

文章编号:1001-5078(2007)12-1322-03

基于可见光图像模板匹配的目标识别算法

张义广^{1,2}, 冯志高², 张天序³, 杨 军¹, 周 军¹

(1. 西北工业大学航天学院, 陕西 西安 710072; 2. 中国三江航天集团设计所, 湖北 武汉 430034;
3. 华中科技大学图像识别与人工智能研究所, 图像信息处理与智能控制教育部重点实验室, 湖北 武汉 430074)

摘 要: 结合相关匹配算法特点提出了一种改进的基于可见光图像制备的参考模板进行二值匹配的目标检测识别算法, 算法包括实时图像分辨率、同质变换、OTSU 聚类、结构匹配定位等一系列处理过程。所提出的算法结构简单、计算量小、易于并行实现, 在基于 TMS320C6713 的多 DSP 系统上处理一帧实时图像仅耗时 14ms, 可以应用于工程实际之中。

关键词: 图像处理系统; 实时性; 自动目标识别; 相关匹配; 参考模板

中图分类号: TP751 **文献标识码:** A

A Target Recognition Algorithm Based on Visible Image Mouldle Matching

ZHANG Yi-guang^{1,2}, FENG Zhi-gao², ZHANG Tian-xu³, YANG Jun¹, ZHOU Jun¹

(1. College of Astronautics, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China;
2. Institute of China Sanjiang Space Industrial Groups, Wuhan 430034, China;
3. Institute of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, "Image Processing and Intelligent Control" Key Laboratory of Education Ministry, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: According to the characteristic of the correlation matching algorithm, a improved matching algorithm based on referenced model prepared by visible light image is proposed. This algorithm consists of a series of transaction including real-time image resolution reducing, homogeneity transform, OTSU clustering, structure match orientation etc. It has the characteristics as following: simple structure, low consume, easy parallel realization etc. Its time consume processing a frame infrared image in multi-DSP system based on TMS320C6713 is only 14ms, so it can be applied to the engineering item.

Key words: image processing system; real-time performance; automatic target recognition; correlation matching; referenced template

1 引 言

众所周知, 自动目标识别算法可以分成两大类: 特征匹配法和相关匹配法。特征匹配法是通过比较标准图像目标与实时图像目标的特征来实现目标识别, 它对预处理和特征提取有较高的要求, 比较适合于目标特征明显、噪声较小的场合; 相关匹配法通过计算实时图与参考图之间的相关测度, 根据最大相关值所在位置确定实时图中目标的位置。相关匹配法具有很强的噪声抑制能力, 对目标的知识要求较

少, 且计算形式简单、易编程实现, 因而一直受到重视, 但它对几何和灰度畸变十分敏感, 计算量偏大, 而且往往不能利用目标的几何特性, 易产生积累误差。

为了克服相关匹配法的缺点, 人们对它进行了多种改进, 如序贯相似性算法(SSDA)^[1]、空间相关

基金项目: 国家自然科学基金项目(60135020FF030405)资助。

作者简介: 张义广(1973 -), 男, 博士, 主要从事光电精确制导技术研究。E-mail: zyglxh@163.com

收稿日期: 2007-06-15; **修订日期:** 2007-07-25

测度算法^[2]、基于局部熵差的图像匹配法^[3]、基于主成分分析的相关匹配法^[4]、基于特征的相关算法^[5]、多尺度相关算法^[6]等,其改进工作一直延续至今,但所提出的算法都因为计算量大而难以应用于工程系统中。

本文对相关匹配算法做进一步的探讨,提出一种基于可见光图像制备的参考模板匹配的相关匹配算法,以机场跑道为例分析了算法的原理及实现,并给出了试验结果。

2 算法原理

基于可见光图像模板匹配的相关匹配算法分为三步,首先,利用可见光图像制备目标的参考模板,将制备的参考模板进行二值化生成二值化参考图像;然后对实时图进行降分辨率、同质变换、OSTU 聚类预处理;然后利用结构模板在处理后的实时图中遍历搜索,寻找参考图像与实时图像的相关性,取相关性最强的地方作为目标区进行定位。具体的流程如图 1 所示。

