

文章编号:1001-9014(2005)02-0119-06

一种新的基于特征直方图分解的红外焦平面阵列无效像元判别方法

石岩¹, 毛海岑², 张天序¹, 曹治国¹

(1. 华中科技大学 图像识别与人工智能研究所, 湖北 武汉 430074;

2. 华中科技大学 图像信息处理与智能控制国家教委开放实验室, 湖北 武汉 430074)

摘要:为有效地判别和剔除红外焦平面阵列(IRFPA)的无效像元,本文在分析了IRFPA有效像元响应模型的基础上,指出在均匀输入时IRFPA有效像元输出值的均值差(DOM)和标准差(STD)特征的分布具有正态性,通过采用自适应投影匹配分解法对特征直方图进行高斯分解,进而估计出有效像元DOM和STD特征的分布区间,从而得到了判别无效像元的分类准则.针对实际IRFPA图像数据的实验表明,本文提出的无效像元的判别方法是有效的.

关键词:红外焦平面阵列;无效像元;响应率;像元噪声电压;自适应投影匹配分解法

中图分类号:TN215 **文献标识码:**A

NEW APPROACH OF IRFPA NON-EFFECTIVE PIXEL DISCRIMINATION BASED ON PIXEL'S CHARACTERISTICS HISTOGRAM ANALYSIS

SHI Yan¹, MAO Hai-Cen², ZHANG Tian-Xu¹, CAO Zhi-Guo¹

(1. Institute for Pattern Recognition and AI, HUST, Wuhan 430074, China;

2. State Education Commission Lab for Image Processing and Intelligent Control, HUST, Wuhan 430074, China)

Abstract: A new approach of IRFPA non-effective pixel discrimination based on pixel's two kinds of characteristic histogram decomposition was presented. Based on the analysis of the model for the effective pixel response, the approach proposes that, if the incident flux is uniform, the standard deviation(STD) and the difference of two means(DOM) for all effective pixels are both normal distributed random variables. By decomposing STD and DOM histograms through adaptive projective decomposition, the DOM and STD distribution range of effective pixel then can be estimated, and the discrimination rule for non-effective pixel is got ultimately. The experiment result using real infrared image shows the proposed technique for IRFPA non-effective pixel discrimination is effective and feasible.

Key words: infrared focal plane arrays; non-effective pixel; responsivity; pixel noise voltage; adaptive projective decomposition

引言

凝视型红外焦平面(IRFPA)成像系统是目前红外成像系统的发展方向.但由于受工艺水平和其它因素限制,成像质量受空域噪声影响严重^[1].产生空域噪声的原因主要有二个:一是IRFPA像元响应特征存在的不均匀性;二是IRFPA存在的无效像元.因此在IRFPA成像系统中,非均匀性校正和无

效像元的剔除是关键.对于IRFPA非均匀性校正的研究目前已有不少方法^[1-3].针对无效像元的剔除问题,又具体涉及到两个方面:一是如何判别,二是如何处理.对于无效像元的处理,一般都采用其相邻有效像元输出的空间插值来代替^[4].而如何判别则是剔除无效像元的关键:无效像元的过判别会增加计算量,同时也会损失图像信息;而欠判别则会影响去噪效果,降低系统对点/斑

收稿日期:2004-04-24,修回日期:2004-08-31

基金项目:国家自然科学基金重点资助项目(60135020)

作者简介:石岩(1975-),男,湖南衡阳人,博士研究生,主要研究方向为图像处理、图像并行处理系统等.

Received date: 2004-04-24, revised date: 2004-08-31

状目标的检测/跟踪性能. 文献[2]根据像元的时域噪声定义了像元的可校正度(correctability),通过该属性来判别无效像元. 文献[5]则进一步从像元的响应率和时域噪声二方面加以考虑,分别定义了死像元(dead pixel)和过热像元(over hot pixel)这两种无效像元. 但在具体判别时存在互相关联的问题.

本文中判别无效像元的问题被等效成为判别有效像元的问题. 由于考虑了有效像元和无效像元的响应特征在统计分布上的差异性,因此不需要预先设定分类阈值,同时也避免了文献[5]中的关联现象. 具体而言,首先根据 IRFPA 光敏元的响应模型和中心极限定理,对于 2 个均匀辐照输入,认为有效像元的输出平均值差的密度函数为若干正态分布的叠加. 因此由 IRFPA 所有像元的输出均值差的直方图,为若干高斯函数的加权和,再叠加上无效像元所导致的分布;同样输出值的标准差(即时域噪声)的直方图也有类似性质. 利用自适应投影匹配分解法,得到高斯函数参数的估计,进而确定有效像元特征的分布范围和判别依据.

