ошибок в нейросетевом базисе позволяют повысить эффективность ИТ систем управления.

Основу корректирующих кодов ПСКВ составляет распределение полиномов по полному диапазону. Если выбрать k из n оснований ПСКВ ($k<n$), то это позволит осуществить разбиение полного диапазона $P_{полн}(z)$ расширенного поля Галуа $GF(p^v)$ на два непересекающихся подмножества. Первое подмножество называется рабочим диапазоном и определяется выражением

$$P_{раб}(z)=\prod_{i=1}^{k} p_i(z).$$

Многочлен $A(z)$ с коэффициентами из поля $GF(p)$ будет считаться разрешенным в том и только том случае, если он принадлежит $P_{раб}(z)$. Второе подмножество, определяемое произведением $r=n-k$ контрольных оснований,

$$P_{конт}(z)=\prod_{i-k+1}^{k+r} p_i(z),$$

задает совокупность запрещенных комбинаций.

Вопросам разработки методов и алгоритмов контроля и коррекции ошибки в модульных избыточных кодах полиномиальной системы классов вычетов уделено значительное внимание [1,3]. Особое место отводится вычислению интервального номера полинома. Определения данной характеристики осуществляется

$$l_{инт}(z)=[A(z)/P_{раб}(z)]. \quad (1)$$

В работе [3] представлено устройство, осуществляющее обнаружение и коррекцию ошибки в модулярном коде на основе вычисления интервального номера, используя

$$B_i^*(z) \equiv B_i(z) \bmod P_{раб}(z), \quad (2)$$

где $B_i^*(z)$ и $B_i(z)$ - ортогональные базисы безизбыточной и полной системы.

Тогда согласно (2)

$$B_i(z)=R_i(z)P_{раб}(z)+B_i^*(z), \quad (3)$$

где $R(z)_i=[B_i(z)/P_{раб}(z)]$

Подставив равенство (3) в выражение (1) и проведя упрощения, имеем

$$l_{инт}(z)=\sum_{i=1}^{k+r}\alpha_i(z)R_i(z)+\left[\sum_{j=1}^{k}\alpha_j(z)B_j^*(z)\Big/P_{раб}(z)\right]+K(z)P_{полн}(z)\Big|P_{раб}(z), \quad (4)$$

где $P_{конт}(z)=\prod_{i-k+1}^{k+r} p_i(z)$;

$K(z)$ – ранг полной системы оснований ПСКВ.

Так как множество значений интервального номера $l_{инт}(z)$ представляет собой кольцо по модулю $P_{конт}(z)$, то выражение (4) преобразуется к виду

$$l_{инт}(z)=\left|\sum_{i=1}^{k+r}\alpha_i(z)R_i(z)+K^*(z)\right|_{P_{конт}(z)}^{+}, \quad (5)$$

где ранг безизбыточной системы определяется выражением

$$K^*(z)=\left[\sum_{j=1}^{k}\alpha_j(z)B_j^*(z)\Big/P_{раб}(z)\right]. \quad (6)$$

Если $l_{инт}(z)=0$, то исходный полином $A(z)$ лежит внутри рабочего диапазона и не является запрещенным. В противном случае $A(z)$ – ошибочная комбинация. Причем использование данной характеристики позволяет по величине $l_{инт}(z)$ определить местоположение и глубину $\Delta\alpha_i(z)$ ошибки.

Анализ выражения (5) показывает, что применение составного модуля $P_{коит}(z)$, по которому определяется значение интервального номера $l(z)$, с точки зрения аппаратурных затрат, является не самым оптимальным.

Решить данную проблему можно за счёт модификации алгоритма [1]. В основу данной модификации положено свойство – отсутствие переноса единицы из младшего разряда в старший при выполнении арифметической операции сложения двух операндов в расширенных полях Галуа $GF(2^v)$. Таким образом, величина ранга $K^*(z)$ безизбыточной системы ПСКВ $p_1(z),\ldots,p_k(z)$ определяется значением $\alpha_i(z)$ и $B_i^*(z)$, и никоим образом не зависит от переполнения диапазона $P_{раб}(z)$. Следовательно, вычислив $\alpha_i(z)\,B_i^*(z)\,mod P_{раб}(z)$, можно отказаться от вычисления $K^*(z)$. Тогда (10) примет вид

