

# 工程图扫描图象中交叉区域识别处理方法的研究

王金鹤 欧宗瑛

夏晓东

(大连理工大学 CAD 研究所, 大连 116024) (海信集团技术中心, 青岛 266071)

**摘要** 利用工程图样扫描图象的整体形状特性及图面内容关联性的特点, 深入分析了基于条块图的结点的形态结构, 阐述了扫描图象线条交叉区域的识别处理方法。

**关键词** 二值图象 条块化 图象识别

## 0 引言

工程图扫描图象的线条交叉区域是图象识别处理的关键区域, 对此区域的识别处理是整个识别过程的重要环节, 目前已出现许多有效算法<sup>[1-4]</sup>, 如轮廓匹配算法<sup>[3]</sup>和正交方向搜索法<sup>[4]</sup>等算法。这些算法对扫描图象进行了有效的识别处理, 但在处理交叉区域时, 算法本身较复杂, 计算量也很大, 从而影响了处理速度。本文分析了工程图扫描图象线条交叉区域的形状特性及其形态结构, 提出了自己的处理策略。

## 1 几个典型图象识别处理算法

### 1.1 轮廓匹配法

轮廓匹配法就是依据图象的轮廓对原图象进行识别的方法, 下面以文献<sup>[3]</sup>为例说明该算法所采取的步骤(见图1):

#### 1.1.1 算法步骤

- (1) 抽取图象轮廓。
- (2) 匹配轮廓对, 并对其进行数字化描述。
- (3) 基于轮廓对提取骨架(如图1(c))。
- (4) 创建轮廓邻接图 CAG (Contour Adjacent Graph) 和轮廓关系图 CRG (Contour Relation Graph)。
- (5) 根据 CAG 和 CRG 搜索轮廓对, 判别交叉点, 连接骨架。

#### 1.1.2 交叉区域的处理

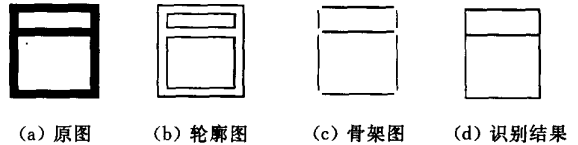


图1

此算法对主体骨架提取以后, 需要单独处理交叉区域。图1(c)是该算法提取出的骨架, 此时所有交叉区域都没有被识别出来, 算法的第4步和第5步完成了对交叉区域的识别, 此时对图面每个交叉区域(即交叉处), 算法要反复搜索 CAG 和 CRG, 查找关联轮廓对和已识别出的相应匹配骨架段, 以便完成线段的连接, 计算量很大。最后, 还需要对已识别出的骨架线段(图1(c))逐一修改。这种方法的优点是对交叉点的处理效果不错, 缺点是必须对整张图的交叉区域单独处理, 搜索计算量大, 同时对于噪声图象, 噪声也会影响轮廓对的提取, 从而也就影响整个图象的识别效果。

### 1.2 正交方向搜索法(OZZ)

该算法(见文献<sup>[4]</sup>)首先对整张图进行搜索并提取出矢量段, 然后分析提取出的矢量段, 最后重构图形。该算法的优点是不经细化, 将搜索范围集中于黑象素域, 从单象素的判别转为对区域的搜索。但此方法不适合图形的细线和细微结构的识别处理, 特别在线条交叉处区域的判断算法复杂, 需频繁更改搜索步长, 在搜索过程中需要设定许多不容易确定的经验性阈值, 从而也就限制了应用范围(如图2所示)。

