

两种时空线索条件下表面颜色特征线索 对客体保持的作用^{*}

许百华 李玉明 崔翔宇

(浙江大学心理与行为科学系, 杭州 310028)

摘 要 采用客体回溯范式, 以客体预览利化效应(object specific previewing benefit, OSPB)作为指标, 考察表面特征线索对客体保持的作用。实验 1 使用双向隧道创建时空线索不明确的条件, 研究表面颜色特征线索的作用。实验 2 使用单向隧道使时空线索明确, 研究表面颜色特征线索与时空线索一致、冲突情境下的客体保持。实验 1 和实验 2 均出现了 OSPB 效应, 且实验 2 冲突情境的 OSPB 效应低于一致情境。研究结果表明在时空线索不明确的条件, 仅凭表面颜色特征线索就能实现客体保持; 在时空线索明确的条件下, 时空线索是客体保持的主要线索, 同时表面颜色特征线索也起一定的作用。

关键词 客体保持; 表面特征线索; 表面颜色; 客体文件理论; 客体预览利化效应

分类号 B842

1 引言

人的视觉系统能够主动适应动态的视觉环境, 自如地处理不断变化的客体时空信息和表面特征信息, 保证客体表征的一致性和连续性, 从而实现客体保持(object persistence) (Flombaum, Scholl, & Santos, 2009)。已有的研究普遍认为时空连续性(spatiotemporal continuity)对客体保持具有重要意义, 而在这一研究领域对于客体表面特征(surface feature)线索是否也在客体保持中起作用却一直存在着争议。经典的客体文件(object file)理论提出时空支配假设(spatiotemporal dominance hypothesis), 认为客体保持依赖于客体的时空连续性, 它几乎不受表面特征线索的影响 (Kahneman, Treisman, & Gibbs, 1992; Gao & Scholl, 2010; Mitroff & Alvarez, 2007)。而近几年有不少研究者报道, 表面特征线索可以维持客体表征的连续性, 它对客体保持也具有重要意义 (Richard, Luck, & Hollingworth, 2008; Moore, Stephens, & Hein, 2010; Hollingworth & Franconeri, 2009)。

Kahneman 等(1992)提出的客体文件理论是客体保持研究领域最具影响力的理论。根据该理论, 一个视觉实体的各种信息被整合在一起, 形成一个松散的、临时的表征(episodic representation)——客体文件(object file), 这是一种中间层次的表征, 是形成客体知觉的中间阶段, 既不同于较低层次的离散的视觉特征信息, 也不同于长时记忆中存储的对客体进行辨别和归类的客体表征。客体文件使用空间索引(spatial index)来标记客体的位置, 并通过空间索引将客体的特征信息粘合起来形成一个统一的单元。当客体位置发生变化时, 空间索引便自动更新, 标记客体的新位置。

客体文件理论认为维持客体表征连续性的过程涉及 3 个加工步骤。首先是“对应” (correspondence)操作, 视觉系统通过时空信息是否连续来判断当前客体是稍早前出现过的旧客体还是新客体。其次是“回溯” (reviewing)操作, 提取已存储在旧客体的客体文件中的特征信息。最后是“填补” (impletion)操作, 将当前的视觉输入和已提取的历史信息加以综合以形成有关客体运动或变化的知觉。

收稿日期: 2012-09-04

^{*} 浙江省自然科学基金资助项目(项目号: LY13C090002)。

通讯作者: 许百华, E-mail: xubaihua501@126.com

Kahneman 等(1992)创立了客体回溯范式(object-reviewing paradigm)来验证客体文件理论。如图 1 所示,先在上下位置各呈现一个客体,随后客体中各短暂呈现一个字母作为预览刺激,字母消失后,两个客体移动到左右位置,最后在其中一个客体中呈现一个字母,要求被试尽快读出这个字母。若预览过的字母出现在原来的客体上,为同客体条件(same object condition, SO);若预览过的字母出现在另外一个客体上,为异客体条件(different object condition, DO);若出现的是没有预览过的字母,为不匹配条件(no match condition, NM)。研究发现 SO 条件下对字母的命名速度快于 DO 条件。由于 SO 和 DO 条件下测试字母在预览阶段都出现过,该结果无法用启动效应(priming effect)来解释。这种现象称为客体预览利化效应(object specific previewing benefit, OSPB),SO 和 DO 两种不同条件下的反应时之差就是该效应的效应量(effect size)。Kruschke 和 Fragassi (1996)要求被试通过按键来判断测试刺激是否出现过,使得 OSPB 效应更易被观察到,因而被后续的研究普遍采纳(Mitroff, Scholl, & Wynn, 2004, 2005; Mitroff, Arita, & Fleck, 2009)。另外,由于被试容易对字母自动进行语音编码,近期的研究倾向于采用不易自动进行语音编码的刺激,如特殊符号或新异的不规则图形(Gao & Scholl, 2010; Hollingworth & Franconeri, 2009)。

