拓展资源-7.2 预测编码

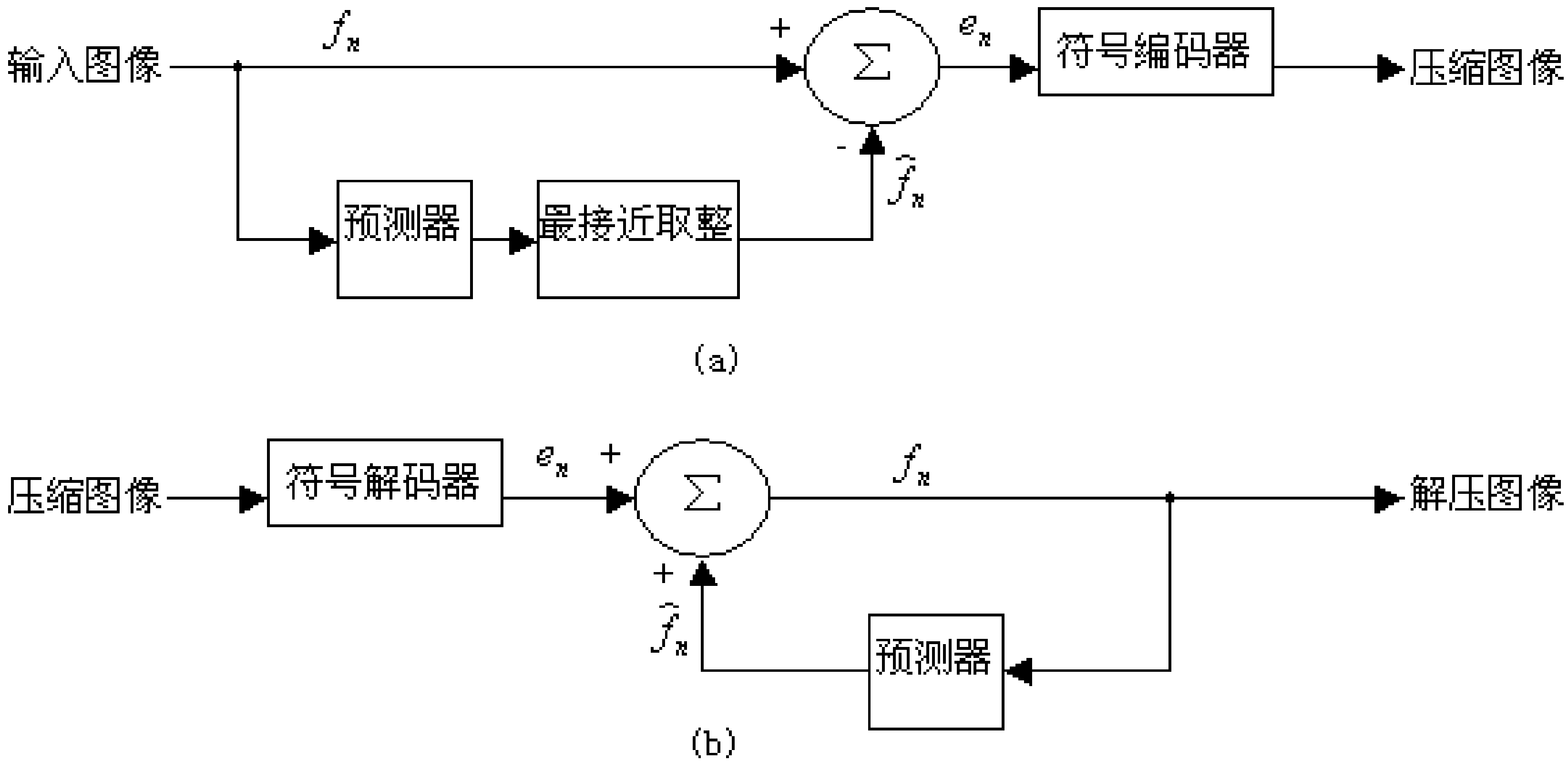
- 由图像的统计特性可知，相邻像素之间有着较强的相关性。因此，其像素的值可根据以前已知的几个像素来估计，即预测。
- 预测编码是根据某一模型，利用以往的样本值对于新样本值进行预测，然后将样本的实际值与其预测值相减得到一个误差值，对于这一误差值进行编码。
- 如果模型足够好且样本序列在时间上相关性较强，那么误差信号的幅度将远远小于原始信号。
- 对差值信号不进行量化而直接编码就称之为无损预测编码。

