



УКРАЇНА

(19) UA (11) 64599 (13) U
(51) МПК (2011.01)
G06F 11/00ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ СИНТЕЗУ НЕЛІНІЙНОГО ГРУПОВОГО СИГНАТУРНОГО АНАЛІЗАТОРА НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ МНОЖЕННЯ НА МАТРИЦЮ ЗВ'ЯЗКІВ

1

2

(21) u201105019

(22) 20.04.2011

(24) 10.11.2011

(46) 10.11.2011, Бюл.№ 21, 2011 р.

(72) РИСОВАНИЙ ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Спосіб синтезу нелінійного групового сигнатурного аналізатора на основі використання множення на матрицю зв'язків, який полягає в тому, що з'єднання розрядів вхідної послідовності з суматорами за модулем три виконується у відповід-

ності до побудованої матриці станів, причому до кожного з суматорів за модулем три підключаються розряди вхідної послідовності у відповідності з вагою елементів відповідного рядка цієї матриці, який **відрізняється** тим, що результуюча сигнатура паралельно поданих послідовностей отримується після множення отриманої попередньої сигнатури на матрицю зв'язків, ступінь якої дорівнює розрядності групи паралельної вхідної послідовності та наступної згортки цієї сигнатури та наступної групи розрядів паралельно поданої послідовності.

Корисна модель належить до обчислювальної техніки та може використовуватися у системах діагностування цифрових об'єктів.

Відомий спосіб синтезу нелінійного одноканального сигнатурного аналізатора (НОСА) [1], який містить N дворозрядних D-тригерів, блок множення за модулем три та суматор за модулем три. Недоліком відомого способу є те, що він призначений для обробки послідовного цифрового коду.

Найбільш близьким до того, що пропонується, технічним рішенням, вибраним як прототип, є спосіб синтезу нелінійного паралельного сигнатурного аналізатора (НПСА) [2], який містить інформаційні входи; групу блоків дешифраторів; групу блоків множення на два за модулем три; групу блоків суматорів за модулем три, вхід синхросигналу та групу дворозрядних регістрів. Недоліком відомого способу є те, що він не дозволяє обробляти вхідну паралельну послідовність, яка подається групами.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу синтезу нелінійного групового сигнатурного аналізатора шляхом зменшення часу отримання результуючої сигнатури для послідовності, яка оброблюється групами в паралельно-послідовному режимі, та підвищення достовірності контролю за рахунок аналізу третього стану, з одержанням сигнатури, яка дорівнює сигнатурі одноканального сигнатурного аналізатора (ОСА) при використанні одного й того утворюючого полінома та однакової вхідної послідовності.

Задача вирішується за рахунок використання матриці станів нелінійного ОСА (НОСА), за видом якої будується НПСА шляхом з'єднання відповідних розрядів вхідної послідовності зі схемами додавання за модулем три та наступного множення отриманої попередньої сигнатури на матрицю зв'язків, ступінь якої дорівнює розрядності групи паралельної вхідної послідовності та наступної згортки цієї сигнатури та наступної групи розрядів паралельно поданої послідовності.

Позитивним технічним рішенням є те, що отримано спосіб синтезу нелінійного групового сигнатурного аналізатора (НГСА), який дозволяє при паралельно-послідовній (за групами) обробці вхідної інформації отримувати сигнатуру, яка дорівнює сигнатурі НОСА при використанні однакового утворюючого полінома.

При пошуку в патентній та науково-технічній літературі не виявлено об'єктів з ознаками, подібними до відмінних ознак технічного рішення, що заявляється, на підставі чого можна зробити висновок про відповідність його критерію "суттєвої відмінності".

Суть запропонованого способу полягає в виконанні наступних кроків.

Крок 1. Вибирається кількість інформаційних входів, яка буде оброблятися на НПСА.

