

基于图像的惯性导航信息标记点识别技术*

卢心红^{1,2}, 李宏宇¹, 孙波¹

(1. 北京师范大学信息科学与技术学院, 北京 100875; 2. 西南大学计算机与信息科学学院, 重庆 400715)

摘要:与条形码、标准答题卡相比较, 惯性导航信息标记点的图像有许多不可预测的污染, 比如曝光质量差、灰尘、指纹以及其他形式的污迹; 另外, 扫描分辨率不同、参考标记点的起始位置不确定也会影响标记点的正确识别与定位。提出了一种基于聚类的一维投影波形分析算法, 并成功应用于航拍胶片数字图像上的惯性导航信息标记点的自动识别技术中。在一定程度上解决了在噪声不可控的情况下进行标记点识别定位问题。通过统计方法, 降低了噪声对结果的影响, 通过把投影转换成一维信号的概念, 提供了一致的分析方法, 提高了处理效率; 通过引入聚类思想计算标记点高度、宽度以及标记点的间距, 大大提高了算法的稳定性。

关键词: 航拍图像; 惯性导航信息; 自动识别; 聚类

中图分类号: TP391.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-6693(2007)04-0058-04

航空拍摄因其良好的及时性和机动性以及胶片的高分辨率等特性成为军事应用不可或缺的手段之一^[1]。航空拍摄的胶片上包括拍摄图像, 以及由一定编码规则构成并记录该航空照片拍摄时飞机的惯性导航信息, 如飞行高度、飞行姿态、经纬度等关键信息, 对后期图像判读过程中的目标确定定位起到至关重要的作用。传统的胶片冲洗成照片再由人工识别解码所费的时间长, 准确性也难以得到保证。借助计算机高速计算能力, 利用数字图像处理技术以及标记自动识别技术, 可以减少人工处理的工作量和出错几率, 提高图像判读效率。在标记点位置能够准确定位的情况下可以采用基于图像的 OMR 技术进行识别^[2]。在实际应用中, 由于惯性导航信息在胶片上曝光质量、胶片上的尘土杂质和人为造成的污渍可能影响标记点的正确定位, 同时胶片扫描截取导航信息图像的位置以及扫描图像的分辨率也会影响标记点的识别, 因此寻找一种适用于航拍图像胶片上惯性导航信息自动、高效的定位识别方法非常必要。提出了基于聚类的一维投影波形分析算法。

1 惯性导航信息标记点图像特征

惯性导航信息标记点图像由导航系统将相应的数据以二进制编码形式曝光为相应的小矩形块, 然后通过胶片冲洗呈现出来, 如图1所示。最下边一

行是信息参考点行, 即在此点位置上方有数据信息记录(有或没有标记点), 上边两行为信息标记点。

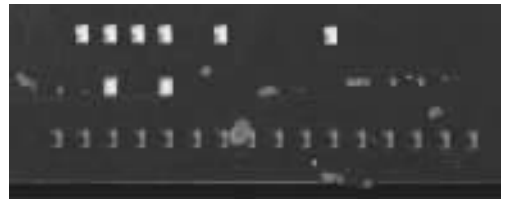


图1 惯性导航信息标记点图像

与一般的符号标记图像如条形码、标准试卷等比较, 惯性导航信息标记点图像的污染不可预测, 比如曝光质量差、灰尘、传递过程中的指纹以及其他的污迹等等。与此同时, 扫描分辨率不同、参考标记点的起始位置不确定也会影响标记点的识别与定位。

2 自动识别算法

对惯性导航信息的解读可以分为二步。

1) 图像预处理。首先, 对惯性导航信息图像按自动阈值进行二值化, 去除大量的背景噪声污染; 再通过形态学的腐蚀和膨胀操作, 去除散噪声点, 修补标记点内的小空洞; 最后, 使用 Hough 检测算法纠正图像较大角度的倾斜^[3-4]。

