ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПО ПРЕЦЕДЕНТНОСТИ (ЗАДАЧА РАСПОЗНАВАНИЯ)

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ#1 (*произвольные признаки*)

Begin (***режим обучения***)

Задана выборка объектов $X^0 : X_1^0,\dots,X_l^0$ (*l* - число классов). Разбиваем X^0 на две части: $X^{0,P}, X^{0,T}$ (назовем их **параметрической** и **обучающей** соответственно) так, чтобы при этом выполнялись условия:

$$1.\, X^{0,P} \bigcap X^{0,T} = \varnothing$$

$$2.\, K_i^P := X^{0,P} \bigcap X_i^0 \neq \varnothing, K_i^T := X^{0,T} \bigcap X_i^0 \neq \varnothing \; \forall i = 1,\dots,l$$

Обозначим $\left|X^{0,T}\right| = n, \left|X^{0,P}\right| = m, \left|K_i^T\right| = n_i, \left|K_i^P\right| = m_i$

Этап 1.(вычисление попарной близости для объектов).

Begin Для каждого объекта $x_i \in X^{0,T}$ вычисляем **близость** к объектам $x^u \in X^{0,P}$. Для этого предварительно выбираем некоторую функцию близости

$$d : X \times X \to R$$

где *X* - пространство признаков, т.е. $X^0 \subseteq X$, *R* -пространство действительных чисел (например, это может быть обычная метрика). В результате получим $n \times m$ матрицу $D := \left\| d(x_i, x^u) \right\|_{n\times m}$.

end

Этап 2. (вычисление близости объектов из обучающей выборки к классам и оптимизация).

Begin Выбираем *l* функций близости объектов к классам

$$b_i : \underbrace{R\times \dots\dots \times R}_{m_i} \to R,\; i = 1,\dots,l$$

В зависимости от вида этой функции выбираем решающее правило для вычисления алгоритмических предикатов

$$P^A := (P_1^A,\dots,P_l^A) : \underbrace{R\times\dots\dots\times R}_{l} \to \{0,1\}^l$$

Пример решающего правила:

$$P_i^A(x) = \begin{cases} 1, if\; b_i(x, K_i^P) = \mathbf{min}\,\{b(x, K_1^P),\dots,b(x, K_l^P)\}, \\ 0, otherwise. \end{cases}$$

Устанавливаем **логический признак** := false.

While not **логический признак** do (оптимизация)

1. для каждого объекта $x_j \in X^{0,T}$ вычисляем близость к классам $K_1^P,\dots,K_l^P$, на основе матрицы *D*, полагая

$$b_i(x_j, K_i^P): d(x_j, x^{u_1}) \times .. \times d(x_j, x^{u_{m_i}}) \to R$$

где $x^{u_1},...,x^{u_{m_i}}$ – объекты из K_i^P. В результате получаем матрицу вещественных чисел $B = \left\| b_i(x_j, K_i^P) \right\|_{n \times l}$.

2. Вычисляем P^A для всех объектов $x_j \in X^{0,T}$. Т.к. для каждого такого объекта известна принадлежность к классам K_i^T, то можно вычислить **функционал качества**

$$\varphi(X^{0,T}) = \frac{n_0(X^{0,T})}{n},$$

где $n_0(X^{0,T})$ – число правильно распознанных объектов из $X^{0,T}$.

if качество распознавания (значение функционала φ) устраивает

then фиксируем функции $b_1,...,b_l$ и решающее правило;

логический признак := true.

else корректируем функции $b_1,...,b_l$ (и/или в случае необходимости решающее правило).

end

end

end

Begin (***режим распознавания***)

Пользуясь полученными в режиме обучения функциями *d, b* и решающим правилом для каждого объекта $x \notin X^0$

- вычисляем $d(x, x^1),...,d(x, x^m)$;
- вычисляем $b_1(x, K_1^P),...,b_l(x, K_l^P)$;
- вычисляем P^A.

Работа в этом режиме осуществляется до тех пор, пока имеются объекты $x \notin X^0$.

end

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ#2 (*булевские признаки* – {0,1})

Begin (***режим обучения***)

Задана выборка объектов $X^0 : X_1^0,...,X_l^0$ (*l* - число классов) с известной классификацией. Назовем эту выборку **обучающей** и потребуем, чтобы при этом выполнялось условие:

$$X_i^0 \cap X_j^0 = \varnothing \quad \forall i, j \in \{1,...,l\}, i \neq j$$

Обозначим $\left| X_i^0 \right| = m_i$, $X^0 \subset B_2^n$, $x = (x_1,...,x_n)$

Шаг 1. Фиксируем номер класса $i \in \{1,...,l\}$ и переходим к шагу 2.

Шаг 2. Для всех признаков $t \in \{1,...,n\}$ вычисляем:

$$b_{it} = \frac{\sum_{j=1}^{m_i} x_{jt}^i}{m_i}$$

где x_{jt}^i - значение признака *t* в векторе $x_j \in X_i^0$.

Шаг 3. Шаги 1&2 выполняем до тех пор, пока все номера классов и все признаки в каждом классе не будут исчерпаны. Затем переходим к шагу 4.

Шаг 4. Для всех признаков $t \in \{1,...,n\}$ и классов $i \in \{1,...,l\}$ вычисляем:

$$b_t = \frac{\sum_{i=1}^{l} b_{it}}{l}, \; a_{it} = | \, b_{it} - b_t \, |$$

end

Begin (***режим распознавания***)

Пользуясь полученными в режиме обучения параметрами для каждого объекта $x \notin X^0$ выполняем следующую последовательность шагов:

Шаг 1. Фиксируем номер $i \in \{1,...,l\}$ и для всех объектов $x' \in X_i^0$ вычисляем:

$$\mu_{X_i}(x, x') = max \; \{0, \; \frac{\sum_{j=1}^{n} (-1)^t \cdot a_{ji}}{\sum_{j=1}^{n} a_{ji}}\}$$

$$\text{где } t = \begin{cases} 1, & if \quad x_j \neq x'_j, \\ 2, & otherwise. \end{cases}$$

Шаг 2. Для номера класса $i \in \{1,...,l\}$ вычисляем:

$$\mu_A(k_i) = \max_{x' \in X_i^0} \{\mu_{X_i}(x, x')\}$$

Шаг 3. Шаги 1&2 выполняем до тех пор, пока все номера классов не будут исчерпаны.

Если не все объекты $x \notin X^0$ исчерпаны, то повторяем последовательность шагов 1&2&3. В противном случае переходим к шагу 4.

Шаг 4. (***интерпретация***) В результате каждому вектору $x \notin X^0$ будет поставлен в соответствие вектор $(\mu_A(k_1),...,\mu_A(k_l))$. Содержательно величины $\mu_A(k_i)$ можно интерпретировать как степень принадлежности объекта $x \notin X^0$ к классу X_i. Для однозначного отнесения объекта к какому-либо классу можно использовать решающее правило (см. алгоритм выше).

end