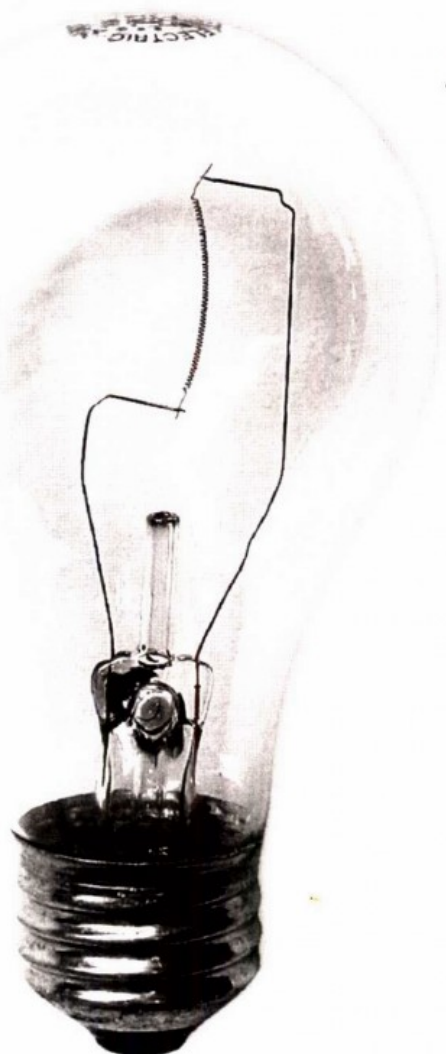


MIND HACKS™

心理和脑

脑与心智历程100项



Tom Stafford & Matt Webb 著

O'Reilly Taiwan 公司 编译

 科学出版社
www.sciencep.com

O'REILLY®

MIND HACKS 心理和脑 脑与心智历程100项



你正在阅读这段文字，对吧？想想现在发生的事情：你的眼睛如何移动才能锁定文字？你是不是刚刚无意识地抓了抓手臂？吸引人的动作、噪声，还有其他让人分心的事务，这些都被过滤掉了。一切都发生得自然而然，宛如魔法一般。在此情景背后任劳任怨工作着的，是我们的大脑——一个无比复杂的信息加工处理环境，与其说它像电脑，倒不如说它更像一个生态系统。

本书收集了探测大脑工作状况的窍门，并试着通过这些窍门，以一种更加理性的方式，更好地了解自己，更多地学习并认识到如何激发自己的方法。在本书中，读者将能了解到：

- 脑部地理环境：综观全脑，并确认路标。
- 追踪视觉系统，从眼睛运动到影像再构。
- 关注“注意力”，观察注意力如何过滤信息——如何在到达意识层面前就完成过滤。
- 了解整合视觉、触觉等各种感觉输入的方式，了解自己在语言和其他输入上的特性，以及信息发生冲突时的处理方式。
- 看看大脑如何理解它所掌控的身体。（提示：跟我们在镜子中看到的自己很不一样哦！）
- 应用推理解决日常琐事，发现逻辑的无用武之处。
- 拆分大脑对物体的重构，并深入探究各项组成成分的因果关系。
- 了解我们如何学习，从基本的启动到形成错误记忆的情境效应。
- 深入探讨我们对他人的特殊理解：如何读懂他人的面孔和表情，并试着在某种程度上进入他人的内心。

建议上架：心理学/脑科学/计算机科学

O'REILLY®
www.oreilly.com

ISBN 978-7-03-019346-9



9 787030 193469 >

定价：48.00元

MIND HACKS™

心理和脑
脑与心智历程 100 项

Tom Stafford 著
Matt Webb
O'Reilly Taiwan 公司 编译

科学出版社



图字: 01-2006-7051 号

内 容 简 介

本书从认知神经科学的角度,探讨了脑科学的最新研究成果。用各种实验、窍门和信息的形式介绍了视觉、运动技巧、认知、阈下知觉,以及大脑是如何工作的。每一单元(Hack)检验了脑的一个特殊操作,了解脑对此的相应的反应,将有助于我们进一步获取有关大脑的结构和内部设计的知识,并更多地了解脑的整体动作和活动过程。本书以独特的方式来考察我们的心理和脑,从大脑内部着手,用100个单元的Hack帮助读者了解脑是如何工作的,人们是如何认识这个世界的。

本书适合喜爱心理科学、脑科学、计算机科学以及科学知识的人士阅读,也可作为心理学课程和心理学入门教材。

图书在版编目(CIP)数据

心理和脑——脑与心智历程100项/(美)Tom Stafford, Matt Webb 著;
O'Reilly Taiwan 公司编译. —北京:科学出版社,2007

ISBN 978-7-03-019346-9

I. 心… II. ①T…②M…③O… III. ①认知心理学-普及读物
②脑科学-普及读物 VI. B842.1-49 R338.2-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第102577号

责任编辑:应小萍 刘晓融 / 责任制作:魏 谨
责任印制:赵德静 / 封面设计:Hanna Dyer 张 健
北京东方科龙图文有限公司 制作
<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年7月第一版 开本:16(787×1092)

2007年7月第一次印刷 印张:19 1/2

印数:1—4 000 字数:367 000

定 价:48.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

目录

序	1
致 谢	3
前 言	7
第一章 潜入大脑	15
1 不揭开天灵盖，发现脑如何工作	16
2 脑电波：利用 EEG 取得概貌	18
3 正电子断层扫描：以 PET 间接衡量活动	19
4 功能性磁共振：当今发展状况	19
5 穿颅磁刺激：大脑开关	20
6 神经心理学，10% 传说，为什么我们使用整个大脑	21
7 认识中枢神经系统	24
8 皮质层与脑叶之旅	27
9 神经元	29
10 侦测认知功能对皮质层血流的影响	32
11 为什么人类的行为方式不像电梯按钮	34
12 建立自己的知觉人体模型	36

第二章 视觉	40
13 了解视觉加工过程	40
14 视觉系统的局限	45
15 要看就要行动	48
16 确定盲点的位置	51
17 瞥见视线中的空隙	54
18 时钟暂停	56
19 从注视中解脱出来以加快反应	58
20 自以为看到立体事物	59
21 物体会移动，光源不会动	63
22 深度事件	66
23 明度如何与亮度区别：棋盘阴影错觉	71
24 用太阳眼镜建立深度错觉	74
25 实静似动	77
26 调整	80
27 不移动却能呈现运动	82
28 运动的推断：闪烁迟滞效应	85
29 变得亦步亦趋的滑行方块	88
30 了解旋转蛇的错觉	90
31 缩短想象的距离	94
32 探索防御硬件	98
33 神经噪声不是程序错误，而是功能	100
 第三章 注意	 103
34 细节与注意的局限	104
35 数量估计数得比较快	106
36 感受注意力的出现与丧失	108
37 注意力获取	113
38 别回头看！	115
39 避开注意力的漏洞	117
40 无视改变	121

41 把东西变不见！	123
42 大脑也会处罚放羊的小孩	125
43 通过电子游戏，促进视觉注意力	128
第四章 听觉和语言	131
44 用双耳辨别时间	132
45 分辨声音方向	133
46 发现音高	136
47 保持平衡	138
48 探测声音的极限	139
49 语言是对大脑的宽频输入	141
50 词汇的发音影响观感	143
51 防止阅读缓冲记忆体溢位	145
52 运用平行化的强大加工程序	149
第五章 整合	152
53 声音里加入时机信息，光线里加入位置信息	152
54 别把注意力分散到不同位置	155
55 认不清青红皂白	157
56 别去那边	159
57 多感官相结合，强度会增加	163
58 看着自己，会让感觉更敏锐	164
59 用眼睛去听：McGurk 效应	166
60 注意来自他处的声音	168
61 自言自语	170
第六章 运动	174
62 坏掉的电扶梯现象——自动导航	174
63 控制自己	176
64 塑造身体图式	179
65 挠不到自己的痒处？	182

66	骗过半个大脑	186
67	用我！用我！	188
68	右利手、左利手	190
69	使用右脑——也会用到左脑	194
第七章 推理		198
70	小心数字	198
71	思考频率，而不是概率	201
72	找出作弊的人	204
73	自欺欺人	207
74	维持现状	209
第八章 组合		214
75	捕捉完形	214
76	基于同步原则	217
77	光点中的人形	219
78	有生命了！	223
79	因果关系般清晰易懂	225
80	无知无觉的行动	228
第九章 记忆		232
81	心底浮现的事物	233
82	潜意识讯息既薄弱又简单	235
83	似曾相识	237
84	保持思路清晰（如果你能做到）	240
85	制造错误记忆	243
86	改变情境，制造可靠的记忆	247
87	利用情境促进记忆	249
88	自立自强	252
89	通过记忆指引方向	255
90	灵魂出窍的体验	258

91 阴阳魔界：假眠状态	259
92 泡咖啡的习惯动作也很好喝	262
第十章 他人	266
93 了解面孔的特殊性	266
94 发出情绪信号	269
95 让自己快乐	273
96 冷热记忆	275
97 你看我在看哪里	278
98 有样学样	281
99 散播恶劣心情	283
100 我思故我如是	286
名词术语表	289



序

在过去二十年间，脑科学稳健地根除“人脑如电脑”的譬喻，这是最为重要的进展，这个譬喻于20世纪60~70年代主宰了众多思潮。这个譬喻的衰退，部分原因在于人工智能变得比想象中复杂许多；部分则是因为开发出了了解和视觉化大脑生物性的新工具，使大脑看起来也不再像是微处理器；还有些原因则是，科学权威团体开始探索情绪在脑功能中扮演的重要角色。没错，脑中的确包含类似数字计算的逻辑门槛的组件，某些权威人士也继续采用电脑譬喻，来描述情绪的活动。但大部分人都已经接受一个前提，电脑和人脑是两种非常不一样的事物，只是刚好能共享某些才能，例如：下棋、说话、校正拼字错误。

粗略看来，各位手上的这本书，好像有意使“人脑如电脑”重生；毕竟，“黑客招术”就是软件业界的术语，这个系列的其他书籍，也全都绕着某种程度的电脑打转。但是，我认为这本书无疑地是属于20世纪的人脑观点，以软件设计的术语来说——它从“用户中心”的角度出发。关于脑科学的猜想，不再是实验室或课堂上独占的学问。只要参考本书的许多实验，大家都能探索自己大脑的结构和设计。意识探索是门古老的学问，但实证科学佐以意识探索，做为我们的引导，则是新的方向。我们走过弗洛伊德、迷幻药、冥想的世纪。本书则提倡一种新形式内省的掘起，在另一种情境下，我称之为“娱乐神经科学”。

我认为脑力黑客的主意非常好，而 Matt Webb 和 Tom Stafford 组合这些诀窍的方式更值得称道，还能为大脑塑造感知现实的方式带来正确评价。我在这里要指出一点，软件业内的“黑客招术”与 Matt 和 Tom 的用法，有点微妙的区别。在设计编程时，黑客招术是对现存工具赋予新的能力，而该能力并不在原始功能中。当侵入一段程序代码时，用意是让软件随我们的意愿行动；我们在让软件做一些它的原始设计者从没想到过的事。

而接下来将会娱乐大家，又让大家百思不解的脑力黑客，则多半运作于相反方向。经历书中的实验时，我们所感受的，并不是大脑屈服于我们的意愿，而更是它自身奇怪的自治能力。这些Hack的神奇之处，乃是在于揭露脑中隐藏的逻辑；揭示大脑认识外在世界时所用的骗术、捷径以及潜在假设。多数时候，这些机制都隐而不见——或者说，随处可见使得我们注意不到其存在。侵入脑部，是一种拉开意识的幕帘、一窥其后机制的方法，虽然只能窥视到短短一瞬。

侵入脑部可以是非常使人不安的经验，尤其是因为它揭露出大脑并非总是服从主人的意志，这非常容易使人沉入存在主义的思绪中。（自由意志究意是谁的意志？）不过，凡是对心智有兴趣的人，都不该错过这趟旅程。我们的脑有它自己的生活，完全不同于我们对于自身的了解。这令人恐惧，但恐惧并不会改变真相。你会发现只要照着各个Hack里的简单指示，就能触发奇怪的认知行为，想必大家都会有点不安吧。然而同时，我想各位也会对意识之谜产生新的想法，还顺便学会一些宴会上能自娱或娱人的戏法。

眼前正有内省的冒险之旅等着大家，希望这趟旅程顺利地提供各种正确方式，让大家尽情摆弄自己的头脑。

— Steven Johnson
Brooklyn, New York

Steven Johnson 是《心思大开——“我”在脑中显影》(*Mind Wide Open: Your Brain and the Neuroscience of Everyday Life*) 的作者。



致谢

关于作者

Tom Stafford 喜欢发现和记录事物，在英国 Sheffield 大学攻读心理学博士学位的几年，都在做他最喜欢的事。现在，他有时会跟人说，自己是计算机认知神经学家，然后兴高采烈地谈论起神经网络；最近他也开始热衷于社会网络 (social networks)。除了学术研究，Tom 是自由作家，以记录片研究人员的身份为 BBC 工作。他觉得有趣的事情，都会放在个人网站：<http://www.idiolect.org.uk>。

Matt Webb 是程序设计师，他在 BBC Radio & Music Interactive 的研究开发中心工作，也致力于社会软件的自由开发计划。以前，Matt 曾开发即时通讯机器人，也经营一个小说网站 (<http://iam.upsideclown.com>)，现在则满足于黑客风网站脚本语言和自己的博客网站——Interconnected: <http://interconnected.org/home>。Matt 太过喜欢埋首书堆、喜欢 cyberspace 这个字、住在伦敦、跟母亲大人说他“在跟电脑谈恋爱”。

协力人士

我们感谢下列人士对本书的贡献：

- Adrian Hon (<http://mssv.net>) 毕业于剑桥大学，并取得自然科学学位，专长是神经科学。他与 V. S. Ramachandran 教授（加州大学圣地亚哥分校）一同研究“联觉” (synaesthesia)，并于牛津大学研究整体心理学。在过去几年中，Hon 参与 NASA 获奖网站 Astrobiology: The Living Universe 的建置，还在犹他州的沙漠中待了两周，参与火星模拟任务（当时他才知道，自己原来一直想穿上太空装）。最近，他非常投入“浸入式”虚拟现实游戏 (alternate reality game)，目前在 Perplex 市工作 (<http://www.perplexcity.com/>)。

- Alex Fradera (<http://farmerversusfox.blogspot.com>) 是伦敦大学学院的心理学系研究生。他很喜欢让科学显得有趣,但更多时候,有趣的事情似乎就是科学。算了,不重要啦。当 Fradera 不与病患接触,或是撰写计划时,他可能在自己的乐团里表演、看漫画,或是练习卡波拉武(舞)术。
- Andy Brown 目前正在Sheffield大学修读发展认知神经心理学的博士学位。他有心理学硕士学位,研究认知,已在伦敦大学学院担任两年研究助理,临床心理学中的电脑介入。他也是名摄影师(<http://www.envioustime.co.uk>)。
- Chris Bird (<http://www.icn.ucl.ac.uk/members/Bird448/>) 是伦敦认知神经科学中心的研究员,调查脑部损伤对认知的影响。
- Dr. Christian Beresford Jarrett (<http://www.christianjarrett.btinternet.co.uk>) 是英国心理学会刊物 *Research Digest* (<http://www.bps.org.uk/publications/rd.cfm>) 的作家兼编辑,他亦与曼彻斯特大学的感觉运动神经科学小组合作研究,也是 *Trends in Cognitive Sciences* 的自由编辑。目前住在 West Yorkshire。
- Disa Sauter(http://www.psychol.ucl.ac.uk/people/profiles/sauter_disa.htm) 是伦敦学院大学的博士生。她热衷于情绪声音的研究,人类喜怒哀乐的方式;闲暇时喜欢做瑜伽和旅行。
- Dylan Evans (<http://www.dylan.org.uk>) 是多本畅销科普书籍的作者,包括 *Emotion: The Science of Sentiment*, 以及 *Placebo: The Belief Effect*。于伦敦经济学院取得哲学博士学位后,他分别在伦敦皇家学院研究哲学,在 Bath 大学研究机器人学作博士后的研究,而后至西英格兰大学讲授智能自动化系统。
- Ellen Poliakoff (<http://www.psych-sci.manchester.ac.uk/staff/EllenPoliakoff>) 是曼彻斯特大学的心理学讲师,喜欢介于心理学和神经科学的研究。在休闲时间,她喜欢参观巨石圈,还有参与乐团演奏活动(<http://www.stray-light.co.uk>)。
- Iain Price (<http://www.iain-price.com>) 在 Cardiff 大学取得神经科学的硕士和博士学位。目前正在从事科学交流计划项目,同时结合他对人类心智哲学的持续喜好。最近, Iain 协助开发并呈现 BBC 的 *The Human Mind* 系列的社区延伸计划 (<http://www.open2.net/humanmind>)。
- Karen Bunday (k.bunday@imperial.ac.uk) 在 Imperial College London 攻读运动与平衡的博士学位,她已经于伦敦大学皇家哈洛威学院取得心理学学士学位,在 *Current Biology* 期刊上与人共同发表了论文,目前正在进行两篇基于博士论文研究的文章。
- Michael Bach, Ph.D. (<http://www.michaelbach.de>) 是德国 Freiburg 大学

医学院的神经生物物理学教授,是个快乐的已婚男人,而且有三个小孩。在专业领域上,他负责眼疾患者的视觉电生理检查 (electrodiagnostic service),另外,他对基础和应用视觉研究都很有兴趣;因此在视觉感知的生理学和病理学两方面均有涉猎。他的嗜好包括阅读、游泳、设计眼睛幻觉、斜靠式自行车,冬天则是雪板或滑学。他的网站上收集了许多有趣的眼睛幻觉和视觉现象,并对比做了示范和说明 (<http://www.michaelbach.de/ot/index.html>)。

- Mike Bywaters
- Myles Jones 是 Sheffield 大学的心理学讲师 (<http://www.shef.ac.uk.spinsn/>)。他的研究兴趣主要在于理解脑成像信号和其下神经活动的关联。
- Nicol Spencer Harper 是伦敦大学学院心理学系的博士生。他的主要兴趣在于听觉系统的神经编码——脑中的电流冲击如何呈现外界的声音。其他的兴趣就是吃和睡了。
- Dr Sarah-Jayne Blakemore 是英国皇家学会研究员。她目前的研究方向是自闭症患者脑中深层的社会互动机制,还有青春期的社会理解发展。她在牛津大学念实验心理学,2002 年在 UCL 获得神经学博士学位。她常常到大学以大脑为题目进行演讲,在报纸上发表关于研究的相关文章,也接受电视和广播的访问。
- Suparna Choudhury 在伦敦大学学院的孩童健康中心,研究青春期的认知发展,并以此为博士论文题目;已取得神经科学的学士学位。她的研究着重于感知接受和运动的脑成像的发展。她对心智的现象学和哲学也很有兴趣,也致力于大众对科学的理解。
- Vaughan Bell (<http://www.cf.ac.uk/psych/home/bellv1>) 是 Cardiff 大学的研究人员与客座讲师,讲授并研究心理学,试图更好地了解心理疾病和脑部伤害。他还与地方医院的医护人员和患者一起工作,参与研究信任、异常体验、精神疾病和妄想的神经理心理学项目的一部分。因为 Bell 偶尔也会妄想一下,所以研究时多半都觉得轻松自在,好像在家里一样。
- William Bardel (<http://www.bardel.info>) 是位信息设计师,住在美国,专长是信息图表、制作地图/寻找方向、设计策略。他的工作包括简化复杂概念,并能透过结构化的方式取得。Will 在卡内基梅隆大学取得交流计划和信息设计的学士学位,于 Kenyon 学院取得英文学士学位;另外曾在 Rhode 岛设计学院研读信息设计。

致谢

我们想对贡献出想法、黑客招术、专门技巧和时间的的人,致以谢意。感谢在网上与所有人分享研究成果和文件的人:各位的贡献非常伟大。

Rael Dornfest 是我们的编辑与导师。我们经历了很漫长的旅程，如果没有他、事实上，如果没有 O'Reilly 的团队，也就没有大家现在看到的成果。谢谢他们。

我们的技术编辑和顾问群都是明星阵容。感谢看护我们的每个人。当然，还有住在赫尔辛基的 James Cronin，他提供了催生本书的对话和美酒。

还要非常感谢 BBC 愿意在过去几个月雇用我们两个（工作领域不同），还有工作时间上的弹性。也谢谢 BBC Radio 4 的各位同事与朋友。

在计划、研究、写作的过程中，我们用到很多软件，其中，MoinMoin Python WikiClone (<http://moin.sourceforge.net>) 最有价值。

对了，还要特别感谢“茶”在整个过程中扮演的角色。喝了非常多茶，可能有点太多了，对此一定要特别感谢。

Tom

Matt 是我能想象的最佳合作人选——感谢让我有参与的机会，还有了解我们两人的内在本质。这次是非常有教育意义，又很好玩的经验。

我要谢谢所有 Sheffield 大学心理系的老师、朋友和同事。在这里，我学到心智的表现有多么优秀，也知道证明心智的优秀有多令人兴奋。

有了我的家庭和朋友，才有今天的我，无论我们关系的亲疏远近。在这里非常诚心地感谢大家把我拖出门、和我窝在一起、照料我的饮食起居、偶尔纵容我兴奋时的滔滔不绝……。要感谢的人太多了，写也写不完，但我相信各位都能收到我的谢意。

最后特别谢谢我的兄弟 Jon，谢谢总是陪着我、理解我的 Nicol，谢谢 Don 和 Gemma 带我游历伦敦，而且以他们各自的方式激发我的灵感。

Matt

以前，我看到其他作者写给挚爱的感谢和道歉时，我总是觉得他们太夸张了；现在我知道他们一点也不夸张。谢谢，Ehsan。

如果各位有机会和 Tom 同桌共饮的话，千万别拒绝。夏天时，我们每周的早餐聚会都非常有趣。

最后一点，算是个人记录吧……在写下这些句子的几个小时内，我的光锥表面都被双星系 *p Eridani* 迷得神魂颠倒。*p Eridani*，我在这里！

前言

想象一下就在阅读这一段文字的这个瞬间，发生了什么事：你的双眼如何移动并集中在字句上？你在思考的同时，是否也正无意识地挠着痒？你是否正试着屏除外在活动、噪音或其他干扰注意力的事物……到底这么多事如何运作？就像我们灵魂中的低语，这是个秘密：一切着实不易。

大脑是错综复杂、令人生畏的信息处理环境。就以“观看”的处理过程举例，有种任务是探测视野中每个微小部份的活动，如移动的方向还有速率，然后在脑中重新呈现；但还有一种观看他人脸部的任务，这种任务需要透过落在视网膜上的影像，辨认出影像显露的情绪，还要想办法于脑中重现同样概念。

脑在某种程度上是个模块，所以应该有个入口，但不像模块那么泾渭分明。大脑的处理子系统位居其他系统之上，但各种系统功能交错作用，而不是组织成个别进程。同样的任务可由许多不同部位、许多不同方式完成。大脑不是时钟或计算机程序一般清清楚楚的机械系统；同样的输入却不一定总是得到相同的输出。自动化与有意识的行为高度融合，通常繁复纠结。例如有些视觉似乎能与意识体验完全分离，一旦我们的期待改变，将突然间报告不一样的结果。

如果加上历史、计算与构造的限制，脑内信息的传达还能再更复杂一点。进化使得脑部的发展难以回溯；大脑的结构必须反映其成长与用途重建。计算必须以最快速度发生——这里谈的是毫秒间的反应——但是信息在大脑的物理构成间传递时仍会有速度极限。这些都是需要处理的限制。

谈到这里只留给我们一个问题：我们怎么可能开始了解什么事正在发生？

认知神经科学，研究人类精神功能背后的脑生物学，它是研究方法的集合（例如脑部扫描与计算机模型），结合心理现象的观察，并发现大脑的何处、为何、如何使得心理现象发生。认知科学不是古典神经科学——大脑生理构造的低层探索

——也不是一般人认为的心理学——人类内在生活的隐喻探讨；它是对心智的观察，审视功能元素与规则如何组成有意思的经验与行为。

通过同时专注于位于下层的生物基质和高层的意识现象，我们可以松开脑中的结；因为采收园里的果实，并不需要认知神经科学家。

本书是探测大脑每一瞬间工作的集合，它不像是记事本，反而更像是自助餐，我是说真的。每一个hack都是一个对脑功能发射出的探测器，一次小小的示范。通过观察大脑的反应，我们捡拾表现结构及决策设计，学习更多的大脑组合（各种刺激与信息）的方式。

我们也试着呈现出：有意识的“我觉”与大脑的自动本质间没有分别——有意识与自动行为的区分比较像潮起潮落，我们以无意识的手舞足蹈和刻意行动来行使认知能力，就像使用手、笔或车床等工具。

就某种意义而言，我们正试着了解支撑心智的能力。假设了解自己的视野被什么事件遮蔽，或是什么声音和光线会抓住我们的注意力（当然也包括抓不住注意力的），我们就能设计更好的工具，建立更好的界面，与自己的心智结构契合得更好。在非常现实的层面上，我们将能更了解自己，更了解是什么触动了我们。

再说，这一切也很好玩。好玩就是关键。认知神经科学是很新的学科，进入大脑的旅程是刚开发出来的有趣旅线。我们看到的效应已够真实，但背后的发生原因仍在争论中；在这里光是玩游戏，就踏上了新领域的一部分。在写作本书之中，我们花时间注意自己的注意力系统在房里横冲直撞、见识自己捕捉对话者的手势体态、以交通标志的色彩和眼角余光玩游戏……这就是有趣的地方。但我们也被科学文献的争论紧抓不放，并对我们的日常生活有了全新观点，像是某些网站为什么看起来很讨厌、有些看起来就是制作得非常精巧。如果通过这本书，能让你觉得这个世界更容易接触，就代表我们成功了。当你环顾四周，发现了应用这些观点的新方式……没错，就是我们没提到的话题——请告诉我们，我们也想体验这些旅程。

为何侵入心智？

黑客（hacker）这个词在媒体上的名声很差。人们用黑客指称入侵系统、或以电脑作为武器造成大破坏的人。不过，对撰写程序的人而言，hack是指“快速而潦草”的解决方式，或者是一种把事情做好的聪明方式。因此，黑客这个词反而是一种美称，指的是有创造力的人，他们身怀绝技，可以化解难题。黑客系列书籍就是要恢复这个字的意义，讲述众人研究出来的各种妙招，把创造性参与的黑客道德标准，传达给不识此道者。了解其他人如何应付各种系统及处理各种问题，通常是学习新技术最快速的方式。

大脑，就跟所有隐藏的系统一样，是好奇黑客的首要版图。感谢认知神经科学最新的发展，我们才能够稍稍满足一点好奇心，对心理影响提出有教育意义的解释，而不是仅能指出外在影响，也因此能点燃大脑的内部运作的一线微光。

本书中的某些hack招数，记录了大脑用于完成工作的简洁技巧。从这些外部技巧观看大脑，实在很难不对它工作的方式留下深刻印象。还有某些技巧指出了心智中的怪癖，我们可以用意想不到的方式加以探索，全都是学习新科技充满皱褶的道路。

《心理和脑》，献给想要更多了解自己的大脑是如何运作的以及准备以新方式组合黑客招数、把玩自身与外在世界之界面的大脑游戏者。沉浸在本书的情境非常简单，毕竟，你我都有大脑。

使用本书

喜欢的话，可以从头到尾读这本书，但是，每一hack都是独立的，所以，你要找最感兴趣的章节阅读，也没什么问题。如果有些准备工作必须先知道才行，会有参考章节引导你到正确的招术。

我们已经测试过书中列出的所有实验，所以大多数人的感觉应该会和我们差不多，实验中的现象都会真的出现。而且，其中有些幻觉真的很让人惊讶，若不是亲身尝试，我们也不会相信。关于现象的解释，均为现今科学知识的综合，也经常是现状发展的争议的焦点。请对一切保持开放的态度。未来的研究，永远都可能扭转我们的认知。

因为每个话题的研究讨论实在太多，我们必须参考网站、书籍、学术论文，以便精益求精。欢迎各位也加入深入探讨的行列。每一招背后都有值得探索的奇幻领域，能引领各位踏上有趣的国度，并呈现有趣的连接。

关于学术论文，其背后必有科学知识的基石。论文可能很难取得，也很难理解，但我们还是放入参考资源里。因为当你真的需要挖掘故事的最底层（还有寻找尖端知识）时，论文将是你需要的工具。更有甚者，对很多科学家而言，证据必须发表在科学期刊上才算存在。为了发表在期刊上，研究成果必须交给同一领域的科学家审核，这种系统称为同行评议（peer review）。虽然这个系统难免有所偏颇，而且也会犯错，但却使得科学成为集大成的努力成果，并提供了一定的品质保证。

期刊引用的方式相当严格，本书遵循美国心理学会（APA）的文献参考格式（<http://www.apastyle.org>），如下所示：

- Lettvin, J., Maturana, H., McCulloch, W., & Pitts, W. (1959). What the frog's eye tells the frog's brain. *Proceedings of the IRE*, 47(11), 1940-1951.

作者列于出版年份前。在年份后列出论文标题，再以斜体标示发表的期刊名称。期刊卷号后随期号（以括号括起）。最后面则是页码。（可参考在线样式：<http://www.liu.edu/cwis/cwp/library/workshop/citapa.htm>。）在文献中常看到缩写“et al”接在该论文的主要作者后，它代表了“与他人合著”。

很多期刊有电子版本，但非全部，有些可以免费取得。大多数电子期刊需要订阅，不过有些出版商愿意按每篇论文收费。如果你到图书馆找资料，通常是指大学图书馆，请确定图书馆不只订阅你想要找的期刊，也订阅了你想要找的那一年的期刊。

够幸运的话，论文还能在线打印出来。通常是经典论文或最新的论文，作者可能放在他们的文章发表页上。使用 Google (<http://www.google.com>) 查询在线论文的格式可能如下：

`"What the Frog's Eye Tells the Frog's Brain" filetype:pdf`

搜寻研究者的姓名加上关键字“出版物”也可以寻找论文、演示文件，还有未发表的研究，若需深入学习某个领域，你会发现这是座待开采的金山银矿。

推荐文献

如果你对心脑研究的整体发展很有兴趣，而不太想追踪某个故事细节的话，可以从阅读主题书籍着手。以下列出我们在各自喜爱的话题中最喜爱的书籍，综合这些书籍使得专业材料也能一般为一般人唾手可得：

- 《笛卡尔的 Baby ——从儿童发展学解读人性奥秘》(*Descartes' Baby: How the Science of Child Development Explains What Makes Us Human*), Paul Bloom 著 (2004)。权威研究者的生动思索。
- *Natural-Born Cyborgs: Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence*, Andy Clark 著(2003)。Clark 提出，智力是否被我们的骨骼限制，或者智力只是我们使用的工具及科技的一部分。
- *Symbolic Species: The Co-Evolution of Language and the Brain*, Terrence Deacon 著(1997)。使人头晕目眩又刺激的跨学科信息整合。
- *Consciousness Explained*, Daniel Dennett 著 (1991)。心理学告知了哲学。最后还是没有解释意识，但阅读本书是趟有趣的旅程。
- 《眼和脑，看的心理学》(*Eye and Brain: The Psychology of Seeing*), Richard Gregory 著(1966)。博学而又幽默，对视觉的古典介绍。

- 《教养的迷思：父母的教养方式能不能决定孩子的人格发展？》(*The Nurture Assumption: Why Children Turn Out the Way They Do*), Judith Rich Harris 著 (1998)。革命性的儿童发展心理学，大脑挑战“父母是孩子人生中最重要影响力”的假设。也可前往参考网站：<http://home.att.net/~xchar/tna>。
- 《心思大开——“我”在脑中显影》(*Mind Wide Open: Your Brain and the Neuroscience of Everyday Life*), Steven Johnson 著 (2004)。脑科学的最新发展及科技，告知我们如何进行独特的自我理解。
- 《语言本能——探索人类语言进化的奥秘》(*The Language Instinct: How the Mind Creates Language*), Steven Pinker 著 (1995)。对于人类与生俱来的语言能力和大脑结构的互相映射，提出令人信服的论点。
- 《寻找脑中幻影》(*Phantoms in the Brain: Probing the Mysteries of the Human Mind*), V. S. Ramachandran 和 Sandra Blakeslee 著 (1998)。关于脑部创伤的故事，从中告诉我们大脑工作的方式。
- 《错把太太当帽子的人》(*The Man Who Mistook His Wife for a Hat and Other Clinical Tales*), Oliver Sacks 著 (1995)。具信息性且富含人性，收录各种脑部创伤病患的轶事。

如果你还想更加深入探究，我们推荐下列书籍：

- *The Oxford Companion to the Mind*, Richard Gregory 编著 (1999)。关于脑部各方面的权威且有趣的论文集。
- 《哥德尔、艾舍尔、巴赫——集异璧之大成》(*Godel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid*), Douglas Hofstadter 著 (1979)。对自我涉及的心智、机械及数学的精典探索。我手上这本的封底写着“练习就是镇上最好的心智健身馆”。
- 《这才是心理学！》(*How to Think Straight About Psychology*), Keith Stanovich 著 (1997)。如何对心理学的课题运用批判思考。

本书结构

本书分成十章，依研究题目组织如下：

第一章 潜入大脑

问题不只是“如何看到大脑里面？”而已，而是“一旦看到了，我们如何谈论大脑里面有什么？”关于大脑的结构，有好几种观察方式（从测量外

部反应到拍摄脑内部的影像一应俱全)——也是本章半数内容。另一半则说到第二个问题,我们将管窥其妙,探查大脑的地标与地理学。

第二章 视觉

视觉系统无时无刻不在执行,从我们眼球运动的方式到再建构原始影像并看到运动等等,无所不包。视觉对人类是重要的感官;它拥有很宽的频道而且行经极长的距离(跟触觉差很多),这个事实反应在本章的篇幅上。

第三章 注意

在信息抵达意识前的过滤机制之一,就是注意。注意有时为自发性(叫自己“注意一点!”),有时又很自动化(遇到攫取注意力的事物)——本章探索注意的用处及其局限。

第四章 听觉和语言

声音多半与事件相应,噪声代表有事情发生。我们先观察自己的耳朵擅长什么,再转移到语言和其他人类寻找言谈笑语中会意的方式。

第五章 整合

人类很少只用单一感觉操作;我们尽可能地使用一切可得来的信息,我们整合视觉、触觉、对语言的习性,还有其他输入资料。当五感都一致时,我们对世界的感知也更为敏锐。本章将讨论如何混合操作模式(以及如何不由自主的混合,即使意非如此),还有五感不协调时会发生什么。

第六章 运动

本章涵盖内容为身体——大脑对身体的印象为何容易混淆,还有如何以身体和世界互动。还有一个值得反复回味的幻象,也将稍微看一下左右利手。

第七章 推理

人类并非完美的逻辑机器;我们是为了在世上尽可能生活得更好而适应着。这点有时候出现在我们特别擅长的谜题和特别笨拙的事物上。

第八章 组合

五种感官给了我们判断的工具,可以重新建构宇宙中发生的古往今来的事件。除非两件事大致发生在同一个地方、同一个时间,否则我们无法直接理解因果。同样的问题也出现在复合物件上:为什么我们能看到一个人,而不是一段躯体、一颗头,或四肢?我们对物件和因果关系的重构均遵从简单原则,这也是本章主题。

第九章 记忆

如果我们没有持续学习与改变、成为不同的人,我们也不会是人。这一章包括学习如何从短期记忆开始(通常是分秒内的记忆),还有几种学习并记得自我证实的方式。

第十章 他人

其他人，是生活环境中非常特殊的一部分，也可以说我们的大脑对这部分有特别的处理方式。我们会察言观色，甚至更懂得模仿情绪，而其他人也是如此，这项技能优秀到我们无法控制。本章均会讨论上述话题。

排版约定

本书采用以下排版约定：

斜体字 (*Italic*)

用于网址、email、英文书名、文件名称、资料和数据目录名称。例如某个文件的路径将表示为 */Developer/Applications*。

加黑文字

用于指出参考章节。

下列两个图标，代表需要特别注意的地方：



代表诀窍，或一般注意事项。包含了现行研究题目的补充信息。



代表警告事项。

代表有点偏题或推测性的意见。我们认为这些事情很有趣，虽然不是非常重要。

版权说明

我们希望你放上版权声明，但并非绝对必要。版权通常包括书名、作者、出版商和 ISBN 码。例如：“《心理和脑》，Tom Stafford 与 Matt Webb 合著，Copyright 2006 O'Reilly Media, Inc, ISBN”。如果你觉得自己使用本书资料的程度，超出了上述的允许范围，欢迎与我们联系：permissions@oreilly.com。

批评与建议

请将你对本书的宝贵意见及问题告诉我们。来信请寄：

美国：

O'Reilly Media, Inc.

1005 Gravenstein Highway North
Sebastopol, CA 95472

中国：

100080 北京市海淀区知春路 49 号希格玛公寓 B 座 809 室
奥莱理软件（北京）有限公司

要询问技术问题或对本书提出建议，请发送电子邮件至：

info@mail.oreilly.com.cn
bookquestions@oreilly.com

本书的网站列出了示例、勘误表、下载和未来版本的计划。可以在如下网址找到这个页面：

http://www.oreilly.com/catalog/mindhks/
http://www.oreilly.com.cn/book.php?bn=978-7-03-019346-9

关于本书和其他书的更多的信息，参见 O'Reilly 的网站：

http://www.oreilly.com
http://www.oreilly.com.cn

想 Hack 一下？

如果想于网络世界探索 Hack 系列，或是有自己的 Hack 妙招想贡献，请至网址：

http://hacks.oreilly.com



潜入大脑

Hacks 1~12

“脑部的某部分完全负责X功能”这句话并非完全正确。就以视觉系统[Hack #13]为例，它涉及脑中许多部位，没有哪个脑区能独立负责所有视觉感官。视觉由许多不同的子功能构成，如果某些部位变得无法取用，还有许多代偿方式。某类脑部受损的案例中，虽然患者还是能看，但却无法理解移动的物品，或是无法看到色彩。

但我们可以看到在执行某项特殊任务时是脑的哪个区域在活动，进而从中断言其功能——任务可以是任何事，从辨识他人的脸孔到弹钢琴都可以。我们提供输入，然后观察得到的输出，一点一滴接近研究心智的黑盒子。或是由外而内，找出某类特定的脑部损伤，会使得人们丧失某种能力。

后者属于神经心理学[Hack #6]，是一种心理学上的重要工具。轻微独立的中风可以关闭非常特殊的脑部区域，并且（在非常稀有的情况下）能意外地损坏大脑的一小部分。看看这些失去某些功能的病例，是提供了关于这些区域功能的好线索。至于故意切除大脑某部分的动物实验则是另一回事。

不过，可以使用病理学的方法、没有那么具伤害性的技术。设计严谨的实验就是替代方案之一，实验测量反应类别、反应时间，以及随时间和刺激产生的反应变化。认知心理学[Hack #1]，是通过由外的逆向工程推论脑内结构的科学。它的历史很独特，到最近才开始向前跨了一大步。把来自认知心理学的技术与成像方法和模拟技术[Hacks #2~#5]配对，可以说，我们不再需要打开头盖骨取出大脑，便能从外部操控并观看大脑。这些影像方法非常重要，在本书中也将一再提及，本章会对最常见的技术予以概括和解释。

为了使后续内容合理，在看过各种神经科学技术后，我们会先简短地看一下中枢神经系统[Hack #7]，从脊椎到大脑[Hack #8]，然后到各个神经元[Hack #9]。但我们真正在意的是生物学如何显露在日常生活中。我们的决策系统由神经元组成，而不是像计算机一样由硅晶体装配而成。这是什么呢？就是说我们不是

在硬件上执行的软件。决策系统和神经元其实二者合一，我们的心理基础的物理特质持续渗透到日常生活中：我们的反应比光速还快[Hack #11]，就是神经元存在的最佳征兆，而我们思考得愈认真，血流量增加愈多[Hack #10]揭示了生物学上的根源。

最后瞥视一眼大脑认为我们所拥有的躯体形貌，带领我们进入内部知觉微缩模型[Hack #12]。

HACK #1

不揭开天灵盖，发现脑如何工作

如果不看看黑盒子里面，该怎么知道里面装了什么？这就是心智交给认知心理学的挑战。

认知心理学(cognitive psychology)，是关于基本心理过程的心理学，例如五感、注意、记忆、语言、决策等等。这门心理学提出的问题是：“心智究竟是以何种基本操作为基础的？”

问题在于，虽可测量是什么进入了大脑(输入)，也可粗略测量大脑做了什么(输出)，却无法揭示输入与输出之间是如何进行的。这是个黑盒子，是逆向工程的典型问题¹。我们该如何不看程序代码，而了解事物的运作方式？

当然，近年来可以使用脑成像(如EEG [Hack #2]、PET [Hack #3]、fMRI [Hack #4])透过头部看到脑，或使用解剖结果和脑部损伤病人的案例[Hack #6]解明我们认为心智算式在脑中运作的方式。但这种形式的工作未必永远可行，也不简单易得。实验心理学家试图洞悉心智运作方式，但不必真的弄乱大脑内部，他们已经用了一百多年，来改善实验方法，最近我们称之为认知心理学。

黑客系列采用过认知心理学式的解决方案，那本书是 *Google Hacks* (<http://www.oreilly.com/catalog/googlehks>)。当然，Google 不可能让我们取得它的搜索算式，因此 *Google Hacks* 的作者 Tara Calishain 与 Rael Dornfest 只好做些小实验，试着解开其中奥秘。如果在搜索列中键入两个关键字，显然 Google 将回传同时包含这两个字的页面。但关键字的顺序是否有影响？这就是值得实验之处。利用 Google 分别搜索“逆向工程”与“工程逆向”两组关键字，得出的结果不尽相同；事实上，即使在搜寻很少组合成词组使用的字词时，出现的结果有时也会不同。所以我们可以得出结论：顺序的确造成差异；在某种程度上，Google 的搜索算式会把顺序列入考虑。倘若试着修正搜索结果为正确字词，回传的结果只被点击过几次而已，也许随着时间，可以找出顺序影响的确切模式。

认知心理学所做的尝试也相同，借由操纵输入并观察输出结果，逆向探知心理的基本功能。输入通常是高度限制的情况，受测者要在不同情况中判断，或对不同

情况有所反应。你还记得昨天那张清单上的哪几个单词？你看到多少个红点？请在看到 X 出现于屏幕上时按下某键……差不多是这类测试。反应的速度，发生的错误次数，或是回忆的模式，或是正确率告诉我们关于认知程序使用的信息，以及如何使用这些信息。

然而，有些因素使得脑部的逆向工程比软件的逆向工程难得多。

生物系统通常错综复杂，有时甚至可用混沌来形容（以技术意义而言）。也就是说，输入影响输出所造成的改变，不见得有着一对一的联系。在逻辑或线性系统中，可以清楚见到因果关系。但是心智没有这种井然有序的对应。小事情有大影响，但有时情境的剧烈变化，却只会造成反应方式产生细微的明显差异。生物功能——包括认知，通常都由多种过程支持。这表示生物功能很难只因为某个支持过程而改变，但也表示功能不一定会依照我们所想、所试图影响的方式而回应。

人类也不像通常具有一致性的软件或机器。变异的两项来源分别是噪声和学习。我们不会每次都自动化地以同样的方式回应同样的刺激。其发生有时缺乏明显原因，我们称之为不可测的噪声（noise）。但有时候，回应的改变有其原因，而不是因为噪声，原因是第一次回应行为在于建立反馈，通知下一次的反应模式（举例来说，当你骑新的自行车时，刚开始总是对停车距离小心翼翼，但每遇到一次紧急煞车，下一次对煞车的控制也会愈来愈好）。几乎所有行为都会影响未来的处理过程，所以心理学家在测试他人前，会先确定被测被试或是做过很多次要要求的事，因而不会再改变对该事物的反应；或是被测对象根本没做过那件事。

猜测心智如何运作的另一个问题，则是对他人何为做某事，或如何做某事所提供的意见，多半不太可信。二十世纪初期，心理学家过度依赖内省由此产生的混乱使行为主义一直主宰心理学直到七十年代。行为主义坚持，只视可靠的测量为心理学，排除对所有内在结构的参考。结果心理学被认为只是一门研究刺激如何连接至输出的学问。这使得心理学更为严格精确实验化（虽然有人会说更为无趣）。虽然认知心理学家保留行为学家对于内省的警告，但今天的心理学认识到，心智不只是单纯的刺激－反应联结。对认知心理学家而言，我们自认为做了某件事只是资料的一部分，不比他们测量到的其他资料优先，也不再是更为正确的事物²。

认知心理学带我们走向更长远的路。本书涵盖许多由认知和实验心理学所发现的现象，像是注意的瞬间空白[Hack #39]，还有相关事件回忆[Hack #87]。认知心理学开发出的方法，其严密精确度仍然重要，但已能与看到底层脑部结构的方法和支持处理这些现象的过程相结合。

附注

1. Daniel Dennett 有一篇短论 “Cognitive Science as Reverse Engineering” (<http://pp.kpnet.fi/seirioa/cdenn/cogscirv.htm>)，其中讨论到心智的哲学取向。

2. 心理学家 Daryl Bem 以“自我感知理论”将其格式化。他说道，“个体借由观察自己的行为 and 发生行为的环境，来推想自己的态度、情绪和内在状态。当内在线索薄弱、暧昧不清、无可阐明时，个体的立场便与外部观察者无异。”出自 Bem, D. J 的“Self Perception Theory”，在 L. Berkowitz (ed.)，*Advances in Experimental Social Psychology*, volume 6 (1972)。

HACK #2

脑电波：利用 EEG 取得概貌

EEG 提供脑部活动的时机概图，但没有太多详细资料。

脑电波 (electroencephalogram, EEG) 产生大脑表层的电子活动地图。幸运的是，大脑表层通常就是我们感兴趣的地方，例如脑皮层——这个负责复杂、高阶功能的部份是一层薄薄的细胞，贴附于脑部的最外层。概括而言，脑皮层的不同区域对应不同能力，因此某个区域可能与语法有关，而另一个区域可能负责运动侦测。神经无使用电脉冲传送信号，所以测量电磁场即可测量出相当良好的神经元活动图（关于神经元处理工作的忙碌程度）。位于头骨之外和皮肤表面的电极足够接近，因而能读取电磁场的大小。

小小的金属片利用导电胶粘在头上，位置经过平均分配，范围由两个到上百个电极不等，每一枚金属片都同时读取数据。输出可能是简单的各电极信号记录图，也可视觉化成一幅脑部活动的地图。

优点

- EEG 的技术广受理解，并已运用了数十年。对应不同状态不同电波活动模式，已经有相当程度的了解，像是：睡眠状态、癫痫，或是视觉皮层在眼睛活动时的反应。因为 EEG，我们才有 α 波、 β 波、 γ 波的概念，这三种波又与三种信号上的独特摆动相对应。
- 时间分辨率极佳。电波读数可以每毫秒读取一次，所以能精确地绘制脑部对刺激的反应。
- 相对便宜。一般家庭用具就足以自制 EEG。OpenEEG (<http://openeeg.sourceforge.net>) 项目，教我们怎么在家中开发低价的 EEG 装置，包括软硬件两方面的介绍。

缺点

- 空间分辨率较差。只能获得贴金属片部位的读数（最多可到一百枚，但四十枚左右较为常见）。就算记录了很多位置的活动，电信号却无法对自己来自大脑的哪一处提供精确信息。我们只能得到头骨表面的信息，但无法完

美地指出脑部的活动是什么，信号又是由脑部的何处产生。实际上就是说，EEG只能用于综观脑部活动，或是用于一英寸以上大小的区域的活动。（编注：一英寸约为2.54厘米）

— Myles Jones 和 Matt Webb

HACK #3

正电子断层扫描：以 PET 间接衡量活动

PET 是一种以放射线为基础的技术，能构建大脑及脑部活动的清晰三维立体模型。

正电子放射断层扫描（positron emission tomography, PET）比其他成像技术更有创伤性。它需要在血液中注射放射性化学物质，并观察放射线停在脑部的哪个地方——也就是“正电子放射”一词的由来。放射线的强度不会造成危险，但这项技术不应在同一人经常使用。

当神经元传送信号时，新陈代谢也更为旺盛。数秒后，带着氧气和葡萄糖的新鲜血液就来到此区域。使用水溶性的放射同位素，即可观测流至脑部各个位置的血流量，并能推论出需要大量能源、也就是需要大量血流的脑部活跃部位。

优点

- PET 可建立脑部活动的立体影像。

缺点

- 断层扫描需要庞大、昂贵的仪器，该仪器需能包含我们的全身。
- 接受 PET 的人需要注射放射性化学物质。
- 虽然在过去三十年以来，影像分辨率已有改善，但 PET 仍无法产生与其他科技一样良好的影像细节（大约可观看一厘米以上的活动）。
- PET 不太适合观察时间性的脑部活动。快照时间需要数分钟。

— Myles Jones 和 Matt Webb

HACK #4

功能性磁共振：当今发展状况

fMRI 能产生高分辨率的脑部活动动态影像。

功能性磁共振成像（functional magnetic resonance imaging, fMRI）是脑部成像之王。磁共振成像不具创伤性，而且也没出现已知副作用——除了对幽闭恐惧症者。磁共振扫描，需要躺在很大的电磁体里，才能暴露在必要的高磁场中。有点像是滑入大型的纯白棺材中，还会有一点吵。

磁场把脑中的氢原子推成全体“起立”的状态，并以相同的频率振动氢原子。射频无线电波脉冲以相同频率发射，使分子“共振”，并于分子失去能量回归“正常状态”时产生无线电波。发射的信号依分子位居的身体组织不同而异。借由记录这些信号，即可建立脑部解剖结构的立体地图。

MRI 不算新科技（在 1970 年代即可行），不过一直要到 1992 年，才以 BOLD fMRI 的形式应用于心理学。为了获得脑的功能图像，BOLD fMRI（blood oxygen level dependent，血氧浓度相关磁共振），依据缺氧血带磁性（因为血红素含铁），因而使得 MRI 图像较暗的事实。当神经元活跃时，新鲜血液便冲走脑部较活跃区域的缺氧血。

结构 MRI 需花很多时间，fMRI 却能每隔数秒获得整个脑部活动的快照，而分辨率还高于 PET [Hack #3]。fMRI 可以检视 2 毫米内脑部的活动量，并据以建立完整的脑地图。对特定实验，一系列 fMRI 快照将以单一高分辨率 MRI 扫描构成动态图像，实验者即可看到活动脑区的确切位置。

现在许多的认知神经科学的研究用到 fMRI。这种研究方法还在开发和持续改进，但已经获得了极大的成就。

优点

- 对观察活动模式的改变而言，是优秀的空间方案，也是足够好的时间方案。虽然不像 EEG [Hack #2] 一样容易看出脑部的改变，但 fMRI 在空间解析上的优势，代表它足以观察脑部在处理过程中改变的部分，例如回想或观察面孔的过程。

缺点

- 机器笨重、高磁场，而且非常昂贵。
- fMRI 还是新技术。它很复杂，需要计算能力和兼顾物理及脑知识的高技术团队。

— Myles Jones & Matt Webb

HACK #5 穿颅磁刺激：大脑开关

刺激或压迫脑部的特定区域，接着等着看发生了什么。

穿颅磁刺激（*transcranial magnetic stimulation*, TMS）不像 EEG [Hack #2] 或 fMRI [Hack #4] 是成像技术，但能与这些技术一起运用。TMS 使用磁脉冲或振

荡磁场，暂时性诱发或压抑脑部的电波活动。不需要庞然大物，TMS 只需要能围住头的小型仪器，而且到目前为止，还没有发现副作用。

神经元使用电波脉冲沟通，所以能产生电波活动是其优势。如果瞄准视觉皮层，我们能刺激或抑制选定的区域，造成幻视或局部盲点。两种用法都能协助发现脑部各区域的功能。如果实验被试经历了肌肉抽搐，TMS 大概刺激到了行动控制的神经元；在视觉系统的不同点刺激出幻视，则可发现处理的顺序（举例来说，可用于发现扫视[Hack #17]期间视觉被切断的地点。）

阻止某个区域的反应也很有用：如果关闭皮质上某个区域的神经元，能阻止实验被试认知动作的话，对于该区域的功能便是莫大的提示。这种发现，以前只能由脑局部损伤的病患获得，现在 TMS 能让我们进行更有组织性的实验。

TMS 再搭配脑部成像技术，就能看到脑部相关区域对电磁波刺激的反应，从而揭示脑部结构。

优点

- 直接影响神经活动，而不是测量其活动。

缺点

- 无害，但还在早期发展阶段。

参见

- “Savant For a Day”，Lawrence Osbourne 著 (<http://www.nytimes.com/2003/06/22/magazine/22SAVANT.html>; http://www.cognitiveliberty.org/neuro/TMS_NYT.html)，纽约时报上有篇文章叙述 Lawrence Osbourne 的 TMS 实验，他的大脑的高层功能受到抑制，显露出不同类型的智能。

— Myles Jones & Matt Webb

#6 神经心理学，10% 传说，为什么我们使用整个大脑

神经心理学借由研究失去脑部不同部位的人们而得知其作用。这不但是认知心理学中最早的技术，也驳斥了人类只使用十分之一大脑的传说。

在众多关于脑部，而且很多人相信的非科学名言中，最常见的也许是人类只使用脑部的十分之一的“事实”吧。

在里约热内卢，最近曾对大学学历以上的大众做过调查，大约半数人认为这个

“10% 传说”是真的¹。若在世界其他地方实施相似调查，也没有理由假设调查结果会完全不一样。想到 10% 传说多常被认为真，很多人相信这项传说就不那么让人惊讶了。其持续流行的程度促使一名作者陈述说，10% 传说的“上架期比货架上的样品还久”²。

这种普遍的认知从何而来？

现在很难找出“10% 传说”的起源了。有人说这是爱因斯坦讲的，但没有证据。没错，我们人类的确还有许多闲置的储存容量，这件事也与我们奋发向上的文化观相符，同时还加上弗洛伊德的概念——人的心灵多半处于无意识状态。的确，这项传说从 1929 年就开始用于心理自助的作品³。数字 10% 的简洁与无穷的潜力，是这项迷思历久不衰的深层因素。

— A.B. —

认知心理学研究脑部损伤病患，以及损伤带来的心理影响。正如认知心理学作为脑部各区域功能的重要信息来源，这门学科也对“10% 传说”提供了绝佳反驳：如果我们只使用脑部的 10%，那你高兴少掉哪一块呢？从认知心理学可以得知，不管少了脑的哪一部分，都会使我们失去某种能力，或不再能驾轻就熟地运用这种能力。整个脑部都在使用中，而不只是 10% 而已。

无可否认，我们对于大脑各区域的对应功能还不够清楚，但不代表这些功能能在缺少其余 90% 的状况下执行。

除了反驳无用、但大家都知道的琐事，认知心理学还有更多用途。借由观察失去某些大脑区域后余下的心理机能，我们可以知道脑部各区域，对于某项功能的必要及非必要性。借由观察同时丧失的功能，以及在不同脑部损伤案例中个别失去的功能，还可以知道功能是如何构成群组及区分。在认知心理学发展早期，有两项著名的发现，也正好是关于两个语言处理区域。位于额叶的布洛卡区（Broca's area，因认知心理学家 Paul Broca 而得名）支持语言的理解及产生语言结构，布洛卡区受损的病人，只能使用夸张的单字表达意思。位于颞叶及额叶交汇处的维尔尼克区（Wernicke's area，因 Carl Wernicke 而得名），则支持语义的产生及理解，维尔尼克区受损的病人讲得出文法正确的句子，却是几乎没有意义、难以解释的“字汇大拼盘”。

另外一条反驳“10% 传说”的线索，则是脑成像的研究 [Hacks #2~#4]，这门研究在过去几十年中呈指数扩展。这项技术能在认知任务期间，测量出脑部特定区域的血流是否增加。尽管仍在争议从脑成像推断功能位置的合理程度，但有一点非常清楚：脑部没有“黑洞”，所有区域都曾在某项任务中“点亮”。没错，构成皮质的神经元，在任何时刻都处于某种程度的启动状态，即使在我们睡眠中亦然。

第三条争论则是演化论。人类的脑部是项非常昂贵的器官，虽然只占全身重量的2%，却大约需要心脏供给血量的20%及其中所含的氧气。演化论的观点很直接了当：这么耗资源的器官，闲置的容量却是使用区域的十倍大，这么没效率的事听起来合理吗？

第四点，发展研究指出，若神经元未在成长初期使用，很可能永远无法恢复或正常运作。例如说，如果视觉系统没在非常狭窄的发展窗期（developmental window）接受过光线和刺激，神经元便会萎缩，视觉也不会发展。如果视觉系统被限制某种刺激，例如垂直线段，则发展出的视觉便会缺少对这类刺激的认知。脑部其他功能也依赖类似的活化，才能正常发展。如果脑部的神经元真的有九成没在作用，而只是坐以待毙的话，可能在青春期就已经无法使用了。

从这里看得出来，“10% 传说”无法在批判思考的面前站稳立场。但有两项因素使得情况稍微复杂了点儿，它们曾在某个时期搅乱了春水。

第一项，小时候得过脑水肿的人，脑中有“洞”但一样行动正常（洞是指充满液体的脑室，每个人都有，但脑水肿会使脑室极端扩大）。这种现象曾是煽情电视纪录片的焦点，其要旨在于：即使少了大部分的脑，我们也能过得很完美。这类主张是一厢情愿的误导——这个现象，其实证明了在发展的特定时段，倘若某项功能的“标准”区域发生问题，脑部具有可转移该功能至不同区域的非凡能力。但目前已知，这种“神经可塑性”似乎无法套用在成年后才遇到的大脑损伤上。正如稍早的讨论，脑部发展仰赖活动——同样的事实能解释经历过脑水肿，但还是能正常运作的原因，并使90% 无用的脑部看来极端不可能。

第二项，以某种不够真诚的意义而言，我们的确只“使用”脑部的10%。脑部的胶质细胞（glial cell）约为神经细胞的十倍。胶质细胞的角色是支撑神经元，神经元则是携带脑内带电化学信号的细胞。因此，是可以说脑皮层大约有10% 直接与认知行为相关。

但10% 传说的支持群众并不是这个意思，它的重点总是在于心智层面，而非实际的脑部。10% 传说的主张，其实类似说人类只用了10%的潜能而已（虽然“潜能”无法测量，从一开始，加入百分比就是个误导）。

Uri Geller 在他的著作 *Mind-Power Book* 中，对“未开发的潜能”做了一番诠释：

我们的心智能承担非凡、不可思议的技巧，但我们却未使用至最大限度。事实上，多数人只用了脑部的10% 而已。另外90% 充满了未开发的潜能，以及未发掘的能力，也就是说，我们的心灵只以非常有限的方式运作，却未全面伸展。

脑部和心智的混淆使议题失焦,也为10%传说的主张带来一丝科学的可信度,因为它讲的是实际的脑部,而不是未知的心灵。

但是,大脑容量有90%放着没用,也不是事实。神经心理学的研究显示大脑会依据经验[Hack #12]调整功能,是事实——这对病患是个好消息。多数部位能恢复部分失去的功能。脑部能从非常巨大的损伤中存活,依然能够工作,也是事实。(从喝下两瓶啤酒和倒两瓶啤酒到计算机硬盘的差别,你就能知道脑部对伤害的容忍程度有多强。)但以上事实不代表我们有90%的潜力等待开发,而代表我们需要整个大脑的可塑性与对伤害的抵抗力,来持续一生的学习与运作。

简而言之,10%的传说并非事实,但它提供自我开发一种直觉的很有诱惑的承诺。这项传说的存在至少有八十年之久,尽管缺乏现代科学知识的基础,也至少被神经心理学驳斥了近乎一百五十年,但只要人类渴望着更伟大的自己,它就会继续存在下去吧!

附注

1. Herculano-Houzel, S. (2002). Do you know your brain? A survey on public neuroscience literacy at the closing of the decade of the brain. *The Neuroscientist* 8, 98-110.
2. Radford, B. (1999). The ten-percent myth. *Skeptical Inquirer*. March-April (<http://www.csicop.org/si/9903/ten-percent-myth.html>).
3. 关于10%传说,可参考Beyerstein, B. L. (1999), Whence cometh the myth that we only use 10% of our brains? In Della Sala (ed.), *Mind Myths-Exploring Popular Assumptions About the Mind and Brain*. New York: John Wiley and Sons, 4-24, at snopes.com (<http://www.snopes.com/science/stats/10percent.htm>); 另外有两篇在线论文亦可参考: Eric Chudler, "Do We Use Only 10% of Our Brain?" (<http://faculty.washington.edu/chudler/tenper.html>), 及 "Myths About the Brain: 10 Percent and Counting" (<http://www.brainconnection.com/topics/?main=fa/brain-myth>).

—Andrew Brown

HACK #7

认识中枢神经系统

导览脊椎和脑部。认识这两个器官的部位及其功能。

中枢神经系统可以想象成香菇状,脊椎是菌柄,脑是菌伞。本书的黑客密技多半来自神经元的特色,也就是包覆着脑部表面(但非全部)的那层薄薄的高传导细胞。所以我们先从脑部外层开始逐步深入。

我们全身的感官和肌肉，都与神经连接，一簇簇神经元传递着信号。神经元有很多种类型，但在身体里大致相同；它们携带电流，像接力赛一样行动，从一个神经元把信号传到下个神经元。这就是信息如何从皮肤表面传递的方式，以电流信号的形式流动，也是肌肉接受动作指令的方式。

这时的神经接向成对的脊椎神经。每一对神经都是一个（对实体的触感）接收器，另一个则为反应器——这些触动作用于肌肉和腺体。脊椎还没有真正的智能，但已能下达某些决策——例如反射作用。例如高热这类紧急信号，就能在信号到达脑部之前，先触发反应器（例如移动某块肌肉）。

脊椎神经是神经脉冲在身体里上上下下的导管：触觉脉冲向上传至脑部，脑部的运动区域则回传信号。在脊柱中，信号聚集至三十一对神经（仍是触觉与运动），最后汇集至颈部顶端，通向脑部。

大约跟嘴平行、位在后脑中间的位置，就是脊椎神经连接脑部本身的地方。脊椎神经的顶端被称为脑干（brain stem），像根胡萝卜似地延伸至脑部，约至与眼睛平行的位置为止。

脑干与一些中央区域被称为后脑（hindbrain）。从脑干外侧开始，脑的另一大区域是小脑（cerebellum），约在整个脑的后下侧；还有前脑（forebrain），几乎是脑的其他部份，包括脑皮层（cortex）在内。

后脑的行动多半为自动反应，像是：呼吸、心跳、血液的规律供应。

小脑是古老的脑——几乎像是演化中，首先执行高层脑部功能的产物，负责协调感官和行动。小脑在学习和行动控制上，扮演很重要的角色，若予以切除，会造成独特的抽搐。小脑从眼、耳，以及平衡系统接收输入，然后传送行动讯号给脑干。

后脑上方是中脑（midbrain）。人类的中脑不算大，但蝙蝠之类的动物却拥有较大的中脑，这个器官相当于听觉讯息的中继站，因为蝙蝠的听觉十分敏锐。对人类而言，中脑的作用是连接层，它与脑干相连并深深穿入前脑（即高层处理功能所在位置）。其部分作用为控制行动，连接一部分高层脑部与运动神经元；另一部分功能则成为某些未经过脊柱、直接进入脑部的神经的集散器，例如眼球运动。

我们的旅程已到了尾声。前脑，也称为大脑（cerebrum），它是一团盘根错结的球体，分成两个半球——也是我们熟知的脑部图像。大脑中央深处，就在包围着脑干和中脑的地方，即是边缘系统（limbic system）及其他原始系统。边缘系统关系到基本而自动的反应（例如情绪），还包括颞叶皮层的最顶端、海马（hippocampus）及杏仁核（amygdala）；在某些论点认为也包含下视丘（hypothalamus）。对爬虫类而言，这些就是前脑的全部构成，是一个复杂的嗅觉系统：味道在此处分析，并触发觅食或战斗等行为反应。

神经学家的笑话：下视丘控制四种生活本能中的F：战斗（fighting）、逃避（fleeing）、觅食（feeding）及交配（mating = fxxking）。

— T.S.

对人类而言，边缘系统已经过调整，它仍然处理嗅觉，但以系统中的海马为例，这部份现在与长时记忆和学习相关。处理感官输入（包括鼻子以外的其他部位，因为嗅觉直接送入下视丘了）的绕径系统（routing systems）也仍存在，并散布在前脑各处。信号可能来自大脑的其余部位，然后启动或控制边缘系统，就像其他动物一样，边缘系统会受情绪影响。但我们人类有所不同，那就是大脑的其余部分还很大。在宛如菌伞的这部分，还可以再分成四大块脑叶，在观察大脑照片时即可分辨出来；总共占了脑部重量的90%。覆盖在大脑表面、皱折起伏宛如地毯的东西，就是脑皮质层（cerebral cortex），是一层高度相互联系的神经元，如果说有任何进化可以为人性的特色负责，那必定是皮质层。想更加了解脑皮质层的功能，请参考皮质层与脑叶之旅[Hack #8]。

做为导览手册，本单元还应该加入专业术语和一份中枢神经系统的示意图。我们解释过的脑部区域，以其发展及外观为基准。但还有关于功能的描述，例如视觉系统[Hack #13]就横跨所有区域。功能描述多半闻其名即能知其义，只要记得功能多半都位于左右脑半球上，并包括连接其中的桥梁。

另外还有位置的描述，依照脑分布的方式形容，虽然一开始看来有点让人困惑，不过都是经常使用的名词，留份小抄比较方便，如图 1-1。

这些名词用于描述脑中的方位，并以前缀的形式冠于使用的区域前。（如 posterior occipital cortex 是指枕叶皮质的后侧。）

不幸的是，脑部各区域的命名格式有好几种，而且这些大纲之间对区域的划分看法不见得一致。同一功能区域在不同物种间却有不同名称。不同的区域叙述也会使用不同的大纲及惯例。神经心理学家可能会提到“布洛卡区”，但神经解剖学家却可能讲“Brodman 44, 45, 46 区”，但都代表同一个区域。“皮质层”（cortex）就是“新皮质”（neocortex），也是“大脑”（cerebrum）；老鼠的同功能区域却称为“前脑”（forebrain）；现在你知道有多混乱了。再加上很多区域还有子分区（例如体感觉皮质区在顶叶，而顶叶又是新皮质层的一部分），有些子分区被不同学者摆在不同分类之下，使得情况更加混乱。

参见

- 神经解剖学，有三个绝佳的在线资源：Brain Info (<http://www.med.harvard.edu/AANLIB/home.html>)、The Navigable Atlas of the Human Brain (<http://www.msu.edu/~brains/humanatlas>)、The Whole Brain Atlas (<http://braininfo.rprc.washington.edu/mainmenu.html>)。

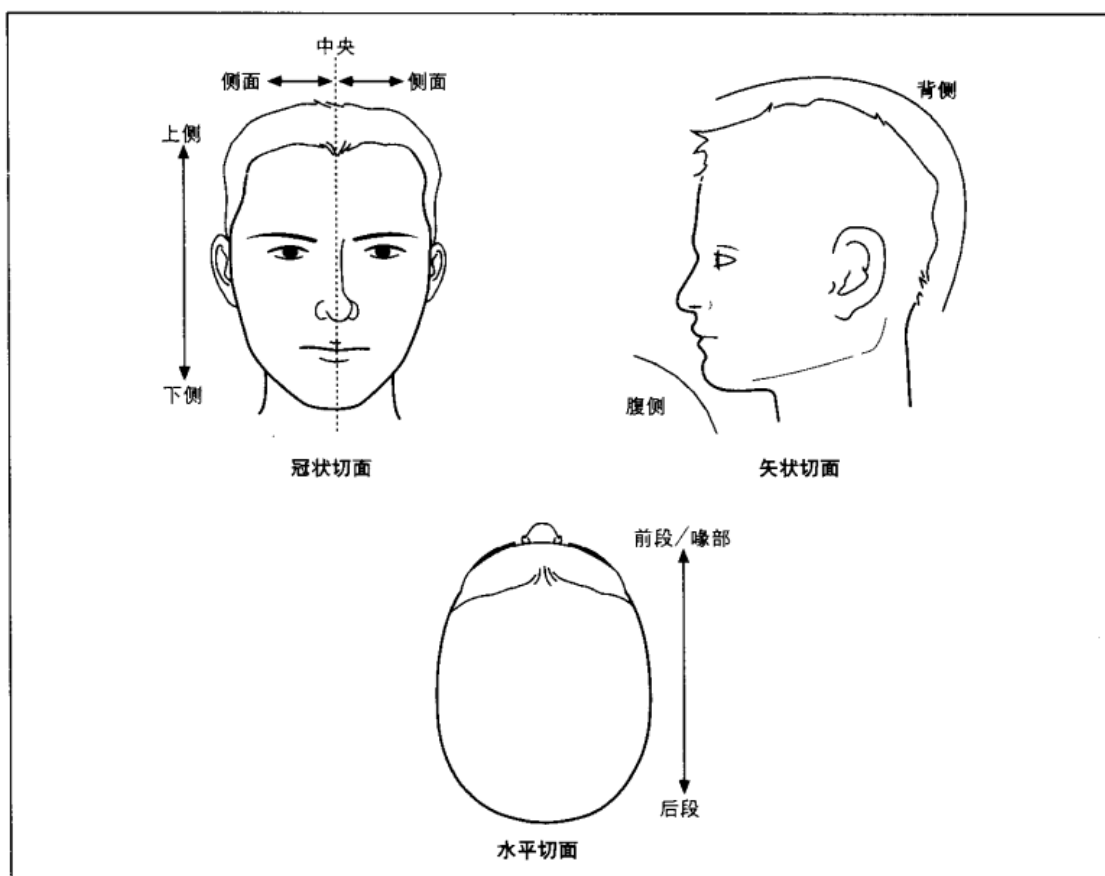


图 1-1：常见的神经解剖学标记

- The Brain Museum (<http://brainmuseum.org>) 收藏多幅精美的脑部图像，来自一百七十五个不同物种。
- BrainVoyager (<http://www.brainvoyager.com>)，是个设计 fMRI 资料处理软件的公司，他们提供了免费软件，可以让我们探索脑部的 3D 模型。
- Nolte, J. (1999). *The Human Brain: An Introduction to Its Functional Anatomy*.
- Crossman, A. R., & Neary, D. (2000). *Neuroanatomy: An Illustrated Colour Text*.

#8

皮质层与脑叶之旅

前脑，我们从图片得知的传统大脑印象，也是定义了人类独特性的部分。它包括四片脑叶，以及称为皮质层的薄薄表层。

每次看到人类脑部的图片时，会被注意到的主要事物就是一团圆形、纠结的脑部。这是大脑，它覆盖脑部其他区域及中枢神经系统[Hack #7]。

要找到探索大脑的快捷方式，我们需要知道几件事。大脑分成两个半球，左脑与

右脑；也分成四片脑叶（不同脑叶会以特别深的皱折区分）。从外观看到的脑部皱折是真的皱折：大脑是折叠起来的广大平面，也是皱折这么深的原因。如果摊开皱折的话，脑皮质层（cerebral cortex）的平面大约是 1.5 平方米，高度在 2-4 厘米。皮质层不算厚，但相当广大，也是处理所有工作的地方。皮质层平面的最外层是灰质（gray matter），由神经元构成。在几层神经元之下则是白质（white matter），连接神经元的纤维组织。皮质层的特殊，就在于它是人类的高层功能所在地。在这里，信息经过整合，并与脑部其他区域结合，用以缓和较本能的反应。皱折构造使人类能用相近尺寸的大脑，容纳比其他动物更多的神经元和连接组织。

脑叶

四块脑叶通常执行特定类型的功能。

把你的手指朝上，覆盖前额，底下大约就是额叶（frontal lobe）的位置。这个区域关系到规划、人际交往、语言，还有对脑部其他区域的控制与管理。

顶叶（parietal lobe）位在头部顶端到后侧，十指交握后，把手放到头部的上后侧，大约就是顶叶的位置。这个区域处理相当多知觉，结合信息并呈现你的身体及行动。视觉处理[Hack #13]中的物体自认模块也位于此区。

把手放在耳后，这里是颞叶（temporal lobe）的顶端，它在额叶之后、顶叶之下，蜷缩在整个大脑的下侧。听觉就在此区域处理，想必没什么好惊讶吧！这个区域也要处理语言（例如记忆词汇）。特别左脑的颞叶是与语言相关（非关语言的声音则由右脑颞叶处理）。颞叶的末端与边缘系统（limbic system）的海马（hippocampus）相连，并与长时记忆相关。

最后是枕叶（occipital lobe），就在脑部后侧，大概是头部的中下侧。它是最小的脑叶，视觉皮层位于此区。

脑的左半球与脑的右半球借由另一种组织相结合，这种组织深埋在脑叶底下，称为胼胝体（corpus callosum）。胼胝体是整个神经系统中最大群的神经纤维。当知觉信息分别从两个脑半球传入时（例如视觉），胼胝体负责组合这些信息。它被一层厚厚的髓磷脂（myelin，或称髓素）覆盖着，髓磷脂可以加速神经细胞间的电流传导，也是让两个脑半球的视觉皮层，能像相邻区域般一起运作的重要原因。想到胼胝体连接着相隔几厘米远的区域，这个结果还算不错，毕竟细胞间的距离通常只有一两毫米而已。

大脑皮质层

皮质层，即脑叶的表面，依功能分成不同区域。当然，其划分不太精确，而且区

域间高度相关，并相互交换信息；但皮质层表面，或多或少表面的小区域负责视觉信息的边缘侦测，或是用于移动物体的侦测工具，位于脑部高层功能的某处。



皮质层的各个分区，已于本章稍早的脑成像单元中提过。

皮质层的感觉区域依照地图式的特征描绘，呈现来自感官的信息。称之为地图，乃是因为输入信息的连续变化，会由处理该信息的皮层位置来回改变而显现出来。在视觉皮层中，视觉空间由视网膜保护。这份具空间性的地图，为早期视觉处理阶段所保留，也就是说，如果有两个事物的位置相邻，我们将会以视觉皮层上的相邻区域予以处理，至少在刚看到这两个事物的时候。这个处理情形很像储存在底片上的影像，但跟储存成 JPEG 档的影像有所差异。在 JPEG 档案里，我们无法指着两个相邻的档案片段，然后说片段在变成影像后也是相邻的像素；但底片和视觉皮层则可确定事物的相邻。相似地，听觉皮层也会建立听觉的地图，除了依照声音传来的位置而建立，听觉皮层还有一份记载声音座标架构的地图（也就是音调测量（tonotopic））。在脑皮层里有份真正的地图，标出全身表面，称之为知觉模型（sensory homunculus）[Hack #12]。从各知觉区域的面积，即可看出大脑赋予该区域的重要性。地图中央是主要的视觉皮层，与对应的视网膜中央窝，其分辨率非常高；这个区域就跟其他视觉地图的总合一样大。

在讨论皮质层时，也表示我们讨论的功能与大脑其他部位高度整合。使人类成为万物之灵的要素，以及储存意识的容器，当然不只关系到皮质层：人类整个大脑的功能都已经改变，我们拥有人形躯体与神经系统，我们生存在大脑反映出适应结果的环境中。但最重要的仍是皮质层，我们才会存在于此时此地。

HACK #9 神经元

就在你我的脑中，有场名副其实的电磁风暴正在发生：一百亿个彼此发射出电磁信号的脑细胞，负责你的每个想法及行为。

神经元（neuron），又称为神经细胞（nerve cell）或脑细胞（brain cell），是一种特殊化的细胞，能透过纤维传送电磁脉冲给另一个神经元。也是构成每个人身上独特电路图的线路。

接下来是非常简化的神经细胞功能描述，无论神经是从感官传送信号给脑部、或从脑部传到肌肉，或是收送来自其他神经细胞的信号。最后一种是我们最有兴趣的类型，多数人喜欢以“神经元”称之。（不过，所有神经细胞都共享相同的基本构造。）



千万别以为这儿讨论的一般结构就是一切。神经元设计的纤巧复杂让人难以置信，它是结构和噪声的交互影响，是电流、化学物质和生物的交互影响，是空间和机能的互动，形成了无法以简单规则定义的信息处理过程。¹看过神经结构的复杂，或许你会想研读 *Molecular Cell Biology* (Harvey Lodish、Arnold Berk、Lawrence S. Zipursky、Paul Matsudaira、David Baltimore、James Darnell 著，W. H. Freeman 出版，<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/bv.fcgi?call=bv.View..ShowSection&rid=mcb.chapter.6074>)，不过，任何高级教程的细胞生物学或神经科学教科书都能补充此处不足的知识。

神经元是由带着长长分支的细胞体构成——分支可以非常长（像长颈鹿的神经分支即可像它的脖子那么长），也可以非常短（只要能碰到邻近的神经元即可，长不过毫米）。信号沿神经单向传递。接受输入的分支名为树突（dendrite）。向外传递、一般也是较长的部分，称为轴突（axon）。每个神经元多半只有一根长长的轴突，轴突末端分散成许多末梢，并连接至其他神经元，最多可达一万个神经细胞。轴突与其他细胞树突的汇合处，称为突触（synapse）。利用称为神经传导物质（neurotransmitter）的化学物质，信号才得以跨越突触沟（synaptic gap）。每个神经元只会释放出一种神经传导物件，即使它有接收许多来源的受信器亦是如此。电流到达轴突末端时，即触动神经传导物质的释放，越过沟渠（不过这道沟非常细小啦）并粘上至另一端的接收器，也就是神经元上，调整为连接这种特殊化学物质的部位。

神经元间的信号传导虽然使用化学物质，但内在仍是电子讯号。电子讯号以动作电位（action potential）²的形式随着神经传送。这也是脉冲（impulses）、信号（signals）、棘波（spikes）等用语的由来，或在脑部造影用语中称呼脑部区域点燃点（firing）或激活（lighting up）（因为在制作脑部图像时，有活动的区域看起来就是这种感觉）。动作电位是脑部信息的基本单位，是神经交易市场的通货。

下列是两项最为重要的计算特质：

- 电位是二进位讯息。神经元只有点燃或没点燃两种情形，而每次点燃时的信号尺寸都一样（稍后将有详细说明）。二进位信号，可以阻止信息在长距离传递中变得稀薄无力，尤其是在两个神经元的距离与他们操作的分子刻度相比较很长时。
- 神经元依照信号传送的速度来做信息编码，而不是根据信号尺寸。较强的信号闪烁的频率比较高，而不是以单个的峰波来传送。这称为速率编码（rate coding）。

结合这两项特质，表示大脑真正的语言，不只是一系列峰波（由神经元传送的信号），而是具时间意义的信号。

后突触神经元（位于突触接收端的神经元）是否产生新峰值棘波、新脉冲，将受下列因素的综合影响：

- 神经传导物质的释出量
- 与其他神经释放的传导物质交互影响
- 神经元在时间及空间上有多接近
- 神经传导物质的释出顺序

上述短期信息都受到任何过去的神经互动历史影响——像是某个神经元点燃另一个神经，当它们因为不同理由，而同时被子点燃时，会稍微调整互动发生的可能性。³



信号的峰波经常发生：最高速细胞的最高速率，可达到每二毫秒发生一次（位于听觉系统，详情请见第四章）。不过，信号发送的平均速率，反应出脑部表现和传送信息的速率，所以无法测量个别信号的实际耗时。大脑似乎发展出一套内部沟通系统，系统中只对信息的一个方面——只对“时机”加上噪声，而不是加在传输的信号尺寸上。噪声是任何生物系统都具备的特性，所以在最复杂的器官中发现噪声也不足为奇。噪声[Hack #33]甚至在大脑处理信息时扮演了重要角色。

在神经传导物质携带着信号越过突触沟后（视情况也可能并未携带信号），即分解成特殊酵素，并重新被神经元吸收，准备在下个信号来临时再度释出信号。许多迷幻药品，就是影响特定神经传导物质的释放速率及释放量，也影响传导物质分解及再吸收的速度。

在“为什么人类的行为方式不像电梯按钮”[Hack #11]，还有“调整”[Hack #26]等单元中，呈现了某些使用神经工作的心理推论。<http://www.foresight.gov.uk/cognitive.html> 介绍神经化合作用的概观。这是英国贸易与工业部门下的计划，目标是让神经科学家和电脑科学家合作总结各自其领域内最新进展，总结人工认知系统的发展趋势。

附注

1. Gurney, K. N. (2001)。Information processing in dendrites II. Information theoretic complexity. *Neural Networks*, 14, 1005-1022.
2. 关于纤细优雅的电气化学之舞，也就是让二进位信号得以传输的关键，可以在人类生理学讲义里关于“作用电位”的篇章中找到说明，例如：<http://members.aol.com/Bio50/LecNotes/lecnot11.html>、Neuroscience for Kids (<http://faculty.washington.edu/chudler/ap.html>，中译版“小小神经科学”，http://www.dls.ym.edu.tw/neuroscience/neurok_c.html)，还有 The

Brain from Top to Bottom project (http://www.thebrain.mcgill.ca/flash/a/a_01/a_01_m/a_01_m_fon/a_01_m_fon.html)。

3. 这是另一个故事了——叫做“学习”的故事。

参见

- 神经元的诞生、发展与死亡也是个有趣的故事，我们无法在书中叙述。National Institutes of Health 对这个主题有些不错的介绍：http://www.ninds.nih.gov/health_and_medical/pubs/NINDS_Neuron.htm。
- 神经元其实只占脑部细胞的十分之一不到，其他90%~98%为胶质细胞，作用是发展和维护——也就是脑部的系统管理者。最近的研究也显示出，胶质细胞在信息处理上的作用比以往猜想的更为重要。在Scientific American (volume 290 #4), “The Other Half of the Brain”，可以读到相关文章。

HACK **#10** 侦测认知功能对皮质层血流的影响

当你积极思考的时候，心跳会明显加快。

脑部所需的氧气供应量，约占全身的20%，即使在休息睡眠中也是如此。就像身体的其他器官，大脑工作时，也会需要更多葡萄糖、氧气和各种必需养分。许多测量脑部功能的扫描技术即利用这个特点。例如含氧血与缺氧血暴露在强力磁场时，形成的电磁信号会稍有不同，且含氧血较接近活动中的脑部区域；功能性磁共振成像(fMRI)[Hack #4]，就受惠于此项发现。正子断层扫描(PET)[Hack #3]，则需注射带有微量放射性的葡萄糖，从而读取最活跃、最需葡萄糖的大脑区域的连续信号。

有一项技术称为颅内血管超音波检查(transcranial Doppler sonography, TCD)，使用另一种方式，测量对象是静脉及动脉的血流量。这项技术利用超声波，因其反射波形会随着血流率比例而改变，遂能测量对脑部的血流供应变化。在做不同心智任务的比较时，这项技术特别有用。然而，就算没有TCD，我们还是能靠着测量脉搏，查觉大脑活动增加对血流的影响。

实践经验

在这次实验中，需要找一位好友帮忙测量颈动脉跳动的次数，测量处就在两侧下颞骨棱角的下方。按压的力道不要太重，手指轻轻地按在颈部、气管旁边的位置，这样你的朋友应该能轻松找到颈动脉的位置。

首先测量安静时的脉搏。坐下来，放松几分钟，觉得自己够平静时，可要求朋友为你测量一分钟内的脉搏次数。在这段期间，闭上双眼，并试着清空思绪。

建立基准之后，再要求朋友为你测第二次脉搏，测量方式仍然相同。不过，这次你要试着回想知道的动物名称，愈多种愈好。保持平静，维持双眼合上的姿势，只放任思绪万马奔腾；如果中途想不出来，试着换个方向，让自己处于不停跳出想法的状态下。

在第二次实验中，你的脉搏多半会随着大脑完成任务需要的葡萄糖和氧气而增加。至于增加的程度则依各人而异。

工作原理

尽可能想出不同动物，是一种语汇流畅（verbal fluency）任务，测试我们想到字词的轻松程度。为了成功完成这项任务，需要结合多项认知技巧，例如搜寻记忆中的分类、创适并使用以策略想出更多动物名称（或许幻想自己行走于丛林中，或从回忆住家附近的动物开始），还要确认动物是否重复。

神经心理学家通常使用这项任务测试执行系统（executive system），这是结合心理技巧以解决问题、并达成目标的抽象系统，也就是用来回想动物范例的系统。脑部受伤（特别是额叶受伤时）可能会损坏这个系统，语汇的流畅程度即为评估系统功能的测试之一。

若使用 PET 扫描，可看出相似的语汇流畅任务，会使用大量的大脑资源和皮质层的大部分区域，尤其是额叶、顶叶、颞叶所在区域。¹

有趣的是，在实验中表现最佳的人，使用的血糖却比其他受试者低。我们可以多找几个朋友，重复先前的测脉搏实验以检验其中的关联，看看语汇流畅任务中表现最佳的人，他的脉搏是否也比其他人低。在这种状况中，获得高分的似乎是那些更有效率地运用大脑，而不是单纯地使用更多大脑资源的人。

虽然颈动脉测量跟 PET 扫描测得的大脑活动相比未免简陋，但仍是间接评估这类高需求心智任务的好方式，毕竟颈动脉支持脑皮层中部和前部的血流供应。也就是说，流经颈动脉的血液将供应给脑皮层的绝大部分，包括额叶、顶叶、颞叶及枕叶，因此对于供应大脑蓄势待发时所需的葡萄糖和氧气也很重要。

关于 PET 扫描有个问题，它虽然能定出脑部活动的位置，但在时间分辨性上很差；也就是说，PET 不适合检查血流的快速改变。TCD 则与之相反，这项技术能侦测非常短时间（毫秒）内的血流变化。Frauenfelder 与同事们使用 TCD 技术，在受试者完成需要特定认知技巧的任务（例如语汇流畅任务）时，测量脑皮层前、中部动脉的血流量。² 他们发现血流量每秒都在变化，根据受试者处理的任务内容而变化。脑部扫描可提供，完成某个心智活动所牵涉区域的重要信息，但像测量血流这样简单的方式，也能弥补其中的不足之处。

附注

1. Parks, R. W., Loewenstein, D. A., Dodrill, K. L., Barker, W. W., Yoshii, F., Chang, J. Y., Emran, A., Apicella, A., Sheramata, W. A., & Duara, R. (1988). Cerebral metabolic effects of a verbal fluency test: A PET scan study. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 10(5), 565-575.
2. Schuepbach, D., Merlo, M. C., Goenner, F., Staikov, I., Mattle, H. P., Dierks, T., & Brenner, H. D. (2002). Cerebral hemodynamic response induced by the Tower of Hanoi puzzle and the Wisconsin card sorting test. *Neuropsychologia*, 40(1), 39-53.

—Vaughan Bell

HACK #11

为什么人类的行为方式不像电梯按钮

强烈的信号会使反应时间缩短，但报酬亦会递减：刺激强度虽然一直增加，但反应速度的增加终会到达极限。关于刺激和反应速度的公式，就是 Pieron 法则。

我们经常有种错觉，在赶时间等电梯的时候，猛按电梯按钮好像能让它快点打开，或是所有按钮都按过一次也有同样效果。不知什么原因，我们就是觉得这样有效，虽然理智上知道这并不会起多大作用。电梯或是听到需求或是没听到需求，但我们发出需求的音量，对电梯抵达的时间长短并无影响。

但是电梯跟人类不一样。人类对较强刺激的反应确实较为快速，就连最基本的层次也是如此。较强的灯光会让我们更快踩下煞车，较强的巨大声响会吓得我们跳得更高。因为我们人类都是这样反应，所以才会倾向以为任何事物，例如电梯，也会有相同的行为方式。

实践经验

找个人，请他做件简单的事：坐在屏幕前，让他每次看到屏幕上有光点掠过时尽快按下按钮。如果人类和电梯一样，按下按钮所需的反应时间，应该不受光点亮度影响，也不应被光点数量影响。

但人类不是电梯，我们的反应的确因为光点较亮而较快。事实上，光点的物理刺激和反应的平均速度，将遵循一组称为 Pieron 法则 (Pieron's Law) 的数学等式，这个法则表明，刺激的反应时间与刺激强度相关，公式如下：

$$\text{Reaction Time} \approx R_0 + kI^{-\beta}$$

反应时间 (Reaction Time) 是刺激发出到我们反应为止的时间。I 是信号的物

理强度。 R_0 是对任何反应的最小时间，代表所有反应时间里不变因素的渐近值，例如光线到达眼睛的时间。 k 和 β 是常数，随着实验设定和特定参与人士而变动。但无论实验设定和参与者怎么改变，等式将形成如图 1-2 的曲线。

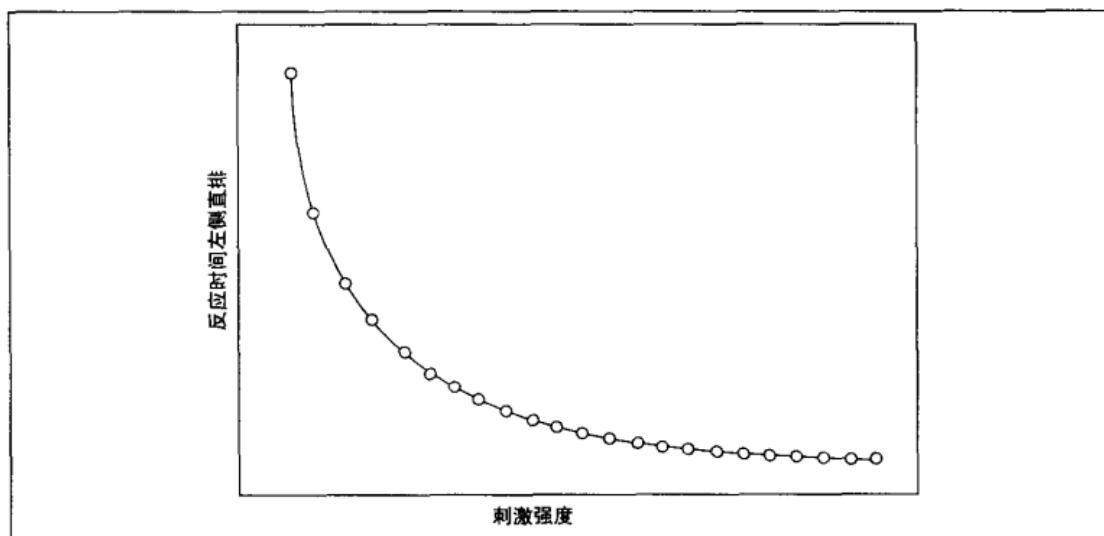


图 1-2：反应时间随着刺激强度而变化

工作原理

事实上，Pieron 法则适用于光、声音，甚至味道的强度。¹它说明人类处理信号及作出决定的基本原则——刺激的物理本质会运送至整个系统，进而影响反应的本质。我们不是二进位系统！实际的光子数量，或是声波的振幅，这些刺激让我们有所反应，并引发不同的反应方式。事实上，除了影响反应时间，刺激的物理强度也会影响反应强度（例如我们按下按钮的力道）。

Pieron法则的图形显示了这样一个结果：刺激强度低时，速度的增加显而易见，但随着刺激强度增加，速度很难再增加。跟许多心理物理学状况一样，速度改变呈对数轴。反向操作亦可成立：快速反应时间容易让人们减慢速度，而不是变快。

我们对不确定信息作决策的基本方式也符合 Pieron 法则。对你而言，有没有光点或许很清楚，因为大脑已经先帮你去除了不确定因素。至于在神经元的层面，每件事都不确定，因为所有神经信号总是有噪声的。

所以，当你等着光点出现时，你的神经决策硬件也正在审查输入的噪声，并试着判定证据是否充足、是否能断言：“就是它”。这么说吧，人类的反应时间，就是收集足够神经证据，证明某事发生所需的时间。所以Pieron法则可以适用于此；愈强的刺激提供愈多证据，提供愈多证据的方式产生的结果就如同前面所述的等式。

想了解原因可以这么想：Pieron法则是说明反应时间的改善程度，会随着刺激强

度增加（也就是证据累积的速率）而递减的方式。比如说，刺激强度是你的日薪，而反应时间是购买价值 \$900 元的假期行程。如果一天的薪水只有 \$10 元，就需要九十天才能达到目标。日薪增加 \$5 元，则只需六十天就可达成，比原本少了三十天。如果日薪再增加 \$5 元，则达到目标需要四十五天，只比上一阶段省十五天。随着薪水增加，存到度假所需金钱的时间也确实减少了，不过减少的速度渐渐变慢，如果你计算一下，其结果就是 Pieron 法则。

附注

1. Pins, D., & Bonnet, C. (1996). On the relation between stimulus intensity and processing time: Pieron's law and choice reaction time. *Perception & Psychophysics*, 58(3), 390-400.

参见

- Stafford, T., & Gurney, K. G. (in press). The role of response mechanisms in determining reaction time performance: Pieron's law revisited. *Psychonomic Bulletin & Review* (in press).
- Luce, R. D. (1986). *Response Times: Their Role in Inferring Elementary Mental Organisation*. New York: Clarendon Press. 了解反应时间模式的重要一站。
- Pieron, H. (1952). *The Sensations: Their Functions, Processes and Mechanisms*. London: Frederick Muller Ltd, Pieron 首次提出他的法则的书籍。

#12 建立自己的知觉人体模型

所有能力都是技能；熟能生巧，你的大脑会为常练习的技能拨出更多资源。

知觉小矮人 (sensory homunculus) 看起来跟人很像，不过所有比例都变形了。模型的双手大得跟头一样；有着大大的眼睛、嘴唇、耳朵和鼻子；却有细瘦的双手和双脚。这是什么样的人啊？告诉你，那就是你，是你的大脑认为的你。先看看小矮人，再看看自己的样子。

实践经验

Jaakko Hakulinen 的小矮人應用程式 (<http://www.cs.uta.fi/~jh/homunculus.html>; Java)，可让我们看到身体各部位，表征于感觉运动皮层中的位置。图 1-3 即为这个程式的示意图像。

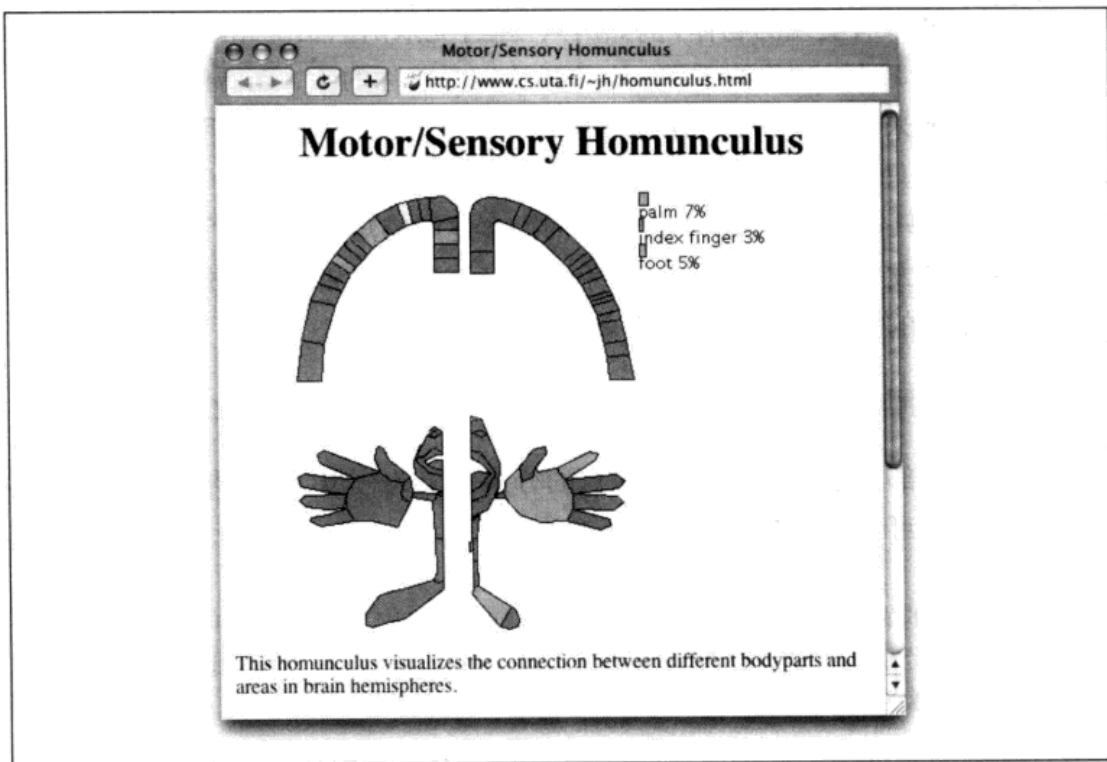


图 1-3：图中呈现的人体比例，系依照该感官于感觉运动皮层中所占比例大小而绘制；运动皮层列于左侧，感觉皮层列于右侧

这就是我们脑中的人。人体各部位、各感官的比例，依照感觉运动皮层贡献给该感官的资源多寡而调整。负责处理触觉的部位称为躯体感觉皮质区 (somatosensory cortex)，位于顶叶 (parietal lobe)，从头顶往两侧耳后延伸，比运动皮层区 (motor cortex) 更接近后脑。处理邻近身体部位的皮层区域也会彼此邻近，但因为将身体立体表面绘制成平面图的关系，有时无法如此安排。例如关于脚的区域，就与关于生殖器官的区域相邻。(代表生殖器官的皮质位在躯体感觉皮质区的最顶端，在两个脑半球间的沟槽处)。

这个应用程式可用于比较运动和感觉两者的大脑地图。运动图显示身体各部位如何表现动作，而不是感觉。虽然两者略有不同，但仍极为相似。当你用滑鼠按下小矮人身上的某个部位时，相对应的脑区域也会发亮。小矮人的左半身是依照初级运动皮层区的比例绘制，右半身则符合躯体感觉皮质区的比例。点按脑部区域或身体部位，均可开关对应身体部位所占的感觉，或运动皮质区百分比。图中的小矮人，也是依各部位所占皮质区的比例绘制，所以手才会比躯干大这么多。

看过图 1-3，再通过测量自己的触觉分辨率，应该可以了解身体各部分反映在躯体感觉皮层区所占的相对比例。这个测量实验需要有朋友帮你做这个分辨两点的测试。

拜托朋友找两个有尖端的物体，例如两只铅笔，先取两只铅笔相距五六厘米左右的间隔，然后同时碰触你的手掌。实验时请别看着你的手，别看你朋友的动作。以目前的五厘米间隔，你尚能分辨有两个尖锐物体。再请朋友只用一只铅笔，此时也能分辨出只有一个尖锐物体。接下来继续用铅笔碰触手掌，有时是两只铅笔，有时是一只铅笔，而且两支铅笔间的距离逐渐缩短。到了某个程度时，你将无法辨别你朋友究竟用了几只铅笔。手掌心应该能分辨相距的一厘米的笔尖。但在大拇指根部的分辨率可以达到几毫米。

换成对背部做同样的分辨两点测试，分辨率应该在四到五厘米之间。

以实际的身体部位的尺寸为分子，两点的分辨距离为分母，即可得到图表上各部位的尺寸，并可从这个实验中画出小矮人模型。



像我的背宽为35厘米，所以我的矮人背宽应该为九个单位（ $35/4$ 约为9）；手掌约为四十五个单位（ $9/0.2$ 约为45）。像这样计算单位能算出正确的比例，我的画像中，手是背部的五倍大。

上述例子只是身体的两个部位而已。想制作出像 Hakulinen 程式那样的小矮人（或是作得更精细，像伦敦自然历史博物馆的小矮人模型：<http://owen.nhm.ac.uk/piclib/www/image.php?img=87494&cat=6>），我们还需要测量整张脸、四肢、足部、手指、腹部……等各种部位。我想，你得找个很亲密的朋友来帮忙测量吧！

工作原理

脑部处理各种触觉的方式，就是处理各种输入的方式。脑部处理触觉输入的区域是一层平面，在其中处理输入的各种触觉值——各个触觉值则对应至实体空间的各个实际位置。以知觉为例，身体各部位均在躯体感觉皮质区中，有其代表位置：大脑有一套躯体感觉（躯体导向）地图。在听觉这方面，不同音调启动不同的听觉皮层：它有套音调测量（tonotopic）地图。视觉运作也同样，视觉皮层几乎都依据负责不同特征的神经元而组织成特征地图，并依据特征在视觉空间的位置而排列。

地图表示刺激的特性可以连续表征。这点在考虑各个特点的证据是噪声（换个说法，如地图上某部分神经元的点燃率）时变得重要，分辨噪声的方式，不是被用于计算何者为准确值的神经点燃绝对值，而是相对值。（请参考“实静似动”[Hack #25]在动作后遗症上的案例。）

愈多脑部细胞用于建立表征知觉或运动技能的地图，我们在分辨输入类型或控制输出时便愈为灵敏。通过练习，表征地图的改变将会是永久的改变。

扫描音乐家的脑部,可看到用于演奏乐器躯体部位的知觉皮质会扩大——较多神经元分至吉他手的指尖、或喇叭手的嘴唇。音乐家关于“音调空间”的听觉地图也会扩大,神经元调整为更能测查不同的声音¹,交响乐团的指挥,就是比其他人更能从众多声音流中探测到某种声音的来源。

音乐家在听觉或触觉方面的发达不令人惊讶,但脑成像证据显示一点——练习可以改变大脑用于理解这个世界的地图。这项事实,解释了初学者为什么很难察觉某些差异,但对专家而言却完全不同;同时,对我们一般人也是个充满希望的消息:只要练习,大脑就会收到讯息,并把更多资源分配给经常练习的项目。

附注

1. Miinte, T. F., Altenmüller, E., & Jäncke, L. (2002). The musician's brain as a model for neuroplasticity. *Nature Neuroscience Reviews*, 3, 473-478. (这篇文章是综述论文,而不是原始调查报告。)

参见

- Pantev, C., Oostenveld, R., Engelien, A., Ross, B., Roberts, L. E., & Hoke, M. (1998). Increased auditory cortical representation in musicians. *Nature*, 392, 811-814.
- Pleger B., Dinse, H. R., Ragert, P., Schwenkreis, P., Malin, J. P., & Tegenthoff, M. (2001). Shifts in cortical representations predict human discrimination improvement. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 98, 12255-12260.



