

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710056295.4

[51] Int. Cl.

G01C 11/00 (2006.01)

G01B 11/00 (2006.01)

G01B 11/03 (2006.01)

G06T 7/00 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 4 月 9 日

[11] 公开号 CN 101158580A

[22] 申请日 2007.11.12

[21] 申请号 200710056295.4

[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 16 号

[72] 发明人 姚志军 韩广良 韩秋蕾

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所

代理人 赵炳仁

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称

深空探测中目标真伪的判定方法

[57] 摘要

本发明属于数字图像处理技术领域，涉及一种深空探测中目标真伪的判定方法，该方法首先连续采集图像，选取相位有明显变化的两帧图像，并根据图像灰度分布计算两帧图像的相移量；然后将后一帧图像按照相移量进行相移补偿，使前后两帧图像相位一致，将这两帧图像进行相位抵消，将得到的数据存为一幅图像，通过将相移补偿后的图像与前一帧图像进行灰度值相减运算，查找像元灰度发生突变的区域，并计算该区域的中心坐标，就可以找到所要观测的主跟踪目标所在位置，将真实目标与干扰目标快速区分开来。

1、一种深空探测中目标真伪的判定方法，其特征在于采用如下步骤：

- 1) 连续采集图像，选取相位有明显变化的两帧图像，并根据图像灰度分布计算两帧图像的相移量；
- 2) 将后一帧图像按照相移量进行相移补偿，使前后两帧图像相位一致；
- 3) 将两帧图像进行相位抵消，并将相移补偿后的图像与前一帧图像进行灰度值差分运算；
- 4) 在得到的差分图像中查找像元灰度发生突变的区域，计算该区域的中心坐标；
- 5) 连续重复上述步骤 3~5 次，若所计算出的像元灰度发生突变的区域相对固定，则认为该区域即是所要观测的主跟踪目标所在位置，该目标为真实目标。

2、根据权利要求 1 所述的深空探测中目标真伪的判定方法，其特征在于所述的步骤 1) 中采用傅立叶变换方法根据图像灰度分布计算两帧图像的相移量。

深空探测中目标真伪的判定方法

技术领域

本发明属于数字图像处理技术领域，涉及一种深空探测中目标真伪的判定方法。

背景技术

当前在航天领域科技飞速发展，特别是载人航天技术的成熟应用，使得深空探测技术显得尤为重要。在我国，深空探测仍然是航天领域中的薄弱环节。在卫星轨道观测中，所遇到的问题是如何在低信噪比条件下，对目标进行精密跟踪，从而得到目标的轨迹。随着深空探测设备的灵敏度不断提高，科学级摄像机的广泛应用，可观测的星体个数呈指数增长，在视场中出现大量的星体，如何从众多的星体中区分出目标星是深空探测首要解决的问题之一。其主要难点是所有星体特征相同，尺寸较小，边缘模糊，亮度变化不均匀且无规律性，无形态学特征，与背景的对比度差，颗粒噪声等局部干扰严重。

对于深空探测中的目标识别方法，国内还没有简便有效的方法来从众多的干扰星体中快速提取出所要跟踪的真实目标。

发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种在深空目标轨迹探测过程中，能够快速将真实目标和干扰目标区分开来，从众多的干扰星中识别出所要跟踪目标的深空探测中目标真伪的判定方法。

在目标捕获过程中，观测设备是按照理论数据引导工作的，其指向随着目标星的轨迹不断变化。在相邻帧图像中，目标星相对于视场是静止不动的，而其它星体相对视场位置逐帧发生变化，但这些干扰星之间的相对距离和位置是不发生变化的，或其相对位置变化极小，可忽略不计。

根据深空探测图像的这种特点，借助电子稳像方法的思想，本发明的深空

探测中目标真伪的判定方法采用如下步骤：

- 1) 连续采集图像，选取相位有明显变化的两帧图像，并根据图像灰度分布计算两帧图像的相移量；
- 2) 将后一帧图像按照相移量进行相移补偿，使前后两帧图像相位一致；
- 3) 将两帧图像进行相位抵消，并将相移补偿后的图像与前一帧图像进行灰度值差分（相减）运算；
- 4) 在得到的差分图像中查找像元灰度发生突变的区域，计算该区域的中心坐标；
- 5) 连续重复上述步骤 3~5 次，若所计算出的像元灰度发生突变的区域相对固定，则认为该区域即是所要观测的主跟踪目标所在位置，该目标为真实目标。

