



ФУНКЦИЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НЕЧЕТКИМ МНОЖЕСТВАМ ДЛЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

Бескоровайный В. В., Березовский Г. В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Методологическую основу современных систем поддержки принятия решений составляют математические модели и методы теории полезности. В процессе принятия решений с использованием кардиналистического подхода для каждой альтернативы из множества допустимых $x \in X$ должна быть определена скалярная количественная оценка ее полезности (ценности). Такая оценка традиционно представляется в виде значения функции общей полезности (обобщенного критерия) $P(x)$ и формируется на множестве значений разнородных показателей (частных критериев качества) $k_i(x)$, $i = \overline{1, m}$, имеющих различный физический смысл (размерность, диапазон, направление предпочтительного изменения). При этом в качестве функций полезности частных критериев $\xi_i(k_i(x))$, $i = \overline{1, m}$ используются функции принадлежности нечеткому множеству «лучшая альтернатива» [1, 2]. Важнейшими требованиями к функциям принадлежности являются точность приближения оценок экспертов (или лиц, принимающих решения) и время вычисления их значений.

Известные функции принадлежности имеют ряд недостатков, снижающих адекватность моделей многокритериального оценивания и выбора. Основным недостатком – различная степень приближения их значений к граничным (например, 0 и 1) при приближении нормированных значений частного критерия $k_i(x)$ к экстремальным значениям $k_i^+ = 1$, $k_i^- = 0$, $i = \overline{1, m}$. Это снижает их способность к дифференциации полезности различных значений частного критерия. Данный недостаток преодолевается путём масштабирования ординаты, что, в свою очередь, увеличивает время вычисления значения функций.

Экспериментальным путем установлено, что среди функций, используемых в системах поддержки принятия решений, и позволяющих реализовать $S(Z)$ -образные зависимости от значений частных критериев [1, 3, 4], функция-склейка степенных функций [3] имеет существенно более высокую точность приближения оценок экспертов по сравнению с функциями Гаусса, Харрингтона, логистической функцией и функцией-склейкой из [1]:

$$\xi_i(x) = \begin{cases} a_i \cdot \left(\frac{k_i(x)}{k_{ia}} \right)^{\alpha_{1i}}, & 0 \leq k_i(x) \leq k_{ia}; \\ a_i + (1 - a_i) \cdot \left(\frac{k_i(x) - k_{ia}}{1 - k_{ia}} \right)^{\alpha_{2i}}, & k_{ia} < k_i(x) \leq 1, \end{cases} \quad (1)$$

где k_{ia} , a_i – нормированные значения координат точки склейки функции, $0 \leq k_{ia} \leq 1$, $0 \leq a_i \leq 1$; $k_i(x)$ – нормированное в диапазоне от 0 до 1 значение i -го частного критерия для альтернативы $x \in X$; α_{1i} , α_{2i} – коэффициенты, определяющие вид зависимости на начальном и конечном отрезках функции.



Функция принадлежности Харрингтона и логистическая функция [3] несколько уступают по точности функции (1), однако время вычисления их значений соответственно в 7,4 и 3,8 раз меньше, чем для функции принадлежности, построенной путем склейки степенных функций (1). Однако для вычисления значений функции (1) требуется выполнение гораздо большего числа машинных операций, чем для вычисления значений функций Гаусса, Харрингтона, логистической функции и функции-склейки, приведенной в работе [1]. Это ограничивало ее применение в системах автоматизации проектирования и управления сложными организационно-техническими объектами, в которых требуется выполнять многокритериальный анализ большого количества альтернатив $X = \{x\}$.

Для снижения временной сложности процедур вычисления значений степени принадлежности альтернативы $x \in X$ размытому множеству «лучшая альтернатива» предложена модифицированная функция-склейка дробно-линейных функций вместо степенных:

$$\xi_i(x) = \begin{cases} a_i \cdot (b_{1i} + 1) \cdot \left(1 - \left(b_{1i} / \left(b_{1i} + \frac{k_i(x)}{k_{ia}} \right) \right) \right), & 0 \leq k_i(x) \leq k_{ia}; \\ a_i + (1 - a_i) \cdot (b_{2i} + 1) \cdot \left(1 - \left(b_{2i} / \left(b_{2i} + \frac{k_i(x) - k_{ia}}{1 - k_{ia}} \right) \right) \right), & k_{ia} < k_i(x) \leq 1, \end{cases} \quad (2)$$

где b_{1i} , b_{2i} – коэффициенты, определяющие вид зависимости на начальном и конечном отрезках функции.

Предложенная модификация функции принадлежности в виде склейки (2) практически без потери точности существенно уменьшает зону нечувствительности, тем самым повышая адекватность модели многофакторного оценивания и выбора решений. При этом время вычисления значений функции принадлежности (2) примерно в 8,7 раз меньше, чем функции (1). Ее практическое использование в системах поддержки принятия решений позволит практически без потери точности получать решения задач многофакторного оценивания и выбора решений гораздо большей размерности.

1. Раскин, Л. Г. Нечеткая математика. Основы теории. Приложения / Л. Г. Раскин, О. В. Серая. – Харьков: Парус, 2008. – 352 с.
2. Овезгельдыев, О. А. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации / О. А. Овезгельдыев, Э. Г. Петров, К. Э. Петров. – К.: Наукова думка, 2002. – 161 с.
3. Петров, Э. Г. Формирование функций полезности частных критериев в задачах многокритериального оценивания / Э. Г. Петров, В. В. Бескорвайный, В. П. Пискалова // Радиоэлектроника и информатика. – 1997. – №1. – С. 71–73.
4. Бескорвайный, В. В. Идентификация частной полезности многофакторных альтернатив с помощью S-образных функций / В. В. Бескорвайный, Е. В. Соболева // Бионика интеллекта. – 2010. – №1. – С. 50 – 54.