

РЕШЕНИЕ

1). Правила вывода.

Пр.1 Если [(время суток – утро или вечер) и (свободных такси в районе средне или достаточно) и (температура на улице – холодно или тепло)], то (коэффициент стоимости средний).

Пр.2 Если [(время суток – ночь) или (температура на улице – стужа)] и (свободных такси в районе крайне мало или средне), то (коэффициент стоимости высокий).

Пр.3 Если [(время суток – день) и (температура на улице – тепло) или (свободных такси в районе достаточно)], то (коэффициент стоимости низкий).

Пр.4 Если [(время суток – день или ночь) и (температура на улице – холодно) и (свободных такси в районе средне)], то (коэффициент стоимости средний).

2). Нечеткие лингвистические переменные.

Полностью описаны в условии варианта.

3). Записать правила вывода в формализованном виде.

Пр.1 $[(X = \text{утро} \vee X = \text{вечер}) \wedge (Y = \text{холодно} \vee Y = \text{тепло}) \wedge (S = \text{средне} \vee S = \text{достаточно})] \rightarrow (Z = \text{средний})$.

Пр.2 $[(X = \text{ночь}) \vee (Y = \text{стужа})] \wedge (S = \text{крайне мало} \vee S = \text{средне}) \rightarrow (Z = \text{высокий})$.

Пр.3 $[(X = \text{день}) \wedge (Y = \text{тепло}) \vee (S = \text{достаточно})] \rightarrow (Z = \text{низкий})$.

Пр.4 $[(X = \text{день} \vee X = \text{ночь}) \wedge (Y = \text{холодно}) \wedge (S = \text{средне})] \rightarrow (Z = \text{средний})$.

4). Обеспечить и обосновать полноту системы правил вывода.

Критерий 1:

Для выходной переменной Z :

- низкий – правило 2;
- средений – правило 1, правило 4;
- высокий – правило 2.

Критерий 2:

Для входной переменной X :

- утро – правило 1;
- день – правило 3, правило 4;
- вечер – правило 1;
- ночь – правило 2, правило 4.

Для входной переменной Y :

- стужа – правило 2;
- холодно – правило 1, правило 4;
- тепло – правило 1, правило 3;
- жара – правило 2.

Для входной переменной S :

- крайне мало – правило 2;
- средне – правило 1, правило 2, правило 4;
- достаточно – правило 1, правило 3.

Поскольку критерий 1 и критерий 2 выполнены, база правил обладает полнотой и нечеткий логический вывод возможен.

5). Реализовать этапы нечеткого логического вывода для заданных исходных данных. Дать оценку коэффициента стоимости z для конкретных значений x, y, s , используя максиминную логику. Оценить степень истинности решения по двум любым исчислениям нечеткой импликации. Итоговый результат оформить в виде таблицы.

Дата рождения: 26.04.2004.

Тогда значениями переменных будут:

- время суток $x = \frac{\text{день}}{31} * 23 = \frac{26}{31} * 23 \approx 17$;
- температура на улице $y = [(\text{день} * \text{год})] \% 55 - 20 = (26 * 2004) \% 55 - 20 = -1$;
- свободных такси в районе $s = \frac{(\text{день}) + (\text{месяц})}{43} * 15 = \frac{26 + 4}{43} * 15 \approx 11$.

Фазификация

Для переменной $X, x = 17$:

- $X(17) = \text{утро}, \mu_{A_1}(17) = 0$;
- $X(17) = \text{день}, \mu_{A_2}(17) = 1$;
- $X(17) = \text{вечер}, \mu_{A_3}(17) = 0$;
- $X(17) = \text{ночь}, \mu_{A_4}(17) = 0$.

Для переменной $Y, y = -1$:

- $Y(-1) = \text{стужа}, \mu_{B_1}(y) = -\frac{1}{15}y$ (при $y \in [-15, 0]$), $\mu_{B_1}(-1) = \frac{1}{15}$;
- $Y(-1) = \text{холодно}, \mu_{B_2}(-1) = 1$;
- $Y(-1) = \text{тепло}, \mu_{B_3}(-1) = 0$;
- $Y(-1) = \text{жара}, \mu_{B_4}(-1) = 0$.

