

数字静止图象传输设备总体方案 设计中的若干问题

李 情 与 许 织 新

提 要 本文首先综合比较了目前国外静止图象传输设备的性能和体制。然后根据自己工作中的不完全的体会,就总体方案设计中的若干问题,诸如图象参数、编码方法、存贮方法、同步系统、传输方式等等,提出一些探讨性的看法。最后,列举了今后的发展方向。

一、引 言

众所周知,图象是表述信息的最有效的手段。它比起语音、文字等信源来讲,应该认为是得天独厚的。俗话说:“百闻不如一见”,这绝非荒言怪语。因此,在当今信息科学迅猛崛起之际,图象信息,特别是数字图象信息的传输、存贮和处理,将要成为社会生产和生活的重要方面。但是,数字电视图象将以十分高的传输频带为其代价。所以就当今的技术发展水平来讲,大范围地应用数字电视图象的传输技术,不能不受到许多限制。其中,只有这种静止图象传输技术还可能与当前生产水平相适应,因为它只需要用到象普通电话那样窄的带宽就已足够。尽管也带来了应用上的某些局限性,但实践表明,这种静止图象传输技术的生命力是十分强劲的。比如,日本电气的DFP-751TR彩色静止图象传输设备拟用在传输宇航员在空间飞行时的生态图象信息。其它有关产品,也已被用在军事侦察、通信、工业监视、医疗诊断等方面。国内,也已有单位引进相应设备以供使用,并有相应的研制、生产的规划了。所以说,论述这种静止图象传输技术的发展和要点,将是一件有意义的事情。本文就是笔者根据前段工作的不完全的总结,企图对这一命题表达一些看法,以供参考。

本文先综述比较一下当前国外数字静止图象传输技术的发展概况,并引出一些对我们工作有益的结论。然后,就总体方案考虑中的若干问题,根据自己的体会和认识,谈一些看法和建议。最后,将对静止图象传输技术的今后发展方向问题,略抒笔者的拙见。

二、比较与思考

所谓静止图象传输,似乎也无统一的定义和解释。我们不妨引用一下旁人的论证。有人认为,静止图象传输的方法不外乎有两种,一种叫时分复用传输系统,它将不同原始电视信号的某一帧,按时分复用的方法,传送到相对应的用户终端去,在那里,通过帧的重复再现而获得一帧静止图象。据云,为了在无线电广播、公用天线电视方面得到实用,此系统正在加速研制。另一种则叫窄带传输系统,它是使用很窄的带宽,但以足够的时间来传输一帧图象。因此按照这种定义来分,本文所论及的对象自然是后者而不属于前者。

应该指出,现代传真技术也可认为是后者的一种。或者说,某一幅照片也可以用窄带技术传输到对方。但是,本文所涉及的通常是指从活动连续的图象中,凝止某一帧(或场)的图象信息作为传输对象,因此似乎有别于前两种。而且我们更倾向于使用“Freeze Picture”这种命名法,而不是“Still Picture”这样的名词。所以,这种静止图象传输技术往往与电视技术相速系着,大多数设备都以电视摄象机为输入,而以显象机为输出。

根据不完全的统计,目前已定型生产的静止图象传输设备已有许多型号。其中日本的占多数(请见附表1)。

从表中比较可得出若干有益的看法来:

(1) 静止图象传输技术主要包含以下四个关键技术,即编码技术、存貯技术、传输技术和显示技术。各种类型的静止图象传输设备也以此相区别。

(2) 编码技术要与传输技术结合考虑。例如采用窄带 FM 技术,由于传送速度较高,故常常不需压缩。但是当采用高质量的数字传送技术时,则一般要用 DPCM 压缩。

(3) 作为存貯技术来讲,早期有采用存貯摄象管的。但是大多数设备都抛弃了这种技术途径而普遍采用 IC 存貯器。

(4) 显示方式是灵活的。它可是固定一帧(场),也可是自动连续换场。它多少要影响到其它技术的指标和性能。这里要指出,从发展来看,它还必须与编码方式结合起来考虑。

(5) 图象编码技术本身与一般的编码技术无多大区别。例如彩色编码,既可是组合编码,也可是分离编码。但同样要注意,将来与显示方式结合起来考虑会产生一些质的变化。这将在最后一部分予以阐述。

上述一些片断的看法,将对方案设计时的考虑提供有益的帮助。

三、总体方案考虑中的若干问题

在考虑静止图象传输设备的总体方案时,自然要依据许多原始条件,诸如给定的 TV 的体制,传输的距离,传输时间要求及传输条件,图象的质量要求,以及一些控制性能等等。因此,下述若干问题的讨论,虽然是分别进行的,但绝不是孤立的。

1. 图象参数的选择

毫无疑问,所给定的 TV 体制当然是选定图象参数的基本依据。但是,由于其它条件的制约,图象参数也不一定是一样的。在静止图象传输设备中要考虑的,主要是帧、场、行的选择和图象带宽的选择这样两个问题。

