

集体行动的阈值模型^{*}

李振鹏

(大理学院数学与计算机学院统计系, 大理 671003)

唐锡晋

(中国科学院数学与系统科学研究院, 北京 100190)

摘要 主要讨论集体行动的特征, 社会机理, 集体行动研究的主要两类模型阈值模型和效用模型. 然后, 综合考虑两类模型的优缺点并引入心理阈值理论, 在经典 Granovetter 阈值模型基础上给出了一种融合心理学阈值理论和经济学效用理论的集体行为阈值模型. 并在考虑群体空间因素和朋友社会影响强度条件下对所提出的模型进行了仿真研究, 得到了集体行动的相变临界值, 均衡点 (达到平衡状态后参与数量). 文章尝试运用阈值理论解释骚乱暴动等激进群体行为, 以及 Web 上群体观点极化与社会认同理论之间的联系. 最后, 讨论了提出的模型与 Granovetter 模型之间的不同及应用范围.

关键词 集体行动, 社会机理, 阈值模型, 临界相变.

MR(2000) 主题分类号 91D10, 91E30

THRESHOLD MODEL OF COLLECTIVE ACTION

LI Zhenpeng

(Department of Statistics, School of Mathematics and Computers Science,
Dali University, Dali 671003)

TANG Xijin

(Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

Abstract In this paper, we discuss the characteristics, social mechanisms of collective actions, and introduce the threshold and utility model, the two classic models in

* 国家重点基础研究发展计划 (2010CB731405), 国家自然科学基金 (71171187), 大理学院科研启动基金 (KYBKY1219210110) 资助课题.

收稿日期: 2013-11-19, 收到修改稿日期: 2014-04-06.

quantitative social analysis. Under the inspiration of classic Granovetter's threshold model, we provide a novel model incorporating both advantages of utility, threshold model and psychological threshold principles. With the consideration of spatial factors and social network influences, numeric simulation is used to investigate the dynamics of collective action, such as critical phase transition, and final equilibrium number who participate in the collective action. In light of threshold model and social identity theory, we try to explain the social mechanism of radical collective action, and opinions polarization on Web. Finally, application scopes of the provided model and classic Granovetter's model are also discussed.

Keywords Collective action, social mechanisms, threshold model, critical phase transition.

1 引言

集体行动或集群行为,如创新扩散过程,谣言与疾病传播,罢工与骚乱群体事件,时尚流行等表现为此类行动的自发性,及突变性且难以预测性。

现有的集体行动模型,在微观水平上关注个体行为决策,试图解释群体行为的扩散,激发或多米诺骨牌效应。在社会网络结构拓扑限制及决策个体的交互社会影响下,个体往往基于局部的,非全局对称信息给出自我的决策。如 Acemoglu 等^[1]最近运用 Bayesian 学习模型解释了非中心化社会网络拓扑结构条件下,个体基于其嵌入的局部网络结构,和获得的局部交互信息,在网络规模足够大的条件下,每个个体可以通过 Bayesian 学习依概率实现群体的逼近学习。然而,此类模型复杂的数学推证过程往往使得大部分社会学家或社会心理学家望而止步。

事实上,“多米诺骨牌效应”可以用来作为解释集体行动的基本原理之一。其直观解释是每个个体是否加入集体行动条件于其观测到的已经加入集体行动的人数是否达到其自身的临界激活阈值。此类模型按 Watts 等^[2]分类,可归为启发式阈值模型。Schelling^[3]首先用此类动态模型解释了美国种族隔离现象,并提出了引爆点理论。继此之后 Granovetter^[4]引入正态激活阈值分布模型来描述社会骚乱,群体暴动等激进的社会群体动态行为。

多米诺效应作为集体行动基本原理之一符合我们对历次社会动乱的基本观察经验。例如,社会骚乱从某一导火索触发后,往往只需要第一个人参与,然后集体行动可能非常敏感地依赖于个体行为,“集体意识”被第一个人的行动激活而迅速卷入骚乱。阈值模型的主要优点在于他们既简洁又相对容易处理,即一旦相关的规则具体化之后,那么,均衡计算乃至非均衡计算,都变得相对直接。它的主要缺点在于缺乏心理学或经济学上理论支撑。

与启发式阈值模型相对应的是效用模型,效用模型基于个体的理性决策,虽然效用模型中参数有其清晰的心理学或经济学内涵,但是复杂的模型设计,缺少一致的表达形式限制了其广泛的应用和发展。

本文中,基于经济学中效用理论和实验心理学中的心理阈值理论,拓展了经典 Granovetter 的阈值模型。对给出的新模型,考虑网络拓扑特征及朋友网络影响,运用数值仿真方法模拟研究了集体行动的均衡点,临界相变值等特征参数。最后,运用阈值模型和社会认同理论解释了激进的集体行动爆发,以及 Web 上群体极化的社会机理,并对新模型与经典模型的适

用范围做了初步讨论.

文章整个安排如下:第2部分,回顾了经典 Granovetter 模型原理;第3部分融合效用和心理阈值理论提出了新的拓展模型;第4部分,根据仿真结果比较研究了两类模型的异同及其适用范围;第5部分本文尝试运用阈值理论解释骚乱,暴动等激进群体行为,以及 Web 上群体极化与社会认同理论之间的联系.第6部分是文章的结论.

