

AV 发烧友丛书

激光唱机影碟机检修 大全(下)

刘晓辉等编著



电子科技大学出版社

光學與幾何光學

大全下



激光唱机影碟机检修大全(下)

· VCD 小影碟机 · CDG 静止图像播放机 · EDRAW 激光录/放音机
原理、调试、维修手册

刘晓辉 等编著

电子科技大学出版社

• 1996 •

【川】新登字 016 号

· 内 容 提 要 ·

本《激光唱机影碟机检修大全》共分上、中、下三册,是《电子文摘报》社、《家庭电子》杂志社编辑出版的激光系列技术书籍的续篇。本下册共分三大部分:第一部分讲解了 VCD 小影碟机图像压缩与解压技术的工作原理、VCP-S55 VCD 机的电路分析以及 VCP-K10/S55、SL-VP50、LX-V55EN/V850EN、RXD-F42V、LVD-69V/89V、DXV333X 等九种 VCD 机型的拆卸调整方法及维修参数;第二部分讲解了 CDG 静止图像播放机的简单原理及 DP-R6060、SL-CH515/CH515X 等三种机型的拆卸调整方法及维修参数;第三部分讲解了激光录/放音(EDRAW)机的工作原理及 DM-1001/B9 的电路分析、拆卸调整方法和维修参数。最后在附录中给出了部分 VCD、EDRAW 机用集成电路简介及三星 MAX-450V 型 VCD 机电路原理图等实用资料,为对比 VCD 机与 LD 机的拆卸调整不同之处,还给出了夏普 MV-K7600X 型 LD 的拆卸调整方法以飨读者。本下册是集原理分析、拆卸安装、调试维修及技术资料为一体的工具参考书籍。

责任编辑:王仕德 谭 进 聂采吉 刘晓辉
技术设计:朱 梅 吴 燕
封面设计:谭 进

激光唱机影碟机检修大全(下)

· VCD 小影碟机 · CDG 静止图像播放机 · EDRAW 激光录/放音机
原理、调试、维修手册
刘晓辉 等编著

电子科技大学出版社出版
四川省保真现代彩印厂胶印
新华书店重庆发行所经销

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:33.5
1996 年 10 月第 1 版 1996 年 10 月第一次印刷
字数:800 千字 印数 1—10000 册
ISBN7-81043-365-2/TN·41

全书定价:126.00 元

下册定价:42.00 元

前 言

VCD、CDG 及 EDRAW 激光机不但是一种高精密的机械电子一体化产品,还应用了目前较先进的图像压缩、解压技术及重复读/写的磁光盘应用技术等高技术领域的新成果。为此,在调试和维修时,不能盲目地进行。应广大维修人员的要求,我们在编写了《激光唱机激光影碟机大全》(合订本)、《激光唱机激光影碟机原理调试维修手册》、《激光唱机激光影碟机电路解析及故障处理手册》、《激光唱机影碟机元器件维修资料》、《激光唱机影碟机调试维修图集大全(上、中、下、续一)》、《激光唱机影碟机图集维修大全》(上、中、下)之后,又编辑出版了此大全。

下册共分三大部分:第一部分讲解了 VCD 小影碟机图像压缩与解压技术的工作原理、VCP—S55 VCD 机的电路分析以及 VCP—K10/S55、SL—VP50、LX—V55EN/V850EN、RXD—F42V、LVD—69V/89V、DXV333X 等九种 VCD 机型的拆卸调整方法及维修参数;第二部分讲解了 CDG 静止图像播放机的简单原理及 DP—R6060、SL—CH515/CH515X 等三种机型的拆卸调整方法及维修参数;第三部分讲解了激光录/放音(EDRAW)机的工作原理及 DM—1001/B9 的电路分析、拆卸调整方法和维修参数。最后在附录中给出了部分 VCD、EDRAW 机用集成电路简介及三星 MAX—450V 型 VCD 机电路原理图等实用资料,为对比 VCD 机与 LD 机的拆卸调整不同之处,还给出了夏普 MV—K7600X 型 LD 影碟机的拆卸调整方法以飨读者。本下册是集原理分析、拆卸安装、调试维修及技术资料为一体的工具参考书籍。

在本书的编辑出版过程中,引用了部分原机的技术资料及有关的技术标准,并得到了《电子文摘报》社、《家庭电子》杂志社以及谭进、聂采吉、朱梅、吴燕等同志的大力协助。在此,特向有关的支持者(公司)致谢。

本书实为视听发烧友、电子爱好者、维修人员、培训人员、大中专或职业高中生等不可缺少的工具参考书籍。

因水平有限、时间仓促,书中有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编著者

1996. 5

目 录

VCD 部分

第一章 图像压缩及解压技术原理	1
一、图像压缩原理	1
二、图像压缩编码基础	3
三、实用编解码技术应用概述.....	10
四、MPEG1 的编解码技术	13
五、MPEG 技术的发展(MPEG2)	24
六、MPEG1、MPEG2 解码器性能参数	29
第二章 SONY(索尼)公司 VCP-S55 型 Video CD 电路分析	36
一、VCP-S55 Video CD 机的基本组成	36
二、VCP-S55 Video CD 电路解析	38
第三章 SONY(索尼)VCP-K10 型 VCD 激光唱机	79
一、使用操作方法.....	79
二、维修注意事项.....	91
三、拆卸安装方法.....	93
四、测试调整方法.....	93
五、维修测试参数图表.....	97
第四章 SONY(索尼)VCP-S55 型 VCD 激光唱机	114
一、拆卸安装方法	114
二、测试调整方法	115
三、维修测试参数图表	120
第五章 Panasonic(松下)SL-VP50 型便携式 VCD 激光唱机	138
一、拆卸安装方法	138
二、测试调整方法	144
三、维修测试参数图表	147
第六章 Panasonic(松下)LX-V55EN 型 CD、CDG、VCD 激光唱机	168
一、系统简介	168
二、拆卸安装方法	170

