

文章编号:1671-637X(2008)03-0090-04

Nios II 的红外图像实时跟踪系统设计

贺明, 王新赛

(防空兵指挥学院红外与射频技术研究中心, 郑州 450052)

摘 要: 目前国内多数红外图像实时跟踪系统采用 DSP 为核心处理器的结构, 存在电路复杂、成本高的缺点。开发在 FPGA 中实现以 Nios II 为核心的红外图像实时跟踪系统, 采用 Nios II 实现目标跟踪算法, 利用硬件实现图像预处理, 软硬件协同完成实时跟踪, 实验结果表明, 系统体积小、功耗低、实时性强, 在复杂的天空背景下, 能够稳定、精确地跟踪飞行目标。

关键词: 红外图像; 实时跟踪; FPGA; Nios II; Otsu 分割

中图分类号: V271.4; TN953

文献标识码: A

Design of a real-time infrared image tracking system based on Nios II

HE Ming, WANG Xin-sai

(Infrared & Radio-Frequency Technology Center, Air Defense Forces Command Academy, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: At present many infrared image auto-tracking systems adopt the framework with DSP as the core processor, which has the disadvantage of complex circuit and high cost. We designed a real-time tracking system based on software core Nios II in FPGA. Nios II was used to realize image segmentation and maneuvering target prediction. Image pre-processing was realized by hardware, and real-time tracking was implemented by cooperation of hardware and software. Experiment result showed that the system has small volume, low power consumption and good real-time performance, which can track the moving target more stably and accurately under complex conditions in the air.

Key words: infrared image; real-time tracking; FPGA; Nios II; Otsu's segmentation

0 引言

利用红外成像传感器实现实时目标成像跟踪是精确制导武器的核心技术, 随着战场环境日益复杂, 伪装、隐身等目标特性控制技术飞速发展, 极大地增加了实时目标成像跟踪系统研究的难度。目前尽管国内外对该领域的关键技术进行了大量的研究, 并取得了一些成果, 但实时成像跟踪系统研究中许多实际问题仍没有得到很好的解决, 有待进一步的深入研究。红外跟踪处理器系统对实时性要求极高, 要求必须具有处理大数据量的能力, 以保证系统的

实时性; 其次对系统的体积、功耗、稳定性等也有较严格的要求。实时图像处理中经常用到图像求和、求差、梯度运算、目标分割、区域特征提取等不同层次、不同种类的处理。其中有的运算本身结构比较简单, 但是数据量大, 计算速度要求高, 适于用 FPGA 硬件实现, 有些处理对速度并没有特殊的要求但计算方式和控制结构比较复杂难以用纯硬件实现, 适于用运算速度快、寻址方式灵活通信机制强大的 Nios II^[1] 软核处理器来实现。本系统利用硬件实现计算简单匹配精度高的相关匹配算法, 利用自定义指令的 Nios II 实现多迭代浮点运算的自递归的 Otsu 的聚类分割^[2-3] 和运动预测算法^[4], 研究了自递归的 Otsu 的聚类分割以及快速匹配跟踪和目标预测算法, 提高了系统复杂背景条件下目标跟踪的稳定性。

收稿日期: 2006-12-05

修回日期: 2006-12-30

作者简介: 贺明(1981-), 男, 江苏丹阳人, 硕士生, 主要研究方向为图像处理、红外成像技术、FPGA 和 DSP 图像处理系统设计等。

1 系统组成及工作原理

实时红外图像自动跟踪系统对红外成像传感器获取的地面场景图像数据中指定目标区域进行实时自动跟踪,实时解算出目标在图像场景中的精确位置,并输出目标偏离系统视轴的方位,通过伺服控制回路,驱动稳定平台跟踪目标。同时,图像跟踪系统接受来自外部控制系统的控制命令和数据,并按总体通讯协议要求向外部控制系统回送跟踪系统的状态、图像数据和系统关键参数。

根据系统总体要求,选择 Altera 公司 Stratix 系列的 EP1S25^[5]。该芯片的片上资源比较丰富,有 25 660 个逻辑单元(LE),1 944 576 bits 的 RAM,10 个 DSP 模块,6 个数字锁相环(DPLL),用户可用的 I/O 最多达到 702 个。实时图像跟踪系统总体框图如图 1 所示,图像跟踪系统接受来自红外成像焦平面视频数据流,通过视频信号行场和像素时钟来确定视场中每个像素的空间位置,视频信号分为两路处理,一路经过系统中的 Nios II 相关跟踪部分作自动跟踪处理,另一路通过采集和显示逻辑送到 LCD 监视器用来观察系统跟踪情况。启动相关跟踪之前,系统通过远距离的 RS485 接收目标位置和大小参数,将选定目标分割后的数据保存到目标模板存储区,形成初始模板。利用模板对目标进行跟踪,对跟踪结果进行预测外推,得到目标的坐标参数误差后,通过 RS232 控制伺服系统对目标进行跟踪。

