

视频信号的数字化及存储

陈长喜

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130021)

摘要 本文讨论跟踪测量电视系统中的视频模拟信号的数字化及采用门限存储保留和比较保留法对数字化的数据进行实时处理和存储的问题。

关键词: 视频信号; 数字化; 门限存储法; 比较保留法

1 引言

大规模集成电路的飞速发展, 高性能的微处理器速度不断提高。数字图像处理和分析技术已相当成熟。数字电视技术, 是当今电视学科发展的重点, 它是计算机技术、数学分析方法、电视技术等相结合的多学科综合技术。

数字电视系统是把模拟电视信号变为电视数字信号, 并进行数字信号处理、存储、控制、传输和显示系统。电视跟踪测量技术也必然向全数字化电视方向发展, 以便不断采用数字处理方面的新技术、新方法, 使得电视跟踪测量系统不断向全自动化、智能化方向发展。

特别是近年来出现了速度高、体积小、容量大、性能可靠的 VLSI 数字图像处理系统, 更大规模、快速处理硬件已进入了系统。对图像的特征提取, 定量统计, 得到各种非图像的结果, 视频信号的数字实时处理已成为可能, 一定程度上满足了实际需要。

本文讨论数字电视重要一环, 视频模拟信号如何实时、准确的量化及对量化后的数据进行必要的压缩和准确的存储, 以减少数字信号处理的工作量。

2 视频模数变换 A/D 的一般原理

视频模数 A/D 变换是把由电视摄像机输出的模拟视频信号变换成数字图像处理所需要的数字量。

A/D 转换器的性能主要由分辨力、转换时间及精度来决定。

A/D 变换的分辨力为满量程 (FSR) 除以 2^N , N 为位数,

$$1LSB = \frac{FSR}{2^N} \quad (1)$$

量化误差为 $\pm 1/2\text{LSB}$

通常 A/D 变换的范围为满量程减去 $1/2\text{LSB}$ 。

对视频信号的 A/D 转换器，转换速度要高，即转换频率要高于视频带宽 2 倍以上，以满足采样定理的要求

A/D 变换的框图如图 1

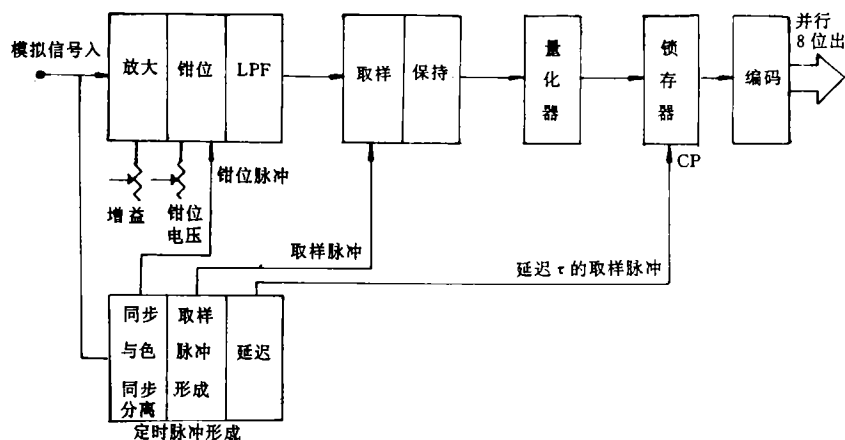


图 1 AD 变换框图

模拟放大器用来放大输入信号，放大量由比较器的幅度鉴别灵敏度所决定。箝位电路的作用是使电压比较的起始电平与基准电平相一致。前置低通滤波器 LPF 为滤除高频噪声。定时脉冲要满足各种脉冲的定时关系，时钟脉冲要与输入信号的副载波（彩色全视频信号）及行同步分量信号进行锁相。

视频信号经取样后的输出信号，必须经量化和编码处理。因器件响应速度等因素，处理必需一段时间，这段时间要保持电压不变。因此就需要有采样保持电路，它用开关取样，由电容器保持电压。取样保持有三个主要性能指标：孔径时间，即取样开关的响应时间，从应该断开到实际断开所花费的时间，它引起取样所保持的幅度误差。为了缩短孔径时间，采用响应速度快的器件。

捕获时间：由保持转到下一次取样的时间，即获得新的输入信号所需要的时间，该时间同样引起所保持幅度的误差。其充电时间常数 $\tau_A = R_s C$, R_s 是信号源内阻，开关导通电阻等， C 是保持电容。因此要缩短捕获时间，采用低内阻开关元件和小电容。