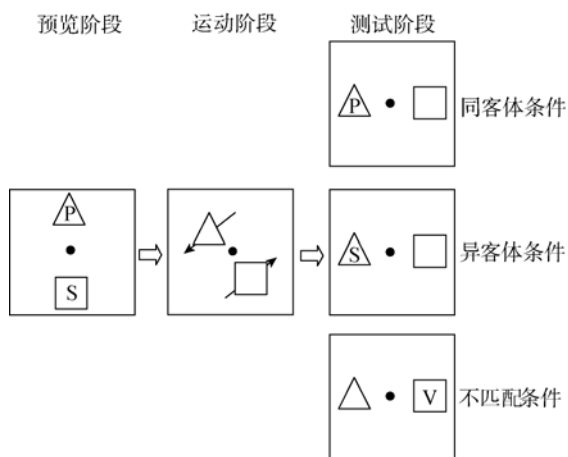


图 1 客体回溯范式示意图

客体“对应”操作是维持客体表征连续性的关键步骤,“对应”操作完成后若被试认为先后出现的是同一个客体,则保留原先的客体文件,之后通过“回溯”和“填补”操作更新客体文件的特征信息,出现对 SO 条件字母再认的利化和对 DO 条件字母再认的阻碍。

OSPB 效应的出现可以表明客体的“对应”已经建立,视觉系统认为观察到的客体是一个单一的、持续存在的实体(Hollingworth & Franconeri, 2009)。

客体文件理论认为时空连续性是完成“对应”操作的关键线索,也是区分客体文件的关键信息,如同文件袋封面上的“标签”,而特征信息为封存在文件袋中的内容,并不起到改变或更换客体文件的作用。当客体的特征信息改变时,如果时空连续性没有被破坏,那么原有的客体文件不会被替换,而只是更新特征信息使其与当前的视觉输入相匹配(Kahneman et al., 1992)。

许多研究使用客体回溯范式及其变式对表面特征线索的作用进行了探索。Mitroff 和 Alvarez (2007) 采用了两个特征不同的客体,并用 1000 ms 的空屏取代运动阶段(图 2),发现无法引发 OSPB 效应。他们由此推断,客体保持高度依赖于时空信息,而不用或很少使用表面特征信息。Moore 等(2010)在运动阶段的最后三帧交换客体的颜色(图 2),并使用图形作为测试刺激。Moore 等人认为如果 OSPB 效应被抑制,就说明表面特征对于客体保持具有重要作用。研究发现 OSPB 效应不但被抑制,还出现“反转”(SO 条件下的反应时大于 DO 条件下的反应时,OSPB 效应量为-46 ms)。Hollingworth 和 Franconeri (2009)将客体回溯范式与隧道效应(tunnel effect)范式相结合,研究了客体被短暂遮挡情况下的客体保持(图 3)。隧道效应是指如果一个客体在一块挡板的一边逐渐进入挡板,一段时间后在挡板的另一边逐渐移出一个客体,那么被试会认为是一个始终存在的客体进入并离开隧道(Wood, 2011)。Hollingworth 和 Franconeri (2009)的研究发现被试既可以利用时空线索也可以利用表面特征线索来完成遮挡前后的客体对应。

Mitroff和Alvarez (2007)



Moore, Stephens和Hein (2010)

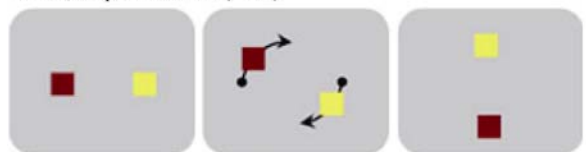


图 2 表面特征线索作用的研究

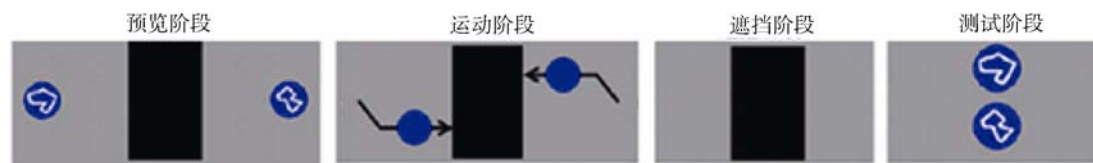


图3 Hollingworth 和 Franconeri (2009)的研究范式

然而 Mitroff 和 Alvarez (2007)的研究在方法学上存在一些问题。首先,令客体从画面中完全消失长达 1000 ms,使得客体在时空上发生了明显的中断,给被试造成原客体已经不存在的暗示,这一负面影响可能抵消了表面特征线索对客体保持发挥的积极作用。其次,采用的是字母刺激,使被试有可能对字母自动进行语音编码,而客体的视觉编码与预览刺激的语音编码分别存储在工作记忆两个独立的子系统中,因此表面特征线索对客体保持的作用可能会由于对预览刺激的独立编码而减弱。Moore 等(2010)的实验中虽然避免了客体时空的中断,但特征交换使客体的表面特征发生了突变,这也许会让被试产生两个客体突然交换位置的错觉。Hollingworth 和 Franconeri (2009)的实验中并没有呈现客体移出隧道的过程,有可能会影响时空线索的作用。

