

УДК 681.326

Г.Ф. КРИВУЛЯ, МЕХАНА САМИ, Д.Е. КУЧЕРЕНКО

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина

КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ КОМПЬЮТЕРНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

В статье рассматривается применение нечетких экспертных систем для диагностики компьютерных неисправностей. Множество неисправностей компьютерных систем предлагается рассматривать при помощи классификационных признаков. Модели диагностических состояний компьютерных систем и диагностических классификационных признаков предложено создавать с использованием методов нечеткой логики. Множество неисправных состояний компьютерной системы и диагностических классификационных признаков предложено представлять в виде нечетких значений.

Ключевые слова: компьютерная систем, состояние, нечеткая экспертная система, отказ.

Введение

За последнее время сложность и быстродействие компьютеров увеличилось в тысячи раз. Задача, требовавшая год вычислений 20 лет назад, сегодня решается за час, а современный карманный компьютер намного мощнее настольного тех времен. Но за прогресс и усовершенствования компьютерных систем (КС) приходится платить. Чем сложнее становятся КС, тем более неустойчиво и ненадежно они функционируют. Персональные компьютеры регулярно зависают, интернет-сайты довольно часто перестают работать. Новое программное обеспечение (ПО), разработанное для увеличения производительности КС, зачастую с точки зрения надежности только ухудшает ситуацию. В результате ежегодные затраты на поддержку и ремонт КС намного превышают общую стоимость оборудования и ПО как для индивидуальных пользователей, так и для корпораций. Надежность КС может быть обеспечена использованием эффективных методов диагностируемости с использованием экспертных систем (ЭС) [1, 2].

Для обеспечения требуемой надежности КС обычно реализуется комплекс организационно-технических требований и мероприятий, проводимых на определенных стадиях жизненного цикла объекта. При этом обеспечение всех аспектов диагностируемости КС является трудно формализуемой задачей и для этой цели целесообразно использовать интеллектуальные методы, в частности, диалоговые (динамические) ЭС реального времени. На их долю приходится 70 % рынка современных ЭС. При использовании ЭС для диагностики сложных технических объектов ключевое значение имеют не только точные, математически обоснованные дан-

ные, но и модели, содержащие качественную информацию, которая включает многолетний опыт эксплуатации и важные сведения о данной области знаний. В большинстве случаев эта информация предоставляется людьми – экспертами и поэтому содержит понятия естественного языка, трудно выражаемые количественными отношениями. Также большое значение имеет неоднозначность воспринимаемых данных, так как эксперт при принятии решений основывается на своем субъективном представлении информации. В отличие от человека, экспертные системы к любой информации подходят объективно. Важно и то, что во многих случаях, время принятия решений строго ограничено. В таких условиях особенно актуальным является применение экспертных систем, позволяющих обрабатывать как количественную информацию, так и экспертную информацию качественного характера, и на основе этого решать поставленные задачи.

Язык нечетких множеств и алгоритмов в настоящее время наиболее адекватный математический аппарат, который позволяет максимально сократить переход от вербального словесного качественного описания объекта, которое характеризует человеческое мышление, к численным количественным оценкам его состояния и сформулировать на этой основе простые и эффективные алгоритмы. Таким образом, это позволяет моделировать человеческие размышления и человеческую способность решения задач [3, 4].

Нечеткая ЭС проще определяется как система, использующая логически расширенную булеву логику. Другими словами, нечеткая ЭС – это совокупность функций принадлежности и правил, используемых для обоснования данных. В отличие от традиционных ЭС, которые являются главным образом

механизмами символического вывода, нечеткая ЭС ориентируется на численную обработку. На рис. 1 приведена структура нечеткой ЭС [5].

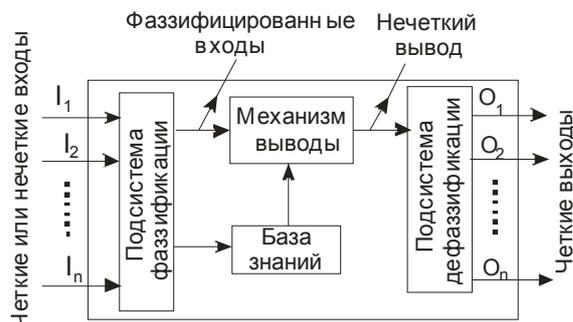


Рис. 1. Структура нечеткой экспертной системы

При исследовании диагностических состояний КС одна из наиболее сложных задач заключается в количественном и качественном описании различных состояний КС с учетом возникших в процессе эксплуатации дефектов. При решении этой задачи многим входным данным невозможно сопоставить количественное значение, часто они определяются качественными признаками такими, как "много", "сильное" и так далее. Поэтому модели, построенные на числовых оценках входных данных, являются неточными. Входные данные также зависят от субъективной оценки экспертов и содержат в себе неопределенность и неоднозначность, которые важно учитывать в процессе принятия решения. В настоящее время признано, что теория нечетких множеств полезна при решении проблем в случае, когда данные представлены в форме лингвистических выражений и зависят от субъективных оценок экспертов [2].