2 Granovetter 阈值模型

Granovetter^[4]提出的集体行动阈值模型是用来解释集群行为的经典模型,这一概念假定某个人介入某一行动的可能性与在社会系统中已经介入该行动的人数比例相关.每个个体参与集群行动(如社会骚乱,技术扩散,谣言,流行时尚等)而使集群规模逐步升级的决定性参数被称为“个体从众倾向”,当这一参数的取值超过某一阈值时,该个体便可能参与群体行动中.例如,有秩序地参与游行罢工集群行动中的个体,他们的过激行为(骚乱,冲击政府或其他暴力行动)“个体从众倾向”参数很可能超过某一骚乱,暴力行动阈值.整个本来有秩序的游行罢工集群行为被任一微不足道的事件激化从而实施过激暴力行为.我们可设想一群个体按照他们从众倾向的阈值顺序,从低到高排列为一条“骚乱”曲线.阈值最低者最先受到激发参与骚乱,沿着这条骚乱曲线,只要阈值最低的个体受到激发参与骚乱,其余的个体将依次受到激发,纷纷参与骚乱.也就是说,这一群体的集体行动阈值,可由骚乱曲线的最低阈值代表. Granovetter^[4]将阈值较低,最先受到激发参与骚乱中的个体称为激进者(radical),阈值为0个体称为煽动者(instigator),而阈值较高者称为保守者(conservative).

集体行动阈值模型的数学化表达是,假定一个群体的行为阈值分布为 $f(x)$ (比如概率分布),其相应的累积概率分布函数为 $F(x)$, $F(x) = \int_0^x f(x)dx$ 表示群体中阈值小于或等于 x 的个体所占的百分比.假定在离散时间步长 t 时刻参与群体行为的群体百分比为 $r(t)$,则 $t+1$ 时刻参与群体行为的百分比 $r(t+1) = F(r(t))$.

定义 1 当 $r(t+1) = r(t)$ 时,称集体行动达到均衡状态.

突发集体行动事件中,事态的发展高度不确定,在时间,不完全信息,社会网络影响等条件下需要应激个体做出适当决策.本研究将从经济学中描述决策行为的效用函数和心理心理学中心理阈值理论角度解析集群模式形成的经济学和心理心理学机理.并在此基础上给出结合效用,心理阈值理论的集群行为效用阈值模型.文中引入效用,充分反映了个体参与集体行动的理性基础,引入心理阈值则考虑了个体参与集群行为的心理学基础——满意度.

3 考虑空间结构和朋友影响并引入效用和心理阈值理论的阈值模型

集群行动中,个体决定是否参与取决于此个体对收益(benefit)和支付(cost)的权衡.比如,激进的煽动者阈值很低是因为他/她认为引领或积极参与骚乱,可以实现其自身经济,政治诉求,而不惜受到惩罚甚至坐牢.即认为他/她参与骚乱的收益会大于其支付.同理,一个没有工作的游民会以很低的阈值门槛加入为争取更好工作机会和报酬的罢工中;而一个有稳定职业的个体权衡利弊,不会冒险去参与此类罢工,比如他不想失去可以维持生计的稳定工作,因为一旦罢工流产他很可能遭受辞退的惩罚.

以上两个例子说明集群行为的阈值是异质的,不同参与者的社会背景,动机目的,收益

和支付都可能不同. 从经济学视角看, 对于集群行为而言每个参与者或观望者的效用是各异的, 由于效用不同而具体表现为参与群体行为阈值门限不同. 若令 u_i 表示个体 i 参与集群行动的效用, b_i , c_i 分别表示个体参与集群行动可获得的收益和支付, 则有如下关系

$$u_i = b_i - c_i.$$

另外, 个体是否参与也会考虑到此时有多少人已经参与其中. 若社会网络足够大, 则个体仅能获得其嵌入网络的局部信息. 比如, 他/她可能从其朋友网络或接触的陌生人那里了解到什么样的手机现在最流行. 一个企业改进某项技术装备, 很可能是竞争的需要, 他了解到了与其相似企业已经使用了此类技术装备. 下面描述为给定个体 i , 设其邻域为 N_i , 用 w_{ij} 表示 i, j 之间的影响权重. 由于朋友之间对个体决策的影响要大于陌生人, 为了区别这种影响程度差别可令 $w_{ij} = 2$ 表示朋友间较强影响, $w_{ij} = 1$ 表示一般影响. 以 $a_j = 0$ 代表 j 没有参与集群行动, $a_j = 1$ 表示 j 参与其中, 这样有

$$k_i = \frac{\sum_{j \in N_i} w_{ij} a_j}{N - 1}. \quad (3.1)$$

上式称为社会信号^[2], 表明个体 i 从社会网络局部所观测到的群体信息. 实际上, 这里的社会信号即局部社会影响^[5, 17, 18]. 定义在社会信号 k_i 上的值函数 $v(\cdot)$ 表示 i 观测到的网络效应. 在经济学上网络效用来描述一种产品对用户价值随着采用相同的产品, 或可兼容产品的用户增加而增大, 这种现象也可以称之为网络外部性^[6]. 与此类比, 例如在骚乱中, 较高激活阈值的观望者可能观察到众多的人都加入骚乱队伍, 考虑到“法不责重”, 他参与的成本 c_i 降低 (例如降低了严重惩罚的可能性), 假定 b_i 不变, 根据 (3.1) 式其参与的效用会增加. 但需要指出, 网络效应值函数不一定是社会信号的增函数. 例如, 某种流行服饰在刚上市初期可能很受欢迎, 可是如果发现周围的人都穿同款式的衣服, 崇尚个性, 标新立异的个体很可能不会再选择此款服饰. 这意味着, 网络效应值随着社会信号增大而递减. 本章给定的值函数形式为 $v(x) = 1 - e^{-\gamma x}$, $x \geq 0$, 其中 γ 为风险厌恶参数, 表示随群体参与者的增加递增的网络效应.

由以上讨论分析, 综合考虑集群行为中个体收益, 支付和群体网络效应, 可得个体 i 的效用 u_i 新表达式

$$u_i = b_i - c_i + v(k_i). \quad (3.2)$$

本文在 Granovetter 阈值模型中引入另一个心理测量学中的重要概念——心理阈值. 心理阈值 (threshold) 又称阈限值, 这是心理测量中的基本概念. 定义为刚刚能够引起感觉或觉察差别的最小刺激量, 也可以指当刺激的量变积累到一定程度, 刚刚能够引起心理质变的那个临界点. 从这一概念的定义可知, 人的心理感受具有相对稳定性的特点. 即少量的刺激不会引起心理感受的变化, 只有当刺激达到一定程度之后, 心理感受才会发生改变. 如果未达到那个临界点, 刺激的改变不会引起心理感受的明显变化. 从这个角度可以很好的解释阈值模型. 从心理阈值的角度对集群动态过程进行建模, 对群体应激行为的动力学描述已成为目前研究群体动力学的主流模型之一^[7]. 国内对此类问题的研究可参考文献^[8], 此文在危机情境下, 基于心理阈值模型对从众行为做了较为详细的分析和论述.

