УДК 004.051

**Я. М. КЛЯТЧЕНКО, О. Т. ТАРАСЕНКО-КЛЯТЧЕНКО,
В. П. ТАРАСЕНКО, О. П. ТЕСЛЕНКО**

Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

МЕТОД ОЦІНКИ ДОСТОВІРНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛОГІЧНИХ МЕРЕЖ В УМОВАХ ДЕТЕРМІНОВАНИХ СПОТВОРЕНЬ ВХІДНИХ ДАНИХ

Проведено аналітичне обґрунтування методу визначення достовірності функціонування логічних мереж довільної складності в умовах детермінованих спотворень вхідних даних. Особливість методу полягає у визначення достовірності функціонування логічної мережі в цілому на базі аналізу окремих багаторозрядних булевих функцій, які реалізуються шляхом суперпозиції функцій меншої розрядності. Метод дозволяє значно зменшити обсяг обчислень та забезпечує практичну можливість проведення обчислень для пристроїв обробки даних довільної (64 і більше) розрядності.

Ключові слова: *логічні мережі, ПЛІС, достовірність функціонування, детерміноване спотворення.*

Вступ

В комп'ютерних системах досить широкий клас їх апаратних засобів складають логічні мережі (ЛМ), практичне застосування яких значно розширилось завдяки розвитку технології ПЛІС. Висока надійність сучасних інтегральних середовищ дає підстави для більш глибокого дослідження методів визначення достовірності функціонування за умови наявності детермінованих (тобто таких, які приймають значення з наперед визначеної множини можливих значень) спотворень вхідних даних. Кількісною оцінкою достовірності служить ймовірність отримання правильного результату (ймовірність правильної роботи) або ймовірність помилки. Традиційно ймовірність помилки пов'язують з ймовірністю відмов та збоїв апаратури, а ймовірність помилки від спотворення вхідних даних прирівнюють до ймовірності таких спотворень.

В той же час в роботах [1-4] досліджувались латентні можливості булевих функцій по виправленню детермінованих спотворень вхідних даних – явище автокорекції. В [5] показані можливості суттєвого підвищення оцінок достовірності роботи логічних функціональних перетворювачів інформації в умовах дії детермінованих вхідних спотворень завдяки автокоригуючим властивостям булевих функцій. Визначення абсолютних та відносних оцінок автокоригуючих властивостей має, згідно з [5], трудомісткість, яка пропорційна експоненті від кількості змінних булевої функції. В [6] запропоновано метод обчислень значень достовірності з врахуванням реальної реалізації ЛМ, яка була апробована на конкретних прикладах. Задачею роботи є теоретичне обґрунтування та подальший розвиток вказаногометоду обчислення достовірності.

1. Аналіз попередніх результатів та уточнення постановки задачі

Нехай довільна булева функція $f(x_1,x_2,\dots,x_n)$ реалізована тими чи іншими апаратними засобами (наприклад, ПЛІС), де x_i – розряди n-розрядного вхідного набору (далі – операнда). Тоді будемо вважати, що $p^0{}_i = p(x_i=0)$, $p^1{}_i = p(x_i=1)$ – ймовірності значень $x_i=0$ та $x_i=1$. Крім того, допускаємо, що в загальному випадку на i-й розряд операнда діють b детермінованих спотворень. Тоді $q_{wi}+q_{1i}+\dots+q_{bi}=1$, де q_{wi} – ймовірність відсутності будь-яких спотворень, q_{li} – ймовірність спотворення типу l ($l=1,2,\dots,b$). Очевидно, що

$$(q_{wi}+q_{1i}+\dots+q_{bi})(p^0 + p^1{}_i)=1. \quad (1)$$

Детермінованість спотворень дозволяє подати вираз (1) в наступному вигляді

$$(q_{wi}p^{0i} +q_{ci}{}^0p^{0i}+q_{ei}{}^0p^1{}_i)+ (q_{wi}p^1{}_i +q_{ci}{}^1p^1{}_i+q_{ei}{}^1p^{0i})=1, \quad (2)$$

де $q_{ci}{}^0$ – сума ймовірностей детермінованих спотворень, при яких нульове значення x_i не змінюється (вхідна автокорекція);

$q_{ei}{}^0$ – сума ймовірностей детермінованих спотворень, при яких одиничне значення x_i змінюється на нульове;

$q_{ci}{}^1$ – сума ймовірностей детермінованих спотворень, при яких одиничне значення x_i не змінюється (вхідна автокорекція);

© Я. М. Клятченко, О. В. Тарасенко-Клятченко, В. П. Тарасенко, О. П. Тесленко

q_{ei}^{1} – сума ймовірностей детермінованих спотворень, при яких нульове значення x_i змінюється на одиничне.

