**Міністерство освіти і науки України**

**Національний технічний університет України**

**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**Факультет інформатики та обчислювальної техніки**

**Кафедра обчислювальної техніки**

**Лабораторна робота №1**

з дисципліни

«Системне програмування»

на тему

«Внутрішнє представлення цілих і дійсних даних у процесорі ix86»

Виконав:

Перевірив:

студент групи ІП-93

Павлов Валерій Георгійович

Домінський Валентин Олексійович

номер залікової книжки: 9311

номер у списку: 9

Київ 2020

**Мета:**

Вивчення форматів внутрішнього представлення цілих і дійсних чисел шляхом порівняння результатів, отриманих теоретично, з результатами, що містяться в отриманому розширеному лістингу програми

**Порядок виконання роботи:**

1. Сформувати наступні початкові числа на основі дати народження студента, записаної у форматі dd.mm.yyyy:

* A – ціле двозначне число, що дорівнює dd;
* B – ціле чотиризначне число, яке дорівнює ddmm, записаним без роздільника;
* C – ціле восьмизначне число, яке дорівнює ddmmyyyy, записаним без роздільника;
* D – число, отримане шляхом ділення числа A на число N, де N - чотиризначний номер залікової книжки;
* E – число, отримане шляхом ділення числа B на число N;
* F - число, отримане шляхом ділення числа C на число N;

(при діленні округлювати результат до 3 знаків після коми)

Дата народження студента: 22.02.2002

Отже:

* А = 22
* В = 2202
* С = 22022002
* N = 9311
* D = А / N = 22 / 9311 = 0.002
* E = B / N = 2202 / 9311 = 0.236
* F = C / N = 22022002 / 9311 = 2365.16

1. Представити отримані числа в двійковій системі числення (дробову частину округлювати до 10 знаків після коми).

Отже:

* А = 10110
* В = 100010011010
* С = 1010100000000011101110010
* N = 10010001011111
* D = 0.0000000010

|  |  |
| --- | --- |
| 0.002 | \*2 |
| 0.004 | 0 |
| 0.008 | 0 |
| 0.016 | 0 |
| 0.032 | 0 |
| 0.064 | 0 |
| 0.128 | 0 |
| 0.256 | 0 |
| 0.512 | 0 |
| 1.024 | 1 |
| 0.048 | 0 |
| 0.096 | 0 |

* E = 0.0011110001

|  |  |
| --- | --- |
| 0.236 | \*2 |
| 0.472 | 0 |
| 0.944 | 0 |
| 1.888 | 1 |
| 1.776 | 1 |
| 1.552 | 1 |
| 1.104 | 1 |
| 0.208 | 0 |
| 0.416 | 0 |
| 0.832 | 0 |
| 1.664 | 1 |
| 1.328 | 1 |

* F = 100100111101.0010100011

|  |  |
| --- | --- |
| 0.16 | \*2 |
| 0.32 | 0 |
| 0.64 | 0 |
| 1.28 | 1 |
| 0.56 | 0 |
| 1.12 | 1 |
| 0.24 | 0 |
| 0.48 | 0 |
| 0.96 | 0 |
| 1.92 | 1 |
| 1.84 | 1 |
| 1.68 | 1 |

1. За допомогою розрядної сітки показати в звіті представлення цілих чисел в наступних форматах:

* “ddmmyyy” у вигляді символьного рядка;
* числа A и –A у однобайтовому форматі Byte;
* числа A, B, -A и -B у двобайтовому формат Word;
* числа A, B, C, -A , -B и -C у чотирьохбайтовому форматі Shortlnt;
* числа A, B, C, -A , -B и -C у восьмибайтовому форматі Longlnt;
  1. “2202200” у вигляді символьного рядка

|  |  |
| --- | --- |
| Число | Символ |
| 2 | 32 |
| 2 | 32 |
| 0 | 30 |
| 2 | 32 |
| 2 | 32 |
| 0 | 30 |
| 0 | 30 |

* 1. числа A = 22 й –A = -22 у однобайтовому форматі Byte:

|  |  |
| --- | --- |
| Число | Двійковий вигляд |
| А | 0001 0110 |
| -А | 1110 1010 |

* 1. числа A = 22, B = 2202, -A = -22 й –B = -2202 у двобайтовому форматі Word

|  |  |
| --- | --- |
| Число | Двійковий вигляд |
| А | 0000 0000 0001 0110 |
| -А | 1111 1111 1110 1010 |
| B | 0000 1000 1001 1010 |
| -B | 1111 0111 0110 0110 |

* 1. числа A = 22, B = 2202, C = 22022002, -A = -22 , -B = -2202 й –C = -22022002 у чотирьохбайтовому форматі Shortlnt

|  |  |
| --- | --- |
| Число | Двійковий вигляд |
| А | 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0001 0110 |
| -А | 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1110 1010 |
| B | 0000 0000 0000 0000 0000 1000 1001 1010 |
| -B | 1111 1111 1111 1111 1111 0111 0110 0110 |
| C | 0000 0001 0101 0000 0000 0111 0111 0010 |
| -C | 1111 1110 1010 1111 1111 1000 1000 1101 |

* 1. числа A = 22, B = 2202, C = 22022002, -A = -22 , -B = -2202 й –C = - 22022002 у восьмибайтовому форматі Longlnt

|  |  |
| --- | --- |
| Число | Двійковий вигляд |
| А | 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0001 0110 |
| -А | 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1110 1010 |
| B | 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 1000 1001 1010 |
| -B | 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0111 0110 0110 |
| C | 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0001 0101 0000 0000 0111 0111 0010 |
| -C | 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1110 1010 1111 1111 1000 1000 1101 |

1. Представити числа D = 0.002, E = 0.236 и F = 2365.16 у нормалізованому вигляді:

Щоб використовувати дійсні числа їх треба нормалізувати. Робиться це за допомогою такої формули:

A = ZN \* M \* Nq

Де: ZN – знак числа;

M – мантіса числа;

N – основа системи числення;

q – показник;

Візьмемо для початку число D = 0.002, переведемо його в двійкову систему числення:

0 – це 0, а 0.002 – це 0.0000000010.