На рис. 2 представлена структурная схема преобразования информации в ЭС с нечеткой базой данных.

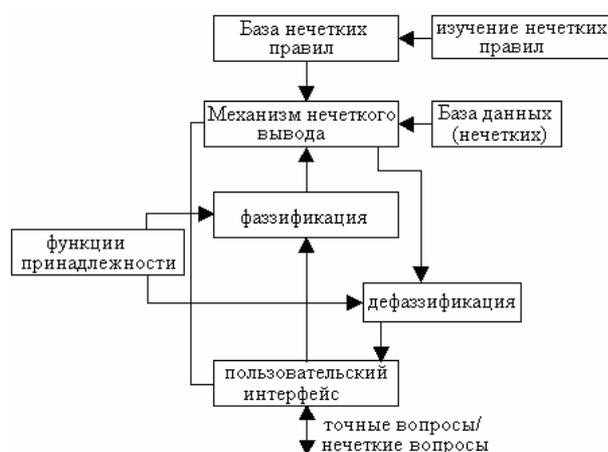


Рис. 2. Структурная схема преобразования информации в нечеткой ЭС

Рассматривая состояние объекта, важно определить само понятие состояние объекта как пример нечеткого множества. Естественно, оно зависит от многих параметров (входных данных). В таких обстоятельствах, включающих многие факторы, сложно построить простой классификатор, отображающий многомерное пространство признаков в определенный набор категорий. Кроме того, поскольку не существует хорошо установленного способа определять состояние объекта, следует эффективно использовать знания, которые могут предоставить опытные инженеры. Поэтому эффективный подход к построению классификатора должен отражаться на логике экспертных рассуждений. Важным моментом оценки состояния повреждения объекта является также количественная оценка состояния.

Целью настоящей работы является создание моделей диагностических состояний КС и диагностических классификационных признаков с использованием методов нечеткой логики.

1. Диагностические модели состояний компьютерной системы

Пусть U – универсальное множество всех критериев (свойств), по которым оценивается состояние объекта:

$$U = \{a_i, i = \overline{0, N}\},$$

где a_i – критерий, по которому оценивается объект. В простейшем случае, это может быть числовое множество

$$U = \{a_i = i, i = \overline{0, N}\},$$

где критерий a_i – есть факт того, что объект имеет суммарный дефект значением силы i . Пусть V – нечеткое множество, определяющее степень дефектности объекта

$$V = \langle U, \mu \rangle = \{a_1 | \mu_1 + a_2 | \mu_2 + \dots + a_N | \mu_N\},$$

где μ_N – функция принадлежности

Функция принадлежности показывает, в какой мере объект обладает выбранным свойством a_i . Например, на рис. 3 показано возможное состояние объекта.

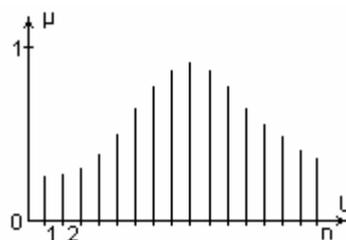


Рис. 3. Возможное произвольное состояние объекта

2. Лингвистические переменные

Лингвистическая переменная – пятерка объектов: $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$, где β – наименование лингвистической переменной; T – множество её значений, нечеткие переменные; G – синтаксическая процедура, позволяющая генерировать новые осмысленные термины (при традиционном подходе процедура G определяет новые значения лингвистической переменной, исходя из её базового множества T и логических операций И, ИЛИ, НЕ, ОЧЕНЬ, СЛЕГКА), M – семантическая процедура, позволяющая превратить каждое новое значение лингвистической переменной в нечеткую переменную.

Относительно нечеткого множества V вводим лингвистическую переменную "Дефект" и термины данной переменной: {"нет", "легкий", "умеренный", "сильный", "разрушительный"}. Каждый терм (значение) лингвистической переменной характеризуется нечетким множеством. Например, если $U = \{a_i = i, i = \overline{0, N}, N = 16\}$, то можно рассматривать следующие нечеткие множества (см. рис. 4 (а – д)).

