В.И. Новосельцев, Л.С. Михайлова, А.К. Тарасов

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ФОРМИРОВАНИЕ РЕЦЕПТОРОВ РАСТУЩИХ ПИРАМИДАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассмотрим алгоритм логического распознавания ситуаций на основе растущих пирамидальных сетей, представляющий интерес для использования в системах безопасности. Пусть исходные описания GS_t распознаваемых ситуаций S_t представлены в виде последовательности диапазонов изменения значений признаков X, Y,…, Z:

$$GS_t = \left\{ X_1^{(n)}, X_2^{(n)}, \dots, X_{M_x^{(n)}}, Y_1^{(n)}, Y_2^{(n)}, \dots, Y_{M_y^{(n)}}, Z_1^{(n)}, Z_2^{(n)}, \dots, Z_{M_z^{(n)}} \right\}, \quad (1)$$

где $M_x^{(n)}, M_y^{(n)}, M_z^{(n)}$ – количество диапазонов значений признаков X, Y,…, Z для n-й ситуации (n = 1,…, N) соответственно; $X_j^{(n)} = (x_{jн}^{(n)}, x_{jк}^{(n)})$ – j-й диапазон значений признака X для n-й ситуации (j = 1,…, $M_x^{(n)}$); $x_{jн}^{(n)}, x_{jк}^{(n)}$ – начальная и конечная границы диапазона $x_j^{(n)}$ соответственно; $Y_j^{(n)}$,…, $Z_j^{(n)}$ – определяется аналогично $X_j^{(n)}$.

Применительно к какому-либо признаку, пусть это будет X, опишем процедуру автоматического формирования рецепторов растущей пирамидальной сети (РПС) [1]. Для каждой пары диапазонов изменения значений признака X на метрической шкале SH_x введем систему базовых отношений $R = \{r_i, i = 1,\dots, z\}$, представленных на рис. 1, на котором приняты следующие обозначения: X_1, X_2 – пара диапазонов изменения значений признака X; $\mu_{jн}$, $\mu_{jк}$ – начальная и конечная границы диапазона X_j, j = 1, 2; r_1 – "совпадать"; r_2 – "примыкать слева"; r_3 – "пересекаться, оставаясь слева"; r_4 – "быть внутри при совпадающих начальных границах"; r_5 – "быть внутри"; r_6 – "быть внутри при совпадающих конечных границах"; r_7 – "быть слева". Потенциально возможные отношения, такие как "примыкать справа", "пересекаться, оставаясь справа" и "быть справа", сводятся к базовым отношениям r_2, r_3 и r_7, соответственно, путем перестановки местами диапазонов X_1, и X_2. Введенные отношения между парами диапазонов представим далее в виде элементарных синтагм: $X_1\ r_1\ X_2$; $X_1\ r_2\ X_2$;…, $X_1\ r_7\ X_2$. В этих обозначениях процедура автоматического формирования рецепторов реализуется следующим образом.

