

一种快速求运动目标重心的方法

王延杰 宋建中

摘要 介绍一种方法，用硬件统计一幅图像中被测目标的两维空间分布，然后用高速信号处理器TMS32010计算并实时输出被测目标在视场中的位置。此方法的特点是速度快，全视场求重心只用1.3ms；精度高，定位误差≤1个象元；抗干扰性强；对于椒盐噪声及动态拖尾造成的影响均可经过统计平均予以消减。这种方法适用于高速、高帧频和高精度的电视自动跟踪和测量。

一、引 言

在靶场经纬仪上，已经普遍采用了电视自动跟踪技术。现在电视自动跟踪的方法有边缘跟踪、重心（或形心、质心）跟踪和相关跟踪等，但常用的方法还是重心跟踪。因为它抗干扰比边缘跟踪强得多，对椒盐噪声和目标快速运动产生的拖尾影响不敏感。与相关跟踪比，它测量精度高。以往求重心的方法有纯软件计算的，也有硬、软件结合计算的，无论那一种，都还没有达到在标准电视体制的场消隐时间内（1.6ms）完成。因此都不可能在全视场求重心。这对初始扑获目标造成困难、如果不能在当场计算并输出目标位置，还会影响跟踪精度，特别是在帧频高于50周的情况下，会造成无法跟踪的困难。本文介绍的这种方法克服了以往求重心方法的不足之处，对全视场求重心只用1.3ms，而且控制灵活，既可对全视场求重心，也可以对局部视场开窗口求重心。因为消除了脱靶量的一场滞后，非常适合跟踪和测量高速运动的目标以及为了提高跟踪精度而将摄像机场频提高到100周以上的场合。此外，采用了门阵列等新技术，线路大为简化，可靠性大为提高。

二、硬件电路

求取目标重心的整个模块由三部分组成，它们是：有效视场和跟踪窗的切换；每行、每列中含有目标象元数的统计；中央处理器及其外围电路。硬件方框图见图1。

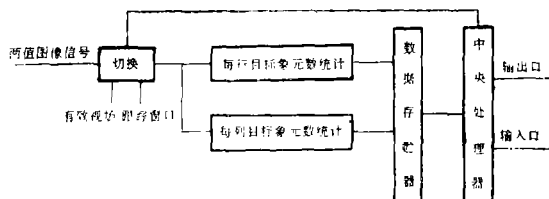


图1 求重心硬件方框图

(1) 有效视场与跟踪窗的切换

摄像机扫描正程对应全部光学视场，由于信号处理的要求，从电路上要产生一个实际处理信号的有效视场，它比光学视场略小，差多少应根据信号处理的要求而定，原则上应尽量接近光学视场。初始扑获时应包括有效视场内全部目标，有效视场越大，扑获概率越大。正常跟踪时，希望将有效视场缩小到只包含被跟踪目标的一个很小的窗口，这不仅是压缩计数量，更重要的是起到空间滤波的作用，排除了视场中大部分空间中可能产生的干扰。大大增加了跟踪的平稳性。

有效视场和跟踪窗的切换是由CPU控制的。当扑获时，对整个视场求目标重心，转入跟踪后就只对跟踪窗口内的目标求重心。当CPU读到操作手的指令时，如由单杆给出视场内的指定目标位置做跟踪点时，CPU可根据指令将窗口中心置于跟踪点，同时根据目标大小确定窗口的尺寸。

当图像采样脉冲频率为5MHz时，为使电路简单可靠，有效视场大小可取 2° ，即256行长和256列宽，这样有效视场长为 $256 \times 64\mu\text{s} = 16.384\text{ms}$ ，有效视场宽为 $256 \times \frac{1}{5 \times 10^6} = 51.2\mu\text{s}$ 波形图如图所示。

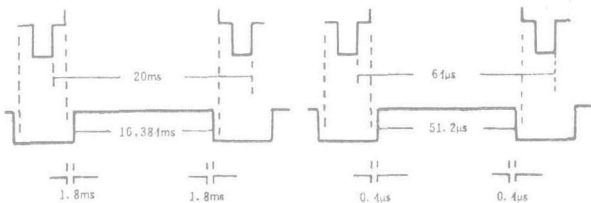


图 2 有效视场波形图

- (a) 垂直方向有效视场示意图
(b) 水平方向有效视场示意图

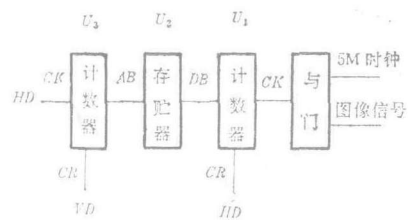


图 3 统计每行目标象元数电路方框图

(2) 统计每行中的目标象元数

统计每行中目标象元数的电路方框图见图3。计数器 U_1 的计数脉冲是由目标宽度选通的5MHz脉冲串，在行同步期间，计数器 U_1 被清零。在每行的有效窗口内对目标象元计数，在行有效窗口之外和行同步到来之前，把计数器 U_1 的内容写入存贮器 U_2 中，也就是把一行中的目标象元数存在存贮器 U_2 中。同时，地址计数器 U_3 被 HD 脉冲加1，准备好存贮下一行中所含有的目标象元数。这样，从有效视场开始，地址计数器从0加到255，把一场图像中每行的目标象元数分别存在相应的数据存贮器的0~255单元中。在有效视场之外，由CPU读取并运算。

(3) 统计每列中的目标象元数

这部分的电路方框图示于图4。数据存贮器采用高速静态RAM，存取时间小于35ns，用门阵列16V8完成加1功能，计数器产生存贮器的地址。计数器时钟为5MHz脉冲，在行同步期间计数器被清零，计数器的输出对应电视图像的列数。