第二章

视觉

Hacks 13~22

从眼睛收集的原始感觉（落在视网膜上的光线），到脑部对色彩、事物、运动、形状以及整个 3D 外界景象的丰富知觉，视觉系统在这两者之间存在一个断层，而且这个断层一直是个谜。本章将提示一些大脑填补断层的方式。

我们首先对视觉系统[Hack #13]、视觉的限制[Hack #14]，以及视知觉的活动性本质[Hack #15]进行概括的介绍。

视觉系统有些平常我们不会注意到的局限，例如盲点[Hack #16]，还有每日约九十分钟的眼盲[Hack #17]，其实这九十分钟是瞳孔转移时，视觉暂时关闭的时间。另外还有视觉系统为了使生活更轻松所采用的骗术或招数，例如：假设太阳在我们头顶正中央[Hacks #20 与 #21]、闪躲快速逼近的暗色区块[Hack #32]（便于快速闪避的招数），还有利用神经元的噪声[Hack #33]从视觉噪声中提取信号。

之后我们会介绍深度（depth）[Hacks #22 和 #24]和运动（movement）[Hacks #25 和 #29]知觉。（即，对运动的正确及错误的知觉。）最后则介绍一点视错觉“旋转蛇”（Rotating Snakes Illusion）[Hack #30]，它将所有人都骗过去了。毕竟，有时被骗一下也蛮好玩的。

HACK **#13** 了解视觉加工过程

视觉系统是个由许多模块和路径组成的复合网络，各模块均专精于不同任务，都对我们表征外部世界有所贡献。

谈到“视觉加工过程”时，大家都会把它想成自动自发的过程：眼睛就像摄影机镜头，捕捉一系列当时看到的景观影像，然后传给大脑处理；在“加工过程”（无论是什么加工）后，大脑便把影像加入以前关于世界的认识，然后决定头将转动

的方向……如此这般重复工作。如果人脑是电脑，也许视觉子系统就会像这样简洁的运作。

带着这个（公认为稻草人）范例，我们将展开视觉的旅程，旅程中将看到视觉处理有多么的不连贯。

光是把眼睛当成被动的影像接受器，我们就能找到稻草人的第一个错误。视觉加工从全身开始：我们四处走动，转动双眼与头部，捕捉视差等深度信息[Hack #22]。有些关于身体行动的决定，其实早在视觉处理初期就已下达，通常比物体识别、或意识理解更早。

互动视觉模式相当常见，在视觉加工到达意识知觉前，已包括许多反馈。从原始素材到处理过的视觉信号，其中确实有道程序，但这道程序是一段糊里糊涂、乱七八糟的过程。加工需要时间，大脑也有尽快使用抽取出的信息的明确动机；但使用这些信息前，不一定有时间等待加工“完成”。只要在视野内有个快速变暗的区域，好像有什么东西正隐隐约约地逼近，就能让我们情不自禁地后退一步以策安全[Hack #32]。这个例子就说明在视觉加工早期依然能对人的行为产生影响。

但先别把注意放在初期视觉系统的机制上，我们来看看其运用。这些加工的终点在哪里？当感知信息到达意识层面，另一个世界随即得到建构。此时不再只看到分离的色彩、形状，另外随时间的变化（眼睛能看见的），我们将能看到完整的物体。我们看到深度，也晓得物体何时移动。在我们把注意力放在某个物体上时，它好像特别显眼，其他东西则淡化为背景。有意识地，我们同时看到外界和大脑处理过的组合结果，因为要避开视觉限制（例如盲点[Hack #16]），并根据最佳猜测来决定反应。本章将完整走过视觉加工过程的生产线，以视错觉和视觉偏差说明一些视觉活动的细节。

但在深入探讨前，大概了解一下视觉系统（visual system）的确实意义也不错。我们从眼睛开始，看看信号如何从眼睛（几乎）直接通向大脑背侧的初级视觉皮层（primary visual cortex），以及信号如何由视觉皮层分成两大流向。其后，视觉信息散布开来，并与皮层本身的一般功能汇合。

从视网膜出发

光线落在视网膜上——位于眼球后的感光面——就某种意义而言，这个感光面已经处于大脑内部。整个中枢神经系统（脑部和脊柱[Hack #7]）包覆在几层薄膜里，最外面一层称为硬膜（dura mater）。保护眼球表面的眼白，就是硬膜的延伸，也就是说眼球其实跟脑同处一囊中。就像大脑有两部分凸出出来，并成为我们的双眼，而非独立成器官。

视网膜是一层位于眼球后方的细胞，包含一层感光细胞（photoreceptor），即探测光线并将其转换为电子信号的细胞。对于眼睛的大部分信号是聚合形成的——上百个感光细胞，传送其信号至稍远处的上一级的一个细胞。但在视网膜中央的地方叫视网膜中央窝（fovea），该处并无这个信号压缩机制。（感光细胞族群密密麻麻地遍布在视网膜上[Hack #14]。）中央窝的分辨率最高，细胞群聚于此，未压缩的信号随着其他细胞的信息一同向下送达视神经（optic nerve）。视网膜的感光细胞后面的神经元发出的神经纤维形成视神经，负责运送电信号至脑部，是信息离开眼睛的通道。因为离开眼球的位置无法放置感光细胞，所以我们的视野中有个黑洞（也就是盲点[Hack #16]）。

眼球后方

眼球后方的正中间，两眼的视觉神经在称为视交叉（optic chiasm）的地方汇集、分离，以新的方式重新结合。双眼视网膜的右半侧影像均发送至左脑，反之亦然（从这里开始，大脑的两个半球成为彼此的镜像）。左右脑的礼堂加工是在视野的中心区分的，这似乎有点怪，比依照眼睛区分怪多了；但这种划分能让同一侧大脑比较两眼观察的同一组景象，这是获得深度知觉的必要信息。

信息现在从视交叉直冲大脑后部，目标是视觉皮层区，也是实际工作真正开始的地方。在信号传送的路上，有个深埋在脑部的小小中继站，称为外侧膝状体（lateral geniculate nucleus）或 LGN。（当然在两个脑半球里各有一个。）



从这里开始就是有点乱七八糟的部分了。从视神经传来的每个信号，不见得都会到达视觉皮层。有些传给上丘（superior colliculus），一个类似紧急视觉系统的地方；上丘位于中脑（midbrain），协助决定头眼移动的方向。中脑是个进化中的较原始的脑部区域，与进化得较为发达的脑皮质和前脑相比较，中脑多半与较本能的反应有关。（参考“认识中枢神经系统”[Hack #7]。）所以，中脑看起来似乎都是低级功能。不过有件事很让人困惑，在上丘突然把紧急视觉信号推向意识层面时[Hack #37]，它可以影响高级功能。

事实上，LGN 不只是个单纯的中继站，它处理绝大多数视觉信息，处理来自一百五十万个细胞的信息。但 LGN 还接收大脑来判断的注意事项，同时也照常接收皮质层的输入，并将两者合而为一。在视觉特征从原始信息里被抽取出来前，来自他处的复杂输入就已加入其中——我们还不太清楚其中到底发生了什么。

视觉信号在这里发生分流。LGN 把信号分成两种，通过两条通路：粗糙、分辨率低（缺乏色彩）的信息走向 M 通路（magnocellular pathway）；高分辨率的信息走向 P 通路（parvocellular pathway）。虽然后面还会遇到很多十字路口，但这次分流将一直保留到视觉系统中。

进入视觉皮层

信号从 LGN 直接送入视觉皮层。在大脑后半部的下方（由头后方往上约脑部三分之一的高度，并向中间延伸），就是称为横纹区（striate）或初级视觉皮层（primary visual cortex）的部位。被称为“横纹区”，仅是因为仔细观察这个部位可看到深色条纹。

为什么有条纹呢？因为初级视觉皮层实际上由六层细胞组成，外面是一层厚细胞，可被细分，其中四层是从 LGN 出发的两条通路座落之地。来自 LGN 的投射建立了深色带状区，横纹区亦因此得名。但横纹区比 LGN 复杂许多，它包含了二十亿个细胞。

第一批加工过程在称为 V1 的区域内进行。V1 有一份视网膜地图，看起来蛮像是眼睛接收到的区域，只是有点扭曲。对应于视网膜中央窝（fovea，眼睛中央的高分辨率部分）的地图都放大了比例，因为这部份用到的细胞数就跟地图其他部分用到的细胞数量一样。

侧膝核（hypercolumns）特别位于储存地图的脑区上方，这是一层用于视觉处理程序的细胞，负责抽取基本信息。所以，有些神经元将在看到特定颜色时呈启动状态，有些则被某个角度的线段启动；有些构造复杂的神经元，则需要某个角度的线段移动至某个特殊方位才会启动。第一张地图和相对应的侧膝核构成 V1 区（V 是 vision 的略称），执行相当简单的特征抽取。

接下来的视觉加工区域是 V2 与 V3（V 一样是 vision 的略称，数字只是注记其顺序），也位于视觉皮层，加工方式也很类似。信息传给 V2 的地图，突然从 V1 跳到 V2，V2 地图是这区视觉加工过程的中心。从 V2 到 V3 也依循同样过程，而在每个阶段的结束，地图都会重新组合一次并传给下一区。

视觉加工的“what”与“where”通路

到目前为止，视觉加工大致还依照生产线走。我们看到反馈（例如 LGN 会接收其他皮层的信息）与十字路口，但大致上，高低分辨率的视觉通路会分段加工，从眼球到初级视觉皮层也有合理的稳定加工过程。

从 V3 开始，视觉信息传向皮层中十数个区域。这些区域在彼此间传送信息，从其他区域汲取信息，也对其他区域传送反馈。视觉处理不再是生产线，而成为大型工地，各区域开始同时抽取并组合不同的特征。

但视觉的两条主通路仍有明显区分。来自 M 通路的低分辨率信息，流向头部的前上侧；这里开始，称为背侧通路（dorsal pathway/stream），或称为“where 通路”，乃是辨识运动及审视概略特征的模块。

来自 P 通路的高分辨率信息，从初级视觉皮层出发，分别朝向左右两耳，流经腹侧通路（ventral pathway/stream），亦称为“what 通路”。这通路的终点是颞叶下方，两眼中后上方之处。

正如其名，“what 通路”与物体的辨识相关。在通向颞叶的路上，有个中继站可以进一步处理信息，叫做外侧枕叶复合体（lateral occipital complex, LOC）。这个中继站对“what 通路”最终站的处理有关键作用。LOC 搜寻相似的颜色、方向，并组合部分视觉地图成为物体，使之从背景中区分出来。

而后，这些物件将被辨识为面孔或其他事物。上述过程表现为一项通用功能：加工视觉信息是为了寻找特征。找到特征后，与其相关的信息便被加入数据库中，与其他信息一同转寄。

加工时利用内置假设

检测运动和物质识别的过程都非常地复杂。抽取出基础特征后，接着还要完成数量判断、追随移动中的物体，和识别生物体运动[Hack #77]。到了某个程度，皮层的整体特性必须加以考虑，视觉信息最终将与记忆、语言和情绪理解联系起来。这就是视觉与脑部高级功能发生联系的地方。

在接下来的单元中，我们将探讨早期与晚期视觉加工中产生的效应。贯穿这些效应的主线是视觉系统作出的关于客观世界的假设，这些假设能够让视觉加工更为顺畅，通过对视觉中某些现象的观察，我们能够识别出这些假设。例如：假设视野维持每一秒的相对稳定（所以不会注意到不稳定之处[Hack #40]）、假设深色区域是阴影（也是化妆利用的技巧[Hack #20]）。

因为前述假设可以观察到，某种意义上也说明了一件事：视觉系统对外在环境的假设，跟对自身模块的假设一样。视觉系统假设运动模块正确报告物体的运动（因此在模块并未正确检测运动[Hack #25]时，我们才会感到困惑），假设阴影能够反映生物体的 3D 形态。当我们考量视觉系统整体时，其实应该包括眼睛、头部、身体和环境，它们全都是这个庞大、混乱、密切相连的人类视觉加工系统的元件，每一组件都报告自己的结论，都参与视觉形成。

不知怎么回事，在以上所有原因的作用下，我们所知且深爱的视知觉就这么突然而然地存在了。似乎没有一个重新集合所有视觉加工的单一的地方，没有监视用的内部电视屏幕（就算有，谁来监视啊）。视觉加工分散到整个视觉系统，也分散到整个大环境。最后，它不只是视网膜映出的一张相片。

#14

视觉系统的局限

视野中的高分辨率区域其实很小，如果是距离一臂之遥，那么它只有拇指的指甲那么大。其他输入的视觉信息都是低分辨率讯号，多半还没有颜色；不过，我们似乎很难意识到这一点。

视野中的分辨率并非全都一致不变。因为我们看到的世界都很清晰，所以通常也以为如此，但事实上只有最中间的视野分辨率最高。利用高分辨率的视野中央，加上低分辨率的视野圆周，然后使用头部和眼睛的持续移动[Hack #15]，我们才建构出天衣无缝，而且清晰度保持不变的外界景象。但其中我们补偿了多少视觉？视觉分辨率又是什么？

眼睛的分辨率是由视网膜上的感光细胞决定，视网膜（retina）就是一层位于眼球后的感光细胞（视网膜也包括处理、聚合视觉信号，并送至脑部其他功能区域的细胞）。如果感光细胞平均分布，则无论物体位于正前方或眼角余光区域，眼睛看来应该都一样清晰，但事实并非如此。感光细胞大部份聚集在视网膜中央窝（fovea），所以视野中分辨率最高的区域，就是视觉区域的正中央。对应至中央窝的区域很小；如果抬头仰望夜空，中央窝的对应区域大概只有空中的满月那样大小而已。出了这块区域，在圆周部分的分辨率就低多了。

外周区的颜色也显得较为黯淡。感光细胞（photoreceptor），其实可依据该细胞会把何种光线转换成神经信号，而分成很多类型。在中央区域外依然能分辨颜色，但比较困难；其他类型的细胞数量比较充裕，也比较敏感，但也只能认出是否有光线罢了。

实践经验

图 2-1 是由 Stuart Anstis 制作的视力量表的变形版。把图表放在正前方，眼睛注视着图表的中间点。表中最小的字母位于最中间，最大的字母位于最外围；每一层字母逐渐变大，以弥补由视网膜中央窝到外周分辨率的逐渐下降。

也就是说注视着图表中心时，看清最中间的字母，应该跟看清最外圈的字母一样难。

图中的视力量表没有呈现一件事：色彩感知能力，亦由中央窝向外围圆周递减。你可以请朋友拿张彩色卡片，高举于你的头部侧部；同时，保持着头眼均直视前方的姿势。注意到了吗？虽然你从视线余光中见到朋友在移动卡片，但无法分辨出卡片的颜色。

因为视网膜的圆周区感光度还不错，实验中要采用不带有亮度线索的卡片才行；暗黄色与亮蓝色就是不错的选择。如果想让实验条件更严格一点，Exploratorium 博物馆提供了如何自制色圈的步骤，可以测量自己的色彩视觉开始起作用的角度（http://www.exploratorium.edu/snacks/peripheral_vision.html）。

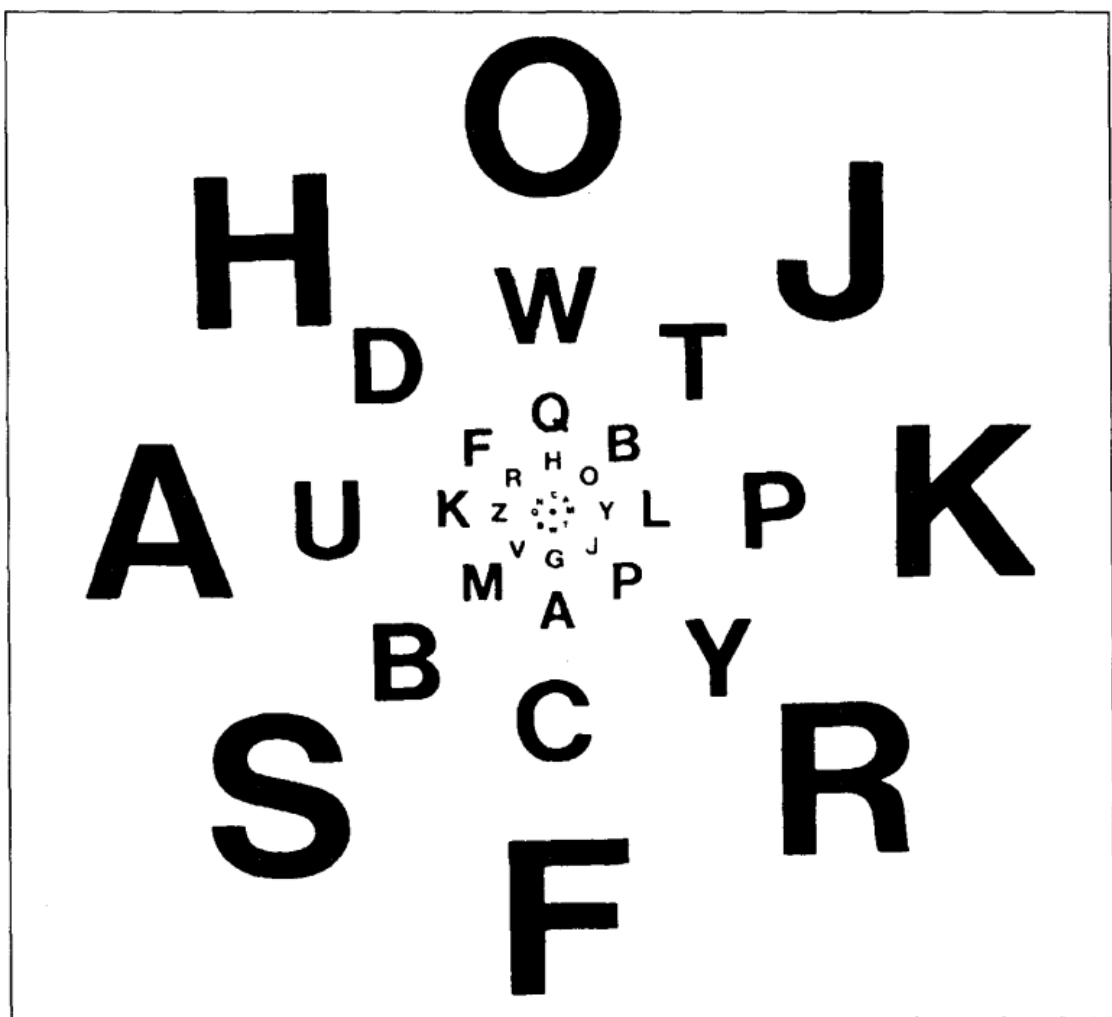


图 2-1：注视着图表中心，所有字母均为了使分辨率相同而缩放¹

因为做了这个实验，我走在路上时也开始玩起类似的游戏。当车辆从我背后过来时，我会直视着前方，注意什么时候能看到物体出现，以及什么时候能辨别出颜色。从我的眼角余光看出车辆，到认出车辆颜色间的时间意外地长。另外，虽然是为了科学实验，但请务必小心交通安全。

— M.W.

工作原理

注视着图 2-1 的 Anstis 视力量表时，所有字母都一样易于辨识，因为每个字母反射的光线都落在相同数量的感光细胞上。中央的字母落在视网膜中央，该处的感光细胞最为密集；外周的字母落在圆周区，该处的细胞分布较稀疏，但外周的字母的字形比较大，所以即使落在细胞稀疏的区域也能得到识别。

视网膜上的感光细胞分布如图 2-2 所示。图上有两道曲线，虚线代表视杆细胞 (rod)，实线代表视锥细胞 (cone)，这两种细胞因其外形而得名。图上可以看出两种细胞都密集于视网膜中央，向四周逐渐减少，只不过减少程度不一样。假设

在昏暗的灯光下读这本书，你将用视锥细胞观察图 2-1 的视力量表，而视锥细胞的消退是最快的，它的消退决定了视觉分辨率。

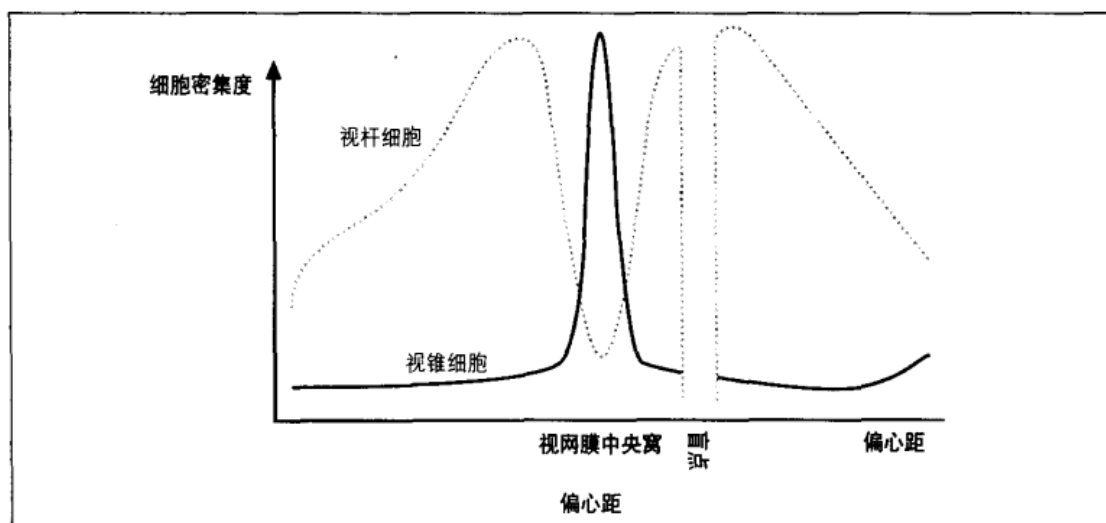


图 2-2：视网膜上的不同感光细胞分布示意图²

这也是为什么在视网膜外周区域颜色知觉差一些的缘故。视锥细胞通常在正常、白天的光线下运作得比较好，这些细胞也负责感知色彩；因此，我们在中央窝以外的色彩知觉才会这么差。相比之下，中央窝外的视杆细胞数量比较多，但它们对色彩没有反应。视杆细胞对光线非常敏感，所以在白天没什么太大作用，但在视锥细胞不起作用时还是能看出视杆细胞的作用。因为视杆细胞，你才能看到朋友在移动卡片，只是无法辨识出卡片的颜色而已。

基于视杆细胞对光的敏感度，它们在光线不足时也很有帮助。在幽暗的照明下，视锥细胞逐渐关闭（约需时五分钟），改用视杆细胞看世界（需要半小时才能达到最强敏感度）。但请注意一点，视杆细胞最密集的地方其实位于中央窝旁边；也就是说，稍微偏离焦距，才更能辨识非常微弱的光源。这一招可用在夜晚看星星，你会发现离开视线中央一点点部分反而能看到更多星星。

有趣的地方来了，除非做了前述的彩色卡片实验，我们通常不会注意到视野并非全是高分辨率。因为我们会移动视线到想看清楚的事物上，视线一移动，高分辨率的区域也跟着移动。主动性视觉（active vision）[Hack #15]，要比让视网膜其他区域也是高分辨率有效率多了。

当然，在视线移动前，视觉系统必需前意识地使用视网膜圆周区，瞄到要看的区域，才能把注意力转移过去。最能抓住圆周区注意力的事件将在“捕获注意力”[Hack #37]中详述。而这些事件多半是由运动或光线的突然改变引起，表示有事情需要紧急回应——难怪我们会被设计成用眼睛的低分辨率区域，注意这类前兆。

附注

1. 图片来源: Vision Research, volume 14, Anstis, S., "A chart demonstrating variations in acuity with retinal position," p. 591, copyright (1974), 已获 Elsevier 授权。
2. 呈现细节而非一般特色的图表, 请参考: Østerberg, G. A. (1935). Topography of the layer of rods and cones in the human retina. *Acta Ophthalmologica*, 13 (Supplement 6), 1-97。

参见

- 显示眼睛的分辨率如何由中央向外周递减: <http://psy.ucsd.edu/~sanstis/SABlur.html>。
- 对人眼和页面设计应用的概说: <http://www.awpa.asn.au/tipstrix/eyeball1.htm> 和 <http://www.awpa.asn.au/tipstrix/eyeball2.htm>。
- "The Rods and Cones of the Human Eye" (<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/rodcone.html>), 很棒的介绍和资源网站, 属于 HyperPhysics (<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html>)。
- 关于眼睛的知识和特点列表, 也包括一点增进视力的方法: <http://white.stanford.edu/~brian/numbers/node1.html>。
- 关于人类视网膜的知识和特点, 附有参考资源: <http://webvision.med.utah.edu/facts.html>。

NAOKI #15

要看就要行动

把知觉想成一种主动的行为, 而不是被动的行为。知觉是为了引导行动而存在, 是作为建构我们所体验的高分辨率视界的关键而存在。

本章的其他单元, 或许会给你留下“看”只是“大脑被动地加工处理眼睛传入讯息”的印象。但知觉远不只是主动的加工过程而已。我们对外界的印象, 是由跨时间的抽样以及跨感官的抽样共同建构的。在任何时刻加工的感觉, 都会促使我们改变头部位置、注意朝向, 或许会采取行动而影响外在环境的某项事物, 而这项行动又在下个时刻带来不一样的感觉, 使我们对外界的印象随之更新。

比起长时间专注于处理单一景象, 大脑反而能轻易地进行多重读取信息, 并修正答案。同样重要地, 如果知道自己想做的事, 也许不需要完全解释一幅景象; 可能只需要加工到能决定下一个行动步骤, 在行动中会获得不同的感觉, 这样可使景象更为明显。

这种观点或流派是知觉的“生态学”取向，是由心理学家 J. J. Gibson 提出的。¹他强调说，感知是一种认知过程，也像其他认知过程一样依赖与外界的互动。人类感知事物，但如果不需移动或伸手去碰触，这个情况极端不自然；单纯的看与互动的看之间的差异之大，就像是观看别人导演的电影和体验自己日常的自由生活的区别。

如果你想要别人看清某样物品，给他们把玩该项物品的机会，并观察人与物之间的互动。别单纯地认为感知是被动的。

实践经验

主动性视觉 (active vision) 时时发生但却不为人知的例证，就是人类眼睛的移动。因为视线持续地掠过周围，我们才不会在视力较差的视网膜圆周区 [Hack #14] 注意到盲点 (blind spot) [Hack #16]。人类不断使用眼睛具高分辨率的中央区域 (视网膜中央窝 (fovea)) 汲取视觉世界的样本，大脑才能建构出连续不断、固定一致的高分辨率映像。

持续地汲取样本，表示眼睛持续地运动：高速的自动视线转移，称为扫视 (saccade)。人类在一秒内扫视五次，即使每次扫视都使流向大脑的视觉信息出现短暂中断 [Hack #17]，但我们通常不会特别注意到这件事。虽然扫视的目标可由意识决定，但眼球的移动并非能够有意识地控制。扫视也可由不会意识到的事件触发，至少在我们转移视线和注意力前不会注意到。在这个情况下，我们的注意力毫无抵抗地被捕捉到，只能没有选择地跳到该项事物上 [Hack #37]。

扫视环节中的暂停称为注视 (fixation)。注视的发生极为快速，而且极为自动，所以非常难以相信我们真的把视线停留于任何事物上。相反地，我们用几分之一秒的时间注视外界景象的一小部分，使用这个样本建构出一幅影像。

借由眼动仪，就可以建构出人类在看不同物体时注视位置的模式，以新闻网站为例。The Poynter Institute's Eyetrack III 项目计划 (<http://www.poynterextra.org/eyetrack2004/>)，调查网络新闻读者如何仔细阅读在线新闻 (图 2-3)，并以视线流动图呈现研究成果 (图 2-3)。

开发速读技能的一部分，就是学习在阅读每一行文字时少用几次注视，并试着在每一次注视中获取较多文字。如果你做得好，而且文字也够短的话，即可在一次注视中获取重点，以由上而下的方式扫瞄书页/网页，而不是逐行由左到右扫视。图 2-4 呈现阅读时常见的眼动模式。

图 2-5 则是我们观察面孔时的典型眼动模式。视线注视较久，利用视网膜外周区取得面孔轮廓，注视则位于承载最多数细节特征的部位：眼睛。

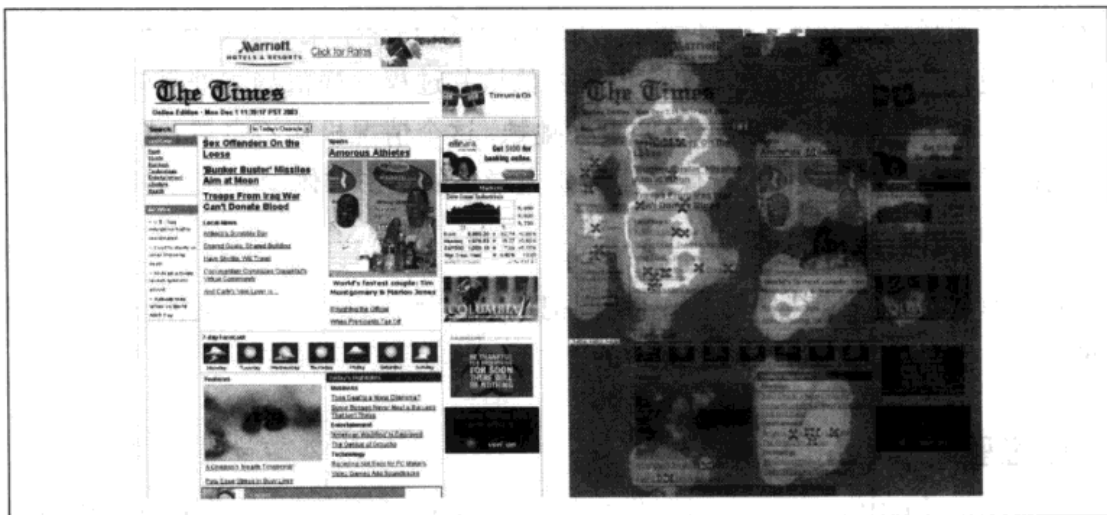


图 2-3：阅读新闻网站时的眼动模式；较亮的色块显示眼球常会停留的位置²

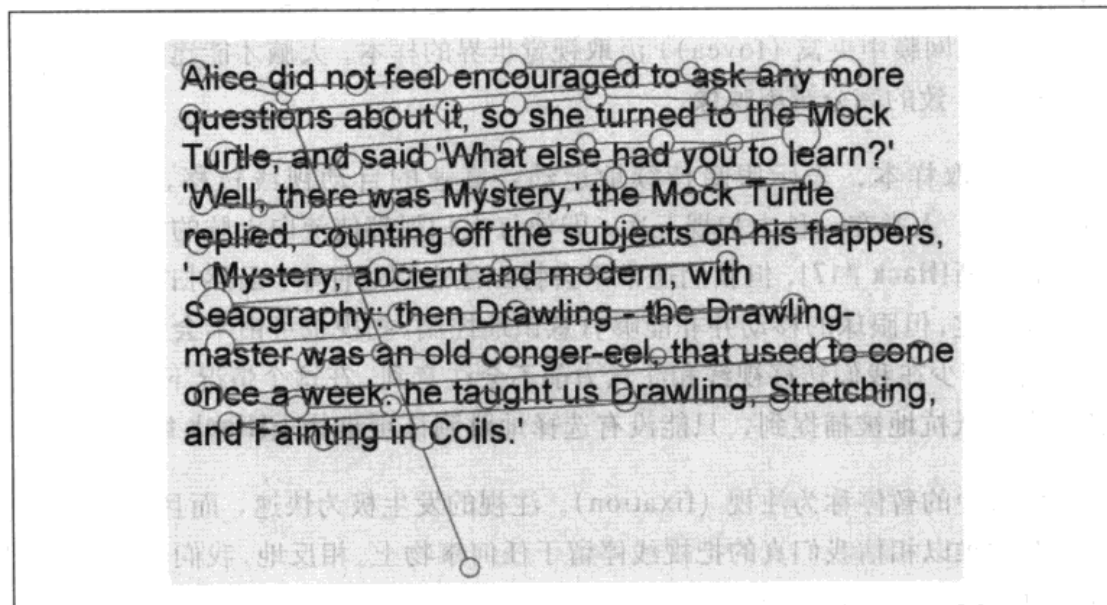


图 2-4：阅读时的典型眼动模式³

附注

1. Gibson, J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton Mifflin.
2. Eyetools Inc. 制作的热区地图，属于 Poynter Institute's Eyetrack III 项目的一部分 (<http://www.poynterextra.org/eyetrack2004/index.htm>)。
3. 本图的扫视路径是使用 BeGaze 软件与 iView X Hi-Speed 系统记录下来的眼球运动，谢谢 SensoMotoric Instruments GmbH 的协助。
4. Matt 的照片由 Dorian Mcfarland 提供。也非常感谢 Lizzie Crundall 建立扫视的路径图。

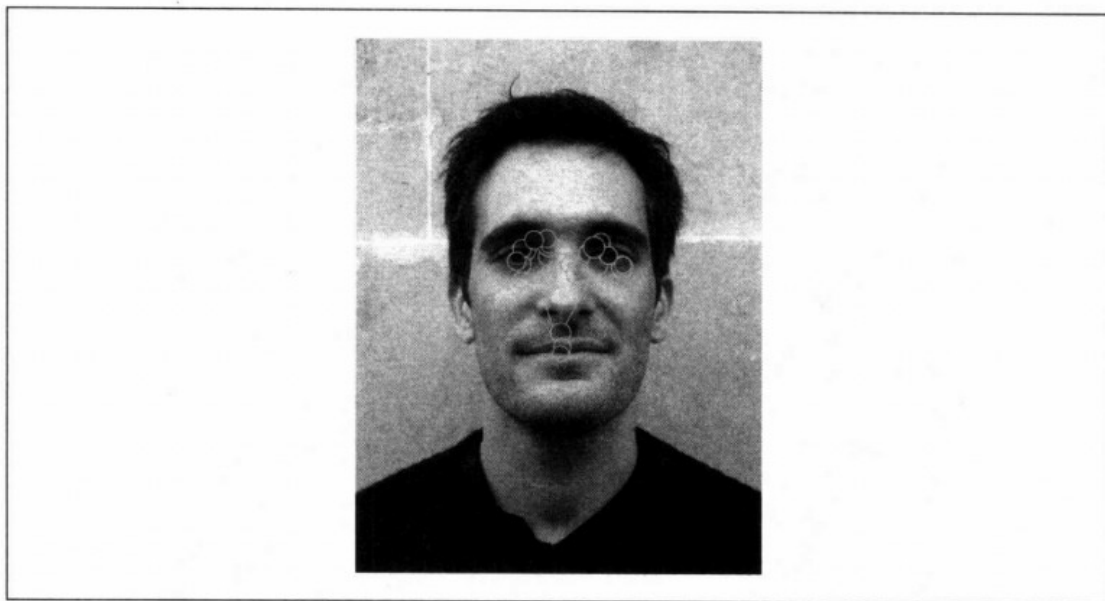


图 2-5：在观察面孔的八秒内的眼动模式（这是 Matt 的脸）⁴

参见

- Southern California 提供了眼动和视觉注意力的示范及影片：<http://ilab.usc.edu/bu>。
- 扫视机制的导览之一：<http://www.personal.psu.edu/users/e/l/elm173/schlwork/semester3/psych/complete.htm>。

HACK #16

确定盲点的位置

确定自己的视觉盲点大小，以及大脑填补盲点，不让我们发现有个黑洞的方式。

眼球后方覆盖着一层感光细胞，可捕捉光线，并转换为神经脉冲后传向大脑。在这层平面——即视网膜（retina）上，感光细胞并非平均分布，而是呈中央密集、外周区松散的状况分布[Hack #14]。视网膜上也有一处完全没有感光细胞；落在此处的光线完全不会转换成信号，形成人类视野中的盲点——事实上是两个盲点，左右眼各一个。

实践经验

首先来说说发现盲点的方式（稍后另有绘制盲点大小的说明）。闭上你的左眼，右眼直视着图2-6的十字。接着把书拿到约眼前三十厘米远的距离，慢慢地向自己移近。到了十五厘米左右，图里的黑色圆点将会消失，你只看到它所在的位置是一片灰色，就跟背景色一样。

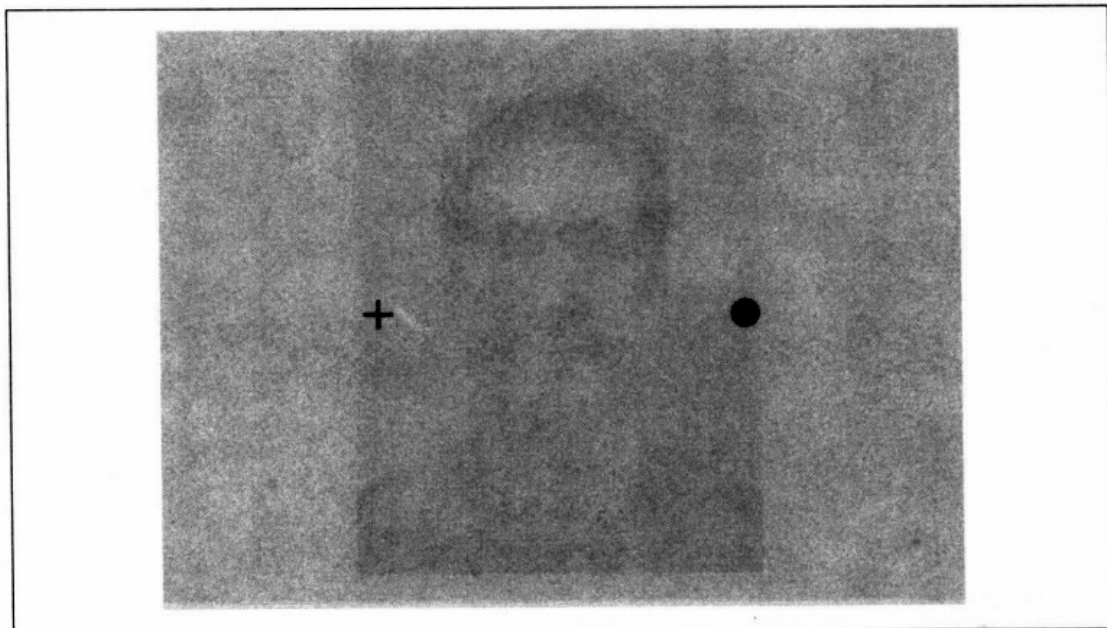


图 2-6：典型测盲点的范式

稍微前后移动一下书本，试着注意黑色圆点出现与消失的距离。保持右眼注视着十字是非常重要的，因为盲点必需固定视线才能找到。

现在找到盲点了，再来用 Jeffrey Oristaglio 与 Paul Grobstein 的 Java 程序来找出盲点大小，这个程序放在 Serendip 的网站上 (<http://serendip.brynmawr.edu/bb/blindspot; Java>)。

这个程序也有十字和黑点，所以实验方法一样；先闭上左眼，视线集中于十字，稍微移动头部使黑点消失在盲点中。点击 Start 键后，在盲点内移动滑鼠，在滑鼠再度出现于眼角余光时点击一下，在这里会出现一个点。多做几次，让滑鼠从盲点中移往各个方向。

只要头部别摆动太厉害，并保持视线在十字上，将会得到类似图 2-7 的模式。滑鼠点出的区域就是盲点区。

我提供一个用盲点玩游戏的方法。如果待在很多人的房间，你可以闭起一只眼，然后把视线集中在食指上。找个受害人，调整食指位置，让受害人的头从你视线中消失，由背景取代头的位置。这游戏没什么用处，不过很好玩，而且又不像假装用大拇指和食指捏住人家的头那么明目张胆。

— T.S.

工作原理

两眼的盲点，对应至视网膜上一块完全没有感光细胞的区域。没有感光细胞，就没办法侦测光线，也无法将光线转成视觉系统所需的信息；因此称为盲点。

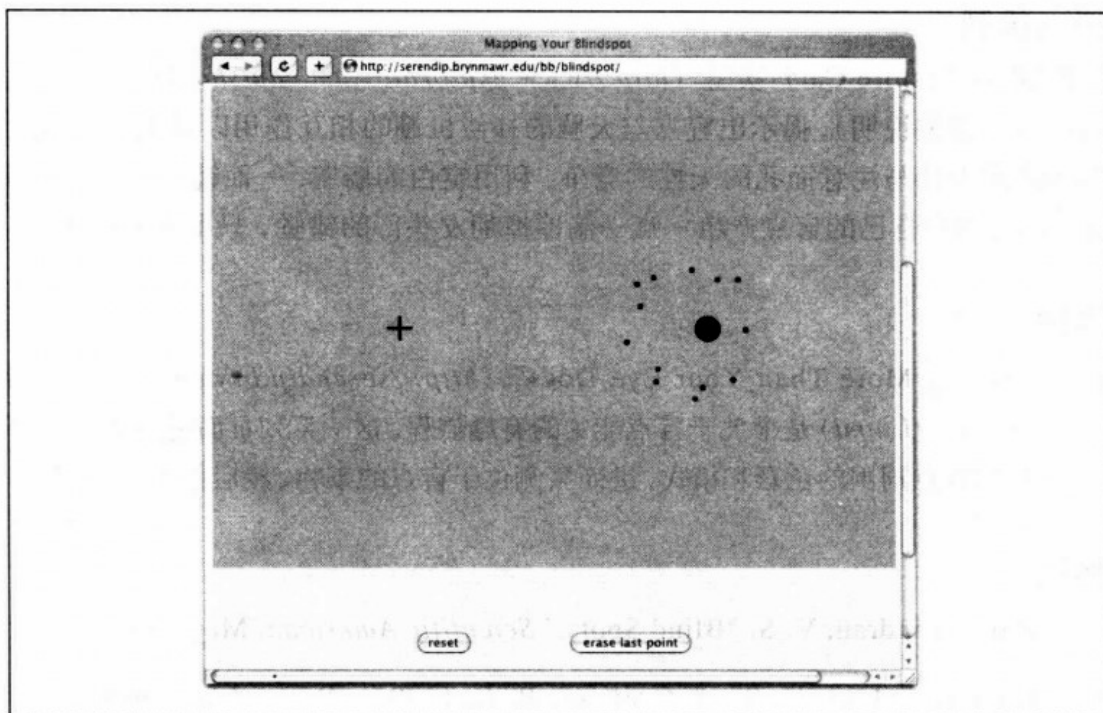


图 2-7: Matt 标出的盲点图

在传递信息给大脑前,每个感光细胞都通过一系列聚合信号的细胞连向脑部——传递信息的纤维称为轴突(axon,请参考“神经元”[Hack #9])。相当奇怪的是,负责检测光线的感光细胞,位于传送信息至脑部的纤维之后。的确是这样——感光的部分位于距离光线最远的地方。这种设计不只看起来很差,而且也表示视网膜表面将有个出口,神经纤维才能从中离开眼球、直奔大脑,这个出口就是盲点。

乍看之下,这种构造好像只能用意外来解释。如果感光细胞接近光源的话,就不需要盲点啦!神经纤维也不会干扰视网膜表面上的感光细胞,可以直接通向脑。

我们能否确认这项设计是个错误,而不是特色?证据之一是章鱼的眼睛,它们的眼睛独立演化,使得视网膜的感光细胞位在神经纤维前,因此也没有盲点。



但相对地,人类眼睛的安排方式也有其优点:对视网膜的血流供应充沛,可带来感光细胞所需的养分,亦有助于代谢此处的老旧细胞。这两种视网膜设计各有其优点。

我们一般不会注意到视野中的这两个大洞。我们的眼睛不仅能够来回移动,以确保视觉空间中没有被遗漏的角落;而且人类两眼的盲点并不会重迭,所以运用另一眼的信息即可填补盲点。

然而,即使在另一眼并未提供信息,同时盲点也持续在同一位置的状况下,大脑也已进化出填补这个洞的机制。¹就像先前的示例,这个填补机制就是我们看到灰色背景而非黑洞的原因。

侵入机制

笑脸猫 (Cheshire Cat) 实验 (http://www.exploratorium.edu/snacks/cheshire_cat.html; 完整说明), 揭示出盲点与大脑的补偿机制的相互作用以及人类注意运动物体的天性与注意面孔的天性的竞争。利用空白的墙壁、一面镜子, 再找个朋友, 你就能用自己的盲点产生一点一滴擦掉朋友头部的错觉, 只留下他的笑容。

附注

1. “Seeing More Than Your Eye Does” (<http://serendip.brynmawr.edu/bb/blindspot1.html>) 是个关于盲点能力的有趣旅程。这一系列页面说明大脑如何利用盲点周围的色彩和模式, 进而猜测位于盲点的事物, 然后报告给意识层。

参见

- Ramachandran, V. S. “Blind Spots.” *Scientific American*, May 1992, 86-91.
- Ramachandran, V. S., & Gregory, R. L. (1991). Perceptual filling in of artificially induced scotomas in human vision. *Nature*, 350, 699-702.
- 这里有些关于盲点、填补机制, 及其对视觉本质的提示的有趣讨论, 请见 Daniel Dennett 的著作 *Consciousness Explained*, 344-366. Boston: Little, Brown and Co., 1991.

#17

瞥见视线中的空隙

以名为“扫视”的快速运动, 我们的视线持续地投向四面八方。在扫视期间, 视觉信息暂停进入。

尽管眼睛里有盲点, 色彩的接收并不平均, 视野中只有一小块能保持在最高分辨率, 但我们还是能看到不受影响的全幅外界景象。因为视线不断跳动, 不断拍下高分辨率的影像, 脑部再把这些影像组合成稳定得令人惊讶、详细得令人赞叹的图像。

视线的快速跳动称为扫视, 每一秒发生五次。但有个问题, 当眼球移动时, 所有景象都会模糊不清, 像手振动时拍摄的相片一样。大脑要处理稳定的视觉影像就已经很难了, 更何况是处理眼球运动时形成的动态模糊影像呢! 所以在扫视与扫视之间, 大脑就不给自己找麻烦了; 眼球一移动, 我们就看不到了。

实践经验

站在镜子前约十五厘米的距离, 轮流看自己的两只眼睛。虽然视线有移动, 但却

看不到自己的眼睛移动的样子，而只有眼睛落在新焦点时的“结果”。再找个朋友从旁看看你的练习，他们却可以轻楚地看到你的眼球移动。

如果扫视时间较长，即可有意识地察觉此一效应，但也只能稍微感觉到而已。

平举双手，让食指位于视野边界两端。保持头部不动，同时眼睛轮流瞥视两只食指，你将能略微注意到，有段视觉输入都暂时停止的短暂黑暗。扫视这段长度大约需要 200 毫秒（即五分之一秒），刚好是意识感知的门槛。

如果有事情在扫视间发生怎么办？除非亮度很强，不然我们就不会看到。这就是扫视奇怪的地方。我们明明一直都处在短暂的黑暗中，但怎么样都不觉得视力一天会消失个几十万次、而每一秒会发生五到十次啊？

扫视抑制 (saccadic suppression) 或许是让某些魔术戏法成功的方式之一。我们知道，突然移动会抓住注意力[Hack #37]。魔术师舞动一只手抓住我们的注意力，趁着眼睛移动时，就没人会注意到他的另一手怎么弄出机关。

—N.H.

工作原理

扫视抑制的存在，是为了阻止视觉系统被扫视期间的模糊影像所干扰。信息中断的时机，就在眼周肌肉颤动着要移动眼球前一瞬间。因为中断发生在模糊影像传给视网膜之前，我们知道这个机制不只是把模糊影像排除在处理过程外而已。事实上，不管是脑中的哪一部分负责准备眼球的扫视，一定也传送了抑制视觉的信号。这个信号到底从何而来？目前还无法确认。

最新的实验证明，扫视抑制的确在任何视觉信息到达脑皮层前发生。这不是我们可以在家里做的实验，它需要穿颅磁刺激 (transcranial magnetic stimulation, TMS) 的仪器，TMS [Hack #5]能借由磁场，实际开/关我们的部分大脑（细胞必须靠近表层才能被磁场影响）。这套仪器使用高速电磁脉冲，影响脑中携带信号的细胞。根据脉冲频率，我们可以加强或抑制神经活动。

Kai Thilo 及牛津大学的研究小组¹使用 TMS，在被试的视觉中制造出光幻视 (phosphenes)。

当应用 TMS 于眼睛，使光幻视产生于视网膜时，扫视抑制仍然正常运作。扫视期间，光幻视便如预期般消失，它被视网膜当作正常影像看待。但幻视若于较后段的视觉处理（脑皮质层）中产生，扫视便对它没有影响；无论眼球怎么活动，幻视仍然存在。

所以，扫视抑制发生在视网膜和皮质层中间，位于视觉信息进入意识体验的那一点之前。就像我们被抓住注意力，而没发觉其他地方发生的事一样，不能在扫视

期间看到东西，其实并不是障碍。无视于改变[Hack #40]就是这类事件——因为你的注意力集中在其他事物上，所以未曾注意到改变，但想看时还是看得到。

扫视抑制是个较为严重的视觉限制。我们不会意识到发生在跳视期间的事。这可不是没看到而已，而是根本看不到。

附注

1. Thilo, K. V., Santoro, L., Walsh, V., & Blakemore, C. (2004). The site of saccadic suppression. *Nature Neuroscience*, 7(1), 13-14.

参见

- 扫视抑制也会在时钟暂停[Hack #18]的错觉中提到。

HACK #18 时钟暂停

我们对时间的感觉，增添了对外界意识体验的连贯性。我们可以毫不费力地分辨过去、现在与未来。但是，有个错觉却显示我们的心理时钟可能会出错。

欣赏交响乐团团员间的同步演奏时，就能理解人类判断短暂间隔时间的技能相当惊人。然而，我们的心理时钟的确会出错。这项异常通常发生在脑部试着弥补感知信息之间的差距或模糊。

这种差距，可能来自我们眼球的运动。例如，“物体位于当前位置已经多久”，这项认知其实是受到移动眼球时对视觉信息的抑制[Hack #17]的影响，因为我们无法知晓外部世界究竟在眼球移动时发生了什么事。眼睛扫视到运动物体上时，对物体位置的不确定，引起大脑随后对物体位置的猜测。

实践经验

有时瞥向时钟，秒针看起来却好像静止了一样，它停在原地的时间比我们的预想还要久。过了一段好像有点长的时间，你还以为时钟坏了。通常，只要继续盯着时钟看，很快地，秒针又会恢复正常动作；除非你的时钟真的坏了。

这个现象被称为时钟停止错觉（the stopped clock illusion）。我们用家里的无声的钟表就能做实验，无论是传统的指针式或电子钟表，只要有显示秒就可以了。把时钟或手表摆到视野一角，但位于移动视线、就能看到秒针或秒的读数之处。现在让视线移动到钟表上（也就是扫视[Hack #15]）。视线的移动愈快愈好，就像你的注意力被突然发出的声响或思绪所抓住一样[Hack #37]；缓慢、刻意的移动不会让时钟停下来。多试几次，你应该能体会到“时钟停止”的效果。



这项技巧能否成功，依赖于视线落在钟表上的时机。如果视线正好落在秒针将要移动（或秒的读数正要变换）的一瞬间，就不太会出现这个错觉。但视线若落在秒针刚移动完的那一刻，就比较可能出现秒针暂停的感觉。

工作原理

当视线落在物体上时，我们的大脑会估计物体待在该位置的时间长短。这类估计可能是为了补偿视线移动期间的视觉抑制[Hack #17]，在每天数十万次的扫视期间，无可避免地持续产生模糊影像，抑制机制可让视觉系统免去分析模糊运动影像的困难工作。所以，当我们的视线落在某个物体上，大脑便假设物体存在的时间，至少与视线移过去的时间一样长；大脑提早了物体实际在某处的时间。当我们看的东西是路灯或桌子这类固定不变的物体时，当然不会注意到存在时间被提早的过程。但当我们瞥视秒针，而且又知道它不应该待在原地太久时，这种不协调感就触发了错觉。

前述解释为 Keilan Yarrow 和伦敦大学学院与牛津大学的同事们所支持。¹他们要求被试瞥视计数器，被试的眼球移动将启动计数器由 1 数到 4。数字 2、3、4 都停留一秒，但数字 1 则停留 400 毫秒到 1600 毫秒不等；数字的显示从被试的视线向计数器移时开始。然后询问被试：觉得 1 出现的时间比其他数字长或短。实验结果与时钟停止的错觉一致，被试始终高估 1 出现的时间。最重要的一点，一开始视线移动到计数器上的幅度愈大，被试估计的 1 出现时间也愈长。这项实验支持扫视抑制的假说，因为距离较长的扫视无可避免地造成较长的视觉抑制。大脑会假设：刚刚注意的目标处于该位置的时间，至少与扫视的时间相同，如果此一假说成立，较长扫视时间将导致较大的高估值，也就合理了。更甚者，时钟停止的错觉，只会出现在人类的眼神移动到计数器时，而不会发生在计数器移至眼前的情况下——再度与扫视抑制的解释相符。

拿起电话听到间歇拨号声时，我们也会体验类似时钟停止的错觉。感觉上，第一声接通的铃声好像比较长，这个现象当然被称为电话沉寂错觉（the dead phone illusion）。

不过，适用于时钟的解释并不适用于电话的错觉，因为听力跟眼睛的扫视运动无关。²最新调查结果也不能解释这个错觉，调查结果显示，人们通常会高估刚捕获注意力的物体出现的实际时间，³虽然这个实验与电话错觉的效应很像，都是第一次接触会让人觉得比较久。

我们对电话沉寂错觉的解释是：当注意力转到新声音时，会造成唤起程度或心理兴趣的增加。因为前述的调查已经显示出，亢奋程度的增加（例如处于压力下）会加快我们对时间的感觉，有可能导致我们高估新声音的持续期间。当然，这个解释与时钟停止错觉不会发生在时钟或计数器在我们眼前移动不符时，否则，看时间跟接电话应该都会导致唤起程度增加才对（，为什么只有接电话有错觉呢）。

所以，对于“时间似乎静止”的统一解释仍难以捉摸。只有一点最清楚：大多数时候，我们的脑部都能超乎寻常地、成功地提供我们关于外界的连续的感觉。

附注

1. Yarrow, K., Haggard, P., Heal, R., Brown, P., & Rothwell, J. C. (2001). Illusory perceptions of space and time preserve cross-saccadic perceptual continuity. *Nature*, 414(6861), 302-305.
2. Hodinott-Hill, I., Thilo, K. V., Cowey, A., & Walsh, V. (2002). Auditory chronostasis: Hanging on the telephone. *Current Biology*, 12, 1779-1781.
3. Yarrow, K., & Rothwell, J. C. (2003). Manual chronostasis: Tactile perception precedes physical contact. *Current Biology*, 12(13), 1134-1139.

—Christian Jarrett

HACK #19 从注视中解脱出来以加快反应

如果原本的物体还在，转移注意力到新物体的所需时间就会较长。

转移注意力通常表示移动视线。但我们并不能完全控制眼睛要看的方向。如果视线抓住某样事物，就会很固执地不想移向别的地方。如果无需把视线移向别的地方，会比较快看到新出现的物体——原本注视的物体消失，而后有个短暂间隔才出现下一个物体，就像释放对眼睛的锁定，反应时间会缩短。这个现象称为间隙效应（gap effect）。

实践经验

有个实验可以体会间隙效应：首先注视着屏幕上的某个图形，接着转移视线到新出现于屏幕某处的图形。通常，视线转移到新图形约需五分之一秒，但旧图形如果在新图形出现前消失，视线转移的时间会缩短，至少缩短 20%。

从宏观角度来看，这项效应实在是小事一桩，差距才不过几毫秒而已，日常生活中根本不会注意到。这是低水平认知控制的特征：随意转移注意力要多花一点时间。换句话说，随意性的行为不如我们想象得那么随意愿转移。

工作原理

我们一小块一小块地接收外界信息，以狭小但高分辨率的视网膜中央窝，短暂地专注于周围环境的一小部分，然后眼睛就转移注意力到别的地方。这种几乎是全自动的运动称为扫视[Hack #15]。

人眼不停地扫视，每秒大约五次，但不代表眼睛一直在变动或一直不变。当你观

察景物时，眼睛是锁定的。在一段短暂时间里，眼睛不会移向别的事件。如果其他物体进入视野，而我们希望眼睛移过去时，会发生什么事呢？答案是，我们要克服不愿移动视线的抵制作用，所以稍微需要一点时间。

克服对扫视的抵制，只是注意力从旧图形转移至新图形需时较久的解释之一。另一个思考方式，则是想想旧图形消失时发生的事。我们可以看到，眼睛自动从锁定中解除，不再有对扫视的抵制——所以，旧图形在新图形出现前消失，才会使视线转移更快一点。另外，消失的图形对早期视觉系统是个警告信号：“有新东西要出现了，快点准备！”因此会加速眼睛的后续反应。旧图形消失是“警告信号”和“眼睛的移动不再被锁定”的结合；所以视线移动速度才会上升。

亲身体会

为了完整地理解，有必要知道对旧图形的注视（fixation）应该在新图形出现前 200 毫秒消失（又是五分之一秒），才能最大程度地增快反应速度。这段时间用来让大脑注意旧图形的消失，并使眼睛准备移动。在日常生活中，物体不会像实验设计一样突然消失，但这种情况却常发生在计算机屏幕上。如果想让别人的注意力从甲物转移到乙物，就可以让甲物在乙物出现前短暂消失，使视线的转移更为容易（要真的消失，而不是藏到别的东西后面哦！因为我们还是会对暂时看不见的东西付出注意力[Hack #36]）。这项技巧能促进使用者从最初物件，例如对话框或其他准备工作中解放，并作好注意后续事物的准备。

参见

- Taylor, T. L., Kingstone, A., & Klein, R. M. (1998). The disappearance of foveal and non-foveal stimuli: Decomposing the gap effect. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 52(4), 192-199.

HACK #20 自以为看到立体事物

只用看的，要怎么辨别出立体形状呢？最初大脑使用的诀窍是阴影。

注意阴影，是我们辨别物体形状的招术之一。既然是招术，就容易受骗——只要明暗度的变化，就能让脑部假设我们见到了真正的阴影。这个错觉是如此地有力、如此地根深蒂固，甚至能让我们感觉到图片的深度；即使我们明明知道那只是一张平面图片。

实践经验

请看一下图 2-8 的阴影圆形，出自 Kleffner 与 Ramachandran 在 *On the Perception of Shape from Shading* 一文中的类似图片。¹

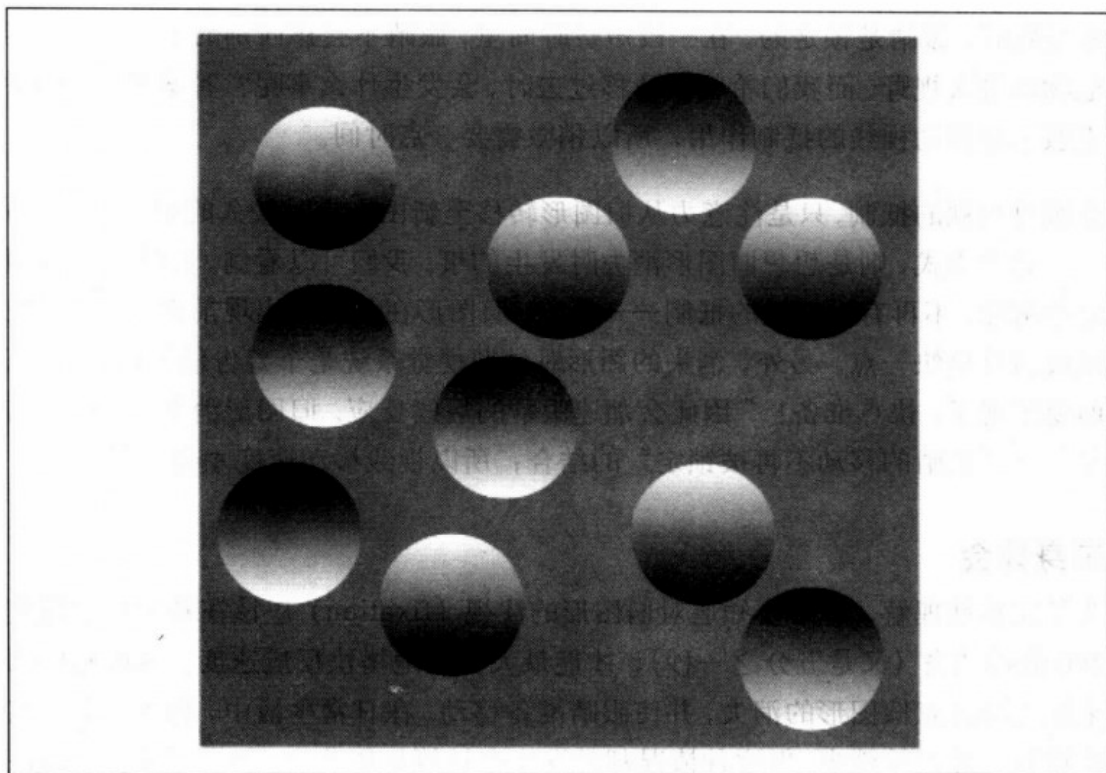


图 2-8：阴影图形带来立体的错觉

我自己制作这张图表，只不过是在灰色背景上有一些圆形，所有圆形都以渐变的黑白两色填满，只不过有些白色在上半部，有些黑色在上半部。虽然这张图很简单，但已有了物体深度的感觉。

阴影似乎使得白色在上的圆形较为凸出，隐隐有跃然纸面之感。而白色在下半部的圆形则似乎形成凹洞。

要体会深度 (depth) 的效果有多强，可以比较图 2-9 的简化版，同样出自 Kleffner 与 Ramachandran 的论文。

除了深度，这两张图的唯一差异，就是图 2-9 的圆形被分成黑白两半，然而，物体的深度却完全消失了。

工作原理

在视觉处理的过程中，阴影很早就被识别出来，以尽快取得外界的深度。阴影很早就被识别的原因，就在于辨明模棱两侧的光源的机制实在很黑客。

生活中无时无刻都有模棱两可的情况。就以白色在上半部的圆形 (图 2-8) 为例，根据光线来源是页面上方或下方，我们可以看出两种图形。如果光源来自上方，我们可以推论圆形是凸出的，因为黑色位于下半部，那是阴影的位置。换个角度，如果光源来自页面下方，同样的阴影模式却会造成凹陷效果。凸出或凹陷：只因为光源角度的改变，两种不同图形却能造成相同阴影模式。

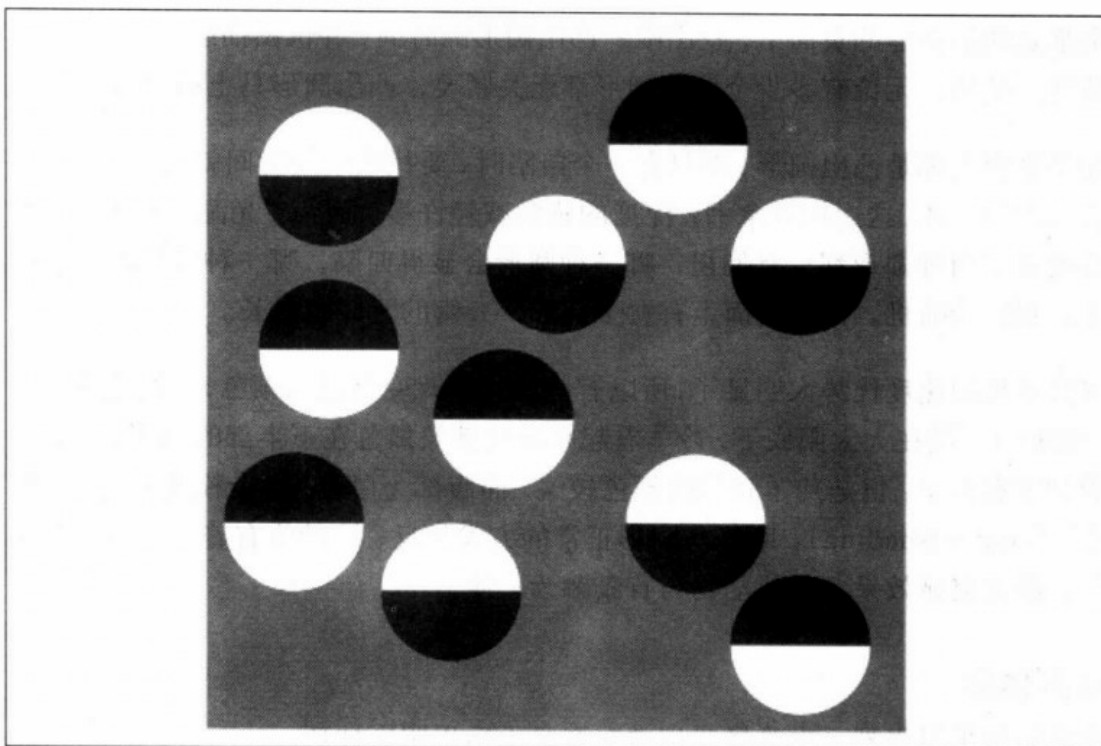


图 2-9：只有黑与白两色，无法提供相同的物体深度

图没有光源，灰色的背景也没有光源的提示。所以白色在上半部的圆形应该有两套的“看”法才对。我们应该有时会把它看成凸出，有时把它看成凹陷。

值得注意的是，尽管有两种解读方式，我们却把白色在上半部的圆形看成凸出的图形。与其停在困惑的迷雾中，大脑自己做了选择：光源来自页面上方。²

其实假设光源在上方蛮合理的：如果光线很充足，通常是因为太阳在我们头顶上的缘故。但为什么会说这个假设是个“很黑客”的机制呢？

虽然这种光源假设看来还不错，但实际上并不可靠。再看一次图 2-8，这次把书贴在墙上，倒立着看，原本凸出的圆形变成凹陷，凹陷则变成凸出。大脑并非假设光源来自上方的空中，而是假设光源位于视野的上方。

与其花时间找出头顶朝什么方向，再推论太阳的位置，大脑选择了“足够好”的方案。这个方案多半都可行（当然在倒立时例外），但也意味着光源可被写入形状知觉的程序中，使加工景象的速度更快。

就因为阴影推断形状的迅速，它的加工才被认为发生在视觉过程的早期；阴影对建立立体景象十分重要，使我们所看见的不至于成为照片一般的平面景象。但图中加上阴影的圆形是被误以为立体的图形，赋予圆形深度的错觉。

阴影圆形的现象称为“突显”（pop-out），意思是圆形从背景中“跳”出来，比平面物体更容易引起注意。Kleffner 与 Ramachandran 的论文中，测量被试在

全都是凹陷圆形的页面上，找出唯一凸出圆形的时间，并试图描绘出“突显”的特性。结果，无论有多少个凹陷圆形都无关紧要，凸出圆形马上就会被找到。

如果页面上都是凸出圆形，而只有一个凹陷时，要找出它的时间就长多了。再多看一次图 2-8，这次侧着拿书；深度的感觉减轻许多，因为“光源来自上方”的假设对于两种圆形都没有偏袒，哪一种圆形会显得凹陷，哪一种又显得跃然纸上，则较为随机。如果页面上有愈多圆形，分辨的时间也愈长。

突显效果的速度优势太明显了，所以有些动物会改变自己的颜色，以避免被天敌一眼盯上。站在大太阳底下，羚羊看起来应该就像黑色在下半部的图形，因为它的脚下有影子；但是羚羊背部的颜色较深，而腹部为白色。这个模式称为“反阴影”（countershading），刚好与阴影正常的方式相反，让动物有着平均分布的暗色，淡化突显效果，并使动物与背景融为一体。

亲身体会

突显的效果很强烈，也难怪我们常在产品上运用阴影技巧。

电脑桌面上的 3D 斜面按钮就是一例。我还没见过关于这些按钮的实验，但我推测 Susan Kare 为 Windows 3.0 开发的斜面按钮（<http://www.kare.com/MakePortfolioPage.cgi?page=6>）比其他的为了使按钮更明显的方式都更有效。

我最喜欢的阴影例子是 Stuart Anstis 的“时尚与阴影效果运用”课程（<http://psy.ucsd.edu/~sanstis/SAStocking.htm>）。Anstis 指出，仅有前面刷白的牛仔裤，能有效且人为地形成腿部两侧阴影，使双腿看来更浑圆、更有型（图 2-10）。裤袜的效果也一样，裤袜两侧的颜色较深，而且不管从什么角度看都有这种效果。

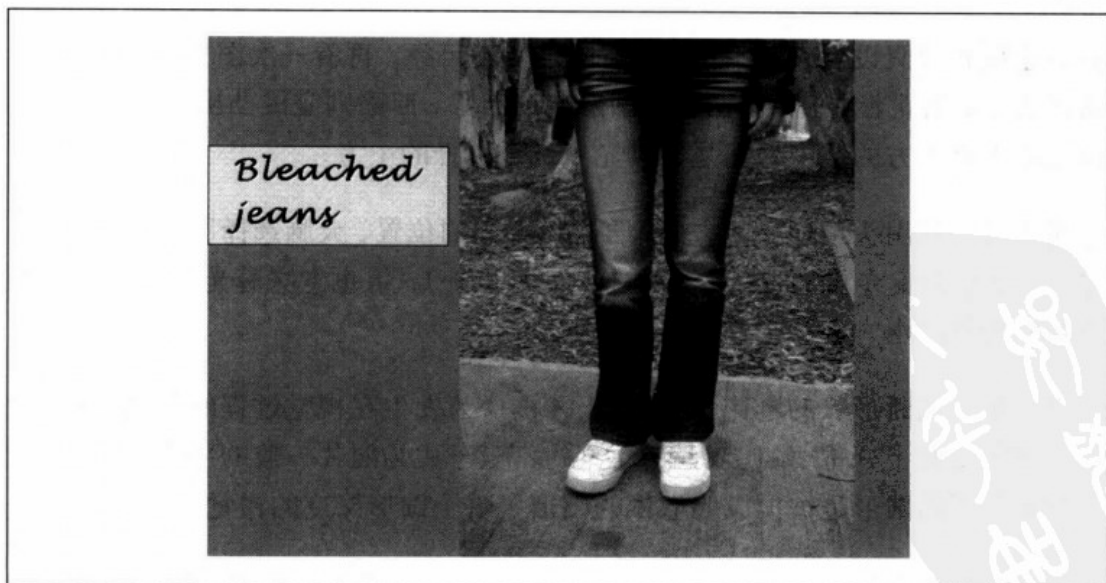


图 2-10：刷白牛仔裤使双腿更有型

Anstis 简报里的重要例子，就是化妆后——或以 Anstis 的话来说，“画上阴影”后造成的外形改变有多明显。有化妆跟没化妆的半边脸（图 2-11），显示了强调颧骨和宛如雕像般的脸孔效果，说明阴影如何使形状更引人注目。



图 2-11：只在半边脸上化妆，脸形的改变清晰可见

附注

1. Kleffner, D. A., & Ramachandran, V. S. (1992). On the perception of shape from shading. *Perception and Psychophysics*, 52(1), 18-36.
2. 事实上，更详细的实验结果显示，大脑默认的光源并非视野的正上方，而是左上角。实验细节包含更复杂的阴影图形，测试图形的第一眼印象是凸出或凹陷。经过一系列测试，默认的光源位置可以借由观察脑部假设光源何在而推论出来。不幸地，为何选择左上角为默认光源，而不是其他方位，目前仍不得而知。请参考 Mamassian, P., Jentzsch, I., Bacon, B. A., & Schweinberger, S. R. (2003). Neural correlates of shape from shading. *NeuroReport*, 14(7), 971-975.

HACK #21

物体会移动，光源不会动

移动的阴影让我们以为物体在移动，却不会假设是光源在移动。

在试着辨认物体时，阴影很快就进入视觉加工过程，也是人类的视觉系统用于辨识物体形状的第一项线索。“自以为看到立体事物”[Hack #20]，说明了视觉系统硬件如何作出光源假设。阴影的另一个用途是指出物体的运动，我们的视觉系统则进一步假设：阴影的移动是因为物体的移动，而不是光源的移动。理论上，

阴影移动可能来自两者之一，但人类演化成忽略其中一种可能性——物体快速移动要比光源快速移动的可能性高，更何况，物体快速移动的危险性也比较高。

亲身体验

先观察大脑如何使用阴影建构景象的立体模型。例子是方盒子中的球体影片 (ball-in-a-box)：

- <http://gandalf.psych.umn.edu/~kersten/kersten-lab/images/ball-in-a-box.mov> (文件较小)
- <http://gandalf.psych.umn.edu/~kersten/kersten-lab/demos/BallInaBox.mov> < (文件较大，4 MB)



如果无法连上网络，可参考图 2-12 的影片静止截图。

这是一段很简单的小动画，不过是颗球在一个立体盒子里移动而已。球体两次都移动至盒子的对角处。第一次，球体看起来像沿着盒子的底面滚动；阴影则位于球的正下方，紧贴着球移动。第二次，球体看起来像腾空而起，斜斜飞至盒子的上方；阴影则沿着最前面的地板移动。事实上，球体移动的路径都一样，改变的是阴影的路径（从对角线变为水平线）。仅只如此，就更改变了我们对球体运动的知觉。（图 2-12 显示球体两次移动的静止图片。）

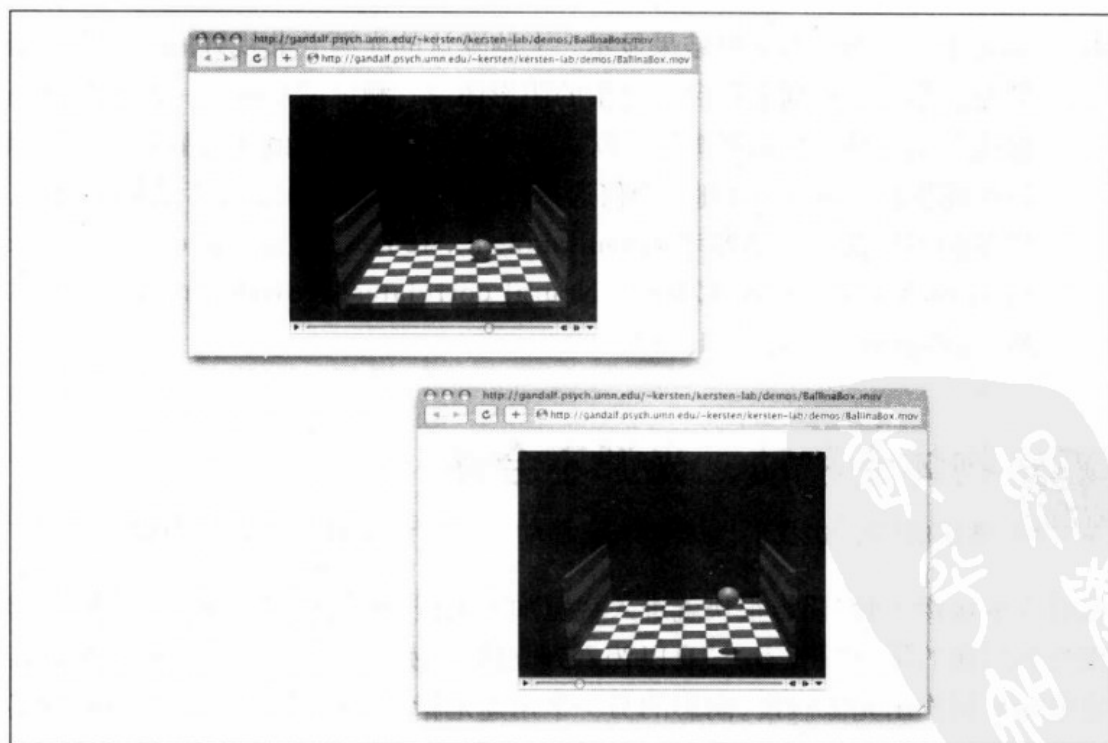


图 2-12：“ball-in-a-box”影片的静止截图

现在看看复杂一点的“之”字形路径的影片(zigzagging ball, <http://www.kyb.tue.mpg.de/bu/demo/index.html>; 图 2-13 为其静止截图), 动画中的球体也是在立体盒子的模型中移动。

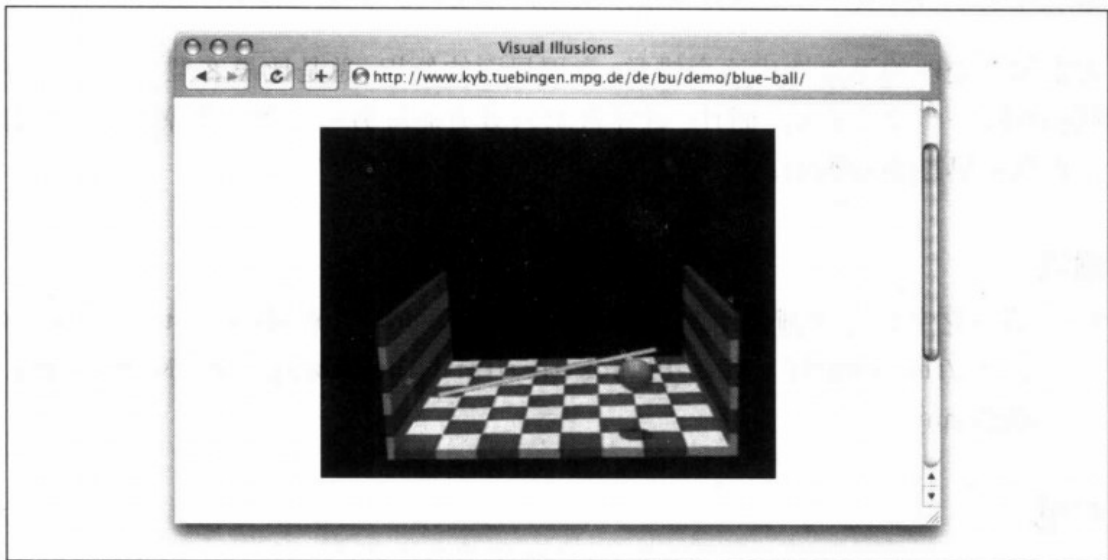


图 2-13: “zigzagging ball” 动画的静止截图¹

球体仍是移动到盒子的对角(证据就是它沿着那条对角线移动), 但影子却在整个平面上乱跑。这一次, 光源移动(因此阴影也移动)的证据更为明显: 盒子上的阴影和颜色一直改变, 而且与移动的光源一致, 而不是与之字形球体路径一致(只有球体移动, 可不会改变整个环境的阴影和颜色)。然而, 我们的双眼还是看到球体呈之字形移动。

工作原理

看到某个景象时, 大脑会以最快速度建构内部立体模型, 阴影在建构模型时的影响非常强烈。在第一组动画时即已体会过: 仅因为阴影的位置和动向不同, 内部模型将有戏剧性的改变。

我不喜欢用“内部模型”来形容。关于景象的多数信息都已存在外界, 只要转头就接触得到, 为什么还要刻意储存在头盖骨里面呢? 我们大概只在百思不解时储存需要的事物。脑内的视觉资料并不像照片, 而是与外部情报(extelligence)串联存在的建构模型; 外部情报可视为没记录于内部的知识。

— T.S.

第二部动画显示出几项大脑加工处理阴影时的假设。一项是较深的颜色代表阴影、一项是光源通常来自上方(这些假设都太自然了, 甚至不会注意到有这些假设)。这两项假设都在平面图形(如普通照片)看起来显示出附带有阴影的深度时[Hack #20]开始起作用。

根据这些假设，脑部认为光源维持静止，物体则四处移动，而不是认为光源在移动。尽管所有线索都指向相反事实，例如盒子底部和墙面的光照模式会随着阴影一同改变；不过，大脑还是只把球体的阴影纳入考虑。在大脑尽快理解立体景象的探索过程中，它其实懒得吸收视野全体信息，而选择假设光源静止，以简化情况。

阴影加工处理的迅速造成这个错觉。意识层面的知识，总是比黑客型但快速的早期感知晚一步浮上台面；而且，就算再怎么努力地从另一种角度观察，意识还是一直在被早期感知影响。

附注

1. 球体之字路径动画要谢谢 D. Kersten (University of Minnesota, U.S.) 和 I. Bülthoff (Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Germany)。

参见

- The Kersten Lab (<http://gandalf.psych.umn.edu/~kersten/kersten-lab>) 研究视觉、行动，以及将视觉转变为对外界之理解的计算法则。除了关于这个主题的出版物，还有些演示可探索我们能从所见事物中抽取出什么信息并提出什么假设。其中的“Illusory Motion from Shadows”文件 (<http://gandalf.psych.umn.edu/~kersten/kersten-lab/images/kersten-shadow-cine.mov>)，演示了光源静止的假设制造了其他运动错觉。
- Kersten, D., Knill, D., Mamassian, P., & Bülthoff, I. (1996). Illusory motion from shadows. *Nature*, 379(6560), 31.

HACK #22

深度事件

我们对 3D 立体世界的感知，来自各式各样深度线索，例如大气薄雾和已知物体尺寸。我们的视觉系统分别应用所有线索至视觉设计和真实生活中。

辨识深度的能力，是视觉系统中一项不可思议的功能。深度不只使所见事物更为生动，也扮演了关键的、功能性的角色。深度用于引导我们在立体世界里生活，并能应用于视觉的通讯设计中；透过深度将事物分离开来，有助于组织我们看到的事物。¹

赋予景物深浅远近的视觉触发机制，心理学家称为深度线索 (depth cue)。视觉科学认为，人类的深度知觉至少由十九种已知的环境线索产生。但我们鲜能单独看见某一种线索，因为这些线索多半一起出现与运作，提供深度信息；不过线索可以粗略归成数类：

双眼线索 (*binocular cues*, 立体深度, 双眼辐合)

利用双眼分别所见的景物, 大脑借由比较差异处而判断深度。这种线索对日常生活非常重要 (试着闭一只眼接球就知道了), 但仍有许多单眼线索 (*monocular cue*) 存在。单眼线索的优点, 在于容易应用在平面影像上 (例如印刷品或电脑屏幕)。

透视线索 (*perspective-based cues*, 尺寸变化、材质变化、线性透视)

视觉景像的形状会提供景像内物体的深度线索。透视线索的会合 / 分叉, 或已知固定比例的图案改变了尺寸 (例如磁砖花样), 均可提示深度。

收缩线索 (*occlusion-based cue*, 物件重迭、投射阴影、表面阴影)

物件的存在, 会遮住其他物件, 而物件建立出的外形阴影是个关于深度的有力证据。请参见自以为看到立体事物[Hack #20]。

清晰成像线索 (大气透视、物体亮度、清晰度)

较远的距离通常带着不少与自然环境有关的深度线索, 例如愈远的景物显得愈朦胧; 并接近人眼定焦范围的极限。我们会在下一节先讨论物件饱和度 (*object intensity*)。

运动线索 (*motion-based cues*, 动作深度, 又称为运动视差 (*motion parallax*))

运动头部时, 距离不同的物件也会依不同的相对速度移动。这是很强烈的视觉线索, 也是眼镜蛇来回摆动头部, 以计算猎物距离的原因。

我们没有足够的篇章可讨论全部深度线索, 所以只详细讨论其中两项: “物体亮度 (*intensity*)”、“已知尺寸” (与透视线索一类略有相关。) 本单元的参见部分会列出更多关于深度的信息, 以及深度在信息设计上的运用。

物体亮度

为什么离我们愈远的物体, 看起来愈是暗淡朦胧? 你可曾注意过, 明亮的物体似乎较能吸引注意力? 这些现象, 都与物体的亮度有关。

凝视着远方, 较远的建筑或山峦好像都比较模糊, 而且也比近处的物体暗淡些; 就算远处物体的颜色比较亮, 甚至刷白过也一样。这个现象的成因, 是种心理学家称为大气透视 (*atmospheric perspective*) 或物体亮度 (*object intensity*) 的视觉线索, 用于感知深度; 根据亮度, 我们能自动整理和排列环境信息的优先顺序 (前景比背景清晰可辨)。

设计师也会利用这个现象, 并在设计作品中运用大胆的色彩与对比色。道路安全专家设计的交通安全标志色彩, 就比路上其他标志更为亮眼, 并选用粗体的对比元素, 好让交通标志更醒目, 如图 2-14 所示。事实上, 当我们顺手在书上画重

点时，也运用了相同的原理。我们利用深度线索，让某段文字浮至前景层，好让它的信息比环境优先处理。

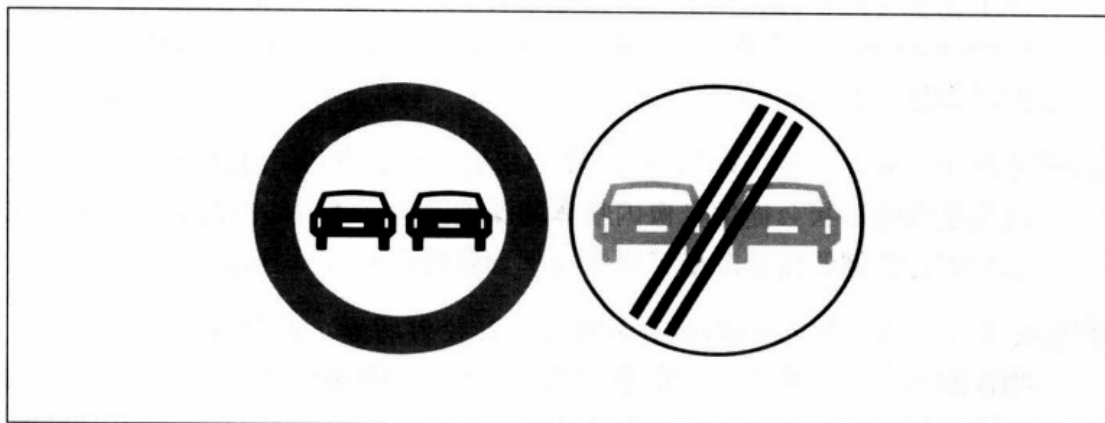


图 2-14：重要的街道标志，通常采用更明亮的色彩以及粗体对比元素，才能比一般招牌显眼²

实践经验

闭上一只眼，看一下图 2-15 的两个方块。如果一定要决定哪个方块看起来比较近，你会选哪一个？深色的方块看起来比较清楚，好像比浅灰的方块前面一点。我们的大脑似乎想要深色方块待在前景。

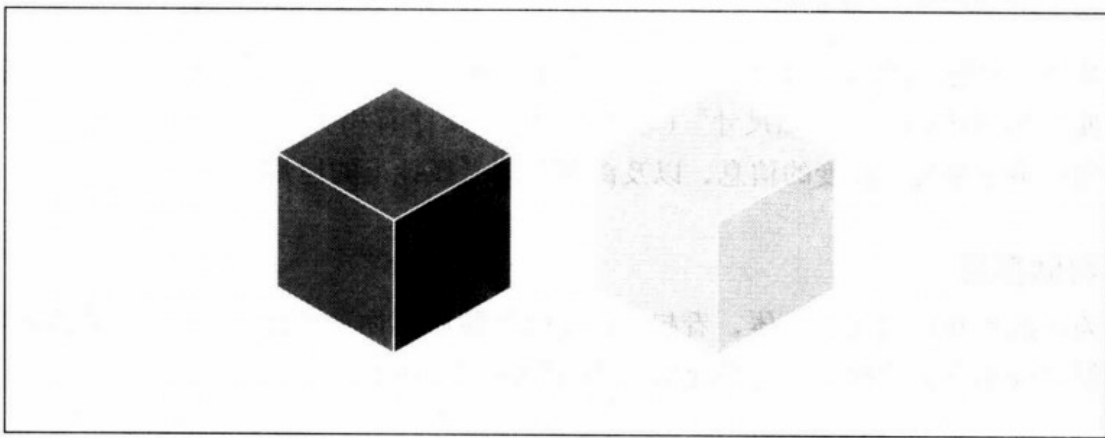


图 2-15：哪个方块离你比较近？

工作原理

这次深度体验的原因是大气透视 (atmospheric perspective)，根源于明暗值的不同，它背后的科学原理其实相当简单。大气中充满了尘埃与水的微粒，会使我们的视线变得朦胧不清，使物体看起来昏暗而较不显眼。距离很近时，我们看不到这些微粒，但随着与物体的距离变远，距离间的微粒数量也随着增加，造成远处物体好像笼罩在薄雾中一般。白天时，这层薄雾似乎是白色或蓝色，因为微粒散射自然光之故。深色的物体则被区分出来，并知觉为前景；较浅色的则是背景。

晚上的效果也类似，不过较亮的物体知觉为比较近，如图 2-16 所示。作为一个首要原则，物体与背景的亮度对比，有助于感知物件所在位置。即使是色彩，也因为色彩值和浓度的相对不同，也能产生不同的深度效果。物体的色彩亮度差异愈大，深度的区别效果就愈明显。

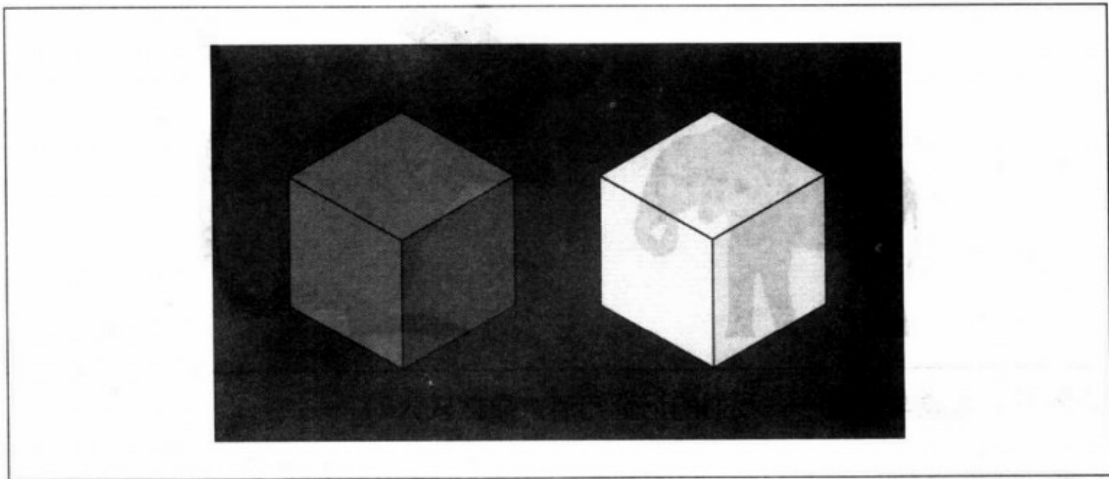


图 2-16：晚上，较亮的物体看起来比较近

亮度究竟如何与注意力相关呢？有种说法说，人类对较靠近的物体付予较多注意力，因为较近的物体比较值得高度关切。视觉上较亮的物体，与前景联系在一起，我们便会自然地分配较高重要性给这些物体。简单地说，它们突显在我们眼前。

亲身体会

天气可以影响大气状态，当然也会影响透视的深度：周遭的大气微粒愈多，大气透视也愈严重。因此，雨天中判断出的物体距离，会比晴天下的距离更远。

已知尺寸

如果物体种类不同，要怎么判断它们的距离呢？大家都知道，把两个大小相同的物体放在距离不同的位置上，较远的物体会显得较小。不过，你可曾惊讶于某些事物的实际尺寸，觉得它们近看比远看大多了？心理学家称这种现象为尺寸梯度（size gradient）和已知尺寸（known size）。尺寸梯度是说，当物体移向远处，也会在视野中等比例缩小。基于相对尺寸上的不同，我们也产生了深度知觉。这项原则没错，不过事前知道某项物体尺寸时，有时会造成错觉，因为我们会采用已知尺寸（或我们的假设）来测量其他物体的相对大小。

如果比较下的尺寸是项重要因素，使用者对主客体的知识即为理解关键。许多视觉交流设计师，都发现了忘记在作品中加上比例尺的危险。缺乏使用者所知的比例尺，可能使重要的地图、图表或比较物品完全无用。比例尺的改变若不在预期中，也可能错误地引导使用者——或者如果正确地运用比例尺，可以帮忙抓住注意力。

实践经验

请看图 2-17 的老鼠与大象影子。我们的记忆中有这两种动物的相对大小，虽然老鼠在图上看起来非常巨大。

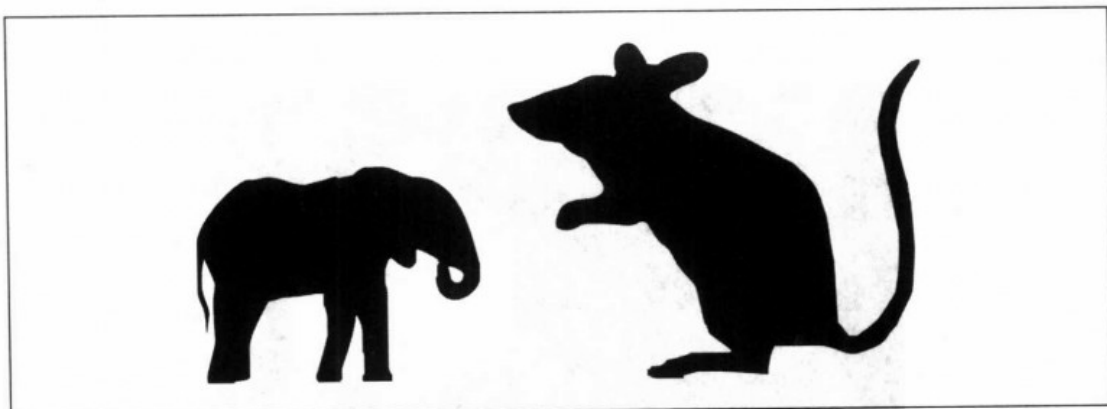


图 2-17：大象与老鼠——我们的记忆知道大象比较大

但图 2-18 又该怎么判断呢？它是老鼠跟怪兽 Z（捏造出来的生物）的比较，既然我们没看过怪兽 Z，我们真的知道它跟老鼠孰大孰小吗？或者我们会直接假设图上的比例是正确的吗？

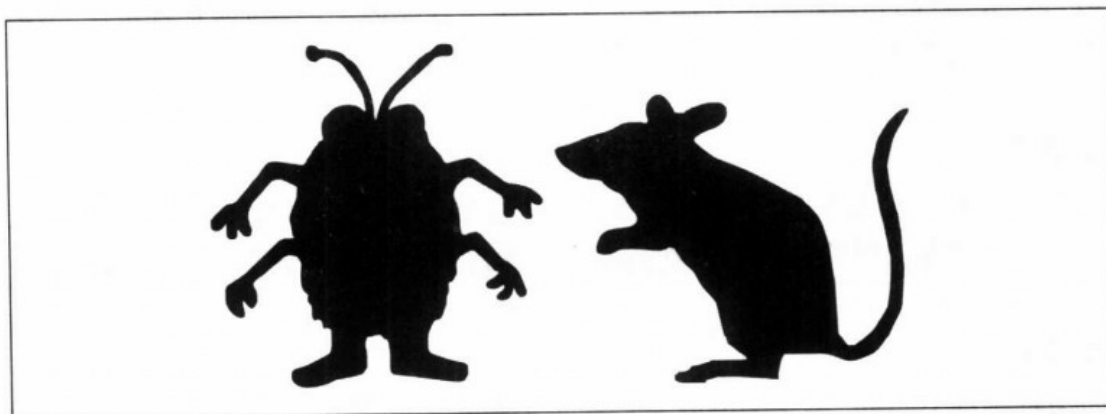


图 2-18：怪兽 Z 与老鼠——既然怪兽 Z 是虚构生物，我们只能用它跟老鼠的比较，来判断其尺寸

工作原理

我们对物体及其尺寸的知识，在深度知觉中扮演了隐藏角色。每当看到某个物体，大脑便回忆起它的尺寸、形状，然后比较记忆与眼前所见的不同，并使用比例尺以估计距离。然而，这套利用得比较快速的招术，有时会害我们掉入陷阱，尤其是在面对不熟悉事物时。心理学家 Bruce Goldstein 提供了一个文化案例——在非洲雨林里遇见布希族（bushman）的人类学家。人类学家领着布希人走到开阔的原野，并指出远方的几头水牛，但布希人不相信水牛是头庞然大物，还说它们一定是昆虫。不过，当布希人更靠近时，他对水牛一直增加的尺寸感到惊

愕，还把这个现象归因于魔法。因为雨林中的视野有限，再加上面对不熟悉的生物，使得布希人的比例感知被混淆了。

亲身体会

有些设计师捕捉到这项魔法，并引为己用。电影工业就常利用我们对已知尺寸的假设，并通过打破尺寸来迷惑我们，使熟悉的事物看来新奇而且恶。例如说，透过比例尺和并列的变形效果，可让观众以为一百多米高的巨型蚂蚁正在摧毁小镇和城市。

附注

1. Bardel, W. (2001). "Depth Cues for Information Design." Thesis, Carnegie Mellon University (http://www.bardel.info/downloads/Depth_cues.pdf) .
2. Ultimate Symbol Inc. 的交通标志 (<http://www.ultimatesymbol.com>)。

参见

- Goldstein, E. B. (1989). *Sensation & Perception*. Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing.
- Ware, C. (1999). *Information Visualization*. London: Academic Press.
- Tufte, E. (1999). *Envisioning Information*. Cheshire: Graphics Press.
- Braunstein, M. L. (1976). *Depth Perception Through Motion*. London: Academic Press.
- Reagan, D. (2000). *Human Perception of Objects*. Sunderland: Sinauer Assoc.

