

Міністерство освіти і науки України
Національний авіаційний університет
Навчально-науковий інститут комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

Академічна різниця
з дисципліни:
«Комп'ютерна логіка»
II семестр

Виконав:
студент ННІКІТ СП-225
Клокун Владислав

Київ 2017

БІЛЕТ №16

ЗАВДАННЯ 1. Описати множення чисел, що подані паралельним кодом, третім способом та принцип множення. Навести операційну схему пристрою для виконання операцій множення чисел третім способом та надати пояснення її функціонування. Розрядність операндів: знак числа — 1 розряд; число — 10 розрядів.

РОЗВ'ЯЗАННЯ 1. Під час множення чисел у прямих кодах знакові та основні розряди оброблюються окремо. Для визначення знака добутку здійснюють додавання по модулю 2 тих цифр, що розміщуються в знакових розрядах співмножників.

Нехай множники Y та X — правильні двійкові дробу вигляду $X = 0, x_1, x_2, \dots, x_n$, $Y = 0, y_1, y_2, \dots, y_n$, де $x_i, y_i \in \{0, 1\}$. Тоді добуток Z абсолютних величин чисел Y та X дорівнює:

$$Z = YX = Y \cdot x_1 \cdot 2^{-1} + Y \cdot x_1 \cdot 2^{-2} + \dots + Y \cdot x_i \cdot 2^{-i} + \dots + Y \cdot x_n \cdot 2^{-n}. \quad (1)$$

Множення двох чисел X та Y може бути реалізоване шляхом виконання визначеного циклічного процесу, характер якого залежить від конкретної форми виразу. Один цикл множення складається з додавання чергового часткового добутку, який є добутком множника X на одну цифру множника Y , до суми часткових добутків.

Для реалізації третього способу множення подамо вираз (1) у такому вигляді:

$$Z = (((0 + Y \cdot 2^{-1} \cdot x_1) + Y \cdot 2^{-2} \cdot x_2) + \dots + Y \cdot 2^{-i} \cdot x_i) + \dots + Y \cdot 2^{-n} \cdot x_n.$$

Суму часткових добутків у i -му циклі ($i \in \{1, \dots, n\}$) можна одержати за формулою

$$Z_i = 2 \cdot Z_{i-1} + Y \cdot 2^{-n} \cdot x_i,$$

де початкові значення $i = 1, Z_0 = 0$.

При використанні такого способу множення здійснюється зі старших розрядів множника X , сума часткових добутків зсувається вліво, а множник Y нерухомий.

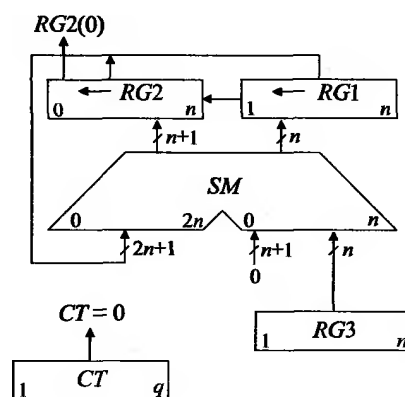


Рис. 1: Операційна схема пристрою для множення чисел третім способом

Перед початком множення регістр $RG1$ встановлюється в нульовий стан. Лічильник CT забезпечує підрахунок кількості циклів, тому при виборі розрядності лічильника необхідно це враховувати.

При множенні третім способом (операційна схема пристрою наведена на рис. 1) вага молодшого розряду $RG3$ дорівнює 2^{-2n} , тому код у регістрі $RG3$ є значенням $Y \cdot 2^{-n}$. На початку кожного циклу множення здійснюється лівий зсув у регістрах $RG1$ і $RG2$, а потім виконується додавання, яким керує $RG2(1)$. У результаті додавання вмісту $RG3$ і $RG1$ може виникнути перенос у молодший розряд регістру $RG2$. У старшій частині суматора, на якому здійснюється додавання коду $RG2$ з нулями, відбувається поширення переносу. Збільшення довжини $RG2$ на один розряд усуває можливість поширення переносу в розряди множника. Після виконання n циклів молодші розряди добутку будуть знаходитись в регістрі $RG1$, а старші — в регістрі $RG2$. Час множення третім способом визначається за формулою $t_i = n(t_i + t_c)$.

Завдання 2. Виконати операцію додавання чисел A і B у форматі з плаваючою комою згідно чотирьох етапів. Виконати дію округлення результату. Додавання виконувати у модифікованому доповнювальному коді.

У процесі додавання кількість розрядів мантис чисел A і B може бути збільшена до необхідних значень, але результат додавання після округлення повинен бути в межах наданої розрядної сітки: n розрядів для порядку і m розрядів для мантис чисел A і B (без урахування кількості розрядів знака).

$$A = -\frac{37}{16}, \quad B = \frac{259}{128}, \quad n = 6, \quad m = 8.$$

Результат множення чисел A і B надати у прямому коді.