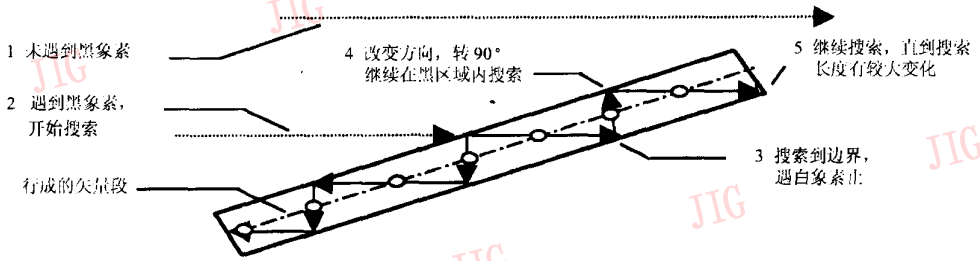


图2 OZZ 搜索方法示意图

## 2 图象的转化及结点的形态分析

### 2.1 基本概念

(1) 梯形象素域: 梯形象素域为封闭的梯形状四边形象连续黑区域, 区域内不含空洞, 如图3所示。它的特殊情况是一个点或一条线如图3中, 当  $p_1$ 、 $p_2$ 、 $p_3$ 、 $p_4$  相等时, 梯形域退化成一个点, 此时, 其长、宽、高均为1。为了方便, 有时也称象素域为象素块。

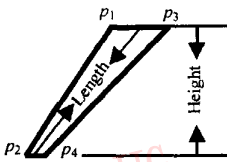


图3 梯形域示意图

(2) 条块图: 把整个图象经处理转化为由梯形象素域结构组成的图结构称为条块图。

(3) 图象条块化: 把图象进行处理形成条块图的过程称为条块化。

(4) 度: 条块图中结点的上、下邻结点的个数。结点的上邻结点个数称为该结点的上度, 结点的下邻结点个数称为该结点的下度。

### 2.2 图象的转化

图象的转化, 即图象的条块化, 就是把原图象转化为由梯形象素域为结点, 以梯形象素域的邻接关系为边组成的图结构。图象转化的过程就是转化图象为图结构的过程, 如图4所示, 其中图(a)为原图; (b)为图象执行条块化算法后, 转化形成的9个梯形象素域, 数据量大大减少(以域生成的先后顺序依次命名各结点为1, 2, 3, ..., 9); (c)为象素域组成的图结构。图象的条块化的具体算法从略, 见文献[5]。

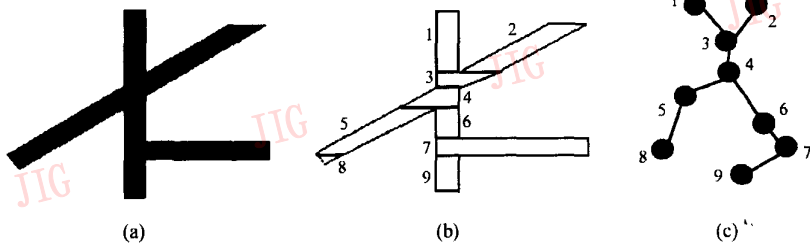


图4

### 2.3 结点的形态分析

根据梯形象素域自身的形态信息, 可以看出, 象素域自身有长(length)、宽和高(height)等几何形态信息, 如图3所示。根据这些形态信息及其上、下结点的形状特性, 在结点的存储结构中增设形态特征属性并以此把各个象素域分为4类: 横、竖、斜和交叉类等。例如, 图4的9个象素域, 初步归类情况

为: 结点1、结点6、结点9为竖向类; 结点2、结点5为斜向类; 结点7为横向类; 结点3、结点4、结点8为交叉类, 虽然结点8不属于交叉块, 为了方便, 也把它归为交叉类, 只是对于此类型的块, 不设置其交叉属性。交叉属性是结点存储结构中的一个属性域, 它包括左交叉属性、内交叉属性和右交叉属性。内交叉属性适用于交叉类和横向类的块, 左、右交叉属性仅适用于横向块。程序对竖向块和斜向块不设置交

叉属性域。交叉属性的设置是为了便于处理位于交叉区的结点。

对于初步归类的各个结点,根据该结点在图结构中的上、下连接关系,判断该结点是否属于交叉区域。如图4的结点3和结点4两个结点初步被分到了交叉类。但结点3和结点4的上、下度的和均大于2,且此两结点邻接,据此可初步判定该结点可能处于交叉区,再根据此两结点的具体形状特性,应判断结点3和结点4为交叉结点,此时程序把结点3和结点4的交叉属性域“置位”。从图4原图直观上看,结点6、结点7、结点9之间应有交叉点,但结点7的上下度均为1,又结点7为横向块,且结点6和结点9位于结点7的左侧,于是把结点7的左交叉属性域“置位”。

