



华南师范大学
SOUTH CHINA NORMAL UNIVERSITY

第2章 简单数据的表示

2.1 数值的存储

数 制

用一组固定的数字和一套统一的规则来表示数目的方法。

2进制

0、1，逢2进1

8进制

0……7，逢8进1

10进制

0……9，逢10进1

16进制

0……9、A……F，逢16进1



2进制: **2**, 2^{n-1} , 2^{n-2} , 2^1 , 2^0 , 2^{-1} , 2^{-2} ,

8进制: **8**, 8^{n-1} , 8^{n-2} , 8^1 , 8^0 , 8^{-1} , 8^{-2} ,

10进制: **10**, 10^{n-1} , 10^{n-2} , 10^1 , 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} ,

16进制: **16**, 16^{n-1} , 16^{n-2} , 16^1 , 16^0 , 16^{-1} , 16^{-2} ,

总结 R 进制: **R**, R^{n-1} , R^{n-2} , R^1 , R^0 , R^{-1} , R^{-2} ,

数制转换

不同进制，计数功能等价，可以相互转换。

2进制-----10机制：人类习惯

2进制-----8机制：程序设计，处理方便性

2进制-----16机制：程序设计，处理方便性

```
-e 0adf:0100 'h' 'e' 'l' 'l' 'o'
-r
AX=0000 BX=0000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000
DS=0ADF ES=0ADF SS=0ADF CS=0ADF IP=0100  NU UP EI PL NZ NA PO NC
0ADF:0100 68                DB                68
-d 0adf:0100
0ADF:0100 68 65 6C 6C 6F 75 0A 80-3E D2 99 00 75 BB 49 74  hellou..>...u.It
0ADF:0110 B8 BA 0D 8C EB 23 33 D2-87 D1 B8 01 34 00 CE 0A  ....#3....4...
0ADF:0120 DF 99 89 16 E1 99 80 3E-C5 96 00 74 9C B4 40 CD  ....>...t..e.
0ADF:0130 21 72 5F C6 06 E3 99 1A-C3 E8 FF 0F FE 06 D2 96  ?r_.....~3
0ADF:0140 80 3E D1 96 00 74 48 8B-1E 13 99 83 FB 00 7E 33  .>...tH.....
0ADF:0150 8B 0E E1 99 8B 16 DF 99-8B C1 0B C2 74 21 B8 00  ....t?...
0ADF:0160 42 CD 21 33 C9 B4 40 CD-21 80 3E E3 99 00 74 08  B.?!3..e.!.>...t.
0ADF:0170 41 BA E3 99 B4 40 CD 21-B4 3E CD 21 E9 6A FA B4  A....e.!.>..!..j..
```

二进制和十进制的转换

二进制数转换为十进制数 规则：按“权”展开求和

例： $(2019.8)_{10} = 2 \times 10^3 + 0 \times 10^2 + 1 \times 10^1 + 9 \times 10^0 + 8 \times 10^{-1}$



10^N

$$\begin{aligned}(1001.1)_2 &= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} \\ &= (8 + 0 + 1 + 0.5)_{10} \\ &= (9.5)_{10}\end{aligned}$$

2^N


$$\begin{aligned}(6B.8)_2 &= 6 \times 16^1 + 11 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} \\ &= (96 + 11 + 0.5)_{10} \\ &= (107.5)_{10}\end{aligned}$$

16^N

十进制转换为二进制整数

整数部分：**除以2取余，直到商为0，从下往上读数。**

- ◆ 例：将十进制数87转化为二进制

$$\begin{array}{r} 2 \mid \underline{\hspace{2cm}} 87 \dots\dots 1 \\ 2 \mid \underline{\hspace{2cm}} 43 \dots\dots 1 \\ 2 \mid \underline{\hspace{2cm}} 21 \dots\dots 1 \\ 2 \mid \underline{\hspace{2cm}} 10 \dots\dots 0 \\ 2 \mid \underline{\hspace{2cm}} 5 \dots\dots 1 \\ 2 \mid \underline{\hspace{2cm}} 2 \dots\dots 0 \\ 2 \mid \underline{\hspace{2cm}} 1 \dots\dots 1 \\ 0 \end{array}$$


所以, $(87)_{10} = (1010111)_2$

小数部分：乘二取整，直到小数部分为零或给定的精度为止，从前向后读数。

	0.8125	
X	2	整数
<hr/>		
	1.6250	..... 1
	0.625	
X	2	
<hr/>		
	1.250	..... 1
	0.25	
X	2	
<hr/>		
	0.5	..... 0
	0.5	
X	2	
<hr/>		
	1.0	..... 1

所以, $(0.8125)_{10} = (0.1101)_2$

$(0.65)_{10} = (0.10100110011)_2$

10---R进制

整数部分：除以R取余
小数部分：乘以R取整

二进制和八进制的转换

2进制到8进制：3位归并
8进制到2进制：1位分3位

例如：将 $(10101101.10111)_2$ 转换成8进制数。

$$\begin{aligned}(10101101.10111)_2 &= (\underline{010} \ \underline{101} \ \underline{101} \ . \underline{101} \ \underline{110})_2 \\ &\quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ &= (\ 2 \quad 5 \quad 5. \quad 5 \quad 6)_8\end{aligned}$$

例如：将 $(255.56)_8$ 转换成2进制数。

$$\begin{aligned}(255.56)_8 &= (\ 2 \quad 5 \quad 5. \quad 5 \quad 6)_8 \\ &\quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ &= (\underline{010} \ \underline{101} \ \underline{101} \ . \underline{101} \ \underline{110})_2\end{aligned}$$

二进制和十六进制的转换

2进制到16进制：4位归并
16进制到2进制：1位分4位

例如：将 $(10101101.10111)_2$ 转换成16进制数。

$$\begin{aligned}(10101101.10111)_2 &= (\underline{1010} \ \underline{1101} \ . \underline{1011} \ \underline{1000})_2 \\ &\quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ &= (A \quad D \ . \ B \quad 8)_{16}\end{aligned}$$

例如：将 $(AD.B8)_8$ 转换成2进制数。

$$\begin{aligned}(AD.B8)_8 &= (A \quad D \ . \ B \quad 8)_{16} \\ &\quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ &= (\underline{1010} \ \underline{1101} \ . \underline{1011} \ \underline{1000})_2\end{aligned}$$

