

包含情绪影响因子的群行为决策模型

马峻,王爽

首都经济贸易大学安全与环境工程学院,北京 100070

摘要 群体中个体情绪对群行为演化的影响是至关重要的。相对于开放场所,处于封闭场所中群行为更容易受到个体情绪的影响。针对群行为建模中情绪影响因子数理表达问题,在分析人群个体行为决策映射关系和情绪与行为决策影响双向关系基础上,建立了包含情绪影响因子的群行为决策模型,并针对行为决策中存在的动态目标判定问题,提出了相应算法。具体场景仿真结果显示,随着群体中个体情绪(尤其是恐慌情绪)影响程度的加大,群体行为演化中的数量变化振荡性明显加强,仿真结果与现实情况吻合,表明包含情绪影响因子的群行为决策模型及算法的有效性。

关键词 群行为决策模型;情绪影响因子;动态目标判定;恐慌情绪

随着人类社会工业化和城市化进程的加快,更多的人聚集在一起,群体成为人类的一种常见的组织形式,群体行为广泛存在于人们生活的方方面面,而群体行为对于组织、机构、社区,甚至社会的管理和稳定都是一个不可忽视的重要因素。从科学研究角度,研究者要更多地关注这些群体形成、发展、突变的机理,认识到社会群体行为产生的根源、本质以及数理关系,才能更有利于研究许多社会事件的发生、发展、干预、控制等问题,进而为社会管理部门提供解决群体性问题的有利时机与举措,达到科学服务于社会发展的本质需求。

群行为研究的核心是群行为建模,它涉及系统学、社会学、管理学、心理学、物理学、生物学等多学科领域。群行为建模的研究基于不同层面和不同领域展开,其关注点也是不同的,如图1所示。

不论是哪个学科领域,哪个层面,群行为建模的本质是对物理世界中的人群行为在虚拟社会中的映射,脱离现实社会的群行为模型是没有生命力的。对于许多特殊场景中的群行为研究,从机理层不仅可以找到事件的内在因果关系,更重要的是可以揭示事件内在变化规律,为有效地管控事件发生提供科学依据,同时还可以获得导致最终事件的演化过

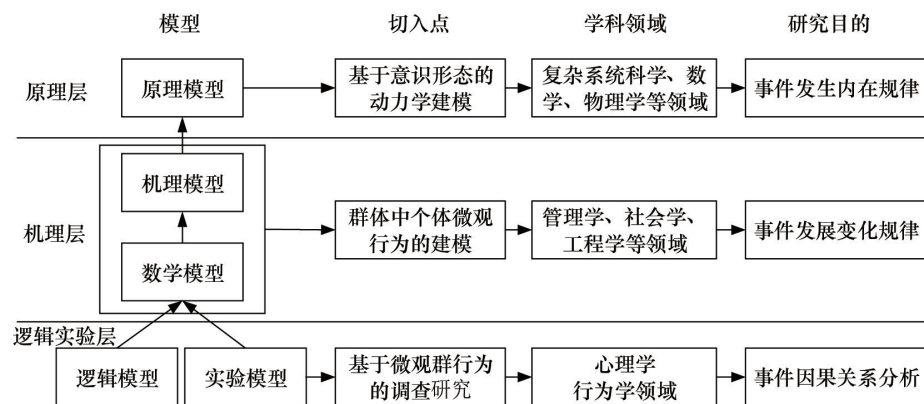


图1 群行为建模研究的不同层面

Fig. 1 Group behavior modeling at different levels

收稿日期:2016-12-30;修回日期:2017-10-16

基金项目:国家自然科学基金项目(71471121)

作者简介:马峻,教授,研究方向为复杂系统建模与仿真技术,电子邮箱:majunma@cueb.edu.cn

引用格式:马峻,王爽.包含情绪影响因子的群行为决策模型[J].科技导报,2017,35(22):77-85;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2017.22.010

程,有助于得到管控事件发展的有效措施。

群行为建模研究的主体是群体,在现实社会中存在大量不同类型的群体。罗伯逊^[1]认为,群体行为是指大批人相对的、自发的、无结构的思维、情感和行为的方式。彼得罗夫斯基^[2]根据群体发展水平及群体成员之间联系密切程度,把群体分为松散群体、联合群体和集体群体,对应于群体的行为层,群体行为可分为常规行为、非常规行为和极端行为,这3种行为也可以在不同环境条件下发生转换,相应的措施层分

别对应于行为引导、行为疏导和行为控制。

不同层次、不同群体行为的关系如图2所示。从管理者角度来说应尽量控制常规行为向非常规行为的转换,避免非常规行为向极端行为转换,因此关注群行为演化过程相对于结果更重要。然而群体在不同的场景中,虽然主体基本一样,但所处的环境不同,表现出的行为特点却完全不同,尤其是在城市中许多封闭空间,由于群体属于松散群体,极易产生由恐慌情绪导致的恐慌行为。

