

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”

ISSN 1814-4225

РАДІОЕЛЕКТРОННІ
І
КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ

5 (39)

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

Видається з січня 2003 р.

Виходить 4 рази на рік

Харків "ХАІ" 2009

Засновник журналу

Національний аерокосмічний університет
ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний
інститут"

Затверджено до друку вченою радою Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", протокол № 7 від 18 березня 2009 р.

Головний редактор	Віктор Михайлович Ілюшко , доктор технічних наук, професор
Редакційна колегія	І.В. Баришев , д-р техн. наук, професор; В.К. Волосюк , д-р техн. наук, професор; В.М. Вартанян , д-р техн. наук, професор; І.А. Жуков , д-р техн. наук, професор; М.В. Замірець , д-р техн. наук, професор; О.О. Зеленський , д-р техн. наук, професор; Ф.Ф. Колпаков , д-р техн. наук, професор; Б.М. Конорєв , д-р техн. наук, професор; В.А. Краснобаєв , д-р техн. наук, професор; Г.Я. Красовський , д-р техн. наук, професор; А.С. Кулік , д-р техн. наук, професор, лауреат Державної премії України; В.В. Лукін , д-р техн. наук, професор; В.В. Печєнін , д-р техн. наук, професор; В.В. Піскорж , д-р техн. наук, професор; В.П. Тарасенко , д-р техн. наук, професор; І.Б. Сіроджа , д-р техн. наук, професор; О.Є. Федорович , д-р техн. наук, професор; В.С. Харченко , д-р техн. наук, професор.
Відповідальний секретар	О.Б. Лещенко , кандидат технічних наук, доцент

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 6987 від 19.02.2003 р.

За вірогідність інформації несуть відповідальність автори. В журналі публікуються статті українською, російською та англійською мовами. Рукописи не повертаються. При передруку матеріалів посилання на журнал «**РАДІОЕЛЕКТРОННІ І КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ**» обов'язкові.

© Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут", 2009

В сборнике представлены результаты исследований, касающихся компьютерной инженерии, управления, технической диагностики, автоматизации проектирования, оптимизированного использования компьютерных сетей и создания интеллектуальных экспертных систем. Предложены новые подходы, алгоритмы и их программная реализация в области автоматического управления сложными системами, оригинальные информационные технологии в науке, образовании, медицине.

Для преподавателей университетов, научных работников, специалистов, аспирантов.

У збірнику наведено результати досліджень, що стосуються комп'ютерної інженерії, управління, технічної діагностики, автоматизації проектування, оптимізованого використання комп'ютерних мереж і створення інтелектуальних експертних систем. Запропоновано нові підходи, алгоритми та їх програмна реалізація в області автоматичного управління складними системами, оригінальні інформаційні технології в науці, освіті, медицині.

Для викладачів університетів, науковців, фахівців, аспірантів.

Редакционная коллегия:

В.В. Семенец, д-р техн. наук, проф. (гл. ред.); *М.Ф. Бондаренко*, д-р техн. наук, проф.; *И.Д. Горбенко*, д-р техн. наук, проф.; *Е.П. Пуятин*, д-р техн. наук, проф.; *В.П. Тарасенко*, д-р техн. наук, проф.; *Г.И. Загарий*, д-р техн. наук, проф.; *Г.Ф. Кривуля*, д-р техн. наук, проф.; *Чумаченко С.В.*, д-р техн. наук, проф.; *В.А. Филатов*, д-р техн. наук, проф.; *Е.В. Бодянский*, д-р техн. наук, проф.; *Э.Г. Петров*, д-р техн. наук, проф.; *В.Ф. Шостак*, д-р техн. наук, проф.; *В.М. Левыкин*, д-р техн. наук, проф.; *Е.И. Литвинова*, д-р техн. наук, проф.; *В.И. Хаханов*, д-р техн. наук, проф. (отв. ред.).

Свидетельство о государственной регистрации
печатного средства массовой информации

КВ № 12073-944ПР от 07.12.2006 г.

