

2. Тесленко П.О. Портфельне управління еволюційним розвитком вищих навчальних закладів / П.О.Тесленко // Управління розвитком складних систем: Зб.наук.пр. — К.: вид-во КНУБА. — 2014. — Вып. 17. — С. 76 – 80.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ РОБОЧОГО ДІАГНОСТУВАННЯ

Решетнік Олексій¹, Куліков Валерій², д.т.н., проф., Дрозд Олександр³
Одеський національний політехнічний університет,

Одеса, Україна,

¹getupandgo11@gmail.com, ²k.valerchikk@gmail.com, ³drozd@ukr.net

Тези присвячено дослідженню методів робочого діагностування. Розглядається логарифмічний контроль добутку з фіксованою комою та семантичний контроль мантис. Виконано моделювання за допомогою програмних моделей під дією несправностей. Моделювання показало високий рівень достовірності, що суттєво підвищується в умовах збільшення помилки.

Ключові слова: робоче діагностування, логарифмічний і семантичний контроль, програмна модель, достовірність.

Ефективність методів робочого діагностування цифрових пристроїв, що спрямовані на контроль достовірності обчислюваних результатів, суттєво залежить від умов функціонування об'єкту контролю. Основу робочого діагностування складають традиційні методи, такі як контроль за паритетом та числовим модулем [1, 2], що були розроблені в рамках теорії самоперевіряємих схем для обробки точних даних [3]. За них виступають нумеровані дані, що є цілими за своєю природою.

До особливостей сучасних арифметичних пристроїв слід віднести матричний паралелізм їх схемної реалізації та орієнтацію на обробку наближених даних. Такі цифрові схеми є одноканальними пристроями для роботи у форматах з фіксованою комою й динамічним діапазоном представлення даних та найчастіше з рухомою комою. До них належать матричні помножувачі чисел з фіксованою комою та матричні помножувачі мантис, які виконують операції множення за нормальною формою подання, що характерна для обробки наближених даних [4].

Наближений характер обчислень суттєво змінює умови робочого діагностування арифметичних пристроїв. Наближений результат містить старші вірні та молодші невірні розряди. В них несправності цифрових схем викликають відповідно суттєві та несуттєві помилки для достовірності результату. Достовірність методів робочого діагностування визначається в контролі достовірності результатів за ймовірністю виявлення суттєвих та пропуску несуттєвих помилок [5].

Поставлена задача дослідження достовірності методів робочого діагностування в контролі достовірності результатів обчислень. Розглядається логарифмічний контроль добутку з фіксованою комою та семантичний контроль мантис, за яким добуток

перевіряється на частині вхідних слів, що гарантують виявлення помилок від всієї множини несправностей, типових для матричних структур арифметичних пристроїв [6].

Для вирішення цієї задачі розроблено програмні моделі одноктактних матричних помножувачів з фіксованою та рухомою комою, а також засобів їх контролю за методами відповідно логарифмічного та семантичного контролю.

Одноктактний матричний помножувач мантис представлено за схемою Брауна, що містить матрицю з $n \times (n - 1)$ операційних елементів та визначає $2n$ -розрядний результат [7].

В основу логарифмічного контролю арифметичних пристроїв покладено визначення контрольного коду числа з фіксованою комою кількістю розрядів його значущої частини, що дозволяє перевіряти контрольний код добутку за сумою контрольних кодів співмножників.

Помилки виявляються за інформаційною надмірністю, що створюється розрядами результату, що розташовуються за межею значущої частини числа. Ця інформаційна надмірність є змінною відповідно до різної довжини значущої частини числа та значно зростає разом з величиною помилки, що забезпечує виявлення суттєвих помилок у вірних розрядах з більшою ймовірністю у порівнянні з несуттєвими помилками.

Семантичний контроль арифметичних пристроїв виконується на обмеженій множині вхідних слів, що віднесені до контрольних і визначаються за нульовою остачею співмножників за модулем три та за трьома варіантами контролю об'єднанням цих обмежень за логічними операціями І, АБО та ВИКЛЮЧНЕ АБО. У всіх названих варіантах контролю результат множення перевіряється на нульову остачу за модулем три.