拓展资源-7.2 预测编码

- 预测编码有线性预测和非线性预测两大类，可以在一幅图像内进行，即所谓的帧内预测法
- 也可以在多幅图像之间进行，即所谓的帧间预测法

无损预测编码示意图

系统组成：一个编码器和一个解码器，各带一个相同的预测器。



过程说明：f_n (n=1,2,...,n)为像素序列，编码器中预测器根据若干个过去的输入产生当前输入的预计值，$_3$舍入输出为整数 f_n'；

无损预测编码

无损预测编码过程

输入序列： $f_n\ (n = 1, 2, \dots)$

预测输出： $\hat{f}_n$ （舍入成整数）

预测误差： $e_n = f_n - \hat{f}_n$

误差编码：在符号编码器中用变长码编误差

解压序列： $f_n = e_n + \hat{f}_n$

哪里取得了压缩？ （消除了像素间冗余）

无损预测编码

预测误差 $e_n = f_n - \hat{f}_n$

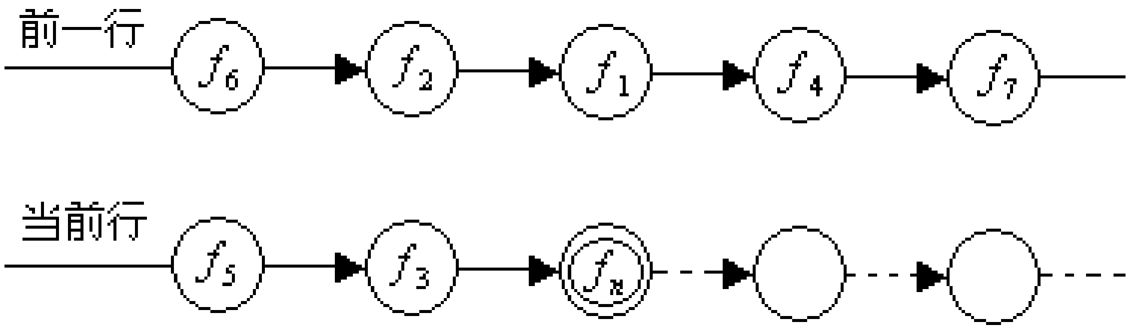
线性预测 $\hat{f}_n = round\left(\sum_{i=1}^{m} a_i f_{n-i}\right)$ $a_i(i = 1,2,\cdots,m)$ 是预测系数

图像数据压缩中，常用如下几种线性预测方案：

（1）前值预测，即 $\hat{f}_n = af_{n-1}$

（2）一维预测，即用同一扫描行的前面几个采样值预测。

（3）二维预测，即不但用同一扫描行的前面几个采样值，还要用前几行中的采样值一起来预测。



无损预测编码

➢ 由先前三点预测可以定义为：

$$\hat{f}(i,j)=a_1 f(i-1,j)+a_2 f(i-1,j-1)+a_3 f(i,j-1)$$

- 其中a1，a2，a3称预测系数，都是待定参数。
- 预测误差：

$$e(i,j)=f(i,j)-\hat{f}(i,j)$$
$$=f(i,j)-[a_1 f(i-1,j)+a_2 f(i-1,j-1)+a_3 f(i,j-1)]$$

例7.1 设有一幅图像，f(i-1,j-1),f(i-1,j)，f(i,j-1)，f(i,j)的灰度值分别为253,252,253,255，取a1=1,a2=-1,a3=1时，

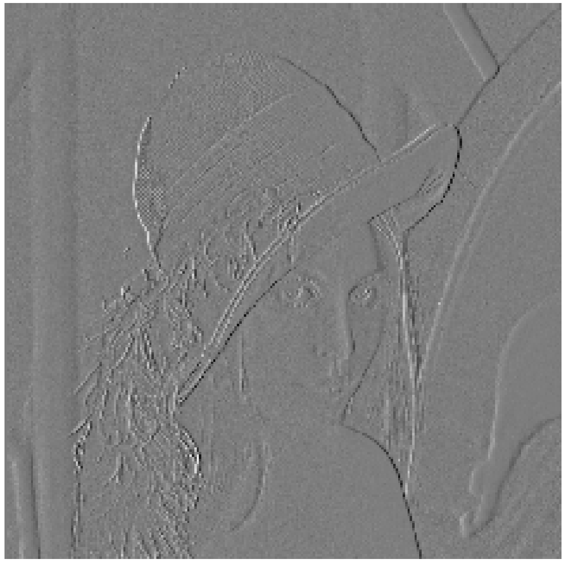
得到预测= f(i-1,j)+ f(i,j-1)- f(i-1,j-1)=252+253-253=252

