

时隐时现: 与看不见的物体互动

Apoorva Rajiv Madipakkam, Karin Ludwig, Marcus Rothkirch 和 Guido Hesselmann *

夏里特医学院, 夏里特米特校区, 精神病学与心理治疗学系, 视觉感知实验室 (德国, 柏林)

少年审稿人



DAREN

年龄: 13

视觉皮层 (Visual cortex)

视觉皮层是大脑中接收并处理眼睛所传递信息的区域。除其他功能外, 它主要负责使我们能够看见周围的事物。

盲视 (Blindsight)

由对立的两个词 blind (盲) 和 sight (视) 组成, 指的是患者虽声称看不见周围世界而处于"失明"状态, 却能准确定位某些物体或避开不可见障碍物的奇特现象。这类患者大脑中负责视觉功能的视觉皮层已受损。通过研究盲视, 科学家得以探索大脑产生视觉意识所需的处理过程。

某个炎热的一天, 你正在公园里玩, 这时你的父母拿给你一盒冰淇淋, 你会做什么? 最有可能的是, 你跑向他们, 盯着美味的冰淇淋蛋筒, 然后伸手去拿。虽然这看起来是最自然不过的事情, 但它离不开不同感觉器官和动作的完美协调。你需要用眼睛 (视觉) 去看冰淇淋, 手臂 (运动系统) 去够, 手 (触觉) 去牢牢地抓住它。很明显, 为了能够伸出手去抓住某样东西, 我们首先需要能够看到它并知道它在哪里。令人惊讶的是, 事实并非总是如此。

有些人就算睁着眼睛也看不见。虽然这些人是盲人, 但眼睛本身并没有什么问题, 而是帮助他们看东西的那部分大脑受到了损伤, 也就是视觉皮层。有趣的是, 即使他们看不见东西, 他们中的一些人也能伸手准确地抓住一个物体, 而不是仅仅猜测物体在哪里。更有趣的是, 一项实验表明, 患有这种盲症的人可以在一条长长的走廊里找到路, 而且不用拐杖之类的帮助就能精准地避开沿途的障碍物 [1]。似乎这些人能够感觉到他们看不见的物体, 医学上称这种现象为"盲视" [2]。

这意味着一些视力受损的人有时会"表现"得好像他们真看到了周围的东西, 就像一个有视力的人一样。这怎么可能? 公认的理论是, 这些盲人的大脑找到了处理物体信息的方法, 即使这些物体对人来说是看不见的。人类大脑的这种非凡能力使科学家们开始怀疑, 拥有正常视力的

双眼竞争 (Binocular rivalry)

双眼竞争是当你的眼睛看不同的图像时发生的一种现象。例如, 在图 1 中, 左眼是用来看狗, 右眼是用来看冰淇淋。这导致我们有时看到一个图像, 有时看到另一个图像。该术语指来自眼睛的两种不同输入相互竞争成为我们最终看到的图像。

图 1

有很多方法可以向两只眼睛展示不同的图像, 这样左右两眼就可以看到不同的东西。在这里, 我们使用红绿眼镜 (也称为立体眼镜)。对于这种方法, 需要使一个图像呈现绿色 (这里的狗) 和一个图像呈现红色 (这里的冰淇淋), 并混合这些图像。你可以在图的右边看到。如果你通过眼镜观看这幅图像, 红色的透明纸 (这里: 左眼) 会过滤光线, 使红色的图像 (冰淇淋) 无法到达左眼。绿色透明纸 (这里: 右眼) 过滤光线, 使绿色图像 (狗) 无法到达右眼。这就是为什么你的左眼看到了狗, 而右眼看到了冰淇淋。

单眼优势 (Eye dominance)

人类有两只眼睛, 就像我们不是左撇子就是右撇子一样, 我们不是左眼优势就是右眼优势 (虽然如果你是右撇子, 你不一定非得是右眼优势)。这意味着我们的一只眼睛比另一只眼睛更强, 所以即使我们睁着两只眼睛, 这只“更强”或占主导地位的眼睛所看到的世界画面也比另一只“更弱”的眼睛更重要。我们眼睛的这种优势差异是不明显的, 通常也不重要, 因为我们的左眼和右眼看到的几乎是一样的东西。但是, 当我们在上面

