

网络舆情演进规律中的 PETRI 建模分析^①

杜锦, 陈光宣

(中国人民公安大学, 北京 100038)

摘要: 通过引入 PETRI 网分析方法, 针对网络舆情事件演进的各种因素, 首先对网络舆情演进规律进行分析探讨, 将舆情作为一种流的形式进行剖析, 提出“舆情流”概念及其控制模型, 在此基础上, 动态引入网络集群节点间的关联度变量, 研究基于关联网络的集群组织间舆情流动的一般规律, 提出可以调控网络集群与其他舆论节点间联系的“舆情关联度过程模型”, 并从新闻学和心理学现象研究中相互借鉴验证, 进而证实模型提出与建立的合理性. 该模型可以通过舆情演进归纳指导相关系统设计与舆情导控, 为相关行业提供智能支持.

关键词: PETRI 建模; 舆情演进规律; 舆情流控制; 网络集群; 舆情流关联过程控制模型

PETRI Modeling Analysis in the Network Public Opinion Evolvement Regularity

DU Jin, CHEN Guang-Xuan

(Chinese People's Public Security University, Beijing 100038, China)

Abstract: This paper introduces the PETRI net analysis methods and evolution Internet public opinion events of various factors, analyzing and discussing the evolution regularity Internet public opinion, and public opinion as a form flow analyzes. It proposed the concept of public opinion flow control model. On this basis, it dynamic introduced the associated variable in the network cluster nodes and study the general rules of public opinion between cluster organization associated networkbased mobile. It proposed regulatory network cluster and other opinion between nodes with “public opinion associated with process model”. Verification from study of journalism and psychology at phenomenon of learning from each other, then confirmed the reasonableness of model proposed and established. This model can be summed up by public opinion evolution guidance related system design and public opinion guidance and control, provide intelligent support for related industries.

Key words: PETRI modeling; public opinion evolution regularity; public opinion stream control; network clusters; public opinion stream association process control model

1 研究背景

随着网络媒介的新兴发展, 各类突发事件的发生无任何先兆性, 一旦突发事件在网上曝光, 往往会迅速集结各种舆论观点, 短时间内引爆全国, 导致地区性、局部性或者偶然性的一些问题, 从“噤若寒蝉”的小事件旋即变成全民“围观”的爆炸性公共话题, 甚至很快演变为大范围的突发公共事件, 例如 2011 年末发生的“淘宝伤城”事件, 短短几天内的商家串联反攻淘宝, 即可造成重大财产损失, 甚至造成重大人员伤亡, 生

态环境破坏, 严重危害公共安全.

目前很多学者和机构从不同学科角度与切入点对网络舆情事件的机制与规律进行了研究, 分别指出, 网络舆情具有自由性、互动性、即时性、隐匿性、群体极化性等特点, 并且存在一定的自身演化机理, 为了控制和引导舆情的扩散, 从舆情的形成、高涨、波动和淡化四个阶段进行分析, 也有相当一些研究机构, 针对目前热点网络舆情事件进行有力论证和研讨. 本文在研究网络舆情形成过程的基础上, 通过建立 PETRI 模型来

^① 基金项目: 国家自然科学基金(71173199); 中央高校基本科研业务费专项资金(YX11019)

