

连续报告任务中无效后线索对后线索效益的影响^{*}

林毅辉 孟迎芳 刘 童

(福建师范大学心理学院, 福州 350117)

摘 要:本文采用连续报告任务,从非线性指示项目的角度入手,探讨无效后线索的存在是否会影响后线索效应的产生,以此进一步了解“后线索效益”的产生机制。结果表明,无论采用空间后注意线索,还是非空间的颜色后注意线索,都产生了“后线索效益”,即后线索确实提高了被试视觉工作记忆的表现。无效后线索的存在不会影响“后线索效益”的产生,该效益的理论解释符合优先提取说,即被试会利用后注意线索优先提取线索指示项目,产生更快和更准确的反应。

关键词:后线索效益;注意;视觉工作记忆;连续报告任务

中图分类号:B842.5

文献标识码:A

文章编号:1003-5184(2020)04-0361-05

1 引言

视觉工作记忆(visual working memory)是工作记忆的一个重要子系统,用于实时存储和操纵视觉刺激,把潜在的相关视觉刺激信息以内部表征的形式存储,进而指导人的认知和行为活动(Baddeley, 2012)。Palmer(1990)发现在视觉工作记忆任务中,当在记忆项目出现之前呈现一个有效线索(简称前线索, pre-cue),这种前线索会把被试的注意指向记忆项目中的某些与之后任务相关的项目,从而明显提高了被试的记忆成绩,表明注意能易化外界与任务相关的视觉信息的编码与存储的加工过程。近年来研究者发现,在记忆项目出现之后呈现的注意线索也能提高视觉工作记忆成绩(Berryhill, Richmond, Shay, & Olson, 2012; Griffin & Nobre, 2003; Makovski & Jiang, 2007; Sligte, Scholte, & Lamme, 2008)。Griffin 和 Nobre (2003)最早进行这方面研究。在实验中,被试首先被要求记住同时呈现在屏幕四个象限中的四个不同颜色的“×”,在记忆项呈现完毕后,于屏幕上出现一个空间线索,该线索指向的空间位置表明该方位上的刺激与随后的检测任务相关,随后出现检测项“×”,要求被试判断该“×”是否为之前出现过的刺激之一。结果发现,有后线索条件下的记忆准确率要明显高于无后线索条件。Griffin 等认为,后线索会引导被试的注意指向内部记忆表征,从而影响对视觉知觉信息的选择和加工,进而提高视觉工作记忆的表现,因此,把这种效应称为“后注意线索效益”,简称后线索效益(retro-cue benefit)。

随后针对后线索效益的产生机制,研究者们提出了不同的解释,主要有保护说、排除说以及优先说

三种假设。其中保护说认为,后线索可以保护线索指示项目避免随时间衰减或受干扰的影响,因此表现出更优的记忆成绩。例如有研究者通过改变后线索和探测任务之间的时间间隔发现,线索指示项目的正确率在不同的时间间隔下并无显著差异,可见后线索有助于保护线索指示项目的记忆,避免被快速遗忘(Pertsov, Bays, Joseph, & Husain, 2013)。排除说则提出,因后线索指示项目与记忆测验有关,而非线索指示项目则与记忆测验无关,因此被试会依据后线索在视觉工作记忆中排除无关项目,减少记忆负荷,从而表现出更优的记忆成绩(Oberauer, 2001)。例如有研究者使用无线索和 100% 有效后线索,并且变化了记忆项目的数量(2, 4, 6),结果发现无线索条件下记忆成绩随数量的增加而减少,而后线索条件下,后线索效益并不会受记忆项目的数量的影响(Souza, Rerko, & Oberauer, 2014)。优先说又分为优先比较说和优先提取说。优先比较说认为,在探测任务阶段,后线索指示项目会被优先和探测任务作比较,后线索主要是减少了记忆中比较的次数,从而产生更快和更准确的反应;优先提取说则认为,被试在记忆中搜索项目时会利用后线索优先提取线索指示项目,以便在探测阶段更快做出选择,提高反应速度(Astle, Summerfield, Griffin, & Nobre, 2012)。例如, Astle 等(2012)发现,有效后线索和无效后线索条件下被试记忆的正确率并没有显著差异,但在反应时上却有显著差异。这表明非线性指示项目同样也可以在记忆中搜索到,只不过是提取次序上慢于线索指示项目。

