

界面交互中反馈信息对用户感知等待时间影响的系统评价

汪颖, 李月笙

浙江理工大学, 杭州 311100

摘要:在等待界面的交互中增加反馈信息,会对参与者感知到的等待时间产生影响。目前界面反馈信息类型较多,信息的内容和展示形式不一致,对相关研究文献进行全面搜集与系统评价,比较界面交互中不同反馈信息对感知等待时间的影响。检索界面交互中反馈信息对感知等待时间影响的相关实证研究,最终纳入22篇文献,通过视觉反馈、听觉反馈和等待时长不同纬度对研究内容进行综合梳理和再分析,探索界面反馈信息对等待时间感知影响研究的进展。视觉反馈信息和听觉反馈信息的进程、交互性、信息量等均对用户等待情境下的感知等待时间有所影响,并且受到等待时长的调节作用。未来应继续开展相关研究,并深入考察具体交互等待情境及用户差异,为设计提供更具体全面的指导。

关键词:感知等待时间;等待指示器;视觉反馈;听觉反馈;等待时长

中图分类号:J524

文献标志码:A

文章编号:2096-6946(2024)05-0087-08

DOI: 10.19798/j.cnki.2096-6946.2024.05.010

Systematic Evaluation on Effect of Feedback Information on Perceived Waiting Time in Interface Interaction

WANG Ying, LI Yuesheng

Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 311100, China

Abstract: Adding feedback information in the interaction of the waiting interface will have an effect on the waiting time perceived by participants. Currently, there are many types of feedback information in the interface, and the content and presentation of the information are inconsistent. The work aims to comprehensively collect and systematically evaluate the related research literature, and compare the effects of different feedback information on the perceived waiting time in the interface interaction. Empirical studies on the effect of feedback information on perceived waiting time in interface interaction are searched, and finally 22 papers are included. The research content is comprehensively sorted out and re-analyzed through the different latitudes of visual feedback, auditory feedback, and waiting time, and the progress of the research on the effect of interface feedback information on the perception of waiting time is explored. The process, interactivity, and amount of information of visual feedback and auditory feedback all affect the perceived waiting time of users in waiting situations, and are moderated by the waiting time duration. In the future, related research should be continued, and specific interactive waiting situations and user differences should be examined in depth to provide more specific and comprehensive guidance for design.

Key words: perceived waiting time; waiting indicator; visual feedback; auditory feedback; waiting time duration

延迟和等待是人与界面交互过程中长期困扰用户的一大问题。系统延迟和等待时间会对用户体验产生很大影响。如果系统无法在几秒钟内做出响应,用户很容易感到沮丧^[1]。研究指出,信息检索和界面显示的可容忍等待时间约为2s^[2]。如果延迟时间超过10s,用户的满意度会降低,并且可能会被误导甚至觉得系统效率低下^[3-4]。Nielsen 和 Norman 的可用性网站审查报告称,尽管互联网速度逐渐提升,但是用户一直对缓慢的加载时间不满意^[5]。减少延迟和等待时间会提升系统的可用性和用户满意度。去除系统延迟显然是避免用户等待的最好方法。但受限于许多技术因素,如移动设备性能、互联网连接速度、本地网络流量等^[6],延迟问题通常难以得到实际解决。当实际等待时间无法缩短时,可以尝试另一种方法——缩短用户主观感知到的时间。感知等待时间和实际等待时间之间存在差异,Fredrickson 等指出用户体验在很大程度上受到主观感知时间的影响,而不是实际等待时间^[7]。

已有相关研究从用户的主观感知等待时间入手,提升用户体验。如在等待时的界面中加入进度条和动画^[8],改变视觉反馈信息的类型^[9-11],改变等待时音频的节奏变化等^[12]。Chen 和 Li^[10]通过设计卡通人物等待指示器,转移用户在时间上的注意力,缩短了感知时间。Harrison 等^[11]通过对比不同进度条完成速度的函数,发现用户感知时间的显著变化。Kim 等^[8]则指出,与恒速移动或显示循环动画的进度条相比,具有速度变化的进度条能够缩短感知时间。Komatsu 和 Yamada^[12]通过在10.1秒的听觉刺激之间插入不同持续时间的无声间隔,研究发现当无声间隔的持续时间呈线性减少时,参与者感知到的时间更短。