健康人是否也能对他们看不见、没有意识到的物体做出反应并与之“互动”。

我们如何让视力正常的人看不见东西? 正常情况下, 我们的左眼和右眼看到的几乎是一样的东西 (当然, 只要我们睁开双眼)。我们的两只眼睛接收相同的图像, 将信息发送给大脑, 大脑处理这些信息, 这样我们就能看到图像。但是我们也可以把两只眼睛看到的東西分开, 让它们看到不同的东西, 例如, 使用图 1 所示的特殊眼镜。如果你用你的左眼看到一只狗, 用你的右眼看到一只冰淇淋, 你认为会发生什么? 你可能认为我们看到的是两者的混合, 即一半冰淇淋, 一半狗。令人惊讶的是, 我们并不会这样! 我们看到的是冰淇淋和狗来回切换的画面。这被称为**双眼竞争**, 因为眼睛的两种不同输入相互争夺主导权 (成为我们最终看到的图像)。

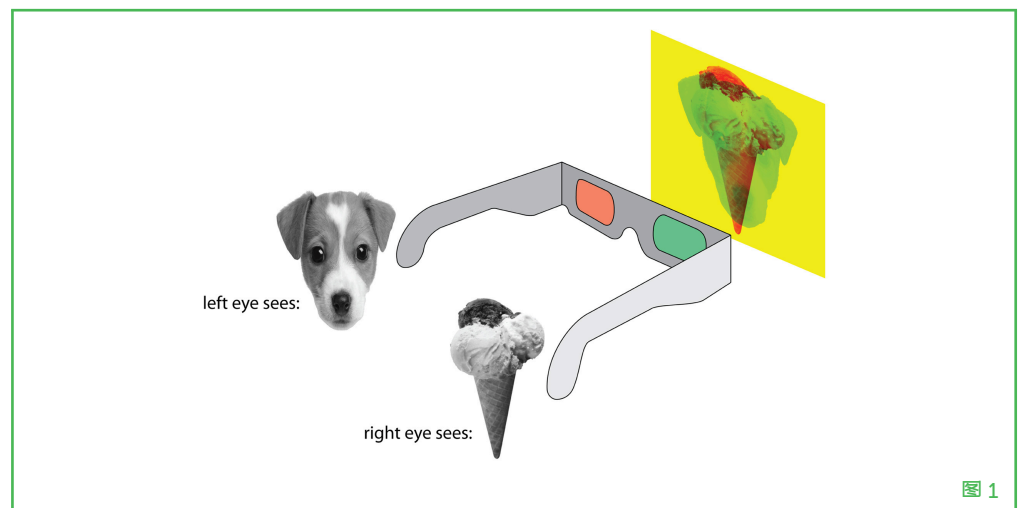


图 1

使用一种被称为持续闪光抑制 (CFS, 基于与双眼竞争相同的原理) 的方法, 我们可以使具有正常视力的人看不见物体。在 CFS 方法中, 一只眼睛看到感兴趣的图像 (也称为目标), 而另一只眼睛看到闪烁的彩色图案。所以用上面的例子, 一只眼睛看到的是冰淇淋的图像, 另一只眼睛看到的是闪烁的彩色图案, 而不是狗。在这种情况下, 因为与静态的冰淇淋相比, 彩色的图案是闪烁的, 所以我们最终看到的 (大多数时候) 是闪烁的彩色图案 (即主导图像)。

哪个图像成为主导 (闪烁的遮挡物还是冰淇淋) 取决于我们的**单眼优势**。但请记住: 目标图像 (在我们的例子中是冰淇淋) 实际上是展示给一只眼睛, 这只眼睛和部分大脑仍然在接收冰淇淋的信息, 它只是被遮挡物遮蔽了, 所以我们并没有意识到它的存在。科学家们可以利用这项技术, 使物体在长达数秒的时间内不可见 [3], 并帮助他们研究健康被试对信息的处理过程, 在他们意识到信息本身之前, 他们可以正常地看到。