— William Bardel

HACK #23 明度如何与亮度区别：棋盘阴影错觉

有个关于亮度的错觉，显示大脑如何参照景物结构，并在计算阴影的同时把亮度也算在内了。

我们的视觉系统一直面临一项重大挑战：从平面的视网膜影像，重新建构立体“视界”。从立体到平面的投影，难免会损失信息，所以多少需要由脑部的视觉中心重新建构。没错，我们有两只眼睛，这点可以弥补一些平面上的不足，但是，生动的立体世界在我们盖住一只眼睛后，仍然存在[Hack #22]。

从平面重建立体的过程中，我们的脑部聪明地依赖过往对现实世界的经验及假设。既然信息是以这种方式组装，过程也容易出错，尤其是一些巧妙设计的图

片，能让人产生各种各样的错觉。这个单元将锁定于一个非常新的例子，Ted Adelson 的“棋盘阴影错觉”。¹

实践经验

请看 Adelson 的棋盘错觉图（图 2-19）。

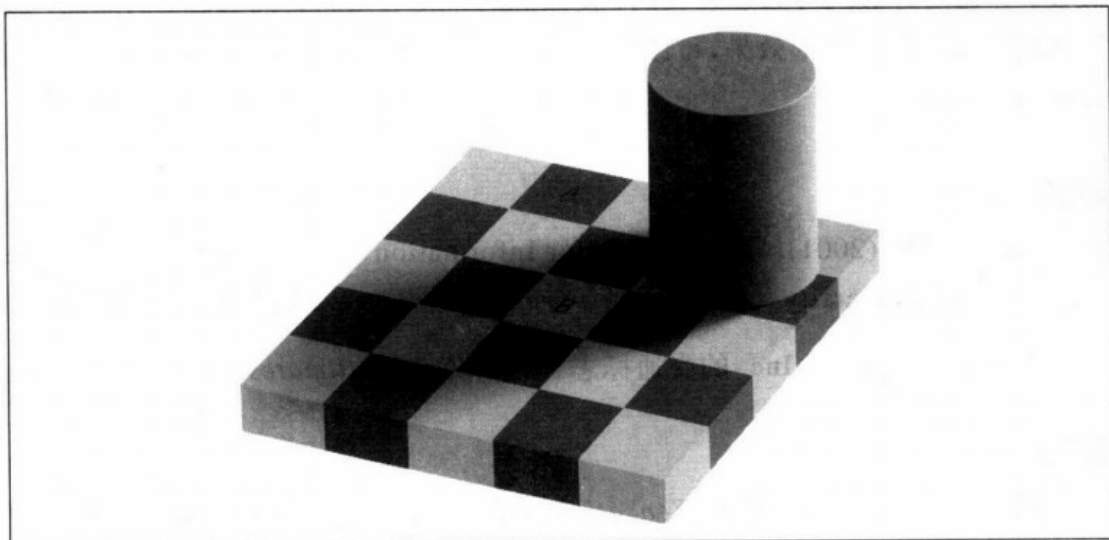


图 2-19：Adelson 的棋盘错觉图——A 和 B 哪个比较亮？

大家应该都同意，这张图上是黑白交错的棋盘，一隅立了个圆柱体。照明显然来自右上角，从棋盘上的阴影角度即可判别。（我们也知道，阴影对塑造所见事物有多重要[Hack #20]）。这些信息都在一瞥之间得知，比读完这一句的时间还短。（当然比写下这一句的时间更短！）

现在想想这个问题：A 和 B 哪个方块比较亮呢？答案当然是 B，我也同意这个判断。但是，换成图 2-20 看看，灰色直线贯穿 A、B 方块，显然这两个灰色方块是一样的（事实上，整张图就是这样设计的）。

要证明这点，可在纸上挖出大小及位置如 A、B 方块的洞，然后把纸遮到图 2-19 的棋盘图上。

工作原理

如果图 2-19 里的 A 和 B 有着明暗区别，图 2-20 却没有，究竟是什么因素造成的？两种结果一定互斥吗？一言以蔽之：明暗受环境影响。

视觉科学家较爱采用亮度（luminance），而不用明度（brightness）来描述其经验。亮度是物理性的测量、有效地计算表面的光照量，然后以波长衡量其可视度。（测量单位是每平方米有多少烛光， cd/m^2 。一烛光原本被定义为 30 厘米外的标准蜡烛亮度。）

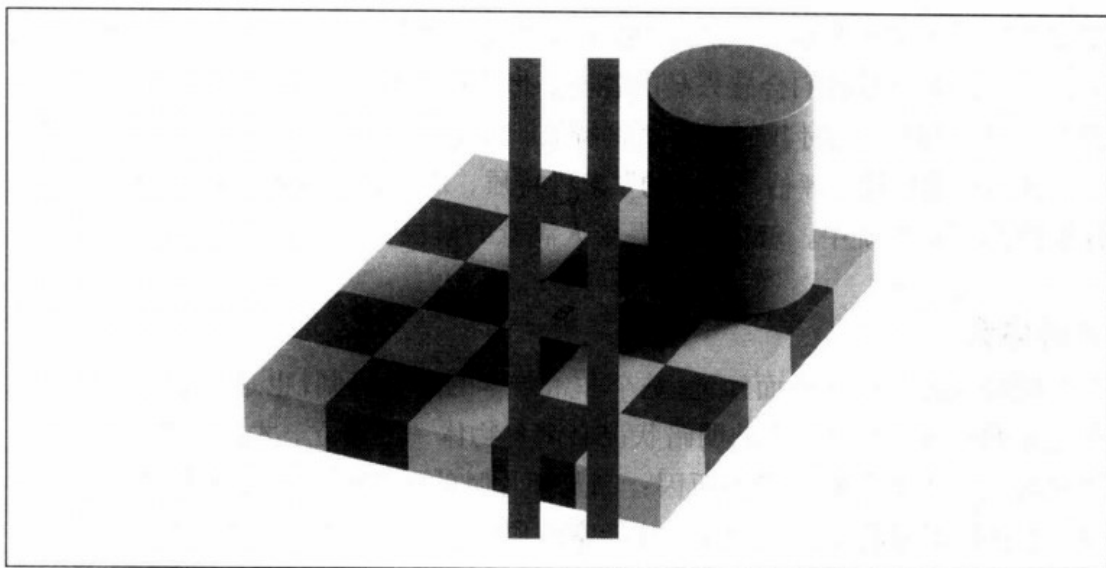


图2-20：棋盘仍是上图的棋盘，只是加了两条直条——现在，A 看起来会比B亮吗？

另一方面，明度则是主观的认定——是我们的大脑为意识经验而建构。分辨明暗要依赖过去的经验（对亮度的适应）、现在的外在环境（对比效果），以及背景（就如本例）。除了使用心理物理学，完全无法测量。



视觉科学上的“对比”有两种含意。第一，对比意指一种感知效果，某个区域在视觉上的明度，取决于邻近区域的亮度（由“侧抑制作用”（lateral inhibition）居中调停，某种对于景象的空间上的高通滤波）。第二，对比是用于测量亮度差异时的术语。而背景在这里我们解释为形象上的要素（或景象结构），在这里它被灰条改变。

比较图 2-19 与图 2-20，到底发生什么事？事实上，在我最初询问“哪个方块比较亮？”时，我就知道你会交出较深层的回答，也就是方块的实际明度。我知道，你——或者你那聪明的视觉系统会处理眼前的景象，并把它转译为立体景象、猜测阴暗与发光部位、预测看不见的光源、测量输入的光线、减低明暗的评估效果；还会猜想实际明度——当棋盘实际像图上摆设时的明度。然而，加上（图 2-20 的）屏蔽后，则建立出无法应用立体分析的周边环境。现在，A、B 方块不再有照亮程度相异的假设，因此不需要受照明与阴影的影响，明度因而显得相同。这两个方块的亮度其实一直都一样，但因为周遭环境的不同，我们知觉出的明度也随之改变。

除此之外，图上还有其他方块也处在亮度相同、明度不同的状况中，有兴趣的读者可以继续寻找这些方块。

Ted Adelson提出的棋盘阴影错觉，教了我们好几件事，如无意识的景像加工正在大脑的视觉区里运作，并应用反转透视和反转明暗模型。也显示了亮度和明度可以有多大的不同，引出知觉的恒常性，此处特指明度。这个错觉也显示了“视

觉错觉”一词有多么不公：你对“哪个方块比较亮”第一个答案完全没错；事实上，这个答案也是我们会感兴趣的答案。想象棋盘是面拼图，有几块图不见了，你要找出这些图。此时我们需要素材特质，需要独立于光源而运作的功能。事实上，排除周遭环境、评估“真正的”素材特质，是项非常困难的运算问题；它在计算机的视觉系统中，就还没获得令人满意的解决。

亲身体会

根据明暗状况而校正平面知觉，是个非常基本的感知机制，也是个通常运作得几近完美的机制，因此人为的明暗状况必需与物体一同建立，才能曝露这个机制。这就是我们需要照相技术的原因：浏览相片时的照明情况，多半与原始景象不同，专业摄影师需要长时间练习才能掌控照明状况，并使得观看照片时的印象，一如摄影师的预期。

附注

1. “棋盘阴影错觉”及 Ted Adelson's 的说明 (http://web.mit.edu/persci/people/adelson/checkershadow_illusion.html)。

参见

- 另有互动版的错觉体验，可证实棋盘的颜色的确是一样的 (http://www.michaelbach.de/ot/lum_adelson_check_shadow)。
- Adelson, E. H. (1993). Perceptual organization and the judgment of brightness. *Science* 262, 2042-2044.
- Adelson, E. H. (2000). Lightness Perception and Lightness Illusions. *The New Cognitive Neurosciences*, 2nd edition, 339-351. M. Gazzaniga (ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Todorovic, D. (1997). *Lightness and junctions*. *Perception* 26, 379-395.
- Blakeslee, B. & McCourt, M. E. (2003). A multiscale spatial filtering account of brightness phenomena. In: L. Harris & M. Jenkin (eds.), *Levels of Perception*. New York: Springer-Verlag.

—Michael Bach

HACK #24 用太阳眼镜建立深度错觉

借用较少人知道的 Pulfrich 错觉，可以揭示脑部对运动、深度和明暗的计算过程——所需道具只有太阳眼镜和钟摆。

本单元将揭示，是视觉系统计算物体距离，还有计算物体移动速率的程序代码。

计算所需的两个变数——深度和速率，都能透过比较物体各个时刻的位置而得知。与其使用分离的中立模块找出变数、执行同样的基本运算，大脑选择合并这两项工作，并在计算两组测量数值时使用部分相同的细胞。因为深度和运动已合并编码到这些细胞里，（在正常状况下）细胞很可能会把深度的改变转换成运动，反之亦然。例子之一就是明暗眼镜效应（Pulfrich Effect，也称为普菲立效应）：利用太阳眼镜，能造成钟摆依椭圆形轨道摆动，而非依直线摆动的错觉。其原理在于太阳眼镜会造成错误的速率，知觉速率又在到达感知层时转换成深度的改变。现在就来实验看看。

实践经验

拿一段线和有重量的物体（例如钥匙串），自制一个钟摆。另外需要一副太阳眼镜，或任何能遮蔽光线的材质。

请一位朋友在你面前摆动钟摆，务必确保摆动方向是直线，由左至右。现在，用太阳眼镜遮在一只眼睛前面（如果你的眼镜为可拆式镜片就更方便了）。记住，两眼都要睁开！你将看到钟摆前后摆动，同时也有点左右摆动，摆动路径看起来好像是椭圆形。图 2-21 是实验中的情况。

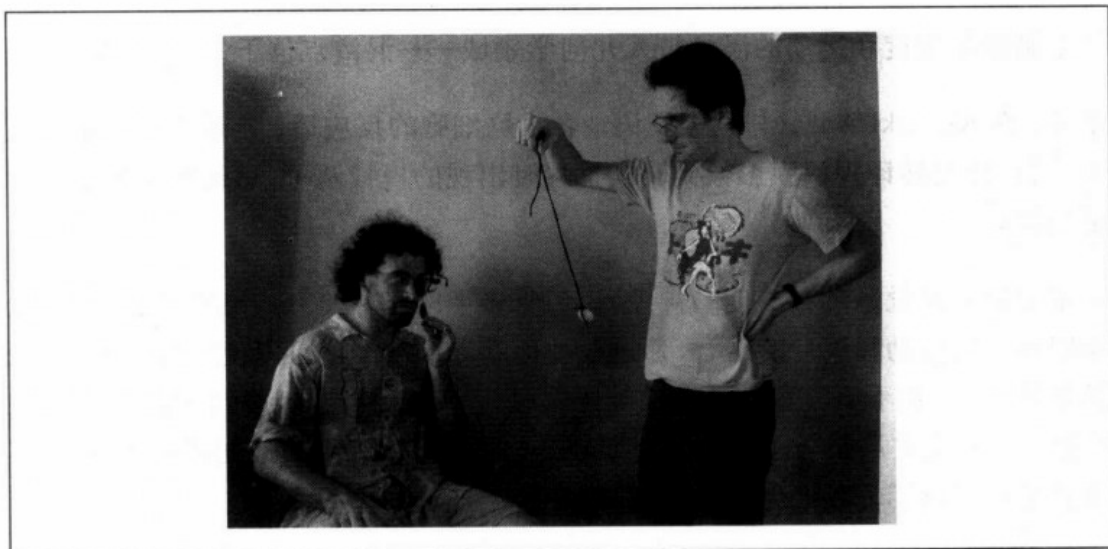


图 2-21：Matt 和 Tom 利用太阳眼镜和自制的鞋带钟摆，测试明暗眼镜效应

示范你的朋友你所看到的椭圆路径，然后请朋友以相反方向摆动，试着中和这个错觉。现在钟摆看起来又在直线路径上摆动，但是摆动的样子变得很奇怪。因为，钟摆实际上仍以椭圆路径的速率摆动，它虽然中和了对距离的感知，但速度却不一致，使钟摆看起来好像奇怪地加减速。

工作原理

“明暗眼镜效应”的精典解释：阴暗（太阳眼镜）减缓了眼睛对物体影像的处理

(低亮度意味着只有少数神经元受到的刺激, 传递信号的速度也比较慢[Hack #11]); 效果就是影像到达双眼视网膜的时间不一致。因为物体正在移动, 时间不一致即表示物体位置投射到视网膜时会有些微差别。视网膜的影像感知差别, 则被视觉系统用于计算深度[Hack #22]。在有太阳眼镜蔽光的视网膜上, 些微的位置差异成了深度的线索, 如图 2-22 所示。

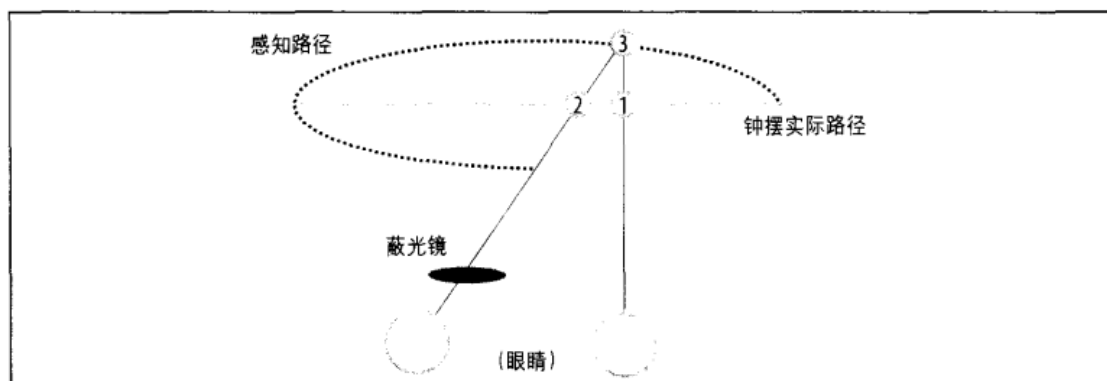


图 2-22: 明暗眼镜效应的几何学: 虽然钟摆实际位置在 1, 但处理过程的延迟却使透过太阳眼镜看出去的位置在 2。同时考量两眼看到的位置后, 钟摆遂应该位于 3, 与 1 呈直线, 但距离较远的地方

这个解释把深度和运动的混淆带入几何学领域——混淆点位于外界, 而非脑内。

不过, 在 Akiyuki Anzai 与同僚们记录各个脑细胞的反应后, 显示出这一解释还不完整。比起转译视网膜影像到真实世界时出现的模棱两可, 运动和深度的混淆更为深层。

视觉皮层中感觉运动和深度的神经元, 似乎多半以合并的方式感知。这些神经元能回应某些运动和深度的结合, 通过改变运动和深度的值可以使结合最大化。意思就是, 当我们看到某样东西并估算距离时, 大脑也总是在判断它的速率; 反之亦然。从视觉皮层整合两眼的信息那刻开始 (视觉加工中的最初期), 运动和深度就结伴同行了, 我们无法只得知其中一者的感觉。

两者的合并, 或许是利用运动视差 (motion parallax) 来检测景深[Hack #22]的结果。以摆动头部来判断事物距离, 是最古老的方式之一 (眼镜蛇就利用摆动头度的运动视差, 从而判断该攻击的距离)。就算只用一眼, 运动视差一样有效。

联合编码理论, 解释了在某些没有明显几例形状的情况下, 仍然会出现类明暗眼镜效应的原因。如果只戴着一边太阳眼镜看电视, 将会看到两层光点, 前后两层分别移向左右两侧。这个现象的成因比较复杂, 但大致上是因为我们试着让双眼看到的影像光点相符合, 所以计算了其间的深度 (解释为立体影像)。只遮蔽单眼的光线, 便建立了偏差, 所以不再把所有光点知觉为单一深度, 而是看到两层

偏斜的平面,因为深度和运动合并编码的关系,这两层平面的运动方式也受影响(互朝反方向移动)。

亲身体会

明暗眼镜效应可用于建立电视的3D效果,只要观众愿意戴上只有一边的太阳眼镜。另外,影像/摄影机的运镜必需很流畅,才能建立一致的深度觉,在制作上是有点困难,但已经能做出来了。¹

附注

1. 一些应用明暗眼镜效应的电视节目 (<http://www.combsmusic.com/RosesReview.html>)。

参见

- Anzai, A., Ohzawa, I., & Freeman, R. D. (2001). Joint-encoding of motion and depth by visual cortical neurons: Neural basis of the Pulfrich Effect. *Nature Neuroscience*, 4, 513-518.
- 南伊利诺斯大学的心理学系的明暗眼镜效应页面上,列了许多深度信息链接 (<http://www.siu.edu/~pulfrich>)。

HACK #25 实静似动

运动后效的错觉,归因于脑细胞对运动的再现。

为什么在火车停止后,月台看起来好像还在向后退呢?这个问题的解答,将说明某些视觉系统结构的关键,亦将说明如何在脑中重现信息。

月台后退的现象就是运动后效(motion aftereffect)。就像从非常明亮的户外走入室内时,每样东西看起来都有点暗,或身处非常安静的环境时,声响总是听起来特别大声;所以,持续朝着某个方向的运动,也会留下对另一个方向的偏移,也就是“后效”。

实践经验

请盯着动画 (http://www.biols.susx.ac.uk/home/George_Mather/Motion/MAE.HTML; QuickTime) 里的瀑布同一点约一分多钟,然后按下暂停。你应该会看到瀑布好像往上流动的错觉。如果是真瀑布的效果会更好,因为不太可能按下真瀑布的暂停键,可以转移视线到不会移动的地方,例如瀑布旁的岩壁。

这项错觉不只在观察持续向下的运动时出现。任何持续运动,都会产生相反的后

效；包括旋转在内，例如网站 http://www.at-bristol.org.uk/Optical/AfterEffects_main.htm 上的 Flash 动画示范。

运动后效仅在部分视野移动时，才有作用（就像从火车车窗中看出去一样）。如果每样东西都在动，这个错觉并不会出现，所以，尽管我们在车上算是一直朝同一个方向运动，但下车时并不会出现后效错觉。

工作原理

这项效应显得如此奇怪的原因，部分在于感觉到运动，实际上却没有任何事物真正移动了位置。运动后效不只让人觉得有趣，它也暗示了：运动和位置运算，其实发生在脑部结构的不同区域。

脑成像证明了这项暗示。在视觉皮层的某个区域，细胞对运动有所反应，不同细胞对不同类型的运动有反应。而在另一块视觉皮层的不同区域，细胞则对落于视野各处的物体位置有反应。因为回应运动和位置计算的模块是分离的，的确可能只体验到运动，而实际上没有真正的移动。

另一种情况是能够感知静止影像，但无法体验运动，某些运动模块受损的中风患者即发生此种情形。他们的世界是一幅幅投影片般的景象，尽管在理论上，他们的视觉系统应该接收到了所有运动计算所需的信息（亦即位置和时间）。

我们不需要脑成像，就能证实这项效应发生在脑皮质层整合所有资料的时候，而非发生在眼睛上。再看一次瀑布的动画，不过请闭上一只眼。在暂停动画时换成闭上另一只眼——虽然这只眼没盯着瀑布，但还是看得到瀑布逆流效应。也就是说，运动后效与某种中央处理机制相关，而非视网膜上。

在了解后效的成因前，需要先大致了解信息在脑内如何重现。位于视觉皮质层内、运动感知区的细胞各对不同运动产生反应，或说产生“火花”。有些细胞会因为侧面的快速运动而发出火花、有些则对朝着左下 27 度角的慢动作产生反应……难以尽数。每个细胞都被设定为只对某一类型的运动有反应，相似的运动会引发许多细胞同样反应，但对于完全不同的方向或速度的运动，这些细胞不会有任何反应。

我们感知到的运动，会根据整体运动感知细胞的活动模式而定。相关联的细胞活动会与其他关联活动做比较，不单是各个细胞如何产生火花而已。但若有某个细胞持续发出火花，它们的反应水平便会降低（即适应（adaptation）过程）。观察瀑布时也一样，反应瀑布下落运动的细胞已经适应了，而不再持续发出那么多火花。

暂停瀑布意味着正常细胞活动仍然持续，但不包括已适应的细胞；相比之下，已

适应细胞的反应远少于观察反向运动的细胞。通常，这两组细胞应该互相平衡，但检测反向运动的细胞，现在发出较多火花。尽管输入信息不变，脑部却把整体反应模式解释为运动发生于相反方向。

侵入机制

起初，有些人认为在运动后效中的适应机制，或许单纯地因为运动感知细胞的疲劳。现在，我们知道这个效应不该这么解释，其中的机制远比疲劳更为精巧有趣。以本单元一开始的瀑布效应为例，但在观察静止模式前，先闭眼约二十秒钟。如果运动后效归因于细胞疲劳，而效果的持续期间约十秒钟；等待二十秒应能完全移除这个效果。不过，我们看到运动后效的时间还是跟没闭眼二十秒时差不多。运动感知神经元应该有时间恢复正常了，为什么它们还处在适应后的状态？

因为，我们的运动感知底线仍未重设（闭上了眼睛之故），神经元才会继续处在适应状态下。“适应”的运作就像取得控制权，针对瀑布连续运动信息的预期输入水平，来调整运动感知。

运动后效是常见的错觉，不只发生在运动中的物体。神经元的相对激活和习惯化，都是大脑的一般功能。这种效应产生于神经处理过程中，是为了调整我们的感知，以便消除持续而无用的信息。它的运作使我们能敏感地得知改变，而不致被强势输入信息而淹没。想一想眼睛适应黑暗的方式，就是良好的适应可以造成不愉快后效的好例子。适应将在“调整”[Hack #26]单元详细说明。

参见

- 滚动文字版的运动后效 (<http://www.naturalhighs.net/waterfalls/illusion.htm>)。
- 关于运动后效的绝佳例子和解释 (http://psylux.psych.tu-dresden.de/il/kaw/diverses%20Material/www.illusionworks.com/html/motion_aftereffect.html)。
- Mather, G., Verstraten, F., & Anstis, S. (1998). *The Motion Aftereffect: a Modern Perspective*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Grunewald, A., & Mingolla, E. (1998). Motion after-effect due to binocular sum of adaptation to linear motion. *Vision Research*. 38(19), 2963-2971.
- Rees, G., Frith, C. D., & Lavie, N. (1997). Modulating irrelevant motion perception by varying attentional load in an unrelated task. *Science*, 278(5343), 1616-1619.

HACK
#26 调整

因为大脑觉得一成不变的刺激很无聊，遂调整成滤除这些讯号，我们因此而习惯某些事情。

我不觉得四肢有重量。我不会太过在意衣服贴在皮肤上的感受。笔记本电脑发出的轻微嗡嗡声消失了。头顶上摇曳的灯光淡出了我的意识。我知道这一切仍在发生中——只是我不再注意这些事情罢了。

换言之，对我的大脑来说，今天只是另一个再普通不过的日子。

大脑让我们忽视太过持续的输入信息。这是件好事；不然，我们会花所有时间在想着手怎么那么重、衣服感觉起来怎么是这个样子、计算机运作的嗡嗡声怎么是这种强度……结果反而无法专心于手边的任务。

适应 (adaptation)，常用于形容为了持续输入而调整的过程。适应与相关的输入表征结合后，就会带来后效 (aftereffect)。“运动后效”正是说明复杂适应过程的好例子，所以，我们将暂时继续说明这个效应。



相关信息的再现，以及运动后效都于“实静似动”[Hack #25]中说明。简单地说，感知多少“向上”的运动，需比较“感应向上运动的神经元”与“感应向下运动的神经元”的激活，而不是绝对层面的活动。

“适应”是感知系统共有的特色。我们特别能在声音、碰触、嗅觉等部分注意到（或刚好相反，多半没注意到）。适应也会影响视觉[Hack #25]。如果我们停下来仔细想想，将会庆幸自己多半只要注意外在世界的一小部分而已。

“适应”对很多过程都是常见用语。有些过程很基础，期间短，发生在个别细胞的水平。例如神经元疲乏，其字面意义已经解释了一切。神经元若缺乏休息，它们便不再精神奕奕地回应相同输入；它们“累了”。更严格地说，细胞膜 (membrane) 里掌管电位改变的离子通道不再活跃，不过“累了”已经是很接近的比喻。

最为基本的记忆形式，就是某种适应，我们称之为习惯化 (habituation)。这种形式不过是在刺激引起二度反应时，减弱反应强度。第一次冲冷水澡，每个人都难免倒抽一口凉气，但多加练习，就不会在冷水下簌簌发抖了。神经科学家也使用类似刺激——一直戳海参，戳到它习惯为止；这类刺激首度揭示一点，学习归因于刺激强度的改变，也与个别神经元的连系结构有关。

实践经验

后效是最容易看出适应的方式。大多数行为都会留下后效，像是声音、压力、光亮、倾斜、运动……这些只是其中的一小部分。其中，像运动后效[Hack #25]等

部分效应的成因，乃是发生在脑皮质层的适应过程。但还有发生在感知层的效应。视觉系统对不同程度亮光的适应，就直接发生在眼睛里，而不是在皮质层中。

你可以先呆在黑暗的房间里，让双眼适应黑暗，然后闭上一只眼走到明亮的房间或户外。如果你再回到暗处，张开的那只眼睛几乎无法视物（它已经很快地适应了光亮），但是刚才闭上的那只眼却能清楚地辨别景物（它仍在适应黑暗后的基线下运作）。这个效应在轮流以双眼视物时非常强烈，整个房间的照明和色调好像宛如在换眼的瞬间改变一般。

工作原理

“适应”有其感知上的原因，而不只是反映出神经元的疲乏，或只是某种长时记忆现象的副产品而已。适应，似乎是感觉系统中不间断且固有的机制，目的是纠正逐渐睡着的系统组件。输入的水平固定不变，可能是神经机制出错的征兆，也可能是神经机制过度反应；不然，至少也表示这项输入不如其他事物重要，应该排除在感觉过程之外，让我们在新的基线中感知其他变化。

这与通道去关联（channel decorrelation）¹的观念有关，意即感官通道应尽可能提供关于外界的独立证据，而不是相关证据。如果输入互相关联，便不会增加任何额外信息；而大量、不变、主动的刺激，正巧会跨越视觉空间和时间，在负责回应运动的神经元间，建立许多相互关联。

有些细胞不会适应刺激。多数皮层下（subcortical）的感觉神经不会适应刺激。²学习适应某些刺激的代价太大了——例如潜在的危险逐渐逼近[Hack #32]——所以细胞不会适应这种刺激。

适应让我们忽略不变的事物，才能专心于新事物或改变的事物上。这项功能不只好用，对于未曾停止的感觉分门别类更为重要。适应在减少反应程度的重要性，并不如分类反应、以解释感觉神经新近经验一般重要。神经元可在有限范围内变化反应水平；暂时改变有限范围的基线水平，能使神经元对当下输入的反应更佳。

亲身体会

感应基线的改变可于眼睛适应不同明暗度时察觉。或许，适应持续固定的运动会更教人惊讶，像是我们身在船上的时候。船身一直摇晃，刚开始可能会让我们晕船，不过，适应很快就移除了晕船的情况。等回到陆地上，有人会经历“登陆困难症候群”（mal de débarquement），感觉上每样东西都在摇晃。（摇晃的当然是我们自己，但却无法辨别出来！）

“震耳欲聋的寂静”是由持续声响的消失而引起，是一种听觉的适应。听觉已经

适应了吵杂的基线，当声响消失时，我们反而比平常处在安静环境中时，更加听得到寂静（神经层面的“听到”）。

适应让我们忽略持续不变或可预期的事件。我想，这或许是大庭广众下听到手机通话的声音，会吸引我们注意力的原因。正常的对话有着接近一成不变的音量、时机和节奏，所以我们不会因对方要开口说话而惊讶。在手机对话中，我们不会听到任何线索足以让大脑下意识预期对方将开口说话；结果造成大声而无法预警的音量变化——正好是难以适应的刺激，也因此难以过滤。

附注

1. Barlow, H. B. (1990)，有篇关于视觉后效的功能性角色和突触机制的理论。发表于 C. Blakemore (ed.), *Vision: Coding and Efficiency*, 363-375. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
2. 介绍“适应”的优秀论文（论文本身也很有趣）。Kohn, A., & Movshon, J. A. (2003). Neuronal adaptation to visual motion in area MT of the macaque. *Neuron*, 39, 681-691.

参见

- 在“小小神经科学”网站上有讨论到嗅觉适应的问题（<http://faculty.washington.edu/chudler/chems.html>）。

HACK #27

不移动却能呈现运动

找出静止画面为何能制成电视上的动态影像。

运动后效[Hack #25]显示了大脑对运动与位置的分别运算。举例来说，在习惯了瀑布流动的表面后，我们会把静止的表面看成逆着瀑布的方向流动，虽然应该是静止的。理论上，运动能藉由计算位置和时间信息而得知，但大脑可不是这么做——脑部有直接侦测运动的专门区域。既然我们分别感知位置与运动，便可能导致某些奇怪的错觉，运动后效尤为突出——明明没有任何东西改变位置，却看到了移动的错觉。

运动后效有赖于场景一开始要在运动中，但我们可以试试另一种更好，而且在没有实际出现、移动任何东西的状况下，仍看到物体移动的错觉。这是似动现象（apparent motion），即使没听过，你也一定经历过。

快速地扫视两张图片，图片间只有些微位置不同而已。只要时间点正确，大脑会自动填补位置的空缺：我们看到第一张图片的物体顺畅地移动到第二张图片的

位置。周遭环境中明明没有移动的物体，但大脑填入了移动的假设路径，并让我们如此认为。

听起来很耳熟吗？应该的，这就是电视和电影所依赖的技术。

实践经验

体验似动现象最简单的方法，当然莫过于打开电视机或看场电影。电影每秒投射 24 幅影像，对人类而言，每秒 24 个影格已能知觉为连续动作。



在早期的电影中，影片一秒为 16 个影格，需使用三叶遮光器（three-bladed shutter）增加快门频率，使频率超过频闪（flicker fusion）的需求。尽管是看到同一影格三次，但大脑不管影像相同与否，仍会填补影像间的差距，所以我们看到了持续的运动。

电视与计算机屏幕则复杂许多，它们并不像电影一样更新整幅画面，不过原理仍然相同。

若想透过没那么高科技的手段来体验这个效应，可以试试小时候常玩的游戏。拿个笔记本，在笔记本一角逐页画上连续动作。我对画画不太在行，所以我只是画了个圆圈逐渐从纸张下端往上移的运动。你也可以到附近书店找翻画书（flipbook）来看。

只要以特定速率翻动笔记本或翻画书，各幅景象便栩栩如生地活动起来了；它们不再是单幅图像，合起来形成了动画。以我而言，我画的小圆圈朝着笔记本上方直冲过去。如果翻页的速度慢一点，圆圈就移动得慢一点，不过仍然会移动，就像沿着路径上的每个位置移动。如果我再放慢速度到了某种程度，圆圈看起来不再向上移动，而只是每一页位置都不同而已。

工作原理

似动效应有时也被称为飞现象（phi phenomenon），它是似动效应中最简单的形式，你大概已经看过两道光线依一定时间差闪烁，看起来好像光线从甲地移到乙地，就像跑马灯。想象一下，演示用的两道光线闪烁的时距如果太短，看起来就像是同步闪烁；如果时距太长，又会看到分别闪烁的光线。但只要抓准时机，我们就会看到似动现象。

虽然最佳时机总是依情况变动，不过，延迟 50 毫秒，大约可使光线在两个位置间移动的错觉最为强烈。注意到了吗？50 毫秒代表一秒闪烁 20 次，正好与电影影格数相当接近。（顺便提一下，光线间的实际距离增加时，最佳时距也随着增加。¹）

当我们看到光点出现于数个位置、具一致性地运动时，似动效应最为强烈——

的确就像跑马灯一样，我们看到文字平顺地滚动，尽管实际是由一连串闪烁的光点所构成。事实上，我们不只觉得那是某种运动错觉：似动效应会启动视觉皮层中的MT区（位在颞叶脑回（temporal gyrus）中央），一个主要负责运动信息处理的区域。对大脑而言，似动现象就跟真的运动一样令我们信服。

这很合理。在视觉皮层所关心的范畴里，似动现象与实际动作唯一的相异处，就是有些信息遗失了（亦即光线从甲地到乙地中间发生的事）。既然没有直接侦测运动的方式（例如说，我们无法看到动量），视觉信息就是我们手边的一切，似动现象只是人类容忍丢失资料和适应能力下的产物。

视觉系统若不容许似动效应，即代表设计过度。感知似动现象的能力，让我们能从移动太快、难似辨明的影像中看到协调性。

亲身体会

似动现象带来的最大优势，就是我们可以坐下来看电视。

这个现象也解释了车轮有时像在缓缓倒转的原因，虽然它们实际上是以极高的速度向前转。前面提过，似动现象在毗邻的光线或影像，以大约50毫秒间距闪烁时最为强烈。若以影片拍摄车轮向前旋转，或许车轮转一圈的速度将比50毫秒（或是拍一个影格所需的时间）略慢，它几乎回到原点，但又差了那么一点。结果车轮像缓缓倒转的似动现象，便比向前转的视觉效应更强，遂取得主导地位：我们看到车轮缓缓倒转，而不是很快地向前转动。

侵入机制

飞现象似乎也说明某些实际时间到感知时间关系的重要性。如果以不同色光线引发飞现象，仍会得到似动现象。²有些人会看到光线从一个颜色变成另一个颜色，同时位置也由第一点移到第二点。

现在，关于这个效应的问题变成——大脑怎么知道光线颜色该如何改变？看起来，我们双眼“所见”（光线改变颜色），乃被某个未看到的景象而影响。有许多理论尝试说明这个现象，理论多半与感知根据晚到的信息修正、或与记忆修正有关。哲学家 Daniel Dennett³ 认为，这两类理论都走错了方向，都暗指意识体验沿着逐步向前、绝不回头的直线轨迹，在时间中行走。

Daniel Dennett 认为，即将发生的事情具有很多不停更新和修正的草稿。在大脑的编辑窗格内（有人认为一格约200毫秒），每个草稿都一起竞争，想变成我们的体验。⁴

附注

1. 利用Purdue University的 Visual Perception Online Laboratory的“似动现象实验”，可以测量最佳闪烁时机如何受距离影响 (<http://www.psych.purdue.edu/~coglab/VisLab/ApparentMotion/AM.html>; Java)
2. 在Ken Kreisman的“Phi Phenomenon Demo”网页上可以看到色彩渐变的飞现象 (<http://www.yorku.ca/eye/colorphi.htm>; 需要Java)
3. Dennett, D. C. (1991). *Consciousness Explained*. Boston: Little, Brown.
4. 对Dennett的理论和意识哲学观点，显然还有很多可以探讨。“Multiple Drafts: an Eternal Golden Braid?” (<http://ase.tufts.edu/cogstud/papers/multdrft.htm>), 由Daniel Dennett与Marcel Kinsbourn发表; 还有Dennett的著作*Consciousness Explained*第五章*Multiple Drafts Versus the Cartesian Theater* (<http://epmalab.uoregon.edu/writings/Chapter%205%20summary.pdf>; PDF); 两者都以被编辑成单一意识经验的平行过程来讨论心智世界。

参见

- Greg Egan的科幻短篇小说*Mister Volition* (收录于Luminous杰作选), 就是被多重意识草稿的理论所启发, 这篇小说很适合多重意识理论的入门。有兴趣的人可以参考Egan的传记 (<http://gregegan.customer.netspace.net.au/BIBLIOGRAPHY/Online.html>)。

HACK #28

运动的推断：闪烁迟滞效应

在移动物体上有闪烁光源时，闪烁光源看来好像比物体落后。

与事件发生的速度相比，人类的行动速度比较慢——尤其当我们决定该如何反应时，物体已经移动到新位置了。我们要如何协调自己的慢动作与移动物体呢？方式之一是校准肌肉，用肌肉处理我们预期的事件发展，所以双脚才能作好踏上手扶梯的万全准备[Hack #62]，以避免注意人群移动的来回时间、决定该做什么事、调整行动……等等。知觉系统与行动系统已经有所准备，等着应付景像信息形成实际知觉前的延迟。通过闪烁迟滞效应 (flash-lag effect)，可观察到这个应对策略。¹

实践经验

Michael Bach制作了该效应的示范文件，位于http://www.michaelbach.de/ot/mot_flashlag1 (需要Flash)。图2-23提供了静止图。动画中有个填满蓝色的圆形绕着十字旋转——注视十字，不要直接看着圆形，以便确定圆形的移动穿过视野。

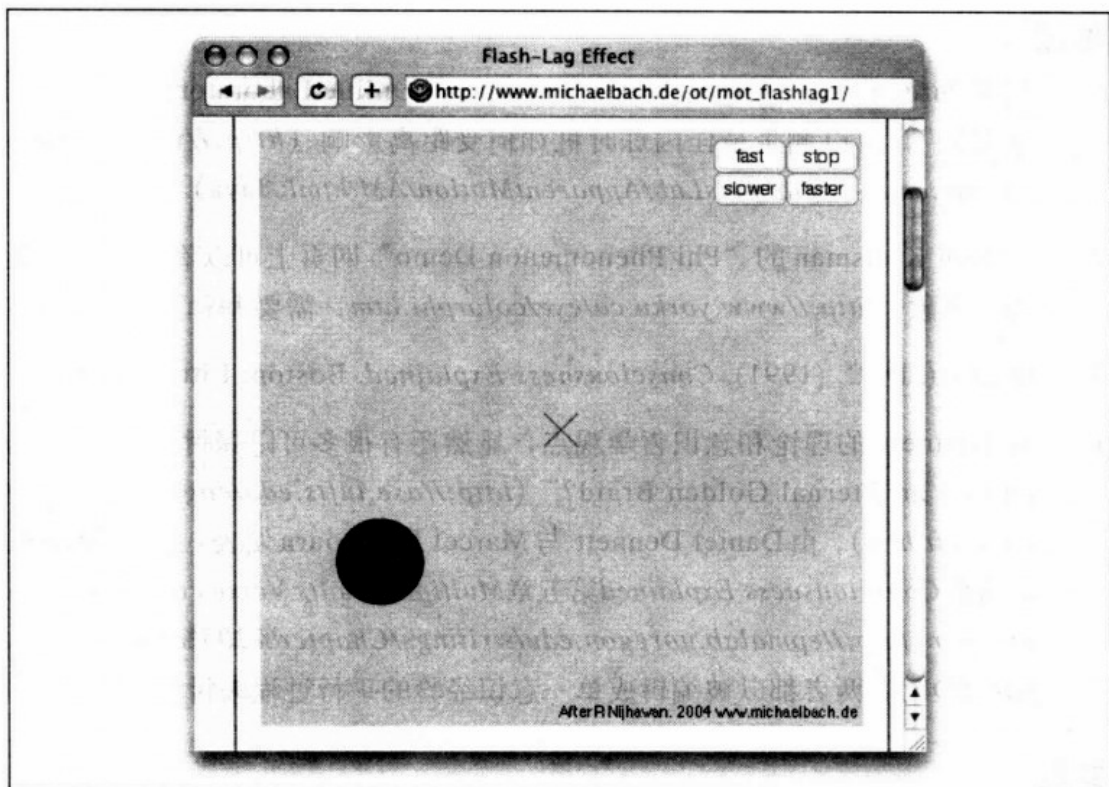


图 2-23：在动画中，圆形绕着十字旋转，且不时闪烁

有时圆圈内部会闪现黄色，但其位置稍微落后圆圈一点，而且只出现一部分。这就是闪烁迟滞错觉。按下动画右上角的“Slow”钮即可确认实际图形与颜色。现在动画播放速度较慢，即可清楚看到整个圆形变为黄色；迟滞只是错觉。

工作原理

视觉感知需要时间，是个基本难题；在光线由视网膜捕捉后，约需十分之一秒，信号才获得处理并达到皮层（多半耗在眼睛内的接收器反应的时间）。这段时间里，Bach 示范文件里的圆圈移动 1/4 英寸（0.635 厘米），甚至不算太快。想象自己不断与（看到的那一刻）已经移动的外界互动。

所以，我们一直在推断任何所见事物的运动，大脑则呈现一幅外界“现在最可能如此”的影像给我们看，而不是一秒前的实际图像。这一点只适用于运动中的物体，也造成移动的蓝色圆形和静止的黄色闪光产生不一致——蓝色圆圈的位置是推断而来，黄色闪光则不是。

率直简单地推断物体移动路径，是这个现象发生的原因之一，其发生时间与视网膜加入视觉处理过程的时间一样早。为补偿自身反应的缓慢，眼睛细胞让运动物体的最前缘造成最大刺激，进而尽快发出火花。（若非如此，最活跃的细胞将是暴露在物体下最长时间的细胞，也就是对应于物体后方的细胞。²）

因为视觉处理过程的延迟，遂利用运动物体加以补偿，这是闪烁迟滞效应出现的

方式之一；不过，闪烁物体仍然是付出代价，而且被视为延迟的一方。不过，这还是无法解释 David Eagleman 和 Terrence Sejnowski 建构的示范文件 (<http://nba.uth.tmc.edu/homepage/eagleman/flashlag>; QuickTime)。大部分与 Bach 的示范文件一样，但本次有个用于扰乱脑部预测行动的不定向移动圆环。

在 Experiment 1 中 (<http://nba.uth.tmc.edu/homepage/eagleman/flashlag/r1.html>; QuickTime)，圆环在出现闪光的同时随意变换方向。不过我们还是看到闪光落在移动圆环之后，虽然不可能预测圆环未来的运动。

Eagleman 和 Sejnowski 的解释是后期 (postdictive) 景象。他们的论点中，脑部也在极短时间内 (少于 1/10 秒) 计算闪烁后的景象改变，早于闪烁的运动则不再有意义。与两个闪烁光点可以看起来像一个顺畅移动的光点 [Hack #27] 相似，一切只要抓准时机。脑部会回头填入两个光点中的间歇运动，因为第二个光点出现前，脑部无法得知中间发生的事情。相似地，在这个闪烁迟滞实验中，圆环和下一秒的运动画面片段，构成一段要回头重组的过程。圆环在闪烁出现后仍顺畅地移动，所以我们必需看到顺畅活动的圆环，闪光就会出现得有一点点晚，因为等到脑内重组景象时，圆环已经移开了。

闪烁迟滞不是运动物体所独有的现象，使得情况更混乱。其他实验³发现色彩也有相同效应。想象一下有个绿色光点慢慢地逐渐变化为红色光点；在特定时间，另一个光点在它旁边闪烁，颜色与该时间点的颜色相同。我们将会看到闪烁迟滞效应：变色的光点正顺畅地沿着色彩维度移动，但闪烁的光点却似乎晚了一步，闪烁的光点看起来会比变色的光点绿一点。

出现在物体运动外的闪烁迟滞效应，支持了后期的理论观点。极有可能，我们双眼所见的世界并非此时此刻，而是一段极短时间内的外界平均景象。移动的圆环看起来超前闪烁的圆形，因为在非常短的一瞬间，圆环平均起来的确超前于闪烁区。变色的光点看来比闪烁光点更红，也是因为平均而言它比较红。

亲身体会

这项效应最初是因黑暗中的车辆尾灯而注意到 (只有车辆的尾灯部分可被看见)。闪烁的光线让我们看到车，而光线似乎不完全：车辆就是落后尾灯的闪烁迟滞效应，它的位置是推测的。

反向推论应该也能成立。如果我们在移动的车辆上照相，相机的闪光灯看起来应该落在车子后面。

附注

1. Nijhawan, R. (1994). Motion extrapolation in catching. *Nature*, 370, 256-257.

2. Berry, M. J. 2nd, Brivanlou, I. H., Jordan, T. A., & Meister M. (1999). Anticipation of moving stimuli by the retina. *Nature*, 398 (6725), 334-338.
3. Krekelberg, B., & Lappe, M. (2001). Neuronal latencies delay the registration of the visual signal. *Trends in Neurosciences*, 24(6), 335-339.

参见

- 闪烁迟滞或许跟足球的出界争议也有关系。出界规则的不透明早已恶名昭彰，如果是个球迷的话，最好自己阅读规则。规则提到巡边员如何观察场上的运动员和球（其运动就像闪烁光点）。足球感觉起来好像落在选手后方，可能导致不正确的出界判决。Baldo, M. V. C., Ranvaud, R. D., & Morya, E. (2002). Flag errors in soccer games: The flash-lag effect brought to real life. *Perception*, 31, 1205-1210. (http://fisio.icb.usp.br/~vinicius/Public_pdf/Baldo_Ranvaud_Morya.pdf)

HACK #29

变得亦步亦趋的滑行方块

运动的检测会先使用对比信息，而非颜色。

这个故事的教训就是：如果想要别人看到移动的物体，就让物体比背景更亮或更暗，别只是改个颜色。

运动对大脑是很重要的事物。关于运动的信息，会依它独有的通路，也就是M通路（magnocellular pathway），从眼睛通向视觉皮层；视觉皮层是所有视觉信息的最终站（欢迎参加视觉系统旅行团[Hack #13]）。（就像许多神经科学里的用语，“M通路”听起来比实际意义高深多了：“magnocellular”的意思是“大细胞”。）

色彩与形状的信息，沿着P通路（parvocellular pathway，小细胞路径）通向视觉皮层，意味着运动的加工独立于色彩与形状的加工。功能上的独立，对想要立刻知道是否有运动的大脑而言确实合理，至于运动的东西看起来是什么样子则为次要。只有在运动处理试着找出目前是哪一种运动，但所需的线索却编在色彩里、无法取得时，才会浮现问题。

实践经验

Stuart Anstis 就建构出一个问题状况，形成“亦步亦趋的错觉”¹ (<http://psy.ucsd.edu/~sanstis/Foot.html>; Shockwave)。图上的蓝色与黄色方块并排移动，按下“Background”按钮叫出现黑白条纹背景，看起来应该像图 2-24。

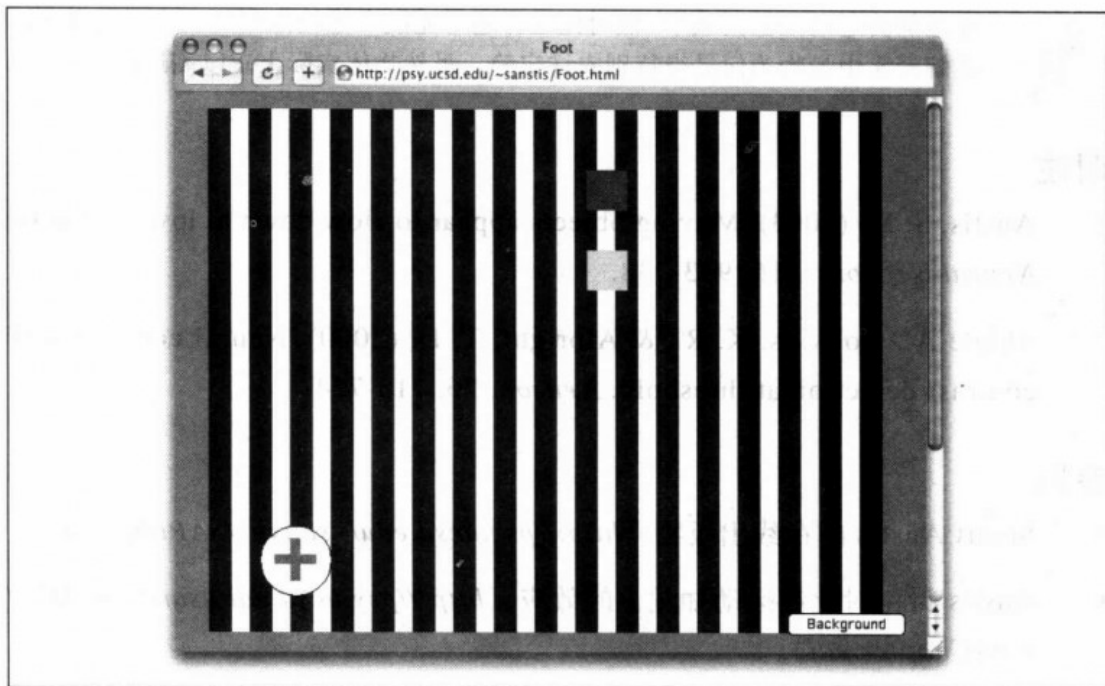


图 2-24：条纹背景下亦步亦趋的方块

虽然方块还是以同样速度移动，看起来却好像没那么顺，反而像一步一步地向前走。这项效应也和许多错觉一样，在视野边缘的作用较为强烈；将焦点锁定在十字上，亦步亦趋的感觉会更明显。

运作原理

理解亦步亦趋错觉最简单的方式，就是观察无色彩的同样模式，——黄色变白色、蓝色变黑色。Michael Bach 制作了示范动画 (http://www.michaelbach.de/ot/mot_feet_lin; Flash)，并附有移除颜色的“Color Off”按钮。

少了颜色后，就不再有错觉：就算直接盯着方块看，还是很像在步行。当黑色（前蓝色）方块重迭到黑色条纹上时，我们看不到它的前方边缘，看起来好像没在移动一样。既然没有移动的线索，大脑的运动处理中心就假设它没有移动。等到黑色方块开始移到白色条纹上时，我们突然又看到了方块前方边缘，它从大脑假设的位置移动到迭在白色条纹上的位置。所以我们才会一下子看到方块大步向前，一下子看到方块平顺地向前滑动。对重迭到白色条纹的白色（前黄色）方块，也有同样效果，只不过当白色方块移动时，黑色方块好像是静止的；反之亦然。

这是黑白方块的情况。在与条纹重迭时，大脑失去方块边缘的运动信息，使得方块看来好像亦步亦趋。负责运动感知、但不负责色彩感知的 M 通路，就是看到这种景象。色彩的信息稍后才会进入，于计算过运动后再度附加至视觉皮层。最后，我们同时从一条通路看到运动，并从另一条通路看到颜色。



在脑部的运动知觉区域中，低对比图样通常无法产生较强烈的反应，²这点或许能解释雾中景物为何显得特别安详宁静，虽然物体实际上正以高速运动。

附注

1. Anstis, S. M. (2003). Moving objects appear to slow down at low contrasts. *Neural Networks*, 16, 933-938.
2. Thiele A., Dobkins, K. R., & Albright, T. D. (2000). Neural correlates of contrast detection at threshold. *Neuron*, 26, 715-724.

参见

- Stuart Anstis 的在线出版物 (<http://psy.ucsd.edu/~sanstis/SAPub.html>)。
- Anstis 讨论对比在运动知觉上的效应 (<http://psy.ucsd.edu/~sanstis/PDFs/YorkChapter.pdf>)。

HACK #30

了解旋转蛇的错觉

阴影图形结合不间断的随机扫视，可产生运动的错觉。

我们都曾看过错觉，在明明完全静止的图片中，却好像有一部分漂浮不定。最有名的范例就是北冈明佳教授的“旋转蛇错觉”（图 2-25），大家常用邮件传来传去，不过却没什么人附上解释。

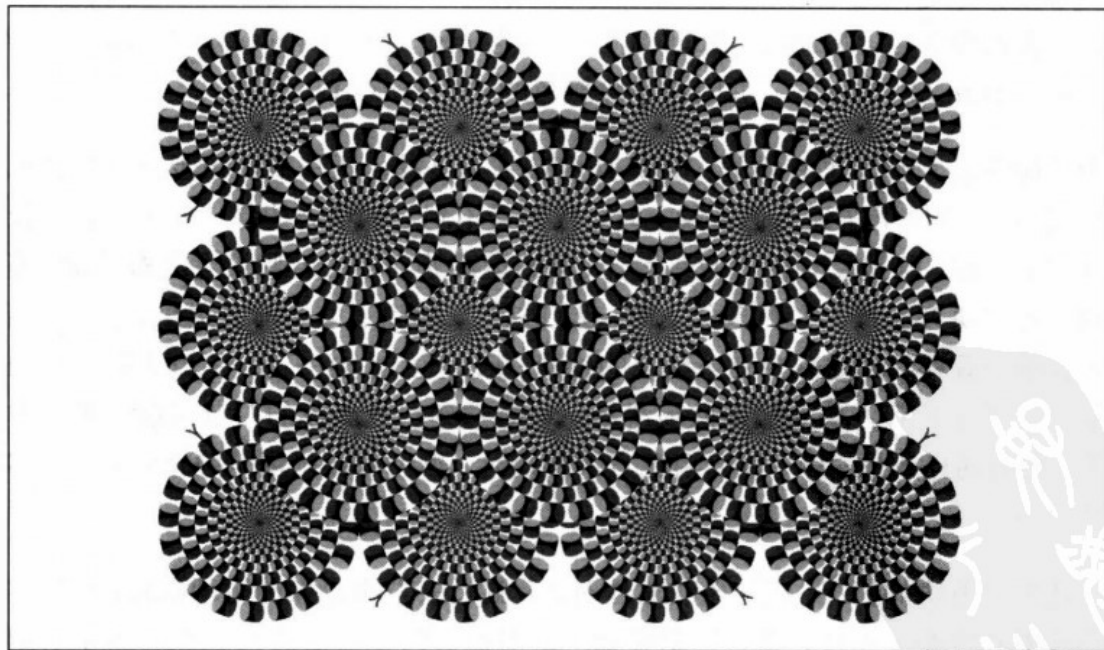


图 2-25：旋转蛇错觉，Akiyoshi Kitaoka@2003，在网络上可以找到彩色版：
<http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka>

其实,这个错觉关系到我们为什么不会总是看到所有东西都在移动,而不是为什么偶尔会看到明明不存在的移动。位于头部的双眼一直都在扫视周遭[Hack #15],头部则随着身体移动,身体的移动则影响知觉空间。人类的大脑必需非常努力工作,才能从因为本身移动和真正的外界移动而输入的视觉信息中,理清这些运动信息。

前庭眼反射

脑部排除困扰的方式之一,就是在眼球快速移动时关闭视觉输入[Hack #17]。

另一个机制则用于排除因头部转动而模糊的视线。关于头部如何移动的信号会传入眼睛,产生反向的眼球运动,使视野维持静止。

做个小实验。一手拿着书,左右摇头,不过我们还是可以正常阅读书中文字。现改成以同样速度晃动书本,虽然文字以同样路径、同样速度经过眼前,但这次没法阅读。前庭眼反射(vestibular-ocular reflex),从内耳[Hack #47]传送信号到双眼,使眼睛移动的方向与头部摇动的方向相反,速度也正确,用于纠正头部移动造成的视觉错置。

前庭眼反射,是内耳硬件线路的反射作用,并非根据头颈摇动信号而行动的精巧补偿机制;接下来立刻证明这一点。找个朋友帮忙摇动自己的头部,身体要放松(也要确定朋友的动作不会太粗鲁!),你会发现自己一样能阅读。这项补偿机制,并不依赖大脑知道头部如何摇动。

另一个视觉系统的困惑来源,则是不断随机浮动的焦距,¹发生于眼跳(saccade,可参考“要看就要行动”[Hack #15]的图 2-5)。肌肉不停地送出小小的矫正信号,让眼睛能看向同一个位置。这类信号并非真的让眼睛完全静止,而是产生所谓注视运动(fixational movement)。这是件好事。如果视觉输入完全持续不变的话(也就是眼睛变得无法活动),眼部神经将停止回应不变的输入信息(因为神经就是被如此设计[Hack #26]),最后一切都会淡去。

正常情况下,大脑使用目前景象的结构,结合眼球微小随机移动的假设,以免被浮动的景象干扰。想看到注视运动的话,必需注视没有结构的物体,而且物体周边不能有参考的外框。

实践经验

在了解旋转蛇错觉前,还需要理解数种视觉和运动的计算规则。幸好,每个规则都有实际示例。

似动效应。我们需要一点点光亮。点燃的香烟是个不错的光源——缓慢地燃烧、小而微弱，不足以照亮周围的任何事物。把香烟放在黑暗房间的另一端，这样我们看得到光点，但看不到它所在的桌子或附近的墙。远远站到房间的另一端，看着光点，它好像开始自己移动。这个移动是因为我们双眼的随机扫视，同时因为光源附近没有物体外框可供参考，所以大脑无法做出补偿。

管里窥星也能得到同样效果。只要没有其他看得见的星星做参考，将看到星星在夜空中微微舞动。

似动效应（autokinetic effect）在容易受他人影响方面甚是有名。你可以试着介绍这个效应，让别人看到你想让他看到的行动，“你看看，它是不是在画圆圈？”或是“看到了吗？它在前后移动。”

Ouchi 错觉。视线随时都在“正常地”移动，同时也利用所见事物的结构抵消其效果。但某些视觉架构可以吸收眼球的随机运动，并在静止图像上建立移动的错觉。旋转蛇是其中之一，但从它的前身“Ouchi 错觉”（图 2-26）着手会容易得多。²

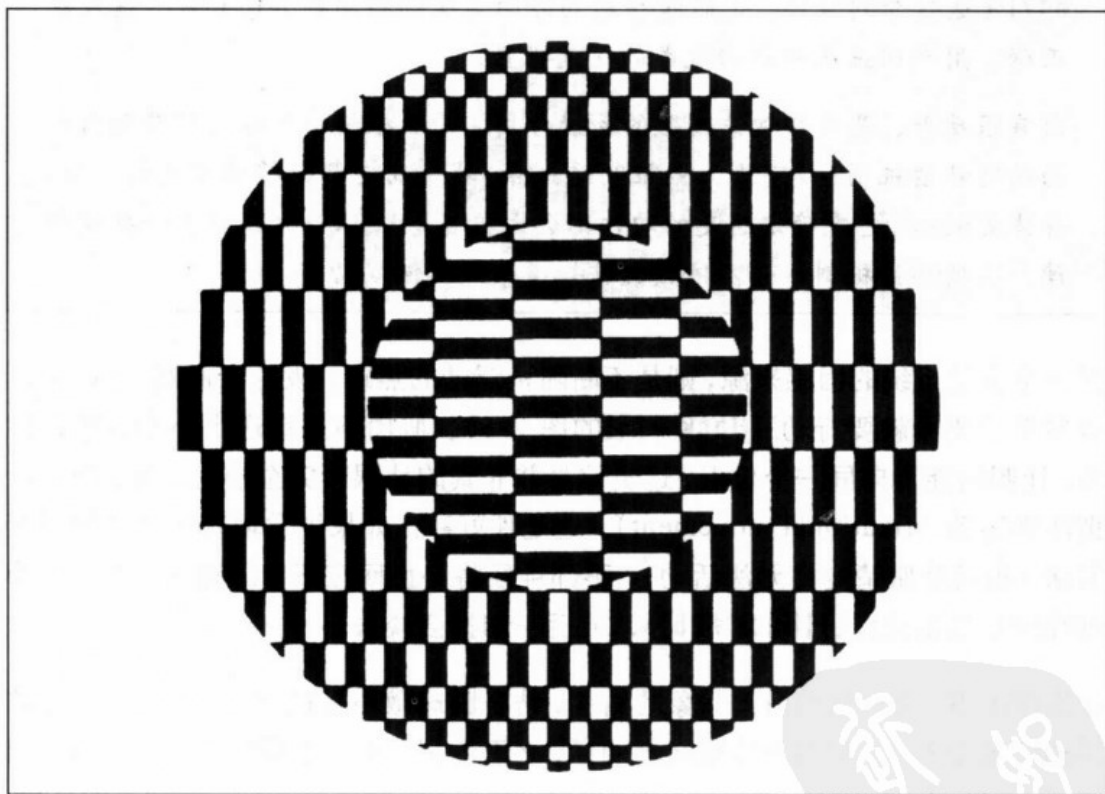


图 2-26：Ouchi 错觉——图片中央的圆形好像浮在其他部分上面

中央区的水平条纹移动方式，好像与图样的其他部分不同，好像浮在背景的垂直条纹上方。摇动书本可让效果更明显。

眼睛的注视运动，对这两种图样有不同影响。条纹的主要方向，不管是水平或垂

直，代表随机注视时只有一类组件会突显出来。因为垂直条纹是“背景”，表示会在眼睛水平运动时被排除，而“前景”的水平条纹圆盘则在垂直运动时被排除。因为注视运动是随机的，水平和垂直运动互不相关；也就是说图样的两部分看起来会独自移动，我们的视觉系统则把这种现象解释为两个物件，中央的物件位于前方。

周边漂移。旋转蛇的错觉（图 2-25）使用多种架构，以吸收眼球的随机震颤运动，其中之一仰赖图样各部位的明暗差异（颜色在这个效应中不重要³）。请看图 2-27，图样的明暗度改变，可以造成图形边缘漂浮的错觉。

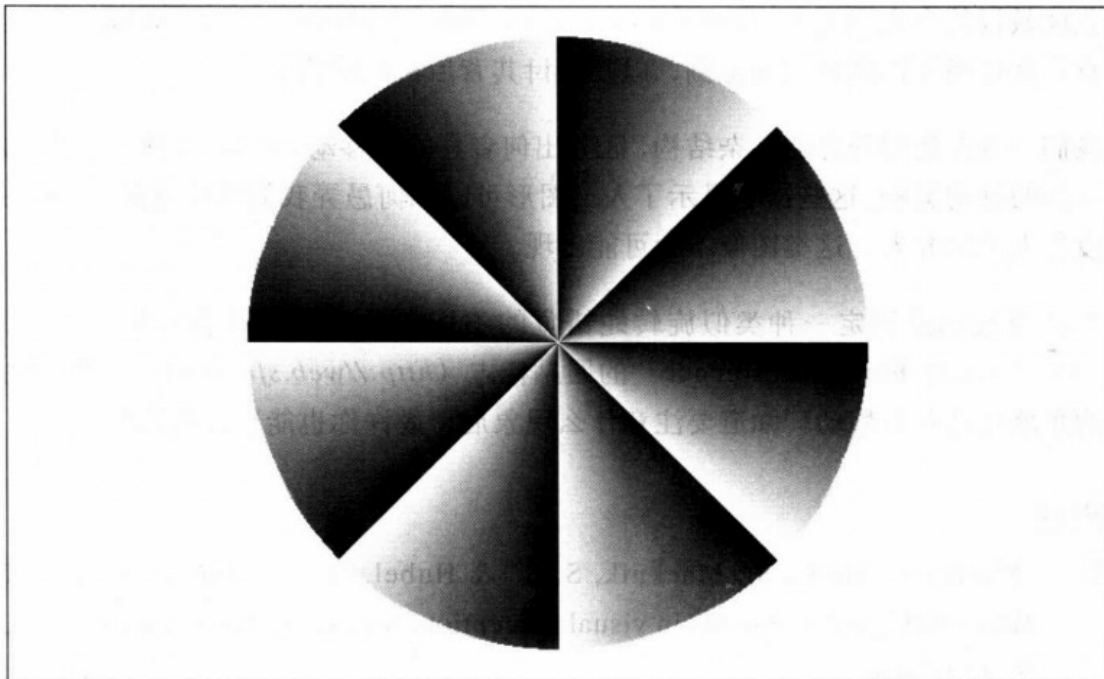


图 2-27：周边漂移错觉。以眼角余光观看，图上的扇叶好像在旋转⁴

在这个简单的图样中，物体阴影程度的不同，建立了移动的错觉。旋转蛇也应用了相同规则，不过这个例子比较容易理解发生的原因。视觉系统先处理较亮的事物（因为神经元对它们产生的反应比较强[Hack #11]），所以在扇叶交界处，一片扇叶淡入白色，另一片的黑色边缘则刚要开始。明暗部分到达皮层时间的差异，被解释成运动，不过只在视野边缘、分辨率最差的部分才会被愚弄。移动的错觉只在信息刚抵达眼睛的那一刻起作用，所以要靠着眨眼或快速移动眼睛来“重设”信息。错觉在两种图形毗邻时效果最好，因为双眼在图形间跳动，而边缘的移动错觉则抓住我们的注意力。同时观察两幅这个图形试试，用两个浏览视窗打开图片 <http://viperlib.york.ac.uk/Pimages/Lightness-Brightness/Shading/8cycles.DtoL.CW.jpg>，并拖放到桌面的左右两侧观察看看。

工作原理

我们现在拥有了解旋转蛇错觉（图 2-25）的工具了。因为这个图形有多个重复

部分，视觉系统很难锁定，很难取得参考的外框。各个区域的阴影，结合一直发生中的眼球微小运动，形成运动的假象。这个现象在视野边缘最为明显，这一区对阴渐暗图样的运动假象线索最为敏感。双眼会被假象吸引，改为巡视整张图片，结果只要不是焦距锁定的区域，好像都出现浮动的现象。眼睛的持续颤动造成某种程度的重设，触发对图形的新分析，也造成新一波运动假象，而且让我们无法利用位置的一致性，辨识出运动的错觉。

亲身体会

北冈教授的个人网页上 (<http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/index-e.html>)，还有许多这类不协调运动的范例，以及探讨其背后机制的论文。

我们一直在使用外界的复杂结构，区分出何者真的在移动，并减去眼睛、头部和身体的移动影响。这些错觉显示了人工图形可以如何愚弄我们的视觉系统。如果没有人类的介入，这类图像不太可能出现。

北冈教授已经锁定一种类似旋转蛇错觉的不规则运动，但可能不是故意的。“The Society For Neuroscience”的网站标志 (<http://web.sfn.org>)，好像在它的角落自己左右移动！知道要注意什么现象后，或许你也能发现自己的错觉。

附注

1. Martinez-Conde, S., Macknik, S. L., & Hubel, D. H. (2004). The role of fixational eye movements in visual perception. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 229-240.
2. 图片翻拍自：Ouchi, H. (1977). *Japanese Optical and Geometrical Art: 746 Copyright-Free Designs*. New York: Dover. 亦可参考：<http://mathworld.wolfram.com/OuchiIllusion.html>.
3. Olveczky, B., Baccus, S., & Meister, M. (2003). Segregation of object and background motion in the retina. *Nature*, 423, 401-408.
4. Faubert, J., & Herbert, A. (1999). The peripheral drift illusion: A motion illusion in the visual periphery. *Perception*, 28, 617-622. 重制图片已取得 Pion Limite (London) 的许可。

#31 缩短想象的距离

想象出一个内在空间，我们在里面行动所需的时间，将根据想象空间的大小而定。减少想象的距离，能更容易且快速地操作想象物体。

想象所需的脑部区域，与重现真实感知的区域相同。如果请别人想象听到张雨生

《我的未来不是梦》，他的听觉皮层活动一定会增加。如果请别人想象茶壶内侧的样子，他的视觉皮层则会工作得更努力。如果扫描幻听精神疾病患者的脑部（当然选在他正巧幻听的时候），负责语言声音的脑部区域真的会处在活动状态——他们没有说谎，而是真的听到声音。

只要我们有意愿，都能听到想象中的声音，或看到想象中的物体；只不过在失去抑制想象的能力时，才会出现问题。

当我们在想象物体和地点时，想象力便创造出一个想象空间，其中各种限制都与真实世界一样。但我们可以想象不可能的运动，例如抬脚带动身体向下旋转，直到头部距离地板只有几厘米；这些运动的想象也需要时间，所需时间则受物体大小的影响。

实践经验

图 2-28 的左侧图形与右侧图形一样吗？

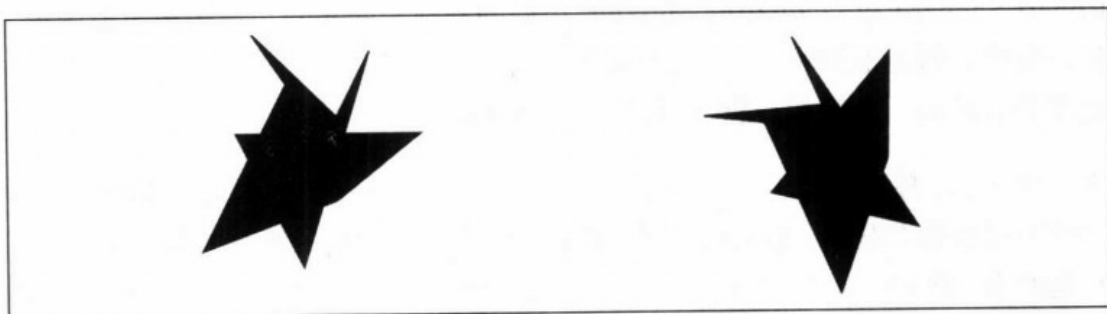


图 2-28：左侧图形与右侧图形一样吗？

那图 2-29 的左侧图形与右侧图形一样吗？

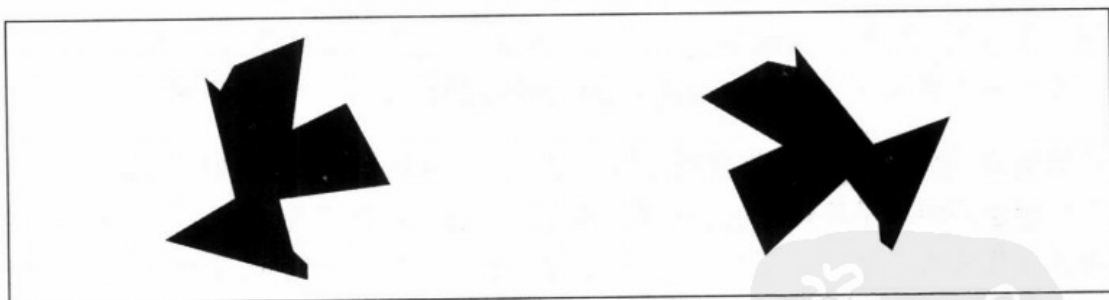


图 2-29：左侧图形与右侧图形一样吗？

再看看图 2-30 的左侧图形是否与右侧图形一样？

回答这些问题，需要在脑中旋转每一组图形。第一组不算难——两个图形相同，只不过右侧图形被旋转了 50 度。第二组图形不一样，右侧图形是左侧图形的镜像，而且也旋转了 50 度。第三组图形是一样的，但右侧图形旋转了 150 度。在比对第三组范例时，要在脑中旋转图形 100 度，超过前两组的幅度，辨识本例应

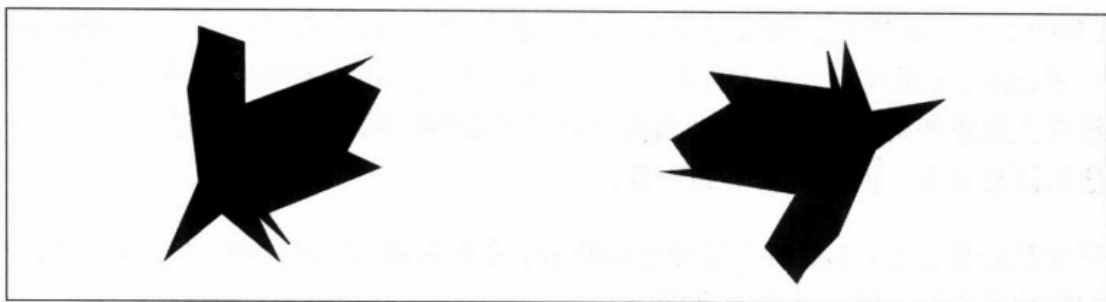


图 2-30：左侧图形与右侧图形一样吗？

该要花费较多时间。如果想在网络上实验的话，可以参考 <http://www.uwm.edu/People/johnchay/mrp.htm>（需要 Shockwave）。这个示范文件的较长版本不会储存资料（虽然它说会储存），所以别认为终于能分析自己的结果；目前，我们只能利用它来理解实验如何运行。

工作原理

Robert Shepard 和 Jacqueline Metzler¹ 所做的心理旋转实验，已采用类似图形。他们发现判断图形的时间，与旋转的角度有线性相关。其他研究也显示，心智活动需要的时间，几乎都与想象活动所需的时间存在线性相关。

实验显示，心理图像（mental image）是实物的类比——我们不只把事物以压缩码的方式储存在脑中。想象动作所需的时间，将随着想象的距离直线增加，也是有趣的事；在 Shepard 和 Metzler 最初的实验里，每多转动 50 度，就需要多一秒思考时间。这种关系暗示了行动的心智速率保持一致（不像实际的运动，多半在一开始时突然加速，而在结束时突然减速；也就是说，运动持续较久则速率较高）。

进一步研究心理旋转²，显示了心理图像在旋转时，其移动的确经过所有转变点；而且，至少在某些实验中，旋转复杂图形所需的时间，不比简单图形长。

其他实验³也说明，在想象空间（例如想象的地图）中移动视线时，所需的时间也与想象的距离呈线性相关。如果放大心理图像，也会花费时间。所以，当你要求别人想象大象站在兔子旁边，然后回答兔子眼睛颜色的时间，会比回答大象眼睛颜色的时间来得长。一开始就把事物想象得很大，可以稍微避免放大心理图像的时间——例如说，“请想象苍蝇的旁边有只兔子。”

最近的脑成像研究⁴显示，在脑中旋转外部物体所用的区域，也许不是在脑中旋转自己的身体所用的区域。在比较两者相异的研究中，发现想象自己绕着某个物体旋转，会比想象物体旋转来得容易而简单。⁵假想看着一只把手朝向他处的剪刀，为了搞清楚这是右手还是左手用的剪刀，想象自己绕着剪刀走动，会比想象把手转向自己来得容易。最简单的方法，大概是想象自己的手转动到把手所在的一方。

以上证据,都暗示了脑中的心理空间是以类比的形式存在。想象不只是一句关于事物的描述,而是脑海中的事物图像。然而,有些证据说明,脑海中的复本不是视觉输入信息的精确复本——至少使用方式跟视觉输入信息不一样。请看图2-31,这幅模棱两可的素描可以知觉成鸭子或兔子。第一眼可以看到其中之一,再多等几秒钟,将能辨识出另一个。我们无法同时看到两种动物,只能在其间切换,而每次都会先辨识出其中一种。(先辨识出哪种动物,其实可受启动(priming)的影响[Hack #81];启动,就是让我们暴露在日后会影响行为的观念下。)

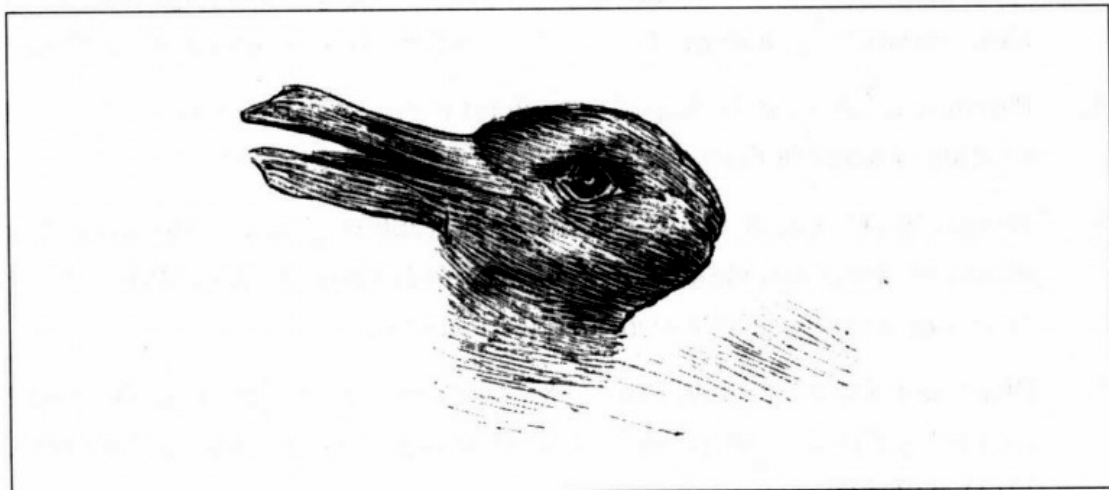


图2-31: 这幅图看起来可能是鸭子或兔子, 如果一次只能知觉出其中一种动物, 你能在自己的脑海中看到另一种吗?⁶

如果把这张图拿给别人看,但只是在他们眼前晃晃,只足够辨识出两种动物之一(辨识出鸭子或兔子,但还来不及知觉出另一种),他们将无法在脑中切换景像,看不到另一种知觉结果。如果说别人看到了鸭子,而你问说这张图有没有可能是兔子时,他们只会认为你疯了。⁷

感知两可图,似乎需要真正的视觉输入参与操作。虽然脑中有着详细影像,但我们似乎需要重新体验,更新视觉信息,才能再度知觉两可图。

亲身体会

在我们移动物体或绕着物体移动前,均先利用心理图像推测结果。观察地图就牵涉到许多心理旋转,拼装模型或组装家具,也需要心理旋转。如果其他说明都一样,需要旋转组件的组装手册,就是比较难理解。但如果你可以想象物体位于同一个地方,而自己绕着物体移动的话,可以稍微补偿这点。心理旋转愈简单,表示实际所需的心理工作愈少,我们也愈可能在第一时间搞懂事情。

附注

1. Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three dimensional objects. *Science*, 171, 701-703.
2. Cooper, L. A., & Shepard, R. N. (1973). Chronometric studies of the rotation of mental images. In W. G. Chase (ed.), *Visual Information Processing*, 75-176. New York: Academic Press.
3. Kosslyn, S., Ball, T., & Reiser, B. (1978). Visual images preserve metric spatial information: Evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 47-60.
4. Parsons, L. M. (2003). Superior parietal cortices and varieties of mental rotation. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(12), 515-517.
5. Wraga, M., Creem, S. H., & Proffitt, D. R. (2000). Updating displays after imagined object and viewer rotations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 151-168.
6. Chambers, D., & Reisberg, D. (1985). Can mental images be ambiguous? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11(3), 317-328.
7. Fliegende Blätter (1892, No. 2465, p. 17). Munich: Braun & Schneider. Reprinted in: Jastrow, J. (1901). *Fact & Fable in Psychology*. London: Macmillan.

参见

- Barnes & Noble 有一篇关于心理图像的简介 (<http://www.sparknotes.com/psychology/cognitive/perception/section1.html>)。

#32

探索防御硬件

我们有一项特殊的程序，用于检测隐隐约约逼近、会让我们不禁背脊发寒的事物。

一般来说，愈重要的功能，愈位于脑的深处，愈早出现在演化过程中，启动的速度可能愈快。

避免相撞是个很重要的课题，跟无法避免相撞时要闭上眼睛或缩起身体一样重要。更有甚者，我们需要在大难来临前试着挽救一下；被撞到后才出现闪躲的反应，也未免太迟了吧！

既然如此，难怪人类拥有检测碰撞的特殊神经机制，而且该机制直接插入行动系统，以便闪躲和防御行为能及时出现。

实践经验

我们被吓到的反应都差不多——眨眼、打颤，或许手脚会抽动，就像准备保护自己最没防备的区域。我们会因为太大的声响而吓了一跳，或者因为某个朝着自己过来、逐渐变大的物体而举起手臂。这些都是自动反应。这个单元中，我不会提出任何“在家动手做”的示范。大家都已经知道它的效果，我可不希望大家只为了看看自己的防御反应怎么运作，而尝试什么危险行为。

工作原理

人类对碰撞刺激的反应可于80毫秒内出现。¹这个速度远比任何复杂处理过程要快，事实上，它甚至比任何整合双眼信息的过程还要快上许多。

这个反应是由传统的黑客方法完成——一种从粗糙平面输入，取得足够好的立体方向和速度信息的方法。其运作如下：对称扩张的深色区域（比背景深），将触发惊吓反应。

“比背景深”，在决定何者为物体、何者为背景时，是一个概略而便利的方式。“对称扩张”，这类在视觉输入信息上的改变，是物体朝向自己前进的特征。如果物体没有扩张的话，大概只是在移动；如果物体的扩张不对称，可能是物体在改变外形，或是不会移动到碰撞路径上。

这类刺激将抓住注意力[Hack #37]，并造成惊吓反应。从爬虫类、鸟类到人类的婴儿，每一种动物都会在看到前述景象时眨眼并缩头。我们不会对物体的收缩有和对扩张同样的反应，也不会对明亮的物体有和对黑暗的物体同样的反应。²

就算可以预知物体的接近，逐步逼近的物体总是会引发反应；我们无法学会忽略逼近的物体。³这是另一个迹象，它们有专用的神经机制，其原因也甚是明显——逼近的物体总是有潜在危险，是我们不应习惯的事件。

在鸽子身上，检测逼近物体的细胞位于中脑（midbrain）。这些细胞有极强的针对性，所以只会对看起来将要碰撞的物体有所回应——它们不会对擦身而过的物体有反应，就算只差5度就会相撞，也不会反应。⁴这些神经会在碰撞前持续发出信号，不管物体的大小与速率。

由于擦身而过还不致于触发反应，显示了“路径”和“速率”会从速度与形状信息中提取而出。比较两眼传入信息的运算，可以在皮质层完成；但不适用于高速、不够小，且距离超过两米的物体。⁵侦察逼近物体的黑客技巧既快速，且运作良好，毋需比较眼睛传入的信息。

附注

1. Busettoni, C., Masson, G. S., Miles, F. A. (1997). Radial optic flow induces vergence eye movements with ultra-short latencies. *Nature*, 390(6659), 512-515.
2. Nanez, J. E. (1988). Perception of impending collision in 3- to 6-week-old human infants. *Infant Behaviour and Development*, 11, 447-463.
3. Caviness, J. A., Schiff, W., & Gibson, J. J. (1962). Persistent fear responses in rhesus monkeys to the optical stimulus of "looming." *Science*, 136, 982-983.
4. Wang, Y., & Frost, B. J. (1992). Time to collision is signalled by neurons in the nucleus rotundus of pigeons. *Nature*, 356, 236-238.
5. Rind, F. C., & Simmons, P. J. (1999). Seeing what is coming: Building collision-sensitive neurones. *Trends in Neurosciences*, 22, 215-220. (这份参考信息包含一些计算，呈现“物体逼近系统”(looming system) 适合处理何种尺寸与距离的物体，而“立体视觉系统”(stereo-vision system) 又可处理何种尺寸与距离的物体。)

HACK #33

神经噪声不是程序错误，而是功能

神经元讯号原本就有噪声，不过，或许这样才好。

神经元讯号一直都有噪声，如讯号发出的时间，甚至是否发出信号，都可能是随机变化的主题。我们于心理层面总结这些状况，例如说反应时间与紧张程度相关，并可根据某种公式计算出来——即 Pieron 法则[Hack #11]；或者说视觉皮层的细胞会对不同运动产生反应[Hack #25]。但这些都只在平均状况下才成立。对单一神经细胞，或对单一反应时间测试而言，每次测量都有点不一样。并非所有视觉皮层的运动感知细胞都对运动产生反应；当我们经历特定运动时，有反应的细胞也不见得都会做相同的事情。

在现实世界里，我们求取平均值，来理解噪声，不知如何，大脑就是必须这么做。我们知道脑部相当精确，尽管神经讯号里有这么多噪声。补偿神经噪声的主要机制，就是使用许多神经元，以取得平均回应，并消除噪声。

但有些情况下，噪声是神经系统的有用功能。噪声也可能是个特色，而不只是不便利的程序错误而已。

实践经验

想看到噪声如何有用，可以访问 Visual Perception of Stochastic Resonance

(timeout <http://neurodyn.umsl.edu/~simon/sr.html>; Java)，由 Enrico Simonotto 设计。¹

有噪声的灰度图片没有通过阈值。这个过程一直重复，结果看起来就像一部影片。比较图片上各种不同程度的噪声。当噪声很少时，我们看得出图像的概略特征——这些是明亮度较高的部分，所以能通过阈限，无论是否有噪声，是否产生白色像素——但细节出现频率不够多，我们无法辨识。在噪声太多时，图片上多数像素都持续开启，结果很难分辨出实际图片和随机出现的噪声像素。

但噪声数量正确时，我们可以清楚地看到图片，还有它的细节。粗略特征一直都在（白色像素），特征存在越久（随着时间经过，看起来像是灰色），应该是黑色的像素越不再如此干扰我们。

工作原理

由于必须与噪声竞争，内在信号给我们一个更强大的系统。脑部发展为处理异常不协调的资料点，以估算环境丢进来的随机输入。就算有一部分无法完全符合，我们还是能得出合理的整体环境（这一点可在同步处理信息的能力[Hack #52]中看到）。就算“生日快乐歌”是从通讯不佳的电话线彼端传来，仍然是充满诚意的生日快乐。如果换成个人电脑，在错误时间发出的错误指示，却会使整个系统崩溃。神经处理程序中无处不在的噪声，代表我们的脑部不是一个机械，而更像个统计机器。

不过，把噪声当成要处理掉的东西，只是一种观点。噪声在神经系统中还有其他功能——这是来自控制理论的现象，称为随机共振（stochastic resonance）。这个现象是说，加入噪声到信号中，能提高最大可能结合的信号水平。反直觉地，这代表增加正确数量的噪声到微弱讯号中，可以使讯息增强到足以通过检测阈限，并使讯号更容易被检测。图 2-32 以图像呈现这个概念。平滑的曲线是变化的信号，但还无法到达启动反应的起点。增加噪声到信号上，产生了锯齿状的线条，虽然混乱了点儿，但还是有同样的平均值，而且把信号提升到可以检测的阈限之上了。

单纯增加讯号不见得能改善事物：现在或许会出现太容易跨越检测门槛的问题，却没有真正的信号。随机共振运作最佳的情况，是在可以比较另一个方面（例如时间）的时候。既然噪声不停改变，我们也可以利用与检测阈限交叉的频率。

在 Simonotto 的程序中，白色像素与检测阈限交叉的地方相对应，而且闪烁的白色像素会随着时间平均成灰色。在这个范例中，我们利用时间和空间，限制像素是否被正确启动，我们与程序中增加的噪声合力工作，但这也是大脑平常在做的事情。

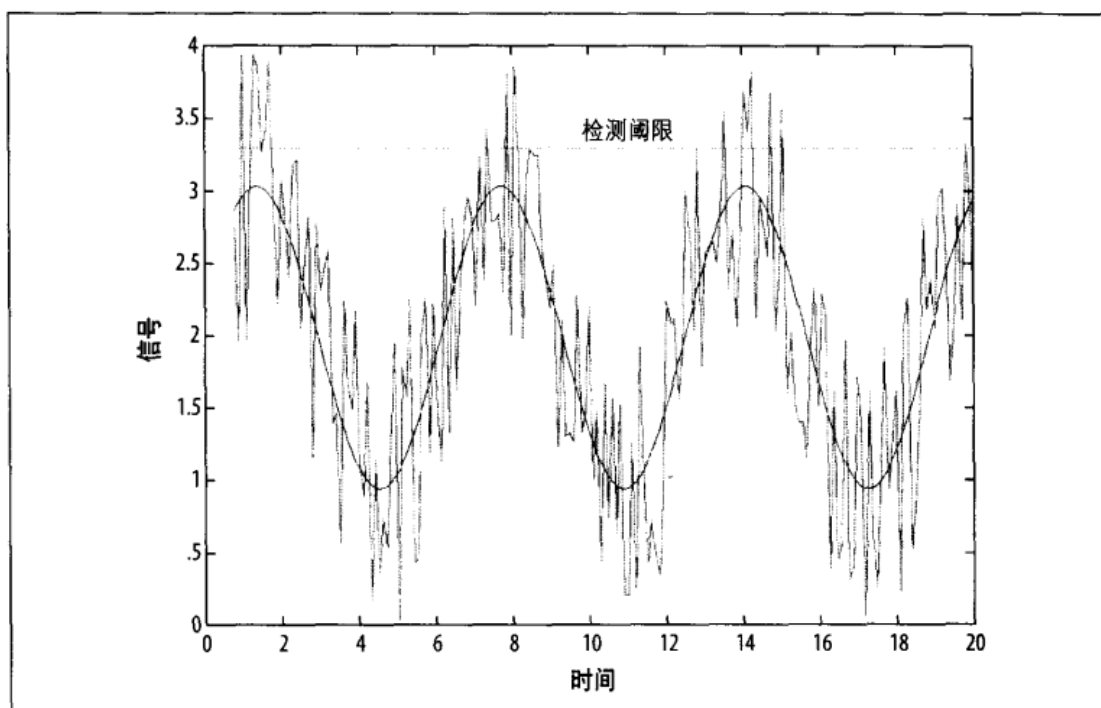


图 2-32：增加噪声至信号，能提升信号超过检测阈限，又不会改变信号的意义

附注

1. Simonotto, E., Riani, M., Seife, C., Roberts, M., Twitty, J., & Moss, F. (1997). Visual perception of stochastic resonance. *Physical Review Letters*, 78(6), 1186-1189. 编按：中文版编译时，原始链接无法运作，可参考以下链接，但观察噪声的应用程序无法运作：<http://web.archive.org/web/20041204191349/http://neurodyn.umsl.edu/sr/>。

参见

- 随机共振理论的操作程序，以听觉辅助的形式出现：Morse, R. P., & Evans, E. F. (1996). Enhancement of vowel coding for cochlear implants by addition of noise. *Nature Medicine*, 2(8), 928-932.

外面的世界如此忙碌，我们持续不断地接收许多种输入讯息。原始的感觉资料从眼、耳、鼻、皮肤……众多器官流入，并由记忆进行补充。这么多资料对信息处理形成相当大的障碍，我们没有能力一次处理这么多事。

我们究竟如何决定什么事应该注意、什么事又该忽略（至少就现下这个时点而言）？注意机制¹，就像是分配较多资源给某个感官，或特别分配给某一组感官。本章讨论的注意，不是我们在看书或在学校所需的那种专心致志；较像是对获取视线的事物、暂时赋予额外重要性。环顾一下我们四周，你看到了什么？或许是相片、家人朋友、广播节目、有只鸟驻足于窗缘……无论看到何种事物，我们都曾分派注意力给它们，尽管只是非常短的一瞬间。

或许，注意不是分配脑内少量的加工资源的方法。或许，限制的困素根本不是我们的运算能力，而是生理对行动面的限制。就算我们可以同时进行知觉，一段时间中却只能有一种行动。注意力也许是种丢弃信息，或缩小可能性的方式，好让我们仅留下一种有意识的体验以便反应，而不是成千上万种体验。

对“注意”下定义委实困难。心理学家威廉·詹姆士（William James）²在他的《心理学原理》（1890）一书中说道：“每个人都知道何为注意。”有些人则认为较精确且较有用的定义，尚未出现。

我们还是可以对注意作点说明，看看它如何操作和感受。本章的黑客招数将审视如何随意地集中视觉注意力[Hack #34]、在集中注意力时有何感受（以及何时转移注意力）[Hack #36]，还有足以越过随意行为并抓住注意力的事物[Hack #37]。我们也有一些数量估计[Hack #35]。另外还要测试转移注意力的极限[Hacks #38和#39]，以及浏览一些注意力让我们失望的情况[Hacks #40和#41]。最后，则是改善视觉注意能力的方式[Hack #43]。

附注

1. 译者注：这一章将 attention 译为“注意力”；notice 译为“察觉”；concentration 多用“集中力”、“专心”或“专注”。
2. 在斯坦福哲学百科 (The Stanford Encyclopedia of Philosophy) 里有篇不错的 William James 小传 (<http://plato.stanford.edu/entries/james>)。

HACK
#34

细节与注意力的局限

对细节的专注，会受到眼睛构造与大脑注意力系统的双重限制。

人眼能见的最精密细节到什么程度？如果站在三米远的地方观察计算机屏幕，像素间必需相距一毫米以上，看起来才不会像是同一个小点。这就是眼睛的最高分辨率。

但在日常生活中清楚地辨认细节，则不只是区分一两个像素而已。辨认细节是在大量、拥挤的图形中专注于蛛丝马迹，它更属于大脑中视觉处理的限制，而不是眼睛的能力。我们能看到的事物与我们能专注凝视的事物，两者并不相同。

实践经验

图 3-1 中有两组线段。一组线段的排列仍在注意力的分辨范围内，能让我们辨认细节。另一组则利用密集的排列方式，影响了区分各个线段的能力。

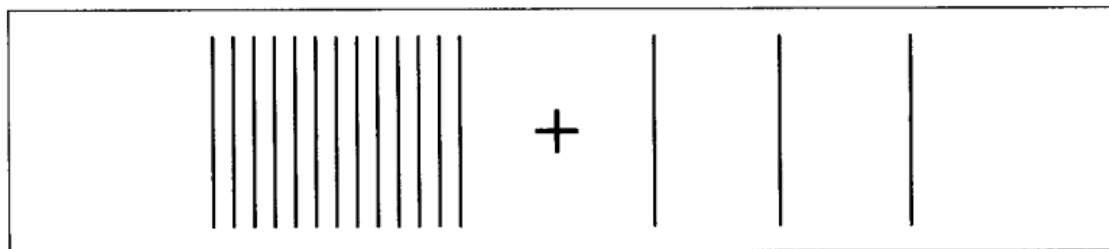


图 3-1：一组线段的排列处于注意力的分辨度之内（右组），另一组则太密集（左组）¹

举起本书，注视着图 3-1 中央的十字。要分辨这两组线段的不同，需要转移注意力但不移动眼睛——这会自然地发生，但第一次尝试时难免觉得有点怪。请确定眼睛没有移动，而且可以毫无困难地数出右边那组的线段数量。练习在眼睛仍盯着十字的状况下，让注意力于线段间移动；其实还不算太难。

现在，一样注视着十字，眼睛不移动，但把注意力转移到左侧的线段。这次也可以轻易认出该处有很多线段，因为眼睛的基本分辨率好到足以辨识出来。但能数出有多少条线、或是让注意力从左侧第三条线移到第四条线吗？多半不行吧；这组线段实在太密了。

工作原理

两组的差异，就在于右侧、较为松散的线段仍在视觉选择注意力（visual selective attention）的范畴，而左侧那组则太过密集，无法辨识出细节。

在这种情况下，“注意”不是指我们听课时维持（或无法维持）的集中力。而是有所牺牲才能赋予某项事物的优先度。大脑的处理能力有限，注意就是进行分工的机制。换个说法，我们能从自己注意的事物上认出更多细节，未注意的事物则不然。选择性的注意，就是能够有意识地处理特定物体。感觉上我们好像能自由选择任何看到的事物，并仔细观察；但前面的线段图却显示出我们挑选事物的局限，而且这种局限与事物的精细程度有关。

我们可以画出与眼睛分辨率相等的平行线。就像眼睛分辨率最高的地方在中央，而向圆周递减[Hack #14]，视线中央的图形也较容易被注意力选择及锁定。图 3-2 即显示出注意力的局限。

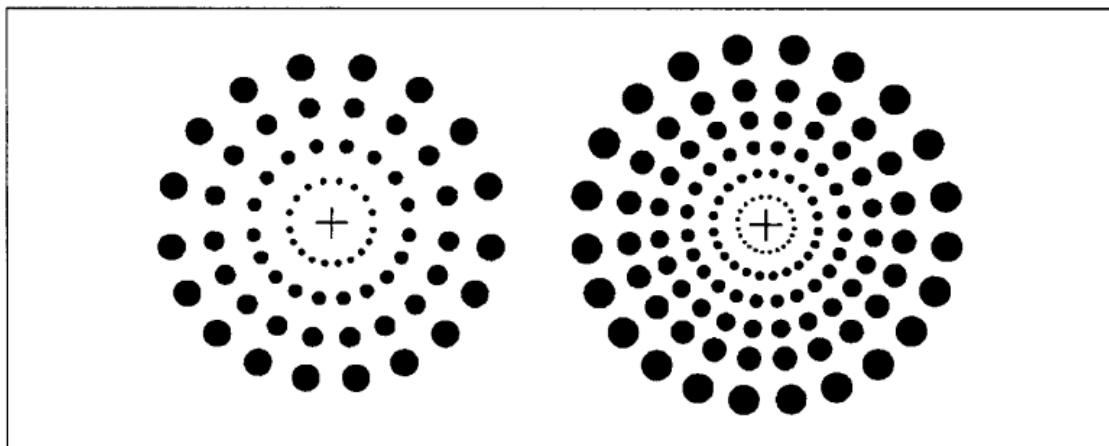


图 3-2：精细度在注意分辨率范围内的图形（左侧），以及太过精细的图形（右侧）

图中，左侧图形的分布精密度仍在分辨率范围内，注视着中间的十字，应该能自由地转移注意力至图形中任何一处。请注意圆点由中央向周边逐渐放大，这样才能成功辨识。愈是远离中心，我们选择圆点的能力就愈来愈差，所以图形也必需粗糙一点。

右侧图形则是不够粗糙的状况。这组圆点比注意力能应付的程度拥挤一点，一样注视着中间的十字，要把注意力转移到任何一点就没那么容易了。（与图 3-1 的左组线段相似。）

也请注意图 3-2 左侧的图形，其下方圆点的排列比上方密集；因为我们辨识视野下半部细节的能力比较好。与视野上半部平静无波的天空相比，下半部是所有行动发生的地方，所以这种最佳化方式颇能让人理解。但是，最佳化发生的精确位置是在大脑结构的哪个地方？还有，为什么普遍存在注意分辨率上的局限？这些尚未找到答案。



为什么选择性注意会这么重要呢？因为注意力用于找出下一个该注视的对象。在左侧圆点图形中，不用移动视线即可选择特定圆点，这是个很快的处理过程。但在右侧圆点图形中，移动眼睛直视圆点，则与搜索有关。它是个较难的图形，也使得观察这个图形成为缓慢的过程。

亲身体会

对他人呈现满满一页信息时（例如电子表格），必须应该考虑分辨率的问题，想想对方是否需要辛劳地细查每个单元格，才能理解注视点周围的信息（就像图 3-2 右侧的拥挤图形）。或是对方能看到像左侧图形一般、留有较大空白的排版，或者为了让信息能从视线正中央理解所采用的色彩反对比，以帮助视线四处游走。

附注

1. 本图引自 *Trends in Cognitive Sciences*, 1(3), He, S., Cavanagh, P., & Intriligator, J., Attentional Resolution, 115-21, Copyright (1997), 已获得 Elsevier 的许可。

HACK #35 数量估计数得比较快

如果数量少到某种程度，数量估计就能达到计算的效果，而且几乎能在瞬间完成。

大脑有两种计数的方法，但只有一种被正式地称为计数（counting），也是我们常用的方法——逐一清点一组物品。但我们还有记忆过去计数的系统，所以只要从（例如）7、8、9……开始计数。

另一种方式比较快，最高可以快五倍；它是数量估计（subitizing）。是一种捕捉：只能用于很少的数量，最多只能到四个物品。但它很快！快到最近的研究都认为数量估计在瞬间完成。

实践经验

看看图 3-3 的两组星星。只要看一眼，我们就知道 A 组有几个星星（三个），不过要稍微久一点才能算出 B 组有六个星星。

我知道，大家都觉得数出较多星星要花比较久时间，乃是天经地义的事。这就是重点。如果我们好像能在瞬间分辨出三颗星星，为什么有六颗星星时就不行了？为什么有一百颗星星时也不行了？

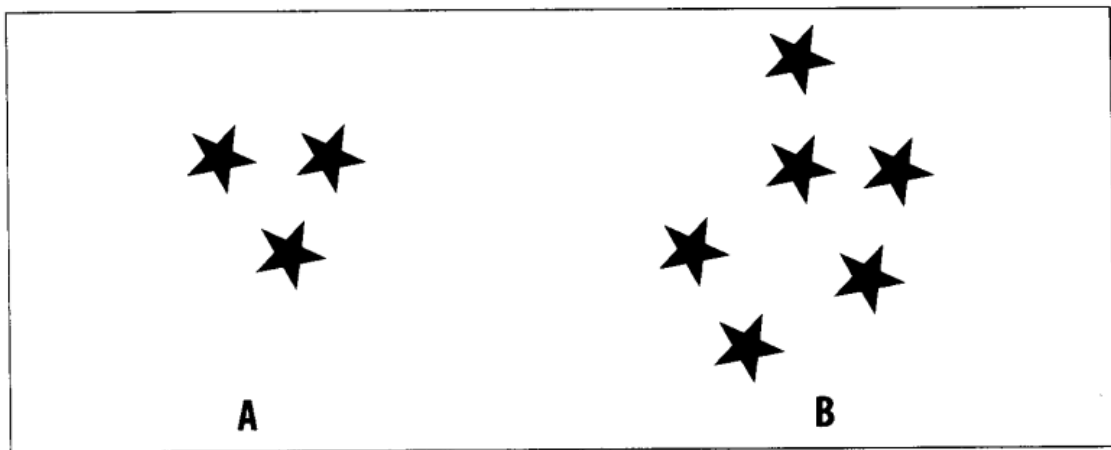


图 3-3: A 组的星星能被准确地估计出数量, 但 B 组不能

工作原理

数量估计和计数似乎是不同的处理程序。从“图形计数耗时”的相关研究中得知, 当图形少于四个, 每多计算一个图形会增加 40~80 毫秒; 如果多于四个, 每增加一个图形将需要 250~350 毫秒。¹换个说法, 处理前四个图形只需四分之一秒, 但每多增加四个图形就多需要一秒。这中间的差距可不小啊!