(1) 帧、场、行的选择

首先可以想到,在 TV 信号输入端凝止(Freeze)一幅图象时,以一帧为好还是一场为好?从 TV 的体制来讲,由于是隔行扫描的体制,所以一帧内奇偶场相对应的二点之间已有了 $1/50(1/60)$ 秒的时差。因此对活动目标来讲,已经造成了相对位移。所以,这对连续图象来讲正好造成连续感觉的有利条件,对静止图象来讲则正好是造成畸变的因素。这样,根据实践证明,大多数静止图象都是以凝止一场图象为宜。这虽然要带来垂直分辨率下降的缺点,但是宁可如此,也希望这样来选择。何况还能使存贮容量、传输时间相应地减少。

于是,接着就产生了行数选择的问题。大家知道,一场是 262.5 行(或 312.5 行)。这样的图象在收端再现时一定会发生抖动。因此,可去掉最后半行而形成 262(或 312)行的一场图象。这样,由于去掉了半行,到接收端图象再现时,从存贮器读出的场频应为 60.1Hz (或 50.08Hz)。这可以用下式来计算得到,设新的场频为 f_F^* ,则

$$f_F^* = \frac{1}{T_H \times N_H} = \frac{f_H}{N_H} \quad (1)$$

其中, T_H 为行周期, N_H 为实际所用的行数。要注意 T_H 则与普通 TV 所采用的是相同的。

(2) 带宽与采样频率

正如前面所述那样,静止图象传输所企图解决的主要矛盾就是带宽问题。因此正确地选择带宽就成为关键问题之一。如果按照标称带宽来讲,NTSC 就是 4MHz , PAL 就是 5.5MHz 。这样给采样频率、存贮容量、传输时间等带来严重的麻烦。因此,不少静止图象传输设备都考虑用限制带宽的方法来解决。

根据 TV 信号的统计特性的分析可知,黑白 TV 信号的功谱是一种齿状结构的多峰函数,峰周期以行频 f_H 的谐波来展开,而它的包络,则以某种规律随频率的升高而递减。详见图 1。对亮度信号来讲,它的最外层包络可用下式来表述^[6]

$$P_1(f) = \frac{8\alpha_1\alpha_2\beta}{\alpha_1^2 + (2\pi f/f_S)^2} \quad (2)$$

式中, $\alpha_1, \alpha_2, \beta$ 取决于图象的参数和相关特性。因此,若对亮度信号限带,图象损失的能量将不会很大。只是损失一些影响水平方向清晰度的高频分量而已。例如,若以 $f_S = 5\text{MHz}$ 为例,且令 $f=0$ 时的功谱分量标称化为 1, 则有

$$P(f_H) \doteq 1$$

$$P(160f_H) \doteq 10^{-3}$$

$$P(320f_H) \doteq 2.5 \times 10^{-4}$$

所以,如将截止频率选在 $160f_H = 2.5\text{MHz}$ 处,则损失的能量约为总能量的千分之一。

国 外 静 止 图 象

国 家 公 司	型 号	TV 体制	编码方式及位数	存貯方式及容量
日 本 电 气	DFP— 754TR	NTSC 黑 白	PCM 8bit	4k RAM 768kb/場
日 本 ^[2] 富 士 通	FATEC 7471A/7451A	NTSC 黑 白	DPCM 4bit	RAM IC 255kb/場
日 本 ^[3] 东 芝	TS100— MR200 /MR100	NTSC 黑 白	DPCM 4bit (数字传送) PCM 8bit (收 端)	发: 存貯摄象管 收: IC 4kRAM 500kb/場
日 本 ^[4] 东 芝	MT100 /MR100	NTSC 黑 白	PCM 8bit DPCM 4bit (数字传送)	IC 4kRAM 0.5~1Mb/場
美 国 ROBERT	630	NTSC 黑 白	PCM 6bit	IC RAM 6×65kb/場
日 本 ^[5] 日 立		NTSC 黑 白		
日 本 ^[5] 三 菱		NTSC 黑 白		存 貯 管
日 本 ^[5] OKIPIS		NTSC 黑 白	DPCM	
日 本 ^[1] 电 气	DFP—751 TR	NTSC 彩 色	高阶 DPCM 4bit 组合编码 $f_s = 3f_{sc} = 10.7\text{MHz}$	IC 4KRAM 768kb/場
日 本 ^[4] 东 芝	MT300 /MR30	NTSC 彩 色	DPCM 4bit Y, R—Y, B—Y 分离编码	IC RAM

传 输 设 备 一 览 表

表 1

传送方式及时间	显示方式	扫描行数(場) × 采样点数	线路质量 要求及措施	附 注
低速 FM 37 或 50 秒/場 单工或半双工	一帧(場) 連 续 場	242 行 × 404 点 (有效)		
调 解 器 30~110 秒/場 全双工	場	217 行 × 290 点 (有效)	误码率 10^{-4} 用 CDC 检错	用 微 处 理器控制
AM VSB FM VSB 30 秒/場 调 解 器 53~427 秒/場	一帧(場) 連 续 場	256 行 × 512 点 (有效)		
AM VSB FM VSB 30 秒/場 调 解 器 53~427 秒/場	一帧(場) 連 续 場	256 行 × 512 点 (有效)		
FM 35 秒/場		256 行 × 256 点 (有效)		
120 秒		220 行 × 525 点		
		170 行 × 170 点 (有效)		
调 解 器 15~600 秒/場 半双工	場	262 行 × 682 点		f_s —采样频率 f_{sc} —付载频
调 解 器 4.8~9.6 kb/s			误码率 10^{-5} 当 DPCM 连续 0 时, 则插入 PCM 码	

