

# 基于意见领袖引导作用的网络舆论演化研究

周而重<sup>1</sup> 钟宁<sup>1,2</sup> 黄佳进<sup>1</sup>

(北京工业大学国际 WIC 研究院 北京 100124)<sup>1</sup> (前桥工科大学生命情报学科 前桥 3710816)<sup>2</sup>

**摘要** 构建有效的意见交互模型是预测舆论发展趋势的关键,但传统意见交互模型的构建环境是封闭的社交网络。为了构建动态的虚拟网络环境下的意见交互模型,提出一种基于意见领袖引导作用的网络舆论演化分析方法。该方法充分考虑了网络环境和不同意见传播者的特点。实验结果显示,提出的方法可以很好地模拟网络舆论的演化过程和预测网络舆论的未来发展趋势。

**关键词** 网络舆论,意见检测,情感分析,意见领袖,意见交互模型

**中图分类号** TP391.9 **文献标识码** A

## Research on Evolution of Online Consensus Based on Opinion Leader's Guiding Role

ZHOU Er-zhong<sup>1</sup> ZHONG Ning<sup>1,2</sup> HUANG Jia-jin<sup>1</sup>

(International WIC Institute, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)<sup>1</sup>

(Department of Life Science and Informatics, Maebashi Institute of Technology, Maebashi 3710816, Japan)<sup>2</sup>

**Abstract** The construction of an effective opinion interaction model is the key to predicting the development trend of an online consensus. However, the traditional model is constructed in a closed social network. In order to construct the opinion interaction model oriented to a dynamic virtual network, an approach to the evolution analysis of online consensus based on opinion leader's guiding role was proposed. The approach carefully takes the context of the network and the characteristics of opinion disseminators into account. Experimental results show that the proposed approach can effectively simulate the evolutionary process of an online consensus and predict the future trend of the opinion.

**Keywords** Online consensus, Opinion detection, Sentiment analysis, Opinion leader, Opinion interaction model

## 1 引言

网络舆论可理解为广大网民针对网络上的热点话题所形成的具有代表性的意见。由于互联网对现实社会的影响越来越大,社会学家和国家行政部门日益关注网络舆论的导向问题,以杜绝恶性事件的发生。网络舆论由于受到现实事件、信息传媒、网民和舆论监管部门的影响,其产生和演化过程相比现实社会中的舆论形成过程更加复杂,因此本文借鉴传播学和社会学的研究成果来分析网络舆论的演化过程,从而度量意见领袖对网络舆论的引导作用。

## 2 相关工作

目前意见演化模型多通过定义个体间的交互规则来模拟意见的演化过程,从而解释群体交互过程中所呈现的舆论现象。比较常用的粒子交互模型有,采用 USDF (United we Stand Divided we Fall) 交互规则的 Sznajd 模型<sup>[1]</sup>、采用有限信任规则的 Deffuant 模型<sup>[2]</sup>、参考周围个体意见并区分个体差异的 Krause Hegselmann 模型<sup>[3]</sup>。由于上述模型是在一个封闭空间内研究意见的演化过程,而网站上的用户群是不断变化的,并且虚拟网络具有的某些属性会影响用户意见的形

成和演化,因此王文在网络社区的背景下,采用社会网络分析方法确定核心人物和讨论组来分析舆论的传播特点<sup>[4]</sup>。司夏萌重点分析网络信息的传播结构与观点演化和舆论涌现二者之间的关系<sup>[5]</sup>。张彦超通过建立基于自主性和可信度的个体观点交互模型来模拟社交网络中的意见交互过程<sup>[6]</sup>。Patterson 等发现个体间的交流程度会影响到在线社区上的意见演化<sup>[7]</sup>。上述研究主要集中分析网络的结构变化对意见演化的影响,而未重视引起网络结构即用户行为和网络关系发生变化的重要原因,如用户角色的转变以及其他外界因素对意见传播主体的影响。此外,用户的个性因素也考虑得不够充分。对此本文分析了话题传播过程中网络舆论的形成条件以及何种诱因造成了用户意见的转变,并通过评估相关因素对意见领袖的影响来预测网络舆论的发展趋势。