综上所述,前人之所以没有对表面特征线索在客体保持中的作用得出一致的结论,是因为在他们的实验中没有很好地控制时空线索的作用。为了考察表面特征线索对客体保持的独立作用,实验设计必须满足以下 3 点:(1)使时空线索失效,不能对客体保持中的“对应”操作形成直接的引导;(2)不能让时空线索或表面特征线索出现明显的中断或突变;(3)采用被试无法进行自动语音编码的刺激。在真实的情境中,时空线索和表面特征线索经常是同时存在的,若要全面地考察表面特征线索对客体保持的作用,还应当在时空线索有效的条件下考察表面特征线索是否也能引导客体的对应操作。

为了对时空线索的作用进行控制,本研究设计了由一个大圆环、两个矩形的水平入口和两个矩形的垂直出口组成的新的隧道(图 4)。图 4a 所示的是运动路径两可的双向隧道,从水平入口进入的客体从上或下出口移出的概率是相等的。这种隧道使时空线索变得不明确,不能引导客体对应操作,同时也不会使时空信息发生突变。图 4b 所示的是运动路径明确的单向隧道,由于一条路径是断开的,因此入口与出口是一一对应的。当客体离开隧道时交换其颜色,就可以产生表面特征线索与时空线索冲

突的情境,同时也不会使表面特征信息发生突变。整个研究由两个实验组成,实验 1 使用双向隧道,考察在时空线索不明确条件下,表面颜色特征线索能否引发 OSPB 效应。实验 2 使用单向隧道,设定表面颜色特征线索与时空线索一致的情境和两种线索冲突的情境(交换客体的颜色),如果表面颜色特征线索对客体保持也会起作用,那么与一致情境相比,冲突情境下的 OSPB 效应就会出现某种程度的减弱。

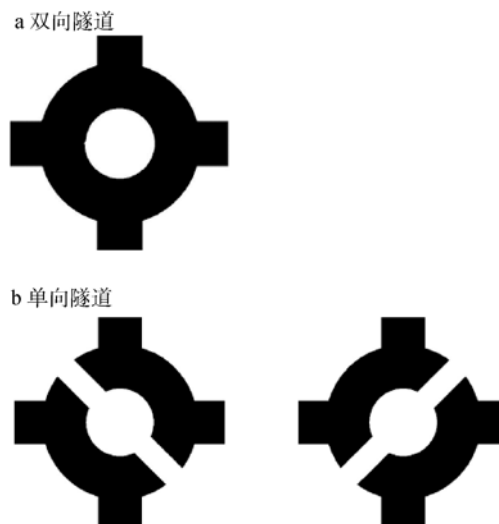


图4 隧道刺激

2 实验 1: 时空线索不明确条件下表面颜色特征线索对客体保持的作用

本实验通过使用双向隧道,考察时空线索不明确条件下,视觉系统只使用表面颜色特征线索是否能实现客体保持。如果表面颜色特征线索能单独对客体保持起作用,那么在实验中将出现 OSPB 效应。

2.1 方法

2.1.1 被试

16 名本科生和研究生参加了本实验,年龄在 19 至 25 岁之间,其中有 8 位是女性被试。所有被

试视力或矫正视力正常。每名被试在完成实验后得到一定的报酬。

2.1.2 实验设备与刺激

实验在一台 P4 中央处理器的电脑上进行, 实验刺激显示在 17 寸彩色 CRT 显示器上。该显示器的屏幕分辨率设定为 1024×768 像素, 刷新频率为 85 Hz。实验程序使用 Presentation 软件编写。被试双眼观察屏幕, 视距 57 cm。

所有刺激呈现于浅灰色背景上。实验中, 在屏幕中心呈现一个双向隧道(图 4a)。该隧道由一个圆环和位于圆环外侧的 4 个矩形组成, 其中圆环的外直径视角为 7°, 内直径为 3.2°, 每个矩形的大小为 2.1°×1.6°。

使用有颜色的圆盘作为客体, 直径为 1.8°, 共有红、黄、绿、蓝和紫 5 种颜色。实验开始时两个不同颜色的圆盘分别呈现在屏幕左右两侧, 距离屏幕中心的距离均为 7.8°, 圆盘的颜色从 5 种颜色中随机选出。预览刺激从图 5 所示 6 个图案中选出。这些图案的大小均为 1.2°×1.2°, 以白色线条在圆盘中显示。

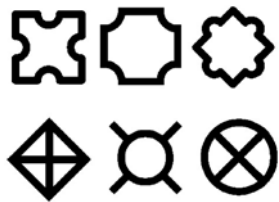


图 5 六种预览和测试图案

2.1.3 实验程序与设计

采用完全的被试内设计。在每个试次中, 屏幕上首先呈现隧道和两个不同颜色的圆盘(图 6), 700 ms 后两个圆盘上各出现一个预览图案, 1000 ms 后图案消失, 圆盘继续静止呈现 300 ms 后开始向屏幕中心移动, 移动速度为 9.1°/s, 移动 400 ms 后从隧道的两个水平入口进入隧道并完全消失。圆盘在屏幕上消失 500 ms 后又以相同的速度从隧道的两个垂直出口移出, 400 ms 后静止, 此时两个测试图案出现在圆盘内, 要求被试判断这两个测试图案是否都曾预览过, 并做出按键反应。如果两个测试图案均是先前出现过的(匹配条件, 包含颜色 SO 条件及颜色 DO 条件, 前者指在预览和测试阶段图案所在圆盘的颜色相同, 后者指图案所在圆盘前后颜色不同), 则反应为“是”; 如果有一个图案是先前没有出现过的(不匹配条件), 则反应为“否”。目标画面

