

红外双色亚图像自适应识别跟踪¹

罗智勇 傅志中 李在铭

(电子科技大学通信工程学院 成都 610054)

摘要 该文研究了红外辐射与双色辐射比, 论述了红外双色亚成像的优点。对空域模糊, 低信噪比的红外双色亚图像, 提出了适应性强的子块灰度迭代分割二值化算法, 并研究了空域模糊分割与特征参数识别。还研究了末制导初始阶段亚图像多帧积累探测和初始牵引, 实现低虚、漏警率目标检测。最后研究了目标牵引到视场中心后, 逐帧识别与自适应运动补偿锁定跟踪。实验表明, 红外双色亚成像识别跟踪适用于静止、慢速和快速红外目标的末制导跟踪。

关键词 末制导, 红外双色比, 子块二值化, 多帧积累, 模糊分割, 锁定跟踪, 运动补偿
中图分类号 TN219, V448

1 引言

红外自寻的制导具有角分辨率高, 抗干扰能力强, 作用距离远, 全天候工作能力强, 具有在复杂背景下捕获、识别、锁定、跟踪和智能决策等能力。在高技术兵器迅速发展的当今世界, 已成为世界各国竞相研究和发展的一个重要军事课题。亚成像红外末制导与红外凝视焦平面成像制导相比, 其成本极低廉, 便携性好, 发射方式灵活, 跟踪性能优良。70 年代中末期已出现使用玫瑰线扫描的识别跟踪, 更小型化的亚成像末制导一直是各国红外制导研究的重要课题。进入 80 年代, 多波段、多色、多模探测技术的应用为高性能红外亚成像制导带来了新的生机。

红外双色探测是红外末制导的典型技术。红外长波 $8 \sim 14 \mu\text{m}$, 中波 $3 \sim 5 \mu\text{m}$ 位于大气窗口, 对辐射物体的互补识别效果最佳, 是红外双色复合制导应用最广的探测波段。

2 红外双色识别跟踪原理

红外图像对比度低, 信噪比低, 边缘模糊。对红外图像的一般识别方法有: 灰度直方图变换^[1], 多尺度变换^[2,3], 图像滤波改善信噪比^[4,5], 这些方法通过改善红外图像对比度, 增强目标抑制背景, 从而获得较好的识别效果。

双色亚成像图像的常规识别方法是, 双色图像融合配准后, 采用上述图像识别算法实施连续边缘检测。但上述算法实时性较差, 而且均未考虑实际情况下的伪目标干扰。本文研究了红外双色亚图像识别, 充分利用红外双色比的温度区分特性, 去除离目标温度区域较远的伪目标, 同时, 针对亚图像特点, 采用子块灰度二值迭代分割实现目标实时识别。

2.1 红外双色比特性

红外双色比定义如下,

$$R_g = M_{\Delta\lambda 1} / M_{\Delta\lambda 2} \quad (1)$$

式中 $M_{\Delta\lambda i}$, $i = 1, 2$ 是探测器探测到的波段 1, 2 的灰体光谱辐射出射度, 定义如下:

$$M_{\Delta\lambda} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \tau(\lambda, R) \varepsilon(\lambda) M_\lambda(\lambda, T) H(\lambda) d\lambda \quad (2)$$

式中 λ_1, λ_2 是特定波段 $\Delta\lambda$ 的上下限波长, T 是辐射体绝对温度 (K), $H(\lambda)$ 是探测器的光谱传输函数。 $\tau(\lambda, R)$ 是红外辐射大气透射比, $\varepsilon(\lambda)$ 是光谱发射比。 $M_\lambda(\lambda, T)$ 是绝对黑体在

¹ 1999-12-10 收到, 2000-08-29 定稿

波长 λ 的光谱辐射出射度, 计量单位是瓦·米⁻²·微米⁻¹。由普朗克绝对黑体辐射定律, 有

$$M_\lambda(\lambda, T) = (c_1/\lambda^5)(e^{c_2/\lambda T} - 1)^{-1} \quad (3)$$