保持偏差：保持电容 C 要放电，其它极间电容、泄漏电阻及后级输入阻抗不高等原因造成保持电压下降。其放电时间常数为：

$$\tau_H = (R_i + R_c + R'_c)C \quad (2)$$

R_i 后级输入电阻， R_c 保持电容的漏电阻， R'_c 极间的漏电阻。减少保持偏差，应采用输入阻抗高的器件和漏电少的电容。

比较器是将经过取样的脉冲幅度调制信号，与灰度基准电压相比较，使其幅度取一个整数，即进行量化、量化后变成在时间上和幅度上都是离散的脉冲编码信号。

用比较器进行量化的方法,有截尾法与舍入法。截尾法,只取输入的下限,截去比下限高的电压值。舍入法,产生的量化误差,有正有负,且最大值仅是截尾法的一半。

对比较器的主要特性要求有两点。

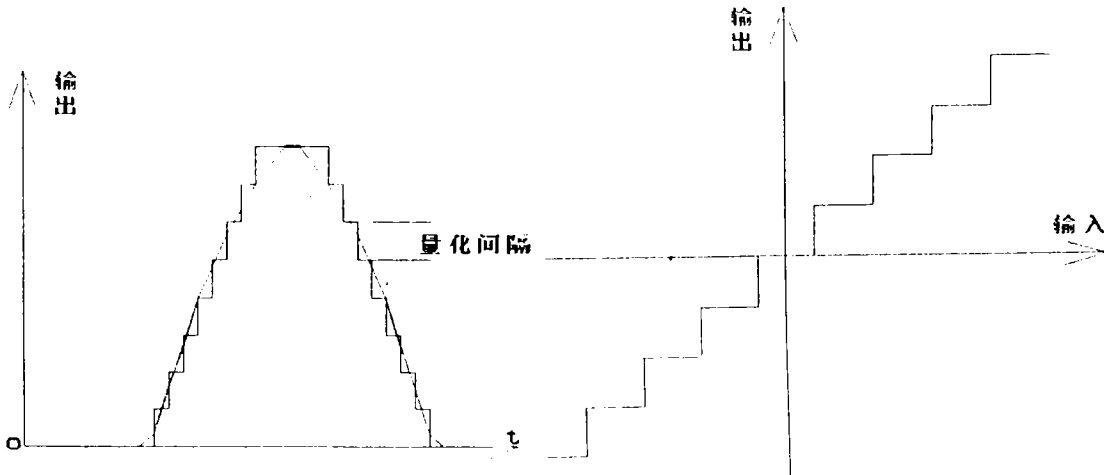


图 2 均匀量化

图 3 线性量化输入输出特性

(1) 幅度鉴别灵敏度,比较器处在输入不稳定的放大状态,因此作为电压比较器要求线性放大区愈窄愈好。它的宽窄决定了幅度鉴别的灵敏度,即比较器的精度。

(2) 响应速度:比较器在线性放大区并不稳定,它必须在输入信号改变时,输出作出快速响应。响应速度主要由开环频带,输出电压上升率,延迟时间及负载等决定。所以对比较器的响应速度要求较高。

量化器的精度往往决定整个系统的精度,因此量化器的分压电阻应该精确地相等,否则造成量化的非线性。

在输入信号的动态范围内,对视频信号进行等间隔的量化,称之为均匀量化,图 2。

均匀量化的信噪比为:

$$\left(\frac{S_g}{N_g}\right) \text{dB} = 10 \log\left(\frac{3}{2} 2^{2n}\right) = 1.8 + 6n \text{ (dB)} \quad (3)$$

n 为量化级数。

若是单极性信号信噪比为

$$\left(\frac{S_{P-P}}{N_g(r.m.s)}\right) \text{dB} = 20 \log(2 \sqrt{3} 2^n) = (10.8 + 6n) \text{ dB}$$

从而可以看出,每增加 1bit 量化数,信噪比提高 6dB。量化后的样值信号转换成所需要的进制数字信号输出(如二进制码输出),编码器输出的数是并行的。图 3 为线性量化的输入输出特性。

