

情绪状态影响TTC估计

靳焕新, 于海涛*

温州大学教育学院, 浙江 温州

收稿日期: 2022年10月18日; 录用日期: 2022年11月18日; 发布日期: 2022年11月25日

摘要

碰撞时间(TTC)估计会受到内外因素的影响, 包括外部刺激的速度、大小、类型等属性和个体的内部生理心理状态, 其中外部刺激引起的个体情绪波动受到研究者的广泛关注, 这种影响通常从情绪的效价、唤醒度两个维度进行。结合累加器起搏器模型和碰撞时间估计Tau理论, 将情绪的维度与累加器-起搏器模型的两大影响因素——唤醒和注意相结合, 论述情绪影响时间估计的理论依据, 并结合情绪的两个维度——效价和唤醒度影响时间估计的实验研究证实该依据的可行性, 然后在此基础上通过情绪状态影响TTC估计的实验研究, 证明情绪状态会对TTC估计产生影响的可能性, 最后结合理论依据和实验证据, 指出当前研究的不足, 并给出未来可以继续进行的研究方向。

关键词

情绪, 唤醒度, 效价, 碰撞时间(TTC)

Emotional State Affects TTC Estimates

Huanxin Jin, Haitao Yu*

School of Education, Wenzhou University, Wenzhou Zhejiang

Received: Oct. 18th, 2022; accepted: Nov. 18th, 2022; published: Nov. 25th, 2022

Abstract

Time-to-collision (TTC) estimates will be influenced by internal and external factors, including the speed of external stimuli, such as size, type, properties, and individual internal physiological psychology, including individual mood swings caused by external stimuli attracted wide attention of the researchers. This effect is usually from emotional valence, arousal two dimensions. Combined with accumulator pacemaker model and the collision time estimation theory of Tau, the emotional dimension and accumulator-pacemaker model of two factors—wake up and pay attention to the combination, the paper discusses the theoretical basis of emotional impact time estimates, and

*通讯作者。

connecting with the mood of two dimensions—valence and arousal influence time estimates of experiments proves the feasibility of the basis, then on this basis, through the experimental research on the influence of emotional state on TTC estimation, the possibility of emotional state influencing TTC estimation is proved. Finally, combining the theoretical basis and experimental evidence, the shortcomings of the current research are pointed out, and the future research directions are given.

Keywords

Emotion, Arousal, Valence, Time-to-Collision (TTC)

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

时间是人类在自然环境中定位所需要的一个基本维度,许多行为都依赖于准确的时间加工,时距知觉是指个体对单个事件的持续时间或两个事件之间间隔时间的知觉(黄希庭等, 2003; 黄希庭, 徐光国, 1999),作为一种基本的知觉,时距知觉在我们日常生活中有着重要的作用,比如判断穿过马路所需的时间,估计到达教室的时间,判断羽毛球飞来的时间等等,都需要有时距知觉的参与。而实际上我们很早就学会了空间的概念,并且有很强的感知能力,人们似乎在无意识和自动地使用空间的心理表征来理解时间,通过对空间位置变化来判断时间长度(Fuhrman et al., 2011)。研究者将个体准确判断某一运动物体到达某一特定点的时间称为接触时间(time to contact)或碰撞时间(time to collision)(张志杰,黄希庭,1998)。

在关于 TTC 的研究中,个体对 TTC 估计的长度差异主要受到两个方面的影响,一个是刺激物本身的属性,包括物理属性,如刺激与个体间的距离、刺激的运动速度、个体观察刺激物的视角以及视角变化率等(Lee, 1976; 陶维东等, 2011),和社会属性,如刺激物包含的情感色彩(Brendel et al., 2014)等。另一方面则是个体本身的属性,如个体对刺激物所具有的概念信息(黄端,张侃,2008),个体的情绪刺激的程度,包括情绪效价和唤醒度(Chotsrisuparat et al., 2017; Gil et al., 2009; Juergensen & Demaree, 2015; Langeslag et al., 2020)。因此,情绪对于 TTC 判断来说是一个重要的因素,这在我们的生活里也经常证实。

因此,情绪无疑是影响个体碰撞时间(TTC)估计的一个重要因素,自上世纪起,众多学者们就已经通过研究(Angrilli et al., 1997; 黄希庭,徐光国,1999; 张志杰,黄希庭,1998)证明了情绪对于时间估计的重要作用,而其生理依据也逐渐被研究者发现(Eberhardt et al., 2020; Han et al., 2008)。近年来,随着研究技术的精进,对于碰撞时间估计的研究也逐渐变得深入和广泛起来。

诸多研究表明,这种个体受情绪驱动,进而显现出的对于物体 TTC 估计的时间扭曲无疑对于个体的生存和发展有着重要的意义,也可以为人类未来发展中相关危险的避免提供了依据。然而,现有研究虽然就个体对于某些威胁刺激 TTC 的低估现象做出了证实,但是对于其背后的机制并不清楚,并且这种低估现象似乎并不稳定。本文首先对时间估计的模型以及碰撞时间估计(TTC)的相关 Tau 理论作出阐述,从理论角度解释时间估计会发生扭曲的原因,进而对情绪的维度理论进行说明,并结合时间估计模型探究情绪对时间估计产生影响的理论基础,然后对情绪的两个维度——效价和唤醒度对于时间知觉及 TTC 估计影响的实验依据进行总结梳理,最后对情绪对 TTC 估计的研究可行性做出推论,并对其未来研究方向展开讨论。

