**Липецкий Государственный Технический Университет**

Факультет автоматизации и информатики

Кафедра автоматизированных систем управления

Выполнил: студент гр. АС-21-1

Станиславчук С. М

“18” сентября 2021г.

Проверил: Доцент

“ ” 2021

Липецк 2021

Лабораторная работа №1

по программированию

основы машинной арифметики,

системы счисления

**2.Цель работы.**

 Изучить основы машинной арифметики, представления чисел в прямом, обратном и дополнительном кодах и арифметических операций над ними.

**3.Краткая теория.**

Различают**прямой**, **обратный** и **дополнительный**коды.

**Прямой код целого числа.** Под прямым кодом двоичного числа понимают запись самого числа. Значение знакового разряда для положительных чисел определяют равным нулю, для отрицательных чисел - единице

**Обратный код целого числа.**Обратный код целого положительного числа совпадает с его прямым кодом. Для отрицательного числа обратный код строится заменой каждого незнакового байта его представления в прямом коде на противоположный, знаковый разряд не изменяется.

**Дополнительный код целого числа.**Дополнительный код положительного числа совпадает с его прямым кодом. Для отрицательного числа дополнительный код образуется путем получения обратного кода и добавлением к младшему разряду единицы.

**4.Ход работы.**

**1.**X = -1010111; Y = 11100

Перевод в 1) прямой код: X = 1,1010111; Y = 0,0011100

2) обратный код: X = 1,0101000; Y = 0,0011100

3) дополнительный код: X = 1,0101001; Y = 0,0011100

Сложим числа, пользуясь:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Правилами двоичной арифметики | Обратным кодом | Дополнительным кодом |
| X = -1010111  +  y = 0011100  x+y = 0111011 | Xобр = 1,0101000  +  Yобр = 0,0011100  (x+y)обр = 1,1000100 | Xдоп = 1,0101001  +  Yдоп = 0,0011100  (x+y)доп = 1,1000101 |

Переведём результат в прямой код:

* из обратного кода: (X+Y)обр = 1,1000100 => (x+y)пр = 1,0111011
* из дополнительного кода (x+y)доп = 1,1000101 => (x+y)пр = 1,0111010 + 0,0000001 = 1,0111011
* Переведём результат сложения x и y(1 столбик) в обратный код => 0111010 и добавим 1 => 0111011, результат совпадает с суммой, полученной по правилам двоичной арифметики.

**2.**Изменим число Y, добавив в конец две единицы:

Y = 11111; X = -1010111

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Обычная запись | Обратный код | Модифицированный обратный код | Дополнительный код | Модифицированный дополнительный код |
| x = -10 10111  Y = 11111 | x = 1,01 01000  Y = 0,00 11111 | x = 11,101000  y = 00,011111 | x = 1,0101001  y = 0,001111 | x = 11,010100  y = 00,011111 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Правилами двоичной арифметики | Модифицированным обратным кодом | Модифицированным дополнительным кодом |
| x = -1010111  +  y = 11111  x+y = 0,111000 | X = 11,101000  +  Y = 00,011111  (x+y) = 00,000111 | X = 11,101001  +  Y = 00,011111  (x+y) = 00,001000 |

Сложим числа, пользуясь:

Переведём результат в прямой код:

* из обратного кода: (X+Y) = 00,000111=> (x+y) = 00,111000
* из дополнительного кода (x+y) = 11,001000=> (x+y) = 00,110111+ 0,0000001 = 00,111000
* Переведём результат сложения x и y(1 столбик) в обратный код => 00000111 и добавим 1 => 0111000, результат совпадает с суммой, полученной по правилам двоичной арифметики.

**Вариант 12**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № Варианта |  |  |  | Основание системы счисления(D) |  |  |
| 12 |  |  |  | 3 | 26,5339 | 0,083 |

1)Преобразовать числа в двоичную систему счисления:

= = ; = = 1·82+2·81+4·1 = 8410  = ;

84/2 = 42, остаток: 0  
42/2 = 21, остаток: 0  
21/2 = 10, остаток: 1  
10/2 = 5, остаток: 0  
5/2 = 2, остаток: 1  
2/2 = 1, остаток: 0  
1/2 = 0, остаток: 1

49/2 = 24, остаток: 1  
24/2 = 12, остаток: 0  
12/2 = 6, остаток: 0  
6/2 = 3, остаток: 0  
3/2 = 1, остаток: 1  
1/2 = 0, остаток: 1

= 8F16 = 8·161+15·1 =  =

143/2 = 71, остаток: 1  
71/2 = 35, остаток: 1  
35/2 = 17, остаток: 1  
17/2 = 8, остаток: 1  
8/2 = 4, остаток: 0  
4/2 = 2, остаток: 0  
2/2 = 1, остаток: 0  
1/2 = 0, остаток: 1