三、测试调整方法	178
四、维修测试参数图表	183
第七章 Panasonic(松下)LX—V850EN 型 CD、VCD、CDG 及 CDV 兼容型激光唱机 ...	206
一、拆卸安装方法	207
二、测试调整方法	215
三、维修测试参数图表	220
第八章 KENWOOD(健伍)RXD—F42V 型 VCD、CD、CDG 兼容型激光唱机	242
一、电路简介	242
二、拆卸安装方法	243
三、测试调整方法	247
四、维修测试参数图表	251
第九章 KENWOOD(健伍)LVD—69V/89V 型 LD、VCD 兼容型激光唱机	267
一、拆卸安装方法	267
二、测试调整方法	267
三、维修测试参数图表	273
第十章 SHARP(夏普)DX—V333X 型 CD、VCD、CDG 兼容型激光唱机	286
一、拆卸安装方法	287
二、测试调整方法	291
三、维修测试参数图表	299

CDG 部分

第一章 CDG 图像处理技术概述	320
一、CDG 图像处理	320
二、CDG 图像解码集成电路简介	323
第二章 KENWOOD(健伍)DP—R6060 型 CD、CDG 兼容型激光唱机	327
一、拆卸安装方法	327
二、测试调整方法	328
三、维修测试参数图表	332
第三章 Panasonic(松下)SL—CH515/CH515X 型 CD、CDG 兼容型激光唱机	340
一、拆卸安装方法	340
二、测试调整方法	358

三、维修测试参数图表	364
------------------	-----

激光录/放音(EDRAW)机部分

第一章 可写光盘及可写光盘机原理简述	375
一、概述	375
二、磁致光效应的基本理论	375
三、可读/写光盘的材料及读/写原理	377
四、磁光盘的读/写原理	380
第二章 KENWOOD(健伍)DM-1001/B9 型激光录/放音(EDRAW)机电路工作原理 ..	386
一、整机电路简介	386
二、整机电路分析	388
三、元件名称及功能说明	411
第三章 KENWOOD(健伍)DM-1001/B9 型激光录/放音(EDRAW)机	418
一、使用简介	418
二、拆卸安装方法	422
三、测试调整方法	425
四、维修测试参数图表	432

附 录

一、部分 VCD 激光唱机集成电路引脚说明	447
1. AN8819NFB 伺服驱动及直流一直流转换器集成电路	447
2. AN8832SBE1 伺服放大集成电路	448
3. MN662740RE 伺服处理、数字信号处理、数字滤波、D/A 转换器集成电路	450
4. SC424689FU 系统控制及 LCD 显示驱动微处理器集成电路	453
5. M38002M2308F 协处理器集成电路	455
6. MN89101AM MPEG 视频、音频解码器集成电路	457
7. BU12102-OD 时钟信号发生器集成电路	461
8. MN6570TF 视频 A/D 转换器集成电路	463
9. CXA1645M R·G·B 编码器集成电路	463
10. M35040056FPT OSD 集成电路	464
二、MD-1001/B9 型激光录/放音(EDRAW)机集成电路简介	466
1. W05-0474-00 系统控制微处理器集成电路	466

2. W05—0475—00 显示、操作控制微处理器集成电路	469
3. CS5339—KS 64 倍超取样带数字滤波的 16bit 立体声 A/D 转换器集成电路 ...	471
4. SM5840ES 数字滤波器集成电路	473
5. PCM69AU BICMOS 双 18bit 串行 D/A 转换器集成电路	475
6. LC75710E 5×7 点阵 VFD 显示器控制驱动集成电路	476
7. CXA1381Q RF 矩阵放大集成电路	477
8. CXA1380M ADIP 解调器集成电路	480
9. CXA1082BQ 伺服信号处理器集成电路	481
10. CXD2525Q EFM/ACIRC 编/译码处理器集成电路	483
11. CXD2526Q 播放跳跃防护存储控制器集成电路	487
12. CXD2527R ATRAC 编/译码处理器集成电路	491
 三、SHRP(夏普)MV—K7600X 激光影碟机	496
(一)拆卸安装方法	496
(二)测试调整方法	502
(三)维修测试参数图表	511
 四、三星 MAX—450V 型 VCD 激光唱机电路原理图	519
1. 整机电路工作原理方框图	519
2. 话筒电路工作原理图	520
3. 电源电路工作原理图	520
4. 主机电路工作原理图	521
5. 显示、操作电路工作原理图	523
6. CD 电路工作原理图	525
7. VCD 电路工作原理图	527

●VCD 部分

第一章 图像压缩及解压技术原理

随着激光技术和电子技术的不断发展,数字编码的视频设备得到了广泛的应用,并走入了普通家庭,成为人们生活中的伴侣。视频数字编码技术与八十年代的数字音频技术(CD)不同,它的实际应用要借助于数据压缩技术,就拿电视画面的一帧图像来讲,将其转换成数字信号后,它的数据传输速率要达到 10Mbit/s;若是对于高清晰度电视画面而言,其一帧图像的数据传送速率至少要达到 100Mbit/s。以图像记录媒体来看,一幅分辨率为 1000×1000 像素的一帧图像(每个像素含 24bit 的彩色数据),在正常情况下要占 3MB 的存储空间,一个 3 英寸光盘的存储空间为 650MB,只能存储 216 帧图像,若以每秒钟放 24 帧画面计算,该光盘只能维持 9s 的播放时间。若采用视频图像压缩技术,将静止图像(CDG、CD-ROM)压缩为 10:1~50:1;活动图像(CD-ROM、VCD、DVD 等)压缩为 50:1~200:1,光盘就能记录长达 120 分钟的视频图像,这也就是数字图像压缩技术的最终目的。

