

时间认知中的决策过程

王秋娟, 张志杰

(西南大学 心理学院, 重庆市 400715)

摘要:分析梯级期望理论中决策过程的一些模型并具体以时间泛化任务、不完全时间泛化任务以及时间二分任务为例,探讨在这些任务中被试的心理决策机制以及一些量化的决策模型,我们可以看到:三个量化的决策模型都有一个相似的模式,就是阈限—标准化差异模式。也就是说,它们都要用到两个时距之间的差异,这个差异要被某些量标准化,然后与一个阈限值相比较。最后,文章提到了在以往研究中发现的单独影响决策过程的两个因素。

关键词:时间认知;内部时钟;决策过程;时间泛化;时间二分

中图分类号:B842 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-9841(2007)05-0009-05

一、引言

在研究时间表征的模型中,“内部时钟”的心理模型始终居于心理时间研究的核心地位。研究者已经从不同的角度深入探讨了这种内部时钟的结构,并提出了一些理论模型。在这些理论中,研究者在研究动物计时行为时,提出的梯级期望理论(Scalar Expectancy Theory,简称SET),大大扩展了内部时钟的结构,成为目前动物的计时研究中最有影响力的理论模型。近来,一些研究者开始将SET理论应用在人类计时行为的研究中,他们发现这种理论在解释人类被试的数据时,也产生了越来越强的说服力^[1]。

SET理论是一个三重结构的理论模型,它包括时钟、记忆和决策三个相继的操作水平(如图1所示)。这个理论模型的第一部分是一个时钟过程,它由起搏器、开关和累积器组成。具体操作是:当需要计时的时段开始时,开关就会关闭,起搏器发放的脉冲通过开关到达累积器,在时段结束时,累积器中就存储了与呈现时段相对应的脉冲数量。该理论模型的第二个部分是记忆过程,在这个阶段会将存储在累积器中的关于时段的信息转移到记

忆中,这种记忆存储可以是短时的,也可以是长时的。一般认为长时记忆会存储一些“重要时段”,比如,时间泛化和二分任务中的标准时距。最后是决策过程,这是一个将两个时段进行比较并作出决策的加工过程^[1-3]。本文所要讲述的重点就是位于最后的决策阶段的操作机制。

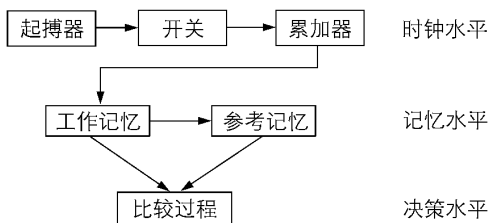


图1 梯级期望理论模型

SET理论模型是一个复杂的多过程模型,而这个理论为依据的研究,只能通过对行为的观察间接的来研究内部时钟的属性。由于被试的行为反应是时钟、记忆以及决策这三个加工水平的函数,因此其中任意一个水平的变化都会对行为反应发生影响。也就是说,被试在不同条件下的不同行为反应,可能不是因为时钟对“原始”时间加工的不同,而是记忆和决策机制的不同^[2]。因此要揭示时

* 收稿日期:2007-06-20

作者简介:王秋娟(1983-),女,河南灵宝人,西南大学心理学院,硕士研究生,主要研究时间心理学。

通讯作者:张志杰,副教授。

基金项目:教育部高等学校博士点专项科研项目“时间知觉的神经加工机制研究”(20060635002),项目负责人:黄希庭;教育部高校博士点专项科研项目“时间记忆的模型构建和实验研究”(20040635001),项目负责人:黄希庭;重庆市教委人文社会科学研究项目“重庆市企业员工的时间管理倾向与培训对策研究”(200301003),项目负责人:张志杰。

