

基于用户体验的游戏声效反馈延迟研究

谭浩, 杨卉

(湖南大学, 长沙 410082)

摘要:目的 研究第一人称射击游戏声效反馈延迟对用户体验的影响,为游戏声效设计提供指导。方法 在第一人称射击游戏中设置不同的声效反馈延迟,进行实验,记录用户得分,并结合用户主观评分进行对比研究。结果 得出游戏声效反馈延迟对用户体验的影响。当游戏声效反馈延迟低于10 ms时,用户无感知,当声效反馈延迟大于10 ms但小于50 ms时,用户对于声效反馈延迟有感知但不敏感,当声效反馈延迟大于50 ms时,声效反馈延迟越高,用户体验越差。并且相对而言,状态声效反馈延迟对用户体验影响更大。结论 游戏声效反馈影响游戏的交互性和流畅性,在游戏声效设计中,应当考虑声效反馈延迟对用户体验产生的影响,并且从认知和感知角度合理地运用声效反馈,减缓反馈延迟对用户体验的负面影响。

关键词: 用户体验; 游戏声效; 声效反馈

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)12-0183-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.12.032

Sound Feedback Delay of Games Based on User Experience

TAN Hao¹, YANG Hui²

(Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: The paper aims to research the influences of sound feedback delay of FPS games and provide guidance for sound design of game. Different sound feedback delay was set in the FPS games for experiment. The scores of users were recorded and compared with the subjective scores of users. Sound feedback delay had influenced over user experience. Users perceived no differences when the delay was no more than 10 ms. Users perceived subtle differences when the delay was between 10 ms and 50 ms. When the delay was more than 50 ms, a higher delay tended to lead to a worse user experience. Comparatively, state sound feedback delay had more influences over the user experience. Sound feedback in games has influences over game interaction and fluency. It should be considered during sound design of games. In addition, it is required to apply the sound feedback reasonably from the perspectives of cognition and perception to decrease the negative effects of feedback delay on user experience.

KEY WORDS: user experience; game sound; sound feedback

随着技术的不断发展,游戏市场保持着高速增长的趋势,游戏用户对于游戏体验的要求也在不断提高。尽管电子游戏的发展演变,主要是依靠图形性能处理技术的发展驱动^[1],但随着多通道感知技术的发展,为丰富游戏用户体验,设计师越发关注游戏声效的研究^[2]。游戏声效设计最初被视为游戏设计的次要组成部分,但现在一些研究表明,大部分音频游戏比纯视觉游戏更能丰富游戏用户的想象空间,提供更加

具有沉浸感的游戏体验^[3-4]。

1 电子游戏和声效的发展

电子游戏是指所有依托于电子媒体平台而运行的交互游戏^[5]。电子游戏作为一个跨学科领域,游戏方式从简单的视频展示向多通道交互发展,游戏开发人员也由程序员和图形设计师,发展到包含交互设

收稿日期: 2019-03-10

作者简介: 谭浩(1977—),男,四川人,博士,湖南大学教授,主要研究方向为工业设计与智能交互。

计师、声效设计师在内的各行各业人才^[6]。与此同时,游戏声效也经历了从1948年的无声时代到1971年依靠蜂鸣器发声再到现在的3D环绕立体声的技术变革^[7]。游戏声效设计是以游戏用户为中心,创造或增强声音的过程,目的是让游戏用户时刻感受到他们的参与互动性^[8]。优秀的声效设计能够提高游戏用户的游戏体验^[9],例如游戏"Silent Hill",利用引人入胜的声效设计营造气氛,给予游戏用户心理暗示,使游戏用户身临其境;又如游戏《阴阳师》,利用以雅乐为主的背景音乐展现角色处境的情感变化,推动游戏主线情节发展,伴随游戏用户等级的提升,逐渐增强音乐节奏,配合游戏难度的提升,丰富游戏用户的体验。

2 游戏体验和声效研究

2.1 游戏体验

游戏体验是游戏用户与游戏诸要素在一定游戏情境下,交互作用产生的认知和情绪反应,包括积极体验和消极体验以及即时体验与事后体验,影响游戏体验的要素既包括游戏情节、声效和画面,又包括游戏中的其他玩家,还包括玩家自己操纵的游戏化

