石家莊鐵道大學 SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

微型计算机基础

数制及相互转换

主讲 ：燕延

目录

1、无符号数的表示
2、数制及其相互转换

日常生活中的进制种类：

十进制

每年月份：12进制

每天小时数：24进制

时←分←秒：60进制

英尺（英寸）12进制

在计算机中：采用二进制，为书写方便也采用16进制。

一、无符号数的表示

1、无符号数的表示法

(1)十进制数的表示法

十进制计数法的特点是：以10为底，逢10进1，借1当10。

需要10个数字符号（基数）0，1，2，…，9。

例如：125.6 , 58 , 63； 十进制的后缀是D，可以省略不写。

(2)二进制数的表示法

二进制计数法的特点是：以2为底，逢2进1，借1当2。需要两个数字符号0，1。 二进制的后缀是B

10111100B、1100.11011B

(3)十六进制数的表示方法

十六进制数的特点是"逢16进1，借1当16"，需要用到的数字符号为16个，分别是0～9、A～F，后缀为H .

例如：E5AD.BFH、1234H

二、数制转换

(1)任意进制数转换为十进制数

任意进制数的通式表达：

$$N = \sum_{i=-m}^{n-1} d_i r^i = \left(\sum_{i=0}^{n-1} d_i r^i + \sum_{i=-1}^{-m} d_i r^i \right)$$

n为整数位数，m为小数位数，d_i为位码，r_i为位权。

其中 $\sum_{i=0}^{n-1} d_i r^i$ 为整数部分， $\sum_{i=-1}^{-m} d_i r^i$ 小数部分。

十进制 $N_D = \left(\sum_{i=0}^{n-1} D_i 10^i + \sum_{i=-1}^{-m} D_i 10^i \right)$

$(234.13)_{10}=2\times10^2+3\times10^1+4\times10^0+1\times10^{-1}+3\times10^{-2}$

二进制 $N_B = \left(\sum_{i=0}^{n-1} B_i 2^i + \sum_{i=-1}^{-m} B_i 2^i \right)$

$(101.11)_2=1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0+1\times2^{-1}+1\times2^{-2}=5.75$

十六进制：

$$N_H = \left(\sum_{i=0}^{n} \boldsymbol{H}_i r^i + \sum_{i=-1}^{-m} H_i r^i \right)$$

$(AC.B5)_{16} = A \times 16^1 + C \times 16^0 + B \times 16^{-1} + 5 \times 16^{-2}$

$= 10 \times 16^1 + 12 \times 16^0 + 11 \times 16^{-1} + 5 \times 16^{-2}$

$= 172.70703125$

即任意进制转十进制的方法

(2) 十进制数与二进制数之间的转换

1) 十进制整数转换成二进制整数：

方法：除2取余法，结果倒排列。

具体做法：将十进制数除以2，得到一个商和一个余数；再将商除以2，又得到一个商和一个余数；继续这一过程，**直到商等于0为止**。每次得到的余数(必定是0或1)就是对应的二进制数的各位数字。

注意：第一次得到的余数为二进制数的最低位，最后得到的余数为二进制数的最高位。

【例1】将十进制数97转换成二进制数。其过程如下：

2	97	余数为1，即$A_0=1$
2	48	余数为0，即$A_1=0$
2	24	余数为0，即$A_2=0$
2	12	余数为0，即$A_3=0$
2	6	余数为0，即$A_4=0$
2	3	余数为1，即$A_5=1$
2	1	余数为1，即$A_6=1$
	0	余数为0，结束

最后结果为：

$$(97)_{10} = \underline{(A_6\ A_5\ A_4\ A_3\ A_2\ A_1\ A_0)_2} = (110\ 0001)_2$$

2) 十进制小数转换成二进制小数

方法：乘2取整，结果顺排列。

具体做法：用2乘以十进制小数，得到整数和小数部分；再用2乘以小数部分，又得到一个整数和一个小数部分；继续这一过程，直到余下的小数部分为0或满足精度要求为止；

最后将每次得到的整数部分(必定是0或1)按先后顺序从左到右排列，即得到所对应的二进制小数。

【例2】将十进制小数0.6875转换成二进制小数。

其过程如下：

在线开放课程

$$
\begin{array}{rl}
 & 0.6875 \\
\times & 2 \\
\hline
 & 1.3750 \text{ 整数部分为1，即}A_{-1}=1 \\
 & 0.3750 \text{ 余下的小数部分} \\
\times & 2 \\
\hline
 & 0.7500 \text{ 整数部分为0，即}A_{-2}=0 \\
 & 0.7500 \text{ 余下的小数部分} \\
\times & 2 \\
\hline
 & 1.5000 \text{ 整数部分为1，即}A_{-3}=1 \\
 & 0.5000 \text{ 余下的小数部分} \\
\times & 2 \\
\hline
 & 1.0000 \text{ 整数部分为1，即}A_{-4}=1 \\
 & 0.0000 \text{ 余下的小数部分为0，结束}
\end{array}
$$