式中 $c_1 = (3.7415 \pm 0.0003) \times 10^8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\mu\text{m}^4$, $c_2 = (1.43897 \pm 0.00019) \times 10^4 \mu\text{m}\cdot\text{K}$ 分别是第一、二辐射常数。

对校准的红外探测信号^[6], 忽略背景和大气辐射, 背景和大气对目标的辐射及探测器损耗 ($H(\lambda) \approx 1$)。红外点源探测器探测信号经光电转换, AD 转换, 在红外波段 $\Delta\lambda$ 的灰度 $g(\Delta\lambda) \propto M_{\Delta\lambda}$ 。由 (1) 式可得

$$R_g = g(\Delta\lambda_1)/g(\Delta\lambda_2) \quad (4)$$

双色比特性综合了两个波段的光谱辐射特性, 具有良好的比对效果。双色比受 τ, ε 的影响较小, 不必过分关注环境的变化, 其比对参数具有更好的稳定性, 另外, 受探测器传输函数的影响小。从图 1 还可观察到双色比曲线斜率大, 能区分不同温度的伪目标、目标和背景, 对伪目标 (典型 2000K 左右) 的区分比对背景 (典型 290K 左右) 更有效, 所以可以在亚成像过程中去除伪目标。在区分伪目标后的温度区域, 红外双色比灰度扩展后, 双色比灰度曲线位于灰度扩展的红外长波 $8 \sim 14\mu\text{m}$, 中波 $3 \sim 5\mu\text{m}$ 之间, 理论上对比度比 $3 \sim 5\mu\text{m}$ 低, 但实际上由于双色比效果更好, 因此应用更广。目标 (对地面移动装甲目标, 典型 500K 左右) 和背景分布在灰度直方图高低两端, 而且随温度非线性增长, 如图 2 所示, 可以较容易地对图像进行二值分割。

为了提高实战精度, 需要事先针对各种应用环境, 建立双色比标准比对参数。由于实际双色信号传输, 放大及后续处理的非对称性, 难于建立双色比的比对基准。另外, 双色比的除法运算使实际处理存在较大的精度损失。所以, 一般仅将双色比作为亚成像阶段逐点预滤除伪目标的有效手段, 实际系统主要采用单色识别后进行识别特征空间的融合方式。

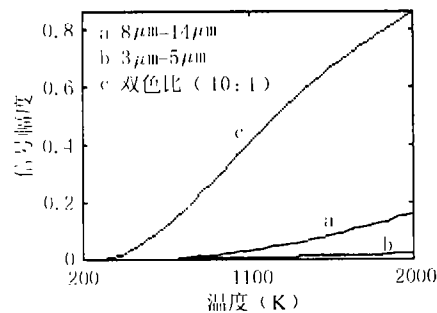


图 1 归一化双色比 (290~2000K)

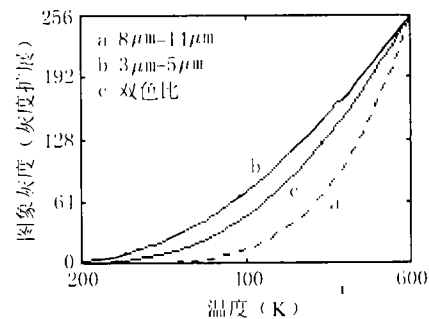


图 2 双色比灰度压扩 (290~550K)

2.2 红外双色亚成像识别跟踪系统

亚成像扫描技术中, 玫瑰线扫描具有更高的效率^[7-8], 其扫描轨迹方程如下式所示:

$$\left. \begin{aligned} x &= (R/2)[\cos(2\pi f_1 t + \psi_1^0) + \cos(2\pi f_2 t + \psi_2^0)] \\ y &= (R/2)[\sin(2\pi f_1 t + \psi_1^0) + \sin(2\pi f_2 t + \psi_2^0)] \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