1 红外焦平面阵列中无效像元的辩证

参考文献[5],对无效像元定义如下:

定义 1:红外焦平面阵列中的无效像元,指得是焦平面阵列中响应率表现异常或时域噪声严重的光敏元.

判断响应率是否异常或时域噪声的是否严重,则是通过估计有效像元的如下 2 个特征的分布范围来实现的.

1.1 有效像元的响应模型与参数的分布

在本文中,对 IRFPA 的光敏元响应采用如下的响应模型:

设 IRFPA 在正常工作范围内,即输入辐照度 $\phi \in [\phi_{\min}, \phi_{\max}]$,其有效像元 ij 在第 k 帧的输出信号 Y_{ij}^k 与 ϕ_{ij}^k 之间的关系为

$$Y_{ij}^k = f_{ij}(\phi_{ij}^k) + V_{ij}^k. \quad (1)$$

式(1)中 $f_{ij}: \phi \rightarrow Y, (\phi \in [\phi_{\min}, \phi_{\max}])$ 为有效像元 ij

的响应函数,为 ϕ 的单调递增函数; V_{ij}^k 为像元 ij 在第 k 帧的时域噪声. 对 f_{ij} 用 ϕ 的 n 次多项式近似,则式(1)近似为

$$Y_{ij}^k \approx \sum_{r=0}^n a_{ij}^r * (\phi_{ij}^k)^r + a_{ij}^0 + V_{ij}^k. \quad (2)$$

对于有效像元 ij 的响应特征参数 $a_{ij}^r, r=0,1,2,\dots,n$ 和时域噪声 V_{ij}^k ,根据中心极限定理,响应特征参数 a_{ij}^r 和时域噪声 V_{ij}^k 具有如下分布性质:

性质 1:根据特征 $d(V_{ij}^k)$ ($d(V_{ij}^k)$ 为有效像元 ij 时域噪声 V_{ij}^k 的标准差,令其为 STD_{ij}),焦平面阵列中的有效像元可以分为若干组,每组中有效像元的 STD 服从正态分布.

性质 2:根据响应特征参数 $a^r, r=0,1,\dots,n$,焦平面阵列中的有效像元可以分为若干组,每组中有效像元的 a^r 服从正态分布.

1.2 判断有效像元的 2 个特征及其分布特点

在上节 2 个性质的基础上,可以通过如下测试方法得到的 2 个特征参数来确定有效像元. 即在给定 2 个不同的均匀辐照输入,即低辐照度 Φ_L 和高辐照度 Φ_H 2 个定标点,分别得到 2 组 M 帧定标图像数据;令 STD_{ij}^L 和 STD_{ij}^H 分别为有效像元 ij 在 Φ_L 和 Φ_H 输入时 Y_{ij}^k 的样本标准差, $MFAN_{ij}^L$ 和 $MEAN_{ij}^H$ 分别为有效像元 ij 在 Φ_L 和 Φ_H 输入时 Y_{ij}^k 的样本均值,即

$$\begin{aligned} STD_{ij}^L &\approx d(Y_{ij}^k) = d(V_{ij}^k), \\ MEAN_{ij}^L &\approx \sum_{r=0}^n a_{ij}^r * (\Phi_L)^r + a_{ij}^0 + E(V_{ij}^k), \\ STD_{ij}^H &\approx d(Y_{ij}^k) = d(V_{ij}^k), \\ MEAN_{ij}^H &\approx \sum_{r=0}^n a_{ij}^r * (\Phi_H)^r + a_{ij}^0 + E(V_{ij}^k). \end{aligned} \quad (3)$$

式中 $E(V_{ij}^k)$ 为时域噪声的均值. 由式(3)可得,有效像元 ij 输出 Y_{ij}^k 的样本均值的差 DOM_{ij} (Difference of Mean) 为:

$$\begin{aligned} DOM_{ij} &= MEAN_{ij}^H - MFAN_{ij}^L \\ &\approx \sum_{r=0}^n a_{ij}^r * [(\Phi_H)^r - (\Phi_L)^r]. \end{aligned} \quad (4)$$