Адрес редакционной коллегии: Украина, 61166, Харьков, просп. Ленина, 14, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, комн. 321, тел. 70-21-326

© Харківський національний університет
радіоелектроніки, 2013

ЗМІСТ

Гарантоздатність сервіс-орієнтованих систем

<i>Кондратенко Ю.П., Коробко О.В., Кондратенко В.Ю., Курікіша Д.С.</i> СППР ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ВАНТАЖОПОТОКІВ З ГАРАНТОБЕЗПЕЧНОЮ КОРЕКЦІЄЮ МАРШРУТІВ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ	9
<i>Вартанян В.М., Ревенко Д.С.</i> МОДЕЛЬ, МЕТОД И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИНТЕРВАЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ ДЛЯ СЛУЧАЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ДАННЫХ	16
<i>Юрич М.Ю., Барсуков Д.С., Кудерметов Р.К.</i> АЛГОРИТМЫ СОРТИРОВКИ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАНИЙ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	20
<i>Жуков І.А., Кравець І.М.</i> ОРГАНІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ БАЗ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІЙ СИСТЕМІ.....	25
<i>Скатков А.В., Воронин Д.Ю.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГАРАНТОСПОСОБНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ.....	31

Відмовостійкі системи

<i>Моамар Д.Н., Рябцев В.Г., Уткина Т.Ю.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АДАПТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ К ОТКАЗАМ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ	39
<i>Кошман С.А., Барсов В. И., Краснобаев В.А., Яськова Е.В., Деренько Н.С.</i> МЕТОД ПОРАЗРЯДНОЙ ТАБЛИЧНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В СИСТЕМЕ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ.....	44
<i>Сиора А.А., Краснобаев В.А.</i> ВНУТРЕННЯЯ ДИВЕРСНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В МОДУЛЯРНОЙ СИСТЕМЕ СЧИСЛЕНИЯ	49
<i>Гроль В.В., Романкевич В.А., Фесенюк А.П.</i> ОБ ОЦЕНКЕ ПОГРЕШНОСТИ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ.....	56

Функціональна безпека та живучість

<i>Толкачев М.Ю.</i> ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ЗАДАЧАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОЛНИЕЗАЩИТЫ	60
<i>Меленець А.В.</i> ІНТЕГРОВАНІ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ.....	65
<i>Похил В.С., Харыбин А.В.</i> МЕТОД АНАЛИЗА И ОЦЕНИВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВИАЦИОННЫХ БОРТОВЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ	70
<i>Копитчук М.Б., Олещук О.В.</i> ДИВЕРСИФІКАЦІЯ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖОПОТОКАМИ.....	77

Інформаційна безпека

<i>Певнев В.Я.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ	82
<i>Горбенко І.Д., Кравченко П.О.</i> КОМБІНОВАНА ІНФРАСТРУКТУРА ВІДКРИТИХ КЛЮЧІВ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ	86
<i>Глухов В.С., Ильяс Р.</i> КОДИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЙ УПРАВЛЯЮЩИХ АВТОМАТОВ В ГАРАНТОСПОСОБНЫХ СИСТЕМАХ	91
<i>Гладыш С. В.</i> СТРАТЕГИЧЕСКИЕ АТАКИ НА ПЛОСКОСТИ ФОРВАРДИНГА ДАННЫХ В ПРОТОКОЛАХ МАРШРУТИЗАЦИИ С РОБАСТНОСТЬЮ К ВИЗАНТИЙСКИМ ОШИБКАМ	96
<i>Антощук С.Г., Маєвський Д.А., Маєвська О.Ю., Антощук В.М.</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ ДО ДАНИХ В ОБЛІКОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ	101

Системи контролю та діагностування

<i>Домнич В.С.</i> АНАЛИЗ СЛОЖНОСТИ МАРШРУТА EVA-2 АСТРОНАВТОВ ЛУННОГО КОРАБЛЯ APOLO-16	106
<i>Епифанов А.С.</i> АНАЛИЗ ФАЗОВЫХ КАРТИН ДИСКРЕТНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРА ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ	111
<i>Твердохлебов В.А.</i> СЛОЖНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПО ЗАДАННОМУ МАРШРУТУ	116
<i>Давыдов А.А.</i> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СЛОВАРИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ДИАГНОСТИРОВАНИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ	121
<i>Кривуля Г.Ф., Сами Механа, Кучеренко Д.Е.</i> КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ КОМПЬЮТЕРНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ	127