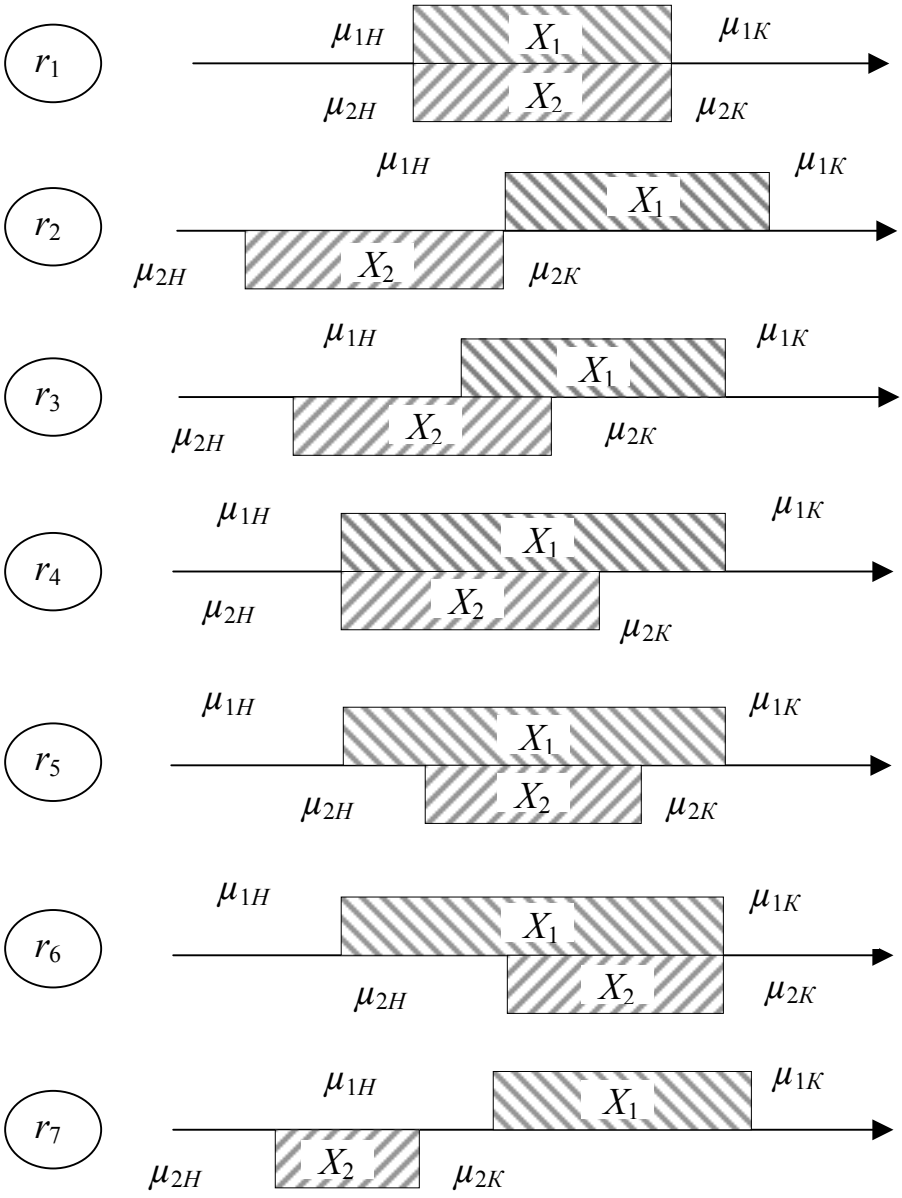

Рис. 1. Система базовых отношений для построения алгоритмов логического распознавания

На первом шаге выполняется преобразование диапазонов изменения значений признака X, характеризующего n-ю ситуацию, в соответствии со следующими правилами вывода новых диапазонов и их начальных и конечных границ:

$$
\begin{aligned}
&1.\ X_1\, r_1\, X_2 \mapsto (\mu_{1H,}\, \mu_{1K}) \vee (\mu_{1H,}\, \mu_{2K}) \vee (\mu_{2H,}\, \mu_{1K}) \vee (\mu_{2H,}\, \mu_{2K});\\
&2.\ X_1\, r_2\, X_2 \mapsto (\mu_{2H,}\, \mu_{1K});\\
&3.\ X_1\, r_3\, X_2 \mapsto (\mu_{2H,}\, \mu_{1K});\\
&4.\ X_1\, r_4\, X_2 \mapsto (\mu_{1H,}\, \mu_{1K}) \vee (\mu_{2H,}\, \mu_{1K});\\
&5.\ X_1\, r_5\, X_2 \mapsto (\mu_{1H,}\, \mu_{1K});\\
&6.\ X_1\, r_6\, X_2 \mapsto (\mu_{1H,}\, \mu_{1K}) \vee (\mu_{1H,}\, \mu_{2K});\\
&7.\ X_1\, r_7\, X_2 \mapsto (\mu_{2H,}\, \mu_{2K}) \wedge (\mu_{1H,}\, \mu_{1K}),
\end{aligned}
\qquad (2)
$$

где символ $\mapsto$ – означает "преобразуется в", $\vee$ – соответствует логическому "или", $\wedge$ – соответствует логическому "и", а в круглых скобках указаны преобразованные диапазоны значений с их начальными и конечными границами.