2) 标记点定位与识别。为减少污迹、噪声和分辨率的影响, 提高识别的稳定性, 本文提出一种自动定位识别算法——基于聚类的一维投影波形分析算法。

* 收稿日期 2007-03-22 修回日期 2007-06-27

作者简介: 卢心红(1977-), 男, 四川江油人, 硕士研究生, 研究方向为数字图像处理。

2.1 基于聚类的一维投影波形分析算法描述

本算法处理的对象是预处理后的惯性导航信息图像,主要由3部分组成:基于统计的一维投影;聚类处理;一维信号分析。

2.1.1 基于统计的一维投影 把预处理后的惯性导航信息二值图像分别按照行和列投影运算,由下式定义

$$wave X[j] = \sum_{i=0}^{H-1} X(i, j)$$

$$wave Y[i] = \sum_{j=0}^{W-1} X(i, j)$$

其中 $X(i, j)$ 表示二值图像 I 中第 i 行,第 j 列的值 H 为图像的高度, W 为图像的宽度。 $wave X$ 为图像在列上投影获得的向量, $wave Y$ 为图像在行上投影获得的向量,即标记点在纵向上和在横向上的分布情况。如图2为二值图像在纵轴上的分布,波峰对应图中标记点和受污染区域。

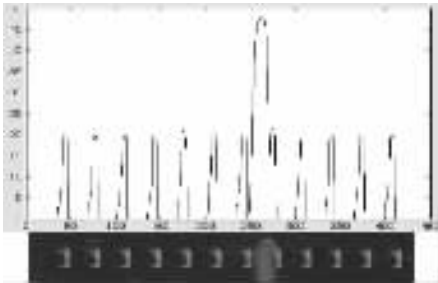


图2 标记点对应的一维信号

2.1.2 聚类处理 由于惯性导航信息标记点图像各个标记点尺寸基本相同,彼此间距离也基本相同,所以可从一维信号中抽取3个主要特征:幅值高度 h 、波峰宽度 t 和峰间距 d ,分别对应标记点高度、标记点宽度和标记点间距。简单的用平均等方法来确定这3个特征,不能提供较高的可靠性。本算法引入聚类思想^[5-8],对 k -means 聚类算法加以修改,根据 H 、 T 、 D 集合分别获得以上3个特征量,算法描述如下。

1) 假设 $data(x) = y$,其中 y 为特征值集合中值为 x 的数据个数。设 r 为半径,初始值为0。

2) 循环处理所有 x ,计算以 x 为中心, r 为半径的类所包含的数据个数

$$sum(x, r) = \sum_{i=0}^{2r} data(x - r + i)$$

3) 如果存在 $sum(x, r) > P$,加权平均求聚类中心

$$R = \frac{\sum_{x: sum(x, r) > P} sum(x, r) * x}{\sum_{x: sum(x, r) > P} sum(x, r)}$$

否则 $r = r + 1$ (重复2)。

结果 R 为需要的特征值, P 由参数指定,通常取数据总个数的80%,聚类半径 r 表示子集半径,用来衡量数据 $data$ 的稳定性。

2.1.3 一维信号分析 使用聚类方法求出 h ,并选择阈值 $thresH$ 对图像进行截取把背景噪声去除,得到亮点(标记点和受污染区域)对应的离散波峰信息,记为 $peaks = Pos, T$ 。其中 Pos 为某个波峰的起点位置, T 为波峰的宽度。

对 T 集合使用前面描述的聚类处理求出波峰宽度 t 和半径 r_D 。当 $peaks$ 的 T 值在区间 $[t - r_D, t + r_D]$ 内时,该波峰被认为波峰宽度有效,否则视其为噪声,直接丢弃,得到 $peaks', peaks' Pos, T = peaks Pos, T, T \in [t - r_D, t + r_D]$,各个相邻波峰间的间距 D 可以由下式给出

$$D_i = peaks(i + 1). Pos - peaks(i). Pos$$

对 D 集合进行聚类处理,可得到波峰间距 d 和半径 r_D 。 r_D 可以用来发现漏判标记点,如果

$$k * (d - r_D) \leq D_i \leq k * (d + r_D), k \in \mathbf{N}$$

则认为第 i 对波峰之间有 k 个波峰没有被检测到。特别的是最多可以准确检测出 $k = \frac{d}{(2 * r_D)}$ 个漏检测点(具体实现中,只填补不超过 $k/2$ 个漏判标记点),填补漏判点后得到的波峰信息记为 $peaks''$ 。

