

К. т. н. Л. П. ВЕРШИНИНА

Дата поступления в редакцию

23.02 1998 г.

Оппонент д. т. н. В. А. ЛОПУХИН

Россия, г. С.-Петербург

ОПТИМИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИЙ СОРТИРОВКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Предложен алгоритм решения задачи оптимизации сортировочных операций на основе теории нечетких множеств.

The task solution algorithm of sorting operation optimization on base of theory of fuzzy sets has been proposed.

Важнейшей задачей технологии производства компонентов электронных устройств является обеспечение заданной точности изделий, т. к. класс точности компонента служит его основной характеристикой. Одним из технологических методов обеспечения точности является сортировка (селекция).

Рассмотрим операцию сортировки изделий на группы с последующей обработкой. Пусть задачей обработки является формирование заданного значения выходного параметра для изделий каждой группы с заданной точностью. Требуется определить ширину группы сортировки по входному параметру, такую, чтобы после обработки изделий данной группы выходной параметр находился в заданных пределах. Эта задача является типовой для ряда технологических процессов производства компонентов электронных устройств (например, сортировка заготовок резисторов перед нарезкой, сортировка полупроводниковых пластин для их последующей групповой обработки).

Для решения подобных задач обычно применяются аналитические и статистические методы [1], однако их применение в конкретных производственных условиях наталкивается на ряд трудностей.

Указанные методы расчета точности часто либо дают существенную погрешность в условиях неточности исходных данных, либо не могут быть применены из-за отсутствия достаточной статистической информации.

Одним из подходов к решению поставленной задачи является использование аппарата теории нечетких множеств. Достоинством такого подхода является возможность проведения исследований в условиях неполноты исходных данных и неопределенности, например, при "зашумленности" результатов отдельных наблюдений, неточности измерения реальных величин.

Пусть $X=\{x_i\}$, $i=1\dots n$ — совокупность значений входного параметра; $Y=\{y_i\}$, $i=1\dots n$ — совокупность значений сформированного в процессе обработки выходного параметра. Требуется определить ширину группы сортировки Δx_j^* , такую, чтобы для любого значения входного параметра из данной группы значение выходного параметра находилось в пределах, определяемых заданной величиной Δy_j^* .

Построим зависимость между X и Y с использованием аппарата нечетких отношений [2]. Для этого каждый из элементов множеств X и Y «размоем», т. е. представим в виде нечетких переменных с учетом δ_x и δ_y — относительных погрешностей измерения входного и выходного параметра, соответственно. Переменные x_i «размываем» на интервале $[0, x_{\max}]$, а переменные y_i — на интервале $[0, y_{\max}]$, где x_{\max} и y_{\max} — возможные максимальные значения входного и выходного параметра, определяемые экспертами на основе имеющейся информации. Поскольку любое нечеткое множество, в том числе нечеткая переменная и нечеткое отношение, однозначно характеризуется своей функцией принадлежности (μ), определим нечеткую переменную x_i через функцию принадлежности, используя S -образное представление [3]:

$$\mu_{x_i}(x) = \begin{cases} \frac{2(x - x_i(1 - \delta_x))^2}{(x_i \delta_x)^2}, & \text{если } x_i(1 - \delta_x) \leq x \leq x_i(1 - \delta_x/2), \\ & x_i(1 + \delta_x/2) \leq x \leq x_i(1 + \delta_x), \\ 1 - \frac{2(x_i - x)^2}{(x_i \delta_x)^2}, & \text{если } x_i(1 - \delta_x/2) \leq x \leq x_i(1 + \delta_x/2), \\ 0, & \text{если } 0 \leq x \leq x_i(1 - \delta_x), \\ & x_i(1 + \delta_x) \leq x \leq x_{\max}. \end{cases}$$

График μ_{x_i} представлен на **рис. 1**. Функция принадлежности μ_{y_i} определяется аналогично.

Пусть $F(X)$ и $F(Y)$ — множества нечетких подмножеств, определенных на базовых множествах X и Y . Тогда модель операции формирования выходного параметра представляется нечетким отображением

$$R : F(X) \rightarrow F(Y),$$

которое может быть получено как нечеткое отношение для всех $\mu_{x_i} \in F(X)$, $\mu_{y_i} \in F(Y)$:

$$R = \bigcup_i \mu_{x_i} \times \mu_{y_i}. \quad (1)$$

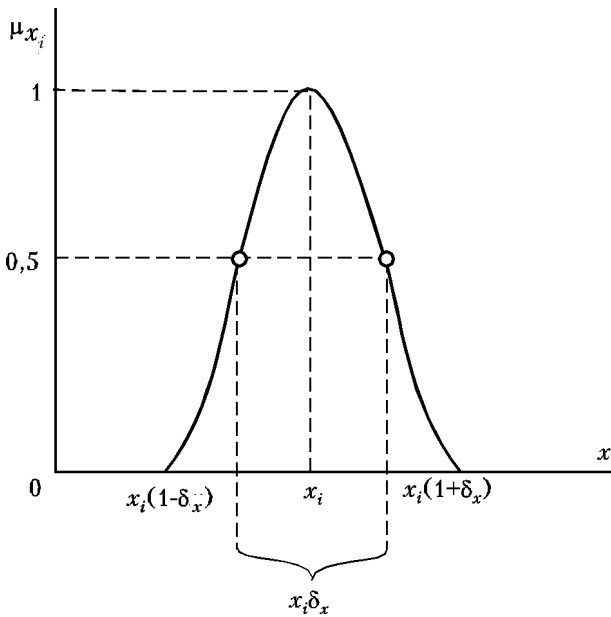


Рис. 1. Функция принадлежности нечеткой переменной x_i

Зададим ограничение Δy_j^* на длину интервала изменения выходного параметра y_j^* . С помощью S-образного представления образуем нечеткую переменную с функцией принадлежности $\mu_{y_j^*}$ (рис.2). Находим $\mu_{x_j^*}$ из соотношения

$$\mu_{x_j^*} = \mu_{y_j^*} \circ R^{-1}, \quad (2)$$

где \circ — знак операции максиминного произведения;

R^{-1} — нечеткое отношение, обратное R [2].

Определяем интервал $[x_{j \min}, x_{j \max}]$, такой, что для любого x из этого интервала $\mu_{x_j^*}(x)=1$. Находим оптимальную ширину группы сортировки, полагая $\Delta x_j^* = x_{j \max} - x_{j \min}$.

Модель системы в виде нечеткого отношения (1) и нечетких правил преобразования информации (2)

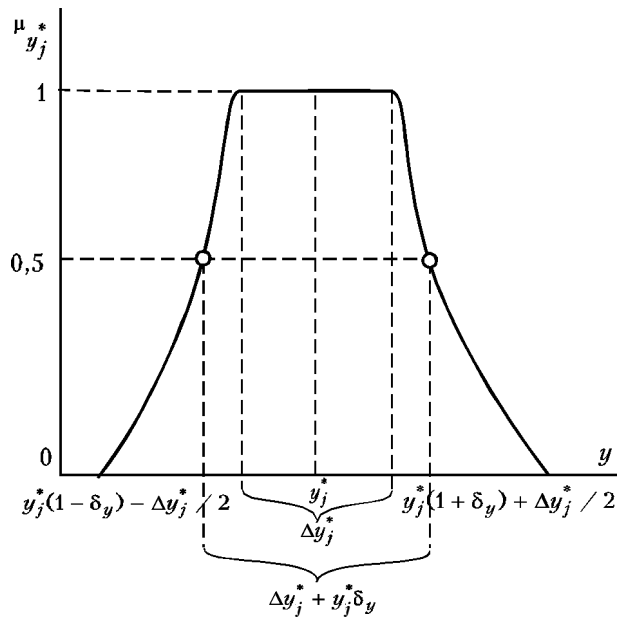


Рис. 2. Функция принадлежности нечеткой переменной y_j^*

может быть элементарно дополнена новыми экспериментальными данными без изменения структуры модели. Предложенный алгоритм отличается простотой, работает в условиях недостатка статистической информации, учитывает неточность измерения данных, легко обобщается на многомерный случай.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Лопухин В. А. Обеспечение точности электронной аппаратуры. — Л. : Машиностроение., 1980.
2. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д. А. Поспелова. — М. : Наука, 1986.
3. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения. / Под ред. Р. Р. Ягера. — М. : Радио и связь, 1986.

ЧИТАТЕЛЬ ЗАИНТЕРЕСОВАЛСЯ

ПАКЕТ ГИБКОЙ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ТРАССИРОВКИ «Free Style Route»
(Публикация в «ТКЭА», 1997, № 3, 2-я стр. обложки.)

Россия, 191065, г. Санкт-Петербург, наб. Мойки, 65, Госуниверситет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, кафедра САПР.
Лузин Сергей Юрьевич, Полубасов Олег Борисович. Тел./факс (812) 325-15-30, 325-14-78.

БИОГРАФИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК «КТО ЕСТЬ КТО В АЛМАЗНОМ ДЕЛЕ»
(Публикация в «ТКЭА», 1997, № 3, с. 13.)

Украина, 254074, г. Киев, ул. Автозаводская, 2, Научно-технологический алмазный концерн «АЛКОН». Тел./факс (044) 435-13-21, 435-32-91.