

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY 100744

Patent dodatkowy
do patentu _____

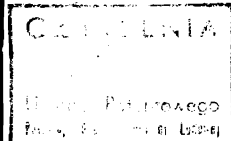
Zgłoszono: 03.12.74 (P. 176148)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 25.09.76

Opis patentowy opublikowano: 15.02.1979

Int. Cl.² G06F 7/38



Twórca wynalazku: Włodzimierz Brzoza
Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska,
Warszawa (Polska)

Sposób oraz urządzenie do otrzymywania zapisu mieszanego liczby określonej w minimalnie niesymetrycznej reprezentacji resztowej

Przedmiotem wynalazku jest sposób otrzymywania zapisu mieszanego liczb określonych w minimalnie niesymetrycznej reprezentacji resztowej, oraz urządzenie do stosowania tego sposobu z przeznaczeniem do wykorzystania w konstrukcji arytmometrów maszyn cyfrowych.

Znany jest sposób otrzymywania zapisu mieszanego liczby określonej w zapisie resztowym polegający na wykonywaniu kolejno dwóch operacji najpierw na przeprowadzeniu operacji zerowania danej liczby a następnie na pomnożeniu reszt otrzymanych w wyniku zerowania przez stałą, której kod tworzą formalne odwrotności iloczynów modułów. Znane jest także urządzenie z książki wydanej przez Sowietsoje Radio, Moskwa 1968 r. pt. „Maszynnaja arifmetika w ostatocznych kłassach” autorów I.J. Akuszkij, D.I. Judnickij i przedstawione na rys. 6.41, które zawiera blok arytmometru składający się, dla N wybranych modułów reprezentacji resztowej liczb, z N bloków iloczynów i sumatorów modularnych, bloku pamięci dla stałych zerowania, oraz bloku analizy najbardziej znaczącej cyfry liczby. Wyjście każdego l-tego bloku iloczynów i sumatorów modularnych, gdzie $1 \leq l \leq N - 1$, jest połączone tylko z wejściem l-tego odpowiadającego mu bloku stałych zerowania. Wyjście każdego l-tego bloku stałych zerowania połączone jest z wejściami wszystkich N bloków iloczynów i sumatorów modularnych. Wyjście N-tego bloku sumatorów i iloczynów modularnych połączone jest z blokiem analizy wartości najbardziej znaczącej cyfry liczby, którego wyjście jest połączone z wejściem bloku do obliczania minimalnego śladu liczby. Urządzenie to nie pozwala na przyspieszenie wykonania operacji niemodularnych, ponieważ zapis mieszany liczby otrzymuje się w nim po zakończeniu procesu zerowania.

Celem wynalazku jest skrócenie czasu wykonania operacji niemodularnych.

Istota sposobu otrzymywania zapisu mieszanego liczby określonej w minimalnie niesymetrycznej reprezentacji resztowej polega na tym, że cyfry a_j zapisu mieszanego liczby, odpowiadające modułom zapisu resztowego m_j otrzymywane są kolejno, po każdym dodaniu do tej liczby stałej konwersji o postaci resztowej, równej iloczynowi cyfry a_j i wagi w_j j-tej pozycji zapisu mieszanego, przy czym na j-tej pozycji każdej stałej konwersji

znajduje się wartość bezwzględna cyfry a_j i znak najmniejszej co do wartości bezwzględnej reszty z dzielenia stałej konwersji przez moduł m_j . Urządzenie według wynalazku zawiera dwa rejestry wejściowe połączone z wejściem sumatorów modularnych, których wyjście jest połączone z dwoma rejestrami wyjściowymi i rejestrem adresowym, przy czym każdy z rejestrów wyjściowych jest połączony z jednym rejestrem wejściowym, zaś rejestr adresowy poprzez pamięć stałą zawierającą stałe konwersji jest połączony z drugim rejestrem wejściowym.

Urządzenie pozwala na przeprowadzenie jednoczesnej konwersji dwóch liczb dzięki zastosowaniu pamięci stałej zawierającej stałe konwersji i dodatkowego rejestru wyjściowego sumatorów modularnych i daje dwukrotne przyspieszenie wykonania operacji niemodularnych w porównaniu ze znanym rozwiązaniem. Liczba stałych konwersji jest dwukrotnie mniejsza niż liczba stałych konwersji używanych w znanym urządzeniu.

Przedmiot wynalazku jest bliżej objaśniony na podstawie opisu postaci stałych przechowywanych w pamięci stałej, sposobu ich odczytu z pamięci, oraz rysunku przedstawiającego schemat blokowy przykładowego urządzenia.

Operacjami niemodularnymi w zapisie resztowym nazywają się operacje arytmetyczne, których wynik jest funkcją wszystkich reszt argumentów. Z tego też względu operacje te nie można wykonywać na wszystkich odpowiadających sobie resztach argumentów w sposób równoległy, jak to ma miejsce w operacjach modularnych. W zapisie resztowym do operacji niemodularnych zalicza się operacje porównywania liczb, badania nadmiaru, badania znaku liczby i inne, natomiast do operacji modularnych należy dodawanie, odejmowanie, mnożenie, zmianę znaku liczby i szczególny przypadek dzielenia.