关于界面中视觉、听觉反馈信息对用户感知等待时间影响的研究已有很多,但是到目前为止,还没有研究对界面中交互干预的证据水平进行系统评述。因此,本文全面检索相关文献并筛选出实验研究或准实验研究,按照干预方式分类,进行比较分析,为等待界面的设计实践提供指导。

一、检索策略和文献筛选

检索 Web of Science、Scopus、ProQuest、IEEE、ACM 5 个数据库中截止到2023年4月30日的数据。检索策略如下: (“waiting perception*” OR “time perception*” OR “perception* of time” OR “perceived time”) AND (app OR application* OR “progress bar*” OR indicator* OR interface* OR phone OR web*)。通过检查每一篇

确定后文章的参考文献,确保没有遗漏的研究。

共检索到文献3 112篇(Scopus 1 298篇,Web of Science 1 061篇,ProQuest 475篇,IEEE 187篇,ACM 91篇)。排除重复文献后剩余2 544篇,通过查看题目或摘要筛选出实验研究和准实验研究论文101篇。其中关于交互界面中反馈信息与感知等待时间直接相关性的研究22篇,包括15篇实验研究和7篇准实验研究(见图1)。最终文献纳入的标准如下:(1)受试者没有ADHD或眼部疾病等症状;(2)将视觉/听觉刺激作为交互界面中的干预措施;(3)对照设计(设置对照组或前后测的单组研究);(4)具有时间感知相关的结果评估;(5)非综述、研究方案、观察性研究、会议摘要或海报等;(6)已发表的英文文章。

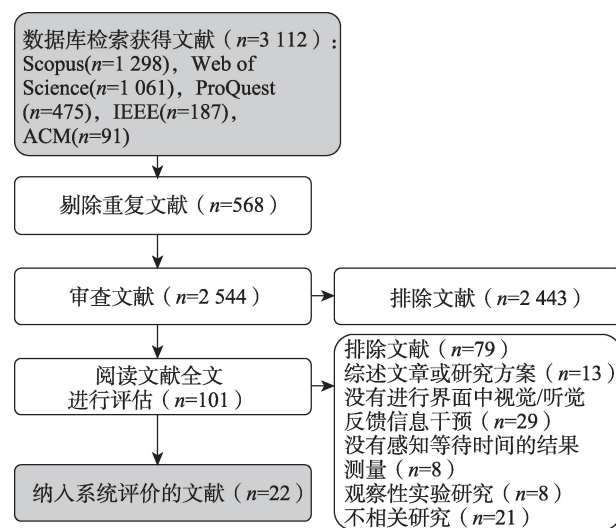


图1 文献检索及筛选流程图

文献检索与筛选工作完成后,为了便于后续分析,对纳入研究的原始文献进行了系统编码。编码信息包括文献的作者、发表年份、样本量、干预类型、实验场所、结局指标以及干预效果等关键信息。详细的原始文献编码信息见表1。

二、不同反馈类型对感知等待时间的影响

本研究涵盖22篇文献,时间跨度自1996年至2023年,其中包括17篇于2010年之后发表的文献,共纳入3 799名实验参与者。本文旨在对感知等待时间的研究进行系统评价,着重考察了与视觉反馈信息和听觉反馈信息相关的文献,并且对等待时间长短的变量进行了单独讨论。