两者的差异可经由主观经验证实。计数, 感觉起来是个非常刻意的行动。我们必需让注意力逐一导向每个计数项目、眼睛从这个星星移到下一个。数量估计, 却是个前注意型 (preattentive) 的行动, 眼睛完全不用在星星间移动。数量估计是种非刻意的行为: 不需检查, 我们就是知道桌上有四杯咖啡、大厅里有三个人; 我们只是“看过去”而已。部分研究者也因此认为数量估计不是种行为, 而是视觉处理中的副产品。

现在, 我们知道自己能够自动追踪少量物体, 并可随之移动或改变注意力。就像利用阴影来辨识物体形状[Hack #20]一样, 物体追踪似乎也是视觉系统的自身特性——一种几乎不由自主、为视野中的物体保持开启状态的功能[Hack #36]。可追踪的物体数量, 与数量估计极限的数量, 有着教人好奇万分的相似处。有些人说, 或许数量估计这么快的原因, 在于“被计数”的物体已经被视觉处理系统贴上标签, 所以不需要另外的加工进行计数。²

根据这个观点, 计数是个完全独立的过程, 只在物体追踪能力已达极限才发生。而后, 计数必需记得哪些物体已被标上编号, 并依序计算数量。可惜, 在试着揭示大脑运行这两种计数机制的区域时, 尚无法证实这个观点的证据。¹数量估计使用的区域, 并非计数时未使用的区域。但也不是说, 快速数量估计不是一种副产品, 只是有待证实。

先不管神经机制, 这个观点提供了数量估计比逐一计数更快的线索。假设桌上有三

十个小东西好了，在心里把它们分成三个一组（利用快速的数量估计），并慢慢地算出共有十组，一定会比逐一计数三十个来得快。还有，分组计数的确是成人才会做的事。

亲身体会

在现实生活中我们很容易，就能看到数量估计和计数间的速度差异。

某些算盘为一列十颗算珠，如果没有俄式的彩珠设计³，这种算盘比较难用，而且计数也较慢。一列分成三组的视觉间隔（最上面一组为四颗算珠），很适合瞬间数量估计，而不需实际计算。这是帮助大脑计数的设计。

我们也会估计一群快速移动的对象，第一人称射击游戏就需要快速估计我们面对的敌人数量（并在需要时撤退）。因为这类游戏需要尽快估算对手数量，有助于训练我们的数量估计能力[Hack #43]。

附注

1. Piazza, M., Mechelli, A., Butterworth, B., & Price, C. J. (2002). Are subitizing and counting implemented as separate or functionally overlapping processes? *NeuroImage*, 15, 435-446.
2. Trick, L. M., & Pylyshyn, Z. W. (1994). Why are small and large numbers enumerated differently? A limited-capacity preattentive stage in vision. *Psychological Review*, 101(1), 80-102.
3. "The Material Culture of Mathematics in a Historical Perspective." 剑桥大学，历史与哲学系 (<http://www.hps.cam.ac.uk/readinglists/p5mcm-2.html>; includes illustrations) server error.

HACK #36

感受注意力的出现与丧失

眼睛追踪几乎一模一样的物体，并不是容易的工作。而集中注意力就不一样了，大脑甚至可以追踪因暂时被遮住而消失的物体，但只在特定状况下。

注意力机制的问题，在于我们一直使用它——它是构成感知的不可分割的一部分，因此很难察觉注意力的实际行为，或察觉注意某项事物的“实际感受”。

这个单元要试着呈现分配注意力时的实际感受，方法是让我们有意识地注意某个很普通的物体，例如到处移动的彩色图形。我们将在转移注意力时，感受到发生的事。分配注意力给移动的图形，只是小小的一步，但我们使用这些机制追寻所有移动的物体，例如：小狗、蚂蚁、网球、流箭……。

实践经验

在 Zenon Pylyshyn 博士的视觉注意力实验室里 (<http://rucss.rutgers.edu/finstlab/demos.htm>), 提供了一系列“复数物体追踪”(multiple object tracking, MOT) 的示范影片。¹MOT 是项经典实验, 以同时追踪数个移动的物体为基础(第一个范例采用小圆形); 这项实验检测我们的注意力限度, 还有用于追随的特化技能。



如果读者正好无法连接网络, 图 3-4~3-6 提供了实验的静止画面作为参考。

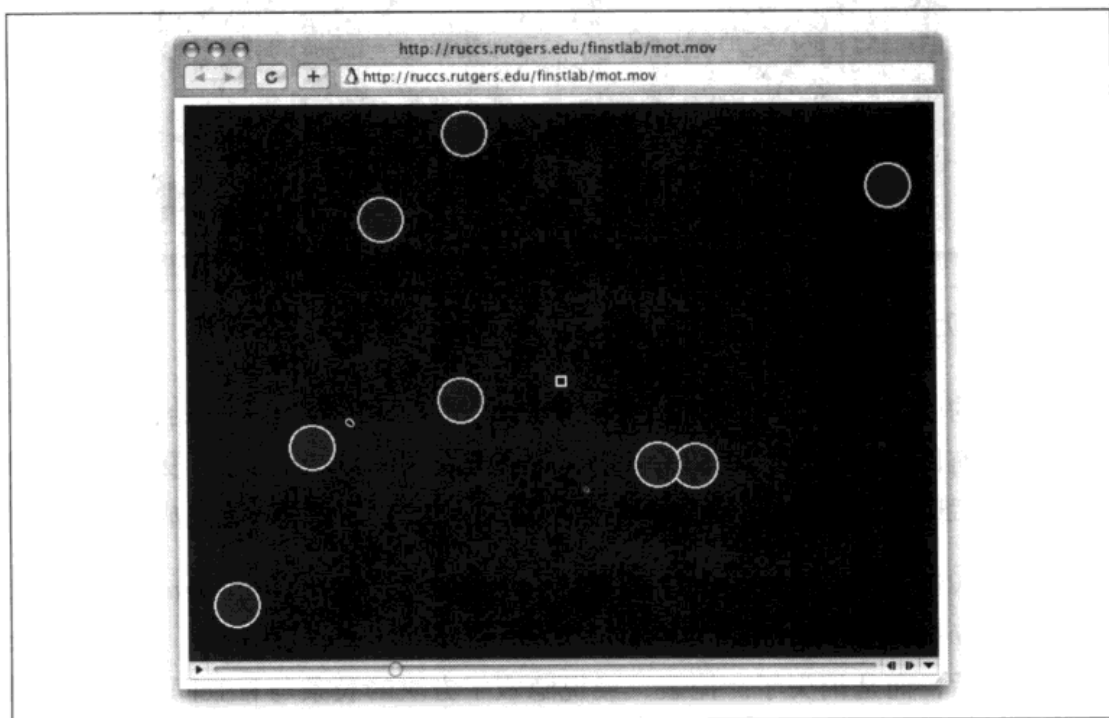


图 3-4: 追随四个移动的圆形

先从 General MOT 实验开始 (<http://rucss.rutgers.edu/finstlab/motMovies/mot.mov>; QuickTime; 图 3-4)。在范例中, 我们要追随四个圆形的移动轨迹; 影片一开始闪烁的圆形就是追随对象。

本项演示的重点, 只是单纯指出我们确实能同时注意多个物体。同时追随四个圆形不是小事, 但大家将发现盯着屏幕中央就能轻易地追随目标, 甚至不用锁定某个圆形追着跑。

在 Occluder 实验中 (<http://rucss.rutgers.edu/finstlab/motMovies/mot-occlusion.mov>; QuickTime; 图 3-5), 追随对象改为方形, 而且它们还会偶尔移动到细框长条后。

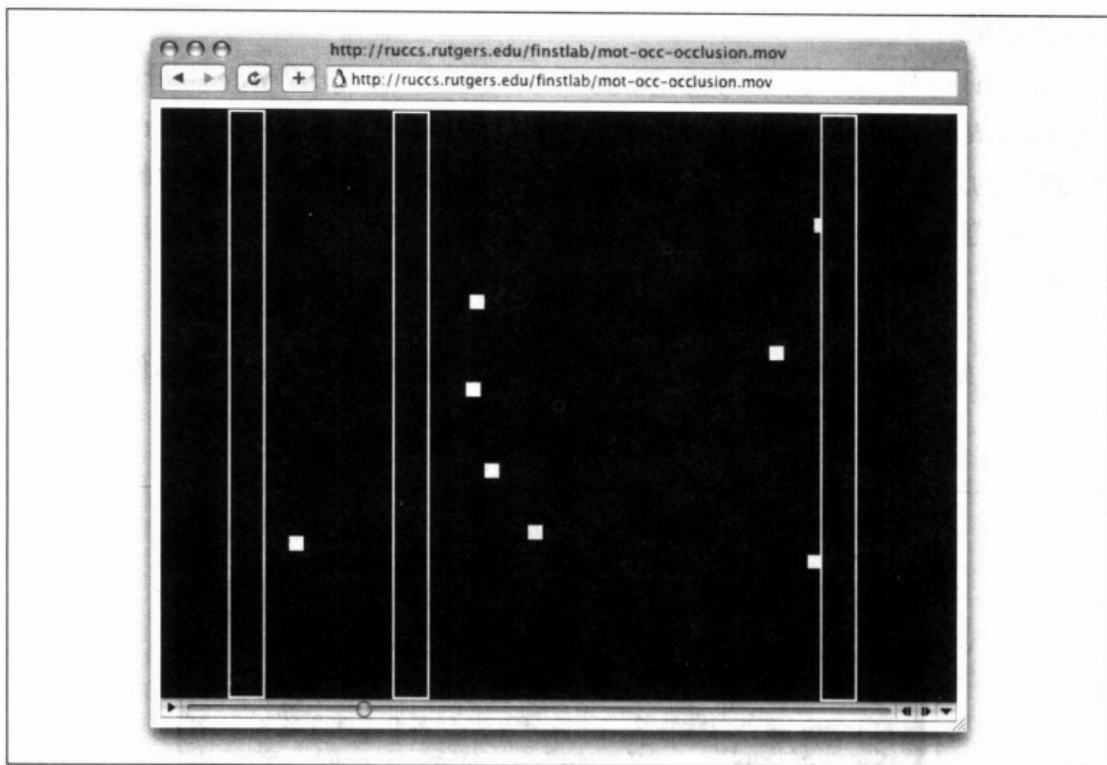


图 3-5：当方形会偶尔移动到细框长条后方，追随移动物体变得较难

除了新增的长条，实验其他部分仍与 General MOT 相同；在一开始出现的八个方形中，有四个会闪烁，我们的任务就是追随这四个方形。这次没有 General MOT 实验那么简单了，可能需要多练习几次，但大家应该都能完成。

不过，The Virtual Occluder MOT 的影片可需要更多注意力(<http://ruccs.rutgers.edu/finstlab/motMovies/mot-occ-virtocc.mov>; QuickTime; 图 3-6)。方块不只躲到长条背后，而是消失了。掩蔽，或说隐藏了方块的长条与背景同为黑色。现在，追随四个闪烁过的方块将是项挑战。我们必须对任务全心全意，任何分心都会让我们弄混目标与其他一模一样的方块。而方块不停地时隐时现，更对我们的任务雪上加霜——图 3-6 有两个较窄的白色矩形，那就是刚从掩蔽长条背后探出头来的方块。

追随四个目标物原本还算合理，但 The Virtual Occluder MOT 任务已快达到人类注意力的极限。不过，还有一项实验等着我们：Implode/Explode (<http://ruccs.rutgers.edu/finstlab/motMovies/mot-occ-implosion.mov>; QuickTime)。这项实验与 The Virtual Occluder MOT 的唯一不同，乃是方块将在碰到黑色掩蔽长条时迅速缩小成一点，从另一边出来后则突然回复原状，不再逐渐从长条后现身。

试试看，这次不只是困难而已，而是好像办不到。我们无法完成这项复数物体追随的任务。

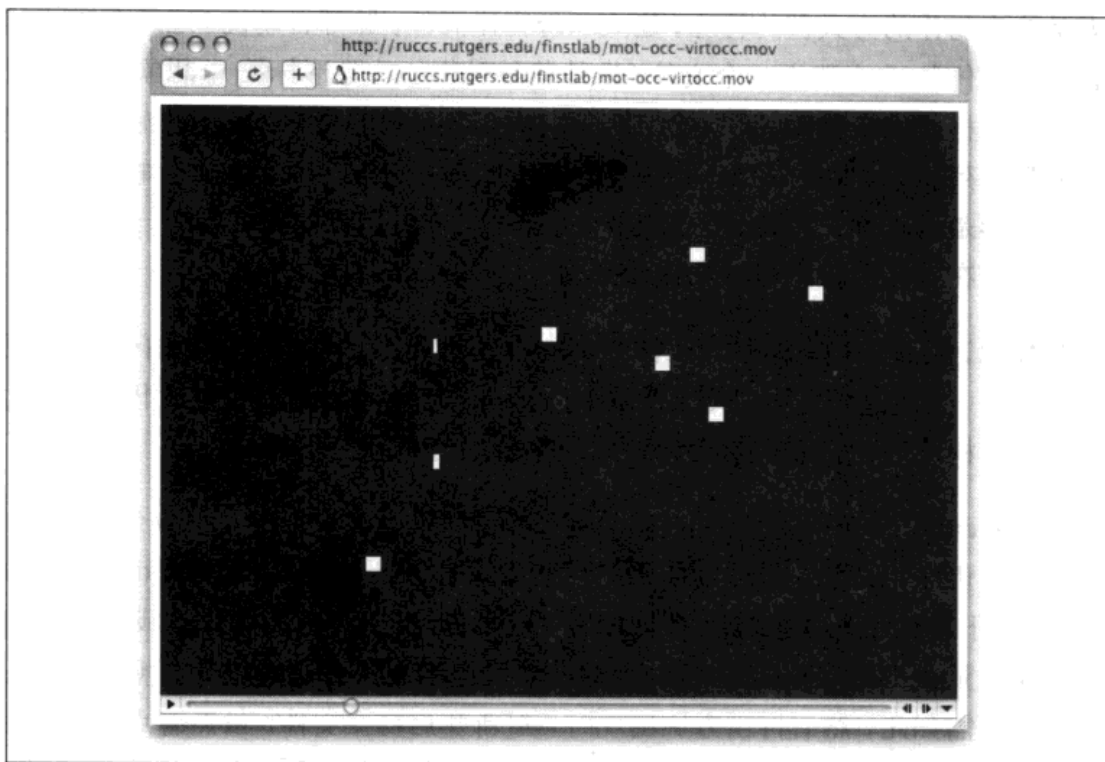


图 3-6：追踪变得更困难：白色方块会躲在掩蔽长条背后。

工作原理

执行 MOT 的能力，其实来自我们注意物体的技能：若缺少注意力，我们根本无法追随个别物体，更遑论追随多个物体了。注意力，是大脑分给特定物体更多处理时间的机制，也很像一层额外的视觉感知。虽然 General MOT 实验中的八个圆形都一模一样，但只因为影片一开始的闪烁，我们就能辨识出其中四个。这就是分配注意力至视觉系统的“实际感受”。

在第一个实验中，如果只追随一个圆形，很容易就能把它与其他圆形区隔开来；但却没办法分辨其他七个。这就是注意力的用处。

虽然，这里的案例是主动、有意识地付出注意力，但注意力实际上是个半自动程序。举例来说，突如其来的运动就能捕获注意力[Hack #37]，它感觉起来可不像前面的“我没办法分辨这些方块”那么明显——我们都会在一瞬间意识到经过身旁的车辆，但跟追随物体的方式不一样——“捕获”不是集中型的注意力，而只是意识到自己看到了什么。

注意力可以渐次分配。我们可以选择只注意颜色、只注意特定动作……以此类推。相反地，我们也能选择抑制部分的注意力（也就是负启动（negative priming）[Hack #42]）。在 General MOT 实验中，注意力分给一组同时移动的特征，包括：蓝色、圆形、某一特定速度；我们倾向把一组特征归结成“一个物体”。（可能是因为注意力要扮演整合特征的角色吧！）

人类注意物体的方式甚为特殊，建立一份物体文件。脑部自动说“这是个我该记起来的物体”，为它建立一个文件（像是某种对物体的隐形标签）。想象一下用手指沿着表格或图表移动，手指能帮助我们众多相像的资料列中，记住自己想研究的那一列。物体文件就像手指，只是工具改为注意力。所以我们才知道自己追踪的图形是否正确：大脑设定了文件——一份视觉接收的特征索引——并在注意力仍然在物体上时，保持文件的开启。

因为如此，大脑势必有一种回收注意力的自动过程。在物体消失时关闭文件，便是其中之一。不过，这种方式通常是个妨碍——想象自己身在史前时代，若每次猎物躲到树丛后面，我们就无法追踪，这该如何是好？

这就是 Occluder 范例揭示的状况。当追踪的物体移至视野中其他物体后方时，物体文件仍保持开启，虽然物体被黑色长条遮挡。The Virtual Occluder 范例的难点，在于追踪四个物体已用掉最大量注意力资源（四或五个物体是我们能容纳的最大数量），因而必须完全依赖自动处理过程来想象方块的位置，甚至在方块隐藏时更需如此，然后再于方块出现时，重新开启物体文件。虽然有点难，但还属于可以追踪的程度，因为这是视觉感知要处理的状况：动物在树林里狂奔，随时可能消失在树枝或草丛后，前景中的繁茂绿叶模式几乎都一样，基本上与背景没什么差别。

物体文件系统如何知道文件关闭的时机？当方块消失在长条后方时，会一行行地、从某一端开始消失。这就是脑部用于理解遮盖（occlusion）的线索。

最后一项实验，Imploder/Exploder，则有点开玩笑；它原本就应该是不可能的任务。追踪这么多个物体已经很困难了，已经占去所有随意的注意力，并强迫依赖大脑的自动功能。这就是让自动功能现身的方式。

这个范例文件意使遮盖线索混乱。方块缩小成一点，其实是移向远处的线索。大脑认为物体从近处消失、不再重要，立刻关闭物体文件，以便回收注意力另行运用。稍后，当点再度回复成方块，感觉好像又从遥远的地方出现。但物体档案已经终结了，它看起来像是完全不同的方块。

就连物体如何消失在其他事物后的细枝末节，都是大脑寻找追随及注意对象的线索，即使本单元使用的实验动画也不例外（这些示范动画没有阴影、透视或立体深度……任何平常让景物看来真实的特性）。

附注

1. Scholl, B. J., & Pylyshyn, Z. W. (1999). Tracking multiple items through occlusion: clues to visual objecthood. *Cognitive Psychology*, 38, 259-290.

可以从视觉注意力实验室的文章发表网页上获得此论文 (<http://rucss.rutgers.edu/faculty/pylyshyn.html/#papers>)。

HACK #37

注意力获取

突如其来的行动或光线，可以获取注意力，一切都要谢谢视觉处理的第二区。

我们会注意什么东西呢？正在看的这段文字吗？等一下，注意力可能马上就转移到来访的客人身上、想离开座位泡杯咖啡，或是瞄到同一班公车上刚起身的乘客……诸多情况，不胜枚举。我们不会对看到或体验到的每项事物付出注意力。就算听得到对话，要同时跟两个人交谈仍非常的困难；同样地，我们也不可能同时阅读书上的每一个字，虽然每个字都落在相同的平面上。

当我们的感官无时无刻都在尽量提供输入信息时，大脑的注意能力却有个瓶颈。所以我们主动决定该专心看哪一行，然后逐行由上而下读完一页。这一切都以牺牲其他刺激为前提，例如牺牲墙壁的颜色、外面马路上的交通状况等等。

选择注意的事物是自发性的——大致上是这样。不过注意力也可被获取。

实践经验

请面向热闹的地方。看着拥挤的电影院逐渐安静下来就不错，喧嚣的街角也可以。电视节目、电视游戏也可在选择范围，只要画面上有很多东西就行。

试着别注意任何东西，有点像在神游，同时让眼睛接收整体景象。

注意到了吗？有人招手叫朋友或站起来的时候，注意力就会被抓住，而且锁定在那个人的位置上。其实我们并不是注意到招手或站起来的动作，只是单纯地被捕获注意力，而后短暂地锁定在那个位置上而已。

因为我们此时处在放松状态，注意力很快又会移开，直到又被别的行动吸引过去。注意力在整个视野中闪动，从这一点跳到另一点。

工作原理

视觉信息离开眼睛后，并非送至脑中的单一区域处理；信号会分家。视觉皮层的处理程序，负责提供意识评鉴过的视觉讯息。视觉皮层位于后脑枕叶 (occipital lobe)，负责与视觉相关的任务，例如我们注视的物体形状、颜色；如果物体正在移动，则辨识运动方向、速率、移动所代表的意义……不胜枚举——视觉皮层提供的原始信息，乃是辨识他人脸孔时所需要的讯息，也是不让我们在过马路时冲到车辆前的必要讯息。

另一方面，“注意力捕获”（attention capture）则需要上丘脑（superior colliculus）。上丘脑也会获得来自视网膜的视觉信息复本，与视觉皮层接收到的信息完全相同，不过两个区域的处理方式不一样。上丘脑是较早演化出来的区域，也就是说，在比人类更简单的其他动物脑中已经建立了丘脑的基本结构，并有所发展。（鱼类和两栖类的视觉处理多半在类似上丘脑的“视叶”（optic lobe）中完成，并未移至别的地方）。所以大家可以想见，上丘脑跟视觉皮层比起来一点也不复杂。而且上丘脑也不会用到太多信息；它看到的景象，就像从毛玻璃看出去的黑白世界。不过，上丘脑的要求本来就不多。它的视觉处理着重于快速反应，适合潜在危险发生、行动必须比复杂的视觉皮层反应速度更快的时候。这样已经足以引导反射动作，告诉大脑和身体朝某个方向行动，并使得注意力紧抓住可能很重要的事件。



处理视觉信息的区域不只视觉皮层和上丘脑，总共大概有十个地方。基本视觉信息也会因为光线强度不同而告知瞳孔调节大小、基本视觉信息也影响日夜作息，以及头眼活动。

注意力捕获，就是这么发生的。突发状况出现，我们脑中的快速回应区域下令：“喂，我不知道发生了什么事，但多注意一下，并想出我们被袭击时该怎么办。”再看一下四周的人群，注意力自动环顾四周，因为大脑因每次有人突然招手时受到的惊吓，已经足以打断意识。

当我们坐在黑暗的电影院里，正全神贯注于剧情发展，请想象一下旁边的出口被打开时，自己会有什么反应。突然出现的光线会抓住我们的注意力。如果门再度打开，尽管我们知道自己对光线没兴趣，注意力还是会被吸引过去，要求我们有所反应。这就是分心；这就是注意力被捕获的本性浮现的时候。

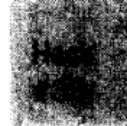
上面提到的，闪过眼角的光线本可以是逐渐露出的阳光，但却是某个大型危险事物正从阴影处逼近自己。自动化的注意力捕获机制，可引导意识侦察重要的方向。



自动回应可以不只是捕获注意力而已。大脑的这个区域也具有对隐约逼近的事物进行反应的本能（looming instinct）[Hack #32]，只要视野任一处出现逐渐扩大的阴影，不只可以触发注意力，也能让我们忍不住打个冷颤。

捕获注意力的事件，包括先前已提到的：突如其来的光线（实际上是对比的突然改变）、突如其来的运动。为了保持快速反应，只有新出现的运动才会抓住注意力。持续的运动，像是行驶中的车辆或走动中的行人，都不会触发注意力的自动移转。

大脑还认为另外两项线索也事关生死存亡，所以值得快速反应。其一是“突然出现的事物”。若与不太引起注意的背景和阴影相比较，脑部本来就对突出了背景



上的物体特别青睐。这项设计有其原因，人类同伴、动物或食物等物体的出现，通常需要我们做出某种程度的反应；甚至还有专用的物体追踪程序[Hack #36]。视野中额外出现的人、石头、车辆，特别是突然出现的话，多半都是重大事件，遂触发了注意力捕获的机制。¹

John Eastwood 的小组提出另一项值得一说的线索，显示出人类的社交天性有多么根深蒂固——也就是“面部表情”²。Eastwood 小组制作了简单的面部图画，以寥寥数笔勾勒出欢乐、悲伤……等各种表情，然后请被试数出计算图上有多少笔画。当图画颠倒时，被试认不出脸孔，数笔画轻而易举。但图画方向正确时，数负面情绪脸孔的笔画数，会比正面情绪需要更多时间。为什么会这样？该小组的结论认为，负面情绪（悲伤、生气）会使人类分心，就跟黑漆漆的戏院里突然有人开门，会使我们从演出上分心的道理一样。

附注

1. Enns, J. T., Austen, E. L., Di Lollo, V., Rauschenberger, R., & Yantis, S. (2001). New objects dominate luminance transients in setting attentional priority. *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*, 27(6), 1287-1302.
2. Eastwood, J. D., Smilek, D., & Merikle, P. M. (2003). Negative facial expression captures attention and disrupts performance. *Perception & Psychophysics*, 65(3), 353-358.

参见

- 视觉系统有两个处理区域，使得如果意识区（视觉皮层）受损，而自动区完好无损时，产生耐人寻味的结果。“盲视”（blindsight），是患者相信自己看不见，但却能毫无差错地接触闪烁光源的情况。视觉信息接触到患者的前意识层面，患者遂能据以猜测。Ramachandran 教授在 BBC “Reith 讲堂系列”的第二组课程“浮现的心智”中（2003 年），即讨论到盲视及其他主题。（<http://www.bbc.co.uk/radio4/reith2003/lecture2.shtml>）

HACK #38

别回头看！

我们的视觉注意力包括一项基本功能，可调节是否再次注意事物。

大脑有着一层又一层功能与处理程序。以注意力为例，它就是随意的应用程序和自动转移机制[Hack #37]的协同运作。但即使称为“随意的”，也仍要与“进化教给大脑的明智行为”协商。大脑特别不喜欢让注意力回到看过的地方，或回到刚离开的物体上，这个现象被称为返回抑制（inhibition of return, IOT）。

实践经验

负启动 (negative priming) [Hack #42], 是注意力对环境特征的抑制; 本处介绍的返回抑制, 是一种细微效应, 如果缺少精确的计时仪器即难以察觉; 不过, 它就像其他效应一样随时随地都在发生, 因为注意力的应用实在太广泛了。

想象实验屏幕上会闪现图示, 要求被试触碰该图示出现的位置。如果先前图示曾在、正在闪现新图示的位置上, 我们将多花一点时间才会伸手触碰。

抑制不会立即起作用。就拿“打地鼠”游戏做例子,¹如果地洞通常会在地鼠出现前闪烁, 这就是返回抑制效应的典型例子。如果地洞闪烁后很短的时间 (例如 1/5 秒), 地鼠就探出头来, 闪烁将可吸引注意力到地洞, 并使我们更快打到地鼠。

另一方面, 如果地洞闪烁到地鼠出现的间距比较长, 长于 1/5 秒甚至 3~4 秒, 就足以将我们的注意引到地洞上并随后移走。当地鼠出现在同一个洞口时, 返回抑制起作用了, 你必须克服这个抑制。因此对地鼠的反应时间会比较久 (虽然还不至于让我们失手。因为增加的反应时间只有 1/20 秒, 某些情况下的确造成不同后果, 但平常很难察觉)。提示: 如果地鼠将出现的地洞一定会闪烁, 我们就会学到这个模式, 打地鼠的成绩也会更好。

工作原理

最大的疑问, 莫过于产生返回抑制的原因。可能性之一, 我们人类比较喜新厌旧, 所以想压抑让自己分心的刺激。获取注意力的事件若是有用的自然是件好事, 但若非想观察的事件, 最好先把注意力转到别的地方, 忽视会让我们分心的区域。

在 *Inhibition of Return* 这篇综述中,²Raymond Klein 以搜寻食物为例: “曾被记录为空无一物的地点, 应该要回避”, 这项原则成为引导至新地点的机制, 可用于从某处出发寻找食用植物。对于出发搜寻的任务, 有个能短暂认真地注视 (约 1/5 秒), 并帮忙寻找新地点 (数秒后) 的机制, 将大有用处。

最新研究指出, 也许返回抑制有两种产生方式。一种由低级、位于皮层下的上丘脑 (superior colliculus) 产生; 该处负责快速视觉处理 (但不负责较耗时间的有意识的视觉处理 [Hack #13]), 并协助指引瞳孔和身体运动。上丘的损害, 确实会阻止返回抑制的发生³, 至少会阻止眼睛移回先前位置。

返回抑制也能在分配注意力时, 由高级操作所触发。在物体移动后仍旧维持着抑制作用的事实, 更支持了此一论点——返回抑制可以不依赖眼睛的位置。以数移动中的人群为例, 因为我们懂得排除已数过的人, 才能办到这一任务。这就是返回抑制运作的机制。

亲身体会

事实上,因为这个机制不只是大脑中的单一区域参与,显示它是适用于棘手搜寻问题的优良通用方案;而不是对某些特定问题的快捷方式(例如特征处理)。如果我在家里寻找忘记丢在哪里的东西,也会采用相同策略:仔细寻找某块地方,然后换下个地方,再换下个地方……依此类推,最后,绝对会在第一轮搜寻中就找到东西,不是吗?

如果这是通用的搜寻策略,这里根据这点提供一些建议。假如真的想短暂地抓住使用者的注意力,千万别真的短暂地吸引他们的注意力。例如网站上有着闪烁的新闻快报,但两秒后,真正的新闻才在同一处出现的话,使用者多半不会注意到新闻的出现。最初的闪烁会抑止我们把注意力转回同一处,历时约数秒。如果要出现什么,就立刻出现,不要等太久。当我们在浏览事物时,并不想浪费自己的注意力——返回抑制,减少了再次注意同一个地方的可能。

附注

1. Spy Whack-A-Mole (间谍版打地鼠), 需要 Flash (<http://www.spymuseum.org/games/mole.html>), 在游戏中同时认识过去一百年的名间谍。
2. Klein, R. M. (2000). Inhibition of return. *Trends in Cognitive Science*, 4(4), 138-147.
3. Sapir, A., Soroker, N, Berger, A., & Henik, A. (1999). Inhibition of return in spatial attention: Direct evidence for collicular generation. *Nature Neuroscience*, 2(12), 1053-1054.

HACK #39 避开注意力的漏洞

在瞥见事物后的半秒内, 我们的觉察性会丧失。

注意力, 就像是脑部削减大量感官输入, 转为可管理的方式; 然后忽略背景噪声, 把资源花在刀口上(至少花在第一眼觉得重要的事物上)。如果脑部的处理能力没有极限, 或许我们就不需要注意力了——我们将能同时对环境中每样事物, 赋予等量的集中力。

可能还有另一个原因, 造成持续削减感知, 以注意力作为信息到达意识前的最后限制阶段: 感知为行动之本。本质上, 也许处理能力并不需要限制, 而是被行动能力的限制所定义: 我们一次只能做一件重大任务。注意力可能是为了解决待执行事项间的冲突, 而自然发展出来的功能。

— M.W.

然而，注意力不是处理链的终点，后面还有意识感知。这两者的差异很微妙，但很重要。想象一下自己在街上闲逛，看着一张张陌生脸孔掠过眼前，每张脸都曾短暂地占据注意力；但问到有多少人烫了卷发，我们大概就完全没印象了。

倘若此时有认识的人经过，原本半自动地、背景般的脸孔跳到前景，并把认识的这张脸推向意识感知层次。这就是觉察（notice）。

结果，觉察也占用了大脑资源，就像注意力一样。一旦从人群中认出某张脸孔，在一段时间内，我们有意识地觉察下一张脸孔的能力将严重减低。这段时间很长哦——大约半秒。这种现象被称为注意瞬脱（attentional blink），就象看到某一新异刺激后眨一下眼睛一样。

眼睛移动时，视觉情报会暂时切断[Hack #17]，注意力也像视觉一样，充满我们惯于忽略的漏洞。

实践经验

有一个诱发注意瞬脱的标准实验，使用的技巧称为“快速连续视觉呈现”（rapid serial visual presentation, RSVP）。RSVP 由黑色字母投影于灰色屏幕上构成，一次投影一个字母，每秒约投影十个字母。

受试者要在一连串字母投影中寻找两个特定目标：白色字母和字母X。如果实验只锁定其中之一会很容易。1/10 秒（字母投影的时间）已足够认识并意识到字母。但要辨识出现时间很相近的两个目标时，就难得多了。

如果白色字母出现后的五个字母内出现了 X，受试者多半会错过。目击到白色字母（第一个目标），阻止了意识感知第二个目标（X）的行动。这就是“注意瞬脱”。

显然这不是能在家自己做的实验，但可以利用速读软件来模拟。速读软件可以浏览文字档案、依序闪现文字，我们正是要利用这项功能。

你可以挑选自己喜欢的软件，我用的是 AceReader Pro (<http://www.stepware.com/acereader.html>; 49.95 美金；有试用版)。



虽然 AceReader Pro 的试用版很适合我们的实验，但只能在 Mac 或 Windows 平台上运作。FlashWare (<http://www.flashreader.com>) 是个简单、免费的 Java 程序，它可以转换文字档，用于 RVSP 实验。GnomeRSVP (<http://www.icebreaker.net/gnomersvp>) 和 kRSVP (<http://krsvp.sourceforge.net>) 则分别是用于 Gnome 和 KDE Linux 系统桌面的速读软件。

无论选择哪一种软件，都需要可载入任何文件，并设定为每分钟三百到四百字的模式。以 AceReader Pro 为例，要选择它的 Online Reader & Expert Mode。

还需要文字文件，最好是还没读过的文章。拜托朋友随便从文章选择不太常用的两个单字，而且两个单字中间只隔了两、三个字。这就是我们要寻找的目标。

现在载入速读软件（用 AceReader Pro 的人，请选择“File > Load File”选项），把速度设为每分四百字（400 WPM），按下“Play”。你应该能轻易地认出第一个字，但会错失接下来的字。图 3-7 是启动中的 AceReader Pro；我们察觉到了第一个（左侧），但第二个（右侧）则完全没察觉到。

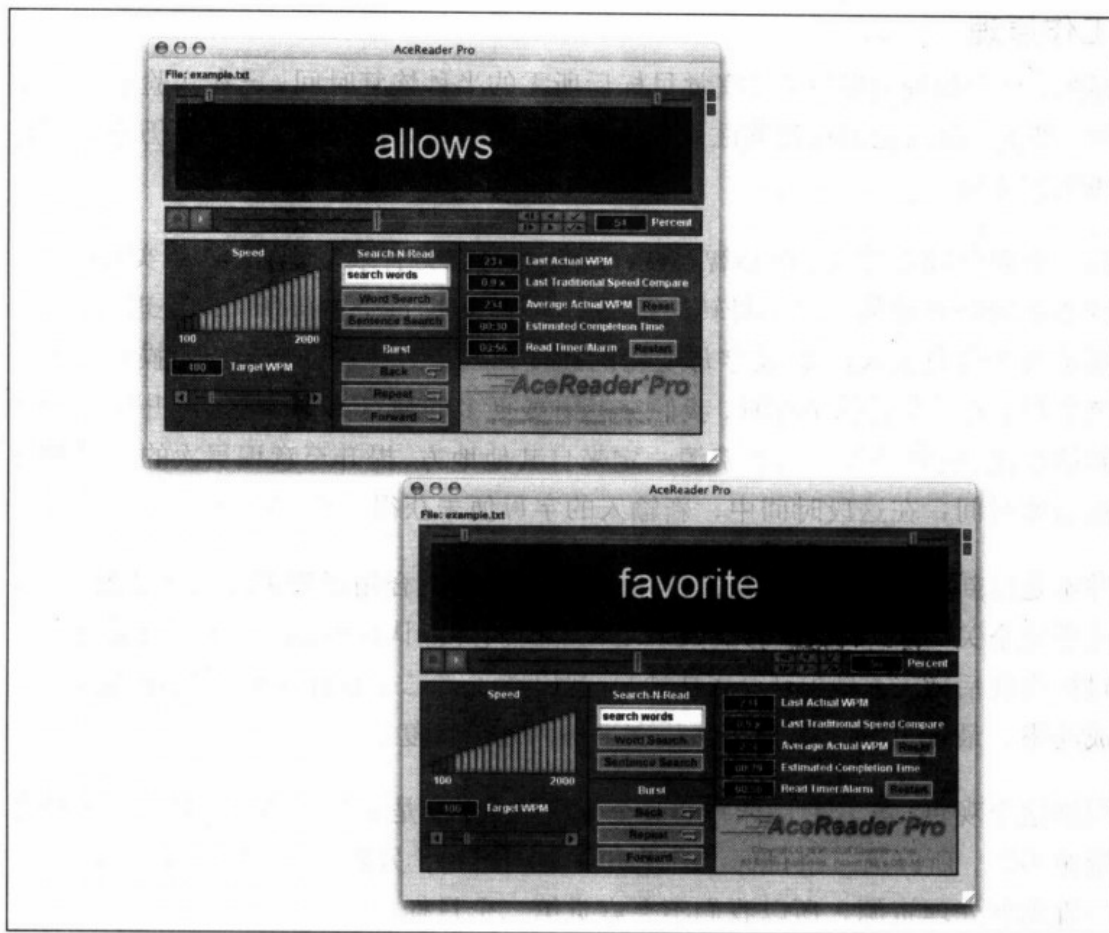


图 3-7：AceReader Pro 呈现的目标单字

在这个实验中，有些人可能体验不到注意瞬脱。例如说本来就擅长速读的人，或是原始文章中的句子很容易猜测，大概实验都不会成功。我们模拟的对象是使用随机字母的 RSVP 实验，这种方式本来就不太牢靠。

总而言之，我大概有一半的机会能体验到注意瞬脱，只能说它是种奇怪的体验。在一分五个字的状况下（300 WPM），我还不致于判断不了目标字——但已经快到极限了，我必须非常专心地盯着屏幕才行。

第一个目标字跳出来，就像我的预期一样。没问题，我认得这个字；现在我可以寻找下一个。但下一个正确读到的字却是在已跑过四个字之后，我错过了第二个

目标。它就发生在注意瞬脱的时候。回想一下，好像有看到第二个目标的印象，虽然看到了，但就是没有触动“发现目标”反应。与看到第一个字相比，我的记忆毫无疑问地较不依赖视觉且较为肯定；在瞬脱的期间，我只记得好像同时做两件事的那种感觉：处理第一个目标，同时试着追踪屏幕上新出现的单字。如果我没有停下来回想“为什么没注意到第二个目标？（因为知道它很快就会出现）”，势必不会完全错过。

工作原理

显然，注意瞬脱真的存在。察觉目标后所需的半秒恢复时间，已在实验中出现多次。然而，就像先前提过的注意力一样，大脑为什么会发生瞬脱，也仍是个体有待研究的主题。

有一个强势理论假设，在心智系统中运转的注意力有限，而在RSVP实验中，注意力必须快速地从一個字母转移到下一个字母。根据每个字母所需的处理时间（判断是否为白色或X），以及字母变化的速度，注意力被迫以最大能力操作。当白色字母，第一个目标出现时，我们突然需要更多的注意力资源，以提升到意识感知的层次。这些额外使用的资源一定来自其他地方，提升至意识层次的过程想必也需要时间；在这段时间中，新输入的字母便未获得应有的注意。

并不是说新出现的字母完全未被注意，这就是不适合用眨眼来比喻的地方。眨眼几乎完全关闭视觉，但注意瞬脱只是在那瞬间降低认出目标的几率。如果第一个目标出现后的1/4秒内（250毫秒），就出现了第二个目标（X），察觉该目标的成功率，最低可下降50%，然后在半秒内逐渐恢复。

根据这个观点，第二个目标并非完全未被看到，而是虽然有送出处理，但注意力资源不足，所以第二个目标没有上升至意识感知。另外，随机字母也一直出现，一直需要处理资源，所以我们不会察觉第二个目标。

有两项证据支持这个观点。第一，看到随机字母所要求的加工难度，对注意瞬脱的发生扮演重要角色。如果没有这些字母，或采用较容易忽略的事实（例如随机色块），就不会消耗处理能力。第二个目标就能与第一个一样容易察觉。

第二，虽然第二个目标可能没到达意识感知，但还是能影响潜意识。这称为启动效应，看过某个单字或相似的单字，下次再出现时将较容易察觉[Hack #81]。所以在RSVP实验中，如果显示过单字“doctor”，下次再出现“doctor”或相关单字“nurse”时，就比较容易认得。结果第二个目标可以事先提供下个目标的情报，就算它并未被有意识地觉察。也就是说，在注意瞬脱期间出现的目标，至少会抵达意义处理的层次，而不是就这样被丢弃。“注意力资源有限”的理论显然还不错：因为注意力资源不够，无法尽快地把两项目标提升至意识层次。



注意瞬脱有个例外，就是在 X 立刻出现在白色字母后，中间没有随机字母的情况。这样反而能让两个目标一起进入意识层次。

下次在书架上寻找某本书，或是在通讯录中寻找某个姓名时，想想注意瞬脱的效应。我曾经一直忽略某个明明在寻找的姓名，但只要仔细地再找一次——放慢速度，马上看到它就在别的名（如“张三”）旁边，而张三这个名字，每次都会因为某种原因，先跳进我的意识中。

附注

1. 有份关于本主题的极佳综述，特别是启动效应的部分：Shapiro, K. L., Arnell, K. M., & Raymond, J. E. (1997). The attentional blink. *Trends in Cognitive Science*, 1(8), 291-296.

参见

- 有两份不错的注意力方面的介绍：Styles, E. A. (1997). *The Psychology of Attention*<. Hove: U.K.: Psychology Press. And: Pashler, H. (1998). *The Psychology of Attention*I>. Cambridge, MA: MIT Press.

HACK #40

无视改变

人类不会记忆视野中的每个细节，而是对外界形成一个表征——这样持续重新审视每个想到的部分。这个行为能节省大脑的时间和资源，但足以让我们无视于改变。

视觉[Hack #14]和注意力[Hack #34]，这两者的分辨率其实都比我们的印象来得粗糙。视觉甚至还有时间[Hack #17]和空间[Hack #16]上的漏洞，但大脑会补偿这些漏洞，接合成一个天衣无缝的外在印象。

天衣无缝的外在印象非常地令我们信服。我们多半不会知道接收的信息间有着漏洞，并相信自己体验的外界比实际体验更丰富。有两种可能原因。第一种：我们在脑中建立了目睹的外界模型。现在就来检验一下看看是真是假。

就像在玩“大家来找碴”，按个钮，照片就会消失或出现。两张照片不一样的地方在哪里？如果我们在脑中制作且保有完整的外界心像，找出相异处不是很简单吗？理论上而言，在记忆减退前想出相异处，应该和比较两张摆在一起的图片同样简单。事实却非如此。

所以第一个可能性已经溃败。第二个可能性则认为，我们并未对看到的事物建立完整的内部模型——只是自认为建立了一个。这种错觉由眼睛四处移动取样而维

持，其中一部分称为主动性视觉[Hack #15](active vision)。本来嘛，为什么要多此一举地在脑中储存外界信息呢？直接用眼睛取得不就好了吗？

检验主动性视觉这一可能性的证据应该是很难找出两幅照片的相异处，尽管其间只有短暂间隔。既然这两幅照片大部分都未储存在记忆中，所以没有办法比较。事实上，找出相异处的确不是简单任务——非常困难——所以这个现象才会被称为变化盲视 (change blindness)。

实践经验

请看我们制作的 GIF 范例文件 (<http://www.mindhacks.com/book/40/changeblindness.gif>)，图 3-8 把这两幅景象并排，其间的相异处便明显多了。



图 3-8：能同时观看“同一幅景象”的两个版本的话，相异处便明显多了¹

但如果不知道自己应该寻找什么，要认出相异处几乎是不可能的。打开下列网址看看。如果觉得第一组图片很难，看看那位男士的鼻子——你可能正在目睹图片的改变却始终无知无觉。

- <http://nivea.psychology.univ-paris5.fr/ASSChtml/couple.gif> (GIF 动画)
- <http://www.usd.edu/psyc301/Rensink.htm> (Java applet)

工作原理

在两张图片闪现间的短暂瞬脱，可强迫我们使用记忆力比较图片，而不是注意到改变的发生。不过，瞬脱不一定掩盖了变化的特征，正如 <http://nivea.psychology.univ-paris5.fr/ASSChtml/dottedline.gif> 所示。这个文件并未闪现新的图像，只是加上一些让我们分心、注意力从改变上移开的图样而已。

当前例的模式闪现时，我们会无视改变的地方，即使图片一直完整地呈现在你的面前。只要注意力暂时无法专心寻找改变，强迫我们依赖大约半秒前的记忆就可以产生变化盲视——这里可不是在讨论长期记忆。

亲身体会

“变化盲视”可不只是实验室中的理论。它可以在实验室外帮我们变魔术，而且不需要电脑的帮助。Daniel Simons 和 Daniel Levin 所做的经典实验²就是完美的范例。这组搭档之一会向路人问路，在好心的路人试着指点方向时，有两个人会扛着门从路人和实验者中间穿过。趁着分心的时候，实验者与他的搭档互换，这两个搭档的身高和体型都不一样，不过有一半的人没有注意到这件事：最初问路的人和结束谈话的人并不一样。

附注

1. 图片右侧的道路标记改变了位置。
2. Simons, D. J., & Levin, D. T. (1998). Failure to detect changes to people during a real-world interaction. *Psychonomic Bulletin and Review*, 5, 644-649.

参见

- Daniel Simon 的实验室提供了示范变化盲视的影片 (http://viscog.beckman.uiuc.edu/djs_lab/demos.html)。
- J. Kevin O'Regan 有一场相关演讲 "Experience Is Not Something We Feel but Something We Do: a Principled Way of Explaining Sensory Phenomenology, with Change Blindness and Other Empirical Consequences" (<http://nivea.psych.univ-paris5.fr/ASSChtml/ASSC.html>)。

HACK #41 把东西变不见!

注意的目标会决定我们看到的事物，因为这个因素太重要了，所以可能会错过对别人而言很明显的事情——例如跳舞的猩猩。

注意力就像是某种过滤器，指导所有资源放下其他项目，转移至某项任务。在各种关于不注意性盲视 (inattention blindness) 的实验中，发现注意影响自己的真实所见，那种冲击感最为明显，是最有力的证据。

不注意性盲视，发生在我们尽可能付出所有注意力给某项任务，而且试着忽略分心事物的时候。这个名称是描述无论多么刺眼、奇怪的分心事物，我们都没察觉到的现象。对此主题最有名的研究中，受试者会观赏一段传球游戏的影片，因为专心在特殊任务中，大部分受试者都完全没注意到中途闯进来的猩猩。

实践经验

各位可以试试 Daniel Simons 和 Christopher Chabris 所用的传球游戏影片 (即前

述的猩猩实验)。¹伊利诺大学的 Visual Cognition Lab 网站上即有提供：<http://viscog.beckman.uiuc.edu/media/mindhacks.html>。²

不过，各位已经知道会有猩猩跑出来，所以这段影片没效，但还是要说一下程序。观察并计算白衣球员的传球次数。可以找个朋友来玩这个游戏。

当我们是被试，而且认真地计算传球次数时，接下来发生的事真的完全超乎预料：有人穿着猩猩装走到球员中间，经过屏幕正中央才离开。Simons 和 Chabris 的受试者中，大约一半没发现猩猩。

工作原理

追踪比赛中的传球次数，而且只计算部分传球，是项困难的任务。场上有两颗球和六名球员，每个人都在移动，篮球更常被挡住。大脑必须竭尽全力才跟得上。

说真的，这任务对大脑来讲太过吃力。瓶颈在于视觉的短时记忆，视觉加工的结果必须要贮存起来，同时实际的分析——白衣球员的传球也正在进行中。

视觉短时记忆 (visual short-term memory, VSTM)，只能容纳少量信息；处理四个物件大约是 VSTM 的极限。现在来说说暂时增加 VSTM 容量的招数；例如复述单字，就可以增长记忆保持的时间。范德堡大学的研究员 J. Jay Todd 和 Ren'e Marois 即进行了测量短期记忆容量的实验，³ 实验设计成无法使用复述的技巧。受试者不只要做记忆力实验、回答关于彩色图样的问题，还要在等待回答的时间里计数，以免利用复述记忆的技巧。当实验中的大量负载都已载入短时视觉记忆，Todd 和 Marois 便利用功能性核磁共振成像 (fMRI) [Hack #4] 观察受试者的脑部活动。(fMRI 利用脑部的活动区域会在磁场中发亮的原理，制作脑部的动态影像。)

他们发现，在后脑表面有一小块区域——后顶叶皮质 (posterior parietal cortex) 的活动，会随着实验中的图样渐趋复杂而增加。从观察中发现，图样包括的色点愈多，脑部活动也成比例地增加——但四个色点便是极限了。此时，不只活动量到达尖峰，对短时记忆的成绩也同样到达极限。这个实验指出 VSTM 的能力是有限的。

VSTM 的能力也是计算传球实验的重要因素。画面上发生的事太多了，所以注意力要凑一脚。我们每天安排物体处理顺序的机制，就叫做“注意力”，这个机制确认信息输入 VSTM，并抑制无关讯息。在篮球与猩猩的实验影片中，我们必须全心全意地注意白衣球员的快速移动，并专心确认有没有传球；也表示我们自动排除慢速、特别又是黑色的物体——例如猩猩。

所以黑猩猩慢慢走过传球人群，当时不只我们的注意力在别的事项上，视觉处理

系统还会丢弃与黑色相关的讯息，确保短时记忆不会超载。我们甚至没意识到猩猩的出现，虽然篮球曾传过猩猩的身后，就好像我们曾经看穿它一样。

再增加一点证据：当 Simons 和 Chabris 要求受试者计算黑衣球员的传球次数时，受试者变得较能注意到猩猩，这次“看到黑猩猩”的讯息不再被大脑主动排除。

这个实验以有趣的方式显示：注意力对我们的感知影响有多强大。它也是人类片刻性地分配注意力、挑选注意事物，或忽略事物的范例，也是如何在我们的优先性纲要中，决定注意事物的范例。心理学家称为注意定势（attentional set），如果想查询更多信息，可以利用这个词汇。

附注

1. Simons, D. J., & Chabris, C. F. (1999). Gorillas in our midst: Sustained inattention blindness for dynamic events. *Perception*, 28, 1059-1074. 在网址：http://viscog.vp.uiuc.edu/reprints/index.php?page=request_article&site_id=1&article_id=14 上可以获取论文复本。
2. The Visual Cognition Lab (http://viscog.beckman.uiuc.edu/djs_lab), 还有更多关于“不注意性盲视”及相关主题的研究和示范档。
3. Todd, J. J., & Marois, R. (2004). Capacity limit of visual short-term memory in human posterior parietal cortex. *Nature*, 428, 751-754.

HACK #42

大脑也会处罚放羊的小孩

专注于一项事物的行为，与主动压抑应忽略事物的行为一向互相伴随。但压抑有时候太固执了，形成“负启动”效应。

在“放羊的小孩”中，少年一直大喊着“狼来了！狼来了”，然后嘲弄着村民惊慌失措的模样。最后，村民实在被捉弄得烦了，当他们半夜再度听到少年大喊“狼来了！”，大家都懒得起来，心想：“反正又是恶作剧，没关系啦！”结果，这次狼真的来了。我很想说少年最后学到了不可说谎的教训，可惜不只如此：他被吃了。

负启动，只是“放羊的小孩”故事背后的少许心理学根基。凡是刺激（stimulus），例如颜色、文字、图案或声音，其效果都类似一声“狼来了！”大脑就像村民一样赶快爬起来行动，它也能抑制对无意义刺激的反应，这个机制只要一次刺激无效就会运作。幸好这次没有人会被吃掉。

实践经验

负启动只能透过精密的计时实验和许多次尝试才能发现，它是个很微小的效应，不过却出现在很多情况下。

请看图 3-9 的卡片，尽快念出灰色的图形。请“念”出声音。

再看图 3-10 的卡片，一样尽快“念”出灰色的图形。

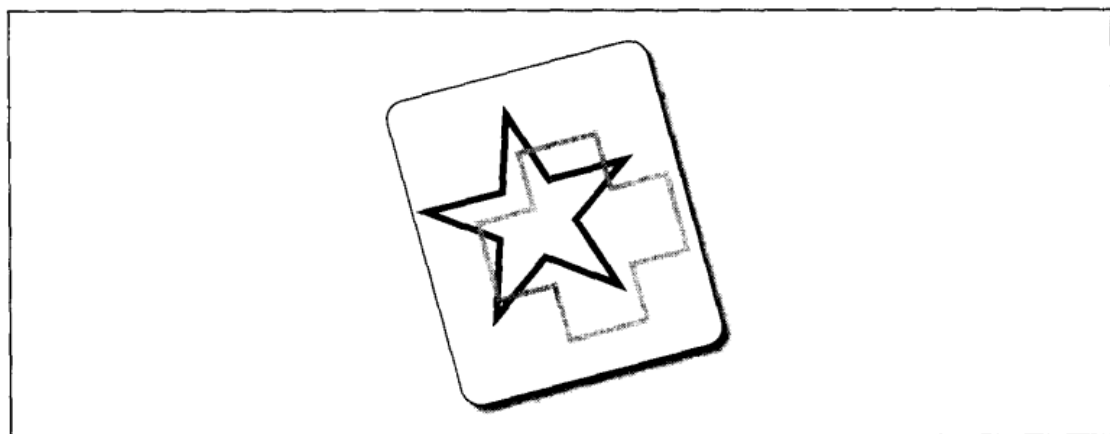


图 3-9：负启动实验的第一张卡片

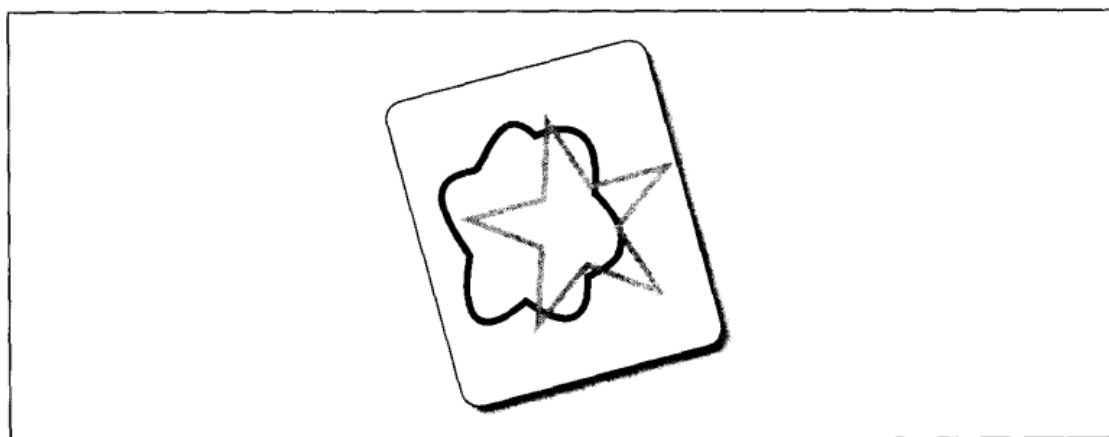


图 3-10：负启动实验的第二张卡片

大家可能发现念出第二张卡片比较难一点，虽然真的需要控制实验条件，才能得到反应时间的差异。两张卡片都有需要注意的灰色图形，和需要忽略的黑色图形；我们会抑制黑色墨水和黑色图形，以便忽略应排除的特征。如果第二张卡片里的识别图形，正好与第一张卡片的忽略图形相同，正如本例，我们就要多花一点时间才能回答。大脑的反应就像第二次听到“狼来了”的村民——虽然爬起来了，但穿衣服的时间比第一次久。

工作原理

“负启动”不只发生在两个有色图形重迭的状况。在图形重迭的实验中，负启动

的目标是形状。但也可以更改实验条件，选择其他有意忽略的特征，造成对色彩、位置、形状……等条件的负启动。只要刻意忽略过视野中的某项特征，而后将需要稍微久一点的时间，才会再度注意该项特征。

有个好玩的地方，在前面的卡片中，我们专心忽略黑色墨水，但负启动对黑色图形也一并有效。我们明明只要忽略黑色墨水，甚至不打算刻意忽略黑色图形，但总而言之，图形也跟着被抑制了。

以较极端的方式来说，这就是不注意性盲视[Hack #41](inattention blindness)。我们专心于某些特征（白色上衣、快速移动），因而暗中忽略了黑色和慢速移动的物体，所以才会对走到人群中的猩猩视若无睹。我们忽视的是特征，不是物体本身。

寻找传球游戏中的猩猩[Hack #41]，是个了解负启动为什么发生的好方式。注意力资源有限，无法浪费在每个事件上。如果想专心于传球游戏，就必需避免被猩猩吸去注意力。压抑感知的这种能力，使得人类的行为真正出于自我意愿。¹

注意力被分配至一组特征，然后选择性地忽略潜在干扰特征。但这项抑制功能非常杂乱无章，所以无论特征是否与目前的任务有关，任何曾被排除的特征都会被加入忽略清单中。看起来像架钢琴？忽略。黑色墨水？忽略？而且环境信息都会被抑制，无论我们是否专注于其上，若接下来有专心察看环境信息的需求，将需要较长时间才能察觉。特征位于忽略清单中的时间，比实际所需略久；可能在数天、甚至数周后还继续被忽略。²

（附带一提，这个实验也证明人类使用（可被分别感知并抑制的）特征来感知物体——至少在刚接触到物体时。）

就某种意义而言，负启动与锁定注意力执行的选择功能甚为相似，都是缩减需要到达意识层次并由意识负责处理的感知量。在日常生活中，即可体会信息过滤的余韵，例如我们很快就学到什么是车子抛锚前的噪音，什么又是无关紧要的正常噪音。当然，还有牧羊少年与村民的故事，但故事的时间范围比较长，影响也比较严重。负启动使用同样的策略，却能极快速、几乎是全自动地反应，才让人称奇。缩减信息的过程，便无时无刻地，且完全在前意识的层次上展开。

附注

1. Pipper, S. P., Howard, L. A., & Houghton, G. (1999). Action-based mechanisms of attention. In G. W. Humphreys, J. Duncan, & A. Treisman (eds.), *Attention, Space and Action*, 232-247. Oxford University Press.
2. Treisman, A. (1999). Feature binding, attention and object perception. In G.

W. Humphreys, J. Duncan, & A. Treisman (eds.), *Attention, Space and Action*, 91-111. Oxford: Oxford University Press.

参见

- Damian, M. F. (2000). Semantic negative priming in picture categorization and naming. *Cognition*, 76, B45-B55. 在网上也能玩到这个典型又有趣的负启动实验: <http://eis.bris.ac.uk/~psmfed/papers/np.html>。The page you are looking for does not exist.
- May, C. P., Kane, M. J., & Hasher, L. (1995). Determinants of negative priming. *Psychological Bulletin*, 118, 35-54. 这篇论文深入探索负启动背后的机制 (http://www.psych.utoronto.ca/~hasher/abstracts/may_95.htm)。
- 受试者需要无视绿色物体，判断红色物体的名称，每种物体各有相对应的键，以尽快回答为目标 (<http://www.l.u-tokyo.ac.jp/AandC/HLV/DataBase/NP/intro.html>)，实例中红绿交迭的卡片，正是负启动的最佳范例。家有日文操作系统的人，也可以下载程序到自己的电脑上体验一下 (<http://www.l.u-tokyo.ac.jp/AandC/HLV/DataBase/NP/GetExp.html>)。

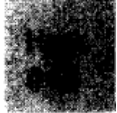
HACK #43 通过电子游戏，促进视觉注意力

注意力在快速地进行任意转换以及同时观察多个事物的能力上并不是固定不变的，但可以通过玩第一人称的动作游戏而训练。

我们的视觉处理能力，决非一出生就已焊死在这副躯体里。能力有其极限，但大脑有可塑性。藉由练习，编选视觉信息的注意力机制可以得到改善。视觉注意力训练的活动之一，就是电子游戏。

所以，到底玩电子游戏经验丰富能有什么效果？纽约 Rochester 大学的 Shawn Green 和 Daphne Bavelier 即对这个问题做了精确研究；他们的研究结果发表在论文 *Action Video Game Modifies Visual Attention* 中，¹可至网址：<http://www.bcs.rochester.edu/people/daphne/visual.html#video> 取得。

他们观察的两项效果已于其他单元提到，包括：注意瞬脱 (attentional blink) [Hack #39]，也就是在很短期间内认出第二个目标的半秒不应期；数量估计 (Subitizing) 则是数少量物体（四个以内），这是人类几乎能在瞬间知道所见数量的机制 [Hack #35]。游戏训练可以增加数量估计的数量，缩短注意瞬脱的时间，换句话说，我们能够同时发现更多想发现的物体，而且速度更快。



缩短注意力瞬盲的时间

一组是电子游戏经历超过半年、一周玩四天的人。一组是几乎不太玩的人。实验比较后，可发现电子游戏组的“注意瞬脱”时间较短。

注意瞬脱发生在试图在快速改变的随机物体中、认出重要目标时。假设电子游戏的内容要求玩家分辨好人、坏人，并作出适当反应。其中大部分角色是好人，出现的速度刚好在我们的处理界限，我们的反应将接近全自动——突然间有个坏人出现，这时要从“全自动好人”模式，转换成“有意识地对付坏人”模式，才能处理状况。注意瞬脱，是提升至意识层次所需的半秒间隔；在这段期间，我们不太会注意到另一个出现的坏人。

如果另一个出现的坏人能成功逃过我们的防御，并发出攻击，显然，注意瞬脱（恢复时间）会影响我们的成绩。所以一定要缩短恢复时间，尽快从“射击坏人”模式回到“监控坏人”模式。

提高数量估计的能力

数量估计——不用实际计数、而知道有多少物体，是个测量视觉注意能力的好办法。计数（counting）必须分别注视每个物体，然后核对；数量估计却是同时全盘接受这些物体。数量估计需要同时注意多个物体的能力，这可不容易，所以极限数量通常只到四个物体；虽然各个实验中测量出的数值，会因为实验设定和被试而有点不同。

Green 和 Bavelier 发现，非电子游戏组的数量估计平均最大值为 3.3。而电子游戏组的数量估计量则引人注目：平均值为 4.9，高了接近 50%。

再一次，我们又看到了快速移动型电子游戏带来的视觉注意力优势。我们需要尽可能追踪屏幕上发生的事，即使（特别是）在全神贯注的时候。

工作原理

知道电子游戏组在特定心理能力上的不同后，我们可以猜想其他牵涉到的因素。或许，电子游戏组只是天生就有较高注意能力的人，所以被电子游戏所吸引。（请记住，注意力跟集中力的意义不同，注意力是追踪大量物体的能力）。

不对，不该这么解释。Green 和 Bavelier 的最后一个实验，是选出两组人马在十天内、每天都玩一个小时电子游戏。

“俄罗斯方块”组的数量估计数量没有增加，注意瞬脱时间也没缩短。虽然俄罗斯方块需要快速手动操作，还有对空间的理解，但这个游戏不会造成任何改变。

另一方面，“荣誉勋章：反攻诺曼底”组（美商艺电，2002），这个紧张刺激的

第一人称射击游戏，就能提高数量估计量至最大值，而且缩短注意瞬脱的恢复时间。在十天内，这组被试者就改善了自己的视觉注意能力和处理时间。

亲身体会

Green 和 Bavelier 的研究成果很引人注目，因为数量估计[Hack #35]这类处理过程，乃是每天都在用的感知方法。就算在感知到达意识前，我们的注意力仍对周遭环境往复梭巡、吸收信息。感数是个实用的功能，在查看橱柜里还有多少马铃薯时，我们“就是知道”是否能用数量估计，或者需要有意识地计数。

再考虑注意瞬脱的状况，通常长约半秒（随着年龄老化，时间可能增长）。这段期间可能发生很多事，特别是在这个信息爆炸的时代中。我们会在街上与朋友擦身而过吗？我们会错过马路上的车辆吗？这些都是引导行动的持续感知。在注意力上的限制并未一成不变，反而可以藉由扩展这项能力的任务而训练，亦即透过快节奏的电脑游戏。

我想起了 Douglas Engelbart 的经典论文 *Augmenting Human Intellect*,² 还有他对计算机威力的认知。这篇论文发表于 1962 年，当时个人计算机还不晓得在哪里，论文中认为计算机应该改良并协助人类每天做的琐事，而不是企图以庞然大物取代所有人工。例如有一台会写小说的机器，如果真的发明了这种机器，它只能让写小说的过程自动化，而且只限于小说。但稍微改良一下每天用的铅笔，影响却广泛得多，任何会用到铅笔的任务都因此而改善，无论是写小说、写新闻、写便利贴都能受惠。这只假设的改良铅笔，为人类的基本能力带来普遍改善，而不只针对小说的单一方面。Engelbart 的努力成真了，滑鼠（他的发明）提高了人类使用计算机的能力，而滑鼠正是一项很小、但很深远的改革。

数量估计就像是意识体验里的铅笔。它不只负责单一任务（例如写小说），而是可在很广泛的层面中改善我们的能力，只要使用视觉注意力，同时追踪复数物体，就会知道数量估计的优势。虽然程度只有一点点，但得以改善这类基础能力，本身便具有重大意义，特别是透过第一人称射击游戏这种方式来改善。小东西真的会有大不同啊！

附注

1. Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual attention. *Nature*, 423, 534-537.
2. Engelbart, D. (1962). *Augmenting human intellect: a conceptual framework*, 请参考 <http://www.bootstrap.org/augdocs/friedewald030402/augmentinghumanintellect/ahi62index.html>.

听觉和语言

Hacks 44~52

耳朵，不仅仅用于听声音。与光线相比，声音包含的外界信息全然不同。光线多半是持续性的，而声音只在“事物发生变化”时发生，例如：振动、碰撞、破裂，甚至爆炸！听觉是种事件型的感觉，而非场景型。因此，听觉系统处理信息的方式，也与视觉系统大不相同：视觉的首要角色是告知事物的位置；听觉的首要任务则是告知事件何时发生[Hack #44]。

胎儿在子宫中第一个发展出的感官，就是听觉。大脑中处理声音的区域，最早完成髓鞘化（myelination）的发展过程；通过隔离神经元脂肪状髓鞘，神经元各线路才能完成连接过程，以便加速电信号的传送。然而，视觉系统却要等到出生后几个月，才会完成髓鞘化的最后步骤。

在我们失去意识时，听觉是坚持到最后的感官（当我们逐渐沉入梦乡时，其他感官好像都愈来愈低下，只有听觉保持敏锐），也是恢复意识时第一个醒来的感官。

人类是视觉的生物，但一直利用声音追踪我们周围的世界。听觉补强了视觉体验——没有音乐的电影异常单调，但平常却很少察觉配乐的存在。稍后将说明我们如何听到配乐中的某些特征，立体音[Hack #45]和音高[Hack #4]。

当然听觉是语言的感官。本章的黑客招术会揭示我们不只听到实体声音，还能听到声音所传达的意义[Hack #49]，就算在刚开始感知时也听得出来[Hack #48]。只有视觉信息，我们的体验不见得是实际发生或存在的事件。但在听觉上，我们却能体验经过大脑组合的有用意义。

最后以研究语言理解的三个方面结束本章，包括：字里行间隐藏的声音符号[Hack #50]、如何把句子截断为词组[Hack #51]、如何理解这些单字的意义(how you know excalty waht tehse wrdos maen)[Hack #52]。

HACK
#44

用双耳辨别时间

听觉是一种从四维空间收集信息的专门化感官。

如果说，视觉让我们看到事物所在的位置；听觉便能告诉我们事件发生的时机。听觉的时间分辨比视觉精密多了。一秒二十四格的影片，看起来已很有连续性，而不像二十四张投影片。但一串二十四个相同声音，听起来就是二十四声，不会模糊成持续的一个长音。

实践经验

听听下列三个文档：

- 一秒二十四声，三秒 (<http://www.mindhacks.com/book/44/24Hz.mp3>; MP3)
- 一秒四十八声，三秒 (<http://www.mindhacks.com/book/44/48Hz.mp3>; MP3)
- 一秒九十六声，三秒 (<http://www.mindhacks.com/book/44/96Hz.mp3>; MP3)

一秒二十四格，影像会模糊成连续影像。一秒二十四声，我们却能感知为彼此独立的声音。如果速度增快四倍，还是能听出声音并非连续；或许无法算出有多少次，但仍知道是由多个短促的敲击组成，而非一声长长的嗡鸣。整合成连续听觉认知所需的频率，比视觉更高。

工作原理

时间专门化显然分布在听觉系统的各个部分。然而，声音接收器（耳朵）的设计最为重要。对眼睛而言，光线经由缓慢的化学过程转换成神经脉冲。但耳朵则不然，声音会经由快速的机械系统转换成神经脉冲。

声音的振动从耳管向下传送，再经由听小骨（ossicles）传送到耳蜗（cochlea），一个位于内耳的感知零件；耳蜗对传入声音的频率不是进行神经电路分析，而是进行机械式分析。耳蜗包含一个卷起来的楔状零件，称为基底膜（basilar membrane），因为这个零件由粗变细，回应各种振动频率的位置也各有不同。就是在这里，声音在基底膜才转换为神经信号，甚至连转换也是按照机械原理的方式，而非化学转换。基底膜上都是接收器，称为听觉毛细胞（hair cell），这些细胞以细丝连接。当毛细胞上的纤毛被基底膜的运动所推动，细丝亦受到牵扯，然后就像绳索拉开城门一样，打开纤毛上的许多微小通道。随即，位于外周液体中的充电原子涌入毛细胞，声音就这样转变为作为大脑第一语言的电信号。就算运动范围只有原子般大小，也足以触发反应。低频率声音（每分钟周期为1500

次)的声音周期会触发不同组电流脉冲。高频率声音并非对每个声音周期进行编码,而是编译周期的平均强度。接收听觉输入时间的脑细胞,它们发出脉冲的速度比任何神经都快,最高可达一分钟五百次。

这种构造表明,听觉系统对音波中的频率和时间信息都非常灵敏。只要频率介于20 Hz (1 Hz 为一秒一拍)至20000 Hz 间,听觉系统都能捕捉到。听觉对时间的感受性也极为精细,我们可以分辨出长仅1毫秒(1/1000秒)的无声时段。若是视觉系统,将需要见到景象约三十毫秒后,输入信息才能传至意识层。另外由于耳朵和大脑的特殊系统,两耳对时间的分辨才更精细。如果声音抵达某一耳的时间比到达另一耳的时间早了1/50000秒,我们一样能分辨到其间的细微差异[Hack #45]。然而眨眼要花1/10秒,慢了五千倍。

虽然在信息冲突之时,视觉在其他感官中占有主导地位[Hack #53],但鉴于耳朵的敏感性,听觉毫不奇怪地超越了视觉,对事情发生时间进行判断。

我们在很多方面运用听觉判断时机——尤其是聆听音乐,还有利用新声音的出现作为事情发生变化的讯号。

HACK #45 分辨声音方向

我们的耳朵让我们知晓声音的大致来源。有些声音不一定具有实质意义,例如回音,所以有个过滤机制。

听觉的主要目的,在于告知物体位置。通过听觉神经科学家使用的类比方式,即可说明这项工作有多困难。视觉系统的信息瓶颈,乃是从眼睛连接至大脑的神经节细胞[Hack #13]。每只眼睛的细胞大约有一百万个,所以在我们的视野中,差不多能接收到两百万个信息频道,并据以判断事物的位置。然而,与听觉相关的瓶颈只有两个频道:左右两耳的鼓膜。鼓膜试着利用传到耳朵的振动分辨声音,就好比看着抵达湖岸的涟漪,便要说出上面有几只船、每只船各在什么位置。这是项很困难的任务。

大脑运用好几种线索,以解决这项问题。声音自然先接触到离它比较近的耳朵,时间差会随声音来源的位置而变;这项线索就名为双耳时间差(interaural time difference, ITD)。较近的耳朵所听到声音的强度也更大;这项线索就名为双耳音强差(interaural level difference, ILD)。这两条线索被用于测定水平位置的声音,声音时间差(延迟)用于低频音,音强差(强度)用于高频音(即为声音定位的双加工理论(Duplex Theory))。至于垂直面的声音,则采用其他音谱线索(spectral cues)。声音传来的方向,会影响声音被另一耳反射的方式(我们看到、联想到,也称之为耳朵的东西,其实听觉神经学家称之为耳廓(pinnae))。

声音的方向不同,声音的频率可能会增强或减弱。由于耳廓外形的微妙差异,音谱线索更进一步强化,因为耳廓的差异会使声音振动发生变化。

主要线索是双耳时间差,在信息发生冲突时这种线索占主导地位。提供高度信息的音谱线索,则比较不精准,也有时会出错。

实践经验

“回音”是进一步的误导因素,探讨我们处理回音的方式,更能真正感受到声音定位的复杂。多数环境——不只包括容易产生回音的洞窟,甚至包括自己家里的房间,都会产生回音。找出声音来源已经够困难了,加上还要分辨原始声音和回音,这些声响来自四面八方。这些特殊定位导致的分散状态将由听觉系统的特殊机制加以缓和。

在非常短的时距内抵达耳朵的回音,会与原始声音(最早抵达的声音)归纳为一个群组。在哈斯效应(Haas Effect)中,可观察到大脑只接受声音的初始部分来安排群组;亦称为优先效应原理(the principle of first arrival,或precedence effect)。

在第一个音与后续声音相隔30-50毫秒以下时,Haas效应即产生效果。如果两个声音相隔够远,超过前述阈限,听起来就像来自两个地方的两个声音;这就是我们平常说的“回音”。自己制造回音,从刚好超过效应阈限间隔,开始逐步缩短时间,即可意识到处理回音的机制开始起作用。

在一面墙壁前拍手,就能自己体验Haas效应。站在离墙壁约十米远的地方拍手,在这段距离内,拍掌传来的回音就会在拍掌五十毫秒后才传到我们的耳朵。这样就能听到两个声音。

走近墙一点,持续拍手。大概距离五米时,回音与拍掌传到耳朵的间距开始少于五十毫秒,此时听起来不再像是从两个地方传来的声音。回音的位置与原始声音相融合;两个声音听起来像是因为拍掌产生的单一声音。这就是Haas效应,它只不过是帮助人们了解声音定位的机制之一。

工作原理

最初的声音定位计算发生在脑干,这个区域被特别命名为上橄榄核(superior olive)。由于定位从脑干开始,所以惊吓到我们的声音,也能够很快地引发转头或转身的动作,以便让分辨率最高的视觉感官了解事件的发生。如果来自两耳的信息要再多做处理才能整合,也不可能有这么快的反应。

处理双耳时间差的经典模型,名为Jeffress模型,工作原理如图4-1所示。中脑里细胞,因此,中脑中的细胞通过加快释放脉冲的频率,可分辨出声音的位

置，每个细胞都能接收来自双耳的信号。发送次数最多的细胞，也是同时从双耳接收到信号的细胞，因为这里的神经元在输入信息同步时最为活跃，所以被称为同步探测器（coincidence-detector）。

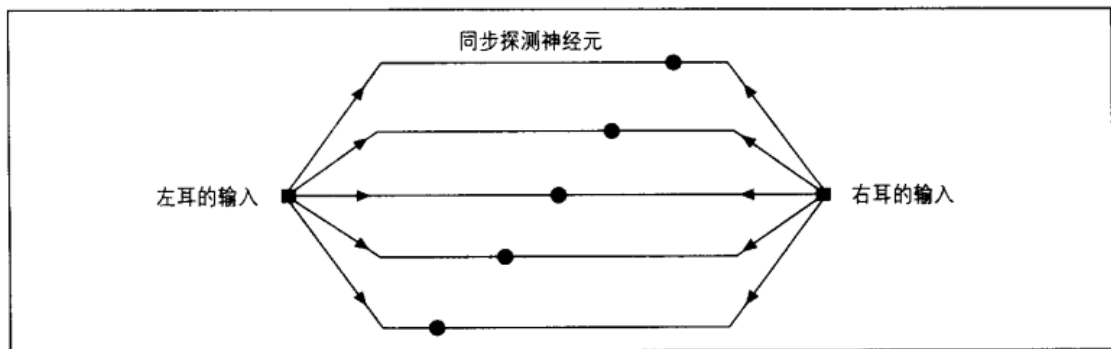


图 4-1：判断声音位置的神经元，在左右耳的输入信息同时抵达时发出脉冲。连接左右耳的直线上的时间延迟差，表示信号抵达左右耳的时间不一致，因而触发不同神经。

现在请想象声音从左耳进入，但只在一点点延迟后就抵达右耳。如果细胞将同时接收到两边信号的话，一定是因为（大脑中某处把）左耳的信号减慢，以补偿延迟的关系。Jeffress 模型假定大脑包含一系列同步探测细胞，每个细胞对应来自两耳信号的特定延迟。有了这个方法，通过具有对应延迟性质的神经元活动，人们才可能判断出每个声音的定位。



Jeffress 模型或许不完全正确。大多数支持这个模型的神经生物学证据，来自对仓鼠研究，这种猫头鹰能在彻底黑暗中捕获猎物。来自小型哺乳类动物的证据则支持其他机制。²

定位的混淆，源于两耳时间差的使用；因为声音不一定位在水平面上，可能来自我们的四面八方。来自右前方 33° 、与我们等高的声音，其两耳时间差和强度差，就跟来自右后方和右上方 33° 的声音一样。因此，在判断声音时存在一个“混淆圆锥”（cone of confusion），如图 4-2 所示。正常情况下，我们可以使用其他线索，例如耳朵造成的弯曲（音谱线索），以减轻模棱两可的判断。

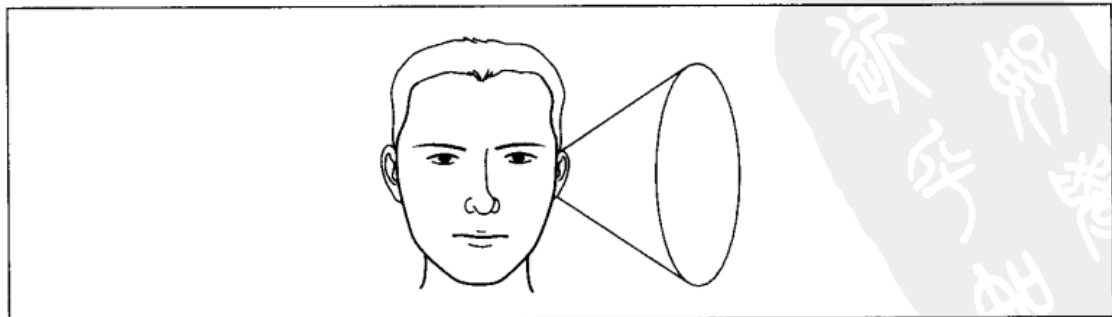


图 4-2：来自“混淆圆锥”表面的声音，会制造相同的两耳时间差，因此形成令人困惑的定位

亲身体会

声音里提供的信息愈多，愈容易被定位。噪声由于包含不同频率，也很容易找出其来源。所以救护车的警笛声里才会加上白噪音（white noise），这是以等比例包含所有频率的声音，³而不像过去只使用单一音调。

戴着耳机就不会有来自耳廓的音谱线索，所以无法分辨垂直面的声音来源。同时也不能判断声音来自前方或后方。

就算不戴耳机，我们对垂直面的声音定位也不是很准。所以来自后侧下方的声音（例如在阳台上听到的声音），听起来好像就在我们背后一样。通过大脑的默认装置，我们要么将声音来源定位于中左，要么将来源定位于中右——这项结论虽然信息太模棱两可而无法精确地确定来源，但已能告知我们转头的方向。

由于听觉信息的模棱两可，促使我们在听到声音时转头确认。接收到声音来源的多种读数后，我们便可重迭含糊的部分，对声音的可能来源建立一组合成、篡改过的证据。（比如鸟类歪头看着地面时，就是在仔细听虫子的动静，并用同样的方式进行定位。⁴）

不过，听觉还是粗略而快速地提供了声音来源。这样就足以让我们转向声音来源，或是根据声音来源而做不同处理[Hack #54]。

附注

1. 对着墙壁拍手的主意要谢谢 Geoff Martin，请参考他的网站 <http://www.tonmeister.ca/main/textbook/psychoacoustics/06.html>.
2. McAlpine, D., & Grothe, B. (2003). Sound localization and delay lines-Do mammals fit the model? *Trends in Neurosciences*, 26(7), 347-350.
3. "Siren Sounds: Do They Actually Contribute to Traffic Accidents?" (<http://www.soundalert.com/pdfs/impact.pdf>).
4. Montgomerie, R., & Weatherhead, P. J. (1997). How robins find worms. *Animal Behaviour*, 54, 137-143.

参见

- Moore, B. C. J. (1997). *An Introduction to the Psychology of Hearing*. New York: Academic Press.

发现音高
#46

发现音高

感知音高的原因本身就是个好题材。音高的存在都是因为大脑的计算；大脑会做这种事一定有其原因。

所有声音都是空气中的振动。振动幅度不同造成不同强度；振动频率不同造成不同音高（pitch）。自然音通常由重重迭迭的振动形成，因而有好几个不同频率。我们对音高的经验，乃根据振动重迭的样式而来。然而，音高并非能直接从声音信息取得的特性；它需要经过计算。大脑要做些工作，我们才能感知音高，但这么做的原因并不明显。人类为什么会听到音高？有理论认为，音高与物体尺寸有关：物体越大，产生的基本频率越低。

我们感知的声音音高，是以基频（fundamental frequency）为根据，这是振动重复的基本速率。正常情况下只要振动物体（例如敲打），即可发出声音。根据敲打的方法和敲打的物体（包括以空气振动声带），将能形成主要振动，也就是基频；这个振动再加上频率较高的第二振动，则成为和谐音（harmonic，亦称泛音）。频率和谐的振动都是基频的倍数（例如基频是4Hz，和谐音则可能是8Hz或12Hz，绝不会是10Hz）。我们听到的音高，是以基频的频率为基准，无论它有多少和谐音，音高都一样。

神奇的是，即使基频不是我们所听见声音的一部分，还是能听到以它为基础的音高。由8Hz、12Hz、16Hz组成、每分钟重复四次的声音，其基频为4Hz，我们体验到的音高便以4Hz为基础。

人类分辨声音的方法仍不清楚，不过有理论认为¹：内耳基底膜（basilar membrane）的实体结构，表明它会在回应较高泛音时，依基频振动。耳蜗（cochlea）的生理构造，表明大脑能用它重新进行所必需的工作计算，以找出声波的基频。找出来的基频再输入听觉处理系统，作为其他同状态声波的信息。²

看起来，耳朵的生理设计上只需极少量神经加工——有人称之为外智（extelligence）的绝佳实例，尽可能使用大脑以外的环境来做认知工作。

实践经验

一种称为丢失基频效应（missing fundamental）的幻觉说明了耳内的声音构成。音调的基频和和谐音先后移除，但音高听起来仍然一样。请播放 <http://physics.mtsu.edu/~wmr/julianna.html> 的声音文件，文件为一连串哔声。虽然较低的和諧音消失了，我们也不会听到比较高的声音，哔声仍维持原来的音高。³

工作原理

利用多个和谐音以及从音调中计算音高的方式，可形成音高好像逐渐提升的错觉。在 <http://www.kyushu-id.ac.jp/~ynhome/ENG/Demo/2nd/05.html#20> 上，可以听听看这个一直提高音调的错觉，网页上还有声音如何组成的示意图。

每个音调都是由多个和谐音组成，和谐音的频率则依连续音调向上升高。因为有

多个和谐音且间距一致,听起来好像音阶渐次提升,到达音调所包含的频率范围的顶点最高音消失,而后在最低频率出现新和谐音。而由于每一次变化都是在原来标准尺度上增加了一个频率,因此让人们感觉到一种连续升高的音调,因为音调的最高和最低组成音都较为安静,模糊了整个声音的实际频率界限,所以更加强了这种错觉。⁴

附注

1. 还有其他一些神经加工机制的假说与从和谐音中重建基频相关。其中有两种主要观点,其中一种观点涉及到一项识别模式,耳蜗上复件细胞(receptor)的活动水平,其他一种则与细胞回应的时机相关。
2. McAlpine, D. (2004) Neural sensitivity in the inferior colliculus: Evidence for the role of cochlear distortions. *Journal of Neurophysiology*, 92(3), 1295-1311.
3. “丢失的基频效应”也能在运动感知上出现,请见: <http://www.umaine.edu/visualperception/summer>.
4. 日本九州大学、中岛祥好教授的“Demonstrations of Auditory Illusions and Tricks” (<http://www.kyushu-id.ac.jp/~ynhome/ENG/Demo/illusions2nd.html>) 收集许多听错觉,也有图解。最受欢迎的是“Melody of Silences” (<http://133.5.113.80/~ynhome/ENG/Demo/2nd/03.html>)。

HACK #47 保持平衡

耳朵不只为了听声音而存在,还帮助我们保持平衡。

听觉不是内耳的唯一功能。我们还有充满淋巴液的半规管,两个在水平位置,另一个与它们垂直,测量头部的加速度。这就是维持身体平衡的前庭系统(vestibular system)。

请注意,这个系统只分辨加速或减速,而不是运动。这解释了大部分视野移往相同方向时,我们会有移动错觉的原因——例如坐在火车上,而旁边的列车启动时,就会有自己的列车启动的错觉。若是慢慢开始的运动,加速信息便因太过微弱而无法说服自己正在移动。

幸好前庭系统只分辨加减速,而不是绝对运动,否则我们也许能够知道自己正以 70000 mph 的速度绕着太阳公转。或者更糟——直接体验到相对论,然后感觉将变得非常混乱。

— T.S.

实践经验

下次坐火车时，各位可以试着使用这个运动上的盲点。闭上双眼，专心感觉列车的左右晃动。虽然排除了视觉信息，但仍可以感觉到列车的晃动。如果火车没有减速或加速，我们不需要记忆以外的任何（视觉）信息来告诉自己前往哪个方向。试着想象外界朝着反向移动，看看是否产生自己也很快地朝着反向移动的错觉。显然这个错觉在平稳行进的列车上效果最好，所以日本读者最有可能体验到。

工作原理

速度的任何变化，都造成前庭系统的半规管里的液体流动，压弯排列在管壁上的毛细胞（这些毛细胞的工作方式，与耳蜗中分辨声波的毛细胞相同，只不过在这里是分辨液体的变化，而不是空气）。然后，信号便沿着前庭神经送入大脑，告知不是在这里，这些信号会用于调控平衡和告知身体运动。

头昏（dizzy）可能是前庭系统功能失常所造成，或源自视觉信息和前庭系统信息的不一致。所以“动晕症”（motion sickness）会让我们感觉到运动，但却看到平稳不变的视野（也就是晕车、晕船等等）。“眩晕”（vertigo）则是没感觉到运动，却看到视野移动的幅度很大——因为视差（parallax），使得轻轻移动头部，却会看到自己与周遭物体的大幅移动。（晕眩的成因，比前庭和视觉系统探测的运动不一致还要复杂，不过这里讲了其中一部分原因。）

因为如此，当我们觉得头昏时，如果觉得自己在移动、而视野不动（例如在船上水平线时），视线固定在移动的点上会有帮助。但如果人是静止的，而视野在移动，最好的解决方式就是不要看（例如眩晕或动晕症时——包括看电影）。

我想，这代表坐在颠簸的座位上看《厄夜丛林》（Blair Witch Project）的话，应该比较不会想吐。

— T.S.

HACK
#48

探测声音的极限

你能从噪音中分出信号吗？模式和规律性隐藏得很深，不过我们却演化为能够找出模式和规律性。

每个人的认知能力和知觉敏锐度都不一样，使得侦测微弱、模糊刺激的门槛变化多端。大脑对于整理混乱的资料特别拿手，通常能从最吵杂的环境中挑出有意义的事物，能过滤混沌的背景信息，以找出最微弱的信号。

实践经验

《白色圣诞》（White Christmas, Bing Crosby 演唱）这首歌被隐藏在我们特制

的声音文件中(<http://www.mindhacks.com/book/48/whitechristmas.mp3>; MP3)。文件长度为三十秒,绝大部分是噪声,所以必需要很仔细地听,才能分辨出歌曲何时开始。歌曲开始的时间是在第一秒第二个十秒和第三个十秒,而且非常微弱,请仔细听哦。



如果先知道音乐被隐藏的方法,就比较能进入状况;所以我们建议各位找到音乐后,再阅读下一段。

工作原理

如果真的从噪声中听到了《白色圣诞》的曲调,现在要让你惊讶了。这个档案中只有噪声,虽然我们前面说得信誓旦旦,不过文档中真的没有藏着一首歌(没实际尝试的人可以找别人当实验品)。有些人听不出歌曲,但这个实验对一部分人还蛮有效的。由 Merckelbach 和 van de Ven 的实验¹中指出,在播放相似的噪声片段时,三分之一的学生都说从噪声中听出了《白色圣诞》。

关于这个现象为何发生,以及什么因素与分辨随机模式中的意义有关,一直有许多争论。在前面的实验报告中提到,这项能力“与梦想倾向”有某种特殊联系(想象和幻想的丰富度与频繁度)和“错觉倾向”(生动的景象和不寻常的感知体验)。如果有人从噪音中听出《白色圣诞》,所以正在担心自己是不是幻听的话,别太紧张啦! Merckelbach 和 van de Ven 所测量出的这两种倾向都非常轻微,绝对不是任何异常现象的指标。(毕竟,有三分之一的学生都听到了嘛!)而且人类本来就多少有点错觉(看不到视野中的盲点[Hack #16]就是其中之一)。

不过,有证据显示,相信超自然现象的人,可能比较容易在无结构的信息中发现某种模式。Brugger 与同事²发现,相信第六感的人,比不相信的人更容易在乱数点状图形中探测出有意义的信息。怀疑论者多半认为,这类实验只证明第六感的虚假;不过同一个研究也报告说,如果乱数点状图形呈现给左侧视野的话,较容易找出有意义的图形,无论被试是否相信第六感。左侧视野交叉连向右脑,表示乱数图形优先交给右半球处理,似乎比同时交给整个大脑或交给左半球更有“意义”。这个推测不仅表明左右大脑不对称[Hack #69],而且也暗示了非常相信超自然现象的人,他们的右脑活动也许会比左脑更活跃;已经有许多其他研究证实了这项效应。

大脑半球的活动模式不只与超自然信仰相关。研究人员认为,大脑半球活动模式,可能关系到促进概念和语义信息间“松散关联”的认知方式;如果常常看出其他人看不出的关联,就会拥有这种认知方式。这种倾向不一定是坏事,而且多半与创造力和横向联想力相关。找出其他人看不到的模式,有时也许是很有用的技巧。虽然偶尔会相信错误的事件,但几乎都能在其他人被背景知觉噪声混淆时,感知出真正的模式。

注解

1. Merckelbach, H., & van de Ven, V. (2001). Another White Christmas: fantasy proneness and reports of "hallucinatory experiences" in undergraduate students. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 32(3), 137-144.
2. Brugger, P., Regard, M., Landis, T., Cook, N., Krebs, D., & Niederberger, J. (1993). "Meaningful" patterns in visual noise: Effects of lateral stimulation and the observer's belief in ESP. *Psychopathology*, 26(5-6), 261-265.

