

再认、思维和学习的信息过程

Herbert A. Simon

荆其诚

(美国卡内基—梅隆大学) (中国科学院心理研究所)

心理学史上的重大进展往往是通过从自然科学其它分支借用来的理论和概念的结合而产生的。自从心理学的“派别”之争逐渐平息,研究转向事实的积累,并采用多学科的研究方法以加强心理学的科学性以来,情况更是如此(荆其诚,1982,1982)。

过去三十年中,在解释认知过程作为由物理符号系统实现的过程方面已经取得很大的进展。这些进展导致了现在通常称为认知科学的新学科的诞生,它为人(或计算机)在再认一个物体或一个词,解决一个问题,或获得新的知识技能时的内部活动机制提供了一种解释。认知科学对解决人脑如何获得知识这一认识论问题,以及为心身问题提供一个更好的解决方案都有哲学上的意义。认知科学有赖于认知心理学、人工智能、语言学,甚至人类学和社会学的某些方面,同时也为这些领域作出贡献。

在本文中首先我们要描述符号系统,展示物理符号系统假设的一般原则及其哲学基础。

第二,我们将描述物理符号系统在再认刺激,储存与该刺激的符号标记有关联的知识时所牵涉的基本过程。对这些过程的描述使我们有进一步考察认知中符号的本质。此外我们还可以看到,这些再认过程能为我们称为直觉的那种思维提供一种解释。

其次,我们将描述思维与推理的其它过程,将之和形式逻辑的过程区分开来。这一讨论也将使我们有进一步考察非标准逻辑,如程式逻辑、非单调逻辑和辩证逻辑的本质。

最后,我们将描述符号系统在学习和发现时可能(并且确实)运用的某些适应过程。

一、物理符号系统

在认知的信息加工理论中,所有在再认、思维和学习时假定会发生的过程都要求能够通过一个物理符号系统来实现。然而,实现的途径则完全是多种多样的。物理符号系统可以是人脑也可以是人脑的类比物计算机,如果是计算机,其基本的记忆元件可以是磁芯、硅片,也可以是真空管。唯一重要的是该系统必须能够对各种模式进行处理,诸如输入(“读入”)模式、在记忆中储存模式、从较简单的成分构造复杂的模式,以及输出(“写出”)模式,比较模式看它们是否相同并根据比较的结果决定其行为(“分支”)等。

因此,模式可以用物质的任何可操纵的排列来表示。用以鉴别它们的是这种排列,而不是其赖以组成的特定物质。例如,称为“托盘”的模式是以任何空心环或圆柱体来确定的,并不管它是铁的、木的、塑料的、抑或是画的。

当用模式表示(指向、代表)其它的模式或外界客体及其关系的时候,它们便被称为符

号。因此，物理符号系统中的有些模式是代表或反映外界现实的符号。符号的思想对解释心理如何为客观现实提供主观反映至关重要。正如马克思所说：“观念的东西不外是移入人的头脑并在人的头脑中改造过的物质的东西”。

由此可见，物理符号系统假设支持唯物主义一元论关于客观世界是第一性的、心理的东西是第二性的，前者是知识的源泉而后者是外界现实的主观反映的论断。精神是物质的产物。对照列宁所说：“思想是大脑的功能。感觉，即外界的映象，存在于我们之内，是由物体作用于我们的感官而产生的……意识不能独立于身体而存在。意识是第二性的，是脑的功能，是对外部世界的反映。”与此相类似，对计算机而言，物理符号系统假设断言，符号系统所能提供的计算能力取决于计算机硬件的机构。

物理符号系统假设

物理符号系统假设是这样—个假设，即一个系统能表现出智能的必要和充分条件是它具有刚才所说的处理符号的能力。根据这一假设可以作出两个重要的推论。一、如果该假设成立，那么计算机有能力表现出智能；二、如果该假设成立，那么大脑是（至少是）一个物理符号系统。

心与身 这个假设的一个有趣而重要的特点是，当它设立作为符号处理的基础的物理机构（脑或计算机）时，只限定了该机构的抽象特征。这样，符号的水平便可以 and 较低水平的物理机构及其物理实现过程区分开来。因此该假设为心身问题提供了一种解答，破除了物质的脑如何产生思想之谜。这种解答可以避免针对唯心论和“庸俗”唯物论所提出的那类批评。

