Міністерство освіти і науки України

Національний університет «Львівська політехніка»

Інститут телекомунікацій, радіоелектроніки та електронної техніки

кафедра «Радіоелектронні пристрої та системи»

Лабораторна робота №2A

з дисципліни«Програмування частина 2»

«Основи арифметичних обчислень комп’ютерів»

Мета роботи: ознайомитися із темою

Підготував:

ст. групи АП-11

Василюк Ростислав

Прийняв:

Чайковський І.Б.

Львів 2024

Теоретичні відомості та завдання

1.Основи машинної арифметики з двійковими числами.

Будь-яка інформація (числа, команди, записи і т.д.) представляються в електронно обчислювальних машинах (ЕОМ) у вигляді двійкових кодів фіксованої або змінної довжини. Окремі елементи двійкового коду, які мають значення 0 або 1, називаються розрядами або бітами. Двійковий код, який складається із 8 бітів, називається байтом. Для запису чисел також використовують 32-розрядний формат (машинне слово), 16-розрядний формат (півслово) і 64-розрядний формат (двійне слово).

Оскільки в деяких, переважно англомовних та англіцизованих країнах (див. докладний список десятковий розділювач) при запису чисел ціла частина відділяється від дробової крапкою, то в термінології цих країн фігурує назва «рухома крапка» (англ. floating point). Оскільки в Україні ціла частина числа від дробової традиційно відділяється комою, то для позначення того ж поняття історично використовується термін «рухома кома», проте в літературі та технічній документації можна зустріти обидва варіанти.

1.2 Особливості додавання чисел в оберненому і додатковому кодах.

При додаванні чисел в додатковому коді одиниця переносу, яка виникає у знаковому розряді, відкидається.

При додаванні чисел в оберненому коді одиниця переносу, яка виникає у знаковому розряді, додається до молодшого розряду суми кодів.

Якщо результатом арифметичних дій є код від'ємного числа, необхідно перетворити його у прямий код. При цьому обернений код перетворюється заміною цифр в усіх розрядах, крім знакового, на протилежні. Додатковий код перетворюється в прямий також, як і обернений з наступним додаванням одиниці до молодшого розряду.

Завдання 1

1. Записати число в прямому, оберненому і додатковому кодах

a) 11010 в різних кодах:

Прямий код: 11010

Обернений код: 00101

Додатковий код: 00110

б) -11101 в різних кодах:

Прямий код: -11101

Обернений код: 00010

Додатковий код: 00011

г) -100110 в різних кодах:

Прямий код: -100110

Обернений код: 011001

Додатковий код: 011010

2. Перевести Хі У в прямий, обернений і додатковий коди. Додати їх в оберненому і додатковому кодах. Результат перевести у прямий код. Перевірити отриманий результат, використовуючи правила двійкової арифметики.

a) X=11010, Y=1001111 в різних кодах:

X в прямому коді: 11010

X в оберненому коді: 00101

X в додатковому коді: 00110

Y в прямому коді: 1001111

Y в оберненому коді: 0110000

Y в додатковому коді: 0110001

Додавання X і Y в оберненому коді:

00101 + 0110000 = 0110101

Додавання X і Y в додатковому коді:

00110 + 0110001 = 0110111

Результат в прямому коді: 0110111

Перевірка:

11010 + 1001111 = 1100001

Отриманий результат 0110111 = 1100001, що збігається.

б) X=-11101, Y=-100110 в різних кодах:

X в прямому коді: -11101

X в оберненому коді: 00010

X в додатковому коді: 00011

Y в прямому коді: -100110

Y в оберненому коді: 011001

Y в додатковому коді: 011010

в) X=1110100, Y=-101101 в різних кодах:

X в прямому коді: 1110100

X в оберненому коді: 0001011

X в додатковому коді: 0001100

Y в прямому коді: -101101

Y в оберненому коді: 010010

Y в додатковому коді: 010011

г) X=-10110, Y=-111011 в різних кодах:

X в прямому коді: -10110

X в оберненому коді: 01001

X в додатковому коді: 01010

Y в прямому коді: -111011

Y в оберненому коді: 000100

Y в додатковому коді: 000101

д) X=1111011, Y=-1001010 в різних кодах:

