

ДІАГНОСТИКА НЕСПРАВНОСТЕЙ В ЦИФРОВИХ ПРИБОРАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИКЛІЧНИХ КОДІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Показана аналогія між технічною діагностикою та завадостійким кодуванням. Запропоновано використання спільного математичного апарату – теорії лінійних послідовнісних схем (ЛПС) – для пошуку несправностей в цифрових пристроях та пошуку помилок в циклічних кодах. Для формування вхідних тестів використовуються два типи генераторів тестів.

Ключові слова: технічна діагностика, завадостійкі коди, тест, лінійна послідовнісна схема (ЛПС).

Abstract

An analogy between technical diagnostics and error correction coding is shown. The use of a common mathematical apparatus, the theory of linear finite-state machine (LFSM), for fault diagnosis in digital devices and finding errors in cyclic codes is proposed. Two types of test generators are used to form input tests.

Keywords: technical diagnostics, error correction code, test, linear finite-state machine (LFSM)

Вступ

Вже багато дослідників відзначали аналогію між технічною діагностикою та завадостійким кодуванням [1,2]. В обох випадках необхідно виявити помилки в інформаційних потоках та по можливості їх виправити. Якщо під каналом передавання даних розуміти деякий цифровий пристрій (ЦП), тоді пошук несправностей в технічній діагностиці буде дуже схожим на задачу декодування завадостійких кодів. В такій діагностичній системі вхідні тестові дані формує кодер, а результати перевірки готує декодер, тобто дані передаються не в просторі, а в часі.

Звичайно, існують і суттєві і відмінності між задачами пошуку кодових помилок і пошуком несправностей. Основною моделлю помилок в технічній діагностиці є константна модель: константа «0» або константа «1» на входах і виходах логічних елементів та підсхем. В завадостійкому кодуванні використовується інверсна модель помилок (заміна «0» на «1» або навпаки), а також помилки типу «стирання».

Характерною особливістю ЦП є те, що лише одна несправність на його входах може призвести до появи групи помилок на його виходах. На жаль, відсутня однозначна відповідність між вектором помилки та номером несправного логічного елемента [3].

ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕСТОВОГО ДІАГНОСТУВАННЯ

Найважливішою частиною діагностичної системи є генератор тестів (ГТ), який формує множину M тестів і подає їх на входи ЦП, тобто є кодером в термінології завадостійкого кодування.

Апаратною реалізацією такого ГТ найчастіше використовуються регістри зсуву з лінійними оберненими зв'язками (РЗЛОЗ). Уже давно доведено, що РЗЛОЗ є лише окремим випадком лінійних послідовнісних схем (ЛПС), які в загальному випадку можна представити таким чином [4].

ОЗНАЧЕННЯ. ЛПС з r елементами пам'яті, l входами та m виходами – це скінчений автомат лінійного типу (лінійний автомат), який над полем Галуа $GF(2)$ описується функцією переходів

$$S(t+1) = A \times S(t) + B \times U(t), \quad GF(2)$$

і функцією виходів

$$Y(t) = C \times S(t) + D \times U(t), \quad GF(2),$$

де t – дискретний час, A, B, C, D – характеристичні матриці ЛПС, S – слово стану, U – вхідне слово, Y – вихідне слово.

Використовуючи в технічній діагностиці теорію ЛПС [5] можна побудувати два типи ГТ: детермінований та псевдовипадковий [6].

Використовуючи детермінований ГТ на основі автономної ЛПС з непримітивним породжувальним поліномом можна наперед підготувати тестові набори для виявлення вс їх несправностей заданого класу. Для формування таких тестів пропонується використати метод синтезу тестів на основі кубічного представлення булевих функцій [7]. Тоді знадобиться додатковий блок пам'яті для збереження множини M , а в режимі перевірки ЦП – періодичне зчитування з пам'яті тестових наборів. Однак тоді неможливо буде забезпечити робочу тактову частоту ЦП.

Альтернативним способом контролю є використання тесту за допомогою псевдовипадкового ГТ на основі автономної ЛПС з примітивним породжувальним поліномом. Такий тест формується апаратно безпосередньо в режимі перевірки, що дозволяє йому виконуватись на максимальній тактовій частоті. Однак, в такому режимі частина несправностей може залишитися невиявленою.

Для повної перевірки ЦП необхідно на першому етапі використати псевдовипадковий ГТ, який дозволить швидко сформувати більше 90% необхідних тестів, а для формування решти тестів використати детермінований ГТ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. E. Dubrova, *Fault Tolerant Design: an Introduction*. Boston, USA: Kluwer Academic Publishers, 2008.
2. L.-T. Wang, C.-W. Wu and X. Wen, *VLSI Test Principles and Architectures Design for Testability*. New York, London: Morgan Kaufmann Publishers, 2006.
3. Савченко Ю.Г. Цифровые устройства, нечувствительные к неисправностям элементов. – М. : Радио и связь, 1977. – 176 с.
4. Гилл, А. Линейные последовательностные машины : пер. с англ. – М. : Наука, 1974. – 288 с.
5. Семеренко В. П. Теорія циклічних кодів на основі автоматних моделей : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2015. – 444 с.
6. Semerenko V. P., Roik O. M. Testing of digital circuits by cyclic codes / COMPUTATIONAL PROBLEMS OF ELECTRICAL ENGINEERING. – Lviv, vol. 7, No. 2, 2017. – pp. 78-82.
7. Байда Н.П., Кузьмин И. В., Шпилевой В. Т. Микропроцессорные системы поэлементного диагностирования– М. : Радио и связь, 1987. – 256 с.

Василь Петрович Семеренко – канд. техн. наук, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vasilsemerenko@gmail.com

Ілля Андрійович Кравцов – студент групи 2КІ-16б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ilidankravts@gmail.com

Vasyl P. Semerenko – PhD, Associate Professor, Department of computer technique, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vasilsemerenko@gmail.com

Illia A. Kravtsov – student, Department of computer technique, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ilidankravts@gmail.com