

联想、记忆和学习

记忆的关键就是把脑海中的不同事物互相联系起来。

撰文 安东尼·J·格林 (Anthony J. Greene)

翻译 周林文

联系与学习

- 在经历一件事时，同时兴奋的脑细胞之间会建立永久的连接。
- 接下来，这些连接会让同一个脑细胞网络再次兴奋，也就形成了我们的记忆。
- 新的经历会让脑细胞网络发展出更多连接，让记忆更加丰富，帮助我们学习，但有时也会歪曲记忆的内容，产生错误记忆。
- 因为知识来自于联系，所以最佳的学习策略是找出不同主题间有意义的关联。

很多人希望自己的记忆力像摄像机一样。那该有多方便啊：如果忘记车钥匙放哪儿了，只要从上次拿着钥匙的时候开始“播放”，就能找到它们；我们再也不会错过约会或者忘记还款，会记住每个人的生日，还会在每场考试中拿高分。

或许你也会这样想。实际上，这种记忆会保留许多无用的信息，并且乱糟糟地和重要信息混杂在一起。面对这样的记忆，你无法确定事件的优先次序，也不能把事件相互联系起来领悟它们的含义。对于极少数真正具有摄像机式记忆力[学术上叫做清晰记忆(eidetic memory)]的人来说，这更多地是一种负担，而不是幸运。

对于我们大多数人来说，记忆并不像摄像机，也不像记事本、相片、硬盘或者其他各种各样具备存储能力的设备。它其实更像一张网，连接着不同的人和事。实际上，最近的研究发现，失忆的人同时也失去了把脑子里的事情相互联系起来的能力。正是这些联系让我们能够理解事情的前因后果，并总结教训，预测未来。

我们记住的，都是经验中能够帮助我们做出预测的那些事情；我所在的实验室的最新研究结果，展示了人们如何利用这些预测能力。其他一些最近的研究结果表明，人们设想未来时的大脑活动与回忆过去时有些类似，但又存在明显差异。我们还倾向于记住那些情感上更能引起共鸣的人和事。因此，如果你记住了别的事而忘记了结婚纪念日，这是很不应该的，因为这说明在你的脑子里，别的事比结婚纪念日更重要。