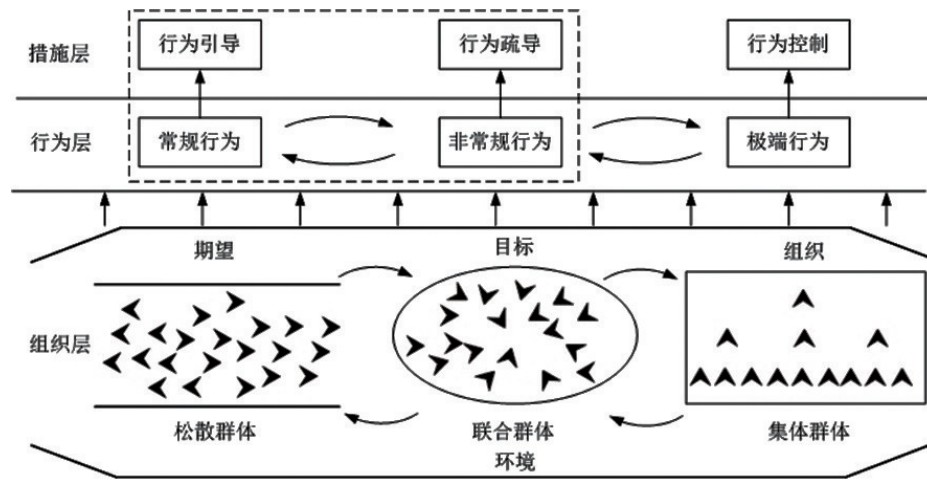


图2 不同群体类型与群行为管理

Fig. 2 Different types of groups and group behavior management

根据 Kholshchevnikov^[3]关于情绪压力与行为关系的研究,个体情绪对其行为决策中的注意力、控制力以及活动力均存在非线性影响,情绪压力与行为关系如图3所示。人群个体在封闭空间中通常处于一种尽快离开的心里焦虑,在这种情况下,如果有其他意外刺激,极易引发恐慌,进而影响其注意力、控制力和活动力,导致安全事件发生。深圳地铁黄贝岭

站台2015年4月20日8时30分左右,因有人晕倒引发部分乘客恐慌奔跑,造成十几人受伤。同时相关研究表明,环境对群体个体初始情绪的影响要高于危机经验对初始情绪的影响^[4-5]。这是由于这种特定场景下所形成的群体通常是一种松散群体,这种群体虽然具有共同的关注点(比如快速离开这个封闭场所等)、不确定感和紧迫感,但群体中的每个人并非都拥有相同的期望,其情景表达也相对模糊不清,情景本身也无结构性等特征,这些特征导致在进行群行为分析和建模中不仅要考虑物理行为特性,还要考虑心理行为特性,其过程中所表现的动态性、演化性、复杂性为有效揭示其内在科学规律增加了难度。

目前,大多数群行为的研究对于如何有效地数理刻画恐慌行为演化过程还不足,大部分是基于仿真建模来研究空间疏散有效性,虽然有些研究者把情绪影响因素纳入群行为模型中进行了有效尝试^[6-7],但从构建情绪影响关系或基于心理学角度,有些只是定性分析^[8],在恐慌情绪与恐慌行为两者交互性影响上还存在许多研究空间。另外,众多研究群行为的模型,关于群体中熟悉环境个体与非熟悉环境个体自动标定并未给出有效的方法,而在实践中,特定场所中熟悉环境个体与非熟悉环境个体行为是存在差异性的^[9-10]。因此,本文立足于近年来各学科领域群体行为的研究成果,以特定场景

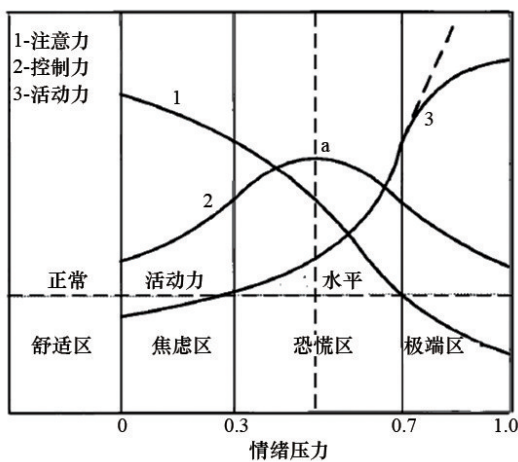


图3 情绪压力与行为关系

Fig. 3 The diagram between emotional stress and behavior

下群体行为成为研究对象,从微观建模出发,基于社会力模型构建包含情绪因子的群行为决策模型,突出体现在封闭空间中存在恐慌状态下群体行为演化的本质规律。

1 特定场景中人群个体行为决策映射关系

人群个体行为决策是处在一个远离平衡态的非线性决策,对于这样一个存在于不确定环境中的决策过程,其动态性和非回溯性决定了行为决策机理研究是基于人群个体行为决策过程的内在关系表达,尤其是恐慌情绪引起恐慌行为中多重关系分析。对于典型的城市人员密集公共场所(如地铁),由于其空间相对封闭、人员流动性大、人员结构复杂,处于封闭空间中的人群个体,对事件发展、事件结果、个体行为以及对信息掌握存在显著的不确定性,极易在心理上产生较大的压力,导致情绪非正常变化,进而影响行为决策。

在封闭的空间中,人群个体行为决策不仅会受到自身因素的影响,还会受到外部环境的影响,按照影响范围可分为邻居、邻域以及广域影响,这种影响通过个体生理反应进而影响心理,通过心理变化影响行为决策,最终通过个体运动的速度(本文所指的速度均为矢量,即包含速度大小和方向)实现行为决策。

个体行为决策的逻辑关系如图4所示。影响人群个体行为决策的因素主要有目标、邻域、情景、场景及情绪,这些因素在生理层通过个体与环境交互感知。在封闭空间中个体感知的范围是有区别的,存在邻居感知和广域感知。邻域感知,主要是在感知半径范围内,感知其他个体行为及情绪变化。广域感知,主要是针对空间场景中有形引导物(引导标识等)和无形引导物(提示声音等)的感知。这些感知是处于一定的心理压力下,个体行为决策会受到情绪的影响。

