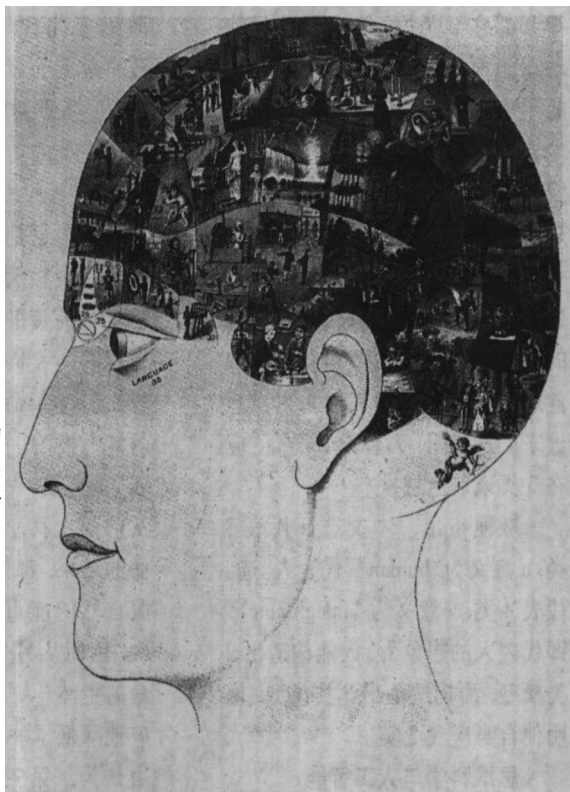


人脑有多复杂?

● 杨正瓴 (天津大学自动化系)



通常认为, 大脑之谜的揭开, 是继哥白尼的天体日心说、达尔文的生物进化论之后的第三次科学革命。真正地揭开大脑之谜, 恐怕还需要生理学、心理学、数学等众多学科艰苦奋斗许多年。本文要指出的是: 既然人脑是自然界的产物, 它就不是“上帝”, 就不是万能的, 应该有其能力范围。

智能系统的信息量分类理论

在研究集合大小时, G. 康托在 1883 年给“无穷大”建立了一个序列:

$a, c, f, (h, i), \dots$

其中 a 是全体自然数的数目, c 是全体实数的数目, f 是全体实系数单变量函数上点的数目。为下文表述方便, 笔者将 f 后面的无穷大, 命名为 h, i 。这个序列的后者比前者大“无穷大”倍, 后者是前

者的幂集大小。至于 h 的模型是什么样子的, 盖莫夫说: 人们想不出来了。

1931 年哥德尔证明了不完备性定理, 70 年代柴廷证明了柴廷定理。这些工作主要指出了形式化理论的局限性。打个比方, 一个理论如同一个空瓶子, 它有容积 C_T , 凡比 C_T 大的(复杂的)东西, 肯定装不进瓶子里去, 即该理论无法研究它。

结合哥德尔、柴廷的上述观点, 再看康托的序列 $a, c, f, h, i, \dots$ 显然, 这是一个“由小到大”的“无穷大”序列, 序列中的后者比前者大“无穷大”倍。因此, c 大的东西, 肯定不能在 a 大的“瓶子”里研究清楚, f 大的东西, 不能在 c 大或 a 大的理论里弄清楚。这样, 实际上康托给出了一种理论或事物的复杂性序列。把这个序列用来对智能系统分类, 便有智能系统分类理论: 任何一个智能系统或理论, 按其复杂程度, 都可归入序列

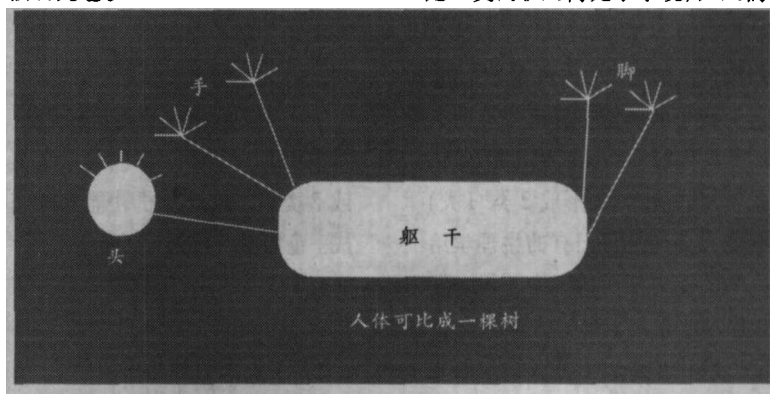
$a, c, f, h, i, \dots$

$0, 1, 2, 3, 4, \dots$

中去。为直观表现这个序列的差异, 又用 $0, 1, 2$ 等编号 (称为某类) 来表述这个序列。

如前述, 由于序列中后者比前者大“无穷大”倍, 因此, 用编号低的理论, 来研究编号高的事物, 会遇到很大的困难, 甚至行不通。

本处给出一些具体例子: 数字计算机只能处理离散信息, 为 0 类。模拟计算机及 S. 斯梅尔等人提出的“实数环上的通用计算机”能处理连续量, 是 1 类。另外, 核弹爆炸过程 (按指数形式裂变), 激光器 (腔内有无穷次半反射) 都是 1 类的。几何光学系统, 如人们



戴的近视镜,是2类的。

四肢有多复杂?

