



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 105305

(13) C2

(51) МПК

G06K 9/36 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2013 01666	(72) Винахідник(и):	Рашкевич Юрій Михайлович (UA), Цмоць Іван Григорович (UA), Пелешко Дмитро Дмитрович (UA), Ізонін Іван Вікторович (UA)
(22) Дата подання заявки:	12.02.2013	(73) Власник(и):	НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА", вул. Ст. Бандери, 12, м. Львів-13, 79013 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.04.2014	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 50590 U; 10.06.2010 SU 1226500 A1; 23.04.1986 SU 1654811 A1; 07.06.1991 UA 29700 A; 15.11.2000 RU 2362209 C1; 20.07.2009 JPS 58222341 A; 24.12.1983 JPH 10200378 A; 31.07.1998 US 2003095718 A1; 22.05.2003 US 5138567 A; 11.08.1992 US 4951242 A; 21.08.1990
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.06.2013, Бюл.№ 11		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.04.2014, Бюл.№ 8		

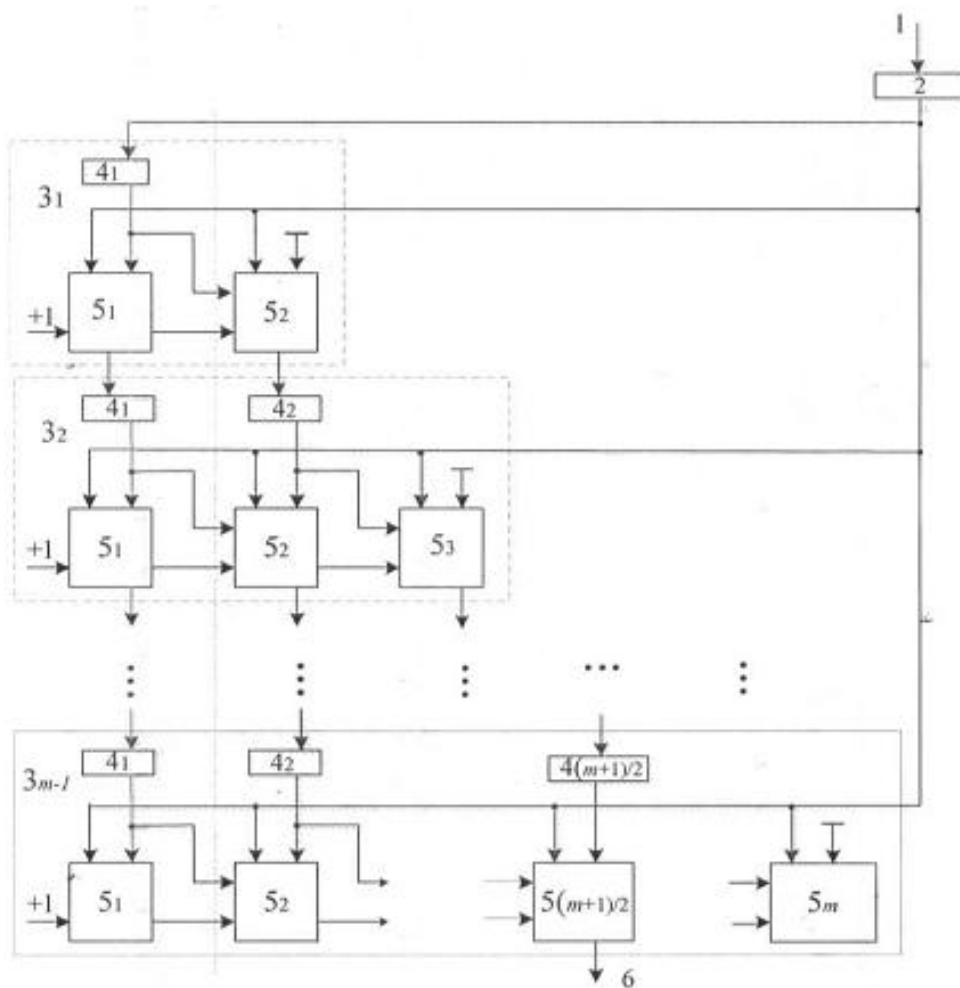
## (54) ПРИСТРІЙ МЕДІАННОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ

### (57) Реферат:

Пристрій медіанної фільтрації належить до електротехніки, а саме до систем технічного зору, систем цифрового опрацювання зображень та може бути використаний для первинного опрацювання зображень. Пристрій містить вхідний регістр, інформаційний вхід,  $(m^2 - m)/2$  регістрів,  $m-1$  блоків порівняння. Кожний  $i$ -ий ( $i=1, \dots, m-1$ ) містить  $(i+1)$  вузлів порівняння, кожний з яких містить схему порівняння, при цьому перші входи всіх схем порівняння з'єднані між собою. Кожний вузол порівняння містить комутатор. При цьому інформаційний вхід пристрою з'єднаний з входом вхідного регістра, вихід якого з'єднаний з першими входами всіх схем порівняння, другим інформаційним входом комутатора та з входом регістра з першого блока порівняння. В кожному  $i$ -му блоці порівняння вихід  $j$ -го регістра ( $j=1, \dots, i$ ) з'єднаний з другим входом схеми порівняння та третім інформаційним входом комутатора і першим входом комутатора  $(j+1)$  вузла. Вхід  $j$ -го регістра  $(i+1)$  блока порівняння з'єднаний з виходом комутатора  $j$ -го вузла порівняння  $i$ -го блока порівняння. Вихід комутатора з  $(m+1)/2$  вузла порівняння  $(m-1)$  блока порівняння з'єднаний з виходом медіани. В кожному  $i$ -му блоці порівняння перший вхід керування комутатора першого вузла порівняння з'єднаний з рівнем лог. 1. В кожному блоці порівняння в  $(i+1)$  вузлі порівняння другий вхід схеми порівняння та третій інформаційний вхід комутатора з'єднаний з рівнем лог. 0. В кожному блоці порівняння вихід схеми порівняння  $j$  вузла порівняння з'єднаний з другим керуючим входом комутатора даного вузла і першим керуючим входом комутатора  $(j+1)$  вузла порівняння. Технічним

UA 105305 C2

результатом є підвищення швидкодії медіанної фільтрації шляхом зменшення такту роботи пристрою.



Фіг. 1

Винахід належить до галузей штучного інтелекту, а саме до систем технічного зору, систем цифрового опрацювання зображень та може бути використаний для первинного опрацювання зображень.

Відомий пристрій для медіанної фільтрації [Вишенчук И.М., Черкасский Н.В. Алгоритмические операционные устройства и супер ЭВМ. - К.: Техник, 1990. – ст. 131], який містить  $2m+1$  регістрів, де  $(2m+1)$  - кількість елементів сортування в заданому вікні,  $1,5(m^2 - m)$  вузлів порівняння, кожний з яких містить схему порівняння і дві схеми "І-АБО".

Однак даний пристрій для своєї реалізації вимагає великих апаратних затрат і має малу швидкодію, яка визначається часом спрацювання  $(2m+1)$  схем порівняння і  $(2m-1)$  елементів "І-АБО".

Найбільш близьким до запропонованого пристрою є пристрій медіанної фільтрації [Палагин А.В., Опанасенко В.Н. Реконфигурируемые вычислительные системы - К.: Просвіта, 2006, ст. 209], який містить  $m$  регістрів, де  $m$  - розмір вікна,  $m$  суматорів,  $(m^2 - m)/2 + m - 1$  вузлів порівняння, дешифратор і мультиплексор.

Однак даний пристрій має невисоку швидкодію виконання медіанної фільтрації, яка визначається періодом надходження даних, який залежить від часу спрацювання регістра, схеми порівняння, суматора, дешифратора і мультиплексора і обчислюється так:

$$t_{\Phi} = t_{Pr} + t_{СП} + t_{Сум} + t_{Деш} + t_{Мульт}$$

де  $t_{\Phi}$  - період фільтрації,  $t_{Pr}$  - час запису в регістр,  $t_{СП}$  - час спрацювання схеми порівняння,  $t_{Сум}$  - час спрацювання суматора,  $t_{Деш}$  - час спрацювання дешифратора,  $t_{Мульт}$  - час спрацювання мультиплексора.

