

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Львівська політехніка»
Інститут телекомунікацій, радіоелектроніки та електронної техніки
кафедра «Радіоелектронні пристрої та системи»

Лабораторна робота №2А
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

а) 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 X і Y 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.

а) $X=11010$, $Y=1001111$ 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 X і Y 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.

а) 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: 1.100001×2^5

б) 11100,11

Нормалізована форма: 1.11001×2^4

в) -0,0011111

Нормалізована форма: -0.0011111×2^0

г) -0,0000001011

Нормалізована форма: -0.0000001011×2^0

д) -1110,1011

Нормалізована форма: -1.1101011×2^3

е) -0,0110101

Нормалізована форма: -0.0110101×2^0

ж) 0,000111

Нормалізована форма: 0.000111×2^0

з) -11100001

Нормалізована форма: -1.1100001×2^7

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

а) -117375

Нормалізована форма: $-1.1010001011 \times 2^{16}$

б) 94,6875

Нормалізована форма: 1.0110100111×2^6

в) 202,9

Нормалізована форма: 1.1001110011×2^7

г) -35325

Нормалізована форма: $-1.0000101011 \times 2^{15}$

д) -0,48

Нормалізована форма: -0.1100110011×2^0

е) 0,22

Нормалізована форма: 0.0011001100×2^0

ж) -0,0425

Нормалізована форма: -0.0001010001×2^0

з) 0,02

Нормалізована форма: 0.0000110010×2^0

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

а) $X = 15.25$

Нормалізована двійкова форма: $1.1111.0100000 \times 2^3$

$Y = -3.75$

Нормалізована двійкова форма: $-1.1100.0000000 \times 2^1$

Сума $X + Y = 11.5$

Нормалізована двійкова форма: $1.0111.0000000 \times 2^3$

б) $X = -13.8$

Нормалізована двійкова форма: $-1.1101.1100000 \times 2^3$

$Y = -3.2$

Нормалізована двійкова форма: $-1.1010.0000000 \times 2^1$

Сума $X + Y = -17.0$

Нормалізована двійкова форма: $-1.0001.0000000 \times 2^4$

в) $X = -0.09$

Нормалізована двійкова форма: $-1.0010.1000000 \times 2^{-3}$

$Y = 0.55$

Нормалізована двійкова форма: $1.0110.1000000 \times 2^{-1}$

Сума $X + Y = 0.46$

Нормалізована двійкова форма: $1.0011.1000000 \times 2^{-1}$

г) $X = 0.04$

Нормалізована двійкова форма: $1.0000.1000000 \times 2^{-2}$

$Y = -0.26$

Нормалізована двійкова форма: $-1.0010.1000000 \times 2^{-1}$

Сума $X + Y = -0.22$

Нормалізована двійкова форма: $-1.0010.1000000 \times 2^{-1}$

д) $X = 3.15$

Нормалізована двійкова форма: $1.1000.0100000 \times 2^1$

$Y = -0.4$

Нормалізована двійкова форма: $-1.1000.0000000 \times 2^{-1}$

Сума $X + Y = 2.75$

Нормалізована двійкова форма: $1.0110.0000000 \times 2^1$

е) $X = -0.03$

Нормалізована двійкова форма: $-1.0000.1100000 \times 2^{-3}$

$Y = -2.27$

Нормалізована двійкова форма: $-1.0010.1100000 \times 2^0$

Сума $X + Y = -2.30$

Нормалізована двійкова форма: $-1.0010.1100000 \times 2^0$

4. Записати двійкові числа X і Y в нормованому вигляді. Порахувати добуток $X \cdot Y$. Результат записати в нормованому вигляді.

а) $X = 10011$

Нормалізована двійкова форма: 1.0011000000×2^4

$Y = 11.1$

Нормалізована двійкова форма: 1.0110100000×2^3

Добуток $X \cdot Y = 111.00110$

Нормалізована двійкова форма: 1.1110000100×2^7

б) $X = -1110$

Нормалізована двійкова форма: -1.1100000000×2^3

$Y = 0.0111$

Нормалізована двійкова форма: $1.0110100000 \times 2^{-2}$

Добуток $X \cdot Y = -0.01001110$

Нормалізована двійкова форма: -1.0001110000×2^1

в) $X = 0.010101$

Нормалізована двійкова форма: $1.0101010000 \times 2^{-2}$

$Y = 0.00101$

Нормалізована двійкова форма: $1.0001010000 \times 2^{-3}$

Добуток $X * Y = 0.00000101$

Нормалізована двійкова форма: $1.0000001000 \times 2^{-5}$

г) $X = -0.001101$

Нормалізована двійкова форма: $-1.0011010000 \times 2^{-3}$

$Y = 10.011$

Нормалізована двійкова форма: 1.0011000000×2^3

Добуток $X * Y = -0.01101011$

Нормалізована двійкова форма: -1.0110101100×2^0

д) $X = 11011.01$

Нормалізована двійкова форма: 1.1011010000×2^4

$Y = 0.010011$

Нормалізована двійкова форма: $1.0010011000 \times 2^{-2}$

Добуток $X * Y = 110.0010011$

Нормалізована двійкова форма: 1.1000001001×2^6

е) $X = 0.00111011$

Нормалізована двійкова форма: $1.0011101100 \times 2^{-3}$

$Y = -0.00011001$

Нормалізована двійкова форма: $-1.0001100100 \times 2^{-4}$

Добуток $X * Y = -0.00000010$

Нормалізована двійкова форма: $-1.0000001000 \times 2^{-7}$

5. Записати двійкові числа X і Y в нормованому вигляді. Порахувати частку X/Y (При діленні мантис точність - 6 знаків після коми). Результат записати в нормованому вигляді.

а) $X = 101101.01$

Нормалізована форма: 1.011010101×2^5

$Y = -101.01$

Нормалізована форма: -1.000101×2^6

Частка $X/Y = -1.010100 \times 2^{-1}$

б) $X = 0.00001011$

Нормалізована форма: 1.011000×2^{-5}

$Y = 0.010011$

Нормалізована форма: 1.010011×2^{-2}

Частка $X/Y = 0.001010 \times 2^{-3}$

в) $X = 0.000110101$

Нормалізована форма: 1.101101×2^{-3}

$Y = 0.0000011$

Нормалізована форма: 1.1×2^{-5}

Частка $X/Y = 10.010000 \times 2^2$

г) $X = -1010.11$

Нормалізована форма: -1.010110×2^{10}

$Y = 1100110$

Нормалізована форма: 1.100110×2^9

Частка $X/Y = -0.000110 \times 2^1$

д) $X = 0.011011$

Нормалізована форма: 1.011011×2^{-2}

$Y = -10010.1$

Нормалізована форма: -1.0010100×2^{13}

Частка $X/Y = -0.000001 \times 2^{-7}$

е) $X = 100011$

Нормалізована форма: 1.100011×2^5

$Y = 0.00101$

Нормалізована форма: 1.01000×2^{-3}

Частка $X/Y = 100.000000 \times 2^2$

Варіант №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.

Обернений код 11: $\sim 11 = 11^8 - 11 = 256 - 11 = 245$

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

Обернений код -9: $\sim(-9) = (-9)^8 - (-9) = 247$

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