Крок 2. Вибирається утворюючий поліном $P(x) = b_r x^r \oplus b_{r-1} x^{r-1} \oplus \dots \oplus b_1 x \oplus b_0$. При виборі полінома слід урахувувати, що не всі поліноми

(13) U
(11) 64599
(19) UA

генерують послідовності максимальної довжини. Ця довжина впливає на співвідношення до кількості оброблюваних інформаційних входів.

Крок 3. Будується матриця станів. Вигляд матриці станів залежить від утворюючого полінома. Для побудови матриці станів будується НОСА у відповідності до утворюючого полінома. Потім в молодший розряд такого НОСА записується b_0 - вільний член утворюючого полінома. Це - перший

1	0	0	1	1	0	1	2	1	1	0	0	2	1	0	2	0	1	2	2
0	1	0	0	1	1	0	1	2	1	1	0	0	2	1	0	2	0	1	2
0	0	1	0	0	1	1	0	1	2	1	1	0	0	2	1	0	2	0	1
0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	2	1	1	0	0	2	1	0	2	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

1	0	1	0	1	1	1	1	1	2	2	0	1	1	2	1	2	0	0	0
2	1	0	1	0	1	1	1	1	2	2	2	0	1	1	2	1	2	0	0
2	2	1	0	1	0	1	1	1	2	2	2	0	1	1	2	1	2	0	0
1	2	2	1	0	1	0	1	1	1	2	2	2	0	1	1	2	1	2	0
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

2	0	0	2	2	0	2	1	2	2	0	0	1	2	0	1	0	2	1	1
0	2	0	0	2	2	0	2	1	2	2	0	0	1	2	0	1	0	2	1
0	0	2	0	0	2	2	0	2	1	2	2	0	0	1	2	0	1	0	2
0	0	0	2	0	0	2	2	0	2	1	2	2	0	0	1	2	0	1	0
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

2	0	2	0	2	2	2	2	1	1	1	0	2	2	1	2	1	0	0	0
1	2	0	2	0	2	2	2	2	2	1	1	0	2	2	1	2	1	0	0
1	1	2	0	2	0	2	2	2	2	1	1	1	0	2	2	1	2	1	0
2	1	1	2	0	2	0	2	2	2	2	1	1	1	0	2	2	1	2	1
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80

Крок 4. Будується НПСА.

У відповідності до кількості інформаційних входів k вибирається кількість станів матриці. Потім, згідно з першим рядком матриці станів, яка обмежена кількістю входів, відбувається підключення номерів розрядів вхідної послідовності до суматорів за модулем три першого каналу аналізатора з номерами ненульових елементів цієї матриці. Підключення до другого каналу відбувається у відповідності з ненульовими елементами другого рядка цієї матриці й так далі.

В загальному вигляді функціональна схема НПСА на k входів будується за наступним правилом:

- вихід кожного суматора за модулем три підключається до відповідного йому тригера;
- кожен вхід аналізатора підключається до входу того відповідного суматора за модулем три, номери яких співпадають з номерами ненульових елементів відповідного рядка матриці станів сигнатурного аналізатора.

Крок 5. З НПСА утворюються НГСА, для чого необхідно виконати дії:

- здійснюються з'єднання тригерів регістра у регістр зсуву;
- дворозрядні виходи всіх регістрів, де зберігається сигнатура, з'єднують з блоком множення цієї сигнатури на матрицю зв'язків ступеня, яка дорівнює розрядності групи вхідної паралельної послідовності.

стан аналізатора ($h_1 - \|b_0 \dots 0\|$). Після цього послідовно проводяться зсуви попередніх станів і їх збереження. Зсуви відбуваються з урахуванням попереднього стану завдяки зворотним зв'язкам відповідно до ступенів утворюючого полінома через суматор за модулем три. Таким чином, отримується матриця станів H , яка, наприклад, для $P(x) = x^4 \oplus_3 x^3 \oplus_3 1$ має вигляд:

При виконанні таких дій досягається рівність сигнатур нелінійного групового та класичного НОСА.