根据前面的性质 2 可知由有效像元 ij 的 DOM_{ij} 所构成的直方图,为若干正态密度函数的加权和. 类似可知由有效像元 ij 的 STD_{ij}^L (或 STD_{ij}^H) 所构成的直

表 1 实际 IRFPA 的 DOM 和 STD 特征直方图的高斯分解结果以及对无效像元的判别准则
Table 1 The Gaussian decomposition result of the real IRFPA pixel's DOM and STD histogram, and the discrimination rule for non-effective pixel

IRFPA 特征直方图	分量序号 l	均值 μ_i	标准差 σ_i	权值 P_i	得出的无效像元的判别准则	得到的无效像元数
DOM 特征	1	272	36.291	3725.8	DOM < 119.8	56
	2	173	17.727	752.7		
STD 特征	1	7.1	1.068	4115.0	STD > 10.3	24
无效像元总数						74

方图,也为若干正态密度函数的加权和.由于在成品的 IRFPA 中有效像元占绝大部分(一般都要求达到 96% 以上),因此实际 IRFPA 的响应特征 DOM 和 STD 具有如下性质:

性质 3: 在给定 2 个均匀辐照输入 Φ_L 和 Φ_H 下,得到所有 IRFPA 像元的 DOM(或者是 STD)所构成的直方图,这些直方图是由二种分布叠加而成:一种为若干高斯函数的加权和,在直方图中占很大比重,是由有效像元所导致的分布;另一种为比重很小的密度函数未知的分布,是由无效像元所导致的.

根据性质 3,如果能够从 DOM 或 STD 所构成的直方图中,估计出其中的高斯函数成分,也就知道了有效像元这些特征的分布范围.将估计出来的分布范围作为分类的标准,就可以区分出无效像元.

1.3 基于自适应投影匹配分解法估计高斯分量

自适应投影匹配分解法是 S. Mallat^[6] 和 S. Qian^[7] 各自提出的信号时频分相新方法,其分解信号的原理简述如下:设目标信号 $S(t) \in L^2(R)$ (简写为 S),基函数集 $\Psi = \{g_l\}, l = 1, 2, \dots, \infty$ 为空间 $L^2(R)$ 的一个框架, $\|g_l\| = 1$ 即满足能量归一要求;根据框架理论可知 $S = \sum_{n=0}^{\infty} c_n * g_{l_n}$. 计算 S 在 Ψ 上的最大投影 $\max \langle S, g_l \rangle$ ($\langle S, g_l \rangle$ 为两者的内积运算),令投影后信号残量为 R_s ,则

$$S = \langle S, g_l \rangle * g_l + R_s. \quad (5)$$

可知, g_l 与 R_s 是正交的,对 R_s 可进行同样分解,如此反复得到:

$$S = \sum_{n=0}^{N-1} \langle R_s^n, g_{l_n} \rangle * g_{l_n} + R_s^N. \quad (6)$$

其中 R_s^n 为第 n 次分解后的信号残量, $R_s^0 = S$. 利用 g_{l_n} 与 R_s^{n+1} 的正交性和 g_{l_n} 的能量归一性,可得:

$$\|S\|^2 = \sum_{n=0}^{N-1} |\langle R_s^n, g_{l_n} \rangle|^2 + \|R_s^N\|^2. \quad (7)$$

上述迭代过程中止条件可采用 $\|R_s^N\|^2 \leq \varepsilon$,也可以使用预先设定的 N . 在自适应投影匹配分解法中使用的基函数为经过伸缩、时移和频移的标准高斯函数:

$$g_l(t) = (\pi * \sigma_l^2)^{-0.25} * \exp\left\{-\frac{(t-t_l)^2}{2\sigma_l^2}\right\} * \exp\{j2\pi * f_l * t\}. \quad (8)$$

结合到本文问题由于基函数不需要考虑频移部分,式(8)变为

$$g_l(t) = (\pi * \sigma_l^2)^{-0.25} * \exp\left\{-\frac{(t-t_l)^2}{2\sigma_l^2}\right\}. \quad (9)$$

式(8)表示的标准基函数与正态分布密度函数 $f(t_l, \sigma_l^2)$ 的关系为

$$g_l(t) = (\pi \sigma_l^2)^{-0.25} \exp\left\{-\frac{(t-t_l)^2}{2\sigma_l^2}\right\} = (4\pi \sigma_l^2)^{0.25} * f(t_l, \sigma_l^2). \quad (10)$$

得到信号 S 的分解式(6)后,可以根据式(10)得到相应的正态密度函数分解.