这种情况相当于一行有 320 个采样点, 它与垂直方向有 312 行是相适应的。附表中所举

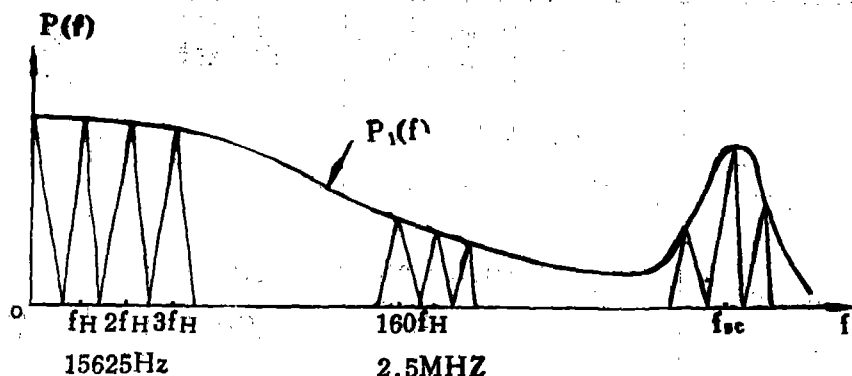


图 1 PAL 制的 TV 信号的功谱

的富士通和 ROBERT 的产品大概与此相同。即使将截止频率选在 3MHz, 它所增加的能量也不会很多。从大量实践表明, 对图象质量要求不高的情况下, 这是完全现实的。因而我们的结论是, 对黑白静止图象而言, 在条件许可的情况下可采取大胆的限带措施以节省存贮器件和传输时间。

当然, 对彩色静止图象来讲, 因为必须把彩色分量包含进去, 所以这种限带措施就受到很大限制。

至于采样频率, 黑白静止图象一般取二倍于截止频率为好。也可以根据实际情况稍作调整。而彩色静止图象则要与彩色付载频有一定的关系, 一般要使 $f_s = 3f_{sc}$, 才能保证满足采样定理, 但为了降低采样频率, 则可令 $f_s = 2f_{sc}$, 称为亚采样。但必须用梳状滤波器将折迭部分滤掉。在少数高质量彩色图象中要令 $f_s = 4f_{sc}$ 才可。

2. 编码方式的选择

正确地选择编码方式, 是设计静止图象传输设备的核心问题之一。从表 1 中所列的设备可见, 图象的数字化技术, 即 PCM, 是必不可少的。这是因为:

- 目前倾向采用数字的 IC 存贮技术, 因此数据即使不压缩, 也要经 PCM 后才能存贮。
- 即使采用 DPCM 压缩技术, 因为一般都是采用数字差分的方法, 所以也需经 PCM 后再进行差分编码。这样会提高编码的性能。

PCM 技术, 一般采用高速的并一串形 A/D 器^{[7][8]}以 8bit 编码。在质量可降低情况下, 允许用 6bit 编码。

至于静止图象传输中的数据压缩技术, 到目前为止, 实用的仅是 DPCM。那么是否采用此种压缩技术, 很大程度上取决于传输和质量的要求, 目前由于传输价格大大高于存贮价格, 所以受存贮性能的影响似乎少一些。几乎可以这样说, 当图象质量要求不严而能采用模拟传送 (如 FM VSB) 时, 就用不着压缩了。但当图象质量要求较高, 或需要用调制器传送时, 由于传输时间过份增长, 因而还是希望压缩一下为好。

在采用 DPCM 压缩技术之中, 有两个问题得讨论一下。

首先, 一般 DPCM 均采用 4bit, 根据研究, 它相当于 7bit 的 PCM 质量。问题的

提出是能否用 3bit 的 DPCM 来进一步缩短传输时间? 据笔者的初步分析, 认为是可以的。因为从理论上讲, 3bit 的 DPCM 就相当于 6bit 的 PCM。美国的 ROBERT 就是这样的水平。同时从信号与量化噪声比 S/N_Q 来讲, 3bit 将下降 3~5db。如果从主观评价来衡量, 在 7 级标准中, 4bit DPCM 约为 1 级, 而 3bit 约为 2 级^[9]。这都是较好的图象质量。因而都是可以采用的。

其次, 是带宽和编码位数的综合考虑问题。因为它们都导致最终的 bit 数的高低, 从而影响到传输时间和存储容量。比如我们比较下述两个方案时:

——带宽 2.5MHz	采样频率 5MHz	位数 3bit
——带宽 2MHz	采样频率 4MHz	位数 4bit

可以发现, 最终的 bit 数不相上下, 但究竟应如何选取呢? 根据美国 O'Neal 的研究^[10], 带宽比编码位数更为重要些 (指图象质量), 因而前者会有利于提高图象质量。但后者由于降低了采样频率, 因而 DPCM 的实现则较为容易些。人们应根据实际情况来确定。

