

# 碰撞事件探测和躲避的心理分析

刘瑞光

(江西师范大学 教育学院,南昌 330027)

**摘 要:**该文界定了由视觉信息所决定的“碰撞”和“制动操作”的概念,探讨了影响人们探测碰撞事件的各种心理认知因素。在此基础上进一步就机动车司机如何基于环境信息及个体和社会信息校正驾驶制动行为,以躲避碰撞、达到安全行驶的心理策略等问题进行了深入地剖析。

**关键词:**碰撞事件,制动操作,探测,躲避

中图分类号:B842.1

文献标识码:A

文章编号:1003-5184(2006)03-0048-04

日常生活中,人们生活在一个具有时间、空间和深度的三维环境中。为了在环境中有效地决定自我运动,人们必须成功地完成各种认知任务,如调控自我运动的速度和方向、估计环境中他人和车辆的运动速度和方向,预测和避免碰撞事件的发生。因为在社会生活环境中碰撞事件时有发生,在这方面,机动车司机正确了解其他行人和车辆的运动信息以及道路交通状况,对于避免碰撞、减少交通事故的发生,保障机动车的安全驾驶是至关重要的。

## 1 潜在的碰撞事件与制动操作

运动视觉是视觉系统的基本维度。生态学研究表明,当观察者在环境中运动或物体相对于观察者运动时,会引起一个视觉结构的变化,这种视觉结构的变化称为视觉流域。物体和观察者间相对距离的增减决定着视觉影像的变化,其中既包含着相对运动特性的信息(如速度、距离),又包含着时间信息。一般说来,视觉流域中的运动物体可以传递两种信息:由物理变量决定的物理信息和由视觉变量决定的视觉信息。Lee 从数学角度指出了一种高阶视觉变量决定着机动车司机的制动行为,它为司机提供了一种关于减速度潜在效应的视觉估计,在控制减速度的过程中,司机通过使得视觉变量保持恒定的变化率来完成制动行为。Lee 认为,信息决定着视觉流域中的运动调整和视觉表征,决定碰撞的一个有效信息是碰撞时间(time-to-collision,简称 TTC)。TTC 信息由运动物体相对扩张率的倒数所决定,这种信息被称为  $\tau$  变量,用公式表示即为:

$$\tau(t) = X(t) / V(t) = x(t) / v(t)$$

其中  $X(t)$  是观察者与物体之间的距离; $V(t)$  是运动物体的速度; $x(t)$  是物体的视觉投影; $v(t)$  是物

体视觉扩张率的倒数。这一高阶视觉信息对于 TTC 判断和流逝时间的判断非常有用<sup>[1]</sup>。除此之外, Lee 还指出,  $\tau$  对时间的一阶导数( $\dot{\tau}$ )决定着潜在碰撞的强度,并且这个视觉变量存在一个关键值,它是控制机动车辆的减速度以避免发生碰撞的一个安全界值,也是 Lee 所提出的制动控制策略的依据。驾驶员的制动操作是由物理信息和视觉信息两种信息共同决定的,这种操作可以分为更细的子操作:制动启动操作和制动调整控制操作。在制动启动操作中,作为物理变量的相对速度和距离起着重要的作用,司机倾向于以间接知觉的方式完成操作;而在制动调整控制操作中,视觉变量则起着核心线索的作用,司机要顺利地完 成刹车行为,就要使机车以适当的减速度向行驶<sup>[2,3]</sup>。Yilmaz 等人研究测定了在碰撞事件即将发生之前观察者是否使用  $\tau$  信息,结果是肯定的。作为视觉变量的一种特性,  $\tau$  信息的使用使得观察者不可避免地做出减速度是否恒定的判断,当减速度保持恒定时,  $\dot{\tau} = -0.5$ ; 对于其他的  $\tau$  值来说,作为时间的一个函数减速度不断地发生变化。因此,驾驶员是通过变化减速度来产生恒定的  $\tau$  值,他们在利用  $\tau$  信息对是否发生碰撞做出判断的同时也对制动行为加以校正,在这种知觉驾驶任务中司机的制动操作依赖于  $\dot{\tau} = -0.5$  的关键值的使用<sup>[4]</sup>。若  $\tau \geq -0.5$ , 则观察者将在与物体发生碰撞之前停止运动(行驶速度变为零),此时不发生碰撞。驾驶员以一个保守的低速率使得机车前行,形成在前期强制动和后期弱制动的过程,驾驶员只需要进行低水平的轻刹车就能避免碰撞,属于安全驾驶。此时的碰撞不产生任何严重的后果,称为“软碰撞”。 $\dot{\tau} < -0.5$  时,驾驶员的制动强度呈现指数递增,此过程

