

认知心理学实验报告



视觉搜索不对称实验

专业：心理学
班级：心理 1402 班
学号：3140100774
姓名：朱静茵
性别：女

视觉搜索不对称实验

朱静茵

(浙江大学心理与行为科学系; 浙江省杭州市西湖区余杭塘路 866 号求是学院;
杭州 310058)

摘 要 一般视觉搜索不对称是指: 以反应时为指标, 在刺激 B 中搜索 A 与在刺激 A 中搜索 B, 其搜索效率是不同的。本实验通过重复 Treisman 的经典视觉搜索不对称实验, 旨在研究视觉搜索不对称发生的原因。结果发现视觉搜索不对称与靶子是否呈现、搜索集大小以及干扰子性质有关。特征存在任务是自动化的加工过程, 而特征缺失任务是控制化的加工过程。





关键词 视觉搜索不对称、前注意、聚焦注意

1 引言

视觉搜索实验范式是了解视觉注意机制的一种非常重要的工具。典型的视觉搜索任务要求被试在由靶子和干扰子所组成的刺激系列中搜索靶子项目, 而后考察其搜索效率。搜索效率一般以反应时 (RT) 对搜索集 (Set Size) 的函数关系的斜率来表示, 当反应时不随搜索集变化时, 称为有效搜索或平行搜索, 例如在一堆绿色的干扰子中搜索一个红色的靶子; 相反, 当反应时随搜索集的增大而增大时, 称为低效搜索或系列搜索, 例如在一堆不同朝向的 L 中搜索一个靶子 T。最有效的搜索发生在靶子具有单一基本特征 (该特征是突出的或显著的), 且干扰子都是同质的条件; 而最低效的搜索发生在靶子和干扰子具有相同的基本特征, 且干扰子都是异质的条件。

一般视觉搜索不对称是指: 以反应时为指标, 在刺激 B 中搜索 A 与在刺激 A 中搜索 B, 其搜索效率是不同的。最早由 Neisser (Neisser, 1963) 发现了视觉搜索不对称现象。在实验中他发现, 在一组含 Z (Q) 的字母组合列表中搜索不含 Z (Q) 的字母组合 (例如, JZLXSH, QVZMXL, FDRVQH), 比在一组不含 Z (Q) 的字母组合列表中搜索含 Z (Q) 的字母组合, 其搜索速度要更慢。Neisser 据此提出了视觉加

工的两阶段理论来解释上述现象: (1) 第一阶段为前注意加工阶段, 该阶段, 视觉系统对视野内刺激的基本特征进行同时加工, 此时无需注意的参与, 可以达到自动化加工的程度, 表现为并行加工; (2) 第二阶段为集中注意加工阶段, 该阶段, 视觉系统要对联合特征进行加工, 需要集中注意的参与和整合, 因而表现为串行加工。

经典的视觉搜索不对称实验是由 Treisman 等人 (Treisman & Souther, 1985) 设计的。在实验中, 依次向被试呈现一些刺激图案, 要求他们从一些干扰子中搜索特定的靶子。刺激图案根据搜索任务不同, 是成对设计的, 具体参见图 1-1, 其中 a 图案中的靶子是“”, 干扰子是“”, 而 b 图案中的靶子是“”, 干扰子是“”, 两靶子的区别仅在于是否有竖线。另外, 呈现一些不含靶子的刺激图案, 要求被试做出“有”靶子或“无”靶子的反应, 记录被试的反应时。结果发现, a 图案对应的搜索任务, 被试的反应时几乎不随搜索集的变化而变化, 反映的是高效的并行搜索, 而 b 图案对应的搜索任务, 被试的反应时随搜索集的增大而迅速增大, 反映的是低效的系列搜索。对于为何会产生上述搜索不对称现象, Treisman 用特征整合理论 (feature integration theory) 来加以解释 (Treisman & Gormican, 1988)。

特征整合理论主要探讨视觉加工早期的问题,该理论将特征看作是某个维量的一个特征值,知觉系统对各个维量的特征进行独立的编码。这些个别特征对应的心理表征称之为特征地图(feature map),而一些特征的结合体则是客体。该理论认为视觉系统的加工可分为两个阶段:(1)特征登记阶段,该阶段,视觉系统从光刺激模式中抽取特征,且不检测特征间的关系,这是一种平行的、自动化的加工过程。Treisman假定,视觉早期阶段只能检测独立的特征,包括颜色、大小、反差、倾斜性、曲率和线段端点,

还可能包括运动和距离的远近等。此时,被检测出的特征处于自由漂浮状态(free floating state),不受所属客体的约束,因此,其位置是不确定的。(2)特征整合阶段。知觉系统将知觉到的特征正确地联系起来,把原始的、彼此分开的特征(如颜色、形状、朝向等)整合为一个单一的客体,从而形成对某一客体的表征。该阶段要求对特征进行定位,即确定特征的边界位置在哪里,并在位置地图(map of locations)上标志出来。由于处理特征信息的需要注意集中性的参与,因此,该阶段是一种系列的、非自动化

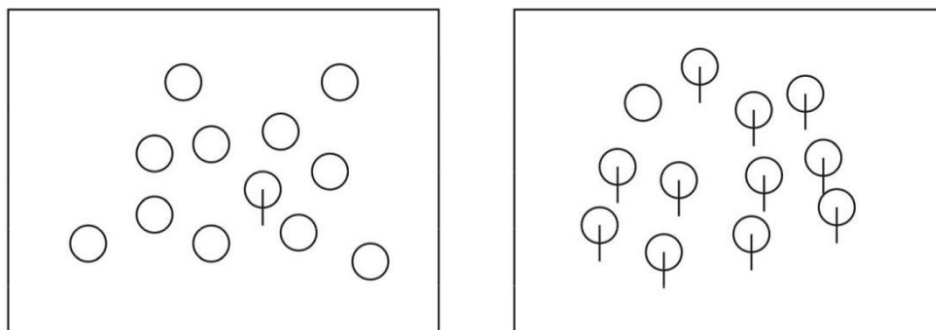


图1-1 Treisman实验中两种类型的靶子, 采自(Treisman & Souther, 1985)