最后结果为：$(0.6875)_{10}=(0.A_{-1}A_{-2}A_{-3}A_{-4})_2=(0.1011)_2$

为了将一个既有整数又有小数部分的十进制数转换成二进制数，可以将其整数部分和小数部分分别进行转换，然后再组合起来。例如：

$$(97)_{10}=(110\ 0001)_2$$

$$(0.6875)_{10}=(0.1011)_2$$

由此可得：$(97.6875)_{10}=(110\ 0001.1011)_2$

十进制与N进制之间的转换规则：

整数部分：除N取余，结果倒排序

小数部分：乘N取整，结果正排序

补充：用降幂法将十进制数转换为二进制数

首先写出要转换的十进制数，其次写出所有小于此数的各位二进制权值，然后用要转换的十进制数减去与它最相近的二进制权值，如够减则减去并在相应位记以1；如不够减则在相应位记以0并跳过此位；如此不断反复，直到该数为0为止。

石家庄铁道大学 SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

常用二进制权值

整数部分：

2^{11}	2^{10}	2^{9}	2^{8}	2^{7}	2^{6}	2^{5}	2^{4}	2^{3}	2^{2}	2^{1}	2^{0}
2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

2^{19}	2^{18}	2^{17}	2^{16}	2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}
524288	26214	131072	65536	32768	16384	8192	4096

小数部分：

2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}
0.5	0.25	0.125	0.0625	0.03125

【例3】N＝117D转换为二进制数

解：N=117，已知小于此数的二进制权值分别为：

64，32，16，8，4，2，1

详细计算过程如下：

$117-2^6=117-64=53$ $(a_6=1)$

$56-2^5=53-32=21$ $(a_5=1)$

$21-2^4=21-16=5$ $(a_4=1)$

$5-2^3=5-8$ 不够减 $(a_3=0)$

$5-2^2=5-4=1$ $(a_2=1)$

$1-2^1=1-2$ 不够减 $(a_1=0)$

$1-2^0=1-1=0$ $(a_0=1)$

N=117D=111 0101B

【例4】 将十进制数N=0.8125转换为二进制小数

石家庄铁道大学 SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

小于此数的二进制权为： 0.5 0.25 0.125 0.0625 0.03125。。。。

计算过程如下：

$0.8125-2^{-1}=0.8125-0.5=0.3125$ $(b_1=1)$

$0.3125-2^{-2}=0.3125-0.25=0.0625$ $(b_2=1)$

$0.0625-2^{-3}=0.0625-0.125$ 不够减 $(b_3=0)$

$0.0625-2^{-4}=0.0625-0.0625=0$ $(b_4=1)$

N=0.8125D=0.1101B

所以：117.8125=111 0101.1101B

思考：1028　69　4100 等转换成二进制数，体验降幂法的优点

1028？

1024

4

1028=100 0000 0100B

4100？

4100=1 0000　0000　0100B

4096

4

69？

64

4

1

69=100 0101B

熟记以下十进制、二进制、十六进制之间的关系

在线开放课程

十进制	0	1	2	3	4	5	6	7
二进制	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
十六进制	0	1	2	3	4	5	6	7

十进制	8	9	10	11	12	13	14	15
二进制	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
十六进制	8	9	A	B	C	D	E	F

1) 二进制数转换成十六进制数

方法：从小数点所在位置分别向左向右每四位一组进行划分。若小数点左侧的位数不是4的整数倍，在数的最左侧补零；若小数点右侧的位数不是4的整数倍，在数的最右侧补零。然后参照表1-1，将每四位二进制数转换成对应的一位十六进制数，即为二进制数对应的十六进制数。

【例5】直接将二进制1 1110.11转换成十六进制数。

1 | 1110 | . 1100

1 E . C

所以：$(1\ 1110.11)_2=(1E.C)_{16}$

2) 十六进制数转换二进制数

方法：将每一位十六进制数转换成对应的四位二进制数，即为十六进制数对应的二进制数。

【例6】 直接将十六进制数EF.C转换成二进制数。

E	F	.C
1110	1111	.1100

所以：$(EF.C)_{16}=(11101111.11)_2$

本讲小结

1、无符号数的表示

2、数制及其相互转换

①其它进制→十进制

②十进制→二进制→十六进制