

认知心理学报告



视觉搜索不对称

专业 :	心理学
班级 :	心理1402
学号 :	3140103818
姓名 :	李蔚
性别 :	女

视觉搜索不对称

李蔚

(浙江大学心理与行为科学系, 杭州 310058)

摘要: 视觉搜索是了解注意的常用范式, 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。本研究旨在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, 我们对52名来自浙大心理系的学生重复Treisman 等人的经典视觉搜索不对称实验, 结果发现当靶子是相比于干扰子多一种特征时, 反应时和错误率明显低于特征缺失, 特征存在的搜索斜率在0ms/项目左右, 而特征缺失的搜索斜率在8ms/项目左右, 这表明特征存在是平行搜索, 而特征缺失是系列搜索, 这也支持了特征整合理论。

关键词: 视觉搜索; 特征整合理论

1 引言

1.1 视觉搜索范式

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。

1.2 视觉搜索不对称

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

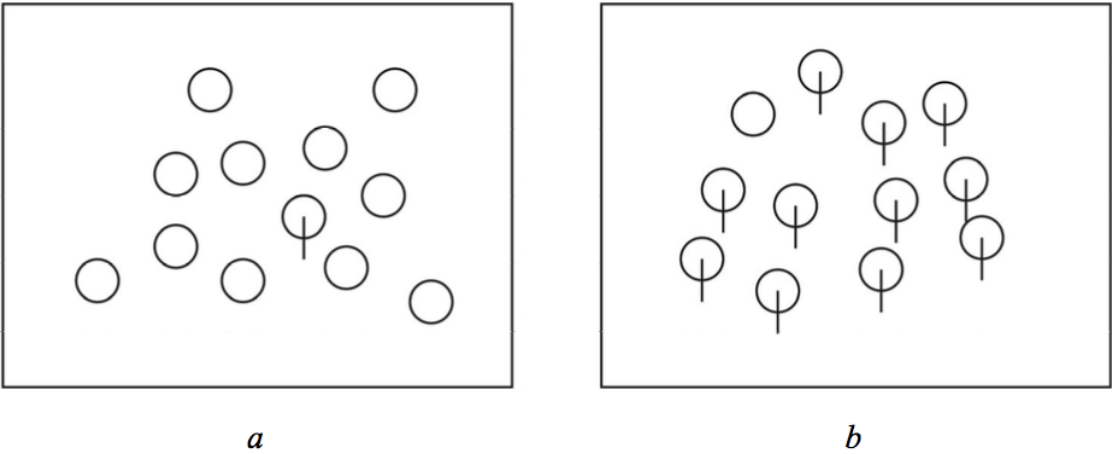


图 1-1 Treisman 实验中两种类型的靶子
(Treisman & Souther, 1985)

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“Φ”，干扰子是“○”，而 *b* 图案中的靶子是“○”，干扰子是“Φ”，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。

1.3 特征整合理论

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

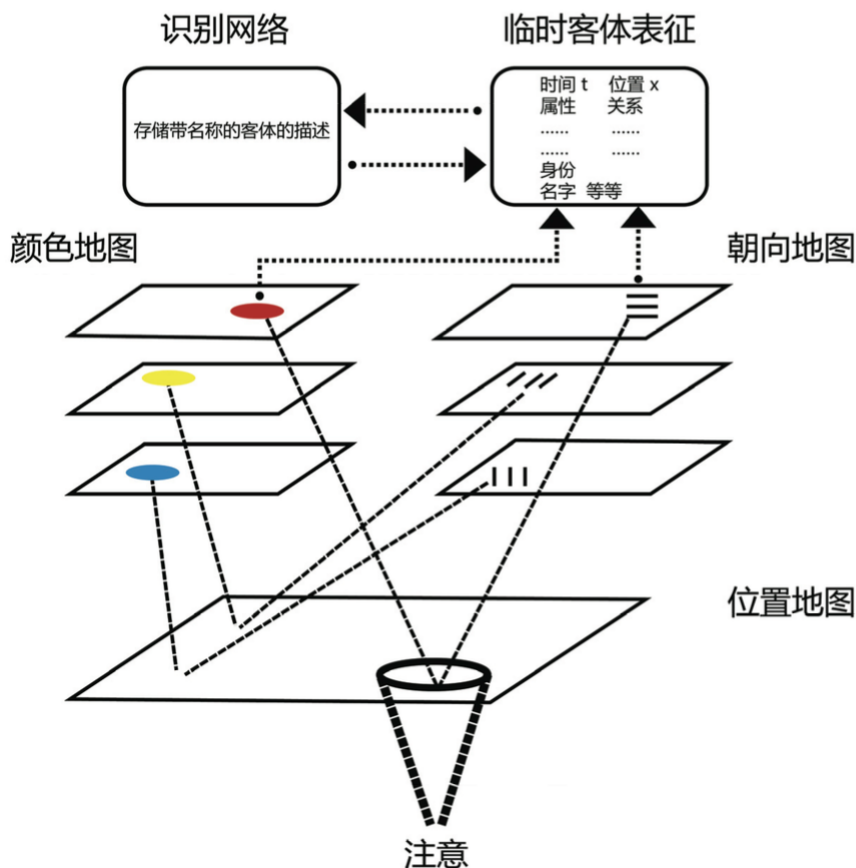


图 1-2 特征整合理论框架示意图
(Treisman & Gormican, 1988)

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。由于处理特征的位置信息需要集中性注意参与, 因此, 该阶段是一种系列的、非自动化的加工过程。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 受试者

