

生态智力——介绍一种新的智力观点*

朱莉琪

皇甫刚

(中国科学院心理研究所,北京,100101) (北京航空航天大学,100083)

计算机和人脑对信息的加工都离不开对信息的适当表征。例如,计算器进行乘法运算时,其算子适应范围是阿拉伯数字,如果输入的是二进位的数字,计算器就不能完成我们需要的运算。阿拉伯数字、罗马数字和二进位数字在数学里可以对等地转换,但它们在心理上却不是等价的。德国马普学会人类发展研究所的心理学家 G. Gigerenzer 领导的“适应行为与认知”研究中心提出,人类的推理算子也适应某种特定的信息表征形式,并由此提出了生态智力的观点。以下简要介绍他的部分研究内容。

1 贝叶斯(Bayesian)推理

Gigerenzer 引用了 David Eddy (1982) 的一项研究, Eddy 要求医生估计一个乳房检查呈阳性反应的妇女得乳腺癌的概率。Eddy 给出以下信息:

病人得乳腺癌的概率是 1% (先验概率);

如果病人得了乳腺癌,放射科正确诊断的概率是 79% (敏感性或击中率)。

如果病人没得乳腺癌,放射科错误诊断其为乳腺癌的概率是 9.6% (误报率)

问题:乳房检查为阳性反应的病人得乳腺癌的概率是多少?

Eddy 报告的结果是,100 个医生中 95 个估计概率是 75%。

从观察结果(检验结果呈阳性)推断疾病,或广义上说,从数据 D 产生假说 H,我们称此为“Bayesian 推理”,因为这个问题可以用 Bayes 规则求解:

$$\begin{aligned} P(H|D) &= \frac{P(H)P(D|H)}{P(H)P(D|H) + P(\bar{H})P(D|\bar{H})} \\ &= \frac{0.01 \times 0.79}{0.01 \times 0.79 + 0.99 \times 0.096} \\ &= 7.7\% \end{aligned} \quad (1)$$

等式 1 表示病人检查结果为阳性(D)而得乳腺癌(H)的概率 $p(H|D)$ 。计算结果是 7.7%,而不是多数医生估计的 75%。

这个研究结果表明一般人的推理不遵循 Bayes 规则。人们经常忽略基础率、击中率和误报率,不能自觉整合这些信息。由此,Gigerenzer 提出生态推理不是适应概率和百分比

的。

2 生态 Bayes 推理:对频率的适应

颜色恒常性是人类视觉进化的结果,这个特性使人可以在不同照明的自然环境中识别同样的颜色。但如果人的视觉系统进入一个由钠蒸气照明的人为环境,其颜色恒常的算子就会失灵。同样,如果人的推理系统遇到的统计信息形式是与人类进化过程中不相适应的形式,推理算子也会失灵。这就是人类心理算子对环境的适应问题。

对进行归纳推理的算子而言,重要的是数字信息的形式。心理算子最适合何种信息形式?或者说,人类在进化过程中遇到的数字信息形式是什么呢?Gigerenzer 认为不是概率和百分比,它们是最近才出现的对不确定性的表征形式。数学概率出现在 17 世纪中叶,百分比概念只是在法国大革命期间测量体系出现后(主要用于利息和税收,而非用来表征不确定性),在 19 世纪才成为常用的符号表示法。只有到了 20 世纪下半叶,概率和百分比才成为西方国家表征不确定性的日常用语。简言之,概率和百分比经过了长时间的进化才成为表征不确定程度的形式。在这之前,人类以什么形式获得数字信息呢?Gigerenzer 认为是由自然取样获得的自然频率。他用另一种平行方式,用同样的数字来解释前文提到的乳腺癌问题:设想一个文盲社会的医生,她的人民感染了一种新的严重的疾病。她既没有书也没有统计材料,只能靠自己的经验。好在她发现了这种病的症状,但是不完全肯定。她一生中见过 1000 人,其中 10 个得此病。这 10 个人中,8 个人有这种症状。在 990 个未被感染的人中,95 个人有此症状。所以,有 $8 + 95 = 103$ 个人有此症状,其中只有 8 个人得此病。现在有一个新病人,他有这个症状。那么他得此病的概率是多少?