Отже 0.002 = 0.0000000010b;

Тепер Нам треба здвинути всі числа зліва окрім одної направо або ж навпаки:

0.0000000010b = 1.0 \* 2-9

Таким чином отримаємо:

ZN = 0, M = 0.0, N = 2, q = -9

Робимо те саме з числами E = 0.236 та F = 2365.16:

E = 0.236:

0 – це 0, а 0.236 – це:

0.0011110001.

Отже 0.236 = 0.0011110001b

0.0011110001b = 1.1110001 \* 2-3

ZN = 0, M = 1.1110001, N = 2, q = -3

F = 2365.16:

2365 – це 100100111101, а 0.16 – це:

0.0010100011.

Отже 2365.16 = 100100111101.0010100011b

100100111101.0010100011b = 1.001001111010010100011 \* 211

ZN = +1, M = 1.001001111010010100011, N = 2, q = 11

1. За допомогою розрядної сітки показати в звіті представлення дійсних чисел в наступних форматах:

* числа D = 0.002 и –D = -0.002 в у чотирьохбайтовому форматі Single (float);
* числа E = 0.236 и –E = -0.236 у восьмибайтовому форматі Double (double);
* числа F = 2365.16 и –F = -2365.16 у десятибайтовому форматі Extended (long double);
  + 1. Числа D = 0.002 и –D = -0.002 в у чотирьохбайтовому форматі Single (float):

Додатне число D = 0.002

Нормалізоване = 1.0 \* 2-9

Знак: 0 – додатне

Порядок: До показника q додаємо 127 – -9 + 127 = 11810 = 11101102

Мантіса: 1.0 = 0

Тепер розміщуємо це у 32 бітах за стандартом IEEE 754:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 31 | 30 23 | 22 0 |
| 0 | 0111 0110 | 000 0000 0000 0000 0000 0000 |
| Знак | Порядок | Мантіса |

Відповідь = 0011 1011 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = 3B000000

Від’ємне число -D = -0.002

Знак: 1 – від’ємне

Усе інше залишається тим самим:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 31 | 30 24 | 23 0 |
| 1 | 1111 111 | 0000 0000 1000 0000 0000 0000 |
| Знак | Порядок | Мантіса |

Відповідь = 1011 1011 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = BB000000

* + 1. Числа E = 0.236 и –E = -0.236 у восьмибайтовому форматі Double (double):

Додатне число E = 0.236

Нормалізоване = 1.1110001\* 2-3

Знак: 0 – додатне

Порядок: До показника q додаємо 1023 – -3 + 1023 = 102010 = 11111111002

Мантіса: 1.1110001 = 1110001

Тепер розміщуємо це у 64 бітах за стандартом IEEE 754:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 63 | 62 52 | 51 0 |
| 0 | 0111 1111 100 | 1110 0010 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 |
| Знак | Порядок | Мантіса |

Відповідь = 0011 1111 1100 1110 0010 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = 3FCE200000000000

Від’ємне число -E = -0.236

Знак: 1 – від’ємне

Усе інше залишається тим самим:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 63 | 62 51 | 50 0 |
| 1 | 1111 1111 11 | 0011 1100 0100 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0 |
| Знак | Порядок | Мантіса |

Відповідь = 1011 1111 1100 1110 0010 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = BFCE200000000000

* + 1. Числа F = 2365.16 и –F = -2365.16 у десятибайтовому форматі Extended (long double):

Додатне число F = 2365.16

Нормалізоване = 1.001001111010010100011 \* 211

Знак: 0 – додатне

Порядок: До показника q додаємо 16383 – 11 + 16383 = 1639410 = 1000000000010102

Мантіса: 1.001001111010010100011 = 1001001111010010100011 (у цьому форматі записується повністю)

Тепер розміщуємо це у 80 бітах за стандартом IEEE 754:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 79 | 78 64 | 63 0 |
| 0 | 1000 0000 0001 010 | 1001 0011 1101 0010 1000 1100 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 |
| Знак | Порядок | Мантіса |

Відповідь = 0100 0000 0000 1010 1001 0011 1101 0010 1000 1100 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = 400A93D28C0000000000

Від’ємне число -F = -2365.16

Знак: 1 – від’ємне

Усе інше залишається тим самим:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 79 | 78 64 | 63 0 |
| 1 | 1000 0000 0001 010 | 1001 0011 1101 0010 1000 1100 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 |
| Знак | Порядок | Мантіса |

Відповідь = 1100 0000 0000 1010 1001 0011 1101 0010 1000 1100 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = C00A93D28C0000000000

1. 220220010 = 219A5816

2210 = 1616

-2210 = FFEA16

220210 = 89A16

-220210 = F76616

2202200210 = 150077216

-2202200210 = FEAFF88E16

931110 = 245F16

-931110 = DBA116

0.00210 = 3B03120016

-0.00210 = 7B03120016

0.23610 = 3E71A9F816

-0.23610 = 7E71A9F816

2365.1610 = 4513D28F16

-2365.1610 = C513D28F16