В свою чергу перетворимо (2) до вигляду

$$g^0_{wi} + g^0_{ci} + g^0_{ei} + g^1_{wi} + g^1_{ci} + g^1_{ei} = 1, \qquad (3)$$

де $g^0_{wi} = q_{wi}p^{0i}$ – ймовірність нульового значення змінної x_i при відсутності спотворень;

$g^0_{ci} = q_{ci}{}^0p^{0i}$ – ймовірність нульового значення змінної x_i при вхідній автокорекції;

$g^0_{ei} = q_{ei}{}^1p^{0i}$ – ймовірність хибного значення змінної x_i при спотвореннях нульового значення на одиничне;

$g^1_{wi} = q_{wi}p^1{}_i$ – ймовірність одиничного значення змінної x_i при відсутності спотворень;

$g^1_{ci} = q_{ci}{}^1p^1{}_i$ – ймовірність одиничного значення змінної x_i при вхідній автокорекції;

$g^1_{ei} = q_{ei}{}^0p^1{}_i$ – ймовірність хибного значення змінної x_i при спотвореннях одиничного значення на нульове.

Визначимо множину M(f) кортежів (впорядкованих наборів значень змінних) $A_j = <a_{1j},a_{2j},\ldots,a_{nj}>$. Нехай $M^0(f)$ – множина кортежів значень змінних функції f, де вона приймає значення 0, а $M^1(f)$ – множина кортежів значень змінних функції f, де вона приймає значення 1.

Розглянемо довільний кортеж

$A_j=<a_{1j},a_{2j},\ldots,a_{nj}> \in M(f), j\in\{0,1,\ldots,2^n-1\}$,

який одержано в результаті дії спотворень. Для функції $f(x_1,x_2,\ldots,x_n)$ згідно з [6], маємо

$$P(A_j) = \prod_{i=1}^{n}(g_{wi}^{a_{ij}} + g_{ci}^{a_{ij}} + g_{ei}^{a_{ij}}). \qquad (4)$$

Після розкриття дужок в (3) добуток із n співмножників перетвориться в суму із 3^n добутків вигляду

$$g_{r_1 1}^{a_{1j}} g_{r_2 2}^{a_{2j}} \ldots g_{r_n n}^{a_{nj}}. \qquad (5)$$

Тут буква r_i (i=1,2,…,n) в індексах може приймати значення w, c або e. Кожен з добутків (5) є значенням ймовірності перетворення кортежу $\tilde{A}_j$ в кортеж A_j. Відмітимо, що $\tilde{A}_j = A_j$, якщо серед індесів r_i в добутку відсутні значення e . В інших випадках кортеж $\tilde{A}_j$ формується із кортежу A_j шляхом інверсії тих значень, яким відповідає індекс e. Для всієї множини кортежів M(f) маємо $2^n \times 3^n = 6^n$ добутків, серед яких відсутні добутки з однаковими формулами (5), що відповідає перебору всіх можливих 6 значень ймовірностей, вказаних в (3). Створимо множину D(f) із всіх 6^n добутків, яка фактично складається із 2^n підмножин для кожного кортежу A_j по 3^n добутків для кожної такої підмножини. Розіб'ємо множину D(f) на наступні класи (підмножини):

– клас $K^0{}_w(f)$, який містить добутки, де всі індекси r= w (коли спотворення відсутні), а $f(A_j) = 0$;

– клас $K^1{}_w(f)$, який містить добутки, де всі індекси r= w (коли спотворення відсутні), а $f(A_j) = 1$;

– клас $K^0{}_c(f)$, який містить добутки, де хибні значення відсутні (r≠ e для всіх елементів добутку), де вхідна автокорекція (r= c) має місце принаймні для однієї змінної, а $f(A_j) = 0$;

– клас $K^1{}_c(f)$, який містить добутки, де хибні значення відсутні (r≠ e для всіх елементів добутку), де вхідна автокорекція (r= c) має місце принаймні для однієї змінної, а $f(A_j) = 1$;

– клас $K^0{}_e(f)$, який містить добутки, де принаймні для однієї змінної внаслідок спотворень одержано хибне вхідне значення (r= e), а $f(A_j) = 0$;

– клас $K^1{}_e(f)$, який містить добутки, де принаймні для однієї змінної внаслідок спотворень одержано хибне вхідне значення (r= e), а $f(A_j) = 1$.