52 名来自浙江大学心理系大三的学生, 年龄在 21 ± 0.73 , 男女各半, 均为右利手。

2.2 材料与仪器

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“ Φ ”、“ \circ ”、“ Δ ”和“ \triangle ”, 符号的颜色为黑色, 每个符号的大小约为 $1.5\text{cm} \times 1.5\text{cm}$ 。

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、

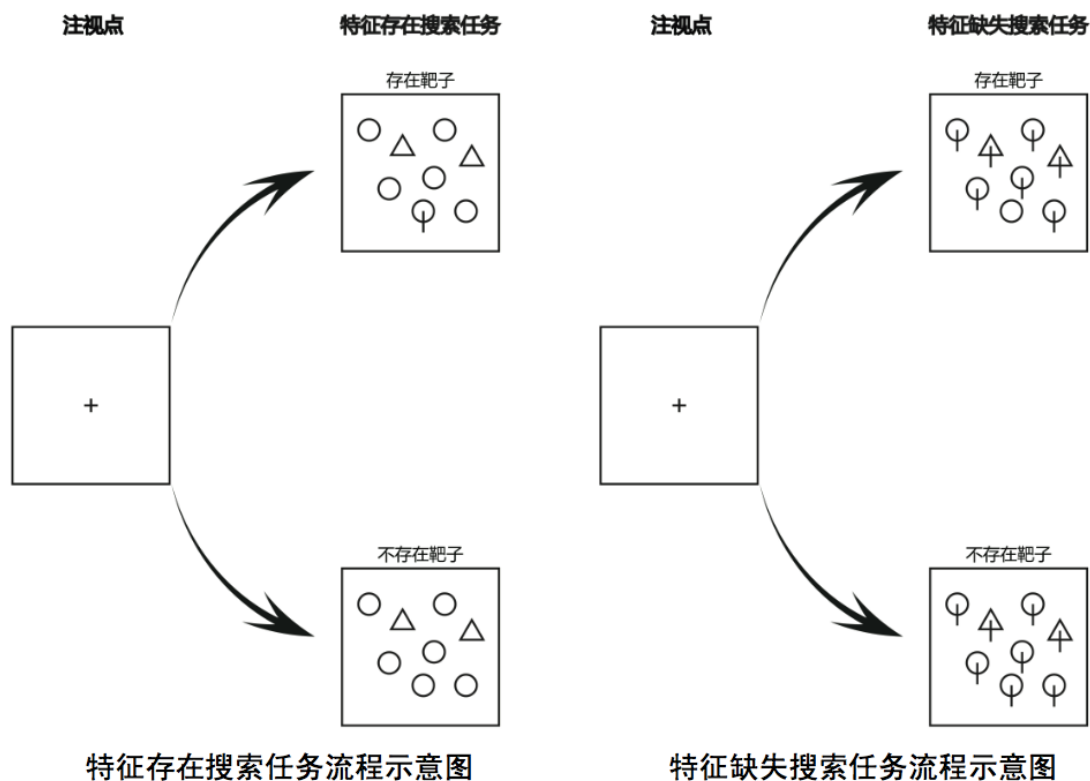


图2-1 视觉搜索不对称实验流程示意图

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 2-1。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“ Φ ”、“ Δ ”和“ \bigcirc ”，其中靶子是“ Φ ”，干扰子是“ Δ ”和“ \bigcirc ”。被试的任务是判断这些符号中是否存在靶子“ Φ ”，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“ Φ ”、“ \bigcirc ”和“ Δ ”，其中靶子是“ \bigcirc ”，干扰子是“ Φ ”和“ Δ ”。被试的任务是判断这些符号中是否存在靶子“ \bigcirc ”，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 干扰子的影响

平均每个被试在同质干扰子和异质干扰子下对不同搜索集、不同搜索任务（特征存在搜索任务、特征缺失搜索任务）下的反应时如表 3-1 和图 3-1 所示。

对搜索任务，干扰子类型和搜索集大小进行 $2 \times 2 \times 3$ 三因素混合设计方差分析，搜索任务的主效应 $F(1, 51) = 17.441$ ， $p = .000$ ，局部 Eta 方为 .225；干扰子的主效应 $F(1, 51) = 2.113$ ， $p = .152$ ，局部 Eta 方为 .040；搜索集大小的主效应 $F(2, 102) = 23.635$ ， $p = .000$ ，局部 Eta 方为 .317；干扰子和任务类型的交互作用 $F(1, 102) = 68.982$ ， $p = .000$ ，局部 Eta 方

表 3-1 同质干扰子和异质干扰子下对不同搜索集和不同搜索任务的反应时标准误（单位：ms）

搜索集	异质干扰子				同质干扰子			
	特征缺失		特征存在		特征缺失		特征存在	
	反应时	标准误	反应时	标准误	反应时	标准误	反应时	标准误
4	610.1	22.6	523.2	15.9	581.6	15.8	518.9	13.9
8	648.1	20.7	519.9	15.9	609.5	21.1	521.1	19.5
12	686.2	23.0	523.7	15.7	638.0	23.6	518.7	14.1