收稿时间: 2012-06-16; 收到修改稿时间: 2012-09-10

探讨网络舆情事件的演进规律,为突发事件的网络舆情引导和控制提供参考。

2 网络舆情事件演进因素分析

网络舆情事件一般要经历潜伏期、爆发期、蔓延期、反复期、缓解期和淡化期等阶段,从整体趋势上,其社会影响一般从潜伏期到突显期,进而发展为高潮期,最终随时间推移进入消退期。2011年10月《南方都市报》刊载了一篇关于对于“淘宝伤城”事件的分析配图,不难看出:突发事件的舆情态势发展,有其一定的趋势,从舆情的产生和激发,到舆情爆发蔓延,再到舆情缓解淡化,期间会有反复或者螺旋式发展的过程,但从整体上观察可见其呈现正态分布趋势,通过分析可知,当突发事件舆情爆发之前,通过积极的预警与引导,能够争取得到最快最佳的时机来最大化缓解该舆情事件对社会的危害,因此,突发事件爆发之前的舆情控制尤为重要,对此阶段参与的各种因素采集与建模是重点。突发事件的舆情传播期间很短暂,爆发十分迅速,媒体关注度与各利益团体的利用和炒作反应都非常快,相关文字报道,包括图片、音频和视频载体同时呈现给受众,使接触者同时产生不同的观点及态度,随着舆情形成过程推移,这样的多元态势以及网民的态度和意见也会有所转变和深入,因此,整个突发事件舆情的发展规律,可以将其看作为一种趋势或者潮流,本文侧重从舆情影响因素为依据,以“流”为走势,加之其它干扰因素(包括关注人数、态度以及舆论导向等)对其造成的偏差,将舆情作为一种流的形式进行剖析,提出“舆情流”概念及其控制模型,从而有针对性的对突发事件网络舆情演进规律进行分析与探讨。

3 网络舆情流与控制模型

目前,关于“舆情流”这个概念暂无标准的定义,根据笔者的探讨,舆情流是舆情依据一定的演进规律和原则在舆情发展节点之间的流动,其表现为网络中各集群进行舆情传递的过程。在网络上,存在着见解相同或相似的“网络集群”,他们识别外部舆论,并将其引入集群内部,这种行为就促成了舆论的流动,在网络集群中,关注的热点就是相应的舆论节点,加之集群对舆论的吸收判断后,做出进一步的表述与表达,从而促使了舆论的发展,因此,舆情流具有方向

性,其按一定的规律和原则将网络内某一成员集群的知识传递给舆情接受者。“意见”始终是舆情研究的核心,也就是舆论的本体,舆情传播所着眼的也是意见的流动问题,这里所进行探讨的,不仅包括其本身的性质,还包括了流的产生,转换和传播三个阶段。

虽然,通过网络监控软件能够获取有价值的外部舆情状况,是一种比较直观的做法,但是获得的数据越多,堆砌的信息量越大,干扰性因素就会随之增加,提取的有价值情报就会越少,因此需要保持适度的舆情控制和引导力度,掌握网络集群间的关联度,进而控制舆情内部的流量和流向,减少负面舆情的流动,增加正面舆情的流动。这也是本文所要研究的问题。

Petri网是一种用语言描述流程的数学方法,是对离散并行系统的数学表示,它于1960年由卡尔·A·佩特里发明的,适合于描述异步的、并发的计算机系统模型。Petri网既有严格的数学表述方式,也有直观的图形表达方式。Petri网的形式化定义一个经典的Petri网由四元组(库所,变迁,输入函数,输出函数)组成。任何图都可以映射到这样一个四元组上,反之亦然。流程建模是一个流程的状态,也是由在场所中的令牌建模的,状态的变迁是由变迁建模的。令牌表示事物(人,货物,机器)、信息、条件或对象的状态;库所代表处所、通道或地理位置;变迁代表事件,转化或运输一个流程(Flow),分为当前状态,可达状态和不可达状态。对于舆情流的描述,Petri网是一种很适合描述“流”和并发的工具,在各种流程的描述中得到广泛的应用,其拥有很好的分析能力和数学基础,在Petri网的形式化定义中,有四类基本元素:变迁(用方块“□”表示)、库所(用圆圈“○”表示)、弧(用“→”表示)和标识(用实心点“•”表示),其形式化定义为: $PN = \{P, T, F, M_0\}$,库所集合 $P = \{P_1, \dots, P_n\}$,变迁集合 $T = \{T_1, \dots, T_m\}$,弧的集合 $F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$,初始标识 $M_0: P \rightarrow \{0, 1, 2, \dots\}$,即库所 P 中标识 M 的初始分布状况。其中,“舆情流”使用形式化定义中的“ F ”来表示,即在库所集合 PN 中,用“ PF ”来表述“舆情流”的每个节点为一类库所,当其随着舆情的发生、发展和爆发呈现正态分布时,也同时表述在此规律下,舆情也随之呈现正态“流”向,因此使用初始标识 $M_0: P \rightarrow \{0, 1, 2, \dots\}$ 来表示,当“流”产生时,即 M_0 状态,而当“流”呈方向性发展和转换时,每个库所为 $P_0, P_1, P_2, P_3 \dots$ 。这些库所同时也就是舆情关联度过程模型