综合比较上述假设可发现,虽然各个理论都认同线索指示的项目会得到更优的选择和加工,但对

^{*} 基金项目:国家自然科学基金青年项目(318000906),福建省自然基金面上项目(2018J01719)。

通讯作者:孟迎芳, E-mail: mengyif1978@126.com。

非线索指示项目的命运却有着不同的说法。保护说和排除说认为,那些非线索指示项目很可能被遗忘、衰退,或者被排除(Matsukura et al., 2007)。而优先说则倾向于非线索指示项目表征并未被抛弃,只是在提取速度上变慢了(Astle et al., 2012)。为此,近年来有研究者通过加入无效后线索,来进一步讨论后线索效益的产生以及发生机制。一些研究者发现不论无效后线索条件所占的比例是多还是少,有效后线索条件下被试的记忆成绩明显优于中性条件下被试的记忆成绩,无效后线索条件下被试的记忆成绩比中性条件下被试的记忆成绩并无显著差异,这说明无效后线索的存在不会影响后线索效应的产生(Astle et al., 2012; Griffin & Nobre, 2003; Landman et al., 2003; Pertzov, Bays, Joseph, & Husain, 2013)。然而另一些研究者发现无效后线索的存在会影响后线索效应的产生,例如 Gözenman 等人在研究中加入无效后线索且线索可靠性比例为 50%,结果发现有效后线索条件下被试的记忆成绩与中性条件下被试的记忆成绩并无显著差异,无效后线索条件下被试的记忆成绩显著差于中性条件下被试的记忆成绩和有效后线索条件下被试的记忆成绩,这说明无效后线索的存在消除了后线索效应(Gözenman, Tanoue, Metoyer, & Berryhill, 2014)。因此本研究通过加入无效后线索,在探索非线索指示项目的命运的同时也想知道无效后线索的存在是否会消除后线索效应,以此来进一步探索后线索效应的产生机制。

此外,以往研究大多采用变化觉察范式来探讨后线索效益(Landman et al., 2003; Berryhill, Richmond, Shay, & Olson, 2012; Astle et al., 2003; Duarte et al., 2013),即在记忆测验阶段,呈现与之前记忆项完全相同或在某一个刺激上有所变化的检测项,要求被试做出两者“异”或“同”的反应。但随着进一步的研究,变化觉察范式的可靠性受到质疑。因为记忆表征的存储并不是“全或无”的形式,所以该范式通过被试报告前后刺激物体的变化并不能说明被试是否回忆起变化的项目,也不能说明被试完全遗忘对项目的记忆。此外,变化觉察任务中,刺激流的再次出现可能干扰或覆盖第一次出现的记忆项目(Landman et al., 2003; Makovski, Sussman, & Jiang, 2008),可能导致无法有效地测量被试的工作记忆表现。为此,Bays 和 Husain(2008)提出使用连续报告任务,要求被试根据空间位置变化回忆再现出刺激项目的特征,而不是简单回答有无变化。相比较变化觉察范式,连续报告任务能更好地衡量被试回忆的数量和质量,或者对项目的记忆程度,而不是简单的判断有无变化。因此本文作者认为,连续报告任务下被试的回答更能体现被试是否真的记得线索所指示项目,更能反映视觉工作记忆的精度,产生真

正的“后线索效益”。

综上所述,本研究拟采用连续报告任务,分别采用空间后线索和非空间后线索,通过比较有效后线索、无效后线索与中性后线索条件之间的差异,在探讨非线索指示项目的命运的同时,观察无效后线索的存在是否会消除后线索效益,以进一步探索后线索效益的产生机制。

2 实验一 无效后线索存在时的空间后线索效益

2.1 被试

30 名大学生参与本实验,其中男 16 名,女 14 名,年龄在 17~23 岁之间。所有被试智力正常,无严重躯体疾病及精神病史;所有被试视力或矫正视力正常,无色盲或色弱。实验前告知实验事项,结束后给予被试一定的报酬。