3. 存储方式及参数的选择

大家知道, 目前可被考虑作为图象存储的器件不外乎有存储管、磁盘、集成电路 (IC) 等几种。但是, 存储管要存储彩色信号是有困难的, 而且性能也欠稳定。磁盘也有些问题, 如要求环境条件苛刻, 旋转中也不稳定。所以 IC 最为适宜。目前所见, 应用动态随机存取存储器是最普通的。

作为静止图象存储器来讲, 它与用在帧同步器、TV 制式转换器中的图象存储器差别不大, 但是和通用计算机中的存储器来比较, 则有一些明显的差别。尽管他们的基本规律是相同的, 但在使用上却有所不同。这些差异点主要在于:

- 作为图象存储器来讲, 图象信息都是以一帧 (或场) 为单位序贯读出或写入的。而不象计算机存储器的数据那样是任意地读 (或写) 某一个字的。所以图象存储器的地址部分比较简单, 通常用计数器来完成。
- 作为静止图象传输用的存储器来讲, 读与写的时钟既不同步, 且其速率相距甚远, 比如写 TV 信号时往往以 MHz 计, 而读出传输信号时, 只能以 KHz 计。所以对存储器读写周期的匹配需特别注意。而用在帧同步器及制式转换器中时, 它们的时钟只是不同步而已。
- 存储器的读/写时钟及控制, 严格地受到 TV 信号及线路传输信号的控制。因而必须和这二者的同步系统全面地配合和接口。而且, 读/写计数器本身又成为该二种同步系统的组成部份。

根据以上特点, 静止图象存储器一般可按图 2 来构成。高速计数器序贯地控制图象信息以 TV 速率读/写, 低速计数器则序贯地控制图象信息以线路速率读/写。计数器全部计数完毕, 又可作为另一种速度读/写的起始条件之一。比如 TV 信号写完一场, 即可启动低速读地址计数器向线路传输低速信息, 如此等等。

作为总体来考虑, 还有一个图象存储容量的选择问题。就以上述所举的为例, 一场图象包含 312 行 $\times$ 320 点, 这是包括了全部行、场消隐信号在内的数据。然而对大多数上述产品及帧同步器、制式转换器等设备的研究表明, 场、行消隐期间是不存任何数据的。据我们分析, 只要同步系统进行妥善的设计, 线路上也可以不传输消隐信号。因而

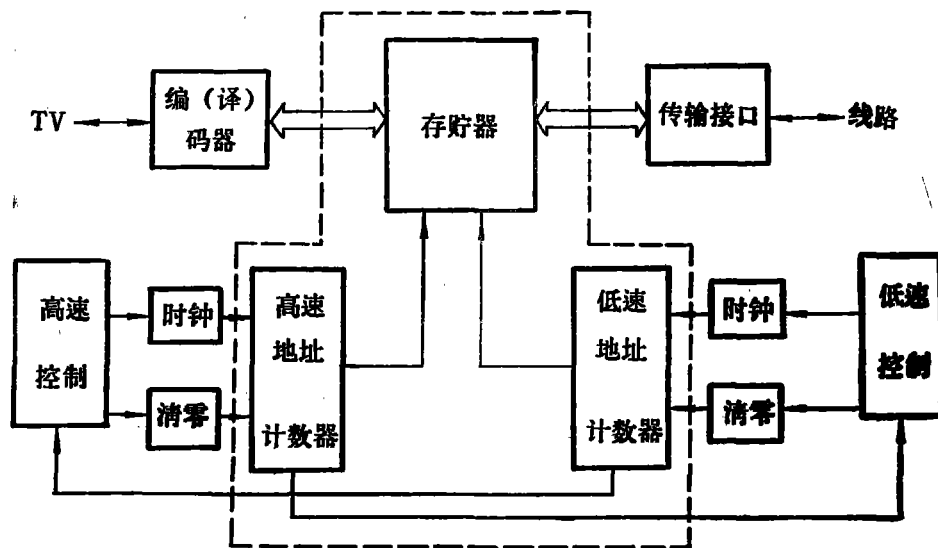


图 2 静止图象存储器的一般结构

实际上存储容量只按有效区间(不计消隐期)来计算。比如对上例来说,实际上只有287行 $\times$ 256点大小。如以3bit DPCM编码,则一场只用220.416 Kbit,如以4KRAM来设计,则用5行12列的4K片子构成一块240Kbit的存储板就已足够。

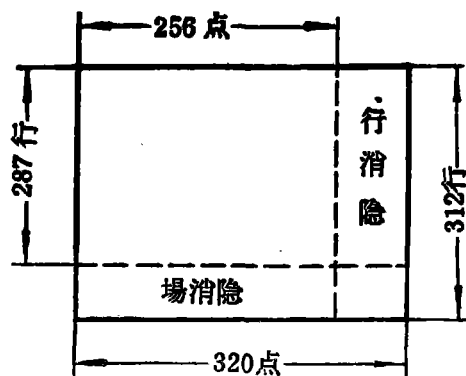
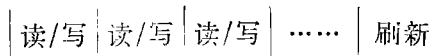


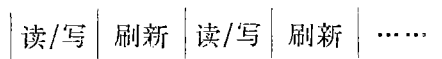
图 3 存储容量的选择

作为静止图象存储器的另一问题,就是刷新问题。大家知道,动态RAM有功耗小、体积小等优点。但是,它必须不断地进行刷新以维持信息。据目前的技术水平来看,刷新有以下三种:

——集中刷新(A方式)



——分散刷新(B方式)



——混合式

A方式适用于速度低的地方, B方式则适用于速度高的地方。因此, 在静止图象存储器中必须兼有这二种刷新方式。一般来说, 在与TV信号接口读/写时, 要采用B方式。在与线路信号接口时, 就采用A方式。

顺便要指出, 在收端的存储器往往要两个。因为显示方式应该是多种多样的。一个存储器只能接受传输来的一场信息, 而不能同时又作为向显示器画面刷新的信号源。因此, 如要连续显示不同场的画面时, 需要两个存储器分别作接受者和刷新源。或者, 在需要显示一帧图象时, 分别作为奇偶数场的存储器。

4. 同步方式的考虑

与其他的通信设施一样, 同步系统的好坏, 对静止图象传输设备来讲, 也是至关重要的。下面不妨把它分成几个问题来讨论。

(1) 时钟同步

就这点而言, 静止图象传输设备是个独立同步工作系统。如下图所示那样, 发端在存储器一侧由摄像机供给同步信号, 且采样频率与行频锁相。在收发两个存储器之间, 则由传输设备提供时钟同步信号, 而在显示端, 则由本地产生另一种高速读时钟信号。这三段可以是互不相干的。因此, 可以分开进行考虑和设计。

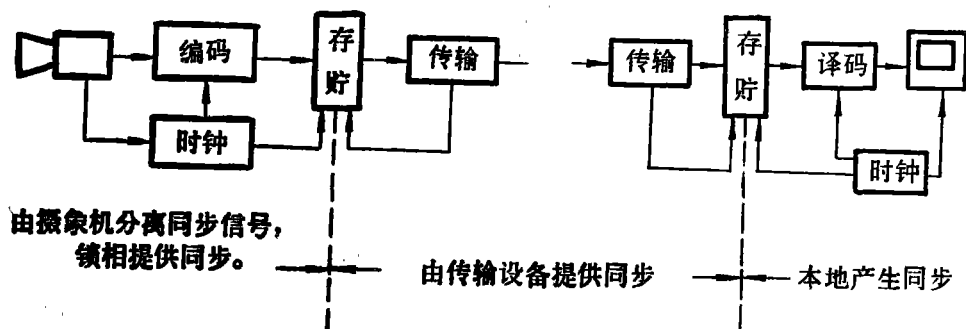


图4 时钟同步

(2) 场、行同步

在前面已经谈过, 在存储器中既然不存入消隐波形, 所以原来场、行同步信号已不复存在, 如果在传输过程中不产生误差。那么在显示端只要重新插入场、行同步信号就可以了。但是为了确保可靠的传输, 还必须在传输过程中插入必要的经特殊选定的场、行头码, 以保证严格的场、行同步。于是从传输的格式来讲可以是如图5那样的结构。

从图中可看出, 在一场的开头加上场头码(FSC), 在每一行开头加上行头码(LSC), 必要时在每一行末尾加上纠错码(DC)。这样的格式, 既提高了效率, 又确保了质量。

关于场头码的选取, 这和数字通信中的帧同步码的选取是同一内容。可选用适当的伪随机码, 最佳同步码, 全1码, 或1010...码等等。比如DFP-754就是采用了后者。根据笔者的初步分析, 对于DPCM压缩的图象信息来讲, 用全1码是颇为可取的。因为图象信息的统计特性告诉我们, 图象差分信号的概率分布是服从负指数分布

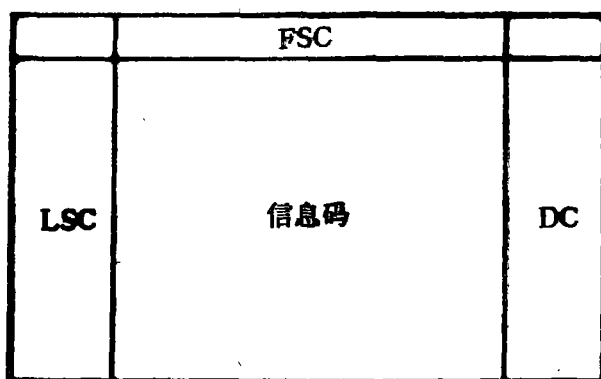


图 5 传输格式

的，因此，图象信息码中出现“111”的概率本身非常小，而且又要连续 N 个“111”的概率将是 $\{P(D=111)\}^N$ （试将其看成是独立的）。所以这种 FSC 相对于信息码的独特性是非常之好的，实现起来又十分简单。故此有理由相信是有优异性能的。

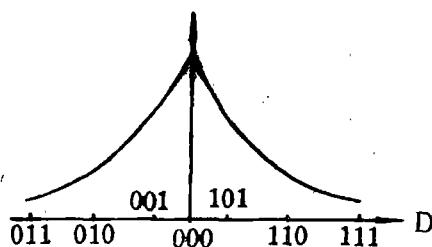


图 6 差分信号的概率分布及编码

至于行头码的选定，其原理方法和场头码是一样的，不再赘述。只是在用 FM—VSB 传送时，可采用全 0 码来表示原始行同步信号电平而获得简单的插入方法。其原理是在 PCM 编码时，它的电平赋值要按图 7 那样进行。于是从存储器中低速读出一行信息，通过 D/A 变成 FM 信号后，在确定的时间内，插入一组 8 位全 0 码，那么经 D/A 后就恢复成图示那样低速 TV 信号。不过，这样的方法将降低图象信号的动态范围。

