

基于模糊分类的地图整体识别方法^{*}

A Global Recognition Method of Maps Based on Fuzzy Classification

刘彤宇 顾树生 王建辉

(东北大学信息科学与工程学院 沈阳110006)

Abstract This paper proposes a automatic classification and recognition method of maps. On the basis of patch structure and connected graph, the graph theory is used for the rough classification of graphics, after vectorizing the graphics, a fuzzy classification method is described for the careful classification of objects on maps. Experiment shows that the performance of the method is very good.

Keywords Map recognition, Image processing, Graph theory, Fuzzy classification

1 引言

在地理信息系统(GIS)飞速发展的今天,对地图扫描图像的识别已成为图像识别技术的重要分支。如何运用已有的图像识别技术,尽快发展地图全自动识别的理论和方法,对于我国GIS的应用和发展将发挥重要作用。在城市地图中,图形一般是具有实际地理意义的对象,因此在地图识别中,不仅要线段矢量化以便保存,而且要对各种具有实际地理意义的对象进行分类,以便修改、查找、赋予属性和进行分析,并且应把不同类的对象归入各相应图层,以尽量减少后期的工作。本文对目前城市应用极广的1:500地图进行了研究,提出了相应地图中各类地物的分类识别方法。

在城市地图中,建筑物、广场、绿地等多以闭合图形的形式出现,即面对象;而街道、河流的边缘线多以长折线的形式出现,即线对象。本文首先对图形进行粗分类,区分出面对象和线对象,然后对图形矢量化,再用模糊方法对线、面对象进行细分类,最后将分类出的各种地物归入相应图层。

2 图像数据的获取

2.1 建立图段

首先对地图图像进行逐行扫描,形成黑游程和图段^[6]。黑游程是一个扫描行中一组连续的黑像素组成的集合。黑游程

的宽度为黑游程中所含的像素的个数。图段是不分叉、不汇合,且宽度不突变的相连黑游程的集合。

2.2 去噪声处理

同时去除以下三个属性的噪声图段:(1)该图段不与其他图段相连;(2)图段高度和宽度都小于阈值;(3)图段中所含的黑像素数量小于阈值,就可以去除图像中孤立的噪声点。

3 线、面对象的分类

在图形识别算法中,先矢量化,然后再进行线段合并、拓扑分析和图形分类的方法较多。这样做有两个缺点:

(1)由于矢量化过程中,不知道当前矢量化的线属于何种图形,所以线段端点的提取不能以整个图形为依据,使得矢量化较为盲目。

(2)由于矢量化完成后,临近的线段端点被合并为各端点的位置均值,所以交叉点的定位将产生误差,并会出现闭合图形误差增加和误丢失。

因此,本文在形成图段后,采用先分类,再量化的方法。按照图论的原理,若把图段当作顶点,把图段之间的连接关系当作边,则所形成的图段数据就可以看成一个无向图G:

$$G=G(V,E) \quad V=\{v|v \text{ 为图段}\}$$

$$E=\{e|e \text{ 为图段之间的连接关系}\}$$

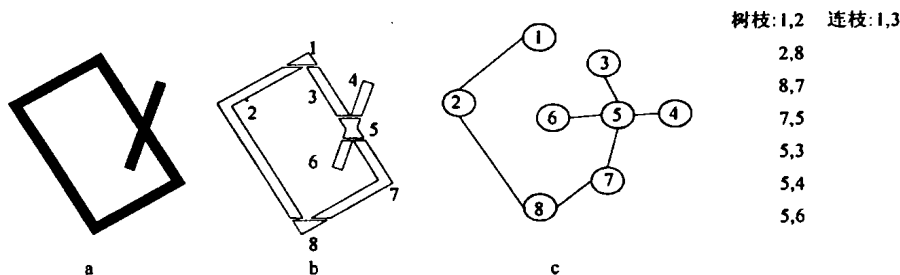


图1 图像的图段及树结构

3.1 生成连通子图

为进行图形分析,首先需要把这个无向图分割为若干个连通子图(简称子图),以对每个子图内的图形进行分析。通过图段之间的连接关系可以容易地找出各子图。得到的子图有

两种:

(1)不包含回路的子图,其特点是

$$n_e = n_v - 1$$

其中 n_v 是子图中的图段数, n_e 是子图中的图段间的连接关系

^{*} 辽宁省自然科学基金资助项目(9820100301)。刘彤宇 硕士,博士研究生,主要研究方向为图像处理、图像识别、模式识别。顾树生 教授,博士生导师,主要研究方向为工业控制、模式识别。王建辉 教授,主要研究方向为工业控制、模式识别。

数。这种子图其本身即是树。

(2) 包含回路的子图,其特点是

$$n_e > n_v - 1$$

其中回路的个数为 $n_e - n_v + 1$ 。

3.2 去除文字

计算每个子图的矩形包围盒,若其长、宽均小于设定阈值,则去除该子图,这样就去掉了扫描图像上的孤立文字和符号。

3.3 建立生成树

从图论的观点出发,树是不存在回路的连通图。无向连通图的生成树是包含该图中所有顶点的树,组成树的边为树枝,原连通图中除掉组成生成树的边以外的边叫作连枝。每一条连枝与生成树中的某些树枝确定一个基本回路。在地图扫描图像所生成的子图中,每个基本回路对应着一个闭合图形,即面对象。因此要确定面对象,必须先建立子图的生成树。也就是说要把子图转换为生成树的树枝和连枝的形式,每条枝用其连接的两个顶点(即图段)表示。建立生成树的具体步骤如下:

步1 建立第一条树枝。从子图中取第0个图段作为第一条树枝的起点,在子图中查找与其相连的第一个图段,作为第一条树枝的终点,删除这两个图段之间的连接关系,并在子图中删除这两个图段。

步2 在子图中查找与已建立各条树枝的终点相连的第一个图段,若有,转步3;若无,转步4。

步3 以该树枝终点为起点,找到的图段为终点,建立一条新树枝,删除这两个图段的连接关系,并从子图中删除新找到的图段。

步4 在子图中查找与第一条树枝的起点相连的第一个图段,以第一条树枝的起点为起点,找到的图段为终点,建立一条新树枝,删除这两个图段的连接关系,并从子图中删除新找到的图段。

步5 回步2,直到子图中没有图段为止。

生成树建立后,在生成树包含的所有图段中查找剩余的连接关系,建立各连枝。

图1中,a为扫描图像,b为图段表示,c为其生成树,该生成树由7条树枝组成,另外还产生一条连枝(1,3)。

3.4 面对象的提取

面对象的提取以图论中基本回路的确定方法为依据,即通过子图的生成树和连枝确定基本回路,即面对象。需要进行面对象提取的子图为有连枝的子图。面对象提取的具体方法如下:

步1 从连枝的两端点(图段)开始,沿树枝搜索到达第一条树枝的起点的路径。在搜索过程中,若两条路径汇合,则停止搜索。

步2 合并两条路径,即得到面对象。

步3 从树中删除搜索面对象过程中历过的树枝,剩余的树枝将用于线对象的提取。

图1中,连枝的端点1本身就是第一条树枝的起点,故路径即是1。从连枝的端点3出发,沿树枝搜索,可得到路径3-5-7-8-2-1,与另一端点出发的路径1汇合。合并两路径即得到组成面对象的图段1-2-8-7-5-3。

3.5 线对象的提取

需要进行线提取的对象有两种:一是无连枝的子图;二是有连枝的子图中,提取面对象后剩余的树枝。

提取线对象的方法为:在树枝中搜索最长的路径,用经过的图段建立线对象,并删除历过的树枝,直到删除全部树枝为止。

图1中,提取面对象后剩余的树枝(5,4)、(5,6)将被重建为线段,其中包含图段5,图段5是一个交叉点图段。注意到,在前面得到的面对象中也包含图段5。与其它矢量化方法不同,本方法在未对交叉点做任何特殊处理的情况下,实现了交叉点的自然分离,使得面对象的提取完全不影响线对象的提取,这是由于在提取面对象后,删除的是搜索历过的树枝,而非图段,这也正是用树枝和连枝来记录子图的优点。

4 图形矢量化

完成了图形粗分类后,就已知了组成每个图形的图段,并且这些图段是按照在该图形中的位置顺序排列的。处在这一顺序中的任一图段,根据其形态及对图形的贡献,可分为三种情况:

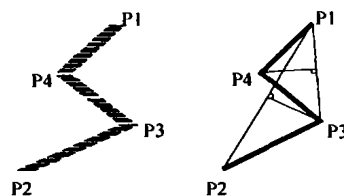


图2 用分形逐次细分法矢量化图段

(1) 若与其相邻的两个图段分别位于该图段(设其不是水平线图段)的上方和下方,则该图段在图形中的贡献为边,如图1中的图段2。对于这类图段利用分形(Fractal)逐次细分方法,提取其中的图形顶点,如图2所示。首先连接图段的首尾黑游程中心 P_1P_2 ,然后检测各黑游程中点到直线 P_1P_2 的距离,取最大者 P_3 ;再对 P_1P_3 和 P_3P_2 重做上面的检测,直到所有距离小于阈值为止,即提取出各顶点。

(2) 若与其相邻的两个图段同在该图段(设其不是水平线图段)的一侧(上方或下方),则该图段在图形中的贡献为一个顶点,该顶点的位置可由其两侧边的交线来确定,如图1中的图段1。

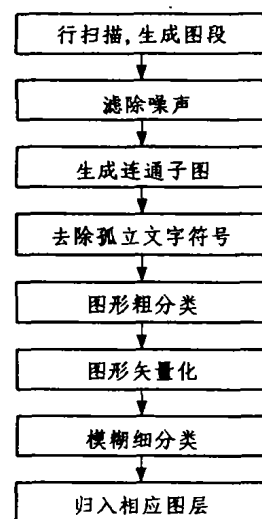


图3 分类识别过程框图

(3) 若一图段为水平线图段,则其在图形中的贡献为一条边,该边的两个端点由与其相邻的两条边与水平线的交点确

定。

先对情况(1)的图段矢量化,再用已知的边对情况(2)、(3)的图段提取顶点,即完成了一个图形的矢量化。

5 图形细分类

5.1 闭合图形细分类

矢量化后闭合图形主要有建筑物、广场和绿地。为进行分类,建立两个模糊规则如下:

面积规则 $f1 = \exp(-(S - S_k)^2)$

其中 S 为被检测的闭合图形的面积, S_k 为面积阈值,检测时分别取为建筑物面积阈值、广场面积阈值、绿地面积阈值。

直角规则 $f2 = n/m$

其中 n 为闭合图形内角中直角(或270度角)的个数, m 为闭合图形中内角的总数。

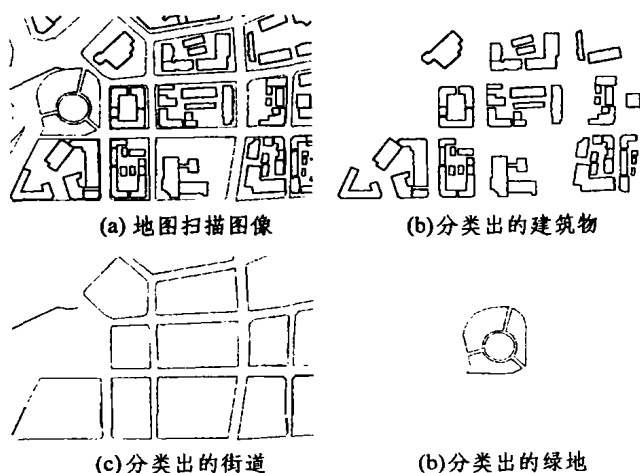


图4 识别图例

(上接第95页)

营销数据和市场信息进行提取、清理、转换,并按决策主题的需要进行重新组织后,进行统计、分析和处理,以多种形式灵活地组织成二维或多维数据分析报表,以及各种可以旋转的三维图形,如饼图、直方图、曲线图等,提供经营管理预测信息,为商家的决策者及时掌握经营管理的真实动态,做出科学决策,防范和化解经营风险提供多方位、多层次、多视觉的信息服务和重要的数据依据。商业智能决策支持系统,一方面要提供合理、安全的存储方式;另一方面,也要提供单一的数据结构,为完全和客户端用户的安装和维护提供便利,同时易于管理者钻取数据,旋转和切片等。

采用数据挖掘技术是当前解决企业在经营管理和决策活动中遇到的数据泛滥而信息贫乏的一种比较有效的解决方案^[1,2]。商业企业有大量的经营数据,在整个决策支持过程中,决策者必须对大量的经营数据和市场信息进行分析处理,通过采用统计、神经网络、机器学习、遗传算法、近似推理等方法,发现有用的知识;并能对各种问题快速地做出响应,提供决策知识信息,或者提供给领域专家,修正专家已有的知识体系。