转化图象形成本文叙述的条块图后,根据此条块图的结构特点,简单的交叉点由类似图4的结点3和结点4等结点形成,有时没有相应的结点来表示交叉点,如图4结点6、结点7和结点9构成的交叉区域即属于此类情况。复杂的交叉点有时要由几个结点来表示。对于不同的情况,下面将分别给以较为详细的叙述。

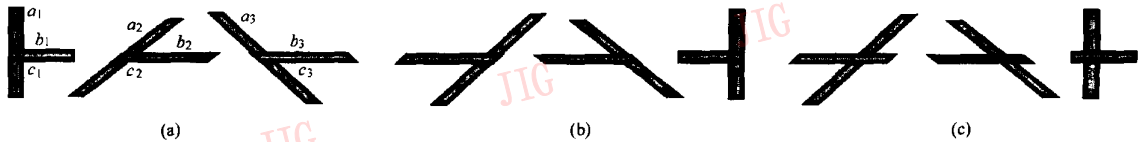


图5 块交叉示意图

(2)横向块的上(下)邻域为竖向块(或斜向块),无下(上)邻域。若横向块的左(右)端点与竖向块(或斜向块)的中轴线的距离小于竖向块(或斜向块)的平均线宽的一半,设置该横向块的左(右)交叉属性域。否则,设置该横向块的内交叉属性域。

其中,块的中轴线是指  $p_1p_3$  中点与  $p_2p_4$  中点的连线,横向块的左(右)端点是指  $p_1p_2$  ( $p_3p_4$ ) 的中点 ( $p_1, p_2, p_3, p_4$  为块的4个点,见图3)。同一个横向块,可以设置其左、右、内交叉属性域的一种或几种。

### 3.1.2 交叉块交叉属性的设置

由2.3节可知,位于交叉区域的交叉块(如图4的块3和块4)一般都大致具有如图6所示的形状,即块的纵横比不大于2。若交叉块的上或下邻域的个数不小于2,则设置此交叉块的内交叉属性域。否则,若交叉块的上、下邻域均不大于1,则此块不在交叉区域,不设置其交叉属性域(如图4的块8)。



图6 交叉块的形状示意图

## 3 交叉区域的识别处理方法

条块图形成后,要对结点的某些属性域“置位”,或者说设置结点的某些属性域。设置了结点的属性域后,就可以对交叉区域进行识别处理。

### 3.1 结点交叉属性的设置

结点的交叉属性包括结点的左交叉属性、内交叉属性、右交叉属性等。左、右交叉属性是针对横向块而设置的。下面针对结点的交叉属性的设置进行简要说明。

#### 3.1.1 横向块交叉属性的设置

设置原则为:

(1)横向块的上、下邻域均为竖向块(或斜向块),且横向块的左(右)端点与竖向块(或斜向块)的中轴线的距离小于竖向块(或斜向块)线宽和的平均值的一半,设置该横向块的左(右)交叉属性域(见图5(a)或(b));否则设置该横向块的内交叉属性域(见图5(c))。

### 3.2 直线生成判定定理及交叉区域的识别处理

交叉区域识别处理算法融合在整个直线识别算法中(见文献[5]),直线的识别算法的识别顺序为竖向块、斜向块和横向块。本节将全面讨论交叉区域的识别处理方法,其中包含一个用于交叉区识别处理的直线生成判定定理。

#### 3.2.1 直线生成判定定理

**定理** 对于不直接相邻接的两个或多个竖向块(或斜向块),若沿它们自身的方向(基本)共线,可依次穿过它们中间的相邻接的设置了交叉属性的交叉块或横向块,沿首尾块生成直线。

这里,两个块“不直接相邻接”是指通过位于自

身方向上的第3块能够互相邻接,多个块“不直接相邻接”是指通过位于自身方向上的其他块能够互相邻接。限于篇幅,本定理的证明从略。根据此定理,下节说明通过动态修改相关梯形块点的坐标、通过此块的直线及块的属性识别处理交叉区域的基本方法和思路。