Надійність програмного забезпечення

<i>Павловский В.И., Зинченко А.Л.</i> ЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СО СЛАБОТИПИЗИРОВАННЫМИ ИЕРАРХИЧЕСКИМИ ДАННЫМИ	132
<i>Долгов Ю.А., Данилина Т.Г.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ ЧАСТНЫХ И ОБОБЩЕННЫХ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ОЦЕНОК НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	138
<i>Михнич Б.Б., Туркин И.Б., Соколова Е.В.</i> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ WINDOWS WORKFLOW FOUNDATION	142
<i>Вилкомир С.А.</i> АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ВХОДНОГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	147

Надійність технічних засобів*Баркалов А.А., Мальчева Р.В., Солдатов К.А.*

СИНТЕЗ АВТОМАТА МУРА С РАСШИРЕНИЕМ КОДОВ СОСТОЯНИЙ ПЕРЕХОДА..... 152

*Бабаков М.Ф., Дерюга И.И.*ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ
АППАРАТУРЫ ПО КОЭФФИЦИЕНТУ ОПЕРАТИВНОЙ ГОТОВНОСТИ..... 157**Телекомунікаційні системи та радіоелектронні пристрої***Кравець В.О., Дженюк Н.В., Серков О.А., Світайло М.С.*РОЗРОБКА СПОСОБУ ВІДВОДУ ІНФОРМАЦІЇ ІЗ ОПТИЧНОЇ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ ЛІНІЇ ЗВ'ЯЗКУ 162*Стрюк А.Ю., Янсонс Я.В.*ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА
ВОССТАНОВЛЕННЫХ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ..... 166**Обчислення та пристрої, що реконфігуруються***Малиновский М.Л.*

ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ HDL-ОПИСАНИЙ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ..... 171

*Опанасенко В.М., Лісовий О.М.*РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОБЛЕМНО-ОРІЄНТОВАНИХ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ
НА КРИСТАЛАХ FPGA 176*Тарасенко В.П., Тесленко О.К., Роговенко А.І.*ОПТИМИЗАЦИЯ АПАРАТНЫХ ВИТРАТ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ПАРАМЕТРИЧНЫХ
ЯДЕР (SOFT-CORES) ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ В СКИНЧЕНИХ ПОЛЯХ..... 184*Мельник А.О., Сало А.М., Клименко В., Цигилик Л., Юрчук А.*ХАМЕЛЕОН - СИСТЕМА ВИСОКОРІВНЕВОГО СИНТЕЗУ
СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПРОЦЕСОРІВ 189

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК..... 195

Шановні читачі!

Науково-технічний журнал

“РАДІОЕЛЕКТРОННІ І КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ”

включений до переліку наукових видань, в яких можуть друкуватися основні
результати дисертаційних робіт

(див. постанову президії ВАК України №1-05/10 від 10.12.2003)

Реферативна інформація зберігається:

– у загальнодержавній реферативній базі даних «Україніка наукова» та публікується у
відповідних тематичних серіях УРЖ «Джерело» (вільний он-лайнний доступ до ресурсів на Web-
сервері <http://www.nbuv.gov.ua>);– у реферативній базі даних Всеросійського інституту наукової і технічної інформації
(ВІНІТІ) Російської академії наук і публікується у відповідних тематичних серіях РЖ (вільний он-
лайнний доступ до ресурсів на Web-сервері [http:// www.viniti.ru](http://www.viniti.ru)).