一、图像压缩原理

什么是压缩呢?我们以一个简单的例子来说明这个问题(如图 1-1-1 所示):

原始数据	DDDDD	BBBB	AAA	EEEEEE	CCCC
压缩后的数据	5D	4B	3A	6E	4C

图 1-1-1

将原始数据用 5 个 D、4 个 B、3 个 A、6 个 E、4 个 C 的方式来代表,大大地减少了原始数据的传送、记录位数。若每个数据占 4 位二进制单元,原始数据中 D 这一组数就要占 20 个二进制单元,压缩后只占 8 个二进制单元,从而缩短了数据的长度,降低了数据传送的速率,节约了存储空间。

数字图像的压缩分有损压缩和无损压缩两种方式,上面的例子为无损压缩方式,其数据可以很容易的还原成原始数据。在实际应用中,无损压缩为低压缩比的压缩方式,其压缩比在 3:1 左右;这种压缩技术一般用于科研、医疗等需要高清晰度保真图像的机构、部门。有损压缩为高压缩比的压缩方式,如 CD-ROM,其压缩比在 5:1 左右;VCD 在 200:1 左右,此项压缩技术大量地应用于工业、商业和影视服务行业,是一种应用范围最广的压缩方式。

图像压缩技术是建立在数据冗余度和人类视觉的非线性基础上的。一般对静止图像是利用空间相关性的原理进行帧内(空间)压缩;对活动图像则利用空间与时间相关性的原理进行帧内、帧间(时间)的两项压缩。通过压缩后的数据与原始图像的数据完全不一样,其容量大大地减少,从而方便了数据的传送和数据的存储,节省了大量的存储空间。

图 1-1-1 的例子为我们说明了一个道理,即数据的压缩实际上是提供一种算法,用这种算法来代表原始数据的特点、内容和排列次序等。在实际应用中,我们以编码的方式提供一种算法,用这种算法对图像数据进行压缩处理后得到我们需要的结果。从目前来看,应用于压缩技术的算法有如下几种:

- (1) 预测编码法;
- (2) 变换编码法;
- (3) 向量变换编码法。

从视频图像压缩技术所使用的技术标准来看,其种类和使用的算法有以下几种:

- (1) JPEG(连接图像专家小组)标准,所应用的算法为变换编码法。

在电视行业的 YUV 标准中,图像的像素是用一个亮度信号 Y 和两个色差信号 $C_R(Y-R)$ 、 $C_B(Y-B)$ 三种成份组成,将图像各像素的每种成份在 JPEG 编码器中分成不重叠的 8×8 的像块,每像块以 8×8 的像素阵进行二维离散余弦变换(DCT),该 8×8 的二维像素阵列的计算结果有 64 个系数,用该系数来代表给定的像块频率内容(如图 1-1-2 所示)。在