间的内部心理机制,对记忆和决策过程的研究是很必要的。本文主要以一些具体的时间任务为例,来简述决策过程的一些模型。

二、时间泛化任务中的决策过程及MCG模型

时间泛化任务(temporal generalization task)最早是Church和Gibbon用来研究动物的一套操作程序^[4]。后来Wearden将其发展成一种可以应用在人类被试上的时间任务^[5]。很快,时间泛化任务在人类被试的研究方面就拥有了很广泛的数据,从3岁儿童,学生到老年人都有研究^[5-8]。时间泛化任务的一般程序是:先给被试呈现一个时距刺激(如400ms的视觉时距),并告诉被试这是标准刺激。在呈现了几次标准时距后,开始呈现比较刺激(如100~700ms的一系列视觉时距)。被试的任务是判断比较刺激与标准刺激是否相同,相同回答“是”,不同回答“否”,为了提高回答的准确率有时会加入反馈。

在时间泛化任务中,被试的心理过程是这样的:时钟先加工标准刺激,将其存储在“参考”记忆中,接下来加工比较刺激并保持在工作记忆中,这样,被试就有了一个“标准”时距和一个“比较”时距,最后需要判断它们是否相等。即使比较时距和标准时距在物理时间上是相同的,由于时钟和记忆过程的一些变异,两者主观上也不可能完全相等,因此被试需要通过一个决策机制去判断两个时距是否相等。

Wearden发展了一个“Gibbon和Church的修正模型”即MCG模型^[5]。这个决策模型,是由Gibbon和Church解释动物时间行为的一个决策模型发展来的^[4]。这个模型假定标准刺激 s 被存储在参考记忆中,每一个比较刺激 t ,假定被时钟无误加工,然后转移到工作记忆中。每呈现一个比较刺激,工作记忆就被刷新一次。标准刺激在参考记忆中,假定是以均值为 s ,变异系数为 c 的高斯分布的形式存在的。在每次测验中,会从参考记忆中随机抽取一个样本 s^* ,当比较刺激 t 满足方程:(1) $abs(s^* - t)/t < b^*$ 时,被试会判定比较刺激与标准刺激相同。在方程中, b^* 是一个阈限变量, abs 是绝对值符号。

人类被试的时间泛化数据通常是以比较时距为横坐标,以判断为相同的百分数为纵坐标的函数图像表示。图像有两个显著特点:一是峰值在标准刺激 s 处;二是标准刺激两边不对称,左边会比右边更陡峭。上面的方程都能反映出这两个特点。方程的左边表示的是 s^* 与 t 的差异,值越小说明相似程度越大,很明显当 $t=s$ 时,差异最小,因此在 $t=s$ 时出现峰值。如果将 s 和 b 看作常量,不对称也

很好解释。例如,假设 $s=400ms$,我们呈现 $t=300ms$ 和 $t=500ms$ 两个比较刺激,在前一种情况下,方程的左边的值为 $1/3$,在后一种情况下,方程左边的值为 $1/5$, $1/5$ 比 $1/3$ 小,也就是说500ms就比300ms和标准刺激更相似,方程左边的值更可能小于 b ,被试更倾向于判断为相同。

一般认为MCG模型可以预测时间泛化图形的不对称现象。这种观点认为这种不对称不是由时钟过程或记忆过程产生的,而是由决策过程产生的。如果改变决策模型,将会预测出不同形状的泛化图形^[9]。例如,Gibbon和Church最初的模型是,当 t 满足方程: $abs(s^* - t) < b^*$ 时,被试判断为相同。由这个方程预测出的泛化图形是对称的,以动物为被试的时候确实得到的是这样的结果。为了与人类的实验数据相符合,Wearden将用来标准化原始差异的量由 s^* 改为 t 。

MCG源模型中假设有两个变量来源, s^* 和 b ,但是它们具体是由什么引起的却没有说明。在Wearden的一篇文章中^[5],他又提出了下面两个方程: $abs(s^* - t)/t < b$ 和 $abs(s^* - t^*)/t^* < b^*$ 。与MCG模型的方程相比,前一个方程中, b 变为常量;后一个方程中,比较刺激 t 变为变量。它们和MCG模型一样都能和实验数据十分符合。因此,看起来这个模型在某种程度上似乎可以自由地加入或去除一些变量来源。

