

Для цього в алгоритмі передбачено відхилення запитів. Запити від кожного пристрою обробляються по черзі – один проміжок часу на один пристрій, незалежно від того, є в черзі цього пристрою запити чи ні. Це забезпечує однакові можливості для всіх пристроїв введення і не дає можливості одному із них монополізувати весь час обробника. Якби запити одного пристрою обробляли, наприклад, до звільнення його черги, то при пікових навантаженнях, коли черга наповнювалась би швидше за обробку, обробник весь процесорний час тратив би на опрацювання одного пристрою.

**Висновки.** Визначено сукупність запитів пристроїв на обслуговування в мультитермінальній системі як багатомірний потік запитів. Встановлено основні характеристики потоку запитів: інтенсивність, середній час очікування та перебування одного запиту в системі.

Наведені аналітичні залежності для середнього часу очікування одного запиту в системі для обслуговування типу FIFO та з відносними пріоритетами. На основі аналітичних залежностей можна визначити максимальну кількість пристроїв мультитермінальної системи за заданої продуктивності системного блока.

Запропоновані граф-схеми алгоритму обслуговування запитів пристроїв в мультитермінальній системі із використанням буфера та обробника, які забезпечують своєчасне виконання запитів.

1. Кормен Томас Х., Лейзерсон Чарльз И., Ривест Роналд Л., Штайн Клиффорд. Алгоритмы: построение и анализ. 2-е издание: Пер. с англ. – М.: Изд. дом „Вильямс”, 2005. – 1296 с.
2. Майоров С.А., Новиков Г.И., Алиев Г.И. и др. Основы теории вычислительных систем. – М.: Высшая школа, 1978. – 408 с.
3. Парамуд Я.С., Иващук Т.С. Структурні рішення при побудові багатокористувацьких мультитермінальних систем // Вісн. Нац. ун-ту „Львівська політехніка”. – 2008. – № 630: Комп’ютерні системи та мережі. – С 92–96.

УДК 004.354

І.І. Пищак, В.Я. Пуйда

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра електронних обчислювальних машин

## МОДЕЛЮВАННЯ МОДИФІКОВАНОГО АЛГОРИТМУ МАЛЛА В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

© Пищак І.І., Пуйда В.Я., 2009

**Наведено результати моделювання в реальному часі модифікованого алгоритму Малла. Система побудована на базі мікроконтролера ADuC7128 з ядром ARM7 40 МГц та інтегрованим 12р 1 MSPS АЦП.**

**The article presents the results of simulation of real-time modified Mallat algorithm. The system is based on the microcontroller ADuC7128 with ARM7 40 MHz core and integrable 12-bit 1 MSPS ADC.**

**Вступ.** Вейвлет-перетворення є ефективним математичним інструментом у багатьох дослідженнях. Основна причина його використання – можливість отримання в результаті аналізу деякого сигналу не лише перелік його характерних частот, але і відомості про локальні координати, при яких ці частоти проявляють себе. Такі особливості дають змогу використовувати вейвлет-перетворення для обробки звуку, відео- та фотозображень .

**Аналіз відомих рішень.** Сьогодні алгоритм вейвлет-перетворення застосовується в такому пристрої, як цифровий аналізатор сигналів [1–6] Найвідомішими фірмами-виробниками є Tektronix,

Hitachi-Denshi, Agilent Technologies, LeCroy, GaGe Applied Technologies, Good Will instrument Co. Ltd, Chauvin Arnoux та корпорація Fluke. Такі аналізатори призначені для обробки високочастотних сигналів. Проте існує потреба в недорогих пристроях, які здатні оперувати низькими частотами. Це можуть бути сигнали електромережі та звукові сигнали.

**Постановка задачі.** Одним із важливих факторів при обробці сигналів є можливість без затримок отримувати вхідні. Оскільки в системі використовується мікроконтролер для обробки низькочастотних сигналів, то виникає задача оптимізації алгоритмів вейвлет-перетворення з метою зменшення часових затрат на їх виконання.

**Аналіз алгоритму.** Використання алгоритмів вейвлет-перетворення в системах цифрової обробки сигналів вимагає великої кількості арифметичних операцій – таких, як додавання, множення та множення з накопиченням.

