



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **153612** (13) **U**
(51) МПК
G06F 7/06 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

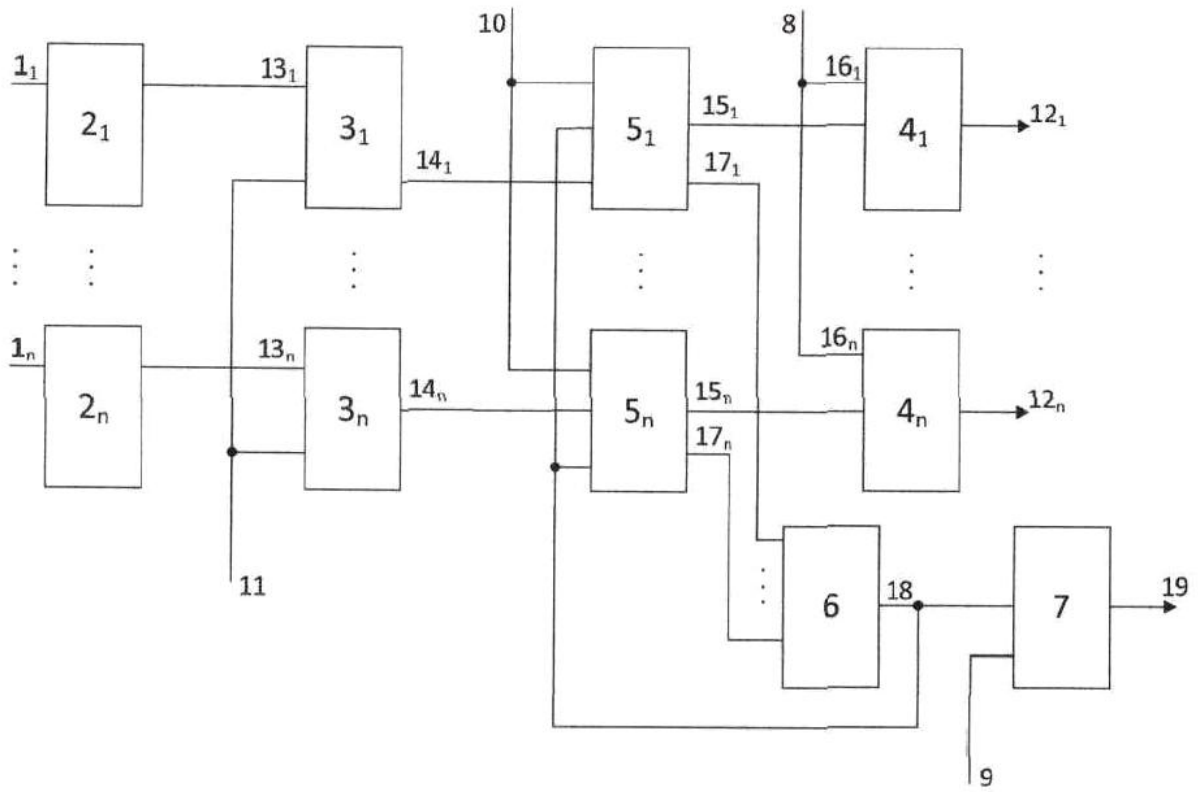
(21) Номер заявки: u 2023 00514	(72) Винахідник(и): Мартинюк Тетяна Борисівна (UA), Круківський Богдан Ігорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 13.02.2023	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 27.07.2023	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 26.07.2023, Бюл.№ 30	

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ РАНЖУВАННЯ ЧИСЕЛ

(57) Реферат:

Пристрій для ранжування чисел містить n регістрів, де n - кількість чисел, які сортуються, та n вихідних лічильників, причому виходи розрядів i -го вихідного лічильника є виходами рангу i -го числа пристрою, n вхідних лічильників, n вузлів рангу, елемент АБО, причому інформаційні входи пристрою з'єднані з входами відповідних регістрів, вхід початкового встановлення пристрою з'єднаний з першим входом n вузлів рангів, вхід тактових імпульсів пристрою підключений до входу зворотної лічби n вхідних лічильників, інформаційні входи n вхідних лічильників з'єднані з виходами відповідних регістрів, а вихід кожного з n вхідних лічильників є виходом ознаки нуля відповідного вхідного лічильника і з'єднаний з другим входом відповідного вузла рангів, вихід кожного з n вузлів рангів з'єднаний з входом прямої лічби відповідного вихідного лічильника, інформаційний вхід якого з'єднаний з інформаційним входом початкового стану пристрою, вихід ознаки кожного з n вузлів рангів з'єднаний з відповідним входом елемента АБО, вихід якого підключений до входу дозволу кожного з n вузлів рангів. При цьому в пристрій введено додатковий лічильник і другий інформаційний вхід початкового стану, причому вихід елемента АБО з'єднаний з входом зворотної лічби додаткового лічильника, другий інформаційний вхід початкового стану пристрою з'єднаний з інформаційним входом додаткового лічильника, а його вихід ознаки нуля є виходом сигналу "Кінець" пристрою.

UA 153612 U



Корисна модель належить до обчислювальної техніки і може бути використана у спеціалізованих обчислювальних засобах та пристроях обробки даних.

Відомий пристрій для ранжування чисел (а.с. СРСР №1363184, м.кл. G06F 7/06, 1987 р., бюл. №48), що містить розподільувач імпульсів, n регістрів, n схем порівняння, де n - кількість чисел, які сортуються, n лічильників, групи елементів і перезапису чисел, вузол підрахунку кількості одиниць, проміжний регістр, n тригерів, n елементів і аналізу першої групи, причому виходи розрядів i -го регістра, де $i = 1, 2, \dots, n$, з'єднані з входами першої групи i -ої схеми порівняння, входи другої групи якої з'єднані з виходами розрядів проміжного регістра, перший вихід підключений до першого входу i -го елемента і аналізу першої групи, другий вхід якого з'єднаний з прямим виходом i -го тригера, вхід встановлення в одиничний стан якого з'єднаний з i -м виходом розподільувача імпульсів і керуючими входами елементів і перезапису чисел i -ої групи, тактовий вхід розподільувача імпульсів підключений до тактового входу пристрою, крім того, пристрій містить n елементів і аналізу другої групи, n груп елементів і перезапису рангу, причому інформаційні входи пристрою з'єднані з інформаційними входами відповідних елементів і перезапису чисел $(n+1)$ -ої групи, керуючі входи яких підключені до тактового входу пристрою, а виходи з'єднані з інформаційними входами проміжного регістра, виходи розрядів якого з'єднані додатково з відповідними інформаційними входами елементів і перезапису чисел i -х груп, виходи елементів і перезапису чисел i -ої групи з'єднані з інформаційними входами i -го регістра, другий вихід i -ої схеми порівняння підключений до першого входу i -го елемента і аналізу другої групи, другий вхід якого з'єднаний з прямим виходом i -го тригера, а вихід з'єднаний з входом лічби i -го лічильника, виходи розрядів якого є виходами рангу i -го числа пристрою, а інформаційні входи з'єднані з виходами відповідних елементів і перепису рангу i -ої групи, керуючі входи яких підключені до i -го виходу розподільувача імпульсів, виходи елементів і аналізу першої групи з'єднані з входами вузла підрахунку кількості одиниць, виходи якого з'єднані з інформаційними входами відповідних елементів і перепису рангу всіх груп.

Недоліком пристрою є недостатня швидкодія через послідовний спосіб подання чисел у пристрій.

