预备知识

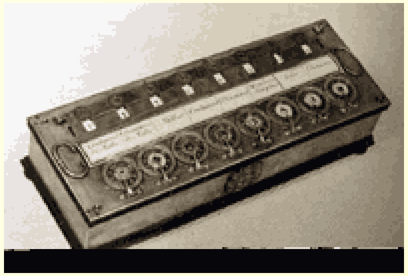
* 二进制

* 补码

* ASCII码

帕斯卡的加法机

1642年，19岁的帕斯卡设计制造了一架机械式计算装置—使用齿轮进行加减运算的计算机。这台加法机中有一组轮子，每个轮子上刻着从0到9的10个数字。某一位的小轮转动了10个数字后，使下一个小轮转动一个数字。计算所得的结果在加法机面板上的读数窗上显示，计算完毕要把轮子逐个恢复到零位。



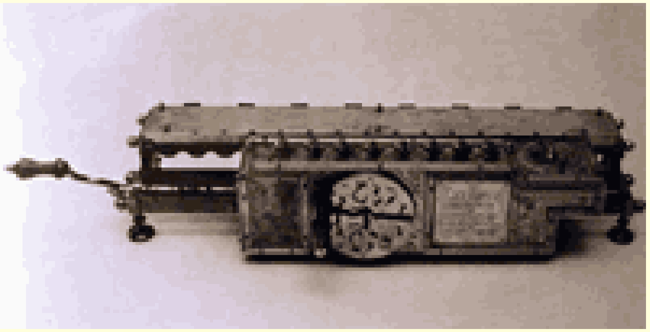
这台加法机在技术上有两个创新：

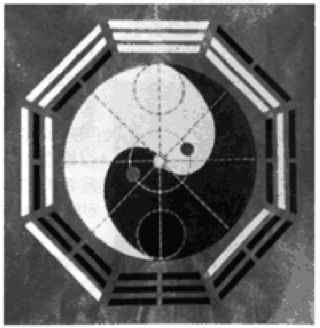
- 自动产生进位；
- 用补码表示负数。

1971年瑞士人沃斯把自己发明的高级语言命名为Pascal，以表达对帕斯卡的敬意，使帕斯卡的英名长留在电脑时代。

莱布尼兹的乘法机

1673年，德国数学家莱布尼兹发明乘法机，这是第一台可以运行完整的四则运算的计算机。在进行乘法运算时采用了移位-加（shift-add）的办法，并用二进制代替十进制。这些方法也被现代的电子计算机所采用。





莱布尼兹认为，中国的八卦是最早的二进制计数法。在八卦图的启迪下，莱布尼兹系统地提出了二进制运算法则。

莱布尼兹因独立发明微积分而与牛顿齐名，并被《不列颠百科全书》列为“西方文明最伟大的人之一”。

莱布尼兹非常向往和崇尚中国的古代文明，他把自己研制的乘法机的复制品赠送给中国皇帝康熙，以表达他对中国的敬意。

预 备 知 识

$2^2=4$　　$2^4=16$　　$2^8=256$　　$2^{10}=1024$

$2^{16}=65536$　$2^{20}=1048576$

1K= $2^{10}=1024$　　（Kilo）

1M=1024K= 2^{20}　（Mega）

1G=1024M= 2^{30}　（Giga）

1T=1024G= 2^{40}　（Tera）

1个二进制位：bit（比特位）(最小的存储单位)

8个二进制位：Byte（字节） 1Byte=8bit

（基本存储单位）

1. 数　　制

- **十进制：**基数为10，逢十进一

  $12.34 = 1 \times 10^1 + 2 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 4 \times 10^{-2}$

- **二进制：**基数为2，逢二进一

  $1101_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 = 13_{10}$

- **十六进制：**基数为16，逢十六进一

  1001, 0001, 1000, 0111

  9　　1　　8　　7

  $= \quad 9 \times 16^3 + 1 \times 16^2 + 8 \times 16^1 + 7 \times 16^0$

- **八进制：**基数为8，逢八进一

数　　制	基 数	数　　码
二进制 Binary	2	0,1
八进制 Octal	8	0,1,2,3,4,5,6,7
十进制 Decimal	10	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
十六进制 Hexadecimal	16	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, A,B,C,D,E,F

