

1-8-2019

## Hawkes Based Analysis of Social Interaction Factors in Game Immersion Experience

Xiang Nan

*1. Liangjiang International College, Chongqing University of Technology, Chongqing 401135, China;;2. School of Computer Science and Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China;*

Lingyun Zhu

*1. Liangjiang International College, Chongqing University of Technology, Chongqing 401135, China;;2. School of Computer Science and Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China;*

Siwei Shang

*1. Liangjiang International College, Chongqing University of Technology, Chongqing 401135, China;;*

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the Artificial Intelligence and Robotics Commons, Computer Engineering Commons, Numerical Analysis and Scientific Computing Commons, Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons, and the Systems Science Commons

---

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

---

# Hawkes Based Analysis of Social Interaction Factors in Game Immersion Experience

## Abstract

**Abstract:** In order to improve the user's immersion experience in serious games, the influence of social factors in game process on game experience was studied. *Game experience dimensions were divided and the social interactions during the game were categorized according to the dimensions. Hawkes process was adopted to simulate the game experience generation process affected by the social interactions. According to the maximum likelihood estimation and the users' experience we captured, the weights of the social interactions were calculated.* The game experience intensity was calculated by users' facial expressions which were recognized by the trained HMM (Hidden Markov Model). Experimental results showed that the social interaction factors' weights can be effectively calculated and the controllability of game experience can be improved by the provided method.

## Keywords

serious game experiences, social interaction factors, Hawkes process, HMM

## Recommended Citation

Xiang Nan, Zhu Lingyun, Shang Siwei. Hawkes Based Analysis of Social Interaction Factors in Game Immersion Experience[J]. Journal of System Simulation, 2018, 30(7): 2761-2766.

# 基于 Hawkes 的游戏沉浸体验中的社交因素分析

向南<sup>1,2</sup>, 朱凌云<sup>1,2\*</sup>, 尚思为<sup>1</sup>

(1. 重庆理工大学两江国际学院, 重庆 401135; 2. 重庆理工大学计算机学院, 重庆 400054)

**摘要:** 为了提高用户在进行严肃游戏的沉浸体验, 研究游戏中的社交因素对游戏体验的影响权重。划分游戏体验的维度并将能够影响用户体验的游戏过程中的社交事件按照体验维度进行归类, 利用霍克斯过程模拟这些事件对用户游戏沉浸体验的影响过程, 通过最大后验概率估计和用户的体验强度反求出各种社交事件的权重。系统利用游戏中用户面部表情直接计算游戏体验的强度, 面部表情的类别通过训练隐马可夫模型进行识别。实验显示, 本方法能够有效计算影响用户游戏体验的社交事件权重并提高游戏的可控性。

**关键词:** 游戏体验; 社交因素; 霍克斯过程; 隐马可夫模型

中图分类号: TP391.9 文献标识码: A 文章编号: 1004-731X (2018) 07-2761-06

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.201807041

## Hawkes Based Analysis of Social Interaction Factors in Game Immersion Experience

Xiang Nan<sup>1,2</sup>, Zhu Lingyun<sup>1,2\*</sup>, Shang Siwei<sup>1</sup>

(1. Liangjiang International College, Chongqing University of Technology, Chongqing 401135, China;

2. School of Computer Science and Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China)

**Abstract:** In order to improve the user's immersion experience in serious games, the influence of social factors in game process on game experience was studied. *Game experience dimensions were divided and the social interactions during the game were categorized according to the dimensions. Hawkes process was adopted to simulate the game experience generation process affected by the social interactions. According to the maximum likelihood estimation and the users' experience we captured, the weights of the social interactions were calculated. The game experience intensity was calculated by users' facial expressions which were recognized by the trained HMM (Hidden Markov Model).* Experimental results showed that the social interaction factors' weights can be effectively calculated and the controllability of game experience can be improved by the provided method.