### 3.2.2 斜线与竖线的交叉

图7是斜线与竖线交叉的情况。下面仅以(a)、(d)两种情况进行讨论,其他情况类似。

(1)对于图7(a),因块1的下邻域块3也是块4的上邻域,块1和块4都为竖向块,交叉块块3设置了内交叉属性,于是由直线生成判定定理,块1和块4组成一条竖线 $L_1$ (过交叉块3),斜块2生成

一条孤立候选斜线 $L_2$ ,求 $L_1$ 和 $L_2$ 交点 $P$ ,若交点 $P$ 落在块3内,修改候选直线 $L_2$ 使之以 $P$ 作为直线的的一个端点。

(2)对于图7(d),交叉块4和交叉块5既在块2和块7之间也在块3和块6之间,也在块1和块8之间,且设置了内交叉属性,由直线生成判定定理,块2和块7组成一条直线 $L_1$ (过两交叉块),块1和块8组成一条候选直线 $L_2$ (过两交叉块),块3和块6组成一条候选直线 $L_3$ (过两交叉块),分别求 $L_2$ 、 $L_3$ 与 $L_1$ 的交点 $P_1$ 和 $P_2$ 。若 $P_1$ 和 $P_2$ 在块4和块5所包含的区域内,求 $P_1P_2$ 的中点 $P$ ,平易和修改 $L_2$ 和 $L_3$ ,使 $L_2$ 和 $L_3$ 的起点纵坐标不变,斜率不变,并通过 $P$ 点。

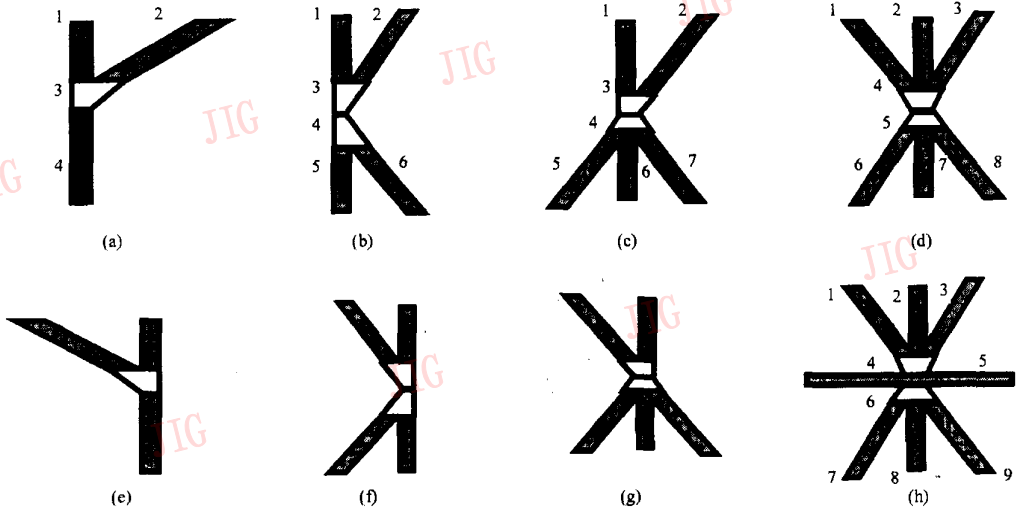


图7 块交叉示意图

### 3.2.3 竖、斜线与横线的交叉

图5和图7(f)是竖、斜线与横线交叉的情况。下面仅以图7(f)的情况进行讨论。

对于图7(f),检测交叉块4和交叉块6的交叉属性,此时,两个交叉块都设置了内交叉属性,又块4和块6之间为横向块5,块5设置了内交叉属性,此时,由直线生成判定定理,竖向块2、块8生成了直线 $L_2$ (通过设置了交叉属性的块4、6、5),同样,斜向块3、块7生成了直线 $L_3$ ,斜向块1、块9生成了直线 $L_4$ ,横向块5自身生成一条孤立候选直线 $L_1$ 。设 $L_3$ 、 $L_4$ 、 $L_1$ 与 $L_2$ 分别交于 $P_1$ 、 $P_2$ 和 $P_3$ ,求 $P_1P_2$ 的中点 $P'$ 。设 $P'P_3$ 的中点为 $P$ ,若 $P$ 位于交叉块4和块6包围的范围内,因横向块5的上、下某邻域分别是设置了内交叉属性的交叉块,且横向块5具备内交叉属性,于是上下平易 $L_1$ 使 $L_1$ 通过 $P$ 点,分别平

