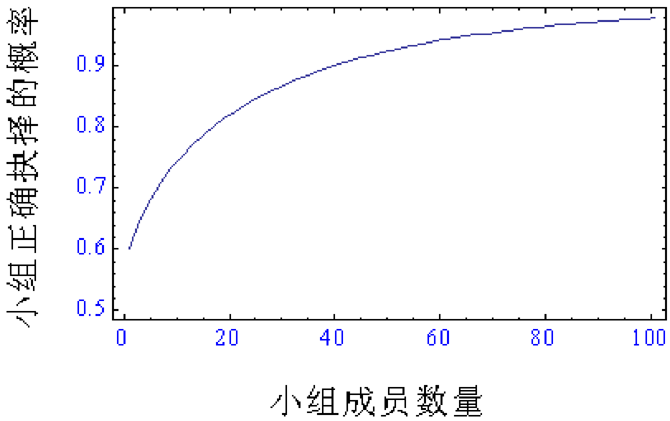
动物也“跟风”

和老婆逛商场的时候，如果发现有一堆人围在某一个柜台前，老婆总是会拉着我凑上去看一看是否有便宜的东西出售。在生活中，这类行为很常见，从吃什么饭，炒什么股、到选择职业、选择居住城市，甚至在城市中过马路也乘着人多的时候过。

这种“跟风”行为的理论依据在 18 世纪已经由法国的政治家 Nicolas de Condorcet 给出。他设想了如下一个简单的投票模型：一个小组有 100 个成员，每个成员可以独立在两个方案中做选择，其中只有一个是正确的。假定每个成员对于这两个方案有一个初步的认识，选择到正确方案的几率稍大于一半（比如为 0.6）。那么根据民主政治中的多数原则，小组的选择与多数人的选择一致，那么这个小组有多大的可能选择到正确的方案？



Condorcet 理论。横轴是小组成员的数量，纵轴是根据多数原则确定的小组选择正确的概率，假设了个人正确选择的概率为 0.6。（函数曲线的公式在文末）

从图中可以看出，虽然个人因为能力有限，作出正确选择的概率只是略微大于胡乱的猜测。但随着小组人数的增加，小组做出正确选择的几率在不断增加。当小组人数达到 100 左右时，根据多数原则确定的小组选择几乎是 100%正确了。

很多动物，尤其是喜欢群居的动物，也同样存在着这种“跟风”行为。动物的“跟风”是生存竞争的进化结果，其面临的是生存还是死亡的问题，因此其机制也更加精巧一些。“围观”的动物除了喜欢与大多数的选择保持一致外，更进一步还有一个所谓的“阈值响应”机

制（quorum sensing）——只有当作出某种选择的同伴达到一定的数量，即所谓的“ 阈值 ”，才对这个动物个体的选择产生显著的影响（超过了线性关系）。如果低于这个“ 阈值 ”，对该动物是否参与影响不大。

在 2006 年，比利时布鲁塞尔自由大学的 Amé 博士所在的研究小组在蟑螂中发现了“ 阈值响应 ”的存在。他们的这项研究是实验加上理论的工作。他们把一定数量的蟑螂放到一个较大的圆盘中，在圆盘中对称的两个地方放上了两个相同的塑料瓶盖当作遮蔽点。在这个实验中，研究人员发现开始的时刻，蟑螂在圆盘中随机的走动，如果碰到了瓶盖，他们会在这个遮蔽点停留，停留的时间首先取决于这个遮蔽点的质量，如果两个遮蔽点有差别，蟑螂会在较暗的遮蔽点多停留一段时间。因为在这个实验中，两个瓶盖完全一样，所以遮蔽点的差异效应可以排除。研究人员发现，当某个遮蔽点同伴的数量超过某一个“ 阈值 ”的时候，对前来探察的蟑螂的吸引力会大大加强，而当同伴的数量小于这个“ 阈值 ”的时候，对这个探察的蟑螂的吸引力会大大的减弱。这个“ 阈值 ”的大小与蟑螂的种类，遮蔽点的容量有关。

根据这个观察，这个小组的研究人员建立了一个数学模型，经过数学的理论演算，得到了如下的预言。1，如果蟑螂的数量大于两个遮蔽点的容量，那么两个遮蔽点都会被蟑螂沾满，剩下的呆在遮蔽点外。2，如果蟑螂的数量小于一个遮蔽点的容量，那么所有的蟑螂都会栖息在一个遮蔽点。最有趣的是 3，如果蟑螂的数量大于一个遮蔽点的容量而小于两个遮蔽点的容量，那么在理论上会出现的稳定的结果是蟑螂平均分配到两个遮蔽点。这个理论的结果只是数学游戏吗？在紧接着的实验中，这个小组的研究人员按照设想的这三个条件，放入适当数量的蟑螂，发现实验的结果与理论预言的结果在实验误差的范围内完全吻合。

可能你会对这个理论还有些疑虑，因为“ 阈值 ”响应本质上是“ 正反馈 ”的。简单的说：围观的人越多，导致围观点的吸引力越大，然后会导致更多的人参与围观，在理论上这个过程可以无限制的进行，最后的结果当然是系统崩溃。正反馈存在于很多的人工，自然，或者社会系统中，是系统工程师很讨厌的东西。因为这种机制会把一个不起眼的小错误给无限放大，结果导致最后系统瘫痪。对于上述实验中的第三种情况，即蟑螂的数量大于一个遮蔽点的容量而小于两个遮蔽点的容量，更可能出现的情况似乎是所有的蟑螂聚集到一个遮蔽点，其余的容纳不下的进入第二个遮蔽点。出现这种结果的原因是因为蟑螂除了喜欢群聚外，也害怕

拥挤。如果一个遮蔽点蟑螂的数量过多，也会减少对巡游蟑螂的吸引力，呈现一种线性关系。在这个模型中，正是这个害怕拥挤的线性效应平和了“ 阈值响应 ”，导致出现了上述的第三种结果。

这种“ 阈值响应 ”在蟑螂寻找遮蔽点的过程中存在，在蚂蚁觅食的路径的形成，在蜜蜂寻找新的筑巢点的过程中也存在，甚至在一些脊椎动物，如三刺鱼（**three-spine stickleback**）中也存在。如此看来，“ 跟风 ”这种现象，实际上蕴藏着古老的智慧。早在人类之前，动物严酷的生存竞争中就学会了这种策略，而且做了大大的改进。

附录：Condorcet 理论，计算小组做出正确选择的概率。

$$p(N) = \sum_{n=\frac{N}{2}+1}^{N} C_N^n p^n (1-p)^{N-n}$$

N 是小组的总人数，n 是做出正确选择的人数，p 是个体做出正确选择的概率，C_N^n 是从总人数 N 中选出 n 个个体的排列数。

作者：胡锋， 理论物理博士。 重庆市沙坪坝区天陈路 12 号 400047 重庆师范大学物理与电子工程学院教师