В свою чергу клас $K^0{}_e(f)$ можна розбити на наступні підкласи:

– підклас $K^0{}_{ec}(f)$, який містить добутки, де $f(A_j) = f(\tilde{A}_j)=0$;

– підклас $K^0{}_{ee}(f)$, який містить добутки, де $f(A_j)=0$, а $f(\tilde{A}_j))=1$;

Так як і клас $K^0{}_e(f)$, клас $K^1{}_e(f)$ можна розбити на наступні підкласи:

– підклас $K^1{}_{ec}(f)$, який містить добутки, де $f(A_j) = f(\tilde{A}_j)=1$;

– підклас $K^1{}_{ee}(f)$, який містить добутки, де $f(A_j) = 1$, а $f(\tilde{A}_j) =0$.

Шляхом додавання значень добутків класу $K^0{}_w(f)$ визначимо величину $G^0{}_w(f)$ – ймовірність нульового значення функції f при відсутності спотворень. Шляхом додавання значень добутків класу $K^1{}_w(f)$ визначимо величину $G^1{}_w(f)$ – ймовірність одиничного значення функції f при відсутності спотворень. Шляхом додавання значень добутків класу $K^0{}_c(f)$ та $K^0{}_{ec}(f)$ визначимо величину $G^0{}_c(f)$ – ймовірність нульового значення функції f при вхідній та вихідній автокорекції. Шляхом додавання значень добутків класу $K^1{}_c(f)$ та $K^1{}_{ec}(f)$ визначимо величину $G^1{}_c(f)$ – ймовірність одиничного значення функції f при вхідній та вихідній автокорекції. Шляхом додавання значень добутків підкласу $K^0{}_{ee}(f)$ визначимо величину $G^0{}_e(f)$ – ймовірність хибного (не нульового) значення функції f при детермінованих спотвореннях. Шляхом додавання значень добутків підкласу $K^1{}_{ee}(f)$ визначимо величину $G^1{}_e(f)$ – ймовірність хибного (не одиничного) значення функції f при детермінованих спотвореннях.

Достовірність функції розглядається як сума

$G^0_w(f) + G^1_w(f) + G^0_c(f) + G^1_c(f)$, яка виявляється більшою на величину $G^0_c(f) + G^1_c(f)$ в порівнянні з традиційним підходом (величиною $G^0_w(f) + G^1_w(f)$).

Як видно із попереднього, система ймовірностей значень функції відповідає системі ймовірностей значень змінних, що дає підстави використовувати обчислення достовірностей багаторозрядних булевих функцій з використанням їх реальної реалізації шляхом суперпозицій булевих функцій меншої розрядності. Необхідність враховувати суперпозиції випливає із складності обчислень, яка пропорційна експоненті ($\approx 6^n$) від кількості змінних.

2. Обчислення для суперпозиції окремої булевої функції

Нехай булева функція подана наступним чином

$$f(x_1,x_2,\ldots,x_n)=f_1(x_1,x_2,\ldots,x_t,f_2(x_{t+1},x_{t+2},\ldots,x_n)). \quad (6)$$

Розглянемо функцію $f_2(x_{t+1},x_{t+2},\ldots, x_n)$. Для цієї функції маємо множину $D(f_2)$ із всіх 6^{n-t+1} добутків по формулі

$$g^{a_{t+1}}_{r_{(t+1)1}(t+1)}\ldots g^{a_n}_{r_n n}\ ,$$

де, як і раніше, буква r_i в індексах може приймати значення w, c або e.