2. 起搏器累加器模型与碰撞时间估计 Tau 理论

关于时间估计的模型和理论, 算得上是众说纷纭。从早期的内部时钟模型到近年来结合信息加工观点的情景记忆和时间感知的预测处理模型, 诸多理论对人体进行时间估计的原理进行了猜测和分析。但是当前对于时间估计模型的研究, 较为主流的说法仍然是起搏器累加器模型, 它对于时间估计的过程和影响因素在提出以来进行了多次补充和完善。而对于 TTC 估计的理论, 也有很多理论从生理或物理层面对于 TTC 估计的机理做出了解释, 其中由 Lee 等人提出的 Tau 理论被诸多学者进行了研究和证实。下面我们将聚焦于起搏器累加器模型和碰撞时间估计的 Tau 理论, 从理论出发, 论证情绪对于时距估计以及 TTC 估计的影响。

2.1. 起搏器 - 累加器模型

Treisman 在 1963 年, 提出了起搏器 - 累加器模型(pacemaker-accumulator model), 也被称为内部时钟模型(internal clock model), 这个模型提出了一个假设, 假设在人体大脑中存在一个起搏器(pacemaker), 这个起搏器会发出一定频率的脉冲信号(Treisman, 1963)。当脉冲被整合记录在一个累加器里, 就可以成为时间表征的基础。计数器所记录的信息可以进入两个功能区——存储器和比较器, 存储器会存储信息, 而比较器则会比较当前时间信息与存储器中的时间信息, 下面提供了这一模型的原理图(Gibbon et al., 1984) (见图 1):

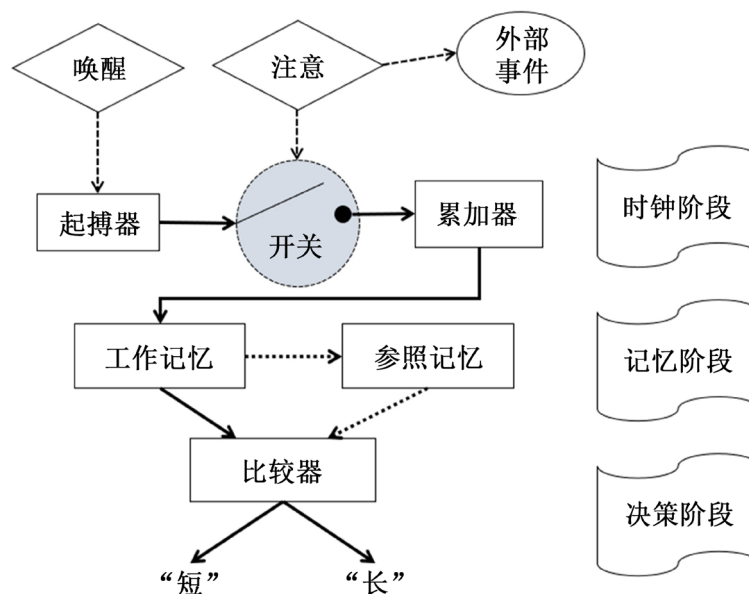


Figure 1. Pacemaker-accumulator model
图 1. 起搏器 - 累加器模型

这一模型共包括时钟、记忆和决策三个阶段, 时钟阶段起搏器先以一定的频率发出脉冲信号, 后由累加器累加信号, 期间会经过一个开关, 累加器中累加的脉冲信号即为持续的时间。在记忆阶段, 也可以称为存储阶段, 在这一阶段, 持续时间会被存储在工作记忆中, 同时对长时记忆进行检索, 检索该段持续时间的参照记忆。随后在决策阶段, 将工作记忆中的持续时间与检索到的参照记忆进行比较, 从而就可以确定, 这段持续时间与参照记忆相比长度更长, 更短还是相等。在这个模型中, 受到外界影响的有两个部分, 分别是开关和脉冲速率(Lake, 2016)。开关通过自身的开闭状态对进入累加器的脉冲信号数

进行调节, 可以决定对持续时间长短的感知(Block & Gruber, 2014; Brosch et al., 2013)。开关的闭合频率受到注意的资源分配影响, 当注意力资源较少分配在时间上时, 意味着开关以较低的频率闭合, 进入累加器的脉冲信号较少; 而当注意资源更多放置在时间上面时, 开关闭合会更加频繁, 这也意味着进入累加器的脉冲信号变多, 对时间长度的感知也变长。而会对脉冲速率产生影响的因素是唤醒(Droit-Volet et al., 2013; Schwarz et al., 2013)。一般而言, 唤醒度越高, 起搏器发出脉冲的速率就会越高, 进入累加器累加的脉冲也就越多, 这时就会导致对持续时间的高估。因此, 在累加器-起搏器模型中, 注意和唤醒是影响个体时间估计长短的两个重要因素(Droit-Volet, 2013; Lake, 2016)。