CONTENTS

Dependability of service-oriented systems

<i>Kondratenko Y.P., Korobko O.V., Kondratenko V.Y., Kuriksha D.S.</i> DSS FOR OPTIMIZATION OF FREIGHT FLOWS WITH THE SAFE GUARANTEED CORRECTION OF ROUTES IN REAL TIME	9
<i>Vartanyan V.M., Revenko D.S.</i> MODEL, METHOD AND TOOL MEANS OF INTERVAL FORECASTING ON A BASIS EXPONENTIAL SMOOTHINGS FOR A CASE OF UNCERTAINTY DATA.....	16
<i>Yurich M.Yu., Barsukov D.S., Kudermetov R.K.</i> SORTING ALGORITHMS FOR DISTRIBUTION OF TASKS IN THE COMPUTER SYSTEM	20
<i>Zhukov I.A., Kravets I.M.</i> ORGANIZATION OF DISTRIBUTION LOAD DATABASE IN THE ANALYSIS AND INFORMATION SYSTEM	25
<i>Skatkov A.V., Voronin D.Y.</i> PROVIDING OF THE DISTRIBUTED CALCULATING SYSTEM DEPENDABILITY WITH THE USE OF THE SCHEDULING MODELS.....	31

Fault-tolerant systems

<i>Moamar D.N., Ryabtcev V.G., Utkina T.Y.</i> DESIGN OF THE ADAPTATION PROCESS OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS TO REFUSALS OF EXECUTIVE MECHANISMS.....	39
<i>Koshman S.A., Barsov V.I., Krasnobayev V.A., Yaskova K.V., Derenko N.S.</i> METHOD OF BIT-BY-BIT TABULAR REALIZATION OF ARITHMETIC OPERATIONS IN THE SYSTEM OF RESIDUAL CLASSES	44
<i>Siora A.A., Krasnobayev V.A.</i> INTERIOR DIVERSITY REALIZATION OF ARITHMETIC OPERATIONS IN MODULAR NUMBER SYSTEM.....	49
<i>Grol V.V., Romankevich V.A., Feseniuk A.P.</i> ABOUT THE ESTIMATION OF ERROR OF THE FAULT-TOLERAN SYSTEMS RELIABILITY COMPUTATION	56

Functional safety and survivability

<i>Tolkachov M.U.</i> STOCHASTIC APPROACH TO LIGHTNING PROTECTION PROBLEMS.....	60
<i>Melenets A.V.</i> INTEGRATED BASES OF THE DECISIONS GIVEN FOR ACCEPTANCE DURING LIQUIDATION OF EXTRAORDINARY SITUATIONS ON POTENTIALLY DANGEROUS OBJECTS	65
<i>Pohyl V.S., Kharybin A.V.</i> THE METHOD OF THE FUNCTIONAL SAFETY OF THE AIRCRAFT ONBOARD CONTROL & INFORMATION SYSTEM ANALYSIS AND ESTIMATION.....	70

Kopytchuk M.B., Olechuk O.V.

CARGO TRAFFIC AUTOMATED CONTROL SYSTEMS DIVERSITY	77
---	----

Information security

Pevnev V.Y.

EFFICIENCY OF INFORMATION SECURITY OF THE CLOSED LOOP SYSTEMS	82
---	----

Gorbenko I.D., Kravchenko P.O.

COMBINED PUBLIC KEY INFRASTRUCTURE AND IT'S USE.....	86
--	----

Hlukhov V.S., Elias Rodrigue

FINITE STATE MACHINE CODING IN DEPENDABLE SYSTEMS.....	91
--	----

Gladys S.V.

STRATEGICAL ATTACKING ON DATA FORWARDING PLANE OF ROUTING PROTOCOLS WITH BYZANTINE FAILURE ROBUSTNESS	96
--	----

Antoschuk S.G., Maevsky D.A., Maevskaya E.J., Antoschuk V.N.

PROVIDING OF AUTHORIZED ACCESS TO DATA IN REGISTRATION INFORMATIVE SYSTEMS	101
---	-----

Systems of diagnostics and checking

Domnich V.S.

ANALYSIS OF THE EVA -2 ROUTE COMPLEXITY OF THE LUNAR MODULE APOLLO-16 ASTRONAUTS	106
---	-----

Epifanov A.S.

