

基于霍夫变换的划痕检测算法应用

谢季峰

(西南石油大学, 四川 成都 627001)

摘要: 光纤连接器端面在出厂前会有污点和划痕, 对于划痕的检测非常重要。该文利用机器视觉的方法, 提出一种基于霍夫变换的划痕检测的方法, 此方法可有效增加检测的精度。

关键词: 机器视觉; 霍夫变换; 局部二值化

中图分类号: TP271 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3044(2012)20-4957-02

目前, 光纤通信已在我国大量应用, 光纤通常采用两种方式进行连接, 一种是永久性连接; 另一种是可拆卸的活动连接, 需要使用光纤连接器, 光纤连接器是把光纤的两个端面精密地对接起来, 使发射光纤输出的光能量最大限度地耦合到接收光纤中。

光纤连接器的质量极大的影响了光纤传输的质量, 在连接器端面上由于加工工艺的限制和随机误差的存在, 会出现各种瑕疵, 可以将其划分为污点和划痕。因此在出厂前, 需要对其端面进行划痕和污点的检测, 传统的人工检测方法误差大, 检测效率低, 为此该文提出一种利用机器视觉, 基于霍夫变换进行划痕检测的方法, 经检验此方法能提高检测的精度, 降低检测的成本。

1 霍夫变换原理

霍夫变换是图像处理中从图像中识别几何形状的基本方法之一, 应用很广泛。最基本的霍夫变换是从黑白图像中检测直线(线段)。

通常来说, 直线的方程可以用 $y=k \cdot x+b$ 来表示, 其中 k 和 b 是参数, 分别是斜率和截距, 过某一点 (x_0, y_0) 的所有直线的参数都会满足方程 $y_0=k \cdot x_0+b$ 。即点 (x_0, y_0) 确定了一组直线。方程 $y_0=k \cdot x_0+b$ 在参数 $k-b$ 平面上是一条直线, 也可以看做方程 $b=-x_0 \cdot k+y_0$ 对应的直线。这样, 图像 $x-y$ 平面上的一个前景像素点就对应到参数平面上的直线。通过举例说明解决前面那个问题的原理。设图像上的直线是 $y=x$, 先取上面的三个点: A(0,0), B(1,1), C(2,2)。可以求出, 过 A 点的直线的参数要满足方程 $b=0$, 过 B 点的直线的参数要满足方程 $1=k+b$, 过 C 点的直线的参数要满足方程 $2=2k+b$, 这三个方程就对应着参数平面上的三条直线, 而这三条直线会相交于一点 $k=1, b=0$ 。同理, 原图像上直线 $y=x$ 上的其它点(如(3,3),(4,4)等) 对应参数平面上的直线也会通过点 $k=1, b=0$ 。该性质为解决问题提供了方法:

- 1) 首先, 初始化一块缓冲区, 对应于参数平面, 将其所有数据置为 0;
- 2) 对于图像上每一前景点, 求出参数平面对应的直线, 把这直线上的所有点的值都加 1;
- 3) 最后, 找到参数平面上最大点的位置, 这个位置就是原图像上直线的参数。

以上是霍夫变换的基本思想: 把图像平面上的点对应到参数平面上的线, 最后通过统计特性来解决问题。假如图像平面上有两条直线, 那么最终在参数平面上就会看到两个峰值点, 依此类推。

在实际应用中, $y=k \cdot x+b$ 形式的直线方程没有办法表示 $x=c$ 形式的直线(这时候, 直线的斜率为无穷大)。所以实际应用中, 是采用参数方程 $x \cdot \cos \theta + y \cdot \sin \theta = \rho$ 。这样, 图像平面上的一个点就对应到参数 $p-\theta$ 平面上的一条曲线上, 其它的还是一样。

在经过霍夫变换后, 所有 $p-\theta$ 值相同的点, 都位于参数平面上的一个点处, 用该未知的坐标数组的值来表示该坐标处出现点的次数。在图 1 可发现, 在图像的右上角有两个点的灰度值是极大值。根据这两个点的 $p-\theta$ 值, 可以在原图像中寻找出两条直线。