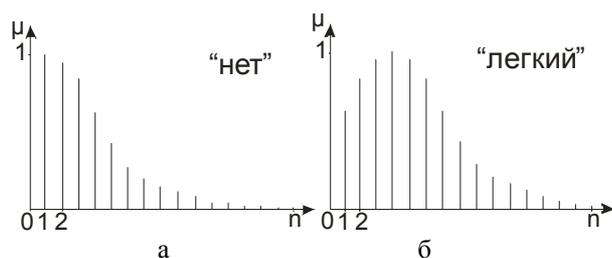


Рис. 4. Нечеткое множество состояний объекта:
а – не имеющего дефектов;
б – имеющего легкий дефект

Здесь $\mu(a_i) = c_i \cdot e^{-\frac{(a_i - b_i)^2}{d_i}}$, $b_i = 4$, то есть наиболее верно, что объект имеет дефект суммарной силы 4, и неверно, что объект имеет дефект суммарной силы n .

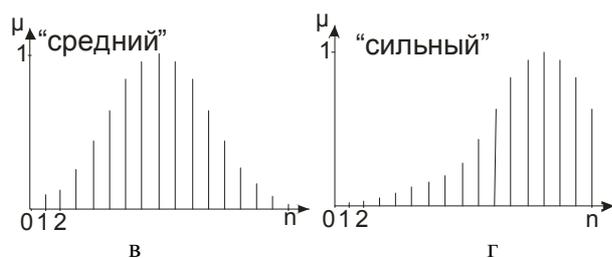


Рис. 4. Нечеткое множество состояний объекта:
в – имеющего средний дефект;
г – имеющего сильный дефект.

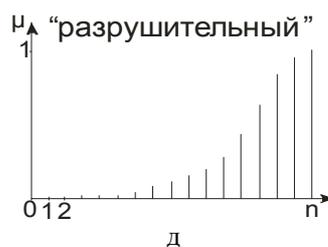


Рис. 4. Нечеткое множество состояний объекта
д – имеющего разрушительный дефект

Здесь

$$\mu(a_i) = c_i \cdot e^{-\frac{(a_i - b_i)^2}{d_i}}, \quad b_i = 16,$$

то есть наиболее верно, что объект имеет дефект суммарной силы $n=16$, и неверно, что объект не имеет дефекта.

3. Описание диагностических (классификационных) признаков

Различные виды отказов КС характеризуются классификационными признаками, которые будем рассматривать как нечеткие диагностические признаки. Рассмотрим следующие диагностические признаки, которые описывают состояние дефекта (табл. 1). Каждый рассматриваемый признак – это нечеткое множество и определено лингвистически.

Заключение

Язык нечетких множеств в настоящее время наиболее адекватный математический аппарат, который позволяет моделировать человеческие мышления и интеллектуальную способность решения задач. Экспертные системы, основанные на нечеткой логике, позволяют решать сложные задачи, в т.ч. задачи диагностики неисправностей компьютерных систем. В данной статье предложено множество неисправных состояний компьютерной системы и диагностических классификационных признаков представлять в виде нечетких значений.

Литература

1. Кривуля Г.Ф. Диагностика компьютерных сетей с использованием экспертных систем / Г.Ф. Кривуля, А.И. Липчанский, Сами Механна, Хабис Зидат // Вестник ХГТУ. – Херсон, 2004. – №1 (19). – С. 11-17.
2. Кривуля Г.Ф. Применение экспертных систем реального времени для диагностики компьютерных систем / Г.Ф. Кривуля, А.В. Бабич, А.И. Липчанский, А.С. Шкиль // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: науково-технічний журнал. – 2004. – № 1. – С. 67-73.