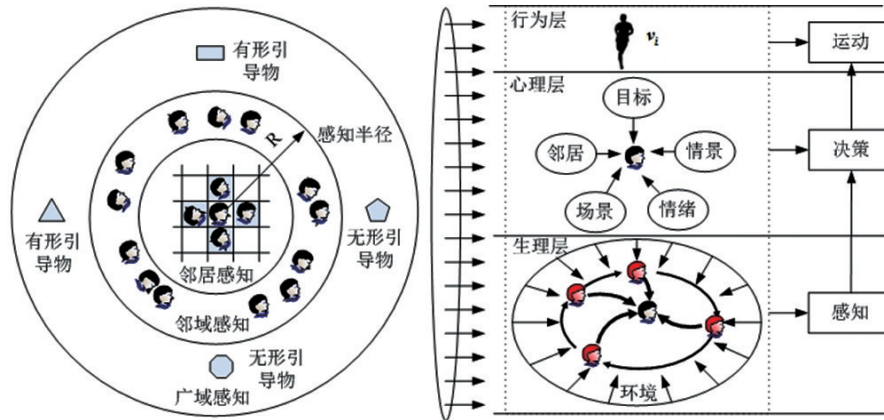


图4 个体行为决策映射关系

Fig. 4 Mapping of individual behavior decisions

情绪与行为决策的作用关系如图5所示。在人群个体的行为决策中,个体特性及环境因素共同转换为影响个体行为决策的情绪因素,在建立群行为模型中可以通过数理表达情绪因素来实现个体对周围环境的响应。

2 情绪与行为决策的双向关系

根据西蒙^[1]行为决策理论,人的行为决策分为理性决策与非理性决策,理性决策对应于最优决策理论,非理性决策对应于现实决策行为理论。人类行为学研究者通过证实研究了行为个体在行为决策中都会受到情绪和具体情境的影响^[2],绝大多数个体在进行行为决策时通常依赖于他们当时的情感反应,会根据情感反应的差异做出不同的行为决策^[3]。在现实生活中完全理性的客观条件根本不存在,因此大多数决策是非完全理论性决策。

导致非理性决策的主要原因是主观非理性和客观非理性,主观非理性体现在个体的心理影响,主要是决策受到情绪的影响,客观非理性体现在影响个体决策的环境不确定性^[4]。在封闭的人员密集场所,人群个体所承受的心理和环境的不确定性导致其行为决策属于非理性决策。根据图3,随着情绪压力的增加,个体的行为控制力在恐慌情绪压力下达到临界点后,随着情绪压力增加会降低,进而导致极端行

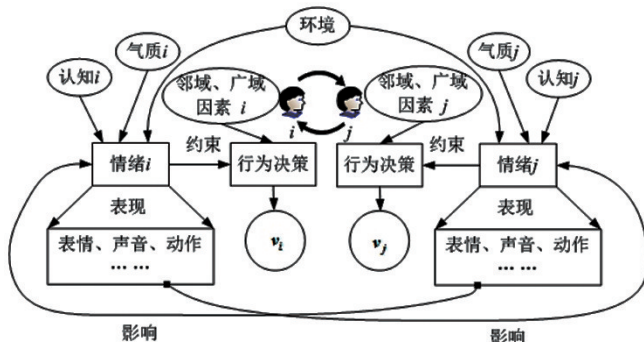


图5 情绪与行为决策的作用关系

Fig. 5 Relationship between emotion and behavior decisions

为的出现,因此恐慌情绪对行为决策存在非线性作用关系。

情绪对行为决策的影响需要通过建立数理关系进行定量表达。根据风险感知模型,引起群体个体恐慌情绪的因素有事件因素、与个体关系因素、社会因素及个体自身因素,基于随机效用模型,采用Lgoit模型形式可以建立影响因素与引起恐慌情绪的Lgoistic回归模型^[15],即

$$P = \frac{\exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)}{1 + \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)} \quad (1)$$

式中, P 为引起恐慌情绪的概率; x_1, x_2, \dots, x_n 为引起恐慌情绪的因素; α 为常数项, β 为系数项。

上述模型仅仅能刻画在不确定环境中引起个体恐慌情绪的概率,而不能刻画引起个体恐慌的程度。根据Kholshchikov^[13]提出的在封闭空间影响个体恐慌情绪的主要因素是滞留时间 t 、局部密度 $\rho(t)$ 和至危险源距离 $d(t)$,三者对引起恐慌情绪的作用强度在同一时刻是不同的,往往某一个起主导作用。根据最大效用原理^[16]构建恐慌情绪模型为

$$E(t) = F(f(t), g(\rho(t)), h(d(t))) \quad (2)$$

式中, $E(t)$ 为当前时刻的恐慌度; $f(t)$ 为滞留时间引起的恐慌度; $g(\rho(t))$ 为局部密度引起的恐慌度; $h(d(t))$ 为危险源引起的恐慌度。

采用S型函数刻画 $f(t)$ 、 $g(\rho(t))$ 和 $h(d(t))$ 。通过当前时刻恐慌度 $E(t)$ 作用于个体的期望速度,实现对个体行为的影响。一方面, $F(f(t), g(\rho(t)), h(d(t)))$ 函数形式很难构造,另一方面这种作用是单向的,根据人群个体在封闭空间中产生恐慌行为实证研究,恐慌情绪与恐慌行为是一种交互作用的关系,既恐慌情绪激发了恐慌行为,恐慌行为又强化了恐慌情绪,这种交互作用导致了群体行为恐慌演化,因此本文提出了如图6所示的恐慌情绪与恐慌行为交互作用模型。由图6可知,个体 i 的恐慌情绪可以通过其邻域其他个体恐慌行为速度 $v_j(t)$ 去构建函数关系实现改变,同时个体 i 的行为决策又受到恐慌情绪的影响。

