Контрольная работа

«Вещественные числа: способы представления и хранения в ЭВМ»

Рязань, 2006 г.

**1. Цель работы**

1. Изучение основных типов данных с плавающей точкой, принятых стандартов и их представление в современных ЭВМ.

2. Наработка практических навыков обращения с вещественными числами на компьютере (запись, считывание, хранение).

**2. Теоретическая часть**

**2.1 Вещественные числа**

Вещественные числа (REAL) – числа, имеющие дробную часть. Для их представления в компьютере используется так называемое представление с плавающей точкой (ПТ), основанное на алгебраической записи чисел в виде:

X = ±Mxq±Пх

плавающий вещественный число компьютер

где q – основание системы счисления;

Пх – порядок числа (целое);

Мх – мантисса (значащая часть числа), обычно представляется дробью:

Mx = ±0.d1d2… dn.

Условие di≠0 является характерным признаком нормализованного числа в ФПТ. Нормализованное представление используется для однозначной записи вещественных чисел. Для нормализованной двоичной мантиссы (q=2) диапазон определяется неравенством 2-1 ≤ |Мх| <1. Знак числа определяется знаком мантиссы.

Мантисса числа X в общем виде записывается соответственно как

а) Мх =.d0d1d2d3d4, где di {0,1};

б) Мх = d0.d1d2d3d4, где di {0,1}.

Разряд d0 в нормализованных числах всегда равен «1» и в памяти компьютера не хранится («скрытый бит»). Таким образом, мантисса, хранящаяся в памяти компьютера всегда число дробное. (Рис. 1)

d1 d2 d3 d4…

↑ ↑

«скрытый» бит место точки

Рис. 1. Представление n-разрядной мантиссы

Форма представления чисел с ПТ позволяет значительно увеличить диапазон и точность представления чисел при той же длине разрядной сетки что и для чисел с ФТ.

**2.2 Представление в памяти**

Вещественные числа в отличие от целых представляются и хранятся в памяти в прямом коде, их представление стандартизовано. Согласно стандарту IEЕЕ – 754 для ПК IBМ PC вводят три машинных формата:

– одинарной точности (4 байта);

– двойной точности (8 байт);

– расширенной точности (10 байт).

Некоторые фирмы разработчики ПО используют нестандартные форматы (в компиляторе языка Pascal фирмы Borland используется формат длиной б байтов).

Представление вещественных чисел в классическом двоичном формате

Представление вещественных чисел в классическом двоичном формате имеет четыре поля используется в старых ЭВМ.

Задание 1. Считать из памяти (найти Х10) число, представленное в классическом двоичном формате.

X = -0.10100\*2-3 = -19/32\*2-3 = -19/256.

Задание 2 Х= +7 представить в классическом двоичном формате (n=5, m=3). X = +7 = 111.1012 = 0.111101\*2+3

0 11110 0 0112

**2.3 Машинные форматы вещественных данных**

В различных алгоритмических языках принятые стандарты описываются разными ключевыми словами.

В языке Turbo-Pascal определены следующие типы вещественных чисел: single, Real, double, extended и comp.

Типы вещественных чисел в языке Turbo-Pascal приведены в таблице 1.

Таблица 1. Типы вещественных чисел в языке Turbo-Pascal

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название типа | Длина в байтах | Мантисса (десятичных значащих цифр) | Диапазон десятичного порядка |
| single | 4 | 7… 8 | -45..+38 |
| real | б | 11…12 | -39..+38 |
| double | 8 | 15…16 | -324..+308 |

Во всех типах мантисса хранится в прямом коде (ПК). Порядок (или экспонента е) задается в так называемой смещенной форме. Смещение выбирается так, чтобы характеристика была целым положительным числом (тогда знак характеристики хранить не требуется).

Смещение для типа real =129, для типа single =127, для типа double =1023.

Смещенный порядок (характеристика Е) равен истинному порядку П, увеличенному на величину смещения, т.е. Е=П+смещение.

Если 0<Е<255, то значение числа X определяется по правилу:

для формат single: X = f (S, E, M) = (-l)S-2(E -l27) (1.M);

для формата real: X = f (S, M, E) = (-l)S-2(E -l29) (1.M), где S=0 или 1.

**2.4 Внутреннее представление вещественных данных**

Формат Single (4 байта)

31 30 23 22 0

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| S | E (8 бит) | M (23 бита) |

если 0<E<255, то (-1)s\*2(E -127)\*(1.M)

если E=0 и M≠255, то (-1)s\*2(E -127)\*(1.M)

1. X = f (S, E, M) = если E=0 и M=0, то (-1)s\*0

если E=255 и M=0, то (-1)s\*∞

если E=255 и M≠0, то X-нечисло (NAN, Not-a-Number).