中的“节点”，当“流”向前发展时，其发展和转换也表现和存储在这些库所中，根据不同网络集群对其的干扰和推动进行转变。本文运用 Petri 网建立舆情流过程建模方法，并建立舆情关联度过程模型。

4 舆情关联度过程模型

在舆情的产生阶段中，往往需要从网络集群的内部获取舆论，与此同时，也需要跨越各个集群的边界，从各种网络媒体获取舆论进行相应的网络交流。网络集群中，不同的舆论信息融合将产生不同的舆论组合，甚至是新的舆论取向。为了提取和掌握有价值的舆情情报，通常需要广泛地搜索关联网络，同时进行与该舆论相关语义识别，通过与网络节点间的通讯加速对外部知识的获取，对于潜在隐性舆情，需要进行价值评估和分析过滤，在增加舆情流量的搜寻过程中，不断筛选辨识，减少冗余舆情的获得，从而对网络集群中的舆情流进行引导和控制。在舆情产生阶段，对舆情流的分析和控制研究，可以为进一步了解突发事件舆情的内在演进规律奠定基础。

在基于 Petri 网的“舆情流”建模中，将舆情信息的交换行为定义为流节点 P (库所)， $P=(PS, PT, PE, PV)$ ，其中 PS 是指舆情的在不同网络集群中的流(stream)，即单位时间内，针对某一舆情观点产生的单位数量，一般以某一类事件中舆情观点的数量作为平均值； PT 是舆情的类型(type)，一般按照舆情产生所针对的对象来划分； PE 是舆情产生的爆发量(explode)，即高于单位时间内平均值的量，就可以作为舆情的“爆发”进行估算，并且该值一旦产生，会呈级数增长； PV 是舆情的流速(velocity)，该值一般用于对模型中节点上的舆情流量速度进行定义和分析。

“节点”是舆情流中的关键点，舆论的交换者通过节点进行供应与接收，在这样的联系中，使得舆情在网络内通过拓补结构以及网络集群间的连接条件发生流动。舆情在节点上的发生量用 M 表示，其初始值为 M_0 ，节点通过模型中的舆情信息交换产生流动 T (变迁)。当分散网络集群组织从不同的领域获取外部舆论时，组织之间的便产生了构建在舆情获取的所谓关联(relevance)，“关联度”概念即指网络集群之间的依赖关系，用以度量网络集群模块之间的关联程度，它们之间的相互联系越多，其关联性就越强，由此，“关联度 R ”表示节点间的相互依赖程度，关联度 R 的值越

高，节点间网络集群的依赖性就越强，相互间的联系越紧密。根据以上分析，结合舆情流的特性，建立基于 Petri 网的舆情流关联过程模型：

定义 1. 七元组 $\Sigma = (P, T, MO, S, E, PV, R)$ 能够组成 PE 舆情流系统的条件是：

(P, T, MO) 为简单有向网，即 Σ 的基网。 PE 表示 P 为 P_1, P_2, \dots, P_n ， E 表示舆情的流量， PS 表示舆情中网络集群持有的舆论大小， S 表示用于舆论流的尺度，根据 S 取值可以变换舆情流模型的取值，节点上的舆情流量速度是影响它的关键因素， PV 表示节点上舆情的流速，可以通过节点间的关联度加以控制，关联度越高，舆情发生流动的条件就越简单。 R 表示节点间的关联度，关联度越高，舆情发生流动的范围就越广。因此，在某一单位时间 t 内，在节点 i 上通过的舆情流量 Mt 和流速 $Mi(\Delta t)$ 成正比增长时，进行舆情建模与控制的意义就在于尽量分析有用的舆情信息，而减少“舆情流”中参杂的冗余信息 $Mi(t)$ ，用以下定理及推论表示。

