

扫描图象的圆弧的定位识别算法

王金鹤 欧宗瑛

(大连理工大学 CAD 研究所,大连 116024)

夏晓东

(海信集团技术中心,青岛 266071)

摘要 提出了对扫描图象圆弧的定位算法。该算法分为两步:第一步对图象进行条块化,条块化就是把原图象的黑像素依据一定的条件合并成若干个块(或结点);第二步就是在第一步的条块化基础上,提取候选圆弧链,进而对圆弧圆心、半径、弧的起始点和终止点进行准确定位,实现对圆弧的识别处理。实验结果表明该算法的效果令人满意。

关键词 工程图纸 条块化 图象识别 ①

0 引言

近年来,计算机图象处理及识别的研究在我国受到了广泛的重视,取得了卓有成效的进展,已经逐步向实用化方向发展,但效果还不能令人满意。对工程图样进行处理和识别的首要任务是对扫描图样中的线段进行分段和识别^[1-4, 12]。常规的做法是先对图线进行细化,然后对细化线段进行分段和识别,但细化抗噪声性能交叉差,而且若对整张图象进行细化处理,处理的工作量也很大。利用结构对工程图纸进行处理和识别^[5-10]部分地克服了上述缺点,且效果较好。本文提出了对扫描图象圆弧的定位识别算法,该算法利用 TBAG 结构实现了对圆弧的定位识别,且具有方法新颖、简洁、速度快和抗噪性能好等优点,该算法利用文献[11]介绍的梯形象素域(TBAG)结构对图象进行条块化,把原图象转化为由梯形象素域表示的 TBAG 结构图。图象的条块化算法见文献[11],这里从略。

1 候选圆弧链表的生成条件

通过文献[11]叙述的算法,原扫描图象已转变为由梯形象素域构成的条块图。该条块图实际上就是包含若干结点(梯形象素域)的有向图(该有向图

由链表来表示)。要识别圆弧,首先要确定构成圆弧的候选链表,候选圆弧链表中的结点应满足以下链表生成条件:

(1) 候选结点之间应是连通的,即它们之间应有通路;

(2) 结点的高度($p_2 \cdot y - p_1 \cdot y$)大于 4, 结点块的长度小于 E ;

(3) 结点的上下邻域个数均小于 2;

(4) 设链中依次相连的结点之间的夹角分别为 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$, 相连的结点左(或右)边线(如文中图 4, 左边线为 P_1P_2 , 右边线为 P_3P_4)之间的夹角分别为 $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ (其中 n 为结点个数), 则应满足

$$|\alpha_i - \alpha_1| < A \text{ 且 } \alpha_i \neq 90^\circ$$

$$(i = 2, 3, 4, \dots, n)$$

和

$$|\beta_k - \alpha_k| < B \text{ 且 } \beta_k \neq 90^\circ,$$

$$\alpha_k \neq 90^\circ (k = 1, 2, 3, 4, \dots, n)$$

其中 A, B, E 为阈值(本文所叙阈值,程序根据所处理的不同线宽范围自动给出不同的值)。

2 圆弧的定位识别算法

圆弧定位识别算法的过程大致可分为 3 步:首先确定条块图链表的候选圆弧结点(即梯形域)链

① 收稿日期:1998-11-17; 收到修改稿日期:1998-12-29

表;其次根据候选链表及表中结点的邻接属性确定圆(弧)的起始点;最后根据候选结点定位及重构圆(弧)。

2.1 圆弧定位识别算法

圆弧定位识别算法的算法思想是:假设条块图链表共有 M 个结点,本算法以结点的生成顺序遍历条块图中的各个结点。算法为:

第一步:处理条块图链表的第一个结点 Q ;

第二步:若 Q 满足链表生成条件(2),调用链表生成模块 Link_Generation(Q);若该模块返回的链表的结点个数大于阈值 M (这里阈值 M 为4),把表头 Q 加入表头数组 Head(Head 为存放各个候选圆弧结点链表表头的数组);

第三步:处理条块图链表结点 Q 的下一个结点。若该结点不空,把它赋给 Q ,转第二步;

第四步:根据表头数组 Head 中的各个候选圆弧结点链表表头 Q_i ,分别调用圆弧定位与识别模块 Circle_Generation(Q_i);从而生成各个圆或弧。结束。

2.2 几个基本模块

在下面将要介绍的圆弧定位识别算法中,调用了链表生成模块、圆弧定位与识别模块等模块,本节将分别介绍。

2.2.1 链表生成模块

链表生成模块 Link_Generation(Q),参数 Q 表示条块图链表某结点,该模块的功能为:

输入:条块图链表某结点。

输出:候选圆弧结点链表。

该模块的算法思想为:根据输入的条块图链表

某结点,从这个结点出发,按照链表生成条件查找以此结点为出发点的候选圆弧链。具体算法如下:

第一步:把 Q 加入链表,以 Q 为起始结点,分别遍历 Q 的下邻域,不妨设正在遍历的 Q 的下邻域为 T ,若 T 满足链表生成条件第(2)、(3),求 T 与 Q 的夹角 θ ,若 $\theta \neq 90^\circ$,转第二步;否则,说明 T 或为“平块”或为交叉块,遍历 Q 的下一个下邻域,若遍历完所有 Q 的下邻域结点,转第五步。

第二步:把 T 赋给 Q ,仿第一步,分别遍历 Q 的下邻域,不妨设正在遍历的 Q 的下邻域为 T ,若 T 满足链表生成条件(2)、(3),求 T 与 Q 的夹角 α ,若 $\alpha \neq 90^\circ$,转第四步。若遍历完所有 Q 的下邻域结点,转第五步。

第三步:把 T 赋给 Q ,仿第一步,分别遍历 Q 的上邻域,不妨设正在遍历的 Q 的上邻域为 T ,若 T 满足链表生成条件(2)、(3),求 T 与 Q 的夹角 α ,若 $\alpha \neq 90^\circ$,转第四步;否则,若遍历完所有结点,转第五步。

第四步:若 $|\theta - \alpha| < A$ (A 为阈值,在图1中 A 等于3.5),把 T 加入候选圆弧结点链表,若 T 的上邻域个数大于等于2,且 T 的下邻域个数小于等于1,转第三步;否则,转第二步。

第五步:结束。

在上面的算法中,前三步各包含一个循环。通过该算法,产生了一条或多条候选圆弧结点链表,假设共有 N 条候选圆弧结点链表,通过提取表头数组 Head 中的各个候选圆弧结点链表表头 Q_i ($i=1, 2, 3, \dots, N$),我们可以由圆弧定位与识别模块分别定位各个圆弧,进而对其进行识别处理。

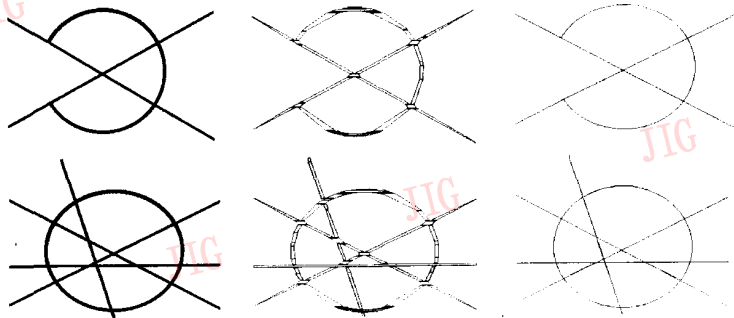


图1 左为原图,中为执行条块化算法后的条块图,右为识别结果

2.2.2 圆弧定位与识别模块

圆弧定位与识别模块 Circle_Generation(R), 参数 R 表示某候选圆弧结点链表表头。该函数的功能为:

输入: 某候选圆弧结点链表表头 R 。

输出: 经判断、定位、识别后的单个圆或一段弧。

圆弧定位与识别模块的算法思想如下:

首先, 确定该圆弧的起始点和终止点。若所确定的起始点和终止点相同, 则圆弧为一封闭的圆, 否

则, 为一段弧。要判断圆弧是否为一个圆很简单, 即判断以 R 为表头的链表的表尾若与 R 相同, 则该圆弧为一封闭的圆, 否则, 为一段弧。很显然, 圆弧的起始点应在表头 R 中, 终止点应在表尾中。对于圆, 起始点和终止点相同, 它的具体值待确定了圆的圆心和半径后再处理。对于弧, 应首先粗略计算起始点和终止点, 等确定了弧心和半径后再做调整。粗略估计起始点和终止点的方法是以其所在块的中点来代替起始点或终止点, 如图 2(b) 的“ x ”所示。

