

文章编号:1673-9468(2008)04-0089-03

相位相关算法在条形码识别中的应用

郎利影¹,张晓芳¹,杨志勇²,李竹梅²

(1.河北工程大学 信电学院,河北 邯郸 056038;2.冀中能源集团有限责任公司,河北 邯郸 056000)

摘要:将基于傅立叶变换的相位相关算法应用到条形码的识别中,是一种应用很广泛的图像匹配方法。通过用 Matlab 仿真软件对算法进行分析仿真,证明本文提出的算法具有实时性好、性能高等优点。同时为了提高匹配精度和减少计算量,对旋转不变相位相关算法进行了优化和改进。

关键词:物品识别;傅立叶变换;相位相关;图像匹配

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

Application of phase correlation algorithm in items recognition

LANG Li-ying¹;ZHANG Xiao-fang¹,YANG Zhi-yong²,LI Zhu-fang²

(1.College of Information and Electrical Engineering, Hebei University of Engineering;
Handan 056038, China;2. Jizhong Energy Group Company LTD., Handan 056000, China)

Abstract: In this paper, phase correlation algorithm based on FFT is applied to the bar code identification. It is a widely used method of image registration. It can increase speed of items recognition and robustness of the algorithm. There is the rotation - invariant phase correlation algorithm which combines polar coordinate transform with phase correlation. They can recognize the bar code which is partly destroyed or inversed in the process of moving. The paper provides the analysis and simulation for the algorithm using Matlab, it is proven that the algorithm has the advantages of good real - time and high performance. It improves the matching precision and reduces the calculation by optimizing the rotation - invariant phase correlation.

Key words: items recognition; Fourier transform; phase correlation; image registration

条形码技术的应用因其快速、准确,已渗透到计算机管理领域的各个方面。现在应用最多的能识别各种一维条形码的是激光扫描设备和线性 CCD 设备及光笔^[1]。这些设备具有技术成熟、成本较低的优点,但是在采集条码时有严格的操作限制,对条码的印制质量要求很高,一般采用硬件解码,升级潜力很小。随着数字图像处理技术的发展,近年来出现了基于数码相机的图像摄入模式。图像处理方法的优点在于适用的领域更广泛,灵活性强,软件升级容易,可容忍低质量和部分损坏的条码,还可与其它系统,如身份鉴别或 OCR 系统集成在一起。但是在摄入过程中,当条码的读入设备与条码不成垂直关系时,也会在成像时发生几何畸变。如果畸变程度比较严重,不

进行校正的话,很难在后续环节中进行正确的识读,因此对失真图像^[2]的整形工作是必不可少的。本文将具有很强抗几何变形能力的相位相关算法应用到条码的几何校正中。

1 相位相关算法

相位相关算法是一种非线性、基于傅立叶变换的频域相关算法,利用了图像在频域上的一些重要性质:平移、旋转、缩放不变性,也就是说图像之间在空域上的平移、旋转、缩放都可以在频域上找到一一的对应。快速傅立叶变换可以在很大程度上提高算法的运算效率,同时傅立叶变换对于频率相关的噪声表现出了良好的鲁棒性。因此相

位相关的方法是实现图像配准的一种比较有效的算法,它具有傅立叶变换的平移和旋转特性。

$f_1(x, y)$ 和 $f_2(x, y)$ 为两个具有一定平移关系的一维条形码,它们满足式(1)的关系,即 $f_2(x, y)$ 是由 $f_1(x, y)$ 经过简单平移得到的。

$$f_2(x, y) = f_1(x - x_0, y - y_0) \tag{1}$$

根据傅里叶变换的性质可得

$$F_2(u, v) = F_1(u, v)e^{-j(u x_0 + v y_0)} \tag{2}$$

式中 $F_1(u, v)$ 和 $F_2(u, v)$ 分别为 $f_1(x, y)$ 和 $f_2(x, y)$ 的傅里叶变换,它们的互功率谱为

$$\frac{F_1^*(u, v)F_2(u, v)}{|F_1^*(u, v)F_2(u, v)|} = e^{-j(u x_0 + v y_0)} \tag{3}$$