数字的存储

原则

易实现、易运算

以8位整数存储为例

+90



符号位：0表示+，1表示-

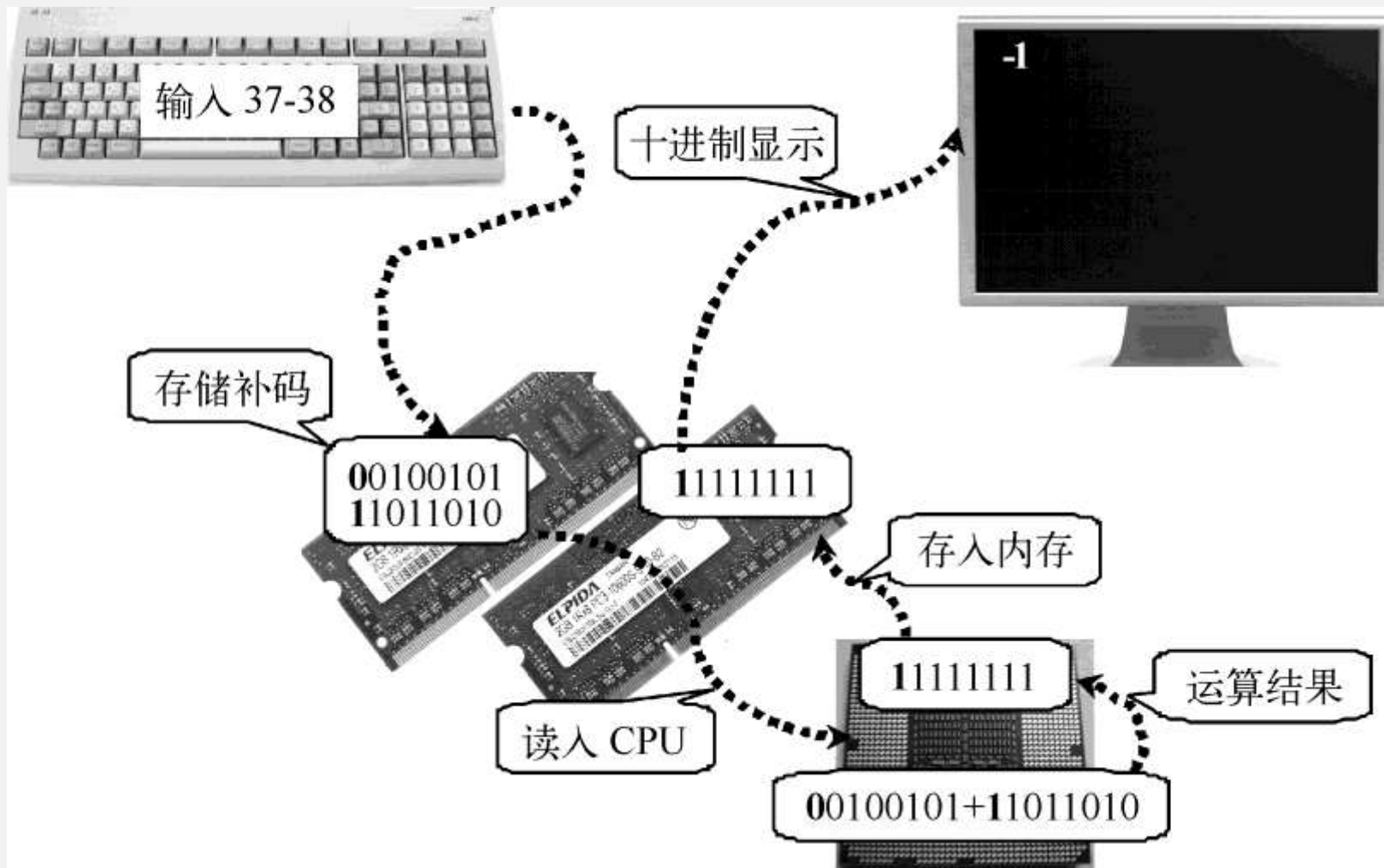
-90





整数在计算机中以**补码**形式存储

计算:37-38



111111111

补码

111111110

反码

10000001

原码

编码设计真的很重要

2.2 文字的存储

三 种 编 码

任何一种文字，需三种编码

输入码

存储码

字形码

1

键盘上的
按键组合

2

存储的二进制
编码

3

决定文字形状
的二进制编码

输入码

借助已有键盘按键，为文字所构建的可区分的编码。

重码率低，编码短，易记忆。

英文：字母拼写顺序 computer

汉字：

从音：wang 拼音

从形：gggg 五笔

存储码

存储时，为文字所构建的可区分的二进制编码。

英文：ASCII码

汉字：GB2312，GB18030

ASCII码

A 1000001 7b

存储 01000001 8b

基于x86的系统基本都支持
使用ASCII码

DOS, VC编译器

高位 低位	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	null (00)	DLE (10) 跳出数据通讯	space (20)	0 (30)	@ (40)	P (50)	.	p (70)
0001	SOH (01) 标题开始	DC1 设备控制一	! (21)	1 (31)	A (41)	Q (51)	a (61)	q (71)
0010	STX (02) 本文开始	DC2 设备控制二	" (22)	2 (32)	B (42)	R (52)	b (62)	r (72)
0011	ETX (03) 本文结束	DC3 设备控制三	# (23)	3 (33)	C (43)	S (53)	c (63)	s (73)
0100	EOF (04) 传输结束	DC4 设备控制四	\$ (24)	4 (34)	D (44)	T (54)	d (64)	t (74)
0101	ENQ (05) 请求	NAK (15) 确认失败回应	% (25)	5 (35)	E (45)	U (55)	e (65)	u (75)
0110	ACK (06) 确认回应	SYN (16) 同步用暂停	& (26)	6 (36)	F (46)	V (56)	f (66)	v (76)
0111	BEL (07) 响铃	ETB (17) 区块传输结束	' (27)	7 (37)	G (47)	W (57)	g (67)	w (77)
1000	BS (08) 退格	CAN (18) 取消	(	8 (38)	H (48)	X (58)	h (68)	x (78)
1001	HT (09) 水平定位符号	EM (19) 连接介质中断	)	9 (39)	I (49)	Y (59)	i (69)	y (79)
1010	LF (0A) 换行符	SUB (1A) 替换	*(2A)	:(3A)	J (4A)	Z (5A)	j (6A)	z (7A)
1011	VT (0B) 垂直定位符号	ESC (1B) 跳出	+(2B)	;(3B)	K (4B)	[(5B)	k (6B)	{ (7B)
1100	FF (0C) 换页键	FS (1C) 文件分隔符	, (2C)	< (3C)	L (4C)	\ (5C)	l (6C)	| (7C)
1101	CR (0D) 归位键	GS (1D) 组群分隔符	-(2D)	= (3D)	M (4D)	] (5D)	m (6D)	| (7D)
1110	SO (0E) 取消变换	RS (1E) 记录分隔符	. (2E)	> (3E)	N (4E)	~ (5E)	n (6E)	~ (7E)
1111	SI (0F) 启用变换	US (1F) 单元分隔符	/(2F)	? (3F)	O (4F)	_ (5F)	o (6F)	DEL (7F)

GB2312

国家标准总局发布，1981年5月1日实施。收录简化汉字及符号、字母、日文假名等共7445个图形字符，其中汉字占6763个。
图形字符采用两个字节表示，每个字节采用七位编码表示。

GBK-
1995

1995年实施。GBK向下与GB2312 完全兼容，向上支持ISO 10646国际标准，共收入21886个汉字和图形符号。
图形字符采用双字节表示。

GB18030

GB 18030-2005是我国最新的内码字集， 与 GB 2312-1980 和 GBK 兼容，共收录汉字70244个。
采用多字节编码：1 个、2 个或 4 个字节。