(一) 视觉反馈信息对感知等待时间的影响

19篇研究探讨了视觉反馈信息对界面交互中感

表1 文献编码信息

文献作者(年份)	受试者	干预类型	场所	结局指标	干预效果
Cao等(2018)	30	等待指示器类型、等待时长	未知	感知等待时间	5s时等待指示器类型对感知等待时间有显著影响,1s时无
Li等(2020)	23;19	等待指示器装饰/交互性、等待时长	未知	感知等待时间、等待容忍度、偏好	等待指示器装饰/交互性和等待时长对感知等待时间均有显著影响
Kurusathianpong等(2018)	477	等待指示器装饰	实验室	感知等待时间、感知不确定性	未发现等待指示器装饰对感知等待时间有显著影响
Meyer等(1996)	41	等待指示器类型/进程、等待时长	未知	感知等待时间	等待指示器类型和等待时长对感知等待时间均有显著影响
Kim等(2017)	60	等待指示器类型/进程/装饰、等待时长	未知	感知等待时间	等待指示器类型/进程和等待时长对感知等待时间有显著影响
Fang等(2022)	30	等待指示器类型/装饰、听觉反馈	实验室	感知等待时间	等待指示器类型和听觉反馈对感知等待时间均有显著影响;等待指示器装饰没有
Lallemend等(2012)	950	等待指示器类型/信息水平、等待时长	线上	感知等待时间、认知负荷	等待指示器信息水平和等待时长对感知等待时间均有显著影响
Komats等(2020)	152;173	听觉反馈类型/间隔	线上	感知等待时间	听觉反馈类型/间隔对感知等待时间有显著影响
Harrison等(2010)	20	等待指示器进程/装饰	实验室	感知等待时间	等待指示器进程/装饰对感知等待时间有显著影响
Branaghan等(2009)	23;56	等待指示器类型/进程、等待时长	未知	感知等待时间、合理性	等待指示器类型/进程等待时长对感知等待时间均有显著影响
Sunthorn等(2023)	19	听觉反馈类型	未知	感知等待时间	听觉反馈类型对感知等待时间没有显著影响
Pibernik等(2023)	30	等待指示器类型	实验室	感知等待时间	等待指示器类型对感知等待时间有显著影响
Harrison等(2007)	22	等待指示器进程	实验室	感知等待时间	等待指示器进程对感知等待时间有显著影响
Zhao等(2017)	43	等待指示器类型、等待时长	实验室	感知等待时间、满意度	等待指示器类型和等待时长对感知等待时间均有显著影响
Wang等(2021)	90	等待指示器类型	未知	感知等待时间、情绪体验、偏好	等待指示器类型对感知等待时间和偏好有显著影响
Li等(2019)	96	等待指示器进程、等待时长	实验室	感知等待时间、满意度、偏好	等待时长对感知等待时间有显著影响,等待指示器进程没有
Chen等(2019)	54	等待指示器类型、等待时长	实验室	感知等待时间、等待意愿度、愉悦度	等待指示器类型和等待时长对感知等待时间均有显著影响,等待指示器类型对等待意愿有显著影响
Li等(2019)	24	等待指示器类型/进程	未知	感知等待时间、情绪	等待指示器进程对感知等待时间有显著影响
Suwanaposee等(2021)	559;458	听觉反馈类型、等待指示器类型/信息水平	线上	感知等待时间	听觉反馈类型和等待指示器信息水平对感知等待时间有显著影响
Söderström等(2018)	24	等待指示器进程	未知	感知等待时间	等待指示器进程对感知等待时间无显著影响
Gorn等(2004)	49;64;120	等待指示器类型	实验室	感知等待时间、感知速度、放松度	等待指示器类型对感知等待时间、感知速度、放松度均有显著影响
Hong等(2013)	207;139	等待指示器类型/信息水平、等待时长	未知	感知速度、负性情绪	等待指示器类型和等待时长对感知等待时间均有显著影响,信息水平对负性情绪有显著影响

知等待时间的影响,其中有14篇对等待指示器的类型进行了实验研究。在等待情境下,视觉反馈信息以等待指示器的形式向用户呈现。等待指示器在界面交互中十分常见,它能够将程序响应进程可视化,向用户提

供与等待相关的信息^[13]。等待指示器包括进度条、文本信息、旋转动画和骨架屏等(见图2)^[14]。等待指示器的类型会对感知等待时间产生重要影响^[8,10,15-16]。Cao和Hu^[17]研究中发现当等待时间为5s时,用户在进度



图2 等待指示器示例

条+图形的组合动画等待指示器下的感知等待时间显著短于进度条、图形动画和旋转动画的单独呈现。相比于空白界面或文字类的静态等待指示器,具备动态运动的等待指示器对感知等待时间的影响更大^[18]。值得注意的是,Branaghan 和 Sanchez^[6]调查 23 名学生在下订单时遇到的等待情境下,使用静态文本、动态连续点和进度条三种等待指示器对参与者感知时间的影响,结果并未发现这三种等待指示器类型对感知等待时间影响的显著差异。当前有关等待指示器类型的研究,多选取三到四种静态或动态等待指示器进行对照研究,缺乏对于等待指示器类型系统性、大样本量的研究。因此,对于等待指示器类型对感知等待时间影响的机制尚未有定论。

