文章编号: 1001-5078(2006)07-0568-03

基于场景的非均匀校正算法在红外系统中的应用

邓希宁,任海富,李凌杰
(华北光电技术研究所,北京 100015)

摘 要:在分析了几种非均匀校正算法特点的基础上,提出了一种易于硬件实现的新算法,并给出了具体的硬件实现方法。与许多基于场景的非均匀校正算法不同,它不依赖目标的运动来抑制固定的图像噪声,而是将图像中的固定图像噪声和随时间温度的缓慢变化带来的信号漂移,看作是一种低频信号,利用时域高通滤波,将低频滤除;由于滤除的低频信号远低于帧频,因此不会影响图像细节。应用结果表明,该算法能有效消除红外探测器的非均匀噪声并有效抑制温度变化带来的漂移。

关键词: 4N红外焦平面探测器;基于场景的非均匀校正法; FPGA;参数提取
中图分类号: TN215 **文献标识码**: A

Application in Infrared System by a Scene-based Nonuniformity Correction Algorithm

DENG Xi-ning, REN Hai-fu, LI Ling-jie
(North China Research Institute of Electro-optics, Beijing 100015, China)

Abstract: On the basis of analysis for several kinds of nonuniformity correction algorithms, a new scene-based nonuniformity correction algorithm easy to implement in hardware is put forward. And the implementation method in hardware is presented in detail. Different from other scene-based algorithms, it does not suppress the noise by the movement of the object, but considers the fixed-pattern noise and the signal drift followed by temperature as low frequency signal, and it can be filtered by the temporal high-pass filter correction (THPFC). The image details are not influenced, because the frequency of the low frequency signal filtered is more less than the frame frequency. The results of application prove that this algorithm can eliminate the nonuniformity noise and suppress the signal drift varies with temperature effectively.

Key words: 4N IRFPA; scene-based nonuniformity correction; FPGA; parameter extraction

1 引 言

目前在我国的红外成像系统中的探测器主要有凝视型红外焦平面探测器和 4N型红外焦平面探测器,凝视焦平面器件又分为制冷型和非制冷型探测器,而 4N型焦平面器件属线列探测器,与光机扫描器一起构成扫描型成像系统,多用于系统视场大,水平分辨率高的应用领域。不论哪种焦平面器件,由于红外探测器各光敏元的响应率不一致性及器件随温度的漂移的不一致性,使得探测器输出是非均匀的,所以非均匀校正方法成为红外系统必不可少的关键技术之一。目前常用的非均匀校正方法分为定标法校正和基于场景的校正。定标法要求在特定的温度下,由黑体产生均匀辐射背景,对指定焦平面器件进行参数的提取。按一定的算法得出该探测器的校正参数,在成像过程中对探测器输出进行校正。基于场景的校正法,其校正参数的提取不需要对系统进行干预,系统正常使用过程中自动对当前探测

作者简介:邓希宁(1957 -),女,高级工程师,研究方向为红外系统的信号与图像处理。
收稿日期: 2005-06-19

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

器输出的非均匀性进行参数的统计、计算和提取,并实时更新参数,实时校正。定标校正法技术成熟、硬件实现容易、校正效果明显、图像较为均匀,缺点是长时间工作对探测器的漂移需要周期性采样定标,更新参数,需遮挡镜头停止工作。基于场景的校正法是一种实时校正,参数提取时不影响使用,但其技术还不成熟,好的算法实现起来繁琐,硬件要求资源多、速度快,能实现的算法需要经过近似,简化,校正效果也不尽相同。所以目前大多数成像系统仍是以定标法为主,随着红外系统应用领域的不断扩展,对校正的自适应性需求越来越强烈,对基于场景的校正算法研究也越来越受到人们的关注。我们仅就对基于场景算法研究应用的体会,介绍一种能实际应用的新的改进的校正算法。

2 算法原理

基于场景的非均匀校正算法,目前常被讨论的有恒定范围统计法、卡尔曼滤波法、轨迹跟踪法、时域高通滤波法、神经网络法等等。在实现方法上一般归为统计法、滤波法、阀值法等,但碍于硬件实现的局限性,基于场景大部分算法只能作为研究,仿真,而实际应用时不易实现。

对于 4N型探测器的应用系统,因为探测器元数少,探测器本身每一元的温漂所带来不均匀性的影响要比凝视焦平面阵列温漂影响明显得多。并不是它漂移量比凝视器件的大,而是它在图像上表现为某一行整体往一个方向的变化,其不一致性影响了图像的均匀性,使得这种影响更加明显。所以 4N型探测器的图像非均匀性校正的实时性更为迫切。然而 4N型器件有它得天独厚的条件,需要计算的数据量少。在研究比较了诸多算法后,采用一种改进的时域高通滤波算法,利用 FPGA和少量内部的储存器,不需占用外部资源,就能实现非均匀校正。设系统需对 m ×n大小的图像进行校正,将时域高通滤波算法经过近似简化,校正公式为:

$$y_{k+1}(i,j)=G_k(j)\,g[x_{k+1}(i,j)-R_K(j)]+\overline{R}_K \tag{1}$$

其中,$x_{k+1}(i,j)$:当前帧信号输入。

$R_K(j)$:第 j列 k帧低频分量;$R_K(j)=\frac{1}{kgm}\sum_{t=1}^{k}\sum_{i=1}^{m}x(t,i,j)$ (2)