身^[10]。游戏诸要素之间复杂的相互影响能够促进或抑制用户体验,使每一款游戏都显得独一无二^[11]。

2.2 游戏声效

在用户与游戏的人机交互中,信息的交流主要通过画面的视觉以及声音的听觉来传递^[12],用户需要识别视觉对象,并感知和分析声音对象,将两者进行转换和匹配,使它们适合感知和认知过程,起到增强游戏交互的作用^[13]。基于Norman的执行-评估循环模型^[14]和以上分析,抽象出游戏交互过程中的用户活动模型,见图1。声音经常被用来创造和增强游戏事件对于游戏用户的情感^[15-16],建立声音事件和接收者之间的关系,触发用户情绪反应^[17]。Jorgensen认为,缺少声音会降低游戏虚拟世界的沉浸感和游戏用户的参与度^[18]。Rovithis以角色扮演游戏"Kronos"为例,探讨了声音在游戏机制中的应用^[19],而Pichlmair和Kayali主要研究了音乐视频游戏的交互性原则^[20]。受到电影情感作用机制的影响,Ekman将心理研究应用到游戏声效领域^[2]。随着游戏的发展,游戏用户对多感知的自然用户体验的审美需求,推动着游戏声效的发展^[15]。

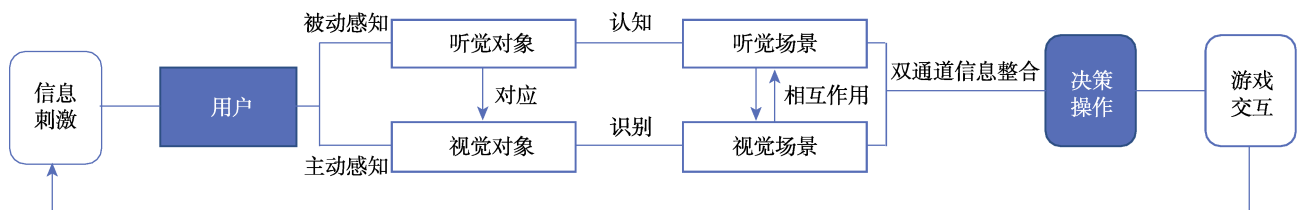


图1 用户活动模型

Fig.1 Model of user activities

2.3 声效反馈

互联网产品的使用过程包含信息的传达和反馈,反馈是计算机对操作行为的指示或者回应,而传达和反馈的好坏决定了用户体验的优劣^[21]。正面听觉反馈具有一种天然的宜人性,有时还能够通过反馈与用户进行情感上的双向交流^[22]。游戏声效反馈是指当游戏用户做出行为举动后,游戏系统给予相应的声效反馈^[23]。声音提供给用户所需的信息,对用户进行隐式的引导与反馈,在不打扰用户游戏的沉浸感的同时,也保证了游戏交互的流畅性^[20]。

2.4 反馈延迟

延迟时间是指计算机响应用户命令的时间,Ceaparu等人在人机交互研究中指出,系统延迟会显著影响用户体验^[24]。反馈延迟是指用户执行操作后等待系统反馈的时间延迟。反馈延迟出现在不同的场景中,影响着用户的情感体验,成为当前用户体验研究的关键问题之一^[25]。1993年初,Nielsen首先关注到延迟的重要性,并提出了3种时间延迟(0.1s,1s,10s)对用户情感体验的影响^[26]。Hossfeld等人对比

研究了初始延迟和中断延迟对用户体验的影响,并建立了理论模型^[27]。随后,Egger等人在网页服务设计中具体研究了延时对用户体验质量的影响^[28]。

有数据显示,网游玩家抛弃一款延迟超过500ms的网络游戏的概率,是那些低延迟游戏的两倍^[29]。延迟直接影响游戏体验,而可接受的延迟时间也取决于不同的游戏类型。其中,以第一人称射击游戏等需要实时操作的游戏对延迟更为敏感,声效反馈作为游戏交互过程中的重要因素,研究其延迟对于改善游戏体验是十分重要的,因此本文实验主要对声效的反馈进行不同时间的延迟处理,具体研究由于声效反馈的延迟造成的游戏用户体验差异,得到反馈延迟与用户体验的关系模型,从而指导游戏的声效设计,提升用户的游戏体验。

