

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

АВТОМАТИКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

МАТЕРІАЛИ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

13-14 листопада 2023 року

Навчально-науковий Інститут автоматики і електротехніки
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, проспект Центральний, 3

МАТЕРІАЛИ

Миколаїв 2023

УДК 681.5:621.3

П 75

Автоматика та електротехніка: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених [Електронний ресурс]. – Миколаїв: НУК, 2023. – 73 с.

У збірнику подані матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Автоматика та електротехніка".

Розглянуті питання теорії, практики та розвитку електромеханічних систем і пристроїв суднового та загальнопромислового призначення, а також інформаційно-вимірювального обладнання.

Збірник може бути корисним для наукових співробітників, викладачів, інженерів та студентів.

ОРГАНІЗАТОРИ:

1. МОН України;
2. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова.

Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами. Претензії до організаторів не приймаються.

Комп'ютерна верстка:
Відповідальний за випуск:

М.О. Козлов
А.В. Обрубов

© Національний університет кораблебудування, 2023

УДК 621.391.26

Трешнюк А.І., Ушкаренко О.О.

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

РОЗРОБКА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМУ УЗГОДЖЕНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ СИГНАЛІВ

В електронних та телекомунікаційних системах для передачі інформації фізично існує безліч різних технологій. Наприклад, це може бути передача електричних сигналів по проводах, світлових імпульсів по оптоволокну, звукових сигналів повітрям або під водою, а також електромагнітних імпульсів. При використанні будь-якої з цих технологій виникають проблеми, пов'язані з обмеженням дальності та якості зв'язку через паразитний шум у каналі передачі [1]. Сигнал може бути настільки зашумлений, що вилучення інформації з нього виявляється неможливим. Ці проблеми частково вирішуються за допомогою методів, таких як синхронне детектування [2], методу розширення спектру або накопичення періодичного сигналу [3]. Одним із завдань, розв'язуваних під час цифрової обробки сигналів, є їх розрізнення. В основу розрізнення сигналів покладено їхнє порівняння шляхом обчислення взаємної кореляційної функції. При збігу порівнюваних сигналів коефіцієнт кореляції максимальний і дорівнює енергії. Отже, порівняння сигналів може здійснюватися з урахуванням аналізу значення коефіцієнта кореляції.

Метою роботи є програмна реалізація алгоритму узгодженої фільтрації отриманого зашумленого сигналу і визначення моменту часу і форми детермінованого сигналу, що надійшов на його вхід. Отримані результати можуть бути використані при програмуванні вбудованих електронних та телекомунікаційних систем.

Білий шум в каналі зв'язку, який адитивно впливає на детерміновані сигнали, що передаються, моделюється програмно. Реалізований програмний розрізник має у своєму розпорядженні зразки сигналів і порівнює сигнал, що надійшов на вхід, з кожним з еталонів. За результатами порівняння приймається рішення про те, який із сигналів діє на вході. На рис. 1, а, представлена структурна схема пристрою для отримання кореляційного інтеграла (корелятора) [1]. Алгоритм роботи цього пристрою реалізовано програмно.

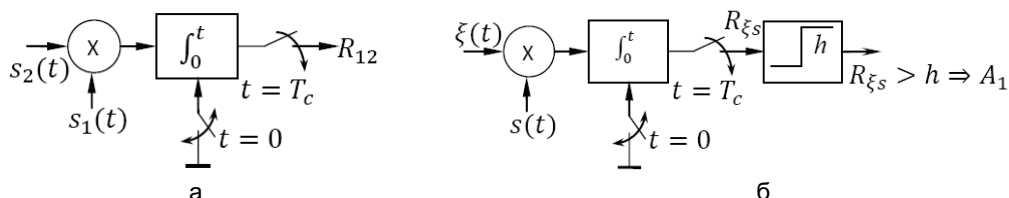


Рис. 1. Структурні схеми пристроїв для отримання кореляційного інтегралу:
а – корелятор; б – корелятор та пороговий пристрій

