

СПЕЦПРОЦЕСОРИ КОРЕЛЯЦІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ У ТЕОРЕТИКО-ЧИСЛОВИЙ БАЗИСІ РАДЕМАХЕРА З ПОРОЗРЯДНИМ СУМУВАННЯМ РЕЗУЛЬТАТІВ ОБЧИСЛЕНЬ

Николайчук Я.М.¹⁾, Албанський І.Б.²⁾, Кирилюк В.В.³⁾

Тернопільський національний економічний університет

¹⁾ д.т.н., професор; ²⁾ аспірант; ³⁾ магістрант

I. Постановка проблеми

Розробка та удосконалення основних засобів і можливостей кореляційної обробки даних на етапах створення спецпроцесорів з заданими базисами дозволяє зменшити апаратну складність кристалів це показує, що виключна більшість аналітики кореляційної обробки сигналів реалізується на основі мультиплікативних функцій [1]. Притому, що стандартні засоби програмної реалізації виконані виключно в базисі Радемахера та в двійковій системі числення. Тому дослідження потенціальних можливостей, а також удосконалення методів обробки даних для побудови спецпроцесорів в тому числі кореляційного опрацювання сигналів є актуальною науково-технічною задачею.

II. Мета роботи

Метою дослідження є розробка і вдосконалення спецпроцесорів кореляційного опрацювання даних у різних теоретико-числових базисах (ТЧБ) шляхом підвищення швидкодії та розширення функціональних можливостей.

III. Математичне обґрунтування методу визначення коваріаційної функції у ТЧБ Радемахера з порозрядним сумуванням результатів обчислень

Кореляційне опрацювання даних в спецпроцесорах виконується на основі алгоритму обчислення кореляційних функцій, які систематизовані і проаналізовані у роботах проф. Николайчука Я.М. [2]. У наведених кореляційних функціях використовуються знакові, центровані та нецентровані значення цифрових відліків, а також різні оцінки дискретних інтегралів (мультиплікативний, квадрат різниці, модульна різниця та еквівалентність, це визначає різну ступінь інформативності алгоритмів обчислення, що дозволяє розробляти високоефективні спецпроцесори.

В основі роботи кожного кореляційного спецпроцесора виконується обчислення кореляційної функції представленої у вигляді:

$$K_{xx}(j) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x_i \cdot x_{i-j}, \quad j = 0, 1, 2, \dots, n,$$

де x_i , x_{i-j} - відповідно нецентровані поточні та затримані на j тактів в регістрі зсуву цифрові відліки вхідного аналогового процесу $x(t)$, N – число сумувань добутоків в накопичувачах, n – число точок коваріаційної функції.

В основу методу визначення коваріаційної функції у ТЧБ Радемахера з порозрядним сумуванням результатів обчислень покладений принцип розпаралелення виконання функцій аналого-цифрового перетворення вхідних сигналів, формування цифрових кодів x_i , їх зсувів, отримання парних добутоків $x_i \cdot x_{i+j}$ та їх накоплюючого сумування S_j . Виконання операцій у запропонованому методі представлені у вигляді графа функціоналів [3]:

$$F_K \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} F_1[x_i] \\ F_2[x_i \cdot 2^K] \\ F_3[S_j] \end{array} \right\} \Rightarrow F_4(S_j) \Rightarrow F_5(S_j/n) \Rightarrow K_{xx}(j).$$

Граф методу визначення коваріаційної функції кореляції з розпаралеленням виконання операцій аналого-цифрового включає в себе: F_1 – перетворення аналогового сигналу в цифровий шляхом порозрядного зрівноважування та формування біт-орієнтованого коду цифрового значення x_i у базисі Радемахера; F_2 – формування компонентів добутоків $x_i \cdot 2^K$ шляхом їх зсуву у бік старших розрядів; F_3 – виконання операції сумування компонентів парних добутоків x_{i+j} для всіх точок кореляційної функції, F_4 – накоплює сумування знакозмінних бітів парних добутоків $p_{i,j}$

$S_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_{i,j}$; F_7 - ділення отриманої суми S_j на об'єм вибірки n , $H_{xx}(j) = \frac{S_j}{n}$, яке виконується шляхом відкидання молодших розрядів коду S_j (у вигляді $(S_{n-1}, \dots, S_j, \dots, S_0)$).

