

Hu 矩在一次性输液针图像描述中的应用

胡美燕 姜献峰 柴国钟

(浙江工业大学机电工程学院, 杭州 310032)

摘要 目前国内一次性输液针手瓣装配基本上采用手工装配,因而存在许多弊端。为此,结合输液针的特点,对多种描述方法做了分析,提出了用 Hu 矩不变量来描述输液针图像,并用逆光拍摄方法来获取各个角度输液针针尖图像,从而获取了完整的轮廓信息,其二值化后的图像避免了矩值灰度级计算的不稳定性。实验结果表明,随着输液针角度的增加,其图像的矩不变量在规律地发生着变化;用 Hu 矩不变量来描述输液针图像特征是可行有效的。

关键词 输液针 图像描述 Hu 矩

中图分类号: TP391 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-8961(2005)02-0203-04

The Application of Hu Moment in Image Description about Intravenous Needles for Single Use

HU Mei-yan, JIANG Xian-feng, CHAI Guo-zhong

(College of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032)

Abstract Hand-petal of intravenous needles for single use is assembled by hand in most enterprises in China, but there are many shortcomings. In this paper, an image description method of identifying intravenous needles images by Hu moment invariants is studied. Images of intravenous needles of different angles are obtained by means of backlighting, which is able to acquire the intact and available information of outline of intravenous needles. The experiment proves that with the increase of angle, the moment invariants of the images are changed by the rules. Hu moment invariants are feasible and effective to describe the images of intravenous needles for single use.

Keywords intravenous needles, image description, Hu moment

1 引言

一次性输液针是医院中消耗量最大的易耗品之一。理论研究表明,输液针针尖的主斜面的对称面与手瓣平面垂直时,可以确保安全使用和减轻插入时产生的疼痛感或无痛感。目前对输液针和手瓣(蝴蝶瓣)进行装配,国内企业均采用手工装配。手工装配主要存在两个问题:(1)效率低而且人眼极易疲劳;(2)难以达到高标准的卫生要求。因此,开发一次性输液针的自动检测与控制系统显得十分必要,而一次性输液针的图像描述与识别则是其中的关键技术。

矩在力学中用于表征物体的空间分布。矩用来表征图像时有旋转、比例和平移不变性,故可以用来描述图像中的区域特性。自从1962年由Hu^[1]提出了矩不变量以来,矩不变量受到了国内外学者普遍重视,并用于进行3维飞机的识别^[2]和沥青路面破损识别^[3]等。近年来,关于矩不变量的进一步研究与发展也有许多,其中包括小波矩^[4]、Zernike矩^[5]、投影矩^[6]、边界矩及谱矩^[7]等,以用于解决各种不同的图像描述问题。

根据输液针的针尖图像来确定输液针针尖主斜面的位置是实现无人作业的输液针手瓣自动装配的关键。本文主要在对图像描述方法和矩的分析研究基础上,提出了用Hu矩来提取图像特征,并用逆光

基金项目:浙江省科技厅(021101044)

收稿日期:2004-04-06;改回日期:2004-07-12

第一作者简介:胡美燕(1976~),女,2004年于浙江工业大学机电学院CAD应用工程研究所获硕士学位。研究方向为计算机图形学和图像处理等。E-mail:hmy1218@163.com

拍摄方法来获取输液针针尖图像。反复实验的结果表明用白纸的反光作为逆光的光源可以获取理想的效果。

2 不变矩

图像描述就是用一组数量或符号(描述子)来表征图像中被描述物体的某些特征。常见的有几何特征描述子、傅里叶描述子、链码、Hough 变换、不变矩等,其中连续图像的矩不变量因不受被识别目标大小、位置、方向的影响而得到了广泛的应用,同时不变矩提取的是区域特征,抗干扰性强。

对于连续函数 $f(x, y)$, 其 $(p+q)$ 阶矩定义为如下黎曼积分形式:

$$m_{pq} = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} x^p y^q f(x, y) dx dy \quad (1)$$

$$(p, q) = 0, 1, 2, \dots$$

数字图像的 $(p+q)$ 阶矩表示为

$$m_{pq} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N i^p j^q f(i, j) \quad (2)$$

由 $p+q \leq 3$ 各矩的不同组合, 构成了 7 个具有平移、比例和旋转不变性的矩不变量 I_1, I_2, \dots, I_7 , 其具体的表达式可以参见文献[6]。