记忆的关键在于联想，这个发现对教育来说具有革命性的意义。它意味着记忆是思

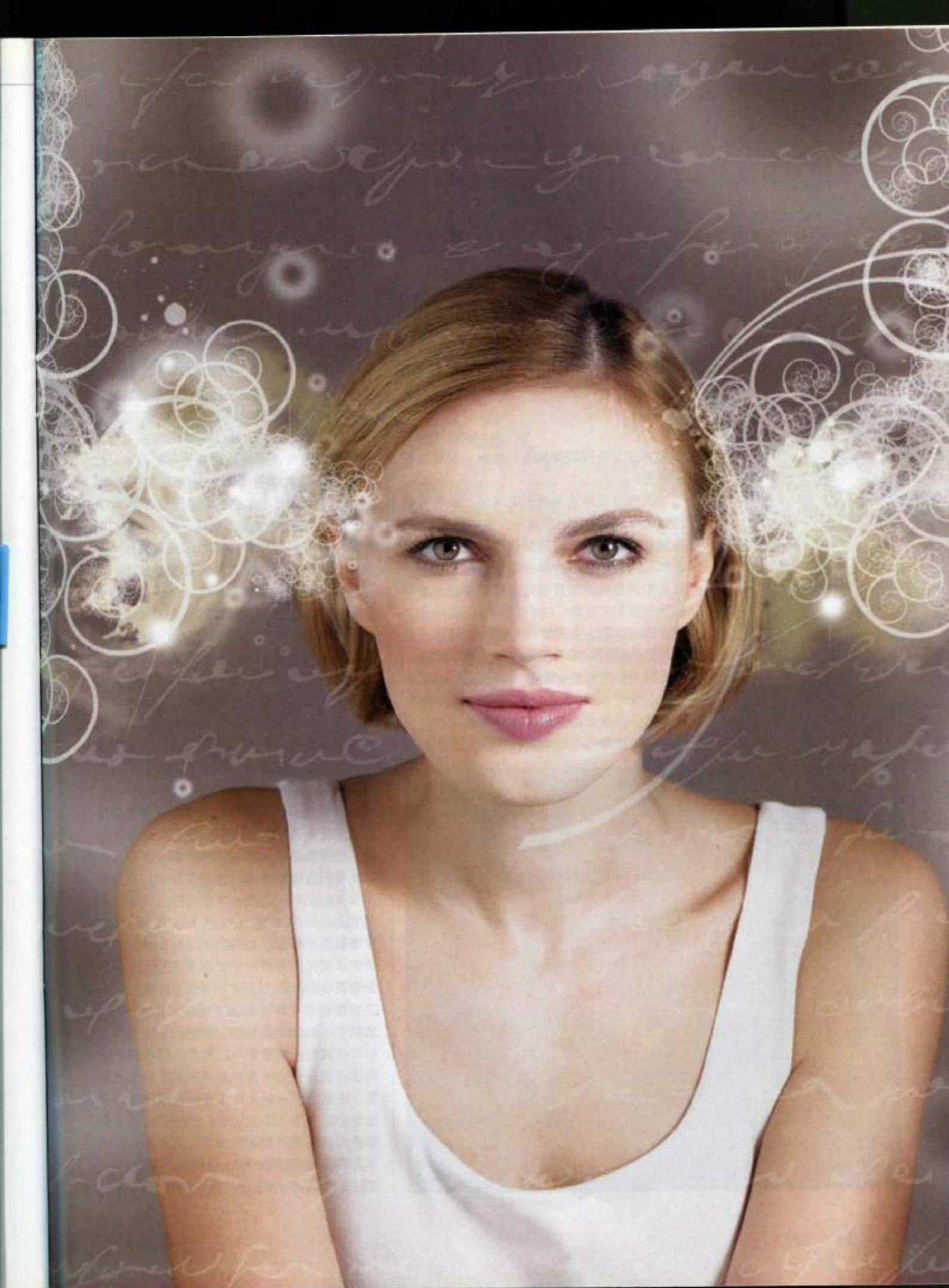
维的一部分，还意味着我们学到的东西都不是孤立的；我们对新知识的掌握程度，取决于把它与学过的知识联系起来的程度。现代的记忆理论可以帮助我们整理过往的经验，教育孩子，并帮助那些有学习障碍的人。

记忆的历史

在古代，人们就常常把记忆与信息存储工具做比较。即便我们对记忆的认识不断变化，也一直习惯这样对比。

几千年来，记忆总是被拿来和当时的信息存储工具做比较。据文献记载，古希腊人把记忆比做蜡版上的刻痕，中世纪时把记忆比做羊皮纸，后来又比做书、文件、照片、录像、录音以及计算机硬盘等。即使是在现代科学交流中，记忆像蜡版或拓本上的刻痕这个比喻还时常被人引用。最近，我们把人类的记忆比作计算机的存储器，还套用了相同的术语。在获得新的记忆时，我们说编码或者存储，在回忆时说提取，用地址来描述记忆存储的位置，用输出来指回忆起来的事件。即便我们对记忆的认识在不停地变化，我们一直都在使用这些比喻。

记忆的现代观点源自上世纪三四十年代。当时，以美国芝加哥大学(后来跳槽到哈佛大学)的卡尔·拉什利(Karl Lashley)为代表的心理学家研究得出了一系列成果，发现知识和记忆并不是被分别存储在大脑的特定位置，而是遍布整个大脑皮层。起初，拉什利打算找出大脑的学习中枢；他把一群大鼠分成几组，然后有计划地切断它们不同脑区之间的联系。出乎他意料的是，所有大



记忆的产生

当记忆在大脑中形成时，它改变了神经细胞之间的连接，跟海参脑中的情况一样。当海参认识到两件事情不再相关的时候（中），它的感觉神经元（左）与相邻的运动神经元之间的大部分连接[即突触(synapse)]就会消失。当一个关联(右)被反复强化时，新的突触就会生成，随着两个神经元连接起来，并一起产生兴奋，新的记忆也就产生了。