$$\begin{cases} l_{инт}^{k+1}(z)=\left|\sum_{i=1}^{k}(\alpha_i(z)B_i^*(z))modP_{раб}(z)+\sum_{\neq k+1}^{k+r}\alpha_i(z)R_i(z)\right|_{P_{k+1}(z)}^{+} \\ \vdots \\ l_{инт}^{k+r}(z)=\left|\sum_{i=1}^{k}(\alpha_i(z)B_i^*(z))modP_{раб}(z)+\sum_{\neq k+1}^{k+r}\alpha_i(z)R_i(z)\right|_{P_{k+r}(z)}^{+} \end{cases} \quad (7)$$

В ходе проведенных исследований было выявлено, что схемная реализация выражения (7) обеспечивает наибольшую эффективность при контроле и исправлении ошибок, возникающих в процессе функционирования спецпроцессора ПСКВ. При этом представленный алгоритм вычисления данной позиционной характеристики характеризуется довольно высокой надежностью работы при сравнительно небольших временных затратах на реализацию процедур поиска и определения местоположения ошибочных разрядов. Кроме того, с увеличением разрядности вычислительного устройства эффективность алгоритма (7) возрастает.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калмыков И.А. Математические модели нейросетевых отказоустойчивых вычислительных средств, функционирующих в полиномиальной системе классов вычетов/ Под ред. Н.И. Червякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 276 с.

2. Элементы применения компьютерной математики и нейроинформатики/Н.И. Червяков, И.А. Калмыков И.А., В.А. Галкина, Ю.О. Щелкунова, А.А. Шилов; Под ред. Н.И. Червякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 216с.

3. Калмыков И.А., Червяков Н.И., Щелкунова Ю.О., Бережной В.В. Математическая модель нейронной сети для коррекции ошибок в непозиционном коде расширенного поля Галуа/Нейрокомпьютеры: разработка, применение №8-9, 2003. С.10-16

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИЗ МОДУЛЯРНОГО КОДА В ОБОБЩЕННУЮ ПОЛИАДИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ СЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Калмыков И.А., Лободин М.В., Зиновьев А.В., Емарлукова Я.В.

Ставропольский военный институт связи Ракетных войск, г. Ставрополь, Россия

Задача исследований

Применение систем контроля и управления доступом (СКУД) в современных системах управления позволяет обеспечить высокую степень защиты от несанкционированного доступа (НСД) к информации. При этом СКУД должны обладать свойством отказоустойчивости. Обеспечить высокую надежность работы таких систем можно за счет применения корректирующих арифметических кодов, используемых для первичной обработки биометрических параметров пользователя.

Решение

Биометрическая идентификация и аутентификация пользователя является одним из перспективных направлений защиты информации от НСД. В настоящее время наибольшее распространение получили системы контроля и управления доступом, базирующееся на статических параметрах пользователя. Однако данные системы слабо защищены от обмана муляжом. Данного недостатка лишены методы биометрической идентификации пользователя по его динамическим параметрам.

Однако для эффективной работы систем контроля управления доступом, использующих динамическую биометрию пользователя, необходимо осуществлять первичную обработку образа. Как правило, такая обработка основана на методах цифровой обработки сигналов (ЦОС). Известно, что большинство методов первичной обработки сигналов базируется на ортогональных преобразованиях, определенных в поле комплексных чисел, т.е. дискретном преобразовании Фурье, которое имеет ряд недостатков: низкая скорость обработки сигналов; аддитивные и мультипликативные погрешности из-за иррациональных значений поворачивающих коэффициентов W^{kn}. Кроме того, необходимо, чтобы возникающие ошибки при первичной обработки сигналов, были устранены в процессе этих вычислений.