本发明首先计算出选取的两帧图像的相移量，将后一帧图像按照相移量进行相移补偿，使前后两帧图像相位一致。在相移补偿后的两帧图像中，图像的背景和干扰星相互重叠，而目标星在这两帧图像中的位置却相对发生了变化。将这两帧图像进行相位抵消，将得到的数据存为一幅图像。在这幅图像中，大部分区域灰度值都接近零，但在主跟踪目标出现的位置，则可以看到像元的灰度值会发生剧烈变化，原因是在经过相移补偿、相位抵消步骤后，其它的星体和背景均被抵消掉，但由于目标星在两帧图像中位置不同，所以在抵消后仍然可以明显观测到。这样，通过将相移补偿后的图像与前一帧图像进行灰度值相减运算，查找像元灰度发生突变的区域，并计算该区域的中心坐标，就可以找到所要观测的主跟踪目标所在位置，将真实目标与干扰目标快速区分开来。

所述的步骤 1) 中采用傅立叶变换方法根据图像灰度分布计算两帧图像的相移量。

采用傅立叶变换方法计算两帧图像的相移量的优点：

- 1) 图像频率提取结果稳定，计算的相移量准确；

-
- 2) 受图像中的噪声影响小;
 - 3) 傅立叶变换适于利用硬件实现快速计算。

附图说明

图 1 为实现本发明的深空探测中目标真伪的判定方法所采用的软件流程图。

具体实施方式

本发明的深空探测中目标真伪的判定方法具体实现步骤如下：

- 1) 连续采集图像，对于快速运动的目标星，记录连续的两帧图像；对于慢速运动的目标星，则需要记录连续的多帧图像，选择等间隔的图像（如选取第 1 帧和第 5 帧，第 2 帧和第 6 帧，等等），保证所选取的两帧图像的相位有明显的变化。
- 2) 计算两帧图像的相移差，具体方法如下：

两幅图像 P_0 、 P_1 来自一个有限长度的离散图像序列， P_0 是原始图像（即第 1 帧图像）， P_1 是 P_0 经过平移之后得到的图像（即第 2 帧图像）。首先将两幅图像的灰度值 $g_0(x, y)$ 和 $g_1(x, y)$ 分别带入二维傅立叶变换公式：

$$G(u, v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(x, y) e^{i(ux+vy)} dx dy, \text{ 计算出两幅图像的离散傅里叶变换}$$

$$G_0(f_x, f_y) \text{ 和 } G_1(f_x, f_y) :$$

$$G_0(f_x, f_y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g_0(x, y) e^{i(f_x x + f_y y)} dx dy$$

$$G_1(f_x, f_y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g_1(x, y) e^{i(f_x x + f_y y)} dx dy$$

其中 (f_x, f_y) 代表坐标为 (x, y) 的图像像元在频域下的坐标。

通过计算各自傅里叶变换的相位角变化来计算平移矢量 $\begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix}$ 。两幅存在纯

平移关系的图像可以表示为：

$$g_1(x, y) = g_0(x - x_0, y - y_0) \quad (1)$$

根据傅里叶变换的平移性质，得

$$G_1(f_x, f_y) = e^{-i2\pi(x_0f_x + y_0f_y)} G_0(f_x, f_y) \quad (2)$$

$$\Psi(f_x, f_y) = \frac{G_1(f_x, f_y)}{G_0(f_x, f_y)} = e^{-i2\pi(x_0f_x + y_0f_y)} \quad (3)$$

根据傅里叶反变换公式： $g(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} G(ux, vy) e^{-i(ux+vy)} du dv$ ，计算 $\Psi(f_x, f_y)$ 的傅里叶反变换，得到 $\delta(x - x_0, y - y_0)$ ：

$$\delta(x - x_0, y - y_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Psi(f_x, f_y) e^{-i[(x-x_0)f_x + (y-y_0)f_y]} df_x df_y$$

这是一个以 (x_0, y_0) 为中心的单元脉冲。

在图像的傅里叶反变换结果数据中寻找峰值的位置坐标 $\begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix}$ ，即两幅图像的平移值。

- 3) 将后一帧的图像按照上一步计算得到的平移值 $\begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix}$ 进行平移，则可得到与前一帧图像相位一致的图像，即完成图像的相位补偿。

