

МОУ «Средняя общеобразовательная школа р.п. Пинеровка Балашовского района»
Школьный центр математики и информатики

Проверка факта двоичного представления чисел в компьютере

Исследовательская работа по программированию

Выполнил Неугодников Владислав,
ученик 9 класса

Учитель-консультант
Пичугин Виталий Владимирович

2014-2015 учебный год

План

Введение

I. Запись чисел в десятичной и двоичной системах счисления

II. Построение компьютерной программы и проведение эксперимента

Заключение

Список использованной литературы

Введение

Исследование посвящено проверке факта двоичного представления чисел в компьютере.

Цель исследования: применить теоритические знания систем счисления на практике; построить программу, которая будет доказывать факт двоичного представления чисел в компьютере.

Методы исследования: числовые вычисления; компьютерный эксперимент; анализ результатов.

Гипотеза: компьютер хранит и обрабатывает числовую информацию в двоичном коде.

I. Запись чисел в десятичной и двоичной системах счисления

Выясним, как в двоичной системе выглядит число $1/128 (=0,0078125)$.

0,

0 | 015625

0 | 03125

0 | 0625

0 | 125

0 | 25

0 | 5

1 | 0

$1/128=0,0000001_2$

Легко представить в двоичном виде дроби:

$1/2=0,1_2$

$1/4=0,01_2$

$1/8=0,001_2$

$1/16=0,0001_2$

$1/32=0,00001_2$

$1/64=0,000001_2$

Все представленные дроби выражаются конечной двоичной дробью.

Легко проверить, что если знаменатель не может быть представлен степенью двойки, то при переводе в двоичную систему счисления двоичная дробь будет бесконечная. Значит, при сохранении в разрядной сетке компьютера неизбежно произойдет замена точного значения приближенным.

II. Построение компьютерной программы и проведение эксперимента

Из уроков информатики известно, что в компьютере данные хранятся и обрабатываются в двоичной системе счисления. А действительно ли это так? В собственных программах, в электронной таблице и в других случаях мы вводим десятичные числа и получаем на экране десятичный результат. Можем ли мы быть уверенными, что компьютер производил действия именно в двоичной системе? Как это проверить?

Чтобы убедиться в этом, давайте проведём небольшой эксперимент.

Наберём несложную программу, которая на школьном алгоритмическом языке имеет вид:

```
алг Проверка_двоичного_представления_чисел
нач цел m, n, i, вещ h, sum
  m := 128
  вывод нс, " n      Разность"
  нц для n от m - 1 до m + 1
    h := 1/n
    sum := 0
    нц для i от 1 до n
      sum := sum + h
    кц
  вывод нс
  вывод n, " ", sum - 1
кц
кон
```

Прокомментируем её. Внешний оператор цикла с параметром n обеспечивает трехкратное исполнение программы для значений n от m-1 до m+1 (в рассмотренном примере это 127, 128 и 129). Нетрудно заметить, что речь идёт о числе, являющемся точной степенью двойки (т.е. $m=128=2^7$) и двух «соседних» ($m-1=127$, $m+1=129$). Далее для каждого из трёх чисел n раз происходит суммирование величины $1/n$ и печатается разность, показывающая, насколько полученное число (по сути, равное $(n \cdot 1):n=1$) отличается от 1.

Запишем программу на языке Паскаль

```
program Proverka_dvoichnogo_predstavleniya_chisel;
var m,n,i:integer;
    h,sum:real;
begin
  m:=128;
  writeln('n raznost');
  for n:=m-1 to m+1 do
  begin
    h:=1/n;
    sum:=0;
    for i:=1 to n do
```

```

begin
    sum:=sum+h
end;

writeln(n, ' ');
sum:=sum-1;
writeln(sum);
end;
end.

```

Запустив программу, мы увидим на экране следующий результат:

```

D:\BP\BIN\BP.EXE
Borland Pascal Version 7.0 Copyright (c) 1983,92 Borland International
n raznost
127
-7.2759576142E-12
128
0.0000000000E+00
129
2.1827872843E-11
-

```

Только для числа 128 результат тождественно равен нулю. А вот для двух других чисел результат получился хоть и маленький, но ненулевой! Почему? Всё дело в том, что число $1/128$ представляется в двоичной системе точно, а числа $1/127$ и $1/129$ – нет.

Может быть, это случайность? Проверим это для других значений m , например, 512 или 2048.

```

D:\BP\BIN\BP.EXE
Borland Pascal Version 7.0 Copyright (c) 1983,92 Borland International
n raznost
511
-1.2732925825E-11
512
0.0000000000E+00
513
-1.2732925825E-11
-

```

```
с:\ D:\BP\BIN\BP.EXE
Borland Pascal Uersion 7.0 Copyright (c) 1983,92 Borland International
n raznost
2047
-9.4587448984E-11
2048
0.0000000000E+00
2049
1.0913936421E-10
-
```

В то же время при $m=125$ все три результата будут отличными от нуля, т.е. степени двойки действительно являются «особенными».

```
с:\ D:\BP\BIN\BP.EXE
Borland Pascal Uersion 7.0 Copyright (c) 1983,92 Borland International
n raznost
124
-8.1854523160E-12
125
-1.6370904632E-11
126
-9.0949470177E-12
-
```

Заключение

Полученные результаты можно объяснить единственным способом: компьютер действительно хранит числа (и целые, и дробные) и производит вычисления в двоичной системе. Именно поэтому только для степеней двойки ему удастся получить точный результат. Выявленный факт следует учитывать при написании компьютерных программ.

Список использованной литературы

1. Еремин Е.А. Популярные лекции об устройстве компьютера. СПб.: «БХВ-Петербург», 2003.
2. Информатика и ИКТ. Базовый курс: Учебник для 9 класса / Н.Д.Угринович – 8-е изд. – М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
3. Информатика №1, 2015, с.61