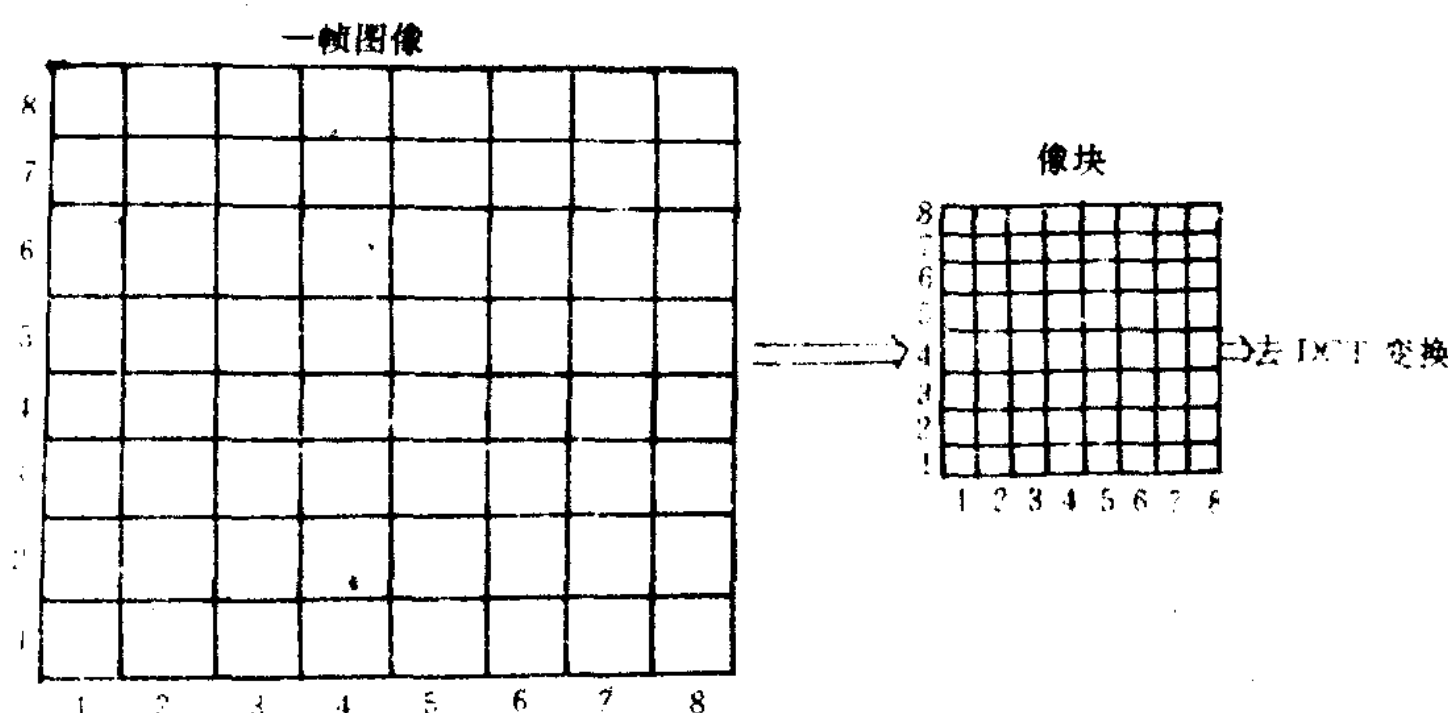


图 1-1-2

二维阵列左上角的 DCT 系数值表示零频或直流项(DC)的内容,其它 63 项为交流(AC)的内容,同时在水平方向从左到右,垂直方向从上到下地给出了信号随频率的相对强度增加的特性。

通过 DCT 变换后,再进行数字量化处理。量化的步长随频率和成份而变,设定低频系数比高频系数重要。用较密的量化步长对低频分量进行量化,而高频分量用较大的量化步长(粗)进行量化。量化后的每个成份都要建立自己的量化表(最多允许四个量化表)。将量化后的各像素值沿锯齿路线读出各二维数组的各项。通过读数将量化系数近似地按频率上升的次序排列起来,即将二维数据块变换成一维数据组。

下一步是将一维数据组进行哈夫曼编码(Huffman),同时插入不同的参数。哈夫曼编码是以不损失任何信息而压缩所需位数来表示一个数据集,它将 DC 项采用预测编码方式,算出其结果;将 AC 项首先按其行程长度进行编码,在这个编码过程中将每个像素系数简化为一些事件,而每个事件包括一个非零的系数和前面零系数的数量。由于高频系数可能为 0,那么编码就可以完成压缩。在进行哈夫曼编码的同时,要对 DC 和 AC 编码提供最多两个编码表,这样在译码时根据该表进行简单的反向运算即可。

- (2) CCITT 推荐的 H. 261 标准,用于可视电话通信系统,其数据传送标准为 $P \times 64$,即

是通信信道传送速率 64Kb/s 的 P 倍($P \leq 32$)。H·261 标准采用变换编码法和预测编码法,对图像数据进行帧内、帧间双压缩,为此压缩比较大,数据可在 $P=32$ 以下的数量级传输线上传送。

H·261 的帧间压缩技术是通过将目标帧(当前处理帧)中的一个像素块利用反馈回路同参考帧(前面一帧)中的同一位置的像素块进行预测运算,取出差值再进行编码的方法。这种方法实际上是传送相邻帧图像与图像之间的差别,所以最适用于活动图像的压缩传送,它增强了跟踪帧间运动时的编码效率,成功地减少了数据量。

(3)MPEG(活动图像专家小组)标准。该标准适用于数字存储媒体(如光盘、磁盘、数字磁带等)的全活动压缩。

MPEG 标准是建立在 H·261 标准基础上的,所以它的压缩方式与 H·261 基本相同,只是传送速率不能超过目前数字存储媒体允许的 1.5MB/s,以及量化、运动估计/补偿的规定和编码形式不同。

以上这些技术标准均利用了人的视觉特点,如人眼对黑白亮度的细节分辨率较高,而对彩色的分辨率就要差一些;对光波波长较长的要敏感一些,对波长较短的敏感性要较差一些等特点。针对上述视觉的特性,在进行图像压缩时,对亮度信号、波长较长的色信号用较高分辨率的采样变换,而对其他图像信号用大步长的采样形式变换。

综合上面的技术手段,到目前为止,通过许多实际的主观测试,图像在按 200:1 压缩后的数据,经反压缩减压后能接近模拟视频录像带的质量水平(相对于人眼而言),也就是今天的 VCD 技术。

二、图像压缩编码基础

图像编码技术,是图像压缩的一个重要环节,在这里我们对有关的基本理论作比较详细的讲解。

1. 预测编码(算法)

所谓预测编码,既是从已知影像像素的值来预测当前像素的值,并将预测值与实际值进行比较(作减运算),其所得的结果值作为编码值进行传送、记录。这种方法主要是利用图像画面各像素点与相邻的像素点之间的相关性和相似性或两相邻帧图像之间的相关性和相似性来作比较运算,取其差值的方法来完成编码压缩。为此,预测编码可进行帧内压缩或帧间压缩,其压缩的信息量较大,在 H·261 和 MPEG 标准中用来对图像进行帧间压缩的技术处理。

要说明其预测的编码过程,我们举一个简单的一维图像例子(如图 1-1-3 所示)。

从图 1-1-3 中我们可以看出这种算法的基本原理,该图的模拟量是一个电压波形,首先将这个模拟量通过 A/D 转换成为数字量,用 0 位的数字值 0 作为 1 位的预测值,用 1 位的数字值 0 作为 2 位的预测值,用 2 位的数字值 0 作为 3 位的预测值,……这样所得到除 0 位外的所有位的预测值。将实际值与预测值逐位分别进行减法运算,就得到一组带符号的预测误差值,该误差值用 0 位数字值 0 补位,得到数据传送值。

在一个较为规则的模拟量情况下,这种编码比较简单,精度比较高,相邻的各数据值相差不大,数据重复率较高,压缩比较大等。图 1-1-3 中的误差值可用一个 4bit 的数据来代