2.2. 碰撞时间估计的 Tau 理论

Gibson 等人在 1966 年提出的直接知觉理论中认为人们所处的环境提供的刺激是整体的、完全的, 人们可以直接通过获取这些信息来产生相应的感觉。Lee 等人提出了 Tau 理论, 认为对处于运动状态的目标物的速度知觉是由观察者获得的视觉变量决定的, 即: 物体光学影像相对扩张率(relative rate of optical expansion)的倒数 τ 决定了人们对其碰撞时间估计的判断(Lee, 1976)。之后研究者们纷纷验证以及修正 Tau 理论(Rock et al., 2006; Yilmaz & Warren, 1995; Tresilian, 1997)。Regan & Gray (2001)等人总结前人的研究, 用二维的图像计算目标物与观察者之间的即将碰撞时间, 基于物理学公式 $t = s/v$ 提出了优化的数学公式: $TTC \approx \theta/(d\theta/dt)$ 。我国学者通过研究证实了直接知觉理论的可行性(郭秀艳等, 2000; 田雨等, 2018)。

但是经过多番修正, Tresilian (1997)修正的 Tau 理论主要包括两方面的内容。一是在某些需要高度的活动技巧、且需要快速、准确的估计 TTC 任务中, 观察者主要依据 Tau 线索估计 TTC, 比如打球, 捕鱼等。在这种情况下一些估计 TTC 的其它线索可以忽略不计, 因为被试反应行为已经高度熟练, 并达到自动化的水平, 或者说已经形成无意识的知觉和行为的联结。二是在以下三种情况下被试根本不使用 Tau 线索或只使用其它的线索来估计 TTC。首先是使用 Tau 不能够有效、准确地估计 TTC 的情况下; 其次是实验任务时间约束较松, 因而无需使用的条件下; 最后是在较长的时距内的 TTC 估计任务条件下。

一项对碰撞时间估计影响因素的研究表明考察了专职公交车驾驶员对不同类型、速度和方向运动物体的碰撞时间(TTC)估计, 结果发现, 被试对不同类别和速度运动物体的 TTC 估计有显著差异(黄端, 张侃, 2008)。这表明, 除了视觉信息和物理信息之外, 运动物体的概念信息也是影响横向运动 TTC 估计的重要因素。Brendel 在实验中发现了, 没有人脸表情特征的情绪图片出现的 TTC 估计时间明显小于存在人脸表情特征的情绪图片, 这表明对表情线索的认知会干扰 TTC 的估计(Brendel et al., 2012; 2014)。

3. 情绪维度与 TTC 估计

3.1. 情绪维度相关理论基础

关于情绪的维度, 一直以来争论不断, 近年来较为认可的是情绪由两个维度组成——分别是效价和唤醒度。效价(valence), 也叫愉悦度, 包括情绪的正负性, 许多研究已经表明, 情绪的正负性是影响时间知觉的重要因素(Brendel et al., 2014; Zheng et al., 2019)。效价其实就是以正负情绪的分离激活为理论基础, 对情绪进行划分的。唤醒水平(arousal), 又称为激活水平(activation), 是指与情绪状态像关的机体激活的程度, 也就是机体生理唤醒的程度, 包括从平静到兴奋的状态水平(崔倩等, 2018)。唤醒会通过调动个体的机能, 为接下来可能发生的行动作出准备。

Lang 等人在 2005 年根据情绪的效价和唤醒度两个维度, 编制了国际情绪图片系统(IAPS), (Brendel et al., 2014)采用 IAPS 发现在相同唤醒度时, 不同效价的情绪图片均表现出对时间的高估; 而 Gil 和 Droit-Volet (Gil & Droit-Volet, 2012)则通过口头报告法发现了在相同情绪下, 高唤醒图片导致了更长的时距估计。同样, 也有实验研究(Gil et al., 2009; Tipples, 2008)证明, 相比起正性图片, 愤怒图片和恐惧图片

更能导致时距的高估。

除却最传统的效价和唤醒两个维度, 近年来, 也有不少学者认为情绪还有一个维度——动机。还有学者提出了情绪的动机维度模型(Gable & Harmon-Jones, 2010), 认为动机维度包括动机的方向和动机的强度, 也就是趋近和回避两个方向, 范围是从低到高。有研究表明(Adams et al., 2006), 判断某图片的碰撞时间时, 含有趋近动机的图片(如愤怒图片)会比含有回避动机的图片(如恐惧图片), 碰撞时间估计为更短。

因此, 根据时间估计模型——累加器起搏器模型, 对时间估计造成影响的有两大因素, 分别是唤醒和注意。情绪的唤醒水平维度会通过影响唤醒来影响时间估计, 而效价和动机则影响的是注意(Brendel et al., 2012; 2014)。在碰撞时间估计的研究中表现出来的对特定刺激的“威胁优势效应”, 以及在 Tipples (Tipples, 2008)的研究中对对愤怒和恐惧图片表现出来的时距高估, 都说明了观察者对于某些线索的“注意”导致了时间估计的扭曲。

3.2. 情绪效价对 TTC 估计的影响

情绪效价会对时间估计产生影响, 这是毫无疑问的。那么情绪效价对时间知觉和 TTC 估计会产生怎样的影响呢? 接下来我们将从积极情绪的影响和消极情绪的影响两个方面入手, 探讨情绪效价的影响。