为了减小外围电路使用,系统采用对二值化后的数据进行相关匹配方式,考虑到 EP1S25 带有 1 944 576 bits 的 RAM,因此利用 RAM 模块来做高速相关匹配模板存储区,根据实时跟踪系统的要求,需要保存两场图像数据,每场 300 * 200 (60 000 bits),例化两场图像数据需要 120 000 bits,仅占片内 RAM 总容量的 6%。

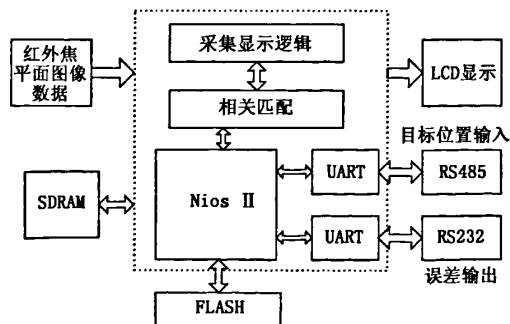


图1 系统的总体结构框图

2 跟踪算法

目前有多种算法可用于目标跟踪如形心跟踪、质心跟踪、波门跟踪、边缘跟踪、区域平衡跟踪、相关跟踪等,在众多的成像跟踪算法中相关跟踪算法具有对场景图像质量要求不高,可在低信噪比条件下稳定工作,能适应较复杂场景结构的目标和背景条件具有较强的局部抗干扰能力等特点。为了发挥 FPGA 实现并行算法的优势和 Nios II 的灵活性,系统采用自递归的 Otsu 分割和相关跟踪算法^[6]结合对红外目标进行稳定跟踪,为了提高跟踪精度克服分割后的噪声干扰,采用形态学方法^[7]去除噪声突出目标。整个算法的实现过程如图 2 所示。

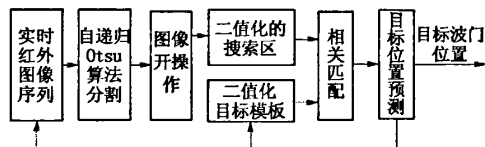


图2 跟踪算法原理框图

1) 目标分割。

目标图像的分割效果尤其是有效地使目标从背景中分离出来是保证系统稳定跟踪的关键,系统采用自递归的 Otsu 的聚类分割法。

设图像包含 L 个灰度级 $(0, 1, \dots, L-1)$, 灰度值为 i 的像素点数为 N_i , 图像总的像素点数为 $N = N_0 + N_1 + \dots + N_{L-1}$ 。灰度值为 i 的点的概率为

$$P_i = \frac{N_i}{N} \quad (1)$$

门限 t 将整幅图像分为暗区 c_1 和亮区 c_2 两类, 则类间方差 σ_b^2 是 t 的函数:

$$\sigma_b^2(t) = a_1 a_2 (u_1 - u_2)^2 \quad (2)$$

式中: a_j 为类 c_j 的面积与图像总面积之比, $a_1 = \sum_{i=0}^t P_i$, $a_2 = 1 - a_1$; u_j 为类 c_j 的均值; $u_1 = \frac{\sum_{i=0}^t i P_i}{a_1}$, $u_2 = \frac{\sum_{i=t+1}^{L-1} i P_i}{a_2}$ 。该法选择最佳门限 \hat{t} 使类间方差最大, 即:

$$\sigma_b^2(\hat{t}) = \max\{\sigma_b^2(t)\} \quad (3)$$

用这种聚类准则分割图像, 当目标在图像中占有适当的比例时, 分割结果比较好, 而且算法比较简单, 有利于实时处理。然而对小目标图像却不能把目标从背景中分割出来, 经常会把很多背景错分为目标, 为此, 提出了利用 Otsu 准则对图像进行自递归

归分割。即在第一次 Otsu 方法分割之后,将分割得到的亮像素再次利用 Otsu 分割准则计算得到新的分割阈值。实验表明,即使存在复杂的云层背景的情况下,经过两次迭代分割后,目标也较好地被分割出来。

2) 相关跟踪。

相关跟踪算法将系统的基准图像(即模板)在实时图像上以一定的偏移值平移,然后根据一定的相似性度量准则对基准图像和与基准图像同样大小的实时图像块进行相关匹配,最匹配的那个位置就认为是目标位置。常用的相关算法有绝对差相关算法,平方差相关算法,归一化相关算法等。考虑利用 FPGA 实现算法,系统采用绝对差相关算法^[8]。

绝对差相关算法:

$$p(x, y) = \frac{1}{N^2} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} |M(u, v) - S(x+u, y+v)| \quad (4)$$