式中 R 为玫瑰瓣长度, f_1, f_2 和 ψ_1^0, ψ_2^0 分别是转动元件的零相位同步信号 $F_1(t, s), F_2(t, s)$ 的频率和初相。采用文献 [11] 的数字锁相方法实现亚成像, 保证成像误差小于 0.5 像素。

双色亚成像末制导原理如图 3 所示。玫瑰线扫描过程中, 对扫描点进行双色比比对, 滤除伪目标点。由于初始目标面积小, 典型 4×2 像素, 且一般偏离中心视场, 容易漏扫或湮没于噪

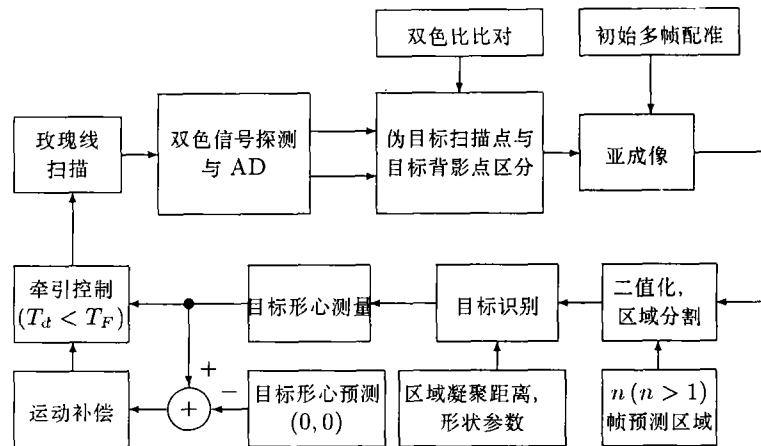


图3 双色亚成像末制导原理

声, 考虑到初始帧间差异小, 典型的运动目标帧差小于 1 像素。为减少虚、漏警率, 初始帧扰动积累扫描, 考虑红外亚图像扫描的空域模糊度及背景占优, 对双色比图像实施子块直方图二值化和模糊分割, 根据形状特征, 如区域长宽比、占空比, 分割判别区分有较强辐射大面积连续区域, 如沥青路面等; 选择距离中心最近的目标进行初始牵引。之后逐帧运动补偿, 锁定跟踪选定目标。

3 红外亚成像识别跟踪技术

3.1 亚图像自适应阈值分割

去除伪目标的双色亚图像, 目标灰度区域与背景灰度区域分布在灰度直方图的高低两端, 采用二值分割可以进一步降低识别处理的复杂度。但红外点源探测器得到的背景和目標像点对比度低, 噪声影响显著, 且由于亚图像空域模糊性及背景的绝对占优, 简单的阈值分割把大量背景噪声归并为目标, 不利于实时处理。子块灰度二值迭代分割, 能有效滤除噪声, 目标凝聚效果良好, 适用于低对比度, 空域模糊, 背景占优的双色亚图像分割。

考虑到图像空间邻域内像素的紧相关性及邻域外像素的松相关性, 显然, 图像子块化后, 亚抽样子图像元间的非相关性提高。实际上, 图像子块化可获得块间边缘锐化, 块内低通滤波的效果。显然, 子块长度可依据图像邻域自相关系数作出选择。对 $3\sim 5\mu\text{m}$ 和 $8\sim 14\mu\text{m}$ 典型配准亚图像的自相关系数统计分析表明: 图像的自相关系数高。 $3\sim 5\mu\text{m}$ 亚图像相关长度为 3 时, 自相关系数一般大于 0.71, 为 4 时, 自相关系数一般大于 0.64, $8\sim 14\mu\text{m}$ 相关长度为 3, 自相关系数一般大于 0.78, 相关长度为 4, 自相关系数一般大于 0.73。可见, 3×3 , 4×4 邻域的像素自相关性是较高的, 可以选择子块长度为 3 或 4。