鼠都出现了不同程度的失忆症状，但情况都不严重。

这些发现的意义重大而深远。这意味着记忆是分散储存的，形成于大脑中负责语言、视觉、听觉、情感以及其他一些功能的不同区域。这也意味着，学习和记忆都来源于神经元中的变化，这些变化是随着神经元之间相互连接和交流发生的（见上图）。此外，这些发现还说明，在回忆一件事的时候，只要一点提示就可以激活相互连接的整个神经网络，为你再现那个事件。回忆就是再现。

上世纪50年代，这个谜题的另一部分也解开了。美国的研究者在对一些几乎完全失忆的患者进行观察之后，获得了惊人的发

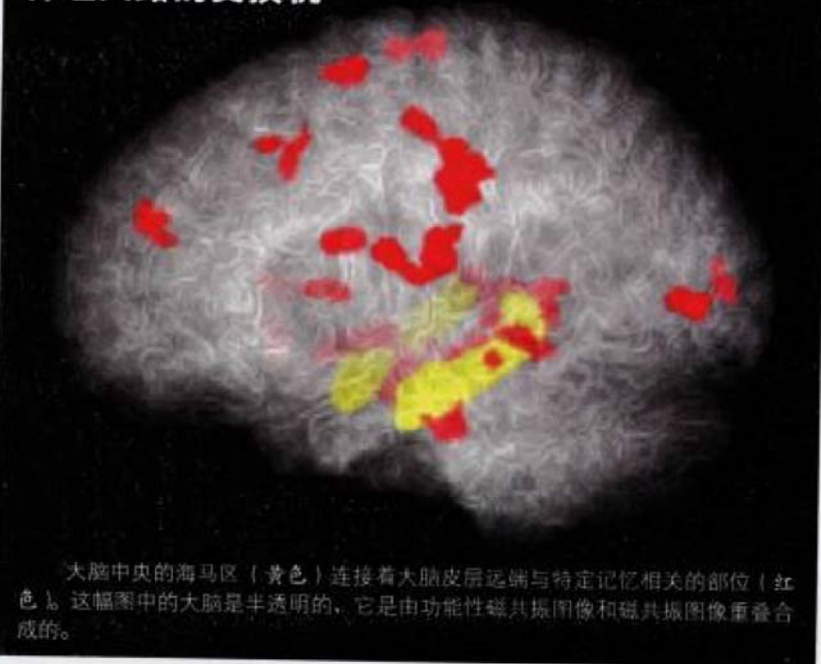
现。最极端的例子是一位27岁男子，来自康涅狄格州，被称为HM。在他2008年去世之后，人们才知道他的真名是亨利·古斯塔夫·莫莱森(Henry Gustav Molaison)。他患了严重的癫痫，药物治疗效果不理想。不幸的是，在当时，通过切除部分脑组织或切断它们的联系来治疗癫痫是相当常见的。在脑中进行的切除手术造成HM严重失忆，这是有记录以来最严重的一次。从他的案例和其他一些案例中可以看出，海马区(hippocampus，大脑皮层下方的一个Y字形的结构)的损伤会让人失去获得新记忆或者记住复杂联系的能力。病人的记忆会停留在大脑手术前；海马区损伤越严重，失忆也越严重。

乍看起来，上述现象似乎与学习和记忆功能分散在大脑各个部位的发现有些矛盾。然而，海马区并不是记忆的来源或者储存库，而是信息必不可少的调节器。在一个很小的脑中，或许每个神经元都和所有其他神经元相连。但是，如果人的大脑也遵照这个模式构建，那么每个神经元就必须和其他所有上千亿个神经元相连，这种连接方式的效率自然非常低下。而海马区解决了这个难题，它就像一个神经回路的交换机，把大脑皮层上相距很远的负责语言、视觉和其他功能的区域连接起来，形成了突触(一个神经元与另一个神经元相接触的部位叫做突触)网络，并产生出记忆(见左下图)。

