

高帧频电视跟踪器

戴 明

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 本文介绍了高帧频电视跟踪器的原理及单元电路, 提出了一种快速求目标重心的方法。目标重心位置与系统复合光轴的误差脱靶量在场扫描结束后 0.1ms 的时间内实时输出, 采用此跟踪器后, 子系统的跟踪精度在最大加速度为 $20^\circ/\text{s}^2$ 最大速度为 $20^\circ/\text{s}$ 时可达 $20''\sim 30''$ 。本文的最后给出了实验结果。

关键词: 象元; 光电二极管; 帧频; 跟踪; 重心

1 引 言

电视跟踪无论是在国内和国外都已取得了成功的应用, 电视跟踪是把摄像机装在精密跟踪架上, 由电视系统自动测量目标的角度偏差, 由伺服系统控制跟踪架实现对目标的自动跟踪。三维空间中的目标通过光学系统成像于电视摄像机的靶面上, 然后通过扫描输出得到一维只随时间变化的视频信号, 计算机对此信号进行处理, 实时输出目标的脱靶量。为了提高电视跟踪的精度, 从自动控制理论来看: 电视系统的采样频率越高(摄像机帧频), 控制系统的加速度品质因素就可做得越大, 跟踪精度也就越高。因此, 采用高帧频摄像机作电视跟踪器的图像传感器对提高其跟踪精度是十分必要的。本文的目地就是要研制一个高帧频电视跟踪器, 配合复合轴控制系统研究高帧频电视跟踪问题。

2 信号预处理

由于摄像机输出的信号幅值较小, 必须经放大滤波处理才能供计算机使用。本放大电路采用的是两级差分放大, 其增益为 10~80 倍。由于视频信号经放大后, 夹带有严重的高频时钟干扰, 为消除其影响, 本文采用两级 π 型低通滤波器, 对其滤波, 然后通过二值化电路, 得到一可供计算机使用的 100 帧二值视频信号。

3 电视制式转换

电视跟踪一方面要确定目标的脱靶量, 另一方面还要将跟踪情况显示、记录下来而

100Hz/s 的视频信号与目前的监视器录象机都不兼容,因此须将此信号变成标准的 50Hz/s 电视体制信号供显视及记录用。

本文将 100Hz/s 视频信号变成标准的 50Hz/s 视频信号的主要思想是‘存二取一’。即存两场 100 帧的信号取一场,得 50 帧视频信号。

其电路框图如 1:

地址发生器采用两级 16 位二进制计数器。第一组产生存信号时地址,第二组产生取信号时地址。存取地址由存贮地址选取电路控制。存信号时,将 A/D 输出的内容存入存贮器,取信号时将存贮器内容锁存送给 D/A 输出得 50Hz 视频信号。

100 帧信号存到第一场的一半时,50Hz 的行、场同步开始作用,即开始取数据,当 100Hz 信号全部存入时,50Hz 信号正好取出半场,然后 100Hz 视频信号开始第二场的存入,当第二场半场信号存入贮器时,50Hz 信号的全场信号被取出。然后,停止取数据,50Hz 信号处于场消隐期,100Hz 第二场信号全部存入存贮时,完成 50Hz 信号的一场取出,以后第三、四场,得 50Hz 第二场……。

这样就实现了“存二取一”

上述转换过程中用到的 50Hz 行场同步;100Hz 行同步;以及 50Hz 大窗口、复合同步

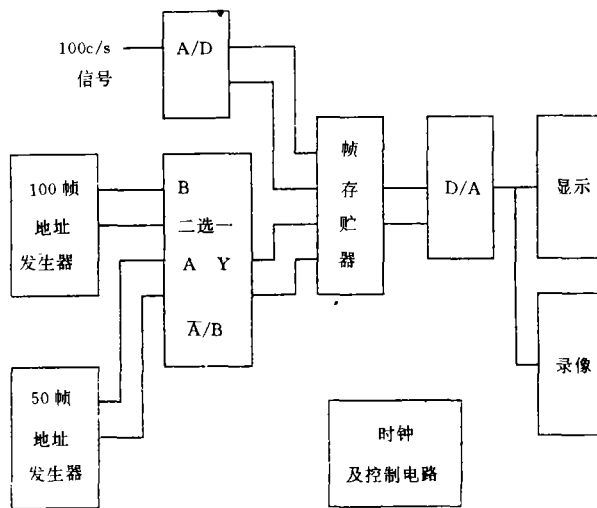


图 1 100Hz/s 到 50Hz/s 的电路转换框图

4 100Hz/s 采样跟踪电路

100Hz 视频信号经预处理后,一路送显示转换为标准的电视体制信号供显示用。另一路经不变矩阈值二值化电路变成两值(1,0)的图像信号,送高速信号处理器,求取目标的高低、方位脱靶量,送给伺服控制系统,对目标自动跟踪。