持续显示至按键完成, 若超过 2000 ms 被试还没有反应, 则进入下一个试次。

在所有试次中, 50%为匹配条件(颜色 SO 条件和颜色 DO 条件各占一半), 另 50%为不匹配条件。如果颜色 SO 条件的反应时显著低于颜色 DO 条件, 就表明出现了 OSPB 效应。实验对每个被试单独进行, 练习阶段有 32 个试次, 正式实验有 160 个试次, 各种实验条件在 160 个试次中的呈现顺序随机编排, 实验持续时间约 30 min。

2.2 结果分析

在采用客体回溯范式以及类似范式的实验中, 研究者主要对匹配条件(SO 条件和 DO 条件)的数据感兴趣, 即被试做出“是”反应的试次(Hollingworth & Franconeri, 2009; Mitroff & Alvarez, 2007)。因为在不匹配条件的测试阶段, 引入了一个新的测试刺激, 该测试刺激与预览客体之间并没有建立起联系, 无论时空线索还是表面特征线索都不会影响对该刺激判断的反应时。另外, 前人的研究一致发现不匹配条件的反应时高于匹配条件, 本研究也重复了这一结果。因此本研究重点是对匹配条件的数据进行分析 and 讨论。

被试反应的正确率总体上比较高(94.80%), 颜色 SO 条件的正确率和颜色 DO 条件的正确率无显著差异(94.69% vs. 93.91%), $t(15)=0.81$, $p=0.429$ 。错误反应的反应时数据不计入接下来的统计。计算每名被试正确反应时数据的平均值和标准差, 剔除 3 个标准差以外的数据, 这部分数据占总数据量的 1.68%。对于余下的反应时数据, 分别统计各个实验条件下反应时的平均值和标准差, 结果见表 1。

对颜色 SO 条件下的反应时和颜色 DO 条件下的反应时(837 ms vs. 864 ms)做配对样本 t 检验, 两者差异显著, $t(15)=3.12$, $p<0.01$, 表明出现了 OSPB 效应(效应量为 27 ms), 这提示表面颜色特征可以引导客体对应, 维持客体表征的连续性。

3 实验 2: 表面颜色特征线索与时空线索共存时的客体保持

Moore 等(2010)在客体运动阶段的最后时刻交换两个客体的颜色, 导致 OSPB 效应出现反转, 似乎时空线索的作用被表面特征线索的作用所取代了。然而视觉上客体物理特征发生突变可能会对客体保持产生干扰。为了研究在时空线索有效时, 表面特征线索是否也起到作用, 本实验采用单向隧道使时空线索明确, 通过设定表面颜色特征线索与时