式中: $p(x, y)$ 为相似性测度; $S(x, y)$ 为波门图像; $M(u, v)$ 为模板图像;模板大小为 $N \times N$ 。

为了保证系统实时性,减小算法对图像 RAM 的使用量,采取如下方式对算法进行优化,图像经过分割后得到二值化图像,运用异或运算处理来代替相关度的复杂计算:即将图像和模板的二值灰度函数进行异或运算,其最小值即为正确匹配位置。

3) 目标预测。

在目标跟踪过程中,如果对每一帧图像都首先计算全场中每一个位置处的匹配值,然后再确定目标的位置,那将给系统的实时计算带来困难。因此有必要简化匹配过程,提高速度,满足实时计算的要求。根据目标在运动过程中具有轨迹的连续性的特点,首先利用目标过去的位置信息预测当前位置,然后在预测点周围一定范围内进行匹配。这样既能减少计算量,在一定程度上又能排除其他物体对跟踪的影响,从而保证匹配的可靠性。系统中采用最佳线性逼近预测法^[9-10]。

设原函数 $f(t)$ 在 N 个顺序时刻的测量值为 $f(t_i) (i=1, 2, 3, \dots, N)$, 且 $f(t)$ 可以用:

$$Y = a_0 + a_1 t \quad (5)$$

作为最佳线性逼近,上式可写为

$$Y = [1 \quad t] \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

测量值和逼近值之间的误差为

$$\Delta \epsilon_i = f(t_i) - a_0 - a_1 t_i \quad (7)$$

对 N 点估计的均方差为

$$E(\Delta \epsilon_i) = \sum_{i=1}^N [f(t_i) - a_0 - a_1 t_i]^2 \quad (8)$$

最佳逼近即是使上式取最小值。经最小二乘法后可得:

$$\begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sum_{i=1}^N t_i^2 \sum_{i=1}^N f(t_i) t_i - \sum_{i=1}^N t_i \sum_{i=1}^N f(t_i) t_i}{D} \\ - \frac{\sum_{i=1}^N t_i \sum_{i=1}^N f(t_i) t_i - N \sum_{i=1}^N f(t_i) t_i}{D} \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$D = N \sum_{i=1}^N t_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N t_i \right)^2 \quad (10)$$

由以上线性逼近可以很方便地得到预测器表达式。如用 $k-2, k-1$ 及 k 帧的位置去求取 $k+1$ 帧的位置,即用过去两帧的位置去预测下一帧的位置问题。按上述表示方法有 $t_1=1, t_2=2, t_3=3$ 及 $f(t_1)=f(k-2), f(t_2)=f(k-1), f(t_3)=f(k)$ 。对于 $k+1$ 帧而言,相当于 $t=4$ 的情况,故求取 $k+1$ 帧的位置为

$$\hat{f}(k+1/k) = a_0 + a_1 t_{k+1} = a_0 + 4a_1 \quad (11)$$

将上述 t_1 及 $f(t_1)$ 的值代入式(5)~式(6)可求得 a_0, a_1 的值,代入式(11)即可求得:

$$\hat{f}(k+1/k) = \frac{1}{3} [4f(k) + f(k-1) - 2f(k-2)] \quad (12)$$

4) 模板刷新。

相关跟踪算法进行跟踪时,用事先存储好的模板在波门范围内进行匹配,寻找最佳匹配点。在跟踪过程中,随着视场范围内场景的变化,目标形体的变化,需要及时更新模板,使得模板始终正确地反映要跟踪的目标。

系统采用模板的自适应刷新^[11]。根据相关峰^[12]确定是否更换模板,若所寻找到的相关峰同某个阈值比较,若小于该阈值,则认为此时的目标已经和模板存在较大的差距,此时应该及时更新模板。经大量试验,阈值选取 0.985 有较好的跟踪效果。

3 跟踪算法实现

为了满足系统实时性,系统采用 Nios II 的定制指令和 VHDL 编写硬件算法加速器保证系统运行速度,在系统目标跟踪算法中,对需要循环迭代浮点处理的 Otsu 分割和运动预测算法,采用自定义的单精度浮点运算指令加速计算结果,如表 1 所示采用自定义浮点指令和软件实现浮点运算性能对比。定制指令逻辑和 Nios II 的连接在 SoPC Builder 中完成。

Nios II CPU 配置向导提供了一个可添加 256 条定制指令的图形用户界面,在该界面中导入设计文件,设置定制指令名,并分配定制指令所需的 CPU 时钟周期数目。系统生成时,Nios II IDE 为每条用户指令产生一个在系统头文件中定义的宏,可以在 C 或 C++ 应用程序代码中直接调用这个宏。表 2 为 Nios II 软件实现系统算法和自定义指令实现性能对比。

表 1 Nios II 软件实现浮点运算和自定义指令实现性能对比

浮点运算	CPU 时钟周期		加速比
	软件执行	自定义指令(FPU)	
div a/b	3 714	7	530.7
add/sub $a + (-)b$	284	7	40.5
Multi $a * b$	2 874	7	410.5