**Keywords:** serious game experiences; social interaction factors; Hawkes process; HMM

## 引言

在过去的十多年中, 研究者和游戏开发者主要致力于研究游戏表现的视觉真实性, 以增强用户的

游戏体验。因此, 3D 模型渲染、角色动画、NPC 智能、流体仿真、交互环境等能够极大促进游戏真实性的研究内容取得了显著的成绩。然而, 除了视觉真实性以外, 用户的社会交互在游戏体验中起着重要的作用<sup>[1]</sup>。游戏厂商在近些年认识到社会交互在开发更具吸引力的游戏中的重要性, 例如以“王者荣耀”为代表的 MOBA(Multi-player Online Battle Arena)游戏占据了广大的游戏市场份额, 特别受到青少年用户的青睐。这种类型游戏广受欢迎



收稿日期: 2017-08-10 修回日期: 2018-03-09;  
基金项目: 国家自然科学基金(61502064, 61502065),  
重庆市基础科学与前沿技术研究项目(cstc2017jcyj  
AX0089/BX0059);  
作者简介: 向南(1984-), 男, 陕西旬阳, 博士, 副教授, 研究方向为情感计算, 人群仿真。

<http://www.china-simulation.com>

• 2761 •

不仅是游戏内容和视觉效果所造成的, 社交因素在其中也起到非常重要的作用, 因此有必要对游戏社交因素做定量的分析, 以便对游戏体验进行更精准的控制, 从而达到提高游戏体验的目的。

现有的游戏体验分析大多采用用户主观评判的方式, 本系统则希望通过客观的方式分析社交因素对用户游戏体验的影响。每一个社交事件均可以看成是一个历史点过程, 不同类型不同时间的社交事件形成了用户的最终游戏体验。因此系统采用霍克斯过程来模拟用户游戏体验生成的过程。

游戏体验是评价游戏优劣的标准, 是预测游戏成瘾性的重要指标, 一般包括用户的主观感受和情绪体验两个方面<sup>[2]</sup>。进一步还可以细分为挑战、幻想、好奇、控制、奖赏、竞争、合作、认可、归属、义务和角色扮演 11 个维度<sup>[3]</sup>。在此基础上, 本系统采用社交因素对所有体验维度均具有影响的假设, 这样某种社交事件必须是在游戏体验的某一维度上对用户产生了刺激从而提升了用户的体验。有鉴于此, 必须对常见的游戏中的社交事件按照游戏体验维度进行相应的分类。

为了确定影响用户沉浸感的社交因素及其权重, 系统必须探测用户的游戏状态, 用户在游戏过程中的状态可以看作是对游戏体验强度的直接反应。现有的游戏体验分析通常通过调查问卷的模式, 由用户在事后自己进行评估<sup>[4]</sup>。这种游戏后进行评估的模式很显然无法真实的反映用户在游戏中的真实游戏体验。故此本文采用游戏中实时监测的模式进行用户游戏体验强度的直接计算。然而由于用户的兴趣、表现和反应随着情绪状态的变化而变化, 虽然可以利用生理信号如 BVP(血容量脉冲), HR(心率)和 EDA(皮肤电活动)来检测情感的觉醒, 但是所有这些方法都需要将设备与用户身体进行接触, 用户在游戏中可能不会接受这种检测<sup>[5-6]</sup>。考虑到这些因素, 系统采用基于隐马可夫模型的分析方法对用户的面部表情进行识别, 从而确定用户的沉浸体验强度。

本文提供一种计算社交事件对游戏体验强度

影响权重的方法。首先利用霍克斯过程模拟社交事件对用户体验的影响过程, 然后利用人脸表情捕捉用户的体验状态, 接着根据这些情绪状态确定影响用户游戏体验的社交事件的权重。所获得的社交事件权重既可以为动态地调整游戏参数从而提升用户的游戏体验提供数据支持又可以为控制青少年网瘾提供一定的理论支持。

## 1 研究背景

在游戏领域, 沉浸主要用于指参与或参与游戏的体验<sup>[7]</sup>, 提高用户的游戏体验是游戏探索中最重要的目标之一。在 Ermi 的研究中, 沉浸感是由感官沉浸和想象力沉浸共同组成的<sup>[8]</sup>。莱纳特探索了某些公认的用户体验, 例如流畅和沉浸, 而不是对松散定义的主观体验的深入理解<sup>[9]</sup>。用户的角色扮演辨识度、控制熟练程度和带入感对游戏流畅体验也有很重要的作用<sup>[10-14]</sup>。用户的体验研究不仅限于传统的 PC 游戏, 还延伸到手机游戏, 这是因为手机具有移动便携、方便交流的特性, 手机游戏已经具备逐步取代 PC 游戏的趋势<sup>[15]</sup>。通常游戏体验的研究常采用问卷调查分析方法, 张国华等<sup>[2]</sup>借鉴和参照国内外已有的关于游戏体验的研究成果, 结合我国青少年实际情况编制了青少年网络游戏体验量表, 并列出了社交体验、控制体验、角色扮演、娱乐体验、沉醉体验和成就体验 6 个维度。在该研究中社交体验作为用户游戏体验的一个维度被单独列出, 但是在本系统认为社交因素也影响着游戏体验的其它维度。并且和调查问卷法不同, 本文采用霍克斯过程来模拟用户的体验生成。霍克斯过程是一种自激点过程, 已在关系强度分析、热点话题传播等社交环境中取得成功的应用<sup>[16-17]</sup>。