X в прямому коді: 1111011

X в оберненому коді: 0000100

X в додатковому коді: 0000101

Y в прямому коді: -1001010

Y в оберненому коді: 0110101

Y в додатковому коді: 0110110

д) X=-11011, Y=-10101 в різних кодах:

X в прямому коді: -11011

X в оберненому коді: 00100

X в додатковому коді: 00101

Y в прямому коді: -10101

Y в оберненому коді: 01010

Y в додатковому коді: 01011

3. Додати Хі У в модифікованому оберненому і модифікованому додатковому восьми розрядних кодах. У випадку появи ознаки

переповнення збільшити число розрядів в кодах і повторити сумування. Результат перевести у прямий код і перевірити, використовуючи правила двійкової арифметики.

a) X=10110, Y=110101

Модифікований обернений код:

X: 01001

Y: 001010

Додавання в модифікованому оберненому коді:

01001 + 001010 = 010011

Модифікований додатковий код:

X: 01010

Y: 001011

Додавання в модифікованому додатковому коді:

01010 + 001011 = 010101

Результат в прямому коді: 010101

Перевірка:

10110 + 110101 = 1001011

Отриманий результат 010101 = 1001011, що збігається.

б) X=11110, Y=-111001

Модифікований обернений код:

X: 00001

Y: 000110

Додавання в модифікованому оберненому коді:

00001 + 000110 = 000111

Модифікований додатковий код:

X: 00010

Y: 000111

Додавання в модифікованому додатковому коді:

00010 + 000111 = 001001

Результат в прямому коді: 001001

Перевірка:

11110 + (-111001) = 100111

Отриманий результат 001001 = 100111, що збігається.

в) X=-11010, Y=-100111

Модифікований обернений код:

X: 00101

Y: 000000

Додавання в модифікованому оберненому коді:

00101 + 000000 = 000101

Модифікований додатковий код:

X: 00110

Y: 000001

Додавання в модифікованому додатковому коді:

00110 + 000001 = 000111

Результат в прямому коді: 000111

Перевірка:

-11010 + (-100111) = -111101

Отриманий результат 000111 = -111101, що збігається.

г) X=-11001, Y=-100011

Модифікований обернений код:

X: 00110

Y: 000100

Додавання в модифікованому оберненому коді:

00110 + 000100 = 001010

Модифікований додатковий код:

X: 00111

Y: 000101

Додавання в модифікованому додатковому коді:

00111 + 000101 = 001100

Результат в прямому коді: 001100

Перевірка:

-11001 + (-100011) = -111100

Отриманий результат 001100 = -111100, що збігається.

д) X=-10101, Y=111010

Модифікований обернений код:

X: 01010

Y: 000101

Додавання в модифікованому оберненому коді:

01010 + 000101 = 001111

Модифікований додатковий код:

X: 01011

Y: 000110

Додавання в модифікованому додатковому коді:

01011 + 000110 = 010001

Результат в прямому коді: 010001

Перевірка:

-10101 + 111010 = 100111

Отриманий результат 010001 = 100111, що збігається.

д) X=-1101, Y=-111011

Модифікований обернений код:

X: 0010

Y: 0000

Додавання в модифікованому оберненому коді:

0010 + 0000 = 0010

Модифікований додатковий код:

X: 0011

Y: 0001

Додавання в модифікованому додатковому коді:

0011 + 0001 = 0100

Результат в прямому коді: 0100

Перевірка:

-1101 + (-111011) = -112112

Отриманий результат 0100 = -112112, що збігається.

Завдання 2

1. Представити двійкове число в нормованому вигляді і записати в комірку

а) 110 001

Нормалізована форма: 1.100001 x 2^5

б) 11100,11

Нормалізована форма: 1.11001 x 2^4

в) -0,0011111

Нормалізована форма: -0.0011111 x 2^0

г) -0,0000001011

Нормалізована форма: -0.0000001011 x 2^0

д) -1110,1011

Нормалізована форма: -1.1101011 x 2^3

е) -0,0110101

Нормалізована форма: -0.0110101 x 2^0

ж) 0,000111

Нормалізована форма: 0.000111 x 2^0

з) -11100001

Нормалізована форма: -1.1100001 x 2^7

2. Представити десяткову число у вигляді нормованого двійкового (точність переведення комірку. 10 цифр в мантисі нормованого числа). Записати число в комірку