3 CA3318 指标及工作方式

系统设计的原则，应遵循以付出较低限度的代价又能实现所要求的技术指标；既要满足性能技术指标的先进性，又要成本低廉，才是高性能价格比的方案。

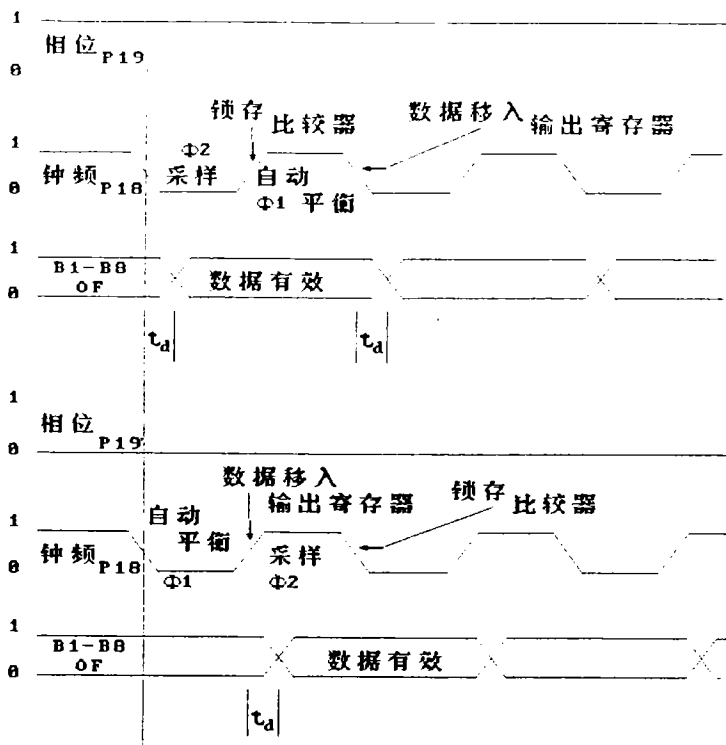


图 4 CA3318 连续时钟工作状态

单片高速 A/D 转换器，使用灵活方便，性能可靠，价格也不贵，CA3318 就是其中一种。

采用 CMOS 工艺，功耗 240mW，

输入电压范围 4V~8V，

线性误差 ± 1 ，

微分误差 ± 1 ，

量化误差 $\pm 1/2$ ，

转换速度 15MHz，最大 17MHz，

8 位数据具有三态缓冲器输出，并带有溢出位，

5V 供电。

CA3318 转换器采用连续并行技术获得高速工作的。此器件用法比较灵活，在不同的控制相位情况下，可以有效的补充钟频的相位。

从一个完整的转换周期来看连续的时钟工作情况如图 4。当相位控制是低电平时，钟频输

入上升沿开始“采样”。在钟频进入“高”状态时，比较器跟踪输入电压，锁存器跟踪比较器的输出。在钟频下降沿，全部（256个）比较器输出，由256个锁存器捕获，结束采样并开始对比较器进行“自动平衡”。在钟频“低”状态期间，锁存器输出通过解码阵列呈现输入端的9位编码，传输到输出级。

当相位控制为高电平时，工作情况如图4上半部分。

4 A/D 与 SRAM 及 SRAM 与 μP 的对接方式

A/D 变换的目的，是把量化后的数据进行存储及处理。因数字信号便于处理、操作、控制、传输，数学分析方法在数字信号处理中得以广泛的应用，它能克服模拟视频中的非线性失真、相位失真的积累和信噪比恶化问题，提高了可靠性，简化了调整。它能取得模拟信号处理难以达到的效果。

图5是模数转换器（A/D）与静态存储器（SRAM）及微处理器（ μP ）在逻辑控制单元管理下的框图。

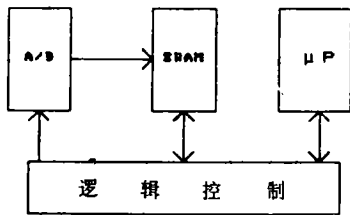


图5 逻辑控制单元管理框图

A/D 是模拟信号进行数字处理的关键一环，以 CA3318 为例，允许模拟输入信号电压幅度为 4V~8V，视频模拟信号经预放大器放大处理，提高信噪比等措施，将单极性信号最大幅度放大到 6V，使之达到变换器的满量程范围（调到 6V），由 A/D 模拟输入端送入，经 8 位分辨率的变换，最低码值电压约 23.5mV 左右。

