ЕВРИСТИЧНІ ПРАВИЛА ВИЗНАЧЕННЯ КОЛЕКТИВНОЇ ЧИСЛОВОЇ ОЦІНКИ ОБ'ЄКТА ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ДО ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ РЯДІВ

Мулеса О.Ю.

Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», м.Ужгород, пл.Народна, 3, mulesa.oksana@gmail.com

Розглянемо задачу числової оцінки об'єкта [1]: нехай задано об'єкт O. Необхідно визначити його числову оцінку за деяким критерієм K.

Нехай для визначення оцінки було залучено групу з n експертів: $E=\{E_1,E_2,...,E_n\}$, коефіцієнти компетентності яких відповідно $\alpha_1,\alpha_2,...,\alpha_n$, при чому $\alpha_i\in[0;1]$ та $\sum_{i=1}^{n}\alpha_i=1$.

Розглянемо випадок, коли кожен з експертів E_i ($i=\overline{1,n}$) в ході проведення числової оцінки об'єкта визначає наступні величини:

– інтервал зміни оцінки об'єкта $[a_{1i},a_{2i}]$;

– $\mu_{1i},\mu_{2i}\in[0;1]$ – ступені впевненості у оцінках a_{1i} та a_{2i} відповідно;

– оцінку $\overline{a}_i\in[a_{1i},a_{2i}]$, ступінь впевненості $\overline{\mu}_i$ в якій є найвищим $(\overline{\mu}_i\in[0;1])$.

На етапі попередньої обробки експертних оцінок можливим є застосування наступних евристик:

Евристика 1. Відсів з групи експертів тих експертів, впевненість яких у своїх оцінках не перевищує заданий поріг. Тобто $E:=E\setminus\{E_i\}$, $\forall i=\overline{1,n}$: $\overline{\mu}_i\le\Delta$, де $\Delta\in(0;1)$ – заданий поріг.

Евристика 2. Відсів з групи експертів тих експертів, впевненість у всіх своїх оцінках перевищує заданий поріг. Тобто, $E:=E\setminus\{E_i\}$, $\forall i=\overline{1,n}$: $\min\{\mu_{1i},\mu_{2i}\}>\overline{\Delta}$, де $\overline{\Delta}\in(0;1)$ – заданий поріг.

Евристика 3. Відсів з групи експертів тих експертів, які однаково впевнені у всіх своїх оцінках. Тобто, $E:=E\setminus\{E_i\}$, $\forall i=\overline{1,n}$: $\left|\overline{\mu}_i-\min\{\mu_{1i},\mu_{2i}\}\right|<\varepsilon$, де ε – задане значення розмаху ступенів впевненості.

Далі, нормуємо значення коефіцієнтів компетентності експертів за формулою (1) та продовжуємо подальше розв'язання задачі.

$$\alpha_i:=\frac{\alpha_i}{\sum_{i=1}^{n}\alpha_i}. \quad (1)$$

На наступному етапі розв'язування задачі визначення числової оцінки об'єкта, для кожного експерта E_i ($i=\overline{1,n}$) побудуємо нечітку множину $A_i=\{(x,\mu_i(x))\}$. Функції належності нечітких множин визначимо за таким правилом:

$$\mu_i(x)=\begin{cases}0, & \text{якщо } x<a_{1i};\\ \mu_{1i}, & \text{якщо } x=a_{i1};\\ \mathrm{a}_{1i}x+b_{1i}, & \text{якщо } x\in\left[a_{i1},\overline{a}_i\right];\\ \overline{\mu}_i, & \text{якщо } x=\overline{a}_i;\\ a_{2i}x+b_{2i}, & \text{якщо } x\in\left[\overline{a}_i,a_{2i}\right];\\ \mu_{2i}, & \text{якщо } x=a_{2i};\\ 0, & \text{якщо } x>a_{2i}.\end{cases} \quad (2)$$

Коефіцієнти $a_{1i},a_{2i},b_{1i},b_{2i}$ визначаються шляхом розв'язування відповідних систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

Як видно з (2), функції належності $\mu_i(x)$ в загальному випадку матимуть кусково-лінійний вигляд.