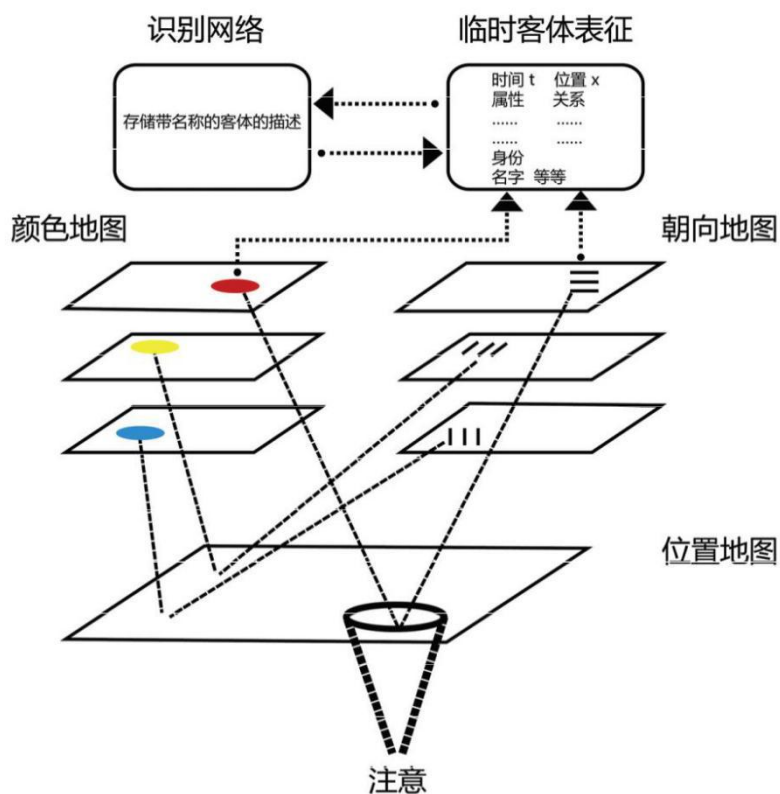


图1-2 特征整合理论框架示意图, 改编自(Treisman & Gormican, 1988)

的加工过程。如果此时注意分散或超载,单一客体的特征就可能会重新被分解,并再次成为自由漂浮的状态,甚至于在一些条件下出现错误性的结合(illusory conjunction)。特征整合理论框架示意图具体参见图 1-2。

Treisman 认为,在视觉搜索任务中,当与干扰子相比,靶子具有某项基本特征时,在激活特征地图的特征登记阶段就可以被探测到,因而这时的加工属于自动化的并行加工;而当靶子缺少了干扰子都具有的某项基本特征时,就需要集中注意的参与,才能在位置地图上将其标示出来,因而这时的加工属于非自动化的串行加工。因此,当靶子与干扰子互换时,就产生了视觉搜索不对称现象。

本实验旨在对 Treisman 等人的经典视觉搜索不对称实验进行验证,了解各种视觉搜索不对称现象的特点,并进一步探讨引起视觉搜索不对称的原因及其影响因素。

2 实验方法

2.1 被试

56 名在校本科生及研究生作为被试,其中女生 35 名,男生 21 名,视力或矫正视力均达到 1.0 以上,无色盲色弱。

2.2 仪器与材料

IBM-PC 计算机一台,认知心理学教学管理系统。本实验呈现的符号集为“○”、“⊙”、“△”和“◐”,符号的颜色为黑色,每个符号的大小约为 1.5cm×1.5cm。

2.3 实验设计与流程

本实验采用三因素被试内设计。因素一为搜索集的大小,该因素共有 3 个水平,分别为:4 个、8 个和 12 个;因素二为干扰子的性质,该因素有 2 个水平,分别为:同质干扰子和异质干扰子;因素三为靶子是否出现,该因素也有 2 个水平,分别为:出现和不出现。被试有两个任务:特征存在搜索任务和特征缺失搜索任务。特征存在搜索任务要求被试在一些不带柄的圆圈和三角形中搜索是否存在一个带柄的圆圈;而特征缺

失搜索任务则要求被试在一些带柄的圆圈和三角形中搜索是否存在一个不带柄的圆圈。两个任务的顺序在被试间对抗平衡。单次试验流程见图 1-3。

对于特征存在搜索任务:首先在屏幕上中央呈现一个黑色“+”注视点,500~1500 毫秒后在屏幕上随机呈现一些符号,这些符号可能包括“△”、“○”和“⊙”,其中靶子是“⊙”,干扰子是“○”和“△”。被试的任务是判断这些符号中是否存在靶子“⊙”,并立即做出按键反应。如果存在按“J”键;不存在则按“F”键。为了减少被试按键过程中的反应定势,生成的实验序列经 Wald-Wolfowitz 游程检验,显著性大于 0.10(双侧)。

对于特征缺失搜索任务:首先在屏幕上中央呈现一个黑色“+”注视点,500~1500 毫秒后在屏幕上随机呈现一些符号,这些符号可能包括“⊙”、“△”和“○”,其中靶子是“○”,干扰子是“⊙”和“△”。被试的任务是判断这些符号中是否存在靶子“○”,并立即做出按键反应。如果存在按“J”键;不存在则按“F”键。为了减少被试按键过程中的反应定势,生成的实验序列经 Wald-Wolfowitz 游程检验,显著性大于 0.10(双侧)。被试做出按键后,会得到相应的反馈,指示被试反应正确与否及反应时。如果被试在字符出现后 3000 毫秒内不予以反应,程序将提示反应超时,告诉被试尽快反应。随机空屏 600~1300 毫秒后,自动进入下一次试验。

特征存在搜索任务或特征缺失搜索任务实验开始前,从正式实验中随机抽取 20 次作为练习,练习的时候,无论反应正确、错误或超时均有反馈,但结果不予以记录。练习的正确率达到 90%后方可进入正式实验。正式实验在被试做出正确反应后没有提示,反应错误或反应超时则会有提示。正式实验有 168 次试验,分 4 组(每组 42 次),组与组之间分别有一段休息时间。正式实验结束后,进入错误补救程序,即将之前做错的试验再次呈现,直到被试全部反应正确为止。整个实验包括特征存在搜索任务和特征

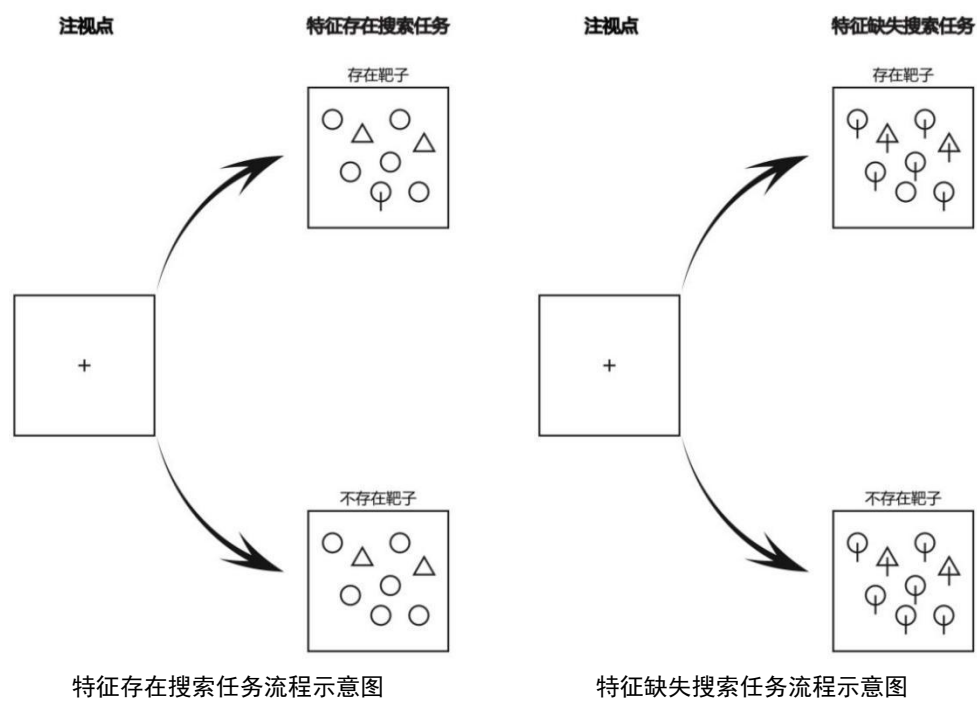


图 1-3 视觉搜索不对称实验流程示意图

缺失搜索任务两部分，两者全部完成需时约 20 分钟。

3 结果

3.1 分别计算每个被试和所有被试在同质干扰子和异质干扰子下对不同搜索集 (SetSize)、不同搜索任务 (特征存在搜索任务、特征缺失搜索任务) 下的平均反应时。