## 3 网络舆论的形成条件

舆论的形成过程是用户们由意见分散到决策统一、由思路模糊到目标明确的过程。由于网络意见是话题传播的产物,人是信息传播的主体,网络传媒是信息传播的平台,因此分析网络舆论的形成过程就必须分析相关话题、用户和传媒的特点。通过对传播学领域的研究发现,舆论的形成需具备

到稿日期:2013-01-16 返修日期:2013-04-13 本文受国家自然科学基金项目(60905027),北京市自然科学基金项目(4102007)资助。

周而重(1981-),男,博士生,主要研究方向为 Web 智能、机器学习, E-mail: zez2008@emails.bjut.edu.cn; 钟宁(1956-),男,教授,博士生导师,主要研究方向为 Web 智能、脑信息学; 黄佳进(1977-),男,博士,讲师,主要研究方向为 Web 智能、数据挖掘。

以下4个条件<sup>[8]</sup>:话题的评论数要达到一定的程度;媒体要大量参与;意见领袖要积极充当舆论推手;用户们的情绪要被调动起来。用户间剧烈的意见互动和媒体的密切报道会营造出一种强烈的视觉氛围,从而调动用户表达意见的欲望。从社会学角度来看,当引起话题的事件还不清晰时,“从众心理”会影响用户的行为,从而带动更多的用户来参与意见交流。媒体的大量参与会整合虚拟空间上发散的用户意见,有利于相近意见的自动聚合,并在一定程度上避免“沉默的螺旋”现象,从而加速意见的统一或两级分化。网络空间与现实社会的最大区别是,虚拟性和公开性。虚拟性使得用户并不熟悉周围人群的特点,网络信息的真实性会受到质疑。公开性使得用户能跨越时间和空间的限制,以最大程度获得全面的信息,但信息的取舍有时会让人无所适从,而意见领袖利用其积攒起的人气和声望,会很大程度上影响用户的态度从而统一不同的意见。用户情绪的涌动是舆论发育的缘由和扩散的动力。由此可见,意见交互氛围的刺激、意见领袖的引导及网民情感的表达是加剧网络舆论形成的关键。

#### 4 方案设计

尽管在虚拟网络环境下传统舆论演化模型受到了诸多限制,但根据传播学领域的二级传播理论,在现实社会中意见领袖在舆论传播过程中扮演着至关重要的传播桥梁和舆论引导作用。同样,计算机领域的研究者发现,意见领袖在电子商务网站的论坛中扮演着鉴定专家的作用,因此本文将意见领袖作为研究舆论发展趋势的风向标。由网络舆论的形成条件可知,用户自身的情绪和用户所处网络环境会影响其意见的形成,所以意见领袖在前一时刻的情感状态、周围人群的意见氛围以及接触的意见交流者的类型和传递的情感被用来预测意见领袖在下一时刻的状态(兴奋或压抑),进而预测舆论的下一个状态。意见领袖的情感状态还考虑了其性格特点,即某些意见领袖会非常固执,只相信自己或信赖的人,而某些意见领袖则会遵从少数服从多数的原则。由此产生的相应工作为意见检测、意见领袖识别和意见交互模型设计。

##### 4.1 意见检测

当网络话题产生后,用户围绕话题会进行讨论。在讨论过程中,用户发布的信息可大致分为两类:叙述事件内容的报道性信息;带有主观倾向的评论性信息,即网络意见。意见检测工作主要提取意见陈述的对象,并对用户意见进行情感分析。网络舆论的焦点会随着网络话题的演化而发生变化,为了跟踪网络舆论,事件模型被手动构建。以由新闻事件引起的网络话题为例,事件模型以展示新闻事件的来龙去脉为出发点,主要属性包括事件名、时间、地点、事件参与者和事件主题词,其中事件主题词为描述事件起因、经过和结果的词汇<sup>[9]</sup>。由于语言的丰富性,本文在哈尔滨工业大学提供的同义词表的基础上对部分事件属性词进行同义词扩展。