## 2 算法流程

算法整体流程如图 1 所示。为了确定社交因素的权重, 系统首先利用霍克斯过程对游戏体验生成过程进行模拟。

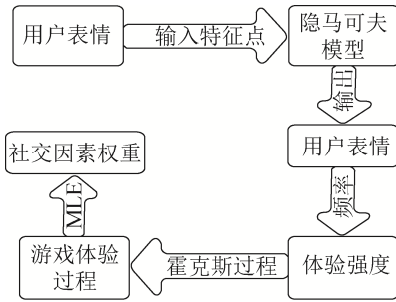


图 1 系统架构图  
Fig. 1 System framework

### 2.1 Hawkes 过程

首先定义线性自激过程，其定义见公式(1)

$$\lambda(t) = \lambda_0(t) + \int_{-\infty}^t v(t-s)dN_s = \lambda_0(t) + \sum_{t_i < t} v(t-t_i) \quad (1)$$

式中:  $N_s$  为点的过程;  $V(t)$ 为核函数;  $\lambda_0(t)$ 代表的基础强度。霍克斯过程是一种特殊的线性自激过程，由点过程  $\sum_{m=1}^M \alpha_m e^{-\beta_m(k-n)}$  作为核函数而线性叠加形成，如公式(2)所示:

$$\lambda(t) = \lambda_0(t) + \int_0^t \sum_{m=1}^M \alpha_m e^{-\beta_m(k-n)} = \lambda_0(t) + \sum_{n=1}^{k-1} \sum_{m=1}^M \alpha_m e^{-\beta_m(k-n)} \quad (2)$$

简单来说，霍克斯过程建立起一种现在状态和过去发生事件之间的一种关联，如图 2 所示。其中  $\lambda(t)$ 表示用户现在时刻状态的概率， $I_i$ 表示过去发生的不同事件并以  $\alpha_i$ 的事件权重和  $\beta_i$ 的时间权重影响  $\lambda(t)$ 。本系统将用户的体验生成过程看作一个点过程，这样用户体验的强度就是点过程的概率，从而可以利用霍克斯过程来模拟这种概率。

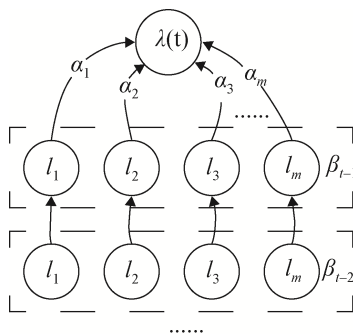


图 2 Hawkes 过程示意图  
Fig. 2 Hawkes process

### 2.2 体验影响因素权重计算

由于系统采用霍克斯过程来模拟用户体验的生成过程，那么确定不同事件的影响权重的过程就是在确定用户游戏体验  $\lambda(t)$ 和影响因素的条件下反求其权重  $\alpha_i$  和  $\beta_i$ 。形式化定义游戏影响事件对用户体验的影响函数见公式(3)，和公式(2)相比多出的  $X_{m,n}$ 表示游戏影响因素，见表 1 所示。

$$\lambda(t) = \lambda_0(k) + \sum_{n=1}^{k-1} \sum_{m=1}^M \alpha_m X_{m,n} e^{-\beta_m(k-n)} \quad (3)$$

这样权重  $\alpha_i$  和  $\beta_i$  可以通过最大后验概率来估计，公式(3)可改写如下:

$$\ln(\lambda) = \sum_{i=1}^n \ln(\lambda(t_i)) - \int_0^T \lambda(t) dt \quad (4)$$

分别对  $\alpha$  和  $\beta$  求偏微分即可计算出其结果:

$$\frac{d \ln(\lambda)}{d \alpha} = \frac{d \ln(\lambda)}{d \beta} = 0 \quad (5)$$