3 实验

3.1 被试与实验环境、设备

本次实验共邀请了60名被试,其中30名女性,30名男性,平均年龄26岁,听力正常,均对第一人

称射击游戏有兴趣，其中新手游戏用户 14 名（男性 7 名，女性 7 名），专家游戏用户 18 名（男性 9 名，女性 9 名），其余被试均有一定的游戏经验。

实验环境为室内实验环境，实验主要设备有：联想 14 寸笔记本一台，音量设置为 30%，用于游戏体验；封闭式立体声耳机 AKG K270 一部，用于佩戴体验游戏声效；摄像机一台，用于实验过程中的摄像记录；分贝测试仪一台，用于检测实验环境，声音响度控制及监测方法按照相关标准^[30]进行。

3.2 实验素材

本次实验选择第一人称射击游戏作为实验游戏类型，因为第一人称射击游戏开发的目标之一，就是为游戏用户提供身临其境的体验，且相对其他游戏类型，游戏用户对声效反馈的实时性要求更高^[31]。

本次实验的游戏界面见图 2，被试在给定时间内体验第一人称射击游戏。游戏中的声效反馈为：状态反馈，即瞄准敌人的声效反馈和游戏用户受到伤害的声效反馈；结果反馈，即游戏用户击中目标的声效反馈^[31]。



图 2 游戏界面
Fig.2 GUI of game

3.3 实验主观评价方法

实验通常采用视频记录观察、SAM 测试和调查问卷等方式，来测量游戏用户对游戏沉浸体验的主观评价。Ljesselsteijn 等人设计的游戏体验问卷（GEQ）^[32]，涵盖了与游戏体验相关的 36 个主观因素，包括沉浸感、紧张程度、竞争性、流动感、消极影响、积极影响和挑战难度等。GEQ 使用简单的主观陈述语句表达观点，如“我觉得游戏很有趣”、“我感觉很累”等，然后采用 Likert 量表法，由用户对语句进行评分，1 分表示完全不认同，5 分表示完全认同。GEQ 为本实验中使用的调查问卷的创作基础。笔者最终设置的调查问卷见表 1。

表 1 调查问卷
Tab.1 Questionnaire

调研内容	完全不	不同意	无所谓	同意	完全
	同意				同意
	1	2	3	4	5
1 我感到满足					
2 我觉得很有技巧					
3 我完全投入到游戏中					
4 我忘记了身边的一切					
5 我感觉很好					
6 我觉得无聊					
7 我觉得自己很成功					
8 我感到有压力					
9 我感到烦躁					
10 我觉得受到挑战					
11 我发现它令人印象深刻					
12 我感到沮丧					
13 我必须付出很大的努力					

3.4 实验步骤

主试介绍完游戏玩法后，被试佩戴耳机，进行 2 min 0 ms 声效反馈延迟的游戏体验。随后被试在安静的室内实验环境下，依次进行不同的状态声效反馈延迟和结果声效反馈延迟的游戏体验，单次体验时间为 2 min，如果被试在 2 min 内角色死亡，则体验提前结束。每一次实验结束后被试需要填写调查问卷，对该次游戏体验进行评分。评分结束后再进行下一轮实验，以此类推，直至完成所有实验。

3.5 预实验

为了测试用户对延迟的感知极限，首先进行预实验，依次进行 0 ms, 1 ms, 2 ms, 3 ms, 4 ms, 5 ms, 6 ms, 7 ms, 8 ms, 9 ms, 10 ms, 11 ms……声效反馈延迟的游戏体验，在体验结束后询问被试是否感受到延迟。结果发现，无论是状态声效反馈延迟，还是结果声效反馈延迟，当延迟小于 10 ms 时，只有部分被试感受到延迟，当延迟为 10 ms 时，所有被试均感受到延迟。

