

# 数字图像定位定偏系统研究

应俊 刘鸿

(重庆邮电大学通信与信息工程学院 重庆 400065)

**摘要** 在定位或者测量中,经常需要对目标进行偏角测算。偏角测算的工具一般是使用寻北仪。然而寻北仪使用复杂,因此并不普遍适用。提出一种数字图像处理的方法来测算偏角:为目标加上一个参考标靶,先采集目标的数字图像,再定位标靶,对标靶进行图像处理,最后确定偏角。该方法的优点是成本低廉,实验环境易于搭建,操作简单,角度测算比较准确;缺点是对于小角度的测算误差较大。

**关键词** 数字图像处理,区域搜索,图像定位,角度测算

## License Plate Location Method Based on Image Region Segmentation

YING Jun LIU Hong

(School of Communication and Information Engineering, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

**Abstract** Angle measurement is high frequency. North-Finder is the most precise apparatus, but it is very expensive and so unwieldy that it is not used widely. In this article, we introduced an angle measurement arithmetic based on digital image processing. A special target is imported to make location and measurement simple. First locate the target, and then process the target to measure the angle. Cheap and easy are the advantage. But it is not very nicety when the angle is very small.

**Keywords** Digital image processing, Region search, Image location, Angle measurement

### 1 引言

在进行角度测算的过程中,多采用测量仪器进行测量。本文提出了一种新的不使用传统测量仪器,而采用计算机图形学的方法。该方法只需配备一个工业摄像头,以及一个特定的参考标靶,如图1所示。该参考标靶为黑白相间的圆环,特征明显,易于定位。将该标靶固定于被测目标之上,当被测目标旋转时,标靶会随着被测目标的旋转而旋转。标靶旋转之后,会形成一定的形变,变为椭圆,如图2所示。根据形变,即可推算出被测目标的旋转角度。



图1 标靶



图2 旋转之后的标靶

本文将重点放在数字图像处理的部分,即标靶定位部分和角度计算部分。

在标靶的定位中,本文采用了一种区域来对标靶的偏角进行测算,首先需要定出标靶在原始图片中的位置。原始图片如图3所示。图3所示的图片偏角与摄像镜头之间的偏角为405密位(1密位=0.06°)。搜索的算法则在角度测算中使用了三角函数。



图3 原始图片

### 2 标靶定位

#### 2.1 区域搜索定位算法简介

要对标靶的偏角进行测算,首先需要定出标靶在原始图片中的位置。原始图片如图3所示。图3所示的图片偏角与摄像镜头之间的偏角为405密位(1密位=0.06°)。

原始图片除了包含有标靶的信息外,还包含有其他信息,标靶定位的目的是确定标靶所在的具体位置,用一个矩形框标出该区域,然后对该区域进行数字图像处理,计算偏角。

该标靶特征明显,由黑白相间的6个同心圆环组成。为了明确说明算法,先提出一个区域的概念。所谓区域,是指灰度图片中灰度相近且四向相邻的点的集合。而灰度相近是指灰度差小于一个阈值。对该图片进行区域搜索,则每一个圆环均在一个区域内,这样6个圆环就会形成6个嵌套的区域。只要搜索到有这样嵌套的区域即是标靶所在的位置。下面详细介绍区域搜索区域搜索算法的实现。

#### 2.2 图片预处理

##### 2.2.1 图像灰度化

首先,颜色信息对于确定标靶的位置和偏转角度没有太

到稿日期:2011-01-19 返修日期:2011-04-03

应俊(1976-),女,副教授,主要研究方向为计算机应用;刘鸿(1973-),女,讲师。

大意义,并且处理彩色图片的难度大于处理灰度图片,因此我们在运算时将彩色图片处理成灰度图。RGB 颜色空间与 YCbCr 颜色空间的转换关系为:

$$\begin{cases} Y=0.299R+0.587G+0.114B \\ Cb=-0.16878R-0.3313G+0.5B+128 \\ Cr=0.5R-0.4187G-0.0813B+128 \end{cases}$$

Y 分量包含亮度信息,Cb 和 Cr 分量包含色度和饱和度信息,然后仅提取 Y 分量生成灰度图。用一个动态整形数组 `int ** mGrayArray` 来存储灰度信息,该数组装载图片时在堆上分配。

### 2.2.2 灰度均衡

有些图片光照过暗,对于这种图片,首先对它进行灰度均衡处理,使图像的对比度得到增强。一张图片是否过暗,可以通过计算它的平均灰度来判断。设置一个阈值,如果平均灰度小于该阈值则进行灰度均衡处理。

灰度均衡可以使用直方图均衡,直方图均衡化的思想是把原图的直方图变换为均匀分布的形式,这样就增加了像素灰度的动态范围,从而达到增强整体对比度的效果。直方图均衡修正可使图像的灰度间距拉大或使灰度均匀分布。其主要实现算法如下。

