

系列顺序短时记忆任务中时间分离效应及理论解释*

尹华站, 李祚山

(重庆师范大学应用心理学重点实验室, 重庆 400047)

摘要 时间分离效应是指在系列顺序短时记忆任务中, 时间间隔越长的项目越容易被一起回忆的现象。介绍了时间分离效应的两种相反理论解释: 事件理论和时间理论。前者认为对项目的回忆依赖过去项目信息加工过程中的认知操作, 与项目时间属性无关; 后者则强调项目在时间维度上分离性会影响项目回忆成绩。剖析了在整合了两种理论的基础上提出的 SIMPLE 理论对时间分离效应的拟合, 拟合结果表明系列顺序短时记忆并不包含时间信息表征。

关键词 时间分离效应; 时间理论; 事件理论; SIMPLE 模型

中图分类号: G442

文献标识码: A

文章编号: 1672-669X(2009)02-0135-04

系列顺序短时记忆(Short-term memory for serial order)是对连续呈现的一系列内容的记忆。譬如, 电话号码记忆、人类语言交流等都涉及到系列顺序短时记忆。时间分离效应(Time isolation)是指在系列顺序短时记忆任务中, 时间上间隔越长的项目越容易被一起回忆的现象。早期在系列顺序短时记忆的研究中, 对时间分离效应的解释主要有两种理论观点: 时间理论(Time-based accounts)和事件理论(Event-based accounts)^[1]。后来, Brown 等人在整合先前两种理论的基础上提出了记忆、知觉和学习的标定不变量模型(Scale invariant memory, perception and learning, SIMPLE), 以期对系列顺序短时记忆的时间分离效应进行合理评价。本文旨在从 SIMPLE 理论这一新视角对时间分离效应进行剖析, 这不仅为时间分离效应提供新的解释视角, 而且为研究者提供切实可行的研究方向。

1 时间分离效应的两种理论解释

序列顺序短时记忆任务中的时间分离效应最初主要从时间理论和事件理论的角度进行解释。

时间理论认为记忆与时间是紧密相联的。人们对时间上分散的项目的回忆要比时间上分布拥挤项目的回忆效果好, 这主要是因为时间在编码和提取阶段起到了独立的线索作用。Welte 和 Laughery^[2]以及 Neath 和 Crowder^[3]分别对时间因素在序列项目记忆中的作用进行了验证。研究中都给被试呈现

一些项目序列, 而项目间时距在序列位置上随机增长(如 A·B··C···D)或随机缩短(如 A···B···C·D)。两项研究均发现, 间隔时间长的项目的记忆效果要好一些, 即在递减序列中项目越靠前回忆效果越好, 而在递增序列中项目越靠后项目回忆效果越好。一些模型认为时间上的分离对项目回忆会产生促进作用。譬如, Burgess 和 Hitch^[4]的模型认为编码和提取过程是由顺时呈现的与事件相关的线索单元所决定的。Brown 等^[5]的模型假定通过振荡器(Oscillators)连接来提供一个与呈现项目有关的线索信号。在提取阶段, 振荡器恢复到原始状态, 通过提取每一时间阶段与振荡器最相似状态的那一项目来完成回忆。因此, 时间上相关的项目就会有不同的振荡器活动, 从而会降低回忆活动中混淆的可能性。

事件理论认为项目记忆与时间无关。事件理论将人们对时间上分散项目的回忆要比时间分布拥挤项目回忆效果好的原因归结于项目编码至提取过程中进行的认知操作过程。一些研究者为此开展了一系列研究, 并建构了一些模型。譬如 Welte 和 Laughery^[2]运用的项目间时距设定为 1 900 ms, 这使得被试者有足够的时间通过复述或者其它巩固过程来加强对时间分离项目的记忆。Neath 和 Crowder^[3]的研究采用较短时距(5 项目序列的呈现时间小于 1 s)而排除了复述产生的可能性, 但是前两个项目间时距是不同的, 所以每一序列中的项目间时