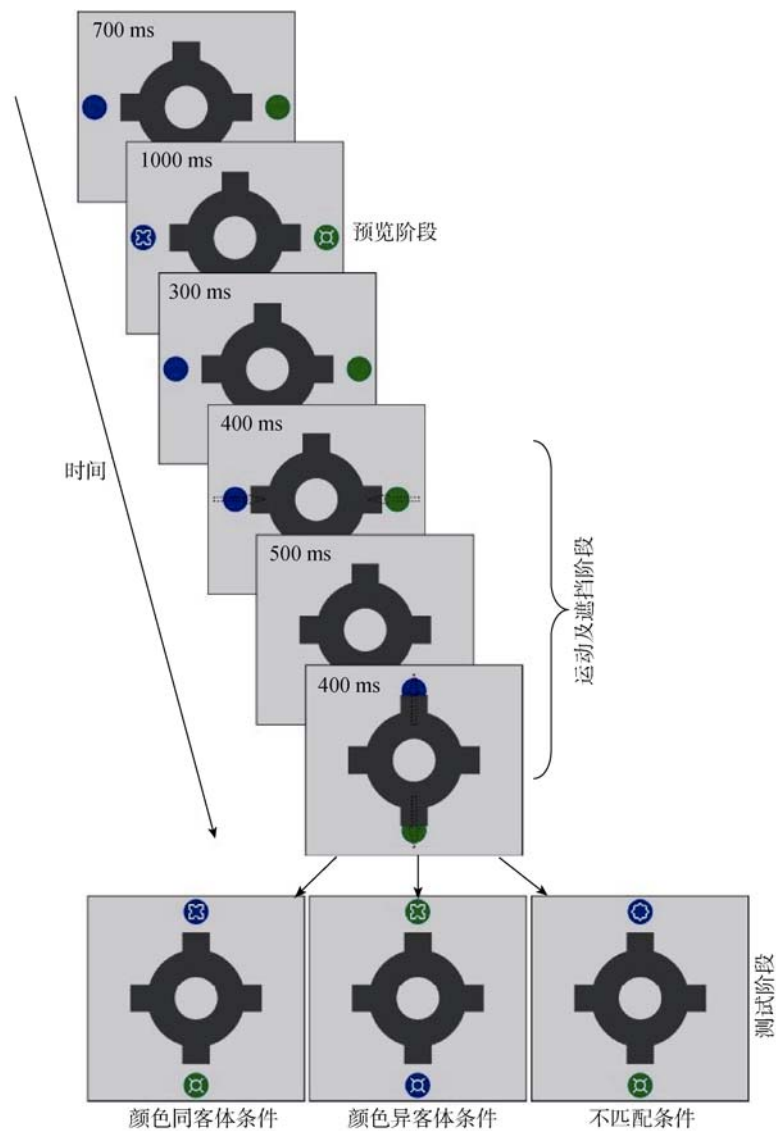


图 6 实验 1 的流程图

表 1 实验 1 的反应时(ms)和正确率(%) ($M \pm SD$)

匹配条件	反应时	正确率
颜色同客体	837±56	94.69±3.15
颜色异客体	864±75	93.91±3.41

空线索一致的情境和两种线索冲突的情境(交换客体的颜色), 考察冲突情境下是否能产生 OSPB 效应, 并将其与一致情境下的 OSPB 效应进行比较。如果表面特征线索也起作用, 那么与一致情境相比, 冲突情境下的 OSPB 效应将会出现某种程度的减弱。

3.1 方法

3.1.1 被试

16 名本科生和研究生参加了本实验, 年龄在

19 至 27 岁之间, 其中有 8 位是女性被试。所有被试视力或矫正视力正常。每名被试在完成实验后得到一定的报酬。

3.1.2 实验设备与刺激

除了使用图 4b 所示的单向隧道刺激外, 实验 2 使用的设备与实验刺激与实验 1 的完全相同。

3.1.3 实验程序与设计

实验程序与设计和实验 1 的基本相同。一个不同点是实验 2 设置表面颜色特征线索与时空线索一致和冲突两种不同的情境。在冲突情境中, 两个圆盘离开隧道时交换了颜色。

另一个不同点是同客体条件和异客体条件的设定。以时空线索所指示的前后出现的客体对应关系作为设定同客体条件和异客体条件的依据: 如果

图案所在客体在预览和测试阶段是时空连续的, 定为时空同客体(时空 SO)条件; 反之, 定为时空异客体(时空 DO)条件。以这两种条件下反应时间的差值作为 OSPB 效应的效应量。在冲突情境中, 因两个客体在离开隧道时交换了颜色, 所以在时空 SO 条件下, 图案前后所在客体的颜色是不同的, 而在时空 DO 条件下, 图案前后所在客体的颜色是相同的(图 7)。两种情境的试次数相同, 两种单向隧道出现的试次数也相同。

实验对每个被试单独进行, 练习实验有 32 个试次, 正式实验有 320 个试次, 各种实验条件在 320 个试次中的呈现顺序随机编排, 实验持续时间约 60 min。

3.2 结果分析

被试反应的正确率总体上比较高(94.96%), 各条件下的正确率无显著差异。错误反应的反应时数据不计入接下来的统计。计算每名被试正确反应时数据的平均值和标准差, 剔除 3 个标准差以外的数据, 这部分数据占总数据量的 1.19%。对于余下的反应时数据, 分别统计各个实验条件下反应时的平均值和标准差, 结果见表 2 和图 8。

对实验 2 的结果进行 2 (情境) $\times$ 2 (同异客体) 重复测量方差分析, 结果显示情境这一因素的主效应不显著, $F(1, 15)=1.82, p>0.05$, 一致情境和冲突情境的反应时无显著差异(885 ms vs. 891 ms); 同异客体这一因素的主效应显著, $F(1, 15)=28.90, p<0.01$, 时空 DO 条件下的反应时显著长于时空 SO 条件下的反应时(911 ms vs. 865 ms); 情境与同异客体间的交互作用显著, $F(1, 15)=10.07, p<0.01$ 。简

单效应分析显示, 一致情境下时空 DO 条件的反应时显著长于时空 SO 条件的反应时(918 ms vs. 851 ms), $F(1, 15)=41.20, p<0.01$; 冲突情境下时空 DO 条件的反应时也显著长于时空 SO 条件的反应时(904 ms vs. 879 ms), $F(1, 15)=5.00, p<0.05$ 。该结果表明一致情境和冲突情境下都出现了 OSPB 效应。从表 2 可见, 一致情境下 OSPB 效应的效应量为 67ms; 与之相比, 冲突情境下 OSPB 效应减弱, 效应量降至 25ms, 但没有发生反转, 这说明引导客体对应操作的是时空线索。对两种情境下的 OSPB 效应进行配对样本 t 检验, 结果显示冲突情境的 OSPB 效应显著小于一致情境, $t(15)=3.173, p<0.01$, 这一结果提示在冲突情境下表面颜色特征线索对时空线索产生了一定干扰, 而使得时空线索在建立客体对应操作中的作用减弱。

