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 № 3

Выполнил студент группы №M3113
Полянский Егор

Проверил
Шевчик Софья Владимировна

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Санкт-Петербург
2024

Задание 1

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

Заданный вариант:

Число A	Число C
4186	15772

Процесс выполнения:

1. По заданному варианту получим набор десятичных чисел, произведя арифметические операции
   - 1.1 $X1=A=4186_{10}$
   - 1.2 $X2=C=15772_{10}$
   - 1.3 $X3=A+C=4186_{10}+15772_{10}=19958_{10}$
   - 1.4 $X4=A+C+C=4186_{10}+15772_{10}+15772_{10}=35730_{10}$
   - 1.5 $X5=A-C=4186_{10}-15772_{10}=-11\ 586_{10}$
   - 1.6 $X6=65536_{10}-X4=29806_{10}$
   - 1.7 $X7=-X1=-4186_{10}$
   - 1.8 $X8=-X2=-15772_{10}$
   - 1.9 $X9=-X3=-19958_{10}$
   - 1.10 $X10=-X4=-35730_{10}$
   - 1.11 $X11=-X5=11586_{10}$
   - 1.12 $X12=-X6=-29806_{10}$

2.1 Выполним перевод **десятичных** чисел X1,..., X12 в **двоичную** систему счисления, получив их двоичные эквиваленты B1,..., B12 соответственно. Для представления двоичных чисел B1,..., B12 используем 16-разрядный двоичный формат со знаком.

2.1.1 $B1= X1_{10}$

Для выполнения перевода положительного десятичного числа в 16-разрядный двоичный формат со знаком, поставим «1» так, чтобы разность числа и степеней двоек в степени степени равной порядковому номеру ячейки (нумерация справа налево) была равна нулю. То есть:

4186-4096=90
90-64=26

26-16=10

10-8=2

2-2=**0**

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0

Получаем B1= $X1_{10}$=4186_{10}=0001000001011010_2

2.1.2 B2= $X2_{10}$=15772_{10}=0011110110011100_2

2.1.3 B3=$X3_{10}$=19958_{10}=0100110111110110_2

2.1.4 B4=$X4_{10}$=$35730_{10!}$=1000101110010010_2 **- переполнение, ошибка (старший бит указывает неверный знак числа)**

2.1.5 B5=$X5_{10}$=-11586_{10}=1101001010111110_2

2.1.6 B6=$X6_{10}$=29806_{10}=0111010001101110_2

2.1.7 B7=$X7_{10}$

Представим отрицательное число в дополнительном коде.

2.1.7.1 Получим инверсию заданного числа:

0001000001011010 – число
1110111110100101 – инверсия

2.1.7.2 Образуем дополнительный код заданного числа путем добавления 1 к инверсии этого числа:

$$\begin{array}{r} 1110111110100101 \\ +\underline{1} \\ 1110111110100110 \end{array}$$

2.1.7.3 Проверим правильность вычисления дополнения путем сложения заданного числа и его дополнения:

$$\begin{array}{r} 1110111110100101 \\ +\underline{0001000001011010} \\ 1\ 0000000000000000 \end{array}$$

Так как перенос из старшего разряда выпадает за пределы разрядной сетки, то он не учитывается. Оставшаяся же 16-разрядная сумма равна нулю, что подтверждает правильность преобразования.

Получаем B7= $X7_2$=-4186_{10}=1110111110100110_2 **- верно**

2.1.8 B8=$X8_{10}$=-15772_{10}=1100001001100100_2

2.1.9 B9=$X9_{10}$=-19958_{10}=1011001000001010_2

2.1.10 B10=$X10_{10}$=-35730_{10}!=0111010001101110_2 **- переполнение, ошибка (старший бит указывает неверный знак числа)**

2.1.11 B11=$X11_{10}$=11586_{10} =0010110101000010_2

2.1.12 B12=$X12_{10}$=-29806_{10} =1000101110010010_2

2.2 Для контроля правильности перевода выполнить обратный перевод двоичных чисел в десятичные.

2.2.1 Для выполнения перевода положительного десятичного числа в 16-разрядный двоичный формат со знаком, поставим «1» так, чтобы сумма двоек в степени равной порядковому номеру ячейки (нумерация справа налево) была равна исходному числу:

$X1=B1_2=0001000001011010_2$=0*2^15+0*2^14+0*2^13+1*2^12+0*2^11+0*2^10+0*2^9+0*2^8+0*2^7+1*2^6+0*2^5+1*2^4+1*2^3+0*2^2+1*2^1+0*2^0 $=4186_{10}$ **- верно**

2.2.2 $X2= B2_2=0011110110011100_2=15772_{10}$ **- верно**

2.2.3 $X3=B3_2=0100110111110110_2=19958_{10}$ **- верно**

2.2.4 $X4!=B4_{2=}1000101110010010_2!=35730_{10}$ **- переполнение, ошибка (старший бит указывает неверный знак числа)**

