

# 地形等高线与经纬网的分离及其矢量化

余生晨 刘大有

(吉林大学计算机科学系符号计算与知识工程国家教委开放研究实验室, 长春 130023)

叶水盛

(长春科技大学, 长春 130021)

**摘要** 该文利用经纬网在局部范围的直线性及直线的平均 freeman 链码等于其上任意一点的链码这一特性, 达到自动分离经纬网与等高线的目的, 为实现等高线图扫描输入计算机的自动矢量化打下基础。

**关键词** 等高线 经纬网 直线的链码 分离

**中图分类号:** P209 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8961(2000)02-0167-03

## Separation of Contour Lines and Longitudinal and Latitudinal Lines and Contour's Vectorization

YU Sheng-chen, LIU Da-you

(Computer Department of Jilin University, Changchun 130023)

YE Shui-sheng

(Changchun University of Science and Technology, Changchun 130021)

**Abstract** Based on straight property of longitudinal and latitudinal lines in partical scope, contour lines are separated with them automatically, by taking advantage of property that average freeman chain code of straight line is equal to it's separate one, so as to realize automatic vectorization of contour lines.

**Keywords** Contour line, Longitudinal and Latitudinal lines, Chain code of straight line, Separation

### 0 引言

地形等高线图是地理信息系统(GIS)的重要基础图件之一. 经纬网一般叠加在其上. 当一幅地形等高线图经扫描仪扫描输入计算机后, 对其矢量化时, 由于经纬网与等高线的粘连往往给等高线的自动矢量化带来了困难. 为此, 本文给出一种能比较自动地分离经纬网的方法.

### 1 原理

#### 1.1 一般细线的链码

对于任意的曲线(二值), 可用该曲线的出发点

和线的斜率来描述, 即可用 freeman 链码来描述. freeman 链码的定义如图 1、图 2 所示.

3	2	1
4	P	0
5	6	7

	0	1	2	3	4	5	6	7
0			1	1	1	1		
1		1				1		
2	1					1		
3	1				1			
4					1			
5						1		
6							1	

图 1 链码序号及 8 个方向 图 2 细线(用“1”表示)

其中, 图 1 表示了链码的 8 个方向及它们的序号. 图 2 的细线可用链码串(3, 0)211000665677 来

表示,其中(3, 0)为细线起点. 这样,细线和键码串就建立起了——对应的关系.

任意一条细线都可用链码串序列表示为

$$C_j = (x_k, x_l) a_1 a_2 a_3 \dots a_n \quad 0 \leq a_i \leq 7$$

如果始点 $(x_k, x_l)$ 和终点 $a_n$ 重合,则说明曲线是闭合的.

### 1.2 直线的链码

直线的 freeman 链码有一个显著特点,这就是其平均 freeman 链码值等于其上任意一点的链码值. 如图 3 中的  $ab$  直线,其平均链码值为零,等于组成该线的任意一点的链码值零; $cd$  直线,其平均链码值为 2,等于组成该线的任意一点的链码值 2.

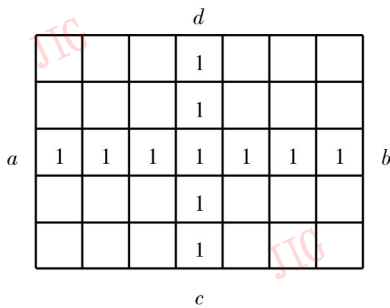


图 3  $ab, cd$  直线(用“1”表示)

### 1.3 等高线与经纬网的分离

经纬网中的经线在一般的图件中都是直线,纬线在大比例尺图的较大范围内可看作是直线,而在小比例尺图的较小范围内也可看作是直线(尽管它是曲线,但弯曲得较小). 也就是说,经线与纬线在某—适当大小的范围内可看作是直线.

等高线表现为互不相交的曲线,在本图幅内或外闭合.

经线、纬线与等高线的交点有 3 种可能: ① 经线与等高线相交; ② 纬线与等高线相交; ③ 经线、纬线与等高线相交于一点. 而且经线与纬线总是相互垂直的. 这样,经线、纬线与等高线的分离,可归结为直线与其相垂直的直线或曲线(等高线)的分离.