Из (2) следует, что в шести первых случаях отношения между парой диапазонов сводятся к отношению r_7. В результате применения этих правил получим последовательность изолированных диапазонов значений признака X, причем любая пара этих диапазонов связана отношением r_7. При этом достигается значительное сокращение исходного количества диапазонов значений признака.

На втором шаге осуществляется маркировка метрической шкалы SH_x путем отображения на ней полученных после применения правил $П_в$ диапазонов значений признака X для всех ситуаций. Начальным и конечным границам диапазонов на шкале SH_x ставятся в соответствие определенные точечные маркеры. Если для некоторых значений границ диапазонов истинно следующее логическое условие

$$(\mu_н^{(n)} = \mu_к^{(m)}) \vee (\mu_н^{(n)} = \mu_н^{(m)}) \vee (\mu_к^{(n)} = \mu_к^{(m)}), \qquad (3)$$

где $n, m = 1,\ldots, N$ при $n = m$, то таким парам границ диапазонов соответствует один маркер на шкале SH_x.

В результате такого отображения для всех ситуаций на шкале SH_x получим упорядоченную по возрастанию последовательность маркеров q_1, q_2, $q_3,\ldots$, q_{Lx}, где $q_1 < q_2 < q_3 <\ldots< q_{LX}$; Lx – количество маркеров по шкале SH_x.

Эта последовательность является исходной для третьего шага описываемой процедуры. При его реализации L-й (L =1,..., L_x) рецептор x_l для признака X формируется в виде: $x_l = (q_l, q_{l+1})$. Очевидно, что для каждой пары рецепторов x_l и x_k, где $l, k = 1,..., L_X$ -1 при $l \neq k$, всегда выполняется условие $x_k \cap x_l \neq \varnothing$ (пустое множество).

Описанные действия последовательно применяются ко всем диапазонам изменения значений признаков X, Y,..., Z. В результате список рецепторов РПС оказывается сформированным в виде

$$RCR = \{x_1, x_2,\ldots, x_{Lk\text{-}1}, y_1, y_2,\ldots, y_{Ly\text{-}1}, z_1, z_2,\ldots, z_{Lz\text{-}1}\}, \qquad (4)$$

где Lx, Ly, Lz – количество маркеров на шкалах SH_x, SH_y, SH_z, соответствующих признакам X, Y, ..., Z.

Если полученную РПС представить в виде направленного графа, вершины которого соответствуют элементам сети, то на самом верхнем уровне иерархии будут находиться элементы, соответствующие названиям ситуациям S_1, $S_2,\ldots$, S_N. При этом каждой ситуации S_n (n = 1,.., N) соответствует пирамида элементов, на самом нижнем уровне которой находятся рецепторы, соответствующие диапазонам значений признаков, характеризующих ситуацию S_n. Кроме рецепторов и вершинных элементов, соответ-

ствующих названиям объектов, согласно (2) в сети формируются ассоциативные элементы, представляющие собой сочетания диапазонов значений признаков, характеризующих несколько ситуаций. Введение в сеть ассоциативных элементов исключает дублирование совпадающих частей описаний у разных ситуаций, что позволяет сократить как объем памяти, отведенной под данные, так и время просмотра информации о ситуациях, имеющих с данной ситуацией одинаковые значения признаков.

При распознавании предъявленной ситуации просматривается только та часть сети, которая в наибольшей степени ассоциативно связана с рассматриваемой комбинацией значений признаков.

Литература

1. Гладун В.П. Эвристический поиск в сложных средах. – Киев: Наукова думка, 1977.

2. Новосельцев В.И., Тарасов Б.В. и др. Логико-лингвистические модели в военных системных исследованиях. – М.: Воениздат, 1988.