除等待指示器的类型外,等待指示器的进程、装饰、颜色等性质也会对感知等待时间造成影响。针对等待指示器装饰的研究均选取了进度条这一特定类型,进度条也是在交互过程中遇到最多的等待指示器之一。Li 等^[19]探索了进度条装饰的可预测性对感知等待时间的影响,与可预测性的装饰相比,参与者在面对具有不可预测的装饰的进度条时感觉时间更短,等待的意愿度也更高。带有交互性装饰的进度条同样被发现能够显著降低参与者的感知时间^[20]。Harrison^[9]在研究中使用了具有不同进程的罗纹动画装饰的进度条,

发现参与者的感知等待时间会受到罗纹动画速度的影响。但是,在进度条中添加装饰设计并不总是有效的。Kurusathianpong 和 Tangmanee^[21]在进度条中加入罗纹动画装饰,与没有任何装饰的进度条相比,参与者的感知等待时间并没有显著变化。与此相同,Kim 等^[8]和 Fang 等^[20]对进度条进行了简单的装饰设计,但是并未对感知等待时间造成显著影响。因此,简单的装饰并不会影响用户对等待时间的感知,但是,如果通过装饰设计调动用户的注意力资源,或者干预用户对于等待进度的判断,将有助于改善用户的等待体验。

等待指示器进程也是影响用户感知等待时间的重要因素。与线性运动的进度条相比,具有加速或减速进程的进度条会对参与者的感知时间造成显著影响^[8,18,22]。Harrison 等^[9,11]发现当等待时间设定为 5.5 s 时,相比于恒速和减速运动的进度条,加速进度条能够明显缩短用户的感知时间。这可以被峰终效应所解释,即参与者受到等待即将结束时进度条的快速运动影响,认为其经历的等待时间更快。与之相同,Söderström 等^[23]在研究中使用旋转速度不同的圆形指示器,当旋转速度更快时,参与者感知到的时间更短。在另一篇研究中,进度指示器的进程并非全程以幂函数的形式变化,而是直接在进程加载到一半时变换速度,结果并未缩短参与者对等待时间的评估^[24]。

Branaghan 和 Sanchez^[6]在进度条的进程中加入暂停,即进度条在填充过程中会出现短暂的中止,与恒定速率运动的进度条相比,参与者感知到的时间更长,并且主观体验评分也更低。等待指示器的进程确实能够改变用户感知到的时间快慢。当进程速度加快时,用户可能会认为当前等待的时间流逝速度更快。但是,如果等待指示器的进程出现中断或是速度突然改变等不确定性变化时,会导致参与者对时间的注意力增加,感知到的时间变慢。

涉及到等待指示器信息水平的研究中,Lallemend 和 Gronier^[25]发现参与者在具有较高信息量的等待指示器下感知到的等待时间更长。在另一项研究中,相比于黑屏状态,参与者在有加载动画的等待条件下也报告了更长的感知等待时间^[26]。等待时信息水平对时间感知的影响与等待时间长短密切相关。Hong 等^[27]发现等待指示器的信息量会与等待时长交互作用,当等待时间较短时,提供较多的信息内容会让用户觉得更慢,但是当等待时间较长时,通过较多信息量能够将用户的注意力从时间上转移,让用户觉得更快。等待指示器的信息量不是越多或越少越好,而是需要根据等待时长,判断等待指示器中包含的信息量是否合适。