Решить данные проблемы можно за счет применения специальной системы кодирования, которая бы поддерживала математическую модель ЦОС, обладающую свойством кольца или поля, а также была способна обнаруживать и корректировать ошибки. Данным требованиям удовлетворяет полиномиальная система классов вычетов (ПСКВ) [1-4]. Если в качестве оснований новой алгебраической системы выбрать минимальные многочлены $p_i(z)$ поля $GF(p^v)$, то любой сигнал $x(n)$, представленный в полиномиальной форме $X(z)$, удовлетворяющий условию

$$X(z) \in Pпол, \quad (1)$$

где $P_{пол} = \prod_{i=1}^{n} p_i(z) = z^{p^v-1} - 1$, можно представить в виде n-мерного вектора

$$X(z)=(\alpha_1(z), \alpha_1(z),\alpha_n(z)), \quad (2)$$

где $\alpha i(z)=rest[A(z)/p_i(z)), i=1,2,3,...n.$

Наряду с повышением скорости обработки данных ПСКВ позволяет обнаруживать и корректировать ошибки, возникающие в процессе вычислений [2].

Полином, представленный в ПСКВ не содержит ошибки, если

$$A(z) \in P_{раб}(z) = \prod_{i=1}^{k} p_i(z),$$

где k - количество информационных оснований ПСКВ $(k<n)$. В противном случае, если в результате выполнения вычислений произошла ошибка, то полином $A^*(z)$ будет лежать вне рабочего диапазона.

Для обнаружения и коррекции ошибок в кодах ПСКВ используются позиционные характеристики, среди которых особое место занимают коэффициенты обобщенной полиадической системы (ОПС)[3]. Если полином, представленный ПСКВ, не содержит ошибок, то старшие коэффициенты ОПС, соответствующие контрольным основаниям равны 0, в противном случае – комбинация считается ошибочной.

Для эффективной реализации вычислений коэффициентов ОПС по значениям остатков ПСКВ был разработан алгоритм перевода из кода ПСКВ в код ОПС, который базируется на китайской теореме об остатках.

$$A(z) = \sum_{i=1}^{s} \alpha_i(z) B_i(z) \bmod P_{полн}(z) \quad (3)$$

Представив ортогональные базисы в виде коэффициентов ОПС, получаем

$$A = \alpha_1[\gamma_1^1, \gamma_2^1, ..., \gamma_{k+r}^1] + ... + \alpha_{k+r}[0, 0, ..., \gamma_{k+r}^{k+r}] \quad (4)$$

где γ_i^j - коэффициенты ОПС j-го ортогонального базиса.

Тогда, проведя умножение вычетов α_i на соответствующие коэффициенты ОПС помодульно и поразрядно, при этом, учитывая превышение модуля p_i как перенос единицы при суммировании результата, коэффициенты ОПС могут быть найдены

$$a_i = \left| \sum_{j=1}^{i} \left| |\alpha_j \gamma^j| \right|_{p_i}^{+} + \delta_{i-1} \right|_{p_i}^{+}, \quad (5)$$

где δ_{i-1} - переполнение, полученное при суммировании по модулю p_{i-1}.

Одним из важнейших свойств кодов ПСКВ, определенных в расширенных полях Галуа $GF(p^v)$, является отсутствие межразрядных переносов при вычислении результата по модулю $p_i(z)$. Это позволяет свести операцию итеративного получения коэффициентов ОПС к процедуре

$$a_i(z) = \left| \sum_{j=1}^{i} \alpha_j(z) \gamma^j(z) \right|_{p_i(z)}^{+}, \quad (6)$$

где $i=1,2,...,n$ - количество оснований кода ПСКВ.

Пусть задана ПСКВ со следующими полиномиальными основаниями:

рабочие $p_1(z)=z+1$, $p_2(z)=z^2+z+1$, $p_3(z)=z^4+z^3+z^2+z+1$;

контрольные $p_4(z)=z^4+z^3+1$, $p_5(z)=z^4+z+1$.

При этом рабочий диапазон будет равен $Pраб(z)=z^7+z^6+z^5+z^2+z+1$.

В ОПС полином A(z) представляется в виде

$A(z)=a_1+a_2p_1(z)+a_3p_1(z)p_2(z)+a_4(z)p_1(z)p_2(z)p_3(z)+a_5(z)p_1(z)p_2(z)p_3(z)p_4(z)$

Если полином, представленный в ПСКВ, не содержит ошибок, то значения старших коэффициентов ОПС $a_4(z)=0$, $a_5(z)=0$. В табл. 1 представлена зависимость значений коэффициентов ОПС от местоположения и глубины ошибки.