В загальному випадку матриця зв'язків має вигляд:

$$S = \begin{vmatrix} b_1 & b_2 & \dots & b_{r-1} & b_r \\ 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & & & & & \\ 0 & 0 & & \dots & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

Крім того, попередній стан сигнатурного аналізатора можна визначити, якщо відомий який-небудь стан при виконанні відповідного перетворення з урахуванням матриці зв'язків, наприклад:

$$h_{i+1} = S^i h_1 = S^{i-1} h_{i+1} = \dots = S^{i-n} h_{i+n}.$$

В матриці станів при аналізі цифрової послідовності перший стан матриці станів h_1 завжди дорівнює $\|b_0 \dots 0\|$, а кожний наступний стан отримується від попереднього шляхом його зсуву через регістр зі зворотними зв'язками, створеними за правилом того ж самого полінома. Цю закономірність можна також записати як

$$h_{i+1} = S h_i,$$

де S - матриця зв'язку виходів одноканального регістра зі входами цього регістра.

Матриця S для полінома $P(x) = x^4 \oplus_3 x^3 \oplus_3 1$ має вигляд:

$$S = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

В цій матриці перший рядок вказує, що четвертий та третій виходи регістра з'єднані з першим входом цього регістра. Другий рядок матриці вказує, що перший вихід з'єднано з другим входом регістра. Третій рядок матриці вказує, що другий вихід регістра з'єднано з третім входом. Четвертий рядок матриці вказує, що третій вихід регістра з'єднано з четвертим входом цього регістра. Тобто, ця матриця описує з'єднання одноканального сигнатурного регістра, зворотні зв'язки якого з'єднані за поліномом $P(x) = x^4 \oplus_3 x^3 \oplus_3 1$.

Пристрій працює наступним чином. В початковому стані в регістрах записано код 0...0 (ланцюги встановлення в початковий стан не показані).

Надходження на вхід нелінійного сигнатурного аналізатора вхідної послідовності викличе на виходах кожного дешифратора появу двоканальної послідовності відповідно до наступної логіки:

Входи	Виходи
0	00
1	01
X	10

Знаком X позначено третій (високий) стан.

Розглянемо приклад отримання сигнатур вхідної послідовності на НПСА, НОСА та сигнатури на запропонованому ГНСА. При подачі на вхід НПСА з $P(x) = x^4 \oplus_3 x^3 \oplus_3 1$ 24-розрядної вхідної послідовності $v(t)_{GF(3)} = 1000\ 0000\ 0001\ 2000\ 0000\ 0001$ у кінцевому полі $GF(3)$ одержимо сигнатуру

$$\text{sig } v(t)_{GF(3)} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \oplus_3 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \oplus_3 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix} \oplus_3 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$h_1 \quad h_{12} \quad 2 \times_3 \quad h_{24}$

Таким чином, сигнатура вхідної послідовності, отриманої на НПСА, дорівнює:

$$\text{sig } v(t)_{GF(3)} = v(t)_{\text{mod}3} = \|\|2111\|\|^T.$$

Процес отримання цієї сигнатури для вхідної послідовності $v(t)_{GF(3)} = 1000\ 0000\ 0001\ 2000\ 0000\ 0001$ та $P(x) = x^4 \oplus_3 x^3 \oplus_3 1$ на НОСА наведено в таблиці.

Таким чином, сигнатура вхідної послідовності, отриманої на НОСА, дорівнює:

$$\text{sig } v(t)_{GF(3)} = v(t)_{\text{mod}3} = \|\|2111\|\|^T.$$

Сигнатури НПСА та НОСА співпали.