如图1示,从人的形体看,以躯干为出发点,按数目5开始长“树枝”。第一层是四肢和头。第二层“枝”是手、脚上5个指头,头上眼、耳、鼻、口、发5种形态的器官。把人体看成一棵“树”,就是躯干上长出了5个大“枝”,每个大“枝”上又分出5个小“杈”。

人体躯体这棵树是以指数方式增长的。而“树”上的“枝”、“杈”都能在空间活动一定的范围(c大,1类),因此,这棵树的基本状态数目为二者的复合,即为2类(f大)。

由于四肢能够在脑的支配下灵活运动并协调配合,其总体状态数目包含了f中的任一种可能组合,故总信息量为3类(h大)。

简言之,四肢的基本信息量为2类,四肢的灵活配合则要求3类的信息量。

人脑:3类或更高类系统

既然人脑能够灵活地支配四肢,故其信息量应在3类(h)及以上。这是从四肢的状态数给人脑的复杂性确定的一个下限。

还有没有其他证据呢?

第一,现代生理学已发现大脑分左右脑半球,左脑以离散信息加工为主(约在0类),右脑以连续信息加工为主(约在1类)。这是脑中的基本工作信号。而人们又发现脑神经元间以“指数”方式互相联接,则其形成2类(f大)的能力。这是从已有的生理学给人脑的能力划出的一个下限。这也暗示了距离脑揭秘的差距。

第二,人脑能够灵活及时地

处理五官信息。而人的视觉、听觉等又都在2类:眼能自如地反映动态画面,耳能区分复杂的声音的组合。这样,脑能够敏捷自如地协调它们间的配合,其能力一定在2类之上,考虑为3类比较适合。

第三,从人们给a、c、f、h、i...建立的“模型”看,a、c、f已有抽象的数学模型,而h呢?盖莫夫承认他想不出来了,而其他人们也没想出来。这说明,人脑比2类高,应在3类或以上层次。

顺便指出,本文选h代表3类,h意义为“human”,代表人。选i代表4类,i意义为“imaginable”,即代表人的想象力。人能构造出2类模型,而构造不出3类模型,说明他自身应在3类。

思维科学与人工智能

由于人脑为3类,因此,思维之谜的破译,需要建立3类理论。正如数学家汪培庄教授所言:思维科学不是不需要数学,而是现有数学能力不够。看来,发展3类数学是十分紧迫的。

当代人工智能专家H.明斯基给出了一个按2分叉方式构造的“机器人”。可惜,这种能力强大的机器人只在想象中存在,还没有造出来。按本文观点,这个机器人要用2类或2类以上的计算机才能有效控制。

而人工智能中的视觉、听觉、自然语言理解等,都应采用2类或2类以上的计算机才能有效完成。正如古人所云:“工欲善其事,必先利其器。”人工智能的目标是美好的,但得找到相应的工具——2类以上的计算机。否则,很

难发生实质性的突破。日本人所谓第五代智能计算机研制的失败,就是先例。因为他们用了0类、1类的工具,而妄图去产生2类或3类的功能。

哥白尼把人从宇宙的中心降低到一个极为普通的星球上,达尔文把高贵的人类的起源,归为下贱的类人猿。而脑的揭秘,这第三次科学革命的核心,应指出脑的能力极限,把原先误以为是“万能”的人脑,划出个能力范围来。从前两次科学革命看,每一次革命的结果,都使人的视野、人类征服自然的能力大大上了一个层次,因而从另一个角度看,似乎革命的主体“人”在宇宙中的地位相应地降低了一个层次。因此,有理由认为,第三次科学革命——人脑的揭秘,必将使人的自尊心再次受到强大冲击。

那么科学发展会有尽头吗?不会的!“科学”是“人”的科学。即使人脑在3类,它仍然能研究比3类高的事物,只是会遇到极大的困难而已。比如社会科学、文学,其复杂性就不低于3类,但人们仍能研究它们,并取得了丰硕的成果。另一方面,这也是未来生命科学的任务,就是破译生命、思维之谜,把人类自身再组合和优化到更聪明的“超人”状态。在“超人”状态下的人,会更好地发展“超人科学”。而“超人生命科学”又会促进人类进化到“超超人”……这样循环往复,以至无穷。“人类”和“科学”也就在这样的辩证循环中无限发展下去。

(责任编辑:蒲 晖)