最近的失忆研究描绘了一个更加阴暗的场景，却揭示出记忆令人吃惊的真实一面。对因海马区损伤而失忆的患者来说，海马区损伤造成的影响，绝不仅仅是阻碍记忆的形成。患者生活在支离破碎的现实中，不仅失忆，他们在想象未来时也非常困难。在发表于2007年的一项研究中，英国伦敦大学学院(University College London)的心理学家埃莉诺·马圭尔(Eleanor Maguire)和同事们让失忆症患者和记忆正常的受试者想象一个简单的场景。(研究人员给每个受试者发了一张提示卡片，概括了场景的主要元素，这样可以保证没有人会忘记场景设置。)

在其中一个场景中，所有人都要想象他们正站在一个陈列着许多展品的博物馆大厅里。记忆力正常的人可以流畅地描述出他们想象场景中的人及其活动。失忆的人却只能想象出一些零零散散的细节，而且细节与细节之间缺乏时间和空间上的联系。在测试中，你经常可以听到失忆患者说：“呃，有一扇大

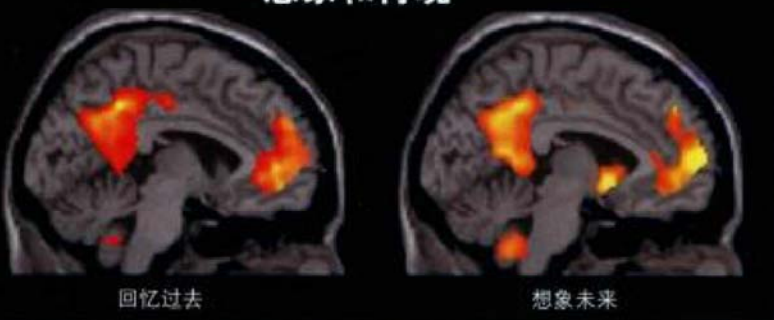
神经回路的交换机



大脑中央的海马区(黄色)连接着大脑皮层远端与特定记忆相关的部位(红色)。这幅图中的大脑是半透明的，它是由功能性磁共振图像和磁共振图像重叠合成的。

通过比较这两幅功能性磁共振图像可以得知,大脑在回忆过去事件和想象未来时的状态有几分相似,却并不完全相同。在这两种情况下,都有一个贯穿大脑皮层的神经元网络处于活跃状态。

想象和再现



门……那儿在举办展览……但我不知道是什么展览……应该还有些人。”失忆患者所缺乏的,是把事物联系起来并找出其中意义的能力。对于找不出事物间联系的人来说,所有事件都是孤立的片段,每个想法都转瞬即逝且缺乏关联,所有忠告都毫无意义,所有人都是陌生人,所有的事都出乎意料。

最近的影像学研究表明,大脑中不同部位间的联系还可以帮助我们设想未来。功能性磁共振成像(fMRI)可以探测脑中不同部位血氧浓度的变化。当受试者做记忆测试时,他们脑中耗氧较多的部位就是参与记忆活动的部位。2007年,华盛顿大学圣路易斯分校的心理学家凯瑟琳·麦克德莫特(Kathleen McDermott)和哈佛大学的心理学家丹尼尔·L·沙克特(Daniel L. Schacter)及其同事分别发现,当受试者在想象一个假想或预期场景的细节时,他们大脑中活跃的部位与参与记忆的那些部位非常相近。在麦克德莫特的研究中,受试者被要求想象一些未来的情景。受试者躺在fMRI仪里,研究人员告诉他们关键词,比如“生日”,然后他们开始想象庆祝未来生日的地点、方式以及参加的人(他们只是在心里想,在被扫描检测时是不允许说话的)。跟记忆的过程一样,在受试者进行想象时,海马区以及大脑皮层的多个区域表现活跃。

2009年,在一个相似的实验中,沙克特的团队要求受试者回忆一件事,而不是去想象。研究人员发现,尽管在回忆时,受试者的大脑活动与想象一个新场景时类似,活动模式却截然不同,这说明人在预测未来时并不是简单地把记忆中的事放入新的场景(见上页)。即便是在相似的情况下经历过同样的事,想象出来的每一个新场景都会包含一些新的元素,所以神经元活动每次都会有所不同。我们大脑的进化不仅仅为了学习和记忆,

