

视觉注意捕获的机制发展

赵素煜

苏州大学教育学院, 江苏 苏州

收稿日期: 2023年6月16日; 录用日期: 2023年8月8日; 发布日期: 2023年8月23日

摘要

注意捕获是指注意被一些刺激吸引或者优先考虑一些刺激的知觉过程。研究者针对注意捕获进行了大量研究, 对注意捕获的认识也从由单一来源所驱动发展到由多重来源驱动, 并提出了多种不同来源驱动注意捕获的机制。近来价值驱动注意捕获的发现催生了新的注意理论, 比如纳入奖赏历史和选择历史驱动的注意优先级地图, 引发了新一轮关于注意捕获的研究。未来研究应关注不同来源注意捕获之间的关系与注意优先级信号的形成, 注意优先级地图目前看来可能是模拟注意捕获更为合适的理论模型。

关键词

注意捕获, 刺激驱动注意捕获, 目标驱动注意捕获, 价值驱动注意捕获

Development of Mechanisms for Visual Attentional Capture

Suyu Zhao

School of Education, Soochow University, Suzhou Jiangsu

Received: Jun. 16th, 2023; accepted: Aug. 8th, 2023; published: Aug. 23rd, 2023

Abstract

Attentional capture is the perceptual process by which attention is attracted to or prioritized over some stimuli. Researchers have conducted numerous studies on attentional capture, and the understanding of attentional capture has evolved from being driven by a single source to being driven by multiple sources, and have proposed mechanisms by which attentional capture is driven by multiple different sources. Recent discoveries of value-driven attentional capture have given rise to new theories of attention, such as the incorporation of reward history and choice history-driven attentional priority maps, which have triggered a new wave of research on attentional capture. Future research should focus on the relationship between different sources of attentional capture

and the formation of attentional priority signals, and attentional priority maps may now appear to be a more appropriate theoretical model for simulating attentional capture.

Keywords

Attentional Capture, Stimulus-Driven Attentional Capture, Goal-Driven Attentional Capture, Value-Driven Attentional Capture

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在日常生活中，人们并不能注意到全部事物，而有一些事物会比其他事物更加吸引注意，例如，在驾驶汽车时，路边突然出现的限速警示牌会迅速吸引注意以实现安全驾驶，这种被一些刺激吸引注意或者优先考虑一些刺激的知觉过程(Anderson, 2021)称为注意捕获(Attentional capture)。注意捕获对我们的生存和生活具有重要意义，面对环境提供的不间断视觉输入，个体利用注意捕获仅需处理感官输入的一个子集(Moore & Zirnsak, 2017)，这能够帮助我们更快更好地知觉外界信息，反映了个体对复杂环境的灵活性。视觉注意捕获是指视场中的物体会优先获得注意偏向并得到进一步的认知加工的认知过程。考虑到近年来视觉注意捕获成为认知心理学研究的一个热点领域，因此，了解哪些因素导致了视觉注意捕获和其对应的理论发展，将有助于我们加深对视觉注意捕获机制的认识，视觉注意捕获训练也被认为是限制注意缺陷症状病理发展的有效策略，因此对视觉注意捕获的机制发展的研究还有助于加深我们对注意缺陷症状的干预效果的认识。

在经典的视觉搜索实验中，搜索目标与若干个干扰物同时出现在电脑屏幕上，实验者被告知需要又快又准地确定搜索目标是否存在或者是分辨出搜索目标的某个特征。关于视觉搜索的研究发现，可以通过视觉注意捕获来对搜索过程和机制进行讨论，因为视觉注意捕获在搜索过程中知觉对搜索有较大重要性，无论是在特征辨识阶段还是目标分离阶段。视觉注意捕获的一些研究者认为，视觉注意捕获是由单一来源所驱动的：环境之中所存在着的一些特殊的特征或者刺激变化会捕获注意，这一机制称为刺激驱动注意捕获(Stimulus-driven attentional capture)，无论个体当前的任务目标或信念是什么，这种自动的或外源性的机制接收了来自显著刺激的“自下而上”信号，自动把个体注意集中于视野中的某一刺激。例如绿色环境中的红色物体或闪烁的灯光(Jonides & Yantis, 1988; Theeuwes, 1993)。还有一些研究者认为这种单一的驱动机制是自愿或内源性的，个体是通过与任务要求的目标有关的机制对自身的注意有意识地控制和转移，这一机制称为目标驱动注意捕获或者关联性注意捕获(Goal-driven attentional capture 或 Contingent attentional capture)，例如提示目标可能出现在该位置的外周线索(Folk, Remington, & Johnston, 1992)。研究者针对这两种驱动机制进行了大量研究，提出了多种注意驱动捕获的机制，如 Theeuwes 的快速脱离假说(Rapid disengagement hypothesis 或 Speed-of-disengagement hypothesis) (Theeuwes, 1994)、Folk 的关联性无意注意定向假说(Contingent involuntary orienting hypothesis) (Folk et al., 1992)、Sawaki 和 Luck 的信号抑制假说(Signal suppression hypothesis) (Sawaki & Luck, 2010)等。上述理论比较关注和强调刺激显著性、注意控制定势(Attentional control settings, ACS)、或同时强调二者在注意捕获中的驱动作用。除此之外，近来价值驱动注意捕获(Value-driven attentional capture)的发现(Anderson, Laurent, & Yantis,