3.2.1. 积极情绪对 TTC 估计的影响

有研究称快乐的受试者表现出对时间流逝的更大意识, 并且也更加分心, 但认为完成实验所花费的时间更短(Di Giovinazzo & Novarese, 2016)。也有学者在研究快乐和悲伤面部表情对帕金森病轻度认知障碍患者时间知觉的影响中发现情绪面部表情对时间感知的影响在 PD 患者和对照组中都很明显, 高估了呈现快乐时的感知持续时间, 而低估了呈现悲伤时的感知持续时间(Mioni et al., 2018)。Sylvie Droit-Volet 在 2013 年关于音乐对于时间知觉影响的研究中, 使用时间二分任务来研究与情感效价和唤醒的情绪变化相关的几个音乐参数对时间估计的影响。为了操纵音乐的正负价, 通过改变音乐作品的节奏(快与慢)或其乐器(管弦乐与钢琴作品), 以及对比相同音乐作品的音调(愉快)与无调(不愉快)版本的效果来测试情感效价。结果表明, 与主观唤醒效应相关的音乐中节奏的影响是产生时间失真的主要因素, 因为时间被判断为快节奏比慢节奏长。当速度保持不变时, 虽然认为管弦乐比钢琴音乐更能唤起人们对时间判断的影响, 但没有发现音色对时间判断的显著影响。然而, 情绪效价确实调节了对时间感知的节奏效应, 愉快的音乐被认为比不愉快的音乐短(Droit-Volet et al., 2010; Droit-Volet et al., 2013)。Brendel 等人(Brendel et al., 2012; 2014)在 2012 年通过实验证明了在面对威胁图片刺激时, 观察者倾向于缩短 TTC 估计, 而这一主观缩短的状况, 在 2014 年同样被他证实, 也是存在于与威胁刺激相同唤醒度的愉悦刺激中的, 且二者并不存在显著差异, 然而相较于他在 2014 年的实验中针对蜘蛛恐惧症患者所表现出来的“威胁优势效应”, “愉悦优势效应”并没有表现出来, 因此是否效价在碰撞时间估计中起到的作用不如唤醒度起到的作用大, 这个还有待于后续研究证明。

而在 2020 年 Zhang 等人(Zhang et al., 2020)做的一项跟车任务中本研究成功地证明了情绪愤怒不仅会导致危险驾驶行为, 如在一般驾驶任务中超速和违反交通规则, 而且还会通过增加危险跟车模式的程度和降低驾驶员在特定情况下应对突发事件的反应能力来降低驾驶安全。并且发现了驾驶经验与情绪之间的交互作用, 即在快乐情绪下, 有经验的司机对车辆的横向位置的控制表现更差。这项研究把情绪的唤醒状态与认知因素结合起来, 那么除了在这样车辆驾驶场景下, 在其他的状况下, 是否也存在这样一种交互作用, 而我们可以未来的研究中加以讨论。

3.2.2. 消极情绪对 TTC 估计的影响

2012 年有研究(Brendel et al., 2012)发现采用威胁性刺激的图片做 TTC 估计任务出现了主观缩短 TTC 估计的状况,但是这种主观缩短 TTC 估计的现象比较脆弱,在面对负性面孔刺激时,这种低估现象就消失了;2014 年针对蜘蛛恐惧症患者的实验(Brendel et al., 2014)表明相同情绪唤醒度的图片对 TTC 判断的影响受到特定恐惧的调节。与害怕蜘蛛的人相比,不害怕蜘蛛的人对蜘蛛图片和中性图片的人对到达时间的判断甚至存在相反的差异。即在实验中显示出了威胁优势效应,即针对恐惧出现了特异性反应。而在一项关于声音的情绪刺激对时间知觉的影响的研究中(Noulhiane et al., 2007),个体会倾向于判断负面声音比正面声音更长。

结合积极情绪对 TTC 估计的影响,如果说相同唤醒度下,积极情绪和消极情绪都会造成这种 TTC 的低估,是否也存在一种愉悦优势效应,与对威胁刺激的特异性反应相一致,面对更为偏好的刺激,也会呈现更为显著的缩短状况。对于这一点,我们可以在未来通过实验验证。

2010 年一项研究(Bar-Haim et al., 2010)发现,焦虑个体相对于非焦虑个体的主观时间知觉受刺激效价的调节强烈依赖于刺激的持续时间,而 Droit-Volet 等人(Droit-Volet et al., 2011)则通过电影片段诱发情绪发现了只有诱发恐惧情绪的片段出现了主观时距延长的状况,悲伤及中性情绪未出现此种状况;在一项关于食物偏好影响时间感知的研究中,研究者发现个体对于不喜爱的食物呈现的时间长短存在明显的低估;Fayolle 等人(Fayolle et al., 2015)通过电击实验证明了恐惧情绪会加速个体内部时钟,进而产生主观时距的延长现象。Vagnoni 等人(Vagnoni et al., 2012)也通过实验证明了与非威胁刺激(蝴蝶和兔子)相比,威胁刺激(蛇和蜘蛛)的碰撞时间被低估了。DeLucia 等人(DeLucia et al., 2014)则通过对威胁场景和面孔的 TTC 任务发现并非所有的威胁信息都会引起相同的反应,是否会产生影响可能取决于任务和任务涉及认知过程的程度。同样 2014 年有试验研究(Fayolle & Droit-Volet, 2014)也通过动图证明了部动作放大了情绪对时间知觉的影响。在 FMRI 实验中(Han et al., 2008),也证明在判断威胁性线索时,与认知相关的脑区活动明显。因此认知因素在情绪对 TTC 影响中也有重要作用。