Розглянемо процес отримання сигнатури на НГСА для такої самої вхідної послідовності:

$$v(t)_{GF(3)} = 1000\ 0000\ 0001\ 2000\ 0000\ 0001.$$

Отримується матриця станів СА та в залежності від кількості розрядів в групі будується схема НГСА. Сигнатура НГСА отримується для 24-розрядної послідовності в 3 етапи:

1 етап. Отримується проміжна сигнатура для групи вхідної послідовності

$$v^{\text{пром}} k_{2GF(3)} = 2000\ 0000\ 0001 =$$

$$= \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \times_3 2 = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \oplus_3 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$h_1 \quad h_{12}$

Результуюча сигнатура другої групи вхідної послідовності визначається як

$$\text{sig } v k_{2GF(3)} = v^{\text{пром}} k_{2GF(3)} \times S^{12} = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \times_3 2 = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

2 етап. Отримується сигнатура 1-ї групи для групи вхідної послідовності

$$\text{sig } v k_{1GF(3)} = 100000000001 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \oplus_3 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$h_1 \quad h_{12}$

3 етап. Отримується результуюча сигнатура всієї послідовності $v(t)_{GF(3)} = 1000\ 0000\ 0001\ 2000\ 0000\ 0001$:

$$\text{sig } v(t)_{GF(3)} = \text{sig } v k_{2GF(3)} \oplus_3 \text{sig } v k_{1GF(3)} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \oplus_3 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Рівність сигнатур НПСА, НГСА і НОСА свідчить про правильність одержаних сигнатур при одній і тій же вхідній послідовності та вибраному поліномі.

Спосіб, що пропонується, може бути реалізований, наприклад, за допомогою пристрою, структурна схема якого приведена на кресленні в загальному вигляді. Пристрій включає: інформаційні входи 1; групу блоків дешифраторів 2_{1-2к}; групу блоків 3_{1-3r} множення на два за модулем три; блоків 4_{1-4r} суматорів за модулем три, синхровхід 5, групу блоків 6_{1-6r} дворозрядних регістрів та блок 7 множення за модулем три на матрицю зв'язків.

Сигнатурний аналізатор є схемою, що здійснює ділення вхідної послідовності 1 на утворюючий поліном, на підставі якого побудована матриця станів, а вже за її видом здійснюється підключення виділених сигналів через блоки множення 3_{1-3r} до груп блоків 4_{1-4r} суматорів за модулем два.

Пристрій працює наступним чином. В початковому стані в регістрах записано код 0...0 (ланцюги встановлення в початковий стан не показані).

Надходження на вхід 1 k-розрядної групи паралельної вхідної послідовності через дешифратори 2_{1-2к} та блоки 3_{1-3r} множення викличе на виходах блоків 4_{1-4r} суматорів за модулем три відповідну згортку (сигнатуру), яка за синхросигналом 5 запишеться до D-тригерів 6_{1-6r}. На наступному етапі, отримана сигнатура групи вхідної послідовності множиться на матрицю зв'язків S^k ступеня, яка дорівнює k розрядам. Вказана послідовність дій повторюється для наступних груп l, де l=n/k, де l - довжина досліджуваної послідовності.

В результаті в НГСА буде сформована результуюча сигнатура.

Джерела інформації:

1. Авт. св. СССР № 1264180. МПК G06F 11/00. Сигнатурний аналізатор / М.А. Иванов. Заяв. 11.03.1984; опубл. 15.10.1986. Бюл. № 38-4 с.

2. Патент України на корисну модель, № 51127, МПК G06F 15/00. Спосіб синтезу нелінійного паралельного сигнатурного аналізатора /О.М. Рисований, О.В.Коломійцев. - № u200909579; заяв. 18.09.2009; опубл. 12.07.2010; Бюл. № 13-6 с. (прототип).

Таблиця

Pr1	0	1	0	0	1	1	0	1	2	1	1	0	2	0	1	2	2	1	0	1	0	1	1	1	2
Pr2	0	0	1	0	0	1	1	0	1	2	1	1	0	2	0	1	2	2	1	0	1	0	1	1	1
Pr3	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	2	1	1	0	2	0	1	2	2	1	0	1	0	1	1
Pr4	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	2	1	1	0	2	0	1	2	2	1	0	1	0	1
V(t=1)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
№ такта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

