界证据积累一致的动力学的神经生理学信号，尤其是在与规划决策报告行动相关的活动中。这些神经特征可以以几种互补的方式支持基于模型的推理。它们提供了一种经验方法来测试有关决策信号动力学的关键模型预测。更基本的是，它们可用于指导模型的构建，即包括哪些过程组件和参数，以及定量约束直接对应于模拟信号参数的某些模型参数。原则上，这些限制使认知模型具有更高的复杂性和更高的可靠性在不一定增加自由参数数量的情况下捕获更大范围的效果。这些优势尚未被充分利用来检验人类的感知决策。在这里，我们使用最近表征的人类决策形成的脑电图（EEG）特征来构建、约束和验证一个有界累积模型，该模型建立了计算调整，人类通过该模型适应时间约束、刺激强度和先验概率。

在决策信号观测的指导下，我们构建了一个神经信息（NI）模型，该模型在两个基本方面不同于传统模型，如漂移扩散模型（DDM）。首先，尽管DDM仅假设一个累积来源，即以平均“漂移率”累积的感官证据，该平均“漂移率”与证据强度成比例，但NI模型包括一个早期启动，独立于证据的“紧迫性”信号，增加了驱动运动准备达到动作触发阈值的累积。其次，尽管DDM仅估计一个非决策时间，该时间包含所有未用于有界证据积累的剩余时间，但NI模型分离出三个不同的时间成分：证据编码开始、集合累积和决策后运动执行时间。

我们的结果显示，除了通常观察到的决策标准（界限/起始水平）的变化外，这些建立和延时组件之间还存在多种不同的计算适应性。此外，某些适应效应基本上与标准DDM所示的结果不一致。在速度压力下，DDM表明，与其他近期研究类似，非决策时间大幅缩短，漂移率降低；相比之下，NI模型仅显示非决策时间的微小变化和漂移率的增强，这部分弥补了下限造成的准确度损失。动态紧迫性的作用在行为建模文献中一直存在争议，在所有体系中都得到了强烈观察，并进行了战略性调整，以增加在截止日期之内到达界限的可能性。最后，NI模型指出了累积率中基于先验概率的偏差（漂移率偏差）的作用，DDM未能通过标准模型比较识别该偏差。关键的是，未纳入NI模型构建的神经决策信号特征显示出证实参数差异和匹配模型模拟决策形成动态的调节。

结果