UNICODE码

解决传统的字符编码方案的局限。为每种语言中的每个字符设定唯一的二进制编码。满足跨语言、跨平台进行文本转换、处理的要求。1990年开始研发，1994年正式公布。

编码方案：UTF-8、UTF-16、UTF-32。
Unicode 5.0版本中，用了238605个码位。

输出码

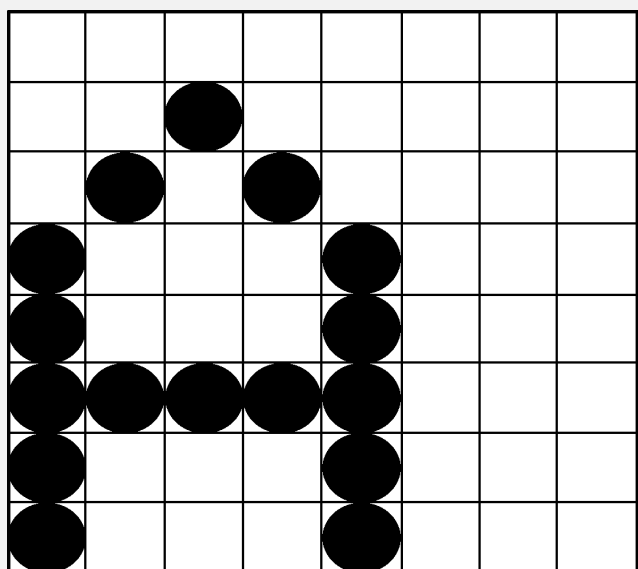
输出码又称字形码，用于描述文字输出形状的编码。

点阵字形码
矢量字形码

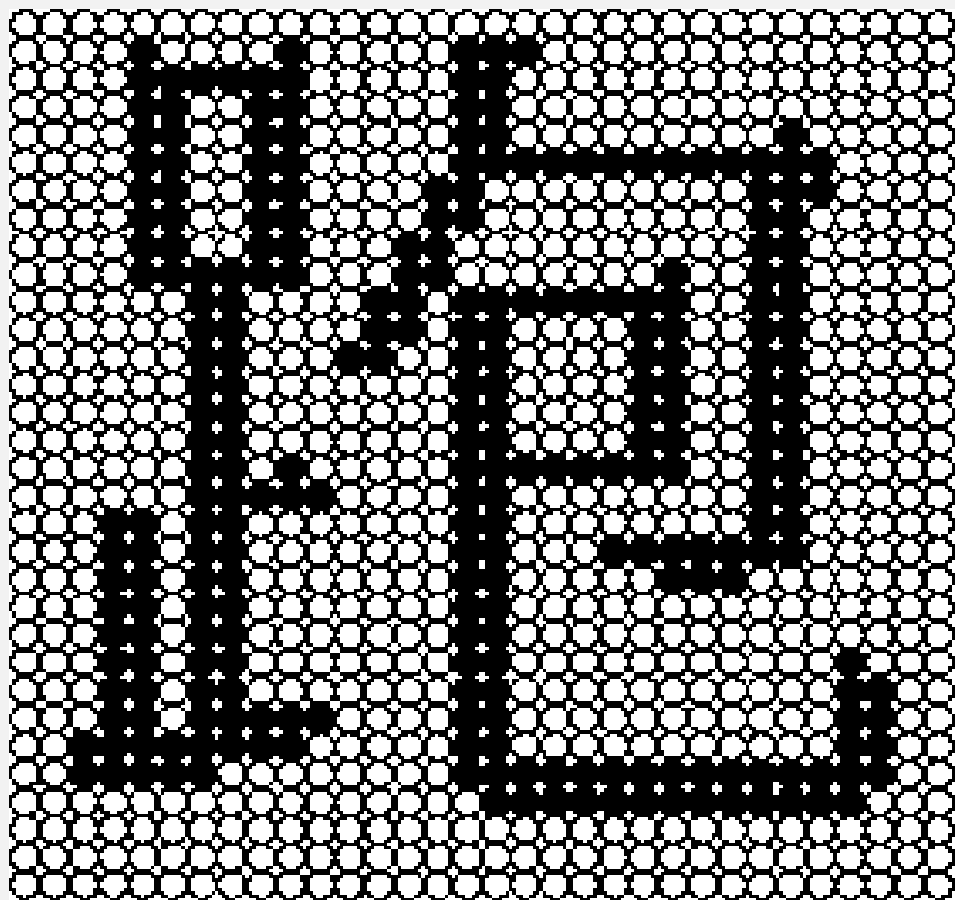
所有文字字形码形成字库

点阵字形码

把汉字按图形符号设计成点阵图，就得到了相应的点阵代码（字形码）



0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0
1	1	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0



```
000000000000000000000000000000000000
000010000100000111000000000000000000
000011111100000110000000000000000000
000011001100000110000000000000000000
000011001100000110000000000000000000
00001100110000011111111111110000
.....
.....
.....
.....
.....
000000000000000000000000000000000000
```

放大变形、锯齿边界

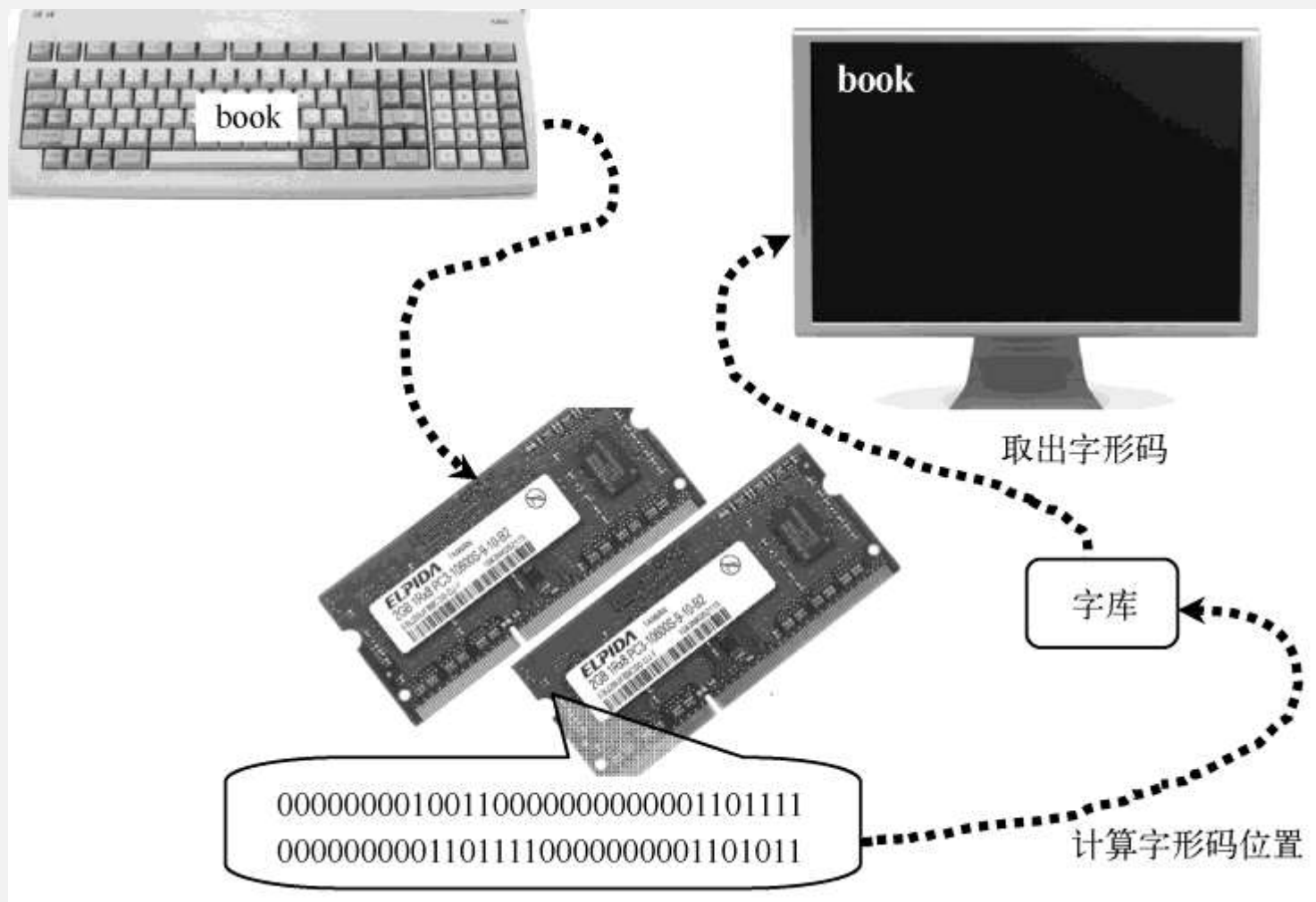


矢量字形码

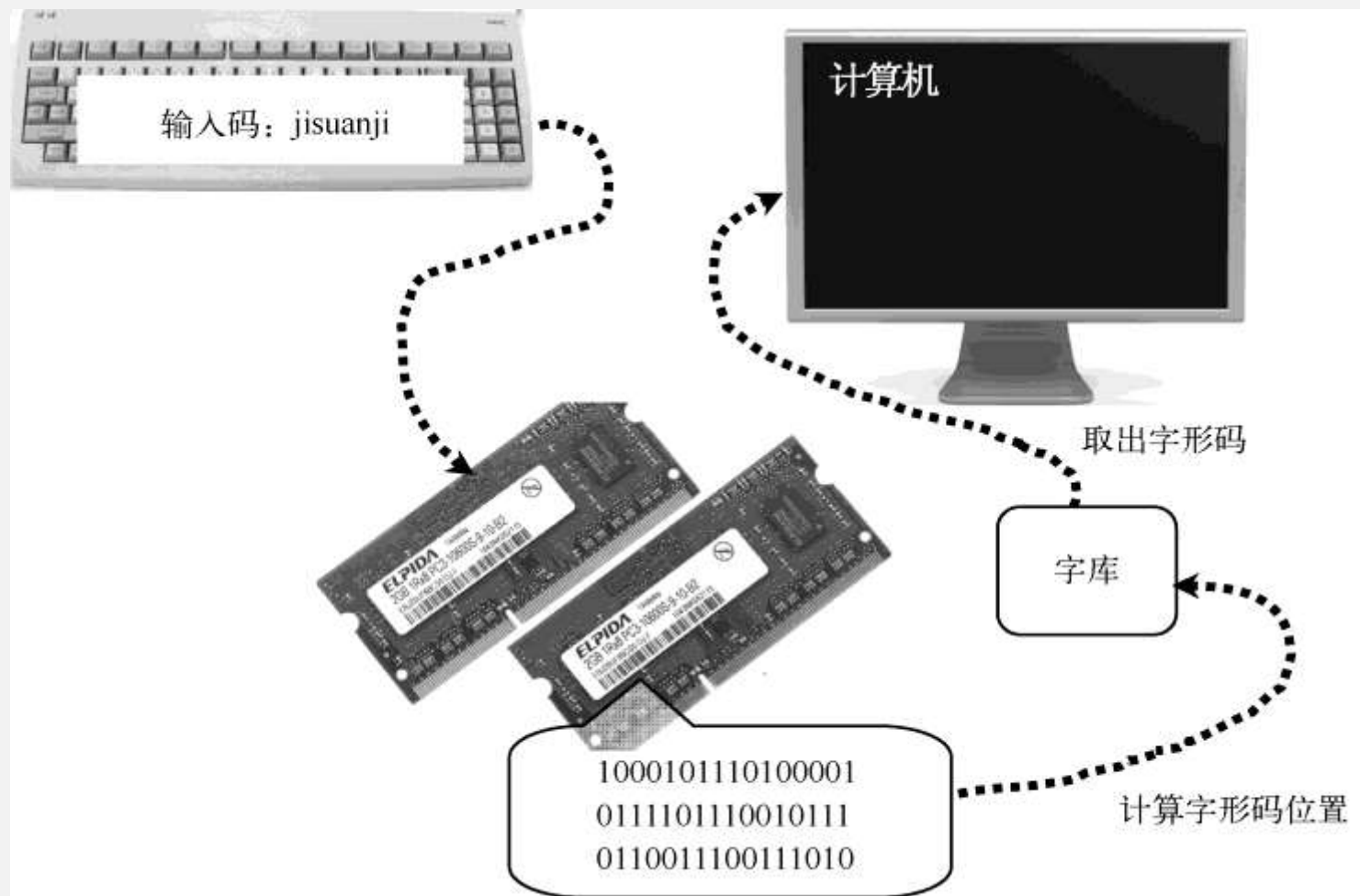
保存每一个文字的描述信息，笔划的起始、终止坐标，半径、弧度等。
通常使用贝塞尔曲线，绘图指令和数学公式进行绘制。
理论上可以被无限地放大，笔划轮廓仍然能保持圆滑。