据此,认知因素在情绪效价对时间知觉和 TTC 估计中似乎也起着重要的作用,我们可以依据这些研究推断,可能正是认知到了当前图片的内容所包含的情绪效价,大脑中枢才做出了回避或趋近的指令,进而出现了时间估计的扭曲现象,这里就与前面情绪维度理论中的动机维度的说法有些吻合,日后的研究也可以从这一角度切入,进行探究。

3.3. 情绪唤醒度对 TTC 估计的影响

情绪的唤醒度是情绪的另一个维度,唤醒度是一个不容易量化的维度,当今学者大多采用由 Lang (2005)编制的国际情绪图片系统(IAPS)进行对情绪唤醒度的研究。

情绪唤醒度对时间知觉的影响有两种类型:生理唤醒效应和注意力唤醒效应。Oatley & Jenkins (1996)提出了情绪相关理论,指出当人类需要面对情绪刺激时,有两种类型的唤醒:身体唤醒和认知唤醒。其中,生理唤醒与人类生存动机决定的自动化生理应激有关。注意力唤醒与意识评估情绪时间后产生的自我恢复评估有关。

生理唤醒和注意唤醒的激活程度会随着情绪刺激的不同而不同(Bradley, Codispoti, Cuthbert, et al., 2001a; Bradley, Codispoti, Sabatinelli, et al., 2001b),比如相对而言,恐惧这种情绪,与直接的本能相关,它更能够引起生理唤醒,而羞愧这种情绪则更偏向于是一种社会性的情绪,它能够引起的更多的是注意唤醒。

在关于情绪影响时距知觉的诸多研究中,研究者更多的发现了威胁性刺激(愤怒面孔、恐惧图片、疼痛刺激等)可以显著延长主观时距。有研究中(Droit-Volet & Meck, 2007; Fayolle et al., 2015; 李丹,尹华站,

2019)指出出现威胁性刺激时个体需要尽快进行防御反应(进行攻击或者逃跑),此时若是将时间流动的速度知觉的更慢则有利于个体进行较快的反应,这些研究都发现个体在产生恐惧情绪时,出现了主观的时距延长。在一项关于唤醒度对时间知觉影响的研究中(Gil & Droit-Volet, 2012),研究者发现对于相同的消极情绪(厌恶或悲伤),这些图片在唤醒水平(即高/低唤醒)或在所描绘的情绪(例如与唤醒(高唤醒)匹配的图片的厌恶/恐惧)方面有所不同。结果系统地揭示了与中性图片相比对情绪持续时间感知的延长效应,并表明这种效应的幅度随着唤醒水平的提高而增加。

Gil 等人(Gil & Droit-Volet, 2011)通过研究发现在时间二分、言语估计和生产任务中,与中性面孔相比,唤醒度高的愤怒面孔的时间被高估了,但在时间概括和再现任务中则未发现这种高估现象;黄顺航等人(黄顺航等, 2018)则采用唤醒度更高的疼痛表情图片通过实验证明了对于疼痛表情也存在这样主观时距延长的现象;Fayolle 和 Droit-Volet (Fayolle & Droit-Volet, 2014)在 2014 年的研究发现与悲伤或中性面孔相比,愤怒面孔获得的延长效应与受试者觉醒水平的提高有关。

上述研究表明,不同唤醒度的刺激确实会导致观察者产生时间估计扭曲的现象,有 FMRI 相关研究(Han et al., 2008),观察者在面对威胁性刺激时,对威胁线索的检测和评估与两侧大脑半球的额叶、颞后中回/颞下回有关,这些脑区涉及到了记忆提取的脑区,并且显示出的内侧前额皮质的参与,研究发现,这些区域则与认知加工过程相关。总之,无论是生理实验还算是行为实验,参与者均显示出了情绪诱发后不同程度的时间估计的扭曲,这种现象研究学者通常采用的是唤醒水平不同来进行解释,虽然如此,但也有研究(Eberhardt et al., 2020)通过脑电图(Electroencephalogram, EEG)监测不同情绪面孔下脑电波动变化,并未发现不同情绪唤醒状态下脑电变化的显著差异。因此情绪诱发时间扭曲背后的真正机理如何,还需要做进一步探究。而同样研究(Gil & Droit-Volet, 2012)表明,唤醒度并不能完全解释情绪对于时间知觉的影响,对于相同的唤醒水平,观察到时间知觉的变化,令人厌恶的图片(例如,身体残缺)的持续时间被判断为比恐惧诱发的图片(例如,蛇)更长。这些结果表明,唤醒是调节情绪对时间知觉影响的基本因素,但影响时间知觉的效果并不是单单是由于唤醒引起的,图片内容的影响也起着至关重要的作用。