设 256 个灰度级出现的概率为:

$$p_i, i=0,1,\dots,255$$

式中,  $p_i$  表示第  $i$  个灰度级出现的概率。

建立累积分布函数:

$$Q_k = p_0 + p_1 + p_2 + \dots + p_k$$

然后对于每一个灰度值  $k$ ,可以使用如下映射关系来改变原来的灰度值:

$$k = Q_k \times 255$$

如此对图像进行处理过后,能够使图像直方图由非均匀分布变换为均匀分布,图像的对比度得到了增强,使图像细节更加清楚。

### 2.3 区域搜索算法

区域搜索算法是该定位算法的核心。这里我们采用可变阈值的方式来增加搜索的准确性。

区域搜索算法用到的数据结构有:一个栈、一个 visited 数组、REGION 结构体,下面是 REGION 结构体的定义。

```
struct REGION //记录区域信息的结构
{
    RECT rect; //区域所在矩形
    int childCounts; //子区域个数
    int regionS; //区域面积
    int totalI, totalJ; //区域内所有点行和列值之和
    int seedI, seedJ; //种子点
    double avgGray; //平均灰度
    double color; //区域着色
};
```

区域搜索算法的主要思想是:

初始化时,栈为空,visited 数组为全 0,visited 数组用于记录一个点是否已经被计算过。

选取一个点 A(算法总是从(0,0)点开始选择),如果该点并未被访问过,则将该点压栈。检查 A 周围相邻的点,如果周围的点均与 A 的灰度差相近,则认为这些点在一个区域中,A 点可作为种子点,反之则不适合做种子点。

将种子点 A 周围的点压栈,设置 A 点对应的 visited 单元为 1,并修改这个区域的相关信息,即区域的长、宽、4 个边界、平均灰度等。

循环操作:当栈不为空时,弹栈,并检查弹出栈的点周围各点,判断其是否在一个区域内(灰度与区域平均灰度是否小于阈值)。如果在一个区域内,则修改区域信息和 visited 数组。

当栈为空时,认为搜索完一个区域。将这个区域记录下来,再继续搜索其他区域。

从图片中可以看出,标靶所在的地方每个圆环构成了一个区域,首先将这些区域一一搜索出来。

然后需要做区域合并。对于有嵌套的区域,合并成一个区域,并将该区域的子区域个数加 1。

区域过滤。使用过滤函数判断是否有区域符合靶子的特征,不符合特征的一律删除,其中最主要的特征是其子区域个数。

区域过滤之后剩下的区域就是靶子区域。如果没有区域剩下,则改变阈值重复从 2 开始的操作。当阈值改变次数达了 3 次仍然没有找到靶子区域,则认为定位失败。这里的 3 次只是一个经验值,当这个重试的值过大时会影响性能,太小有可能漏掉目标区域。

### 3 角度测算

角度测算采用三角函数的方法进行。从立体几何的知识可知,一个圆偏转之后,正面的投影会形成一个椭圆。设该椭圆的长轴长为  $r$ ,即圆的半径;短轴长为  $r'$ ,则圆的偏角为

$$angle = \arccos(r'/r)$$

图 4 给出角度测算基本原理。

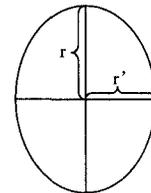


图 4 角度测算基本原理

算法主要步骤:

1. 圆环着色。为了便于计算,将圆环染成规定的颜色,以减小算法设计的复杂度。如图 5 是圆环着色的效果图。

在圆环着色的过程中,再次利用区域搜索方法,搜索出相关目标区域,并进行着色。



图 5 圆环着色效果

2. 确定型心。型心的确定是整个定位算法的关键。型心可用求平均值的方法来获得。将一层圆环的所有点横坐标相加,求平均,再将所有纵坐标相相加求平均,即得到型心的坐标。因为有 6 个圆环可以利用,所以可以求 6 个圆的型心。6 个圆共型心,因此再对求得的 6 个型心求平均值,求得比较准确

的型心坐标。

3. 确定长短轴。型心确定后,长轴即是边缘点到型心的距离。边缘点的确定与圆环着色有关。要确定一个点是否是一个圆环的边界点,只需判断:1)这个点是否是某一层的点的像素值;2)这个点的8向点中,是否存在一个点,是其外层圆的像素值。求得一个边缘的长轴和短轴之值后,可求得一个角度,然后累加,再求平均值,以提高精度。

4. 计算偏角。偏角计算的公式为:

$$angle = \arccos(ShotAxe/LongAxe)$$

#### 4 实验结果与对比

对采集到的2000余张图片做了测算。这些图片包含从15°到75°之间多种光照条件下的图片,其中定位准确率95.8%。由于定位失败的图片无法测算角度,表1的统计数据仅包含定位成功的图片。