是以制动前期较小的减速度、后期较大的减速度为特征的,此时驾驶员需要高度地紧急刹车。碰撞事件发生之前驾驶员不能使机动车的行驶速度变为零,很可能最后的制动行为超出驾驶员的能力以至于产生强烈碰撞——即“硬碰撞”<sup>[5,6]</sup>,属于危险驾驶,有可能造成严重的后果。

## 2 探测碰撞事件的心理认知因素

### 2.1 探测碰撞事件的心理线索

尽管 $\tau$ 信息对于碰撞事件的时间判断是个有效的信息源,它不能用于碰撞事件的探测活动。在日常生活环境中,当多个物体出现在视野中时,观察者需要判断是否有物体将与观察者发生碰撞,在确定哪个物体与观察者发生碰撞时, $\tau$ 变量不能提供任何有效的信息,此时对碰撞事件的探测依赖于其他心理线索。Cutting等人进行了一个有关碰撞探测的实验,他们提供给被试几个模拟的场景,其中或者呈现一个运动的观察者和运动的行人、或是呈现一个滚动的圆筒、或是呈现一个静止的物体,结果发现,在决定一个碰撞是否将要发生或观察者运动在物体(行人或滚筒)的前面和后面时,被试的判断相当准确。由此他们推论,在碰撞事件的预测中被试使用了双眼视差信息,即呈现在视野中的物体的深度线索为观察者探测碰撞事件提供了有效的信息<sup>[4,5]</sup>。

机动车的驾驶行为受许多心理线索影响,视觉流域的复杂性影响着司机对于前行机车的运动分析。在直线轨道上驾车行驶的司机,常常借助于参照物来探测运动信息,视野中静止参照物的存在为司机提供了环境中其它机车或行人运动的信息,同时在静止参照物、司机和运动的机动车之间产生了一个相对的运动效应。对于曲线运动道路来说情况要复杂得多,司机的视觉流域中不仅包含速度和方向的转换效应,而且包含其旋转效应。路标的出现在一定程度上可以加强对自我运动的认识,为司机提供深度知觉线索,从而使司机正确探测前面存在的潜在碰撞事件。另有研究表明,观察者对碰撞的感受性随物体序列的大小增加而增加,反应时(RTs)随序列大小的增加而减少<sup>[6]</sup>。最近的研究结果表明,碰撞事件的探测中起主要作用的另外两个信息源是:碰撞物体的扩张和收缩信息及物体恒定的运动方向和固定位置信息。前者由情景中的几何投影决定,后者主要由观察者在三维环境中的水平速度分量与三维速度值的比率所决定<sup>[8]</sup>。碰撞事件的探

测一方面由两个信息源共同决定;另一方面也与制动操作行为的认知加工密切相关。

### 2.2 探测碰撞事件的认知加工

当多个运动物体呈现时,视野中物体的扩张、收缩信息或其运动的方向、位置信息为人们提供了探测碰撞的重要线索。这种探测行为可以用两个认知模型加以解释,一个模型认为,视觉系统中存在着关于网膜影像扩张和物体位置信息的两种不同的加工机制,两种机制分别实现着对有关信息的加工,当物理信息和视觉信息源同时存在时,加工机制中的碰撞探测器被激活。如果这种信息加工出现在视觉系统的早期阶段的话,那么碰撞探测器的激活就是自动产生的;如果碰撞的探测以一个低水平机制的激活为基础,那么无论同时呈现多少个运动物体,对潜在的碰撞事件的迅速探测都依赖于视觉流域中两种信息的整合。另一个模型则否认碰撞探测器的存在,这个模型认为,视觉系统对于影像扩张的物体和具有固定位置物体的搜索以一个中心加工机制为基础,并且搜索过程包含着对一个特定物体的注意分配。这个中心机制受到注意资源限制的影响,由于注意资源限制了认知加工,使得即将与观察者发生碰撞的物体不能被识别,随着视觉流域中非碰撞物体数目的增多,观察者对碰撞事件的探测能力逐渐降低<sup>[4]</sup>。