和唯心论不同，符号系统对心身问题所作的解释使外部世界在心理中得以表达（反映）是由于人脑（即物理符号系统）能接受感觉输入，并能够在记忆中建立表达外界客体及其关系的符号结构。

和“庸俗”唯物论不同，这里提出的符号系统的解释把符号和符号结构这一水平与它们赖以实现的物质基础区分开来，前者可以用多种物理系统来实现。这样，同一个概念，不管是抽象的还是具体的，在大脑中可以用一个神经活动的模式来表示，而在二十世纪五十年代的计算机中可以用一排真空管的激发模式来表示，在现代计算机中则可以用集成片中的比特模式来表达。由于用来定义符号的是模式而不是物体，因此，完全不同的物理机构可以表达相同的符号和符号结构，从而给心理（符号结构中的概念）的特性以精确的描述，它是物质（实现这些符号的物理机构）的产物，但与使其得以实现的物质又有质的不同。

物理符号系统的这些符号可以表达不同水平的抽象。它们可以是外界现实的不确切的复制：物体的知觉、表象和表征。它们也可以是更概括化的表达，如物体和事件的概念。产生概念并进行加工比较低水平的抽象需要对记忆中的信息作更为精细的处理。巴甫洛夫把更抽象的自然语言称为第二信号系统。一个词是对一个客体的直接知觉的更高水平的表示。第一信号系统接受对有机体的生存具有生物学意义的感觉刺激。随着人类的进化，第二信号系统在第一信号系统的基础上发展起来；它是信号的信号（Pavlov, 1951(a); Ivanov-Smolenski, 1963）。第二信号系统比第一信号系统在更概括、更抽象的水平上表达外界现实。在认知心理学中，类似于巴甫洛夫称为第二信号系统的有关知识是当前研究的一个着重点。

最后，符号系统的解释排除了心身沿不同路线并行的二元论观点。以符号结构为形式的心理总是由物理符号系统来实现的，它不可能脱离这一载体而独立存在。物理符号系统和符

号结构之间的关系是因和果的关系。

思维与逻辑 物理符号系统假设的另一个重要特点是它给人的思维和推理提供了一种解释,表明推理过程与形式逻辑有关,但要比形式逻辑更为灵活和广泛。形式逻辑只考虑句子表达和命题的符号,它排除了我们通常称为“表象”的那种对现实的表征。形式逻辑规定了几条固定的推论规则。对一组句子,只有应用推论规则所做出的那种添加或修改才是允许的。因此,形式逻辑排除了表象的某种变化,这些变化相当于被反映客体所受到的物理过程或其它过程的作用。形式逻辑不能直接模拟一个系统随时间的演化。由于思维被限定在推论规则所规定的步子上,它也排除了我们常称为“直觉”或“灵感”的突跃式思维。由于所有这些原因,思维过程要比逻辑过程广阔得多。

正如我们就要看到的那样,物理符号系统不受任何这一类的限制,它可以用多种形式表征现实,包括表象。可以引入任意多个算子去改变表象,使它符合自然规律对被反映系统所起的作用。这些算子并不象逻辑的推论规则那样是重复的,但它不仅可以把逻辑原理也可以把任何经验规律结合进去。由于一个算子便能包含大量的知识,将其应用于某一情景可能会产生思维的直觉跳跃。因此,除了以通常认为是“逻辑的”形式进行推理以外,物理符号系统还可以利用表象并根据直觉进行活动(Larkin and Simon, 1987)。

其它符号系统: DNA 计算机和人脑并不是当今认为是符号系统的唯一物理系统。第三例,且极具启发性的是染色体物质DNA,它携有细胞用以合成蛋白质的信息。DNA中的信息反映的是该有机体的真正的结构和功能(以极高的精确性)。并且正是核苷酸序列的模式而不是其内部的化学过程传递了这一信息。这一信息被转录到类似的RNA序列上,在这里该模式作为一个模板从而确定组成蛋白质分子的氨基酸的序列。

当然,我们称之为染色体的物理符号系统与人脑和计算机有很不同的功能,因而其能力也不同。它的功能首先是反映蛋白质分子的结构从而指导蛋白质的生产过程。第二则是允许进行自身复制。在这里,它令人信服地表明以特定的物质DNA实现的模式是怎么被用来储存与其完全不同的物质蛋白质的信息的。它提供了一个具体的模型表明符号是如何由物质产生的,尽管两者并不相同。符号不是物理的本体,它是这一本体所排列的模式。