Найбільш близьким до корисної моделі є пристрій для ранжування чисел (патент України №136164, м. кл. G06F 7/06, 2019 р., бюл. №15), що містить n регістрів, де n - кількість чисел, які сортуються, та n вихідних лічильників, причому виходи розрядів i -го вихідного лічильника є виходами рангу i -го числа пристрою, n вхідних лічильників, n вузлів рангу, елемент АБО та елемент І, причому інформаційні входи пристрою з'єднані з входами відповідних регістрів, вхід початкового встановлення пристрою з'єднаний з першим входом n вузлів рангів, вхід тактових імпульсів пристрою підключений до входу зворотної лічби n вхідних лічильників, а вихід елемента І є виходом сигналу "Кінець" пристрою, інформаційні входи n вхідних лічильників з'єднані з виходами відповідних регістрів, а вихід кожного з n вхідних лічильників є виходом ознаки нуля відповідного вхідного лічильника і з'єднаний з другим входом відповідного вузла рангів, а також з відповідним входом елемента І, вихід кожного з n вузлів рангів з'єднаний з входом прямої лічби відповідного вхідного лічильника, інформаційний вхід якого з'єднаний з інформаційним входом початкового стану пристрою, вихід ознаки кожного з n вузлів рангів з'єднаний з відповідним входом елемента АБО, вихід якого підключений до входу дозволу кожного з n вузлів рангів.

Недоліком найближчого аналога є недостатня швидкодія через необхідність процесу обнуління останнього максимального числа, коли всі ранги вже сформовано.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для ранжування чисел, в якому введення нових вузлів та зв'язків дозволяє прискорити процес формування рангів чисел масиви без необхідності обнуління максимального числа у масиві.

Поставлена задача вирішується тим, що у пристрій для ранжування чисел, що містить n регістрів, де n - кількість чисел, які сортуються, та n вихідних лічильників, причому виходи розрядів i -го вхідного лічильника є виходами рангу i -го числа пристрою, n вхідних лічильників, n вузлів рангу, елемент АБО, причому інформаційні входи пристрою з'єднані з входами відповідних регістрів, вхід початкового встановлення пристрою з'єднаний з першим входом n вузлів рангів, вхід тактових імпульсів пристрою підключений до входу зворотної лічби n вхідних лічильників, інформаційні входи n вхідних лічильників з'єднані з виходами відповідних регістрів, а вихід кожного з n вхідних лічильників є виходом ознаки нуля відповідного вхідного лічильника і з'єднаний з другим входом відповідного вузла рангів, вихід кожного з n вузлів рангів з'єднаний з входом прямої лічби відповідного вхідного лічильника, інформаційний вхід якого з'єднаний з інформаційним входом початкового стану пристрою, вихід ознаки кожного з n вузлів рангів з'єднаний з відповідним входом елемента АБО, вихід якого підключений до входу дозволу кожного з n вузлів рангів, згідно з корисною моделлю, введено додатковий лічильник і другий

інформаційний вхід початкового стану, причому вихід елемента АБО з'єднаний з входом зворотної лічби додаткового лічильника, другий інформаційний вхід початкового стану пристрою з'єднаний з інформаційним входом додаткового лічильника, а його вихід ознаки нуля є виходом сигналу "Кінець" пристрою.

5 На кресленні наведено функціональну схему пристрою для ранжування чисел.

Пристрій для ранжування чисел містить інформаційні входи $1_1, \dots, 1_n$ пристрою, де n - кількість чисел масиву, реєстри $2_1, \dots, 2_n$, вхідні лічильники $3_1, \dots, 3_n$, вихідні лічильники $4_1, \dots, 4_n$, вузли рангів $5_1, \dots, 5_n$, елемент АБО 6, додатковий лічильник 7, перший інформаційний вхід 8 початкового стану, другий інформаційний вхід 9 початкового стану, вхід 10 початкового встановлення. Інформаційні входи $1_1, \dots, 1_n$ пристрою з'єднані з входами реєстрів $2_1, \dots, 2_n$, а другий інформаційний вхід 9 початкового стану пристрою з'єднаний з інформаційним входом додаткового лічильника 7. Вхід 10 початкового встановлення пристрою з'єднаний з першими входами вузлів рангів $5_1, \dots, 5_n$, а вхід 11 тактових імпульсів пристрою підключений до входу зворотної лічби вхідних лічильників $3_1, \dots, 3_n$.