3.6 正式实验

参考百度人工智能交互设计院对语音交互中的“等待体验”研究^[33]和前人对网络游戏延迟的研究数据^[29]，在接下来的实验中，设置延迟变量为 10 ms, 20 ms, 30 ms, 40 ms, 50 ms, 60 ms, 70 ms, 80 ms,

90 ms, 100 ms, 200 ms, 300 ms, 400 ms, 500 ms, 并在实验中跟踪记录被试的游戏得分和提前结束游戏的次数, 根据结果考虑是否需要增加变量进行补充实验。

4 实验结果

4.1 声效延时与游戏均分

整体来看, 无论是结果反馈还是状态反馈, 随着声效延迟的升高, 被试游戏得分的均值总体呈现降低趋势。当延迟在 10~50 ms 时, 被试游戏均分差距不大, 均在 90 分以上; 当延迟高于 50 ms 时, 被试游戏均分开始明显下降, 且状态反馈的下降趋势比结果反馈的下降趋势更加明显; 当延迟为 500 ms 时, 被试游戏均分基本在 60 分以下。与此同时, 当声效反馈延迟升高, 越来越多的被试出现提前结束游戏体验的现象, 且这种现象在状态反馈实验中更加明显。当延迟为 500 ms 时, 约有 50% 的被试出现提前结束游戏体验的现象。

为确保实验结果准确, 增加延迟为 750 ms、1000 ms^[26]变量进行验证实验, 见图 3, 被试分数显著降低, 均低于 60 分, 见图 4, 当状态声效反馈延迟达到 750 ms 时, 有 60% 的被试出现提前结束游戏体验的现象, 当延迟达到 1000 ms 时, 有 80% 的被试出现提前结束游戏体验的现象, 此后再增加延迟变量对于被试进行游戏体验意义不大。

4.2 调查问卷主观评分

通过算术平均数方式计算出被试主观评分与延迟之间的关系, 见图 5。声效反馈延迟增加, 被试的整体表现水平降低, 被试对游戏体验的正面评分也降低 (问题 1, 3, 4, 5, 7, 13)。92% 的被试能够意识到声效的延迟差异, 被试的主观评分体现了声效反馈

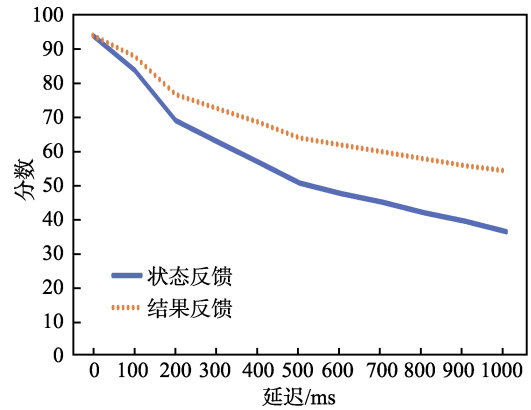


图 3 游戏均分
Fig.3 Average score of game

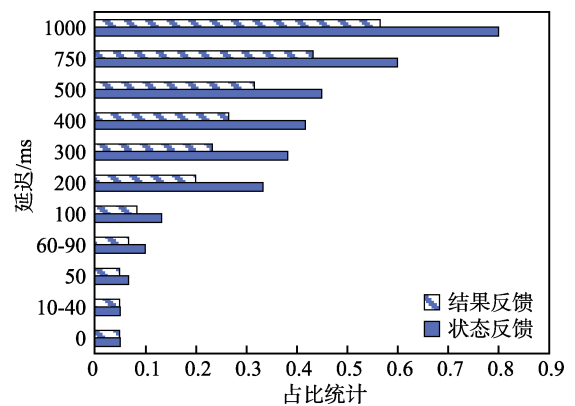


图 4 提前结束游戏的次数统计
Fig.4 Statistical numbers of ending games in advance

延迟低的游戏更具有可玩性, 游戏沉浸感更强。78% 的被试认为, 声效反馈可以帮助他们击败敌人, 因此当声效反馈延迟增高, 他们出现了反应迟钝的现象, 射击压力增大 (问题 2, 8, 10, 13), 射击错误率也大幅增加, 包括射击频率增加、射击准确率下降。35% 的被试提出, 由于游戏节奏紧张, 有时因为人物受伤

