

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО

Мегафакультет трансляционных информационных технологий

Факультет информационных технологий и программирования

Домашнее задание №1

По дисциплине «Аппаратное обеспечение вычислительных систем»

Вариант № 14

Выполнил студент группы
№М3112

Тимофеев Вячеслав

Проверила

Шевчик



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Санкт-Петербург
2024

Цель задания:

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

Число A: 1978

Число C: 15516

Задание 1

- 1) По заданному варианту исходных данных получить набор десятичных чисел:

$$X1 = A = 1978_{10}$$

$$X2 = C = 15516_{10}$$

$$X3 = A + C = 1978_{10} + 15516_{10} = 17494_{10}$$

$$X4 = A + C + C = 1978_{10} + 15516_{10} + 15516_{10} = 33010_{10}$$

$$X5 = C - A = 15516_{10} - 1978_{10} = 13538_{10}$$

$$X6 = 65536_{10} - X4 = 65536_{10} - 33010_{10} = 32526_{10}$$

$$X7 = -X1 = -1978_{10}$$

$$X8 = -X2 = -15516_{10}$$

$$X9 = -X3 = -17494_{10}$$

$$X10 = -X4 = -33010_{10}$$

$$X11 = -X5 = -13538_{10}$$

$$X12 = -X6 = -32526_{10}$$

- 2) Выполним перевод десятичных чисел $X1, \dots, X12$ в двоичную систему счисления, получив их двоичные эквиваленты $B1, \dots, B12$ соответственно.

$$B1 = X1_{10} = 1978_{10} = 1 * 2^{10} + 1 * 2^9 + 1 * 2^8 + 1 * 2^7 + 0 * 2^6 + 1 * 2^5 + 1 * 2^4 + 1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 1 * 2^1 + 0 * 2^0 = 0000011110111010_2$$

$$B2 = X2_{10} = 15516_{10} = 0011110010011100_2$$

$$B3 = X3_{10} = 17494_{10} = 0100010001010110_2$$

$$B4 = X4_{10} = 33010_{10} \neq (0)1000000011110010_2 \text{ (ошибка: переполнение)}$$

$$B5 = X5_{10} = 13538_{10} = 0011010011100010_2$$

$$B6 = X6_{10} = 32626_{10} = 0111111100001110_2$$

$$B7 = X7_{10} = -1978_{10} = 1111100001000110_2$$

Подробная иллюстрация перевода отрицательного числа из десятичной формы в двоичную (перевод осуществляем с помощью дополнительного кода):

- Найдем двоичное представление модуля числа:
 $1978_{10} = 0000011110111010_2$
- Найдем инверсию двоичной формы:
 1111100001000101_2
- Прибавим единицу к инверсии заданного числа:
- $1111100001000101_2 + 1 = 1111100001000110_2$ (дополнительный код числа)
- Осуществим проверку, сложив двоичную форму заданного числа и его дополнения:

$$\begin{array}{r}
1111100000101010_2 \\
+ \\
0000011111010110_2 \\
= 10000000000000000
\end{array}$$

Старший разряд находится за пределами 16-разрядного ограничения, значит его не берем во внимание. Оставшаяся 16-разрядная сумма равна нулю, значит ошибок допущено не было.

ф) Сделаем проверку в обратную сторону (переведем из двоичной отрицательной формы в десятичную):

1) Из дополнительного кода вычитаем единицу:
 $1111100001000110_2 - 1 = 1111100001000101_2$

2) Найдем инверсию результата:
 $0000011110111010_2 = 1978_{10}$

$$\begin{aligned}
B8 &= X8_{10} = -15516_{10} = 1100001101100100_2 \\
B9 &= X9_{10} = -17494_{10} = 1011101110101010_2 \\
B10 &= X10_{10} = -33010_{10} = (1)0111111100001110_2 \text{ (ошибка: переполнение)} \\
B11 &= X11_{10} = -13538_{10} = 1100101100011110_2 \\
B12 &= X12_{10} = -32526_{10} = 1000000011110010_2
\end{aligned}$$

Задание 2

Выполнить следующие сложения двоичных чисел. 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.

$$\begin{aligned}
B1 + B2 &= 0000011110111010_2 + 0011110010011100_2 = 100010001010110_2 = 17458_{10} \\
1978_{10} + 15516_{10} &= 17494_{10}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
B2 + B3 &= 0011110010011100_2 + 0100010001010110_2 = 1000000011110010_2 \neq 33010_{10} \\
&\text{(переполнение)} \\
15452_{10} + 17458_{10} &= 33010_{10}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
B7 + B8 &= 1111100001000110_2 + 1100001101100100_2 = 11011101110101010_2 = -17494_{10} \\
-1978_{10} + -15516_{10} &= -17494_{10}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
B8 + B9 &= 1100001101100100_2 + 1011101110101010_2 = 10111111100001110_2 \neq -33010_{10} \\
&\text{(переполнение)} \\
-15452_{10} + -17458_{10} &= -33010_{10}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
B2 + B7 &= 0011110010011100_2 + 1111100001000110_2 = 10011010011100010_2 = 13538_{10} \\
15516_{10} + -1978_{10} &= 13538_{10}
\end{aligned}$$

$$B1 + B8 = 0000011110111010_2 + 1100001101100100_2 = 1100101100011110_2 = -13538_{10}$$

$$1978_2 + -15516_{10} = -13538_{10}$$

Подведём итог:

Базовая архитектура вычислительной машины является фундаментом для обработки числовых данных в компьютерных системах. Она предоставляет методы представления чисел, включая беззнаковые и знаковые целочисленные значения в двоичной системе. Чтобы различать положительные и отрицательные целые числа, используются целые числа со знаком. В данных числах за иллюстрацию знака числа отвечает первый (старший) бит; 0 – для положительных чисел и 1 – для отрицательных. Однако, существуют ограничения на диапазон значений для знаковых чисел, которые не могут выходить из диапазона от -32768 до 32767 в 16-разрядном представлении. Для целых чисел без знака следующий диапазон является допустимым: от 0 до 65535 в 16-разрядном представлении.

Важно отметить, что результаты арифметических операций в двоичной системе могут не всегда точно соответствовать результатам в десятичной системе из-за особенностей представления чисел и применения дополнительного кода. Это знание необходимо для эффективного программирования и разработки компьютерных систем, обеспечивая их правильное функционирование и точность вычислений.