Згідно з попереднім, створимо класи розбиття множини $D(f_2)$: - $K^0_w(f_2)$, $K^1_w(f_2)$, - $K^0_c(f_2)$, $K^1_c(f_2)$ та підкласи класу $K_e(f_2)$: - $K^0_{ec}(f_2)$, $K^1_{ec}(f_2)$, $K^0_{ee}(f_2)$, $K^1_{ee}(f_2)$. Обчислимо значення $G^0_w(f_2)$, $G^1_w(f_2)$, $G^0_c(f_2)$, $G^1_c(f_2)$, $G^0_e(f_2)$, $G^1_e(f_2)$.

Розглянемо функцію $f_1(x_1,x_2,\ldots,x_t,u)$. Позначимо як $M^0(f_l/u=0)$ множину кортежів значень змінних $x_1,x_2,\ldots,x_t$ за умови, що u=0. Очевидно, що всі кортежі множини $M^0(f_l/u=0)$ попарно різні. Аналогічно утворимо множини $M^0(f_l/u=1)$, $M^1(f_l/u=0)$ та $M^1(f_l/u=1)$. Очевидно, що

$$M^0(f) = M^0(f_l\backslash u=0) \times M^0(f_2) \cup M^0(f_l\backslash u=1) \times M^1(f_2), \quad (7)$$

$$M^1(f) = M^1(f_l\backslash u=0) \times M^0(f_2) \cup M^1(f_l\backslash u=1) \times M^1(f_2), \quad (8)$$

де × – позначення декартового добутку, а як операцію множення виконують операцію конкатенації кортежів.

Для функції $f_1(x_1,x_2,\ldots,x_t,u)$ маємо множину $D(f_1)$ із всіх 6^{t+1} добутків по формулі

$$g^{a_1}_{r_1 1}g^{a_2}_{r_2 2}\ldots g^{a_t}_{r_t t}g^{u}_{r_u} = g^{a_1}_{r_1 1}g^{a_2}_{r_2 2}\ldots g^{a_t}_{r_t t}G^{u}_{r_u}(f_2)\ .$$

Згідно з попереднім, створимо класи розбиття множини $D(f_1)$: - $K^0_w(f_1)$, $K^1_w(f_1)$, - $K^0_c(f_1)$, $K^1_c(f_1)$ та підкласи класу $K_e(f_1)$: - $K^0_{ec}(f)$, $K^1_{ec}(f)$, $K^0_{ee}(f)$, $K^1_{ee}(f)$. Обчислимо значення $G^0_w(f_1)$, $G^1_w(f_1)$, $G^0_c(f_1)$, $G^1_c(f_1)$, $G^0_e(f_1)$, $G^1_e(f_1)$.

Твердження 1. Якщо функція f подана у вигляді (6), то

$$G^0_w(f) = G^0_w(f_1),\ G^0_c(f)=G^0_c(f_1),\ G^0_e(f)=G^0_e(f_1),$$
$$G^1_w(f)=G^1_w(f_1),\ G^1_c(f)=G^1_c(f_1),\ G^1_e(f)=G^1_e(f_1).$$

Доведення. Подамо довільний кортеж A_j як конкатенацію двох кортежів $A_j = C_j \| S_j$, де $C_l = <a_{1j},a_{2j},\ldots,a_{tj}>$, $S_j = < a_{(t+1)j},a_{(t+2)j},\ldots,a_{nj} >$ У відповідності до (5) запишемо

$$(g^{a_{1j}}_{r_1 1}g^{a_{2j}}_{r_2 2}\ldots g^{a_{tj}}_{r_t t})(g^{a_{(t+1)j}}_{r_{(t+1)}(t+1)}\ldots g^{a_{nj}}_{r_n n}). \quad (9)$$

Де ліва частина добутку репрезентує C_j, а права - S_j, при цьому $u=f_2(S_j)$. Всі класи множини $D(f_1)$ розділимо на дві частини по значенню змінної u, наприклад $K^0_r(f_1) = K^0_{r(u=0)}(f_1) \cup K^0_{r(u=1)}(f_1)$, де буква r в індексах може приймати значення w, c або e