* 收稿日期 2008-07-19 修回日期 2009-01-25

资助项目: 重庆师范大学博士启动基金项目(No. 08XWB018)

作者简介: 尹华站, 男, 讲师, 博士, 研究方向为认知心理学, 通讯作者: 李祚山, E-mail: jizuoshan@sina.com。

距还是可预测的,这样就产生了选择编码过程,从而导致被试记住了那些时间上分散的项目。Farrell 和 Lewandowsky^[6]提出的整合序列顺序模型认为事件按照其发生的顺序被存储在合适的分布式记忆中,时间分离对记忆并无影响,回忆所产生的合成痕迹也不包含时间信息,记忆成绩的提高不是由于时间分离的影响,而只是通过运用序列的时间结构来进行某些附加加工以巩固记忆。例如,一个项目与另一个项目的时间分离越大意味着对该项目的复述加工越好,从而提高了编码质量。序列项目间的分离可能会引起主观上的分组效应,而时间的拥挤现象会使得人们从策略上对那些项目的注意力减少。然而,以往研究并未对上述这些机制的确切内涵进行过关注,只是笼统地把它们作为“巩固”过程进行分析研究。

总而言之,迄今为止两种理论解释仍然未有定论,主要原因在于是否在回忆过程中存在选择性编码的影响仍然未知。为此,在克服了选择性编码影响的基础上,Lewandowsky 和 Brown^[7]研究发现项目前的时距在任何实验条件下对记忆都无促进作用,但项目后时距在有音节抑制条件下对项目进行编码时,却对记忆有促进作用。研究者对这两种时距效应进行单独评估之后,发现实验结果支持事件理论。但是,作者认为 Lewandowsky 和 Brown 的研究存在很多局限性:首先,项目间的时距随机导致项目前后的时距组合分布不均匀;其次,仅凭所观察到的数量还不足以进行单个序列位置水平上的时间分离效应分析。这些缺陷可以这样解决:实验中被试无法预测项目间时距,但项目前后的时距组合在整个实验设计中均匀分布;另外,实验中通过增加项目数量的方法对每一连续位置进行分析,这样就允许影响序列顺序短时记忆的任何分组效应的产生,但又与纯粹的时间效应不同,因而它在一定程度上解决了研究方法上的局限性。总之,两种理论在解释时间分离效应的困境迫切要求新理论的提出。

2 时间分离效应解释的 SIMPLE 模型

研究者对早期两种理论解释时间分离效应的效果进行验证分析之后,试图整合两种理论以对时间分离效应进行新的诠释。Brown 等随即提出^[8]的 SIMPLE 模型假定项目之间的时间分离度很低,两个记忆痕迹之间的混淆度是与编码和回忆之间的时间之比有关,比例越小,项目之间的混淆度越低,从而

对一个项目的回忆就越准确。例如,在 1 s 和 2 s 之前进行编码的项目(比例为 0.5),就要比 5 s 和 6 s 前进行编码的项目(比例为 0.83)更不容易混淆。这种机制从另外角度也意味着在时间上分离的项目记忆也要较连续项目的记忆效果好。例如,发生于 5 s 和 10 s 之前的项目(比例为 0.5)就要比发生于 7 s 和 8 s 以前的项目(比例为 0.88)更不容易被混淆,即过去很久的项目和在时间频率上较高的项目更不容易被回忆。假如存在一个时间分离序列 A B ··· C ··· D E, SIMPLE 模型认为这一序列中 C 是最具独特性的,因为它在时间维度上与其它项目具有较大分离,项目 B 和 D 的独特性其次(与 A 和 E 相比),因为它们分别在之后和之前有一个时间间隔。因此,对项目 C 的回忆效果较其他项目要好。虽然 SIMPLE 模型被默认为是基于时间信息进行解释的,但是它的体系能允许时间与事件理论在共同框架内进行比较。