子块灰度二值迭代分割如下式所示,

$$\left. \begin{aligned} g_{pi(i+1)} &= g_{pi} + \alpha^{i+1}(g_{ei} - g_{pi} - 1) + \beta^{i+1}(g_m - g_{pi} - 1) \\ g_{ei} &= \sum_{g=g_{pi}+1}^{g_m} g_b \cdot n_g \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

式中 g_{pi} 是第 i 次图像块分割门限, $g_{p0} = \min(g_b)$, g_{ei} 是大于 g_{pi} 的子块平均灰度, g_m 是最大子块灰度值, n_g 是子块灰度 g_b 的计数, α, β 是自适应系数。由红外图像的双色比分析可知, g_{ei} 接近背景子块的灰度均值, 采用均值分割会把大量的背景分割为目标, β 系数的引入考虑了目标子块较少的特点。迭代过程则可以使分割门限步级增加, 对红外图像分割逐步求精。

子块灰度的一种定义如下:

$$g_b = \sum_{i,j} g_{ij}/k^2, \quad i = kN + \Delta_i, \quad j = kN + \Delta_j, \quad N \in Z \quad (7)$$

式中 Δ_i, Δ_j 是对 $m \times n$ 图像 $m/k \neq 0, n/k \neq 0$ 的偏移因子。 α, β 的自适应训练准则见 3.2 节。

为了取得较优的分割结果, 在灰度分割过程中, 对 α, β 进行自适应训练, α, β 的代价函数

$$c(\alpha_i, \beta_i) = \begin{cases} 0, & A_i \cap A_{i-1} \neq \phi, \text{ 且存在 } \rho[P_m(A_i), P_n(A_{i-1})] < \delta \\ 1, & \text{反之} \end{cases} \quad (8)$$

式中 A_i 是以第 i 次分割系数 (α_i, β_i) 进行分割获得的连通区域, $P_m(A_i)$ 是 A_i 的第 m 个区域形心, $\rho[\cdot]$ 是欧几里德距离, $\delta \approx 0$ 。当代价函数为 1 时, 停止迭代, 并以 $i-1$ 次分割系数 $(\alpha_{i-1}, \beta_{i-1})$ 作为结果。

若 (α, β) 并未取得最佳, 也可通过多次分割迭代逐步求精取得最佳分割。此时, 迭代损失函数

$$c(i)_{\alpha, \beta} = \begin{cases} 0, & A_i \cap A_{i-1} \neq \phi, \text{ 且存在 } d[S_m(A_i), S_n(A_{i-1})] < \delta \\ 1, & \text{反之} \end{cases} \quad (9)$$

式中 A_i 是以 (α, β) 为分割参数, 对图像的第 i 次迭代分割获得的分割区域。其它定义同 (8) 式。

显然, 总体上看, (α, β) 训练基于红外图像的分类域求损失代价, 逐步求精分割基于时间域求损失代价, (α, β) 的精确训练是值得的。

3.2 亚图像空域模糊分割

玫瑰扫描的空域模糊性及红外图像边缘的模糊性导致了视场域的模糊性, 二值结果图像还需进行区域分割。根据亚图像域集是 Fuzzy 集的特点, 采用 Fuzzy 隶属原则实现区域模糊分割, 准则描述如下:

二值子块图像域 U 上目标 Fuzzy 集 $T_{b2i}, i \in N, u_k$ 是属于 T_{b2i} 类的任一子块。若子块 $u \in U, u$ 属于 T_{b2j} 的隶属度 $R_{T_{b2j}}(u) = \max\{R_{T_{b2i}}(u), i \in N\}$, 则 u 归入 T_{b2j} 类。

u 属于 T_{b2i} 的隶属度定义如下,

$$R_{T_{b2i}}(u) = \begin{cases} \min_k \left(1 - \left[\frac{d_b(u, u_k)}{\lambda_1 d_{b_{\max}}} \right]^{\lambda_2} \right), & d_b(u, u_k) \leq d_{b_{\max}} \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (10)$$