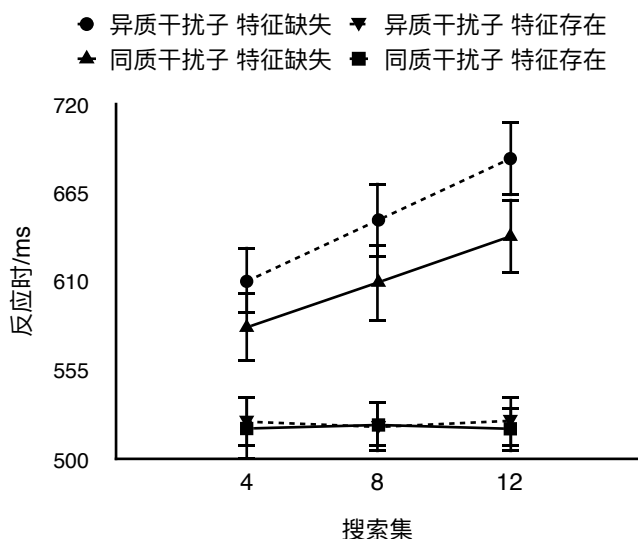


图3-1 不同干扰子下对不同搜索集和不同搜索任务的反应时折线图

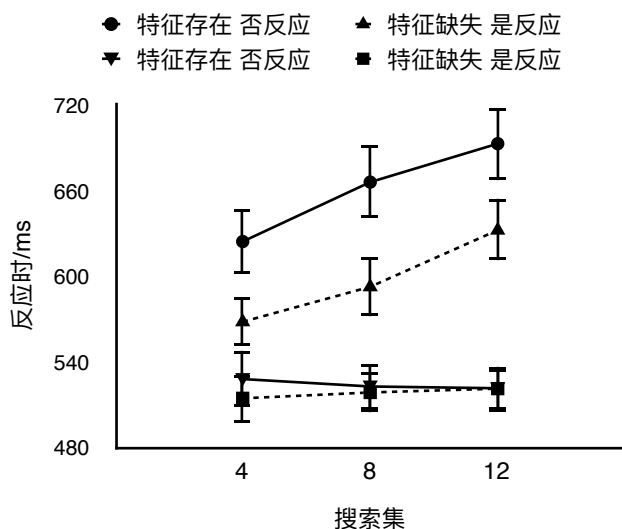


图3-2 不同搜索任务条件下靶子呈现与否的反应时折线图

为.575，三者的交互作用显著。对干扰子与任务类型的交互作用进行简单效应分析，无论干扰子存在与否的情况下，任务之间均存在显著性差异；特征存在的时候干扰子的影响不存在显著差异，而特征缺失的时候异质干扰子干扰更大。

可以发现，无论干扰子存在与否的情况下，任务之间均存在显著性差异；异质干扰子与同质干扰子的在特征存在的时候没有明显区别，但是在特征缺失的时候，异质干扰子反应时长于同质干扰子。

3.2 靶子呈现与否的影响

不同搜索任务条件下，靶子呈现与否的反应时折线图如图3-2所示，反应时与搜索集间的直线回归方程，搜索斜率、截距， R^2 值和显著性如表3-2所示。

对斜率的差异进行显著性检验，反应类型的斜率 $F(1, 616) = .060$ ， $p = .807$ ，局部Eta方为.000，任务类型斜率的差异 $F(1, 616) = 28.537$ ，局部Eta方为.044，反应类型和任务的斜率不存在交互作用。

对搜索任务，反应类型和搜索集大小进行 $2 \times 2 \times 3$ 三因素混合设计方差分析，搜索任务的主效应 $F(1, 51) = 16.364$ ， $p = .000$ ，局部Eta方为.243；反应类型的主效应 $F(1, 51) = .820$ ， $p = .396$ ，局部Eta方为.016；搜索集大小 $F(2, 102) = 19.433$ ， $p = .000$ ，局部Eta方为.276；反应类型与反应任务的交互作用 $F(1, 51) = 75.915$ ， $p = .000$ ，局部Eta方为.598；三者的交互作用显著。对反应类型和反应任务进行简单效应分析，无论反应类型的情况下，任务之间均存在显著性差异；特征存在的时候反应类型的影响不存在显著差异，而特征缺失的时候否反应的干扰更大。

表3-2 不同搜索任务下靶子呈现与否的回归方程斜率、截距、误差项和显著性

		搜索斜率	搜索截距	误差项 R^2	显著性p
特征存在	是反应	0.512	512.994	-0.006	0.740
	否反应	-0.803	530.324	-0.005	0.606
特征缺失	是反应	8.006	533.250	0.156	0.000
	否反应	8.549	592.127	0.131	0.000

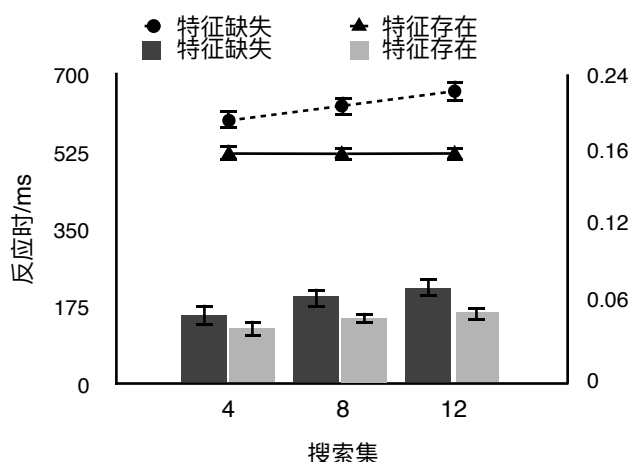


图3-3 不同搜索任务条件平均反应时和正确率

可以发现，是反应的截距小于否反应，而特征缺失的时候否反应的干扰更大，而特征缺失的斜率明显大于特征存在，是反应和否反应的斜率没有显著性差异。特征存在的回归不显著而特征缺失的回归显著。