预测误差 =255-252=3

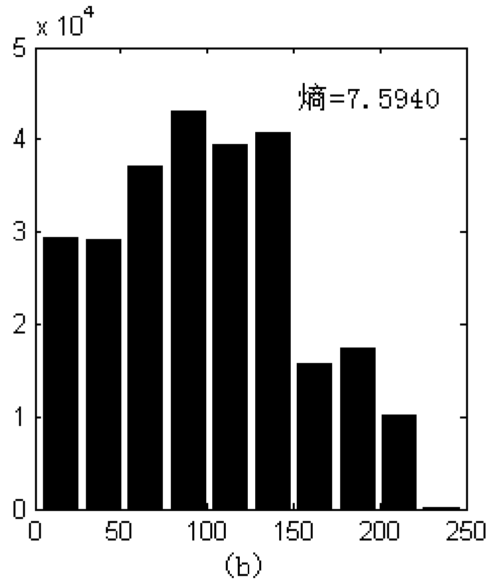
这个预测误差3<<255（原像素值）

无损预测编码

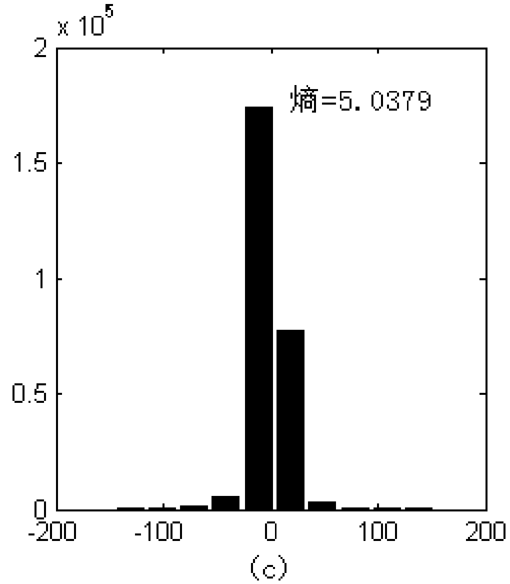
例7.2 对Lena图像进行无损的一阶预测编码和解码



（a）预测误差图像



(b)原图直方图

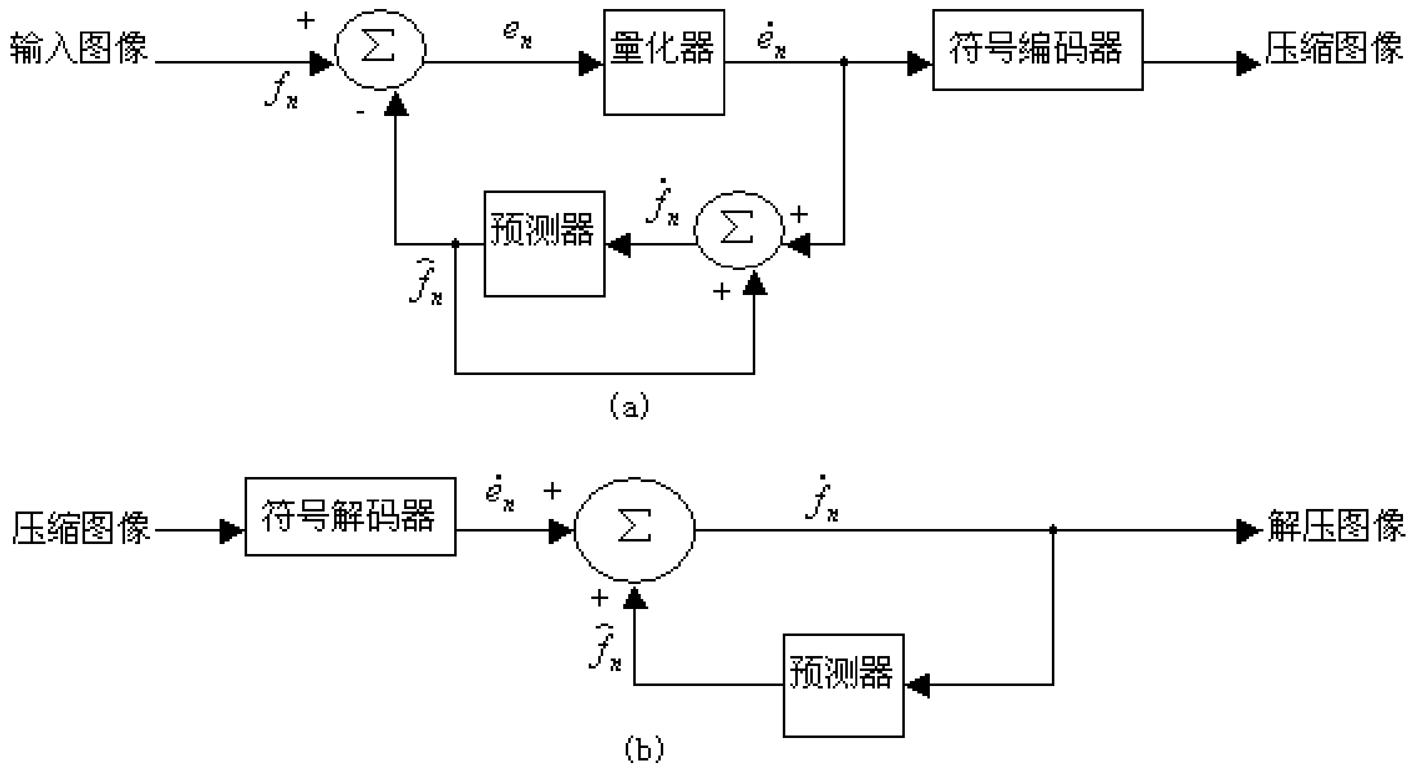


（c）预测误差直方图

武汉理工大学 Wuhan University of Technology

7.2.2 有损预测编码

有损预测编码系统



有损预测编码

1. 有损预测编码系统

输入序列： f_n (n = 1, 2, …)