式中 λ_2 是收敛因子。 $d_b(u, u_k) = \min d_b[u(x, y), u_k(x, y)]$ 是块间距离, 单位是子块数。 λ_1 是比例系数, 一般 $\lambda_1 \geq 1$ 。 $d_{b_{\max}}$ 是目标空域模糊分割的最大凝聚距离, 单位是子块数, 该参数与扫描盲区尺寸相关。 $d_{b_{\max}}$ 可选择亚成像最小盲区长度^[9] $\Delta\rho$ 作为参数,

$$d_{b_{\max}} = \text{int}\{\lambda_3 \Delta\rho / b_l + 0.5\} \quad (11)$$

式中 λ_3 是调整系数, b_l 是块长度, $\text{int}(\cdot)$ 是取整算子 (取小数点前的整数)。

实验表明, $\lambda_3 \approx 1 \sim 2, b_l \approx 4, R = 64$ 像素, 则 $d_{b_{\max}} = 1$, 作为判决距离可以在最小的误判距离 (2 像素) 获得目标子块的聚类。

通过子块模糊隶属判决, 获得了目标的子块空域分割。空域分割后的二值图像:

$$f_{b2F}(x, y) = \sum_i T_{b2i}(x, y) + B_{b2}(x, y) \quad (12)$$

式中 $T_{b2i}(x, y)$, $i \in N$ 是目标区域, $B_{b2}(x, y)$ 是背景区域。

为方便运算, 用矩形窗口标记聚类区域。

3.3 双色亚图像目标形心定位

为方便运算, 用矩形窗口标记聚类区域。获得分割矩形窗 A_i , $i \in Z$ 的数据结构, $A_i = \{t_i, l_i, h_i, w_i, br_i\}$, 其中 t_i, l_i, h_i, w_i 分别是以子块数标记的区域顶, 左位置和高度, 宽度, br_i 是标记区域内的亮块数目。

要判决各分割矩形窗是否为目标, 首先要提取能够描述各连通区域的特征参数。几个识别参数定义如下:

矩形窗 A_i 的纵横比 Wr_i , 计算如下,

$$Wr_i = \max(h_i/w_i, w_i/h_i) \quad (13)$$

占空比 Or_i , 计算如下,

$$Or_i = Br_i/(h_i w_i) \quad (14)$$

本文以含坦克目标的地面场景亚图像为研究对象。亚成像的目标区域近似呈圆形, 理论上 $Wr_i \approx 1.0$, $Or_i \approx \pi/4$ 。实际统计实验表明, 坦克目标参数特征 $Wr_i(s) \in [0.4, 2.4]$, 占空比 $Or_i(s) \in [0.4, 1]$, 可以获得良好的目标辨识效果。

分割区域目标判决准则表示为

$$P(R = R_t) = \begin{cases} 1, & Wr_i(s) \in [0.4, 2.4], \text{ 且 } Or_i(s) \in [0.4, 1] \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (15)$$

式中若 $P(R = R_t) = 1$, 则判决为目标, 反之, 判决为非目标。

为了实现目标形心牵引, 需要确定目标形心。定义 $f_{pc}[A(x, y)]$ 是目标窗口 A 的像素二值特征函数:

$$f_{pc}[A(x, y)] = \begin{cases} 1, & \text{像素为亮} \\ 0, & \text{像素为暗} \end{cases} \quad (16)$$

目标 A 的形心 (x_c, y_c) 计算如下:

$$\left. \begin{aligned} x_c &= \frac{\sum_x \sum_y x f_{pc}[A(x, y)]}{\sum_x \sum_y f_{pc}[A(x, y)]} \\ y_c &= \frac{\sum_x \sum_y y f_{pc}[A(x, y)]}{\sum_x \sum_y f_{pc}[A(x, y)]} \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