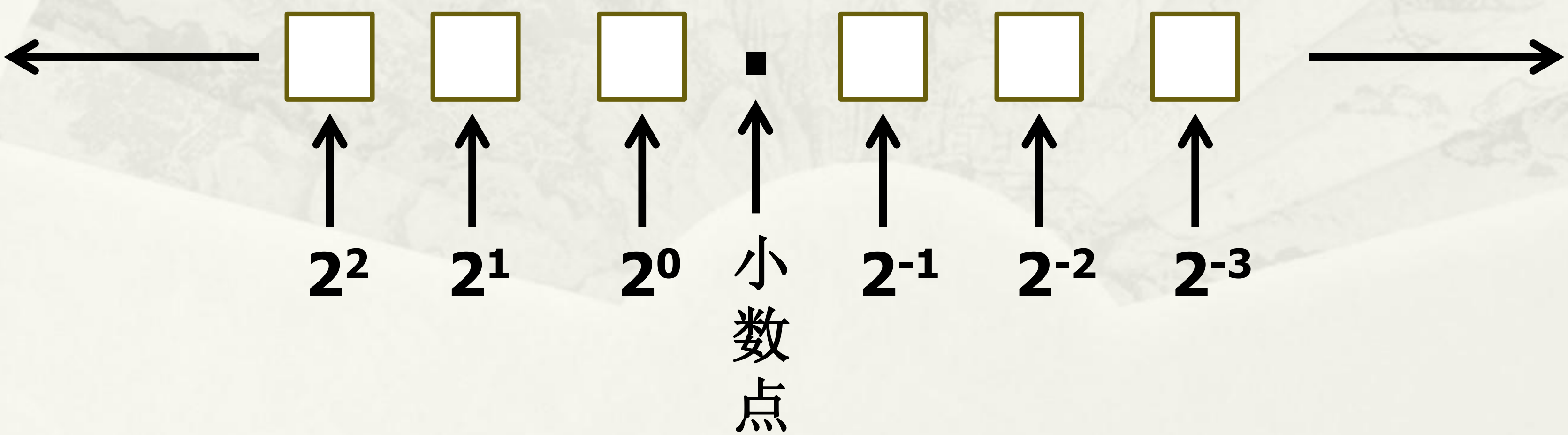
任意进制数的表示(2)

* 不同进位计数制的各种数码

十进制数	二进制数	八进制数	十六进制数
0	0000	00	0
1	0001	01	1
2	0010	02	2
3	0011	03	3
4	0100	04	4
5	0101	05	5
6	0110	06	6
7	0111	07	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

二进制数和十进制数的转换(1)

- 二进制数转换成十进制数
  - 方法：将二进制数写成按权展开式，并将式中各乘积项的积算出来，然后各项相加，即可得到与该二进制数相对应的十进制数。



二进制数和十进制数的转换(1)

* 二进制数转换成十进制数
  * 例子:

$(11010.101)_2=1\times 2^4+1\times 2^3+0\times 2^2+1\times 2^1$
$+ 0\times 2^0 +1\times 2^{-1}+0\times 2^{-2}+1\times 2^{-3}$
$=16+8+2+0.5+0.125$
$=(26.625)_{10}$

返回

二进制数和十进制数的转换(2)

* 十进制数转换成二进制数(短除法)

2 | 357 …… 1
2 | 178 …… 0
2 | 89 …… 1
2 | 44 …… 0
2 | 22 …… 0
2 | 11 …… 1
2 | 5 …… 1
2 | 2 …… 0
2 | 1 …… 1
0

低

整数部分转化

高

$(357)_{10}=(101100101)_2$

小数部分转化

	0.	385×2
（高位） 0	.	77×2
1	.	54×2
1	.	08×2
0	.	16×2
0	.	32×2
0	.	64×2
（低位） 1	.	28

则： $(0.385)_{10} = (0.0110001)_2$ 存在一定的转化误差

练习

- 十进制数 189 转化为二进制数？
- 二进制数 11011011 转为十进制数？
- 十进制 10.625转化为二进制数？
- 二进制 1110.11 转为十进制数？

10111101
219
1010.101
14.75

返回

八进制数、十六进制数与二进制数的转换

- 八进制数的基数是8（$8=2^3$），十六进制数的基数是16（$16=2^4$）。二进制数、八进制数和十六进制数有2的整指数倍的关系，因而可以直接转换。
- 二进制数转八进制数或十六进制数：从小数开始，分别向左、右 3 或 4 位分组，最后不满 3 或 4 位的，需加 0 。将每组以对应的八进制数或十六进制数代替，即为等值的八进制数或十六进制数。
- 例子：

八进制	**2**	**5**	**7**	**.**	**0**	**5**	**5**	**4**
二进制	**010**	**101**	**111**	**.**	**000**	**101**	**101**	**100**
十六进制	**A**		**F**	**.**	**1**		**6**	**C**