更是为了掌握过去、现在和未来之间的关系。

记忆来自联系

联系从找出事物间简单的关系开始,逐步发展成复杂的推导,帮助我们更加高效地驾驭这个世界。

找出事物之间的联系,并把这种关系记住,不仅让我们记住事物本身,还为理解这个事物打下基础。我们有许多习惯用语来表达学习的这种关键特点,比如“根据已有的资料推论”或者“我只是把点连起来”等。一天之中,我们会上千次地使用这种联系。弄清楚联系如何在记忆中发挥作用,对于理解学习过程非常重要。

联系从找出事物间简单的关系开始,逐步发展成复杂的推导。人、事、物,以及行为之间的关联,即所谓的项目联想(item association),是一些特定事物能够引发我们的回忆的原因。在母校故地重游、闻到树叶燃烧的味道或者翻到一封旧情书,都会激起鲜活的记忆,让我们想起这些年来几乎已经遗忘的事情。项目联想不但让我们记得意大利盛产美酒,还帮助我们记住别人的名字和他们的面容联系起来。这些项目还可能是激起回忆的提示物,比如铃声可以提示我们饭菜还在烤炉里,在大厅遇见同事可以提醒我们在日程表上记下会议的日期。



▲构成记忆的神经连接还帮助我们归纳和区分不同信息。归纳能帮助我们找出事物的共同点,忽略其间的差异。比如,起初我们知道这些都是水鸟,但却分不清绿头鸭(左)、鹅(中)和白脸嘴鸭(右)。一段时间后,我们渐渐学会区分它们。

本文作者

安东尼·J·格林是美国威斯康星大学密尔沃基分校的心理学院副教授,他在大学里主持一个学习与记忆实验室。

对于不能建立联系的大脑来说,每一个瞬间都是一个孤立而非连续的事件,每一次思考都是跳跃而没有联系的,每一次感知都没有关联,每个人都是陌生人,每件事都是预料之外的。

形成并维持联系的能力为我们理解事物创造了可能。我们有许多习惯用语来表达这种关键的学习方法,比如“根据已有的资料推论”或者“我只是把点连起来”。

把足够多的这种项目联想放在一起,就能够织成一张把事物相互联系起来网,它可以帮助你做出预测,更高效地驾驭这个世界。例如,预测性的联想提醒我们,潮湿的积雪会堵住除雪机,草段子会让一些人感到尴尬,这些属于最简单的情况。但是,也有许多预测性联想更加微妙。比如说,在办公室里说些庸俗的笑话,你的上司会不高兴,但如果在酒吧里说,情况可能就不同了。不过即使是那样,上司也会看看当时在场的都有谁,再决定笑还是不笑。在做出预测之前,我们必须衡量多个因素,花足够多的心思来观察所有相关事物间的联系。实际上,社会交往给我们的预测能力提出了最大的挑战,并且是我们的非人类祖先进化出惊人学习能力的主要动力。

归纳是使学习和记忆具备灵活性的根基。我一岁大的儿子最近一直迷恋喂鸭子,没过多久,不论是什么颜色或年龄的鸭子,他都能很快地识别出那是鸭子。但他也会将鸭子的概念扩大:在他的词汇里,家鹅和天鹅也被叫作鸭子。最终,他会学会区分各类水鸟,也许再过些时日他还可以辨认各种鸭子,正如他以后会区分卷心菜和莴苣,然后分辨出各种各样的莴苣一样。归纳和辨别是学习和记忆的两面——它们相辅相成,最终形成了我们的联想。

随着我们的人生阅历越来越丰富,并把记忆中的事件联系起来,我们学会了寻找偶然事件背后的复杂关系,并举一反三。在我们的实验室里,我们一直在探索,人们如何使

用他们所掌握的事物间的联系来进行预测。2006年,我们公布了其中一个实验的结果。在该实验中,受试者躺在fMRI仪里,盯着里面的电脑屏幕,屏幕上显示着几对的陌生符号,这些符号取自日语的假名(见下一页插图)。受试者必须从每一对符号中选出一个来,然后我们会告诉他们有没有选对。通过这样的练习,他们可以从正确选项中归纳出我们更偏向于什么样的符号。随后,我们给他们看另外一些新奇的符号,也是成对的,并让他们基于刚才的经验来判断哪些符号是正确的。那些懂得推理的受试者得分往往很高,他们海马区的活跃程度明显要高于那些得分低的受试者,后者几乎都是撞大运般瞎猜一气。这个结果说明,当人们在利用已有知识进行预测时,需要利用遍布整个大脑的记忆网络。该实验和其他类似的研究也让我们得以了解,我们如何在常年的生活中积累各种信息,并使用这些经验来指导自己往后的人生。