2.2 实验设计

采用单因素被试内实验设计,自变量为后线索性质,有三个水平,分别是有效后线索、中性后线索和无效后线索。因变量为被试的回忆正确率与反应时。

2.3 实验材料

记忆项目为圆形色块,直径为 5cm。圆形色块的颜色包括红色(RGB 为 255/0/0)、黄色(RGB 为 255/255/0)、蓝色(RGB 为 0/0/255)、绿色(RGB 为 0/255/0)、紫色(RGB 为 75/0/75)、白色(RGB 为 255/255/255)。空间后线索为四个方向指向的白色箭头(左上、左下、右上、右下)。

2.4 实验程序

采用 E-PRIME2.0 软件编程。被试在隔音室内个别施测。电脑屏幕显示器为 14 英寸,分辨率 1024×768,距离被试 70cm。被试按照指导语,通过计算机键盘进行相应反应。

实验一共包括 150 个试次,其中有效后线索 60 个试次,无效后线索 60 个试次,中性后线索 30 个试次。每个试次的呈现流程是类似的,即首先在黑色背景的屏幕中央呈现注视点“+”1500ms 后,在屏幕的四个象限上呈现四个不同颜色的圆形色块 300ms,间隔 1000ms 后呈现一个后线索(包括有效后线索:白色箭头指示的位置和之后探测阶段问号位置一致;无效后线索:白色箭头指示位置和之后探测阶段问号圆位置不一致;中性后线索:无任何指向意义的“×”),呈现时间 100ms。间隔 800ms 后在屏幕的四个象限的某个位置上出现一个问号,要求被试回忆该位置上之前出现过的圆形色块的颜色,并进行相应的按键反应(分别为红 1、黄 2、蓝 3、绿 4、紫 5、白 6)。至此,单个试次结束,具体实验流程图见图 1。实验过程中,三种试次条件随机呈现,并保证所有试次中的记忆刺激不重复。被试首先进行 6 个试次的练习,熟悉实验要求后开始正式实验。

要求被试在确保反应正确的前提下尽快地做出反应。

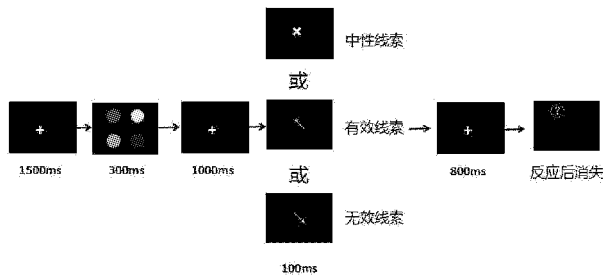


图 1 空间后线索实验中单个试次的实验流程示意图

2.5 结果分析

表 1 不同空后线索条件下的回忆正确率和反应时均值与标准差 ($M \pm SD$)

后线索条件	正确率 (%)	反应时 (ms)
有效	77.22(2.45)	1773(77.45)
中性	69.11(4.69)	2067(77.03)
无效	63.43(2.85)	2011(94.63)

为了评估不同空间后线索对被试记忆行为产生的影响,分别对正确率和反应时进行后线索条件(有效 vs 无效 vs 中性)的单一重复测量方差分析。结果显示,在正确率上,后线索条件的主效应显著 [$F(1,29) = 8.233, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.221$],进一步多重比较表明,有效后线索下的正确率显著高于中性后线索 [$t(29) = 3.894, p = 0.001$],和无效后线索 [$t(29) = 3.528, p = 0.001$],中性后线索与无效后线索的正确率之间没有显著差异 [$t(29) = -1.448, p = 0.158$]。在反应时上,空间后线索的主效应也是显著的 [$F(1,29) = 13.311, p = 0.000, \eta_p^2 = 0.315$],主要表现为有效后线索下的反应时显著快于中性后线索 [$t(29) = -4.921, p = 0.000$],和无效后线索 [$t(29) = -3.953, p = 0.000$],而中性后线索和无效后线索条件下的反应时并无显著差异 [$t(29) = -0.911, p = 0.370$]。

综上,有效后线索条件下被试的成绩都要好于无效后线索条件和中性后线索条件。这说明空间后线索促进了被试视觉工作记忆的记忆表现,产生了后线索效益。并且,无效后线索条件下被试的成绩和中性后线索条件下被试的记忆表现并无显著差异。

