

## Висновок

В даній роботі розроблено високоефективну комп'ютерну систему введення та опрацювання зображень. Дана комп'ютерна система використовує потенційні можливості сучасної елементної бази (мікропроцесорів ЦОС, спеціалізованих і перепрограмованих НВІС) та методи розпаралелювання та конвеєризації. Апаратно-програмні засоби комп'ютерної системи введення та опрацювання зображень орієнтовані на роботу в реальному часі.

## Список використаних джерел

1. Cohen W. W., Singer Y. A simple, fast and effective rule learner // Proc. Of the 16 National Conference on Artificial Intelligence. 1999. Pp. 335-342.
2. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход: Пер. с англ.– М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 928 с.
3. Методы компьютерной обработки изображений /Под. ред. В.А. Сойфера. –М.:Физматлит, 2003. – 784 с.
4. Цмоць І.Г. Інформаційні технології та спеціалізовані засоби обробки сигналів і зображень у реальному часі.: Монографія – Львів: 2005.-227с
5. В.В. Грицик, І.Г. Цмоць, Ю.В. Опотяк, А.Б.Бондарук. Базові компоненти інтелектуальних систем введення, обробки класифікації та розпізнавання зображень у реальному часі. Науково-технічний журнал “Інформаційні технології і системи”. Том 8, №1, Львів 2005, с 104-113.

УДК 004.2

## РЕКОНФІГУРОВАНИЙ ПРОЦЕСОР МЕДІАННОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Цмоць І.Г.<sup>1)</sup>, Звонар Р.П.<sup>2)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> д.т.н., професор; <sup>2)</sup> магістрант*

### І. Постановка проблеми

Медіанні фільтри (МФ) досить часто застосовуються на практиці як засіб попередньої обробки цифрових даних. Специфічною особливістю фільтрів є явно виражена вибірковість стосовно до елементів масиву, що є немонотонною складовою послідовності чисел в межах вікна фільтру. В той же час на монотонну складову послідовності медіанний фільтр не діє, залишаючи її без змін. Завдяки цій особливості, медіанні фільтри при оптимально вибраній апертурі можуть, наприклад, зберігати без спотворень різкі межі об'єктів, ефективно пригнічуючи некорельовані або слабкорельовані перешкоди і малорозмірні деталі. Ця властивість дозволяє застосовувати медіанну фільтрацію для усунення аномальних значень в масивах даних, зменшення викидів та імпульсних перешкод [1].

Особливо ефективним медіанний фільтр є при фільтрації сигналів від імпульсних шумів при обробці зображень відеопотоку з метою виявлення об'єктів. Таку медіанну фільтрацію необхідно виконувати швидко, що можливо за умови її апаратної реалізації. Існуючих апаратних рішень у відкритому доступі не знайдено. Тому необхідно розробити реконфігурований процесор медіанної фільтрації зображень в реальному часі.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є аналіз методів сортування елементів масиву сигналу, вибір найбільш ефективного методу сортування для потоково-конвеєрної реалізації МФ, побудова структурної схеми реконфігурованого процесора медіанної фільтрації зображень в реальному часі.

### III. Побудова структурної схеми реконфігурованого процесора медіанної фільтрації зображень в реальному часі

Медіанний фільтр є віконним фільтром, що послідовно ковзає по масиву сигналу, і що повертає на кожному кроці один з елементів, що потрапили у вікно (апертуру) фільтру. Вихідний сигнал ук ковзаючого медіанного фільтру шириною  $2n+1$  для поточного відліку  $k$  формується з вхідного часового ряду  $\dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots$  відповідно до формули (1):

$$yk = med(xk-n, xk-n+1, \dots, xk-1, xk, xk+1, \dots, xk+n-1, xk+n), \quad (1)$$

де  $med(x1, \dots, xm, \dots, x2n+1) = xn+1$ ,  $xm$  - елементи варіаційного ряду, тобто ранжування в порядку зростання значень  $xm$ :  $x1 = \min(x1, x2, \dots, x2n+1) \leq x(2) \leq x(3) \leq \dots \leq x2n+1 = \max(x1, x2, \dots, x2n+1)$ .