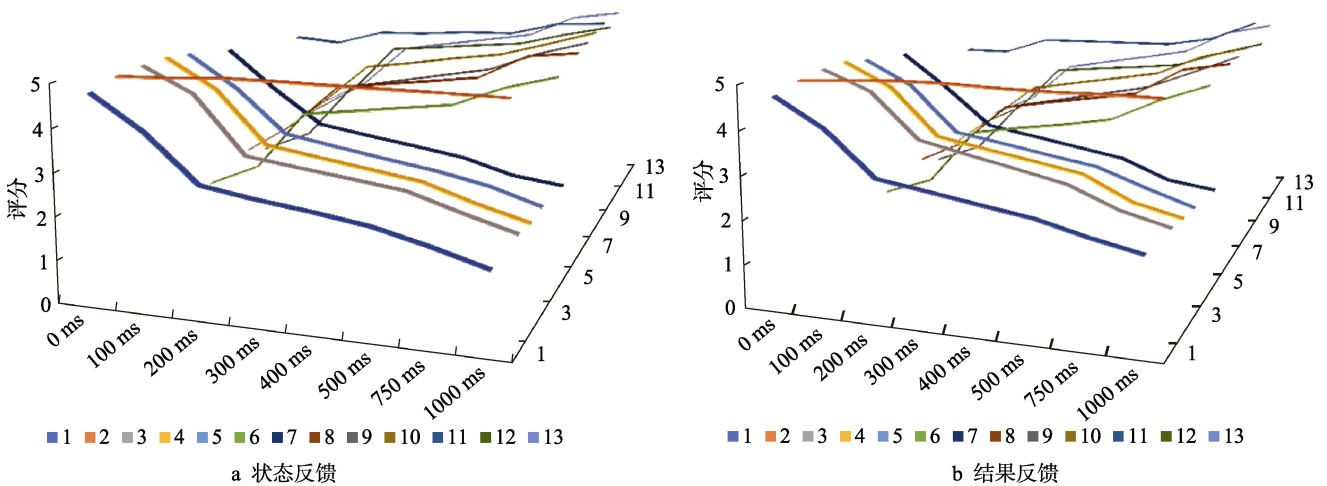


图 5 调查问卷的主观评分
Fig.5 Subjective scores of questionnaire

的声效反馈才注意到敌人的攻击,从而提高生存率,因此声效反馈延迟的增加使被试生命值快速下降,游戏提前结束,被试感到沮丧(问题12),游戏体验评分偏低(问题1,3,4,5)。声效反馈延迟的增高妨碍了被试的判断能力,被试射击多次后才意识到已经击中目标,这令被试感到烦躁(问题9)。同样的,结果声效反馈延迟的增加,对被试主观评分的影响比状态声效反馈延迟略低。

5 实验结论

大部分用户对于声效反馈延迟的感知临界值为10 ms;当延迟大于10 ms但小于50 ms时,用户对于声效反馈延迟有感知但不敏感,延迟对于游戏得分的影响不大;随着声效反馈延迟的增加,声效反馈对用户游戏体验的负面影响快速增大,用户游戏时的表现水平快速降低,用户对游戏体验的满意度也随之降低;当声效反馈延迟达到500 ms时,用户对游戏体验已给出不太满意的评分(1~2分),当延迟为1000 ms时,用户已经达到忍耐极限(1分)。根据用户反馈,在游戏中,结果声效反馈常常伴随着游戏画面的视觉反馈,因此状态声效反馈延迟对于用户的游戏体验影响更大,用户对状态声效反馈要求也更高。状态声效反馈更有助于以隐式的方式提供原先可能被用户忽略的信息,提升用户的生存可能性。在游戏设计中,应当更加注重设计状态的声效反馈,提高游戏的可玩性,最终提高用户对游戏体验的满意度。