表,这种代表方式又叫平均像素值,也就是压缩后的编码值,它代表了一串原像素点的原值,并可用较低的比特来传送。该编码算法的工作原理方框图如图 1-1-4 所示。

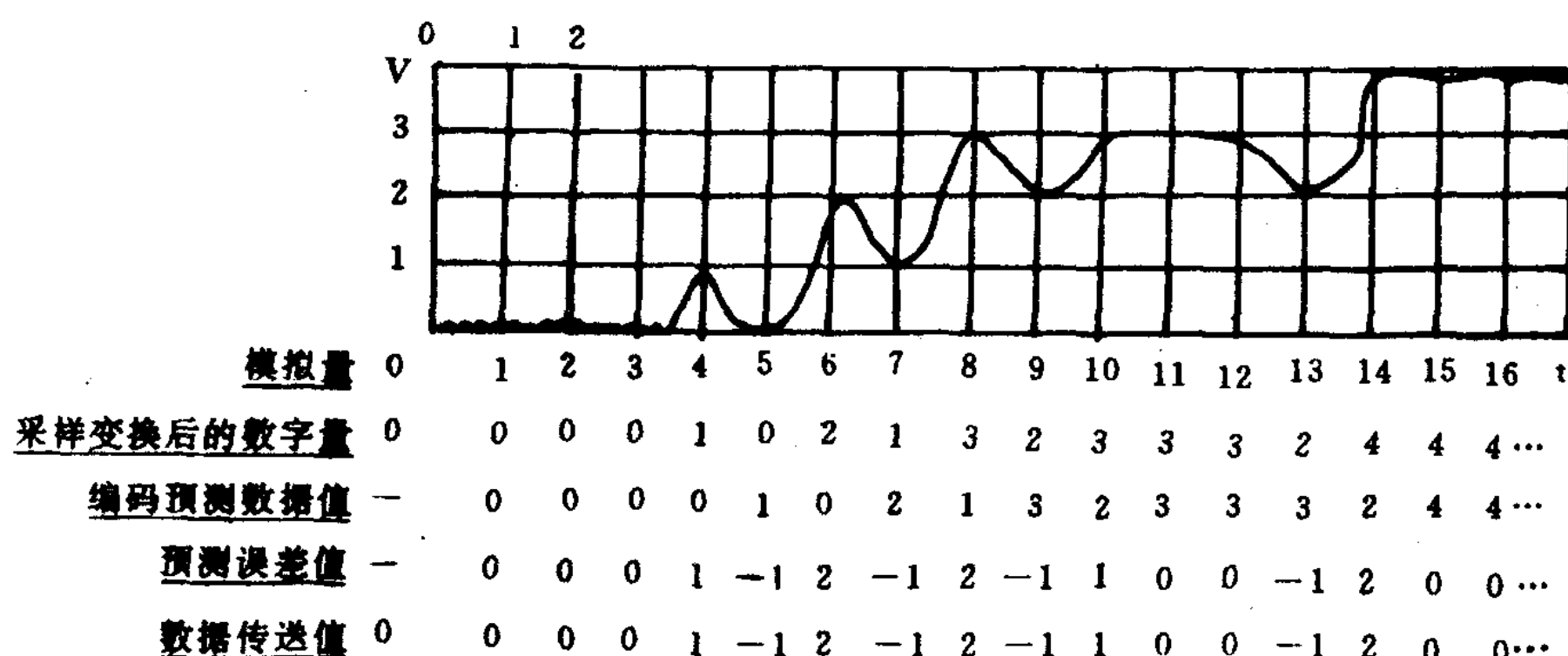


图 1-1-3

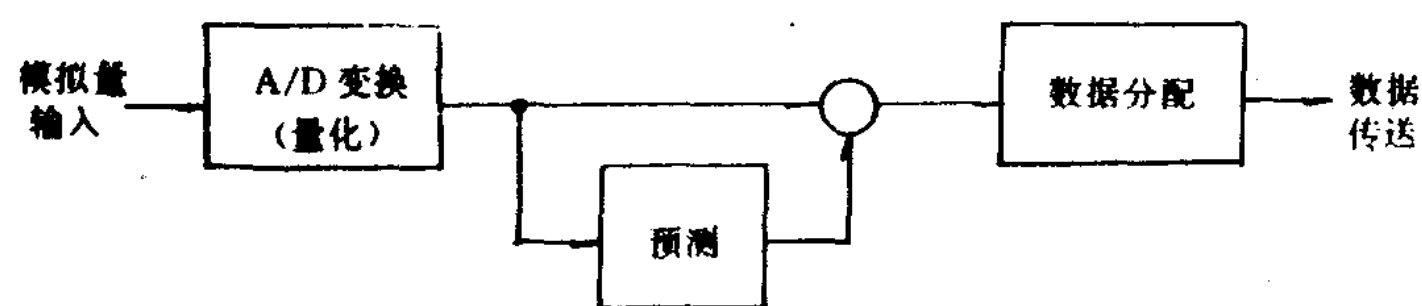


图 1-1-4

前面讲的是一维形式的编码型式,但是图像中的各像素均是二维的,若用前一列中的像素块来预测后一系列中的像素块,或前一帧的图像像素值预测后一帧的图像像素值,其预测的效率较高。如果预测、传送均在二维的情况下进行,则该预测称为平面预测或平均预测(如图 1-1-5 所示)。

二维像素阵	$X(i-1, j-1)$	$X(i, j-1)$	$X(i+1, j-1)$
	$X(i-1, j)$	$X(i, j)$	$X(i+1, j)$
平均预测	$\bar{X}(i, j) = 1/2 \{X(i-1, j) + X(i, j-1)\}$ $\bar{X}(i, j) = 1/2 \{X(i-1, j) + X(i+1, j-1)\}$		
平面预测	$\bar{X}(i, j) = X(i-1, j) - X(i-1, j-1) + X(i, j-1)$		