3.3 搜索任务对反应时和错误率的影响

不同搜索任务的反应时和错误率如图3-3所示。对不同搜索任务和搜索集大小的反应时进行 2×3 重复测量方差分析，结果发现，任务的主效应 $F(1, 52) = 244.122$, $p = .000$ ，局部Eta方为0.827，搜索集大小的主效应 $F(2, 52) = 69.650$, $p = .000$ ，局部Eta方为0.691，对搜索集大小进行时候多重比较发现三个不同大小搜索集两两之间都存在显著性差异，交互

作用 $F(2, 102) = 97.843$, $p = .000$ ，局部Eta方为0.712。交互作用显著进行简单效应分析，在特征缺失的任务中，搜索集为4, 8, 12两两之间均存在显著性差异，而在特征存在的任务中，三者均不存在显著性差异。在搜索集为4, 8, 12时，不同搜索任务均存在显著性差异。

对不同搜索任务和搜索集大小的错误率进行 2×3 重复测量方差分析，结果发现，任务的主效应 $F(1, 52) = 8.179$, $p = .006$ ，局部Eta方为0.136，搜索集大小的主效应 $F(2, 52) = 6.431$, $p = .003$ ，局部Eta方为0.109，对搜索集大小进行时候多重比较发现4和8之间存在显著性差异 $p = .031$ ，4和12之间存在显著性差异 $p = .000$ ，而8和12之间不存在显著性差异，交互作用 $F(2, 104) = 0.443$, $p = .643$ ，局部Eta方为0.008。

说明被试的反应时特征缺失显著长于特征存在，特征存在的时候，被试的反应时随着搜索集的变化没有显著变化，但是特征缺失的时候，被试的反应时随着搜索集的增加有显著增加。被试的错误率在特征缺失时明显大于特征存在，搜索集4与8, 12的错误率存在显著性差异，而8与12不存在显著性差异。

3.4 顺序效应

不同任务顺序对特征存在和缺失的影响如图3-4所示。对任务性质和任务顺序进行 2×2 混合设计方法分析，任务类型的主效应 $F(1, 52) = 328.901$, $p = .000$ ，局部Eta方为.863，顺序效应 $F(1, 52) = .390$, $p = .535$ ，局部Eta方为.007，交互作用 $F(1, 52) = 2.368$, $p = .130$ ，局部Eta方为.044。

这表明不同任务顺序对特征存在和缺失两种任务的影响都不显著。

3.5 靶子所处位置

不同任务下靶子在不同象限的反应时和标准差如表3-3所示。进行 2×5 重复测量方差分析，结果发现，任务的主效应 $F(1, 52) = 253.329$, $p = .000$ ，局部Eta方为.830，位置的主效应 $F(4, 208) = 67.129$, $p = .000$ ，局部Eta方.563，交互作用 $F(4, 208) = 38.759$, $p = .000$ ，局部Eta方.427。对交互作用进行简单效应分析，在特征缺失的情况下，只有靶子出现在

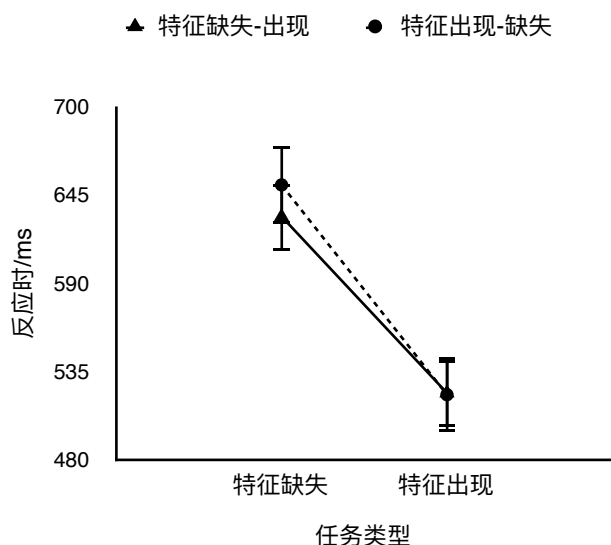


图3-4 不同任务顺序对两个任务的影响

表3-3 不同任务下靶子在不同象限的反应时和标准差（单位: ms）

任务	第一象限		第二象限		第三象限		第四象限		靶子不存在	
	反应时	标准误	反应时	标准误	反应时	标准误	反应时	标准误	反应时	标准误
特征缺失	584.4	19.9	597.7	18.1	627.2	20.0	628.6	21.6	673.5	23.7
特征存在	503.6	15.3	520.3	14.1	538.4	14.8	514.6	14.7	522.7	17.0

表3-4 不同任务下靶子在离中心不同区域的反应时和标准差（单位: ms）

任务	内部区域		中部区域		外部区域		靶子不存在	
	反应时	标准误	反应时	标准误	反应时	标准误	反应时	标准误
特征缺失	571.3	16.9	618.4	20.6	638.7	23.7	673.5	21.5
特征存在	503.0	13.6	521.5	15.2	533.1	17.0	522.7	15.4

第四象限和第三象限不存在显著差别；在特征存在的情况下，靶子出现在第四象限，第二象限与靶子不出现不存在反应时不存在显著差别。

不同任务下靶子在离中心不同位置的反应时和标准差如表3-4所示，任务的主效应 $F(1, 52) = 264.819$, $p = .000$ ，局部Eta方为.836，位置的主效应 $F(3, 156) = 130.561$, $p = .000$ ，局部Eta方.715，交互作用 $F(2, 156) = 71.232$, $p = .000$ ，局部Eta方.578。对交互作用进行简单效应分析，在特征缺失的情况下，所有位置两两之间均存在显著性差异；在特征存在的情况下，靶子出现在中间和靶子不出现不存在反应时不存在显著差别。