Таблица 1

Описание диагностических признаков

№ п/п	Диагностический классификационный признак	Нечеткие значения признаков	Вид отказа	Определение
1	Область возникновения отказов	Значительная	Аппаратный 	Отказ, при котором объект неработоспособен по причине аппаратного отказа
		Средняя		
		Незначительная	Программный 	Отказ, при котором объект неработоспособен по причине несовершенства программного обеспечения
2	Характер изменения параметров во время отказа	Значительный (внезапный)	Внезапный 	Отказ, характеризующийся скачкообразным изменением параметров объекта
		Средний	Нарастающий 	Отказ, возникающий при изменении параметров объекта
		Незначительный (постепенный)	Постепенный 	Отказ, возникающий при изменении параметров объекта
3	Характер существования отказа во времени	Значительный (длительный)	Устойчивый 	Отказ, не прекращающийся до устранения его причин
		Средней длительности	Перебегающий 	Множественно возникающий самоустраняющийся отказ одного характера
		Незначительный (кратковременный)	Сбой 	Самоустраняющийся или однократный отказ
4	Возможность обнаружения	Сложная	Скрытый 	Отказ, выявляемый специальными методами диагностики
		Средняя	Неявно выраженный 	Отказ, вызванный другими отказами и выявляемый методами диагностики
		Несложная	Явно выраженный 	Отказ, обнаруживаемый визуально или средствами контроля
5	Обусловленность другими отказами (зависимость)	Значительная	Независимый 	Отказ, не обусловленный другими отказами
		Средняя	Неявно зависимый 	Отказ, неявно вызванный другими отказами
		Незначительная	Зависимый 	Отказ, вызванный другими отказами
6	Возможность восстановления работоспособности после отказа	Сложная	Неустраняемый 	Отказ, устранение которого требует замены неисправной компоненты КС
		Средняя	Устраняемый ремонтом 	Отказ, устранение которого требует демонтажа и ремонта неисправной компоненты КС
		Несложная	Устраняемый на месте эксплуатации 	Отказ, устранение которого возможно без демонтажа
6	Причина возникновения	Сложная	Конструктивный 	Отказ, связанный с нарушением правил проектирования

Окончание табл. 1

		Средняя	Производственный 	Отказ, связанный с нарушением процесса изготовления или ремонта КС
		Несложная	Эксплуатационный 	Отказ, при котором возникают некритические последствия
7	Тяжесть последствий	Значительная	Критический 	Отказ, при котором возникает угроза для жизни и здоровья людей или значительные экономические потери
		Средняя	Средней тяжести 	Отказ, который может повлечь за собой значительный ущерб, но создает малую угрозу жизни и здоровью людей
		Незначительная	Некритический 	Отказ, при котором возникают незначительные последствия

3. S. Russell, P. Norvig *Artificial intelligence a modern approach* / S. Russell, P. Norvig // Prentice hall, Upper saddle river, NJ, 1995.

4. Rothermel G. *Putting your best tests toward* / G. Rothermel, S. Elbaum // IEEE Software, 2003. – P. 74-77.

5. Xu Z. *Application of fuzzy expert system in test case selection for system regression test* / Z. Xu, K. Gao, Taghi M. Khoshgofaar // Information reuse and integration, Conf. IRI – 2005 IEEE International conference on, pages, 2005. – P. 120-125.

Поступила в редакцию 9.02.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф., В.И. Хаханов, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

КЛАСИФІКАЦІЙНІ ОЗНАКИ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ КОМП'ЮТЕРНИХ НЕСПРАВНОСТЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКИХ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ

Г.Ф. Кривуля, Механа Самі, Д.Ю. Кучеренко

В статті розглядається використання нечітких експертних систем для діагностики комп'ютерних несправностей. Сукупність несправностей комп'ютерних систем пропонується розглядати за допомогою класифікаційних ознак. Моделі діагностичних станів комп'ютерних систем і діагностичних класифікаційних ознак запропоновано створювати з використанням методів нечіткої логіки. Множину несправних станів комп'ютерної системи і діагностичних класифікаційних ознак запропоновано представляти у вигляді нечітких значень.

Ключові слова: комп'ютерна система, стан, нечітка експертна система, відмова.

CLASSIFICATION CHARACTERISTICS FOR DIAGNOSTICS OF COMPUTER FAILURES BY USING FUZZY EXPERT SYSTEM

G.F. Krivoulya, Mehana Sami, D.E. Kucherenko

In this paper the application effect of fuzzy expert system for diagnosis of computer failures is considered. We propose to consider great number of CS failures by classification characters. It is offered to the model of the diagnostic states of the computer systems and diagnostic signs of classifications to create with the use of methods of fuzzy logic. It is suggested to present the great number of the defective states of the computer system and diagnostic signs of classifications as unclear values.

Keywords: computer system, state, fuzzy expert system, fault.

Кривуля Геннадій Федорович – д-р техн. наук, професор кафедри автоматизації проектування вычислительной техники Харьковского национального университета радиоэлектроники, Харьков, Украина, e-mail: krivoulya@i.ua.

Механа Самі – аспірант кафедри автоматизації проектування вычислительной техники ХНУРЭ, Харьков, Украина.

Кучеренко Дарія Ефимовна – стажер-исследователь кафедры автоматизації проектування вычислительной техники ХНУРЭ, Харьков, Украина, e-mail: d_zin@ukr.net.