

УДК 681.518:004:912

А.Л. Ерохин

*Харьковский национальный университет внутренних дел, Харьков***АЛГЕБРОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ***Статья посвящена разработке средств идентификации нештатных ситуаций в сложных системах с канальной структурой на основе алгебрологического подхода.**алгебра нештатных ситуаций, пороговые функции, алгебрологические средства***Введение**

В статье рассматриваются алгебрологические средства для идентификации нештатных ситуаций в сложной системе с канальной структурой (СС), созданные на основе методов теории фундаментальной алгебры предикатных операций в виде алгебры предикатных операций узнавания нештатных ситуаций (НС). **Целью статьи** является разработка модели флуктуаций в сложной системе на основе алгебры предикатных операций и разработка метода идентификации флуктуаций параметров сложной системы с использованием пороговых функций.

1. Модель с использованием алгебры предикатных операций

Рассмотрим нештатную ситуацию в сложной системе с канальной структурой. Для множеств НС рассмотрим следующие аксиоматические положения [1]:

– для случая, когда НС отсутствует, зададим соответствие между входом и выходом (1 вход – 1 выход): $T = A * B$, где A – алфавит; B – множество выхода. Если можно выделить m элементов, которые неизменны, то можно отнести конкретную ситуацию к нештатной ситуации первого класса с образованием предикатного множества;

– для нештатной ситуации зададим соответ-

ствие типа 1 вход – n выходов. При этом, если входы и выходы нетождественны, то появляется НС. Тогда основная задача алгебры НС формулируется как распознавание и классификация этих несоответствий – нештатных ситуаций. Данную ситуацию будем относить к НС второго класса. Предикатное множество этого класса – это предикаты с размытыми составляющими;

– если невозможно установить метрику, то данную ситуацию будем относить к нештатной ситуации третьего класса.

При переходе флуктуационного параметра СС за границы предиката второго класса его расширенная предикатная переменная переходит в предикатную переменную более высокого класса. В каждой из предикатных переменных есть дополнительные условия. Рассмотрим в каждом t – k –мерном сечении по k –базовым координатам множества протекающих динамических процессов. При этом процессы отображаются на каждом t – k –мерном сечении многомерной сферы. Каждое из сечений в общем виде может рассматриваться как фазовое пространство, заполняемое множеством траекторий развития этих процессов. Внутренность n –мерной сферы является спектром реализованных и нереализованных состояний относительно устойчивой СС.

Рассмотрим вопрос, связанный с поведением флуктуационных параметров капсулы параметров системы с учетом критериев важности тех или иных флуктуаций, влияющих на поведение СС в возможных конфликтах “система–окружающая среда”, “система–человек”, “система–внутренняя среда”. Пусть a_n – множество входа, характеризующее n наборов параметров флуктуационной капсулы, b_{kl} – множество выхода, характеризующее алфавит ситуаций. Введем конечный предикат узнавания НС $P \ b_{kl} = f_{b_{kl}}^{f_{b_{kl}}}$; $P \ b_{kl} = 1$, где b_{kl} – число элементов подстановок на поверхности выхода, для которых для всех параметров (kl) соответствующие фрагменты функции остаются внутри флуктуационного коридора параметров, $f_{b_{kl}}^{f_{b_{kl}}}$ – функция входа СС, $f_{b_{kl}}$ – функция выхода.

Считаем, что для любого из (kl)-параметров, который выходит за пределы флуктуационного коридора параметров, предикат принимает нулевое значение $P \ b_{kl} = 0$. Тогда для относительно устойчивого состояния значение предиката – единичное. На основании алгебры предикатных операций [2] введем предикатную операцию узнавания предиката $P_i \ b_{kl}$ по переменной a_i ($i=1..n$):

$$F(a_1 \ b_{kl}, a_2 \ b_{kl}, \dots, a_i \ b_{kl}, \dots, a_n \ b_{kl}) = \begin{cases} 1, & \text{если } a_i \ b_{kl} = P_i \ b_{kl}, \\ 0, & \text{если } a_i \ b_{kl} \neq P_i \ b_{kl}. \end{cases}$$