表 2 Nios II 软件实现系统算法和自定义指令实现性能对比

	软件实现	自定义指令	加速比
自递归 Otsu 分割	1473678 时钟周期 (14.7 ms)	276734 时钟周期 (2.7 ms)	5.3
最佳线性逼近预测	9678 时钟周期 (90 μ s)	346 时钟周期 (3 μ s)	30

系统的相关匹配算法采用 VHDL 语言硬件并行实现,并且作为 Avalon 总线的用户外设集成到 Nios II 中实现算法的硬件加速单元。通过 SoPC Builder 中元件编辑器在 GUI 下将用户逻辑封装成一个 Nios II 的用户外设。这样用户可以像 Altera 提供的外设元件一样使用自定义的逻辑组件。如图 3 硬件实现相关匹配算法原理图,二值化的串行红外图像数据流经过移位寄存器变成并行数据与目标模板进行与操作,求匹配运算最小值时的坐标,得到最佳匹配点的目标坐标。

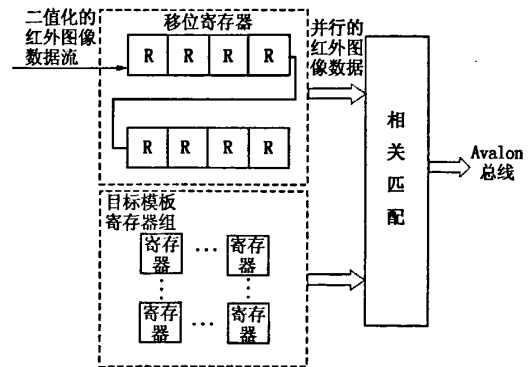


图 3 硬件实现相关匹配算法原理图

4 实验结果

系统在夜间对 2 km 外的多云天空中靶机目标进行跟踪实验,图像格式为 384 × 288,在目标对比度

大于 10% 的基础上,跟踪目标的最小尺寸可达到 3 × 3,最大尺寸可达 50 × 50,稳定跟踪的目标尺寸可达 4 × 4,跟踪速度可达 60 像素/帧以上,在有薄雾的情况下,仍能对目标进行稳定跟踪,如图 4 中 a ~ d 所示,a 为背景单一的情况下稳定跟踪;b 为较复杂背景时稳定跟踪;c 为目标形状稍有变化时跟踪;d 为目标远离情况下仍能有效跟踪。因此,系统满足在复杂背景下跟踪天空目标的要求。

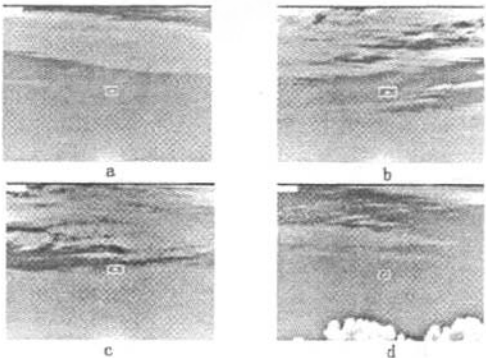


图 4 系统对 2 km 外的靶机目标跟踪效果图

5 结束语

系统采用经典的自递归 Otsu 的聚类分割算法和相关匹配结合,具有较强的抗干扰能力,增强了系统在复杂场景条件下目标跟踪的稳定性,实验结果表明,采用基于 32 位 Nios II 软核处理器在单片 FPGA 上来完成红外图像目标实时自动跟踪系统,具有目标跟踪稳定、功耗低、体积小、重量轻、可靠性高、控制灵活等特点,能够较好地实现各种复杂场景条件下的目标稳定跟踪。

参考文献:

[1] Altera. Nios II processor reference handbook[Z]. Altera, 2005.

[2] ZHANG Tian-xu, WANG Xin-sai, WANG Yue-huan. Automatic threshold estimation for gradient image segmentation[J]. SPIE, 2001, 4550(16): 121-126.

[3] CASTLEMAN K R. Digital image processing[M]. Prentice Hall, Inc., 1996.

[4] 杨亚军. 红外图像处理与目标跟踪研究[D]. 西安: 西北工业大学, 1998.

[5] 褚振勇, 翁木云. FPGA 设计及应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000.

[6] 杨宜禾, 周维真. 成像跟踪技术导论[M]. 西安: 西安电子科技大学, 1991.