2011)催生了新的注意理论, 比如纳入奖赏历史和选择历史驱动的注意优先级地图(Priority maps) (Failing & Theeuwes, 2018), 还引发了新一轮关于注意捕获的研究。

2. 注意捕获的机制

2.1. 刺激驱动注意捕获理论与快速脱离假说

注意捕获最初是指一个纯粹由刺激驱动的过程, 即视觉信息的动态变化所引发的不受个体控制的自动注意(Jonides & Yantis, 1988)。例如在静止视野中突然运动的刺激、安静环境中巨大的噪音等。Theeuwes认为这一过程是纯粹由刺激驱动的。他的研究(Theeuwes, 1990, 1991, 1992, 1993)多次通过视觉搜索范式(见图1)来探究单例刺激吸引注意的程度。左图为单例条件, 右图为非单例条件, 单例指目标外围的图形具有唯一性, 在非单例条件中, 目标永远不会出现在单例图形中, 目标是图形中央的线段。通过操纵刺激的颜色与形状显著性, 他发现在被试没有注意准备的情况下, 一个形状特征显著的单例不会造成反应延迟, 但一个颜色特征显著的单例则会造成反应延迟, 而改变任务难度(可分辨性)会造成这种对应关系反转, 由此认为是刺激的物理显著性吸引了注意, 产生注意捕获。但这一任务中被试没有被明确告知任务目标, 因此其注意并没有集中于搜索刺激的某一特征。为排除对目标特定特征认识的缺乏对注意捕获造成的可能影响, Theeuwes规定了任务目标特征, 发现结果仍与之前一致(Theeuwes, 1990, 1991, 1992, 1993)。

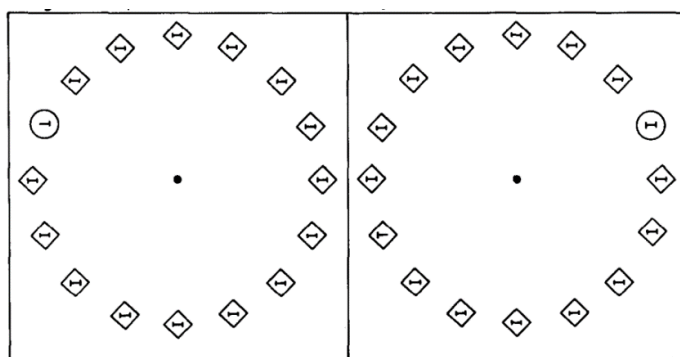


Figure 1. Visual search paradigm
图1. 视觉搜索范式

基于这些结果, Theeuwes (1994)提出了一个刺激驱动注意捕获的理论模型(Theeuwes, 1994), 该模型认为一个刺激能否捕获注意取决于其本身的相对物理显著性, 视觉系统会预先计算每个刺激与周围其他刺激在所有特征维度上的不同之处然后合并同类项。之后注意不受自上而下的控制而被最具有显著性的刺激所捕获, 该刺激会在注意系统中得到详细处理。这一过程仅基于刺激维度中聚集的特征差异, 而非考虑哪些刺激维度与任务目标相关。即在注意不集中于空间具体位置的情况下, 无论个体的注意有没有提前预设了任务目标的特征, 空间注意都会被具有物理显著性的刺激自动地捕获。在这种情况下, 注意捕获是一种不受期望也不需要资源的效应, 外源性的物理显著性将注意力自动导向其空间位置, 从而使个体优先考虑该位置的刺激处理。

对刺激驱动注意捕获理论模型的争论主要集中于刺激的物理显著性自动捕获注意是否会独立于被试的认知状态。为了回应那些与刺激驱动注意捕获理论的假设不一致的实验结果和增补刺激驱动注意捕获理论, Theeuwes (2010)提出了快速脱离假说, 这一假说认为, 起初注意总会分配给在环境中显著性最大的刺激, 无论其是否符合当前任务的要求, 因此个体在线索呈现的最初表现出被显著的刺激捕获注意。随后由于受到任务目标的影响, 自上而下的注意定势将影响个体注意从线索化位置脱离的速度。当线索