В общем виде матрица, составленная из соответствующих предикатных переменных параметров, оставшихся внутри флуктуационного коридора или вышедших его пределы, будет состоять из единичных и нулевых элементов. Со временем число флуктуаций параметров, вышедших за пределы флуктуационного коридора, увеличивается, и число нулевых значений предикатов также увеличивается. Учет структуры предполагает неравноценность каждого из параметров, которые определяется разными весовыми характеристиками. Дизъюнктивно-конъюнктивной алгеброй нештатных ситуаций называется алгебра предикатных операций с базисными операциями дизъюнкции и конъюнкции и базисными элементами – предикатами узнавания НС. Для любого универсума ситуаций U , множества M всех предикатов и n предикатных переменных алгебра нештатных ситуаций полна, то есть любая предикатная операция в ней выражается формулой

$$F(a_1 \ b_{kl}, a_2 \ b_{kl}, \dots, a_n \ b_{kl}) = \bigvee_{P_1, P_2, \dots, P_n \in M} F(P_1, P_2, \dots, P_n) a_1^{P_1} b_{kl} a_2^{P_2} b_{kl} \dots a_n^{P_n} b_{kl},$$

– совершенной дизъюнктивной нормальной формой (СДНФ) операции F . Доказательство очевидно, поскольку логическое сложение в СДНФ ведется по всем $P_i \in M^n$. Заметим, что определенная алгебра является частным случаем дизъюнктивно-

конъюнктивной алгебры предикатных операций [2 – 4], для которой теорема о ее полноте доказана в [2]. Рассмотрим основные задачи, которые решаются с помощью алгебры НС:

1) формульная запись систем психофизиологических состояний (ПФС) при исследовании интеллектуальной деятельности человека-оператора;

2) выражение смысловой структуры вырабатываемого решения в процессе принятия решения человеком-оператором при НС;

3) построение моделей сложных систем при НС с целью повышения оперативности принимаемого решения.

Наиболее быстродействующим техническим решением для заданного базиса является аппаратно-программное решение, основанное на пороговой логике.

2. Модель с использованием пороговых функций

Как известно, простейшие пороговые устройства преобразуют n -мерный сигнал (a_1, a_2, \dots, a_n) в двухэлементное множество $\{0, 1\}$. При этом пороговая функция является двухзначной функцией, заданной на множестве A мощности n , которое состоит из всех векторов (a_1, a_2, \dots, a_n) . Двухзначная пороговая функция P выполняет разбиение множества A на два непересекающихся подмножества A_0 и A_1 , где каждое подмножество состоит из тех векторов (a_1, a_2, \dots, a_n) , для которых P принимает одно и то же значение. Рассмотрим n -мерное евклидово пространство E_n , тогда векторы $(\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n)$ образуют единичный многогранник (n -мерную сферу S_n). Найдем способ разбиения единичной сферы S_n на два непересекающихся подмножества. Для удобства дальнейшего рассмотрения сведем ее к n -мерному кубу S_n . Выберем разбиение гиперплоскостью $\omega_1 a_1 + \omega_2 a_2 + \dots + \omega_n a_n + \omega_0 = 0$, которая делит пространство E_n на две части:

$$E_0 = (a_1, \dots, a_n) \in E_n, \ \omega_1 a_1 + \omega_2 a_2 + \dots + \omega_n a_n + \omega_0 \leq 0 \ \text{и}$$

$$E_1 = (a_1, \dots, a_n) \in E_n, \ \omega_1 a_1 + \omega_2 a_2 + \dots + \omega_n a_n + \omega_0 > 0$$

Множество вершин многомерного куба S_n разделяется на два подмножества:

$$A_0 = A \cap E_0 \ \text{и} \ A_1 = A \cap E_1.$$

Сформулируем задачу о синтезе многозначных логических аппаратных и программных устройств для идентификации НС в сложных системах с канальной структурой. Для этого необходимо определить все возможные пороговые разбиения множества вершин куба S_n с помощью гиперплоскостей. Рассмотрим варианты таких разбиений для следующих случаев:

1) двухзначный случай для распознавания наличия или отсутствия аварийного режима ($k=2$). Множество выхода $V_k = \{0, 1\}$;

2) трехзначный случай для узнавания нормального режима, нештатной ситуации, аварийного режима ($k=3$). Множество выхода $V_k = \{0, \varepsilon, 1, 0\}$;

3) четырехзначный случай для узнавания нормального режима, нештатной ситуации, предаварийной ситуации и аварийного режима ($k=4$). Множество выхода $V_k = 0, \varepsilon, \Delta_1, 1, 0$;

4) k -значный случай для узнавания нормального режима, нештатной ситуации, r -предаварийных ситуаций и аварийного режима ($k=r+3$). Множество выхода $V_k = 0, \varepsilon, \Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_r, \dots, 1, 0$.