(二) 听觉反馈信息对感知等待时间的影响

相对于视觉反馈信息来说,听觉反馈信息是在界面交互等待情境下使用相对较少的元素。检索到的文献中共有4篇研究探讨了听觉反馈信息对感知等待时间的影响。Komatsu 和 Yamada^[12]聚焦于单独呈现听觉反馈时,声音的音频模式对于用户感知等待时间的影响。研究指出声音元素的数量和元素之间的间隔时间都会影响参与者的感知时间,当听觉反馈的声音刺激数量越多,或者刺激之间的间隔时间更短时,用户感知到的时间更短。此外,音高的升/降和声音刺激间隔时间逐渐变窄,以及它们之间的组合,也会使用户的感知时间得到缩短^[28]。听觉与视觉反馈信息结合的形式也在纳入研究中被单独探讨。Fang 等^[20]发现等待时有无背景音乐会对参与者的感知等待时间造成显著影响,其在进度条提示之外加入愉悦的音乐,结果用户在视听结合的等待反馈信息下感知到的时间更短。而 Suwanaposee^[29]等在研究中使用进度条和九种音频模式的声组合反馈,参与者事先不知道其要对接下来呈现的等待时间进行判断,实验结果表明不同的音频刺激对感知等待时间具有显著影响,并且用户在没有音频刺激时感知到的时间最短。接下来,研究人员在

空白界面、进度条、交互式游戏三种界面注意力需求水平下,使用不同音频模式声音,并在实验开始前告知参与者需要判断不同等待反馈形式的时间快慢,实验结果与之前相反,参与者在没有音频刺激时感知到的时间最长,并且音频刺激对感知等待时间的影响因注意力需求量的不同而异。上述结果表明,当参与者的注意力不指向时间时,包含额外信息的音频会占用参与者更多的认知资源,延长其感知等待时间;而当参与者的注意力已被吸引到时间上时,音频信息能够将参与者的注意力从时间上转移开,进而减少感知等待时间。

当前研究结果提醒设计人员在设计界面交互等待情境下的反馈中融入听觉信息需要考虑到更多的东西。用户可能对遇到等待时的情境十分熟悉,已经预先知道会出现一段持续时间的等待,也可能并不知道接下来会需要等待,两种情形下用户对等待的注意程度不同,使用听觉反馈信息的作用也会有所不同。此外,听觉信息并不仅仅指中性、单调的音频,使用积极而令人愉悦的音乐会起到截然不同的效果。因此,在等待时加入听觉反馈,既要考虑声音本身的特征,也需要与视觉反馈一样,考虑听觉反馈信息对于用户注意力资源的占用。

(三) 等待时间长短对感知等待时间的影响

等待时间长短不同,视觉反馈信息对用户感知等待时间的影响会有所差别^[8,19]。共有10篇文献研究涉及等待时间长短这一变量,时长从0.8秒至45 s不等。总体而言,用户倾向于低估较长的等待时间,而高估较短的等待时间^[10,25-26],这与 Vierordt 定律结论相符^[30]。等待时长对于视觉反馈信息影响用户的时间感知具有重要调节作用,Cao 和 Hu^[17]研究中发现当等待时间为5 s时,用户的感知等待时间受到等待指示器类型的影响显著,但在1 s时影响较小。Hong 等^[27]发现当等待时间为10 s时,提供视觉反馈内容会缩短参与者的感知等待时间,而当等待时间为45 s时,反而增加了参与者的感知等待时间。当等待时间长度发生变化时,用户的注意力会发生改变,视觉反馈信息对于用户注意力资源调动的效率和机制也会相应改变。在不同界面交互的情境下,用户当前进行的交互任务不同,等待时长也不同,因此等待指示器的设计需以具体等待情境和预估等待时长为前提。

(四) 感知等待时间的影响机制探究

时间感知涉及的潜在认知过程十分复杂。先前研究已建立起时间相关的多个模型,以确定在评估时间

过程中调用的机制和资源。其中有两个主要的时间知觉模型:基于记忆和基于注意力。基于注意力的模型已被证明十分适用于人机交互背景下的时间感知研究^[25]。基于注意力的模型提出,个体的时间感知受到他们在特定时间段内分配给时间流逝的注意力的影响^[31-32],当更多的注意力资源被分配到时间上时,时间会过得更慢;而当注意力被分散到其他非时间相关的任务时,时间会过得更快。

当前涉及界面交互中反馈信息对用户感知等待时间的影响研究,聚焦于视觉、听觉反馈信息的不同形式,能够调动参与者的注意力资源,进而影响用户对于时间的感知。不同类型的等待指示器、等待指示器进程、装饰、信息量的变化以及声音信息的变化,可能在用户等待时影响其对于时间的关注程度,缩短用户感知到的等待时间长度,进而改善用户体验。此外,等待实际的持续时间长短也是一个重要变量,当等待时间较短时,提供视听反馈信息内容能够将用户的一部分注意力分配到时间之外的事物上;而当等待时间本身较长时,用户的注意力更易分散,提供较多的信息反而会将用户的注意力吸引到等待时间长,使感知等待时间增加。