与任务目标不符时, 注意会快速脱离线索所在位置(Theeuwes, 2010)。快速脱离假说补充了之前的刺激驱动注意捕获理论, 不再是仅强调刺激对注意捕获的影响, 而是将自下而上捕获和自上而下控制都考虑在内。支持该假说的一个直接证据是 Belopolsky 等人(2010)通过将 go/no-go 任务与原本常用的空间线索提示范式结合, 发现被试对于在线索位置处的目标的反应会由于线索中包含 no-go 目标特征而变慢, 线索提示效应消失, 认为这反映了注意被包含 no-go 目标特征的线索捕获后的快速脱离(Belopolsky, Schreij, & Theeuwes, 2010)。这一重要的“脱离”过程也获得了来自眼动实验的支持(Boot & Brockmole, 2010)。快速脱离假说可以解释使用空间线索提示范式发现的线索提示效应消失的结果, 但不能很好地对线索化位置的目标产生的易化作用作出解释。

2.2. 目标驱动注意捕获理论与关联性无意注意定向假说

并非所有研究者都支持刺激驱动注意捕获理论的观点。非注意盲视(Inattention blindness)是指当人们的注意力集中在另一项任务上时, 他们往往不会有意识地感知高度突出的物体或事件, 这一现象与刺激驱动注意捕获理论相冲突(Mack & Rock, 1998; Simons & Chabris, 1999)。还有一个关键的证据来自 Folk 等人(1992)利用在空间线索提示范式中与 Theeuwes (1990)相同的操纵方式(改变颜色与形状特征)来研究线索提示效应(见图 2), 结果发现, 当线索与目标特征一致时(如线索和目标具有一致的颜色特征), 被试对线索有效位置比线索无效位置的反应更快, 产生线索提示效应, 而线索与目标特征不一致时却没有发现线索提示效应, 他们认为, 这一结果说明同样颜色特征的线索在目标与线索特征不一致时失去了注意捕获的能力, 对线索的非自愿定向取决于该线索是否与定义注意集的任务相关属性相匹配。因此注意捕获不是完全自动的, 而是取决于观察者自上而下的注意设置(Folk et al., 1992)。

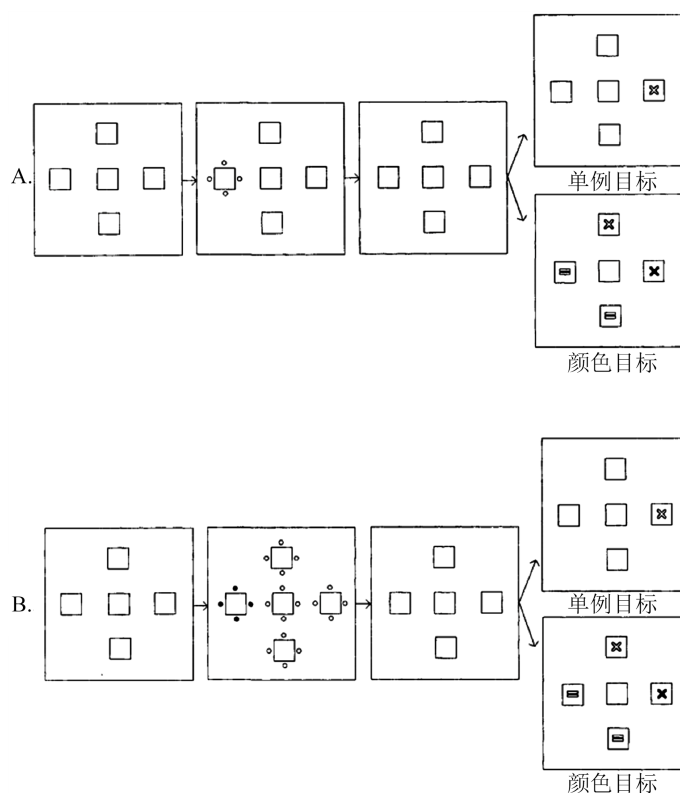


Figure 2. Spatial cueing paradigm
图 2. 空间线索提示范式

Folk 等人据此提出了关联性无意注意定向假说。这一假说强调注意捕获与个体的目标和期望之间的关系。注意捕获是有条件的, 观察者当前自上而下的注意控制定势对显著刺激引起的注意捕获具有调节作用, 注意捕获是由目标的物理特征和个体内部心理状态之间的相互作用决定的, 只有当显著性刺激与被试当前的注意控制定势相匹配时才会出现注意捕获。