则：$(257.0554)_8=(10101111.0001011011)_2=(AF.16C)_{16}$

windows的“计算器”工具来进行进制转换
查看菜单->”程序员”

练习

* 十六进制数 A3 转化为二进制数？
* 二进制数 1101 1111 0010 转为十六进制数？
* 八进制 17.25转化为二进制数？
* 二进制 110.11 转为十六进制数？

1010 0011
DF2
1111.010101
6.C

3. 运算

- 算术运算

二进制

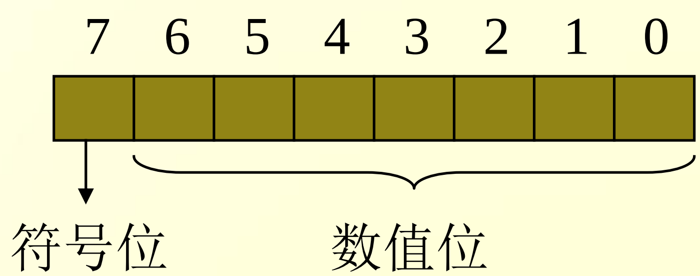
加法规则	乘法规则
0+0=0	$0 \times 0=0$
0+1=1	$0 \times 1=0$
1+0=1	$1 \times 0=0$
1+1=0（进位1）	$1 \times 1=1$

4. 数和字符的表示

- **数（机器数）的表示：**

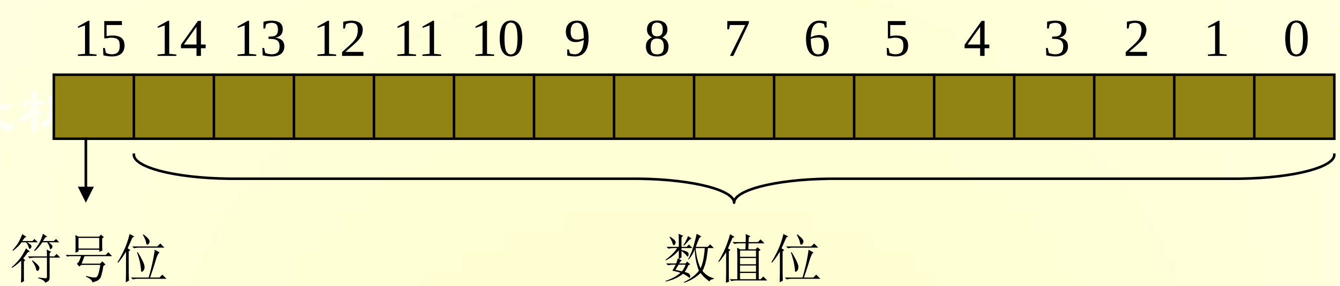
计算机中的数用二进制表示，数的符号也用二进制表示。

数的存储空间：一般是字节的整数倍（8位、16位、32位等）



符号位=0 表示正数

符号位=1 表示负数



真值和机器数

- 真值：

符号（+/-）+ 尾数（绝对值）

$(+5)_{10}=(+101)_2$

$(-7)_{10}=(-111)_2$

- 机器数：

S	数值

符号位

将符号（+/-）数码化
用最高位做符号位

- 数的符号在计算机中的表示：

原码、反码、补码：0表示正数，1表示负数

* 原码、反码和补码的转换规则:
* 最高位为符号位，0正1负
* 正数的原码、反码和补码是一样的
* 负数
  原码:最高位为1
  反码:最高位为1,其余取反(1变0,0变1)
  补码:在反码的基础上在最低位加1