红外融合探测由于具有良好的互补探测效果, 在人工智能, 目标跟踪, 预警和监视等领域, 获得了广泛应用。成像融合识别是识别领域的前沿技术, 信息融合减小了不确定性, 改善了识别精度, 扩大了观测视野。但是, 由于实际双色信号传输, 放大的非严格对称性, 而且双色亚图像没有严格的灰度标准模板进行比对, 不能通过后验手段校正双色成像的非对称性。采用单色亚图像识别后再对识别特征空间进行融合(识别后融合)的结构模型是恰当的。

一种简单的融合识别的目标形心确定算法由下式确定:

$$\left. \begin{aligned} x_c &= [ax_c(3 \sim 5) + bx_c(8 \sim 14)]/2 \\ y_c &= [ay_c(3 \sim 5) + by_c(8 \sim 14)]/2 \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

式中 $[x_c(3 \sim 5), y_c(3 \sim 5)]$ 是 $3 \sim 5 \mu\text{m}$ 亚图像目标形心, $[x_c(8 \sim 14), y_c(8 \sim 14)]$ 是 $8 \sim 14 \mu\text{m}$ 亚图像目标形心, $a + b = 1$ 。

3.4 亚图像自适应牵引跟踪

由于红外亚成像的模糊性, 准确的目标轮廓提取是不可能的; 另外, 通过子块灰度迭代分割, 丧失了目标部分形状特征。因此, 跟踪目标形心是较好的选择。

由于初始帧炮弹与目标相对速度慢, 由 Johnson 准则, 识别距离正比于目标长度(高度), 目标在初始成像平面上膨化极小。采用扰动技术^[8], 获得不作牵引时目标的初始积累确认, 实施较致密图像的目标识别并抑制噪声, 降低漏警率和虚警率。常用的扰动方法有跳频扰动。

离中心点越近, 玫瑰线扫描密度越大, 中心目标具有更好的可牵引性, 因此一般选择离扫描中心最近的目标作为跟踪对象。形心在 (x_c, y_c) 处目标牵引至中心视场的速度矢量 $v_d = -[(x_c/T_d)\mathbf{i} + (y_c/T_d)\mathbf{j}]$, 其中牵引时间 $T_d < T_F$ (帧周期)。考虑目标运动速度矢量 v_t , 目标与像平面合成速度 $v = v_d + v_t$ 。

假定目标初始位移 $s_{t0} = 0$, 目标形心的预测位置 $(\hat{x}_{ci}, \hat{y}_{ci}) = (0, 0)$, 实际位置为 (x_{ci}, y_{ci}) , 目标在像平面的偏移, $s_{\Delta i} = x_{ci}\mathbf{i} + y_{ci}\mathbf{j}$, 运动目标的预测位移, $s_{ti} = s_{t(i-1)} + s_{\Delta(i-1)}$, 补偿后的牵引预测位移:

$$s'_{di} = -s_{\Delta i} + s_{ti} \quad (19)$$

4 实验结果

图 4 是对一组含坦克目标的地面场景红外玫瑰线扫描多帧配准亚图像 (I_i), 初分伪目标后实施子块迭代二值化, 空域分割后的识别结果 (R_i)。 I_1, I_2 是 $3 \sim 5 \mu\text{m}$ 亚图像, I_3, I_4 是 $8 \sim 14 \mu\text{m}$ 亚图像。同步频率 $f = 290\text{Hz}$, $f_2 = 70\text{Hz}$, 分割系数 $\alpha = 0.58$, $\beta = 0.48$, 迭代 2 次, 最大子块凝聚距离 $\rho_{\max} = 1$ 。二值化, 模糊分割, 特征识别, 获得了高的目标检出率。图 5 是对 I_2 二值分割后识别 5(a), 由初始目标形心对目标进行初始牵引 5(b), 牵引后确认 5(c) 及确认后识别 5(d), 稳定地将红外扫描摄像头牵引对准待跟踪目标。图 6 是对初始锁定的移动目标按 (18) 式对 I_3 场景进行相邻 3 帧运动补偿的锁定跟踪结果, I 是单帧扫描亚图像, R 是跟踪结果。跟踪实验结果表明, 目标预测位移的修正值远小于目标运动位移, 目标稳定地锁定在视场中心。

