

УДК 681.3:0048:622.867

## ПРЕЦЕДЕНТНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙ НА ШАХТАХ

Яворская В.В., Коваленко А.Н.

Национальный горный университет, г. Днепрпетровск

*В работе решена задача установления статического соответствия прецедентов (возможных аварий), имевших место на шахтах, посредством использования модифицированного метода анизотропной и ассиметричной метрики.*

### Введение

При ликвидации аварий на шахтах большое значение имеет точность и оперативность принятых решений по управлению технологическими системами шахт, особенно вентиляционными системами, так как опасность таких аварий в закрытом пространстве с наличием взрывоопасных газов требует применения особых режимов проветривания. При решении подобных проблемных ситуаций в плохо формализуемых предметных областях, актуальным является подход, основанный на повторном использовании знаний об аналогичных случаях (CBR- Case-Based Reasoning) [1,2].

### Цель исследования

Важнейшим открытым вопросом при решении подобных задач является установление соответствия прецедентов. Вариант разработанного алгоритма установления соответствия представлен на рисунке 1. При решении задачи поиска прецедентов аналогичных текущей задаче в данной работе предлагается использовать модифицированную весовую метрику алгоритма AASM (Asymmetric and Anisotropic Similarity Metric) [3]. Этот алгоритм относится к классу самообучающихся, так называемых «ленивых» алгоритмов, основанных на метрике ближайшего соседа (&-NN), автоматически определяющих релевантные атрибуты и корректирующих их веса в зависимости от того, насколько схож найденный экземпляр прецедента с текущей задачей.

Пусть,  $C$  – пространство всех возможных оперативных задач (в нашем случае – задач  $\alpha$ , имеющих одинаковые атрибуты),

$$C = F_1 \times \dots \times F_N, \quad (1)$$

где  $F_i$  – либо интервал  $[0, 1]$ , либо конечное множество значений  $i$ -го атрибута. Обозначим через

$\bar{C} \subset C$  множество прецедентов  $\alpha'$ , находящихся в базе знаний,  $\bar{C} = \{x_1, \dots, x_M\}$  и  $\forall x_i = (x_{i1}, \dots, x_{iN}) \in \bar{C}$

, а через  $y_i = (y_{i1}, \dots, y_{iN}) \in C$  описание образца  $\alpha$ .

Тогда для нахождения ближайшего к задаче  $\alpha$  прецедента  $\alpha'$  можно использовать меру сходства  $d_i : F_i \times F_i \rightarrow R \geq 0$ .

В работе предлагается вместо метрики  $d(x, y) = \left( \sum_{i=1}^N d_i(x_i, y_i)^p \right)^{\frac{1}{p}}$ , в пространстве

$C = F_1 \times \dots \times F_N$  т.е. обычной линейной метрики  $L^p$  в пространстве  $C$ , использовать новую взвешенную метрику  $\partial_i : F_i \times F_i \rightarrow R \geq 0, F_i = [0, 1]$ :

$$\partial_i(x, y) = \begin{cases} p_1(x - y), & \text{если } x \geq y; \\ q_1(y - x), & \text{если } x < y, \end{cases} \quad (2)$$

где  $p_i, q_i \in [0, 1]$  – левый и правый вес  $i$ -го атрибута соответственно.

Взвешенная метрика  $\partial_i(x, y)$  всегда может быть определена не только для  $F_i = [0, 1]$ , но и интервала  $F_i$ , имеющего конечное множество значений. Однако в нашем случае, поскольку отношение порядка не принципиально, можем записать:

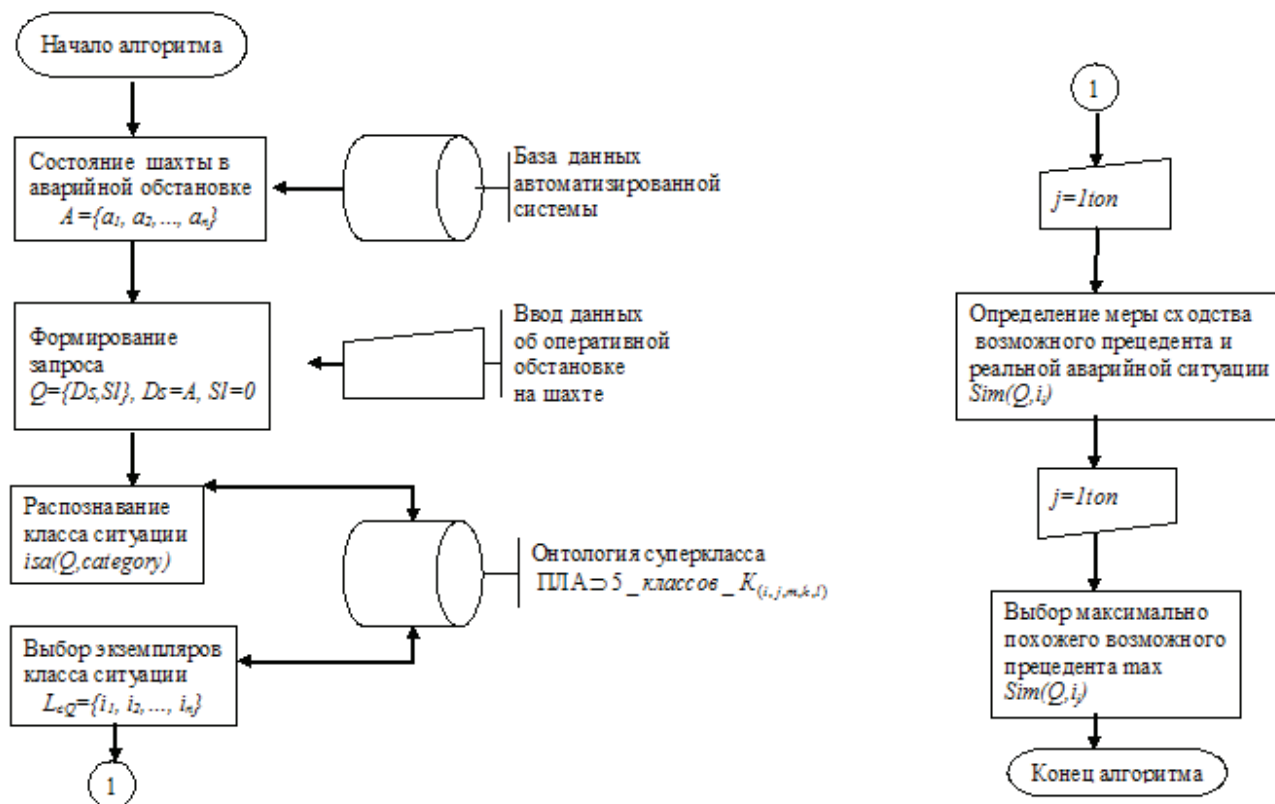


Рисунок 1. Алгоритм поиска возможного ближайшего прецедента в онтологической базе знаний системы

$$\partial_i(x, y) = w_i d_i(x, y), \text{ где } w_i = p_i = q_i.$$

При необходимости метрика  $\partial_i$  для отдельных прецедентов может быть расширена до взвешенной метрики  $L^p$  в пространстве  $C$ .

Допустим,  $\bar{C}$  – подмножество множества:  $C$ ,  $\bar{C} = \{x_1, \dots, x_N\}$  и для каждой  $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{iN}) \in \bar{C}$  примем  $p_i = (p_{i1}, \dots, p_{iN})$  и  $q_i = (q_{i1}, \dots, q_{iN})$  – два вектора  $[0, 1]^N$ . Предположим далее, что  $p_i = q_i$  если  $F_i$  конечно. Две матрицы  $|p_{ij}|$  и  $|q_{ij}|$  называются системой весов  $w$  для множества прецедентов  $\bar{C}$ .

Другими словами, система весов – это точка в пространстве  $[0, 1]^{2N|\bar{C}|} = W$ . Тогда, анизотропная и асимметричная метрика на  $\bar{C} \times C, \partial: \bar{C} \times C \rightarrow R_{\geq 0}$ , имеет вид:

$$\partial(x_i, y) = \left( \sum_{j=1}^N w_{ij} d_j(x_{ij} y_j)^p \right)^{1/p}, \tag{3}$$

где

$$w_{i,j} = \begin{cases} p_{i,j} & \text{если } x_{ij} \geq y_{ij} \text{ и } F_j = [0, 1]; \\ q_{i,j} & \text{если } x_{ij} < y_{ij} \text{ и } F_j = [0, 1]; \\ p_{i,j} = q_{ij} & \text{если } F_j \text{ конечно.} \end{cases} \tag{4}$$

**Процедура обучения системы весовых коэффициентов**

Цель данной процедуры – настройка системы весов таким образом, чтобы функция возврата ближайшего прецедента действительно находила наиболее схожий с данным образцом прецедент. Процедура настройки весов (обучения) итеративно изменяет веса в системе весов  $w$ , в пространстве прецедентов  $\bar{C}$ . Шагом обучения весов является отображение:  $T: W \times C \rightarrow W$  Пусть  $w = (p, q)$  –



существующая система весов и  $y = C/\bar{C}$ . Тогда новая система весов  $w' = (p', q')$  получается из  $w$  применением функции  $T$ , т.е.  $(p', q') = T(p, q, y)$ . Процедура обучения — это алгоритм, итеративно выбирающий прецедент и вызывающий шаг обучения для этого прецедента, пока не выполнится условие для выхода из алгоритма. При обучении рассматриваются два варианта.

Вариант 1. Найденный прецедент  $x_i$  схож с образцом  $y_i$ .

Вариант 2. Найденный прецедент  $x_i$  не схож с образцом  $y_i$ . Алгоритм настройка системы весов, реализуется в виде процедуры Learning-Path: Procedure Learning - Path ( $p(Q), q(\theta), T$ ).

### Выводы

В данном докладе рассмотрена задача установления статического соответствия прецедентов имевших место на шахтах, посредством использования модифицированной весовой метрики алгоритма AASM (Asymmetric and Anisotropic Similarity Metric)

### Литература

- [1] Котенко И.В. Модели вывода по прецедентам для реализации интеллектуальных систем // КИИ-98. <http://space.iias.spb.su/ai/kotenko/russian.jsp>.
- [2] Черняховская Л.Р., Никулина Н.О., Халиков Т.А., Федорова Н.И., Водопьянов Р.В. Разработка динамической модели процесса управления в проблемных ситуациях на основе базы знаний прецедентов. // Управление в сложных системах. Межвузовский научный сборник. - Уфа, 1999. - С. 207 - 212. <http://asu.ugatu.ac.ru/book/coUect/pdf/2000/24.pdf>.
- [3] Avesani P., Perini A., Ricci F. Combining CBR and Constraint Reasoning in Planning Forest Fire Fighting. In Proceedings of 1st European Workshop on Case - Based Reasoning, Kaiserslautern, November 1-5, 1993. <http://sra.ite.it/projects/charade/evvcbr93.ps>.