

# 基于竞选算法的灰度图像匹配研究

陈 凯, 吕文阁, 谢庆华, 张湘伟

(广东工业大学机电工程学院, 广州 510006)

**摘 要:**针对灰度图像匹配算法普遍计算量大、速度较慢的问题,将灰度图像匹配问题转化成全局优化问题,然后利用竞选算法求全局最优解,以达到优化匹配性能的目的。图像匹配实验证明:在保证匹配精度的条件下,基于竞选算法的灰度相关匹配算法匹配速度大幅提高。

**关键词:**灰度图像;图像匹配;全局优化;竞选算法

**中图分类号:**TP391

**文献标志码:**A

## 引 言

图像匹配是图像信息处理领域中一个很重要的研究方向,并且在卫星遥控、空间飞行器的自动导航、光学和雷达的目标跟踪与识别等许多领域中得到了广泛的应用<sup>[1]</sup>。图像匹配是根据已知图像(模板)在另一幅图像(待测图)中寻找相应或相近模板的过程<sup>[2]</sup>。基于灰度相关的匹配算法是图像模板匹配中一种最传统的匹配方法。其思想是直接利用全部的灰度信息,不需要对图像做特征提取,因此能提高估计的精度和鲁棒性。但灰度相关图像匹配需要将图像中几乎所有的点都加入到计算中,因此计算量很大,速度较慢,并且对噪声、图像灰度变化比较敏感,只适用于匹配简单的刚体或仿射变换的场景。

基于灰度相关匹配算法的思想是寻找待测图像中与模板相似度最高的区域,相当于寻找全局最优解。因此,可以将灰度图像匹配问题转化成全局最优问题,使用全局优化算法进行求解,可以有效解决计算速度较慢等问题。本文将竞选算法运用到图像灰度匹配中,以此来优化灰度相关图像匹配的性能。竞选算法是模拟人

类社会竞选活动而建立的一种启发式优化算法,其具有局部挖掘和全局搜索能力<sup>[3-5]</sup>。运用竞选算法来解决灰度相关图像匹配问题,可以在保证匹配精度的前提下,大幅度提高匹配速度。

## 1 基于灰度相关的图像匹配

### 1.1 图像灰度匹配原理

模板匹配是将已知的某种目标模型转化成一个灰度矩阵,用该矩阵在待检测图像的搜索范围内逐像素移动,计算其与图像上相应区域的相似度,最大相似度的位置即为待识别目标的位置。基于灰度相关的图像匹配是一种典型的模板匹配方法(图 1)。

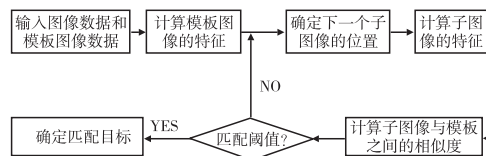


图 1 灰度相关匹配识别流程图

基于灰度相关的匹配算法是一种对模板图像的像元以一定窗口大小的灰度阵列按照某一种或几种相似性度量顺次进行搜索匹配的方法。其性能主要取决于相

收稿日期:2014-03-28

基金项目:国家自然科学基金(51276043);广东省重大科技专项(2009A080204006)

作者简介:陈 凯(1987-),男,湖北武汉人,硕士生,主要从事机器视觉算法与应用方面的研究,(E-mail) checia@163.com

似性度量及搜索策略的选择上。其中相似性度量是指衡量匹配图像特性之间相似性的尺度,在图像匹配中占有重要的位置,它直接关系到图像匹配的效果和匹配效率。传统图像灰度匹配的相似性度量  $F(i, j)$  定义如下:

$$F(i, j) = \sum_{a=1}^m \sum_{b=1}^n |f(a, b)^{i, j} - h(a, b)| \quad (1)$$

其中,  $(i, j)$  为待测点,  $f(\cdot)$  为待测图片阈值函数,  $h(\cdot)$  为模板阈值函数,  $m \times n$  为模板尺寸。

原始的灰度匹配方法是逐像素搜索,虽准确性高,但计算量太大,且受噪声或其他误差因子影响较大。在此基础上,发展出其他几种相似性度量不同的灰度相关图像匹配算法,应用广泛,相对成熟的有归一化积相关灰度匹配和序贯相似检测算法。

### 1.2 归一化积相关灰度匹配算法

归一化积相关灰度相关匹配算法具有不受抗白噪声干扰能力以及不受比例因子误差影响等优点,其使用的相似性度量  $R(i, j)$  的定义如下:

$$R(i, j) = \frac{\sum_a \sum_b f^{i, j}(a, b) \cdot h(a, b)}{(\sum_a \sum_b [f^{i, j}(a, b)]^2)^{1/2} (\sum_a \sum_b [h(a, b)]^2)^{1/2}} \quad (2)$$

通过比较模板图像和待检测图像在各位置的相关系数来进行选择,相关系数最大的点就是最佳的匹配位置。但由于该计算量大,因此速度较其他灰度相关算法慢。

### 1.3 序贯相似检测算法

序贯相似匹配算法是一种较快速地图像匹配算法,它使用的相似性度量  $D(i, j)$  的定义如下:

$$\begin{cases} D(i, j) = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{a=1}^m \sum_{b=1}^n |f(a, b)^{i, j} - h(a, b)| \\ D(i, j) \leq D \end{cases} \quad (3)$$