У програмних моделях, що розроблені в середовищі вільно розповсюдженої демоверсії Delphi XE6 [8], аналізується вплив на достовірність результату з боку одиночної константної несправності та характерного для сучасної елементної бази одиночного замикання двох точок, що проявляються в схемі одного операційного елемента матричного помножувача [9].

Програмні моделі пройшли всебічну верифікацію з використанням розроблених для цього тестових режимів та робочих режимів справного й несправного стану пристрою.

Моделювання проводилося для одноктактних матричних помножувачів з різною розрядністю, що виконують операції на довільних вхідних послідовностях з призначенням довільного місця та виду кожного з типів несправностей. Результати множення обчислювалися за умови різного розподілу його розрядів на вірні та невірні, що впливало на приналежність помилки до суттєвих або несуттєвих та ймовірності їх появи.

Результати моделювання контролю матричного помножувача за логарифмічним методом робочого діагностування показали, що у крайньому випадку всіх вірних розрядів старшої половини добутку достовірність методу становить 51,2%. При більш реальній кількості вірних розрядів, наприклад, зменшеній на 25%, достовірність логарифмічного методу підвищується до 76,0%, тобто на 49,2%.

Результати моделювання семантичного методу контролю показали, що при визначенні всіх вірних розрядів старшої половини добутку розглянуті варіанти контролю забезпечують достовірність відповідно на рівні 49,5%, 48,8% та 47,7%. При прийнятному зменшенні кількості вірних розрядів на 25% достовірність семантичного методу зростає до значень 52,7%, 57,3% та 67,0%, тобто на 6,7%, 17,4% та 40,5%, відповідно.

Таким чином, досліджені методи робочого діагностування за логарифмічним та семантичним контролем показали високий рівень достовірності в контролі наближених результатів. Цей рівень суттєво підвищується в умовах зменшення кількості старших вірних розрядів результату, що природно відбувається з нарощуванням обсягу виконуваних обчислень.

ДЖЕРЕЛА

1. F. Gay, "A reliability of partially self-checking circuits," *Digest of 7th International Symposium on Fault-Tolerant Computing*, Los Angeles, USA, 1977, pp. 135 – 142.
2. N. Gaitanis, "Totally self-checking Checkers for Low-cost Arithmetic codes," *IEEE Trans.*, 1985, vol. C – 34, no 7, pp. 569 – 601.
3. M. Nicolaidis, Y. Zorian, "On-line testing for VLSI – a compendium of approaches," *Electronic Testing: Theory and Application*, vol. 12, pp. 7-20, 1998.
4. D. Goldberg, "What Every Computer Scientist Should Know About Floating-Point Arithmetic," *ACM Computer Surveys*, 1991, vol. 23, no 1, pp. 5 – 18.
5. J. Drozd, A. Drozd, S. Antoshchuk, "Green IT engineering in the view of resource-based approach," In book: *Green IT Engineering: Concepts, Models, Complex Systems Architectures, Studies in Systems, Decision and Control*, V. Kharchenko, Y. Kondratenko, J. Kacprzyk, Eds., Vol. 74. Berlin, Heidelberg: Springer International Publishing, 2017, pp. 43–65.
6. Рабочее диагностирование безопасных информационно-управляющих систем / А.В. Дрозд, В.С. Харченко, С.Г. Антошук, Ю.В. Дрозд, М.А. Дрозд, Ю.Ю. Сулима / Под ред. Дрозда А.В., Харченко В.С. – Х.: Нац. аэрокосмический ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2012. – 614 с.
7. Мельник А.О. Архитектура комп'ютера. Наукове видання / А.О. Мельник. – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2008. – 470 с.
8. Delphi 10 Seattle: Embarcadero, 2015. <https://www.embarcadero.com/ru/products/delphi>
9. W.A. Pleskacz, M. Jenihhin, J. Raik, M. Rakowski, R. Ubar, W. Kuzmicz, "Hierarchical Analysis of Short Defects between Metal Lines in CMOS IC," *Proc. 11th EUROMICRO Conference on Digital System Design Architectures, Methods and Tools*, Parma, Italy, 2008, pp. 729 – 734.

МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК «ЕЛЕКТРОННИЙ БУДИНОК»

Салагор Дмитро
Одеський національний політехнічний університет
Україна, м. Одеса
FactorialD@gmail.com