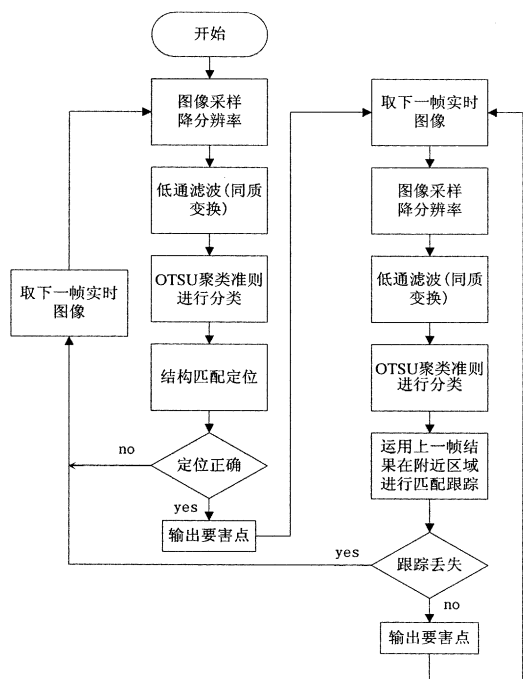


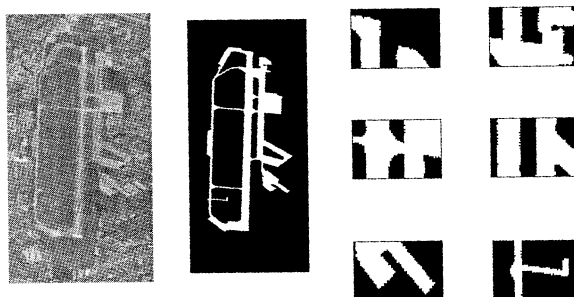
图 1 算法流程图

Fig. 1 flowchart of the algorithm

2.1 参考模板制备

制备参考模板是算法的重要步骤。制备的参考模板既要反映目标的主要特征又不能尺寸太大,反映目标的主要特征是为了准确定位,减小模板尺寸是为了降低相关匹配时的计算量。为了进一步减小计算量,在制备参考模板之前先对可见光图像进行二值化处理,然后再制备参考模板。参考模板制备有两个任务:其一是选择有典型特征的模板;其二是

标记所选择模板在参考图中的准确位置。我们在机场跑道中选择如图 2 所示的典型特征结构模板并记录其在机场跑道中的相对位置。



(a) 可见光图像 (b) 二值化模板 (c) 结构模板

图 2 可见光图像及二值参考模板

Fig. 2 visible-light image & two-value referenced template

2.2 实时图机场跑道特征提取

然后对实时图进行一系列处理来获得保留结构特征的二值图像。机场跑道中间草坪灰度波动大而跑道灰度均匀,在对实时图像进行预处理时运用区域标准差的信息去除草坪区域保留跑道区域,然后在同质变换的保留区内运用 OTSU 聚类准则进行分类从而得到分割后的二值实时图像,分割后的二值实时图像基本保留了跑道信息并且减轻了草坪和建筑物等周围环境的影响。由于图像变化情况较为复杂,运用标准差的方法难以完全剔除所有的草坪区域,但是结构特征却可以大致表现出来。

实时图机场跑道特征提取结果如图 3 所示。



(a) 原始实时红外图像 (b) 同质变换结果 (c) 跑道提取结构

图 3 实时图机场跑道特征提取

Fig. 3 extraction of airport pavement in real-time image

2.3 结构匹配定位

算法的定位采用二值匹配方法。二值匹配可以采用和度量方法也可以采用积度量方法。为了降低运算量,二值匹配采用和度量方法,即选择使下式中使 $r(u,v)$ 最大的 (u,v) 作为最佳匹配点对目标进行定位。

$$r(u,v) = \frac{1}{N_r \times N_c} [N_{0,0}(u,v) + N_{1,1}(u,v)]$$

式中, $N_{i,j}(u,v)$ 表示实时图和参考图对应子图中灰度值分别为 i 和 j 的像素总数; $N_r \times N_c$ 为图像大小。

按结构匹配定位确定出结构模板的准确位置后,根据事先记录的瞄准点相对结构模板的位置关

系可以准确地获得瞄准点位置。这个瞄准点位置便可以作为检测识别的结果输出。

2.4 算法的进一步优化

在上述基本算法的基础上,我们还采取了一些处理措施来降低算法的计算量以及减小算法的积累误差。直接利用参考模板与实时图进行匹配处理的信息量较大,为了减小匹配运算量,首先对实时图降分辨率,分辨率的下降应以不影响机场的结构信息为准则,分辨率的下降一般以2的幂次的倒数为宜。为了进一步地降低计算量,算法采用了跟踪策略,在进行第一次检测得到目标的位置后缩小遍历搜索范围,只对感兴趣的区域进行搜索,即搜索范围定在上一次定位出的瞄准点附近,从而减小了搜索范围。采用这种策略进行搜索时,由于匹配定位存在误差,这个误差会随着时间的推移开始积累,存在积累误差,这是相关匹配算法的固有缺点,为了防止出现积累误差,算法设置多个参考模板来进行校正,即根据成像传感器逐渐接近目标的过程制备多个不同距离的参考模板,在算法跟踪到设定的距离时重新进行一次检测捕获过程,从而可以减轻积累误差,同时也增强了算法对尺度变化的适应能力。