本文的 CPU 采用的是高速信号处理器 32010,同时又采用硬件统计、软件计算快速求取目标重心的方法来缩短信号处理时间,其整视场求重心只用了不到 0.1ms 的时间。

根据定义,在一幅 $N \times N$ 象元的图像中,图像灰度重心按下式求得:

$$X = \frac{\sum_{j=1}^N j \sum_{k=1}^N f(j,k)}{\sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N f(j,k)} \quad Y = \frac{\sum_{j=1}^N k \sum_{k=1}^N f(j,k)}{\sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N f(j,k)} \quad (1)$$

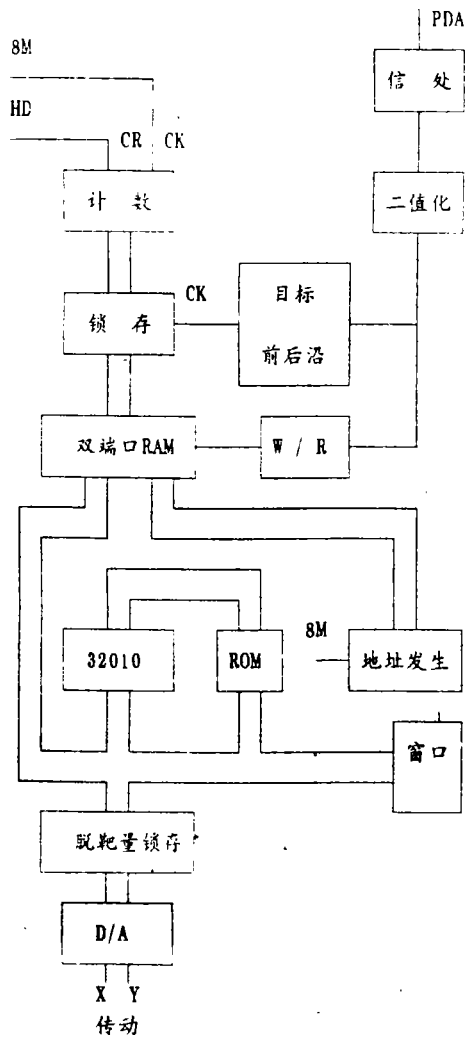


图2 求重心电路框图

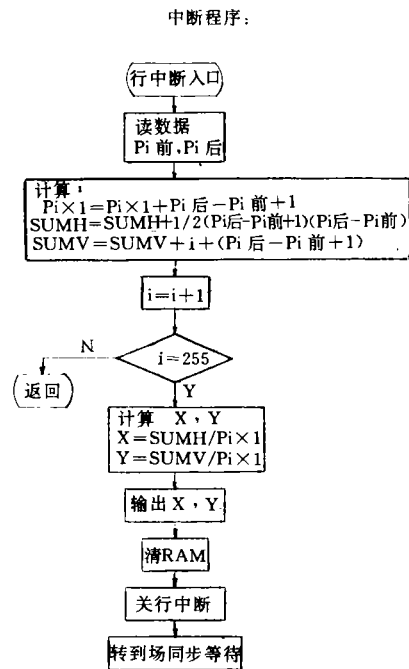
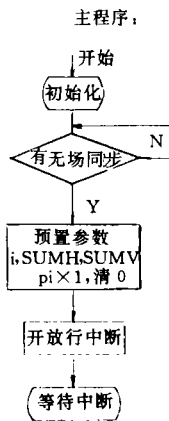


图3 软件框图

$$X = \frac{\sum_{j=1}^N j * V(j)}{\sum_{j=1}^N V(j)}$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^N i * H(i)}{\sum_{i=1}^N H(i)} \tag{2}$$