3 实验二 无效后线索存在时的非空间后线索效益

3.1 被试

31 名大学生参与本实验,其中男 16 名,女 15 名,年龄在 17 ~ 23 岁之间。选取标准与实验一类似。

3.2 实验设计

采用单因素被试内实验设计,自变量为后线索

性质,有三个水平,分别是有效后线索、中性后线索和无效后线索。因变量为被试的回忆正确率与反应时。

3.3 实验程序

实验材料、实验程序均与实验一类似。区别在于非空间后线索是与记忆项目的颜色一致的方形色块。有效后线索为与探测阶段问号位置所要求记忆的项目颜色一致的方形色块;无效后线索为与探测阶段问号位置所要求记忆的项目颜色不一致的方形色块;中性后线索为无任何指向意义的“x”。具体实验流程图见图 2。

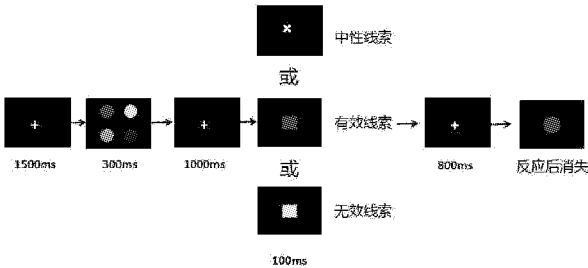


图 2 非空间后线索实验中单个试次的实验流程示意图

3.4 结果分析

表 2 不同非空间后线索条件下的回忆正确率和反应时均值与标准差 ($M \pm SD$)

后线索条件	准确率 (%)	反应时 (ms)
有效	75.91(2.53)	1304(74.03)
中性	67.21(3.45)	1548(65.98)
无效	70.75(3.09)	1522(73.26)

为了评估不同非空间后线索对被试记忆行为产生的影响,分别对正确率和反应时进行后线索条件(有效 vs 无效 vs 中性)的单一重复测量方差分析。结果显示,在正确率上,后线索条件的主效应显著 [$F(1,30) = 7.167, p = 0.002, \eta_p^2 = 0.193$],进一步多重比较表明,有效后线索下被试的正确率显著高于中性后线索 [$t(30) = 3.491, p = 0.002$],和无效后线索 [$t(30) = 2.796, p = 0.009$],中性后线索与无效后线索的正确率之间没有显著差异 [$t(30) = -1.396, p = 0.173$]。在反应时上,非空间后线索的主效应也是显著的 [$F(1,30) = 22.013, p = 0.000, \eta_p^2 = 0.423$],主要表现在有效后线索的反应时显著快于中性后线索 [$t(30) = -5.833, p = 0.000$],和无效后线索 [$t(30) = -5.012, p = 0.000$],而中性后线索和无效后线索的反应时并无显著差异 [$t(30) = 0.734, p = 0.469$]。

综上,有效后线索条件下被试的成绩都要好于无效后线索条件和中性后线索条件。这说明非空间后线索促进了被试视觉工作记忆的记忆表现,产生了后线索效益。并且,无效后线索条件下被试的成

绩和中性后线索条件下被试的记忆表现并无显著差异。

4 讨论

如前言所述,本研究从非线索指示项目的角度入手,采用连续报告任务来探讨无效后线索的存在是否会消除后线索效应的产生,以此来进一步探讨后线索效益的产生机制。结果发现,在视觉工作记忆容量有限范围内(4个客体),无论后线索是空间性质还是非空间性质,有效后线索在正确率和反应时上都显著大于中性后线索和无效后线索,并且中性后线索和无效后线索之间在正确率和反应时无显著差异。