建立商业智能决策支持系统,必须确保良好的安全性,安全性主要包括两个方面的内容:物理安全和逻辑安全。物理安全是指硬件系统和设备的安全性,威胁物理安全的因素包括自然灾害、故障、偷窃、毁坏等,需要通过系统容错与备份技术

在面积规则中,被检测的闭合图形的面积 S 与阈值的差别越小, $f1$ 的值越趋近于1,反之趋近于0。在直角规则中,直角数越多,即图形越规则, $f2$ 越趋近于1,反之趋近于0。因为在地图中建筑物面积适中,且形状规则;广场面积较大,形状也较规则;绿地形状较不规则,所以用比较 $f1$ 、 $f2$ 的值的方法,可以实现建筑物、广场和绿地的模糊分类。另外,有一些闭合图形面积较大,且内部包含闭合图形,将其视为街道的边缘线。

5.2 折线细分类

线对象矢量化后形成线段和折线。其中街道、河流的边缘线较长,用阈值方法可以轻易地从线段和折线中区分出来。剩余的线主要是围栏、土坎等,归入杂线层。

完成细分类后,将各类图形分别保存在相应图层中。全部处理过程见图3。

结束语 由于采用了整体识别的方法,识别速度较快,且利用图形中图段的位置关系计算图形顶点,使得顶点位置准确。另外,地物经粗、细分类后,基本被准确区分开来。实验证明,本分类识别方法准确、实用。识别图例见图4。

参考文献

- 1 Inesta J M. Reliable polygonal approximations of imaged real objects through dominant point detection. *Pattern Recognition*, 1998, 31(6): 685~697
- 2 Haralick R M, Queeney D. Understanding engineering drawings. *Computer Vision Graphics and Image Processing*, 1982, 20: 224~258
- 3 Chiang J Y, Tue S C, Leu Y C. A new algorithm for line image vectorization. *Pattern Recognition*, 1998, 31(10): 1541~1549
- 4 江早,刘晋军,王冬,刘积仁.一种可交互删改的二值图像快速连通体标识方法. *东北大学学报*, 1998, 19(3): 45~49.
- 5 刘学.大比例地形图中房屋目标的自动识别. *计算机学报*, 1998, 21(11): 1027~1032
- 6 李伟青,谭建荣,彭群生.基于图段结构的整体识别方法的研究. *计算机学报*, 1998, 21(8): 753~758
- 7 邹荣金,蔡士杰,张福炎.工程图中线状图形的自动分类与识别算法. *计算机辅助设计与图形学学报*, 1999, 11(1): 15~19

和加强管理来保证;逻辑安全又分为用户权限管理、防非法入侵、服务可用性、交易安全性、反病毒等几个方面,由于涉及面广,因此不可能通过单一手段或技术来保证,需要用系统工程的方法,从系统的各个层次考虑安全性问题。实现技术包括授权与身份认证、防火墙、攻击检测、信息加密、安全传输协议、安全电子交易协议、抗抵赖、数字签名、审计、反病毒技术等。

结束语 商业智能决策支持系统是人工智能、知识发现、数据仓库等技术与传统商场管理技术结合的产物。商业企业商业智能决策支持系统的建立和完善,使商业企业的决策者可以很容易地访问丰富的数据,使数据服务于每一个需要它的人,从而改变企业的决策方式,提高企业的市场竞争力和对市场变化的快速反应能力。

参考文献

- 1 Berson A, Smith S J. Data warehousing, Data Mining, & OLAP. 1997
- 2 Grupe Fritz H, Mehdi O M. database mining: discovering new knowledge and competitive advantage. *Information Systems Management*, 1995, 12: 26~31
- 3 涂序彦,曹斌,齐剑峰,艾迪明.新型商业网络技术:商业智能管理系统. *微电脑世界*, 2000, 21
- 4 涂序彦.智能信息推理.《计算机世界》专家视角, 2000, 4
- 5 ER M C. Decision Support System: A Summary, Problems, and Future trends. *Decision Support System*, 1988, 4
- 6 涂序彦.大系统控制论.国防工业出版社, 1994