6 结语

声音不仅仅是一种创造情绪和增强游戏外观的手段,还起着提供关键信息的作用。声效反馈有助于游戏交互流畅连贯,促进游戏与用户之间的良好互动。沉浸式的游戏体验不是简单的刺激反应实验,而是一种更加复杂的机制,需要进一步地深入分析用户对于声音的认知和感知过程。本次实验由于各种成本限制,存在一些不足,没有对延迟数值进行精细划分,但本次研究获得的实验数据,同样可以为游戏声效体验研究提供可靠的参考和新思路。

参考文献:

- [1] PAPWORTH N. iSpooks: an Audio Focused Game Design[C]. Sweden: Am'10, the Audio Mostly Conference, 2010.
- [2] EKMANI. Psychologically Motivated Techniques for Emotional Sound in Computer Games[C]. Sweden: Audiomostly 2008, Conference on Interaction with Sound, 2008.
- [3] LILJEDAHL M, PAPWORTH N, LINDBERG S. Beowulf: an Audio Mostly Game[C]. International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, 2007.
- [4] RÖBER N, MASUCH M. Playing Audio-only Games: a Compendium of Interacting with Virtual, Auditory Worlds[C]. Canada: Digital Games Research Conference 2005, Changing Views: Worlds in Play, 2005.
- [5] 360 百科. Video Game[EB/OL]. (2015-06-27)[2017-11-20]. <https://baike.so.com/doc/5280027-5514211.html>.
- [5] 360 Baike. Video Game[EB/OL]. (2015-06-27)[2017-11-20]. <https://baike.so.com/doc/5280027-5514211.html>.
- [6] Wiki 百科. Video Game[EB/OL]. (2002-01-26)[2017-11-20]. https://en.wikipedia.org/wiki/Video_game#History.
- [6] Wiki Baike. Video Game[EB/OL]. (2002-01-26)[2017-11-20]. https://en.wikipedia.org/wiki/Video_game#History.
- [7] 黄硕. 视频游戏音乐发展的阶段性探析[D]. 南昌: 江西财经大学, 2009.
- [7] HUANG Shuo. The Exploration and Analysis of Video Game Music's Phased Development[D]. Nanchang: Jiangxi University of Finance and Economics, 2009.
- [8] 金晶. 游戏声音设计特征与听觉沉浸感研究[D]. 南京: 南京艺术学院, 2014.
- [8] JIN Jing. Research on the Characteristics of the Game Sound Design and Game Immersion Pattern[D]. Nanjing: Nanjing Institute of the Arts, 2014.
- [9] PATERSON N, NALIUKA K, JENSEN S K, et al. Design, Implementation and Evaluation of Audio for a Location Aware Augmented Reality Game[C]. Belgium: International Conference on Fun and Games, 2010.
- [10] 张国华, 雷雳. 网络游戏体验的概念、测量及相关因素[J]. 心理与行为研究, 2016, 14(3): 411—419.
- [10] ZHANG Guo-hua, LEI Li. The Concept, Measurement and Related Factors of Online Game Experience[J]. Psychological and Behavioral Research, 2016, 14(3): 411—419.
- [11] ELSON M, BREUER J, IVORY J D, et al. More Than Stories with Buttons: Narrative, Mechanics, and Context as Determinants of Player Experience in Digital Games[J]. Journal of Communication, 2014, 64(3): 521—542.
- [12] 覃京燕, 刘碧雨, 张盈盈. 游戏设计中声效应用对于用户交互体验的影响研究[J]. 包装工程, 2011, 32(22): 23—26.
- [12] QIN Jing-yan, LIU Bi-yu, ZHANG Ying-ying. Effects of Sounds on User Interactive Experience in Game Design[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(22): 23—26.
- [13] 喻耀华. 声音增强移动用户界面研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2011.
- [13] YU Yao-hua. Research on Sonically-enhanced Mobile User Interfaces[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2011.
- [14] 诺曼·唐纳德·A. 设计心理学[M]. 北京: 中信出版社, 2011.
- [14] NORMAN D A. Design Psychology[M]. Beijing: China Citic Press, 2011.