二、再认过程

心与外界的联系(反映)是由感觉通道提供的,它导向对熟悉物体和关系的再认。这样,关于外界现实的信息便可以被用来在记忆中构造该现实的模型,并利用新信息来修改和扩展记忆中根据过去经验已建立的模型。

再认系统包含某种主动机制很重要,因为反映过程并不是被动的(Lomov, 1984)。系统可能对刺激的朝向性反应开始,即具有所谓的“定向反射”的性质(Pavlov, 1951(b); Sokolov, 1963)。如果该刺激引起兴趣,或者说与系统原来的扫描目标相一致,那么它会从作用于感官的刺激中抽取特征(McCulloch, Lettvin, Maturama and Pitts, 1959; Hubel and Wiesel, 1959)。如果刺激属于某个已知的客体或客体系统的话,通过某种过程(正如我们将要看到的,好多可能的过程已经提出来了)这些特征会被用以识别该刺激,即把它和已熟悉的某个或多个物体联系起来。如果并不熟悉,这些特征可以作为新的一类东西而储存起来(即概念学习)。

再认机制的模型

模式识别的一种理论 (Selfridge, 1959) 假设刺激特征和所有的储存模式是并行比较的, 与刺激特征最匹配的模式被挑选出来。这一“泛魔”理论给可辨认的每类刺激的特征都附上加权数, 并将输入刺激的特征和这些权数相关联, 这样便允许有部分的匹配。

当前某些从“泛魔”模型演化而来的理论使用由结点和连线构成的网络来表示记忆, 赋予每个连线不同的强度。刺激特征和可辨别概念用结点来表示, 如果总的说来一个刺激与某个概念的连接强度比其它概念大, 则该刺激被识别为属于该概念。这种“联结主义”模型 (Rummelhart and McClelland, 1986), 和“泛魔”模型一样, 假设整个系统采取的是大规模的并行同时的加工。

一个略有不同的理论 (EPAM) 假定系统采取的是串行行动而不是并行行动。它用一个辨别网络对刺激特征的出现与否进行判别——一个“廿题”的分类系统 (尽管分支不一定是两个)。刺激客体在这一网络中被分类直至发现与其 (部分地) 相匹配的概念 (Feigenbaum and Simon, 1984)。

当前还没有确定性的实验证据表明这些理论中哪一个或其它理论对再认作出了正确的解释。所有的理论, 不管是串行的还是并行的, 都假定在物理符号系统中有一个网络, 它使该系统能够在已储存的关于“物体”应该是什么样子的知识和呈现给感官的视觉信息之间发现共同点。该系统不必对特征的绝对位置, 而可能是对刺激特征与某个确定知觉参考框架的关系进行编码, 如一图形的轴的朝向 (Humphreys, 1987)。即使是同一物体看两遍也可能不是从同一角度看, 其形状因而可能会变形。任何再认系统都需要抽取限定观察对象的那些关键信息。

所有上述三理论都成功地在计算机上被编程序实现这一事实表明, 对客体、客体间的关系和客体系统的再认是可以通过物理符号系统来达到的。此外, 对这些实现过程的更详尽的考察表明, 如果其元件运行的速度和人的神经系统相当, 计算机达到再认所需的时间和人类被试的表现是差不多的——即半秒左右。确实, 当前大部分的神经生理学研究都明显地支持网络模型而不支持“整体作用” (mass-action) 理论。研究结果还表明, 脊髓动物的脑具有极大的可塑性和适应力, 以便记忆的储存不仅可以以神经元的功能变化还可以是结构的变化为中介 (Rosenzweig, 1985)。

专门知识和直觉

对人类在诸如下棋、解物理题和医疗诊断等领域的专门知识的研究 (De Groot, 1965; Chase and Simon, 1973; Simon and Simon, 1978; Elstein, Shulman, and Sprafka, 1978) 已经表明专家通常所表现的凭直觉 (即快速的、不细想的) 作出正确判断的能力完全可以用这些再认理论中的任何一个来解释。

