

The Influence of Speed on Location-To-Collision Estimation in the Occlusion Paradigm

Boyu Qiu

South China Normal University, Guangzhou Guangdong
Email: veronicahaku@live.com

Received: Apr. 16th, 2015; accepted: May 7th, 2015; published: May 13th, 2015

Copyright © 2015 by author and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The estimation of Time-To-Collision was used to represent speed perception in previous studies. In this research, however, the estimation of Location-To-Collision is used to stand for speed perception and the occlusion paradigm was applied to investigate the influence of different speed on the estimation of Location-To-Collision. Participants were 30 college students from South China Normal University; data were reported by the speed perception instrument. The result indicates that the influence of speed on Location-To-Collision estimation in the occlusion paradigm is significant; the estimation of Location-To-Collision goes beyond where the spot supposed to be in high speed condition and goes within where the spot supposed to be in low speed condition. At the end of this paper, the application of the estimation of Location-To-Collision is discussed.

Keywords

Location-To-Collision, Time to Collision, Occlusion Paradigm, Speed Perception

遮挡范式下速度对碰撞位置估计的影响

邱博宇

华南师范大学, 广东 广州
Email: veronicahaku@live.com

收稿日期: 2015年4月16日; 录用日期: 2015年5月7日; 发布日期: 2015年5月13日

摘要

以往关于速度知觉的研究都以被试对碰撞时间的估计为速度知觉的操作性定义,本研究采用遮挡范式,以被试对碰撞位置的估计为速度知觉的操作性定义,通过不同速度的设计,比较不同运动速度对速度知觉实验碰撞位置估计的影响。被试为30名在校大学生,使用速度知觉仪获取和记录数据。研究结果表明运动速度对碰撞位置的估计影响显著,速度快时,估计碰撞位置与出发点的距离比实际碰撞位置与出发点的距离长;速度慢时,估计碰撞位置与出发点的距离比实际碰撞位置与出发点的距离短。最后讨论研究结果的应用意义。

关键词

碰撞位置, 碰撞时间, 遮挡范式, 速度知觉

1. 前言

在生活中,车辆驾驶员为避免与其他车辆、行人或障碍物碰撞,需要对将发生碰撞的时间进行估计以采取措施避免碰撞,但驾驶员无法总是获得障碍物等的连续视觉信息,所以需要在遮挡的情况下对碰撞时间进行估计(Sidaway et al., 1996)。在这方面前人有过许多关于遮挡范式下碰撞时间(Time-To-Collision or Time-To-Contact, 简称 TTC)的研究,例如郭秀艳等(2000)的研究结果是移动速度对碰撞时间估计的影响显著,速度越大,估计的准确性越高。

此外还有大量关于 TTC 的研究,这些研究可以分为两个阶段。在第一阶段,学者们主要研究影响 TTC 判断的准确性的因素,这些影响因素包括:

- 1) 运动物体的属性,例如在运动物体形象为三轮车时,被试判断的误差率小于运动物体形象为小轿车的情况(黄端等, 2008);
- 2) 运动物体的运动例如物体运动的速度、距离、运动轨迹(Kiefer et al., 2006)及加速度(刘瑞光等, 1999)对 TTC 有显著影响;
- 3) 观察者的属性例如观察者的性别对 TTC 的影响也表现为显著(刘瑞光等, 1999)。

在第二阶段,随着视觉变量对 TTC 机制理论的解释例如认为 TTC 与光学影像的相对扩张率有关(DeLucia, 2004)或由光阵决定(McLeod et al., 1983)的出现,研究重心转向了视觉运动加工的追踪过程,利用平滑追踪眼动研究 TTC (陈婷婷等, 2012)或利用眼睛速度追踪 TTC (de Brouwer et al., 2001)并形成追踪是由视觉信息和眼动反馈引导的理论(Churchland et al., 2003)。

回到郭秀艳等的实验,该实验当光点到达第一个红线标记时,灯光进入挡板立马消失,但其仍按原速度前进,当被试认为光点正好到达第二个标记处时,按下反应键,此时光点会重新出现。结论是移动速度对时间估计的影响显著,速度越大,估计的准确性越高。因而研究者建议司机开车的速度可以快些以增其时间估计能力,随后补充考虑到应变时间,不提倡广泛使用这个策略。

该建议是基于“遮挡范式下 TTC 估计的准确性随着物体运动速度的加快而提高”的结果提出的,该实验是以被试从任务开始到按下反应键的时长(TTC 估计时间)与光点移动到第二个标记处的实际时长(实际碰撞时间)的差异时间为操作定义的。然而在实际操作中,被试对速度知觉的错误估计可以分为两种,一种是光点还没有到达第二个标记时就按下反应键(简称“提前”);另一种是光点已经过了第二个标记才按下反应键(简称“延后”)。上文所述关于 TTC 的研究中,都将差异时间的结果转换为绝对值后再进行