关联性无意注意定向假说也对之前支持刺激驱动注意捕获的实验结果进行解释, Folk 和 Remington (1998) 提出, 之前 Theeuwes 的实验结果是因为显著刺激增加了注意的过滤成本, 对干扰刺激进行过滤导致了反应时的增加(Folk & Remington, 1998; Folk, Remington, & Johnston, 1993)。此外, 关联性无意注意定向假说也受到其假设的边界条件的质疑, Egeth 与 Yantis (1997) 以视觉搜索的角度进行研究, 结果发现在没有目标的试验中, 不相关的单一干扰物的存在增加了反应时, 但在有目标的试验中, 对反应时或准确性测量则没有影响。他们的结果支持关联性无意注意定向假说, 即具有不同于周围干扰物的特征的视觉目标会更加显著, 造成其在视觉搜索中更容易定位(Egeth & Yantis, 1997), 但 Theeuwes 等人(2003)用类似的视觉搜索范式却发现了刺激驱动注意捕获的证据(Theeuwes, De Vries, & Godijn, 2003)。Yeh 和 Liao (2008) 设计了除集合大小之外与 Folk 等人使用的几乎相同的范式, 在实验中观察到了不依赖于自上而下控制设置的刺激驱动捕获(Yeh & Liao, 2008)。Lamy 和 Egeth (2003) 对此的解释是存在两种搜索策略, 并对二者进行了比较, 发现被试会优先采用关注奇特刺激的搜索模式(Lamy & Egeth, 2003)。储衡清和周晓林对自上而下的加工过程在注意捕获中的作用以及相关研究中涉及到的问题进行了综述, 总而言之, 不存在哪一种目标刺激能够独立于自上而下的控制之外从而捕获注意(储衡清, 周晓林, 2004)。

2.3. 信号抑制假说

也有研究者认为存在两种驱动共同作用于控制注意捕获的系统。Jonides 和 Yantis (1988) 提出, 注意过程中可能存在两种可分离的控制机制, 因为在实验中使用不同于中央线索(出现在屏幕中央的箭头)的外围线索(出现在邻近目标位置的箭头)引起了不同的注意转移, 结果发现外围线索条件下的反应更快(Jonides, 1981; Jonides & Yantis, 1988)。这种目标驱动与刺激驱动共同作用的观点还得到了皮层加工通路证据的支持, 有研究表明背侧和腹侧额顶区的不同功能网络与这两个不同的驱动机制有关(Corbetta & Shulman, 2002)。

信号抑制假说是由 Sawaki 和 Luck (2010) 提出的一种认为目标驱动与刺激驱动共同作用的理论, 它将自下而上和自上而下结合起来以调和关于刺激驱动注意捕获和目标驱动注意捕获的争议。该假说认为, 具有物理显著性的刺激会产生一个信号——“注意我”, 这个信号一般会自动地捕获注意, 但也可能被被试自上而下的注意控制所抑制而不发生注意捕获。这个假说的前半部分与刺激驱动注意捕获和快速脱离假说是相似的, 都认为无论任务要求如何, 个体的注意都会被显著的刺激所捕获。不同的是, 信号抑制假说认为显著的刺激仅仅是产生了要求注意的信号, 实际上并没有发生真正的注意转移。后一部分与强调目标驱动注意捕获的关联性非随意定位假说一致, 但信号抑制假说认为注意捕获是由于刺激显著的特征诱发的信号不被抑制才发生的(Sawaki & Luck, 2010)。信号抑制假说已经得到许多行为实验、眼动实验和电生理证据的支持(Eimer & Kiss, 2008; Gaspelin & Luck, 2019; Moher, Lakshmanan, Egeth, & Ewen, 2014; Vatterott & Vecera, 2012), 比如张明和陈骐(2004)使用不同的信息有效性使得被试形成不同的注意定势, 来探究内源性注意对基于空间位置的返回抑制(Inhibition of return, IOR)的影响, 他们发现当被试形成“更依赖于提示位置”的注意定势时, 返回抑制出现的时程延长(张明, 陈骐, 2004), 这为信号抑制假说中抑制过程提供了行为证据; Drisdelle 和 Eimer (2021) 发现, 可以用 100~300 ms 之间的瞳孔扩张(Pupil dilation, PD)成分来标识主动抑制的过程(Drisdelle & Eimer, 2021), 因此, 信号抑制假说在解释行为和眼

动的抑制效应时有较好的适用性。

信号抑制假说与快速脱离假说相似而不尽相同。虽然这两方在注意捕获过程最初是由刺激驱动自动发生,之后才是目标驱动的注意控制这一点上达成了共识。但是两种假说也有区别:1) 信号抑制假说认为干扰物和搜索的目标如果同一时间呈现,不发生注意的转移,而是干扰物会直接受到抑制作用,因此不会有反应时变化;而后者认为自下而上的捕获中实际上是存在内隐或者外显的注意转移的,当同一时间呈现干扰物和搜索的目标时,将注意转向目标需要花费一些时间(Theeuwes, 2010),会产生可观察到的反应时差别(Chen & Mordkoff, 2007)。2) 信号抑制假说认为没有发生注意捕获是由于干扰物受到了抑制;而后者认为没有发生注意捕获是由于注意有足够的时间脱离与任务目标不符的线索。

