*Е. С. Соболева, Г. Н. Попова, Я. И. Торгашов**

ВЛИЯНИЕ ИНТЕЛЛЕКТА НА ЦЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ СИСТЕМЫ

Дадим формальное описание модели рассматриваемой системы. Обозначим состояния системы через $\Omega \in \Omega_0$, где Ω_0 – множество возможных состояний. Предсказание состояния системы на интервале $t_э$ в линейном приближении имеет вид

$$\Omega(t+t_э) \approx \hat{\Omega}(t)+\hat{\Omega}'(t)t_э+\sigma_\Omega, \quad (1)$$

где $\hat{\Omega}$, $\hat{\Omega}'$ – интеллектуальные оценки состояния и скорости изменения состояния; σ_Ω – ошибка предсказания. Качество оценок и значение ошибки зависит от интенсивности влияния среды и от представления (отображения) ситуации в системе.

Пусть на систему воздействует некоторый фактор $f(t)$, влияющий на ее энтропию U в соответствии со следующими соотношениями:

$$dU = d\varphi/\Omega'_2, \quad (2)$$

$$\varphi(t) = k\int_0^t f^2(t)dt, \quad (3)$$

где k – коэффициент, который определяется выбором системы единиц; φ, Ω'_2 – системные эквиваленты теплоты и температуры. Отсюда:

---

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВО «ТГТУ» М. А. Ивановского.

$$U'(t) = k\frac{f^2(t)}{\Omega'^2(t)}, \qquad (4)$$

$$U''(t) = 2k\left[f'(t) - f(t)\frac{\Omega''(t)}{\Omega'(t)}\right]\frac{f(t)}{[\Omega'(t)]^2}, \qquad (5)$$

$$U''(t) = 2[f'(t)/f(t) - \Omega''(t)/\Omega'(t)]U'(t). \qquad (6)$$

Обозначим $\Omega''/\Omega' = y(t)$, тогда

$$U''(t) = 2[f'(t)/f(t) - y]U'(t). \qquad (7)$$

Если $f(t)$ = const и $f(t) = 0$,

$$U''(t) = -2y(t)U'(t), \;\; U(t) = C\int_{t_1}^{t_2}\exp\left[\int_{t_1}^{t_2} y(\xi)d\xi]dt\right].$$

Разложим оценку левой части выражения (1) в ряд по $t_э$ в предположении, что интервал экстраполяции мал по сравнению с периодом T наблюдения системы ($t_э << T$).

$$\hat{\Omega}(t + t_э) = \hat{\Omega}(t) + \hat{\Omega}'(t)t_э + \frac{1}{2}\hat{\Omega}''(t)t_э^2 + \dots . \qquad (8)$$

Величина σ_Ω в выражении (1) растет с увеличением $f(t)$, обратна «объекту» интеллекта Θ и зависит от запаздывания отображения ситуации τ. Приближенно представим ошибку экстраполяции состояния системы в виде

$$\sigma_\Omega \approx f(t)/\Theta(t - \tau), \qquad (9)$$

ограничившись в выражении (8) квадратичным членом, нетрудно получить

$$\hat{\Omega}''(t) \approx 2f(t)/[t_э^2\Theta(t - \tau)], \qquad (10)$$

при соответствующем выборе единиц $2/t_э^2 = 1$ и

$$\hat{\Omega}''(t) \approx f(t)/\Theta(t - \tau), \;\; \hat{\Omega}''(t) \approx \int_0^t \frac{f(t)}{\Theta(t - \tau)}dt. \qquad (11)$$

Соотношения (1) – (11) определяют влияние интеллекта на целесообразность поведения системы и на скорость изменения ее состояния.

При высокоразвитом интеллекте осуществим длительный прогноз (условие $t_э << T$ сохраняется) и тогда скорость изменения состояния системы невелика: система способна выбирать относительно стабильное состояние, рациональное на длительном интервале времени, заметим, что

$$y(t)=\frac{\Omega''(t)}{\Omega'(t)}=\frac{1}{\Omega'(t)}\frac{d\Omega'(t)}{dt}=\frac{d}{dt}(\ln\Omega'(t)).$$

Известно, что $\log x$ – число единиц, необходимых для того, чтобы закодировать и запомнить x, в частности, $\ln x = a\log 2x = c$ (c – число двоичных единиц). Отсюда

$$y(t) = \Omega''(t)/\Omega'(t) = q(\Theta) \text{ при } \Theta \geq \Theta^*,$$

где Θ^* – такой объем интеллекта, при котором он в состоянии достаточно быстро отобразить ход и исход взаимодействия со средой, т.е. $\Theta^*\Omega'' = f^*$, $f < f^*$.

