

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет информационных технологий и программирования

Аппаратное обеспечение вычислительных систем

Домашнее задание № 1

«Выполнение арифметических операций с двоичными числами»

Выполнил студент:

Гаджиев Саид Ильясович

Группа: М3115

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2023

Домашнее задание № 1

Выполнение арифметических операций с двоичными числами.

Цель задания - овладеть простейшими навыками перевода чисел в различные системы счисления и выявить ошибки, возникающие из-за их ограниченной разрядности.

1) По заданному варианту исходных данных получить набор десятичных чисел: $X_1=A$, $X_2=C$, $X_3=A+C$, $X_4=A+C+C$, $X_5=C-A$, $X_6=65536-X_4$, $X_7=-X_1$, $X_8=-X_2$, $X_9=-X_3$, $X_{10}=-X_4$, $X_{11}=-X_5$, $X_{12}=-X_6$. Выполнить перевод десятичных чисел X_1, \dots, X_{12} в двоичную систему счисления, получив их двоичные эквиваленты B_1, \dots, B_{12} соответственно. Для представления двоичных чисел B_1, \dots, B_{12} использовать 16-разрядный двоичный формат со знаком. Для контроля правильности перевода выполнить обратный перевод двоичных чисел в десятичные и подробно проиллюстрировать последовательность прямого и обратного перевода для чисел X_1 , B_1 , X_7 и B_7 .

2) Выполнить следующие сложения двоичных чисел: B_1+B_2 , B_2+B_3 , B_7+B_8 , B_8+B_9 , B_2+B_7 , B_1+B_8 . Для представления слагаемых и результатов сложения использовать 16-разрядный двоичный формат со знаком. Результаты сложения перевести в десятичную систему счисления, сравнить с соответствующими десятичными числами. Дать подробные комментарии полученным результатам.

Вариант 15:

Операнд A = 2998

Операнд C = 16288

Решение:

Часть 1:

$$X_1 = A = 2998$$

$$X_2 = C = 16288$$

$$X_3 = A + C = 19286$$

$$X_4 = A + C + C = 35574$$

$$X_5 = C - A = 13290$$

$$X_6 = 65536 - X_4 = 29962$$

$$X_7 = -X_1 = -2998$$

$$X_8 = -X_2 = -16288$$

$$X_9 = -X_3 = -19286$$

$$X_{10} = -X_4 = -35574$$

$$X_{11} = -X_5 = -13290$$

$$X_{12} = -X_6 = -29962$$

$$B_1 = 0000\ 1011\ 1011\ 0110 = 2^{11} + 2^9 + 2^8 + 2^7 + 2^5 + 2^4 + 2^2 + 2^1 = 2048 + 512 + 256 + 128 + 32 + 16 + 4 + 2 = 2998$$

$$B_2 = 0011\ 1111\ 1010\ 0000 = 2^{13} + 2^{12} + 2^{11} + 2^{10} + 2^9 + 2^8 + 2^7 + 2^5 = 8192 + 4096 + 2048 + 1024 + 512 + 256 + 128 + 32 = 16288$$

$$B_3 = 0100\ 1011\ 0101\ 0110 = 19286$$

$$B_4 = 1000\ 1010\ 1111\ 0110 = \text{переполнение, не хватает разрядов! Т.к. диапазон} = [-32768, 32767] \text{ (35574)}$$

$$B_5 = 0011\ 0011\ 1110\ 1010 = 13290$$

$$B_6 = 0111\ 0101\ 0000\ 1010 = 29962$$

$$B_7 = 1111\ 0100\ 0100\ 1010 \text{ (подробнее: } 2998(10) \rightarrow 0000\ 1011\ 1011\ 0110 \text{ прямой} \Rightarrow 1111\ 0100\ 0100\ 1001 \text{ обратный} \Rightarrow 1111\ 0100\ 0100\ 1010 \text{ доп. код)}$$

$$B_8 = 1100\ 0000\ 0110\ 0000 \text{ (подробнее: } 16288(10) \rightarrow 0011\ 1111\ 1010\ 0000 \text{ прямой} \Rightarrow 1100\ 0000\ 0101\ 1111 \text{ обратный} \Rightarrow 1100\ 0000\ 0110\ 0000 \text{ доп. код)}$$

$$B_9 = 1011\ 0100\ 1010\ 1010 \text{ (подробнее: } 19286(10) \rightarrow 0100\ 1011\ 0101\ 0110 \text{ прямой} \Rightarrow$$

1011 0100 1010 1001 обратный код => 1011 0100 1010 1010 доп. код)

B10 = 1 0111 0101 0000 1010 (**переполнение, не хватает разрядов! Т.к. диапазон = [-32768,32767]**) (-35574)

B11 = 1100 1100 0001 0110 (подробнее: 13290(10) 0011 0011 1110 1010 прямой => 1100 1100 0001 0101 обратный => 1100 1100 0001 0110 доп. код)

B12 = 1000 1010 1111 0110 (подробнее: 29962(10) 0111 0101 0000 1010 прямой => 1000 1010 1111 0101 обратный => 1000 1010 1111 0110 доп. код)

Обратный перевод:

B1 = 0000 1011 1011 0110 = $1 \cdot 2^{11} + 1 \cdot 2^9 + 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 = 2048 + 512 + 256 + 128 + 32 + 16 + 4 + 2 = 2998$

B7 = 1111 0100 0100 1010 в доп. коде => 1111 0100 0100 1001 обратный код => 0000 1011 1011 0110(2) => 2998(10) значит 1111 0100 0100 1010 = -2998

Часть 2:

B1 + B2 = 0000 1011 1011 0110 + 0011 1111 1010 0000 = 0100 1011 0101 0110 = 19286

B2 + B3 = 0011 1111 1010 0000 + 0100 1011 0101 0110 = **переполнение, не хватает разрядов! Т.к. диапазон = [-32768,32767]** (35574)

B7 + B8 = 1111 0100 0100 1010 + 1100 0000 0110 0000 = 1011 0100 1010 1010 = -19286 (подробнее: 19286(10) 0100 1011 0101 0110 прямой => 1011 0100 1010 1001 обратный => 1011 0100 1010 1010 доп. код)

B8 + B9 = 1100 0000 0110 0000 + 1011 0100 1010 1010 = **переполнение, не хватает разрядов! Т.к. диапазон = [-32768,32767]** (-35574)

B2 + B7 = 0011 1111 1010 0000 + 1111 0100 0100 1010 = 0011 0011 1110 1010 = 13290 (подробнее: 13290(10) 0011 0011 1110 1010 прямой => 0011 0011 1110 1010 обратный совпадает с прямым => 0011 0011 1110 1010 доп. код совпадает с прямым)

B1 + B8 = 0000 1011 1011 0110 + 1100 0000 0110 0000 = 1100 1100 0001 0110 = -13290 (подробнее: 13290(10) 0011 0011 1110 1010 прямой => 1100 1100 0001 0101 обратный => 1100 1100 0001 0110 доп. код)