量化输出： $\dot{e}_n = q(e_n)$

预测输入： $\dot{f}_n = \dot{e}_n + \hat{f}_n$

解压序列： $\dot{f}_n = \dot{e}_n + \hat{f}_n$

编码误差： $f_n - \dot{f}_n$

哪里又取得了压缩？

（量化，减少了心理视觉冗余）

德尔塔调制

德尔塔调制(DM)是1中最简单的有损预测编码方法，其预测器和量化器分别定义为：

$$\hat{f}_n = a f^{\cdot}_{n-1}$$

$$e^{\cdot}_n = \begin{cases} +c & 对 e_n > 0 \\ -c & 其它 \end{cases}$$

其中a是预测系数(一般小于等于1)，c是1个正的常数

因为量化器的输出可用单个位符表示(输出只有2个值)，所以上图编码器中的符号编码器只用长度固定为1bit的码，由DM方法得到的码率是1比特/像素

德尔塔调制

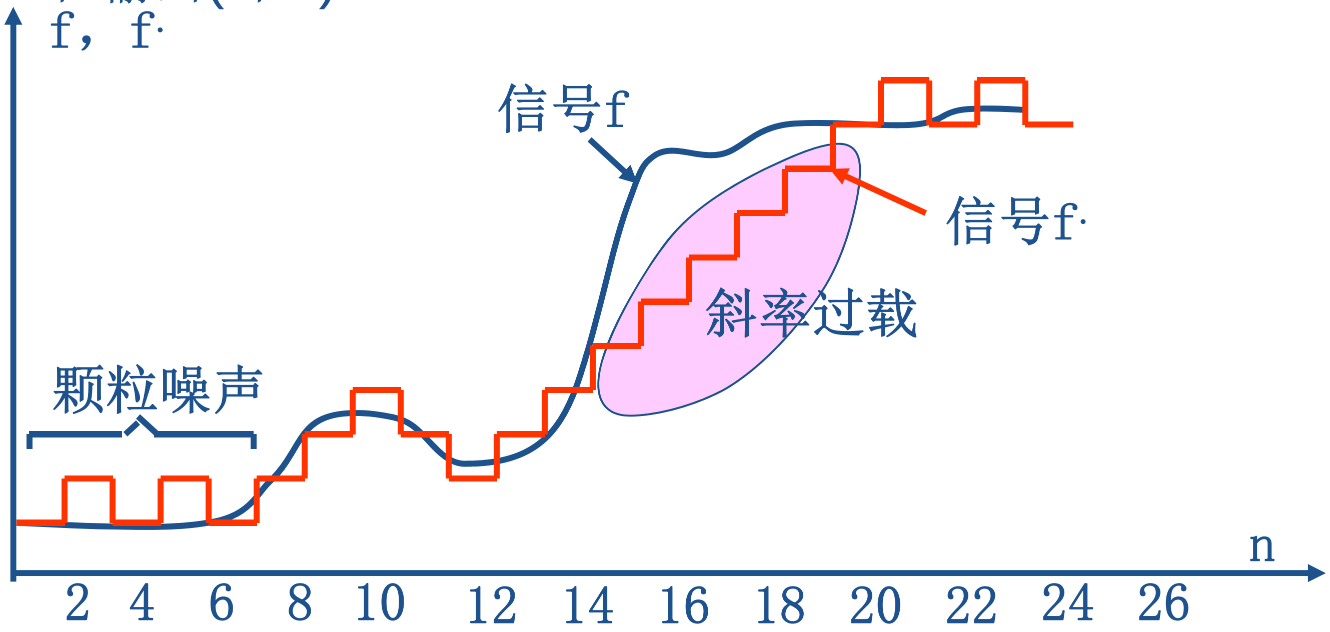
例7.3 取上述公式中的a=1和c=6.5。

设输入序列为{14，15，14，15，13，15，15，14，20，26，27，28，27，27，29，37，47，62，75，77，78，79，80，81，82，82}。编码开始时，先将第一个输入像素直接传给编码器。在编码器和解码器两端都建立初始条件$\dot{f}_0=f_0=14$后，其余的$\hat{f}$，e，$\dot{e}$，和$\dot{f}$可用上述公式计算得到

输入		编码器				解码器		误差
n	f	f ^	e	e·	f·	f^	f·	[f-f·]
0	14	—	—	—	14.0	—	14.0	0.0
1	15	14.0	1.0	6.5	20.5	14.0	20.5	-5.5
2	14	20.5	-6.5	-6.5	14.0	20.5	14.0	0.0
3	15	14.0	1.0	6.5	20.5	14.0	20.5	-5.5
…	…	…	…	…	…	…	…	…
14	29	20.5	8.5	6.5	27.0	20.5	27.0	2.0
15	37	27.0	10.0	6.5	33.5	27.0	33.5	3.5
16	47	33.5	13.5	6.5	40.0	33.5	40.0	7.0
17	62	40.0	22.0	6.5	46.5	40.0	46.5	15.5