式中 $F_1^*(u, v)$ 为 $F_1(u, v)$ 的复共轭。

对式(3)进行傅立叶反变换可得到一个二维脉冲函数,即

$$F^{-1}(e^{-j(u x_0 + v y_0)}) = \delta(x - x_0, y - y_0) \tag{4}$$

可以看到,相位相关表面除了 δ 函数处都为0, δ 函数的位置即为其位移值 (x_0, y_0) 。 δ 函数的峰值在理想情况下应为1,但是由于噪声等原因,其峰值往往小于1。峰值的大小描述了两幅图像匹配程度的好坏。

旋转参数的理论估计 $f_1(x, y)$ 和 $f_2(x, y)$ 为两个一维条形码图像, $f_2(x, y)$ 是由 $f_1(x, y)$ 逆时针旋转 θ_0 得到的图像,即它们满足

$$f_2(x, y) = f_1(x \cos \theta_0 + y \sin \theta_0, -x \sin \theta_0 + y \cos \theta_0) \tag{5}$$

根据傅立叶变换的旋转特性,变换后两图像之间的关系为

$$F_2(u, v) = F_1(u \cos \theta_0 + v \sin \theta_0, -u \sin \theta_0 + v \cos \theta_0) \tag{6}$$

从上式可以看出,图像在空域中旋转 θ_0 角度后,则相应的傅立叶变换在频域中也旋转同一角度 θ_0 。直角坐标中的旋转对应着极坐标系角度的平移,因此将(6)转换为极坐标形式如下:

$$F_2(\rho, \theta) = F_1(\rho, \theta - \theta_0) \tag{7}$$

其中 $\rho = \sqrt{u^2 + v^2}$, $\theta = \arctan \frac{v}{u}$,从式(7)可以看出 $F_2(\rho, \theta)$ 与 $F_1(\rho, \theta)$ 之间满足一种简单的平移关系,利用上述相位相关方法即可获得旋转角度 θ_0 。

2 实验及结果分析

本实验分为两部分:(1)当条形码部分存在磨

损或者遮挡时,我们用相位相关算法对其进行平移参数的估计;(2)当条形码的读入设备与条形码不成垂直关系时,用与对数极坐标相结合的旋转不变相位相关算法对其旋转参数的估计。

2.1 实验 1—平移实验

为了避免噪声对实验结果的影响,本文先采用中值滤波对条形码图像进行预处理,滤除了脉冲干扰和图像扫描噪声,采用 MATLAB 对一维条形码图像进行了仿真。图 1、图 2 是相关内容分别为二分之一、四分之一的匹配结果。仿真结果表明随着相关内容的减少,峰值在逐渐减小,但是即使在相关内容只有 1/4 时,成功率仍在 90% 以上。所以在实际应用中当条形码有大部分磨损的情况下仍能够精确的检测出来。当相关内容少于四分之一的时候,相关平面会出现很多噪声,峰值也不突出。同时还验证得出当图像间有旋转量时,相关峰值很快递减。只有在 1.5 度以内,还能有较好的匹配率,超过 3 度时,算法完全失效。鉴于相位相关算法对图像旋转特别敏感,我们采用旋转不变性相位相关算法来弥补其不足。由傅立叶变换的性质可知,空域中的平移在频域中只反映在相位变化,频域中的幅谱只反映空域中的旋转量,而幅谱经过极坐标变换后对应的旋转量转换成了平移量,因此,只要能求得平移量便可求出旋转量。

