

УДК 681.5

Применение нечетких иерархических реляционных моделей для оценки деятельности человека в автоматизированных системах

Автор: Еременко А.П.

В современных автоматизированных динамических системах (АС) деятельность человека связана с принятием решений в условиях ограниченного времени и действия разнообразных факторов: условия внешней среды, психофизиологическое состояние человека, противоречивость или недостаток информации и т.д. Значительная доля аварий в АС происходит вследствие так называемого человеческого фактора. Поэтому, при разработке систем поддержки принятия решений необходимо применение математических моделей, позволяющих оценивать влияние тех или иных факторов на способность человека принимать адекватные решения при функционировании АС.

В данной работе для указанной задачи предлагается использовать нечеткие реляционные модели иерархической структуры (НИРМ), представленной на рисунке 1. Рассмотренные в работах [1, 2], такие модели могут применяться для отображения различных нелинейных функций нескольких аргументов, которые могут быть как четкими, так и нечеткими величинами.

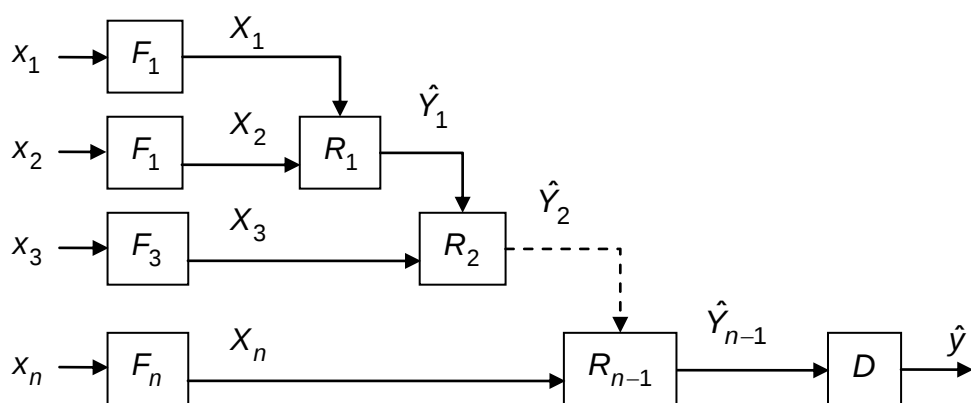


Рисунок 1 Структура НИРМ

Четкие входные величины $x_1, x_2, \dots, x_n$ фаззифицируются операциями $F_1, F_2, \dots, F_n$, получаемые нечеткие множества $X_1, X_2, \dots, X_n$ подвергаются операции композиции на основе нечетких бинарных отношений $R_1, R_2, \dots, R_{n-1}$, результаты которых $\hat{Y}_1, \hat{Y}_2, \dots, \hat{Y}_{n-1}$, используются

как операнды последующих композиций. Четкое значение выходной величины $\hat{y}$ находится путем дефаззификации D выхода последнего отношения R_{n-1} .

В состав входных величин входят как факторы окружающей рабочей среды (температура, освещенность, длительность работы и т.д.) так и факторы психофизиологического состояния человека (утомленность, напряженность работы, длительность реакции и т.д.). В последнем случае величины являются нечисловыми и вводятся в модель в виде нечетких множеств. Выходом модели является возможность принятия ошибочного решения.

Операция композиции выполняется следующим образом [1]

$$\hat{Y}_i^T = \Psi_i^T R_i, \Psi_i = \begin{cases} X_2 \otimes X_1, i=1 \\ X_{i+1} \otimes \hat{Y}_{i-1}, i=2, \dots, n-1 \end{cases}$$

где $\otimes$ – символ произведения Кронекера. Дефаззификация может осуществляться методом взвешенного среднего.

Показано [1], что при использовании в качестве функций принадлежности (ФП) входов и выхода выражений

$$\mu_{ij}(x_i) = \exp\left(-\frac{(x_i - \theta_{ij})^2}{\sigma_{ij}^2}\right),$$

где j – номер ФП, θ_{ij} и σ_{ij} – ее параметры, НИРМ является универсальным аппроксиматором.

Синтез НИРМ по результатам экспериментов или измерений характеристик в процессе работы АС заключается в нахождении таких значений элементов отношений $R_1, R_2, \dots, R_{n-1}$, при которых расстояние между нечетким значением выхода НИРМ и нечетким реальным значением выходной переменной минимально. Целесообразно в качестве параметров оптимизации рассматривать не только элементы нечетких отношений, но и параметры ФП входных величин. В качестве алгоритма оптимизации удобно использовать генетические алгоритмы, применение которых требует использования системы кодирования фенотипа модели.

В работе рассмотрены модели влияния различных факторов на возможность принятия неадекватных решений. Для синтеза моделей использовались экспериментальные данные.

Выводы. С помощью иерархических нечетких реляционных моделей можно оценивать способность адекватной деятельности человека в составе АС. Результаты работы могут быть

использованы в системах поддержки принятия решений, работающих в режиме реального времени.

Список литературы

1. Campello R.J.G.B., Amaral W.C. Hierarchical Fuzzy Relational Models: Linguistic Interpretation and Universal Approximation // IEEE Transactions on Fuzzy sets and Systems, 2006, vol. 14, pp. 446–453.
2. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. – М.: Горячая линия Телеком, 2007. – 284 с.