18	75	46.5	28.5	6.5	53.0	46.5	53.0	22.0
19	77	53.0	24.0	6.5	59.5	53.0	59.5	17.5

德尔塔调制

画出对应表中的输入和输出(f和f·)



1、当c远大于输入中的最小变化时，如在n=0到n=7的相对平滑区域，DM编码会产生颗粒噪声。

2、当c远小于输入中的最大变化时，如在n=14到n=19的相对陡峭区间，DM编码会产生斜率过载。

对大多数图像而言，上述2种情况分别会导致图像中目标边缘发生模糊和整个图像产生纹状表面

德尔塔调制

例7.4 对lena图像进行有损预测编码，并用德尔塔调

预测误差图像

解码后图像

rmes = 25.5558

2. 最优预测

最小化编码器的均方预测误差

$$\dot{f}_n = \dot{e}_n + \hat{f}_n \approx e_n + \hat{f}_n = f_n \qquad \hat{f}_n = \sum_{i=1}^{m} a_i f_{n-i}$$

差值脉冲码调制法（DPCM）

$$E\left\{e_n^2\right\} = E\left\{\left[f_n - \hat{f}_n\right]^2\right\}$$

$$E\left\{e_n^2\right\} = E\left\{\left[f_n - \sum_{i=1}^{m} a_i f_{n-i}\right]^2\right\}$$

7.2.2 有损预测编码

最优预测-4阶线性预测器

2	1	4
3	C	

$$\hat{f}(x,y)=a_1 f(x-1,y)+a_2 f(x-1,y-1)+a_3 f(x,y-1)+a_4 f(x-1,y+1)$$

4个不同预测器：

$$\hat{f}_1(x,y)=0.97 f(x-1,y)$$

$$\hat{f}_2(x,y)=0.5 f(x-1,y)+0.5 f(x,y-1)$$

$$\hat{f}_3(x,y)=0.75 f(x-1,y)+0.75 f(x,y-1)-0.5 f(x-1,y-1)$$

$$\hat{f}_4(x,y)=\begin{cases}0.97 f(x-1,y) & \text{如 } \left|f(x,y-1)-f(x-1,y-1)\right| \leqslant \left|f(x-1,y)-f(x-1,y-1)\right| \\ 0.97 f(x,y-1) & \text{其它}\end{cases}$$