对此问题研究者的分歧在于,碰撞事件的探测是以低水平的自动加工机制的激活为基础,还是依赖于一个资源限制的中心加工机制的激活。在许多研究者对于资源限制中心加工机制的测定研究上,其共性是使用了一种视觉搜索任务<sup>[4]</sup>。任务要求观察者在存在分心物的条件下寻找一个即将发生碰撞的目标,目标经常由两种不同的刺激特性(如颜色和形状)所决定。分心物由一种特性所决定(称为单一搜索条件),或是一半的分心物由一种特性决定、其余分心物是由其余的特性所决定(称为混合搜索条件)。Wolfe的研究表明,当目标在单一特性的基础上被区分出来时,探测一个目标的反应时(RTs)不会随着序列中分心物数目的增多而变化;而对于混合搜索条件来说,反应时(RTs)随着分心物数目的增多而线性增加。由此得出,单一搜索条件是通过并行加工实现的,混合搜索条件则是通过串行加工实现的<sup>[7,8]</sup>。这一结果可以对驾驶员的探测碰撞行为做出解释。当视野中出现多个障碍物、行人或车辆时,

如果碰撞事件的探测基于低水平自动加工机制得以进行的话,视觉搜索活动不应随着情景中人物或车辆数目的增多而改变,因为此时进行的是一种并行加工。如果碰撞探测建立在一个资源限制的中心加工机制的基础上,那么对于行驶在嘈杂混乱、川流不息的马路上的机动车司机来说,随着视觉环境中行人、车辆数目的增加,他们探测碰撞事件的能力应该降低<sup>[4,7]</sup>,当然对此还有待于进一步考证。

### 3 躲避碰撞事件的心理策略

为了在环境中成功地躲避碰撞,许多研究测定了运动驾驶过程中司机的制动操作效能。例如操作者关于自我运动的知觉,关于自我运动方向、速度的知觉,关于自我运动行为的控制等<sup>[4,8]</sup>。从理论上讲,成功的驾驶制动操作依赖于环境信息、社会信息和个体心理信息的整合。

#### 3.1 基于环境信息的躲避碰撞对策

机动车驾驶员要达到在杂乱的环境中安全行驶的目的,必须校正运动的轨道躲避即将发生的碰撞,这一过程是通过人的“知觉-行为”系统共同完成的。对行驶状况的认知包括对三种信息源的分析:首先,若运动背景为静态,观察者的判断必须以运动轨道信息为基础;若观察者静止,其分析必须以物体的运动为基础;若两者都处于运动状态,则分析判断必须建立在两种运动状况的基础之上。当一个潜在的碰撞事件即将到来时,司机的一种策略是通过改变行驶轨道的曲度来躲避碰撞<sup>[9]</sup>。轨道曲度的改变是通过对运动方向的控制来实现的,因此要想在环境中成功地确定方向,机动车司机需要有效地完成运动过程中的各种认知任务。

人们用于躲避碰撞的第二种方法是通过校正自我运动(或机车运动)的速度来实现的。这种认知分析是在情景静止时,以观察者运动的量为基础;当观察者静止时,以物体运动的量为基础;当观察者和物体都运动时,以两者运动的量为基础做出判断。例如,当司机驾驶一辆机动车朝向前面一辆以减速度运动的轿车行驶时,司机需要确定机车是否将与运动的轿车在前面某个位置处发生碰撞,就是说,这种情况要求司机确定机车当前的减速度是否足以避免与前面一辆以减速度行使的轿车相撞,此时司机必须完成基于两个机车运动量的分析。

其中主要涉及到与制动操作行为的校正和控制有关的视觉变量,这种认知分析是在时间信息的基

础上将速度和减速度信息考虑进去。为了避免碰撞事件的发生,司机经常使用高阶视觉信息来控制制动行为,或是使用恒定的减速度控制制动行为,或是使用和恒定的减速度两种信息的整合成功地完成制动操作<sup>[10]</sup>,以达到避免碰撞、安全行驶的目的。