(下转第 96 页)

于表 1 和表 2 中。

表 1 先验信息为可靠度均值的计算结果

R_0	s^*	f^*	$H(\pi)$
0.7	1.965	0.842	-0.226
0.8	3.478	0.869	-0.630
0.9	8.345	0.927	-1.306
0.95	18.28	0.962	-1.996
0.99	98.27	0.993	-3.605

表 2 先验信息为可靠度可信区间的计算结果

R_1	R_2	γ	s^*	f^*	$H(\pi)$
0.8	0.9	0.80	69.81	11.98	-1.846
		0.90	114.7	19.60	-2.086
		0.95	162.7	27.75	-2.257
0.85	0.95	0.80	50.31	5.224	-1.879
		0.90	82.57	8.481	-2.108
		0.95	117.0	11.96	-2.273
0.90	0.99	0.80	31.04	1.462	-2.149
		0.90	51.55	2.284	-2.329
		0.95	73.16	3.166	-2.469
0.95	0.99	0.80	101.7	2.740	-2.867
		0.90	166.9	4.398	-3.074
		0.95	236.3	6.169	-3.229

得到 s^* 和 f^* 后,代入(5)式即可得到产品可靠性的先验分布,在获得现场观测样本数据后,就可以利用 Bayes 公式得到产品可靠性的后验分布。

3 仿真实例

假设对某成败型产品进行可靠性评估时,专家给出的先验可靠度区间估计为

$$P(0.9995 \leq R \leq 1) = 0.8,$$

该产品做了 500 次试验,全部成功,则:

$$s' = 500, f' = 0.$$

某系统由两个该型产品串联构成,该系统仅做了 100 次试验,全部成功,则:

$$s'_s = 100, f'_s = 0,$$

根据以上信息可求得系统可靠度的区间估计值,求解过程如下:

通过式(2)和式(5),得到单个产品可靠度的先验分布为

$$\pi(R; s^0, f^0) = \text{Beta}(R; 3 \ 998.5, 1.27)$$

由 Bayes 定理,试验后单个产品可靠度的后验分布为

$$\pi(R; s, f) = \text{Beta}(R; 4 \ 498.5, 1.27).$$

该分布的可靠度均值和方差分别为

$$E(R) = 0.999 \ 717 \ 8, \quad D(R) = 6.27 \times 10^{-8}.$$

两个产品串联后,用矩拟合法计算系统可靠度均值和方差^[6]分别为

$$E(R_s) = 0.999 \ 435 \ 6, \quad D(R_s) = 2.51 \times 10^{-7}.$$

由此得到系统可靠度的先验分布为

$$\pi(R_s; s_s^0, f_s^0) = \text{Beta}(R_s; 2 \ 254.0, 1.273).$$

最后根据 Bayes 公式将系统的先验信息和试验信息联系起来,得到系统可靠度的后验分布:

$$\pi(R_s; s_s, f_s) = \text{Beta}(R_s; 2 \ 354.0, 1.273).$$

根据上面的后验分布可以计算出,当置信水平分别为 0.7, 0.8, 0.9 时,系统可靠度下限分别为 0.999 34, 0.999 15, 0.998 83。

4 结束语

不完全先验信息的利用,一方面在现有数据资料的条件下提高评估的效率,另外,在可靠性要求已经确定的情况下,可以减少验证试验的次数。因此,本文提出的方法具有很好的实用价值。

参考文献:

- [1] 张金槐,唐雪梅. Bayes 方法[M]. 长沙:国防科技大学出版社,1989.
- [2] 张金槐. Bayes 试验分析中验前分布的表示[J]. 国防科技大学学报,1999,21(6):109-113.
- [3] SAVCHUK V P, MARTZ H F. Bayes reliability estimation using multiple sources of prior information: binomial sampling[J]. IEEE Trans on Reliability, 1994,43(1):473-479.
- [4] JAMES B. 统计决策论与贝叶斯分析[M]. 北京:中国统计出版社,1998.
- [5] 袁亚湘,孙文瑜. 最优化理论与方法[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [6] 徐勇波,张士峰. 串联系统可靠性 Bayes 评估方法[J]. 飞行器测控学报,2001,20(3):61-66.

(上接第 93 页)

- [7] 王润生. 图像理解[M]. 北京:国防工业出版社,1995.
- [8] MEER P. Real-time tracking of non-rigid objects using mean shift[C]// IEEE CVPR,2000.
- [9] OLSON C F. Automatic target recognition by matching oriented edge pixels[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 1997,6(1):103-113.
- [10] 张天序,桑农. 舰船目标长波红外图像命中点识别研究[J]. 红外与激光工程,2000,29(1):27-30.
- [11] TOMASI S C. Good feature to track[C]// Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1994:593-600.
- [12] 刘其真,姚剑. 红外成像运动目标识别与跟踪系统处理研究[J]. 遥感技术与跟踪方法研究,1999,14(2):36-39.