英文的输入



汉字的输入





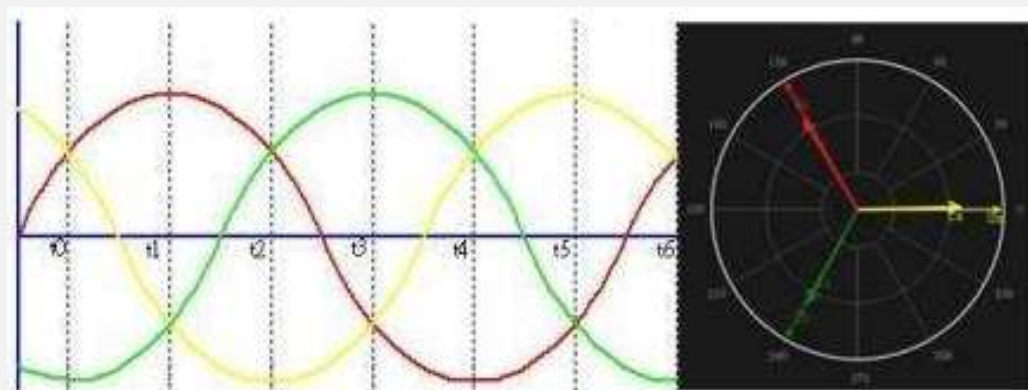
华南师范大学
SOUTH CHINA NORMAL UNIVERSITY

2.3 模拟信号的数字化

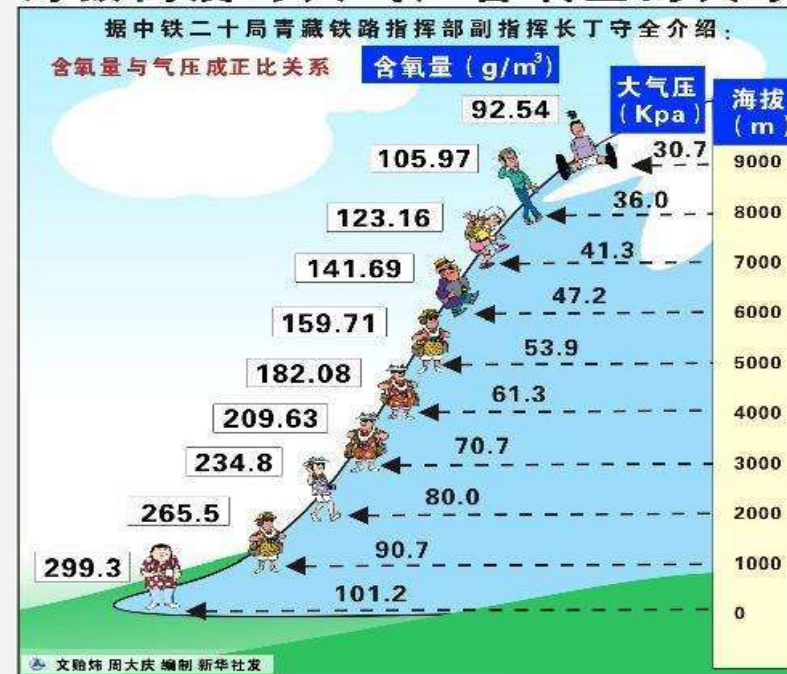
模拟信号

用连续变化的物理量表示的信息，其信号的幅度，或频率，或相位随时间作连续变化（时间和状态都连续的信号）。

自然界存在的信号大多数是模拟信号。
如温度、湿度、压力、长度、电流、电压等。



海拔高度与大气压含氧量的关系



优点

精确的分辨率：在理想情况下，有无穷大分辨率；

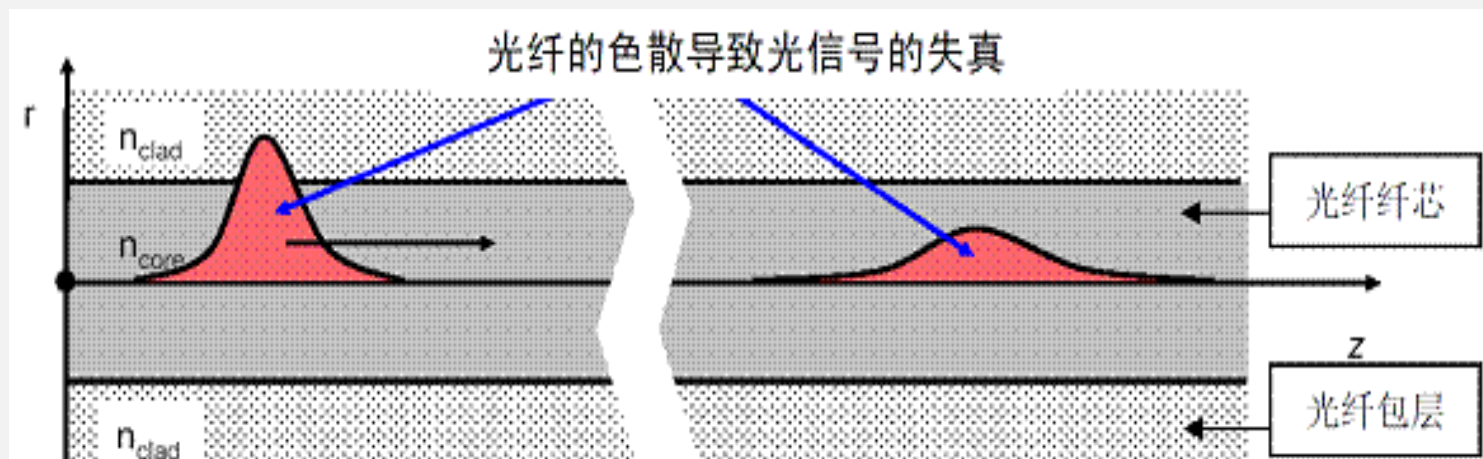
处理更简单：直接通过模拟电路组件实现。

缺点

受杂讯影响：信号被多次复制，或长距离传输，影响显著。

噪音干扰：不可能还原

不能进行复杂运算：检索等



数字信号

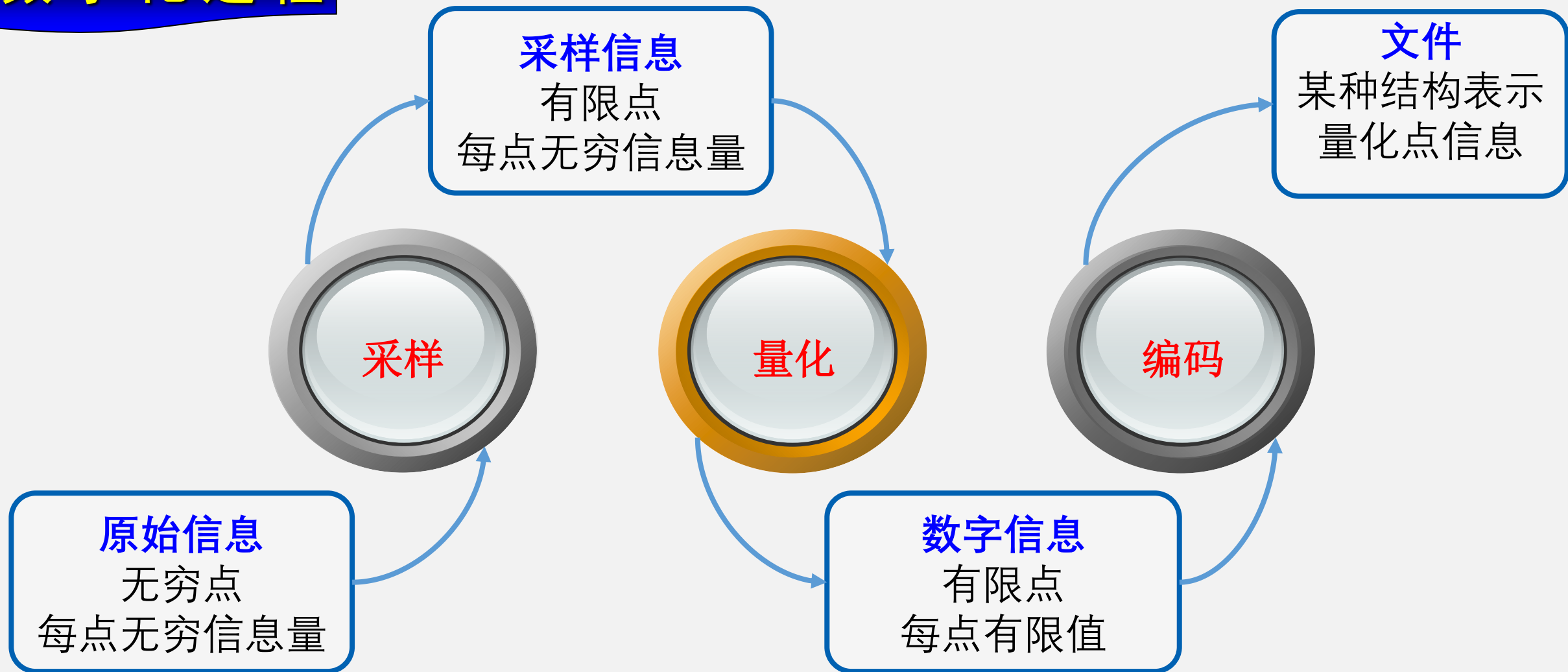
时间和状态都离散的信号。其特点是：

- ①状态的离散性。数字信号的幅值被限制在有限个数值内，因此，这些有限个数值就可以一一加以表示。
- ②时间的离散性。数字信号从时域波形上看也是不连续的，是离散的。