易 $L_3$ 、 $L_4$ (保持起点纵坐标不变)使其通过 $P$ 点(见图8,其中(a)为原图;(b)为对(a)执行条块化算法后转化形成的梯形象素域;(c)为处理结果)。

把上述列出的所有交叉情形混合组合在一起,构成了直线交叉的一般情况,根据上述的处理方法和处理思想,不难处理直线交叉的一般情况,交叉区域的各种情形已在程序中通过选择、迭代、循环、化整体为局部、融局部于整体等手段解决。试验结果表明,以上识别算法效果明显,且失真度较小。另外,从上述算法的描述过程可以看出,该算法还能纠正原图中某些线条的失真,如图9所示,其中(a)为原图,直线 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 没有交于同一点;(b)为图象执行条块化算法后,转化后形成9个梯形象素域(其中与横向块邻接的两个域均退化为单线);(c)为识别结果,纠正了原图的不合理信息。

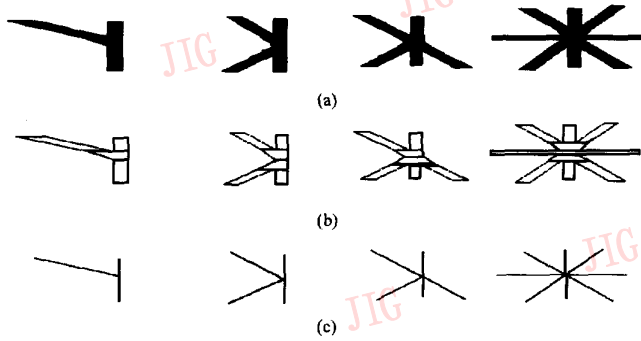


图 8

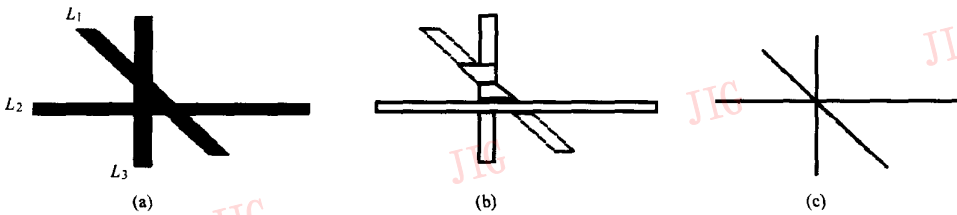


图 9

### 4 结 论

本文详细阐述了扫描图象直线交叉区域的识别处理方法,与文献[3]、[4]等相应算法相比,具有计算量小、速度快等优点,由于本算法是在基于图结构的条块化基础上设计与实现的,因此比文献[3]、[4]有更强的抗噪声能力。上述算法在 Pentium II 微机 上,用 BC++5.01 编程实现,效果基本令人满意。

### 参 考 文 献

- 1 Hui Y, Smith M R. Comment on data truncation artifact Reduction in MR imaging using a multilayer neural network. IEEE Med Imag, 1995, 14(2):409~412.
- 2 Lu S W, Xu H. Texture image segmentation using autoregressive model and artificial neural network. Pattern Recognition,

- 1995, 28(12): 1807~1817.
- 3 Han C-C, Fan K-C. Skelelon generation of engineering drawings via contour marching. Pattern Recognition, 1994, 27(2): 261~275.
- 4 Dov Dori, Yubin Liang, Joseph Dowell, Ian Chai. Sparse-pixel recognition of primitives in engineering drawings. Machine Vision and Applications, 1993, 6:69~82.
- 5 王金鹤,欧宗瑛,夏晓东.工程图扫描图象的直线整体识别方法,中国图象图形学报,1998,3(11):912~917.