表 1 用户体验影响事件

Tab. 1 Events that affect the users' experiences	
游戏体验维度	相应社交事件
$X_1$ :是否得到认可	是否得到队友赞扬: 是 $X_1=1$ , 否 $X_1=0$
$X_2$ :是否具有义务	是否一直保持连线: 是 $X_2=1$ , 否 $X_2=0$
$X_3$ :是否有归属感	是否有统一名称或团队: 是 $X_3=1$ , 否 $X_3=0$
$X_4$ :是否获得奖赏	是否配合获得装备提升: 是 $X_4=1$ , 否 $X_4=0$
$X_5$ :是否合作顺利	配合角色状态是否正常: 是 $X_5=1$ ; 否 $X_5=0$
$X_6$ :是否满足控制需求	配合消灭重要角色: 是 $X_6=1$ ; 否 $X_6=0$
$X_7$ :是否满足角色幻想	游戏中称呼是否符合剧情: 是 $X_7=1$ , 否 $X_7=0$
$X_8$ :是否合作完成挑战	配合取得最终胜利: 是 $X_8=1$ , 否 $X_8=0$ ; 配合取得阶段胜利: 是 $X_8=0.5$ , 否 $X_8=0$
$X_9$ :是否存在良性竞争	对战是否使技术数据提高: 是 $X_9=1$ , 否 $X_9=0$ ;

### 2.3 游戏体验影响事件

在游戏过程中角色所面临的影响用户体验的

事件并不是孤立的,例如用户对场景不熟悉导致长时间没有取得胜利,都可以视为游戏难度较高。为了能最大可能的减少事件之间的关联程度,系统采用在游戏中直接发生的客观社交事件,例如是否合作取得胜利,而不是如是否难度太大这样的抽象的主观概念。此外,由于游戏体验可以细分为多个维度,参考文献[2],系统采用如下9个维度作为判别游戏体验强度的子部分,各维度的权重均相同,并列出了相应的社交事件作为用户体验的影响因素。

### 3 用户游戏状态识别

和对用户社交事件进行归类不同,在用户游戏体验识别部分只有沉浸一个维度来表示用户体验的好坏。因为系统无法通过用户的面部表情等生理信号判断究竟是哪一维度吸引了用户继续游戏。但是不可否认的是正是由于不同维度的体验导致了最终的游戏状态,所以可以直接利用用户的沉浸状态进行计算。

#### 3.1 用户游戏状态划分

为了通过不同的表情确定用户的游戏体验,首先需要确定表情与用户体验之间的对应关系。系统构建4种标准表情来表示用户的沉浸状态。如图3所示,右半边为沉浸状态,从上到下依次为流畅刺激(Flow & Excited)、流畅轻松(Flow & Relax),左半边为非沉浸状态,从上到下依次为困难

(Frustrated)、无聊(Boring)。用户游戏体验强度  $p(I)$  为流畅刺激的频率  $f(E)$  与流畅轻松频率  $f(R)$  之和:

$$p(I) = f(E) + f(R) \quad (6)$$

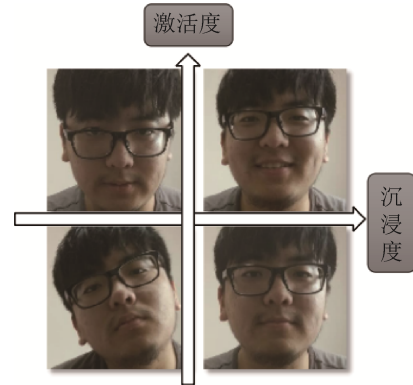


图3 游戏表情状态示意图  
Fig. 3 Facial expression states in games

#### 3.2 用户表情识别

在划分好标准用户表情后,系统训练 HMM 模型参数,其识别过程如图4所示。

模型共包含77个特征点,其中每个眼睛和眉毛均包含5个,鼻子、嘴巴和脸颊分别有12,11个和34个相关的特征点。由于不同发型对应的人脸形状不同,这使得训练模块难以获得近似正面的人物形象。为了提高识别效率,系统将人脸分为上、中、下三部分,先分别确定眼睛、鼻尖、嘴角等关键点,然后通过线性插值的相关约束确定人脸的其它特征点。HMM是一种比较成熟的分类器,篇幅所限不做过多介绍,详细情况可参考前期工作<sup>[18]</sup>。