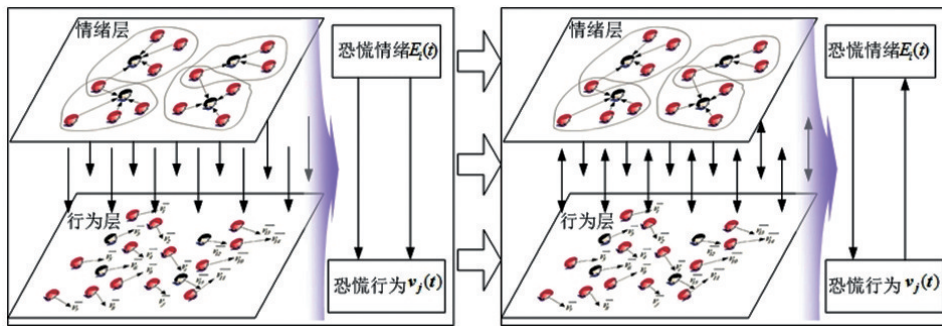


图6 从单向到双向交互作用

Fig. 6 From one-way interaction to two-way interaction

3 考虑情绪影响因子的行为决策模型

2016年7月31日发生在上海地铁四平站通道天花板突然脱落引起乘客恐慌逃离的视频截图如图7所示,图中箭头为速度方向。其中1个乘客(画圈内)发现险情改变行走方向加速逃离后,与之反向的乘客察觉这位乘客反常行为后也随之恐慌加速,进而传导影响到更远乘客的恐慌加速,最终逃离现场,整个过程是一个典型的在危机情景下恐慌情绪产生恐慌行为的过程。

由图7可以看出,恐慌情绪是通过个体行为的变化来判定的,即在恐慌状态下行为个体的运动存在突然变向、突然加速现象,这个过程启发我们可以借助于对速度变化的认知来刻画产生的恐慌情绪程度。

基于上述分析和启发,处于群体中的个体在感知范围内,周围其他个体对其情绪的影响可以通过其他个体的速度大小和速度方向变化来刻画。通常越恐慌的个体其移动的速度比较大,同时速度方向比较紊乱,这种视觉的感知可以借助于力的形式进行数理表达,其作用机理如图8所示。

由于每个个体对其他个体速度变化的感知是不同的,即存在一个恐慌感知的阈值 θ_v ,该阈值表示不同个体对恐慌感知的差异性。由图7可知,在个体 i 的感知范围内,周围个体 j 对个体 i 的恐慌影响可以通过速度 v_j 与 v_i 的比较获得,即 $\Delta v_{j \rightarrow i} = v_j - v_i$,满足 $v_j \geq v_i$,且 $\Delta v_{j \rightarrow i} \geq \theta_v$,否则不产生影响。根据文献[6]、[7],本文每个个体的 θ_v 为[0.4~0.7]均匀分布,速度取值范围为1.1~2.0 m/s。这样的感知范围内所有其他个体对个体 i 产生的恐慌情绪影响的累计为

$$x_i(t) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \Delta v_{j \rightarrow i} - \theta_v \quad (3)$$

神经网络中S型函数具有刻画非线性特性的能力,采用改进的S型函数表达恐慌情绪作用力 $E_i(t)$ (标量),即

$$E_i(t) = \frac{1 - \exp(-\alpha x_i(t))}{1 + \exp(-\alpha x_i(t))} \quad (4)$$

式中, α 为速度方向熵, $\alpha = -\sum_{j=1}^8 \frac{n_j}{N} \ln \frac{n_j}{N}$; j 为个体 i 周围8个方