从心理学视角看, 阈值模型描述从众集群行为的心理学理论基础正源于此. 虽然, 人类的决策复杂多变难以量化度量描述, 设定阈值门限不失为一种有效方法. 当然, 门限的恰当

选择应该来自实验心理学严格的心理测量. 阈值模型解释人类的决策是基于应激反应超越阈值而激发的, 无论这种应激来自学习, 群体压力或是其他个体或群体行为产生的心理, 生理或社会性因素. 而从经济学效用理论解释个体或群体的决策可以简化为建立在权衡支付, 收益 (cost/benefit) 与其相应阈值门限的结果.

心理学告诉我们, 满意度 (satisficing) 是一种感受状态水平^[9], 是人们对期望需求和实际感受的比较. 满意水平则是实际效用与预期期望之间差异的函数, 其函数关系式近似表示为 $u - p$. 其中 u 表示实际效用, p 表示预期期望. 本章根据心理阈值原理, 将预期期望 p 定义为参与群体行动个体的心理阈值, 实际效用 u 定义为参与群体行动会获得的效用 (3.3) 式. 在一个异质群体中每个个体 i 参与集群行动的收益 b_i , 支付 c_i 和心理期望效用阈值 p_i 均可不同.

按以上定义, 每个个体参与集群行动的满意度 e_i 可定义为

$$e_i = u_i - p_i. \quad (3.3)$$

显然, 若 $e_i > 0$ 表示参与集群行动的实际效用大于其心理期望效用阈值 p_i , 从效用角度个体 i 会加入集群行动中来. 反之, 个体会持观望态度或对某群体行动漠不关心. 若 p_i 服从 $[a, b]$ 上的均匀分布, 则个体 i 的期望满意度可表示为

$$E_i = \int_{p_i}^b e_i m(x) dx. \quad (3.4)$$

假定群体的效应阈值分布为 $T_i \sim f(x)$, 则当个体效用期望满意度 $E_i > T_i$ 时, 个体 i 参与集群行动的阈值被激活, 即加入群体行动. 反之, 按效用理论, i 不会加入.

下面对以上考虑空间关系, 朋友影响强度和引入效用, 心理阈值理论的阈值模型进行仿真研究. 在以下仿真中, 没有特别说明都设定参与集群行动的个体阈值服从正态分布. 采用正态阈值分布是因为更符合群体特征, 也可以较好的描述群体属性的平均特征 (比如中心极限定理). 并将 N 个个体放在空间格子上, 邻域大小为 1 阶 Moore 邻域, 周期边界.

4 模型数值模拟分析

在具体仿真模拟研究中, 设定 N 为群体中总个体数目, $b_i, c_i, p_i \sim U(0, 1), \gamma = 1.5$. 首先考虑空间因素和朋友网络对集体行动最终平衡结果的影响, 然后再考虑加入效用, 心理阈值对最终集体行动平衡结果的影响.

4.1 仅考虑空间因素和朋友影响的阈值模型仿真

当群体很大时, 将整个群体分块是有一定实际意义的. 不同地域, 文化背景下的人群对不同激活阈值会有不同的敏感性. 比如, 不同地区的经济发展水平不同, 在金融投资行为中, 有的区域个体会更趋向风险偏好, 有的则更趋向损失偏好. 在行为博弈中有大量的实证结果证明这种不同文化区域内决策行为的差异性^[10]. 文中仿真首先随机初始 N 个体的阈值, N 个体随机分布在整个空间格子上. 然后将空间格子平均分为 n 个等空间. 假定个体仅能观察到与其同一区域 8 邻域内的个体.

另一个考虑的因素就是朋友和普通人对个体激活阈值的影响不同. 比如我们设定朋友对个体参与集群行动的影响强度 $w_{ij} = 2$, 一般人的影响 $w_{ij} = 1$. 那么在一个 100 人的群体

中, 若某个体的激活阈值为 39, 其中有 36 个人已经参与了群体行动. 若不考虑朋友影响强度为一般人的 2 倍, 那么此人不会被激活. 若 36 人包括此个体总共 15 个朋友中的 13 个朋友. 考虑朋友影响为一般影响的 2 倍, 计算参与人数 (考虑朋友影响强度) 与总人数 (考虑朋友影响强度) 之比为 $\frac{13 \times 2 + 23}{2 \times 2 + 62 \times 1 + 13 \times 2 + 23} > 39$, 即此个体会被激活而参与到群体行动中.

下面给出了考虑空间和朋友影响强度的仿真结果, 见图 1. 其中 $N = 1008, n = 4$, 即将 1008 个个体平均分在四个区域, 每个区域有 252 个个体, 分别放在大小为 14×18 的格子上. 给定阈值分布服从 $N(25, 50)$, 朋友密度为 0.1. 19 个离散时间步长后, 4 个区域都达到平衡状态, 此时被激活的数目分别为: 148, 95, 123, 162, 整个群体有 528 个个体被激活.