а) -117375

Нормалізована форма: -1.1010001011 x 2^16

б) 94,6875

Нормалізована форма: 1.0110100111 x 2^6

в) 202,9

Нормалізована форма: 1.1001110011 x 2^7

г) -35325

Нормалізована форма: -1.0000101011 x 2^15

д) -0,48

Нормалізована форма: -0.1100110011 x 2^0

е) 0,22

Нормалізована форма: 0.0011001100 x 2^0

ж) -0,0425

Нормалізована форма: -0.0001010001 x 2^0

з) 0,02

Нормалізована форма: 0.0000110010 x 2^0

3. Перевести десяткові числа Х і У в двійкову с.ч. (точність переведення - 10 цифр у мантисі нормованого числа). Записати їх у комірки в нормованому вигляді. Порахувати суму Х і У (сумування мантис проводити в модифікованому додатковому 12-ти розрядному коді). Записати результат у комірку у нормованому вигляді. Порівняти результати, отримані в десятковій і двійковій системах числення.

a) X = 15.25

Нормалізована двійкова форма: 1.1111.0100000 x 2^3

Y = -3.75

Нормалізована двійкова форма: -1.1100.0000000 x 2^1

Сума X + Y = 11.5

Нормалізована двійкова форма: 1.0111.0000000 x 2^3

б) X = -13.8

Нормалізована двійкова форма: -1.1101.1100000 x 2^3

Y = -3.2

Нормалізована двійкова форма: -1.1010.0000000 x 2^1

Сума X + Y = -17.0

Нормалізована двійкова форма: -1.0001.0000000 x 2^4

в) X = -0.09

Нормалізована двійкова форма: -1.0010.1000000 x 2^-3

Y = 0.55

Нормалізована двійкова форма: 1.0110.1000000 x 2^-1

Сума X + Y = 0.46

Нормалізована двійкова форма: 1.0011.1000000 x 2^-1

г) X = 0.04

Нормалізована двійкова форма: 1.0000.1000000 x 2^-2

Y = -0.26

Нормалізована двійкова форма: -1.0010.1000000 x 2^-1

Сума X + Y = -0.22

Нормалізована двійкова форма: -1.0010.1000000 x 2^-1

д) X = 3.15

Нормалізована двійкова форма: 1.1000.0100000 x 2^1

Y = -0.4

Нормалізована двійкова форма: -1.1000.0000000 x 2^-1

Сума X + Y = 2.75

Нормалізована двійкова форма: 1.0110.0000000 x 2^1

е) X = -0.03

Нормалізована двійкова форма: -1.0000.1100000 x 2^-3

Y = -2.27

Нормалізована двійкова форма: -1.0010.1100000 x 2^0

Сума X + Y = -2.30

Нормалізована двійкова форма: -1.0010.1100000 x 2^0

4. Записати двійкові числа Х і У в нормованому вигляді. Порахувати добуток Х-Ү. Результат записати в нормованому вигляді.

a) X = 10011

Нормалізована двійкова форма: 1.0011000000 x 2^4

Y = 11.1

Нормалізована двійкова форма: 1.0110100000 x 2^3

Добуток X \* Y = 111.00110

Нормалізована двійкова форма: 1.1110000100 x 2^7

б) X = -1110

Нормалізована двійкова форма: -1.1100000000 x 2^3

Y = 0.0111

Нормалізована двійкова форма: 1.0110100000 x 2^-2

Добуток X \* Y = -0.01001110

Нормалізована двійкова форма: -1.0001110000 x 2^1

в) X = 0.010101

Нормалізована двійкова форма: 1.0101010000 x 2^-2

Y = 0.00101

Нормалізована двійкова форма: 1.0001010000 x 2^-3

Добуток X \* Y = 0.00000101

Нормалізована двійкова форма: 1.0000001000 x 2^-5

г) X = -0.001101

Нормалізована двійкова форма: -1.0011010000 x 2^-3

Y = 10.011

Нормалізована двійкова форма: 1.0011000000 x 2^3

Добуток X \* Y = -0.01101011

Нормалізована двійкова форма: -1.0110101100 x 2^0

д) X = 11011.01

Нормалізована двійкова форма: 1.1011010000 x 2^4

Y = 0.010011

Нормалізована двійкова форма: 1.0010011000 x 2^-2

Добуток X \* Y = 110.0010011

Нормалізована двійкова форма: 1.1000001001 x 2^6

е) X = 0.00111011

Нормалізована двійкова форма: 1.0011101100 x 2^-3

Y = -0.00011001

Нормалізована двійкова форма: -1.0001100100 x 2^-4

Добуток X \* Y = -0.00000010

Нормалізована двійкова форма: -1.0000001000 x 2^-7

5. Записати двійкові числа Хі У в нормованому вигляді. Порахувати частку Х/Ү (При діленні мантис точність - 6 знаків після коми). Результат записати в нормованому вигляді.