—Vaughan Bell

#49

语言是对大脑的宽频输入

一旦大脑决定把声音归类为语言，便会让许多技巧在线，以便从声音中提取最大量信息。

言语（speech）不只是另一组噪声。大脑看待语言的方式非常不同于一般声音。语言在左半脑占有优势处理地位，而其他声音多半由右脑处理。



左右脑的听觉加工分区，在女性身上不明显，所以女性中风后如果遭受左脑语言区域损伤，通常复原情况比较好。

一旦知道自己即将听到语言，大脑就会准备许多假设，均是特别为了从声音中提取有用信息而调整。加工语言的方式很特殊——声音的分类允许大脑了解语言的意义，尤其在语言以每秒50个音位（phonemes）一涌而入的时候，这个速率只能用快速播放达到。

实践经验

想知道预期语言可以对听到的声音有多大影响，听听House Ear Institute的Bob Shannon等人制作的文档（<http://www.hei.org/research/aip/audiodemos.htm>）。

尤其是要听这样一个声音文档，对这个声音已经进行过处理，变得无法识别，接着重复六次，每次都提高音质（http://www.hei.org/research/aip/increase_channels.mp3）。一开始真的听不出来是什么声音，要3~4次才有好转。再听一次这个声音文档，大脑已经知道要听什么，所以一字一句愈来愈清楚。现在无论我们多努力尝试，也不再会听到破碎的噪声。

工作原理

语句可拆解成有意义的单字，再由语法进行重组；语法是我们利用有限的单字，组成无限复杂语句和意义微妙的系统。

单字也可以再拆解成语素 (morpheme)，亦即单字意义的最小单位；“-ing”就是语素，并使“run”成为“running”。语素能传达意义。在这个水平，还有更多关于组合单字的规则。

语素又能再拆解为音位 (phoneme)。音位是语言使用的基本发声，像“run”包含了三个发声：/r u n/。发声不见得清楚地对应至字母，例如“shine”的“sh”。音位与音节 (syllable) 并不一样，像“running”这个字是由两个语素组成，具有五个音位，但只有两个音节（当然还包括了七个字母）。

语言各有自己的音位集；英语大约为四十到四十五个音位。人类可以发出超过一百个音位，但从牙牙学语的幼儿时期开始，我们即已开始调整接触到的音位集，并忽略其他类型。

人类一秒钟通常可以发出十至十五个音位；如果是讲话速度很快的人，可达二十至三十个音位，但只要母语相同，其他人还是能轻易理解他在讲什么（如果你快转演讲内容，其实每秒钟五十个音位仍然能听懂）。讲话速度这么快，已经无法连续而清晰地发音。音位与音位之间有所重迭。在发出某个音时，舌头和嘴唇已经在准备发出下个音的半路上，所以每个音都会受前后音位的影响，而变得不同。这也是制作语音辨识软件的难点所在。

另一个关于语音辨识软件的问题，则是音位、语素和单字层次交错复杂，并且互相影响。人类知道该准备听到什么发音、知道某种声音模式（语素），甚至知道下个单字是什么。这一连串听觉输入都符合上述预期，所以我们能够了解语言内容，甚至在音位相近而容易混淆的情况下也没问题（例如 /ba/ 和 /pa/，这两个音位能通过看嘴唇就能辨别[Hack #59]）。缺乏提取层级，以及为了认出音位而了解语句和语法意义，都使得软件极难处理这个程序。

还有另一个预想会知觉影响以一种非常基本的方式的例子。在听觉信息的情况下，知道声音实际上是语言，能使大脑把信息发送至一个完全与正常声音处理分离的区域。当声音被语言处理区域接受时，我们就能听到字词，如果以为自己只是听到噪声，将无法识出字词，即使听到的声音仍然相同。

你可以播放由重迭部分正弦波 (sine-wave sound, SWS) 所制造的合成声音 (http://www.biols.susx.ac.uk/home/Chris_Darwin/SWS) 给朋友听。这个网站上有许多录制的语句，每一句都有人造的声音模式。如果知道是什么句子的话，就能听出来，反之则不然。

播放 SWS 文件给别人听时，别说出那是人的声音，他们只会听到奇怪的叽啾声；接着播放同一句的原始声音文档，再播放一次 SWS 文件。听过原始文件后，这些声音将被送往语言识别区域，听起来也大不相同。一旦知道这些声音实际上是

由单词组成，而且是英语（所以才能制出可猜测的音位和语素），整个语言识别过程就开始工作了，最初听到声音时，还无法进行这种处理。

参见

- 当我们的音位认知出错时，即为误听（mondegreens），这点常发生在歌词上——据说是因为把“and laid him on the green”听成“and Lady Mondegreen”而如此命名（<http://www.sfgate.com/cgi-bin/article.cgi?file=/chronicle/archive/1995/02/16/DD31497.DTL>）。SF Gate 网站上保存有误听的歌词（<http://www.sfgate.com/columnists/carroll/mondegreens.shtml>）。

#50 词汇的发音影响观感

词汇的发音也携带了意义，较长的词汇代表规模较大的运动。

Steven Pinker，在他以语言本质为主题所著的畅销书 *The Language Instinct*¹ 中，介绍了“frob-twiddle-tweak”连续体，来讨论调整计算机或立体音响的设定。在 The Jargon File 网站上（黑客用语收集站），对于“frobinate”有此定义（<http://www.catb.org/~esr/jargon/html/F/frobinate.html>）：

用法：“frob、twiddle、tweak”有时表示为一个连续体。frob 表示没有目标的操作；twiddle 表示总体操作，常指简单搜索某种恰当的装置；tweak 表示微调。如果有人小心地调整示波器的旋钮，可能是在微调；如果他只是转动旋钮，但操作时看着屏幕，可能是在设定至适当值；如果他只是因为好玩而转动旋钮，就是没有目标的操作。²

为什么单字以这种顺序出现？“没有目标的操作”（frob）是种粗糙的行动，所以必需搭配发音含糊的词汇。“适当设定”（twiddle）则是比较小、比较精细的动作。而“微调”（tweak），最精细的调整动作，我们在说话时单词的实际发音好像包含着某种意义。

实践经验

你认为图 4-3 的两个图形，哪个该称为“麻卢 maluma”，哪个又该称为“踏克特 fakete”？



别太快跳读结论，这样会破坏实验的乐趣！当各位找别人做实验时，应该只露出图片就好。

如果各位跟大多数人一样，也跟 1920 年参与 Wolfgang Köhler 实验的人一样，应该会说法左边的图是“踏克特”，右边的图是“麻卢”。就像“frob”和“tweak”联系到动作一样，“踏克特”听起来比较尖锐，“麻卢”听起来圆润而平滑。

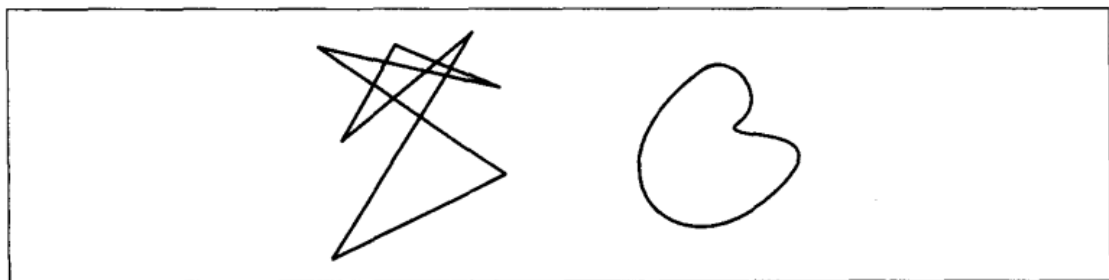


图 4-3：这两个图形一个叫做“麻卢”，一个叫做“踏克特”，你认为哪个名字配哪个图形呢？

工作原理

词汇的意义有许多层次，不只是编入大脑中的某种字义辞典索引中。语速一定的讲话，我们需要言语意义的线索，愈多愈好，这样才能尽快理解。只是无常噪声的词汇将是种浪费。说话的语调中含有语言意义的线索，包括字词附近的字词，以及声音本身。

大脑是个协同运作的机器，沟通即充分运用这一功能，且表达含义。

在图4-3中，比较圆滑的图形会联听到大而饱满的物体，通常也拥有洪亮的共鸣腔，就像是敲击大鼓时发出的隆隆声。在说“麻卢”时，我们的嘴形就像空洞，空气在我们的嘴里共鸣。

另一方面，尖锐的形状则比较像小鼓或水晶，有着清脆的咔嗒和滴答声。形成我们所说的破裂音（plosive），就像“特”（t-）、“克”（k-）等推出空气的声音。

大脑中有个相关机制加入活动。“frob”和“tweak”的状况也一样。发出“frob”时的嘴唇和舌头活动，是宽而粗糙的，就像“frob”的意义。舌头必需退到口腔后半，才能提供较大的共鸣腔。“tweak”的声音不只让我们联想到精细的控制，它真的需要嘴唇和舌头更精细的调控。发出较高的声音需要把舌头往上抬，形成较小的共鸣腔，最后的发音是一种精致的运动。

在早上刚睡醒时讲“frob、twiddle、tweak”看看。半睡半醒时的肌肉控制还不像平常精准，所以，虽然可以轻易地发出“frob”，但要把“tweak”说得精确就有点难了，听起来比较接近“twur”。如果没耐心等到明早再实验，也可以想象一下每天早上醒来的第一件事——伸懒腰，边打呵欠边对自己说早安。差别非常明显，“frob”可以边打呵欠边说，“tweak”就没办法了。

除了较丰富的意义，运动控制（包括调节的行为和发出“调节”一词）和词汇本身的关联，也许能揭示一些语言成为语言前的原貌。语言原型，在任何语法或文法出现前的沟通系统，也许就是依赖声音的隐喻来透露其意义。³对于现代的人类，语言包括了复杂的学习系统，我们从孩提时就通过这套系统，找出每个字词

的意义，但还是有返祖现象：象声词就是意义与声音一致的例子，像是“哞”或“嗡”。“frob”和“tweak”或许也类似，只是在脑中的视觉（形状）或动作（调整音响）区域中，显得比较大或比较圆而已。

亲身体会

有了声音和词汇间的关联，又因为它的组成音位和感觉（某种共享的主体经验），声音的符号系统成为打造品牌的技术之一。命名顾问不只注意字典上的解释，也把词汇听起来的意义加入考量，最后形成产品和公司的名称——当然是要收顾问费的。影响 BlackBerry（无线电子邮件装置）命名的因素之一，就是 b- 听起来有开始（beginning）的意味。根据命名者的解释，这个名字暗示了“可以信赖”。⁴

附注

1. Pinker, S. (1994). *The Language Instinct: The New Science of Language and Mind*. London: Penguin Books Ltd.
2. 网上的黑客术语档案 (The Jargon File, Version 4.4.7, December 2006, <http://www.catb.org/~esr/jargon/index.html>)。
3. 这种现象称为语音符号学 (phonetic symbolism, 或 phonesthesia)。有些人能从词汇或数字中感知色彩，体验一种称为联觉 (synaesthesia) 的现象。Ramachandran 和 Hubbard 认为，联觉是最初的语言。参考：Ramachandran, V. S., & Hubbard, E. M. (2001). Synaesthesia-a window into perception, thought and language. *Journal of Consciousness Studies*, 8(12), 3-34. 可至 <http://psy.ucsd.edu/chip/pdf/Synaesthesia%20-%20JCS.pdf> 浏览。
4. Begley, Sharon. "Blackberry and Sound Symbolism" (http://www.stanford.edu/class/linguist34/Unit_08/blackberry.htm), 从 2002 年 8 月 26 日的华尔街日报复制。

参见

- 在 1990 年代的 .com 热潮中，命名顾问尤其受到欢迎。1997 年 6 月，Alex Frenkel 就在 *Wired* 杂志上针对“Name-o-rama”写了专题文章 (http://www.wired.com/wired/archive/5.06/es_namemachine.html)。

HACK
#51

防止阅读缓冲记忆体溢位

句子的长度不是难以理解的问题所在——词组要等多久才会完成，才是真正的问题。

当我们在阅读句子时，并非逐字理解这个句子，而是理解各个词组。词组可以视

为一组单词的集合，而且依语法规则产生关联。例如说，一个名词词组会包含名词和形容词，动词词组则包含动词和名词。这些词组是建构语言的基石，而且我们能自然地把句子拆分成词组，就像把映象拆分成物体。

也就是说，我们不会再把听到的每个字当成一个个单词看待；我们把单词当成词组的一部分，并设有缓冲区（非常短期的记忆）用于储存听到的单字，直到能把单词组合成词组为止。句子难以理解并非是因为其长度，而是因为词组超出缓冲区的分辨能力，这种能力则与每个词组的长度相关。

实践经验

请读下面的句子：

- While Bob ate an apple was in the basket (Bob 吃苹果在筐里的。)

你是否需要多读两次才能搞懂意义？句子的语法虽然正确，但缺少能强调句子问题的逗号。

当我们读到 Bob 的时候，同时也把这个名字加入脑中的缓冲区，准备形成单词。第一眼看上去，前半句好像是我们的第一个内造词组（我是指“While Bob ate an apple (Bob 吃苹果)”）——不过，这是误导；这个句子的结构就是为了误导。组织出第一个内造词组后，我们在心底加上逗号，然后继续读完后续句子——结果却发现这种组织法没有意义。然后我们必须再想想词组的正确分界（对了，逗号应该在“吃 (ate)”后面，不是在“苹果 (apple)”后面！）重新阅读句子以重新解释其含义。请注意，我们必须再度阅读，才能把句子分解为不同的词组；我们没办法直接在脑中重组。

现在试着阅读下列句子，意义完全相同，但复杂度逐渐增加：

- The cat caught the spider that caught the fly the old lady swallowed. (猫捉蜘蛛，蜘蛛捉苍蝇，老太太吞掉。)
- The fly swallowed by the old lady was caught by the spider caught by the cat. (被老太太吞掉的苍蝇被猫捉住的蜘蛛。)
- The fly the spider the cat caught was swallowed by the old lady. (猫捉蜘蛛捉苍蝇被老太太吞掉。)

前两个句子是有点难懂，不过还算想得出来。但第三个句子只是重新组合，却没有任何自然意义。（这些句子都假设“吞掉猫的老太太”是件合理的事情，显然是件怪事，不过最后老太太还吞下了山羊，还有马，所以我们就保留着猫吧！）

工作原理

人类的语言在重组时具有特殊性质。也就是说，组成句子可不像织围巾——想加上什么东西，加到末端就好了。句子的组成比较像 Lego 拼装玩具。词组可以拆解，再与其他句子重组；或是突然闪现，事后再加上其他词组。

再来看看比较普通的范例：

- This sentence is an example.
- This boring sentence is a simple example.
- This long, boring sentence is a simple example of sentence structure.

理解句子的方式，是将句子解析成词组。其中一种是名词词组，句子的宾语。在“This sentence is an example”中，名词词组是“this sentence”；在第二句中则是“this boring sentence”。

一旦完整组合出名词词组后，它就能捆绑在一起，并且被大脑正确理解。在阅读句子的时候，单词就呆在我们的语言工作记忆（短期缓冲区）中，等到词组成功组合。

句子的理解类似于视觉加工。理解外界时，从片段着手会比较容易，因此称为格式塔完形群组原则[Hack #75](Gestalt Grouping Principles)。语言有到达的先后顺序，不像视觉信息为平行接受，我们要到词组结束后才能确定各个信息片段，所以需在工作记忆中保存未完成的片段，直到词组结束为止。

— M.W.

动词词组的加工方式也一样。当大脑看到“is”，就知道是个动词词组的开始，并储存后续单词于记忆中，直到词组结束（在第一个例句中的结束字是“example”）。相似地，最后一个例句的最后一部分“of sentence structure”则是介词词组，本身即具有意义。词组的分界使句子较容易理解。虽然第三个例句的宾语比第一个例句复杂三倍（因为第三个例句的宾语有三个单词“long, boring sentence”），但还是能被理解为一个宾语，只是加上了一点修饰语。

图 4-4 的树状图有助于了解词组结构。在这些简单范例中，句子采用树状结构，每个词组各是一株子树。要了解整个词组的话，需要结合个别子树。这些范例都很容易理解，因为组成的子树很少，完成子树的速度也很快。

我们不只利用语法规则来拆解句子。Bob 的句子之所以比较难理解，在于在看到“Bob ate”后，我们期待看到 Bob 吃了什么食物。当我们看到了“苹果”——这正是所预期的食物——于是就高兴地假设“苹果”是同一个词组的内容。我们通过检查单词意义和单词的可能顺序，以找出词组分界，然后继续修正句子

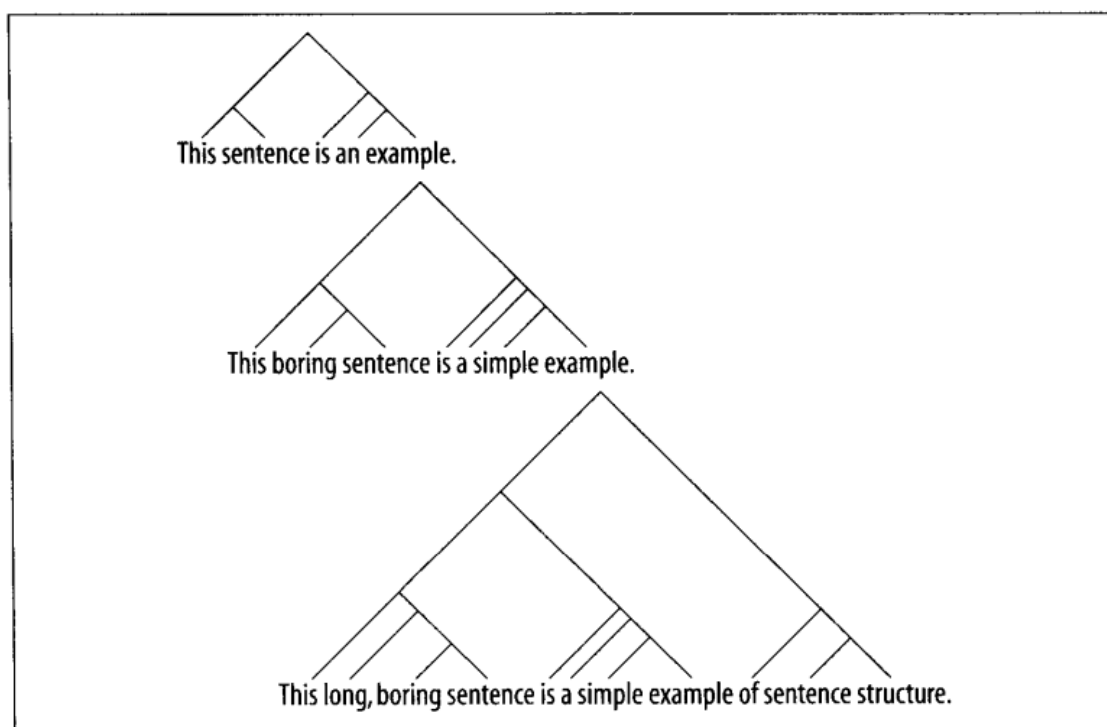


图 4-4：范例句形成的词组树

的意义……这段时间内，缓冲区一直在增加内容物。但是，在记忆中暂存单词、等待词组完成时，有个问题，就算不是刻意困扰我们的句子也会发生，这就是“吞了猫的老太太”那句话的问题。

关于最前面的老太太例句中，第一句只需要一次暂存一个词组，试着找出什么词组没被完成。既有的“caught”或“by”指向的对象都已确定，一定是紧接在它们后面的单词。举例来说，大脑读到“The cat”，在第一句中然后立刻自问“（猫）要做什么？”幸好答案就在下一组词组里：“caught the spider”（抓蜘蛛）。大脑得到答案，把词组清出记忆体，继续弄清楚句子其他部分的含义。

关于老太太的最后一例，则完全不是这么回事。当大脑收到“the cat”这个字时，有三个问题尚未解决？猫要做什么？蜘蛛要做什么？苍蝇又做了什么？这些问题以很快的顺序回答：老太太吞下了苍蝇；蜘蛛捉到了苍蝇……。

但因为这些问题的类型都一样，都是相同类型的词组，便会使语言工作记忆体塞车，这就是句子理解的局限性。

亲身体会

一个好的演讲（或是任何口语沟通），其特征就在于尽可能减少理解用的工作记忆。这一点对写作不太适用，在阅读文字时，我们可以为了理解而跳读、回读文句；但在听别人讲话时，只有一次听到并理解的机会，所以最好第一次就弄懂。所以演讲稿看起来才会那么简单。

但也不是说我们可以忽略写作所用的缓冲大小。如果想让自己说的话、写的文章容易理解,应考量一下句子中给出的信息顺序。看看自己是否能把各个成分组成群组,以便减少读者的注意力需求。这样才有比较多人能看完文章,有精力思考其中的意义,还能做一些文章中要求的事。

参见

- Caplan, D., & Waters, G. (1998). "Verbal Working Memory and Sentence Comprehension" (<http://cogprints.ecs.soton.ac.uk/archive/00000623>).
- Steven Pinker 讨论过词组树和暂存记忆,请参考 *The Language Instinct*. Pinker, S. (2000). *The Language Instinct: The New Science of Language and Mind*. London: Penguin Books Ltd.

HACK #52 运用平行化的强大加工程序

神经网络是以平行化,而非序列化的方式进行加工。亦即在各种不同的加工程序持续进行时,加工的程序可以很快地用于消除其他加工程序。

神经网络是大量平行化的计算网络,个人电脑则是序列化的计算机。没错,电脑的确可以模仿平行处理器,但只是因为它的速度很快。无论电脑再怎么快,一次还是只做一件事。

相比之下,神经处理程序是冰冷的。就算在最活跃的时候,视觉皮层的神经元也不会发电超过 5 毫秒。听觉细胞的放电频率较高,但是在每个信号中间,还是有 2 毫秒的绝对间隔。这就表示,对于需时半秒到一秒的活动而言,例如接住迎面飞来的球(还有许多认知心理学的实验),大脑最多可做一百次连通计算。这就是一般所说的百步规则。¹

大脑的运作方式,为什么不像拥有 0.0001 MHz 处理器的个人计算机?原因在于:每个神经元平均与一千到一万个其他神经元相连接。信息在多重相连的神经元模块间来回发送,一切都是平行化的。这就克服了各个神经元的速度缓慢的缺点,使所有计算工作的同时加工变得理所当然;而不是采用阶段性的加工方式。

我们所做的任何决定或是任何感知(大脑决定提供给你的连贯经历,就是某一种决定),都来自许多加工模块的作用,每个模块都是同时执行,没有时间排队处理,所以各个模块必须能处理原始资料,以及当时能捕捉到的任何材料,而不是等待其他模块的输出结果。

实践经验

同时加工的一个绝佳例子,就是对语言的理解。当我们听或读到句子时,我们会

使用说话的上下文每个单词的可能意义、句子的语法，还有每个单词的发音，以及每个单词中的字母，我们运用所有线索以理解听到的话语。

以“我的早餐吃了火腿三明治和 *****”为例，就算少了最后一组名词，还是能了解其意义，而且还能猜测缺少名词是什么。

看到电子邮件的标题是“Buy v!agra”时，你能了解它的意义吗？当然没问题，人类不需要正确无误的拼写，也能了解第二个单词是什么意思。（如果这类信件没被邮件过滤器阻挡的话，你就会看到。）

工作原理

阅读时使用的不同线索相互报告，因此填补了遗失的信息，并更正不相符的信息。这是印刷错误很难从文字中辨识出来的原因（特别是自己的作品，因为了解作品，而自动在心底更正看到的错误，甚至没注意到这种自动更正），但也是我们能在吵闹的酒吧中交谈的原因。对不同输入事物的平行加工，提供了错误和不完整信息的靠山，并允许来自不同加工的信息能互动地消除彼此的矛盾。

你还记得那封四处转寄，说我们可以用重新排列过的字母写下句子，但还是能被人理解的电子邮件吗（<http://www.mrc-cbu.cam.ac.uk/personal/matt.davis/Cmabrigde>）？显然，无论字母采用何种顺序，唯一重要的，在于第一个和最后一个字母的位置正确。其他部分就算一团糟，我们也还是能正确无误地辨识出来。²

当然，这并非完全正确。我们虽能了解杂乱的句子，但还是比不上正常的句子。能在这种上下文中理解句子的原因，是因为我们了解了大量冗余的信息。我们知道句子应该有意义，所以限制了可用单词，而句法也因同样原因而受限：语法规则表明，只有特定单词可以处于特定位置。提供了单词长度的信息，同时还附加了单词所用的字母。唯一缺乏的是字母的位置信息。补偿位置信息，对我们脑中能做大量平行处理、满足多重限制的语言工厂而言，只是小事一桩。

也许我们能理解杂乱句子的原因，看起来会有点惊讶，因为当计算机面对相同问题时，只会彻底地混乱。电脑必须要求每个单词都完美嵌入该单词的模板里，没有完美的嵌入，就无法理解。现在，Google 发展出自动更正功能，但输入“i am cufosned”的话，它还是会卡住，但别人却能猜出这句话的意思。（请看图 4-5 的比较。）

同样的处理也适用于视觉。我们的视觉皮层中，有一区域负责处理相异元素。有些提供色彩信息，有些提供运动、深度或方向信息。在这些元素间的互相连接意味着当我们看着某幅景象时，它们全都开始动作，并合力识别出最符合输入资料的事物。当找出最符合的事物时，感知突然理解，我们便知道自己在看什么。大量平行化和互动性表明大脑定位可能会产生一定错误；事实上，大脑中没有哪一

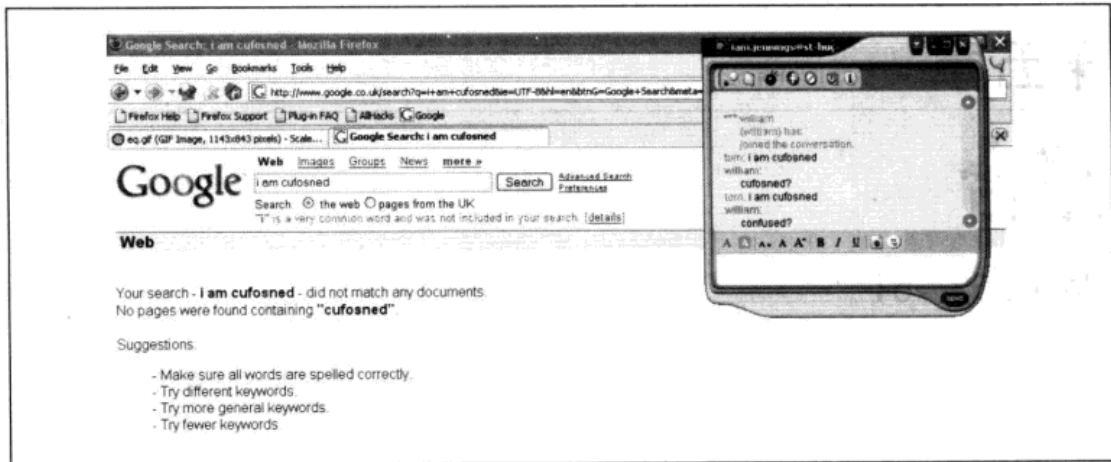


图 4-5: 比较 Google 与我的朋友 William

小块, 离开同时活动的其包部分而单独运作, 离开这个环境, 单一大脑区域也完全无法工作。

附注

1. Feldman, J. A., & Ballard, D. H. (1982). Connectionist models and their properties. *Cognitive Science*, 6, 205-254 (<http://cognitrn.psych.indiana.edu/rgoldsto/cogsci/Feldman.pdf>) .
2. 附上部分原文给大家参考一下: Apparently, it deosn't mtttaer in waht oredr the ltteers in a wrod are, the olny iprmoetnt tihng is taht the frist and lsat ltteer be at the rghit pclae. The rset can be a toatl mses and you can sitll raed it wouthit porbelm.



第五章

整合

Hacks 53~61

本章主要探讨我们是如何将知觉（包括映像、声音，注意机制和其他感官）整合成统一的知觉经验的。

举个例子，我们要如何同时使用眼睛和耳朵呢？（我们喜欢用耳朵辨识时机、用眼睛判断位置[Hack #53]）这种方式又有何作用？（我们认为同时发生在两种感官上的体验比较重要[Hacks #57 和 #58]）

有时候会出现过度整合的情况。经典实验 stroop 效应[Hack #55]显示，如果我们试着用语言来表达时，不相关的语言输入会引起干扰。大脑急于消化尽可能多的相关信息时，结果却变得很难忽略明知不重要的事情。

另外还会探讨两个问题，其一是关于副作用的问题，另一个是关于在进行感觉信息整合时的一个有趣的局限性问题。副作用将表明大脑的错误也能很有用，而且我们真的能用错误的声音来源听得更清楚[Hack #60]。第二个问题需要回答：我们真的需要语言来执行一项很基本的任务吗？真的需要从色彩和几何学中做简单推理吗？在某些状况下，确实需要这样[Hack #61]。

HACK
#53

声音里加入时机信息，光线里加入位置信息

事件何时发生受听觉主导，事件何处发生则受视觉所主导——这也是腹语术成功的原因。

听觉擅长分辨时机[Hack #44]，但不太擅长事物定位。相反地，视觉有两万个探测位置的渠道，但却没有听觉的反应那么快。

当我们将这两种感觉结合在一起时，会发生什么？它们的表现就像经过良好设计

的工具套件：视觉主导位置判定、听觉主导时机判定。我们的感官已经为了探测不同信息而专门化，当它们结合在一起时，感官专门化也会被考虑进去。

亲身体会

我们知道，视觉和听觉分别控制位置和时机信息。在视觉的部分，看到的事物会说服与听觉相冲突的位置信息；听觉的部分则刚好相反。

视觉负责定位。去看场电影，或是在电脑上播放影片、用耳机听声音。我们看得到，影片人物的讲话声音都与嘴型相符[Hack #59]；感觉上，声音好像从影像的位置传来。但实际上当然不是；声音是从电影院的扩音设备或你的耳机里传出的。

这个效应在演讲时更明显。看着台上演讲者的演说，却没注意到声音来自完全不同的方向——来自演讲厅两侧，甚或后方的扩音设备。只有闭上双眼时，才能听到声音不是来自讲台的方向。双眼所见与所听到的声音一致，将使大脑把声音信息融合到映像中，负责映像的定位。还有另一个范例，能证明我们最重要的感官——“视觉”——如何居于所有感官的主导地位。（范例请见“看着自己，会让感觉更敏锐”[Hack #58]。）

顺带一提，这也是腹语术的诀窍。如果人偶嘴巴的动作，与我们听到的声音足够相近，听众自然会下意识地把声音和人偶的位置相连。每次我们去看电影时，其实都在体验腹语效应，只是电影的制作非常有技巧，所以我们不会注意到。

— T.S.

听觉负责分辨时间。视觉不一定全都占有主导地位。请参考加州理工学院的 Ladan Shams 所制作的“声音诱发幻视”影片 (<http://shamslab.psych.ucla.edu/demos/>; QuickTime)。' 影片中，有个黑点短暂地在白色背景上闪烁。左右两组影片的不同，仅在于伴随黑点闪烁的声音而已。一组在黑点出现时发出一个滴答声，一组则发出两个滴答声。



在 Ladan Shams 的网页上可以选择观看影片的质量。这与每个人的计算机速度相关，从最上面的一组开始尝试，直到找出效果最强的影片为止。

请注意这里看到的声效应。发出两个滴答声的影片中，黑点不会一闪即逝，而是稍有停留。我们的视觉系统不确定是否只看到一个事件，来自听觉的证据，则可歪曲意识传输进来的视觉印象。

最初执行这个实验时，最高还曾试过四个滴答声。不过，只要不只一声，被试都看到不只一瞬的闪烁。

Aschersleben 和 Bertelson² 在做敲击动作的实验时，则阐述了同样的原理。被试如果根据视觉信号作出敲击动作时，会因不和谐的声音信号而分心；然而，根据声音信号作出敲击动作，却不会被不和谐的视觉信号所干扰。

工作原理

这里的主导性其实是一种偏差。选择时机的视觉信息太过模糊时，人们会凭借经验，听觉信息会纠正视觉信息。反过来，当定位的听觉信息太过模糊时，会因视觉提供的信息而导致偏差。有时候，歪曲程度大到好像完全被某种感官所主导。

来自非主导感官的信息（视觉提供时机、听觉提供定位），的确会影响其他感官传送至意识层面的结果，但影响并不大。视觉和听觉事件的实际情况，也可以影响偏差的程度。以判断位置为例，我们赋予视觉信息的权重，与光线的明暗程度成比例，并与声音的大小成反比。³ 然而，权重总是在位置方面偏向视觉，而在时机方面偏向听觉。

大脑赋予视听信息的权重，是感官设计的结果，所以无论是让声音更容易定位、或是让光线较难定位，都无法改变主导顺序。就算我们使声音定位得非常完美，人们还是会认为他们所看到的事物就是在看到的位置，而忽略了精细安排过的声音定位。

附注

1. Shams, L., Kamitani, Y., & Shimojo, S. (2000). What you see is what you hear. *Nature*, 408, 788.
2. Aschersleben, G., & Bertelson, P. (2003). Temporal ventriloquism: crossmodal interaction on the time dimension: 2. Evidence from synchronization. *International Journal of Psychophysiology*, 50(1-2), 157-63.
3. Radeau, M. (1985). Signal intensity, task context, and auditory-visual interactions. *Perception*, 14, 571-577.

参见

- Recanzone, G. H. (2003). Auditory influences on visual temporal rate perception. *Journal of Neurophysiology*, 89, 1078-1093.
- 本单元提到的实验和其他可用于设计的有趣诀窍，亦可参考 Reeves et al. (2004). Guidelines for multimodal user interface design. *Communications of the ACM-Special Issue on Multimodal Interfaces*, 47(1), 57-59. 在线版本请参考 <http://www.niceproject.com/publications/CACM04.pdf>.

HACK #54

别把注意力分散到不同位置

注意力不能分散到不同感官上。当我们的注意力放在视觉空间时，也会影响从听觉空间接受信息。注意力是一种中央性、空间占有性的可分配资源。

引导注意力的机制，并非独立于感官之外。我们以某种感官注意某些事物时，也会影响其他感官。¹如果想要别人用多种感官注意信息（例如跨视觉和听觉），让信息来自相同地方会比较容易。换个想法，如果想要别人忽略某些事物，就别与注意力所在的事物放在相同位置。这些建议都来自自牛津大学 crossmodal 研究小组 Charles Spence 博士的研究工作（<http://www.psych.ox.ac.uk/xmodal/default.htm>）。有项每个人都能有机会进行体验的实验，就是在开车时听别人说话。²

实践经验

开车时，如果听广播或戴着耳机讲电话，都比较难发现面前发生的事。

在日常生活中重现这一场景不太容易。这是个包含有多个变量的复杂情景，变量之一正好是车祸的发生——这可不是心理学家想负责的数据。所以，Spence 博士在实验室里发明了一样好东西——改进过的驾驶模拟器。他请参与实验的被试，任务是在繁忙的模拟街道上开车或转变，同时复述扩音器里播放的组词（这项任务又称为掩蔽）。扩音器位于仪表板或被试的两侧。

如果被试听到的声音里来自两侧的，则比较容易在掩蔽任务中犯错、开车的速度比较慢、在十字路口也要花比较多时间决定下一步动作。

如果你坐在副驾驶的位置，我们就能理解应对策略如何发生作用。我们能看到司机在行驶到熟悉路段时谈笑自若，但在需要判断该走哪条路时，他会变得安静，而且把广播关掉。

工作原理

无论是这个实验还是任何后座载着吵闹小孩的驾驶经验，均说明注意力会分配给实体空间，不只分配给任意特定事物，而且跨感官（modality）也非独立机制。想想皮质加工程序的互相联系程度[Hack #81]，还有皮质层通常组织成与使用空间相协调的地图[Hack #12]，就不觉得有什么好惊讶了。注意力的空间限制，也许反映了皮质加工结构中，活动调节的实际限制。这些皮层加工结构本身就是实体空间的一种反映。

亲身体会

其他关于这类复杂日常任务的研究，表明人类实际上很擅长协调自己的心理资源。促成这项实验的其他实验研究，就证明了注意力会进行空间分配，所以就算信息来自不同感官，位置不一样也会造成注意上的困难。不过，这些实验的被试无法选择自己要做的事——因为实验设计为了测试被试的注意力在何时彻底分散，充分利用了注意能力的极限值。

同样的因素是否也影响日常生活（例如开车），则是另一个问题。只要能力不被限制，我们会自由地在任务间切换，而不是同时做两件事——我们会灵活地分配注意力，根据任务的需求的变化跟着转移。例如开车经过不熟悉的道路，我们会暂停对话，用意就是集中注意力，以免被类似 Spence 所设计的掩蔽任务困住。

尽管人类具有操作多任务的能力，但驾驶经验还是显示了跨感官注意（crossmodal attention）的确会影响驾驶能力。影响可能很微小，但开着时速 80 公里的车，迎向时速 80 公里的某物时，微小的影响一样可能造成巨大的差异。

侵入机制

早期从跨感官注意力³研究中得出了一个结论，即在不发生冲突的情况下，在不同感觉通道间分配注意力，的确有其可能；如果你希望使用者同时把注意力放在两种不同的信息流上，这两种信息流应该分属于不同感官。例如要想让个体将注意力集中在两种快速发生变化的信息流上，最好一个通道信息由视觉操作，而另一个通道则由听觉操作，而不是都以视觉形式呈现。通过本单元的讨论，可归纳出两项关于这个重要原则的修正方式：⁴

- 在不同感觉通道间分配注意力（例如同时分给视觉和听觉），如果各信息流共享同一空间位置，会比较有效率。
- 如果某项信息应被忽略，就别跟应受注意的信息放在一起。

附注

1. Spence, C., & Driver, J. (eds.). (2004) *Crossmodal Space and Crossmodal Attention*. Oxford: Oxford University Press.
2. Spence, C., & Read, L. (2003). Speech shadowing while driving: On the difficulty of splitting attentions between eye and ear. *Psychological Science*, 14(3), 251-256.
3. Wickens, C. D. (1980). The structure of attentional resources. In R. S. Nickerson (ed.), *Attention and Performance*, 8, 239-257. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

4. 关于呈现两通道重要信息的最佳方式（同时利用听觉和视觉），可以在 Spence & Driver. *Crossmodal Space and Crossmodal Attention*, 187-188 中找到更多信息。

HACK #55 认不清青红皂白

当你在说话的时候写字就会让你分心。但思考的内容如果是非言语的，思考就不会干扰你写字。

Stroop 效应，堪称为实验心理学之经典。事实上，它不只是经典，而是一种实验范式。J. Ridley Stroop 于 1935 年首次操作这个有名的实验，从此之后，它被重复了不下数千次。实验任务如下：给被试者呈现一些具有颜色意义的单词，让被试者说出单词的颜色。而这些单词本身有可能是颜色的名称。在看着单词却需要试着说出正确颜色名称时，我们的反应速度变慢，也更容易出错。这就是 stroop 效应。原始论文请见 <http://psychclassics.yorku.ca/Stroop>。

实践经验

想体验一下 Stroop 效应吗？可利用 <http://faculty.washington.edu/chudler/java/ready.html>¹ 网页上的互动实验（浏览器就算没有 Java，也能执行）。

按下“Go to the first test”的链接，第一页如图 5-1 所示（只不过网页是彩色的）。

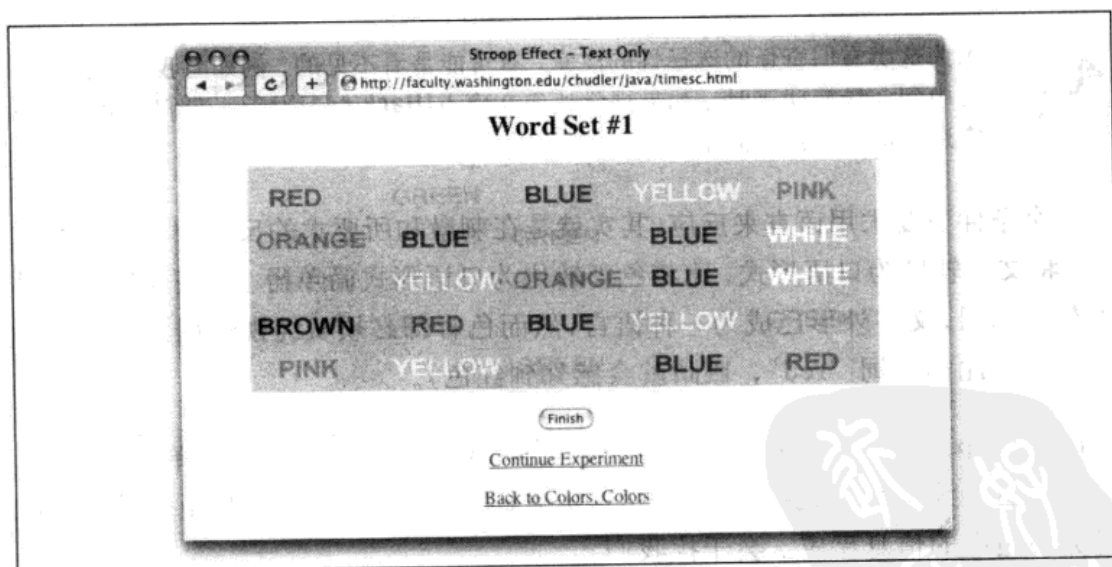


图 5-1：在 Stroop 实验中，单词的颜色不见得与它代表的颜色一样

尽快“念出”每个单词的“颜色”——不是单词的“念法”哦，是它的颜色。完成后按下“Finish”键，记下时间。继续实验，任务相同。最后比较两次所需的时间。

两组测试页面的差别,在于第一页的单词意义和颜色是相符的,而第二页单词意义与单词颜色不一致,所以我们辨别第二页单词颜色的时间会长一点。

工作原理

虽然大家都很想忽略单词的意义,不过就是无能为力,单词仍然影响我们的反应成绩。辨认这些单词的实际颜色往往会让我们反应更慢,甚至会做出错误,因为每个人几乎都会受 Stroop 效应的影响,所以倍受心理学家的喜爱。

心理学家爱用 Stroop 效应的另一个原因,就是该任务虽然简单,却涉及到人类思维活动的许多方面,为了探索效应的原因,该实验也包含了诸多变量。乍看之下,Stroop 效应的解释十分简单——人类会自动加工单词,这种加工会掩盖颜色信息的加工。但这个解释并非完全正确,不过很多课堂上却都这么教。

只在下列两个条件都满足时念出单词才会受到干扰。第一个条件,注意力的水平和注意点必须够广泛,才可能不经意地念出单词。第二个条件,我们所作出的反应必须为语言形式;实验中要求被试念出单词,所以的确是语言反应。

报告颜色与报告单词不冲突情况下,不念单词会显的更为容易。如果我们只对单词中第一个字母的颜色作反应,其他字母则是黑色,混淆的程度也会减轻。如果分别列出单词和色块,也同样有减轻混淆的程度。在前述两种状况下,我们都能调整为只对特定刺激(色彩)有反应,并忽略其他刺激(单词)。只有在无法对这两类信息进行分类时,才会出现 Stroop 效应。



因为这类看似奇怪的选择性的注意,有可能是看不见的,例如当我们将注意力集中到一场篮球赛时,如果视觉映像盲点在盲点[Hack #41]附近,我们就会对一只穿过球场的猩猩视而不见。

第二个条件下要求用语言来反应,其实就是在刺激和所要求的反应间寻求一兼容性。将文字转换为口语形式,比将色彩转化为口语形式简单得多。因为我们无时无刻的练习,文字外形已成为一种语言,然而色彩却必须从纯视觉信息转换为语言符号(比如单词“red”,眼睛就会感知到红色)。

所以 Stroop 效应所需的反应,通常都使用同样的编码(语言),以单词为刺激,而不以色彩为刺激。当我们被要求用言语来标示色彩信息时,也难怪刺激的单词部分所包含的信息反应,会干扰我们。

不过,通过改变反应要求,即可消除这种干扰。同样是 Stroop 效应实验,但这次不念出色彩名称,而在别处指出与单词相同的色块。干扰消失了——我们在反应时不再使用语言编码,看到单词也不再造成干扰。

我们还可以更进一步引入这个效应,这次颠倒任务的目标——对单词的意义作反

应而忽略色彩，并在别处指出单词意义所代表的色块（但不念出声）。突然间，当单词意义与其色彩不相符时，指出色块变得很困难。²

现在得出相反的 Stroop 效应，因为我们的反应编码（色彩），与使用的刺激信息（单词）不一样，但与我们忽略的刺激信息（色彩）相同。

本单元启示：对相同信息作反应，多少都需要心理努力，努力程度则依反应与刺激的一致性而定。如果不希望被干扰，就不要要求他人从视觉性、空间性的信息，转化成听觉性、口语性的信息（反之亦然）。

附注

1. 本实验是儿童神经科学网页中心的一部分“Neuroscience for Kids”：
<http://faculty.washington.edu/chudler/neurok.html>。
2. Durgin, F. H. (2002). The reverse Stroop Effect. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7(1), 121-125.

参见

- 如果想进一步探索 Stroop 效应和相关的脑部区域，可以参考两篇论文：Besner, D. (2001). The myth of ballistic processing: Evidence from Stroop's paradigm. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8(2), 324-330; MacLeod, C. M., & MacDonald, P. A. (2000). Interdimensional interference in the Stroop Effect: Uncovering the cognitive and neural anatomy of attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(10), 383-391.

HACK #56 别去那边

我们倾向于作出与反应相同的方向的行动，就算方向根本不重要。

在我们每天的活动中，有许多事件都是对看到或听到的事作出反应，比如选择按下呈现在屏幕上的某个按钮，或是听到开水滚了，赶快去关掉煤气灶等等琐事。可惜我们不太擅长只对相关信息作反应。接收信息的形式也会渗透至反应形式中。

举例来说，如果要对发生在左边的事物做出反应，用左手反应一定比右手快。就算在方向不重要的情况中，这一点还是成立。定位反应的干扰效应，通常称为西蒙效应 (Simon Effect)，¹以首位发表此效应的 J. Richard Simon 为名，他在 1968 首度发表相关论文，目前是 Iowa 大学的荣誉教授。²

理论上无关紧要的刺激，却渗透至人类的反应之中，西蒙效应只是范例之一。就像 Stroop 效应[Hack #55]，只不过 Stroop 效应是在单词意义及其色彩相冲突时，

念出单字的反应速度会比较慢。还有，虽然机制不同，但较亮的光线触发较快的反应时间[Hack #11]，也与这两个效应有点接近，它们都是无关紧要的刺激信息，但会影响我们反应（成因是较强的信号唤醒较强的神经反应）。

实践经验

典型的西蒙效应实验如下：受试者盯着屏幕，光线随机于左右两侧闪烁——方向其实不重要。如果闪烁红光，就按下左侧的按钮；如果是绿光，则按下右侧的按钮。虽然被试只要根据光线颜色来按钮，反应时间却会受到光线闪烁的方向影响。左侧闪烁的光线，使得对红光的反应比较快，对绿光的反应比较慢；右侧闪烁的光线则效果相反。尽管我们应该完全排除方位信息，却还是影响了反应时间。从这类实验中测量的反应时间差，通常在半秒以内，来自方位的干扰信息导致的误差约在 5% 左右。

如果没有尝试这个实验，很难知道这些反应时间有什么意义，不过，就算没有测量反应时间的仪器，我们也能主观地感受到西蒙效应。

现在需要随机出现在左右侧的刺激。我看着对街在马路边坐了十分钟，所以左右两侧都可能车辆进入我的视野（图 5-2 就是我看的地方）。我的任务就是认出红车和蓝车，不管它们的行驶方向。

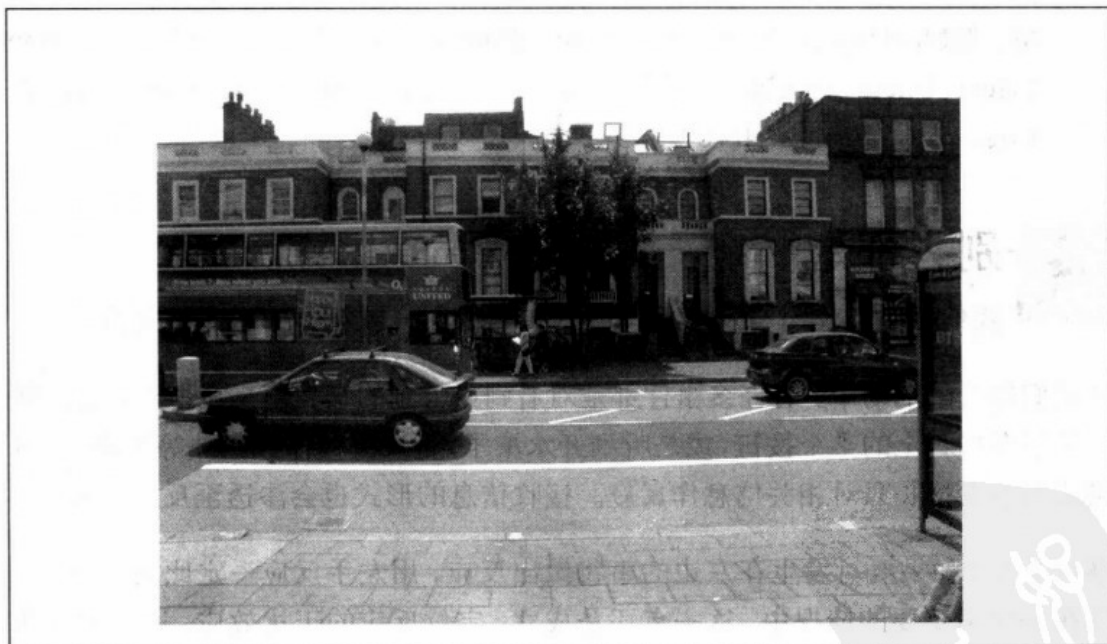


图 5-2：这是我选择的观察左右来往车辆（红蓝限定）的地点

我选择的任务，利用了视野外周对色彩辨识度很差[Hack #14]这一事实。当我专心看着对街的景物，努力不转头或转移视线的话，就要等到车辆几乎开到我的正前方，才认得出车辆颜色。（如果选择白色或黑色车辆，则无需色彩信息，只

要圆周区的分辨率就可辨识。)这样做就可以不需花费太多时间来完成颜色任务,但又能过滤掉那些不是车辆的移动物体(例如散步的人)。

至于反应,则是在看到红车时轻拍右膝,看到蓝车轻拍左膝,当然,要试着尽快反应。

看了十分钟缓慢但固定的车流量后,我开始意识到反应出现了微妙的偏差。有时候,我的右手会在车辆从右侧出现时稍微抽动一下,左手也有类似情形。

现在,我还不致于高兴地宣布说,这股抽动的感觉就是西蒙效应的证据。在我的体验中,方位概念还有点模糊:出现在右侧的车辆,也正朝着左侧移动——哪一种方位信息的刺激,才会干扰拍膝盖的反应呢?

尽管无法宣称完成了整个效应,也就是出现在右侧的车辆会促发右手的反应,但至少能证实基本的干扰效果:虽然我已经实验了十分钟,我的反应还是会有些混乱。

为了检验自己此时是否不够灵敏,是由车辆位置与膝盖位置的冲突所造成,于是我改变输出方式,改以口头说出“红车”或“蓝车”做为反应。理论上,改为口语反应,应该能消除西蒙效应的影响(因为从反应中消除了与方位相关的部分),我也应该有不一样的感觉。如果我体会到了不同的感觉,这就是西蒙效应,接着是体验到行动不够灵敏。

结果证实我的感觉真的不一样。改为口语输出后,对车辆色彩的反应变得很轻松,与轻敲膝盖的体验完全不一样,而且立刻反应得十分顺畅。

工作原理

在我的车辆观察练习中,有色车辆的方位因素(应该是不重要的因素),干扰了轻拍膝盖的反应。以口头报告取代轻拍膝盖,即可消除方位这一变量,有效地回避西蒙效应,使任务更加容易。

西蒙效应很类似 Stroop 效应[Hack #55](不由自主地想念出单词,而不是该单词的色彩),也是不同信息相冲突而引起的。两项效应的区别,在于 Stroop 效应中的信息冲突,乃是构成刺激的两个部分相冲突(单字的色彩与其意义);而西蒙效应中的信息冲突,乃是刺激和反应的协调性相冲突。被试被要求忽略刺激的方位信息,但因为反应要求使用方位信息,所以不由自主地一直把位置放在重要地位。

问题的关键在于方位信息总是很重要,所以一旦这些信息可以获得,我们的大脑就会利用它。在现实生活中,特别是自动操作技术来临前,我们通常要对所知觉到的位置进行反应,以便与之互动。如果感知到左侧的光线打开,自然会为了关掉光线而趋向左边,而不是趋向右边——这就是世界运作的方式。不要将西蒙效

应看作融入反应方式的一种位置信息,而应该视为大脑对专门忽略位置信息机制的缺乏。事实上,人类从来就不需要这种机制。

亲身体会

知道刺激和反应都携带着方位信息的事实,对于界面设计颇为便利。像我家的炉灶有四个点火口,排成正方形,可是控制开关却设计为一列。因为存在西蒙效应,我每次使用时都必须先研究开关旁的图表,而一直没记下来相对位置(毕竟火口和开关的位置不会改变,应该很容易记得)。当右前方的水壶沸腾时,写入我脑中的编码是“右前方”。如果设计控制开关时也利用这项优势,而不是造成信息冲突的话,它会好用很多。

我的计算机(采用 Mac OS X)上的对话框,与键盘快捷方式有较好的对应关系,就比我的炉子好用多了。对话框里通常只有两个控制开关:“OK”与“Cancel”。我可以按“Return”键表示OK,或是按“Escape”键表示Cancel。更好的一点,这两个键的左右位置,正好与对话框的按钮相对应(Escape 和 Cancel 在左边,Right 和 OK 在右边)。如果不对应,每次当我想利用快捷方式时,就会浪费一点时间,这样就失去快捷方式的本义了。

最后还有一个推论:我在前面观察车辆色彩的实验中,若采用口语性反应而非方向性反应(轻拍左膝或右膝),应该变得比较容易。若还想让界面用起来更顺手,应该避免刺激方向和反应方向发生冲突。科技的原意是易操作且直观性强——就像我的 Mac (还有我的炉子)——如果能做一点小小的改善,生活将大大不同。

附注

1. Simon, J. R. (1969). Reactions toward the source of stimulation. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 174-176.
2. 为了公平起见,应该提及在西蒙发表该实验结果的一百年前,西蒙效应就已被人注意,这位先驱是荷兰的实验心理学家 Franciscus Donders。请参考: Donders, Franciscus C. (1868). Over de snelheid van psychische processen. Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool, 1868-1869, Tweede reeks II: 92-120. Reprinted as Donders, Franciscus C. (1969). On the speed of mental processes. *Acta Psychologica*, 30, 412-431.

参见

- 关于测量反应时间的早期历史,可以参考“Mental Chronometry and Verbal Action-Some Historical Threads” (<http://www.nici.ru.nl/~ardiroel/Rts.htm>)。

HACK #57

多感官相结合，强度会增加

影响多种感官的事件，也会增加受影响感官的紧张度。

在视觉和听觉的章节中（分别是第二章与第四章），已经分别探讨过这两种感官，历年来无数心理学家也做过同样的探讨。但在我们观察感官互动时，有趣的事就发生了。¹

毕竟，在日常生活中人们接触到的往往是多个感觉信息。从矮树丛间逐步逼近的老虎，散发出浓厚的体味，而且我们也会听到沙沙作响的脚步声。火焰燃烧时不只闪耀着光芒，也会发出细碎的爆裂声。小孩会一边喊着“妈妈”，一边把妈妈摇醒。

上述例子说明，两种感官之间最基本的相互作用应该能产生两种刺激，引起机体对事件的强烈反应。来自单一感官的信息有可能是巧合；但来自两个感官的刺激，却是探测真实事件的绝佳线索。

实践经验

环顾周遭，我们可以看到信息同时抵达两个感官，并产生互动的状况。如果看到别人的唇形，他们的说话声好像也比较清晰[Hack #59]。有背景音乐的电影会留下较深的印象。如果有人轻拍你的某一手，当时正好有两道光芒分别在你的两侧闪烁，与被拍的手同一侧的光线似乎会比较亮。

伦敦大学Birkbeck学院的Helge Gillmeister和Martin Eimer发现，若在被试听到声音时也振动他们的食指，被试会觉得听到的声音比较大声。²虽然振动并未传达任何额外信息，被试却觉得与振动同时发出的声音比原本的声音大两倍。声音愈小，效应愈明显。

工作原理

相关情况的研究显示，信息的结合乃位于大脑皮质层感觉信息加工的早期阶段。过去认为只对单一感官有所反应的区域（例如部分视觉皮层），现在证实亦对其他感官的刺激有反应。而许多效应都发生在前意识层次，不需要有意识的努力或决策，更显得某块皮质对多种感官有反应的合情合理。前意识效应，表示它们发生在大脑负责原始表征和感觉加工的区域——这也是另一个感知并非被动建构，而是由大脑主动且以我们不会察觉的方式建构的例子（参考要看就要行动[Hack #15]）。

Macaluso等人³认为互动效应能以另一种方式运作：触碰也能加强视觉辨别能力。他们认为信息并非最初在视觉皮层进行整合，而是负责多感官整合的顶叶皮层（parietal cortex）、送出反馈信号给视觉区域，这样就会增强视觉感受。

感觉增强的现象，发生的前提是感觉必须标示为同一事件，这项判断主要在信息同时抵达时完成。神经元[Hack #9]已经设定为对时机信息进行反应，而且反应频率会在不同来源的信息同时抵达时变强。如果信息在不同时间抵达，可以压抑负责跨感官输入反应的细胞活动。

问题是，如何让来自不同感官的信息看起来像同时抵达的呢？显然，信息不太可能精准地同时抵达，一定有个解答方式能解决来自两个同时事件的感知。

虽然光速比音速快了一百万倍，声音在抵达耳朵后的加工速度[Hack #44]，却比光线抵达眼睛后的加工速度快。每种感官的相对加工速度，结合光速和音速，导出大约十米的“同时水平面”⁴——在这个平面上，有着相同来源的视觉和听觉信号将同时抵达大脑皮质。

当然，多数事件不会发生在这个十米的范围，所以脑中一定有额外机制，负责使声音和光线同时完成。以前的研究者曾假设同时性的计算只要够接近，就会忽略抵达的时间差（直到我们遇到发生在极远处的事件——像是闪电比雷声先出现）。但从最近的研究看来，我们的大脑在计算声音和光线是否同时抵达时，已对事物距离做了前意识判断。⁵另一个操作原理，则是简单地用听觉传来的时机信息，来掩盖视觉传来的时机信息[Hack #53]。

附注

1. 如果有兴趣阅读跨感官互动的研究，可以从 *Crossmodal Space and Crossmodal Attention* (Charles Spence 与 Jon Driver 著) 开始。这本书收录许多此一领域前沿方面的贡献。在牛津大学的跨感官研究小组网页上可以获得更多信息：<http://www.psy.ox.ac.uk/xmodal/default.htm>。
2. Gillmeister, H., & Eimer, M. (submitted). Multisensory integration in perception: tactile enhancement of perceived loudness.
3. Macaluso, E., Frith, C. D., & Driver, J. (2000). Modulation of human visual cortex by crossmodal spatial attention. *Science*, 289, 1206-1208.
4. P'oppe, E. (1988). *Mindworks: Time and Conscious Experience*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
5. Sugita, Y., and Suzuki, Y. (2003). Audiovisual perception: Implicit estimation of sound-arrival time. *Nature*, 421, 911.

HACK #58

看着自己，会让感觉更敏锐

看着自己的皮肤，会有种好像更敏感的感觉，即使看不到正在感觉的事物。如果透过放大镜观察，皮肤还会更加敏感。

皮肤是我们与外界距离最短的接触面，它是唯一没有提供物体距离信息的感官。如果透过皮肤感受到某种事物，表示事物与我们只有毫厘之差。

四肢躯干是内部器官——提供触觉信息；同时也是外部器官——自己的身体部位可以互相碰触、能看到自己的身体，（若幸运地健全生长）也能感觉到、看到其他人。塑造身体图式[Hack #64]和了解面孔的特殊性[Hack #93]，都探索了人类如何利用视觉更新自身的内部模型。但视觉与触觉这两种感官的整合更为深奥，所以观看自己的身体部位能强化感觉，即使并未得到任何视觉信息来告知皮肤上发生了什么。

实践经验

Kennett 等¹测试人类前臂的敏感度。在控制条件，要求被试判断两个针尖碰触在前臂上时，能感觉到两点，还是只能感觉到一点；实验在不同条件下重复三次。前两个条件比较重要，提供比较基准。被试处在黑暗或有光线的环境，看着自己的手臂，但在针尖碰触时都会短暂地关灯，不让被试实际看到针尖碰触的瞬间。凡是可以看着自己手臂的被试，其准确度均极为显著，也就是说，看着自己的手臂能增进触觉，即使没有提供有用信息。

第三种条件最有趣，也表明出这个效应有多明星。这次，被试透过放大镜看着自己的手臂（针尖碰触时仍会暂时关灯）。在这个状况下，他们的触觉甚至比处在黑暗中的状况敏锐两倍。

至少有两点值得我们惊讶。第一点，实验表明视觉注意力可以提高其他部位的敏感度，本实验的对象为触觉。但是触觉并没有与视觉互动的必要，触觉可以独立工作，直到加工的后期阶段。想象连按两下滑鼠的速度要随着来自网络的回应而改变，这不是很怪吗？可是这类互动对大脑却是合理的，因为我们控制自己观察的方向，而事件通常会同时启动多种感官输入。

第二点，实验表明技术（放大镜）也能在很基本的层面上，调整我们的神经加工程序。

工作原理

触觉信息汇集至顶叶皮质（若想知道其位置，可参考认识中枢神经系统[Hack #7]），到达初级感觉运动皮层（primary somatosensory cortex）。这个区域的神经元排列方式，重现了我们身体表面的每个部分[Hack #12]；你会发现多感觉神经元（polysensory neuron）也位于这里。多感觉神经元专门在视觉和触觉同时发生的状况下作出反应，并能在两项输入冲突时予以抑制；就好像在身体的感觉运动地图或附近的类似地图里有个整合视觉和触觉的网络。

这个理论解释了顶叶损伤为何可能造成身体意象的扭曲。有些顶叶损伤的患者，会在要求指向自己的手肘时，却指向医生的手肘。

这个单元和塑造身体图式[Hack #64]，都表明短期改变身体表情的可能性。对皮肤刺激产生反应的脑皮层中，可以非常快速地改变它们负责的皮肤区域。例如暂时麻醉一只手指，停止将触觉传递给原来负责感觉的皮层细胞，这些细胞，将会转为对其他手指的知觉作反应。²在前面的放大镜条件下，视觉分辨率的提高显然造成触觉敏感性资源的再调整，与放大镜增加的分辨率相吻合，皮肤分辨率也随之提高，这种人为性变调整赋予给了视觉。

亲身体会

这个实验，解释了我们为什么在使用双手做事或用耳朵听东西时喜欢看，就像喜欢跑去看乐团的现场演出。我们不只是想看到发生的事件，实际上我们想一并增强其他感觉。

或许，这也是第一人称射击游戏为何要呈现玩家持武器的手臂图像。你看到的屏幕上的手臂，能模拟玩家的身体表像，使屏幕代表我们身体的一部分（或是接近我们身体的个人空间），因此能提供注意力的优势[Hack #54]，以及跨感官整合的能力（例如本单元呈现的较高感官辨识能力）。

附注

1. Kennett, S., Taylor-Clarke, M., & Haggard, P. (2001). Noninformative vision improves the spatial resolution of touch in humans. *Current Biology*, 11, 1188-1191.
2. Calford, M. B., & Tweedale, R. (1991). Acute changes in cutaneous receptive fields in primary somatosensory cortex after digit denervation in adult flying fox. *Journal of Neurophysiology*, 65, 178-187.

HACK #59

用眼睛去听：McGurk 效应

闭上眼睛，听到一种声音；睁开眼睛看着扬声器，这时听到另一种声音。

如果有任何方式能表明我们的感官结合是为了彻底地改变最终体验，那就是 McGurk 效应 (McGurk Effect)。由 Harry McGurk 发明的经典错觉（最初于 1976 年发表¹），使我们能在看说话人的唇形和不看口形时会听到不同的声音。即便事先知道实验结果也无济于事，只是效果没有这么明显。

实践经验

请看 Arnt Maaso 的 McGurk 效应影片 (http://www.media.uio.no/personer/arntm/McGurk_english.html; QuickTime 有声影片)。图 5-3 为静止画面示意。



图 5-3: Arnt Maaso 的 McGurk 效应影片

闭上眼睛，影片传出的声音像在说“ba ba”。再播放一次影片，看着口形，这次听到的声音是“da da”。看着影片的口形改变，试着想听出“ba ba”。但这次没办法做到。

工作原理

平常不会发生这种错觉。McGurk 把“ba ba”的声音与说“ga ga”的影像合成。如果不看影片，我们会听到真正的声音；但看到说话的人之后，听觉与视觉信息冲突了。口形位置是分辨我们发出声音的关键，特别用于分辨容易混淆的说话声音（又称音位），像是“ba、ga、pa、da”（都是爆破音）。

视觉信息在听人说话时真的很重要。听起来很老套吗？可是我如果不戴眼镜，就会比较听不懂别人在说什么。

— M.W.

在辨认别人发出声音时，我们会一并使用视觉和听觉信息，这两者通常也能互相强化，但在发生冲突时，大脑必需有解决方案。在大脑习惯的世界里，物体看起来跟听起来的感受应该一样。

既然我们看到的视觉信息是“ga ga”，但听到的信息却是“ba ba”，大脑平均两者，于是我们感知到了“da da”——位于两种冲突信息正中间的声音。在其他情况下，视觉信息完全主导，并依照看到的口形改变听到的音节²。

值得注意的一点是我们不会意识到这类混淆。在语言加工前，感觉信息就已合

并，语言加工把音调转换成某种音位[Hack #49]。对听到的声音作判断，已超过自主控制的能力。McGurk效应表明：跨感觉通道的信息整合位于完全前意识的层次。我们无法对整合做出任何决定，听到的声音就是会受到所见的影响；幸好，视觉信息多半都与听觉信息相符合。

附注

1. McGurk, H., & MacDonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices. *Nature*, 264, 746-747.
2. 声音和视觉信息的融合，只在找到合适的折衷音位时才可能发生。关于音位有趣的地方，就是它们被感知为非此即彼，而不是折衷的声音。所以，虽然在“ba”跟“da”中间有实体音的连续集存在，在这个连续集里的声音会被感知为“ba”或“da”，而不是其间的声音。（色彩就是反例，两个色彩间的连续集还是能被感知。）这个现象称为范畴知觉（categorical perception）。

参见

- “Hearing with Your Eyes” (<http://ccms.ntu.edu.tw/~karchung/Phonetics%20II%20page%20seventeen.htm>; QuickTime) 收集许多 McGurk 效应的影片。

#60

注意来自他处的声音

来自同一空间位置的声音比较难分开，但如果用视觉欺骗大脑，使一个声音看起来好像在其他位置，就不一样了。

感官信息在脑中混合，然后根据位置进行分类[Hack #54]，我们依此组织形式来选择该注意的信息（因而包括协调的目标）。比如同时听到两组对话，而对话分别在左右的两侧时，可以自发性地选择要仔细听哪一组对话。但对话者若都站在同一侧，例如广播传来的声音，这时就比较难辨认了。

所以我们才能在吵闹的酒吧中交谈，还能了解彼此在说什么，却没办法分辨广播。在广播中，我们没有其他信息能区分谁在说话，所以每个人的说话声音将会相互混淆。

— T.S. |

等一下……我们怎么决定感觉（例如听觉）的空间位置？以听觉而言，我们使用隐藏在声音中的线索，但如果能看到声音的来源，就算视觉信息不正确，视觉信息也会取得主导地位[Hack #53]。

实践经验

伦敦学院大学的 Jon Driver¹，利用人类会配合语言与口型这一点，玩了一点黑客把戏。他让被试看一段有人在讲话的影片，不过语音并非来自电视，而是从另外的扬声器中传出，同时结合了使人分心、完全无关的说话声。电视屏幕可能摆在扬声器右边，或是有一段距离的地方。然后被试要重复电视影片中的人所说的话。

如果电视摆在扬声器旁边，人们在重复影片中的人说话时就会比摆在稍有距离的地方容易出错。虽然两段语音都从同一个扬声器里传出，移动电视却能改变听众分辨声音的能力。

这是个很适合在家里动手做的实验。让你的笔记本电脑接上便携式扬声器，再准备一台收音机。让笔记本电脑播放一段容易看到说话人口形的影片，新闻影片就很适合。接下来把收音机调到谈话电台，然后把扬声器跟收音机摆在同一个位置。在 Driver 的实验中只有一个扬声器，一种条件是笔记本电脑摆在扬声器旁边，另一种条件是放在稍有距离的地方。你会发现，如果笔记本电脑摆得比较远，将比较容易理解影片所说的内容。动手试试看吧！

工作原理

如果把实验想成两种不同条件，将较容易理解。暂且将电视摆在扬声器旁边的条件称为“困难情境”，而摆得较远的条件称为“容易情境”。

在困难情境中，包括一部放映某人讲话影片的电视，还有两个不同的声音来源，但声音出自同一个位置。若信息来源位置不同，想调开某一类信息、专注于另一类信息会比较容易（也就是别把注意力分散到不同位置[Hack #54]的讨论内容）。其实，有人在讲话的影片并非实验中的重点。

在容易的情境中，在电视上播放讲话的人和其声音时，扬声器里传出的声音就会隐藏至其他地方。调节到电视声音的任务相当简单——每次我看电视的时候，都会滤除其他人讲话的声音。

“等一下！”我想一定会有人大叫等一下。在 Driver 的实验中，容易情境下并未很好地区分声音及其来源，你听到的声音和电视屏幕并不匹配。两种语音都出自相同方向，不是吗？

没错，但也不对。严格说来，两种语音的确来自相同位置，但也请记住人类不太擅长分辨声音的精确位置。因为太不擅长了，于是倾向利用视觉信息找出声音来源[Hack #53]。当我们看着屏幕，说话者的口形的变化又能与其中一种语音相符合时，大脑就会自我说服，认定语音来自屏幕的方向。

实验重点在于影片是否与扬声器的位置相同。当屏幕位置与扬声器不同时，大脑

会误判其中一种语音的位置，所以我们才能调整到锁定其中之一，并滤除另一个。

别在意能对对话进行分辨是因为弄错位置这事。位置是否为错觉，并不重要——在对错觉进行加工前大脑仍能利用这种错觉进行信息区分。我们所有的印象都是建构出来的，所以客体错误的建构，可能与大脑中正确建构同样有效。

附注

1. Driver, J. (1996). Enhancement of selective listening by illusory mislocation of speech sounds due to lip-reading. *Nature*, 381, 66-68.

HACK 自言自语 **#61**

语言不只用于和其他人沟通；语言也可能在帮助大脑整合不同模块的信息时，扮演极重要的协助角色。

语言也许是从外界将信息传至大脑的一种最为有效途径[Hack #49]，但它的角色不只如此。语言也能帮助我们思考。自言自语可不是疯狂的征兆，而是人类的本质。

在此且不谈语言的进化以及语言在将大脑重塑为现代这种生物形式时的作用，¹让我们来看看大脑利用语言来操作认知工作的方式。我们特别会提及到语言以一种有序结构（句法）整合信息的能力——语法（syntax）。

马里兰大学的Peter Carruthers，²曾提出假设，句法可用于同时合并来自不同认知“模块”的信息。他的“模块”是指我们还无法解明的专门化过程，³像是色彩感知或数量估计[Hack #35]。我们不知道为什么物体看起来是红色，也不知道为什么知道桌上有两个杯子，我们就是知道。他的假设如下：没有句法，我们将无法合并这些信息。

这个理论十分大胆，也可能错误，让我们看一下Carruthers提供的证据，以及他的理论细节，然后各位读者再自行判断。如果Carruthers是正确的，其内涵会很深奥，亦能阐明语言与思想相联系的紧密性。至少，我们希望通过一个实验来说服你们。

实践经验

这里所叙述的实验在Elizabeth Spelke实验室中完成。⁴我们也能自己在家实验，不过要准备大型支撑物，还要有晕头转向的心理准备。

像图 5-4 一样的房间，由四面窗帘构成矩形的空间，这里提供两类信息：几何信息（两面短墙和两面长墙）；色彩信息（一面红色的墙）。

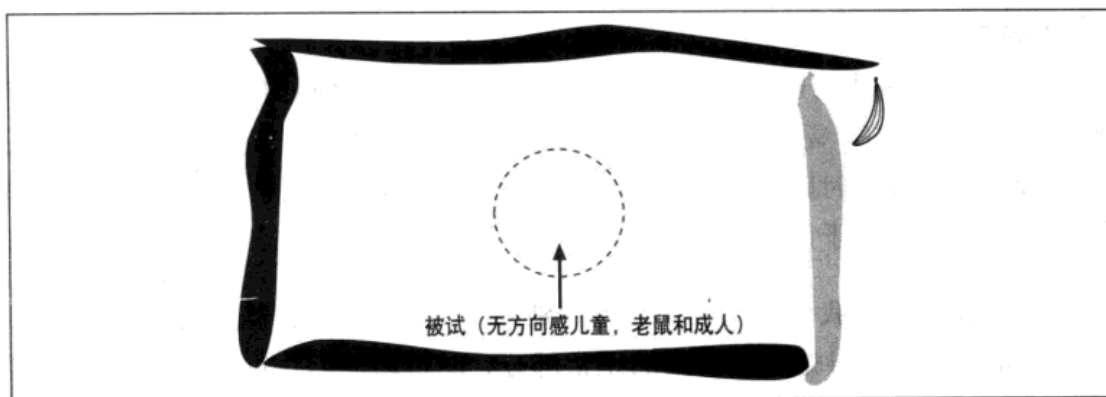


图 5-4: Spelke 实验的设置——有一面红墙的矩形房间

现在想象一下房间的角落。如果只用几何学信息,就会出现两对相同的角落,有两个角落是短墙在左、而长墙在右,另外两个角落则正好相反。如果只采用色彩信息,同样也有两组一样的角落:一组角落紧靠红墙,一组则不靠。

只利用一种信息(几何或色彩),认出角落的正确率只有 50%。但同时使用两种信息,则辨识四个角落的正确率可达到 100%,虽然这两种信息各有模糊不清的地方,但模糊处并不一样。

所以这是探索人类能否合并使用两种信息的实验。⁵ 给被试看些他喜欢的东西,例如某些食物,然后让他看到我们把食物藏在布帘后的某个角落。接着要求被试转圈,直到分不清楚方向,再去把食物找出来。如果被试结合了几何和色彩信息,找出食物并不费吹灰之力——他能毫不犹豫地认出藏有东西的角落。但如果被试没有结合跨模块信息,第一次就正确找出食物的机率只有 50%。

语言所参与的部分在哪里? 语言似乎能帮助人类被试将判断的准确率提高到 50% 以上。老鼠就不行,还不会说话的小孩也不行;已经会说话的小孩和成年人却都没有问题。

被说服了吗? 下面就是解答要点:如果不让被试进行语言思考,他的表现将下降至接近 50%。Linda Hermer-Vazquez、Elizabeth Spelke 和 Alla Katsnelson 的实验内容都是如此。⁶ 他们同样要求被试重复这个实验,不过在实验过程中必须一直重复念出某段报纸中的文章。这个“口语掩蔽任务”完全占据了被试的语言能力,不能让他们进行内部语言思考。

同样的被试,不需念报纸时,即可准确无误地找到藏东西的角落。只要语言能力未受阻碍,他们都能完成同样困难的任务(例如重复敲击一段节奏)。一旦语言信息被其他任务占用,就无法完成相同任务了。语言中想必有些重要因素,能重新引导我们利用房间中的两类信息。

工作原理

Peter Carruthers 认为这个效应的原因，就是语言在整合不同模块的信息上很重要。他认为在信任、需求和计划的任务操作的上尤其需要语言。不使用语言，在进行简单任务操作时跨模块信息也能进行整合（参考其他跨感官的 Hacks [Hacks #57 ~ #59]），但关于计划还需要其他因素，例如重新导向，这项因素需要语言。

这点能解释为什么我们偶尔会在任务特别困难时自言自语，其实是为了自我引导。孩童的自我引导是发展阶段的正常部分，能帮助他们执行困难的⁷。要小孩安静是不公平的事情，而且可能让他们难以完成手头的任务。

如果 Carruthers 是正确的，表明了两点。第一点，如果要求某人参与目标导向的推论，特别是使用来自不同信息的推论，则不应该要求他们执行其他口语任务，不管是听、说都一样。

我突然了解，这个理论可能是另一个我们能边驾驶边听广播，但在路况不熟时就要立刻关掉广播，以便思考行车方向的原因。这个理论也解释了为什么应该在他人驾车试着寻找方向时保持安静。

— T.S. |

第二点，如果你真的希望安排他人执行复杂的多任务，或许在任务只需使用一种类型的信息时，他们会觉得比较容易达成，这样的话语言就不需结合跨模块的信息。

附注

1. 假如对语言在大脑进化中所扮演的角色有兴趣（或是对相反影响有兴趣），可以先看 Terrence Deacon 的名著 *The Symbolic Species: The Co-Evolution of Language and the Brain*. New York: W. W. Norton & Company (1998)。
2. 这项理论的论文由 Peter Carruthers 发表于 *Behavioural and Brain Sciences*。本篇论文及评论可参考：<http://www.philosophy.umd.edu/people/faculty/pcarruthers/Cognitive-language.htm> (404) 及 <http://www.philosophy.umd.edu/people/faculty/pcarruthers/BBS-reply.htm>。
3. 说到“模块”，Peter Carruthers 的意思不只是我们所讲的部分，但我们讲到的是基本概念。请参考 Jerry Fodor 的 *Modularity of Mind* (Cambridge, MA: MIT Press, 1983)，这是“模块”概念的原始出处。关于模块的重要性亦为进化心理学家所强调，例如 Steven Pinker。
4. Peter Carruthers 的理论依据，多半都在 Elizabeth Spelke 实验室完成 (<http://www.wjh.harvard.edu/~lds>)。

5. 严格说来，我们不需同时结合两种信息才能成功进行这项测试，可以先使用几何信息，再使用色彩信息，但有证据表明被试（老鼠、小孩和成人）不会这么做。
6. Hermer-Vazquez, L., Spelke, E. S., & Katsnelson, A. S. (1999). Sources of flexibility in human cognition: Dual-task studies of space and language. *Cognitive Psychology*, 39(1), 3-36.
7. Berk, L. E. (November 1994). Why children talk to themselves. *Scientific American*, 78-83 (<http://www.abacon.com/berk/ica/research.html>).



第六章

运动

Hacks 62~69

讲到大脑就是讲到具体化，了解大脑如何把我们生存的世界，以及承载大脑的身体视为理所当然。

例如假设外界维持着某种程度的稳定，假设身体能够在周遭环境中移动，如果环境改变了[Hack #62]，我们也会因此而困惑。

就像“环境应该处于稳定”的假设，大脑也认为身体应该是稳定的。大脑何必在可以直接询问身体的状况下，忙着记得身体的外型呢？但身体的外型若未维持稳定，大脑就会混乱。我们先从交握双手[Hack #63]、弄混手指开始讲述，本章结束时你会说服大脑，现在接收到的触觉，是来自附近的桌子哦！[Hack #64]。

还有我们与外界的互动。大脑对我们需要控制的物体不断进行评价和预测，就连眼睛被蒙骗时，也能进行正确判断[Hack #66]。人类是活动的生物，大脑能感知物体的用处，也就是物体的可用性（affordances）[Hack #67]，只要看到物体，我们就做好利用它的准备。

本章最后则讨论操作的工具——“双手”。为什么会有右利手或左利手[Hack #68]？还有，一切关于“左脑和右脑”[Hack #69]的讨论又是什么意思？

HACK 坏掉的电扶梯现象——自动导航

#62

我们对外界的体验和对身体的控制，感觉起来似乎是即时的——错了。

感觉反馈的过长延迟与下达肌肉指令间的过长延迟，表示我们“现在”看到的景物，其实发生在以前，而我们正在做的事，其实是为下一步事所做的计划。为了避免神经传导延迟所造成的问题，大脑与外界互动时显得既活跃且积极，不停地为下一刻可能发生的事情做准备，不停地计划适当反应所需的运动。

这招多半都运作得不错，但有时候大脑可能预测的不够准确，于是在“大脑认为即将发生的事情”和“实际遭遇的事情”不相符时，可能导致某些奇怪的感觉。

实践经验

这类奇怪感知可能在踏上坏掉的电扶梯时发生。你也知道电扶梯坏了，但大脑的自动导航才不顾这些，它不适当地调整我们的姿势及步伐，好像电扶梯正在移动。这就是坏掉的电扶梯现象（broken escalator phenomenon）。¹正常情况下，在电扶梯运行时姿势调整的感觉就会消失；但在电扶梯坏掉时，导致某种大脑并未预期到自我诱发感觉。大脑通常会消除自身运动的感觉[Hack #65]，所以在电扶梯不能运行时，就会有奇怪的感觉。

亲身体验的最佳场所是老旧的车站或百货公司（比较容易找到不能动的电扶梯），或是为了省电而关掉部分电扶梯的地下街。也就是你想要的是不能动、但可以徒步走上去的电扶梯就行了。机场的自动步道也可以，总之只要不能动，但仍可行走于履带上就可以了。现在，试着别想太多，只管走到电扶梯上，你应该会在刚踏上电扶梯时有种奇怪的不稳定感。很多人都说自己好像被“吸”到电扶梯上，甚至有一瞬间会失去平衡。但只要继续走动，这个效应很快就会消失了。

工作原理

除非生活在荒郊野外，我想大多数人都走过几次电扶梯或自动步道。因为曾有走过的经验，大脑已经学会适应电扶梯运动造成的失衡感。只需要一点点有意识的努力，即可自动地保护我们不会跌倒。所以踏上电扶梯或自动步道时，我们很少注意到过渡时期，多半都能流畅地前进。当电扶梯坏掉时，大脑还是会调整我们的平衡和姿势，而且似乎没办法阻止大脑。

直到前一阵子，这个现象的证据还只是个趣闻。但现在终于在实验室里、用电脑控制的自动步道进行实验研究了。^{1,2}在十四名被试的躯干和腿部贴上特殊装置，以记录他们的姿势和肌肉活动。每位被试要从固定平台走到自动步道上，共二十次。接下来实验人员停止步道，并告知被试，步道现在停止移动；而后再请被试从平台走到静止步道上，共十次。

被试第一次踏上自动步道时，会失去平衡，并立即抓住扶手。不过经过几次尝试后，被试学会预期自动步道上的不平衡效应，被试通过加速步伐及身体前倾来学会调整这种不平衡效应。

然后发生的事情十分关键：当步道被停止时，被试仍会加快步伐，也继续维持躯干前倾的姿势。虽然看到步道已不再移动，甚至有人告诉他们步道不再移动，被试却依然进行了不正确的姿势调整。然而，这个现象只会出现一次。我们的大脑显然理解了这项错误，下一次再走上步道时，便不再进行姿势的调整。实验结果

与坏掉电扶梯的趣闻证据一致，多数被试在他们第一次踏上静止的步道时，都不自主地，为自己体验过的感觉而感到惊讶。

亲身体会

实验室与日常生活中现象还是有显著的不同。我们的大脑已经在年复一年的体验中，学会应付电扶梯的方式，但是实验中只能用几分钟适应实验用的步道。不过，在日常生活现象与实验中，都表现出意识经验与大脑控制运动的相分离的现象。被试知道自动步道已经静止，但因为它之前是移动的，大脑还是进行了早期调整，以免失去平衡。这种分离通常因为运动控制走快捷方式而发生。人类的意识知觉常能被幻觉所欺骗，但大脑的行动系统却不会被愚弄，依然采取正确的行动。举例来说，关于物体尺寸的错觉，就能让我们误判物体大小，但在伸出手抓取物体时，却能配合物体的实际大小。当意识感知被尺寸错觉愚弄时，行动系统会自行校正（参考骗过半个大脑[Hack #66]以亲身体会）。

这些事例破坏了和谐的自我感觉：大脑的意识 and 行动控制区域，似乎能同时对外界有两种反应。因为身在信息无限、可能性无限的快节奏世界中，无论是抵达意识层次的感觉信息，或是意识控制的运动信息，大脑都必须安排其优先等级。想象每走一步路都要先思考怎么抬腿、怎么迈步，那将是多么呆滞的景象！没错，自动导航多半能改善表现，例如在开车回家的轻车熟路上有多么轻松，或是不看键盘就能打字的好处。只有在电扶梯坏掉的情况下，大脑才应该把控制权还给“你”。

附注

1. Reynolds, R. F., & Bronstein, A. M. (2003). The broken escalator phenomenon: aftereffect of walking onto a moving platform. *Experimental Brain Research*, 151, 301-308.
2. Reynolds, R. F., & Bronstein, A. M. (2004). The moving platform aftereffect: Limited generalization of a locomotor adaptation. *Journal of Neurophysiology*, 91, 92-100.

— Christian Jarrett

HACK #63 控制自己

当我们行动的时候，如何更新皮肤触觉？

当蚊虫接触到我们的皮肤，该区皮肤的受体随即发出信号，上传至大脑；该受体可以指出哪一部分皮肤受到接触。但是，我们到底怎么知道是身体的哪个部位，以便能拍死蚊虫呢？在我们四处移动时，必须重新描绘方位，并考虑姿势的变化，才能了解落在皮肤上的触感；在坐下或站立时抓住膝盖，所需的行动就大不

相同。看起来是微不足道的小问题，不过却比它的外表复杂许多。我们必须整合现行姿势中来自关节和肌肉信息（本体信息），比如触觉和视觉，以估算蚊虫落在视野中的位置，还需确认蚊虫接触皮肤的感觉是来自同一个地方。

实践经验

闭上眼睛，伸出两手感觉桌上的某个物体。然后交叉双手，再度感觉同一个物体。虽然两手的接触点交换了，但并不会觉得物体也 180 度大翻转。接下来要介绍的两个错觉中，就不能重新进行身体定位。

首先，交叉食指与中指，交叉处沿着鼻梁向下滑至鼻尖（请尽量放慢速度）；有人可能会感觉到两个鼻子。因为大脑无法把手指交叉的事实纳入考量。即使有意识地实验，也克服不了这个错觉。它有时被称为亚里斯多德错觉（Aristotle's Illusion），显然这位希腊哲人也是最早记录这个现象的人。

再来试试交握双手错觉（双手），实验需要找一位朋友帮忙。双手先在胸前左右交叉，掌心向内手掌转动为大拇指朝下后，十指交握。接着手臂由外朝内翻转，使大拇指朝外，如图 6-1 所示。现在，假设朋友点了某只中指，然后让我们试着移动这只指头，却很可能动到另一手的中指。我们无法估量这个非日常生活中的姿势，在正常情况下大脑看到的中指，与正常十指交握时的中指左右边相同。如果改为口头指示要移动的指头，就能克服这个错觉；因为这么做有助于重新定位身体地图，并评估现在的姿势。

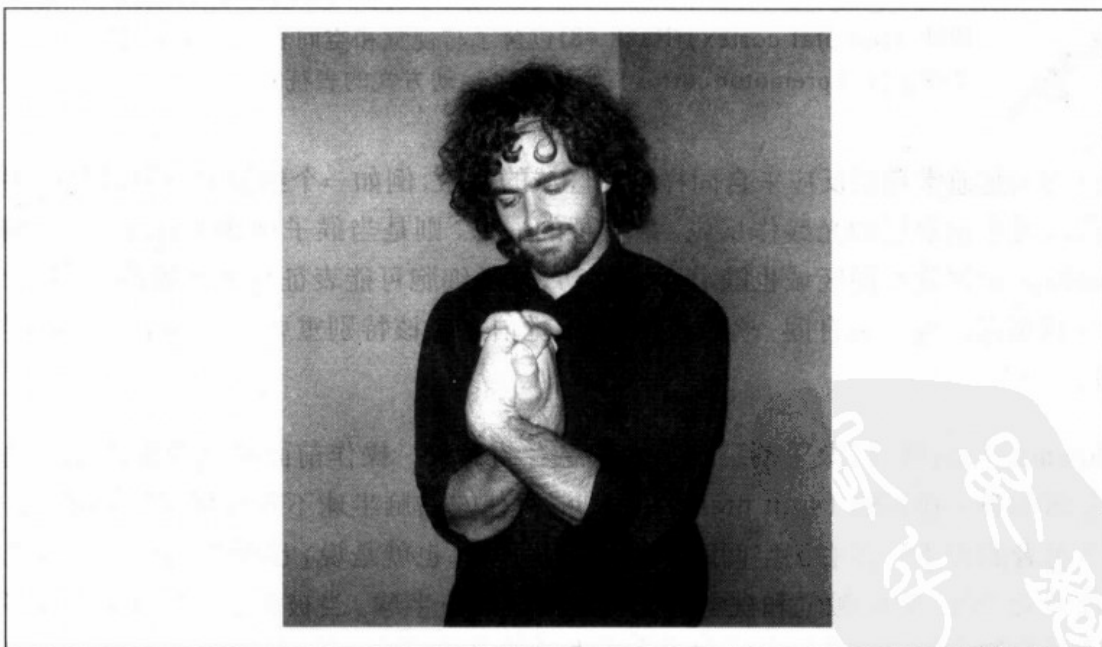


图 6-1：Tom 正在进行交握双手错觉的实验

工作原理

Charles Spence 与同事们¹认为，人们在交握双手时能更新视觉和触觉结合的方式。他们要求被试集中注意力并判断手上感觉到的振动，同时忽略出现的光线。当感觉到右手的振动时，右侧的光线较靠近右手，比左侧光线容易干扰判断（被试完成任务的速度变慢）。也就是说，我们倾向结合来自同一侧的视觉和触觉信息。如果请被试交叉双手呢？视觉和触觉的互动亦随之改变：被试左侧的光线变得比较靠近右手，因而比右侧光线更能干扰判断。所以，改变双手的位置，便会整合不同的视觉和触觉信号组合。

不过，就算手指头没有缠在一起，重新定位也有可能出错。在两项最新实验中^{2,3}，显示出我们非常不擅长处理快速而连续的信息。如果双手处在平常的位置，没有交叉，判断哪一手先被碰到还蛮容易的。但只要双手交叉，这项任务就变难了。困难在于处理快速而连续传入的刺激，也提示了重新定位可能是一个需要时间的过程。北泽茂⁴就曾推论，人类不是先意识到某部位皮肤的感觉，再找出这项感觉处在空间中位置的；相反地，直到知道感觉的来源为止，我们对触觉的感知才被延迟。

究竟大脑的哪个区域负责重新定位和更新连接呢？关于猴子脑部的研究提供了一些线索。同时对视觉和触觉产生反应的细胞，处在顶叶和前运动皮质区——位置较高，居于躯体感觉皮质区（somatosensory）[Hack #12]和视觉区域的上部区域，主要负责处理触觉和视觉。



顶叶（parietal cortex）[Hack #8]包含了与视觉和空间表征的有关区域。前运动皮质区（premotor cortex）则涉及到运动方式的表征和选择。

这些细胞通常负责反应来自同样空间区域的刺激，例如一个细胞只对被碰到的手指以及手指附近的光线作反应。最有趣的一点，则是当猴子移动手臂时，刺激细胞反应的视觉空间区域也随着手臂移动。这类细胞可能表征身体周围的空间。对我们而言，融合来自同一空间的不同感觉信息应该特别重要，这些信息近在咫尺。

Spence 与同事⁵以做了割裂脑手术的患者为对象，操作前面描述的振动和光线分离任务（割裂脑（split brain）手术），可使左右脑半球不再连接 [Hack #69]。当患者的右手放在右侧空间时，表现一切正常；也就是说，出现在右侧的光线造成最大干扰，此时触觉和视觉都先抵达被试的左半球。当被试交叉双手，右手移动至左侧空间时，我们预期右手会受左侧的光线干扰。然而，（虽然右手改为摆在左侧）右侧的光线还是会对右手触觉造成较大影响。此时，左侧光线先抵达右半球，右手触觉则抵达左半球，由于被试的左右半球缺乏连接，信息因而无法更新。实验证明了，脑皮质区域间的长程连接，对重新定位极为重要。

姿势更新和重新定位“视觉-触觉”连接的事实，显然发生在意识感知前，也能解释我们为什么把这些动作视为理所当然。有些人似乎比较容易处理这些事。是经验影响了能力吗？经年累月面对打击乐器的鼓手，会不会比较容易在交叉双手时重新进行定位？

附注

1. Maravita, A., Spence, C., & Driver, J. (2003). Multisensory integration and the body schema: Close to hand and within reach. *Current Biology*, 13, R531-R539.
2. Yamamoto, S., & Kitazawa, S. (2001). Reversal of subjective temporal order due to arm crossing. *Nature Neuroscience* 4, 759-765.
3. Shore, D. I., Spry, E., & Spence, C. (2002). Confusing the mind by crossing the hands. *Cognitive Brain Research*, 14, 153-163.
4. Kitazawa, S. (2002). Where conscious sensation takes place. *Consciousness and Cognition*, 11, 475-477.
5. Spence, C. J., Kingstone, A., Shore, D. I., & Gazzaniga, M. S. (2001). Representation of visuotactile space in the split brain. *Psychological Science*, 12, 90-93.

— Ellen Poliakoff

HACK #64

塑造身体图式

经过几分钟精心设计、但可能是误导的视觉反馈后，将可改变对自己身体的印象。

大脑一直都在更新身体位置的信息。它并非完全依赖一种形式的感觉反馈，我们的身体同时使用视觉和触觉反馈纳入考虑，让大脑了解躯体四肢此时在任意时刻最可能的位置。本体感觉（proprioception）——由关节和皮肤上的触觉感受器产生，反馈肌肉伸展和关节位置的信息——这是另一项对身体位置特别重要的感觉。

大脑结合所有信息，以提供统一的身体位置和外形印象，也就是身体图式（body schema）。然而，在身体活动过程中冲突的感觉反馈，让我们扰乱了自己的身体图式，并破坏了统一的身体印象。

实践经验

找一面够大的镜子，身体与镜子呈直角，镜面朝向自己的左边，双手放在镜子两侧（可能要请朋友帮忙扶着镜子）。图 6-2 是应该摆出的姿势。看着镜中，同时看到左手和它在镜中的影子，乍看之下很像是隐藏在镜子后的右手。保持手腕稳

定，同时移动两手约三十秒。三十秒后，保持左手移动，但右手停止。应该有一瞬间，你会觉得“奇怪”，有种跟右手脱离的的感觉。看起来右手好像在移动，但感觉起来却是右手停止了移动。



图 6-2: 利用镜子和窗帘吊杆, Matt 试着扰乱自己的身体图式 (大家请别在意 Matt 需要剪头发的事)



要保持手腕稳定，又能移动双手，可以考虑在镜子下面放根窗帘吊杆（如果刚好有的话），双手则放在吊环上，我在图 6-2 就是这样做的。然后移动双手三十秒，直到大脑开始把右手与镜中照到的左手搞混——然后放开右手的吊环。我可以感觉到吊环不在手中，但镜中的影像却像是右手还是握着吊环。这种不连接的感觉，让我觉得好像整只右手如裹针毡。

另一种实验方法则能让身体图式与桌子结合，好像桌子是身体的一部分。¹坐在桌前，请一位朋友陪在旁边。你的一手放在膝盖上，让手掌隐藏在桌面下、视线看不到的地方。然后请朋友拍打、碰触、搓揉那只隐藏的手——同时，他的另一只手也在桌面上做出同样动作。实验大概需要几分钟，如果能专心看着朋友在桌面上的动作，效果会更好；另外，不知道朋友将如何碰触桌面下的手也很重要。模式愈不规律，手和桌面的协调效果也愈好，错觉也愈可能出现。大概有半数被试觉得被拍打的感觉提升到桌面的高度，也就是视线看得到如何碰触的高度。如果够幸运的话，同时的触觉和视觉输入，能让你有桌子与身体影像（body image，身体图式的另一种说法）结合的感觉。

工作原理

这些让触觉和视觉反馈相冲突的技巧，使维持躯体和空间位置的一致印象变得困

难。这些技巧跟交握双手错觉[Hack #63]类似——交叉扭转双手，而产生视觉反馈与身体图式相反的状况。交握双手错觉导致运动错误，本单元的技巧则导致感官暂时与运动失联。

有些关于身体图式的最佳信息，其实来自截肢者。超过九成截肢者都有“幻肢”现象：他们仍然会感觉到已失去的身体部位（有时觉得疼痛）。这个现象可能因为大脑把部分身体姿势和感觉表征为内部模型，而这个模型不会完全依赖于感觉反馈。更进一步的证据则来自一种罕见的“失调”——“自身部位觉缺失”（autotopagnosia）：患者的四肢完好无缺，但大脑的损伤（特别是左顶叶[Hack #8]的伤害）造成身体空间信息的严重缺损，结果患者甚至无法指出自己的身体部位。

这些失调现象揭示，大脑中呈现身体图式的系统可以独立操作（或单独受损），而不与身体提供的感觉反馈相连。感觉反馈当然重要，看起来它也持续地更新和纠正身体图式，使之与现实相符。只是在某些情况下，例如前面的实验，某种感觉反馈形式能脱离与其他感觉的同步，导致身体图式的轻微混乱。

Ramachandran 和 Rogers-Ramachandran 应用感觉回馈和身体图式的关系，研制了一个帮助幻肢疼痛患者的新疗法。²他们利用镜子，让经历幻肢疼痛的患者能模拟截肢部位的视觉体验。与先前实验中的方式一样，幻肢影像只是现存肢体在镜中的反射而已，但模拟影像的反馈已提供了足够信息，所以患者觉得好像能再度控制、移动自己的幻肢。在某些案例中，患者能够“移动”让他们觉得疼痛的肢体。

Donna Lloyd 与同事们³所做的 fMRI [Hack #4]研究，或许能解释身体姿势的视觉反馈为何有如此戏剧化的影响。他们先扫描接受右手触觉刺激时的脑部，包括闭着眼睛及睁开眼睛看着右手的情况。当被试能看到受刺激部位时，脑中活跃的区域也有戏剧性的变化：不只是顶叶（已知与呈现身体图式相关），运动前皮质（premotor area，计划并执行运动的区域）也随之活跃。这个研究或许也解释了本章的小实验为何能扰乱身体图式，并使精确运动显得困难或不平常。看到自己身体的视觉信息，似乎能启动大脑中某个计划运动的区域。

附注

1. Ramachandran, V. S., & Blakeslee, S. (1998). *Phantoms in the Brain: Human Nature and the Architecture of the Mind*. London: Fourth Estate.
2. Ramachandran, V. S., & Rogers-Ramachandran, D. (1996). Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological sciences*, 263(1369), 377-386.

3. Lloyd, D. M., Shore, D. I., Spence, C., & Calvert, G. A. (2002). Multisensory representation of limb position in human premotor cortex. *Nature Neuroscience*, 6(1), 17-18.

参见

- 工具能扩展身体图式的范围，改变大脑储存的身体图式：Maravita, A., & Iriki, A. (2004). Tools for the body (schema). *Trends in Cognitive Sciences*, 8(2), 79-86.