图 1-1-5

这种编码的解码十分简单,只要将误差值的前后相邻位逐一求代数和,就可得到原像素(像块、像帧)值,其关系式如下:

$$X = D_n + D_{n-1} \quad n=1, 2, 3, \dots$$

式中: X 为原值

D 为误差值

上面我们谈到的编码方法又叫“前值预测”法,它作用的结果是对图像进行帧内、帧间压缩。目前用它主要是进行帧间压缩,如 H·261 和 MPEG1 等。

对于一串连续的活动图像来讲,各相邻两帧的图像变化不会很大,为此用平面预测法进行逐帧求减,这样得到的误差值用来代表原像的编码,其信息量大为减少。该预测又叫动态向量预测,因而所得到的误差值只是该帧图像的差异部分,即运动(活动)部分,大部分相同的像源已被减掉。这个原理就是帧间压缩原理,目前 VCD 中的编码解码器中就采用了该压缩原理。

图 1-1-1 所举的例子是在输入信号的变化比较平坦的情况下完成的,如果在大动态变化范围的情况下,这种预测就有可能出现错误,而且一旦某一位出错,从原理上讲会一直错下去。因此在解码时,所解出的像值就不是原像值。这种错误就叫“量化误差”。同样在大动态变化情况下,还可能出现解码困难,即跟不上像素突变的需要从而造成“斜度过负荷误差”,从而使图像还原困难(如图 1-1-6 所示)。

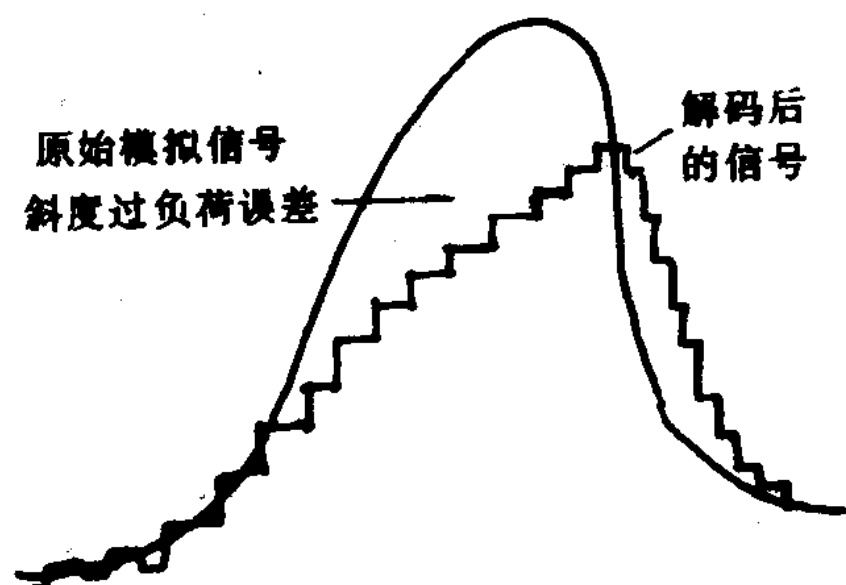


图 1-1-6

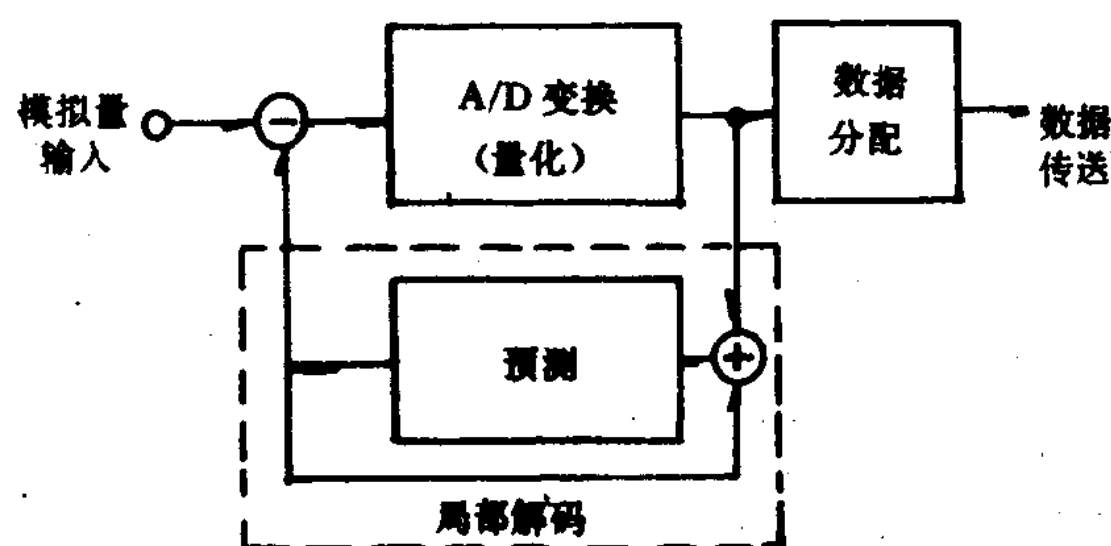


图 1-1-7

为了防止上述现象的发生,在编码时不采用先将原始信号进行 A/D 转换的方式,而用“局部解码”的方式一次完成(如图 1-1-7 所示),并用高密度采样来消除“斜度过负荷误差”。采用该编码方式的解码原理方框图如图 1-1-8 所示。