Згідно з (7), використовуючи операцію множення добутків, які входять у відповідні множини, маємо:

$$H^0_w(f)= K^0_{w(u=0)}(f_1) \times K^0_w(f_2) \cup K^0_{w(u=1)}(f_1) \times K^1_w(f_2).$$

$$\begin{aligned}H^0_c(f)= {} & K^0_{c(u=0)}(f_1) \times K^0_w(f_2) \cup K^0_{c(u=1)}(f_1) \times K^1_w(f_2) \cup \\ & \cup K^0_{c(u=0)}(f_1) \times K^0_c(f_2) \cup K^0_{c(u=1)}(f_1) \times K^1_c(f_2) \cup \\ & \cup K^0_{w(u=0)}(f_1) \times K^0_c(f_2) \cup K^0_{w(u=1)}(f_1) \times K^1_c(f_2).\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}H^0_e(f)= {} & K^0_{e(u=0)}(f_1) \times K^0_e(f_2) \cup K^0_{e(u=1)}(f_1) \times K^1_e(f_2) \cup \\ & \cup K^0_{c(u=0)}(f_1) \times K^0_e(f_2) \cup K^0_{c(u=1)}(f_1) \times K^1_e(f_2) \cup \\ & \cup K^0_{w(u=0)}(f_1) \times K^0_e(f_2) \cup K^0_{w(u=1)}(f_1) \times K^1_e(f_2) \cup \\ & \cup K^0_{e(u=0)}(f_1) \times K^0_w(f_2) \cup K^0_{e(u=1)}(f_1) \times K^1_w(f_2) \cup \\ & \cup K^0_{e(u=0)}(f_1) \times K^0_c(f_2) \cup K^0_{e(u=1)}(f_1) \times K^1_c(f_2).\end{aligned}$$

Враховуючи, що рівність (6) справедлива на будь яких кортежах значень змінних (включаючи однаково спотворені), маємо $H^0_w(f) = K^0_w(f)$, $H^0_c(f) = K^0_c(f)$, $H^0_{ec}(f) = K^0_{ec}(f)$, $H^0_{ee}(f) = K^0_{ee}(f)$. Одержані рівності, в свою чергу, обґрунтовують рівності $G^0_w(f) = G^0_w(f_1)$, $G^0_c(f) = G^0_c(f_1)$, $G^0_c(f) = G^0_c(f_1)$. Аналогічно доводяться рівності $G^1_w(f)=G^1_w(f_1)$, $G^1_c(f)=G^1_c(f_1)$, $G^1_e(f)=G^1_e(f_1)$.

3. Обчислення для кортежу булевих функції

Нехай ЛМ задана наступним кортежем (впорядкованою послідовністю) булевих функцій

$F(x_1,x_2,\ldots,x_n)=< f^1(x_1,x_2,\ldots,x_n), f^2(x_1,x_2,\ldots,x_n),\ldots, f^m(x_1,x_2,\ldots,x_n)>$. Нехай $F(A_j) =< f^1(A_j), f^2(A_j),\ldots, f^m(A_j)>$ - кортеж значень функцій на виходах ЛМ при заданому кортежі A_j ,$j\in\{0,1,\ldots,2^n-1\}$. Два кортежі значень функцій будемо вважати співпадаючими, якщо співпадають значення функцій на одних і тих же позиціях кортежу.

Розглянемо довільний кортеж A_j, який одержано в результаті дії спотворень. Згідно попередньому, створимо множину D(F) із 6^n добутків (5). Розіб’ємо множину D(F) на наступні класи (підмножини):

– клас $K_w(F)$, який містить добутки, де всі індекси r= w (коли спотворення відсутні);

– клас $K_c(F)$, який містить добутки, де хибні значення відсутні ($r\neq e$ для всіх елементів добутку), а вхідна автокорекція (r= c) має місце принаймні для однієї змінної;

– клас $K_{ec}(F)$, який містить добутки, де $F(A_j) = F(\tilde{A}_j)$;

– клас $K_{ee}(F)$, який містить добутки, де $F(A_j) \neq F(\tilde{A}_j)$;

Шляхом додавання значень добутків класу $K_w(F)$ визначимо величину $G_w(F)$ – ймовірність значення кортежу функції $F(x_1,x_2,\ldots,x_n)$ при відсутності спотворень. Шляхом додавання значень добутків класу $K_c(F)$ та $K_{ec}(F)$ визначимо величину $G_c(F)$ – ймовірність правильного значення кортежу функції $F(x_1,x_2,\ldots,x_n)$ при вхідній та вихідній автокорекції. Шляхом додавання значень добутків класу $K_e(F)$ визначимо ймовірність хибного значення кортежу функції $F(x_1,x_2,\ldots,x_n)$ в результаті спотворень вхідних даних.