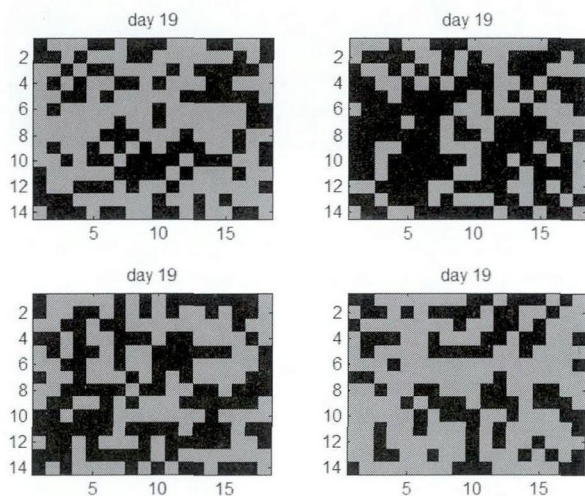


图 1 4 个分割区域, 考虑空间, 朋友影响的正态分布阈值模型条件下集体行动平衡状态分布 (其中群体大小 $N = 1008$, 朋友密度 0.1, 黑色表示未被激活, 白色表示已被激活)

下面将 100 个个体放在同一区域内考虑引入空间结构, 朋友影响关系阈值模型和引入效用理论和心理阈值理论模型仿真结果的异同.

图 2 给出了在朋友密度设定为 0.1, 未引入效用理论和心理阈值条件下, 变化正态分布平均阈值和标准偏差对应的平衡状态激活个体数目. 可观察到阈值均值在 1-50 之间, 阈值的标准偏差与阈值均值之间存在一条临界直线, 当阈值平均值为 50 时, 集体行动的平衡很不稳定, 很小的扰动会导致集体行动多样性的平衡结果.

仿真发现一个有趣的结果是, 固定平均阈值为 25, 当阈值标准偏差从 0 到 100 的增加过程中, 在 12 左右是一个临界点, 标准阈值偏差超越这个点时群体会突变到 100 个个体都被激活. 当标准阈值偏差超过 33 之后, 群体动态平衡数逐渐下降逐渐逼近 50. 并且这样的结果与朋友密度无关 (实际仿真中朋友密度 df 从 0 到 1 变化), 见图 3.

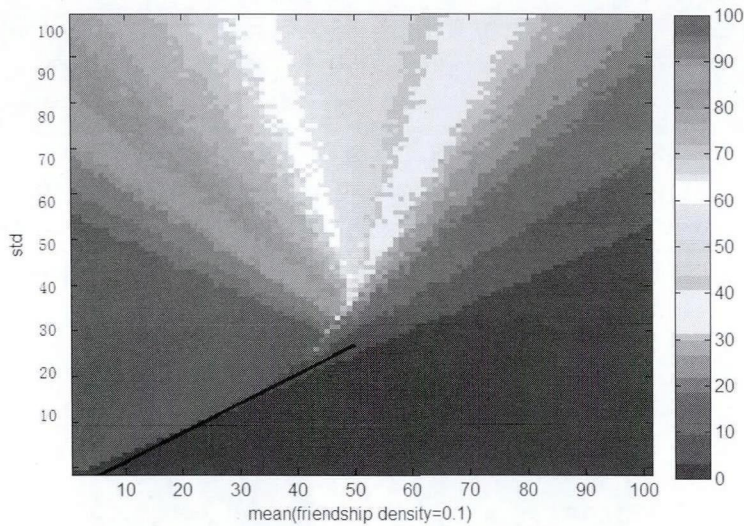


图2 考虑空间, 朋友影响的正态分布阈值模型条件下集体行动平衡状态分布
(其中群体大小 $N = 100$, 朋友密度 0.1)

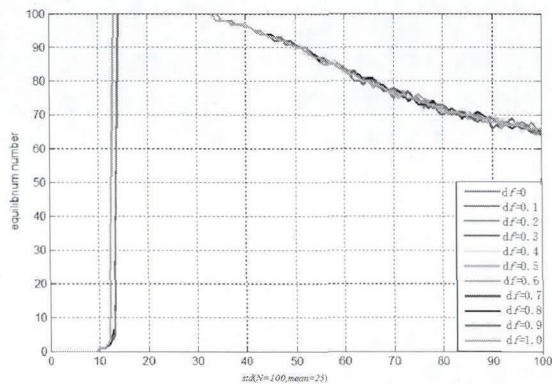


图3 考虑空间影响, 朋友密度 11 次模拟结果, 正态分布阈值 $N(25, \text{std})$ 条件下
集体行动平衡状态分布, $N = 100$

下面以群体参与集群行为的激活阈值为效用阈值, 考虑个体具有异质的心理门限阈值和效用条件下, 集群行为稳定平衡结果。

4.2 考虑空间结构和朋友影响并引入效用和心理阈值理论的阈值模型

在此实验中, 仍取 $N = 100$, 规则格子空间结构, 8 邻域, 周期边界. 朋友密度大小为 0.1. 图 4 给出了在朋友密度设定为 0.1 条件下, 变化正态分布平均阈值和标准偏差对应的平衡状态激活个体数目. 可观察到阈值均值在 1–30 之间, 阈值标准偏差变动可以导致不稳定的群体稳定平衡, 即很小的摄动会导致集群行动多样性的平衡结果. 当阈值平均大于 30 时, 阈值的标准偏差与阈值均值之间存在一条临界直线. 与经典模型仿真结果 (见图 2) 比较可以发现, 引入效用, 心理阈值理论的阈值模型没有观测到类似的在阈值均值 50 附近的突变结果.