数字图像矩的求解过程中主要存在两个不足: (1) 矩不变量 I_1, I_2, \dots, I_7 时所需的加法和乘法运算开销较大, 对像素点读取操作次数也很大; (2) 图像经采样和量化后会导致图像灰度层次表示的不精确, 在实际应用中同一个物体也很难重复取得相同灰度级的图像, 这使得矩值计算存在不稳定现象。针对矩不变量在实际应用中的问题, 国内外不少学者提出了一系列解决方法, 如采用边界矩、投影矩、充分利用 Windows 资源及功率谱来计算矩值等, 加快了计算速度, 提高了矩值计算的稳定性。

3 输液针针尖特点及图像形状描述

国标中大多数输液针的针管直径都不到 1mm, 最小的直径仅达 0.4mm。图 1(a) 为带有手瓣的输液针。从图 1(b) 中可以看出, 输液针针尖由 3 个斜面构成即一个主斜面和两个次斜面, 其轮廓线由椭圆圆弧构成。图 1(c) 是由 3 维软件生成的在 $180^\circ \sim 270^\circ$ 之间每隔 10° 生成的输液针轮廓投影图。从图中可以看出, 输液针绕轴线在 $0^\circ \sim 360^\circ$ 之间转

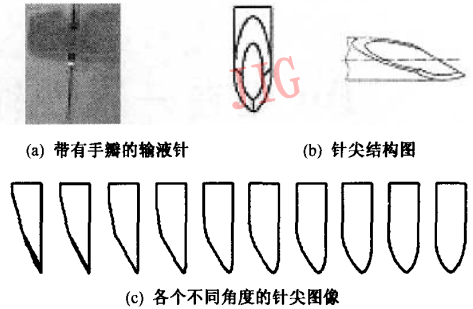


图 1 带有手瓣的输液针

Fig. 1 An intravenous needle with a hand petal

动时, 其图像有规律地在发生变化。

实现输液针手瓣的自动装配, 需通过描述子确定针尖主斜面的位置以便通过机构调整针尖位置, 使其满足输液针手瓣装配要求。此时就要获取能够表征不同角度位置输液针图像的描述子, 根据图像描述子对针尖图像进行分类, 从而实现图像识别。

图像描述的方法有很多, 其中, 面积和周长可以用来描述图像目标物的大小; 傅里叶描述子通过一系列傅里叶系数来表示闭合曲线的形状特征; 对输液针图像, 也可用 Hough 变换提取输液针外形轮廓椭圆在图像平面中投影椭圆的长短轴, 并通过投影椭圆长短轴与输液针针尖位置的一一对应关系, 来解出输液针的针尖位置角度。在这些方法中, 由于输液针的针尖轮廓并不是一个单一的椭圆弧, 而且针尖结构小, 可利用的信息很少, 导致这些图像描述方法精度不高, 抗干扰能力差, 缺乏实用性。

4 应用矩不变量描述输液针图像

从图 1(c) 可以看出, 当角度在逐渐增加时, 图像也逐渐发生变化, 相邻角度的图像之间存在细节变化, 角度相隔较远的图像之间整体特征变化也比较明显。矩不变量可以描述图像的整体特征和细节特征, 利用低阶矩描述图像的整体特征如面积和主轴等, 而用高阶矩描述图像的细节如扭曲度等。

用矩不变量描述输液针图像时, 必须先获取输液针图像。由于输液针的尺寸很小, 其表面的金属材质使得顺光获取的图像很容易形成反光致使图像复杂(图 2(a)), 获取的图像中存在“高光区”而导致有用信息丢失对计算不利, 前处理比较困难等。

在对获取图像的用光技术、课题的要求和矩特征算法本身的不足等问题思考的基础上, 采用了逆



(a) 顺光下获取的输液针图像 (b) 逆光下获取的输液针图像 (c) 二值化后的输液针图像

图 2 输液针针尖结构图

Fig. 2 Construction drawing of head of an intravenous needle

光方法获取图像,并采用卤素灯照射下白纸的反光作为逆光光源,使得图像的背景显得十分单一(图 2(b)),避免了将卤素灯等光源直接从背面打在输液针上,形成复杂图像背景而不利于图像处理的情况。图 2(c)为使用基本的二值图像处理后的结果,图像品质很理想。