为吸引其他用户的注意或发起话题,网络用户或者会通过发表篇幅较长的网络文章来表达个人意见,或者会通过留言回复功能发表篇幅较短的评论来表达个人看法。针对文本篇幅上的差距,本文采用自然语言处理领域的文本情感分析策略。

针对句子级文本的情感极性计算公式<sup>[10]</sup>为:

$$S(T) = \sum_{i=1}^m S_{c_i} \quad (1)$$

$$S_{c_i} = P_{c_i} - N_{c_i} \quad (2)$$

$$P_{c_i} = \frac{fp_{c_i}}{\sum_{j=1}^m fp_{c_j} + \frac{fn_{c_i}}{\sum_{j=1}^m fn_{c_j}}} \quad (3)$$

$$N_{c_i} = \frac{fn_{c_i}}{\sum_{j=1}^m fn_{c_j} + \frac{fp_{c_i}}{\sum_{j=1}^m fp_{c_j}}} \quad (4)$$

式中, $S(T)$ 为句子 $T$ 的情感极性, $m$ 为句子 $T$ 中的词汇总数, $S_{c_i}$ 为词汇的情感极性, $i$ 表示句子中第 $i$ 个词汇, $j$ 表示意见文档集中第 $j$ 个词汇, $fp_{c_i}$ 为词汇 $c_i$ 在肯定性意见文档集中出现的次数, $fn_{c_i}$ 为词汇 $c_i$ 在否定性意见文档集中出现的次数, $cn$ 为肯定性文档集中出现的不同词汇总数, $cm$ 为否定性文档集中出现的不同词汇总数。若意见句的情感值大于0,则意见被定性为肯定性意见,否则为否定性意见。

为了判断文档级文本的用户情感,需要对文档进行话题中心识别,即对文档中各子话题进行权值评估。话题中心的最大特征是,中心词的词频高于其他话题词汇的词频。通过对关键词提取方面的一些研究发现,词汇在文档中不同位置发挥的作用明显不同<sup>[11,12]</sup>,因此文本中的标题、正文和超链接部分的词汇被赋予不同的权重。由于子话题可以用事件属性词或属性词的组合来表示,因此本文筛选出权值超过一定阈值的属性词来确定文档的话题中心。词汇权值评估公式为:

$$Weight(ta_k, i) = W_1 * F(ta_k, i) + W_2 * T(ta_k, i) + W_3 * L(ta_k, i) \quad (5)$$

式中, $Weight(ta_k, i)$ 为第 $i$ 篇文档中表示子话题的事件属性词 $ta_k$ 的权值, $F(ta_k, i)$ 为第 $i$ 篇文档正文中事件属性词 $ta_k$ 出现的次数, $T(ta_k, i)$ 为事件属性词 $ta_k$ 出现在第 $i$ 篇文档标题中的次数, $L(ta_k, i)$ 为事件属性词 $ta_k$ 出现在第 $i$ 篇文档超链接中的次数, $W_1$ 为正文系数, $W_2$ 为标题系数, $W_3$ 为链接系数。在确定用户围绕话题中心所阐述的全部意见后,本文采用句子级文本的情感极性计算公式对用户意见进行情感累加,若情感值大于0,则认定用户持肯定意见,否则认定用户持否定意见。

##### 4.2 意见领袖识别

意见领袖的主要行为是设置议题和引领舆论的导向。用户成为意见领袖的前提是高知名度和高认可度。为实现高知名度,用户必须积极参与话题互动。为实现高认可度,用户必须发表具有影响力的文章<sup>[13,14]</sup>。对此本文根据用户发表文章的程度和文章总体的影响力来识别意见领袖。