3.6 信号检测论

使用信号检测论的指标结果如表4-4所示。可见，在特征存在的情况下，被试的反应倾向比特征

缺失更加严格；特征存在的情况下，被试对于干扰和目标的敏感性更好；但是两个任务的判别标准却没有明显的不同。

4 讨论

4.1 不同任务在各项指标上的差异

首先，特征存在任务的反应时并不会随着搜索集的增加而发生显著性变化，而特征缺失任务的反应时会随着搜索集的增加而显著增加。这表明，被试对于特征存在的任务进行的是平行搜索，而对特征缺失进行的是系列搜索，这是支持Treisman的特征整合理论的。

其次，特征存在任务的错误率在特征缺失时明显大于特征存在，搜索集4与8，12的错误率存在显著性差异，而8与12不存在显著性差异。这说明被试在搜索集只有4的时候错误率明显更低。

第三，从反应倾向看，在特征存在的情况下，被试的反应倾向比特征缺失更加严格，即在特征缺失的状况下，被试更倾向于做是反应，漏报率和正确拒斥率下降。

表3-5 不同任务的信号检测论指标

	β	d'	C
特征缺失	1.57	3.00	77.13
特征存在	1.97	3.28	76.84

第四,从反应敏感性上看,特征存在的情况下,被试对于干扰和目标的敏感性更好,更容易将靶子从干扰子中区分开来。

4.2 与经典实验对比

4.2.1 经典实验结果

经典研究结果如图4-1所示, Treisman经典实验中使用的搜索集的大小分别为1, 6, 12。结果为特征出现, 搜索集大小的主效应显著, 但是很小, 特征缺失, 搜索集大小的主效应也是显著的, 远大于特征存在时搜索集大小的主效应。特征是否出现的主效应显著, 是反应和否反应的主效应也是显著的, 特征是否出现和反应类型的交互作用显著。特征是否出现, 反应类型, 搜索集大小三者的交互作用显著。

错误率分析, 只有特征缺失是反应的错误率为13.9%, 其余错误率都低于4%。这说明, 被试很难在“ Φ ”发现“ \bigcirc ”。

即使先完成特征缺失任务, 再完成特征存在的任务(这种情况靶子和干扰子对调的时候), 也没有让被试在特征存在的任务中, 采用系列搜索, 先做和后做的斜率分别是2.6ms/项目和4.5ms/项目。而顺序也没有对特征缺失任务的斜率产生显著影响, 两次分别是33.5ms/项目, 25.2ms/项目。说明并不存在特征映射的负迁移效应。

经典实验中, 最重要的两个发现是: 特征存在的搜索斜率只有3ms/项目到4ms/项目, 而特征缺失的搜索斜率达到了40ms/项目。第二个是, 在特征缺失的任务中, 是反应的斜率大约是否反应斜率的一般, 这表明, 在特征缺失中, 否反应是自终止的搜索。

经典实验中认为结果是支持特征整合理论的, “ Φ ”相比于“ \bigcirc ”至少多一到两项特征。如果是特征出现, 那么不需要将特征与位置进行整合就可以探测到这个特征, 因为特征存在就是唯一的。但是在特征缺失的任务中, 被试必须要去确定圆形是否带有线条, 按照特征整合理论, 在前注意阶段, 特征是自由漂浮的, 被试既会探测到很多圆形, 也会有很多竖线, 直到注意将两者整合被试才能完成反应。

4.2.2 与经典实验的相同

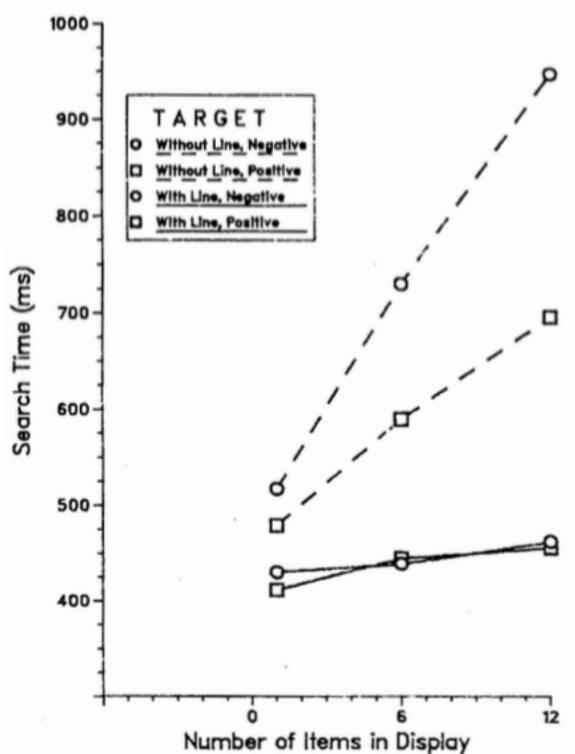


图4-1 经典实验结果
(Treisman, 1985)

在特征出现的任务中, 经典实验的搜索集主效应仍然显著, 但是很小, 但是如果特征缺失, 搜索集大小的主效应远大于特征存在。在本研究中, 如果特征出现那么反应时并不会随着搜索集的增加而增大, 而特征缺失, 搜索集的主效应才存在。这一点上, 我们的研究与Treisman等基本一致, 即特征缺失情况下搜索集的主效应回比特存在大。这同样是说明了特征存在时平行搜索, 特征缺失时系列搜索, 支持了特征整合理论。