Табл. 1.

Величина ошибки	Коэффициенты ОПС	
	$a_4(z)$	$a_5(z)$
$\Delta\alpha_1=1$	z^3	z^3+z^2+z
$\Delta\alpha_2=1$	z^3+z+1	z^3+z^2
$\Delta\alpha_2=z$	z^3+z^2+z	z^3+z
$\Delta\alpha_3=1$	z^2+1	z^3+z^2+z
$\Delta\alpha_3=z$	z^3+z	z^3+z^2+z+1
$\Delta\alpha_3=z^2$	z^3+z^2	z^3+z^2
$\Delta\alpha_3=z^3$	1	z^3+z
$\Delta\alpha_4=1$	z^3+z	z^3+z^2+z
$\Delta\alpha_4=z$	z^3+z^2	z^3+z^2+z+1
$\Delta\alpha_4=z^2$	1	z^3+z^2
$\Delta\alpha_4=z^3$	z	z^3+z+1
$\Delta\alpha_5=1$	0	z
$\Delta\alpha_5=z$	0	z^2
$\Delta\alpha_5=z^2$	0	z^3
$\Delta\alpha_5=z^3$	0	z+1

На базе данного алгоритма был разработан преобразователь, который осуществляет параллельное вычисление коэффициентов смешанной системы счисления, реализованное с помощью нейроподобных вычислительных

устройств. При этом характерной чертой патентованного устройства является то, что не только обнаруживает и корректирует ошибки, но и осуществляет обратное преобразование из непозиционного кода ПСКВ в позиционный двоичный код [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калмыков И.А. Математические модели нейросетевых отказоустойчивых вычислительных средств, функционирующих в полиномиальной системе классов вычетов/ Под ред. Н.И. Червякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 276 с.

2. Калмыков И.А., Червяков Н.И., Щелкунова Ю.О., Бережной В.В. Математическая модель нейронных сетей для исследования ортогональных преобразований в расширенных полях Галуа/Нейрокомпьютеры: разработка, применение. №6, 2003. с.61-68.

3. Нейронная сеть для вычисления коэффициентов обобщенной полиадической системы, представленных в расширенных полях Галуа GF(2^v)Калмыков И.А., Лободин М.В., Алексишин Е.В., Щелкунова Патент № 2258956. Бюл. №23 от 20.08.2005.

4. Элементы применения компьютерной математики и нейроинформатики/Н.И. Червяков, И.А. Калмыков И.А., В.А. Галкина, Ю.О. Щелкунова, А.А. Шилов; Под ред. Н.И. Червякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 216с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО РЫНКА ТРУДА

Коркмазова Ф.А.

Карачаево-Черкесская государственная технологическая академия, Черкесск, Россия

В настоящей работе предлагается подход к формализации деятельности биржи труда на основе принципов теории массового обслуживания. Службу занятости можно рассматривать как систему массового обслуживания, которая призвана согласовать и уравновесить спрос и предложение на рабочую силу [1]. В работе [2] приведена модель рынка труда для нескольких отраслей экономики:

$$\begin{cases} \frac{dN_1^{(1)}(t)}{dt} = -N_1^{(1)}(t)W^{(1)} + \sum_{i=1}^{n} N_2^{(i)}(t)W^{(i,1)}, \\ \frac{dN_1^{(2)}(t)}{dt} = -N_1^{(2)}(t)W^{(2)} + \sum_{i=1}^{n} N_2^{(i)}(t)W^{(i,2)}, \\ \text{..... ....,} \\ \frac{dN_1^{(n)}(t)}{dt} = -N_1^{(n)}(t)W^{(n)} + \sum_{i=1}^{n} N_2^{(i)}(t)W^{(i,n)}, \\ \frac{dN_2^{(1)}(t)}{dt} = \sum_{i=1}^{n} N_1^{(i)}(t)W^{(i)} - N_2^{(1)}(t)\sum_{i=1}^{n} W^{(1,i)}, \\ \frac{dN_2^{(2)}(t)}{dt} = \sum_{i=1}^{n} N_1^{(i)}(t)W^{(i)} - N_2^{(2)}(t)\sum_{i=1}^{n} W^{(2,i)}, \\ \text{..... ....,} \\ \frac{dN_2^{(n)}(t)}{dt} = \sum_{i=1}^{n} N_1^{(i)}(t)W^{(i)} - N_2^{(n)}(t)\sum_{i=1}^{n} W^{(n,i)}. \end{cases} \quad (1)$$