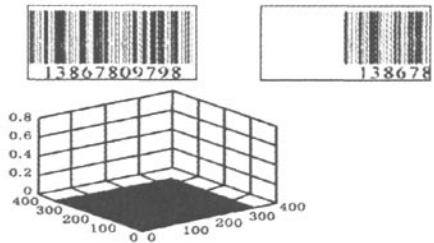


图1 1/2内容相关的匹配结果
Fig.1 Correlation result of half related

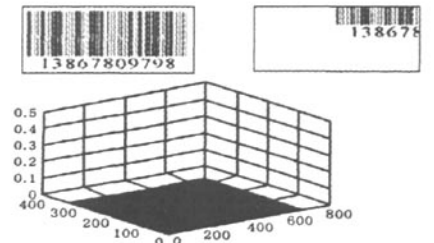


图2 1/4内容相关的匹配结果
Fig.2 Correlation result of quarter related

2.2 实验 2—旋转实验

本文采用旋转不变相位相关算法解决图像间的旋转问题。对算法仿真时,首先对该算法进行一定的优化,在极坐标映射时,采用先在极坐标中均匀取点,反过来求映射在直角坐标系中的值,这样可对直角坐标系中原点的邻域部分进行采样。因为图像经过傅立叶变换及中心化后,能量主要集中在原点的邻域部分,从而减少笛卡尔坐标到极坐标的映射误差。仿真结果见图 3、图 4,证明它能使相关峰值有很大的增长,这样不但提高了匹配精度,同时大大降低了后阶段的运算量。

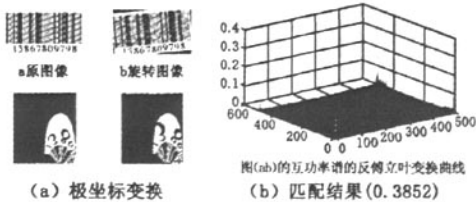


图3 旋转5度的相关结果
Fig.3 Correlation result of rotating angle 5

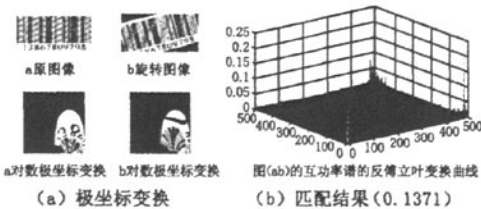


图4 旋转30度的相关结果
Fig.4 Correlation result of rotating angle 30

从图 4(b)的仿真结果我们可以看出,即使条形码之间的旋转度数为 30 度时,使用旋转不变性相位相关算法进行仿真仍然可以得到很高的相关峰值,所以对存在旋转的条形码检测也可以有很好的效果。但是当旋转度数超过 30 度时该算法的效果不佳,我们将在后续的工作中对此进行改进。

3 结束语

本文以一维条形码为例,并用 MATLAB 仿真软件对本文提出的相位相关算法和旋转不变相位相关算法进行仿真实验。实验结果证明了算法的可行性和有效性,对于在图像识别前存在平移和旋转畸变的条形码,该算法能够快速准确的计算出其平移量和旋转量。传统的光电阅读器对有污染的条形码识别能力差,对条码印刷质量要求也很高,而本文采用的方法能够很好的解决条码印刷质量不佳、人工手动操作不便等问题,而且该算法具有很强的灵活性和通用性,又具有很好的实时性。对在物流过程中存在严重污损或者几何变形的条形码进行校正,为后期的条形码正确识别奠定了基础,实现了物品的自动管理。

参考文献:

- [1] 范永法,何红庄.一维及二维条码图像识别系统研究[J].仪器仪表学报,2003,(3):72-81.
- [2] 范永法,郭艳萍.条码图像处理及识别软件开发[J].计算机应用研究,2003,(2):86-87.
- [3] SRINIVASA REDDY B, CHATTERJI B N. An FFT - based technique for translation, rotation, and scale - invariant image registration [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 1996,5(8):1266 - 1271.
- [4] HAROLD S STONE, ROBERT WOLPOV. Blind cross - spectral image registration using prefiltering and Fourier - based translation detection [J]. IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing,2002,40(3):637 - 650.
- [5] HAROLD S STONE,ROBERT WOLPOV. Blind cross - spectral image registration using prefiltering and Fourier - based translation delection[J]. IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing.2002,40(3):637 - 650.
- [6] WOLBERG G,ZOKAI S. Roubust image registration using log - polar transform [A]. Proc. IEEE Int. Conf. Image Processing [C]. Vancouver, BC, Canda: IEEE, 2000,493 - 496.