两因素重复度量方差分析结果显示，异质干扰子的反应时显著高于同质干扰子的反应时 ($F(1,55)=118.306, p<.001, \eta^2=.683$)。

干扰子性质与搜索集大小的反应时交互作用边缘显著 ($F(2, 110)=2.996, p=.054, \eta^2=.052$)。

两因素重复度量方差分析结果显示。干扰子性质与任务类型的反应时交互作用显著 ($F(1,55)=63.790, p<.001, \eta^2=.537$)。进一步简单分析效应检验显示，特征缺失任务中，异质干扰子的反应时显著高于同质干扰子；而特征存在任务中，异质干扰子与同质干扰子的反应时差异不显著。

表 3-1 同质干扰子和异质干扰子下不同搜索集的平均反应时(n=56)

		同质干扰子/毫秒	异质干扰子/毫秒
搜索集大小 (个)	4	548.95±19.49	562.71±15.25
	8	561.42 ±19.52	582.89 ±20.25
	12	576.93 ±22.14	602.26 ±20.78

表 3-2 同质干扰子和异质干扰子下不同搜索任务的平均反应时(n=56)

		同质干扰子/毫秒	异质干扰子/毫秒
任务	特征缺失	621.96±21.60	662.72±21.84
	特征存在	513.56±14.98	517.58±14.77

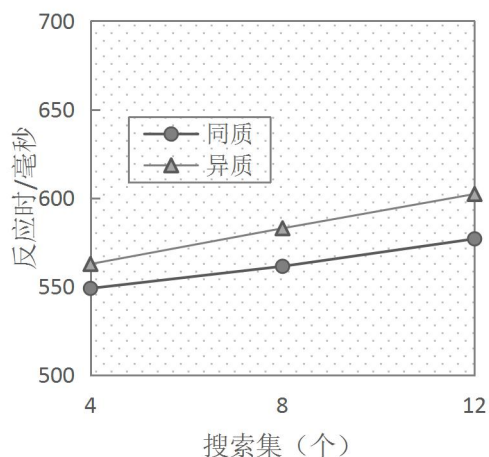


图 3-1 不同性质干扰子下不同搜索集的反应时

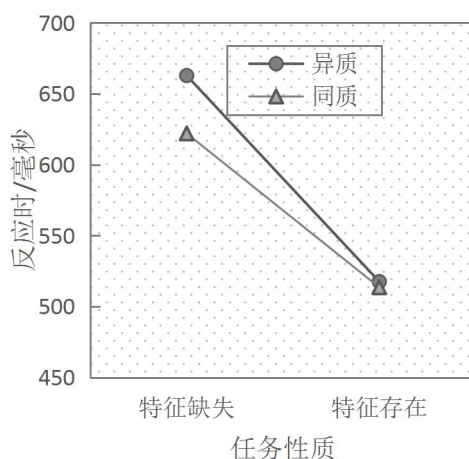


图 3-2 不同性质干扰子下不同任务的反应时

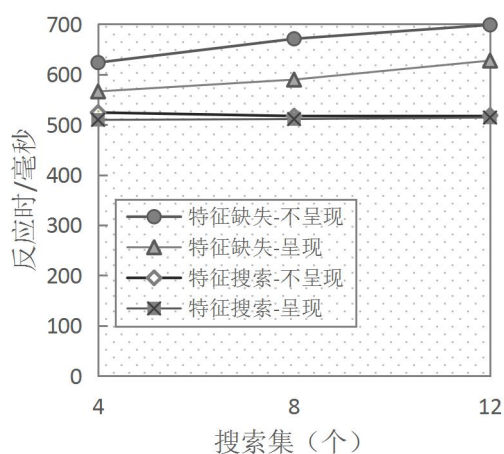


图 3-3 不同搜索任务下靶子呈现与否的反应时

3.2 以搜索集为横坐标，反应时为纵坐标，分别绘制不同搜索任务条件下，靶子呈现与否的反应时折线图，计算反应时与搜索集间的直线回归方程，并计算搜索斜率和 R 值，考察其是否显著。

结果分析发现，靶子不呈现的反应时显著高于靶子呈现的反应时（ $F(1,56)=85.682$,

$p<.001, \eta^2=.605$ ）；任务类型与靶子是否呈现的交互作用显著（ $F(1,56)=152.919, p<.001, \eta^2=.732$ ）。进一步简单效应分析显示，在特征缺失任务中，靶子不呈现的反应时显著高于靶子呈现时的反应时；而在特征存在任务中，靶子呈现与否的反应时差异不显著。**3.3 不同搜索任务下被试反应时和错误率随搜索集的大小有何变化，并考察其是否存在差异。**

3.3.1 反应时

根据两因素重复度量方差分析，特征缺失任务的反应时显著高于特征存在任务（ $F(1,55)=276.361, p<.001, \eta^2=.834$ ）；不同搜索集之间的反应时差异显著（ $F(2,110)=84.528, p<.001, \eta^2=.606$ ），进一步多重效应方差分析显示，随着搜索集增加，反应时显著上升。最具意义的是任务类型与搜索集大小的反应时交互作用显著（ $F(2,110)=102.154, p<.001, \eta^2=.650$ ）。

表 3-3 反应时与搜索集间的直线回归方程($n=56$)

	回归方程	R 方	p
特征缺失-不呈现	$RT=38.241SS+585.491$.150	<.001
特征缺失-呈现	$RT=31.867SS+529.030$.177	<.001
特征存在-不呈现	$RT=-3.886SS+525.796$	0.002	>.05
特征存在-呈现	$RT=2.321SS+506.607$	0.001	>.05

进一步简单效应分析结果显示,在特征存在任务中,反应时不随搜索集变化而变化;而在特征缺失任务中,随着搜索集增大,

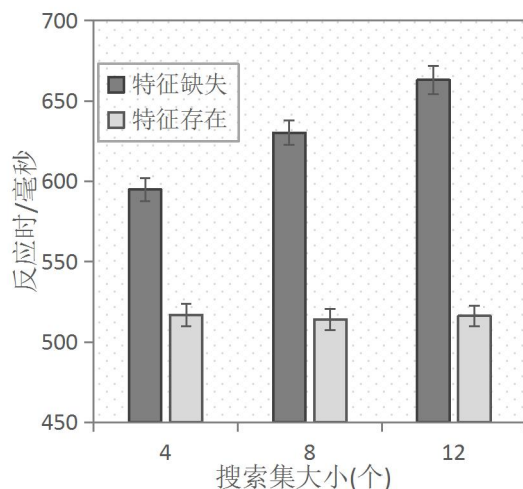


图 3-4 不同搜索任务下不同搜索集的反应时

反应时显著增大 ($p_{12}<.001$, $p_{13}<.001$, $p_{23}<.001$)。该结果为特征存在任务为并行加工,而特征缺失任务为序列加工提供了依据。