Однак для програмної реалізації інтегрування має виконуватися над вхідним дискретним сигналом $X(n)$, який отримується після оцифровування прийнятого сигналу та його множення дискретний еталонний сигнал. Процедура інтегрування представлена у вигляді графоаналітичного виразу, представленого на рис. 2. При цьому кількість вибірок на інтервалі спостереження дорівнює N , $f_1(\Sigma)$, $f_2(\Sigma)$, ..., $f_i(\Sigma)$ – функціональні структури суматорів, $f_1(\Sigma/2)$ – функціональна структура дільника. Така форма опису надає розробникам більш глибоке розуміння процесу обробки та перетворення дискретних сигналів, що відбувається в мікропроцесорних системах.

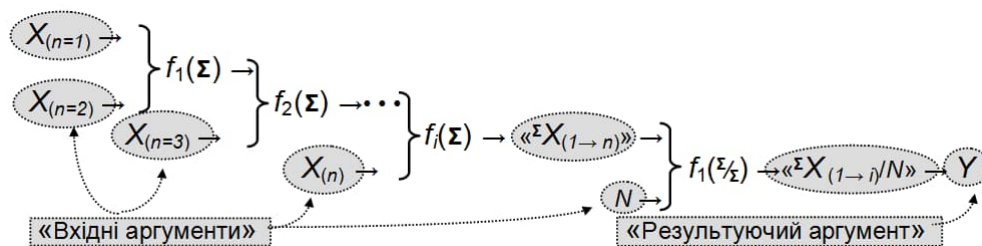


Рис. 2. Графоаналітичний вираз, що описує процедуру інтегрування дискретного сигналу

Особливістю аналітичного виразу, представленого на рис. 2, є однозначна послідовність виконуваних дій, що зручно при програмній реалізації цієї математичної операції.

На рис. 3, а, представлено діалогове вікно програми та результат її виконання. Як видно з рисунку, інформаційний сигнал дуже зашумлений. В цьому експерименті відомо, що у сигналі є прямокутні та трикутні імпульси. Програмний алгоритм шляхом узгодженої фільтрації виявляє положення трикутних імпульсів і позначає їхнє положення пунктирною лінією. Порівнюючи результати виконання програми з очікуваними можна зробити висновок про коректність роботи реалізованого алгоритму.

Наступне завдання формулюється таким чином: знайти в довгій послідовності вхідних даних, отриманих в результаті передавання по сильно зашумленому каналу заздалегідь відому короткий послідовність імпульсів.

Принцип оптимального виявлення послідовності імпульсів заснований на порівнянні коливання (сигналу), що обробляється, з опорним сигналом. Коли коефіцієнт кореляції перевищує порогове значення, дискретний сигнал, що обробляється, вважається подібним опорному сигналу і приймається рішення про його наявність [4]. До складу виявника входить корелятор або узгоджений фільтр і пороговий пристрій (рис. 1, б). Для навмисного розширення спектру з метою підвищення перешкодостійкості спочатку у вузькосмуговий сигнал в кожен інформаційний біт, що передається (логічний 0 або 1), вбудовується послідовність чіпів. Чіпові послідовності, що використовуються для розширення спектру сигналу, повинні задовольняти певним вимогам автокореляції. З цієї позиції найкращими вважаються такі коди, значення бічних пелюсток автокореляційної функції яких мінімальні по всій довжині інтервалу кодового слова за максимального значення центрального піку. До таких кодів належить код Баркера [5]. В результаті роботи алгоритму визначено початок цифрової послідовності (позначено пунктирною лінією). На рис. 2, б, представлений результат роботи програми.

