

地图线状符号图案单元的优化配置方法

郭庆胜¹ 郑春燕¹

(1 武汉大学资源与环境科学学院, 武汉市珞喻路 129 号, 430079)

摘要: 在分析地图线状符号的分解与组合等特征的基础上, 提出了线状符号的优化配置方法和常见的线状符号之间的空间关系的处理方法, 并着重讨论了顾及格式塔理论的虚线型线状符号优化配置算法。

关键词: 线状符号; 优化配置; 空间关系; 格式塔理论

中图法分类号: P283.1

地图符号是地图的语言, 是传输地图信息的媒介, 它的视觉表达效果直接影响地图的质量。线状符号是地图符号中使用最多的一类, 所以地图线状符号的配置在机助制图和 GIS 领域都是十分重要的。

地图线状符号有实线、虚线、双线、铁道线等, 几乎所有的线状符号都可以看作是线状符号的基本图案单元按一定的间隔沿定位线循环配置而成的^[1]。很多计算机地图制图软件都是采用此方法, 但是这种方法还存在一些缺点: ①线状符号在极值点处有时会发生严重变形, 如工字型线状符号等; ②当定位线转折处的夹角相对较小时, 线状符号图案还会出现自交或重叠的现象, 如坎类线状符号等; ③虚线类线状符号在定位线趋势变化明显的地方可能出现空白, 造成线状符号在视觉上不连续。因此进一步研究线状符号基本图案单元的优化配置是很有必要的。在制图时, 考虑线状符号的制图知识和视觉规律会有利于提高地图的视觉质量^[2]。

1 地图线状符号的特征和图案单元优化配置原则

地图上的线状符号是由沿定位线(即目标轮廓线、符号中心线或符号主轴线)循环配置的基本图案单元组合而成的^[3~7]。线状符号的显著特点是有一有形或无形的空间定位线, 并由这条空间定位线来确定位置。

1.1 线状符号的可分解性与不可分解性

1.1.1 可分解的线状符号

几乎所有规则线状符号的基本图案单元都能分解成几个最基本的几何图形元素, 而每个图形元素沿符号定位线串接都可以独自形成一个线状符号, 所以一个线状符号可以由它的基本图案单元分解的图形元素形成的线状符号组合而成^[7]。图 1(b)为与图 1(a)中的线状符号对应的分解后所得的基本线状符号。

1.1.2 不可分解的线状符号

非规则符号中的符号单元和排列方式是随机的, 一般情况下不作分解, 符号图案单元作为一个整体来绘制。当涉及到线状符号基本图案单元的优化配置时, 有的规则线状符号也不能分解。图 2(a)是按常规的配置方法所得的某线状符号, 图 2(b)是该符号在优化配置的基础上分解后的线状符号, 图 2(c)是图 2(b)中的两个线状符号的重新组合, 显然此线状符号不能分解。

1.2 地图线状符号图案单元优化配置的规则

在自动配置地图线状符号图案单元时主要遵循以下原则(如图 3 所示)。

1) 虚实交替循环配置的线状符号(虚线)在定位线的拐角处应为实部, 不能为空白;

2) 线状符号在视觉上应保持线性连续, 符合格式塔理论的完整性;

3) 线状符号的最小循环体不能在定位线拐角处出现断裂、错开、自交、重叠等严重变形的情况;