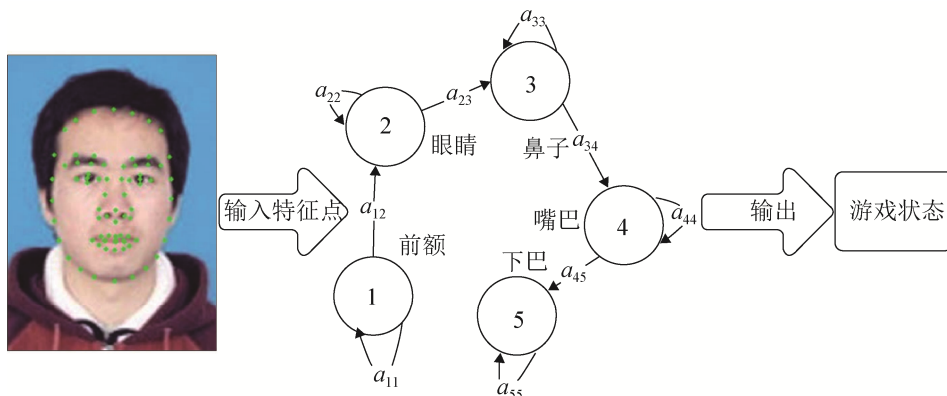


图4 HMM表情识别过程  
Fig. 4 HMM facial expression recognition process

<http://www.china-simulation.com>

• 2764 •



### 4 实验结果与分析

系统选取游戏平台为时下流行的 MOBA 手游“王者荣耀”，参与测试用户为 25 人，均为无相关知识背景的大学生。游戏为对战模式，时间长度为 10~30 min，每人均需完成两局，共 50 段游戏过程。系统每隔 10 s 采样用户的表情做出识别，以表情出现的频率作为其强度，并将沉浸激动和沉浸轻松表情的强度之和做为用户的最终体验强度。

首先系统通过 HMM 识别用户的四种游戏表情，并让 20 位志愿者做出主观评测，其准确度如表 2 所示。

表 2 游戏表情识别准确度  
Tab. 2 Facial expression recognition accuracy in games

表情	刺激	轻松	困难	无聊
准确率	92	82	88	85

由表 2 可知，表情识别能达到 80% 以上的准确率，使用户游戏体验的计算成为可能。经过 MLE 计算得到各种社交事件的权重，并归一化结果如图 5 所示。

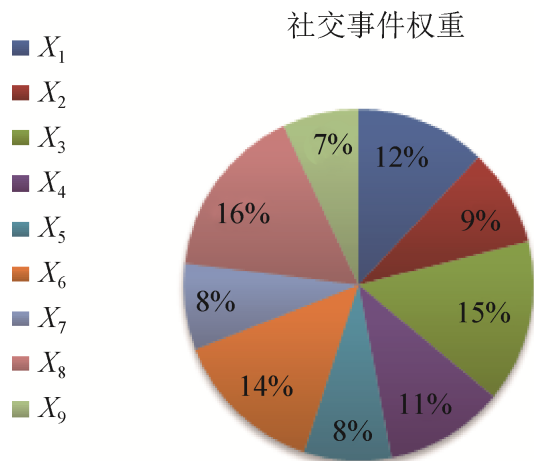


图 5 游戏社交影响因素权重  
Fig. 5 Social effects weights in games

用户对于计算结果的主观评估如图 6 所示。相对于本系统的计算结果，用户主观更在意是否保持连线与是否取得装备提升。

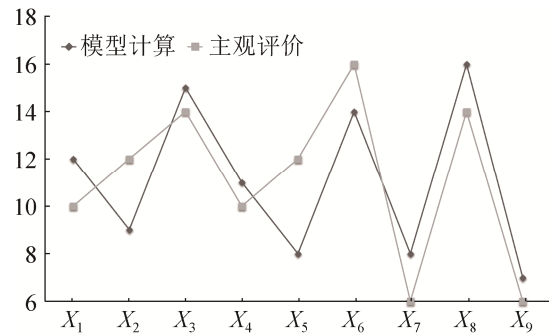


图 6 用户主观评测对比  
Fig. 6 User subject evaluation

### 5 结论

社交因素对游戏的影响具有一定的研究价值。本文仿真了用户在游戏过程中的体验形成过程。在社交因素权重的计算过程中，本文将社交因素归纳为九个维度，这样较全面的考虑了社交因素影响游戏体验的各个方面。在用户游戏体验判定的过程中，系统划分四种游戏表情，并由表情确定游戏体验的强度，从而计算出各种社交因素的权重。和问卷调查的方式相比，本模型能够较为真实的呈现个体的游戏体验强度形成过程，并避免了游戏后调查的非实时性，具有一定的应用价值。