MCG模型可以被发展出各种各样的形式。Driot-Volet和她的同事在解释来自3、5和8岁儿童的时间泛化数据时,引入了一个“随机反应”的变量^[8]。这个变量是用来处理儿童不考虑比较刺激随机回答的情况的。他们用这个随机反应来解释,在比较刺激处于最长和最短时,儿童有较高的判断为相同的水平。这种随机反应的水平随着年龄的增加而系统的降低,当年龄达到8岁时,基本为零。另一个在解释儿童数据时需要考虑的因素是,参考记忆均值的偏移^[8]。如果假定儿童对标准时距的记忆比其物理值偏小一点,模型和数据就会十分一致。这种偏移趋势也和随机反应一样随着年龄的增加下降。

可以通过检验参数是否有可测量的心理学意义这样的方法,来解决MCG模型对变量的高容忍性的问题。例如,为了检验在前面方程中出现的 b 是否真的是独立于其他因素的一个阈限变量,Wearden使用了一个修正的时间泛化程序来研究这个问题^[10]。在他们的实验中,被试正确的回答(击中和正确拒斥)会得到分数,错误的回答(错失和虚惊)会扣掉分数。实验有两个被试组,对于其中一组被试来说,击中比正确拒斥得到更多的分数;对另一组被试来说,正确拒斥比击中得到更多的分数。这种实验程序的逻辑是,不同的奖赏分数

会使被试对同一物理时距做不同的判断。当击中中获得更多分数时,被试会更趋向于判断为相同,当正确拒斥获得更多的分数时,被试会更少的判断为相同。他们的实验得到了预期的结果,并且计算机模拟结果也显示了改变 b 值可以调节行为反应。增加击中的奖励提高了 b 值,增加正确拒斥的奖励降低了 b 值。如果 b 是一个反应阈限,那么这些结果都能被预测。

MCG 模型涉及到的参数 c ,是关于标准刺激记忆的一个变量,通过实验控制,它也可以有序的变化。例如,Drion-Volet 发现随着年龄的增大, c 降低^[8];Wearden 对老人的时间研究,也得出 c 可以有序的变化^[6]。Wearden 的实验得出, c 随年龄的增加而增加,随 IQ 增加而降低。因此,老年 IQ 低的被试比年轻的 IQ 高的被试的时间记忆的变异性更大。在不同的被试组间,参数 c 以一种有序的形式变化。

三、不完全时间泛化任务及其对 MCG 模型的挑战

在不同的情景下,时间判断是可变的。即使是两个相同的时段,每次的行为反应也会各不相同。也就是说,被试的计时行为包含着很大的变异。关于这种行为变异的属性,大量研究结果显示这种变异的属性是梯级的^[1]。令研究者们感兴趣的问题是,这种变异的属性是从哪里来的?关于这一问题,一种看法是内部时钟在对原始时间进行加工的过程中带入了梯级变量;另一种观点认为参考记忆是梯级属性的来源^[1]。如果参考记忆是梯级属性的来源,那么在实验中不使用参考记忆将会如何呢?为了回答这个问题,近些年发展出了一些尽量不使用参考记忆的时间泛化任务^[11-12]。下面以 Wearden 和 Bray 的研究为例,简单介绍这种不完全的时间泛化任务(episodic temporal generalization task)^[11]。

在他们的实验三中,有一种条件使用的就是这种不完全的时间泛化任务。具体的程序是:每次测验都会呈现两个声音,两个声音之间会有一个简短的时间间隔,被试的任务是判断这两个声音是否有相同时距。两个声音的其中一个为样本刺激,它是从 350~500ms,450~750ms 和 600~1000ms 的分布中随机抽取的;另一个是用样本刺激分别乘以 0.25,0.5,0.75,1,1.25,1.5,1.75 得出的比较时距。两个声音的呈现次序对每次测验都是随机的。在这个任务中,不会出现重复的比较对,每一次的测验都不相同。很显然,在这个任务中,没有标准刺激出现,甚至对被试来说构建一个标准也是无用的。实验得到的数据显示出了梯级变异的属性。这个实验,和其他类似实验一样,显示了在参考记

忆不可能出现的情况下梯级属性依然存在。这样的结果,对参考记忆是否是梯级属性唯一或主要的来源提出了质疑。

MCG 模型的两个假设,对不完全时间泛化任务的数据都不适用:一是假设 s 在参考记忆中存在;二是暗示 s 和 t 的性质和作用是不同的(一个是变量,一个是常量,而且 t 要作为分母对 t 与 s^* 之间的绝对差异进行“标准化”)。那么,不完全时间泛化任务得出的结果要如何解释呢?