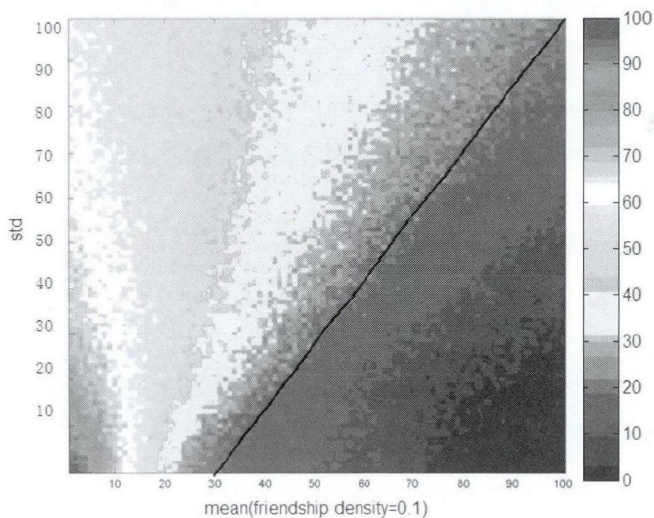


图 4 考虑空间, 朋友影响, 效用理论和心理阈值, 正态分布阈值模型条件下集体行动平衡状态分布 (其中群体大小 $N = 100$, 朋友密度 0.1)

图 5 给出了加入空间结构和朋友影响的经典模型群体平衡动态. 当群体激活平均阈值小于 0.5 (50 人) 时, 总体阈值标准差在 0.25 (25 人) 左右波动时可以观察到群体平衡突变特征. 例如当平均阈值为 0.5 (红点), 阈值标准差约等于 0.25 时, 群体达到稳定平衡的激活个体数目从 12 个跳跃到 100 个, 即每个个体都被激活加入集群行动. 随着阈值标准差的增大, 群体最终的平衡都逼近与 50, 这表明与平均阈值无关, 较大的阈值波动会导致集群行为的两极化, 即参与集群行动和不参与集群行动的个体数目接近 50%: 50%¹.

1. 由于朋友密度对最终集体行动的平衡状态没有显著影响, 在图 5–6 仿真中均设定朋友密度为 0.1.

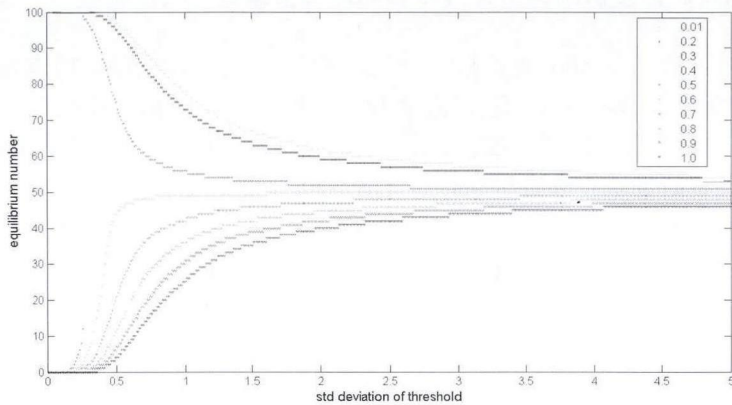


图5 给定平均阈值, 标准偏差波动对集体行动平衡的影响

与图5对比, 本文改进的模型对给定的不同平均阈值, 在阈值标准差0.25 (25人) 附近虽然有较大的上下波动, 却没有表现出群体平衡突变特征, 且也表现出较大的阈值波动会导致集群行为的两极化模式, 见图6.

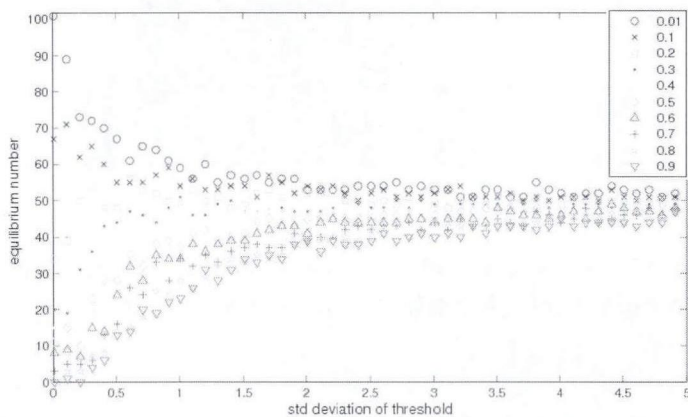


图6 给定群体平均阈值, 标准偏差波动对集体行动平衡的影响

4.3 引入效用和心理阈值模型与经典模型的比较

为了比较经典阈值模型集体行动稳定模式与加入效用和心理阈值后的集体行动稳定模式的差异, 下面将调整朋友影响强度值, 观察仿真结果显示的两模型集体行动稳定模式, 具体实验初始条件设定同4.2节. 首先, 模拟分析了引入效用理论和心理阈值后, 朋友影响强度变化与最终集体行动稳定模式关系, 见图7. 对比7中(a), (b)两图可以看到改变朋友影响强度后, 最终集体行动稳定模式显现出局部差别, 但从宏观上看仍具有相似的变动趋势.

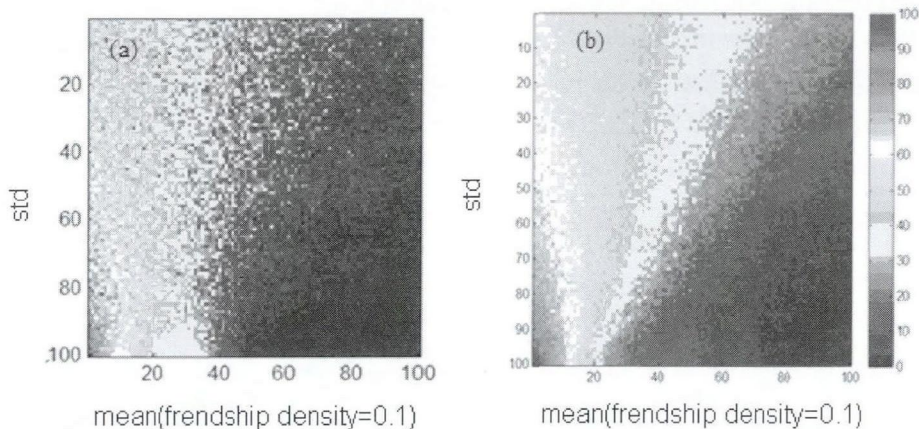


图7 新模型中朋友影响强度变化与最终集体行动稳定模式关系 ((a) 朋友影响强度为 3, (b) 朋友影响强度为 2)

在经典模型中, 我们也考虑了朋友影响强度对最终集体行动模式的影响. 图 8 中 (a), (b) 两图表明经典模型中, 无论从整体还是从局部观察, 朋友影响强度对最终集体行动模式并未有显著影响. 对比图 7 和图 8 不难得到本文给出的模型比经典模型更合理的描述了集体行动. 这是因为从社会影响外部性考虑, 为了降低决策风险, 个体决策将受到社会网络中他人行为 (比如朋友) 的制约, 暗示, 影响. 引入效用和心理阈值模型能够反应出这种决策行为的社会影响外部性, 而经典模型却未能揭示.