2.4. 价值驱动注意捕获

与价值相关的视觉特征已被证明能够影响注意选择,大多数情况下,这种影响体现在更快和更准确的表现上(Schultz, 2015)。奖励水平的高低决定了其对注意启动效应的大小。在 Hickey 等人(2010)的视觉搜索任务中,被试需要对独特形状的刺激做出反应,但其中某一干扰刺激的颜色具有物理上的显著性,实验中目标和干扰刺激的颜色可能与上一试次一致,也可能相反。对目标做出反应之后,紧接着呈现金额不等的价值信息,结果发现一致且高价值反馈条件下被试反应速度更快,效率更高。表明被试表现出目标易化效应,由此认为价值反馈易化了对目标的注意选择(Hickey, Chelazzi, & Theeuwes, 2010)。

但在某些情况下,这种影响会妨碍后续行为表现。Anderson 等人(2011)在其研究中就描述了一种由曾经的价值联结物诱发的负面效应,在后续研究中他们将该效应命名为价值驱动注意捕获。在奖励训练阶段,被试的任务是在同一空间内出现的六个圆环中搜索红色或绿色的圆环,圆环的颜色各不相同,但只有红色和绿色为目标颜色,然后判断该圆环内的线条朝向。被试对不同的颜色对应的价值不同这一点并不知情,被试又快又准的反应之后会获得不同水平的价值反馈,其中一种目标颜色是为高价值所对应的颜色,它与 80%可能性获得高价值奖励、20%可能性获得低价值奖励的结果相联结,另一种目标颜色则相反,与 80%可能性获得低价值奖励、20%可能性获得高价值奖励的结果相联结。通过奖励训练使被试形成了价值与刺激特征的联结,在训练结束后告知被试奖励任务已经结束,且当前目标也不会出现在先前奖励相关的颜色中。在测试阶段,被试的任务是在同一空间内出现的六个形状中搜索一个和其他刺激不同的形状,并判断该形状内线条的朝向,这六个形状的颜色不同,但这与任务无关,并且不再给予被试奖励的反馈,在测试阶段的试次中,始终有一个形状的颜色是训练阶段中与奖励相联结的红色或绿色,但这一形状不会成为任务目标。结果发现,先前与奖励相关的刺激特征干扰了当前视觉搜索的表现,即价值干扰物导致了注意被捕获。为了验证在测试阶段观察到的捕获效应确实是由价值导致而非选择历史对价值捕获效应的影响,在实验 2 中他们使用控制组进行完全相同的实验,唯一不同的是训练阶段不再给予奖励反馈,结果在测试阶段并没有发现注意的捕获效应。这说明确实是因为奖励使干扰物刺激捕获了注意,而与训练阶段的目标重复出现无关(Anderson et al., 2011)。同样,在 Libera 和 Chelazzi (2006)的实验中,他们把先前在训练阶段与奖励联结的目标刺激作为测验阶段的干扰刺激,发现这种干扰刺激很难抑制。他们的结果也表明奖励对之后的注意选择产生了持久的负面影响(Libera & Chelazzi, 2006)。眼动可以有效地说明发生了注意的空间转移, Theeuwes 等人(2009)用眼动研究为价值驱动注意捕获提供了直接的证据,他们通过观测个体的眼动轨迹来推测个体注意的空间分配,结果发现,即使是在奖励消失的情况下,相比和低奖励联结的显著刺激而言,和高奖励联结的显著刺激更能够吸引眼睛的注意(Theeuwes, Belopolsky, & Olivers, 2009)。在其他的眼动实验中也观察到了一致价值驱动注意捕获的结果(Anderson, Laurent, & Yantis, 2012)。