3.3.2 错误率

根据两因素重复度量方差分析,特征缺失任务的错误率显著高于特征存在任务 ($F(1,55)=10.776$, $p<.01$, $\eta^2=.164$); 不同搜索集之间的反应时差异边缘显著 ($F(2,110)=4.038$, $p<.05$, $\eta^2=.068$), 进一步多重效应方差分析显示,搜索集 1 与 2 差异显著,搜索集 1 与 3 差异显著。任务类型与搜索集大小的错误率交互作用不显著。但进一步简单效应分析,仍能得出相关的依据。

进一步简单效应分析结果显示,在特征存在任务中,错误率不随搜索集变化而变化;而在特征缺失任务中,搜索集 1 与搜索

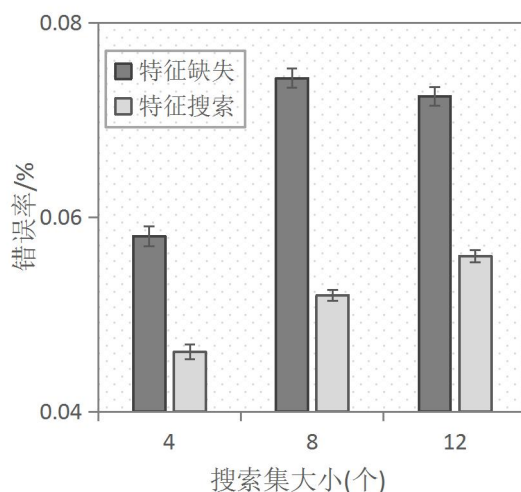


图 3-5 不同搜索任务下不同搜索集的错误率

集 2 的错误率差异边缘显著,而搜索集 1 与搜索集 3 差异边缘显著 ($p_{12}=.052$, $p_{13}=.05$)。该结果为特征存在任务为并行加工,而特征缺失任务为序列加工提供了依据。

3.4 结合上述实验数据,考察被试在实验过程中是否存在搜索任务的顺序效应。

3.4.1 反应时

根据混合模型方差分析结果显示,AP 组与 PA 在两个任务上的反应时不存在显著差异 ($F(1,54)=.273$, $p>.05$)。

3.4.2 错误率

根据混合模型方差分析结果显示,AP 组与 PA 组在两个任务上的错误率存在显著差异 ($F(1, 54)=9.193$, $p<.01$, $\eta^2=.145$)。

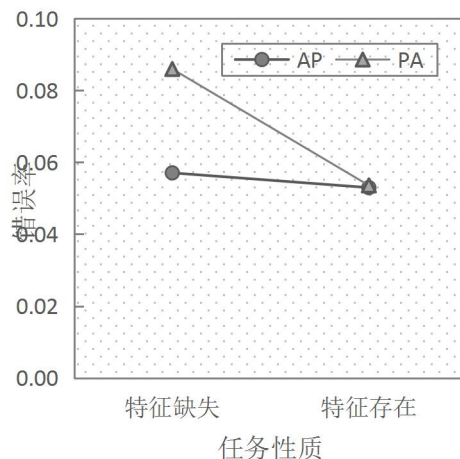
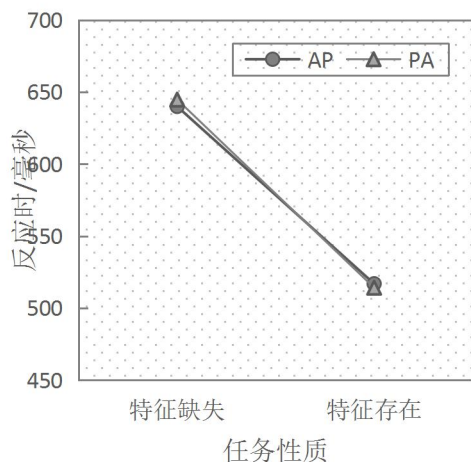


图 3-6 不同顺序下不同任务的反应时与错误率

进一步简单效应分析结果显示, AP 组中, 两个任务的错误率差异不显著; 而 PA 组中, 特征缺失任务的反应错误率显著高于特征存在任务的反应错误率 ($p<.001$)。该结果说明在任务转换的过程中, 存在转换亏损, 说明特征缺失任务的难度大于特征存在任务的难度。

3.5 采用信号检测论的方法, 计算不同搜索任务(特征存在搜索任务与特征缺失搜索任务)下对应的辨别力指数指数(d')、反应倾向(β)、判别标准(C)是否存在差异。

表 3-4 显示, 特征缺失任务的敏感性低于特征存在任务, 反应倾向低于后者, 判别标准与后者相同。

利用配对样本 t 检验, 对不同任务性质的反应敏感性、反应反应、判别标准进行分析。分析结果显示, 特征存在任务的 d' 值显著高于特征缺失任务 ($t=-3.110$, $df=55$, $p<.05$); 特征存在任务的 β 值显著高于特征缺失任务 ($t=-9.179$, $df=55$, $p<.001$); 特征存在任务与特征缺失任务的判别标准不存在显著差异。

4 讨论

4.1 不同搜索任务(特征存在搜索任务、特征缺失搜索任务)在各项指标上的差异表明了什么现象。

4.1.1 反应时

结果 3.3 显示, 特征缺失任务的反应时显著高于特征存在任务。当要求在一堆圆的干扰子中搜索带线的圆的靶子时, 被试所花的时间较少; 而在带线的干扰子中搜索不带线的圆时, 被试的反应时较长。这个有两种可能, 第一种可能是被试在特征缺失任务中, 会对每一个项目进行逐个的加工, 排除

是否都是带线的圆; 另一种可能则是当被试在多出特征的干扰子中寻找靶子时会更加困难。这和 Treisman 得出的结论相符合, 带线的圆拥有更多的拓扑特征, 因此被试做出反应的反应时会较长。

4.1.2 错误率

结果 3.3 显示, 特征缺失任务的错误率显著高于特征存在任务。说明要求在不带线的干扰子中搜索带线的靶子时, 被试犯错误的可能性较低; 而在带线的干扰子中搜索不带线的靶子时, 被试犯错误的可能性较高。说明在带线的干扰子中搜索不带线的靶子的任务难度相对较高, 因此被试犯错误的可能性也较高。

4.1.3 d' 值

结果显示, 特征存在任务的反应敏感性显著高于特征缺失任务的反应敏感性。这有两方面的指向, 一方面指向个体的被试因素, 说明在进行特征存在任务时, 被试对题目的敏感性较高, 这可能是由于特征缺失任务中另一拓扑特征的成群显示占用了被试的认知资源, 致使被试对题目的敏感性降低; 另一个方面指向刺激的物理信号, 这可能是由于 (1) 前面关于错误率的分析已经说明特征存在任务的难度低于特征缺失任务, 因此在特征存在任务中, 被试对干扰子中具有多一个拓扑特征的圆的识别比较敏感; (2) Treisman 的理论认为特征存在任务是处于“前注意”阶段的, 是自动化的, 而特征缺失任务是需要主动调控认知资源理的, 因此这可能是由于人体大脑本身的构造中自动化的加工过程比认知调控过程的反映敏感性高。