设 $\begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix}$ 是两帧图像的相移偏差，则：

$$g'_1(x, y) = g_1(x - x_0, y - y_0) \quad (4)$$

其中 $g'_1(x, y)$ 是 $g_1(x, y)$ 相位补偿后的图像的灰度值。

- 4) 将相位补偿后的图像与前一帧图像灰度值进行相减运算。

$$\theta(x, y) = g'_1(x, y) - g_0(x, y) \quad (5)$$

其中 $\theta(x, y)$ 是两帧图像相减后获得的图像灰度值，图像中的灰度值为有符号数据。

- 5) 在 $\theta(x, y)$ 中查找像元灰度发生突变的区域，该区域既是所要观测的主跟踪目标坐标。设该区域中心坐标为 (α_0, β_0) ，若该区域像元灰度值为负，则表明在 P_0 中，真实目标出现在此区域，目标在图像 P_0 中的位置就是 (α_0, β_0) ；若该区域像元灰度值为正，则表明在 P_1 中，真实目标出现在此区域，目标在图像 P_1 中的位置就是 $(\alpha_0 + x_0, \beta_0 + y_0)$ 。

像元灰度突变区域中心坐标可通过边缘检测、重心计算的方法获得。

6) 连续重复上述步骤 3~5 次, 若所计算出的目标位置相对固定, 则认为目标识别正确, 目标捕获完成, 系统可转为目标跟踪阶段。

本发明通过改变光电望远镜捕获电视分系统的捕获计算机软件来实现。该捕获计算机采用研华工控机, 其主板: PCA-6186; CPU: P4 3.2G; 内存: DDR 667MHz; 硬盘: 80G; 软件环境: windows xp+sp2, VC++6.0 语言编程。

所述的捕获计算机软件程序流程包括如下步骤:

- a、开始;
- b、采集连续多帧图像;
- c、按照望远镜转动速度选择两帧图像;
- d、作频域变换得到图像的平移量;
- e、根据步骤 d 得到的平移量对后一幅图像进行平移, 进行图像相位补偿;
- f、进行图像灰度值相减, 得到目标星坐标;
- g、判断对多帧图像处理得到的结果是否相近, 是则转步骤 h, 否则返回步骤 b;
- h、输出目标星位置。

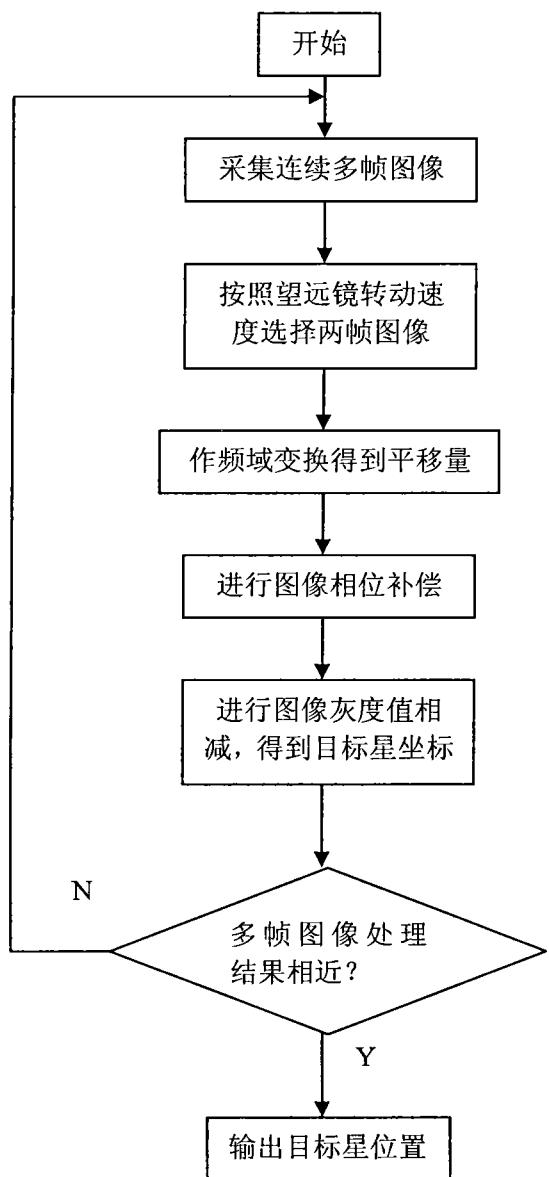


图 1