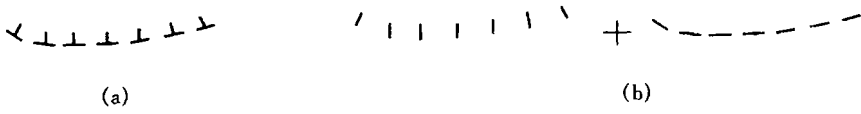


图1 线状符号可分解性示例

Fig.1 Examples of the Decomposable Linear Symbols

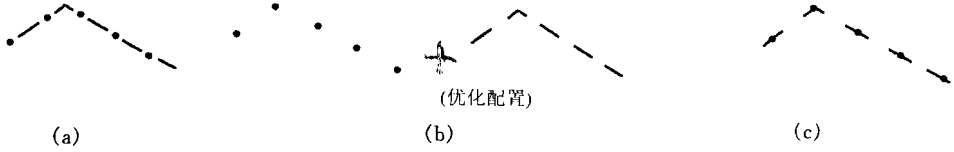


图2 线状符号不可分解性示例

Fig.2 Examples of the Undecomposable Linear Symbols

序号	优化前的线状符号	优化后的线状符号	处理方法说明	参考规则
1			保持曲线的拐弯处(变化趋势明显的地方)处为实部。	①
2			处理前的符号视觉上不完整,为了保证符号整体性,将符号中间几个定位点有选择地两两连接起来。	②
3			在拐角的地方最容易变形,所以一般要预留一定的长度。	③
4			坎类线在拐角处会出现一些变形,如果短竖线在拐角附近,要将其平移到拐角,以角平分线代替。当两线夹角很小时还会出现短竖线交叉、重叠的情况。	④
5			产生自交一般是符号的宽度设计不合理,除了自交部分小的情况自动处理外,需要提示符号设计者修改宽度。	⑤

图3 线状符号图案单元优化配置规则举例

Fig.3 Examples of Pattern Cell of Linear Symbols About the Rules of Optimum Placement

4) 双线符号要避免自交的情况。当定位线的相邻折线的夹角很小时,局部外平行线用弧段代替,内平行线局部用抹角光滑法产生的曲线代替。

2 顾及格式塔理论的“连续性”原则的虚线配置算法

格式塔是一种图形心理学理论,它认为图形目标在人脑想像中会形成完美的整体形状,该目标应该满足接近性、相似性、完整性等要求。对于虚线型线状符号来说,它必须满足视觉上的连续性才能形成一个完整的线状符号,因为“连续性”是格式塔理论中形成一个完整图形的基本条件之一^[4]。如图3中线状地图符号优化配置规则示例的虚线型线状符号:优化配置前的符号不符合格式塔视觉心理学的“连续性”原则,易产生视错觉,

被看作几个虚线型线状符号;优化配置后就满足了视觉的连续性。很明显,这样才是一个完整而协调的虚线型线状符号。

目前虚线的配置方法还存在一定的缺陷,一般只考虑了线状符号定位线的起点和终点为实部,而在定位线变化趋势较明显的特征点处有时为空白,这就使符号不符合格式塔原理的连续性,在视觉上不完整。

为了使虚线型线状符号能克服上述缺点,在视觉上符合格式塔理论,在笔者所提出的算法中作以下定义。

1) 定义虚线符号单元的实部在图案单元的起始位置;

2) 线状符号定位线的起始点和终止点规定为极值点,起始点处沿定位线绘制一个实部,终止点前也绘制一个实部左右的长度;

部相差较大时, 2)和3)两个条件将做一些变动。

图4是该算法的数据处理流程图。一些具体阐述参见图4后面的说明。

在这里, 定义视觉限差 δ 为极值点处需配置的实部长度的最小容许值, 如图5(a)所示。同理可定义线状符号单元的实部或虚部的变形长度有一个视觉限差, 在这里设为 δ 如图5(b)所示。

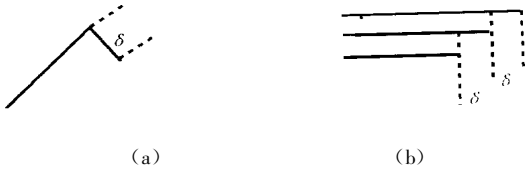


图5 视觉限差

Fig. 5 Visual Error

设实部长度为 $solid$, 虚部长度为 $vacancy$, 符号单元长度 $length$, 与此相对应, 实际配置变形后的实部长、虚部长和符号单元长分别为 $solid1$ 、 $vacancy1$ 和 $length1$ 。前面已经定义, 一般情况下极值点 A 位于实部的中点, 但变形后, 若 $|\delta| = |solid1 - solid| > \delta$ 则需调整 A 点的位置, 其移动范围是 $[solid - \delta, solid + \delta]$, 见图6。设两极值点间