Для визначення колективної числової оцінки об'єкта пропонуються такі правила:

Правило 1. Нечітка множина колективної числової оцінки об'єкта $C=\{(x,\mathrm{M}(x))\}$ з функцією належності $\mathrm{M}(x)$, яка обчислюється за таким правилом:

$$\mathrm{M}(x) = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \mu_i(x) .$$

Алгоритм обчислення функції належності результуючої нечіткою множини має полягати у визначенні суми відповідних функцій належності на інтервалах їх монотонності.

*Правило 2.*Формуємо нечітку множину $C = \{(x, \mathrm{M}(x))\}$ за правилом:

$$\mathrm{M}(x) = \max\left\{ \mu_i(x) : \sum_{j=\overline{1,n}\,:\,\mu_j(x) \geq \mu_i(x)} \alpha_j > 0.5,\ i = \overline{1,n} \right\},$$

тобто функція належності як ступінь впевненості у значенні числової оцінки, буде виражати ступінь впевненості компетентної більшості експертів.

Правило 3. Відповідно до чітких методів визначення колективної числової оцінки об'єкта, обчислюємо суму нечітких чисел:

$$C = \alpha_1 A_1 + \alpha_2 A_2 + \dots + \alpha_n A_n = \bigcup_{c \in S_c} \max_{\substack{(a_1, a_2, \dots, a_n): \\ a_i \in S_{A_i}, \sum_i \alpha_i a_i = c}} \min\{\mu_1(a_1), \mu_2(a_2), \dots, \mu_n(a_n)\},$$

де S_{A_i} – носії відповідних нечітких множин A_i, $i = \overline{1,n}$; S_C – носій нечіткої множини C .

Для визначення колективної числової оцінки пропонується застосовувати одне з наступних співвідношень:

$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^{m} x_i}{m}, \qquad x^* = \max_x \left\{ Arg \max_x \{\mathrm{M}(x)\} \right\}, \qquad x^* = \min_x \left\{ Arg \max_x \{\mathrm{M}(x)\} \right\},$$

де $x_i \in Arg \max_x \{\mathrm{M}(x)\}$, m – потужність множини $Arg \max_x \{\mathrm{M}(x)\}$.

Пропонується модель прогнозування на основі динамічних рядів, компонентом якої є «експертний блок».

Отже, нехай задано динамічний ряд $y(1), y(2), \dots, y(t), \dots, y(n)$ необхідно визначити значення $y(n+1), \dots, y(n+T)$, де T – крок прогнозу.

Нехай кожен експерт з заданої групи експертів $E = \{E_1, E_2, \dots, \mathrm{E}_n\}$, коефіцієнти компетентності яких відповідно $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$, для кожного з прогнозованих значень $y(n+t)$, $t = \overline{1,T}$, дає три числові оцінки: песимістичну, реалістичну та оптимістичну. Позначимо їх відповідно $y_{it}^{(p)}$, $y_{it}^{(r)}$, $y_{it}^{(o)}$. Не зменшуючи загальності, будемо вважати, що $y_{it}^{(p)} \leq y_{it}^{(r)} \leq y_{it}^{(o)}$. Нехай для кожної з своїх оцінок експерти також задають ступені впевненості в них. Тобто, $\mu_{it}^{(p)}$, $\mu_{it}^{(r)}$, $\mu_{it}^{(o)}$ для песимістичної, реалістичної та оптимістичної оцінок відповідно. Природньо вважати, що $\mu_{it}^{(r)} > \mu_{it}^{(p)}$ та $\mu_{it}^{(r)} > \mu_{it}^{(o)}$.

В такій постановці, задача зводиться до задачі визначення числової оцінки об'єкта та може бути розв'язана за допомогою Правил 1–3.

Позначимо колективні експертні оцінки через $\tilde{y}_e(n+t)$, $t = \overline{1,T}$. Нехай за допомогою деякого методу прогнозування динамічних рядів отримані прогнозні значення величини, які позначимо через $\tilde{y}_f(n+t)$, $t = \overline{1,T}$. Тоді результуючі значення обчислюються за формулою:

$$y(n+t) = \alpha \tilde{y}_e(n+t) + (1-\alpha)\tilde{y}_f(n+t),$$

де $\alpha \in [0;1]$ – величина, яка задається особою, що приймає рішення. Ця величина виражає міру впливу експертних оцінок на результат прогнозування.

1. Волошин О. Ф. Теорія прийняття рішень: навч. посібн. / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. – 366 с.

2. Chatfield, C. The analysis of time series: an introduction [Текст] / C. Chatfield – CRC press, 2013.–352 p.