统计分析,在这个转换过程中丢失了被试按下反应键时光点位置与光点实际位置相对关系的信息,无法研究提前或延后现象。

假设不同速度条件下,被试出现提前或者延后现象的情况不一样。可以猜想:速度快时被试倾向于延后,速度慢时被试倾向于提前,这样就可以解释在开车的时候,如果速度慢,我们更倾向于在会车之前停车,如果速度快,我们对于碰撞位置的估计更倾向于延后,也就意味着会发生交通事故。无论是第一阶段还是第二阶段关于 TTC 的研究,使用的被试速度知觉的错误估计值都是绝对值,也就是不考虑提前或者延后的影响,所以有可能作出错误的结论。

不妨将个体利用接收到的视觉信息判断运动物体在某一时间段内到达的地点称为碰撞地点(Location-To-Collision,简称 LTC),在速度知觉实验中,LTC 估计位置是指被试按下反应键时光点出现的位置,LTC 实际位置指第二个标记的位置;于是“提前”可以定义为:LTC 估计位置与出发点的距离小于 LTC 实际位置与出发点的距离,“延后”可以定义为:LTC 估计位置与出发点的距离大于 LTC 实际位置与出发点的距离。

本实验将补充研究速度对 LTC 估计位置与 LTC 实际位置相对关系的影响,通过快、慢两种不同的速度的实验设计,在每轮实验中光点各以水平、垂直、平面的运动方式运动 8 次,每人完成 6 轮,其中第一轮为熟悉操作阶段不计入数据中,记录被试的差异时间,再通过差异时间的正负值将差异时间转换为 LTC 估计位置相对于 LTC 实际位置的关系(提前、延后),从而探究速度快慢对 LTC 位置估计的影响。

2. 方法

2.1. 被试

华南师范大学本科二年级学生 30 名,平均年龄约 20 岁,视力正常或矫正后正常。其中女生 17 名,男生 13 名。

2.2. 仪器

北大青鸟 BD-II-508 型速度知觉仪(北京青鸟天桥仪器设备有限责任公司)。

仪器的正面显示活动挡板的位置,且被试反应键与仪器正面相连接。

仪器的背面由控制操作面板、反应键插座和电源插座组成。控制操作面板上有计时器(包括设定时间、被试时间、误差时间;精确度为 0.01 秒)、开始按钮以及时间显示切换按钮。屏幕板大小为 $900 \times 25 \text{ mm}$,仪器外形尺寸为 $670 \times 200 \times 175 \text{ mm}$ 。

2.3. 设计

实验为单因素被试内设计,自变量为光点移动速度,分为快、慢两个水平,(快速为 8 档,慢速为 4 档,共 9 档)。每个被试进行 5 轮,每轮操作 24 次。

通过输出差异时间的正负值,可得知被试 LTC 估计位置与 LTC 实际位置的相对关系。

2.4. 程序

主试邀请被试坐在仪器正前方,距离约为 1.2 米,被试右手握着反应键。主试向被试说明仪器的使用方法后启动开始按钮,演示实验过程。在演示中,主试告知被试要注意仪器正面显示的光点或线框,它们会以均匀的速度移动,移动一段距离后消失,但它仍在以相同的速度向前移动,当被试想象光点移动至终点时即按下反应键,此时光点或线框会再次呈现。在被试清楚实验操作后,实验以上述方式正式开始。

2.5. 数据处理工具

使用 SPSS 16.0 for windows 对所得数据进行整理和统计。

3. 结果与分析

3.1. 速度对碰撞时间估计的影响

两种速度条件下差异时间的平均数和标准差情况如下表 1 所示。

两种速度条件下差异时间的方差分析结果如下表 2 所示。

描述：方差分析表明，速度对碰撞时间估计存在显著主效应， $F(1, 29) = 479.062$ ， $p < 0.01$ 。

3.2. 速度对碰撞位置估计的影响

两种速度条件下 LTC 估计提前和延后的次数情况如下表 3 所示。

描述：使用 Pearson 卡方检验， $\chi^2 = 524.6$ ， $p < 0.01$ ，两种速度下 LTC 估计位置差异显著。

3.3. 分析

对速度与碰撞时间估计的方差分析结果与前人的研究结果一致，速度与碰撞时间估计存在显著主效应。速度越快，TTC 估计时间与实际碰撞时间差异越小，碰撞时间估计越准确；速度越慢，碰撞时间估计越不准确。

采用对碰撞位置的估计作为速度知觉的操作性定义时，两种速度条件下 LTC 提前、延后次数的卡方检验结果表明，速度大小对 LTC 估计位置提前或延后的影响显著，速度快时，LTC 估计位置更倾向于延后；速度慢时，LTC 估计位置更倾向于提前。

综上，研究者建议：司机驾车时，为了能实现对会车位置估计的提前，在会车前应减慢车速；速度快的情况下固然能提高 TTC 判断的准确率，却更容易把 LTC 估计位置判断延后，更容易发生交通事故。

Table 1. Time differences of TTC estimation in 2 levels of speed ms
表 1. 两种速度条件下 TTC 估计差异时间 毫秒