- [15] RUSS SHILLING Z M, WARDYNSKI E C. Introducing Emotion into Military Simulation and Videogame Design: America's Army Operations and VIRTE[J]. *Game*, 2002(5): 23.
- [16] ALVES V, ROQUE L. A Proposal of Soundscape Design Guidelines for User Experience Enrichment[C]. Sweden: Audio Mostly Conference, 2009.
- [17] PARKER J R, HEEREMA J. Audio Interaction in Computer Mediated Games[J]. *International Journal of Computer Games Technology*, 2007(7): 1.
- [18] JØRGENSEN K. On the Functional Aspects of Computer Game Audio[C]. Coimbra: Audio Mostly Conference, 2006.
- [19] ROVITHIS E. A Classification of Audio-based Games in Terms of Sonic Gameplay and the Introduction of the Audio-Role-Playing-Game: Kronos[C]. Greece: Audio Mostly Conference: a Conference on Interaction with Sound, 2012.
- [20] PICHLMAIR M, KAYALI F. Levels of Sound: on the Principles of Interactivity in Music Video Games[C]. Japan: DiGRA International Conference, 2007(4): 424—430.
- [21] 王月丰, 蒋晓. 互联网产品设计中反馈机制的研究[J]. *包装工程*, 2011, 32(12): 97—100.
WANG Yue-feng, JIANG Xiao. Research on Feedback Mechanism in the Internet Product Design[J]. *Packaging Engineering*, 2011, 32(12): 97—100.
- [22] 刘康, 蒋晓, 李世国. 产品交互设计中反馈机制的应用[J]. *包装工程*, 2009, 30(11): 123—125.
LIU Kang, JIANG Xiao, LI Shi-guo. Application of Feedback Mechanism in Product Interaction Design[J]. *Packaging Engineering*, 2009, 30(11): 123—125.
- [23] HOLLOWAY A, DEARMOND R, FRANCOEUR M, et al. Visualizing Audio in a First-Person Shooter with Directional Sound Display[C]. France: Foundations of Digital Games, 2011.
- [24] CEAPARU I, LAZAR J, BESSIERE K, et al. Determining Causes and Severity of End-user Frustration[C]. United States: *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2004.
- [25] TAN H, LI W, SUN J. The Emotional Experience of Inquiry Feedback Delaying in Online E-Commerce Platform Service Design: a Case Study from Chinese Customers[C]. Canada: International Conference on Cross-Cultural Design, 2016.
- [26] NIELSEN J. Nielsen Engineering Academic Press[J]. *J Logic Programming*, 1993, 7(3): 183—184.
- [27] HOSSFELD T, EGGER S, SCHATZ R, et al. Initial Delay vs Interruptions: between the Devil and the Deep Blue Sea[C]. Australia: Fourth International Workshop on Quality of Multimedia Experience, 2012.
- [28] REICHL P, EGGER S, SCHATZ R, et al. The Logarithmic Nature of QoE and the Role of the Weber-Fechner Law in QoE Assessment[C]. Cape Town: IEEE International Conference on Communications, 2010.
- [29] 游资网. 如何解决游戏延迟, 增强用户体验?[EB/OL]. (2016-04-28)[2017-12-31]. <http://www.gameres.com/655766.html>.
Gameres. How Can We Solve the Delay and Enhance the User Experience?[EB/OL]. (2016-04-28)[2017-12-31]. <http://www.gameres.com/655766.html>.
- [30] GB/T 3222-94, 声学环境噪声测量方法[S].
GB/T 3222-94, Acoustics-Measurement Method of Environmental Noise[S].
- [31] GRIMSHAW M. Sound and Immersion in the First-Person Shooter[J]. *International Journal of Intelligent Games & Simulation*, 2008, 5(1): 9—15.
- [32] IJSSELSTEIJN W A, KORT Y D, POELS K. The Game Experience Questionnaire: Development of a Self-report Measure to Assess the Psychological Impact of Digital Games[C]. Maastricht: Proceedings of Measuring Behavior, 2008.
- [33] 百度人工智能交互设计院. 语音交互中的“等待体验”研究[EB/OL]. (2017-12-18)[2018-01-05]. <http://aiid.baidu.com/17/>.
Baidu AI Interaction Design Lab. Research on Delay of Voice Interaction[EB/OL]. (2017-12-18)[2018-01-05]. <http://aiid.baidu.com/17/>.