本文采取先细化,然后分别提取经线、纬线,最后对剩下的等高线进行矢量化步骤.

当追踪一条经线(或纬线)时,追踪到它与等高线的交叉点时,有 3 种可能的选择: ① 沿原方向直行; ② 左转; ③ 右转. 我们的目标是沿原方向直线前进,怎样才能挑选出这点呢? 这时,可计算出该条被追踪的经线(或纬线)在最近一些被追踪过的点上的平均链码值,然后与该交叉点可能要追踪的每一

点的链码值比较,最接近该经线(或纬线)平均链码值的那个点就是下一个要追踪的直线前进的点(依据是直线的平均链码值与直线上任意一点的链码值相等),这样,可达到经线(或纬线)在交叉点处自动连续不间断地向前跟踪而不停顿. 同时,把所跟踪轨迹上的已跟踪过的象素点做上已跟踪的标记(如用“3”标记).

用同样的方法,可把图中所有经线、纬线通过跟踪分离出来,最后剩下的只有等高线了. 由于等高线是互不相交的,所以选取跟踪起点后,就可以一直跟踪到该等高线的端点.

### 1.4 等高线的矢量化

对于等高线的矢量化,本文采取先细化,后矢量化的方法<sup>[1]</sup>.

对上面跟踪出的等高线按一定步长取样,计算出每个取样点的 $(x, y)$ 坐标,并赋予经过该点的等高线所代表的数值. 同时,在相邻取样点间用直线段连接或对这些取样点采取曲线拟合逼近,这样就可以完成等高线的矢量化.

## 2 实 验

当地形等高线图(带经纬线)经扫描仪扫描输入计算机后,先进行噪声消除,然后对其细化(本文采用 Hilditch 方法)后,就可以用本方法进行后续工作了.

用本方法对一幅 1: 20 万地形等高线图(图幅中仅有经纬网和等高线两种要素)进行分离和矢量化. 当选取经线(或纬线)的跟踪起点时,可用本方法直接跟踪到该经线(或纬线)的终点,在经线(或纬线)与等高线的交叉点处可直接向前跟踪,而不会停顿或迷失方向. 这样就可免去在交叉点处要用手工进行引导的麻烦.

半自动化跟踪方法要在每个交叉点(等高线与经(纬)线的相交点)处用手工引导,当交叉点很多时,这种引导占用时间很多;可是,本方法在交叉点处则不用手工引导,几乎不耽误时间,这样,在交叉点很多的情况下,可极大地提高矢量化的效率. 计算机主频越高(即运算速率越高),这种效率也提高得越多. 本文用一幅有 27 个等高线与经纬网交叉点的图,在奔腾 586 微机上做实验时,发现本方法较半自动化跟踪矢量化方法提高效率近 20 倍(这个数值仅仅就本实验图而言).

本方法的软件采用 Visual C++ 语言设计,在

Windows 95 下运行. 因为采用的库函数都是基本库函数, 所以, 可以不加修改就能移植到 borland C++ 等相近的 C 语言中. 另外, 本软件是采用标准的 Windows 窗口风格设计的, 用鼠标在跟踪起点点一下就可以选取经线(或纬线)的跟踪起点了, 这样就给用户提供了较多的方便. 跟踪过的经(纬)线用醒目颜色(本文用红色)标出, 以利于和未跟踪的经(纬)线相区别. 本方法(包括软件)具有实际应用价值, 已被科研项目组所采用.



**刘大有** 现为吉林大学计算机科学系教授, 博士生导师. 主要研究方向为模式识别、分布式人工智能和知识工程等.



## 参 考 文 献

- 1 荆仁杰等. 计算机图像处理. 浙江出版社, 1990年.

**余生晨** 现为吉林大学计算机科学系博士后, 副教授. 主要研究方向为图形图象处理、模式识别、地图的输入识别, 计算机病毒预防等.

**叶水盛** 现为长春科技大学副教授, 硕士生导师. 主要研究方向为模式识别、专家系统等.