

## 9 视觉搜索不对称实验

### 9.1 实验背景

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9-1，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。

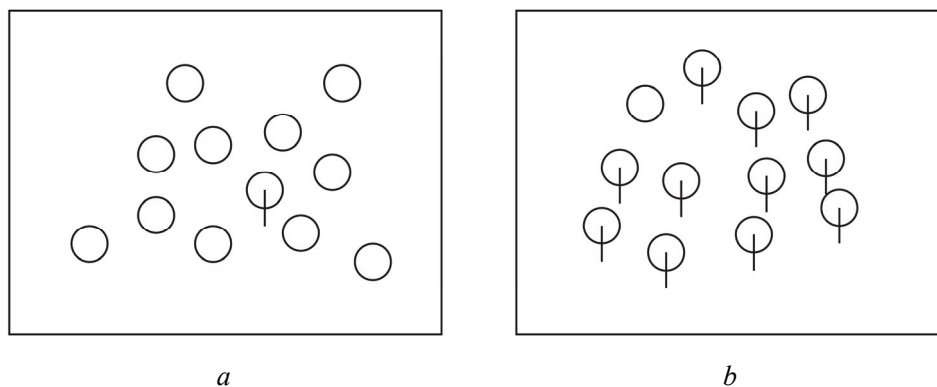


图 9-1 Treisman 实验中两种类型的靶子，摘自(Treisman & Souther, 1985)

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 9-2。

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。

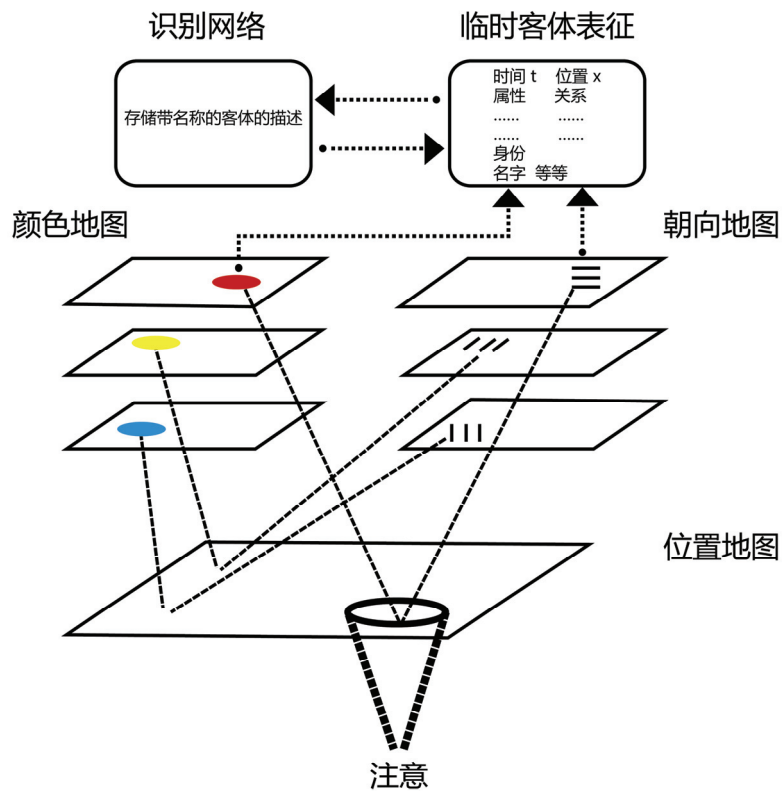


图 9-2 特征整合理论框架示意图，改编自(Treisman & Gormican, 1988)

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。

## 9.2 实验方法

### 9.2.1 被试

请选取至少 50 名（每种实验顺序至少 25 名）被试的实验数据进行分析。

### 9.2.2 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 “ ”、 $\Phi$  “ ”、“ $\bigcirc$ ”和 $\triangle$ ”，符号的颜色为黑色，每个符号的大小约为 1.5cm×1.5cm。

### 9.2.3 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 9-3。

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“ $\Delta$ ”、“ $\bigcirc$ ”和“ $\odot$ ”，其中靶子是“ $\odot$ ”，干扰子是“ $\Delta$ ”和“ $\bigcirc$ ”。被试的任务是判断这些符号中是否存在靶子“ $\odot$ ”，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“ $\Delta$ ”、“ $\odot$ ”和“ $\bigcirc$ ”，其中靶子是“ $\bigcirc$ ”，干扰子是“ $\Delta$ ”和“ $\odot$ ”。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。