记忆的这种不断累积和调整的特性有时候也会给我们带来麻烦,因为它们会篡改记忆,而不是强化它们。现在任职于美国加利福尼亚大学欧文分校的心理学家伊丽莎白·洛夫特斯(Elizabeth Loftus)曾在上世纪90年代做过大量研究,充分证明了人对过往经历的错误记忆是非常容易产生的。研究人员先让受试者观看了一段关于车祸的录像,随后让一部分受试者估计两车“相撞”时的行驶速度,而让另一些受试者估计两车“碰到”对方时汽车的行驶速度。结果听到“相撞”这个词的受试者大幅高估了汽车的速度。而在其他一些实验中,研究人员有意让受试者在看完录像后接触一些错误信息,比如被反复问询车祸发生前交通灯是不是亮着黄灯,而实际上当时是绿灯亮。于是在许多受试者的记忆中,当时就是黄灯亮了。警察审问目击证人后得到的供词往往很不可靠,也正是出于同种原因。为了避免这种不确定性,聪明的律师会让委托人在讨论事件发生的经过之前,尽快地把所发生的事都写下来。

教学和记忆

知识来自于联系,最佳的学习策略就是找出不同主题间有意义的关联。

我接受早期教育是在上世纪70年代,

最好地利用你的记忆力

与其死记硬背,不如尝试下面这些方法,更有效地利用你的记忆力。你会更深刻地理解概念,并对自己所掌握的知识更加自信。

■ 思考你所要学习的东西和你已知的东西之间有什么关系。尽可能多地找出有意义的联系。

■ 确保你已经透彻地理解了所学的东西。如果没有很好地理解,即使你很辛苦地记住了一个公式、一句外语或一段信息,也会很快忘记,并会阻碍未来的学习。

■ 向自己解释所学的知识,就像是在给一个对那些内容完全不熟悉的人上课一样。这样你对知识的掌握会更清晰、更牢固。

■ 整理思路,给复杂的问题做提纲。尽量使提纲条理清晰。

■ 概括你想要学习的知识,这样你可以抓住要点。然后再加深和拓宽你的理解。

■ 不要擅离助长。合理分配学习时间。人类可以接受的知识量是没有上限的,人在一生之内能接受的知识量却是有限的。

■ 尽早复习,并多次重复。

——本文作者



那个时候,学校通常采取填鸭式教育。我被要求记住各种表格,背诵美国宪法的序言,还有那些我根本读不懂的诗歌。尽管这种靠死记硬背学习的日子已经过去,但教育界仍然十分依赖一些老办法,比如生硬地使用助记法,即用不相关的字母缩写来帮助记忆。这并不是说那些东西不需要学习。有一些内容,比如电话号码和人名,本身就无规律可循,最好的办法也就是死记硬背。但现代记忆研究成果告诉我们,相对于生硬的联系,大脑更擅长辨认结合紧密的内容,并把它们组织起来。通过情境学习法,也就是把新知识加入到原有的联系中去,我们可以显著提高学习效率。

比如,你正在给学生讲解历史小说《红字》(The Scarlet Letter)。在介绍“海丝特·白兰”(Hester Prynne,小说主人公)这个名字之前,你可以先讨论一下学生们所了解的清教徒(Puritan)社会是什么样的:宗教领袖们并不总是忠于信仰;别人对你的评判会对你造成持久而深远的影响;把愧疚深藏心里让精神饱受折磨。接下来,你可以再介绍清教徒社会与现代社会不同之处:在生存线上挣扎的社会需要其成员高度团结;当时的技术很原始;宗教信仰不只是个人的事情。然后,学生可以发挥他们的想象力,在脑海里绘出一幅当时社会的风情画,里面有家庭成员间的复杂关系,也有在街头追逐的狗和猪。随着学生对故事背景的了解越来越深入,他们就可以开始接受更抽象的概念,比如清教徒社会的政治和法律架构。到这时候,学生们就可以织起一张错综复杂的联系网络,把书上的知识编进他们自己的思维中去。他们能够让故事活灵活现,并抓住其中的要点。