Розв'язання 2. Додавання. Нехай $A + B = C$. Тоді для обчислення суми C представимо числа A і B у такому вигляді:

$$A = \frac{-37}{16} = -37 \cdot \frac{1}{2^4} = -37 \cdot 2^{-4},$$

$$B = \frac{259}{128} = 259 \cdot \frac{1}{2^7} = 259 \cdot 2^{-7}.$$

Переведемо мантиси та порядки чисел в двійкову систему:

$$M_A = -37 = 1 \quad 100101, \quad P_A = -4 = 1 \quad 100,$$

$$M_B = 259 = 0 \quad 100000011, \quad P_B = -7 = 1 \quad 111.$$

В якості загального порядку обираємо більший за модулем порядок P_B :

$$P_C = P_B = 1 \quad 111.$$

Щоб привести число A до загального порядку, встановлюємо порядок $P_A = 1 \quad 111$ і виконуємо зсув M_A вліво на три розряди:

$$M_A = 100101 \ll 3 = 100101000.$$

Умова завдання вимагає додавати мантиси у модифікованому доповнювальному коді. Мантиса числа A від'ємна, тому перетворення відбувається таким чином:

$$\begin{array}{r} [M_A]_{\text{ПК}} \quad 11\ 100101000 \\ [M_A]_{\text{ЗК}} \quad 11\ 011010111 \\ + \quad \quad \quad 1 \\ \hline [M_A]_{\text{МДК}} \quad 11\ 011011000 \end{array}$$

Додаємо мантиси:

$$\begin{array}{r} [M_A]_{\text{МДК}} \quad 11\ 011011000 \\ [M_B]_{\text{МДК}} \quad +\ 00\ 100000011 \\ \hline [M_C]_{\text{МДК}} \quad 11\ 111011011 \end{array}$$

Нормалізуємо отриманий результат. Для цього виконуємо зсув до першого розряду зі значенням 0 — на три розряди вправо:

$$M_C = 11\ 111011011 \ll 3 = 11\ 011011.$$

Бачимо, що мантиса і порядок знаходяться у межах розрядної сітки, тому округлення не потрібне.

Перетворимо мантису числа C в прямий код:

$$\begin{array}{r} [M_C]_{\text{МДК}} \quad 11\ 011011 \\ - \quad \quad \quad 1 \\ \hline [M_C]_{\text{ЗК}} \quad 11\ 011010 \\ [M_C]_{\text{ПК}} \quad 11\ 100101 \end{array}$$

Отримали:

$$A + B = C = 1\ 111\ 1\ 100101 = -37 \cdot 2^{-7}.$$

Множення. Нехай $A \cdot B = D$. Тоді для обчислення частки D запишемо раніше знайдені мантиси і порядки чисел A і B :

$$\begin{aligned} M_A = -37 = 1\ 100101, \quad P_A = -4 = 1\ 100, \\ M_B = 259 = 0\ 100000011, \quad P_B = -7 = 1\ 111. \end{aligned}$$

Визначаємо порядок результату. Для цього додаємо порядки множників A і B :

$$P_D = P_A + P_B = -4 + -7 = -11 = 1\ 1011_2.$$

Множимо мантиси:

$$M_A \cdot M_B = 1\ 10010101101111.$$

Мантиса нормалізована, тому одразу переходимо до округлення результату. Для представлення мантиси виділяється 8 розрядів, тому додавати 1 необхідно до 9-го розряду:

$$\begin{array}{r} M_D \quad 10010101101111 \\ + \quad \quad \quad 1 \\ \hline M'_D \quad 10010110 \end{array}$$

Під час округлення були відкинуті 6 розрядів, тому відповідно приводимо порядок: $P'_D = -11 + 6 = -5 = 1\ 101_2$.

Отримали відповідь: $D = 1\ 101\ 1\ 10010110$.

ЗАВДАННЯ 3. Побудувати функціональну схему пристрою з розподіленою логікою для обчислювальної функції D .

$$D = (-1/4) \cdot C - 8A \cdot (B - 1).$$

Надати пояснення та обґрунтування функціонування пристрою. Кількість розрядів для кожного з операндів A , B , C дорівнює n без урахування розрядів знака. Операцію множення виконувати четвертим способом.

РОЗВ'ЯЗАННЯ 3. Для початку розробимо операційну схему для обчислення заданої функції. В узагальненому вигляді пристрій складається з двох регістрів $RG1$ і $RG2$, суматора SM та лічильника CT . Операційна схема зображена на рис 2.