4. 总结与展望

情绪极易影响时距知觉,从而致使主观时距偏离客观时距(马谐等, 2009)。本篇综述结合时间估计的理论模型、碰撞时间估计 Tau 理论以及情绪的维度理论,并以情绪的效价和唤醒度对时间知觉以及 TTC 估计的影响的研究为基础,具体阐述了出现 TTC 估计时间扭曲的理论依据,情绪对于时间估计产生影响的原因,情绪诱发的几种方法,以及情绪不同维度对时间估计扭曲和 TTC 估计波动造成影响的实验依据。显然,情绪的效价和情绪的唤醒度都是影响 TTC 估计的重要维度,而情绪的动机又会伴随着这两个维度起到作用,但是当前研究中无论是生理依据还是行为依据,都存在一些不足,在未来,我们还有以下几点可以进行研究:

首先,实验环境的真实化。上述实验(Brendel et al., 2012; 2014; Zhang et al., 2020; 黄顺航等, 2018; 李丹, 尹华站, 2019)大多是采用 E-Prime 实验形式,用电脑呈现图片的形式,让被试进行想象,未免不够直观,我们可以在实验环境的呈现形式上进行改进,采用 VR 形式,让被试在模拟的现实环境中,进行真实的 TTC 估计,可能会产生更显著的结果,也更有现实意义。

其次,情绪效价的广度,缺乏对于愉悦刺激的引入。现有实验更多的是采用威胁性刺激(Brendel et al., 2012; Vagnoni et al., 2012; 黄顺航等, 2018), (Brendel et al., 2014)的研究中也发现了愉悦性刺激对于 TTC 估计的影响,快乐情绪在我们日常生活中也是一个常见的情绪,因此探讨在愉悦情绪状态下,会产生什么样的 TTC 扭曲现象,也是必要的。

第三,在情绪的唤醒度中,添加对情绪的动机维度的操控。现有研究中关于情绪动机影响 TTC 估计

的研究比较少,但是在趋避动机图片影响时间估计的研究中,也有部分学者证实了趋近动机的回避机会对时间估计产生不同的影响(Adams et al., 2006)。因此可以将动机维度也纳入考虑,探究其对于 TTC 估计的影响。

第四,威胁刺激的改进。现有实验(Brendel et al., 2012; 2014; Vagnoni et al., 2012)采取的多为图片呈现蜘蛛、蛇、或者情绪面孔等作为威胁刺激图片,如果在 VR 环境下,可以考虑将武器,花束等模型作为刺激物体,这样更贴近真实状况,也更有临场感。

第五,生理依据的缺乏。现有实验中关于情绪对 TTC 判断的生理依据的研究较少,在后续研究中可以对这一方面加以研究。

最后,认知因素的引入。现有实验(DeLucia et al., 2014; Zhang et al., 2020)已经逐渐发现了认知因素在情绪对 TTC 判断影响中的作用,但是并没有实验专门探讨认知因素的作用,因此在未来的研究中,可以通过一些认知性的任务,专门探究认知因素在情绪对 TTC 估计的影响中起到的作用。

总之,情绪因素对于 TTC 估计的影响是一个复杂的过程,情绪的效价,即正性情绪刺激还是负性情绪刺激,情绪的唤醒度,即愉悦刺激还是威胁性刺激,还有情绪的动机,即趋近性情绪刺激还是回避性情绪刺激,以及威胁刺激和环境的真实性,对威胁刺激的认知都会对 TTC 估计造成影响,研究者们可以从这些方面出发,探究情绪影响 TTC 估计背后的机理,进一步揭示人类进行 TTC 估计的生理机制,也更好地揭开情绪影响 TTC 估计的面纱,让这种影响更加可以有益于人类生活和工作。