Рассмотрим случай $k=2$. Множество A составлено из вершин квадрата $(0,0)$, $(1,0)$, $(0,1)$, $(1,1)$, причем каждую вершину можно отделить от трех остальных прямой. Так же пороговыми являются разбиения $\{(0,0), (1,0)\}$, $\{(0,0), (0,1)\}$, $\{(0,1), (1,1)\}$, $\{(1,1), (1,0)\}$. Для этого случая имеется готовый аппарат булевой алгебры конечных предикатов.

Рассмотрим более сложные случаи 2), 3) и 4). Определим функцию P , как k -значный предикат со значениями в множестве выхода V_k . Тогда задача синтеза многозначного порогового элемента [5], который реализует k -значный конечный предикат $f(a_1, a_2, \dots, a_n)$, формулируется следующим образом: для заданной функции определить, является ли она пороговой и установить, по крайней мере, один из векторов ее структуры $W = \{\omega_1, \dots, \omega_n, \omega_0\}$, где $\omega_1, \dots, \omega_n$ – веса k -значных переменных из множества входа A ; ω_0 – порог.

Зададим алфавит входной $A = \{a_1, \dots, a_6\}$ векторов взаимодействий системы и алфавит выходной $V = 0, \varepsilon, \Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_r, \dots, 1, 0$, состоящий из классов нормального режима, нештатных, предаварийных и аварийных ситуаций в сложной системе с канальной структурой [6]. Для обработки многомерных и многозначных параметров системы зададим входное множество векторов взаимодействий системы $A = \{a_1, \dots, a_6\}$, где $a_1 = \overline{\varphi_1}$ – множество векторов технологических параметров со скалярными переменными $\Delta\varphi_1$; $a_2 = \overline{\zeta_j}$ – множество векторов корректировок параметров управления со скалярными пере-

менными $\Delta\zeta_j$; $a_3 = \overline{\theta_L}$ – множество векторов параметров планирования со скалярными переменными $\Delta\theta_L$; $a_4 = \overline{\mu_L}$ – множество векторов корректировок параметров $\overline{\varphi_1}$ – векторы технологических параметров со скалярными переменными $\Delta\varphi_1$; $a_5 = \overline{P_{FS}}$ – множество векторов, описывающих базовые операторские функции лица, принимающего решения (психофизиологического состояния ЛПР); $a_6 = \overline{V_{FS}}$ – множество векторов корректировок ПФС человека-оператора.

Выводы

Таким образом, предложены две модели для алгебрологической идентификации НС в сложных системах с канальной структурой. Рассмотрена задача о синтезе многозначных логических аппаратных и программных устройств для идентификации НС в сложных системах с канальной структурой.

Список литературы

1. Дударь З.В., Кравец Н.С., Шабанов-Кушнарченко Ю.П. О фундаментальной алгебре предикатных операций // Проблемы бионики. – 1998. – Вып. 49. – С. 3-13.
2. Шабанов-Кушнарченко Ю.П. Теория интеллекта. Математические средства. – Х.: Вища школа, 1987. – 159 с.
3. Шабанов-Кушнарченко Ю.П. Теория интеллекта. Проблемы и перспективы. – Х.: Вища школа, 1984. – 142 с.
4. Дертоузос М. Пороговая логика: Пер. с англ. – М.: Мир, 1967. – 342 с.
5. Ерохин А.Л. Алгоритм построения флуктуационной капсулы параметров сложной системы при аварийных ситуациях // Системи обробки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2005. – Вып. 9(49). – С. 221-227.
6. Бондаренко М.Ф., Ерохин А.Л. Про моделі позаштатної поведінки інтелектуальних систем // Проблеми біоники. – 2004. – Вып. 60. – С. 7-16.

Поступила в редколлегию 19.03.2007

Рецензент: д-р техн. наук, доцент И.П. Захаров, Харьковский национальный университет внутренних дел, Харьков.