15 Виходи вихідних лічильників $4_1, \dots, 4_n$ з'єднані з виходами $12_1, \dots, 12_n$ рангів пристрою, інформаційні входи $13_1, \dots, 13_n$ вхідних лічильників $3_1, \dots, 3_n$ з'єднані з виходами відповідних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$, а їх виходи $14_1, \dots, 14_n$ є виходами ознаки нуля вхідних лічильників $3_1, \dots, 3_n$ і з'єднані відповідно з другими входами вузлів рангів $5_1, \dots, 5_n$. Виходи $15_1, \dots, 15_n$ вузлів рангів $5_1, \dots, 5_n$ з'єднані з входами прямої лічби відповідних вихідних лічильників $4_1, \dots, 4_n$.

20 Інформаційні входи $16_1, \dots, 16_n$ відповідних вихідних лічильників $4_1, \dots, 4_n$ з'єднані з першим інформаційним входом 8 початкового стану пристрою, а виходи $17_1, \dots, 17_n$ ознаки вузлів рангів $5_1, \dots, 5_n$ з'єднані з входами елемента АБО 6. Вихід 18 елемента АБО 6 підключений до входів дозволу вузлів рангів $5_1, \dots, 5_n$ та до входу зворотної лічби додаткового лічильника 7, вихід якого є виходом 19 сигналу "Кінець" пристрою.

25 Пристрій для ранжування чисел працює таким чином. На початку роботи по входу 10 початкового встановлення пристрою одиничний сигнал встановлює в початковий стан вузли рангів $5_1, \dots, 5_n$, будучи поданий на їх перші входи. Числові дані записуються по інформаційних входах $1_1, \dots, 1_n$ пристрою у відповідні реєстри $2_1, \dots, 2_n$, які потім переписуються відповідно у вхідні лічильники $3_1, \dots, 3_n$ по їх інформаційних входах $13_1, \dots, 13_n$. Одночасно у вихідні лічильники $4_1, \dots, 4_n$ по їх інформаційних входах $16_1, \dots, 16_n$ записується початкове одиничне значення за сигналом на першому інформаційному вході 8 початкового стану пристрою, а за сигналом на другому інформаційному вході 9 початкового стану пристрою записується число $(n-1)$ по інформаційному входу додаткового лічильника 7, де n - кількість чисел масиву.

35 З подачею одиничного тактового імпульсу зі входу 11 тактових імпульсів пристрою на вхід зворотної лічби вхідних лічильників $3_1, \dots, 3_n$ відбувається зворотна лічба їх вмісту, тобто кожне число під час подачі одного тактового імпульсу зменшується на одиницю до тих пір, поки найменше число з цього масиву не обнулиться. Так починається перший цикл формування рангів чисел масиву, що зафіксовані у реєстрах $2_1, \dots, 2_n$, із застосуванням операції декремента одночасно до вмісту в усіх вхідних лічильниках $3_1, \dots, 3_n$.

40 У випадку обнуління одного з вхідних лічильників $3_1, \dots, 3_n$, наприклад, вхідного лічильника 3_1 , на його виході 14_1 ознаки нуля з'являється одиничний сигнал, який подається на другий вхід відповідного вузла рангів 5_1 , закриваючи проходження через нього сигналу з його виходу 15_1 на вхід прямої лічби вхідного лічильника 4_1 . На виходах $14_1, \dots, 14_n$ ознаки нуля інших вхідних лічильників $3_1, \dots, 3_n$ присутні нульові сигнали, які будучи подані на другі входи відповідних вузлів рангів $5_1, \dots, 5_n$, відкриють проходження сигналу з їх виходів $15_1, \dots, 15_n$ на вхід прямої лічби відповідних вихідних лічильників $4_1, \dots, 4_n$.