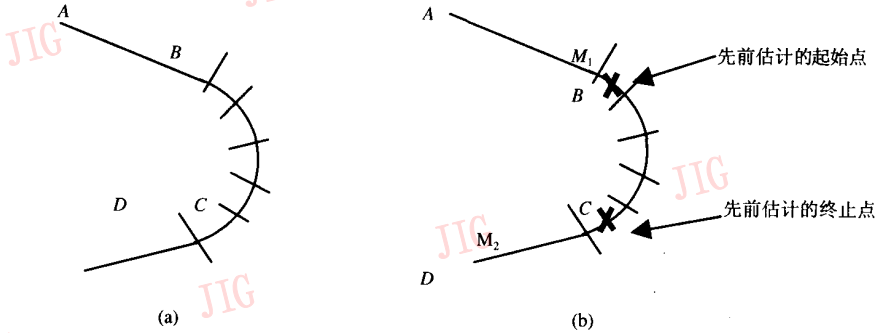


图 2 计算弧的起始点和终止点的示意图

其次, 对圆(弧)定位, 确定圆(弧)心和半径。根据不在一直线上的三点定圆的规则, 从链表表头开始, 每相邻两个结点可确定不共线三点, 从而可确定

一个圆, 以此三点求出此圆的圆心(见图 3); 按此方法计算, 直至链表表尾。假设求出的圆心为 P_1, P_2, \dots, P_m (见图 4), 则圆弧的圆(弧)心 P 为:

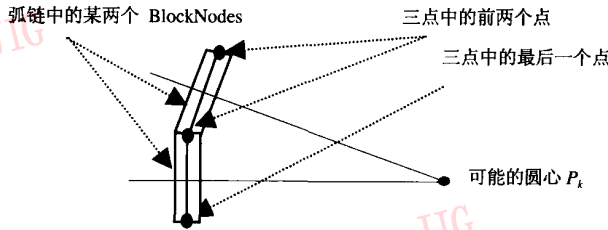


图 3 圆心的确定示意图

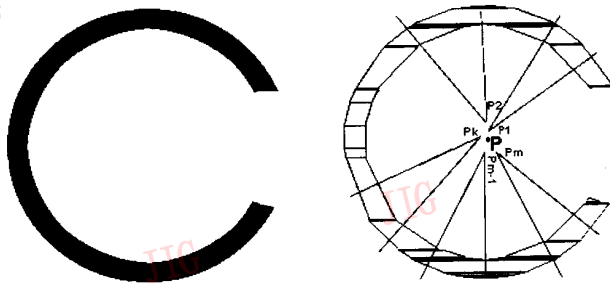


图 4 左为原图, 右为对 a 条块化后, 确定圆(弧)心的示意图

$$P.x = \left[\sum_{k=1}^m P_k.x \right] / m$$

$$P.y = \left[\sum_{k=1}^m P_k.y \right] / m$$

计算出圆(弧)心后,圆弧的半径的计算就很简单:利用计算圆心所用的所有点列,逐一求出这些点列和圆(弧)心 P 的距离,假设这些距离为 R_1, R_2, \dots, R_n , 则圆弧的半径 R 为:

$$R = \left[\sum_{i=1}^n R_i \right] / n$$

最后,对圆弧进行识别处理。若所考虑的圆弧是圆,且此圆与某线相切,起始点一般是切点,处理工作基本结束;若所考虑的圆弧是弧,则精确计算弧的起始点和终止点的方法应根据不同的情况区别处理。图 2(a)说明了一种可能情况:线段(结点) A 和线段(结点) D 与弧 BC 相切,结点 B 和结点 C 分别为链的表头和表尾,此时应求出线段 A 和所求弧所在圆的切点 M_1 , 将此切点 M_1 作为弧的起始点。同样可求出弧的终止点 M_2 。如图 2(b)所示。这样由 M_1, M_2 和两个先前估计的起始点和终止点(图中标有“X”的两个点)可确定弧的走向,于是由弧心和半径所确定的弧可完整地识别出来。若线段(结点) A 和线段(结点) D 与弧 BC 所得到的交点不止一个(可能是由于误差原因,或者是线段 A 不与弧相切),如图 5 所示,交点为 E, F , 则取 E, F 的中点 Q , 过 Q 作 EF 的垂线交弧 BC 于 P 点,若 $|PQ| < L_d$

(L_d 为阈值),则说明线段 A 与弧相切,此时,求 P 与先前估计的起始点(图中标有“X”的点)的垂直平分线 MN 交弧 BC 于 M_1 点(见图 5),点 M_1 即为所求的起始点。弧的终止点 M_2 用相类似的方法求出。于是由 M_1, M_2 和两个先前估计的起始点和终止点(图中标有“X”的两个点)可确定弧的走向和圆心角的大小,由弧心和半径所确定的弧可完整地识别出来。