4 讨论

在真实的视觉环境中, 客体会运动, 观察者也会运动, 并在观察时还会发生眼跳和眨眼, 另外客体也可能被遮挡, 导致视觉输入的信息并不是完全连续的。视觉系统需要依靠这种不连续的视觉输入来形成连续的客体表征, 实现客体保持。为了将不同时间、不同地点出现的视觉刺激联系起来, 视觉系统可能需要依靠两个线索: 一个是时空线索, 倘若客体的时空特性是连续的, 那么观察者会利用时空线索完成客体对应操作(Kahneman et al., 1992; Gao & Scholl, 2010), 将先后出现的客体归入同一个客体; 另一个是表面特征线索, 倘若先后出现的客体其表面特征相同, 也会被归入同一个客体

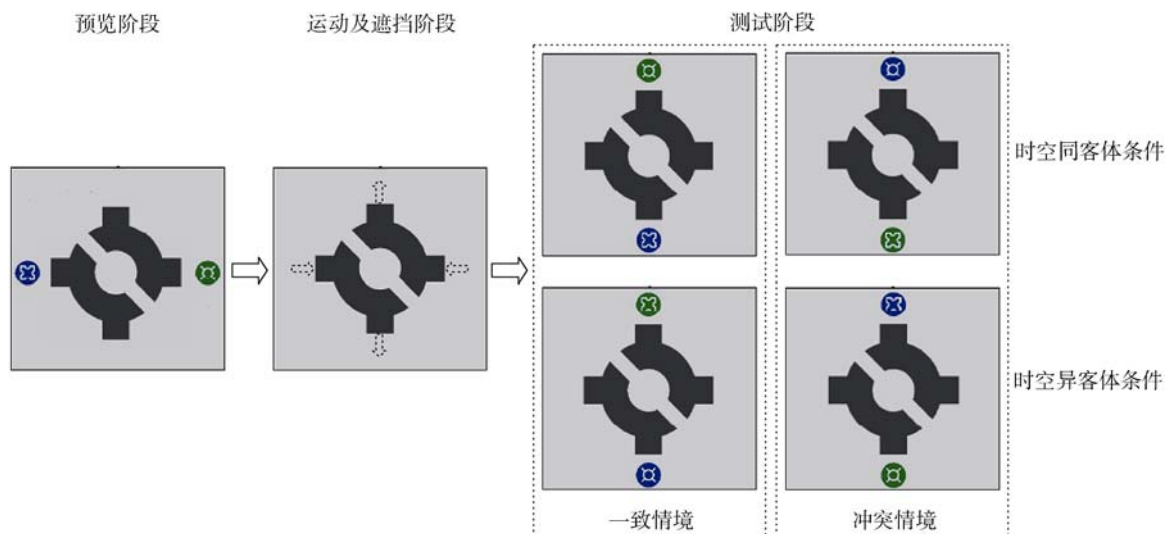


图 7 实验 2 流程简图

表 2 实验 2 的反应时(ms)和正确率(%) ($M \pm SD$)

匹配 条件	一致情境		冲突情境	
	反应时	正确率	反应时	正确率
时空同客体	851±48	94.84±3.38	879±61	95.78±2.86
时空异客体	918±64	95.47±2.93	904±61	94.53±3.22

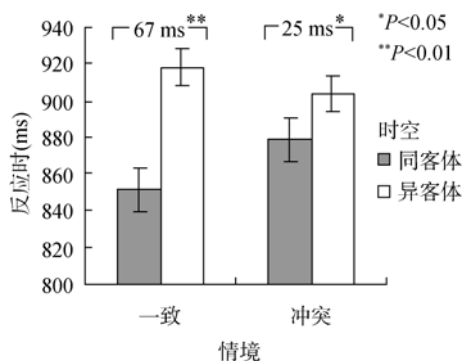


图 8 实验 2 各条件的反应时

(Hollingworth & Franconeri, 2009)。

为了单独研究表面特征线索对客体保持的作用,实验 1 采用环形的双向隧道产生时空线索不明确的条件;实验中客体的时空连续性既没有被完全打断,对客体保持产生阻碍作用,又不会对客体对应操作形成直接的引导。因为时空线索失效,被试只能根据表面特征线索来维持客体表征的连续性。这种设计包含了经典的客体回溯范式的优点,即控制了距离与方位的潜在干扰;首先,预览刺激所在的位置与任何一个测试位置的间距都是相等的,所以不存在由于空间距离远近不同而形成的基于空间的注意选择的不同;其次,预览刺激分别呈现在屏幕中心点的左侧和右侧,而两个测试刺激分别出现在屏幕中心点的正上方和正下方,因此任一呈现预览刺激的位置都不会更偏向于某个呈现测试刺激的位置,被试的反应也就不会受到方位偏向性的干扰。实验结果显示颜色同客体条件的反应时和颜色异客体条件的反应时有显著差异,OSPB 效应的效应量为 27 ms,这说明时空线索并不是视觉系统实现客体保持的唯一线索,当时空线索不明确时,视觉系统为了建立稳定的视觉意识也会使用表面特征线索。该结果与知觉研究领域已有的一些实验结果相一致。Gordon 和 Vollmer (2010)发现,当客体的颜色被用作辨认客体的关键信息时,客体颜色变化会破坏客体的连续性知觉。Richard 等(2008)探索了眼跳过程中视觉系统是如何建立客体对应关系的,结果发现观察者能灵活运用时空信息和表