	速度快		速度慢	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
差异时间	594.4	569.6	1145.7	904.3

Table 2. ANOVA of time differences in 2 levels of speed
表 2. 两种速度条件下差异时间的方差分析结果

变异来源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
速度条件	2.736E8	1	2.736E8	479.062**

注：**代表 $p < 0.01$ 。

Table 3. The number of advance and delay on LTC estimation in 2 levels of speed
表 3. 两种速度条件下 LTC 估计提前、延后次数 次

速度	LTC 估计位置		合计	χ^2
	提前	延后		
慢	1440	360	1800	524.6**
快	771	1029	1800	

注：**代表 $p < 0.01$ 。

在生活中 LTC 有着广泛的应用,例如追捕逃犯时,可以根据逃犯的逃跑方向及速度,在逃犯即将经过的地方布置警力抓捕犯人,此处对“逃犯即将经过的地方”的位置估计,就属于 LTC 位置估计,再例如司机驾车时,能根据车速对一段时间后即将经过的位置进行判断,如果该位置可能为与另一辆车的会车位置,则司机通过 LTC 位置估计可以提前预警,做出刹车、转弯等应急行为。

在这样的位置估计过程中,是否司机会因为来车的速度不同而做出准确率不同的判断,警察是否会因为逃犯逃跑的速度不同(例如逃犯使用的交通工具不同)而对逃犯即将出现的位置估计提前或延后,这类问题都涉及到遮挡范式下 LTC 位置估计的影响因素的探讨,因此,对于 LTC 位置估计影响因素的研究具有较大的应用意义。

4. 问题与展望

对于本实验的研究结果,有三种可能的理论解释:一是物体运动速度快时,我们更倾向于将时间估计延长(刘瑞光等,2006)而对物体运动速度的估计变化不明显,因而出现延后现象,反之,物体运动速度慢时出现提前现象;二是物体运动速度快时,我们更倾向于将速度估计减慢,而对时间估计的影响不明显,从而出现延后现象,而物体运动速度慢时,我们更倾向于将速度估计提高,从而出现提前现象,李小华等(1997)的研究指出高速度下司机速度估计的错误率高于低速度下的司机速度估计的错误率,在此基础上可以进一步设想速度估计偏向于快或慢与物体运动速度快慢有关;第三,物体运动速度改变时,我们对时间、速度的估计都产生改变,从而导致 LTC 提前或延后。

结合认知加工模型的理论,也可以猜想是由速度对工作记忆产生了影响而导致 LTC 位置估计提前或延后。

具体准确的解释是哪一种,或有更为具有说服力的解释,有待进一步研究探讨。

除本实验的研究方法外, LTC 位置估计可以通过设定固定的时间长度,由被试判断在这个时间段内光点在挡板内移动的距离来实现。从理论上,这种实验方法下是否与 TTC 估计一样受观察者属性、运动物属性和运动属性的影响从而研究空间知觉与时间知觉的差别与联系;从实际应用上,这种实验结果对日常生活中的路程估计、刹车距离估计等更有参考作用。

参考文献 (References)

- 陈婷婷, 蒋长好, 丁锦红(2012). 视觉运动追踪的加工过程. *心理科学进展*, 3 期, 354-364.
- 郭秀艳, 贡晔, 薛庆国, 袁小芸(2000). 遮挡范式下对碰撞时间的估计. *心理科学*, 1 期, 34-37.
- 黄端, 张侃(2008). 碰撞时间估计的影响因素研究. *心理科学*, 6 期, 1284-1286.
- 李小华, 何存道, 彭楚翹, 郭伟力(1997). 卡车驾驶员速度估计研究. *心理科学*, 06 期, 1035-1039.
- 刘瑞光, 黄希庭(1999). 运动视觉信息中时间知觉线索的实验研究. *心理学报*, 1 期, 15-20.
- 刘瑞光, 黄希庭(2006). 短时距估计中刺激物的动态变化效应. *心理科学*, 5 期, 1035-1039.
- Churchland, A. K., Chou, I. H., & Lisberger, S. G. (2003). Evidence for object permanence in the smooth-pursuit eye movements of monkeys. *Journal of Neurophysiology*, 90, 2205-2218.
- de Brouwer, S., Missal, M., & Lefèvre, P. (2001). Role of retinal slip in the prediction of target motion during smooth and saccadic pursuit. *Journal of Neurophysiology*, 86, 550-558.
- DeLucia, P. (2004). Time-to-contact judgments of an approaching object that is partially concealed by an occluder. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 30, 387-304.
- Kiefer, R., Flanagan, C., & Jerome, C. (2006). Time-to-collision judgments under realistic driving conditions. *Human Factors*, 48, 334-345.
- McLeod, R. W., Ross, H. E. (1983). Optic-flow and cognitive factors in time-to collision estimates. *Perception*, 12, 417-423.
- Sidaway, B., Fairweather, M., Sekeya, H., & Gray, J. (1996). Time-to-collision estimation in a simulated driving task. *Human Factors*, 38, 101-113.