

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

55704

Patent dodatkowy
do patentu

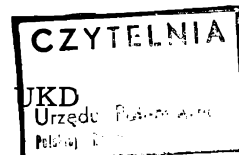
Kl. 42 m³, 7/50

Zgłoszono: 02.II.1965 (P 107 215)

Pierwszeństwo:

MKP G 06 f 7/50

Opublikowano: 31. VIII. 1968



Twórca wynalazku: dr inż. Jacek Bańkowski

Właściciel patentu: Politechnika Warszawska (Katedra Budowy Maszyn
Matematycznych), Warszawa (Polska)

Sposób wykonywania podstawowych działań arytmetycznych pierwszego stopnia w arytmometrach równoległych wykorzystu- jących do przedstawienia liczb zapis redundancyjny

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wykonywania podstawowych działań arytmetycznych w arytmometrach równoległych, w których liczby są przedstawiane w zapisie minimalnie redundancyjnym, tj. takim, w którym liczba dopuszczalnych wartości cyfr na jednej pozycji przekracza podstawę systemu g dokładnie o jedność.

W procesie dodawania liczb przedstawionych w zapisie nieredundancyjnym występuje zjawisko propagacji przeniesień, polegające na tym, że wartość przeniesienia generowanego na pozycję następną zależy między innymi od wartości przeniesienia generowanego z pozycji poprzedniej; w skrajnie niekorzystnym przypadku oznacza to, że wartość przeniesienia na najbardziej znaczącej pozycji zapisu zależy od wartości przeniesienia generowanego z pozycji najmniej znaczącej, co powoduje wydłużenie czasu dodawania w urządzeniach technicznych, ponieważ sygnał reprezentujący przeniesienie musi być przesłany wzdłuż wszystkich pozycji liczby. Zastosowanie zapisów redundancyjnych (tj. takich, w których liczba dopuszczalnych wartości cyfr na jednej pozycji przekracza podstawę systemu liczenia g) pozwala wyeliminować zjawisko propagacji przeniesień z procesu dodawania. Jednakże w dotychczas znanych rozwiązaniach wyeliminowanie propagacji przeniesień można było uzyskać przez wprowadzenie co najmniej dwóch dodatkowych wartości cyfr na każdej pozycji (czyli na każdej pozycji występowało łącznie co najmniej

2

$g+2$ wartości cyfr). Wprowadzenie dodatkowych wartości cyfr w zapisie liczby powoduje wzrost kosztu arytmometru i pamięci przechowującej liczby w porównaniu z zapisami nieredundancyjnymi.

5 Celem wynalazku jest umożliwienie wykonania operacji dodawania bez propagacji przeniesień w zapisie minimalnie redundancyjnym, tj. takim który wymaga wprowadzenia tylko jednej dodatkowej wartości cyfry na każdej pozycji (czyli łącznie na każdej pozycji występuje $g+1$ wartości cyfr).

10 Cel ten według wynalazku osiągnięto w ten sposób, że wyznaczenie wyniku odbywa się w trzech etapach, przy czym w pierwszym etapie generuje się równocześnie przeniesienia na sąsiednie pozycje bardziej znaczące p_i+1 , w drugim etapie generuje się równocześnie pierwsze składowe wyniku na pozycjach badanych c'_i oraz drugie składowe wyniku na sąsiednich pozycjach bardziej znaczących c''_i+1 , a w trzecim etapie generuje się wynik c_i dzięki równoczesnemu na wszystkich pozycjach dodawaniu do siebie obydwu składowych wyniku.

20 Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na przykładzie systemu liczenia o podstawie $g=7$ i wartościach cyfr 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. W systemie tym zapis np. 572 oznacza liczbę $5 \cdot 7^2 + 7 \cdot 7^1 + 2 \cdot 7^0 = 296$. Dla przykładowego sumatora $a + b$ tablica przedstawia tabelę dodawania. Symbole a_i i b_i oznaczają cyfry argumentów na i -tej pozycji zapisu, p_i przeniesienie przychodzące na i -tą pozycję, o wartości

0 lub 1, c'_i — pierwszą składową wyniku na i -tej pozycji, która może przyjmować wartości 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, $c''_{i+1} + 1$ — drugą składową wyniku na pozycji $i + 1$ -szej, która może przyjmować wartości 0 lub 1. Wartości podane w tablicy są związane równaniem

$$a_i + b_i + p_i = c'_i + 7c''_{i+1} + 7p_{i+1} \quad (1)$$

Cyfry wyniku dodawania na i -tej pozycji dane są równaniem

$$c_i = c'_i + c''_i$$

i mogą przyjmować wartości 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 tak samo jak argumenty.