В модели (1) приняты следующие обозначения: $N^{(i)}_1(t)$ – часть специалистов, занятых в i-й отрасли; $N^{(i)}_2(t)$ – часть безработных, которые могут использоваться в i-й отрасли; $W^{(i,\,j)}$ – вероятность того, что безработный специалист i-й отрасли найдет работу в отрасли j в интервале времени $(t;\ t+\Delta t)$; $W^{(i)}$ – вероятность увольнения работника из отрасли i.

Система (1) линейна, представлена в нормальной форме Коши и в матричном виде записывается как $N(t)=WN(t)$. Задача прогнозирования устойчивости регионального рынка труда сводится к прогнозированию спектра собственных значений матрицы состояния W. Весьма важным является факт того, чтобы рынок труда не просто сохранял устойчивость своего некоторого состояния, а обладал бы устойчивостью функционирования, то есть устойчивостью при вариации параметров – вероятностей трудоустроиться или потерять работу. Матрица состояний имеет вид:

$$W=\begin{pmatrix} -W^{(1)} & 0 & \dots & 0 & W^{(1,1)} & W^{(2,1)} & \dots & W^{(n,1)} \\ 0 & -W^{(2)} & \dots & 0 & W^{(1,2)} & W^{(2,2)} & \dots & W^{(n,2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -W^{(n)} & W^{(1,n)} & W^{(2,n)} & \dots & W^{(n,n)} \\ W^{(1)} & W^{(2)} & \dots & W^{(n)} & (-W^{(1,1)}-\dots-W^{(1,n)}) & 0 & \dots & 0 \\ W^{(1)} & W^{(2)} & \dots & W^{(n)} & 0 & (-W^{(2,1)}-\dots-W^{(2,n)}) & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ W^{(1)} & W^{(2)} & \dots & W^{(n)} & 0 & 0 & \dots & (-W^{(n,1)}-\dots-W^{(n,n)}) \end{pmatrix} \quad (2)$$

При решении задач прогнозирования устойчивости функционирования и управляемости динамическими свойствами исследуемого рынка важное значение приобретает зависимость собственных чисел λ_i от различных вероятностей $W^{(i)}$ и $W^{(i,\,j)}$ матрицы (2). Она характеризуется функцией чувствительности λ_i от $W^{(i)}$ и $W^{(i,\,j)}$, которая может быть выражена через собственные векторы U_i и V_i матрицы W. Известные алгебраические преобразования позволяют для компонент вектора трудовых ресурсов $N(t)$ получить выражение

$$n^{(k)}(t)=\sum_{i=1}^{m} c_i e^{\lambda_i t} u_i^{(k)},\ k=\overline{1,m},$$

где $u_i^{(k)}$- компоненты с номером k собственного вектора U_i, m – размерность матрицы (2), $c_i=V_i^T N_0$ определяется вектором начальных значений занятости N_0 и собственными векторами V_i транспонированной матрицы состояния (2). Выражение $n^{(k)}(t)$ позволяет сделать выводы о наблюдаемости отдельных составляющих движения $e^{\lambda_i t}$ в $n^{(k)}(t)$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев Я.Т. Совершенствование региональной занятости населения в условиях становления рынка труда: Автореф. дисс. ... докт. экон. наук. М. 1997.

2. Семенчин Е.А., Зайцева И.В. Математическое моделирование работы биржи труда// Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2004. – Т.11. Вып..2. – С. 398-399.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Кужелев П.Д., Цветков В.Я.

Московский государственный университет геодезии и картографии г. Москва, Россия

Геоинформационные системы (ГИС) применяют во многих областях. В первую очередь там, где имеется необходимость учета и оценки пространственных отношений и распределений различных социально-экономических характеристик в пространстве [1]. Рассмотрим применение ГИС с позиций концепций, проектирования и управления в сфере железнодорожного транспорта.

Концептуально исключительным свойством ГИС является возможность связывания (интеграции) пространствен-