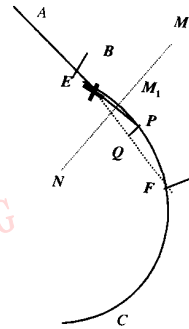


图 5 求弧的起始点示意图

3 结 论

本文提出了扫描图象圆弧的定位识别算法,该算法具有算法简单、速度快、误差小等优点,对原图的逼近效果很好。上述算法在 Pentium II 微机上,用 $BC + 5.0$ 编程实现。结果如图 1(c)、图 6(c)所示。

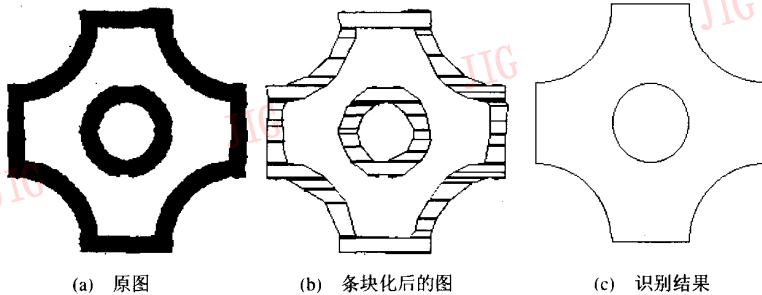


图 6

参 考 文 献

- 1 Pavlidis T. Algorithms for graphics and image processing. Rockville. Computer Science Press, 1982.
- 2 Nacoche N J, Singhal. SPTA: A proposed algorithm for thinning binary

- patterns. IEEE Trans Syst Man Cybernet, 1984, 14(3):409~418.
- 3 张树生等. 机械工程图的智能输入与识别研究,西北工业大学学报,1995,13(2):217~221.
- 4 Joseph S H, Pridmore T P. Knowledge-directed interpretation of mechanical engineering drawings. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1992,14(9):928~941.
- 5 Noshir A Langrama, Yuan Chen, Atish K Das. Feature identification

- from vectotized mechanical drawings. *Computer Vision and Image Understanding*, 1997, 68(2):127 ~ 145.
- 6 Pavlidis T. A vectorizer and feature extractor for document recognition. *Computer Vision Graphics and Image processing*, 1986, 35:111 ~ 127.
 - 7 Bley H. Segmentation and preprocessing of electrical schematics using picture graphs. *Computer Vision Graphics and Image Processing*, 1994, 28:271 ~ 288.
 - 8 Jenn-Yih Lin, Zen Chen. A Chinese-character thinning algorithm based on global features and contour information. *Pattern Recognition*, 1995, 28(4):493 ~ 512.
 - 9 李 宾, 谭建荣, 彭群生. 一个基于扫描串的统一整体矢量化算法. *软件学报*, 1998, 9(6):426 ~ 431.
 - 10 周 辉. 扫描工程图纸识别输入处理与联机手绘图形输入技术研究[学位论文]. 大连:大连理工大学, 1998.
 - 11 王金鹤等. 工程扫描图象的直线整体识别算法. *中国图象图形学报*, 1998, 3(11):912 ~ 917.
 - 12 郭丙炎等. 工程图纸扫描输入后的智能识别方法. *中国机械工程*, 1992, 3(6):5 ~ 7.



王金鹤 1993年毕业于吉林工业大学,获硕士学位,现在大连理工大学攻读博士学位。主要研究方向为计算机图形图象处理及识别、网络数据库等。



夏晓东 高级工程师,海信集团副总裁。主要研究方向为计算机软件,计算机应用等。

欧宗瑛 教授,博士生导师,大连理工大学 CAD 研究所所长。主要研究方向为图形图象处理、智能 CAD 及人工智能等。

An Algorithm for Circular Arcs Recognition in Scanned Drawings

Wang Jinhe, Ou Zongying

(CG & CAD Center, Dalian University of Technology, Dalian 116024)

Xia Xiaodong

(Hisense Engineering Institute, Qingdao 266071)

Abstract A new approach for the location of circular arcs in scanned drawings is proposed in this paper. It includes two main procedures: raster-to-block procedure and circular arc recognition procedure. In the raster-to-block procedure, the drawing image is split up into primary components (blocks) which are composed of connected black pixels. Based on the blocks, several candidate circle (arc) links are generated and the circular arcs' centers, radius, starting points and end points are estimated in the circular arc recognition procedure.

Keywords Engineering drawing, Raster-to-block, Image recognition