Wearden 又提出了一种新的模型来解释这个时间任务得到的结果^[9]。和 MCG 模型一样,还是假设被试的决策是建立在对呈现的刺激之间的差异的辨别的基础上的。在不完全时间泛化任务中梯级属性依然存在,就暗示了对被试来说,绝对时距差异不是判断呈现刺激与标准刺激是否相同的标准,因此就需要一些对绝对差异进行标准化的因素。Wearden 使用所呈现的两个时距的平均值作为标准化它们差异的因素,得到了一个用来解释不完全时间泛化数据的量化的模型。在这个模型中,当满足方程(2) $abs(t_1^* - t_2^*)/m < b^*$ 时,被试会判断为相同。在方程中, t_1^* 和 t_2^* 是由 t_1 和 t_2 转化来的, m 是两个呈现刺激 t_1 和 t_2 的平均值, b^* 是决策的阈限变量。 t_1 和 t_2 分别被转化成两个有均值和变异系数 c 的高斯分布, t_1^* 和 t_2^* 就是从这两个分布中随机抽取的。假定 b^* 是从一个均值为 b ,标准差为 $0.5b$ 的高斯分布中抽取的。在这个模型中,因为不存在参考记忆,所以假定 c 反映的是一些认知变量。

这个模型能很好地解释不完全时间泛化任务得出的数据,而且它和 MCG 模型的方程很相似。无论是在心理学上,还是在统计上,它们都有一个阈限—标准化差异模式(thresholded normalized difference,简称 TND)^[9]。也就是说,它们都要用到两个时距之间的差异,这个差异要被某些量标准化,然后与一个阈限值相比较。可以看出,在任何形式的时间泛化任务中都需要一个一致性判断,方程一和方程二的左边显示了主观时间差异,如果两个时距之间的差异足够的小就可以判断它们是相同的。

四、时间二分任务的决策过程及其量化模型

在最近的时间研究中,二分时间任务(temporal bisection task)被越来越多地使用,它比泛化任务稍微复杂一些^[13-18]。实验程序是:先给被试呈现两个标准刺激,一个是“长”(L)刺激,一个是“短”(S)刺激。在标准刺激之后,会呈现比较刺激,被试的任务是判断比较刺激是与长刺激相似还是与短刺激相似。和时间泛化任务一样,被试需要

一个决策机制去做出相似判断。

二分时间任务的结果常常是用函数图形来表示,在图中纵坐标是回答为“长刺激”的比率,横坐标是比较刺激的时距值。由成人被试得到的数据是一个弓形的曲线,纵轴从零到接近 100%。在这个心理学函数中,有两个测量值最受瞩目:一是二分点,它是当反应为 50%时的比较刺激时距值;二是韦伯比率,它是一个类似韦伯分数的反映时间敏感性的值,在函数图中就是曲线的斜率。二分点的位置引起了很激烈的讨论,对动物被试而言,它是 S 和 L 的几何平均值;在人类被试身上得到的结果比较混乱,大多数结果显示它是 S 和 L 的算术平均值,或者接近算术平均值,但有时还会出现其他的结果。例如,在 Wearden 和 Ferrara 的实验中,他们首先使用一组固定的 S/L 值,只是改变比较刺激序列之间的排列方式,一种条件是线性排列,另一种条件是对数排列^[14]。结果显示对数排列时,二分点的值要比线性排列时小。然后,他们又使用了另一种不对 S 和 L 做明显界定的实验方法:他们给被试呈现一系列时距,比如,从 200ms 到 800ms 的间隔为 100ms 的刺激序列。被试的任务是判断呈现的刺激是“长”还是“短”,也就是说,他们需要将呈现的一系列刺激分成两个部分,被试可以使用任何他们喜欢的标准。由这个实验得到的函数图与经典实验得到的图形一样。他们的这些实验结果不仅验证了比较刺激序列之间的排列方式会影响对一个时距的判断,而且证明了在二分任务中对长短标准刺激的明确界定是不必要的。