45 При цьому задіяно виходи $17_1, \dots, 17_n$ ознаки вузлів рангів $5_1, \dots, 5_n$ та одиничний імпульс, що формується на виході 18 елемента АБО 6 і подається на вхід дозволу вузлів рангів $5_1, \dots, 5_n$, оскільки на виході 17_1 ознаки вузла рангу 5_1 формується короткий одиничний імпульс. Одночасно одиничний імпульс на виході 18 елемента АБО 6, будучи поданий на вхід зворотної лічби додаткового лічильника 7, зменшує його вміст на одиницю.

50 Одночасно вузли рангів $5_2, \dots, 5_n$ пропускають одиничний сигнал з виходів $15_2, \dots, 15_n$ на вхід прямої лічби відповідних вихідних лічильників $4_2, \dots, 4_n$, збільшуючи їх вміст на одиницю, тобто реалізується операція інкремента стосовно їх вмісту. Отже, в цьому випадку на виході вхідного лічильника 4_1 , тобто на виході 12_1 рангу пристрою зафіксовано одиницю, а на виходах вихідних лічильників $4_2, \dots, 4_n$, тобто на виходах $12_2, \dots, 12_n$ рангів пристрою фіксується величина "2".

В подальшому аналогічний процес відбувається при кожній появі одиничного сигналу на будь-якому виході 14_i , де $i = 2, \dots, n$, ознаки нуля вхідних лічильників $3_2, \dots, 3_n$. У випадку появи одиничного сигналу на виході 14_i ознаки нуля передостаннього $(n-1)$ з n вхідного лічильника 3_i ,

виконуються такі дії. Нехай передостаннім обнулиться вхідний лічильник 3_n , а останнім вхідним лічильником, який ще не був обнулений, є вхідний лічильник 3_k , де $k=1, \dots, n$.

Тоді на виході 14_n ознаки нуля вхідного лічильника 3_n з'являється одиничний сигнал, який подається на другий вхід вузла рангів 5_n , закриваючи проходження через нього сигналу з його виходу 15_n на вхід прямої лічби вихідного лічильника 4_n . На всіх інших виходах $15_1, \dots, 15_{n-2}$ відповідних вузлів рангів $5_1, \dots, 5_{n-2}$ крім виходу 15_k вузла рангів 5_k не буде відбуватись ніяких дій, так як всі ці виходи вже закриті. В результаті на виходах $17_1, \dots, 17_{n-1}$ всіх вузлів рангів $5_1, \dots, 5_{n-1}$ встановлюються нульові сигнали, крім виходу 17_k вузла рангів 5_k , тому на виході 18 елемента АБО 6 присутній сигнал дозволу, що подається на відповідний вхід всіх вузлів рангів $5_1, \dots, 5_n$.

В результаті вміст вихідного лічильника 4_k збільшиться на одиницю і на його виході, тобто на виході 12_k рангу пристрою буде зафіксовано величину "n", що була сформована у цьому циклі роботи пристрою. Одночасно з виходу 18 елемента АБО 6 проходить одиничний сигнал на вхід зворотної лічби додаткового лічильника 7, зануляючи його вміст, що свідчить про те, що всі лічильники $3_1, \dots, 3_n$ обнулені, окрім вхідного лічильника 3_k . В результаті на виході додаткового лічильника 7, тобто на виході 19 сигналу "Кінець" пристрою формується одиничний сигнал.

В результаті вхідні лічильники $3_1, \dots, 3_n$ обнулені, крім вхідного лічильника 3_k , а кінцевий результат ранжування початкового масиву чисел зафіксовано на виходах $12_1, \dots, 12_n$ рангів пристрою. Ємність кожного вихідного лічильника $4_1, \dots, 4_n$ дорівнює величині $k=\log_2 n$, отже у кожного з них може бути сформовано максимальний ранг відповідного числа масиву.