Формат real (6 байт)

47 46 8 7 0

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| S | M (39 бит) | Е (8 бит) |

0, если е=0

Х = f (S, M, E) =

(-1)S\*2(E-129) \*(1.М), если 0<Е<255

Формат double (8 байтов)

63 62 52 51 0

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| S | E (11 бит) | M (52 бита) |

Х = (-1)s\*2(E-01023)\*(1.M).

**3. Практическая часть**

Считывание вещественных чисел из памяти ЭВМ.

Регистрация:

– выбрать пункт меню «Информатика»;

– в появившемся подменю выбрать пункт GR440;

– после появления приглашения D:\INFORM\GR440 запустить рабочую среду, набрав на клавиатуре Lab6 и нажав [Enter].

**Задание 1.** Число -23 представить в ФПТ в форматах single, real и double и разместить в памяти ПК, начиная с адреса ds: OOCOh. Результаты преобразования и перехода от значения числа к представлению его в памяти занести в таблицу 2.

Таблица 2. Переход от X10 к отображению в памяти

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число | Алгебраическая запись | Формат | 16-ричное представление числа | Адрес | Отображение в памяти |
| -23 | -1.0111\*2+4 | single | С1 B8 00 00 | ds:00C0h | 00 00 B8 C1 |
| -23 | -1.0111\*2+4 | real | B8 00 00 00 00 85 | ds:00C8h | 85 00 00 00 00 B8 |
| -23 | -1.0111\*2+4 | double | C0 37 00 00 00 00 00 00 | ds:00D0h | 00 00 00 00 00 00 37 C0 |

Комментарии к таблице 2:

Х=-23=-1.01112=-1.0111\*2+4

В формате single:

порядок Е=4+127=131=83h=100000112

Sg E M

Х: 1 10000011 01110000000000000000000

Х: 1100 0001 1011 1000 0000 0000 0000 0000

Х: C 1 B 8 0 0 0 0

Число Х=-23 в формате single в 16-ричной СС представляется как Х:С1В80000h и отображается в памяти в обратном порядке Х:00 00 В8 С1.

В формате real:

порядок Е=4+129=133=85h=100001012

Sg M E

Х: 1 011100000000000000000000000000000000000 10000101

Х: 1011 1000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 1000 0101

Х: B 8 0 0 0 0 0 0 0 0 8 5

Число Х=-23 в формате real в 16-ричной СС представляется как Х:В80000000085h и отображается в памяти в обратном порядке Х:85 00 00 00 00 В8.

В формате double:

порядок E=4+1023=1027=403h=100000000112

Sg E M

Х: 1 10000000011 0111000000000000000000000000000000000000000000000000

Х: 1100 0000 0011 0111 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000

Х: C 0 3 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Число Х=-23 в формате double в 16-ричной СС представляется как Х:С037000000000000h и отображается в памяти в обратном порядке Х:00 00 00 00 00 00 37 С0.

**Задание 2.** По адресам ds:2h, ds:2ah, ds:66h считать из памяти числа, в режиме отображения byte, представленные в форматах single, real и double, и найти их десятичный эквивалент. Результаты представить в виде таблицы 3.

**Вариант 8 (адреса: ds:1Eh, ds:54h, ds:9Eh)**

Установить подокно с отображением оперативной памяти (ОП) на область, начинающуюся с адреса ds:1Eh:

– Ctrl+G;

– В открывшемся диалоговом окне набрать адрес ds:1Eh и нажать <Enter>;

Установить режим отображения byte, после чего нажать <Enter>;

– ALT+F10;

– Переместите курсор на пункт Display as и нажмите <Enter>;

– Выберите требуемый режим отображения (byte) и нажмите <Enter>;

– Перенести представление числа в памяти, расположенного по адресу ds:1Eh, в Таблицу 2.

Установить подокно с отображением оперативной памяти (ОП) на область, начинающуюся с адреса ds:54h:

– Ctrl+G;

– В открывшемся диалоговом окне набрать адрес ds:54h и нажать <Enter>;

– Перенести представление числа в памяти, расположенного по адресу ds:1Eh, в Таблицу 2.

Установить подокно с отображением оперативной памяти (ОП) на область, начинающуюся с адреса ds:9Eh:

– Ctrl+G;

– В открывшемся диалоговом окне набрать адрес ds:9Eh и нажать <Enter>;

– Перенести представление числа в памяти, расположенного по адресу ds:1Eh, в Таблицу 3.

Таблица 3. Переход от отображения в памяти к Х10

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Формат |  |  |  |
| ds:0002h | single |  |  |  |
| ds:002аh | real |  |  |  |
| ds:0066h | double |  |  |  |

**Список литературы**

1. Информатика, ч.I: Методические указания к лабораторным работам / Сост. Н.И. Иопа. – Рязань: РГРТА 2002.

2. Информатика. Базовый курс / С.В. Симонович и др. СПб.: Питер, 2001, с. 114–120.

3. Шафрин Ю.А. Информационные технологии. М.: Лаборатория Базовых знаний, 1998, с. 164–179.