序贯相似匹配算法以随机不重复的顺序选取像元  $(a, b)$ , 在进行上述求和时不需计算所有的像素,只要其和超过了某一设定的阈值,说明当前位置为非匹配,则跳出此次计算,然后进行下一位置计算,直至找到匹配点为止。这种算法相对计算量较小,因此速度较快,实时性好,但对图像灰度线性变化非常敏感,导致匹配精度相对较低<sup>[7]</sup>。

总之,基于灰度相关匹配算法都存在着计算量大、

匹配速度较慢的缺点。

## 2 基于竞选算法的图像匹配方法

### 2.1 竞选算法的原理及特点

竞选是人类社会的一项重要活动,竞选人为取得选民的最大支持,会进行一系列的竞选活动来提高自己的威望。竞选人会对选民进行抽样调查来了解当前支持情况,然后决定下一步竞选行为。为获得选民们更高的支持,竞选人会趋向具有较高威望选民的位置。而最终结果总是支持率最高、在选民中具有最高威望的竞选人赢得竞选。竞选算法是通过模拟人类社会竞选过程中蕴含的优化思想和机制而建立的一种启发式优化算法。

竞选算法是一种启发式优化算法,是一种全局优化算法,是群集智能的一种。竞选算法具有以下特点:

(1) 与其他启发式算法一样,在竞选算法的求解过程中,不需要使用目标函数的导数信息,而且对初始取值区间也不敏感,能有效保证结果的准确性。

(2) 竞选算法具有多个初始值,在全局范围内并行搜索,既可以有效防止陷入局部,保证搜索的准确性,同时又可以加快搜索速度。

(3) 竞选算法具有信息共享机制:距离当前解较近的信息以较大的权重传给下一个循环,这属于集中式的信息流动。因此,整个搜索更新过程能以很快的速度收敛。

### 2.2 竞选算法的图像匹配原理

每一种求解全局最优问题都有相应较适合的全局优化算法来进行求解。从上述竞选算法的特点来看,处理灰度相关图像匹配的问题,竞选算法是比较合适的。

灰度相关图像匹配方法精确度较高,都能准确找到匹配位置。但由于计算量太大,速度因此较慢。将灰度相关匹配问题转化成求全局最优解问题,然后利用竞选算法进行求解,则可以在保证精度情况下,有效地提高匹配速度。基于竞选算法的图像灰度相关算法改变了传统灰度相关方法的搜索方式,传统方法是在可行域内单点逐像素搜索,基于竞选算法的灰度相关算法是在可行域内多点并行跳跃式搜索,而跳跃非盲目的,是依托

竞选算法机制的趋向最优值的跳跃,有效提高了搜索、计算的速度。同时,用当前像元的相似性与局部样本以及全局样本进行比较,可以防止陷入局部最优。基于竞选算法的相关图像匹配流程图如图2所示。

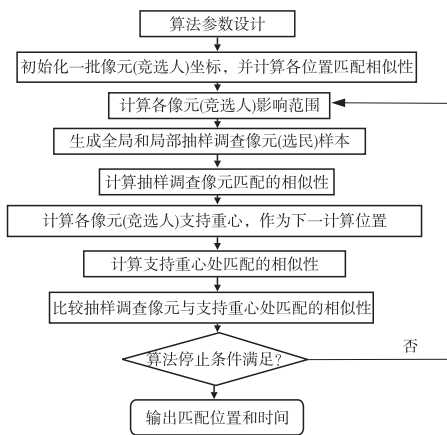


图2 基于竞选算法的灰度相关图像匹配流程

### 3 基于竞选算法的图像匹配实验

为了验证竞选算法能优化灰度相关匹配算法的性能,提高匹配速度,用上述的几种传统灰度相关图像匹配算法以及相应的基于竞选算法的灰度相关图像匹配算法对图3(b)中的71×60模板与图3(a)中的500×330待测PCB图像进行定位匹配实验,传统匹配算法与基于竞选算法的匹配算法的匹配性能结果见表1。基于竞选算法的各种匹配算法的迭代过程如图4所示。

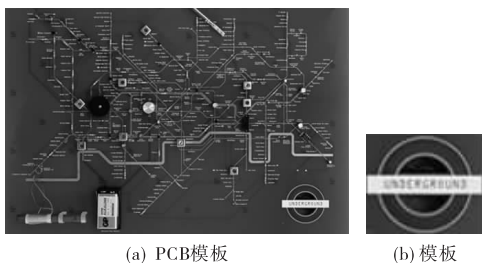
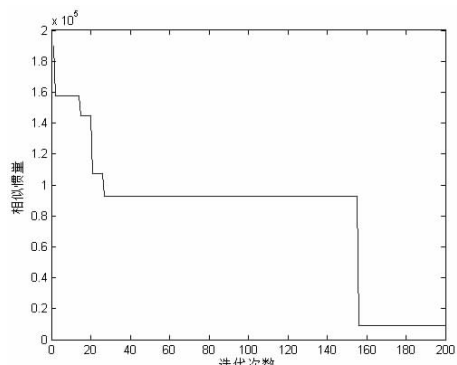