基于网页间的链接关系来对网页影响力进行评估的研究工作已经取得相当大的进展,但网页间超链接有多种类型,作者设置某些链接的目的或是为了社交或是为了引起其他用户对某些话题的重视,因此基于链接关系来对网页进行排序的算法会出现“主题漂移”的现象。Agarwal等人<sup>[15]</sup>发现在博客空间中博文正文越长、博文获得的回复越多、指向博文的超链接越多、博文指向其他博文的超链接越少、博文属于高水平博文的概率越大。本文在Agarwal等人<sup>[15]</sup>评估博文影响力方法的基础上进行了相应的改动。首先区分网页间链接的类

型,对链接中的引用和友情链接赋予不同的权重,同时根据话题内容对网页中的超链接进行筛选,并考虑用户已获得的认可度。改进后的网页影响力评估公式为:

$$I(p_a) = w_{len} Len(p_a) * (w_{com} Rp(p_a) + w_{qu} Tr(p_a) + w_{in} \sum_{i=1}^m I(p_i) - w_{out} \sum_{j=1}^n I(p_j)) + w_{rep} \quad (6)$$

$$w_{rep} = \sum_{k=1}^l \log(I(p_k) + 1) \quad (7)$$

式中, $I(p_a)$ 为网页  $p_a$  的影响力, $Len(p_a)$ 为网页  $p_a$  的长度, $Rp(p_a)$ 为网页  $p_a$  获得的评论数, $Tr(p_a)$ 为网页  $p_a$  的引用数, $w_{len}$ 为网页正文长度系数, $w_{com}$ 为网页评论系数, $w_{qu}$ 为网页引用系数, $w_{in}$ 为网页链出链接系数, $w_{out}$ 为网页链入链接系数; $i$ 表示第  $i$  篇链入  $p_a$  的网页, $j$ 表示网页  $p_a$  所链出的第  $j$  篇网页, $m$ 为网页  $p_a$  的链入链接总数, $n$ 为网页  $p_a$  的链出链接总数, $w_{rep}$ 为用户在网站上获得的认可值, $l$ 为用户发表  $p_a$  之前已发表的属于同一话题且影响力超过一定阈值的网页数。

意见领袖的形成过程是其影响力逐渐积累的过程<sup>[16]</sup>,因此用来识别不同时期意见领袖的用户影响力评估公式为:

$$Opind(w) = \sum_{i=1}^n I(p_i) \quad (8)$$

式中, $Opind(w)$ 为用户  $w$  针对话题的影响力, $n$ 为用户  $w$  针对同一话题所发表的文章总数, $i$ 表示用户  $w$  发表的第  $i$  篇文章。

### 4.3 意见交互模型

意见交互模型重点考核意见领袖们的舆论引导作用,若意见领袖发挥了舆论引导作用,则其他网络用户的支持会成为其继续活动的动力,否则过多的反对声音或少量的响应可能会严重影响其活动的积极性。为了判断某一时刻意见领袖的情感状态是极端还是温和,采用本文提出的方法观察其发表文章或回复信息中情感词的使用状况,否定性情感词的使用越频繁,用户的情绪可能越极端,用户可能越不容易接受其他人的意见<sup>[17]</sup>。用户周围的意见氛围也会对用户心理造成巨大影响,如果网络舆论呈现一边倒的趋势,则用户容易倾向占优势的意见。如果网络舆论呈现出两级分化,认同感会促使用户更加大胆地坚持个人看法。此外意见交流者被分为意见领袖和普通用户两类,在意见交互过程中,意见领袖和普通成员的话语权通过设置不同的权值来进行区别。本文根据意见交流者意见情感的极性和话语权以及整个网络舆论的导向来评估意见领袖所受的阻力或支持,并结合其自身情感状态来预测其意见交互的结果。网络社区的特点是,用户的交流空间是动态变化的,同时用户会实时掌握舆论的导向。在 Krause Hegselmann 模型<sup>[3]</sup>基础上结合网络社区的特点所提出的网络舆论预测公式为:

$$Om(x, t+1) = \sum_{i=1}^{N(i,t)} norm(Status(i, t+1)) \quad (9)$$

$$Status(i, t+1) = \lambda_1 * Es(i, t) + \lambda_2 * \sum_{j=1}^{N(i,t)} (Wu(j, t) * Su(j, t)) + Os(x, t) \quad (10)$$

$$norm(y) = \begin{cases} 1, & y \geq 1 \\ y, & y < 1 \text{ and } y > 0 \\ -1, & y \leq 0 \end{cases} \quad (11)$$

$$Es(i, t) = \log(Np(i, t) + 1) \quad (12)$$

$$Os(x, t) = \frac{\min\{Non(x, t), Nop(x, t)\}}{\max\{Non(x, t), Nop(x, t)\}} \quad (13)$$

式中, $Om(x, t)$ 为针对话题  $x$  的网络舆论在时刻  $t$  的状态值, $i$

表示在时刻  $t$  出现的第  $i$  个意见领袖, $Status(i, t+1)$ 为第  $i$  个意见领袖在时刻  $t+1$  的状态值, $Nl(t)$ 为在时刻  $t$  评论话题  $x$  的意见领袖数, $Es(i, t)$ 为第  $i$  个意见领袖在时刻  $t$  的情感状态值, $Os(x, t)$ 为在时刻  $t$  话题  $x$  的网络环境值, $j$ 表示与意见领袖进行交流的第  $j$  个用户, $Ns(i, t)$ 为在时刻  $t$  与第  $i$  个意见领袖进行意见交流的用户数, $Wu(j, t)$ 为在时刻  $t$  第  $j$  个用户的话语权, $Su(j, t)$ 为在时刻  $t$  第  $j$  个用户与第  $i$  个意见领袖的意见相似度, $Non(x, t)$ 为在时刻  $t$  针对话题  $x$  的否定性意见总数, $Nop(x, t)$ 为时刻  $t$  针对话题  $x$  的肯定性意见总数, $\min(y, z)$ 为数值  $y$  和  $z$  间的最小值, $\max(y, z)$ 为数值  $y$  和  $z$  间的最大值, $Np(t)$ 为第  $i$  个意见领袖在时刻  $t$  发表的针对话题  $x$  的情感词汇总数, $\lambda_1$ 为意见领袖情感状态系数, $\lambda_2$ 为意见交流影响系数。若交流者与意见领袖的意见相反,则  $Su(j, t)$ 取值为  $-1$ ,否则取值为  $1$ 。若意见领袖的状态值接近  $1$ ,则其在下一时刻将处于兴奋状态;若意见领袖的状态值接近  $0$ ,则其在下一时刻可能选择保持沉默。同时本文借助数据堂网站提供的情感词典来统计用户使用过的情感词<sup>[18]</sup>。

## 5 实验

实验主要验证本文提出的网络舆论演化分析方法的可行性和用户影响力评估策略的合理性。实验抓取 2011 年新浪博客网站上评选出的 12 个新闻热点话题栏目内的共 489 篇博文,其中 6 个由国内事件引发的热点话题为京沪高铁故障、李昌奎案件、药家鑫案件、上海地铁事故、渤海漏油事故及重庆上海开征房产税,6 个由国外事件引发的热点话题为日本地震、利比亚反对派攻入其首都、卡扎菲身亡、本拉登被击毙、乔布斯辞职和英国骚乱。用于情感分类的训练样本为数据堂网站提供的针对书籍、宾馆、笔记本电脑和手机的 14317 篇评论文本,其中 7158 篇文本为否定性评论。