根据任务指标为满足测量分辨率的要求，量化时钟采用 8M 频率，输出为 8 位数据，灰度等级达 256 级。

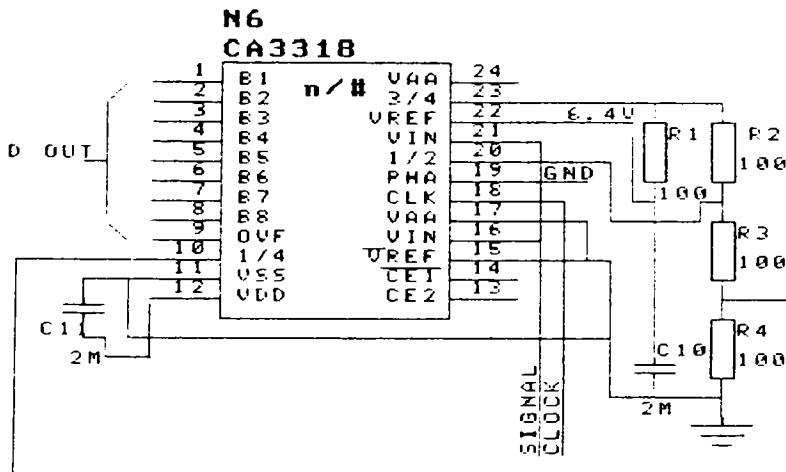


图6 CA3318 的典型应用

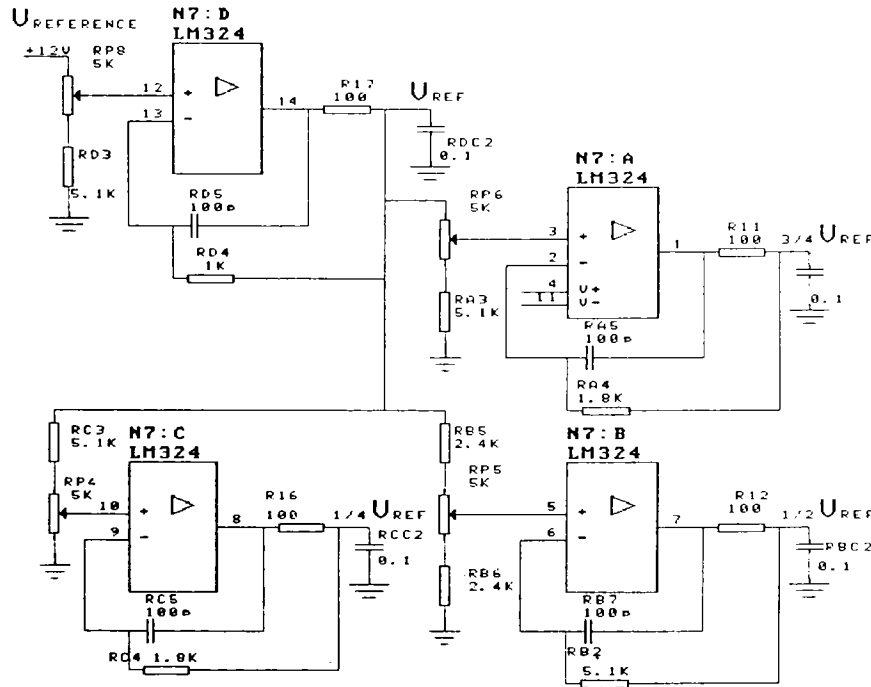


图 7 参考驱动电路

为了保证 A/D 变换的线性可采用二种方法：其一，用四个精密电阻分压法接入 A/D 变换各相应的分压点（图 6），四个 100Ω 的电阻，精度要高于 0.1%，为了减少干扰，将模拟地与数字地分别接好。

另一种提高 A/D 转换器线性的方法，采用四运放仔细调整各分压点的电压（图 7），由最高参考电压开始，逐分压点依次进行调整，直至满足各分压比为止。这样既提高了线性，而对电路中的元件精度要求相对低些，如电阻精度可在 5%，实际电路多采用的为后一种。

为达到数字信号的高速存储，采用高速大规模静态随机存储器。它与 A/D 之间的数据直接相连，与微处理器之间通过逻辑控制单元相接。SRAM 作为 A/D 与 μP 的共享资源。必须考虑静态存储器的地址连接问题，当 A/D 与静存储器连接时，它的地址由逻辑控制单元产生，在同时选中 A/D 与 SRAM 单元时，两者数据接口同时接通，A/D 变换的数据被存入存储器中，此时，逻辑控制单元使微处理器与 SRAM 接口隔离。

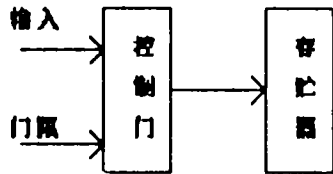


图 8 门限存储

当微处理器对 SRAM 中数据进行处理时，存储器的地址由微处理器地址通过逻辑控制单元与 SRAM 相连，在同时选中微处理器与 SRAM 单元时，它们的数据口同时接通，微处理器读取存储器中的数据，并进行处理，此时自动将 A/D 与 SRAM 接口隔离。