图3 待测图像

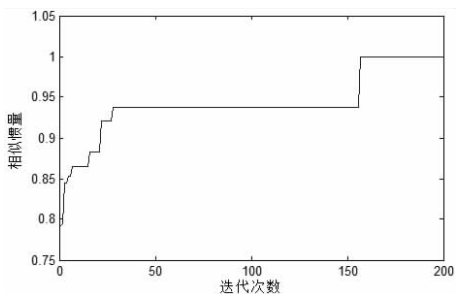
表1 匹配算法性能

匹配算法	传统匹配算法 匹配时间(ms)	基于竞选算法的 匹配算法匹配时间(ms)
灰度匹配	8972	1864
归一法相关	17971	3814
序贯列相似	6537	1451

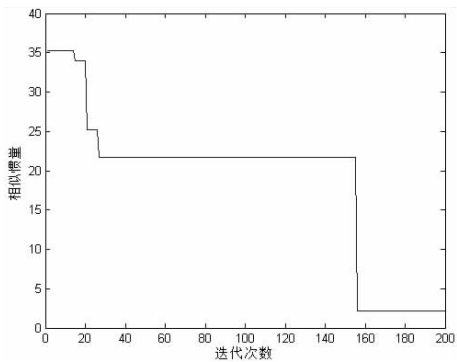
根据遍历原则,整个过程中,传统的灰度相关图像匹配算法需要进行 $(500 - 71 + 1) \times (330 - 60 + 1) =$



(a) 基于竞选算法的灰度匹配迭代



(b) 基于竞选算法的归一法相关匹配迭代



(c) 基于竞选算法的序贯列匹配迭代

图4 基于竞选算法的匹配迭代图

116 530次遍历,而从图4中可以看出,基于竞选算法的三种匹配算法在迭代155次左右时达到收敛,准确得到匹配值,速度较快。六种匹配算法的匹配点均为(402, 255),而对比表1中两类匹配算法的匹配时间,不难发现,相对于传统的灰度相关匹配算法,基于竞选算法的匹配算法不仅保证了匹配的精度,还大幅度提高了匹配速度。

### 4 结束语

实验证明,相对于传统灰度相关匹配算法,基于竞选算法的灰度相关图像匹配算法性能优越。基于竞选算法的灰度相关图像匹配算法采用趋向全局最优的跳跃式,同时具有并行性的搜索方式,克服了传

统灰度相关图像匹配算法运算量的缺点,极大提高了匹配速度。

#### 参考文献:

- [1] 刘莹,曹剑中,许朝晖,等.基于灰度相关的图像匹配算法的改进[J].应用光学,2007,28(5):536-540.
- [2] 罗钟铨,刘成明.灰度图像匹配的快速算法[J].计算机辅助设计与图形学学报,2005,17(5):966-970.
- [3] 贺春华,吕文阁,张湘伟.竞选算法及其在函数全局最优优化问题中的应用[J].计算机工程与应用,2010,46(11):196-199.
- [4] 贺春华,张湘伟,吕文阁.竞选算法的参数设计与性能研究[J].计算机工程,2010,36(6):201-203.
- [5] 谢庆华,吕文阁,唐鹏,等.用于多峰函数优化的改进竞选算法[J].机械设计与制造,2009(11):59-60.
- [6] 黄真宝,陈阳.图像匹配中 NCC 算法的一种快速实现方法[J].信息化研究,2011,37(2):48-52.
- [7] 贾凯,曲仕如.改进的 SSDA 图像匹配算法[J].测控技术,2012,31(10):47-50.
- [8] 贺春华,张湘伟,吕文阁,等.竞选优化算法实现及其仿真研究[J].计算机仿真,2011,28(5):232-236.
- [9] Lv Wenge, Xie Qinghua, Liu Zhiyong, et al. Verifying election campaign optimization algorithm by several benchmarking functions[C]//Proc of ICSI 2010, Beijing, June 12-15, 2010:582-587.
- [10] Lv Wenge, He Chunhua, Li Deyuan, et al. Election campaign optimization algorithm[J]. Procedia Computer Science, 2012, 1(1):1371-1380.

## Research on Gray Image Matching Based on Competitive Algorithm

CHEN Kai, LV Wenge, XIE Qinghua, ZHANG Xiangwei

(School of Electromechanical Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 51006, China)

**Abstract:** Aiming at the problem that gray image matching algorithms mostly have the disadvantages of large amount of calculation and slow matching velocity, the gray image matching problem is transformed into a global optimization problem, then the global optimal solution is solved through the Competitive Algorithm in order to optimize the matching performance. The image matching experiment shows that the gray correlation matching algorithm based on Competitive Algorithm greatly increase the matching velocity without losing matching accuracy.

**Key words:** gray image; image matching; global optimization; Competitive Algorithm