— Vaughan Bell

挠不到自己的痒处？

#65

关于挠痒的实验，提供了大脑如何标记自我产生知觉或外界产生知觉的线索。

多数人都有被别人碰到会痒的地方。就连黑猩猩也会在挠它们腋下时，发出很像笑声的声音；老鼠也会因为挠痒而发出高兴的叫声。痒是个很有趣的现象，一种我们几乎立刻投降的反射作用。法国哲学家培根（Francis Bacon），曾于 1677 说道“即使悲伤的人……也无法忍耐（挠痒的）笑意。”挠痒可以产生愉悦与痛苦：被挠痒的人可能同时笑得歇斯底里，同时又痛苦地蜷曲着。在罗马时代，一直挠人脚底的确曾是种刑罚。然而，达尔文（Charles Darwin）提出了理论，认为挠痒是社交和性欲关系中的重要部分。他也提出，既然挠痒能有效地使我们大笑，挠我们痒的人一定是很亲密的人，不过出乎意料的挠痒应该也是原因之一。

亚当菲立普（Adam Phillips）则说挠痒“无法在缺少其他人的状况下重现。”所以，挠痒需要“被挠的人”跟“挠痒的人”。再来列出一些可以私下在家做的实验，不过需要找朋友或家人帮忙。

预测挠痒

观察为什么自己挠痒跟被别人挠痒的效果不一样。

实践经验

挠挠自己的手心，注意感觉；可能会有点痒。现在，请朋友挠你的手心，注意到这次觉得痒多了。

工作原理

体验感觉或发出行动时，我们怎么知道感觉或行动的来源究竟是自己或他人？毕竟，皮肤上的感受器会告知触觉来源（来自我们自身还是外界的某物）；手臂不会告知是谁在刺激它。大脑使用被称为前向模型（forward model）的预测系统

来解决这个问题。脑中的运动系统会预测动作的结果，并使用预测结果，将感觉判定为由自己产生的还是外界产生的。

我们每次运动时，大脑都会以平行方式产生实际运动指令的神经输出复本（efference copy）。神经输出复本很像运动指令的影印版，用于预测动作的结果，例如手指挠手心痒。神经输出复本的预测感知效应，和运动指令的实际感知效应会经过比较（图 6-3）。如果两者不符合，人们就将感觉定位于由外界造成。

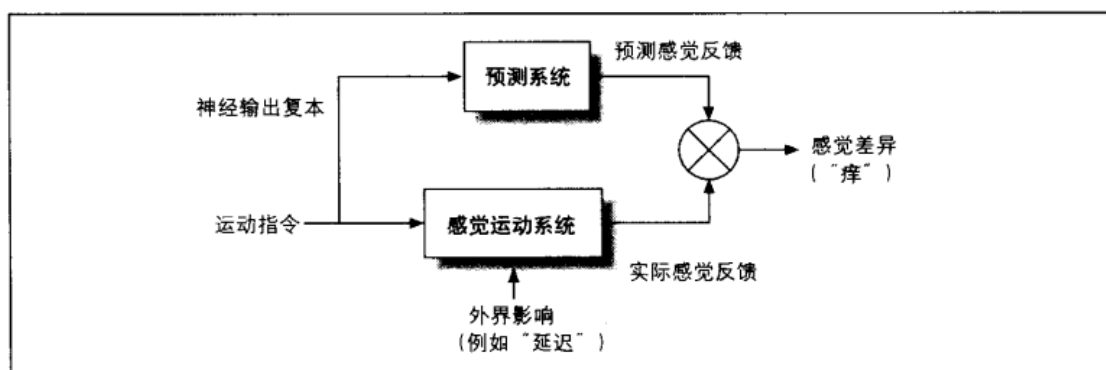


图 6-3：前向模型：一种内部预测机制，使用关于运动的信息用来分辨自我产生或外界造成的感知

因为能准确预测自己挠痒的结果，降低了感受到的动作效应（痒），但在别人搔你痒时则不会发生。所以当其他人碰到我们的手臂时，感觉通常比自己碰自己强烈得多。

伦敦学院大学的脑成像研究使用挠痒机（图 6-4），¹认为自我和他人的区分乃源自大脑的硬件线路。挠痒机在受试者左手掌心制造触觉。在一个条件下，被试自己用右手产生触觉刺激，另一个条件则是由实验人员制造刺激。在实验进行中，被试的大脑也接受扫描，以分析自我产生和外界造成刺激时的大脑基础数据。结果显示，被别人挠痒时的躯体感觉皮质区（somatosensory cortex）和前扣带皮质区（anterior cingulate cortex）的活动较强（这两区分别是处理触觉和愉悦的部分）。小脑（cerebellum，关于运动的区域）对自我刺激和外界刺激的反应也不一样，可能也负责预测自我刺激的知觉结果，但不负责外界刺激。（请参考认识中枢神经系统[Hack #7]。）

还有一个研究，使用两个摇控装置，试图欺骗大脑把自我刺激当成外界刺激。²被试的右手握着摇控装置一号，连接至摇控装置二号；二号装置则附有刺激左手掌心的塑料。被试右手的运动，便能透过摇控装置刺激左手。摇控装置用于引起控制右手的触觉和刺激左手的运动之间的延迟，然后被试要比较“有多痒”（图 6-5）。

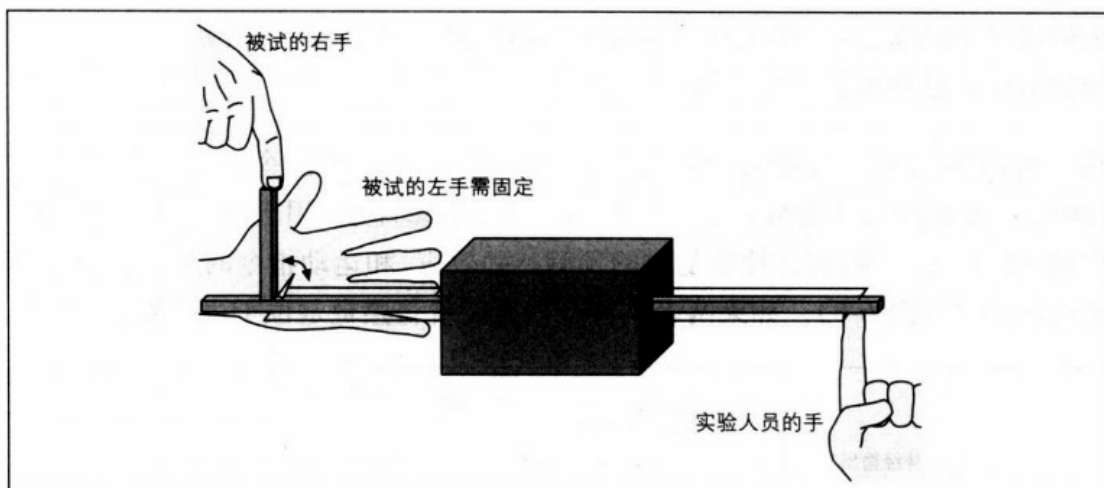


图 6-4：挠痒机：在被试的左手掌心制造触感

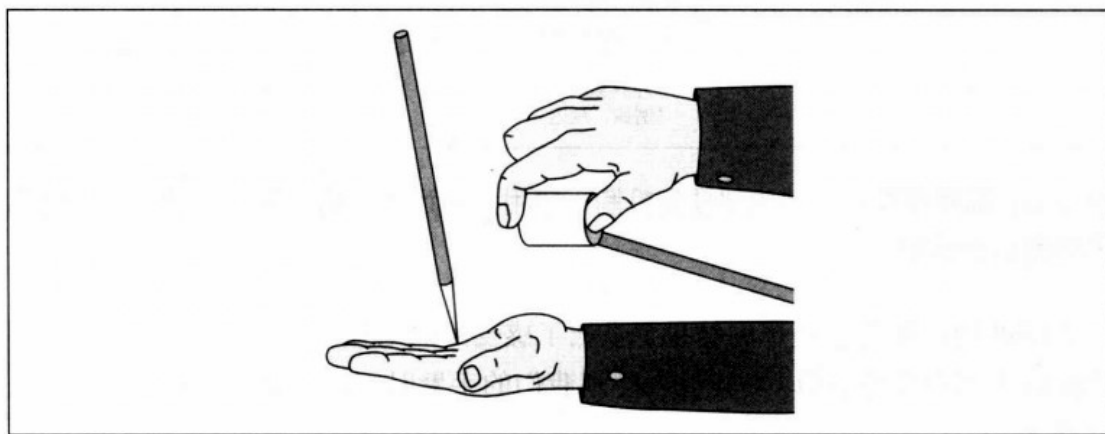


图 6-5：挠痒摇控装置：被试发现，时间延迟较长时，会比较痒

若没有延迟，实验状况即与自我产生的刺激相同；因为触觉刺激与右手运动同时传来，能让被试判断出来源。动作（因）与感觉（果）中的延迟时间愈长（最长到 300 ms），被试也觉得愈痒。这个结果提示，没有延迟时，大脑能正确地预测触觉刺激，所以感觉会减弱。加入时间延迟后，则增加了预测和实际感觉不相符的可能性，结果，觉得痒的程度提高了；我们成功地骗过大脑，把这个感觉标识为外部刺激。原因是使行动无法预测，大脑便会把自我刺激视为外界刺激。

力量预测

观察预测刺激和补偿的方式。试着估计力量，并观察估计是否正确。

实践经验

用右手食指轻轻按压朋友的手，然后请朋友也以右手食指、相同力量按压在你手上的同一点。继续互相按压，每次的力量都跟第一次相同——然后你有可能注意到在几次以后，按压的力量开始变强了。

工作原理

力量变强的预测过程,也许正是打架逐渐升级的根本原因。看过小孩推来推去的游戏(或大人的咆哮争吵)愈变愈激烈吧!每个小孩都说对方推得力大。在最近的研究中,³实验人员利用马达,提供短暂压力至被试的左手食指尖。被试则需以右手食指尖、与马达相同的力量,透过压力变换器回推左手食指。

研究结果显示,被试每次压下去的力量都比马达原本的力量强。研究者认为,当我们试着挠自己痒的时候,大脑能预测自己产生的感觉,然后降低感受度。我们只能预测自身行动的结果,但无法预测他人的行动,所以外界产生的力量感觉起来比较强。明明想用相同的力道回敬对手,却很有可能高估对方打来的力量,结果以比较强的力量打回去。

为什么人类会进化到无法感受自己挠痒的能力?压力产生的实验显示,来源于外部的感觉会被增强。同样地,挠痒也许跟提高对外来刺激(威胁)的反应有关。人类的触觉系统不断被外界的感官刺激轰炸,过滤无趣的自我刺激(来自我们的行动)因而变得尤为重要,目的在于挑选并注意具有更多进化意义的触觉信息,例如有人碰到自己。当蜜蜂碰到我们的肩膀、或蜘蛛爬过我们的腿,大脑均忽略自体行动,确保我们注意到外界的潜在危险。所以预测系统能保护我们。至于挠痒,可能只是个意外吧。

附注

1. Blakemore, S-J, Wolpert, D. M., & Frith, C. D. (1998). Central cancellation of self-produced tickle sensation. *Nature Neuroscience*, 1(7), 635-640.
2. Blakemore, S-J, Frith, C. D., & Wolpert, D. W. (1999). Spatiotemporal prediction modulates the perception of self-produced stimuli. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(5), 551-559.
3. Shergill, S., Bays, P. M., Frith, C. D., & Wolpert, D. M. (2003). Two eyes for an eye: The neuroscience of force escalation. *Science*, 301(5630), 187.

参见

- Weiskrantz, L., Elliot, J., & Darlington, C. (1971). Preliminary observations of tickling oneself. *Nature*, 230(5296), 598-599.
- Wolpert, D. M., Miall, C. M., & Kawato, M. (1998). Internal models in the cerebellum. *Trends in Cognitive Sciences*, 2(9), 338-347.

—Suparna Choudhury 和 Sarah-Jayne Blakemore

HACK
#66

骗过半个大脑

说到大脑的视觉加工，一切都是为分配任务。我们有一条感知外界的路径，用于辨别物体；还有一条与外界相互作用的路径，用于与外界互动。

视觉世界的最基本方面，全都在大脑后部进行加工（大致以处在枕叶的视觉皮质为主）。然后，同样的视觉信息开始被两种功能不同的通道所使用。一条通道从脑背流向接近耳朵的下颞叶皮质（inferior temporal cortex），储存关于事物的记忆；这条腹侧路径（ventral pathway）负责辨认事物，及有意识地感知事物。另一条通道流向脑部的前上方，抵达额头附近的后顶叶皮质（posterior parietal cortex，储存对外界的心理模型）；这条背侧通路（dorsal pathway），负责我们与物体的互动。（以上解释来自视觉加工[Hack #13]的双通道理论，但也有其他派别不同意这个理论。）

这个观点是由 David Milner 和 Melvyn Goodale 于 1990 年代发展出来，通过观察只损伤一条神经通道的患者，得到部分启发。颞叶受损的患者通常不太会辨识物体，例如认不出牙刷，但又能毫无困难地使用牙刷。顶叶受损的患者则与颞叶受损相反，他们认得出物体，但是无法正确地接触或拿起物体。

从此之后，心理学家进一步利用视觉上的幻象，从没有神经损伤的被试身上，发现功能分离的行为证据。

实践经验

在 20 世纪 90 年代中期，Salvatore Aglioti¹ 和同事的研究指出，当我们在体验艾宾浩斯错觉（Ebbinghaus illusion，图 6-6）时，会觉得被小圆圈包围的圆盘，比被大圆圈包围的同样尺寸圆盘看起来要大；不过在伸手拿起这两个圆盘时，又能使用正确、一样的手指间距将之拿起。大脑的意识感知系统（走腹侧路径）显然被错觉欺骗了，但大脑的手眼系统（visuomotor system，走背侧路径）则可进行正确判断。

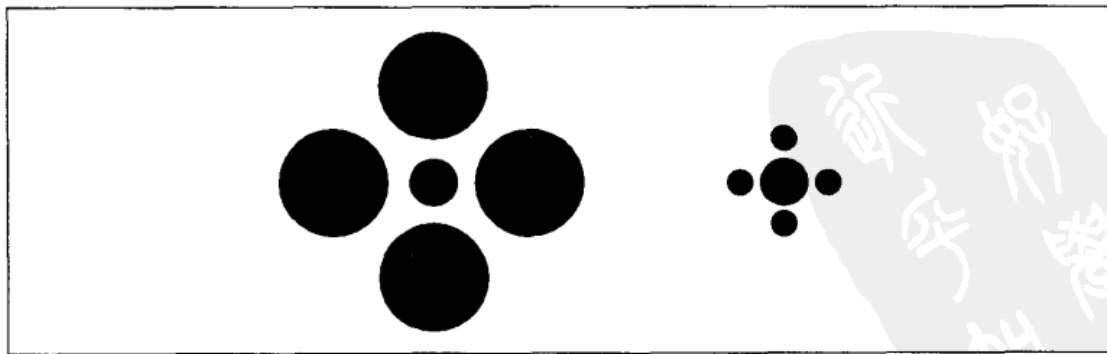


图 6-6：艾宾浩斯错觉。中央的圆盘都一样大，不过感知系统看到的圆盘却好像尺寸不一样；然而，手眼系统则不会被欺骗

有很多知觉系统遭到欺骗，但手眼系统依旧正常的例子。我们提供一个能在家做的实验。请找一位朋友协助，并准备一卷软尺，还需要找一块沙地或能用粉笔在上面画画的柏油路。在你准备实验时，请朋友转过身去。

第一步

在地上画条约两至三公尺长的线，在线的一端画个圆圈，直径约七十公分，如图 6-7A 所示。请朋友站在线的另一端（没有圆圈的一头），请他估计线的长度，长度单位随各人喜好。然后蒙上朋友的双眼，把他转九十度，请他“走”到刚才估计的长度的地方，我们再用软尺测量他走过的线段的长度。

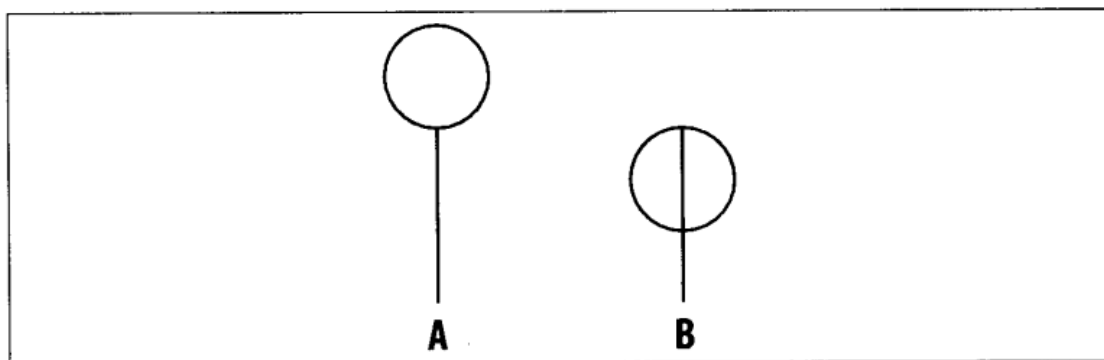


图 6-7：自己画的视错觉

第二步

再次请朋友背转身子，擦掉第一条线，画另一条长度一样的线。（如果你觉得朋友可能会发现实验目的，也可更改长度；只不过两次线段的长度相同，将较容易比较。）这次把圆圈画得与线交叉，如图 6-7B。接下来程序与第一部分相同：请朋友站在线的一端（没有圆圈的一头），并让他估计线段长度；然后蒙住朋友的眼睛，请他走到心中认为的线段处。

第三步

现在应该会发现朋友第二次说的估计长度比第一次短，虽然两条线一样长。这是错觉。（如果采用的线段长度不同，差距应该是相对的。）不过，他自己走过的线段的长度却几乎一样（亦即未被错觉欺骗）；至少，你也会发现他估计的长度远比走出来的长度短。也就是说，意识判断比较会被这个错觉愚弄（属于有名的缪勒-莱耶错觉（Muller-Lyer illusion）的一部分），意识比由背侧流控制的行动更容易被愚弄。

工作原理

这一工作原理会因为我们找的对象不同而异。“双通道视觉加工”理论的拥护者认为，行动不会被错觉所干扰正是背侧流（行动）和腹侧流（感知）分离的证

据。他们认为腹侧流容易受影响，因为它处理的是物体与周边环境的相对关系，评估目前的环境，为辨认出物体做准备。背侧流则对这类错觉有保护罩，因为它是从“与自身协调”的角度加工物体，所以我们才能准确地与物体互动。

对双通道理论持异议的人，则有不同观点。他们认为错觉都与任务有关，反而与脑中存在着分离的加工通道没什么关联。以艾宾浩斯错觉（图 6-6）为例，实验任务通常是要求比较中央圆盘的大小。不过，在伸手拿起圆盘时，专注的任务是“拿起圆盘”。感知任务比较容易考虑到背景及邻近物体，然而行动任务多半只专注于一种物体，而且必须使用自我中心坐标，来进行更为准确地互动。改变任务情境，使得专注点发生变化；手眼系统也可能容易被错觉所影响，感知系统则被某些错觉所欺骗。

哪个论点是正确的？两个论点都有证据支持，这项争论大概还会持续一段时间。^{2,3} 不过有一点很清楚，这个现象能证明“自我统一”的错觉使得感觉信息加工的冲突被我们所忽视。

这个世界真的如我们双眼所见吗？谁会在意啊？只管在神经元努力工作时坐下来欣赏外界吧！管它是否精确呢！

附注

1. Aglioti, S. et al. (1995). Size contrast illusions deceive the eye but not the hand. *Current Biology*, 5, 679-685.
2. Franz, V. H. (2001). Action does not resist visual illusions. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 457-459.
3. Milner, D., & Dyde, R. (2003). Why do some perceptual illusions affect visually guided action, when others don't? *Trends in Cognitive Science*, 7, 10-11.

— Christian Jarrett

#67

用我！用我！

看到物体的时候，我们自动触发使用该物体的运动方式。

我们如何根据周遭的物体来行动呢？或许感知到了咖啡杯的形状与颜色，看到里面有咖啡，然后决定最适合它的行动是：握住把手，拿起咖啡杯，并靠近嘴巴。然而，似乎有些更直接、更自动化的因素。在 1960 年代，James Gibson 发展出物体可用性（object affordances）的概念。物体显然与特殊行动有关（或能用于特殊行动），而只要看到物体，就足以触动我们脑中的相应行动。这种系统想必有其优势：使我们能对周遭物体快速而准确地进行反应，不需经过繁琐意识认

知过程。换句话说，在感知物体和使用物体的行动之间，具有直接联系。我不只看到一杯咖啡，也有拿起来去喝的想法。

实践经验

或许读者们还不太相信，不过各位应该能回想起某些时候，觉得自己的行动就像是被外界的某物抓住一样；例如看到门上贴着“推”，但却有想“拉”开门的感觉。可拉式的把手设计告诉我们应该用拉的，虽然文字指示完全相反。我一个星期常常会经过这种门好几次，却总是发现自己常用不对的方式开门！

试着在住家或公司附近找扇门，坐下来观察人群如何与那扇门互动。如果盖上“推”或“拉”的指示，会发生什么事？会影响其他人拉或推这扇门的次数吗？还是大家只会注意把手呢？

或许你曾发现自己拿起桌上的某个杯子，但其实并非真的想拿起杯子（甚至知道那是别人的杯子）？物体可用性的效应可在这个实验中发现：Tucker 和 Ellis¹ 要求被试以左手或右手按下按钮来指出某个物体的图片方向是否正确。虽然被试并没有考虑使用物体时的行动方式，却一样有着影响。如果他们看到把手朝右的杯子（唤起用右手拿杯子的记忆），而答案也需要右手按钮时，反应会比较快。这称为相容效应（compatibility effect，又称为西蒙效应[Hack #56]），如果刺激和反应在许多方面相符时，反应时间亦会提高。这个实验说明，刺激不只包含直接感知的物体的信息，还包括物体的可用性信息。

就算我们没有任何动作，物体的可理解性（graspability）仍能影响判断。de'Sperati 和 Stucchi² 要求被试从电脑屏幕上判断螺丝起子转动的方向。如果把手的位置不顺（指惯用手），被试的判断也会比较慢。虽然被试没有动作的意图，但运动系统还是影响了知觉判断。

工作原理

脑成像，有助于了解看见与动作相关物体时的脑部活动。Grèzes 和 Decety³ 观察被试在执行 Tucker 和 Ellis 任务时的脑部活跃区域；与实际运动有关的辅助运动区（supplementary motor area）和小脑（cerebellum）活动相似，某些脑区会变为较为活跃。在对猴子所做的相关研究中，也发现了某些细胞对“看到特定物体”和“观察该物体所适用的行动”都有反应。

额叶损伤的患者，有时候无法抑制依据物体行动的冲动。他们可能自动拿起杯子或眼镜，却不是真的想要拿起（或是明明被告诫不要移动东西，还是无法控制）。一般认为，所有人都有同样的冲动，不过额叶完好无缺时，比较容易阻止自己的行动。（额叶损伤也可能无法抑制其他冲动，有人就变成强迫性的赌徒。）

所以，物体能在我们脑中产生运动，但究竟是怎么产生的？目前还没有答案。可能是自动发生的效应，如 Gibson 的推测。我们的视觉处理系统有两条通道[Hack #66]：腹侧通道（M 通道），用于物体的辨识；背侧路径（P 通道），用于位置和行动。物体的可用性或许直接在背侧通道起作用，毋需仰赖任何高阶处理；关于运动类型的信息，可能直接从物体的形状或位置中提取出来。

然而，我们对物体的认识或许也起到一定作用。人类不可能光靠进化，就变得能与现代的日常生活的物体互动——史前人类可没有把手和咖啡杯可用啊！这类自动反应一定是从经验中学习而来。最近，Tucker 和 Ellis⁴ 发现，仅看到物体的名称，就足以加快反应时间，以产生相关的抓握尺寸。由此推论，关于物体的经验和知识，已经与我们在脑中呈现该物体的方式相结合。当我们看到（或想到）物体的时候，就已经自动于脑中触发如何利用该物体的运动了。

有一点要记得，物体将用尽全力地持续“拉”住人们来让人们以物体所提供的方式来活动。看到懒得注意、赶时间或不想去注意指示的人（或不喜欢遵照指示的人），全自动终止物体所提供的自由方式进行反应，别觉得惊讶。有个实际例子：如果不希望某物被意外使用的话（如弹射座位），就别让它的触发方式太过于便捷（例如让座位以旋钮控制，而不是按钮）。

— T. S.]

附注

1. Tucker, M., & Ellis, R. (1998). On the relationship between seen objects and components of potential actions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 830-846.
2. de'Sperati, C., & Stucchi, N. (1997). Recognizing the motion of a graspable object is guided by handedness. *NeuroReport*, 8, 2761-2765.
3. Grezes, J., & Decety, J. (2002). Does visual perception of object afford action? Evidence from a neuroimaging study. *Neuropsychologia*, 40, 212-222.
4. Tucker, M., & Ellis, R. (2004). Action priming by briefly presented objects. *Acta Psychologica*, 116, 185-203.

— Ellen Poliakoff

#68 右利手、左利手

我们都有惯用的一只手。但是，为什么要有优势手？还有，每件事都习惯用某只手吗，还是会随着任务而改变？左利手和右利手改变惯用手的方式，也会不一样吗？

这是个偏爱右手的世界，对左利手来说是很明显的事实。大多数工具都是为了给

右手使用而设计。像剪刀、咖啡杯、刀子……数不尽的工具都是为惯用右手的人设计。结果，左利手发生意外的机率比右利手高——不只在工具运用方面，连车祸事故的比例都比较高。¹

“sinister”（不吉祥）的最原始意义是“左手边的”。相对的单字“右手边的”则是“dexter”（幸运的）。

— T.S. |

右利手的比例是十分之九。数千年来，在任何文化背景下，这个比例都维持稳定。通过考古学的研究发现，石斧的锋锐面，人类学者已能够判断上古文化的惯用手。根据古物证据，还有遗留下来的惯用手相关研究，我们这个种族显然以右利手占优势。

不过，就算是右利手的程度也不尽相同，这种差异也许与我们如何使用大脑各区域相关联[Hack #69]。

实践经验

尝试下列测试，判断你的惯用手及惯用程度。每个测试请做两次——左右手各一次，并以秒为单位记录成绩，当然也是左右手个别记录。不需每项测试都执行，只是看一下你会如何使用你手头的工具。

掷飞镖

对着镖靶掷三只飞镖。（换成不常用的手时请小心！）记录与靶心的距离。

手写能力

测量连续写完二十六个英文字母所需的时间，请写六次。从平常惯用的手开始，休息一分钟后，再换成另一只手。

绘画能力

测量在直线与直线间（例如条纹记事本）画线所需的时间。如果画的线碰到了上下的直线，即增加两秒。

镊子夹物

测量以镊子夹起十二条线，放至另一个容器内所需的时间。

塞住瓶子 (Stoppering bottles)

测量盖上五个瓶盖，或塞上五个酒瓶的软木塞所需的时间。

以下是计算惯用商数的公式：

$$(\text{左手成绩} - \text{右手成绩}) / (\text{右手成绩} + \text{左手成绩}) \times 100$$

各位一定都看得出来，不同任务，商数也不一样，所以能测出惯用手的平均程度。负数表示左利手、正数是右利手。数字愈大，表示愈依赖该手。

工作原理

从前面的实验中，证明我们仍然能以不常用的手达成某些任务，而且有些任务还不算难。很多人都有一些工作会交给惯用手，有些工作则交给非惯用手。

所以，就某种意义而言，右利手或左利手的描述太过局限，这只是把我们粗略地划分成两大类，但忽略了在分类中还有许多可能性，甚至是处于两类之间的可能性。所以这里才用行为测量来计算惯用手的商数，而不是直接询问。³

惯用手受遗传的影响很小。其实两个左利手小孩，可能有45%~50%的几率会将左利手基因传给后代，因此惯用手一定有部分地受到养育方式的影响；关于是否成为左利手这件事，其实在非基因的部分也有极大影响。然而证据也显示，左利手也许与子宫内或分娩时的神经扰动有关。⁴

多找几个人测试，将会发现左利手使用右手，比右利手使用左手灵活许多。部分原因，是这个右手的世界强迫他们学会许多右手工具，也可能是因为更深层的大脑单侧化引起的（brain lateralization）。

十个人里面有九个惯用右手，所以至少有九成人类的重要功能位在左脑；⁵其中包括三分之二的左利手。只有极少数人，才会在说话时使用右脑，或至少同时使用两侧脑半球。⁶



Wada 测验（Wada test）可测试主宰语言功能的脑半球。注射短效麻醉剂（如阿米妥钠）至颈动脉，用以瞬间麻痹左脑，就可测试左脑的功能性。左脑主控语言能力的人（也就是大多数人），将暂时出现失语症（aphasic），无法理解或发出语言。如果在麻醉时计数，也会有瞬间无法算数。

大多数人仍以左脑主控语言的原因，或许是因为脑部功能在演化出语言前，就已变得单侧化【Hack #69】，脑部功能依照双手的使用而分别单侧化。

有人认为，大脑的语言区域发展于运动皮质旁的原因，跟手势曾是语言出现前的主要沟通方式有关。⁷研究显示，当被试观察手部与嘴唇的动作，部分运动皮质（F5区）和布洛卡区（Broca's area，位于左额叶，专门负责产生语言）也被激活。一般认为，我们的灵长类祖先使用手势和表情来沟通，就像今日的猴子和人猿一样。所以人类的沟通回路是出现布洛卡区的前兆，这一区域具有能识别他人行动的机制（在语言出现前），正是在这个机制基础上发展出语言。

只用一手（右手）能较高效、也较简单地沟通，好像还蛮有说服力的。也能解释

为什么语言和惯用手的主控区域位于脑的同一侧（请记住，左脑控制右半身，所以左脑的语言控制区和惯用右手的主控区域，都位于左脑）。

如果这真的是进化的标准，也许能解释为什么大多数左利手的语言区域还是在左脑。然而，还是无法回答右手一开始就占有优势的问题。到目前为止，其原因还只是推测；重点在于右利手和左利手的具有不同的分布，他们并非有相同的人数比例，这提示惯用手的遗传性，和其他功能的单侧化。

也有争论认为，因为树栖物种对右手的体位偏好，结果形成伸出左手紧抓树枝的习惯，于是逐渐发展成惯用手。⁸ 地栖物种虽然相对而言没有这类要求，但仍维持以左手执行固定任务（像是伸手触碰），右手则执行较需操控性，或较需技巧的工作。换句话说，我们会用左手吊在树上，然后以右手摘水果。

虽然这个解释大多数人都是右利手的理论很有趣，但却无法说明左利手为何存在。左撇子的伸手技能会比较高吗？左利手在操控性技巧上的能力，也与右利手一样吗？很可惜，这些问题都还有待进一步研究。

附注

1. Salive, M. E., Guralink, J. M., & Glynn, R. J. (1993). Left-handedness and mortality. *American Journal of Public Health*, 83, 265-267.
2. Annet, M. (1972). The distribution of manual asymmetry. *The British Journal of Psychology*, 63, 343-358.
3. Hartlage, L. C., & Gage, R. (1997). Unimanual performance as a measure of laterality. *Neuropsychological Review*, 7(3), 143-156.
4. Bakan, P. (1971). Handedness and birth order. *Nature*, 229, 195.
5. Davidson, R. J., & Hugdahl, K (eds.) (1995). *Brain Asymmetry*. Cambridge, MA: MIT Press.
6. Rasmussen, T., & Milner, B. (1977). The role of early left-brain injury in determining lateralization of cerebral speech functions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 299, 355-369.
7. Rizzolatti, G., & Arbib, A. (1998). Language within our grasp. *Trends in Neurosciences*, 21, 188-194.
8. MacNeilage, P. E. (1990). The "Postural Origins" theory of primate neurobiological asymmetries. In N. A. Krasneger et al. (eds.), *Biological and Behavioural Determinants of Language Development*, 165-168, Hillsdale, NJ: Erlbaum.

参见

- Laska, M. (1996). Manual laterality in spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) solving visually and tactually guided food-reaching tasks. *Cortex*, 32(4), 717-726.

—Karen Bunday

HACK #69

使用右脑——也会用到左脑

“理性的左脑、感性的右脑”，这是个常见比喻，但脑半球的实际差异，其实复杂而有趣得多。

每个困惑、传说背后都建立在一定事实上，关于“左脑/右脑”的传说也不例外。我们的大脑皮质确实分成两个半球，处理的功能也似乎不太一样；但左脑与右脑的实际差异，并非如管理权威和励志读物的说法。它与许多科学传说一样，实际状况并非直觉性的，但更让人感兴趣。

大脑遵循身体其他部位的一般模式：成双成对的器官分居左右两侧，只有单个的器官则位在中间。以脑部而言，左右半球直接与大脑皮质下（subcortex，亦称下皮质）相连，不过在皮质层的脑半球（hemisphere）又有道深长的纵沟。左右脑半球透过一道约由二亿五千万条神经纤维组成的紧密宽带相连，亦即胼胝体（corpus callosum）。（胼胝体不是信息跨越脑半球的唯一途径，不过是最为重要的途径。）

脑半球各自负责对侧的身体感觉与行动。所以来自右半边的信息送达左脑的视觉皮层，左脑的运动皮层则控制右手的行动。但在较高层、需要结合左右半脑信息的功能中，它们似乎各有所长，也各有弱点，所以会分别主导某些任务。

“左脑/右脑”传说，源自以手术干预胼胝体的癫痫患者。“割裂脑手术”（split-brain）的患者的日常生活作息多半与一般人无异，只有在使用不同手对相同的物体作反应，或是用口语进行报告（左脑）而不是以左手指出物体（右脑）时，才会出现奇怪状况。¹

对两者进行简单地区分，左脑的专长是语言和理性的逻辑推理，右脑的专长则是直觉，因而变我们现在熟知的传说。就像10%传说[Hack #6]的误导，“左脑/右脑”传说也导致大家认为我们只用了半个大脑。虽然这种区分在讨论到思考型式时可能有用，也可能没用；但绝对不是引领研究、或理解左右脑真正差异的有用比喻。

左右脑的实际差异，或许与普遍熟知的“左脑不好，右脑好”的传说期望相反。Michael Gazzaniga，他是最早的割裂脑实验小组成员之一，现在则是非常资深

的认知心理学家，他最近在 Scientific American 期刊上发表了一篇文章，讨论到“善于发明和理解”的左脑：一个负责结构和意义的脑半球；以及“诚实、照字面解释”的右脑：受限于偏向表面特征。²他在研究中发现，右脑包含了专门进行计算式分析感知的模块。说得更直接一点，这类模块不负责寻找更底层的意义。对于聪明研究策略来说，这可不是好事。左脑比较擅长高级协调和问题解决，包括语言、寻找意义和模式。

实践经验

许多阐述脑半球专门化的原始实验中，都采用只对半幅视野呈现影像的方式。来自双眼的信息亦由两个脑半球处理，不过左眼的焦点信息是由右脑处理，反之亦然。要求被试笔直地凝视前方，即可通过分别呈现影像于左右侧的视线焦点，来控制两个脑半球处理的信息，也就是只呈现在半幅视野中。这项动作必需非常快，一旦影像呈现在眼前，我们就会不由自主地扫视，并把信息送达给两侧脑半球。既然视觉不易操纵，在此提供一个无关视觉的实验供各位读者尝试。³

左脑比较擅长处理快速出现的声音，也比较容易抓得住节奏；它比右脑更能捕捉较为新奇的节奏，并保持与节拍同步。

先以左手拍打有规律的节奏（例如 1-2-3-4-...），然后加入右手，拍打较复杂的节奏（例如爵士、切分音，有如以规律节奏为伴奏）。现在，试着先以右手拍打有规律的节奏（1-2-3-4-...），稍后加入左手的复杂节奏。发生了什么事？第一个方式应该比较容易，因为由左脑控制比较复杂的节奏（右手）。

许多左利手的实验结果也与右利手相同，所以这个实验不只与惯用手有关。我想，钢琴琴键从较低音开始排列应该不是巧合；较低的音符常用于简单旋律，若位于左侧，即可交给右脑负责。

工作原理

通过比较一般人在提供信息给不同脑半球时的任务表现，以及比较由脑半球控制的反应，认知心理学家揭示了一些分别为左右脑负责的功能，还有一些出现在资料中的模式。

最明显的专门化功能就是语言。语言由左脑控制，大多数人由左脑支持对字面意义和语句文法的了解。不过，右脑也在语言处理中起一定作用。一些右脑损伤患者的实验与其他佐证，都推测右脑可能协助分析语言的整体特征，比如情绪和言外之意。如果我说：“你能关上窗户吗？”这句话的意思不是在质疑关上窗户的能力，而是拜托你关上窗户。更复杂的方式则是发表意见：“这里好冷。”这句话的用意也是希望你能关上窗户，不过比较拐弯抹角。（或许还比不上“你怎么这么自私？”更难懂吧。）有些研究者认为这类语言中的实际推理，是由右脑支持的。

左脑在语言的专门化，也有连续排序、符号推理和逻辑推理的优势。

右脑的专门化似乎在于视觉和空间加工。例如心理旋转或记忆地图与脸孔，处理物体外表，以及了解整体模式。我们倾向于以脸孔的左半边为判断依据。⁴在 <http://perception.st-and.ac.uk/hemispheric/explanation.html> 上有示范文件，网站上呈现两张脸孔，一张看起来稍微女性化一点（图 6-8）。事实上，两张图的男性化或女性化程度应该一样，但有张图的左半脸（由右脑处理）比较像女性，而比较男性化的右半脸则无法影响我们对性别的判断。盖住图 6-8 的左半边再看一次；其实刚才看起来比较女性化的脸孔，有一半是男性，反之亦然。

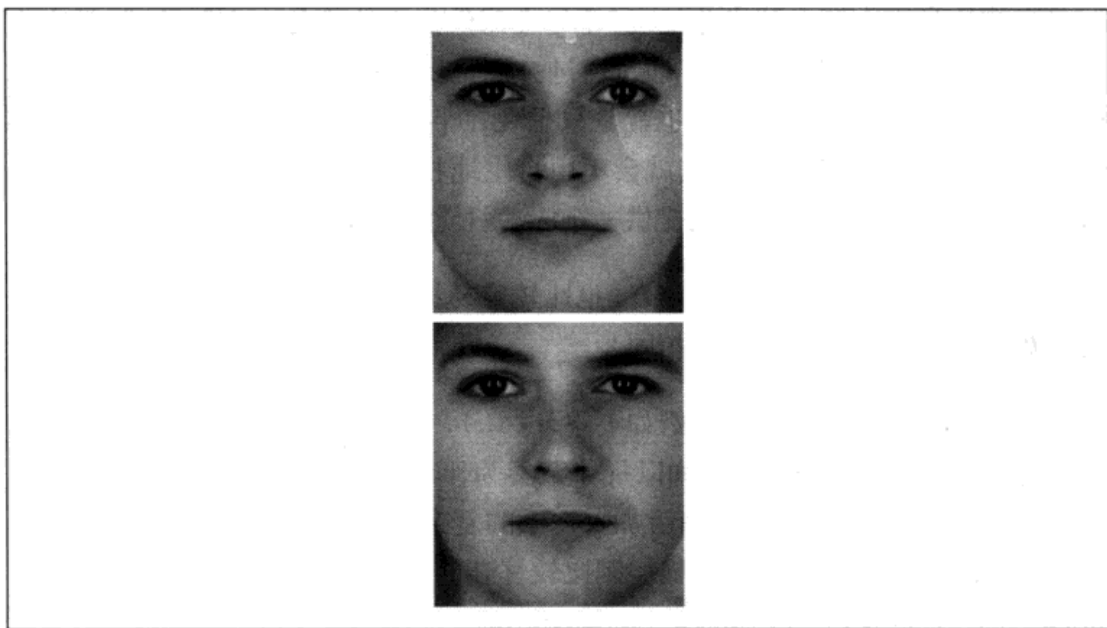


图 6-8：两张图的男性化或女性化程度应该一样，只是左右对调；我们右脑主宰脸孔性别的感知，所以一张看来较像男性，另一张较像女性⁵

就像性别与情绪的感知，音乐欣赏似乎也多半为右脑主导。（虽然，正如稍早实验所示，复杂节奏是由左脑控制。）

脑成像研究认为，把脑半球的专门化想成加工不同类型的程序，而非不同任务，就能了解前述的实验结果。有一个研究⁶列出由许多小字母组成的大字母（例如由小s拼成的大A）；左脑负责细节（小s），右脑负责全图（由许多小字母组成的大字母）。研究结果则显示，事实不如实验假设那样简洁明了。只要刺激类型正确，似乎也能逆转“左脑细节/右脑全图”的模式——不过也证实了脑半球会依任务需求，而不是因为处理的信息材料，而改变主导地位。⁷对于左脑和右脑处事风格的观念，这个实验提供了合理的质疑。

但最重要的一点，应是两个脑半球如何结合，而不是如何像割裂脑患者那样在不自然的情况下工作。对普通人的脑成像研究是综合了许多大脑的平均结果，通常

在脑部功能的分配方式上，会降低个人间的差异。总而言之，无论我们的脑部如何配合，都必须同时使用左右脑，用以处理遇到的情况——所以太拘泥于哪个脑半球所做的事，以及在是否是左脑或右脑处理上钻牛角尖，实在没什么用。

附注

1. 甚至还有人宣称，割裂脑手术患者的两个脑半球有不同意识 (http://www.maclester.edu/~psych/whathap/UBNRP/Split_Brain/Split_Brain_Consciousness.html)
2. Gazzaniga, M. S. (1998). The split brain revisited. *Scientific American*, 279(1), 50-55. (reprinted and updated 2002).
3. 此注述出自 *The Lopsided Ape*, Michael C. Corballis 著 (Oxford University Press, paperback, 1991), p.267。在此特别感谢 Michael Parker (<http://www.michaelparker.com>)，让我们注意这个实验。
4. 至少，我们的右脑会以脸孔左半边来判断整体特征（像是性别或情绪）。脑成像 (Neuroimaging) 研究显示，左脑与分析脸孔部分特征有关。Rossion, B. et al. (2000). Hemispheric asymmetries for whole-based and part-based face processing in the human fusiform gyrus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 793-802.
5. (c) Michael Burt, Perception Lab, <http://perception.st-and.ac.uk>.
6. Fink, G. R., Halligan, P. W., Marshall, J. C., et al. (1996). Where in the brain does visual attention select the forest and the trees? *Nature* 382 (6592), 626-628. 关于这篇文章，John McCrone 于 *New Scientist* (13 July 1999) 上发表了极佳讨论，可至 (http://web.archive.org/web/*/http://www.btinternet.com/~neuronaut/webtwo_features_leftbrain.html) 参考。
7. Stephan, K. E., Marshall, J. C., Friston, K. J., Rowe, J. B., Ritzl, A., Zilles, K., et al. (2003). Lateralized cognitive processes and lateralized task control in the human brain. *Science*, 301(5631), 384-386.

参见

- 关于左右脑的神经科学，可以从 ABC 制作的 “All in the Mind” 着手 (<http://www.abc.net.au/rn/science/mind/stories/s1137394.htm>)，还可以参考 “Hemispheres” at Neuroscience for Kids” (<http://faculty.washington.edu/chudler/split.html>)，以及 “New Theories of Expression Focus on Brain's Two Sides”，Sandra Blakeslee 的文章 (<http://members.aol.com/sakrug/dualbrain.html>; reprinted from the New York Times)。

第七章

推理

Hacks 70~74

人类认为自己是理性的生物，当我们愿意理性时，的确也可以相当有逻辑。但只要揭开表面，将能发现自己有多容易被数字误导[Hack #70]，统计学的难懂也是众所周知[Hack #71]。所以我们究竟有多理性呢？其实要依情形而定。例如在注意别人是否作弊[Hack #72]时，我们的逻辑技能就会突然高度活跃起来；但在推论算式时，则不会同样活跃。重点就在这里。我们的理性形态非常务实，擅长解决复杂的日常生活事务。

总而言之，人们的理性程度容易被高估。当我们能依赖直觉时，逻辑推论是种缓慢的过程，这也是逻辑和直觉的工作策略。至少，安慰剂效应[Hack #73]就有作用——“相信”的疗效的确强大。我们也强烈倾向于保持现状[Hack #74]。这种倾向并不理性，可是“不做不错”至少是种务实的策略。

小心数字

#70

人类的大脑并未演化成以数字思考，所以在数字进入大脑时，可能发生有趣的事。

虽然我们能立刻“感知”少量数目（少量是指四个或以下[Hack #35]），推论较大数量却需要计数，而计数需要训练。有些文化就一直没发展出高于三的数字，甚至还有很多文化都在经过一段时间后，才发展出像“零”这么基本的概念。¹

所以，人类并没有明确用于处理数字的天赋；数字是一种文化创造，附加在我们已有的天赋之上。思考数字的困难，多半在处理非常大、非常小的数字，或在处理概率[Hack #71]时特别明显。

这个单元呈现一些数字相关难题的原始实验，并提供各位及你们的朋友进行尝试的实验。

本单元和其他单元讨论到的偏差，不见得每个人、每次都会受到影响。把这些偏差想象是引力、潮汐之类的作用，这些作用均等地影响我们的判断，特别是在全神贯注于思考事情的时候。

亲身体验

你认为这道算式的答案大约多少？

$$9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$$

这道算式呢？

$$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8 \times 9$$

因为两道算式都摆在眼前，我们当然能轻易地看出它们是相同算式，所以答案也该相等。不过可以这样试试看：先找人估计第一道算式的答案——只是估计，不是真的计算，要在五秒内给出估计值。再找第二个人估算第二道算式的答案。除非事先知道答案，即便被问的人看出模式，也知道问题是 9 的阶乘，他也会受算式呈现方法的影响。

第二个人的估计值大概会比较低，而两个人的答案都会小于答案（362 880）。

工作原理

估算数字时，多数人会从容易想到的数字着手（我们先称这个数字为“锚数（anchor）”），然后据此向上或向下推测。一开始想到的锚数，真的只是纯猜测，因此出现两个问题。第一，我们很难有效地摆脱初次猜测的数字。第二，猜测易受外在情境影响。本例中有一个起始情境，亦即算式最前面的数字。

在前面的计算中，我们使用的锚数大小，取决于算式的第一个数字（即左侧第一个数字）。但锚数将过多影响我们对算式答案的猜测。第一道算式的锚数会高于第二版，当心理学家以这两道算式做实验时，给第一道的平均估计值是 4200，第二版却只有 500。

两项估计都远低于实际答案；因为算式是由小数字构成，所以锚数也相对较小，使得多数人的估算都比真正答案低很多。

事实上，提供跟任务无关的锚数，一样能造成判断偏差。下一个实验出现在 Edward Russo 和 Paul Schoemaker 的著作《决策陷阱：如何克服十种明智决策的障碍》中。²

寻找被试——最好不是喜欢研究历史的人——先问他的电话号码后三码，暗中把这个数字加上四百，记下这个数字为 X。然后再问：“你认为匈奴王阿提拉的逝世年份比 X 早，还是比 X 晚？”（正确年份是 A.D. 451）³先不宣布他的答案是

否正确，再追问：“你觉得阿提拉于哪一年逝世？”此时得到的回答仍会根据最初提供的锚数而变化，虽然锚数是完全无关的事情——他的电话号码！Russo 和 Schoemaker 以五百名康乃尔大学的商管学生为实验对象，并发现由电话号码衍生出的锚数影响非常强烈，能使阿提拉逝世年份的判断为之偏移。在最高和最低锚数间的差距，对应到的年份估计差距可达三百年。

亲身体会

慈善机构在寄送宣传单时，也常常利用锚数和价格调整的方法。请看传单背后常见的“捐款栏”，通常这么写着，请捐助我们“\$50, \$20, \$10, \$5，或是您能力许可内的金额”。排序方式为 \$50、\$20、\$10、\$5，而不是 \$5、\$10、\$20、\$50，就是为了建立较高锚数。或许真的捐 \$50 的人不多，但“能力许可内的金额”这一项上，所捐出的金额，将因为 \$50 在第一个数字而有所提升。

也许锚数解释了商家常制定比整数低一分的价格的理念，例如 9.99 元，虽然只差一分钱，就是十元钱，但感觉起来比较像 9 元（如果不去细想的话），因为这就是一开始建立在我们心中的锚数。

无关的锚数和不充足的判断，只是说明我们在思考数字上的困难。（“思考频率，而不是概率”[Hack #71]会讨论到更多关于思考概率的问题。）

因为人类对数字的不拿手，所以常常有人试图以数字进行诈欺。我很确定，在很多争论中，许多人只是听到数字，但没有细想。因为数字太难了，它为论点增添一股权威气息，通常能造成完全的误导或矛盾。例如不注意的话，“统计数字有 83% 为完全虚构”就是听起来很让人信服的句子——千万要小心！这类句子显示这种推理有多么不直觉，尽管大多数人学过十年或更久的数学课程（而数学课的主要目的，就是教我们如何小心地思考数字），我们还是会体验到这类偏差。

交际课程就是直到万不得已才可以用数字的课程。如果有需要，提供良好的图表，但小心人们的第一反应将是由外表来判断，而不是通过数字进行判断。大多数人不会认真思考数据，除非有特殊的目的——可能是读者的自发性，或是被你和提供的数据所驱使。

附注

1. The MacTutor History of Mathematics Archive: a History of Zero (<http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/HistTopics/Zero.html>).
2. Russo, J. E., and Schoemaker, P. J. H. (1989). *Decision Traps*. New York: Doubleday.
3. 译者注：匈奴王阿提拉（405-453 A.D.）活跃的年代约在东晋末年至南北朝初年，地域则从中亚草原开始，向西攻打拜占庭帝国、波斯帝国，甚至

把西罗马帝国打得名存实亡，许多文献称他为“上帝之鞭”。（可惜在学校所学的历史中，只是简单说：匈奴败给汉帝国而向西北迁移，可能造成欧洲的“野蛮人”向南侵袭罗马帝国。）

HACK #71 思考频率，而不是概率

概率统计学特别难正确地思考。幸好，只要以另一种方式呈现信息，一种与演化能力相吻合的推理方式，将能较轻易地找出事情发生的频率。

马克吐温曾说过，“常用统计数字的人，就像醉鬼找路灯——是为了支持自己，而不是为了照亮前途。”¹不过事情并未改变。真的很奇怪，明明这么少人信任统计学，还是有这么多地方使用统计学。

人类思考概率的能力，是为了从很少发生、但发生了就会很严重的事件中保护自身安全（像是被吃掉），并帮助我们学会比较正确地评价不紧迫、可以有多种选择的事件（像是在山谷某处找到食物的可能性）。所以在推断单一个案的发生概率时，我们所演化出来的评价可能性的能力难免会让人失望。

高估低频率、但容易注意的事件，就是一例。就拿每个人比较害怕搭飞机或是坐车为例子。无论由旅行里程或次数计算，飞机几乎是最安全的交通方式，相比之下，开车的风险非常高；可是大多数人都认为乘坐飞机比较危险。

计算事件发生的基本频率，但扣除它在当前情况下发生的特殊例外，则是另一项不太容易做到的事。让我举个例子……

实践经验

有个关于人类多么不擅长计算概率的著名实验。它于1990年发表在Parade杂志上时，该杂志收到约一万封读者回函，其中92%的人认为专栏作家Marilyn vos Savant的结论是错的。²尽管来函压力巨大，vos Savant的结论确实正确，她提出的问题与老牌猜谜节目*Let's Make a Deal*（由Monty Hall主持）有点类似。

想象自己参加猜谜节目，希望能赢得大奖。最后一关，是从三个门中选出正确的门。门后面可能是奖品（三分之一），或是末等奖（三分之二）。这里的末等奖是头山羊。

你选择了其中一扇门。

接下来是紧张的时刻，节目主持人Monty看了一眼门后面，打开一扇藏有山羊的门（当然不是你选的门）。他会问你要维持原来的选择，还是换一扇门。

还剩下两扇门，其中之一是山羊，另一扇则是奖品。此时应该维持原来的选择，还是该改变主意？还是无所谓？



这不是脑筋急转弯。搞鬼的部分是统计学，不是遣词用字。

很多人都在这一点猜错了，就算受过正式数学训练也逃不过。写给 Marilyn vos Savant 的来函中，有上千人是大学教授，他们认为 vos Savant 的结论错误，而且是误导读者。就连本世纪最有名的数学家之一，Paul Erdos 也曾弄错答案（在 Parade 提出这个问题前）。(Erdos 启发了“Erdos 数”的计划，或许有人听过³。)

答案是应该改变选择的门——得到奖品的机会将比维持原案多出两倍。如果一下子搞不懂为什么也没关系，这个问题就是因为很难让思考换个角度而有名。如果答对了，可以问别人这个问题，并解释为什么要改变选择。你很快就会发现这个概念有多难被接受。

工作原理

第一次就猜中的概率有三分之一。无论是选择维持原来选择或换门，大奖（通常是一辆汽车）一定在其中一扇门后；想必大奖在另外一扇门的机会是三分之二吧！（亦即第一次猜错的概率有三分之二）。

直觉强迫我们忽略先前的概率，还有主持人的行动影响。相反地，当我们有机会再次进行选择时，我们仍以以前的方式看待变化了的情景。两扇门，一个奖品，五成机会，对不对？错了。主持人的行动，使得换另一扇门成为较好的赌注。利用揭露一头山羊的位置，主持人让猜奖看起来好像是二选一，只要猜对就赢了。

另一个方式能让换门看来比较直观，想象这次的情况是1000扇门，999头羊，还是只有一个真正奖品。选择一扇门（千分之一的概率为奖品），然后主持人打开所有你没选择的的山羊门（共998只）。要换？不换？当然换门的成功概率会高达999/1000，就算此时的情况也是两扇门，一扇是奖品，一扇是山羊。情况的差异突出原始问题的分心关键——主持人知道奖品的位置，并根据它的位置来减少无用的门。我们选择时都不知道奖品的位置，但应该把主持人知道位置这一点，加入维持原来选择或换门的考虑中。

部分问题在于，我们习惯采用简单的一对一联系，认为概率附加在物体或事件上。但概率只是关于不确定状况下、已知事实的叙述。概率，可受不会影响原始物体或事件的因素影响（就像基本比率，或本例的主持人）。

进化心理学家 Leda Cosmides 和 John Tooby⁴ 认为，人类在进化中习惯以频率处理概率作判断，而不是做抽象的概率计算。概率并非可以直接感知的信息，无

论事件的发生次数有多频繁。因为频率容易获得，使大脑演化为善于利用频率信息；人类的演化技较能妥善地将换算加工为频率的概率，因为频率是信息自然呈现在环境中的形式。无论事件是否发生都能观察（例如是否下雨），而计算事件发生的频率只是简单的加法和比较：比较春季的雨日数和春季的全部天数，就能了解最近几天是否容易下雨。仅此一次的概率则并非如此；它是文化中的产物，我们的天赋还不太擅长处理这类事件。

我们常以频率估算类似情况，就是支持人类演化为根据频率、而非概率进行判断的证据。我们会自动注意并记得事件发生的频率（输入），然后很有自信地以主观认定事件是否会发生（输出）。

如果改以频率呈现前面的猜奖问题，而不是仅有一次的机会，大多数人都会答对。⁵ 以下是同样问题的简短版，但重点放在频率，而非一次猜中的概率。请看看是否比较直观一点呢？

一样有三扇门、一项奖品、两个末奖。但游戏方式不一样，有两个玩家，汤姆和海伦。汤姆只选一扇门，而且绝不改变。海伦包办剩下两扇门，如果主持人从海伦的两扇门之一揪出山羊，但只要剩下那扇门是奖品，海伦就能抱得大奖而归。假设他们玩了三十次，汤姆赢得奖项的机会可能有几次？海伦又可能赢得几次？想想看，哪一种策略比较好，是汤姆（维持原案）还是海伦（改变选项）？

亲身体会

天气预报，就是让我们的选择被概率所影响的例子。天气预报可以同时既准确却又不该相信。下面引用了Neville Nicholls关于常识推理的错误和偏差，还有常识如何影响我们对天气预报看法的文章：

英国的二十四小时雨天预报准确率为83%。每个小时内，适合走路的下雨气候概率为0.08（基本概率）。有了这两个数字，预报的下雨概率是0.38。同样根据这个预报，不下雨的概率是0.70。所以，即使预报说会下雨，我们还是能舒服地逛街，不用担心淋湿。

他说的没错，可是不太容易了解，因为概率计算对我们来说不够直观。诀窍就是避开概率。通常，概率统计也能转换为频率，这样就比较容易了解了。我们知道概率。我们知道考量基本概率的可能性会被忽略，所以需要特别留意依赖这些信息才能转换的讯息。避开特殊状况也很有帮助，像“Y/X的概率”，和“做Z的话，X的风险会下降Y%。”人们就是不觉得这种信息呈现方式清楚易懂⁷。

附注

1. 至少常常被认为是马克·吐温说的。它是常常听到的引用格言。

2. vos Savant, M. (1997). *The Power of Logical Thinking*. New York: St Martin's Press.
3. Paul Erdos 与世界各地许多数学家合作过, 发表过相当多论文。“Erdos 数”是这样的, 如果与 Erdos 合作过论文, 则你的“Erdos 数”为 1, 如果合作对象是与 Erdos 合作过的人, 则“Erdos 数”为 2。从这个关系形成的数学非常有趣。请参考“The Erdos Number Project” (<http://www.oakland.edu/en>)。
4. Cosmides, L., & Tooby, J. (1996). Are humans good intuitive statisticians after all? Rethinking some conclusions from the literature on judgment under uncertainty. *Cognition*, 58(1), 1-73.
5. Krauss, S., & Wang, X. T. (2003). The psychology of the Monty Hall problem: Discovering psychological mechanisms for solving a tenacious brain teaser. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(1), 3-22.
6. Nicholls, N. (1999). Cognitive illusions, heuristics, and climate prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80(7), 1385-1397(<http://ams.allenpress.com/archive/1520-0477/80/7/pdf/i1520-0477-80-7-1385.pdf>).
7. Gigerenzer, G., & Edwards, A. (2003). Simple tools for understanding risks: From innumeracy to insight. *British Medical Journal*, 327, 741-744 (<http://bmj.bmjournals.com/cgi/reprint/327/7417/741>)。这篇文章是使用频率信息, 帮助我们了解概率的好例子。

参见

- 有篇关于 Monty Hall 困境的心理学讨论, 但并非着重在本处提到的基础概率的干扰, 作者是 Burns, B. D., & Wieth, M. (in press). The collider principle in causal reasoning: Why the Monty Hall dilemma is so hard. *Journal of Experimental Psychology: General*. More discussion of the Monty Hall dilemma. 还有猜奖策略的模拟: <http://www.cut-the-knot.org/hall.shtml>。

BACK #72 找出作弊的人

在社交情境时, 我们的逻辑感会比在抽象情境中好很多。

俗话说, 人是感情的动物, 一般也相信我们有某些逻辑上的直觉。逻辑的各种形式, 像是三段论 (syllogism)、演绎 (deductive)、归纳 (inductive), 似乎都很简单也很基本, 或许有人认为这些形式都已随着大脑生成。毕竟, 既然我们经常听到神经等同于电脑处理器的说法, 大脑不就应该能处理一些逻辑问题吗?

来看看我们对逻辑谜题的表现吧！

实践经验

图 7-1 的每张卡片，都是一面为文字，一面为数字。现在我说，一面是母音的卡片，背面必定是双数。请问需要揭开几张卡片才能证实或推翻这个规则？

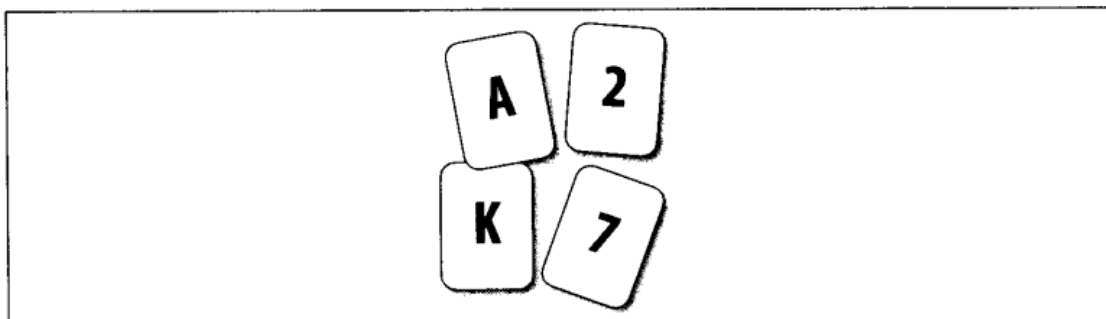


图 7-1：每张卡片都有一面是文字，一面是数字



先试试看，再看答案哦！

很多人会选择翻开 A 和 2——但并非最好的选择。翻开 A 卡能证实这项规则的“一半”是否正确（如果是元音，则为偶数），但翻 2 卡无法再证实另一半规则。无论 2 卡的背后是 K 或是 A，都无法指明这项规则全都为真。除了 A，另一张该翻开的卡片是 7。如果 7 的背面是 A，则推翻了这项规则，无论 A 的背面是什么数字。所以，应该翻开 A 和 7。

很少有人第一次就得出正确解答。这点也显示人类并不具有天生的绝对逻辑规则。不过，我们试着在缺少这些规则的情况下继续生活。再试试类似的谜题，请看图 7-2。

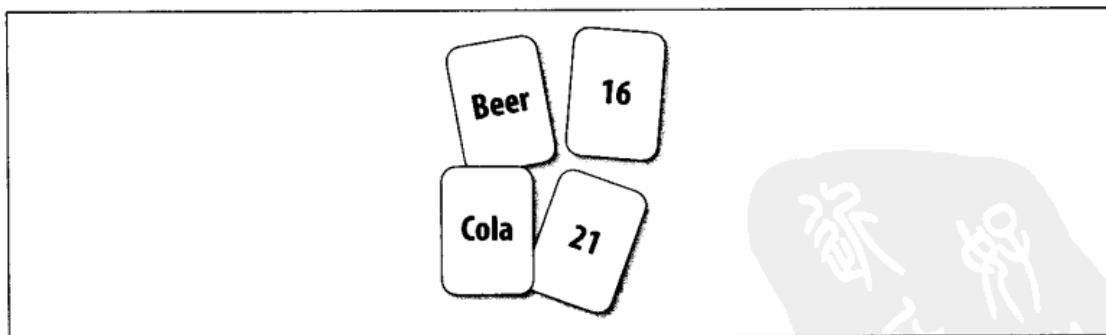


图 7-2：四个人坐在酒吧里，卡片的一面是人的年龄，一面是他们点的饮料——谁违反了规定？

假设要超过二十一岁才可以喝啤酒，你该确认谁的饮料和年龄，以知道酒吧有没有违规？

简单地把饮料和年龄转换成卡片 A、K、2 和 7，显然这一次不需要检查二十一岁的饮料（就像 2 卡），他喝可乐或啤酒都不会影响规则，然而十六岁（就像 7 卡）的饮料可重要得多了。

工作原理

为什么以生活情境表达逻辑问题后，一切就变得这么简单？有一个早期假说，记忆提示（memory cuing）认为，人类利用个人经验来解决问题，而不是利用演绎推论。因为合法饮酒年龄是个常见的问题，所以不需要思考谁该喝什么饮料，跟字母/数字卡片的问题大不相同。

虽然在“记忆提示”背后有牢固的证据^{2,3}，许多科学家相信我们实际上不只使用经验，实际上还包括一些思考。有些研究人员，像 Cheng 和 Holyoak⁴就认为，虽然我们不太擅长纯逻辑，但在实际生活规则、许可和责任需要时，我们的逻辑就很棒了。通过发展 Cheng 和 Holyoak 所说的“务实推理图式”（pragmatic reasoning schema），这种逻辑——“道义逻辑”——可以帮我们解决每天遇到的逻辑问题。因此，我们的逻辑能力只限于某些领域，实在没什么好惊讶的，这种能力只限于分析每天遇到的各种规定许可和责任义务。

Cosmides⁵是进化心理学（研究进化如何塑造人类的思考方式⁶）的重要人物，他认为，人类拥有领域性逻辑的原因，是来自无数世代的进化选择。Cosmides 认为，Cheng 和 Holyoak 的务实推理图式的真正重要性，在于有关人的部份。换句话说，我们与生俱来的心理逻辑，可了解牵涉到其他人类的成本、利润和社会契约。既然谈成有利润交易的能力是很有用的生存技能，所以非得学会才行。然而，Cosmides 的理论也还无法完整地进行解释，毕竟我们还是能解决很多跟成本、利润无关，和跟其他人无关的逻辑问题。举例来说，“如果想清理血迹，将需要橡胶手套”就是很容易了解与应用的规则，虽然它跟其他人的关系不大。

在没有逻辑的世界里放任自己听天由命前，有一点值得记住：除了与生俱来的技能，我们还是可以用最难的方式了解逻辑——学习。就算没学过逻辑的人，还是能自我安慰说：我在重要日常生活上的逻辑，比得上任何哲学家。

附注

1. 三段论：C 的一部分是 B，没有 A 是 B，因此，C 有一部分不是 A。演绎：从为真的前提中，推论出必然结论（如 X 则 Y）。归纳：像大侦探福尔摩斯常用的推理方式，从可能不完整或不明显的信息中导出结论（结论可能有误）。
2. Johnson-Laird, P. N., Legrenzi, P., & Sonino-Legrenzi, M. (1972). Reasoning and a sense of reality. *British Journal of Psychology*, 63, 395-400.

3. Manktelow, R. I., & Evans, J. St. B. T. (1979). Facilitation of reasoning by realism: Effect or non-effect? *British Journal of Psychology*, 70, 477-488.
4. Cheng, P. W., & Holyoak, K. J. (1985). Pragmatic reasoning schemas. *Cognitive Psychology*, 17, 391-416.
5. Cosmides, L. (1989). The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason? Studies with the Wason Selection task. *Cognition*, 31, 187-276.
6. 进化心理学 (evolutionary psychology), 是门研究进化如何塑造人类思考的学科, 通常有不少争议。入门书籍可参考 *Evolutionary Psychology: a Primer* (<http://www.psych.ucsb.edu/research/cep/primer.html>), Leda Cosmides 和 John Tooby 著。

— Adrian Hon

HACK #73

自欺欺痛

许多关于受伤和传染病的不适感, 其实是大脑产生的自我保护现象。医疗救助可以转移自我保护的负担, 让大脑减轻自己的不适感。

受伤和传染病都会触发一套协调生理反应, 其中包括大脑、荷尔蒙、免疫系统。大脑产生疼痛和发烧, 施加压力给荷尔蒙, 要求调动脂肪里的能量, 然后免疫细胞造成局部红肿。前述状况合称急性反应 (acute phase response), 因为这些症状来得很快, 通常也在数天内消失。医疗救助能让不舒服的症状较快消失, 即使有些救助是骗人的——就像巫医的施法念咒, 或江湖骗子拿糖果蒙混过关。这种现象就是安慰剂效应 (placebo effect)。

实践经验

虚构假药而且用在自己身上, 也不大容易体会到安慰剂效应, 毕竟这个效应的关键就是真心“相信”假药有效。一些实验结果显示, 能自己操作的安慰剂 (像超音波仪) 就无法减轻疼痛。所以, 除非能在其他人没在照顾自己的时候, 骗自己说有人在照顾, 否则安慰剂效应的实验必定与其他人有关。

还有, 还可能要说谎。安慰剂效应不只和其他人有关, 也要相信其他人提供了真正的医疗救助。如果不相信身边的人会帮助自己好转, 也体验不到安慰剂效应。

有时候, 安慰剂效应可在没有其他人参与、或有心欺瞒的状况中发生。比如因为接受某些同类疗法 (homeopathic remedy, 或称顺势疗法) 而觉得身体状况改善, 或是在被荨麻科植物 (例如咬人猫、蝎子草) 刺激的部位敷上酸模叶后, 觉

得比较舒服；然而关键因素仍必须存在——“相信”这类疗法能有帮助。一旦发现某些造假疗法背后的真相，安慰剂效应也随之消失。

因为很难（有人说不可能）欺骗自己去相信已经知道造假的事物，所以欺瞒在多数安慰剂效应中占有重要份量。在许多心理实验中，欺瞒扮演了主要角色，因而引起严重的伦理问题。在大学和许多研究环境中，这类实验进行前需经由伦理委员会批准。因此，最好在伦理委员会管不到的自己家里尝试下实验。

首先清洗旧药瓶。然后装入清水、糖和食用色素，搅拌均匀。下次你知道有人头痛或被荨麻刺激到，可以提供你自制的“偏方”。如果他问里面是什么的话，就回答是由清水、糖和食用色素混合的偏方，你在一本书（就是这本书）上看到这个偏方能减轻他的不舒服（你看，这样甚至没有骗人！）。如果头痛的话，就喝一小匙，如果是被荨麻刺激到，就倒一点抹在皮肤上。看看能否减轻他的不适。

只要他相信偏方有效，真的会觉得比较舒服。（要小心别延误真正需要就医的时机，别只顾着观察安慰剂效应啊！）

研究显示，在某些情况下，安慰剂效应对某些人的影响比强力止痛药还要大（例如吗啡）。在一个很引人注目的研究中¹，他们对刚拔牙的患者施以超音波按摩，以便调查超音波是否能减轻术后疼痛。不过，医生和患者都不知道实验人员对机器动了手脚，所以半数患者并未接受超音波按摩。因为超音波的频率非常高，超过人耳能听到的极限，所以医生或患者都不知道机器是否真的发出超音波，这是个大家都蒙在鼓里的实验。在患者的下巴接受过超音波仪的按摩后，即在量表上标出治疗后的疼痛等级（量表一端是“完全不痛”，一端是“无法忍受的疼痛”）。所有接受超音波仪按摩的患者，都报告疼痛有明显地减轻。令人惊讶的是，无论仪器是否打开，似乎无关紧要。接受关掉的超音波仪按摩的患者，他们报告的疼痛减轻程度也一样。事实上，超音波真的有助于减轻术后疼痛。

还有其他研究显示，如果由医生使用安慰剂，效果更明显；如果医生穿着白袍，效果还可以再提升。红色药丸比白色药丸更有效，打针或打点滴的效果最好。

工作原理

没人确切知道安慰剂效应的工作原理，但有个理论认为，在伤病期间，大脑对社会支持非常敏感。构成急性反应的各种元素，都可以促进身体恢复、并在恢复期间预防更多伤害。例如说，“疼痛”就能保护我们受伤的部位。但这种手段有其代价，例如高度疼痛反而可能延长恢复过程。要么受伤更严重，要么延长恢复期，大脑会在这两个选项中进行权衡。在恢复期间的社会支持，能改变这两项任务间的平衡，因为有些避免加深伤害的负担，能从伤病者转移到照顾者身上。因此伤病者能降低代价高昂的自我保护机制，例如疼痛，并使恢复过程进展得更快速。

另外有一种说法认为，安慰剂效应利用了条件反射的原理（conditioning，参考“泡咖啡的习惯动作也很好喝”[Hack #92]）。“条件反射”是种非常常见的学习过程，以某种刺激取代另一种。最有名的例子是巴甫洛夫之犬（Pavlov's dogs），让小狗把铃声与食物联想在一起，所以听到铃声就会口水直流。以技术语汇来说，非条件反射刺激（unconditioned stimulus，本例为狗看到肉）会自然引导某种非条件反射反应（conditioned response，本例是看到肉而后流口水），而本实验中的非条件刺激则与条件刺激（conditioned stimulus，本例为铃声）一起重复出现；最后，狗学会在铃声响起时，出现条件反射反应（conditioned response）。巴甫洛夫的学生发现免疫反应也有条件反射现象。非条件刺激是“真正有效的治疗方式”，即使是我们没尝试过或不相信的药物或其他疗法。非条件反应是“接受治疗后的病情改善”。条件刺激是“与实际疗法一起出现的其它疗法”，例如药丸的大小、形状和颜色等等。如果病患日后服用的药物大小、形状、颜色，都和真正的药物相同，只是缺乏有效成份，他们还是能体验到某种程度的改善，因为免疫系统已经对这种刺激形成了条件反射反应。

安慰剂效应无法治疗严重的医疗状况。列出安慰剂效应能影响的层面，例如疼痛、肿胀、胃溃疡、某些皮肤病、情绪低落和紧张，比列出它无法影响的层面容易而且快多了。其他症状多半都对安慰剂没有反应。也就是说，安慰剂效应几乎能改善所有病症的原因，其实是因为几乎所有病症都会出现疼痛、情绪低落、紧张等症状。

附注

1. Hashish I., Harvey, W., & Harris, M. (1986). Anti-inflammatory effects of ultrasound therapy: Evidence for a major placebo effect. *British Journal of Rheumatology* 25, 77-81.

参见

- Evans, D. (2003). *Placebo: Mind over Matter in Modern Medicine*. London: HarperCollins.

—Dylan Evans

HACK #74

维持现状

人类不喜欢改变。如果希望别人尝试新事物，应该强迫他们试试看，别只想着说服。

人类天生就倾向保持现状，认同先前发生过的事。我们就像所有动物一样好奇，不过却有着守旧的天性。就像把一切决定交给机会的骰子人（Dice Man, Luke Rhinehart 的同名小说），他曾这么听说：“一个人选择的风格，也决定了他的性

格。一个没有嗜好、没有坚持、没有累赘——因此无趣到极点的人，不是人。是个疯子”。¹

这个单元中，我们要观察自己对现有事物、方式的偏好，以及这种倾向的来源。我并非意指人们不会改变；人的改变随时随地都在发生，也是人生中最有趣的事情——不过，一般而言，人类喜欢一致性，也会倾向事物的一致性。从统计上讲，如果想预测某人在类似情况下会有什么行动，最有用的推测方式就是他们上次的行动。过去的行动与现在行为的相关，比任何心理学家试过的变量都要高²。如果有兴趣预测人类的投票行为、购物行为、喜欢的上床类型……任何事物，只要寻找他们表现的倾向或形成的习惯，将是你手边最有用的信息。我们不是在征求人们的自我描述，不是他们在表格上勾选的支持党派、喜爱的名牌或性取向，也不是他们觉得急需选择的事物。只要确认人们上次的行动，然后做为预测的基准。或许不会永远正确，但只要根据习惯进行预测，成功的可能性都比根据其他单一变数要高。

这种偏见由许多因素造成，不只因为先前的选择通常是最好的选择，或因为先前的选择最能反映我们的个性。也因为我们的心理偏见³（就像对数字的偏差[Hack #701]），能造成一致性的习惯和内在的保守主义。

推理上的偏见是种倾向，而不是绝对的。偏见能弥补心理能量，促使人们得出这种或那种结论，没有单一力量能完全主导，而且在每个条件下，都有很多股力量相互竞争。我们都试着维持理性，试着看出可能让我们有所偏好的事物，以便排除在考量外。就算知道自己不够理性，多少也会试着维持一致性。也就是说，如果问题是为了引出不同偏见而设计，就不该让同一个人两次面对同样问题；我们会认出两次问题的相似性，然后知道答案应该一样。

我在这里用的“理性”一词不够审慎，就像逻辑和相信纯理性的人们用的一样。但关于启发式学习和偏见的研究，应该能让我们质疑“理性”对心理学家究竟是何意义。在某些心理学家操作的情形中，人类看起来一点都不理性，但我们在大多数情况下的行为都很合理，如果考虑到日常生活中众多选择的不确定性，我们的行为甚至显得非常理性。

— T.S.

不过有些偏见太大，一直影响着我们的推理结论，尽管我们心中的理性知道偏见正在误导自己。“认知错觉”（cognitive illusions），就是虽然能比较叙事偏见，但照样产生作用的例子。接下来是个常见实验。

实践经验

让我先告诉各位，接下来的两个问题在逻辑上其实相等，不过我知道各位将想要

回答不同答案，因为你和我的大脑都以相同方式进化。如果至高无上的理性之力，不会让你感觉到问题表面特征（表达偏见的部分）诱发的拉力，可以试着对不同的人询问问题的不同版本。

版本 1。你是市长，有种致命疾病正在你的城市里蔓延，预计将夺走六百条人命。首席医疗顾问建议了两种治疗计划。第一种计划确定能拯救两百个人，而第二种计划有 $\frac{1}{3}$ 的机会能挽救六百人全体， $\frac{2}{3}$ 的机会将无法救回他们任何人。你会选择哪一种？

版本 2。你是市长，有种致命疾病正在你的城市里蔓延。预计将夺走六百条人命，首席医疗顾问建议了两种治疗计划。第一种计划确定会丧失四百条人命，而第二种计划有 $\frac{1}{3}$ 的机会能阻止任何人死亡， $\frac{2}{3}$ 的机会将使六百人全体死亡。你会选择哪一种？

有感觉吗？选择感觉起来不太一样，虽然心里明知两者相同。怎么会这样？

工作原理

至少有两件事发生。其一是表达选择的方式——框架效应（framing effect）。只要曾试着说服他人，都知道框架效应的重要。不只是说明的内容重要，表达的方式也一样重要；对别人报告选择方案或争议时尤其重要。其二是不愿冒着失去满意情况的风险——如果在快要输掉的时候，我们才比较愿意冒着赌输的风险。本例中，第一版的框架有种不需承担风险，就有收获的感觉；是“拯救两百人”，与“全输或全赢”的赌博。第二种框架看起来好像是站在稳输的位置（将丧失四百条人命），如果赌“全输或全赢”的机会，还有可能改变现在的立场。根据研究结果，大约有 75% 的人不会在第一种框架中冒着“全输或全赢”的风险，但在第二种框架则相反。⁴

为什么我们愿意在可能输的时候赌一把，但倾向在已有收获时避开风险？我认为这是人类普遍想要维持事物原状的偏差。姑且称之为“维持现状偏见”（status quo bias）。可能是在进化过程中就根植于我们的大脑中的，换句话说，“不做不错”。

从习惯来看，即可容易看出维持现状偏差是进化适应的原因。如果我们上次做某件事，没有发生什么意外，为什么要改变做事的方式？当然，我们也会尝试新方式，不过为什么要多浪费这种精力，还要冒着事情变糟的危险？

亲身体会

有种利用现状偏见取巧的方式，而广告人都知道得一清二楚。如果人们通常坚持着自己已知的事物，广告能做的最重要事情，就是让人们一开始就尝试你的产品（因此以孩童为目标市场的价值才这么高）。但是还有偏见可以利用：人类会根据

以前的行为选择产品,如果广告试着影响选择,会比影响人们对选择的感受更有效果。就算人们一开始并没有理由来使用你的产品,但他们一旦使用即建立了再度使用的强烈偏见。计算机使用者可能爱用某个浏览器,但如果别的浏览器随着作业系统附赠,几乎可以打赌说他们会开始依赖附赠的浏览器。或是选择购买甲牌果酱或乙牌果酱时拿不定主意,但如果乙牌能让我们尝试一下(例如样品或免费试吃),将让我们下次仍购买乙牌果酱。

维持现状偏见也可用于信仰和行为上。在很多情况下,我们都深深相信已知的事物,而不愿用某种方式去检验该事物的真假[Hack #72]。

当我在为程式纠错时,有过许多这种体验。我在自己一开始认为是程式有bug的地方做了许多努力,但当我解决bug后,程式还是不能用。

应该不只我碰到这个情形吧? 对吧?

— T.S. |

另一个关于人类喜欢维持现状的证明,就是禀赋效应(endowment effect)⁵,凡是拥有过的事物,无论如何取得,我们给该事物的评价,将高于为了取得它而放弃的其他事物。在研究中,学生们拿到有着大学校徽的马克杯,价值6美元。在接下来的交易游戏中,他们平均愿意以5美元为代价,放弃杯子;但没有杯子的学生平均只愿意出2美元购买。只是“获赠杯子”这样的拥有意识,就已能在两个群体间建立对物体的不同价值观。以上只是人类行为违反经典经济理论推论的理性的其中一种方式而已。

所以,如果想要别人放弃某项事物,一开始就不该给他们;如果你想介绍新事物,应该让人们先试用,再试着说服他们接受。如果办不到的话,至少应该试着把改变的新元素加到熟悉经验的一部分中。

附注

1. Rhinehart, L. (1971). *The Dice Man*.
2. Ajzen, I. (2002). Residual effects of past on later behavior: Habituation and reasoned action perspectives. *Personality and Social Psychology Review*, 6, 107-122. 亦可参考: Ouellette, J. A., & Wood, W. (1998). Habit and intention in everyday life: The multiple processes by which past behavior predicts future behavior. *Psychological Bulletin*, 124, 54-74.
3. 在 Wikipedia 上有一篇引人入胜的认知偏见项目,或许组织得不够好(http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_cognitive_biases)。对于认知偏见和启发式学习法,有本不错的书: Nicholls, N. (1999). *Cognitive illusions*,

heuristics, and climate prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80(7), 1385-1397 (<http://ams.allenpress.com/archive/1520-0477/80/7/pdf/i1520-0477-80-7-1385.pdf>).

4. Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, 211, 453-458.
5. Kahneman, D., Knetsch, J. L., & Thaler, R. H. (1991). Anomalies: The endowment effect, loss aversion, and status quo bias. *Journal of Economic Perspectives*, 5(1), 193-206. 与“禀赋效应”相反的则是“意外之财”，人们对于意外获得的财富较为轻视（例如中了彩票或继承遗产的人）。



第八章

组合

Hacks 75~80

什么让“组”看起来是一个字，而不是仅仅放在一起的“彡”和“且”？为什么我们看得到“一只狗”在草地上奔跑，而不是分别看到腿、耳朵、毛发和湿漉漉的鼻子？还有，为什么当我们被狗撞到时，知道去责怪被“狗”撞呢？

换个说法：人类如何把感觉组合成物体，如何决定哪一组感知构成了因果关系？

这可不是容易解决的问题。因果关系的本质，并非透过容易感觉的形式传播，不像光线中的色彩般一目了然。我们需要猜测，而无法直接感觉。人类有内置的启发式教学系统来解决这个问题，而这个系统是以各种组合形式为根据。例如说，“组”能合成一个字，是因为“彡”和“且”呈直线分布靠得很近，跟其他周边的字有着一定间距。这些都是大脑进行组合的原则。至于第二个问题，我们能狗的各个身体部位组合成一只狗的原因，则是因为这些部位一起移动。这又是另一个启发系统。

敏锐的辨识度让我们从最微小的线索中，看出人体外形，但辨识度并不完全，有时可能会受骗——就像“光点中的人形”[Hack #77]。我们将讨论我们是如何凭空感知生命性（animacy，生物的活力），以及如何忽略因果关系；这些有时是发现脑中假设的最好方式，看看假设何时无法符合真正发生的事。

：

HACK
#75

捕捉完形

我们根据完形组合原则以组合视觉感知。了解原则，能使视觉信息设计更符合人们的期待。

我们已经知道，眼中的世界不是独立分离的碎片，而是以群组和单一物体的方式呈现。我们眼中看到的不是手指加上手掌，而是完整的手。我们看到一面砖墙，

而不是看到许多依序堆砌的砖块。人类天生就会把事物分组，试着从众多独立断片中，取得连贯一致的图像。有几个能用于大多数群组任务上的基本原则，了解这些原则，可以帮助你设计构造良好的视觉信息。

实践经验

自动组合是人类的第二天性，自然到只有在它不能工作时，我们才会注意到。当部分的排列不符合大脑的组合原则，就会出现裂缝问题。图 8-1 是部分组合原则的应用。¹

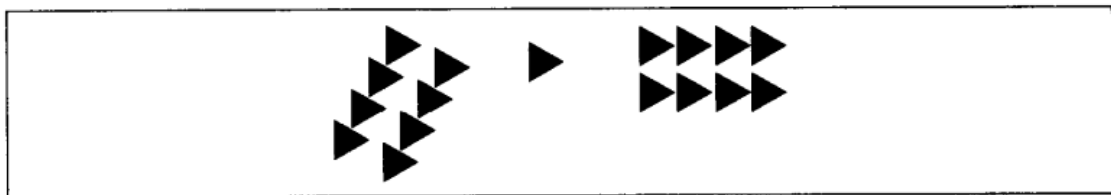


图 8-1：有两组三角形指向不同的方向，中间的三角形看来可以指向任意一方，取决于你将它归入两组中的哪一组²

在图中，我们看到的不是十七个三角形，而是两组八个三角形和中间的一个三角形。你的“相似性”倾向把相似图形排成行、列，然后合成两个组：一组指向左下方，一组指向右方。

每个组的区分，部分是因为三角形排列的模式（两列指向同一方向），部分是因为“邻近性”原则（相近的图形比较可能形成组）。中间的三角形距离两个组都一样远，无法落入同样模式中。所以它被大脑的组合原则排除在外。

然而，我们可以主动把那个孤零零的三角形加入群组中。想象它跟左边那组连在一起，看起来好像它也指向左下角。也可以选择把它视为指向右边，从而加入右边的群组。

工作原理

大脑把相似物体归类成组的规则，在心理学中称为格式塔心理学完形组群原则（gestalt grouping principle）。虽然没有直接的德英翻译，但德文“gestalt”大概是“完形”的意思。当我们将物体及他们之间的关系理解为单一的、连贯的形态而不是互不相关的元素，这就是把群体视为一个“完形”。例如图 8-1，我们对每一组三角形都有完形的理解。

四个最常被引用的组群原则是“邻近性”（proximity）、“相似性”（similarity）、“封闭性”（closure）及“连续性”（continuation）。图 8-2 即为每个原则的示范。

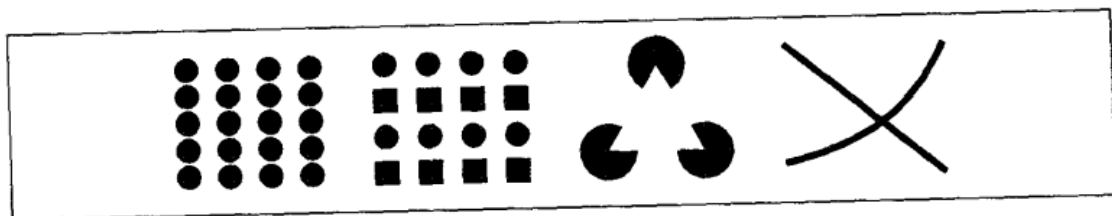


图 8-2：四种最常被引用的完形组群原则

邻近性

我们下意识把邻近的物体归列一起，所以在图中你会把物体看成纵列，而不是横行或格子状。这项原则让图 8-1 的三角形分成两组，也使得中间的三角形不像属于任何一组。

相似性

我们倾向把同类的物体归列一起。在本例中，你会看到横排的方或圆形，而不是方与圆的纵列。

封闭性

我们倾向完整的形态。在图中没有三角形，不过我们能从三个小精灵（Pac Man）排出的形状中认出隐藏的三角形，因为这样会显得图形更加完整。

连续性

除了倾向完整形态，我们还喜欢把形状看成平滑连续的。所以在图中我们会看到两条交叉的线，而不是两个顶点重合的箭头，或四条交会的线。

就算没有这些原则，还是能在心里组合物体。当我们在心底把图 8-1 中间的三角形加入某一组时，它仿佛与组群呈现相同方向。这种主动的组合改变了你看物体的方式。

完形原则之所以存在视觉处理过程中，不是因为其正确性，而是因为通常它们都很有用。完形原则是合理观看世界的第一法则。并不是说相似的物体不能分开，而是因为多数时候，相似物体不是分开的。虽然总有随机的巧合存在，但是比有意义的巧合少太多了。

世界不是没有关联的混乱碎片，看到关联性会很有帮助——假如你在猎捕动物，看到动物的整体比看到这一个爪子那一个尾巴要有意义。

附注

1. 完形原则很有趣，不过真的有用吗？优秀的印刷或网页设计都本着易于理解的方针，知道完形原则是如何制造冲突或误导的，可以帮助我们来避免（这些错误）。James Levin 就把完形原则用于网站设计（<http://tepserver.ucsd.edu:16080/~jlevin/gp>）。

2. Illustration inspired by Fred Attneave's demonstrations as used in "How the Mind Works" by Steven Pinker.

参见

- Max Wertheimer 在其 1923 年发表的论文 “Laws of Organization in Perceptual Forms” 中第一次提出“完形”的概念 (<http://psy.ed.asu.edu/~classics/Wertheimer/Forms/forms.htm>)。
- 除了用于静态物体的基本组织原则，还有其他从行动中演绎出的组织的原则[Hack #76]。

HACK #76 基于同步原则

我们倾向于把同时发生或同向运动的事件归到一起。这个方法没什么道理，但却有效。

这是一个喧闹迷茫的世界。相对于大量原始的感觉，直接感知到物体会使我们对世界的认识更容易些，其中的一个方法就是把那些看来起因相同的知觉整合到一起。这个方式背后的假设就包括完形原则——大脑用于整合事物的一种启发式方法（参考“捕捉完形”[Hack #75]中此类型的最简单例子，用于视觉信息）。

也许其中最有力的假设是共同性（common fate）。我们把同时发生，改变方向相同，或往同一方向移动的事件归到一起。想象你看到远处黑暗中有像是眼睛的两点光。你也许会以为那是眼睛或者仅以为凑巧有两个无关的光点。但光芒如果同时移往同样方向，并根据人类走路的特点晃动，我们就能判断那是眼睛。利用各个时段内的行为，可严格测试空间资料的常见成因。如果晃动的光芒通过“共同性”的测试，多半是同一个物体。视觉系统同时提供强烈的知觉经验来支持这种判断；如果物体一起移动，多半会被看成整体，不太可能把它们看成分开的物体。

实践经验

“Illusion-Motion Capture-Grouping” (http://psy.ucsd.edu/chip/illu_mot_capt_grpng.html；需要 Real Player) 中将呈现对单一对象的完整知觉，将如何随着情境与共同性而改变。请至少看三十秒影片，一开始只看到方块旁有个闪烁的圆点。但在其他圆点加入后，最初的圆点看来好像也跟着其他圆点左右移动；我们现在一定会看成圆点移动到方块后。其他圆点的出现和运动，提供了强烈得无法忽略的视觉关联性。最初的圆点仍只是在亮与灭，但我们就是无法只看成亮与灭。

图 8-3 是“一个与时间有关的完形原则：共同性”（A Time Gestalt Principle Example: Common Fate）(<http://tepservers.ucsd.edu/~jlevin/gp/time-example->

common-fate; a Java applet),¹ 互动程序说明了, 示范视觉系统如何从运动中演绎出物体形状, 而不需要色彩或形状线索的帮忙。

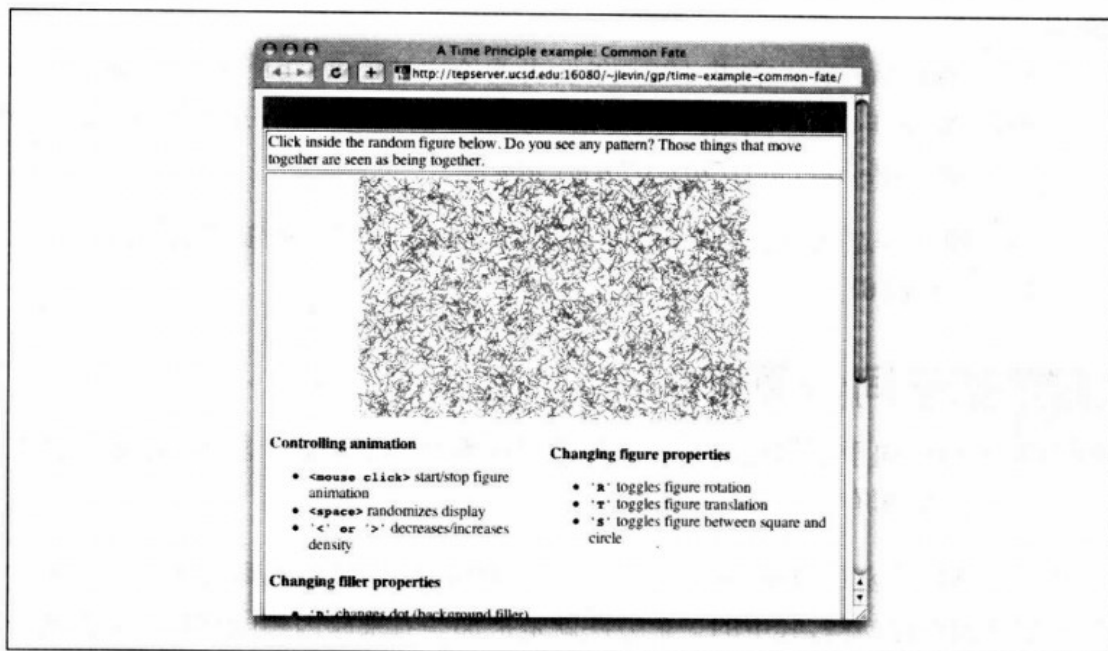


图 8-3: 当隐藏在模式中的圆形移动时, 就可清楚辨认; 但印成静态图片时却完全看不出圆形

从网页图像中, 我们能看到一个材质杂乱的圆形, 在材质同样杂乱的背景上移动。随便点击图像中任一处, 即可开启或停止示范。静止时看不出图形, 只有杂乱无章的背景。共同性的力量就在这里。关联性只在移动时存在, 那是我们能从背景噪声中看出物体的唯一时刻。

工作方式

完形组合的推论非常下意识且自动, 所以很难想象感知觉没有被大脑组织成物体的世界是什么样子。这里有一个非常聪明的地方, 在信息极少时 (仅仅是形状随着时间改变), 大脑假设所见模式不太可能是意外关联, 即可建构出对物体的强迫感知。在这些例子中, 我们就无法忽略物体外形; 我们完全无法要求自己看到一堆移动的点的集合以代替那个移动的形状, 因为对物体的建构乃是发生于意识层次之前。

共同性可以引出复杂推论。看看“Kinetic Depth”的示范 (运动深度, http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/George_Mather/Motion/KDE.HTML; QuickTime), 只不过是一堆移动的光点, 就能让我们看出 3D 物体的立体深度和运动方式。本范例中, 光点模式能让我们看到自转中的球形。

这个影片中最可爱的地方, 就是视觉信息的模棱两可——光点有两种旋转方式。

视觉系统会为我们选择一种，我们看到某些光点移动到另一些移动方向相反的光点背后。原本看到“在前方”的光点，决定我们所见的球体旋转方向。如果多看一下影片，你的感知就会发生变化切换为反向旋转。不需要刻意调整，感知反转会自然发生，有可能是因为某种适应过程。既然已经看到球体朝着某个方向旋转，表征这一感觉的神经元将会被激活；随着时间经过，活跃的神元反应程度降低，编码为反应另一个旋转方向的神经元则开始取得主导地位。这种取得控制的方式[Hack #26]在运动后效[Hack #25]占了相似的重要角色。运动后效是指：负责反应特定方向的运动的神元，在接受持续刺激后会降低反应水平，负责相反运动方向的神元，则开始起到主导地位。

这里的所有示例，都显示时间关联对塑造感知的有效性。而且不只是感知——同时发生的刺激也能改变我们的身体图式（body schema），例如大脑认为手现在的位置[Hack #64]。核心很相似——如果两个事物确实相关，感知会把它们视为相同物体的一部分。对于被骨骼孤立的大脑而言，感知关联（perceived correlation）是推论哪些感觉应该相联、属于同一物体的唯一方式。

共同性也能从光点的运动中，找出比旋转球体更复杂的结论。以生理运动[Hack #77]的案例，视觉系统将那些运动的点纳入基于人体轮廓的图式，以便协助感知人类外形。Alais 等认为，共同性的重要性在于反映出大脑进行组织的深层原则。² 神经学家讨论结合问题（binding problem），质问大脑正确连接所有信息的方法，质问大脑如何处理所有同时发生的事物、如何透过不同感官侦测外界、如何看待各个送至不同皮质区域呈现的部分特征（如色彩、差异、声音等……），所有要素必需编织在一起形成连贯的感知。可能的启示是：共同性反映神元发出信号的同步性，而这也是大脑解决结合问题的相同机制。

附注

1. 部分取自 Jim Levin 的 *Gestalt Principles & Web Design* (<http://tepservers.ucsd.edu:16080/~jlevin/gp>)。程序由 Adam Doppelt 开发。
2. Alais, D., Blake, R., & Lee, S. (1998). Visual features that vary together over time group together over space. *Nature Neuroscience*. 1(2), 160-164.

