

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КЛАССИФИКАТОРА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ

*А.Д. Полонский, доц.; Б.К. Лопатченко, доц., А.И. Новгородцев, доц.,
В.Н. Галич, инж.*

Сумский государственный университет

На основе совместного использования нечеткой логики и алгебры ранговых предикатов (АРП) разработан метод оценивания эффективности функционирования классификатора (ОЭФК) в системе управления (СУ) при исходных данных нестатистической природы. Результаты, получаемые при использовании предложенного метода, позволяют формализовать субъективное представление исследователя о существующих характеристиках контура обратной связи (КОС) и классификатора на этапе проектирования СУ с наблюдателем.

ВВЕДЕНИЕ

Широкое применение СУ с наблюдателями явилось толчком к развитию количественных методов оценивания функционирования классификатора – обнаружителя с распознаванием сообщений, передаваемых через КОС при действии помех.

Актуальность исследования. Известные методы ОЭФК базируются на теории статистических решений [1, 2]. Однако функционирование реального классификатора происходит в условиях действия большого количества факторов нестохастического характера. В связи с этим актуальной является задача ОЭФК в условиях неопределенности нестатистической природы.

Цель исследования состоит в разработке метода ОЭФК в СУ при задании необходимых исходных данных в виде нечетких множеств.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Положим, что интенсивность потока информации, поступающего на классификатор через КОС, характеризуется числом сообщений I_k . В условиях неопределенности возможных значений i_k показателя I_k его можно задать нечетким множеством

$$I_k = \left\{ i_k, \mu_{I_k}(i_k) \right\}, \quad (1)$$

где $\mu_{I_k}(i_k)$ есть функция принадлежности (ФП) элемента i_k множеству I_k .

Качество функционирования классификатора характеризуется показателем I_{op}^{\max} . Это есть максимальное число сообщений, обнаруженных и распознанных классификатором с допустимым уровнем вероятностей ошибок.

На функционирование классификатора оказывает влияние большое количество неопределенных факторов, что определяет нечеткое представление о возможных значениях i_{op}^{\max} показателя I_{op}^{\max} . Поэтому качество функционирования классификатора также можно задать нечетким множеством

$$I_{op}^{\max} = \left\{ i_{op}^{\max}, \mu_{I_{op}^{\max}}(i_{op}^{\max}) \right\}. \quad (2)$$

В качестве показателя эффективности функционирования классификатора будем использовать разность

$$\delta = i_k - i_{op}^{\max}. \quad (3)$$

Величину показателя (3) можно получить при различных сочетаниях значений i_k и i_{op}^{\max} , являющихся элементами нечетких множеств (1) и (2) соответственно. При этом задача ОЭФК состоит в получении ФП $\mu_{\Delta}(\delta)$ показателя (3) нечеткому множеству

$$\Delta = \{\delta, \mu_{\Delta}(\delta)\}. \quad (4)$$

МЕТОД РЕШЕНИЯ

В основу решения поставленной задачи положим представление ФП в АРП [3]:

$$\mu_{\Delta}(\Delta) = V_{(i_k, i_{op}^{\max} | \Delta = i_k - i_{op}^{\max})} \left(\Lambda(\mu_{I_k}(i_k), \mu_{I_{op}^{\max}}(i_{op}^{\max})) (\mu_{I_k}(i_k), \mu_{I_{op}^{\max}}(i_{op}^{\max})) \right), \quad (5)$$

где V и Λ есть символы дизъюнктивной и конъюнктивной функции АРП; $\mu_{I_k}(i_k)$ и $\mu_{I_{op}^{\max}}(i_{op}^{\max})$ – гауссовы ФП:

$$\begin{cases} \mu_{I_k}(i_k) = \exp[-c_k^2(i_k - \alpha_k)^2]; \\ \mu_{I_{op}^{\max}}(i_{op}^{\max}) = \exp[-c_{op}^2(i_{op}^{\max} - \alpha_{op}^{\max})^2]; \end{cases} \quad (6)$$

$c_k, \alpha_k, c_{op}, \alpha_{op}^{\max}$ – постоянные, характеризующие соответствующие ФП.

Подстановка (6) в (5) приводит к ФП вида

$$\mu_{\Delta}(\delta) = \exp[-c_{\Delta}^2(\delta - \alpha_{op}^{\max} + \alpha_k)^2], \quad (7)$$

где

$$c_{\Delta}^2 = c_k^2 c_{op}^2 / (c_k^2 + c_{op}^2). \quad (8)$$

Соотношение (7) описывает ФП нечеткого показателя (3) множеству (4), принятого для ОЭФК в СУ.

ВЫВОДЫ

Зависимость (7) вырождается в единичную функцию с уменьшением нечеткости представлений знаний о потоках информации в КОС и возможностях классификатора, что соответствует увеличению

коэффициентов c_k и c_{op} , входящих в (8). Это отвечает детерминированной оценке эффективности при точном задании исходных данных. При этом достаточным критерием эффективности функционирования классификатора может служить условие $\alpha_{op}^{max} - \alpha_k > 0$. Когда необходимо учитывать нечеткость исходных данных, можно ввести некоторое допустимое значение $\tilde{\mu}$, с которым сравнивается величина $\mu_{\Delta}(0)$, равная значению ФН (7) в точке $\delta = 0$. Заключение об эффективности функционирования классификатора можно сделать, проверив выполнение условия

$$\mu_{\Delta}(0) \leq \tilde{\mu}. \quad (9)$$

Значение $\tilde{\mu}$ целесообразно задать достаточно малым ($\tilde{\mu} \leq 0,2 - 0,1$), чтобы гарантировать надежную работу классификатора. В этом случае условие (9) характеризует достаточно эффективное функционирование классификатора в СУ.

Научная новизна данного исследования состоит в том, что на основе совместного использования методов теории нечетких множеств и АРП поставлена и решена задача ОЭФК в СУ при исходных данных и ограничениях нестатистической природы.

Практическая значимость. Вышеизложенный метод позволяет формализовать субъективное мнение разработчика СУ о существующих характеристиках КОС и классификатора на этапе проектирования в условиях неопределенности нестатистической природы.

Сравнение с аналогом. Для решения оптимизационных задач в условиях неопределенности нестохастической природы может быть использован нейро-фаззи-подход на основе сочетания методов теории нейроподобных сетей и непрерывной логики [4]. Однако в этой области исследования отсутствуют методы оценивания эффективности функционирования нейро-фаззи-классификаторов в СУ.

Направление дальнейших исследований состоит в расширении функциональных возможностей вышеизложенного метода на класс критериев, описываемых линейно-изломно-разрывными ФП.

SUMMARY

On the basis of sharing of fuzzy logic and algebra of grade predicates the method of evaluation of efficiency of functioning of classifier is developed in control the system at basic data unstatistical nature. Results, got at the use of the offered method, allow to formalisation the subjective picture of researcher of existent descriptions of contour of feed-back and classifier on the stage of planning of control the system with an observer.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев В. И. Распознающие системы. - К.: Наук. думка, 1983. - 424 с.
2. Плотников В. Н. Речевой диалог в системах управления. - М.: Машиностроение, 1988. - 224 с.
3. Полонский А. Д. Нейроподобный классификатор бинарных состояний объектов управления в условиях неопределенности // АСУ и приборы автоматики. - 2004. - Вып.129. - С. 47-53.
4. Бондарев В. Н., Аде Ф. Г. Искусственный интеллект. - Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2002. 615 с.

Поступила в редакцию 15 декабря 2006 г.