



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101813823 A

(43) 申请公布日 2010.08.25

(21) 申请号 201010128542.9

(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.

G02B 23/00 (2006.01)

H04N 5/232 (2006.01)

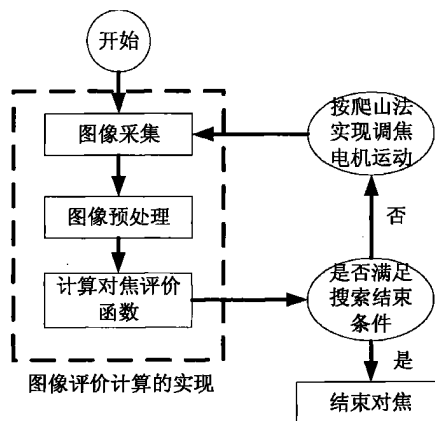
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种天文望远镜自动对焦的方法

(57) 摘要

本发明天文望远镜自动对焦的方法属于天文望远镜空间目标探测技术领域,该方法包括如下步骤:根据天文望远镜光学系统点扩散函数的频域特性一致于目标图像的能量分布,按照瑞利能量守恒定律,在时域上得到相应的具有单峰、单调的图像灰度梯度评价函数,再通过对该评价函数进行低通滤波得到理想的目标能量集中度评价函数;最后,利用优化爬山法不断调整驱动电机的步长和方向,搜索评价函数的全局最大值,进而完成整个自动对焦的过程。本发明的有益效果是:该方法简单,易于实现且具有通用性。



1. 一种天文望远镜自动对焦的方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

根据天文望远镜光学系统点扩散函数的频域特性一致于目标图像的能量分布,按照瑞利能量守恒定律,在时域上得到相应的具有单峰、单调的图像灰度梯度评价函数,再通过对该评价函数进行低通滤波得到理想的目标能量集中度评价函数;最后,利用优化爬山法不断调整驱动电机的步长和方向,搜索评价函数的全局最大值,进而完成整个自动对焦的过程。

一种天文望远镜自动对焦的方法

技术领域

[0001] 本发明属于天文望远镜空间目标探测技术领域,尤其涉及一种天文望远镜自动对焦的方法。

背景技术

[0002] 图像自动对焦技术在天文观测中具有重要的应用前途,天文望远镜在使用过程中,由于温差变化、目标的距离远近导致目标在探测器靶面上的成像出现虚焦情况,实时对焦技术保证了对目标观测的清晰度。目前,国内外应用的自动调焦技术多采用线阵 CCD 或其它硬件来检测实现,实施成本高,应用环境要求高,不具有通用性。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种天文望远镜自动对焦的方法,该方法结构简单且具有通用性。

[0004] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0005] 一种天文望远镜自动对焦的方法,包括如下步骤:

[0006] 根据天文望远镜光学系统点扩散函数的频域特性一致于目标图像的能量分布,按照瑞利能量守恒定律,在时域上得到相应的具有单峰、单调的图像灰度梯度评价函数,再通过对该评价函数进行低通滤波得到理想的目标能量集中度评价函数;最后,利用优化爬山法不断调整驱动电机的步长和方向,搜索评价函数的全局最大值,进而完成整个自动对焦的过程。

[0007] 本发明的有益效果是:该方法简单,易于实现,实施成本低且具有通用性。

附图说明

[0008] 图1是本发明天文望远镜自动对焦方法的流程图。

[0009] 图2是本发明天文望远镜自动对焦方法中的搜索流程图。

[0010] 图3是本发明天文望远镜自动对焦方法的实现效果图。

具体实施方式

[0011] 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:

[0012] 本发明采用 VC++6.0 编程,运行环境为 Windows XP,内存大于 1G,硬盘大于 40GB 的计算机。

[0013] 本发明天文望远镜自动对焦方法具体包括如下两方面的技术(对应图1):

[0014] (一)图像评价计算的实现

[0015] 主要包括图像采集、图像预处理、评价函数的计算方法。

[0016] (二)搜索方式的实现

[0017] 采用优化爬山法控制电机运动,完成搜索对焦工作。

[0018] 上述两个技术的详细步骤如下：

[0019] (一) 图像评价计算的实现

[0020] (1) 采集目标图像并进行预处理

[0021] 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：

[0022] $\{f(x_i, y_j, t_k), f(x_i, y_j, t_{k+1}), \dots, f(x_i, y_j, t_{k+m-1})\} (i, j, k = 0, 1 \dots N)$ (1)

[0023] 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。

[0024]
$$f'(x_i, y_j, t_k) = \frac{255}{(f_{\max} - f_{\min})} \times (f(x_i, y_j, t_k) - f_{\min}) \quad (i, j, k = 0, 1 \dots N) \quad (2)$$