Як досліджуваний алгоритм вейвлет-перетворення вибрано ітераційний алгоритм Малла [1]:

$$C_{m+1,k} = \sum_n h_n C_{m,2k+n},$$

$$D_{m+1,k} = \sum_n g_n C_{m,2k+n}$$

В алгоритмі для розкладу сигналу використовується каскад дзеркально спряжених фільтрів  $h$  та  $g$  (рис. 1). Вхідний сигнал пропускається через кожен з них та розкладається на частотні компоненти. Робота кожного з фільтрів побудована на базі операції згортки. Серед основних операцій, що застосовуються, є множення з накопиченням. Тому при виборі мікропроцесора слід звертати увагу на функціональність ядра та можливість швидкого виконання операцій множення.

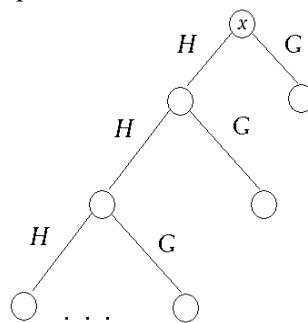


Рис. 1. Схема розкладу вхідного сигналу

**Виконання множення.** Для обчислення вибрано продуктивне 32-розрядне ядро ARM7, що має спеціалізовані команди, які дають змогу виконувати операції множення (MUL) та множення з накопиченням (MLAL). В двох командах використовуються два 32-розрядні регістри, які перемножуються один з одним і до отриманого результату додається 64-бітний доданок [6]. Такі команди значно прискорюють роботу програми.

#### Команди множення

Мнемоніка на асемблері	Опис	Виконувані дії
UMULL {cond} {S} RdLo,RdHi,Rm,Rs	Множення без знаку	32x32=64
UMLAL {cond} {S} RdLo,RdHi,Rm,Rs	Множення без знаку з накопиченням	32x32+64=64
SMULL {cond} {S} RdLo,RdHi,Rm,Rs	Множення зі знаком	32x32=32
SMLAL {cond} {S} RdLo,RdHi,Rm,Rs	Множення зі знаком з накопиченням	32x32+64=64

{cond} – умова виконання команди,

RdLo, RdHi, Rm і Rs – вирази, які визначають номер регістра загального призначення.

**Структура системи.** Система складається з мікроконтролера ADuC7128, що містить 32-розрядне ядро ARM7 і призначена для обробки одновимірних сигналів низького діапазону частот (рис. 2). Введення даних відбувається через вбудоване АЦП. Заповнення буфера проходить в неперервному режимі. В проміжках між надходженням відліків відбувається вейвлет-перетворення 32 точок, взятих з буфера.

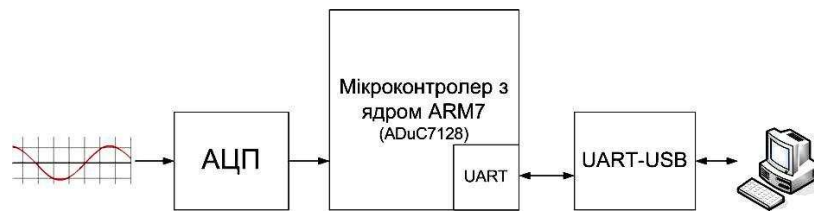


Рис. 2. Структура системи

Важливим є те, щоб в такій схемі час вейвлет-перетворення не перевищував інтервал між надходженнями відліків і таким чином не було втрати інформації. Результати обробки передаються на USB порт та відображаються на моніторі ПК.

Роботу алгоритму зображено на рис. 3.