前人从非线索指示项目的角度探讨后线索效益的产生机制,大多得出了相似的结论。研究者通过调整有效后线索和无效后线索之间的比例发现,无论无效后线索占比是多还是少,有效后线索条件下被试的记忆成绩明显优于中性后线索和无效后线索条件下被试的记忆成绩,这说明无效后线索的存在不会影响后线索效益的产生(Griffin & Nobre, 2003; Landman et al., 2003; Pertzov, Bays, Joseph, & Husain, 2013)。Williams 等人认为,后线索效应发生在损害非线索指示项目情况下,无关的记忆项目被从记忆中移除(Williams, Hong, Kang, Carlisle, & Woodman, 2013)。说明有效后线索在记忆保持阶段有效地保护线索指示项目不受干扰,而无效后线索因为和记忆测验无关而被被试从视觉工作记忆中排除以便减少记忆负荷,释放空间去加工相关信息(线索指示项目)。因此,无效后线索的存在并不会影响后线索效益的产生。与之类似,本研究的结果也证实了这一观点,即无论后线索的性质是空间的还是非空间的,有效后线索条件下被试的反应时和正确率都好于中性后线索和无效后线索,产生后线索效益。

但是有部分学者通过进一步的数据分析,提出了不一样的观点。例如, Astle 等(2012)通过设置无效后线索发现,有效后线索条件下被试的记忆成绩明显优于中性条件,且无效后线索条件和中性条件下被试的记忆成绩并无显著差异,但在反应时有显著差异。可见非线索指示项目并没有被排除,只是在提取次序上慢于线索指示项目,说明被试在记忆中搜索项目时会利用后线索优先提取线索指示项目,这样在之后探测阶段被试就可以不费力的尽快做出选择,加快被试反应速度。结果支持了优先提取说,即个体在记忆中搜索项目时会利用后线索优先提取线索指示项目,以便提高反应速度。Astle 等人认为,线索指示项目和非线索指示项目都有相同机会在记忆检测阶段被提取出来,不过后线索效益

只能表现在被试的反应时而非准确率上。本研究也得出了与其相似的结果,不同之处在于,本文作者发现中性后线索和无效后线索条件下被试的反应时和正确率都无显著差异。对此,本文作者认为两者的差异与本实验所采用的连续报告任务有关。如前言所述,连续报告任务相比较变化觉察范式,能够更好地衡量被试回忆的数量和质量。因此在视觉工作记忆容量有限范围内,非线索指示项目和线索指示项目都保留在记忆中,从而在检索阶段能够尽快做出正确的反应。另一方面,分配到各存储客体上的资源是固定且等量的(Barton, Ester, & Awh, 2009; Todd & Marois, 2004),所以尽管后线索是无效的,被试依然能够准确迅速地判断出记忆项目。Pertzov 等(2013)采用了类似上述的“连续报告任务”也验证了连续报告任务下被试的回答更能体现被试是否真的记得项所指示项目,更能反映视觉工作记忆的精度。

同时,本文作者还发现,无论是采用空间后线索还是非空间后线索都能促进视觉工作记忆表现,产生后线索效益。前人研究认为,在加工视觉工作记忆的信息会优先加工空间位置的属性,再加工其他基本特征(颜色、形状),空间位置在存取工作记忆的信息上享受优先权(Astle, Scerif, Kuo, & Nobre, 2009; Griffin & Nobre, 2003),可见空间性质的后线索相对于其他非空间性质的后线索更容易让被试回想起记忆项目,促进记忆表现。有研究者采用变化觉察范式的研究结果也证实了非空间后线索(颜色后线索)所指示的记忆项目提取速度要明显快于无后注意线索(Li & Saiki, 2015)。对此有研究者认为,虽然颜色后注意线索具有非空间性质,但被试在记忆提取过程中仍会使用空间策略,当特定的颜色后注意线索出现时,被试可以将线索重新编码成空间信息,并激活相应的空间注意机制,例如将空间注意力分配到带有该颜色特征的项目的位置上,从而引发后线索效益(Pertzov, Bays, Joseph, & Husain, 2013)。本研究也在连续报告任务的基础上得出与前人研究类似的结果,即非空间后线索对工作记忆产生的影响与空间后线索是完全一致的,进一步验证了后线索性质(空间/非空间)对后线索效益没有影响。

5 结论

综上所述,本研究采用连续报告范式证明了空间后线索效益和非空间后线索效益的存在,即在视觉工作记忆有限容量以内,后线索确实提高了视觉工作记忆的表现,后线索效益并不受后线索的性质(空间/非空间)的影响。无效后线索的存在不会影响后线索效益的产生,后线索效益的理论解释更加