以恒定速度运动的机动车辆或物体的大小也是影响着碰撞事件躲避的重要因素。假设一个司机驾驶着一辆机动车以恒定的减速度朝向一个物体运动,如果司机在碰撞事件的估计中使用了物体大小信息,那么较大的物体比较小的物体应被知觉为离观察者较近,在到达零速度之前观察者知觉大物体的距离小于知觉小物体的距离。与小物体相比,大物体更容易发生碰撞。因此,物体的大小信息也常被司机用于校正制动行为以躲避碰撞,其理论基础是对源于恒定减速度的距离(物理距离)和源于知觉物体大小的距离(视觉距离)所作出的比较( $D_{diff} = D_v - D_s$ ),如果物理距离超过了视觉距离( $D_{diff} > 0$ ),这就意味着司机不能以当前的减速度在到达物体之前及时停车,碰撞事件将要发生,为避免碰撞必须增加减速度。如果物理距离小于视觉距离( $D_{diff} \leq 0$ ),那末司机就可以在到达物体之前将机动车速度减小至零,即当前减速度的维持将产生安全的驾驶结果,碰撞事件不会发生<sup>[10,11]</sup>。除此之外,当司机探测到碰撞事件即将发生时,采取主动增加机车制动力的方法也是很常见的。

#### 3.2 基于个体和社会信息的躲避碰撞对策

除了环境因素对司机的驾驶制动策略具有重要影响之外,个体的交通安全意识、态度和个体倾向性等因素对于躲避潜在的碰撞事件也具有重要的影响。有关研究表明,当司机驾驶机动车接近一个交叉路口时,碰撞事件发生的概率相对要高些,司机的制动操作行为可以分为几个可观察的区域:即“危险区”、“关键区”、“正常驾驶区”和“追赶区”<sup>[12,13]</sup>。距离潜在的碰撞对象(行人、车辆、物体等)最近的区域称为“危险区”,司机一旦进入这一区域,他们就会体验到与前面的对象产生碰撞的危险感。“关键区”是一个司机在行驶过程中开始感觉到危险的距离,它介于“危险区”和“正常驾驶区”之间,如果司机由于某种原因进入到这一区域,那么他应尽快回到“正常驾驶区”中去。“正常驾驶区”是司机主观冒险的零点,也是一个与前面的潜在碰撞物保持最小安全距离的区域,在此区域司机能够体验到一定的安全感。

处于“正常驾驶区”之外的区域称为“追赶区”，这是一个使司机感觉到与前面的潜在碰撞物既不太远又不太近的距离。

Allport 对于进入这些区域的司机的心理特性进行了研究,他指出,司机的社会行为既受到正常标准(交通规则、安全条例)的制约,又受到非正常标准(视觉流域)的影响。生活在同一社会组织中的个体被迫去服从社会既定的规则和条例,在各种各样的社会成员中,有些人愿意服从规则,接受条例,有些人表现出不服从行为。交通安全态度对司机行为的影响也是重大的,一类司机既愿意服从正常标准也愿意服从非正常标准,他们表现出稳定的心理倾向,具有良好的交通安全态度,对速度敏感并据此完成制动行为,避免交通事故的发生。第二类司机愿意服从非正常标准,驾驶机动车辆保持一种为社会所认同的距离,他们表现出稳定的心理倾向,安全驾驶态度较差,对速度较为敏感。第三类司机希望遵守正常标准,为安全起见善于使车保持与前面的对象有充分的距离,虽然表现出不稳定的心理倾向,但其安全驾驶态度较好,他们不是根据速度而调控制动行为,而是根据道路状况(正常道路或高速公路)而完成驾驶操作。第四类司机既不想按正常标准操作,又不想服从非正常标准行车,他们表现出不稳定的心理倾向,安全驾驶态度极差<sup>[14]</sup>,即使在高速行驶过程中也与前面的车辆保持较短的距离,这类司机被认为是马路上的“最大杀手”,最容易发生交通事故。

#### 4 结语

当人们在纷繁复杂的社会环境中运动时,物理信息和视觉信息的整合提供了一种潜在的碰撞线索,机动车司机在行车过程中,也正是利用这种整合信息实现着对潜在碰撞事件的探测和躲避。碰撞事件发生的强度主要是由高阶视觉信息所决定的,它也是司机校正制动操作行为的重要信息源。为了躲避碰撞、安全行车,司机经常基于环境信息和社会规范采用多种驾驶制动策略,除此之外,个体的心理倾向和交通安全态度也对司机的安全行驶起着重要的作用。

#### 参考文献

1 刘瑞光,黄希庭.运动视觉中时间知觉信息源的研究.

