УДК 51-77

Задача обеспечения надежности при управлении толпой

А. Д. Рогаткин[1]

[1] Учреждение Российской академии наук Институт проблем управления РАН

Доклад посвящен проблеме обеспечения некоторого состояния толпы с заданной надежностью. В основе модели толпы лежит модель порогового коллективного поведения [1]. Рассматривается конечное множество агентов $N = \{1,\ 2, \dots, n\}$. Каждый из агентов имеет некоторый порог сопротивления социальному давлению $\theta_i \in [0, 1]$, $i \in N$. (далее – *порог*; под социальным давлением понимается то, сколько других агентов действует). На шаге k агент $i \in N$ выбирает одно из двух состояний $\omega_{ik} \in \{0, 1\}$ (если $\omega_{ik} = 1$, то говорят, что агент «действует», иначе говорят, что он «бездействует»), его состояние на шаге $k + 1$ определяется по правилу:

$$\omega_{i(k+1)} = \begin{cases} 1, \dfrac{1}{n}\sum_j \omega_{jk} - \theta_i \geq 0, \\ 0, \dfrac{1}{n}\sum_j \omega_{jk} - \theta_i < 0. \end{cases} \quad (1)$$

Согласно выражению (1), агент действует, если состояние системы $x_k = 1/n \sum_i \omega_{ik}$ не ниже, чем его порог. Такое поведение называется конформным. Динамика состояния системы во времени при этом подчиняется рекуррентному соотношению

$$x_{k+1} = F_n\left(x_k\right), \quad (2)$$

где

$$F_n\left(x\right) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \chi\left(\theta_i \leq x\right), \quad (3)$$

χ обозначает индикатор множества. В работе [2], был рассмотрен случай, при котором в правой части выражения (2) имеется неопределённость: вместо известных порогов агентов рассматривается последовательность $\theta_1(\omega), \dots, \theta_n(\omega)$ независимых одинаково распределённых (с распределением $F(\cdot)$) случайных величин на вероятностном пространстве $(\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{P})$. Такая ситуация возникает, например, когда пороги агентов не известны точно, но агенты выбраны случайно из множества агентов с известным распределением порогов.

Задача обеспечения надежности при управлении толпой заключается в следующем. Так как параметры системы (пороги агентов) не известны точно, а являются случайными величинами, динамика толпы и ее состояние в каждый ненулевой момент времени также случайны. При этом, если задано целевое множество состояний толпы, каждая функция распределения порогов агентов $F(\cdot)$ однозначно определяет вероятность, с которой это множество будет достигнуто. Надежность состояния толпы повышается с увеличением вероятности достижения целевого множества. Управляя функцией распределения порогов $F(\cdot)$, возможно обеспечить надежность состояния толпы. Данная постановка задачи управления толпой отражает тот факт, что в реальности нет возможности управления порогами агентов непосредственно, а возможно лишь косвенное влияние (в рамках классической тройки: информационное управление, мотивационное управление, институциональное управление), которое приводит к изменению их вероятностного распределения.

Литература

1. *Granovetter M.* Threshold Models of Collective Behavior // American Journal of Sociology. 1978. Vol. 83. P. 1420 - 1443.
2. *Бреер В.В., Рогаткин А.Д.* Вероятностная модель порогового поведения в многоагентных системах // Автоматика и телемеханика. 2015. № 8. С. 56 – 77.