情境学习法甚至可以应用于那些似乎只能靠死记来完成的任务,比如在学习乘法表的时候。你在教孩子学习3乘以4等于12时,可以联系现实生活。问一个喜欢汽车的女孩3辆4轮赛车一共有几个轮子。这样的教学效果会更好,她不仅可以记住乘法表格,还会知道乘法的用处,可以帮助她解决今后的相关问题。学生对万物之理天生就有好奇心,而当上述情景联系积累到一定程度,科学就会成为这种好奇心的延伸。这就像历史和集体记忆让学生认识到人类文明的进步,而美术让他们与艺术家们心灵相通一样。如果学习内容与学生个人经历之间联系紧密,学到的知识就会融进他们的生命之中。

符号问题

る>ま>か>め>せ

受试者首先要接受训练,来辨别在这些成对出现的日语假名中,每一对中的哪一个才是研究人员“偏爱”的。随后,受试者要根据尝试从新的几对假名中选出“正确”的来。那些能够从最初的符号中推测出研究人员“喜好”的受试者,在随后的测试中正确率更高,他们的大脑海马区往往也更为活跃。

一些关于大脑的新研究发现,死记硬背的效率非常低。如果学生能把新知识与他们已经掌握的知识联系起来,就能学得更快。

联想学习的经验可以为老师提供一个早期教育的全新途径,同时也可以用在有学习障碍的孩子的教育中。一些精简的情境可以帮助每一个处于初级学习阶段的人。最初,一个小孩把所有水鸟都当作鸭子,但随后他就可能学到区分不同的水鸟标准,再后来,他会知道这些标准也有例外,最后小孩能够掌握更复杂的联系。

联系能帮助我们掌握更加复杂的知识,其中既包括整个世界如何运转,也包括如何与周围复杂的各种事物沟通交流。记忆是我们智力中一个充满变化的方面。随着对记忆的认识逐步加深,我们发现我们在生活中的人物、地点和事件之间,在过去、现在和未来之间建立起来的联系并非源自于记忆。恰恰相反,记忆是在这些联系中产生的。

尽管我们的比喻并不完美,但我们肯定早已知晓记忆绝不仅仅是经历的累积。回顾一下古希腊就知道了。人们修建神庙来膜拜的缪斯女神(宙斯和记忆女神的九个女儿),不仅激发了人们在诗歌、音乐和所有艺术创作上的灵感,还掌管着自由艺术、哲学思想、知识、思考和智慧。她们的母亲又是谁呢?是摩涅莫辛涅——记忆女神。■



▲与其通过不断重复背诵来记忆乘法表,还不如让学生们想想装备一队汽车要多少轮子。

扩展阅读

◆ **Metaphors of Memory: A History of Ideas about the Mind.** Douwe Draaisma. Translated by Paul Vincent. Cambridge University Press, 2000.

◆ **Contextual Teaching and Learning: What It Is and Why It's Here to Stay.** Elaine B. Johnson. Corwin Press, 2002.

◆ **Synaptic Self: How Our Brains Become Who We Are.** Joseph LeDoux. Penguin Books, 2002.

◆ **What's New with Amnesic Patient HM?** Suzanne Corkin in Nature Reviews Neuroscience, Vol. 3, pages 153 - 160; 2002.

◆ **From Conditioning to Conscious Recollection: Memory Systems of the Brain.** Howard Eichenbaum and Neal J. Cohen. Oxford University Press, 2004.

◆ **The Science of False Memory.** C. J. Brainerd and V. F. Reyna. Oxford University Press, 2005.

◆ **The Hippocampus Book.** Edited by Per Andersen, Richard Morris, David Amaral, Tim Bliss and John O'Keefe. Oxford University Press, 2007.