计算机适合处理数字化信息

数字化过程



2.4 图像的数字化

图像的数字化



数字化图像的优势

数学运算：基本运算，特征提取，检索等。

256 灰度级



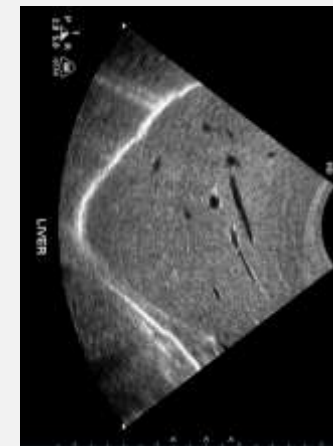
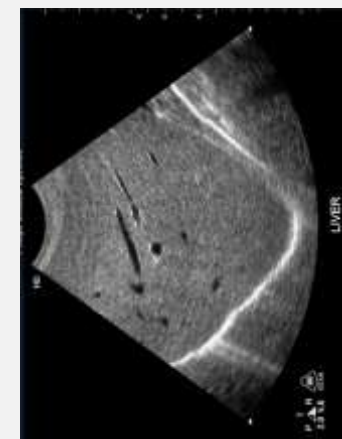
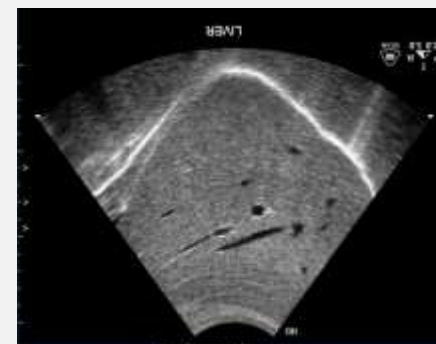
128 灰度级



64 灰度级



32 灰度级



16 灰度级



8 灰度级



4 灰度级



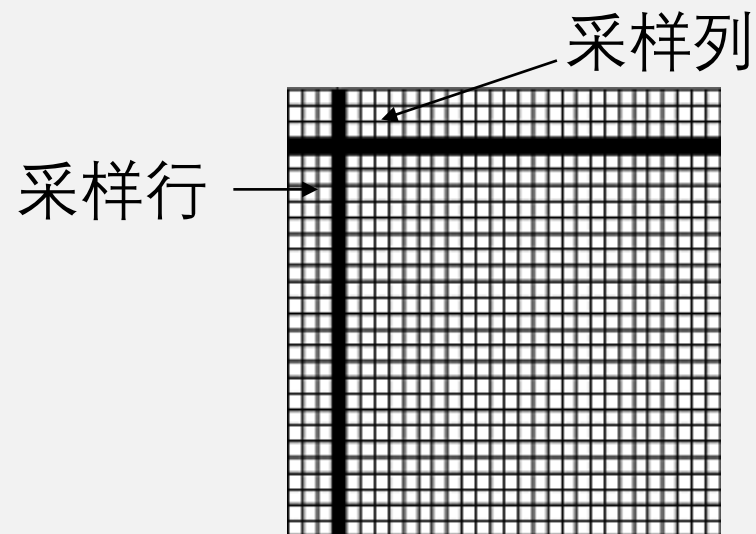
2 灰度级



采 样

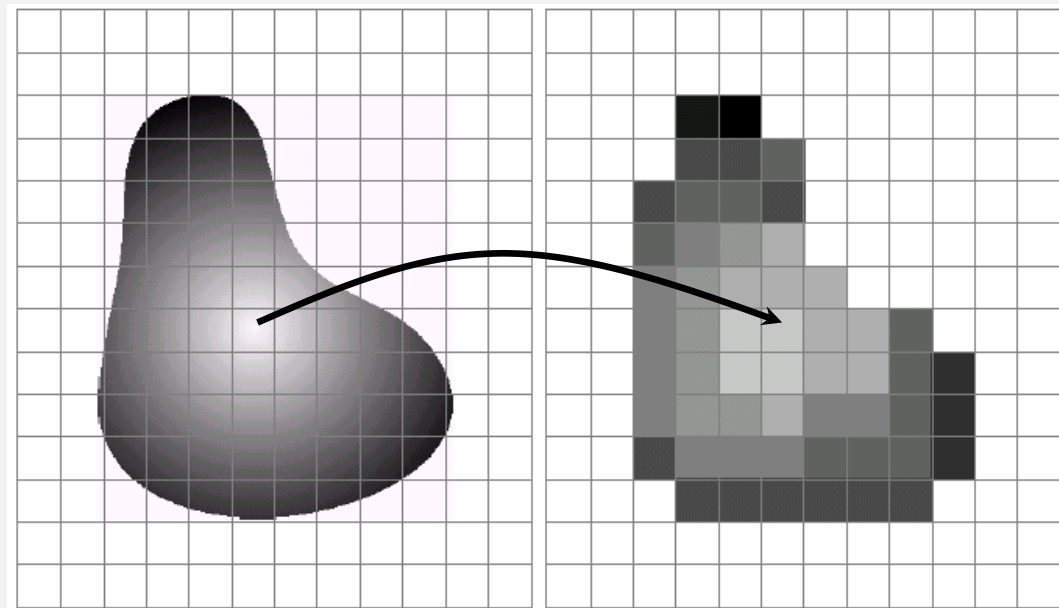
在一幅图像的每个像素位置上测量颜色值。

- 图像传感元件完成。
- 将像素处的亮度转换成与其成正比的电压值/电流值。

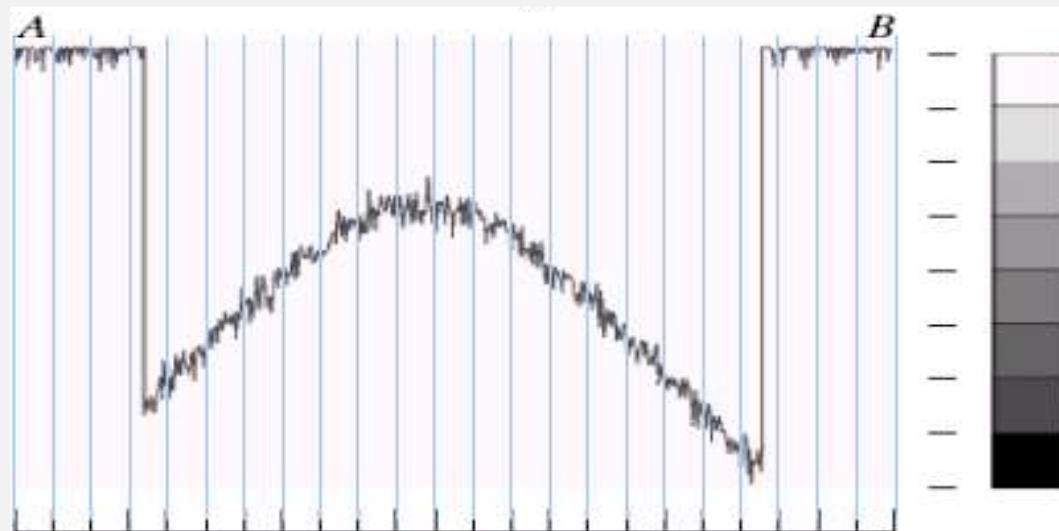


量 化

将把取样后所得的用连续量表示的像素值离散化为整数值的过程叫量化。



数字图像仅仅是真实场景的一个近似。



256级灰度图象

子图 (16x16)