2.2.5

2.2.6 $X5=B5_2=1101001010111110_2=-11586_{10}$ **- верно**

2.2.7 $X6=B6_2=0111010001101110_2=29806_{10}$ **- верно**

2.2.8 $X7=B7_2$

2.2.8.1 Из дополнительного кода вычтем единицу

```
  1110111110100110
-                1
  1110111110100101
```

2.1.1.1 Найдем инверсию полученного числа:

1110111110100101 – число
0001000001011010 – инверсия

2.1.1.2 Проверим правильность вычисления исходного двоичного кода путем сложения заданного числа и его дополнения:

```
   0001000001011010
  +1110111110100101
1  0000000000000000
```

Получаем $B7= X7_{10}=1110111110100110_2=-4186_{10}$ (добавляем знак минус, так как в исходном дополнительном коде старший разряд = 1) **- верно**

2.2.9 $X8=B8_2=1100001001100100_2=-15772_{10}$ **- верно**

2.2.10 $X9=B9_2=1011001000001010_2=-19958_{10}$ **- верно**

2.2.11 $X10\ !=B10_2\ !=0111010001101110_2=-35730_{10}$ **- неверно, ошибка (старший бит указывает неверный знак числа)**

2.2.12 $X11=B11_2=0010110101000010_2=11586_{10}$ **- верно**

2.2.13 $X12=B12_2=1000101110010010_2=-29806_{10}$ **– верно**

Задание 2

1. $B1 + B2 = 0001000001011010_2 + 0011110110011100_2 = 0100110111110110_2$
   $4186_{10}+15772_{10}=19958_{10}=0100110111110110_2$ **- верно**
2. $B2 + B3 = 0011110110011100_2 + 0100110111110110_2 =1000101110010010_2$
   $15772 + 19958 = 35730_{10} = 1000101110010010_2$ **- неверно, ошибка (старший бит указывает неверный знак числа)**
3. $B7 + B8 = 1110111110100110_2 + 1100001001100100_2 = \cancel{1}1011001000001010_2$
   $-4186_{10} + -15772_{10} = -19\ 958_{10} = 100110111110110_2$ **– верно (произошло переполнение при сложении, поэтому старший бит отбрасывается)**

4. B8 + B9 = 1100001001100100_2 + 1011001000001010_2 = 1011001000001010_2 $-15772_{10} + -19958_{10} = -35730 != \underline{1}0111010001101110_2$ **- неверно, ошибка (сумма вышла за допустимый предел - старший бит указывает неверный знак числа)**
5. B2 + B7 = $0011110110011100_2 + 1110111110100110_2 = \cancel{1}1_2$

   $15772_{10} + -4186_{10} = 11\ 586 = \cancel{1}0010110101000010_2$

   – верно (произошло переполнение при сложении, поэтому старший бит отбрасывается)
6. B1 + B8 = $0001000001011010_2 + 1100001001100100_2 = 1101001010111110_2$

   $4186_{10} + -15772_{10} = -11\ 586 = 1101001010111110_2$ **– верно**

Комментарии к этому заданию даны в общем выводе (*)

Вывод:

Сделаем вывод о способе записей чисел в базовой ЭВМ.

Целые двоичные числа без знака можно использовать для представления нуля и целых положительных чисел. При размещении таких чисел в одном 16-разрядном слове они могут изменяться от 0_{10} до 65535_{10}.

Подобные числа (так же, как и рассмотренные ниже двоичные числа со знаком) относятся к числам с фиксированной запятой, разделяющей целую и дробную части числа. В числах, используемых в базовой ЭВМ, положение запятой строго фиксировано после младшего бита слова.

При это **представление целых двоичные числа со знаком** используются тогда, когда необходимо различать положительные и отрицательные числа. В них старший бит используется для кодирования знака:

0 - для положительных чисел

1 - для отрицательных чисел

Отрицательные числа представлены в дополнительном коде. Это упрощает конструкцию ЭВМ, так как при сложении двух таких чисел, имеющих разные знаки, не требуется переходить к операциям вычитания меньшего (по модулю) числа из большего и присвоения результату знака большего числа. При этом мы можем записать $^{216-1}$=2^{15} шестнадцатиразрядных двоичных положительных и отрицательных чисел, старший бит используется для хранения знака, таким образом мы можем представить числа в диапазоне от -32768_{10} до 32767_{10}, при попытке записи шестнадцатиразрядного числа со знаком, выходящим за этот диапазон, мы получим ошибку (так как старший бит числа будет указывать неверный знак числа). (*) Таким образом, не все результаты сложения чисел в двоичной системе совпадают с результатом сложения этих же чисел в десятичной системе.

Данное правило представления чисел дополнительный кодом так же применятся при арифметических операциях.

При сложении двоичных чисел производим поразрядное двоичных кодов, при этом 0+0=0, 1+0=1, 0+1=1, 1+1=10. Операция вычитания производится аналогичным образом с соответсвующим знаком.