$\overline{R}_K$: k帧的平均电平 (亮度);$\overline{R}_K=\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{j=n}R_K(j)$ (3)

$G_k(j)$:第 j列校正系数;$G_k(j)=\frac{\overline{R}_K}{R_K(j)}$ (4)

其中,K为累计帧数或叫累计周期,$R_K(j)$、$G_k(j)$、$\overline{R}_K$都是累计周期中的统计值,每 K帧刷新一次,在 K+1累计周期中求 Y值用。校正流程如图 1所示。

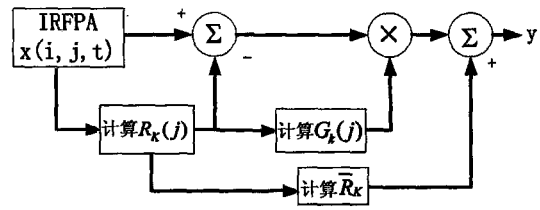

图 1 校正流程图

3 实现方法

以 512 ×288的大小图像为例,实时采集校正参数,是实现基于场景校正算法的主要工作,统计帧数 K为 256帧,x(i, j)数据为 12bit数据,FPGA用 Altera公司的 EPIS25,需用 FPGA内部 3块存储器,其大小分别为 RAM1 = 288 ×32bit、RAM2 = 288 ×16bit、RAM3 = 288 ×16bit,其中 RAM1为双口 RAM,为节省资源,RAM2、RAM3用单口 RAM就可以了。用 VHDL编写相应的控制时序和储存器的读写地址,数据的统计运算及数据的校正程序。参数提取的原理图如图 2所示。

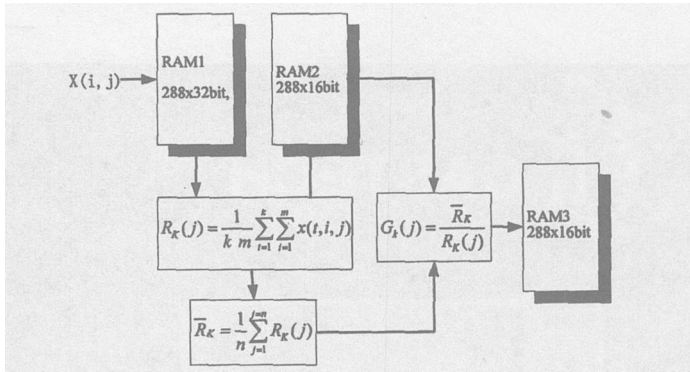

图 2 参数提取的原理图

在对 x(i, j)数据进行校正前先对数据进行累计,经 256帧累计后,计算 $R_k(j)$值,统计累加在 RAM1中进行,计算 $R_k(j)$值的同时算出 $\overline{R}_K$,$R_k(j)$送 RAM2中,再计算出 $G_k(j)$送 RAM3,RAM1统计是在信号输出同时进行,其他参数都在消隐期进行,并计算和刷新。k帧内计算完所有的参数后在 K+1帧开始使用参数进行校正,并开始下一周期的统计。需要注意的是,在下一周期统计前一定要清除存储器原有的数据。K值也可用小于 256帧,这时 RAM1的位数可变小。如果校正效果不好,可增大 K值。

4 实验数据分析

该算法运用在实际的红外成像系统中,校正后

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的图像结果如图 3所示。图像均匀,细节清晰。此算法运算速度快,实时性强,占用资源少,场景变化时不影响图像的均匀性校正效果。一般取 $k \geq 16$ 帧,效果良好,验证了这种算法的使用价值。

图 3 校正后图像

5 结 论

该算法与许多基于场景的非均匀校正不同,它不是依赖目标的运动,来抑制固定的图像噪声,而是将图像中的固定图像和随时间温度的变化带来的漂移,看作是一种低频信号,选用时域高通滤波,依赖对图像的多帧处理,将低频滤除。因为滤出的低频信号远低于帧频,所以它对图像的目标和细节均不会有影响。对于背景复杂,画面格局均匀,其效果更好。由于不需要像定标法那样需周期性人为操作进行采样校正,所以适用于无人操作的设备上。当然,这种校正也有它不足的地方,当有强目标出现时会改变 $G_K(j)$校正效果,使得强目标旁边的背景偏低,出现背景黑影,这是需要进一步改进的地方。

参考文献:

[1] scribner D A, sarkady K A, caulfied J T, et al. Non-uniformity correction for string IR focal plane array using scene-based techniques[A]. Proc. SPIE, 1990, 1, 308: 224 - 233.

[2] 郑瑞红,陈钱. 基于场景的红外图像非均匀性校正算法的研究[J]. 光电子技术, 2003, 23(4): 241 - 244.

[3] 杨正兴,谈新权,尚小冬. 基于场景的红外图像非均匀性校正方法的综述[J]. 光电子技术, 2003, 23(2): 135 - 138.

[4] 刘会通,马红伟. 自适应非均匀性校正中"鬼影"问题的分析[J]. 红外技术, 2003, 25(5): 30 - 36.

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net