面特征信息两种线索来做出判断;如果眼跳指向的目标是基于客体位置加以选择的,那么一个在适当位置上呈现的客体将被认为是原先的客体;如果眼跳指向的目标是基于客体表面特征(如颜色)选择的,那么具备适当表面特征的客体将被认为是原先的客体。Hollingworth 等(2008)对搜索具有某种特征的客体时眼动轨迹的变化特点进行了分析,发现存储在视觉工作记忆中的客体表面特征信息能够引导目标搜索中的眼跳行为。

实验 2 使用单向隧道使时空线索明确,通过建立时空线索和表面特征线索一致和冲突的两种不同情境,进一步考察了在时空线索明确条件下表面特征线索是否也对客体保持起作用以及两种线索的相对重要性。实验中,以时空线索所指示的客体对应关系作为设定同客体和异客体条件的依据,以这两种条件下的反应时间的差值作为 OSPB 效应的效应量。如果表面特征线索对客体保持不起作用,那么无论客体的颜色是否发生变化,OSPB 效应将都不会受到影响,一致情境与冲突情境的 OSPB 效应应当是相同的。而实验 2 得出的结果正好相反,一致情境与冲突情境的 OSPB 效应存在着显著差异,这说明在时空线索明确时表面特征线索也对客体保持起一定的作用。实验 2 还发现,冲突情境下 OSPB 效应虽然较一致情境下有大幅度的下降,但并没有出现 Moore 等(2010)所报道的那种“反转”现象,时空同客体条件的反应时仍然小于时空异客体条件的反应时。这一结果说明,时空线索在引导客体对应上比表面特征线索占优势,它是客体保持的主要线索。

在前人研究中对于表面特征线索是否在客体保持中起作用有不同的看法。Kahneman 等(1992)认为客体保持依赖于客体的时空连续性,表面特征几乎不起作用,这一观点被称为强时空假设(strong spatiotemporal hypothesis)。Richard 等(2008)不赞同这个观点,他们提出了弱时空假设(weak spatiotemporal hypothesis),认为时空线索和表面特征线索都能够对客体保持起作用,当这两种线索并存时,时空线索起主要作用。这两种假设都得到了一些实验证据,而近期的研究大多倾向于支持弱时空假设(Horowitz et al., 2007; Hein & Cavanagh, 2012; Hollingworth & Franconeri, 2009; Fields, 2011; Mitroff & Alvarez, 2007; Makovski & Jiang, 2009; Yi et al., 2008);有研究者还发现视觉系统不仅能在前后呈现的表面特征一致的客体之间建立起对

应, 而且对前后呈现的表面特征相似的客体也能建立起某种程度的对应(Hein & Cavanagh, 2012; Hein & Moore, 2012)。本研究的结果也支持弱时空假设, 并进一步证实在时空线索不明确条件下视觉系统仅利用表面特征线索也能形成连续的客体表征, 实现客体保持。

本研究只是选择了客体颜色这一表面特征, 除颜色外, 客体之间还经常在亮度、形状、大小、纹理等表面特征上表现出差异。当客体具有多个表面特征时, 视觉系统同时使用这些表面特征线索是否比单独使用一种表面特征线索更有利于客体保持尚有待于进一步研究。

5 结论

本研究采用环形隧道考察了时空线索不明确及时空线索明确的条件下表面颜色特征线索对客体保持的作用, 得到如下结论:

(1) 在时空线索不明确条件下, 视觉系统可以依靠表面颜色特征线索完成客体对应, 表面颜色特征可以成为客体保持的线索;