THE ANALYSIS OF PHASE PICTURES OF DISCRETE DYNAMIC SYSTEMS WITH USE OF A SPECTRUM OF DYNAMIC PARAMETERS	111
--	-----

Tverdokhlebov V.A.

COMPLEXITY OF MANAGEMENT OF MOVEMENT ON THE SET ROUTE	116
---	-----

Davidov A.A.

INTELLECTUAL DICTIONARIES OF FAULT IN DIAGNOSTICATING OF THE COMPUTER SYSTEMS	121
--	-----

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

CLASSIFICATION CHARACTERISTICS FOR DIAGNOSTICS OF COMPUTER FAILURES BY USING FUZZY EXPERT SYSTEM.....	127
--	-----

Software reliability

Pavlovsky V.I., Zinchenko A.I.

RELIABILITY ENHANCING OF WEAK TYPED HIERARCHICAL DATA PROCESSING BY LINGUISTIC MODELING	132
--	-----

Dolgov Y.A., Danilina T.G.

DEFINITION OF SORTS OF THE PRIVATE AND GENERALIZED QUANTITATIVE ESTIMATIONS OF RELIABILITY OF THE SOFTWARE.....	138
--	-----

Mikhnich B.B., Turkin I.B., Sokolova E.V.

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR SPACECRAFT SYSTEM TEST

AUTOMATIZATION USING WINDOWS WORKFLOW

FOUNDATION TECHNOLOGY. 142

Vilkomir S.A.

ALGORITHM FOR CONSTRUCTION OF AN INPUT SPACE MODEL

FOR SOFTWARE TESTING 147

Hardware reliability

Barkalov A.A., Malcheva R.V., Soldatov K.A.

SYNTHESIS OF MOORE FINITE STATE MASHINE WITH AN EXTENTION

OF STATE'S CODES..... 152

Babakov M.F., Deriuga I.I.

THE OPERATIONAL AVAILABILITY FUNCTION OPTIMIZATION

OF STATE CONTROL OF RADIO ELECTRONIC EQUIPMENT 157

Telecommunication systems and radio-electronic units

Kravets V.A., Dzhenuk N.V., Serkov A.A., Cvetailo M.S.

DEVELOPING A METHOD OF INFORMATION TAPPING FROM OPTICAL

TELECOMMUNICATION LINE 162

Struk A.Y., Yansons Y.V.

INFORMATION TECHNOLOGY OF UPGRADING THE RECOVERED

SPEECH SIGNALS 166

Reconfigurable computing and systems

Malinovsky M.L.

ESTIMATION OF COMPLEXITY OF THE DIGITAL DEVICES HDL-DESCRIPTIONS 171

Opanasenko V.N., Lisovyi A.N.

THE REALIZATION TASK-ORIENTED DIGITAL DEVICE ON CRYSTAL OF FPGA 176

Tarasenko V.P., Teslenko A.K., Rogovenko A.I.

OPTIMIZATION OF HARDWARE EXPENSES FOR IMPLEMENTATION

OF FINITE FIELD'S CALCULATIONS SOFT-CORES 184

Melnyk A.O., Salo A.M., Klymenko V., Tsyhylyk L., Yurchuk A.

CHAMELEON – ELECTRONIC SYSTEM LEVEL DESIGN

OF SPECIALIZED PROCESSORS 189

INDEX 195

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].

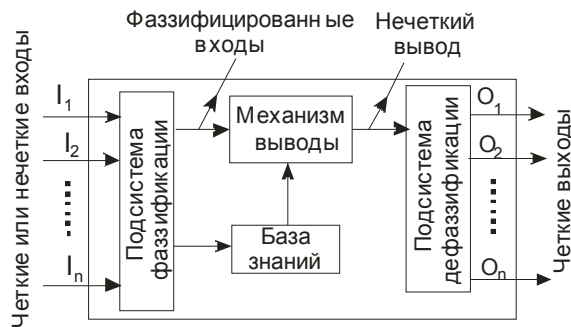


Рис. 1. Структура нечеткой экспертной системы

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.