[0025] 式中, $f(x_i, y_j, t_k)$ - 采集到的第 k 帧原始图像；

[0026] $f'(x_i, y_j, t_k)$ - 转换后的第 k 帧 8 位图像；

[0027] $f_{\max}$ - 采集到的第 k 帧原始图像最大灰度值；

[0028] $f_{\min}$ - 采集到的第 k 帧原始图像最小灰度值。

[0029] 对转换后的灰度图像按下式统计均值和方差：

[0030]
$$\mu = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^M f'(x_i, y_j, t_k) / (N \times M) \quad (3)$$

[0031]
$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^M (f'(x_i, y_j, t_k) - \mu)^2 / (N \times M)} \quad (4)$$

[0032] 式中, $N \times M$ - 是单帧图像的像素个数

[0033] 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, 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。

[0034] (2) 目标提取并计算评价函数：

[0035] 在预处理后的图像上, 得到点目标在图像像元位置对应的灰度信息 $g'(x, y)$, 采用的评价函数 M 是：

[0036]
$$M = \sum_x \sum_y (g'_x{}^2 + g'_y{}^2)$$

[0037] $g'_x = g'(x+1, y) - g'(x, y)$

[0038] $g'_y = g'(x, y+1) - g'(x, y)$

[0039] 其中, x, y 的取值范围是目标对应的像素区间。

[0040] (二) 搜索方式的实现

[0041] 采用优化爬山法进行快速搜索, 具体原理如下：

[0042] 通常情况下, 调焦曲线受到干扰而出现局部极值, 普通爬山算法不能满足搜索要求。普通爬山算法在比较前后两次调焦结果时, 即可确定曲线方向, 一旦遇到局部峰值, 则极容易认为找到了峰值。而优化爬山法则是, 如果五点连续上升, 则确定曲线为上升方向；如果五点连续下降, 则确定曲线为下降方向。通过这样的优化, 有效排除远离焦点附近的局部极值和干扰带来的误判断, 使系统能准确可靠实现调焦。

[0043] 搜索过程如图 2 所示,由于调焦评价函数是单峰,单调曲线,所以搜索过程中只会得到一个最大值,即只有一个拐点。在任意位置,驱动电机,连续采集 5 点图像数据统计计算,如果评价函数值在增加,说明还没达到峰值,需要继续增加电机驱动;如果评价函数递减,说明已经过了峰值,需要电机反转;重复上述步骤,即可得到评价函数的最大值,在最大值位置即是调焦的理想位置。

[0044] 实施例:

[0045] 以某型口径为 100mm 光电望远镜观测恒星为例, 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,直流调焦电机输出。

[0046] 具体实施过程:按图 1 中的工作流程,采集图像,并对图像进行预处理工作,计算评价函数;根据连续 5 点的图像评价函数值判断搜索方向决定电机的正反转(具体判断见图 2 的搜索流程),当出现评价函数的最大值时即表明调焦完成。本实施例对某颗恒星进行了调焦验证,调焦效果见图 3。