1.4 确定有效像元特征的分布范围及分类准则

针对 IRFPA 的 DOM 特征直方图,由自适应投影匹配分解法得到了 $N+1$ 个高斯分量.由于高斯函数具有很好的时频局部性的特点,可以认为高斯函数 $f(\mu_{l_n}^{\text{DOM}}, (\sigma_{l_n}^{\text{DOM}})^2)$ 只在区间 $[\mu_{l_n}^{\text{DOM}} - 3\sigma_{l_n}^{\text{DOM}}, \mu_{l_n}^{\text{DOM}} + 3\sigma_{l_n}^{\text{DOM}}]$ 内有非 0 值,令该区间为 $\Omega_{l_n}^{\text{DOM}}$;则 IRFPA 有效像元的 DOM 特征值应属于区间 $\Omega_{l_n}^{\text{DOM}}$ 所构成的并集 Ω^{DOM} ,即

$$\Omega^{\text{DOM}} = \bigcup_{n=0}^N \Omega_{l_n}^{\text{DOM}} = \bigcup_{n=0}^N [\mu_{l_n}^{\text{DOM}} - 3\sigma_{l_n}^{\text{DOM}}, \mu_{l_n}^{\text{DOM}} + 3\sigma_{l_n}^{\text{DOM}}]. \quad (11)$$

针对 IRFPA 的 STD 特征直方图,设由自适应投影匹配分解法得到了 $M+1$ 个高斯分量,同样方法可以得到有效像元 STD 特征值应属于的区间集合 Ω^{STD} 为

$$\Omega^{\text{STD}} = \bigcup_{n=0}^M \Omega_{l_n}^{\text{STD}}. \quad (12)$$

根据上面得到的有效像元 2 个特征分布的区间集合,可以最终得到无效像元所构成的集合 Θ_{bc} ,即像元有效性的分类准则:

$$\Theta_{bc} = \{pixel(i, j) \mid \text{DOM}_{ij} \notin \Omega^{\text{DOM}}\} \cup \{pixel(i, j) \mid \text{STD}_{ij} \notin \Omega^{\text{STD}}\}. \quad (13)$$

由于 DOM_{ij} 反映了像元 ij 的响应灵敏度,值越大则 ij 的响应率越高;而 STD_{ij} 反映了像元 ij 时域噪声的严重程度,值越小则 ij 的时域噪声越小;同时实际情况中区间或者相交叠形成单一区间,或本来就只存在一个区间(集合),因此有效像元的集合 Ω^{DOM} 和 Ω^{STD} 可进一步简化为

$$\Omega^{\text{DOM}} = [\text{Left}_{\text{DOM}}, +\infty).$$

$$\text{其中, } \text{Left}_{\text{DOM}} = \min\{(\mu_{l_n}^{\text{DOM}} - 3\sigma_{l_n}^{\text{DOM}}) \mid n=0, 1, \dots, N\}. \quad (14)$$

$$\Omega^{\text{STD}} = [0, \text{Right}_{\text{STD}}].$$

$$\text{其中, } \text{Right}_{\text{STD}} = \max\{(\mu_{l_n}^{\text{STD}} - 3\sigma_{l_n}^{\text{STD}}) \mid n=0, 1, \dots, M\}. \quad (15)$$

2 针对实际 IRFPA 的实验结果和讨论

实验采用的实际 IRFPA 为响应在 $1 \sim 5.5 \mu\text{m}$ 波段的 $64 * 64$ 元 InSb 凝视红外焦平面阵列,焦平面像元输出的电压信号经过放大、A/D 变换后得到 14bit 输出.根据 2.2 中的测试方法,给定 2 个定标