错误率分析, 本研究发现特征缺失的错误率更大是边缘显著, 只有搜索集为4的时候错误率更小,

表4-1 经典与本研究斜率对比 (单位: ms/项目)

		本研究	经典实验
特征存在	是反应	0.512	4
	否反应	-0.803	2.9
特征缺失	是反应	8.006	19.7
	否反应	8.549	38.9

而经典实验中发现,特征缺失的是反应错误率更大。本研究 and 经典实验的结果基本一致。

本研究对顺序效应的分析,结果发现顺序对特征存在的搜索和特征缺失的搜索没有明显影响,这与经典实验是一致的。

4.2.3 与经典实验的不同

首先,如表4-1所示,本研究与经典实验所测得的不同任务和不同反应类型下的斜率的是不同的。在经典实验中,特征存在的搜索斜率只有3ms/项目到4ms/项目,而特征缺失的搜索斜率达到了40ms/项目;但是本研究中,特征存在的搜索斜率在0左右,而特征缺失的搜索斜率在8ms/项目到9ms/项目。可见,本研究的斜率都小于经典研究,这可能是因为本研究的被试都是十分了解Treisman理论的心理系学生,并且完成过许多认知实验,是熟练的被试。并且本研究在特征存在的斜率几乎是零,这比Treisman的实验结果更好地支持了特征整合理论,即特征地图的形成和搜索都是不受到特征集大小的影响的。

第二,经典研究还发现,特征缺失的否反应斜率是是反应的两倍,但是本研究发现是反应和否反应的斜率并没有显著区别。经典研究支持了对特征地图的搜索是自终止的系列搜索,但是本研究的结果却认为对特征地图的搜索是一个穷竭式的搜索。两种不同的原因,我们认为可能是存在两种搜索策略。根据斯滕伯格对记忆集中搜索的信息加工系统,存在搜索过程的中央执行器在匹配目标与搜索指令之间只能同时控制一个,如果选择匹配目标和扫描之间不断转化,那么可以是自终止的搜索策略,但是如果中央执行器仅仅进行扫描直到全部结束那么就是穷竭式搜索。斯滕伯格认为,中央执行器的转化需要时间,所以斜率会更大,这也是符合本研究和经典研究区别的。

4.3 靶子是否呈现对搜索斜率的影响

在特征存在的情况下,靶子是否呈现对斜率没有影响,这是与特征整合理论相一致的,因为特征存在,形成特征地图并对其进行平行搜索就可进行反应了,无论靶子是否存在,平行搜索的时间都应该是一样的。

在特征缺失的条件下,靶子是否呈现也对斜率没有产生影响。这个结果我们认为是支持了,对于特征地图的搜索是一个穷竭式的搜索,即需要对所有的目标进行搜索之后,才能做出判断。

4.4 干扰子形状、靶子所在位置、搜索集与搜索任务的交互

干扰子和任务类型存在显著交互作用,对干扰子与任务类型的交互作用进行简单效应分析,无论干扰子存在与否的情况下,任务之间均存在显著性差异;特征存在的时候干扰子的影响不存在显著差异,而特征缺失的时候异质干扰子干扰更大。这说明异质干扰子比同质干扰子在位置地图上的搜索需要更多的时间,但是在特征地图上的搜索,同质干扰子和异质干扰子所需要的时间没有不同,这也支持了平行搜索的存在。

靶子所处的象限与搜索任务,存在明显交互作用。对交互作用进行简单效应分析,在特征缺失的情况下,只有靶子出现在第四象限和第三象限不存在显著差别;在特征存在的情况下,靶子出现在第四象限,第二象限与靶子不出现不存在反应时不存在显著差别。靶子所处的距离中心的距离与搜索任务,存在明显的交互作用。对交互作用进行简单效应分析,在特征缺失的情况下,所有位置两两之间均存在显著性差异;在特征存在的情况下,靶子出现在中间和靶子不出现不存在反应时不存在显著差别。这两个交互作用显著表明,不同搜索任务中,对不同位置的搜索时间是不一样的。

搜索集大小与搜索任务,存在显著的交互作用,对交互作用显著进行简单效应分析,在特征缺失的任务中,搜索集为4, 8, 12两两之间均存在显著性差异,而在特征存在的任务中,三者均不存在显著性差异。在搜索集为4, 8, 12时,不同搜索任务均存在显著性差异。这同样也说明,特征存在的情况下是平行搜索,特征缺失的情况下是系列搜索。

4.5 视觉搜索不对称的原因、理论及影响因素

视觉搜索不对称最主要的表现是在特征缺失任务中,是系列搜索,但是在特征存在的任务中,使用的是平行搜索的策略。直接原因是,特征缺失的

任务中靶子仅仅是一个圆，而特征存在的任务中靶子是一个圆加上竖线。

而为什么刺激的不同会造成视觉的不对称搜索呢？前人通过探索对视觉搜索不对称的影响因素，提出了具体理论进行解释。

4.5.1 基于相似性的不对称搜索

Duncan 和 Humphreys(1989)的刺激相似性理论认为目标搜索是由目标——干扰子之间的相似性和干扰子彼此之间的相似性决定的。目标与干扰子之间的相似性越小，干扰与干扰之间的相似性越大，越容易组群，形成局部对比，从而使靶子突显。但是当靶子与干扰子间的差异足够大，例如用两种颜色做刺激，那么在搜索中两者都会突显，并且非对称将消失。这一方面是因为各个颜色维量之间为替代性特征，另一方面是由韦伯定律所决定。在方位、运动搜索中，靶子本身的特征性质不重要，而是靶子——干扰之间的局部对比对靶子的突显起了关键作用。