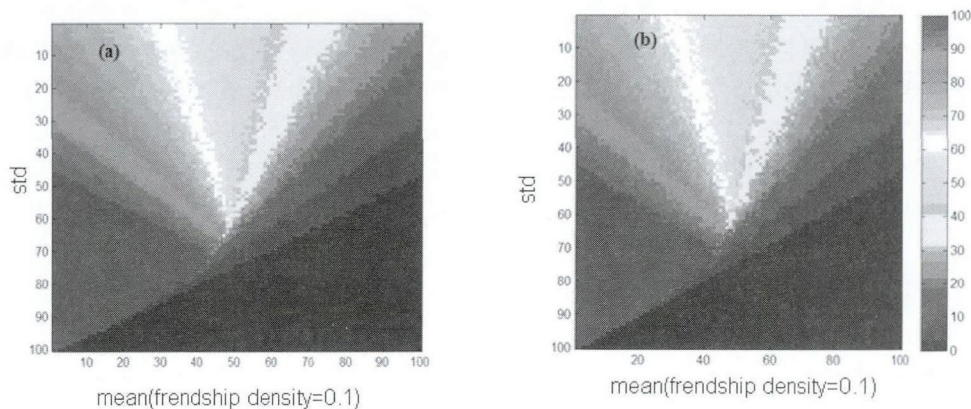


图8 经典模型中朋友影响强度变化与最终集体行动稳定模式关系 ((a) 朋友影响强度为 3, (b) 朋友影响强度为 2)

需要说明的是, 公式 (1) 到 (5) 虽然给出了满意度, 期望值和效用等变量间的定量表达形式, 但其反映的并不是这些变量之间精确的数学函数关系, 而仅具有统计学意义. 精确描述它们之间的关系也似乎不太可能: 首先, 我们只能近似的表达这些心理变量间的相互关系; 其次, 实际操作中很难逐一精确测量, 只能间接表示或在假设基础上做到间接测量, 归根结底, 这是由人类心理变化的复杂性所决定的. 这也体现出社会科学研究的复杂性, 难以量化, 不可重复性. 下面仅对以上仿真结果做几点总结.

1) 集体行动最终平衡状态与朋友密度没有强相关性;

2) 仅考虑朋友影响和空间关系的经典阈值模型, 存在临界现象. 任何小的扰动 (小的群体阈值标准差或平均阈值变化) 都可能导致集体行动平衡状态多样性变化, 与平均阈值无关, 激活阈值标准差越大, 越易观察到群体行为的分化;

3) 引入效应和心理阈值模型, 没有突变临界现象, 这表明基于效应和心理阈值的群体决策行为过程更趋于理性; 群体效用阈值标准差越大 (仍与平均阈值无关), 越易观察到群体行为的分化. 本文认为 Granovetter 阈值模型符合骚乱等波动剧烈的集群行为特征, 而本文提出的加入效应和心理阈值模型更适合技术扩散等人类经济行为.

5 基于阈值理论的集体行动社会认同理论解释

在此部分本文尝试运用阈值理论解释骚乱, 暴动等激进群体行为, 以及 Web 上群体极化与社会认同理论之间的联系.

5.1 骚乱暴动阈值与社会认同

美国学者斯梅尔瑟认为, 集体行动 (集群行为) 是人们在不明确的具有威胁或压抑的局势下努力改变环境的企图^[11]. 斯科特用“精细化的社会认同模型”用来解释群体骚乱, 暴动行为. 比如足球比赛中球迷之间的过激行为. 斯科特认为, 在拥有个人认同感的同时, 他们同样拥有暂时性的社会认同感, 这个“社会”涵盖群体中的每一个人. 如果群体受到威胁, 例如警察不加选择地使用警棍抽打群体中的成员, 社会认同感便会产生. 群体中的成员开始团结在一起, 展开反击, 将威胁他们的人视为共同敌人^[11].

而从阈值模型视角看, 参与集群行动的不同目标, 不同效用个体或子群体会迅速趋向认同而达成共识 (快速趋同), 不同个体或子群体的激活阈值迅速趋同收敛, 群体平均激活阈值降低并可以连续的逼近临界阈值 $r_c(t)$. 即在某个时刻 t , 对任意的 $i \in N$, $\lim r_i(t) \rightarrow r_c(t)$, 在临界点发生群体行为突变, 这种基于社会认同理论的阈值突变理论可以合理的解释 Granovetter 模型中描述的骚乱, 暴动等现象.

图 9 中虚线曲线描述了基于社会认同理论的骚乱, 暴动阈值动态特征. 上图解释不同社会归属的个体同时面对威胁或高压的局势下会调整个体激活阈值而连续的逼近与 $r_c(t)$ ——全部或大多数个体都达到可被激活的门限. 此时群体动态会发生突变, 被激活的个体总数会从 N_0 跳跃到 N_c .

上述“快速趋同”理论可以很好的解释非单一动机的骚乱, 暴动等剧烈集群行动. 例如, 2011 年 8 月 4 日伦敦骚乱. 在这次骚乱中, 群体成员并不具有任何特定的特征. 骚乱人群是各种不同类型的人的集合, 拥有不同的动机. 有些人带有政治目的, 有些人为了掠夺财物, 有些人则只为参与这种野蛮而疯狂的行为.