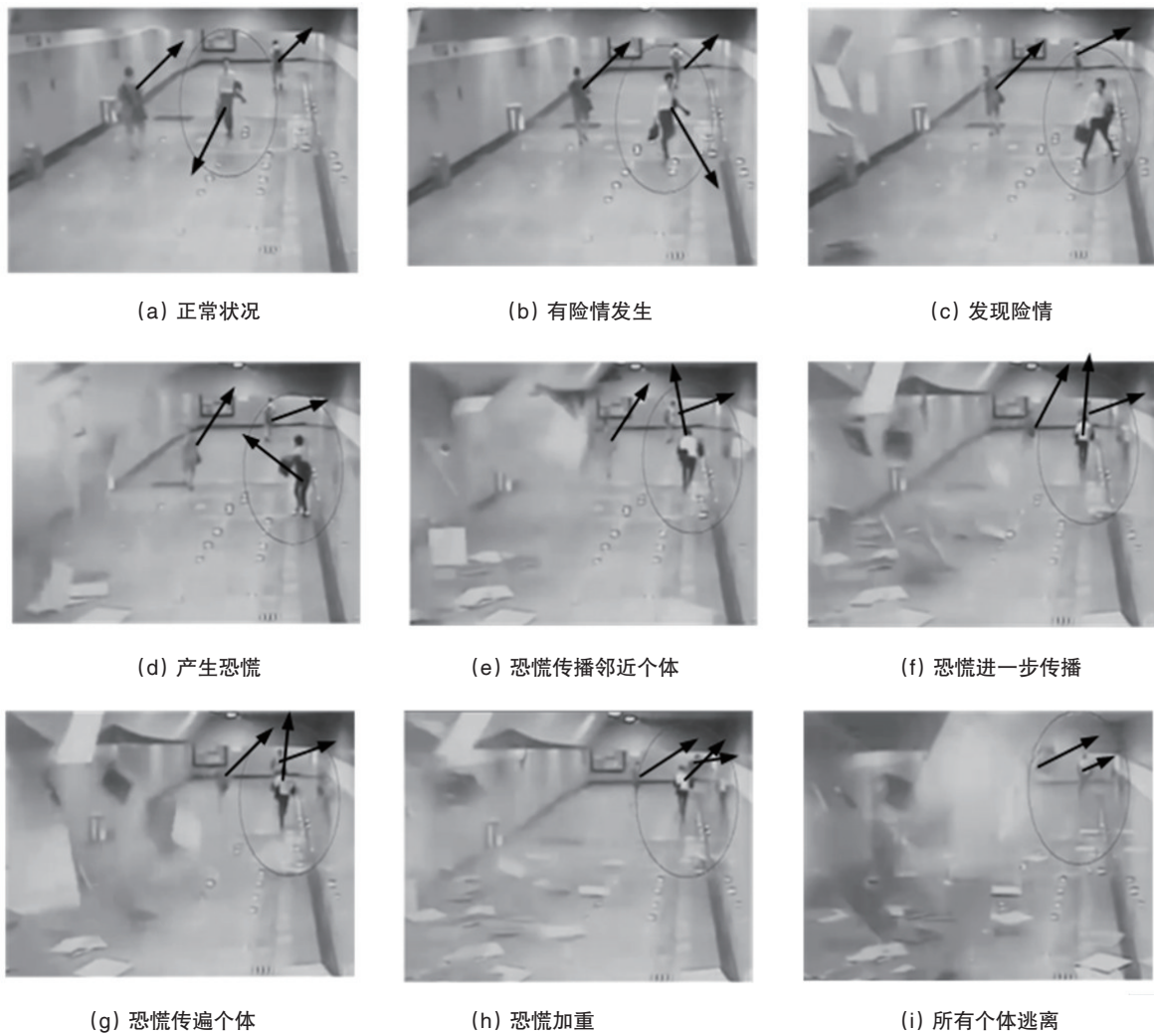


图7 恐慌情绪蔓延引起恐慌行为

Fig. 7 Panic behavior based on panic spread



图8 感知范围内周围个体对主体的影响

Fig. 8 Influence around individuals within perceived range

向区域,每个区域45°;N为个体*i*感知范围内的个体总数;*n_i*为感知范围内每个45°区域内的个体数。

恐慌情绪作用于期望速度时,期望速度为

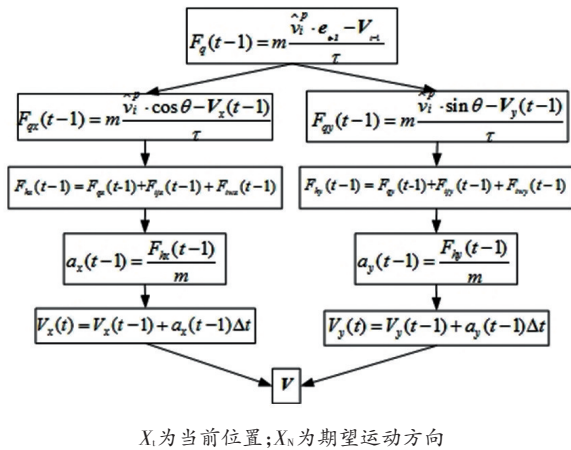
$$\hat{v}_i^p = (1 + E_i(t))v_i^p + E_i(t)\frac{1}{m}\sum_{j=1}^m \langle v_j^c \rangle \quad (5)$$

式中, v_j^c 为邻居个体的速度; v_i^p 为未受恐慌作用的期望速度; \hat{v}_i^p 为受到恐慌作用后的期望速度。

期望速度 \hat{v}_i^p 包含2个部分。 $(1 + E_i(t))v_i^p$ 是自身受到恐慌影响时对期望速度的改变,其中 $(1 + E_i(t))$ 反映个体在受到恐慌情绪影响后期望尽快改变处境的意愿程。 $E_i(t)\frac{1}{m}\sum_{j=1}^m \langle v_j^c \rangle$ 是受到周围邻居个体恐慌的影响时对期望速度的改变,其中 m 是个体 i 感知范围内其他个体恐慌行为超过个体 i 恐慌感知阈值的邻居数,反映在个体 i 的感知范围并不是每个邻居个体的恐慌行为都会影响个体 i ,这也恰恰反映了不同个体对恐慌的感知程度是不一样的。

在本文中个体的运动方向和大小是通过 x 和 y 轴2个方向合成的,因此包含情绪因子的行为决策模型如图9所示。

图9中, F_q 为驱动力; e_{t-1} 为($t-1$)时刻的期望速度方向; V_{t-1} 为($t-1$)时刻的速度方向; F_{hx} 为x轴方向的合力; F_{hy} 为y轴方向的合力; F_{ix} 为x轴方向人与人作用力的合力; F_{iy} 为y轴方向人与人作用力的合力; α 为加速度; θ 根据图10确定。



X_i 为当前位置; X_N 为期望运动方向

图9 包含情绪影响因子的行为决策模型

Fig. 9 Behavior decision model with emotional impact factors

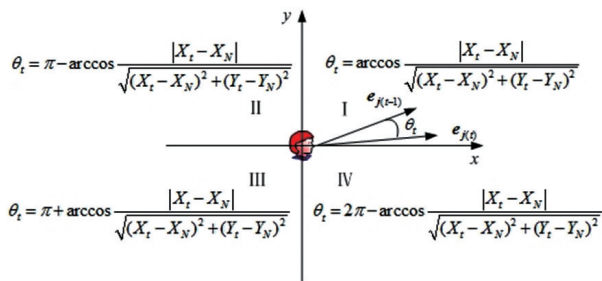


图10 不同象限的 θ 角计算

Fig. 10 Calculation of θ in different quadrants

4 动态目标点的判定

由图3可知,在正常活力水平线上,个体虽然处于恐慌情绪压力下,但其还是具有一定的注意力和控制力,尤其在控制力临界点左面,因此在特定封闭空间中非熟悉环境的个体会试图通过识别熟悉环境的个体来获知自己的运动方向。本文选取100个样本作为实证研究对象,调查研究在非熟悉封闭场所中,分别处于焦虑、恐慌和极端情绪下各种移动状态(方向、速度及参照物)的个体所占比例,结果如表1所示。

根据表1,对于非环境熟悉的个体,在封闭的场所中处于不同的情绪压力下,其移动方向的判定与表现的移动快慢是存在差异的,越恐慌个体移动的速度越快,随着恐慌程度的增加,从众性也越强。对移动方向的判定,在焦虑情绪和恐慌情绪压力下主要还是依据周围那些个体方向稳定的个体,这启发我们在构建行为决策模型时要考虑个体环境的熟悉程度,这也是符合实际情况的。而在行为决策过程中,由于非熟悉环境个体周围的领域个体是动态变化的,因此需要建立动态目标判定算法来实现上述目的。