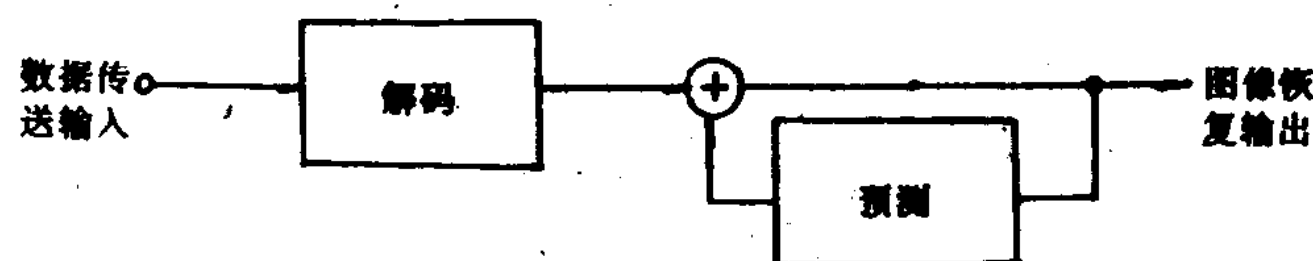


图 1-1-8

在此我们对预测误差编码算法的原理作了比较详细的讲解,就预测编码而言还可以分为以下几种类型:

(1) 线性预测编码算法

预测值与像数值之间呈线性关系的算法(如前面的例子),否则为非线性预测。该预测中各参考像素的系数称为“预测系数”,预测系数的总和若等于 1 称为“完全积分型”预测;小于 1 称为“泄漏积分型”预测。若是进行帧间压缩,是对图像进行二维预测,此时的预测是以像块为单位的相邻预测,称为“帧内预测”;以一帧图像为单位的预测,称为“帧间预测”。

(2) 最佳预测编码算法

若图像的像数数目等于 N , 则预测误差的平均值应为:

$$\epsilon^2 = (1/N) \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X}_i)^2$$

该平均值若为最小时,这种预测称为最佳预测。

如果用前一像素值作参考像素进行预测时,这个最佳预测系数可能偏离一个像素的自我相关系数,虽然该值有一定的差别,但通常可近似到 0.9~0.95 的范围内,也就是说,最佳预测是泄漏积分型预测。

(3) 适应预测编码算法

为了有效地提高预测效率,利用局部对应性质,适当地变换预测参考源的算法。该方式主要是针对运动图像的预测,所以又叫“动态预测”。

2. 变换编码(算法)

所谓变换编码就是将图像的局部采用坐标变换后,用矩阵算法进行编码的方法。

例如一幅图像〔如图 1-1-9(a)所示〕可分为主要部分和次要部分,然而主要部分在图像中的位置是不规则的,为此我们采用迪卡尔坐标变换法将主要部分进行旋转〔如图 1-1-9(b)所示〕,去掉次要的部分,就可以得到一个比较规则的图像源〔如图 1-1-9(c)所示〕,再将该图像进行矩阵运算〔如图 1-1-9(d)所示〕从而可得到该图像的编码数据。

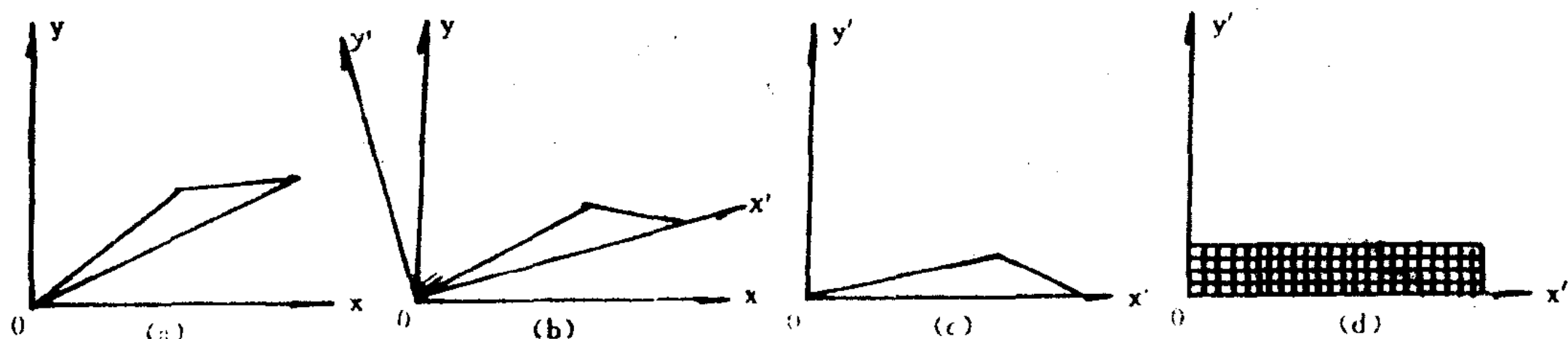


图 1-1-9

上面的例子充分地说明了变换算法的基本原理,但它又丢掉了次要的部分,这对于一幅画面来讲,就是不完整的画面。为了解决这个问题,采用相对传送方式,即只传送对视觉影响比较大的数据信号,对其它数据不予传送或作少量传送的方式来实现数据压缩;另外还可采用分配编码方式,即将主要的图像部分用较多的位数进行编码,次要部分用较少的位数进行编码的方式进行图像数据压缩;还有一种,即限值编码法,首先设定一个极限值,将超过该极限值的数据作为编码传送出去,但这种编码的压缩比不大。

变换编码法又可分为:

(1) 一维变换和二维变换

一维变换:即采用 $n \times 1$ 的矩阵方式进行变换的方法。

二维变换:即采用 $n \times n$ 的矩阵方式进行变换的方法。

在图 1-1-9(d)中可以得到下述关系式:

$$\begin{aligned}
 [Y] &= \begin{bmatrix} y'_1, x'_1 \\ y'_2, x'_2 \\ \vdots \\ y'_n, x'_n \end{bmatrix} = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T \\
 [X] &= \begin{bmatrix} y_1, x_1 \\ y_2, x_2 \\ \vdots \\ y_n, x_n \end{bmatrix} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T \\
 [A] &= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{n1} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{n2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