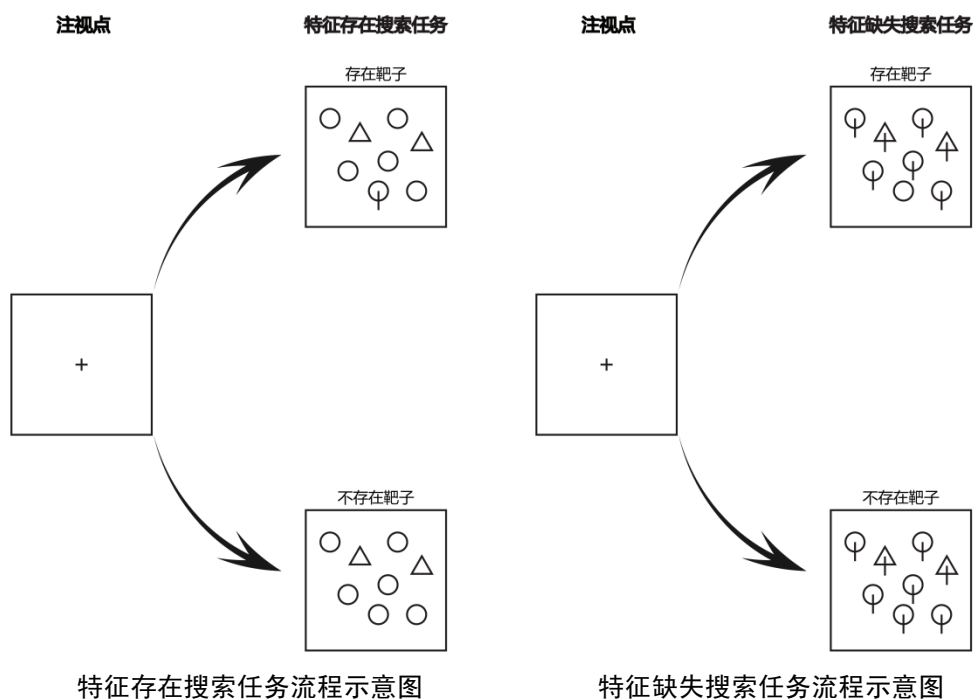


图 9-3 视觉搜索不对称实验流程示意图

### 9.3 结果分析

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。
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  $R^2$  值，考察其是否显著。
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。
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。
- 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  $d'$ 、反应倾向 ( $\beta$ )、判别标准 ( $C$ ) 是否存在

差异。

\*注：此题选作。

## 9.4 讨论

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。

2. 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。

3. 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。

4. 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。

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。

6. 解释视觉搜索的不对称性现象主要有哪些理论。

7\*. 进一步分析实验数据，你还可以发现什么现象？

\*注：此题选作。

## 9.5 结论

结合讨论结果，给出本实验的研究结论。

## 9.6 思考题

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。

2. 请列举你所知的各类搜索不对称现象。

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。

## 9.7 意见与建议

对该实验程序，有何意见与建议。

## 9.8 附录

### 9.8.1 如何打开实验数据文件

实验数据文件在安装程序目录下 SearchAsymmetry 文件夹下,数据文件名为:“Sub\_学生学号\_学生姓名\_视觉搜索不对称实验\_DATA\_SearchMerge\_AP.csv”或者“Sub\_学生学号\_学生姓名\_视觉搜索不对称实验\_DATA\_SearchMerge\_PA.csv”(依被试的实验顺序而不同,AP 代表先做特征缺失搜索任务后做特征存在搜索任务,PA 代表先做特征存在搜索任务后做特征缺失搜索任务),该数据文件为逗号分隔值(CSV, Comma Separated Value)文件,可以用 MS Excel (WPS 电子表格)打开(数据分列时,请选择逗号作为分隔符)。

### 9.8.2 实验数据文件说明

序号	列名	列名含义
1	ID	试验号
2	SubName	被试姓名
3	SubSex	被试性别
4	SubAge	被试年龄
5	SetSize	搜索集的大小(4、8、12)
6	Distractors	干扰子的性质(Homogeneous-同质, Heterogeneous-异质)
7	Target	靶子是否呈现(Positive-呈现, Negative-不呈现)
8	ResponseTarget	被试对靶子的初始反应(Positive-呈现, Negative-不呈现)
9	DistractorCircles	干扰子圆圈(带柄或不带柄)的数量(0~12)
10	DistractorTriangles	干扰子三角形(带柄或不带柄)的数量(0~12)
11	TarQuadrant	靶子所在象限(NullTarget-无靶子, FirstQuadrant-第一象限, SecondQuadrant-第二象限, ThirdQuadrant-第三象限, FourthQuadrant-第四象限)
12	TarArea	靶子所在区域(NullTarget-无靶子, MiddleArea-中间区域, InnerArea-内部区域, OuterArea-外部区域)
13	SearchTask	搜索任务性质(Absence-特征缺失搜索任务, Presence-特征存在搜索任务)
14	ExptOrder	实验顺序(AP-先做特征缺失搜索任务,后做特征存在搜索任务; PA-先做特征存在搜索任务,后做特征缺失搜索任务)
15	ResponseKey	反应键(J键-默认, F键-默认)
16	ISResponseCorrect	反应是否正确(Correct-正确, Wrong-错误)

序号	列名	列名含义
17	ISPressCorrectKey	是否按对键（PressRightKey-按对键，PressWrongKey-按错键，NoPressKey-没有按键）
18	ReactionTime	反应时（毫秒）
19	ISRepeated	是否需要错误补救（NonRepeated-不补救，Repeated-补救）
20	RepeatedReactionTime	错误补救后正确反应时（毫秒）
21	RepeatedTimes	错误补救次数

## 9.9 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。

2. 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。

3. 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。

4. 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。

5. 如有不明白的地方，请问主试。