Nios II 的红外图像实时跟踪系统设计

作者: 贺明, 王新赛, HE Ming, WANG Xin-sai
作者单位: 防空兵指挥学院红外与射频技术研究中心, 郑州, 450052
刊名: 电光与控制 **ISTIC PKU**
英文刊名: ELECTRONICS OPTICS & CONTROL
年, 卷(期): 2008, 15(3)
被引用次数: 0次

参考文献(12条)

1. Altera [Nios II Processor Reference Handbook](#) 2005
2. ZHANG Tian-xu, WANG Xin-sai, WANG Yue-huan [Automatic threshold estimation for gradient image segmentation](#) 2001(16)
3. CASTLEMAN K R [Digital Image Processing](#) 1996
4. 杨亚军 [红外图像处理与目标跟踪研究](#) 1998
5. 褚振勇, 翁木云 [FPGA设计及应用](#) 2000
6. 杨宜禾, 周维真 [成像跟踪技术导论](#) 1991
7. 王润生 [图像理解](#) 1995
8. MEER P [Real-time tracking of non-rigid objects using mean shift](#) 2000
9. OLSON C F [Automatic target recognition by matching oriented edge pixds](#) 1997(01)
10. 张天序, 桑农 [舰船目标长波红外图像命中点识别研究](#)[期刊论文]-[红外与激光工程](#) 2000(01)
11. TOMASI S C [Good feamre to track](#) 1994
12. 刘其真, 姚剑 [红外成像运动目标识别与跟踪系统处理研究](#)[期刊论文]-[遥感技术与跟踪方法研究](#) 1999(02)

相似文献(10条)

1. 学位论文 程胜莲 [基于多级滤波器的红外运动小目标实时跟踪](#) 2006

红外成像跟踪系统由于处理的是多维信号, 且为被动检测技术, 具有隐蔽性好/抗干扰能力强/跟踪精度高等优点, 在许多领域有着重要的应用, 如导弹制导/医疗及智能交通系统等。随着应用需求的不断提高, 要求最大限度地尽早发现目标, 使得人们对序列图像中远距离/低信杂比的运动小目标的检测和跟踪技术产生了浓厚的兴趣, 并成为当前研究的热点之一。

本文对红外序列图像运动小目标的实时检测与跟踪进行了研究, 主要内容如下:

(1) 对红外背景抑制技术进行了研究, 在总结几种典型预处理技术基础上, 提出了一种基于融合的改进结构多级滤波器。仿真实验表明, 改进结构的多级滤波器可以有效地解决多尺度小目标的自适应增强问题。

(2) 介绍了红外成像跟踪系统的组成, 着重对红外成像跟踪技术进行了研究; 在探讨多目标跟踪的典型问题基础上, 实现了一种基于目标多特征融合的数据关联方法。

(3) 提出了一种云层杂波背景下检测小目标的算法, 并实现了一种单色红外序列图像运动小目标的搜索与跟踪算法; 探讨了影响跟踪稳定性的几种情况, 针对红外诱饵与目标在双色中的不同特性, 实现了一种基于双色红外图像融合的运动小目标跟踪算法; 实验表明, 该跟踪算法在红外诱饵干扰时具有良好的稳定性。

(4) 对跟踪算法的实时实现进行了研究, 首先实现了均值模板多级滤波算法模块的快速计算; 针对C6000系列DSP, 介绍了算法实时编程语言的优化方法; 最后基于具体图像处理系统硬件拓扑结构研究了算法并行分配的实现。

2. 期刊论文 王玉彬, 俞梦孙 [用红外图像实时跟踪和监测眼睛的方法](#) -北京生物医学工程2003, 22(2)

眼睑和眼球状态是判断司机是否出现睡眠和困倦的主要指标, 其核心是实时地跟踪和检测眼睑的活动状态和眼球的注视位置, 从而辨识出困倦程度, 以便报警或提醒司机。当前较为理想的非接触式的检测途径是用摄像技术获取眼部的动态图像, 并利用实时图像处理技术, 跟踪和分析眼睑状态和眼球的注视位置, 目前市场上尚无很成功的产品。本研究旨在探索利用摄像技术实时动态地提取眼睑和眼球状态的新方法。在850nm的红外线照射下, 利用瞳孔和虹膜对红外光吸收率的显著差别, 引导图像处理区域改变, 实现司机在一定范围内活动时跟踪眼睛, 测量眼睑和眼球状态的分析技术。该方法为检测司机在驾驶中是否困倦提供了关键的技术, 对驾驶员实际录像测量显示该方法是有效的。对汽车司机进行了3次共7.5h的实际驾车测验, 跟踪准确率为97.5%, 判断测量准确率为97%。

3. 学位论文 鲁欣 [红外图像目标识别技术研究](#) 2007

制导系统是精确制导武器中最重要的部分, 红外图像制导技术以其灵敏度高、抗干扰能力强、隐蔽性好等优点, 已成为现代精确制导研究和发展的主流。

本文围绕红外图像制导系统, 对自然界红外图像的特点及目标识别技术做了详细的讨论和研究。

文中介绍了红外成像的基本理论和特点, 着重叙述了红外图像制导系统的整体设计方案和硬件实现, 并结合图像处理的算法提出了一种基于目标切割分块的识别方法。这种方法和传统的红外二值目标识别方法比较具有方便理解, 使用简单, 运算速度快等特点。此外文中还介绍比较了三种具有RST不变性的目标识别方法。