经过上述设计,算法具有结构简单、计算量小、易于并行实现的特点。

3 实验结果

为了测试算法的实时性能,我们设计了如图4所示的嵌入式的基于TMS320C6713的三DSP互联

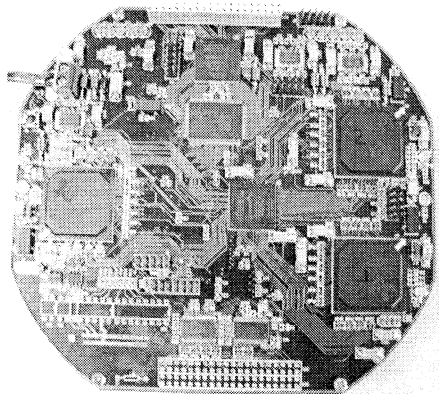


图4 多DSP互联实时图像处理系统原型机

Fig.4 multi-DSP system

的图像处理系统^[7],用C语言实现了算法并将其移植到该图像处理系统之中,首先由主DSP对实时图进行预处理,然后把预处理后的实时图数据等分成三部分,分别由三个DSP进行与参考图的匹配计算,然后取相关值最大的点作为目标的匹配位置。利用所获得的图像对算法的时间消耗进行了测试,

图像处理系统处理每帧数据所需要的平均时间小于14ms。对所获得的400帧实时图像识别概率达到了100%。图5为其中一幅图像的检测识别结果。

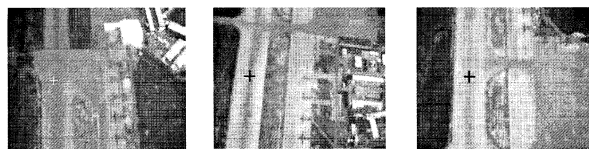


图5 检测识别结果(“+”为匹配位置)

Fig.5 detect result(“+”is matching point)

实验结果表明:本文所设计的处理系统可靠性好,处理能力强,提出的算法能够有效地识别出机场跑道目标并能进行精确定位,算法具有简单、速度快、实时性能高的特点,整个实时处理系统满足工程系统弹载图像处理系统的要求。

4 结论

本文提出了一种基于可见光图像制备的参考模板的二值匹配目标识别算法,并设计了一种基于TMS320C6713的实时图像处理系统。文章详细介绍了处理系统硬件结构及算法软件设计的整个过程:参考模板制备、实时图特征提取、结构匹配定位以及算法采取的优化措施。利用某机场跑道对算法的有效性和实时性进行了测试,算法对系列图像的检测识别概率达到了100%,在图像处理系统中处理每帧数据的时间消耗小于14ms,实验证明算法对机场跑道的识别具有良好的性能。

参考文献:

- [1] D Banea, H Silverman. A class of algorithms for fast digital image restoration[J]. IEEE Trans. On Comp. C - 21, 1982, 2: 179 - 186.
- [2] A Arcese. Image detection through bipolar correlation[J]. IEEE Trans. On Information theory IT - 16, 1970, 534 - 541.
- [3] 田金文, 苏康, 柳健. 基于局部熵差的图像匹配方法——算法及计算机仿真[J]. 宇航学报, 1999, 20(1): 28 - 32.
- [4] 蒋明, 张桂林, 胡若澜, 等. 基于主成分分析的图像匹配方法研究[J]. 红外与激光工程, 2000, 29(4): 17 - 21.
- [5] Eklund M V, Ravichandran G, Trivedi M M. Real-time visual tracking using correlation technique[J]. Applications of computer Vision, Proceeding of the Second IEEE Workshop on, 1994: 256 - 263.
- [6] 吉书鹏, 张桂林, 丁晓青. 地面复杂场景图像相关跟踪算法研究[J]. 激光与红外, 2002, 32(6): 428 - 430.