W kolumnie pierwszej tablicy jest podana wartość sumy argumentów na i -tej pozycji, w drugiej — przeniesienie na i -tą pozycję, w trzeciej suma argumentów i przeniesienia, w czwartej — pierwsza składowa wyniku na pozycji i -tej, w piątej — druga składowa wyniku na pozycji $i + 1$ -szej i w szóstej — przeniesienie na pozycję $i + 1$.

Jak wynika z tablicy, wartość przeniesienia na pozycję $i + 1$ jest równa jedności wtedy i tylko wtedy, gdy wartość sumy argumentów przekracza 12 — a zatem nie zależy od wartości przeniesienia na pozycji i -tej. Nie występuje tu więc zjawisko propagacji przeniesień. Wyznaczenie wartości przeniesienia stanowi pierwszy etap procesu dodawania i może być przeprowadzone jednocześnie na wszystkich pozycjach. W drugim etapie procesu dodawania, wykorzystując znane wartości p_i i wstawiając je do równania (1) wyznacza się pierwszą składową wyniku c'_i na pozycji i -tej oraz drugą składową wyniku $c''_{i+1} + 1$ na pozycji $i + 1$ -szej; czynności te również mogą być wykonane jednocześnie na wszystkich pozycjach. Trzeci i ostatni etap procesu dodawania polega na zsumowaniu, zgodnie z równaniem (2) pierwszej i drugiej składowej wyniku. Dodawanie to nie powoduje generacji nowych przeniesień, ponieważ każdy wynik tego dodawania jest dopuszczalną cyfrą systemu zapisu, a zatem i czynności trzeciego etapu mogą być wykonane na wszystkich pozycjach jednocześnie. Tak więc w żadnym etapie opisanego procesu dodawania nie

występuje propagacja przeniesień, co pozwala uzyskać takie same szybkości dodawania, jak w znanych rozwiązaniach dla zapisów redundancyjnych, a jednocześnie liczba dodatkowych wartości cyfr jest najmniejsza z możliwych (1) co pozwala zmniejszyć koszt zarówno arytmometru jak i pamięci maszyn.

Wynalazek może być stosowany w systemach zapisu o podstawie liczenia $g \geq 2$. Przedstawiona w opisie zasada podziału wykonywania działania arytmetycznego pierwszego stopnia na trzy etapy może być zastosowana również do operacji odejmowania.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wykonywania podstawowych działań arytmetycznych pierwszego stopnia w arytmometrach równoległych wykorzystujących do przedstawienia liczb zapis redundancyjny o podstawie liczenia g **znamienny tym**, że stosuje się $g + 1$ wartości cyfr na każdej pozycji i określenie wyniku działania odbywa się w trzech etapach, przy czym w etapie pierwszym wyznacza się przeniesienia na sąsiednie pozycje bardziej znaczące ($p_i + 1$), w drugim etapie generuje się równocześnie pierwsze składowe wyniku na pozycjach badanych (c'_i) oraz drugie składowe wyniku na sąsiednich pozycjach bardziej znaczących (c''_{i+1}), a w trzecim etapie generuje się wynik (c_i) dzięki jednoczesnemu na wszystkich pozycjach dodawaniu do siebie obydwu składowych wyniku.
2. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że w drugim etapie działania generuje się równocześnie pierwszą składową wyniku (c'_i) na pozycjach badanych oraz drugie składowe wyniku ($c''_{i+1} + 1$) na bardziej znaczących pozycjach sąsiednich w myśl wzoru $a_i + b_i + p_i = c'_i + g(c''_{i+1} + p_{i+1})$ dla dodawania lub $a_i - b_i + p_i = c'_i + g(c''_{i+1} + p_{i+1})$ (dla odejmowania), przy czym suma cyfr składowych może przyjmować co najwyżej $g + 1$ wartości, identycznych z cyframi systemu zapisu.

5			6		
$a_i + b_i$	p_i	$a_i + b_i + p_i$	c'_i	c''_{i+1}	p_{i+1}
14	0	14	0	1	1
13	0	13	6	0	1
12	0	12	5	1	0
11	0	11	4	1	0
10	0	10	3	1	0
9	0	9	2	1	0
8	0	8	1	1	0
7	0	7	0	1	0
6	0	6	6	0	0
5	0	5	5	0	0
4	0	4	4	0	0
3	0	3	3	0	0
2	0	2	2	0	0
1	0	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0
14	1	15	1	1	1
13	1	14	0	1	1
12	1	13	6	1	0
11	1	12	5	1	0
10	1	11	4	1	0
9	1	10	3	1	0
8	1	9	2	1	0
7	1	8	1	1	0
6	1	7	0	1	0
5	1	6	6	0	0
4	1	5	5	0	0
3	1	4	4	0	0
2	1	3	3	0	0
1	1	2	2	0	0
0	1	1	1	0	0