文盲社会的医生不需要计算器来估计 Bayes 概率。她所需要做的是检查有症状且有病的案例的数目(8)和有症状无此病的数目(95)。新病人得此病的概率可以很容易地从这些频率中看出来: $P(H|D) = \frac{d \& h}{d \& h + d \& \bar{h}} = \frac{8}{8 + 95} = 7.8\%$ (2)

等式 2 是 Bayes 推理针对自然频率的规则,其中 a 是有症状且有病的案例的数目,b 是有症状但无此病的案例的数目。新病人得此疾病的机会是 100 人中不到 8 个,或说小于

* 本文得到中科院创新工程方向项目 kscx2-2-03 的支持。

8%。这个医生从经验中学习,她不会象她现在的同行那样,以为概率是 75%。

可见,当信息是自然频率(等式 2)而非概率(等式 1)时, Bayes 推理在计算上较容易。因此, Gigerenzer 的观点是:自然频率的进化优先于概率和百分比且计算简便,心理算子是适应由自然取样获得的自然频率的,而非适应概率和百分比的。他提出以下例证。

2.1 例证

Gigerenzer 提出以下证据:首先,外行人——即在诊断推理方面没有职业经验的人——在信息用自然频率表征而非用概率形式表征时更可能用 Bayes 方式推理。在没有 Bayes 推理指导的情况下,这种效应自然会发生。其次,经常做诊断推理的专家如医生,不管其经验如何,也显示了同样的效应。第三,“难免的幻觉(inevitable illusions)”,用自然频率则能避免。最后,自然频率是教会学生 Bayes 推理的高级工具。Gigerenzer 用一些实验和广泛的日常生活情境中的几个例子验证了这一点。当然他不是说概率没用或错误,而是说,在数学中它们的用途与它们是否适合人类推理无关,就象黎曼几何(Riemannian)和其他非欧几何在数学中的用途与人们的空间推理遵循欧式几何的事实无关一样。

2.2 疾病问题

Gigerenzer 发现他研究的 20 个爱滋病咨询员中没有一个人用自然频率解释患上爱滋病的风险,几乎所有数字信息都用百分数传达给患者。而实际上,不管统计数字是多少,当咨询员用自然频率表征数字时,多数具有中等智力的人能够理解检验结果为阳性后染 HIV 的风险。

2.3 认知幻觉

频率不只使日常推理简单,也使实验室式的“认知幻觉(cognitive illusions)”消失。认知幻觉的一个表现是“过度自信偏差(overconfidence bias)”。在一个实验中,要求学生回答问题,诸如“哪个城市有更多居民, Islamabad 还是 Hyderabad?”然后要他们估计他们自己答案正确的概率(信心)。典型的的结果是,如果他们说自己 100%自信,其答案正确率只有 85%。如果他们说自己 90%自信,其正确率只有 75%,等等。这种主观概率和客观频率的差别被称作“过度自信”,很多人类的灾难,从工业上的死亡事故到法律程序中的失误,都是

因为这种“认知幻觉”。但当把概率判断换成频率判断,这种看起来很顽固的认知幻觉就消失了。如果要学生在回答完每 50 个问题以后估计一下他们答对了多少,这种频率判断不再会高估正确答案的实际频率,而是变得相当准确。

2.4 “Linda”问题

人们读一段关于 Linda 的文字描写,其中说她是女权主义者。然后问以下二者哪种更可能:a. Linda 是银行职员;或 b. Linda 是银行职员,而且积极参与妇女运动。80%到 90%的人选择 b. Tversky & Kahneman(1983)把这种反应叫作“合取错误”(conjunction fallacy),因为两个事件联合发生的概率不可能比这两个事件之一的概率大。这种“合取错误”在进行频率判断时就消失了:设想有 200 个象 Linda 一样的妇女,他们中有多少是 a. 银行职员, b. 银行职员并对妇女运动很积极?用频率代替概率使得合取错误降到 0 - 20%。

2.5 统计推理教学

我们的技术世界有很多统计信息,处理不确定信息对人类来说很重要。但学校通常不教学生如何进行统计思维。但以前试图教 Bayes 推理的研究发现没有训练效应。这个结果与 Gigerenzer 的观点是一致的,即人的头脑并不自然地按 Bayes 方式推理。他们用一种“自然”的方法教学:教给人们怎样用自然频率表征概率信息。Gigerenzer 根据认知算子的进化是用来解决自然频率的假设,设计了一个教 Bayes 推理的教学计划。这个教学的目的是教人在遇到概率表征的信息时,如何用 Bayes 式推理。他们指导参加者如何用自然频率表征概率信息,而不是教他们如何把概率代入 Bayes 的算式中(等式 1)。这个研究证明了人们进化环境中自然形式的信息可以用来训练人们解决概率信息形式的问题,这种方法可以用来教人们如何在具有不确定信息的世界中进行风险推理。

3 结论

信息需要表征。Gigerenzer 认为信息若以我们祖先进化的环境中所面临的同样形式出现,而不是以现代的概率和百分比形式心理计算就容易得多。心理算子是适应自然频率的。自然频率可以使人更聪明,这种懂得用自然频率推理的智力被称作“生态智力”。