HACK #77

光点中的人形

位于走路人关节上的光点，就足以构成人体的生动形象，还附带着心情、性别等各种细节信息——但只限于人形移动的时候。

对同时移动、形成单一物体的群组事物[Hack #76]，视觉对它们有特殊处理程序。所以我们才能看到车辆，而不是看到朝着同方向运动的车轮、玻璃、方向镜。一切进行得还不错，但我们并非活在只有树和车辆这类物体的世界，而是活

在到处都是人的环境中。想想人类多么有社会性，人们可以有多么狡猾……就不难理解为什么我们会有一套把移动得像人类的事物、归纳成单一物体的特殊程序。看到贴在膝盖、手肘与其他身体部位的光点，就能出现关于一个人的生动感知，而且这种感知在光点静止时完全不存在。

实践经验

请打开浏览器找到http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/George_Mather/Motion/BM.HTML¹或 http://www.at-bristol.org.uk/Optical/DancingLights_main.htm（都是 QuickTime 文件）。你看到了什么？

两段影片都只是在平面上移动的光点。但第一段影片显然是个走路的人，第二段影片则是两个人在跳舞和打斗等许多动作。

如同共同性的示范[Hack #76]，我们根据物体随时间的运动将其归类为组群，只要暂停这两段影片，效果也随失消失。只有运动时，光点带来的信息才有意义（很可惜没办法在书中演示光点动画的效果），所以图 8-4（第一段影片的截图）看起来比较像随机分布的光点，而不太像人类的外形。

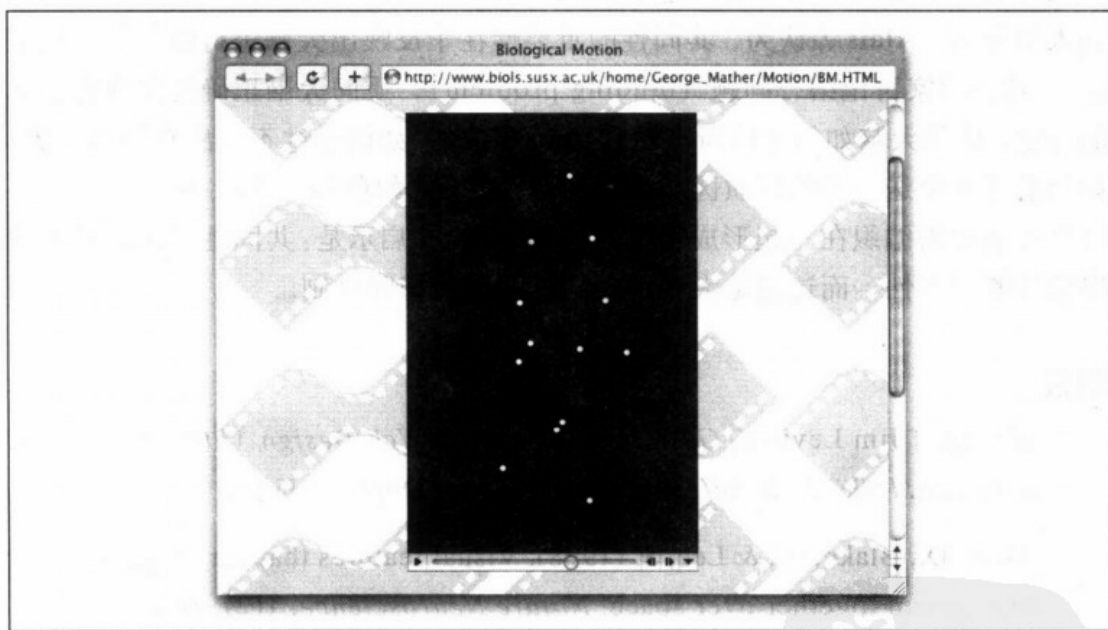


图 8-4：影片中的光点如果是运动的，看起来就会像正在走路的人

由于“走路者”的生动印象，显示我们能整合光点的关联性，并将它与我们已有的有关人类运动的模型匹配起来。另外，这段影片有方向性。如果倒着看这段影片（有笔记本电脑的人比较容易办到），将无法再看出任何类似人类的动作。

我们不只从移动光点中感知到抽象人形。<http://www.bml.psy.ruhr-uni->

bochum.de/Demos/BMLwalker.html 中的示例 (图 8-5), 还能调整光点表现出性别、方向、体重、情绪、精神等特点。

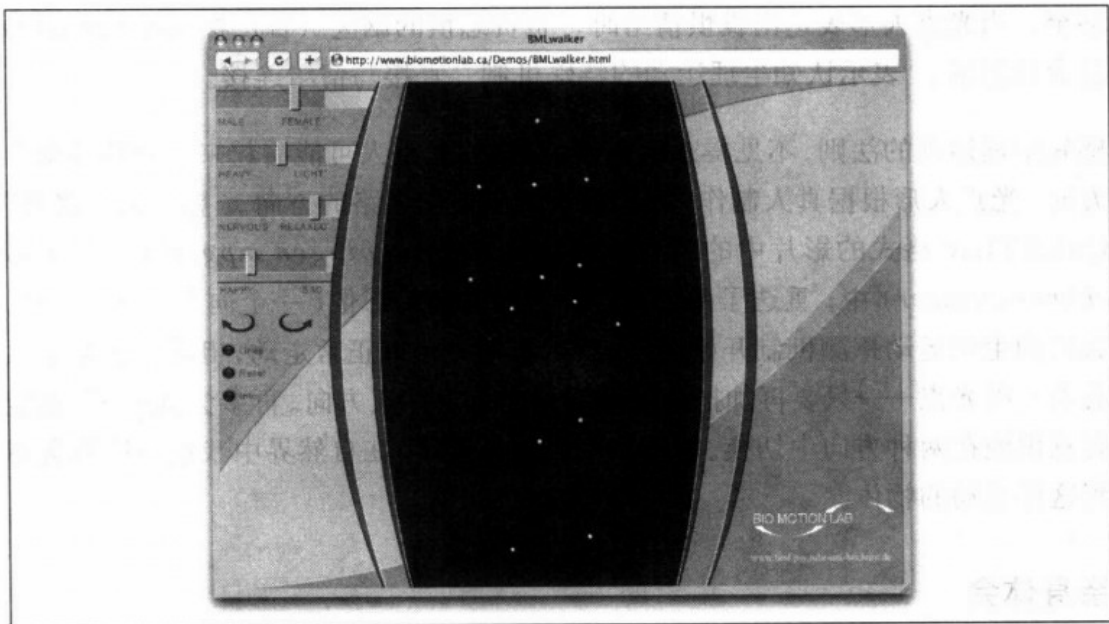


图 8-5: 快乐的大胖子, 由光点呈现

我们可以从光点中, 看到一个快乐而肥胖的男性, 或是焦急忧虑的中等身材女性。一切仅仅是因为光点运动方式的不同。

工作原理

效果很明显。我们仅从移动的光点中就能感知人类外形, 甚至情绪和性别, 都是因为我们从平日所见的人类形态中已自动提取了潜在的模式。

通过经验与专门化神经模块的协同作用, 我们学到人体运动的潜在共性——人体重要部位 (关节) 间的时空关系。随后, 大脑即可使用模板, 促进对新的运动躯体的认知。这种能力使得人们能够从正确移动的抽象部位, 感知整体。对符号组成的表情的认知[Hack #93]也有类似的加工过程。所以漫画家才能创造出生命——他们要表达的是关键的, 或许稍微夸饰一下的特征, 而不是画出所有无关细节的完整影像。

因为我们的大脑实在太擅长侦测人形, 所以符号表情 (emoticon) 流行, 但火柴人却不流行才教人惊讶。也许是因为表情比姿势重要, 还有必须加上四肢才能获得姿势的完整效果吧。不过, 在线聊天时一样可以弄出跳舞的火柴人哦! (<http://bash.org/?4281>)

—T.S.

从光点中感知生理运动, 并没有脱离正常的视觉加工。² 脑成像研究显示, 这种

加工涉及到许多大脑区域,除了一般的视觉加工区域外,还涉及到物体记忆,空间加工甚至运动加工区域。^{3,4}

甚至,当光点人形表达出畏惧情绪时,负责恐惧的脑区(杏仁核(amygdala))也会被激活。⁵表示认知生理运动的特殊机制,直接与情绪连接。

感知生理运动的法则,不见得永远正确。走路的光点人可能看起来同时移往两个方向。光点人形根据真人制作,我们能看得出他们走路的方向。“虚构的走路者”QuickTime 格式影片中的(<http://www.kyb.tuebingen.mpg.de/bu/demo/chimericwalker>)中,重迭了两个人走往不同方向的影像,一个向左,一个向右。我们的生理运动探测机制开始运作,然后看到一个人正常走动,但我们实际上只看着一组光点——只要再加把劲就能看到光点走往反方向。再多尝试一下,还能有意识地在两种方向中切换。探测法则已被愚弄了,在自然界中我们永远不会看到这样运动的物体。

亲身体会

如果你有骑自行车的习惯,就可能利用人类感知生理运动这一特点。在关节处贴上荧光安全标记,通过人的生理运动探测系统,其它驾驶者会更易辨识出你的存在。

附注

1. George Mather 的“运动感知”网页上有许多影片(http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/George_Mather/Motion/index.html)。
2. Neri, P., Morrone, C., & Burr, D. C. (1998). 看到生理运动. *Nature*, 395, 865-866.
3. Pelphrey, K. A., Mitchell, T. V., McKeown, M. J., Goldstein, J., Allison, T., & McCarthy, G. (2003). Brain activity evoked by the perception of human walking: Controlling for meaningful coherent motion. *Journal of Neuroscience*, 23(17), 6819-6825.
4. Giese, M. A., & Poggio, T. (2003). Neural mechanisms for the recognition of biological movements. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 180-192.
5. Hadjikhani, N., & de Gelder, B. (2003). Seeing fearful body expressions activates the fusiform cortex and amygdala. *Current Biology*, 13(24), 2201-2205.
6. Thornton, I.M Vuong, Q.C., & Bulthoff, H.H. (2003). "Last But Not Least: a Chimeric Point Walker." *Perception*, 32, 377-383 (<http://www.perceptionweb.com/perc0303/p5010.pdf>)

7. Kwan, Irene, & Mapstone, James (2004). Visibility aids for pedestrians and cyclists: A systematic review of randomised controlled trials. *Accident Analysis and Prevention*, 36(3), 305-312.

有生命了！

#78

稍微调整物体的运动方式，物体看起来就好像有自己的生命一般。

在没有因果证据的时候，感知系统有时还是能侦测到自成因果的事件，并向上传送“有生命性”（animacy）的印象——亦即有了主动的目标看似有了生命。

有生命性既容易看到，却也难以思考，原因相同。人类依靠进化得以生存在充满动物和无生命体的世界中，但生物比无生命的物体更难理解也更危险，所以我们的大脑更倾向于侦测“行为”（agency）——因为某人或某物蓄意使之发生的事件（假设事出有因总比完全忽略要好，不是吗）。这项理解行为的专长，表示我们倾向侦测行为，尽管并非十分严格——于是使用有意图的语汇，形容没有意图的事件，成为我们的天性。像是“水流‘想’找出从山顶流下的最快路径”，大家都能轻易了解这句话的意义，绝对比提到动力最小化之类的说法容易懂，虽然水流并非真正地“想”做什么事。我们也很容易觉得电脑老是跟自己作对，就像觉得其他人故意找自己麻烦一样自然¹——虽然大多数人可能根本没花那么多精力在你身上，而计算机也绝对不会对使用者有意见。

利用人类倾向侦测物体行为的事实，只要对运动方式加上一点个性，它们看起来就好像有了自己的生命一般。

实践经验

想表明某件事绝对有心理学基础，可以借助孩子来实现。婴儿只要能看到外界后，就希望在环境中发现有生命的物体，而且喜欢看着物体移动，而不只是看着物体。²所以这个实验要给小孩呈现一些物体运动，并观察他们的反应，通过显示感知（活的）物体是多么基本的功能。

当然，你要找个小孩才能进行这项实验，年龄愈小愈好，只要能够了解并回答你的问题就行了。



如果一时间找不到小孩，也可以自己试试。连上网络，观看“工作原理”提供的影片。

随便找两个物体，只要不是活的生物，或看起来像别的生物即可，如果尺寸不一样会更好，例如两颗石头或两个积木。把石头放在桌上，拿起较大的石头慢慢移向小石头。当两颗石头的距离约六、七厘米时，把小石头快速地移向别的方向。

随后立刻操纵大石头改变方向，与小石头相同。大石头都维持慢慢地跟在小石头后移动，而小石头则保持约六、七厘米的领先。

现在问小孩子，“你看到什么事情在发生？”

看了上面的叙述，想必各位心中已有了明显答案，对小孩而言，答案也很明显：大石头想抓住小石头。只不过是看到物理运动，小孩就能推论出运动目的，并把目的附加在某种物体属性的内在认知上（“大石头想抓住小石头”）。他也可能回答，“你用很好笑的方式移动石头”，但可能性不高。大家都喜欢让石头具有某种意图的解释方式。

工作原理

第一个实验，使用两个三角形加一个圆形，在大正方形内外侧移动。可于Heider和Simmel制作的影片中看到类似实验，他们是采用正方形和圆形（<http://research.yale.edu/perception/animacy/HS-Blocks-QT.mov>; QuickTime, 2.4 MB），如图8-6所示³。

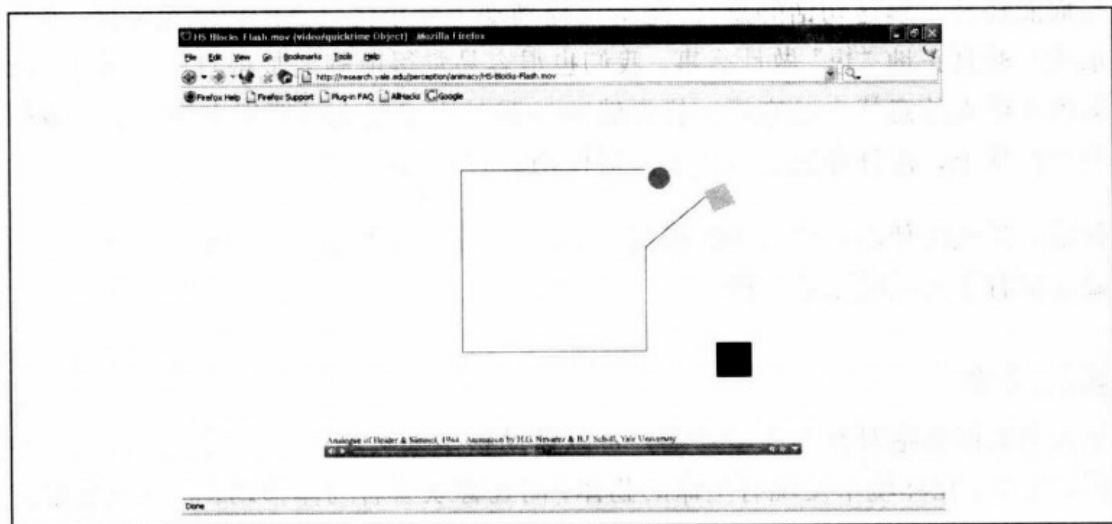


图 8-6：请注意：静态图无法提供任何使图形看似有生命的线索

不管被要求注意什么，人们看影片时还是会对这些几何图形加上个性特征和情绪。图形看起来像有自己的生命，我们就是无法抑制地一直往拟人化的方向想象。

图形要做什么，看起来才会像是生物？第一件事，也最明显的一件事，物体必需自己移动，而且看起来不是被外力推动。改变方向和速率会有帮助。⁴

我想，在物体移动时加上快速摇晃或慢慢地滚动，都能使物体产生有生命的感觉，虽然我没找到任何证实这个猜想的研究。让物体模仿走路、探路或运动，不少人会在假装物体有生命时，自然地这么做。

— T.S.

如果物体有个明显的“正面”，而且沿着主要轴线移动，也能起到类似的作用。在前一个影片中即可看到这个效应，不过在采用箭头图形的复制版里更明显：
<http://research.yale.edu/perception/animacy/HS-Darts-QT.mov> (2.7 MB)。

影片中的图形追逐着目标，并与周遭环境互动（推动别的事物或转向避开事物），都使它们看起来更像活物。观众能否看到物体的目标并不重要，只要物体看起来像追逐着某物，就可以建立有生命性的感觉了。后者的确有点道理，视觉系统演化出侦测意图的功能，不仅在于认知意图，而且要预测某人或某物的后续行动。我们或许不知道别人朝着什么目标丢石头，但会把他的行动解释为“朝着某个目标丢石头”，表示我们将注意外界，因此增加发现该目标的机会。

附注：

1. Hanlon's Razor: "Never attribute to malice that which can be adequately explained by stupidity" (http://en.wikipedia.org/wiki/Hanlon's_Razor)
2. Rochat, P., Morgan, R., & Carpenter, M. (1997). Young infants' sensitivity to movement information specifying social causality. *Cognitive Development*, 12, 537-561.
3. Heider, F., & Simmel, M., (1944). An experimental study of apparent behavior. *American Journal of Psychology*, 57, 243-259.
4. Tremoulet, P., & Feldman, J. (2000). Perception of animacy from the motion of a single object. *Perception*, 29, 943-951.

HACK #79

因果关系般清晰易懂

遵照几条简单规则，即可表现清楚的因果模式，并确保人们能把同时发生的不同事件联系起来。

研究认为，视觉系统通过推论特性（如立体外）来复原外界的实体结构，同理也会利用推论特性（例如因果关系和有生命性）来复原因果和社会结构¹。

感知从感觉中发现结构。找出事物的结构，我们才能记住事物，并有效率地储存于记忆中。如果结构与现实相关，也能支持我们对于正发生事件的预测。因此，比较容易把桌上的线假想为都来自同一只滑鼠，一旦想到这点，就容易找到滑鼠，只需“顺藤摸瓜”。

在其他单元中，提过大脑寻求空间中的结构[Hack #75]，还有时间中的结构[Hack #76]，来组织感知觉。这些原则应用至实际物体的基础感知，也协助我们

知道我们如何理解自己的身体图式 (body schema)[Hack #64], 还有其他人的身体[Hack #77]。

但人类的视觉系统不只观察静态实体结构, 它也能捕捉事物的因果关系。我们不会看到两项独立事件, 而是看到单一事件: 为什么盘子在摔到地上的同一时间碎掉了?

侦测因果关系和生命性 (animacy)[Hack #78]的能力, 是种感知现象, 与推断问题因果关系的缓慢过程不同。(“嗯……为什么我的电脑老是在我写了二千字左右、又没存文件时死机呢?” 这就是非关感知的因果推理。)

视觉感知捕捉到原因的速度很快, 不需要任何意识努力。就像许多视错觉, 它未经我们的同意就已发生, 我们也没有阻止它的能力, 就算知道是错觉也无能为力。

实践经验

来看看我说的感觉到因果关系是怎么回事。利用手边能找到的尺寸合适的素材自制一个钟摆, 使用什么东西不重要; 像我是利用相机附的绳子和钥匙。另外还需要再找一个物体; 我用的是饮料瓶盖。

握住钟摆, 让它在面前左右摆动。现在用另一手拿起瓶盖 (或你准备的任何东西), 在钟摆附近挥舞。还没什么奇怪感觉吧? 现在瓶盖移动时, 要配合钟摆的路径, 并维持固定距离 (例如十公分)。如果时机正确, 应该会开始觉得瓶盖拉扯着钟摆摆动。就算我们的身体知道这两个物体没有因果关系——钟摆自己摆动, 而瓶盖被我们的手移动——这种错觉还是会发生。

我们并非看到两个一起移动的物体。而是有种甲物造成乙事的感觉, 这种感觉为感知系统所制造, 并直接递送至意识层。

工作原理

各位可能已经猜到主导因果感知的规则。接连发生的事件, 以及具有一致关系的事件, 显然有因果上的关联, 但在发生时间上要多接近、在一致关系上要到何种程度, 才会被一起感知呢?

关于这个问题, 有个研究称为 “launching paradigm” (<http://web.archive.org/web/20040226172716/http://www.carleton.ca/~warrent/210/michotte/michotte.html>), 由 Albert Michotte 所开发。

在第一个文件中 (<http://cogweb.ucla.edu/Discourse/Narrative/michotte->

demo.swf; Flash player), 有颗红球从屏幕左侧滚向中间, 直到遇到另外一个红球, 然后第一个球停止, 第2个球继续移向右侧。不过, 我们看到的景象却不只如此, 我们看到一个球的撞击使另一个球移动, 就像撞球的原理。

如果两个事件间有延迟, 如第二个 Michotte 文件所示 (<http://research.yale.edu/perception/causality/temporalGap.mov>; Quicktime), 则失去了因果关系的感受。这段延迟时间需要多长呢? 研究显示, 暂停时间若超过 140 毫秒, 即可移除事件间的因果感觉。²

我想, 140 毫秒这个数据, 或许解释了为什么某些小机关的延迟会让人烦躁。如果按下键盘后, 要等 1/4 秒才会看到字母出现, 就不会出现自己的动作使得屏幕上出现某些反应的感觉。装置不再显得处于使用中, 也使我们不加思索地停止使用。换句话说, 让人很烦。我停下打字的动作, 必须一个键一个键慢慢按, 等着字母出现在屏幕上才能按下一个键。

— T.S.

空间的分隔也能影响因果感知, 虽然不如时间因素重要, 如钟摆实验所示。在 launching paradigm 实验中, 两颗球的距离也能移除因果感觉, 但这是一次性的关系, 而不像钟摆实验是持续性的关系。只要在两颗分隔的球中间, 加上另一颗球, 即可恢复因果关系, 得到第一颗球的撞击力道传至最后一颗球的连锁反应。虽然第一颗和最后一颗球的运动完全相同, 但因为中间的因果关系明显了, 即可恢复这种感觉。Brian Scholl 于耶鲁大学的感知和认知实验室³所做的影片, 即呈现出前述效果 (<http://research.yale.edu/perception/causality/toolEffect.mov>; QuickTime)。

Scholl 的实验也显示了, 正常情形下不会建立因果关联的视觉事件, 可以经由增加其他关联的并时性事件而改变; 这个并时性事件必须能建立因果关系的感知。这一点再度显示, 时间是视觉系统用于指出因果关系的最大因素。(附带一提, 相反关联似乎也可成立。我们会将认为有因果关联的事件, 感知为发生在相近的时间内, 而不会感知为其他可能。⁴)

是否因此感知两个事件具有因果关联, 受到其他因素的影响。当我们拿铁槌钉铁钉的时候, 会觉得自己造成钉子钉入物体; 虽然我们的意图(原因)和敲击动作(结果), 在空间和时间上均为分离状态。铁槌, 在事件的始末之间提供视觉联系, 确保我们感觉到因果关系——如果我们只看到原因和结果, 却没有铁槌居中连接, 就无法感觉到因果关系。

实验显示, 延迟超过 2 秒, 即可阻止人们感知到甲事件造成乙事件⁵——但是后续研究发现, 只是交待延迟原因这么简单的工作, 即可将我们所能接受的因果延时延长一倍。⁶

重点在于“大脑不相信巧合”，如果能展现看起来应该有因果关系的事件，大脑将会产生因果感觉来配合它。还有，改变周遭情境即可克服事件缺乏直接接触的问题，不过时机要拿捏得宜。

附注

1. Scholl, B. J., & Tremoulet, P. (2000). Perceptual causality and animacy. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(8), 299-309.
2. Michotte, A. E. (1963). *The Perception of Causality* (T. R. Miles, trans.). London: Methuen & Co.
3. “Basic Causality & Animacy Demos”，本实验出自 Brian Scholl 于耶鲁大学感知和认知实验室的页面 (<http://pantheon.yale.edu/~bs265/demos/causality.html>)。
4. Eagleman, D. M., & Holcombe, A. O. (2002). Causality and the perception of time. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(8), 323-325
5. Shanks, D. R., Pearson, S. M., & Dickinson, A. (1989). Temporal contiguity and the judgment of causality by human subjects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41B, 139-159.
6. Buehner, M. J., & May, J. (2004). Abolishing the effect of reinforcement delay on human causal learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 57B (2), 179-191.

参见

- 关注身边事件来体会因果概念。Choi, H., & Scholl, B. J. (in press). Effects of grouping and attention on the perception of causality. *Perception & Psychophysics*.

BACK #80

无知无觉的行动

我们如何体验并知悉自己造成的行动？这不是自动化过程：事实上，意识感觉或许在大脑下了行动决定后，就已被加入了对行动的感知。

请把一只手放在桌上，把手看成物体，就像桌上的其他东西。现在，抬起一根手指。为什么你会抬起那根手指？你知道原因吗？这是自由意志下的选择吗？还是大脑中某个我们无法触及的区域，为我们下了决定？我们体验到了抬起手指的感觉，但究竟是由我们内部的哪个因素所造成？

假如记录人们决定抬起某根手指时的脑电波（EEG）读数[Hack #2]，同时请他们看着计时器，并记住觉得自己抬起手指的时间；将发现受试者回报的抬起手指体验，比 EEG 显示大脑准备动作的时间晚了四百毫秒。¹利用穿颅磁刺激（transcranial magnetic stimulation）[Hack #5]刺激脑部特定区域，将影响人们抬起哪根手指²，不过受试者仍觉得是“自己”决定要抬起哪根手指。

这只是一个例子，显示我们对自己行动的感觉，也许受到意识以外的事物影响。意识感觉，并不总是能很好地指出人类的行动意向。相反情形也可能发生。我们可能否认原本负责的行为，可能做出自己并没有想做的事。

实践经验

在纸上画个十字。接下来找个轻一点的东西做成钟摆，像钮扣加上缝衣线就不错。手肘悬空，持着钟摆对准十字，随便问个问题（例如“当成钟摆的钮扣是蓝色的吗？”或“午餐时间快到吗？”）。记得要想着，答案为“是”则钟摆向顺时针方向摆动，答案为“否”则朝逆时针方向摆动。再提醒一次，持着钟摆的那一手要悬空。然后看着钟摆自己开始摆动，回答我们的问题。

奇怪的事情发生了，钟摆真的依照正确的答案指示摆动。

工作原理

刚才的体验称为念动效应（ideomotor effect）。³灵应牌（Ouija，降灵术使用的占卜板）、问卜杖、促进沟通（协助传递严重肢障者的讯息），都用到了念动效应。那无关鬼神，只不过是普通的人类弄出来的。

在这种状况下产生的移动，完全都是我们自己产生的（若是灵应牌的场合，则是自己的力量加上一群人的力量）；但因为我们没感觉到自己有意识地运动，所以觉得自己跟行动无关，行动看起来好像由外在力量所造成。有鬼哦！我们自己，的确是造成一切的原凶。从玩灵应牌的受试者身上测得的肌肉读数，显示自我产生的运动信号使指示牌移动，并非指示牌带着我们的手指移动。灵应牌只是提供参与者已知的答案，即使答案是错的。有些与“死者”的对话，结果后来发现那些死者还活着。蒙上受试者的眼睛，并在他们不知情的情况下转动灵应牌，指示牌将移动到未转动前的位置。

我们什么时候会觉得是自己造成某些行动？什么时候又不会这么觉得呢？哈佛大学的 Daniel Wegner⁴认为，“我们在以为自己引发了某种行为时，就会产生引发某种行为的感觉。”换句话说，在我们注意到自己的行动意图与任何发生的事有关时，就会产生有意去做的感觉。也就是说，如果我们没有行动的意图，也不会产生有意去做某事的感觉；相反地，如果有行动的意图，就算某件事不是我们做

的，也会觉得需要负责任。这个效应和因果关系[Hack #79]的感觉很像，因果关系是指我们从感知推演事件——必须如此，因为不可能直接感知事件的成因与结果。感官信息是我们手边仅有的资源。

Wegner 认为，大脑使用三个基本原则，以决定是否传送“有意识的意志”体验：优先性、持续性、独占性。分别解释如下：想法以适当时距优先于行动、想法在行动期间保持延续、想法是唯一的候补原因。

在多数情况中，这些条件都能符合，我们便觉得拥有自己的行动。但有些情况则非如此，因此我们觉得与行动没有关联。就拿前面的钟摆范例来说，我们拿着钟摆的那一手，其实做了微小的手部肌肉运动，当想着答案为“是”或“否”时，肌肉以非常小的程度运动，小到我们无法察觉。也许我们本来可以察觉肌肉运动，只不过最终效果太不对称：手部运动无法察觉，但钟摆却很明显地摆动。极微想法对上大幅摆动的反应，违反了持续性原则，所以我们很难相信自己的行动是使钟摆晃动的显著成因。因此我们不会体验到自己就是成因，遂愿意推断其他较成比例的候选成因，例如灵魂的存在。



有了这里的解释，比较容易了解行为如何在并非十分刻意的情況下产生，也较容易了解不被视为故意的行动，就像“有样学样”[Hack #98]，不自觉地反应他人习惯动作一样。

Wegner 提出的原则用于理解脑部以外的事件，并不教人惊讶。毕竟，除了透过优先性、一致性、排他性这类原则外，我们没有感知外部事件成因的直接方式。更有趣的是，大脑使用同样原则，了解像是意识行动一类的内部事件。由此推测，以意识洞察大脑的工作有严重限制。但这样是有充分原因的。如果我们一直被提醒着，自己的所有决定是如何由大脑下达，将使我们分心。大多数处理过程必须藏在意识层面下，才能使我们有效率地运作。念动效应和相关现象就是例证，说明当需要有意识地理解自己的行动时，大脑认为发展出推断心理原因的二级机制，比开启心智模块、提出直接（但浪费时间的）内省要更为便利。

附注

1. Kornhuber, H. H., & Deeke, L. (1965). Hirnpotentialänderungen bei Willkürbewegungen und passiven Bewegungen des Menschen: Bereitschaftspotential und reafferente Potentiale. *Pflügers Archiv*, 284, 1-17. Discussed in Wegner, D. M., & Wheatley, T. P. (1999). Apparent mental causation: Sources of the experience of will. *American Psychologist*, 54, 480-492.
2. Brasil-Neto, J. P., Pascual-Leone, A., Valls-Solís, J., Cohen, L. G., & Hallett, M. (1992). Focal transcranial magnetic stimulation and response bias in a

forced-choice task. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 55, 964-966.

3. Wikipedia 上关于念动效应的说明 (http://en.wikipedia.org/wiki/Ideomotor_effect)。
4. Daniel Wegner 的网页 (<http://www.wjh.harvard.edu/~wegner>), 还有关于此主题的著作。Wegner, D. M. (2002). *The Illusion of Conscious Will*. Cambridge, MA: MIT Press.



第九章

记忆

Hacks 81~92

“启动”（priming）的概念已于本书出现数次。脑中有一个活跃中的概念，其他相关概念也会悄悄地启动，准备面对意识或体验的冲击。在Stroop效应（Stroop Effect）[Hack #55]背后的自动关联和对启动的测量，使我们知道仅当我们看到某个物体时，就已经无意识地做好了利用物体的准备[Hack #67]。

本章先深入探讨启动[Hack #81]，然后证实它是一种阈下知觉[Hack #82]，关系到错误记忆的建立。既然本章主题是“记忆”，我们会通过“启动”效应来激活阈下知觉，来看看错误记忆和熟悉感[Hacks #83, #84, #85]是怎样产生的。

我们也会讨论如何利用学习，建立可靠、真实的记忆。学习即牵涉到外在环境，也就是学习事物时的情境（心智的协调天性再一次出现）。利用这项特征能帮我们学得更好[Hack #86]，改善未来的回忆技巧[Hack #87]。甚至还有利用内在引导技能来促进记忆的妙招哦！[Hack #89]。

这趟旅途中，我们将看到想象的真实作用。例如用念力让肌肉更强壮[Hack #87]，至少能更妥善地控制肌肉。例如我们明明从第一人称观看生活的世界，可是回想起来却像场电影、以第三人称回忆[Hack #90]的原因。还有为什么只是在火车上小睡一下，就能让想象力暴发[Hack #91]。

最后，但不是最不重要的一点，特别是在这许多之中，我们会谈到：咖啡因。为什么大家尝到煮得不对的咖啡时，总是特别生气？咖啡和学习又有什么关系？知道了这一点，能使“泡咖啡的习惯动作也很好喝”[Hack #92]。

#81

心底浮现的事物

现在没有想着某件事并不表示那件事不存在，没等着从记忆深处跳出来。你最近有没有想到某件事，有没有想过相关的事，都决定着这件事与你意识层面的距离。

事物不只在存在于我们的意识中。似乎有些事情离意识比较近，有些事情则完全隐藏、深埋在我们心中。

接近意识的事物，不需太多激活即可提取出来，一言以蔽之，它们与你正考虑的事情相关，自愿在我们的认知处理过程中担负任务。但这并非总是好事，大家多少有过很想忘记即将来临的考试或面试，但就是一直想到它们的经验吧！

所以，影响心理对象隐藏深度的因素是什么？显然，最近有没有提取过它，是关键因素之一。关联性是另一个因素：启动某个心理对象可使相关对象更易被提取。并不一定直接浮上意识层面，只是非常接近，因此如果我们最近接触到与某个概念有关的一般概念，那么这个概念就会更容易被提取。心理学家通过测量心理对象的准备程序，来理解知觉的局限性及大脑接触到的不同概念之间的联系。

实践经验

接下来的实验，我们在学校中时觉得很有趣，或许找个年纪小一点的孩童来测试比较好。若想增加戏剧化效果，还可以说你会读心术。然后快速询问下列问题：

1. $5 + 1$ 是多少？
2. $3 + 3$ 是多少？
3. $2 + 4$ 是多少？
4. $1 + 5$ 是多少？
5. $4 + 2$ 是多少？
6. 现在想到的第一种蔬菜是什么？

绝大多数人通常都会回答“胡萝卜”。¹

还有一些类似的游戏，如果回答问题的人速度愈快，影响愈明显。

找个朋友连说“牛奶”二十次，愈快愈好，然后问：“乳牛都喝什么？”如果朋友此时已卸下防备，他将会回答“牛奶”，不过正确答案是“水”。²

工作原理

上述范例都利用了这一点：我们对事物（本例中为文字）的认识并不在同一个意识程度上。有些在意识的中心，有些则难以提取。



当主题是蔬菜时，胡萝卜就是个在意识中心的词语（特别在一串计算题已占满头脑时）。至于乳牛的问题，连说“牛奶”二十次则可以把它提升到意识最高点，所以我们在弄明白问题前就不禁脱口而出了。

胡萝卜是多数人心中的典型，如果让别人做一些无聊的事，像是连说“乳牛”二十次，它将非常容易激动地冒出头来。

不过，这些例子里有种对实验心理学家很宝贵的工具。偶遇单字，会把它带到我们的意识中。如果不久前曾听过某个单字，我们可以更快地认出它，可以更快地做出与之有关的决定，更可能把它当成一个答案。不只文字有此功效，已看过的图画和已听过的声音也比较容易辨识出来。

有趣的是，这些启动（priming）效应，在我们忘记曾经看过事物、或根本没意识到看过事物[Hack #82]的状况下，仍然持续存在。认知心理家在许多测试中利用启动效应的自动化特点，检查人类能否感知他们没意识到或忘记看过的素材。对这类透过行动表现、而非透过明确回忆的记忆，心理学家称之为内隐记忆（implicit memory，亦称“隐示记忆”）。

现在也可清楚看见，脑中的事物可因呈现相关事物而启动。如果把名词“医生”显示给某人看，他从电视噪声中侦测出“护士”一词也会比较容易。或者把单字“red”显示给某人看，他比较会把“gr__”填空联想为“green”；如果显示的单字是“wine”，则较容易把填空写成“grape”。两个答案都可以，不过，显然先想到哪个答案，会受到其他促发大脑的事物影响。

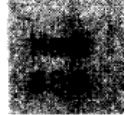
我们可以想象，所有心理对象都与语义单位网络相连接。当我们看到物体，它会被激活，在一段时间内它比较容易达到激活阈限，比较容易达到意识可认出的程度。激活可能扩散到网络上的相关项目；有时候，这种激活可能以很有趣的方式影响我们的行为[Hack #100]。

亲身体会

启动的概念就徘徊在有意识的思绪下方，准备跳到记忆注意的地方。或许启动就是学到新单字后，会觉得好像到处都看到它的幕后黑手。因为新单字很靠近意识表面，以前会忽略的情况，现在都被注意到了。还有，当我们肚子正饿的时候，所有东西都会让我们联想到食物。

我的朋友 Jon，曾利用睡眠中的人会记得听到的单字，却完全不知道这一点对女朋友玩了个促发效应的小把戏。Jon 等女朋友睡着，然后在她耳边说些单字，例如袋鼠、豆腐之类。过了几分钟，他摇醒女朋友，然后问她梦到什么；通常，她的梦境都会结合那个单字或相关事物。

— T.S. |



启动效应随时都在发生，我们一直注意新事物、思考着某些事情，还会在事物间联想。这是个双向过程，其中之一被我们低估。人们都同意我们注意到的事物，影响我们的想法，这点不让人惊讶。但没什么人说明另一个过程，即我们的想法会影响我们注意的事物。更微妙地说，我们注意过的事物，即使只注意一瞬间、很快就被遗忘，仍会影响我们的思绪和未来会注意的事物。就好像同样一个“你”走在街上，但每天抓住视线、占据心思的事物都不一样，部分原因可能是昨晚看的电视，无论你走路时有没有想到电视节目。直觉不该负责任，但它是我们持续理清心理对象（构成心理生活的要件）的一部分原因。

附注

1. *New Scientist* 的“Last Word”专栏曾有篇文章“Carrot Brains”(<http://journals.iranscience.net:800/www.newscientist.com/www.newscientist.com/lastword/article.jsp?id=1w613>)。
2. 除了小乳牛可能真的还需要喝母乳，农场里的乳牛大概都喝某些强化抗生素、营养丰富、富含类固醇的精力汁。

HACK #82

潜意识讯息既薄弱又简单

潜在意识感知潜入意识底层，可能影响我们的表现——但只有一点点影响。

只看到照片 1/200 秒，还称不上“看”，我们甚至还没意识到照片上有什么。但这种在眼前闪过的图片，却能进入潜意识知觉，也表示下一次再看到同样图片时，我们将稍微倾向选择它，而不是选择以前没看过的事物。

实践经验

证明曝光效应 (mere exposure) 能影响人的行为的实验不太容易在家进行，所以我们还是看看别人的实验吧！Robert Bornstein 和 Paul D'Agostino 给一群被试看一组图片，包括照片和不常见的形状图形，事后再请每位被试根据对图片的喜好度评分。¹

被试一开始会在五到十分钟内，看到只出现时间为5毫秒的众多图片。对视觉而言，五毫秒真的很短，大约是电视上一个影格的 1/4 长度而已。在这么短的时间内，我们根本没察觉到自己有看到图片。被试稍后再看到同样的图片时，都觉得好像自己是初次看到一般。

当问到被试对图片的喜好程度时，对于曾经呈现过、但没有这段记忆的图片，他们将给以较高分。

亲身体会

图片评分实验有点像是网站“Hot or Not” (<http://www.hotornot.com/>)，不过评分照片在我们看清楚前，就已切换。在“Hot or Not”网站上，我们对别人上传的照片评分：10 是最辣 (Hot)，1 是倒胃口 (Not)。然后网页立刻重新载入另一张照片，再交给我们评分；另外还可以看到你与其它人评分的比较。

其他的条件都一样，所有照片吸引人的程度都一样，假设我们投给每张照片的平均分数为 5。

如果有张照片，在我们看到的最初一批照片中闪现二十次，每次都只出现五毫秒（合起来还不到 1/10 秒），我们投给它的分数可能是 6，而不再是 5。

基于曝光效应发生作用的情境，以及它在意识层面所起作用，如果影像以其他不会引起我们注意的方式呈现，应该也有同样效果。再次以“Hot or Not”为例，先让照片并入数个网页的横幅广告（现在我们已经训练得不看横幅广告了），然后再对该照片评分，会使你比较喜欢那幅照片。

— M.W.]

工作原理

这里发生了两件事。其一是潜意识知觉。图像只来得及通过视觉系统传予大脑，还来不及进入意识层面，除了潜意识知觉，还有启动效应[Hack #81]。无论感知何时到达大脑，相关的神经元都会维持一段时间的激活；如果我们再度体验到稍早的刺激，神经元会反应得更快。

当我们对某张脸孔的感知被潜意识启动后，只要再度看到相片，大脑会有轻微的熟悉感。但因为我们并不能真正回忆起以前看过这个脸孔，所以会把熟悉感曲解为喜爱：你会对这张照片的喜爱高于原本应有的程度。

曝光效应也是“都会传说：潜意识知觉”背后的现象。据说“饿？吃爆米花”的字样，于电影中快速而重复闪现，结果制造了惊人的爆米花消费量。没错，由于重复曝光引发强烈的启动效应，遂轻微地影响人们的喜好——只是这样而已。

产生“饿了吗？吃爆米花”传说的实验，是在 20 世纪 50 年代编造出来的。² 曝光效应的功能，只能在我们还没下决定前有轻微的影响。呈现某厂牌巧克力棒的图片几分钟后，当我们面对十几种不同厂牌巧克力棒时，我们更容易选择刚才看过的牌子。但是，曝光效应无法造成难耐的饥饿，无法催促人们起身出门去买巧克力棒，也无法在我想买薯片时，让我改变心意买巧克力棒。

曝光效应也无法透过复杂的指示影响我们。“饿？吃爆米花”这几个字只有刚好冲进视觉加工线的时间而已，刚好能在大脑内呈现，但还不足以将这些字理解为一个句子。它只是相片、形状或单字而已。

老实说，为了这么一点点效应而投资潜意识广告，实在不太值得。让衣着清凉的美女猛男在电视屏幕上推销的效果已经够好了，我实在看不到最近有什么偏向这类广告的突破。当然，除非我刚说的这点就是潜意识广告的内容。

— M.W.

附注

1. Bornstein, B. F., & D'Agostino, P. R. (1992). Stimulus recognition and the mere exposure effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 63(4), 545-552.
2. The Snopes Urban Legends Reference (<http://www.snopes.com/business/hidden/popcorn.asp>) 储存了关于潜意识广告的文件，也讲到更多“饿？吃爆米花”的故事。James Vicary，最先提出“潜意识广告”一词的人，他于提出后不久即澄清自己的实验结果，但这个概念已经广为流传了。

HACK #83

似曾相识

侵入记忆，让别人以为看过某种东西。

记忆系统充满了黑客的招数。我们身处的环境提供大量信息，远超过任何变数储存体的容量，所以记忆有很多挑选信息的方法。我们都曾有一种体验，觉得看到的人或事有熟悉感。“以曾相识”背后的处理机制非常快，感觉是自动化的，有点像知觉。这个感觉与事实相距不远。然而，这个过程有背后的机制，通过记忆错觉可以显示出来。

实践经验

尝试以下的趣味测验，用 Whittlesea 和 Williams 于 1998 年研究所用的刺激。¹如果能找到其他自愿者更好。先看看表 9-1 的单字，一次看一个字（约两、三秒）。结束后，稍微休息一两分钟。

表 9-1：默记下表的单字，每个字约花费两、三秒

MACHINE	ISOLATE
DAISY	FRAMBLE
FISSEL	SUBBEN
PNAFTED	STOFWUS
FAMILIAR	VASSIL
COELEPT	DETAIL
HADTACE	GERTPRIS
STATION	MEUNSTAH
PLENDON	HENSION

休息过后，再看看本章最后一页表 9-6 的单字。用铅笔选出表中看来熟悉的单字（当然也可以顺便划掉没看过的字）。

有什么感觉？大部分人觉得真字比较容易认得，但有些假字则有奇异的熟悉感。我们还可能选出没看过的字。倘若如此，表示再认记忆刚产生了混淆。

工作原理

这个测验很适合带出再认记忆的启发式，快而宽松的本质。当我们遇到以前体验过的事物时，很快就会浮现熟悉感。熟悉感不需伴随大量记忆信息，显示出它并不需要深层记忆的提取。再认记忆迅速介入，以“似曾相识”的感觉将我们淹没。感觉的哪个特性更有用呢？就像稍早所见，加工最近曾看过事物的速度比较快，也比较容易[Hack #81]——可以称为流畅加工（fluent processing），或流畅性（fluency）。我们在遇到事物时、体验到的流畅性等级，应该是再认记忆的理想资源；如果对某物有种流畅感，可能是以前看过它的信号。不过，这里有个问题。

想象看到家人在下班后走进家门，再想象于不合宜的地方遇到认识的人（例如在夜店偶遇上司）。一闪而逝的熟悉感只在后者的状况中出现，尽管前者较为常见。所以说，流畅机制比想象中聪明。事情必需如此，否则，我们清醒时的每一分、每一秒，都会被体验过每种周边物体的熟悉感所占据。至于产生来自经常性体验的高度流畅感，则有其他机制负责补偿。举例而言，字词的处理便极为流畅，因为人类拥有精细的语言系统[Hack #49]，所以，大脑在呈现有意义的语汇时，通常利用这类额外流畅感。

如表 9-1 所示的单字列表，其复杂处在于真字与某些你觉得见到过的假字之间没有明显差异。假字没有含义，却仍然具有单字的结构，因此它们容易念出来，也容易进入脑中，其流畅程度变得比其他假字的应有程度更高。如 Whittlesea 所说的令人“惊讶的流畅”，流畅程度的不一致愚弄了大脑，认为以前看过这些假字。这项效应可延伸至音乐，新曲调可以分成结构良好（动人的）和结构较差（较无音乐性）。大脑测量自己的处理速度（流畅力），并用于聪明地产生关于环境的快捷信息——本处是指以前有过的特定体验。结构良好的曲调比较容易被标上已经听过的标签，因为它们的流畅度较高。



有些错误再认的研究，并未着重于脑中的流畅测量。错误熟悉度可能由其他原因产生，例如：被试先听到“snooze”后，可能觉得“sleep”很耳熟，因为这两个词相关，也就是启动效应[Hack #81]。传统的论点中，熟悉感不只由流畅力造成，还包括听到某个字（并于脑中激活），将激活传递到与之相关的词。在“制造错误记忆”[Hack #85]的招术中，即利用了此一原则，但未来的研究也有可能满足于流畅机制与错误熟悉度的解释。



亲身体会

记忆错觉也大受广告人欢迎，用在推行产品至大众的研究中：形似单字的产品名称，不只容易重复，也会在第一次接触时产生熟悉感，具音乐性的声音和警句也会产生熟悉效果。请在心中记得曝光效应[Hack #82]虽然微弱、但确实存在的效果，这点使流畅力成为设计追求的目标。流畅力还能做为严肃的执法工具，再认辨识罪犯的程序即牵涉到模糊感觉的扩大，例如“我在哪里看过你……是哪啊？”这种感觉可能来自预曝光效应（preexposure），指认嫌犯前，先看过很多张大头照（包括嫌犯的照片在内），或是在身分辨识正式开始前，已在犯罪档案中看过嫌犯的脸。

但我们必须认清一点，这种被强调的伪造熟悉感，反映了一种对日常行动非常重要的基本处理过程，亦即：流畅力只在情境中出现与期待不一致的事物时，才切换为熟悉模式。这是唾手可得的招术，借用 Whittlesea 的话，流畅性是“匆忙时的准则”。¹

关于熟悉感反应机制的脑内定位，争论仍然持续，其中的争论之一是海马旁回（parahippocampal gyrus；边缘系统[Hack #7]的一部分，与毗邻颞叶的海马（hippocampus）极为靠近）。容易与健康脑部比较，颞叶受损将损及再认记忆与回忆，但是对于这类遗忘症患者究竟是容易记错，还是记忆能力下降，尚有争论；这点也成为神经科学中非常有趣的一个课题。

熟悉感，可被认为是与感觉“突显”（pop-out）相同的认知机制，但我们的大脑只在确定事物有用或具有高期待水平时，或追踪环境中的有趣的事件时才将其突显。（感觉“突显”的例子，就是通过给物体打了阴影[Hack #20]，使平面图形显得立体。）

附注

1. Whittlesea, B. W. A., & Williams, L. D. (1998). Why do strangers feel familiar, but friends don't? A discrepancy-attribution account of feelings of familiarity. *Acta Psychologica*, 98, 141-165.

参见

- "Social Psychology Principles Can Be Used to Facilitate Eyewitness Testimony" (<http://www.uplink.com.au/lawlibrary/Documents/Docs/Doc51.html>).

—Alex Fradera

HACK
#84

保持思路清晰（如果你能做到）

当记忆根据需求提供信息时，感觉上好像同时提供来源和寄件人。但这些细节信息常常是专门产生的，或许不会完全符合实际来源。

每项记忆都有来源——至少应该有来源。也就是说，记忆可能常常从暂时停驻的港湾中滑向大海，使得我们定出记忆细节、找出来源时要花一番工夫。

实践经验

以下实验与字根有关，依各人的喜好，完成表 9-2 列出的字。例如“ple_”可以是 please、pledge、pleat……诸如此类。大声念出完成的奇数字根（左栏）；偶数字根则只需在脑中想象。填入的字母数随我们高兴，不过每个字根请用不同单字，也就是说，虽然有两个“ple_”也不能填入两次 please。

表 9-2：完成字根实验。想出完成每个字根的单字。填左栏时说出声音，填右栏时则只在脑中想象

说出声音	在脑中想象
1. BRE___	2. MON___
3. FLA___	4. TAR___
5. SAL___	6. FLA___
7. SPE___	8. BRE___
9. TAR___	10. SPE___
11. MON___	12. SAL___



休息一下！这是个记忆测验，所以需要休息一、两分钟才能继续。

现在试着回想自己完成的两个“fla_”单字（应该很简单），还有哪个单字是用说的、哪个又是用想象的。答对的可能性应该很高，虽然可能会有几次失误。试着重填整张字根表，念出声音或默想都没关系：*bre_*、*spe_*、*sal_*、*tar_*、*mon_*，*and spe_*。念过的多数单字多半都会记得，无论是否念出声。虽然这项任务可以完成，我们却没办法保证回想起事物的来源是正确的。

在传统的心智理论中，“记忆可能会偏离真正的相关环境——没有能让记忆乖乖

待在位置上的目录”，这个观念非常让人困扰。另一方面，思考一下刚才的实验：当我们回想单字时，记忆在最多方面都相等，包括口说和默想，我们只留下念出单字的单纯心理记录。同时，说出单字与默念单字不一样，但这两个事件的结果，都只是说过单字的内部影像。然而，我们就是能分辨出实际事件和想象出来的事件。曾经做过某件事，似乎是记忆系统所需的证据，尤其是在没有明显线索能区别问题时。

让我们进一步深入探讨……

工作原理

如果记忆是一条条项目——整个事件通过完美记忆系统进入记忆——检索从相关环境中溜走的细节，将是很奇怪的事。在前面的实验中，记忆细节或许是记得某个单字，但不记得是否念出单字；但来自搜寻的过错，还包括搞不清楚说话者的性别，或者信息得来的途径是实验室中、实验室外，抑或信息来自听觉或视觉形式……。人类可能在这些方面犯错，使我们相信记忆并非完全整体（打包的很好的）。更进一步想想，实在很难想象记忆为何能如此漏洞百出，却又十分有用。

思考一下：我们（的大脑）如何划分构成单一事件的界限，而且如此客观、如此快速？事件是一连串的，就像“项目”也是由许多特征构成一样。分辨出“事件”和“项目”是件难以置信的任务。如果大脑设定企图理解这项任务，我们将被困在任务的迷宫中。

一旦排除了这个观点，即可自由地把记忆当成特征的集合体，我们可以再一次思考：我们如何重新连接记忆细节与它的来源？这是个记忆需要好好处理的问题，所以大脑已找到了解决方案，也就不令人惊讶了。利用多重加工（平行加工是个常见模式[Hack #52]）：一种允许快速自动分类的机制，共同用于检测装置来检测重大错误或不一致性。

这套快速系统是个“启发式”程序，借助心理世界的普遍性，来快速分门别类。举例来说，在感觉的事件与想象事件相关时，通常感知程度和环境信息都较佳。想象的影像大概在细节上更单薄，所以充满细节而栩栩如生的记忆，可以快速地进入真实记忆。即使情况似乎差不多，在可能被利用的记忆品质上，还是会有微妙差异；我们可以比较不同记忆形式（听觉/视觉），来探索不同之处，而不是比较相同之处以及感觉和相关环境的不一致之处。

第二道程序，“系统式”程序，以问题考验事件；利用其他知识基础，评量记忆是否与其它更多事实一致（忽略我的感觉……我昨天晚上真的跟阿拉贡打了枕头战吗？）然后即可推翻以前的结论。

— A.F. —

亲身体会

记忆来源混淆的例子非常多。神经学先驱 Charcot 有位患者 LeLog，就相信以前在车祸中受伤的腿，造成他的瘫痪；不过，车祸受伤根本没有发生过，而且他的瘫痪也没有生理基础。LeLog 心中将情形无限度地夸大，最后开始有了真实的感觉，使 Charcot 提出了“心智或许寄生于假想”的见解。在健全心灵中一些想法来源不明的结果通常是无意识地抄袭复制。^{2,3}这是暴露在某种想法下的后果，通常发生在作者不明确或未获强调的情况（例如自由讨论、从收音机听到民谣，却不知道作者是谁），结果认为那是自己的想法。我们通常会重复并加工这个想法，因而破坏了想法与外部来源的联系。这种错误可能导致我们错误地坚持某个想法居于自己，即使证据确凿也不肯承认，因为我们在心里真的确信这一点。就连马克吐温（Mark Twain），心灵最独立的自由作家，也曾被这个现象困惑⁴。同样的效应也可能导致其它不是非常重大的争论，有研究证据显示，同卵双胞胎会争夺某些记忆的所有权⁵，他们的相似性与对事件的自信，真的可以让人分不清事件的主角。

在转而研究记忆系统中的反常功能时，我们面对的是极端例子——记忆虚构症（confabulations）患者。⁶他们的记忆天马行空但错误百出，却又对自己深信不疑。患者对现行活动的记忆细节里，混杂了电影情节、身边琐事，或遥远的过往。除了记忆之外，他们的其他功能都很正常，理智也完好无缺；即使因为记忆不连贯而闹出笑话，依然坚持相信自己的记忆提供的信息。通常，最近呈现的信息将被他们当成特殊个人体验，信息来源与事件分离。

我们很少产生这么强烈的记忆虚构现象，一般认为是与额叶里的星状监控与评估系统有关。这个系统过滤心智物件，并正确地标示物件为幻想、事实、没有意义，或发出无法判断物件真伪的警告。我们可能偶尔会忘记瓦斯炉关了没，但很少会在信息丰富的任务上有所混淆（例如是否拜访过亲戚了）。

对于记忆虚构症患者而言，这些系统似乎发生了故障，深层记忆的不足允许创造力从零碎记忆中编织故事。记忆虚构症似乎要在两个系统发生损伤时才会出现：记忆上的严重问题，伴随监视系统的失灵（lifting）；监视系统原是为了防止幻想一发不可收拾，并防止其他完整但无关的记忆被当成可信的状况。



在此应该说明一下，有很多种记忆官能障碍，而记忆虚构也有很多种类。损伤若发生在前额叶眶回（orbitofrontal cortex）后侧，属于边缘系统（limbic system）部分与记忆相关。请参考“认识中枢神经系统”[Hack #71]，似乎能通过极度不寻常的途径，而造成持续性的记忆虚构，也称为动机系统（motivational system）的损伤。⁷这个论点认为，记忆通常贴有标签，表示信息是否“属于现在”，但脑部的区域损伤却会扭曲这个机制，使得所有记忆都被标记为现在。任何进入意识层次的记忆都伴随深层的主体感受，但这种感受通常只会随着真正相关的信息出现。

附注

1. 译者注：虽然原文是 Viggo Mortensen，不过就算翻译出维·莫特森之名，也比不上在《魔戒》里饰演的阿拉贡（Aragorn）出名吧！
2. Stark, L. J., Perfect, T. J., & Newstead, S. (2004). When elaboration leads to appropriation: Unconscious plagiarism in a creative task. *Memory* (in press).
3. 关于剽窃的应用信息——认知上或有歪曲，不过包含许多对教师很实用的诀窍：http://www.psychologicalscience.org/teaching/tips/tips_0403.html.
4. 关于马克吐温的轶事由 *The Atlantic Monthly* 的出版商提供，为了庆祝 Oliver Wendell Holmes 的八十岁生日，August 29, 1879 (<http://www.search-engine-lists.com/marktwain/unconscious-plagiarism.html>) .
5. Sheen, M., Kemp, S., & Rubin, D. (2001). Twins dispute memory ownership: a new false memory phenomenon. *Memory & Cognition*, 29(6), 779-788.
6. 请参考 *Into the Silent Land* (Paul Broks, London: Atlantic Books, 2003) 中的“Soul In A Bucket”一章，其中描述一名病患的记忆虚构症，以及他在叙述状况特征时的说服力。
7. Schnider, A. (2003). Spontaneous confabulation and the adaptation of thought to ongoing reality. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(8), 662-671.

— Alex Fradera

HACK #85 制造错误记忆

制造并未体验过的记忆。

我们知道，记忆在周遭环境中引导我们的方式，具备黑客行为的所有特征[Hack #83]——记忆是个快速而松散，透过直觉表现的过程。这个单元中，我们将看到即使测量性更强、更绝对的经验，例如回想某个事件或信息也能被愚弄。熟悉感（familiarity）或回忆单字（下面的例子）背后的过程，使用了万用原则。这些过程很特别，不是小心设计好了的，对记忆打包整理和运送以便比较或回流的档案系统。通过观察这些失败的处理（break down），这蠕虫通过建构出非常简单的假造记忆，或许可以解开记忆运作方式的谜团。

实践经验

我们利用一些单字表来制造错误记忆。第一步，全神贯注地看着表 9-3 的单字，请大声念一遍，然后合起书本，并试着列出看到的所有单字。

表 9-3：大声念出这些单字，然后合起书本，并试着写下所有记得的单字

THREAD	POINT	HURT
PIN	PRICK	INJECTION
EYE	THIMBLE	SYRINGE
SEWING	HAYSTACK	CLOTH
SHARP	THORN	KNITTING

同样步骤，把表 9-4 再执行一遍：大声念出单字，然后合起书，并尽可能列出单字。

表 9-4：步骤如前：大声念出这些单字，然后合起书本，并试着写下所有记得的单字

BED	WAKE	SNORE
REST	SNOOZE	NAP
AWAKE	BLANKET	PEACE
TIRED	DOZE	YAWN
DREAM	SLUMBER	DROWSY



请先列出单字，再往下阅读本单元。

别担心列不出来的单字。不过，你列出了“needle”或“sleep”吗？假设如我所说，你应该知道这两个单字都是心中的幻影，它们都不在单字表上！这就是 Deese/Roediger/McDermott 范式，简称 DRM¹，也突显出记忆犯的错不只限于缺省信息，也包括彻底虚构信息。专家相信这个现象并不表示记忆系统故障，而是健康记忆系统的输出结果——记忆系统有这样工作的必要。

此处应先提醒一点：在使用这项技巧时，受试者被要求不要猜测，事后通常都会报告，列出“关键诱饵”（诱饵就是不在列表上，但我们会询问各位是否看到的单字，例如“needle”）。不是因为他们感觉诱饵会在单字表上，而是记得确实看到过。换句话说，被试主观体验到了实际不在该处的单字。这个体验似乎非常强烈，当两天后再测试时，甚至能为关键诱饵（并未看过的单字）制造出比实际项目更强烈的记忆！

本处的技巧也能用于检测“再认记忆”（recognition memory），但因为这个效应太让人惊讶，而且再认记忆[Hack #83]已于其他单元说明，所以不在这里解释了。

工作原理

这个现象的成因仍有争论。显然，表中单字与“诱饵”的相似性一定很重要——讲得学术一点，这些单字与诱饵具有关联性。一个常见的观点是，所有事项，已经存在在我们脑中的关联网络中，每个项目旁边都是与它最接近的关联项目。当标出某个单字时，它会激活周围项目，而在 DRM 实验中，关键诱饵周遭的项目都被激活，就像 A 大楼周遭的建筑全都失火时，A 大楼势必也难逃此劫。当然，呈现出的关联性愈高，这个现象也愈容易发生。

有趣的是，最近出现的论点中，认为这个现象也许与“流畅感”(fluency)[Hack #83]有关。我们主动从记忆中拖出单字“needle”，评估最近是否看过这个单字，因为所有现存的活动，needle 比原本应有的速度更快地浮上意识表面，原因在于当前的激活。另一个观点则是，当我们试图从脑中挑选出单字时，被选出来的就是最活跃的单字。两者的差异似乎不大，不过，一种是由上而下的机制——有某种特化系统负责挑选单字；另一种则是由下而上。

— A.F.

重点在于，一种没有主观意图的内部表现被引发，但之后却与外部事件相混淆。在某种程度上，它相似于“保持思路清晰”[Hack #84]中描述的记忆错误，虽然不是完全相同还是有区别。

亲身体会

显然，可以利用走后门的技巧，在我们脑中植入观念。只是利用推论和联系，即可在我们脑中制造某种想法，而不需要明显地说出来。



明确地要求或建议，的确更可能引发反对意见。如果要试着说服别人，例如说自己的产品比较好、比较亮、比较健康……最好暗示关联事物，而不是可能被质疑的直接宣传。

DRM 实验中，显示了如何绕过理智途径，直达记忆的方法，即利用大脑诱发概念，以便激活关联项目的倾向。实验中推测，“injection、thimble、thread”等单字有可能激活“needle”，但不是因为逻辑的跳跃，而是因为心智网络上的联结。

这一单元也给出了一个真实的制造错误记忆的例子。就如其他单元[Hacks #83, #84]中所提，事物的熟悉感可以伪造，也可能记错事物的来源——还要加上伴随过去真实事件的混淆。现在我们知道我们可以制造不存在的信息。另外，研究显示，完全伪造但几可乱真的事件，能被插入脑中的日志文件，并以真实事件的形式被接受。^{2,3}我们也知道，当自己看到视觉景象时（例如看到照片），记得的事物通常比呈现的景象更多；我们会为景象加入合理事件。由此推论，这个现象是与情景相关的典型事物被自动激活的结果，与 DRM 的情形非常类似。所以，

当我们认为记忆多少是由建构而来[Hack #83]时，这些则是记忆完全来自建构，用于融入我们已有的生活场景表征的例子。

当准确记忆 (accurate memory)，做为犯罪指认的基础时就变得十分重要了。之前讨论过目击记忆[Hack #83]，但也可以讨论“恢复记忆”(recovered memory)，特别是关于虐待的问题²。有些组织机构提出，记忆疏漏——像是填入感觉起来可以配合情况的细节，或是把想象事件与真实事件搞错，都可以使并未经验过的事件变得很真实。然而，最近的研究也呈现出，若受到位于前额的大脑控制系统 (brain control system，是个受意识控制的系统) 影响，我们可以引导自己忘记特定事件——也就是说，我们可以告诉自己忘记指定的单字，日后将觉得比较难记起这些单字⁴。知道了这点，麻烦的事件造成强而有力的记忆不一定是真实的，恢复的记忆似乎需要评定其独自的基础和内容。

“大脑和行为科学可以对话”，这一记忆系统的观点，是分散模型的一个结果。我们应该抛弃任何“真实记忆系统”的概念（一个确实对应至真实事件的记忆系统）。大脑并不喜欢储存相互没有关系的信息；脑中没有一个满布灰尘的档案柜，装着真实数据声音影像和一系列事实。

事实上，记忆在脑中是以相关事件网络的方式呈现。一起被激活的特征，相互凝聚成完整单一意识记忆。新记忆则是相同网络中的新关联。作用于这种联结的机制（记忆中的意识经验），可能是未来几年中的前沿问题，我们期待神经科学的发展能结合记忆概念的哲学思想：从心智的时光旅行（体验过去），到认识的方式。

记忆也许能被建构，但它似乎对我们的大部分需求而言有效而恰当。记忆或许不够真实——忘掉那些脑中有部摄影机的比喻——但精确度已足够使我们的过去保持完整不致破碎，让我们能保持自我同一性。

也许还有更重要的一点，记忆系统也“足以”标出现实的大致动向：记忆执行我们需要的功能。举例来说，我们的记忆机制特别擅长记住环境中引人注目的事物，而且也擅长联想各种概念。这些功能在真实生活中都很有用。通常，“床”和“床垫”的概念能唤起心中对“睡觉”这个概念的关联，就很方便——只有在人为的单字列表情况中，像是本单元的“实践经验”，才会被认为是坏事。

附注

1. Roediger, H. L., & McDermott, K. B. (1995). Creating false memories: remembering words not presented in lists. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 21, 803-814.
2. Loftus, E. F., & Ketcham, K. (1994). *The Myth of Repressed Memory: False*

Memory and Allegations of Sexual Abuse. New York: St Martins Press. 亦可参考 <http://www.fmsfonline.org>, 这个团体反对恢复记忆。

3. Schacter, D. L., Norman, K. A., & Koutstaal, W. (1998). The cognitive neuroscience of constructive memory. *Annual Review of Psychology*, 49, 289-318.

参见

- Anderson, M. C., & Green, C. (2001). Suppressing unwanted memories by executive control. *Nature*, 410(6826), 366-369.
- Barclay, C. R., & Wellman, H. M. (1986). Accuracies and inaccuracies in autobiographical memories. *Journal of Memory and Language*, 25, 93-103.
- 有本书对此做了全面性的讲解: Schacter, D. L., Coyle, J. T., Fischbach, G. D., Mesulam, M. M., & Sullivan, L. E. (eds.) (1995). *Memory Distortion: How Minds, Brains, and Societies Reconstruct the Past*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

—Alex Fradera

HACK #86

改变情境，制造可靠的记忆

学习的时候，我们也会一并储存周遭情境。有时候这是好事，但这也意味着一旦换了环境，便无法唤起记忆。

大家可能都有这种经验：前阵子刚看过某本书，现在正试着回想它的作者是谁。我们就是想不起来作者的名字，但却记得他是个移居美国的加拿大人、写过有关政治的书籍，还跟某个小明星传出绯闻。这本书是五年前买的，红色的封面，自从上次搬家把它打包到箱子里，它就一直不见天日。还有，以前曾在一家老咖啡馆里读这本书，现在那家咖啡馆已经变成录影带出租店了。我们想起了这么多跟一本书有关的信息，但就是想不起作者的名字。为什么？

通常，我们不会事先知道需要回忆的细节。在有关与无关之间，并无明显的分界，每个记忆上也没标着“稍后再议”。所以大脑没能记起选择要记得或是稍后需要回想的事项，反而列出许多错综复杂的情境细节。

对我们来说是情境细节，但在记忆里，这些信息却没有这么明确的定义。我们的记忆是一组相关与交插的表征图像[Hack #87]，所以，根据基本感觉，情境信息就跟我们有意学习的事物一样，都是信息的一部分。

如此记忆的后续影响之一，便是处身于原始情境时，能帮助我们回忆在该环境下学习的事物。另一种影响，则是任何与学习事物相关联的环境信息，将变成关于该事物的部分记忆。有时候这类影响还不错，像是回忆起事后才知道很有用的细

节，或是在试着在与学习相同的情况中，重新表现出某些技能。不过，也可能反过来阻碍我们单独提取记忆——当我们未处在相关情境的时候。

实践经验

我们将说明环境信息的自动编码如何影响学习，在这儿以“技能学习”（技能也是一种记忆）为例进行说明。情境干扰效应就是：练习一组技能时不依顺序，会比依照顺序好。

就以学日文做例子，写下各个平假名，是独立的动作技能。所以最好逐一写完所有平假名再重复誊写，而不是每个平假名写了一百遍后，再换下一个。逐一写完再重复誊写的速度比较慢，但记忆比较深刻。

Ste-Marie 等人利用这项技巧，教导二年级的学生练习手写字母“h, a, y”。¹ 每个字母写了二十四次后，与一组一组写的学生相比较，混合字母练习的学生，写得比较工整（拥有较佳动作记忆），隔天就能看到成果。即使时间这么短，我们还是能较有效率地熟悉一项新技能。

更有甚者，通过这种方式学到的技能，更易可转换到新的情境中。如果学习技能时采取一再重复的方式，我们将学到重复情境下的技能，而不是学到如何只做一次。练习一系列技能、每种技能只做一次，意味着能在不同情境下学习，记忆技能也更能严格地被定义。因为技能并未与学习情境紧密结合，所以较容易回想并应用至新环境中。

工作原理

多数对情境干扰效应的调查，都包含简单的运动记忆——这些都是技能记忆，比如掷飞盘、玩杂技，或是打高尔夫球这一类运动记忆。

这项效应通常只在每个技能都需要的动作有显著差异时出现。例如在混合练习低手掷球和高手掷球时，注意到了情境干扰效应；但不会在混合练习低手击球2.7米和3.2米时发生。前一个例子中的两种技能，各用到不同区域的肌肉，并伴随着不同的时间安排。个别的运动记忆遂因为行动而建立。在第二个例子中，两种技能只是同一种运动记忆的调整。

情境干扰效应，只在我们对练习的技能有某种程度的经验时有效。要使情境干扰效应出现，必需先建立运动记忆的大概轮廓。就像刚开始练习日文假名时，甚至没有可供熟练的书写技能，我们十分小心翼翼地画出每个字母（而且还画得很差），每次的“画”法都不太一样。稍后，大概学到了字母外型后，我们才开始自动生产程序；技能改善的程度则开始能受情境干扰效应影响。

一个可能的原因是练习穿插不同技能需要专心。再说，混合各种练习也比较没那

么无聊，人类更容易记得不无聊的事情。但这些解释也出现一个问题：穿插不同练习的优势是防止枯燥厌倦，那么，单一动作为什么我们会觉得无聊？或许，“无聊”是大脑要我们提供多种输入、以便理想学习的机制！

不过，情境干扰效应的主要原因，在于随机学习能降低通常大脑会把情境编入核心记忆的倾向。通常这是个好事儿——例如当我们试着回想第一次听到某首歌曲的地点、遇见了某个人，或是谁写了以前看过的某本书——但这也可能阻挠我们形成清晰的记忆，而减低了在不同情境下回忆和应用它们的能力。

附注

1. Ste-Marie, D. M., Taylor, G., & Cumming, J. "The Effects of Contextual Interference on Handwriting Skill Acquisition" (<http://www.health.uottawa.ca/hkgrad/mlab/cieffe.html>) .

参见

- Magill, R. A. & Hall, K. G. (1990). A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human Movement Science*, 9, 241-289.
- Ste-Marie, D. M., Clark, S. E., Findlay, L. C., & Latimer, A. E. (2004). High levels of contextual interferences enhance handwriting skill acquisition. *Journal of Motor Behaviour*, 36, 1, 115-126.
- Wright, D. L., Black, C. B., Immink, M. A., Brueckner, S., & Magnuson, C. (2004). Long-term motor programming improvements occur via concatenation of movement sequences during random but not during blocked trials. *Journal of Motor Behaviour*, 36, 1, 39-50.

#87 利用情境促进记忆

记忆储存的方式，并不像档案柜里的文件，而是与其他事物穿插于记忆各处。所以我们擅长记忆脸孔，但不擅长记忆人名；所以回到家乡会比较容易回想起校园生活，甚至还能回想起最近做梦的原因。

人类的记忆，并非组织成档案柜或硬盘的形式。在这些储存系统中，每项记忆都工整地制成索引与储存起来，这样才不会影响其他记忆。在计算机内存里的项目，如果不被提取就不会影响处理过程；提取项目则需要通过索引，才能找出其位置。如果不知道它们在哪儿，或没有指向文件的正确路径，这下事情就麻烦了；只能使蛮力一个一个查看文件。寻找关联项目也有同样的限制——若未通过某种索引系统寻找关联项目，便只能诉诸暴力式搜寻。这类系统对内容视若无睹。



但人类的记忆一点都不像任何档案柜,或计算机的内存系统。基本构造就不一样:人类通过神经元的连接改变来储存记忆,负责处理记忆的就是同样的神经元。

所以,脑中没有被动的储存区域,计算机结构¹里常见的“处理-储存”二分式基础结构。相反的是,人类对事物的记忆的储存单位,就是该事物的加工单位。当我们观察他人面孔时,大脑不需四处检索信息、寻找以前是否看过这张脸,也不需要储存或编列面孔索引,以利日后辨认。面貌由神经单位处理,提供了用于计算熟悉感[Hack #83]的特征。如果以前看过某张脸,反应相同特征组合的神经元,也比较容易同时发出反应,有效地成为认知面孔的关键。

现在,应该了解人名为什么比脸孔难记了吧。辨认面孔时,大脑接受的输入(脸孔)相同,只要检查呈现面孔的神经元是否轻易地同时激活,即可知道这个面孔是否是熟悉的。(如果所有呈现某张脸的神经都能轻易地同时激活,表示它们以前也曾经同时激活。也就是说,我们以前看过这张脸。)至于回想名字,则必须先认出以前是否看过这张脸,然后希望你第一次看到这张脸时听到的文字信息关联(姓名),能强烈到足以激活神经元。名字与面孔有不同的加工过程(回忆与再认)、不同处理模块(文字与影像),难怪要想起名字比较困难。

当然,如果人类的记忆组织方式与计算机内存相同,认出面孔与想起名字将是相等的任务。两项任务都牵涉到从储存的信息中检索输入(他人的面孔)。如果储存了相关信息,恭喜!就可以认出面孔了。此时所提取到的信息必定自动连接至姓名,所以回想名字将与认知面孔同样简单。不幸的是,换个想法,回想面孔也将与回想姓名一样困难。

— T.S.

关于基本构造差异的第二项重要结果,则是人类的记忆分布于许多神经元中,每个神经元又储存参与许多其他记忆。也就是说,各个记忆并非独立储存,所以学习新技能将可干涉旧有记忆(当然,已知的事物也将影响新加入的素材)。

实践经验

大脑忘记事物,不像是档案柜倾倒一般,信息就此从脑中消失。凡记得必留下痕迹,所以重新学习事物才会比第一次学习简单。因为记忆在根本上相互影响,记忆或重新学习某件事物,也会一并把有关联的相近记忆带到表面。

证明这点的方式之一,就是重新学习某些以前学过、但已忘记的知识。重新学习的效应,应该能迁移至同样领域的记忆中,²使所有关联记忆都更容易记得,不只是刻意学习的部分。

外语单词正好是一个你学习并使用,然后又忘记了的好例子。就以我为例子,我已经忘记学生时代学过的法文。为了示范“记忆间的牵连”能产生转移效果,我设计了如下实验:选择常见的二十个动词,然后测试自己记得多少相应法文单

词。结果，我记得八个单词。然后我找出余下的十二个法文单词，也就是重新学习的步骤。如果还想做得更彻底一点，可以再多学一些名词和形容词，不过我没这么做。接下来，我选择翻译常见的二十个形容词为法文。这次我记得十三个单字。只要回想法文几分钟，它就回来了——我在第二组测试时的进步率高于50%，虽然还是一样缺乏准备。从记忆中提取一组法文词汇，已增强了回忆更多法文单词所需的关联性。

工作原理

将记忆的基本流动想象为联结，而不是项目。这是整个记忆系统的核心；表示内容可被任何相联的事物存取，不只透过单一属性标签。人类的记忆采用内容定位。不像电脑记忆，只能透过储存时所设定、追踪信息所用的属性标签存取（例如档案名称）。Google 这么受欢迎的原因，就是带给我们网际网络上的内容定位记忆；输入任何印象中有关网页内容的关键字，然后 Google 便双手奉上查询结果。就像网际网络，许多记忆的意义也是在连接和关联中出现，连接和关联会从内容独立，自行转移并重新结合。

有个著名的心理学实验，请一些潜水者在码头或水面下学习一组单字，然后同样于码头或水面下测验³。测试成绩不错的被测，他们的学习和测试环境均相同（亦即：在水面下学习，在水面下测试；在码头上学习，在码头上测试）。测试成绩较差的受试者，则变换了学习和回忆的情境。这项实验说明，情境会自动随着记忆编码[Hack #86]，也对我在学生时代听过的建议提供了某些解释：如果在酒醉的情况下学到什么，最好也在酒醉的情况下接受测验。（这个建议或许没错，但一开始不要喝醉就好了吧！）在原始情境下的回忆效果较佳，是情境自动储存于记忆中的结果。另一个结果则是迁移效应，如前面的“实践经验”所示：同一类型的记忆相互联系，并自己组成某种记忆情境。回想一组知识，可把我们推入正确情境，要使相关记忆浮现也更为容易。

在神经元的连接间穿插许多不同记忆，也许是睡眠的功能之一。将新记忆储存在旧记忆使用的关联网络中，是很重要的事，否则我们无法在记忆间移动。但是，小心别覆盖了旧记忆。有证据说明，记忆交叉（interleaving）程序的必须性，或许能解释某些记忆系统的特征；而且，也有证据说明，这项程序可能于睡梦中，或是部分作梦的时间中发生⁴。

附注

1. The Von Neumann architecture 分离了资料 and 程序代码的处理 (http://en.wikipedia.org/wiki/Von_Neumann_architecture)。
2. Stone, J. V., Hunkin, N. M., & Hornby, A. (2001). Predicting spontaneous recovery of memory. *Nature*, 414, 167-168.

3. Godden, D., & Baddeley, A. (1975). Context-dependent memory in two natural environments: On land and underwater. *British Journal of Psychology*, 66(3), 325-331.
4. McClelland, J. L., McNaughton, B. L., & O'Reilly, R. C. (1995). Why there are complementary learning systems in the hippocampus and neocortex: Insights from the success and failures of connectionist models of learning and memory. *Psychological Review*, 102, 419-457.

#88 自立自强

只要想象力，我们就能训练自己的力量，也显示出肢体的控制不仅仅在于肌肉大小。

脑部如何控制肌肉这件事，如果没有生病我们一般不会察觉到。当你无缘无故地失手摔落碗盘、当疾病或老化偷走我们自由移动肌肉的能力、当我们无法阻止双脚打颤（虽然这可能是肌肉能力中最没有用的事），这时你才会注意到，“想做的事”与“肌肉能做的事”之间存在一道鸿沟。身体运动的协调，一般都发生得极为顺畅，而且（似乎）时间极短，所以很难相信在这个过程中有着间隔。举起一只手指，盯着它……盯着它……然后…准备好了吗……弯手指！多么神奇啊！到底是怎么办到？我们不可能感觉到（弯手指）所牵涉的控制系统：我们的身体显然是无形科技的杰作。

但这不表示我们没有配置非常复杂的控制系统。为了工作所需的范围，还有完成工作的速度，系统必须复杂。标准的视动反馈回路（visuomotor feedback loop，实施动作与获取动作的视觉信息并对动作加以调整之间的时间间隔）需 100~200 毫秒，¹在没有来自感官的直接引导的帮助下，控制系统要负责的事可真不少。大脑必须处理不需即时反馈的信息，以控制运动，至少要控制部分运动。

那个数字，又出现了：100~200 毫秒！书中一直看到这个数字，我想它的源头该是这里：常见的意识体验[Hack #27]空窗期，也许因为感觉和反应的延迟造成的不确定性，而形成这种长度。因此，在这个领域大脑发展出通过刺激预测行为结果的能力。

— T.S.]

问题是，运动通常很快，甚至没有反馈循环在起作用的感觉。我们的感受通常是：大脑发出“行动！”信号，然后就会伸出手指或接住物体。即然如此，要如何呈现这个过程实际上发生了哪些事？我们可以试图单独发展控制系统，并观察这如何影响运动结果。如果这些系统确实存在，发展系统而不同时发展肌肉，应该同样能改善运动表现。

实践经验

只运用想象力，你可以训练脑部发出运动信号，使你更强壮、更快、更有技巧。这个例子接受了三个月的训练，所以各位可能比较想知道实验方式，而不是亲身实践。这个实验出自Vinoth Ranganathan的研究，²他沿续了十二年前Guang Yue于Lerner Research Institute为生物医学工程所做的实验。³

研究包含训练自愿受试者，以两种不同方式，训练推动小指的肌肉。（掌心朝下贴在桌面上，五指并拢，然后想象以小指向旁边推动重量。）训练历经十二周，每周五天，每天十五分钟。部分受试者接受真实的肌肉训练，其他受试者只是在脑中想象。

十二周后，Ranganathan测量受试者小指肌肉能够发挥的力量。两组受试者都变得比较强壮，实际训练肌肉的受试者力量增强了53%，只用想象力的受试者则增强35%。两个小组的差异并不大，特别是想到只用想象力训练，可能是比较难的任务。

工作原理

Ranganathan的研究选择小指肌肉，在于它是很少被使用的肌肉。相比手臂或腿上的主要肌肉它更容易看出力量的改变。



在Ranganathan等的同一个研究中，另一组受试者显示出，他们也能只利用想象力，增强较重要肌肉（肘关节屈曲肌）的力量。

除了测量受试者在训练前后的力量改变，研究人员也利用EEG[Hack #2]测量脑部传给肌肉的控制信号。他们由此得出结论认为，力量增强的主要原因，是脑部运动区域传给肌肉的信号强度增加，而不是因为肌肉的强化。

这个研究与其他发现相吻合，包括训练身体单侧肌肉，亦可同时增强另一侧未训练肌肉的研究。

任何肌肉控制的最初增强，或许大部分是因为取得正确信号，而不是肌肉训练。相对地，情境干扰效应——不依顺序练习技能，较能改善表现[Hack #86]——也能于心理练习的情况下实现。⁴

三种运动控制

有三种调节运动的控制系统类型，从伸长手、接住从高处飞过的球，到在船上改变走路方式，都会用到。

反馈 (feedback)

所有神经系统都包含某些噪声 (noise)[Hack #33]，即使我们的运动非常

正确（例如计算需要应用的正确力量），大脑仍需检查运动是否脱轨，并在脱轨时予以纠正。例如想接住球，却发现手臂长度不够，所以在向前接近球的同时，我们也会加快移动速度，才能及时抵达接得到球的位置。一种复杂的情况是通过练习学会某种动作，当我们知道自己要做什么（例如同时抛接三颗球），但必须通过每次训练来成功改进动作。

前馈 (feedforward)

反馈系统可以独立运作，侦测运动的错误并补偿其效果。相对地，前馈系统使用来自（可能引入错误而预料错误发生的）组件的信息。这些组件先于那些处理潜在困难的区域传递信息，以利用它们应对困难。例如前庭眼反射 (vestibular-ocular reflex) [Hack #30]，将头部速率转化为补偿用的眼睛移动速率。头部移动将使得视野扭曲，前馈机制注意到这个运动，因此引发眼睛运动，以便提前消除任何运动造成的视野模糊。

预先模拟 (Forward modeling)

有些运动需要在执行时修正，其所需速率高于单纯反馈机制的能力。其中一个方法是预测大脑传给肌肉的信号会产生什么效果（是一种修正的方式）（参考“挠不到自己的痒处”[Hack #65]的解释）。预测随即作为虚假反馈，以快于实际感官反馈的速度控制运动。“预先模拟”，使打击者能击中迎面飞来的速率高于感知系统处理能力的棒球。这个系统优于反馈系统，因为反馈信号延迟时会产生一些困境。迟到的反馈信号，表示它反应的情况已成为过去，目前情况的错误将更大，所以应用的修正可能过度，并在正确位置附近振荡，而不是重复指向它（虽然引入衰减因素能补偿——衰减是延迟的反馈信号的自动缩减）。

所以运动控制比乍看之下更为复杂。使肌肉运动，并非简单地送出“动作”或“不要动作”的信号，然后就随它去。运动过程中必须控制，这三种控制机制哪个最好，取决于系统的特点，即信息影响行动需要多长时间。

亲身体会

能训练的项目不只力量，协调性也能改善。我曾与非常资深的柔道老师一同练习，他告诉我，在想象中练习一小时柔道，跟实际练习一小时一样好。当时我还半信半疑，不过研究似乎证实了他的说法。例如，在心中练习弹奏钢琴，起到的改善程度与实际练习相近（而且发出的皮质信号强度也相近）。⁵

所以，如果你没办法上健身房，可以拨出一点时间想象自己平常的运动程序。或许没办法减肥，但协调性将变得更好。

附注

1. Jordan, M. I. (1996). Computational aspects of motor control and motor



- learning. In H. Heuer & S. W. Keele (eds.), *Handbook of Perception and Action*. New York: Academic Press.
2. Ranganathan, V. K., Siemionow, V., Liu, J. Z., Sahgal, V., & Yue, G. H. (2004). From mental power to muscle power-gaining strength by using the mind. *Neuropsychologia*, 42, 944-956.
 3. Yue, G. H., & Cole, K. J. (1992). Strength increases from the motor program: Comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. *Journal of Neurophysiology*, 67, 1114-1123.
 4. Gabriele, T. E., Hall, C. R., & Lee, T. O. (1989). Cognition in motor learning: Imagery effects on contextual interference. *Human Movement Science*, 8, 227-245.
 5. Pascual-Leone, A. et al. (1995). Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *Journal of Neurophysiology*, 74(3), 1037-1045.

HACK #89 通过记忆指引方向

有一项 2500 年历史的记忆技巧，显示我们对事件的记忆，或许源自记忆路径的能力。

记得自己身在何方，以及目前发生的事件（是否正如预期），都是非常重要的事。给自己进行空间定位，或许也依赖记忆事件所用的脑部区域——原本用于帮助动物找路的区域，现在则进化为用于记忆人类个人事件。

本单元的实验，会用到很有名的记忆的任意事物的技巧，外加依序记忆事件的附加价值。轨迹法（method of loci），根据事物依某种路径摆设的方式加以记忆。只需简单准备一组待记忆事物，并放在熟悉的路径上，想象每个物体（或能联想的任何事物）在路径的关键位置上。

实践经验

面对杂乱无序的单字时，你认为在每个单字有十秒记忆时间的状况下，自己能记得几个字？我知道自己的记忆力不算很好，所以我想能记十个字左右。接下来我决定利用轨迹法记忆二十个单字。如果用我自己决定的单字，可能太容易记得，所以我选用 Tome Waits 的歌词里最常出现的二十个字，取材自 Tom Waits Supplement 网站（<http://www.keeslau.com/TomWaitsSupplement/Lyrics/common.htm>），单字列于表 9-5。

表 9-5：想象每个单字位在自己熟悉的路上。练习四分钟后，自我测验记忆程度

1. NIGHT	8. HOME	15. DRINK
2. TIME	9. RAIN	16. STREET
3. LOVE	10. HEART	17. BLOOD
4. DAY	11. DEATH	18. RED
5. EYE	12. DOG	19. HAIR
6. DREAM	13. BLUE	20. GIRL
7. MOON	14. ROAD	

也许有人觉得二十个单字真是小意思，没关系，换成更长的单字表，或缩短记忆时间；不过四分钟记二十个字已经足够快让我很害怕了。从 night 开始（在 Tom Wait 的专辑中提到 131 次）到 girl 结束（提到 40 次）；我想象的路径是从坐在我家起居室开始到最近的火车站，每个单字则是沿途会遇到的事物。

在想象中走一趟自己旅程，并注意到沿路散布的事物（例如：在我坐的椅子地上有封 love 情书，咖啡店角落桌上有杯 drink 咖啡待饮……以此类推），然后确认自己是否记得所有单字；我的四分钟准备时间已经结束，我拿出笔记本和笔，准备默写表 9-5 列出的单词。

通常面对这类测验，我的脑中立刻一片空白，完全忘记所有应该记得的东西。不过，在轨迹法的协助下，我真的对这么快就记住所有单字感到惊讶。（是的…我是应该知道轨迹法能派上用场，不过我还是吓到自己了。）我记住了每个单字，只有一两个脱离原有顺序。

你可以自己试试看。选择事物、人物、数字……任何事物。轨迹法，是专业记忆大师用于记住成千上百项事物的诀窍之一。

工作原理

轨迹法能协助记忆，背后有不少原因，不过主要是在于把事物附加于空间位置上。

记忆技巧，也受益于导向系统的双重结构：路标和路径相互定义彼此，但又各自存在。路径使我们串连各个记忆事项（或路标）。因为路标就位在路径旁，即使不记得特定位置上的事物，也不必停止旅程，而会是走向下一个路标。

— T.S.

我们知道，人类的脑中有专门记忆路标的特殊化机制，¹这个特殊化区域及其邻近区域，似乎给人类和其他动物提供了“身在何处”的信息。²身处虚拟环境中

的被试的脑成像结果表明,即使我们并非有意识地视某物为路标,它还是能触发这个特殊化区域的反应。

脑中的定位特殊化区域,海马(hippocampus)及附近的核(nuclei),也是储存事件记忆的关键区域。心理学家称此类记忆为情节记忆(episodic memory,也称事件记忆),与关于事实的记忆或如何动作的记忆区分。海马损伤的患者(就像《记忆拼图》)(<http://www.imdb.com/title/tt0209144>)的男主角),无法储存新加入的场景记忆,但仍保有受伤前的记忆;他们也能学习新事物和技能(但需要相当努力)。

所以我们知道,在记录事件和理解自己身在何方的功能上,海马都占有重要地位。前者(记录事件)可能从后者(理解自身位置)中进化出来的证据,最近才刚刚发表。³研究发现,动物的期待和意图,影响了海马如何对于海马中的定位系统所做的记忆编码。每次根据位置而做的情境编码,也许是时间情境编码的基础。从这里发展出事件记忆,发展出在心灵里遨游于时间的能力,形成大部分我们认为是记忆的东西。

亲身体会

当我们问路或为他人指路时,这个路标处理过程就会出来工作。假设我们跟着指示走,经过某个明显的咱标,但指示中却没有提到,我们马上就知道出问题了。有趣的是,脑成像研究支持男性与女性导向方式不同;女性比较依赖路标,男性则依赖绝对空间位置(环境的几何学)与路标的结合⁴。建筑师Christina Wodtke观察到的信息,“网络上,每个人都是女人”,便是因为网际网络上没有空间几何学;我们都要依赖路标。⁵

附注

1. Janzen, G., & van Turenout, M. (2004). Selective neural representation of objects relevant for navigation. *Nature Neuroscience*, 7, 673-677.
2. Burgess N., Maguire, E. A., & O'Keefe, J. (2002). The human hippocampus and spatial and episodic memory. *Neuron*, 35, 625-641.
3. Ferbinteanu, J., & Shapiro, M. L. (2003). Prospective and retrospective memory coding in the hippocampus. *Neuron*, 40, 1227-1239. Discussed in Jeffery, K. J. (2004). Remembrance of futures past. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 197-199.
4. Gron, G., Wunderlich, A. P., Spitzer, M., Tomczak, R., & Riepe, M. W. (2000). Brain activation during human navigation: Gender-different neural networks as substrate of performance. *Nature Neuroscience*, 3, 404-408.

5. Wodke, C. (2002). *Information Architecture: Blueprints for the Web*. Pearson.
(例子所在章节请见 <http://eleganthack.com/blueprint/sample.php>)

HACK
#90

灵魂出窍的体验

我们对外界的体验通常为第一人称，但在某些情况下，我们会从外部感知看到自己。这种灵魂出窍的体验也许真的有神经学上的根据。

我们都习惯从第一人称的角度体验外界，以双眼向外看，身体是我们的意识中心。有时亦称为笛卡尔剧场（Cartesian theater）。

不过，有些人宣称自己有灵魂出窍的体验，他们的意识似乎与身体分离，有时候好像从第三人称的角度向下看着自己，而不是从身体里面看向外界。这类宣称并不常见，但我们多半也能体验类似的灵魂出窍现象——透过回想过去事件的形式。更进一步，调查研究也辨识出，某个脑部区域可能涉及产生自我中心、“从双眼看出去”的感知，并发现灵魂出窍的体验可能出自该区域的不寻常活动。

实践经验

回想自己上一次躺着看书或看任何事物的情形，也许是在假日的沙滩上、在附近的公园里，或者只是躺在家里的沙发上。记住心中回想的景象。

现在，注意“心眼”的位置。你是否从外部观察点看着自己呢——就像是走过你附近的人？或是从自己的双眼向外看，就像看这本书的时候？

大多数人都仿佛是从脱离自身的第三人称观点回忆这类景象，虽然原始体验来自第一人称。

工作原理

第一个详细揭露这项效应的研究，由 Nigro 和 Neisser 于 1983 年发表。¹他们比较了以第一人称或第三人称回想记忆和情绪的相似处，发现被试专注于事件感觉时，多半会造成第一人称形态的记忆。在前面“实践经验”的示范中，专注于情境，这是种非常情绪中立的体验，所以比较可能产生第三人称的记忆。

虽然回想过去是常见的经验，但大多数人不会有灵魂出窍的感觉。重新计算灵魂出窍体验的人，常被认为幻想过度或更糟，不过，灵魂出窍却是某些癫痫类型和某些脑部损伤时的知名症状。并不是说灵魂出窍的人就有癫痫或脑部损伤，而是这类情况可能表明正常、但隐藏着的大脑功能，可能能够产生这类体验。

Blanke 和同事们²所做的研究中，以五位常有灵魂出窍体验的患者为对象。在其中一个案例中，一位外科医生在手术中以电流刺激某位患者的皮层，确实引发出



窍体验。这位医生刺激颞叶与顶叶[Hack #8]交界处时，患者回报说有种浮游至天花板上的感觉，而且好像往下看着手术室，她“看”到了医生的头顶，还有躺在手术台上的自己。停止刺激后，患者“回到”了自己的身体；再度刺激又会感觉到灵魂出窍。

脑成像研究显示，颞顶叶交界（temporo-parietal junction）在从自我中心角度感知及切换视角以理解影像时被激活（例如想象找个最好的位置看足球赛）。知道这一点后，或许就不奇怪这一区的不寻常活动，也许会造成灵魂出窍的体验了。

虽然要下定论还言之过早，但看起来，当我们回想以第三人称观察的景象时，颞顶叶交界被用于协助建立景象。本单元稍早的练习显示了，在回忆情境时，我们都能体验灵魂出窍的状态。这个练习也认为，出窍体验或许具有可靠的神经科学基础，健康的人报告说有出窍体验其实不比某些怀疑论者的假定希奇。

附注

1. Nigro, G., & Neisser, U. (1983). Point of view in personal memories. *Cognitive Psychology*, 15, 467-482.
2. Blanke, O., Landis, T., Spinelli, L., & Seeck, M. (2004). Out-of-body experience and autoscapy of neurological origin. *Brain*, 127 (Pt. 2), 243-258.

— Vaughan Bell



阴阳魔界：假眠状态

在半梦半醒的边缘，我们可能进入假眠状态，一种思绪自由奔腾到很像妄想的境界。

假眠状态（hypnagogia，或称恍惚状态、入眠期），是一段意识短暂地在清醒与睡眠间交替的时期，通常是我们打瞌睡到真正入睡的期间。在这段期间，思绪间的关联变得松散、天马行空，甚至怪诞谲诡。假眠状态非常常见，可能表现为光线、色彩、声音、语音（听到有人叫自己的名字就很常见）、面貌，或完整图像闪现的形式。心理想像也许变得特别生动、充满幻想色彩，有些人还可能体验联觉（synaesthesia），也就是某一种感官经验转变为另一种感官经验——例如声音体现为视觉现象。

假眠状态是睡眠中的正常阶段，我们也或多或少对这个状态有些体验，虽然不见得会注意到，或是期间非常短、感觉非常轻微。不过，我们有办法更加察觉假眠状态的发生，并更加完整地体验大脑在过渡到睡眠阶段时的效果。

实践经验

虽然没有保证能延长或增强假眠状态的技巧，有时候，只是简单地刻意察觉寤寐间的意识变化就够了，如果常常练习的话。试着描绘或想象移动的物体与景象，或是被动地注意这段期间的任何视觉现象，都可能使你注意到任何发生的改变。扩展浅眠期，似乎比较可能产生可察觉的假眠状态，太疲累的话，或许会使你太快进入深眠熟睡期。因此，睡个午觉可能效果不错。

有些实验人员试着延长假眠状态，利用轻微兴奋技巧，阻止太快转入深眠期。有个实验即以麦克风和扩音器，把呼吸的声音回送给睡眠者。另一个方法则是使用类似贪睡闹铃的方式——在睡眠期间，受试者需要维持足够的清醒程度，每五分钟按一次闹铃，否则会有轻微的闹铃叫醒他们。

我们可以在大众运输工具上实验。低沉背景噪音加上偶发的外在提示，如果试着在公车、火车上打盹，通常都能导致显著的假眠状态。仅管如此，这不一定是最实用的技巧，可能探索了更多自己的意识，却错过的下车站。

工作原理

关于大脑假眠状态的研究很少，部分原因在于带领半昏迷的人做心理实验，实在不容易找出完美时机，部分也是因为许多神经造影科技太不催眠了。fMRI[Hack #4]有点吵，PET 扫描[Hack #3]则需在血液里注射放射性追踪物质——实在不是什么让人放松的实验。结果，多数研究都需采用 EEG（脑电波）[Hack #2]读数，使用头皮上的微小电极，读取大脑的电流活动。

田中秀树和同事们¹，在睡眠开始时使用 EEG 实验，并发现大脑并未在进入睡眠时减缓各区域的活动。有种 α 波活动（电流信号频率为 8~12Hz，代表放松状态），从脑的前端散布到其他区域，而后逐渐消失。额叶是与注意力相关的区域，或许假眠状态是由逐步地解除注意力而造成，这造成正常感知过滤的下降，造成思绪和不寻常经验的松散连接。



脑电波（EEG）测量脑部的电流活动，需要把小金属片粘在头皮上。由神经元和同步神经活动产生的电流信号，形成典型的 EEG 波型。 β 波（超过 14Hz）通常与高度心理活动和皮质活动相关，典型的清醒型 EEG。当心理活动降低，睡眠来临时， α 波（8~12Hz）和 θ 波（4~7Hz）的活动都变得较为显眼。 δ 波（低于 4Hz）则与深层“慢波”睡眠相关。

有些科学家争论，假眠状态不一定与睡眠相关，或许是有意义的感知信息缩减的结果，或许导致注意力不集中，或其他相似效应。在 2002 年发表的一篇研究报告中²，即借由比较假眠状态、与清醒的被试者接收白噪音或无序白光形式的无组织感知信息的状况，来企图测试这项争论。研究人员采用 EEG 读数，虽然两

种情况下的受试者都说看到不寻常的视觉体验，脑波的活动模式却不一样，由此推测，假眠状态不只是放松和缺乏有组织的感官输入的结果。

从头皮记录电流活动有个问题：脑部深层的活动无法探测到。也就是说我们可能错失有助于了解从意识清醒进入睡眠状态，甚至从睡眠再度清醒（称为初醒状态（hypnopompic state））的信息；而且，我们已经知道深层结构（像是脑干（brain stem）、桥脑（pons）、丘脑/视丘（thalamus）和下视丘（hypothalamus））在开始睡眠和规律的睡眠中很重要。

有一篇发表在科学杂志上的论文，真的试着调查某些深处脑部组织在假眠状态中的作用³，特别是内侧颞叶，这个部分特别与记忆功能相关。研究人员要求五名内侧颞叶损伤的患者，玩几个小时的俄罗斯方块。这个脑区的损伤，通常造成健忘症，而这个实验中的受试者的清醒意识记忆，一次只有几分钟而已。某个晚上，游戏后的几小时，研究人员摇醒受试者，好像他们刚才打了个瞌睡，现在则询问他们的体验。虽然他们对俄罗斯方块没有意识上的记忆，但所有受试者都提到了掉落与转动俄罗斯方块的影像。这个实验，给了一些强力证据，说明假眠状态也许来自无意识的记忆，以不寻常的恍惚体验的形式出现。

亲身体会

许多作家和艺术家，都曾为假眠状态而着迷，因而试着延长这段期间，或利用它来探索思想或汲取灵感。例如说 Robert Louis Stevenson 的《变身怪医》（The Strange Case of Dr. Jekyll and Mr. Hyde），还有 Paul Klee 的许多画作，听说都是假眠体验激发出的结晶。

附注

1. Tanaka, H., Hayashi, M., & Hori, T. (1997). Topographical characteristics and principal component structure of the hypnagogic EEG. *Sleep*, 20(7), 523-534.
2. Wackermann, J., Putz, P., Buchi, S., Strauch, I., & Lehmann, D. (2002). Brain electrical activity and subjective experience during altered states of consciousness: ganzfeld and hypnagogic states. *International Journal of Psychophysiology*, 46(2), 123-146.
3. Stickgold, R., Malia, A., Maguire, D., Roddenberry, D., & O'Connor, M. (2000). Replaying the game: Hypnagogic images in normals and amnesics. *Science*, 290(5490), 350-353.

参见

- 虽然这份论文已经有点年代了，但仍是对假眠状态之历史、现象和相关科技的最佳总论。Schacter, D. L. (1976). The hypnagogic state: A critical review of the literature. *Psychological Bulletin*, 83(3), 452-481.

