



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101820501 A

(43) 申请公布日 2010.09.01

(21) 申请号 201010128556.0

(22) 申请日 2010.03.22

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 赵金宇 王斌 贾建禄 郭爽 杨轻云 吴元昊 曹景太

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 南小平

(51) Int. Cl.

H04N 5/14 (2006.01)

H04N 5/213 (2006.01)

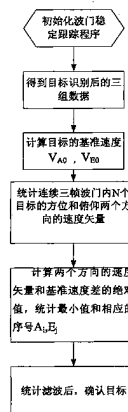
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种电视波门稳定跟踪的方法

(57) 摘要

本发明电视波门稳定跟踪的方法属于光电望远镜电视闭环跟踪技术领域,光电望远镜在对空间目标进行电视闭环跟踪过程中,由于非跟踪目标穿越波门或跟踪目标本身的抖动,造成跟踪目标的丢失。本发明的方法根据最近三帧跟踪目标的位置得到目标的速度矢量,做为速度比较的基准;当波门内出现多目标时,统计相邻两帧内多目标之间的速度矢量,形成速度矢量序列;通过速度矢量序列与基准速度做差,并求模,得到待评估值的序列;以评估值的最小值作为跟踪目标的判据,实现对跟踪目标的稳定提取和跟踪。本发明的有益效果是:通过对波门内多目标的速度矢量进行统计滤波,剔除干扰目标的影响,保证电视跟踪过程的平稳。



1. 一种电视波门稳定跟踪的方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

在光电望远镜对空间目标进行电视闭环跟踪过程中,根据最近三帧跟踪目标的位置得到已知目标的速度矢量,做为速度比较的基准;当波门内出现多目标时,统计相邻两帧之间所有目标的速度矢量,形成速度矢量序列;通过速度矢量序列与基准速度做差,并求模,得到待评估值的序列;以评估值的最小值作为跟踪目标的判据,实现对跟踪目标的稳定提取和跟踪。

一种电视波门稳定跟踪的方法

技术领域

[0001] 本发明属于光电望远镜电视闭环跟踪技术领域,尤其涉及一种电视波门稳定跟踪的方法。

背景技术

[0002] 光电望远镜电视闭环的稳定跟踪广泛应用于空间目标探测、卫星发射场、常规靶场测量等领域。由于干扰目标的出现,往往导致电视跟踪中断,造成目标丢失,影响整个光电测量的效果。目前,国内在解决电视闭环稳定跟踪过程中的方法多采用最小二乘或卡尔曼预测滤波技术,计算复杂度高,难以保证对目标的实时提取。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种电视波门稳定跟踪的方法,该方法通过对波门内多目标的速度矢量进行统计滤波,剔除干扰目标的影响,保证电视跟踪过程的平稳。

[0004] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0005] 光电望远镜在对空间目标进行电视闭环跟踪过程中,由于非跟踪目标穿越波门或跟踪目标本身的抖动,造成跟踪目标的丢失。本发明根据最近三帧跟踪目标的位置得到已知目标的速度矢量,做为速度比较的基准;当波门内出现多目标时,统计相邻两帧间所有目标的速度矢量,形成速度矢量序列;通过速度矢量序列与基准速度做差,并求模,得到待评估值的序列;以评估值的最小值作为跟踪目标的判据,实现对跟踪目标的稳定提取和跟踪。

[0006] 本发明的有益效果是:该方法简单,易于实现,能够保证对目标的实时提取和跟踪。

附图说明

[0007] 图 1 是本发明电视波门稳定跟踪方法中的预处理流程图。

[0008] 图 2 是本发明电视波门稳定跟踪方法的流程图。

[0009] 图 3 是采用本发明电视波门稳定跟踪方法的跟踪目标序列的效果图。

具体实施方式

[0010] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细地描述:

[0011] 本发明采用 VC++6.0 编程,运行环境为 Windows XP,内存大于 2G,硬盘大于 80GB 的计算机。

[0012] 本发明电视波门稳定跟踪方法的流程如下:

[0013] 1) 采集目标图像并进行预处理

[0014] 如图 1 所示,在计算机内安装图像采集卡,安装 CCD (Charge Coupled Device) 相机采集软件,启动采集程序的线程,连续采集相机的图像,得到图像序列如下:

[0015] $\{f(x_i, y_j, t_k), f(x_i, y_j, t_{k+1}), \dots, f(x_i, y_j, t_{k+m-1})\} (i, j, k = 0, 1, \dots, N)$ (1)

[0016] 由于采集得到的图像的位数大于 8 位,不便处理,利用下式将图像转换为 8 位灰度图像,

$$[0017] \quad f'(x_i, y_j, t_k) = \frac{255}{(f_{\max} - f_{\min})} \times (f(x_i, y_j, t_k) - f_{\min}) \quad (i, j, k = 0, 1 \dots N) \quad (2)$$