为测试本文提出的网页影响力评估方法的性能,从而判断用户影响力评估模型的合理性,实验选用涉及 9 个热点话题的 378 篇博文,其中包含 86 篇网站推荐性博文。在 Agarwal 等人<sup>[15]</sup>评估博文影响力的方法中,其基本参数设置为: $w_{len}$ 取值为 0.5, $w_{com}$ 取值为 0.6, $w_{in}$ 取值为 0.9, $w_{out}$ 取值为 0.2。本文在其基础上考虑了网页引用因素和用户已获得的认可度,对此采用如下 4 种网页影响力评估方案。

参考方案:采用 Agarwal 等人提出的网页影响力评估方法及其基本参数设置。

改进方案 1:基于本文提出的方法,但不考虑用户已获得的认可度,其中  $w_{qu}$  设置为 1, $w_{rep}$  的权值等同于 0。

改进方案 2:采用本文提出的方法,其中  $w_{qu}$  设置为 1。

改进方案 3:采用本文提出的方法,其中  $w_{qu}$  设置为 0.5。

实验结果如图 1 所示,在 4 个方案的同一评估因素取相同参数的情况下,改进方案 3 取得了更好的效果。通过对比参考方案和改进方案 1 的实验效果可知,由于博文是由博主按个人喜好进行管理的,个别博主会禁止博文评论,而本文提出的方法考虑了博文引用因素来弥补评论因素缺失所带来的影响,同时页面间友情链接的内容过滤防止了“主题漂移”现象的发生,因此博文质量评估的效果较好。通过对比改进方案 1 和改进方案 2 的实验效果可知,用户已获得的认可度对其后续博文得到其他用户的认可具有很大的帮助。

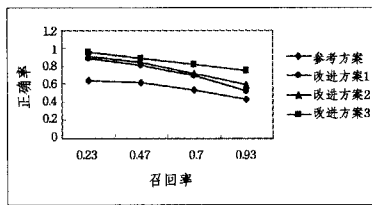


图1 博文质量评估方法的性能比较

在验证网络舆论演化分析方法的可行性方面,实验提取博文回复内容中用户们针对话题的意见信息,以天为时间单位,以热点话题被博客网站推荐出来的时间为基准线,并统计出用户们每天发表话题意见的次数,从而在宏观角度刻画网络舆论的演化过程。在用式(9)计算意见交互结果时,本文除了考虑博文回复中的用户意见外,博文的引用情况也被用来衡量博主受到的支持程度。

本文从个体因素和环境因素来预测意见领袖在下一时刻的状态,并通过累加意见领袖们的状态值来预测网络舆论的发展趋势。为分析个体因素和环境因素对网络舆论预测结果的影响,实验采用的两种方案为:方案a采用本文提出的意见交互模型来模拟网络舆论的发展趋势,其中意见领袖情感系数 $\lambda_1$ 取值为0.1,意见交流系数 $\lambda_2$ 取值为0.5;方案b仅考虑环境因素来模拟网络舆论的发展趋势,即意见领袖情感系数 $\lambda_1$ 取值为0,而意见交流系数 $\lambda_2$ 仍取值为0.5。实验结果可参看图2—图4。