最后,获得各参考标记点位置 P 为

$$P_i = peaks''(i). Pos + \frac{peaks''(i). T}{2}$$

2.2 实验及结果分析

为便于描述,仅取惯性导航信息图像中参考点的一部分为分析对象,如图3所示。



图3 原始图

经过图像预处理后,得到如下二值图像(图4)。



图4 预处理后的图像

图5为图像在列上的投影 $wave X$ 。

聚类处理得到 h 为21,选择阈值 $thresH = h * p$ (p 一般取40%左右),去除背景噪声,得到如下分布图(图6)。

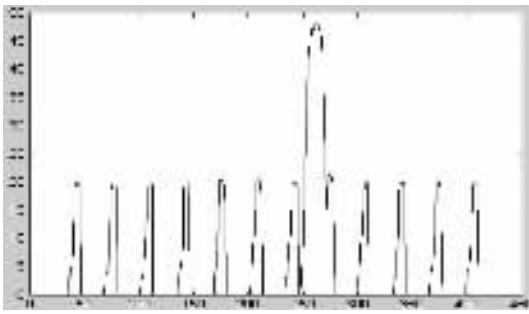


图5 对应的一维信号

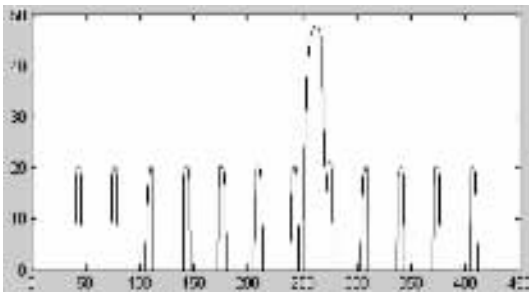


图6 采用聚类方法后分割出的信号

这时 $Peaks$ 包含以下数据

$$peaks = \begin{pmatrix} (36, 7) & (68, 7) & (100, 9) \\ (135, 8) & (167, 8) & (201, 8) \\ (230, 8) & (250, 26) & (298, 7) \\ (333, 6) & (365, 6) & (398, 7) \end{pmatrix}$$

对波峰宽度集合 $T = \begin{pmatrix} 7 & 7 & 9 & 8 & 8 & 8 \\ 8 & 26 & 7 & 6 & 6 & 7 \end{pmatrix}$ 进

行聚类,可以得到波峰宽度 $t = 8$,可筛除 $(250, 26)$,得到

$$peaks' = \begin{pmatrix} (36, 7) & (68, 7) & (100, 9) \\ (135, 8) & (167, 8) & (201, 8) \\ (230, 8) & (298, 7) & (333, 6) \\ (365, 6) & (398, 7) \end{pmatrix}$$

从而获得峰间距数据集 D

$$D = \begin{pmatrix} 32 & 32 & 35 & 32 & 34 \\ 29 & 64 & 35 & 32 & 33 \end{pmatrix}$$

聚类得到 $d = 33$ 聚类半径 $r_D = 2$ 。由于标记点 $(230, 8)$ 与 $(298, 7)$ 的间距 68 属于区间 $[2 * (33 - 2), 2 * (33 + 2)]$,可知这两点间有一个漏检测点,可以插入点 $(264, 8)$ 。最终,得到标记点位置如下

$$\begin{pmatrix} 36 & 68 & 100 \\ 135 & 167 & 201 \\ 230 & 264 & 298 \\ 333 & 365 & 398 \end{pmatrix}$$