这里 $f(j,k)$ 是图像在点 (j,k) 的象元灰度值，本题中使用的是二值图像，

$$f(j,k) = \begin{cases} 1 & \text{有目标} \\ 0 & \text{元目标} \end{cases}$$

设每行中目标象元数为 $H(i)$ ，每列中目标的象元数 $V(j)$ 则(1)式以写成(2)。

考虑到目标象元数取值为 1，所以求以行列加权的象元总和时，可以运用初等代数中求级数 N 项和的公式来计算，而不用逐个象元叠加，比如目标在第 i 行有 k 个象元 $a_{i-1}, a_{j+2} \dots a_{j-k}$ ，求它们的加权和为：

$$\begin{aligned} & (j+1)a_{j+1} + (j+2)a_{j+2} \dots + (j+k)a_{j-k} \\ & = (j+1) + (j+2) + \dots \dots \dots (j+k) \end{aligned}$$

$$= [(j+k) + (j+1)] * [(j+k) - (j+1) + 1] / 2$$

将(2)式进行变换可得计算机在对信号处理时,只是用到一行中目标的前后沿位置,而省去对一场中列信号的处理,这样求目标重心的过程就大大加快了。使得脱靶量输出在场扫描结束后 0.1ms 时间内输出,如果扑获之后,将 N 值缩小,即由全视场求重心改为窗口内求重心,即可以进一步加快取脱靶量的速度,而且起到空间滤波的作用。

本方案硬件电路框图如图 2。其软件流程图如图 3

5 结 论

将上述各功能电路联机调试,在室内进行了 100 帧电视跟踪器的子母复合轴模拟实验。通过实验测得电视系统的带宽为 25Hz,与 50 帧电视跟踪器的带宽(<12Hz)相比提高了一倍多。同时,通过实验还测得子系统的最大跟踪误差为 20'~30',与 50 帧电视跟踪器的跟踪误差(最大为几分)相比也有很大提高。

其结果图 4 和图 5 所示。

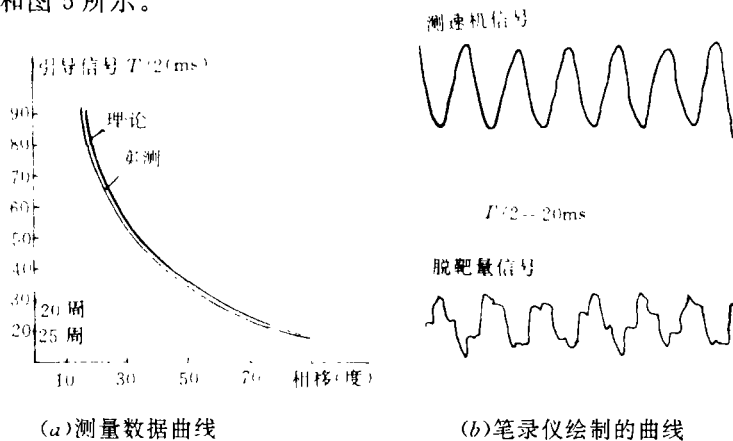


图 4 电视系统带宽测试结果

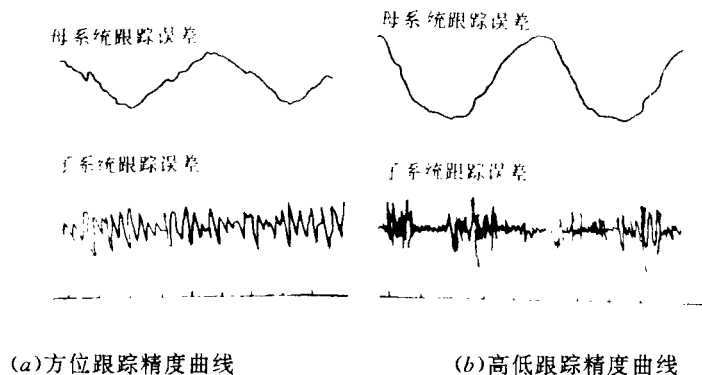


图 5 复合轴电视跟踪结果

High Frame Frequency TV Tracker

Dai Ming

*(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)*

Abstract

In this paper, a high frame frequency TV tracker is introduced. A new method, calculation of the gravity centre for a target and a compatible method with standard TV monitor for high frame frequency image display, are presented. In this system, the deviation between the position of object and the main optical axis of the TV tracker can be outputed in real-time with only time delay of 0.1ms after end of frame scan. The bandwidth of the TV tracker is 25HZ. The tracking error of a complex axis servo system using this TV tracker has been achieved $20 \sim 30''$ under the maximum velocity of $20^\circ/\text{s}$ and the maximum acceleration of $20^\circ/\text{s}^2$. The results of experiment are presented in the last paragraph of this paper.

Key words: Photodiode, Frame frequency, Track, Centre of gravity