图6 调整范围

Fig. 6 Scope of Adjustment

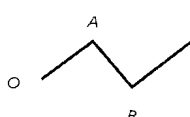
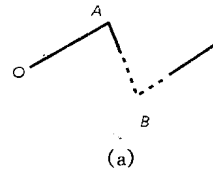


图7 实线连接

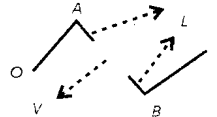
Fig. 7 Connection of the Line

的完整线状符号单元个数为 m , 那么总的调整移位量为 $m * |\delta - \delta|$ 。若 $m * |\delta - \delta| > solid/2 - \delta$ 则移位不成功, 需要对线状符号单元进行重新调整。在本次实验中, 采用强制调整, 移位量为 $solid/2 - \delta$ 或者 $\delta - solid/2$, 那么调整后的符号单元长度 ($length1$) 为 $(distance - (solid/2 - \delta)) / m$, 或者 $(distance - (\delta - solid/2)) / m$ 。

在绘制虚线符号时, 要考虑一种很特殊的情况: 两极值点间的长度 ($distance$) 和 OA 的长度之和 $DIS - length \leq \delta$ 若 A, B 间的长度小于等于虚部长 ($distance \leq vacancy$), 则将 A, B 两极值点用实线连接起来, 如图7所示。如果 $distance > vacancy$, 按常规就会出现如图8(a)的情况, B 处出现空白, 所以要进一步处理: 当 OA 的长度等于 δ 说明此前刚处理类似的情况, 为了使图形美观, 仍将 A, B 两点直接用实线相连, 处理方法同图7; 当 $distance \geq vacancy + 2 * \delta$ 且 OA 的长度大于 δ 则处理方法见图8(b), 极值点 A, B 处各留 $L = (distance - vacancy) / 2$ 实部长, $v = vacancy$; 当 $distance < vacancy + 2 * \delta$ 则直接将 A, B 两极值点用实线连接起来, 处理方法同图7。



(a)



(b)

图8 断开处理

Fig. 8 Disconnection of the Line

3 线状地图符号配置中目标之间关系的处理

线状地图符号的空间关系的处理一般是解决由线状地理要素符号化后所带来的目标要素间在视觉上的冲突, 尤其是当地图比例尺缩小时, 所带来的冲突更加严重, 但要处理此类空间关系就比较复杂。在这里主要讨论线状地图符号在配置符号时几个主要空间关系的处理^[3]。图9阐述了几个线状符号空间关系处理的典型例子。需要进一步处理的地图线状符号的空间关系可分为两种。

1) 相交关系

- ① 无边线的实线符号间的相交 (指填充色与边线颜色一致的实线);
- ② 虚线符号间的相交, 如小路与乡村路相交;
- ③ 空心型线状符号间的相交, 一般指边框线

的颜色与内部填充色不同的线状符号, 如高速公路之间的相交;

- ④ 实线与虚线型线状符号的相交, 如机耕路与小路相交;
- ⑤ 实线相交, 如机耕路与公路的相交;
- ⑥ 虚线与空心型线状符号的相交, 如境界线与等级公路的相交。

2) 共线关系

两线实体的中心线不相交, 但它们符号化后生成的线状符号却相交。它一般指的是具有一定宽度的双线符号, 如公路、铁路等。

对于相交关系的处理, 实线的相交只按等级, 级别高的压盖级别低的线状符号; 对于有虚线参加的相交, 只要保证虚线在相交的地方为实部; 空心型线状符号间的相交, 也是级别高的压盖级别低的; 对于级别相同的平面相交要求出其交集, 把交集掏空。

线状符号关系	处理前的空间关系	处理后的空间关系	说明
两虚线相交			实部相交
双线相接			
虚线与实线相交			
两实线相交			高等级线压盖低等级线
空心线与实线相交			
两空心线立体相交			
两空心线平面相交			保持相交处的连通性
标志性点位于相交处			绘制标志性的点状符号
共线			移位处理或压盖处理