识别定位参考点位置后,包含3行标记点的惯

性导航信息标记点就很容易定位识别,如图7。

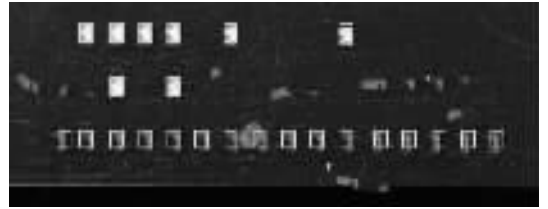


图7 惯性导航信息标记点识别

3 性能分析

本算法在 windows2003 server, net Framework1.1, P42.4G 的平台下运行,处理一张 2910×240 的图像需要 0.6 s 左右,为线性时间复杂度。对从现有航拍胶片扫描得到的惯性导航信息图像进行测试,均能准确识别。本算法在实际应用中取得较好的效果。

4 结语

本文提出的算法,在一定程度上解决了噪声不可控情况下的标记点定位问题。通过统计方法,降低了噪声对结果的影响,通过把投影转换成一维信号的概念,提供了一致的分析方法,通过引入聚类思想,大大提高了算法的稳定性。

参考文献:

[1] 章毓晋. 图像处理工程[M]. 北京:清华大学出版社, 1992.

[2] 覃胜,刘晓明. 基于图像的 OMR 技术的实现[J]. 电子技术应用, 2003, 29(10): 17-19.

[3] HINDS S C, FISHER J L, AMATO D P D. A Document Skew Detection Method Using Run-length Encoding and the Hough Transform[A]. Proceedings of the 10th International Conference on Pattern Recognition[C]. USA: Atlantic, 1990: 464-468.

[4] 瞿洋,杨利平. Hough 变换 OCR 图像倾斜矫正方法[J]. 中国图像图形学报, 2001, 6(2): 178-181.

[5] HAN J W, MICHELINE K. 数据挖掘概念与技术[M]. 范明,孟晓峰译. 北京:机械工业出版社, 2001.

[6] 包晓安,钟乐海,蒋军生. 运动车辆图像序列的分割与跟踪[J]. 西华师范大学学报, 2003, 24(1): 132-137.

[7] 吕佳. 核聚类算法及其在模式识别中的应用[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2006, 23(1): 22-24.

[8] 胡本琼,张先迪,庞朝阳. 利用图论设计图像压缩中的向量量化聚类算法[J]. 四川师范大学学报(自然科学版), 2005, 28(3): 376-378.

A Recognition Method of Inertial Navigation Marking Point Based on Digital Image

LU Xin-hong^{1 2}, LI Hong-yu¹, SUN Bo¹

(1. College of Information Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875;

2. College of Computer and Information Science, South West University, Chongqing 400715, China)

Abstract :There is much unpredictable pollution on the inertial navigation information marker point's images comparing with the bar code, the standard answer cards, for example, the exposure of poor quality, dust, fingerprints and other forms of smudged. In addition, the scanning resolution, the uncertainty of the beginning position of the standard reference marker points will also affect identification and location correctly. This paper presents a cluster based on the one-dimensional projection waveform analysis algorithm, and successfully applied to the film Aerial digital images on the inertial navigation information markers of automatic identification technology. To some extent, to solve the noise is not controllable manner markers to identify the issue of position. By statistical methods, we project the binary image of the inertial navigation information marker point's images in the X -axis and Y -axis. Based on the projection result and the statistic data, we do some analyse and processing. It is very useful to reduce the noise impact on the results. Through converting the projection data into the concept of one-dimensional signals, providing a consistent analytical method, the impact of the noisy points can be detected and removed. At the same time the omitted marker points can be found and added to the correct result. It is very clear that this method will enhance the efficiency of the processing and increase the rate of marker point identification correctly. During the analyse processing, we introduce the ideal of clustering to calculate the points' height, points' width and the spacing width between points', which has greatly enhanced the stability of the algorithm. In addition, the paper also takes an image as an example to illustrate how the method presented in this paper is used to analyse the experimental data. And present a detailed step to calculate the wanted result. Finally, the performance of the analysis method is discussed. The performance tests experiments show that the method in practical applications achieved good results.

Key words aviation image; inertia navigation information; automatic recognition; clustering

(责任编辑 欧红叶)