子图对应的量化数据



18	17	19	17	21	29	45	59	65	59	58	66	67	61	69	60
22	20	20	17	19	25	51	65	82	90	84	74	73	78	57	56
27	23	23	18	17	21	42	47	66	90	97	90	84	86	58	61
28	25	24	21	19	21	24	24	30	50	77	95	93	84	79	77
26	24	24	23	22	23	26	38	37	28	43	77	93	88	102	91
24	20	20	21	22	23	40	68	75	47	29	48	80	97	109	97
23	16	15	17	19	19	36	55	73	68	44	33	58	92	108	103
23	14	11	13	15	15	16	12	36	69	64	35	42	77	108	110
18	21	20	19	16	7	8	14	31	60	63	30	32	79	106	118
19	18	13	13	18	17	5	11	23	48	57	38	45	84	122	128
21	18	10	13	28	35	29	42	51	53	46	40	63	104	140	137
22	24	15	18	35	46	58	77	82	60	35	42	90	140	152	140
21	27	19	21	35	44	46	53	52	38	36	72	131	172	164	146
20	26	24	31	46	54	28	14	13	31	70	128	174	187	180	156
20	26	36	60	88	101	74	55	63	99	138	178	196	186	190	163
22	28	50	91	133	152	149	140	160	189	197	201	198	182	192	165

编 码

指在满足一定质量（信噪比的要求或主观评价得分）的条件下，以较少比特数表示图像或图像中所包含信息的技术。

图像编码与压缩的本质

对将要处理的图像源数据按照一定的规则进行变换和组合，可以用尽可能少的符号来表示尽可能多的信息。

图像编码与压缩的依据

源图像中冗余，诸如空间冗余、时间冗余、信息熵冗余、结构冗余、知识冗余等。

文件类型与压缩编码

图像原始格式数据量大，1200万像素
24位图，文件大小为36MB。

压缩存储

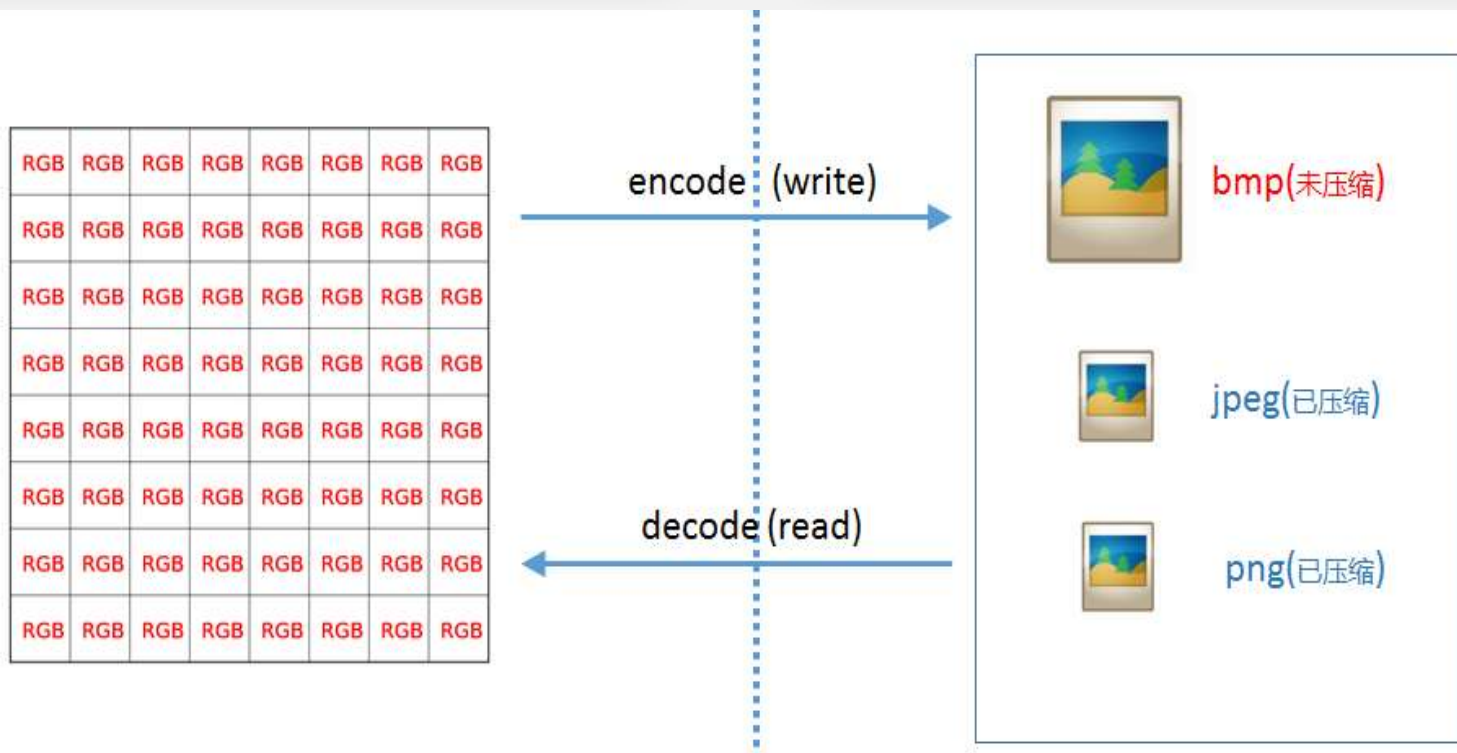
RGB	RGB	RGB	RGB	RGB
RGB	RGB	RGB	RGB	RGB
RGB	RGB	RGB	RGB	RGB
RGB	RGB	RGB	RGB	RGB
RGB	RGB	RGB	RGB	RGB

文件类型

文件类型决定文件封装格式，
一般由文件后缀名体现。

压缩编码

数据部分采用何种方式编码，
是文件内容的一部分。



bmp

数据段名称	对应的Windows结构体定义	大小(Byte)
bmp文件头	BITMAPFILEHEADER	14
位图信息头	BITMAPINFOHEADER	40
调色板		由颜色索引数决定
位图数据		由图像尺寸决定

不压缩，两种存储格式：

- 左下角开始，从左向右，从下向上依次记录。
- 左上角开始，从左向右，从上向下依次存储。





图像块可重复：多幅图像----动画
采用**串表压缩算法**来存储图像数据
支持256色



GIF署名		文件头
版本号		
逻辑屏幕标识符		GIF数据流
全局颜色列表		
...		
图象标识符	图象块	
图象局部颜色列表图		
基于颜色列表的图象数据		
...		
GIF结尾		文件结尾

jpg

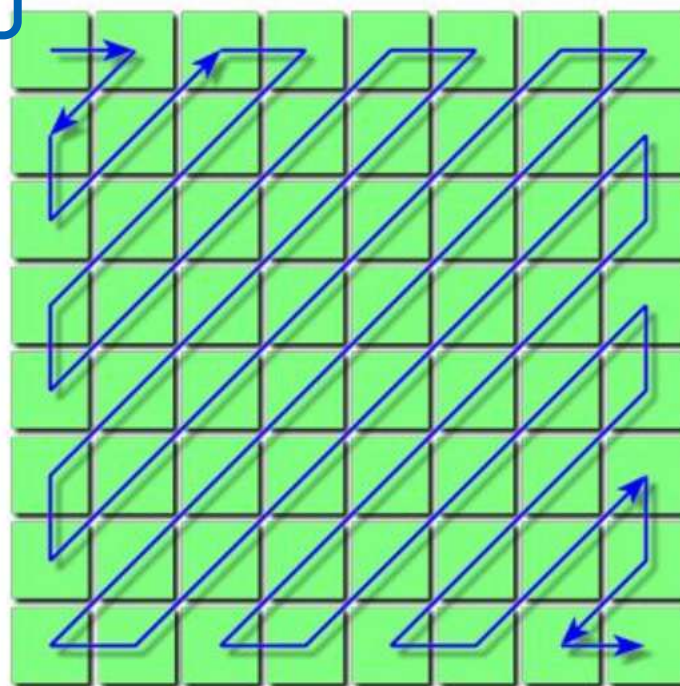
JPG文件使用的数据存储方式有多种。最常用的是JPEG文件交换格式 (JPEG File Interchange Format, JFIF) 。
文件由一个个数据段组成：标记码(Tag)、数据长度、数据。

标记码 (Tag)	2 Bytes
数据长度 (大端序)	2Bytes
数据	n-2 Bytes
.....	
下一个数据段	

离散余弦变换
小波变换
有损压缩



视觉敏感



视觉不敏感

png

png文件：无损压缩，采用**LZ77算法的派生算法**进行压缩，高压缩比。
灰度图像深度可到16位，彩色图像深度可到48位。
浏览器上采用流式浏览：完全下载之前提供一个基本的图像内容，然后逐渐清晰。

文件头 (89 50 4E 47 0D 0A 1A 0A)

数据块Chunk

数据块Chunk

.....