Згідно попередньому обчислимо значення $G^0_w(f^k)$, $G^0_c(f^k)$), $G^0_e(f^k)$, $G^1_w(f^k)$ $G^1_c(f^k)$, $G^1_e(f^k)$ для кожної функції кортежу F . Обчислимо $G_w(f^k)= G^0_w(f^k) + G^1_w(f^k)$, $G_c(f^k) = G^0_c(f^k) + G^1_c(f^k)$, $G_e(f^k) = G^0_e(f^k) + G^1_e(f^k)$. Зауважимо, що $G_w(f^k) + G_c(f^k))$, + $+G_e(f^k) =1$, де (k=1,2,…m).

Тоді

$$\prod_{k=1}^{m}(G_w(f^k)+G_c(f^k)+G_e(f^k))=1. \qquad (10)$$

Після розкриття дужок в (10) добуток із m співмножників перетвориться в суму із 3^m добутків вигляду

$$G_{r_1}(f^1)G_{r_2}(f^2)...G_{r_m}(f^m), \qquad (11)$$

де, як і раніше, буква r_i (i=1,2,…,m) в індексах може приймати значення w, c або e.

Визначимо $H_w(F)=G_w(f^1)G_w(f^2)\ldots G_w(f^m)$. Обчислимо $H_c(F)$ як суму значень добутків, в яких принаймні один із індексів приймає значення c і жоден не має індексу e . Обчислимо $H_e(F)$ як суму значень добутків, в яких принаймні один із індексів приймає значення e.

Твердження 2. $H_w(F)=G_w(F)$, $H_c(F)=G_c(F)$, $H_e(F)=G_e(F)$.

Доведення очевидне та ґрунтується на визначенні співпадаючих кортежів значень функцій.

Наприклад, із значення $H_e(F)$ виберемо добутки (11), де лише для однієї із функцій f^k одержано хибне значення. Згрупувавши такі добутки та винісши за знак суми значення $G_e(f^k)$ ми фактично отримаємо суму добутків (5) таких, де $F(A_j) \neq F(\tilde{A}_j)$ завдяки нерівності в k-тій позиції кортежу функцій. Якщо для декількох функцій в добутках (11) індекс r_i має значення e, то згрупувавши такі добутки та винісши за знак суми відповідні значення G_e ми фактично отримаємо суму добутків (5) таких, де $F(A_j) \neq F(\tilde{A}_j)$ завдяки нерівності в відповідних позиціях кортежу функцій.

З іншого боку, в попередньому розділі показано, що результати обчислення відповідних ймовірностей, як з врахуванням суперпозицій, так і без такого врахування, співпадають. Це дає підстави вважати ймовірності $G_w(f^k)$, $G_c(f^k)$), $G_e(f^k)$ незалежними від k=1,2,…m навіть при умові, що на нижньому рівні суперпозицій для різних функцій кортежу $F(x_1,x_2,\ldots,x_n)$ використовується одна і та булева функція. Тобто, наприклад, в такому випадку

$$f^1(x_1,x_2,\ldots,x_n)=f^{11}(x_1,x_2,\ldots,x_t,f_2(x_{t+1},x_{t+2},\ldots,x_n)),$$
$$f^2(x_1,x_2,\ldots,x_n)=f^{12}(x_1,x_2,\ldots,x_t,f_2(x_{t+1},x_{t+2},\ldots,x_n)),$$
$$\ldots$$
$$f^m(x_1,x_2,\ldots,x_n)=f^{1m}(x_1,x_2,\ldots,x_t,f_2(x_{t+1},x_{t+2},\ldots,x_n)).$$

Висновки

Аналітично визначена тотожність результатів обчислення ймовірностей функціонування ЛМ за наявності детермінованих спотворень вхідних даних як для ЛМ в цілому, так і шляхом обчислення для окремо взятих функцій, як без врахування суперпозицій булевих функцій так і з врахуванням суперпозицій. Одержані результати легко узагальнюються на випадок будь якої ЛМ без зворотних зв’язків. Практичне значення одержаних результатів полягає в значному зменшенні обсягу обчислень з врахуванням реальної реалізації ЛМ.

Напрямки подальших досліджень полягають в визначенні оптимального довизначення часткових булевих функцій з метою забезпечення максимальних значень достовірності.