判定算法的核心是计算感知范围内每个个体前一刻和当前时刻期望速度方向的变化量 Δe_i , 而最小的 Δe_i 说明其具有方向的稳定性,基本上是对环境熟悉的个体,非环境熟悉的个体就确定其为目标点进行行为跟随。

Step1 确定个体 i 在感知半径 R 范围内的其他个体。

个体 i 与其他个体 j 的距离为

$$D_{ij} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}$$

如果 $D_{ij} \leq R$, 则 $j \rightarrow A_i(n)$, 个体 j 在个体 i 感知范围内。

Step2 计算感知范围内个体在($t-1$)时刻和 t 时刻方向变化量。

表1 实证调查结果

Table 1 Empirical results

影响因素	移动方向/%			移动速度/%			移动参照物/%			
	方向稳定个体	方向不稳定个体	方向混乱个体	移动飞快个体	移动快个体	移动正常个体	移动慢个体	标识物	周围个体	无参照物
焦虑情绪	92	0	8	0	50	48	2	35	60	5
恐慌情绪	59	37	4	55	43	2	0	15	82	2
极端情绪	23	34	43	98	2	0	0	0	95	5

对于在 $A_i(n)$ 中的每一个体 j , 其方向变化量为

$$\Delta e_j = |e_{j(t)} - e_{j(t-1)}|$$

Step3 计算感知范围内最小 Δe_j (即 $\min \Delta e_j$)。

Step4 确定动态目标点 ($\min \Delta e_j$)。

在计算个体在($t-1$)时刻和 t 时刻方向变化量 Δe_i 时,通过记录个体 j 与 x 轴正向逆时针方向夹角 θ 的方式定义期望运动方向单位向量 e_i , 其计算参照图10。

根据在个体 i 感知方位内确定的动态目标个体 j , 计算个体 i 在 t 时刻的期望运动方向, 计算公式为

$$e_{i(t)} = \frac{P_j - X_i}{\|P_j - X_i\|} \quad (6)$$

式中, P_j 为动态目标点的空间位置; X_i 为个体 i 的空间位置。这样, 对于个体 i 就可以根据计算获得的 $e_{i(t)}$ 进一步确定其期望运动方向。

5 仿真实验

城市地铁站是典型的封闭空间,人员流动性大,人群结构复杂,交通枢纽大站外来人群比例较高,极易引发恐慌行为。本仿真实验是基于某一地铁站实际场景展开的,站台长117.6 m(仿真格294),站台宽13.6 m(仿真格34),一个格子大小取人体的平均尺寸(0.4 m×0.4 m)。整个实验是基于相同外界刺激基础上,展现人群行为的演化过程和最终结果。

5.1 动态目标点判定实验

依据仿真输出结果,本实验以某个非熟悉环境个体为例,采集任意连续3个时刻点,动态目标点变化如图11所示。

由图11可知,在3个时刻某一非熟悉环境个体的动态目标判定变化过程,在 $(t-1)$ 时刻是ID号为224的个体,在 t 时刻是ID号为97的个体,在 $(t+1)$ 是ID号为108的个体,实现了行为决策过程动态目标点的判定。

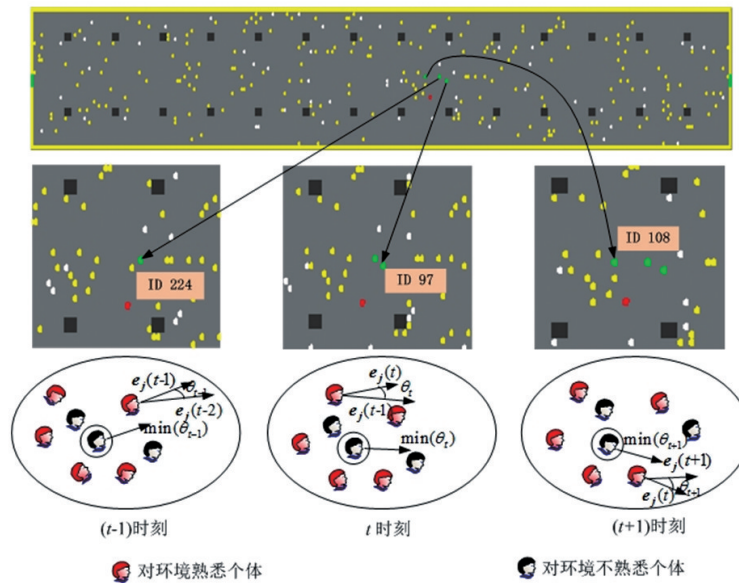


图11 3个时刻的动态目标点判定

Fig. 11 The determination of the dynamic target point at three time points

5.2 不同条件实验

本实验分为不包含情绪影响因子和包含情绪影响因子两种情况,每种情况下又定义不同的熟悉环境与非熟悉环境个体比例。

无情绪影响的群行为演化如图12所示。在不包含情绪

因子影响情况下,由于群体中不同的熟悉环境和非熟悉环境比例,整个群体离开封闭空间的时间以及过程动态变化是存在差异的。随着群体中熟悉环境个体的比例下降,群体行为状态变化呈现出了聚集效应逐渐增大,图12(b)1个,图12(c)3个,图12(b)产生一个轻微震荡,图12(c)产生一个剧烈震荡