符合优先说,即被试会利用后注意线索优先提取线索指示项目,产生更快和更准确的反应。

参考文献

- Astle, D. E., Summerfield, J., Griffin, I., & Nobre, A. C. (2012). Orienting attention to locations in mental representations. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74, 146 – 162.
- Astle, D. E., Scerif, G., Kuo, B., & Nobre, A. C. (2009). Spatial selection of features within perceived and remembered objects. *Neuroimage*, 47(Suppl1), S44.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1.
- Barton, B., Ester, E. F., & Awh, E. (2009). Discrete resource allocation in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(5), 1359 – 1367.
- Bays, P. M., & Husain, M. (2008). Dynamic shifts of limited working memory resources in human vision. *Science*, 321(5890), 851 – 854.
- Berryhill, M. E., Richmond, L. L., Shay, C. S., & Olson, I. R. (2012). Shifting attention among working memory representations: Testing cue type, awareness, and strategic control. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65, 426 – 438.
- Duarte, A., Hearons, P., Jiang, Y., Delvin, M. C., Newsome, R. N., & Verhaeghen, P. (2013). Retrospective attention enhances visual working memory in the young but not the old: An ERP study. *Psychophysiology*, 50(5), 465 – 476.
- Gözenman, F., Tanoue, R. T., Metoyer, T., & Berryhill, M. E. (2014). Invalid retro – cues can eliminate the retro – cue benefit: Evidence for a hybridized account. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 40(5), 1748 – 1754.
- Griffin, I. C., & Nobre, A. C. (2003). Orienting attention to locations in internal representations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 1176 – 1194.
- Landman, R., Spekreijse, H., & Lamme, V. A. F. (2003). Large capacity storage of integrated objects before change blindness. *Vision Research*, 43(2), 149 – 164.
- Li, Q., & Saiki, J. (2015). Different effects of color – based and location – based selection on visual working memory. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77(2), 450 – 463.
- Makovski, T., & Jiang, Y. V. (2007). Distributing versus focusing attention in visual short – term memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(6), 1072 – 1078.
- Makovski, T., Sussman, R., & Jiang, Y. V. (2008). Orienting attention in visual working memory reduces interference from memory probes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(2), 369 – 380.
- Oberauer, K. (2001). Removing irrelevant information from working memory: A cognitive aging study with the modified Sternberg task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27, 948 – 957.
- Palmer, J. (1990). Attentional limits on the perception and memory of visual information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16(2), 332.
- Pertsov, Y., Bays, P. M., Joseph, S., & Husain, M. (2013). Rapid forgetting prevented by retrospective attention cues. *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance*, 39(5), 1224 – 1231.
- Sligte, I. G., Scholte, H. S., & Lamme, V. A. F. (2008). Are there multiple visual short – term memory stores? *PLoS ONE*, 3, e1699.
- Souza, A. S., Rerko, L., & Oberauer, K. (2014). Unloading and reloading working memory: Attending to one item frees capacity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40, 1237 – 1256.
- Todd, J. J., & Marois, René. (2004). Capacity limit of visual short – term memory in human posterior parietal cortex. *Nature*, 428(6984), 751 – 754.
- Williams, M., Hong, S. W., & Min – Suk Kang. (2013). The benefit of forgetting. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(2), 348 – 355.

The Influence of the Invalid retro – cue on the Retro – cue Benefit in Continuous Reporting Tasks

Lin Yihui Meng Yingfang Liu Tong

(School of Psychology, Fujian Normal University, Fuzhou 350117)

Abstract: In this paper, from the perspective of non – cue indicating project, the continuous reporting task is adopted to explore whether the existence of invalid cues will affect the generation of post – cue effect, so as to further understand the mechanism of “post – cue effect”. The results showed that both spatial and non – spatial color cues produced post – cue benefit, that is, post – cue did improve the performance of visual working memory. The existence of invalid post – cue does not affect the generation of “post – cue benefit”, that is, the subjects will use the post – cue to extract the cue to indicate the project first and produce a faster and more accurate response. Therefore, the theoretical explanation of retro – cue benefit conforms to the priority extraction theory.

Key words: retro – cue benefit; attention; visual working memory; continuous reporting task