Розроблений функціональний граф запропонованого методу визначення функцій коваріації $K_{xx}(j)$ представлений наступним виразом:

$$x_{i+j} = (a_{K-1,i+j}, a_{K-2,i+j}, \dots, a_{0,i+j}) \cdot 2^{K-1}, \quad K = 0, 1, 2, \dots$$

$$x(t) \Rightarrow \begin{cases} b_{K-1}, & i = 1 & S_{1j} = 0 + 2^0 \cdot x_{i+j} \\ b_{K-2}, & i = 0 & S_{2j} = S_2 + 0 \cdot 2^1 \cdot x_{i+j} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_0, & i = 1 & S_K = S_{K-1} \cdot 2^{K-1} \cdot x_{i+j} \end{cases},$$

$$x_i(b_{K-1,i}, b_{K-2,i}, \dots, b_{0,i})$$

На основі запропонованого методу розроблена структурна схема багатоканальний цифровий корелятор (див. рис.1) при $k=4$, тобто чотирьохрозрядному перетворювачі «аналог-код» послідовного наближення, що відповідає 16-ти рівневному діапазоні квантування вхідних аналогових сигналів $x(t)$ [4].

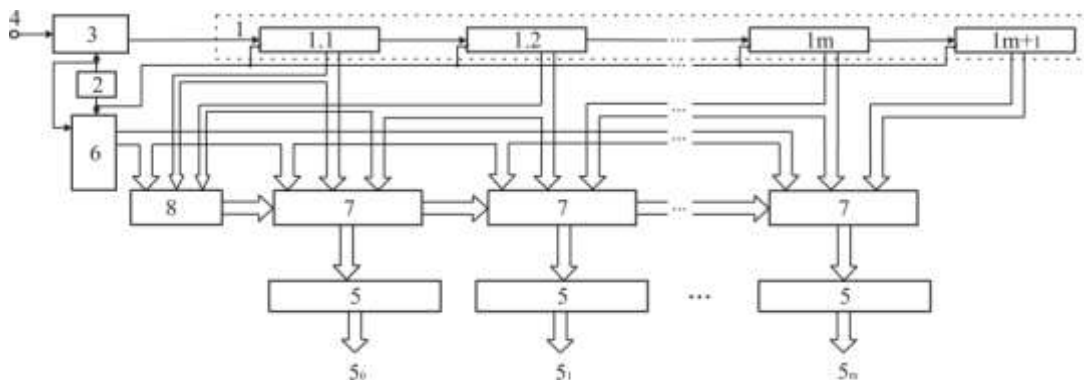


Рисунок 1 – Структура багатоканального цифрового корелятора, яка включає: 1 – 1_{m+1} – багатокаскадний регістр зсуву, 2 – синхронізатор, 3 – перетворювач "аналог-код", 4 – вхід пристрою, 5 – накоплювальний суматор, 6 – комутаційний регістр зсуву, 7 – група логічних елементів "І", 8 – група логічних елементів "І-НЕ".

Висновок

За рахунок обчислення коваріаційної функції вдосконаленим кореляційним спецпроцесором опрацювання даних підвищується його швидкодія по відношенню до відомих кореляторів, оскільки операції множення виконуються синхронно з формуванням бітів, починаючи зі старшого на виході перетворювача "аналог-код" послідовного наближення, тобто замість 2^k тактів обчислення відомого прототипа у запропоновані корисні моделі виконується за k тактів, а розширення функціональних можливостей досягається шляхом додаткового визначення, крім дисперсії, математичного сподівання випадкового процесу. Розробка даного методу є основою для побудови схемотехнічної структури спецпроцесора визначення коваріаційної функції з глибоким розпаралеленням обчислюваних операцій та практичним вилученням зі складу процесора базового модуля цифрового перемножувача.

Список використаних джерел

1. Грибанов Ю.И., Веселова Г.П., Андреев В.Н. Автоматические цифровые корреляторы. – М.: Энергия, 1971. – 240с.
2. Николайчук Я.М. Теорія джерел інформації. / Видання друге, виправлене/ Николайчук Я.М. – Тернопіль: ТзОВ "Терно-граф", 2010. – 536 с.
3. Albanskiy I. Structure and Simulation of Interactive Computer Systems Based on Multibases Switching Processors / I. Albanskiy, O.Volynskyy, P. Humennyi, T. Zavedyuk // Proc. of the International Conf. TCSET 2012. – Lviv-Slavsko (Ukraine). – 2012. – P. 260.
4. Патент на корисну модель №73320 МПК G06F 17/15. Опублікований 25.09.2012, Бюл. №18. Николайчук Я.М., Албанський І.Б. / Багатоканальний цифровий корелятор.