2.1 模型解释

假如对 SIMPLE 模型进行模拟,会发现时间维度在编码阶段就会起作用,而记忆表征就是在这阶段中组织起来的,提取过程则是基于记忆中的项目位置为线索进行的。这时时间维度处于序列内部位置上,通过顺序的数字进行编码(如,位置 1, 2, ……)这是因为以往有很多研究都证明连续回忆中的位置信息会随着时间的消逝而减弱^[9-10]。为解释其原理,看一下对 8 s 保持时距之后的一个二项目序列(序列中间的项目是以 1 s 来进行划分)的表征,这两类项目的记忆痕迹分别处于{时间,位置}空间中的{ln 9, 1}和{ln 8, 2}位置,两个维度在提取中的相关重要性是由注意因素 wt 所决定的,这是对时间维度的注意,对位置维度的注意可以通过 $1 - wt$ 获得,因此有公式

$$d_{ij} = wt | \ln T_i - \ln T_j | + (1 - wt) | P_i - P_j | \quad (1)$$

其中 d_{ij} 是刺激痕迹 i 与刺激痕迹 j 之间的心理距离, T_i 是刺激痕迹 i 与提取之间的时间距离, P_i 是项目 i 的序列位置。注意参数 wt 被认为是随着最(最不)重要的维度能对心理空间进行扩展(收缩)^[11]。在上例中,假如 wt 是统一的,刺激执行的就是专门的基于时间心理表征(对于先前的二项目序列,表征还原到{ln 9}和{ln 8}),那么对记忆项目的混淆的可能性就只是由它们在时间维度上的分布所决定。相反,当 wt 为 0,这时的表征就不再是基于时间的了,而是基于位置表征的了,而且序列的表征变为{1}和

{2}。处于附近位置的项目(比如第二个和第三个项目)就要比距离较远的项目(比如第二个和第五个项目)所产生的记忆痕迹更具有混淆性,而时间分离与否根本就对混淆性不具有任何影响。

SIMPLE 模型假设任意两种记忆痕迹的相似性 (η_{ij}) 是它们之间在心理空间上逐渐减少的距离幂函数

$$\eta_{ij} = e^{-c d_{ij}} \quad (2)$$

这里的 η_{ij} 指的是痕迹 i 和 j 之间的相似性,而 d_{ij} 指的是它们之间的距离(如公式 1 所示),也就是说,心理距离上近的项目在记忆表征中的相似性越大,而心理距离远的项目的相似性越来越趋于 0。参数 c 代表的是相似性随距离而降低的比例。从与时间的对数转换相对来看,相似性公式支持前面所提到的时间的独特性,即当时间距离成为唯一的相关维度,任意两个记忆痕迹的相似性就是研究中两个时间的比例(小的除以大的),达到了 c 程度。这有可能像

(1) 式一样 $d_{ij} = \ln T_j - \ln T_i = \ln \frac{T_j}{T_i}$ 。这里的 T_i 指的是在时间距离上相距较近的项目, T_j 指的是较远项目的时间距离。代入 (2) 式一样,项目 i 和 j 之间记忆位置的相似性就是 $e^{-c \ln(T_j/T_i)} = (T_i/T_j)^c$ 。

相反,一个项目的记忆痕迹的可辨别性是与其它记忆痕迹总的相似性成比例。比如,项目 i 的记忆痕迹的可辨别性 D_i 就是

$$D_i = \frac{1}{\sum_{k=1}^n \eta_{ik}} \quad (3)$$

这里 n 就是序列中的项目数量,而在当前的研究中它与序列中的项目数量是相同的^[9]。在不存在明显错误的范式中,在正确的位置中回忆起一个项目的可能性被认为是与那一项目在记忆中的可辨别性等同的。在有明显错误的项目中(比如当前的标准连续回忆范式),那么一旦辨别力低于某一关键水平下,就会产生巨大错误。比如,项目回忆的可能性 P_i 被认为是在痕迹辨别力中起开始作用 $P_i = \frac{1}{1 + e^{-N(D_i - i)}}$ 。这里 N 和 i 分别是斜率和开始参数, D_i 是通过 (3) 式而得出的辨别力。任何次于开始的痕迹辨别力都会导致错误。