参考文献

- 崔倩, 赵科, 傅小兰(2018). 情绪调节时间知觉的作用方式及认知神经机制. *生物化学与生物物理进展*, 45(4), 409-421.
- 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*, 23(1), 34-37+125.
- 黄端, 张侃(2008). 碰撞时间估计的影响因素研究. *心理科学*, 31(6), 1284-1286.
- 黄顺航, 刘培朵, 李庆庆, 陈有国, 黄希庭(2018). 疼痛表情对秒下及秒上时距知觉的影响. *心理科学*, 41(2), 278-284.
- 黄希庭, 李伯约, 张志杰(2003). 时间认知分段综合模型的探讨. *西南师范大学学报(人文社会科学版)*, 29(2), 5-9.
- 黄希庭, 徐光国(1999). 对变化/分割模型的检验(II). *心理学报*, (2), 135-141.
- 李丹, 尹华站(2019). 恐惧情绪面孔影响不同年龄个体时距知觉的研究. *心理科学*, 42(5), 1061-1068.
- 马谐, 陶云, 胡文钦(2009). 时距知觉中的情绪效应. *心理科学进展*, 17(1), 29-36.
- 陶维东, 陶晓丽, 孙弘进(2011). 即将碰撞时间的视觉信息加工研究进展. *现代生物医学进展*, 11(6), 1165-1169+1183.
- 田雨, 王笃明, 江京, 王琦君, 王春慧(2018). 遮挡范式下运动速度和方向对碰撞时间估计绩效指标的影响. *心理科学*, 41(4), 782-788.
- 张志杰, 黄希庭(1998). Tau 理论的研究及其新发展. *西南师范大学学报(自然科学版)*, (6), 93-98.
- Adams, R. B., Ambady, N., Macrae, C. N., & Kleck, R. E. (2006). Emotional Expressions Forecast Approach-Avoidance Behavior. *Motivation and Emotion*, 30, 177-186. <https://doi.org/10.1007/s11031-006-9020-2>
- Angrilli, A., Cherubini, P., Pavese, A., & Manfredini, S. (1997). The Influence of Affective Factors on Time Perception. *Perception and Psychophysics*, 59, 972-982. <https://doi.org/10.3758/BF03205512>
- Bar-Haim, Y., Kerem, A., Lamy, D., & Zakay, D. (2010). When Time Slows Down: The Influence of Threat on Time Perception in Anxiety. *Cognition & Emotion*, 24, 255-263. <https://doi.org/10.1080/02699930903387603>
- Block, R. A., & Gruber, R. P. (2014). Time Perception, Attention, and Memory: A Selective Review. *Acta Psychologica*, 149, 129-133. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.11.003>
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (2001a). Emotion and Motivation I: Defensive and Appetitive Reactions in Picture Processing. *Emotion*, 1, 276-298. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.1.3.276>
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Sabatinelli, D., & Lang, P. J. (2001b). Emotion and Motivation II: Sex Differences in Picture Processing. *Emotion*, 1, 300-319. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.1.3.300>
- Brendel, E., DeLucia, P. R., Hecht, H., Stacy, R. L., & Larsen, J. T. (2012). Threatening Pictures Induce Shortened

- Time-to-Contact Estimates. *Attention Perception & Psychophysics*, 74, 979-987.
<https://doi.org/10.3758/s13414-012-0285-0>
- Brendel, E., Hecht, H., DeLucia, P. R., & Gamer, M. (2014). Emotional Effects on Time-to-Contact Judgments: Arousal, Threat, and Fear of Spiders Modulate the Effect of Pictorial Content. *Experimental Brain Research*, 232, 2337-2347.
<https://doi.org/10.1007/s00221-014-3930-0>
- Brosch, T., Scherer, K. R., Grandjean, D. M., & Sander, D. (2013). The Impact of Emotion on Perception, Attention, Memory, and Decision-Making. *Swiss Medical Weekly*, 143, w13786. <https://doi.org/10.4414/smw.2013.13786>
- Chotsrisuparat, C., Koning, A., Jacobs, R., & van Lier, R. (2017). Auditory Rhythms Influence Judged Time to Contact of an Occluded Moving Object. *Multisensory Research*, 30, 717-738. <https://doi.org/10.1163/22134808-00002592>
- DeLucia, P. R., Brendel, E., Hecht, H., Stacy, R. L., & Larsen, J. T. (2014). Threatening Scenes but Not Threatening Faces Shorten Time-to-Contact Estimates. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 76, 1698-1708.
<https://doi.org/10.3758/s13414-014-0681-8>
- Di Giovinazzo, V., & Novarese, M. (2016). The Meaning of Happiness: Attention and Time Perception. *Mind & Society*, 15, 207-218. <https://doi.org/10.1007/s11299-015-0180-1>
- Droit-Volet, S. (2013). Time Perception, Emotions and Mood Disorders. *Journal of Physiology-Paris*, 107, 255-264.
<https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2013.03.005>
- Droit-Volet, S., & Meck, W. H. (2007). How Emotions Colour Our Perception of Time. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 504-513. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.09.008>
- Droit-Volet, S., Bigand, E., Ramos, D., & Bueno, J. L. O. (2010). Time Flies with Music Whatever Its Emotional Valence. *Acta Psychologica*, 135, 226-232. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.07.003>
- Droit-Volet, S., Bueno, L. J., & Bigand, E. (2013). Music, Emotion, and Time Perception: The Influence of Subjective Emotional Valence and Arousal? *Frontiers in Psychology*, 4, Article 417. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00417>
- Droit-Volet, S., Fayolle, S. L., & Gil, S. (2011). Emotion and Time Perception: Effects of Film-Induced Mood. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 5, Article 33. <https://doi.org/10.3389/fnint.2011.00033>
- Eberhardt, L. V., Pittino, F., Scheins, A., Huckauf, A., Kiefer, M., & Kliegl, K. M. (2020). Duration Estimation of Angry and Neutral Faces: Behavioral and Electrophysiological Correlates. *Timing & Time Perception*, 8, 254-278.
<https://doi.org/10.1163/22134468-bja10020>
- Fayolle, S. L., & Droit-Volet, S. (2014). Time Perception and Dynamics of Facial Expressions of Emotions. *PLOS ONE*, 9, e97944. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097944>
- Fayolle, S., Gil, S., & Droit-Volet, S. (2015). Fear and Time: Fear Speeds up the Internal Clock. *Behavioural Processes*, 120, 135-140. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2015.09.014>
- Fuhrman, O., McCormick, K., Chen, E., Jiang, H. D., Shu, D. F., Mao, S. M., & Boroditsky, L. (2011). How Linguistic and Cultural Forces Shape Conceptions of Time: English and Mandarin Time in 3D. *Cognitive Science*, 35, 1305-1328.
<https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2011.01193.x>
- Gable, P., & Harmon-Jones, E. (2010). The Motivational Dimensional Model of Affect: Implications for Breadth of Attention, Memory, and Cognitive Categorisation. *Cognition and Emotion*, 24, 322-337.
<https://doi.org/10.1080/02699930903378305>
- Gibbon, J., Church, R. M., & Meck, W. H. (1984). Scalar Timing in Memory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 423, 52-77. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1984.tb23417.x>
- Gil, S., & Droit-Volet, S. (2011). "Time Flies in the Presence of Angry Faces" ... Depending on the Temporal Task Used! *Acta Psychologica*, 136, 354-362. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.12.010>
- Gil, S., & Droit-Volet, S. (2012). Emotional Time Distortions: The Fundamental Role of Arousal. *Cognition & Emotion*, 26, 847-862. <https://doi.org/10.1080/02699931.2011.625401>
- Gil, S., Rousset, S., & Droit-Volet, S. (2009). How Liked and Disliked Foods Affect Time Perception. *Emotion*, 9, Article 457. <https://doi.org/10.1037/a0015751>
- Han, S., Gao, X., Humphreys, G. W., & Ge, J. (2008). Neural Processing of Threat Cues in Social Environments. *Human Brain Mapping*, 29, 945-957. <https://doi.org/10.1002/hbm.20439>
- Juergensen, J., & Demaree, H. A. (2015). Approach-Motivated Positive Affect and Emotion Regulation Alter Global-Local Focus and Food Choice. *Motivation and Emotion*, 39, 580-588. <https://doi.org/10.1007/s11031-015-9472-3>
- Lake, J. I. (2016). Recent Advances in Understanding Emotion-Driven Temporal Distortions. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 8, 214-219. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.02.009>
- Lang, P. J. (2005). *International Affective Picture System (IAPS): Affective Ratings of Pictures and Instruction Manual*. Technical Report.