При МФ в реальному масштабі часу структура пристрою залежить від частоти надходження чисел і кількості каналів введення. Для швидкої МФ переважно застосовуються конвеєрні пристрої з паралельною або послідовною реалізацією алгоритмів. Застосування для обчислення медіани повністю паралельних пристроїв є надлишковим. Зменшити надлишковість можна переходом на потоково-конвеєрні пристрої з послідовною реалізацією алгоритмів. У таких пристроях обчислення МФ зводиться до виконання послідовності операцій попарного порівняння і перестановки чисел. Аналіз методів сортування показує, що для потоково-конвеєрної реалізації МФ найбільше підходить метод сортування вставкою, особливістю якого є малий час формування результату [2]. На основі даного методу розроблений модифікований алгоритм МФ, який орієнтований на НВІС-реалізацію [3]. Даний алгоритм реалізується на основі одночасного виконання  $N$  однотипних базових операцій. При апаратній реалізації кожна базова операція реалізується одним процесорним елементом (ПЕ). Базова операція алгоритму медіанної фільтрації виконується в два етапи. На першому етапі порівнюються число  $B_j$  і номер його супроводу  $A_j$ , які зберігаються в ПЕ $_j$  ( $j=1,2, \dots, N$ ), з новим числом  $B_H$  і номером його супроводу  $A_H$  та формуються результати цього порівняння за формулами (2,3) [2]:

$$ПВ_j = \begin{cases} 0, & \text{коли } B_H < B_j \\ 1, & \text{коли } B_H \geq B_j \end{cases} \quad (2)$$

$$ПУ_j = \begin{cases} 0, & \text{коли } A_H \neq A_j \\ 1, & \text{коли } A_H = A_j \end{cases} \quad (3)$$

де ПВ $_j$  і ПУ $_j$  - інформація на виходах схем порівняння відповідно чисел і номерів супроводу.

На другому етапі за результатами порівняння для кожного ПЕ $_j$  визначається число  $B_j^*$  і номер його супроводу  $A_j^*$ , що буде там зберігатися. Визначення для кожного ПЕ $_j$  числа  $B_j^*$  і номера його супроводу  $A_j^*$ , коли числа у пристрої попередньо відсортовані, так що максимальне зберігається в ПЕ $_1$ , а мінімальне в ПЕ $_N$ , відбувається за формулами (4,5) [3]:

$$B_j^x = \begin{cases} B_H, & \text{коли } y_j \wedge \overline{ПВ_j} \wedge \overline{ПВ_{j-1}} \vee \overline{ПВ_{j-1}} \wedge \overline{ПВ_{j-1}} \wedge \overline{ПВ_j} \wedge y_{j-1} = 1 \\ B_{j-1}, & \text{коли } \overline{ПВ_{j-1}} \wedge y_{j-1} = 1 \\ B_{j+1}, & \text{коли } y_{j-1} \wedge \overline{ПВ_{j+1}} \vee \overline{ПВ_{j+1}} \wedge \overline{ПУ_j} = 1 \\ B_j, & \text{коли } \overline{ПВ_j} \wedge \overline{ПУ_j} \wedge y_{j-1} \vee \overline{ПВ_j} \wedge y_{j-1} = 1 \end{cases} \quad (4)$$

$$A_j^x = \begin{cases} A_H, & \text{коли } y_j \wedge \overline{ПВ_j} \wedge \overline{ПВ_{j-1}} \vee \overline{ПВ_{j-1}} \wedge \overline{ПВ_{j-1}} \wedge \overline{ПВ_j} \wedge y_{j-1} = 1 \\ A_{j-1}, & \text{коли } \overline{ПВ_{j-1}} \wedge y_{j-1} = 1 \\ A_{j+1}, & \text{коли } y_{j-1} \wedge \overline{ПВ_{j+1}} \vee \overline{ПВ_{j+1}} \wedge \overline{ПУ_j} = 1 \\ A_j, & \text{коли } \overline{ПВ_j} \wedge \overline{ПУ_j} \wedge y_{j-1} \vee \overline{ПВ_j} \wedge y_{j-1} = 1 \end{cases} \quad (5)$$

де  $y_j = ПУ_0 \vee ПУ_1 \vee ПУ_2 \vee \dots \vee ПУ_{j-1}$ ,  $ПУ_0 = 0$ .