#### 参考文献:

- [1] Hudlicka E. Affective game engines: motivation and requirements[C]//International Conference on Foundations of Digital Games, Orlando, Florida, USA, 2009: 299-306.
- [2] 张国华, 雷雳. 青少年网络游戏体验量表的初步编制及信效度分析[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2015, 24(1): 84-87.  
Zhang Guohua, Lei Li. Development and reliability and validity of the adolescent online game experience scale[J]. Chinese Journal of Behavioral Medicine and Brain Science, 2015, 24(1): 84-87.
- [3] Shang H H, Wen M H, Wu M C. Exploring user experiences as predictors of MMORPG addiction[J]. Computers & Education(S0360-1315), 2009, 53(3): 990-999.
- [4] 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.  
Zhang Guohua, Lei Li. Online Game Experience: Concept, Measurement and Related Factors[J]. Studies of

- Psychology and Behavior, 2016, 14(3): 411-419.
- [5] Yannakakis G N. Game adaptivity impact on affective physical interaction[C]//International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction and Workshops. IEEE, 2009: 1-6.
- [6] Nogueira P A, Torres V, Rui R, et al. Vanishing scares: biofeedback modulation of affective player experiences in a procedural horror game[J]. Journal on Multimodal User Interfaces(S1783-8738), 2015, 73(2851): 1-32.
- [7] Parnandi A, Gutierrez-Osuna R. A comparative study of game mechanics and control laws for an adaptive physiological game[J]. Journal on Multimodal User Interfaces(S1783-8738), 2014, 9(1): 31-42.
- [8] Mäyrä F, Ermi L. Fundamental components of the gameplay experience[C]//Digital Games Research Association's Second International Conference, 2005: 15-27.
- [9] Bontchev B. Adaptation in Affective Video Games: A Literature Review[J]. Cybernetics & Information Technologies(S1314-4081), 2016, 16(3): 3-34.
- [10] Soutter A R B, Hitchens M. The relationship between character identification and flow state within video games[J]. Computers in Human Behavior (S0747-5632), 2016, 55: 1030-1038.
- [11] Michalik L. Stretching the Code: Sexual Performances and Online Gaming Economies[J]. Liminalities (S1557-2935), 2015, 11(1): 1-24.
- [12] Courtois C. Player Identification in Online Games: Validation of a Scale for Measuring Identification in MMOGs[J]. Media Psychology(S1521-3269), 2012, 15(2): 197-221.
- [13] Annie Jin S A. "My Avatar Behaves Well and this Feels Right" Ideal and Ought Selves in Video Gaming[J]. Social Behavior & Personality An International Journal(S0301-2212), 2011, 39(9): 1175-1182.
- [14] Zumbach J, Seitz C, Bluemke M. Impact of violent video game realism on the self-concept of aggressiveness assessed with explicit and implicit measures[J]. Computers in Human Behavior(S0747-5632), 2015, 53(C): 278-288.
- [15] Lv Z, Halawani A, Feng S, et al. Touch-less interactive augmented reality game on vision-based wearable device[J]. Personal & Ubiquitous Computing (S1617-4909), 2015, 19(3/4): 551-567.
- [16] 于岩, 陈鸿昶, 于洪涛. 基于霍克斯过程的社交网络用户关系强度模型[J]. 电子学报, 2016, 44(6): 1362-1368.
- Yu Yan, Chen H C, Yu Hongtao. A Social Networks User Relationship Strength Model Based on Hawkes Process [J]. Acta Electronica Sinica, 2016, 44(6): 1362-1368.
- [17] 韩忠明, 张梦, 谭旭升, 等. 基于自激点过程的网络热点话题传播模型[J]. 计算机学报, 2016, 39(4): 704-716.
- Han Zhongming, Zhang Meng, Tan Xusheng, et al. An Efficient Topic Propagation Model Based on Self-Exciting Point Process[J]. Chinese Journal of Computers, 2016, 39(4): 704-716.
- [18] Zhang M, Zhou X, Xiang N, et al. Expression sequences generator for synthetic emotion[J]. Journal on Multimodal User Interfaces(S1783-8738), 2011, 5(1/2): 19-25.