

ДІАГНОСТУВАННЯ ДЕФЕКТІВ У КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМАХ

Каряка Е.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Хаханов В.И.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Автоматизації проектування
обчислювальної техніки, тел. +38(057) 702-13-26

The toolkit for vector and parallel execution of procedures related to searching for data in a matrix space with coordinates specified in binary, numerical or multivalued form is considered.

Історично склалося, що апаратні та програмні засоби комп'ютера на кожній стадії його розвитку становлять між собою гармонійний альянс. Це означає, що новим чіпам повинні відповідати нові програмні системи, так само як і під нові алгоритми та технології слід розробляти більш досконалі кремнієві кристали та структури. Найвідомішим принципом у мікро-нано-електроніці протягом понад 55 років є закон Мура: «Кожні 2 роки кількість транзисторів на фіксованій площі кремнію подвоюється» [1]. Лідери галузі заявляють, що протягом десятиліття ринок отримає 1-нм ступінь дозволу транзисторів та міжз'єднань на кристалі кремнію, що відповідає розмірності п'яти атомів кремнію. Таким чином, навіть окремі найкращі рішення в галузі комп'ютера, аналізу та пошуку даних свідчать про існування стійкого тренду на інтелектуалізацію «заліза» шляхом імплементації апаратних рішень в алгоритми штучного інтелекту та машинного навчання, що створюють засоби для високопродуктивних обчислень, необхідних сьогодні у кіберфізичному просторі для аналізу великих даних. Відомо, що ідеальним описом деякого процесу чи явища є строго детермінована таблиця істинності від n змінних, як певна межа знання об'єкт дослідження [2].

Розглядається інструментарій для векторного та паралельного виконання процедур, пов'язаних із пошуком даних у матричному просторі з координатами, заданими у двійковому, чисельному чи багатозначному вигляді. Модель відношень між процесами та/або явищами оптимально представляється у вигляді двійкової (бінарної) матриці $M=[M_{ij}]$, яка формує в загальному випадку декартовий добуток двох множин, наприклад, множини тестів T на множини функціональностей F : $\langle T \times F \rangle$.

Для діагностування дефектів можна використовувати різницевий метод пошуку, заснований на векторному поданні [3] сукупності несправностей F , що перевіряються на тестових наборах T . Тут фігурують два рівняння, які визначають множини одиночних D_s або кратних D_m дефектів у цифровій системі. При цьому в початковій стадії діагностування слід скористатися гіпотезою про існування кратного дефекту, що є більш імовірною подією в процесі експлуатації виробу. Якщо такий алгоритм дає порожню множину

дефектів, необхідно скористатися другим рівнянням для пошуку кратних несправностей. У процесі виконання діагностичного експерименту використовуються дві групи векторів, які класифікуються шляхом їх приналежності до одиничної або нульової множини, що формується на основі $\{1,0\}$ -реакції R цифрового пристрою на тестові дії. Далі розглядається матричний метод діагностування несправних станів цифрового виробу, який використовує як діагностичну інформацію двійкову матрицю «тест-несправність» $M = \langle T, F \rangle$. Матричний різницевий метод діагностування має особливість, яка пов'язана із двійковим алфавітом опису координат матриці. Вважаючи це певним недоліком масштабованості методу, пропонується багатозначне подання координат, яке може бути трансформовано у вектори, розмірністю, що дорівнює значенню запропонованого алфавіту.

Розглядається кубітно-різницевий метод пошуку кратних дефектів D_m на основі обчислення теоретико-множинної різниці двох векторів-рядків матриці, що відповідають об'єднанню одиничних і нульових реакцій виходів, що спостерігаються, на вхідний тест перевірки несправностей. Структури даних представлені матрицею несправностей на декартовому добутку множини тестових наборів і множини еквіпотенційних ліній об'єкта діагностування, де кожна комірка являє собою двобітовий код-кубіт: перший з них ідентифікує константну несправність нуля, а перевіряється константну несправність. Суперпозиція несправностей (дві одиниці на одній лінії-комірці) дає можливість суттєво мінімізувати структури даних для зберігання інформації з метою подальшого пошуку дефектів під час виконання діагностичного експерименту в режимі online.

Розглянуті методи орієнтовані на апаратну реалізацію виконання паралельних логічних регістрових операцій, які забезпечують суттєве (на порядок) підвищення швидкодії порівняно з аналогами, виконаними у програмному кодї.

Список використаних джерел:

1. A Better Way To Measure Progress In Semiconductors. It's time to throw out the old Moore's Law metric [<https://spectrum.ieee.org/a-better-way-to-measure-progress-in-semiconductors>]
2. Abramovici, M. (1998), Digital System Testing and Testable Design / M. Abramovici, M.A. Breuer and A.D. Friedman. – Comp. Sc. Press. — 652 p.
3. Hahanov, V. (2018), Cyber Physical Computing for IoT-driven Services, Springer International Publishing AG, New York, USA, Springer, Cham. 279 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-54825-8>