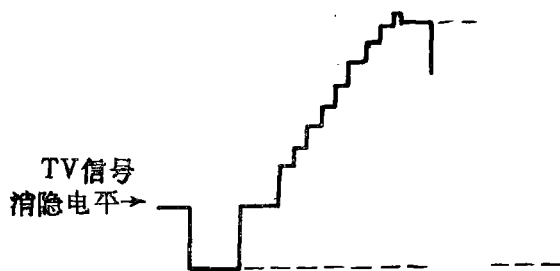


图 7 TV信号的PCM编码

必须指出,如以一場信息作为一单元来看,那么连续多場信息的传输就形成了调步式的状态,恰如电传打字机那样。这是因为发端还有个选場问题。

(3) 选場

发端在低速传送完一場图象后,还不能立即开始写入新的一場图象信息。因为此时TV信号并不恰是一场开始。因此必有一个选場门,同时受读完毕信号和TV場同步信号控制,有时甚至还必须固定的选择奇場或偶場,这就更要妥当地设计选場电路。

5. 传输方式的选择

象当今通信系统存在有两个传输方式一样,静止图象传输也可用模拟传输(主要是FM),也可用数字传输(1.2kb/s~9.6kb/s的数传机,1.544Mb/s的数字数据线路)。显然前者的优缺点在于:

——设备单一,无接口,独立性强。

——传输时间较短,其计算公式为:

$$T = \frac{N}{F_s} \text{ 秒/場} \quad (3)$$

T 为每場图象传输时间, N 为每場采样点数, F_s 为慢A/D(D/A)采样频率。例如,DFP-754每場图象共有98000个样点,如选择 $F_s=2.625\text{KHz}$,则得 $T=37.1$ 秒/場。

——抗噪声、抗串话能力较弱,特别当中继转接次数多时会影响质量。

不言而喻,后者的优缺点正好相反:

——需另附加调制调解器。

——传输时间长,其计算公式为:

$$T = \frac{N \times B}{R} \text{ 秒/場} \quad (4)$$

其中 B 为样点编码比特数, R 为数传机传输速率。

——抗干扰能力较强,适于远距离传输。

对于上述两种方式都不能绝对肯定和否定,都有其各自应用的場合。因此在总体考虑时,必须充分斟酌比较而确定。如果采用FM体制,那么一整套有关FM的技术措施,如预加重,均衡等等都必须在本机内安排好。

综上所述的五个问题的考虑,已涉及到静止图象传输设备的主要问题了,当然绝不是全面的。笔者希望,如有机会涉及到这样命题的同志,应该针对自己的条件和要求,独立地进行分析 and 探讨,以求最佳方案的实现。

四、今后发展方向

静止图象传输技术迄今虽已取得可喜的进展,但继续改进的势头却也湧湧而来。作为图象传输技术的共同点而言,其核心方向仍然是编码方式问题。因为存貯方式只是随着器件和计算机的发展而自然推进。传输方式,也要随着整个通信技术的改革而不断更新。只是显示方式,却还有其独到的一面。所以现在看来,静止图象传输技术的发展,一是与整个图象编码技术的发展共同前进。一是将编码技术与显示技术结合起来进行改

革。下面, 将简述一下这两方面的动向。

1. 图象编码技术的不断更迭

日立中央研究所根据帧间编码的原理^[11], 研究出了一种适合于静止图象传输用的彩色编码方法。基本的编码方式是亮度和色差信号的分离 DPCM (4bit) 方法。但是在传送第二帧静止画面时, 只传送与前一画面有变化的部分, 从而达到了节省时间的目的, 我们不妨称之为“帧差静止图象传输法”。其构成图如下。为了减少变化像素的地址信

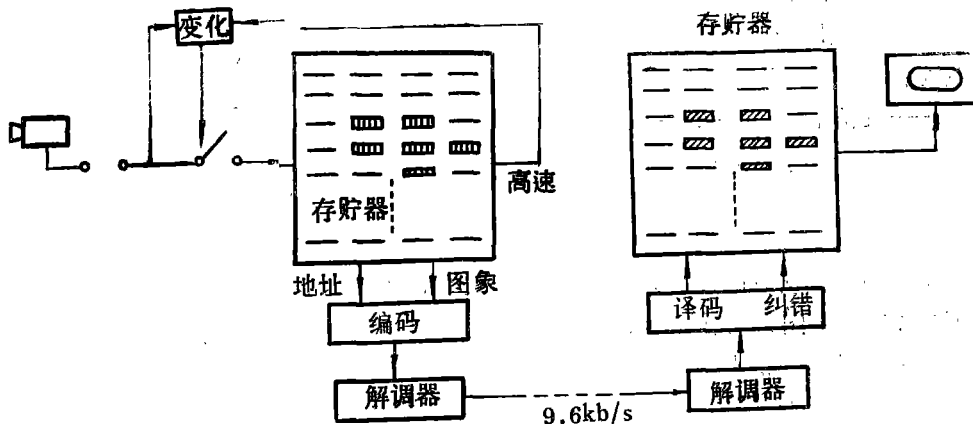


图 8 帧差传输法构成图

息, 于是将一行像素分成四段, 每 1/4 段中有一像素发生变化, 即将这 1/4 段的像素都重发过去。为了确保质量, 差分信号设有两个阈值, 一是 1/4 段内的平均电平, 一是瞬时电平, 只要任一超过, 即作为变化部分传送。为了减少传输造成的误差, 它的格式如下图所示。同步码和控制码交替传送, 以确保无误。另外, 在图象码的始终值上, 都发出 8bit PCM 码, 当产生误码时, 收端即可据以纠正。