更确切地说, 一些研究表明在获得高级技能的过程中, 一流专家 (象棋大师或特级大师、内科医生) 在其专门领域内学会至少 5 万个模式, 这些模式他一眼就能看出并能从长时记忆中抽取和回忆或多或少已学会的与该模式相关联的信息。

这样, 一个高超的诊断医生, 面对患者叙述或表现的症状, 将从中辨别出熟悉的模式并根据记忆回忆起一个或多个会导致此症状的疾病的假设。此外他还会想起为了确诊应该作什么样的附加检查, 在确诊后应该进行何种疗程等。所有这些都是几秒钟内完成的, 即凭直觉的。

在此我们不可能对大量的经验事实进行评述, 它们表明直觉只不过是任何训练有素的头

脑——任何学会 5 万个模式以及相关知识图式的头脑——都拥有的再认能力的表现。对某些事实的评述可以在 Simon (1986) 的文章中找到。

有时，人类直觉的表现给人的印象是如此之强烈，以至于我们用诸如“创造性”、“灵感”等术语来称呼它。今天，没有什么理由认为创造性或灵感所需要的机制与普通的问题解决的机制会有什么不同。相反，倒是有一两大类证据表明这两种机制是相同的。第一，在绘画和音乐方面，现在有一些计算机程序能创作出美达到供人欣赏水平的艺术作品。在绘画方面我们特别想提到称为 AARON 的程序，这是画家科恩的工作。它画的画能创造空间错觉、抽象物体、人像、植物等，它们都是以美学上很吸引人的方式排列的，有很强的受社会影响的痕迹。在音乐方面我们可以提及早在二十世纪五十年代的工作，这个在 ILLIAC 计算机上运行的程序创作了 ILLIAC 组曲，以及更具欣赏趣味的“计算机大合唱曲”。做此工作的程序可以和其它设计出来做比较单调的工作的“专家系统”相媲美。

第二类证据是能在数学和科学方面作出发现的程序。其中我们可以提到能发现质量摄谱法小定律的 Meta-DENDRAL 程序；能设计分子遗传学实验的 MoLGEN 程序；能发现数学新概念的 AM 程序和 EURISKO 程序；能从经验数据归纳出定律的 BACON 程序、GLAUBER 程序、STAHL 程序和 DALTON 程序；还有能够安排实验策略的 KEKADA 程序（参见 Langley, Simon, Bradshaw and Zytkow, 1987）。

要否认这些程序具有创造性甚或灵感，我们也将被迫否认人类在创作类似的艺术或科学作品时所具有的这类品质。当然，除了刚才我们称为直觉的思维以外，这些程序还运用了好多其它的思维形式。现在我们就转向对这些思维过程的更一般的讨论。

（三、思维与推理 四、学与干 五、结论。这三部分的具体内容将于第四期刊出）

（原文发表在苏联《心理学杂志》上，罗春荣译 荆其诚校）

江西省心理学会第七届学术研讨会简讯

江西省心理学会第七届学术研讨会于 1988 年 12 月 12 日至 13 日在江西师大召开。参加这次会议的代表共 73 名，列席和特邀代表 13 名。大会交流论文 75 篇。为了适应政治、经济改革的需要，更好地为两个文明建设服务，本次会议的宗旨是：面向社会、加强应用。这也是我们心理学改革的总目标。这次大会的特点是：（1）学术交流的争鸣性。这次会议改变了以往的学术报告“一人讲，众人听，听完算”的会风，改为一人报告后立即组织学术辩论，对论题、观点进行争鸣。（2）涉及内容的广泛性。这次会议的论文涉及到心理学基本理论、发展心理等十多个方面。（3）会议代表的基层化。如中小学教师、厂矿班组的工人，职工医院医生等比往年明显增多。（4）年龄结构的年轻化。年轻作者越来越多，占与会者的五分之三。这次会议的主要收获是：（1）进一步明确了心理学研究和学术活动的中心，明确了心理科学的普及与应用的重要意义。（2）广泛地进行学术交流，开拓了视野，沟通了信息，做到了理论探讨与实验研究相结合，专业工作者与业余爱好者相结合，单科深入研究与多学科协作攻关相结合，各学科推进与多学科促进相结合。（3）总结了工作经验，规划了 1989 年的学会工作，成立了“江西省心理学会社会心理专业委员会筹备组”与“江西省心理学会心理咨询中心”。

（本刊编者摘自傅荣的来稿）