

# 超越牛顿

陈童

经典力学当然很成功，但是它也有局限，比方说即使对于三体系统它也会很快混沌。混沌首先意味着可预测性的丧失，对于一般性的三体系统，按照牛顿力学，它在某个时间尺度 $t_c$ 以后就混沌了，就没有可预测性了。但这到底是三体系统的内在性质，还是我们的牛顿式研究范式的问题呢？比方说，有没有可能训练一个神经网络来预测这个三体系统，使得在超越时间尺度 $t_c$ 以后，我们依然还能获得某种可预测性。当然，如果你坚持牛顿力学（以及与之等价的分析力学）在它的成立范围内就是绝对真理，那这种可能性就不存在。但是，如果你认为牛顿力学也不过是我们描述世界的一种范式，虽然它非常成功，但如果它仅仅是一种描述范式，那逻辑上就存在其它与之并不等价的范式，比如神经网络。这种新的范式也许在远小于 $t_c$ 的时间尺度上预测能力不如牛顿范式，但是，它可以超越 $t_c$ ，即是说它在超过 $t_c$ 的时间尺度上，还有一定的可预测性。

其实超越牛顿范式完全可能，且不说量子力学。就在经典物理里面也有超越牛顿范式的，比如经典统计力学。我说这句话的含义是：第一，并不能从牛顿力学或者经典哈密顿力学严格地推导出统计力学。第二，对于少体系统，经典统计力学没什么可预测性，因为它不适用，但是对于多体问题，虽然原则上我们也可以按照牛顿力学进行计算模拟，但在某种意义上，这种模拟的预测能力的确不如经典统计力学。在这两点意义上，我们可以说，经典统计力学就是对牛顿范式的超越，经典统计力学是一种更适合多体系统的研究范式。当然，经典统计力学虽然超越了牛顿范式，但两者依然有联系，因为两种有很多基本概念是共用的，比如都用了位置和动量来描述系统状态，比如都可以用哈密顿量的概念。所以，经典统计力学对牛顿力学范式的超越是不彻底的！

那么，能否将神经网络看作是经典统计力学的一般性推广呢？对于复杂系统，比如地球的大气运动，这种推广的预测能力也许远超牛顿范式，不是已经有用人工智能可以更准确预报天气的工作出现了吗。并且正如本文第一段所说，即使对于三体系统，这种新范式也有超越牛顿的可能性。甚至，今天我们看不到牛顿力学范式应用于生命系统的可能性，但是，神经网络以及它的进一步推广就有这种可能性。换言之，从今天的观点来看，

对于生命系统，我们不太可能按照牛顿范式来获得可预测性，但是，按照神经网络范式却完全有获得可预测性的可能。

其实，人脑预测世界用的就是某种神经网络范式，人脑不太可能进行牛顿力学式的计算推演，但是我们依然能够准确地抓住远处飞来的飞盘，因为人脑神经网络对世界是有某种预测能力的，虽然它不是牛顿力学那个意义上的预测能力。当然，人脑的神经过程很慢，虽然它非常适应于我们的宏观低速的物质世界。但是，当然有可能用更一般的更快速的人工神经网络对人脑神经过程进行学习和预测，实际上，这也许就是脑机接口和人机合一领域要做的事情。

当然，神经网络范式不是没有缺陷的，那就是它的可解释性远不如牛顿范式，但未来也许我们可以在这个方向上取得大的进展，当然，也许最终还是达不到牛顿力学的可解释性。但是，某种可理解性应该还是能达成的。比方说，我们完全可以设想达成这种理解，即用一个神经网络对另一个神经网络进行预测，往往是用一个更简单的神经网络对另一个更大更复杂的神经网络进行某种预测。