

灰度投影在块匹配算法中的应用

Gray projection in the application of block-matching algorithm

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院)杜志军^{1,2} 贾平¹

DU ZHIJUN JIA PING

摘要:运动参数估计在图像配准、电子稳像以及图像拼接中起着很重要的作用,其中块匹配算法是经常使用的一种方法。当平移较大的时候,块匹配算法仍然存在不足,因此本文提出了一种新的算法。首先利用灰度投影法得到相邻两幅图像的平移量,在此基础上再利用块匹配算法进行分块处理。实验说明了此方法的有效性,能够满足一般要求。

关键词:运动参数估计;灰度投影;块匹配

中图分类号:TP391

文献标识码:B

Abstract: Motion parameter estimation play an important role in image matching, electric image stabilizing and image mosaic, and the block-matching algorithm is the most used method. In the case of large translation between two images, the block-matching algorithm is insufficient. In this paper, we propose a new method. First, we calculate the translation between two images by gray projection algorithm, then we use the block-matching algorithm in the divided blocks. The experiment result show that this method is efficient, and satisfy the general demand.

Key word: motion parameter estimation, gray projection, block-matching algorithm

技术创新

1 前言

在图像配准、电子稳像以及图像的拼接等过程中,都需要对运动参数进行估计。现有的运动参数估计方法很多,其中在块匹配这方面已经提出了很多快速的搜索算法,但是当位移过大的时候,它的缺点还是很明显的:一是计算量随之增大,二是搜索结果的可靠性下降,可能会陷入局部最小值而导致匹配出错。而灰度投影算法在平移运动量的估计中具有较强的优势,它的计算速度快,能够取得准确的位移量。针对以上两点,本文提出了一种新的方法,首先利用灰度投影法可以快速的得到两幅图像的位移量,利用计算出的位移量预测块匹配算法中搜索的起点,再用块匹配算法得到较精确的运动量。

2 运动模型

在图像拼接以及电子稳像中,相邻两帧的旋转量较小,而主要是平移运动,如果相邻两帧的旋转量较大,由灰度投影法得到的平移量的可靠性将下降。在只存在旋转和平移运动的条件下,我们可以采用如下的仿射变换来建立运动模型:

$$x' = \cos \theta * x + \sin \theta * y + dx; \quad y' = -\sin \theta * x + \cos \theta * y + dy$$

其中 (x', y') 和 (x, y) 分别表示前后两帧图像对应点的坐标, θ 表示绕光轴的旋转角度, dx, dy 分别表示在 x 轴 y 轴上的平移量。

3 配准算法

本文采用的配准算法有两部分组成,采用由粗到精的匹配过程。首先由灰度投影法得到相邻两帧图像的整体位移量,然后对图像进行分块处理。对于每一小块,它在下一帧中的大致位

置可以由灰度投影法得到的位移量估算出来,这样可以减少块匹配算法的搜索范围。最后由局部运动平移运动量求取全局运动参数。

3.1 灰度投影算法

灰度投影法是利用图像灰度分布变化的特点来得到图像帧间运动矢量,对于每一帧输入的图像,将其二维的图像灰度信息映射成两个独立的一维投影波形,此波形反映的是图像行列的灰度分布情况。对于相邻的两帧图像,在没有旋转变换,或者旋转角度很小的时候,可以认为行列双向投影关系的相关性很小,因此可以利用投影波形计算两个方向的平移量。

本文以列投影为例说明此方法,图像的列投影如下式:

$$G_k(j) = \sum_{i=0}^{n_r} G_k(i, j); \quad G_{mean} = \frac{\sum_{j=0}^{n_c} G_k(j)}{n_r}; \quad G_{rk}(j) = G_k(j) - G_{mean};$$

其中 $G_k(j)$ 是第 k 帧图像第 j 列的所有像素灰度值的和, $G_k(i, j)$ 是第 k 帧图像上 (i, j) 处的像素的灰度值; n_r 是图像的列数, G_{mean} 是图像列投影的平均值, $G_{rk}(j)$ 是修正后的值。

在得到投影波形的基础上,对第 k 帧的列投影波形与参考图像的列投影波形作相关计算,利用相关曲线中的唯一最小值可以计算出列方向的位移值。灰度投影法的特点是速度快,可以较准确的计算出位移量,其过程如下图所示。

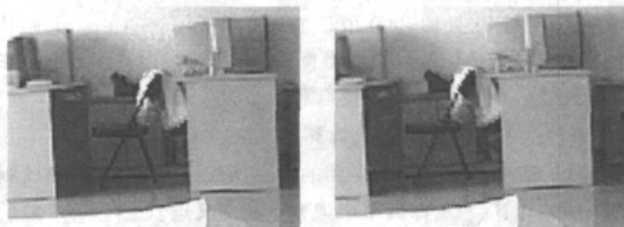


图1 连续的两帧图像

杜志军:硕士研究生

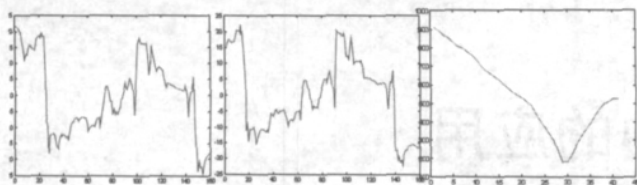


图2 图像的列投影以及相关曲线

3.2 块匹配算法

3.2.1 模板的选取

在块匹配过程中,如果所选取的模板处于一个均匀区域,如这一区域的灰度值几乎相同,因为不具备足够的信息,这样会导致匹配错误。因此在进行块匹配之前,对模板要进行筛选。文献采用的原则是: $\sum \left(\left| \frac{\partial I(x,y)}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial I(x,y)}{\partial y} \right| \right) > T$,但是为了避免孔径问题的出现,在本文中采用的原则如下:



图3 孔径问题:如果块中只包含单一方向直线,如左图所示,我们只能确定与边缘线垂直方向上的位移矢量,水平方向上的位移矢量却不能确定

$$\sum \left| \frac{\partial I(x,y)}{\partial x} \right| > T \quad (1); \quad \sum \left| \frac{\partial I(x,y)}{\partial y} \right| > T \quad (2)$$

当条件(1)和(2)均满足时才认为此块有效,可以进行下一步的匹配运算。

3.2.2 块匹配过程

我们在前面利用灰度投影法计算出了位移值($\Delta x, \Delta y$),如果模板*i*在参考图像中的位置为(x_i, y_i),则可以预测其在待配准图像中的大致位置是($x_i - \Delta x, y_i - \Delta y$),这样可以有效的减少块匹配的搜索过程。本文采用菱形快速搜索算法来完成块匹配计算,因为最后的匹配点与预测点距离很近,因此可以直接采用菱形算法中的小模板进行匹配计算。

在得到整像素运动估计的基础上可以进一步计算半像素的运动估计,为了提高计算速度和准确度,本文采用的半像素的搜索策略如下:

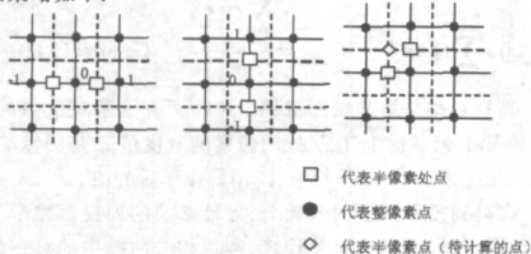


图4 半像素的搜索过程

(1) 横向的半像素估计,如图1所示,如果 $SAD_{(-1,0)} < SAD_{(0,0)}$,则计算 $(-1/2, 0)$ 处的 SAD 值。如果 $SAD_{(-1/2,0)} < SAD_{(0,0)}$,则认为在此方向上最佳匹配点在半像素处,否则认为最佳匹配点在整像素处。其中 SAD 值为整像素点处的匹配误差值。

(2) 纵向的半像素估计,计算的方法同 1。

(3) 如果两个方向上得到的最佳匹配点均在半像素处,则需要额外计算一点,即两个半像素点的交叉点,如 3 所示。最后通过比较计算出的 SAD 值得到最后的最佳匹配点。

4 试验结果

为了验证此方法的有效性,试验中我们选择图 a 作为参考图像,将其沿 x 方向平移 7 个像素, y 方向平移 2 个像素得到待匹配图像。利用文献 1 提出的正方形-菱形搜索方法,总共需要搜索 43 个点,而利用本文的方法,只需要搜索 9 点。直接利用菱形搜索方法中的小模板进行搜索,需要搜索 35 个点,而利用本文的方法只需要搜索 5 点。同时实验中也发现:直接利用快速搜索算法存在着较严重的误匹配情况,其表现为在搜索若干步之后,陷入了一个局部最小值而导致的误匹配,其中以六边形搜索算法表现的较为突出,而采用本文的算法,没有发现误匹配的情况。同时我们也验证了在小角度旋转情况下此方法的可行性:按照 $\theta = 1^\circ, dx = 1.5, dy = 7$ 的变换参数将其旋转平移得到一幅待配准的模拟图像 b。首先利用灰度投影法得到两幅图像的位移量为:,这样有效的减少了下一步块匹配算法中的搜索范围,最后计算得到的配准参数为:误差为,可以看出计算的结果达到了半像素水平,能够取得较理想的结果。

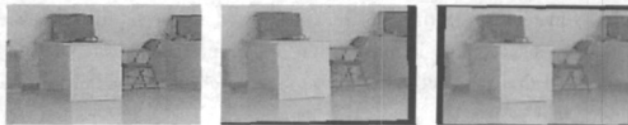


图5 (a) 参考图像 (b) 待配准图像 (c) 配准后的图像

5 结论

为了提高运动参数估计的速度和精度,本文采用了由粗到精的方法,首先利用灰度投影快速得到两帧图像的位移量,在此基础上利用块匹配的方法进一步得到精确的运动参数,实验说明利用此方法可以取得较好的效果,也具有较快的速度。

创新观点:将灰度投影法引入块匹配过程,减少了块匹配的搜索范围以及提高了块匹配的准确度。文中所阐述的半像素估计算法,减少了搜索点数,全搜索需要计算 8 点,而本文只需要计算 2-3 点

参考文献:

- [1] 刘海峰,郭宝龙,冯宗哲. 用于块匹配运动估计的正方形-菱形搜索算法. 计算机学报. Vol.25, No.7, July.2002
- [2] C. H. Cheung and L. M. Po, A novel small-cross-diamond search algorithm for fast video coding and videoconferencing applications, in Proc. IEEE ICIP, Sept. 2002.
- [3] 李齐,刘志文. 基于自适应模板的图像跟踪算法,微计算机信息,2004:vol.20,No. 9,p21-22

作者简介:杜志军 (1980.10-),男,出生于湖北省,硕士研究生,研究方向:运动参数估计,图像拼接。贾平(1964.8-),男,出生于吉林省,研究员,研究方向:光电成像,图像处理等。

Biography: Du Zhijun (1980-), male, born in Hubei province, graduate student, major in: motion estimation, image mosaic; Jia Ping (1964-), male, born in Jilin province, professor, major in: photoelectric imaging, image processing.

(130033 吉林长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)杜志军 贾平

(100039 北京 中国科学院研究生院)杜志军

通讯地址:(130033 吉林长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)杜志军

(收稿日期:2006.1.3)(修稿日期:2007.2.5)