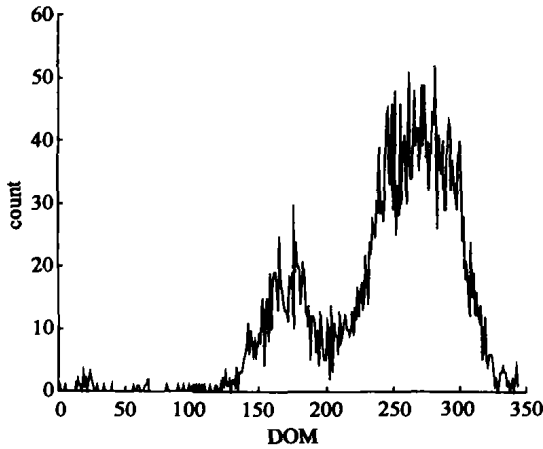


图1 实际 IRFPA 像元其 DOM 特征的原始直方图
Fig.1 The original histogram of the real IRFPA pixel's DOM characteristic

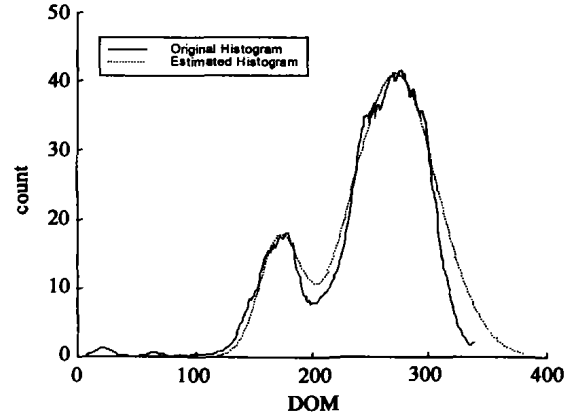


图2 平滑处理后的像元 DOM 特征原直方图与重构后的直方图(实线为原曲线经过尺寸为 15 的平均模板平滑滤波后直方图曲线,虚线为分解后得到的高斯分量重构后的直方图曲线)
Fig.2 The smoothed original histogram of DOM and the reconstructed DOM histogram (solid curve; the original histogram after a 1 * 15 smooth template, dotted curve; the reconstructed histogram using Gaussian elementary functions estimated by decomposition)

均匀辐照度输入 Φ_L 和 Φ_H , 各得到 40 帧原始定标数据, 计算焦平面的 DOM、STD 特征形成 2 个直方图. 利用自适应投影匹配分解法对直方图进行分解, 得到的各高斯分量的均值 μ 、标准差 σ 、权值 P 以及由此得到的无效像元分类准则如表 1 所列. DOM、STD 特征的原始直方图和估计重构出来的直方图分别如图 1 ~ 图 3 所示. 根据表 1 的 2 种分类门限可以得到死像元和过热像元集合, 以图像方式表达如图 5 和图 6 (白点为无效像元, 黑点为有效像元), 最终的无效像元集合为两者的并集, 如图 6 所示. 而根据文献[5]得到的无效像元分类准则如表 2 所示, 按其分类准则得到的无效像元集合如图 7 所示.

得到了该 IRFPA 的无效像元集合后, 可以对非均匀性校正处理后的结果再进行无效像元的剔除, 剔除方法可以采用邻域有效输出的空间插值近似.

图 8 为经过两点法校正后该 IRFPA 输出的人手红外图像, 图 9 和 10 分别为根据本文方法和根据文献[5]方法得到的无效像元集合进行剔除处理后的图像(数据归一化到[0 ~ 255]).

根据上述实验图表我们可以得到如下结论:

(1) 从图 2 和图 3 可以看出, 利用自适应投影匹配分解法估计出来的高斯函数参数重构后得到的

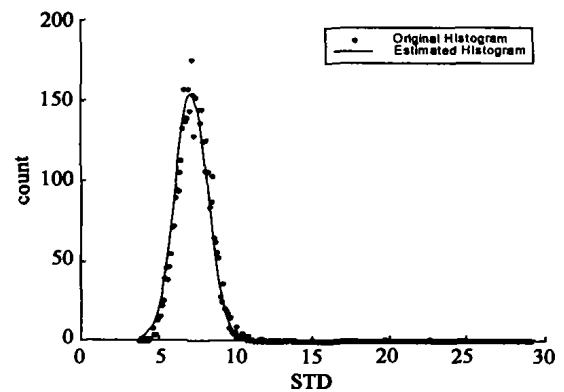


图3 STD 特征的原始直方图与重构后的直方图(实点为原直方图, 实线为分解后得到的高斯分量重构后的直方图曲线)
Fig.3 The original histogram of STD and the reconstructed STD histogram (dot; the original STD histogram, solid curve; the reconstructed STD histogram using Gaussian elementary functions estimated by decomposition)

曲线, 比较理想地反映了原直方图的基本轮廓. 这一方面说明了 2.1 节中对有效像元的响应特征所做的正态分布假设的合理性, 另一方面也说明了采用自适应投影匹配分解法对信号做高斯函数分解的有效性. 此外, 还可以看出采用自适应投影匹配分解法来分解直方图, 并不受高频毛刺的影响.