2.5. 注意优先级地图

注意优先级这一概念在价值驱动注意捕获的研究之前就已被提出。Yantis 和 Johnson (1990)认为,当前的场景中每个元素可能是通过在场景中的优先级来吸引注意力的(Yantis & Johnson, 1990)。赢家通吃是指在任何给定时间点只检测注意优先级地图上的最高显著点。抑制返回是类似于 IOR 的概念,指地图中最后一个参与位置会被抑制,以便注意力可以集中在下一个最显著位置。Itti 和 Koch (2001)提出,面对视野中的物体与景象,注意力会依次扫描一张具有不同注意优先级的刺激地图,通过“赢家通吃”和“抑制返回”两种策略之间的相互作用实现注意优先加工一些刺激的过程(Itti & Koch, 2001)。更多研究者开始考虑这种将优先级视为注意转移判断指标的观点,因为除了价值驱动注意捕获之外还发现了其他影响注意捕获的效应,比如 Sali 等人(2014)认为,当一个目标和奖励的联结重复出现时,被试受到先前经验的影响在大脑中会对目标出现会产生一个预测信号,自上而下和自下而上因素的组合为刺激优先级,这种联结会调节注意力的优先级(Sali, Anderson, & Yantis, 2014),这种因为先前在特定上下文中出现过信息因此获得优先排序的效应被称为选择历史(Selection history)。同价值驱动注意捕获一样,选择历史也可以捕获注意,Chun 和 Jiang (1998)发现当目标出现在之前已经被选择过的情境中时,它们会比出现在从未被选择过的情境中时更快地被选择(Chun & Jiang, 1998),因此,目前更多的研究者选择了用注意优先级地图而不是传统的二分法的方式来描述注意捕获。Failing 和 Theeuwes (2018)提出,注意优先级地图理论应将目标、显著性、价值和选择历史作为映射或是作为小地图来看待,来自较小地图的信号结合在一起产生了一个综合的注意力优先地图(Failing & Theeuwes, 2018)。诸如此类的综合优先级图理论还有很多,这些地图的共同之处是,通过整合来自多个来源的信号,注意将被完全吸引,直到该处的注意优先级降低,注意才会转移到下一个优先级较高的区域,即依旧遵守“赢家通吃”和“抑制返回”策略。

3. 总结与展望

本文系统回顾了关于视觉注意捕获的研究,分析了视觉注意捕获的驱动与刺激的物理属性和目标任务、价值等因素有关,并阐述视觉注意捕获的多种驱动机制与其对应的理论发展。上述关于视觉注意捕获的研究丰富了人们对注意捕获来源的认识,有助于未来更好地利用注意捕获的驱动机制进行对注意缺陷的干预训练,但是,现有研究仍存在一些问题和不足。

3.1. 不同来源注意捕获之间的关系

不同注意捕获之间的关系是未来注意捕获的研究重点之一。这关系到这些不同的系统在本质上是相互独立的,还是在一个共同的注意优先级框架上,此消彼长地驱动着注意进行信息选择。举一个具体的例子,就价值驱动和刺激驱动的关系而言,有研究者尝试将价值驱动注意捕获用刺激驱动注意捕获来解释,Failing 和 Theeuwes (2014)认为奖励驱动注意捕获实际上是一种外源性的刺激驱动注意捕获,价值刺激本身所携带的信息在周围环境中具有突出性,因此仍是通过增强刺激的显著性来捕获注意,因为刺激的颜色与价值形成联结之后,在测试阶段,刺激的颜色实际上与任务目的无关,被试此时没有动机故意关注刺激的颜色,因为这样做并不会获得奖励,也对完成任务没有帮助。实际上颜色是作为一种刺激特征而捕获注意(Failing & Theeuwes, 2014)。因此可能是价值调节了早期视觉区域的刺激表征,使得其成为物理特征显著的刺激而被注意。新近的价值驱动注意捕获与其他来源的注意捕获之间的关系仍是讨论重点。当主要由目标驱动或主要由刺激驱动时,价值又如何影响注意部署?以上这些仍未有定论。

3.2. 注意优先级的形成

研究者们争论的焦点还有注意地图中的优先级信号如何形成,这涉及到对特征的注意偏向是如何在

大脑中实现的。比如 Zelinsky 和 Bisley (2015) 认为, 目标驱动和刺激驱动在注意优先级信号形成的过程中地位不同, 任务目标会调制特征信息的位置从而使得刺激在优先级地图上竞争性更强, 刺激显著性的权重存在于环境中, 受到任务目标的调节(Zelinsky & Bisley, 2015)。而在 Failing 和 Theeuwes (2018) 的注意优先级地图理论中, 假设了至少三个从属映射构成主优先级映射, 即至少存在三个代表不同因素的子地图一同构成完整注意优先级地图(有一个目标驱动的优先级地图、一个刺激驱动的优先级地图和一个选择历史驱动的地图, 他们认为价值是依赖于选择历史的, 因此产生价值驱动的注意选择主要是通过选择历史驱动的注意优先级地图), 该理论模型支持了价值驱动的注意捕获不同于目标导向和刺激驱动的注意捕获的观点, 并且认为三个子地图之间的地位相同(Failing & Theeuwes, 2018)。Anderson (2021) 也提出了类似的假设, 不同的是他认为目标导向和刺激驱动的注意可能在把控感官输入的通道中发挥作用。而价值和选择历史参与调节过程(Anderson, 2021)。Lee 和 Shomstein (2014) 在支持注意优先级地图的理论的基础上提出价值可能与其他两种类型的驱动竞争注意, 先前与高金钱奖励相关的刺激在随后的视觉搜索任务中获得了更高的注意优先级, 同时也减轻了由内源性和外源性线索诱导的注意定向(Lee & Shomstein, 2014)。关于优先级信号的形成也仍存在诸多可讨论的空间。但总而言之, 不管优先级信号具体是如何混合的, 注意优先级地图目前看来可能是模拟注意捕获更为合适的理论模型, 可见未来研究将继续在注意优先级地图的基础上进行探索。