4.1.4 β 值和 C 值

结果显示, 特征存在任务的 β 值显著高

表 3-4 不同搜索任务中对应的辨别力指数、反映倾向和判别标准($n=56$)

	d'	β	C
特征缺失	3.20	0.37	0.55
特征存在	3.44	2.09	0.55

于特征缺失任务；而特征存在任务的 C 值与特征缺失任务不存在显著差异。从平均值指标上看，特征存在任务与特征缺失任务的 C 值平均值是相同的。 β 值和 C 值是被试判别标准的两个不同的反应，我们无法认为哪个是占优势性的。因此在 C 值无显著差异的基础上，我们比较二者的 β 值。被试对特征存在任务的判别标准高于特征缺失任务的判别标准。判别更加严格，被试的击中率和虚惊率都较特征缺失任务下降。这个结果也说明了特征存在任务的难度小于特征缺失任务，前者占用的认知资源少因此被试有更多的认知资源空间去提高自己的判别标准。而后者占用的认知资源多，被试无法提供足够多的认知资源空间去提高自身的判别标准。

4.2 靶子呈现与否是否会影响搜索斜率。若两者存在差异说明了什么现象；若两者不存在差异又说明了什么现象。

在本研究中，特征存在任务中，靶子呈现的搜索率为-3.9，靶子呈现的搜索率为2.3，但由于系数检验都不显著，这两个回归方程并不具有很好的拟合度，因此不做关于特征存在任务的讨论。

而在特征缺失任务中，靶子不呈现的搜索率为38.241，靶子呈现的搜索率为31.867，与 Treisman 的结果不同，在 Treisman 的实验中靶子不呈现的搜索率为靶子呈现的搜索率的一半，Treisman 认为这说明了视觉搜索是以自终止的序列加工的形式进行的。而本研究的结果说明在特征缺失任务中，被试是通过并行加工和序列加工并存的方式进行视觉搜索的。

4.3 干扰子的性质（形状）、靶子所处的位置及搜索集大小是否与搜索任务间存在交互作用。如果是，反映了什么问题。

4.3.1 干扰子的性质与搜索任务

3.1 的结果显示，干扰子的性质与搜索任务之间存在交互作用。在特征缺失任务中，异质干扰子的反应时显著高于同质干扰子的反应时；而在特征存在任务中，异质干

扰子与同质干扰子的反应时不存在显著差异。

这个结果说明了在特征存在任务中，被试识别到具有突出的拓扑特征的圆，并不是由于干扰子的形状与靶子的形状是否相同，而是由其他因素造成的。

而在特征缺失任务中，异质干扰子的存在提高了被试的反应时。3.1 的结果也发现，异质干扰子对不同搜索集的影响也是不同的。这说明异质干扰子的存在使得被试在进行判断的时候不仅需要考虑是否缺少某一特征，还必须判断多一个特征——亦即排除每一个干扰子与目标靶子不同形状的可能性。

4.3.2 靶子所处位置与搜索任务

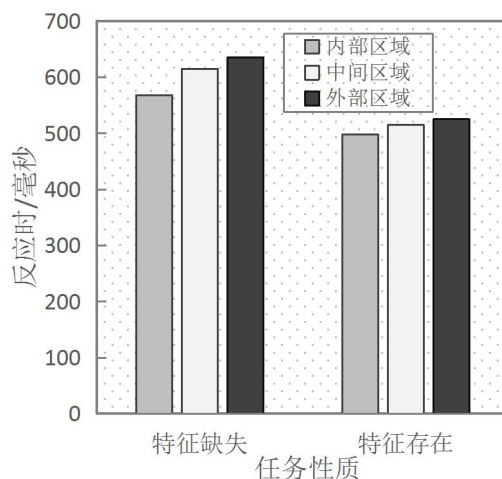


图 4-1 不同位置下不同任务的反应时

方差分析结果显示，靶子所处位置与搜索任务的反应时的交互作用显著 ($F(2,112)=27.536, p<.001, \eta^2=.330$)。进一步简单效应分析，特征缺失条件中，反应时：内部区域显著<中间区域显著<外部区域。而在特征存在任务中，反应时：内部区域显著<中间区域显著<外部区域。但由于位置与搜索任务存在交互作用，结果也显示在特征缺失任务中，反应时随着位置的远离中心上升得更快，说明特征缺失任务相较特征存在任务而言，需要更多的认知资源，是一项更加序列加工的任务。

4.3.3 搜索集大小与搜索任务

结果显示，搜索集大小与任务类型的反

应时交互作用显著。且在特征存在任务中，被试的反应时不随搜索集的变化而变化；而在特征缺失任务中，随着搜索集增大，被试的反应时显著上升。

这个结果说明了特征存在任务中，无论屏幕上呈现多少个干扰子，被试都能即可搜索到带有特征的靶子。当被试去搜索一个带有特征的靶子时是并行搜索的；而在特征缺失任务中，当搜索集数量增加，被试的认知负荷随即增强，任务难度也增大，被试去搜索一个缺少某一个特征的靶子时是序列搜索。前者是一个自动化加工的过程，而后者需要认知资源的调控。

4.4 将所得的实验结果与 Treisman 等人的实验结果进行对照比较，分析异同的原因。

4.4.1 Treisman 的实验一

Treisman 的实验一有三个因素：任务类型、靶子是否呈现、搜索集大小。

4.4.1.1 相同点

Treisman 的实验发现，不同任务的反应时差异显著，靶子呈现与否的反应时差异显著，不同搜索集的反应时差异显著。其中，任务性质与搜索集的交互作用显著，任务性质与靶子呈现的交互作用显著。

在特征缺失任务中，随着搜索集增大，反应时显著上升，靶子不呈现的反应时显著高于靶子呈现时的反应时；而在特征存在任务中，随着搜索集增大，反应时无显著差异，靶子呈现与否的反应时无显著差异。该结果证实了特征整合理论。本实验同样得出了相同的结论。

视觉的早期只能检测一些独立的拓扑特征，而特征整合阶段会将彼此分开的阶段整合为一个单一的客体，从而形成对某一客体的表征。

在视觉搜索任务中，具有某项特征的靶子能够在特征等级阶段就被探测到，这是属于自动化的并行加工过程，因此反应时不受靶子呈现与否以及搜索集的大小的影响；而缺少了某项特征的靶子需要通过注意的参

与才能在认知地图上标示出来，这是属于非自动化的串行加工过程，因此随着搜索集的增大，反应时增长，且靶子不呈现时的反应时显著高于靶子呈现时的反应时。

也因此出现了视觉搜索不对称现象。

4.1.1.2 不同点

(1) 位置关系

在 Treisman 的实验中得出反应时与位置的关系。在特征存在任务中，搜索的反应时与空间位置无关。被试无需考虑线与哪个圆圈交叉，就能即刻做出反应。在任意位置中呈现靶子项都能即刻激活被试做出“有”的反映。Treisman 认为这是一个自动化的加工过程，是并行加工的体现。而特征缺失任务却是不一样的情况，任务要求被试找出不含线的圆圈，亦即被试需要进行逐个的排除。这个过程需要认知资源的参与，是非自动的，是串行加工的体现。