- Langeslag, S. J. E., Hopstaken, J. F., & Van Strien, J. W. (2020). The Effect of Fearful Expressions on Recognition Memory for Faces: Behavioral and Electrophysiological Data. *International Journal of Psychophysiology*, 152, 53-61. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2020.04.004>
- Lee, D. N. (1976). A Theory of Visual Control of Braking Based on Information about Time-to-Collision. *Perception*, 5, 437-459. <https://doi.org/10.1068/p050437>
- Mioni, G., Grondin, S., Meligrana, L., Perini, F., Bartolomei, L., & Stablum, F. (2018). Effects of Happy and Sad Facial Expressions on the Perception of Time in Parkinson's Disease Patients with Mild Cognitive Impairment. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 40, 123-138. <https://doi.org/10.1080/13803395.2017.1324021>
- Noulhiane, M., Mella, N., Samson, S., Ragot, R., & Pouthas, V. (2007). How Emotional Auditory Stimuli Modulate Time Perception. *Emotion*, 7, 697-704. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.4.697>
- Oatley, K., & Jenkins, J. M. (1996). *Understanding Emotions*. Blackwell Publishing.
- Regan, D., & Gray, R. (2001). Hitting What One Wants to Hit and Missing What One Wants to Miss. *Vision Research*, 41, 3321-3329. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(01\)00068-2](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(01)00068-2)
- Rock, P. B., Harris, M. G., & Yates, T. (2006). A Test of the Tau-Dot Hypothesis of Braking Control in the Real World. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 1479. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.32.6.1479>
- Schwarz, M. A., Winkler, I., & Sedlmeier, P. (2013). The Heart Beat Does Not Make Us Tick: The Impacts of Heart Rate and Arousal on Time Perception. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 75, 182-193. <https://doi.org/10.3758/s13414-012-0387-8>
- Tipples, J. (2008). Negative Emotionality Influences the Effects of Emotion on Time Perception. *Emotion*, 8, 127-131. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.8.1.127>
- Treisman, M. (1963). Temporal Discrimination and the Indifference Interval: Implications for a Model of the "Internal Clock". *Psychological Monographs: General and Applied*, 77, 1-31. <https://doi.org/10.1037/h0093864>
- Tresilian, J. (1997). Revised Tau Hypothesis: A Consideration of Wann's (1996) Analyses. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23, 1272. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.23.4.1272>
- Vagnoni, E., Lourenco, S. F., & Longo, M. R. (2012). Threat Modulates Perception of looming Visual Stimuli. *Current Biology*, 22, R826-R827. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.07.053>
- Yilmaz, E. H., & Warren, W. H. (1995). Visual Control of Braking: A Test of the $\dot{t}$ Hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 996. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.21.5.996>
- Zhang, Q., Qu, W., Ge, Y., Sun, X., & Zhang, K. (2020). The Effect of the Emotional State on Driving Performance in a Simulated Car-Following Task. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 69, 349-361. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.02.004>
- Zheng, W., Liu, Y., Liu, C. H., Chen, Y. H., Cui, Q., & Fu, X. (2019). The Influence of Event Valence and Emotional States on the Metaphorical Comprehension of Time. *Frontiers in Psychology*, 10, 410. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00410>