(五) 发表偏倚

使用 Cochrane 偏倚风险工具对纳入文献的发表偏倚风险进行评估(见图3)。纳入研究的偏倚风险存在部分差异,大多数研究的报告偏倚风险较低(80%)。

三、讨论

界面交互中等待情境下的反馈信息设计是用户体验中一个至关重要的方面。这种情境下的反馈主要包括视觉反馈和听觉反馈,两者都能够影响用户对等待时间的感知。

其一,视觉反馈信息,即等待情境下的等待指示器,在用户等待过程中扮演着至关重要的角色。通过精心设计的进度条、动画或其他视觉元素,可以让用户在等待过程中感受到活动的存在,转移用户对时间的注意力资源分配,从而缩短感知到的等待时长,减轻等待时的焦躁感。然而,当前研究对于不同类型的等待指示器对感知等待时间的影响方面得出的结论并未完全达成共识。有些研究表明,更复杂、信息量较高、具有交互性的动画或图形等待指示器可以显著降低用户的感知等待时间,另一些研究则认为简单直观的等待指示器设计更为有效。这种差异可能受到具体等待情境、等待时长、用户群体以及等待指示器元素设计的影响,因此需要更系统、深入地研究来理解这些变量之间的关系。

其二,听觉信息也能够用于界面等待时的反馈。通过使用声音提示、音效或音乐,设计人员可以在用户等待过程中创造更愉悦的体验。研究发现,特定类型的音频反馈可以有效地缩短用户对等待时间的感知,而其他研究则认为音频反馈的效果相对有限,甚至可能会造成负面的影响。有关界面交互中等待情境下听觉反馈及视听结合反馈信息对感知等待时间影响机制的研究仍相对缺乏,随着技术的发展,听觉反馈在人机交互中的运用愈加重要和频繁,亟需开展相关内容的研究对现有研究成果进行补充。

此外,等待时长是一个重要的影响因素。用户对等待时间的感知是相对主观的,与实际的时间长度并不完全一致。当等待时间较短时,提供良好的视觉、听觉反馈信息可能会将用户的注意力从时间上转移开,进而缩短用户的感知等待时间;然而,当等待时间更长时,视觉、听觉反馈信息可能会导致用户的过度关注,加强用户对当前等待状态的注意,起到适得其反的效