而在本实验中，特征缺失任务与 Treisman 得到了相同的结果，而特征存在任务却与 Treisman 的结果不同，在本实验中，特征存在任务的反应时随着搜索位置原理中部从而反应时显著增加。

结果不相同的原因可能是因为两个实验的不同，在探讨位置关系的时候，Treisman 采用的是三因素被试内设计（任务类型，靶子是否呈现，搜索集大小），而在本任务中同时加入了同质与异质干扰子这一条件，虽然前述的结果已经发现干扰子的性质不对特殊存在任务的反应时产生干扰，但新的一个特征的加入可能增加了被试的认知负荷，因此使得被试从纯粹的并行加工转为了含有一部分串行加工的自动与非自动加工的结果。

(2) 靶子呈现与否的斜率

在 Treisman 的实验中，她以搜索集为横坐标，发现在特征存在任务中，靶子呈现的搜索率为 4，靶子不呈现的搜索率为 2.9；在特征缺失任务中，靶子呈现的搜索率为 19.7，靶子不呈现的搜索率为 38.9。Treisman 认为，特征缺失任务中，靶子呈现的搜索

集斜率为靶子不呈现搜索集斜率的 $1/2$ ，说明个体采用了自终止搜索的策略。说明在特征缺失任务中，个体是通过串行加工的。而在特征存在任务中，靶子是否呈现的差异并不是很大，说明个体是通过并行加工的方式对靶子进行搜索的。

而在本研究中，特征存在任务中，靶子呈现的搜索率为-3.9，靶子呈现的搜索率为2.3，但由于系数检验都不显著，这两个回归方程并不具有很好的拟合度。而在特征缺失任务中，靶子不呈现的搜索率为38.241，靶子呈现的搜索率为31.867，与 Treisman 的结果不同，说明在本实验的特征缺失任务中，被试是通过并行加工和序列加工并存的方式进行视觉搜索的。与 Treisman 结果不同可能是由于实验设计不同，本实验中加入了干扰子性质这个元素，可能产生较强的练习效应。

4.4.2 Treisman 的实验二

Treisman 的实验二采用了三个因素：任务类型、干扰子性质、搜索集大小。

Treisman 的结果发现，任务类型的反应时差异显著，搜索集大小的反应时差异显著，同质与异质干扰子的反应时差异显著。并且，任务类型与干扰子性质的反应时交互作用显著。

在特征存在任务中，同质干扰子与异质干扰子的反应时差异不显著。实验结果说明特征突出的获取不是由于干扰子是否相同，而是由其他因素造成的。

而在特征缺失任务中，异质干扰子显著增加了被试的反应时。在特征缺失任务中，异质干扰子的存在使得被试在判断哪个图案有线的时候会更加小心。被试会调动认知资源去识别每一个图案是否与靶子的形状相同，导致每一个项目的加工过程减慢。异质干扰子降低了被试在搜索过程中的并行加工过程。

Treisman 的结果说明，在大脑中，不同的拓扑特征被登记在不同的认知地图中（通过不同的分析器），如果靶子项比干扰项多

出一个特征，被试在任务活动下都能轻易地通过相关的地图找到它；但如果是靶子项比干扰项少了一个特征，被试需要动用认知资源去寻找。

本实验的结果与 Treisman 实验二得出的结果相同。

4.5 结合本次实验结果和相关文献，探讨发生视觉搜索不对称的原因及其影响因素

4.5.1 原因

结合 Treisman 的特征整合理论以及本实验的结果，视觉搜索不对称的成因如下：视觉搜索的非对称性是视觉基本特征的前注意或者平行加工的结果。在视觉搜索的过程中，不同的拓扑特征被等级在不同的认知地图中。系统进行前注意加工对“特征花牌”进行加工，当搜索的靶子具有这样的特征花牌时，干扰子的容量以及靶子的空间位置都可以忽略；但在靶子项比干扰子少一个特征的情况下，被试需要进行聚焦注意，动用认知资源，这个时候干扰子的容量以及靶子的空间位置都成为占用认知资源的影响因素。这也就是视觉搜索不对称产生的原因。

4.5.2 影响因素

（1）干扰子性质。本研究发现，在特征缺失任务中，异质干扰子的反应时显著高于同质干扰子的反应时。异质干扰子的存在使得被试需要进行多一步的判断，因此增加了认知加工符合。

（2）搜索集大小。本研究发现，在特征缺失任务中，随着搜索集增大，被试的反应时增加，因为被试需要进行逐个的排除，因此干扰子增多会给被试造成更大的负荷。

（3）靶子是否呈现。本研究发现，在特征缺失任务中，靶子是否呈现对被试的反应时的影响不同。Treisman 的研究结果得出，靶子呈现的搜索率为靶子不呈现的搜索率的一半，说明视觉搜索是以自终止序列的方式进行。

（4）材料的复杂程度。靶子和干扰子具有一些拓扑特征，当拓扑特征比较多或者比较复杂的时候，则会影响被试做出反应的

反应时与错误率。

(5) 个体因素。被试的年龄、教育以及实验时的情绪、身心状态都会影响被试的结果。

(6) 任务顺序。本研究发现，先进行特征存在任务，再进行特征缺失任务，被试反应的错误率会增加，这是由于特征存在任务与特征缺失任务的难度不同，转换的过程中存在一个不同难度任务转换的亏损代价。

4.6 解释视觉搜索的不对称性现象主要有哪些理论

4.6.1 相似性理论

Duncan 和 Humphreys(1989)的相似性理论认为目标搜索来源于目标和干扰子之间的相似性以及干扰子内部的相似性。目标与干扰子的相似性越小且干扰子与干扰子之间的相似性越大，干扰子越容易组成群从而形成局部的对比使得目标凸显，因此出现了视觉搜索不对称现象。但这种相似性是一定的范围的，倘若目标与干扰子的差异过大可能导致搜索不对称现象消失，因为此时局部对比而产生的突显作用已经消失。

4.6.2 熟悉性理论

Wang(1994)认为对靶子和干扰子的熟悉性的不同是平行搜索的必要条件，比如本实验中，特征存在实验的反应时短，是由于对新颖项目的激活度大（带线的圆），而对熟悉项目的激活度小（不带线的圆），而在特征缺失任务中由于对熟悉项目的激活度小，在其余项目激活度都较高的情况下则可能减慢对激活度小的项目的反应。而 Malinowski(2001)则认为当熟悉性相近的时候，由于干扰子的数量较多，容易组群形成局部对比，因此在熟悉的干扰子中寻找熟悉的靶子也是容易的。