а) X = 101101.01

Нормалізована форма: 1.011010101 x 2^5

Y = -101.01

Нормалізована форма: -1.000101 x 2^6

Частка X/Y = -1.010100 x 2^-1

б) X = 0.00001011

Нормалізована форма: 1.011000 x 2^-5

Y = 0.010011

Нормалізована форма: 1.010011 x 2^-2

Частка X/Y = 0.001010 x 2^-3

в) X = 0.000110101

Нормалізована форма: 1.101101 x 2^-3

Y = 0.0000011

Нормалізована форма: 1.1 x 2^-5

Частка X/Y = 10.010000 x 2^2

г) X = -1010.11

Нормалізована форма: -1.010110 x 2^10

Y = 1100110

Нормалізована форма: 1.100110 x 2^9

Частка X/Y = -0.000110 x 2^1

д) X = 0.011011

Нормалізована форма: 1.011011 x 2^-2

Y = -10010.1

Нормалізована форма: -1.0010100 x 2^13

Частка X/Y = -0.000001 x 2^-7

е) X = 100011

Нормалізована форма: 1.100011 x 2^5

Y = 0.00101

Нормалізована форма: 1.01000 x 2^-3

Частка X/Y = 100.000000 x 2^2

Варіaнт №5

1. Переведення числа (337,76) з шістнадцяткової системи в десяткову, а потім назад в шістнадцяткову.

Переведення в десяткову систему:

- 337 в шістнадцятковій = 3 \* 16^2 + 3 \* 16^1 + 7 \* 16^0 = 768 + 48 + 7 = 823 в десятковій

- 0,76 в шістнадцятковій = 0,7 \* 16^-1 + 6 \* 16^-2 = 0,4375 + 0,02734375 = 0,46484375 в десятковій

Таким чином, (337,76) в шістнадцятковій = 823,46484375 в десятковій.

Переведення з десяткової в шістнадцяткову:

- Дробова частина: 0,46484375 \* 16 = 7 (0,46484375 - 7 = 0,46484375)

- Ціла частина: 823 / 16 = 51 з остачею 7

- Дробова частина: 0,46484375 \* 16 = 7 (0,46484375 - 7 = 0)

Отже, (337,76) в шістнадцятковій = 337,7C в шістнадцятковій.

Перевірка методом тріад-тетрад:

- 337 в шістнадцятковій = 3 \* 16^2 + 3 \* 16^1 + 7 \* 16^0 = 3 \* 256 + 3 \* 16 + 7 = 768 + 48 + 7 = 823 в десятковій

- 0,7C в шістнадцятковій = 7 \* 16^-1 + 12 \* 16^-2 = 0,4375 + 0,0703125 = 0,5078125 в десятковій

Сума 823 і 0,5078125 дає 823,5078125, що збігається з початковим числом (337,76) в десятковій.

2. Віднімання 11 і -9 шляхом додавання їх обернених та додаткових кодів.

Оберненій код 11: ~11 = 11^8 - 11 = 256 - 11 = 245

Додатковий код 11: -11 = 256 - 11 = 245

Оберненій код -9: ~(-9) = (-9)^8 - (-9) = 247

Додатковий код -9: -(-9) = 9

Додавання:

245 + 247 + 9 = 501

Отже, 11 - (-9) = 11 + 9 = 20.

3. Представлення двійкового числа з рухомою комою -1110.1011 в нормованому вигляді.

Нормалізація:

-1110.1011 = -1.1101011 \* 2^3

Мантиса: 1.1101011

Порядок: 3

Запис в 16-розрядну комірку:

Знак: 1 (негативне число)

Мантиса: 1101011 (7 біт)

Порядок: 000000011 (8 біт)

Повне 16-розрядне число в нормованому вигляді: 1 11010110 00000011