引入效用, 心理阈值理论的阈值模型中不存在临界突变阈值 $r_c(t)$, 阈值分布是一条连续平滑的曲线, 如图 9 中黑色曲线所示. 这表明集群动态变化平稳, 不会像骚乱暴动情形一样发生突变.

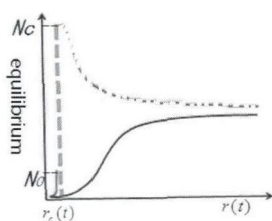


图9 基于社会认同理论的骚乱暴动集体行动阈值示意图

5.2 Web 上群体动态阈值与社会认同

大量在线网络数据分析表明, 在线 (on-line) 群体之间的观点, 立场与真实世界比较更易出现分化. Web 上极化的议题往往是政治, 民生, 敏感热点话题. 这些热点往往与群体自身利益密切相关, 从而在 on-line 交互讨论前就有自己明确的立场, 观点. 若找到支持者 (支持者往往与其有共同社会归属) 则会强化其立场观点. 有研究认为在线群体其先验的社会归属更显著, 因此与真实世界比较来自不同群体之间的争辩, 讨论更易造成极化^[11, 14].

从阈值模式视角看, 这一过程使得不同子群的激活阈值得到进一步稳定. 使得对立的不同子群个体很难跨越各自固有稳定阈值而达到共识状态, 从群体水平看极化模式显著. 比如 Conover 等研究了 Twitter 上政治观点的极化现象, 他们的研究发现 Twitter 上持有偏左, 偏右政治观点的转发网络表现出高度的分化结构^[15], 见图 10.

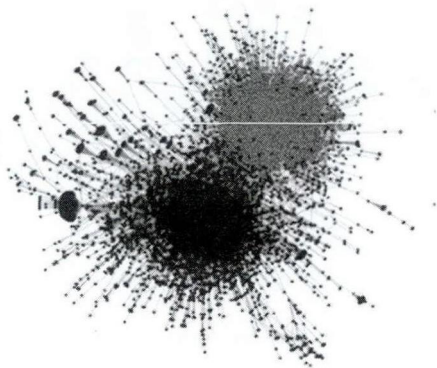


图10 Twitter 上政治观点的极化 (图中右上聚类由偏右政治观点的用户构成, 左下聚类由偏左政治观点的用户构成), 图片来自文献 [15]

本文试图仍从群体动态阈值模型角度来解释这种极化现象. 假定两个群体 A, B , 其对应群体平均激活阈值分别为 r_A, r_B , 由于 A, B 两群体对某一观点 D 存在先验的偏好, 比如 A 群体支持, B 反对. 则 A 群体中每个个体支持 D 的阈值 r_{iA} 都会很低, 意味着 A 群体成员都会很容易的趋同而达成共识支持 D , 即对任意的 $i \in A$, 有 $\lim r_{iA} \rightarrow r_A$.

而 B 群体中每个个体支持 D 的阈值 r_{iB} 都会很高, 意味着 B 群体成员很难被激活而支持 D , 但 B 群体内部却可以都趋向抵制观点 D 的高阈值 r_B . 又由于 r_A 和 r_B 之差较大, 不存在连续的过度, 而是他们都保持各自稳定的子群体激活阈值, 见图 11 所示. 这就表现为 A, B 两群体都会固执持有自己的观点立场, 保持群体分化稳定状态, A, B 很难趋同形成支持观点 D 的集群行为.

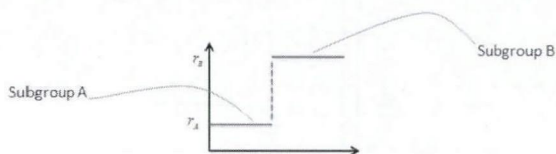


图 11 基于社会认同理论的 Web 上群体阈值分布示意图

基于社会认同的阈值理论, 可以很好解释美国堕胎医生 Tiller 被枪杀后 Twitter 上出现的对堕胎观点极化现象. 2009 年 5 月 31 日美国堕胎医生 Tiller 被枪杀²后 Twitter 上支持堕胎 (pro-choice) 和反对堕胎 (pro-life) 两种不同观点在最初二十几个小时内即出现明显的两极化现象, 见图 12. Yardi^[14] 等研究发现支持堕胎和反对堕胎的群体论战中, 都彼此强化了内部认同感, 同时使得持不同观点的两个群体分化程度加深了.

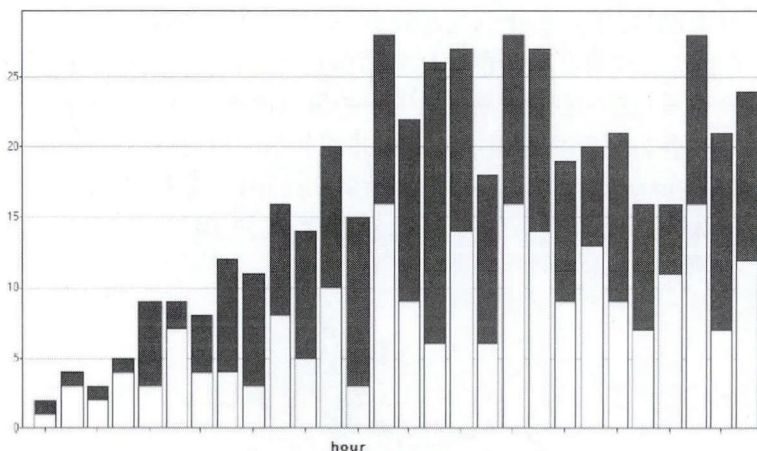


图 12 Tiller 医生被枪杀最初二十几个小时内, 支持堕胎和反对堕胎帖子的比率 (黑色表示反对, 白色表示支持), 图片来自文献 [14]

Web 上观点易极化的另一种解释是由于在线群体关注问题的维度增加, 信息爆炸的有限理性表现. 特别是有了先入为主观念的异质群体间争辩, 更易造成群体内同质个体间的吸引, 强化异质个体间的排斥, 很难进行有益的深入分析和深思熟虑的思考, 从而导致观点两极化模式在 Web 上频繁出现.