(2) 在时空线索明确的条件下, 视觉系统依靠时空线索完成客体对应, 时空线索是客体保持的主要线索, 同时表面颜色特征线索也会产生一定的作用。

参 考 文 献

- Fields, C. (2011). Trajectory recognition as the basis for object individuation: A functional model of object file instantiation and object token encoding. *Frontiers in Psychology*, 2, 49.
- Flombaum, J. I., Scholl, B. J., & Santos, L. R. (2009). Spatiotemporal priority as a fundamental principle of object persistence. In B. Hood & L. Santos (Eds.), *The Origins of Object knowledge* (pp. 135–164). New York and Oxford: Oxford University Press.
- Gao, T., & Scholl, B. J. (2010). Are objects required for object-files? Roles of segmentation and spatiotemporal continuity in computing object persistence. *Visual Cognition*, 18, 82–109.
- Gordon, R. D., & Vollmer, S. D. (2010). Episodic representation of diagnostic and nondiagnostic object colour. *Visual Cognition*, 18(5), 728–750.
- Hein, E., & Cavanagh, P. (2012). Motion correspondence in the Ternus display shows feature bias in spatiotopic coordinates. *Journal of Vision*, 12(7), 1–14.
- Hein, E., & Moore, C. M. (2012). Spatio-temporal priority revisited: The role of feature identity and similarity for object correspondence in apparent motion. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38(4), 975–988.
- Hollingworth, A., & Franconeri, S. L. (2009). Object correspondence across brief occlusion is established on the basis of both spatiotemporal and surface feature cues. *Cognition*, 113, 150–166.
- Hollingworth, A., Richard, A. M., & Luck, S. J. (2008). Understanding the function of visual short-term memory: Transsaccadic memory, object correspondence, and gaze correction. *Journal of Experimental Psychology General*, 137(1), 163–181.
- Horowitz, T. S., Klieger, S. B., Fencsik, D. E., Yang, K. K., Alvarez, G. A., & Wolfe, J. M. (2007). Tracking unique objects. *Perception*, & *Psychophysics*, 69(2), 172–184.
- Kahneman, D., Treisman, A., & Gibbs, B. J. (1992). The reviewing of object files: Object-specific integration of information. *Cognitive Psychology*, 24, 175–219.
- Kruschke, J. K., & Fragassi, M. M. (1996). The perception of causality: Feature binding in interacting objects. In G. W. Cottrell (Ed.), *Proceedings of the 18th annual conference of the Cognitive Science Society* (pp. 441–446). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Makovski, T., & Jiang, Y. (2009). Feature binding in attentive tracking of distinct objects. *Visual Cognition*, 17(1), 180–194.
- Mitroff, S. R., & Alvarez, G. A. (2007). Space and time, not surface features, guide object persistence. *Psychonomic Bulletin and Review*, 14, 1199–1204.
- Mitroff, S. R., Arita, J. T., & Fleck, M. S. (2009). Staying in bounds: Contextual constraints on object-file coherence. *Visual Cognition*, 17, 195–211.
- Mitroff, S. R., Scholl, B. J., & Wynn, K. (2004). Divide and conquer: How object files adapt when a persisting object splits into two. *Psychological Science*, 15, 420–425.
- Mitroff, S. R., Scholl, B. J., & Wynn, K. (2005). The relationship between object files and conscious perception. *Cognition*, 96, 67–92.
- Moore, C. M., Stephens, T., & Hein, E. (2010). Features, as well as space and time, guide object persistence. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17(5), 731–736.
- Richard, A. M., Luck, S. J., & Hollingworth, A. (2008). Establishing object correspondence across eye movements: Flexible use of spatiotemporal and surface feature information. *Cognition*, 109, 66–88.
- Wood, J. N. (2011). A core knowledge architecture of visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37(2), 357–381.
- Yi, D. J., Turk-Browne, N. B., Flombaum, J. I., Kim, M. S., Scholl, B. J., & Chun, M. M. (2008). Spatiotemporal object continuity in human ventral visual cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 8840–8845.

The Role of Surface Color Feature Cue in Object Persistence under Two Different Spatiotemporal Conditions

XU Baihua; LI Yuming; CUI Xiangyu

(Department of Psychology and Behavioral Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310028, China)

Abstract

Whether surface feature information could become a cue in object persistence has been a controversial issue. According to the object file theory by Kahneman, Treisman and Gibbs (1992), spatiotemporal information, rather than surface feature information, is the key cue in object persistence. This viewpoint was supported by Mitroff and Alvarez' (2007) experiments using an object-reviewing paradigm. They found that participants could not establish object correspondence based on surface feature cues. However, Moore, Stephens and Hein (2010) exchanged the features of two objects abruptly in their experiments and found that the object correspondence operation could be established on the basis of surface feature cues. In the present study, the role of surface feature cues in object persistence was examined under two different conditions. In one condition, the spatiotemporal cue was ambiguous; in another condition, the spatiotemporal cue and the surface color feature cue were either congruent or conflicting.

The present study used an object-reviewing paradigm and added a "tunnel" stimulus in order to control the role of spatiotemporal cues. Each "tunnel" stimulus was composed of a large circle with rectangles located at four points around the circle, to the left and right of the circle and above and below it. The left and right rectangles were entrances and the upper and lower rectangles were exits. On each trial, two objects entered the tunnel at same time from the left and right entrances, and then exited from the upper and lower exits respectively. The objects were not visible when they were in the tunnel. There were two kinds of tunnels. One was "dual-route tunnel"; another was "single-route tunnel". When the dual-route tunnel was used, the two objects moving into the tunnel would leave the tunnel from the upper and lower exits at random, therefore the spatiotemporal cue was ambiguous. When the single-route tunnel was used, each object would leave the tunnel from one specific exit. Several unfamiliar figures were used as the test stimuli to minimize the possibility of verbal encoding of the stimuli by participants. Participants were instructed to judge whether the two figures on the objects after they left the tunnel were the same as the two figures on the objects before they entered the tunnel. Object specific previewing benefit was calculated to estimate the role of the surface feature in object persistence.

Two experiments were conducted. In experiment 1, the dual-route tunnel was used and evidence for OSPB was found when the spatiotemporal cue was ambiguous. In experiment 2, the single-route tunnel was used and evidence for OSPB was also found, but the size of the effect was smaller in the conflicting condition than in the congruent condition.

These results suggest that object persistence could be based on the surface feature cue when the spatiotemporal cue is ambiguous, and that the surface feature cue could also play a role in object persistence when the spatiotemporal cue was present.

Key words object persistence; surface feature cue; surface color; object file theory; object-specific preview benefit