2 划痕二值化查找

对于光纤端面上划痕的图像, 首先对其进行二值化, 再利用霍夫变换找到划痕的线段。

当图像中有如下一些情况: 有阴影, 照度不均匀, 各处的对比度不同, 突发噪声, 背景灰度变化等, 如果只用一个固定的全局阈值对整幅图像进行分割, 则由于不能兼顾图像各处的情况而使分割效果受到影响。一种解决办法就是用与像素位置相关的一组阈值(阈值是坐标的函数)来对图像各部分分别进行分割, 这种与坐标相关的阈值也叫动态阈值或自适应阈值法。这类算法的时间复杂性和空间复杂性比较大, 但是抗噪能力强, 对一些用全局阈值不易分割的图像有较好的效果。

该文采用 Pierre D. Wellner 的快速自适应的阈值算法(Quick Adaptive Thresholding algorithm)这个算法的基本思想是要确定一个像素的黑或者白, 用他周围, 或者扫描顺序上的其他点的一些平均值来评估阈值就可以了, 用阈值和像素值比较即可。由此定义出这样的模型: 用 $P(n)$ 来表示第 n 个点的灰度值, $T(n)$ 来表示二值化后的值:

用 $f_s(n)$ 来表示第 n 个点之前 s 个点的灰度值的和, 就是

收稿日期: 2012-05-08

作者简介: 谢季峰(1981-), 男, 四川南充人, 助教, 硕士, 主要研究方向为计算机嵌入式软件、数据库系统。

本栏目责任编辑: 唐一东

人工智能及识别技术 4957

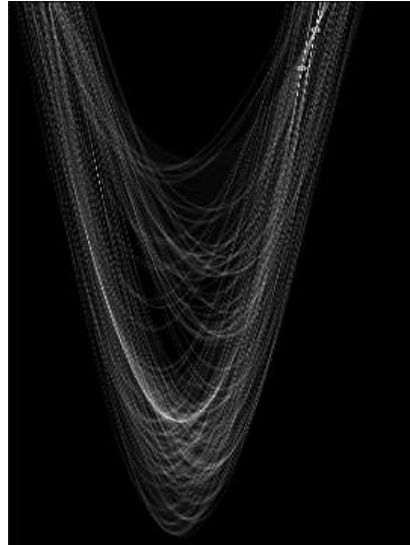


图1 划痕的霍夫变换图

$$f_s(n) = \sum_{i=0}^{s-1} p_{n-i}$$

用这个 s 和另外一个变量 t 就可以简单的说明 p_n 应该是 0 还是 255 了, 公式如下:

$$T(n) = \begin{cases} 255 & \text{if } p_n < \left(\frac{f_s(n)}{s} \right) \left(\frac{100-t}{100} \right) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

由以往的经验, 这里的 s 和 t 的最佳取值范围分别是 $s = \text{image.width}/8$, 而 $t=15$ 的时候效果最好。

一个点 $t(n)$, 在判断其值是 0 还是 1 时, 通过前面 s 个点的和除以 s (就是前 s 个点的平均值)*0.85 如果这个点的灰度值小于前面的值, 那么就是 1 (黑色), 如果大于就是 0 (白色)。但是这个算法有个问题, 就是现在定义 $T(n)$ 的时候, 用的是平均值, 因此之前扫描过的若干点对于当前点的影响或者说权重是一样的, 即离当前点 1 个像素距离的像素和 $s-1$ 个像素点的距离的像素的灰度值对当前点的影响是一样的。而根据直观的理解, 应该是离当前点越近的像素对当前点的影响越大, 越远则越小。所以算法采用一个更合适更高效的替代值 $g_s(n)$ 。这个值的意义如下式:

$$g_s(n) = g_s(n-1) - \frac{g_s(n-1)}{s} + p_n = P_n + \left(1 - \frac{1}{s}\right) \cdot g_s(n-1) = P_n + \left(1 - \frac{1}{s}\right) \cdot p_{n-1} + \left(1 - \frac{1}{s}\right)^2 p_{n-2} \cdots = \sum_{i=0}^{n-1} \left(1 - \frac{1}{s}\right)^i p_{n-i}$$

可以看到, 这里的 $g_s(n)$ 和 $f_s(n)$ 的区别在于 $f_s(n)$ 直接是不做任何修正的 s 个灰度值的和, 而 $g_s(n)$ 则是一定比例的灰度值的和, 可以看到, 离这个 n 越近的像素的比重越高, 越远越低。显然这样描述对把握像素的颜色更为准确。而且这里的 $g_s(n)$ 和 $g_s(n-1)$ 通过加法和乘法就可以递归得到, 计算效率是比较高的。