Литература

1. Тарасенко, В. П. Метод оценки автокорректирующих свойств поразрядных логических операций [Текст] / В. П. Тарасенко, О. В. Тарасенко-Клятченко // Радиоэлектроника и информатика. – 2001. – № 1 (14). – С. 83-86.

2. Михайлюк, А. Ю. Автокоригуючі властивості логічних операцій [Текст] / А. Ю Михайлик, О. В . Тарасенко-Клятченко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2000. – № 7. – С. 196-198.

3. Тарасенко-Клятченко, О. В. Сравнительный анализ корректирующих свойств переключательных функций [Текст] / О. В. Тарасенко-Клятченко // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – 2002. – № 5. – С. 189-194.

4. Tarasenko-Klyatchenko, O. V. The Comparative Analysis of Correcting Properties of Switching Functions [Text] / O. V Tarasenko-Klyatchenko // Proceedings of the 7-th International Conference "The experience of designing and application of CAD Systems in Microelectronics".– 2003. – P. 232-234.

5. Тарасенко-Клятченко, О. В. Автокоригуючі властивості та достовірність роботи логічних функціональних перетворювачів інформації [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.05 : захищена 18.03.04 : затв. 09.06.04 / Тарасенко-Клятченко Оксана Володимирівна. – Київ, 2004. – 215 с.

6. Достовірність функціонування логічних мереж в умовах дії вхідних спотворень / Я. М. Клятченко, О. В Тарасенко-Клятченко, В. П. Тарасенко, О. К. Тесленко // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2012 – № 8. – С. 47-52.

Надійшла в редакцію 17.03.2014, розглянута на редколегії 24.03.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. кафедри Є. Т. Володарський, Національний технічний університет України «КПІ», Київ, Україна.

МЕТОД ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ ИСКАЖЕНИЙ ВХОДНЫХ ДАННЫХ

Я. М. Клятченко, О. В. Тарасенко-Клятченко, В. П. Тарасенко, О. К. Тесленко

Проведено аналитическое обоснование метода определения достоверности функционирования логических сетей любой сложности в условиях детерминированных искажений входных данных. Особенность метода заключается в определение достоверности функционирования логической сети в целом на основе анализа отдельных многоразрядных булевых функций, которые реализуются путем суперпозиции функций меньшей разрядности. Метод позволяет значительно уменьшить объем вычислений и обеспечивает практическую возможность проведения вычислений для устройств обработки данных произвольной (64 и более) разрядности.

Ключевые слова: логические сети, ПЛИС, достоверность функционирования, детерминированные искажения.

RELIABILITY EVALUATION METHOD OF FUNCTIONING LOGIC NETWORKS IN THE DISTORTION OF INPUT DATA DETERMINED

Y. M. Klyatchenko, O. V. Tarasenko-Klyatchenko, V. P. Tarasenko, O. K. Teslenko

There was made the analytical method for determining the reliability of substantiation functioning logical networks of any complexity in terms of distortion of deterministic input. Method specificity is to establish the reliability of the operation of the logical network as a whole, based on analysis of individual multi-bit Boolean functions that are implemented by the composition of functions smaller digit capacity. The method can significantly reduce the amount of computation and provided a practical way carrying out calculations of devices for the data bit 64 or more.

Key words: logical networks, PLD, reliability of operation, deterministic distortion.

Клятченко Ярослав Михайлович – ст. викладач кафедри системного програмування і спеціалізованих комп'ютерних систем НТУУ «КПІ», Київ, e-mail: k_yaroslav@scs.ntu-kpi.kiev.ua.

Тарасенко-Клятченко Оксана Володимирівна – канд. техн. наук, доцент кафедри системного програмування і спеціалізованих комп'ютерних систем НТУУ «КПІ», Київ, e-mail: oxana@scs.ntu-kpi.kiev.ua

Тарасенко Володимир Петрович – д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри системного програмування і спеціалізованих комп'ютерних систем НТУУ «КПІ», Київ, e-mail: vtarasen@scs.ntu-kpi.kiev.ua.

Тесленко Олександр Кирилович – канд. техн. наук, ст. наук. співр., доцент кафедри системного програмування і спеціалізованих комп'ютерних систем НТУУ «КПІ», Київ, e-mail: teslenko@scs.ntu-kpi.kiev.ua.