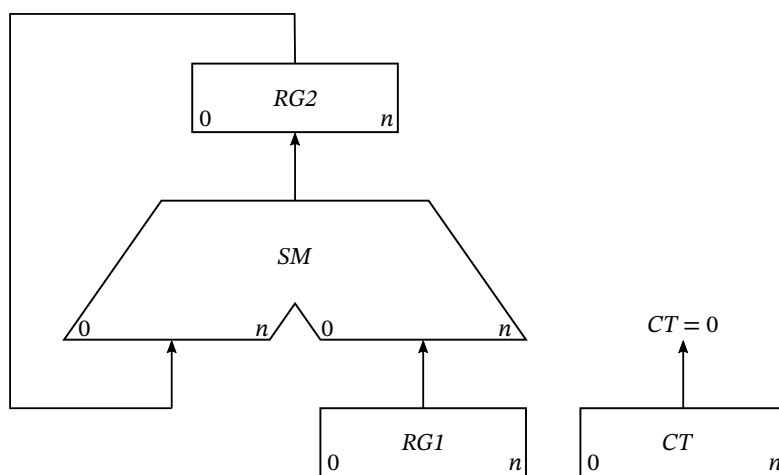


Рис. 2: Операційна схема пристрою для обчислення функції D

Розробимо змістовний мікроалгоритм обчислення значення функції. У вихідному стані в регістрах $RG1$ і $RG2$ та лічильнику CT знаходяться відповідно операнди A , C та B .

Для реалізації множення операнду A на 8 необхідно тричі виконати мікрооперацію зсуву вліво вмісту регістру $RG1$. Для ділення операнда C на 4 необхідно двічі виконати мікрооперацію зсуву вправо вмісту регістру $RG2$. Для зменшення на одиницю операнда B виконується декремент лічильника CT . На етапі обчислення функції у циклі до $RG2$ додається $B - 1$ раз вміст регістру $RG1$, поданий у доповнювальному коді, тобто реалізуємо мікрооперацію віднімання. Після чого зменшується на одиницю вміст лічильника CT . Обчислення закінчується за виконання умови $CT = 0$. Результат обчислення функції формується в регістрі $RG2$.

Операція множення виконується четвертим способом. Перед множенням четвертим способом перший множник записуємо у регістр $RG2$, а другий множник — в старші розряди регістру $RG3$ (тобто встановлюємо в $RG3$ значення $Y_0 = Y \cdot 2^{-1}$). У кожному циклі цифра $RG2(1)$, що знаходиться в старшому розряді регістру $RG2$, керує додаванням, а в $RG3$ здійснюється правий зсув на один розряд, що еквівалентно множенню вмісту цього регістру на 2^{-1} .

Функціональна схема пристрою для обчислення функції D зображена на рис. 3.

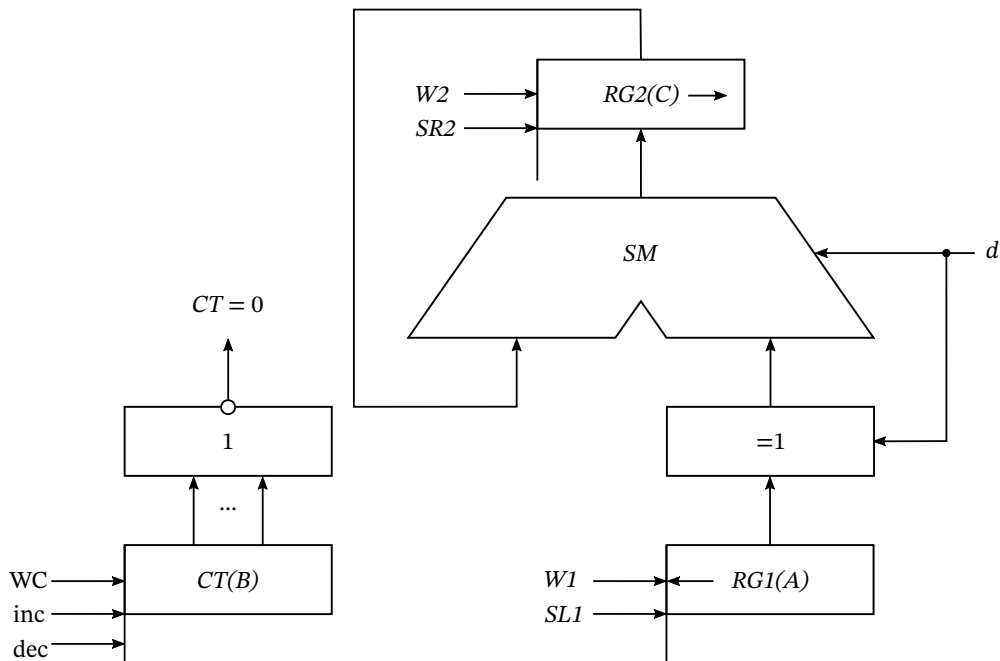


Рис. 3: Функціональна схема пристрою для обчислення функції D