但是本研究发现，无论干扰子同质还是异质，任务之间均存在显著性差异，也就是说，干扰子与特征的相似程度并没有改变搜索的不对称性，但是这可能是相似程度不够。

Treisman在1985年的实验中，如图4-2所示，当用数值表示圆的缺口弧长时，若在无缺口或完整的圆中搜索带有1/8、1/4、1/2缺口的圆，目标搜索都是平行的；如果目标和干扰子的角色置换，除了在带有1/2缺口的圆中搜索完整圆的条件之外，其他条件都是系列加工，并且缺口越大，搜索目标

越容易。着一定程度上也说明了相似性对于不对称搜索的影响。

4.5.2 基于熟悉性的搜索非对称

除了相似性，视觉材料的熟悉性也制约着搜索效率。熟悉性并不是视觉模式本身的特性，它与被试对于此视觉模式的经验有关，即熟悉性具有可学习性。Wang(1994)认为靶子与干扰子之间熟悉性的不同是平行搜索的必要条件，由于熟悉的项目激活度小，新颖的项目激活度大而导致上述结果。由此得出推论：熟悉性可作为基本特征。当靶子和干扰子都是熟悉的或新颖的时，在激活性上就没了区别，所以注意搜索就以系列方式进行。

Malinowski(2001)认为在熟悉的干扰子中搜索熟悉的靶子是容易的，因为：在显示系列中，干扰子的数目一般要大于目标的数目，所以熟悉的干扰子使背景项目更容易组群，并且熟悉的干扰子也容易组群。由此得出：干扰子的熟悉性，而不是靶子与干扰子之间熟悉性的不同决定了搜索的效率。两者都强调了刺激熟悉性的重要性。

4.5.3 基于原型—偏离假说的搜索非对称

此理论与强调干扰子的熟悉性相反，与强调靶子、干扰之间熟悉度的差异具有异曲同工之效。根据这个假说：基于原型刺激（熟悉的刺激）的偏离变形具有更多的激活性，因此，在垂直的线组成的干扰子中搜索一条倾斜的线的靶子比反之容易，因为倾斜的线比垂直的线多了倾斜的特征，因此有更多的激活性。新颖的刺激比原型的刺激具有更大的激活性，从而使得在低激活性的干扰子中搜索高激活性的靶子较快，而在高激活性的干扰子中搜索低激活性的靶子则慢得多。

除了以上三个理论之外，对视觉搜索不对称的理论解释还有本文主要探讨的特征整合理论和信息论。信息论将一个不可预测的刺激定义为一个比特的信息量，不同的变化会带来不同的信息量。在特征存在的任务中，靶子的信息量更多，更容易被探测，而在特征缺失的任务重，靶子信息量相比干扰子更少，更不容易被发现。

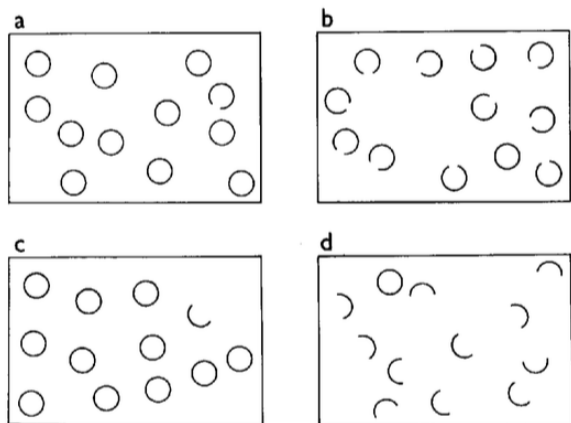


图4-2 相似性对不对称搜索的影响
(Treisman, 1985)

5 结论

首先,特征存在任务的反应时和错误率明显低于特征缺失,特征存在的搜索斜率在0ms/项目左右,而特征缺失的搜索斜率在8ms/项目左右。

其次,无论是干扰子异质还是同质,特征存在与特征缺失任务反应时均存在显著性差异。

第三,靶子是否存在对特征存在和缺失两个任务都没有显著影响。即,被试采用的是穷竭式的搜索方式。

第四,顺序效应也显著不会影响到特征存在和特征缺失两个任务的反应时。

第五,靶子所在的位置,干扰子类型和搜索集大小都与任务类型存在显著的交互作用。

第六,在特征存在的情况下,被试的反应倾向比特征缺失更加严格;特征存在的情况下,被试对干扰和目标的敏感性更好;但是两个任务的判别标准却没有明显的不同。

综上,本研究基本重复了Treisman经典实验,支持了特征整合理论。

6 思考题

6.1 视觉搜索不对称的现象

1996年,Allen L.Nagy和Scott M.Cone研究发现,用颜色和饱和度不同的染色材料作为刺激,当目标项和干扰项饱和度不同的时候,发生了明显非对称性现象,颜色不同时候没有发生,表明了非对称现象与编码和传送的信息的时间相关而不是搜索过程本身的特性。在当时研究者认为,只有当刺激物是配对组成的强和弱的反应时,非对称现象才会发生。这与简单特征搜索的特征分析模型是不一致的。因此,研究者建议对非对称现象的另一种解释是对强和弱两种属性的刺激的时间积累。

1997年,Marisa Carrasco和Tracy L.Mclean等在实验中发现,在倾斜的目标中检测垂直的目标比在垂直的目标中检测垂直的目标更快,表现出了视觉搜索的非对称性。刺激物的大小、方向、空间分辨率都会影响搜索的效率。刺激物大小的影响反映了注意的参与,并且在解释这些搜索现象的时候必须考虑视觉系统的生理限制。