(2) 从实际红外图像图 7 可以看出, 尽管已采用了非均匀性校正处理, 并且此 IRFPA 的无效像元率也并不高(本文方法得到是 1.81%), 但无效像元对图像质量的影响还是比较明显的. 一个明显表现

表 2 根据文献[5]得到的无效像元的判别准则
Table 1 The discrimination rule for non-effective pixel according to reference[5]

IRFPA 响应特征	得出的无效像元的判别准则	得到的无效像元数
DOM 特征	DOM < 24.6	29
STD 特征	STD > 7.12	0
无效像元总数		29



图 4 由 DOM 得到的死像元集合
Fig.4 The dead pixel set based on the DOM characteristic



图 5 由 STD 得到的过热像元集合
Fig.5 The over hot pixel set based on the STD characteristic



图 6 由本文方法所得的无效像元集合
Fig.6 The non-effective pixel set according to our proposed scheme



图 7 由文献[8]所得的无效像元集合
Fig.7 The non-effective pixel set according to reference [8]



图 8 NUC 处理后未剔除无效像元的红外人手图像
Fig.8 The real infrared hand image (two-points NUC) without removing non-effective pixels

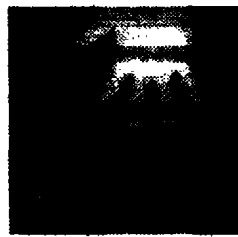


图 9 剔除了无效像元(本文方法得到)后的红外人手图像
Fig.9 The real infrared hand image(two-points NUC) after removing non-effective pixels found through our scheme

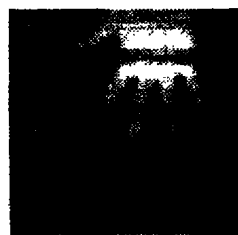


图 10 剔除了无效像元(文献[8]方法得到)后的红外人手图像
Fig.10 The real infrared hand image (two-points NUC) after removing non-effective pixels found through the scheme in reference[5]

为在实际均匀背景上散布着一些虚假亮斑/点. 因此若用此 IRFPA 对点/斑状目标进行检测和跟踪, 则剔除无效像元的预处理工作是必不可少的.

(3)通过对比剔除无效像元前后的图像(图 8 和图 9)可以看出,采用本文方法估计有效像元的特征分布范围来判断无效像元是可行的,原图像中的绝大部分虚假亮斑/点都被滤除.

(4)由表 2 和图 7 可以看出,由文献[8]得到的判别无效像元的标准显然过低. 具体表现为,受时域噪声影响严重的像元都被漏检,同时还有部分响应异常的像元也未能判别出来,因此在图 10 中部靠近食指的附近仍然可见一些虚假亮点.

按照中心极限定理,IRFPA 有效像元其各阶响应特征参数 a' 应都各自服从一正态分布,由此推出所有有效像元的 DOM 也应服从一正态分布,而表 1 结果表明实际分解得到了 2 个高斯分量(STD 直方图分解得到一个高斯分量). 这不一致可能由 2 种原因所导致:一是总的像元数目只有 4 096,应用中心极限定理存在一定的近似;二是此 IRFPA 器件的制作加工过程就导致了两种正态分布的存在. 关于该问题的原因,需要针对更多像元的 IRFPA 和更多的 IRFPA 做进一步的实验. 当然,直方图中高斯分量的多少对于自适应投影匹配分解法是没有影响

的,因此本文方法对它们都是适合的.

4 结语

针对 IRFPA 的无效像元的判别和剔除问题,本文在分析了 IRFPA 有效像元的响应率和时域噪声的分布特征后,提出 IRFPA 有效像元的 DOM 和 STD 特征的直方图为若干高斯函数的加权和.通过自适应投影匹配分解法对直方图进行高斯分解,得到有效像元的 DOM 和 STD 特征的分布区间,从而也就得到了判别无效像元的分类准则.针对实际 IRFPA 图像数据的实验表明,本文提出的红外焦平面阵列无效像元的判别方法是合理、有效的.