We wszystkich operacjach niemodularnych konieczna jest znajomość wartości argumentów. Aby znaleźć wartość liczby całkowitej X określonej w zapisie resztowym, należy dokonać jej konwersji do zapisu mieszanego, to znaczy należy znaleźć takie wartości cyfr a_j ($1 \leq j \leq n$), które spełniają równość:

$$X = \sum_{j=1}^n a_j \prod_{i=0}^{j-1} m_i = \sum_{j=1}^n a_j w_j,$$

gdzie

$$m_0 = 1,$$

$m_1, m_2, \dots, m_n$ — moduły zapisu resztowego,

w_j — waga j -tej pozycji zapisu mieszanego, przy czym $w_1 = 1$, $w_j = m_{j-1} w_{j-1}$ dla $2 \leq j \leq n$.

Dla minimalnie niesymetrycznej reprezentacji resztowej, która różni się od reprezentacji symetrycznej tym, że jednym z modułów jest liczba 2, cyfry a_j spełniają zależność:

$$-\left[\frac{m_j - 1}{2}\right] < a_j \leq \frac{m_j}{2},$$

gdzie symbol $[\]$ oznacza funkcję entier.

W pamięci stałej urządzenia można przechowywać albo tylko dodatnie (dla dodatnich wartości cyfr $a_j \neq 0$) albo tylko ujemne (dla ujemnych wartości a_j) składniki sumy według wzoru na X , oraz m_j , ponieważ wartości cyfr a_j są położone symetrycznie względem zera (nie licząc cyfry dla modułu 2). Otrzymywanie stałej, która nie jest przechowywana w pamięci dokonuje się przez zmianę znaku stałej odczytanej z pamięci. Sposób odczytu stałych konwersji zostanie dalej wyjaśniony na przykładzie pamięci ze stałymi dodatnimi. Postać przechowywanych w pamięci stałych konwersji jest następująca: j -ta stała konwersji ma na pozycjach mniejszych od j reszty równe zeru, które nie są przechowywane w pamięci; na j -tej pozycji stałej konwersji znajduje się znak reszty $(a_j \cdot w_j) m_j$, oraz dodatkowo bezwzględna wartość cyfry a_j ; na pozostałych pozycjach stałej konwersji znajdują się reszty $(a_k \cdot w_k) m_k$, dla $j+1 \leq k \leq n$, przy czym symbol $(a)_m$ oznacza najmniejszą co do wartości bezwzględnej resztę z dzielenia liczby a przez moduł m .

W procesie konwersji liczby X z zapisu resztowego do zapisu mieszanego, stałe konwersji są dodawane ze znakiem ujemnym do tak zwanej reszty konwersji, którą na początku jest sama liczba X , a następnie kolejny wynik sumowania stałej z poprzednią resztą konwersji. Dodawanie to odbywa się w ten sposób, aby za każdym razem otrzymać kolejną cyfrę zapisu mieszanego liczby X . Dla każdego modułu m_j stałe konwersji są uszeregowane w pamięci według wzrastającej bezwzględnej wartości reszty $(a_j \cdot w_j) m_j$. Adresem stałej konwersji w pamięci jest para liczb, na którą składa się numer pozycji — j , oraz wartość bezwzględna reszty $(a_j \cdot w_j) m_j$. W procesie konwersji stała jest odczytywana z pamięci na podstawie adresu $(j, \sqrt{X}^{j-1} / m_j)$, gdzie X^{j-1} jest kolejną resztą zerowania.

Aby otrzymać stałą potrzebną w procesie konwersji, należy najpierw przez porównanie znaku reszty $(X^{j-1})_{m_j}$ ze znakiem reszty $(a_j, w_j)_{m_j}$ określić czynność jaką trzeba wykonać na stałej odczytanej z pamięci, a następnie jeżeli porównywane znaki okażą się jednakowe, to w momencie przesłania stałej na wejście sumatorów modularnych trzeba zmienić znaki wszystkich reszt znajdujących się na pozycjach większych niż j (poza resztą dla modułu 2), natomiast przed cyfrą a_j wstawić znak „plus”. A jeśli porównywane znaki okażą się różne, to w momencie przesłania stałej do sumatorów należy wstawić tylko „minus” przed cyfrą a_j . W obu tych przypadkach na pozycje mniejsze niż j są wpisywane do stałej, w momencie przesłania jej do sumatorów, reszty zerowe.

Aby w wyniku sumowania stałej z resztą konwersji na j -tej pozycji otrzymać cyfrę a_j , należy w momencie sumowania zablokować resztę liczby X^{j-1} dla modułu m_j , to znaczy na jedno wejście sumatora zamiast reszty $(X^{j-1})_{m_j}$ należy przesłać sygnały zerowe.

Niżej podano dla zbioru modułów $\{2, 3, 5, 7\}$ stałe konwersji dla przypadku następujących wag zapisu mieszanego: $w_1 = 1, w_2 = 2, w_3 = 6, w_4 = 30$.