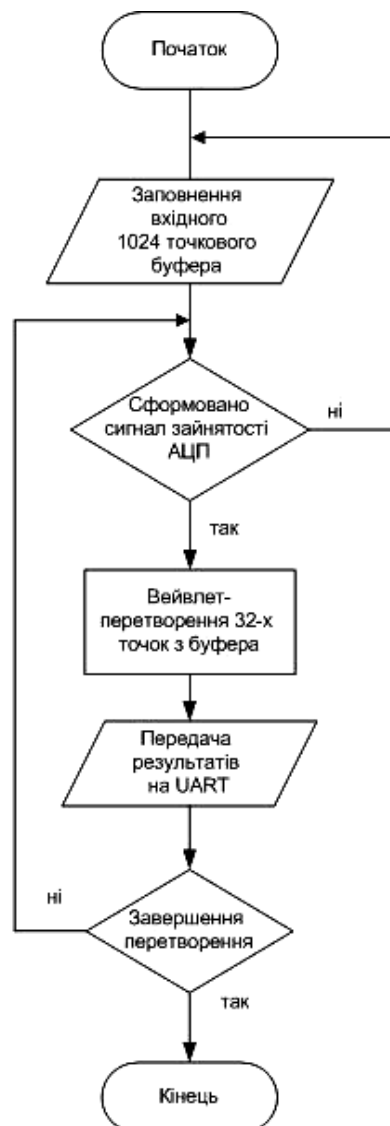


Рис. 3. Граф-схема роботи алгоритму

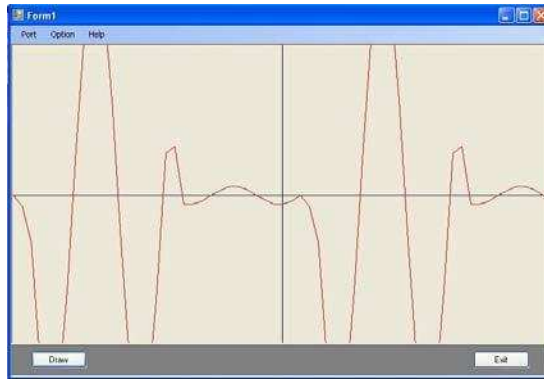


Рис. 4. Результат роботи системи

Розклад вхідного синусоїдального сигналу на низькочастотні та високочастотні компоненти зображений на рис. 4.

**Висновок.** У роботі представлено модифікацію алгоритму Малла для ефективної реалізації вейвлет-перетворення в базисі процесорного ядра ARM7. Забезпечено зменшення часу перетворення на 15 % порівняно з базовим алгоритмом.

1. Mallat S.G. *A Wavelet Tour of Signal Processing*, 1998. 2. Daubechies I. *Ten Lectures on Wavelets*. SIAM, 1992. 3. Баттлер К. *Вейвлет-анализ. Основы теории*. – М. 2004. – 280 с. 4. Чуи Ч. *Введение в вэйвлеты: Пер. с англ.* – М.: Мир, 2001. – 412 с. 5. Смит С. *Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников: Пер. с англ.* А.Ю. Линовича, С.В. Витязева, И.С. Гусинского. – М.: Додэка-XXI, 2008. – 720 с. 6. <http://www.wavelet.org/>.

УДК 004.032.26

**В.Я. Пуйда, Т.В. Торубка**

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра електронно-обчислювальних машин

## **ВИДАЛЕННЯ ІМПУЛЬСНИХ ЗАВАД НА ЗОБРАЖЕННЯХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

© Пуйда В.Я., Торубка Т.В., 2009

**Досліджено алгоритм адаптивної медіанної фільтрації. Розроблено програмний пакет для моделювання роботи алгоритму, який дає змогу усунути до 80% імпульсних завад на зображеннях літальних апаратів.**

**Adaptive median filtering algorithm is researched. A software package for simulation of the algorithm, which removes up to 80% of a impulse noise is developed.**

**Вступ.** Жодна система реєстрації не забезпечує ідеальної якості зображень досліджуваних об'єктів. Зображення в процесі формування системами (фотографічними, голографічними, телевізійними) зазвичай піддаються дії завад. На відміну від так званих детермінованих спотворень, які часто описуються поелементними функціональними перетвореннями початкового зображення, для моделювання випадкових спотворень використовують моделі аддитивних, імпульсних і мультиплікативних завад.

Розглянемо модель імпульсних завад. Дія завад позначається не на всьому зображенні, а тільки у випадково розташованих точках. На зображенні такі завади виглядають ізольованими контрастними точками. Імпульсні завади характерні для систем передачі зображень по радіоканалах з використанням нелінійних методів модуляції, а також для цифрових систем передавання і зберігання зображень. Зокрема, імпульсні завади властиві пристроям введення зображень з телевізійної камери.