参考文献

- 储衡清, 周晓林(2004). 注意捕获与自上而下的加工过程. *心理科学进展*, 12(5), 680-687.
- 张明, 陈骥(2004). 注意定势对基于空间位置的返回抑制的影响. *心理科学*, 27(2), 287-290.
<https://doi.org/10.16719/j.cnki.1671-6981.2004.02.010>
- Anderson, B. A. (2021). Time to Stop Calling It Attentional “Capture” and Embrace a Mechanistic Understanding of Attentional Priority. *Visual Cognition*, 29, 537-540. <https://doi.org/10.1080/13506285.2021.1892894>
- Anderson, B. A., Laurent, P. A., & Yantis, S. (2011). Value-Driven Attentional Capture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108, 10367-10371. <https://doi.org/10.1073/pnas.1104047108>
- Anderson, B. A., Laurent, P. A., & Yantis, S. (2012). Generalization of Value-Based Attentional Priority. *Visual Cognition*, 20, 647-658. <https://doi.org/10.1080/13506285.2012.679711>
- Belopolsky, A. V., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2010). What Is Top-Down about Contingent Capture? *Attention, Perception, and Psychophysics*, 72, 326-341. <https://doi.org/10.3758/APP.72.2.326>
- Boot, W. R., & Brockmole, J. R. (2010). Irrelevant Features at Fixation Modulate Saccadic Latency and Direction in Visual Search. *Visual Cognition*, 18, 481-491. <https://doi.org/10.1080/13506280903356780>
- Chen, P., & Mordkoff, J. T. (2007). Contingent Capture at a Very Short SOA: Evidence against Rapid Disengagement. *Visual Cognition*, 15, 637-646. <https://doi.org/10.1080/13506280701317968>
- Chun, M. M., & Jiang, Y. (1998). Contextual Cueing: Implicit Learning and Memory of Visual Context Guides Spatial Attention. *Cognitive Psychology*, 36, 28-71. <https://doi.org/10.1006/cogp.1998.0681>
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of Goal-Directed and Stimulus-Driven Attention in the Brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 201-215. <https://doi.org/10.1038/nrn755>
- Drisdelle, B. L., & Eimer, M. (2021). P_D Components and Distractor Inhibition in Visual Search: New Evidence for the Signal Suppression Hypothesis. *Psychophysiology*, 58, e13878. <https://doi.org/10.1111/psyp.13878>
- Egeth, H. E., & Yantis, S. (1997). Visual Attention: Control, Representation, and Time Course. *Annual Review of Psychology*, 48, 269-297. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.48.1.269>
- Eimer, M., & Kiss, M. (2008). Involuntary Attentional Capture Is Determined by Task Set: Evidence from Event-Related Brain Potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, 1423-1433. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20099>
- Failing, M. F., & Theeuwes, J. (2014). Exogenous Visual Orienting by Reward. *Journal of Vision*, 14, Article No. 6. <https://doi.org/10.1167/14.5.6>
- Failing, M., & Theeuwes, J. (2018). Selection History: How Reward Modulates Selectivity of Visual Attention. *Psychonomic Bulletin and Review*, 25, 514-538. <https://doi.org/10.3758/s13423-017-1380-y>