根据霍夫变换, 可以在源图像中定位出两条直线, 要寻找的划痕就位于这两条直线上。接下来是在划痕所在的直线上, 找到划痕的两个端点, 即在直线上寻找线段。

在直线段上, 根据前面所进行的二值化, 不在划痕上的点的灰度值为 0, 在划痕上的点的灰度值为 255, 由此可以很容易的连接出划痕。需要注意的是在图像中, 有一条线段被在光纤头分割成了两条线段, 所以, 从霍夫变换中得到的两个极大值点找到了三条划痕, 如图 2。

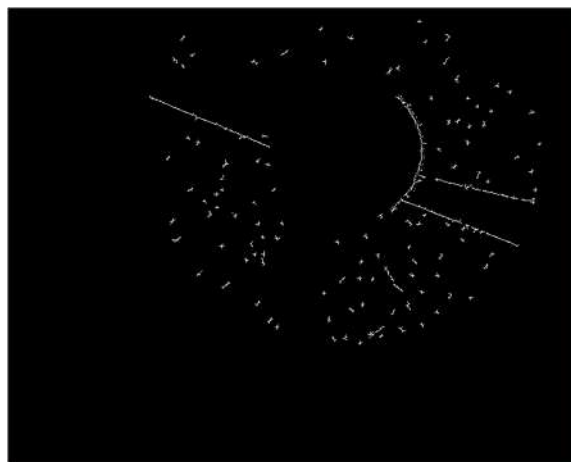


图2 根据霍夫变换找到的划痕线段

(下转第4961页)

是基于,常用的英文字母是有限的,这些字母的组合不是无限的,这些组合都有有限的规律可循。由于英语的语言密码学早已很发达,所以促使这种软件十分成熟。

4 结束语

这种建模方法结合汉字手写识别建模方法^{[9][10]}的思想,如果机动灵活的加以移植,很可能能简捷的解决类似的中国少数民族文字与其它类似的外国文字的手写识别。希望有此意愿者,合作交流。

参考文献:

- [1] 邹明福,白洪亮,刘昌平,等. 联机手写英文识别的解码算法[J]. 计算机工程,2005,31(21):19-21.
- [2] 赵道华,艾斯卡尔艾木都拉. 基于过拆分和合并的联机手写英文单词分割技术[J]. 电脑知识与技术,2009,5(7):1693-1695.
- [3] 张豪杰,张红云,苗夺谦. 基于主曲线的脱机手写英文字母结构特征分析及选取[J]. 计算机科学,2009,36(10):197-201.
- [4] 梁艳,黄弋石. 英文连笔手写图形输入方法研究[J]. 科学研究月刊,2005,1(5):18,26.
- [5] 黄弋石,梁艳. 手写文字识别的体分类模糊数学模型[EB/OL]. 中国科技论文在线(<http://www.paper.edu.cn>), 2005年6月.
- [6] Casey R G, Lecolinet E. A Survey of Method and Strategies in Character Segmentation[J]. IEEE Trans PAMI,1996,18(7):690-706.
- [7] Arica N, Yarman-Vural F T. Optical Character Recognition for Cursive Handwriting [J]. IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2002,24(6).
- [8] Sin B K, Kim J H. Ligature Modeling for Online Cursive Script Recognition [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1997,19(6).
- [9] 黄弋石. 一种手写文字图形输入理论方法[J]. 广西民族学院学报:自然科学版,2003,9(2):40-43.
- [10] 梁艳,黄弋石. 计算机汉字草体手写输入算法[J]. 计算机技术与发展,2005,15(10):14,15.

(上接第4958页)

3 结束语

对于光纤端面上的划痕,通过机器视觉将其数字化,再利用霍夫变换以统计规律找到划痕,交由计算机判断这种方法有效的避免了人眼检测的低效,精度不高等缺点。

参考文献:

- [1] Mackworth A K. Interpreting pictures of polyhedral scenes[J]. Artificial Intelligence, 1973(5).
- [2] Harris C. A combined corner and edge detector[C]. In Proc. Alvey Vision Conference, 1988.
- [3] Marr D, Hildreth E C. Theory of edge detection[M]. Proc R. Soc Lond B, 1980.
- [4] Rafael C Gonzalez. 数字图像处理[M]. 北京:电子工业出版社, 2005.