CFS 与我们前面提到的“盲视”现象有什么关系呢? 记住, CFS 是一种技术, 而盲视是一种现象。盲视最初见于视觉皮层受损的患者。为了研究盲视是否也会出现在没有大脑损伤的人身上, 需要一些技术使他们看不见

的实验中把每只眼睛看到的东​​西分开时,便开始注意到这种差异。例如,如果你的优势(强)眼看到闪烁的遮挡物而非优势眼(另一只眼睛)看到了冰淇淋,那它会花更长的时间形成最终可见的冰淇淋,因为来自于优势眼的信息(遮挡物)优先被大脑处理。慢慢地,过了一段时间,大脑开始处理来自另一只眼的信息,这时我们终于看到了美味的冰淇淋!反之,如果你戴的眼镜让你的优势眼看到冰淇淋,而让你的非优势眼看到遮挡物,那么你可能永远也不会看不见冰淇淋。

图 2

连续闪光抑制方法工作原理的图解。当你戴上特殊眼镜时,你在照片中能看到什么?(除了闪烁的遮挡物,你可能要花上几分钟才注意到别的东西。如果几分钟后你仍然只能看到闪烁的遮挡物,试着闭上右眼去看隐藏的物体)。搜索下方链接查看原 GIF 图片 https://www.frontiersin.org/files/Articles/145286/frm-2015-00004-HTML-r2/image_m/figure-2.gif。

视觉系统 (Visual system)

视觉系统由眼睛、视神经以及大脑中协同处理视觉细节的多个区域构成。它通过眼睛接收的信息,帮助我们构建对外部世界的图像感知。

眼跳 (Saccades)

眼跳是眼睛做出的非常快的动作。当你读这篇文章的时候,你的眼睛从一个词跳到另一个词:这些跳跃就是眼跳。我们每秒钟眼跳几下。但是大多数的这些动作都是在无意识状态下完成的,并且针对那些引起我们注意的物体。

刺激物,其中一种技术便是 CFS。然而,最重要的是,因 CFS 看不见的物体仍然可以被完整的视觉皮层处理,并且在某一时刻可以变得可见,而呈现给盲视患者的物体将始终不可见,因为视觉皮层受损。

你可以使用图 2 和一副红绿眼镜自己尝试 CFS 方法。可以用卡纸、剪刀和红绿透明纸做一副你自己的红绿眼镜。所要做的就是​​在卡纸上画出你的眼镜(大到可以贴到你的脸上),把它剪下来,钻两个眼睛大小的洞,然后把红色的透明纸贴在一个眼洞上,绿色的透明纸贴在另一个眼洞上(如图 1 所示),一副特殊眼镜就做好了。