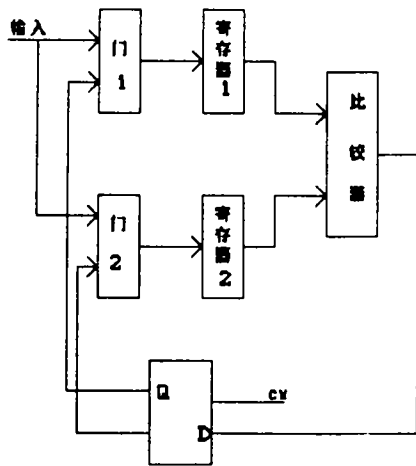


图 9 实时存储、比较、保留存储

因为 A/D、SRAM 及 μP 均是 CMOS 工艺技术的大规模集成电路，功耗比较小，因此彼此间负载能力是匹配的。

A/D、SRAM、 μP 及逻辑控制单元之间器件的工作速度问题应该注意，速度不匹配，往往数据出错，逻辑设计的再合理，它们之间的工作也不会正常。

视频信号经过量化后的数据量很大，如果要把整幅图像按采样理论全部存储，并进行实时处理，不仅技术要求高，成本会大大的提高、根据工程实际的需要，在符合指标的前题下，又要节省资源，为满足实时跟踪测量要求，不对整幅图像数据全部进行处理，在逻辑控制单元设计中，在数据存储过程中采用门限存储法。(图 8)。使目标及其附近的背景数据存入存储器，将关系不大的数据去掉。门限的设置应根据实时处理的要求，在微处理器速度能响应的前题下，适当的存储数据，这些数据应当与所要处理的信息有关，否则微处理器读取数据，再进行判断，往往来不及，

更不要说实时处理了。

为保留目标信号，处理有关的信息数据，除去无关的数据的另一种方法。采用实时存储、比较、保留存储法，如图 9。它的意思就是视频信号的数据在传输中，速度很快，即频率很高，如不及时存入数据，信息将丢失，存入后再与原有的值比较，看是否符合要求，符合要求即保留，否则去掉，这些过程都必须在下一个需要存储的数据到来之前完成，它要求器件速度高，逻辑判断快，但可节省硬件资源。

图 9，假定触发器输出，使门为高电平时，输入信号可存入寄存器，否则输入数据不能存入寄存器。那么当寄存器 1 数据大于寄存器 2 的数据，比较器输出为低电平时，D 触发器输出 Q 端为低电平，下一个输入数据只能存入寄存器 2 之中，因为 D 触发器 \bar{Q} 端为高，将门 2 接通；门 1 为低电平使输入与寄存器 1 断开，因此数据仍保留原值。由此可见，可按事先约定来保留数据。

微处理器与 SRAM 连接时，除了地址、数据总线的接口要注意外，它们之间的速度匹配比较关键，因为逻辑控制单元无论控制 SRAM 与 A/D 接通，还是与 μP 接通，都应工作正常。当逻辑单元控制 SRAM 与 MP 片选为低电平时，选中这两个片子后，微处理器按照程序对 SRAM 中的数据进行处理，在数据读取过程中要快、要准。快，比较次数要少就是选数据地址时要准，硬件设置及软件编程中，不允许过多的寻址，读取数据，进行比较，然后选出所需要的数据。准数据要准确，在数据传输中要避免干扰，并进行必要的判断，以免引起错误，这样才可能满足实时处理的要求。

5 结 束 语

经上述数字化图像处理的实时电视系统。应用于电视跟踪测量系统，使电视跟踪测量性能大大提高，外场实验表明，采用电视实时测量修正航向，校对其它测量设备，使整个测量系统比非实时修正精度提高 60~70%。

经白天利用电视测量星体进行标校，标定航向精度高，使测量设备比预计的提前 100 多秒发现目标。

参 考 文 献

- [1] 张兆扬、陈加卿、徐在方编著，数字电视原理。科学出版社，1987
- [2] CMOS video-speed 8-Bit flash analog-to-digital converter. Linear Integrated Circuits and MOS/FET'S, RCA Solid State Somerville, NJ. Brussels Paris. London. Hamburg. Sao Paulo. Hong Kong
- [3] 陆志梁、戎宗仁编著，模-数和数-模转换器。电子工业出版社，1988

Video Signal Digitalization and Storing

Chen Changxi

(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences,
Changchun130021)

Abstract

A discussion of the problems about digitizing video signal and processing the digitized signal in real-time storing by the method of gated storing and reserving preappointed data is presented in this paper.

Key Words: Video signal, digitizing, Gated storing, Reserving preappointed data