**А.М. Балюков**

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР БЫСТРОМЕНЯЮЩИХСЯ СИТУАЦИЙ

Анализаторы быстроменяющихся ситуаций находят широкое применение при управлении сложными системами, например, радиопеленгаторными сетями. Особенностями функционирования таких систем являются следующие.

1 Широкий диапазон скоростей изменения ситуаций, продолжительность нахождения системы радиопеленгации с внешним окружением в одном состоянии может колебаться от десятков секунд до миллисекунд.

2 Число различных ситуаций исключительно велико. Повторение одинаковых ситуаций является редким событием.

3 Достоверные оценки вероятностей ситуаций отсутствуют вследствие невозможности получения представительной выборки и пренебрежимой малости самих вероятностей.

4 Скорость выработки (поступления) управляющих команд и сигналов соизмерима со скоростью изменения ситуаций.

В этих условиях выбор наиболее целесообразного способа действия для текущей ситуации во многом зависит от опыта, быстроты реакции и интуиции операторов, специалистов и лиц, принимающих решение. При этом вместо статистически определяемых вероятностей событий приходится рассматривать субъективно приписываемые вероятности.

**ЗАДАЧА, РЕШАЕМАЯ АНАЛИЗАТОРОМ, ФОРМУЛИРУЕТСЯ СЛЕДУЮЩИМ ОБРАЗОМ.**

Задается множество действий, которые можно осуществить в конкретной ситуации, т.е.

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}.$$

На основе множества $D$ вводится область взаимоисключающих гипотез $Q$, элементами которой могут быть как сами действия, так и их комбинации.

Различная информация о возможных действиях в сложившейся ситуации рассматривается как источники свидетельств. Этими источниками могут быть сведения в базе данных (знаний), мнения специалистов и т.д.

Каждому источнику свидетельств соответствуют меры доверия $m(q)$, назначаемые элементам области $Q$. При этом сумма всех $m(q)$ для одного свидетельства равна 1. Свидетельства могут поступать не одновременно.

Требуется определить объединенную меру доверия от всех источников свидетельств и реализовать действия, имеющие наибольшую степень доверия.

Объединенная мера доверия рассчитывается по правилу Демпстера [1, 2].

$$m_k(z)=\frac{\sum\limits_{x\cap y=z} m_{k-2}(x)m_{k-1}(y)}{1-\sum\limits_{x\cap y=\varphi} m_{k-2}(x)m_{k-1}(y)}, \tag{1}$$

где $k$ – число источников свидетельств; $x$, $y$, $z$ – гипотезы для соответствующих источников свидетельств.

Например, пусть

$$D=\{d_1,\ d_2,\ d_3,\ \dots,\ d_c\},$$

здесь $d_j$ – пеленг, осуществляемый $j$ станциями; $d_c$ – пеленг, осуществляемый всей сетью. На основе первого свидетельства $m_1(d_2)=0{,}7$ и $m_1=(Q)=0{,}3$, а второго свидетельства $m_2(d_3)=0{,}8$, $m_2=(Q)=0{,}2$. Величина $m_c=(Q)$ здесь характеризует другие возможные меры доверия. Применительно к формуле (1) в нашем случае $x=\{d_2,Q\}$, $y=\{d_3,Q\}$, $z=\{d_2,d_3,Q\}$ и $m_3(d_2)\approx 0{,}32$; $m_3(d_3)\approx 0{,}545$; $m_3(Q)\approx 0{,}135$.

Таким образом, в результате объединения свидетельств, предпочтение имеет действие $d_3$.

Предположим, что поступило новое свидетельство $V=\{(d_3,\, d_c),\, Q\}$ с $m_4\{(d_3,\, d_c)\}=0{,}6$ и $m_4(Q)=0{,}4$. В этом случае формула (1) принимает вид

$$m_5(W)=\frac{\sum\limits_{z\cap v=w} m_3(z)m_4(V)}{1-\sum\limits_{z\cap v=\varphi} m_3(z)m_4(V)} \text{ и } W=\{d_2, d_3, (d_3, d_c), Q\}.$$

В результате расчетов получаем

$$m_5(d_2)=0{,}158,\quad m_5(d_3)=0{,}675,\quad m_5((d_3 d_c))=0{,}1,\quad m_5(Q)=0{,}067.$$

Таким образом, в результате нового свидетельства мера доверия к действию $d_3$ возросла.

Недостатком формулы (1) является то, что в случае одновременного поступления трех свидетельств их обработка должна производиться последовательно, т.е. сначала расчеты производятся для первого и второго, а затем полученный результат обрабатывается совместно с третьим.

Предлагается алгоритм одновременного расчета мер доверия для числа свидетельств более двух. Продемонстрируем этот алгоритм для тех же исходных данных. Пусть имеется три свидетельства

$$X_1=\{d_2, Q\} \text{ с } m_1(d_2)=0{,}7,\ m_1(Q)=0{,}3;$$

$$X_2=\{d_3, Q\} \text{ с } m_2(d_3)=0{,}8,\ m_2(Q)=0{,}2;$$

$$X_3=\{(d_3, d_c)Q\} \text{ с } m_3(d_3, d_c)=0{,}6,\ m_3(Q)=0{,}4.$$

В результате рассмотрения попарных пересечений множеств формируется результирующее множество $Y=\{d_2, d_3, (d_3, d_c), Q\}$ и два пустых множества $(d_2 \wedge d_3=\varnothing,\ d_2 \wedge (d_3, d_c)=\varnothing)$. Затем рассчитывается коэффициент нормировки с учетом этих двух пустых множеств

$$K=1-(m_1(d_2)m_2(d_3)+m_1(d_2)m_3((d_3,d_c))-m_1(d_2)m_2(d_3)m_3((d_3,d_c)))=0{,}356.$$

Далее рассчитываются меры доверия компонентов множества $Y$ по формулам:

$$m(d_2)=\frac{1}{k}m_1(d_2)m_2(Q)m_3(Q)=0{,}157;$$

$$m(d_3)=\frac{1}{k}m_1(Q)m_2(d_3)(m_3((d_3, d_c))+m_3(Q))=0{,}674;$$

$$m((d_3, d_c))=\frac{1}{k}m_1(Q)m_2(Q)m_3((d_3, d_c))=0{,}101;$$

$$m(Q)=\frac{1}{k}m_1(Q)m_2(Q)m_3(Q)=0{,}067.$$

Достоинством предложенного алгоритма является то, что при получении результата $m(d_3)=0{,}674$ дальнейшие расчеты можно не производить, так как следующие меры доверия будут в сумме меньше $1-m(d_2)-m(d_3)$, т.е. действие $d_3$ сохранит свое лидерство.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. 864 с.

*Кафедра "Конструирование радиоэлектронных*

*И МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ"*