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



**王金鹤** 博士研究生,1993 年于吉林工业大学获硕士学位,目前在大连理工大学攻读博士学位。主要研究方向计算机图形图象处理及识别,多媒体数据库等。



**夏晓东** 高级工程师,海信集团副总裁,兼海信集团技术中心主任。主要研究方向计算机软件,计算机应用等。

## Methods for Crossing Area Recognition in Scanned Engineering Drawings

Wang Jinhe, Ou Zongying

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

Xia Xiaodong

(Hisense Engineering Institute, Qingdao 266071)

**Abstract** Based on the topological and adjacent properties of graph, shape configuration of nodes generated by adaptive raster-to-block procedure is analyzed in detail and a new approach for recognition of crossing area in scanned engineering drawings is proposed in this paper.

**Keywords** Binary image, Raster-to-block, Image recognition

### Fujitsu 公司在其基于 Windows NT 的工作站选用 益世公司的 Lightning1200™ 图形产品

益世公司日前宣布,该公司的 Lightning1200 图形板将被日本 Windows NT 工作站主要生产商 Fujitsu 公司应用在其 FMV-PRO 系列(英特尔架构)的工作站产品线。益世公司的 Lightning1200 图形板不仅价格低,而且有完整的性能配置,能为在扩展中的专业中等计算机辅助设计(CAD)和三维动画制作应用提供强大的 OpenGL 加速功能。

Fujitsu 公司有关人员说:“益世公司交付的这种全性能、高水平的 Lightning1200 图形卡在价格上极具竞争力,Fujitsu 现在可以将其市场扩展到大部分工程设计领域。在迅速发展的中等计算机辅助设计(MCAD)领域,该图形卡的性价比非常好。但是,对我们而言同样重要的还有产品质量、对市场的了解以及生产该产品公司的信誉。”

益世公司的 Lightning1200 图形卡曾与 Intel 的 Pentium III 和 Pentium III Xeon 处理器进行过优化组合。在英特尔发布新处理器的前 18 个月中,益世公司就已经与英特尔公司合作,从而使益世公司在英特尔公司宣布推出奔腾 III 的同时,也宣布推出其 DYNAMICgeometry 驱动程序支持奔腾 III 处理器的 SIMD 指令集。这些驱动器向 Lightning1200 图形卡提供可以同当今市场上许多基于硬件构架的产品相媲美的功能。

Lightning1200 图形板基于益世公司全新的 REALimage1200 芯片,该芯片保留了 REALImage 技术的关键特性和功能,如全速抗混叠和透明、双线性纹理、特征位、重复占位、全屏 1280×1024 分辨率。与其它图形板厂家所采取的解决方案不同,益世公司的 Lightning1200 图形板在全部图形特性同时工作时,确保性能不降低。Lightning1200 每秒处理 330 万个三角,每秒支持持续纹理像素填充率为 70M 像素。

益世公司部门经理 Jeffery Dunn 说:“这是 Fujitsu 公司第一次购买益世公司的图形卡产品,这表明我们图形产品部在设计上的成功。我们很高兴同日本工作站市场的佼佼者开始新的合作关系。我们已经同该领域几乎所有的 OEM 有着合作关系,Fujitsu 公司的加入一直是我们的一个重要目标”。

Fujitsu 公司是全球信息产品和解决方案的领先供应商。Fujitsu 公司成立于 1935 年,以制造电话部件起家。到 1998 年 3 月 31 日为止,Fujitsu 集团聚集了 \$377 亿的资金。连同 Amdahl 公司、ICL PLC 在内,Fujitsu 公司拥有五百家集团公司,也是世界上最大的电脑、信息系统、电讯、半导体和软件产品供应商之一。Fujitsu 集团有 180,000 多名员工,公司遍及 100 多个国家。

益世公司研制和生产的软、硬件能够生成极逼真的三维虚拟世界,其视景系统和图形产品不仅被广泛应用于民航、军事和民用训练中,而且也应用于数字演播、微机图形处理、娱乐和教育领域中。益世公司成立于 1968 年,其总部位于犹他州盐湖城,在世界各地设有分公司和代表处。如需了解有关益世公司及其产品的更多信息,请查讯 <http://www.es.com>。