- Folk, C. L., & Remington, R. (1998). Selectivity in Distraction by Irrelevant Featural Singletons: Evidence for Two Forms of Attentional Capture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 847-858. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.24.3.847>
- Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1992). Involuntary Covert Orienting Is Contingent on Attentional Control Settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 1030-1044. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.18.4.1030>
- Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1993). Contingent Attentional Capture: A Reply to Yantis (1993). *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 682-685. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.19.3.682>
- Gaspelin, N., & Luck, S. J. (2019). Inhibition as a Potential Resolution to the Attentional Capture Debate. *Current Opinion in Psychology*, 29, 12-18. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2018.10.013>
- Hickey, C., Chelazzi, L., & Theeuwes, J. (2010). Reward Changes Salience in Human Vision via the Anterior Cingulate. *Journal of Neuroscience*, 30, 11096-11103. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1026-10.2010>
- Itti, L., & Koch, C. (2001). Computational Modelling of Visual Attention. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 194-203. <https://doi.org/10.1038/35058500>
- Jonides, J. (1981). Voluntary versus Automatic Control over the Mind's Eye's Movements. *Attention and Performance*.
- Jonides, J., & Yantis, S. (1988). Uniqueness of Abrupt Visual Onset in Capturing Attention. *Perception & Psychophysics*, 43, 346-354. <https://doi.org/10.3758/BF03208805>
- Lamy, D., & Egeth, H. E. (2003). Attentional Capture in Singleton-Detection and Feature-Search Modes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, 1003-1020. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.29.5.1003>
- Lee, J., & Shomstein, S. (2014). Reward-Based Transfer from Bottom-Up to Top-Down Search Tasks. *Psychological Science*, 25, 466-475. <https://doi.org/10.1177/0956797613509284>
- Libera, C. D., & Chelazzi, L. (2006). Visual Selective Attention and the Effects of Monetary Rewards. *Psychological Science*, 17, 222-227. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01689.x>
- Mack, A., & Rock, I. (1998). Inattentional Blindness: Perception without Attention. *Visual Attention*, 8, 55-76.
- Moher, J., Lakshmanan, B. M., Egeth, H. E., & Ewen, J. B. (2014). Inhibition Drives Early Feature-Based Attention. *Psychological Science*, 25, 315-324. <https://doi.org/10.1177/0956797613511257>
- Moore, T., & Zirnsak, M. (2017). Neural Mechanisms of Selective Visual Attention. *Annual Review of Psychology*, 68, 47-72. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122414-033400>
- Sali, A. W., Anderson, B. A., & Yantis, S. (2014). The Role of Reward Prediction in the Control of Attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40, 1654-1664. <https://doi.org/10.1037/a0037267>
- Sawaki, R., & Luck, S. J. (2010). Capture versus Suppression of Attention by Salient Singletons: Electrophysiological Evidence for an Automatic Attend-to-Me Signal. *Attention, Perception, and Psychophysics*, 72, 1455-1470. <https://doi.org/10.3758/APP.72.6.1455>
- Schultz, W. (2015). Neuronal Reward and Decision Signals: From Theories to Data. *Physiological Reviews*, 95, 853-951. <https://doi.org/10.1152/physrev.00023.2014>
- Simons, D. J., & Chabris, C. F. (1999). Gorillas in Our Midst: Sustained Inattentional Blindness for Dynamic Events. *Perception*, 28, 1059-1074. <https://doi.org/10.1068/p281059>
- Theeuwes, J. (1990). Perceptual Selectivity Is Task Dependent: Evidence from Selective Search. *Acta Psychologica*, 74, 81-99. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(90\)90036-F](https://doi.org/10.1016/0001-6918(90)90036-F)
- Theeuwes, J. (1991). Cross-Dimensional Perceptual Selectivity. *Perception & Psychophysics*, 50, 184-193. <https://doi.org/10.3758/BF03212219>
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual Selectivity for Color and Form. *Perception & Psychophysics*, 51, 599-606. <https://doi.org/10.3758/BF03211656>
- Theeuwes, J. (1993). Visual Selective Attention: A Theoretical Analysis. *Acta Psychologica*, 83, 93-154. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(93\)90042-P](https://doi.org/10.1016/0001-6918(93)90042-P)
- Theeuwes, J. (1994). Stimulus-Driven Capture and Attentional Set: Selective Search for Color and Visual Abrupt Onsets. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 799-806. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.20.4.799>
- Theeuwes, J. (2010). Top-Down and Bottom-Up Control of Visual Selection. *Acta Psychologica*, 135, 77-99. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.02.006>
- Theeuwes, J., Belopolsky, A., & Olivers, C. N. (2009). Interactions between Working Memory, Attention and Eye Movements. *Acta Psychologica*, 132, 106-114. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2009.01.005>

-
- Theeuwes, J., De Vries, G.-J., & Godijn, R. (2003). Attentional and Oculomotor Capture with Static Singletons. *Perception & Psychophysics*, *65*, 735-746. <https://doi.org/10.3758/BF03194810>
- Vatterott, D. B., & Vecera, S. P. (2012). Experience-Dependent Attentional Tuning of Distractor Rejection. *Psychonomic Bulletin and Review*, *19*, 871-878. <https://doi.org/10.3758/s13423-012-0280-4>
- Yantis, S., & Johnson, D. N. (1990). Mechanisms of Attentional Priority. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *16*, 812-825. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.16.4.812>
- Yeh, S.-L., & Liao, H.-I. (2008). On the Generality of the Contingent Orienting Hypothesis. *Acta Psychologica*, *129*, 157-165. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.05.008>
- Zelinsky, G. J., & Bisley, J. W. (2015). The What, Where, and Why of Priority Maps and Their Interactions with Visual Working Memory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1339*, 154-164. <https://doi.org/10.1111/nyas.12606>