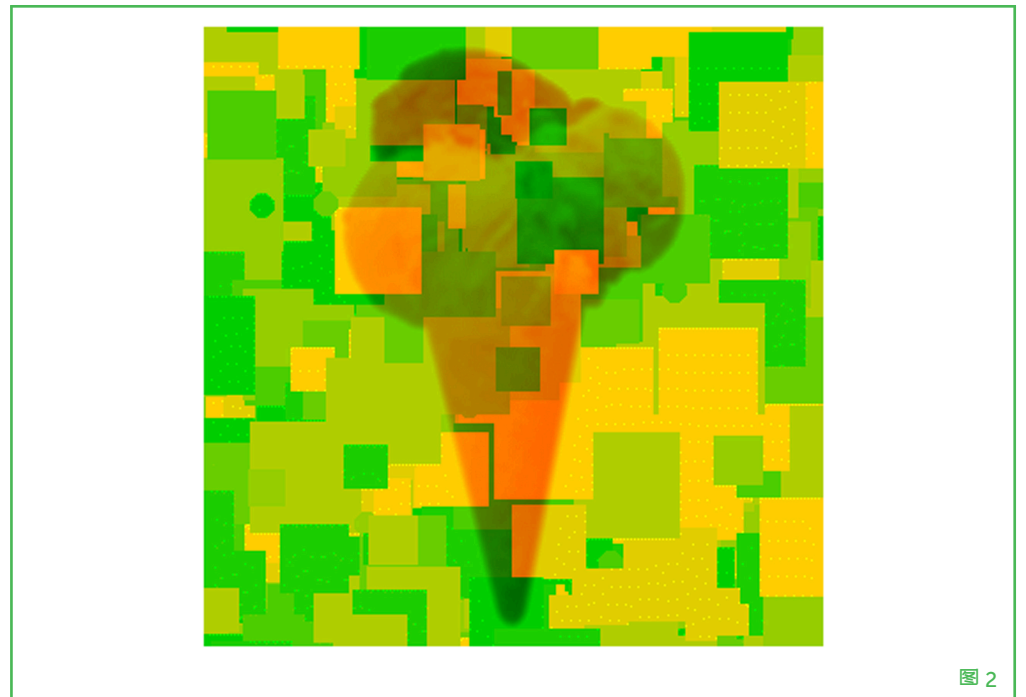


图 2

现在我们有了一种方法,可以让视力正常、健康的人看不见物体;我们可以研究它们是否仍然能够处理这个隐藏在闪烁遮挡物后面的看不见的图像并对其作出反应。在一项实验中,我们用摄像机记录了志愿者在寻找一看不见的图案时的眼球运动。关于我们的视觉系统,一个有趣的事实是我们的眼睛每秒钟会做几个扫描动作(也叫眼跳)。你能猜出当我们的志愿者被要求寻找看不见的图案时我们观察到了什么吗?

令人惊讶的是,我们发现尽管志愿者们说他们看不见图案,甚至猜不出图案在哪里,但他们​​的眼球运动更多的是指向图案所在的位置 [4]! 不知何故,尽管志愿者看不见图案,但他们似乎能够利用这些信息。因此,从这个实验中,有证据表明,健康的人可以在没有完全意识到的情况下处理一些信息。但是,我们是否也能像盲视患者有时能做的那样,抓住一个看不见的物体呢?

在另一组实验中,CFS 被用来使物体看不见,志愿者被要求抓住这些看不见的物体。虽然一组科学家可以证明,人们能够伸手去拿看不见的物

找出你的优势眼 (Find your dominant eye)

这里有一个简单的实验, 帮你找出你的哪只眼睛是优势眼。用拇指和食指围成一个圈, 把注意力集中在墙上或远处的物体上。双眼睁着看着这个物体, 把它放在圆圈的中间。现在, 先闭上左眼看这个物体, 再闭上右眼看这个物体。当你闭上左眼时, 如果物体跳出了圆圈, 你的左眼就是优势眼。当你闭上右眼时, 如果物体跳跃, 你的右眼就是优势眼。

体 (尽管表现远不如看见物体时) [5], 但我们发现, 健康的人无法精准抓住看不见的物体 [6]。

这些发现告诉了我们什么? 首先, 并不是所有的科学实验都能得出相同的结果, 实验的开展方式起着很大的作用。有时, 即使是实验设置中的小变化也会对结果产生很大的影响, 而科学家们所做的部分工作就是试图解释这些差异。其次, 它还告诉我们, 科学是一个人们谈论其新发现的领域, 即使实验的结果与你预期的不同, 你也学到了新东西。研究健康人对看不见信息处理过程的领域非常广阔, 有很多东西有待发现。因此, 尽管我们已经取得了很大的进步, 对健康的人处理看不见信息也有了一定的了解, 但我们仍不知道我们是否能抓住看不见的冰淇淋。最终, 要在科学领域确立一个概念并使其载入教科书, 这一概念必须得到多个不同研究团队的反复验证。而谁知道呢, 即便经过所有这些验证, 你仍可能提出新的理论, 并通过自己的实验加以验证。

AI 人工智能工具使用声明

本文中所有图表附带的替代文本 (alt text) 均由 Frontiers 出版社在人工智能支持下生成。我们已采取合理措施确保其准确性, 包括在可行情况下经由作者审核。如发现任何问题, 请随时联系我们。