Схема конвеєрно-потокowego пристрою МФ, в якому обчислення медіани здійснюється методом сортування вставкою наведена на рисунку 1.

В кожному такті роботи в регістри  $Р_{гВН}$  і  $Р_{гАН}$  записуються відповідно нове число  $B_H$  та номер його супроводу  $A_H$ . Числа  $B_H$  і  $A_H$  надходять на входи всіх ПЕ. В кожному ПЕ $_j$  за допомогою схем порівняння СП $_{Вj}$  та СП $_{Aj}$  виконуються порівняння чисел  $B_j$  і  $A_j$  з числами  $B_H$  і  $A_H$  та відповідно до формул (1) і (2) формуються їх результати. Результати порівняння з виходів схем СП $_В$  та СП $_А$  процесорних елементів ПЕ $_{j-1}$ , ПЕ $_j$  та ПЕ $_{j+1}$  надходять на входи схеми управління комутаторами (СУК) ПЕ $_j$ , де відповідно до формул (3) і (4) формуються сигнали управління комутаторами  $К_{мВj}$  і  $К_{мAj}$ . В залежності від цих сигналів на виходи комутатора  $К_{мВj}$  ( $К_{мAj}$ ) може поступати або  $B_H$  ( $A_H$ ), або  $B_j$  ( $A_j$ ), або  $B_{j-1}$  ( $A_{j-1}$ ), або  $B_{j+1}$  ( $A_{j+1}$ ) [4].

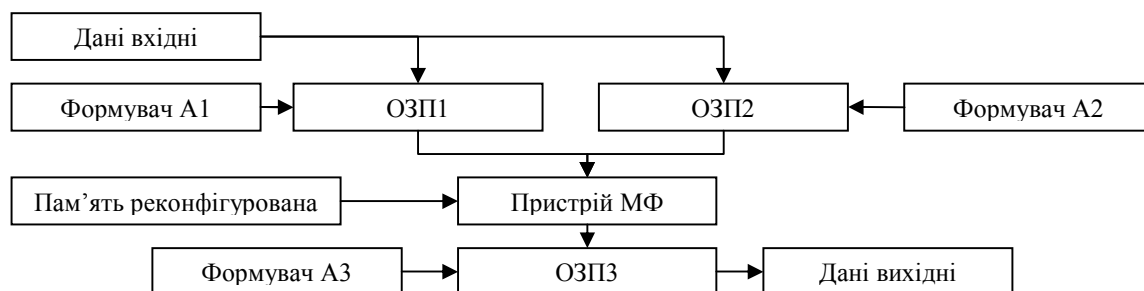


Рисунок 1 - Структурна схема реконфігурованого процесора медіанної фільтрації зображень в реальному часі

### Висновок

У роботі здійснено аналіз методів сортування елементів масиву сигналу, обрано найбільш ефективний метод сортування для потоково-конвеєрної реалізації МФ, побудовано структурну схему реконфігурованого процесора медіанної фільтрації зображень в реальному часі.

### Список використаних джерел

1. Паралельная обработка информации: Т.Ч. Высокопроизводительные системы параллельной обработки информации / Под.ред. В.В.Грицька – Киев: Наук.думка, 1988 –272 с.
2. Цмоць І.Г., Батюк А.С. Алгоритми і конвеєрні пристрої сортування даних в реальному масштабі часу // Вісн. ДУ “Львівська політехніка”, 1998, №330, Л, с.247-253.
3. Рашкевич Ю.М., Батюк А.С., Цмоць І.Г. Швидкий алгоритм і структура ВІС медіанного фільтра // Наукові праці конференції “Друкотех 96”, Львів, 1996, с.53-53.
4. Цмоць І.Г. Принципи розробки і оцінка основних характеристик високопродуктивних процесорів на надвеликих інтегральних схемах // Вісн. ДУ “Львівська політехніка”, 1998, №349, Л, с.5-11.