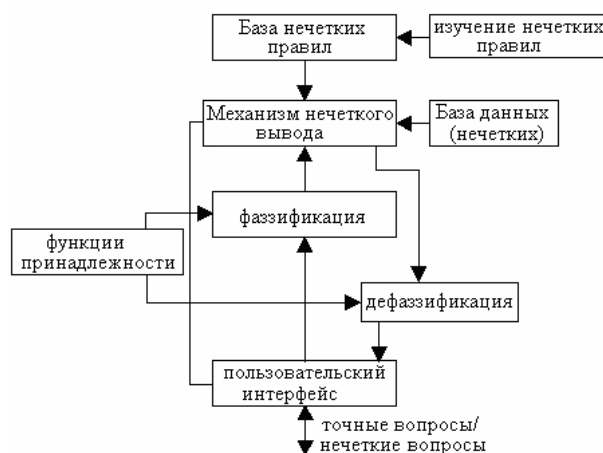


Рис. 2. Структурная схема преобразования информации в нечеткой ЭС

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 B – нечеткое множество, определяющее степень дефектности объекта

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

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.

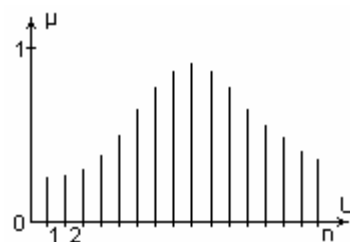


Рис. 3. Возможное произвольное состояние объекта

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"}. Каждое 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)).

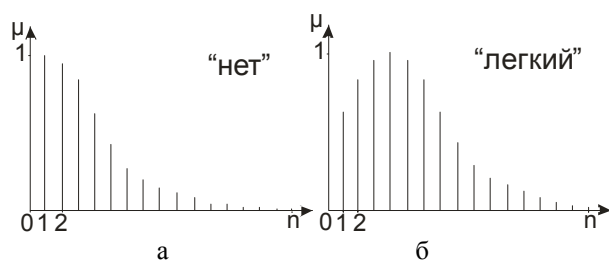


Рис. 4. Нечеткое множество состояний объекта:
а – не имеющего дефектов;
б – имеющего легкий дефект

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 .

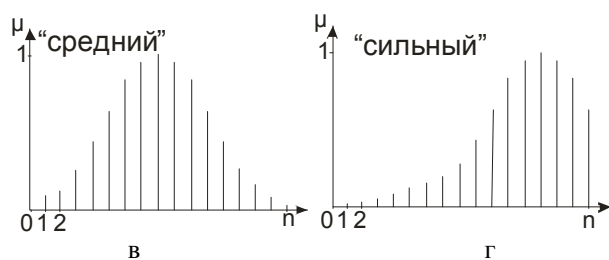


Рис. 4. Нечеткое множество состояний объекта:
в – имеющего средний дефект;
г – имеющего сильный дефект.

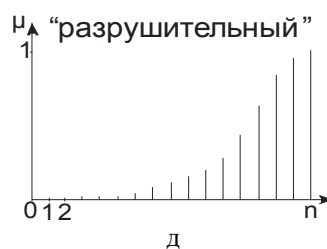


Рис. 4. Нечеткое множество состояний объекта
д – имеющего разрушительный дефект

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. Бабиц, 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	Устранимый ремонтом 	Отказ, устранение которого требует демонтажа и ремонта неисправной компоненты КС
		Несложная	Устранимый на месте эксплуатации 	Отказ, устранение которого возможно без демонтажа
6	Причина возникновения	Сложная	Конструктивный 	Отказ, связанный с нарушением правил проектирования

Окончание табл. 1

7	Тяжесть последствий	Средняя	Производственный 	Отказ, связанный с нарушением процесса изготовления или ремонта КС
		Несложная	Эксплуатационный 	Отказ, при котором возникают не критические последствия
		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. Khoshgoftaar // 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 вичислительной техники Харьковского национального университета радиоэлектроники, Харьков, Украина, e-mail: krivoulya@i.ua.

Механа Самі – аспірант кафедри автоматизації проектування вичислительной техники ХНУРЕ, Харьков, Украина.

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