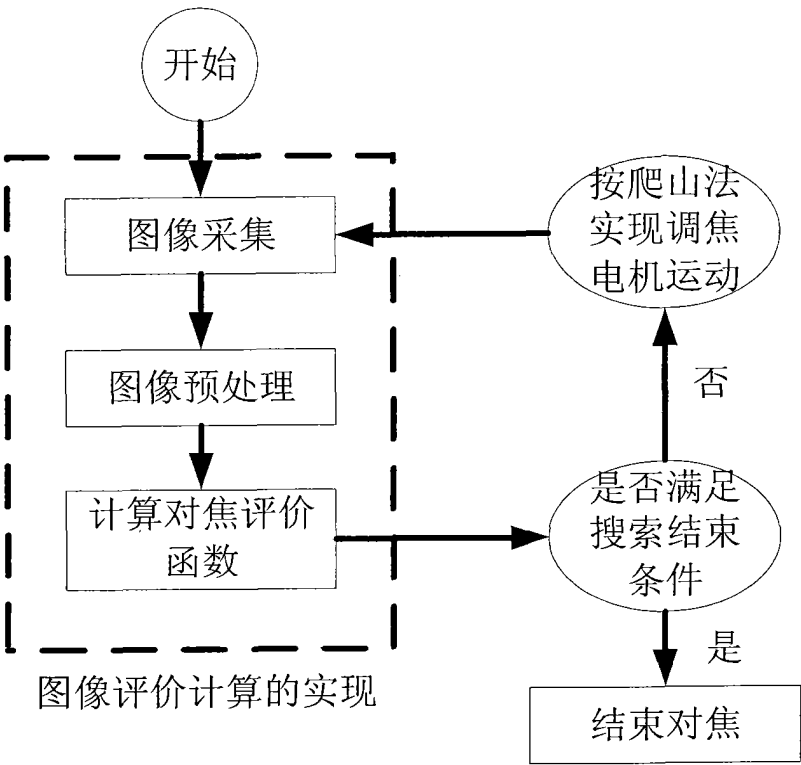


图 1

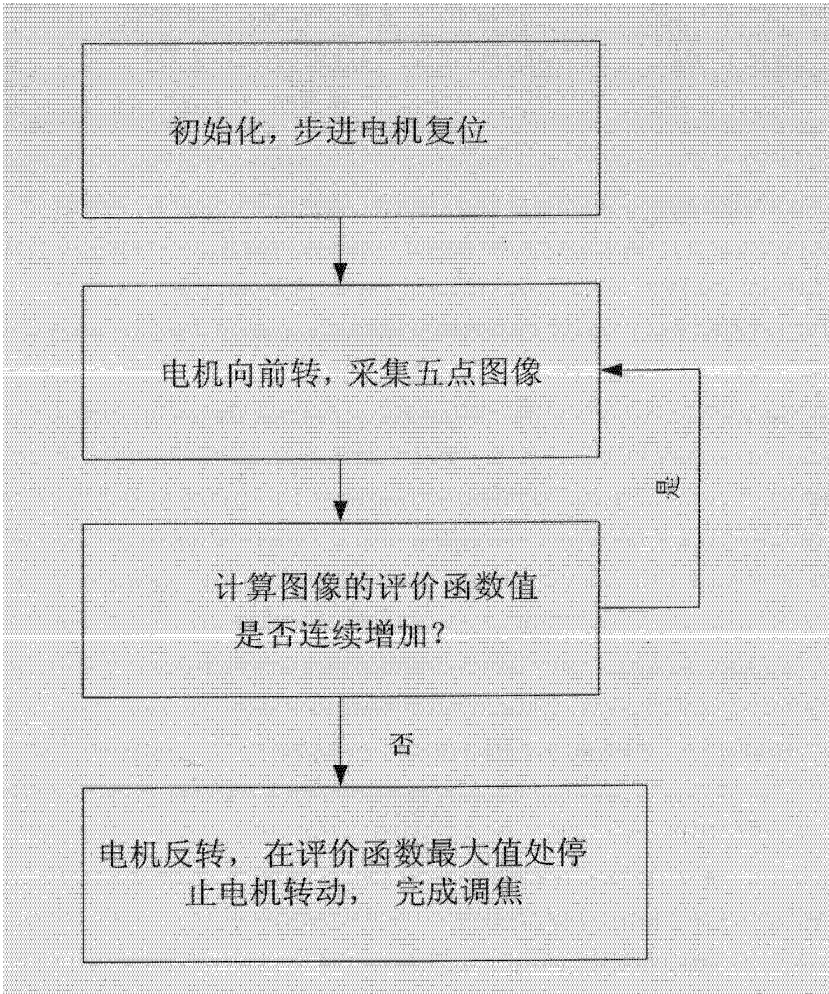


图 2

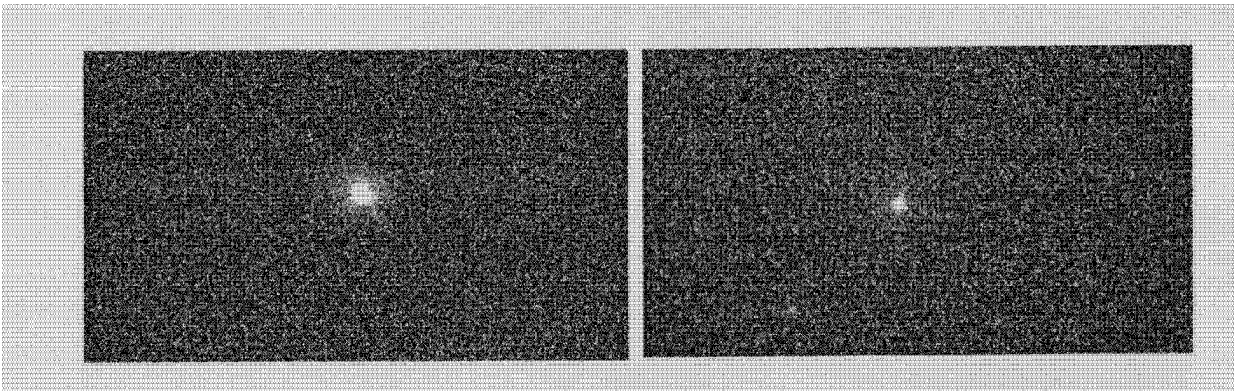


图 3