Lorenz 等^[16] 研究表明同质的社会影响将导致群体决策偏差, 群体的行为在社会影响的作用下弱化了个体的有限理性. 另外, Li 和 Tang^[5, 17-19] 研究认为在没有外生干涉下负社会影响是引起群体观点两极化的一个重要因素. 如果用群体行为的阈值模型解释, 则可以认为随着在线群体关注问题的维度增加, 由于其有限理性不能深思熟虑 (往往从其先验知识或社会归属出发), 而导致其难以达到对某问题形成共识的激活阈值 r_c , 而表现为 Web 上群体观点易于极化.

2. 2009 年 5 月 31 日早上 10 时, 因提供晚期堕胎而颇具争议性的美国医生乔治蒂勒 (George Tiller) 在堪萨斯州堪萨斯城遭人枪杀. 死者是美国少数几名坚持做晚期堕胎手术的医生之一, 之前曾数次遭遇暗杀, 堕胎问题在美国政治中的极其敏感, 美国人在堕胎问题上分歧很大, Tiller 一直是反堕胎组织攻击的靶子.

6 结 论

本文首先介绍了经典集体行动阈值模型, 然后引入效用, 心理阈值理论. 在分别考虑空间因素及同时考虑空间因素, 朋友影响条件下运用数值模拟方法对阈值模型进行了仿真研究. 并从社会认同理论出发, 并通过两个例证 (伦敦骚乱, 医生 Tiller 枪杀后 Twitter 上的论辩) 来说明集体行动可视为群体达到了可以共同接受的某一激活阈值水平 (引爆点) 而形成的. 若无法达到则整个群体宏观上表现出极化模式 (两极或多极). 图 9 和 11 给出了两种阈值分布来解释为什么骚乱, 暴动可以突发 (甚至许多参与者目的各异), 为什么 Web 上群体热点议题讨论更易两极化.

本文研究的一般结论为, Granovetter 经典阈值模型更符合骚乱等突变群体行为特征. 而加入效应和心理阈值模型表现出群体决策行为过程更趋于理性, 集体行动过程未表现出临界突变特征, 整个群体动态演化过程可由一条连续平滑的曲线 (而非跳跃间断) 描述, 这表明集群动态变化平稳, 不会像骚乱暴动达到临界点突发, 因此更适合描述技术扩散等人类经济行为的群体动态. 经典阈值模型和文中给出的阈值模型都表现出一类群体动态特征, 即随着群体激活阈值标准差的增加, 都出现群体分化. 由于集体行动的阈值模型中仅仅考虑了激活阈值是独立同分布情形, 若是相依情形则会更接近现实世界, 从概率论极限理论出发可能会得到更有结论. 另外, 寻求更多的中国实例验证本文给定模型的有效性, 以便人们/决策者更好地理解民意和有争议的热点问题解决过程中的舆论倾向性也是下一步研究工作的方向.

参 考 文 献

- [1] Acemoglu D, et al. Bayesian learning in social networks. *The Review of Economic Studies*, 2011, 78(4): 1201–1236.
- [2] Lopez-Pintado D, Watts D J. Social influence, binary decisions, and collective dynamics. *Rationality and Society*, 2008, 20(4): 399–443.
- [3] Schelling T C. Dynamic models of segregation? *Journal of Mathematical Sociology*, 1971, 1(2): 143–186.
- [4] Granovetter M. Threshold models of collective behavior. *American Journal of Sociology*, 1978: 1420–1443.
- [5] 李振鹏, 唐锡晋. 外生变量和非正社会影响推动群体观点极化. *管理科学学报*, 2013, 16(3): 73–81.
- [6] Shy O (Ed.). *The Economics of Network Industries*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- [7] Lopez-Pintado D. Diffusion in complex social networks. *Games and Economic Behavior*, 2008, 62(2): 573–590.
- [8] 李峰, 沈惠璋, 刘尚亮, 张聪. 基于心理阈值模型的危机事件下从众行为动力学分析. *系统管理学报*, 2011, 20(5): 513–519.
- [9] March J G, Simon H A. *Organizations*. New York: John Wiley, 1958.
- [10] Henrich J, et al. “Economic man” in cross-cultural perspective: Behavioral experiments in 15 small-scale societies. *Behavioral and Brain Sciences*, 2005, 28(6): 795–814.

- [11] Smelser N J. Theory of Collective Behavior. New York: Free Press, 1962.
- [12] Sunstein C R. Democracy and the Internet 1. Information Technology and Moral Philosophy, 2008, 93.
- [13] Adamic L A, Glance N. The political blogosphere and the 2004 US election: Divided they blog. Proceedings of the 3rd international workshop on Link discovery ACM, 2005, 36–43.
- [14] Yardi S, Boyd D. Dynamic debates: An analysis of group polarization over time on twitter. Bulletin of Science, *Technology and Society*, 2010, **30**(5): 316–327.
- [15] Conover M, Ratkiewicz J, et al. Political polarization on twitter. Proc of 5th ICWSM, AAAI Press, 2011.
- [16] Lorenz J, et al. How social influence can undermine the wisdom of crowd effect. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2011, **108**(22): 9020–9025.
- [17] Li Z P, Tang X J. Group polarization and non-positive social influence: A revised voter model study. In Brain Informatics, Springer Berlin Heidelberg, 2011, 295–303.
- [18] Li Z P, Tang X J. Polarization and non-positive social influence: A Hopfield model of emergent structure. *International Journal of Knowledge and Systems Science*, 2012, **3**(3): 15–25.
- [19] 李振鹏, 唐锡晋. 社会影响, 观点动向和结构平衡: 基于 Hopfield 网络模型仿真研究, 系统工程理论与实践, 2013, **33**(2): 420–429.