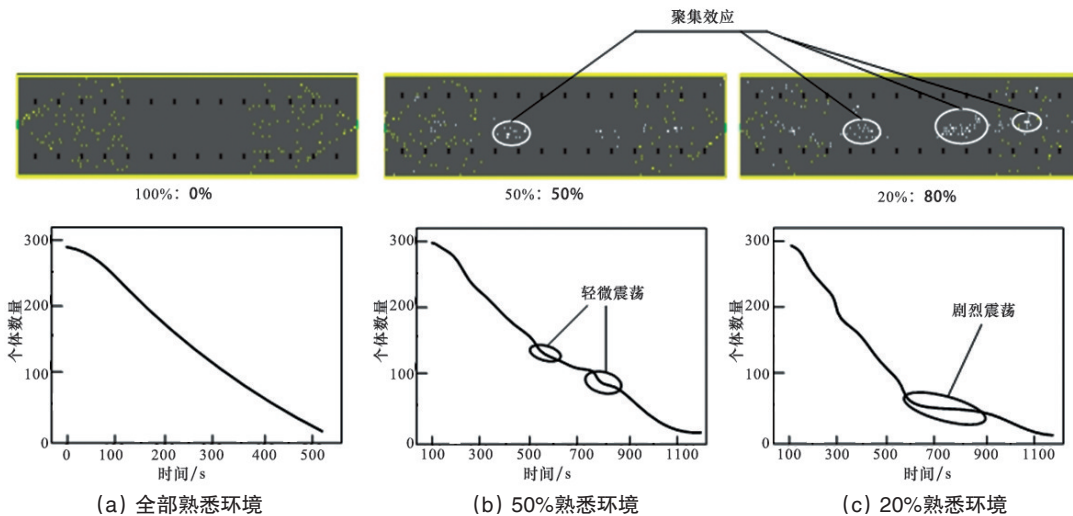


图12 无情绪影响的群行为演化

Fig.12 Evolution of group behavior without emotional influence

荡,说明在非熟悉环境个体比例增大时,导致慌不择路现象更严重。同时,在剧烈震荡前下降快,说明在场景中距离出口近的非熟悉个体在陌生环境中拥有尽快离开场所的较强意愿,这是与现实非常吻合的。而距离出口较远的个体,在未发现出口情况下产生犹豫判断过程,在图上产生了剧烈震荡。

包含情绪影响的群行为演化如图 13 所示。而在包含情绪影响因子中,随着人群中非环境熟悉个体的增加,在恐慌情绪的影响下人群中个体的聚集效应明显增加,同时在相同情景下个体的移动速度也相对增大。这是与实际相符的,即在陌生的封闭空间中,当人群个体处在焦虑和恐慌时,首先会产生从众的效应,同时移动速度增大;而在非环境熟悉比例小的情况下,由于人群个体中对环境熟悉比例大,在同样的情景下,人群聚集效果相对弱,因为大家都知道行为

的目标,同时移动速度增大。

与图 12 相比,在图 13 中,情绪因子影响下产生的震荡时间要小于无情因子影响,说明由于恐慌情绪的影响,群体个体的恐慌行为加剧导致聚集时间减小。比较图 12(c)和图 13(c)发现,在情绪因子影响下产生的聚集性更强,聚集数由 3 个变为 2 个。比较图 12(b)和图 13(b),由于恐慌情绪的影响,产生慌不择路现象,导致震荡时间变长。而不论是图 12(a)还是图 13(a),由于所有个体均对环境熟悉,在受到危机刺激后基本能有序平稳地离开现场,只是图 13(a)在 3.2、4.5 时间点上存在有一些震荡。相比于现有群行为社会力模型,更能说明恐慌情绪对行为决策存在的影响。

从上述实验看出,包含情绪影响因子的群行为决策模型及算法,可以有效地刻画在封闭空间中群行为演化过程,所得分析结果与现实情况是吻合的。

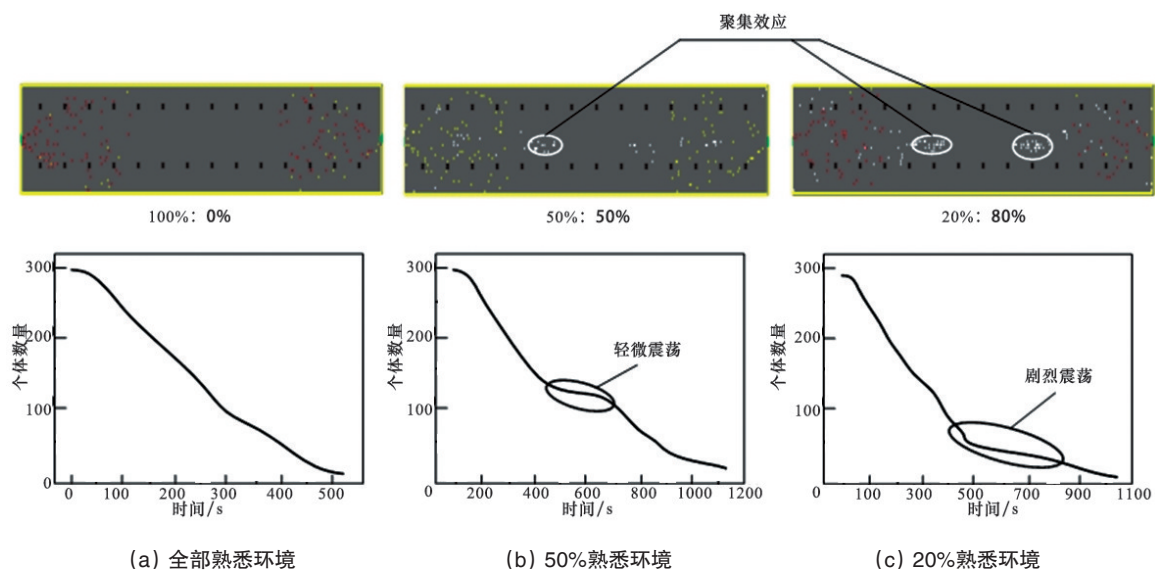


图 13 包含情绪影响的群行为演化

Fig.13 Evolution of group behavior with emotional influence

6 结论

从机理层面揭示群行为变化规律,在群行为社会力模型基础上,针对现实中封闭场所群行为决策问题,从决策论角度分析群行为决策的特点,通过特定场景中人群个体行为决策映射关系从感知层、心理层和决策层揭示行为决策中影响关系,表明在封闭空间中个体行为决策会受情绪的影响,情绪因子在行为建模中是需要考虑的不可缺失的因素。在目前关于情绪对行为决策研究基础上,提出恐慌情绪与恐慌行为交互影响关系模式,建立了包含情绪因子的行为决策模型,并根据封闭空间中人群个体的特点,给出了非熟悉环境个体动态目标点判定算法。通过构建实际场景,验证了本文模型和算法的有效性。下一步的工作重点是把本文的模型和算法嵌入到现有的商业化仿真系统中,完善群行为演化科学分析。