В основу винаходу поставлено задачу створення пристрою, медіанної фільтрації, в якому введення нових елементів і зв'язків між ними забезпечило б підвищення швидкодії.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій медіанної фільтрації, який містить  $m$  регістрів,  $m-1$  блоків порівняння, кожний  $i$ -ий ( $i=1, \dots, m-1$ ), містить  $(i+1)$  вузлів порівняння, кожний з яких містить схему порівняння, при цьому перші входи всіх схем порівняння з'єднані між собою, згідно з винаходом, додатково містить вхідний регістр, входом якого є інформаційний вхід,  $(m^2 - m)/2 - m$  регістрів, кожний вузол порівняння додатково містить комутатор, вихід вхідного регістра з'єднаний з першими входами всіх схем порівняння відповідних вузлів порівняння, другим інформаційним входом комутатора та з входом регістра з першого блока порівняння, в кожному  $i$ -му блоці порівняння вихід  $j$ -го регістра ( $j=1, \dots, i$ ) з'єднаний з другим входом схеми порівняння та третім інформаційним входом комутатора і першим входом комутатора  $(j+1)$  вузла, вхід  $j$ -го регістра  $(i+1)$  блока порівняння з'єднаний з виходом комутатора  $j$ -го вузла порівняння  $i$ -го блока порівняння, вихід комутатора з  $(m+1)/2$  вузла порівняння  $(m-1)$  блока порівняння з'єднаний з виходом медіани, в кожному  $i$ -му блоці порівняння перший вхід управління комутатора першого вузла порівняння з'єднаний з рівнем лог. 1, в кожному блоці порівняння в  $(i+1)$  вузлі порівняння другий вхід схеми порівняння та третій інформаційний вхід комутатора з'єднаний з рівнем лог. 0, в кожному блоці порівняння вихід схеми порівняння  $j$  вузла порівняння з'єднаний з другим управляючим входом комутатора даного вузла і першим управляючим входом комутатора  $(j+1)$  вузла порівняння.

Додаткове введення вхідного регістра,  $(m^2 - m)/2 - m$  регістрів, а в кожен вузол порівняння комутатора забезпечило підвищення швидкодії фільтрації, шляхом зменшення такту роботи пристрою, який дорівнює:

$$t = t_{Pr} + t_{СП} + t_{КМ}$$

де  $t_{Pr}$  - час запису в регістр,  $t_{СП}$  - час спрацювання схеми порівняння,  $t_{КМ}$  - час спрацювання комутатора.

На фіг. 1 представлена блок-схема пристрою медіанної фільтрації, на фіг. 2 наведена схема вузла порівняння, де: 1 - інформаційний вхід; 2 - вхідний регістр 3 - блок порівняння; 4 - регістри; 5 - вузол порівняння; 6 - вихід медіани; 7 - комутатор; 8 - схема порівняння.

Інформаційний вхід 1 пристрою з'єднаний з входом вхідного регістра 2, вихід якого з'єднаний з першими входами всіх схем порівняння 8, другим інформаційним входом комутатора 7 та з входом регістра 4 з першого блока порівняння 3, в кожному  $i$ -му блоці порівняння 3 вихід  $j$ -го регістра 4 ( $j=1, \dots, i$ ) з'єднаний з другим входом схеми порівняння 8 та третім інформаційним

входом комутатора 7 і першим входом комутатора 7  $(j+1)$  вузла 5, вхід  $j$ -го регістра 4  $(i+1)$  блока порівняння 3 з'єднаний з виходом комутатора 7  $j$ -го вузла порівняння 5  $i$ -го блока порівняння 3, вихід комутатора 7 з  $(m+1)/2$  вузла порівняння 5  $(m-1)$  блока порівняння 3 з'єднаний з виходом медіани, в кожному  $i$ -му блоці порівняння 3 перший вхід управління комутатора 7 першого вузла порівняння 5 з'єднаний з рівнем лог. 1, в кожному блоці порівняння 3 в  $(i+1)$  вузлі порівняння 5 другий вхід схеми порівняння 8 та третій інформаційний вхід комутатора 7 з'єднаний з рівнем лог. 0, в кожному блоці порівняння 3 вихід схеми порівняння 8  $j$  вузла порівняння 5 з'єднаний з другим управляючим входом комутатора 7 даного вузла 3 і першим управляючим входом комутатора 7  $(j+1)$  вузла порівняння 3.

У пристрої медіанна фільтрація виконується сортуванням чисел методом вставки у ковзному "вікні" розміром  $m$ . Процес сортування в пристрої розбитий на  $m-1$  етапів, в кожному  $i$ -му етапі  $(i=1, \dots, m-1)$  із  $i$  відсортованих елементів шляхом включення нового елемента з виходів регістра 2 формується відсортований масив із  $(i+1)$  елементів. Медіанна фільтрація у пристрої здійснюється за конвеєрним принципом, де реалізація кожного  $i$ -го етапу виконується  $i$ -им блоком порівняння 3 <sub>$i$</sub> , який є сходиною конвеєра.

Пристрій медіанної фільтрації працює таким чином.