数据块Chunk

最主要是：IHDR（图像描述信息，如宽度，高度，是否真彩色..）

IDAT（图像数据）

IEND（文件尾终止符）

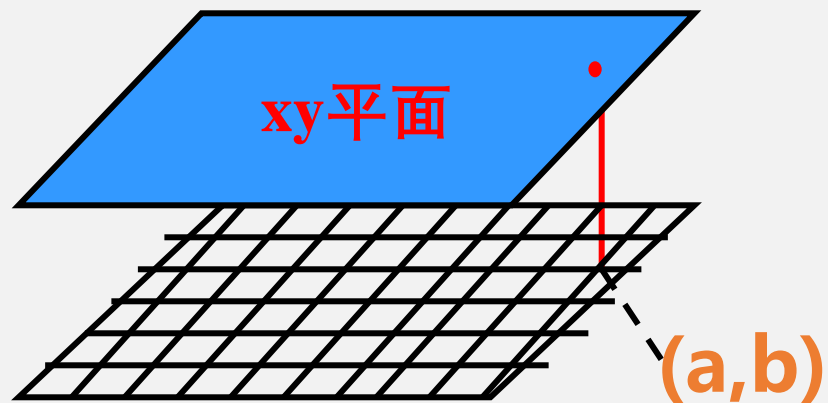


2.5 视频的数字化

视频的数字化



采样及量化



先在时间轴上采样，再按静止图像处理。
两次采样完成。

编 码

通过特定的压缩技术，将某个视频格式的文件转换成另一种视频格式文件的方式。

常见编解码标准

国际电联的H.264;
ISO的MPEG系列标准;
Real-Networks的RealVideo;
微软公司的WMV;
Apple公司的 QuickTime;
google力推的WebM格式。



常见视频文件

视频压缩数据的某种格式封装。

两大类

- 影像文件：VCD。
- 流式视频文件：构架在流式视频技术之上的，采用“边传边播”技术，即先从服务器上下载一部分视频文件，形成视频流缓冲区后实时播放，同时继续下载，为接下来的播放做好准备。

AVI格式

音频视频交错格式，将视频和音频交织在一起进行同步播放。图像质量好，跨多个平台使用。
文件扩展名.avi



DVD-AVI格式

索尼、JVC、松下等多家厂商联合提出的一种家用数字视频格式。数码摄像机使用该格式记录视频数据。习惯称为DV-AVI格式。
文件扩展名.avi。



MOV格式

Apple公司开发的一种视频格式，跨平台性，即不仅能支持MacOS，同样也能支持Windows系列。
文件扩展名.mov。



采用MPEG压缩标准的文件

采用有损压缩方法减少运动图像中的冗余信息。MPEG-1、MPEG-2和MPEG-4

MPEG-1: 文件扩展名.mpg、.mlv、.mpe、.mpeg及VCD光盘中的.dat文件等。

MPEG-2: 文件扩展名.mpg、.mpe、.mpeg、.m2v及DVD光盘上的.vob文件等。

MPEG-4: 文件扩展名.asf、.mov和DivX、AVI等。

WMV格式、RM格式、RMVB格式、ASF格式.....