用8位二进制数表示+12 -12的原、反、补码

	原	反	补
+12	00001100	00001100	00001100
-12	10001100	11110011	11110100

常用表示法 —— 原码　反码　补码

原码表示法：符号 + 绝对值

例： n=8bit

$[+3]_{原码}$ = 0 000,0011

$[-3]_{原码}$ = 1 000,0011

$[+0]_{原码}$ = 0 000,0000

$[-0]_{原码}$ = 1 000,0000　　　**∴ 0的表示不唯一**

反码表示法：正数的反码同原码，负数的反码数值位与原码相反

例： n=8bit

$[+5]_{反码}$ = 0 000,0101

$[-5]_{反码}$ = 1 111,1010

$[+0]_{反码}$ = 0 000,0000

$[-0]_{反码}$ = 1 111,1111　　　∴ 0的表示不唯一

补码表示法

正数的补码：同原码

$[+1]_{补码}$ = 0000 0001

$[+127]_{补码}$ = 0111 1111

$[+0]_{补码}$ = 0000 0000　　　　**0的表示是唯一的**

负数的补码：（1）写出与该负数相对应的正数的补（原）码

（2）按位求反

（3）末位加一

例：机器字长8位，$[-46]_{补码}$ = ？

$[46]_{补码}$ = 0010 1110

按位求反

1101 0001

末位加一

1101 0010

$[-0]_{补码}$ = 0000 0000

$[-1]_{补码}$ = 1111 1111

$[-127]_{补码}$ = 1000 0001

$[-128]_{补码}$ = 1000 0000

补码表示最小的数（单字节）

n位补码的表数范围： $-2^{n-1} \le N \le 2^{n-1}-1$

n=8 $-128 \le N \le 127$

n=16 $-32768 \le N \le 32767$

无符号整数：即最高位不表示符号，表示数值

表示数范围 $0 \le N \le 2^{n}-1$

n=8 $0 \le N \le 255$

n位原码的表示范围： $-2^{n-1} < N \leq 2^{n-1}-1$

n位反码的表示范围： $-2^{n-1} < N \leq 2^{n-1}-1$

n位补码的表示范围： $-2^{n-1} \leq N \leq 2^{n-1}-1$

n位**无符号数**的表示范围：$0 \leq N \leq 2^{n}-1$

以n=8为例：

原码： $-127 \leq N \leq 127$

反码： $-127 \leq N \leq 127$

补码： $-128 \leq N \leq 127$

无符号数： $0 \leq N \leq 255$

思考：为什么原码、反码无法表示 -128？

用补码如何表示-128？

“正”“反”转换的过程都要熟练掌握

真值 $\rightleftarrows$ 原码、反码、补码

* 练习:写出90, -90的8位二进制数原码、反码和补码

	原码	反码	补码
+90	01011010	01011010	01011010
-90	11011010	10100101	10100110

* 练习:下列数的8位二进制补码为

00110001　10011010

求这两个数的真值。

49、-102

字符的表示

ASCII码：

全称：American Standard Coad for Information Interchange 用一个字节来表示一个字符，低7位为字符的ASCII值，最高位一般用作校验位。

美国信息交换标准代码是一种用于信息交换的标准代码，代表标准美国键盘上的字符或符号。通过将这些字符使用的值标准化，ASCII允许计算机和计算机程序交换信息，为了使用相同的编码规则，美国有关的标准化组织就出台了ASCII编码，统一规定了键盘上常用符号用哪个二进制数来表示。

字符的表示

熟悉常用字符的ASCII（参见附录B）

例：　‘A’　十进制：65　　二进制：01000001

‘a’　十进制：97　　二进制：01100001

‘0’　十进制：48

换行　十进制：10

回车　十进制：13

空格　十进制：32

思考：大写字母与小写字母ASCII码的关系？

字符编码（ASCII码）

H L	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	‘	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	“	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	,	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	)	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	(	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	’	<	L	\	l	|
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

小结

- 几种常用进制（二进制、十进制和十六进制）的表示方法和相互转化方法
- 数（特别是负数）的补码表示
- ASCII码

作 业

1. 从下载“CodeBlocks”（选做），仿照课本例题，编写、运行一个输出自己姓名，学号，班级，籍贯的程序。（然后把程序写到纸上）

2. 求十进制数2.125的二进制。

3. 求下列十进制数的8位二进制补码。

   112，0，-0，-128，-78

4.有两个数，其8位二进制补码为10110110，01101101，其真值分别为多少？

5. 写出下列字符在计算机中存储的二进制形式

   ‘0’　‘o’　　‘O’，　‘A’，　‘c’

   零　　小写o　大写o

6、预习课本第二章内容，尤其是“求闰年”“求素数”的过程以及对应的流程图

上讲总结

* 进制的转换
  二 <-----> 十 （整数部分、小数部分）
  二 <-----> 八、十六 （整数部分）

* 整数原码、反码、补码表示方法

* ASCII码
  （常见字符的ASCII码）

练习

- 将十进制数 56.125 转化为二进制数
- 写出-67、127 的8位二进制补码表示
- 8位二进制补码表示的最小的数是什么？真值
- 8位二进制无符号数所能表示范围？
- ‘a’ ‘A’ ‘0’ ‘ ’(空格) 的ASCII码？

111000.001

10111101 01111111

10000000 -128

0到255 97 65 48 32

补码的表示

- 正数的补码同原码；符号位：0正1负
- **对负数，二进制原码，从右往左数，遇到第一个1时，右边的数（含这个1）不变，左边的数全部取反。**
- 例如：-102

$$(102)_{10}=(1100110)_2$$

0011010

补码： 10011010 （加上符号位）