Таблиця

0-й цикл			1-й цикл			2-й цикл		
Масив чисел	Вузли рангів	Масив рангів	Масив чисел	Вузли рангів	Масив рангів	Масив чисел	Вузли рангів	Масив рангів
2	1	1	1	1	1	0	0	1
5	1	1	4	1	1	3	1	2
3	1	1	2	1	1	1	1	2
4	1	1	3	1	1	2	1	2
8	1	1	7	1	1	6	1	2
3-й цикл			4-й цикл			5-й цикл		
Масив чисел	Вузли рангів	Масив рангів	Масив чисел	Вузли рангів	Масив рангів	Масив чисел	Вузли рангів	Масив рангів
0	0	1	0	0	1	0	0	1
2	1	3	1	1	4	0	0	4
0	0	2	0	0	2	0	0	2
1	1	3	0	0	3	0	0	3
5	1	3	4	1	4	3	1	5
6-й цикл			7-й цикл			8-й цикл		
Масив чисел	Вузли рангів	Масив рангів	Масив чисел	Вузли рангів	Масив рангів	Масив чисел	Вузли рангів	Масив рангів
0	0	1	0	0	1	0	0	1
0	0	4	0	0	4	0	0	4
0	0	2	0	0	2	0	0	2
0	0	3	0	0	3	0	0	3
2	1	5	1	1	5	0	0	5

У таблиці наведено приклад процесу ранжування масиву з п'яти чисел {2, 5, 3, 4, 8} по циклах. У таблиці також показано зміни, що відбуваються у масивах чисел та відповідних рангів, а також стан вмісту вузлів рангів.

З даних, наведених у таблиці, видно, що на 5-му циклі обнулюється передостанній елемент, а отже сформовано остаточний масив рангів. Тому усі наступні цикли з 6-го по 8-й не є обов'язковими, так як масив рангів уже сформовано на 5-му циклі. Показані процеси ранжування з 6-го по 8-й цикли відповідають правилу, за яким функціонує пристрій-прототип, в якому процес завершується, якщо всі вхідні лічильники обнулені.

Отже, введення додаткового лічильника, в якому записано число $(n-1)$, де n - кількість чисел масиву, дозволяє завершити процес одразу після обнуління передостаннього числа. В результаті досягається прискорення процесу ранжування чисел, оскільки час цього процесу скорочується за рахунок зупинки обнуління масиву чисел на передостанньому елементі. При цьому чим більша різниця між величинами найбільшого числа і найближчого до нього за значенням, тим більше прискорюється процес ранжування чисел масиву. Тривалість процесу ранжування в цьому випадку визначається величиною передостаннього числа і не залежить від кількості чисел у масиві.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для ранжування чисел, що містить n регістрів, де n - кількість чисел, які сортуються, та n вихідних лічильників, причому виходи розрядів i -го вихідного лічильника є виходами рангу i -го числа пристрою, n вхідних лічильників, n вузлів рангу, елемент АБО, причому інформаційні входи пристрою з'єднані з входами відповідних регістрів, вхід початкового встановлення пристрою з'єднаний з першим входом n вузлів рангів, вхід тактових імпульсів пристрою підключений до входу зворотної лічби n вхідних лічильників, інформаційні входи n вхідних лічильників з'єднані з виходами відповідних регістрів, а вихід кожного з n вхідних лічильників є виходом ознаки нуля відповідного вхідного лічильника і з'єднаний з другим входом відповідного вузла рангів, вихід кожного з n вузлів рангів з'єднаний з входом прямої лічби відповідного вихідного лічильника, інформаційний вхід якого з'єднаний з інформаційним входом початкового стану пристрою, вихід ознаки кожного з n вузлів рангів з'єднаний з відповідним входом елемента АБО, вихід якого підключений до входу дозволу кожного з n вузлів рангів, який відрізняється тим, що введено додатковий лічильник і другий інформаційний вхід початкового стану, причому вихід елемента АБО з'єднаний з входом зворотної лічби додаткового лічильника, другий інформаційний вхід початкового стану пристрою з'єднаний з інформаційним входом додаткового лічильника, а його вихід ознаки нуля є виходом сигналу "Кінець" пристрою.