— Vaughan Bell

HACK
#92

泡咖啡的习惯动作也很好喝

咖啡因从化学层面侵入脑部的报偿系统，不只提高每天那杯早安咖啡的价值，也影响所有有关联的事物。

如果早上没有来一杯咖啡的话，我甚至没办法开始为各位写出任何东西。有时候我也喝茶，不过咖啡仍然是需要提神时的首选，一杯“创意之泉”正是我每天早上写作的必需灵药。

喝下茶或咖啡后，咖啡因开始在我们体内扩散，大约不到二十分钟的时间，即可渗透至我们的每个细胞，浸入我们制造的每滴体液中（没错，每滴体液¹）。很快地，脑部的神经传导讯息系统（neurotransmitter messenger system）也受到了影响。我们已经知道，咖啡因的主要功用是增加多巴胺（dopamine）的影响，不过如何增加则尚待理清。²导致多巴胺系统的上升，是咖啡因与古柯碱、安非他命的相同之处，不过成因并不一样。³



神经元[Hack #9]使用神经传导物质（neurotransmitter），在彼此间以化学的方式传送信号、跨越突触（神经元相连处的间隙）。神经传导物质有许多种，多半被整个脑部的神经元在系统中一齐使用。包含多巴胺的神经元，“多巴胺系统”出现在处理记忆、运动、注意力和动机的系统中。后两者是这个单元的重点。

通过多巴胺系统，咖啡因刺激皮层下（subcortex，位在脑皮质层[Hack #8]下方的组织）里的伏隔核（nucleus accumbens；亦称阿肯柏氏核），一个高度牵涉愉悦与报偿的区域。性、美食、所有成瘾的药物毒品，甚至笑话，都能增加伏隔核的神经反应。毒品即是以化学物质侵入脑部报偿系统的的相关回路，报偿系统是认知生命中的美好事物，以及学习更多这类事物的机制。

陪审团还在争议，咖啡因上瘾的人是否真的受益于他们时常需要一杯棕色、社会接受的液体兴奋剂的强迫症状。虽然某些最扫兴的家伙已经宣称，多数咖啡瘾君子只是在逃避戒瘾的逆向效果；但似乎有不少人都利用咖啡因，或多或少帮助自己理想地生活。有份研究报告甚至提出“习惯使用咖啡因似乎是有益的，重度咖啡因使用者的心理功能较佳”。⁴所以，摄取咖啡因不只是为了寻求愉悦，还有功能改善的效果。

咖啡与两件事有很强烈的关联：保持清醒，还有有用的心理工作（useful mental work）。事实上，咖啡还能帮助生理表现。⁵咖啡与创意工作的关联是项传奇，虽然还不清楚其中的认知机制。早在1933年，实验就已显示，一杯咖啡能帮人解决国际象棋的问题，⁶但实验的需要是想得最少，得到最多轶闻证据。正如数学家Paul Erdos所说，“数学家就是把咖啡转换成理论的装置。”学者、设计师、工程师……各行各业的创意专业人员，想必对此言亦心有戚戚焉。

不过，这个单元不是要讨论咖啡成瘾效果，也不是关于咖啡因提供的心理刺激效果。我们是要说明，咖啡的魔法甚至不需通过我们的双唇即可施展。煮咖啡的时候，就已出现它的效果。我需要一杯咖啡在手才能开始工作，不过在我写到这一段的时候，我甚至连一口都还没喝。

实践经验

光是知道咖啡即将奉上，通常就有振作精神的效果；我们珍惜的价值，不只是其中的化学物质。想观察这种过程，找个嗜咖啡因如命的人，不管他热爱茶或咖啡，只要真的喜欢就行了。我敢打赌，他一定对“咖啡”的事情特别讲究。他是否有个最爱用的马克杯？他是否喜欢在斟入红茶前先加牛奶？他是否对咖啡产地非常挑剔？

现在，找些不会影响咖啡味道、但他总是会做的事——随便什么小事都可以。阻止他做那件事，例如改用玻璃杯装咖啡、先加红茶再加牛奶……总之，正好与他喜欢的方式相反。

他会出现奇怪的举动，至少，他也会不喜欢这么做。

愈是对咖啡因上瘾，对咖啡制作和呈现的方式就会愈讲究。奇怪吗？他对复杂的因素上瘾；咖啡以任何形式进入他的身体，都能建立阳性反应，并移除任何相关的戒断症状。但他就是坚持某种饮用仪式。为什么会这样？

工作原理

咖啡因的化学物质侵入大脑的奖励回路，提供了一些基本动物学习机制的观点。经典条件反射（classical conditioning）和操作性条件反射（operant conditioning），与行为主义（behaviorism）相关，行为主义到1970年代以前，都占有现代心理学的主导地位。

各位或许听过科学家巴弗洛夫（Ivan Pavlov），他的“巴弗洛夫之犬”实验建立了经典条件反射的基本原则：如果某项事物与某种报偿或奖励同时发生，将会与反应产生关联，最后即可代替报偿提供的刺激。在本单元的状况中，咖啡因是报偿的本质（因为它侵入我们的报偿回路），其他相关事物（煮咖啡的香味、品尝

时的口味、专用的咖啡杯、咖啡时光……) 则与报偿产生关联。所以, 低咖啡因咖啡通常也能起到不错的作用(尤其在受试者不知道自己在喝低咖啡因的时候, 我们可以感谢安慰剂效应[Hack #73]), 而且只要煮咖啡就能使我们振奋精神。以前大学的时候, 我习惯在晚上写论文, 只要听到咖啡壶的水烧开的声音, 就能让我精神百倍。反应(振奋精神)开始与实际原因(咖啡因)一起出现的其他事物产生连接, 像是咖啡香、咖啡壶沸腾等等。

另一个重要的反射类型, 操作性条件反射, 则是说报偿强化了它前面的行为。听起来平淡无奇, 但只需在环顾周遭时想着“什么行动会获得报偿? 什么行动又会受到惩罚?” 相关想法将难以停息。在咖啡因的实验中, 所有导致品尝咖啡的行为都得到报偿。难怪我们会对准备咖啡的应该程序有着迷信。事实上, 所有迷幻物质都有相关的前导仪式, 从日本的茶道, 到啤酒开瓶的声响, 或是更严重的毒品, 例如海洛因的注射仪式。

这些学习机制为本质固有的, 所有高等动物中都能发现。学习机制深层编码于我们的脑中, 无需刻意努力或记忆即可操作。数十年来的研究工作探索了, 这些学习形式的时距、制约、互动, 如何结合不同刺激与反应, 还有不同刺激与惩罚。举例来说, 我们知道报偿通常是比惩罚更好的动力, 部分原因在于报偿比较准确; 只要想做, 就有报偿, 然而惩罚多半是因为行为被抓到, 而不是真的处罚不想要的行为。

关联型学习是人性基础, 其效果也甚为普及。如果以奖赏孩子代替二十分钟唠叨, 你会觉得这个习惯变得普遍吗? 如果上司处罚犯错的人, 还有人会勇于认错, 而不掩饰自己的错误吗? 如果我总是在工作前来杯咖啡, 难怪写作时旁边放了一杯咖啡, 能让我觉得满足; 而少了咖啡就让我觉得浑身不舒服。或许用来装咖啡的杯子可以妥协, 但它现在已经透过咖啡香的强化效应烙入我的脑海: 用我最喜欢的马克杯, 咖啡真的喝起来比较香。

附注

1. 提供两个值得思考的事实: (1) 含咖啡因的植物能做为杀虫剂; (2) 在动物的人工授精实验中, 咖啡因用来让精子活动更快一点。
2. 咖啡因可能阻碍了与多巴胺竞争的讯息化学物质, 结果造成多巴胺效果增强。“抑制的抑制”模式在许多大脑的连接和化学物质都很常见。
3. <http://coffeegeek.com> 网站上有些嗜咖啡程度的指标。
4. Stafford, T. (2003). Psychology in the coffee shop. *The Psychologist*, 16(7), 358-359. 在线版: <http://www.bps.org.uk>.

5. "Caffeine and Exercise Performance" (<http://www.elitetrack.com/caffeine.pdf>).
6. Holck, H. (1933). Effect of caffeine upon chess problem solving. *Journal of Comparative Psychology*, 15, 301-311.

假字熟悉性单字游戏表——第二部分。请参考“似曾相识”[Hack #83]。

表 9-6：你觉得看过表中的哪些单字呢？

BASEMENT	MEUNSTAH
CADPECHT	MESTIC
BLENTIRP	FASHION
DETAIL	TUMMEL
NOTIRGIN	SUBBEN
GARDER	FISSEL
GERTPRIS	COELEPT
FRAMBLE	FAMILIAR
CRIPPLE	ISOLATE



第十章

他人

Hacks 93~100

我们不是生活在一个毫无生气的世界里，这是个还有许多其他人类的世界。“他人”，而不是石头或树，拥有自我意志，像我们的一样有思想。与“他人”成群结队，我们才能对抗威胁、建立知识、打造城市、维持生命的存续。“他人”是我们要适应的对象。

本书中的一大部分，都是关于我们心中反映的外界模式，如各种大脑的假设和期待。像是关于光源方向的假设，在讨论处理物体阴影的特化程序[Hack #20]时提过。再举个例子，我们对事件因果倾向在时空上具有紧密关联[Hack #79]，成为我们理解外界的启发式学习法则。这些都是很好的假设；因为假设本身相当可靠，才会进入大脑的功能中。

关于其他人类，也是我们存在的世界的构成元素，在我们内心的操作中，各种假设如何证实其他人的存在？本章将讨论面孔加工[Hack #93]的精密模块，还有视线如何竭力拖拉我们的搜索反应[Hack #97]，西蒙效应 (Simon Effect)[Hack #56]就是一例。

再来还会讲到如何发出情绪信号、如何引发情绪，以及如何使用情绪发展群体中的常见感受[Hacks #94 and #95]。

最后讲到适应，通过暴露在面孔图片和文字中，可观察如何触发我们的模仿欲[Hacks #98, #99, #100]，包括反应姿势，到社会规范的自动模仿。

HACK
#93

了解面孔的特殊性

人类拥有精巧复杂的神经机制，专门从结构正确的基本特征中辨认面孔。

能够快而有效率地认得他人面孔，是项十分重要的进化技能。这项技能让我们的

祖先适应所生活的群体阶级、确认谁是陌生人、检查谁比较弱小，还能追踪潜在的交配对象。

面孔既是种需要辨认的重要事物，但又极度相似。眼睛、鼻子、嘴巴……我们据以区分众多面孔的五官特征，其实看起来都很像；五官所占的空间比例，也未供给多少形成大幅差异的范围。然而，我们却能非常轻易地分辨每个人的脸孔。

实践经验

请观察图 10-1 的两幅照片。

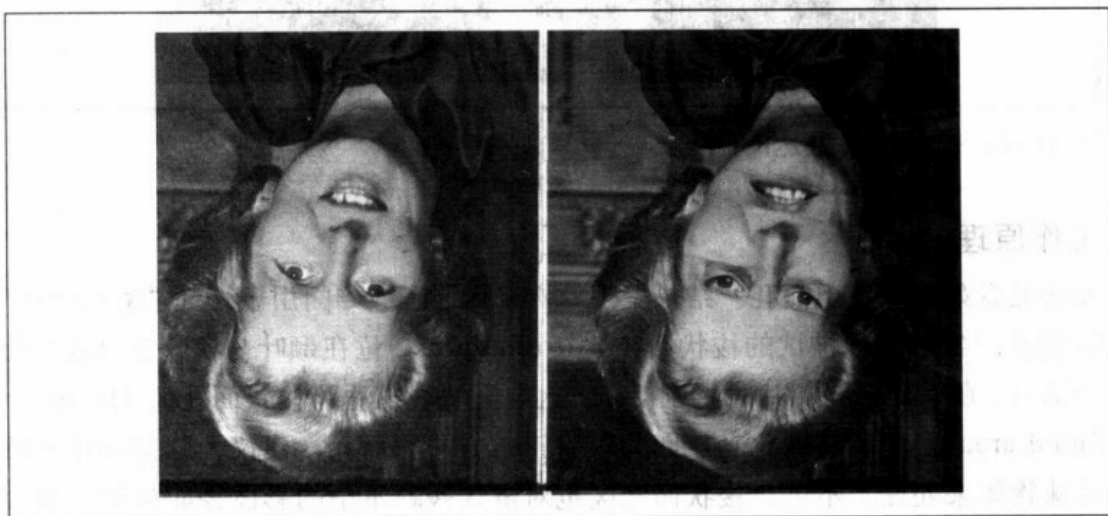


图 10-1：两张颠倒的面孔，但并不难辨认出是谁¹

从图 10-1 你或许分得出某些不同，奇怪的是两个图形看起来都像颠倒的面孔（各位或许也能分辨面孔的主人是谁）。现在把书上下颠倒……右边的脸可真诡异：它的眼睛和嘴巴是反向的。但我们刚才多半都没注意到。这个实验巧妙地演示了我们通常以整体来处理面孔。当脸孔方向正常时，我们根据组成面孔的元件，全面性地“了解”面孔。脸孔颠倒则干扰了这项能力。此时需要依赖组件码，并单纯地根据能标示为面孔的特征来判断。所以侦测到有什么地方“不对劲”，将变得比使用全面处理程序时困难。当然，在日常生活中依赖发型、发色和其他因素辨认他人身份时，经验显示我们多半依赖面孔的中央特征。

另一个关于我们被“启动”认知面孔能力的例子，则是看到图 10-2 显示的面孔时的困难感。

因为图中有两组基本特征，争相成为面孔感知，但没有哪一组能获胜，所以视觉系统无法停止刺激，也无法合理地认出面孔。



图 10-2：很难观察重迭的脸

工作原理

大脑究竟如何识别出面孔？结果发现，脑部有个区域专门用于处理“像是面孔”的刺激；²实验发现被试的梭状回（fusiform gyrus，位在颞叶与枕叶交界处）的一部分，在看到面孔照片时特别活跃。这个区域现在称为梭状面孔区（fusiform facial area）。它的特殊化功能即为观察正常方向的面孔，建议大脑把面孔当成特殊物体来处理。不过，梭状面孔区也对辨认残缺不全的影像轻而易举，例如 CCTV 的低品质影像。³这点也能使我们在光源不足或有树荫遮蔽之类的情形下，辨识出其他人。

观察面孔时，我们的视线大多停留在嘴角和眼睛上[Hack #15]，也是漫画中勾勒面孔最重要的两个特征。虽然其他特征——特别是发型，也用于分辨个人，但还是嘴唇和眼睛最能定义面孔。关于潜意识刺激的实验显示了，仅有极短暂曝光的面孔，尤其是有情绪表现的面孔仍能被大脑处理，虽然我们的意识根本没有感觉。就算面孔在我们眼前闪过的时间实在太短，短到来不及被意识“看到”，但还是能影响我们的熟悉感；曝光效应（mere exposure）[Hack #82]已经足够了。这点也表示面孔加工具有特殊的神经网络。

亲身体会

有些争论，讨论“面孔认知”系统是否确实为辨识面孔而特殊化，或者它是个一般性的分类系统，分类面孔只是其中一种从经验中得到的能力。举例来说，鸟类专家或车辆专家的梭状面孔区，同样也在看到他们的专业类影像时特别活跃。⁴另一种论点的证据，则来自对面部识别能力缺乏症（prosopagnosia）的研究，正如其名，患者无法区分不同脸孔，但分辨其他物体的能力似乎完好无缺。有趣的

是，某些专家（例如羊类专家）或许失去了区分脸孔的能力，却能够保留分辨专业项目的物体的能力。⁵

无论梭状面孔区是否专为辨识面孔，我们还是非常擅长辨识面孔。多数研究人员都接受这一观点，大约三到四个月大的婴孩就已有能力辨识面孔。⁶

因为我们很擅长识别面孔，所以大脑也较易产生出四处都看到面孔的感觉。我们能从天上的云朵里看到脸（并没有），也能从符号表情里看出脸（的确有）。因为面孔感知能力，我们才能从符号表情（用于邮件、简讯或即时讯息）里非常少量的信息中，立即看出面孔——我们可能立刻了解:-)代表快乐的表情、而;-)代表眨眼——这项能力说明了面孔识别在进化过程中对我们有多么重要的意义。

附注

1. Thompson, P. (1980). *Margaret Thatcher: A new illusion*. *Perception*, 9, 483-484. 已获得 Pion Limited (London) 授权重制图片。特别感谢 Peter Thompson 提供图片。
2. Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. (1997). The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *The Journal of Neuroscience*, 17(11), 4302-4111.
3. Burton, A., Wilson, S., Cowan, M., & Bruce, V. (1999). Face recognition in poor-quality video: Evidence from security surveillance. *Psychological Science*, 10(3), 243-248.
4. Gauthier, I., Skudlarski, P., Gore, J.C., & Anderson, A. W. (2000). Expertise of cars and birds recruits brain areas involved in face recognition. *Nature Neuroscience*, 3, 191-197.
5. McNeil, J., & Warrington, E. (1993). Prosopagnosia-a face specific disorder. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 46(1), 1-10.
6. Nelson, C. (2001). The development and neural bases of face recognition. *Infant and Child Development*, 10, 3-18.

— Andrew Brown

HACK
#94

发出情绪信号

内在的情绪往往非常强烈，但却只以最轻微的方式对外表现。到底每种文化都这样表达，还是有文化差异呢？

情绪，不可能与我们分开并严格检验；情绪，是我们的重要组成部分。如果有人

无法想象缺少情绪的状况，这样说吧，没有感觉的生活将比史巴克先生（Mr. Spock，星舰进取号上的瓦肯人）的表达方式更奇怪、更像外星人。情绪让我们做好身心两方面的准备，它是从多个在意识层面下互动的复杂系统中浮现。心理学与神经学的进展，终于揭开了这些系统的神秘面纱，并显露人类如何对其他人发出情绪状态的信号，以及如何解读微妙的情绪表达。

实践经验

想象自己在遥远的异乡巷弄中，你不晓得当地使用何种的语言，也不晓得当地的风土民情。在你前面有条叉路，但是没有指示方向的路标。幸好，当地居民正好在田里劳动。因为急需指路的信息，你指向第一条叉路，那位居民的表情是咧开嘴、看得到他的牙齿。接收这个表情后，你再指向第二条叉路，这次他皱起眉头，唇形也变得紧缩。你瞧，虽然有语言和文化障碍，但你多半已经知道走第一条路比较好了。

试试看，观察图 10-3 的图片。

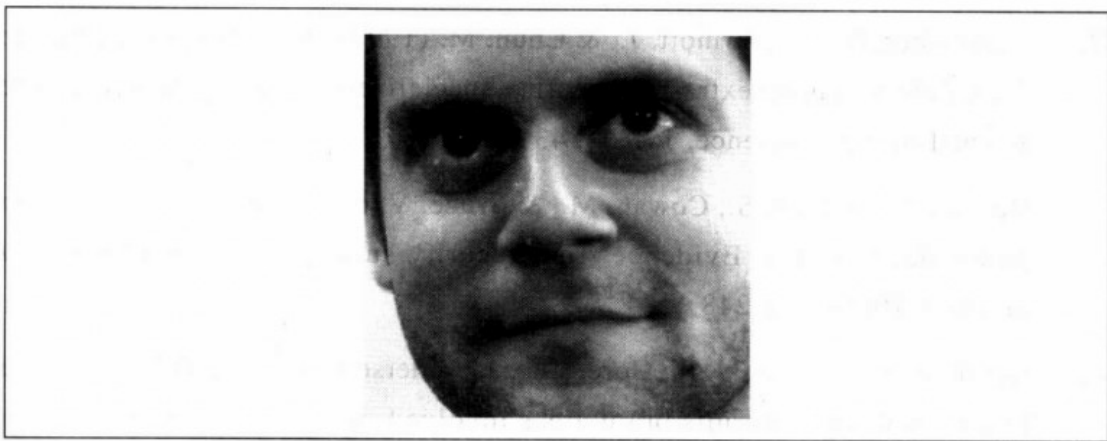


图 10-3：图上的面孔发出何种情绪信号？¹

我相信各位对面孔表达的意义没有疑问。至少，与图 10-4 的面孔非常不一样。

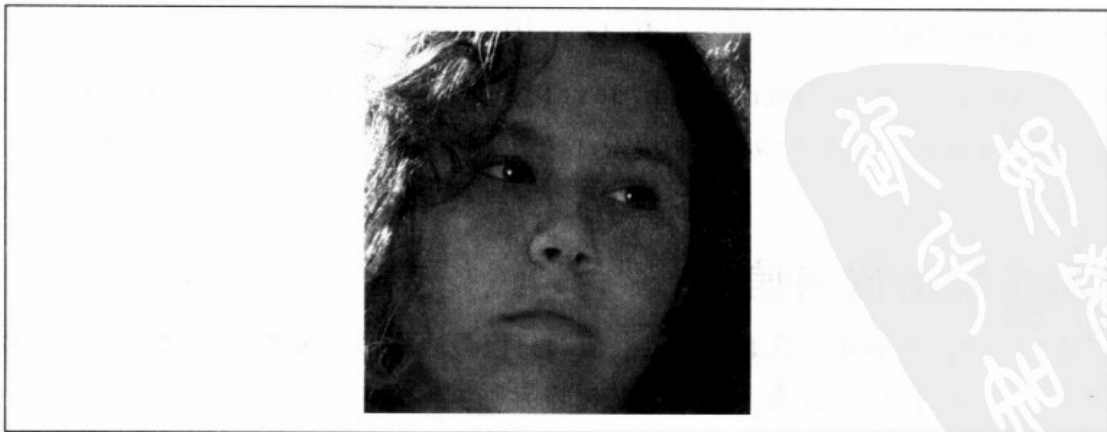


图 10-4：图上的面孔发出何种情绪信号？²

显然图 10-3 是张快乐的面孔，而图 10-4 是较为负面的情绪。

“这不是很明显吗？”你是不是这么想？

感觉起来或许很明显，但在不去理会如此清楚的事实前，各位应该要了解其中有许多非常微妙的线索，背后的运作机制也比我们所能意识到的更多。事实上，这些线索可能完全为脑部损伤的病患所忽略，尽管他们的其他感知都很正常。就让我们进一步挖掘情绪的奥妙吧。

工作原理

或许大家都把各种文化的共通情绪视为理所当然，但这些情绪的存在，本身即是教人赞叹的功绩。大量证据显示，人脑被设计为区分并回应众多情绪状态。基础情绪（basic emotion）是由心理学家 Sylvan Tomkins 提出的观念，这些情绪包括：生气、恐惧、厌恶、悲伤、惊讶、快乐。因为 Paul Ekman 领导的跨文化工作小组，我们确信上述情绪的确有文化共通性；Ekman 是基础情绪理论的领导拥护者，他在新几内亚部落的工作，证明了前面范例的主张：尽管文化间仍有些许差异，但微笑是世界共通的微笑。

还有，微笑不只跨越种族文化，还是与生俱来的能力。表情的无所不在，不是单纯模仿的聚合结果，即使没有输入，也会表现出某些程度的情绪。³ 德国动物学家 Irenäus Eibl-Eibesfeldt 在 1960 年代领导的一个研究，发现天生视障的小孩，仍能通过脸部产生表情，虽然他们也严重地认知受损。感官受损下的仍存留的能力常被注意，甚至达尔文都说眼盲的小孩会“害羞脸红”。

基础情绪的类型都不同，在脑中的位置也不同，有脑成像研究[Hack #4]和脑损伤病人的观察结果为证。传统认为是情绪区域的杏仁核（amygdala，属于边缘系统（limbic system）[Hack #7]），多半与恐惧相关。厌恶则与基底核（basal ganglia）和脑岛（insula）相关，跟杏仁核没什么关联。其他情绪也显示出不同的神经激活模式[Hack #9]。或许，情绪是因为不同功能需求而引发，独立性尚待争议。许多人认为恐惧是对外部威胁的本能反应。在处理内部威胁时，出现了想呕吐的互补系统，以排出身体里的毒素。厌恶的表情实际上是呕吐反射动作的延伸。其他情绪也有自己的解释方法（但不如这两种证据充足）。



边缘系统是深埋在脑中，非常古老的区域，位在皮质层（cortex）[Hack #8]（大脑的外层）下，杏仁核就在颞叶的前中部下，与称为钩回（uncus）的区域相连接。基底核则是位置相近的结构集合。脑岛是颞叶的部分脑回，位于颞叶表面，隐藏在皮质层下。前述构造都在两侧脑半球成对出现，大致都分布在邻近区域——位于颞叶下（或是颞叶上的脑岛）。

因为随着基础情绪而出现的生理改变，使得产生的表情很难假造。这些情绪总是

有迹可循，例如脸红或肌肉紧张。对周遭的其他人来说，这些都是便于侦测的线索，可做为有用信息的来源；但这些线索对于表达的人来说也很方便，就像有张脸生气地说：“别想从我手中夺走！我愿意用生命守护！”因此从其他假装生气的人群里，找出真正生气的人很重要，所以我们进化出可以侦测细微情绪信号的能力并可以从手势中分辨真实情绪。

像人类这种社交动物，适应真诚而微妙的信号会有回报（给出信号也一样），为了快速在群体中沟通，并协调情绪（群体沟通将于“让自己快乐”[Hack #95]中讨论）。协调情绪对协调反应很重要，最近的研究，也在关注较长距离间如何发生协调——毕竟，以脸部表情为群体沟通工具，只能限于面对面的互动。声音是可能工具之一；也已经开始有研究关注哭声、笑声等声音行为，是否伴随着某种情绪，就像面部表情与情绪的关系。或许研究声音的情绪组成，将解开六种基础情绪只有一种是负面情绪之谜。Ekman 认为或许还有更多基础情绪，但是要透过声音表达，而不是藉由脸孔。

亲身体会

表情是情绪的自动输出，因此很难完全压抑；同样地，也不太容易伪造。也就是说，练习注意其他人的表情特征，即可推测他人的真正意图和感觉。我们已经很擅长这类“读心术”，不过还有人更进一步利用表情特征；例如对警察、治安人员、心理学家，还有赌徒来说，这些表情线索将有多么重要啊！

附注

1. James Cronin 的照片，由 Matt Locke 拍摄 (<http://www.test.org.uk>)。
2. Anita B. Patterson 的照片，由MorgueFile 提供(<http://www.morguefile.com>)。
3. Noam Chomsky 的“Argument from Poverty of the Stimulus”，其中的结论认为，技能若在没有适当刺激下发展出来，即为天赋。在 Geoffrey Pullum 的“Learnability, Hyperlearning, and the Poverty of the Stimulus”一文中，也重新审视此论点 (<http://www.ecs.soton.ac.uk/~harnad/Papers/Py104/pullum.learn.html>)。

参见

- Paul Ekman 的网站 (<http://www.emotionsrevealed.com>)，上面有论文、训练光盘，和基本情绪的照片集，并提供基本情绪的认知工作室。
- "Emotions Revealed: Recognising Facial Expressions" (http://www.studentbmj.com/back_issues/0404/education/140.html)，由 Ekman 所著，是篇简单却极佳的基本情绪研究文章。

- "Neuropsychosocial Factors in Emotion Recognition: Facial Expressions" (http://www.neuropsychologycentral.com/interface/content/resources/page_material/resources_general_materials_pages/resources_document_pages/neuropsychosocial_factors_in_emotion_recognition.pdf) 更进一步讨论如何发出情绪信号。这篇文章在 Neuropsychology Central (<http://www.neuropsychologycentral.com>) 网站上的资源区。
- Scott, S. K., Young, A. W., Calder, A. J., & Hellawell, D. J. (1997). Impaired auditory recognition of fear and anger following bilateral amygdala lesions. *Nature*, 385(6613), 254-257.
- Eibl-Eibesfeldt, I. (1973). The expressive behaviour of the deaf-and-blind-born. In M. von Cranach & I. Vine (eds.), *Social Communication and Movement*, 163-194. London: Academic Press.
- Malcolm Gladwell 的文章 "The Naked Face" 中 (http://www.gladwell.com/2002/2002_08_05_a_face.htm) 讨论了 Paul Ekman、情绪和表情，并询问我们的思想会在脸上泄漏多少。

—Alex Fradera and Disa Sauter

让自己快乐

#95

打开自己的情意系统——挤眉弄眼，或是发现其他人也这么做。

我们要用笔来改善你的生活品质，并带给你一点欢乐。请找只无毒性、也不会漏水的笔。

实践经验

咬住笔，尽可能抵到口腔后半，但以不觉太不舒服为前提。觉得很奇怪吗？维持一下子，衡量自己的情绪。应该会觉得自己觉得比较快乐一点了。

如果想体验相反效应，拿出笔（可能要擦擦口水），然后用上唇和鼻尖夹着它。倘若有任何感觉，应该会觉得心情有点阴沉，刚好与咬着笔的心情相反。

替代方案，不喜欢笔的人，可以参考“发出情绪信号”[Hack #94]的附图。仔细观察一下微笑的面孔，应该能觉得自己精神振作——观察不愉快的脸庞则会让你心情不好。

工作原理

表情不只是情意系统（affective system，处理情绪的系统）的副产品。表情也是我们对他人的传达情绪的途径/工具，在建立和维持自身的情绪体验上举足轻

重。这就是可能是有意识而且深思熟虑过的表情来说的——我的女朋友会给我一个微笑，表示她没因为我整个下午都待在电脑前而生气，她的肯定则会让我喜上云霄。不过表情还有较深层的自动化成份，称为原始感染(primitive contagion)，特征是三个阶段：从感知情绪开始，也通过感知触发模仿，感知又产生情绪。“发出情绪信号”[Hack #94]单元中，处理了我们如何感知情绪，现在将揭开另外两个阶段：模仿和引发情绪。

模仿

有组实验显示，呈现出有表情的脸孔时，被试亦产生相应的表情。例如说，能从被试脸部记录中，知道被试当时在观看是什么表情。另外，脸部的 EMG 也在看到表情后的数百毫秒后发生变化：两颊处、用于微笑的肌肉，在看到快乐的脸孔时较为活跃；眉心处、用于皱眉的肌肉则在看到生气的脸孔时较为活跃。



Electromyogram (EMG) 测量肌肉活动时产生的微弱电流。因此，某部位肌肉的 EMG 改变，表示该处正在参与活动。

看起来，模仿表情是我们无法控制的行为。拿出有表情的脸孔给朋友看（报纸上的照片就够了），观察他闪现的模拟表情。表情愈强烈，被试的感情回应也强烈。这种现象甚至能在只有无意识呈现面孔图片[Hacks #82 和 #99]时出现，受试者并未意识到自己看到了有表情的面孔，但他的脸部肌肉却泄露出这个效应。

产生情绪

制造表情的行为，对我们的情绪状况也有影响。若体验与“微笑”这类标签情绪愈没有关系，愈能透过实验、有力地证明：单纯地活化关键肌肉，即可产生影响情绪的效果。这点与运动系统(motor system，脑中基础而古老的功能区)深深结合，强调出情绪的原始本质。直接而自动的反馈，表示肌肉改变通常能让我们觉得较快乐，而不需要真的诉诸“快乐”或“微笑”的概念。嘴巴里咬着笔，就会觉得笑话更好笑。

观察、模仿，产生刚才观察到的情绪——这三个阶段能有效地让大众处于相同情绪，从而成为一起行动的社会团体。我们可以观察到群众惊吓的结果——兴奋而且准备快速行动（如果情况允许）；而不会有大众中的某些人不把威胁当真，而其它人都试着说服他的情况。情绪沟通多半是自动化的，因此避免了冗长的说服时间。情绪能做为导向系统，而且考虑到某些情况下（如对抗、逃跑，或排出有毒的食物）、群众快速行动的重要性后，适应的好处就很明显了，

亲身体会

情境喜剧能从我们的例子中学到一些招术，或许喜剧俱乐部应该加入嘴巴里咬着

笔的策略。对任何沟通者而言,以直接的视觉或听觉接触引导观众情绪,都非常地有用。如果想要观众生气,“CAPS LOCK WON'T CUT IT”与声音的震动或皱眉生气产生关联。相似地,微笑和笑声则有传染性。远程沟通可能减低这些线索的获得度,虽然视频会议和其他科技已经改变了这一点。表情图示、符号表情都是意图侵入这个系统,虽然还有待老练的设计师找出更有效的方式,以模拟真实的有传染性的情绪。我们也应指出,女性在回应情绪刺激时,表情比较丰富,虽然不太确定她们是否也较容易受情绪影响;这是个考量性别影响社交动力的观点。

参见

- “Left Brain Right Brain” (<http://www.abc.net.au/catalyst/stories/s1139554.htm>) 包括更多可以在家动手的实验,探索嘴部肌肉与情绪的关系。
- Ulf Dimberg, U., Thunberg, M., & Elmehed, K. (2000). Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. *Psychological Science* 11(1), 86-89.
- Wild, B., Erb, M., & Bartels, M. (2001). Are emotions contagious? Evoked emotions while viewing emotionally expressive faces: Quality, quantity, time course and gender differences. *Psychiatry Research*, 102, 109-124.
- Levenson, R. W., Ekman, P., & Friesen, W. V. (1990). Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity. *Psychophysiology*, 27(4), 363-384.

—Alex Fradera & Disa Sauter

WACK #96 冷热记忆

找出烹煮记忆系统的火源。

人类的情绪系统,不只让我们能于当下回应外部世界,也帮助我们储存过去事件图像。记忆的构成方式,并非保留大脑中某类准确无误的记录片,而是情感丰富的载入机制,专挑最为多彩多姿的回忆。

实践经验

请阅读下列两段小故事。¹ 看完后有个小测验。

故事一

“有位母亲,早上带着儿子出门,前去参观父亲的工作场所。父亲是维多利亚纪念医院的研究人员。当妈妈和男孩过马路时,男孩看到垃圾场里有辆扭曲变形的车辆,他觉得很有趣。

到了医院，医护人员正在准备灾难演习，男孩将会观看他们的演习。化妆师将参与演习的演员，制作几可乱真的伤口。

演习完毕后，由父亲陪着男孩，母亲则打电话到另一个小孩的托儿所。因为时间有点延迟，她通知托儿所说：将会尽快去接她的小孩。现在她准备出发去接小孩，在九号公车站招了一辆计程车。”

故事二

“有位母亲，早上带着儿子出门，前去参观父亲的工作场所。父亲是维多利亚纪念医院的研究人员。

当妈妈和男孩过马路时，男孩被卷入一场严重车祸，受了很重的伤。抵达医院后，医护人员随即准备急诊室，以最快速度推着男孩进入，专业外科医生才能重新接回男孩的断腿。

在手术过后，父亲照顾着男孩，母亲则打电话到另一个小孩的托儿所。因为时间有点延迟，她通知托儿所说：将会尽快去接她的小孩。现在她准备出发去接小孩，在九号公车站招了一辆计程车。”

现在是简单问答时间：哪一个故事比较吸引你？应该是第二个故事吧！

Cahill 和 McGaugh 的研究，¹ 使用的故事版本比较长，为了调查我们现在的这个黑客招术：情绪事件在记忆中的特殊地位。通常，第二个故事比较容易记得，尤其是故事中段——这点很特别，因为其他记忆研究指出，我们特别擅长记忆这类故事的起始与结束。这个实验，加上来自其他类似研究的证据，推测出人类专门负责反应情绪刺激的记忆。

这个故事的中段包含不寻常的情绪事件（我们比较擅长记住异常事件），因为生理影响情绪，所以比较容易记得。如果在药物心得安（propranolol）的影响下实验，将发现情绪强烈的段落跟其他平淡的部份，容易记忆的程度变得一样；心得安是抑制生理兴奋的药物，它能阻断肾上腺素（beta-adrenergic）受体（防止心跳加快及肾上腺素的释放）。相反地，如果受到另一种药物，育亨宾（yohimbine）的影响，对这类情绪事件的记忆将更加鲜明；yohimbine 是一种兴奋剂，藉由刺激肾上腺素分泌，产生去甲肾上腺素（norepinephrine），因而造成更快的心跳率。不是因为客观上事件较易记忆，我们才发现它的情绪性；而是因为人类能（在不受心得安这类药物影响下）发现事件带有的情绪性，从而使事件变得容易记忆。

工作原理

无法反驳地，记忆系统给予引发情感的事件某种特殊地位的作法的确有用。恐惧的刺激、令人作恶的食物来源、招惹我们的亲朋好友——这些元素都值得记忆。

然而，完全被情绪内容占据的记忆系统，将时常漠视有价值的事件，只记得鸡毛蒜皮般的小事；当较多情绪刺激出现时，这种记忆系统便无法从目前的神经刺激中得到经验（例如不饥饿时进食的后果）。目前最好的推测，是我们利用两种记忆系统解决这个问题——“热系统”，处理情绪信息；“冷系统”，处理神经内容。证据还进一步显示，脑部通过位于海马[Hack #89]的原始记忆系统，来加工冷内容；热信息则由杏仁核（amygdala）处理，杏仁核是边缘系统的构造之一，与许多种情绪处理相关。

这是暗示杏仁核在记忆系统中的证据。² 杏仁核受损，将干扰学习——因为具有动机，所以带有情绪的记忆内容；也会干扰想象。研究显示，杏仁核在学习情绪信息时较活跃（但不受神经信息影响），与对信息的较佳记忆有关。（有趣的是，单侧化似乎受性别决定，杏仁核的不同部分——左核与右核，分别由女性和男性用于记忆）。仅在杏仁核完好无缺的情况下肾上腺素才增强记忆成绩。最后，杏仁核受损的患者在面对厌恶的刺激时，控制能力很差，也就是说，他们无法学会停止让自己痛苦的行为。

热系统正如其名，既冲动而快捷，与更具反射性、沉思性的冷系统相比，热系统可产生快速的生理反应（例如害羞脸红）。现有的模型认为，信息流入热系统，是为了接触到冷系统，结果才使得所有输入进入加工程序：情绪成分更加放大、强调，暗中扩展了其他细节。

杏仁核涉及情绪性热系统的观点，因为与情绪单字相关的记忆增加的情况，不会在终纹（stria terminalis）受损时产生，而获得支持；终纹是连接杏仁核与其他脑部的区域。举例来说，如果移除终纹，去甲肾上腺素（与兴奋相关）停止产生记忆的增益效果。类似地，肾上腺皮质激素（glucocorticoid），一种压力荷尔蒙，能在进入海马时增强学习效果，除非杏仁核受损，或化学反应受阻。显然，杏仁核和海马这两个记忆系统，并非独立作业。

人类具有两种记忆系统的证据，来自对两种记忆施压，所产生的不同效应：增加兴奋度会强化记忆的情绪特征，但记忆的神经特征（例如情境与细节）则在兴奋的情况下降低。观察一种改变（增加兴奋度），即可看到两种不同效果，是多重系统的优秀证据。

亲身体会

除了观察到情绪高涨的事件较容易记得（容易到很难想象别种记忆方式），“以情绪占据”存在于记忆系统中最有力的例子，即为创伤后压力症候群（post-traumatic stress disorder, PTSD）。³ 为 PTSD 所苦的人，典型的症状是会体验记忆回溯，来自创伤事件或与之相关的景像和记忆的侵入。创伤愈严重，愈容易造成 PTSD；跟对照组相比，患者的心跳率及血压也较高。

现在已经确定，PTSD 患者的海马体积比较小，虽然尚未了解究竟是创伤压力缩减了海马，或是较小的海马是较容易出现 PTSD 的风险因子。PTSD 患者对一般记忆的表现较差，当记忆回溯以非常逼真的方式袭来时，他们经常出现记忆裂痕，无法主动回忆除了强加至他们身上的记忆以外的其他细节。这一点也符合双系统理论：记忆回溯具有非常良好的情绪内容编码（或许该说是“过度编码”），但压力阻碍了进一步记录细节。情绪内容很容易被唤起，常见的高度压力，可能还伴随着不理想的热系统到冷系统的转换造成对冷系统神经信息的记忆较差。

附注

1. 取材自 *Consciousness and Cognition*, Vol 4, No 4, Cahill, L., & McGaugh, J., “A Novel Demonstration of Enhanced Memory Associated with Emotional Arousal”, pages 410-421, Copyright (1995), 经 Elsevier 同意节录其中部分内容。
2. 完整说明杏仁核、学习和记忆的好书: LeDoux, J. (1996) *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life*. New York: Simon & Schuster.
3. 创伤后压力症候群联盟 (<http://www.ptsdalliance.org/home2.html>)，管理这方面许多富教育意义的资源。

参见

- “How Brain Gives Special Resonance to Emotional Memories” (<http://www.sciencedaily.com/releases/2004/06/040610081107.htm>) .

— Alex Fradera & Disa Sauter

HACK #97 你看我在看哪里

我们天生就能追踪他人的视线，确认他们在看什么。这是根深蒂固的习性，即使卡通化的眼睛也能影响我们对方向的处理过程。

眼睛非常特别。它是双向感官的一部分。无论我看向何方，你都能知道我在看什么。你看得出来，我是否注意着你，也能冒险做些猜测，例如我的真正想法。追踪视线，不是一项需要学习的技能。就大脑所知，视线方向是外界的第一级公民，跟方位一样重要。以方位而言，西蒙效应 (Simon Effect) [Hack #56] 演示了人类反应的方向倾向与刺激来源方向相同。这个单元则呈现出，我们转移视线方向的方式与位置几乎相同：一对卡通化的眼睛，看向某个方向，也有同样效果。

实践经验

意大利 Padua 大学的研究小组，进行了观察视线效应的实验。¹ 他们画了一对卡

通化的眼睛，只是两个椭圆形中间各有填色圆形（代表虹膜），如图 10-5 所示。虹膜可能填入蓝色或绿色，卡通眼睛可能看着前方，或左右任何一方。

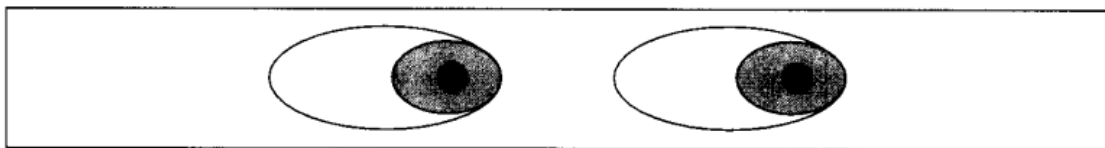


图 10-5：模拟实验所用的卡通眼睛：找人看着这一页，然后注意他的眼睛移动，抓住他的眼睛瞄向右方的瞬间——因为卡通眼睛触发了自动追踪视线的程序

参与这个实验的被试必需报告虹膜的颜色，蓝色虹膜按左侧键，绿色则按右侧键；视线方向则无关紧要。虽然说视线方向不重要，但当绿色的卡通眼睛看向右方时，按下右键的速度还是比较快；当然看往反方向时的反应速度则会变慢。在蓝色眼睛看向左方的状况中也成立。

或许反应速度跟看起来像眼睛的椭圆形无关？为了进一步研究，实验小组还设计了另一项任务。这次，卡通“眼睛”是以方块制成，其中填色的虹膜部分也比较不像眼睛（如图 10-6）。当然，前面出现的重大反应时间差异也消失了。（视线方向与报告键相同，或视线方向与报告键不同，两者间的差异。）

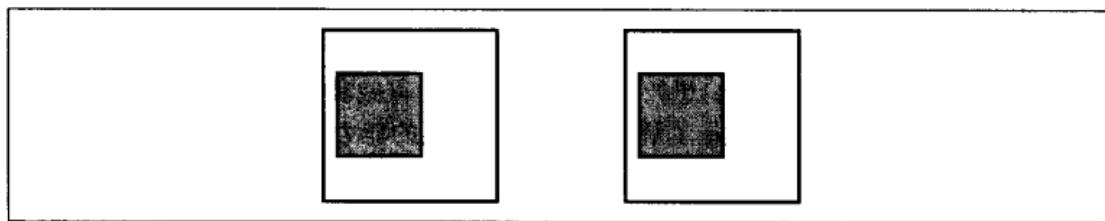


图 10-6：与图 10-5 相似的方形“眼睛”：我们却不会追踪机器人的视线

X Windows 的小玩具“xeyes”，可能是因此而开发出来，他们在电脑桌面上放了一对追踪滑鼠游标的眼睛，非常之便，可避免错失光标位置²。

— R.D.

工作原理

本质上，这个实验也利用了西蒙效应（Simon Effect）[Hack #56]机制。脑部将视线方向转化为方位，产生同样效应：如果注意已经因为某项刺激而导向左方，以右侧作出反应则会稍微多花一点时间。

追踪视线的实验若这般解释也很合理。如果有人看着我们，通常表示某种互动正在发生，不论互动是好或坏。如果有一些人看着相同方向，他们可能目睹了我们应该知道的事件。视线是如此细微，但却在社交中占有重大地位。想想与陌生人四目相接的感觉（有时候感觉不错，有时候觉得很尴尬），或是在某人转移视线

时继续对话有多么困难。如果你对此存疑，可以试着在说话时一直瞄向对方的肩膀，观察需要多久时间，他才会问你有什么问题，或是瞄向他的肩膀，确认你在看什么。

我有个猜测，这可能是箭号适合当指标的原因。想想看，我们看到卡通眼睛，却仍是追踪其视线，卡通眼睛能简化到何种程度还依然有作用？现在已经知道方形眼睛没有用；但眼睛的显著特征是狭长，且瞳孔看向某方时，整体看来有点像箭头——这点让我们忍不住怀疑，（印刷品、招牌…无处不在的）箭号究竟是非常易学的符号，或是因为箭号有某些更深的含义？

— M.W.

深层的视线感知，有时也称为分享注意力（shared attention）或相互注意协调能力（joint attention）。婴幼儿学习时，他们需要建立物体、单字、行动…等诸多事物间的联系。如果没办法指引婴幼儿的注意力，将无法教导他们任何事物。在出生后十二到十八个月，幼儿已会追踪视线：他们会观察我们的眼睛，认出我们注视的事物，亦将注意力投向相同事物。这是分享注意力的自动机制，用于分享对外界的了解。³

用手指出方向，也能执行与视线几乎相同的功能，指出应该注意的位置。当然，这招对狗没什么用，只要试过叫狗看某个方向的人都知道——最后只会让动物们看着你的指尖。教导狗儿（它们并不明白指尖这类抽象符号）指尖与方向之关联的唯一方式，就是等到它们注意我们想教的任何事物，然后再做我们要做的事。真正定义我们人类的特征，有人认为是了解“符号‘那里’”的能力。没有这项能力，我们无法讨论并未出现的物体，也无法从其他人的错误中学习。

（爱狗人士可能不太同意，不过这才是爱狗人啊～～不是吗？）

— M.W.

分享注意力，是婴幼儿逐渐了解其他人心智的跳板，不只用于了解外界物体而已。具有自闭症的儿童，就不会像其他孩子一般自动追踪他人视线；自闭症是不太容易理解他人意图的症状。

亲身体会

不需努力、快速、几乎无意识编码的视线方向，成为理想的社交信号，当然也打开了滥用的大门。有多少广告都是一张大脸，广告中的眼睛视线则导向广告商要我们看的地方。

附注

1. Zorzi, M., Mapelli, D., Rusconi, E., & Umiltà, C. (2003). Automatic spatial coding of perceived gaze direction is revealed by the Simon Effect. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10(2), 423-429.

2. Lowcoders 写了一个 xeyes 的复制版，用于 Mac OS X 作业系统，称为 iEyes (<http://www.lowcoders.net>)。Wikipedia 上的 X Windows 文章，也包含 xeyes 的贴图 (http://en.wikipedia.org/wiki/X_Window_System#Implementations)。
3. Driver, J., Davis, G., Ricciardelli, P., Kidd, P., Maxwell, E., & Baron-Cohen, S. (1999). Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting. *Visual Cognition*, 6(5), 509-540.

#98

有样学样

我们会不自觉地模仿口音、姿势、态度，而且似乎只是由感知而触发。

我们生下来就是模仿大师，甚至不知道自己正在模仿。我有英国口音，但每次我在北美待几周后，就会开始转成当地的腔调。就像跟一群朋友混久了，也会使用他们的常用字汇，自己却没有感觉。

模仿不需要沉浸于文化中；我们可能不知不觉地就已开始反映其他人的行动。

实践经验

我找到的不少心理学实验都有点过份，明明跟被试说测试某事，实际上却测验完全不一样的事。Tanya Chartrand 和 John Bargh，对于变色龙效应（Chameleon Effect）的实验，也落入蒙蔽被试范畴（不过至少无伤大雅）。¹

Chartrand 和 Bargh 请被试参与描述照片的任务，被试会与另一人同组，轮流看着每张照片，并自由讲出联想。但被试并不知道，描述照片不是实验的重点，而他们的搭档也不是另一位志愿者，而是与实验机构同谋的共犯。在实验的十分钟内，共犯会有某些小动作，例如抓脸或抖脚。

实验真正观察的现象，是被试也跟着抓脸或抖脚的程度——最终目的则是有多少人的行为会受共犯影响，被一个素未谋面、也没有熟识必要的陌生人影响。答案是：行为真的非常有影响力。

坐在抓脸的共犯身旁，被试平均每 100 秒会跟着抓一次脸。通常，在没有看到抓脸行为时，我们每次抓脸的间距大约多出 30 秒。

抖脚的结果也很相似，而且更戏剧化——抖脚的间隔从平均 3 分钟变成 80 秒，只要坐在常抖脚的人身旁十分钟就会如此。

知道这个实验的结果，换我们可以耍花招。下次跟朋友一起出去喝咖啡、吃晚餐时，试着一直搔脸或碰自己的脸，看看会发生什么事。或许触发搔鼻子这类的特殊反应不太容易，但绝对能让坐在一起的朋友也跟着碰触脸上的某处。

我们也可以非常地无知无觉。在实验中，问到被试是否注意共犯的不寻常行为时，他们都说没有。所以这不是有意的模仿。

工作原理

无意识的模仿目标不只是姿势。我们也会配合说话口音，甚至是谈话对象的文句结构，所以老夫老妻才会愈来愈像。²



有一个关于人类无意识地模仿表情的例子，由 O'Toole 和 Dubin³ 在观察母亲喂食小孩时发现。母亲通常会张开自己的嘴，表面上是要求小孩也张开嘴的信号。但结果却发现，即使小孩已经先张开嘴，80% 的情况下，母亲还是会这么做。小孩是等着饭来张口，但母亲却是无意识地模仿小孩的动作。

为什么要模仿？这个问题的解答还悬而未决。也许只不过是感知他人的机制的一部分。我们感知到的任何事件，都有某种脑中表征方式——否则便不成为感知——所以，脑中有直线边缘、面孔、颜色……等众多事物的表现图像。脑中也有只对特殊行动反应的神经元，例如“抓”和“推”就会启动不同神经元。有一点值得注意，当我们看到别人做抓或推的动作时，也会启动自己脑中负责这些运动的神经元，尽管自己没有动作。⁴

因此，镜像神经元（mirror neuron，位于额叶）不只是大脑告诉双手抓或推的工具，实际上也负责内部表征这些运动，无论是自己的感知或他人的行动。这些神经元就是“抓”的概念，但与执行细节分离。

当我们听到单词时，在脑中重现单词将启动[Hack #81]相关字词。听过“水（water）”这个词，对“bank”一词作自由联想时，认为是“河”（亦即被启动的词汇）的机会比“钱”要高，bank 一词有“银行”和“岸”两个意思。我们甚至不需意识到启动自己的单词[Hack #82]——重要的是大脑某处表征了单词，而不是单词如何通过注意力的过滤网。

感知他人的姿势和运动时，同样的事情应该也成立。虽然我们并未专注于他们的行动，但其他人已经在我们脑中有某种程度的表征，了解他人的方式就是以镜像神经元为依据。负责“抓挠”的镜像神经元被激活，在下次双手闲置时促发搔抓的行动。在这个模型中，看到有人东抓西抓，比较可能让你也跟着东抓西抓。

我发现阅读描述文字也有相同作用，你会不会也觉得哪里有点痒了呢？

— M.W.

亲身体会

无论是什么机制，两个人会彼此模仿的结果十分明显：模仿是建立交往关系的一部分。如果你很喜欢观察别人，通常只要看到小动作和他们共享的程度，就能了解某两个人是否处得很好；你在观察的那对情侣是否同时靠到椅背上，或是同时

大笑？试着观察好朋友们互相模仿的程度，是否高于随机选择的情侣。用心观察时，情况将很明显。

模仿为什么是交往关系中这么重要的部分？这是个大疑问。我想，模仿的原因只是简单地从生活的社会中学习而已。有些生存在这个世界上的必要知识，并非一生下就刻印在我们的脑海中，我们必须从周遭的人们中学习；模仿只是最小的学习形式而已。

— T.S.

附注

1. Chartrand, T. L., & Bargh, J. A. (1999). The chameleon effect: The perception-behavior link and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(6), 893-910. Tanya Chartrand 的所有论文可在她的网站上找到：http://faculty.fuqua.duke.edu/~tlc10/bio/pdf_articles/article_index.htm
2. Dijksterhuis, A., & Bargh, J. A. (2001). The perception-behavior expressway: Automatic effects of social perception on social behavior. In M. P. Zanna (ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*, 33, 1-40. New York: Academic Press. (内容广泛而且容易理解，非常推荐此篇文章)
3. O'Toole, R., & Dubin, R. (1968). Baby feeding and body swap: An experiment in George Herberts Mead's "Taking the role of the other." *Journal of Personality and Social Psychology*, 10, 59-65. Cited in Dijksterhuis & Bargh (2001).2
4. V. S. Ramachandran, "Mirror Neurons and Imitation Learning as the Driving Force Behind 'the Great Leap Forward' in Human Evolution" (http://www.edge.org/3rd_culture/ramachandran/ramachandran_pl.html)

#99

散播恶劣心情

曾发现自己莫名其妙地处于对抗情绪？可能来自刚读过的文章。

我们知道心情会受外界影响。如果一整天工作都不顺，回家后大概也会延续着烦闷暴躁的心情。也有些时候，心情就是没来由地特别好或特别差。我曾经一整天都觉得心情非常差，因为早上刚看完一本很棒、但很悲伤的小说，等到晚上我才把自己的心情跟小说联想起来。这么说来，不禁让人觉得心情是种长时间现象，就像天气，我们就是得学着习惯。情绪真的很像天气，在这个时间点的情绪似乎无法理解。反过来说，情绪很适合不同尝试：情绪如何开始？有什么小技巧能影响自己的情绪？

这个单元就是关于这些技巧,遇到的单词能让我们在几分钟内变得比较粗鲁——而且不是文字本身引发强烈情绪、或是要用心领会的单词,而是在字谜游戏之类无害的情境中。

实践经验

字谜能让我们在心中记住单字一段时间。其中之一是拼句猜谜,随意给出语序不正确的句子,例如“he it hides finds instantly”,然后利用这些字尽快造出包含四个字的句子,愈多愈好。

John Bargh、Mark Chen、Lara Burrows 利用字谜的形式,¹结合十五个行为无礼的单字,例如 aggressively、intrude、brazen……诸如此类。这个实验也有礼貌单字和中立单字版。被试并不知道实验有不同形式,也不晓得实验的真正目的。

每位被试花五分钟玩字谜,但字谜(当然)不是实验重点。关键时间是被试走出房间,并报告完成,却只看到实验人员正在与人交谈。问题是:他会不会打断谈话?做礼貌字谜的被试中,约有15%会在十分钟内打断谈话;但在字谜中要使用“不快”、“憎恶”等单字的被试,却有60%会在十分钟内行动——是前者的四倍。

选择打断谈话的被试中,如果他们参与的是无礼单字实验,行动速度也会比较快:平均花费五分半,但其他实验的被试平均要花九分钟以上,就算不把礼貌启动小组中没上前打断的85%排除在外。

这个程序还有较主观的版本,利用 Velten 程序²,自动引发一群人的情绪,然后观察是否有不同。这项技巧,由 Velten 于1960年代开发出来,需利用一叠写满正面或负面情绪的卡片;两组卡片都有很多张(可参考网络文本 <http://www.dur.ac.uk/m.j.eacott/cogmem3.txt>)。正面情绪的卡片是“我是个有价值的人”、“我觉得自己很好”、“大家都喜欢我”等。负面卡片则像是“我做的事情,没有一件是对的”、“大家觉得我很丢脸”、“我是个差劲的人”等。

选择一叠卡片,逐一看个五分钟。结束后真的会觉得比较快乐一点,或比较抑郁一点。这个效应的强烈真是不可思议。

如果参与者更多,效应会更强烈。找个房间,留下正面情绪的 Velten 卡片,让参与者自行阅读五分钟;当你回来后,每个人都显得喜气洋洋的。若试着让另一组人阅读负面情绪的 Velten 卡片,五分钟后的气氛将会阴冷沉重。这点显示出社交反馈在建立和扩大情绪上的重要性。

大学最后一年，我自己做了“学习 Velten 卡片”带进图书馆里：“我喜欢复习”、“今天的集中状况非常好”、“今天没有任何事情，能让我从功课中分心”。

— T.S.

工作原理

实验显示，只要五分钟操控过的字词——只是字词，不需当面赞美或困难情境——对行为即有显著的效果。这是概念启动[Hack #81]的变形版；在启动效应中，阅读关于某个概念的单字，会把那个概念带入心底，然后在将来的某个时候进入我们的思绪。

使词汇把词汇概念带入心中的原因，也适用于抓脸或抖脚[Hack #98]。仅是感知他人行动，即可激活脑中的行动概念，使行为变得更可能发生。

Bargh 等人的拼句猜谜会影响礼貌程度的实验，以及 Velten 程序，两者都显示在词汇与行为间有着关联。无礼的字词的外形和意义同时呈现在脑中，使人表征出无礼的行为。我们还不知道确切的运作方式，但是效果很明显。

有些值得注意的事，负面情绪具有传染性（我们已经知道，情绪可透过观察来获得[Hack #95]），所以，心情完全变得糟糕，可能是潜意识被非常不重要的小事触发。

Chen 和 Bargh³所做的另一个实验中，让两名被试一起玩猜谜游戏，并对其中一位被试、用阈下方法呈现给他有敌意的图片。

在小心控制的情况下，有人监视猜谜游戏的互动，并为受试者的行为评分。实验中发现三件事：经潜意识启动敌意的人（利用意识察觉不到的图片），的确被判断为比较有敌意。他的猜谜游戏对手因为感觉到敌意，也变得更具有战斗性。最后，两位被试都认为对方比平常没暴露在潜意识图片下的情况更有敌意。

所有发生的事情多少都是自动化的。我们的情绪受到遭遇的主导，如果不仔细注意的话，甚至不会知道自己是否受到了影响。

亲身体会

假设你知道自己要参加一个必须固守立场的会议，如果你真的想带着不好的情绪走入会议室，没有理由不应该事先有个“让我生气”的应用程序以阈下形式在你的电脑屏幕上闪现生气面孔五分钟。这和重大会议或比赛前激励自己，有什么不同吗？

在 Chen 和 Bargh 的敌意实验中，有个细节应该能让我们认真地考虑一下。为了唤起敌意，实验人员使用了启动被试种族歧视的图片。考虑到上一代人的刻板

印象[Hack #100], 这种印象能深深影响我们不算奇怪, 不过想到它是种族歧视, 真的很让人难过。Chen 和 Bargh 执行这个实验, 结果发现种族歧视是一个自我实现的预言。如果我们等着某人表现出敌意, 自己也变得具有攻击性, 而且也会影响其他人出现同样情绪。刻板印象因此加强, 不需要以任何事实基础为起点。把人们推向自己都不理解的角色, 还有发现我们的偏见被证实其实非常容易。

附注

1. Bargh, J. A., Chen, M., & Burrows, L. (1996). Automaticity of social behavior: Direct effects of trait construct and stereotype activation on action. *Journal of Personality and Social Psychology*, 71(2), 230-244.
2. Velten, E. (1968). A laboratory task for induction of mood states. *Behavior Research and Therapy*, 6, 473-482.
3. Chen, M., & Bargh, J. A. (1997). Nonconscious behavioral confirmation processes: The self-fulfilling consequences of automatic stereotype activation. *Journal of Experimental Social Psychology*, 33, 541-560.

HACK #100

我思故我如是

刻板印象, 能让我们走得比较慢, 或是在常识测验中拿高分。

启动[Hack #93]的概念, 出现在所有感知影响行为的解释中。对图片的潜意识感知, 能启动日后对这些图片的偏好[Hack #82], 还有, 只是和某个人待在同一个空间, 他的行为(例如抓脸), 就会传染给我们[Hack #98]。对于无意识地改变我们的行为, 有意识地感知到照片或是姿势都不是必须条件。

在榜样激活(exemplar activation)中,(前述行为)最能获得证实: 受他们刻板印象的熏陶, 甚至不需与本人接触, 将启动这些人的个性特征, 我们将开始以同样方式行动。这很奇怪, 但非常有趣。

实践经验

Bargh、Mark Chen 与 Lara Burrows 做了一个实验¹: 找三十名心理系学生玩字谜(在学学生是许多心理学实验的研究被试)。一半字谜包括的字比较老气, 像是: 谨慎、智慧、古老、退休。另一半则为中性字谜, 并未刻意与任何概念关联。只要学生完成字谜, 即可自由离席。

Bargh 小组以隐藏秒表计时, 记录每个学生从走廊到电梯所花的时间。拿到老人字谜的学生, 平均多花一秒钟时间走到电梯, 数据是 7.3 到 8.3 秒。他们获得了感知到的老人特征之一: 走路速度慢。

工作原理

榜样激活究竟如何运作，仍是个值得探讨的问题，但基本原理与我们学到他人习惯动作[Hack #98]的道理一样。大脑感知事物，需要启动某种对该事物的生理表现：简单地再现事物，即会启动行为，使我们更可能做自己看到的事。榜样激活只是稍加利用此一原理，因为它是透过阅读文字，来启动“老人”的概念，进而在完全无关的任务中影响行为。不过原理还是一样。

不过，走得慢只是实验的一半。Ap Dijksterhuis 和 Ad van Knippenberg²进行了类似实验。这次不是用“老人”的刻板印象影响被试，他们要求被试花五分钟描述教授或秘书。（被试仍然是在学学生。）

实验接下来是常识测量，所以被试要在一阶段回答 Trivial Pursuit 问题。但他们不晓得这两个阶段有关联。

结果让人很难相信：描述高智力行业——教授的被试平均正确率为 60%；描述秘书的被试，平均正确率为 46%。

可能是教授的刻板印象，使大家认为他们的判断比较值得信赖；但刻板印象的哪一种特性造成实验中的反应，则尚未明了。暴露在秘书刻板印象下的学生，他们的表现并没有比平常差：与未受启动的人相比，学生们的正确率也差不多，而且仅在 6 分钟内完成问卷（平均为 8 分钟）。所以在这个实验中，两种刻板印象都带来更好的特质；例如秘书的特质是效率。但并非所有刻板印象都是正面的。

被认为数学不好的群体在测试前标记这一点，就像在试卷顶端可选种族或性别，那么他们通常在数学测试中的表现也不好。³

幸好，可以反转这类榜样激活作用。如果身处这类状况，激活作用可被重复对抗刻板印象的主张而覆盖。被明确告知数学测试没有性别偏差的女性，表现便不会比平常差——这是个微妙、无意识，却有真实影响的刻板印象（像是必须在页面勾选性别），使认同常见族群刻板印象的人们，接受假设，即使该项假设并不正确。一旦意识到刻板印象及其影响，它造成的偏差也会消失。

这些榜样激活实验，就像任何心理学实验一样值得挑战。关于老人的字谜能减慢我们的行走速度（事实上也减慢反应时间）；专注于教授的刻板印象五分钟，就能增强自己的常识。但也会增强其他印象：已经保有这些印象的人会将其纳入自己的分类。确认的需要变得更大，尽管有违自己的最佳利益。但在这些例子中，专注于自己的个体，是克服印象所需的一切工具。

附注

1. Bargh J. A., Chen, M., & Burrows, L. (1996). Automaticity of social behavior: Direct effects of trait construct and stereotype activation on action. *Journal of Personality and Social Psychology*, 71(2), 230-244.
2. Dijksterhuis, A., & van Knippenberg, A. (1998). The relation between perception and behavior, or how to win a game of trivial pursuit. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(4), 865-877.
3. Dijksterhuis, A., & Bargh, J. A. (2001). The perception-behavior expressway: Automatic effects of social perception on social behavior. In M. P. Zanna (ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*, 33, 1-40. New York: Academic Press.

名词术语表

A

艾宾浩斯错觉, Ebbinghaus illusion
安慰剂效应, placebo effect
暗处、阴影, shadows
棋盘阴影错觉, checker shadow illusion
明暗眼镜效应, Pulfrich Effect and
旋转蛇, rotating snakes illusion

B

榜样激活, exemplar activation
北冈明佳, Kitaoka, Akiyashi
北泽茂, Kitazawa, Shigeru
背外侧通道, dorsal stream
本体感觉/本体信息, proprioception/
proprioceptive information
边缘系统, limbic system
杏仁核, amygdala and
情绪, emotions and
海马, hippocampus and
海马旁回, parahippocampal gyrus
后眼窝骨额叶皮质, posterior
orbitofrontal cortex
变色龙效应, Chameleon Effect
辨认面貌, recognizing
画上阴影, shadows and
脸部肌肉微调, tweaking muscles
禀赋效应, endowment effect
不注意性盲视, inattention blindness
布洛卡区, Broca's area

C

操作条件反射, operant conditioning
察觉性, noticing
成瘾, habituation
尺寸梯度, size gradient
初醒状态, hypnopompic state
触觉, sensation
保持更新, keeping up-to-date
视觉与触觉, perception and
幻肢, phantom limb and
自身造成的触觉, self-generated
触觉皮质, sensory cortex
触觉系统, sensory systems
适应, adaptation of
结合问题, binding problem and
通道解关联, channel decorrelation
跨感官结合, combining modalities
冲突的感官反馈, conflicting feedback
侦测信息, detection and 反馈延迟,
feedback delays
穿插式学习, interleaved learning
创伤后压力症候群, PTSD (post-traumatic
stress disorder)
词(语)素, morphemes
词汇、文字, words
行为, behavior and
关键诱饵, critical lure
流畅力, fluency and
左脑与..., left hemisphere and
...意义, meaning and
回想名字, memory of
轨迹法, method of loci and
情绪与..., moods and

词素, morphemes and
拟声字, onomatopoeic
短语, 词组, phrases and
启动, priming and
记忆词汇, recalling names and
终纹, stria terminalis and
磁共振成像, MRI (magnetic resonance
imaging)
刺激, stimulation
咖啡与刺激, coffee and
认知心理学与刺激, cognitive
psychology and
缺乏刺激与神经萎缩, neuron atrophy
and
灵魂出窍, out-of-body experience and
人类对刺激的反应模式, people and
刺激 - 反应, stimulus-response
咖啡, coffee and
杏仁核受损, damaged amygdala and
防御机制, defense mechanisms to
情绪事件, emotional events and
表情, facial expressions and
力量侦测, force prediction and
攫取注意力, grabbing attention
返向抑制, inhibition of return and
负向启动, negative priming and
神经, neurons and
人类对刺激的反应模式, people and
西蒙效应, Simon Effect and Stroop
效应, Stroop Effect
触觉与视觉, touch and vision
错误记忆, false memories

D

打冷颤, flinching
大脑, cerebrum
横纹区, striate and
大脑皮质下, subcortex
大气透视, atmospheric perspective
笛卡尔剧场, Cartesian theater
癫痫, epilepsy
电流活动, electrical activity and
灵魂出窍体验, out-of-body experience
and
割裂脑手术, split-brain patients and
电话不通错觉, dead phone illusion
电子游戏, video games
调整 (见适应), adjustment (see adaptation)
顶叶, parietal lobe
躯体感觉皮质, somatosensory cortex
and

语汇流畅任务, verbal fluency tasks
and
威尔尼克区, Wernicke's area and
顶叶皮质, parietal cortex 功能, function of
多感官整合, multisensory integration
and
后顶叶皮质, posterior
定位, location
注意力分散到不同位置, attention
across
转译视线方向与定位, direction and
信息重要性, importance of information
返回抑制与定位, inhibition of return
and
轨迹法, method of loci and
运动后效与定位, motion aftereffect
and
负向启动与定位, negative priming for
反应与定位, responses and
他处的声音, thrown voices and
视觉和定位, vision and
动物, animal
条件反射, conditioning and
海马, hippocampus and
逼近的物体, looming objects and
视叶, optic lobe
光感受器, photoreceptors in
指示, pointing and
突显, pop-out and
实验价值, value of experimentation
动晕症, motion sickness
动作电位, action potentials
独占性, exclusivity
对称扩张, symmetrical expansion
多巴胺, dopamine
多感官神经元, polysensory neurons

E

额叶, frontal lobe
物体相关的行动, action-relevant
objects and
布洛卡区, Broca's area and
记忆和额叶, memory and
语汇流畅任务, verbal fluency tasks
and
耳朵, ear
保持平衡, balance and
基底膜, basilar membrane and
组件, components of
前庭眼反射, vestibular-ocular reflex
(参考 hearing), (see also hearing)

耳廓, pinnae
耳蜗, cochlea

F

反应时间, reaction time
 典范活化影响..., exemplar activation and
 返回抑制, inhibition of return and
 西蒙效应, Simon Effect and
 视动反馈循环, visuomotor feedback loop
返回抑制, inhibition of return
范畴知觉, categorical perception
方向, direction
 侦测声音方向, detecting for sound
 物体改变方向与有生命性, object animacy and
 西蒙效应, Simon Effect and
防御机制, defense mechanisms
 病况好转与防御机制, feeling better and
 触发防御机制, triggers for
飞现象, phi phenomenon
非条件刺激, unconditioned stimulus
非条件反映, unconditioned response
分享注意力, shared attention
愤怒, anger
封闭性群组(组织)原则, closure grouping principle
伏隔核, nucleus accumbens
符号表情, emoticons
负向启动, negative priming
腹侧通路, ventral stream

G

改变, change
 改变盲视, blindness to
 抗拒改变, resisting
概率统计, probability statistics
概念, concepts
 概念间的关联性, associations between
 启动概念, priming
感知, perception
 感知与行动, action and
 适应与感知, adaptation and
 注意力与感知, attention and
 范畴知觉, categorical
 感觉事件, of events
 期待影响感知, expectation influencing
 闪烁迟滞, flash-lag effect

组织、群组原则, grouping principles and
感知明暗与平面解析, light/shadow and
分别感知位置与运动, of location
模仿和位置, mimicry and
感知运动, of movement
原生感染, primitive contagion and
概率与感知, probabilities and
自我感知理论, self-perception theory
欺骗感知, tricking

割裂脑手术病人, "split-brain" patients
共同律, common fate
沟通, communication
 手势, hand gestures for
 语言原型, protolanguage and
惯用手/利手, handedness
光幻视, phosphenes
 盲点, blind spot and
光线、光点, light
 大气透视, atmospheric perspective and
 信息偏差, biased information
 结合问题, binding problem
 光线改变, changes in
 棋盘阴影幻觉, checker shadow illusion
 闪烁迟滞效应, flash-lag effect
 视网膜中央窝, fovea and
 光线获取注意力, grabbing attention with
 运动和光源, motion and
 神经与光线刺激, neurons and
 飞现象, phi phenomenon Pieron
 法则, Pieron's Law
 光线的加工速度, processing speed for
 视网膜, retina and
 光点中的人形, seeing people and
 阴影与光源, shadows and

广告, advertising
 流畅性与广告手法, fluency and
 视线方向与广告手法, gaze direction and
 维持现状偏见与广告手法, Status quo bias and
 潜意识讯息与广告手法, subliminal messages and
归纳推理, inductive reasoning
轨迹法, method of loci

H

海马, hippocampus

情绪系统, emotional system and
 ...与肾上腺皮质素, glucocorticoid and
 ...与边缘系统, limbic system and
 储存记忆, memory storage and
 创伤后压力症候群, PTSD and
 用途, purpose of
 ...与颞叶, temporal lobe and
 海马旁回, parahippocampal gyrus
 和谐音, harmonics
 核, nuclei
 后测视觉, postdictive vision
 后顶叶皮质, posterior parietal cortex
 后脑, hindbrain
 后效, aftereffects
 适应与后效, adaptation and
 运动后效, motion
 后眼窝骨额叶皮质, posterior orbitofrontal
 cortex
 坏掉的电扶梯现象, broken escalator
 phenomenon
 幻觉, hallucinations
 灰质, gray matter
 回音, echoes
 活动性视觉, active vision
 获取注意力, grabbing attention
 负向启发, negative priming and
 随机注意, random drift in
 自发性注意力, voluntary

J

肌肉, muscles
 情境干扰效应, contextual interference
 effect and
 力量训练, strength training and
 脸部肌肉微调, tweaking facial
 基底核, basal ganglia
 基底膜, basilar membrane
 急性反应, acute phase response
 集中力、专注力, concentration
 注意, attention and
 情境干扰效应, contextual interference
 effect and
 Stroop 效应, Stroop Effect and
 脊柱, spinal cord
 计数, counting
 计算机, computers
 似动现象, apparent motion and
 键盘快捷方式与西蒙效应, Simon
 Effect and
 记忆, memory
 生理运动, biological motion and

促进记忆, boosting
 意识与记忆, consciousness and
 皮质层与记忆, cortex and
 制造错误记忆, creating false
 多巴胺, dopamine and
 情绪与记忆, emotions and
 目击记忆, eyewitness
 制造熟悉感与记忆, fake familiarity
 and
 成瘾, habituation of
 海马与记忆, hippocampus and
 字根完成测试, item completion test
 学习与记忆, learning and
 轨迹法, method of loci and
 阅读与记忆, reading and
 记忆来源, sources for
 颞叶与记忆, temporal lobe and
 视觉短期记忆, visual short-term
 记忆, remembering
 促进记忆, boosting memory
 咖啡因与记忆, caffeine and
 似曾相识, fake familiarity and
 制造错误记忆, false memories and
 想象, imagination and
 学习与记忆, learning and
 轨迹法, method of loci and
 灵魂出窍, out-of-body experiences
 启动, priming and
 思路清晰, sources for
 潜意识感知, subliminal perception and
 记忆“冷”系统, “cool” system
 记忆“热”系统, “hot” system
 记忆提示, memory cuing
 加速度, acceleration
 假眠状态, hypnagogic state
 间隙效应, gap effect
 兼容效应, compatibility effect
 箭头, 符号, Arrows, as symbols
 交握双手错觉, crossed hands illusion
 胶质细胞, glial cells
 结合问题, binding problem
 近身空间, peripersonal space
 进化理论, evolutionary theory
 进化心理学, evolutionary psychology
 经典条件反射, classical conditioning
 惊吓反应, startle response
 景深、深度, depth
 感知深度的神经元, neurons and
 感知深度, perceiving
 明暗眼镜效应, Pulfrich Effect
 立体形状, 3D shapes and

静止画面, static pictures
镜像神经元, mirror neurons
决定、决策, decision-making
神经元, neurons and
Pieron 法则, Pieron's Law and
自身行为, self-caused actions and
脊柱下达的决定, spinal cord and

K

咖啡因成瘾, caffeine habit
可塑性, plasticity
可用性, affordances
刻板印象, stereotypes
空间, space
注意力与空间, attention and
右脑与空间加工, brain processing and
因果关系, causality and
轨迹法, method of loci and
指引方向, orienting through
近身空间, peripersonal
更新触觉, up-to-date sensations and
跨感官, modality
跨感官互动, crossmodal interactions
框架效应, framing effect

L

理性, rationality
力量侦测, force prediction
连续性组群原则, continuation grouping
principle
联觉, synaesthesia
亮度, luminancy
邻近性组织(群组)原则, proximity
grouping principle
灵魂出窍, out-of-body experiences
流畅加工(流畅性), fluent processing
(fluency)
路标, landmarks
逻辑, logic

M

盲点, blind spot
画出视野中的盲点, mapping
运动上的盲点, for motion
视神经与盲点, optic nerve and
毛细胞, hair cells
锚数, anchors
美国心理学协会(APA), American
Psychological Association
梦, dreaming

面孔、脸孔, faces
分析部分面孔, analyzing parts of
脸孔注视模式, fixation and
…与假眠状态, hypnagogic state and
察觉性的实验, noticing
辨认物体, object recognition and
启动, priming

面孔识别能力缺乏症, prosopagnosia
明度, brightness

返回抑制, inhibition of return and
明度与亮度, luminancy differences
Pulfrich 效应, Pulfrich Effect and
(参考光线), (see also light)

模仿, mimicry

榜样激活, exemplar activation and
表情和模仿, expressions and
习惯动作和模仿, mannerisms and

模式, patterns

因果模式, cause and effect
对模式的改变盲视, change blindness
and

封闭性, closure and

区分模式, distinguishing

返向抑制, inhibition of return and
声音模式, marginal sounds and

N

脑, brain

常见的神经解剖学标志, common
labels

工作原理, how it works

割裂脑手术病人, split-brain patients

非凡的潜能, unused potential
(参考神经心理学), (see also
neuropsychology)

脑半球, hemispheres

左右大脑不对称, asymmetry in

胼胝体, corpus callosum and

侧膝核, lateral geniculate nucleus and

超自然现象信者的右脑活动,
paranormal beliefs and

脑成像, neuroimaging

心理旋转, mental rotation and

分析面孔, on analyzing faces

挠痒实验, tickling machine and

脑成像研究, brain imaging research

研究物体与行动的关联, action-
relevant objects and

基本情绪与, basic emotions and

路标与, landmarks and

运动与位置的运算区域, movement and location
 对脑半球的观点, on hemispheres
 感知生理运动与, perceiving biological motion and
 颞颥叶交界与, temporo-parietal junction and 10%
 传说与, 10% myth and
 脑岛, insula
 脑干, brainstem
 定位声音, locating sounds and
 睡眠, sleep and
 脑皮质层, cerebral cortex
 脑皮质层, cortex
 大脑皮质下, cerebral
 普遍认知, cognition and
 额叶, frontal
 脑半球与皮质层, hemispheres and
 人类功能, human functions and
 整合与皮质层, integration and
 边缘系统, limbic system and
 顶叶, parietal
 后眼窝骨额叶皮质, posterior orbitofrontal
 后顶叶皮质, posterior parietal
 前运动皮质区, premotor
 扫视压抑, saccadic suppression and
 感觉加工, sensory processing and
 躯体感觉皮质区, somatosensory
 脑皮质层, subcortex and
 颞颥叶交界, temporo-parietal junction
 颞叶, temporal
 脑水肿, hydrocephalus
 脑细胞 (见神经元), brain cells (see neurons)
 脑一侧化, lateralization
 颞颥叶交界, temporo-parietal junction
 颞下回皮质, inferior temporal cortex
 颞叶, temporal lobe
 杏仁核, amygdala and
 颞叶损伤, damage to
 梭状回, fusiform gyrus
 中颞叶脑回, middle temporal gyrus
 物体辨识, object recognition and
 颞颥叶交界, temporo-parietal junction
 语汇流畅任务, verbal fluency tasks and
 威尔尼克区, Wernicke's area and
 女性, women
 导向方式, directions and
 榜样激活, exemplar activation and

表情丰富, expressiveness of
 语言区损伤, strokes and

O

呕吐反射动作, gagging reflex

P

偏见, biases
 避免风险, avoiding risks
 跨感官, crossing senses and
 判断数字, estimating numbers and
 合理化, in reasoning
 维持现状, status quo
 胼胝体, corpus callosum
 频率, frequency
 定位噪声与频率, localizing noise and
 高估低发生频率的事件, overestimating and
 统计学与频率, probability statistics and
 声音认知和频率, sound and
 平行化, parallelism
 葡萄糖, glucose
 曝光效应, mere exposure

Q

启动, priming
 启动关联词汇, associated words and
 概念的启动, concepts
 榜样激活, exemplar activation and
 镜像神经元, mirror neurons and
 负向启动, negative
 神经元与启动, neurons and
 辨识面孔与启动, recognizing faces and
 记忆与启动, remembering and
 潜意识感知与启动, subliminal perception and
 前扣带, anterior cingulate
 前脑, forebrain
 前期模型, forward model
 前庭系统, vestibular system
 前庭眼反射, vestibular-ocular reflex
 前运动皮质区, premotor cortex
 潜意识感知, subliminal perception
 面孔, faces and
 模仿, mimicry and
 情绪, mood and
 启动, priming and
 抢先效应、Haas 效应, precedence effect

情感系统, affective system
 情节记忆, episodic memory
 情境干扰效应, contextual interference effect
 情绪, emotions
 基本情绪, basic
 情绪的传染性, contagious nature of
 边缘系统, limbic system and
 记忆与情绪, memory and
 从光点辨认情绪, recognizing
 情绪信号, signaling
 躯体感觉皮质区, somatosensory cortex
 挠痒, tickling and
 触觉和..., touch sensations and
 躯体感觉图, somatotopic map
 颧骨肌肉, zygomatic muscles

R

人, people
 模仿, mimicry and
 光点中的人形, seeing in light
 情绪信号, signaling emotion
 西蒙效应, Simon Effect and
 散播情绪, spreading moods
 刺激-反应, stimulus-response and
 认知(实验)心理学, cognitive
 (experimental) psychology
 定义, defined 启动与实验心理学,
 priming and
 认知神经科学, cognitive neuroscience

S

三段论, syllogisms
 扫视, saccades
 扫视压抑, saccadic suppression
 色彩, color
 注意力分配, allocating attention and
 范畴知觉与色彩, categorical
 perception and
 圆锥细胞, cones and
 认不清青红皂白, confusing
 identification
 深度线索与色彩, depth cues and
 闪烁迟滞效应, flash-lag effect and
 色彩的负向启动, negative priming
 forP
 信道与色彩, parvocellular pathway
 and
 视野圆周与色彩感知, peripheral
 vision and

杆细胞, rods and
 亦步亦趋幻觉, stepping feet illusion
 and
 VSTM 与色点实验, VSTM and
 闪烁迟滞效应, flash-lag effect
 上橄榄核, superior olive
 上丘, superior colliculus
 攫取注意力, attention capture and
 返向抑制, inhibition of return and
 信号, signals and
 身体图式, body schema
 神经, nerves
 胼胝体, corpus callosum and
 视神经, optic
 信号, signals and
 脊柱, spinal cord and
 神经传导物质, neurotransmitters
 咖啡因, caffeine and
 电脉冲, electrical impulses and
 神经科学, neuroscience
 结合问题, binding problem
 成瘾, habituation experiment
 情绪信号与神经学, signaling emotions
 and
 神经心理学, neuropsychology
 测试执行系统, testing executive
 system
 神经元, neurons
 运动与神经, actions and
 适应, adaptation and
 同时侦测器, coincidence-detector
 决策, decision-making and
 缺氧血, deoxygenated blood and
 脉冲、电波, electrical impulses and
 胶质细胞, glial cells and
 灰质, as gray matter
 信息编码, information encoding and
 逐渐逼近的物体, looming objects and
 记忆与神经, memory and
 镜像神经元, mirror
 运动后效与神经, motion aftereffect
 and
 行动与神经, motion and
 神经传导物质, neurotransmitters and
 多感官神经元, polysensory
 启发与神经, priming and
 明暗眼镜效应, Pulfrich Effect and
 刺激与神经, stimuli and
 时机信息, timing information and
 神经噪声, neural noise
 肾上腺皮质素, glucocorticoid

- 肾上腺素, adrenaline
 声音, sound
 听觉系统, auditory system and
 侦测声音方向, detecting direction
 侦测声音的门槛, margins of certainty
 for
 音高, pitch and
 加工速度, processing speed for
 别处的声音, thrown voices and
 时机信息, timing information and
 (参考 hearing), (see also hearing)
 失落的基本错觉, missing fundamental
 illusion
 时机/时间, timing
 听觉与时机, audition and
 因果关系, causality and
 侦测时机, detecting with ears
 神经与时机信息, neurons and
 时间, time
 时钟停止幻觉, stopped clock illusion
 时钟停止幻觉, stopped clock illusion
 实验心理学 (参考认知心理学),
 experimental psychology (see cognitive
 psychology)
 事件, events
 划分事件, demarcating boundaries of
 情绪刺激, emotional stimuli
 估计低频率, estimating low-frequency
 事件错误记忆, false memory of
 事件记忆, memory of
 视动反馈循环, visuomotor feedback loop
 视交叉, optic chiasm
 视觉, vision
 身体图式, body schema and
 视觉限制, constraints in
 主导地位, dominance of
 看着自己, 感觉更多, feeling more
 and
 视野空隙, gaps in
 来自他处的声音, hearing with eyes
 脑半球与视觉, hemispheres and
 位置信息, location information and
 萎缩, neuron atrophy and
 本体感觉, proprioceptive information
 and
 视觉短期记忆, visual short-term memory
 (VSTM)
 视觉加工, visual processing
 晕眩, dizziness and
 双通道理论, dual-stream theory of
 完形原则, gestalt principles and
 注意力攫取, grabbing attention and
 物体追踪, object tracking
 右脑与..., right hemisphere and
 光点中的人形, seeing people
 阴影与..., shadows and
 骗过半个脑, tricking the mind
 视觉皮层, visual cortex
 脑半球, hemispheres and
 运动和深度, motion and depth
 神经速度, neuron speed in
 枕叶, occipital lobe and
 视交叉与..., optic chiasm and
 视叶, optic lobe and
 P 通道, parvocellular pathway
 视觉加工, processing and
 视网膜与..., retina and
 信号, signals and
 视觉皮质与后续处理, visual processing
 and
 视觉系统, visual system
 因果关系, causal relationships and
 想象的深度, illusionary depth and
 视觉选择注意力, visual selective attention
 视神经, optic nerve
 视网膜, retina
 血流供应, blood flow to
 视交叉, optic chiasm and
 明暗眼镜效应, Pulfrich Effect and
 扫视压抑, saccadic suppression and
 视觉皮层, visual cortex and
 视觉分辨率, visual resolution and
 视网膜中央窝, fovea (retina)
 色彩视觉, color vision and
 定影, constant sampling
 信号, signals and
 分辨率, visual resolution and
 视线方向, gaze direction
 视野圆周, peripheral vision
 注意力与..., awareness of
 色彩与..., color and
 注视与, fixation and
 视叶, optic lobe
 适应, adaptation
 定义, defined
 概观, overview
 感知与适应, perception and
 手势, hand gestures
 输出神经复本, efference copy
 熟悉感, familiarity
 似曾相识, fake

制造错误记忆与熟悉感, false memory and
 启动与熟悉感, priming and
 树突, dendrites
 数量估计, subitizing
 改善, improving
 双耳时间差, interaural time difference
 双耳音强差, interaural level difference
 双眼线索, binocular vision
 睡眠, sleep
 电波活动, electrical activity and
 功能, function of
 假眠状态, hypnagogic state and
 思绪、思想, thought
 言语与与思考, language and
 启动与..., priming and
 自身行动与..., self-caused actions and
 刻板印象, stereotypes and
 力量训练, strength training and
 似动现象, apparent motion
 髓磷脂/髓鞘化, myelin/myelination
 梭状回, fusiform gyrus
 梭状回负责面孔识别的脑区, fusiform facial area

T

疼痛, pain
 天气预报, weather forecasts
 田中秀树, Tanaka
 条件反射, conditioning
 经典条件反射, classical
 操作性条件反射, operant
 安慰剂效应, placebo effect and
 条件反射刺激, conditioned stimulus
 条件反射反应, conditioned response
 听觉, audition
 时机与听觉, timing and
 听觉, hearing
 侦测时机, detecting timing by
 听觉地图, mapping
 中脑, midbrain and
 听觉的角色, role of
 颞叶, temporal lobe and
 时机信息, timing and
 听觉皮层, auditory cortex
 听小骨, ossicles
 通道解关联, channel decorrelation
 同步运动, synchronizing in time
 同时完成水平面, horizon of simultaneity
 统计, statistics
 痛错觉, Ouchi illusion

透视, perspective
 大气透视, atmospheric
 棋盘阴影幻觉与透视, checker shadow illusion and
 透视线索, depth cues and
 已知尺寸, known size and
 突触, synapse
 突显, pop-out
 推理, reasoning
 侦测作弊, detecting cheaters
 维持现状, maintaining status quo
 数字, numbers and
 概率统计, probability statistics and
 外智, extelligence
 外周漂移, peripheral drift
 完形群组原则, grouping principles
 光点中的人形, seeing people
 完形组织(群组)原则, gestalt grouping principles
 威尔尼克区, Wernicke's area
 维持现状偏见, status quo bias

W

纹状体, striate
 无意识剽窃, unconscious plagiarism
 物体, objects
 有生命性, animacy of
 注意力与物体, attention and
 共同律, common fate
 禀赋效应, endowment effect
 群组物体, grouping
 已知尺寸, known size and
 逼近的物体, looming
 物体心像, mental imagery of
 物体会移动, motion and
 收缩线索, occlusion-based cues and
 透视线索, perspective-based cues and
 物体远近与饱和度, proximity and intensity
 物体认知, Recognizing
 数量估计, Subitizing
 物体触发动作, triggering movement
 误听, mondegreens

X

西蒙效应, Simon Effect
 下视丘, hypothalamus
 相互注意力, joint attention
 相似性组织(群组)原则, similarity grouping principle

想象力, imagination

改变盲视与..., change blindness and
假眠状态与..., hypnagogic state and
想象内在空间, mental space
灵魂出窍, out-of-body experiences
感觉事件与想象事件, perceived
events

力量训练, strength training and

小脑, cerebellum

小脑与物体和行动的关联, action-
relevant objects and

定义, defined

旧定义的脑部, as old brain

自身行动与小脑脑皮质层, self-
generated touch and

笑脸猫实验, Cheshire Cat experiment

心得安(一种抑制兴奋的药剂),
propranolol

心理学, psychology

行为主义, behaviorism and

感知限制, limitations of perception and
情绪信号, signaling emotions and

心情、情绪, mood

感知, perceiving

右半球与情绪, right hemisphere and
散布情绪, spreading

检查, testing

心智, mind

心智寄生于假想, parasitizing

心智的潜能, potential of

读心术, reading

骗过半个脑, tricking half of

信号, signals

α 波, alpha wave

平衡与信号, Balancing and

情绪信号, of emotion

听觉和神经信号, hearing and

跨感官整合, multisensory integration
and

髓磷脂, myelin and

神经噪声, neural noise

神经元和信号, neurons and

加工信号, processing

视网膜, retina and

扫视压抑, saccadic suppression and

肌肉训练, strength training and

更新触觉, up-to-date sensations and

行动, action

注意力与行, attention and

无知无觉的行动, conscious

在行动中控制运动, controlling
movements during

输出神经复本, efference copy of
神经元与行动, neurons and
物体可用性与行动, Object affordances
and

感知与行动, perception and

自己产生行动, self-caused

(参考 behavior),(see also behavior)

行为, behavior

变色龙效应, Chameleon Effect

根据行为组合对象, grouping objects
by

模仿行为, mirroring

预测行为特征, predicting future

自发行为, voluntary

文字与行为, words and

(参考 action),(see also action)

行为主义, behaviorism

形状, shape(s)

连续, continuation and

从阴影判断形状, from shading

负向启动, negative priming for

有生命性, object animacy and

杏仁核, Amygdale

冷记忆系统, cool memory system and

情绪和杏仁核, emotions and

位置, location of

性别, gender

情绪信息, emotional information and

性别感知, perceiving

旋转蛇, rotating snakes illusion

学习, learning

杏仁核与学习, amygdala and

关联型学习, associative form of

视线与学习, gaze and

肾上腺皮质素与学习, glucocorticoid
and

穿插式学习, hippocampus and

人群的多样性, interleaved

血氧浓度相关核磁共振, BOLD (blood
oxygen level dependent) fMRI

血液, blood

大脑和血液供应, brain and

认知功能, cognitive function and

缺氧血带磁性, magnetic features of

视网膜与血液供应, retina and

Y

压力荷尔蒙, stress hormones

亚里斯多德错觉, Aristotle Illusion

- 言语, speech
左脑和言语, left hemisphere and
运动控制, motor control and
运动皮质, motor cortex and
右脑和言语, right hemisphere and
- 眼睛, eyes
听听“看”, hearing with
脑半球与视野, hemispheres and
眼睛的移动, moving
追踪物体运动, tracking movement of
视力量表变形版, variant eye chart
- 眼盲, blindness
改变盲视, change
不注意性盲视, inattention TMS
与暂时眼盲, TMS and
- 演绎推理, deductive reasoning
一致性, consistency
维持一致性, maintaining
思想和行动的一致性, of thought and action
- 一种兴奋剂, yohimbine
已知尺寸, known size
以想象训练协调性, coordination
协调情绪, of emotions
亦步亦趋错觉, stepping feet illusion
意识, conscious awareness/consciousness
接触意识, accessibility of
笛卡儿剧场, Cartesian theater and
假眠状态, hypnagogic state and
灵魂出窍, out-of-body experiences
启动与意识, priming and
潜意识感知, subliminal perception and
- 因果关系, cause and effect
阴影, shading
音调测量地图, tonotopic map
音高, pitch (sound)
音节, syllables
音乐, music
音位, phonemes
隐约逼近的本能反应, looming instinct
硬膜, dura mater
优先性, priority
有生命性, animation/animacy
物体的, of objects
静止图片与有生命性, static pictures and
视觉加工, visual process and
- 右半球, right hemisphere
胼胝体, corpus callosum and
听觉与右脑, hearing and
超自然现象, paranormal beliefs and
- 随机数模式, random patterns and
言语, speech and
触觉与视觉, touch and vision
右利手, right-handedness
语法, grammar
左半球与语法处理, left hemisphere and
词组/短语, phrases and
句子, sentences and
语汇流畅任务, verbal fluency tasks and
语言, language
大脑处理, brain processing
皮质层与..., cortex and
脑半球与..., hemispheres and
重组, as recombinant
同时加工, simultaneous processing and
自言自语, talking to self and Wada
测试, Wada test and
语音符号学, phonetic symbolism
预测, prediction
预测行为, of behavior
因果预测, cause and effect and
力量预测, of force
有生命性, object animacy and
预测挠痒, of tickles
原生感染, primitive contagion
圆锥细胞, cones
阅读, reading
内存溢位, memory overrun and
阅读内容与情绪, moods and
速读, speed-reading
Stroop 效应, Stroop Effect
运动, movement
适应, adaptation to
分配注意力, allocating attention to
身体图标, body image and
坏掉的电扶梯错觉, broken escalator and
笑脸猫实验, Cheshire Cat experiment
共同律, common fate and
深度线索, depth cues and
多巴胺, dopamine and
眼动设备, eye tracking devices
注视行动, fixational
闪烁迟滞, flash-lag effect
前向模型, forward model
念动效应, ideomotor effect and
镜像神经元, mirror neurons and
运动后效, motion aftereffect
动晕症, motion sickness and
运动控制, motor control

神经, neurons and
 有生命性, object animacy
 物体触发的行动, objects triggering
 感知运动, perception of
 明暗眼镜效应, Pulfrich Effect and
 旋转蛇错觉, rotating snakes illusion
 光点中的人形, seeing people with
 感觉与运动, sensations and
 明暗与运动, shadows/light and
 信号, signals and
 时钟停止幻觉, stopped clock illusion
 前庭系统, vestibular system and
 视觉分辨率, visual resolution and
 运动后效, motion aftereffect
 运动皮质, motor cortex
 脑半球与..., hemispheres and
 音乐家与..., musicians and
 躯体感觉皮质, somatosensory cortex
 and
 言语与..., speech and

Z

再认, recognition
 情绪, of emotions
 面孔, of faces
 人类外型, of human form
 再现(回想记忆), recall memory
 促进, boosting
 情境, context and
 灵魂出窍, out-of-body experience and
 颞叶与..., temporal lobe and
 测试方式, testing
 侦测生理运动, biological motion detection
 枕叶, occipital lobe
 颈动脉, carotid arteries and
 梭状回, fusiform gyrus
 视觉加工, visual processing and
 振幅, amplitude
 整合, integration
 别把注意力分散到不同位置, attention
 across locations
 认不清青红皂白, color identification
 感官结合, combining modalities
 感觉更多, feeling more
 反应方向, location responses
 McGurk 效应, McGurk Effect
 整合听觉和视觉, sound and vision
 自言自语, talking to self and
 他处的声音, thrown voices
 知觉小矮人模型, sensory homunculus

执行系统, executive system
 中脑, midbrain Jeffress
 模型, Jeffress Model and
 ...与逼近的事物, looming objects and
 上丘, superior colliculus and
 中枢神经系统, central nervous system
 硬膜, dura mater
 种族歧视, racial stereotyping
 轴突, axons
 主要体感觉皮质, Primary somatosensory
 cortex
 注视, fixation
 面孔注视模式, looking at a face
 边缘视觉效应, peripheral vision and
 阅读注视范例, reading example
 注视行动, fixational movements
 注意, attention
 分配注意力, allocating
 避开注意力的漏洞, avoiding holes in
 无视改变, blindness to changes
 比例尺与注意力, changes in scale and
 数量估计数得比较快, counting faster
 细节, 与注意力的局限, detail and
 limits of
 分散至不同位置, dividing across
 locations
 多巴胺, dopamine and
 过滤信息, as a filter
 额叶物体, frontal cortex and
 视线与注意力, gaze and
 注意力获取, grabbing
 返回抑制, inhibition of return
 心理过程, as mental process
 物体亮度与注意力, object intensity
 and
 感知与注意力, perception and
 视野圆周与注意力, peripheral vision
 and
 扫视与注意力, saccades and
 转移注意力, shifting
 惊吓反应与注意力, startle response
 and
 时钟停止错觉, stopped clock illusion
 and
 上丘与注意力, superior colliculus and
 电子游戏与注意力, video games and
 注意、焦点, focus
 深度线索, depth cues and
 细节与注意力, on details
 注意力获取, attentional capture
 注意力设定, attentional set

注意力瞬脱, attentional blink
转移效应, transfer effect
自动导航, autopilot
自动效应, autokinetic effect
自动组合, automatic grouping
自身部位觉缺失, autotopagnosia
自我知觉理论, self-perception theory
组合, togetherness

因果关系, cause and effect and
群组原则, grouping principles and
有生命性, object animacy
自身造成行动, self-caused actions
同步运动, time synchronization
左半脑, left hemisphere
胼胝体, corpus callosum and
利手, handedness and
语言与左半脑, language and
随机数 / 随机模式, random patterns
触觉与视觉, touch and vision
左利手, left-handedness
作用, agency
探测作用, detecting
体验作用, experiencing

其他

auditory (参考 hearing), auditory (see hearing)
DRM, Deese/Roediger/McDermott (DRM) paradigm
EEG (脑电), EEG (electroencephalogram)
假眠状态, hypnagogic state and
概观, overview 自身行为, self-caused actions and
力量训练, strength training and
EMG (肌电图), EMG (electromyogram)
Eyetrack III 计划, Eyetrack III project
fMRI (磁共振成像), fMRI (functional magnetic resonance imaging)
带氧血, oxygenated blood and
视觉反馈, visual feedback and
Haas 效应, Haas Effect
Jeffress 模型, Jeffress Model
LOC (侧枕叶复合体), LOC (lateral occipital complex)
M 通道, magnocellular pathway
粗糙信息, coarse information and
运动信息, motion information and
McGurk 效应, McGurk Effect
MOT (复数物体追踪), MOT (multiple object tracking)
Muller-Lyer 错觉, Muller-Lyer illusion

P 通道, parvocellular pathway
PET (正电子断层扫描), PET (positron emission tomography)
假眠状态, hypnagogic state and
放射线, radioactivity and
语汇流畅任务, verbal fluency tasks and
Pieron 法则, Pieron's Law
Pulfrich 效应 / 明暗眼镜效应, Pulfrich Effect
Stroop 效应, Stroop Effect
TMS (经颅磁刺激), TMS (transcranial magnetic stimulation)
视觉实验, visual experiment and
Wada 测试, Wada test
 α 波, alpha waves
 β 波, beta waves
 γ 波, gamma waves
 δ 波, delta waves
 θ 波, theta waves