2) = 10000101

= + = 011000000

= = 011100011

= 0,000000000110001 + 1111111110101100 = 1111111111011101 = -000000000100010

= = 0000000000110001 + 1111111101110001= 1111111110100010 = -000000001011110

= = 0,000000001010100 + 1,111110011100001 = 1111110100110101 = -000001011001011

= \* = 0001111010100

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
|  |  |  |  |  |  |  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
|  |  |  |  |  | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  |
|  |  |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |
|  |  |  | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  |  |  |
|  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |
|  |  | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |

= \* = 001101101011111

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
|  |  |  |  |  |  |  | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|  |  |  |  |  |  |  | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
|  |  |  |  |  |  | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |
|  |  |  |  |  | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  |
|  |  |  |  | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  |  |
|  |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |
|  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

= \* = 01011011101100

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|  |  |  |  |  |  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |
|  |  |  |  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |  |
|  |  |  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |  |  |
|  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |

3)

|  |  |
| --- | --- |
| 49 div 8 = 6 | 49 mod 8 = 1 |
| 6 div 8 = 0 | 6 mod 8 = 6 |
| 0 div 8 = 0 | 0 mod 8 = 0 |

=

|  |  |
| --- | --- |
| 49 div 16 = 3 | 49 mod 16 = 1 |
| 3 div 16 = 0 | 3 mod 16 = 3 |
| 0 div 16 = 0 | 0 mod 16 = 0 |

=

|  |  |
| --- | --- |
| 49 div 3 = 16 | 49 mod 3 = 1 |
| 16 div 3 = 5 | 16 mod 3 = 1 |
| 5 div 3 = 1 | 5 mod 3 = 2 |
| 1 div 3 = 0 | 0 mod 3 = 0 |

= = 1·82+2·81+4·1 = 8410

= = = 0000 0101 0100 =

= = 1∙82+2∙81+4∙80 = 64+16+4 = =

|  |  |
| --- | --- |
| 84 div 3 = 28 | 84 mod 3 = 0 |
| 28 div 3 = 9 | 28 mod 3 = 1 |
| 9 div 3 = 3 | 9 mod 3 = 0 |
| 3 div 3 = 1 | 3 mod 3 = 0 |
| 1 div 3 = 0 | 1 mod 3 = 0 |

= 8F16 = 8·161+15·1 =

= 8F16 = 8·161+15·1 =  = = =

= 8F16 = =

|  |  |
| --- | --- |
| 143 div 3 = 47 | 143 mod 3 = 2 |
| 47 div 3 = 15 | 47 mod 3 = 2 |
| 15 div 3 = 5 | 15 mod 3 = 0 |
| 5 div 3 = 1 | 5 mod 3 = 2 |
| 1 div 3 = 0 | 1 mod 3 = 0 |

4) + = + =

+ = + =

+ + =

5)E: 26,5339; 26 = ; 0.5339 = ;

M = \*

= ; + =

|  |  |
| --- | --- |
| 26 div 2 = 13 | 26 mod 2 = 0 |
| 13 div 2 = 6 | 13 mod 2 = 1 |
| 6 div 2 = 3 | 6 mod 2 = 0 |
| 3 div 2 = 1 | 3 mod 2 = 1 |
| 1 div 2 = 0 | 1 mod 2 = 0 |

0.5339\*2 = 1.068  
  
0.068\*2 = 0.136  
  
0.136\*2 = 0.272  
  
0.272\*2 = 0.544  
  
0.544\*2 = 1.088  
  
0.088\*2 = 0.176  
  
0.176\*2 = 0.352

0.352\*2 = 0.704

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| знак | порядок | | | | | | | | мантисса | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

F: 0,083; 0 = 0; = ;

0.083\*2 = 0.166  
0.166\*2 = 0.332  
0.332\*2 = 0.664  
0.664\*2 = 1.328  
0.328\*2 = 0.656  
0.656\*2 = 1.312  
0.312\*2 = 0.624  
0.624\*2 = 1.248

M = 0,00010101 \* 2

*Смещённый порядок* = + =

000001010100000000000000

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| знак | порядок | | | | | | | | мантисса | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

6)E=0 10000011 10101000100000000000000

00000100 (-127)

F = 0 11110101 100000000000000  
 01110110 (-127)   
E + F =

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0  + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**5.Вывод:**

В ходе выполненной работы, изучил основы машинной арифметики, производил операции сложения прямого, обратного и дополнительного кодов, научился переводить из одного вида кода в другой, познакомился с модифицированными видами кодов. Выполнял операции сложения, вычитания, умножения чисел в двоичном коде, преобразовывали числа с плавающей точкой в формат стандарта IEEE 754 .