<u>2</u>	<u>3</u>	<u>5</u>	<u>7</u>	adres stałej
①,		1,	1	(1,1)
	-①,	2,	2	(2,1)
		+ ①,	- 1	(3,1)
		+ ②,	- 2	(3,2)
			- ③	(4,1)
			+ ①	(4,2)
			- ②	(4,3)

W podanym zbiorze stałych, bezwzględne wartości cyfr a_j są zaznaczone kółkiem.

Przykład konwersji liczby X o kodzie $\{2, 3, 5, 7\}$

Przykład konwersji liczby X o kodzie $(1, 0, -1, -2)$ do zapisu mieszanego:

$$\begin{array}{r}
 \{2, 3, 5, 7\} \\
 1, 0, -1, -2 \\
 + \textcircled{1}, -1, -1, -1 \\
 \hline
 \textcircled{1}, -1, -2, -3 \\
 + \\
 0, \textcircled{1}, -2, -2 \\
 \hline
 \textcircled{1}, \textcircled{1}, 1, 2 \\
 + \\
 0, 0, 1, 1 \\
 \hline
 \textcircled{1}, \textcircled{1}, \textcircled{1}, 3 \\
 + \\
 0, 0, 0, \textcircled{-2} \\
 \hline
 \textcircled{1}, \textcircled{1}, \textcircled{1}, \textcircled{-2}
 \end{array}$$

Stąd można znaleźć wartość liczby X :

$$X = \textcircled{-2} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5 + \textcircled{1} \cdot 2 \cdot 3 + \textcircled{1} \cdot 2 + \textcircled{1} = -51.$$

W urządzeniu, według wynalazku, jest wykonywana jednoczesna konwersja dwóch argumentów do zapisu mieszanego. W czasie, gdy jeden argument znajdujący się w rejestrze wejściowym 1 jest sumowany w sumatorach modularnych 3 ze stałą konwersji znajdującą się w rejestrze wejściowym 2, z pamięci stałej 7 na podstawie zawartości rejestru adresowego 6 jest odczytywana do rejestru wejściowego 2 stała konwersji dla drugiego argumentu znajdującego się w rejestrze wyjściowym 5. Wynik sumowania jest przesyłany do rejestru wyjściowego 4 sumatorów modularnych i do rejestru adresowego 6 pamięci stałej, natomiast z rejestru wyjściowego 5 drugi argument jest przesyłany do rejestru wejściowego 1. Dalej w sumatorach modularnych 3 następuje sumowanie drugiego argumentu ze stałą konwersji i jednocześnie z pamięci stałej 7 jest odczytywana stała konwersji dla pierwszego argumentu.

Istotną zaletą podanego urządzenia jest to, że pozwala ono jednocześnie z konwersją porównywać otrzymane cyfry a_j obu argumentów w operacji porównywania wartości dwóch liczb. W ten sposób, wynik porównania dwóch liczb otrzymuje się w czasie jednej konwersji, zwiększony o jeden takt pracy układu porównania cyfr. Częścią takiego układu mogą być sumatory modularne.

Dla minimalnie niesymetrycznej reprezentacji resztowej liczb badanie nadmiaru wyniku sumowania dwóch liczb można oprzeć na operacji porównywania wartości dwóch liczb przy założeniu, że najbardziej znaczącym modułem jest liczba 2. Wtedy badanie nadmiaru wyniku sumowania wykonuje się w tym samym czasie co operacja porównywania. W przedstawionym urządzeniu czas badania nadmiaru wyniku mnożenia, według znanych metod, też zmniejsza się dwukrotnie dzięki jednoczesnemu przetwarzaniu dwóch liczb.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób otrzymywania zapisu mieszanego liczby określonej w minimalnie niesymetrycznej reprezentacji resztowej, z n a m i e n n y t y m, że cyfry a_j zapisu mieszanego liczby odpowiadające modułom zapisu resztowego m_j otrzymywane są kolejno po każdym dodaniu do tej liczby stałej konwersji o postaci resztowej równej iloczynowi cyfry a_j i wagi w_j j-tej pozycji zapisu mieszanego, przy czym na j-tej pozycji każdej stałej konwersji znajduje się wartość bezwzględna cyfry a_j i znak najmniejszej co do wartości bezwzględnej reszty z dzielenia stałej konwersji przez moduł m_j .

2. Urządzenie do otrzymywania zapisu mieszanego liczby określonej w minimalnie niesymetrycznej reprezentacji resztowej zawierające rejestry wejściowe i wyjściowe, oraz rejestr adresowy a także sumatory modularne i pamięć stałą, z n a m i e n n e t y m, że dwa rejestry wejściowe (1, 2) połączone są z wejściem sumatorów modularnych (3), których wyjście jest połączone z dwoma rejestrami wyjściowymi (4, 5) i z rejestrem adresowym (6), przy czym każdy z rejestrów wyjściowych (4, 5) jest połączony z jednym rejestrem wejściowym (1), zaś rejestr adresowy (6) poprzez pamięć stałą (7) zawierającą stałe konwersji jest połączony z drugim rejestrem wejściowym (2).