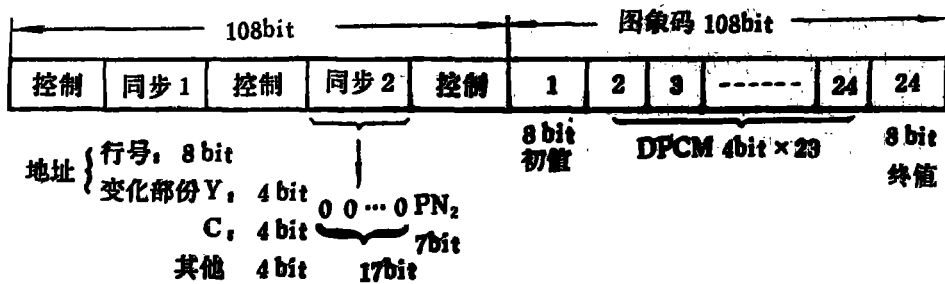


图 9 传送码构成

据试作结果表明, 通常更新一场需 60 秒, 而现在只需 6 秒。这样的效果是令人可喜的, 图象质量也是满意的。

另外, 国际电报电话 (KDD) 研究所研究了二次编码法以压缩高精度静止图象取得成功^[12]。它的分辨力是 1380×1380 、PCM 8bit, 然后, 第一次用 6bit DPCM 编码,

预测算式为

$$\tilde{x} = k \left(\frac{3}{4}a + \frac{1}{4}d \right) \quad (5)$$

其中 $\tilde{x}$ 为 x 的预测值, x 与 a 、 d 位置示于图10中。 k 可根据预测误差大小而适当地选取三个值, 即 $k = (1+p, p, 1-p)$ 。根据试验, $p=0.15$ 为最好。第二次编码是根据差分信号的负指数分布的规律而采用“熵编码”。即概率小的码长, 概率大的码短。这样平均而言, 又压缩到平均每像素 4bit。这种方法, 通过卫星往返线路的试验已证明是成功的。

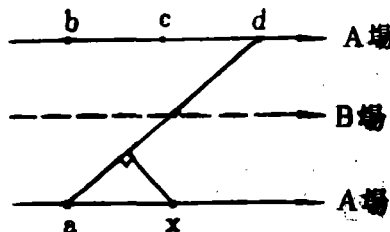


图 10 图象预测的关系

2. 编码方式与显示方式的综合研究^[13]

目前来看, 这种综合研究是颇为盛行的。它的指导思想是, 虽然图象信息是一点一滴地传到显示端, 但也沒有理由一定要等全场信息到齐后再一併显示出来。如果能够有机地传送而逐步地显示出图象的轮廓、概貌, 尔后再不断细致、逼真化。那不就更提高了效率吗? 于是这种称为“ジワーツと浮かび上がる”的静止图象传输技术就象雨后春笋般地发展起来了。下面就略述一下有关公司的研制概况。

日本早稻田大学大照研究室利用 16 位长的 M 序列产生了随机扫描图象方式。于是在显示屏上由隐到现地显示出图象来。同时, 东京大学秋山研究室也进行了研究。

同样, 秋山研究室还研究了“分块分区采样传送方式”。例如一个 8×8 的画面, 先分成 4 块 4×4 的画面, 然后, 分成更小的区域采样。第一步传送 $a_1 \sim a_4$, 在显示端则整个块显示 $a_1 \sim a_4$ 。然后, 随着 $bcd \dots$ 信息的传来, 图象细节得到完善, 最后完整地显示出来 (其示意图如图11所示)。从实验来看, 似乎较随机采样来得有效。该研究室还研究了“直线内插的鲜明度变化传送法”, 其原理也基本相同, 在此则从略了。

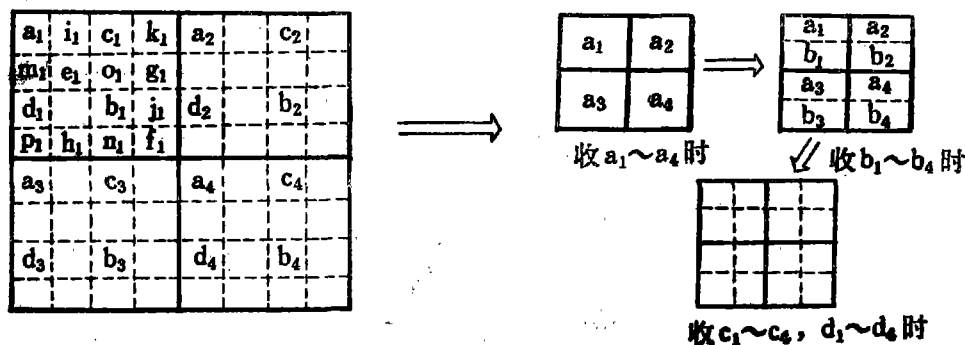
如果先在大块内按电平求其均值, 先传送到对方显示, 尔后逐步缩小区间求出其均值。这样显示端的图象也逐步清晰起来。这就是东京大学安田研究室提出来的方法, 均值算法采用哈德玛矩阵, 这是比较方便的。实验结果表明, 原先用 3 分 40 秒传送的一幅图象, 现在只要 60 秒就足够了。