Для переменной $S, s = 11$:

- $S(11) = \text{крайне мало}, \mu_{C_1}(11) = 0$;
- $S(11) = \text{средне}, \mu_{C_2}(s) = -\frac{1}{6}s + 2$ (при $s \in [6, 12]$), $\mu_{C_2}(11) = \frac{1}{6}$;
- $S(11) = \text{достаточно}, \mu_{C_3}(s) = \frac{1}{15}s$, $\mu_{C_3}(11) = \frac{11}{15}$.

Агрегация

Оценим степень истинности импликаций в нечетких правилах.

Q :

- правило 1: $\min(\max(0, 0), \max(1, 0), \max(\frac{1}{6}, \frac{11}{15})) = \min(0, 1, \frac{11}{15}) = 0$;
- правило 2: $\min(\max(0, \frac{1}{15}), \max(0, \frac{1}{6})) = \min(\frac{1}{15}, \frac{1}{6}) = \frac{1}{15}$;
- правило 3: $\max(\min(1, 0), \frac{11}{15}) = \max(0, \frac{11}{15}) = \frac{11}{15}$;
- правило 4: $\min(\max(1, 0), 1, \frac{1}{6}) = \min(1, 1, \frac{1}{6}) = \frac{1}{6}$.

Возьмем правило 3, которое имеет наибольшее $\mu_Q = \frac{11}{15}$. Оценим степень истинности правила 3: $Q \rightarrow Z = \text{низкий}$, или $Q \rightarrow P$.

По Лукасевичу:

$$\mu_{Q \rightarrow P} = \min(1 - \mu_Q + \mu_P, 1) = \min(1 - \frac{11}{15} + \mu_P, 1) = \min(\frac{4}{15} + \mu_P, 1) = \frac{4}{15} + \mu_P \text{ при } \mu_P < \frac{11}{15}, 1 \text{ при } \mu_P \geq \frac{11}{15}.$$

По Гёделю:

$$\mu_{Q \rightarrow P} = \max(1 - \mu_Q, \mu_P) = \max(\frac{4}{15}, \mu_P) = \frac{4}{15} \text{ при } \mu_P \leq \frac{4}{15}, \mu_P \text{ при } \mu_P > \frac{4}{15}$$

Дефазификация

Перейдем от u_P к Z .

По Лукасевичу:

Для того, чтобы обеспечить степень истинности импликации $\mu_{Q \rightarrow P} = 1$ необходимо, чтобы $\mu_P \in [\frac{11}{15}, 1]$. Поскольку $z = \text{низкий} \in D_1, \mu_{D_1}(z) = -z + \frac{7}{4}$, то $z \in [\frac{3}{4}, -\frac{11}{15} + \frac{7}{4}] \approx [0.75, 1.01]$.

Ответ: при времени суток $x = 17$, температуре $y = -1$, свободных такси в районе $s = 11$ коэффициент стоимости будет от 0.75 до 1.01. Степень истинности этого утверждения равен 1 по Лукасевичу.

По Гёделю:

Для того, чтобы обеспечить степень истинности импликации $\mu_{Q \rightarrow P} = 1$ необходимо, чтобы $\mu_P = 1$. Поскольку $z = \text{низкий} \in D_1, \mu_{D_1}(z) = -z + \frac{7}{4}$, то $z = \frac{7}{4} - \frac{3}{4} = 1$.

Ответ: при времени суток $x = 17$, температуре $y = -1$, свободных такси в районе $s = 11$ коэффициент стоимости будет 0.75. Степень истинности этого утверждения равен 1 по Гёделю.

Таблица 1 — Итоговый результат

Определение нечеткой импликации	Использованное правило	Степень истинности	Коэффициент стоимости
Лукасевича	3	1	от 0.75 до 1.01
Гёделя	3	1	0.75