参考文献 (References)

- [1] 罗伯逊·尹恩. 现代方社会学[M]. 赵明华, 译. 郑州: 河南人民出版社, 1988.
Yinen Robertson. Modern western sociology[M]. Zhao Minghua, tran. Zhengzhou: Henan People Press, 1988.
- [2] Shelly E T, David O S, Letitia A P. 社会心理学[M]. 谢晓非, 译. 北京: 北京大学出版社, 2004. .
Shelly E T, David O S, Letitia A P. Social psychology[M]. Xie Xiaofei, tran. Beijing: Peking University Press, 2004.
- [3] Kholshevnikov V V. The study of human flows and methodology of evacuation standardization[M]. Moscow: Moscow University Press, 1999.
- [4] 杨继平, 郑建君. 情绪对危机决策质量的影响[J]. 心理学报, 2009, 41(6): 481-491.
Yang Jiping, Zheng Jianjun. The effect of emotion on the quality of crisis decision-making[J]. Acta Psychologica Sinica, 2009, 41(6): 481-491.

- [5] 雷婷, 杨乃定. 突发灾害背景下个人情绪与行为决策的多因素影响研究[J]. 求索, 2016(3): 114-118.
Lei Ting, Yang Naiding. The research on the multi-factor influence of personal emotional and behavioral based on sudden disaster[J]. Quest, 2016(3): 114-118.
- [6] Sigal G. The ripple effect: Emotional contagion and its influence on group behavior[J]. Administrative Science Quarterly, 2002, 47(4): 644-675.
- [7] 刘箴, 金炜, 黄鹏, 等. 人群拥挤事件中的一种情绪感染仿真模型研究[J]. 计算机研究与发展, 2013, 50(12): 2578-2589.
Liu Zhen, Jin Wei, Huang Peng, et al. An emotion contagion simulation model for crowd event[J]. Journal of Computer Research and Development, 2013, 50(12): 2578-2589.
- [8] 田玉敏. 恐慌情况下人群心理及行为规律的探讨[J]. 人类工效学, 2008, 14(1): 47-50.
Tian Yuming. The research on the crowd psychology and behaviors based on panic situations[J]. Ergonomics, 2008, 14(1): 47-50.
- [9] Helbing F, Vicsek T. Simulating dynamical features of escape panic[J]. Nature, 2000, 407(4): 487-490.
- [10] 汪秉宏, 周涛, 史冬梅. 应急疏散动力学研究的意义与进展[J]. 现代物理知识, 2016(2): 51-56.
Wang Binghong, Zhou Tao, Shi Dongmei. The research on the meaning and progress of emergency evacuation dynamics[J]. Modern Physical Knowledge, 2016(2): 51-56.
- [11] 西蒙, 杨砾. 现代决策理论的基石——有限理性说[M]. 徐立, 译. 北京: 北京经济出版社, 1989.
Simon H A, Yang Shuo. The cornerstone of modern decision-making theory: Bounded rationality[M]. Xu Li, tran. Beijing: Beijing Economic Press, 1989.
- [12] Peters E. The functions of affect in the construction of preferences[M]// Construction of Preference. New York: Cambridge University Press, 2006: 454-463.
- [13] Gilovich T, Griffin D, Kahneman D. Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment[M]. New York: Cambridge University Press, 2002.
- [14] 王洲兰, 管益杰, 于金红, 等. 时间相关决策中的非理性现象. 心理科学进展[J]. 2012, 20(6): 883-893.
Wang Zhoulan, Guan Yijie, Yu Jinhong, et al. Irrational phenomena in temporal decision-making[J]. Advances in Psychological Science, 2012, 20(6): 883-893.
- [15] 孙多勇. 突发性社会公共危机事件下个体与群体行为决策研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2005.
Sun Duoyong. The research on the individual and group behavior decision-making based on sudden public crisis events[D]. Changsha: National University of Defense Technology, 2005.
- [16] 李芳. 基于多智能体的地铁站台乘客紧急疏散模型[M]. 北京: 北京交通大学出版社, 2015.
Li Fang. The research on the model of emergency evacuation in subway platform based on multi-agent[M]. Beijing: Beijing Jiaotong University Press, 2015.

A group behavior decision model based on emotional factors

MA Jun, WANG Shuang

School of Safety and Environment Engineering, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China

Abstract It is an important issue that the individual emotion influences the evolution of the group behavior. The influence is more evident in an enclosed space as compared in an open space. This paper, proposes a behavior modeling of emotional factors with consideration of physics and chemistry in a specific place in the decision-making mapping between the individual behaviors on the basis of population, a two-way relationship is established between emotional and behavioral factors, and based on the emotional behavior factor, a decision model, with the target for the dynamic behavior of decision-making problems is established with the corresponding algorithms. Finally, a specific scene simulation system is established, and the simulation result indicates that the oscillations of the quantity are enhanced with the increase of the emotional influence, and that the panic affects the effectiveness of the individual behavior decision in the group.

Keywords group behavior decision model; emotional factors; dynamic target determination; panic behavior

(责任编辑 韩星明)