真的
好混乱



解码器的支持

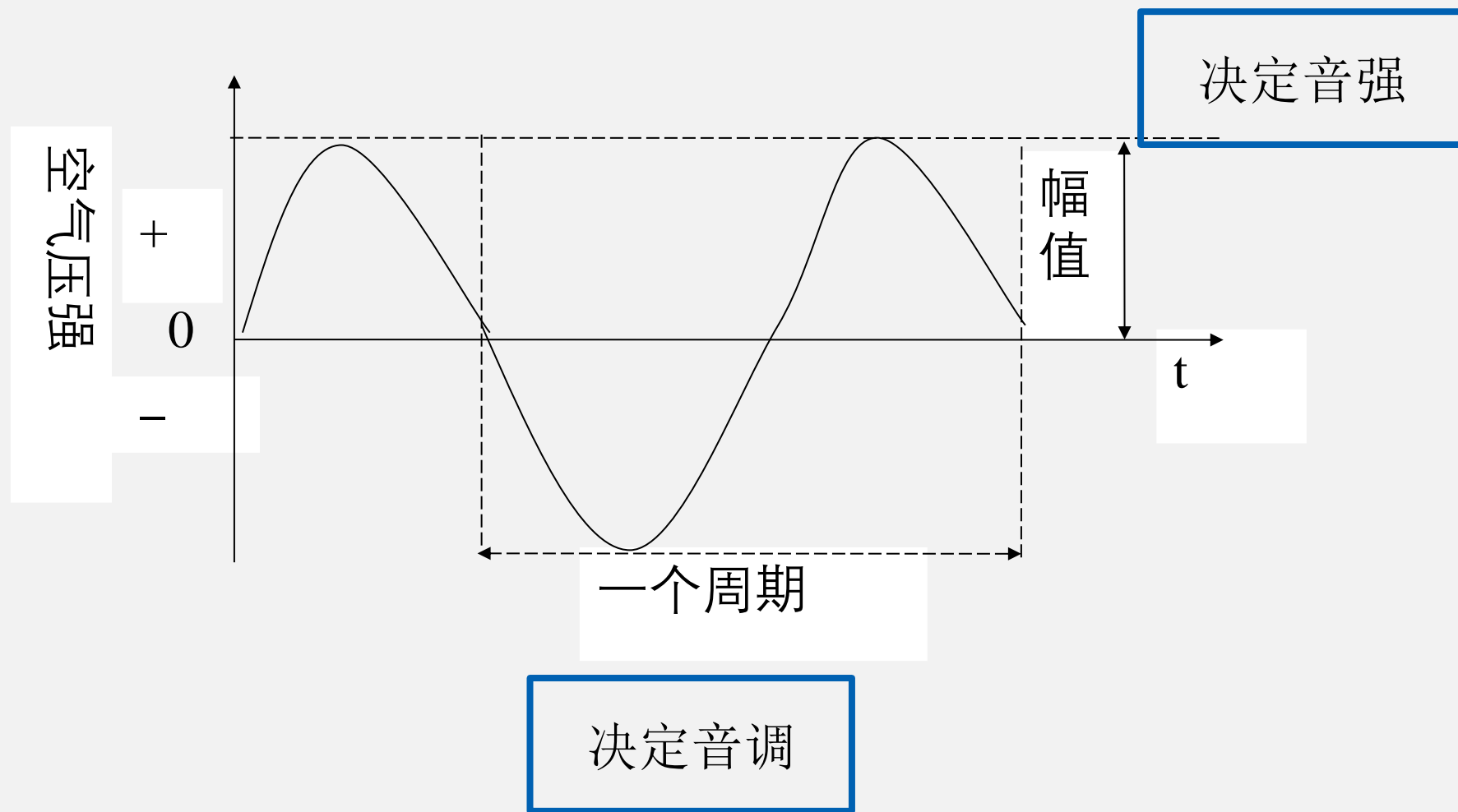


视频压缩编码

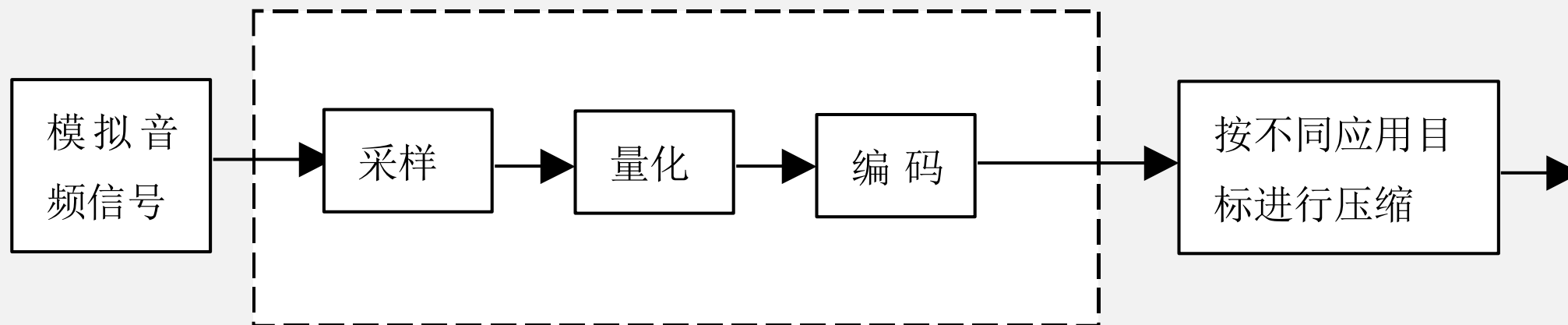
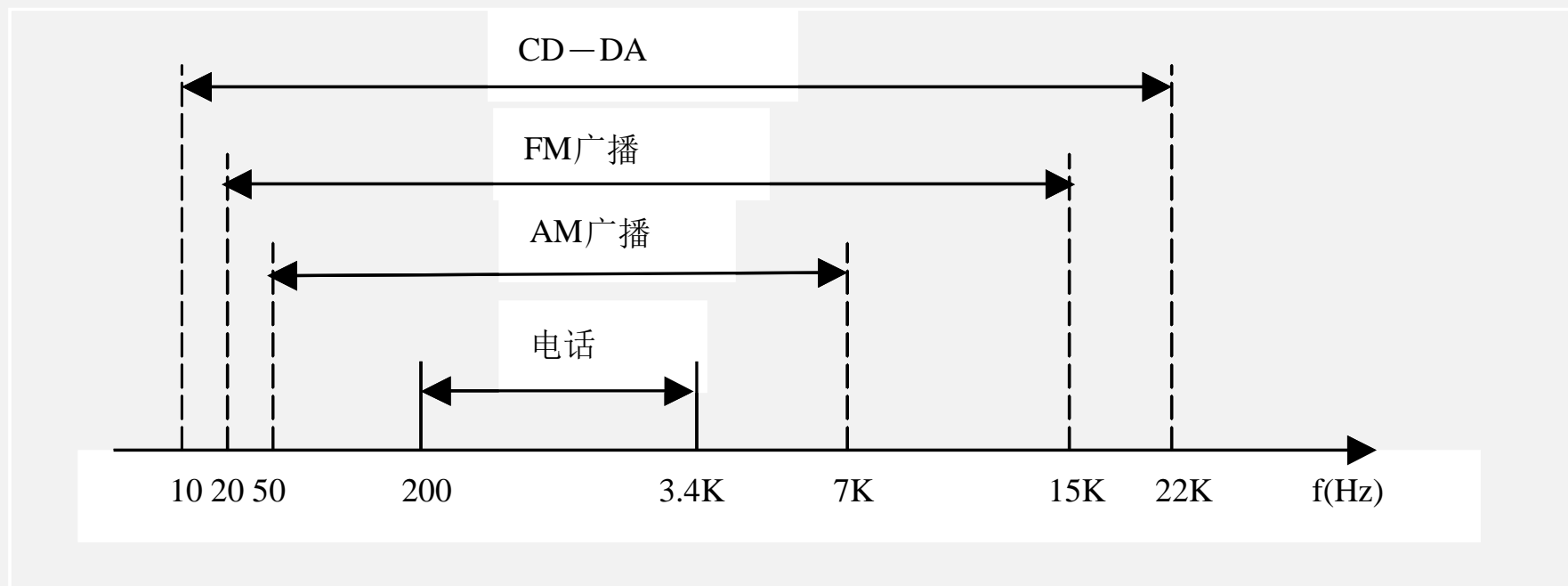
解码器

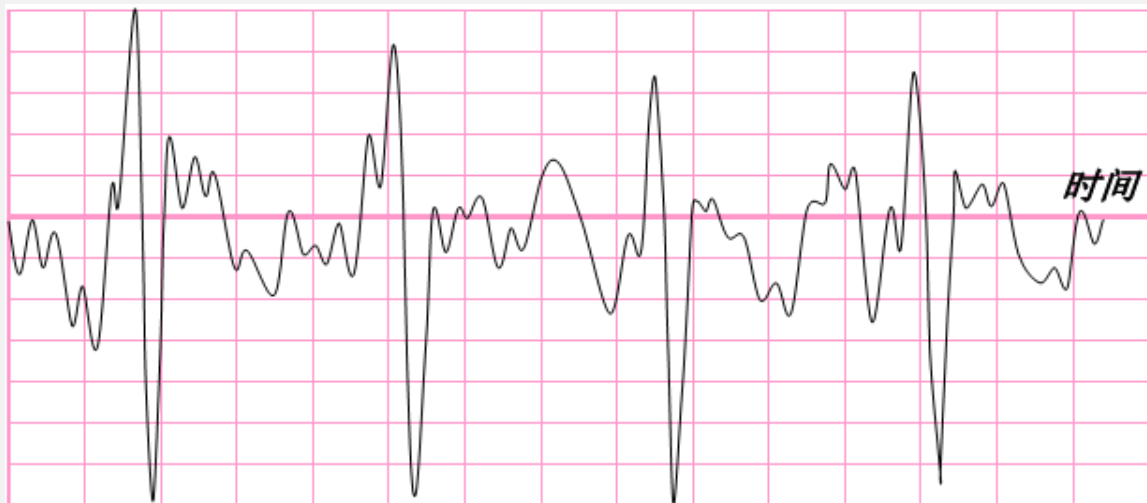
能够对**特定格式数字压缩视频**进行压缩或者解压缩的程序。

2.6 声音的数字化

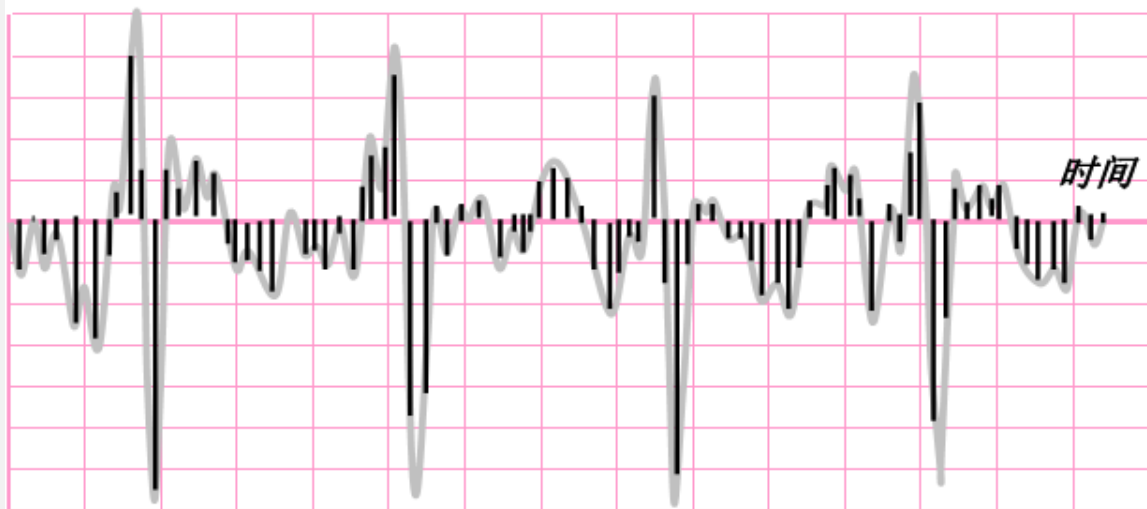


CD-DA数字音乐、 FM广播、AM广播 和电话的带宽





(1) 连续模拟声音信号



(2) 离散数据声音信号

奈奎斯特定理：采样频率高于声音信号最高频率两倍时，就可把数字信号表示的声音还原为原来的声音。

衡量数字音频的主要指标包括：

- 采样频率
- 量化位数
- 通道(声道)个数

质量	采样频率 (kHz)	样本精度 (bit/s)	单道声/ 立体声	(未压缩的) 数据率 (kb/s)	频率范围 (Hz)
电话*	8	8	单道声	64.0	200~3 400
AM	11.025	8	单道声	88.2	20~ 15000
FM	22.050	16	立体声	705.6	50~7000
CD	44.1	16	立体声	1411.2	20~ 20000
DAT	48	16	立体声	1536.0	20~ 20000

常见音频文件

音频压缩数据的某种格式封装。

两大类

- **音乐指令文件**（如MIDI）：一般由音乐创作软件制作而成，它实质上是一种音乐演奏的命令，不包括具体的声音数据，故文件很小；
- **声音文件**：通过录音设备录制的原始声音，其实质上是一种二进制的采样数据，故文件较大。

声音文件还可以分为“音频流”和“非音频流”两种。

音频流：够一边下载一边收听，比如“.WMA”、“.RA”、“.MOV”等。

非音频流：需要等整个压缩文件全部下载到自己机器后才可以观看。

WAVE文件：WAV几乎是和CD相当的，直接存储采样后的数据。

MP3文件：MP3就是一种音频压缩技术，这种压缩方式的全称叫MPEG Audio Layer3，所以人们把它简称为MP3。有损数据压缩，可以按照不同的位速进行压缩，提供了在数据大小和声音质量之间进行权衡的一个范围。

WMA文件：是微软公司推出一种音频格式，在压缩比和音质方面都超过了MP3，在较低的采样频率下也能产生较好的音质。

APE文件：APE是一种无损压缩音频技术，APE的文件大小大概为WAV的一半左右。通过网络传输音频CD，APE可以节约大量的资源。

FLAC：无损压缩格式，可以还原音乐光盘音质。已被很多软件及硬件音频产品所支持。