(责任编辑 闫纯有)

相位相关算法在条形码识别中的应用

作者: 郎利影, 张晓芳, 杨志勇, 李竹梅
作者单位: 郎利影, 张晓芳(河北工程大学, 信电学院, 河北, 邯郸, 056038), 杨志勇, 李竹梅(冀中能源集团有限责任公司, 河北, 邯郸, 056000)
刊名: 河北工程大学学报(自然科学版) 
英文刊名: JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING (NATURAL SCIENCE EDITION)
年, 卷(期): 2008, 25(4)
被引用次数: 1次

参考文献(6条)

1. 范永法;何红庄 [一维及二维条码图像识别系统研究](#)[期刊论文]-[仪器仪表学报](#) 2003(03)
2. 范永法;郭艳萍 [条码图像处理及识别软件开发](#)[期刊论文]-[计算机应用研究](#) 2003(02)
3. SRINIVASA REDDY B;CHATTERJI B N [An FFT-based technique for translation, rotation, and scale-invariant image registration](#)[外文期刊] 1996(08)
4. HAROLD S STONE;ROBERT WOLPOV [Blind cross-spectral image registration using prefiltering and Fourier-based translation detection](#) 2002(03)
5. HAROLD S STONE;ROBERT WOLPOV [Blind cross-spectral image registration using prefiltering and Fourier-based translation detection](#) 2002(03)
6. WOLBERG G;ZOKAI S [Roubust image registration using log-polar transform](#) 2000

本文读者也读过(10条)

1. 欧克寅. 傅建平. 张培林. OU Ke-yin. FU Jian-ping. ZHANG Pei-lin [基于直线特征及模板倾斜修正的图像匹配定位](#)[期刊论文]-[军械工程学院学报](#)2008, 20(5)
2. 郑喜. 吕永桂. ZHENG Xi. LV Yong-gui [基于灰度的环形块匹配算法](#)[期刊论文]-[机电工程](#)2010, 27(10)
3. 陕耀. 王海宁. 牟群飞 [铁路车号自动识别在MATLAB平台上的实现](#)[期刊论文]-[中国科技信息](#)2006(10)
4. 李甦. 张俊华. 张榆锋. 施心陵 [中文斜体印刷字倾斜角度的检测算法](#)[期刊论文]-[计算机工程](#)2003, 29(2)
5. 胡雪丹 [基于遗传算法的车间作业调度计划的算法研究](#)[学位论文]2006
6. 苏雷. 张广明. 魏晓冬 [基于机器视觉的印刷电路板缺陷检测系统的设计与研究](#)[会议论文]-2009
7. 张聪. 张慧 [图像匹配技术在大米粒形识别中的应用研究](#)[期刊论文]-[粮油加工](#)2008(4)
8. 赵逢达. 孔令富. ZHAO Feng-da. KONG Ling-fu [一种基于图像匹配的移动机器人定位方法](#)[期刊论文]-[计算机工程与应用](#)2008, 44(20)
9. 严欣茹. 方珺 [航空快递物品自动化检查系统研究](#)[会议论文]-2009
10. 周兵. 沈钧毅. 彭勤科 [一种新的基于对称色彩空域特征的图像匹配方法](#)[期刊论文]-[小型微型计算机系统](#) 2005, 26(1)

引证文献(1条)

1. 周文理. 金施群 [基于SIFT算法的可见光图像与红外图像配准](#)[期刊论文]-[黑龙江科技学院学报](#) 2011(2)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb200804024.aspx