- 西南师范大学学报(自然科学版),1997,22(6):727-734.
- 2 刘瑞光,黄希庭.运动视觉中计时行为的控制操作理论.应用心理学,1998,4(2):56-59.
- 3 Lee D N. A theory of visual control of braking based on information about time-to-collision. *Perception*,1976,5:437-459.
- 4 Anderson G J, Kim R D. Perceptual Information and Attentional Constraints in Visual Search of Collision Events. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2001,27(5):1039-1056.
- 5 Tresilian J R. Empirical and theoretical issues in the perception of time-to-contact. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*,1991,17:865-876.
- 6 Nicolas B, Hubert R, Michael P B. Time-to-contact estimation of accelerated stimulus is based on first-order Information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2003,29(6):1083-1101.
- 7 Delucia P R, Novak J B. Judgments of relative time-to-contact of more than two approaching objects: Toward a method. *Perception & Psychophysics*,1997,59:913-928.
- 8 Wolfe J R. Visual search. In: H. Pashler Ed. *Attention*, Hove, England: Psychology Press/ Erlbaum,1998.13-73.
- 9 Cutting J E, Vishton P M, Braren P A. How we avoid collisions with stationary and moving obstacles. *Psychological Review*, 1995,102:627-651.
- 10 Anderson G A, Cisneros J, Atchley P, et al. Speed, size, and edge-rate information for the detection of collision Events. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*,1999,25(1):256-269.
- 11 Fajen B R. Steering toward a goal by equalizing Taus. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2001,27(4):953-968.
- 12 Gale A G. Visual cues for the detection of impending collision at crossroads: the case of curvilinear self-motion. *Vision in Vehicles - Iv*, Elsevier Science Publishers B V, 1993.101-108.
- 13 Lee D N. The optical flow field: The foundation of vision. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*,1980,29:169-179.
- 14 Gale A G. Individual Differences in Driving Distance Headway. *Vision in Vehicles - Iv*, Elsevier Science Publishers B V, 1993.91-99.

(下转第83页)

7 朱正才,杨惠中,杨浩然. Rasch 模型在 CET 考试分数等值中的应用. 现代外语 ,2003 ( 1 ) :70 – 74.

8 朱正才. 大学英语四、六级考试分数等值研究——一个基于柳题和两参数 IRT 模型的解决方案. 心理学报 ,2005 , ( 2 ) :280 – 284.

9 张凯. HSK 等级分数问题. 世界汉语教学 ,2004 ( 1 ) :71 – 80.

10 谢小庆. 关于汉语水平考试的分数体系的几点说明. 学汉语 ,1995 ( 6 ) 30 – 32.

11 Neal M. Kingston ,Paul W. Holland. Alternative Methods of

Equating the GRE General Test. GRE Board Professional Report ,1986 ( 5 ) 81 – 16p.

12 柳博. 美国大学水平考试. 考试研究 ,2002 ( 1 ) :125 – 139.

13 漆书青,戴海崎,丁树良. 现代教育与心理测验学原理. 北京 :高等教育出版社 ,2002.201.

14 谢小庆. 对 15 种测验等值方法的比较研究. 心理学报 ,2000 ( 2 ) :217 – 223.

15 戴海崎,张峰,陈雪枫. 心理教育测量. 广州 :暨南大学出版社 ,1999.238.

## The Study of Criterion Referenced Test 's Score System

Gan Liangmei Yu Jiayuan

( Psychology Department ,Nanjing Normal University ,Nanjing 210097 )

**Abstract** :With the development of the test ,more and more people pay attention to Criterion Referenced Testing ( CRT ). But based on norm referenced ,there are some problems in the explanation and report of the scores . Through analyzing the score system of some tests :CET – 4&CET – 6、HSK、GRE、CLEP and following the common of these score systems , this study discuss the score system of criterion – referenced test . At last , authors indicate some problems in some test ' score systems at present .

**Key words** :criterion referenced test ; score system ; norm referenced ; test equating ; cut – score

( 上接第 51 页 )

## A Psychological Survey of Detection and Avoidance of Collision Events

Liu Ruiguang

( School of Education , Jiangxi Normal University , Nanchang 330027 )

**Abstract** :Concepts of collision and braking action in driving are defined by optical information . Psychological factors and cognitive processes , which influence observers 'detection of collision events , are discussed . Various psychological methods of regulation of braking action based on envirenment information ,social information and individual information of collision avoidance are further studied in this paper , so that a safe motion can be obtained by drivers .

**Key words** :collision events ;braking action ;detection ;avoidance