Чем больше Θ, тем система независимее от среды в том смысле, что она способна меньшими изменениями состояния (следовательно, с меньшими затратами ресурса, поскольку изменение состояния требует расхода ресурса, в частности энергии) противостоять внешней силе.

Немалое значение имеет τ. Оперативная сила интеллекта определяется не потенциальными характеристиками, а реальным объемом накопленной информации на интервале $T >> t_э$ относительно среды и возможных последствий ситуационного взаимодействия с нею системы. Если информации очень много и значительная часть ее не носит ситуационного характера, а, допустим, касается общих свойств системы и среды, то процедура отождествления текущего воздействия с накоплением информационным ресурсом интеллекта задерживается и τ растет.

Имеет место ситуация: «молодая» система имеет «незаполненный» интеллект, ей не с чем отождествлять полученные стимулы, «старая» система с переполненным интеллектом очень долго решает задачу отождествления текущей ситуации и прогнозирования, поскольку $\tau = \tau(\Theta)$. Поэтому оптимальный ситуационный интеллектуальный ресурс лежит в пределах

$$\Theta^* \leq \Theta_{opt} \leq \Theta, \tag{12}$$

причем Θ^*, Θ зависят от возможных состояний среды и перспектив ее изменения.

Перепишем (10) в виде

$$\hat{\Omega}''(t)][\Theta(t-\tau(t,\Theta))] = f(t). \tag{13}$$

Компоненты интеллекта имеют различное запаздывание отображения (в частности, подсознательный компонент имеет запаздывание, которое можно считать равным нулю по сравнению с сознательным и надсознательным: подсознание отвечает на внешнее возбуждение мгновенной реакцией либо не отвечает вовсе, сознательное размышление может длиться минуты, часы, дни и месяцы, а надсознательные процессы имеют чрезвычайно широкий диапазон длительности – от секунд до десятков лет).

Состояние системы можно представить в виде суммы состояний подсистем:

$$\Omega(t) = \sum_{i=1}^{n} \Omega_i(t).$$

Отсюда

$$\left[\sum_{i=1}^{n} \hat{\Omega}''(t)\right]\left[\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K} \Theta_j\left(t - \tau_{jk}\left(t,\ \Theta_{jk}\right)\right)\right] = f(t). \qquad (14)$$

В этом дифференциальном уравнении с отклоняющимся аргументом коэффициентами являются оценки ускорений изменения состояний. Для модели интеллекта целесообразно взять в качестве коэффициентов ускорения изменения самих состояний, а не их оценки. Тогда

$$\left[\sum_{i=1}^{n} \Omega''(t)\right]\left[\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K} \Theta_j\left(t - \tau_{jk}\left(t,\ \Theta_{jk}\right)\right)\right] = f(t), \qquad (15)$$

$$\Theta_j(t) = \Psi_j(t) \text{ при } -T < t \le 0.$$

Уравнение (15) есть упрощенная аддитивная модель интеллекта, пригодная для выполнения относительно простых функций.

Для более сложных функций более уместна нелинейная модель такого вида

$$\left[\sum_{i=1}^{n} \Omega''(t)\right]\left\{\left[\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K} \Theta_j\left(t - \tau_{jk}\left(t,\ \Theta_{jk}\right)\right)\right] + \left[\prod_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K} \Theta_j\left(t - \tau_{jk}\left(t,\ \Theta_{jk}\right)\right)\right]\right\} = f(t), \qquad (16)$$

$$\Theta_j(t) = \Psi_j(t) \text{ при } -T < t \le 0,\ \tau_{jk} \in (0,\ \tau_m).$$

Список литературы

1. Козелецкий, Ю. Психологическая теория решений / Ю. Козелецкий. – М. : Прогресс, 1979. – 503 с.

2. Горский, Ю. М. Гомеостатика: гармония в игре противоречий / Ю. М. Горский, А. И. Степанов, А. Г. Теслинов. – Иркутск : Репроцентр А1, 2008.

3. Гаврилов, А. В. Гибридные интеллектуальные системы / А. В. Гаврилов. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2003.

Кафедра «Информационные системы и защита информации»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»