图 9 线状符号间关系处理示例

Fig. 9 Examples of Handling Spatial Relations Between Linear Symbols

4 讨论

线状地图符号目标的复合性决定了线状地图符号的分解特性与组合特性。由于目标的复合性,许多线状符号可以由简单的几何图形配置的线状符号组合而成。但是,如果一个图案单元涉及到平行线与中轴线上的几何图案的结合。有的情况就不能简单组合。对于组合型虚线类线状符号的优化配置问题,需要进一步优化移位量的计算方法。

线状地图符号应该具有可编辑性。不论在设计程序时怎样考虑各种情况,总有意想不到的情况发生,有时为了提高符号化的速度,简化程序,减少数据组织和重组的困难,设计算法时特意忽略了某些极少发生的情况^[7]。地理空间实体经符号化后,显示的效果有时不会很理想,例如符号出现自交、断裂等少量异常情况,这时就要对符号进行编辑。

参 考 文 献

1 徐庆荣,杜道生,黄伟,等. 计算机地图制图原理. 武

汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1993

- 2 Tuskada N, Terabayashi T, Kadowaki T, et al. Cartographic Design Considerations for Automated Graphic Revision of 1:25 000-scale Vector Data. The 20th International Cartographic Conference, Beijing, 2001
- 3 龚健雅. 地理信息系统基础. 北京: 科学出版社, 2001
- 4 祝国瑞, 郭礼珍, 尹贡白, 等. 地图设计与编绘. 武汉: 武汉大学出版社, 2001
- 5 邬伦, 刘瑜, 张晶, 等. 地理信息系统——原理、方法和应用. 北京: 科学出版社, 2001
- 6 尹贡白, 王家耀, 田德森, 等. 地图概论. 北京: 测绘出版社, 1995
- 7 郭庆胜. 线状符号的分解与组合. 武汉测绘科技大学学报, 1993, 18(增刊): 78~82
- 8 胡鹏, 游连, 陈成永. 点、线符号相关处理的代数方法. 武汉测绘科技大学学报, 1993, 18(增刊): 63~67

作者简介: 郭庆胜, 教授. 主要研究方向是地理信息智能化处理与可视化. 主要研究成果: 智能化电子地图设计系统。

E-mail: guoqingsheng@yahoo.com

Intelligent Method of Optimum Placement for Pattern Cell of Linear Symbols

GUO Qingsheng¹ ZHENG Chunyan¹

(1 School of Resource and Environment Science, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan, China 430079)

Abstract: In this paper, the method of optimum placement for pattern cell of linear symbols and the technique of the common spatial relations between two linear symbols are given, based on the character of decomposition and combination of linear symbols and the experimentation of program with Visual C⁺⁺ 6.0. According to Gestalt theory, the arithmetic of optimum placement for virtual linear symbols is discussed.

The decomposition and combination of linear symbols is discussed. Two characters are described and several items of rules of optimum placement for virtual linear symbols are given. It is a common method of placement for almost all the lineal symbols which are located with their essential cell circularly collocating along the line. But these will bring about some questions when making use of the method, such as overlap, blank phenomena near those points whose trend change is evident, etc. So it is necessary to find a new arithmetic to overcome these shortcomings and make linear cartographic symbol more pleasing in vision. In this test, we have brought forward a new method of optimum placement for linear symbols and carried out it by Visual C⁺⁺ 6.0. In order to explain the new method, this paper gives an example by writing out the algorithm of optimum placement for the dashed linear symbols. According to Gestalt theory, these points whose change trend is distinct must be placed by solid line in the dashed linear symbol. It is stipulated that the half of length of solid line is arranged in each side of those characteristic points at first. Of course, during the program for optimum placement, the length of the symbolic cell has to be adjusted in the range of visual error. Moreover the paper brings forward some methods to dispose the spatial relations between linear symbols. There are two spatial relations: intersection relation and shared-line relation. Finally, the characters of compounding of the linear object and the trait of compilation of the linear cartographic symbols are discussed.

Key words: linear symbol; optimum placement; spatial relation; Gestalt theory

About the author: GUO Qingsheng, professor. His research orientation include intelligent cartographic data handling and visualization. His main research achievement is intelligent electric map design system.

E mail: guoqingsheng@yahoo.com