5 结 论

本文研究了双色亚成像制导方法, 充分利用双色比参数的良好稳定性及温度可区分性提高识别精度, 减小了单色红外图像制导和双色融合匹配带来的误差。迭代求解图像子块灰度直方图分割门限, 在该门限的二值化降低了亚成像扫描的空域模糊度, 并抑制了噪声干扰。区域模糊分割有效地区分二值亚图像的背景连通区域与目标连同区域。初始扰动积累识别降低了虚、漏警率, 增加了制导准确度。在区域凝聚距离内分割目标, 结合识别特征参数能有效识别视场目标。采用二维亚成像逐帧运动补偿自适应寻的, 牵引目标到中心视场, 锁定视场中心目标, 有效利用了采样数据, 实现了运动或静止目标的精确制导。该算法已在 DSP 系统中实现。

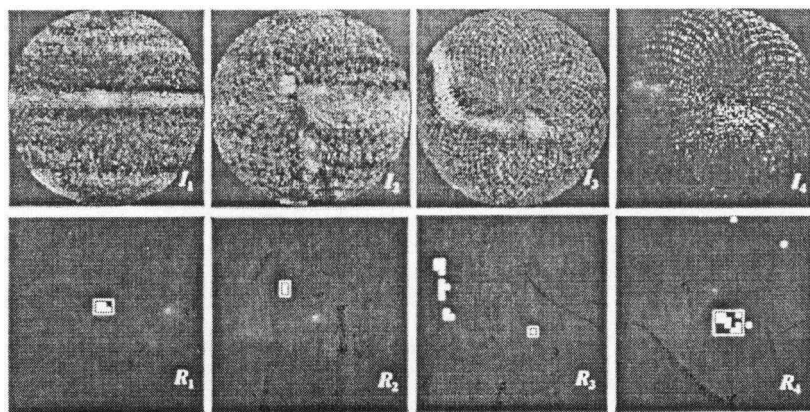


图 4 多帧积累亚图像目标识别

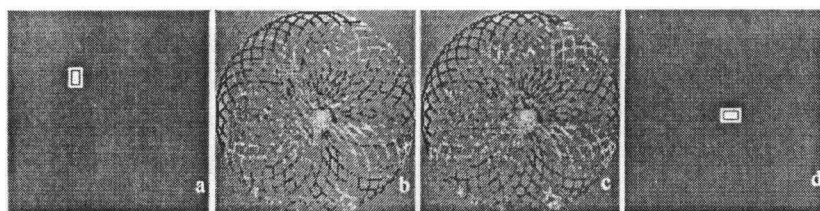


图 5 目标牵引、确认、识别

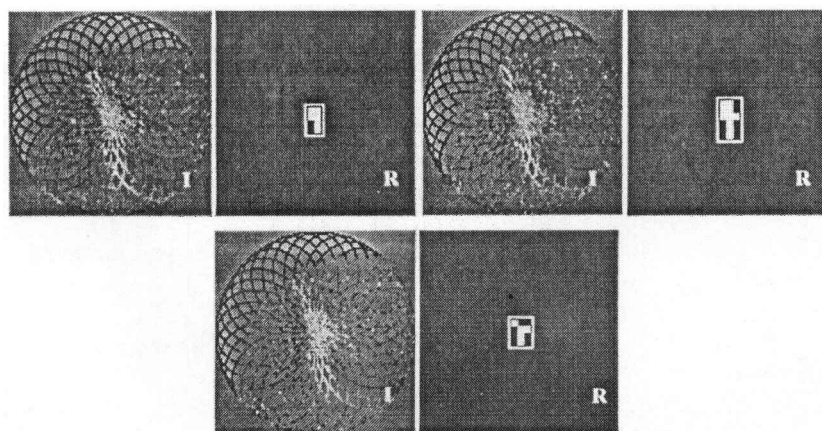


图 6 目标锁定跟踪

参 考 文 献

- [1] 张忠诚, 孟庆华, 沈振康, 目标红外特征分析, 红外技术, 1999, 21(7), 26-28.
- [2] D. J. Gregoris, *et al.*, Detection of dim targets in FLIR imagery using multiscale transforms, SPIE, 2262, 1994, 62-71.
- [3] 李宏贵, 罗正发, 李国帧, 李兴国, 基于分形理论的红外图像边缘检测, 红外技术, 1999, 21(1), 18-20.
- [4] 陈汝钧, 红外探测系统三重相关峰值检测技术研究, 红外与毫米波学报, 1998, 17(8), 277-282.
- [5] 韩客松, 复杂背景下红外点目标检测的预处理, 红外技术, 1999, 21(7), 36-39.
- [6] Tej P Kaushal, Thermal image calibration, Infracal, SPIE, 2552, 1995, 484-488.
- [7] 周鼎新, 对美国第三代肩射红外防空导弹 (STINGER POST) 导引头特色的分析, 红外与激光技术, 1984, (3), 1-20.
- [8] 龚建勇, 丁明跃, 周成平, 基于玫瑰线扫描双色信息融合目标识别方法, 系统工程与电子技术, 1998, 20(7), 1-6.
- [9] 冯炽涛, 李文, 使用“玫瑰线 / 螺旋”图形扫描的双色制导技术, 红外技术, 1993, 15(2), 2-8.
- [10] 曾高秋, 曹文庄, 玫瑰线图形扫描方位信息的计算及误差分析, 红外技术, 1998, 20(2), 19-22.
- [11] 罗智勇, 李晓峰, 李在铭, 多模红外智能跟踪 DSP 系统, 信号处理, 1999, 15(增刊), 484-487.
- [12] 陈朝阳, 张桂林, 红外警戒系统小目标实时检测方法, 红外与毫米波学报, 1998, 17(8), 283-286.