若 $[X]$ 是 M 行 N 列位置的二维像素元,则 M 行 N 列的变换矩阵可以为:

$$[Y] = [A_M][X][A_N]^T$$

这种算法在信号为常数时,压缩效果较好,而在非常数时均采用对称矩阵方式,即 $M=N$,例如 8×8 或 16×16 的矩阵方式。

(2)最佳变换法

最佳变换法是采用将图像分成许多独立的小块(或小区),然后针对不同小块的特点进行逐块变换编码的方法。在该变换法中又可分为离散余弦变换法(DCT)、自然矩阵变换法、倾斜变换法及离散正弦变换法等。

在目前的图像压缩标准中均采用了离散余弦变换法(DCT),为此我们在这里将其原理作比较详细的讲解。

虽然前面讲的变换法比较简单,但是针对图像信号必须进行繁杂的运算,为此在实用中困难较大。如果自我相关系数是以像素间距离的负指数函数的形式出现的话,就可以用离散余弦转换矩阵来代替,在运算上就比较简单,只是变换的效率要稍低一点。

在离散余弦的变换中,向量的各成份是余弦的函数。例如在 $N \times N$ 的矩阵中,第 i 行 j 列的元素为 a_{ij} ,则:

$i=1$ 时

$$a_{ij} = \sqrt{1/N}$$

$i \neq 1$ 时

$$a_{ij} = \sqrt{2/N} \cos\{(2j-1)(i-1)\pi/2N\}$$

若 $N=4$ 则矩阵为:

$$[A] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \sqrt{\frac{1}{2}} & \sqrt{\frac{1}{2}} & \sqrt{\frac{1}{2}} & \sqrt{\frac{1}{2}} \\ \cos(\pi/8) & \cos(3\pi/8) & \cos(5\pi/8) & \cos(7\pi/8) \\ \cos(2\pi/8) & \cos(6\pi/8) & \cos(10\pi/8) & \cos(14\pi/8) \\ \cos(3\pi/8) & \cos(9\pi/8) & \cos(15\pi/8) & \cos(21\pi/8) \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1.306 & 0.541 & -0.541 & -1.306 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 0.541 & -1.306 & 1.306 & -0.541 \end{bmatrix}$$

为此我们通对这个矩阵的运算可看出,其结果十分有规律且简单。若我们将通式代入 $[Y]=[A][X]$ 并将其展开,在一维情况下可得:

$$Y_i = \left(\frac{\sqrt{2}}{N}\right) \alpha(i) \sum_{j=1}^N X_j \cos\{(2j-1)(i-1)\frac{\pi}{2N}\} \quad i=1,2,\dots,N$$

$$\text{其中 } \alpha(1) = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \alpha(i) = 1 (i \neq 1)$$

上式的逆变换形式为:

$$X_i = \left(\sqrt{\frac{2}{N}}\right) \sum_{j=1}^N \alpha(j) Y_j \cos\{(2i-1)(j-1)\frac{\pi}{2N}\} \quad (i=1,2,\dots,N)$$

对于二维情况有:

$$F(Y, X) = \left(\frac{2}{N}\right) C(Y) C(X) \sum_{j=0}^{n-1} \sum_{k=0}^{n-1} f(j, k) \cdot \cos[(2j+1)Y\pi/2N] \cdot \cos[(2k+1)X\pi/2N]$$

$$C(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \omega=0$$

$$C(\omega) = 1 \quad \omega=1, 2, \dots, N-1$$

其逆变换形式为:

$$f(j, k) = \left(\frac{2}{N}\right) \sum_{Y=0}^{N-1} \sum_{X=0}^{N-1} C(Y) C(X) F(Y, X) \cdot \cos[(2j+1)Y\pi/2N] \cdot \cos[(2k+1)X\pi/2N]$$

由于 DCT 的各向量是周期性的余弦函数, 因此可利用高速傅里叶变换, 即 DCT 矩阵和离散傅里叶变换的实部变换矩阵非常相近, 只是周期有点差异。为此 DCT 的运算过程可以通过现有的 FFT(Fast Fourier Transform to Algorithm)高速傅里叶语法运算程序进行运算变换。

(3) 哈夫曼变换法

哈夫曼变换法是目前图像压缩技术中一个重要的环节, 其变换算法如下:

2 元哈夫曼矩阵为:

$$H_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

N 元哈夫曼矩阵为:

$$H_N = H_{2n} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} H_n & H_n \\ H_n & -H_n \end{pmatrix}$$

我们将 N 元哈夫曼矩阵内的元素(行向量)按顺序排列(若各元素是以方波表示的值, 用其顺序来代表方波之间 0 值的个数)的矩阵形式为(N=4 时):

$$W_4 = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

如果用方波来表示, 我们可得到如图 1-1-10 所示的形式。这种矩阵形式的逆变换还是一种矩阵形式, 而且矩阵内的内容十分简单, 只有 1 和 -1 两种, 其运算也只须和输入信号的对应值进行加、减操作既可。为此电路结构简单, 是图像压缩编码使用的形式之一。

图 1-1-10 的波形可用如图 1-1-11 所示的像块矩阵表示。

(3) 直接变换法

直接变换法就是我们前面讲的坐标变换法。

3. 向量量化编码(算法)

在前面所讲的预测编码法和变换编码法, 都是想方设法地减少原始图像的像素值, 而向量量化编码法则能有效地减少数据的量化长度来实现数据压缩。

向量量化编码法是将一串由 N 个元素组成的像素元, 排列成 N 元向量组的方法。其原理为, 输入一串 k 个的信号组, 该信号组可用下式表示:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$$

若该信号组的传送速率为 B bit/s 表示, 在 K 元量化中, 由于有 k 个元素一起处理, 便产