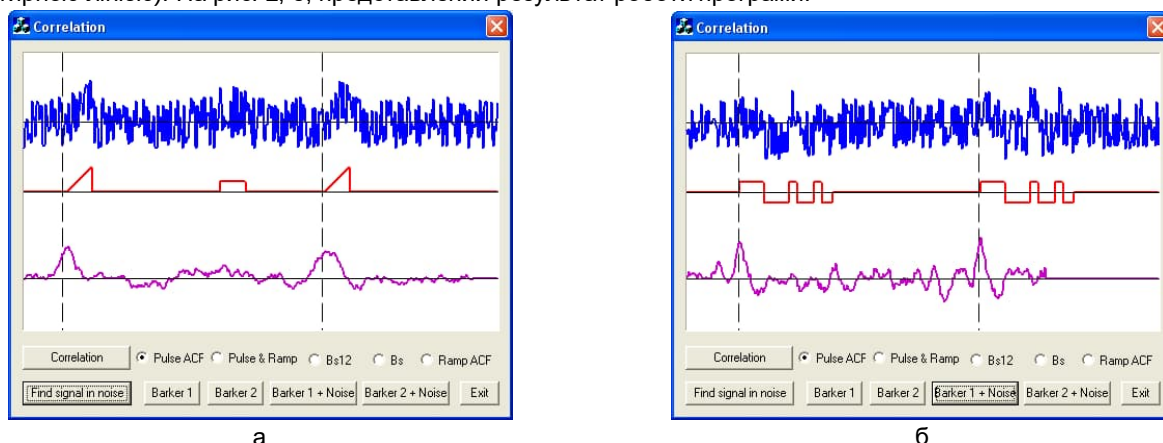


Рис. 3. Програмні засоби для дослідження процесу узгодженої фільтрації:
а – виявлення сигналів детермінованої форми; б – виявлення коду Баркера

Кореляційний метод є оптимальним методом визначення сигналу відомої форми і натомість білого шуму – метод має найкраще ставлення сигнал/шум.

Висновки. Розроблене програмне забезпечення, в якому реалізований алгоритм узгодженої фільтрації дозволяє визначити граничні значення характеристик сигналу (форми, амплітуди, тривалості) та шуму (середньоквадратичного відхилення, дисперсії), при яких виділення детермінованого сигналу з шуму все ще можливе. При цьому отримані програмні рішення можуть бути використані при розробці систем зв'язку для підвищення надійності передачі даних по сильно зашумлених комунікаційних каналах. Також слід зазначити таку особливість програмної реалізації описаного у роботі алгоритму. При зсуві вліво прийнятий і еталонний сигнали не перекриваються, і дані в кінці послідовностей не формують парні утворення – виникає так званий крайовий ефект. Одне з можливих рішень проблеми полягає в тому, щоб довжину однієї з послідовностей зробити вдвічі більше довжини, необхідної для знаходження функції кореляції. Для цього можна записати більше даних, або якщо одна з послідовностей періодична, повторити послідовність. При цьому особливу увагу слід звернути на узгодження країв.

Список використаних джерел

1. Гумен М. Б. Основи теорії процесів в інформаційних системах: підручник (у 2-х кн.). Кн.1. Аналіз детермінованих процесів / М. Б. Гумен, В. М. Співак, С. К. Мещанінов, Г. Г. Власюк, Т. Ф. Гумен. 2-е вид., зі змінами і доповн. К: Кафедра, 2017. 281 с.
2. Поведа Р.А. Моделювання характеристик синхронного детектора як складової системи обміну / Р.А. Поведа, С.В. Оптасюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського Національного університету ім. І. Огієнка. 2021. №27. С. 117-119.
3. Домрачева К. О. Аналіз технологій та стандартів зв'язку для мережі IoT / К.О. Домрачева, Н.М. Довженко, В.В. Дмитренко // Наук. зап. Укр. наук. дослід. ін-ту зв'язку. 2019. №3. С. 54-62.
4. Cheremskaya N. Correlation function and quasi-deterministic signals / N. Cheremskaya // Bulletin of the National Technical University KhPI Series Innovation researches in students' scientific work. 2023. P. 39-43.
5. Maksimov V. New composite Barker codes in the synchronization system of broadband signals / V. Maksimov, I. Volodymyr // Information and Telecommunication Sciences. 2020. P. 24-30.