定理 1. $PE = Mt + Mi(\Delta t) - Mi(t)$

t 表示在集群网络中节点的单位流动时间， Δt 为时间间隔，对于舆情监控来说，可以通过重点监视关联度控制节点 i 处舆情流的流量 Mt 与流速 $Mi(\Delta t)$ ，获得外部舆论情况既满足需要又尽可能减少冗余信息 $Mi(t)$ ，通过监控节点上舆情量的变化情况计算出舆情的流量和流速。通过舆情流关联过程可清晰地描述集群网络中舆情的分布情况，包括舆情节点的分布、拓补结构和各舆情节点中的舆情量。

推理(1) $Mi(t) = Mt + Mi(\Delta t) - PE$

推理(2) $Mi(t+1) = Mi'(t) \cup Mi''(t) \cup \Delta Mi(t)$

推理(3) $\Delta Mi(t) = \sum PE_{(j \rightarrow i)}$

$Mi'(t)$ 表示 t 时刻节点 i 向外流动的舆论量； $Mi''(t)$ 表示 t 时刻节点 i 根据不同的节点关联度向外流动的舆论量； $\Delta Mi(t)$ 表示 t 时刻流入节点 i 舆论量以及在集群中产生的新舆论； $PE_{(j \rightarrow i)}$ 表示 t 时刻节点 j 流向节点 i 的舆论流量，包含公开传播的舆论和根据节点间的关联度衍生出来的舆论两部分。

定理 2. $PVi = PEi / \Delta t = (Mi(t + \Delta t) - Mi(t)) / \Delta t$

在集群网络中，在节点 i 的舆论量增加很快时，可以通过增加该节点的输出节点数或节点间的关联度来加速舆情的流出速度。监控中可以设集群网络的节点数 K ，当舆情爆发过程时，主要传播舆情的网络集

群个数趋于有限值. 集群网络的结网过程是动态的, 因此分析中从不同的节点获取舆情的过程也是动态过程, 即从节点流入集群的舆情流量和流速都是动态的.

$$\text{推理(1)} \quad PE_{(j \rightarrow i)} = Mij'(t) + Rij(t) \times Mij'(t) \cup \Delta Mij(t)$$

集群网络中的不同节点上的舆论存量是有存在差异的, 用 i 和 j 表示集群网络中的第 i 个和第 j 个组织, 即网络中的节点(其中 $i, j=1, 2, \dots, k$, 且 $i \neq j$), 用 Rij 表示集群网络中节点 i 与节点 j 间的关联度, 取值范围为 $[0, 1]$, Mj 表示节点 j 上的舆论存量, $Mij'(t)$ 表示 t 时刻节点 j 到 i 流动的舆论量; $Mij''(t)$ 表示 t 时刻节点 j 到 i 根据关联度不同向外流动的舆论量; $\Delta Mij(t)$ 表示 t 时刻节点 j 流入节点 i 的舆论量以及在集群中产生的新舆论.

当舆情进入爆发阶段, 特别是爆发初期, 通过有效及时的控制节点间的关联, 降低其联系性, 进而控制舆情流的流量和流速, 及时引导和疏散舆情流的强度是非常关键的, 如图 1 所示:

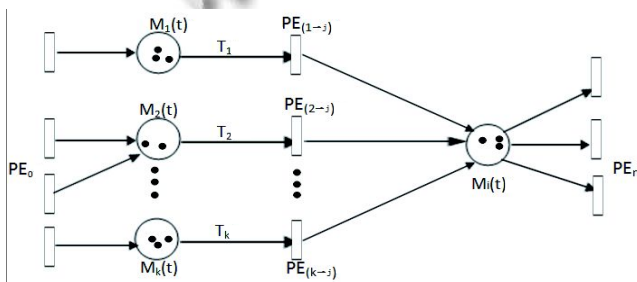


图 1 t 时刻网络集群节点 i 的舆情流关联控制

图中, PE 表示舆情流随箭头方向流动, 以集群 i 在 t 时刻的舆情流量为中心, 从左侧的舆情流产生和变迁, 逐步汇集到各个 Mk 中, 与该集群 i 在节点上产生相应的关联, 其中含有的标识数量的多少表示该节点在 t 时刻的舆论存量, 即用 $Mi(t)$. $PE(j \rightarrow i)$ 表示由节点 j 流向节点 i 的舆情流量; $PV(j \rightarrow i)$ 表示节点 j 的舆情向节点 i 流动的速度. 集群网络中节点的流量和速度受到节点间关联度的影响. 通过对集群节点间的关联度的控制, 可以对集群 i 的组织情况进行网状监控与串并线索, 并且可以控制流入该集群的舆论流量, 同时获取更多监控所需的舆情量, 减少干扰. 根据上述假设构建舆情流关联过程控制推理如下:

$$\text{推理(2)} \quad PV(j \rightarrow i) = (Mij'(t) + Rij(t) \times Mij'(t)) \cup \Delta Mij(t) / t$$

$$\text{推理(3)} \quad PE(j \rightarrow i) / t = PV(j \rightarrow i)$$

舆情流关联控制网络中的舆情流, 随着节点间关联度的变化而变化, 当关联度改变时, 节点上舆情流动流量和速率都会随之发生改变. 对舆情流进行控制, 实际是对舆情的来源、类型、数量和偏向等进行控制, 也是监控集群网络中如何获取合适的舆情, 以及如何传递这些舆情进行的研究. 在关联模型中, 把节点 k 看作舆情爆发的原始集群之一, 其他节点看作与其关联的其它各网络集群, 它们经过多次的发展与交流, 形成相互关联的网络结构, 特别是在舆情爆发期, 各种舆论观点的不断集合不断关联, 不断从外部获取信息. 对于那些满足自体变迁条件的舆论主流来说, 网络集群可以通过与其它集群的关联度, 来确定从其它节点获取的舆论量. 对具有高舆论存量的节点, 其关联度上升时, 流入该关联节点的舆论量随之增加, 对舆论存量较低或相关度低的节点, 如果减少了关联度那么同时也就减少了舆论流量. 舆论爆发时, 各节点之间处于高度联系的状态, 由于集群网络中的舆论流具有相似性, 在进行舆情流关联过程的监督控制时, 应重点调整各集群节点间的关联度, 及时控制根节点上的舆情爆发态势, 确保集群网络健康稳定的运行.

5 实例分析

据《KCIS 社会舆情 2011 年度观察》分析, 2011 年, 社会热点事件数据信息流图中, 从 2011 年 1 月 1 日至 11 月 18 日, 统计中文互联网上“传播影响人群”复合指标突破 1500 万事件, 上榜热点事件 158 件, 平均每月发生 14.9 件(3 月最少 8 件, 9 月最多 24 件), 其中社会民生类型最多达 33 件, 实事政治、反腐倡廉和涉法涉警类分列二三, 北京、广东、河南、江苏和浙江列前五名. 所占比重分别为: 社会民生 21%, 涉法涉警 10%, 反复倡廉 10%, 时事政治 12%, 社会安全 9%, 公共卫生 9%, 文化科教 9%, 国际舆情 8%, 企业财经 6%, 灾害事故 6%. 据《2011 社会热点事件传播信息图》分析, 72% 的事件在发生当天即在网曝光, 11% 事件发生一个月后才在网上出现, 最早的传统信源到媒体报道的事件统计为平均 2.49 天, 事件从曝光到进入长尾期平息时间平均每起 29.64 天, 即 60 个小时. 按照正态分布法取中间值 30h 为峰值, 以“淘宝伤城”数据为例进行模拟实验, 10 月 11 日有 5 万人的网络集群舆论导向为坚持攻击大型商家并向淘宝索赔, 20 小时后, 持有该意见集群增加至 15 万人达到峰值, 假