由目标信号选通的5MHz脉冲串做数据存贮器的 R/w 信号，当第 M 行第 N 列无目标时，目标信号为0，这时 R/w 信号为高，数据RAM只读不写，门阵列加1后不输出，整个操作

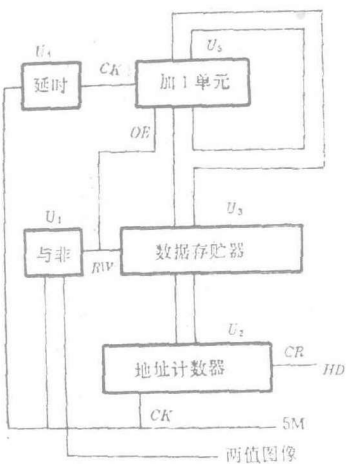


图 4 统计每列目标象元数电路方框图

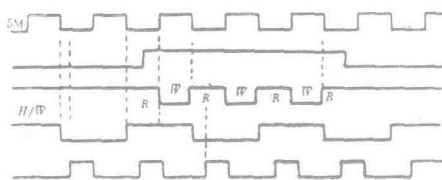


图 5 统计每列目标象元的时序图

只有地址计数器加 1。设若第 M 行第 $N + 3$ 列象元为 1，表示有目标存在，这时地址计数器输出 $N + 3$ ， U_1 控制读出 RAM 中第 $N + 3$ 单元的内容，待数据稳定后（读出信号 40ns 后）送至 16V8，计数器 5MHz 时钟延迟 50ns 后做 16V8 时钟，把存储器第 $N + 3$ 单元内容送入 16V8，进行加 1 操作后存在 16V8 中，待 R/w 信号低时 16V8 将加 1 后的数据送回到存储器第 $N + 3$ 单元。对每一行的 $0 \sim 255$ 个象元都重复以上操作后就在一幅图像中每列所含的目标象元数都存在数据 RAM 的 $0 \sim 255$ 个相应的单元中，然后在有效视场外由 CPU 读取并运算。这部分的控制时序图如图 5

(4) CPU 及外围电路

这部分电路方框图如图 6 所示。CPU 的任务是读取已存在数据 RAM 中的目标象元在行、列方向的统计信息然后计算并输出目标的重心位置。CPU 在有效视场之外控制两个数据 RAM，读取并清除存储器，以备下一个有效视场到来时把控制权交给硬件支配。CPU 工作时间图如图 7 所示。

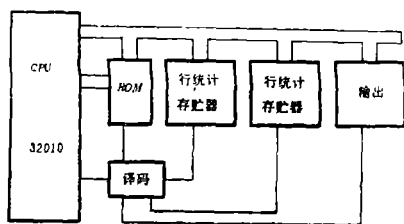


图 6 CPU 及外围电路方框图

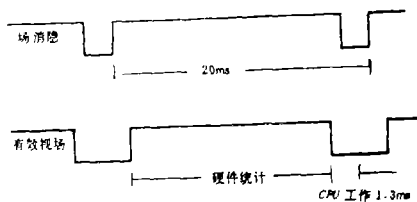


图 7 CPU 工作时间图

三、算法和程序框图

设每行中所含的目标象元数为 $H(j)$ ，每列中所含的目标象元数为 $V(i)$ ，视场中目标重

心位置为 $P(x, y)$ ，则目标在视场中的重心位置由下式计算：

$$x = \frac{\sum_{i=0}^{255} i * V(i)}{\sum_{i=0}^{255} V(i)} \quad (1)$$

$$y = \frac{\sum_{j=0}^{255} j * H(j)}{\sum_{j=0}^{255} H(j)} \quad (2)$$

软件程序框图如图 8 所示。实测结果，程序运行时间为1.3ms。

四、结 论

本文介绍的方法已成功地应用于场频 100 周的电视测量系统。全视场求重心的时间为 1.3ms，位置测量误差 ≤ 1 个象元。扑获与跟踪控制灵活，不受椒盐噪声和动态拖尾的影响，对多目标同时出现在视场时，所求重心为该目标群的重心。

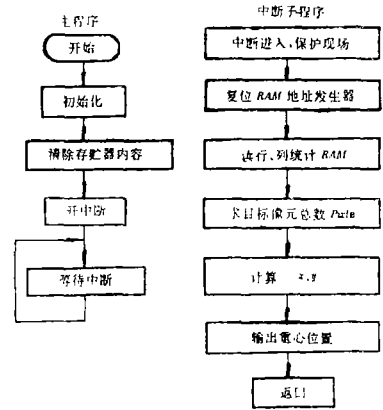


图 8 求重心程序框图

参 考 文 献

- [1] 孙仲康、沈振康编著：《数字图像处理及其应用》，国防工业出版社，1985年
- [2] Theo Pavlidis: 《Algorithms for Graphics and Image Processing》，Computer Science Press, Inc. 1982
- [3] 周永钊等编译：《通用逻辑阵列》，中国科学技术大学出版社，1989年
- [4] 中国科学院声学研究所：《TMS32010数字信号处理器软件和硬件开发技术》，1987年

A Method for Quickly Calculating the Centre of Gravity of a Moving Target

Wang Yanjie, Song Jianzhong

Abstract

This paper introduces a method using hardwares to count up the 2-D spatial distribution of measured targets in a frame of image, and using high speed signal processor TMS32010 to calculate and output the place of the targets.

The time of calculating the centre of gravity of the targets

within whole field of view is 1.3ms.

The position error ≤ 1 pixle.

It can eliminate or abate the influence caused by spiced salt noise and dynamic sluggishness.

It is suitable for automatically tracking and measuring fast moving targets with high precision.