Wearden 和 Ferrara 提出,比起使用长短标准刺激来判别比较刺激,被试更可能是用所呈现的一系列时距的平均值作为判别标准的^[14]。这种观点有两个优势:其一,建立在这个观点之上的模型,就能解释比较刺激序列的排列方式的影响因素。例如,当刺激之间是对数排列的时候,二分点左移是因为与线形排列相比,对数排列时时距的平均值要小。依此,当刺激之间是指数排列时,二分点就会右移,而实验证明也确实如此。其二,建立在这个观点上的模型,可以预测出在上面两种二分实验任务下,会得到一样的实验结果。也就是,是否对长短标准刺激做明确界定不会影响实验结果。具体来说,他们提出被试在做判别时,

当 $(t-M)/t < b$ 时,被试判断为“长”;

当 $(t-M)/t < -b$ 时,判断为“短”;

当 $-b < (t-M)/t < b$ 时,对长短的判断是随机的。

三个方程中, M 是呈现的所有刺激的算术平均值,假定是以均值为 M,变异系数为 c 的高斯分布的形式存在的。 b 是固定的判别阈值。

我们可以发现上面三个方程全是 TND 模式

的。可以看出 TND 模式的决策模型不仅可以用来解释时间泛化的数据还可以用来解释二分时间任务的数据。事实上, TND 结构模式暗示了所谓的一致不过是差异低于相似阈限,这个模式应该可以应用在所有形式的时距决策上。

五、影响决策过程的因素

以往的研究显示单独影响决策过程的因素有两个。一个是在 Wearden 的研究中发现的,使用不同的奖励控制可以提高或降低被试的判别阈限,从而影响决策过程,这在前面已经提到。

另一个因素就是任务难度,它可以直接影响决策过程。 Ferraraet 在一个时间泛化的实验中提出了这个影响因素^[19]。他的实验有两个被试组,标准时距都使用 600ms,一组被试使用间隔为 150ms 的刺激序列,另一组被试则使用间隔为 75ms 的刺激序列。在实验中,两个被试组都需要判别 750ms 和 450ms 这两个比较刺激。他发现当整体辨别任务更难时,也就是间隔为 75ms 时,被试对 750ms 和 450ms 的比较刺激有更好的判别。 Wearden 的研究也得出同样的结果,他们发现随着任务难度的增加,时间敏感性也更高^[10]。

对任务难度影响的最普遍的看法是,当任务难度增加的时候,被试的注意力增加了,因此对刺激的辨别也会更好。但是这个看似合理的解释,并没有对行为的变化机制作出解释,而且在提及注意对时间的影响时,大多数情况下都会涉及一些同时发生的干扰任务,而 Ferraraet 提到的影响因素,并没有同时进行的干扰任务。 Ferraraet 讨论了对任务难度影响的各种可能的解释,认为在时间泛化任务中,这种更困难的任務降低了判别阈限,从而提高了时间敏感性^[19]。

六、小 结

本文以时间泛化任务、不完全时间泛化任务以及二分时间任务为例简述了 MCG 模型以及其他的一些 TND 模式的决策模型。这些对被试在时间任务中的加工机制精确量化的模型,虽然不一定是完全正确的,但是有这些模型存在,就能够对实验结果作出更精确的解释,从而促进我们对人类时间心理机制的研究。一些在时间研究中经常使用的任务,如复制法和口头报告任务,还没有具体的心理模型。如果能建立起被试在这些任务中的心理模型,就能增加使用这些任务的实验结果所反映的信息。对这些时间任务中的心理模型的建立会更困难,它们都涉及比时间泛化和时间二分任务更复杂的心理过程。如,在口头报告任务中,被试对时间的报告通常都是以“00”或“50”结尾的数字,内部时间加工机制是如何对刺激时距进行表