致谢 感谢上海 803 所七室同志为本文实验所付出的辛勤劳动.

REFERENCES

- [1] Milton A F, Barone F R. Influence of nonuniformity on infrared focal plane array performance[J]. *Optical Engineering*, 1985, **24**(5): 855—862.
- [2] Schulz M, Caldwell L. Nonuniformity correction and correctability of infrared focal plane arrays[J]. *Infrared Physics & Technology*, 1995, **36**: 763—777.
- [3] Hardie R C, Hayat M M, Armstrong E, et al. Scene-based nonuniformity correction using video sequences and registration[J]. *Applied Optics*, 2000, **39**(8): 1241—1250.
- [4] SHI Yan, ZHANG Tian-Xu, LI Hui, et al. New approach to nonuniformity correction of IRFPA with nonlinear response [J]. *J. Infrared Millim. Waves* (石岩,张天序,李辉,等.一种考虑红外焦平面器件非线性响应的非均匀校正方法. *红外与毫米波学报*), 2004, **23**(4): 251—256.
- [5] GB/T 17444-1998. The technical norms for measurement and test of characteristic parameters of infrared focal plane arrays[S]. (GB/T 17444-1998. 红外焦平面阵列特性参数测试技术规范), 1998.
- [6] Mallat Stephane G, Zhang Zhingfent. Matching pursuits with time-frequency dictionaries[J]. *IEEE Trans on. Signal Processing*, 1993, **41**(12): 3397—3415.
- [7] Qian Shie, Chen Dapang. Signal representation using adaptive normalized Gaussian functions[J]. *Signal Processing*, 1994, **36**(1): 1—11.

《半导体科学与技术丛书》征稿说明

科学出版社作为全国最大的综合性科技出版机构,是一个历史悠久、力量雄厚,以出版学术著作为主的中央级出版社。科学出版社向来都是学者的朋友,并长期在我国学术界有很大影响。比如,由科学出版社组织出版的、我国物理界众多老前辈把关的《凝聚态物理学丛书》曾产生了良好的社会影响,至今仍为许多科研人员所称颂。

为促进半导体学科的发展和人才培养,科学出版社将继续秉承“高水平、高质量、高层次”的“三高”特色和“严肃、严密、严格”的“三严”作风,与我国半导体学者一起,共同组织和出版一套学术水平高、权威性强、学科内容新、具备一定规模、有良好社会影响的《半导体科学与技术丛书》。丛书已经聘请黄昆院士等任名誉顾问,王占国院士等任顾问,夏建白院士任主编,褚君浩研究员等任副主编。

众所周知,半导体科学与技术在上世纪的突破性发展带动了新材料、新技术、新效应和新的边缘学科的发展创新,并在许多技术领域内引起了革命性变革和进步,从而产生了现代的计算机产业和 IT 技术。而目前发展迅速的半导体微/纳电子器件、光电子器件和量子信息又将推动今后的产业革命。半导体科学与技术已成为国家经济发展、社会进步和国防安全密切相关的重要的科学技术。为了发展我国的半导体事业,发扬过去艰苦奋斗的优良传统,学习国际的先进经验,科技工作者有必要总结半导体科学与技术领域的先进成果,使我国成为世界上半导体科学技术的强国。

编辑出版这套《半导体科学与技术丛书》,是想请从事探索性研究的半导体工作者总结和介绍国际和中国科学家在半导体前沿领域,包括:半导体物理、材料、器件、电路等方面的进展和所开展的工作。目的是帮助大学生、研究生、博士后、青年教师和研究人员拓宽半导体的基础,迅速进入到半导体研究前沿,同时也为大学的半导体专业提供有关的教材。丛书中的每一册将努力讲清一个专题,而不求面面俱到。在写作风格上,希望作者们能够做到以大学高年级学生的水平为出发点,深入浅出,图文并茂,文献丰富,突出物理内容,避免冗长公式。建议稿件字数为 30~50 万字左右。

本说明长期有效,欢迎广大从事半导体科学技术的工作者加入到丛书的编写中来。

联系人:田士勇

电话:010-64030228;13520430552 电子邮箱:sy_tian@yahoo.com.cn

通讯地址:北京东黄城根北街 16 号科学出版社科学出版分社 100717