4.6.3 基于“原型-偏离”假说理论

该理论强调在人脑中存在一个原型，而基于原型刺激的偏离形变会产生更高的激活性，因此在一堆圆弧中搜索一个圆会更加

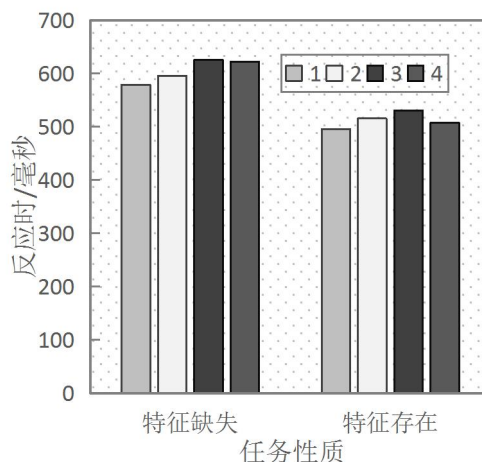


图 4-2 不同象限位置下不同任务的反应时

人评议，因为相比圆，圆弧多了“缺口”的特征，具有更高的激活性。这种新颖刺激与原型刺激相比激活性更高从而使得低激活性的干扰子中搜索高激活性的靶子较快而高激活性的干扰子中搜索低激活性的靶子较慢。

4.7 进一步分析实验数据，你还可以发现什么现象？

4.7.1 不同搜索集条件下进行信号检测分析

方差分析结果发现，不同搜索集的反应敏感性差异显著 ($F(2,110)=11.847, p<.001, \eta^2=.177$)，多重分析结果显示，搜索集为 4 的反应敏感性显著高于搜索集为 8 和 12 的反应敏感性。判别标准差异显著 ($F(2,110)=10.579, p<.001, \eta^2=.161$)，多重分析结果显示，搜索集为 12 的判别标准显著高于搜索集为 4 和 8 的判别标准。不同搜索集与任务性质的反应敏感性交互作用不显著，不同搜索集与任务性质的反应倾向交互作用不显著，不同搜索集与任务性质的判别标准交互作用不显著。该结果显示，在搜索集比较小的时候，无论是在何种任务性质之下，被试的敏感性较高，这是由于干扰子较少，难度较小，被试的判别正确率会提高。而在搜索集比较大的时候，由于干扰子增多，被试进行判断时会更加小心谨慎，对每个项目进行判断，因此判别标准相对较高。

表 4-1 不同搜索集条件不同任务性质的信号检测论分析(n=56)

搜索集 (个)	特征缺失			特征存在		
	d'	β	C	d'	β	C
4	3.55	2.11	0.51	3.76	2.55	0.52
8	3.24	2.19	0.53	3.47	2.04	0.53
12	3.23	2.74	0.57	3.42	2.49	0.56

4.7.2 不同象限位置的反应时差异

方差分析结果显示,不同象限位置的反应时差异显著 ($F(3,168)=50.733, p<.001, \eta^2=.475$),象限位置与任务性质反应时的交互作用显著 ($F(3,168)=11.689, p<.001, \eta^2=.173$)。进一步简单效应分析结果显示,在特征缺失任务中,象限一反应时显著<象限二反应时显著<象限三反应时≈象限四反应时;在特征存在任务中,象限一反应时显著<象限二反应时≈象限四反应时显著<象限三反应时。该结果的出现可能是由于大部分学生都用的是笔记本电脑,视野斜下方是象限一二的位置,因此作出反应的反应时较短。

5 结论

本实验重复了 Treisman 的实验。实验结果发现,特征存在任务是以并行加工的方式进行,发生在“前注意”阶段,是自动化加工的结果;而特征缺失任务是以并行加工和序列加工同时进行的,是控制加工的结果。并且,干扰子的性质、搜索集的大小以及靶子是否呈现都对反应时有影响。

6 思考题

6.1 如何理解“视觉搜索不对称已成为探究刺激基本特征的‘前注意加工’特性的重要工具”这句话。

Treisman 尝试着去解释前注意阶段的决定因素。Treisman 认为基本的拓扑特征有朝向、线长等。并且她发现一些特征具有视觉不对称的现象。这种视觉不对称的现象不在于靶子项目本身的形状而在于背景中的

干扰子的多样性。越多的干扰子存在,靶子越难被前注意加工阶段注意到。Treisman 通过后来的实验发现,突出特征被发现的原因同样和搜索集数量有关,如果搜索集增大,前注意阶段更难注意到靶子的存在。

Treisman 用特征地图的方式来揭示前注意过程的效应,他认为在人脑中存在一个关于各种拓扑特征的地图。人的大脑系统会自动将图片分解为不同的元素,这些特征花牌在地图中是被平行加工的。在任务中,要寻找多出某一个特征的靶子是进行平行加工的,前注意阶段能够自动化注意到某一特征;而要寻找少了某一个特征的靶子时要进行联合加工的,这需要聚焦注意进行控制加工。视觉搜索不对称的存在揭示了“前注意加工”与“聚焦注意加工”这两个过程,它出现的原因是对刺激的基本特征进行加工是一个自动化的过程,而对刺激的联合特征进行加工时一个控制的过程。

6.2 请列举你所知的各类搜索不对称现象。

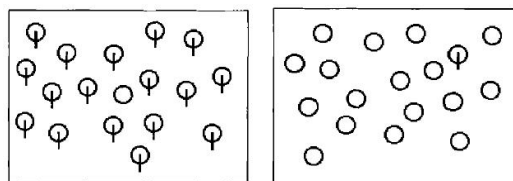


图 6-1 Treisman(1988)

(1) 在圆中搜索带有线段的圆比在带有线段的圆中搜索圆更加快;

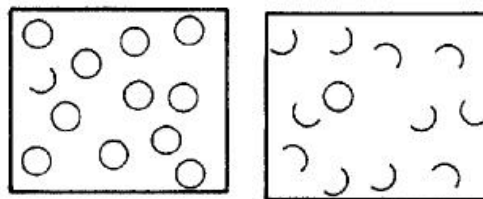


图 6-2 Treisman(1988)

(2) 在带缺口的圆中搜索圆比在圆里面搜索带缺口的圆更加容易;

(3) 当目标线段和干扰子线段的方位差异不超过 20 时, 在垂直线段中搜索倾斜的线段相对更快;

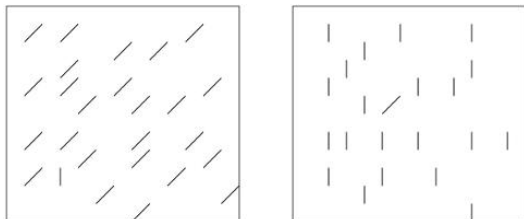


图 6-3 Teisman(1988)

(4) 在短线段中搜索长线段比在长线段中搜索短线段更快;

(5) 在单个线段中搜索成对线段比在成对线段中搜索单个线段更快;

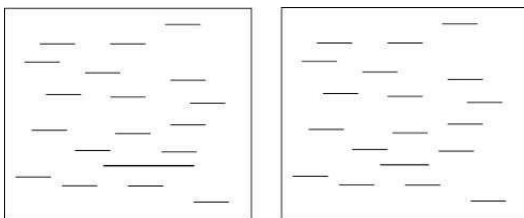


图 6-4 Teisman(1988)

(6) 在直线段中搜索拱形弯曲的线段比在拱形弯曲线段中搜索直线段更快;