[0018] 式中, $f(x_i, y_j, t_k)$ - 采集到的第 k 帧原始图像,

[0019] $f'(x_i, y_j, t_k)$ - 转换后的第 k 帧 8 位图像,

[0020] f_{\max} - 采集到的第 k 帧原始图像最大灰度值,

[0021] f_{\min} - 采集到的第 k 帧原始图像最小灰度值。

[0022] 对转换后的灰度图像按下式统计均值和方差,

$$[0023] \quad \mu = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^M f'(x_i, y_j, t_k) / (N \times M) \quad (3)$$

$$[0024] \quad \sigma = \sqrt{\sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^M (f'(x_i, y_j, t_k) - \mu)^2 / (N \times M)} \quad (4)$$

[0025] 式中, $N \times M$ - 是单帧图像的像素个数。

[0026] 由于相机本身和天光背景的影响,采集到的图像噪声会较大,比较进行去噪处理。按图 1 中的第五步所示,采用中值滤波的方法。中值滤波的基本原理是把数字图像或数字序列中一点的值用该点的一个邻域中各点值的中值代替。这种处理方法的主要优点是能够去除图像的椒盐噪声和孤立噪声点。

[0027] 为便于后续处理,对图像进行二值化处理,二值化的处理过程:利用前面得到的图像的均值和方差给出一个全局阈值 $T (T = \mu + 3\sigma)$,将 $f'(x_i, y_j, t_k) > T$ 的像素点值设为 255 (白色),其余的点都设为 0 (黑色),实现二值化的目的。对二值化后的图像中白色点进行统计,如果存在灰度值为 255,大小小于 $2 \times 2 = 4$ 个像元的目标,则认为该目标为孤立点,直接将该点的灰度值付零。

[0028] 得到二值化后的图像序列,如下所示:

$$[0029] \quad \{f''(x_i, y_j, t_k), f''(x_i, y_j, t_k), \dots, f''(x_i, y_j, t_k)\} \quad (i, j, k = 0, 1 \dots N) \quad (5)$$

[0030] 2) 目标识别步骤

[0031] 对步骤 1) 得到的二值化后的图像序列进行逻辑运算,由于上述图像序列中的像素点值为 0 或 255,用 0 或 1 即可表示。需要识别的卫星目标短时间内是点目标,而图像背景中的恒星是线状目标,对图像序列中的 N 取 3,即取连续三帧图像进行操作,在逻辑上相邻两帧图像按位进行“与”操作,得到两幅包含目标的图像 $g(x_i, y_j, t_k), g(x_i, y_j, t_{k+1})$,如下:

$$[0032] \quad g(x_i, y_j, t_k) = f''(x_i, y_j, t_{k+1}) \& f''(x_i, y_j, t_k)$$

$$[0033] \quad g(x_i, y_j, t_{k+1}) = f''(x_i, y_j, t_{k+2}) \& f''(x_i, y_j, t_{k+1})$$

[0034] 继续对图像 $g(x_i, y_j, t_k), g(x_i, y_j, t_{k+1})$ 按位进行“与”操作,则得到最终包含卫星目标的图像,如下:

$$[0035] \quad B(x_i, y_j, t_{k+1}) = g(x_i, y_j, t_k) \& g(x_i, y_j, t_{k+1}) \quad (6)$$

[0036] 上述目标识别的方法简单易行,保证图像处理的实时性,抗干扰能力强。

[0037] 3) 波门稳定跟踪步骤

[0038] 通过连续三帧图像识别,波门自动套住跟踪的目标,只是得到了目标的初始位置,由于非跟踪目标(例如:恒星)穿越波门或跟踪目标本身的抖动,将造成跟踪目标的丢失,为保证波门始终稳定跟踪目标,需要进行一系列方法进行处理。如图 2 所示。

[0039] 首先,根据初步识别出的目标位置(方位角度 A_i 、俯仰角度 E_i ,对应的起始时间 t_i ,计算目标方位和俯仰两个方向的基准速度,其中 i 是帧数:

$$[0040] \quad V_{A0} = (A_{i+1} - A_i) / (t_{i+1} - t_i)$$

$$[0041] \quad V_{E0} = (E_{i+1} - E_i) / (t_{i+1} - t_i)$$

[0042] 其次,对连续三帧波门内的 N 个目标进行遍历,求得两个方向的速度矢量序列,其中,每两个目标位置得到的速度是:

$$[0043] \quad V_{Ak} = (A_{k+1} - A_k) / (t_{i+1} - t_i), V_{Ek} = (E_{k+1} - E_k) / (t_{i+1} - t_i),$$

[0044] 其中, k 是目标编号, $k = 1, 2, \dots, N$; i 是图像帧数。

[0045] 方位和俯仰方向各得到一个速度矢量序列,个数等于目标数 N :

$$[0046] \quad M_{A1} = [V_{A1}, V_{A2}, \dots, V_{AN}]; M_{E1} = [V_{E1}, V_{E2}, \dots, V_{EN}]$$

[0047] 利用上述计算得到的两个方向的速度序列值与目标基准速度比较,得到新的速度差的绝对值,每一目标点的值: $V'_{Ak} = |V_{Ak} - V_{A0}|, V'_{Ek} = |V_{Ek} - V_{E0}|$