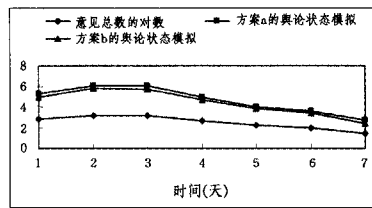


图2 本拉登被击毙话题的舆论演化模拟效果

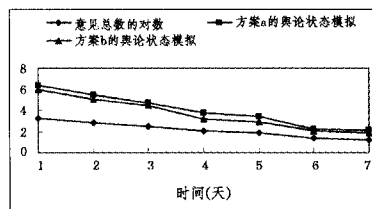


图3 卡扎菲身亡话题的舆论演化模拟效果

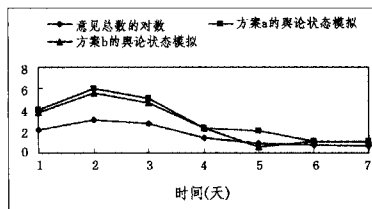


图4 药家鑫案件话题的舆论演化模拟效果

图2—图4中意见总数的对数代表用户们每天发表话题意见的次数总和的对数(lg),可见本文提出的意见交互模型可以很好地模拟网络舆论的演化过程,并对网络舆论的演化趋势进行预测。在本文提出的意见交互模型中,舆论状态预测值依赖于意见领袖们受到外界影响后的抉择,若多数意见领袖选择沉默,则网络舆论可能会进入低潮。

**结束语** 本文分析了话题传播过程中影响网络舆论演化

的相关因素,并以意见领袖的舆论引导作用为重点评估对象来构建意见交互模型,从而模拟网络意见的交互过程并预测交互结果。实验发现意见领袖作为网络舆论的推手和引领者,分析其决策行为来预测网络舆论的走势,对于舆情监控有重大意义。由于网络意见领袖形成机制的研究还很少,意见领袖的评估标准还未统一,因此本文的未来工作是深入研究哪些因素决定了意见领袖的形成及这些因素的影响权重。

## 参考文献

- [1] Sznajd-eron K, Sznajd J. Opinion evolution in closed community[J]. International Journal of Modern Physics C, 2000, 11(6): 1157-1165
- [2] Deffuant G, Neau D, Amblard F, et al. Mixing beliefs among interacting agents[J]. Advances in Complex Systems, 2000, 3: 87-98
- [3] Hegselmann R, Krause U. Opinion dynamics and bounded confidence models, analysis, and simulation[J]. Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 2002, 5(3): 2-34
- [4] 王文. 基于社会网络分析的网络舆情研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2009
- [5] 司夏萌. 互联网信息传播结构下的舆论涌现过程研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2011
- [6] 张彦超. 社交网络服务中信息传播模式与舆论演进过程研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2012
- [7] Patterson S, Bamieh B. Interaction-driven opinion dynamics in online social networks[C]// Proceedings of the 1st Workshop on Social Media Analytics. New York: Association for Computing Machinery, 2010: 98-105
- [8] 罗姮. 社会焦点事件网络舆情演变研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2011
- [9] 廖涛, 刘宗田, 王先传. 基于事件的文本表示方法研究[J]. 计算机科学, 2012, 39(12): 188-191
- [10] Ku Lun-wei, Liang Yu-ting, Chen Hsin-hsi. Opinion extraction, summarization and tracking in news and blog corpora[C]// Proceedings of AAAI-2006 Spring Symposium on Computational Approaches to Analyzing Weblogs. Menlo Park: American Association for Artificial Intelligence, 2006: 100-107
- [11] 李星华. 中英文新闻网页关键词抽取技术研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2009
- [12] 梁伟明. 中文关键词提取技术[D]. 上海: 上海交通大学, 2010
- [13] Akritidis L, Katsaros D, Bozaris P. Identifying the productive and influential bloggers in a community[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 2011, 41(5): 759-764
- [14] Lim SH, Kim SW, Park S, et al. Determining content power users in a blog network; an approach and its applications[J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 2011, 41(5): 853-862
- [15] Agarwal N, Liu Huan, Tang Lei, et al. Identifying the influential bloggers in a community[C]// Proceedings of 2008 International Conference on Web Search and Web Data Mining. New York: Association for Computing Machinery, 2008: 207-217
- [16] 谢光辉. 网络意见领袖作用机制研究[D]. 武汉: 华中师范大学, 2011
- [17] Li J, Chignell M. Birds of a feather; how personality influences blog writing and reading[J]. International Journal of Human-Computer Studies, 2010, 68(9): 589-602
- [18] 情感词典[DB/OL]. <http://www.datatang.com>, 2011-05-03