参考文献

1. De Gelder, B., Tamietto, M., van Boxtel, G., Goebel, R., Sahraie, A. van den Stock, J., et al. 2008. Intact navigation skills after bilateral loss of striate cortex. *Curr. Biol.* 18(24):R1128–9. doi: 10.1016/j.cub.2008.11.002
2. Stoerig, P., and Cowey, A. 2007. Blindsight. *Curr. Biol.* 17(19):R822–4. doi: 10.1016/j.cub.2007.07.016
3. Sterzer, P., Stein, T., Ludwig, K., Rothkirch, M., and Hesselmann, G. 2014. Neural processing of visual information under interocular suppression: a critical review. *Front. Psychol.* 5:453. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00453
4. Rothkirch, M., Stein, T., Sekutowicz, M., and Sterzer, P. 2012. A direct oculomotor correlate of unconscious visual processing. *Curr. Biol.* 22(13):R514–5. doi: 10.1016/j.cub.2012.04.046
5. Roseboom, W., and Arnold, D. H. 2011. Learning to reach for 'invisible' visual input. *Curr. Biol.* 21(13):R493–4. doi: 10.1016/j.cub.2011.05.036
6. Ludwig, K., Sterzer, P., Kathmann, N., Franz, V. H., and Hesselmann, G. 2013. Learning to detect but not to grasp suppressed visual stimuli. *Neuropsychologia* 51(13):2930–8. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2013.09.035

线上发布: 2025 年 12 月 30 日

编辑: Robert Knight

科学导师: Robert Wurster

引用: Madipakkam AR, Ludwig K, Rothkirch M 和 Hesselmann G (2025) 时隐时现: 与看不见的物体互动. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2015.00004-zh

英文原文: Madipakkam AR, Ludwig K, Rothkirch M and Hesselmann G (2015) Now you see it, now you don't: interacting with invisible objects. *Front. Young Minds* 3:4. doi: 10.3389/frym.2015.00004

利益冲突声明: 作者声明本研究不涉及任何潜在商业或财务关系。

版权 © 2015 © 2025 Madipakkam, Ludwig, Rothkirch 和 Hesselmann. 这是一篇依据 [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#) 条款发布的开放获取文章。根据公认的学术惯例, 在注明原作者和版权所有, 及在标明本刊为原始出处的前提下, 允许使用、传播、复制至其他平台。如违反以上条款, 则不得使用、传播或复制文章内容。

少年审稿人

DAREN, 年龄: 13

Daren 是一名 13 岁的七年级学生, 出身于学术世家 (祖父是神经生理学家, 母亲拥有电气工程博士学位)。他热爱科学、电子游戏、弹吉他和跆拳道 (黑带一段), 还喜欢低音提琴演奏、帆船运动、击剑和写作。在祖父的启发下, 他立志投身科学领域。

作者

APOORVA RAJIV MADIPAKKAM

我对大脑如何处理无意识社交信息 (如眼睛注视) 很感兴趣, 希望探究那些难以处理这类信息的人群的大脑活动机制。在实验室之外, 我热爱游泳、各类体育运动, 也喜欢烘焙。

KARIN LUDWIG

童年时收到一本关于视觉错觉的书籍后, 我便对人类如何感知周围世界产生了浓厚兴趣。如今, 我的研究专注于视觉信息如何在脑中处理, 并最终形成有意识的视觉体验。科研之余, 我热爱旅行、滑雪、参加合唱团以及阅读。

MARCUS ROTHKIRCH

我是一名心理学家, 专注于探究人类特定行为背后的动机机制, 尤其对人们在无意识状态下受潜在刺激物 (如看不见的纸币) 影响的行为模式充满好奇。我运用脑成像技术与眼动追踪等科学方法开展研究。

GUIDO HESSELMANN

我是一名专注于认知神经科学与视觉感知的心理学家。自从在读博期间从导师那里了解到“注意瞬脱”现象起, 我便对意识与非意识视觉产生了浓厚兴趣。在科研工作之余, 我热衷于骑行和修理自行车。*g.hesselmann@gmail.com