征,又是如何将时间信息的表征量化成报告的数字的?很显然,要对这样的任务建立心理模型会是很大的挑战。不过,进行这样的努力对我们认识人类时间的心理机制是很必要的。在 Wearden 已发表的文献中对这两种任务中的心理模型都有过一些设想,但是具体的量化的模型还有待研究^[20,4]。

参考文献:

- [1] 李伯约,黄希庭. 时间记忆表征研究:继往与开来[M]. 北京:新华出版社,2006:10.
- [2] Grondin S. From physical time to the first and second moments of psychological time[J]. *Psychological Bulletin*,2001, 127(1):22-24.
- [3] Wearden J H. "Beyond the fields we know...": exploring and developing scalar timing theory[J]. *Behavioural Processes*, 1999, 45:3-21.
- [4] Church R M, Gibbon. Temporal generalization[J]. *Journal of Experimental Psychology Animal Behavior Processes*, 1982, 8:165-186.
- [5] Wearden J H. Temporal generalization in humans[J]. *Journal of Experimental Psychology Animal Behavior Processes*, 1992, 18:134-144.
- [6] Wearden J H, Wearden A J, Rabbitt P M A. Age and IQ effects on stimulus and response timing[J]. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1997, 23(4): 962-979.
- [7] McCormack T, Brown G D A, Maylor E A, Darby R J, Green D. Developmental changes in time estimation: comparing childhood and old age[J]. *Development Psychology*, 1999,35:1143-1155.
- [8] Droit-Volet S, Clement A, Wearden J H. Temporal generalization in 3- to 8-year-old children[J]. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2001,80:271-288.
- [9] Wearden J H. Decision processes in models of timing[J]. *Acta Neurobiol Experimental*,2004, 64.
- [10] Wearden J H, Grindrod R. Manipulating decision processes

in the human scalar timing system[J]. *Behavioural Processes*,2003, 61:47-56.

- [11] Wearden J H, Bray S. Scalar timing without reference memory? episodic temporal generalization and bisection in humans[J]. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2001,54B(4):289-309.
- [12] McCormack T, Wearden J H. Episodic temporal generalization: a developmental study[J]. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2005, 58A(4):693-704.
- [13] Allan L G, Gerhardt K. Temporal bisection with trail referents [J]. *Perception & Psychophysics*, 2001, 63 (3): 524-540.
- [14] Wearden J H, Ferrara A. Stimulus spacing effects in temporal bisection by human[J]. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1995, 48B:289-330.
- [15] Allan L G. The location and interpretation of the bisection point[J]. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2002, 55B(1):43-60.
- [16] Wearden J H. Human performance on an analogue of an interval bisection task[J]. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1991,43B:59-81.
- [17] Droit-Volet S, Wearden J H. Temporal bisection in children [J]. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2001, 80: 142-159.
- [18] Droit-Volet S. Alerting attention and time perception in children[J]. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2003,85:372-384.
- [19] Ferrara A, Lejeune H, Wearden J H. Changing sensitivity to duration in human scalar timing: an experiment, a review, and some possible explanations[J]. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1997,50B(3):217-237.
- [20] Wearden J H. Applying the scalar timing model to human time psychology: progress and challenge[J]. In: *Time and Mind II: Information-processing perspectives*,2003.

责任编辑 曹莉

Decision Processes in Temporal Cognition

WANG Qiu-juan, ZHANG Zhi-jie

(School of Psychology, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: This article discusses briefly some models of the decision processes in the scalar expectancy theory. More specifically, it takes the examples of temporal generalization, episodic temporal generalization and temporal bisection tasks to discuss the corresponding psychological decision mechanisms of the testees and some quantified models. The three quantified decision models seem to have a common model—the thresholded normalized difference (TND). That is to say, all the models use a normalized difference between two time durations, and then the result is compared with a threshold. In the last part, the article refers to two factors found in the past timing experiments, independently affecting decision-making processes.

Key words: temporal cognition; internal clocks; decision processes; temporal generalization; temporal bisection