通过在所设计的硬件平台上对特定目标的跟踪实验, 硬件系统运行稳定, 抗干扰能力强; 图像识别算法部分, 识别目标的准确度高, 速度快, 满足了设计的要求, 达到实时跟踪的效果。

4. 期刊论文 [朱宪伟, 孙祥一. ZHU Xian-wei, SUN Xiang-yi 红外图像中机场跑道的自动跟踪 - 光学技术 2005, 31 \(5\)](#)

在弹载末敏器上红外相机输出的机场跑道图像中, 实现对跑道的实时跟踪, 道路直线参数的实时提取是末敏器进行末端修正的前提条件. 利用点运动跟踪的原理对道路的运动(相对于相机)采用预测, 搜索, 修正的方法, 大大降低了计算复杂度, 实现了对道路的实时跟踪.

5. 学位论文 [李琳 序列红外图像运动目标的跟踪和快速分割 2009](#)

本课题是国家科技部支撑项目“高稳定性高速电弧喷涂层温度场影响规律研究”的一部分, 是与装甲兵工程学院装备再制造技术重点实验室合作的项目. 另外该课题还得到国家自然科学基金项目的支持, 基金号是: 60573016.

序列红外图像包含物体的温度信息, 在工业、军事、医学方面得到广泛应用. 序列红外图像中运动目标跟踪与分割问题的研究在技术上涉及到计算机图像处理、模式识别、以及人工智能等诸多领域, 因而具有较高的研究价值. 为了更好的分割和跟踪运动目标, 本文研究在图像处理中如何改进现有方法从而更有效的跟踪运动目标, 并进行快速的分割.

课题前期工作研究序列红外图像运动目标边缘模板的获取, 提出了基于三帧差分法和无边缘Snake模型相结合的方法. 该方法首先利用三帧差分法获得中间帧运动目标的边缘. 由于三帧差分法获得的边缘并不完整, 存在很大的缺陷, 在此基础上引入了无边缘的Snake模型, 找到闭合曲线, 将全部区域划分为内部区和外部区两个部分, 使在内部区的图像部分与在外部区的图像的平均灰度恰好反映出对象与背景之间的灰度平均值的差别.

课题后期工作研究序列红外图像中运动目标的跟踪和匹配问题, 首先采用传统SSDA自适应阈值的算法对物体进行跟踪匹配, 匹配过程中由于需要对运动目标的所有像素进行判断, 影响了计算速度. 基于特征级SSDA算法利用运动目标边缘特征进行判断匹配, 只针对边缘像素点进行判断, 很好的解决了这个问题, 但是由于是全局搜索, 基于特征级的SSDA并不能达到实时跟踪的目的, 为了解决这一问题提出了基于虚拟质心和边缘信息熵相结合的SSDA匹配算法, 算法对匹配过程中搜索区域和判断次数上进行约束. 利用运动目标虚拟质心的趋势和范围在空间上对搜索区域进行约束; 利用边缘信息熵最丰富的一小段或几段连续边缘进行判断次数上的约束. 实验结果表明, 该算法可以达到对运动目标实时跟踪匹配的目的, 并且实现了在匹配完成的同时对运动目标进行分割.

关键词: 序列红外图像, 图像分割, Snake, 边缘信息熵, SSDA

6. 会议论文 [康利, 谢维信, 黄敬雄, 倪小慧 一种新的红外弱小目标实时跟踪方法 2007](#)

本文提出一种新的红外弱小目标实时跟踪方法. 首先对红外图像作预处理, 对基本的最大化背景预测方法进行改进, 从而有效地抑制背景, 降低虚警概率; 其次, 采用最大熵模糊聚类方法对预处理后的红外目标进行跟踪. 由于算法不需要对数据进行训练, 因此算法执行时间短, 精度高, 是一种有效的实时跟踪方法.

7. 学位论文 [刘波 智能车载红外视觉预警系统关键问题研究 2009](#)

随着现代社会交通的发展, 随之而来的日渐紧张的交通状况成为最直接的安全隐患, 各类交通事故明显增加. 车辆防撞预警系统作为智能交通系统的核心部分, 正成为当今世界车辆工程领域的研究热点.

通过对国内外智能车辆防撞预警系统的研究发现, 现有的基于视觉检测的系统在阴雨、大雾等较为恶劣的天气情况下检测结果不太满意. 因此, 本文提出了基于红外视觉检测技术的汽车防撞预警系统设计方案.