设初始舆论在 $[0, 5]$ 万人上产生并爆发, 6个不同的网络集群持有不同的初始意见, 并分别占比重的55%, 57%, 59%, 61%, 63%, 65%, 在 $t=20$ 的峰值点上, 计算当前PE最终涌现概率分别为0.48, 0.59, 0.6, 0.78, 0.88, 0.97, 整体呈高度关联趋势. 舆情流在一定规模上超过50%时, 形成新闻学中对于舆情研究的“统治的多数理论”, 即超过半数的初始意见发展并对最终舆情走向产生全面的和整体决定性的影响. 网络集群对舆情在初始阶段的产生发展呈现多样性, 并且是非均匀分布的, 随着时间演化, 个体意见发展会向两个方向发展, 关联度较高的个体意见会在不确定时间范围内, 趋近某一个不为0的函数值, 而关联度极低的意见会在时间演化进程中影响函数逐步减少为0, 最终的舆论趋势水平会无限接近于最初的大多数个体所持的意见, 这就是社会心理学家所谓的“心理反抗现象”, 即“与接受者观点完全相反的传播容易激发接受者的心理反抗的情绪现象”. 利用PETRI建模的意义在于把杂乱而模糊的有一定发展规律的事态用分析的眼光进行评价, 在合适的时机采取适当的措施做有利的调整.

6 结论

本文通过引入PETRI网分析方法, 首先对舆情流进行了形式化定义和方法描述, 并且详细定义说明了舆情流的方向性、流所具有的规律和原则、产生和转换等流的关键特性, 并在此基础上建立了舆情流关联过程控制模型, 对模型进行了理论分析说明, 特别是对模型中舆情流的发生量, 爆发量, 流速, 类型, 依赖关系等, 给出明确定义, 之后分别解释如何运用PETRI方法进行了定理说明及推论分析, 这样的分析方法目前鲜见报道, 特别是对二者运用的结合, 也属先例.

文章通过对该模型的建模分析, 在假设舆情爆发趋势正态分布, 考虑网络集群建立关联的前提下, 讨

论舆情流产生发展的演进形态, 动态引入节点间的关联度变量, 研究了基于关联网络的集群组织 i 与各组织节点间的关联, 以及与组织 i 联系的 k 个组织节点舆情流动的一般规律. 其次, 提出通过调控网络集群与其他舆论节点间的关联度, 对网络中流入的舆情流量、流速和结网过程进行控制, 进而可以调控舆情流形成速度, 控制或者影响集群中的极端个体, 降低或者加强集群之间的关联关系, 都可以影响到舆论的最终形成. 针对某一具体事件或者现象, 影响舆论形成的因素往往是复杂多变的, 有很多不确定性因素在其中, 但是, 从混乱无序的个体意见到具有明显倾向的大众舆论的涌现过程中, 舆情产生演进是存在共同规律可供研究的. 在新闻学中提出的“统治的多数”理论和心理学中的“心理反抗”现象, 都可以与舆情演进规律研究相互借鉴, 互相验证, 进而证实模型提出与建立的合理性.

最后, 舆论主体的属性分析, 不同利益群体对舆情的诱导和推动, 公权力介入对舆论的影响都是该演进规律中不可忽视的重要原因, 进一步细化主体属性、将利益群体分类、媒体的影响、政府部门的干预以及对于舆情的处置速度等因素, 这些都是作者下一步即将深入研究的问题.

参考文献

- 1 袁崇义.Petri网原理.北京:电子工业出版社,1998.
- 2 王思斌.社会学教程.第三版.北京:北京大学出版社,2010.
- 3 于真,姚宣霞,孙向辉,等.一种网络流量控制机制.系统仿真学报,2010,22(6):1392-1396.
- 4 蒋昌俊.Petri网的行为理论及其应用.北京:高等教育出版社,2003.
- 5 南方都市报.KCIS 社会舆情 2011 年度观察. <http://www.kcis.cn/artShow.php?artId=33>,2011-11-28.

(上接第24页)

Journal, IEEE,2006,6(5):298-308.

- 3 董波,沈念俊,都嘉琦,芦荟,仙人掌等植物净化室内装修污染的研究.安徽建筑,2011,18(1):144-145.
- 4 朱蒙.无线传感器网络综述.科技广场,2010,28(5):79-81.
- 5 张大踪,杨涛,魏东梅.无线传感器网络低功耗设计综述.传

感器与微系统,2006,25(5):10-14.

- 6 陈廷侠,段世政.基于AT89C51红外计数器的设计.新乡学院学报(自然科学版),2011,28(3):224-226.
- 7 徐定钧.基于金属氧化物气体传感器的车内有害气体检测研究[硕士学位论文].合肥:中国科学技术大学,2009.