(7) 在暗灰色的线段中搜索亮灰色的线段比在亮灰色线段中搜索暗灰色线段容易;

(8) 在倾斜的鸽子中搜索直的鸽子比在直的鸽子中搜索倾斜的鸽子更容易;

(9) 在友好的人脸中搜索愤怒的人脸

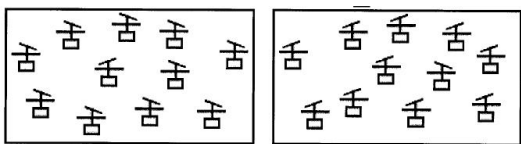


图 6-5 Wolf JM.(2001)

相对较容易;

(10) 对中国而言, 在真字中搜索出假

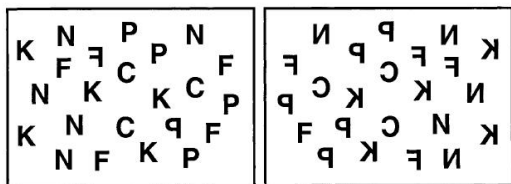


图 6-6 镜像搜索不对称

字比在假字中搜索出真字更容易;

(11) 在合适对称轴的图片中搜索不合适对称轴的图片更容易;

(12) 在相同种族的脸中搜索异族的脸更容易。

(13) 在非镜像字母中寻找镜像字母比在镜像字母中寻找非镜像字母容易。

(14) 在活着的大象中寻找死的大象比在死的大象中寻找活着的大象容易。

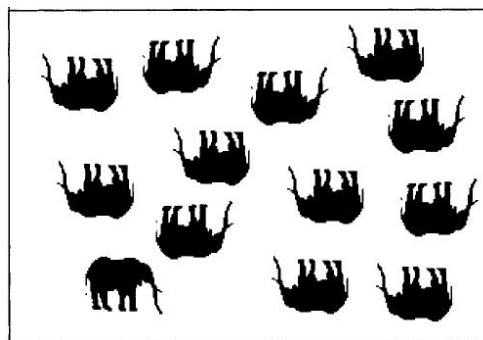
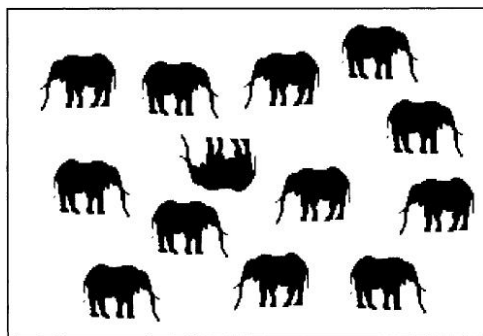


图 6-7 大象视觉不对称

6.3 视觉搜索不对称性对界面(如网页界面、手机界面等)的可用性设计有何启示。

对颜色的视觉搜索不对称可以在界面的可用性设计发挥巨大作用。由于网页界面、手机界面等往往需要呈现各类事物, 因此根据客户的需求如果恰当地突出某些事物很重要。根据人对不同颜色、不同明暗的加工不同, 在进行界面设计时依照重要性分配不同的颜色。比如说当界面需要突出某样东西时, 可以采用暗色干扰子而亮色靶子。比如说, 在运行某个软件提出的广告页面, 就可以在突出部分文字采用黑色, 而无需突出的文字采用灰色。

对其他拓扑特征的视觉搜索不对称也可以起到作用。在进行界面设计时, 对不同内容进行分区可以采用视觉搜索不对称的

原理。对需要重要突出的内容进行分区，可以除了分区内容以外另外加入另外一个拓扑特征，比如说在该分区加入滑动窗口、卡通图像、改变边框颜色等。

对运动与静止物体的视觉搜索不对称也是界面上设计的一大启发。淘宝等购物商城的活动网页往往是静态的信息与动态的信息并存，在静态中呈现动态的信息往往能起到更好的突出效果，更容易被前注意阶段加工。也会引起顾客更多的点击率与阅读率。

因此当界面设计考虑到视觉搜索不对称时，它的功能不仅在于更流畅、有重心地表达出主题，同时也为商家界面的可用性与最大利益化提供了启发。

7 意见与建议

(1) 对实验结果进行回归直线的拟合时，发现特征存在的靶子呈现与否两种情况并不能进行很好的拟合。对数据进行筛选的时候也发现，整体上的平均反应时差异过大。这种结果的产生更可能是由于在不同机

子上进行操作而带来的误差。

(2) 疑问：是否呈现的拓扑特征（Treisman 最初提出的几种）大于一定数量时，视觉搜索不对称的现象就会消失呢？

参考文献

- Wolfe J M. Asymmetries in visual search: an introduction.[J]. Attention, Perception, & Psychophysics, 2001, 63(3):381-389.
- Treisman A, Gormican S. Feature analysis in early vision: evidence from search asymmetries.[J]. Psychological Review, 1988, 95(1):15-48.
- 李永梅, 曹立人. 视觉搜索的非对称性研究综述[J]. 人类工效学, 2003, 9(2):37-39.
- 马艳云. 视觉搜索不对称性成因探究[J]. 人类工效学, 2011, 17(4):33-37.
- 马艳云. 视觉搜索不对称性研究的发展历程[J]. 教育史研究, 2007(2):87-90.

The Experiment of Visual Search Asymmetry

Zhu Jingyin

(The Department of Psychology and Behavioral Science;

866 Yuhangtang Road Hangzhou Zhejiang Province Qiushi college; Hangzhou 310058)

Abstract

The general visual search asymmetry means that the search efficiency is different between the stimulus A and the stimulus A by searching the B in the stimulus A by using the reaction time as an index. In this experiment, we try to study the cause of asymmetric visual search by repeating the classical visual search asymmetry experiment of Treisman. The results show that the visual search asymmetry is related to whether the target is presented, the size of the search set and the nature of the interference. The feature existence task is an automated process, and the feature missing task is a controlled process.

Key words visual search asymmetry; pre - attention; focus attention

附录

实验指导语:

×××, 您好! 欢迎您参加“视觉搜索不对称实验”。在进行本实验之前, 请先将您的手机关闭或调成静音(会议)模式, 谢谢您的配合。

1. 本实验由两个子任务组成: 特征存在搜索任务与特征缺失搜索任务。特征存在搜索任务注意事项: 首先屏幕上会呈现一个注视点, 而后会出现一些不带柄的圆圈和三角形, 您的任务是判断是否存在一个带柄的圆圈, 如果存在, 请按“J”键, 不存在请按“F”键。如果不习惯上述按键可点击菜单“设定反应键(R)”进行调节。

2. 特征缺失搜索任务注意事项: 首先屏幕上会呈现一个注视点, 而后会出现一些带柄的圆圈和带柄的三角形, 您的任务是判断是否存在一个不带柄圆圈, 如果存在, 请按“J”键, 不存在请按“F”键。如果不习惯上述按键可点击菜单“设定反应键(R)”进行调节。

3. 上述任务均是快速反应任务, 但务必先保证正确率。如果您的反应很快, 但错误率很高的话, 您的数据是没办法采用的。

4. 如有不明白的地方, 请询问主试。