文中首先对几种红外图像采集系统的性能给予分析, 构建了主动式红外图像采集系统. 该系统主要由红外LED灯、低照度黑白CCD摄像头、截止型红外滤光片等构成. 根据采集的红外道路图像的特点和先验知识, 本文提出用等腰梯形来分割图像, 并在此基础上研究了红外图像预处理方法, 包括: 中值滤波、Sobel边缘检测和最大最小方差阈值分割. 然后在确定的范围内运用Hough变换检测车道线边缘, 进而确定感兴趣区域(AOI). 接着在感兴趣区域内运用灰度变化的原理搜索前方车辆, 并确定其在图像中的位置, 运用卡尔曼滤波技术实现了对前方车辆的实时跟踪. 最后基于投影几何模型, 利用道路平坦假设, 建立了世界坐标系、摄像机坐标系、图像坐标系及帧存坐标系之间的坐标变换方程, 推导出本车与前方车辆距离计算公式并提出安全距离判断准则.

经过以上一系列处理, 本系统能实时、准确地检测到本车道内的前方车辆并确定其位置, 实现车辆防撞预警功能.

8. 期刊论文 [陈镇, 周起勃, 葛军. CHEN Zhen, ZHOU Qi-bo, GE Jun 一种应用于飞机红外图像的分割方法及其实现 - 半导体光电 2007, 28 \(5\)](#)

分析了待处理飞机目标在红外图像中的特点, 设计出一种自适应的红外图像阈值分割算法. 算法划分成粗分割和精分割两个步骤. 首先, 通过粗分割缩小目标范围并将图像初步划分成目标区域及背景区域. 然后精分割在波门范围内用粗分割中得到的背景区域去近似真正的背景, 修改理论阈值公式, 并完成最终的分割. 该算法目前已在FPGA上成功实现. 外场实验结果表明, 分割算法具有稳定可靠且准确度高的特点, 非常适用于实时跟踪处理系统.

9. 期刊论文 [贺明, 王新赛. HE Ming, WANG Xin-sai 基于Nios II 软核的实时红外图像自动跟踪系统设计 - 红外技术 2007, 29 \(1\)](#)

针对目前国内外大多数红外图像自动跟踪系统采用DSP+FPGA结构, 系统存在设计电路复杂、成本高、实时性较差等缺点, 开发出在单片现场可编程门阵列(FPGA)中实现以Nios II 软核处理器为核心的实时红外图像自动跟踪系统. 采用自定义指令的Nios II 处理器实现结构复杂的自递归Otsu的聚类分割和目标运动预测算法, 利用硬件实现目标的快速相关匹配, 软硬件协同完成系统对目标的实时跟踪, 实验结果表明, 系统不但体积小、功耗低、实时性强, 而且在复杂的地物背景下, 能够稳定、精确地跟踪目标.

10. 学位论文 [朱宪伟 末敏弹红外图像制导中机场跑道的提取与跟踪技术研究 2004](#)

图像制导是一项具有广阔应用前景的导航制导技术, 将图像制导技术应用于末敏子弹是一个新的研究方向. 对于攻击机场跑道目标的末敏子弹而言, 图像制导相对于其它制导方式具有较大的优势. 本文的主要工作是利用数字图像处理技术, 完成反机场末敏子弹的制导任务. 具体工作可以分为: 确定机场跑道在图像坐标系中的宽度、确定机场跑道中心线的直线参数、确定末敏子弹的自旋角速度. 在完成上述三个工作的基础上, 可以确定末敏子弹的点火时刻, 完成图像制导任务.

本文主要工作包括:

1) 弹载红外相机获得的图像伴随有严重的几何失真, 表现为笔直的机场跑道在图像中呈弯曲的形状. 本文建立了相应的数学模型对其进行复原. 从复原之后的图像可以看出本文的数学模型是正确的.

2) 本文将点目标运动跟踪方法和Hough变换提取直线的方法相结合, 对序列图像中的机场跑道进行运动跟踪. 两者的结合使得本文的直线提取与跟踪, 具有Hough变换提取直线的优点, 但是计算量却降低一个数量级, 达到了实时跟踪的要求.

3) 利用何种数据处理方法来消除子弹的摆动影响, 进而确保末修精度, 是本文面临的一个重要问题. 在分析子弹摆动规律的基础上, 本文采用了周期取平均的数据处理方法, 省去了繁琐的拟合计算. 从处理结果可以看出, 该数据处理方法基本消除了子弹摆动带来的负面影响.

4) 本文首先在计算机平台上, 利用c++语言编程实现了上述算法。考虑到实际情况中, 算法需要在DSP平台实现, 本文结合DSP开发语言的特点, 将程序移植到DSP平台, 并进行了硬件仿真试验研究。试验结果证明本文算法可以良好的运行在DSP平台之上。

5) 太阳能电池翼振动的摄影测量方案相对于传统的传感器测量方案具有较大的优势。本文设计了一套摄影测量方案, 同时为了提高测量精度, 本文又采用光束平差的数据处理方法, 对可能发生变化的相机外参数进行修正。数值仿真结果证明光束平差的数据处理方法相对于线性解算具有较高的精度。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dgykz200803024.aspx

授权使用: 陕西理工学院(sxlgxy), 授权号: c1eddd08-b657-4f3d-bf96-9df500a0c8ec

下载时间: 2010年9月18日