日本电气公司的电气通信研究所提出更为新颖的方法。将图象分成若干块, 然后计算每块的平均电平 x_T , 然后块内每像素电平 x_i 大于 x_T 则传 1, 小于则传 0。同时, 将 $x_i \geq x_T$ 的 x_i 计算其平均电平 a_1 , 将 $x_i < x_T$ 的 x_i 计算平均电平 a_0 , a_1 和 a_0 也发送过去。在显示端则根据 1 和 0 的图样而显示 a_1 和 a_0 , 注意到 a_0 和 a_1 是 8 bit 编码。据估计, 这样的方法数据可压缩到 1/4。顺便提到, 美国 Purdue 大学也相应地提出了这种方法。类似的方法还出现在东京大学的尾上研究室里, 他们先用一抖动 (Dither) 信号矩阵对原图象加权, 然后与阈值相比较, 并传送相应的 1、0 图样, 但是看来图象质量稍差。

很有希望的一种方法是东京大学秋山研究室提出来的, 他们建议先传送每个像素的

高位(MSD), 然后第二位……一直到最低位(LSD)。这也叫“bit 平面编码法”。而高木研究室在此基础上更进一步建议用“游程编码法”压缩此数据, 意思是, 先进行二维预测, 然后将差分信号进行 bit 平面编码, 再实现游程编码。这样一来, MSD 可压缩 4.799, 第二位压缩 2.216, …, 平均压缩率为 1.603。从图象质量来看, 还是较满意的。

最后可以估计到, 这种编码与显示方式的综合研究, 将会有别于一般图象编码法而独树一帜。笔者期待学术界在这方面取得更大成功。



发端分块分区采样

图 11 分块分区采样法示意图

结 语

静止图象传输技术由于实用价值上的有力推动, 可能比其他图象编码技术更会取得惊人的进展。因此, 除了及时采用一般图象编码领域及通信技术的成果外, 应该看到, 充分将图象处理的更广泛的理论和方法, 将信息理论特别是信源和信宿的主观特性的研究成果, 来扩展静止图象传输技术的发展途径, 将会是令人响往的。不难预言, 只要从现在起步进行理论上的研究和工程上的仿制, 不久的将来是完全有可能赶上国外先进水平的。

参 考 文 献

- [1] 数字信息传输译文集 (图象传输专辑)
长沙工学院 1978
- [2] 森上 长 大屋 铃木 八木桥: ITV 狭带域传送装置
《FUJITSU》Vol.29, 1978. 1, P.61~68.
- [3] 静止画传送装置 TS100—MR200/MR100
《东芝レビュー》Vol.33, 1978. 1, P.81~82
- [4] 静止画传送装置 MT100/MR100, MT300/MR300
《东芝レビュー》Vol.134, 1979. 9, P.817~818
- [5] 映象情报 1977.4~7

- [6] 习鸟: 画像の性质(I)
《テレビジョン》Vol.29, 1975. 2, P.130~138
- [7] 二宮: テレビジョン信号用 A/D コンバーター
《テレビジョン》Vol.30, 1976. 2, P.739~743
- [8] D.Conor: Digital Television at Reduced Bit Rates
《SMPTE J.》1977.Nov, P.829~831
- [9] 大平 早川 松本 伊藤 古川 村上:
标准テレビ信号に対する各种符号化方式の特性と画质比较
《テレビジョン》Vol.28, 1974.12, P.992~1000
- [10] O'Neal: 黑白电视信号低比特率的差分 PCM
《数字信息传输译文集》国防科大 1980, P.43~55
- [11] 前画面との变化部份だけを伝送するカラー静止画伝送方式を開発
《日経エレクトロニクス》1979. 9. 3, P.68~73
- [12] 隣接画素の輝度差の発生確率を反映した符号化で、静止画を狭帯域高品質伝送
《日経エレクトロニクス》1978.10.16, P.44~48
- [13] 荒井: シフトと浮かび上がる静止画伝送方式の研究が盛ん
《日経エレクトロニクス》1978.10. 2, P.92~105

Some Problems of the Overall Scheme Design of Digital Freeze-Picture Transmission Device

Li Qing—yu Xu Zhi—xin

Abstract

In the first, this paper synthesizes and compares the performance and system of the present foreign digital freeze-picture transmission device. Then, according to partial experience in our work, put forward our several viewpoints on some problems of overall scheme design, such as, parameter of picture, coding method, method of memory, synchronous system, transmission mode and so on. Finally, the future development direction is described.