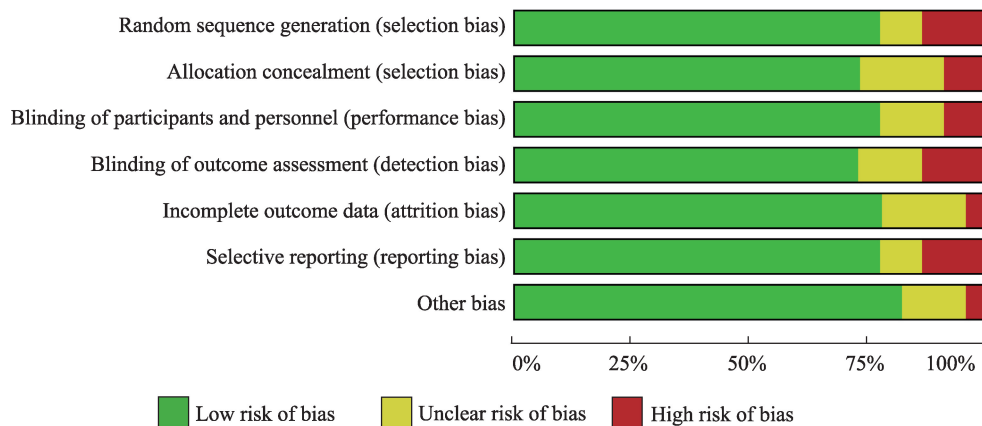


图3 Cochrane 偏倚风险工具

果。预估等待时长是设计有效等待指示器的前提。

为了解决界面交互中反馈信息对用户感知等待时间影响研究领域的争议和不确定性,未来的研究可以朝着以下几个方向展开。首先,对于等待指示器类型对感知等待时间影响的研究,未来应对各个类型的等待指示器进行更加系统的比较,并在比较过程中考虑等待指示器进程、装饰、信息量、交互性等特征的交互作用。其次,当前有关听觉反馈以及视听结合反馈信息的研究内容较为缺乏,需要开展更多实验研究对现有研究成果进行补充。此外,等待时间长短是影响感知等待时间的重要变量,并且对视听反馈影响感知等待时间的机制起到调节作用,但是对等待时间长与短的分隔界限,当前研究并未明确说明,未来应对这一界限进行深入探究。最后,考虑到用户的个体差异,以及年龄对人类时间感知能力的影响,应开展更广泛的用户研究,以了解不同类型及年龄段人群对于特定反馈类型的感知和偏好,为设计者提供更具体、实用的设计指南。

四、结语

综合界面交互中等待情境下的反馈信息研究发现,视觉和听觉反馈均能够对用户的感知等待时间与等待体验产生积极影响,关键是对用户注意力资源的合理调用及分配,本文可以对设计人员相关实践提供意见和指导。值得注意的是,当前研究已取得部分共识,但是有关视觉和听觉反馈信息各个维度的研究仍不够充分。未来应继续开展相关内容研究,以提供科学系统的指导,通过良好的反馈信息设计缩短用户的感知等待时间,创造等待情境下更好的用户体验。

参考文献

- [1] EGGER S, HOSSFELD T, SCHATZ R, et al. Waiting Times in Quality of Experience for Web Based Services [C]// 2012 Fourth International Workshop on Quality of Multimedia Experience. Melbourne: IEEE, 2012: 86-96.
- [2] NAH F F H. A Study on Tolerable Waiting Time: How Long Are Web Users Willing to Wait?[J]. Behaviour & Information Technology, 2004, 23(3): 153-163.
- [3] NIELSEN J. Usability engineering[M]. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1994.
- [4] BOUCH A, KUCHINSKY A, BHATTI N. Requirements

for Internet Quality of Service[C]//Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. The Hague: ACM, 2000: 297-304.

- [5] WHITENTON K. The need for speed, 23 years later[EB/OL]. (2020-05-17) [2023-09-24]. <https://www.nngroup.com/articles/the-need-for-speed/>.
- [6] BRANAGHAN R J, SANCHEZ C A. Feedback Preferences and Impressions of Waiting[J]. Human Factors, 2009, 51(4): 528-538.
- [7] FREDRICKSON B L, KAHNEMAN D. Duration Neglect in Retrospective Evaluations of Affective Episodes[J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1993, 65(1): 45-55.
- [8] KIM W, XIONG S P, LIANG Z Q. Effect of Loading Symbol of Online Video on Perception of Waiting Time [J]. International Journal of Human-Computer Interaction, 2017, 33(12): 1001-1009.
- [9] HARRISON C, YEO Z, HUDSON S E. Faster Progress Bars: Manipulating Perceived Duration with Visual Augmentations[C]// Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Atlanta Georgia : ACM, 2010: 1545-1548.
- [10] CHEN C H, LI S S. The Effect of Visual Feedback Types on the Wait Indicator Interface of a Mobile Application [J]. Displays, 2020, 61: 101928.
- [11] HARRISON C, AMENTO B, KUZNETSOV S, et al. Rethinking the Progress Bar[C]// Proceedings of the 20th Annual Acm Symposium on User Interface Software and Technology. New York: Association for Computing Machinery, 2007: 115-118.
- [12] KOMATSU T, YAMADA S. Exploring Auditory Information to Change Users' Perception of Time Passing as Shorter[C]// Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Honolulu HI: ACM, 2020: 1-12.
- [13] 刘春好, 姬鸣, 高颖. 进度指示器的用户交互体验: 理论模型、影响因素及展望[J]. 人类工效学, 2019, 25(2): 80-86.
- [14] VAN NIMWEGEN C, VAN RIJN E. Time Swipes when You're Having Fun: Reducing Perceived Waiting Time while Making It More Enjoyable[J]. Behaviour & Information Technology, 2023, 42(3): 307-315.
- [15] WANG Y Z, HUANG Y Q, LI J T, et al. The Effect of Mobile Applications' Initial Loading Pages on Users' Mental State and Behavior[J]. Displays, 2021, 68:

- 102007.
- [16] PIBERNIK J, DOLIĆ J, MANDIĆ L, et al. Mobile-Application Loading-Animation Design and Implementation Optimization[J]. *Applied Sciences*, 2023, 13(2):865.
- [17] CAO H, HU X Y. A Research on Motion Design for APP's Loading Pages Based on Time Perception[C]// AIP Conference Proceedings. Xi'an: Author(s), 2018: 1955.
- [18] MEYER J, SHINAR D, BITAN Y, et al. Duration Estimates and Users' Preferences in Human- Computer Interaction[J]. *Ergonomics*, 1996, 39(1):46-60.
- [19] LI W, WANG M, LI W, et al. An Improvement on the Progress Bar: Make It a Story, Make It a Game[C]// Advances in Usability, User Experience, Wearable and Assistive Technology: Proceedings of the AHFE 2020 Virtual Conferences on Usability and User Experience, Human Factors and Assistive Technology, Human Factors and Wearable Technologies, and Virtual Environments and Game Design. San Diego: Springer International Publishing, 2020: 394-401.
- [20] FANG N L, HU T, SHI M D, et al. Effects of Different Visual Feedback Types on Perception of Online Wait[J]. *Traitement Du Signal*, 2022, 39(4):1303-1312.
- [21] KURUSATHIANPONG P, TANGMANEE C. Lengths of Progress Indicator and Two Styles of Graphics Animation with Perceived Uncertainty as a Covariate[C]// 2018 Seventh ICT International Student Project Conference (ICT-ISPC). Nakhonpathom: IEEE, 2018: 1-6.
- [22] LI S S, CHEN C H. The Effects of Visual Feedback Designs on Long Wait Time of Mobile Application User Interface[J]. *Interacting with Computers*, 2019, 31(1):1-12.
- [23] SÖDERSTRÖM U, BÅÅTH M, MEJTOFT T. The Users' Time Perception: The Effect of Various Animation Speeds on Loading Screens[C]// Proceedings of the 36th European Conference on Cognitive Ergonomics. Utrecht: ACM, 2018: 1-4.
- [24] LI S S, CHEN C H. The Effect of Progress Indicator Speeds on Users' Time Perceptions and Experience of a Smartphone User Interface[M]// *Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer International Publishing, 2019: 28-36.
- [25] LALLEMAND C, GRONIER G. Enhancing User eXperience during Waiting Time in HCI: Contributions of Cognitive Psychology[C]// Proceedings of the Designing Interactive Systems Conference. Newcastle Upon Tyne: ACM, 2012: 751-760.
- [26] ZHAO W G, GE Y, QU W N, et al. The Duration Perception of Loading Applications in Smartphone: Effects of Different Loading Types[J]. *Applied Ergonomics*, 2017, 65:223-232.
- [27] HONG W Y, HESS T J, HARDIN A M. When Filling the Wait Makes It Feel Longer: A Paradigm Shift Perspective for Managing Online Delay[J]. *MIS Q*, 2013, 37: 383-406.
- [28] SUNTHORN W, LE MERCIER C, SILPASUWANCHAI C. Making Time Perception Shorter with Pitch and Interval Patterns[J]. *Behaviour & Information Technology*, 2024, 43(2):273-283.
- [29] SUWANAPOSEE P, GUTWIN C, COCKBURN A. The Influence of Audio Effects and Attention on the Perceived Duration of Interaction[J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2022, 159:102756.
- [30] LEJEUNE H, WEARDEN J H. Viorordt's *The Experimental Study of the Time Sense* (1868) and Its Legacy[J]. *European Journal of Cognitive Psychology*, 2009, 21(6): 941-960.
- [31] ZAKAY D, BLOCK R A. Temporal Cognition[J]. *Current Directions in Psychological Science*, 1997, 6(1):12-16.
- [32] LEJEUNE H. Switching or Gating? The Attentional Challenge in Cognitive Models of Psychological Time[J]. *Behavioural Processes*, 1998, 44(2):127-145.