[0048] 得到的新的速度差绝对值的序列

$$[0049] \quad M'_{A1} = [V'_{A1}, V'_{A2}, \dots, V'_{AN}]; M'_{E1} = [V'_{E1}, V'_{E2}, \dots, V'_{EN}]$$

[0050] 分别统计 M'_{A1} 和 M'_{E1} 两个序列中的最小值,得到两个最小值的位置序号 $[A_i, E_j]$ 。

[0051] 统计得到的位置序号 $[A_i, E_j]$,如果 $i = j$,则确认该序号目标为跟踪目标。

[0052] 这种基于速度差的统计滤波方法,计算量只有 $2N$ 次,保证了计算的实时性和滤波的准确性。

[0053] 实施例:

[0054] 以某型口径为 100mm 光电望远镜跟踪卫星目标为例, CCD 相机选用加拿大 Andor 公司的 DV887,像素数为 512×512 ,输出灰度为 16 位,图像采样时间为 20ms,采集卡接口为 PCI 总线,方位和俯仰位置测量元件均选用 24 位绝对式编码器。为在上述设备上实施波门稳定跟踪,还需要准备的条件有:对相机调焦,保证空间目标在相机靶面上图像圆整性;利用卫星的轨道数据引导设备指向卫星,保证目标初始的位置在相机靶面内。

[0055] 具体实施过程:首先按图 1 中的工作流程,采集图像,并对图像进行预处理工作,详细方法参见步骤 1);得到二值化后的图像序列后,按步骤 2) 的方法进行目标初始识别,得到目标在相机靶面上的初始位置;按图 2 中的流程进行波门稳定跟踪。图 3 给出了跟踪目标序列的效果图,在连续三帧波门跟踪过程中,不断有其它目标进入波门干扰对目标的提取,通过本发明波门稳定跟踪的方法实现了对目标的持续稳定跟踪过程。

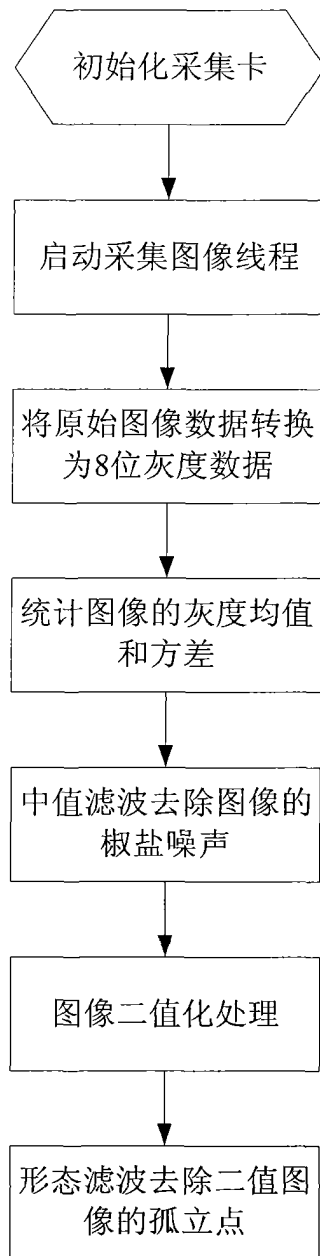


图 1

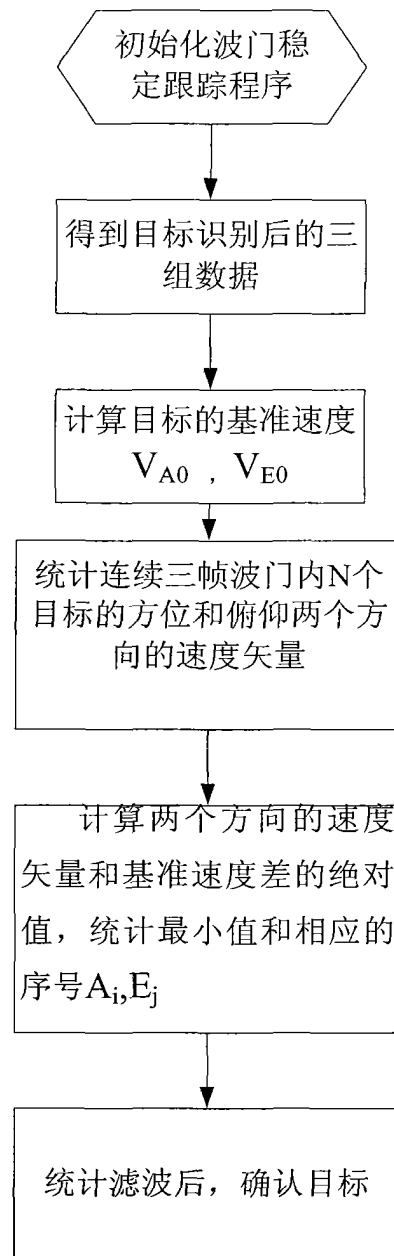


图 2



图 3