经二值化处理后的图像,由于此时

表 1 输液针各角度的 Hu 矩不变量

Table 1 Hu moment invariants of images of different angles intravenous needles

角度	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7
0	0.253 5	0.037 6	0.702 4	0.130 0	0.039 3	0.045 3	0.017 8
2	0.253 8	0.037 7	0.758 2	0.144 7	0.047 8	0.045 5	0.014 3
4	0.253 8	0.037 7	0.776 5	0.148 4	0.050 0	0.042 0	0.007 2
6	0.253 8	0.037 7	0.787 8	0.149 7	0.050 4	0.037 2	-0.001 2
8	0.254 0	0.037 8	0.837 2	0.160 1	0.056 7	0.034 9	-0.009 4
10	0.253 4	0.037 5	0.845 8	0.158 7	0.055 1	0.029 7	-0.017 0
12	0.254 4	0.037 9	0.998 4	0.198 5	0.083 7	0.034 5	-0.029 3
14	0.254 3	0.037 8	1.071 3	0.213 9	0.095 4	0.032 0	-0.042 7
16	0.254 9	0.038 1	1.197 2	0.245 5	0.123 0	0.032 5	-0.062 5
18	0.255 1	0.038 2	1.302 0	0.269 3	0.145 5	0.031 0	-0.082 7
20	0.254 7	0.037 9	1.396 9	0.289 8	0.165 8	0.028 1	-0.103 7
22	0.255 8	0.038 4	1.599 7	0.350 0	0.239 5	0.035 7	-0.141 7
24	0.255 7	0.038 3	1.738 2	0.384 1	0.284 8	0.034 5	-0.177 5
26	0.256 9	0.038 8	1.974 7	0.454 5	0.393 4	0.039 4	-0.243 5
28	0.256 7	0.038 6	2.121 2	0.493 9	0.461 1	0.040 0	-0.289 8

6 结 论

输液针的手工装配存在着很多的弊端,其卫生与安全通常难以保证。随着计算机技术的发展和数字图像处理技术的不断提高,图像识别在许多领域都得到广泛的应用并取得了显著的成就,其中图像特征的描述是图像识别的前提。本文分析研究相关的图像描述方法后,提出了用 Hu 矩不变量描述输液针的特征。针对图像矩不变量算法的不足即计算量大和灰度计算不稳定等问题以及输液针图像获取的特点,提出了采用逆光获取图像方法。实验结果

$$f(i,j) = \begin{cases} 0 & (i,j) \text{ 不在图像区域内} \\ 1 & (i,j) \text{ 在图像区域内} \end{cases} \quad (3)$$

使得矩计算公式 m_{pq} 变得更为简单。

5 计算实例

输液针在不同角度下,其整个针尖图像都是不一样的,故截取了包含有整个针尖轮廓的输液针图像,以大小为 53×115 像素的针尖图像在 VC++ 开发平台上实现了 Hu 矩不变量的计算。表 1 中为从 0° 到 28° 相隔 2° 时,不同位置针尖图像的矩不变量值 I_1 到 I_7 。从表 1 可以看出, $I_1 \sim I_7$ 随着角度的增加在增加。 I_1 和 I_2 对输液针的角度变化不是很敏感,因为 I_1 和 I_2 由低阶中心矩代数组合而成。 I_3 至 I_7 对输液针的角度变化,越来越敏感。

表明,用白纸的反光作为逆光光源可获得完整轮廓的输液针图像,通过简单的二值处理就可以获得理想的黑白二值图像。用本文的方法提取输液针图像矩特征时,不仅可以描述输液针的图像,还可以避免矩不变量算法的不足。相应的软件系统已经开发出来,实现了输液针的角度识别。

参考文献 (Reference)

- 1 Hu M K. Visual pattern recognition by moment invariant[J]. IRE Transactions on Information Theory, 1962, 8(2):179~187.
- 2 Du Ya-juan, Zhang Hong-cai, Pan Quan. Three-dimensional aircraft recognition using moments [J]. Journal of Data Acquisition & Processing, 200, 15(3):390~394. [杜亚娟,张洪才,潘泉. 基于

- 矩特征的三维飞机目标识别[J]. 数据采集与处理, 2000, 15(3): 390 ~ 394.]
- 3 Chu Xiu-min, Wang Rong-ben, Chu Jiang-wei, *et al.* Asphalt pavement surface distress image recognition based on moment invariant featurer [J]. Journal of Jilin University (Engineering and Technology Edition), 2003, 33(1): 1 ~ 7. [初秀民, 王荣本, 储江伟等. 基于不变矩特征的沥青路面破损图像识别[J]. 吉林大学学报(工学版), 2003, 33(1): 1 ~ 7.]
- 4 Shen D G. Discriminative wavelet shape descriptors for recognition of 2-D patterns[J]. Pattern Recognition, 1999, 32(2): 151 ~ 165.
- 5 Teague M R. Image analysis via the general theory of moments [J]. Journal of the Optical Society of America, 1980, 70(8): 920 ~ 930.
- 6 Xia Liang-zheng. Digital image processing [M]. Nanjing: South-East University Publishing Company (amended version), 1999. [夏良正. 数字图像处理 [M]. 南京: 东南大学出版社 (修订版), 1999.]
- 7 Yoshida Y, Wu Y. Classification of rotated and scaled texture images using invariants based on spectral moments [J]. IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, 1998, E81-A(8): 1661 ~ 1666.