2.2 模型评价

SIMPLE 模型主要基于 3 个假设: 1) 记忆项目通过潜在多维心理空间依托位置来表征,而其中一个维度可能用于表征时间,时间维度包含秒、位置和尺

度 2) 任何两种记忆痕迹的相似性都是心理空间中距离远近的一种投射 3) 相反,对某一项目的回忆与那一项目和所有其它项目反应选择的总相似性有关。因此 SIMPLE 模型的基本参数有 4 个: 1) c 指的是心理空间当中两个项目的心理相似性比例,当 c 增大的时候,项目之间的混淆度因为项目在时间上分离作用会降低,这样增加了记忆的成分 2) wt 是对时间维度的注意 3) i 指的是“斜率” 4) t 是上面所描述的时距。在连续序列回忆中,需要增加一个参数 o 来调和输出冲突。Lewandowsky, Duncan 和 Brown^[12] 认为由于连续回忆中多次的首因作用的影响,随着记忆过程的延伸,每次成功的回忆都会影响到对将要回忆项目的提取,这样就无法区分出项目的时间分离效应。输出冲突参数 o 可以通过与 o^{n-1} 的相乘来降低 c 对第 n 个项目的记忆,因此,当 $o = 1$ 的时候,无输出冲突;当 o 小于 1 时,输出冲突增加。

Lewandowsky, Brown 和 Nimmo 等人^[13] 后来的实验中,在运用时间理论进行假设时,首先通过实验对包括 wt 在内的所有参数进行评估,发现这些参数基本与以往研究结果一致,但这次的评估运用的是无法预测的项目间时距;在运用事件理论进行假设时,把 wt 设为 0,这样对记忆的编码依赖于项目位置,余下的参数与时间理论假设的设置相同,只是有时为使之能够达到整体比较水平,会把 c 设置为其先前水平的 40%。参数设定之后,在实验中呈现 7 项目序列,通过 SIMPLE 模型来实现假设,这些序列项目的内部时距总和是稳定的,但其分配于连续位置之上时却是变化的,于是产生了不同的项目内时距。实验中序列项目 2~6 的项目间时距从 150~2000 ms 不等,序列位置 1 和 7 被省略了,因为这两个位置上只有一个时距,最后运用三维图形来表现时间分离和序列位置效应。通过实验结果发现,在时间理论假设的情况下,时间分离效应对序列回忆的解释是,时间分离会明显影响被试的项目回忆成绩,尤其是在早期的序列位置上作用更为显著;在事件理论假设的情况下,时间分离的作用同样明显。这就说明被试在没有特意对序列进行分组的情况下,时间分离与否对提高序列回忆和探测回忆不产生作用。由此可见,对 SIMPLE 模型的模拟得出,系列顺序短时记忆不必需包含时间表征。

3 小结

项目之间的时间分离能够提高记忆效果的观点

已得到很多实验支持。本文从 Brown 等的 SIMPLE 视角整合了早期的两种理论,试图对时间分离效应进行拟合解释,结果发现系列顺序短时记忆当中并不包含时间表征。然而,以往研究存在诸多不足。首先,对时间分离效应的研究应该在更广泛的背景中进行,这将对研究时间在记忆中的作用产生很大的变革。其次,需进一步证实时间分离效应是否在系列顺序短时记忆中作为变量来起作用。从另外角度探讨时间分离作用,譬如在长时自由回忆中,可能会存在强有力证据证实时间分离效应的真正原因。最后,时间分离效应的发现为时间心理学研究拓展了新的领域^[14-15]。

参考文献:

- [1] Nimmo L M , Lewandowsky S. From brief gaps to very long pauses ,temporal isolation does not benefit recall[J]. Psychonomic Bulletin and Review 2005 ,12 999-1004.
- [2] Welte J ,Laughery K. Short-term memory : the effects of inter-item time distribution and recall procedure[J]. Canadian Journal of Psychology ,1971 25 :436-442.
- [3] Neath I ,Crowder R. Distinctiveness and very short-term serial position effects[J]. Memory ,1996 4 225-242.
- [4] Burgess N ,Hitch G. Memory for serial order : A network model of phonological loop and its timing[J]. Psychological Review ,1999 ,106 551-581.
- [5] Brown G D A ,Preece T. Hulume C. Oscillator-based memory for serial order[J]. Psychological Review ,2000 ,107 : 127-181.
- [6] Farrell S ,Lewandowsky S. An endogenous distributed model of ordering in serial recall[J]. Psychonomic Bullentin Re-

view 2002 9 59-79.

- [7] Lewandowsky S ,Brown G D A. Wright T& Nimmo L. Temporal isolation does not benefit short-term serial recall journal of memory and language[EB/OL]. [2008-06-30]http://www.psy.uwa.edu.au/Users%20web%20pages/cog-science/Publications_Main.htm.
- [8] Brown G D A ,Neath I ,Chater N. SIMPLE : A local distinctiveness model of scale invariant memory and perceptual identification[Z].
- [9] Henson R N A. Positional information in short-term memory : relative or absolute ? [J]. Memory and Language , 1999 27 915-927.
- [10] Maybery M T ,Parmentier F B R ,Jones D M. Grouping of list items reflected in the timing of recall : implications for models of serial models of serial verbal memory[J]. Journal of Memory and Language 2002 47 360-385.
- [11] Nosofsky R M. Similarity scaling and cognitive process models[J]. Annual Review of Psychology ,1992 ,43 :25-43.
- [12] Lewandowsky S ,Duncan M ,Brown G D A. Time does not cause forgetting in short-term serial recall[J]. Psychonomic Bulletin and Review 2004 ,11 771-790.
- [13] Lewandowsky S ,Brown G D A ,Nimmo L. Timeless memory : evidence against temporal distinctiveness models of short-term memory for serial order[J]. Journal of Memory and Language 2006 54 20-38.
- [14] 李祚山 ,尹华站. 时间心理学的研究进展综述 [J]. 重庆师范大学学报(自然科学版) 2004 21(2) 82-84.
- [15] 李敏 ,黄希庭 ,吕厚超. 自传体记忆中时间标记研究述评 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版) ,2000 ,25 (01) 98-102.

Time Isolation in Serial Order Short-term Memory and Its Explanation

YIN Hua-zhan , LI Zuo-shan

(Applied-psychology Key Laboratory , Chongqing Normal University , Chongqing 400047 , China)

Abstract : Time isolation means the item isolated from others can be easily recalled in serial order short-term memory. Time-based accounts and event-based accounts can be used to explain time isolation. According to time-based accounts , items that are temporally isolated from their neighbors during list presentation are more distinct and thus should be recalled better. Event-based theories , by contrast , deny that time plays a role at encoding and predict no beneficial effect of temporal isolation , although they acknowledge that a pause after item presentation may afford extra opportunity for a consolidation process such as rehearsal or grouping. SIMPLE model is used to try to explain time isolation on basis of integrating the two kinds of accounts. Although SIMPLE , by default , relies on time-based representations , its architecture is sufficiently flexible to permit a comparison of those two accounts within a common computational framework. Because neither account includes any consolidation processes , the modeling instances of a procedure in its rehearsal is eliminated by AS. The present article tries to explain time isolation in serial order short-term memory through SIMPLE model.

Key words : time isolation ; time-based accounts ; event-based accounts ; SIMPLE model

(责任编辑 欧红叶)