表1 一些典型角度的测算结果

实际角度	测算结果	偏差
15	13.893	7.380%
30	29.164	2.79%
45	44.638	0.804%
60	60.021	0.035%

图6展示了这种差异的变化趋势。

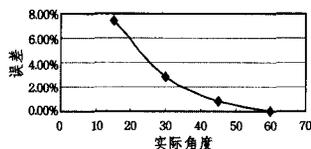


图6

从图6中可以看出,随着实际角度的增大,误差越来越小;但是角度越小,误差会难以接受。在实际应用中可以调整测试角度,尽可能地使用大角度进行测算,从而减小误差。

另外从性能上进行分析。该算法的时间主要消耗在区域分割与染色上。由于每个像素均会有一次 visit 操作,因此时

间复杂度为  $O(n)$ 。

表2展示了不同像素(有效圆环部分)的图片时间消耗的情况。

表2 不同像素图片测算时间消耗

图片圆环像素	时间消耗(ms)
129684	396.8
148919	454.5
159301	485.7
386522	1167.4
456695	1377.9

结束语 本文所描述的角度计算方法,具有简单易行、成本低廉、测算比较准确的特点。以计算机图形的方法进行角度测算,是一种新的思路。在角度接近0°的时候,精度下降严重,原因是角度测算采用了三角函数,三角函数固有的斜率变化决定了测算的准确性。因此改进测算的方法以及计算模型是提高精度的有效途径。

#### 参考文献

[1] 鲁珂,赵继东,叶娅兰,等.一种用于图像检索的新型半监督学习算法[J].电子科技大学学报,2005,34(5):669-671

[2] Coetzee C,Botha C,Weber D. PC Based Number Plate Recognition System[J]. IEEE,1998:605-610

[3] 王晓雪,苏杏丽.数字图像处理在车牌识别中的应用[J].自动化仪表,2010(7):22-25,28

[4] 潘振赣,龚声蓉.浅谈数字图像处理技术的基本原理[J].电脑知识与技术,2010(6):1452-1453

[5] Setchell C J. Applications of computer vision to road-traffic monitoring[D]. England: University of Bristol, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronic Engineering, 1997

[6] 曹刚,游志胜,赵树龙.基于小波隐马尔可夫树模型的车牌定位[J].电子科技大学学报,2004,33(5):515-518

[7] 梁枫,王平.基于角点特征的高精度图像配准算法[J].重庆理工大学学报:自然科学版,2010,24(2):87-90

(上接第265页)

[4] Guo W, Chen Y. Using non-parametric kernel to segment and smooth images simultaneously[C]//ICIP. Atlanta, GA, USA: IEEE,2006:217-220

[5] Herbulot A, Jehan B S, Barlaud M, et al. Shape gradient for image segmentation using information theory[C]//ICASSP. New York, USA: IEEE,2004,3:21-24

[6] Kim J, Fisher J W, Yezzi A, et al. A nonparametric statistical method for image segmentation using information theory and curve evolution[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2005,14(10):1486-1502

[7] Paragios N, Deriche R. Geodesic active regions; a new paradigm to deal with frame partition problems in computer vision[J]. J. Visual Commun. Image. Representation, 2002, 13(1/2):249-268

[8] Bresson X, Esedoglu S, Vandergheynst P, et al. Fast global minimization of the active contour/snake model[J]. Journal of Mathematical Imaging and Vision,2007,28(2):151-167

[9] Houhou N, Thiran J-P, Bresson X. Fast texture segmentation based on semi-local region descriptor and active contour[J]. Numer. Math. Theor. Meth. Appl., 2009,2(4):445-468

[10] Bresson X. A short guide on a fast global minimization algorithm for active contour models[OL]. <http://www.math.ucla.edu/~xbresson>,2009

[11] 杨新,李俊,杜啸晓.图像偏微分方程的原理与应用[M].上海:上海交通大学出版社,2003:80-103

[12] Paragios N, Deriche R. Geodesic active regions and level set methods for motion estimation and tracking[J]. Computer Vision and Image Understanding,2005,3:259-282

[13] 陈波,赖剑煌.用于图像分割的活动轮廓模型综述[J].中国图象图形学报,2007,12(1):11-22

[14] Weickert J, Romeny B M T H, Viergever M A. Efficient and reliable scheme for nonlinear diffusion and filtering[J]. IEEE Transactions on Image Processing,1998,7(3):398-410

[15] Casselles V, Kimmel R, Sapiro G. Geodesic active contours[C]//Proceedings of International Conference on Computer Vision. Boston, MA, USA,1995:694-699

[16] Casselles V, Kimmel R, Sapiro G. Geodesic active contours[J]. Int. Journal of Computer Vision,1997,22(1):61-79

[17] Mumford D, Shah J. Optimal approximations by piecewise smooth functions and associated variational problems[J]. Communications on Pure and Applied Mathematics,1989,42(5):577-685