В кожному такті роботи у вхідний регістр 2 записується новий відлік. Число з виходів вхідного регістра 2 надходить на вхід регістра 4 першого блока порівняння 3<sub>1</sub>, на перші входи всіх схем порівняння 8 і на другі інформаційні входи всіх комутаторів 7. В кожному  $i$ -му блоці порівняння 3 <sub>$i$</sub>  за допомогою схем порівняння 8 виконується порівняння числа з виходів регістра 2 з числами з виходів регістрів 4 даного блока. Порівняння чисел виконується схемою порівняння 8, яка формує на виході сигнал лог. 0, коли число з виходу регістра 2 (перший вхід схеми порівняння) є більшим числа, що надходить на другий вхід, а сигнал лог. 1 - у всіх інших випадках.

У кожному  $i$ -му блоці порівняння 3, результати порівнянь з виходів схем порівняння 8 використовуються для управління комутаторами 7. Формування інформації на виході комутатора 7 кожного  $j$ -го вузла порівняння 5 <sub>$j$</sub>  виконується у відповідності з наступною формулою:

$$K_{mj} = \begin{cases} R_4 4_{j-1}, \text{коли } \text{ВихСП}_{j-1} = \text{ВихСП}_j = 0 \\ R_2 2, \text{коли } \text{ВихСП}_{j-1} = 1, \text{ВихСП}_j = 0 \\ R_4 j, \text{коли } \text{ВихСП}_{j-1} = \text{ВихСП}_j = 1 \end{cases},$$

де  $K_{mj}$  - вихід комутатора 7  $j$ -то вузла порівняння 5 <sub>$j$</sub> ,  $R_4 4_{j-1}$  - вихід регістра 4 <sub>$j-1$</sub> ,  $R_4 j$  - вихід регістра 4 <sub>$j$</sub> ,  $R_2 2$  - вихід регістра 2,  $\text{ВихСП}_j$  - вихід схеми порівняння 8  $j$ -го вузла порівняння 5 <sub>$j$</sub> ,  $\text{ВихСП}_{j-1}$  - вихід схеми порівняння 8  $(j-1)$ -го вузла порівняння 5 <sub>$j-1$</sub> .

За результатами попарних порівнянь в  $i$ -му блоці порівняння 3 <sub>$i$</sub>  здійснюється формування на виходах вузлів порівняння 5 <sub>$j$</sub>  відсортованого масиву із  $(i+1)$  чисел (максимальне число на виході 5<sub>1</sub>, мінімальне - на виході 5 <sub>$(i+1)$</sub> ).

У наступному такті здійснюється запис нового елемента даних в регістр 2, запис числа із виходів регістра 2 в регістр 4 першого блока порівняння 5<sub>1</sub> і запис відсортованих масивів з виходів попередніх блоків порівняння в регістри 4 наступних блоків порівняння.

Після  $m$ -го такту роботи і кожного наступного такту роботи на виході 6 отримуємо результати медіанної фільтрації.

Даний пристрій забезпечує виконання медіанної фільтрації з тактом рівним:

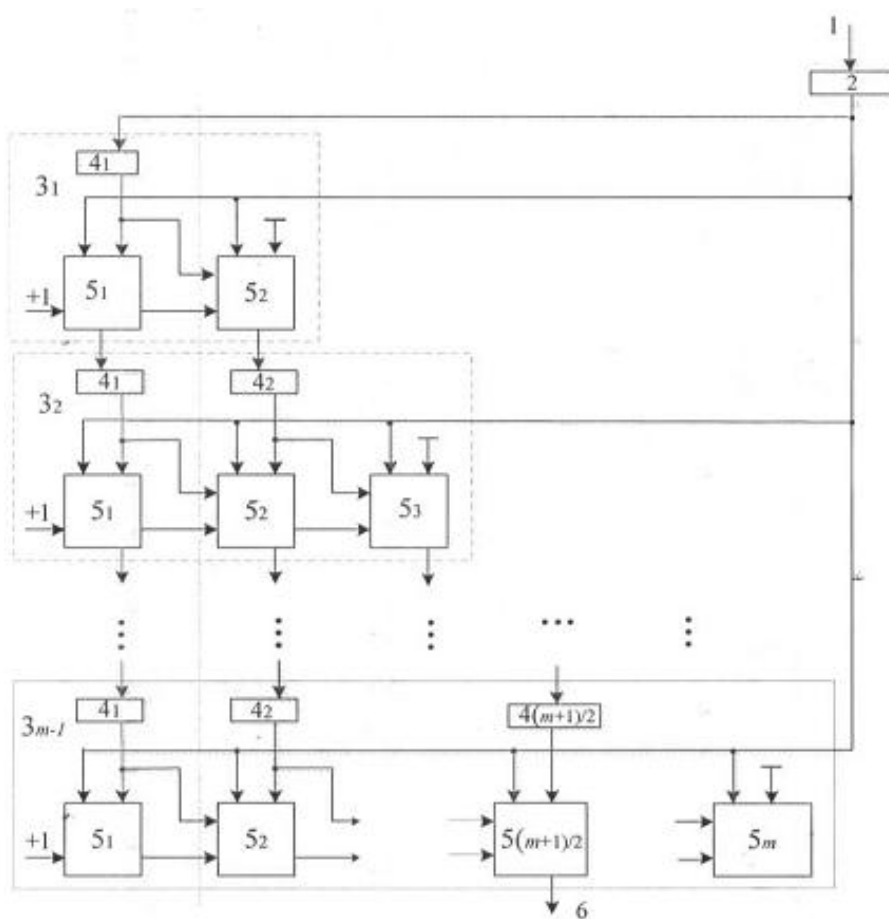
$$t = t_{Pr} + t_{СП} + t_{КМ},$$

де  $t_{Pr}$  - час запису в регістр,  $t_{СП}$  - час спрацювання схеми порівняння,  $t_{КМ}$  - час спрацювання комутатора.

## ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Пристрій медіанної фільтрації, який містить  $m$  регістрів,  $m-1$  блоків порівняння, кожний  $i$ -ий блок  $(i=1, \dots, m-1)$  містить  $(i+1)$  вузлів порівняння, кожний з яких містить схему порівняння, при цьому перші входи всіх схем порівняння з'єднані між собою, який відрізняється тим, що

- додатково містить вхідний регістр, входом якого є інформаційний вхід,  $(m^2 - m)/2 - m$  регістрів, кожний вузол порівняння додатково містить комутатор, вихід вхідного регістра з'єднаний з першими входами всіх схем порівняння відповідних вузлів порівняння і другим інформаційним входом комутатора та з входом регістра з першого блока порівняння, в кожному  $i$ -му блоці порівняння вихід  $j$ -го регістра ( $j = 1, \dots, i$ ) з'єднаний з другим входом схеми порівняння та третім інформаційним входом комутатора і першим входом комутатора ( $j + 1$ ) вузла, вхід  $j$ -го регістра ( $i + 1$ ) блока порівняння з'єднаний з виходом комутатора  $j$ -го вузла порівняння  $i$ -го блока порівняння, вихід комутатора з  $(m + 1)/2$  вузла порівняння  $(m - 1)$  блока порівняння з'єднаний з виходом медіани, в кожному  $i$ -му блоці порівняння перший вхід керування комутатора першого вузла порівняння з'єднаний з рівнем лог. 1, в кожному блоці порівняння в  $(i + 1)$  вузлі порівняння другий вхід схеми порівняння та третій інформаційний вхід комутатора з'єднаний з рівнем лог. 0, в кожному блоці порівняння вихід схеми порівняння  $j$  вузла порівняння з'єднаний з другим керуючим входом комутатора даного вузла і першим керуючим входом комутатора ( $j + 1$ ) вузла порівняння.



Фиг. 1

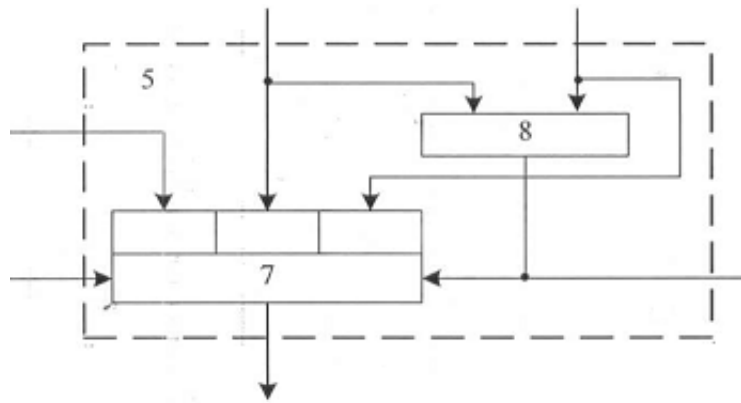


Fig. 2

---

Комп'ютерна верстка М. Ломалова

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601