Barbara Zenger和Manfred Fahle在2000的研究中发现,在有四个象限组成的网格中,每个象限都

充满了短斜线,有一个象限中含有与其他三个象限都没有的一个反方向的短斜线或者是有一个象限不含有其他三个象限都有的反方向的短斜线,或者是将短斜线换成一个字母,两个实验都表现出了非对称现象。研究者运用信号检测论作为正确反应和错误反应关系图,并得出了相关的数量化的关系。

2001年,Jeremy M.Wolfe等人的研究发现,在结构化的流场中从静止的干扰项中的搜索运动的目标项明显快于从运动的干扰项中搜索静止的目标项的,但是在光学场中却没有明显的非对称现象。人们发现在N中找镜像的N相对容易,在镜像的N中找N就很难(Wang and Cavanaugh, 1994)。随后,Shen和Reingold(2001)用好几个字母数字做了实验,都发现这种镜面反射会导致一对刺激(N和镜像的N, F和镜像的F等)出现搜索不对称性。

2004年,Barbara Anne Doshier和Songmei Han在研究中发现,从干扰项O中找出目标项C比从干扰项C中找出目标项O更快,也表现出了非对称性,并且认为此现象是处于平行搜索中。

2005年,Humphrey等人研究了刺激物的规范化方向对视觉搜索的影响,刺激项目为动物图片,从倾斜的干扰项中搜索垂直的目标项的速度快于从垂直的干扰项中搜索倾斜的目标项,表明熟悉的对象可以通过规范取向处理,而且是自上而下的加工。该研究支持了熟悉性的观点,搜索熟悉的项目快与不熟悉的项目,对于熟悉的项目已经不需要过多的注意资源参与就可以识别,但是不熟悉的项目则需要消耗更多的资源,因此所耗的时间也会增多。

6.2 视觉搜索不对称的应用

首先,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。根据特征整合理论,如果出现了视觉搜索不对称现象,即特征存在是平行搜索,特征缺失是系列搜索,是因为,存在的特征形成了特征地图,所以在“前注意加工”阶段就能被探测到。所以,我们可以对任意一种视觉刺激的特征进行这项特征存在和这项特征缺失的视觉搜索实验设计。如果出现视觉搜索不对称现象,那么我们可以认为,这项特征能够形成特征地图,即可以在“前注意加工”阶段完成探测。

其次视觉搜索不对称性对界面（如网页界面、手机界面等）的可用性设计的启示。在实际生活中，人们经常要从事某种视觉搜索任务（如，复杂仪器中的特定信号搜索），如何让信号从视觉“噪音”中凸显以提高工效，如何通过特定的显示设计使用户能优化分配注意资源，以达到缩短平均搜索的时间，迅速从多个干扰项中查找到目标，也可以从搜索的非对称研究中得到启发。在进行界面设计时，可以将一些重要常用的功能按钮设计成在其他普通的功能按钮上某项特征的添加；但是对于一些重要但是会带来不可扭转后果的按键（比如，取消保存按钮），就应该设计成特征缺失的刺激，除非使用者有意寻找，否则不应该吸引过多注意力而被误按。

致谢：作者感谢董一胜老师对论文的帮助。

参 考 文 献

- Allen L.Nagy; Scott M.Cone. 1996, Asymmetries in Simple Feature Searches for Color . Vision Research. 36(18), 2837-2847
- Barbara Zenger, Manfred Fahle. 2000. Performance Asymmetries in Visual Search Demonstrate Failure of Independent-processing Models. Vision Research.40, 277-2696.
- Constance S.Royden, Jeremy M.Wolfe. et al 2001. Visual Search Asymmetries in Motion and Optic Flow Fields. Perception & Psychophysics.63(3)463-444.
- Dosher Anne Dosher,Songmei Han. 2004. Parallel Processing in Visual Search Asymmetry. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 30(1),3-27
- Marisa,Carrasco; Tracy L. McIrran. et al. 1997. Feature Asymmetries in Visual Search: Effects of Display Duration, Target Eccentricity, Orientation and Spatial Frequency, Vision Research.38(3), 347-374
- Treisman, A., & Souther, J. (1985). Search asymmetry: a diagnostic for preattentive processing of separable features. Journal of Experimental Psychology: General, 114(3), 285.
- Treisman, A., & Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision: evidence from search asymmetries. Psychological review, 95(1), 15.
- 李永梅, & 曹立人. (2003). 视觉搜索的非对称性研究综述. 人类工效学, 9(2), 37-39.

Search Asymmetry

Li Wei

(Department of Psychology and Behavioral Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

Abstract

Short-term memory is the capacity for holding, but not manipulating, a small amount of information in mind in an active, readily available state for a short period of time. From the start, the code of short-term memory has been considered as acoustic code. However the experiment done by Posner et al. in 1967 indicated that the visual code also existed in short-term memory which decayed very quickly.

Visual search is a common paradigm for understanding attention. Search Asymmetry is that searching for stimuli A in B and B in stimulating A whose search efficiency is different. The purpose of this study is to understand the characteristics of various types of visual search asymmetry and to explore the cause of visual search asymmetry and its influencing factors.

Fifty-two students from Department of Psychology of Zhejiang University participated our experiment and we repeated the classic visual search asymmetry of Treisman et al. The results show that the response time and error rate are significantly lower than the feature loss when the target is one feature relative to the disturbance. The search slope is about 0ms / item, and the feature slope is about 8ms / item , Which indicates that the feature exists in parallel search, and feature missing is a series of search, which is the feature integration theory.

Key words Search Asymmetry; feature integration theory