- [13] 梁海岩, 红外双色干扰技术的研究, 红外与激光技术, 1989, (1), 20-25.

ADAPTIVE RECOGNITION AND TRACKING OF
INFRARED BICOLOR QUASI IMAGE

Luo Zhiyong Fu Zhizhong Li Zaiming

(Institute of Communication and Engineering, UEST of China, Chengdu 610054, China)

Abstract Infrared radiation and infrared bicolor ratio are studied in the paper. The feature of infrared bicolor quasi-imaging recognition is investigated. Robust iterative sub-block gray scale bilevel is studied for infrared bicolor quasi image with space blur and low SNR, then fuzzy spatial segmentation and feature parameter recognition are studied for 2-bit image of infrared quasi image. Infrared quasi image frame accumulation and original dragging are studied to fulfill precise target detection with lower false and omission possibility. Successive segmentation, recognition and locked tracking with adaptive movement compensation are studied for sparse quasi images. The experiment reveals that infrared bicolor quasi image tracking is adaptive to terminal guiding of stationary, slow, and fast infrared targets.

Key words Terminal guiding, Infrared bicolor ratio, Sub-block bilevel, Frame accumulation, Fuzzy segmentation, Locked tracking, Movement compensation

罗智勇: 男, 1973年生, 博士生, 主要研究多媒体信息处理, 识别, DSP与多媒体信息实现技术.

傅志中: 男, 1970年生, 博士生, 主要研究多媒体信息处理, 识别与通信技术.

李在铭: 男, 1939年生, 博士生导师, 教授, 主要研究多媒体信息处理, 信号检测与估计, 通信综合服务技术等.